应用指南

AT32F435/437固件库BSP&Pack应用指南

前言

这篇应用指南对如何使用AT32F435/437固件库BSP(Board Support Package)以及如何安装AT32 Pack进行了简单的描述，对用户起到引导性的作用。

目录

1 简介 51

2 Pack 安装步骤 52

2.1 IAR Pack 安装 52

2.2 Keil_v5 Pack 安装 54

2.3 Keil_v4 Pack 安装 55

2.4 Segger Pack 安装 58

3 Flash 算法文件说明 62

3.1 Keil 算法文件的使用方法 62

3.2 IAR 算法文件的使用方法 64

4 BSP 使用简述 68

4.1 BSP 快速使用 68

4.1.1 模板工程介绍 68

4.1.2 BSP 相关宏定义 69

4.2 BSP 规范 70

4.2.1 外设缩写 70

4.2.2 命名规则 71

4.2.3 编码规则 71

4.3 BSP 结构 74

4.3.1 BSP 文件夹结构 74

4.3.2 BSP 库函数文件描述 75

4.3.3 外设初始化和设置 76

4.3.4 外设库函数格式 76

5 AT32F435/437 外设库函数概述 77

5.1 HICK 自动时钟校准（ACC） 77

5.1.1 函数 acc_calibration_mode_enable 77

5.1.2 函数 acc_step_set 78
5.1.3 函数 acc_interrupt_enable 79
5.1.4 函数 acc_hicktrim_get 79
5.1.5 函数 acc_hickcal_get 80
5.1.6 函数 acc_write_c1 80
5.1.7 函数 acc_write_c2 80
5.1.8 函数 acc_write_c3 81
5.1.9 函数 acc_read_c1 81
5.1.10 函数 acc_read_c2 82
5.1.11 函数 acc_read_c3 82
5.1.12 函数 acc_flag_get 83
5.1.13 函数 acc_interrupt_flag_get 83
5.1.14 函数 acc_flag_clear 84
5.2 模拟数字/转换器（ADC） 84
5.2.1 函数 adc_reset 86
5.2.2 函数 adc_enable 87
5.2.3 函数 adc_base_default_para_init 87
5.2.4 函数 adc_base_config 88
5.2.5 函数 adc_common_default_para_init 89
5.2.6 函数 adc_common_config 90
5.2.7 函数 adc_resolution_set 92
5.2.8 函数 adc_voltage_battery_enable 93
5.2.9 函数 adc_dma_mode_enable 93
5.2.10 函数 adc_dma_request_repeat_enable 93
5.2.11 函数 adc_interrupt_enable 94
5.2.12 函数 adc_calibration_value_set 95
5.2.13 函数 adc_calibration_init 95
5.2.14 函数 adc_calibration_init_status_get 95
5.2.15 函数 adc_calibration_start 96
5.2.16 函数 adc_calibration_status_get 96
5.2.17 函数 adc_voltage_monitor_enable 97

5.2.18 函数 adc_voltage_monitor_threshold_value_set 97
5.2.19 函数 adc_voltage_monitor_single_channel_select 98
5.2.20 函数 adc_ordinary_channel_set 99
5.2.21 函数 adc_preempt_channel_length_set 99
5.2.22 函数 adc_preempt_channel_set 100
5.2.23 函数 adc_ordinary_conversion_trigger_set 101
5.2.24 函数 adc_preempt_conversion_trigger_set 102
5.2.25 函数 adc_preempt_offset_value_set 103
5.2.26 函数 adc_ordinary_part_count_set 104
5.2.27 函数 adc_ordinary_part_mode_enable 104
5.2.28 函数 adc_preempt_part_mode_enable 105
5.2.29 函数 adc_preempt_auto_mode_enable 105
5.2.30 函数 adc_conversion_stop 106
5.2.31 函数 adc_conversion_stop_status_get 106
5.2.32 函数 adc_occe_each_conversion_enable 107
5.2.33 函数 adc_ordinary_software_trigger_enable 107
5.2.34 函数 adc_ordinary_software_trigger_status_get 108
5.2.35 函数 adc_preempt_software_trigger_enable 108
5.2.36 函数 adc_preempt_software_trigger_status_get 109
5.2.37 函数 adc_ordinary_conversion_data_get 109
5.2.38 函数 adc_combine_ordinary_conversion_data_get 109
5.2.39 函数 adc_preempt_conversion_data_get 110
5.2.40 函数 adc_flag_get 110
5.2.41 函数 adc_interrupt_flag_get 111
5.2.42 函数 adc_flag_clear 112
5.2.43 函数 adc_ordinary_oversample_enable 112
5.2.44 函数 adc_preempt_oversample_enable 113
5.2.45 函数 adc_oversample_ratio_shift_set 113
5.2.46 函数 adc_ordinary_oversample_trig_enable 114
5.2.47 函数 adc_ordinary_oversample_restart_set 115
5.3 控制器局域网模块（CAN） 115

5.3.1 函数 can_reset 117
5.3.2 函数 can_baudrate_default_para_init 117
5.3.3 函数 can_baudrate_set 118
5.3.4 函数 can_default_para_init 119
5.3.5 函数 can_base_init 119
5.3.6 函数 can_filter_default_para_init 121
5.3.7 函数 can_filter_init 121
5.3.8 函数 can_debug_transmission_prohibit 123
5.3.9 函数 can_ttc_mode_enable 124
5.3.10 函数 can_message_transmit 124
5.3.11 函数 can_transmit_status_get 126
5.3.12 函数 can_transmit_cancel 127
5.3.13 函数 can_message_receive 127
5.3.14 函数 can_receive_fifo_release 128
5.3.15 函数 can_receive_message_pending_get 129
5.3.16 函数 can_operating_mode_set 130
5.3.17 函数 can_doze_mode_enter 130
5.3.18 函数 can_doze_mode_exit 131
5.3.19 函数 can_error_type_record_get 131
5.3.20 函数 can_receive_error_counter_get 132
5.3.21 函数 can_transmit_error_counter_get 133
5.3.22 函数 can_interrupt_enable 133
5.3.23 函数 can_flag_get 134
5.3.24 函数 can_interrupt_flag_get 135
5.3.25 函数 can_flag_clear 136
5.4 CRC 计算单元（CRC） 137
5.4.1 函数 crc_data_reset 138
5.4.2 函数 crc_one_word_calculate 138
5.4.3 函数 crc_block_calculate 139
5.4.4 函数 crc_data_get 139
5.4.5 函数 crc_common_data_set 140

5.4.6 函数 crc_common_data_get 140
5.4.7 函数 crc_init_data_set 140
5.4.8 函数 crc_reverse_input_data_set 141
5.4.9 函数 crc_reverse_output_data_set 142
5.4.10 函数 crc_poly_value_set 142
5.4.11 函数 crc_poly_value_get 142
5.4.12 函数 crc_poly_size_set 143
5.4.13 函数 crc_poly_size_get 143
5.5 时钟和复位管理（CRM） 144
5.5.1 函数 crm_reset 146
5.5.2 函数 crm_lext_bypass 146
5.5.3 函数 crm_hext_bypass 147
5.5.4 函数 crm_flag_get 147
5.5.5 函数 crm_interrupt_flag_get 148
5.5.6 函数 crm_hext_stable_wait 149
5.5.7 函数 crm_hick_clock_trimming_set 149
5.5.8 函数 crm_hick_clock_calibration_set 149
5.5.9 函数 crm_periph_clock_enable 150
5.5.10 函数 crm_periph_reset 150
5.5.11 函数 crm_periph_lowpower_mode_enable 151
5.5.12 函数 crm_clock_source_enable 152
5.5.13 函数 crm_flag_clear 152
5.5.14 函数 crm_ertc_clock_select 153
5.5.15 函数 crm_ertc_clock_enable 154
5.5.16 函数 crm_ahb_div_set 154
5.5.17 函数 crm_apb1_div_set 155
5.5.18 函数 crm_apb2_div_set 155
5.5.19 函数 crm_usb_clock_div_set 156
5.5.20 函数 crm_clock_failure_detection_enable 156
5.5.21 函数 crm_battery_powered_domain_reset 157
5.5.22 函数 crm_pll_config 157

5.5.23 函数 crm_sysclk_switch 158
5.5.24 函数 crm_sysclk_switch_status_get 159
5.5.25 函数 crm_clocks_freq_get 159
5.5.26 函数 crm_clock_out1_set 160
5.5.27 函数 crm_clock_out2_set 160
5.5.28 函数 crm_clkout_div_set 161
5.5.29 函数 crm_interrupt_enable 162
5.5.30 函数 crm_auto_step_mode_enable 163
5.5.31 函数 crm_hick_sclk_frequency_select 163
5.5.32 函数 crm_usb_clock_source_select 163
5.5.33 函数 crm_clkout_to_tmr10_enable 164
5.5.34 函数 crm_emac_output_pulse_set 164
5.5.35 函数 crm_pll_parameter_calculate 165
5.6 数字/模拟转换（DAC） 165
5.6.1 函数 dac_reset 167
5.6.2 函数 dac_enable 167
5.6.3 函数 dac_output_buffer_enable 167
5.6.4 函数 dac_trigger_enable 168
5.6.5 函数 dac_trigger_select 168
5.6.6 函数 dac_software_trigger_generate 169
5.6.7 函数 dac_dual_software_trigger_generate 169
5.6.8 函数 dac_wave_generate 170
5.6.9 函数 dac_mask_amplitude_select 170
5.6.10 函数 dac_dma_enable 171
5.6.11 dac_data_output_get 172
5.6.12 函数 dac_1_data_set 172
5.6.13 函数 dac_2_data_set 173
5.6.14 函数 dac_dual_data_set 173
5.6.15 函数 dac_udr_enable 174
5.6.16 函数 dac_udr_flag_get 175
5.6.17 函数 dac_udr_interrupt_flag_get 175
5.6.18 函数 dac_udr_flag_clear 175

5.7 调试（DEBUG） 176
5.7.1 函数 debug_device_id_get 176
5.7.2 函数 debug_periph_mode_set 177
5.8 DMA 控制器（DMA） 178
5.8.1 函数 dma_default_para_init 180
5.8.2 函数 dma_init 181
5.8.3 函数 dma_reset 183
5.8.4 函数 dma_data_number_set 183
5.8.5 函数 dma_data_number_get 183
5.8.6 函数 dma_interrupt_enable 184
5.8.7 函数 dma_channel_enable 185
5.8.8 函数 dma_flag_get 185
5.8.9 函数 dma_flag_clear 187
5.8.10 函数 dma_flexible_config 189
5.8.11 函数 dmamux_enable 191
5.8.12 函数 dmamux_init 191
5.8.13 函数 dmamux_sync_default_para_init 192
5.8.14 函数 dmamux_sync_config 192
5.8.15 函数 dmamux_generator_default_para_init 194
5.8.16 函数 dmamux_generator_config 195
5.8.17 函数 dmamux_sync_interrupt_enable 197
5.8.18 函数 dmamux_generator_interrupt_enable 197
5.8.19 函数 dmamux_sync_flag_get 198
5.8.20 函数 dmamux_sync_flag_clear 199
5.8.21 函数 dmamux_generator_flag_get 199
5.8.22 函数 dmamux_generator_flag_clear 200
5.9 数字摄像头并行接口（DVP） 201
5.9.1 函数 dvp_reset 202
5.9.2 函数 dvp_capture_enable 203
5.9.3 函数 dvp_capture_mode_set 203
5.9.4 函数 dvp_window_crop_enable 203

5.9.5 函数 dvp_window_crop_set 204
5.9.6 函数 dvp_jpeg_enable....204
5.9.7 函数 dvp_sync_mode_set 205
5.9.8 函数 dvp_sync_code_set 205
5.9.9 函数 dvp_sync_unmask_set 206
5.9.10 函数 dvp_pclk_polarity_set 206
5.9.11 函数 dvp_hsync_polarity_set 206
5.9.12 函数 dvp_vsync_polarity_set....207
5.9.13 函数 dvp_basic_frame_rate_control_set....208
5.9.14 函数 dvp_pixel_data_length_set 208
5.9.15 函数 dvp_enable....209
5.9.16 函数 dvp_zoomout_select 209
5.9.17 函数 dvp_zoomout_set....209
5.9.18 函数 dvp_basic_status_get 210
5.9.19 函数 dvp_interrupt_enable 211
5.9.20 函数 dvp_interrupt_flag_get 211
5.9.21 函数 dvp_flag_get....212
5.9.22 函数 dvp_flag_clear....213
5.9.23 函数 dvp_enhanced_scaling_resize_enable 213
5.9.24 函数 dvp_enhanced_scaling_resize_set....213
5.9.25 函数 dvp_enhanced_framerate_set 214
5.9.26 函数 dvp_monochrome_image_binarization_set....214
5.9.27 函数 dvp_enhanced_data_format_set 215
5.9.28 函数 dvp_input_data_unused_set....215
5.9.29 函数 dvp_dma_burst_set....216
5.9.30 函数 dvp_sync_event_interrupt_set....216
5.10 EDMA 控制器（EDMA） 217
5.10.1 函数 edma_reset 220
5.10.2 函数 edma_init....221
5.10.3 函数 edma_default_para_init 223
5.10.4 函数 edma_stream_enable 224

5.10.5 函数 edma_interrupt_enable 225
5.10.6 函数 edma_peripheral_inc_offset_set 225
5.10.7 函数 edma_flow_controller_enable 226
5.10.8 函数 edma_data_number_set 227
5.10.9 函数 edma_data_number_get 227
5.10.10函数 edma_double_buffer_mode_init 227
5.10.11函数 edma_double_buffer_mode_enable 228
5.10.12函数 edma_memory_addr_set 228
5.10.13函数 edma_stream_status_get 229
5.10.14函数 edma_fifo_status_get 229
5.10.15函数 edma_flag_get 230
5.10.16函数 edma_2d_init 231
5.10.17函数 edma_2d_enable 232
5.10.18函数 edma_link_list_init 232
5.10.19函数 edma_link_list_enable 233
5.10.20函数 edma_flag_clear 233
5.10.21函数 edmamux_enable 234
5.10.22函数 edmamux_init 234
5.10.23函数 edmamux_sync_default_para_init 237
5.10.24函数 edmamux_sync_config 238
5.10.25函数 edmamux_generator_default_para_init 239
5.10.26函数 edmamux_generator_config 240
5.10.27函数 edmamux_sync_interrupt_enable 242
5.10.28函数 edmamux_generator_interrupt_enable 242
5.10.29函数 edmamux_sync_flag_get 243
5.10.30函数 edmamux_sync_flag_clear 244
5.10.31函数 edmamux_generator_flag_get 244
5.10.32函数 edmamux_generator_flag_clear 245
5.11 实时时钟（ERTC） 246
5.11.1 函数 ertc_num_to_bcd 248
5.11.2 函数 ertc_bcd_to_num 248

5.11.3 函数 ertc_write_protect_enable....249
5.11.4 函数 ertc_write_protect_disable....249
5.11.5 函数 ertc_wait_update....249
5.11.6 函数 ertc_wait_flag....250
5.11.7 函数 ertc_init_mode_enter....250
5.11.8 函数 ertc_init_mode_exit....251
5.11.9 函数 ertc_reset....251
5.11.10 函数 ertc_divider_set....252
5.11.11 函数 ertc_hour_mode_set....252
5.11.12 函数 ertc_date_set....252
5.11.13 函数 ertc_time_set....253
5.11.14 函数 ertc_calendar_get....254
5.11.15 函数 ertc_sub_second_get....255
5.11.16 函数 ertc_alarm_mask_set....255
5.11.17 函数 ertc_alarm_week_date_select....256
5.11.18 函数 ertc_alarm_set....256
5.11.19 函数 ertc_alarm_sub_second_set....257
5.11.20 函数 ertc_alarm_enable....258
5.11.21 函数 ertc_alarm_get....259
5.11.22 函数 ertc_alarm_sub_second_get....260
5.11.23 函数 ertc_wakeup_clock_set....260
5.11.24 函数 ertc_wakeup_counter_set....261
5.11.25 函数 ertc_wakeup_counter_get....261
5.11.26 函数 ertc_wakeup_enable....262
5.11.27 函数 ertc_smooth_calibration_config....262
5.11.28 函数 ertc_coarse_calibration_set....263
5.11.29 函数 ertc_coarse_calibration_enable....264
5.11.30 函数 ertc_cal_output_select....264
5.11.31 函数 ertc_cal_output_enable....264
5.11.32 函数 ertc_time_adjust....265
5.11.33 函数 ertc_daylight_set....265
5.11.34 函数 ertc_daylight_bpr_get....266

5.11.35 函数 ertc_refer_clock_detect_enable 266
5.11.36 函数 ertc_direct_read_enable 267
5.11.37 函数 ertc_output_set 267
5.11.38 函数 ertc_timestamp_pin_select 268
5.11.39 函数 ertc_timestamp_valid_edge_set 269
5.11.40 函数 ertc_timestamp_enable 269
5.11.41 函数 ertc_timestamp_get 269
5.11.42 函数 ertc_timestamp_sub_second_get 270
5.11.43 函数 ertc_tamper_1_pin_select 271
5.11.44 函数 ertc_tamper_pull_up_enable 271
5.11.45 函数 ertc_tamper_precharge_set 272
5.11.46 函数 ertc_tamper_filter_set 272
5.11.47 函数 ertc_tamper_detect_freq_set 273
5.11.48 函数 ertc_tamper_valid_edge_set 273
5.11.49 函数 ertc_tamper_timestamp_enable 274
5.11.50 函数 ertc_tamper_enable 275
5.11.51 函数 ertc_interrupt_enable 275
5.11.52 函数 ertc_interrupt_get 276
5.11.53 函数 ertc_flag_get 276
5.11.54 函数 ertc_interrupt_flag_get 277
5.11.55 函数 ertc_flag_clear 278
5.11.56 函数 ertc_bpr_data_write 278
5.11.57 函数 ertc_bpr_data_read 279
5.12 外部中断/事件控制器（EXINT） 280
5.12.1 函数 exint_reset 280
5.12.2 函数 exint_default_para_init 281
5.12.3 函数 exint_init 281
5.12.4 函数 exint_flag_clear 282
5.12.5 函数 exint_flag_get 283
5.12.6 函数 exint_interrupt_flag_get 283
5.12.7 函数 exint_software_interrupt_event_generate 284

5.12.8 函数 exint_interrupt_enable 284
5.12.9 函数 exint_event_enable 285
5.13 闪存控制器（FLASH） 285
5.13.1 函数 flash_flag_get 287
5.13.2 函数 flash_flag_clear 288
5.13.3 函数 flash_operation_status_get 288
5.13.4 函数 flash_bank1_operation_status_get 289
5.13.5 函数 flash_bank2_operation_status_get 289
5.13.6 函数 flash_operation_wait_for 290
5.13.7 函数 flash_bank1_operation_wait_for 290
5.13.8 函数 flash_bank2_operation_wait_for 291
5.13.9 函数 flash_unlock 291
5.13.10函数 flash_bank1_unlock 291
5.13.11函数 flash_bank2_unlock 292
5.13.12函数 flash_lock 292
5.13.13函数 flash_bank1_lock 293
5.13.14函数 flash_bank2_lock 293
5.13.15函数 flash_sector_erase 293
5.13.16函数 flash_block_erase 294
5.13.17函数 flash_internal_all_erase 294
5.13.18函数 flash_bank1_erase 295
5.13.19函数 flash_bank2_erase 295
5.13.20函数 flash_user_system_data_erase 295
5.13.21函数 flash_eopb0_config 296
5.13.22函数 flash_word_program 296
5.13.23函数 flash_halfword_program 297
5.13.24函数 flash_byte_program 298
5.13.25函数 flash_user_system_data_program 298
5.13.26函数 flash_epp_set 299
5.13.27函数 flash_epp_status_get 300
5.13.28函数 flash_fap_enable 300

5.13.29函数 flash_fap_status_get 300
5.13.30函数 flash_ssb_set 301
5.13.31函数 flash_ssb_status_get 302
5.13.32函数 flash_interrupt_enable 302
5.13.33函数 flash_slib_enable 303
5.13.34函数 flash_slib_disable 303
5.13.35函数 flash_slib_remaining_count_get 304
5.13.36函数 flash_slib_state_get 304
5.13.37函数 flash_slib_start_sector_get 305
5.13.38函数 flash_slib_inststart_sector_get 305
5.13.39函数 flash_slib_end_sector_get 305
5.13.40函数 flash_crc_calibrate 306
5.13.41函数 flash_nzw_boost_enable 306
5.13.42函数 flash_continue_read_enable 307
5.14 通用和复用功能输出输出（GPIO/IOMUX） 307
5.14.1 函数 gpio_reset 308
5.14.2 函数 gpio_init 308
5.14.3 函数 gpio_default_para_init 310
5.14.4 函数 gpio_input_data_bit_read 311
5.14.5 函数 gpio_input_data_read 311
5.14.6 函数 gpio_output_data_bit_read 311
5.14.7 函数 gpio_output_data_read 312
5.14.8 函数 gpio_bits_set 312
5.14.9 函数 gpio_bits_reset 313
5.14.10函数 gpio_bits_write 313
5.14.11函数 gpio_bits_toggle 314
5.14.12函数 gpio_port_write 314
5.14.13函数 gpio_pin_wp_config 314
5.14.14函数 gpio_pins_huge_driven_config 315
5.14.15函数 gpio_pin_mux_config 315
5.15 I2C 接口（I2C） 317

5.15.1 函数 i2c_reset 319
5.15.2 函数 i2c_init 319
5.15.3 函数 i2c_own_address1_set 320
5.15.4 函数 i2c_own_address2_set 320
5.15.5 函数 i2c_own_address2_enable 321
5.15.6 函数 i2c_smbus_enable 322
5.15.7 函数 i2c_enable 322
5.15.8 函数 i2c_clock_stretch_enable 323
5.15.9 函数 i2c_ack_enable 323
5.15.10 函数 i2c_addr10_mode_enable 324
5.15.11 函数 i2c_transfer_addr_set 324
5.15.12 函数 i2c_transfer_addr_get 324
5.15.13 函数 i2c_transfer_dir_set 325
5.15.14 函数 i2c_transfer_dir_get 325
5.15.15 函数 i2c_matched_addr_get 326
5.15.16 函数 i2c_auto_stop_enable 326
5.15.17 函数 i2c_reload_enable 327
5.15.18 函数 i2c_cnt_set 327
5.15.19 函数 i2c_addr10_header_enable 328
5.15.20 函数 i2c_general_call_enable 328
5.15.21 函数 i2c_smbus_alert_set 328
5.15.22 函数 i2c_slave_data_ctrl_enable 329
5.15.23 函数 i2c_pec_calculate_enable 329
5.15.24 函数 i2c_pec_transmit_enable 330
5.15.25 函数 i2c_pec_value_get 330
5.15.26 函数 i2c_timeout_set 331
5.15.27 函数 i2c_timeout_detcet_set 331
5.15.28 函数 i2c_timeout_enable 332
5.15.29 函数 i2c_ext_timeout_set 332
5.15.30 函数 i2c_ext_timeout_enable 332
5.15.31 函数 i2c_interrupt_enable 333
5.15.32 函数 i2c_interrupt_get 334

5.15.33函数 i2c_dma_enable....334
5.15.34函数 i2c_transmit_set....335
5.15.35函数 i2c_start_generate....336
5.15.36函数 i2c_stop_generate....336
5.15.37函数 i2c_data_send....336
5.15.38函数 i2c_data_receive....337
5.15.39函数 i2c_flag_get....337
5.15.40函数 i2c_interrupt_flag_get....338
5.15.41函数 i2c_flag_clear....339
5.15.42函数 i2c_config....340
5.15.43函数 i2c_lowlevel_init....341
5.15.44函数 i2c_wait_end....342
5.15.45函数 i2c_wait_flag....343
5.15.46函数 i2c_master_transmit....344
5.15.47函数 i2c_master_receive....344
5.15.48函数 i2c_slave_transmit....345
5.15.49函数 i2c_slave_receive....345
5.15.50函数 i2c_master_transmit_int....346
5.15.51函数 i2c_master_receive_int....346
5.15.52函数 i2c_slave_transmit_int....347
5.15.53函数 i2c_slave_receive_int....347
5.15.54函数 i2c_master_transmit_dma....348
5.15.55函数 i2c_master_receive_dma....348
5.15.56函数 i2c_slave_transmit_dma....349
5.15.57函数 i2c_slave_receive_dma....350
5.15.58函数 i2c_smbus_master_transmit....350
5.15.59函数 i2c_smbus_master_receive....351
5.15.60函数 i2c_smbus_slave_transmit....351
5.15.61函数 i2c_smbus_slave_receive....352
5.15.62函数 i2c_memory_write....352
5.15.63函数 i2c_memory_write_int....353
5.15.64函数 i2c_memory_write_dma....354

5.15.65函数 i2c_memory_read 354
5.15.66函数 i2c_memory_read_int 355
5.15.67函数 i2c_memory_read_dma 356
5.15.68函数 i2c_evt_irq_handler....357
5.15.69函数 i2c_err_irq_handler 357
5.15.70函数 i2c_dma_tx_irq_handler....357
5.15.71函数 i2c_dma_rx_irq_handler 358
5.16 嵌套的向量式中断控制器（NVIC） 358
5.16.1 函数 nvic_system_reset 359
5.16.2 函数 nvic_irq_enable 359
5.16.3 函数 nvic_irq_disable 360
5.16.4 函数 nvic_priority_group_config 361
5.16.5 函数 nvic_vector_table_set 361
5.16.6 函数 nvic_lowpower_mode_config....362
5.17 电源控制（PWC） 362
5.17.1 函数 pwc_reset....363
5.17.2 函数 pwc_battery_powered_domain_access....363
5.17.3 函数 pwc_pvm_level_select 364
5.17.4 函数 pwc_power_voltage_monitor_enable 365
5.17.5 函数 pwc_wakeup_pin_enable....365
5.17.6 函数 pwc_flag_clear 365
5.17.7 函数 pwc_flag_get 366
5.17.8 函数 pwc_sleep_mode_enter....366
5.17.9 函数 pwc_deep_sleep_mode_enter....367
5.17.10函数 pwc_voltage_regulate_set 367
5.17.11函数 pwc_standby_mode_enter....368
5.17.12函数 pwc_ldo_output_voltage_set 368
5.18 四线 SPI（QSPI） 369
5.18.1 函数 qspi_encryption_enable 370
5.18.2 函数 qspi_sck_mode_set 371
5.18.3 函数 qspi_clk_division_set 371

5.18.4 函数 qspi_xip_cache_bypass_set 372
5.18.5 函数 qspi_interrupt_enable 372
5.18.6 函数 qspi_interrupt_flag_get 373
5.18.7 函数 qspi_flag_get 373
5.18.8 函数 qspi_flag_clear 374
5.18.9 函数 qspi_dma_rx_threshold_set 374
5.18.10函数 qspi_dma_tx_threshold_set 375
5.18.11函数 qspi_dma_enable 375
5.18.12函数 qspi_busy_config 376
5.18.13函数 qspi_xip_enable 376
5.18.14函数 qspi_cmd_operation_kick 377
5.18.15函数 qspi_xip_init 378
5.18.16函数 qspi_byte_read 380
5.18.17函数 qspi_half_word_read 381
5.18.18函数 qspi_word_read 381
5.18.19函数 qspi_word_write 382
5.18.20函数 qspi_half_word_write 382
5.18.21函数 qspi_byte_write 383
5.19 系统配置控制器（SCFG） 383
5.19.1 函数 scfg_reset 384
5.19.2 函数 scfg_xmc_mapping_swap_set 384
5.19.3 函数 scfg_infrared_config 385
5.19.4 函数 scfg_mem_map_set 385
5.19.5 函数 scfg_emac_interface_set 386
5.19.6 函数 scfg_exint_line_config 386
5.19.7 函数 scfg_pins_ultra_driven_enable 387
5.20 SDIO 接口（SDIO） 388
5.20.1 函数 sdio_reset 389
5.20.2 函数 sdio_power_set 389
5.20.3 函数 sdio_power_status_get 390
5.20.4 函数 sdio_clock_config 390

5.20.5 函数 sdio_bus_width_config 391
5.20.6 函数 sdio_clock_bypass 392
5.20.7 函数 sdio_power_saving_mode_enable 392
5.20.8 函数 sdio_flow_control_enable 392
5.20.9 函数 sdio_clock_enable 393
5.20.10 函数 sdio_dma_enable 393
5.20.11 函数 sdio_interrupt_enable 394
5.20.12 函数 sdio_flag_get 395
5.20.13 函数 sdio_interrupt_flag_get 396
5.20.14 函数 sdio_flag_clear 397
5.20.15 函数 sdio_command_config 397
5.20.16 函数 sdio_command_state_machine_enable 398
5.20.17 函数 sdio_command_response_get 399
5.20.18 函数 sdio_response_get 399
5.20.19 函数 sdio_data_config 400
5.20.20 函数 sdio_data_state_machine_enable 401
5.20.21 函数 sdio_data_counter_get 402
5.20.22 函数 sdio_data_read 402
5.20.23 函数 sdio_buffer_counter_get 403
5.20.24 函数 sdio_data_write 403
5.20.25 函数 sdio_read_wait_mode_set 404
5.20.26 函数 sdio_read_wait_start 404
5.20.27 函数 sdio_read_wait_stop 404
5.20.28 函数 sdio_io_function_enable 405
5.20.29 函数 sdio_io_suspend_command_set 405
5.21 串行外设口（SPI）/音频接口（I²S） 406
5.21.1 函数 spi_i2s_reset 407
5.21.2 函数 spi_default_para_init 407
5.21.3 函数 spi_init 408
5.21.4 函数 spi_ti_mode_enable 410
5.21.5 函数 spi_crc_next_transmit 410

5.21.6 函数 spi_crc_polynomial_set 411
5.21.7 函数 spi_crc_polynomial_get 411
5.21.8 函数 spi_crc_enable 411
5.21.9 函数 spi_crc_value_get 412
5.21.10 函数 spi_hardware_cs_output_enable 413
5.21.11 函数 spi_software_cs_internal_level_set 413
5.21.12 函数 spi_frame_bit_num_set 414
5.21.13 函数 spi_half_duplex_direction_set 414
5.21.14 函数 spi_enable 415
5.21.15 函数 i2s_default_para_init 415
5.21.16 函数 i2s_init 416
5.21.17 函数 i2s_enable 417
5.21.18 函数 spi_i2s_interrupt_enable 418
5.21.19 函数 spi_i2s_dma_transmitter_enable 418
5.21.20 函数 spi_i2s_dma_receiver_enable 419
5.21.21 函数 spi_i2s_data_transmit 419
5.21.22 函数 spi_i2s_data_receive 420
5.21.23 函数 spi_i2s_flag_get 420
5.21.24 函数 spi_i2s_interrupt_flag_get 421
5.21.25 函数 spi_i2s_flag_clear 422
5.22 系统滴答（SysTick） 423
5.22.1 函数 systick_clock_source_config 423
5.22.2 函数 SysTick_Config 424
5.23 定时器（TMR） 424
5.23.1 函数 tmr_reset 426
5.23.2 函数 tmr_counter_enable 427
5.23.3 函数 tmr_output_default_para_init 427
5.23.4 函数 tmr_input_default_para_init 428
5.23.5 函数 tmr_brkdt_default_para_init 428
5.23.6 函数 tmr_base_init 429
5.23.7 函数 tmr_clock_source_div_set 430

5.23.8 函数 tmr_cnt_dir_set 430
5.23.9 函数 tmr_repetition_counter_set 431
5.23.10函数 tmr_counter_value_set 431
5.23.11函数 tmr_counter_value_get 432
5.23.12函数 tmr_div_value_set 432
5.23.13函数 tmr_div_value_get 432
5.23.14函数 tmr_output_channel_config 433
5.23.15函数 tmr_output_channel_mode_select 435
5.23.16函数 tmr_period_value_set 436
5.23.17函数 tmr_period_value_get 436
5.23.18函数 tmr_channel_value_set 436
5.23.19函数 tmr_channel_value_get 437
5.23.20函数 tmr_period_buffer_enable 438
5.23.21函数 tmr_output_channel_buffer_enable 438
5.23.22函数 tmr_output_channel_immediately_set 439
5.23.23函数 tmr_output_channel_switch_set 440
5.23.24函数 tmr_one_cycle_mode_enable 440
5.23.25函数 tmr_32_bit_function_enable 441
5.23.26函数 tmr_overflow_request_source_set 441
5.23.27函数 tmr_overflow_event_disable 442
5.23.28函数 tmr_input_channel_init 442
5.23.29函数 tmr_channel_enable 444
5.23.30函数 tmr_input_channel_filter_set 444
5.23.31函数 tmr_pwm_input_config 445
5.23.32函数 tmr_channel1_input_select 446
5.23.33函数 tmr_input_channel_divider_set 446
5.23.34函数 tmr_primary_mode_select 447
5.23.35函数 tmr_sub_mode_select 448
5.23.36函数 tmr_channel_dma_select 448
5.23.37函数 tmr_hall_select 449
5.23.38函数 tmr_channel_buffer_enable 449
5.23.39函数 tmr_trgout2_enable 450

5.23.40函数 tmr_trigger_input_select 450
5.23.41函数 tmr_sub_sync_mode_set 451
5.23.42函数 tmr_dma_request_enable 451
5.23.43函数 tmr_interrupt_enable 452
5.23.44函数 tmr_interrupt_flag_get 453
5.23.45函数 tmr_flag_get 453
5.23.46函数 tmr_flag_clear 454
5.23.47函数 tmr_event_sw_trigger 455
5.23.48函数 tmr_output_enable 455
5.23.49函数 tmr_internal_clock_set 456
5.23.50函数 tmr_output_channel_polarity_set 456
5.23.51函数 tmr_external_clock_config 457
5.23.52函数 tmr_external_clock_mode1_config 458
5.23.53函数 tmr_external_clock_mode2_config 458
5.23.54函数 tmr_encoder_mode_config 459
5.23.55函数 tmr_force_output_set 460
5.23.56函数 tmr_dma_control_config 460
5.23.57函数 tmr_brkdt_config 462
5.23.58函数 tmr_iremap_config 463
5.24 通用同步异步收发器（USART） 464
5.24.1 函数 usart_reset 465
5.24.2 函数 usart_init 465
5.24.3 函数 usart_parity_selection_config 466
5.24.4 函数 usart_enable 467
5.24.5 函数 usart_transmitter_enable 467
5.24.6 函数 usart_receiver_enable 468
5.24.7 函数 usart_clock_config 468
5.24.8 函数 usart_clock_enable 469
5.24.9 函数 usart_interrupt_enable 469
5.24.10函数 usart_dma_transmitter_enable 470
5.24.11函数 usart_dma_receiver_enable 470

5.24.12函数 usart_wakeup_id_set 471
5.24.13函数 usart_wakeup_mode_set 471
5.24.14函数 usart_receiver_mute_enable 472
5.24.15函数 usart_break_bit_num_set 472
5.24.16函数 usart_lin_mode_enable 473
5.24.17函数 usart_data_transmit 473
5.24.18函数 usart_data_receive 473
5.24.19函数 usart_break_send 474
5.24.20函数 usart_smartcard_guard_time_set 474
5.24.21函数 usart_irda_smartcard_division_set 475
5.24.22函数 usart_smartcard_mode_enable 475
5.24.23函数 usart_smartcard_nack_set 476
5.24.24函数 usart_single_line_halfduplex_select 476
5.24.25函数 usart_irda_mode_enable 476
5.24.26函数 usart_irda_low_power_enable 477
5.24.27函数 usart_hardware_flow_control_set 477
5.24.28函数 usart_flag_get 478
5.24.29函数 usart_interrupt_flag_get 478
5.24.30函数 usart_flag_clear 479
5.24.31函数 usart_rs485_delay_time_config 480
5.24.32函数 usart_transmit_receive_pin_swap 480
5.24.33函数 usart_id_bit_num_set 481
5.24.34函数 usart_de_polarity_set 481
5.24.35函数 usart_rs485_mode_enable 482
5.25 看门狗（WDT） 482
5.25.1 函数 wdt_enable 483
5.25.2 函数 wdt_counter_reload 483
5.25.3 函数 wdt_reload_value_set 484
5.25.4 函数 wdt_divider_set 484
5.25.5 函数 wdt_register_write_enable 484
5.25.6 函数 wdt_flag_get 485

5.25.7 函数 wdt_window_counter_set....485
5.26 窗口看门狗（WWDT）....486
5.26.1 函数 wwdt_reset....486
5.26.2 函数 wwdt_divider_set....487
5.26.3 函数 wwdt_enable....487
5.26.4 函数 wwdt_interrupt_enable....488
5.26.5 函数 wwdt_counter_set....488
5.26.6 函数 wwdt_window_counter_set....488
5.26.7 函数 wwdt_flag_get....489
5.26.8 函数 wwdt_interrupt_flag_get....489
5.26.9 函数 wwdt_flag_clear....490
5.27 外部存储控制器（XMC）....490
5.27.1 函数 xmc_nor_sram_reset....493
5.27.2 函数 xmc_nor_sram_init....494
5.27.3 函数 xmc_nor_sram_timing_config....496
5.27.4 函数 xmc_norsram_default_para_init....499
5.27.5 函数 xmc_norsram_timing_default_para_init....500
5.27.6 函数 xmc_nor_sram_enable....500
5.27.7 函数 xmc_ext_timing_config....501
5.27.8 函数 xmc_nand_reset....502
5.27.9 函数 xmc_nand_init....502
5.27.10函数 xmc_nand_timing_config....504
5.27.11函数 xmc_nand_default_para_init....505
5.27.12函数 xmc_nand_timing_default_para_init....506
5.27.13函数 xmc_nand_enable....507
5.27.14函数 xmc_nand_ecc_enable....507
5.27.15函数 xmc_ecc_get....508
5.27.16函数 xmc_interrupt_enable....508
5.27.17函数 xmc_flag_status_get....509
5.27.18函数 xmc_interrupt_flag_status_get....510
5.27.19函数 xmc_flag_clear....511

5.27.20函数 xmc_pccard_reset....512
5.27.21函数 xmc_pccard_init....512
5.27.22函数 xmc_pccard_timing_config....513
5.27.23函数 xmc_pccard_default_para_init....515
5.27.24函数 xmc_pccard_timing_default_para_init....515
5.27.25函数 xmc_pccard_enable....516
5.27.26函数 xmc_sdram_reset....517
5.27.27函数 xmc_sdram_init....517
5.27.28函数 xmc_sdram_default_para_init....521
5.27.29函数 xmc_sdram_cmd....521
5.27.30函数 xmc_sdram_status_get....522
5.27.31函数 xmc_sdram_refresh_counter_set....523
5.27.32函数 xmc_sdram_auto_refresh_set....523

6 注意事项 525

6.1 型号切换.... 525
6.1.1 KEIL 上型号切换....525
6.1.2 IAR 上型号切换....526
6.2 Keil 项目内 Jlink 无法找到 IC 问题.... 528
6.3 更换外部高速晶振后异常.... 530

7 版本历史 532

表目录

表 1. 型号宏定义对应表 69
表 2. 外设缩写对应表 70
表 3. BSP 函数库文件描述 75
表 4. 外设库函数格式 76
表 5.ACC 寄存器对应表 77
表 6.ACC 库函数总览 77
表 7.函数 acc_calibration_mode_enable 78
表 8.函数 acc_step_set 78
表 9.函数 acc_interrupt_enable 79
表 10.函数 acc_hicktrim_get 79
表 11.函数 acc_hickcal_get 80
表 12.函数 acc_write_c1 80
表 13.函数 acc_write_c2 81
表 14.函数 acc_write_c3 81
表 15.函数 acc_read_c1 81
表 16.函数 acc_read_c2 82
表 17.函数 acc_read_c3 82
表 18.函数 acc_flag_get 83
表 19.函数 acc_interrupt_flag_get 83
表 20.函数 acc_flag_clear 84
表 21. ADC 寄存器对应表 85
表 22. ADC 库函数总览 85
表 23. 函数 adc_reset 87
表 24. 函数 adc_enable 87
表 25. 函数 adc_base_default_para_init 87
表 26. 函数 adc_base_config 88
表 27. 函数 adc_common_default_para_init 89
表 28. 函数 adc_common_config 90
表 29. 函数 adc_resolution_set 92
表 30. 函数 adc_voltage_battery_enable 93

表 31. 函数 adc_dma_mode_enable 93
表 32. 函数 adc_dma_request_repeat_enable 94
表 33. 函数 adc_interrupt_enable 94
表 34. 函数 adc_calibration_value_set 95
表 35. 函数 adc_calibration_init 95
表 36. 函数 adc_calibration_init_status_get 96
表 37. 函数 adc_calibration_start 96
表 38. 函数 adc_calibration_status_get 96
表 39. 函数 adc_voltage_monitor_enable 97
表 40. 函数 adc_voltage_monitor_threshold_value_set 98
表 41. 函数 adc_voltage_monitor_single_channel_select 98
表 42. 函数 adc_ordinary_channel_set 99
表 43. 函数 adc_preempt_channel_length_set 100
表 44. 函数 adc_preempt_channel_set 100
表 45. 函数 adc_ordinary_conversion_trigger_set 101
表 46. 函数 adc_preempt_conversion_trigger_set 102
表 47. 函数 adc_preempt_offset_value_set 103
表 48. 函数 adc_ordinary_part_count_set 104
表 49. 函数 adc_ordinary_part_mode_enable 105
表 50. 函数 adc_preempt _part_mode_enable 105
表 51. 函数 adc_preempt _auto_mode_enable 105
表 52. 函数 adc_conversion_stop 106
表 53. 函数 adc_conversion_stop_status_get 106
表 54. 函数 adc_occe_each_conversion_enable 107
表 55. 函数 adc_ordinary_software_trigger_enable 107
表 56. 函数 adc_ordinary_software_trigger_status_get 108
表 57. 函数 adc_preempt_software_trigger_enable 108
表 58. 函数 adc_preempt_software_trigger_status_get 109
表 59. 函数 adc_ordinary_conversion_data_get 109
表 60. 函数 adc_combine_ordinary_conversion_data_get 110
表 61. 函数 adc_preempt_conversion_data_get 110
表 62. 函数 adc_flag_get 110

表 63. 函数 adc_interrupt_flag_get 111
表 64. 函数 adc_flag_clear 112
表 65. 函数 adc_ordinary_oversample_enable 112
表 66. 函数 adc_preempt_oversample_enable 113
表 67. 函数 adc_oversample_ratio_shift_set 113
表 68. 函数 adc_ordinary_oversample_trig_enable 114
表 69. 函数 adc_ordinary_oversample_restart_set 115
表 70. CAN 寄存器总览 115
表 71. CAN 库函数总览 116
表 72. 函数 can_reset 117
表 73. 函数 can_baudrate_default_para_init 118
表 74. 函数 can_baudrate_set 118
表 75. 函数 can_default_para_init 119
表 76. 函数 can_base_init 120
表 77. 函数 can_filter_default_para_init 121
表 78. 函数 can_filter_init 121
表 79. 函数 can_debug_transmission_prohibit 123
表 80. 函数 can_ttc_mode_enable 124
表 81. 函数 can_message_transmit 124
表 82. 函数 can_transmit_status_get 126
表 83. 函数 can_transmit_cancel 127
表 84. 函数 can_message_receive 127
表 85. 函数 can_receive_fifo_release 128
表 86. 函数 can_receive_message_pending_get 129
表 87. 函数 can_operating_mode_set 130
表 88. 函数 can_doze_mode_enter 130
表 89. 函数 can_doze_mode_exit 131
表 90. 函数 can_error_type_record_get 132
表 91. 函数 can_receive_error_counter_get 132
表 92. 函数 can_transmit_error_counter_get 133
表 93. 函数 can_interrupt_enable 133
表 94. 函数 can_flag_get 134

表 95. 函数 can_interrupt_flag_get 135
表 96. 函数 can_flag_clear 136
表 97. CRC 寄存器对应表 137
表 98. CRC 库函数总览 137
表 99. 函数 crc_data_reset 138
表 100. 函数 crc_one_word_calculate 138
表 101. 函数 crc_block_calculate 139
表 102. 函数 crc_data_get 139
表 103. 函数 crc_common_data_set 140
表 104. 函数 crc_common_data_get 140
表 105. 函数 crc_init_data_set 141
表 106. 函数 crc_reverse_input_data_set 141
表 107. 函数 crc_reverse_output_data_set 142
表 108. 函数 crc_poly_value_set 142
表 109. 函数 crc_poly_value_get 143
表 110. 函数 crc_poly_size_set 143
表 111. 函数 crc_poly_size_get 144
表 112. CRM 寄存器对应表 144
表 113. CRM 库函数总览 145
表 114. 函数 crm_reset 146
表 115. 函数 crm_lext_bypass 146
表 116. 函数 crm_hext_bypass 147
表 117. 函数 crm_flag_get 147
表 118. 函数 crm_interrupt_flag_get 148
表 119. 函数 crm_hext_stable_wait 149
表 120. 函数 crm_hick_clock_trimming_set 149
表 121. 函数 crm_hick_clock_calibration_set 150
表 122. 函数 crm_periph_clock_enable 150
表 123. 函数 crm_periph_reset 151
表 124. 函数 crm_periph_lowpower_mode_enable 151
表 125. 函数 crm_clock_source_enable 152
表 126. 函数 crm_flag_clear 152

表 127. 函数 crm_ertc_clock_select 153
表 128. 函数 crm_ertc_clock_enable 154
表 129. 函数 crm_ahb_div_set 154
表 130. 函数 crm_apb1_div_set 155
表 131. 函数 crm_apb2_div_set 155
表 132. 函数 crm_usb_clock_div_set 156
表 133. 函数 crm_clock_failure_detection_enable 157
表 134. 函数 crm_battery_powered_domain_reset 157
表 135. 函数 crm_pll_config 157
表 136. 函数 crm_sysclk_switch 158
表 137. 函数 crm_sysclk_switch_status_get 159
表 138. 函数 crm_clocks_freq_get 159
表 139. 函数 crm_clock_out1_set 160
表 140. 函数 crm_clock_out2_set 161
表 141. 函数 crm_clkout_div_set 161
表 142. 函数 crm_interrupt_enable 162
表 143. 函数 crm_auto_step_mode_enable 163
表 144. 函数 crm_hick_sclk_frequency_select 163
表 145. 函数 crm_usb_clock_source_select 164
表 146. 函数 crm_clkout_to_tmr10_enable 164
表 147. 函数 crm_emac_output_pulse_set 164
表 148. 函数 crm_pll_parameter_calculate 165
表 149. DAC 寄存器总览 166
表 150. DAC 库函数总览 166
表 151. 函数 dac_reset 167
表 152. 函数 dac_enable 167
表 153. 函数 dac_output_buffer_enable 167
表 154. 函数 dac_trigger_enable 168
表 155. 函数 dac_trigger_select 168
表 156. 函数 dac_software_trigger_generate 169
表 157. 函数 dac_dual_software_trigger_generate 170
表 158. 函数 dac_wave_generate 170

表 159. 函数 dac_mask_amplitude_select 171
表 160. 函数 dac_dma_enable 171
表 161. 函数 dac_data_output_get 172
表 162. 函数 dac_1_data_set 172
表 163. 函数 dac_2_data_set 173
表 164. 函数 dac_dual_data_set 173
表 165. 函数 dac_udr_enable 174
表 166. 函数 dac_udr_flag_get 175
表 167. 函数 dac_udr_interrupt_flag_get 175
表 168. 函数 dac_udr_flag_clear 175
表 169. DEBUG 寄存器对应表 176
表 170. DEBUG 库函数总览 176
表 171. 函数 debug_device_id_get 176
表 172. 函数 debug_periph_mode_set 177
表 173.DMA 寄存器对应表 178
表 174.DMA 库函数总览 179
表 175.函数 dma_default_para_init 180
表 176.dma_init_struct 默认值 180
表 177.函数 dma_init 181
表 178.函数 dma_reset 183
表 179.函数 dma_data_number_set 183
表 180.函数 dma_data_number_get 184
表 181.函数 dma_interrupt_enable 184
表 182.函数 dma_channel_enable 185
表 183.函数 dma_flag_get 185
表 184.函数 dma_flag_clear 187
表 185.函数 dma_flexible_config 189
表 186.DMAMUX 通道请求 ID 号 190
表 187.函数 dmamux_enable 191
表 188.函数 dmamux_init 191
表 189.函数 dmamux_sync_default_para_init 192
表 190.dmamux_sync_init_struct 默认值 192

表 191.函数 dmamux_sync_config 193
表 192.函数 dmamux_generator_default_para_init 194
表 193.dmamux_gen_init_struct 默认值 195
表 194.函数 dmamux_generator_config 195
表 195.函数 dmamux_sync_interrupt_enable 197
表 196.函数 dmamux_generator_interrupt_enable 197
表 197.函数 dmamux_sync_flag_get 198
表 198.函数 dmamux_sync_flag_clear 199
表 199.函数 dmamux_generator_flag_get 199
表 200.函数 dmamux_generator_flag_clear 200
表 201. DVP 寄存器对应表 201
表 202. DVP 库函数总览 201
表 203. 函数 dvp_reset 202
表 204. 函数 dvp_capture_enable 203
表 205. 函数 dvp_capture_mode_set 203
表 206. 函数 dvp_window_crop_enable 203
表 207. 函数 dvp_window_crop_set 204
表 208. 函数 dvp_jpeg_enable 204
表 209. 函数 dvp_sync_mode_set 205
表 210. 函数 dvp_sync_code_set 205
表 211. 函数 dvp_sync_unmask_set 206
表 212. 函数 dvp_pclk_polarity_set 206
表 213. 函数 dvp_hsync_polarity_set 207
表 214. 函数 dvp_vsync_polarity_set 207
表 215. 函数 dvp_basic_frame_rate_control_set 208
表 216. 函数 dvp_pixel_data_length_set 208
表 217. 函数 dvp_enable 209
表 218. 函数 dvp_zoomout_select 209
表 219. 函数 dvp_zoomout_set 210
表 220. 函数 dvp_basic_status_get 210
表 221. 函数 dvp_interrupt_enable 211
表 222. 函数 dvp_interrupt_flag_get 211

表 223. 函数 dvp_flag_get 212
表 224. 函数 dvp_flag_clear 213
表 225. 函数 dvp_enhanced_scaling_resize_enable 213
表 226. 函数 dvp_enhanced_scaling_resize_set 213
表 227. 函数 dvp_enhanced_framerate_set 214
表 228. 函数 dvp_monochrome_image_binarization_set 214
表 229. 函数 dvp_enhanced_data_format_set 215
表 230. 函数 dvp_input_data_unused_set 215
表 231. 函数 dvp_dma_burst_set 216
表 232. 函数 dvp_sync_event_interrupt_set 216
表 233.EDMA 寄存器对应表 218
表 234.函数 edma_reset 221
表 235.函数 edma_init 221
表 236.函数 edma_default_para_init 223
表 237.edma_init_struct 默认值 224
表 238.函数 edma_stream_enable 224
表 239.函数 edma_interrupt_enable 225
表 240.函数 edma_peripheral_inc_offset_set 226
表 241.函数 edma_flow_controller_enable 226
表 242.函数 edma_data_number_set 227
表 243.函数 edma_data_number_get 227
表 244.函数 edma_double_buffer_mode_init 227
表 245.函数 edma_double_buffer_mode_enable 228
表 246.函数 edma_memory_addr_set 228
表 247.函数 edma_stream_status_get 229
表 248.函数 edma_fifo_status_get 229
表 249.函数 edma_flag_get 230
表 250.函数 edma_2d_init 231
表 251.函数 edma_2d_enable 232
表 252.函数 edma_link_list_init 232
表 253.函数 edma_link_list_enable 233
表 254.函数 edma_flag_clear 233

表 255.dmamux_sync_init_struct 默认值 234
表 256.函数 edmamux_enable 234
表 257.函数 edmamux_init 235
表 258.EDMAMUX 通道请求 ID 号 235
表 259.函数 edmamux_sync_default_para_init 237
表 260.edmamux_sync_init_struct 默认值 237
表 261.函数 edmamux_sync_config 238
表 262.函数 edmamux_generator_default_para_init 239
表 263.edmamux_gen_init_struct 默认值 240
表 264.函数 edmamux_generator_config 240
表 265.函数 edmamux_sync_interrupt_enable 242
表 266.函数 edmamux_generator_interrupt_enable 242
表 267.函数 edmamux_sync_flag_get 243
表 268.函数 edmamux_sync_flag_clear 244
表 269.函数 edmamux_generator_flag_get 244
表 270.函数 edmamux_generator_flag_clear 245
表 271. ERTC 寄存器对应表 246
表 272. ERTC 库函数总览 247
表 273. 函数 ertc_num_to_bcd 248
表 274. 函数 ertc_bcd_to_num 248
表 275. 函数 ertc_write_protect_enable 249
表 276. 函数 ertc_write_protect_disable 249
表 277. 函数 ertc_wait_update 249
表 278. 函数 ertc_wait_flag 250
表 279. 函数 ertc_init_mode_enter 250
表 280. 函数 ertc_init_mode_exit 251
表 281. 函数 ertc_reset 251
表 282. 函数 ertc_divider_set 252
表 283. 函数 ertc_hour_mode_set 252
表 284. 函数 ertc_date_set 253
表 285. 函数 ertc_time_set 253
表 286. 函数 ertc_calendar_get 254

表 287. 函数 ertc_sub_second_get 255
表 288. 函数 ertc_alarm_mask_set 255
表 289. 函数 ertc_alarm_week_date_select 256
表 290. 函数 ertc_alarm_set 256
表 291. 函数 ertc_alarm_sub_second_set 257
表 292. 函数 ertc_alarm_enable 258
表 293. 函数 ertc_alarm_get 259
表 294. 函数 ertc_alarm_sub_second_get 260
表 295. 函数 ertc_wakeup_clock_set 261
表 296. 函数 ertc_wakeup_counter_set 261
表 297. 函数 ertc_wakeup_counter_get 262
表 298. 函数 ertc_wakeup_enable 262
表 299. 函数 ertc_smooth_calibration_config 262
表 300. 函数 ertc_coarse_calibration_set 263
表 301. 函数 ertc_coarse_calibration_enable 264
表 302. 函数 ertc_cal_output_select 264
表 303. 函数 ertc_cal_output_enable 265
表 304. 函数 ertc_time_adjust 265
表 305. 函数 ertc_daylight_set 265
表 306. 函数 ertc_daylight_bpr_get 266
表 307. 函数 ertc_refer_clock_detect_enable 266
表 308. 函数 ertc_direct_read_enable 267
表 309. 函数 ertc_output_set 267
表 310. 函数 ertc_timestamp_pin_select 268
表 311. 函数 ertc_timestamp_valid_edge_set 269
表 312. 函数 ertc_timestamp_enable 269
表 313. 函数 ertc_timestamp_get 269
表 314. 函数 ertc_timestamp_sub_second_get 271
表 315. 函数 ertc_tamper_1_pin_select 271
表 316. 函数 ertc_tamper_pull_up_enable 271
表 317. 函数 ertc_tamper_precharge_set 272
表 318. 函数 ertc_tamper_filter_set 272

表 319. 函数 ertc_tamper_detect_freq_set 273
表 320. 函数 ertc_tamper_valid_edge_set 274
表 321. 函数 ertc_tamper_timestamp_enable 274
表 322. 函数 ertc_tamper_enable 275
表 323. 函数 ertc_interrupt_enable 275
表 324. 函数 ertc_interrupt_get 276
表 325. 函数 ertc_flag_get 276
表 326. 函数 ertc_interrupt_flag_get 277
表 327. 函数 ertc_flag_clear 278
表 328. 函数 ertc_bpr_data_write 278
表 329. 函数 ertc_bpr_data_read 279
表 330. EXINT 寄存器总览 280
表 331. EXINT 库函数总览 280
表 332. 函数 exint_reset 280
表 333. 函数 exint_default_para_init 281
表 334. 函数 exint_init 281
表 335. 函数 exint_flag_clear 282
表 336. 函数 exint_flag_get 283
表 337. 函数 exint_interrupt_flag_get 283
表 338. 函数 exint_software_interrupt_event_generate 284
表 339. 函数 exint_interrupt_enable 284
表 340. 函数 exint_event_enable 285
表 341. FLASH 寄存器对应表 285
表 342. FLASH 库函数总览 286
表 343. 函数 flash_flag_get 287
表 344. 函数 flash_flag_clear 288
表 345. 函数 flash_operation_status_get 288
表 346. 函数 flash_bank1_operation_status_get 289
表 347. 函数 flash_bank2_operation_status_get 289
表 348. 函数 flash_operation_wait_for 290
表 349. 函数 flash_bank1_operation_wait_for 290
表 350. 函数 flash_bank2_operation_wait_for 291

表 351. 函数 flash_unlock 291
表 352. 函数 flash_bank1_unlock 292
表 353. 函数 flash_bank2_unlock 292
表 354. 函数 flash_lock 292
表 355. 函数 flash_bank1_lock 293
表 356. 函数 flash_bank2_lock 293
表 357. 函数 flash_sector_erase 293
表 358. 函数 flash_block_erase 294
表 359. 函数 flash_internal_all_erase 294
表 360. 函数 flash_bank1_erase 295
表 361. 函数 flash_bank2_erase 295
表 362. 函数 flash_user_system_data_erase 295
表 363. 函数 flash_eopb0_config 296
表 364. 函数 flash_word_program 297
表 365. 函数 flash_halfword_program 297
表 366. 函数 flash_byte_program 298
表 367. 函数 flash_user_system_data_program 298
表 368. 函数 flash_epp_set 299
表 369. 函数 flash_epp_status_get 300
表 370. 函数 flash_fap_enable 300
表 371. 函数 flash_fap_status_get 301
表 372. 函数 flash_ssb_set 301
表 373. 函数 flash_ssb_status_get 302
表 374. 函数 flash_interrupt_enable 302
表 375. 函数 flash_slib_enable 303
表 376. 函数 flash_slib_disable 303
表 377. 函数 flash_slib_remaining_count_get 304
表 378. 函数 flash_slib_state_get 304
表 379. 函数 flash_slib_start_sector_get 305
表 380. 函数 flash_slib_inststart_sector_get 305
表 381. 函数 flash_slib_end_sector_get 305
表 382. 函数 flash_crc_calibrate 306

表 383. 函数 flash_nzw_boost_enable 306
表 384. 函数 flash_continue_read_enable 307
表 385. GPIO 寄存器对应表 307
表 386. GPIO 和 IOMUX 库函数总览 308
表 387. 函数 gpio_reset 308
表 388. 函数 gpio_init 309
表 389. 函数 gpio_default_para_init 310
表 390. gpio_init_struct 默认值 310
表 391. 函数 gpio_input_data_bit_read 311
表 392. 函数 gpio_input_data_read 311
表 393. 函数 gpio_output_data_bit_read 311
表 394. 函数 gpio_output_data_read 312
表 395. 函数 gpio_bits_set 312
表 396. 函数 gpio_bits_reset 313
表 397. 函数 gpio_bits_write 313
表 398. 函数 gpio_bits_toggle 314
表 399. 函数 gpio_port_write 314
表 400. 函数 gpio_pin_wp_config 314
表 401. 函数 gpio_pins_huge_driven_config 315
表 402. 函数 gpio_pin_mux_config 315
表 403. I2C 寄存器对应表 317
表 404. I2C 库函数总览 317
表 405. I2C 应用层库函数总览 318
表 406. 函数 i2c_reset 319
表 407. 函数 i2c_init 319
表 408. 函数 i2c_own_address1_set 320
表 409. 函数 i2c_own_address2_set 320
表 410. 函数 i2c_own_address2_enable 321
表 411. 函数 i2c_smbus_enable 322
表 412. 函数 i2c_enable 322
表 413. 函数 i2c_clock_stretch_enable 323
表 414. 函数 i2c_ack_enable 323

表 415. 函数 i2c_addr10_mode_enable 324
表 416. 函数 i2c_transfer_addr_set 324
表 417. 函数 i2c_transfer_addr_get 324
表 418. 函数 i2c_transfer_dir_set 325
表 419. 函数 i2c_transfer_dir_get 325
表 420. 函数 i2c_matched_addr_get 326
表 421. 函数 i2c_auto_stop_enable 326
表 422. 函数 i2c_reload_enable 327
表 423. 函数 i2c_cnt_set 327
表 424. 函数 i2c_addr10_header_enable 328
表 425. 函数 i2c_general_call_enable 328
表 426. 函数 i2c_smbus_alert_set 328
表 427. 函数 i2c_slave_data_ctrl_enable 329
表 428. 函数 i2c_pec_calculate_enable 329
表 429. 函数 i2c_pec_transmit_enable 330
表 430. 函数 i2c_pec_value_get 330
表 431. 函数 i2c_timeout_set 331
表 432. 函数 i2c_timeout_detcet_set 331
表 433. 函数 i2c_timeout_enable 332
表 434. 函数 i2c_ext_timeout_set 332
表 435. 函数 i2c_ext_timeout_enable 333
表 436. 函数 i2c_interrupt_enable 333
表 437. 函数 i2c_interrupt_get 334
表 438. 函数 i2c_dma_enable 334
表 439. 函数 i2c_transmit_set 335
表 440. 函数 i2c_start_generate 336
表 441. 函数 i2c_stop_generate 336
表 442. 函数 i2c_data_send 336
表 443. 函数 i2c_data_receive 337
表 444. 函数 i2c_flag_get 337
表 445. 函数 i2c_interrupt_flag_get 338
表 446. 函数 i2c_flag_clear 339

表 447. 函数 i2c_config 340
表 448. 函数 i2c_lowlevel_init 341
表 449. 函数 i2c_wait_end 342
表 450. 函数 i2c_wait_flag 343
表 451. 函数 i2c_master_transmit 344
表 452. 函数 i2c_master_receive 344
表 453. 函数 i2c_slave_transmit 345
表 454. 函数 i2c_slave_receive 345
表 455. 函数 i2c_master_transmit_int 346
表 456. 函数 i2c_master_receive_int 346
表 457. 函数 i2c_slave_transmit_int 347
表 458. 函数 i2c_slave_receive_int 347
表 459. 函数 i2c_master_transmit_dma 348
表 460. 函数 i2c_master_receive_dma 349
表 461. 函数 i2c_slave_transmit_dma 349
表 462. 函数 i2c_slave_receive_dma 350
表 463. 函数 i2c_smbus_master_transmit 350
表 464. 函数 i2c_smbus_master_receive 351
表 465. 函数 i2c_smbus_slave_transmit 351
表 466. 函数 i2c_smbus_slave_receive 352
表 467. 函数 i2c_memory_write 352
表 468. 函数 i2c_memory_write_int 353
表 469. 函数 i2c_memory_write_dma 354
表 470. 函数 i2c_memory_read 354
表 471. 函数 i2c_memory_read_int 355
表 472. 函数 i2c_memory_read_dma 356
表 473. 函数 i2c_evt_irq_handler 357
表 474. 函数 i2c_err_irq_handler 357
表 475. 函数 i2c_dma_tx_irq_handler 358
表 476. 函数 i2c_dma_rx_irq_handler 358
表 477. NVIC 寄存器对应表 359
表 478.NVIC 库函数总览 359

表 479. 函数 nvic_system_reset 359
表 480. 函数 nvic_irq_enable 360
表 481. 函数 nvic_irq_disable 360
表 482. 函数 nvic_priority_group_config 361
表 483. 函数 nvic_vector_table_set 361
表 484. 函数 nvic_lowpower_mode_config 362
表 485. PWC 寄存器对应表 363
表 486. PWC 库函数总览 363
表 487. 函数 pwc_reset 363
表 488. 函数 pwc_battery_powered_domain_access 364
表 489. 函数 pwc_pvm_level_select 364
表 490. 函数 pwc_power_voltage_monitor_enable 365
表 491. 函数 pwc_wakeup_pin_enable 365
表 492. 函数 pwc_flag_clear 366
表 493. 函数 pwc_flag_get 366
表 494. 函数 pwc_sleep_mode_enter 367
表 495. 函数 pwc_deep_sleep_mode_enter 367
表 496. 函数 pwc_voltage_regulate_set 368
表 497. 函数 pwc_standby_mode_enter 368
表 498. 函数 pwc_ldo_output_voltage_set 368
表 499. QSPI 寄存器对应表 369
表 500. QSPI 库函数总览 370
表 501. 函数 qspi_encryption_enable 370
表 502. 函数 qspi_sck_mode_set 371
表 503. 函数 qspi_clk_division_set 371
表 504. 函数 qspi_xip_cache_bypass_set 372
表 505. 函数 qspi_interrupt_enable 372
表 506. 函数 qspi_flag_get 373
表 507. 函数 qspi_flag_get 373
表 508. 函数 qspi_flag_clear 374
表 509. 函数 qspi_dma_rx_threshold_set 374
表 510. 函数 qspi_dma_tx_threshold_set 375

表 511. 函数 qspi_dma_enable 375
表 512. 函数 qspi_busy_config 376
表 513. 函数 qspi_xip_enable 376
表 514. 函数 qspi_cmd_operation_kick 377
表 515. 函数 qspi_xip_init 379
表 516. 函数 qspi_byte_read 381
表 517. 函数 qspi_half_word_read 381
表 518. 函数 qspi_word_read 381
表 519. 函数 qspi_word_write 382
表 520. 函数 qspi_half_word_write 382
表 521. 函数 qspi_byte_write 383
表 522. SCFG 寄存器对应表 383
表 523. SCFG 库函数总览 383
表 524. 函数 scfg_reset 384
表 525. 函数 scfg_xmc_mapping_swap_set 384
表 526. 函数 scfg_infrared_config 385
表 527. 函数 scfg_mem_map_set 385
表 528. 函数 scfg_emac_interface_set 386
表 529. 函数 scfg_exint_line_config 386
表 530. 函数 scfg_pins_ultra_driven_enable 387
表 531. SDIO 寄存器对应表 388
表 532. SDIO 库函数总览 388
表 533. 函数 sdio_reset 389
表 534. 函数 sdio_power_set 390
表 535. 函数 sdio_power_status_get 390
表 536. 函数 sdio_clock_config 391
表 537. 函数 sdio_bus_width_config 391
表 538. 函数 sdio_clock_bypass 392
表 539. 函数 sdio_power_saving_mode_enable 392
表 540. 函数 sdio_flow_control_enable 392
表 541. 函数 sdio_clock_enable 393
表 542. 函数 sdio_dma_enable 393

表 543. 函数 crm_flag_clear 394
表 544. 函数 sdio_flag_get 395
表 545. 函数 sdio_interrupt_flag_get 396
表 546. 函数 sdio_flag_clear 397
表 547. 函数 sdio_command_config 397
表 548. 函数 sdio_command_state_machine_enable 399
表 549. 函数 sdio_command_response_get 399
表 550. 函数 sdio_response_get 399
表 551. 函数 sdio_data_config 400
表 552. 函数 sdio_data_state_machine_enable 401
表 553. 函数 sdio_data_counter_get 402
表 554. 函数 sdio_data_read 402
表 555. 函数 sdio_buffer_counter_get 403
表 556. 函数 sdio_data_write 403
表 557. 函数 sdio_read_wait_mode_set 404
表 558. 函数 sdio_read_wait_start 404
表 559. 函数 sdio_read_wait_stop 405
表 560. 函数 sdio_io_function_enable 405
表 561. 函数 sdio_io_suspend_command_set 405
表 562. SPI 寄存器总览 406
表 563. SPI 库函数总览 406
表 564. 函数 spi_i2s_reset 407
表 565. 函数 spi_default_para_init 407
表 566. 函数 spi_init 408
表 567. 函数 spi_ti_mode_enable 410
表 568. 函数 spi_crc_next_transmit 410
表 569. 函数 spi_crc_polynomial_set 411
表 570. 函数 spi_crc_polynomial_get 411
表 571. 函数 spi_crc_enable 412
表 572. 函数 spi_crc_value_get 412
表 573. 函数 spi_hardware_cs_output_enable 413
表 574. 函数 spi_software_cs_internal_level_set 413

表 575. 函数 spi_frame_bit_num_set 414
表 576. 函数 spi_half_duplex_direction_set 414
表 577. 函数 spi_enable 415
表 578. 函数 i2s_default_para_init 415
表 579. 函数 i2s_init 416
表 580. 函数 i2s_enable 417
表 581. 函数 spi_i2s_interrupt_enable 418
表 582. 函数 spi_i2s_dma_transmitter_enable 419
表 583. 函数 spi_i2s_dma_receiver_enable 419
表 584. 函数 spi_i2s_data_transmit 420
表 585. 函数 spi_i2s_data_receive 420
表 586. 函数 spi_i2s_flag_get 421
表 587. 函数 spi_i2s_interrupt_flag_get 421
表 588. 函数 spi_i2s_flag_clear 422
表 589. SysTick 寄存器对应表 423
表 590. SysTick 库函数总览 423
表 591. 函数 systick_clock_source_config 423
表 592. 函数 SysTick_Config 424
表 593. TMR 寄存器对应表 424
表 594. TMR 库函数总览 425
表 595. 函数 tmr_reset 426
表 596. 函数 tmr_counter_enable 427
表 597. 函数 tmr_output_default_para_init 427
表 598. tmr_output_struct 默认值 428
表 599. 函数 tmr_input_default_para_init 428
表 600. tmr_input_struct 默认值 428
表 601. 函数 tmr_brkdt_default_para_init 429
表 602. tmr_brkdt_struct 默认值 429
表 603. 函数 tmr_base_init 429
表 604. 函数 tmr_clock_source_div_set 430
表 605. 函数 tmr_cnt_dir_set 430
表 606. 函数 tmr_repetition_counter_set 431

表 607. 函数 tmr_counter_value_set 431
表 608. 函数 tmr_counter_value_get 432
表 609. 函数 tmr_div_value_set 432
表 610. 函数 tmr_div_value_get 433
表 611. 函数 tmr_output_channel_config 433
表 612. 函数 tmr_output_channel_mode_select 435
表 613. 函数 tmr_period_value_set 436
表 614. 函数 tmr_period_value_get 436
表 615. 函数 tmr_channel_value_set 437
表 616. 函数 tmr_channel_value_get 437
表 617. 函数 tmr_period_buffer_enable 438
表 618. 函数 tmr_output_channel_buffer_enable 438
表 619. 函数 tmr_output_channel_immediately_set 439
表 620. 函数 tmr_output_channel_switch_set 440
表 621. 函数 tmr_one_cycle_mode_enable 440
表 622. 函数 tmr_32_bit_function_enable 441
表 623. 函数 tmr_overflow_request_source_set 441
表 624. 函数 tmr_overflow_event_disable 442
表 625. 函数 tmr_input_channel_init 442
表 626. 函数 tmr_channel_enable 444
表 627. 函数 tmr_input_channel_filter_set 444
表 628. 函数 tmr_pwm_input_config 445
表 629. 函数 tmr_channel1_input_select 446
表 630. 函数 tmr_input_channel_divider_set 446
表 631. 函数 tmr_primary_mode_select 447
表 632. 函数 tmr_sub_mode_select 448
表 633. 函数 tmr_channel_dma_select 448
表 634. 函数 tmr_hall_select 449
表 635. 函数 tmr_channel_buffer_enable 449
表 636. 函数 tmr_trgout2_enable 450
表 637. 函数 tmr_trigger_input_select 450
表 638. 函数 tmr_sub_sync_mode_set 451

表 639. 函数 tmr_dma_request_enable 451
表 640. 函数 tmr_interrupt_enable 452
表 641. 函数 tmr_interrupt_flag_get 453
表 642. 函数 tmr_flag_get 453
表 643. 函数 tmr_flag_clear 454
表 644. 函数 tmr_event_sw_trigger 455
表 645. 函数 tmr_output_enable 455
表 646. 函数 tmr_internal_clock_set 456
表 647. 函数 tmr_output_channel_polarity_set 456
表 648. 函数 tmr_external_clock_config 457
表 649. 函数 tmr_external_clock_mode1_config 458
表 650. 函数 tmr_external_clock_mode2_config 458
表 651. 函数 tmr_encoder_mode_config 459
表 652. 函数 tmr_force_output_set 460
表 653. 函数 tmr_dma_control_config 461
表 654. 函数 tmr_brkdt_config 462
表 655. 函数 tmr_iremap_config 463
表 656. USART 寄存器对应表 464
表 657. USART 库函数总览 464
表 658. 函数 usart_reset 465
表 659. 函数 usart_init 466
表 660. 函数 usart_parity_selection_config 466
表 661. 函数 usart_enable 467
表 662. 函数 usart_transmitter_enable 467
表 663. 函数 usart_receiver_enable 468
表 664. 函数 usart_clock_config 468
表 665. 函数 usart_clock_enable 469
表 666. 函数 usart_interrupt_enable 469
表 667. 函数 usart_dma_transmitter_enable 470
表 668. 函数 usart_dma_receiver_enable 470
表 669. 函数 usart_wakeup_id_set 471
表 670. 函数 usart_wakeup_mode_set 471

表 671. 函数 usart_receiver_mute_enable 472
表 672. 函数 usart_break_bit_num_set 472
表 673. 函数 usart_lin_mode_enable 473
表 674. 函数 usart_data_transmit 473
表 675. 函数 usart_data_receive 473
表 676. 函数 usart_break_send 474
表 677. 函数 usart_smartcard_guard_time_set 474
表 678. 函数 usart_irda_smartcard_division_set 475
表 679. 函数 usart_smartcard_mode_enable 475
表 680. 函数 usart_smartcard_nack_set 476
表 681. 函数 usart_single_line_halfduplex_select 476
表 682. 函数 usart_irda_mode_enable 476
表 683. 函数 usart_irda_low_power_enable 477
表 684. 函数 usart_hardware_flow_control_set 477
表 685. 函数 usart_flag_get 478
表 686. 函数 usart_interrupt_flag_get 479
表 687. 函数 usart_flag_clear 479
表 688. 函数 usart_rs485_delay_time_config 480
表 689. 函数 usart_transmit_receive_pin_swap 480
表 690. 函数 usart_id_bit_num_set 481
表 691. 函数 usart_de_polarity_set 481
表 692. 函数 usart_rs485_mode_enable 482
表 693. WDT 寄存器对应表 482
表 694. WDT 库函数总览 483
表 695. 函数 wdt_enable 483
表 696. 函数 wdt_counter_reload 483
表 697. 函数 wdt_reload_value_set 484
表 698. 函数 wdt_divider_set 484
表 699. 函数 wdt_register_write_enable 485
表 700. 函数 wdt_flag_get 485
表 701. 函数 wdt_window_counter_set 485
表 702. WWDT 寄存器对应表 486

表 703. WWDT 库函数总览 486
表 704. 函数 wwdt_reset 487
表 705. 函数 wwdt_divider_set 487
表 706. 函数 wwdt_enable 487
表 707. 函数 wwdt_interrupt_enable 488
表 708. 函数 wwdt_counter_set 488
表 709. 函数 wwdt_window_counter_set 489
表 710. 函数 wwdt_flag_get 489
表 711. 函数 wwdt_ interrupt_flag_get 489
表 712. 函数 wwdt_flag_clear 490
表 713.XMC 寄存器对应表 492
表 714.XMC 库函数总览 493
表 715.函数 xmc_nor_sram_reset 493
表 716.函数 xmc_nor_sram_init 494
表 717.函数 xmc_nor_sram_timing_config 496
表 718.函数 xmc_norsram_default_para_init 499
表 719.xmc_nor_sram_init_struct 默认值 499
表 720.函数 xmc_norsram_timing_default_para_init 500
表 721.xmc_rw_timing_struct 和 xmc_w_timing_struct 默认值 500
表 722.函数 xmc_nor_sram_enable 500
表 723.函数 xmc_ext_timing_config 501
表 724.函数 xmc_nand_reset 502
表 725.函数 xmc_nand_init 502
表 726.函数 xmc_nand_timing_config 504
表 727.函数 xmc_nand_default_para_init 506
表 728. xmc_nand_init_struct 默认值 506
表 729.函数 xmc_nand_timing_default_para_init 506
表 730.xmc_common_spacetiming_struct 和 xmc_attribute_spacetiming_struct 默认值 507
表 731.函数 xmc_nand_enable 507
表 732.函数 xmc_nand_ecc_enable 507
表 733.函数 xmc_ecc_get 508
表 734.函数 xmc_interrupt_enable 509

表 735.函数 xmc_flag_status_get 509
表 736. 函数 xmc_interrupt_flag_status_get 510
表 737.函数 xmc_flag_clear 511
表 738.函数 xmc_pccard_reset 512
表 739.函数 xmc_pccard_init 512
表 740.函数 xmc_nand_pccard_config 513
表 741.函数 xmc_pccard_default_para_init 515
表 742.xmc_pccard_init_struct 默认值 515
表 743.函数 xmc_pccard_timing_default_para_init 516
表 744.xmc_common_spacetiming_struct 和 xmc_attribute_spacetiming_struct 默认值 516
表 745.函数 xmc_pccard_enable 516
表 746.函数 xmc_sdram_reset 517
表 747.函数 xmc_sdram_init 517
表 748.函数 xmc_sdram_ default_para_init 521
表 749.函数 xmc_sdram_cmd 521
表 750.函数 xmc_sdram_status_get 522
表 751.函数 xmc_sdram_refresh_counter_set 523
表 752.函数 xmc_sdram_auto_refresh_set 523
表 753. 时钟配置应用指南 531
表 754. 文档版本历史 532

图目录

图 1. Pack 安装包 52
图 2. IAR Pack 安装界面 52
图 3. IAR Pack 安装流程 53
图 4. 查看 IAR Pack 安装情况 54
图 5. 查看 Keil_v5 Pack 安装情况 55
图 6. Keil_v4 Pack 安装界面 56
图 7. Keil_v4 Pack 安装流程 56
图 8. Keil_v4 Pack 安装完成 57
图 9. 查看 Keil_v4 Pack 安装情况 58
图 10. Segger 包安装界面 59
图 11. Segger 包安装流程 59

图 12. 打开 J-Flash 60
图 13. J-Flash 创建新工程 60
图 14. 查看 Device 信息 61
图 15. Keil 算法文件设置 62
图 16. Keil 算法文件配置栏 63
图 17. Keil 选择算法文件 63
图 18. Keil 新增算法文件 64
图 19. IAR 工程名 65
图 20. IAR 算法文件配置 65
图 21. IAR Flash Loader 新增 66
图 22. IAR Flash Loader 配置 66
图 23. IAR Flash Loader 配置成功 67
图 24. templates 文件内容 68
图 25. Keil_v5 模板工程示例 68
图 26. 外设使能宏定义 70
图 27. BSP 内容结构 74
图 28. BSP 函数库的架构 75
图 29. Keil 改 device 525
图 30. Keil 改宏定义 526
图 31. IAR 改 device 527
图 32. IAR 改宏定义 528
图 33. 错误警告情形一 528
图 34. 错误警告情形二 529
图 35. 错误警告情形三 529
图 36. JLinkLog 和 JLinkSettings 529
图 37. Unspecified Cortex–M4 530
图 38. AT32_New_Clock_Configuration 界面 531

1 简介

为了让用户高效快速的使用Artery MCU，雅特力官方提供了一套完整的BSP&Pack用于开发。主要包括：外设驱动库、内核相关文件、完整的应用例程以及能够支持Keil_v5、Keil_v4、IAR_v6和IAR_v7、IAR_v8等多种开发环境的Pack文件。

本应用指南会介绍BSP&Pack具体的使用方法。

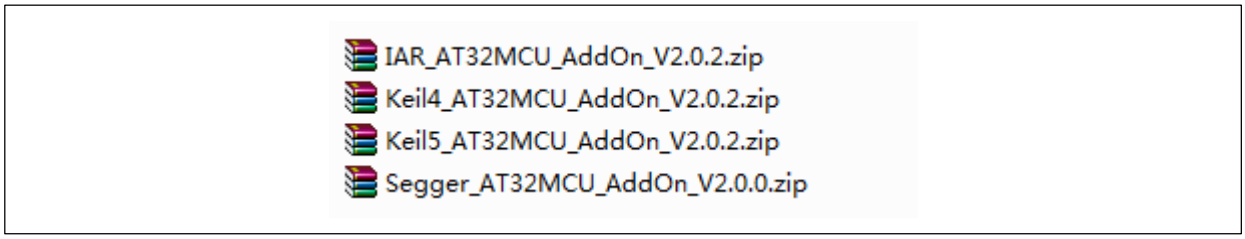
2 Pack 安装步骤

ArteryTek提供了支持Keil_v5、Keil_v4、IAR_v6、IAR_v7和IAR_v8等多种开发环境的Pack文件，对应的Pack采用‘双击’完成一键式安装。

注意：本章节主要以 AT32F403A 做举例说明，AT32 MCU 其他型号的 Pack 安装步骤是类似的，不再累述。

Pack安装文件如下图（具体版本信息按实际情况为准）。

图 1. Pack 安装包



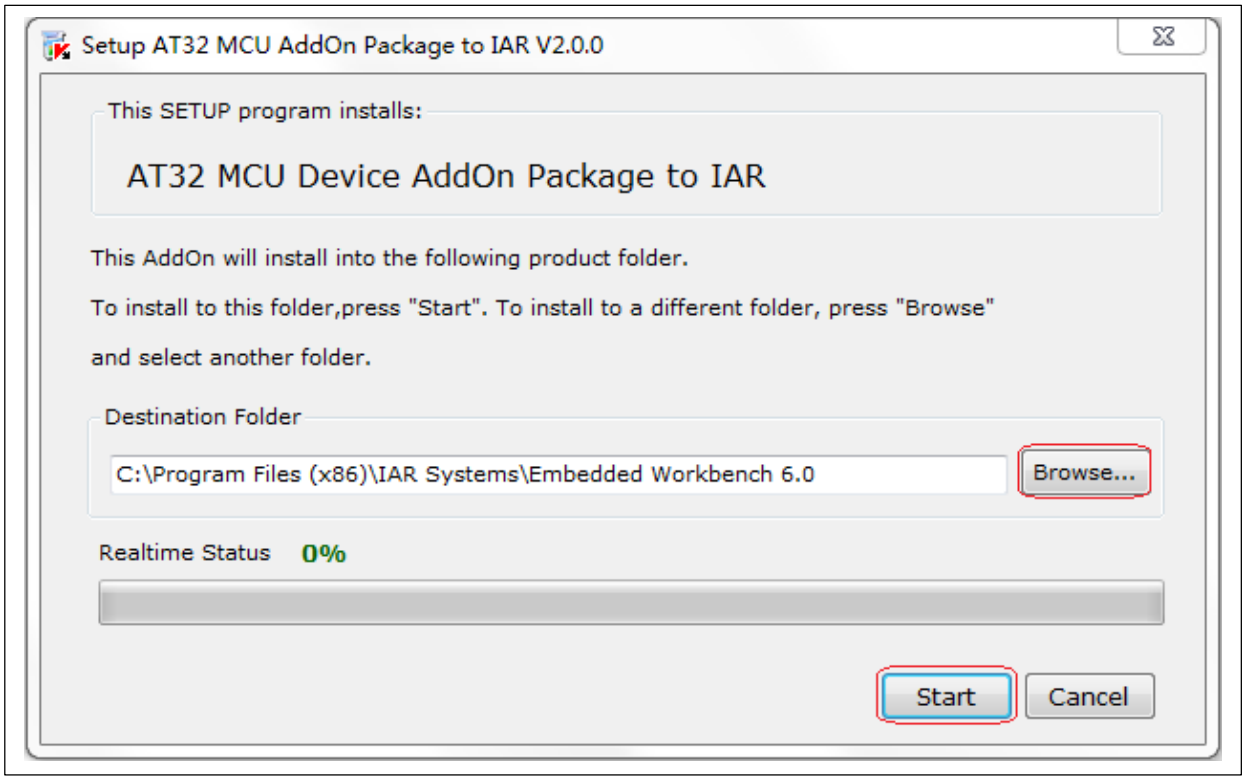
2.1 IAR Pack 安装

IAR_AT32MCU_AddOn.zip：支援 IAR_V6、IAR_V7 和 IAR_V8 的压缩包，安装步骤如下：

① 解压 IAR_AT32MCU_AddOn.zip。

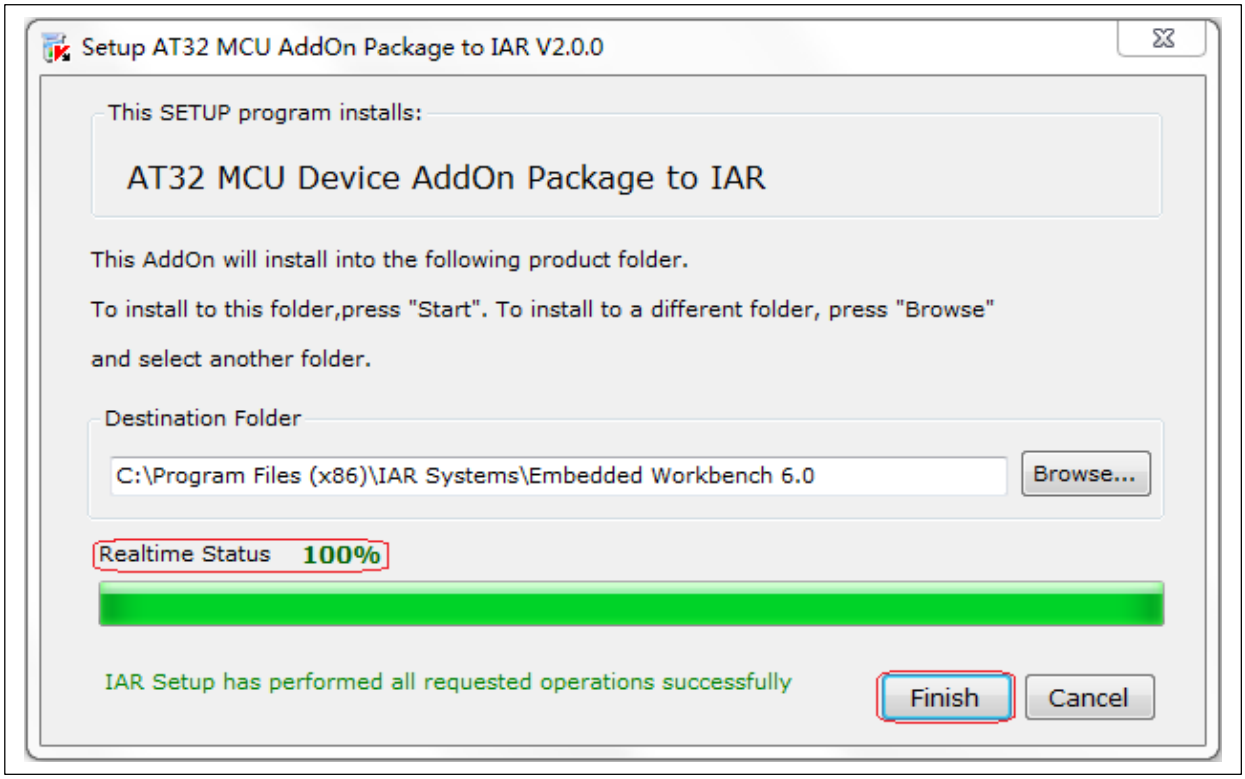
② 双击 IAR_AT32MCU_AddOn.exe，弹出如下界面（具体版本信息按实际情况为准）。

图 2. IAR Pack 安装界面



注意：如果 IAR 的实际安装路径与 “Destination Folder”对话框内的路径不一致，点击“Browse”选择实际安装路径。然后点击“Start”启动安装过程，如下图。

图 3. IAR Pack 安装流程

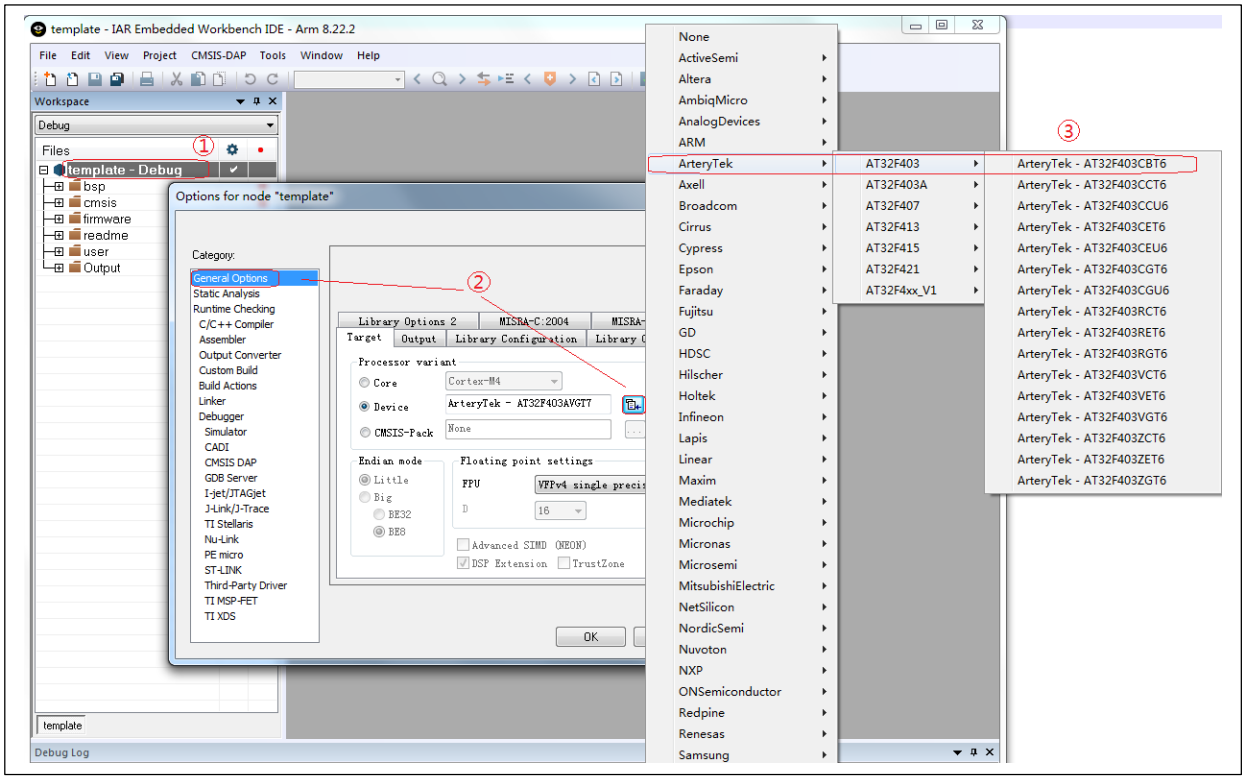


③ 点击“Finish”完成安装。

④ 查看 IAR Pack 是否安装成功。任意打开一个 IAR 工程，按如下步骤操作和查看：

- 鼠标右键点击工程名，并选择 Options…
- 选择 General Options，并点选复选框。
- 查看 ArteryTek 以及 ArteryTek – AT32F…相关的型号信息。

图 4. 查看 IAR Pack 安装情况



2.2 Keil_v5 Pack 安装

Keil5_AT32MCU_AddOn.zip：支援 Keil_v5 的 pack 压缩包，具体版本见包内实际内容，安装步骤如下：

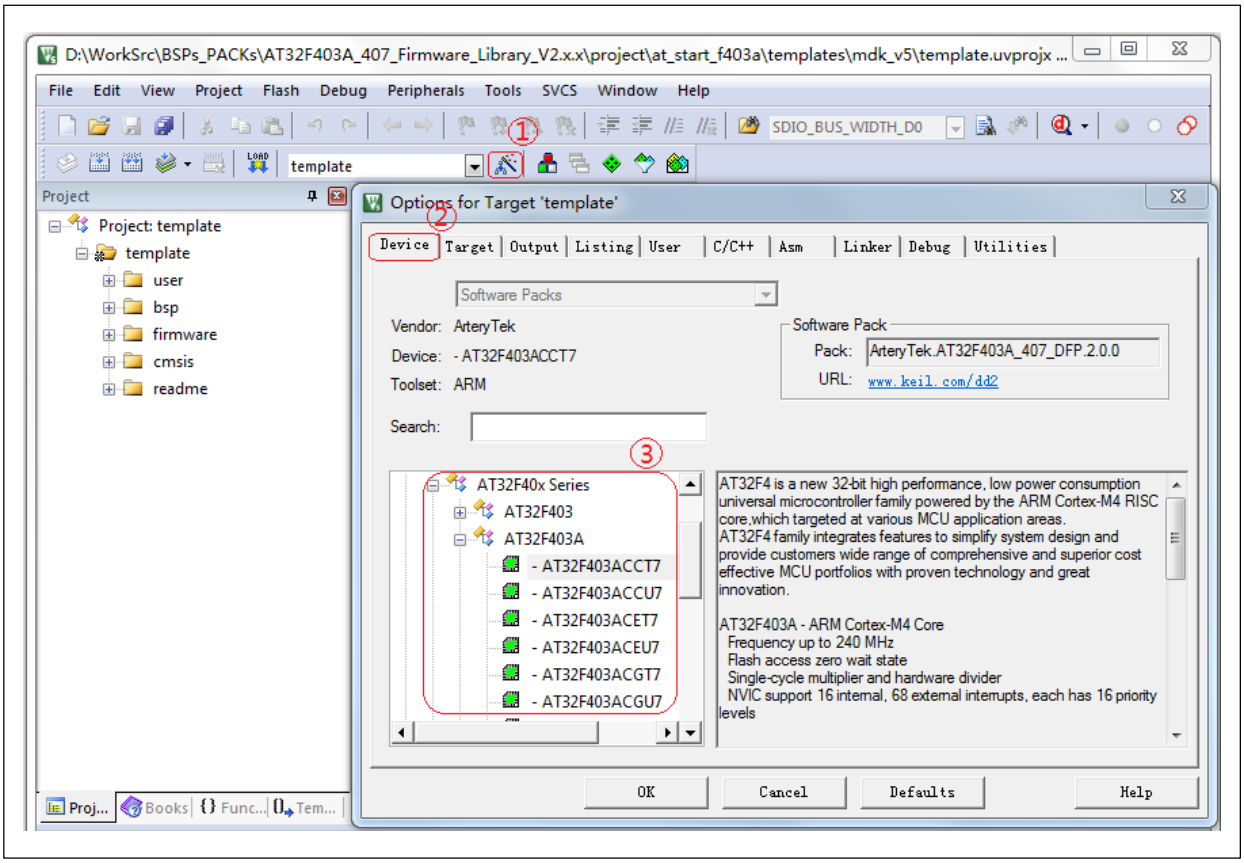
① 解压 Keil5_AT32MCU_AddOn.zip，里面包含了所有目前支持的 Keil5 pack 安装包，都是标准的 Keil_v5 DFP 安装文件。

② 选择所需系列的安装包，双击 ArteryTek.AT32xxxx_DFP.2.x.x.pack 完成一键式安装。

⑤ 查看 Keil_v5 Pack 是否安装成功。按如下步骤操作和查看：

- 点击魔术棒。
- 选择 Device 选项卡。
- 出现 ArteryTek 及相关型号信息。

图 5. 查看 Keil_v5 Pack 安装情况



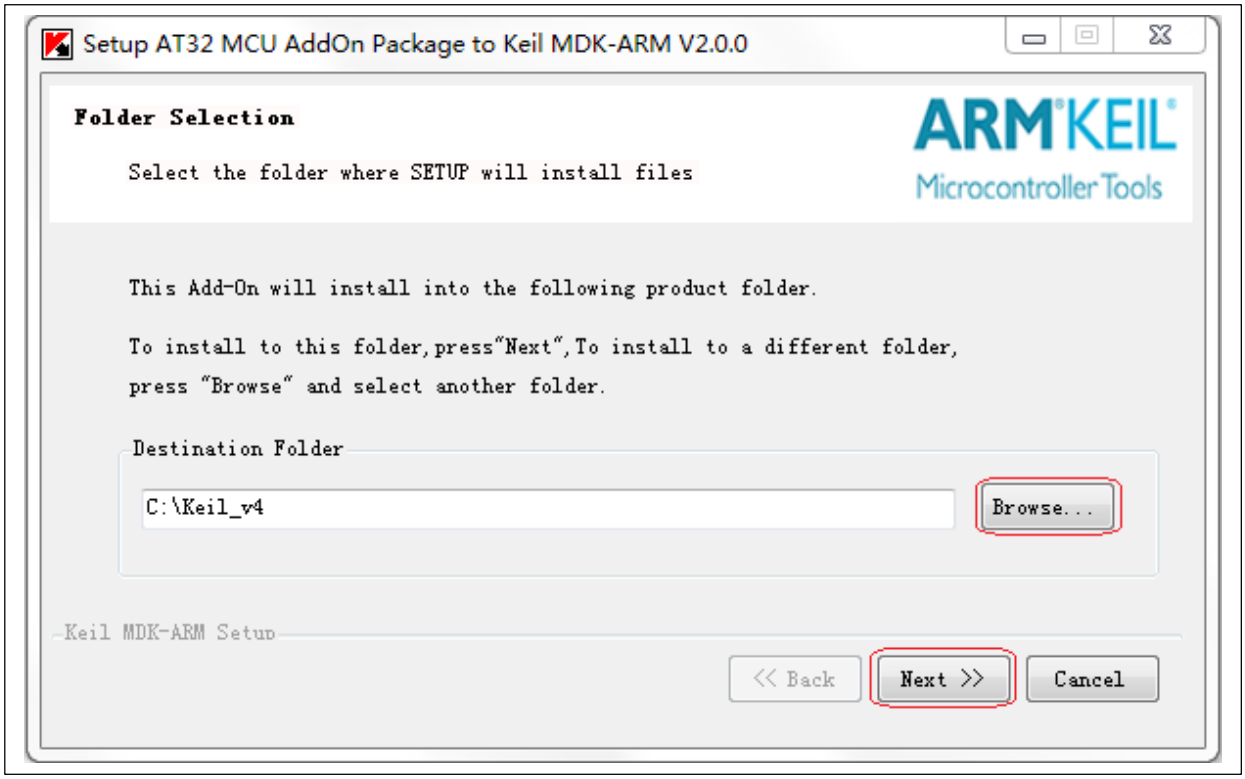
2.3 Keil_v4 Pack 安装

Keil4_AT32MCU_AddOn.zip：支援 Keil_v4 的压缩包，安装步骤如下：

① 解压 Keil4_AT32MCU_AddOn.zip。

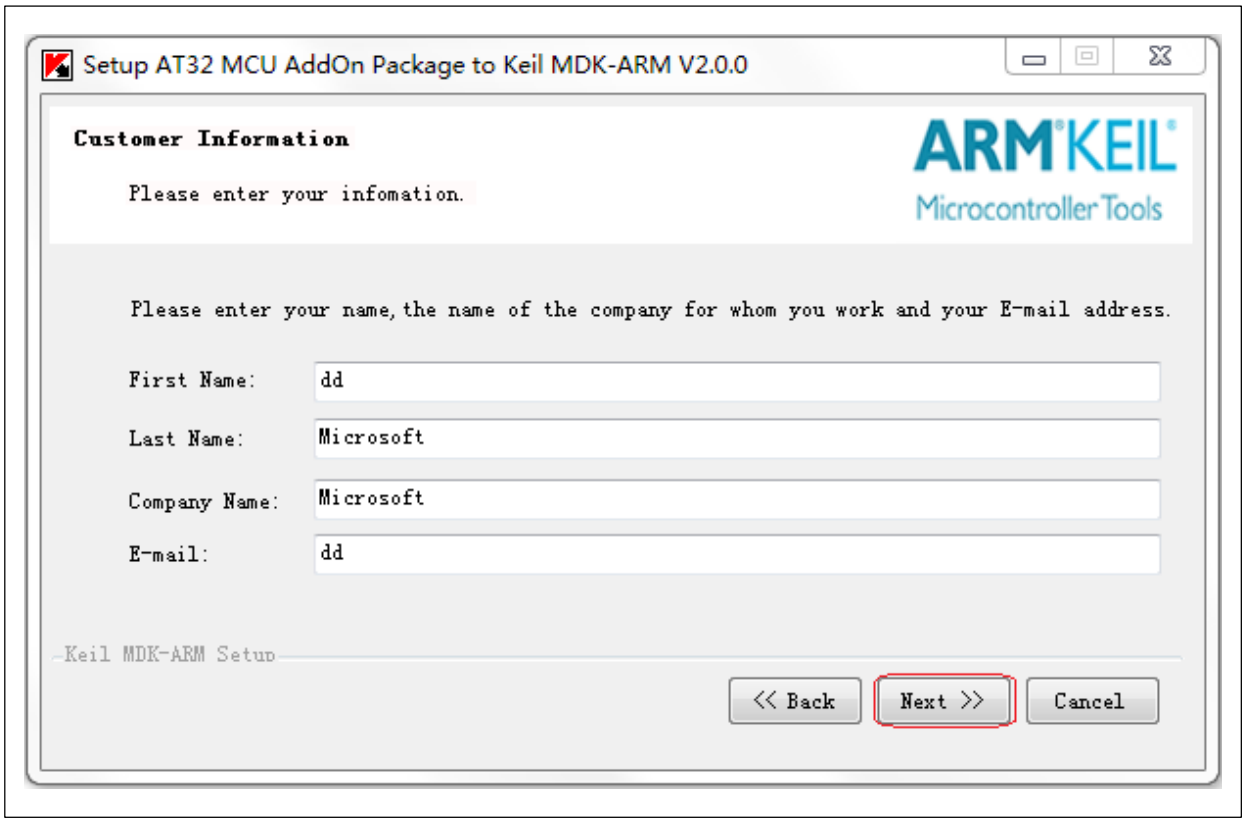
② 双击 Keil4_AT32MCU_AddOn.exe，弹出如下界面（具体版本信息按实际情况为准）。

图 6. Keil_v4 Pack 安装界面



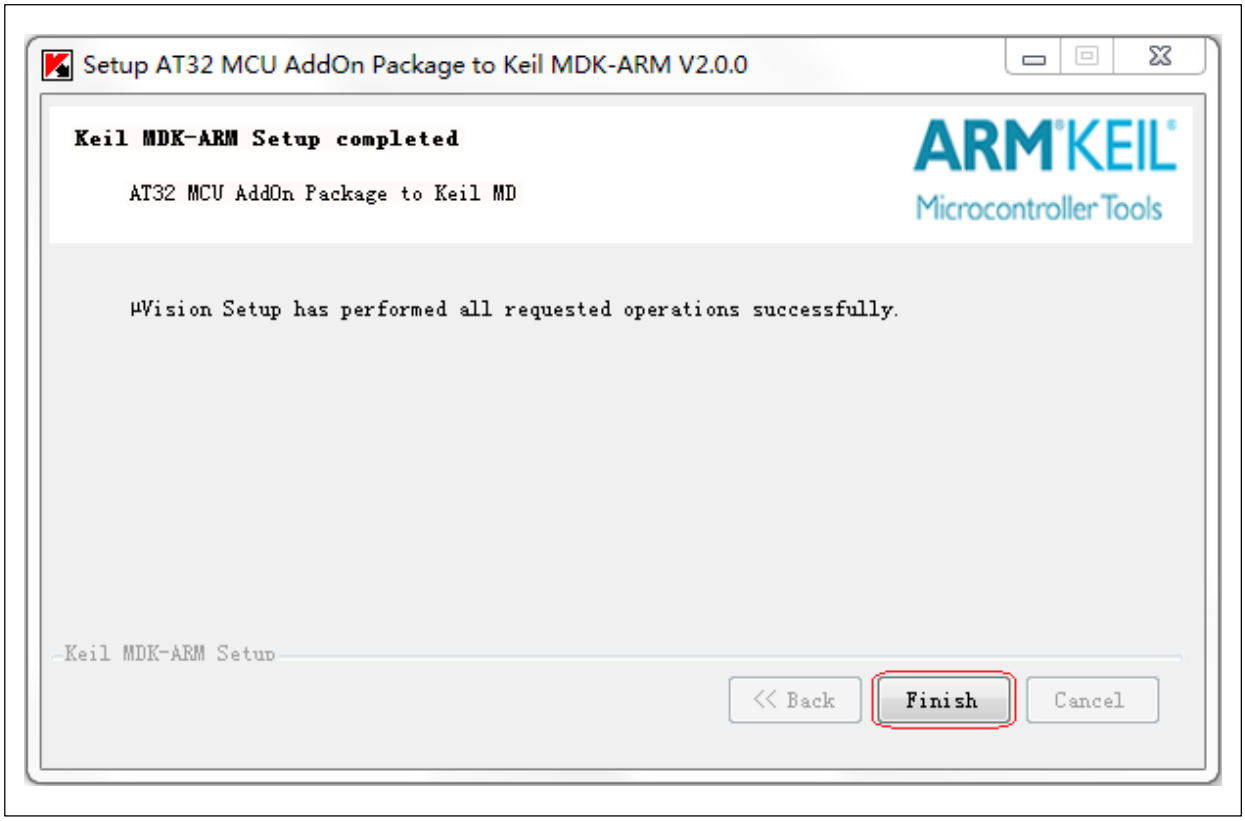
③ 如果 Keil_v4 的实际安装路径与“Destination Folder”对话框内的路径不一致，点击“Browse”选择实际安装路径。然后点击“Next”，弹出如下界面。

图 7. Keil_v4 Pack 安装流程



④ 在上图的界面中修改“Customer Information”，一般不需要修改此类信息。然后点击“Next”启动安装过程，安装结果如下图：

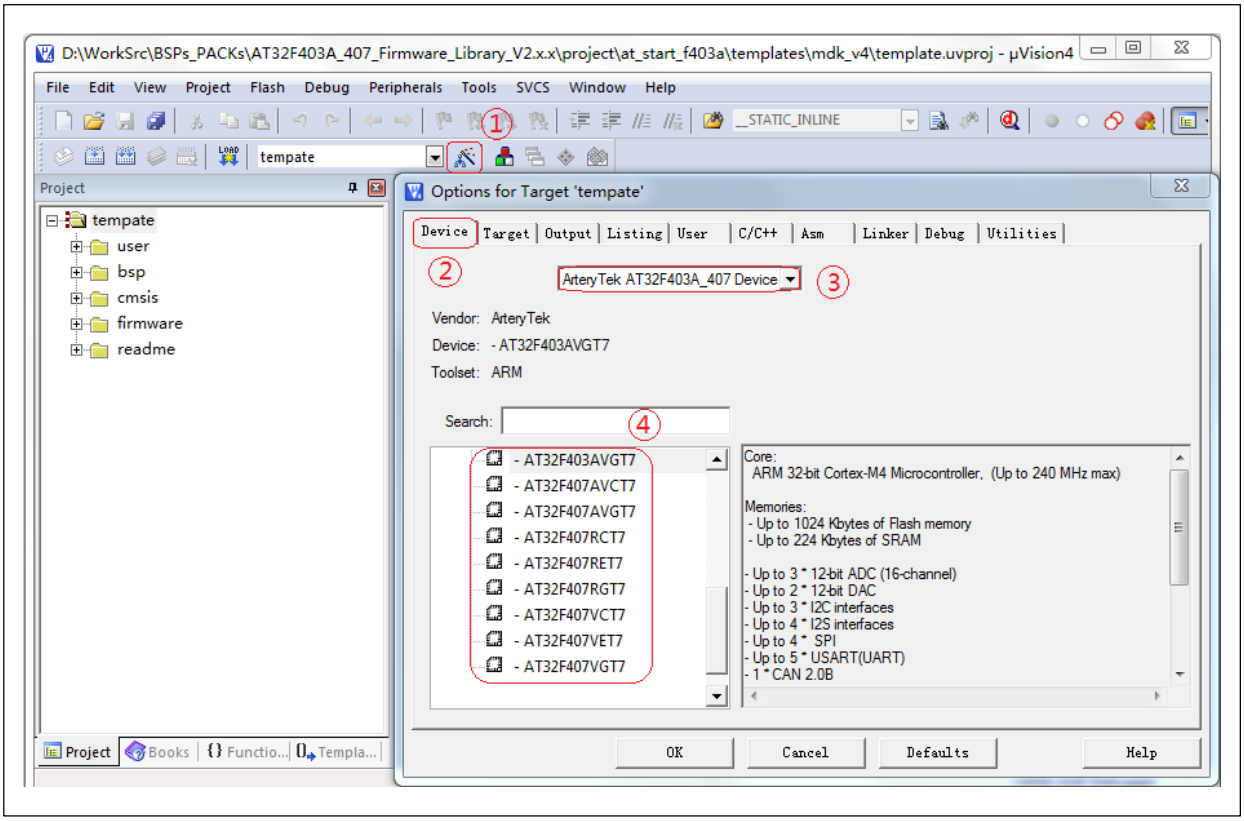
图 8. Keil_v4 Pack 安装完成



⑤ 点击“Finish”完成安装。查看 Keil_v4 Pack 安装是否成功。请按如下步骤进行操作和查看：

- 点击魔术棒。
- 点选 Device 选项卡。
- 选择 ArteryTek 提供的对应系列的型号包文件。
- 出现 ArteryTek 信息及芯片型号。

图 9. 查看 Keil_v4 Pack 安装情况



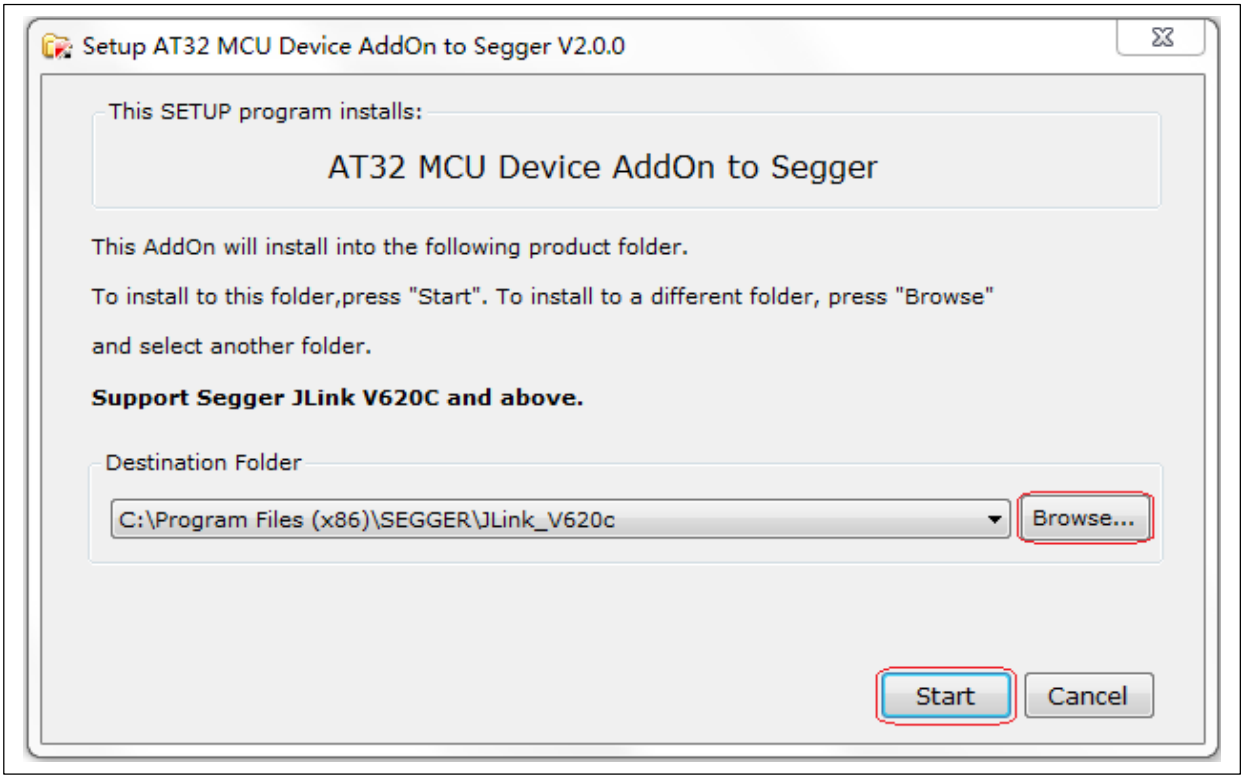
2.4 Segger Pack 安装

Segger_AT32MCU_AddOn.zip：支援 J-Flash 下载的压缩包，安装步骤如下：

① 解压 Segger_AT32MCU_AddOn.zip。

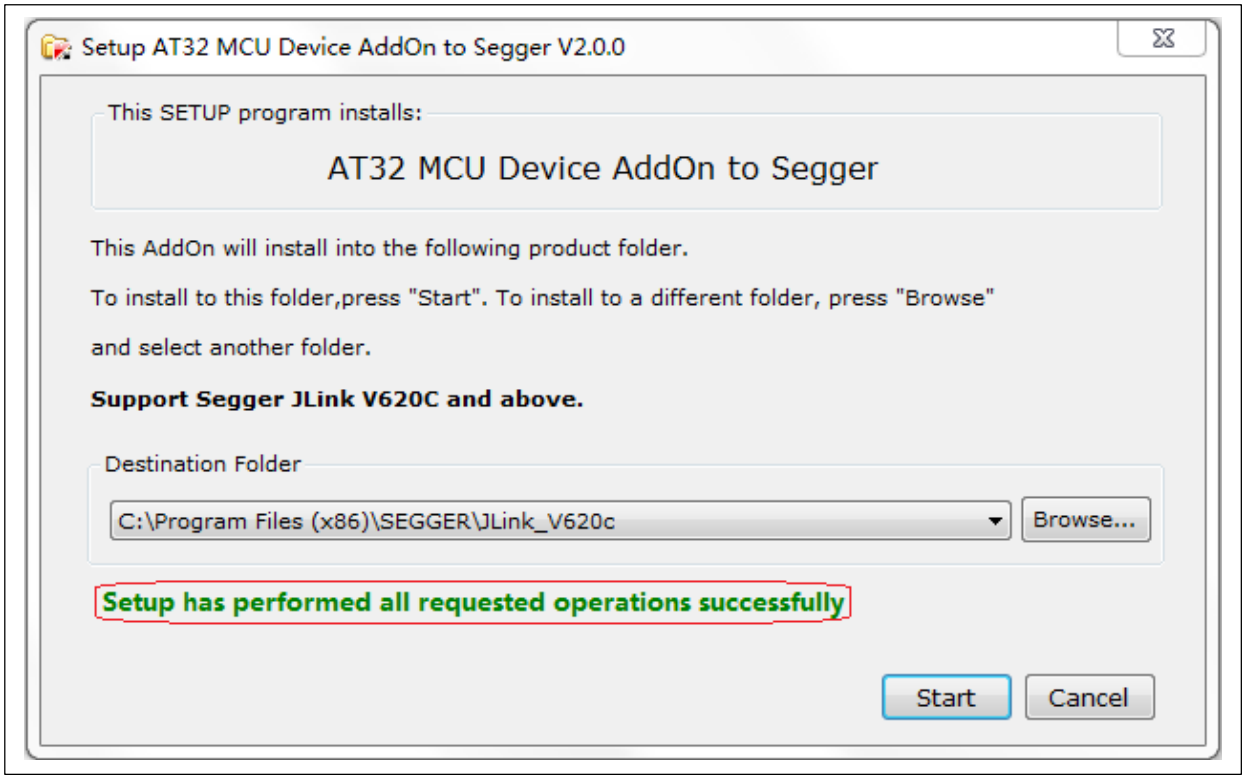
② 双击 Segger_AT32MCU_AddOn.exe，弹出如下界面（具体版本信息按实际情况为准）。

图 10. Segger 包安装界面



注意：如果 Segger 的实际安装路径与 “Destination Folder”对话框内的路径不一致，点击“Browse”选择实际安装路径。然后点击“Start”，弹出如下界面。

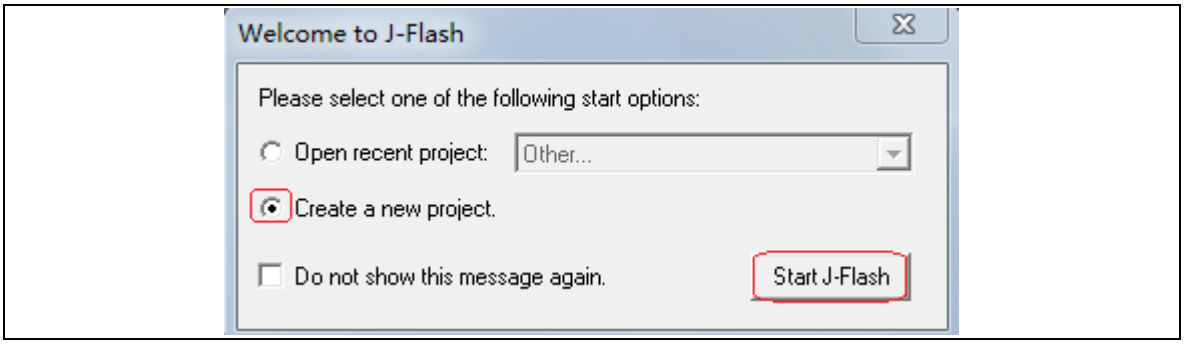
图 11. Segger 包安装流程



③ 出现“Setup has performed all requested operations successfully”则表示已安装成功。查看是否安装成功，请按如下步骤进行操作和查看:

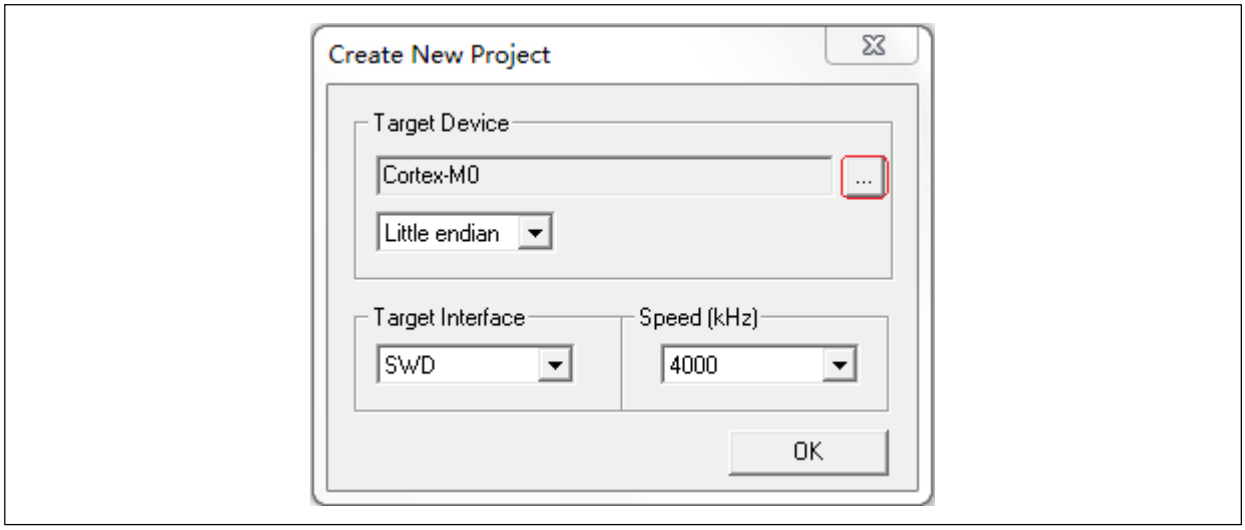
- 打开 J-Flash.exe，出现如下对话框则选择 Create a new project 并点击 Start J-Flash 按钮，如下图：

图 12. 打开 J-Flash



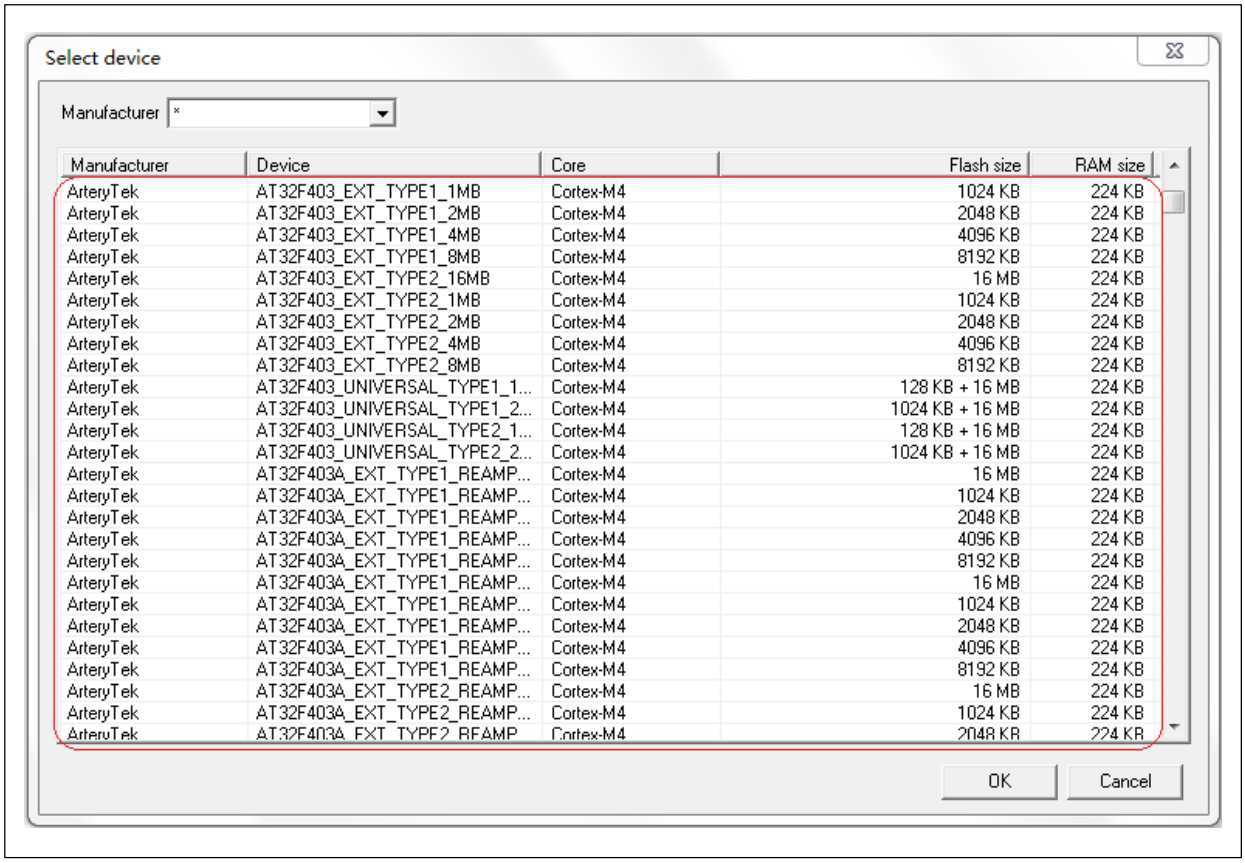
- 启动 J-Flash 后，点击 Target Device 栏后的复选按钮，如下图：

图 13. J-Flash 创建新工程



- 在复选框中上下拉动滚动条如查找到 ArteryTek 相关信息及算法文件则表示安装成功，如下图：

图 14. 查看 Device 信息



3 Flash 算法文件说明

对于Artery MCU，我们都有在对应发布的Pack文件中整合了相关型号的Flash算法文件以供如KEIL/IAR等IDE工具进行在线code下载。虽各IDE工具对于算法文件的使用方法大致都一样，以下还是对算法文件的使用方法进行简单的说明。

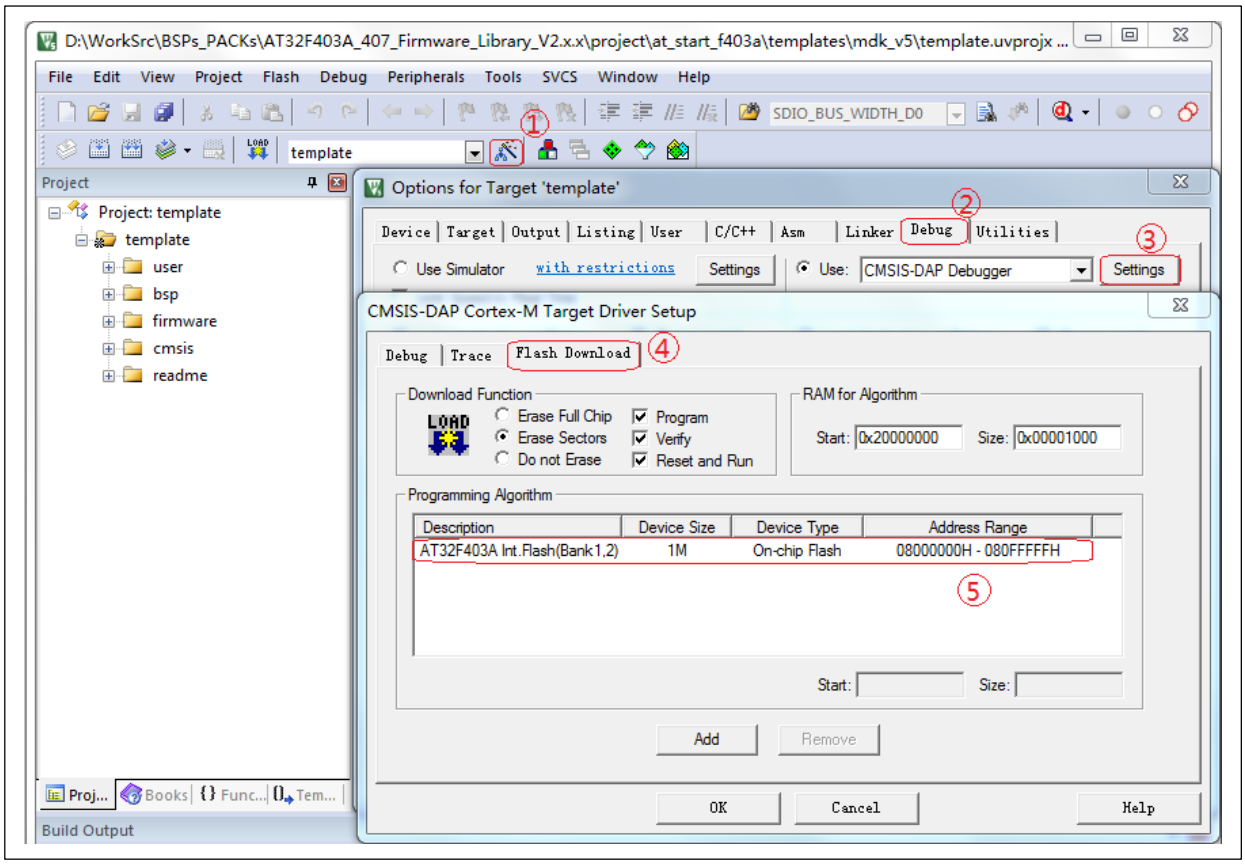
注意：本章节主要以 AT32F403A 做举例说明，AT32 MCU 其他型号的 Flash 算法说明是类似的，不再累述。

3.1 Keil 算法文件的使用方法

因常用的Keil_v4和Keil_v5 IDE开发环境在算法文件选择方法和使用上基本一样，以下对应Keil_v5环境的使用来进行说明。

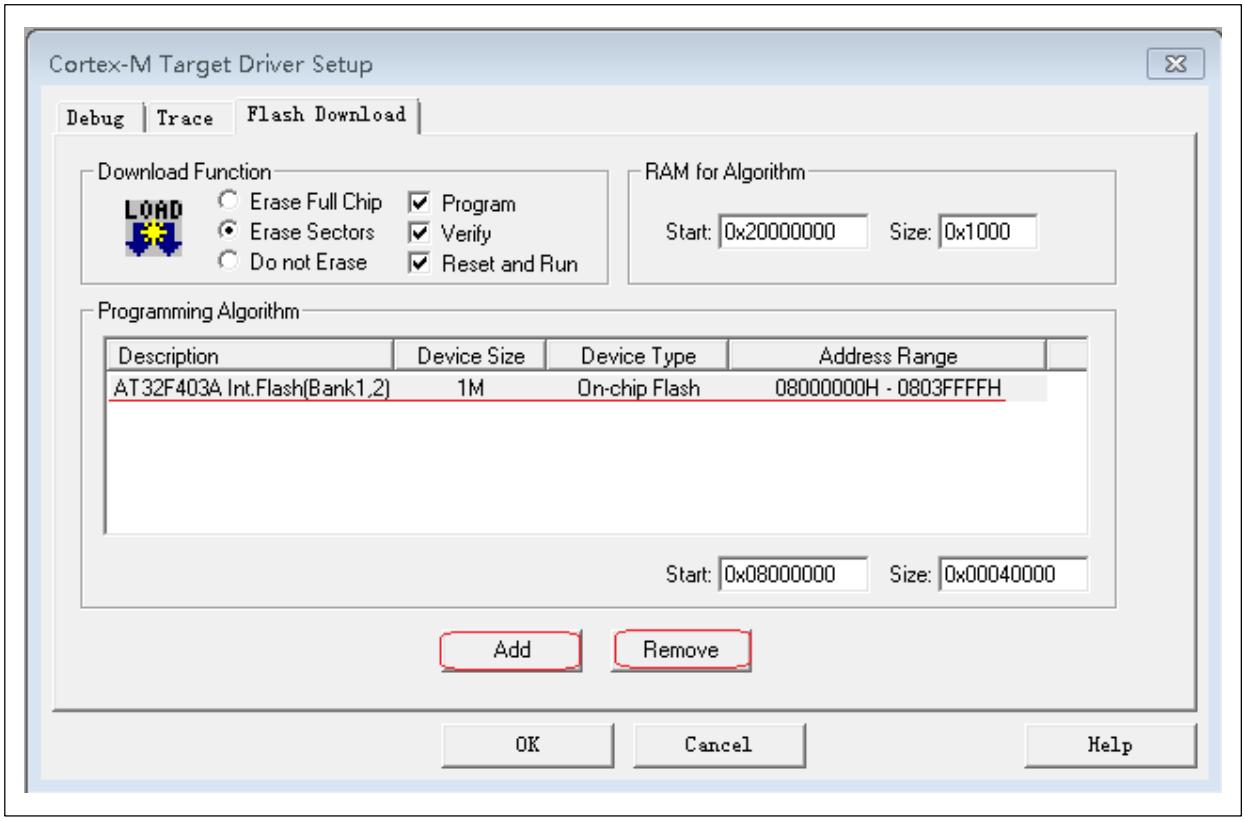
当在Keil IDE开发工具工程建立起来之后即可进行Debug方式配置和flash算法文件的选择。在开发工具内依次点击：配置魔术棒—>Debug选项卡—>Settings—>Flash Download，流程如下图：

图 15. Keil 算法文件设置



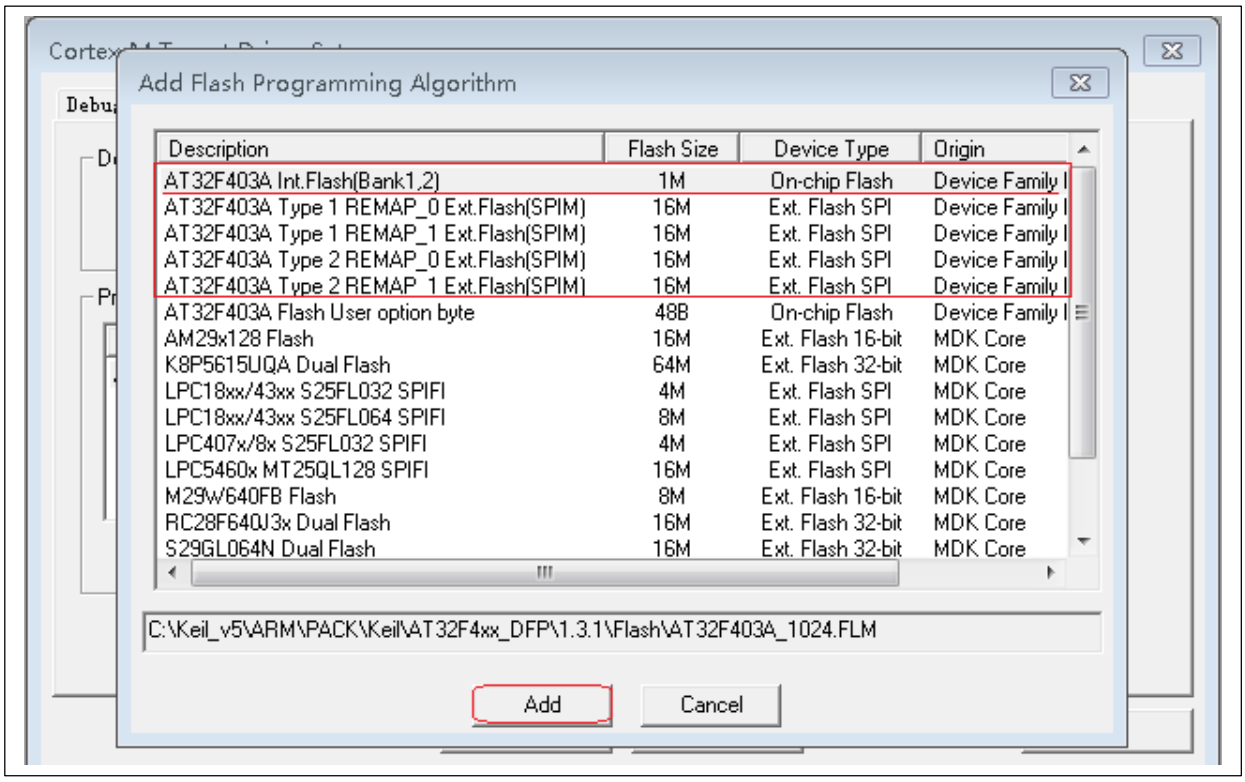
此处示例可看到所选择的Flash算法文件为默认的Flash算法文件，如需更改和移除可自行配置，点击到算法文件后可看到Add和Remove按钮可选择，如所选算法和实际MCU不匹配可使用以下方法重新配置

图 16. Keil 算法文件配置栏



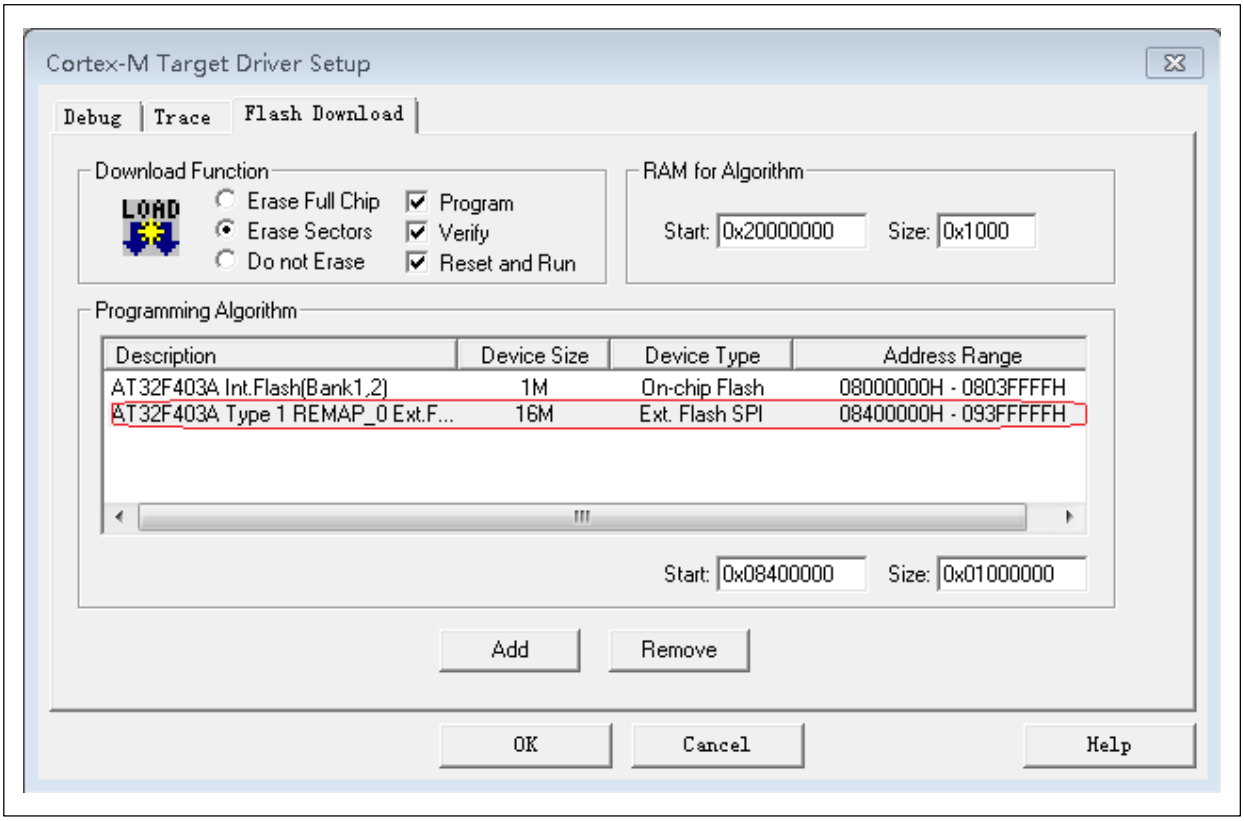
点击Remove可将当前选择到的算法文件从工程配置中移除，点击Add可查看支持此型MCU的算法文件并进行选择，示例如下：

图 17. Keil 选择算法文件



当选择到相应的算法文件后点击Add即可将新算法文件加入到当前工程配置，如下示例是新增SPIM算法到工程中：

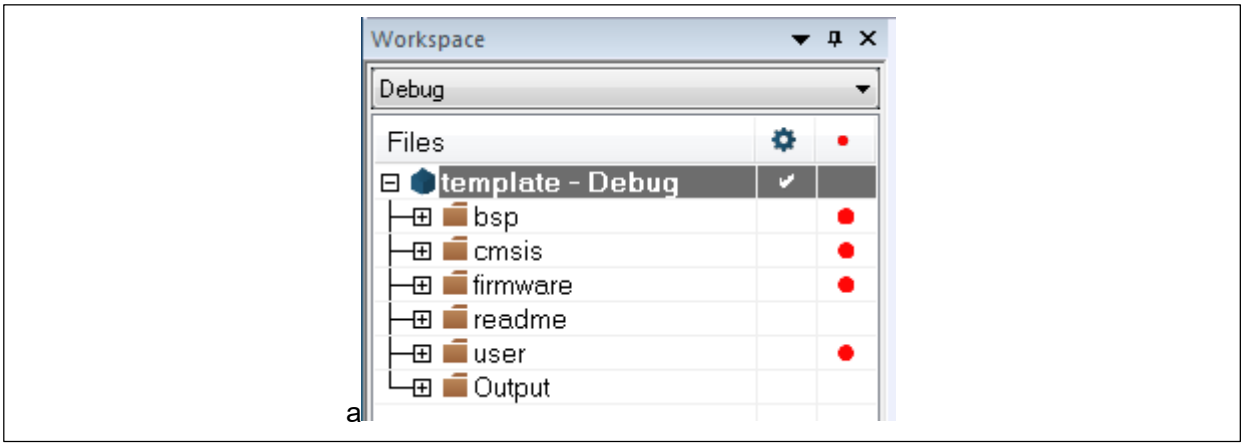
图 18. Keil 新增算法文件



3.2 IAR 算法文件的使用方法

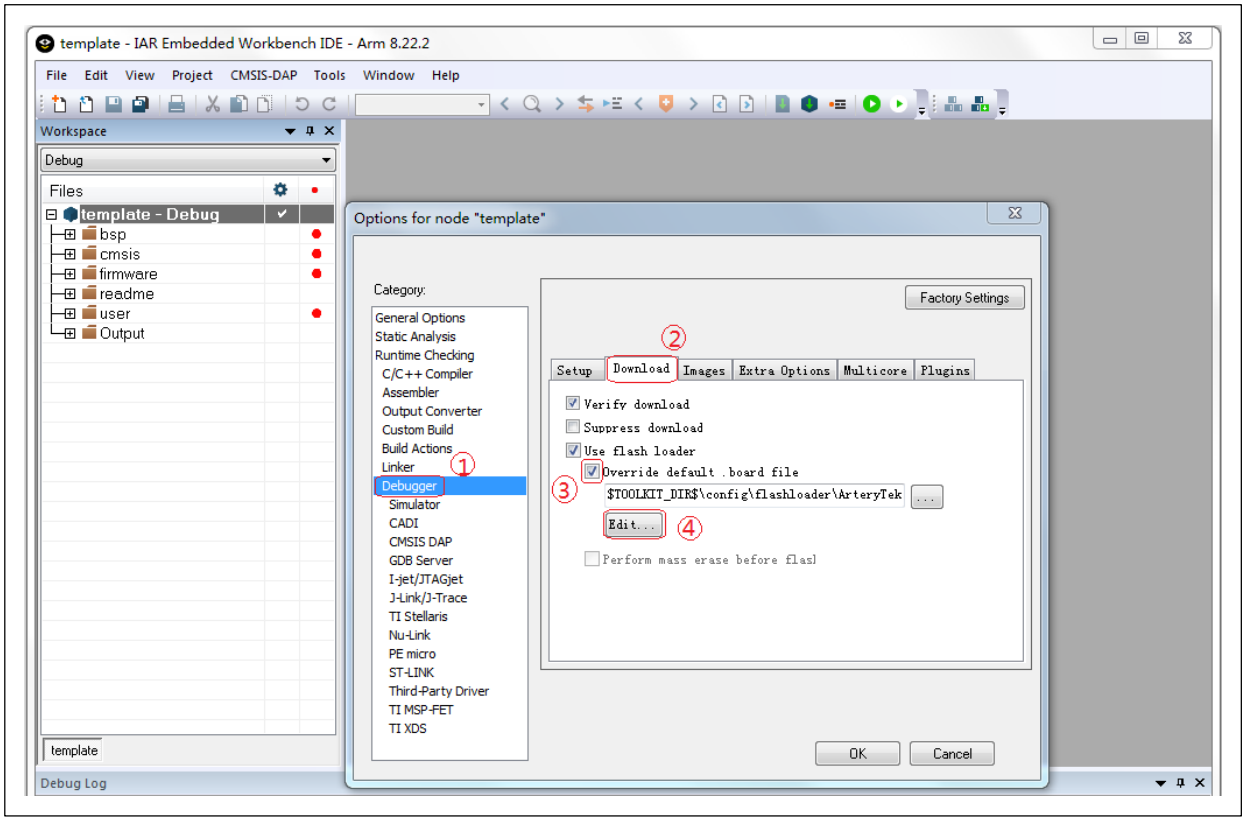
IAR开发环境对算法文件的选择方法是在当新建工程的配置中选定指定的MCU型号后自动选定的对应的默认flash算法文件。如需手动去进行算法文件配置，可在IAR工程建立起来之后，鼠标右击如下灰色选框位置的工程名：

图 19. IAR 工程名



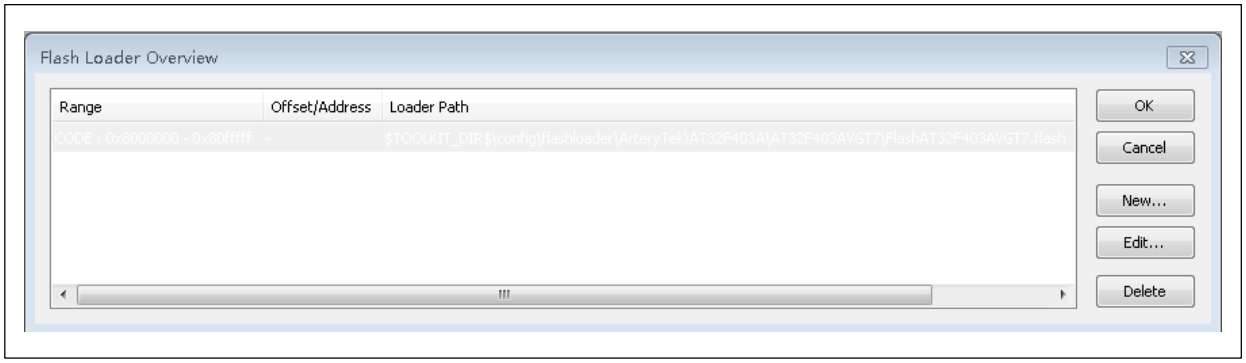
选择Options—>Debugger—>Download—>勾选Override default .board file—>点击Edit，流程如下图所示：

图 20. IAR 算法文件配置



进入后可看见如下的配置界面：

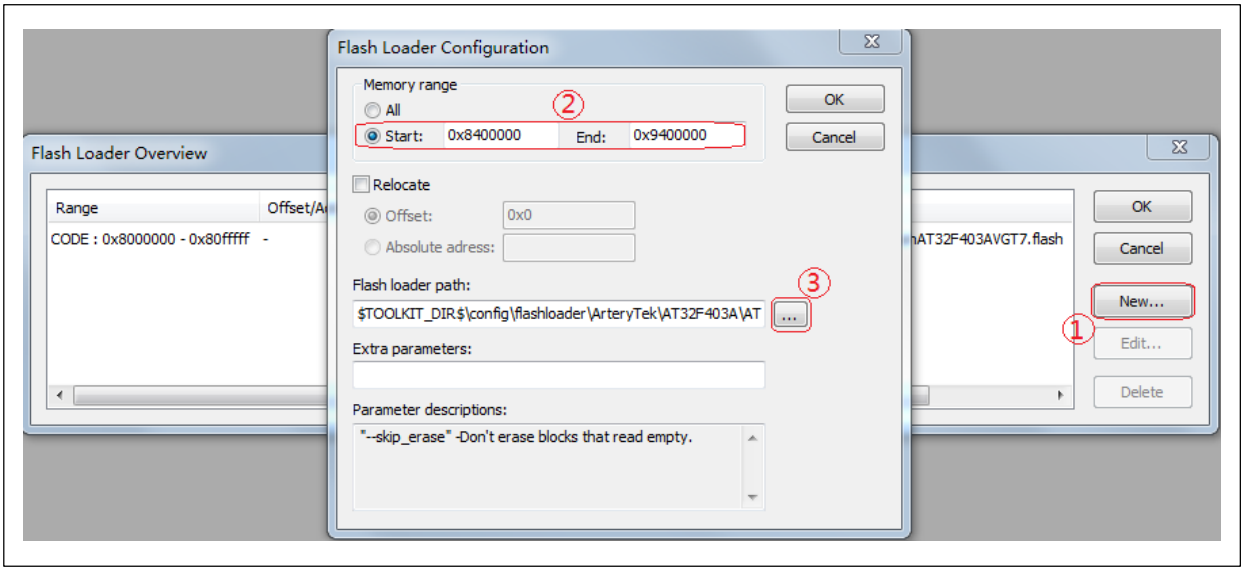
图 21. IAR Flash Loader 新增



其中的flash算法配置方法是选定MCU芯片型号后默认指定，如需手动进行修改可点击旁边的New/Edit/Delete三个选项进行修改。

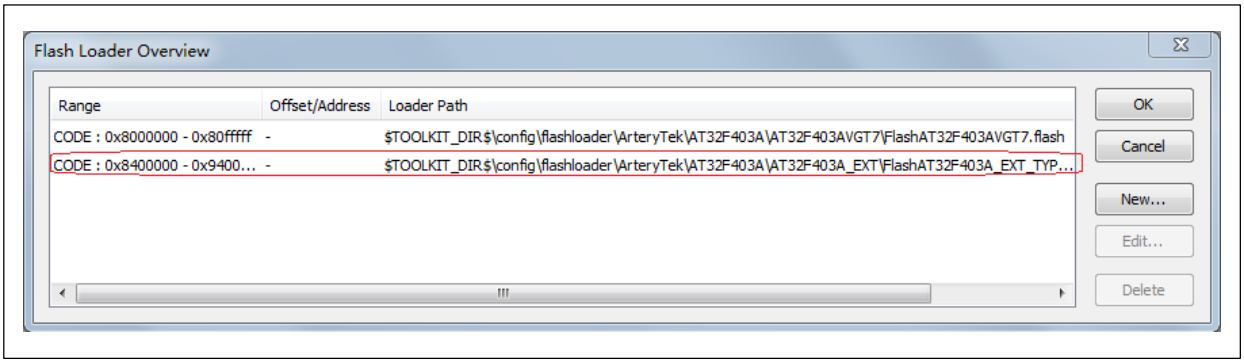
以点击New新增配置Flash算法文件举例。1.点击New—>2.配置Flash范围—>3.选择对应的Flash算法配置文件。流程如下图所示：

图 22. IAR Flash Loader 配置



此处示例是新增SPIM flash算法文件举例。需选择对应型号且正确的Flash算法文件进行配置。被选择的flash算法配置文件是由IAR_AT32MCU_AddOn工具安装到IAR开发环境内。示例新增的SPIM flash算法完成配置后如下图：

图 23. IAR Flash Loader 配置成功



1. SPIM 算法文件说明

Artery部分MCU 支持Bank3（详情请参考官方Reference Manual或DataSheet），其接口外挂flash可作为内部flash不足或特殊应用需求情况下的flash存储介质的扩充，当软件程序中部分code或数据指定编译链接地址在SPIM存储空间时，IDE工具在线下载的过程中需要使用到此算法文件进行外部flash编程。Artery SPIM算法文件的命名方式如下：AT32F4xxTypeNREMAP_P Ext.Flash。

N=1,2

P=0,1

TYPEN：外接的SPI Flash类型，按外接flash类型和型号进行选择。详细信息请参考对应MCU Reference Manual的FLASH_SELECT寄存器描述。

REMAP_P：MCU SPIM PIN脚的复用选择，按连接外部flash的硬件电路PIN脚连线方式进行选择。详细信息请参考对应MCU Reference Manual的外部SPIF重映射章节。

REMAP0：EXT_SPIF_GRMP=000

REMAP1：EXT_SPIF_GRMP=001

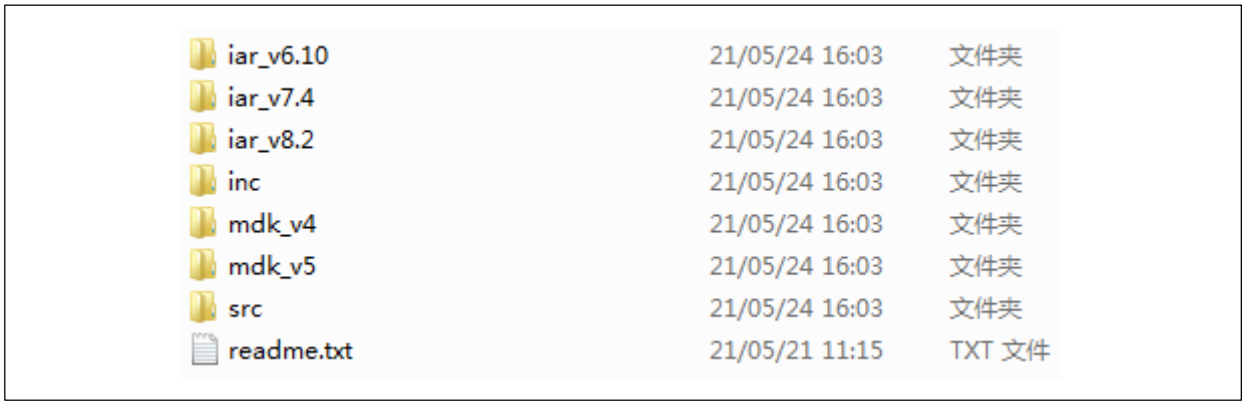
4 BSP 使用简述

4.1 BSP 快速使用

4.1.1 模板工程介绍

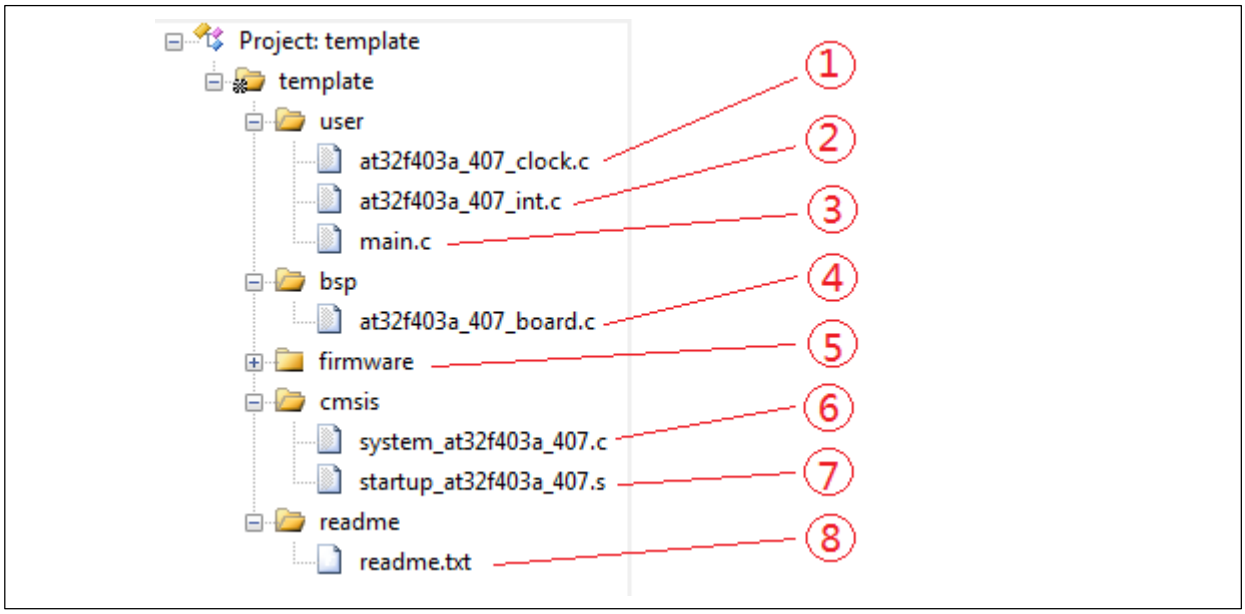
在 ArteryTek 提供的固件库 BSP 中都默认建立好了 Keil 和 IAR 常用版本下的模板工程。以 AT32F403A/407 系列为例，其存放目录在 AT32F403A_407_Firmware_Library_V2.x.x/project/at_start_xxx/templates 中，内容如下：

图 24. templates 文件内容



在此创建了 Keil_v5、Keil_v4、IAR_6.10、IAR_7.4 和 IAR_8.2 版本的模板工程。inc 和 src 文件夹分别保存了模板工程中所用到的应用部分的头文件及源码文件。打开对应工程的文件夹并点击工程文件即可打开对应的 IDE 工程。如下是 Keil_v5 工程示例（具体内容及版本以实际固件包内容为准）：

图 25. Keil_v5 模板工程示例



工程内添加的内容描述如下（以 AT32F403A/407 系列举例，其他系列与此类似）：

① at32f403a_407_clock.c 时钟配置文件，设置了默认的时钟频率及时钟路径。

② at32f403a_407_int.c 中断文件，默认编写了部分内核中断函数的代码流程。

③ main.c 模板工程的主代码文件。

④ at32f403a_407_board.c 板级配置文件，设置了 AT-START 上的按键和 LED 等常用硬件配置。

⑤ firmware 下的 at32f403a_407_xx.c 是各片上外设的驱动文件。

⑥ system_at32f403a_407.c 系统初始化文件。

⑦ startup_at32f403a_407.s 启动文件。

⑧ readme.txt 工程的说明文件，记录了模板工程的一些应用功能及设置方式等信息。

注意：本章节主要以 AT32F403A 做举例说明，AT32 MCU 其他型号的 BSP 使用简述是类似的，不再累述。

4.1.2 BSP 相关宏定义

① 在创建工程时，需要导入启动代码（startup_at32f403a_407.s）到工程，Code 编译之前，还需要根据 MCU 型号，开启对应的宏定义，MCU 型号与宏定义的对应关系如下表

表 1. 型号宏定义对应表

MCU型号	宏定义	PINs	Flash大小(KB)
AT32F403ACCT7	AT32F403ACCT7	48	256
AT32F403ACET7	AT32F403ACET7	48	512
AT32F403ACGT7	AT32F403ACGT7	48	1024
AT32F403ACCU7	AT32F403ACCU7	48	256
AT32F403ACEU7	AT32F403ACEU7	48	512
AT32F403ACGU7	AT32F403ACGU7	48	1024
AT32F403ARCT7	AT32F403ARCT7	64	256
AT32F403ARET7	AT32F403ARET7	64	512
AT32F403ARGT7	AT32F403ARGT7	64	1024
AT32F403AVCT7	AT32F403AVCT7	100	256
AT32F403AVET7	AT32F403AVET7	100	512
AT32F403AVGT7	AT32F403AVGT7	100	1024
AT32F407RCT7	AT32F407RCT7	64	256
AT32F407RET7	AT32F407RET7	64	512
AT32F407RGT7	AT32F407RGT7	64	1024
AT32F407VCT7	AT32F407VCT7	100	256
AT32F407VET7	AT32F407VET7	100	512
AT32F407VGT7	AT32F407VGT7	100	1024
AT32F407AVCT7	AT32F407AVCT7	100	256
AT32F407AVGT7	AT32F407AVGT7	100	1024

② 系列芯片头文件中（at32f403a_407.h），USE_STDPERIPH_DRIVER 宏定义用于区别是否使用 Keil RTE 功能，在未使用 Keil RTE 功能时开启这个宏定义可规避 Keil-MDK 的某些版本误开启 _RTE_的错误问题。

③ 配置头文件中（at32f403a_407_conf.h），定义了外设模块开启的宏定义，可用于控制外设模块的使用，关闭时只需屏蔽掉外设对应的_MODULE_ENABLED 宏定义即可，如下图所示：

图 26. 外设使能宏定义

```
#define CRM_MODULE_ENABLED
#define TMR_MODULE_ENABLED
#define RTC_MODULE_ENABLED
#define BPR_MODULE_ENABLED
#define GPIO_MODULE_ENABLED
#define I2C_MODULE_ENABLED
#define USART_MODULE_ENABLED
#define PWC_MODULE_ENABLED
#define CAN_MODULE_ENABLED
#define ADC_MODULE_ENABLED
#define DAC_MODULE_ENABLED
#define SPI_MODULE_ENABLED
#define DMA_MODULE_ENABLED
#define DEBUG_MODULE_ENABLED
#define FLASH_MODULE_ENABLED
#define CRC_MODULE_ENABLED
#define WWDT_MODULE_ENABLED
#define WDT_MODULE_ENABLED
#define EXINT_MODULE_ENABLED
#define SDIO_MODULE_ENABLED
#define XMC_MODULE_ENABLED
#define USB_MODULE_ENABLED
#define ACC_MODULE_ENABLED
#define MISC_MODULE_ENABLED
#define EMAC_MODULE_ENABLED
```

at32f403a_407_conf.h 同时也定义了外部高速时钟大小 HEXT_VALUE，更换外部高速晶振时须注意这里 HEXT_VALUE 同步修改。

④ 系统时钟配置文件（at32f403a_407_clock.c/.h），配置了默认的系统时钟频率及时钟路径。用户如有自定义需求时可自行修改倍频流程及系数，后续也可结合 ArteryTek 提供的时钟配置上位机来生成相应的时钟配置文件。

4.2 BSP 规范

BSP 按照以下章节所描述的规范进行编写。

4.2.1 外设缩写

表 2. 外设缩写对应表

外设缩写	外设
ADC	模拟/数字转换器
BPR	电池供电域
CAN	控制器局域网模块
CRC	CRC 计算单元
CRM	时钟和复位管理
DAC	数字/模拟转换器
DMA	直接存储器访问（DMA）控制器
DEBUG	调试
EXINT	外部中断/事件控制器
GPIO	通用功能输入输出

外设缩写	外设
IOMUX	复用功能输入输出
I2C	串行外设口
NVIC	嵌套的向量式中断控制器
PWC	电源控制
RTC	实时时钟
SPI	串行外设口
I2S	音频接口
SysTick	系统滴答
TMR	定时器
USART	通用同步异步收发器
WDT	看门狗
WWDT	窗口看门狗
XMC	外部存储控制器

4.2.2 命名规则

BSP 遵从以下命名规则

ip 表示任一外设缩写，例如：ADC，TMR，GPIO 等，小写含义相同，例如 adc,tmr,gpio…

- 源程序文件
  以**“at32fxxx_ip.c”**作为开头,例如 at32f403a_407_adc.c
- 头文件
  以**“at32fxxx_ip.h”**作为开头，例如：at32f403a_407_adc.h
- 常量
  被应用于一个文件的，定义于该文件中； 被应用于多个文件的，在对应头文件中定义。
  所有常量都由英文字母大写书写。
- 变量
  被应用于一个文件的，定义于该文件中； 被应用于多个文件的，在对应头文件中会用 extern 进行声明。
- 函数命名规则
  外设函数的命名以“**外设缩写_属性_动作**”或**外设缩写_动作**”为基本规则，常见的函数名如下：

外设复位函数	ip_reset，	例如 adc_reset
外设使能函数	ip_enable ，	例如 adc_enable
外设结构体反初始化函数	ip_default_para_init ，	例如 spi_default_para_init
外设初始化函数	ip_init，	例如 spi_init
外设中断开启函数	ip_interrupt_enable ，	例如 adc_interrupt_enable
外设标志位获取函数	ip_flag_get ，	例如 adc_flag_get
外设标志位清除函数	ip_flag_clear ，	例如 adc_flag_clear

4.2.3 编码规则

本章节描述了固件库函数的编码规则。

变量类型

```
typedef int32_t   INT32;
typedef int16_t   INT16;
typedef int8_t    INT8;
```

```
typedef uint32_t UINT32;
typedef uint16_t UINT16;
typedef uint8_t  UINT8;

typedef int32_t  s32;
typedef int16_t  s16;
typedef int8_t   s8;

typedef const int32_t sc32;   /*!< read only */
typedef const int16_t sc16;   /*!< read only */
typedef const int8_t  sc8;    /*!< read only */

typedef __IO int32_t  vs32;
typedef __IO int16_t  vs16;
typedef __IO int8_t   vs8;

typedef __I int32_t vsc32;    /*!< read only */
typedef __I int16_t vsc16;    /*!< read only */
typedef __I int8_t  vsc8;     /*!< read only */

typedef uint32_t u32;
typedef uint16_t u16;
typedef uint8_t  u8;

typedef const uint32_t uc32;  /*!< read only */
typedef const uint16_t uc16;  /*!< read only */
typedef const uint8_t  uc8;   /*!< read only */

typedef __IO uint32_t vu32;
typedef __IO uint16_t vu16;
typedef __IO uint8_t  vu8;

typedef __I uint32_t vuc32;   /*!< read only */
typedef __I uint16_t vuc16;   /*!< read only */
typedef __I uint8_t  vuc8;    /*!< read only */
```

4.2.3.1 标志位类型

```
typedef enum {RESET = 0, SET = !RESET} flag_status;
```

4.2.3.2 功能状态类型

```
typedef enum {FALSE = 0, TRUE = !FALSE} confirm_state;
```

4.2.3.3 错误标志位类型

```
typedef enum {ERROR = 0, SUCCESS = !ERROR} error_status;
```

4.2.3.4 外设类型

① 外设

在 at32fxxx_ip.h 定义外设基地址，例如 at32f403a_407.h 的定义如下

```
#define ADC1_BASE                               (APB2PERIPH_BASE + 0x2400)
#define ADC2_BASE                               (APB2PERIPH_BASE + 0x2800)
```

在 at32fxxx_ip.h 外设类型，例如 at32f403a_407_adc.h 的定义如下

```
#define ADC1                                    ((adc_type *) ADC1_BASE)
#define ADC2                                    ((adc_type *) ADC2_BASE)
```

② 外设寄存器和 bit 位

在 at32fxxx_ip.h 外设类型，例如 at32f403a_407_adc.h 的定义如下

```
/**
  * @brief type define adc register all
  */
typedef struct
{

  /**
    * @brief adc sts register, offset:0x00
    */
  union
  {
    __IO uint32_t sts;
    struct
    {
      __IO uint32_t vmor                    : 1; /* [0] */
      __IO uint32_t cce                     : 1; /* [1] */
      __IO uint32_t pcce                    : 1; /* [2] */
      __IO uint32_t pccs                    : 1; /* [3] */
      __IO uint32_t occs                    : 1; /* [4] */
      __IO uint32_t reserved1               : 27;/* [31:5] */
    } sts_bit;
  };
…
…
…
  /**
  * @brief adc odt register, offset:0x4C
  */
  union
  {
    __IO uint32_t odt;
    struct
    {
```

```
        __IO uint32_t odt                    : 16; /* [15:0] */
        __IO uint32_t adc2odt                : 16; /* [31:16] */
      } odt_bit;
    };

} adc_type;
```

③ 外设寄存器访问示例

寄存器读　　i = ADC1-> ctrl1;

寄存器写　　ADC1-> ctrl1 = i;

bit 5 按位域方式读　　i = ADC1-> ctrl1. cceien;

bit 5 按位域方式写 1　　ADC1-> ctrl1. cceien= TRUE;

bit 5 直接写 1　　ADC1-> ctrl1 |= 1<<5;

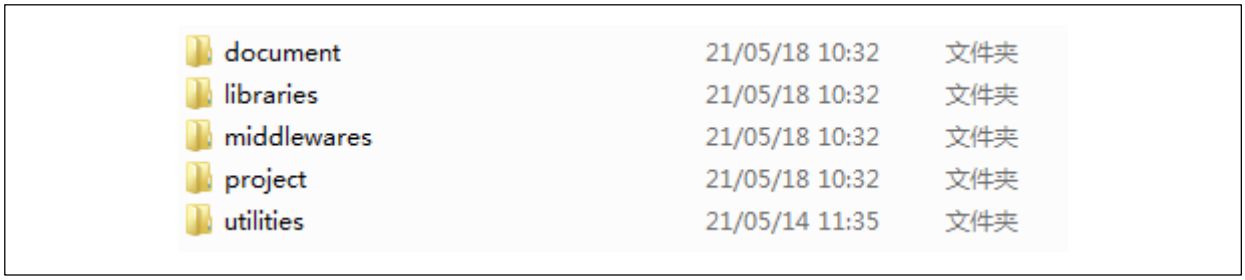
bit 5 直接写 0　　ADC1-> ctrl1&= ~(1<<5) ;

4.3 BSP 结构

4.3.1 BSP 文件夹结构

BSP(Board Support Package)中内容结构大致如下图所示：

图 27. BSP 内容结构



document：

- AT32Fxxx 固件库 BSP&Pack 应用指南.pdf：　　对应型号的 BSP/Pack 应用指南
- ReleaseNotes_AT32F403A_407_Firmware_Library.pdf：　进版记录

libraries：

- drivers：外设驱动

  src 文件夹　每个外设的底层驱动源文件：　at32fxxx_ip.c

  inc 文件夹　每个外设的底层驱动头文件：　at32fxxx_ip.h

- cmsis：内核相关文件

  cm4 文件夹　　内核相关文件。包括 cortex-m4 库文件、系统初始化文件、启动文件等

  dsp 文件夹　　dsp 库相关文件

middlewares：

第三方软件包或公用协议包。如 USB 协议层驱动、网络协议层驱动、操作系统源码等。

project：

examples：型号相关的示例 demo。

templates：模板工程。包括 Keil4 、keil5 、IAR6、 IAR7、 IAR8 及 eclipse_gcc

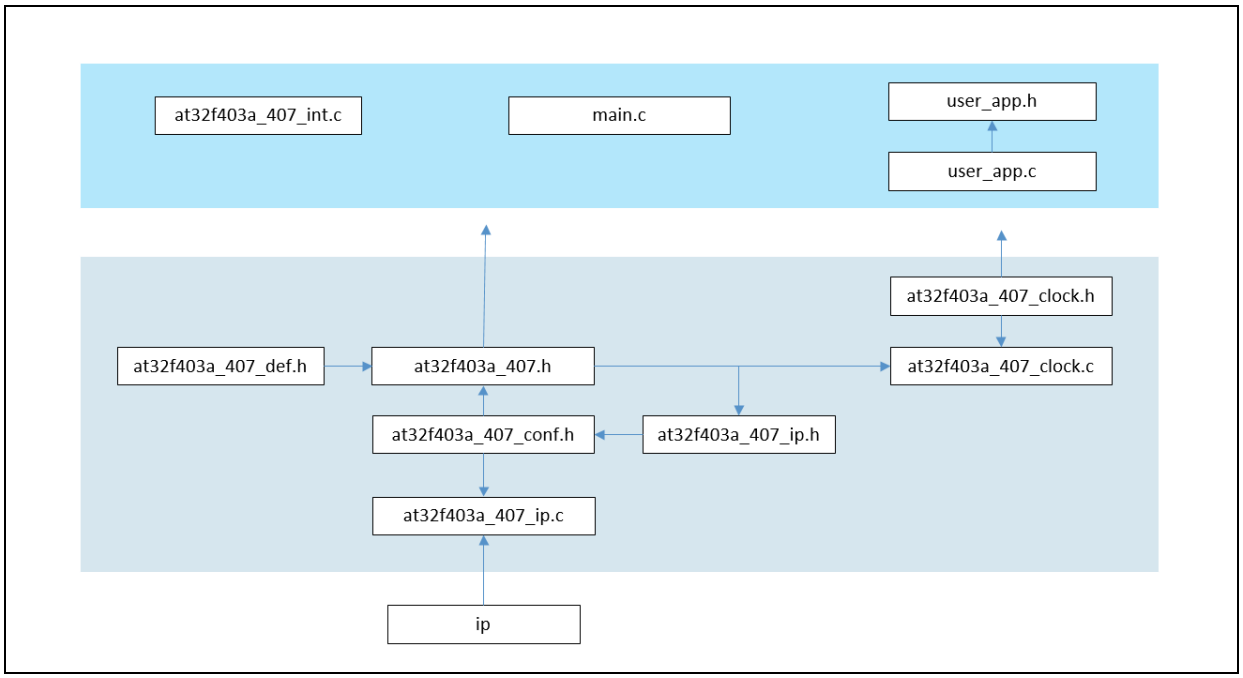
utilities：

各经典应用案例存放目录。

4.3.2 BSP 库函数文件描述

BSP 函数库的架构如下图

图 28. BSP 函数库的架构



BSP 函数库文件描述如下表

表 3. BSP 函数库文件描述

文件名	描述
at32f403a_407_conf.h	外设模块开启的宏定义，外部高速时钟 HEXT_VALUE 的宏定义
main.c	主函数
at32f403a_407_ip.c	外设驱动源文件，例如 at32f403a_407_adc.c
at32f403a_407_ip.h	外设驱动头文件，例如 at32f403a_407_adc.h
at32f403a_407.h	系列芯片头文件中（at32f403a_407.h），USE_STDPERIPH_DRIVER 宏定义用于区别是否使用 Keil RTE 功能，在未使用 Keil RTE 功能时开启这个宏定义可规避 Keil-MDK 的某些版本误开启_RTE_的错误问题
at32f403a_407_clock.c	时钟配置文件，设置了默认的时钟频率及时钟路径
at32f403a_407_clock.h	时钟配置头文件
at32f403a_407_int.c	中断函数源文件，默认编写了部分内核中断函数的代码流程。
at32f403a_407_int.h	中断函数头文件
at32f403a_407_misc.c	其他配置源文件，如 nvic 配置函数，systick 时钟源选择
at32f403a_407_misc.h	其他配置头文件
startup_at32f403a_407.s	启动文件

4.3.3 外设初始化和设置

本节以 GPIO 举例，描述了如何进行初始化和设置。

GPIO 做普通输入输出的初始化

Step 1: 定义 gpio_init_type 结构体，示例如下

```
gpio_init_type gpio_init_struct;
```

Step 2: 调用 crm_periph_clock_enable 函数，开启对应 GPIO 时钟

Step 3： 反初始化 gpio_init_struct 结构体，这样可以保证其他成员的值（多为 default 值）被正确填入。示例如下

```
gpio_default_para_init(&gpio_init_struct);
```

Step 4： 配置结构体成员，并将结构体参数通过 gpio_init 写入到 GPIO 寄存器

示例如下：

```
gpio_init_struct.gpio_pins = GPIO_PINS_2 | GPIO_PINS_3;
gpio_init_struct.gpio_mode = GPIO_MODE_OUTPUT;
gpio_init_struct.gpio_out_type = GPIO_OUTPUT_PUSH_PULL;
gpio_init_struct.gpio_pull = GPIO_PULL_NONE;
gpio_init_struct.gpio_drive_strength    = GPIO_DRIVE_STRENGTH_STRONGER;
gpio_init(GPIOA, &gpio_init_struct);
```

更多外设的初始化流程可参考 Reference Manual 外设的功能描述章节，以及 AT32Fxxx_Firmware_Library_V2.x.x.zip\project\at_start_fxxx\examples 中各外设的初始化流程和方法。

4.3.4 外设库函数格式

函数的描述按如下格式进行

表 4. 外设库函数格式

项目	描述
函数名	函数名称
函数原型	函数原形声明
功能描述	函数要实现的功能简要描述
输入参数 n	输入参数描述
输出参数 n	输出参数描述
返回值	函数的返回值
先决条件	调用函数前应满足的要求
被调用函数	其他被该函数调用的库函数

5 AT32F435/437 外设库函数概述

5.1 HICK 自动时钟校准（ACC）

ACC 寄存器结构 acc_type，定义于文件“at32f435_437_acc.h”如下：

```
/**
  * @brief type define acc register all
  */
typedef struct
{
      ……
} acc_type;
```

下表给出了 ACC 寄存器总览：

表 5.ACC 寄存器对应表

寄存器	描述
acc_sts	ACC 状态寄存器
acc_ctrl1	ACC 控制寄存器 1
acc_ctrl2	ACC 控制寄存器 2
acc_c1	ACC 比较值寄存器 1
acc_c2	ACC 比较值寄存器 2
acc_c3	ACC 比较值寄存器 3

下表给出了 ACC 库函数总览：

表 6.ACC 库函数总览

函数名	描述
acc_calibration_mode_enable	ACC 校准模式使能
acc_step_set	ACC 校准步长配置函数
acc_interrupt_enable	ACC 中断使能函数
acc_hicktrim_get	获取 ACC 精校验值
acc_hickcal_get	获取 ACC 粗校验值
acc_write_c1	写 ACC C1 寄存器值
acc_write_c2	写 ACC C2 寄存器值
acc_write_c3	写 ACC C3 寄存器值
acc_read_c1	读 ACC C1 寄存器值
acc_read_c2	读 ACC C2 寄存器值
acc_read_c3	读 ACC C3 寄存器值
acc_flag_get	ACC 中断标志位获取
acc_flag_clear	ACC 中断标志位清除

5.1.1 函数 acc_calibration_mode_enable

下表描述了函数 acc_calibration_mode_enable

表 7.函数 acc_calibration_mode_enable

项目	描述
函数名	acc_calibration_mode_enable
函数原型	void acc_calibration_mode_enable(uint16_t acc_trim, confirm_state new_state);
功能描述	ACC 校准模式使能
输入参数 1	acc_trim：校验模式选择，可选择： ACC_CAL_HICKCAL 或 ACC_CAL_HICKTRIM
输入参数 2	new_state：开启或关闭 ACC
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

acc_trim

校验模式选择

ACC_CAL_HICKCAL： 粗检验模式

ACC_CAL_HICKTRIM： 精校验模式

new_state

选择使能还是关闭 ACC

FALSE： 关闭中断

TRUE： 使能中断

示例

```
/* open acc calibration */
acc_calibration_mode_enable(ACC_CAL_HICKTRIM, TRUE);
```

5.1.2 函数 acc_step_set

下表描述了函数 acc_step_set

表 8.函数 acc_step_set

项目	描述
函数名	acc_step_set
函数原型	void acc_step_set(uint8_t step_value);
功能描述	ACC 校准步长配置
输入参数 1	step_value:校准步长设置
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

step_value

这 4 位定义了每次校准改变的值。

备注：为了获得更高的校准精度，建议将 step 设为 1。当 ENTRIM=0，仅校准 HICKCAL，若 step 改变 1，对应的 HICKCAL 也改变 1，HICK 频率改变 40KHz（设计值），为正相关关系。当 ENTRIM=1，仅校准 HICKTRIM，若 step 改变 1，对应的 HICKTRIM 也改变 1，HICK 频率改变 20KHz（设计值），为正相关关系。

示例

```
/* set acc step value */
acc_step_set(0x1);
```

5.1.3 函数 acc_interrupt_enable

下表描述了函数 acc_interrupt_enable

表 9.函数 acc_interrupt_enable

项目	描述
函数名	dma_ interrupt_enable
函数原型	void acc_interrupt_enable(uint16_t acc_int, confirm_state new_state);
功能描述	使能 acc 中断
输入参数 1	acc_int：中断源选择
输入参数 2	new_state：使能或关闭中断
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

acc_int

选择中断源

ACC_CALRDYIEN_INT： 校准完成中断

ACC_EIEN_INT： 参考信号丢失中断

new_state

选择中断是使能还是关闭

FALSE： 关闭中断

TRUE： 使能中断

示例

```
/* enable the acc reference signal lost interrupt */
acc_interrupt_enable(ACC_EIEN_INT, TRUE);
```

5.1.4 函数 acc_hicktrim_get

下表描述了函数 acc_hicktrim_get

表 10.函数 acc_hicktrim_get

项目	描述
函数名	acc_hicktrim_get
函数原型	uint8_t acc_hicktrim_get(void);
功能描述	获取 acc 精校验值
输入参数	无
输出参数	无
返回值	获取的 acc 精校验值
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* get trim value*/
uint8_t trim_value;
trim_value = acc_hicktrim_get();
```

5.1.5 函数 acc_hickcal_get

下表描述了函数 acc_hicktrim_get

表 11.函数 acc_hickcal_get

项目	描述
函数名	acc_hickcal_get
函数原型	uint8_t acc_hickcal_get(void);
功能描述	获取 acc 粗校验值
输入参数	无
输出参数	无
返回值	获取的 acc 粗校验值
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* get cal value*/
uint8_t cal_value;
cal_value = acc_hickcal_get ();
```

5.1.6 函数 acc_write_c1

下表描述了函数 acc_write_c1

表 12.函数 acc_write_c1

项目	描述
函数名	acc_write_c1
函数原型	void acc_write_c1(uint16_t acc_c1_value);
功能描述	写 ACC C1 寄存器值
输入参数	acc_c1_value：写入 C1 的值
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* update the c1 value */
acc_c2_value = 8000;
acc_write_c1(acc_c2_value - 10);
```

5.1.7 函数 acc_write_c2

下表描述了函数 acc_write_c2

表 13.函数 acc_write_c2

项目	描述
函数名	acc_write_c2
函数原型	void acc_write_c2(uint16_t acc_c2_value);
功能描述	写 ACC C2 寄存器值
输入参数	acc_c2_value：写入 C2 的值
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* update the c2 value */
acc_c2_value = 8000;
acc_write_c2(acc_c2_value - 10);
```

5.1.8 函数 acc_write_c3

下表描述了函数 acc_write_c3

表 14.函数 acc_write_c3

项目	描述
函数名	acc_write_c3
函数原型	void acc_write_c3(uint16_t acc_c3_value);
功能描述	写 ACC C3 寄存器值
输入参数	acc_c3_value：写入 C3 的值
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* update the c3 value */
acc_c2_value = 8000;
acc_write_c3(acc_c2_value - 10);
```

5.1.9 函数 acc_read_c1

下表描述了函数 acc_read_c1

表 15.函数 acc_read_c1

项目	描述
函数名	acc_read_c1
函数原型	uint16_t acc_read_c1(void);
功能描述	读 ACC C1 寄存器值
输入参数	无
输出参数	无
返回值	ACC C1 的值

项目	描述
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* get the c1 value */
uint16_t    acc_c1_value;
acc_c1_value = acc_read_c1();
```

5.1.10 函数 acc_read_c2

下表描述了函数 acc_read_c2

表 16.函数 acc_read_c2

项目	描述
函数名	acc_read_c2
函数原型	uint16_t acc_read_c2(void);
功能描述	读 ACC C2 寄存器值
输入参数	无
输出参数	无
返回值	ACC C2 的值
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* get the c2 value */
uint16_t    acc_c2_value;
acc_c2_value = acc_read_c2();
```

5.1.11 函数 acc_read_c3

下表描述了函数 acc_read_c3

表 17.函数 acc_read_c3

项目	描述
函数名	acc_read_c3
函数原型	uint16_t acc_read_c3(void);
功能描述	读 ACC C3 寄存器值
输入参数	无
输出参数	无
返回值	ACC C3 的值
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* get the c3 value */
uint16_t    acc_c3_value;
acc_c3_value = acc_read_c3();
```

5.1.12 函数 acc_flag_get

下表描述了函数 acc_flag_get

表 18.函数 acc_flag_get

项目	描述
函数名	acc_flag_get
函数原型	flag_status acc_flag_get(uint16_t acc_flag);
功能描述	获取 acc 标志位
输入参数 1	acc_flag：需要获取的标志位
输出参数	无
返回值	flag_status：标志位是否置起
先决条件	无
被调用函数	无

acc_flag

acc_flag 用于选择需要获取状态的标志，其可选参数罗列如下

ACC_RSLOST_FLAG：参考信号丢失中断

ACC_CALRDY_FLAG：校准完成中断

flag_status

RESET：相应标志位未置起

SET：　相应标志位置起

示例

```
if(acc_flag_get(ACC_CALRDY_FLAG) != RESET)
{
  at32_led_toggle(LED2);
  /* clear acc calibration ready flag */
  acc_flag_clear(ACC_CALRDY_FLAG);
}
```

5.1.13 函数 acc_interrupt_flag_get

下表描述了函数 acc_interrupt_flag_get

表 19.函数 acc_interrupt_flag_get

项目	描述
函数名	acc_interrupt_flag_get
函数原型	flag_status acc_interrupt_flag_get(uint16_t acc_flag);
功能描述	获取 acc 中断标志位
输入参数 1	acc_flag：需要获取的标志位
输出参数	无
返回值	flag_status：标志位是否置起
先决条件	无
被调用函数	无

acc_flag

acc_flag 用于选择需要获取状态的标志，其可选参数罗列如下

ACC_RSLOST_FLAG：参考信号丢失中断

ACC_CALRDY_FLAG：校准完成中断

flag_status

RESET：相应标志位未置起

SET：　相应标志位置起

示例

```
if(acc_interrupt_flag_get(ACC_CALRDY_FLAG) != RESET)
{
  at32_led_toggle(LED2);
  /* clear acc calibration ready flag */
  acc_flag_clear(ACC_CALRDY_FLAG);
}
```

5.1.14 函数 acc_flag_clear

下表描述了函数 acc_flag_clear

表 20.函数 acc_flag_clear

项目	描述
函数名	acc_flag_clear
函数原型	void acc_flag_clear(uint16_t acc_flag);
功能描述	清除 acc 标志位
输入参数 1	acc_flag：需要清除的标志位
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

acc_flag

acc_flag 用于选择需要清除的标志，其可选参数罗列如下

ACC_RSLOST_FLAG：参考信号丢失中断

ACC_CALRDY_FLAG：校准完成中断

示例

```
if(acc_flag_get(ACC_CALRDY_FLAG) != RESET)
{
  at32_led_toggle(LED2);
  /* clear acc calibration ready flag */
  acc_flag_clear(ACC_CALRDY_FLAG);
}
```

5.2 模拟数字/转换器（ADC）

ADC 寄存器结构 adc_type，定义于文件“at32f435_437_adc.h”如下：

```
/**
  * @brief type define adc register all
  */
typedef struct
{
      ……
```

} adc_type;

下表给出了 ADC 寄存器总览：

表 21. ADC 寄存器对应表

寄存器	描述
sts	ADC 状态寄存器
ctrl1	ADC 控制寄存器 1
ctrl2	ADC 控制寄存器 2
spt1	ADC 采样时间寄存器 1
spt2	ADC 采样时间寄存器 2
pcdto1	ADC 抢占通道数据偏移寄存器 1
pcdto2	ADC 抢占通道数据偏移寄存器 2
pcdto3	ADC 抢占通道数据偏移寄存器 3
pcdto4	ADC 抢占通道数据偏移寄存器 4
vmhb	ADC 电压监测高边界寄存器
vmlb	ADC 电压监测低边界寄存器
osq1	ADC 普通序列寄存器 1
osq2	ADC 普通序列寄存器 2
osq3	ADC 普通序列寄存器 3
psq	ADC 抢占序列寄存器
pdt1	ADC 抢占数据寄存器 1
pdt2	ADC 抢占数据寄存器 2
pdt3	ADC 抢占数据寄存器 3
pdt4	ADC 抢占数据寄存器 4
odt	ADC 普通数据寄存器
ovsp	ADC 过采样寄存器
calval	ADC 校准值寄存器
csts	ADC 通用状态寄存器
cctrl	ADC 通用控制寄存器
codt	ADC 通用普通数据寄存器

下表给出了 ADC 库函数总览：

表 22. ADC 库函数总览

函数名	描述
adc_reset	复位 ADC 使其所有寄存器保持复位值
adc_enable	A/D 转换器使能
adc_base_default_para_init	为 adc_base_struct 指定初始默认值
adc_base_config	将 adc_base_struct 中指定的参数初始化到外设 ADC 的寄存器
adc_common_default_para_init	为 adc_common_struct 指定初始默认值
adc_common_config	将 adc_ common _struct 中指定的参数初始化到 ADC 公共寄存器
adc_resolution_set	设定 ADC 的转换分辨率
adc_voltage_battery_enable	VBAT 使能
adc_dma_mode_enable	普通通道转换数据的 DMA 传输使能

函数名	描述
adc_dma_request_repeat_enable	普通通道转换数据的 DMA 请求接续使能
adc_interrupt_enable	被选择的 ADC 事件中断使能
adc_calibration_value_set	软件手动设定校准值
adc_calibration_init	初始化校准
adc_calibration_init_status_get	初始化校准状态获取
adc_calibration_start	开始校准
adc_calibration_status_get	校准状态获取
adc_voltage_monitor_enable	普通/抢占通道的电压监测使能及单个通道的电压监测使能
adc_voltage_monitor_threshold_value_set	电压监测高低边界设定
adc_voltage_monitor_single_channel_select	单个通道电压监测功能下待监测通道选择
adc_ordinary_channel_set	普通通道设定，包括通道选择、转换序列编号及采样时间
adc_preempt_channel_length_set	抢占转换序列长度设定
adc_preempt_channel_set	抢占通道设定，包括通道选择、转换序列编号及采样时间
adc_ordinary_conversion_trigger_set	普通通道组转换的触发模式选择及触发事件选择
adc_preempt_conversion_trigger_set	抢占通道组转换的触发模式选择及触发事件选择
adc_preempt_offset_value_set	抢占通道转换数据偏移量设定
adc_ordinary_part_count_set	分割模式下每次触发转换的普通通道个数设定
adc_ordinary_part_mode_enable	普通通道上的分割模式使能
adc_preempt_part_mode_enable	抢占通道上的分割模式使能
adc_preempt_auto_mode_enable	普通通道组转换结束后的抢占组自动转换使能
adc_conversion_stop	中止当前正在执行的转换
adc_conversion_stop_status_get	获取中止转换命令的执行状态
adc_occe_each_conversion_enable	每个普通通道转换置位 OCCE 标志使能
adc_ordinary_software_trigger_enable	软件触发普通通道转换
adc_ordinary_software_trigger_status_get	获取软件触发的普通通道转换状态
adc_preempt_software_trigger_enable	软件触发抢占通道转换
adc_preempt_software_trigger_status_get	获取软件触发的抢占通道转换状态
adc_ordinary_conversion_data_get	获取非主从模式下普通通道转换数据
adc_combine_ordinary_conversion_data_get	获取主从组合模式下普通通道转换数据
adc_preempt_conversion_data_get	获取抢占通道转换数据
adc_flag_get	获取标志位状态
adc_flag_clear	清除已置位的标志位
adc_ordinary_oversample_enable	普通过采样使能
adc_preempt_oversample_enable	抢占过采样使能
adc_oversample_ratio_shift_set	过采样率及过采样移位设定
adc_ordinary_oversample_trig_enable	普通过采样触发模式使能
adc_ordinary_oversample_restart_set	普通过采样重转模式选择

5.2.1 函数 adc_reset

下表描述了函数 adc_reset

表 23. 函数 adc_reset

项目	描述
函数名	adc_reset
函数原型	void adc_reset(adc_type *adc_x)
功能描述	复位 ADC 使其所有寄存器保持复位值
输入参数	无
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	crm_periph_reset()

示例

```
/* deinitialize adc1 */
adc_reset();
```

5.2.2 函数 adc_enable

下表描述了函数 adc_enable

表 24. 函数 adc_enable

项目	描述
函数名	adc_enable
函数原型	void adc_enable(adc_type *adc_x, confirm_state new_state)
功能描述	设定 A/D 转换器使能状态为关闭或开启
输入参数 1	adc_x：所选择的 ADC 外设 该参数可以选取自其中之一 ： ADC1，ADC2，ADC3.
输入参数 2	new_state：A/D 转换器的预设状态 该参数可以选取自其中之一 ： TRUE，FALSE.
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* enable adc1 */
adc_enable(ADC1, TRUE);
```

5.2.3 函数 adc_base_default_para_init

下表描述了函数 adc_base_default_para_init

表 25. 函数 adc_base_default_para_init

项目	描述
函数名	adc_ base_default_para_init
函数原型	void adc_base_default_para_init(adc_base_config_type *adc_base_struct)
功能描述	为 adc_base_struct 指定初始默认值
输入参数	adc_base_struct：指向结构体 adc_base_config_type 的指针
输出参数	无

项目	描述
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

adc_base_struct 成员的初始默认值如下

sequence_mode： FALSE

repeat_mode： FALSE

data_align： ADC_RIGHT_ALIGNMENT

ordinary_channel_length： 1

示例

```
/* initialize a adc_base_config_type structure */
adc_base_config_type adc_base_struct;
adc_base_default_para_init(&adc_base_struct);
```

5.2.4 函数 adc_base_config

下表描述了函数 adc_base_config

表 26. 函数 adc_base_config

项目	描述
函数名	adc_base_config
函数原型	void adc_base_config(adc_type *adc_x, adc_base_config_type *adc_base_struct);
功能描述	将 adc_base_struct 中指定的参数初始化到外设 ADC 的寄存器
输入参数 1	adc_x：所选择的 ADC 外设 该参数可以选取自其中之一 ： ADC1，ADC2，ADC3.
输入参数 2	adc_base_struct：指向 adc_base_config_type 类型的结构体指针
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

adc_base_config_type structure

adc_base_config_type 定义在 at32f435_437_adc.h 中

```
typedef struct
{
  confirm_state              sequence_mode;
  confirm_state              repeat_mode;
  adc_data_align_type        data_align;
  uint8_t                    ordinary_channel_length;
} adc_base_config_type;
```

如下是对成员中各个参数的说明

sequence_mode

设置 ADC 工作的序列模式

FALSE： 转换选择的单一通道

TRUE： 转换设定的多个通道

repeat_mode

设置 ADC 工作的反复模式

FALSE： SQEN=0 时，每次触发转换单个通道，SQEN=1 时，每次触发转换一组通道

TRUE： SQEN =0 时，一次触发后将反复转换单个通道，SQEN=1 时，一次触发后将反复转换一组通道。直到 ADCEN 被清零。

data_align

设置 ADC 工作的数据对齐方式

ADC_RIGHT_ALIGNMENT： 右对齐

ADC_LEFT_ALIGNMENT： 左对齐

ordinary_channel_length

设置 ADC 工作的普通转换序列长度

示例

```
adc_base_config_type adc_base_struct;
adc_base_struct.sequence_mode = TRUE;
adc_base_struct.repeat_mode = FALSE;
adc_base_struct.data_align = ADC_RIGHT_ALIGNMENT;
adc_base_struct.ordinary_channel_length = 3;
adc_base_config(ADC1, &adc_base_struct);
```

5.2.5 函数 adc_common_default_para_init

下表描述了函数 adc_common_default_para_init

表 27. 函数 adc_common_default_para_init

项目	描述
函数名	adc_common_default_para_init
函数原型	void adc_common_default_para_init(adc_common_config_type *adc_common_struct)
功能描述	为 adc_common_struct 指定初始默认值
输入参数	adc_common_struct：指向结构体 adc_common_config_type 的指针
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

adc_common_struct 成员的初始默认值如下

combine_mode： ADC_INDEPENDENT_MODE

div： ADC_HCLK_DIV_2

common_dma_mode： ADC_COMMON_DMAMODE_DISABLE

common_dma_request_repeat_state： FALSE

sampling_interval： ADC_SAMPLING_INTERVAL_5CYCLES

tempervintrv_state： FALSE

vbat_state： FALSE

示例

```
/* initialize a adc_common_config_type structure */
adc_common_config_type adc_common_struct;
adc_common_default_para_init(&adc_common_struct);
```

5.2.6 函数 adc_common_config

下表描述了函数 adc_common_config

表 28. 函数 adc_common_config

项目	描述
函数名	adc_common_config
函数原型	void adc_common_config(adc_common_config_type *adc_common_struct)
功能描述	将 adc_ common _struct 中指定的参数初始化到 ADC 公共寄存器
输入参数	adc_common_struct：指向 adc_common_config_type 类型的结构体指针
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

adc_common_config_type structure

adc_common_config_type 定义在 at32f435_437_adc.h 中

```
typedef struct
{
  adc_combine_mode_type          combine_mode;
  adc_div_type                   div;
  adc_common_dma_mode_type       common_dma_mode;
  confirm_state                  common_dma_request_repeat_state;
  adc_sampling_interval_type     sampling_interval;
  confirm_state                  tempervintrv_state;
  confirm_state                  vbat_state;
} adc_common_config_type;
```

如下是对成员中各个参数的说明

combine_mode

设置 ADC 主从组合模式

ADC_INDEPENDENT_MODE：非组合模式

ADC_ORDINARY_SMLT_PREEMPT_SMLT_ONESLAVE_MODE：普通同时+抢占同时（单从机）

ADC_ORDINARY_SMLT_PREEMPT_INTERLTRIG_ONESLAVE_MODE：普通同时+抢占交错触发（单从机）

ADC_PREEMPT_SMLT_ONLY_ONESLAVE_MODE：抢占同时（单从机）

ADC_ORDINARY_SMLT_ONLY_ONESLAVE_MODE：普通同时（单从机）

ADC_ORDINARY_SHIFT_ONLY_ONESLAVE_MODE：普通位移（单从机）

ADC_PREEMPT_INTERLTRIG_ONLY_ONESLAVE_MODE：抢占交错触发（单从机）

ADC_ORDINARY_SMLT_PREEMPT_SMLT_TWOSLAVE_MODE：普通同时+抢占同时（双从机）

ADC_ORDINARY_SMLT_PREEMPT_INTERLTRIG_TWOSLAVE_MODE：普通同时+抢占交错触发（双从机）

ADC_PREEMPT_SMLT_ONLY_TWOSLAVE_MODE：抢占同时（双从机）

ADC_ORDINARY_SMLT_ONLY_TWOSLAVE_MODE：普通同时（双从机）

ADC_ORDINARY_SHIFT_ONLY_TWOSLAVE_MODE：普通位移（双从机）

ADC_PREEMPT_INTERLTRIG_ONLY_TWOSLAVE_MODE：抢占交错触发（双从

机）

div

设置 ADC 的分频因子

ADC_HCLK_DIV_2： ADCCLK 由 HCLK 2 分频
ADC_HCLK_DIV_3： ADCCLK 由 HCLK 3 分频
ADC_HCLK_DIV_4： ADCCLK 由 HCLK 4 分频
ADC_HCLK_DIV_5： ADCCLK 由 HCLK 5 分频
ADC_HCLK_DIV_6： ADCCLK 由 HCLK 6 分频
ADC_HCLK_DIV_7： ADCCLK 由 HCLK 7 分频
ADC_HCLK_DIV_8： ADCCLK 由 HCLK 8 分频
ADC_HCLK_DIV_9： ADCCLK 由 HCLK 9 分频
ADC_HCLK_DIV_10： ADCCLK 由 HCLK 10 分频
ADC_HCLK_DIV_11： ADCCLK 由 HCLK 11 分频
ADC_HCLK_DIV_12： ADCCLK 由 HCLK 12 分频
ADC_HCLK_DIV_13： ADCCLK 由 HCLK 13 分频
ADC_HCLK_DIV_14： ADCCLK 由 HCLK 14 分频
ADC_HCLK_DIV_15： ADCCLK 由 HCLK 15 分频
ADC_HCLK_DIV_16： ADCCLK 由 HCLK 16 分频
ADC_HCLK_DIV_17： ADCCLK 由 HCLK 17 分频

common_dma_mode

设置 ADC 主从模式下普通通道数据的 DMA 传输模式

ADC_COMMON_DMAMODE_DISABLE： 禁止 DMA 传输
ADC_COMMON_DMAMODE_1： 使用 DMA 模式 1
ADC_COMMON_DMAMODE_2： 使用 DMA 模式 2
ADC_COMMON_DMAMODE_3： 使用 DMA 模式 3
ADC_COMMON_DMAMODE_4： 使用 DMA 模式 4
ADC_COMMON_DMAMODE_5： 使用 DMA 模式 5

common_dma_request_repeat_state

设置 ADC 主从模式下普通通道数据的 DMA 请求接续使能状态

FALSE: 关闭（传输完 DMA 设定个数后，普通通道转换完毕不会再产生 DMA 请求）
TRUE: 开启（不关心 DMA 设定的个数，每个普通通道转换完毕均产生 DMA 请求）

sampling_interval

设置 ADC 普通位移模式下相邻 ADC 间的采样间隔时间

ADC_SAMPLING_INTERVAL_5CYCLES： 间隔 5 * TADCCLK
ADC_SAMPLING_INTERVAL_6CYCLES： 间隔 6 * TADCCLK
ADC_SAMPLING_INTERVAL_7CYCLES： 间隔 7 * TADCCLK
ADC_SAMPLING_INTERVAL_8CYCLES： 间隔 8 * TADCCLK
ADC_SAMPLING_INTERVAL_9CYCLES： 间隔 9 * TADCCLK
ADC_SAMPLING_INTERVAL_10CYCLES： 间隔 10 * TADCCLK
ADC_SAMPLING_INTERVAL_11CYCLES： 间隔 11 * TADCCLK
ADC_SAMPLING_INTERVAL_12CYCLES： 间隔 12 * TADCCLK
ADC_SAMPLING_INTERVAL_13CYCLES： 间隔 13 * TADCCLK
ADC_SAMPLING_INTERVAL_14CYCLES： 间隔 14 * TADCCLK
ADC_SAMPLING_INTERVAL_15CYCLES： 间隔 15 * TADCCLK
ADC_SAMPLING_INTERVAL_16CYCLES： 间隔 16 * TADCCLK
ADC_SAMPLING_INTERVAL_17CYCLES： 间隔 17 * TADCCLK

ADC_SAMPLING_INTERVAL_18CYCLES： 间隔 18 * TADCCLK
ADC_SAMPLING_INTERVAL_19CYCLES： 间隔 19 * TADCCLK
ADC_SAMPLING_INTERVAL_20CYCLES： 间隔 20 * TADCCLK

tempervintrv_state

设置 ADC 内部温度传感器及 V_{INTRV} 使能状态
FALSE： 失能内部温度传感器及 V_{INTRV}
TRUE： 使能内部温度传感器及 V_{INTRV}

vbat_state

设置 ADC V_{BAT} 使能状态
FALSE： 失能 V_{BAT}
TRUE： 使能 V_{BAT}

示例

```
adc_common_config_type adc_common_struct;
adc_common_struct.combine_mode = ADC_INDEPENDENT_MODE;
adc_common_struct.div = ADC_HCLK_DIV_4;
adc_common_struct.common_dma_mode = ADC_COMMON_DMAMODE_DISABLE;
adc_common_struct.common_dma_request_repeat_state = FALSE;
adc_common_struct.sampling_interval = ADC_SAMPLING_INTERVAL_5CYCLES;
adc_common_struct.tempervintrv_state = TRUE;
adc_common_struct.vbat_state = FALSE;
adc_common_config(&adc_common_struct);
```

5.2.7 函数 adc_resolution_set

下表描述了函数 adc_resolution_set

表 29. 函数 adc_resolution_set

项目	描述
函数名	adc_resolution_set
函数原型	void adc_resolution_set(adc_type *adc_x, adc_resolution_type resolution)
功能描述	设定 ADC 的转换分辨率
输入参数 1	adc_x：所选择的 ADC 外设 该参数可以选取自其中之一 ： ADC1，ADC2，ADC3.
输入参数 2	resolution：选择 ADC 的转换分辨率 该参数可以选取 adc_resolution_type 内的任意一个枚举值.
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

resolution

resolution 用于选择 ADC 的转换分辨率，其可选参数罗列如下
ADC_RESOLUTION_12B： 12 位转换分辨率
ADC_RESOLUTION_10B： 10 位转换分辨率
ADC_RESOLUTION_8B： 8 位转换分辨率
ADC_RESOLUTION_6B： 6 位转换分辨率

示例

```
/* set conversion resolution */
adc_resolution_set(ADC1, ADC_RESOLUTION_12B);
```

5.2.8 函数 adc_voltage_battery_enable

下表描述了函数 adc_voltage_battery_enable

表 30. 函数 adc_voltage_battery_enable

项目	描述
函数名	adc_voltage_battery_enable
函数原型	void adc_voltage_battery_enable(confirm_state new_state)
功能描述	V_{BAT} 使能
输入参数	new_state：V_{BAT} 使能位的预设状态 该参数可以选取自其中之一 ： TRUE，FALSE.
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* enable adc voltage battery */
adc_voltage_battery_enable(TRUE);
```

5.2.9 函数 adc_dma_mode_enable

下表描述了函数 adc_dma_mode_enable

表 31. 函数 adc_dma_mode_enable

项目	描述
函数名	adc_dma_mode_enable
函数原型	void adc_dma_mode_enable(adc_type *adc_x, confirm_state new_state)
功能描述	普通通道转换数据的 DMA 传输使能
输入参数 1	adc_x：所选择的 ADC 外设 该参数可以选取自其中之一 ： ADC1，ADC2，ADC3.
输入参数 2	new_state：DMA 传输普通通道数据的预设状态 该参数可以选取自其中之一 ： TRUE，FALSE.
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* enable dma transfer adc ordinary conversion data */
adc_dma_mode_enable(ADC1, TRUE);
```

5.2.10 函数 adc_dma_request_repeat_enable

下表描述了函数 adc_dma_request_repeat_enable

表 32. 函数 adc_dma_request_repeat_enable

项目	描述
函数名	adc_dma_request_repeat_enable
函数原型	void adc_dma_request_repeat_enable(adc_type *adc_x, confirm_state new_state)
功能描述	普通通道转换数据的 DMA 请求接续使能
输入参数 1	adc_x：所选择的 ADC 外设 该参数可以选取自其中之一 ： ADC1，ADC2，ADC3.
输入参数 2	new_state：请求接续使能的预设状态 该参数可以选取自其中之一 ： TRUE，FALSE.
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* config dma request repeat,it's not useful when common dma mode is use */
adc_dma_request_repeat_enable(ADC1, TRUE);
```

5.2.11 函数 adc_interrupt_enable

下表描述了函数 adc_interrupt_enable

表 33. 函数 adc_interrupt_enable

项目	描述
函数名	adc_interrupt_enable
函数原型	void adc_interrupt_enable(adc_type *adc_x, uint32_t adc_int, confirm_state new_state)
功能描述	被选择的 ADC 事件中断使能
输入参数 1	adc_x：所选择的 ADC 外设 该参数可以选取自其中之一 ： ADC1，ADC2，ADC3.
输入参数 2	adc_int：ADC 事件中断选择 该参数可以选取 ADC 支持的任意事件中断.
输入参数 3	new_state：ADC 事件中断的预设状态 该参数可以选取自其中之一 ： TRUE，FALSE.
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

adc_int

adc_int 用于选择需要设定状态的事件中断，其可选参数罗列如下

ADC_OCCE_INT： 普通通道转换结束中断使能

ADC_VMOR_INT： 电压监测超出范围中断使能

ADC_PCCE_INT： 抢占通道组转换结束中断使能

ADC_OCCO_INT： 普通通道转换溢出中断使能

示例

```
/* enable voltage monitoring out of range interrupt */
```

```
adc_interrupt_enable(ADC1, ADC_VMOR_INT, TRUE);
```

5.2.12 函数 adc_calibration_value_set

下表描述了函数 adc_calibration_value_set

表 34. 函数 adc_calibration_value_set

项目	描述
函数名	adc_calibration_value_set
函数原型	void adc_calibration_value_set(adc_type *adc_x, uint8_t adc_calibration_value)
功能描述	软件手动设定校准值
输入参数 1	adc_x：所选择的 ADC 外设 该参数可以选取自其中之一 ： ADC1，ADC2，ADC3.
输入参数 2	adc_calibration_value：校准值的预设值 该参数可以被设定为 0x00~0x7F 内的任意数值.
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* set calibration value */
adc_calibration_value_set(ADC1, 0x3F);
```

5.2.13 函数 adc_calibration_init

下表描述了函数 adc_calibration_init

表 35. 函数 adc_calibration_init

项目	描述
函数名	adc_calibration_init
函数原型	void adc_calibration_init(adc_type *adc_x)
功能描述	初始化校准
输入参数	adc_x：所选择的 ADC 外设 该参数可以选取自其中之一 ： ADC1，ADC2，ADC3.
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* initialize A/D calibration */
adc_calibration_init(ADC1);
```

5.2.14 函数 adc_calibration_init_status_get

下表描述了函数 adc_calibration_init_status_get

表 36. 函数 adc_calibration_init_status_get

项目	描述
函数名	adc_calibration_init_status_get
函数原型	flag_status adc_calibration_init_status_get(adc_type *adc_x)
功能描述	初始化校准状态获取
输入参数	adc_x：所选择的 ADC 外设 该参数可以选取自其中之一 ： ADC1，ADC2，ADC3.
输出参数	无
返回值	flag_status：初始化校准的状态 该返回值可为罗列的其中之一 ： SET，RESET.
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* wait initialize A/D calibration success */
while(adc_calibration_init_status_get(ADC1));
```

5.2.15 函数 adc_calibration_start

下表描述了函数 adc_calibration_start

表 37. 函数 adc_calibration_start

项目	描述
函数名	adc_calibration_start
函数原型	void adc_calibration_start(adc_type *adc_x)
功能描述	开始校准
输入参数	adc_x：所选择的 ADC 外设 该参数可以选取自其中之一 ： ADC1，ADC2，ADC3.
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* start calibration process */
adc_calibration_start(ADC1);
```

5.2.16 函数 adc_calibration_status_get

下表描述了函数 adc_calibration_status_get

表 38. 函数 adc_calibration_status_get

项目	描述
函数名	adc_calibration_status_get
函数原型	flag_status adc_calibration_status_get(adc_type *adc_x)
功能描述	校准状态获取
输入参数	adc_x：所选择的 ADC 外设 该参数可以选取自其中之一 ： ADC1，ADC2，ADC3.

项目	描述
输出参数	无
返回值	flag_status：校准的状态 该返回值可为罗列的其中之一 ： SET，RESET.
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* wait calibration success */
while(adc_calibration_status_get(ADC1));
```

5.2.17 函数 adc_voltage_monitor_enable

下表描述了函数 adc_voltage_monitor_enable

表 39. 函数 adc_voltage_monitor_enable

项目	描述
函数名	adc_voltage_monitor_enable
函数原型	void adc_voltage_monitor_enable(adc_type *adc_x, adc_voltage_monitoring_type adc_voltage_monitoring)
功能描述	普通/抢占通道的电压监测使能及单个通道的电压监测使能
输入参数 1	adc_x：所选择的 ADC 外设 该参数可以选取自其中之一 ： ADC1，ADC2，ADC3.
输入参数 2	adc_voltage_monitoring：普通/抢占通道组及单个通道选择 该参数可以选取 adc_voltage_monitoring_type 内的任意一个枚举值.
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

adc_voltage_monitoring

adc_voltage_monitoring 用于设置电压监测作用范围为普通/抢占通道组的一个或多个通道，其可选参数罗列如下

ADC_VMONITOR_SINGLE_ORDINARY： 电压监测作用于单个普通通道
ADC_VMONITOR_SINGLE_PREEMPT： 电压监测作用于单个抢占通道
ADC_VMONITOR_SINGLE_ORDINARY_PREEMPT： 电压监测作用于单个普通或抢占通道
ADC_VMONITOR_ALL_ORDINARY： 电压监测作用于所有普通通道
ADC_VMONITOR_ALL_PREEMPT： 电压监测作用于所有抢占通道
ADC_VMONITOR_ALL_ORDINARY_PREEMPT： 电压监测作用于所有普通和抢占通道
ADC_VMONITOR_NONE： 电压监测不作用于任何通道

示例

```
/* enable the voltage monitoring on all ordinary and preempt channels */
adc_voltage_monitor_enable(ADC1, ADC_VMONITOR_ALL_ORDINARY_PREEMPT);
```

5.2.18 函数 adc_voltage_monitor_threshold_value_set

下表描述了函数 adc_voltage_monitor_threshold_value_set

表 40. 函数 adc_voltage_monitor_threshold_value_set

项目	描述
函数名	adc_voltage_monitor_threshold_value_set
函数原型	void adc_voltage_monitor_threshold_value_set(adc_type *adc_x, uint16_t adc_high_threshold, uint16_t adc_low_threshold)
功能描述	电压监测高低边界设定
输入参数 1	adc_x：所选择的 ADC 外设 该参数可以选取自其中之一 ： ADC1，ADC2，ADC3.
输入参数 2	adc_high_threshold：设定电压监测的高边界值 该参数可以被设定为 0x000~0xFFFF 内的任意数值.
输入参数 3	adc_low_threshold：设定电压监测的低边界值 该参数可以被设定为 0x000~0xFFFF 内的任意不大于 adc_high_threshold 的数值.
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* set voltage monitoring's high and low thresholds value */
adc_voltage_monitor_threshold_value_set(ADC1, 0xBBB, 0xAAA);
```

5.2.19 函数 adc_voltage_monitor_single_channel_select

下表描述了函数 adc_voltage_monitor_single_channel_select

表 41. 函数 adc_voltage_monitor_single_channel_select

项目	描述
函数名	adc_voltage_monitor_single_channel_select
函数原型	void adc_voltage_monitor_single_channel_select(adc_type *adc_x, adc_channel_select_type adc_channel)
功能描述	单个通道电压监测功能下待监测通道选择
输入参数 1	adc_x：所选择的 ADC 外设 该参数可以选取自其中之一 ： ADC1，ADC2，ADC3.
输入参数 2	adc_channel：待监测通道选择 该参数详细描述见 *adc_channel*.
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

adc_channel

adc_channel 用于选择待监测通道，其可选参数罗列如下

ADC_CHANNEL_0： ADC 通道 0

ADC_CHANNEL_1： ADC 通道 1

……

ADC_CHANNEL_17： ADC 通道 17

ADC_CHANNEL_18： ADC 通道 18

示例

```
/* select the voltage monitoring's channel */
adc_voltage_monitor_single_channel_select(ADC1, ADC_CHANNEL_5);
```

5.2.20 函数 adc_ordinary_channel_set

下表描述了函数 adc_ordinary_channel_set

表 42. 函数 adc_ordinary_channel_set

项目	描述
函数名	adc_ordinary_channel_set
函数原型	void adc_ordinary_channel_set(adc_type *adc_x, adc_channel_select_type adc_channel, uint8_t adc_sequence, adc_sampletime_select_type adc_sampletime)
功能描述	普通通道设定，包括通道选择、转换序列编号及采样时间
输入参数 1	adc_x：所选择的 ADC 外设 该参数可以选取自其中之一 ： ADC1，ADC2，ADC3.
输入参数 2	adc_channel：待配置通道选择 该参数详细描述见 *adc_channel*.
输入参数 3	adc_sequence：通道转换序列设定 该参数可以被设定为 1~16 内的任意数值.
输入参数 4	adc_sampletime：通道采样时间设定 该参数详细描述见 *adc_sampletime*.
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

adc_sampletime

adc_sampletime 用于设定通道采样时间，其可选参数罗列如下

ADC_SAMPLETIME_2_5： 采样时间为 2.5 个 ADCCLK 周期
ADC_SAMPLETIME_6_5： 采样时间为 6.5 个 ADCCLK 周期
ADC_SAMPLETIME_12_5： 采样时间为 12.5 个 ADCCLK 周期
ADC_SAMPLETIME_24_5： 采样时间为 24.5 个 ADCCLK 周期
ADC_SAMPLETIME_47_5： 采样时间为 47.5 个 ADCCLK 周期
ADC_SAMPLETIME_92_5： 采样时间为 92.5 个 ADCCLK 周期
ADC_SAMPLETIME_247_5：采样时间为 247.5 个 ADCCLK 周期
ADC_SAMPLETIME_640_5：采样时间为 640.5 个 ADCCLK 周期

示例

```
/* set ordinary channel's corresponding rank in the sequencer and sample time */
adc_ordinary_channel_set(ADC1, ADC_CHANNEL_4, 1, ADC_SAMPLETIME_247_5);
adc_ordinary_channel_set(ADC1, ADC_CHANNEL_5, 2, ADC_SAMPLETIME_247_5);
```

5.2.21 函数 adc_preempt_channel_length_set

下表描述了函数 adc_preempt_channel_length_set

表 43. 函数 adc_preempt_channel_length_set

项目	描述
函数名	adc_preempt_channel_length_set
函数原型	void adc_preempt_channel_length_set(adc_type *adc_x, uint8_t adc_channel_lenght)
功能描述	抢占转换序列长度设定
输入参数 1	adc_x：所选择的 ADC 外设 该参数可以选取自其中之一 ： ADC1，ADC2，ADC3.
输入参数 2	adc_channel_lenght：抢占转换序列长度设定 该参数可以被设定为 0x1~0x4 内的任意数值.
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* set preempt channel lenghth */
adc_preempt_channel_length_set(ADC1, 3);
```

5.2.22 函数 adc_preempt_channel_set

下表描述了函数 adc_preempt_channel_set

表 44. 函数 adc_preempt_channel_set

项目	描述
函数名	adc_preempt_channel_set
函数原型	void adc_preempt_channel_set(adc_type *adc_x, adc_channel_select_type adc_channel, uint8_t adc_sequence, adc_sampletime_select_type adc_sampletime)
功能描述	抢占通道设定，包括通道选择、转换序列编号及采样时间
输入参数 1	adc_x：所选择的 ADC 外设 该参数可以选取自其中之一 ： ADC1，ADC2，ADC3.
输入参数 2	adc_channel：待配置通道选择 该参数详细描述见 *adc_channel*.
输入参数 3	adc_sequence：通道转换序列设定 该参数可以被设定为 1~4 内的任意数值.
输入参数 4	adc_sampletime：通道采样时间设定 该参数详细描述见 *adc_sampletime*.
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* set ordinary channel's corresponding rank in the sequencer and sample time */
adc_preempt_channel_set(ADC1, ADC_CHANNEL_7, 1, ADC_SAMPLETIME_247_5);
adc_preempt_channel_set(ADC1, ADC_CHANNEL_8, 2, ADC_SAMPLETIME_247_5);
```

5.2.23 函数 adc_ordinary_conversion_trigger_set

下表描述了函数 adc_ordinary_conversion_trigger_set

表 45. 函数 adc_ordinary_conversion_trigger_set

项目	描述
函数名	adc_ordinary_conversion_trigger_set
函数原型	void adc_ordinary_conversion_trigger_set(adc_type *adc_x, adc_ordinary_trig_select_type adc_ordinary_trig, adc_ordinary_trig_edge_type adc_ordinary_trig_edge)
功能描述	普通通道组转换的触发模式选择及触发事件选择
输入参数 1	adc_x：所选择的 ADC 外设 该参数可以选取自其中之一 ： ADC1，ADC2，ADC3.
输入参数 2	adc_ordinary_trig：普通通道组触发事件选择 该参数可以选取 adc_ordinary_trig_select_type 内的任意一个枚举值.
输入参数 3	adc_ordinary_trig_edge：普通通道组的外部触发边沿的预设状态 该参数可以选取 adc_ordinary_trig_edge_type 内的任意一个枚举值.
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

adc_ordinary_trig

adc_ordinary_trig 用于选择普通通道组转换的触发事件，其可选参数罗列如下

ADC_ORDINARY_TRIG_TMR1CH1： TMR1 的 CH1 事件
ADC_ORDINARY_TRIG_TMR1CH2： TMR1 的 CH2 事件
ADC_ORDINARY_TRIG_TMR1CH3： TMR1 的 CH3 事件
ADC_ORDINARY_TRIG_TMR2CH2： TMR2 的 CH2 事件
ADC_ORDINARY_TRIG_TMR2CH3： TMR2 的 CH3 事件
ADC_ORDINARY_TRIG_TMR2CH4： TMR2 的 CH4 事件
ADC_ORDINARY_TRIG_TMR2TRGOUT： TMR2 的 TRGOUT 事件
ADC_ORDINARY_TRIG_TMR3CH1： TMR3 的 CH1 事件
ADC_ORDINARY_TRIG_TMR3TRGOUT： TMR3 的 TRGOUT 事件
ADC_ORDINARY_TRIG_TMR4CH4： TMR4 的 CH4 事件
ADC_ORDINARY_TRIG_TMR5CH1： TMR5 的 CH1 事件
ADC_ORDINARY_TRIG_TMR5CH2： TMR5 的 CH2 事件
ADC_ORDINARY_TRIG_TMR5CH3： TMR5 的 CH3 事件
ADC_ORDINARY_TRIG_TMR8CH1： TMR8 的 CH1 事件
ADC_ORDINARY_TRIG_TMR8TRGOUT： TMR8 的 TRGOUT 事件
ADC_ORDINARY_TRIG_EXINT11： EXINT 线 11 事件
ADC_ORDINARY_TRIG_TMR20TRGOUT： TMR20 的 TRGOUT 事件
ADC_ORDINARY_TRIG_TMR20TRGOUT2： TMR20 的 TRGOUT2 事件
ADC_ORDINARY_TRIG_TMR20CH1： TMR20 的 CH1 事件
ADC_ORDINARY_TRIG_TMR20CH2： TMR20 的 CH2 事件
ADC_ORDINARY_TRIG_TMR20CH3： TMR20 的 CH3 事件
ADC_ORDINARY_TRIG_TMR8TRGOUT2： TMR8 的 TRGOUT2 事件
ADC_ORDINARY_TRIG_TMR1TRGOUT2： TMR1 的 TRGOUT2 事件

ADC_ORDINARY_TRIG_TMR4TRGOUT： TMR4 的 TRGOUT 事件
ADC_ORDINARY_TRIG_TMR6TRGOUT： TMR6 的 TRGOUT 事件
ADC_ORDINARY_TRIG_TMR3CH4： TMR3 的 CH4 事件
ADC_ORDINARY_TRIG_TMR4CH1： TMR4 的 CH1 事件
ADC_ORDINARY_TRIG_TMR1TRGOUT： TMR1 的 TRGOUT 事件
ADC_ORDINARY_TRIG_TMR2CH1： TMR2 的 CH1 事件
ADC_ORDINARY_TRIG_TMR7TRGOUT： TMR7 的 TRGOUT 事件

adc_ordinary_trig_edge

ADC_ORDINARY_TRIG_EDGE_NONE： 禁止边沿触发
ADC_ORDINARY_TRIG_EDGE_RISING： 上升沿触发
ADC_ORDINARY_TRIG_EDGE_FALLING： 下降沿触发
ADC_ORDINARY_TRIG_EDGE_RISING_FALLING： 任意边沿触发

示例

```
/* config ordinary trigger source and trigger edge */
adc_ordinary_conversion_trigger_set(ADC1, ADC_ORDINARY_TRIG_TMR1CH1,
ADC_ORDINARY_TRIG_EDGE_NONE);
```

5.2.24 函数 adc_preempt_conversion_trigger_set

下表描述了函数 adc_preempt_conversion_trigger_set

表 46. 函数 adc_preempt_conversion_trigger_set

项目	描述
函数名	adc_preempt_conversion_trigger_set
函数原型	void adc_preempt_conversion_trigger_set(adc_type *adc_x, adc_preempt_trig_select_type adc_preempt_trig, adc_preempt_trig_edge_type adc_preempt_trig_edge)
功能描述	抢占通道组转换的触发模式选择及触发事件选择
输入参数 1	adc_x：所选择的 ADC 外设 该参数可以选取自其中之一 ： ADC1，ADC2，ADC3.
输入参数 2	adc_preempt_trig：抢占通道组触发事件选择 该参数可以选取 adc_preempt_trig_select_type 内的任意一个枚举值.
输入参数 3	adc_preempt_trig_edge：普通通道组的外部触发边沿的预设状态 该参数可以选取 adc_preempt_trig_edge_type 内的任意一个枚举值.
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

adc_preempt_trig

adc_preempt_trig 用于选择抢占通道组转换的触发事件，其可选参数罗列如下

ADC_PREEMPT_TRIG_TMR1CH4： TMR1 的 CH4 事件
ADC_PREEMPT_TRIG_TMR1TRGOUT： TMR1 的 TRGOUT 事件
ADC_PREEMPT_TRIG_TMR2CH1： TMR2 的 CH1 事件
ADC_PREEMPT_TRIG_TMR2TRGOUT： TMR2 的 TRGOUT 事件
ADC_PREEMPT_TRIG_TMR3CH2： TMR3 的 CH2 事件
ADC_PREEMPT_TRIG_TMR3CH4： TMR3 的 CH4 事件

ADC_PREEMPT_TRIG_TMR4CH1： TMR4 的 CH1 事件
ADC_PREEMPT_TRIG_TMR4CH2： TMR4 的 CH2 事件
ADC_PREEMPT_TRIG_TMR4CH3： TMR4 的 CH3 事件
ADC_PREEMPT_TRIG_TMR4TRGOUT TMR4 的 TRGOUT 事件
ADC_PREEMPT_TRIG_TMR5CH4： TMR5 的 CH4 事件
ADC_PREEMPT_TRIG_TMR5TRGOUT： TMR5 的 TRGOUT 事件
ADC_PREEMPT_TRIG_TMR8CH2： TMR8 的 CH2 事件
ADC_PREEMPT_TRIG_TMR8CH3： TMR8 的 CH3 事件
ADC_PREEMPT_TRIG_TMR8CH4： TMR8 的 CH4 事件
ADC_PREEMPT_TRIG_EXINT15： EXINT 线 15 事件
ADC_PREEMPT_TRIG_TMR20TRGOUT： TMR20 的 TRGOUT 事件
ADC_PREEMPT_TRIG_TMR20TRGOUT2： TMR20 的 TRGOUT2 事件
ADC_PREEMPT_TRIG_TMR20CH4： TMR20 的 CH4 事件
ADC_PREEMPT_TRIG_TMR1TRGOUT2： TMR1 的 TRGOUT2 事件
ADC_PREEMPT_TRIG_TMR8TRGOUT： TMR8 的 TRGOUT 事件
ADC_PREEMPT_TRIG_TMR8TRGOUT2： TMR8 的 TRGOUT2 事件
ADC_PREEMPT_TRIG_TMR3CH3： TMR3 的 CH3 事件
ADC_PREEMPT_TRIG_TMR3TRGOUT： TMR3 的 TRGOUT 事件
ADC_PREEMPT_TRIG_TMR3CH1： TMR3 的 CH1 事件
ADC_PREEMPT_TRIG_TMR6TRGOUT： TMR6 的 TRGOUT 事件
ADC_PREEMPT_TRIG_TMR4CH4： TMR4 的 CH4 事件
ADC_PREEMPT_TRIG_TMR1CH3： TMR1 的 CH3 事件
ADC_PREEMPT_TRIG_TMR20CH2： TMR20 的 CH2 事件
ADC_PREEMPT_TRIG_TMR7TRGOUT： TMR7 的 TRGOUT 事件

adc_preempt_trig_edge

ADC_PREEMPT_TRIG_EDGE_NONE： 禁止边沿触发
ADC_PREEMPT_TRIG_EDGE_RISING： 上升沿触发
ADC_PREEMPT_TRIG_EDGE_FALLING： 下降沿触发
ADC_PREEMPT_TRIG_EDGE_RISING_FALLING： 任意边沿触发

示例

```
/* config preempt trigger source and trigger edge */
adc_preempt_conversion_trigger_set(ADC1, ADC_PREEMPT_TRIG_TMR1CH4,
ADC_PREEMPT_TRIG_EDGE_NONE);
```

5.2.25 函数 adc_preempt_offset_value_set

下表描述了函数 adc_preempt_offset_value_set

表 47. 函数 adc_preempt_offset_value_set

项目	描述
函数名	adc_preempt_offset_value_set
函数原型	void adc_preempt_offset_value_set(adc_type *adc_x, adc_preempt_channel_type adc_preempt_channel, uint16_t adc_offset_value)
功能描述	抢占通道转换数据偏移量设定
输入参数 1	adc_x：所选择的 ADC 外设 该参数可以选取自其中之一 ： ADC1，ADC2，ADC3.

项目	描述
输入参数 2	adc_preempt_channel：选择需要设定偏移量的通道 该参数详细描述见 *adc_preempt_channel*.
输入参数 3	adc_offset_value：设定通道偏移量值 该参数可以被设定为 0x000~0xFFF 内的任意数值.
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

adc_preempt_channel

adc_preempt_channel 用于选择需要设定偏移量的通道，其可选参数罗列如下

ADC_PREEMPT_CHANNEL_1： 抢占通道 1

ADC_PREEMPT_CHANNEL_2： 抢占通道 2

ADC_PREEMPT_CHANNEL_3： 抢占通道 3

ADC_PREEMPT_CHANNEL_4： 抢占通道 4

示例

```
/* set preempt channel's conversion value offset */
adc_preempt_offset_value_set(ADC1, ADC_PREEMPT_CHANNEL_1, 0x111);
adc_preempt_offset_value_set(ADC1, ADC_PREEMPT_CHANNEL_2, 0x222);
adc_preempt_offset_value_set(ADC1, ADC_PREEMPT_CHANNEL_3, 0x333);
```

5.2.26 函数 adc_ordinary_part_count_set

下表描述了函数 adc_ordinary_part_count_set

表 48. 函数 adc_ordinary_part_count_set

项目	描述
函数名	adc_ordinary_part_count_set
函数原型	void adc_ordinary_part_count_set(adc_type *adc_x, uint8_t adc_channel_count)
功能描述	分割模式下每次触发转换的普通通道个数设定
输入参数 1	adc_x：所选择的 ADC 外设 该参数可以选取自其中之一 ： ADC1，ADC2，ADC3.
输入参数 2	adc_channel_count：分割模式下普通通道子组别个数设定 该参数可以被设定为 0x1~0x8 内的任意数值.
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* set partitioned mode channel count */
adc_ordinary_part_count_set(ADC1, 2);
```

注意：分割模式下，只有普通通道组的子组别个数可设定，抢占通道组的子组别个数固定为 1。

5.2.27 函数 adc_ordinary_part_mode_enable

下表描述了函数 adc_ordinary_part_mode_enable

表 49. 函数 adc_ordinary_part_mode_enable

项目	描述
函数名	adc_ordinary_part_mode_enable
函数原型	void adc_ordinary_part_mode_enable(adc_type *adc_x, confirm_state new_state)
功能描述	普通通道上的分割模式使能
输入参数 1	adc_x：所选择的 ADC 外设 该参数可以选取自其中之一 ： ADC1，ADC2，ADC3.
输入参数 2	new_state：普通通道分割模式的预设状态 该参数可以选取自其中之一 ： TRUE，FALSE.
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* enable the partitioned mode on ordinary channel */
adc_ordinary_part_mode_enable(ADC1, TRUE);
```

5.2.28 函数 adc_preempt_part_mode_enable

下表描述了函数 adc_preempt_part_mode_enable

表 50. 函数 adc_preempt _part_mode_enable

项目	描述
函数名	adc_preempt_part_mode_enable
函数原型	void adc_preempt_part_mode_enable(adc_type *adc_x, confirm_state new_state)
功能描述	抢占通道上的分割模式使能
输入参数 1	adc_x：所选择的 ADC 外设 该参数可以选取自其中之一 ： ADC1，ADC2，ADC3.
输入参数 2	new_state：普通通道分割模式的预设状态 该参数可以选取自其中之一 ： TRUE，FALSE.
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* enable the partitioned mode on preempt channel */
adc_preempt_part_mode_enable(ADC1, TRUE);
```

5.2.29 函数 adc_preempt_auto_mode_enable

下表描述了函数 adc_preempt_auto_mode_enable

表 51. 函数 adc_preempt _auto_mode_enable

项目	描述
函数名	adc_preempt_auto_mode_enable
函数原型	void adc_preempt_auto_mode_enable(adc_type *adc_x,

项目	描述
	confirm_state,new_state)
功能描述	普通通道组转换结束后的抢占组自动转换使能
输入参数 1	adc_x：所选择的 ADC 外设 该参数可以选取自其中之一 ： ADC1，ADC2，ADC3.
输入参数 2	new_state：抢占组自动转换的预设状态 该参数可以选取自其中之一 ： TRUE，FALSE.
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* enable automatic preempt group conversion */
adc_preempt_auto_mode_enable(ADC1, TRUE);
```

5.2.30 函数 adc_conversion_stop

下表描述了函数 adc_conversion_stop

表 52. 函数 adc_conversion_stop

项目	描述
函数名	adc_conversion_stop
函数原型	void adc_conversion_stop(adc_type *adc_x)
功能描述	中止当前正在执行的转换
输入参数	adc_x：所选择的 ADC 外设 该参数可以选取自其中之一 ： ADC1，ADC2，ADC3.
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* stop the ongoing conversion */
adc_conversion_stop(ADC1);
```

5.2.31 函数 adc_conversion_stop_status_get

下表描述了函数 adc_conversion_stop_status_get

表 53. 函数 adc_conversion_stop_status_get

项目	描述
函数名	adc_conversion_stop_status_get
函数原型	flag_status adc_conversion_stop_status_get(adc_type *adc_x)
功能描述	获取中止转换命令的执行状态
输入参数	adc_x：所选择的 ADC 外设 该参数可以选取自其中之一 ： ADC1，ADC2，ADC3.
输出参数	无

项目	描述
返回值	flag_status：中止转换命令执行的状态 该返回值可为罗列的其中之一 ： SET，RESET.
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* wait stop conversion's */
while(adc_conversion_stop_status_get(ADC1));
```

5.2.32 函数 adc_occe_each_conversion_enable

下表描述了函数 adc_occe_each_conversion_enable

表 54. 函数 adc_occe_each_conversion_enable

项目	描述
函数名	adc_occe_each_conversion_enable
函数原型	void adc_occe_each_conversion_enable(adc_type *adc_x, confirm_state new_state)
功能描述	每个普通通道转换置位 OCCE 标志使能
输入参数 1	adc_x：所选择的 ADC 外设 该参数可以选取自其中之一 ： ADC1，ADC2，ADC3.
输入参数 2	new_state：每个普通通道转换置位 OCCE 标志的预设状态 该参数可以选取自其中之一 ： TRUE，FALSE.
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* each ordinary channel conversion set occe flag */
adc_occe_each_conversion_enable(ADC1, TRUE);
```

5.2.33 函数 adc_ordinary_software_trigger_enable

下表描述了函数 adc_ordinary_software_trigger_enable

表 55. 函数 adc_ordinary_software_trigger_enable

项目	描述
函数名	adc_ordinary_software_trigger_enable
函数原型	void adc_ordinary_software_trigger_enable(adc_type *adc_x, confirm_state new_state)
功能描述	软件触发普通通道转换
输入参数 1	adc_x：所选择的 ADC 外设 该参数可以选取自其中之一 ： ADC1，ADC2，ADC3.
输入参数 2	new_state：软件触发普通通道转换的预设状态 该参数可以选取自其中之一 ： TRUE，FALSE.
输出参数	无

项目	描述
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* enable ordinary software start conversion */
adc_ordinary_software_trigger_enable(ADC1, TRUE);
```

5.2.34 函数 adc_ordinary_software_trigger_status_get

下表描述了函数 adc_ordinary_software_trigger_status_get

表 56. 函数 adc_ordinary_software_trigger_status_get

项目	描述
函数名	adc_ordinary_software_trigger_status_get
函数原型	flag_status adc_ordinary_software_trigger_status_get(adc_type *adc_x)
功能描述	获取软件触发的普通通道转换状态
输入参数	adc_x：所选择的 ADC 外设 该参数可以选取自其中之一 ： ADC1，ADC2，ADC3.
输出参数	无
返回值	flag_status：普通通道软件触发转换的状态 该返回值可为罗列的其中之一 ： SET，RESET.
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* wait ordinary software start conversion */
while(adc_ordinary_software_trigger_status_get(ADC1));
```

5.2.35 函数 adc_preempt_software_trigger_enable

下表描述了函数 adc_preempt_software_trigger_enable

表 57. 函数 adc_preempt_software_trigger_enable

项目	描述
函数名	adc_preempt_software_trigger_enable
函数原型	void adc_preempt_software_trigger_enable(adc_type *adc_x, confirm_state new_state)
功能描述	软件触发抢占通道转换
输入参数 1	adc_x：所选择的 ADC 外设 该参数可以选取自其中之一 ： ADC1，ADC2，ADC3.
输入参数 2	new_state：软件触发抢占通道转换的预设状态 该参数可以选取自其中之一 ： TRUE，FALSE.
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* enable preempt software start conversion */
adc_preempt_software_trigger_enable(ADC1, TRUE);
```

5.2.36 函数 adc_preempt_software_trigger_status_get

下表描述了函数 adc_preempt_software_trigger_status_get

表 58. 函数 adc_preempt_software_trigger_status_get

项目	描述
函数名	adc_preempt_software_trigger_status_get
函数原型	flag_status adc_preempt_software_trigger_status_get(adc_type *adc_x)
功能描述	获取软件触发的抢占通道转换状态
输入参数	adc_x：所选择的 ADC 外设 该参数可以选取自其中之一 ： ADC1，ADC2，ADC3.
输出参数	无
返回值	flag_status：抢占通道软件触发转换的状态 该返回值可为罗列的其中之一 ： SET，RESET.
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* wait preempt software start conversion */
while(adc_preempt_software_trigger_status_get(ADC1));
```

5.2.37 函数 adc_ordinary_conversion_data_get

下表描述了函数 adc_ordinary_conversion_data_get

表 59. 函数 adc_ordinary_conversion_data_get

项目	描述
函数名	adc_ordinary_conversion_data_get
函数原型	uint16_t adc_ordinary_conversion_data_get(adc_type *adc_x)
功能描述	获取非主从模式下普通通道转换数据
输入参数	adc_x：所选择的 ADC 外设 该参数可以选取自其中之一 ： ADC1，ADC2，ADC3.
输出参数	无
返回值	16 位的普通通道转换数据.
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
uint16_t adc1_ordinary_index = 0;
adc1_ordinary_index = adc_ordinary_conversion_data_get(ADC1);
```

5.2.38 函数 adc_combine_ordinary_conversion_data_get

下表描述了函数 adc_combine_ordinary_conversion_data_get

表 60. 函数 adc_combine_ordinary_conversion_data_get

项目	描述
函数名	adc_combine_ordinary_conversion_data_get
函数原型	uint32_t adc_combine_ordinary_conversion_data_get(void)
功能描述	获取主从组合模式下普通通道转换数据
输入参数	无
输出参数	无
返回值	32 位的普通通道转换数据.
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
uint32_t common_ordinary_index = 0;
common_ordinary_index = adc_combine_ordinary_conversion_data_get();
```

5.2.39 函数 adc_preempt_conversion_data_get

下表描述了函数 adc_preempt_conversion_data_get

表 61. 函数 adc_preempt_conversion_data_get

项目	描述
函数名	adc_preempt_conversion_data_get
函数原型	uint16_t adc_preempt_conversion_data_get(adc_type *adc_x, adc_preempt_channel_type adc_preempt_channel)
功能描述	获取抢占通道转换数据
输入参数 1	adc_x：所选择的 ADC 外设 该参数可以选取自其中之一 ： ADC1，ADC2，ADC3.
输入参数 2	adc_preempt_channel：抢占通道选择 该参数详细描述见 *adc_preempt_channel*.
输出参数	无
返回值	16 位的抢占通道转换数据.
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
uint16_t adc1_preempt_valuetab[3] = {0};
adc1_preempt_valuetab[0] = adc_preempt_conversion_data_get(ADC1, ADC_PREEMPT_CHANNEL_1);
adc1_preempt_valuetab[1] = adc_preempt_conversion_data_get(ADC1, ADC_PREEMPT_CHANNEL_2);
adc1_preempt_valuetab[2] = adc_preempt_conversion_data_get(ADC1, ADC_PREEMPT_CHANNEL_3);
```

5.2.40 函数 adc_flag_get

下表描述了函数 adc_flag_get

表 62. 函数 adc_flag_get

项目	描述
函数名	adc_flag_get
函数原型	flag_status adc_flag_get(adc_type *adc_x, uint8_t adc_flag)

项目	描述
功能描述	获取标志位状态
输入参数 1	adc_x：所选择的 ADC 外设 该参数可以选取自其中之一 ： ADC1，ADC2，ADC3.
输入参数 2	adc_flag：需要获取状态的标志选择 该参数详细描述见 *adc_flag*
输出参数	无
返回值	flag_status：标志位的状态 该返回值可为罗列的其中之一 ： SET，RESET.
先决条件	无
被调用函数	无

adc_flag

adc_flag 用于选择需要获取状态的标志，其可选参数罗列如下

ADC_VMOR_FLAG： 电压监测超出范围标志

ADC_OCCE_FLAG： 普通通道转换结束标志

ADC_PCCE_FLAG： 抢占通道组转换结束标志

ADC_PCCS_FLAG： 抢占通道转换开始标志

ADC_OCCS_FLAG： 普通通道转换开始标志

ADC_OCCO_FLAG： 普通通道转换溢出标志

ADC_RDY_FLAG： ADC 准备就绪标志

示例

```
/* check if wakeup preempted channelsconversion end flag is set */
if(adc_flag_get(ADC1, ADC_PCCE_FLAG) != RESET)
```

5.2.41 函数 adc_interrupt_flag_get

下表描述了函数 adc_interrupt_flag_get

表 63. 函数 adc_interrupt_flag_get

项目	描述
函数名	adc_interrupt_flag_get
函数原型	flag_status adc_interrupt_flag_get(adc_type *adc_x, uint8_t adc_flag)
功能描述	获取中断标志位状态
输入参数 1	adc_x：所选择的 ADC 外设 该参数可以选取自其中之一 ： ADC1，ADC2，ADC3.
输入参数 2	adc_flag：需要获取状态的标志选择 该参数详细描述见 *adc_flag*
输出参数	无
返回值	flag_status：标志位的状态 该返回值可为罗列的其中之一 ： SET，RESET.
先决条件	无
被调用函数	无

adc_flag

adc_flag 用于选择需要获取状态的标志，其可选参数罗列如下

ADC_VMOR_FLAG： 电压监测超出范围标志

ADC_OCCE_FLAG： 普通通道转换结束标志

ADC_PCCE_FLAG： 抢占通道组转换结束标志
ADC_PCCS_FLAG： 抢占通道转换开始标志

示例

```
/* check if wakeup preempted channelsconversion end flag is set */
if(adc_interrupt_flag_get(ADC1, ADC_PCCE_FLAG) != RESET)
```

5.2.42 函数 adc_flag_clear

下表描述了函数 adc_flag_clear

表 64. 函数 adc_flag_clear

项目	描述
函数名	adc_flag_clear
函数原型	void adc_flag_clear(adc_type *adc_x, uint32_t adc_flag)
功能描述	清除已置位的标志位
输入参数 1	adc_x：所选择的 ADC 外设 该参数可以选取自其中之一 ： ADC1，ADC2，ADC3.
输入参数 2	adc_flag：待清除的标志选择 该参数详细描述见 *adc_flag*
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* preempted channelsconversion end flag clear */
adc_flag_clear(ADC1, ADC_PCCE_FLAG);
```

5.2.43 函数 adc_ordinary_oversample_enable

下表描述了函数 adc_ordinary_oversample_enable

表 65. 函数 adc_ordinary_oversample_enable

项目	描述
函数名	adc_ordinary_oversample_enable
函数原型	void adc_ordinary_oversample_enable(adc_type *adc_x, confirm_state new_state)
功能描述	普通过采样使能
输入参数 1	adc_x：所选择的 ADC 外设 该参数可以选取自其中之一 ： ADC1，ADC2，ADC3.
输入参数 2	new_state：普通过采样使能的预设状态 该参数可以选取自其中之一 ： TRUE，FALSE.
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* enable ordinary oversampling */
adc_ordinary_oversample_enable(ADC1, TRUE);
```

5.2.44 函数 adc_preempt_oversample_enable

下表描述了函数 adc_preempt_oversample_enable

表 66. 函数 adc_preempt_oversample_enable

项目	描述
函数名	adc_preempt_oversample_enable
函数原型	void adc_preempt_oversample_enable(adc_type *adc_x, confirm_state new_state)
功能描述	抢占过采样使能
输入参数 1	adc_x：所选择的 ADC 外设 该参数可以选取自其中之一 ： ADC1，ADC2，ADC3.
输入参数 2	new_state：抢占过采样使能的预设状态 该参数可以选取自其中之一 ： TRUE，FALSE.
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* enable preempt oversampling */
adc_preempt_oversample_enable(ADC1, TRUE);
```

5.2.45 函数 adc_oversample_ratio_shift_set

下表描述了函数 adc_oversample_ratio_shift_set

表 67. 函数 adc_oversample_ratio_shift_set

项目	描述
函数名	adc_oversample_ratio_shift_set
函数原型	void adc_oversample_ratio_shift_set(adc_type *adc_x, adc_oversample_ratio_type adc_oversample_ratio, adc_oversample_shift_type adc_oversample_shift)
功能描述	过采样率及过采样移位设定
输入参数 1	adc_x：所选择的 ADC 外设 该参数可以选取自其中之一 ： ADC1，ADC2，ADC3.
输入参数 2	adc_oversample_ratio：过采样率的预设值 该参数可以选取 adc_oversample_ratio_type 内的任意一个枚举值.
输入参数 3	adc_oversample_shift：过采样移位的预设值 该参数可以选取 adc_oversample_shift_type 内的任意一个枚举值.
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

adc_oversample_ratio

adc_oversample_ratio 用于选择 ADC 的过采样率，其可选参数罗列如下

ADC_OVERSAMPLE_RATIO_2： 2 倍过采样
ADC_OVERSAMPLE_RATIO_4： 4 倍过采样
ADC_OVERSAMPLE_RATIO_8： 5 倍过采样
ADC_OVERSAMPLE_RATIO_16： 16 倍过采样
ADC_OVERSAMPLE_RATIO_32： 32 倍过采样
ADC_OVERSAMPLE_RATIO_64： 64 倍过采样
ADC_OVERSAMPLE_RATIO_128： 128 倍过采样
ADC_OVERSAMPLE_RATIO_256： 256 倍过采样

adc_oversample_shift

adc_oversample_shift 用于选择 ADC 的过采样移位，其可选参数罗列如下

ADC_OVERSAMPLE_SHIFT_0： 不移位
ADC_OVERSAMPLE_SHIFT_1： 移 1 位
ADC_OVERSAMPLE_SHIFT_2： 移 2 位
ADC_OVERSAMPLE_SHIFT_3： 移 3 位
ADC_OVERSAMPLE_SHIFT_4： 移 4 位
ADC_OVERSAMPLE_SHIFT_5： 移 5 位
ADC_OVERSAMPLE_SHIFT_6： 移 6 位
ADC_OVERSAMPLE_SHIFT_7： 移 7 位
ADC_OVERSAMPLE_SHIFT_8： 移 8 位

示例

```
/* set oversampling ratio and shift */
adc_oversample_ratio_shift_set(ADC1, ADC_OVERSAMPLE_RATIO_8, ADC_OVERSAMPLE_SHIFT_3);
```

5.2.46 函数 adc_ordinary_oversample_trig_enable

下表描述了函数 adc_ordinary_oversample_trig_enable

表 68. 函数 adc_ordinary_oversample_trig_enable

项目	描述
函数名	adc_ordinary_oversample_trig_enable
函数原型	void adc_ordinary_oversample_trig_enable(adc_type *adc_x, confirm_state new_state)
功能描述	普通过采样触发模式使能
输入参数 1	adc_x：所选择的 ADC 外设 该参数可以选取自其中之一 ： ADC1，ADC2，ADC3.
输入参数 2	new_state：普通过采样触发模式使能的预设状态 该参数可以选取自其中之一 ： TRUE，FALSE.
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* disable ordinary oversampling trigger mode */
adc_ordinary_oversample_trig_enable(ADC1, FALSE);
```

5.2.47 函数 adc_ordinary_oversample_restart_set

下表描述了函数 adc_ordinary_oversample_restart_set

表 69. 函数 adc_ordinary_oversample_restart_set

项目	描述
函数名	adc_ordinary_oversample_restart_set
函数原型	void adc_ordinary_oversample_restart_set(adc_type *adc_x, adc_ordinary_oversample_restart_type adc_ordinary_oversample_restart)
功能描述	普通过采样重转模式选择
输入参数 1	adc_x：所选择的 ADC 外设 该参数可以选取自其中之一 ： ADC1，ADC2，ADC3.
输入参数 2	adc_ordinary_oversample_restart：普通过采样重转模式的预设状态 该参数可以选取 adc_ordinary_oversample_restart_type 内的任意一个枚举值.
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

adc_ordinary_oversample_restart

adc_ordinary_oversample_restart 用于选择 ADC 的普通过采样重转模式，其可选参数罗列如下

ADC_OVERSAMPLE_CONTINUE： 接续模式（普通过采样缓冲区会被保留）

ADC_OVERSAMPLE_RESTART： 重转模式（普通过采样缓冲区会被清零，即当前通道之前的采样次数被清零）

示例

```
/* set ordinary oversample restart mode */
adc_ordinary_oversample_restart_set(ADC1, ADC_OVERSAMPLE_CONTINUE);
```

5.3 控制器局域网模块（CAN）

CAN 寄存器结构 can_type，定义于文件“at32f435_437_can.h”如下：

```
/**
  * @brief type define can register all
  */
typedef struct
{
  ...
} can_type;
```

下表给出了 CAN 寄存器总览：

表 70. CAN 寄存器总览

寄存器	描述
mctrl	CAN 主控制寄存器
msts	CAN 主状态寄存器
tsts	CAN 发送状态寄存器

寄存器	描述
rf0	CAN 接收 FIFO 0 寄存器
fr1	CAN 接收 FIFO 1 寄存器
inten	CAN 中断使能寄存器
ests	CAN 错误状态寄存器
btmg	CAN 位时序寄存器
tmi0	发送邮箱 0 标识符寄存器
tmc0	发送邮箱 0 数据长度和时间戳寄存器
tmdtl0	发送邮箱 0 低字节数据寄存器
tmdth0	发送邮箱 0 高字节数据寄存器
tmi1	发送邮箱 1 标识符寄存器
tmc1	发送邮箱 1 数据长度和时间戳寄存器
tmdtl1	发送邮箱 1 低字节数据寄存器
tmdth1	发送邮箱 1 高字节数据寄存器
tmi2	发送邮箱 2 标识符寄存器
tmc2	发送邮箱 2 数据长度和时间戳寄存器
tmdtl2	发送邮箱 2 低字节数据寄存器
tmdth2	发送邮箱 2 高字节数据寄存器
rfi0	接收 FIFO0 邮箱标识符寄存器
rfc0	接收 FIFO0 邮箱数据长度和时间戳寄存器
rfdtl0	接收 FIFO0 邮箱低字节数据寄存器
rfdth0	接收 FIFO0 邮箱高字节数据寄存器
rfi1	接收 FIFO1 邮箱标识符寄存器
rfc1	接收 FIFO1 邮箱数据长度和时间戳寄存器
rfdtl1	接收 FIFO1 邮箱低字节数据寄存器
rfdth1	接收 FIFO1 邮箱高字节数据寄存器
fctrl	CAN 过滤器控制寄存器
fmcfg	CAN 过滤器模式配置寄存器
fscfg	CAN 过滤器位宽配置寄存器
frf	CAN 过滤器 FIFO 关联寄存器
facfg	CAN 过滤器激活控制寄存器
fb0f1	CAN 过滤器组 0 的过滤位寄存器 1
fb0f2	CAN 过滤器组 0 的过滤位寄存器 2
fb1f1	CAN 过滤器组 1 的过滤位寄存器 1
fb1f2	CAN 过滤器组 1 的过滤位寄存器 2
…	…
Fb27f1	CAN 过滤器组 27 的过滤位寄存器 1
Fb27f2	CAN 过滤器组 27 的过滤位寄存器 2

下表给出了 CAN 库函数总览：

表 71. CAN 库函数总览

函数名	描述
can_reset	将 CAN 所有寄存器值恢复到复位值
can_baudrate_default_para_init	给 CAN 波特率初始化结构体赋初值

can_baudrate_set	设置 CAN 波特率
can_default_para_init	给 CAN 初始化结构体赋初值
can_base_init	将 can_base_struct 中指定的参数初始化到 CAN 的相关寄存器
can_filter_default_para_init	给 CAN 过滤器初始化结构体赋初值
can_filter_init	将 can_filter_init_struct 中指定的参数初始化到 CAN 的相关寄存器
can_debug_transmission_prohibit	选择调试时禁止/不禁止收发报文
can_ttc_mode_enable	时间触发模式使能
can_message_transmit	发送一帧报文
can_transmit_status_get	获取发送状态
can_transmit_cancel	取消发送
can_message_receive	接收一帧报文
can_receive_fifo_release	释放接收 FIFO
can_receive_message_pending_get	获取 FIFO 中待读取的报文数目
can_operating_mode_set	CAN 工作模式设置
can_doze_mode_enter	进入睡眠模式
can_doze_mode_exit	退出睡眠模式
can_error_type_record_get	读取 CAN 错误类型
can_receive_error_counter_get	读取 CAN 接收错误计数
can_transmit_error_counter_get	读取 CAN 发送错误计数
can_interrupt_enable	使能选定的 CAN 中断
can_flag_get	读取选定的 CAN 标志
can_interrupt _flag_get	读取选定的 CAN 中断标志
can_flag_clear	清除选定的 CAN 标志

5.3.1 函数 can_reset

下表描述了函数 can_reset

表 72. 函数 can_reset

项目	描述
函数名	can_reset
函数原型	void can_reset(can_type* can_x);
功能描述	将 can 寄存器值复位到默认值
输入参数 1	can_x：所选择的 CAN 外设 该参数可以选取自其中之一：CAN1，CAN2.
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	crm_periph_reset();

示例

```
can_reset(CAN1);
```

5.3.2 函数 can_baudrate_default_para_init

下表描述了函数 can_baudrate_default_para_init

表 73. 函数 can_baudrate_default_para_init

项目	描述
函数名	can_baudrate_default_para_init
函数原型	void can_baudrate_default_para_init(can_baudrate_type* can_baudrate_struct);
功能描述	给 CAN 波特率初始化结构体赋初值
输入参数 1	can_baudrate_struct：指向 *can_baudrate_type* 类型的指针
输出参数	无
返回值	无
先决条件	需要先定义一个 can_baudrate_type 类型的变量
被调用函数	无

示例

```
can_baudrate_type can_baudrate_struct;
can_baudrate_default_para_init(&can_baudrate_struct);
```

5.3.3 函数 can_baudrate_set

下表描述了函数 can_baudrate_set

表 74. 函数 can_baudrate_set

项目	描述
函数名	can_baudrate_set
函数原型	error_status can_baudrate_set(can_type* can_x, can_baudrate_type* can_baudrate_struct);
功能描述	设置 CAN 波特率
输入参数 1	can_x：所选择的 CAN 外设 该参数可以选取自其中之一：CAN1，CAN2.
输入参数 2	can_baudrate_struct：指向 *can_baudrate_type* 类型的指针
输出参数	无
返回值	status_index：波特率设置是否成功
先决条件	需要先定义一个 can_baudrate_type 类型的变量
被调用函数	无

can_baudrate_type 在 at32f435_437_can.h 中定义：

```
typedef struct
{
  uint16_t          baudrate_div;
  can_rsaw_type     rsaw_size;
  can_bts1_type     bts1_size;
  can_bts2_type     bts2_size;
} can_baudrate_type;
```

baudrate_div

CAN 时钟分频系数

取值范围：0x001~0x400

rsaw_size

重新同步同步跳跃宽度，即每个 bit 可以延长/缩短的时间上限

CAN_RSAW_1TQ：重同步跳跃宽度上限为 1 个时间单位

CAN_RSAW_2TQ：重同步跳跃宽度上限为 2 个时间单位
CAN_RSAW_3TQ：重同步跳跃宽度上限为 3 个时间单位
CAN_RSAW_4TQ：重同步跳跃宽度上限为 4 个时间单位
bts1_size
segment1 段时长
bts1_size 描述
CAN_BTS1_1TQ： 位时间段 1 时长为 1 个时间单位
……
CAN_BTS1_16TQ：位时间段 1 时长为 16 个时间单位
bts2_size
segment2 段时长
CAN_BTS2_1TQ： 位时间段 2 时长为 1 个时间单位
……
CAN_BTS2_8TQ： 位时间段 2 时长为 8 个时间单位
示例

```
/* can baudrate, set baudrate = pclk/(baudrate_div *(1 + bts1_size + bts2_size)) */
can_baudrate_struct.baudrate_div = 10;
can_baudrate_struct.rsaw_size = CAN_RSAW_3TQ;
can_baudrate_struct.bts1_size = CAN_BTS1_8TQ;
can_baudrate_struct.bts2_size = CAN_BTS2_3TQ;
can_baudrate_set(CAN1, &can_baudrate_struct);
```

5.3.4 函数 can_default_para_init

下表描述了函数 can_default_para_init

表 75. 函数 can_default_para_init

项目	描述
函数名	can_default_para_init
函数原型	void can_default_para_init(can_base_type* can_base_struct);
功能描述	给 CAN 初始化结构体赋初值
输入参数 1	can_base_struct：指向 *can_base_type* 类型的指针
输出参数	无
返回值	无
先决条件	需要先定义一个 can_base_type 类型的变量
被调用函数	无

示例

```
can_base_type can_base_struct;
can_default_para_init (&can_base_struct);
```

5.3.5 函数 can_base_init

下表描述了函数 can_base_init

表 76. 函数 can_base_init

项目	描述
函数名	can_base_init
函数原型	error_status can_base_init(can_type* can_x, can_base_type* can_base_struct);
功能描述	将 can_base_struct 中指定的参数初始化到 CAN 的相关寄存器
输入参数 1	can_base_struct：指向 *can_base_type* 类型的指针
输出参数	无
返回值	无
先决条件	需要先定义一个 can_base_type 类型的变量
被调用函数	无

can_base_type 在 at32f435_437_can.h 中定义：

```
typedef struct
{
  can_mode_type                mode_selection;
  confirm_state                ttc_enable;
  confirm_state                aebo_enable;
  confirm_state                aed_enable;
  confirm_state                prsf_enable;
  can_msg_discarding_rule_type mdrsel_selection;
  can_msg_sending_rule_type    mmssr_selection;
} can_base_type;
```

mode_selection

测试模式选择

CAN_MODE_COMMUNICATE：　通信模式

CAN_MODE_LOOPBACK：　环回模式

CAN_MODE_LISTENONLY：　只听模式

CAN_MODE_LISTENONLY_LOOPBACK：　环回+只听模式

ttc_enable

开启/关闭时间触发通信模式

FALSE：　关闭时间通信模式；

TRUE：　开启时间通信模式（接收/发送报文时，截取时间戳并存储在 CAN_RFCx 和 CAN_TMCx 寄存器）。

aebo_enable

自动退出离线状态模式使能

FALSE：　关闭自动退出离线模式；

TRUE：　开启自动退出离线模式。

aed_enable

自动退出睡眠模式使能

FALSE：　关闭自动退出睡眠模式；

TRUE：　开启自动退出睡眠模式。

prsf_enable

发送失败时禁止重传使能

FALSE：　发送失败时自动重传；

TRUE：　发送失败时禁止重传。

mdrsel_selection

接收溢出时报文丢弃规则选择
CAN_DISCARDING_FIRST_RECEIVED： 丢弃上一帧收到的报文；
CAN_DISCARDING_LAST_RECEIVED： 丢弃最新收到的报文。
mmssr_selection
多报文发送顺序规则选择。
CAN_SENDING_BY_ID： 标识符最小的最先被发送；
CAN_SENDING_BY_REQUEST： 最先请求的最先被发送。
示例

```
/* can base init */
can_base_struct.mode_selection = CAN_MODE_COMMUNICATE;
can_base_struct.ttc_enable = FALSE;
can_base_struct.aebo_enable = TRUE;
can_base_struct.aed_enable = TRUE;
can_base_struct.prsf_enable = FALSE;
can_base_struct.mdrsel_selection = CAN_DISCARDING_FIRST_RECEIVED;
can_base_struct.mmssr_selection = CAN_SENDING_BY_ID;
can_base_init(CAN1, &can_base_struct);
```

5.3.6 函数 can_filter_default_para_init

下表描述了函数 can_filter_default_para_init

表 77. 函数 can_filter_default_para_init

项目	描述
函数名	can_filter_default_para_init
函数原型	void can_filter_default_para_init(can_filter_init_type* can_filter_init_struct);
功能描述	给 CAN 过滤器初始化结构体赋初值
输入参数 1	can_filter_init_struct：指向 *can_filter_init_type* 类型的指针
输出参数	无
返回值	无
先决条件	需要先定义一个 can_filter_init_type 类型的变量
被调用函数	无

示例

```
can_filter_init_type can_filter_init_struct;
can_filter_default_para_init(&can_filter_init_struct);
```

5.3.7 函数 can_filter_init

下表描述了函数 can_filter_init

表 78. 函数 can_filter_init

项目	描述
函数名	can_filter_init
函数原型	void can_filter_init(can_type* can_x, can_filter_init_type* can_filter_init_struct);
功能描述	将 can_base_struct 中指定的参数初始化到 CAN 的相关寄存器
输入参数 1	can_x：所选择的 CAN 外设

项目	描述
	该参数可以选取自其中之一：CAN1，CAN2.
输入参数 2	can_filter_init_struct：指向 *can_filter_init_type* 类型的指针
输出参数	无
返回值	无
先决条件	需要先定义一个 can_filter_init_type 类型的变量
被调用函数	无

can_filter_init_type 在 at32f435_437_can.h 中定义：

```
typedef struct
{
  confirm_state              filter_activate_enable;
  can_filter_mode_type       filter_mode;
  can_filter_fifo_type       filter_fifo;
  uint8_t                    filter_number;
  can_filter_bit_width_type  filter_bit;
  uint16_t                   filter_id_high;
  uint16_t                   filter_id_low;
  uint16_t                   filter_mask_high;
  uint16_t                   filter_mask_low;
} can_filter_init_type;
```

filter_activate_enable

开启/关闭过滤器组

FALSE: 关闭过滤器组

TRUE: 使能过滤器组

filter_mode

过滤器组关联 FIFO 选择

CAN_FILTER_MODE_ID_MASK： 掩码模式

CAN_FILTER_MODE_ID_LIST： 列表模式

filter_fifo

过滤器组关联 FIFO 选择

CAN_FILTER_FIFO0： 关联 FIFO0

CAN_FILTER_FIFO1： 关联 FIFO1

filter_number

过滤器组选择

取值范围：0~27

filter_bit

过滤器宽度选择

CAN_FILTER_16BIT： 过滤器宽度 16bit

CAN_FILTER_32BIT： 过滤器宽度 32bit

filter_id_high

filter_id_high 用于设定过滤器标识符 1 高 16 位（32bit 位宽，屏蔽/列表模式）或设定过滤器标识符 2（16bit 位宽，列表模式）或设定过滤器屏蔽标识符 1（16bit 位宽，屏蔽模式）。

取值范围：0x0000~0xFFFF

filter_id_low

filter_id_low 用于设定过滤器标识符 1 低 16 位（32bit 位宽，屏蔽/列表模式）或设定过滤器标识符 1

（16bit 位宽，屏蔽/列表模式）。
取值范围：0x0000~0xFFFF

filter_mask_high

filter_mask_high 用于设定过滤器屏蔽标识符 1 高 16 位（32bit 位宽，屏蔽模式）或设定过滤器屏蔽标识符 2（16bit 位宽，屏蔽模式）或设定过滤器标识符 2 高 16 位（32bit 位宽，列表模式）或设定过滤器标识符 4（16bit 位宽，列表模式）。
取值范围：0x0000~0xFFFF

filter_mask_low

filter_mask_low 用于设定过滤器屏蔽标识符 1 低 16 位（32bit 位宽，屏蔽模式）或设定过滤器标识符 2（16bit 位宽，屏蔽模式）或设定过滤器标识符 2 低 16 位（32bit 位宽，列表模式）或设定过滤器标识符 3（16bit 位宽，列表模式）。
取值范围：0x0000~0xFFFF

示例

```
/* can filter init */
can_filter_init_struct.filter_activate_enable = TRUE;
can_filter_init_struct.filter_mode = CAN_FILTER_MODE_ID_MASK;
can_filter_init_struct.filter_fifo = CAN_FILTER_FIFO0;
can_filter_init_struct.filter_number = 0;
can_filter_init_struct.filter_bit = CAN_FILTER_32BIT;
can_filter_init_struct.filter_id_high = 0;
can_filter_init_struct.filter_id_low = 0;
can_filter_init_struct.filter_mask_high = 0;
can_filter_init_struct.filter_mask_low = 0;
can_filter_init(CAN1, &can_filter_init_struct);
```

5.3.8 函数 can_debug_transmission_prohibit

下表描述了函数 can_debug_transmission_prohibit

表 79. 函数 can_debug_transmission_prohibit

项目	描述
函数名	can_debug_transmission_prohibit
函数原型	void can_debug_transmission_prohibit(can_type* can_x, confirm_state new_state);
功能描述	选择调试时禁止/不禁止收发报文
输入参数 1	can_x：所选择的 CAN 外设 该参数可以选取自其中之一：CAN1，CAN2.
输入参数 2	new_state：使能或关闭 该参数可以选取自其中之一 ：FALSE，TRUE
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* prohibit can trans when debug*/
can_debug_transmission_prohibit(CAN1, TRUE);
```

5.3.9 函数 can_ttc_mode_enable

下表描述了函数 can_ttc_mode_enable

表 80. 函数 can_ttc_mode_enable

项目	描述
函数名	can_ttc_mode_enable
函数原型	void can_ttc_mode_enable(can_type* can_x, confirm_state new_state);
功能描述	时间触发模式使能
输入参数 1	can_x：所选择的 CAN 外设 该参数可以选取自其中之一：CAN1，CAN2.
输入参数 2	new_state：使能或关闭 该参数可以选取自其中之一 ：FALSE，TRUE
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* can time trigger operation communication mode enable*/
can_ttc_mode_enable (CAN1, TRUE);
```

注意：函数can_base_init中的ttc_enable一项使能后，仅开启时间戳功能（在接收/发送报文时，截取时间戳并存储在CAN_RFCx和CAN_TMCx寄存器中）。而此处的can_ttc_mode_enable函数使能后，会开启时间戳功能，且开启时间戳发送功能（在发送报文时，将时间戳填入数据段的第7和8字节发送）。

5.3.10 函数 can_message_transmit

下表描述了函数 can_message_transmit

表 81. 函数 can_message_transmit

项目	描述
函数名	can_message_transmit
函数原型	uint8_t can_message_transmit(can_type* can_x, can_tx_message_type* tx_message_struct);
功能描述	发送一帧报文
输入参数 1	can_x：所选择的 CAN 外设 该参数可以选取自其中之一：CAN1，CAN2.
输入参数 2	tx_message_struct：待发送的报文，参考 *can_tx_message_type*
输出参数	无
返回值	transmit_mailbox：发送这帧报文选用的邮箱号
先决条件	在 tx_message_struct 填入待发送的报文
被调用函数	无

can_tx_message_type 在 at32f435_437_can.h 中定义：

```
typedef struct
{
```

```
  uint32_t                standard_id;
  uint32_t                extended_id;
  can_identifier_type     id_type;
  can_trans_frame_type    frame_type;
  uint8_t                 dlc;
  uint8_t                 data[8];
} can_tx_message_type;
```

standard_id

标准标识符（11bit 有效）

取值范围：0x000~0x7FF

extended_id

扩展标识符（29bit 有效）

取值范围：0x000~0x1FFFFFFF

id_type

标识符类型

CAN_ID_STANDARD： 标准标识符

CAN_ID_EXTENDED： 扩展标识符

frame_type

帧类型

CAN_TFT_DATA： 数据帧

CAN_TFT_REMOTE： 远程帧

dlc

数据长度（单位 byte）

取值范围：0~8

data[8]

待发送的数据

取值范围 0x00~0xFF

示例

```
/* can transmit data */
static void can_transmit_data(void)
{
  uint8_t transmit_mailbox;
  can_tx_message_type tx_message_struct;
  tx_message_struct.standard_id = 0x400;
  tx_message_struct.extended_id = 0;
  tx_message_struct.id_type = CAN_ID_STANDARD;
  tx_message_struct.frame_type = CAN_TFT_DATA;
  tx_message_struct.dlc = 8;
  tx_message_struct.data[0] = 0x11;
  tx_message_struct.data[1] = 0x22;
  tx_message_struct.data[2] = 0x33;
  tx_message_struct.data[3] = 0x44;
  tx_message_struct.data[4] = 0x55;
  tx_message_struct.data[5] = 0x66;
  tx_message_struct.data[6] = 0x77;
  tx_message_struct.data[7] = 0x88;
```

```
  transmit_mailbox = can_message_transmit(CAN1, &tx_message_struct);
  while(can_transmit_status_get(CAN1, (can_tx_mailbox_num_type)transmit_mailbox) !=
CAN_TX_STATUS_SUCCESSFUL);
}
```

5.3.11 函数 can_transmit_status_get

下表描述了函数 can_transmit_status_get

表 82. 函数 can_transmit_status_get

项目	描述
函数名	can_transmit_status_get
函数原型	can_transmit_status_type can_transmit_status_get(can_type* can_x, can_tx_mailbox_num_type transmit_mailbox);
功能描述	获取发送状态
输入参数 1	can_x：所选择的 CAN 外设 该参数可以选取自其中之一：CAN1，CAN2.
输入参数 2	transmit_mailbox：发送这帧报文选用的邮箱号
输出参数	无
返回值	state_index：发送状态
先决条件	先发送一帧报文并获取发送邮箱号
被调用函数	无

示例

```
/* can transmit data */
static void can_transmit_data(void)
{
  uint8_t transmit_mailbox;
  can_tx_message_type tx_message_struct;
  tx_message_struct.standard_id = 0x400;
  tx_message_struct.extended_id = 0;
  tx_message_struct.id_type = CAN_ID_STANDARD;
  tx_message_struct.frame_type = CAN_TFT_DATA;
  tx_message_struct.dlc = 8;
  tx_message_struct.data[0] = 0x11;
  tx_message_struct.data[1] = 0x22;
  tx_message_struct.data[2] = 0x33;
  tx_message_struct.data[3] = 0x44;
  tx_message_struct.data[4] = 0x55;
  tx_message_struct.data[5] = 0x66;
  tx_message_struct.data[6] = 0x77;
  tx_message_struct.data[7] = 0x88;
  transmit_mailbox = can_message_transmit(CAN1, &tx_message_struct);
  while(can_transmit_status_get(CAN1, (can_tx_mailbox_num_type)transmit_mailbox) !=
CAN_TX_STATUS_SUCCESSFUL);
}
```

5.3.12 函数 can_transmit_cancel

下表描述了函数 can_transmit_cancel

表 83. 函数 can_transmit_cancel

项目	描述
函数名	can_transmit_cancel
函数原型	void can_transmit_cancel(can_type* can_x, can_tx_mailbox_num_type transmit_mailbox);
功能描述	取消发送
输入参数 1	can_x：所选择的 CAN 外设 该参数可以选取自其中之一：CAN1，CAN2.
输入参数 2	transmit_mailbox：发送这帧报文选用的邮箱号
输出参数	无
返回值	无
先决条件	先发送一帧报文并获取发送邮箱号
被调用函数	无

示例

```
/* cancel a transmit request */
uint8_t transmit_mailbox;
transmit_mailbox = can_message_transmit(CAN1, &tx_message_struct);
can_transmit_cancel(CAN1, (can_tx_mailbox_num_type)transmit_mailbox);
```

5.3.13 函数 can_message_receive

下表描述了函数 can_message_receive

表 84. 函数 can_message_receive

项目	描述
函数名	can_message_receive
函数原型	void can_message_receive(can_type* can_x, can_rx_fifo_num_type fifo_number, can_rx_message_type* rx_message_struct);
功能描述	接收一帧报文
输入参数 1	can_x：所选择的 CAN 外设 该参数可以选取自其中之一：CAN1，CAN2.
输入参数 2	fifo_number：使用的接收 FIFO 该参数可以选取自其中之一 ：CAN_RX_FIFO0，CAN_RX_FIFO1
输出参数	rx_message_struct：接收到的报文，参考 *can_rx_message_type*
返回值	无
先决条件	接收 FIFO 非空（FIFO 报文数目不为 0）
被调用函数	void can_receive_fifo_release(can_type* can_x, can_rx_fifo_num_type fifo_number);

can_rx_message_type 在 at32f435_437_can.h 中定义：

```
typedef struct
{
    uint32_t                standard_id;
    uint32_t                extended_id;
```

```
    can_identifier_type     id_type;
    can_trans_frame_type    frame_type;
    uint8_t                 dlc;
    uint8_t                 data[8];
    uint8_t                 filter_index;
} can_rx_message_type;
```

standard_id

标准标识符（11bit 有效）

取值范围：0x000~0x7FF

extended_id

扩展标识符（29bit 有效）

取值范围：0x000~0x1FFFFFFF

id_type

标识符类型

CAN_ID_STANDARD： 标准标识符

CAN_ID_EXTENDED： 扩展标识符

frame_type

帧类型

CAN_TFT_DATA： 数据帧

CAN_TFT_REMOTE： 远程帧

dlc

数据长度（单位 byte）

取值范围：0~8

data[8]

待发送的数据

取值范围：0x00~0xFF

filter_index

过滤器匹配序号（指示成功通过的过滤器的索引序号）

取值范围：0x00~0xFF

示例

```
/* can receive message */
can_rx_message_type rx_message_struct;
can_message_receive(CAN1, CAN_RX_FIFO0, &rx_message_struct);
```

5.3.14 函数 can_receive_fifo_release

下表描述了函数 can_receive_fifo_release

表 85. 函数 can_receive_fifo_release

项目	描述
函数名	can_receive_fifo_release
函数原型	void can_receive_fifo_release(can_type* can_x, can_rx_fifo_num_type fifo_number);
功能描述	释放接收 FIFO
输入参数 1	can_x：所选择的 CAN 外设 该参数可以选取自其中之一：CAN1，CAN2.
输入参数 2	fifo_number：使用的接收 FIFO

项目	描述
	该参数可以选取自其中之一 ：CAN_RX_FIFO0，CAN_RX_FIFO1
输出参数	无
返回值	无
先决条件	已读取 FIFO 中的报文
被调用函数	无

示例

```
/* can receive message */
void can_message_receive(can_type* can_x, can_rx_fifo_num_type fifo_number, can_rx_message_type*
rx_message_struct)
{
  /* get the id type */
  rx_message_struct->id_type = (can_identifier_type)can_x->fifo_mailbox[fifo_number].rfi_bit.rfidi;
  …

  /* get the data field */
  rx_message_struct->data[0] = can_x->fifo_mailbox[fifo_number].rfdtl_bit.rfdt0;
  …
  rx_message_struct->data[7] = can_x->fifo_mailbox[fifo_number].rfdth_bit.rfdt7;

  /*释放 FIFO 前必须先读取 FIFO*/
  /* release the fifo */
  can_receive_fifo_release(can_x, fifo_number);
}
```

5.3.15 函数 can_receive_message_pending_get

下表描述了函数 can_receive_message_pending_get

表 86. 函数 can_receive_message_pending_get

项目	描述
函数名	can_receive_message_pending_get
函数原型	uint8_t can_receive_message_pending_get(can_type* can_x, can_rx_fifo_num_type fifo_number);
功能描述	获取 FIFO 中待读取的报文数目
输入参数 1	can_x：所选择的 CAN 外设 该参数可以选取自其中之一：CAN1，CAN2.
输入参数 2	fifo_number：使用的接收 FIFO 该参数可以选取自其中之一 ：CAN_RX_FIFO0，CAN_RX_FIFO1
输出参数	无
返回值	message_pending：FIFO 中待读取的报文数目
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* return the number of pending messages of */
can_receive_message_pending_get (CAN1, CAN_RX_FIFO0);
```

5.3.16 函数 can_operating_mode_set

下表描述了函数 can_operating_mode_set

表 87. 函数 can_operating_mode_set

项目	描述
函数名	can_operating_mode_set
函数原型	error_status can_operating_mode_set(can_type* can_x, can_operating_mode_type can_operating_mode);
功能描述	CAN 工作模式设置
输入参数 1	can_x：所选择的 CAN 外设 该参数可以选取自其中之一：CAN1，CAN2.
输入参数 2	*can_operating_mode*：CAN 工作模式选择
输出参数	无
返回值	status：设置是否成功
先决条件	无
被调用函数	无

can_operating_mode

CAN_OPERATINGMODE_FREEZE： 冻结模式--用于 CAN 控制器初始化

CAN_OPERATINGMODE_DOZE： 睡眠模式--CAN 时钟停止，节省电能

CAN_OPERATINGMODE_COMMUNICATE：通信模式--用于正常通信

示例

```
/* set the operation mode –enter freeze mode*/
can_operating_mode_set (CAN1, CAN_OPERATINGMODE_FREEZE);

/*进行 CAN 控制器初始化*/
…

/* set the operation mode –enter communicate mode*/
can_operating_mode_set (CAN1, CAN_OPERATINGMODE_COMMUNICATE);

/*开始正常通信：收/发报文*/
…
```

5.3.17 函数 can_doze_mode_enter

下表描述了函数 can_doze_mode_enter

表 88. 函数 can_doze_mode_enter

项目	描述
函数名	can_doze_mode_enter
函数原型	can_enter_doze_status_type can_doze_mode_enter(can_type* can_x);
功能描述	进入睡眠模式

项目	描述
输入参数 1	can_x：所选择的 CAN 外设 该参数可以选取自其中之一：CAN1，CAN2.
输出参数	无
返回值	*can_enter_doze_status*：进入睡眠模式是否成功
先决条件	无
被调用函数	无

can_enter_doze_status

进入睡眠模式是否成功

CAN_ENTER_DOZE_FAILED： 进入睡眠模式失败

CAN_ENTER_DOZE_SUCCESSFUL： 进入睡眠模式成功

示例

```
/* can enter the low power mode */
can_enter_doze_status_type can_enter_doze_status;
can_enter_doze_status = can_doze_mode_enter(CAN1);
```

5.3.18 函数 can_doze_mode_exit

下表描述了函数 can_doze_mode_exit

表 89. 函数 can_doze_mode_exit

项目	描述
函数名	can_doze_mode_exit
函数原型	can_quit_doze_status_type can_doze_mode_exit(can_type* can_x);
功能描述	退出睡眠模式
输入参数 1	can_x：所选择的 CAN 外设 该参数可以选取自其中之一：CAN1，CAN2.
输出参数	无
返回值	*can_quit_doze_status*：退出睡眠模式是否成功
先决条件	无
被调用函数	无

can_quit_doze_status

退出睡眠模式是否成功

CAN_QUIT_DOZE_FAILED： 退出睡眠模式失败

CAN_QUIT_DOZE_SUCCESSFUL： 退出睡眠模式成功

示例

```
/* can exit the low power mode */
can_quit_doze_status_type can_quit_doze_status;
can_quit_doze_status = can_doze_mode_exit (CAN1);
```

5.3.19 函数 can_error_type_record_get

下表描述了函数 can_error_type_record_get

表 90. 函数 can_error_type_record_get

项目	描述
函数名	can_error_type_record_get
函数原型	can_error_record_type can_error_type_record_get(can_type* can_x);
功能描述	读取 CAN 错误类型
输入参数 1	can_x：所选择的 CAN 外设 该参数可以选取自其中之一：CAN1，CAN2.
输出参数	无
返回值	*can_error_record*：错误类型
先决条件	无
被调用函数	无

can_error_record

错误类型

CAN_ERRORRECORD_NOERR： 没有错误产生
CAN_ERRORRECORD_STUFFERR： 位填充错误
CAN_ERRORRECORD_FORMERR： 格式错误
CAN_ERRORRECORD_ACKERR： 应答错误
CAN_ERRORRECORD_BITRECESSIVEERR： 隐性位错误
CAN_ERRORRECORD_BITDOMINANTERR： 显性位错误
CAN_ERRORRECORD_CRCERR： CRC 校验错误
CAN_ERRORRECORD_SOFTWARESETERR： 软件设置错误

示例

```
/* get the error type record (etr) */
can_error_record_type can_error_record;
can_error_record = can_error_type_record_get (CAN1);
```

5.3.20 函数 can_receive_error_counter_get

下表描述了函数 can_receive_error_counter_get

表 91. 函数 can_receive_error_counter_get

项目	描述
函数名	can_receive_error_counter_get
函数原型	uint8_t can_receive_error_counter_get(can_type* can_x);
功能描述	读取 CAN 接收错误计数
输入参数 1	can_x：所选择的 CAN 外设 该参数可以选取自其中之一：CAN1，CAN2.
输出参数	无
返回值	receive_error_counter：接收错误计数 参数范围：0x00~0xFF
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* get the receive error counter (rec) */
```

```
uint8_t receive_error_counter;
receive_error_counter = can_receive_error_counter_get (CAN1);
```

5.3.21 函数 can_transmit_error_counter_get

下表描述了函数 can_transmit_error_counter_get

表 92. 函数 can_transmit_error_counter_get

项目	描述
函数名	can_transmit_error_counter_get
函数原型	uint8_t can_transmit_error_counter_get(can_type* can_x);
功能描述	读取 CAN 发送错误计数
输入参数 1	can_x：所选择的 CAN 外设 该参数可以选取自其中之一：CAN1，CAN2.
输出参数	无
返回值	transmit_error_counter：发送错误计数 参数范围：0x00~0xFF
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* get the transmit error counter (tec) */
uint8_t transmit_error_counter;
transmit_error_counter = can_transmit_error_counter_get (CAN1);
```

5.3.22 函数 can_interrupt_enable

下表描述了函数 can_interrupt_enable

表 93. 函数 can_interrupt_enable

项目	描述
函数名	can_interrupt_enable
函数原型	void can_interrupt_enable(can_type* can_x, uint32_t can_int, confirm_state new_state);
功能描述	使能选定的 CAN 中断
输入参数 1	can_x：所选择的 CAN 外设 该参数可以选取自其中之一：CAN1，CAN2.
输入参数 2	*can_int*：CAN 中断选择
输入参数 3	new_state：使能或关闭 该参数可以选取自其中之一 ：FALSE，TRUE
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

can_int

CAN 中断选择

CAN_TCIEN_INT： 发送邮箱发送完成中断使能
CAN_RF0MIEN_INT： 接收 FIFO 0 报文接收中断使能
CAN_RF0FIEN_INT： 接收 FIFO 0 满中断使能
CAN_RF0OIEN_INT： 接收 FIFO 0 溢出中断使能
CAN_RF1MIEN_INT： 接收 FIFO 1 报文接收中断使能
CAN_RF1FIEN_INT： 接收 FIFO 1 满中断使能
CAN_RF1OIEN_INT： 接收 FIFO 1 溢出中断使能
CAN_EAIEN_INT： 错误警告中断使能
CAN_EPIEN_INT： 错误被动中断使能
CAN_BOIEN_INT： 总线关闭中断使能
CAN_ETRIEN_INT： 错误类型记录中断使能
CAN_EOIEN_INT： 出现错误的中断使能
CAN_QDZIEN_INT： 退出睡眠模式的中断使能
CAN_EDZIEN_INT： 进入睡眠模式的中断使能

示例

```
/* can interrupt config */
nvic_irq_enable(CAN1_SE_IRQn, 0x00, 0x00);/*CAN1 错误/状态变化中断*/
nvic_irq_enable(USBFS_L_CAN1_RX0_IRQn, 0x00, 0x00);/*CAN1 FIFO0 接收中断*/

/* FIFO 0 receive message interrupt enable */
can_interrupt_enable(CAN1, CAN_RF0MIEN_INT, TRUE);
/* error type record interrupt enable */
can_interrupt_enable(CAN1, CAN_ETRIEN_INT, TRUE);

/*此项为错误中断总开关，需要使能错误相关中断必须要使能此项*/
can_interrupt_enable(CAN1, CAN_EOIEN_INT, TRUE);
```

5.3.23 函数 can_flag_get

下表描述了函数 can_flag_get

表 94. 函数 can_flag_get

项目	描述
函数名	can_flag_get
函数原型	flag_status can_flag_get(can_type* can_x, uint32_t can_flag);
功能描述	获取所选择的 CAN 标志
输入参数 1	can_x：所选择的 CAN 外设 该参数可以选取自其中之一：CAN1，CAN2.
输入参数 2	*can_flag*：需要获取状态的标志选择 该参数详细描述见 can_flag
输出参数	无
返回值	flag_status：标志位的状态 该返回值可为其中之一：SET，RESET
先决条件	无
被调用函数	无

can_flag

CAN 用于选择需要获取状态的标志，其可选参数罗列如下：

CAN_EAF_FLAG： 错误主动标志
CAN_EPF_FLAG： 错误被动标志
CAN_BOF_FLAG： 总线关闭标志
CAN_ETR_FLAG： 错误类型记录标志（错误类型非 0 标志）
CAN_EOIF_FLAG： 出现错误标志
CAN_TM0TCF_FLAG： 邮箱 0 发送完成标志
CAN_TM1TCF_FLAG： 邮箱 1 发送完成标志
CAN_TM2TCF_FLAG： 邮箱 2 发送完成标志
CAN_RF0MN_FLAG： FIFO0 非空标志
CAN_RF0FF_FLAG： FIFO0 满标志
CAN_RF0OF_FLAG： FIFO0 溢出标志
CAN_RF1MN_FLAG： FIFO1 非空标志
CAN_RF1FF_FLAG： FIFO1 满标志
CAN_RF1OF_FLAG： FIFO1 溢出标志
CAN_QDZIF_FLAG： 退出睡眠模式标志
CAN_EDZC_FLAG： 进入睡眠模式标志
CAN_TMEF_FLAG： 发送邮箱空标志（三个发送邮箱任一为空）

示例

```
/* get receive fifo 0 message num flag */
flag_status bit_status = RESET;
bit_status = can_flag_get (CAN1, CAN_RF0MN_FLAG);
```

5.3.24 函数 can_interrupt_flag_get

下表描述了函数 can_interrupt_flag_get

表 95. 函数 can_interrupt_flag_get

项目	描述
函数名	can_interrupt_flag_get
函数原型	flag_status can_interrupt_flag_get(can_type* can_x, uint32_t can_flag);
功能描述	获取所选择的 CAN 中断标志
输入参数 1	can_x：所选择的 CAN 外设 该参数可以选取自其中之一：CAN1，CAN2.
输入参数 2	*can_flag*：需要获取状态的标志选择 该参数详细描述见 can_flag
输出参数	无
返回值	flag_status：标志位的状态 该返回值可为其中之一：SET，RESET
先决条件	无
被调用函数	无

can_flag

CAN 用于选择需要获取状态的标志，其可选参数罗列如下：

CAN_EAF_FLAG： 错误主动标志
CAN_EPF_FLAG： 错误被动标志
CAN_BOF_FLAG： 总线关闭标志
CAN_ETR_FLAG： 错误类型记录标志（错误类型非 0 标志）
CAN_EOIF_FLAG： 出现错误标志
CAN_TM0TCF_FLAG： 邮箱 0 发送完成标志
CAN_TM1TCF_FLAG： 邮箱 1 发送完成标志
CAN_TM2TCF_FLAG： 邮箱 2 发送完成标志
CAN_RF0MN_FLAG： FIFO0 非空标志
CAN_RF0FF_FLAG： FIFO0 满标志
CAN_RF0OF_FLAG： FIFO0 溢出标志
CAN_RF1MN_FLAG： FIFO1 非空标志
CAN_RF1FF_FLAG： FIFO1 满标志
CAN_RF1OF_FLAG： FIFO1 溢出标志
CAN_QDZIF_FLAG： 退出睡眠模式标志
CAN_EDZC_FLAG： 进入睡眠模式标志
CAN_TMEF_FLAG： 发送邮箱空标志（三个发送邮箱任一为空）

示例

```
/* check receive fifo 0 message num interrupt flag */
if(can_interrupt_flag_get(CAN1, CAN_RF0MN_FLAG) != RESET)
{
}
```

5.3.25 函数 can_flag_clear

下表描述了函数 can_flag_clear

表 96. 函数 can_flag_clear

项目	描述
函数名	can_flag_clear
函数原型	void can_flag_clear(can_type* can_x, uint32_t can_flag);
功能描述	清除选定的 CAN 标志
输入参数 1	can_x：所选择的 CAN 外设 该参数可以选取自其中之一：CAN1，CAN2.
输入参数 2	*can_flag*：待清除的标志选择 该参数详细描述见 can_flag
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

can_flag：

CAN 用于选择需要清除的标志，其可选参数罗列如下：

CAN_EAF_FLAG： 错误主动标志
CAN_EPF_FLAG： 错误被动标志
CAN_BOF_FLAG： 总线关闭标志

CAN_ETR_FLAG： 错误类型记录标志（错误类型非 0 标志）
CAN_EOIF_FLAG： 出现错误标志
CAN_TM0TCF_FLAG： 邮箱 0 发送完成标志
CAN_TM1TCF_FLAG： 邮箱 1 发送完成标志
CAN_TM2TCF_FLAG： 邮箱 2 发送完成标志
CAN_RF0FF_FLAG： FIFO0 满标志
CAN_RF0OF_FLAG： FIFO0 溢出标志
CAN_RF1FF_FLAG： FIFO1 满标志
CAN_RF1OF_FLAG： FIFO1 溢出标志
CAN_QDZIF_FLAG： 退出睡眠模式标志
CAN_EDZC_FLAG： 进入睡眠模式标志
CAN_TMEF_FLAG： 发送邮箱空标志（三个发送邮箱任一为空）

注意：CAN_RF0MN_FLAG（FIFO0非空标志）和CAN_RF1MN_FLAG（FIFO1非空标志）是软件自定义的标志，因此不存在清除操作。

示例

```
/* clear receive fifo 0 overflow flag */
can_flag_clear (CAN1, CAN_RF1OF_FLAG);
```

5.4 CRC 计算单元（CRC）

CRC 寄存器结构 crc_type，定义于文件“at32f435_437_crc.h”如下：

```
/**
  * @brief type define crc register all
  */
typedef struct
{
      ...

} crc_type;
```

下表给出了 CRC 寄存器总览：

表 97. CRC 寄存器对应表

寄存器	描述
dt	数据寄存器
cdt	通用数据寄存器
ctrl	控制寄存器
idt	初始化寄存器
poly	生成多项式寄存器

下表给出了 CRC 库函数总览：

表 98. CRC 库函数总览

函数名	描述
crc_data_reset	数据寄存器复位
crc_one_word_calculate	输入一个 32-bit 数据与上一次计算结果进行 CRC 计算并返回计算结果

crc_block_calculate	依次写入一个数据块逐次进行 CRC 计算并返回计算结果
crc_data_get	返回当前 CRC 计算结果
crc_common_data_set	设置通用寄存器值
crc_common_date_get	返回通用寄存器值
crc_init_data_set	设置 CRC 初始化寄存器值
crc_reverse_input_data_set	设置 CRC 输入数据 bit 反转数据类型
crc_reverse_output_data_set	设置 CRC 输出数据反转类型
crc_poly_value_set	设置多项式参数值
crc_poly_value_get	获取当前多项式参数值
crc_poly_size_set	设置多项式有效宽度
crc_poly_size_get	获取当前多项式有效宽度

5.4.1 函数 crc_data_reset

下表描述了函数 crc_data_reset

表 99. 函数 crc_data_reset

项目	描述
函数名	crc_data_reset
函数原型	void crc_data_reset(void);
功能描述	数据寄存器复位，会将初始化寄存器的值刷新到数据寄存器作为初始值，默认复位值为 0xFFFFFFFF
输入参数 1	无
输入参数 2	无
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* reset crc data register */
crc_data_reset();
```

5.4.2 函数 crc_one_word_calculate

下表描述了函数 crc_one_word_calculate

表 100. 函数 crc_one_word_calculate

项目	描述
函数名	crc_one_word_calculate
函数原型	uint32_t crc_one_word_calculate(uint32_t data);
功能描述	输入一个 32-bit 数据与上一次计算结果进行 CRC 计算并返回计算结果
输入参数 1	data：输入计算的 32-bit 数据
输入参数 2	无
输出参数	无
返回值	uint32_t：返回 CRC 计算结果
先决条件	无

项目	描述
被调用函数	无

示例

```
/* calculate and return result */
uint32_t data = 0x12345678, result = 0;
result = crc_one_word_calculate (data);
```

5.4.3 函数 crc_block_calculate

下表描述了函数 crc_block_calculate

表 101. 函数 crc_block_calculate

项目	描述
函数名	crc_block_calculate
函数原型	uint32_t crc_block_calculate(uint32_t *pbuffer, uint32_t length);
功能描述	依次写入一个数据块逐次进行 CRC 计算并返回计算结果
输入参数 1	pbuffer：指针指向待进行 CRC 计算的数据块
输入参数 2	length：待计算数据块长度，长度以 32-bit 计算
输出参数	无
返回值	uint32_t：返回 CRC 计算结果
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* calculate and return result */
uint32_t pbuffer[2] = {0x12345678, 0x87654321};
uint32_t result = 0;
result = crc_block_calculate (pbuffer, 2);
```

5.4.4 函数 crc_data_get

下表描述了函数 crc_data_get

表 102. 函数 crc_data_get

项目	描述
函数名	crc_data_get
函数原型	uint32_t crc_data_get(void);
功能描述	返回当前 CRC 计算结果
输入参数 1	无
输入参数 2	无
输出参数	无
返回值	uint32_t：返回 CRC 计算结果
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* get result */
uint32_t result = 0;
```

```
result = crc_data_get ();
```

5.4.5 函数 crc_common_data_set

下表描述了函数 crc_common_data_set

表 103. 函数 crc_common_data_set

项目	描述
函数名	crc_common_data_set
函数原型	void crc_common_data_set(uint8_t cdt_value);
功能描述	设置通用寄存器值
输入参数 1	cdt_value：8-bit 通用数据，可作为临时存储数据使用
输入参数 2	无
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* set common data */
crc_common_data_set (0x88);
```

5.4.6 函数 crc_common_data_get

下表描述了函数 crc_common_data_get

表 104. 函数 crc_common_data_get

项目	描述
函数名	crc_common_data_get
函数原型	uint8_t crc_common_data_get(void);
功能描述	返回通用寄存器值
输入参数 1	无
输入参数 2	无
输出参数	无
返回值	uint8_t：返回之前设置的通用寄存器值
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* get common data */
uint8_t cdt_value = 0;
cdt_value = crc_common_data_get ();
```

5.4.7 函数 crc_init_data_set

下表描述了函数 crc_init_data_set

表 105. 函数 crc_init_data_set

项目	描述
函数名	crc_init_data_set
函数原型	void crc_init_data_set(uint32_t value);
功能描述	设置 CRC 初始化寄存器值
输入参数 1	value：CRC 初始化寄存器值
输入参数 2	无
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

CRC 初始化寄存器值设定好后，每次进行 crc_data_reset 函数调用时会将 CRC 初始化寄存器的值刷新到 CRC 数据寄存器。

示例

```
/* set initial data */
uint32_t init_value = 0x11223344;
crc_init_data_set (init_value);
```

5.4.8 函数 crc_reverse_input_data_set

下表描述了函数 crc_reverse_input_data_set

表 106. 函数 crc_reverse_input_data_set

项目	描述
函数名	crc_reverse_input_data_set
函数原型	void crc_reverse_input_data_set(crc_reverse_input_type value);
功能描述	设置 CRC 输入数据 bit 反转数据类型
输入参数 1	value：输入数据 bit 反转类型 该参数详细描述见 value
输入参数 2	无
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

value

指定输入数据 bit 反转数据类型

CRC_REVERSE_INPUT_NO_AFFECTE: 数据数据不进行 bit 反转
CRC_REVERSE_INPUT_BY_BYTE: 32-bit 数据按字节进行 bit 反转
CRC_REVERSE_INPUT_BY_HALFWORD: 32-bit 数据按半字进行 bit 反转
CRC_REVERSE_INPUT_BY_WORD: 32-bit 数据按字进行 bit 反转

示例

```
/* set input data reversing type */
crc_reverse_input_data_set(CRC_REVERSE_INPUT_BY_WORD);
```

5.4.9 函数 crc_reverse_output_data_set

下表描述了函数 crc_reverse_output_data_set

表 107. 函数 crc_reverse_output_data_set

项目	描述
函数名	crc_reverse_output_data_set
函数原型	void crc_reverse_output_data_set(crc_reverse_output_type value);
功能描述	设置 CRC 输出数据反转类型
输入参数 1	value：输出数据 bit 反转类型 该参数详细描述见 value
输入参数 2	无
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

value

指定输出数据 bit 反转数据类型

CRC_REVERSE_OUTPUT_NO_AFFECTE: 输出数据不进行 bit 反转

CRC_REVERSE_OUTPUT_DATA: 32-bit 输出数据按字进行 bit 反转

示例

```
/* set output data reversing type */
crc_reverse_output_data_set (CRC_REVERSE_OUTPUT_DATA);
```

5.4.10 函数 crc_poly_value_set

下表描述了函数 crc_poly_value_set

表 108. 函数 crc_poly_value_set

项目	描述
函数名	crc_poly_value_set
函数原型	void crc_poly_value_set(uint32_t value);
功能描述	设置 CRC 多项式参数值
输入参数 1	value：多项式值
输入参数 2	无
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* set poly value */
crc_poly_value_set(0x12345671);
```

5.4.11 函数 crc_poly_value_get

下表描述了函数 crc_poly_value_get

表 109. 函数 crc_poly_value_get

项目	描述
函数名	crc_poly_value_get
函数原型	uint32_t crc_poly_value_get(void);
功能描述	获取当前 CRC 多项式值
输入参数 1	无
输入参数 2	无
输出参数	无
返回值	uint32_t：当前多项式值
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* get poly value */
uint32_t poly = 0;
poly = crc_poly_value_get();
```

5.4.12 函数 crc_poly_size_set

下表描述了函数 crc_poly_size_set

表 110. 函数 crc_poly_size_set

项目	描述
函数名	crc_poly_size_set
函数原型	void crc_poly_size_set(crc_poly_size_type size);
功能描述	设置 CRC 多项式有效宽度
输入参数 1	size：多项式有效宽度
输入参数 2	无
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

size

指定多项式有效宽度类型

CRC_POLY_SIZE_32B: 多项式有效宽度 32-bit
CRC_POLY_SIZE_16B: 多项式有效宽度 16-bit
CRC_POLY_SIZE_8B: 多项式有效宽度 8-bit
CRC_POLY_SIZE_7B: 多项式有效宽度 7-bit

示例

```
/* set poly size 32-bit */
crc_poly_size_set(CRC_POLY_SIZE_32B);
```

5.4.13 函数 crc_poly_size_get

下表描述了函数 crc_poly_size_get

表 111. 函数 crc_poly_size_get

项目	描述
函数名	crc_poly_size_get
函数原型	crc_poly_size_type crc_poly_size_get(void);
功能描述	返回 CRC 多项式有效宽度
输入参数 1	无
输入参数 2	无
输出参数	无
返回值	crc_poly_size_type：多项式有效宽度类型
先决条件	无
被调用函数	无

crc_poly_size_type

多项式有效宽度类型

CRC_POLY_SIZE_32B: 多项式有效宽度 32-bit

CRC_POLY_SIZE_16B: 多项式有效宽度 16-bit

CRC_POLY_SIZE_8B: 多项式有效宽度 8-bit

CRC_POLY_SIZE_7B: 多项式有效宽度 7-bit

示例

```
/* get poly size */
crc_poly_size_type size;
size = crc_poly_size_get();
```

5.5 时钟和复位管理（CRM）

CRM 寄存器结构 crm_type，定义于文件“at32f435_437_crm.h”如下：

```
/**
  * @brief type define crm register all
  */
typedef struct
{
    ...

} crm_type;
```

下表给出了 CRM 寄存器总览：

表 112. CRM 寄存器对应表

寄存器	描述
ctrl	时钟控制寄存器
pllcfg	PLL 时钟配置寄存器
cfg	时钟配置寄存器
clkint	时钟中断寄存器
ahbrst1	AHB 外设复位寄存器 1
ahbrst2	AHB 外设复位寄存器 2
ahbrst3	AHB 外设复位寄存器 3
apb1rst	APB1 外设复位寄存器

寄存器	描述
apb2rst	APB2 外设复位寄存器
ahben1	AHB 外设时钟使能寄存器 1
ahben2	AHB 外设时钟使能寄存器 2
ahben3	AHB 外设时钟使能寄存器 3
apb1en	APB1 外设时钟使能寄存器
apb2en	APB2 外设时钟使能寄存器
ahblpen1	AHB 外设时钟低功耗使能寄存器 1
ahblpen2	AHB 外设时钟低功耗使能寄存器 2
ahblpen3	AHB 外设时钟低功耗使能寄存器 3
apb1lpen	APB1 外设时钟低功耗使能寄存器
apb2lpen	APB2 外设时钟低功耗使能寄存器
bpdc	电池供电域控制寄存器
ctrlsts	控制/状态寄存器
misc1	额外寄存器 1
misc2	额外寄存器 2

下表给出了 CRM 库函数总览：

表 113. CRM 库函数总览

函数名	描述
crm_reset	将时钟复位管理模块的寄存器和控制状态复位
crm_lext_bypass	低速外部时钟旁路设置
crm_hext_bypass	高速外部时钟旁路设置
crm_flag_get	检查指定的 flag 标志位设置与否
crm_hext_stable_wait	等待外部高速时钟起振并稳定
crm_hick_clock_trimming_set	步进调整内部高速时钟校准值
crm_hick_clock_calibration_set	调整内部高速时钟校准值
crm_periph_clock_enable	外设时钟使能设置
crm_periph_reset	外设复位设置
crm_periph_lowpower_mode_enable	外设时钟低功耗使能设置
crm_clock_source_enable	各时钟源使能设置
crm_flag_clear	清除指定标志位
crm_ertc_clock_select	ertc 时钟源选择
crm_ertc_clock_enable	ertc 时钟使能设置
crm_ahb_div_set	SCLK 到 AHB 时钟的分频设置
crm_apb1_div_set	AHB 时钟到 APB1 时钟的分频设置
crm_apb2_div_set	AHB 时钟到 APB2 时钟的分频设置
crm_usb_clock_div_set	PLL 时钟到 USB 时钟的分频设置
crm_clock_failure_detection_enable	时钟失效检测功能使能设置
crm_battery_powered_domain_reset	电池供电域的复位设置
crm_pll_config	设置 PLL 时钟源及倍频系数
crm_sysclk_switch	用作系统时钟的时钟源切换
crm_sysclk_switch_status_get	返回当前用作系统时钟的时钟源
crm_clocks_freq_get	返回片上不同的时钟频率

crm_clock_out1_set	选择在 clkout1 管脚上输出的时钟源
crm_clock_out2_set	选择在 clkout2 管脚上输出的时钟源
crm_clkout_div_set	在时钟输出引脚上的两级时钟分频配置
crm_interrupt_enable	指定的中断使能设置
crm_auto_step_mode_enable	自动顺滑使能设置
crm_hick_sclk_frequency_select	当内部高速时钟被选择作为系统时钟时，设置系统时钟频率为 8M 或 48M
crm_usb_clock_source_select	选择 PLL 或内部高速时钟（48M）作为 USB 时钟源
crm_clkout_to_tmr10_enable	clkout 内部连接到 tmr10 的通道 1 使能设置
crm_emac_output_pulse_set	emac 输出脉冲宽度设置
crm_pll_parameter_calculate	pll 配置参数自动计算

5.5.1 函数 crm_reset

下表描述了函数 crm_reset

表 114. 函数 crm_reset

项目	描述
函数名	crm_reset
函数原型	void crm_reset(void);
功能描述	将时钟复位管理模块的寄存器和控制状态复位
输入参数 1	无
输入参数 2	无
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

1. 该函数不改动寄存器 CRM_CTRL 的 HICKTRIM[5:0]位。
2. 改函数不重置寄存器 CRM_BPDC 和寄存器 CRM_CTRLSTS。

示例

```
/* reset crm */
crm_reset();
```

5.5.2 函数 crm_lext_bypass

下表描述了函数 crm_lext_bypass

表 115. 函数 crm_lext_bypass

项目	描述
函数名	crm_lext_bypass
函数原型	void crm_lext_bypass(confirm_state new_state);
功能描述	低速外部时钟旁路设置
输入参数 1	new_state：lext 旁路的新状态。使能旁路（TRUE），关闭旁路（FALSE）
输入参数 2	无
输出参数	无
返回值	无
先决条件	外部低速时钟在未使能的情况下进行设定

项目	描述
被调用函数	无

示例

```
/* enable lext bypass mode */
crm_lext_bypass(TRUE);
```

5.5.3 函数 crm_hext_bypass

下表描述了函数 crm_hext_bypass

表 116. 函数 crm_hext_bypass

项目	描述
函数名	crm_hext_bypass
函数原型	void crm_hext_bypass(confirm_state new_state);
功能描述	高速外部时钟旁路设置
输入参数 1	new_state：hext 旁路的新状态。使能旁路（TRUE），关闭旁路（FALSE）
输入参数 2	无
输出参数	无
返回值	无
先决条件	外部高速时钟在未使能的情况下进行设定
被调用函数	无

示例

```
/* enable hext bypass mode */
crm_hext_bypass(TRUE);
```

5.5.4 函数 crm_flag_get

下表描述了函数 crm_flag_get

表 117. 函数 crm_flag_get

项目	描述
函数名	crm_flag_get
函数原型	flag_status crm_flag_get(uint32_t flag);
功能描述	检查指定的 flag 标志位设置与否
输入参数 1	flag：指定的需要读取判断的 flag 标志
输入参数 2	无
输出参数	无
返回值	flag_status：flag 标志是否置起。置起（SET），未置起（RESET）
先决条件	无
被调用函数	无

flag

指定需要读取判断的 flag 标志

CRM_HICK_STABLE_FLAG： 内部高速时钟稳定标志

CRM_HEXT_STABLE_FLAG： 外部高速时钟稳定标志

CRM_PLL_STABLE_FLAG： PLL 时钟稳定标志

CRM_LEXT_STABLE_FLAG： 外部低速时钟稳定标志

CRM_LICK_STABLE_FLAG：内部低速时钟稳定标志
CRM_NRST_RESET_FLAG：NRST 管脚复位标志
CRM_POR_RESET_FLAG：上电/低电压复位标志
CRM_SW_RESET_FLAG：软件复位标志标志
CRM_WDT_RESET_FLAG：看门狗复位标志
CRM_WWDT_RESET_FLAG：窗口看门狗复位标志
CRM_LOWPOWER_RESET_FLAG：低功耗复位标志
CRM_LICK_READY_INT_FLAG：低速内部时钟稳定中断标志
CRM_LEXT_READY_INT_FLAG：低速外部时钟稳定中断标志
CRM_HICK_READY_INT_FLAG：高速内部时钟稳定中断标志
CRM_HEXT_READY_INT_FLAG：高速外部时钟稳定中断标志
CRM_PLL_READY_INT_FLAG：PLL 时钟稳定中断标志
CRM_CLOCK_FAILURE_INT_FLAG：时钟失效中断标志

示例

```
/* wait till pll is ready */
while(crm_flag_get(CRM_PLL_STABLE_FLAG) != SET)
{
}
```

5.5.5 函数 crm_interrupt_flag_get

下表描述了函数 crm_interrupt_flag_get

表 118. 函数 crm_interrupt_flag_get

项目	描述
函数名	crm_interrupt_flag_get
函数原型	flag_status crm_interrupt_flag_get(uint32_t flag);
功能描述	检查指定的 flag 中断标志位设置与否
输入参数 1	flag：指定的需要读取判断的 flag 标志 该参数详细描述见 flag
输入参数 2	无
输出参数	无
返回值	flag_status：flag 标志是否置起。置起（SET），未置起（RESET）
先决条件	无
被调用函数	无

flag

指定需要读取判断的 flag 标志

CRM_LICK_READY_INT_FLAG：低速内部时钟稳定中断标志
CRM_LEXT_READY_INT_FLAG：低速外部时钟稳定中断标志
CRM_HICK_READY_INT_FLAG：高速内部时钟稳定中断标志
CRM_HEXT_READY_INT_FLAG：高速外部时钟稳定中断标志
CRM_PLL_READY_INT_FLAG：PLL 时钟稳定中断标志
CRM_CLOCK_FAILURE_INT_FLAG：时钟失效中断标志

示例

```
/* check pll ready interrupt flag */
```

```
if(crm_interrupt_flag_get(CRM_PLL_READY_INT_FLAG) != RESET)
{
}
```

5.5.6 函数 crm_hext_stable_wait

下表描述了函数 crm_hext_stable_wait

表 119. 函数 crm_hext_stable_wait

项目	描述
函数名	crm_hext_stable_wait
函数原型	error_status crm_hext_stable_wait(void);
功能描述	等待外部高速时钟起振并稳定
输入参数 1	无
输入参数 2	无
输出参数	无
返回值	error_status：返回起振和稳定状态。成功（SUCCESS），失败（ERROR）
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* wait till hext is ready */
while(crm_hext_stable_wait() == ERROR)
{
}
```

5.5.7 函数 crm_hick_clock_trimming_set

下表描述了函数 crm_hick_clock_trimming_set

表 120. 函数 crm_hick_clock_trimming_set

项目	描述
函数名	crm_hick_clock_trimming_set
函数原型	void crm_hick_clock_trimming_set(uint8_t trim_value);
功能描述	步进调整内部高速时钟校准值
输入参数 1	trim_value：校准补偿值。默认值为 0x20，设置范围为 0~0x3F
输入参数 2	无
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* set trimming value */
crm_hick_clock_trimming_set(0x1F);
```

5.5.8 函数 crm_hick_clock_calibration_set

下表描述了函数 crm_hick_clock_calibration_set

表 121. 函数 crm_hick_clock_calibration_set

项目	描述
函数名	crm_hick_clock_calibration_set
函数原型	void crm_hick_clock_calibration_set(uint8_t cali_value);
功能描述	调整内部高速时钟校准值
输入参数 1	cali_value：校准补偿值。默认值为出厂校准值，设置范围为 0~0xFF
输入参数 2	无
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* set trimming value */
crm_hick_clock_trimming_set(0x80);
```

5.5.9 函数 crm_periph_clock_enable

下表描述了函数 crm_periph_clock_enable

表 122. 函数 crm_periph_clock_enable

项目	描述
函数名	crm_periph_clock_enable
函数原型	void crm_periph_clock_enable(crm_periph_clock_type value, confirm_state new_state);
功能描述	外设时钟使能设置
输入参数 1	value：指定的片上外设时钟类型
输入参数 2	new_state：新的时钟设置状态。开启（TRUE），关闭（FALSE）
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

value

指定的外设，crm_periph_clock_type 在 at32f435_437_crm.h 中。此参数类型的命名规则为：CRM_外设名_PERIPH_CLOCK。

CRM_DMA1_PERIPH_CLOCK： 外设 dma1 的外设时钟定义
CRM_DMA2_PERIPH_CLOCK： 外设 dma2 的外设时钟定义
…
CRM_PWC_PERIPH_CLOCK： 外设 pwc 的外设时钟定义
CRM_DAC_PERIPH_CLOCK： 外设 dac 的外设时钟定义

示例

```
/* enable gpioa periph clock */
crm_periph_clock_enable(CRM_GPIOA_PERIPH_CLOCK, TRUE);
```

5.5.10 函数 crm_periph_reset

下表描述了函数 crm_periph_reset

表 123. 函数 crm_periph_reset

项目	描述
函数名	crm_periph_reset
函数原型	void crm_periph_reset(crm_periph_reset_type value, confirm_state new_state);
功能描述	外设复位设置
输入参数 1	value：指定的片上外设复位类型
输入参数 2	new_state：新的时钟设置状态。开启（TRUE），关闭（FALSE）
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

value

指定的外设，crm_periph_reset_type 在 at32f435_437_crm.h 中。此参数类型的命名规则为：CRM_外设名_PERIPH_RESET。

CRM_DMA1_PERIPH_RESET： 外设 dma1 的外设复位定义

CRM_DMA2_PERIPH_RESET： 外设 dma2 的外设复位定义

…

CRM_PWC_PERIPH_RESET： 外设 pwc 的外设复位定义

CRM_DAC_PERIPH_RESET： 外设 dac 的外设复位定义

示例

```
/* reset gpioa periph */
crm_periph_reset(CRM_GPIOA_PERIPH_RESET, TRUE);
```

5.5.11 函数 crm_periph_lowpower_mode_enable

下表描述了函数 crm_periph_lowpower_mode_enable

表 124. 函数 crm_periph_lowpower_mode_enable

项目	描述
函数名	crm_periph_lowpower_mode_enable
函数原型	void crm_periph_lowpower_mode_enable(crm_periph_clock_lowpower_type value, confirm_state new_state);
功能描述	外设时钟低功耗使能设置
输入参数 1	value：指定的片上外设时钟低功耗类型
输入参数 2	new_state：新的时钟设置状态。开启（TRUE），关闭（FALSE）
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

value

指定的外设，crm_periph_lowpower_type 在 at32f435_437_crm.h 中。此参数类型的命名规则为：CRM_外设名_PERIPH_LOWPOWER。

CRM_DMA1_PERIPH_LOWPOWER： 外设 dma1 的外设低功耗时钟定义

CRM_DMA2_PERIPH_LOWPOWER： 外设 dma2 的外设低功耗时钟定义

…

CRM_PWC_PERIPH_LOWPOWER： 外设 pwc 的外设低功耗时钟定义

CRM_DAC_PERIPH_LOWPOWER： 外设 dac 的外设低功耗时钟定义

示例

```
/* disable gpioa periph clock at sleep mode */
crm_periph_reset(CRM_GPIOA_PERIPH_LOWPOWER, FALSE);
```

5.5.12 函数 crm_clock_source_enable

下表描述了函数 crm_clock_source_enable

表 125. 函数 crm_clock_source_enable

项目	描述
函数名	crm_clock_source_enable
函数原型	void crm_clock_source_enable(crm_clock_source_type source, confirm_state new_state);
功能描述	各时钟源使能设置
输入参数 1	source：指定的时钟源类型
输入参数 2	new_state：新的时钟设置状态。开启（TRUE），关闭（FALSE）
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

source

指定的时钟源。

CRM_CLOCK_SOURCE_HICK： 高速内部时钟源
CRM_CLOCK_SOURCE_HEXT： 高速外部时钟源
CRM_CLOCK_SOURCE_PLL： PLL 时钟源
CRM_CLOCK_SOURCE_LEXT： 低速外部时钟源
CRM_CLOCK_SOURCE_LICK： 低速内部时钟源

示例

```
/* enable hext */
crm_clock_source_enable (CRM_CLOCK_SOURCE_HEXT, FALSE);
```

5.5.13 函数 crm_flag_clear

下表描述了函数 crm_flag_clear

表 126. 函数 crm_flag_clear

项目	描述
函数名	crm_flag_clear
函数原型	void crm_flag_clear(uint32_t flag);
功能描述	清除指定标志位
输入参数 1	flag：指定的需要清除的 flag 标志
输入参数 2	无
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无

项目	描述
被调用函数	无

flag

指定需要清除的 flag 标志

CRM_NRST_RESET_FLAG： NRST 管脚复位标志
CRM_POR_RESET_FLAG： 上电/低电压复位标志
CRM_SW_RESET_FLAG： 软件复位标志标志
CRM_WDT_RESET_FLAG： 看门狗复位标志
CRM_WWDT_RESET_FLAG： 窗口看门狗复位标志
CRM_LOWPOWER_RESET_FLAG： 低功耗复位标志
CRM_ALL_RESET_FLAG： 所有复位标志
CRM_LICK_READY_INT_FLAG： 低速内部时钟稳定中断标志
CRM_LEXT_READY_INT_FLAG： 低速外部时钟稳定中断标志
CRM_HICK_READY_INT_FLAG： 高速内部时钟稳定中断标志
CRM_HEXT_READY_INT_FLAG： 高速外部时钟稳定中断标志
CRM_PLL_READY_INT_FLAG： PLL 时钟稳定中断标志
CRM_CLOCK_FAILURE_INT_FLAG： 时钟失效中断标志

示例

```
/* clear clock failure detection flag */
crm_flag_clear(CRM_CLOCK_FAILURE_INT_FLAG);
```

5.5.14 函数 crm_ertc_clock_select

下表描述了函数 crm_ertc_clock_select

表 127. 函数 crm_ertc_clock_select

项目	描述
函数名	crm_ertc_clock_select
函数原型	void crm_ertc_clock_select(crm_ertc_clock_type value);
功能描述	ertc 时钟源选择
输入参数 1	value：需设置的 ertc 时钟源类型
输入参数 2	无
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

value

指定需要设置的 ertc 时钟源

CRM_ERTC_CLOCK_NOCLK： 无时钟源选作 ertc 时钟
CRM_ERTC_CLOCK_LEXT： 外部低速时钟选作 ertc 时钟
CRM_ERTC_CLOCK_LICK： 内部低速时钟选择 ertc 时钟
CRM_ERTC_CLOCK_HEXT_DIV2： 外部高速时钟 2 分频后选作 ertc 时钟
…
CRM_ERTC_CLOCK_HEXT_DIV31： 外部高速时钟 31 分频后选作 ertc 时钟

示例

```
/* config lext as ertc clock */
```

```
crm_ertc_clock_select (CRM_ERTC_CLOCK_LEXT);
```

5.5.15 函数 crm_ertc_clock_enable

下表描述了函数 crm_ertc_clock_enable

表 128. 函数 crm_ertc_clock_enable

项目	描述
函数名	crm_ertc_clock_enable
函数原型	void crm_ertc_clock_enable(confirm_state new_state);
功能描述	ertc 时钟使能设置
输入参数 1	new_state：新的 ertc 时钟设置状态。开启（TRUE），关闭（FALSE）
输入参数 2	无
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* enable ertc clock */
crm_ertc_clock_enable (TRUE);
```

5.5.16 函数 crm_ahb_div_set

下表描述了函数 crm_ahb_div_set

表 129. 函数 crm_ahb_div_set

项目	描述
函数名	crm_ahb_div_set
函数原型	void crm_ahb_div_set(crm_ahb_div_type value);
功能描述	SCLK 到 AHB 时钟的分频设置
输入参数 1	value：需设置的分频值
输入参数 2	无
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

value

CRM_AHB_DIV_1： SCLK 时钟 1 分频作为 AHB 时钟
CRM_AHB_DIV_2： SCLK 时钟 2 分频作为 AHB 时钟
CRM_AHB_DIV_4： SCLK 时钟 4 分频作为 AHB 时钟
CRM_AHB_DIV_8： SCLK 时钟 8 分频作为 AHB 时钟
CRM_AHB_DIV_16： SCLK 时钟 16 分频作为 AHB 时钟
CRM_AHB_DIV_64： SCLK 时钟 64 分频作为 AHB 时钟
CRM_AHB_DIV_128： SCLK 时钟 128 分频作为 AHB 时钟
CRM_AHB_DIV_256： SCLK 时钟 256 分频作为 AHB 时钟
CRM_AHB_DIV_512： SCLK 时钟 512 分频作为 AHB 时钟

示例

```
/* config ahbclk */
crm_ahb_div_set(CRM_AHB_DIV_1);
```

5.5.17 函数 crm_apb1_div_set

下表描述了函数 crm_apb1_div_set

表 130. 函数 crm_apb1_div_set

项目	描述
函数名	crm_apb1_div_set
函数原型	void crm_apb1_div_set(crm_apb1_div_type value);
功能描述	AHB 时钟到 APB1 时钟的分频设置
输入参数 1	value：需设置的分频值
输入参数 2	无
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

value

CRM_APB1_DIV_1： AHB 时钟 1 分频作为 APB1 时钟
CRM_APB1_DIV_2： AHB 时钟 2 分频作为 APB1 时钟
CRM_APB1_DIV_4： AHB 时钟 4 分频作为 APB1 时钟
CRM_APB1_DIV_8： AHB 时钟 8 分频作为 APB1 时钟
CRM_APB1_DIV_16： AHB 时钟 16 分频作为 APB1 时钟

示例

```
/* config apb1clk */
crm_apb1_div_set(CRM_APB1_DIV_2);
```

5.5.18 函数 crm_apb2_div_set

下表描述了函数 crm_apb2_div_set

表 131. 函数 crm_apb2_div_set

项目	描述
函数名	crm_apb2_div_set
函数原型	void crm_apb2_div_set(crm_apb2_div_type value);
功能描述	AHB 时钟到 APB2 时钟的分频设置
输入参数 1	value：需设置的分频值
输入参数 2	无
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

value

CRM_APB2_DIV_1： AHB 时钟 1 分频作为 APB2 时钟

CRM_APB2_DIV_2： AHB 时钟 2 分频作为 APB2 时钟
CRM_APB2_DIV_4： AHB 时钟 4 分频作为 APB2 时钟
CRM_APB2_DIV_8： AHB 时钟 8 分频作为 APB2 时钟
CRM_APB2_DIV_16： AHB 时钟 16 分频作为 APB2 时钟

示例

```
/* config apb2clk */
crm_apb2_div_set(CRM_APB2_DIV_2);
```

5.5.19 函数 crm_usb_clock_div_set

下表描述了函数 crm_usb_clock_div_set

表 132. 函数 crm_usb_clock_div_set

项目	描述
函数名	crm_usb_clock_div_set
函数原型	void crm_usb_clock_div_set(crm_usb_div_type div_value);
功能描述	PLL 时钟到 USB 时钟的分频设置
输入参数 1	div_value：需设置的分频值
输入参数 2	无
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

div_value

CRM_USB_DIV_1_5： PLL 时钟 1.5 倍分频作为 USB 时钟
CRM_USB_DIV_1： PLL 时钟 1 倍分频作为 USB 时钟
CRM_USB_DIV_2_5： PLL 时钟 2.5 倍分频作为 USB 时钟
CRM_USB_DIV_2： PLL 时钟 2 倍分频作为 USB 时钟
CRM_USB_DIV_3_5： PLL 时钟 3.5 倍分频作为 USB 时钟
CRM_USB_DIV_3： PLL 时钟 3 倍分频作为 USB 时钟
CRM_USB_DIV_4_5： PLL 时钟 4.5 倍分频作为 USB 时钟
CRM_USB_DIV_4： PLL 时钟 4 倍分频作为 USB 时钟
CRM_USB_DIV_5_5： PLL 时钟 5.5 倍分频作为 USB 时钟
CRM_USB_DIV_5： PLL 时钟 5 倍分频作为 USB 时钟
CRM_USB_DIV_6_5： PLL 时钟 6.5 倍分频作为 USB 时钟
CRM_USB_DIV_6： PLL 时钟 6 倍分频作为 USB 时钟
CRM_USB_DIV_7： PLL 时钟 7 倍分频作为 USB 时钟

示例

```
/* config usb div 2 */
crm_usb_clock_div_set (CRM_USB_DIV_2);
```

5.5.20 函数 crm_clock_failure_detection_enable

下表描述了函数 crm_clock_failure_detection_enable

表 133. 函数 crm_clock_failure_detection_enable

项目	描述
函数名	crm_clock_failure_detection_enable
函数原型	void crm_clock_failure_detection_enable(confirm_state new_state);
功能描述	时钟失效检测功能使能设置
输入参数 1	new_state：新的设置状态。开启（TRUE），关闭（FALSE）
输入参数 2	无
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* enable clock failure detection */
crm_clock_failure_detection_enable(TRUE);
```

5.5.21 函数 crm_battery_powered_domain_reset

下表描述了函数 crm_battery_powered_domain_reset

表 134. 函数 crm_battery_powered_domain_reset

项目	描述
函数名	crm_battery_powered_domain_reset
函数原型	void crm_battery_powered_domain_reset(confirm_state new_state);
功能描述	电池供电域的复位设置
输入参数 1	new_state：新的设置状态。复位（TRUE），不复位（FALSE）
输入参数 2	无
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

在需要对电池供电域复位时，通常的操作流程是先 TRUE 设定对电池供电域进行复位，完成复位后再 FALSE 设定关闭电池供电域复位。

示例

```
/* reset battery powered domain */
crm_battery_powered_domain_reset (TRUE);
```

5.5.22 函数 crm_pll_config

下表描述了函数 crm_pll_config

表 135. 函数 crm_pll_config

项目	描述
函数名	crm_pll_config
函数原型	void crm_pll_config(crm_pll_clock_source_type clock_source, uint16_t pll_ns, uint16_t pll_ms, crm_pll_fr_type pll_fr);
功能描述	设置 PLL 时钟源及各倍频及分频系数

项目	描述
输入参数 1	clock_source：PLL 倍频时钟源
输入参数 2	pll_ns：倍频系数，范围 31~500
输入参数 3	pll_ms：前分频系数，范围 1~15
输入参数 4	pll_fr：后分频系数
输出参数	无
返回值	无
先决条件	在配置和使能 PLL 前应确保 pll 倍频时钟源已开启且稳定
被调用函数	无

倍频公式：PLLCLK = PLL 输入时钟 / PLL_MS * PLL_NS / PLL_FR。

注意限制条件

2MHz <= PLL 输入时钟 / PLL_MS <= 16MHz

500MHz <= PLL 输入时钟 / PLL_MS * PLL_NS <= 1000MHz

clock_source

CRM_PLL_SOURCE_HICK：选择内部高速时钟作为 PLL 时钟源

CRM_PLL_SOURCE_HEXT：选择外部高速时钟作为 PLL 时钟源

pll_fr

CRM_PLL_FR_1： PLL 时钟 1 分频后输出

CRM_PLL_FR_2： PLL 时钟 2 分频后输出

CRM_PLL_FR_4： PLL 时钟 4 分频后输出

CRM_PLL_FR_8： PLL 时钟 8 分频后输出

CRM_PLL_FR_16：PLL 时钟 16 分频后输出

CRM_PLL_FR_32：PLL 时钟 32 分频后输出

示例

```
/* config pll clock resource */
crm_pll_config(CRM_PLL_SOURCE_HEXT, 96, 1, CRM_PLL_FR_8);
```

5.5.23 函数 crm_sysclk_switch

下表描述了函数 crm_sysclk_switch

表 136. 函数 crm_sysclk_switch

项目	描述
函数名	crm_sysclk_switch
函数原型	void crm_sysclk_switch(crm_sclk_type value);
功能描述	用作系统时钟的时钟源切换
输入参数 1	value：将用作系统时钟的时钟源
输入参数 2	无
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

value

CRM_SCLK_HICK： 选择内部高速时钟作为系统时钟

CRM_SCLK_HEXT： 选择外部高速时钟作为系统时钟

CRM_SCLK_PLL： 选择 PLL 时钟作为系统时钟

示例

```
/* select pll as system clock source */
crm_sysclk_switch(CRM_SCLK_PLL);
```

5.5.24 函数 crm_sysclk_switch_status_get

下表描述了函数 crm_sysclk_switch_status_get

表 137. 函数 crm_sysclk_switch_status_get

项目	描述
函数名	crm_sysclk_switch_status_get
函数原型	crm_sclk_type crm_sysclk_switch_status_get(void);
功能描述	返回用作系统时钟的时钟源
输入参数 1	无
输入参数 2	无
输出参数	无
返回值	crm_sclk_type：返回用作系统时钟的时钟源
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* wait till pll is used as system clock source */
while(crm_sysclk_switch_status_get() != CRM_SCLK_PLL)
{
}
```

5.5.25 函数 crm_clocks_freq_get

下表描述了函数 crm_clocks_freq_get

表 138. 函数 crm_clocks_freq_get

项目	描述
函数名	crm_clocks_freq_get
函数原型	void crm_clocks_freq_get(crm_clocks_freq_type *clocks_struct);
功能描述	返回片上不同的时钟频率
输入参数 1	clocks_struct：指向结构体 crm_clocks_freq_type 的指针，包含了各个时钟的频率
输入参数 2	无
输出参数	无
返回值	crm_sclk_type：返回用作系统时钟的时钟源
先决条件	无
被调用函数	无

crm_clocks_freq_type

crm_clocks_freq_type 在 at32f435_437_crm.h 中

```
typedef struct
{
  uint32_t      sclk_freq;
  uint32_t      ahb_freq;
```

```
  uint32_t    apb2_freq;
  uint32_t    apb1_freq;
} crm_clocks_freq_type;
```

sclk_freq

该成员返回系统时钟频率，单位 Hz

ahb_freq

该成员返回 AHB 总线时钟频率，单位 Hz

apb2_freq

该成员返回 APB2 总线时钟频率，单位 Hz

apb1_freq

该成员返回 APB1 总线时钟频率，单位 Hz

示例

```
/* get frequency */
crm_clocks_freq_type clocks_struct;
crm_clocks_freq_get(&clocks_struct);
```

5.5.26 函数 crm_clock_out1_set

下表描述了函数 crm_clock_out1_set

表 139. 函数 crm_clock_out1_set

项目	描述
函数名	crm_clock_out1_set
函数原型	void crm_clock_out1_set(crm_clkout1_select_type clkout);
功能描述	选择在 clkout1 管脚上输出的时钟源
输入参数 1	clkout：clkout1 管脚上输出的时钟源
输入参数 2	无
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

clkout

在 clkout1 引脚上输出的内部时钟

CRM_CLKOUT1_HICK：　选择内部高速时钟在 clkout1 引脚上输出

CRM_CLKOUT1_HEXT：　选择外部高速时钟在 clkout1 引脚上输出

CRM_CLKOUT1_PLL：　选择 PLL 时钟在 clkout1 引脚上输出

CRM_CLKOUT1_LEXT：　选择外部低速时钟在 clkout1 引脚上输出

示例

```
/* config clkout1 output hick */
crm_clock_out1_set(CRM_CLKOUT1_HICK);
```

5.5.27 函数 crm_clock_out2_set

下表描述了函数 crm_clock_out2_set

表 140. 函数 crm_clock_out2_set

项目	描述
函数名	crm_clock_out2_set
函数原型	void crm_clock_out2_set(crm_clkout2_select_type clkout);
功能描述	选择在 clkout2 管脚上输出的时钟源
输入参数 1	clkout：clkout2 管脚上输出的时钟源
输入参数 2	无
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

clkout

在 clkout2 引脚上输出的内部时钟

CRM_CLKOUT2_SCLK： 选择系统时钟在 clkout2 引脚上输出

CRM_CLKOUT2_HEXT： 选择外部高速时钟在 clkout2 引脚上输出

CRM_CLKOUT2_PLL： 选择 PLL 时钟在 clkout2 引脚上输出

CRM_CLKOUT2_USB： 选择 USB 时钟在 clkout2 引脚上输出

CRM_CLKOUT2_ADC： 选择 ADC 时钟在 clkout2 引脚上输出

CRM_CLKOUT2_HICK： 选择内部高速时钟在 clkout2 引脚上输出

CRM_CLKOUT2_LICK： 选择内部低速时钟在 clkout2 引脚上输出

CRM_CLKOUT2_LEXT： 选择外部低速时钟在 clkout2 引脚上输出

示例

```
/* config clkout2 output hick */
crm_clock_out2_set(CRM_CLKOUT2_SCLK);
```

5.5.28 函数 crm_clkout_div_set

下表描述了函数 crm_clkout_div_set

表 141. 函数 crm_clkout_div_set

项目	描述
函数名	crm_clkout_div_set
函数原型	void crm_clkout_div_set(crm_clkout_index_type index, crm_clkout_div1_type div1, crm_clkout_div2_type div2);
功能描述	在时钟输出引脚上的两级时钟分频配置
输入参数 1	index：选择设置的 clkout 编号
输入参数 2	div1：1 级时钟分频设置
输入参数 3	div2：2 级时钟分频设置
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

index

设置的 clkout 编号

CRM_CLKOUT_INDEX_1：对 clkout1 进行分频设置

CRM_CLKOUT_INDEX_2：对 clkout2 进行分频设置

div1

1 级时钟分频设置

CRM_CLKOUT_DIV1_1：设置 1 级分频器为 1 分频
CRM_CLKOUT_DIV1_2：设置 1 级分频器为 2 分频
CRM_CLKOUT_DIV1_3：设置 1 级分频器为 3 分频
CRM_CLKOUT_DIV1_4：设置 1 级分频器为 4 分频
CRM_CLKOUT_DIV1_5：设置 1 级分频器为 5 分频

div2

2 级时钟分频设置

CRM_CLKOUT_DIV2_1：设置 2 级分频器为 1 分频
CRM_CLKOUT_DIV2_2：设置 2 级分频器为 2 分频
CRM_CLKOUT_DIV2_4：设置 2 级分频器为 4 分频
CRM_CLKOUT_DIV2_8：设置 2 级分频器为 8 分频
CRM_CLKOUT_DIV2_16：设置 2 级分频器为 16 分频
CRM_CLKOUT_DIV2_64：设置 2 级分频器为 64 分频
CRM_CLKOUT_DIV2_128：设置 2 级分频器为 128 分频
CRM_CLKOUT_DIV2_256：设置 2 级分频器为 256 分频
CRM_CLKOUT_DIV2_512：设置 2 级分频器为 512 分频

示例

```
/* config clkout1 div */
crm_clkout_div_set (CRM_CLKOUT_INDEX_1, CRM_CLKOUT_DIV1_1, CRM_CLKOUT_DIV2_8);
```

5.5.29 函数 crm_interrupt_enable

下表描述了函数 crm_interrupt_enable

表 142. 函数 crm_interrupt_enable

项目	描述
函数名	crm_interrupt_enable
函数原型	void crm_interrupt_enable(uint32_t crm_int, confirm_state new_state);
功能描述	指定的中断使能设置
输入参数 1	crm_int：指定的 crm 中断
输入参数 2	new_state：中断新的设置状态。开启（TRUE），关闭（FALSE）
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

crm_int

CRM_LICK_STABLE_INT：低速内部时钟稳定中断
CRM_LEXT_STABLE_INT：低速外部时钟稳定中断
CRM_HICK_STABLE_INT：高速内部时钟稳定中断
CRM_HEXT_STABLE_INT：高速外部时钟稳定中断
CRM_PLL_STABLE_INT：PLL 时钟稳定中断
CRM_CLOCK_FAILURE_INT：时钟失效中断

示例

```
/* enable pll stable interrupt */
```

```
crm_interrupt_enable (CRM_PLL_STABLE_INT);
```

5.5.30 函数 crm_auto_step_mode_enable

下表描述了函数 crm_auto_step_mode_enable

表 143. 函数 crm_auto_step_mode_enable

项目	描述
函数名	crm_auto_step_mode_enable
函数原型	void crm_auto_step_mode_enable(confirm_state new_state);
功能描述	自动顺滑使能设置
输入参数 1	new_state：新的设置状态。开启（TRUE），关闭（FALSE）
输入参数 2	无
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* enable auto step mode */
crm_auto_step_mode_enable(TRUE);
```

5.5.31 函数 crm_hick_sclk_frequency_select

下表描述了函数 crm_hick_sclk_frequency_select

表 144. 函数 crm_hick_sclk_frequency_select

项目	描述
函数名	crm_hick_sclk_frequency_select
函数原型	void crm_hick_sclk_frequency_select(crm_hick_sclk_frequency_type value);
功能描述	当内部高速时钟被选择作为系统时钟时，设置系统时钟频率为 8M 或 48M
输入参数 1	value：8M 或者 48M 内部高速时钟
输入参数 2	无
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

value

CRM_HICK_SCLK_8MHZ： 内部高速时钟 8MHz 作为系统时钟

CRM_HICK_SCLK_48MHZ： 内部高速时钟 48MHz 作为系统时钟

示例

```
/* config sysclk with hick 48mhz */
crm_hick_sclk_frequency_select (CRM_HICK_SCLK_48MHZ);
```

5.5.32 函数 crm_usb_clock_source_select

下表描述了函数 crm_usb_clock_source_select

表 145. 函数 crm_usb_clock_source_select

项目	描述
函数名	crm_usb_clock_source_select
函数原型	void crm_usb_clock_source_select(crm_usb_clock_source_type value);
功能描述	选择 PLL 或内部高速时钟（48M）作为 USB 时钟源
输入参数 1	value：PLL 或者内部高速时钟（48M）
输入参数 2	无
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

value

CRM_USB_CLOCK_SOURCE_PLL： PLL 时钟作为 USB 时钟源

CRM_USB_CLOCK_SOURCE_HICK： 内部高速时钟作为 USB 时钟源

示例

```
/* select hick48 as usb clock */
crm_usb_clock_source_select (CRM_USB_CLOCK_SOURCE_HICK);
```

5.5.33 函数 crm_clkout_to_tmr10_enable

下表描述了函数 crm_clkout_to_tmr10_enable

表 146. 函数 crm_clkout_to_tmr10_enable

项目	描述
函数名	crm_clkout_to_tmr10_enable
函数原型	void crm_clkout_to_tmr10_enable(confirm_state new_state);
功能描述	clkout 内部连接到 tmr10 的通道 1 使能设置
输入参数 1	new_state：新的设置状态。使能（TRUE），失能（FALSE）
输入参数 2	无
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* config clkout internal connect to tmr10 channel1 */
crm_clkout_to_tmr10_enable (TRUE);
```

5.5.34 函数 crm_emac_output_pulse_set

下表描述了函数 crm_emac_output_pulse_set

表 147. 函数 crm_emac_output_pulse_set

项目	描述
函数名	crm_emac_output_pulse_set
函数原型	void crm_emac_output_pulse_set(crm_emac_output_pulse_type width);
功能描述	emac 输出脉冲宽度设置

项目	描述
输入参数 1	width：emac 输出脉冲宽度设置
输入参数 2	无
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

value

CRM_EMAC_PULSE_125MS： EMAC 输出脉冲宽度为 125 毫秒

CRM_EMAC_PULSE_1SCLK： EMAC 输出脉冲宽度为一个系统时钟周期

示例

```
/* config emac output pulse 125ms */
crm_emac_output_pulse_set (CRM_EMAC_PULSE_125MS);
```

5.5.35 函数 crm_pll_parameter_calculate

下表描述了函数 crm_pll_parameter_calculate

表 148. 函数 crm_pll_parameter_calculate

项目	描述
函数名	crm_pll_parameter_calculate
函数原型	error_status crm_pll_parameter_calculate(crm_pll_clock_source_type pll_rcs, uint32_t target_sclk_freq, uint16_t *ret_ms, uint16_t *ret_ns, uint16_t *ret_fr);
功能描述	pll 配置参数自动计算
输入参数 1	pll_rcs：pll 输入时钟源
输入参数 2	target_sclk_freq：目标倍频时钟频率，如：200MHz，则参数值为 target_sclk_freq=200000000
输出参数 1	ret_ms：返回 pll_ms 参数
输出参数 2	ret_ns：返回 pll_ns 参数
输出参数 3	ret_fr：返回 pll_fr 参数
返回值	error_status：计算状态。计算得到一组等于目标时钟的 pll 参数（SUCCESS），得到一组相近与目标时钟的 pll 参数（ERROR）
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* pll parameter calculate automatic */
uint16_t pll_ms = 0, pll_ns = 0, pll_fr = 0;
crm_pll_parameter_calculate (CRM_PLL_SOURCE_HEXT, 200000000, &pll_ms, &pll_ns, &pll_fr);
```

5.6 数字/模拟转换（DAC）

DAC 寄存器结构 dac_type，定义于文件“at32f435_437_dac.h”如下：

```
/**
  * @brief type define dac register all
  */
typedef struct
```

```
{
    ...
} dac_type;
```

下表给出了 DAC 寄存器总览：

表 149. DAC 寄存器总览

寄存器	描述
ctrl	DAC 控制寄存器
swtrg	DAC 软件触发寄存器
d1dth12r	DAC1 的 12 位右对齐数据保持寄存器
d1dth12l	DAC1 的 12 位左对齐数据保持寄存器
d1dth8r	DAC1 的 8 位右对齐数据保持寄存器
d2dth12r	DAC2 的 12 位右对齐数据保持寄存器
d2dth12l	DAC2 的 12 位左对齐数据保持寄存器
d2dth8r	DAC2 的 8 位右对齐数据保持寄存器
ddth12r	双 DAC 的 12 位右对齐数据保持寄存器
ddth12l	双 DAC 的 12 位左对齐数据保持寄存器
ddth8r	双 DAC 的 8 位右对齐数据保持寄存器
d1odt	DAC1 数据输出寄存器
d2odt	DAC2 数据输出寄存器

下表给出了 DAC 寄存器总览：

表 150. DAC 库函数总览

函数名	描述
dac_reset	将 DAC 所有寄存器值恢复到复位值
dac_enable	使能 DAC
dac_output_buffer_enable	使能 DAC 输出缓存
dac_trigger_enable	使能 DAC 触发
dac_trigger_select	选择 DAC 触发源
dac_software_trigger_generate	软件触发 DAC
dac_dual_software_trigger_generate	软件同时触发 DAC1 和 DAC2
dac_wave_generate	DAC 输出波形选择
dac_mask_amplitude_select	DAC 噪声位宽/三角波幅值选择
dac_dma_enable	DAC 的 DMA 使能
dac_data_output_get	获取 DAC 输出值
dac_1_data_set	DAC1 输出值设置
dac_2_data_set	DAC2 输出值设置
dac_dual_data_set	DAC1 和 DAC2 输出值设置
dac_udr_enable	是能溢出中断
dac_udr_interrupt_flag_get	获取 DAC1/2 下溢中断标志
dac_udr_flag_get	获取 DAC1/2 下溢标志
dac_udr_flag_clear	清除 DAC1/2 下溢标志

5.6.1 函数 dac_reset

下表描述了函数 dac_reset

表 151. 函数 dac_reset

项目	描述
函数名	dac_reset
函数原型	void dac_reset(void);
功能描述	将 DAC 所有寄存器值恢复到复位值
输入参数	无
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	crm_periph_reset();

示例

```
dac_reset ();
```

5.6.2 函数 dac_enable

下表描述了函数 dac_enable

表 152. 函数 dac_enable

项目	描述
函数名	dac_enable
函数原型	void dac_enable(dac_select_type dac_select, confirm_state new_state);
功能描述	使能 DAC
输入参数 1	dac_select：DAC 选择 该参数可以选取自其中之一 ： DAC1_SELECT，DAC2_SELECT.
输入参数 2	new_state：使能或关闭 该参数可以选取自其中之一 ：FALSE，TRUE
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
dac_enable(DAC1_SELECT, TRUE);
```

5.6.3 函数 dac_output_buffer_enable

下表描述了函数 dac_output_buffer_enable

表 153. 函数 dac_output_buffer_enable

项目	描述
函数名	dac_output_buffer_enable
函数原型	void dac_output_buffer_enable(dac_select_type dac_select, confirm_state

项目	描述
	new_state);
功能描述	使能 DAC 输出缓存
输入参数 1	dac_select：DAC 选择 该参数可以选取自其中之一 ： DAC1_SELECT，DAC2_SELECT.
输入参数 2	new_state：使能或关闭 该参数可以选取自其中之一 ：FALSE，TRUE
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
dac_output_buffer_enable (DAC1_SELECT, TRUE);
```

5.6.4 函数 dac_trigger_enable

下表描述了函数 dac_trigger_enable

表 154. 函数 dac_trigger_enable

项目	描述
函数名	dac_trigger_enable
函数原型	void dac_trigger_enable(dac_select_type dac_select, confirm_state new_state);
功能描述	使能 DAC 触发
输入参数 1	dac_select：DAC 选择 该参数可以选取自其中之一 ： DAC1_SELECT，DAC2_SELECT.
输入参数 2	new_state：使能或关闭 该参数可以选取自其中之一 ：FALSE，TRUE
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
dac_trigger_enable (DAC1_SELECT, TRUE);
```

5.6.5 函数 dac_trigger_select

下表描述了函数 dac_trigger_select

表 155. 函数 dac_trigger_select

项目	描述
函数名	dac_trigger_select
函数原型	void dac_trigger_select(dac_select_type dac_select, dac_trigger_type dac_trigger_source);
功能描述	选择 DAC 触发源

项目	描述
输入参数 1	dac_select：DAC 选择 该参数可以选取自其中之一 ： DAC1_SELECT，DAC2_SELECT.
输入参数 2	*dac_trigger_source*：选择的触发源
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

dac_trigger_source

选择的触发源

DAC_TMR6_TRGOUT_EVENT： TMR6 TRGOUT 事件触发 DAC
DAC_TMR8_TRGOUT_EVENT： TMR8 TRGOUT 事件触发 DAC
DAC_TMR7_TRGOUT_EVENT： TMR7 TRGOUT 事件触发 DAC
DAC_TMR5_TRGOUT_EVENT： TMR5 TRGOUT 事件触发 DAC
DAC_TMR2_TRGOUT_EVENT： TMR2 TRGOUT 事件触发 DAC
DAC_TMR4_TRGOUT_EVENT： TMR4 TRGOUT 事件触发 DAC
DAC_EXTERNAL_INTERRUPT_LINE_9： EXINT LINE 9 事件触发 DAC
DAC_SOFTWARE_TRIGGER： 软件触发 DAC

示例

```
dac_trigger_select(DAC1_SELECT, DAC_TMR2_TRGOUT_EVENT);
dac_trigger_select(DAC2_SELECT, DAC_TMR2_TRGOUT_EVENT);
```

5.6.6 函数 dac_software_trigger_generate

下表描述了函数 dac_software_trigger_generate

表 156. 函数 dac_software_trigger_generate

项目	描述
函数名	dac_software_trigger_generate
函数原型	void dac_software_trigger_generate(dac_select_type dac_select);
功能描述	软件触发 DAC
输入参数 1	dac_select：DAC 选择 该参数可以选取自其中之一 ： DAC1_SELECT，DAC2_SELECT.
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
dac_software_trigger_generate (DAC1_SELECT);
```

5.6.7 函数 dac_dual_software_trigger_generate

下表描述了函数 dac_dual_software_trigger_generate

表 157. 函数 dac_dual_software_trigger_generate

项目	描述
函数名	dac_dual_software_trigger_generate
函数原型	void dac_dual_software_trigger_generate(void);
功能描述	软件同时触发 DAC1 和 DAC2
输入参数	无
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
dac_dual_software_trigger_generate ();
```

5.6.8 函数 dac_wave_generate

下表描述了函数 dac_wave_generate

表 158. 函数 dac_wave_generate

项目	描述
函数名	dac_wave_generate
函数原型	void dac_wave_generate(dac_select_type dac_select, dac_wave_type dac_wave);
功能描述	DAC 输出波形选择
输入参数 1	dac_select：DAC 选择 该参数可以选取自其中之一 ： DAC1_SELECT，DAC2_SELECT.
输入参数 2	*dac_wave：*选择的波形
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

dac_wave

选择的波形

DAC_WAVE_GENERATE_NONE： 不输出波形（输出数据保持寄存器的固定值）

DAC_WAVE_GENERATE_NOISE： 输出噪声波

DAC_WAVE_GENERATE_TRIANGLE：输出三角波

示例

```
dac_wave_generate(DAC1_SELECT, DAC_WAVE_GENERATE_NONE);
dac_wave_generate(DAC2_SELECT, DAC_WAVE_GENERATE_NOISE);
```

5.6.9 函数 dac_mask_amplitude_select

下表描述了函数 dac_mask_amplitude_select

表 159. 函数 dac_mask_amplitude_select

项目	描述
函数名	dac_mask_amplitude_select
函数原型	void dac_mask_amplitude_select(dac_select_type dac_select, dac_mask_amplitude_type dac_mask_amplitude);
功能描述	DAC 噪声位宽/三角波幅值选择
输入参数 1	dac_select：DAC 选择 该参数可以选取自其中之一 ： DAC1_SELECT，DAC2_SELECT.
输入参数 2	*dac_mask_amplitude*：选择的噪声位宽/三角波幅值
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

dac_mask_amplitude

选择的噪声位宽/三角波幅值

DAC_LSFR_BIT0_AMPLITUDE_1： 噪声模式下使用 LSFR[0]/三角波模式下幅值等于 1

DAC_LSFR_BIT10_AMPLITUDE_3： 噪声模式下使用 LSFR[1:0]/三角波模式下幅值等于 3

DAC_LSFR_BIT20_AMPLITUDE_7： 噪声模式下使用 LSFR[2:0]/三角波模式下幅值等于 7

DAC_LSFR_BIT30_AMPLITUDE_15： 噪声模式下使用 LSFR[3:0]/三角波模式下幅值等于 15

DAC_LSFR_BIT40_AMPLITUDE_31： 噪声模式下使用 LSFR[4:0]/三角波模式下幅值等于 31

DAC_LSFR_BIT50_AMPLITUDE_63： 噪声模式下使用 LSFR[5:0]/三角波模式下幅值等于 63

DAC_LSFR_BIT60_AMPLITUDE_127： 噪声模式下使用 LSFR[6:0]/三角波模式下幅值等于 127

DAC_LSFR_BIT70_AMPLITUDE_255： 噪声模式下使用 LSFR[7:0]/三角波模式下幅值等于 255

DAC_LSFR_BIT80_AMPLITUDE_511： 噪声模式下使用 LSFR[8:0]/三角波模式下幅值等于 511

DAC_LSFR_BIT90_AMPLITUDE_1023：噪声模式下使用 LSFR[9:0]/三角波模式下幅值等于 1023

DAC_LSFR_BITA0_AMPLITUDE_2047：噪声模式下使用 LSFR[10:0]/三角波模式下幅值等于 2047

DAC_LSFR_BITB0_AMPLITUDE_4095：噪声模式下使用 LSFR[11:0]/三角波模式下幅值等于 4095

示例

```
dac_mask_amplitude_select (DAC1_SELECT, DAC_LSFR_BIT60_AMPLITUDE_127);
dac_mask_amplitude_select (DAC2_SELECT, DAC_LSFR_BIT80_AMPLITUDE_511);
```

5.6.10 函数 dac_dma_enable

下表描述了函数 dac_dma_enable

表 160. 函数 dac_dma_enable

项目	描述
函数名	dac_dma_enable
函数原型	void dac_dma_enable(dac_select_type dac_select, confirm_state new_state);
功能描述	DAC 的 DMA 使能
输入参数 1	dac_select：DAC 选择 该参数可以选取自其中之一 ： DAC1_SELECT，DAC2_SELECT.
输入参数 2	new_state：使能或关闭 该参数可以选取自其中之一 ：FALSE，TRUE
输出参数	无

项目	描述
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
dac_dma_enable (DAC1_SELECT, TRUE);
```

5.6.11 dac_data_output_get

下表描述了函数 dac_data_output_get

表 161. 函数 dac_data_output_get

项目	描述
函数名	dac_data_output_get
函数原型	uint16_t dac_data_output_get(dac_select_type dac_select);
功能描述	获取 DAC 输出值
输入参数 1	dac_select：DAC 选择 该参数可以选取自其中之一 ： DAC1_SELECT，DAC2_SELECT.
输出参数	无
返回值	dacx_data：dac1/dac2 的输出值
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
uint16_t dac1_data;
dac1_data = dac_data_output_get (DAC1_SELECT);
```

5.6.12 函数 dac_1_data_set

下表描述了函数 dac_1_data_set

表 162. 函数 dac_1_data_set

项目	描述
函数名	dac_1_data_set
函数原型	void dac_1_data_set(dac1_aligned_data_type dac1_aligned, uint16_t dac1_data);
功能描述	DAC1 输出值设置
输入参数 1	*dac1_aligned*：数据格式选择
输入参数 2	*dac1_data*：DAC 输出值
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

dac1_aligned

数据格式选择

DAC1_12BIT_RIGHT： 12bit 右对齐格式
DAC1_12BIT_LEFT： 12bit 左对齐格式
DAC1_8BIT_RIGHT： 8bit 右对齐格式

dac1_data

DAC 输出值设置，不同格式取值范围不同
DAC1_12BIT_RIGHT： 0x000~0xFFF
DAC1_12BIT_LEFT： 0x0000~0xFFF0
DAC1_8BIT_RIGHT： 0x00~0xFF

示例

```
dac_1_data_set (DAC1_12BIT_RIGHT, 0x666);
```

5.6.13 函数 dac_2_data_set

下表描述了函数 dac_2_data_set

表 163. 函数 dac_2_data_set

项目	描述
函数名	dac_2_data_set
函数原型	void dac_2_data_set(dac2_aligned_data_type dac2_aligned, uint16_t dac2_data);
功能描述	DAC2 输出值设置
输入参数 1	*dac2_aligned*：数据格式选择
输入参数 2	*dac2_data*：DAC 输出值
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

dac2_aligned

数据格式选择
DAC2_12BIT_RIGHT： 12bit 右对齐格式
DAC2_12BIT_LEFT： 12bit 左对齐格式
DAC2_8BIT_RIGHT： 8bit 右对齐格式

dac2_data

DAC 输出值设置，不同格式取值范围不同
DAC2_12BIT_RIGHT： 0x000~0xFFF
DAC2_12BIT_LEFT： 0x0000~0xFFF0
DAC2_8BIT_RIGHT： 0x00~0xFF

示例

```
dac_2_data_set (DAC2_12BIT_RIGHT, 0x666);
```

5.6.14 函数 dac_dual_data_set

下表描述了函数 dac_dual_data_set

表 164. 函数 dac_dual_data_set

项目	描述
函数名	dac_dual_data_set

项目	描述
函数原型	void dac_dual_data_set(dac_dual_data_type dac_dual, uint16_t data1, uint16_t data2);
功能描述	DAC1 和 DAC2 输出值设置
输入参数 1	*dac_dual*：数据格式选择
输入参数 2	*data1*：DAC1 输出值
输入参数 3	*data2*：DAC2 输出值
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

dac_dual

数据格式选择

DAC_DUAL_12BIT_RIGHT： 12bit 右对齐格式

DAC_DUAL_12BIT_LEFT： 12bit 左对齐格式

DAC_DUAL_8BIT_RIGHT： 8bit 右对齐格式

data1/data2

DAC 输出值设置，不同格式取值范围不同

DAC_DUAL_12BIT_RIGHT： 0x000~0xFFF

DAC_DUAL_12BIT_LEFT： 0x0000~0xFFF0

DAC_DUAL_8BIT_RIGHT： 0x00~0xFF

示例

```
dac_dual_data_set (DAC_DUAL_12BIT_RIGHT, 0x666, 0x777);
```

5.6.15 函数 dac_udr_enable

下表描述了函数 dac_udr_enable

表 165. 函数 dac_udr_enable

项目	描述
函数名	dac_udr_enable
函数原型	void dac_udr_enable(dac_select_type dac_select, confirm_state new_state);
功能描述	使能 DAC1 和 DAC2 DMA 下溢中断
输入参数 1	dac_select：DAC1/2 选择
输入参数 2	new_state：使能或关闭 该参数可以选取自其中之一 ：FALSE，TRUE
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
dac_udr_enable (DAC1_SELECT, TRUE);
```

5.6.16 函数 dac_udr_flag_get

下表描述了函数 dac_udr_flag_get

表 166. 函数 dac_udr_flag_get

项目	描述
函数名	dac_udr_flag_get
函数原型	flag_status dac_udr_flag_get(dac_select_type dac_select);
功能描述	获取 DAC1 和 DAC2 溢出标志
输入参数 1	dac_select：DAC1/2 选择
输出参数	无
返回值	状态标志
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
dac_udr_flag_get (DAC1_SELECT);
```

5.6.17 函数 dac_udr_interrupt_flag_get

下表描述了函数 dac_udr_interrupt_flag_get

表 167. 函数 dac_udr_interrupt_flag_get

项目	描述
函数名	dac_udr_interrupt_flag_get
函数原型	flag_status dac_udr_interrupt_flag_get (dac_select_type dac_select);
功能描述	获取 DAC1 和 DAC2 溢出标志
输入参数 1	dac_select：DAC1/2 选择
输出参数	无
返回值	状态标志
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
dac_udr_interrupt_flag_get (DAC1_SELECT);
```

5.6.18 函数 dac_udr_flag_clear

下表描述了函数 dac_udr_flag_clear

表 168. 函数 dac_udr_flag_clear

项目	描述
函数名	dac_udr_flag_clear
函数原型	void dac_udr_flag_clear(dac_select_type dac_select);
功能描述	获取 DAC1 和 DAC2 溢出标志
输入参数 1	dac_select：DAC1/2 选择
输出参数	无
返回值	无

项目	描述
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
dac_udr_flag_clear (DAC1_SELECT);
```

5.7 调试（DEBUG）

DEBUG 寄存器结构 debug_type，定义于文件“at32f435_437_debug.h”如下：

```
/**
  * @brief type define debug register all
  */
typedef struct
{
      ...

} debug_type;
```

下表给出了 DEBUG 寄存器总览：

表 169. DEBUG 寄存器对应表

寄存器	描述
idcode	设备 ID
ctrl	控制寄存器

下表给出了 DEBUG 库函数总览：

表 170. DEBUG 库函数总览

函数名	描述
debug_device_id_get	读取设备 idcode
debug_periph_mode_set	对应外设的 debug 模式设置

5.7.1 函数 debug_device_id_get

下表描述了函数 debug_device_id_get

表 171. 函数 debug_device_id_get

项目	描述
函数名	debug_device_id_get
函数原型	uint32_t debug_device_id_get(void);
功能描述	读取设备 idcode
输入参数 1	无
输入参数 2	无
输出参数	无
返回值	返回 32-bit idcode
先决条件	无

项目	描述
被调用函数	无

示例

```
/* get idcode */
uint32_t idcode = 0;
idcode = debug_device_id_get();
```

5.7.2 函数 debug_periph_mode_set

下表描述了函数 debug_periph_mode_set

表 172. 函数 debug_periph_mode_set

项目	描述
函数名	debug_periph_mode_set
函数原型	void debug_periph_mode_set(uint32_t periph_debug_mode, confirm_state new_state);
功能描述	指定外设或模式进行 debug 模式设置
输入参数 1	periph_debug_mode：指定外设或模式
输入参数 2	new_state：设置新状态，开启（TRUE），关闭（FALSE）
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

periph_debug_mode

指定对应的外设或模式进行 DEBUG 设置

DEBUG_SLEEP：SLEEP 模式下 DEBUG 设置
DEBUG_DEEPSLEEP：DEEPSLEEP 模式下 DEBUG 设置
DEBUG_STANDBY：STANDBY 模式下 DEBUG 设置
DEBUG_WDT_PAUSE：看门狗是否计数的 DEBUG 设置
DEBUG_WWDT_PAUSE：窗口看门狗是否计数的 DEBUG 设置
DEBUG_TMR1_PAUSE：TMR1 是否计数的 DEBUG 设置
DEBUG_TMR2_PAUSE：TMR2 是否计数的 DEBUG 设置
DEBUG_TMR3_PAUSE：TMR3 是否计数的 DEBUG 设置
DEBUG_TMR4_PAUSE：TMR4 是否计数的 DEBUG 设置
DEBUG_TMR5_PAUSE：TMR5 是否计数的 DEBUG 设置
DEBUG_TMR6_PAUSE：TMR6 是否计数的 DEBUG 设置
DEBUG_TMR7_PAUSE：TMR7 是否计数的 DEBUG 设置
DEBUG_TMR8_PAUSE：TMR8 是否计数的 DEBUG 设置
DEBUG_TMR9_PAUSE：TMR9 是否计数的 DEBUG 设置
DEBUG_TMR10_PAUSE：TMR10 是否计数的 DEBUG 设置
DEBUG_TMR11_PAUSE：TMR11 是否计数的 DEBUG 设置
DEBUG_TMR12_PAUSE：TMR12 是否计数的 DEBUG 设置
DEBUG_TMR13_PAUSE：TMR13 是否计数的 DEBUG 设置
DEBUG_TMR14_PAUSE：TMR14 是否计数的 DEBUG 设置
DEBUG_TMR20_PAUSE：TMR20 是否计数的 DEBUG 设置
DEBUG_I2C1_SMBUS_TIMEOUT：I2C1 SMBUS TIMEOUT 是否计数的 DEBUG 设置

DEBUG_I2C2_SMBUS_TIMEOUT： I2C2 SMBUS TIMEOUT 是否计数的 DEBUG 设置
DEBUG_I2C3_SMBUS_TIMEOUT： I2C3 SMBUS TIMEOUT 是否计数的 DEBUG 设置
DEBUG_CAN1_PAUSE： CAN1 接收寄存器是否继续工作的 DEBUG 设置
DEBUG_CAN2_PAUSE： CAN2 接收寄存器是否继续工作的 DEBUG 设置
DEBUG_ERTC_PAUSE： ERTC 是否计数的 DEBUG 设置
DEBUG_ERTC_512_PAUSE： ERTC 512Hz 脉冲输出是否继续输出的 DEBUG 设置

示例

```
/* enable tmr1 debug mode */
debug_periph_mode_set(DEBUG_TMR1_PAUSE, TRUE);
```

5.8 DMA 控制器（DMA）

DMA 寄存器结构 dma_type，定义于文件“at32f435_437_dma.h”如下：

```
/**
  * @brief type define dma register
  */
typedef struct
{
      …

} dma_type;
```

DMA 通道寄存器结构 dma_channel_type，定义于文件“at32f435_437_dma.h”如下：

```
/**
  * @brief type define dma channel register all
  */
typedef struct
{
      …

} dma_channel_type;
```

下表给出了 DMA 寄存器总览：

表 173.DMA 寄存器对应表

寄存器	描述
dma_sts	DMA 状态寄存器
dma_clr	DMA 状态清除寄存器
dma_c1ctrl	DMA 通道 1 配置寄存器
dma_c1dtcnt	DMA 通道 1 数据传输量寄存器
dma_c1paddr	DMA 通道 1 外设地址寄存器
dma_c1maddr	DMA 通道 1 存储器地址寄存器
dma_c2ctrl	DMA 通道 2 配置寄存器
dma_c2dtcnt	DMA 通道 2 数据传输量寄存器
dma_c2paddr	DMA 通道 2 外设地址寄存器
dma_c2maddr	DMA 通道 2 存储器地址寄存器

寄存器	描述
dma_c3ctrl	DMA 通道 3 配置寄存器
dma_c3dtcnt	DMA 通道 3 数据传输量寄存器
dma_c3paddr	DMA 通道 3 外设地址寄存器
dma_c3maddr	DMA 通道 3 存储器地址寄存器
dma_c4ctrl	DMA 通道 4 配置寄存器
dma_c4dtcnt	DMA 通道 4 数据传输量寄存器
dma_c4paddr	DMA 通道 4 外设地址寄存器
dma_c4maddr	DMA 通道 4 存储器地址寄存器
dma_c5ctrl	DMA 通道 5 配置寄存器
dma_c5dtcnt	DMA 通道 5 数据传输量寄存器
dma_c5paddr	DMA 通道 5 外设地址寄存器
dma_c5maddr	DMA 通道 5 存储器地址寄存器
dma_c6ctrl	DMA 通道 6 配置寄存器
dma_c6dtcnt	DMA 通道 6 数据传输量寄存器
dma_c6paddr	DMA 通道 6 外设地址寄存器
dma_c6maddr	DMA 通道 6 存储器地址寄存器
dma_c7ctrl	DMA 通道 7 配置寄存器
dma_c7dtcnt	DMA 通道 7 数据传输量寄存器
dma_c7paddr	DMA 通道 7 外设地址寄存器
dma_c7maddr	DMA 通道 7 存储器地址寄存器
dma_muxsel	DMAMUX 使能寄存器
dma_muxc1ctrl	DMAMUX 通道 1 控制寄存器
dma_muxc2ctrl	DMAMUX 通道 2 控制寄存器
dma_muxc3ctrl	DMAMUX 通道 3 控制寄存器
dma_muxc4ctrl	DMAMUX 通道 4 控制寄存器
dma_muxc5ctrl	DMAMUX 通道 5 控制寄存器
dma_muxc6ctrl	DMAMUX 通道 6 控制寄存器
dma_muxc7ctrl	DMAMUX 通道 7 控制寄存器
dma_muxg1ctrl	DMAMUX 请求发生器 1 控制寄存器
dma_muxg2ctrl	DMAMUX 请求发生器 2 控制寄存器
dma_muxg3ctrl	DMAMUX 请求发生器 3 控制寄存器
dma_muxg4ctrl	DMAMUX 请求发生器 4 控制寄存器
dma_muxsyncsts	DMAMUX 同步状态寄存器
dma_muxsyncclr	DMAMUX 同步状态清除寄存器
dma_muxgsts	DMAMUX 请求发生器状态寄存器
dma_muxgclr	DMAMUX 请求发生器状态清除寄存器

下表给出了 DMA 库函数总览：

表 174.DMA 库函数总览

函数名	描述
dma_default_para_init	将 dma_init_struct 中的参数初始化
dma_init	初始化指定的 DMA 通道
dma_reset	复位指定的 DMA 通道

dma_data_number_set	设置指定通道的数据传输量寄存器值
dma_data_number_get	获取指定通道的数据传输量寄存器值
dma_interrupt_enable	使能指定通道的相应中断
dma_channel_enable	使能指定通道
dma_flexible_config	配置弹性请求映射
dma_flag_get	获取通道相关标志位
dma_flag_clear	清除通道相关标志位
dmamux_enable	DMAMUX 使能
dmamux_init	DMAMUX 初始化
dmamux_sync_default_para_init	DMAMUX 同步模块结构体初始化
dmamux_sync_config	DMAMUX 同步模块配置
dmamux_generator_default_para_init	DMAMUX 请求生成模块结构体初始化
dmamux_generator_config	DMAMUX 请求生成器配置
dmamux_sync_interrupt_enable	DMAMUX 同步模块中断使能
dmamux_generator_interrupt_enable	DMAMUX 请求生成模块中断使能
dmamux_sync_flag_get	DMAMUX 同步模块标志获取
dmamux_sync_flag_clear	DMAMUX 同步模块标志清除
dmamux_generator_flag_get	DMAMUX 请求生成模块标志获取
dmamux_generator_flag_clear	DMAMUX 请求生成模块标志清除

5.8.1 函数 dma_default_para_init

下表描述了函数 dma_default_para_init

表 175.函数 dma_default_para_init

项目	描述
函数名	dma_default_para_init
函数原型	void dma_default_para_init(dma_init_type* dma_init_struct);
功能描述	将 dma_init_struct 中的参数初始化
输入参数 1	dma_init_struct：指向 dma_init_type 类型结构体
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

结构体 dma_init_struct 成员默认值如下表所示：

表 176.dma_init_struct 默认值

成员	默认值
peripheral_base_addr	0x0
memory_base_addr	0x0
direction	DMA_DIR_PERIPHERAL_TO_MEMORY
buffer_size	0x0
peripheral_inc_enable	FALSE
memory_inc_enable	FALSE
peripheral_data_width	DMA_PERIPHERAL_DATA_WIDTH_BYTE
memory_data_width	DMA_MEMORY_DATA_WIDTH_BYTE

成员	默认值
loop_mode_enable	FALSE
priority	DMA_PRIORITY_LOW

示例

```
/* dma init config with its default value */
dma_init_type dma_init_struct = {0};
dma_default_para_init(&dma_init_struct);
```

5.8.2 函数 dma_init

下表描述了函数 dma_init

表 177.函数 dma_init

项目	描述
函数名	dma_ init
函数原型	void dma_init(dma_channel_type* dmax_channely, dma_init_type* dma_init_struct)
功能描述	初始化指定的 DMA 通道
输入参数 1	dmax_channely：DMAx_CHANNELy 指定 DMA 通道号, x=1 或 2，y=1...7
输入参数 2	dma_init_struct： 指向 dma_init_type 类型结构体
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

dma_init_type structure

dma_init_type 在 at32f435_437_dma.h 中

```
typedef struct
{
    uint32_t                    peripheral_base_addr;
    uint32_t                    memory_base_addr;
    dma_dir_type                direction;
    uint16_t                    buffer_size;
    confirm_state               peripheral_inc_enable;
    confirm_state               memory_inc_enable;
    dma_peripheral_data_size_type peripheral_data_width;
    dma_memory_data_size_type   memory_data_width;
    confirm_state               loop_mode_enable;
    dma_priority_level_type     priority;
} dma_init_type;
```

peripheral_base_addr

设置 DMA 通道的外设地址

memory_base_addr

设置 DMA 通道存储器地址

direction

设置 DMA 通道传输方向类型

DMA_DIR_PERIPHERAL_TO_MEMORY： 方向为外设到存储器
DMA_DIR_MEMORY_TO_PERIPHERAL： 方向为存储器到外设
DMA_DIR_MEMORY_TO_MEMORY： 方向为存储器到存储器

buffer_size

设置 DMA 通道传输数据量

peripheral_inc_enable

设置 DMA 通道外设地址是否自动递增
FALSE： 外设地址不递增
TRUE： 外设地址递增

memory_inc_enable

设置 DMA 通道存储器地址是否自动递增
FALSE： 存储器地址不递增
TRUE： 存储器地址递增

peripheral_data_width

设置 DMA 通道外设数据宽度
DMA_PERIPHERAL_DATA_WIDTH_BYTE： 外设数据宽度为字节
DMA_PERIPHERAL_DATA_WIDTH_HALFWORD： 外设数据宽度为半字
DMA_PERIPHERAL_DATA_WIDTH_WORD： 外设数据宽度为字

memory_data_width

设置 DMA 通道存储器数据宽度
DMA_MEMORY_DATA_WIDTH_BYTE： 存储器数据宽度为字节
DMA_MEMORY_DATA_WIDTH_HALFWORD： 存储器数据宽度为半字
DMA_MEMORY_DATA_WIDTH_WORD： 存储器数据宽度为字

loop_mode_enable

设置 DMA 通道是否为循环模式
FALSE： DMA 通道为单次模式
TRUE： DMA 通道为循环模式

priority

设置 DMA 通道优先级
DMA_PRIORITY_LOW： DMA 通道优先级为低
DMA_PRIORITY_MEDIUM： DMA 通道优先级为中
DMA_PRIORITY_HIGH： DMA 通道优先级为高
DMA_PRIORITY_VERY_HIGH： DMA 通道优先级为非常高

示例

```
dma_init_type dma_init_struct = {0};
/* dma2 channel1 configuration */
dma_init_struct.buffer_size = BUFFER_SIZE;
dma_init_struct.direction = DMA_DIR_MEMORY_TO_PERIPHERAL;
dma_init_struct.memory_base_addr = (uint32_t)src_buffer;
dma_init_struct.memory_data_width = DMA_MEMORY_DATA_WIDTH_HALFWORD;
dma_init_struct.memory_inc_enable = TRUE;
dma_init_struct.peripheral_base_addr = (uint32_t)0x4001100C;
dma_init_struct.peripheral_data_width = DMA_PERIPHERAL_DATA_WIDTH_HALFWORD;
dma_init_struct.peripheral_inc_enable = FALSE;
dma_init_struct.priority = DMA_PRIORITY_MEDIUM;
```

```
dma_init_struct.loop_mode_enable = FALSE;
dma_init(DMA2_CHANNEL1, &dma_init_struct);
```

5.8.3 函数 dma_reset

下表描述了函数 dma_reset

表 178.函数 dma_reset

项目	描述
函数名	dma_reset
函数原型	void dma_reset(dma_channel_type* dmax_channely);
功能描述	复位指定的 DMA 通道
输入参数 1	dmax_channely：DMAx_CHANNELy 指定 DMA 通道号, x=1 或 2，y=1...7
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* reset dma2 channel1 */
dma_reset(DMA2_CHANNEL1);
```

5.8.4 函数 dma_data_number_set

下表描述了函数 dma_data_number_set

表 179.函数 dma_data_number_set

项目	描述
函数名	dma_data_number_set
函数原型	void dma_data_number_set(dma_channel_type* dmax_channely, uint16_t data_number);
功能描述	设置指定通道的数据传输量寄存器值
输入参数 1	dmax_channely：DMAx_CHANNELy 指定 DMA 通道号, x=1 或 2，y=1...7
输入参数 2	data_number：数据传输量,最大 65535
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* set dma2 channel1 data count is 0x100*/
dma_data_number_set(DMA2_CHANNEL1, 0x100);
```

5.8.5 函数 dma_data_number_get

下表描述了函数 dma_data_number_get

表 180.函数 dma_data_number_get

项目	描述
函数名	dma_data_number_get
函数原型	uint16_t dma_data_number_get(dma_channel_type* dmax_channely);
功能描述	获取指定通道的数据传输量寄存器值
输入参数 1	dmax_channely：DMAx_CHANNELy 指定 DMA 通道号, x=1 或 2，y=1...7
输出参数	无
返回值	获取的指定通道数据传输量
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* get dma2 channel1 data count*/
uint16_t data_counter;
data_counter = dma_data_number_set(DMA2_CHANNEL1);
```

5.8.6 函数 dma_interrupt_enable

下表描述了函数 dma_interrupt_enable

表 181.函数 dma_interrupt_enable

项目	描述
函数名	dma_interrupt_enable
函数原型	void dma_interrupt_enable(dma_channel_type* dmax_channely, uint32_t dma_int, confirm_state new_state);
功能描述	使能指定通道的相应中断
输入参数 1	dmax_channely：DMAx_CHANNELy 指定 DMA 通道号, x=1 或 2，y=1...7
输入参数 2	dma_int：中断源选择
输入参数 3	new_state：使能或关闭中断
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

dma_int

选择 DMA 通道中断源

DMA_FDT_INT： 传输完成中断

DMA_HDT_INT： 传输半完成中断

DMA_DTERR_INT： 传输错误中断

new_state

选择 DMA 通道中断是使能还是关闭

FALSE： 关闭中断

TRUE： 使能中断

示例

```
/* enable dma2 channel1 transfer full data intterrupt */
dma_interrupt_enable(DMA2_CHANNEL1, DMA_FDT_INT, TRUE);
```

5.8.7 函数 dma_channel_enable

下表描述了函数 dma_channel_enable

表 182.函数 dma_channel_enable

项目	描述
函数名	dma_channel_enable
函数原型	void dma_channel_enable(dma_channel_type* dmax_channely, confirm_state new_state);
功能描述	使能指定通道
输入参数 1	dmax_channely：DMAx_CHANNELy 指定 DMA 通道号, x=1 或 2，y=1...7
输入参数 2	new_state：使能或关闭通道
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

new_state

选择 DMA 通道是使能还是关闭

FALSE： 关闭通道

TRUE： 使能通道

示例

```
/* enable dma channel */
dma_channel_enable(DMA2_CHANNEL1, TRUE);
```

5.8.8 函数 dma_flag_get

下表描述了函数 dma_flag_get

表 183.函数 dma_flag_get

项目	描述
函数名	dma_flag_get
函数原型	flag_status dma_flag_get(uint32_t dmax_flag);
功能描述	获取通道相关标志位
输入参数 1	dmax_flag：需要获取的标志位
输出参数	无
返回值	flag_status：标志位是否置起
先决条件	无
被调用函数	无

dmax_flag

dmax_flag 用于选择需要获取状态的标志，其可选参数罗列如下：

DMA1_GL1_FLAG： DMA1 通道 1 全局标志

DMA1_FDT1_FLAG： DMA1 通道 1 传输完成标志

DMA1_HDT1_FLAG： DMA1 通道 1 半传输完成标志

DMA1_DTERR1_FLAG： DMA1 通道 1 传输错误标志

DMA1_GL2_FLAG： DMA1 通道 2 全局标志

DMA1_FDT2_FLAG： DMA1 通道 2 传输完成标志

DMA1_HDT2_FLAG： DMA1 通道 2 半传输完成标志

DMA1_DTERR2_FLAG： DMA1 通道 2 传输错误标志
DMA1_GL3_FLAG： DMA1 通道 3 全局标志
DMA1_FDT3_FLAG： DMA1 通道 3 传输完成标志
DMA1_HDT3_FLAG： DMA1 通道 3 半传输完成标志
DMA1_DTERR3_FLAG： DMA1 通道 3 传输错误标志
DMA1_GL4_FLAG： DMA1 通道 4 全局标志
DMA1_FDT4_FLAG： DMA1 通道 4 传输完成标志
DMA1_HDT4_FLAG： DMA1 通道 4 半传输完成标志
DMA1_DTERR4_FLAG： DMA1 通道 4 传输错误标志
DMA1_GL5_FLAG： DMA1 通道 5 全局标志
DMA1_FDT5_FLAG： DMA1 通道 5 传输完成标志
DMA1_HDT5_FLAG： DMA1 通道 5 半传输完成标志
DMA1_DTERR5_FLAG： DMA1 通道 5 传输错误标志
DMA1_GL6_FLAG： DMA1 通道 6 全局标志
DMA1_FDT6_FLAG： DMA1 通道 6 传输完成标志
DMA1_HDT6_FLAG： DMA1 通道 6 半传输完成标志
DMA1_DTERR6_FLAG： DMA1 通道 6 传输错误标志
DMA1_GL7_FLAG： DMA1 通道 7 全局标志
DMA1_FDT7_FLAG： DMA1 通道 7 传输完成标志
DMA1_HDT7_FLAG： DMA1 通道 7 半传输完成标志
DMA1_DTERR7_FLAG： DMA1 通道 7 传输错误标志
DMA2_GL1_FLAG： DMA2 通道 1 全局标志
DMA2_FDT1_FLAG： DMA2 通道 1 传输完成标志
DMA2_HDT1_FLAG： DMA2 通道 1 半传输完成标志
DMA2_DTERR1_FLAG： DMA2 通道 1 传输错误标志
DMA2_GL2_FLAG： DMA2 通道 2 全局标志
DMA2_FDT2_FLAG： DMA2 通道 2 传输完成标志
DMA2_HDT2_FLAG： DMA2 通道 2 半传输完成标志
DMA2_DTERR2_FLAG： DMA2 通道 2 传输错误标志
DMA2_GL3_FLAG： DMA2 通道 3 全局标志
DMA2_FDT3_FLAG： DMA2 通道 3 传输完成标志
DMA2_HDT3_FLAG： DMA2 通道 3 半传输完成标志
DMA2_DTERR3_FLAG： DMA2 通道 3 传输错误标志
DMA2_GL4_FLAG： DMA2 通道 4 全局标志
DMA2_FDT4_FLAG： DMA2 通道 4 传输完成标志
DMA2_HDT4_FLAG： DMA2 通道 4 半传输完成标志
DMA2_DTERR4_FLAG： DMA2 通道 4 传输错误标志
DMA2_GL5_FLAG： DMA2 通道 5 全局标志
DMA2_FDT5_FLAG： DMA2 通道 5 传输完成标志
DMA2_HDT5_FLAG： DMA2 通道 5 半传输完成标志
DMA2_DTERR5_FLAG： DMA2 通道 5 传输错误标志
DMA2_GL6_FLAG： DMA2 通道 6 全局标志
DMA2_FDT6_FLAG： DMA2 通道 6 传输完成标志
DMA2_HDT6_FLAG： DMA2 通道 6 半传输完成标志
DMA2_DTERR6_FLAG： DMA2 通道 6 传输错误标志
DMA2_GL7_FLAG： DMA2 通道 7 全局标志

DMA2_FDT7_FLAG： DMA2 通道 7 传输完成标志
DMA2_HDT7_FLAG： DMA2 通道 7 半传输完成标志
DMA2_DTERR7_FLAG： DMA2 通道 7 传输错误标志

flag_status

RESET： 相应标志位未置起
SET： 相应标志位置起

示例

```
if(dma_flag_get(DMA2_FDT1_FLAG) != RESET)
{
    /* turn led2/led3/led4 on */
    at32_led_on(LED2);
    at32_led_on(LED3);
    at32_led_on(LED4);
}
```

5.8.9 函数 dma_flag_clear

下表描述了函数 dma_flag_clear

表 184.函数 dma_flag_clear

项目	描述
函数名	dma_flag_clear
函数原型	void dma_flag_clear(uint32_t dmax_flag);
功能描述	清除通道相关标志位
输入参数 1	dmax_flag：需要清除的标志位
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

dmax_flag

dmax_flag 用于选择需要清除状态的标志，其可选参数罗列如下：

DMA1_GL1_FLAG： DMA1 通道 1 全局标志
DMA1_FDT1_FLAG： DMA1 通道 1 传输完成标志
DMA1_HDT1_FLAG： DMA1 通道 1 半传输完成标志
DMA1_DTERR1_FLAG： DMA1 通道 1 传输错误标志
DMA1_GL2_FLAG： DMA1 通道 2 全局标志
DMA1_FDT2_FLAG： DMA1 通道 2 传输完成标志
DMA1_HDT2_FLAG： DMA1 通道 2 半传输完成标志
DMA1_DTERR2_FLAG： DMA1 通道 2 传输错误标志
DMA1_GL3_FLAG： DMA1 通道 3 全局标志
DMA1_FDT3_FLAG： DMA1 通道 3 传输完成标志
DMA1_HDT3_FLAG： DMA1 通道 3 半传输完成标志
DMA1_DTERR3_FLAG： DMA1 通道 3 传输错误标志
DMA1_GL4_FLAG： DMA1 通道 4 全局标志
DMA1_FDT4_FLAG： DMA1 通道 4 传输完成标志

DMA1_HDT4_FLAG： DMA1 通道 4 半传输完成标志
DMA1_DTERR4_FLAG： DMA1 通道 4 传输错误标志
DMA1_GL5_FLAG： DMA1 通道 5 全局标志
DMA1_FDT5_FLAG： DMA1 通道 5 传输完成标志
DMA1_HDT5_FLAG： DMA1 通道 5 半传输完成标志
DMA1_DTERR5_FLAG： DMA1 通道 5 传输错误标志
DMA1_GL6_FLAG： DMA1 通道 6 全局标志
DMA1_FDT6_FLAG： DMA1 通道 6 传输完成标志
DMA1_HDT6_FLAG： DMA1 通道 6 半传输完成标志
DMA1_DTERR6_FLAG： DMA1 通道 6 传输错误标志
DMA1_GL7_FLAG： DMA1 通道 7 全局标志
DMA1_FDT7_FLAG： DMA1 通道 7 传输完成标志
DMA1_HDT7_FLAG： DMA1 通道 7 半传输完成标志
DMA1_DTERR7_FLAG： DMA1 通道 7 传输错误标志
DMA2_GL1_FLAG： DMA2 通道 1 全局标志
DMA2_FDT1_FLAG： DMA2 通道 1 传输完成标志
DMA2_HDT1_FLAG： DMA2 通道 1 半传输完成标志
DMA2_DTERR1_FLAG： DMA2 通道 1 传输错误标志
DMA2_GL2_FLAG： DMA2 通道 2 全局标志
DMA2_FDT2_FLAG： DMA2 通道 2 传输完成标志
DMA2_HDT2_FLAG： DMA2 通道 2 半传输完成标志
DMA2_DTERR2_FLAG： DMA2 通道 2 传输错误标志
DMA2_GL3_FLAG： DMA2 通道 3 全局标志
DMA2_FDT3_FLAG： DMA2 通道 3 传输完成标志
DMA2_HDT3_FLAG： DMA2 通道 3 半传输完成标志
DMA2_DTERR3_FLAG： DMA2 通道 3 传输错误标志
DMA2_GL4_FLAG： DMA2 通道 4 全局标志
DMA2_FDT4_FLAG： DMA2 通道 4 传输完成标志
DMA2_HDT4_FLAG： DMA2 通道 4 半传输完成标志
DMA2_DTERR4_FLAG： DMA2 通道 4 传输错误标志
DMA2_GL5_FLAG： DMA2 通道 5 全局标志
DMA2_FDT5_FLAG： DMA2 通道 5 传输完成标志
DMA2_HDT5_FLAG： DMA2 通道 5 半传输完成标志
DMA2_DTERR5_FLAG： DMA2 通道 5 传输错误标志
DMA2_GL6_FLAG： DMA2 通道 6 全局标志
DMA2_FDT6_FLAG： DMA2 通道 6 传输完成标志
DMA2_HDT6_FLAG： DMA2 通道 6 半传输完成标志
DMA2_DTERR6_FLAG： DMA2 通道 6 传输错误标志
DMA2_GL7_FLAG： DMA2 通道 7 全局标志
DMA2_FDT7_FLAG： DMA2 通道 7 传输完成标志
DMA2_HDT7_FLAG： DMA2 通道 7 半传输完成标志
DMA2_DTERR7_FLAG： DMA2 通道 7 传输错误标志

示例

```
if(dma_flag_get(DMA2_FDT1_FLAG) != RESET)
{
    /* turn led2/led3/led4 on */
```

```
    at32_led_on(LED2);
    at32_led_on(LED3);
    at32_led_on(LED4);
    dma_flag_clear(DMA2_FDT1_FLAG);
}
```

5.8.10 函数 dma_flexible_config

下表描述了函数 dma_flexible_enable

表 185.函数 dma_flexible_config

项目	描述
函数名	dma_flexible_config
函数原型	void dma_flexible_config(dma_type* dma_x, dmamux_channel_type *dmamux_channelx, dmamux_requst_id_sel_type dmamux_req_sel);
功能描述	配置 DMAMUX
输入参数 1	dma_x：指定 DMAx, x=1 或 2
输入参数 2	*dmamux_channelx*：DMAMUX 通道选择，x=1…7
输入参数 3	*dmamux_req_sel*：DMAMUX 通道请求 ID 号
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

dmamux_channelx

DMAMUX 通道选择，其可选参数罗列如下：

DMA1MUX_CHANNEL1
DMA1MUX_CHANNEL2
DMA1MUX_CHANNEL3
DMA1MUX_CHANNEL4
DMA1MUX_CHANNEL5
DMA1MUX_CHANNEL6
DMA1MUX_CHANNEL7
DMA2MUX_CHANNEL1
DMA2MUX_CHANNEL2
DMA2MUX_CHANNEL3
DMA2MUX_CHANNEL4
DMA2MUX_CHANNEL5
DMA2MUX_CHANNEL6
DMA2MUX_CHANNEL7

dmamux_req_sel

DMAMUX 通道请求 ID 号如下表所示：

表 186.DMAMUX 通道请求 ID 号

请求ID号	请求来源	请求ID号	请求来源
0x01	DMAMUX_DMAREQ_ID_REQ_G1	0x02	DMAMUX_DMAREQ_ID_REQ_G2
0x03	DMAMUX_DMAREQ_ID_REQ_G3	0x04	DMAMUX_DMAREQ_ID_REQ_G4
0x05	DMAMUX_DMAREQ_ID_ADC1	0x24	DMAMUX_DMAREQ_ID_ADC2
0x25	DMAMUX_DMAREQ_ID_ADC3	0x06	DMAMUX_DMAREQ_ID_DAC1
0x29	DMAMUX_DMAREQ_ID_DAC2	0x08	DMAMUX_DMAREQ_ID_TMR6_OVERFLOW
0x09	DMAMUX_DMAREQ_ID_TMR7_OVERFLOW	0x0A	DMAMUX_DMAREQ_ID_SPI1_RX
0x0B	DMAMUX_DMAREQ_ID_SPI1_TX	0x0C	DMAMUX_DMAREQ_ID_SPI2_RX
0x0D	DMAMUX_DMAREQ_ID_SPI2_TX	0x0E	DMAMUX_DMAREQ_ID_SPI3_RX
0x0F	DMAMUX_DMAREQ_ID_SPI3_TX	0x6A	DMAMUX_DMAREQ_ID_SPI4_RX
0x6B	DMAMUX_DMAREQ_ID_SPI4_TX	0x6E	DMAMUX_DMAREQ_ID_I2S2_EXT_RX
0x6F	DMAMUX_DMAREQ_ID_I2S2_EXT_TX	0x70	DMAMUX_DMAREQ_ID_I2S3_EXT_RX
0x71	DMAMUX_DMAREQ_ID_I2S3_EXT_TX	0x10	DMAMUX_DMAREQ_ID_I2C1_RX
0x11	DMAMUX_DMAREQ_ID_I2C1_TX	0x12	DMAMUX_DMAREQ_ID_I2C2_RX
0x13	DMAMUX_DMAREQ_ID_I2C2_TX	0x14	DMAMUX_DMAREQ_ID_I2C3_RX
0x15	DMAMUX_DMAREQ_ID_I2C3_TX	0x18	DMAMUX_DMAREQ_ID_USART1_RX
0x19	DMAMUX_DMAREQ_ID_USART1_TX	0x1A	DMAMUX_DMAREQ_ID_USART2_RX
0x1B	DMAMUX_DMAREQ_ID_USART2_TX	0x1C	DMAMUX_DMAREQ_ID_USART3_RX
0x1D	DMAMUX_DMAREQ_ID_USART3_TX	0x1E	DMAMUX_DMAREQ_ID_UART4_RX
0x1F	DMAMUX_DMAREQ_ID_UART4_TX	0x20	DMAMUX_DMAREQ_ID_UART5_RX
0x21	DMAMUX_DMAREQ_ID_UART5_TX	0x72	DMAMUX_DMAREQ_ID_USART6_RX
0x73	DMAMUX_DMAREQ_ID_USART6_TX	0x74	DMAMUX_DMAREQ_ID_UART7_RX
0x75	DMAMUX_DMAREQ_ID_UART7_TX	0x76	DMAMUX_DMAREQ_ID_UART8_RX
0x77	DMAMUX_DMAREQ_ID_UART8_TX	0x27	DMAMUX_DMAREQ_ID_SDIO1
0x67	DMAMUX_DMAREQ_ID_SDIO2	0x28	DMAMUX_DMAREQ_ID_QSPI1
0x68	DMAMUX_DMAREQ_ID_QSPI2	0x2A	DMAMUX_DMAREQ_ID_TMR1_CH1
0x2B	DMAMUX_DMAREQ_ID_TMR1_CH2	0x2C	DMAMUX_DMAREQ_ID_TMR1_CH3
0x2D	DMAMUX_DMAREQ_ID_TMR1_CH4	0x2E	DMAMUX_DMAREQ_ID_TMR1_OVERFLOW
0x2F	DMAMUX_DMAREQ_ID_TMR1_TRIG	0x30	DMAMUX_DMAREQ_ID_TMR1_HALL
0x31	DMAMUX_DMAREQ_ID_TMR8_CH1	0x32	DMAMUX_DMAREQ_ID_TMR8_CH2
0x33	DMAMUX_DMAREQ_ID_TMR8_CH3	0x34	DMAMUX_DMAREQ_ID_TMR8_CH4
0x35	DMAMUX_DMAREQ_ID_TMR8_OVERFLOW	0x36	DMAMUX_DMAREQ_ID_TMR8_TRIG
0x37	DMAMUX_DMAREQ_ID_TMR8_HALL	0x38	DMAMUX_DMAREQ_ID_TMR2_CH1
0x39	DMAMUX_DMAREQ_ID_TMR2_CH2	0x3A	DMAMUX_DMAREQ_ID_TMR2_CH3
0x3B	DMAMUX_DMAREQ_ID_TMR2_CH4	0x3C	DMAMUX_DMAREQ_ID_TMR2_OVERFLOW
0x7E	DMAMUX_DMAREQ_ID_TMR2_TRIG	0x3D	DMAMUX_DMAREQ_ID_TMR3_CH1
0x3E	DMAMUX_DMAREQ_ID_TMR3_CH2	0x3F	DMAMUX_DMAREQ_ID_TMR3_CH3
0x40	DMAMUX_DMAREQ_ID_TMR3_CH4	0x41	DMAMUX_DMAREQ_ID_TMR3_OVERFLOW
0x42	DMAMUX_DMAREQ_ID_TMR3_TRIG	0x43	DMAMUX_DMAREQ_ID_TMR4_CH1
0x44	DMAMUX_DMAREQ_ID_TMR4_CH2	0x45	DMAMUX_DMAREQ_ID_TMR4_CH3
0x46	DMAMUX_DMAREQ_ID_TMR4_CH4	0x47	DMAMUX_DMAREQ_ID_TMR4_OVERFLOW
0x7F	DMAMUX_DMAREQ_ID_TMR4_TRIG	0x48	DMAMUX_DMAREQ_ID_TMR5_CH1

请求ID号	请求来源	请求ID号	请求来源
0x49	DMAMUX_DMAREQ_ID_TMR5_CH2	0x4A	DMAMUX_DMAREQ_ID_TMR5_CH3
0x4B	DMAMUX_DMAREQ_ID_TMR5_CH4	0x4C	DMAMUX_DMAREQ_ID_TMR5_OVERFLOW
0x4D	DMAMUX_DMAREQ_ID_TMR5_TRIG	0x56	DMAMUX_DMAREQ_ID_TMR20_CH1
0x57	DMAMUX_DMAREQ_ID_TMR20_CH2	0x58	DMAMUX_DMAREQ_ID_TMR20_CH3
0x59	DMAMUX_DMAREQ_ID_TMR20_CH4	0x5A	DMAMUX_DMAREQ_ID_TMR20_OVERFLOW
0x5D	DMAMUX_DMAREQ_ID_TMR20_TRIG	0x5E	DMAMUX_DMAREQ_ID_TMR20_HALL
0x69	DMAMUX_DMAREQ_ID_DVP		

示例

```
/* tmr20 hall dmamux function enable */
dma_flexible_config(DMA2, DMA1MUX_CHANNEL1, DMAMUX_DMAREQ_ID_TMR20_HALL);
```

5.8.11 函数 dmamux_enable

下表描述了函数 dmamux_enable

表 187.函数 dmamux_enable

项目	描述
函数名	dmamux_enable
函数原型	void dmamux_enable(dma_type *dma_x, confirm_state new_state);
功能描述	使能 DMAMUX 功能
输入参数 1	dma_x：指定 DMAx, x=1 或 2
输入参数 2	new_state：使能或关闭通道
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

new_state

选择 DMA 通道是使能还是关闭

FALSE：关闭通道

TRUE：使能通道

示例

```
/* dmamux function enable */
dmamux_enable(DMA2, TRUE);
```

5.8.12 函数 dmamux_init

下表描述了函数 dmamux_init

表 188.函数 dmamux_init

项目	描述
函数名	dmamux_init
函数原型	void dmamux_init(dmamux_channel_type *dmamux_channelx, dmamux_requst_id_sel_type dmamux_req_sel);

项目	描述
功能描述	配置 DMAMUX
输入参数 1	*dmamux_channelx* ：DMAMUX 通道选择，x=1…7
输入参数 2	*dmamux_req_sel* ：DMAMUX 通道请求 ID 号
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* generator1 for dmamux channel4 as dma request  */
dmamux_init(DMA2MUX_CHANNEL4, DMAMUX_DMAREQ_ID_REQ_G1);
```

5.8.13 函数 dmamux_sync_default_para_init

下表描述了函数 dmamux_sync_default_para_init

表 189.函数 dmamux_sync_default_para_init

项目	描述
函数名	dmamux_sync_default_para_init
函数原型	void dmamux_sync_default_para_init(dmamux_sync_init_type *dmamux_sync_init_struct);
功能描述	将 dmamux_sync_init_struct 中的参数初始化
输入参数 1	dmamux_sync_init_struct：指向 dmamux_sync_init_type 类型结构体
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

结构体 dmamux_sync_init_struct 成员默认值如下表所示：

表 190.dmamux_sync_init_struct 默认值

成员	默认值
sync_enable	FALSE
sync_event_enable	FALSE
sync_polarity	DMAMUX_SYNC_POLARITY_DISABLE
sync_request_number	0x0
sync_signal_sel	(dmamux_sync_id_sel_type)0

示例

```
/* dmamux sync init config with its default value */
dmamux_sync_init_type dmamux_sync_init_struct = {0};
dmamux_sync_default_para_init (&dmamux_sync_init_struct);
```

5.8.14 函数 dmamux_sync_config

下表描述了函数 dmamux_sync_config

表 191.函数 dmamux_sync_config

项目	描述
函数名	dmamux_sync_config
函数原型	void dmamux_sync_config(dmamux_channel_type *dmamux_channelx, dmamux_sync_init_type *dmamux_sync_init_struct);
功能描述	配置 DMAMUX 同步模块功能
输入参数 1	*dmamux_channelx*：DMAMUX 通道选择，x=1…7
输入参数 2	dmamux_sync_init_struct：指向 dmamux_sync_init_type 的结构体指针
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

dmamux_sync_init_struct

dmamux_sync_init_type 在 at32f435_437_dma.h 中

```
typedef struct
{
    dmamux_sync_id_sel_type        sync_signal_sel;
    uint32_t                       sync_polarity;
    uint32_t                       sync_request_number;
    confirm_state                  sync_event_enable;
    confirm_state                  sync_enable;
} dmamux_sync_init_type;
```

sync_signal_sel

设置同步模块出发信号来源

DMAMUX_SYNC_ID_EXINT0： 外部 exint0 信号
DMAMUX_SYNC_ID_EXINT1： 外部 exint1 信号
DMAMUX_SYNC_ID_EXINT2： 外部 exint2 信号
DMAMUX_SYNC_ID_EXINT3： 外部 exint3 信号
DMAMUX_SYNC_ID_EXINT4： 外部 exint4 信号
DMAMUX_SYNC_ID_EXINT5： 外部 exint5 信号
DMAMUX_SYNC_ID_EXINT6： 外部 exint6 信号
DMAMUX_SYNC_ID_EXINT7： 外部 exint7 信号
DMAMUX_SYNC_ID_EXINT8： 外部 exint8 信号
DMAMUX_SYNC_ID_EXINT9： 外部 exint9 信号
DMAMUX_SYNC_ID_EXINT10： 外部 exint10 信号
DMAMUX_SYNC_ID_EXINT11： 外部 exint11 信号
DMAMUX_SYNC_ID_EXINT12： 外部 exint12 信号
DMAMUX_SYNC_ID_EXINT13： 外部 exint13 信号
DMAMUX_SYNC_ID_EXINT14： 外部 exint14 信号
DMAMUX_SYNC_ID_EXINT15： 外部 exint15 信号
DMAMUX_SYNC_ID_DMAMUX_CH1_EVT：dmamux 通道 1 事件
DMAMUX_SYNC_ID_DMAMUX_CH2_EVT：dmamux 通道 2 事件
DMAMUX_SYNC_ID_DMAMUX_CH3_EVT：dmamux 通道 3 事件
DMAMUX_SYNC_ID_DMAMUX_CH4_EVT：dmamux 通道 4 事件
DMAMUX_SYNC_ID_DMAMUX_CH5_EVT：dmamux 通道 5 事件

DMAMUX_SYNC_ID_DMAMUX_CH6_EVT：dmamux 通道 6 事件
DMAMUX_SYNC_ID_DMAMUX_CH7_EVT：dmamux 通道 7 事件

sync_polarity

同步模块信号的极性选择

DMAMUX_SYNC_POLARITY_RISING：　　上升沿
DMAMUX_SYNC_POLARITY_FALLING：　　下降沿
DMAMUX_SYNC_POLARITY_RISING_FALLING：　　上升沿和下降沿

sync_request_number

同步模块可同步的 dma 请求个数

范围：1~32

sync_event_enable

是否产生同步事件

TURE：　产生同步事件
FALSE：　不产生同步事件

sync_enable

是否使能同步模块

FALSE：　不使能
TRUE：　使能

示例

```
dmamux_sync_default_para_init(&dmamux_sync_init_struct);
dmamux_sync_init_struct.sync_request_number = 4;
dmamux_sync_init_struct.sync_signal_sel = DMAMUX_SYNC_ID_EXINT1;
dmamux_sync_init_struct.sync_polarity = DMAMUX_SYNC_POLARITY_RISING;
dmamux_sync_init_struct.sync_event_enable = TRUE;
dmamux_sync_init_struct.sync_enable = TRUE;
dmamux_sync_config(DMA2MUX_CHANNEL4, &dmamux_sync_init_struct);
```

5.8.15 函数 dmamux_generator_default_para_init

下表描述了函数 dmamux_generator_default_para_init

表 192.函数 dmamux_generator_default_para_init

项目	描述
函数名	dmamux_generator_default_para_init
函数原型	void dmamux_generator_default_para_init(dmamux_gen_init_type *dmamux_gen_init_struct);
功能描述	将 dmamux_gen_init_struct 中的参数初始化
输入参数 1	dmamux_gen_init_struct：指向 dmamux_gen_init_type 类型结构体
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

结构体 dmamux_gen_init_struct 成员默认值如下表所示：

表 193.dmamux_gen_init_struct 默认值

成员	默认值
gen_signal_sel	(dmamux_gen_id_sel_type)0x0
gen_polarity	DMAMUX_GEN_POLARITY_DISABLE
gen_request_number	0x0
gen_enable	FALSE

示例

```
/* dmamux gen init config with its default value */
dmamux_gen_init_type dmamux_gen_init_struct = {0};
dmamux_gen_default_para_init (&dmamux_gen_init_struct);
```

5.8.16 函数 dmamux_generator_config

下表描述了函数 dmamux_generator_config

表 194.函数 dmamux_generator_config

项目	描述
函数名	dmamux_generator_config
函数原型	void dmamux_generator_config(dmamux_generator_type * dmamux_gen_x, dmamux_gen_init_type *dmamux_gen_init_struct);
功能描述	配置 DMAMUX 请求发生器功能
输入参数 1	*dmamux_gen_x* ：请求生成器通道
输入参数 2	dmamux_sync_init_struct：指向 dmamux_sync_init_type 的结构体指针
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

dmamux_gen_x

dma 请求生成器通道选择

DMA1MUX_GENERATOR1

DMA1MUX_GENERATOR2

DMA1MUX_GENERATOR3

DMA1MUX_GENERATOR4

DMA2MUX_GENERATOR1

DMA2MUX_GENERATOR2

DMA2MUX_GENERATOR3

DMA2MUX_GENERATOR4

dmamux_sync_init_struct

dmamux_gen_init_type 在 at32f435_437_dma.h 中

```
typedef struct
{
    dmamux_gen_id_sel_type          gen_signal_sel;
    uint32_t                        gen_polarity;
    uint32_t                        gen_request_number;
    confirm_state                   gen_enable;
```

} dmamux_gen_init_type;

gen_signal_sel

设置同步模块出发信号来源

DMAMUX_GEN_ID_EXINT0： 外部 exint0 信号
DMAMUX_GEN _ID_EXINT1： 外部 exint1 信号
DMAMUX_GEN _ID_EXINT2： 外部 exint2 信号
DMAMUX_GEN _ID_EXINT3： 外部 exint3 信号
DMAMUX_GEN_ID_EXINT4： 外部 exint4 信号
DMAMUX_GEN_ID_EXINT5： 外部 exint5 信号
DMAMUX_GEN_ID_EXINT6： 外部 exint6 信号
DMAMUX_GEN_ID_EXINT7： 外部 exint7 信号
DMAMUX_GEN_ID_EXINT8： 外部 exint8 信号
DMAMUX_GEN_ID_EXINT9： 外部 exint9 信号
DMAMUX_GEN_ID_EXINT10： 外部 exint10 信号
DMAMUX_GEN_ID_EXINT11： 外部 exint11 信号
DMAMUX_GEN_ID_EXINT12： 外部 exint12 信号
DMAMUX_GEN_ID_EXINT13： 外部 exint13 信号
DMAMUX_GEN_ID_EXINT14： 外部 exint14 信号
DMAMUX_GEN_ID_EXINT15： 外部 exint15 信号
DMAMUX_GEN_ID_DMAMUX_CH1_EVT：dmamux 通道 1 事件
DMAMUX_GEN_ID_DMAMUX_CH2_EVT：dmamux 通道 2 事件
DMAMUX_GEN_ID_DMAMUX_CH3_EVT：dmamux 通道 3 事件
DMAMUX_GEN_ID_DMAMUX_CH4_EVT：dmamux 通道 4 事件
DMAMUX_GEN_ID_DMAMUX_CH5_EVT：dmamux 通道 5 事件
DMAMUX_GEN_ID_DMAMUX_CH6_EVT：dmamux 通道 6 事件
DMAMUX_GEN_ID_DMAMUX_CH7_EVT：dmamux 通道 7 事件

gen_polarity

请求发生器信号的极性选择

DMAMUX_GEN_POLARITY_RISING： 上升沿
DMAMUX_GEN_POLARITY_FALLING： 下降沿
DMAMUX_GEN_POLARITY_RISING_FALLING： 上升沿和下降沿

gen_request_number

请求发生器产生的 dma 请求个数

范围：1~32

gen_enable

是否使能请求发生器

FALSE： 不使能
TRUE： 使能

示例

```
/* genertor1 configuration */
dmamux_generator_default_para_init(&dmamux_gen_init_struct);
dmamux_gen_init_struct.gen_polarity = DMAMUX_GEN_POLARITY_RISING;
dmamux_gen_init_struct.gen_request_number = 4;
dmamux_gen_init_struct.gen_signal_sel = DMAMUX_GEN_ID_EXINT1;
dmamux_gen_init_struct.gen_enable = TRUE;
```

```
dmamux_generator_config(DMA2MUX_GENERATOR1, &dmamux_gen_init_struct);
```

5.8.17 函数 dmamux_sync_interrupt_enable

下表描述了函数 dmamux_sync_interrupt_enable

表 195.函数 dmamux_sync_interrupt_enable

项目	描述
函数名	dmamux_sync_interrupt_enable
函数原型	void dmamux_sync_interrupt_enable(dmamux_channel_type *dmamux_channelx, confirm_state new_state);
功能描述	使能同步模块溢出中断
输入参数 1	*dmamux_channelx*：DMAMUX 通道选择，x=1…7
输入参数 2	new_state：使能或关闭中断
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

new_state

选择 DMA 通道中断是使能还是关闭

FALSE： 关闭中断

TRUE： 使能中断

示例

```
/* enable sync overrun intterrupt */
dmamux_sync_interrupt_enable (DMA2MUX_CHANNEL1, TRUE);
```

5.8.18 函数 dmamux_generator_interrupt_enable

下表描述了函数 dmamux_generator_interrupt_enable

表 196.函数 dmamux_generator_interrupt_enable

项目	描述
函数名	dmamux_generator_interrupt_enable
函数原型	void dmamux_generator_interrupt_enable(dmamux_generator_type *dmamux_gen_x, confirm_state new_state);
功能描述	使能请求发生器溢出中断
输入参数 1	*dmamux_gen_x*：DMAMUX 请求生成器通道选择，x=1…4
输入参数 2	new_state：使能或关闭中断
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

new_state

选择请求生成器通道中断是使能还是关闭
FALSE： 关闭中断
TRUE： 使能中断

示例

```
/* enable gen overrun intterrupt */
dmamux_generator_interrupt_enable(DMA2MUX_GENERATOR3, TRUE);
```

5.8.19 函数 dmamux_sync_flag_get

下表描述了函数 dmamux_sync_flag_get

表 197.函数 dmamux_sync_flag_get

项目	描述
函数名	dmamux_sync_flag_get
函数原型	flag_status dmamux_sync_flag_get(dma_type *dma_x, uint32_t flag);
功能描述	获取 dmamux 同步模块标志位
输入参数 1	dma_x：指定 DMAx, x=1 或 2
输入参数 2	Flag:需要获取的标志位
输出参数	无
返回值	flag_status：标志位是否置起
先决条件	无
被调用函数	无

flag

flag 用于选择需要获取状态的标志，其可选参数罗列如下：
DMAMUX_SYNC_OV1_FLAG
DMAMUX_SYNC_OV2_FLAG
DMAMUX_SYNC_OV3_FLAG
DMAMUX_SYNC_OV4_FLAG
DMAMUX_SYNC_OV5_FLAG
DMAMUX_SYNC_OV6_FLAG
DMAMUX_SYNC_OV7_FLAG

flag_status

RESET：相应标志位未置起
SET：相应标志位置起

示例

```
if(dmamux_sync_flag_get (DMA2, DMAMUX_SYNC_OV1_FLAG) != RESET)
{
    /* turn led2/led3/led4 on */
    at32_led_on(LED2);
    at32_led_on(LED3);
    at32_led_on(LED4);
}
```

5.8.20 函数 dmamux_sync_flag_clear

下表描述了函数 dmamux_sync_flag_clear

表 198.函数 dmamux_sync_flag_clear

项目	描述
函数名	dmamux_sync_flag_clear
函数原型	void dmamux_sync_flag_clear(dma_type *dma_x, uint32_t flag);
功能描述	清除同步模块相关标志位
输入参数 1	dma_x：指定 DMAx, x=1 或 2
输入参数 2	Flag:需要清除的标志位
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

flag

flag 用于选择需要清除的标志，其可选参数罗列如下：

DMAMUX_SYNC_OV1_FLAG
DMAMUX_SYNC_OV2_FLAG
DMAMUX_SYNC_OV3_FLAG
DMAMUX_SYNC_OV4_FLAG
DMAMUX_SYNC_OV5_FLAG
DMAMUX_SYNC_OV6_FLAG
DMAMUX_SYNC_OV7_FLAG

示例

```
if(dmamux_sync_flag_get (DMA2, DMAMUX_SYNC_OV1_FLAG) != RESET)
{
    /* turn led2/led3/led4 on */
    at32_led_on(LED2);
    at32_led_on(LED3);
    at32_led_on(LED4);
    dmamux_sync_flag_clear(DMA2, DMAMUX_SYNC_OV1_FLAG);
}
```

5.8.21 函数 dmamux_generator_flag_get

下表描述了函数 dmamux_generator_flag_get

表 199.函数 dmamux_generator_flag_get

项目	描述
函数名	dmamux_ generator_flag_get
函数原型	flag_status dmamux_ generator_flag_get(dma_type *dma_x, uint32_t flag);
功能描述	获取 dmamux 请求生成器标志位
输入参数 1	dma_x：指定 DMAx, x=1 或 2
输入参数 2	Flag:需要获取的标志位
输出参数	无

项目	描述
返回值	flag_status：标志位是否置起
先决条件	无
被调用函数	无

flag

flag 用于选择需要获取状态的标志，其可选参数罗列如下：

DMAMUX_GEN_TRIG_OV1_FLAG

DMAMUX_GEN_TRIG_OV2_FLAG

DMAMUX_GEN_TRIG_OV3_FLAG

DMAMUX_GEN_TRIG_OV4_FLAG

flag_status

RESET： 相应标志位未置起

SET： 相应标志位置起

示例

```
if(dmamux_generator_flag_get (DMA2, DMAMUX_GEN_TRIG_OV1_FLAG) != RESET)
{
    /* turn led2/led3/led4 on */
    at32_led_on(LED2);
    at32_led_on(LED3);
    at32_led_on(LED4);
}
```

5.8.22 函数 dmamux_generator_flag_clear

下表描述了函数 dmamux_generator_flag_clear

表 200.函数 dmamux_generator_flag_clear

项目	描述
函数名	dmamux_generator_flag_clear
函数原型	void dmamux_generator_flag_clear(dma_type *dma_x, uint32_t flag);
功能描述	清除请求生成器相关标志位
输入参数 1	dma_x：指定 DMAx, x=1 或 2
输入参数 2	Flag:需要清除的标志位
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

flag

flag 用于选择需要清除的标志，其可选参数罗列如下：

DMAMUX_GEN_TRIG_OV1_FLAG

DMAMUX_GEN_TRIG_OV2_FLAG

DMAMUX_GEN_TRIG_OV3_FLAG

DMAMUX_GEN_TRIG_OV4_FLAG

示例

```
if(dmamux_generator_flag_get (DMA2, DMAMUX_GEN_TRIG_OV1_FLAG) != RESET)
{
```

```
    /* turn led2/led3/led4 on */
    at32_led_on(LED2);
    at32_led_on(LED3);
    at32_led_on(LED4);
    dmamux_generator_flag_clear(DMA2, DMAMUX_GEN_TRIG_OV1_FLAG);
}
```

5.9 数字摄像头并行接口（DVP）

DVP 寄存器结构 dvp_type，定义于文件“at32f435_437_dvp.h”如下：

```
/**
  * @brief type define dvp register all
  */
typedef struct
{


} dvp_type;
```

下表给出了 DVP 寄存器总览：

表 201. DVP 寄存器对应表

寄存器	描述
ctrl	DVP 控制寄存器
sts	DVP 状态寄存器
ests	DVP 事件状态寄存器
iena	DVP 中断使能寄存器
ists	DVP 中断状态寄存器
iclr	DVP 中断清除寄存器
scr	DVP 内嵌同步码寄存器
sur	DVP 内嵌同步码遮蔽寄存器
cwst	DVP 剪裁窗口起始点寄存器
cwsz	DVP 剪裁窗口尺寸寄存器
dt	DVP 数据寄存器
actrl	DVP 高阶控制寄存器
hscf	DVP 进阶型水平尺寸调缩系数寄存器
vscf	DVP 进阶型垂直尺寸调缩系数寄存器
frf	DVP 进阶型帧率控制系数寄存器
bth	DVP 二值化阀值寄存器

下表给出了 DVP 库函数总览：

表 202. DVP 库函数总览

函数名	描述
dvp_reset	DVP 由 CRM 复位寄存器复位
dvp_capture_enable	启用或禁用 DVP 捕获

dvp_capture_mode_set	设置 DVP 捕获模式
dvp_window_crop_enable	启用或禁用 DVP 裁剪窗口
dvp_window_crop_set	设置 DVP 裁剪窗口
dvp_jpeg_enable	启用或禁用 DVP JPEG 模式
dvp_sync_mode_set	设置 DVP 同步模式
dvp_sync_code_set	设置 DVP 内嵌同步码
dvp_sync_unmask_set	设置 DVP 内嵌同步码遮蔽
dvp_pclk_polarity_set	设置 DVP 像素时钟极性
dvp_hsync_polarity_set	设置 DVP 水平同步极性
dvp_vsync_polarity_set	设置 DVP 垂直同步极性
dvp_basic_frame_rate_control_set	设置 DVP 基本帧率控制
dvp_pixel_data_length_set	设置 DVP 像素数据长度
dvp_enable	启用或禁用 DVP
dvp_zoomout_select	选择扩充的 DVP 像素捕获舍弃配置
dvp_zoomout_set	设置 DVP 捕获舍弃功能
dvp_basic_status_get	获得 DVP 基本状态
dvp_interrupt_enable	启用或禁用 DVP 中断
dvp_interrupt_flag_get	获取 DVP 中断标志状态
dvp_flag_get	获取 DVP 事件标志状态
dvp_flag_clear	清除 DVP 事件/中断标志
dvp_enhanced_scaling_resize_enable	启用或禁用 DVP 进阶型图像尺寸调缩功能
dvp_enhanced_scaling_resize_set	设置 DVP 进阶型图像尺寸调缩大小
dvp_enhanced_framerate_set	设置进阶型帧率控制功能
dvp_monochrome_image_binarization_set	设置 DVP 灰阶图像二值化阀值
dvp_enhanced_data_format_set	设置 DVP 进阶功能数据格式
dvp_input_data_unused_set	设置 DVP 输入数据未使用的配置方式和位数
dvp_dma_burst_set	设置 DVP DMA 突发传输配置
dvp_sync_event_interrupt_set	设置 DVP HSYNC/VSYNC 的事件和中断状态来源

5.9.1 函数 dvp_reset

下表描述了函数 dvp_reset

表 203. 函数 dvp_reset

项目	描述
函数名	dvp_reset
函数原型	void dvp_reset(void);
功能描述	DVP 由 CRM 复位寄存器复位
输入参数	无
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	crm_periph_reset();

示例

```
dvp_reset();
```

5.9.2 函数 dvp_capture_enable

下表描述了函数 dvp_capture_enable

表 204. 函数 dvp_capture_enable

项目	描述
函数名	dvp_capture_enable
函数原型	void dvp_capture_enable(confirm_state new_state);
功能描述	启用或禁用 DVP 捕获
输入参数	new_state：将要配置的 DVP 捕获状态，可选择启用（TRUE）或禁用（FALSE）
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
dvp_capture_enable(TRUE);
```

5.9.3 函数 dvp_capture_mode_set

下表描述了函数 dvp_capture_mode_set

表 205. 函数 dvp_capture_mode_set

项目	描述
函数名	dvp_capture_mode_set
函数原型	void dvp_capture_mode_set(dvp_cfm_type cap_mode);
功能描述	设置 DVP 捕获模式
输入参数	cap_mode：将要配置的 DVP 捕获模式
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

cap_mode

将要配置的 DVP 捕获模式

DVP_CAP_FUNC_MODE_CONTINUOUS： 连续捕获模式

DVP_CAP_FUNC_MODE_SINGLE： 单帧捕获模式

示例

```
dvp_capture_mode_set(DVP_CAP_FUNC_MODE_CONTINUOUS);
```

5.9.4 函数 dvp_window_crop_enable

下表描述了函数 dvp_window_crop_enable

表 206. 函数 dvp_window_crop_enable

项目	描述
函数名	dvp_window_crop_enable
函数原型	void dvp_window_crop_enable(confirm_state new_state);

项目	描述
功能描述	启用或禁用 DVP 裁剪窗口
输入参数	new_state：将要配置的 DVP 裁剪窗口状态，可选择启用（TRUE）或禁用（FALSE）
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
dvp_window_crop_enable(TRUE);
```

5.9.5 函数 dvp_window_crop_set

下表描述了函数 dvp_window_crop_set

表 207. 函数 dvp_window_crop_set

项目	描述
函数名	dvp_window_crop_set
函数原型	void dvp_window_crop_set(uint16_t crop_x, uint16_t crop_y, uint16_t crop_w, uint16_t crop_h, uint8_t bytes);
功能描述	设置 DVP 裁剪窗口
输入参数 1	crop_x：剪裁窗口水平起始点，取值范围 0x0000~0x3FFF/bytes
输入参数 2	crop_y：剪裁窗口垂直起始点，取值范围 0x0000~0x1FFF
输入参数 3	crop_w：剪裁窗口水平尺寸，取值范围 0x0001~(0x40000)/bytes
输入参数 4	crop_h：剪裁窗口垂直尺寸，取值范围 0x0001~0x40000
输入参数 5	bytes：一个像素点对应的字节数，例如，Y8 格式一个像素对应 1 字节，则 bytes = 1，RGB565 格式一个像素对应 2 字节，则 bytes = 2
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
dvp_window_crop_set(0x0F, 0x0F, 0x100, 0x100, 0x02);
```

5.9.6 函数 dvp_jpeg_enable

下表描述了函数 dvp_jpeg_enable

表 208. 函数 dvp_jpeg_enable

项目	描述
函数名	dvp_jpeg_enable
函数原型	void dvp_jpeg_enable(confirm_state new_state);
功能描述	启用或禁用 DVP JPEG 模式
输入参数	new_state：将要配置的 DVP JPEG 模式状态，可选择启用（TRUE）或禁用（FALSE）
输出参数	无

项目	描述
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
dvp_jpeg_enable(TRUE);
```

5.9.7 函数 dvp_sync_mode_set

下表描述了函数 dvp_sync_mode_set

表 209. 函数 dvp_sync_mode_set

项目	描述
函数名	dvp_sync_mode_set
函数原型	void dvp_sync_mode_set(dvp_sm_type sync_mode);
功能描述	设置 DVP 同步模式
输入参数	sync_mode：将要配置的 DVP 同步模式
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

sync_mode

将要配置的 DVP 同步模式

DVP_SYNC_MODE_HARDWARE：硬件同步模式

DVP_SYNC_MODE_EMBEDDED：内嵌码同步模式

示例

```
dvp_sync_mode_set(DVP_SYNC_MODE_HARDWARE);
```

5.9.8 函数 dvp_sync_code_set

下表描述了函数 dvp_sync_code_set

表 210. 函数 dvp_sync_code_set

项目	描述
函数名	dvp_sync_code_set
函数原型	void dvp_sync_code_set(uint8_t fmsc, uint8_t fmec, uint8_t lnsc, uint8_t lnec);
功能描述	设置 DVP 内嵌同步码
输入参数 1	fmsc：帧开始内嵌同步码，取值范围 0x00~0xFF
输入参数 2	fmec：帧结束内嵌同步码，取值范围 0x00~0xFF
输入参数 3	lnsc：行开始内嵌同步码，取值范围 0x00~0xFF
输入参数 4	lnec：行结束内嵌同步码，取值范围 0x00~0xFF
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
dvp_sync_code_set(0xFF, 0xFF, 0xC7, 0xDA);
```

5.9.9 函数 dvp_sync_unmask_set

下表描述了函数 dvp_sync_unmask_set

表 211. 函数 dvp_sync_unmask_set

项目	描述
函数名	dvp_sync_unmask_set
函数原型	void dvp_sync_unmask_set(uint8_t fmsu, uint8_t fmeu, uint8_t lnsu, uint8_t lneu);
功能描述	设置 DVP 内嵌同步码遮蔽
输入参数 1	fmsu：帧开始内嵌同步码遮蔽，取值范围 0x00~0xFF
输入参数 2	fmeu：帧结束内嵌同步码遮蔽，取值范围 0x00~0xFF
输入参数 3	lnsu：行开始内嵌同步码遮蔽，取值范围 0x00~0xFF
输入参数 4	lneu：行结束内嵌同步码遮蔽，取值范围 0x00~0xFF
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
dvp_sync_unmask_set(0x0F, 0x0F, 0xF0, 0xF0);
```

5.9.10 函数 dvp_pclk_polarity_set

下表描述了函数 dvp_pclk_polarity_set

表 212. 函数 dvp_pclk_polarity_set

项目	描述
函数名	dvp_pclk_polarity_set
函数原型	void dvp_pclk_polarity_set(dvp_ckp_type eage);
功能描述	设置 DVP 像素时钟极性
输入参数	eage：将要配置的 DVP 像素时钟极性
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

eage

将要配置的 DVP 像素时钟极性

DVP_CLK_POLARITY_RISING： 以 DVP_PCLK 上升沿捕获输入数据

DVP_CLK_POLARITY_FALLING： 以 DVP_PCLK 下降沿捕获输入数据

示例

```
dvp_pclk_polarity_set(DVP_CLK_POLARITY_RISING);
```

5.9.11 函数 dvp_hsync_polarity_set

下表描述了函数 dvp_hsync_polarity_set

表 213. 函数 dvp_hsync_polarity_set

项目	描述
函数名	dvp_hsync_polarity_set
函数原型	void dvp_hsync_polarity_set(dvp_hsp_type hsync_pol);
功能描述	设置 DVP 水平同步极性
输入参数	hsync_pol：将要配置的 DVP 水平同步极性
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

hsync_pol

将要配置的 DVP 水平同步极性

DVP_HSYNC_POLARITY_HIGH： DVP_HSYNC 高电平表示捕获数据为有效像素数据，并以上升沿作为行起始讯号

DVP_HSYNC_POLARITY_LOW： DVP_HSYNC 低电平表示捕获数据为有效像素数据，并以下降沿作为行起始讯号

示例

```
dvp_hsync_polarity_set(DVP_HSYNC_POLARITY_HIGH);
```

5.9.12 函数 dvp_vsync_polarity_set

下表描述了函数 dvp_vsync_polarity_set

表 214. 函数 dvp_vsync_polarity_set

项目	描述
函数名	dvp_vsync_polarity_set
函数原型	void dvp_vsync_polarity_set(dvp_vsp_type vsync_pol);
功能描述	设置 DVP 垂直同步极性
输入参数	vsync_pol：将要配置的 DVP 垂直同步极性
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

vsync_pol

将要配置的 DVP 垂直同步极性

帧开始型式：

DVP_VSYNC_POLARITY_LOW： DVP_VSYNC 低电平表示为帧开始讯号

DVP_VSYNC_POLARITY_HIGH： DVP_VSYNC 高电平表示为帧开始讯号

帧有效型式：

DVP_VSYNC_POLARITY_LOW： DVP_VSYNC 低电平表示捕获数据处于垂直消隐

DVP_VSYNC_POLARITY_HIGH： DVP_VSYNC 高电平表示捕获数据处于垂直消隐

示例

```
dvp_vsync_polarity_set(DVP_VSYNC_POLARITY_LOW);
```

5.9.13 函数 dvp_basic_frame_rate_control_set

下表描述了函数 dvp_basic_frame_rate_control_set

表 215. 函数 dvp_basic_frame_rate_control_set

项目	描述
函数名	dvp_basic_frame_rate_control_set
函数原型	void dvp_basic_frame_rate_control_set(dvp_bfrc_type dvp_bfrc);
功能描述	设置 DVP 基本帧率控制
输入参数	dvp_bfrc：将要配置的 DVP 基本帧率控制
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

dvp_bfrc

将要配置的 DVP 基本帧率控制

DVP_BFRC_ALL： 全部捕获，或是使用进阶型帧率控制功能

DVP_BFRC_HALF： 控制帧率，两帧捕获一帧

DVP_BFRC_QUARTER： 控制帧率，四帧捕获一帧

示例

```
dvp_basic_frame_rate_control_set(DVP_BFRC_ALL);
```

5.9.14 函数 dvp_pixel_data_length_set

下表描述了函数 dvp_pixel_data_length_set

表 216. 函数 dvp_pixel_data_length_set

项目	描述
函数名	dvp_pixel_data_length_set
函数原型	void dvp_pixel_data_length_set(dvp_pdl_type dvp_pdl);
功能描述	设置 DVP 像素数据长度
输入参数	dvp_pdl：将要配置的 DVP 像素数据长度
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

dvp_pdl

将要配置的 DVP 像素数据长度

DVP_PIXEL_DATA_LENGTH_8： 使用 8 位并行接口捕获像素数据

DVP_PIXEL_DATA_LENGTH_10：使用 10 位并行接口捕获像素数据

DVP_PIXEL_DATA_LENGTH_12：使用 12 位并行接口捕获像素数据

DVP_PIXEL_DATA_LENGTH_14：使用 14 位并行接口捕获像素数据

示例

```
dvp_pixel_data_length_set(DVP_PIXEL_DATA_LENGTH_8);
```

5.9.15 函数 dvp_enable

下表描述了函数 dvp_enable

表 217. 函数 dvp_enable

项目	描述
函数名	dvp_enable
函数原型	void dvp_enable(confirm_state new_state);
功能描述	启用或禁用 DVP
输入参数	new_state：将要配置的 DVP 状态，可选择启用（TRUE）或禁用（FALSE）
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
dvp_enable(TRUE);
```

5.9.16 函数 dvp_zoomout_select

下表描述了函数 dvp_zoomout_select

表 218. 函数 dvp_zoomout_select

项目	描述
函数名	dvp_zoomout_select
函数原型	void dvp_zoomout_select(dvp_pcdes_type dvp_pcdes);
功能描述	选择扩充的 DVP 像素捕获舍弃配置
输入参数	dvp_pcdes：将要选择扩充的 DVP 像素捕获舍弃配置
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

dvp_pcdes

将要选择扩充的 DVP 像素捕获舍弃配置

PCDS = 0：

DVP_PCDES_CAP_FIRST：捕获第一个像素数据，舍弃其他

DVP_PCDES_DROP_FIRST：捕获第二个像素数据，舍弃其他

PCDS = 1：

DVP_PCDES_CAP_FIRST：捕获第三个像素数据，舍弃其他

DVP_PCDES_DROP_FIRST：捕获第四个像素数据，舍弃其他

示例

```
dvp_zoomout_select(DVP_PCDES_CAP_FIRST);
```

5.9.17 函数 dvp_zoomout_set

下表描述了函数 dvp_zoomout_set

表 219. 函数 dvp_zoomout_set

项目	描述
函数名	dvp_zoomout_set
函数原型	void dvp_zoomout_set(dvp_pcdc_type dvp_pcdc, dvp_pcds_type dvp_pcds, dvp_lcdc_type dvp_lcdc, dvp_lcds_type dvp_lcds);
功能描述	设置 DVP 捕获舍弃功能
输入参数 1	dvp_pcdc：基本型像素捕获舍弃控制功能
输入参数 2	dvp_pcds：基本型像素捕获舍弃选择
输入参数 3	dvp_lcdc：基本型图像行捕获舍弃控制功能
输入参数 4	dvp_lcds：基本型图像行捕获舍弃选择
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

dvp_pcdc

配置基本型像素捕获舍弃控制功能

DVP_PCDC_ALL：　　全部捕获，或是使用进阶型图像尺寸调缩功能

DVP_PCDC_ONE_IN_TWO：　　启用捕获舍弃控制，于两个像素数据之中，捕获一个

DVP_PCDC_ONE_IN_FOUR：　　启用捕获舍弃控制，于四个像素数据之中，捕获一个

DVP_PCDC_TWO_IN_FOUR：　　启用捕获舍弃控制，于四个像素数据之中，捕获连续两个

dvp_pcds

配置基本型像素捕获舍弃选择

DVP_PCDS_CAP_FIRST：　捕获第一组数据（一个或两个像素数据），舍弃下一组

DVP_PCDS_DROP_FIRST：　舍弃第一组数据（一个或两个像素数据），捕获下一组

dvp_lcdc

配置基本型图像行捕获舍弃控制功能

DVP_LCDC_ALL：　　全部捕获，或是使用进阶型图像尺寸调缩功能

DVP_LCDC_ONE_IN_TWO：启用捕获舍弃控制，于两条图像行之中，捕获一条

dvp_lcds

配置基本型图像行捕获舍弃选择

DVP_LCDS_CAP_FIRST：　捕获第一条图像行之数据，舍弃下一条

DVP_LCDS_DROP_FIRST：　舍弃第一条图像行之数据，捕获下一条

示例

```
dvp_zoomout_set(DVP_PCDC_ONE_IN_TWO, DVP_PCDS_CAP_FIRST, DVP_LCDC_ONE_IN_TWO,
DVP_LCDS_CAP_FIRST);
```

5.9.18 函数 dvp_basic_status_get

下表描述了函数 dvp_basic_status_get

表 220. 函数 dvp_basic_status_get

项目	描述
函数名	dvp_basic_status_get
函数原型	flag_status dvp_basic_status_get(dvp_status_basic_type dvp_status_basic);
功能描述	获得 DVP 基本状态
输入参数	dvp_status_basic：将要获取的 DVP 基本状态

项目	描述
输出参数	无
返回值	读取的 DVP 基本状态，可读为置位（SET）或复位（RESET）
先决条件	无
被调用函数	无

dvp_status_basic

将要获取的 DVP 基本状态

DVP_STATUS_HSYN：水平同步状态

DVP_STATUS_VSYN：垂直同步状态

DVP_STATUS_OFNE：输出缓冲非空状态

示例

```
flag_status dvp_status;
dvp_status = dvp_basic_status_get(DVP_STATUS_HSYN);
```

5.9.19 函数 dvp_interrupt_enable

下表描述了函数 dvp_interrupt_enable

表 221. 函数 dvp_interrupt_enable

项目	描述
函数名	dvp_interrupt_enable
函数原型	void dvp_interrupt_enable(uint32_t dvp_int, confirm_state new_state);
功能描述	启用或禁用 DVP 中断
输入参数 1	dvp_int：将要配置的 DVP 中断
输入参数 2	new_state：将要配置的 DVP 中断状态，可选择启用（TRUE）或禁用（FALSE）
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

dvp_int

将要配置的 DVP 中断

DVP_CFD_INT： 选择配置 DVP 帧捕获完成中断

DVP_OVR_INT： 选择配置 DVP 输出缓冲溢出中断

DVP_ESE_INT： 选择配置 DVP 内嵌同步码译码错误中断

DVP_VS_INT： 选择配置 DVP 垂直同步状态中断

DVP_HS_INT： 选择配置 DVP 水平同步状态中断

示例

```
dvp_interrupt_enable(DVP_CFD_INT, TRUE);
```

5.9.20 函数 dvp_interrupt_flag_get

下表描述了函数 dvp_interrupt_flag_get

表 222. 函数 dvp_interrupt_flag_get

项目	描述
函数名	dvp_interrupt_flag_get

项目	描述
函数原型	flag_status dvp_interrupt_flag_get(uint32_t flag);
功能描述	获取 DVP 中断标志状态
输入参数	flag：将要获取的 DVP 中断标志状态
输出参数	无
返回值	读取的 DVP 中断标志状态，可读为置位（SET）或复位（RESET）
先决条件	无
被调用函数	无

flag

将要获取的 DVP 事件/中断标志状态

DVP_CFD_INT_FLAG： 帧捕获完成中断状态

DVP_OVR_INT_FLAG： 输出缓冲溢出中断状态

DVP_ESE_INT_FLAG： 内嵌同步码译码错误中断状态

DVP_VS_INT_FLAG： 垂直同步中断状态

DVP_HS_INT_FLAG： 水平同步中断状态

示例

```
flag_status dvp_flag;
dvp_flag = dvp_interrupt_flag_get(DVP_CFD_INT_FLAG);
```

5.9.21 函数 dvp_flag_get

下表描述了函数 dvp_flag_get

表 223. 函数 dvp_flag_get

项目	描述
函数名	dvp_flag_get
函数原型	flag_status dvp_flag_get(uint32_t flag);
功能描述	获取 DVP 事件标志状态
输入参数	flag：将要获取的 DVP 事件标志状态
输出参数	无
返回值	读取的 DVP 事件标志状态，可读为置位（SET）或复位（RESET）
先决条件	无
被调用函数	无

flag

将要获取的 DVP 事件/中断标志状态

DVP_CFD_EVT_FLAG：帧捕获完成事件状态

DVP_OVR_EVT_FLAG：输出缓冲溢出事件状态

DVP_ESE_EVT_FLAG：内嵌同步码译码错误事件状态

DVP_VS_EVT_FLAG： 垂直同步事件状态

DVP_HS_EVT_FLAG： 水平同步事件状态

示例

```
flag_status dvp_flag;
dvp_flag = dvp_flag_get(DVP_CFD_EVT_FLAG);
```

5.9.22 函数 dvp_flag_clear

下表描述了函数 dvp_flag_clear

表 224. 函数 dvp_flag_clear

项目	描述
函数名	dvp_flag_clear
函数原型	void dvp_flag_clear(uint32_t flag);
功能描述	清除 DVP 事件/中断标志
输入参数	flag：将要清除的 DVP 事件/中断标志，参考 *flag* 查看取值范围
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
dvp_flag_clear(DVP_CFD_EVT_FLAG);
```

5.9.23 函数 dvp_enhanced_scaling_resize_enable

下表描述了函数 dvp_enhanced_scaling_resize_enable

表 225. 函数 dvp_enhanced_scaling_resize_enable

项目	描述
函数名	dvp_enhanced_scaling_resize_enable
函数原型	void dvp_enhanced_scaling_resize_enable(confirm_state new_state);
功能描述	启用或禁用 DVP 进阶型图像尺寸调缩功能
输入参数	new_state：将要配置的 DVP 进阶型图像尺寸调缩功能状态，可选择启用（TRUE）或禁用（FALSE）
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
dvp_enhanced_scaling_resize_enable(TRUE);
```

5.9.24 函数 dvp_enhanced_scaling_resize_set

下表描述了函数 dvp_enhanced_scaling_resize_set

表 226. 函数 dvp_enhanced_scaling_resize_set

项目	描述
函数名	dvp_enhanced_scaling_resize_set
函数原型	void dvp_enhanced_scaling_resize_set(uint16_t src_w, uint16_t des_w, uint16_t src_h, uint16_t des_h);
功能描述	设置 DVP 进阶型图像尺寸调缩大小
输入参数 1	src_w：水平尺寸调缩来源系数，取值范围 0x0001~0x1FFF
输入参数 2	des_w：水平尺寸调缩目标系数，取值范围 0x0001~0x1FFF

项目	描述
输入参数 3	src_h：垂直尺寸调缩来源系数，取值范围 0x0001~0x1FFF
输入参数 4	des_h：垂直尺寸调缩目标系数，取值范围 0x0001~0x1FFF
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
dvp_enhanced_scaling_resize_set(0xFFF, 0x0F, 0xFFF, 0x0F);
```

5.9.25 函数 dvp_enhanced_framerate_set

下表描述了函数 dvp_enhanced_framerate_set

表 227. 函数 dvp_enhanced_framerate_set

项目	描述
函数名	dvp_enhanced_framerate_set
函数原型	void dvp_enhanced_framerate_set(uint16_t efrcsf, uint16_t efrctf, confirm_state new_state);
功能描述	设置进阶型帧率控制功能
输入参数 1	efrcsf：进阶型帧率控制来源系数，取值范围 0x00~0x1F
输入参数 2	efrctf：进阶型帧率控制目标系数，取值范围 0x00~0x1F
输入参数 3	new_state：将要配置的 DVP 进阶型帧率控制功能状态，可选择启用（TRUE）或禁用（FALSE）
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
dvp_enhanced_framerate_set(0x0F, 0x0F , TRUE);
```

5.9.26 函数 dvp_monochrome_image_binarization_set

下表描述了函数 dvp_monochrome_image_binarization_set

表 228. 函数 dvp_monochrome_image_binarization_set

项目	描述
函数名	dvp_monochrome_image_binarization_set
函数原型	void dvp_monochrome_image_binarization_set(uint8_t mibthd, confirm_state new_state);
功能描述	设置 DVP 灰阶图像二值化阀值
输入参数 1	mibthd：将要配置的 DVP 灰阶图像二值化阀值，取值范围 0x00~0xFF
输入参数 2	new_state：将要配置的 DVP 灰阶图像二值化阀值状态，可选择启用（TRUE）或禁用（FALSE）
输出参数	无
返回值	无

项目	描述
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
dvp_monochrome_image_binarization_set(0x0F, TRUE);
```

5.9.27 函数 dvp_enhanced_data_format_set

下表描述了函数 dvp_enhanced_data_format_set

表 229. 函数 dvp_enhanced_data_format_set

项目	描述
函数名	dvp_enhanced_data_format_set
函数原型	void dvp_enhanced_data_format_set(dvp_efdf_type dvp_efdf);
功能描述	设置 DVP 进阶功能数据格式
输入参数	dvp_efdf：将要配置的 DVP 进阶功能数据格式
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

dvp_efdf

将要配置的 DVP 进阶功能数据格式

DVP_EFDF_BYPASS： 关闭进阶功能数据管理

DVP_EFDF_YUV422_UYVY： YUV422（UYVY / VYUY）格式数据输入

DVP_EFDF_YUV422_YUYV： YUV422（YUYV / YVYU）格式数据输入

DVP_EFDF_RGB565_555： RGB565 与 RGB555 格式数据输入

DVP_EFDF_Y8： Y8（Y only）格式数据输入

示例

```
dvp_enhanced_data_format_set(DVP_EFDF_RGB565_555);
```

5.9.28 函数 dvp_input_data_unused_set

下表描述了函数 dvp_input_data_unused_set

表 230. 函数 dvp_input_data_unused_set

项目	描述
函数名	dvp_input_data_unused_set
函数原型	void dvp_input_data_unused_set(dvp_idus_type dvp_idus, dvp_idun_type dvp_idun);
功能描述	设置 DVP 输入数据未使用的配置方式和位数
输入参数 1	dvp_idus：输入数据未使用配置方式
输入参数 2	dvp_idun：输入数据未使用位数
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

dvp_idus

输入数据未使用配置方式

DVP_IDUS_MSB： 未使用数据位在 MSB

DVP_IDUS_LSB： 未使用数据位在 LSB

dvp_idun

输入数据未使用位数

DVP_IDUN_0：无未使用位

DVP_IDUN_2：2 位未使用数据

DVP_IDUN_4：2 位未使用数据

DVP_IDUN_6：2 位未使用数据

示例

```
dvp_input_data_unused_set(DVP_IDUS_MSB, DVP_IDUN_2);
```

5.9.29 函数 dvp_dma_burst_set

下表描述了函数 dvp_dma_burst_set

表 231. 函数 dvp_dma_burst_set

项目	描述
函数名	dvp_dma_burst_set
函数原型	void dvp_dma_burst_set(dvp_dmabt_type dvp_dmabt);
功能描述	设置 DVP DMA 突发传输配置
输入参数	dvp_dmabt：将要设置的 DVP DMA 突发传输配置
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

dvp_dmabt

将要设置的 DVP DMA 突发传输配置

DVP_DMABT_SINGLE：DMA 突发传输配置禁止

DVP_DMABT_BURST： DMA 突发传输配置使能

示例

```
dvp_dma_burst_set(DVP_DMABT_BURST);
```

5.9.30 函数 dvp_sync_event_interrupt_set

下表描述了函数 dvp_sync_event_interrupt_set

表 232. 函数 dvp_sync_event_interrupt_set

项目	描述
函数名	dvp_sync_event_interrupt_set
函数原型	void dvp_sync_event_interrupt_set(dvp_hseid_type dvp_hseid, dvp_vseid_type dvp_vseid);
功能描述	设置 DVP HSYNC/VSYNC 的事件和中断状态来源
输入参数 1	dvp_hseid：水平同步状态事件与中断状态选择
输入参数 2	dvp_vseid：垂直同步状态事件与中断状态选择

项目	描述
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

dvp_hseid

水平同步状态事件与中断状态选择

DVP_HSEID_LINE_END： HSES 与 HEIS 用于表现行结束之事件与中断

DVP_HSEID_LINE_START： HSES 与 HEIS 用于表现行开始之事件与中断

dvp_vseid

垂直同步状态事件与中断状态选择

DVP_VSEID_FRAME_END： VSES 与 VEIS 用于表现帧结束之事件与中断

DVP_VSEID_FRMAE_START： VSES 与 VEIS 用于表现帧开始之事件与中断

示例

```
dvp_sync_event_interrupt_set(DVP_HSEID_LINE_START, DVP_VSEID_FRAME_END);
```

5.10 EDMA 控制器（EDMA）

EDMA 控制器寄存器结构 edma_type，定义于文件“at32f435_437_edma.h”如下：

```
/**
  * @brief type define edma register all
  */
typedef struct
{
……
} edma_type;
```

EDMA 控制器数据流寄存器结构 edma_stream_type，定义于文件“at32f435_437_edma.h”如下：

```
/**
  * @brief type define edma stream register all
  */
typedef struct
{
……
} edma_stream_type;
```

EDMA 控制器连接列表寄存器结构 edma_stream_link_list_type，定义于文件“at32f435_437_edma.h”如下：

```
/**
  * @brief type define edma stream link list pointer register
  */
typedef struct
{
……
} edma_stream_link_list_type;
```

EDMA 控制器连接列表 2D 传输寄存器结构 edma_stream_2d_type，定义于文件“at32f435_437_edma.h”如下：

```
/**
  * @brief type define edma 2d register all
  */
typedef struct
{
……
} edma_stream_2d_type;
```

EDMA 控制器连接列表 2D 传输寄存器结构 edmamux_channel_type，定义于文件“at32f435_437_edma.h”如

```
/**
  * @brief type define edmamux muxsctrl register
  */
typedef struct
{
……
} edmamux_channel_type;
```

EDMA 控制器连接列表 2D 传输寄存器结构 edmamux_generator_type，定义于文件“at32f435_437_edma.h”如

```
/**
  * @brief type define edmamux request generator register all
  */
typedef struct
{
……
} edmamux_generator_type;
```

下表给出了 EDMA 寄存器总览：

表 233.EDMA 寄存器对应表

寄存器	描述
edma_sts1	EDMA 状态寄存器 1
edma_sts2	EDMA 状态寄存器 2
edma_clr1	EDMA 状态清除寄存器 1
edma_clr2	EDMA 状态清除寄存器 2
edma_s1ctrl	EDMA 数据流 1 控制寄存器
edma_s1dtcnt	EDMA 数据流 1 传输数据量寄存器
edma_s1paddr	EDMA 数据流 1 外设地址寄存器
edma_s1m0addr	EDMA 数据流 1 内存 0 地址寄存器
edma_s1m1addr	EDMA 数据流 1 内存 1 地址寄存器
edma_s1fctrl	EDMA 数据流 1 FIFO 控制寄存器
edma_s2ctrl	EDMA 数据流 2 控制寄存器

寄存器	描述
edma_s2dtcnt	EDMA 数据流 2 传输数据量寄存器
edma_s2paddr	EDMA 数据流 2 外设地址寄存器
edma_s2m0addr	EDMA 数据流 2 内存 0 地址寄存器
edma_s2m1addr	EDMA 数据流 2 内存 1 地址寄存器
edma_s2fctrl	EDMA 数据流 2 FIFO 控制寄存器
edma_s3ctrl	EDMA 数据流 3 控制寄存器
edma_s3dtcnt	EDMA 数据流 3 传输数据量寄存器
edma_s3paddr	EDMA 数据流 3 外设地址寄存器
edma_s3m0addr	EDMA 数据流 3 内存 0 地址寄存器
edma_s3m1addr	EDMA 数据流 3 内存 1 地址寄存器
edma_s3fctrl	EDMA 数据流 3 FIFO 控制寄存器
edma_s4ctrl	EDMA 数据流 4 控制寄存器
edma_s4dtcnt	EDMA 数据流 4 传输数据量寄存器
edma_s4paddr	EDMA 数据流 4 外设地址寄存器
edma_s4m0addr	EDMA 数据流 4 内存 0 地址寄存器
edma_s4m1addr	EDMA 数据流 4 内存 1 地址寄存器
edma_s4fctrl	EDMA 数据流 4 FIFO 控制寄存器
edma_s5ctrl	EDMA 数据流 5 控制寄存器
edma_s5dtcnt	EDMA 数据流 5 传输数据量寄存器
edma_s5paddr	EDMA 数据流 5 外设地址寄存器
edma_s5m0addr	EDMA 数据流 5 内存 0 地址寄存器
edma_s5m1addr	EDMA 数据流 5 内存 1 地址寄存器
edma_s5fctrl	EDMA 数据流 5 FIFO 控制寄存器
edma_s6ctrl	EDMA 数据流 6 控制寄存器
edma_s6dtcnt	EDMA 数据流 6 传输数据量寄存器
edma_s6paddr	EDMA 数据流 6 外设地址寄存器
edma_s6m0addr	EDMA 数据流 6 内存 0 地址寄存器
edma_s6m1addr	EDMA 数据流 6 内存 1 地址寄存器
edma_s6fctrl	EDMA 数据流 6 FIFO 控制寄存器
edma_s7ctrl	EDMA 数据流 7 控制寄存器
edma_s7dtcnt	EDMA 数据流 7 传输数据量寄存器
edma_s7paddr	EDMA 数据流 7 外设地址寄存器
edma_s7m0addr	EDMA 数据流 7 内存 0 地址寄存器
edma_s7m1addr	EDMA 数据流 7 内存 1 地址寄存器
edma_s7fctrl	EDMA 数据流 7 FIFO 控制寄存器
edma_s8ctrl	EDMA 数据流 8 控制寄存器
edma_s8dtcnt	EDMA 数据流 8 传输数据量寄存器
edma_s8paddr	EDMA 数据流 8 外设地址寄存器
edma_s8m0addr	EDMA 数据流 8 内存 0 地址寄存器
edma_s8m1addr	EDMA 数据流 8 内存 1 地址寄存器
edma_s8fctrl	EDMA 数据流 8 FIFO 控制寄存器
edma_llctrl	EDMA 数据流链表模式使能寄存器
edma_s1llp	EDMA 流 1 链接列表指针寄存器

寄存器	描述
edma_s2llp	EDMA 流 2 链接列表指针寄存器
edma_s3llp	EDMA 流 3 链接列表指针寄存器
edma_s4llp	EDMA 流 4 链接列表指针寄存器
edma_s5llp	EDMA 流 5 链接列表指针寄存器
edma_s6llp	EDMA 流 6 链接列表指针寄存器
edma_s7llp	EDMA 流 7 链接列表指针寄存器
edma_s8llp	EDMA 流 8 链接列表指针寄存器
edma_s2dctrl	EDMA 2D 传输控制寄存器
edma_s12dcnt	EDMA 流 1 2D 传输计数寄存器
edma_s1stride	EDMA 流 1 2D 传输跨度寄存器
edma_s22dcnt	EDMA 流 2 2D 传输计数寄存器
edma_s2stride	EDMA 流 2 2D 传输跨度寄存器
edma_s32dcnt	EDMA 流 3 2D 传输计数寄存器
edma_s3stride	EDMA 流 3 2D 传输跨度寄存器
edma_s42dcnt	EDMA 流 4 2D 传输计数寄存器
edma_s4stride	EDMA 流 4 2D 传输跨度寄存器
edma_s52dcnt	EDMA 流 5 2D 传输计数寄存器
edma_s5stride	EDMA 流 5 2D 传输跨度寄存器
edma_s62dcnt	EDMA 流 6 2D 传输计数寄存器
edma_s6stride	EDMA 流 6 2D 传输跨度寄存器
edma_s72dcnt	EDMA 流 7 2D 传输计数寄存器
edma_s7stride	EDMA 流 7 2D 传输跨度寄存器
edma_s82dcnt	EDMA 流 8 2D 传输计数寄存器
edma_s8stride	EDMA 流 8 2D 传输跨度寄存器
edma_muxsel	EDMAMUX 使能寄存器
edma_muxc1ctrl	EDMAMUX 通道 1 控制寄存器
edma_muxc2ctrl	EDMAMUX 通道 2 控制寄存器
edma_muxc3ctrl	EDMAMUX 通道 3 控制寄存器
edma_muxc4ctrl	EDMAMUX 通道 4 控制寄存器
edma_muxc5ctrl	EDMAMUX 通道 5 控制寄存器
edma_muxc6ctrl	EDMAMUX 通道 6 控制寄存器
edma_muxc7ctrl	EDMAMUX 通道 7 控制寄存器
edma_muxg1ctrl	EDMAMUX 请求发生器 1 控制寄存器
edma_muxg2ctrl	EDMAMUX 请求发生器 2 控制寄存器
edma_muxg3ctrl	EDMAMUX 请求发生器 3 控制寄存器
edma_muxg4ctrl	EDMAMUX 请求发生器 4 控制寄存器
edma_muxsyncsts	EDMAMUX 同步状态寄存器
edma_muxsyncclr	EDMAMUX 同步状态清除寄存器
edma_muxgsts	EDMAMUX 请求发生器状态寄存器
edma_muxgclr	EDMAMUX 请求发生器状态清除寄存器

5.10.1 函数 edma_reset

下表描述了函数 **edma_reset**

表 234.函数 edma_reset

项目	描述
函数名	edma_reset
函数原型	void edma_reset(edma_stream_type *edma_streamx);
功能描述	复位指定的 EDMA 数据流
输入参数 1	edma_streamx：指定 EDMA 数据流, x=1...8
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* reset edma stream1 */
edma_reset (EDMA_STREAM1);
```

5.10.2 函数 edma_init

下表描述了函数 edma_init

表 235.函数 edma_init

项目	描述
函数名	edma_init
函数原型	void edma_init(edma_stream_type *edma_streamx, edma_init_type *edma_init_struct);
功能描述	初始化指定的 EDMA 数据流
输入参数 1	edma_streamx：指定 EDMA 数据流, x=1...8
输入参数 2	edma_init_struct： 指向 edma_init_type 类型结构体
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

edma_init_type structure

edma_init_type 在 at32f435_437_edma.h 中

```
typedef struct
{
  uint32_t                      peripheral_base_addr;
  uint32_t                      memory0_base_addr;
  dma_dir_type                  direction;
  uint16_t                      buffer_size;
  confirm_state                 peripheral_inc_enable;
  confirm_state                 memory_inc_enable;
  dma_peripheral_data_size_type peripheral_data_width;
  dma_memory_data_size_type     memory_data_width;
  confirm_state                 loop_mode_enable;
  dma_priority_level_type       priority;
  confirm_state                 fifo_mode_enable;
```

```
    edma_fifo_threshold_type        fifo_threshold;
    edma_memory_burst_type          memory_burst_mode;
    edma_peripheral_burst_type      peripheral_burst_mode;
} edma_init_type;
```

peripheral_base_addr

设置 EDMA 数据流的外设地址

memory_base_addr

设置 EDMA 数据流存储器地址

direction

设置 EDMA 数据流传输方向类型

EDMA_DIR_PERIPHERAL_TO_MEMORY：方向为外设到存储器

EDMA_DIR_MEMORY_TO_PERIPHERAL：方向为存储器到外设

EDMA_DIR_MEMORY_TO_MEMORY：方向为存储器到存储器

buffer_size

设置 EDMA 数据流传输数据量

peripheral_inc_enable

设置 EDMA 数据流外设地址是否自动递增

FALSE： 外设地址不递增

TRUE： 外设地址递增

memory_inc_enable

设置 EDMA 数据流存储器地址是否自动递增

FALSE： 存储器地址不递增

TRUE： 存储器地址递增

peripheral_data_width

设置 EDMA 数据流外设数据宽度

EDMA_PERIPHERAL_DATA_WIDTH_BYTE： 外设数据宽度为字节

EDMA_PERIPHERAL_DATA_WIDTH_HALFWORD： 外设数据宽度为半字

EDMA_PERIPHERAL_DATA_WIDTH_WORD： 外设数据宽度为字

memory_data_width

设置 EDMA 数据流存储器数据宽度

EDMA_MEMORY_DATA_WIDTH_BYTE： 存储器数据宽度为字节

EDMA_MEMORY_DATA_WIDTH_HALFWORD： 存储器数据宽度为半字

EDMA_MEMORY_DATA_WIDTH_WORD： 存储器数据宽度为字

loop_mode_enable

设置 EDMA 数据流是否为循环模式

FALSE： EDMA 数据流为单次模式

TRUE： EDMA 数据流为循环模式

priority

设置 EDMA 数据流优先级

EDMA_PRIORITY_LOW： EDMA 数据流优先级为低

EDMA_PRIORITY_MEDIUM： EDMA 数据流优先级为中

EDMA_PRIORITY_HIGH： EDMA 数据流优先级为高

EDMA_PRIORITY_VERY_HIGH： EDMA 数据流优先级为非常高

fifo_mode_enable

设置 EDMA 数据流是否使能 fifo 模式

FALSE： EDMA 数据流为直接模式

TRUE： EDMA 数据流为 fifo 模式

fifo_threshold

设置 EDMA 数据流的 fifo 阈值

EDMA_FIFO_THRESHOLD_1QUARTER： fifo 阈值设定为 1/4

EDMA_FIFO_THRESHOLD_HALF： fifo 阈值设定为 1/2

EDMA_FIFO_THRESHOLD_3QUARTER： fifo 阈值设定为 3/4

EDMA_FIFO_THRESHOLD_FULL： fifo 阈值设定为满

memory_burst_mode

设置 EDMA 数据流内存突发模式

EDMA_MEMORY_SINGLE： 不开启内存突发模式

EDMA_MEMORY_BURST_4： 突发模式每次传输 4 笔数据

EDMA_MEMORY_BURST_8： 突发模式每次传输 8 笔数据

EDMA_MEMORY_BURST_16： 突发模式每次传输 16 笔数据

peripheral_burst_mode

设置 EDMA 数据流内存外设突发模式

EDMA_PERIPHERAL_SINGLE： 不开启外设突发模式

EDMA_PERIPHERAL_BURST_4： 突发模式每次传输 4 笔数据

EDMA_PERIPHERAL_BURST_8： 突发模式每次传输 8 笔数据

EDMA_PERIPHERAL_BURST_16： 突发模式每次传输 16 笔数据

示例

```
edmamux_sync_init_type    edmamux_sync_init_struct;
/* edma stream4 configuration */
edma_init_struct.direction = EDMA_DIR_PERIPHERAL_TO_MEMORY;
edma_init_struct.buffer_size = (uint32_t)16;
edma_init_struct.peripheral_data_width = EDMA_PERIPHERAL_DATA_WIDTH_HALFWORD;
edma_init_struct.peripheral_base_addr = (uint32_t)src_buffer;
edma_init_struct.peripheral_inc_enable = TRUE;
edma_init_struct.memory_data_width = EDMA_MEMORY_DATA_WIDTH_HALFWORD;
edma_init_struct.memory0_base_addr = (uint32_t)dst_buffer;
edma_init_struct.memory_inc_enable = TRUE;
edma_init_struct.peripheral_burst_mode = EDMA_PERIPHERAL_SINGLE;
edma_init_struct.memory_burst_mode = EDMA_MEMORY_SINGLE;
edma_init_struct.fifo_mode_enable = FALSE;
edma_init_struct.fifo_threshold = EDMA_FIFO_THRESHOLD_1QUARTER;
edma_init_struct.priority = EDMA_PRIORITY_HIGH;
edma_init_struct.loop_mode_enable = FALSE;
edma_init(EDMA_STREAM4, &edma_init_struct);
```

5.10.3 函数 edma_default_para_init

下表描述了函数 edma_default_para_init

表 236.函数 edma_default_para_init

项目	描述
函数名	edma_default_para_init

项目	描述
函数原型	void edma_default_para_init(edma_init_type *edma_init_struct);
功能描述	将 edma_init_struct 中的参数初始化
输入参数 1	edma_init_struct：指向 edma_init_type 类型结构体
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

结构体 edma_init_struct 成员默认值如下表所示：

表 237.edma_init_struct 默认值

成员	默认值
peripheral_base_addr	0x0
memory_base_addr	0x0
direction	EDMA_DIR_PERIPHERAL_TO_MEMORY
buffer_size	0x0
peripheral_inc_enable	FALSE
memory_inc_enable	FALSE
peripheral_data_width	EDMA_PERIPHERAL_DATA_WIDTH_BYTE
memory0_data_width	EDMA_MEMORY_DATA_WIDTH_BYTE
loop_mode_enable	FALSE
priority	EDMA_PRIORITY_LOW
fifo_mode_enable	FALSE
fifo_threshold	EDMA_FIFO_THRESHOLD_1QUARTER
memory_burst_mode	EDMA_MEMORY_SINGLE
peripheral_burst_mode	EDMA_PERIPHERAL_SINGLE

示例

```
/* edma init config with its default value */
edmamux_sync_init_type   edmamux_sync_init_struct;
edma_default_para_init(&edma_init_struct);
```

5.10.4 函数 edma_stream_enable

下表描述了函数 edma_stream_enable

表 238.函数 edma_stream_enable

项目	描述
函数名	edma_stream_enable
函数原型	void edma_stream_enable(edma_stream_type *edma_streamx, confirm_state new_state);
功能描述	使能指定数据流
输入参数 1	edma_streamx：指定 EDMA 数据流, x=1...8
输入参数 2	new_state：使能或关闭数据流
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无

项目	描述
被调用函数	无

new_state

选择 EDMA 数据流是使能还是关闭

FALSE：关闭数据流

TRUE：使能数据流

示例

```
/* enable edma stream4 */
edma_stream_enable(EDMA_STREAM4, TRUE);
```

5.10.5 函数 edma_interrupt_enable

下表描述了函数 edma_interrupt_enable

表 239.函数 edma_interrupt_enable

项目	描述
函数名	edma_interrupt_enable
函数原型	void edma_interrupt_enable(edma_stream_type *edma_streamx, uint32_t edma_int, confirm_state new_state);
功能描述	使能指定数据流的相应中断
输入参数 1	edma_streamx：指定 EDMA 数据流, x=1...8
输入参数 2	edma_int：中断源选择
输入参数 3	new_state：使能或关闭中断
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

edma_int

选择 EDMA 数据流中断源

EDMA_FDT_INT：　传输完成中断

EDMA_HDT_INT：　传输半完成中断

EDMA_DTERR_INT：　传输错误中断

EDMA_DMERR_INT：　直接模式错误

EDMA_FERR_INT：　fifo 错误

new_state

选择 DMA 通道中断是使能还是关闭

FALSE：　关闭中断

TRUE：　使能中断

示例

```
/* enable transfer full data intterrupt */
edma_interrupt_enable(EDMA_STREAM4, EDMA_FDT_INT, TRUE);
```

5.10.6 函数 edma_peripheral_inc_offset_set

下表描述了函数 edma_peripheral_inc_offset_set

表 240.函数 edma_peripheral_inc_offset_set

项目	描述
函数名	edma_peripheral_inc_offset_set
函数原型	void edma_peripheral_inc_offset_set(edma_stream_type *edma_streamx, edma_peripheral_inc_offset_type offset);
功能描述	设置外设地址自动偏移模式
输入参数 1	edma_streamx：指定 EDMA 数据流, x=1...8
输入参数 2	offset：自动偏移模式
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

offset

选择自动偏移模式

EDMA_PERIPHERAL_INC_PSIZE： 偏移由 psice 决定

EDMA_PERIPHERAL_INC_4_BYTE： 自动偏移 4 字节

示例

```
/* cofig peripheral offset */
edma_peripheral_inc_offset_set (EDMA_STREAM4, EDMA_PERIPHERAL_INC_4_BYTE);
```

5.10.7 函数 edma_flow_controller_enable

下表描述了函数 edma_flow_controller_enable

表 241.函数 edma_flow_controller_enable

项目	描述
函数名	edma_flow_controller_enable
函数原型	void edma_flow_controller_enable(edma_stream_type *edma_streamx, confirm_state new_state);
功能描述	数据流外设流控使能
输入参数 1	edma_streamx：指定 EDMA 数据流, x=1...8
输入参数 2	new_state：使能或关闭外设流控
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

new_state

选择 EDMA 通道中断是使能还是关闭

FALSE： 关闭中断

TRUE： 使能中断

示例

```
/* enable stream4 peripheral stream control */
edma_flow_controller_enable (EDMA_STREAM4, TRUE);
```

5.10.8 函数 edma_data_number_set

下表描述了函数 edma_data_number_set

表 242.函数 edma_data_number_set

项目	描述
函数名	edma_data_number_set
函数原型	void edma_data_number_set(edma_stream_type *edma_streamx, uint16_t data_number);
功能描述	设置指定数据流的数据传输量寄存器值
输入参数 1	edma_streamx：指定 EDMA 数据流, x=1...8
输入参数 2	data_number：数据传输量,最大 65535
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* set edma stream1 data count is 0x100*/
edma_data_number_set(EDMA_STREAM1, 0x100);
```

5.10.9 函数 edma_data_number_get

下表描述了函数 edma_data_number_get

表 243.函数 edma_data_number_get

项目	描述
函数名	edma_data_number_get
函数原型	uint16_t edma_data_number_get(edma_stream_type *edma_streamx);
功能描述	获取指定数据流的数据传输量寄存器值
输入参数 1	edma_streamx：指定 EDMA 数据流, x=1...8
输出参数	无
返回值	获取的指定数据流数据传输量
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* get edma stream1 data count*/
uint16_t data_counter;
data_counter = edma_data_number_get(EDMA_STREAM1);
```

5.10.10 函数 edma_double_buffer_mode_init

下表描述了函数 edma_double_buffer_mode_init

表 244.函数 edma_double_buffer_mode_init

项目	描述
函数名	edma_double_buffer_mode_init
函数原型	void edma_double_buffer_mode_init(edma_stream_type *edma_streamx,

项目	描述
	uint32_t memory1_addr, edma_memory_type current_memory);
功能描述	数据流双 buffer 模式配置
输入参数 1	edma_streamx：指定 EDMA 数据流, x=1...8
输入参数 2	memory1_addr：memory0 地址
输入参数 3	current_memory：当前正在使用的是 memory0 还是 memory1
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* stream4 double buffer mode config */
edma_double_buffer_mode_init (EDMA_STREAM4, 0x20000400; EDMA_MEMORY_0);
```

5.10.11 函数 edma_double_buffer_mode_enable

下表描述了函数 edma_double_buffer_mode_enable

表 245.函数 edma_double_buffer_mode_enable

项目	描述
函数名	edma_double_buffer_mode_enable
函数原型	void edma_double_buffer_mode_enable(edma_stream_type *edma_streamx, confirm_state new_state);
功能描述	数据流双 buffer 模式使能
输入参数 1	edma_streamx：指定 EDMA 数据流, x=1...8
输入参数 2	new_state：使能或关闭双 buffer 模式
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* stream4 double buffer mode enable */
edma_double_buffer_mode_enable (EDMA_STREAM4, TRUE);
```

5.10.12 函数 edma_memory_addr_set

下表描述了函数 edma_memory_addr_set

表 246.函数 edma_memory_addr_set

项目	描述
函数名	edma_memory_addr_set
函数原型	void edma_memory_addr_set(edma_stream_type *edma_streamx, uint32_t memory_addr, uint32_t memory_target);
功能描述	双 buffer 模式下，设置指定数据流的 memory 地址
输入参数 1	edma_streamx：指定 EDMA 数据流, x=1...8
输入参数 2	memory_addr：memory 地址

项目	描述
输入参数 2	memory_target：需要设置地址的目标 memory
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* set edma stream1 memory1 adddress */
edma_memory_addr_set (EDMA_STREAM1, 0x20000400, EDMA_MEMORY_1);
```

5.10.13 函数 edma_stream_status_get

下表描述了函数 edma_stream_status_get

表 247.函数 edma_stream_status_get

项目	描述
函数名	edma_stream_status_get
函数原型	flag_status edma_stream_status_get(edma_stream_type *edma_streamx);
功能描述	获取指定数据流的状态
输入参数 1	edma_streamx：指定 EDMA 数据流, x=1...8
输出参数	无
返回值	获取的指定数据流状态
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* get edma stream1 status*/
flag_status sts;
sts = edma_stream_status_get(EDMA_STREAM1);
```

5.10.14 函数 edma_fifo_status_get

下表描述了函数 edma_fifo_status_get

表 248.函数 edma_fifo_status_get

项目	描述
函数名	edma_fifo_status_get
函数原型	uint8_t edma_fifo_status_get(edma_stream_type *edma_streamx);
功能描述	获取指定数据流的 fifo 状态
输入参数 1	edma_streamx：指定 EDMA 数据流, x=1...8
输出参数	无
返回值	获取的指定数据流的 fifo 状态
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* get edma stream1 fifo status*/
uint8_t fifosts;
```

```
fifosts = edma_fifo_status_get(EDMA_STREAM1);
```

5.10.15 函数 edma_flag_get

下表描述了函数 edma_flag_get

表 249.函数 edma_flag_get

项目	描述
函数名	edma_flag_get
函数原型	flag_status edma_flag_get(uint32_t edma_flag);
功能描述	获取指定数据流的状态标志
输入参数 1	*edma_flag* ：需要获取的标志位
输出参数	无
返回值	获取的指定数据流的状态标志
先决条件	无
被调用函数	无

edma_flag

edma_flag 用于选择需要获取状态的标志，其可选参数罗列如下：

EDMA_FERR1_FLAG： 数据流 1fifo 错误标志位
EDMA_DMERR1_FLAG： 数据流 1 双 buffer 模式错误标志位
EDMA_DTERR1_FLAG： 数据流 1 直接模式错误标志
EDMA_HDT1_FLAG： 数据流 1 半传输完成标志
EDMA_FDT1_FLAG： 数据流 1 传输完成标志
EDMA_FERR2_FLAG： 数据流 2fifo 错误标志位
EDMA_DMERR2_FLAG： 数据流 2 双 buffer 模式错误标志位
EDMA_DTERR2_FLAG： 数据流 2 直接模式错误标志
EDMA_HDT2_FLAG： 数据流 2 半传输完成标志
EDMA_FDT2_FLAG： 数据流 2 传输完成标志
EDMA_FERR3_FLAG： 数据流 3fifo 错误标志位
EDMA_DMERR3_FLAG： 数据流 3 双 buffer 模式错误标志位
EDMA_DTERR3_FLAG： 数据流 3 直接模式错误标志
EDMA_HDT3_FLAG： 数据流 3 半传输完成标志
EDMA_FDT3_FLAG： 数据流 3 传输完成标志
EDMA_FERR4_FLAG： 数据流 4fifo 错误标志位
EDMA_DMERR4_FLAG： 数据流 4 双 buffer 模式错误标志位
EDMA_DTERR4_FLAG： 数据流 4 直接模式错误标志
EDMA_HDT4_FLAG： 数据流 4 半传输完成标志
EDMA_FDT4_FLAG： 数据流 4 传输完成标志
EDMA_FERR5_FLAG： 数据流 5fifo 错误标志位
EDMA_DMERR5_FLAG： 数据流 5 双 buffer 模式错误标志位
EDMA_DTERR5_FLAG： 数据流 5 直接模式错误标志
EDMA_HDT5_FLAG： 数据流 5 半传输完成标志
EDMA_FDT5_FLAG： 数据流 5 传输完成标志
EDMA_FERR6_FLAG： 数据流 6fifo 错误标志位
EDMA_DMERR6_FLAG： 数据流 6 双 buffer 模式错误标志位

EDMA_DTERR6_FLAG：　数据流 6 直接模式错误标志
EDMA_HDT6_FLAG：　数据流 6 半传输完成标志
EDMA_FDT6_FLAG：　数据流 6 传输完成标志
EDMA_FERR7_FLAG：　数据流 7fifo 错误标志位
EDMA_DMERR7_FLAG：　数据流 7 双 buffer 模式错误标志位
EDMA_DTERR7_FLAG：　数据流 7 直接模式错误标志
EDMA_HDT7_FLAG：　数据流 7 半传输完成标志
EDMA_FDT7_FLAG：　数据流 7 传输完成标志
EDMA_FERR8_FLAG：　数据流 8fifo 错误标志位
EDMA_DMERR8_FLAG：　数据流 8 双 buffer 模式错误标志位
EDMA_DTERR8_FLAG：　数据流 8 直接模式错误标志
EDMA_HDT8_FLAG：　数据流 8 半传输完成标志
EDMA_FDT8_FLAG：　数据流 8 传输完成标志

示例

```
/* get edma stream1 full data transfer flag dstatus*/
uint8_t sts;
sts = edma_flag_get(EDMA_FDT1_FLAG);
```

5.10.16　函数 edma_2d_init

下表描述了函数 edma_2d_init

表 250.函数 edma_2d_init

项目	描述
函数名	edma_2d_init
函数原型	void edma_2d_init(edma_stream_2d_type *edma_streamx_2d, int16_t src_stride, int16_t dst_stride, uint16_t xcnt, uint16_t ycnt);
功能描述	数据流二维传输模式配置
输入参数 1	*edma_streamx_2d* ：指定使能二维传输 EDMA 数据流, x=1...8
输入参数 2	src_stride：源跨度
输入参数 3	dst_stride：目的地跨度
输入参数 4	xcnt：x 维传输计数
输入参数 5	ycnt：y 维传输计数
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

edma_streamx_2d

edma_streamx_2d 用于选择需要获取状态的标志，其可选参数罗列如下：

EDMA_STREAM1_2D
EDMA_STREAM2_2D
EDMA_STREAM3_2D
EDMA_STREAM4_2D
EDMA_STREAM5_2D
EDMA_STREAM6_2D

EDMA_STREAM7_2D
EDMA_STREAM8_2D

示例

```
/* stream4 2d transfer mode config */
edma_2d_init (EDMA_STREAM4_2D, 0x00; 0x00; 0x04; 0x10);
```

5.10.17 函数 edma_2d_enable

下表描述了函数 edma_2d_enable

表 251.函数 edma_2d_enable

项目	描述
函数名	edma_2d_enable
函数原型	void edma_2d_enable(edma_stream_2d_type *edma_streamx_2d, confirm_state new_state);
功能描述	数据流二维传输模式使能
输入参数 1	*edma_streamx_2d* ：指定使能二维传输 EDMA 数据流, x=1...8
输入参数 2	new_state：使能或关闭二维传输模式
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* stream4 2d transfer mode enable */
edma_2d_enable (EDMA_STREAM4_2D, TRUE);
```

5.10.18 函数 edma_link_list_init

下表描述了函数 edma_link_list_init

表 252.函数 edma_link_list_init

项目	描述
函数名	edma_link_list_init
函数原型	void edma_link_list_init(edma_stream_link_list_type *edma_streamx_ll, uint32_t pointer);
功能描述	数据流链接列表传输初始化
输入参数 1	*edma_streamx_ll* ：指定使能链接列表传输 EDMA 数据流, x=1...8
输入参数 2	pointer：链接传输描述符存放指针地址
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

edma_streamx_ll

edma_streamx_ll 用于选择需要获取状态的标志，其可选参数罗列如下：

EDMA_STREAM1_ll
EDMA_STREAM2_ll
EDMA_STREAM3_ll
EDMA_STREAM4_ll
EDMA_STREAM5_ll
EDMA_STREAM6_ll
EDMA_STREAM7_ll
EDMA_STREAM8_ll

示例

```
/* link list descriptor array, start address must be aligned by 16 bytes */
__ALIGNED(16) ll_descriptors_type edma_ll_descriptors_tx[LIST_COUNT];
/* edma stream1 link list mode configuration */
edma_link_list_init(EDMA_STREAM1_LL, (uint32_t)edma_ll_descriptors_tx);
```

5.10.19 函数 edma_link_list_enable

下表描述了函数 edma_link_list_enable

表 253.函数 edma_link_list_enable

项目	描述
函数名	edma_link_list_enable
函数原型	void edma_link_list_enable(edma_stream_link_list_type *edma_streamx_ll, confirm_state new_state);
功能描述	数据流链接列表传输使能
输入参数 1	*edma_streamx_ll* ：指定使能链接列表传输 EDMA 数据流, x=1...8
输入参数 2	new_state：使能或关闭二维传输模式
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* edma stream1 link list mode enable */
void edma_link_list_enable(edma_stream_link_list_type *edma_streamx_ll, confirm_state new_state);
```

5.10.20 函数 edma_flag_clear

下表描述了函数 edma_flag_clear

表 254.函数 edma_flag_clear

项目	描述
函数名	edma_flag_clear
函数原型	void edma_flag_clear(uint32_t edma_flag);
功能描述	获取指定数据流的状态标志
输入参数 1	*edma_flag* ：需要获取的标志位

项目	描述
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* clear edma stream1 full data transfer flag dstatus*/
edma_flag_get(EDMA_FDT1_FLAG);
```

表 255.dmamux_sync_init_struct 默认值

成员	默认值
sync_enable	FALSE
sync_event_enable	FALSE
sync_polarity	DMAMUX_SYNC_POLARITY_DISABLE
sync_request_number	0x0
sync_signal_sel	(dmamux_sync_id_sel_type)0

示例

```
/* dmamux sync init config with its default value */
dmamux_sync_init_type dmamux_sync_init_struct = {0};
dmamux_sync_default_para_init (&dmamux_sync_init_struct);
```

5.10.21 函数 edmamux_enable

下表描述了函数 edmamux_enable

表 256.函数 edmamux_enable

项目	描述
函数名	edmamux_enable
函数原型	void edmamux_enable(confirm_state new_state);
功能描述	使能 EDMAMUX 功能
输入参数 1	new_state：使能或关闭通道
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

new_state

选择 DMA 通道是使能还是关闭

FALSE： 关闭通道

TRUE： 使能通道

示例

```
/* edmamux function enable */
edmamux_enable(TRUE);
```

5.10.22 函数 edmamux_init

下表描述了函数 edmamux_init

表 257.函数 edmamux_init

项目	描述
函数名	edmamux_init
函数原型	void edmamux_init(edmamux_channel_type *edmamux_channelx, edmamux_requst_id_sel_type edmamux_req_id);
功能描述	配置 EDMAMUX
输入参数 1	*edmamux_channelx*：EDMAMUX 通道选择，x=1…8
输入参数 2	*edmamux_req_id*：DMAMUX 通道请求 ID 号
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

edmamux_channelx

DMAMUX 通道选择，其可选参数罗列如下：

EDMAMUX_CHANNEL1
EDMAMUX_CHANNEL2
EDMAMUX_CHANNEL3
EDMAMUX_CHANNEL4
EDMAMUX_CHANNEL5
EDMAMUX_CHANNEL6
EDMAMUX_CHANNEL7
EDMAMUX_CHANNEL8

edmamux_req_id

EDMAMUX 通道请求 ID 号如下表所示：

表 258.EDMAMUX 通道请求 ID 号

请求 ID号	请求来源	请求 ID号	请求来源
0x01	EDMAMUX_DMAREQ_ID_REQ_G1	0x02	EDMAMUX_DMAREQ_ID_REQ_G2
0x03	EDMAMUX_DMAREQ_ID_REQ_G3	0x04	EDMAMUX_DMAREQ_ID_REQ_G4
0x05	EDMAMUX_DMAREQ_ID_ADC1	0x24	EDMAMUX_DMAREQ_ID_ADC2
0x25	EDMAMUX_DMAREQ_ID_ADC3	0x06	EDMAMUX_DMAREQ_ID_DAC1
0x29	EDMAMUX_DMAREQ_ID_DAC2	0x08	EDMAMUX_DMAREQ_ID_TMR6_OVERFLOW
0x09	EDMAMUX_DMAREQ_ID_TMR7_OVERFLOW	0x0A	EDMAMUX_DMAREQ_ID_SPI1_RX
0x0B	EDMAMUX_DMAREQ_ID_SPI1_TX	0x0C	EDMAMUX_DMAREQ_ID_SPI2_RX
0x0D	EDMAMUX_DMAREQ_ID_SPI2_TX	0x0E	EDMAMUX_DMAREQ_ID_SPI3_RX
0x0F	EDMAMUX_DMAREQ_ID_SPI3_TX	0x6A	EDMAMUX_DMAREQ_ID_SPI4_RX
0x6	EDMAMUX_DMAREQ_ID_SPI4_TX	0x6	EDMAMUX_DMAREQ_ID_I2S2_EXT_RX

请求ID号	请求来源	请求ID号	请求来源
B		E	
0x6F	EDMAMUX_DMAREQ_ID_I2S2_EXT_TX	0x70	EDMAMUX_DMAREQ_ID_I2S3_EXT_RX
0x71	EDMAMUX_DMAREQ_ID_I2S3_EXT_TX	0x10	EDMAMUX_DMAREQ_ID_I2C1_RX
0x11	EDMAMUX_DMAREQ_ID_I2C1_TX	0x12	EDMAMUX_DMAREQ_ID_I2C2_RX
0x13	EDMAMUX_DMAREQ_ID_I2C2_TX	0x14	EDMAMUX_DMAREQ_ID_I2C3_RX
0x15	EDMAMUX_DMAREQ_ID_I2C3_TX	0x18	EDMAMUX_DMAREQ_ID_USART1_RX
0x19	EDMAMUX_DMAREQ_ID_USART1_TX	0x1A	EDMAMUX_DMAREQ_ID_USART2_RX
0x1B	EDMAMUX_DMAREQ_ID_USART2_TX	0x1C	EDMAMUX_DMAREQ_ID_USART3_RX
0x1D	EDMAMUX_DMAREQ_ID_USART3_TX	0x1E	EDMAMUX_DMAREQ_ID_UART4_RX
0x1F	EDMAMUX_DMAREQ_ID_UART4_TX	0x20	EDMAMUX_DMAREQ_ID_UART5_RX
0x21	EDMAMUX_DMAREQ_ID_UART5_TX	0x72	EDMAMUX_DMAREQ_ID_USART6_RX
0x73	EDMAMUX_DMAREQ_ID_USART6_TX	0x74	EDMAMUX_DMAREQ_ID_UART7_RX
0x75	EDMAMUX_DMAREQ_ID_UART7_TX	0x76	EDMAMUX_DMAREQ_ID_UART8_RX
0x77	EDMAMUX_DMAREQ_ID_UART8_TX	0x27	EDMAMUX_DMAREQ_ID_SDIO1
0x67	EDMAMUX_DMAREQ_ID_SDIO2	0x28	EDMAMUX_DMAREQ_ID_QSPI1
0x68	EDMAMUX_DMAREQ_ID_QSPI2	0x2A	EDMAMUX_DMAREQ_ID_TMR1_CH1
0x2B	EDMAMUX_DMAREQ_ID_TMR1_CH2	0x2C	EDMAMUX_DMAREQ_ID_TMR1_CH3
0x2D	EDMAMUX_DMAREQ_ID_TMR1_CH4	0x2E	EDMAMUX_DMAREQ_ID_TMR1_OVERFLOW
0x2F	EDMAMUX_DMAREQ_ID_TMR1_TRIG	0x30	EDMAMUX_DMAREQ_ID_TMR1_HALL
0x31	EDMAMUX_DMAREQ_ID_TMR8_CH1	0x32	EDMAMUX_DMAREQ_ID_TMR8_CH2
0x33	EDMAMUX_DMAREQ_ID_TMR8_CH3	0x34	EDMAMUX_DMAREQ_ID_TMR8_CH4
0x35	EDMAMUX_DMAREQ_ID_TMR8_OVERFLOW	0x36	EDMAMUX_DMAREQ_ID_TMR8_TRIG
0x37	EDMAMUX_DMAREQ_ID_TMR8_HALL	0x38	EDMAMUX_DMAREQ_ID_TMR2_CH1
0x39	EDMAMUX_DMAREQ_ID_TMR2_CH2	0x3A	EDMAMUX_DMAREQ_ID_TMR2_CH3
0x3B	EDMAMUX_DMAREQ_ID_TMR2_CH4	0x3C	EDMAMUX_DMAREQ_ID_TMR2_OVERFLOW
0x7E	EDMAMUX_DMAREQ_ID_TMR2_TRIG	0x3D	EDMAMUX_DMAREQ_ID_TMR3_CH1
0x3E	EDMAMUX_DMAREQ_ID_TMR3_CH2	0x3F	EDMAMUX_DMAREQ_ID_TMR3_CH3
0x40	EDMAMUX_DMAREQ_ID_TMR3_CH4	0x41	EDMAMUX_DMAREQ_ID_TMR3_OVERFLOW
0x42	EDMAMUX_DMAREQ_ID_TMR3_TRIG	0x43	EDMAMUX_DMAREQ_ID_TMR4_CH1
0x44	EDMAMUX_DMAREQ_ID_TMR4_CH2	0x45	EDMAMUX_DMAREQ_ID_TMR4_CH3
0x46	EDMAMUX_DMAREQ_ID_TMR4_CH4	0x47	EDMAMUX_DMAREQ_ID_TMR4_OVERFLO

请求ID号	请求来源	请求ID号	请求来源
			W
0x7F	EDMAMUX_DMAREQ_ID_TMR4_TRIG	0x48	EDMAMUX_DMAREQ_ID_TMR5_CH1
0x49	EDMAMUX_DMAREQ_ID_TMR5_CH2	0x4A	EDMAMUX_DMAREQ_ID_TMR5_CH3
0x4B	EDMAMUX_DMAREQ_ID_TMR5_CH4	0x4C	EDMAMUX_DMAREQ_ID_TMR5_OVERFLOW
0x4D	EDMAMUX_DMAREQ_ID_TMR5_TRIG	0x56	EDMAMUX_DMAREQ_ID_TMR20_CH1
0x57	EDMAMUX_DMAREQ_ID_TMR20_CH2	0x58	EDMAMUX_DMAREQ_ID_TMR20_CH3
0x59	EDMAMUX_DMAREQ_ID_TMR20_CH4	0x5A	EDMAMUX_DMAREQ_ID_TMR20_OVERFLOW
0x5D	EDMAMUX_DMAREQ_ID_TMR20_TRIG	0x5E	EDMAMUX_DMAREQ_ID_TMR20_HALL
0x69	EDMAMUX_DMAREQ_ID_DVP		

示例

```
/* generator1 for edmamux channel4 as dma request */
edmamux_init(EDMAMUX_CHANNEL4, EDMAMUX_DMAREQ_ID_REQ_G1);
```

5.10.23 函数 edmamux_sync_default_para_init

下表描述了函数 edmamux_sync_default_para_init

表 259.函数 edmamux_sync_default_para_init

项目	描述
函数名	edmamux_sync_default_para_init
函数原型	void edmamux_sync_default_para_init(edmamux_sync_init_type *edmamux_sync_init_struct);
功能描述	将 edmamux_sync_init_struct 中的参数初始化
输入参数 1	edmamux_sync_init_struct：指向 edmamux_sync_init_type 类型结构体
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

结构体 edmamux_sync_init_struct 成员默认值如下表所示：

表 260.edmamux_sync_init_struct 默认值

成员	默认值
sync_enable	FALSE
sync_event_enable	FALSE
sync_polarity	EDMAMUX_SYNC_POLARITY_DISABLE
sync_request_number	0x0
sync_signal_sel	(edmamux_sync_id_sel_type)0

示例

```
/* edmamux sync init config with its default value */
edmamux_sync_init_type edmamux_sync_init_struct = {0};
edmamux_sync_default_para_init (&edmamux_sync_init_struct);
```

5.10.24 函数 edmamux_sync_config

下表描述了函数 edmamux_sync_config

表 261.函数 edmamux_sync_config

项目	描述
函数名	edmamux_sync_config
函数原型	void edmamux_sync_config(edmamux_channel_type * edmamux_channelx, edmamux_sync_init_type *edmamux_sync_init_struct);
功能描述	配置 EDMAMUX 同步模块功能
输入参数 1	*edmamux_channelx* DMAMUX 通道选择，x=1…7
输入参数 2	edmamux _sync_init_struct：指向 edmamux _sync_init_type 的结构体指针
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

edmamux_sync_init_struct

edmamux _sync_init_type 在 at32f435_437_dma.h 中

```
typedef struct
{
    dmamux_sync_id_sel_type        sync_signal_sel;
    uint32_t                       sync_polarity;
    uint32_t                       sync_request_number;
    confirm_state                  sync_event_enable;
    confirm_state                  sync_enable;
} edmamux_sync_init_type;
```

sync_signal_sel

设置同步模块出发信号来源

EDMAMUX_SYNC_ID_EXINT0： 外部 exint0 信号
EDMAMUX_SYNC_ID_EXINT1： 外部 exint1 信号
EDMAMUX_SYNC_ID_EXINT2： 外部 exint2 信号
EDMAMUX_SYNC_ID_EXINT3： 外部 exint3 信号
EDMAMUX_SYNC_ID_EXINT4： 外部 exint4 信号
EDMAMUX_SYNC_ID_EXINT5： 外部 exint5 信号
EDMAMUX_SYNC_ID_EXINT6： 外部 exint6 信号
EDMAMUX_SYNC_ID_EXINT7： 外部 exint7 信号
EDMAMUX_SYNC_ID_EXINT8： 外部 exint8 信号
EDMAMUX_SYNC_ID_EXINT9： 外部 exint9 信号
EDMAMUX_SYNC_ID_EXINT10： 外部 exint10 信号
EDMAMUX_SYNC_ID_EXINT11： 外部 exint11 信号
EDMAMUX_SYNC_ID_EXINT12： 外部 exint12 信号

EDMAMUX_SYNC_ID_EXINT13： 外部 exint13 信号
EDMAMUX_SYNC_ID_EXINT14： 外部 exint14 信号
EDMAMUX_SYNC_ID_EXINT15： 外部 exint15 信号
EDMAMUX_SYNC_ID_DMAMUX_CH1_EVT：dmamux 通道 1 事件
EDMAMUX_SYNC_ID_DMAMUX_CH2_EVT：dmamux 通道 2 事件
EDMAMUX_SYNC_ID_DMAMUX_CH3_EVT：dmamux 通道 3 事件
EDMAMUX_SYNC_ID_DMAMUX_CH4_EVT：dmamux 通道 4 事件
EDMAMUX_SYNC_ID_DMAMUX_CH5_EVT：dmamux 通道 5 事件
EDMAMUX_SYNC_ID_DMAMUX_CH6_EVT：dmamux 通道 6 事件
EDMAMUX_SYNC_ID_DMAMUX_CH7_EVT：dmamux 通道 7 事件

sync_polarity

同步模块信号的极性选择
EDMAMUX_SYNC_POLARITY_RISING： 上升沿
EDMAMUX_SYNC_POLARITY_FALLING： 下降沿
EDMAMUX_SYNC_POLARITY_RISING_FALLING： 上升沿和下降沿

sync_request_number

同步模块可同步的 dma 请求个数
范围：1~32

sync_event_enable

是否产生同步事件
TURE： 产生同步事件
FALSE： 不产生同步事件

sync_enable

是否使能同步模块
FALSE： 不使能
TRUE： 使能

示例

```
edmamux_sync_default_para_init(&edmamux_sync_init_struct);
edmamux_sync_init_struct.sync_request_number = 4;
edmamux_sync_init_struct.sync_signal_sel = DMAMUX_SYNC_ID_EXINT1;
edmamux_sync_init_struct.sync_polarity = DMAMUX_SYNC_POLARITY_RISING;
edmamux_sync_init_struct.sync_event_enable = TRUE;
edmamux_sync_init_struct.sync_enable = TRUE;
edmamux_sync_config(EDMAMUX_CHANNEL4, &edmamux_sync_init_struct);
```

5.10.25 函数 edmamux_generator_default_para_init

下表描述了函数 edmamux_generator_default_para_init

表 262.函数 edmamux_generator_default_para_init

项目	描述
函数名	edmamux_generator_default_para_init
函数原型	void edmamux_generator_default_para_init(edmamux_gen_init_type * edmamux_gen_init_struct);
功能描述	将 edmamux_gen_init_struct 中的参数初始化

项目	描述
输入参数 1	edmamux_gen_init_struct：指向 edmamux_gen_init_type 类型结构体
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

结构体 edmamux_gen_init_struct 成员默认值如下表所示：

表 263.edmamux_gen_init_struct 默认值

成员	默认值
gen_signal_sel	(edmamux_gen_id_sel_type)0x0
gen_polarity	EDMAMUX_GEN_POLARITY_DISABLE
gen_request_number	0x0
gen_enable	FALSE

示例

```
/* edmamux gen init config with its default value */
edmamux_gen_init_type edmamux_gen_init_struct = {0};
edmamux_gen_default_para_init (&edmamux_gen_init_struct);
```

5.10.26 函数 edmamux_generator_config

下表描述了函数 edmamux_generator_config

表 264.函数 edmamux_generator_config

项目	描述
函数名	edmamux_generator_config
函数原型	void edmamux_generator_config(edmamux_generator_type * edmamux_gen_x, edmamux_gen_init_type *edmamux_gen_init_struct);
功能描述	配置 EDMAMUX 请求发生器功能
输入参数 1	*xmc_sdram_init_***struct** ：请求生成器通道
输入参数 2	edmamux_sync_init_struct：指向 edmamux_sync_init_type 的结构体指针
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

edmamux_gen_x

dma 请求生成器通道选择

EDMAMUX_GENERATOR1

EDMAMUX_GENERATOR2

EDMAMUX_GENERATOR3

EDMAMUX_GENERATOR4

edmamux_sync_init_struct

edmamux_gen_init_type 在 at32f435_437_dma.h 中

typedef struct

{

```
    edmamux_gen_id_sel_type      gen_signal_sel;
    uint32_t                     gen_polarity;
    uint32_t                     gen_request_number;
    confirm_state                gen_enable;
} edmamux_gen_init_type;
```

gen_signal_sel

设置同步模块出发信号来源

EDMAMUX_GEN_ID_EXINT0： 外部 exint0 信号
EDMAMUX_GEN _ID_EXINT1： 外部 exint1 信号
EDMAMUX_GEN _ID_EXINT2： 外部 exint2 信号
EDMAMUX_GEN _ID_EXINT3： 外部 exint3 信号
EDMAMUX_GEN_ID_EXINT4： 外部 exint4 信号
EDMAMUX_GEN_ID_EXINT5： 外部 exint5 信号
EDMAMUX_GEN_ID_EXINT6： 外部 exint6 信号
EDMAMUX_GEN_ID_EXINT7： 外部 exint7 信号
EDMAMUX_GEN_ID_EXINT8： 外部 exint8 信号
EDMAMUX_GEN_ID_EXINT9： 外部 exint9 信号
EDMAMUX_GEN_ID_EXINT10： 外部 exint10 信号
EDMAMUX_GEN_ID_EXINT11： 外部 exint11 信号
EDMAMUX_GEN_ID_EXINT12： 外部 exint12 信号
EDMAMUX_GEN_ID_EXINT13： 外部 exint13 信号
EDMAMUX_GEN_ID_EXINT14： 外部 exint14 信号
EDMAMUX_GEN_ID_EXINT15： 外部 exint15 信号
EDMAMUX_GEN_ID_DMAMUX_CH1_EVT：dmamux 通道 1 事件
EDMAMUX_GEN_ID_DMAMUX_CH2_EVT：dmamux 通道 2 事件
EDMAMUX_GEN_ID_DMAMUX_CH3_EVT：dmamux 通道 3 事件
EDMAMUX_GEN_ID_DMAMUX_CH4_EVT：dmamux 通道 4 事件
EDMAMUX_GEN_ID_DMAMUX_CH5_EVT：dmamux 通道 5 事件
EDMAMUX_GEN_ID_DMAMUX_CH6_EVT：dmamux 通道 6 事件
EDMAMUX_GEN_ID_DMAMUX_CH7_EVT：dmamux 通道 7 事件

gen_polarity

请求发生器信号的极性选择

EDMAMUX_GEN_POLARITY_RISING： 上升沿
EDMAMUX_GEN_POLARITY_FALLING： 下降沿
EDMAMUX_GEN_POLARITY_RISING_FALLING： 上升沿和下降沿

gen_request_number

请求发生器产生的 dma 请求个数

范围：1~32

gen_enable

是否使能请求发生器

FALSE： 不使能
TRUE： 使能

示例

```
/* genertor1 configuration */
edmamux_generator_default_para_init(&edmamux_gen_init_struct);
```

```
edmamux_gen_init_struct.gen_polarity = EDMAMUX_GEN_POLARITY_RISING;
edmamux_gen_init_struct.gen_request_number = 4;
edmamux_gen_init_struct.gen_signal_sel = EDMAMUX_GEN_ID_EXINT1;
edmamux_gen_init_struct.gen_enable = TRUE;
edmamux_generator_config(EDMAMUX_GENERATOR1, &edmamux_gen_init_struct);
```

5.10.27 函数 edmamux_sync_interrupt_enable

下表描述了函数 edmamux_sync_interrupt_enable

表 265.函数 edmamux_sync_interrupt_enable

项目	描述
函数名	edmamux_sync_interrupt_enable
函数原型	void edmamux_sync_interrupt_enable(edmamux_channel_type *edmamux_channelx, confirm_state new_state);
功能描述	使能同步模块溢出中断
输入参数 1	*edmamux_channelx*：EDMAMUX 通道选择，x=1…7
输入参数 2	new_state：使能或关闭中断
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

new_state

选择 DMA 通道中断是使能还是关闭

FALSE： 关闭中断

TRUE： 使能中断

示例

```
/* enable sync overrun intterrupt */
edmamux_sync_interrupt_enable (EDMAMUX_CHANNEL1, TRUE);
```

5.10.28 函数 edmamux_generator_interrupt_enable

下表描述了函数 edmamux_generator_interrupt_enable

表 266.函数 edmamux_generator_interrupt_enable

项目	描述
函数名	edmamux_generator_interrupt_enable
函数原型	void edmamux_generator_interrupt_enable(edmamux_generator_type *edmamux_gen_x, confirm_state new_state);
功能描述	使能请求发生器溢出中断
输入参数 1	*xmc_sdram_init_***struct**：EDMAMUX 请求生成器通道选择，x=1…4
输入参数 2	new_state：使能或关闭中断
输出参数	无

项目	描述
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

new_state

选择请求生成器通道中断是使能还是关闭

FALSE： 关闭中断

TRUE： 使能中断

示例

```
/* enable gen overrun intterrupt */
edmamux_generator_interrupt_enable(EDMAMUX_GENERATOR3, TRUE);
```

5.10.29 函数 edmamux_sync_flag_get

下表描述了函数 edmamux_sync_flag_get

表 267.函数 edmamux_sync_flag_get

项目	描述
函数名	edmamux_sync_flag_get
函数原型	flag_status edmamux_sync_flag_get(dma_type *dma_x, uint32_t flag);
功能描述	获取 edmamux 同步模块标志位
输入参数 1	Flag:需要获取的标志位
输出参数	无
返回值	flag_status：标志位是否置起
先决条件	无
被调用函数	无

flag

flag 用于选择需要获取状态的标志，其可选参数罗列如下：

EDMAMUX_SYNC_OV1_FLAG

EDMAMUX_SYNC_OV2_FLAG

EDMAMUX_SYNC_OV3_FLAG

EDMAMUX_SYNC_OV4_FLAG

EDMAMUX_SYNC_OV5_FLAG

EDMAMUX_SYNC_OV6_FLAG

EDMAMUX_SYNC_OV7_FLAG

EDMAMUX_SYNC_OV8_FLAG

flag_status

RESET： 相应标志位未置起

SET： 相应标志位置起

示例

```
if(edmamux_sync_flag_get (EDMAMUX_SYNC_OV1_FLAG) != RESET)
{
    /* turn led2/led3/led4 on */
    at32_led_on(LED2);
    at32_led_on(LED3);
```

```
    at32_led_on(LED4);
}
```

5.10.30 函数 edmamux_sync_flag_clear

下表描述了函数 edmamux_sync_flag_clear

表 268.函数 edmamux_sync_flag_clear

项目	描述
函数名	edmamux_sync_flag_clear
函数原型	void edmamux_sync_flag_clear(dma_type *dma_x, uint32_t flag);
功能描述	清除同步模块相关标志位
输入参数 1	Flag:需要清除的标志位
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

flag

flag 用于选择需要清除的标志，其可选参数罗列如下：

EDMAMUX_SYNC_OV1_FLAG
EDMAMUX_SYNC_OV2_FLAG
EDMAMUX_SYNC_OV3_FLAG
EDMAMUX_SYNC_OV4_FLAG
EDMAMUX_SYNC_OV5_FLAG
EDMAMUX_SYNC_OV6_FLAG
EDMAMUX_SYNC_OV7_FLAG
EDMAMUX_SYNC_OV8_FLAG

示例

```
if(edmamux_sync_flag_get (EDMAMUX_SYNC_OV1_FLAG) != RESET)
{
    /* turn led2/led3/led4 on */
    at32_led_on(LED2);
    at32_led_on(LED3);
    at32_led_on(LED4);
    edmamux_sync_flag_clear( EDMAMUX_SYNC_OV1_FLAG);
}
```

5.10.31 函数 edmamux_generator_flag_get

下表描述了函数 edmamux_generator_flag_get

表 269.函数 edmamux_generator_flag_get

项目	描述
函数名	edmamux_ generator_flag_get
函数原型	flag_status edmamux_ generator_flag_get(dma_type *dma_x, uint32_t flag);
功能描述	获取 edmamux 请求生成器标志位
输入参数 1	Flag:需要获取的标志位

项目	描述
输出参数	无
返回值	flag_status：标志位是否置起
先决条件	无
被调用函数	无

flag

flag 用于选择需要获取状态的标志，其可选参数罗列如下：

EDMAMUX_GEN_TRIG_OV1_FLAG

EDMAMUX_GEN_TRIG_OV2_FLAG

EDMAMUX_GEN_TRIG_OV3_FLAG

EDMAMUX_GEN_TRIG_OV4_FLAG

flag_status

RESET：相应标志位未置起

SET：　相应标志位置起

示例

```
if(edmamux_generator_flag_get (DMA2, EDMAMUX_GEN_TRIG_OV1_FLAG) != RESET)
{
    /* turn led2/led3/led4 on */
    at32_led_on(LED2);
    at32_led_on(LED3);
    at32_led_on(LED4);
}
```

5.10.32 函数 edmamux_generator_flag_clear

下表描述了函数 edmamux_generator_flag_clear

表 270.函数 edmamux_generator_flag_clear

项目	描述
函数名	edmamux_generator_flag_clear
函数原型	void edmamux_generator_flag_clear(dma_type *dma_x, uint32_t flag);
功能描述	清除请求生成器相关标志位
输入参数 1	Flag:需要清除的标志位
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

flag

flag 用于选择需要清除的标志，其可选参数罗列如下：

EDMAMUX_GEN_TRIG_OV1_FLAG

EDMAMUX_GEN_TRIG_OV2_FLAG

EDMAMUX_GEN_TRIG_OV3_FLAG

EDMAMUX_GEN_TRIG_OV4_FLAG

示例

```
if(edmamux_generator_flag_get (DMA2, EDMAMUX_GEN_TRIG_OV1_FLAG) != RESET)
{
```

```
    /* turn led2/led3/led4 on */
    at32_led_on(LED2);
    at32_led_on(LED3);
    at32_led_on(LED4);
    edmamux_generator_flag_clear(EDMAMUX_GEN_TRIG_OV1_FLAG);
}
```

5.11 实时时钟（ERTC）

ERTC 寄存器结构 ertc_type，定义于文件“at32f435_437_ertc.h”如下：

```
/**
  * @brief type define ertc register all
  */
typedef struct
{


} ertc_type;
```

下表给出了 ERTC 寄存器总览：

表 271. ERTC 寄存器对应表

寄存器	描述
time	ERTC 时间寄存器
date	ERTC 日期寄存器
ctrl	ERTC 控制寄存器
sts	ERTC 初始化和状态寄存器
div	ERTC 预分频器寄存器
wat	ERTC 唤醒定时器寄存器
ccal	ERTC 粗校准寄存器
ala	ERTC 闹钟 A 寄存器
alb	ERTC 闹钟 B 寄存器
wp	ERTC 写保护寄存器
sbs	ERTC 亚秒寄存器
tadj	ERTC 时间微调寄存器
tstm	ERTC 时间戳时间寄存器
tsdt	ERTC 时间戳日期寄存器
tssbs	ERTC 时间戳亚秒寄存器
scal	ERTC 精密校准寄存器
tamp	ERTC 入侵配置寄存器
alasbs	ERTC 闹钟 A 亚秒寄存器
albsbs	ERTC 闹钟 B 亚秒寄存器
bprx	ERTC 电池供电数据寄存器

下表给出了 ERTC 库函数总览：

表 272. ERTC 库函数总览

函数名	描述
ertc_num_to_bcd	数字转换为 BCD 码
ertc_bcd_to_num	BCD 码转换为数字
ertc_write_protect_enable	写保护使能
ertc_write_protect_disable	写保护关闭
ertc_wait_update	等待寄存器更新完成
ertc_wait_flag	等待标志
ertc_init_mode_enter	进入初始化模式
ertc_init_mode_exit	退出初始化模式
ertc_reset	复位 ERTC 所有寄存器
ertc_divider_set	分频器设置
ertc_hour_mode_set	小时模式设置
ertc_date_set	设置日期
ertc_time_set	设置时间
ertc_calendar_get	获取日历
ertc_sub_second_get	获取当前的亚秒
ertc_alarm_mask_set	设置闹钟屏蔽
ertc_alarm_week_date_select	闹钟时间格式选择（星期/日期）
ertc_alarm_set	设置闹钟
ertc_alarm_sub_second_set	设置闹钟亚秒
ertc_alarm_enable	闹钟使能
ertc_alarm_get	获取闹钟值
ertc_alarm_sub_second_get	获得闹钟亚秒
ertc_wakeup_clock_set	选择唤醒定时器时钟源
ertc_wakeup_counter_set	设置唤醒计数器值
ertc_wakeup_counter_get	获取唤醒计数器值
ertc_wakeup_enable	唤醒定时器使能
ertc_smooth_calibration_config	设置平滑校准
ertc_coarse_calibration_set	设置粗略数字校准
ertc_coarse_calibration_enable	粗略数字校准使能
ertc_cal_output_select	校准输出源选择
ertc_cal_output_enable	校准输出使能
ertc_time_adjust	调整时间
ertc_daylight_set	设置夏令时
ertc_daylight_bpr_get	获取夏令时电池供电域数据寄存器（BPR）值
ertc_refer_clock_detect_enable	参考时钟检测使能
ertc_direct_read_enable	直接读取模式使能
ertc_output_set	设置事件输出
ertc_timestamp_pin_select	时间戳检测引脚选择
ertc_timestamp_valid_edge_set	设置时间戳检测有效边沿
ertc_timestamp_enable	时间戳使能
ertc_timestamp_get	获取时间戳
ertc_timestamp_sub_second_get	获取时间戳亚秒

ertc_tamper_1_pin_select	入侵检测 1 引脚选择
ertc_tamper_pull_up_enable	入侵引脚上拉电阻使能
ertc_tamper_precharge_set	设置入侵引脚预充电时间
ertc_tamper_filter_set	设置入侵滤波时间
ertc_tamper_detect_freq_set	设置入侵检测频率
ertc_tamper_valid_edge_set	设置入侵检测有效边沿
ertc_tamper_timestamp_enable	发生入侵事件时，产生时间戳功能使能
ertc_tamper_enable	入侵检测使能
ertc_interrupt_enable	中断使能
ertc_interrupt_get	获取中断使能状态
ertc_flag_get	获取标志状态
ertc_flag_clear	清除标志
ertc_bpr_data_write	将数据写入电池供电数据寄存器（BPR）
ertc_bpr_data_read	从电池供电数据寄存器（BPR）读取数据

5.11.1 函数 ertc_num_to_bcd

下表描述了函数 ertc_num_to_bcd

表 273. 函数 ertc_num_to_bcd

项目	描述
函数名	ertc_num_to_bcd
函数原型	uint8_t ertc_num_to_bcd(uint8_t num);
功能描述	数字转换为 BCD 码
输入参数 1	num：待转换的数字
输出参数	无
返回值	对应的 BCD 码
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
ertc_num_to_bcd(12);
```

5.11.2 函数 ertc_bcd_to_num

下表描述了函数 ertc_bcd_to_num

表 274. 函数 ertc_bcd_to_num

项目	描述
函数名	ertc_bcd_to_num
函数原型	uint8_t ertc_bcd_to_num(uint8_t bcd);
功能描述	BCD 码转换为数字
输入参数 1	bcd：待转换的 BCD 码
输出参数	无
返回值	BCD 码对应的数字
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
ertc_bcd_to_num(0x12);
```

5.11.3 函数 ertc_write_protect_enable

下表描述了函数 ertc_write_protect_enable

表 275. 函数 ertc_write_protect_enable

项目	描述
函数名	ertc_write_protect_enable
函数原型	void ertc_write_protect_enable(void);
功能描述	写保护使能
输入参数 1	无
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
ertc_write_protect_enable();
```

5.11.4 函数 ertc_write_protect_disable

下表描述了函数 ertc_write_protect_disable

表 276. 函数 ertc_write_protect_disable

项目	描述
函数名	ertc_write_protect_disable
函数原型	void ertc_write_protect_disable(void);
功能描述	写保护关闭
输入参数 1	无
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
ertc_write_protect_disable();
```

5.11.5 函数 ertc_wait_update

下表描述了函数 ertc_wait_update

表 277. 函数 ertc_wait_update

项目	描述
函数名	ertc_wait_update
函数原型	error_status ertc_wait_update(void);
功能描述	等待寄存器更新完成
输入参数 1	无

项目	描述
输出参数	无
返回值	SUCCESS：寄存器更新完成 ERROR：标志等待超时
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
ertc_wait_update();
```

5.11.6 函数 ertc_wait_flag

下表描述了函数 ertc_wait_flag

表 278. 函数 ertc_wait_flag

项目	描述
函数名	ertc_wait_flag
函数原型	error_status ertc_wait_flag(uint32_t flag, flag_status status);
功能描述	等待标志
输入参数 1	flag：要等待的标志 参阅章节：flag 查阅更多该参数允许取值范围
输入参数 1	status：要等待的标志状态，当标志状态与 status 相等时，函数会一直阻塞在这里，直到标志状态变化 该参数可以选取自其中之一：SET、RESET
输出参数	无
返回值	SUCCESS：标志状态发生变化 ERROR：标志等待超时
先决条件	无
被调用函数	无

flag

要等待的标志

ERTC_ALAWF_FLAG： 闹钟 A 寄存器允许写标志

ERTC_ALBWF_FLAG： 闹钟 B 寄存器允许写标志

ERTC_WATWF_FLAG： 唤醒定时器寄存器允许写标志

ERTC_TADJF_FLAG： 时间调整标志

ERTC_CALUPDF_FLAG： 校准值更新完成标志

示例

```
ertc_wait_flag(ERTC_ALAWF_FLAG, RESET);
```

5.11.7 函数 ertc_init_mode_enter

下表描述了函数 ertc_init_mode_enter

表 279. 函数 ertc_init_mode_enter

项目	描述
函数名	ertc_init_mode_enter
函数原型	error_status ertc_init_mode_enter(void);

项目	描述
功能描述	进入初始化模式
输入参数 1	无
输出参数	无
返回值	SUCCESS：成功进入初始化模式 ERROR：初始化模式进入超时
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
ertc_init_mode_enter();
```

5.11.8 函数 ertc_init_mode_exit

下表描述了函数 ertc_init_mode_exit

表 280. 函数 ertc_init_mode_exit

项目	描述
函数名	ertc_init_mode_exit
函数原型	void ertc_init_mode_exit(void);
功能描述	退出初始化模式
输入参数 1	无
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
ertc_init_mode_exit();
```

5.11.9 函数 ertc_reset

下表描述了函数 ertc_reset

表 281. 函数 ertc_reset

项目	描述
函数名	ertc_reset
函数原型	error_status ertc_reset(void);
功能描述	复位 ERTC 所有寄存器
输入参数 1	无
输出参数	无
返回值	SUCCESS：成功复位 ERROR：复位失败
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
ertc_reset();
```

5.11.10 函数 ertc_divider_set

下表描述了函数 ertc_divider_set

表 282. 函数 ertc_divider_set

项目	描述
函数名	ertc_divider_set
函数原型	error_status ertc_divider_set(uint16_t div_a, uint16_t div_b);
功能描述	分频器设置，分频值(div_a + 1) * (div_b + 1) = ERTC_CLK 频率 例如使用 32768Hz 晶振，分频值设置成 diva = 127，div_b = 255
输入参数 1	div_a：分频器 A，范围 0~0x7F
输入参数 2	div_b：分频器 B，范围 0~0x7FFF
输出参数	无
返回值	SUCCESS：设置成功 ERROR：设置失败
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
ertc_divider_set(127, 255);
```

5.11.11 函数 ertc_hour_mode_set

下表描述了函数 ertc_hour_mode_set

表 283. 函数 ertc_hour_mode_set

项目	描述
函数名	ertc_hour_mode_set
函数原型	error_status ertc_hour_mode_set(ertc_hour_mode_set_type mode);
功能描述	小时模式设置
输入参数 1	mode：小时模式 参阅章节：mode 查阅更多该参数允许取值范围
输出参数	无
返回值	SUCCESS：设置成功 ERROR：设置失败
先决条件	无
被调用函数	无

mode

ERTC_HOUR_MODE_24：24 小时格式

ERTC_HOUR_MODE_12：12 小时格式

示例

```
ertc_hour_mode_set(ERTC_HOUR_MODE_24);
```

5.11.12 函数 ertc_date_set

下表描述了函数 ertc_date_set

表 284. 函数 ertc_date_set

项目	描述
函数名	ertc_date_set
函数原型	error_status ertc_date_set(uint8_t year, uint8_t month, uint8_t date, uint8_t week);
功能描述	设置日期：年、月、日、星期
输入参数 1	year：年，范围 0~99
输入参数 2	month：月，范围 1~12
输入参数 3	date：日，范围 1~31
输入参数 4	week：星期，范围 1~7
输出参数	无
返回值	SUCCESS：设置成功 ERROR：设置失败
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
ertc_date_set(22, 5, 26, 4);
```

5.11.13 函数 ertc_time_set

下表描述了函数 ertc_time_set

表 285. 函数 ertc_time_set

项目	描述
函数名	ertc_time_set
函数原型	error_status ertc_time_set(uint8_t hour, uint8_t min, uint8_t sec, ertc_am_pm_type ampm);
功能描述	设置时间：时、分、秒、上午/下午（12 小时制下才有效）
输入参数 1	hour：时，范围 0~23
输入参数 2	min：分，范围 0~59
输入参数 3	sec：秒，范围 0~59
输入参数 4	ampm：12 小时制的上午/下午设置（12 小时下有效，24 小时制下无需关心） 参阅章节：ampm 查阅更多该参数允许取值范围
输出参数	无
返回值	SUCCESS：设置成功 ERROR：设置失败
先决条件	无
被调用函数	无

ampm

12 小时制的上午/下午设置（12 小时下有效，24 小时制下无需关心）

ERTC_24H： 24 小时格式（24 小时制下使用此参数）

ERTC_AM： 12 小时格式，早上

ERTC_PM： 12 小时格式，下午

示例

```
ertc_time_set(12, 1, 20, ERTC_24H);
```

5.11.14 函数 ertc_calendar_get

下表描述了函数 ertc_calendar_get

表 286. 函数 ertc_calendar_get

项目	描述
函数名	ertc_calendar_get
函数原型	void ertc_calendar_get(ertc_time_type* time);
功能描述	获取日历，包含年、月、日、星期、时、分、秒、上午/下午
输入参数 1	time：指向 ertc_time_type 类型的结构体
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

ertc_time_type* time

ertc_time_type 在 at32f435_437_ertc.h 中

```
typedef struct
{
    uint8_t          year;
    uint8_t          month;
    uint8_t          day;
    uint8_t          hour;
    uint8_t          min;
    uint8_t          sec;
    uint8_t          week;
    ertc_am_pm_type  ampm;
} ertc_time_type;
```

year

年，范围 0~99

month

月，范围 1~12

day

日，范围 1~31

week

星期，范围 1~7

hour

时，范围 0~23

min

分，范围 0~59

sec

秒，范围 0~59

ampm

12 小时制的上午/下午（12 小时下有效，24 小时制下无需关心），该成员可能的值如下

ERTC_AM：12 小时格式，早上

ERTC_PM：12 小时格式，下午

示例

```
ertc_calendar_get(&time);
```

5.11.15 函数 ertc_sub_second_get

下表描述了函数 ertc_sub_second_get

表 287. 函数 ertc_sub_second_get

项目	描述
函数名	ertc_sub_second_get
函数原型	uint32_t ertc_sub_second_get(void);
功能描述	获取当前的亚秒（分频器 B 当前的值）
输入参数 1	无
输出参数	无
返回值	当前的亚秒
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
ertc_sub_second_get();
```

5.11.16 函数 ertc_alarm_mask_set

下表描述了函数 ertc_alarm_mask_set

表 288. 函数 ertc_alarm_mask_set

项目	描述
函数名	ertc_alarm_mask_set
函数原型	void ertc_alarm_mask_set(ertc_alarm_type alarm_x, uint32_t mask);
功能描述	设置闹钟屏蔽
	alarm_x：闹钟选择 参阅章节：alarm_x 查阅更多该参数允许取值范围
输入参数 1	mask：闹钟屏蔽设置 参阅章节：mask 查阅更多该参数允许取值范围
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

alarm_x

闹钟选择

ERTC_ALA：闹钟 A

ERTC_ALB：闹钟 B

mask

闹钟屏蔽设置

ERTC_ALARM_MASK_NONE：　不屏蔽，所有字段都匹配，闹钟和所有字段相关

ERTC_ALARM_MASK_SEC：　屏蔽秒钟，不匹配秒钟，闹钟和秒钟无关

ERTC_ALARM_MASK_MIN：　屏蔽分钟，不匹配分钟，闹钟和分钟无关

ERTC_ALARM_MASK_HOUR：　屏蔽小时，不匹配小时，闹钟和小时无关

ERTC_ALARM_MASK_DATE_WEEK： 屏蔽日期，不匹配日期，闹钟和日期无关
ERTC_ALARM_MASK_ALL： 屏蔽所有，都不匹配，1 秒产生一次闹钟

示例

```
ertc_alarm_mask_set(ERTC_ALA, ERTC_ALARM_MASK_NONE);
```

5.11.17 函数 ertc_alarm_week_date_select

下表描述了函数 ertc_alarm_week_date_select

表 289. 函数 ertc_alarm_week_date_select

项目	描述
函数名	ertc_alarm_week_date_select
函数原型	void ertc_alarm_week_date_select(ertc_alarm_type alarm_x, ertc_week_date_select_type wk);
功能描述	闹钟时间格式选择：星期/日期
输入参数 1	alarm_x：闹钟选择 参阅章节：alarm_x 查阅更多该参数允许取值范围
输入参数 2	wk：闹钟星期/日期格式选择 参阅章节：wk 查阅更多该参数允许取值范围
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

alarm_x

闹钟选择

ERTC_ALA：闹钟 A

ERTC_ALB：闹钟 B

wk

闹钟星期/日期格式选择

ERTC_SLECT_DATE： 选择日期模式

ERTC_SLECT_WEEK： 选择星期模式

示例

```
ertc_alarm_week_date_select(ERTC_ALA, ERTC_SLECT_DATE);
```

5.11.18 函数 ertc_alarm_set

下表描述了函数 ertc_alarm_set

表 290. 函数 ertc_alarm_set

项目	描述
函数名	ertc_alarm_set
函数原型	void ertc_alarm_set(ertc_alarm_type alarm_x, uint8_t week_date, uint8_t hour, uint8_t min, uint8_t sec, ertc_am_pm_type ampm);
功能描述	设置闹钟
输入参数 1	alarm_x：闹钟选择 参阅章节：alarm_x 查阅更多该参数允许取值范围

项目	描述
输入参数 2	week_date：日期或者星期，根据 ertc_alarm_week_date_select()函数决定 日期：范围 1~31 星期：范围 1~7
输入参数 3	hour：时，范围 0~23
输入参数 4	min：分，范围 0~59
输入参数 5	sec：秒，范围 0~59
输入参数 6	ampm：12 小时制的上午/下午设置（12 小时下有效，24 小时制下无需关心） 参阅章节：ampm 查阅更多该参数允许取值范围
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

alarm_x

闹钟选择

ERTC_ALA：闹钟 A

ERTC_ALB：闹钟 B

ampm

12 小时制的上午/下午设置（12 小时下有效，24 小时制下无需关心）

ERTC_24H： 24 小时格式（24 小时制下使用此参数）

ERTC_AM： 12 小时格式，早上

ERTC_PM： 12 小时格式，下午

示例

```
ertc_alarm_set(ERTC_ALA, 15, 8, 0, 0, ERTC_24H);
```

5.11.19 函数 ertc_alarm_sub_second_set

下表描述了函数 ertc_alarm_sub_second_set

表 291. 函数 ertc_alarm_sub_second_set

项目	描述
函数名	ertc_alarm_sub_second_set
函数原型	void ertc_alarm_sub_second_set(ertc_alarm_type alarm_x, uint32_t value, ertc_alarm_sbs_mask_type mask);
功能描述	设置闹钟亚秒
输入参数 1	alarm_x：闹钟选择 参阅章节：alarm_x 查阅更多该参数允许取值范围
输入参数 2	value：亚秒值，范围 0~0x7FFF
输入参数 3	mask：闹钟屏蔽设置 参阅章节：mask 查阅更多该参数允许取值范围
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

alarm_x

闹钟选择

ERTC_ALA：闹钟 A
ERTC_ALB：闹钟 B

mask

亚秒屏蔽设置

ERTC_ALARM_SBS_MASK_ALL：　不匹配亚秒，闹钟与亚秒无关
ERTC_ALARM_SBS_MASK_14_1：　只匹配 SBS 位[0]
ERTC_ALARM_SBS_MASK_14_2：　只匹配 SBS 位[1:0]
ERTC_ALARM_SBS_MASK_14_3：　只匹配 SBS 位[2:0]
ERTC_ALARM_SBS_MASK_14_4：　只匹配 SBS 位[3:0]
ERTC_ALARM_SBS_MASK_14_5：　只匹配 SBS 位[4:0]
ERTC_ALARM_SBS_MASK_14_6：　只匹配 SBS 位[5:0]
ERTC_ALARM_SBS_MASK_14_7：　只匹配 SBS 位[6:0]
ERTC_ALARM_SBS_MASK_14_8：　只匹配 SBS 位[7:0]
ERTC_ALARM_SBS_MASK_14_9：　只匹配 SBS 位[8:0]
ERTC_ALARM_SBS_MASK_14_10：　只匹配 SBS 位[9:0]
ERTC_ALARM_SBS_MASK_14_11：　只匹配 SBS 位[10:0]
ERTC_ALARM_SBS_MASK_14_12：　只匹配 SBS 位[11:0]
ERTC_ALARM_SBS_MASK_14_13：　只匹配 SBS 位[12:0]
ERTC_ALARM_SBS_MASK_14：　只匹配 SBS 位[13:0]
ERTC_ALARM_SBS_MASK_NONE：　匹配 SBS 位[14:0]

示例

```
ertc_alarm_sub_second_set(ERTC_ALA, 200, ERTC_ALARM_SBS_MASK_NONE);
```

5.11.20　函数 ertc_alarm_enable

下表描述了函数 ertc_alarm_enable

表 292. 函数 ertc_alarm_enable

项目	描述
函数名	ertc_alarm_enable
函数原型	error_status ertc_alarm_enable(ertc_alarm_type alarm_x, confirm_state new_state);
功能描述	闹钟使能
输入参数 1	alarm_x：闹钟选择 参阅章节：alarm_x 查阅更多该参数允许取值范围
输入参数 2	new_state：闹钟使能状态 该参数可以选取自其中之一：TRUE、FALSE
输出参数	无
返回值	SUCCESS：设置成功 ERROR：设置失败
先决条件	无
被调用函数	无

alarm_x

闹钟选择

ERTC_ALA：闹钟 A
ERTC_ALB：闹钟 B

示例

```
ertc_alarm_enable(ERTC_ALA, TRUE);
```

5.11.21 函数 ertc_alarm_get

下表描述了函数 ertc_alarm_get

表 293. 函数 ertc_alarm_get

项目	描述
函数名	ertc_alarm_get
函数原型	void ertc_alarm_get(ertc_alarm_type alarm_x, ertc_alarm_value_type* alarm);
功能描述	获取闹钟值
输入参数 1	alarm_x：闹钟选择 参阅章节：alarm_x 查阅更多该参数允许取值范围
输入参数 2	alarm：指向 ertc_alarm_value_type 类型的结构体
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

alarm_x

闹钟选择

ERTC_ALA：闹钟 A

ERTC_ALB：闹钟 B

ertc_alarm_value_type* alarm

ertc_alarm_value_type 在 at32f435_437_ertc.h 中

```
typedef struct
{
    uint8_t             day;
    uint8_t             hour;
    uint8_t             min;
    uint8_t             sec;
    ertc_am_pm_type     ampm;
    uint32_t            mask;
    uint8_t             week_date_sel;
    uint8_t             week;
} ertc_alarm_value_type;
```

day

日期，范围 1~31

hour

时，范围 0~23

min

分，范围 0~59

sec

秒，范围 0~59

ampm

12 小时制的上午/下午（12 小时下有效，24 小时制下无需关心），该成员可能的值如下

ERTC_AM：12 小时格式，早上
ERTC_PM：12 小时格式，下午

mask

闹钟屏蔽值，该成员可能的值如下

ERTC_ALARM_MASK_NONE：　不屏蔽，所有字段都匹配，闹钟和所有字段相关
ERTC_ALARM_MASK_SEC：　屏蔽秒钟，不匹配秒钟，闹钟和秒钟无关
ERTC_ALARM_MASK_MIN：　屏蔽分钟，不匹配分钟，闹钟和分钟无关
ERTC_ALARM_MASK_HOUR：　屏蔽小时，不匹配小时，闹钟和小时无关
ERTC_ALARM_MASK_DATE_WEEK：屏蔽日期，不匹配日期，闹钟和日期无关
ERTC_ALARM_MASK_ALL：　屏蔽所有，都不匹配，1 秒产生一次闹钟

week_date_sel

闹钟星期/日期格式，该成员可能的值如下

ERTC_SLECT_DATE：　日期模式
ERTC_SLECT_WEEK：星期模式

week

星期，范围 1~7

示例

```
ertc_alarm_get(ERTC_ALA, &alarm);
```

5.11.22　函数 ertc_alarm_sub_second_get

下表描述了函数 ertc_alarm_sub_second_get

表 294. 函数 ertc_alarm_sub_second_get

项目	描述
函数名	ertc_alarm_sub_second_get
函数原型	uint32_t ertc_alarm_sub_second_get(ertc_alarm_type alarm_x);
功能描述	获得闹钟亚秒值
输入参数 1	alarm_x：闹钟选择 参阅章节：alarm_x 查阅更多该参数允许取值范围
输出参数	无
返回值	闹钟亚秒值
先决条件	无
被调用函数	无

alarm_x

闹钟选择

ERTC_ALA：闹钟 A
ERTC_ALB：闹钟 B

示例

```
ertc_alarm_sub_second_get(ERTC_ALA);
```

5.11.23　函数 ertc_wakeup_clock_set

下表描述了函数 ertc_wakeup_clock_set

表 295. 函数 ertc_wakeup_clock_set

项目	描述
函数名	ertc_wakeup_clock_set
函数原型	void ertc_wakeup_clock_set(ertc_wakeup_clock_type clock);
功能描述	选择唤醒定时器时钟源
输入参数 1	clock：唤醒定时器时钟源 参阅章节：clock 查阅更多该参数允许取值范围
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

clock

唤醒定时器时钟源

ERTC_WAT_CLK_ERTCCLK_DIV16： ERTC_CLK / 16

ERTC_WAT_CLK_ERTCCLK_DIV8： ERTC_CLK / 8

ERTC_WAT_CLK_ERTCCLK_DIV4： ERTC_CLK / 4

ERTC_WAT_CLK_ERTCCLK_DIV2： ERTC_CLK / 2

ERTC_WAT_CLK_CK_B_16BITS： CK_B（1Hz 日历时钟），唤醒计数值 = ERTC_WAT

ERTC_WAT_CLK_CK_B_17BITS： CK_B（1Hz 日历时钟），唤醒计数值 = ERTC_WAT + 65535

示例

```
ertc_wakeup_clock_set(ERTC_WAT_CLK_CK_B_16BITS);
```

5.11.24 函数 ertc_wakeup_counter_set

下表描述了函数 ertc_wakeup_counter_set

表 296. 函数 ertc_wakeup_counter_set

项目	描述
函数名	ertc_wakeup_counter_set
函数原型	void ertc_wakeup_counter_set(uint32_t counter);
功能描述	设置唤醒计数器值
输入参数 1	counter：唤醒计数器值，范围 0~0xFFFF
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
ertc_wakeup_counter_set(0x7FFF);
```

5.11.25 函数 ertc_wakeup_counter_get

下表描述了函数 ertc_wakeup_counter_get

表 297. 函数 ertc_wakeup_counter_get

项目	描述
函数名	ertc_wakeup_counter_get
函数原型	uint16_t ertc_wakeup_counter_get(void);
功能描述	获取当前唤醒计数器值
输入参数 1	无
输出参数	无
返回值	唤醒计数器值
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
ertc_wakeup_counter_get();
```

5.11.26 函数 ertc_wakeup_enable

下表描述了函数 ertc_wakeup_enable

表 298. 函数 ertc_wakeup_enable

项目	描述
函数名	ertc_wakeup_enable
函数原型	error_status ertc_wakeup_enable(confirm_state new_state);
功能描述	唤醒定时器使能
输入参数 1	new_state：唤醒定时器使能状态 该参数可以选取自其中之一：TRUE、FALSE
输出参数	无
返回值	SUCCESS：设置成功 ERROR：设置失败
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
ertc_wakeup_enable(TRUE);
```

5.11.27 函数 ertc_smooth_calibration_config

下表描述了函数 ertc_smooth_calibration_config

表 299. 函数 ertc_smooth_calibration_config

项目	描述
函数名	ertc_smooth_calibration_config
函数原型	error_status ertc_smooth_calibration_config(ertc_smooth_cal_period_type period, ertc_smooth_cal_clk_add_type clk_add, uint32_t clk_dec);
功能描述	设置平滑数字校准
输入参数 1	period：校准周期 参阅章节：period 查阅更多该参数允许取值范围
输入参数 2	clk_add：增加 ERTC CLK 参阅章节：clk_add 查阅更多该参数允许取值范围

项目	描述
输入参数 3	clk_dec：减少 ERTC CLK 个数，范围 0~511
输出参数	无
返回值	SUCCESS：设置成功 ERROR：设置失败
先决条件	无
被调用函数	无

period

校准周期

ERTC_SMOOTH_CAL_PERIOD_32： 32 秒校准周期

ERTC_SMOOTH_CAL_PERIOD_16： 16 秒校准周期

ERTC_SMOOTH_CAL_PERIOD_8： 8 秒校准周期

clk_add

增加 ERTC CLK

ERTC_SMOOTH_CAL_CLK_ADD_0： 无操作

ERTC_SMOOTH_CAL_CLK_ADD_512： 增加 512 个 ERTC_CLK

示例

```
ertc_smooth_calibration_config(ERTC_SMOOTH_CAL_PERIOD_32, ERTC_SMOOTH_CAL_CLK_ADD_0, 511);
```

5.11.28 函数 ertc_coarse_calibration_set

下表描述了函数 ertc_coarse_calibration_set

表 300. 函数 ertc_coarse_calibration_set

项目	描述
函数名	ertc_coarse_calibration_set
函数原型	error_status ertc_coarse_calibration_set(ertc_cal_direction_type dir, uint32_t value);
功能描述	设置粗略数字校准
输入参数 1	dir：校准方向 参阅章节：dir 查阅更多该参数允许取值范围
输入参数 2	value：校准值，范围 0~31
输出参数	无
返回值	SUCCESS：设置成功 ERROR：设置失败
先决条件	无
被调用函数	无

dir

校准方向

ERTC_CAL_DIR_POSITIVE： 正校准

ERTC_CAL_DIR_NEGATIVE： 负校准

示例

```
ertc_coarse_calibration_set(ERTC_CAL_DIR_POSITIVE, 10);
```

5.11.29 函数 ertc_coarse_calibration_enable

下表描述了函数 ertc_coarse_calibration_enable

表 301. 函数 ertc_coarse_calibration_enable

项目	描述
函数名	ertc_coarse_calibration_enable
函数原型	error_status ertc_coarse_calibration_enable(confirm_state new_state);
功能描述	粗略数字校准使能
输入参数 1	new_state：粗略数字校准使能状态 该参数可以选取自其中之一：TRUE、FALSE
输出参数	无
返回值	SUCCESS：设置成功 ERROR：设置失败
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
ertc_coarse_calibration_enable(TRUE);
```

5.11.30 函数 ertc_cal_output_select

下表描述了函数 ertc_cal_output_select

表 302. 函数 ertc_cal_output_select

项目	描述
函数名	ertc_cal_output_select
函数原型	void ertc_cal_output_select(ertc_cal_output_select_type output);
功能描述	校准输出源选择
输入参数 1	output：校准输出源 参阅章节：output 查阅更多该参数允许取值范围
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

output

校准输出源

ERTC_CAL_OUTPUT_512HZ： 输出 512Hz

ERTC_CAL_OUTPUT_1HZ： 输出 1Hz

示例

```
ertc_cal_output_select(ERTC_CAL_OUTPUT_1HZ);
```

5.11.31 函数 ertc_cal_output_enable

下表描述了函数 ertc_cal_output_enable

表 303. 函数 ertc_cal_output_enable

项目	描述
函数名	ertc_cal_output_enable
函数原型	void ertc_cal_output_enable(confirm_state new_state);
功能描述	校准输出使能
输入参数 1	new_state：校准输出使能状态 该参数可以选取自其中之一：TRUE、FALSE
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
ertc_cal_output_enable(TRUE);
```

5.11.32 函数 ertc_time_adjust

下表描述了函数 ertc_time_adjust

表 304. 函数 ertc_time_adjust

项目	描述
函数名	ertc_time_adjust
函数原型	error_status ertc_time_adjust(ertc_time_adjust_type add1s, uint32_t decsbs);
功能描述	调整时间
输入参数 1	add1s：秒增加设置 参阅章节：add1s 查阅更多该参数允许取值范围
输入参数 2	decsbs：减少的亚秒值范围 0~0x7FFF
输出参数	无
返回值	SUCCESS：设置成功 ERROR：设置失败
先决条件	无
被调用函数	无

add1s

秒增加设置

ERTC_TIME_ADD_NONE： 无操作

ERTC_TIME_ADD_1S： 增加 1 秒

示例

```
ertc_time_adjust(ERTC_TIME_ADD_1S, 254);
```

5.11.33 函数 ertc_daylight_set

下表描述了函数 ertc_daylight_set

表 305. 函数 ertc_daylight_set

项目	描述
函数名	ertc_daylight_set
函数原型	void ertc_daylight_set(ertc_dst_operation_type operation, ertc_dst_save_type

项目	描述
	save);
功能描述	设置夏令时
输入参数 1	operation：夏令时设置操作 参阅章节：operation 查阅更多该参数允许取值范围
输入参数 2	save：夏令时保存操作 参阅章节：save 查阅更多该参数允许取值范围
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

operation

夏令时设置操作

ERTC_DST_ADD_1H：增加 1 小时

ERTC_DST_DEC_1H：减少 1 小时

save

夏令时保存操作

ERTC_DST_SAVE_0：设置 CTRL 寄存器的 BPR 位值为 0

ERTC_DST_SAVE_1：设置 CTRL 寄存器的 BPR 位值为 1

示例

```
ertc_daylight_set(ERTC_DST_ADD_1H, ERTC_DST_SAVE_1);
```

5.11.34 函数 ertc_daylight_bpr_get

下表描述了函数 ertc_daylight_bpr_get

表 306. 函数 ertc_daylight_bpr_get

项目	描述
函数名	ertc_daylight_bpr_get
函数原型	uint8_t ertc_daylight_bpr_get(void);
功能描述	获取夏令时电池供电域数据寄存器（CTRL 寄存器的 BPR 位）的值
输入参数 1	无
输出参数	无
返回值	夏令时电池供电域数据寄存器（CTRL 寄存器的 BPR 位）的值
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
ertc_daylight_bpr_get();
```

5.11.35 函数 ertc_refer_clock_detect_enable

下表描述了函数 ertc_refer_clock_detect_enable

表 307. 函数 ertc_refer_clock_detect_enable

项目	描述
函数名	ertc_refer_clock_detect_enable

项目	描述
函数原型	error_status ertc_refer_clock_detect_enable(confirm_state new_state);
功能描述	参考时钟检测使能
输入参数 1	new_state：参考时钟检测使能状态 该参数可以选取自其中之一：TRUE、FALSE
输出参数	无
返回值	SUCCESS：设置成功 ERROR：设置失败
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
ertc_refer_clock_detect_enable(TRUE);
```

5.11.36 函数 ertc_direct_read_enable

下表描述了函数 ertc_direct_read_enable

表 308. 函数 ertc_direct_read_enable

项目	描述
函数名	ertc_direct_read_enable
函数原型	void ertc_direct_read_enable(confirm_state new_state);
功能描述	直接读取模式使能
输入参数 1	new_state：直接读取模式使能状态 该参数可以选取自其中之一：TRUE、FALSE
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
ertc_direct_read_enable(TRUE);
```

5.11.37 函数 ertc_output_set

下表描述了函数 ertc_output_set

表 309. 函数 ertc_output_set

项目	描述
函数名	ertc_output_set
函数原型	void ertc_output_set(ertc_output_source_type source, ertc_output_polarity_type polarity, ertc_output_type type);
功能描述	设置事件输出，PC13 引脚上输出事件
输入参数 1	source：输出源选择 参阅章节：source 查阅更多该参数允许取值范围
输入参数 2	polarity：输出极性 参阅章节：polarity 查阅更多该参数允许取值范围
输入参数 3	type：输出类型

项目	描述
	参阅章节：type 查阅更多该参数允许取值范围
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

source

输出源选择

ERTC_OUTPUT_DISABLE： 输出关闭

ERTC_OUTPUT_ALARM_A： 输出闹钟 A 事件

ERTC_OUTPUT_ALARM_B： 输出闹钟 B 事件

ERTC_OUTPUT_WAKEUP： 输出唤醒事件

polarity

输出极性

ERTC_OUTPUT_POLARITY_HIGH： 当发生事件了之后，输出高电平

ERTC_OUTPUT_POLARITY_LOW： 当发生事件了之后，输出低电平

type

输出类型

ERTC_OUTPUT_TYPE_OPEN_DRAIN： 开漏输出

ERTC_OUTPUT_TYPE_PUSH_PULL： 推挽输出

示例

```
ertc_output_set(ERTC_OUTPUT_ALARM_A, ERTC_OUTPUT_POLARITY_HIGH,
ERTC_OUTPUT_TYPE_PUSH_PULL);
```

5.11.38 函数 ertc_timestamp_pin_select

下表描述了函数 ertc_timestamp_pin_select

表 310. 函数 ertc_timestamp_pin_select

项目	描述
函数名	ertc_timestamp_pin_select
函数原型	void ertc_timestamp_pin_select(ertc_pin_select_type pin);
功能描述	时间戳检测引脚选择
输入参数 1	pin：时间戳检测引脚 参阅章节：pin 查阅更多该参数允许取值范围
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

pin

时间戳检测引脚

ERTC_PIN_PC13：PC13 作为时间戳检测引脚

ERTC_PIN_PA0： PA0 作为时间戳检测引脚

示例

```
ertc_timestamp_pin_select(ERTC_PIN_PC13);
```

5.11.39 函数 ertc_timestamp_valid_edge_set

下表描述了函数 ertc_timestamp_valid_edge_set

表 311. 函数 ertc_timestamp_valid_edge_set

项目	描述
函数名	ertc_timestamp_valid_edge_set
函数原型	void ertc_timestamp_valid_edge_set(ertc_timestamp_valid_edge_type edge);
功能描述	设置时间戳检测有效边沿
输入参数 1	edge：时间戳检测有效边沿 参阅章节：edge 查阅更多该参数允许取值范围
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

edge

时间戳检测有效边沿

ERTC_TIMESTAMP_EDGE_RISING： 上升沿触发

ERTC_TIMESTAMP_EDGE_FALLING：下降沿触发

示例

```
ertc_timestamp_valid_edge_set(ERTC_TIMESTAMP_EDGE_RISING);
```

5.11.40 函数 ertc_timestamp_enable

下表描述了函数 ertc_timestamp_enable

表 312. 函数 ertc_timestamp_enable

项目	描述
函数名	ertc_timestamp_enable
函数原型	void ertc_timestamp_enable(confirm_state new_state);
功能描述	时间戳使能
输入参数 1	new_state：时间戳使能状态 该参数可以选取自其中之一：TRUE、FALSE
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
ertc_timestamp_enable(TRUE);
```

5.11.41 函数 ertc_timestamp_get

下表描述了函数 ertc_timestamp_get

表 313. 函数 ertc_timestamp_get

项目	描述
函数名	ertc_timestamp_get

项目	描述
函数原型	void ertc_timestamp_get(ertc_time_type* time);
功能描述	获取时间戳
输入参数 1	time：指向 ertc_time_type 类型的结构体
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

ertc_time_type* time

ertc_time_type 在 at32f435_437_ertc.h 中

```
typedef struct
{
    uint8_t          year;
    uint8_t          month;
    uint8_t          day;
    uint8_t          hour;
    uint8_t          min;
    uint8_t          sec;
    uint8_t          week;
    ertc_am_pm_type  ampm;
} ertc_time_type;
```

year

年，范围 0~99

month

月，范围 1~12

day

日，范围 1~31

week

星期，范围 1~7

hour

时，范围 0~23

min

分，范围 0~59

sec

秒，范围 0~59

ampm

12 小时制的上午/下午（12 小时下有效，24 小时制下无需关心），该成员可能的值如下

ERTC_AM：12 小时格式，早上

ERTC_PM：12 小时格式，下午

示例

```
ertc_timestamp_get(&time);
```

5.11.42 函数 ertc_timestamp_sub_second_get

下表描述了函数 ertc_timestamp_sub_second_get

表 314. 函数 ertc_timestamp_sub_second_get

项目	描述
函数名	ertc_timestamp_sub_second_get
函数原型	uint32_t ertc_timestamp_sub_second_get(void);
功能描述	获取时间戳亚秒
输入参数 1	无
输出参数	无
返回值	时间戳亚秒
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
ertc_timestamp_sub_second_get();
```

5.11.43 函数 ertc_tamper_1_pin_select

下表描述了函数 ertc_tamper_1_pin_select

表 315. 函数 ertc_tamper_1_pin_select

项目	描述
函数名	ertc_tamper_1_pin_select
函数原型	void ertc_tamper_1_pin_select(ertc_pin_select_type pin);
功能描述	入侵检测 1 引脚选择
输入参数 1	pin：入侵检测引脚 参阅章节：pin 查阅更多该参数允许取值范围
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

pin

入侵检测引脚

ERTC_PIN_PC13：PC13 作为入侵检测引脚

ERTC_PIN_PA0： PA0 作为入侵检测引脚

示例

```
ertc_tamper_1_pin_select(ERTC_PIN_PC13);
```

5.11.44 函数 ertc_tamper_pull_up_enable

下表描述了函数 ertc_tamper_pull_up_enable

表 316. 函数 ertc_tamper_pull_up_enable

项目	描述
函数名	ertc_tamper_pull_up_enable
函数原型	void ertc_tamper_pull_up_enable(confirm_state new_state);
功能描述	入侵引脚上拉电阻使能
输入参数 1	new_state：入侵引脚上拉电阻使能状态 该参数可以选取自其中之一：TRUE、FALSE

项目	描述
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
ertc_tamper_pull_up_enable(TRUE);
```

5.11.45 函数 ertc_tamper_precharge_set

下表描述了函数 ertc_tamper_precharge_set

表 317. 函数 ertc_tamper_precharge_set

项目	描述
函数名	ertc_tamper_precharge_set
函数原型	void ertc_tamper_precharge_set(ertc_tamper_precharge_type precharge);
功能描述	设置入侵引脚预充电时间，只有当函数 ertc_tamper_pull_up_enable 使能了入侵上拉电阻后，才用设置预充电时间
输入参数 1	precharge：入侵引脚预充电时间 参阅章节：precharge 查阅更多该参数允许取值范围
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

precharge

入侵引脚预充电时间

ERTC_TAMPER_PR_1_ERTCCLK：预充电时间为 1 个 ERTC_CLK.
ERTC_TAMPER_PR_2_ERTCCLK：预充电时间为 2 个 ERTC_CLK.
ERTC_TAMPER_PR_4_ERTCCLK：预充电时间为 4 个 ERTC_CLK.
ERTC_TAMPER_PR_8_ERTCCLK：预充电时间为 8 个 ERTC_CLK.

示例

```
ertc_tamper_precharge_set(ERTC_TAMPER_PR_2_ERTCCLK);
```

5.11.46 函数 ertc_tamper_filter_set

下表描述了函数 ertc_tamper_filter_set

表 318. 函数 ertc_tamper_filter_set

项目	描述
函数名	ertc_tamper_filter_set
函数原型	void ertc_tamper_filter_set(ertc_tamper_filter_type filter);
功能描述	设置入侵滤波时间
输入参数 1	filter：入侵滤波时间 参阅章节：filter 查阅更多该参数允许取值范围
输出参数	无
返回值	无

项目	描述
先决条件	无
被调用函数	无

filter

入侵滤波时间

ERTC_TAMPER_FILTER_DISABLE：无滤波

ERTC_TAMPER_FILTER_2：连续 2 次采样有效，判定入侵事件发生

ERTC_TAMPER_FILTER_4：连续 4 次采样有效，判定入侵事件发生

ERTC_TAMPER_FILTER_8：连续 8 次采样有效，判定入侵事件发生

示例

```
ertc_tamper_filter_set(ERTC_TAMPER_FILTER_2);
```

5.11.47 函数 ertc_tamper_detect_freq_set

下表描述了函数 ertc_tamper_detect_freq_set

表 319. 函数 ertc_tamper_detect_freq_set

项目	描述
函数名	ertc_tamper_detect_freq_set
函数原型	void ertc_tamper_detect_freq_set(ertc_tamper_detect_freq_type freq);
功能描述	设置入侵检测频率
输入参数 1	freq：入侵检测频率 参阅章节：freq 查阅更多该参数允许取值范围
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

freq

入侵检测频率

ERTC_TAMPER_FREQ_DIV_32768： ERTC_CLK / 32768

ERTC_TAMPER_FREQ_DIV_16384： ERTC_CLK / 16384

ERTC_TAMPER_FREQ_DIV_8192： ERTC_CLK / 8192

ERTC_TAMPER_FREQ_DIV_4096： ERTC_CLK / 4096

ERTC_TAMPER_FREQ_DIV_2048： ERTC_CLK / 2048

ERTC_TAMPER_FREQ_DIV_1024： ERTC_CLK / 1024

ERTC_TAMPER_FREQ_DIV_512： ERTC_CLK / 512

ERTC_TAMPER_FREQ_DIV_256： ERTC_CLK / 256

示例

```
ertc_tamper_detect_freq_set(ERTC_TAMPER_FREQ_DIV_512);
```

5.11.48 函数 ertc_tamper_valid_edge_set

下表描述了函数 ertc_tamper_valid_edge_set

表 320. 函数 ertc_tamper_valid_edge_set

项目	描述
函数名	ertc_tamper_valid_edge_set
函数原型	void ertc_tamper_valid_edge_set(ertc_tamper_select_type tamper_x, ertc_tamper_valid_edge_type trigger);
功能描述	设置入侵检测有效边沿
输入参数 1	tamper_x：入侵选择 参阅章节：tamper_x 查阅更多该参数允许取值范围
输入参数 2	trigger：入侵检测有效边沿 参阅章节：trigger 查阅更多该参数允许取值范围
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

tamper_x

入侵选择

ERTC_TAMPER_1：入侵检测 1

ERTC_TAMPER_2：入侵检测 2

trigger

入侵检测有效边沿

ERTC_TAMPER_EDGE_RISING： 上升沿

ERTC_TAMPER_EDGE_FALLING： 下降沿

ERTC_TAMPER_EDGE_LOW： 低电平

ERTC_TAMPER_EDGE_HIGH： 高电平

示例

```
ertc_tamper_valid_edge_set(ERTC_TAMPER_1, ERTC_TAMPER_EDGE_RISING);
```

5.11.49 函数 ertc_tamper_timestamp_enable

下表描述了函数 ertc_tamper_timestamp_enable

表 321. 函数 ertc_tamper_timestamp_enable

项目	描述
函数名	ertc_tamper_timestamp_enable
函数原型	void ertc_tamper_timestamp_enable(confirm_state new_state);
功能描述	发生入侵事件时，产生时间戳功能使能
输入参数 1	new_state：发生入侵事件时，产生时间戳功能使能状态 该参数可以选取自其中之一：TRUE、FALSE
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
ertc_tamper_timestamp_enable(TRUE);
```

5.11.50 函数 ertc_tamper_enable

下表描述了函数 ertc_tamper_enable

表 322. 函数 ertc_tamper_enable

项目	描述
函数名	ertc_tamper_enable
函数原型	void ertc_tamper_enable(ertc_tamper_select_type tamper_x, confirm_state new_state);
功能描述	入侵检测使能
输入参数 1	tamper_x：入侵选择 参阅章节：tamper_x 查阅更多该参数允许取值范围
输入参数 2	new_state：入侵检测使能状态 该参数可以选取自其中之一：TRUE、FALSE
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

tamper_x

入侵选择

ERTC_TAMPER_1：入侵检测 1

ERTC_TAMPER_2：入侵检测 2

示例

```
ertc_tamper_enable(ERTC_TAMPER_1, TRUE);
```

5.11.51 函数 ertc_interrupt_enable

下表描述了函数 ertc_interrupt_enable

表 323. 函数 ertc_interrupt_enable

项目	描述
函数名	ertc_interrupt_enable
函数原型	void ertc_interrupt_enable(uint32_t source, confirm_state new_state);
功能描述	中断使能
	source：待使能的中断源 参阅章节：source 查阅更多该参数允许取值范围
输入参数 1	new_state：中断使能状态 该参数可以选取自其中之一：TRUE、FALSE
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

source

待使能的中断源

ERTC_TP_INT： 入侵检测中断

ERTC_ALA_INT： 闹钟 A 中断

ERTC_ALB_INT： 闹钟 B 中断
ERTC_WAT_INT： 唤醒定时器中断
ERTC_TS_INT： 时间戳中断

示例

```
ertc_interrupt_enable(ERTC_TP_INT, TRUE);
```

5.11.52 函数 ertc_interrupt_get

下表描述了函数 ertc_interrupt_get

表 324. 函数 ertc_interrupt_get

项目	描述
函数名	ertc_interrupt_get
函数原型	flag_status ertc_interrupt_get(uint32_t source);
功能描述	获取中断使能状态
输入参数 1	source：待获取状态的中断 参阅章节：source 查阅更多该参数允许取值范围
输出参数	无
返回值	flag_status：标志状态 该值为其中之一：SET、RESET
先决条件	无
被调用函数	无

source

中断源

ERTC_TP_INT： 入侵检测中断
ERTC_ALA_INT： 闹钟 A 中断
ERTC_ALB_INT： 闹钟 B 中断
ERTC_WAT_INT： 唤醒定时器中断
ERTC_TS_INT： 时间戳中断

示例

```
ertc_interrupt_get(ERTC_TP_INT);
```

5.11.53 函数 ertc_flag_get

下表描述了函数 ertc_flag_get

表 325. 函数 ertc_flag_get

项目	描述
函数名	ertc_flag_get
函数原型	flag_status ertc_flag_get(uint32_t flag);
功能描述	获取标志位状态
输入参数 1	flag：需要获取状态的标志选择 该参数详细描述见 flag
输出参数	无
返回值	flag_status：标志位的状态 该返回值可为其中之一：SET、RESET

项目	描述
先决条件	无
被调用函数	无

flag

用于选择需要获取状态的标志，其可选参数罗列如下

ERTC_ALAWF_FLAG：　闹钟 A 允许写标志
ERTC_ALBWF_FLAG：　闹钟 B 允许写标志
ERTC_WATWF_FLAG：　唤醒定时器寄存器允许写标志
ERTC_TADJF_FLAG：　时间调整标志
ERTC_INITF_FLAG：　日历初始化标志
ERTC_UPDF_FLAG：　日历更新标志
ERTC_IMF_FLAG：　进入初始化模式标志
ERTC_ALAF_FLAG：　闹钟 A 标志
ERTC_ALBF_FLAG：　闹钟 B 标志
ERTC_WATF_FLAG：　唤醒定时器标志
ERTC_TSF_FLAG：　时间戳标志
ERTC_TSOF_FLAG：　时间戳溢出标志
ERTC_TP1F_FLAG：　入侵检测 1 标志
ERTC_TP2F_FLAG：　入侵检测 2 标志
ERTC_CALUPDF_FLAG：　校准值更新完成标志

示例

```
ertc_flag_get(ERTC_TP1F_FLAG);
```

5.11.54　函数 ertc_interrupt_flag_get

下表描述了函数 ertc_interrupt_flag_get

表 326. 函数 ertc_interrupt_flag_get

项目	描述
函数名	ertc_interrupt_flag_get
函数原型	flag_status ertc_interrupt_flag_get(uint32_t flag);
功能描述	获取标志位状态，并判断对应中断使能位
输入参数 1	flag：需要获取状态的标志选择 该参数详细描述见 flag
输出参数	无
返回值	flag_status：标志位的状态 该返回值可为其中之一：SET、RESET
先决条件	无
被调用函数	无

flag

用于选择需要获取状态的标志，其可选参数罗列如下

ERTC_ALAF_FLAG：　闹钟 A 标志
ERTC_ALBF_FLAG：　闹钟 B 标志
ERTC_WATF_FLAG：　唤醒定时器标志
ERTC_TSF_FLAG：　时间戳标志
ERTC_TP1F_FLAG：　入侵检测 1 标志

ERTC_TP2F_FLAG： 入侵检测 2 标志

示例

```
ertc_interrupt_flag_get(ERTC_TP1F_FLAG);
```

5.11.55 函数 ertc_flag_clear

下表描述了函数 ertc_flag_clear

表 327. 函数 ertc_flag_clear

项目	描述
函数名	ertc_flag_clear
函数原型	void ertc_flag_clear(uint32_t flag);
功能描述	清除标志位
输入参数 1	flag：待清除的标志选择 该参数详细描述见 flag
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

flag

用于选择需要清除状态的标志，其可选参数罗列如下

ERTC_ALAWF_FLAG： 闹钟 A 允许写标志
ERTC_ALBWF_FLAG： 闹钟 B 允许写标志
ERTC_WATWF_FLAG： 唤醒定时器寄存器允许写标志
ERTC_TADJF_FLAG： 时间调整标志
ERTC_INITF_FLAG： 日历初始化标志
ERTC_UPDF_FLAG： 日历更新标志
ERTC_IMF_FLAG： 进入初始化模式标志
ERTC_ALAF_FLAG： 闹钟 A 标志
ERTC_ALBF_FLAG： 闹钟 B 标志
ERTC_WATF_FLAG： 唤醒定时器标志
ERTC_TSF_FLAG： 时间戳标志
ERTC_TSOF_FLAG： 时间戳溢出标志
ERTC_TP1F_FLAG： 入侵检测 1 标志
ERTC_TP2F_FLAG： 入侵检测 2 标志
ERTC_CALUPDF_FLAG： 校准值更新完成标志

示例

```
ertc_flag_clear(ERTC_TP1F_FLAG);
```

5.11.56 函数 ertc_bpr_data_write

下表描述了函数 ertc_bpr_data_write

表 328. 函数 ertc_bpr_data_write

项目	描述
函数名	ertc_bpr_data_write
函数原型	void ertc_bpr_data_write(ertc_dt_type dt, uint32_t data);

项目	描述
功能描述	将数据写入电池供电数据寄存器（BPR）
输入参数 1	dt：数据寄存器 参阅章节：dt 查阅更多该参数允许取值范围
输入参数 1	data：32 位数据
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

dt

数据寄存器

ERTC_DT1：数据寄存器 1

ERTC_DT2：数据寄存器 2

ERTC_DT19：数据寄存器 19

ERTC_DT20：数据寄存器 20

示例

```
ertc_bpr_data_write(ERTC_DT1, 0x12345678);
```

5.11.57 函数 ertc_bpr_data_read

下表描述了函数 ertc_bpr_data_read

表 329. 函数 ertc_bpr_data_read

项目	描述
函数名	ertc_bpr_data_read
函数原型	uint32_t ertc_bpr_data_read(ertc_dt_type dt);
功能描述	从电池供电数据寄存器（BPR）读取数据
输入参数 1	dt：数据寄存器 参阅章节：dt 查阅更多该参数允许取值范围
输出参数	无
返回值	电池供电数据寄存器数据
先决条件	无
被调用函数	无

dt

数据寄存器

ERTC_DT1：数据寄存器 1

ERTC_DT2：数据寄存器 2

...

ERTC_DT19：数据寄存器 19

ERTC_DT20：数据寄存器 20

示例

```
ertc_bpr_data_read(ERTC_DT1);
```

5.12 外部中断/事件控制器（EXINT）

EXINT 寄存器结构 exint_type，定义于文件“at32f435_437_exint.h”如下：

```
/**
  * @brief type define exint register all
  */
typedef struct
{
  ...
} exint_type;
```

下表给出了 EXINT 寄存器总览：

表 330. EXINT 寄存器总览

寄存器	描述
inten	中断使能寄存器
evten	事件使能寄存器
polcfg1	极性配置寄存器 1
polcfg2	极性配置寄存器 2
swtrg	软件触发寄存器
intsts	中断状态寄存器

下表给出了 EXINT 寄存器总览：

表 331. EXINT 库函数总览

函数名	描述
exint_reset	将 EXINT 所有寄存器值恢复到复位值
exint_default_para_init	给 EXINT 初始化结构体赋初值
exint_init	EXINT 初始化
exint_flag_clear	清除选定 EXINT 的中断标志位
exint_flag_get	读取选定 EXINT 的中断标志位
exint_interrupt_flag_get	读取选定 EXINT 的中断标志位
exint_software_interrupt_event_generate	软件中断事件产生
exint_interrupt_enable	使能选定的 EXINT 中断
exint_event_enable	使能选定的 EXINT 事件

5.12.1 函数 exint_reset

下表描述了函数 exint_reset

表 332. 函数 exint_reset

项目	描述
函数名	exint_reset
函数原型	void exint_reset(void);
功能描述	将 EXINT 所有寄存器值恢复到复位值
输入参数	无
输出参数	无

项目	描述
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	crm_periph_reset();

示例

```
exint_reset ();
```

5.12.2 函数 exint_default_para_init

下表描述了函数 exint_default_para_init

表 333. 函数 exint_default_para_init

项目	描述
函数名	exint_default_para_init
函数原型	void exint_default_para_init(exint_init_type *exint_struct);
功能描述	给 EXINT 初始化结构体赋初值
输入参数 1	exint_struct：指向 *exint_init_type* 类型的指针
输出参数	无
返回值	无
先决条件	需要先定义一个 exint_init_type 类型的变量
被调用函数	无

示例

```
exint_init_type exint_init_struct;
exint_default_para_init(&exint_init_struct);
```

5.12.3 函数 exint_init

下表描述了函数 exint_init

表 334. 函数 exint_init

项目	描述
函数名	exint_init
函数原型	void exint_init(exint_init_type *exint_struct);
功能描述	EXINT 初始化
输入参数 1	*exint_init_type*：指向 exint_init_struct 类型的指针
输出参数	无
返回值	无
先决条件	需要先定义一个 exint_init_type 类型的变量
被调用函数	无

exint_init_type 在 at32f435_437_exint.h 中定义：

```
typedef struct
{
  exint_line_mode_type                  line_mode;
```

```
  uint32_t                    line_select;
  exint_polarity_config_type  line_polarity;
  confirm_state               line_enable;
} exint_init_type;
```

line_mode

选择事件模式或中断模式

EXINT_LINE_INTERRUPUT：中断模式

EXINT_LINE_EVENT：事件模式

line_select

line 选择

EXINT_LINE_NONE：不选择任何 line

EXINT_LINE_0：选择 line0

EXINT_LINE_1：选择 line1

…

EXINT_LINE_21：选择 line21

EXINT_LINE_22：选择 line22

line_polarity

触发沿选择

EXINT_TRIGGER_RISING_EDGE：上升沿

EXINT_TRIGGER_FALLING_EDGE：下降沿

EXINT_TRIGGER_BOTH_EDGE：上升沿/下降沿均选择

line_enable

使能/关闭选定 line。

FALSE：关闭选定 line；

TRUE：使能选定 line。

示例

```
exint_init_type exint_init_struct;
exint_default_para_init(&exint_init_struct);
exint_init_struct.line_enable = TRUE;
exint_init_struct.line_mode = EXINT_LINE_INTERRUPUT;
exint_init_struct.line_select = EXINT_LINE_0;
exint_init_struct.line_polarity = EXINT_TRIGGER_RISING_EDGE;
exint_init(&exint_init_struct);
```

5.12.4 函数 exint_flag_clear

下表描述了函数 exint_flag_clear

表 335. 函数 exint_flag_clear

项目	描述
函数名	exint_flag_clear
函数原型	void exint_flag_clear(uint32_t exint_line);
功能描述	清除选定 EXINT 的中断标志位
输入参数	exint_line：line 选择 取值范围：参考前文的 *line_select* 值

项目	描述
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
exint_flag_clear(EXINT_LINE_0);
```

5.12.5 函数 exint_flag_get

下表描述了函数 exint_flag_get

表 336. 函数 exint_flag_get

项目	描述
函数名	exint_flag_get
函数原型	flag_status exint_flag_get(uint32_t exint_line);
功能描述	获取选定 EXINT 的中断标志位
输入参数	exint_line：line 选择 该参数详细描述见 *line_select*
输出参数	无
返回值	flag_status：标志位的状态 该返回值可为其中之一 ： SET，RESET.
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
flag_status status = RESET;
status = exint_flag_get(EXINT_LINE_0);
```

5.12.6 函数 exint_interrupt_flag_get

下表描述了函数 exint_interrupt_flag_get

表 337. 函数 exint_interrupt_flag_get

项目	描述
函数名	exint_interrupt_flag_get
函数原型	flag_status exint_interrupt_flag_get(uint32_t exint_line)
功能描述	获取选定 EXINT 的中断标志位
输入参数	exint_line：line 选择 该参数详细描述见 *line_select*
输出参数	无
返回值	flag_status：标志位的状态 该返回值可为其中之一：SET，RESET.
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
flag_status status = RESET;
status = exint_interrupt_flag_get (EXINT_LINE_0);
```

5.12.7 函数 exint_software_interrupt_event_generate

下表描述了函数 exint_software_interrupt_event_generate

表 338. 函数 exint_software_interrupt_event_generate

项目	描述
函数名	exint_software_interrupt_event_generate
函数原型	void exint_software_interrupt_event_generate(uint32_t exint_line);
功能描述	软件中断事件产生
输入参数	exint_line：line 选择 取值范围：参考前文的 *line_select*
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
exint_software_interrupt_event_generate (EXINT_LINE_0);
```

5.12.8 函数 exint_interrupt_enable

下表描述了函数 exint_interrupt_enable

表 339. 函数 exint_interrupt_enable

项目	描述
函数名	exint_interrupt_enable
函数原型	void exint_interrupt_enable(uint32_t exint_line, confirm_state new_state);
功能描述	使能选定的 EXINT 中断
输入参数 1	exint_line：line 选择 取值范围：参考前文的 *line_select*
输入参数 2	new_state：使能或关闭 该参数可以选取自其中之一 ：FALSE，TRUE
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
exint_interrupt_enable (EXINT_LINE_0);
```

5.12.9 函数 exint_event_enable

下表描述了函数 exint_event_enable

表 340. 函数 exint_event_enable

项目	描述
函数名	exint_event_enable
函数原型	void exint_event_enable(uint32_t exint_line, confirm_state new_state);
功能描述	使能选定的 EXINT 事件
输入参数 1	exint_line：line 选择 取值范围：参考前文的 *line_select*
输入参数 2	new_state：使能或关闭 该参数可以选取自其中之一 ：FALSE，TRUE
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
exint_event_enable (EXINT_LINE_0);
```

5.13 闪存控制器（FLASH）

FLASH 寄存器结构 flash_type，定义于文件“at32f435_437_flash.h”如下：

```
/**
  * @brief type define flash register all
  */
typedef struct
{
      …
} flash_type;
```

下表给出了 FLASH 寄存器总览：

表 341. FLASH 寄存器对应表

寄存器	描述
flash_psr	闪存性能选择寄存器器
flash_unlock	闪存解锁寄存器
flash_usd_unlock	闪存用户系统数据解锁寄存器
flash_sts	闪存状态寄存器
flash_ctrl	闪存控制寄存器
flash_addr	闪存地址寄存器
flash_usd	用户系统数据寄存器
flash_epps0	擦除编程保护状态寄存器 0
flash_epps1	擦除编程保护状态寄存器 1
flash_unlock2	闪存解锁寄存器 2

寄存器	描述
flash_sts2	闪存状态寄存器 2
flash_ctrl2	闪存控制寄存器 2
flash_addr2	闪存地址寄存器 2
flash_contr	闪存连续读取寄存器
flash_divr	闪存分频寄存器
slib_sts2	闪存安全库区状态寄存器 2
slib_sts0	闪存安全库区状态寄存器 0
slib_sts1	闪存安全库区状态寄存器 1
slib_pwd_clr	闪存安全库区密码清除寄存器
slib_misc_sts	闪存安全库区额外状态寄存器
slib_set_pwd	闪存安全库区密码设定寄存器
slib_set_range0	闪存安全库区地址设定寄存器 0
slib_set_range1	闪存安全库区地址设定寄存器 1
slib_unlock	闪存安全库区解锁寄存器
flash_crc_ctrl	闪存 CRC 校验控制寄存器
flash_crc_chkr	闪存 CRC 校验结果寄存器

下表给出了 FLASH 库函数总览：

表 342. FLASH 库函数总览

函数名	描述
flash_flag_get	获取标志状态
flash_flag_clear	清除已置位的标志
flash_operation_status_get	操作状态获取（内部闪存块 1）
flash_bank1_operation_status_get	内部闪存块 1 操作状态获取
flash_bank2_operation_status_get	内部闪存块 2 操作状态获取
flash_operation_wait_for	等待操作完成（内部闪存块 1）
flash_bank1_operation_wait_for	等待内部闪存块 1 操作完成
flash_bank2_operation_wait_for	等待内部闪存块 2 操作完成
flash_unlock	闪存解锁（内部闪存块 1 和 2）
flash_bank1_unlock	内部闪存块 1 解锁
flash_bank2_unlock	内部闪存块 2 解锁
flash_lock	闪存锁定（内部闪存块 1 和 2）
flash_bank1_lock	内部闪存块 1 锁定
flash_bank2_lock	内部闪存块 2 锁定
flash_sector_erase	扇区擦除
flash_block_erase	块擦除
flash_internal_all_erase	内部闪存擦除
flash_bank1_erase	内部闪存块 1 擦除
flash_bank2_erase	内部闪存块 2 擦除
flash_user_system_data_erase	用户系统数据区擦除
flash_eopb0_config	扩充内存系统选项配置
flash_word_program	闪存按字编程
flash_halfword_program	闪存按半字编程

函数名	描述
flash_byte_program	闪存按字节编程
flash_user_system_data_program	用户系统数据区编程
flash_epp_set	擦除编程保护设置
flash_epp_status_get	擦除编程保护状态获取
flash_fap_enable	访问保护设置
flash_fap_status_get	访问保护状态获取
flash_ssb_set	系统配置字节设置
flash_ssb_status_get	系统配置字节状态获取
flash_interrupt_enable	闪存中断配置
flash_slib_enable	安全库区使能
flash_slib_disable	安全库区失能
flash_slib_remaining_count_get	安全库区剩余可使用次数
flash_slib_state_get	安全库区状态获取
flash_slib_start_sector_get	安全库区开始扇区获取
flash_slib_inststart_sector_get	安全库区指令区开始扇区获取
flash_slib_end_sector_get	安全库区结束扇区获取
flash_crc_calibrate	闪存 CRC 校验
flash_nzw_boost_enable	闪存非零等待区加速使能
flash_continue_read_enable	闪存连续读取使能

5.13.1 函数 flash_flag_get

下表描述了函数 flash_flag_get

表 343. 函数 flash_flag_get

项目	描述
函数名	flash_flag_get
函数原型	flag_status flash_flag_get(uint32_t flash_flag);
功能描述	获取标志位状态
输入参数	flash_flag：需要获取状态的标志选择
输出参数	无
返回值	flag_status：标志位的状态 该返回值可为其中之一 ： SET，RESET.
先决条件	无
被调用函数	无

flash_flag

可获取的状态标志

FLASH_OBF_FLAG	闪存操作忙标志（闪存块 1）
FLASH_ODF_FLAG	闪存操作完成标志（闪存块 1）
FLASH_PRGMERR_FLAG	闪存编程错误标志（闪存块 1）
FLASH_EPPERR_FLAG	闪存擦写错误标志（闪存块 1）
FLASH_BANK1_OBF_FLAG	闪存块 1 操作忙标志
FLASH_BANK1_ODF_FLAG	闪存块 1 操作完成标志
FLASH_BANK1_PRGMERR_FLAG	闪存块 1 编程错误标志
FLASH_BANK1_EPPERR_FLAG	闪存块 1 擦写错误标志

FLASH_BANK2_OBF_FLAG 闪存块 2 操作忙标志
FLASH_BANK2_ODF_FLAG 闪存块 2 操作完成标志
FLASH_BANK2_PRGMERR_FLAG 闪存块 2 编程错误标志
FLASH_BANK2_EPPERR_FLAG 闪存块 2 擦写错误标志
FLASH_USDERR_FLAG 用户系统数据区错误标志

示例

```
flag_status status;
status = flash_flag_get (FLASH_ODF_FLAG);
```

5.13.2 函数 flash_flag_clear

下表描述了函数 flash_flag_clear

表 344. 函数 flash_flag_clear

项目	描述
函数名	flash_flag_clear
函数原型	void flash_flag_clear(uint32_t flash_flag);
功能描述	清除标志位
输入参数	flash_flag：待清除的标志选择
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

flash_flag

可清除的状态标志

FLASH_ODF_FLAG 闪存操作完成标志（闪存块 1）
FLASH_PRGMERR_FLAG 闪存编程错误标志（闪存块 1）
FLASH_EPPERR_FLAG 闪存擦写错误标志（闪存块 1）
FLASH_BANK1_ODF_FLAG 闪存块 1 操作完成标志
FLASH_BANK1_PRGMERR_FLAG 闪存块 1 编程错误标志
FLASH_BANK1_EPPERR_FLAG 闪存块 1 擦写错误标志
FLASH_BANK2_ODF_FLAG 闪存块 2 操作完成标志
FLASH_BANK2_PRGMERR_FLAG 闪存块 2 编程错误标志
FLASH_BANK2_EPPERR_FLAG 闪存块 2 擦写错误标志

示例

```
flash_flag_clear(FLASH_ODF_FLAG);
```

5.13.3 函数 flash_operation_status_get

下表描述了函数 flash_operation_status_get

表 345. 函数 flash_operation_status_get

项目	描述
函数名	flash_operation_status_get
函数原型	flash_status_type flash_operation_status_get(void);
功能描述	获取操作状态
输入参数	无

项目	描述
输出参数	无
返回值	操作状态，该参数详细描述见 *flash_status_type*
先决条件	无
被调用函数	无

flash_status_type

FLASH_OPERATE_BUSY	闪存操作忙
FLASH_PROGRAM_ERROR	闪存编程错误
FLASH_EPP_ERROR	闪存擦写错误
FLASH_OPERATE_DONE	闪存操作完成
FLASH_OPERATE_TIMEOUT	闪存操作超时

示例

```
flash_status_type status = FLASH_OPERATE_DONE;
/* check for the flash status */
status = flash_operation_status_get();
```

5.13.4 函数 flash_bank1_operation_status_get

下表描述了函数 flash_bank1_operation_status_get

表 346. 函数 flash_bank1_operation_status_get

项目	描述
函数名	flash_bank1_operation_status_get
函数原型	flash_status_type flash_bank1_operation_status_get (void);
功能描述	获取内部闪存块 1 操作状态
输入参数	无
输出参数	无
返回值	操作状态，该参数详细描述见 *flash_status_type*
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
flash_status_type status = FLASH_OPERATE_DONE;
/* check for the flash status */
status = flash_bank1_operation_status_get();
```

5.13.5 函数 flash_bank2_operation_status_get

下表描述了函数 flash_bank2_operation_status_get

表 347. 函数 flash_bank2_operation_status_get

项目	描述
函数名	flash_bank2_operation_status_get
函数原型	flash_status_type flash_bank2_operation_status_get (void);
功能描述	获取内部闪存块 2 操作状态
输入参数	无
输出参数	无

项目	描述
返回值	操作状态，该参数详细描述见 *flash_status_type*
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
flash_status_type status = FLASH_OPERATE_DONE;
/* check for the flash status */
status = flash_bank2_operation_status_get();
```

5.13.6 函数 flash_operation_wait_for

下表描述了函数 flash_operation_wait_for

表 348. 函数 flash_operation_wait_for

项目	描述
函数名	flash_operation_wait_for
函数原型	flash_status_type flash_operation_wait_for(uint32_t time_out);
功能描述	等待闪存操作
输入参数	time_out：等待的超时退出时间 该参数在 flash.h 头文件中定义了部分常用的超时时间，详细描述见 *flash_time_out*
输出参数	无
返回值	操作状态，该参数详细描述见 *flash_status_type*
先决条件	无
被调用函数	无

flash_time_out

ERASE_TIMEOUT	擦除超时
PROGRAMMING_TIMEOUT	编程超时
OPERATION_TIMEOUT	一般操作超时

示例

```
/* wait for operation to be completed */
status = flash_operation_wait_for(PROGRAMMING_TIMEOUT);
```

5.13.7 函数 flash_bank1_operation_wait_for

下表描述了函数 flash_bank1_operation_wait_for

表 349. 函数 flash_bank1_operation_wait_for

项目	描述
函数名	flash_bank1_operation_wait_for
函数原型	flash_status_type flash_bank1_operation_wait_for(uint32_t time_out);
功能描述	等待内部闪存块 1 操作
输入参数	time_out：等待的超时退出时间 该参数在 flash.h 头文件中定义了部分常用的超时时间，详细描述见 *flash_time_out*
输出参数	无
返回值	操作状态，该参数详细描述见 *flash_status_type*
先决条件	无

项目	描述
被调用函数	无

示例

```
/* wait for operation to be completed */
status = flash_bank1_operation_wait_for(PROGRAMMING_TIMEOUT);
```

5.13.8 函数 flash_bank2_operation_wait_for

下表描述了函数 flash_bank2_operation_wait_for

表 350. 函数 flash_bank2_operation_wait_for

项目	描述
函数名	flash_bank2_operation_wait_for
函数原型	flash_status_type flash_bank2_operation_wait_for(uint32_t time_out);
功能描述	等待内部闪存块 2 操作
输入参数	time_out：等待的超时退出时间 该参数在 flash.h 头文件中定义了部分常用的超时时间，详细描述见 *flash_time_out*
输出参数	无
返回值	操作状态，该参数详细描述见 *flash_status_type*
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* wait for operation to be completed */
status = flash_bank2_operation_wait_for(PROGRAMMING_TIMEOUT);
```

5.13.9 函数 flash_unlock

下表描述了函数 flash_unlock

表 351. 函数 flash_unlock

项目	描述
函数名	flash_unlock
函数原型	void flash_unlock(void);
功能描述	解锁内部闪存控制寄存器
输入参数	无
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
flash_unlock();
```

5.13.10 函数 flash_bank1_unlock

下表描述了函数 flash_bank1_unlock

表 352. 函数 flash_bank1_unlock

项目	描述
函数名	flash_bank1_unlock
函数原型	void flash_bank1_unlock(void);
功能描述	解锁内部闪存块 1 控制寄存器
输入参数	无
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
flash_bank1_unlock();
```

5.13.11 函数 flash_bank2_unlock

下表描述了函数 flash_bank2_unlock

表 353. 函数 flash_bank2_unlock

项目	描述
函数名	flash_bank2_unlock
函数原型	void flash_bank2_unlock(void);
功能描述	解锁内部闪存块 2 控制寄存器
输入参数	无
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
flash_bank2_unlock();
```

5.13.12 函数 flash_lock

下表描述了函数 flash_lock

表 354. 函数 flash_lock

项目	描述
函数名	flash_lock
函数原型	void flash_lock(void);
功能描述	锁定内部闪存控制寄存器
输入参数	无
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
flash_lock();
```

5.13.13 函数 flash_bank1_lock

下表描述了函数 flash_bank1_lock

表 355. 函数 flash_bank1_lock

项目	描述
函数名	flash_bank1_lock
函数原型	void flash_bank1_lock(void);
功能描述	锁定内部闪存块 1 控制寄存器
输入参数	无
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
flash_bank1_lock();
```

5.13.14 函数 flash_bank2_lock

下表描述了函数 flash_bank2_lock

表 356. 函数 flash_bank2_lock

项目	描述
函数名	flash_bank2_lock
函数原型	void flash_bank2_lock(void);
功能描述	锁定内部闪存块 2 控制寄存器
输入参数	无
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
flash_bank2_lock();
```

5.13.15 函数 flash_sector_erase

下表描述了函数 flash_sector_erase

表 357. 函数 flash_sector_erase

项目	描述
函数名	flash_sector_erase
函数原型	flash_status_type flash_sector_erase(uint32_t sector_address);
功能描述	擦除指定地址所在扇区的闪存数据
输入参数	sector_address：需要擦除的扇区所在地址，通常输入扇区的起始地址
输出参数	无
返回值	操作状态，该参数详细描述见 *flash_status_type*

项目	描述
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
flash_status_type status = FLASH_OPERATE_DONE;
flash_unlock();
status = flash_sector_erase(0x08001000);
```

5.13.16 函数 flash_block_erase

下表描述了函数 flash_block_erase

表 358. 函数 flash_block_erase

项目	描述
函数名	flash_block_erase
函数原型	flash_status_type flash_block_erase(uint32_t block_address);
功能描述	擦除指定地址所在块的闪存数据
输入参数	block_address：需要擦除的块所在地址，通常输入块的起始地址
输出参数	无
返回值	操作状态，该参数详细描述见 *flash_status_type*
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
flash_status_type status = FLASH_OPERATE_DONE;
flash_unlock();
status = flash_block_erase(0x08010000);
```

5.13.17 函数 flash_internal_all_erase

下表描述了函数 flash_internal_all_erase

表 359. 函数 flash_internal_all_erase

项目	描述
函数名	flash_internal_all_erase
函数原型	flash_status_type flash_internal_all_erase(void);
功能描述	擦除内部闪存数据
输入参数	无
输出参数	无
返回值	操作状态，该参数详细描述见 *flash_status_type*
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
flash_status_type status = FLASH_OPERATE_DONE;
flash_unlock();
status = flash_internal_all_erase();
```

5.13.18 函数 flash_bank1_erase

下表描述了函数 flash_bank1_erase

表 360. 函数 flash_bank1_erase

项目	描述
函数名	flash_bank1_erase
函数原型	flash_status_type flash_bank1_erase(void);
功能描述	擦除内部闪存块 1 数据
输入参数	无
输出参数	无
返回值	操作状态，该参数详细描述见 *flash_status_type*
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
flash_status_type status = FLASH_OPERATE_DONE;
flash_bank1_unlock();
status = flash_bank1_erase();
```

5.13.19 函数 flash_bank2_erase

下表描述了函数 flash_bank2_erase

表 361. 函数 flash_bank2_erase

项目	描述
函数名	flash_bank2_erase
函数原型	flash_status_type flash_bank2_erase(void);
功能描述	擦除内部闪存块 2 数据
输入参数	无
输出参数	无
返回值	操作状态，该参数详细描述见 *flash_status_type*
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
flash_status_type status = FLASH_OPERATE_DONE;
flash_bank2_unlock();
status = flash_bank2_erase();
```

5.13.20 函数 flash_user_system_data_erase

下表描述了函数 flash_user_system_data_erase

表 362. 函数 flash_user_system_data_erase

项目	描述
函数名	flash_user_system_data_erase
函数原型	flash_status_type flash_user_system_data_erase(void);
功能描述	擦除用户系统数据区数据

项目	描述
输入参数	无
输出参数	无
返回值	操作状态，该参数详细描述见 *flash_status_type*
先决条件	无
被调用函数	无

注意：该函数会保持执行前闪存访问保护（FAP）的状态，仅擦除用户系统数据区除了 FAP 之外的其余数据。

示例

```
flash_status_type status = FLASH_OPERATE_DONE;
flash_unlock();
status = flash_user_system_data_erase();
```

5.13.21 函数 flash_eopb0_config

下表描述了函数 flash_eopb0_config

表 363. 函数 flash_eopb0_config

项目	描述
函数名	flash_eopb0_config
函数原型	flash_status_type flash_eopb0_config(flash_usd_eopb0_type data);
功能描述	扩充内存系统选项配置
输入参数	data：扩充的内存大小选项，具体值参考 flash_usd_eopb0_type
输出参数	无
返回值	操作状态，该参数详细描述见 *flash_status_type*
先决条件	无
被调用函数	无

flash_usd_eopb0_type

FLASH_EOPB0_SRAM_512K	内存扩展为 512k，闪存零等待区 128k
FLASH_EOPB0_SRAM_448K	内存扩展为 448k，闪存零等待区 192k
FLASH_EOPB0_SRAM_384K	内存扩展为 384k，闪存零等待区 256k
FLASH_EOPB0_SRAM_320K	内存扩展为 320k，闪存零等待区 320k
FLASH_EOPB0_SRAM_256K	内存扩展为 256k，闪存零等待区 384k
FLASH_EOPB0_SRAM_192K	内存扩展为 192k，闪存零等待区 448k
FLASH_EOPB0_SRAM_128K	内存扩展为 128k，闪存零等待区 512k

示例

```
flash_status_type status = FLASH_OPERATE_DONE;
flash_unlock();
status = flash_eopb0_config(FLASH_EOPB0_SRAM_512K);
```

5.13.22 函数 flash_word_program

下表描述了函数 flash_word_program

表 364. 函数 flash_word_program

项目	描述
函数名	flash_word_program
函数原型	flash_status_type flash_word_program(uint32_t address, uint32_t data);
功能描述	编程一个字的数据到指定的地址
输入参数 1	address：编程的地址，需字对齐
输入参数 2	data：编程的数据
输出参数	无
返回值	操作状态，该参数详细描述见 *flash_status_type*
先决条件	该地址的闪存数据必须全是 0xFF 才允许编程
被调用函数	无

示例

```
flash_status_type status = FLASH_OPERATE_DONE;
uint32_t i;
flash_unlock();
status = flash_sector_erase(0x08001000);
if(status = FLASH_OPERATE_DONE)
{
  /* program 256 words */
  for(I = 0; I < 256; i++)
  {
    status = flash_word_program(0x08001000 + i*4, i);
  }
}
```

5.13.23 函数 flash_halfword_program

下表描述了函数 flash_halfword_program

表 365. 函数 flash_halfword_program

项目	描述
函数名	flash_halfword_program
函数原型	flash_status_type flash_halfword_program(uint32_t address, uint16_t data);
功能描述	编程一个半字的数据到指定的地址
输入参数 1	address：编程的地址，需半字对齐
输入参数 2	data：编程的数据
输出参数	无
返回值	操作状态，该参数详细描述见 *flash_status_type*
先决条件	该地址的闪存数据必须全是 0xFF 才允许编程
被调用函数	无

示例

```
flash_status_type status = FLASH_OPERATE_DONE;
uint32_t i;
flash_unlock();
status = flash_sector_erase(0x08001000);
if(status = FLASH_OPERATE_DONE)
```

```
{
  /* program 256 halfwords */
  for(I = 0; I < 256; i++)
  {
    status = flash_halfword_program(0x08001000 + i*2, (uint16_t)i);
  }
}
```

5.13.24 函数 flash_byte_program

下表描述了函数 flash_byte_program

表 366. 函数 flash_byte_program

项目	描述
函数名	flash_byte_program
函数原型	flash_status_type flash_byte_program(uint32_t address, uint8_t data);
功能描述	编程一个字节的数据到指定的地址
输入参数 1	address：编程的地址
输入参数 2	data：编程的数据
输出参数	无
返回值	操作状态，该参数详细描述见 *flash_status_type*
先决条件	该地址的闪存数据必须是 0xFF 才允许编程
被调用函数	无

示例

```
flash_status_type status = FLASH_OPERATE_DONE;
uint32_t i;
flash_unlock();
status = flash_sector_erase(0x08001000);
if(status = FLASH_OPERATE_DONE)
{
  /* program 256 bytes */
  for(I = 0; I < 256; i++)
  {
    status = flash_byte_program(0x08001000 + i*2, (uint8_t)i);
  }
}
```

5.13.25 函数 flash_user_system_data_program

下表描述了函数 flash_user_system_data_program

表 367. 函数 flash_user_system_data_program

项目	描述
函数名	flash_user_system_data_program
函数原型	flash_status_type flash_user_system_data_program (uint32_t address, uint8_t data);
功能描述	编程一个字节的数据到指定的用户系统数据区地址

项目	描述
输入参数 1	address：编程的地址
输入参数 2	data：编程的数据
输出参数	无
返回值	操作状态，该参数详细描述见 *flash_status_type*
先决条件	该地址的用户系统数据及其反码数据必须都是 0xFF 才允许编程
被调用函数	无

示例

```
flash_status_type status = FLASH_OPERATE_DONE;
flash_unlock();
status = flash_user_system_data_erase();
if(status = FLASH_OPERATE_DONE)
{
  /* program user system data */
  status = flash_user_system_data_program(0x1FFFF804, 0x55);
}
```

5.13.26 函数 flash_epp_set

下表描述了函数 flash_epp_set

表 368. 函数 flash_epp_set

项目	描述
函数名	flash_epp_set
函数原型	flash_status_type flash_epp_set(uint32_t *sector_bits);
功能描述	配置擦除编程保护
输入参数	*sector_bits：擦除编程保护扇区地址范围的指针，位 31~0 每一位保护 4KB 范围的扇区，位 62~32 每一位保护 128KB 范围的扇区，位置 1 表示开启对应范围扇区的保护
输出参数	无
返回值	操作状态，该参数详细描述见 *flash_status_type*
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
flash_status_type status = FLASH_OPERATE_DONE;
uint32_t epp_val[2];
flash_unlock();
status = flash_user_system_data_erase();
if(status = FLASH_OPERATE_DONE)
{
  epp_val[0] = 0x00000001;
  epp_val[1] = 0x00000001;
  /* program epp */
  status = flash_epp_set(epp_val);
}
```

5.13.27 函数 flash_epp_status_get

下表描述了函数 flash_epp_status_get

表 369. 函数 flash_epp_status_get

项目	描述
函数名	flash_epp_status_get
函数原型	void flash_epp_status_get(uint32_t *sector_bits);
功能描述	获取擦除编程保护状态
输入参数	无
输出参数	*sector_bits：擦除编程保护扇区地址范围的指针，位 31~0 每一位保护 4KB 范围的扇区，位 62~32 每一位保护 128KB 范围的扇区，位置 1 表示开启对应范围扇区的保护
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
uint32_t epp_val[2];
/* get epp status */
flash_epp_status_get(epp_val);
```

5.13.28 函数 flash_fap_enable

下表描述了函数 flash_fap_enable

表 370. 函数 flash_fap_enable

项目	描述
函数名	flash_fap_enable
函数原型	flash_status_type flash_fap_enable(confirm_state new_state);
功能描述	配置访问保护
输入参数	new_state：配置访问保护状态 该参数可以选取自其中之一 ： TRUE，FALSE.
输出参数	无
返回值	操作状态，该参数详细描述见 *flash_status_type*
先决条件	无
被调用函数	无

注意：该函数将擦除所有用户系统数据区数据，如果调用之前有编程其他用户系统数据，调用后需重新编程。

示例

```
flash_status_type status = FLASH_OPERATE_DONE;
flash_unlock();
status = flash_fap_enable(TRUE);
```

5.13.29 函数 flash_fap_status_get

下表描述了函数 flash_fap_status_get

表 371. 函数 flash_fap_status_get

项目	描述
函数名	flash_fap_status_get
函数原型	flag_status flash_fap_status_get(void);
功能描述	获取访问保护状态
输入参数	无
输出参数	无
返回值	flag_status：标志位的状态 该返回值可为其中之一 ： SET，RESET.
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
flag_status status;
status = flash_fap_status_get();
```

5.13.30 函数 flash_ssb_set

下表描述了函数 flash_ssb_set

表 372. 函数 flash_ssb_set

项目	描述
函数名	flash_ssb_set
函数原型	flash_status_type flash_ssb_set(uint8_t usd_ssb);
功能描述	配置系统配置字节
输入参数	usd_ssb：系统配置字节值，是其各组数据组合后的值，必须包括其所有数据。各 bit 定义见 *ssb_data_define*
输出参数	无
返回值	操作状态，该参数详细描述见 *flash_status_type*
先决条件	无
被调用函数	无

ssb_data_define

type 1:

USD_WDT_ATO_DISABLE 看门狗自动启动失能

USD_WDT_ATO_ENABLE 看门狗自动启动使能

type 2:

USD_DEPSLP_NO_RST 进入深度睡眠时不产生复位

USD_DEPSLP_RST 进入深度睡眠时产生复位

type 3:USD_STDBY_NO_RST 进入待机模式时不产生复位

USD_STDBY_RST 进入待机模式时产生复位

type 4:

FLASH_BOOT_FROM_BANK1 闪存从内部闪存块 1 启动

FLASH_BOOT_FROM_BANK2 闪存从内部闪存块 2 启动

type 5:

USD_WDT_DEPSLP_CONTINUE 深度睡眠模式时看门狗继续计数

USD_WDT_DEPSLP_STOP 深度睡眠模式时看门狗停止计数

type 6:

USD_WDT_STDBY_CONTINUE　待机模式时看门狗继续计数
USD_WDT_STDBY_STOP　待机模式时看门狗停止计数

示例

```
flash_status_type status = FLASH_OPERATE_DONE;
flash_unlock();
status = flash_user_system_data_erase();
if(status = FLASH_OPERATE_DONE)
{
  status = flash_ssb_set(USD_WDT_ATO_DISABLE | USD_DEPSLP_NO_RST | USD_STDBY_RST |
FLASH_BOOT_FROM_BANK1);
}
```

5.13.31 函数 flash_ssb_status_get

下表描述了函数 flash_ssb_status_get

表 373. 函数 flash_ssb_status_get

项目	描述
函数名	flash_ssb_status_get
函数原型	uint8_t flash_ssb_status_get(void);
功能描述	获取系统配置字节状态
输入参数	无
输出参数	无
返回值	系统配置字节值，该值对应 bit 含义可参考 *ssb_data_define*
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
uint8_t ssb_val;
ssb_val = flash_ssb_status_get();
```

5.13.32 函数 flash_interrupt_enable

下表描述了函数 flash_interrupt_enable

表 374. 函数 flash_interrupt_enable

项目	描述
函数名	flash_interrupt_enable
函数原型	void flash_interrupt_enable(uint32_t flash_int, confirm_state new_state);
功能描述	配置闪存中断
输入参数 1	flash_int：闪存中断类型，可以是任意类型组合，详细类型描述可见 *flash_interrupt_type*
输入参数 2	new_state：配置中断状态 该参数可以选取自其中之一 ： TRUE，FALSE.
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无

项目	描述
被调用函数	无

flash_interrupt_type

FLASH_ERR_INT	闪存错误中断
FLASH_ODF_INT	闪存操作完成中断
FLASH_BANK1_ERR_INT	内部闪存块 1 错误中断
FLASH_BANK1_ODF_INT	内部闪存块 1 操作完成中断
FLASH_BANK2_ERR_INT	内部闪存块 2 错误中断
FLASH_BANK2_ODF_INT	内部闪存块 2 操作完成中断

示例

```
flash_interrupt_enable(FLASH_BANK1_ERR_INT | FLASH_BANK1_ODF_INT, TRUE);
```

5.13.33 函数 flash_slib_enable

下表描述了函数 flash_slib_enable

表 375. 函数 flash_slib_enable

项目	描述
函数名	flash_slib_enable
函数原型	flash_status_type flash_slib_enable(uint32_t pwd, uint16_t start_sector, uint16_t inst_start_sector, uint16_t end_sector);
功能描述	使能安全库区功能，并配置其地址范围
输入参数 1	pwd：安全库区密码，安全库区数据为密文存储，加密计算跟其相关联，解除时需输入正确的密码
输入参数 2	start_sector：安全库区开始扇区号码
输入参数 3	inst_start_sector：安全库区指令区开始扇区号码
输入参数 4	end_sector：安全库区结束扇区号码
输出参数	无
返回值	操作状态，该参数详细描述见 *flash_status_type*
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
flash_status_type status = FLASH_OPERATE_DONE;
status = flash_slib_enable(0x12345678, 0x04, 0x05, 0x06);
```

5.13.34 函数 flash_slib_disable

下表描述了函数 flash_slib_disable

表 376. 函数 flash_slib_disable

项目	描述
函数名	flash_slib_disable
函数原型	error_status flash_slib_disable(uint32_t pwd);
功能描述	失能安全库区功能
输入参数	pwd：安全库区密码，需输入正确的密码，否则必须复位后才能再次输入
输出参数	无

项目	描述
返回值	错误状态 该值为其中之一 ： ERROE，SUCCESS.
先决条件	无
被调用函数	无

注意：调用该函数成功后会执行内部闪存全擦除操作。

示例

```
error_status status;
status = flash_slib_disable(0x12345678);
```

5.13.35 函数 flash_slib_remaining_count_get

下表描述了函数 flash_slib_remaining_count_get

表 377. 函数 flash_slib_remaining_count_get

项目	描述
函数名	flash_slib_remaining_count_get
函数原型	uint32_t flash_slib_remaining_count_get(void);
功能描述	获取安全库区功能剩余可使用次数
输入参数	无
输出参数	无
返回值	安全库区功能剩余可使用次数.
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
uint32_t num;
num = flash_slib_remaining_count_get();
```

5.13.36 函数 flash_slib_state_get

下表描述了函数 flash_slib_state_get

表 378. 函数 flash_slib_state_get

项目	描述
函数名	flash_slib_state_get
函数原型	flag_status flash_slib_state_get(void);
功能描述	获取安全库区功能状态
输入参数	无
输出参数	无
返回值	flag_status：标志位的状态 该返回值可为其中之一 ： SET，RESET.
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
flag_status status;
status = flash_slib_state_get();
```

5.13.37 函数 flash_slib_start_sector_get

下表描述了函数 flash_slib_start_sector_get

表 379. 函数 flash_slib_start_sector_get

项目	描述
函数名	flash_slib_start_sector_get
函数原型	uint16_t flash_slib_start_sector_get(void);
功能描述	获取安全库区起始扇区号码
输入参数	无
输出参数	无
返回值	安全库区起始扇区号码
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
uint16_t num;
num = flash_slib_start_sector_get();
```

5.13.38 函数 flash_slib_inststart_sector_get

下表描述了函数 flash_slib_inststart_sector_get

表 380. 函数 flash_slib_inststart_sector_get

项目	描述
函数名	flash_slib_inststart_sector_get
函数原型	uint16_t flash_slib_inststart_sector_get(void);
功能描述	获取安全库区指令区起始扇区号码
输入参数	无
输出参数	无
返回值	安全库区指令区起始扇区号码
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
uint16_t num;
num = flash_slib_inststart_sector_get();
```

5.13.39 函数 flash_slib_end_sector_get

下表描述了函数 flash_slib_end_sector_get

表 381. 函数 flash_slib_end_sector_get

项目	描述
函数名	flash_slib_end_sector_get
函数原型	uint16_t flash_slib_end_sector_get(void);
功能描述	获取安全库区结束扇区号码
输入参数	无

项目	描述
输出参数	无
返回值	安全库区结束扇区号码
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
uint16_t num;
num = flash_slib_end_sector_get();
```

5.13.40 函数 flash_crc_calibrate

下表描述了函数 flash_crc_calibrate

表 382. 函数 flash_crc_calibrate

项目	描述
函数名	flash_crc_calibrate
函数原型	uint32_t flash_crc_calibrate(uint32_t start_sector, uint32_t sector_cnt);
功能描述	内部闪存指定范围扇区的 CRC 计算
输入参数 1	start_sector：CRC 计算开始扇区号码
输入参数 2	sector_cnt：CRC 计算扇区个数
输出参数	无
返回值	计算的 CRC 值
先决条件	无
被调用函数	无

注意：计算的扇区不能既包括安全库区又包括普通区域，必须只能单一区域。

示例

```
uint32_t crc_val;
crc_val = flash_crc_calibrate(0, 10);
```

5.13.41 函数 flash_nzw_boost_enable

下表描述了函数 flash_nzw_boost_enable

表 383. 函数 flash_nzw_boost_enable

项目	描述
函数名	flash_nzw_boost_enable
函数原型	void flash_nzw_boost_enable(confirm_state new_state);
功能描述	闪存非零等待区加速使能
输入参数	new_state：配置非零等待区加速状态 该参数可以选取自其中之一 ： TRUE，FALSE.
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
flash_nzw_boost_enable(TRUE);
```

5.13.42 函数 flash_continue_read_enable

下表描述了函数 flash_continue_read_enable

表 384. 函数 flash_continue_read_enable

项目	描述
函数名	flash_continue_read_enable
函数原型	void flash_continue_read_enable(confirm_state new_state);
功能描述	闪存连续读取使能
输入参数	new_state：配置连续读取状态 该参数可以选取自其中之一 ： TRUE，FALSE.
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
flash_continue_read_enable(TRUE);
```

5.14 通用和复用功能输出输出（GPIO/IOMUX）

GPIO 寄存器结构 gpio_type，定义于文件“at32f435_437_gpio.h”如下：

```
/**
  * @brief type define gpio register all
  */
typedef struct
{


} gpio_type;
```

下表给出了 GPIO 寄存器总览：

表 385. GPIO 寄存器对应表

寄存器	描述
cfgr	GPIO 配置寄存器
omode	GPIO 输出模式寄存器
odrvr	GPIO 电流推动/吸入能力切换控制寄存器
pull	GPIO 上/下拉寄存器
idt	GPIO 输入数据寄存器
odt	GPIO 输出数据寄存器
scr	GPIO 设置/清除寄存器
wpr	GPIO 写保护寄存器
muxl	GPIO 复用低位寄存器
muxh	GPIO 复用高位寄存器
clr	GPIO 位清除寄存器

寄存器	描述
hdrv	极大电流推动/吸入能力切换控制寄存器

下表给出了 GPIO 和 IOMUX 库函数总览：

表 386. GPIO 和 IOMUX 库函数总览

函数名	描述
gpio_reset	GPIO 由 CRM 复位寄存器复位
gpio_init	初始化 GPIO 外设
gpio_default_para_init	初始化 GPIO 默认参数
gpio_input_data_bit_read	读取指定的 GPIO 输入端口的引脚
gpio_input_data_read	读取指定的 GPIO 输入端口
gpio_output_data_bit_read	读取指定的 GPIO 输出端口的引脚
gpio_output_data_read	读取指定的 GPIO 输出端口
gpio_bits_set	置位 GPIO 引脚
gpio_bits_reset	复位 GPIO 引脚
gpio_bits_toggle	翻转 GPIO 引脚
gpio_bits_write	写 GPIO 引脚值
gpio_port_write	写 GPIO 端口值
gpio_pin_wp_config	配置 GPIO 引脚写保护
gpio_pins_huge_driven_config	配置 GPIO 引脚极大电流推动/吸入能力
gpio_pin_mux_config	配置引脚 IOMUX 功能

5.14.1 函数 gpio_reset

下表描述了函数 gpio_reset

表 387. 函数 gpio_reset

项目	描述
函数名	gpio_reset
函数原型	void gpio_reset(gpio_type *gpio_x);
功能描述	GPIO 由 CRM 复位寄存器复位
输入参数	gpio_x：所选择的 GPIO 外设，该参数可以选取自其中之一： GPIOA, GPIOB, GPIOC, GPIOD, GPIOE, GPIOF, GPIOG, GPIOH
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	crm_periph_reset();

示例

```
gpio_reset(GPIOA);
```

5.14.2 函数 gpio_init

下表描述了函数 gpio_init

表 388. 函数 gpio_init

项目	描述
函数名	gpio_init
函数原型	void gpio_init(gpio_type *gpio_x, gpio_init_type *gpio_init_struct);
功能描述	初始化 GPIO 外设
输入参数 1	gpio_x：所选择的 GPIO 外设，该参数可以选取自其中之一： GPIOA, GPIOB, GPIOC, GPIOD, GPIOE, GPIOF, GPIOG, GPIOH
输入参数 2	gpio_init_struct：指向结构体 gpio_init_type 的指针
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

gpio_init_type structure

gpio_init_type 在 at32f435_437_gpio.h 中

```
typedef struct
{
  uint32_t                gpio_pins;
  gpio_output_type        gpio_out_type;
  gpio_pull_type          gpio_pull;
  gpio_mode_type          gpio_mode;
  gpio_drive_type         gpio_drive_strength;
} gpio_init_type;
```

gpio_pins

选择需要配置的 GPIO 引脚

GPIO_PINS_0： GPIO 引脚 0
GPIO_PINS_1： GPIO 引脚 1
GPIO_PINS_2： GPIO 引脚 2
GPIO_PINS_3： GPIO 引脚 3
GPIO_PINS_4： GPIO 引脚 4
GPIO_PINS_5： GPIO 引脚 5
GPIO_PINS_6： GPIO 引脚 6
GPIO_PINS_7： GPIO 引脚 7
GPIO_PINS_8： GPIO 引脚 8
GPIO_PINS_9： GPIO 引脚 9
GPIO_PINS_10： GPIO 引脚 10
GPIO_PINS_11： GPIO 引脚 11
GPIO_PINS_12： GPIO 引脚 12
GPIO_PINS_13： GPIO 引脚 13
GPIO_PINS_14： GPIO 引脚 14
GPIO_PINS_15： GPIO 引脚 15

gpio_out_type

设置 GPIO 输出类型

GPIO_OUTPUT_PUSH_PULL： GPIO 推挽输出模式
GPIO_OUTPUT_OPEN_DRAIN： GPIO 开漏输出模式

gpio_pull

设置 GPIO 上下拉模式

GPIO_PULL_NONE： GPIO 无上下拉
GPIO_PULL_UP： GPIO 上拉模式
GPIO_PULL_DOWN： GPIO 下拉模式

gpio_mode

设置 GPIO 模式

GPIO_MODE_INPUT： 配置 GPIO 为输入模式
GPIO_MODE_OUTPUT： 配置 GPIO 为输出模式
GPIO_MODE_MUX： 配置 GPIO 为复用模式
GPIO_MODE_ANALOG： 配置 GPIO 为模拟模式

gpio_drive_strength

设置 GPIO 驱动能力

GPIO_DRIVE_STRENGTH_STRONGER：较大电流推动/吸入能力
GPIO_DRIVE_STRENGTH_MODERATE：适中电流推动/吸入能力

示例

```
gpio_init_type gpio_init_struct;
gpio_init_struct.gpio_pins = GPIO_PINS_0;
gpio_init_struct.gpio_mode = GPIO_MODE_MUX;
gpio_init_struct.gpio_out_type = GPIO_OUTPUT_PUSH_PULL;
gpio_init_struct.gpio_pull = GPIO_PULL_NONE;
gpio_init_struct.gpio_drive_strength = GPIO_DRIVE_STRENGTH_STRONGER;
gpio_init(GPIOA, &gpio_init_struct);
```

5.14.3 函数 gpio_default_para_init

下表描述了函数 gpio_default_para_init

表 389. 函数 gpio_default_para_init

项目	描述
函数名	gpio_default_para_init
函数原型	void gpio_default_para_init(gpio_init_type *gpio_init_struct);
功能描述	初始化 GPIO 默认参数
输入参数	gpio_init_struct：指向结构体 gpio_init_type 的指针
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

下表描述了 gpio_init_struct 各个成员的默认值

表 390. gpio_init_struct 默认值

成员	默认值
gpio_pins	GPIO_PINS_ALL
gpio_mode	GPIO_MODE_INPUT
gpio_out_type	GPIO_OUTPUT_PUSH_PULL
gpio_pull	GPIO_PULL_NONE
gpio_drive_strength	GPIO_DRIVE_STRENGTH_STRONGER

示例

```
gpio_init_type gpio_init_struct;
gpio_default_para_init(&gpio_init_struct);
```

5.14.4 函数 gpio_input_data_bit_read

下表描述了函数 gpio_input_data_bit_read

表 391. 函数 gpio_input_data_bit_read

项目	描述
函数名	gpio_input_data_bit_read
函数原型	flag_status gpio_input_data_bit_read(gpio_type *gpio_x, uint16_t pins);
功能描述	读取指定的 GPIO 输入端口的引脚
输入参数 1	gpio_x：所选择的 GPIO 外设，该参数可以选取自其中之一： GPIOA, GPIOB, GPIOC, GPIOD, GPIOE, GPIOF, GPIOG, GPIOH
输入参数 2	pins：将要配置的 GPIO 引脚，参考 *gpio_pins* 查看取值范围
输出参数	无
返回值	读取的 GPIO 输入引脚状态
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
gpio_input_data_bit_read(GPIOA, GPIO_PINS_0);
```

5.14.5 函数 gpio_input_data_read

下表描述了函数 gpio_input_data_read

表 392. 函数 gpio_input_data_read

项目	描述
函数名	gpio_input_data_read
函数原型	uint16_t gpio_input_data_read(gpio_type *gpio_x);
功能描述	读取指定的 GPIO 输入端口
输入参数	gpio_x：所选择的 GPIO 外设，该参数可以选取自其中之一： GPIOA, GPIOB, GPIOC, GPIOD, GPIOE, GPIOF, GPIOG, GPIOH
输出参数	无
返回值	读取的 GPIO 输入端口状态
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
gpio_input_data_read(GPIOA);
```

5.14.6 函数 gpio_output_data_bit_read

下表描述了函数 gpio_output_data_bit_read

表 393. 函数 gpio_output_data_bit_read

项目	描述
函数名	gpio_output_data_bit_read

项目	描述
函数原型	uint16_t gpio_output_data_bit_read(gpio_type *gpio_x);
功能描述	读取指定的 GPIO 输出端口的引脚
输入参数 1	gpio_x：所选择的 GPIO 外设，该参数可以选取自其中之一： GPIOA, GPIOB, GPIOC, GPIOD, GPIOE, GPIOF, GPIOG, GPIOH
输入参数 2	pins：将要配置的 GPIO 引脚，参考 *gpio_pins* 查看取值范围
输出参数	无
返回值	读取的 GPIO 输出引脚状态
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
gpio_output_data_bit_read(GPIOA, GPIO_PINS_0);
```

5.14.7 函数 gpio_output_data_read

下表描述了函数 gpio_output_data_read

表 394. 函数 gpio_output_data_read

项目	描述
函数名	gpio_output_data_read
函数原型	uint16_t gpio_output_data_read(gpio_type *gpio_x);
功能描述	读取指定的 GPIO 输出端口
输入参数	gpio_x：所选择的 GPIO 外设，该参数可以选取自其中之一： GPIOA, GPIOB, GPIOC, GPIOD, GPIOE, GPIOF, GPIOG, GPIOH
输出参数	无
返回值	读取的 GPIO 输出端口状态
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
gpio_output_data_read(GPIOA);
```

5.14.8 函数 gpio_bits_set

下表描述了函数 gpio_bits_set

表 395. 函数 gpio_bits_set

项目	描述
函数名	gpio_bits_set
函数原型	void gpio_bits_set(gpio_type *gpio_x, uint16_t pins);
功能描述	置位 GPIO 引脚
输入参数 1	gpio_x：所选择的 GPIO 外设，该参数可以选取自其中之一： GPIOA, GPIOB, GPIOC, GPIOD, GPIOE, GPIOF, GPIOG, GPIOH
输入参数 2	pins：将要配置的 GPIO 引脚，参考 *gpio_pins* 查看取值范围
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无

项目	描述
被调用函数	无

示例

```
gpio_bits_set(GPIOA, GPIO_PINS_0);
```

5.14.9 函数 gpio_bits_reset

下表描述了函数 gpio_bits_reset

表 396. 函数 gpio_bits_reset

项目	描述
函数名	gpio_bits_reset
函数原型	void gpio_bits_reset(gpio_type *gpio_x, uint16_t pins);
功能描述	复位 GPIO 引脚
输入参数 1	gpio_x：所选择的 GPIO 外设，该参数可以选取自其中之一： GPIOA, GPIOB, GPIOC, GPIOD, GPIOE, GPIOF, GPIOG, GPIOH
输入参数 2	pins：将要配置的 GPIO 引脚，参考 *gpio_pins* 查看取值范围
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
gpio_bits_reset(GPIOA, GPIO_PINS_0);
```

5.14.10 函数 gpio_bits_write

下表描述了函数 gpio_bits_write

表 397. 函数 gpio_bits_write

项目	描述
函数名	gpio_bits_write
函数原型	void gpio_bits_write(gpio_type *gpio_x, uint16_t pins, confirm_state bit_state);
功能描述	写 GPIO 引脚值
输入参数 1	gpio_x：所选择的 GPIO 外设，该参数可以选取自其中之一： GPIOA, GPIOB, GPIOC, GPIOD, GPIOE, GPIOF, GPIOG, GPIOH
输入参数 2	pins：将要配置的 GPIO 引脚，参考 *gpio_pins* 查看取值范围
输入参数 3	bit_state：将要写入的 GPIO 引脚值，可选择 1（TRUE）或 0（FALSE）
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
gpio_bits_write(GPIOA, GPIO_PINS_0, TRUE);
```

5.14.11 函数 gpio_bits_toggle

下表描述了函数 gpio_bits_toggle

表 398. 函数 gpio_bits_toggle

项目	描述
函数名	gpio_bits_toggle
函数原型	void gpio_bits_toggle(gpio_type *gpio_x, uint16_t pins);
功能描述	翻转 GPIO 引脚
输入参数 1	gpio_x：所选择的 GPIO 外设，该参数可以选取自其中之一： GPIOA, GPIOB, GPIOC, GPIOD, GPIOE, GPIOF, GPIOG, GPIOH
输入参数 2	pins：将要配置的 GPIO 引脚，参考 *gpio_pins* 查看取值范围
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
gpio_bits_toggle (GPIOA, GPIO_PINS_0);
```

5.14.12 函数 gpio_port_write

下表描述了函数 gpio_port_write

表 399. 函数 gpio_port_write

项目	描述
函数名	gpio_port_write
函数原型	void gpio_port_write(gpio_type *gpio_x, uint16_t port_value);
功能描述	写 GPIO 端口值
输入参数 1	gpio_x：所选择的 GPIO 外设，该参数可以选取自其中之一： GPIOA, GPIOB, GPIOC, GPIOD, GPIOE, GPIOF, GPIOG, GPIOH
输入参数 2	port_value：将要写入的端口值，可取 0x0000~0xFFFF
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
gpio_port_write(GPIOA, 0xFFFF);
```

5.14.13 函数 gpio_pin_wp_config

下表描述了函数 gpio_pin_wp_config

表 400. 函数 gpio_pin_wp_config

项目	描述
函数名	gpio_pin_wp_config
函数原型	void gpio_pin_wp_config(gpio_type *gpio_x, uint16_t pins);
功能描述	配置 GPIO 引脚写保护

项目	描述
输入参数 1	gpio_x：所选择的 GPIO 外设，该参数可以选取自其中之一： GPIOA, GPIOB, GPIOC, GPIOD, GPIOE, GPIOF, GPIOG, GPIOH
输入参数 2	pins：将要配置的 GPIO 引脚，参考 *gpio_pins* 查看取值范围
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
gpio_pin_wp_config(GPIOA, GPIO_PINS_0);
```

5.14.14 函数 gpio_pins_huge_driven_config

下表描述了函数 gpio_pins_huge_driven_config

表 401. 函数 gpio_pins_huge_driven_config

项目	描述
函数名	gpio_pins_huge_driven_config
函数原型	void gpio_pins_huge_driven_config(gpio_type *gpio_x, uint16_t pins, confirm_state new_state);
功能描述	配置 GPIO 引脚极大电流推动/吸入能力
输入参数 1	gpio_x：所选择的 GPIO 外设，该参数可以选取自其中之一： GPIOA, GPIOB, GPIOC, GPIOD, GPIOE, GPIOF, GPIOG, GPIOH
输入参数 2	pins：将要配置的 GPIO 引脚，参考 *gpio_pins* 查看取值范围
输入参数 3	new_state：将要配置的极大电流推动/吸入能力状态，可选择启用（TRUE）或禁用（FALSE）
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
gpio_pins_huge_driven_config(GPIOA, GPIO_PINS_0, TRUE);
```

5.14.15 函数 gpio_pin_mux_config

下表描述了函数 gpio_pin_mux_config

表 402. 函数 gpio_pin_mux_config

项目	描述
函数名	gpio_pin_mux_config
函数原型	void gpio_pin_mux_config(gpio_type *gpio_x, gpio_pins_source_type gpio_pin_source, gpio_mux_sel_type gpio_mux);
功能描述	配置引脚 IOMUX 功能
输入参数 1	gpio_x：所选择的 GPIO 外设，该参数可以选取自其中之一： GPIOA, GPIOB, GPIOC, GPIOD, GPIOE, GPIOF, GPIOG, GPIOH
输入参数 2	gpio_pin_source：将要配置的 GPIO 引脚

项目	描述
输入参数 3	gpio_mux：将要配置的 IOMUX 索引值
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

gpio_pin_source

设置 GPIO 引脚

GPIO_PINS_SOURCE0： GPIO 引脚 0
GPIO_PINS_SOURCE1： GPIO 引脚 1
GPIO_PINS_SOURCE2： GPIO 引脚 2
GPIO_PINS_SOURCE3： GPIO 引脚 3
GPIO_PINS_SOURCE4： GPIO 引脚 4
GPIO_PINS_SOURCE5： GPIO 引脚 5
GPIO_PINS_SOURCE6： GPIO 引脚 6
GPIO_PINS_SOURCE7： GPIO 引脚 7
GPIO_PINS_SOURCE8： GPIO 引脚 8
GPIO_PINS_SOURCE9： GPIO 引脚 9
GPIO_PINS_SOURCE10： GPIO 引脚 10
GPIO_PINS_SOURCE11： GPIO 引脚 11
GPIO_PINS_SOURCE12： GPIO 引脚 12
GPIO_PINS_SOURCE13： GPIO 引脚 13
GPIO_PINS_SOURCE14： GPIO 引脚 14
GPIO_PINS_SOURCE15： GPIO 引脚 15

gpio_mux

选择要配置的 IOMUX 索引值

GPIO_MUX_0
GPIO_MUX_1
GPIO_MUX_2
GPIO_MUX_3
GPIO_MUX_4
GPIO_MUX_5
GPIO_MUX_6
GPIO_MUX_7
GPIO_MUX_8
GPIO_MUX_9
GPIO_MUX_10
GPIO_MUX_11
GPIO_MUX_12
GPIO_MUX_13
GPIO_MUX_14
GPIO_MUX_15

示例

```
gpio_pin_mux_config(GPIOA, GPIO_PINS_SOURCE0, GPIO_MUX_0);
```

5.15 I2C 接口（I2C）

I2C 寄存器结构 i2c_type，定义于文件“at32f435_437_i2c.h”如下：

```
/**
  * @brief type define i2c register all
  */
typedef struct
{


} i2c_type;
```

下表给出了 I2C 寄存器总览：

表 403. I2C 寄存器对应表

寄存器	描述
ctrl1	控制寄存器 1
ctrl2	控制寄存器 2
oaddr1	本机地址寄存器 1
oaddr2	本机地址寄存器 2
clkctrl	时序寄存器
timeout	超时寄存器
sts	状态寄存器
clr	状态清除寄存器
pec	PEC 寄存器
rxdt	接收寄存器
txdt	发送寄存器

下表给出了 I2C 库函数总览：

表 404. I2C 库函数总览

函数名	描述
i2c_reset	I2C 外设复位
i2c_init	I2C 初始化，设置总线速度、数字滤波器
i2c_own_address1_set	设置本机地址 1
i2c_own_address2_set	设置本机地址 2
i2c_own_address2_enable	本机地址 2 使能
i2c_smbus_enable	SMBus 模式使能
i2c_enable	I2C 外设使能
i2c_clock_stretch_enable	时钟延展使能
i2c_ack_enable	ACK 响应使能
i2c_addr10_mode_enable	主机发送 10 位地址模式使能
i2c_transfer_addr_set	设置主机发送的从机地址
i2c_transfer_addr_get	获取主机发送的从机地址
i2c_transfer_dir_set	设置主机数据传输方向
i2c_transfer_dir_get	从机获取数据传输方向

i2c_matched_addr_get	从机获取地址匹配值
i2c_auto_stop_enable	自动发送停止条件使能
i2c_reload_enable	发送数据重载模式使能
i2c_cnt_set	设置发送/接收数据个数
i2c_addr10_header_enable	10 位地址头读取时序使能
i2c_general_call_enable	广播地址使能
i2c_smbus_alert_set	SMBus 提醒引脚电平设置
i2c_slave_data_ctrl_enable	从机单个字节接收控制
i2c_pec_calculate_enable	PEC 计算使能
i2c_pec_transmit_enable	PEC 传输使能
i2c_pec_value_get	获取当前 PEC 值
i2c_timeout_set	设置时钟电平超时检测时间
i2c_timeout_detcet_set	设置时钟电平超时检测模式
i2c_timeout_enable	时钟电平超时检测使能
i2c_ext_timeout_set	设置累计时钟延展超时时间
i2c_ext_timeout_enable	累计时钟延展超时使能
i2c_interrupt_enable	I2C 中断使能
i2c_interrupt_get	中断使能状态获取
i2c_dma_enable	DMA 传输使能
i2c_transmit_set	主机启动传输配置
i2c_start_generate	产生起始条件
i2c_stop_generate	产生停止条件
i2c_data_send	发送数据
i2c_data_receive	接收数据
i2c_flag_get	获取标志
i2c_flag_clear	清除标志

表 405. I2C 应用层库函数总览

函数名	描述
i2c_config	I2C 应用层初始化
i2c_lowlevel_init	I2C 底层初始化
i2c_wait_end	I2C 等待数据传输结束
i2c_wait_flag	I2C 等待标志
i2c_master_transmit	I2C 主机发送数据（轮询模式）
i2c_master_receive	I2C 主机接收数据（轮询模式）
i2c_slave_transmit	I2C 从机发送数据（轮询模式）
i2c_slave_receive	I2C 从机接收数据（轮询模式）
i2c_master_transmit_int	I2C 主机发送数据（中断模式）
i2c_master_receive_int	I2C 主机接收数据（中断模式）
i2c_slave_transmit_int	I2C 从机发送数据（中断模式）
i2c_slave_receive_int	I2C 从机接收数据（中断模式）
i2c_master_transmit_dma	I2C 主机发送数据（DMA 模式）
i2c_master_receive_dma	I2C 主机接收数据（DMA 模式）
i2c_slave_transmit_dma	I2C 从机发送数据（DMA 模式）
i2c_slave_receive_dma	I2C 从机接收数据（DMA 模式）

i2c_smbus_master_transmit	SMBus 主机发送数据（轮询模式）
i2c_smbus_master_receive	SMBus 主机接收数据（轮询模式）
i2c_smbus_slave_transmit	SMBus 从机发送数据（轮询模式）
i2c_smbus_slave_receive	SMBus 从机接收数据（轮询模式）
i2c_memory_write	I2C 写数据到 EEPROM（轮询模式）
i2c_memory_write_int	I2C 写数据到 EEPROM（中断模式）
i2c_memory_write_dma	I2C 写数据到 EEPROM（DMA 模式）
i2c_memory_read	I2C 从 EEPROM 读数据（轮询模式）
i2c_memory_read_int	I2C 从 EEPROM 读数据（中断模式）
i2c_memory_read_dma	I2C 从 EEPROM 读数据（DMA 模式）
i2c_evt_irq_handler	I2C 事件中断函数
i2c_err_irq_handler	I2C 错误中断函数
i2c_dma_tx_irq_handler	I2C DMA 发送中断函数
i2c_dma_rx_irq_handler	I2C DMA 接收中断函数

5.15.1 函数 i2c_reset

下表描述了函数 i2c_reset

表 406. 函数 i2c_reset

项目	描述
函数名	i2c_reset
函数原型	void i2c_reset(i2c_type *i2c_x);
功能描述	通过 CRM（时钟和复位管理）复位 I2C 外设，把 I2C 所有寄存器复位成初始值
输入参数 1	i2c_x：所选择的 I2C 外设 该参数可以选取自其中之一：I2C1，I2C2，I2C3
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	void crm_periph_reset(crm_periph_reset_type value, confirm_state new_state)

示例

```
i2c_reset(I2C1);
```

5.15.2 函数 i2c_init

下表描述了函数 i2c_init

表 407. 函数 i2c_init

项目	描述
函数名	i2c_init
函数原型	void i2c_init(i2c_type *i2c_x, uint8_t dfilters, uint32_t clk);
功能描述	设置 I2C 总线速度，以及数字滤波器
输入参数 1	i2c_x：所选择的 I2C 外设 该参数可以选取自其中之一：I2C1，I2C2，I2C3
输入参数 2	dfilters：数字滤波器，范围 0x00~0x0F 推荐使用的时候将数字滤波器设置成最大值，可以有效滤除干扰

项目	描述
输入参数 3	clk：时序寄存器（I2C_CLKCTRL）值，用于控制 I2C 通讯速度。该值可以通过“Artery_I2C_Timing_Configuration”工具计算出来，使用方法可以看《AN0091_AT32F435_437_I2C_Application_Note》
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
i2c_init(I2C1, 0x0F, 0x80504C4E);
```

5.15.3 函数 i2c_own_address1_set

下表描述了函数 i2c_own_address1_set

表 408. 函数 i2c_own_address1_set

项目	描述
函数名	i2c_own_address1_set
函数原型	void i2c_own_address1_set(i2c_type *i2c_x, i2c_address_mode_type mode, uint16_t address);
功能描述	设置本机地址 1
输入参数 1	mode：本机地址 1 地址模式 参阅章节：mode 查阅更多该参数允许取值范围
输入参数 2	address：本机地址 1
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

mode

本机地址 1 地址模式

I2C_ADDRESS_MODE_7BIT： 7 位地址模式

I2C_ADDRESS_MODE_10BIT： 10 位地址模式

示例

```
i2c_own_address1_set(I2C1, I2C_ADDRESS_MODE_7BIT, 0xA0);
```

5.15.4 函数 i2c_own_address2_set

下表描述了函数 i2c_own_address2_set

表 409. 函数 i2c_own_address2_set

项目	描述
函数名	i2c_own_address2_set
函数原型	void i2c_own_address2_set(i2c_type *i2c_x, uint8_t address, i2c_addr2_mask_type mask);
功能描述	设置本机地址 2，只有在本机地址 2 使能后，此地址才有效。需要注意的是该地址只支持 7 位地址，不支持 10 位地址

项目	描述
输入参数 1	i2c_x：所选择的 I2C 外设 该参数可以选取自其中之一：I2C1，I2C2，I2C3
输入参数 2	address：本机地址 2
输入参数 3	mask：本机地址 2 位屏蔽 参阅章节：mask 查阅更多该参数允许取值范围
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

mask

本机地址 2 位屏蔽

I2C_ADDR2_NOMASK：　匹配地址位[7：1]

I2C_ADDR2_MASK01：　只匹配地址位[7：2]

I2C_ADDR2_MASK02：　只匹配地址位[7：3]

I2C_ADDR2_MASK03：　只匹配地址位[7：4]

I2C_ADDR2_MASK04：　只匹配地址位[7：5]

I2C_ADDR2_MASK05：　只匹配地址位[7：6]

I2C_ADDR2_MASK06：　只匹配地址位[7]

I2C_ADDR2_MASK07：　所有非 I2C 保留地址都会响应

示例

```
i2c_own_address2_set(I2C1, 0xB0, I2C_ADDR2_NOMASK);
```

5.15.5 函数 i2c_own_address2_enable

下表描述了函数 i2c_own_address2_enable

表 410. 函数 i2c_own_address2_enable

项目	描述
函数名	i2c_own_address2_enable
函数原型	void i2c_own_address2_enable(i2c_type *i2c_x, confirm_state new_state);
功能描述	本机地址 2 使能，只有在本机地址 2 使能了之后本机地址 2 才有效，需要和 i2c_own_address2_set 配合使用
输入参数 1	i2c_x：所选择的 I2C 外设 该参数可以选取自其中之一：I2C1，I2C2，I2C3
输入参数 2	new_state：地址 2 使能状态 该参数可以选取自其中之一：TRUE、FALSE
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
i2c_own_address2_enable(I2C1, TRUE);
```

5.15.6 函数 i2c_smbus_enable

下表描述了函数 i2c_smbus_enable

表 411. 函数 i2c_smbus_enable

项目	描述
函数名	i2c_smbus_enable
函数原型	void i2c_smbus_enable(i2c_type *i2c_x, i2c_smbus_mode_type mode, confirm_state new_state);
功能描述	SMBus 模式使能，上电复位后默认是 I2C 模式
输入参数 1	i2c_x：所选择的 I2C 外设 该参数可以选取自其中之一：I2C1，I2C2，I2C3
输入参数 2	mode：SMBus 模式选择 参阅章节：mode 查阅更多该参数允许取值范围
输入参数 3	new_state：SMBus 模式使能状态 该参数可以选取自其中之一：TRUE、FALSE
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

mode

SMBus 模式

I2C_SMBUS_MODE_DEVICE： SMBus 设备

I2C_SMBUS_MODE_HOST： SMBus 主机

示例

```
i2c_smbus_enable(I2C1, I2C_SMBUS_MODE_DEVICE, TRUE);
```

5.15.7 函数 i2c_enable

下表描述了函数 i2c_enable

表 412. 函数 i2c_enable

项目	描述
函数名	i2c_enable
函数原型	void i2c_enable(i2c_type *i2c_x, confirm_state new_state);
功能描述	I2C 外设使能
输入参数 1	i2c_x：所选择的 I2C 外设 该参数可以选取自其中之一：I2C1，I2C2，I2C3
输入参数 2	new_state：I2C 外设使能状态 该参数可以选取自其中之一：TRUE、FALSE
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
i2c_enable(I2C1, TRUE);
```

5.15.8 函数 i2c_clock_stretch_enable

下表描述了函数 i2c_clock_stretch_enable

表 413. 函数 i2c_clock_stretch_enable

项目	描述
函数名	i2c_clock_stretch_enable
函数原型	void i2c_clock_stretch_enable(i2c_type *i2c_x, confirm_state new_state);
功能描述	时钟延展模式使能，该函数用于从机，对主机无效，在大多数应用场景下，建议开启时钟延展，因为这样可以避免从机可能由于处理速度太慢导致数据来不及接收或发送而丢失数据，使用时需注意从机使用此功能的前提是主机要支持时钟延展，例如一些主机是用 IO 模拟的，那么一般是不支持这个特性的
输入参数 1	i2c_x：所选择的 I2C 外设 该参数可以选取自其中之一：I2C1，I2C2，I2C3
输入参数 2	new_state：时钟延展模式使能状态 该参数可以选取自其中之一：TRUE、FALSE
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
i2c_clock_stretch_enable(I2C1, TRUE);
```

5.15.9 函数 i2c_ack_enable

下表描述了函数 i2c_ack_enable

表 414. 函数 i2c_ack_enable

项目	描述
函数名	i2c_ack_enable
函数原型	void i2c_ack_enable(i2c_type *i2c_x, confirm_state new_state);
功能描述	设置 ACK 和 NACK 的响应，该函数用于主机和从机控制每一个字节的 ACK 或 NACK，关于 I2C 通讯协议上的 ACK 响应可以去看 I2C 协议或者是 AT32 参考手册
输入参数 1	i2c_x：所选择的 I2C 外设 该参数可以选取自其中之一：I2C1，I2C2，I2C3
输入参数 2	new_state：ACK 响应状态 该参数可以选取自其中之一：TRUE、FALSE
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
i2c_ack_enable(I2C1, TRUE);
```

5.15.10 函数 i2c_addr10_mode_enable

下表描述了函数 i2c_addr10_mode_enable

表 415. 函数 i2c_addr10_mode_enable

项目	描述
函数名	i2c_addr10_mode_enable
函数原型	void i2c_addr10_mode_enable(i2c_type *i2c_x, confirm_state new_state);
功能描述	主机发送 10 位地址模式使能
输入参数 1	i2c_x：所选择的 I2C 外设 该参数可以选取自其中之一：I2C1，I2C2，I2C3
输入参数 2	new_state：10 位地址模式使能状态 该参数可以选取自其中之一：TRUE、FALSE
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
i2c_addr10_mode_enable(I2C1, TRUE);
```

5.15.11 函数 i2c_transfer_addr_set

下表描述了函数 i2c_transfer_addr_set

表 416. 函数 i2c_transfer_addr_set

项目	描述
函数名	i2c_transfer_addr_set
函数原型	void i2c_transfer_addr_set(i2c_type *i2c_x, uint16_t address);
功能描述	设置主机发送的从机地址
输入参数 1	i2c_x：所选择的 I2C 外设 该参数可以选取自其中之一：I2C1，I2C2，I2C3
输入参数 2	address：从机地址
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
i2c_transfer_addr_set(I2C1, 0xA0);
```

5.15.12 函数 i2c_transfer_addr_get

下表描述了函数 i2c_transfer_addr_get

表 417. 函数 i2c_transfer_addr_get

项目	描述
函数名	i2c_transfer_addr_get
函数原型	uint16_t i2c_transfer_addr_get(i2c_type *i2c_x);

项目	描述
功能描述	获取主机发送的从机地址
输入参数 1	i2c_x：所选择的 I2C 外设 该参数可以选取自其中之一：I2C1，I2C2，I2C3
输出参数	无
返回值	uint16_t：主机发送的从机地址
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
i2c_transfer_addr_get(I2C1);
```

5.15.13 函数 i2c_transfer_dir_set

下表描述了函数 i2c_transfer_dir_set

表 418. 函数 i2c_transfer_dir_set

项目	描述
函数名	i2c_transfer_dir_set
函数原型	void i2c_transfer_dir_set(i2c_type *i2c_x, i2c_transfer_dir_type i2c_direction);
功能描述	设置主机数据传输方向
输入参数 1	i2c_x：所选择的 I2C 外设 该参数可以选取自其中之一：I2C1，I2C2，I2C3
输入参数 2	direction：数据传输方向 参阅章节：direction 查阅更多该参数允许取值范围
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

direction

数据传输方向

I2C_DIR_TRANSMIT： 主机发送数据

I2C_DIR_RECEIVE： 主机接收数据

示例

```
i2c_transfer_dir_set(I2C1, I2C_DIR_TRANSMIT);
```

5.15.14 函数 i2c_transfer_dir_get

下表描述了函数 i2c_transfer_dir_get

表 419. 函数 i2c_transfer_dir_get

项目	描述
函数名	i2c_transfer_dir_get
函数原型	i2c_transfer_dir_type i2c_transfer_dir_get(i2c_type *i2c_x);
功能描述	从机获取数据传输方向
输入参数 1	i2c_x：所选择的 I2C 外设 该参数可以选取自其中之一：I2C1，I2C2，I2C3

项目	描述
输出参数	无
返回值	i2c_transfer_dir_type：从机数据传输方向 参阅章节：i2c_transfer_dir_type 查阅更多该参数允许取值范围
先决条件	无
被调用函数	无

i2c_transfer_dir_type

数据传输方向

I2C_DIR_TRANSMIT： 主机发送数据，从机接收数据

I2C_DIR_RECEIVE： 主机接收数据，从机发送数据

示例

```
i2c_transfer_dir_get(I2C1);
```

5.15.15 函数 i2c_matched_addr_get

下表描述了函数 i2c_matched_addr_get

表 420. 函数 i2c_matched_addr_get

项目	描述
函数名	i2c_matched_addr_get
函数原型	uint8_t i2c_matched_addr_get(i2c_type *i2c_x);
功能描述	从机获取地址匹配值
输入参数 1	i2c_x：所选择的 I2C 外设 该参数可以选取自其中之一：I2C1，I2C2，I2C3
输出参数	无
返回值	uint8_t：从机匹配的地址
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
i2c_matched_addr_get(I2C1);
```

5.15.16 函数 i2c_auto_stop_enable

下表描述了函数 i2c_auto_stop_enable

表 421. 函数 i2c_auto_stop_enable

项目	描述
函数名	i2c_auto_stop_enable
函数原型	void i2c_auto_stop_enable(i2c_type *i2c_x, confirm_state new_state);
功能描述	自动发送停止条件使能
输入参数 1	i2c_x：所选择的 I2C 外设 该参数可以选取自其中之一：I2C1，I2C2，I2C3
输入参数 2	new_state：自动发送停止条件使能状态 该参数可以选取自其中之一：TRUE、FALSE
输出参数	无
返回值	无

项目	描述
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
i2c_auto_stop_enable(I2C1, TRUE);
```

5.15.17 函数 i2c_reload_enable

下表描述了函数 i2c_reload_enable

表 422. 函数 i2c_reload_enable

项目	描述
函数名	i2c_reload_enable
函数原型	void i2c_reload_enable(i2c_type *i2c_x, confirm_state new_state);
功能描述	发送数据重载模式使能
输入参数 1	i2c_x：所选择的 I2C 外设 该参数可以选取自其中之一：I2C1，I2C2，I2C3
输入参数 2	new_state：重载模式使能状态 该参数可以选取自其中之一：TRUE、FALSE
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
i2c_reload_enable(I2C1, TRUE);
```

5.15.18 函数 i2c_cnt_set

下表描述了函数 i2c_cnt_set

表 423. 函数 i2c_cnt_set

项目	描述
函数名	i2c_cnt_set
函数原型	void i2c_cnt_set(i2c_type *i2c_x, uint8_t cnt);
功能描述	设置发送/接收数据个数，范围 1~255
输入参数 1	i2c_x：所选择的 I2C 外设 该参数可以选取自其中之一：I2C1，I2C2，I2C3
输入参数 2	cnt：发送/接收数据个数
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
i2c_cnt_set(I2C1, 200);
```

5.15.19 函数 i2c_addr10_header_enable

下表描述了函数 i2c_addr10_header_enable

表 424. 函数 i2c_addr10_header_enable

项目	描述
函数名	i2c_addr10_header_enable
函数原型	void i2c_addr10_header_enable(i2c_type *i2c_x, confirm_state new_state);
功能描述	10 位地址头读取时序使能
输入参数 1	i2c_x：所选择的 I2C 外设 该参数可以选取自其中之一：I2C1，I2C2，I2C3
输入参数 2	new_state：自动发送停止条件使能状态 该参数可以选取自其中之一：TRUE、FALSE
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
i2c_addr10_header_enable(I2C1, TRUE);
```

5.15.20 函数 i2c_general_call_enable

下表描述了函数 i2c_general_call_enable

表 425. 函数 i2c_general_call_enable

项目	描述
函数名	i2c_general_call_enable
函数原型	void i2c_general_call_enable(i2c_type *i2c_x, confirm_state new_state);
功能描述	广播地址使能，使能了后会响应广播地址 0x00
输入参数 1	i2c_x：所选择的 I2C 外设 该参数可以选取自其中之一：I2C1，I2C2，I2C3
输入参数 2	new_state：广播地址使能状态 该参数可以选取自其中之一：TRUE、FALSE
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
i2c_general_call_enable(I2C1, TRUE);
```

5.15.21 函数 i2c_smbus_alert_set

下表描述了函数 i2c_smbus_alert_set

表 426. 函数 i2c_smbus_alert_set

项目	描述
函数名	i2c_smbus_alert_set

项目	描述
函数原型	void i2c_smbus_alert_set(i2c_type *i2c_x, i2c_smbus_alert_set_type level);
功能描述	SMBus 提醒引脚电平设置，可以将提醒引脚设置成高电平或低电平
输入参数 1	i2c_x：所选择的 I2C 外设 该参数可以选取自其中之一：I2C1，I2C2，I2C3
输入参数 2	level：SMBus 提醒引脚电平 参阅章节：level 查阅更多该参数允许取值范围
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

level

SMBus 提醒引脚电平

I2C_SMBUS_ALERT_LOW：SMBus 提醒引脚输出低电平

I2C_SMBUS_ALERT_HIGH：SMBus 提醒引脚输出高电平

示例

```
i2c_smbus_alert_set(I2C1, I2C_SMBUS_ALERT_LOW);
```

5.15.22 函数 i2c_slave_data_ctrl_enable

下表描述了函数 i2c_slave_data_ctrl_enable

表 427. 函数 i2c_slave_data_ctrl_enable

项目	描述
函数名	i2c_slave_data_ctrl_enable
函数原型	void i2c_slave_data_ctrl_enable(i2c_type *i2c_x, confirm_state new_state);
功能描述	从机字节接收控制使能，该函数只用于从机接收时，需要对接收到的每一个字节都要控制 ACK/或 NACK 的回复，通常用于 SMBus
输入参数 1	i2c_x：所选择的 I2C 外设 该参数可以选取自其中之一：I2C1，I2C2，I2C3
输入参数 2	new_state：使能状态 该参数可以选取自其中之一：TRUE、FALSE
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
i2c_slave_data_ctrl_enable(I2C1, FALSE);
```

5.15.23 函数 i2c_pec_calculate_enable

下表描述了函数 i2c_pec_calculate_enable

表 428. 函数 i2c_pec_calculate_enable

项目	描述
函数名	i2c_pec_calculate_enable

项目	描述
函数原型	void i2c_pec_calculate_enable(i2c_type *i2c_x, confirm_state new_state);
功能描述	使能 PEC 计算
输入参数 1	i2c_x：所选择的 I2C 外设 该参数可以选取自其中之一：I2C1，I2C2，I2C3
输入参数 2	new_state：PEC 计算使能状态 该参数可以选取自其中之一：TRUE、FALSE
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
i2c_pec_calculate_enable(I2C1, TRUE);
```

5.15.24 函数 i2c_pec_transmit_enable

下表描述了函数 i2c_pec_transmit_enable

表 429. 函数 i2c_pec_transmit_enable

项目	描述
函数名	i2c_pec_transmit_enable
函数原型	void i2c_pec_transmit_enable(i2c_type *i2c_x, confirm_state new_state);
功能描述	PEC 传输使能，发送/接收 PEC
输入参数 1	i2c_x：所选择的 I2C 外设 该参数可以选取自其中之一：I2C1，I2C2，I2C3
输入参数 2	new_state：PEC 传输使能状态 该参数可以选取自其中之一：TRUE、FALSE
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
i2c_pec_transmit_enable(I2C1, TRUE);
```

5.15.25 函数 i2c_pec_value_get

下表描述了函数 i2c_pec_value_get

表 430. 函数 i2c_pec_value_get

项目	描述
函数名	i2c_pec_value_get
函数原型	uint8_t i2c_pec_value_get(i2c_type *i2c_x);
功能描述	获取当前 PEC 值
输入参数 1	i2c_x：所选择的 I2C 外设 该参数可以选取自其中之一：I2C1，I2C2，I2C3
输出参数	uint8_t：当前 PEC 值

项目	描述
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
pec_value = i2c_pec_value_get(I2C1);
```

5.15.26 函数 i2c_timeout_set

下表描述了函数 i2c_timeout_set

表 431. 函数 i2c_timeout_set

项目	描述
函数名	i2c_timeout_set
函数原型	void i2c_timeout_set(i2c_type *i2c_x, uint16_t timeout);
功能描述	设置总线 SCL 电平超时检测时间
输入参数 1	i2c_x：所选择的 I2C 外设 该参数可以选取自其中之一：I2C1，I2C2，I2C3
输入参数 2	timeout：超时时间，超时范围 0x0000~0x0FFF
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
i2c_timeout_set(I2C1, 0x0FFF);
```

5.15.27 函数 i2c_timeout_detcet_set

下表描述了函数 i2c_timeout_detcet_set

表 432. 函数 i2c_timeout_detcet_set

项目	描述
函数名	i2c_timeout_detcet_set
函数原型	void i2c_timeout_detcet_set(i2c_type *i2c_x, i2c_timeout_detcet_type mode);
功能描述	设置总线 SCL 电平超时电平检测模式
输入参数 1	i2c_x：所选择的 I2C 外设 该参数可以选取自其中之一：I2C1，I2C2，I2C3
输入参数 2	mode：电平检测模式 参阅章节：mode 查阅更多该参数允许取值范围
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

mode

电平检测模式

I2C_TIMEOUT_DETCET_HIGH： 高电平超时检测

I2C_TIMEOUT_DETCET_LOW： 低电平超时检测

示例

```
i2c_timeout_detcet_set(I2C1, I2C_TIMEOUT_DETCET_HIGH);
```

5.15.28 函数 i2c_timeout_enable

下表描述了函数 i2c_timeout_enable

表 433. 函数 i2c_timeout_enable

项目	描述
函数名	i2c_timeout_enable
函数原型	void i2c_timeout_enable(i2c_type *i2c_x, confirm_state new_state);
功能描述	总线 SCL 电平超时检测使能
输入参数 1	i2c_x：所选择的 I2C 外设 该参数可以选取自其中之一：I2C1，I2C2，I2C3
输入参数 2	new_state：电平超时检测使能状态 该参数可以选取自其中之一：TRUE、FALSE
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
i2c_timeout_enable(I2C1, TRUE);
```

5.15.29 函数 i2c_ext_timeout_set

下表描述了函数 i2c_ext_timeout_set

表 434. 函数 i2c_ext_timeout_set

项目	描述
函数名	i2c_ext_timeout_set
函数原型	void i2c_ext_timeout_set(i2c_type *i2c_x, uint16_t timeout);
功能描述	设置总线 SCL 累计时钟延展超时时间，通常在 SMBus 模式下才使用
输入参数 1	i2c_x：所选择的 I2C 外设 该参数可以选取自其中之一：I2C1，I2C2，I2C3
输入参数 2	timeout：超时时间，超时范围 0x0000~0x0FFF
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
i2c_ext_timeout_set(I2C1, 0x0FFF);
```

5.15.30 函数 i2c_ext_timeout_enable

下表描述了函数 i2c_ext_timeout_enable

表 435. 函数 i2c_ext_timeout_enable

项目	描述
函数名	i2c_ext_timeout_enable
函数原型	void i2c_ext_timeout_enable(i2c_type *i2c_x, confirm_state new_state);
功能描述	总线 SCL 累计时钟延展超时使能
输入参数 1	i2c_x：所选择的 I2C 外设 该参数可以选取自其中之一：I2C1，I2C2，I2C3
输入参数 2	new_state：累计时钟延展超时使能状态 该参数可以选取自其中之一：TRUE、FALSE
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
i2c_ext_timeout_enable(I2C1, TRUE);
```

5.15.31 函数 i2c_interrupt_enable

下表描述了函数 i2c_interrupt_enable

表 436. 函数 i2c_interrupt_enable

项目	描述
函数名	i2c_interrupt_enable
函数原型	void i2c_interrupt_enable(i2c_type *i2c_x, uint32_t source, confirm_state new_state);
功能描述	I2C 中断使能
输入参数 1	i2c_x：所选择的 I2C 外设 该参数可以选取自其中之一：I2C1，I2C2，I2C3
输入参数 2	source：中断源 参阅章节：source 查阅更多该参数允许取值范围
输入参数 3	new_state：中断使能状态 该参数可以选取自其中之一：TRUE、FALSE
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

source

中断源

I2C_TD_INT： 数据发送中断
I2C_RD_INT： 数据接收中断
I2C_ADDR_INT： 地址匹配中断
I2C_ACKFIAL_INT： 应答失败中断
I2C_STOP_INT： 停止条件产生完成中断
I2C_TDC_INT： 数据传输完成中断
I2C_ERR_INT： 错误中断

示例

```
i2c_interrupt_enable(I2C1, I2C_TD_INT, TRUE);
```

5.15.32 函数 i2c_interrupt_get

下表描述了函数 i2c_interrupt_get

表 437. 函数 i2c_interrupt_get

项目	描述
函数名	i2c_interrupt_get
函数原型	flag_status i2c_interrupt_get(i2c_type *i2c_x, uint16_t source);
功能描述	中断使能状态获取
输入参数 1	i2c_x：所选择的 I2C 外设 该参数可以选取自其中之一：I2C1，I2C2，I2C3
输入参数 2	source：中断源 参阅章节：source 查阅更多该参数允许取值范围
输出参数	flag_status：标志状态 该值为其中之一：SET、RESET
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

source

中断源

I2C_TD_INT： 数据发送中断
I2C_RD_INT： 数据接收中断
I2C_ADDR_INT： 地址匹配中断
I2C_ACKFIAL_INT： 应答失败中断
I2C_STOP_INT： 停止条件产生完成中断
I2C_TDC_INT： 数据传输完成中断
I2C_ERR_INT： 错误中断

示例

```
i2c_interrupt_get(I2C1, I2C_TD_INT, TRUE);
```

5.15.33 函数 i2c_dma_enable

下表描述了函数 i2c_dma_enable

表 438. 函数 i2c_dma_enable

项目	描述
函数名	i2c_dma_enable
函数原型	void i2c_dma_enable(i2c_type *i2c_x, i2c_dma_request_type dma_req, confirm_state new_state);
功能描述	DMA 传输使能
输入参数 1	i2c_x：所选择的 I2C 外设 该参数可以选取自其中之一：I2C1，I2C2，I2C3
输入参数 2	dma_req：DMA 请求 参阅章节：dma_req 查阅更多该参数允许取值范围

项目	描述
输入参数 3	new_state：DMA 使能状态 该参数可以选取自其中之一：TRUE、FALSE
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

dma_req

I2C_DMA_REQUEST_TX：DMA 数据发送使能

I2C_DMA_REQUEST_RX：DMA 数据接收使能

示例

```
i2c_dma_enable(I2C1, I2C_DMA_REQUEST_TX, TRUE);
```

5.15.34 函数 i2c_transmit_set

下表描述了函数 i2c_transmit_set

表 439. 函数 i2c_transmit_set

项目	描述
函数名	i2c_transmit_set
函数原型	void i2c_transmit_set(i2c_type *i2c_x, uint16_t address, uint8_t cnt, i2c_reload_stop_mode_type rld_stop, i2c_start_mode_type start);
功能描述	主机启动传输配置，此函数执行后总线上开始数据传输
输入参数 1	i2c_x：所选择的 I2C 外设 该参数可以选取自其中之一：I2C1，I2C2，I2C3
	address：从机地址
	cnt：发送/接收数据个数
输入参数 2	rld_stop：设置重载模式以及 STOP 条件产生模式 参阅章节：rld_stop 查阅更多该参数允许取值范围
输入参数 3	start：设置 START 条件产生模式 参阅章节：start 查阅更多该参数允许取值范围
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

rld_stop

重载模式以及 STOP 条件产生模式

I2C_AUTO_STOP_MODE： 自动结束模式（自动发送 STOP 条件）

I2C_SOFT_STOP_MODE： 软件结束模式（软件发送 STOP 条件，通常用于发送 RESTART 条件）

I2C_RELOAD_MODE： 重载模式（当单次传输数据>255 时用这种模式）

start

START 条件产生模式

I2C_WITHOUT_START： 开始传输数据，不发送 START，用于重载模式

I2C_GEN_START_READ： 开始传输数据发送 START（主机接收数据）

I2C_GEN_START_WRITE： 开始传输数据发送 START（主机发送数据）

示例

```
i2c_transmit_set(I2C1, I2C_AUTO_STOP_MODE, I2C_GEN_START_WRITE);
```

5.15.35 函数 i2c_start_generate

下表描述了函数 i2c_start_generate

表 440. 函数 i2c_start_generate

项目	描述
函数名	i2c_start_generate
函数原型	void i2c_start_generate(i2c_type *i2c_x);
功能描述	产生起始条件（主机使用）
输入参数 1	i2c_x：所选择的 I2C 外设 该参数可以选取自其中之一：I2C1，I2C2，I2C3
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
i2c_start_generate(I2C1);
```

5.15.36 函数 i2c_stop_generate

下表描述了函数 i2c_stop_generate

表 441. 函数 i2c_stop_generate

项目	描述
函数名	i2c_stop_generate
函数原型	void i2c_stop_generate(i2c_type *i2c_x);
功能描述	产生停止条件
输入参数 1	i2c_x：所选择的 I2C 外设 该参数可以选取自其中之一：I2C1，I2C2，I2C3
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
i2c_stop_generate(I2C1);
```

5.15.37 函数 i2c_data_send

下表描述了函数 i2c_data_send

表 442. 函数 i2c_data_send

项目	描述
函数名	i2c_data_send
函数原型	void i2c_data_send(i2c_type *i2c_x, uint8_t data);

项目	描述
功能描述	发送数据
输入参数 1	i2c_x：所选择的 I2C 外设 该参数可以选取自其中之一：I2C1，I2C2，I2C3
输入参数 2	data：传输数据
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
i2c_data_send(I2C1, 0x55);
```

5.15.38 函数 i2c_data_receive

下表描述了函数 i2c_data_receive

表 443. 函数 i2c_data_receive

项目	描述
函数名	i2c_data_receive
函数原型	uint8_t i2c_data_receive(i2c_type *i2c_x);
功能描述	接收数据
输入参数 1	i2c_x：所选择的 I2C 外设 该参数可以选取自其中之一：I2C1，I2C2，I2C3
输出参数	uint8_t：接收数据
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
data_value = i2c_data_receive(I2C1);
```

5.15.39 函数 i2c_flag_get

下表描述了函数 i2c_flag_get

表 444. 函数 i2c_flag_get

项目	描述
函数名	i2c_flag_get
函数原型	flag_status i2c_flag_get(i2c_type *i2c_x, uint32_t flag);
功能描述	获取标志位状态
输入参数 1	i2c_x：所选择的 I2C 外设 该参数可以选取自其中之一：I2C1，I2C2，I2C3
输入参数 2	flag：需要获取状态的标志选择 该参数详细描述见 flag
输出参数	无
返回值	flag_status：标志位的状态 该返回值可为其中之一：SET、RESET

项目	描述
先决条件	无
被调用函数	无

flag

用于选择需要获取状态的标志，其可选参数罗列如下

I2C_TDBE_FLAG：　发送数据寄存器空标志
I2C_TDIS_FLAG：　发送中断状态
I2C_RDBF_FLAG：　接收数据缓冲器满
I2C_ADDRF_FLAG：　地址匹配标志
I2C_ACKFAIL_FLAG：　应答失败标志
I2C_STOPF_FLAG：　停止条件产生完成标志
I2C_TDC_FLAG：　数据传输完成标志
I2C_TCRLD_FLAG：　传输完成，等待加载数据
I2C_BUSERR_FLAG：　总线错误标志
I2C_ARLOST_FLAG：　仲裁丢失标志
I2C_OUF_FLAG：　过载或者欠载标志
I2C_PECERR_FLAG：　PEC 接收错误标志
I2C_TMOUT_FLAG：　SMBus 超时标志
I2C_ALERTF_FLAG：　SMBus 提醒标志
I2C_BUSYF_FLAG：　总线忙标志
I2C_SDIR_FLAG：　从机数据传输方向

示例

```
i2c_flag_get(I2C1, I2C_TDIS_FLAG);
```

5.15.40　函数 i2c_interrupt_flag_get

下表描述了函数 i2c_interrupt_flag_get

表 445. 函数 i2c_interrupt_flag_get

项目	描述
函数名	i2c_interrupt_flag_get
函数原型	flag_status i2c_interrupt_flag_get(i2c_type *i2c_x, uint32_t flag);
功能描述	获取标志位状态，并判断对应中断使能位
输入参数 1	i2c_x：所选择的 I2C 外设 该参数可以选取自其中之一：I2C1，I2C2，I2C3
输入参数 2	flag：需要获取状态的标志选择 该参数详细描述见 flag
输出参数	无
返回值	flag_status：标志位的状态 该返回值可为其中之一：SET、RESET
先决条件	无
被调用函数	无

flag

用于选择需要获取状态的标志，其可选参数罗列如下

I2C_TDBE_FLAG：　发送数据寄存器空标志
I2C_TDIS_FLAG：　发送中断状态

I2C_RDBF_FLAG： 接收数据缓冲器满
I2C_ADDRF_FLAG： 地址匹配标志
I2C_ACKFAIL_FLAG： 应答失败标志
I2C_STOPF_FLAG： 停止条件产生完成标志
I2C_TDC_FLAG： 数据传输完成标志
I2C_TCRLD_FLAG： 传输完成，等待加载数据
I2C_BUSERR_FLAG： 总线错误标志
I2C_ARLOST_FLAG： 仲裁丢失标志
I2C_OUF_FLAG： 过载或者欠载标志
I2C_PECERR_FLAG： PEC 接收错误标志
I2C_TMOUT_FLAG： SMBus 超时标志
I2C_ALERTF_FLAG： SMBus 提醒标志

示例

```
i2c_interrupt_flag_get(I2C1, I2C_TDIS_FLAG);
```

5.15.41 函数 i2c_flag_clear

下表描述了函数 i2c_flag_clear

表 446. 函数 i2c_flag_clear

项目	描述
函数名	i2c_flag_clear
函数原型	void i2c_flag_clear(i2c_type *i2c_x, uint32_t flag);
功能描述	清除标志位
输入参数 1	i2c_x：所选择的 I2C 外设 该参数可以选取自其中之一：I2C1，I2C2，I2C3
输入参数 2	flag：待清除的标志选择 该参数详细描述见 flag
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

flag

用于选择需要清除状态的标志，其可选参数罗列如下

I2C_ADDRF_FLAG： 地址匹配标志
I2C_ACKFAIL_FLAG： 应答失败标志
I2C_STOPF_FLAG： 停止条件产生完成标志
I2C_BUSERR_FLAG： 总线错误标志
I2C_ARLOST_FLAG： 仲裁丢失标志
I2C_OUF_FLAG： 过载或者欠载标志
I2C_PECERR_FLAG： PEC 接收错误标志
I2C_TMOUT_FLAG： SMBus 超时标志
I2C_ALERTF_FLAG： SMBus 提醒标志

示例

```
i2c_flag_clear(I2C1, I2C_ACKFAIL_FLAG);
```

5.15.42 函数 i2c_config

下表描述了函数 i2c_config

表 447. 函数 i2c_config

项目	描述
函数名	i2c_config
函数原型	void i2c_config(i2c_handle_type* hi2c);
功能描述	I2C 初始化函数，用于初始化 I2C，函数内部调用 i2c_lowlevel_init()函数，实现 I2C 外设、GPIO、DMA、中断等初始化
输入参数 1	hi2c：指向 i2c_handle_type 类型的结构体 该参数详细描述见 *i2c_handle_type*
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	void i2c_lowlevel_init(i2c_handle_type* hi2c);

i2c_handle_type* hi2c

i2c_handle_type 在 i2c_application.h 中

```
typedef struct
{
    i2c_type                *i2cx;
    uint8_t                 *pbuff;
    __IO uint16_t           psize;
    __IO uint16_t           pcount;
    __IO uint32_t           mode;
    __IO uint32_t           timeout;
    __IO uint32_t           status;
    __IO i2c_status_type    error_code;
    dma_channel_type        *dma_tx_channel;
    dma_channel_type        *dma_rx_channel;
    dma_init_type           dma_init_struct;
}i2c_handle_type;
```

i2cx

所选择的 I2C 外设，该参数可以选取自其中之一：I2C1，I2C2，I2C3

pbuff

发送/接收数据的数组

psize

用于在传输字节超过 255 个时，记录单次传输的字节数，内部的状态机使用，用户无需关心

pcount

发送/接收数据的个数

mode

I2C 通讯模式，内部的状态机使用，用户无需关心

timeout

通讯超时时间

status

传输状态，内部的状态机使用，用户无需关心

error_code

枚举 i2c_status_type 类型错误代码，当通讯发生错误后，此变量记录错误代码

I2C_OK：	没有错误，通讯正常
I2C_ERR_STEP_1：	步骤 1 错误
I2C_ERR_STEP_2：	步骤 2 错误
I2C_ERR_STEP_3：	步骤 3 错误
I2C_ERR_STEP_4：	步骤 4 错误
I2C_ERR_STEP_5：	步骤 5 错误
I2C_ERR_STEP_6：	步骤 6 错误
I2C_ERR_STEP_7：	步骤 7 错误
I2C_ERR_STEP_8：	步骤 8 错误
I2C_ERR_STEP_9：	步骤 9 错误
I2C_ERR_STEP_10：	步骤 10 错误
I2C_ERR_STEP_11：	步骤 11 错误
I2C_ERR_STEP_12：	步骤 12 错误
I2C_ERR_TCRLD：	等待 TCRLD 超时
I2C_ERR_TDC：	等待 TDC 超时
I2C_ERR_ADDR：	地址发送错误
I2C_ERR_STOP：	STOP 条件发送错误
I2C_ERR_ACKFAIL：	应答错误
I2C_ERR_TIMEOUT：	超时错误
I2C_ERR_INTERRUPT：	有错误事件发生，并进入了错误中断

dma_tx_channel

I2C 发送 DMA 通道

dma_rx_channel

I2C 接收 DMA 通道

dma_init_struct

DMA 初始化结构体

示例

```
i2c_handle_type hi2c;
hi2c.i2cx = I2C1;
i2c_config(&hi2c);
```

5.15.43 函数 i2c_lowlevel_init

下表描述了函数 i2c_lowlevel_init

表 448. 函数 i2c_lowlevel_init

项目	描述
函数名	i2c_lowlevel_init
函数原型	void i2c_lowlevel_init(i2c_handle_type* hi2c);
功能描述	I2C 底层初始化回调函数，在函数 i2c_config 内部调用，用于实现初始化 I2C 外设、GPIO、DMA、中断等初始化，需要用户在函数内部实现 I2C 初始化过程
输入参数 1	hi2c：指向 i2c_handle_type 类型的结构体 该参数详细描述见 *i2c_handle_type*

项目	描述
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
void i2c_lowlevel_init(i2c_handle_type* hi2c)
{
  if(hi2c->i2cx == I2C1)
  {
    实现 I2C1 的初始化
  }
  else if(hi2c->i2cx == I2C2)
  {
    实现 I2C2 的初始化
  }
}
```

5.15.44 函数 i2c_wait_end

下表描述了函数 i2c_wait_end

表 449. 函数 i2c_wait_end

项目	描述
函数名	i2c_wait_end
函数原型	i2c_status_type i2c_wait_end(i2c_handle_type* hi2c, uint32_t timeout);
功能描述	等待通讯结束，该函数用于 DMA 以及中断传输模式，因为这两种传输模式函数是非阻塞的，所以可以使用这个函数来等待传输结束
输入参数 1	hi2c：指向 i2c_handle_type 类型的结构体 该参数详细描述见 *i2c_handle_type*
输入参数 2	timeout：等待超时时间
输出参数	无
返回值	i2c_status_type：错误代码 参阅章节 5.15.42 查阅更多该参数允许取值范围
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
if (i2c_master_transmit_dma(&hi2c, 0xB0, tx_buf, 8, 0xFFFFFFFF) != I2C_OK)
{
  error_handler(i2c_status);
}

/* 等待通讯结束 */
if(i2c_wait_end(&hi2c, 0xFFFFFFFF) != I2C_OK)
{
  error_handler(i2c_status);
```

```
}
```

5.15.45 函数 i2c_wait_flag

下表描述了函数 i2c_wait_flag

表 450. 函数 i2c_wait_flag

项目	描述
函数名	i2c_wait_flag
函数原型	i2c_status_type i2c_wait_flag(i2c_handle_type* hi2c, uint32_t flag, uint32_t event_check, uint32_t timeout)
功能描述	等待标志置起或者复位 只有等待 BUSYF 标志是等待标志复位，其余标志均是等待标志置起
输入参数 1	hi2c：指向 i2c_handle_type 类型的结构体 该参数详细描述见 *i2c_handle_type*
输入参数 2	flag：需要等待的标志 参阅章节：flag 查阅更多该参数允许取值范围
输入参数 3	event_check：等待标志的同时检测该事件是否发生 参阅章节：event_check 查阅更多该参数允许取值范围
输入参数 4	timeout：等待超时时间
输出参数	无
返回值	i2c_status_type：错误代码 参阅章节 5.15.42 查阅更多该参数允许取值范围
先决条件	无
被调用函数	无

flag

需要等待的标志

I2C_TDBE_FLAG： 发送数据寄存器空标志
I2C_TDIS_FLAG： 发送中断状态
I2C_RDBF_FLAG： 接收数据缓冲器满
I2C_ADDRF_FLAG： 地址匹配标志
I2C_ACKFAIL_FLAG： 应答失败标志
I2C_STOPF_FLAG： 停止条件产生完成标志
I2C_TDC_FLAG： 数据传输完成标志
I2C_TCRLD_FLAG： 传输完成，等待加载数据
I2C_BUSERR_FLAG： 总线错误标志
I2C_ARLOST_FLAG： 仲裁丢失标志
I2C_OUF_FLAG： 过载或者欠载标志
I2C_PECERR_FLAG： PEC 接收错误标志
I2C_TMOUT_FLAG： SMBus 超时标志
I2C_ALERTF_FLAG： SMBus 提醒标志
I2C_BUSYF_FLAG： 总线忙标志
I2C_SDIR_FLAG： 从机数据传输方向

event_check

等待标志的同时检测该事件是否发生

I2C_EVENT_CHECK_NONE： 不检查事件

I2C_EVENT_CHECK_ACKFAIL： 检查 ACKFAIL 事件
I2C_EVENT_CHECK_STOP： 检查 STOP 事件

示例

```
i2c_wait_flag(&hi2c, I2C_BUSYF_FLAG, I2C_EVENT_CHECK_NONE, 0xFFFFFFFF);
```

5.15.46 函数 i2c_master_transmit

下表描述了函数 i2c_master_transmit

表 451. 函数 i2c_master_transmit

项目	描述
函数名	i2c_master_transmit
函数原型	i2c_status_type i2c_master_transmit(i2c_handle_type* hi2c, uint16_t address, uint8_t* pdata, uint16_t size, uint32_t timeout);
功能描述	主机发送数据（轮询方式），该函数是阻塞方式，执行完成后，I2C 也传输完成
输入参数 1	hi2c：指向 i2c_handle_type 类型的结构体 该参数详细描述见 *i2c_handle_type*
输入参数 2	address：从机地址
输入参数 3	pdata：待发送数据的数组地址
输入参数 4	size：数据发送个数
输入参数 5	timeout：等待超时时间
输出参数	无
返回值	i2c_status_type：错误代码 参阅章节 5.15.42 查阅更多该参数允许取值范围
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
i2c_master_transmit(&hi2c, 0xB0, tx_buf, 8, 0xFFFFFFFF);
```

5.15.47 函数 i2c_master_receive

下表描述了函数 i2c_master_receive

表 452. 函数 i2c_master_receive

项目	描述
函数名	i2c_master_receive
函数原型	i2c_status_type i2c_master_receive(i2c_handle_type* hi2c, uint16_t address, uint8_t* pdata, uint16_t size, uint32_t timeout);
功能描述	主机接收数据（轮询方式），该函数是阻塞方式，执行完成后，I2C 也传输完成
输入参数 1	hi2c：指向 i2c_handle_type 类型的结构体 该参数详细描述见 *i2c_handle_type*
输入参数 2	address：从机地址
输入参数 3	pdata：接收数据的数组地址
输入参数 4	size：数据接收个数
输入参数 5	timeout：等待超时时间
输出参数	无

项目	描述
返回值	i2c_status_type：错误代码 参阅章节 5.15.42 查阅更多该参数允许取值范围
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
i2c_master_receive(&hi2c, 0xB0, rx_buf, 8, 0xFFFFFFFF);
```

5.15.48 函数 i2c_slave_transmit

下表描述了函数 i2c_slave_transmit

表 453. 函数 i2c_slave_transmit

项目	描述
函数名	i2c_slave_transmit
函数原型	i2c_status_type i2c_slave_transmit(i2c_handle_type* hi2c, uint8_t* pdata, uint16_t size, uint32_t timeout);
功能描述	从机发送数据（轮询方式），该函数是阻塞方式，执行完成后，I2C 也传输完成
输入参数 1	hi2c：指向 i2c_handle_type 类型的结构体 该参数详细描述见 *i2c_handle_type*
输入参数 2	pdata：待发送数据的数组地址
输入参数 3	size：数据发送个数
输入参数 4	timeout：等待超时时间
输出参数	无
返回值	i2c_status_type：错误代码 参阅章节 5.15.42 查阅更多该参数允许取值范围
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
i2c_slave_transmit(&hi2c, tx_buf, 8, 0xFFFFFFFF);
```

5.15.49 函数 i2c_slave_receive

下表描述了函数 i2c_slave_receive

表 454. 函数 i2c_slave_receive

项目	描述
函数名	i2c_slave_receive
函数原型	i2c_status_type i2c_slave_receive(i2c_handle_type* hi2c, uint8_t* pdata, uint16_t size, uint32_t timeout);
功能描述	从机接收数据（轮询方式），该函数是阻塞方式，执行完成后，I2C 也传输完成
输入参数 1	hi2c：指向 i2c_handle_type 类型的结构体 该参数详细描述见 *i2c_handle_type*
输入参数 2	pdata：接收数据的数组地址
输入参数 3	size：数据接收个数
输入参数 4	timeout：等待超时时间

项目	描述
输出参数	无
返回值	i2c_status_type：错误代码 参阅章节 5.15.42 查阅更多该参数允许取值范围
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
i2c_slave_receive(&hi2c, rx_buf, 8, 0xFFFFFFFF);
```

5.15.50 函数 i2c_master_transmit_int

下表描述了函数 i2c_master_transmit_int

表 455. 函数 i2c_master_transmit_int

项目	描述
函数名	i2c_master_transmit_int
函数原型	i2c_status_type i2c_master_transmit_int(i2c_handle_type* hi2c, uint16_t address, uint8_t* pdata, uint16_t size, uint32_t timeout);
功能描述	主机发送数据（中断方式）该函数是非阻塞方式，该函数执行完成后 I2C 通讯还未结束，可以通过调用函数 i2c_wait_end()等待通讯完成
输入参数 1	hi2c：指向 i2c_handle_type 类型的结构体 该参数详细描述见 *i2c_handle_type*
输入参数 2	address：从机地址
输入参数 3	pdata：待发送数据的数组地址
输入参数 4	size：数据发送个数
输入参数 5	timeout：等待超时时间
输出参数	无
返回值	i2c_status_type：错误代码 参阅章节 5.15.42 查阅更多该参数允许取值范围
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
i2c_master_transmit_int(&hi2c, 0xB0, tx_buf, 8, 0xFFFFFFFF);
```

5.15.51 函数 i2c_master_receive_int

下表描述了函数 i2c_master_receive_int

表 456. 函数 i2c_master_receive_int

项目	描述
函数名	i2c_master_receive_int
函数原型	i2c_status_type i2c_master_receive_int(i2c_handle_type* hi2c, uint16_t address, uint8_t* pdata, uint16_t size, uint32_t timeout);
功能描述	主机接收数据（中断方式），该函数是非阻塞方式，该函数执行完成后 I2C 通讯还未结束，可以通过调用函数 i2c_wait_end()等待通讯完成
输入参数 1	hi2c：指向 i2c_handle_type 类型的结构体

项目	描述
	该参数详细描述见 *i2c_handle_type*
输入参数 2	address：从机地址
输入参数 3	pdata：接收数据的数组地址
输入参数 4	size：数据接收个数
输入参数 5	timeout：等待超时时间
输出参数	无
返回值	i2c_status_type：错误代码 参阅章节 5.15.42 查阅更多该参数允许取值范围
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
i2c_master_receive_int(&hi2c, 0xB0, rx_buf, 8, 0xFFFFFFFF);
```

5.15.52 函数 i2c_slave_transmit_int

下表描述了函数 i2c_slave_transmit_int

表 457. 函数 i2c_slave_transmit_int

项目	描述
函数名	i2c_slave_transmit_int
函数原型	i2c_status_type i2c_slave_transmit_int(i2c_handle_type* hi2c, uint8_t* pdata, uint16_t size, uint32_t timeout);
功能描述	从机发送数据（中断方式），该函数是非阻塞方式，该函数执行完成后 I2C 通讯还未结束，可以通过调用函数 i2c_wait_end()等待通讯完成
输入参数 1	hi2c：指向 i2c_handle_type 类型的结构体 该参数详细描述见 *i2c_handle_type*
输入参数 2	pdata：待发送数据的数组地址
输入参数 3	size：数据发送个数
输入参数 4	timeout：等待超时时间
输出参数	无
返回值	i2c_status_type：错误代码 参阅章节 5.15.42 查阅更多该参数允许取值范围
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
i2c_slave_transmit_int(&hi2c, tx_buf, 8, 0xFFFFFFFF);
```

5.15.53 函数 i2c_slave_receive_int

下表描述了函数 i2c_slave_receive_int

表 458. 函数 i2c_slave_receive_int

项目	描述
函数名	i2c_slave_receive_int
函数原型	i2c_status_type i2c_slave_receive_int(i2c_handle_type* hi2c, uint8_t* pdata,

项目	描述
	uint16_t size, uint32_t timeout);
功能描述	从机接收数据（中断方式），该函数是非阻塞方式，该函数执行完成后 I2C 通讯还未结束，可以通过调用函数 i2c_wait_end()等待通讯完成
输入参数 1	hi2c：指向 i2c_handle_type 类型的结构体 该参数详细描述见 *i2c_handle_type*
输入参数 2	pdata：接收数据的数组地址
输入参数 3	size：数据接收个数
输入参数 4	timeout：等待超时时间
输出参数	无
返回值	i2c_status_type：错误代码 参阅章节 5.15.42 查阅更多该参数允许取值范围
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
i2c_slave_receive_int(&hi2c, rx_buf, 8, 0xFFFFFFFF);
```

5.15.54 函数 i2c_master_transmit_dma

下表描述了函数 i2c_master_transmit_dma

表 459. 函数 i2c_master_transmit_dma

项目	描述
函数名	i2c_master_transmit_dma
函数原型	i2c_status_type i2c_master_transmit_dma(i2c_handle_type* hi2c, uint16_t address, uint8_t* pdata, uint16_t size, uint32_t timeout);
功能描述	主机发送数据（DMA 方式），该函数是非阻塞方式，该函数执行完成后 I2C 通讯还未结束，可以通过调用函数 i2c_wait_end()等待通讯完成
输入参数 1	hi2c：指向 i2c_handle_type 类型的结构体 该参数详细描述见 *i2c_handle_type*
输入参数 2	address：从机地址
输入参数 3	pdata：待发送数据的数组地址
输入参数 4	size：数据发送个数
输入参数 5	timeout：等待超时时间
输出参数	无
返回值	i2c_status_type：错误代码 参阅章节 5.15.42 查阅更多该参数允许取值范围
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
i2c_master_transmit_dma(&hi2c, 0xB0, tx_buf, 8, 0xFFFFFFFF);
```

5.15.55 函数 i2c_master_receive_dma

下表描述了函数 i2c_master_receive_dma

表 460. 函数 i2c_master_receive_dma

项目	描述
函数名	i2c_master_receive_dma
函数原型	i2c_status_type i2c_master_receive_dma(i2c_handle_type* hi2c, uint16_t address, uint8_t* pdata, uint16_t size, uint32_t timeout);
功能描述	主机接收数据（DMA 方式），该函数是非阻塞方式，该函数执行完成后 I2C 通讯还未结束，可以通过调用函数 i2c_wait_end()等待通讯完成
输入参数 1	hi2c：指向 i2c_handle_type 类型的结构体 该参数详细描述见 *i2c_handle_type*
输入参数 2	address：从机地址
输入参数 3	pdata：接收数据的数组地址
输入参数 4	size：数据接收个数
输入参数 5	timeout：等待超时时间
输出参数	无
返回值	i2c_status_type：错误代码 参阅章节 5.15.42 查阅更多该参数允许取值范围
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
i2c_master_receive_dma(&hi2c, 0xB0, rx_buf, 8, 0xFFFFFFFF);
```

5.15.56 函数 i2c_slave_transmit_dma

下表描述了函数 i2c_slave_transmit_dma

表 461. 函数 i2c_slave_transmit_dma

项目	描述
函数名	i2c_slave_transmit_dma
函数原型	i2c_status_type i2c_slave_transmit_dma(i2c_handle_type* hi2c, uint8_t* pdata, uint16_t size, uint32_t timeout);
功能描述	从机发送数据（DMA 方式），该函数是非阻塞方式，该函数执行完成后 I2C 通讯还未结束，可以通过调用函数 i2c_wait_end()等待通讯完成
输入参数 1	hi2c：指向 i2c_handle_type 类型的结构体 该参数详细描述见 *i2c_handle_type*
输入参数 2	pdata：待发送数据的数组地址
输入参数 3	size：数据发送个数
输入参数 4	timeout：等待超时时间
输出参数	无
返回值	i2c_status_type：错误代码 参阅章节 5.15.42 查阅更多该参数允许取值范围
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
i2c_slave_transmit_dma(&hi2c, tx_buf, 8, 0xFFFFFFFF);
```

5.15.57 函数 i2c_slave_receive_dma

下表描述了函数 i2c_slave_receive_dma

表 462. 函数 i2c_slave_receive_dma

项目	描述
函数名	i2c_slave_receive_dma
函数原型	i2c_status_type i2c_slave_receive_dma(i2c_handle_type* hi2c, uint8_t* pdata, uint16_t size, uint32_t timeout);
功能描述	从机接收数据（DMA 方式），该函数是非阻塞方式，该函数执行完成后 I2C 通讯还未结束，可以通过调用函数 i2c_wait_end()等待通讯完成
输入参数 1	hi2c：指向 i2c_handle_type 类型的结构体 该参数详细描述见 *i2c_handle_type*
输入参数 2	pdata：接收数据的数组地址
输入参数 3	size：数据接收个数
输入参数 4	timeout：等待超时时间
输出参数	无
返回值	i2c_status_type：错误代码 参阅章节 5.15.42 查阅更多该参数允许取值范围
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
i2c_slave_receive_dma(&hi2c, rx_buf, 8, 0xFFFFFFFF);
```

5.15.58 函数 i2c_smbus_master_transmit

下表描述了函数 i2c_smbus_master_transmit

表 463. 函数 i2c_smbus_master_transmit

项目	描述
函数名	i2c_smbus_master_transmit
函数原型	i2c_status_type i2c_smbus_master_transmit(i2c_handle_type* hi2c, uint16_t address, uint8_t* pdata, uint16_t size, uint32_t timeout);
功能描述	SMBus 主机发送数据（轮询方式），该函数是阻塞方式，执行完成后，数据也传输完成，该函数主要实现了 PEC 的发送与接收
输入参数 1	hi2c：指向 i2c_handle_type 类型的结构体 该参数详细描述见 *i2c_handle_type*
输入参数 2	address：从机地址
输入参数 3	pdata：待发送数据的数组地址
输入参数 4	size：数据发送个数
输入参数 5	timeout：等待超时时间
输出参数	无
返回值	i2c_status_type：错误代码 参阅章节 5.15.42 查阅更多该参数允许取值范围
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
i2c_smbus_master_transmit(&hi2c, 0xB0, tx_buf, 8, 0xFFFFFFFF);
```

5.15.59 函数 i2c_smbus_master_receive

下表描述了函数 i2c_smbus_master_receive

表 464. 函数 i2c_smbus_master_receive

项目	描述
函数名	i2c_smbus_master_receive
函数原型	i2c_status_type i2c_smbus_master_receive(i2c_handle_type* hi2c, uint16_t address, uint8_t* pdata, uint16_t size, uint32_t timeout);
功能描述	SMBus 主机接收数据（轮询方式），该函数是阻塞方式，执行完成后，数据也传输完成，该函数主要实现了 PEC 的发送与接收
输入参数 1	hi2c：指向 i2c_handle_type 类型的结构体 该参数详细描述见 *i2c_handle_type*
输入参数 2	address：从机地址
输入参数 3	pdata：接收数据的数组地址
输入参数 4	size：数据接收个数
输入参数 5	timeout：等待超时时间
输出参数	无
返回值	i2c_status_type：错误代码 参阅章节 5.15.42 查阅更多该参数允许取值范围
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
i2c_smbus_master_receive(&hi2c, 0xB0, rx_buf, 8, 0xFFFFFFFF);
```

5.15.60 函数 i2c_smbus_slave_transmit

下表描述了函数 i2c_smbus_slave_transmit

表 465. 函数 i2c_smbus_slave_transmit

项目	描述
函数名	i2c_smbus_slave_transmit
函数原型	i2c_status_type i2c_smbus_slave_transmit(i2c_handle_type* hi2c, uint8_t* pdata, uint16_t size, uint32_t timeout);
功能描述	SMBus 从机发送数据（轮询方式），该函数是阻塞方式，执行完成后，数据也传输完成，该函数主要实现了 PEC 的发送与接收
输入参数 1	hi2c：指向 i2c_handle_type 类型的结构体 该参数详细描述见 *i2c_handle_type*
输入参数 2	pdata：待发送数据的数组地址
输入参数 3	size：数据发送个数
输入参数 4	timeout：等待超时时间
输出参数	无
返回值	i2c_status_type：错误代码

项目	描述
	参阅章节 5.15.42 查阅更多该参数允许取值范围
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
i2c_smbus_slave_transmit(&hi2c, tx_buf, 8, 0xFFFFFFFF);
```

5.15.61 函数 i2c_smbus_slave_receive

下表描述了函数 i2c_smbus_slave_receive

表 466. 函数 i2c_smbus_slave_receive

项目	描述
函数名	i2c_smbus_slave_receive
函数原型	i2c_status_type i2c_smbus_slave_receive(i2c_handle_type* hi2c, uint8_t* pdata, uint16_t size, uint32_t timeout);
功能描述	SMBus 从机接收数据（轮询方式），该函数是阻塞方式，执行完成后，数据也传输完成，该函数主要实现了 PEC 的发送与接收
输入参数 1	hi2c：指向 i2c_handle_type 类型的结构体 该参数详细描述见 *i2c_handle_type*
输入参数 2	pdata：接收数据的数组地址
输入参数 3	size：数据接收个数
输入参数 4	timeout：等待超时时间
输出参数	无
返回值	i2c_status_type：错误代码 参阅章节 5.15.42 查阅更多该参数允许取值范围
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
i2c_smbus_slave_receive(&hi2c, rx_buf, 8, 0xFFFFFFFF);
```

5.15.62 函数 i2c_memory_write

下表描述了函数 i2c_memory_write

表 467. 函数 i2c_memory_write

项目	描述
函数名	i2c_memory_write
函数原型	i2c_status_type i2c_memory_write(i2c_handle_type* hi2c, i2c_mem_address_width_type mem_address_width, uint16_t address, uint16_t mem_address, uint8_t* pdata, uint16_t size, uint32_t timeout);
功能描述	向 EEPROM 写数据（轮询方式），该函数是阻塞方式，执行完成后，I2C 也传输完成
输入参数 1	hi2c：指向 i2c_handle_type 类型的结构体 该参数详细描述见 *i2c_handle_type*
输入参数 2	mem_address_width：EEPROM 存储地址宽度

项目	描述
	参阅章节：mem_address_width 查阅更多该参数允许取值范围
输入参数 3	address：EEPROM 地址
输入参数 4	mem_address：EEPROM 数据存储地址
输入参数 5	pdata：待发送数据的数组地址
输入参数 6	size：数据发送个数
输入参数 7	timeout：等待超时时间
输出参数	无
返回值	i2c_status_type：错误代码 参阅章节 5.15.42 查阅更多该参数允许取值范围
先决条件	无
被调用函数	无

mem_address_width

EEPROM 存储地址宽度

I2C_MEM_ADDR_WIDIH_8： 8 位地址宽度

I2C_MEM_ADDR_WIDIH_16： 16 位地址宽度

示例

```
i2c_memory_write(&hi2c, 0xA0, 0x05, tx_buf, 8, 0xFFFFFFFF);
```

5.15.63 函数 i2c_memory_write_int

下表描述了函数 i2c_memory_write_int

表 468. 函数 i2c_memory_write_int

项目	描述
函数名	i2c_memory_write_int
函数原型	i2c_status_type i2c_memory_write_int(i2c_handle_type* hi2c, i2c_mem_address_width_type mem_address_width, uint16_t address, uint16_t mem_address, uint8_t* pdata, uint16_t size, uint32_t timeout);
功能描述	向 EEPROM 写数据（中断方式），该函数是非阻塞方式，该函数执行完成后 I2C 通讯还未结束，可以通过调用函数 i2c_wait_end()等待通讯完成
输入参数 1	hi2c：指向 i2c_handle_type 类型的结构体 该参数详细描述见 *i2c_handle_type*
输入参数 2	mem_address_width：EEPROM 存储地址宽度 参阅章节：mem_address_width 查阅更多该参数允许取值范围
输入参数 3	address：EEPROM 地址
输入参数 4	mem_address：EEPROM 数据存储地址
输入参数 5	pdata：待发送数据的数组地址
输入参数 6	size：数据发送个数
输入参数 7	timeout：等待超时时间
输出参数	无
返回值	i2c_status_type：错误代码 参阅章节 5.15.42 查阅更多该参数允许取值范围
先决条件	无
被调用函数	无

mem_address_width

EEPROM 存储地址宽度

I2C_MEM_ADDR_WIDIH_8： 8 位地址宽度

I2C_MEM_ADDR_WIDIH_16： 16 位地址宽度

示例

```
i2c_memory_write_int(&hi2c, 0xA0, 0x05, tx_buf, 8, 0xFFFFFFFF);
```

5.15.64 函数 i2c_memory_write_dma

下表描述了函数 i2c_memory_write_dma

表 469. 函数 i2c_memory_write_dma

项目	描述
函数名	i2c_memory_write_dma
函数原型	i2c_status_type i2c_memory_write_dma(i2c_handle_type* hi2c, i2c_mem_address_width_type mem_address_width, uint16_t address, uint16_t mem_address, uint8_t* pdata, uint16_t size, uint32_t timeout);
功能描述	向 EEPROM 写数据（DMA 方式），该函数是非阻塞方式，该函数执行完成后 I2C 通讯还未结束，可以通过调用函数 i2c_wait_end()等待通讯完成
输入参数 1	hi2c：指向 i2c_handle_type 类型的结构体 该参数详细描述见 *i2c_handle_type*
输入参数 2	mem_address_width：EEPROM 存储地址宽度 参阅章节：mem_address_width 查阅更多该参数允许取值范围
输入参数 3	address：EEPROM 地址
输入参数 4	mem_address：EEPROM 数据存储地址
输入参数 5	pdata：待发送数据的数组地址
输入参数 6	size：数据发送个数
输入参数 7	timeout：等待超时时间
输出参数	无
返回值	i2c_status_type：错误代码 参阅章节 5.15.42 查阅更多该参数允许取值范围
先决条件	无
被调用函数	无

mem_address_width

EEPROM 存储地址宽度

I2C_MEM_ADDR_WIDIH_8： 8 位地址宽度

I2C_MEM_ADDR_WIDIH_16： 16 位地址宽度

示例

```
i2c_memory_write_dma(&hi2c, 0xA0, 0x05, tx_buf, 8, 0xFFFFFFFF);
```

5.15.65 函数 i2c_memory_read

下表描述了函数 i2c_memory_read

表 470. 函数 i2c_memory_read

项目	描述
函数名	i2c_memory_read
函数原型	i2c_status_type i2c_memory_read(i2c_handle_type* hi2c,

项目	描述
	i2c_mem_address_width_type mem_address_width, uint16_t address, uint16_t mem_address, uint8_t* pdata, uint16_t size, uint32_t timeout);
功能描述	从 EEPROM 读数据（轮询方式），该函数是阻塞方式，执行完成后，I2C 也传输完成
输入参数 1	hi2c：指向 i2c_handle_type 类型的结构体 该参数详细描述见 *i2c_handle_type*
输入参数 2	mem_address_width：EEPROM 存储地址宽度 参阅章节：mem_address_width 查阅更多该参数允许取值范围
输入参数 3	address：EEPROM 地址
输入参数 4	mem_address：EEPROM 数据存储地址
输入参数 5	pdata：读取数据的数组地址
输入参数 6	size：数据读取个数
输入参数 7	timeout：等待超时时间
输出参数	无
返回值	i2c_status_type：错误代码 参阅章节 5.15.42 查阅更多该参数允许取值范围
先决条件	无
被调用函数	无

mem_address_width

EEPROM 存储地址宽度

I2C_MEM_ADDR_WIDIH_8： 8 位地址宽度

I2C_MEM_ADDR_WIDIH_16： 16 位地址宽度

示例

```
i2c_memory_read(&hi2c, 0xA0, 0x05, rx_buf, 8, 0xFFFFFFFF);
```

5.15.66 函数 i2c_memory_read_int

下表描述了函数 i2c_memory_read_int

表 471. 函数 i2c_memory_read_int

项目	描述
函数名	i2c_memory_read_int
函数原型	i2c_status_type i2c_memory_read_int(i2c_handle_type* hi2c, i2c_mem_address_width_type mem_address_width, uint16_t address, uint16_t mem_address, uint8_t* pdata, uint16_t size, uint32_t timeout);
功能描述	从 EEPROM 读数据（中断方式），该函数是非阻塞方式，该函数执行完成后 I2C 通讯还未结束，可以通过调用函数 i2c_wait_end()等待通讯完成
输入参数 1	hi2c：指向 i2c_handle_type 类型的结构体 该参数详细描述见 *i2c_handle_type*
输入参数 2	mem_address_width：EEPROM 存储地址宽度 参阅章节：mem_address_width 查阅更多该参数允许取值范围
输入参数 3	address：EEPROM 地址
输入参数 4	mem_address：EEPROM 数据存储地址
输入参数 5	pdata：读取数据的数组地址
输入参数 6	size：数据读取个数

项目	描述
输入参数 7	timeout：等待超时时间
输出参数	无
返回值	i2c_status_type：错误代码 参阅章节 5.15.42 查阅更多该参数允许取值范围
先决条件	无
被调用函数	无

mem_address_width

EEPROM 存储地址宽度

I2C_MEM_ADDR_WIDIH_8： 8 位地址宽度

I2C_MEM_ADDR_WIDIH_16： 16 位地址宽度

示例

```
i2c_memory_read_int(&hi2c, 0xA0, 0x05, rx_buf, 8, 0xFFFFFFFF);
```

5.15.67 函数 i2c_memory_read_dma

下表描述了函数 i2c_memory_read_dma

表 472. 函数 i2c_memory_read_dma

项目	描述
函数名	i2c_memory_read_dma
函数原型	i2c_status_type i2c_memory_read_dma(i2c_handle_type* hi2c, i2c_mem_address_width_type mem_address_width, uint16_t address, uint16_t mem_address, uint8_t* pdata, uint16_t size, uint32_t timeout);
功能描述	从 EEPROM 读数据（DMA 方式），该函数是非阻塞方式，该函数执行完成后 I2C 通讯还未结束，可以通过调用函数 i2c_wait_end()等待通讯完成
输入参数 1	hi2c：指向 i2c_handle_type 类型的结构体 该参数详细描述见 *i2c_handle_type*
输入参数 2	mem_address_width：EEPROM 存储地址宽度 参阅章节：mem_address_width 查阅更多该参数允许取值范围
输入参数 3	address：EEPROM 地址
输入参数 4	mem_address：EEPROM 数据存储地址
输入参数 5	pdata：读取数据的数组地址
输入参数 6	size：数据读取个数
输入参数 7	timeout：等待超时时间
输出参数	无
返回值	i2c_status_type：错误代码 参阅章节 5.15.42 查阅更多该参数允许取值范围
先决条件	无
被调用函数	无

mem_address_width

EEPROM 存储地址宽度

I2C_MEM_ADDR_WIDIH_8： 8 位地址宽度

I2C_MEM_ADDR_WIDIH_16： 16 位地址宽度

示例

```
i2c_memory_read_dma(&hi2c, 0xA0, 0x05, rx_buf, 8, 0xFFFFFFFF);
```

5.15.68 函数 i2c_evt_irq_handler

下表描述了函数 i2c_evt_irq_handler

表 473. 函数 i2c_evt_irq_handler

项目	描述
函数名	i2c_evt_irq_handler
函数原型	void i2c_evt_irq_handler(i2c_handle_type* hi2c);
功能描述	事件中断函数，用于处理 I2C 事件中断
输入参数 1	hi2c：指向 i2c_handle_type 类型的结构体 该参数详细描述见 *i2c_handle_type*
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
void I2C1_EVT_IRQHandler(void)
{
  i2c_evt_irq_handler(&hi2c);
}
```

5.15.69 函数 i2c_err_irq_handler

下表描述了函数 i2c_err_irq_handler

表 474. 函数 i2c_err_irq_handler

项目	描述
函数名	i2c_err_irq_handler
函数原型	void i2c_err_irq_handler(i2c_handle_type* hi2c);
功能描述	错误中断函数，用于处理 I2C 错误中断
输入参数 1	hi2c：指向 i2c_handle_type 类型的结构体 该参数详细描述见 *i2c_handle_type*
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
void I2C1_ERR_IRQHandler(void)
{
  i2c_err_irq_handler(&hi2c);
}
```

5.15.70 函数 i2c_dma_tx_irq_handler

下表描述了函数 i2c_dma_tx_irq_handler

表 475. 函数 i2c_dma_tx_irq_handler

项目	描述
函数名	i2c_dma_tx_irq_handler
函数原型	void i2c_dma_tx_irq_handler(i2c_handle_type* hi2c);
功能描述	DMA 发送中断函数，用于处理 DMA 发送中断
输入参数 1	hi2c：指向 i2c_handle_type 类型的结构体 该参数详细描述见 *i2c_handle_type*
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
void DMA1_Channel6_IRQHandler(void)
{
  i2c_dma_rx_irq_handler(&hi2c);
}
```

5.15.71 函数 i2c_dma_rx_irq_handler

下表描述了函数 i2c_dma_rx_irq_handler

表 476. 函数 i2c_dma_rx_irq_handler

项目	描述
函数名	i2c_dma_rx_irq_handler
函数原型	void i2c_dma_rx_irq_handler(i2c_handle_type* hi2c);
功能描述	DMA 接收中断函数，用于处理 DMA 接收中断
输入参数 1	hi2c：指向 i2c_handle_type 类型的结构体 该参数详细描述见 *i2c_handle_type*
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
void DMA1_Channel7_IRQHandler(void)
{
  i2c_dma_tx_irq_handler(&hi2c);
}
```

5.16 嵌套的向量式中断控制器（NVIC）

NVIC 寄存器结构 NVIC_Type，定义于文件“core_cm4.h”如下：

```
/**
  * @brief Structure type to access the Nested Vectored Interrupt Controller (NVIC).
  */
typedef struct
{
```

```
  ……
} NVIC_Type;
```

下表给出了 NVIC 寄存器总览：

表 477. NVIC 寄存器对应表

寄存器	描述
iser	中断使能设置寄存器
icer	中断使能清除寄存器
ispr	中断挂起设置寄存器
icpr	中断挂起清除寄存器
iabr	中断激活位寄存器
ip	中断优先级寄存器
stir	软件触发中断寄存器

下表给出了 NVIC 库函数总览：

表 478.NVIC 库函数总览

函数名	描述
nvic_system_reset	系统软件复位命令
nvic_irq_enable	NVIC 中断使能及优先级配置
nvic_irq_disable	NVIC 中断失能
nvic_priority_group_config	NVIC 中断优先级分组配置
nvic_vector_table_set	NVIC 中断向量表基地址及偏移地址设定
nvic_lowpower_mode_config	NVIC 低功耗模式相关配置

5.16.1 函数 nvic_system_reset

下表描述了函数 nvic_system_reset

表 479. 函数 nvic_system_reset

项目	描述
函数名	nvic_system_reset
函数原型	void nvic_system_reset(void)
功能描述	系统软件复位命令
输入参数	无
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	NVIC_SystemReset()

示例

```
/* system reset */
nvic_system_reset();
```

5.16.2 函数 nvic_irq_enable

下表描述了函数 nvic_irq_enable

表 480. 函数 nvic_irq_enable

项目	描述
函数名	nvic_irq_enable
函数原型	void nvic_irq_enable(IRQn_Type irqn, uint32_t preempt_priority, uint32_t sub_priority)
功能描述	NVIC 中断使能及优先级配置
输入参数 1	irqn：中断向量选择 该参数详细描述见 *irqn*.
输入参数 2	preempt_priority：抢占优先级设定 该参数的数值不可超过 NVIC_PRIORITY_GROUP_x 定义的最大抢占优先级
输入参数 3	sub_priority：响应优先级设定 该参数的数值不可超过 NVIC_PRIORITY_GROUP_x 定义的最大响应优先级
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	NVIC_SetPriority() NVIC_EnableIRQ()

irqn

irqn 用于选择需要操作的中断向量，其可选参数罗列如下

WWDT_IRQn： 窗口定时器中断

PVM_IRQn： 连到 EXINT 的电源电压检测（PVM）中断

……

DMA2_Channel6_IRQn： DMA2 通道 6 全局中断

DMA2_Channel7_IRQn： DMA2 通道 7 全局中断

示例

```
/* enable nvic irq */
nvic_irq_enable(ADC1_2_3_IRQn, 0, 0);
```

5.16.3 函数 nvic_irq_disable

下表描述了函数 nvic_irq_disable

表 481. 函数 nvic_irq_disable

项目	描述
函数名	nvic_irq_disable
函数原型	void nvic_irq_disable(IRQn_Type irqn)
功能描述	NVIC 中断失能
输入参数	irqn：中断向量选择 该参数详细描述见 *irqn*.
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	NVIC_DisableIRQ()

示例

```
/* disable nvic irq */
nvic_irq_disable(ADC1_2_3_IRQn);
```

5.16.4 函数 nvic_priority_group_config

下表描述了函数 nvic_priority_group_config

表 482. 函数 nvic_priority_group_config

项目	描述
函数名	nvic_priority_group_config
函数原型	void nvic_priority_group_config(nvic_priority_group_type priority_group)
功能描述	NVIC 中断优先级分组配置
输入参数	priority_group：中断优先级分组选择 该参数可以选取 nvic_priority_group_type 内的任意一个枚举值.
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	NVIC_SetPriorityGrouping()

priority_group

priority_group 用于选择中断优先级分组，其可选参数罗列如下

NVIC_PRIORITY_GROUP_0：优先级组 0（0 位用于抢占优先级，4 位用于响应优先级）

NVIC_PRIORITY_GROUP_1：优先级组 1（1 位用于抢占优先级，3 位用于响应优先级）

NVIC_PRIORITY_GROUP_2：优先级组 2（2 位用于抢占优先级，2 位用于响应优先级）

NVIC_PRIORITY_GROUP_3：优先级组 3（3 位用于抢占优先级，1 位用于响应优先级）

NVIC_PRIORITY_GROUP_4：优先级组 4（4 位用于抢占优先级，0 位用于响应优先级）

示例

```
/* config nvic priority group */
nvic_priority_group_config(NVIC_PRIORITY_GROUP_4);
```

5.16.5 函数 nvic_vector_table_set

下表描述了函数 nvic_vector_table_set

表 483. 函数 nvic_vector_table_set

项目	描述
函数名	nvic_vector_table_set
函数原型	void nvic_vector_table_set(uint32_t base, uint32_t offset)
功能描述	NVIC 中断向量表基地址及偏移地址设定
输入参数 1	base：中断向量表基地址 该参数可选择设定基地址位于 RAM 或是 FLASH.
输入参数 2	offset：中断向量表偏移地址 该参数决定实际中断向量表起始地址，必须要设定为 0x200 的倍数
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

base

base 用于选择中断向量表的基地址，其可选参数罗列如下

NVIC_VECTTAB_RAM： 中断向量表基地址位于 RAM

NVIC_VECTTAB_FLASH： 中断向量表基地址位于 FLASH

示例

```
/* config vector table offset */
nvic_vector_table_set(NVIC_VECTTAB_FLASH, 0x4000);
```

5.16.6 函数 nvic_lowpower_mode_config

下表描述了函数 nvic_lowpower_mode_config

表 484. 函数 nvic_lowpower_mode_config

项目	描述
函数名	nvic_lowpower_mode_config
函数原型	void nvic_lowpower_mode_config(nvic_lowpower_mode_type lp_mode, confirm_state new_state)
功能描述	NVIC 低功耗模式相关配置
输入参数 1	lp_mode：选择需要配置的低功耗模式 该参数可以选取 nvic_lowpower_mode_type 内的任意一个枚举值.
输入参数 2	new_state：电池供电区域的预设状态 该参数可以选取自其中之一 ： TRUE，FALSE.
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

lp_mode

lp_mode 用于选择需要配置的低功耗模式，其可选参数罗列如下

NVIC_LP_SEVONPEND： 当中断挂起时发送唤醒事件（此项通常与 WFE 组合使用）

NVIC_LP_SLEEPDEEP： 深度睡眠模式控制位（控制内核时钟的开关状态）

NVIC_LP_SLEEPONEXIT： 系统从最低优先级中断退出时，立即进入睡眠模式

示例

```
/* enable sleep-on-exit feature */
nvic_lowpower_mode_config(NVIC_LP_SLEEPONEXIT, TRUE);
```

5.17 电源控制（PWC）

PWC 寄存器结构 pwc_type，定义于文件“at32f435_437_pwc.h”如下：

```
/**
  * @brief type define pwc register all
  */
typedef struct
{
      ……
} pwc_type;
```

下表给出了 PWC 寄存器总览：

表 485. PWC 寄存器对应表

寄存器	描述
ctrl	电源控制寄存器
ctrlsts	电源控制及状态寄存器
ldoov	LDO 调校寄存器

下表给出了 PWC 库函数总览：

表 486. PWC 库函数总览

函数名	描述
pwc_reset	复位 PWC 使其所有寄存器保持复位值
pwc_battery_powered_domain_access	电池供电区域的写入使能
pwc_pvm_level_select	电压监测器的监测电压临界值选择
pwc_power_voltage_monitor_enable	电压监测器的电压监测使能
pwc_wakeup_pin_enable	待机唤醒管脚使能
pwc_flag_clear	清除已置位的标志位
pwc_flag_get	获取标志位状态
pwc_sleep_mode_enter	进入睡眠模式
pwc_deep_sleep_mode_enter	进入深度睡眠模式
pwc_voltage_regulate_set	深度睡眠模式下电压调节器状态选择
pwc_standby_mode_enter	进入待机模式
pwc_ldo_output_voltage_set	LDO 输出电压设定

5.17.1 函数 pwc_reset

下表描述了函数 pwc_reset

表 487. 函数 pwc_reset

项目	描述
函数名	pwc_reset
函数原型	void pwc_reset(void)
功能描述	复位 PWC 使其所有寄存器保持复位值
输入参数	无
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	crm_periph_reset()

示例

```
/* deinitialize pwc */
pwc_reset();
```

5.17.2 函数 pwc_battery_powered_domain_access

下表描述了函数 pwc_battery_powered_domain_access

表 488. 函数 pwc_battery_powered_domain_access

项目	描述
函数名	pwc_battery_powered_domain_access
函数原型	void pwc_battery_powered_domain_access(confirm_state new_state)
功能描述	电池供电区域的写入使能
输入参数	new_state：电池供电区域的预设状态 该参数可以选取自其中之一 ： TRUE，FALSE.
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* enable the battery-powered domain write operations */
pwc_battery_powered_domain_access(TRUE);
```

注意：只有通过此函数进行电池供电区域的写使能后，才能操作电池供电区域，比如RTC。

5.17.3 函数 pwc_pvm_level_select

下表描述了函数 pwc_pvm_level_select

表 489. 函数 pwc_pvm_level_select

项目	描述
函数名	pwc_pvm_level_select
函数原型	void pwc_pvm_level_select(pwc_pvm_voltage_type pvm_voltage)
功能描述	电压监测器的监测电压临界值选择
输入参数	pvm_voltage：监测电压临界值选择 该参数可以选取 pwc_pvm_voltage_type 内的任意一个枚举值.
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

pvm_voltage

pvm_voltage 用于设置电压监测器的监测电压临界值，其可选参数罗列如下

PWC_PVM_VOLTAGE_2V3：监测电压临界值为 2.3V

PWC_PVM_VOLTAGE_2V4：监测电压临界值为 2.4V

PWC_PVM_VOLTAGE_2V5：监测电压临界值为 2.5V

PWC_PVM_VOLTAGE_2V6：监测电压临界值为 2.6V

PWC_PVM_VOLTAGE_2V7：监测电压临界值为 2.7V

PWC_PVM_VOLTAGE_2V8：监测电压临界值为 2.8V

PWC_PVM_VOLTAGE_2V9：监测电压临界值为 2.9V

示例

```
/* set the threshold voltage to 2.9v */
pwc_pvm_level_select(PWC_PVM_VOLTAGE_2V9);
```

5.17.4 函数 pwc_power_voltage_monitor_enable

下表描述了函数 pwc_power_voltage_monitor_enable

表 490. 函数 pwc_power_voltage_monitor_enable

项目	描述
函数名	pwc_power_voltage_monitor_enable
函数原型	void pwc_power_voltage_monitor_enable(confirm_state new_state)
功能描述	电压监测器的电压监测使能
输入参数	new_state：电压监测的预设状态 该参数可以选取自其中之一 ： TRUE，FALSE.
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* enable power voltage monitor */
pwc_power_voltage_monitor_enable(TRUE);
```

5.17.5 函数 pwc_wakeup_pin_enable

下表描述了函数 pwc_wakeup_pin_enable

表 491. 函数 pwc_wakeup_pin_enable

项目	描述
函数名	pwc_wakeup_pin_enable
函数原型	void pwc_wakeup_pin_enable(uint32_t pin_num, confirm_state new_state)
功能描述	待机唤醒管脚使能
输入参数 1	pin_num：需要配置的待机唤醒管脚 该参数可以选取任意具备待机唤醒功能的管脚.
输入参数 2	new_state：待机唤醒管脚的预设状态 该参数可以选取自其中之一 ： TRUE，FALSE.
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

pin_num

pin_num 用于选择需要配置的待机唤醒管脚，其可选参数罗列如下

PWC_WAKEUP_PIN_1： 待机唤醒管脚 1（对应 GPIO 为 PA0）

PWC_WAKEUP_PIN_2： 待机唤醒管脚 2（对应 GPIO 为 PC13）

示例

```
/* enable wakeup pin - pa0 */
pwc_wakeup_pin_enable(PWC_WAKEUP_PIN_1, TRUE);
```

5.17.6 函数 pwc_flag_clear

下表描述了函数 pwc_flag_clear

表 492. 函数 pwc_flag_clear

项目	描述
函数名	pwc_flag_clear
函数原型	void pwc_flag_clear(uint32_t pwc_flag)
功能描述	清除已置位的标志位
输入参数	pwc_flag：待清除的标志选择 该参数详细描述见 *pwc_flag*
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

pwc_flag

pwc_flag 用于选择需要被清除的标志，其可选参数罗列如下

PWC_WAKEUP_FLAG： 待机唤醒事件标志

PWC_STANDBY_FLAG： 进入待机模式标志

PWC_PVM_OUTPUT_FLAG： 电源电压检测输出标志（此参数不支持软件清除）

示例

```
/* wakeup event flag clear */
pwc_flag_clear(PWC_WAKEUP_FLAG);
```

5.17.7 函数 pwc_flag_get

下表描述了函数 pwc_flag_get

表 493. 函数 pwc_flag_get

项目	描述
函数名	pwc_flag_get
函数原型	flag_status pwc_flag_get(uint32_t pwc_flag)
功能描述	获取标志位状态
输入参数	pwc_flag：需要获取状态的标志选择 该参数详细描述见 *pwc_flag*
输出参数	无
返回值	flag_status：标志位的状态 该返回值可为罗列的其中之一 ： SET，RESET.
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* check if wakeup event flag is set */
if(pwc_flag_get(PWC_WAKEUP_FLAG) != RESET)
```

5.17.8 函数 pwc_sleep_mode_enter

下表描述了函数 pwc_sleep_mode_enter

表 494. 函数 pwc_sleep_mode_enter

项目	描述
函数名	pwc_sleep_mode_enter
函数原型	void pwc_sleep_mode_enter(pwc_sleep_enter_type pwc_sleep_enter)
功能描述	进入睡眠模式
输入参数	pwc_sleep_enter：睡眠模式进入方式选择 该参数可以选取 pwc_sleep_enter_type 内的任意一个枚举值.
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

pwc_sleep_enter

pwc_sleep_enter 用于选择睡眠模式进入的方式，其可选参数罗列如下

PWC_SLEEP_ENTER_WFI： 通过 WFI 命令进入睡眠模式

PWC_SLEEP_ENTER_WFE： 通过 WFE 命令进入睡眠模式

示例

```
/* enter sleep mode */
pwc_sleep_mode_enter(PWC_SLEEP_ENTER_WFI);
```

5.17.9 函数 pwc_deep_sleep_mode_enter

下表描述了函数 pwc_deep_sleep_mode_enter

表 495. 函数 pwc_deep_sleep_mode_enter

项目	描述
函数名	pwc_deep_sleep_mode_enter
函数原型	void pwc_deep_sleep_mode_enter(pwc_deep_sleep_enter_type pwc_deep_sleep_enter)
功能描述	进入深度睡眠模式
输入参数	pwc_deep_sleep_enter：深度睡眠模式进入方式选择 该参数可以选取 pwc_deep_sleep_enter_type 内的任意一个枚举值.
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

pwc_deep_sleep_enter

pwc_deep_sleep_enter 用于选择深度睡眠模式进入的方式，其可选参数罗列如下

PWC_DEEP_SLEEP_ENTER_WFI： 通过 WFI 命令进入深度睡眠模式

PWC_DEEP_SLEEP_ENTER_WFE： 通过 WFE 命令进入深度睡眠模式

示例

```
/* enter deep sleep mode */
pwc_deep_sleep_mode_enter(PWC_DEEP_SLEEP_ENTER_WFI);
```

5.17.10 函数 pwc_voltage_regulate_set

下表描述了函数 pwc_voltage_regulate_set

表 496. 函数 pwc_voltage_regulate_set

项目	描述
函数名	pwc_voltage_regulate_set
函数原型	void pwc_voltage_regulate_set(pwc_regulator_type pwc_regulator)
功能描述	深度睡眠模式下电压调节器状态选择
输入参数	pwc_regulator：电压调节器状态选择 该参数可以选取 pwc_regulator_type 内的任意一个枚举值.
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

pwc_regulator

pwc_regulator 用于选择电压调节器的状态，其可选参数罗列如下

PWC_REGULATOR_ON： 深度睡眠模式下电压调节器正常开启

PWC_REGULATOR_LOW_POWER： 深度睡眠模式下电压调节器处于低功耗模式

示例

```
/* congfig the voltage regulator mode */
pwc_voltage_regulate_set(PWC_REGULATOR_LOW_POWER);
```

5.17.11 函数 pwc_standby_mode_enter

下表描述了函数 pwc_standby_mode_enter

表 497. 函数 pwc_standby_mode_enter

项目	描述
函数名	pwc_standby_mode_enter
函数原型	void pwc_standby_mode_enter(void)
功能描述	进入待机模式
输入参数	无
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* enter standby mode */
pwc_standby_mode_enter();
```

5.17.12 函数 pwc_ldo_output_voltage_set

下表描述了函数 pwc_ldo_output_voltage_set

表 498. 函数 pwc_ldo_output_voltage_set

项目	描述
函数名	pwc_ldo_output_voltage_set
函数原型	pwc_ldo_output_voltage_set(val)
功能描述	LDO 输出电压设定

项目	描述
输入参数	val：LDO 输出电压值 该参数可以选取 pwc_ldo_output_voltage_type 内的任意一个枚举值.
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

val

val 用于选择 LDO 输出电压值，其可选参数罗列如下

PWC_LDO_OUTPUT_1V1： LDO 输出电压 1.1V

PWC_LDO_OUTPUT_1V2： LDO 输出电压 1.2V

PWC_LDO_OUTPUT_1V3： LDO 输出电压 1.3V

示例

```
/* reduce ldo before enter deepsleep mode */
pwc_ldo_output_voltage_set(PWC_LDO_OUTPUT_1V1);
```

5.18 四线 SPI（QSPI）

QSPI 寄存器结构 qspi_type，定义于文件“at32f435_437_qspi.h”如下：

```
/**
  * @brief type define qspi register all
  */
typedef struct
{
    …
} qspi_type;
```

下表给出了 QSPI 寄存器总览：

表 499. QSPI 寄存器对应表

寄存器	描述
cmd_w0	命令字 0
cmd_w1	命令字 1
cmd_w2	命令字 2
cmd_w3	命令字 3
ctrl	控制寄存器
actr	AC 时序寄存器
fifosts	FIFO 状态寄存器
ctrl2	控制寄存器 2
cmdsts	命令状态寄存器
rsts	读取状态寄存器
fsize	闪存大小寄存器
xip cmd_w0	XIP 命令字 0
xip cmd_w1	XIP 命令字 1
xip cmd_w2	XIP 命令字 2
xip cmd_w3	XIP 命令字 3

寄存器	描述
rev	修订寄存器
dt	数据端口寄存器

下表给出了 QSPI 库函数总览：

表 500. QSPI 库函数总览

函数名	描述
qspi_encryption_enable	QSPI 加密使能
qspi_sck_mode_set	QSPI 时钟模式设置
qspi_clk_division_set	QSPI 时钟分频设置
qspi_xip_cache_bypass_set	QSPI XIP 端口缓存旁路使能
qspi_interrupt_enable	QSPI 中断使能
qspi_flag_get	QSPI 标志获取
qspi_flag_clear	QSPI 标志清除
qspi_dma_rx_threshold_set	QSPI DMA 接收 fifo 阈值设置
qspi_dma_tx_threshold_set	QSPI DMA 发送 fifo 阈值设置
qspi_dma_enable	QSPI DMA 使能
qspi_busy_config	QSPI 设置忙位在状态寄存器的偏移位数
qspi_xip_enable	QSPI XIP 端口使能
qspi_cmd_operation_kick	设置命令端口操作开始
qspi_xip_init	QSPI XIP 端口初始化
qspi_byte_read	QSPI 字节读取
qspi_half_word_read	QSPI 半字读取
qspi_word_read	QSPI 字读取
qspi_word_write	QSPI 字写入
qspi_half_word_write	QSPI 半字写入
qspi_byte_write	QSPI 字节写入

5.18.1 函数 qspi_encryption_enable

下表描述了函数 qspi_encryption_enable

表 501. 函数 qspi_encryption_enable

项目	描述
函数名	qspi_encryption_enable
函数原型	void qspi_encryption_enable(qspi_type* qspi_x, confirm_state new_state);
功能描述	qspi 加密使能，该函数只能在 QSPI 处于命令端口时调用
输入参数 1	qspi_x：所选择的 QSPI 外设 该参数可以选取自其中之一：QSPI1，QSPI2
输入参数 2	new_state：配置加密状态 该参数可以选取自其中之一：TRUE，FALSE.
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
qspi_encryption_enable(QSPI1, TRUE);
```

5.18.2 函数 qspi_sck_mode_set

下表描述了函数 qspi_sck_mode_set

表 502. 函数 qspi_sck_mode_set

项目	描述
函数名	qspi_sck_mode_set
函数原型	void qspi_sck_mode_set(qspi_type* qspi_x, qspi_clk_mode_type new_mode);
功能描述	qspi 时钟模式设置
输入参数 1	qspi_x：所选择的QSPI外设 该参数可以选取自其中之一：QSPI1，QSPI2
输入参数 2	new_mode：配置时钟模式
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

qspi_clk_mode_type

QSPI_SCK_MODE_0：QSPI 时钟模式 0

QSPI_SCK_MODE_3：QSPI 时钟模式 3

示例

```
qspi_sck_mode_set(QSPI1, QSPI_SCK_MODE_0);
```

5.18.3 函数 qspi_clk_division_set

下表描述了函数 qspi_clk_division_set

表 503. 函数 qspi_clk_division_set

项目	描述
函数名	qspi_clk_division_set
函数原型	void qspi_clk_division_set (qspi_type* qspi_x, qspi_clk_div_type new_clkdiv);
功能描述	qspi 时钟分频设置
输入参数 1	qspi_x：所选择的QSPI外设 该参数可以选取自其中之一：QSPI1，QSPI2
输入参数 2	new_clkdiv：时钟分频
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

qspi_clk_div_type

QSPI_CLK_DIV_2： QSPI 时钟 2 分频

QSPI_CLK_DIV_4： QSPI 时钟 4 分频

QSPI_CLK_DIV_6： QSPI 时钟 6 分频

QSPI_CLK_DIV_8： QSPI 时钟 8 分频

QSPI_CLK_DIV_3： QSPI 时钟 3 分频
QSPI_CLK_DIV_5： QSPI 时钟 5 分频
QSPI_CLK_DIV_10： QSPI 时钟 10 分频
QSPI_CLK_DIV_12： QSPI 时钟 12 分频

示例

```
qspi_clk_division_set(QSPI1, QSPI_CLK_DIV_2);
```

5.18.4 函数 qspi_xip_cache_bypass_set

下表描述了函数 qspi_xip_cache_bypass_set

表 504. 函数 qspi_xip_cache_bypass_set

项目	描述
函数名	qspi_xip_cache_bypass_set
函数原型	void qspi_xip_cache_bypass_set(qspi_type* qspi_x, confirm_state new_state);
功能描述	qspi XIP 端口缓存旁路设置
输入参数 1	qspi_x：所选择的QSPI外设 该参数可以选取自其中之一：QSPI1，QSPI2
输入参数 2	new_state：配置旁路状态 该参数可以选取自其中之一：TRUE，FALSE.
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
qspi_xip_cache_bypass_set(QSPI1, TRUE);
```

5.18.5 函数 qspi_interrupt_enable

下表描述了函数 qspi_interrupt_enable

表 505. 函数 qspi_interrupt_enable

项目	描述
函数名	qspi_interrupt_enable
函数原型	void qspi_interrupt_enable(qspi_type* qspi_x, confirm_state new_state);
功能描述	配置 qspi 中断
输入参数 1	qspi_x：所选择的QSPI外设 该参数可以选取自其中之一：QSPI1，QSPI2
输入参数 2	new_state：配置中断状态 该参数可以选取自其中之一：TRUE，FALSE.
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
qspi_interrupt_enable(QSPI1, TRUE);
```

5.18.6 函数 qspi_interrupt_flag_get

下表描述了函数 qspi_flag_get

表 506. 函数 qspi_flag_get

项目	描述
函数名	qspi_interrupt_flag_get
函数原型	flag_status qspi_interrupt_flag_get(qspi_type* qspi_x, uint32_t flag);
功能描述	获取标志位状态
输入参数 1	qspi_x：所选择的QSPI外设 该参数可以选取自其中之一：QSPI1，QSPI2
输入参数 2	flag：只有 QSPI_CMDSTS_FLAG 有效
输出参数	无
返回值	flag_status：标志位的状态 该返回值可为其中之一：SET，RESET.
先决条件	无
被调用函数	无

qspi_flag

可获取的 qspi 状态标志

QSPI_CMDSTS_FLAG： QSPI 命令完成标志

示例

```
flag_status status;
status = qspi_flag_get(QSPI_CMDSTS_FLAG);
```

5.18.7 函数 qspi_flag_get

下表描述了函数 qspi_flag_get

表 507. 函数 qspi_flag_get

项目	描述
函数名	qspi_flag_get
函数原型	flag_status qspi_flag_get(qspi_type* qspi_x, uint32_t flag);
功能描述	获取标志位状态
输入参数 1	qspi_x：所选择的QSPI外设 该参数可以选取自其中之一：QSPI1，QSPI2
输入参数 2	flag：需要获取状态的标志选择
输出参数	无
返回值	flag_status：标志位的状态 该返回值可为其中之一：SET，RESET.
先决条件	无
被调用函数	无

qspi_flag

可获取的 qspi 状态标志

QSPI_CMDSTS_FLAG： QSPI 命令完成标志

QSPI_RXFIFORDY_FLAG： QSPI 接收 fifo 准备完成标志

QSPI_TXFIFORDY_FLAG： QSPI 发送 fifo 准备完成标志

示例

```
flag_status status;
status = qspi_flag_get(QSPI_CMDSTS_FLAG);
```

5.18.8 函数 qspi_flag_clear

下表描述了函数 qspi_flag_clear

表 508. 函数 qspi_flag_clear

项目	描述
函数名	qspi_flag_clear
函数原型	void qspi_flag_clear(qspi_type* qspi_x, uint32_t flag);
功能描述	清除标志位
输入参数 1	qspi_x：所选择的QSPI外设 该参数可以选取自其中之一：QSPI1，QSPI2
输入参数 2	flag：待清除的标志选择
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

qspi_flag

可清除的 qspi 状态标志

QSPI_CMDSTS_FLAG： QSPI 命令完成标志

示例

```
qspi_flag_clear(QSPI_CMDSTS_FLAG);
```

5.18.9 函数 qspi_dma_rx_threshold_set

下表描述了函数 qspi_dma_rx_threshold_set

表 509. 函数 qspi_dma_rx_threshold_set

项目	描述
函数名	qspi_dma_rx_threshold_set
函数原型	void qspi_dma_rx_threshold_set(qspi_type* qspi_x, qspi_dma_fifo_thod_type new_threshold);
功能描述	qspi DMA 接收 fifo 阈值设置
输入参数 1	qspi_x：所选择的QSPI外设 该参数可以选取自其中之一：QSPI1，QSPI2
输入参数 2	new_threshold：设置的阈值
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

qspi_dma_fifo_thod_type

qspi DMA fifo 可设置的阈值

QSPI_DMA_FIFO_THOD_WORD08： QSPI DMA FIFO 阈值 8 个字
QSPI_DMA_FIFO_THOD_WORD16： QSPI DMA FIFO 阈值 16 个字
QSPI_DMA_FIFO_THOD_WORD32： QSPI DMA FIFO 阈值 32 个字

示例

```
qspi_dma_rx_threshold_set(QSPI_DMA_FIFO_THOD_WORD08);
```

5.18.10 函数 qspi_dma_tx_threshold_set

下表描述了函数 qspi_dma_tx_threshold_set

表 510. 函数 qspi_dma_tx_threshold_set

项目	描述
函数名	qspi_dma_tx_threshold_set
函数原型	void qspi_dma_tx_threshold_set(qspi_type* qspi_x, qspi_dma_fifo_thod_type new_threshold);
功能描述	qspi DMA 发送 fifo 阈值设置
输入参数 1	qspi_x：所选择的QSPI外设 该参数可以选取自其中之一：QSPI1，QSPI2
输入参数 2	new_threshold：设置的阈值 *qspi_dma_fifo_thod_type*
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
qspi_dma_tx_threshold_set(QSPI_DMA_FIFO_THOD_WORD08);
```

5.18.11 函数 qspi_dma_enable

下表描述了函数 qspi_dma_enable

表 511. 函数 qspi_dma_enable

项目	描述
函数名	qspi_dma_enable
函数原型	void qspi_dma_enable(qspi_type* qspi_x, confirm_state new_state);
功能描述	配置 qspi 中断使能
输入参数 1	qspi_x：所选择的QSPI外设 该参数可以选取自其中之一：QSPI1，QSPI2
输入参数 2	new_state：配置 DMA 状态 该参数可以选取自其中之一：TRUE，FALSE.
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
qspi_dma_enable(QSPI1, TRUE);
```

5.18.12 函数 qspi_busy_config

下表描述了函数 qspi_busy_config

表 512. 函数 qspi_busy_config

项目	描述
函数名	qspi_busy_config
函数原型	void qspi_busy_config(qspi_type* qspi_x, qspi_busy_pos_type busy_pos);
功能描述	qspi 忙位在状态寄存器的偏移设置
输入参数 1	qspi_x：所选择的QSPI外设 该参数可以选取自其中之一：QSPI1，QSPI2
输入参数 2	busy_pos：配置偏移位置
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

qspi_busy_pos_type

QSPI_BUSY_OFFSET_0：忙位偏移位置为 0
QSPI_BUSY_OFFSET_1：忙位偏移位置为 1
QSPI_BUSY_OFFSET_2：忙位偏移位置为 2
QSPI_BUSY_OFFSET_3：忙位偏移位置为 3
QSPI_BUSY_OFFSET_4：忙位偏移位置为 4
QSPI_BUSY_OFFSET_5：忙位偏移位置为 5
QSPI_BUSY_OFFSET_6：忙位偏移位置为 6
QSPI_BUSY_OFFSET_7：忙位偏移位置为 7

示例

```
qspi_busy_config(QSPI1, QSPI_BUSY_OFFSET_0);
```

5.18.13 函数 qspi_xip_enable

下表描述了函数 qspi_xip_enable

表 513. 函数 qspi_xip_enable

项目	描述
函数名	qspi_xip_enable
函数原型	void qspi_xip_enable(qspi_type* qspi_x, confirm_state new_state);
功能描述	配置 qspi xip 端口使能
输入参数 1	qspi_x：所选择的QSPI外设 该参数可以选取自其中之一：QSPI1，QSPI2
输入参数 2	new_state：配置 xip 端口状态 该参数可以选取自其中之一：TRUE，FALSE.
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
qspi_xip_enable(QSPI1, TRUE);
```

5.18.14 函数 qspi_cmd_operation_kick

下表描述了函数 qspi_cmd_operation_kick

表 514. 函数 qspi_cmd_operation_kick

项目	描述
函数名	qspi_cmd_operation_kick
函数原型	void qspi_cmd_operation_kick(qspi_type* qspi_x, qspi_cmd_type* qspi_cmd_struct);
功能描述	qspi 命令操作开始执行
输入参数 1	qspi_x：所选择的QSPI外设 该参数可以选取自其中之一：QSPI1，QSPI2
输入参数 2	qspi_cmd_struct：命令结构体指针
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

qspi_cmd_type structure

qspi_cmd_type 定义在 at32f435_437_qspi.h 中

```
typedef struct
{
  confirm_state                pe_mode_enable;
  uint8_t                      pe_mode_operate_code;
  uint8_t                      instruction_code;
  qspi_cmd_inslen_type         instruction_length;
  uint32_t                     address_code;
  qspi_cmd_adrlen_type         address_length;
  uint32_t                     data_counter;
  uint8_t                      second_dummy_cycle_num;
  qspi_operate_mode_type       operation_mode;
  qspi_read_status_conf_type   read_status_config;
  confirm_state                read_status_enable;
  confirm_state                write_data_enable;
} qspi_cmd_type;
```

pe_mode_enable

性能增强模式使能，根据 qspi 外设是否支持决定

TRUE： 开启

FALSE： 关闭

pe_mode_operate_code

性能增强模式操作码，根据 qspi 外设决定

instruction_code

命令的指令码值

instruction_length

命令的指令码长度

QSPI_CMD_INSLEN_0_BYTE：没有指令码
QSPI_CMD_INSLEN_1_BYTE：指令码一个字节
QSPI_CMD_INSLEN_2_BYTE：指令码两个字节

address_code

地址值

address_length

地址长度

QSPI_CMD_ADRLEN_0_BYTE：该条指令没有地址
QSPI_CMD_ADRLEN_1_BYTE：该条指令地址 1 个字节
QSPI_CMD_ADRLEN_2_BYTE：该条指令地址 2 个字节
QSPI_CMD_ADRLEN_3_BYTE：该条指令地址 3 个字节
QSPI_CMD_ADRLEN_4_BYTE：该条指令地址 4 个字节

data_counter

数据个数

second_dummy_cycle_num

第二段 dummy cycle 个数，范围 0~32

operation_mode

操作模式

QSPI_OPERATE_MODE_111： qspi serial mode
QSPI_OPERATE_MODE_112： qspi dual mode
QSPI_OPERATE_MODE_114： qspi quad mode
QSPI_OPERATE_MODE_122： qspi dual i/o mode
QSPI_OPERATE_MODE_144： qspi quad i/o mode
QSPI_OPERATE_MODE_222： qspi instruction 2-bit mode
QSPI_OPERATE_MODE_444： qspi instruction 4-bit mode(qpi)

read_status_config

QSPI_RSTSC_HW_AUTO： 硬件自动读取
QSPI_RSTSC_SW_ONCE： 软件读取一次

read_status_enable

读状态使能

TRUE： 开启
FALSE： 关闭

write_data_enable

写数据使能

TRUE： 开启
FALSE： 关闭

示例

```
esmt32m_cmd_erase_config(&esmt32m_cmd_config, sec_addr);
qspi_cmd_operation_kick(QSPI1, &esmt32m_cmd_config);
```

5.18.15 函数 qspi_xip_init

下表描述了函数 qspi_xip_init

表 515. 函数 qspi_xip_init

项目	描述
函数名	qspi_xip_init
函数原型	void qspi_xip_init(qspi_type* qspi_x, qspi_xip_type* xip_init_struct);
功能描述	qspi xip 端口初始化
输入参数 1	qspi_x：所选择的QSPI外设 该参数可以选取自其中之一：QSPI1，QSPI2
输入参数 2	xip_init_struct：初始化结构体指针
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

qspi_xip_type structure

qspi_xip_type 定义在 at32f435_437_qspi.h 中

```
typedef struct
{
  uint8_t                    read_instruction_code;
  qspi_xip_addrlen_type      read_address_length;
  qspi_operate_mode_type     read_operation_mode;
  uint8_t                    read_second_dummy_cycle_num;
  uint8_t                    write_instruction_code;
  qspi_xip_addrlen_type      write_address_length;
  qspi_operate_mode_type     write_operation_mode;
  uint8_t                    write_second_dummy_cycle_num;
  qspi_xip_write_sel_type    write_select_mode;
  uint8_t                    write_time_counter;
  uint8_t                    write_data_counter;
  qspi_xip_read_sel_type     read_select_mode;
  uint8_t                    read_time_counter;
  uint8_t                    read_data_counter;
} qspi_xip_type;
```

read_instruction_code

读命令的指令码值

read_address_length

读命令的地址长度

QSPI_XIP_ADDRLEN_3_BYTE：地址长度 3 个字节

QSPI_XIP_ADDRLEN_4_BYTE：地址长度 4 个字节

read_operation_mode

读命令操作模式

QSPI_OPERATE_MODE_111： qspi serial mode

QSPI_OPERATE_MODE_112： qspi dual mode

QSPI_OPERATE_MODE_114： qspi quad mode

QSPI_OPERATE_MODE_122： qspi dual i/o mode

QSPI_OPERATE_MODE_144： qspi quad i/o mode

QSPI_OPERATE_MODE_222： qspi instruction 2-bit mode

QSPI_OPERATE_MODE_444： qspi instruction 4-bit mode(qpi)

read_second_dummy_cycle_num
读命令第二段 dummy cycle 个数，范围 0~32
write_instruction_code
写命令的指令码值
write_address_length
写命令的地址长度
QSPI_XIP_ADDRLEN_3_BYTE：地址长度 3 个字节
QSPI_XIP_ADDRLEN_4_BYTE：地址长度 4 个字节
write_operation_mode
写命令操作模式
QSPI_OPERATE_MODE_111： qspi serial mode
QSPI_OPERATE_MODE_112： qspi dual mode
QSPI_OPERATE_MODE_114： qspi quad mode
QSPI_OPERATE_MODE_122： qspi dual i/o mode
QSPI_OPERATE_MODE_144： qspi quad i/o mode
QSPI_OPERATE_MODE_222： qspi instruction 2-bit mode
QSPI_OPERATE_MODE_444： qspi instruction 4-bit mode(qpi)
write_second_dummy_cycle_num
写命令第二段 dummy cycle 个数，范围 0~32
write_select_mode
写命令模式选择
QSPI_XIPW_SEL_MODED：模式 D
QSPI_XIPW_SEL_MODET：模式 T
write_time_counter
写命令 T 模式的时钟个数
write_data_counter
写命令 D 模式的数据个数
read_select_mode
读命令模式选择
QSPI_XIPW_SEL_MODED：模式 D
QSPI_XIPW_SEL_MODET：模式 T
read_time_counter
读命令 T 模式的时钟个数
read_data_counter
读命令 D 模式的数据个数
示例

```
/* initial xip */
xip_init_ly68l6400_config(&ly68l6400_xip_init);
qspi_xip_init(QSPI1, &ly68l6400_xip_init);
```

5.18.16 函数 qspi_byte_read

下表描述了函数 qspi_byte_read

表 516. 函数 qspi_byte_read

项目	描述
函数名	qspi_byte_read
函数原型	uint8_t qspi_byte_read(qspi_type* qspi_x);
功能描述	按字节读取数据
输入参数	qspi_x：所选择的QSPI外设 该参数可以选取自其中之一：QSPI1，QSPI2
输出参数	无
返回值	数据值
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
uint8_t data;
data = qspi_byte_read(QSPI1);
```

5.18.17 函数 qspi_half_word_read

下表描述了函数 qspi_half_word_read

表 517. 函数 qspi_half_word_read

项目	描述
函数名	qspi_half_word_read
函数原型	uint16_t qspi_half_word_read(qspi_type* qspi_x);
功能描述	按半字读取数据
输入参数	qspi_x：所选择的QSPI外设 该参数可以选取自其中之一：QSPI1，QSPI2
输出参数	无
返回值	数据值
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
uint16_t data;
data = qspi_half_word_read(QSPI1);
```

5.18.18 函数 qspi_word_read

下表描述了函数 qspi_word_read

表 518. 函数 qspi_word_read

项目	描述
函数名	qspi_word_read
函数原型	uint32_t qspi_word_read(qspi_type* qspi_x);
功能描述	按字读取数据
输入参数	qspi_x：所选择的QSPI外设 该参数可以选取自其中之一：QSPI1，QSPI2
输出参数	无

项目	描述
返回值	数据值
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
uint32_t data;
data = qspi_word_read(QSPI1);
```

5.18.19 函数 qspi_word_write

下表描述了函数 qspi_word_write

表 519. 函数 qspi_word_write

项目	描述
函数名	qspi_word_write
函数原型	void qspi_word_write(qspi_type* qspi_x, uint32_t value);
功能描述	按字写入数据
输入参数 1	qspi_x：所选择的QSPI外设 该参数可以选取自其中之一：QSPI1，QSPI2
输入参数 2	value：写入的数据值
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
qspi_word_write(QSPI1, 0x12345678);
```

5.18.20 函数 qspi_half_word_write

下表描述了函数 qspi_half_word_write

表 520. 函数 qspi_half_word_write

项目	描述
函数名	qspi_half_word_write
函数原型	void qspi_half_word_write(qspi_type* qspi_x, uint16_t value);
功能描述	按半字写入数据
输入参数 1	qspi_x：所选择的QSPI外设 该参数可以选取自其中之一：QSPI1，QSPI2
输入参数 2	value：写入的数据值
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
qspi_half_word_write(QSPI1, 0x1234);
```

5.18.21 函数 qspi_byte_write

下表描述了函数 qspi_byte_write

表 521. 函数 qspi_byte_write

项目	描述
函数名	qspi_byte_write
函数原型	void qspi_byte_write(qspi_type* qspi_x, uint8_t value);
功能描述	按字节写入数据
输入参数 1	qspi_x：所选择的QSPI外设 该参数可以选取自其中之一：QSPI1，QSPI2
输入参数 2	value：写入的数据值
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
qspi_byte_write(QSPI1, 0x12);
```

5.19 系统配置控制器（SCFG）

SCFG 寄存器结构 scfg_type，定义于文件“at32f435_437_scfg.h”如下：

```
/**
  * @brief type define scfg register all
  */
typedef struct
{
    …
} scfg_type;
```

下表给出了 SCFG 寄存器总览：

表 522. SCFG 寄存器对应表

寄存器	描述
scfg_cfg1	SCFG 配置寄存器 1
scfg_cfg2	SCFG 配置寄存器 2
scfg_exintc1	SCFG 外部中断配置寄存器 1
scfg_exintc2	SCFG 外部中断配置寄存器 2
scfg_exintc3	SCFG 外部中断配置寄存器 3
scfg_exintc4	SCFG 外部中断配置寄存器 4
scfg_uhdrv	SCFG 超高电流吸入能力寄存器

下表给出了 SCFG 库函数总览：

表 523. SCFG 库函数总览

函数名	描述
scfg_reset	SCFG 复位

函数名	描述
scfg_xmc_mapping_swap_set	XMC 地址映射交换设置
scfg_infrared_config	红外配置
scfg_mem_map_set	memory 地址映射设置
scfg_emac_interface_set	网络接口设置
scfg_exint_line_config	外部中断线配置
scfg_pins_ultra_driven_enable	管脚超高电流吸入能力使能

5.19.1 函数 scfg_reset

下表描述了函数 scfg_reset

表 524. 函数 scfg_reset

项目	描述
函数名	scfg_reset
函数原型	void scfg_reset(void);
功能描述	复位 SCFG
输入参数	无
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
scfg_reset();
```

5.19.2 函数 scfg_xmc_mapping_swap_set

下表描述了函数 scfg_xmc_mapping_swap_set

表 525. 函数 scfg_xmc_mapping_swap_set

项目	描述
函数名	scfg_xmc_mapping_swap_set
函数原型	void scfg_xmc_mapping_swap_set(scfg_xmc_swap_type xmc_swap);
功能描述	XMC 地址映射交换设置
输入参数	xmc_swap：映射交换参数
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

scfg_xmc_swap_type

SCFG_XMC_SWAP_NONE： 没有映射交换
SCFG_XMC_SWAP_MODE1： 映射交换方式 1
SCFG_XMC_SWAP_MODE2： 映射交换方式 2
SCFG_XMC_SWAP_MODE3： 映射交换方式 3

示例

```
scfg_xmc_mapping_swap_set(SCFG_XMC_SWAP_MODE1);
```

5.19.3 函数 scfg_infrared_config

下表描述了函数 scfg_infrared_config

表 526. 函数 scfg_infrared_config

项目	描述
函数名	scfg_infrared_config
函数原型	void scfg_infrared_config(scfg_ir_source_type source, scfg_ir_polarity_type polarity);
功能描述	红外配置
输入参数 1	source：红外调制信号源
输入参数 2	polarity：输出信号极性
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

scfg_ir_source_type

红外信号源

SCFG_IR_SOURCE_TMR10： 红外信号源为 tmr10

scfg_ir_polarity_type

红外信号极性

SCFG_IR_POLARITY_NO_AFFECTE：红外输出信号不反向

SCFG_IR_POLARITY_REVERSE： 红外输出信号反向

示例

```
scfg_infrared_config(SCFG_IR_SOURCE_TMR10, SCFG_IR_POLARITY_NO_AFFECTE);
```

5.19.4 函数 scfg_mem_map_set

下表描述了函数 scfg_mem_map_set

表 527. 函数 scfg_mem_map_set

项目	描述
函数名	scfg_mem_map_set
函数原型	void scfg_mem_map_set(scfg_mem_map_type mem_map);
功能描述	memory 映射到地址 0x00000000 设置
输入参数	mem_map：memory 地址映射选项
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

scfg_mem_map_type

memory 地址映射类型

SCFG_MEM_MAP_MAIN_MEMORY：主存储区映射到 0x00000000

SCFG_MEM_MAP_BOOT_MEMORY：启动程序代码区映射到 0x00000000

SCFG_MEM_MAP_XMC_BANK1：XMC 的 bank1 映射到 0x00000000

SCFG_MEM_MAP_INTERNAL_SRAM：内存映射到 0x00000000

SCFG_MEM_MAP_XMC_SDRAM_BANK1：XMC 的 SDRAM bank1 映射到 0x00000000

示例

```
scfg_mem_map_set(SCFG_MEM_MAP_BOOT_MEMORY);
```

5.19.5 函数 scfg_emac_interface_set

下表描述了函数 scfg_emac_interface_set

表 528. 函数 scfg_emac_interface_set

项目	描述
函数名	scfg_emac_interface_set
函数原型	void scfg_emac_interface_set(scfg_emac_interface_type mode);
功能描述	网络接口设置
输入参数	mode：网络接口类型
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

scfg_emac_interface_type

网络接口类型

SCFG_EMAC_SELECT_MII： 接口为 MII

SCFG_EMAC_SELECT_RMII： 接口为 RMII

示例

```
scfg_emac_interface_set(SCFG_EMAC_SELECT_MII);
```

5.19.6 函数 scfg_exint_line_config

下表描述了函数 scfg_exint_line_config

表 529. 函数 scfg_exint_line_config

项目	描述
函数名	scfg_exint_line_config
函数原型	void scfg_exint_line_config(scfg_port_source_type port_source, scfg_pins_source_type pin_source);
功能描述	外部中断线配置
输入参数 1	port_source：port 源
输入参数 2	pin_source：pin 脚源
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

scfg_port_source_type

SCFG_PORT_SOURCE_GPIOA：port 端口 A

SCFG_PORT_SOURCE_GPIOB：port 端口 B

SCFG_PORT_SOURCE_GPIOC：port 端口 C

SCFG_PORT_SOURCE_GPIOD：port 端口 D

SCFG_PORT_SOURCE_GPIOE：port 端口 E
SCFG_PORT_SOURCE_GPIOF：port 端口 F
SCFG_PORT_SOURCE_GPIOG：port 端口 G
SCFG_PORT_SOURCE_GPIOH：port 端口 H

scfg_pins_source_type

SCFG_PINS_SOURCE0： pin 脚 0
SCFG_PINS_SOURCE1： pin 脚 1
SCFG_PINS_SOURCE2： pin 脚 2
……
SCFG_PINS_SOURCE13： pin 脚 13
SCFG_PINS_SOURCE14： pin 脚 14
SCFG_PINS_SOURCE15： pin 脚 15

示例

```
scfg_exint_line_config(SCFG_PORT_SOURCE_GPIOA, SCFG_PINS_SOURCE1);
```

5.19.7 函数 scfg_pins_ultra_driven_enable

下表描述了函数 scfg_pins_ultra_driven_enable

表 530. 函数 scfg_pins_ultra_driven_enable

项目	描述
函数名	scfg_pins_ultra_driven_enable
函数原型	void scfg_pins_ultra_driven_enable(scfg_ultra_driven_pins_type value, confirm_state new_state);
功能描述	Pin 脚超高电流吸入能力使能
输入参数 1	value：配置的管脚
输入参数 2	new_state：配置中断状态 该参数可以选取自其中之一：TRUE，FALSE.
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

scfg_ultra_driven_pins_type

SCFG_ULTRA_DRIVEN_PB3： 管脚 PB3
SCFG_ULTRA_DRIVEN_PB9： 管脚 PB9
SCFG_ULTRA_DRIVEN_PB10： 管脚 PB10
SCFG_ULTRA_DRIVEN_PD12： 管脚 PD12
SCFG_ULTRA_DRIVEN_PD13： 管脚 PD13
SCFG_ULTRA_DRIVEN_PD14： 管脚 PD14
SCFG_ULTRA_DRIVEN_PD15： 管脚 PD15
SCFG_ULTRA_DRIVEN_PF14： 管脚 PF14
SCFG_ULTRA_DRIVEN_PF15： 管脚 PF15

示例

```
scfg_pins_ultra_driven_enable(SCFG_ULTRA_DRIVEN_PB3, TRUE);
```

5.20 SDIO 接口（SDIO）

SDIO 寄存器结构 crm_type，定义于文件“at32f435_437_sdio.h”如下：

```
/**
  * @brief type define sdio register all
  */
typedef struct
{
      ...

} sdio_type;
```

下表给出了 SDIO 寄存器总览：

表 531. SDIO 寄存器对应表

寄存器	描述
pwrctrl	电源控制寄存器
clkctrl	时钟控制寄存器
arg	参数寄存器
cmd	命名寄存器
rspcmd	命令响应寄存器
rsp1	响应寄存器 1
rsp2	响应寄存器 2
rsp3	响应寄存器 3
rsp4	响应寄存器 4
dttmr	数据定时器寄存器
dtlen	数据长度寄存器
dtctrl	数据控制寄存器
dtcntr	数据计算器寄存器
sts	状态寄存器
intclr	清除中断寄存器
inten	中断屏蔽寄存器
bufcntr	BUF 计数器寄存器
buf	数据 BUF 寄存器

下表给出了 SDIO 库函数总览：

表 532. SDIO 库函数总览

函数名	描述
sdio_reset	将 SDIO 外设的寄存器和控制状态复位
sdio_power_set	设置控制器的电源状态
sdio_power_status_get	获取控制器的电源状态
sdio_clock_config	时钟参数配置
sdio_bus_width_config	总线宽度配置
sdio_clock_bypass	时钟旁路模式使能设置
sdio_power_saving_mode_enable	控制器省电模式使能设置

sdio_flow_control_enable	流控模式使能设置
sdio_clock_enable	时钟使能设置
sdio_dma_enable	dma 使能设置
sdio_interrupt_enable	中断使能设置
sdio_flag_get	读取判断指定的标志是否置起
sdio_interrupt_flag_get	读取判断指定的中断标志是否置起
sdio_flag_clear	清除指定的标志位
sdio_command_config	命令参数配置
sdio_command_state_machine_enable	命令状态机使能设置
sdio_command_response_get	返回收到的命令响应所对应的命令号
sdio_response_get	返回卡的命令响应
sdio_data_config	数据参数配置
sdio_data_state_machine_enable	数据状态机使能设置
sdio_data_counter_get	返回待传输的数据字节数
sdio_data_read	从接收 fifo 读取一个 word 数据
sdio_buffer_counter_get	返回将要写入 BUF 或将要从 BUF 读出数据字的数目
sdio_data_write	写一个 word 数据到发送 fifo
sdio_read_wait_mode_set	读等待模式设置
sdio_read_wait_start	读等待开始设置
sdio_read_wait_stop	读等待停止设置
sdio_io_function_enable	IO 功能模式使能设置
sdio_io_suspend_command_set	IO 功能模式下的挂起命令使能设置

5.20.1 函数 sdio_reset

下表描述了函数 sdio_reset

表 533. 函数 sdio_reset

项目	描述
函数名	sdio_reset
函数原型	void sdio_reset(sdio_type *sdio_x);
功能描述	将 SDIO 外设的寄存器和控制状态复位
输入参数 1	sdio_x：指定的 SDIO 外设，如：SDIO1
输入参数 2	无
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* reset sdio */
sdio_reset(SDIO1);
```

5.20.2 函数 sdio_power_set

下表描述了函数 sdio_power_set

表 534. 函数 sdio_power_set

项目	描述
函数名	sdio_power_set
函数原型	void sdio_power_set(sdio_type *sdio_x, sdio_power_state_type power_state);
功能描述	设置控制器的电源状态
输入参数 1	sdio_x：指定的 SDIO 外设，如：SDIO1
输入参数 2	power_state：控制器电源状态
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

power_state

控制器电源状态

SDIO_POWER_ON： 控制器电源开

SDIO_POWER_OFF： 控制器电源关

示例

```
/* sdio power on */
sdio_power_set(SDIO1, SDIO_POWER_ON);
```

5.20.3 函数 sdio_power_status_get

下表描述了函数 sdio_power_status_get

表 535. 函数 sdio_power_status_get

项目	描述
函数名	sdio_power_status_get
函数原型	sdio_power_state_type sdio_power_status_get(sdio_type *sdio_x);
功能描述	获取控制器的电源状态
输入参数 1	sdio_x：指定的 SDIO 外设，如：SDIO1
输入参数 2	无
输出参数	无
返回值	sdio_power_state_type：控制器电源状态
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* check power status */
if(sdio_power_status_get(SDIO1) == SDIO_POWER_OFF)
{
  return SD_REQ_NOT_APPLICABLE;
}
```

5.20.4 函数 sdio_clock_config

下表描述了函数 sdio_clock_config

表 536. 函数 sdio_clock_config

项目	描述
函数名	sdio_clock_config
函数原型	void sdio_clock_config(sdio_type *sdio_x, uint16_t clk_div, sdio_edge_phase_type clk_edg);
功能描述	时钟参数配置
输入参数 1	sdio_x：指定的 SDIO 外设，如：SDIO1
输入参数 2	clk_div：时钟分频设置，范围 0~0x3FF
输入参数 2	clk_edg：时钟边沿设置
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

clk_edg

指定时钟边沿

SDIO_CLOCK_EDGE_RISING： 时钟上升沿

SDIO_CLOCK_EDGE_FALLING： 时钟下降沿

示例

```
/* config sdio clock divide and edge phase */
sdio_clock_config(SDIO1, 0x2, SDIO_CLOCK_EDGE_FALLING);
```

5.20.5 函数 sdio_bus_width_config

下表描述了函数 sdio_bus_width_config

表 537. 函数 sdio_bus_width_config

项目	描述
函数名	sdio_bus_width_config
函数原型	void sdio_bus_width_config(sdio_type *sdio_x, sdio_bus_width_type width);
功能描述	总线宽度配置
输入参数 1	sdio_x：指定的 SDIO 外设，如：SDIO1
输入参数 2	width：指定设置的总线宽度
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

width

数据总线宽度定义

SDIO_BUS_WIDTH_D1：1-bit 数据总线宽度

SDIO_BUS_WIDTH_D4：4-bit 数据总线宽度

SDIO_BUS_WIDTH_D8：8-bit 数据总线宽度

示例

```
/* config sdio bus width */
sdio_bus_width_config(SDIOx, SDIO_BUS_WIDTH_D1);
```

5.20.6 函数 sdio_clock_bypass

下表描述了函数 sdio_clock_bypass

表 538. 函数 sdio_clock_bypass

项目	描述
函数名	sdio_clock_bypass
函数原型	void sdio_clock_bypass(sdio_type *sdio_x, confirm_state new_state);
功能描述	时钟旁路模式使能设置
输入参数 1	sdio_x：指定的 SDIO 外设，如：SDIO1
输入参数 2	new_state：新的设置状态。旁路开启（TRUE），旁路关闭（FALSE）
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* disable clock bypass */
sdio_clock_bypass(SDIO1, FALSE);
```

5.20.7 函数 sdio_power_saving_mode_enable

下表描述了函数 sdio_power_saving_mode_enable

表 539. 函数 sdio_power_saving_mode_enable

项目	描述
函数名	sdio_power_saving_mode_enable
函数原型	void sdio_power_saving_mode_enable(sdio_type *sdio_x, confirm_state new_state);
功能描述	控制器省电模式使能设置
输入参数 1	sdio_x：指定的 SDIO 外设，如：SDIO1
输入参数 2	new_state：新的设置状态。开启（TRUE），关闭（FALSE）
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* disable power saving mode */
sdio_power_saving_mode_enable(SDIO1, FALSE);
```

5.20.8 函数 sdio_flow_control_enable

下表描述了函数 sdio_flow_control_enable

表 540. 函数 sdio_flow_control_enable

项目	描述
函数名	sdio_flow_control_enable
函数原型	void sdio_flow_control_enable(sdio_type *sdio_x, confirm_state new_state);

项目	描述
功能描述	流控模式使能设置
输入参数 1	sdio_x：指定的 SDIO 外设，如：SDIO1
输入参数 2	new_state：新的设置状态。开启（TRUE），关闭（FALSE）
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* disable flow control */
sdio_flow_control_enable(SDIO1, FALSE);
```

5.20.9 函数 sdio_clock_enable

下表描述了函数 sdio_clock_enable

表 541. 函数 sdio_clock_enable

项目	描述
函数名	sdio_clock_enable
函数原型	void sdio_clock_enable(sdio_type *sdio_x, confirm_state new_state);
功能描述	时钟使能设置
输入参数 1	sdio_x：指定的 SDIO 外设，如：SDIO1
输入参数 2	new_state：新的设置状态。开启（TRUE），关闭（FALSE）
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* enable to output sdio_ck */
sdio_clock_enable(SDIO1, TRUE);
```

5.20.10 函数 sdio_dma_enable

下表描述了函数 sdio_dma_enable

表 542. 函数 sdio_dma_enable

项目	描述
函数名	sdio_dma_enable
函数原型	void sdio_dma_enable(sdio_type *sdio_x, confirm_state new_state);
功能描述	dma 使能设置
输入参数 1	sdio_x：指定的 SDIO 外设，如：SDIO1
输入参数 2	new_state：新的设置状态。开启（TRUE），关闭（FALSE）
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* enable sdio dma */
sdio_dma_enable(SDIO1, TRUE);
```

5.20.11 函数 sdio_interrupt_enable

下表描述了函数 sdio_interrupt_enable

表 543. 函数 crm_flag_clear

项目	描述
函数名	sdio_interrupt_enable
函数原型	void sdio_interrupt_enable(sdio_type *sdio_x, uint32_t int_opt, confirm_state new_state);
功能描述	中断使能设置
输入参数 1	sdio_x：指定的 SDIO 外设，如：SDIO1
输入参数 2	int_opt：指定的中断类型
输入参数 3	new_state：新的设置状态。开启（TRUE），关闭（FALSE）
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

int_opt

指定的中断类型

SDIO_CMDFAIL_INT： 命令 CRC 检测失败中断
SDIO_DTFAIL_INT： 数据块 CRC 检测失败中断
SDIO_CMDTIMEOUT_INT： 命令超时中断
SDIO_DTTIMEOUT_INT： 数据超时中断
SDIO_TXERRU_INT： 发送 BUF 下溢错误中断
SDIO_RXERRO_INT： 接收 BUF 上溢错误中断
SDIO_CMDRSPCMPL_INT： 接收到命令响应中断
SDIO_CMDCMPL_INT： 命令发送完成中断
SDIO_DTCMP_INT： 数据传输完成中断
SDIO_SBITERR_INT： 起始位错误中断
SDIO_DTBLKCMPL_INT： 数据块传输完成中断
SDIO_DOCMD_INT： 正在传输命令中断
SDIO_DOTX_INT： 正在传输数据中断
SDIO_DORX_INT： 正在接收数据中断
SDIO_TXBUFH_INT： 发送 BUF 半空中断
SDIO_RXBUFH_INT： 接收 BUF 半空中断
SDIO_TXBUFF_INT： 发送 BUF 满中断
SDIO_RXBUFF_INT： 接收 BUF 满中断
SDIO_TXBUFE_INT： 发送 BUF 空中断
SDIO_RXBUFE_INT： 接收 BUF 空中断
SDIO_TXBUF_INT： 发送 BUF 中的数据有效中断
SDIO_RXBUF_INT： 接收 BUF 中的数据有效中断
SDIO_SDIOIF_INT： SD I/O 模式接收中断

示例

```
/* disable interrupt */
sdio_interrupt_enable(SDIO1, (SDIO_DTFAIL_INT   | SDIO_DTTIMEOUT_INT | \
                              SDIO_DTCMP_INT | SDIO_TXBUFH_INT | SDIO_RXBUFH_INT      | \
                              SDIO_TXERRU_INT| SDIO_RXERRO_INT | SDIO_SBITERR_INT), FALSE);
```

5.20.12 函数 sdio_flag_get

下表描述了函数 sdio_flag_get

表 544. 函数 sdio_flag_get

项目	描述
函数名	sdio_flag_get
函数原型	flag_status sdio_flag_get(sdio_type *sdio_x, uint32_t flag);
功能描述	读取判断指定的标志是否置起
输入参数 1	sdio_x：指定的 SDIO 外设，如：SDIO1
输入参数 2	flag：指定的中断类型
输出参数	无
返回值	flag_status：返回标志位的状态，置起（SET）未置起（RESET）
先决条件	无
被调用函数	无

flag

指定的 flag 标志

SDIO_CMDFAIL_FLAG：命令 CRC 检测失败标志
SDIO_DTFAIL_FLAG：数据块 CRC 检测失败标志
SDIO_CMDTIMEOUT_FLAG：命令超时标志
SDIO_DTTIMEOUT_FLAG：数据超时标志
SDIO_TXERRU_FLAG：发送 BUF 下溢错误标志
SDIO_RXERRO_FLAG：接收 BUF 上溢错误标志
SDIO_CMDRSPCMPL_FLAG：接收到命令响应标志
SDIO_CMDCMPL_FLAG：命令发送完成标志
SDIO_DTCMP_FLAG：数据传输完成标志
SDIO_SBITERR_FLAG：起始位错误标志
SDIO_DTBLKCMPL_FLAG：数据块传输完成标志
SDIO_DOCMD_FLAG：正在传输命令标志
SDIO_DOTX_FLAG：正在传输数据标志
SDIO_DORX_FLAG：正在接收数据标志
SDIO_TXBUFH_FLAG：发送 BUF 半空标志
SDIO_RXBUFH_FLAG：接收 BUF 半空标志
SDIO_TXBUFF_FLAG：发送 BUF 满标志
SDIO_RXBUFF_FLAG：接收 BUF 满标志
SDIO_TXBUFE_FLAG：发送 BUF 空标志
SDIO_RXBUFE_FLAG：接收 BUF 空标志
SDIO_TXBUF_FLAG：发送 BUF 中的数据有效标志
SDIO_RXBUF_FLAG：接收 BUF 中的数据有效标志
SDIO_SDIOIF_FLAG：SD I/O 模式接收标志

示例

```
/* check dttimeout flag */
if(sdio_flag_get(SDIOx, SDIO_DTTIMEOUT_FLAG) != RESET)
{
}
```

5.20.13 函数 sdio_interrupt_flag_get

下表描述了函数 sdio_interrupt_flag_get

表 545. 函数 sdio_interrupt_flag_get

项目	描述
函数名	sdio_interrupt_flag_get
函数原型	flag_status sdio_interrupt_flag_get(sdio_type *sdio_x, uint32_t flag);
功能描述	读取判断指定的中断标志是否置起
输入参数 1	sdio_x：指定的 SDIO 外设，如：SDIO1
输入参数 2	flag：指定的中断类型
输出参数	无
返回值	flag_status：返回标志位的状态，置起（SET）未置起（RESET）
先决条件	无
被调用函数	无

flag

指定的 flag 标志

SDIO_CMDFAIL_FLAG：命令 CRC 检测失败标志
SDIO_DTFAIL_FLAG：数据块 CRC 检测失败标志
SDIO_CMDTIMEOUT_FLAG：命令超时标志
SDIO_DTTIMEOUT_FLAG：数据超时标志
SDIO_TXERRU_FLAG：发送 BUF 下溢错误标志
SDIO_RXERRO_FLAG：接收 BUF 上溢错误标志
SDIO_CMDRSPCMPL_FLAG：接收到命令响应标志
SDIO_CMDCMPL_FLAG：命令发送完成标志
SDIO_DTCMP_FLAG：数据传输完成标志
SDIO_SBITERR_FLAG：起始位错误标志
SDIO_DTBLKCMPL_FLAG：数据块传输完成标志
SDIO_DOCMD_FLAG：正在传输命令标志
SDIO_DOTX_FLAG：正在传输数据标志
SDIO_DORX_FLAG：正在接收数据标志
SDIO_TXBUFH_FLAG：发送 BUF 半空标志
SDIO_RXBUFH_FLAG：接收 BUF 半空标志
SDIO_TXBUFF_FLAG：发送 BUF 满标志
SDIO_RXBUFF_FLAG：接收 BUF 满标志
SDIO_TXBUFE_FLAG：发送 BUF 空标志
SDIO_RXBUFE_FLAG：接收 BUF 空标志
SDIO_TXBUF_FLAG：发送 BUF 中的数据有效标志
SDIO_RXBUF_FLAG：接收 BUF 中的数据有效标志
SDIO_SDIOIF_FLAG：SD I/O 模式接收标志

示例

```
/* check dttimeout interrupt flag */
if(sdio_interrupt_flag_get(SDIOx, SDIO_DTTIMEOUT_FLAG) != RESET)
{
}
```

5.20.14 函数 sdio_flag_clear

下表描述了函数 sdio_flag_clear

表 546. 函数 sdio_flag_clear

项目	描述
函数名	sdio_flag_clear
函数原型	void sdio_flag_clear(sdio_type *sdio_x, uint32_t flag);
功能描述	清除指定的标志位
输入参数 1	sdio_x：指定的 SDIO 外设，如：SDIO1
输入参数 2	flag：指定的中断类型
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

flag

指定的 flag 标志

SDIO_CMDFAIL_FLAG： 命令 CRC 检测失败标志
SDIO_DTFAIL_FLAG： 数据块 CRC 检测失败标志
SDIO_CMDTIMEOUT_FLAG： 命令超时标志
SDIO_DTTIMEOUT_FLAG： 数据超时标志
SDIO_TXERRU_FLAG： 发送 BUF 下溢错误标志
SDIO_RXERRO_FLAG： 接收 BUF 上溢错误标志
SDIO_CMDRSPCMPL_FLAG： 接收到命令响应标志
SDIO_CMDCMPL_FLAG： 命令发送完成标志
SDIO_DTCMP_FLAG： 数据传输完成标志
SDIO_SBITERR_FLAG： 起始位错误标志
SDIO_DTBLKCMPL_FLAG： 数据块传输完成标志
SDIO_SDIOIF_FLAG： SD I/O 模式接收标志

示例

```
/* clear flags */
#define SDIO_STATIC_FLAGS                ((uint32_t)0x000005FF)
sdio_flag_clear(SDIO1, SDIO_STATIC_FLAGS);
```

5.20.15 函数 sdio_command_config

下表描述了函数 sdio_command_config

表 547. 函数 sdio_command_config

项目	描述
函数名	sdio_command_config

项目	描述
函数原型	void sdio_command_config(sdio_type *sdio_x, sdio_command_struct_type *command_struct);
功能描述	命令参数配置
输入参数 1	sdio_x：指定的 SDIO 外设，如：SDIO1
输入参数 2	command_struct：指向结构体 sdio_command_struct_type 的指针
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

command_struct

sdio_command_struct_type 结构体定义在 at32f435_437_sdio.h 文件中，内容如下：

```
typedef struct
{
  uint32_t                argument;
  uint8_t                 cmd_index;
  sdio_reponse_type       rsp_type;
  sdio_wait_type          wait_type;
} sdio_command_struct_type;
```

argument

命令参数作为发送给卡的命令信息的一部分，由各命令类型来决定

cmd_index

发送的命令编号

rsp_type

响应类型参数，由各命令类型来决定，可选的类型如下

SDIO_RESPONSE_NO：　　无响应

SDIO_RESPONSE_SHORT：　　短响应

SDIO_RESPONSE_LONG：　　长响应

wait_type

等待类型参数，由各命令类型来决定，可选的类型如下

SDIO_WAIT_FOR_NO：　　无等待

SDIO_WAIT_FOR_INT：　　等待中断请求

SDIO_WAIT_FOR_PEND：　　等待传输结束

示例

```
/* send cmd16, set block length */
sdio_command_struct_type sdio_command_init_struct;
sdio_command_init_struct.argument = (uint32_t)8;
sdio_command_init_struct.cmd_index = SD_CMD_SET_BLOCKLEN;
sdio_command_init_struct.rsp_type = SDIO_RESPONSE_SHORT;
sdio_command_init_struct.wait_type = SDIO_WAIT_FOR_NO;
/* sdio command config */
sdio_command_config(SDIOx, &sdio_command_init_struct);
```

5.20.16 函数 sdio_command_state_machine_enable

下表描述了函数 sdio_command_state_machine_enable

表 548. 函数 sdio_command_state_machine_enable

项目	描述
函数名	sdio_command_state_machine_enable
函数原型	void sdio_command_state_machine_enable(sdio_type *sdio_x, confirm_state new_state);
功能描述	命令状态机使能设置
输入参数 1	sdio_x：指定的 SDIO 外设，如：SDIO1
输入参数 2	new_state：新的设置状态。开启（TRUE），关闭（FALSE）
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* enable ccsm */
sdio_command_state_machine_enable(SDIO1, TRUE);
```

5.20.17 函数 sdio_command_response_get

下表描述了函数 sdio_command_response_get

表 549. 函数 sdio_command_response_get

项目	描述
函数名	sdio_command_response_get
函数原型	uint8_t sdio_command_response_get(sdio_type *sdio_x);
功能描述	返回收到的命令响应所对应的命令号
输入参数 1	sdio_x：指定的 SDIO 外设，如：SDIO1
输入参数 2	无
输出参数	无
返回值	uint8_t：返回收到的命令响应所对应的命令号
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* get response of command index */
uint8_t rsp_cmd = 0;
rsp_cmd = sdio_command_response_get(SDIO1);
```

5.20.18 函数 sdio_response_get

下表描述了函数 sdio_response_get

表 550. 函数 sdio_response_get

项目	描述
函数名	sdio_response_get
函数原型	uint32_t sdio_response_get(sdio_type *sdio_x, sdio_rsp_index_type reg_index);
功能描述	返回卡的命令响应
输入参数 1	sdio_x：指定的 SDIO 外设，如：SDIO1

项目	描述
输入参数 2	reg_index：响应寄存器编号，有编号 1/2/3/4 响应寄存器，获取对应寄存器的响应值
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

reg_div

响应寄存器编号类型

SDIO_RSP1_INDEX：响应寄存器编号 1

SDIO_RSP2_INDEX：响应寄存器编号 2

SDIO_RSP3_INDEX：响应寄存器编号 3

SDIO_RSP4_INDEX：响应寄存器编号 4

示例

```
/* get response register1 */
response = sdio_response_get(SDIO1, SDIO_RSP1_INDEX);
```

5.20.19 函数 sdio_data_config

下表描述了函数 sdio_data_config

表 551. 函数 sdio_data_config

项目	描述
函数名	sdio_data_config
函数原型	void sdio_data_config(sdio_type *sdio_x, sdio_data_struct_type *data_struct);
功能描述	数据参数配置
输入参数 1	sdio_x：指定的 SDIO 外设，如：SDIO1
输入参数 2	data_struct：指向结构体 sdio_data_struct_type 的指针
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

data_struct

sdio_data_struct_type 结构体定义在 at32f435_437_sdio.h 文件中，内容如下：

```
typedef struct
{
  uint32_t                      timeout;
  uint32_t                      data_length;
  sdio_block_size_type          block_size;
  sdio_transfer_mode_type       transfer_mode;
  sdio_transfer_direction_type  transfer_direction;
} sdio_data_struct_type;
```

timeout

进行数据传输的超时周期值，由总线时钟作为计数基准

data_length

要传输的数据长度字节数目

block_size

块 size 大小，有如下类型

SDIO_DATA_BLOCK_SIZE_1B： 块大小为 1-bit
SDIO_DATA_BLOCK_SIZE_2B： 块大小为 2-bit
SDIO_DATA_BLOCK_SIZE_4B： 块大小为 4-bit
SDIO_DATA_BLOCK_SIZE_8B： 块大小为 8-bit
SDIO_DATA_BLOCK_SIZE_16B： 块大小为 16-bit
SDIO_DATA_BLOCK_SIZE_32B： 块大小为 32-bit
SDIO_DATA_BLOCK_SIZE_64B： 块大小为 64-bit
SDIO_DATA_BLOCK_SIZE_128B： 块大小为 128-bit
SDIO_DATA_BLOCK_SIZE_256B： 块大小为 256-bit
SDIO_DATA_BLOCK_SIZE_512B： 块大小为 512-bit
SDIO_DATA_BLOCK_SIZE_1024B： 块大小为 1024-bit
SDIO_DATA_BLOCK_SIZE_2048B： 块大小为 2048-bit
SDIO_DATA_BLOCK_SIZE_4096B： 块大小为 4096-bit
SDIO_DATA_BLOCK_SIZE_8192B： 块大小为 8192-bit
SDIO_DATA_BLOCK_SIZE_16384B： 块大小为 16384-bit

transfer_mode

数据传输模式类型

SDIO_DATA_BLOCK_TRANSFER： 数据按块模式传输
SDIO_DATA_STREAM_TRANSFER： 数据按流模式传输

transfer_direction

数据传输方向类型

SDIO_DATA_TRANSFER_TO_CARD： 数据由控制器到卡
SDIO_DATA_TRANSFER_TO_CONTROLLER： 数据由卡到控制器

示例

```
sdio_data_struct_type sdio_data_init_struct;
sdio_data_init_struct.block_size = SDIO_DATA_BLOCK_SIZE_512B;
sdio_data_init_struct.data_length = 8 ;
sdio_data_init_struct.timeout = SD_DATATIMEOUT ;
sdio_data_init_struct.transfer_direction = SDIO_DATA_TRANSFER_TO_CARD;
sdio_data_init_struct.transfer_mode = SDIO_DATA_BLOCK_TRANSFER;
/* config sdio data */
sdio_data_config(SDIO1, &sdio_data_init_struct);
```

5.20.20 函数 sdio_data_state_machine_enable

下表描述了函数 sdio_data_state_machine_enable

表 552. 函数 sdio_data_state_machine_enable

项目	描述
函数名	sdio_data_state_machine_enable
函数原型	void sdio_data_state_machine_enable(sdio_type *sdio_x, confirm_state new_state);
功能描述	数据状态机使能设置
输入参数 1	sdio_x：指定的 SDIO 外设，如：SDIO1

项目	描述
输入参数 2	new_state：新的设置状态。开启（TRUE），关闭（FALSE）
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* enable dcsm */
sdio_data_state_machine_enable(SDIO1, TRUE);
```

5.20.21 函数 sdio_data_counter_get

下表描述了函数 sdio_data_counter_get

表 553. 函数 sdio_data_counter_get

项目	描述
函数名	sdio_data_counter_get
函数原型	uint32_t sdio_data_counter_get(sdio_type *sdio_x);
功能描述	返回待传输的数据字节数
输入参数 1	sdio_x：指定的 SDIO 外设，如：SDIO1
输入参数 2	无
输出参数	无
返回值	uint32_t：返回待传输的数据字节数
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* get data counter */
uint32_t count = 0;
count = sdio_data_counter_get (SDIO1);
```

5.20.22 函数 sdio_data_read

下表描述了函数 sdio_data_read

表 554. 函数 sdio_data_read

项目	描述
函数名	sdio_data_read
函数原型	uint32_t sdio_data_read(sdio_type *sdio_x);
功能描述	从接收 fifo 读取一个 word 数据
输入参数 1	sdio_x：指定的 SDIO 外设，如：SDIO1
输入参数 2	无
输入参数 3	无
输出参数	无
返回值	uint32_t：读取的一个 word 数据
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* read data */
uint32_t data = 0;
data = sdio_data_read(SDIO1);
```

5.20.23 函数 sdio_buffer_counter_get

下表描述了函数 sdio_buffer_counter_get

表 555. 函数 sdio_buffer_counter_get

项目	描述
函数名	sdio_buffer_counter_get
函数原型	uint32_t sdio_buffer_counter_get(sdio_type *sdio_x);
功能描述	返回将要写入 BUF 或将要从 BUF 读出数据字的数目
输入参数 1	sdio_x：指定的 SDIO 外设，如：SDIO1
输入参数 2	无
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* get buffer count */
uint32_t count = 0;
count = sdio_buffer_counter_get(SDIO1);
```

5.20.24 函数 sdio_data_write

下表描述了函数 sdio_data_write

表 556. 函数 sdio_data_write

项目	描述
函数名	sdio_data_write
函数原型	void sdio_data_write(sdio_type *sdio_x, uint32_t data);
功能描述	写一个 word 数据到发送 fifo
输入参数 1	sdio_x：指定的 SDIO 外设，如：SDIO1
输入参数 2	无
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* write data */
uin32_t data = 0x11223344;
sdio_data_write(SDIO1, data);
```

5.20.25 函数 sdio_read_wait_mode_set

下表描述了函数 sdio_read_wait_mode_set

表 557. 函数 sdio_read_wait_mode_set

项目	描述
函数名	sdio_read_wait_mode_set
函数原型	void sdio_read_wait_mode_set(sdio_type *sdio_x, sdio_read_wait_mode_type mode);
功能描述	读等待模式设置
输入参数 1	sdio_x：指定的 SDIO 外设，如：SDIO1
输入参数 2	mode：读等待模式
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

mode

SDIO_READ_WAIT_CONTROLLED_BY_D2： 读等待由 DATA Line2 控制

SDIO_READ_WAIT_CONTROLLED_BY_CK： 读等待由时钟线控制

示例

```
/* config read wait mode */
sdio_read_wait_mode_set(SDIO1, SDIO_READ_WAIT_CONTROLLED_BY_D2);
```

5.20.26 函数 sdio_read_wait_start

下表描述了函数 sdio_read_wait_start

表 558. 函数 sdio_read_wait_start

项目	描述
函数名	sdio_read_wait_start
函数原型	void sdio_read_wait_start(sdio_type *sdio_x, confirm_state new_state);
功能描述	读等待开始设置
输入参数 1	sdio_x：指定的 SDIO 外设，如：SDIO1
输入参数 2	new_state：新的设置状态。开启（TRUE），关闭（FALSE）
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

此函数调用开启表示开始读等待，关闭表示无动作。

示例

```
/* start read wait mode */
sdio_read_wait_start (SDIO1, TRUE);
```

5.20.27 函数 sdio_read_wait_stop

下表描述了函数 sdio_read_wait_stop

表 559. 函数 sdio_read_wait_stop

项目	描述
函数名	sdio_read_wait_stop
函数原型	void sdio_read_wait_stop(sdio_type *sdio_x, confirm_state new_state);
功能描述	读等待停止设置
输入参数 1	sdio_x：指定的 SDIO 外设，如：SDIO1
输入参数 2	new_state：新的设置状态。开启（TRUE），关闭（FALSE）
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

此函数调用开启表示关闭读等待，关闭表示持续读等待。

示例

```
/* stop read wait mode */
sdio_read_wait_stop (SDIO1, TRUE);
```

5.20.28 函数 sdio_io_function_enable

下表描述了函数 sdio_io_function_enable

表 560. 函数 sdio_io_function_enable

项目	描述
函数名	sdio_io_function_enable
函数原型	void sdio_io_function_enable(sdio_type *sdio_x, confirm_state new_state);
功能描述	IO 功能模式使能设置
输入参数 1	sdio_x：指定的 SDIO 外设，如：SDIO1
输入参数 2	new_state：新的设置状态。开启（TRUE），关闭（FALSE）
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* enable sdio IO mode */
sdio_io_function_enable (SDIO1, TRUE);
```

5.20.29 函数 sdio_io_suspend_command_set

下表描述了函数 sdio_io_suspend_command_set

表 561. 函数 sdio_io_suspend_command_set

项目	描述
函数名	sdio_io_suspend_command_set
函数原型	void sdio_io_suspend_command_set(sdio_type *sdio_x, confirm_state new_state);
功能描述	IO 功能模式下的挂起命令使能设置
输入参数 1	sdio_x：指定的 SDIO 外设，如：SDIO1

项目	描述
输入参数 2	new_state：新的设置状态。开启（TRUE），关闭（FALSE）
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* send suspend command */
sdio_io_suspend_command_set (SDIO1, TRUE);
```

5.21 串行外设口（SPI）/音频接口（I²S）

SPI 寄存器结构 spi_type，定义于文件“at32f435_437_spi.h”如下：

```
/**
  * @brief type define spi register all
  */
typedef struct
{
  ...
} spi_type;
```

下表给出了 SPI 寄存器总览：

表 562. SPI 寄存器总览

寄存器	描述
ctrl1	SPI 控制寄存器 1
ctrl2	SPI 控制寄存器 2
sts	SPI 状态寄存器
dt	SPI 数据寄存器
cpoly	SPI CRC 多项式寄存器
rcrc	SPI RxCRC 寄存器
tcrc	SPI TxCRC 寄存器
i2sctrl	SPI_I2S 配置寄存器
i2sclkp	SPI_I2S 预分频寄存器

下表给出了 SPI 库函数总览：

表 563. SPI 库函数总览

函数名	描述
spi_i2s_reset	将 SPI/I²S 所有寄存器值恢复到复位值
spi_default_para_init	给 SPI 初始化结构体赋初值
spi_init	SPI 初始化
spi_ti_mode_enable	SPI TI 模式使能
spi_crc_next_transmit	下一笔数据传输 CRC 命令
spi_crc_polynomial_set	SPI CRC 多项式设置
spi_crc_polynomial_get	获取 SPI CRC 多项式

spi_crc_enable	SPI CRC 使能
spi_crc_value_get	获取 SPI 接收/发送 CRC 结果
spi_hardware_cs_output_enable	硬件 CS 输出使能
spi_software_cs_internal_level_set	设置软件 CS 内部电平
spi_frame_bit_num_set	设置帧位个数
spi_half_duplex_direction_set	设置单线双向半双工模式的传输方向
spi_enable	SPI 使能
i2s_default_para_init	给 I²S 初始化结构体赋初值
i2s_init	I²S 初始化
i2s_enable	I²S 使能
spi_i2s_interrupt_enable	使能选定的 SPI/I²S 中断
spi_i2s_dma_transmitter_enable	SPI/I²S DMA 发送使能
spi_i2s_dma_receiver_enable	SPI/I²S DMA 接收使能
spi_i2s_data_transmit	SPI/I²S 发送一笔数据
spi_i2s_data_receive	SPI/I²S 接收一笔数据
spi_i2s_flag_get	读取选定的 SPI/I²S 标志
spi_i2s_flag_clear	清除选定的 SPI/I²S 标志

5.21.1 函数 spi_i2s_reset

下表描述了函数 spi_i2s_reset

表 564. 函数 spi_i2s_reset

项目	描述
函数名	spi_i2s_reset
函数原型	void spi_i2s_reset(spi_type *spi_x);
功能描述	将 SPI/I²S 所有寄存器值恢复到复位值
输入参数 1	spi_x：所选择的 SPI 外设 该参数可以选取自其中之一 ： SPI1，SPI2，SPI3，SPI4，I2S2EXT，I2S3EXT.
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	crm_periph_reset();

示例

```
spi_i2s_reset (SPI1);
```

5.21.2 函数 spi_default_para_init

下表描述了函数 spi_default_para_init

表 565. 函数 spi_default_para_init

项目	描述
函数名	spi_default_para_init
函数原型	void spi_default_para_init(spi_init_type* spi_init_struct);
功能描述	给 SPI 初始化结构体赋初值

项目	描述
输入参数 1	spi_init_struct：指向 *spi_init_type* 类型的指针
输出参数	无
返回值	无
先决条件	需要先定义一个 spi_init_type 类型的变量
被调用函数	无

示例

```
spi_init_type spi_init_struct;
spi_default_para_init (&spi_init_struct);
```

5.21.3 函数 spi_init

下表描述了函数 spi_init

表 566. 函数 spi_init

项目	描述
函数名	spi_init
函数原型	void spi_init(spi_type* spi_x, spi_init_type* spi_init_struct);
功能描述	SPI 初始化
输入参数 1	spi_x：所选择的 SPI 外设 该参数可以选取自其中之一 ： SPI1，SPI2，SPI3，SPI4.
输入参数 2	spi_init_struct：指向 *spi_init_type* 类型的指针
输出参数	无
返回值	无
先决条件	需要先定义一个 spi_init_type 类型的变量
被调用函数	无

spi_init_type 在 at32f435_437_spi.h 中定义：

```
typedef struct
{
  spi_transmission_mode_type        transmission_mode;
  spi_master_slave_mode_type        master_slave_mode;
  spi_mclk_freq_div_type            mclk_freq_division;
  spi_first_bit_type                first_bit_transmission;
  spi_frame_bit_num_type            frame_bit_num;
  spi_clock_polarity_type           clock_polarity;
  spi_clock_phase_type              clock_phase;
  spi_cs_mode_type                  cs_mode_selection;
} spi_init_type;
```

spi_transmission_mode

SPI 传输模式

SPI_TRANSMIT_FULL_DUPLEX： 双线单向全双工模式

SPI_TRANSMIT_SIMPLEX_RX： 双线单向只收模式

SPI_TRANSMIT_HALF_DUPLEX_RX： 单线双向只收模式

SPI_TRANSMIT_HALF_DUPLEX_TX： 单线双向只发模式

master_slave_mode
主从模式选择
SPI_MODE_SLAVE： 从机模式
SPI_MODE_MASTER： 主机模式
mclk_freq_division
分频系数选择
SPI_MCLK_DIV_2： 2 分频
SPI_MCLK_DIV_3： 3 分频
SPI_MCLK_DIV_4： 4 分频
SPI_MCLK_DIV_8： 8 分频
SPI_MCLK_DIV_16： 16 分频
SPI_MCLK_DIV_32： 32 分频
SPI_MCLK_DIV_64： 64 分频
SPI_MCLK_DIV_128： 128 分频
SPI_MCLK_DIV_256： 256 分频
SPI_MCLK_DIV_512： 512 分频
SPI_MCLK_DIV_1024： 1024 分频
first_bit_transmission
SPI 先发送高位/低位
SPI_FIRST_BIT_MSB： 先发送高位
SPI_FIRST_BIT_LSB： 先发送低位
frame_bit_num
设置帧位个数
SPI_FRAME_8BIT： 一帧包含 8bit 数据
SPI_FRAME_16BIT： 一帧包含 16bit 数据
clock_polarity
时钟极性
SPI_CLOCK_POLARITY_LOW： 空闲时，时钟输出低电平
SPI_CLOCK_POLARITY_HIGH： 空闲时，时钟输出高电平
clock_phase
时钟相位
SPI_CLOCK_PHASE_1EDGE： SPI 第一个时钟沿进行数据采样
SPI_CLOCK_PHASE_2EDGE： SPI 第二个时钟沿进行数据采样
cs_mode_selection
时钟相位
SPI_CS_HARDWARE_MODE： 硬件 CS 模式
SPI_CS_SOFTWARE_MODE： 软件 CS 模式
示例

```
spi_init_type spi_init_struct;
spi_default_para_init(&spi_init_struct);
spi_init_struct.transmission_mode = SPI_TRANSMIT_FULL_DUPLEX;
spi_init_struct.master_slave_mode = SPI_MODE_MASTER;
spi_init_struct.mclk_freq_division = SPI_MCLK_DIV_8;
spi_init_struct.first_bit_transmission = SPI_FIRST_BIT_MSB;
spi_init_struct.frame_bit_num = SPI_FRAME_16BIT;
spi_init_struct.clock_polarity = SPI_CLOCK_POLARITY_LOW;
```

```
spi_init_struct.clock_phase = SPI_CLOCK_PHASE_2EDGE;
spi_init_struct.cs_mode_selection = SPI_CS_SOFTWARE_MODE;
spi_init(SPI1, &spi_init_struct);
```

5.21.4 函数 spi_ti_mode_enable

下表描述了函数 spi_ti_mode_enable

表 567. 函数 spi_ti_mode_enable

项目	描述
函数名	spi_ti_mode_enable
函数原型	void spi_ti_mode_enable(spi_type* spi_x, confirm_state new_state);
功能描述	SPI TI 模式使能
输入参数 1	spi_x：所选择的 SPI 外设 该参数可以选取自其中之一 ： SPI1，SPI2，SPI3，SPI4.
输入参数 2	new_state：使能或关闭 该参数可以选取自其中之一 ：FALSE，TRUE
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* spi ti mode enable */
spi_ti_mode_enable (SPI1, TRUE);
```

5.21.5 函数 spi_crc_next_transmit

下表描述了函数 spi_crc_next_transmit

表 568. 函数 spi_crc_next_transmit

项目	描述
函数名	spi_crc_next_transmit
函数原型	void spi_crc_next_transmit(spi_type* spi_x);
功能描述	下一笔数据传输 CRC 命令
输入参数 1	spi_x：所选择的 SPI 外设 该参数可以选取自其中之一 ： SPI1，SPI2，SPI3，SPI4.
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
spi_crc_next_transmit (SPI1);
```

5.21.6 函数 spi_crc_polynomial_set

下表描述了函数 spi_crc_polynomial_set

表 569. 函数 spi_crc_polynomial_set

项目	描述
函数名	spi_crc_polynomial_set
函数原型	void spi_crc_polynomial_set(spi_type* spi_x, uint16_t crc_poly);
功能描述	SPI CRC 多项式设置
输入参数 1	spi_x：所选择的 SPI 外设 该参数可以选取自其中之一 ： SPI1，SPI2，SPI3，SPI4.
输入参数 2	crc_poly：CRC 多项式 取值范围：0x0000~0xFFFF
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/*set spi crc polynomial value */
spi_crc_polynomial_set (SPI1, 0x07);
```

5.21.7 函数 spi_crc_polynomial_get

下表描述了函数 spi_crc_polynomial_get

表 570. 函数 spi_crc_polynomial_get

项目	描述
函数名	spi_crc_polynomial_get
函数原型	uint16_t spi_crc_polynomial_get(spi_type* spi_x);
功能描述	获取 SPI CRC 多项式
输入参数 1	spi_x：所选择的 SPI 外设 该参数可以选取自其中之一 ： SPI1，SPI2，SPI3，SPI4.
输出参数	无
返回值	CRC 多项式 取值范围：0x0000~0xFFFF
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/*get spi crc polynomial value */
uint16_t crc_poly;
crc_poly = spi_crc_polynomial_get (SPI1);
```

5.21.8 函数 spi_crc_enable

下表描述了函数 spi_crc_enable

表 571. 函数 spi_crc_enable

项目	描述
函数名	spi_crc_enable
函数原型	void spi_crc_enable(spi_type* spi_x, confirm_state new_state);
功能描述	SPI CRC 使能
输入参数 1	spi_x：所选择的 SPI 外设 该参数可以选取自其中之一 ： SPI1，SPI2，SPI3，SPI4.
输入参数 2	new_state：使能或关闭 该参数可以选取自其中之一 ：FALSE，TRUE
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* spi crc enable */
spi_crc_enable (SPI1, TRUE);
```

5.21.9 函数 spi_crc_value_get

下表描述了函数 spi_crc_value_get

表 572. 函数 spi_crc_value_get

项目	描述
函数名	spi_crc_value_get
函数原型	uint16_t spi_crc_value_get(spi_type* spi_x, spi_crc_direction_type crc_direction);
功能描述	获取 SPI 接收/发送 CRC 结果
输入参数 1	spi_x：所选择的 SPI 外设 该参数可以选取自其中之一 ： SPI1，SPI2，SPI3，SPI4.
输入参数 2	*crc_direction*：接收/发送 CRC 选择
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

crc_direction

接收/发送 CRC 选择

SPI_CRC_RX：选择接收 CRC

SPI_CRC_TX：选择发送 CRC

示例

```
/* get spi rx & tx crc enable */
uint16_t spi_rx_crc, spi_tx_crc;
spi_rx_crc = spi_crc_value_get (SPI1, SPI_CRC_RX);
spi_tx_crc = spi_crc_value_get (SPI1, SPI_CRC_TX);
```

5.21.10 函数 spi_hardware_cs_output_enable

下表描述了函数 spi_hardware_cs_output_enable

表 573. 函数 spi_hardware_cs_output_enable

项目	描述
函数名	spi_hardware_cs_output_enable
函数原型	void spi_hardware_cs_output_enable(spi_type* spi_x, confirm_state new_state);
功能描述	硬件 CS 输出使能
输入参数 1	spi_x：所选择的 SPI 外设 该参数可以选取自其中之一 ： SPI1，SPI2，SPI3，SPI4.
输入参数 2	new_state：使能或关闭 该参数可以选取自其中之一 ：FALSE，TRUE
输出参数	无
返回值	无
先决条件	SPI 必须为主机模式时，此项设置才有效
被调用函数	无

示例

```
/* enable the hardware cs output */
spi_hardware_cs_output_enable (SPI1, TRUE);
```

5.21.11 函数 spi_software_cs_internal_level_set

下表描述了函数 spi_software_cs_internal_level_set

表 574. 函数 spi_software_cs_internal_level_set

项目	描述
函数名	spi_software_cs_internal_level_set
函数原型	void spi_software_cs_internal_level_set(spi_type* spi_x, spi_software_cs_level_type level);
功能描述	设置软件 CS 内部电平
输入参数 1	spi_x：所选择的 SPI 外设 该参数可以选取自其中之一 ： SPI1，SPI2，SPI3，SPI4.
输入参数 2	*level*：设置软件 CS 内部电平
输出参数	无
返回值	无
先决条件	1、 仅在软件 CS 模式下有效； 2、 主机模式下，level 值必须为“SPI_SWCS_INTERNAL_LEVEL_HIGHT”。
被调用函数	无

level

设置软件 CS 内部电平

SPI_SWCS_INTERNAL_LEVEL_LOW： 设置软件 CS 内部电平为低电平

SPI_SWCS_INTERNAL_LEVEL_HIGHT： 设置软件 CS 内部电平为高电平

示例

```
/* set the internal level high */
spi_software_cs_internal_level_set (SPI1, SPI_SWCS_INTERNAL_LEVEL_HIGHT);
```

5.21.12 函数 spi_frame_bit_num_set

下表描述了函数 spi_frame_bit_num_set

表 575. 函数 spi_frame_bit_num_set

项目	描述
函数名	spi_frame_bit_num_set
函数原型	void spi_frame_bit_num_set(spi_type* spi_x, spi_frame_bit_num_type bit_num);
功能描述	设置 SPI 帧位个数
输入参数 1	spi_x：所选择的 SPI 外设 该参数可以选取自其中之一 ： SPI1，SPI2，SPI3，SPI4.
输入参数 2	*bit_num*：设置帧位个数
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

bit_num

设置帧位个数

SPI_FRAME_8BIT： 一帧包含 8bit 数据

SPI_FRAME_16BIT： 一帧包含 16bit 数据

示例

```
/* set the data frame bit num as 8 */
spi_frame_bit_num_set (SPI1, SPI_FRAME_8BIT);
```

5.21.13 函数 spi_half_duplex_direction_set

下表描述了函数 spi_half_duplex_direction_set

表 576. 函数 spi_half_duplex_direction_set

项目	描述
函数名	spi_half_duplex_direction_set
函数原型	void spi_half_duplex_direction_set(spi_type* spi_x, spi_half_duplex_direction_type direction);
功能描述	设置单线双向半双工模式的传输方向
输入参数 1	spi_x：所选择的 SPI 外设 该参数可以选取自其中之一 ： SPI1，SPI2，SPI3，SPI4.
输入参数 2	*direction*：传输方向
输出参数	无
返回值	无
先决条件	仅在单线双向半双工模式下有效
被调用函数	无

direction

传输方向

SPI_HALF_DUPLEX_DIRECTION_RX：接收

SPI_HALF_DUPLEX_DIRECTION_TX：发送

示例

```
/* set the data transmission direction as transmit */
spi_half_duplex_direction_set (SPI1, SPI_HALF_DUPLEX_DIRECTION_TX);
```

5.21.14 函数 spi_enable

下表描述了函数 spi_enable

表 577. 函数 spi_enable

项目	描述
函数名	spi_enable
函数原型	void spi_enable(spi_type* spi_x, confirm_state new_state);
功能描述	SPI 使能
输入参数 1	spi_x：所选择的 SPI 外设 该参数可以选取自其中之一 ： SPI1，SPI2，SPI3，SPI4.
输入参数 2	new_state：使能或关闭 该参数可以选取自其中之一 ：FALSE，TRUE
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* enable spi */
spi_enable (SPI1, TRUE);
```

5.21.15 函数 i2s_default_para_init

下表描述了函数 i2s_default_para_init

表 578. 函数 i2s_default_para_init

项目	描述
函数名	i2s_default_para_init
函数原型	void i2s_default_para_init(i2s_init_type* i2s_init_struct);
功能描述	给 I²S 初始化结构体赋初值
输入参数 1	i2s_init_struct：指向 *spi_i2s_flag* 类型的指针
输出参数	无
返回值	无
先决条件	需要先定义一个 i2s_init_type 类型的变量
被调用函数	无

示例

```
i2s_init_type i2s_init_struct;
i2s_default_para_init (&i2s_init_struct);
```

5.21.16 函数 i2s_init

下表描述了函数 i2s_init

表 579. 函数 i2s_init

项目	描述
函数名	i2s_init
函数原型	void i2s_init(spi_type* spi_x, i2s_init_type* i2s_init_struct);
功能描述	I²S 初始化
输入参数 1	spi_x：所选择的 SPI 外设 该参数可以选取自其中之一 ： SPI1，SPI2，SPI3，SPI4，I2S2EXT，I2S3EXT.
输入参数 2	i2s_init_struct：指向 *spi_i2s_flag* 类型的指针
输出参数	无
返回值	无
先决条件	需要先定义一个 i2s_init_type 类型的变量
被调用函数	无

i2s_init_type 在 at32f435_437_spi.h 中定义：

```
typedef struct
{
  i2s_operation_mode_type          operation_mode;
  i2s_audio_protocol_type          audio_protocol;
  i2s_audio_sampling_freq_type     audio_sampling_freq;
  i2s_data_channel_format_type     data_channel_format;
  i2s_clock_polarity_type          clock_polarity;
  confirm_state                    mclk_output_enable;
} i2s_init_type;
```

operation_mode

I²S 传输模式

I2S_MODE_SLAVE_TX： I2S 从机发送模式
I2S_MODE_SLAVE_RX： I2S 从机接收模式
I2S_MODE_MASTER_TX： I2S 主机发送模式
I2S_MODE_MASTER_RX： I2S 主机接收模式

audio_protocol

I²S 音频协议标准

I2S_AUDIO_PROTOCOL_PHILLIPS： 飞利浦标准
I2S_AUDIO_PROTOCOL_MSB： 高字节对齐标准（左对齐）
I2S_AUDIO_PROTOCOL_LSB： 低字节对齐标准（右对齐）
I2S_AUDIO_PROTOCOL_PCM_SHORT： PCM 短帧同步标准
I2S_AUDIO_PROTOCOL_PCM_LONG： PCM 长帧同步标准

audio_sampling_freq

I²S 音频采样率选择

I2S_AUDIO_FREQUENCY_DEFAULT：保持复位值（采样率会随 SCLK 变化而变化）

I2S_AUDIO_FREQUENCY_8K： I2S 采样率 8K
I2S_AUDIO_FREQUENCY_11_025K： I2S 采样率 11.025K
I2S_AUDIO_FREQUENCY_16K： I2S 采样率 16K
I2S_AUDIO_FREQUENCY_22_05K： I2S 采样率 22.05K
I2S_AUDIO_FREQUENCY_32K： I2S 采样率 32K
I2S_AUDIO_FREQUENCY_44_1K： I2S 采样率 44.1K
I2S_AUDIO_FREQUENCY_48K： I2S 采样率 48K
I2S_AUDIO_FREQUENCY_96K： I2S 采样率 96K
I2S_AUDIO_FREQUENCY_192K： I2S 采样率 192K

data_channel_format

I^2S 数据/声道位数格式

I2S_DATA_16BIT_CHANNEL_16BIT：数据位数 16bit，声道位数 16bit
I2S_DATA_16BIT_CHANNEL_32BIT：数据位数 16bit，声道位数 32bit
I2S_DATA_24BIT_CHANNEL_32BIT：数据位数 24bit，声道位数 32bit
I2S_DATA_32BIT_CHANNEL_32BIT：数据位数 32bit，声道位数 32bit

clock_polarity

I^2S 时钟极性

I2S_CLOCK_POLARITY_LOW：空闲时，时钟输出低电平
I2S_CLOCK_POLARITY_HIGH：空闲时，时钟输出高电平

mclk_output_enable

mclk 主时钟输出使能

取值范围：FALSE，TRUE。

示例

```
i2s_init_type i2s_init_struct;
i2s_default_para_init(&i2s_init_struct);
i2s_init_struct.audio_protocol = I2S_AUDIO_PROTOCOL_PHILLIPS;
i2s_init_struct.data_channel_format = I2S_DATA_16BIT_CHANNEL_32BIT;
i2s_init_struct.mclk_output_enable = FALSE;
i2s_init_struct.audio_sampling_freq = I2S_AUDIO_FREQUENCY_48K;
i2s_init_struct.clock_polarity = I2S_CLOCK_POLARITY_LOW;
i2s_init_struct.operation_mode = I2S_MODE_MASTER_TX;
i2s_init(SPI2, &i2s_init_struct);
```

5.21.17 函数 i2s_enable

下表描述了函数 i2s_enable

表 580. 函数 i2s_enable

项目	描述
函数名	i2s_enable
函数原型	void i2s_enable(spi_type* spi_x, confirm_state new_state);
功能描述	I^2S 使能
输入参数 1	spi_x：所选择的 SPI 外设 该参数可以选取自其中之一 ： SPI1，SPI2，SPI3，SPI4.
输入参数 2	new_state：使能或关闭 该参数可以选取自其中之一 ：FALSE，TRUE

项目	描述
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* enable i2s*/
i2s_enable (SPI1, TRUE);
```

5.21.18 函数 spi_i2s_interrupt_enable

下表描述了函数 spi_i2s_interrupt_enable

表 581. 函数 spi_i2s_interrupt_enable

项目	描述
函数名	spi_i2s_interrupt_enable
函数原型	void spi_i2s_interrupt_enable(spi_type* spi_x, uint32_t spi_i2s_int, confirm_state new_state);
功能描述	使能选定的 SPI/I²S 中断
输入参数 1	spi_x：所选择的 SPI 外设 该参数可以选取自其中之一 ： SPI1，SPI2，SPI3，SPI4，I2S2EXT，I2S3EXT.
输入参数 2	*spi_i2s_int*：SPI 中断选择
输入参数 3	new_state：使能或关闭 该参数可以选取自其中之一 ：FALSE，TRUE
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

spi_i2s_int

SPI/I²S 中断选择

SPI_I2S_ERROR_INT： SPI/I²S 错误中断（包含 CRC 校验错误，上溢错误，下溢错误，模式错误）。

SPI_I2S_RDBF_INT： 接收数据缓冲器满中断

SPI_I2S_TDBE_INT： 发送数据缓冲器空中断

示例

```
/* enable the specified spi/i2s interrupts */
spi_i2s_interrupt_enable (SPI1, SPI_I2S_ERROR_INT);
spi_i2s_interrupt_enable (SPI1, SPI_I2S_RDBF_INT);
spi_i2s_interrupt_enable (SPI1, SPI_I2S_TDBE_INT);
```

5.21.19 函数 spi_i2s_dma_transmitter_enable

下表描述了函数 spi_i2s_dma_transmitter_enable

表 582. 函数 spi_i2s_dma_transmitter_enable

项目	描述
函数名	spi_i2s_dma_transmitter_enable
函数原型	void spi_i2s_dma_transmitter_enable(spi_type* spi_x, confirm_state new_state);
功能描述	SPI/I²S DMA 发送使能
输入参数 1	spi_x：所选择的 SPI 外设 该参数可以选取自其中之一 ： SPI1，SPI2，SPI3，SPI4，I2S2EXT，I2S3EXT.
输入参数 2	new_state：使能或关闭 该参数可以选取自其中之一 ：FALSE，TRUE
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* enable spi transmitter dma */
spi_i2s_dma_transmitter_enable (SPI1, TRUE);
```

5.21.20 函数 spi_i2s_dma_receiver_enable

下表描述了函数 spi_i2s_dma_receiver_enable

表 583. 函数 spi_i2s_dma_receiver_enable

项目	描述
函数名	spi_i2s_dma_receiver_enable
函数原型	void spi_i2s_dma_receiver_enable(spi_type* spi_x, confirm_state new_state);
功能描述	SPI/I²S DMA 接收使能
输入参数 1	spi_x：所选择的 SPI 外设 该参数可以选取自其中之一 ： SPI1，SPI2，SPI3，SPI4，I2S2EXT，I2S3EXT.
输入参数 2	new_state：使能或关闭 该参数可以选取自其中之一 ：FALSE，TRUE
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* enable spi dma transmitter */
spi_i2s_dma_transmitter_enable (SPI1, TRUE);
```

5.21.21 函数 spi_i2s_data_transmit

下表描述了函数 spi_i2s_data_transmit

表 584. 函数 spi_i2s_data_transmit

项目	描述
函数名	spi_i2s_data_transmit
函数原型	void spi_i2s_data_transmit(spi_type* spi_x, uint16_t tx_data);
功能描述	SPI/I²S 发送一笔数据
输入参数 1	spi_x：所选择的 SPI 外设 该参数可以选取自其中之一 ： SPI1，SPI2，SPI3，SPI4，I2S2EXT，I2S3EXT.
输入参数 2	tx_data：待发送的数据 取值范围（帧位个数为 8bit 时）：0x00~0xFF 取值范围（帧位个数为 16bit 时）：0x0000~0xFFFF
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* spi data transmit */
uint16_t tx_data = 0x6666;
spi_i2s_data_transmit (SPI1, tx_data);
```

5.21.22 函数 spi_i2s_data_receive

下表描述了函数 spi_i2s_data_receive

表 585. 函数 spi_i2s_data_receive

项目	描述
函数名	spi_i2s_data_receive
函数原型	uint16_t spi_i2s_data_receive(spi_type* spi_x);
功能描述	SPI/I²S 接收一笔数据
输入参数 1	spi_x：所选择的 SPI 外设 该参数可以选取自其中之一 ： SPI1，SPI2，SPI3，SPI4，I2S2EXT，I2S3EXT.
输出参数	rx_data：接收到的数据 参数范围（帧位个数为 8bit 时）：0x00~0xFF 参数范围（帧位个数为 16bit 时）：0x0000~0xFFFF
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* spi data receive */
uint16_t rx_data = 0;
rx_data = spi_i2s_data_receive (SPI1);
```

5.21.23 函数 spi_i2s_flag_get

下表描述了函数 spi_i2s_flag_get

表 586. 函数 spi_i2s_flag_get

项目	描述
函数名	spi_i2s_flag_get
函数原型	flag_status spi_i2s_flag_get(spi_type* spi_x, uint32_t spi_i2s_flag);
功能描述	读取选定的 SPI/I²S 标志
输入参数 1	spi_x：所选择的 SPI 外设 该参数可以选取自其中之一 ： SPI1，SPI2，SPI3，SPI4，I2S2EXT，I2S3EXT.
输入参数 2	spi_i2s_flag：需要获取状态的标志选择 该参数详细描述见 spi_i2s_flag
输出参数	无
返回值	flag_status：标志位的状态 该返回值可为其中之一 ： SET，RESET.
先决条件	无
被调用函数	无

spi_i2s_flag

SPI/I²S 用于选择需要获取状态的标志，其可选参数罗列如下：

SPI_I2S_RDBF_FLAG： SPI/I²S 接收数据缓冲器满标志
SPI_I2S_TDBE_FLAG： SPI/I²S 发送数据缓冲器空标志
I2S_ACS_FLAG： I2S 音频通道状态标志（指示左/右声道）
I2S_TUERR_FLAG： I2S 发送器欠载错误标志
SPI_CCERR_FLAG： SPI CRC 校验错误标志
SPI_MMERR_FLAG： SPI 主模式错误标志
SPI_I2S_ROERR_FLAG： SPI/I²S 接收器溢出错误标志
SPI_I2S_BF_FLAG： SPI/I²S 通信忙标志
SPI_CSPAS_FLAG： SPI CS 脉冲异常置位标志

示例

```
/* get receive data buffer full flag */
flag_status status;
status = spi_i2s_flag_get(SPI1, SPI_I2S_RDBF_FLAG);
```

5.21.24 函数 spi_i2s_interrupt_flag_get

下表描述了函数 spi_i2s_interrupt_flag_get

表 587. 函数 spi_i2s_interrupt_flag_get

项目	描述
函数名	spi_i2s_interrupt_flag_get
函数原型	flag_status spi_i2s_interrupt_flag_get(spi_type* spi_x, uint32_t spi_i2s_flag);
功能描述	读取选定的 SPI/I²S 中断标志
输入参数 1	spi_x：所选择的 SPI 外设 该参数可以选取自其中之一 ： SPI1，SPI2，SPI3，SPI4，I2S2EXT，I2S3EXT.
输入参数 2	spi_i2s_flag：需要获取状态的标志选择 该参数详细描述见 spi_i2s_flag
输出参数	无
返回值	flag_status：标志位的状态

项目	描述
	该返回值可为其中之一 ： SET，RESET.
先决条件	无
被调用函数	无

spi_i2s_flag

SPI/I²S 用于选择需要获取状态的标志，其可选参数罗列如下：

SPI_I2S_RDBF_FLAG： SPI/I²S 接收数据缓冲器满标志

SPI_I2S_TDBE_FLAG： SPI/I²S 发送数据缓冲器空标志

I2S_TUERR_FLAG： I2S 发送器欠载错误标志

SPI_CCERR_FLAG： SPI CRC 校验错误标志

SPI_MMERR_FLAG： SPI 主模式错误标志

SPI_I2S_ROERR_FLAG： SPI/I²S 接收器溢出错误标志

SPI_CSPAS_FLAG： SPI CS 脉冲异常置位标志

示例

```
/* get receive data buffer full flag */
flag_status status;
status = spi_i2s_interrupt_flag_get(SPI1, SPI_I2S_RDBF_FLAG);
```

5.21.25 函数 spi_i2s_flag_clear

下表描述了函数 spi_i2s_flag_clear

表 588. 函数 spi_i2s_flag_clear

项目	描述
函数名	spi_i2s_flag_clear
函数原型	void spi_i2s_flag_clear(spi_type* spi_x, uint32_t spi_i2s_flag)
功能描述	清除选定的 SPI/I²S 标志
输入参数 1	spi_x：所选择的 SPI 外设 该参数可以选取自其中之一 ： SPI1，SPI2，SPI3，SPI4，I2S2EXT，I2S3EXT.
输入参数 2	*spi_i2s_flag*：待清除的标志选择 该参数详细描述见 spi_i2s_flag
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

spi_i2s_flag:

SPI/I²S 用于选择需要清除的标志，其可选参数罗列如下：

SPI_I2S_RDBF_FLAG： SPI/I²S 接收数据缓冲器满标志

I2S_TUERR_FLAG： I2S 发送器欠载错误标志

SPI_CCERR_FLAG： SPI CRC 校验错误标志

SPI_MMERR_FLAG： SPI 主模式错误标志

SPI_I2S_ROERR_FLAG： SPI/I²S 接收器溢出错误标志

SPI_CSPAS_FLAG： SPI CS 脉冲异常置位标志

注意：SPI_I2S_TDBE_FLAG（SPI/I2S 发送数据缓冲器空标志）、I2S_ACS_FLAG（I2S 音频通道状态标

志）和 SPI_I2S_BF_FLAG（SPI/I2S 通信忙标志）全由硬件置位和清除，用以指示通信状态，无需软件清除。

示例

```
/* clear receive data buffer full flag */
spi_i2s_flag_clear (SPI1, SPI_I2S_RDBF_FLAG);
```

5.22 系统滴答（SysTick）

SysTick 寄存器结构 SysTick_Type，定义于文件“core_cm4.h”如下：

```
typedef struct
{
    ...

} SysTick_Type;
```

下表给出了 SysTick 寄存器总览：

表 589. SysTick 寄存器对应表

寄存器	描述
ctrl	控制状态寄存器
load	重载值寄存器
val	当前计数值寄存器
calib	校准寄存器

下表给出了 SysTick 库函数总览：

表 590. SysTick 库函数总览

函数名	描述
systick_clock_source_config	系统滴答时钟源配置
SysTick_Config	系统滴答计数重载值设置及中断使能

5.22.1 函数 systick_clock_source_config

下表描述了函数 systick_clock_source_config

表 591. 函数 systick_clock_source_config

项目	描述
函数名	systick_clock_source_config
函数原型	void systick_clock_source_config(systick_clock_source_type source);
功能描述	系统滴答时钟源配置
输入参数 1	source：配置的 systick 时钟源
输入参数 2	无
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

source

SYSTICK_CLOCK_SOURCE_AHBCLK_DIV8： AHB 总线时钟 8 分频作为 SysTick 时钟
SYSTICK_CLOCK_SOURCE_AHBCLK_NODIV： AHB 总线时钟不分频作为 SysTick 时钟

示例

```
/* config systick clock source */
systick_clock_source_config(SYSTICK_CLOCK_SOURCE_AHBCLK_NODIV);
```

5.22.2 函数 SysTick_Config

下表描述了函数 SysTick_Config

表 592. 函数 SysTick_Config

项目	描述
函数名	SysTick_Config
函数原型	uint32_t SysTick_Config(uint32_t ticks);
功能描述	系统滴答计数重载值设置及中断使能
输入参数 1	ticks：系统滴答计数中断重载值
输入参数 2	
输出参数	无
返回值	返回函数设置状态，成功（0），失败（1）
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* config systick reload value and enable interrupt */
SysTick_Config(1000);
```

5.23 定时器（TMR）

TMR 寄存器结构 tmr_type，定义于文件“at32f435_437_tmr.h”如下：

```
/**
  * @brief type define tmr register all
  */
typedef struct
{


} tmr_type;
```

下表给出了 TMR 寄存器总览：

表 593. TMR 寄存器对应表

寄存器	描述
ctrl1	TMR 控制寄存器 1
ctrl2	TMR 控制寄存器 2
stctrl	TMR 次定时器控制寄存器
iden	TMR DMA/中断使能寄存器
ists	TMR 中断状态寄存器

寄存器	描述
swevt	TMR 软件事件寄存器
cm1	TMR 通道模式寄存器 1
cm2	TMR 通道模式寄存器 2
cctrl	TMR 通道控制寄存器
cval	TMR 计数值
div	TMR 预分频器
pr	TMR 周期寄存器
rpr	TMR 重复周期寄存器
c1dt	TMR 通道 1 数据寄存器
c2dt	TMR 通道 2 数据寄存器
c3dt	TMR 通道 3 数据寄存器
c4dt	TMR 通道 4 数据寄存器
brk	TMR 刹车寄存器
dmactrl	TMR DMA 控制寄存器
dmadt	TMR DMA 数据寄存器
rmp	TMR 通道输入重映射寄存器
cm3	TMR 通道模式寄存器 3
c5dt	TMR 通道 5 数据寄存器

下表给出了 TMR 库函数总览：

表 594. TMR 库函数总览

函数名	描述
tmr_reset	TMR 由 CRM 复位寄存器复位
tmr_counter_enable	启用或禁用 TMR 计数器
tmr_output_default_para_init	初始化 TMR 输出默认参数
tmr_input_default_para_init	初始化 TMR 输入默认参数
tmr_brkdt_default_para_init	初始化 TMR brkdt 默认参数
tmr_base_init	初始化 TMR 周期、分频
tmr_clock_source_div_set	设置 TMR 时钟源分频系数
tmr_cnt_dir_set	设置 TMR 计数器计数方向
tmr_repetition_counter_set	设置重复周期寄存器（rpr）的值
tmr_counter_value_set	设置 TMR 计数器值
tmr_counter_value_get	获取 TMR 计数器值
tmr_div_value_set	设置 TMR 分频器值
tmr_div_value_get	获取 TMR 分频器值
tmr_output_channel_config	配置 TMR 输出通道
tmr_output_channel_mode_select	选择 TMR 输出通道模式
tmr_period_value_set	设置 TMR 周期值
tmr_period_value_get	获取 TMR 周期值
tmr_channel_value_set	设置 TMR 通道值
tmr_channel_value_get	获取 TMR 通道值
tmr_period_buffer_enable	启用或禁用 TMR 周期缓冲区
tmr_output_channel_buffer_enable	启用或禁用 TMR 输出通道缓冲区

tmr_output_channel_immediately_set	设置 TMR 输出通道立即使能
tmr_output_channel_switch_set	设置 TMR 输出通道开关
tmr_one_cycle_mode_enable	启用或禁用 TMR 单周期模式
tmr_32_bit_function_enable	启用或禁用 TMR 32 位功能（plus 模式）
tmr_overflow_request_source_set	选择 TMR 溢出事件源
tmr_overflow_event_disable	启用或禁用 TMR 溢出事件产生
tmr_input_channel_init	初始化 TMR 输入通道
tmr_channel_enable	启用或禁用 TMR 通道
tmr_input_channel_filter_set	设置 TMR 输入通道过滤器
tmr_pwm_input_config	配置 TMR pwm 输入
tmr_channel1_input_select	选择 TMR 通道 1 输入
tmr_input_channel_divider_set	设置 TMR 输入通道分频器
tmr_primary_mode_select	选择 TMR 主模式
tmr_sub_mode_select	选择 TMR 次定时器模式
tmr_channel_dma_select	选择 TMR 通道的 DMA 请求源
tmr_hall_select	选择 TMR hall 模式
tmr_channel_buffer_enable	启用或禁用 TMR 通道缓冲区
tmr_trgout2_enable	启用或禁用 TMR 触发输出 2 信号
tmr_trigger_input_select	选择 TMR 次定时器触发输入
tmr_sub_sync_mode_set	设置 TMR 次定时器同步模式
tmr_dma_request_enable	启用或禁用 TMR DMA 请求
tmr_interrupt_enable	启用或禁用 TMR 中断
tmr_interrupt_flag_get	获取 TMR 中断标记
tmr_flag_get	获取 TMR 标记
tmr_flag_clear	清除 TMR 标记
tmr_event_sw_trigger	软件触发 TMR 事件
tmr_output_enable	启用或禁用 TMR 输出使能
tmr_internal_clock_set	设置 TMR 内部时钟
tmr_output_channel_polarity_set	设置 TMR 输出通道极性
tmr_external_clock_config	配置 TMR 外部时钟
tmr_external_clock_mode1_config	配置 TMR 外部时钟模式 1
tmr_external_clock_mode2_config	配置 TMR 外部时钟模式 2
tmr_encoder_mode_config	配置 TMR 编码器模式
tmr_force_output_set	设置 TMR 强制输出
tmr_dma_control_config	配置 TMR DMA 控制
tmr_brkdt_config	配置 TMR 刹车模式和死区时间
tmr_iremap_config	配置 TMR 内部重映射

5.23.1 函数 tmr_reset

下表描述了函数 tmr_reset

表 595. 函数 tmr_reset

项目	描述
函数名	tmr_reset

项目	描述
函数原型	void tmr_reset(tmr_type *tmr_x);
功能描述	TMR 由 CRM 复位寄存器复位
输入参数	tmr_x：所选择的 TMR 外设，该参数可以选取自其中之一： TMR1, TMR2, TMR3, TMR4, TMR5, TMR6, TMR7, TMR8, TMR9, TMR10, TMR11, TMR12, TMR13, TMR14, TMR20
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	crm_periph_reset();

示例

```
tmr_reset(TMR1);
```

5.23.2 函数 tmr_counter_enable

下表描述了函数 tmr_counter_enable

表 596. 函数 tmr_counter_enable

项目	描述
函数名	tmr_counter_enable
函数原型	void tmr_counter_enable(tmr_type *tmr_x, confirm_state new_state);
功能描述	启用或禁用 TMR 计数器
输入参数 1	tmr_x：所选择的 TMR 外设，该参数可以选取自其中之一： TMR1, TMR2, TMR3, TMR4, TMR5, TMR6, TMR7, TMR8, TMR9, TMR10, TMR11, TMR12, TMR13, TMR14, TMR20
输入参数 2	new_state：将要配置的计数器状态，可选择启用（TRUE）或禁用（FALSE）
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
tmr_counter_enable(TMR1, TRUE);
```

5.23.3 函数 tmr_output_default_para_init

下表描述了函数 tmr_output_default_para_init

表 597. 函数 tmr_output_default_para_init

项目	描述
函数名	tmr_output_default_para_init
函数原型	void tmr_output_default_para_init(tmr_output_config_type *tmr_output_struct);
功能描述	初始化 tmr 输出默认参数
输入参数	tmr_output_struct：指向结构体 tmr_output_config_type 的待初始化指针
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无

项目	描述
被调用函数	无

下表描述了 tmr_output_struct 各个成员的默认值

表 598. tmr_output_struct 默认值

成员	默认值
oc_mode	TMR_OUTPUT_CONTROL_OFF
oc_idle_state	FALSE
occ_idle_state	FALSE
oc_polarity	TMR_OUTPUT_ACTIVE_HIGH
occ_polarity	TMR_OUTPUT_ACTIVE_HIGH
oc_output_state	FALSE
occ_output_state	FALSE

示例

```
tmr_output_config_type tmr_output_struct;
tmr_output_default_para_init(&tmr_output_struct);
```

5.23.4 函数 tmr_input_default_para_init

下表描述了函数 tmr_input_default_para_init

表 599. 函数 tmr_input_default_para_init

项目	描述
函数名	tmr_input_default_para_init
函数原型	void tmr_input_default_para_init(tmr_input_config_type *tmr_input_struct);
功能描述	初始化 TMR 输入默认参数
输入参数	tmr_input_struct：指向结构体 tmr_input_config_type 的待初始化指针
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

下表描述了 tmr_input_struct 各个成员的默认值

表 600. tmr_input_struct 默认值

成员	默认值
input_channel_select	TMR_SELECT_CHANNEL_1
input_polarity_select	TMR_INPUT_RISING_EDGE
input_mapped_select	TMR_CC_CHANNEL_MAPPED_DIRECT
input_filter_value	0x0

示例

```
tmr_input_config_type tmr_input_struct;
tmr_input_default_para_init(&tmr_input_struct);
```

5.23.5 函数 tmr_brkdt_default_para_init

下表描述了函数 tmr_brkdt_default_para_init

表 601. 函数 tmr_brkdt_default_para_init

项目	描述
函数名	tmr_brkdt_default_para_init
函数原型	void tmr_brkdt_default_para_init(tmr_brkdt_config_type *tmr_brkdt_struct);
功能描述	初始化 TMR brkdt 默认参数
输入参数	tmr_brkdt_struct：指向结构体 tmr_brkdt_config_type 的待初始化指针
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

下表描述了 tmr_brkdt_struct 各个成员的默认值

表 602. tmr_brkdt_struct 默认值

成员	默认值
deadtime	0x0
brk_polarity	TMR_BRK_INPUT_ACTIVE_LOW
wp_level	TMR_WP_OFF
auto_output_enable	FALSE
fcsoen_state	FALSE
fcsodis_state	FALSE
brk_enable	FALSE

示例

```
tmr_brkdt_config_type tmr_brkdt_struct;
tmr_brkdt_default_para_init(&tmr_brkdt_struct);
```

5.23.6 函数 tmr_base_init

下表描述了函数 tmr_base_init

表 603. 函数 tmr_base_init

项目	描述
函数名	tmr_base_init
函数原型	void tmr_base_init(tmr_type* tmr_x, uint32_t tmr_pr, uint32_t tmr_div);
功能描述	初始化 TMR 周期、分频
输入参数 1	tmr_x：所选择的 TMR 外设，该参数可以选取自其中之一： TMR1, TMR2, TMR3, TMR4, TMR5, TMR6, TMR7, TMR8, TMR9, TMR10, TMR11, TMR12, TMR13, TMR14, TMR20
输入参数 2	tmr_pr：定时器周期值，16 位定时器可取 0x0000~0xFFFF，32 位定时器可取 0x0000_0000~0xFFFF_FFFF
输入参数 3	tmr_div：定时器分频值，0x0000~0xFFFF
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
tmr_base_init(TMR1, 0xFFFF, 0xFFFF);
```

5.23.7 函数 tmr_clock_source_div_set

下表描述了函数 tmr_clock_source_div_set

表 604. 函数 tmr_clock_source_div_set

项目	描述
函数名	tmr_clock_source_div_set
函数原型	void tmr_clock_source_div_set(tmr_type *tmr_x, tmr_clock_division_type tmr_clock_div);
功能描述	设置 TMR 时钟源分频系数
输入参数 1	tmr_x：所选择的 TMR 外设，该参数可以选取自其中之一： TMR1, TMR2, TMR3, TMR4, TMR5, TMR8, TMR9, TMR10, TMR11, TMR12, TMR13, TMR14, TMR20
输入参数 2	tmr_clock_div：定时器时钟源分频系数
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

tmr_clock_div

设置 TMR 时钟源分频系数

TMR_CLOCK_DIV1：定时器时钟源分频系数为 1

TMR_CLOCK_DIV2：定时器时钟源分频系数为 2

TMR_CLOCK_DIV4：定时器时钟源分频系数为 4

示例

```
tmr_clock_source_div_set(TMR1, TMR_CLOCK_DIV4);
```

5.23.8 函数 tmr_cnt_dir_set

下表描述了函数 tmr_cnt_dir_set

表 605. 函数 tmr_cnt_dir_set

项目	描述
函数名	tmr_cnt_dir_set
函数原型	void tmr_cnt_dir_set(tmr_type *tmr_x, tmr_count_mode_type tmr_cnt_dir);
功能描述	设置 TMR 计数器计数方向
输入参数 1	tmr_x：所选择的 TMR 外设，该参数可以选取自其中之一： TMR1, TMR2, TMR3, TMR4, TMR5, TMR8, TMR9, TMR10, TMR11, TMR12, TMR13, TMR14, TMR20
输入参数 2	tmr_cnt_dir：定时器计数方向
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

tmr_cnt_dir

设置定时器计数方向

TMR_COUNT_UP： 定时器计数器向上计数
TMR_COUNT_DOWN： 定时器计数器向下计数
TMR_COUNT_TWO_WAY_1： 定时器计数器中央双向对齐计数模式 1
TMR_COUNT_TWO_WAY_2： 定时器计数器中央双向对齐计数模式 2
TMR_COUNT_TWO_WAY_3： 定时器计数器中央双向对齐计数模式 3

示例

```
tmr_cnt_dir_set(TMR1, TMR_COUNT_UP);
```

5.23.9 函数 tmr_repetition_counter_set

下表描述了函数 tmr_repetition_counter_set

表 606. 函数 tmr_repetition_counter_set

项目	描述
函数名	tmr_repetition_counter_set
函数原型	void tmr_repetition_counter_set(tmr_type *tmr_x, uint8_t tmr_rpr_value);
功能描述	设置重复周期寄存器（rpr）的值
输入参数 1	tmr_x：所选择的 TMR 外设，该参数可以选取自其中之一： TMR1, TMR8, TMR20
输入参数 2	tmr_rpr_value：定时器重复周期值，可取 0x00~0xFF
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
tmr_repetition_counter_set(TMR1, 0x10);
```

5.23.10 函数 tmr_counter_value_set

下表描述了函数 tmr_counter_value_set

表 607. 函数 tmr_counter_value_set

项目	描述
函数名	tmr_counter_value_set
函数原型	void tmr_counter_value_set(tmr_type *tmr_x, uint32_t tmr_cnt_value);
功能描述	设置 TMR 计数器值
输入参数 1	tmr_x：所选择的 TMR 外设，该参数可以选取自其中之一： TMR1, TMR2, TMR3, TMR4, TMR5, TMR6, TMR7, TMR8, TMR9, TMR10, TMR11, TMR12, TMR13, TMR14, TMR20
输入参数 2	tmr_cnt_value：定时器计数器值，16 位定时器可取 0x0000~0xFFFF，32 位定时器可取 0x0000_0000~0xFFFF_FFFF
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
tmr_counter_value_set(TMR1, 0xFFFF);
```

5.23.11 函数 tmr_counter_value_get

下表描述了函数 tmr_counter_value_get

表 608. 函数 tmr_counter_value_get

项目	描述
函数名	tmr_counter_value_get
函数原型	uint32_t tmr_counter_value_get(tmr_type *tmr_x);
功能描述	获取 TMR 计数器值
输入参数	tmr_x：所选择的 TMR 外设，该参数可以选取自其中之一： TMR1, TMR2, TMR3, TMR4, TMR5, TMR6, TMR7, TMR8, TMR9, TMR10, TMR11, TMR12, TMR13, TMR14, TMR20
输出参数	无
返回值	定时器计数器值
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
uint32_t counter_value;
counter_value = tmr_counter_value_get(TMR1);
```

5.23.12 函数 tmr_div_value_set

下表描述了函数 tmr_div_value_set

表 609. 函数 tmr_div_value_set

项目	描述
函数名	tmr_div_value_set
函数原型	void tmr_div_value_set(tmr_type *tmr_x, uint32_t tmr_div_value);
功能描述	设置 TMR 分频器值
输入参数 1	tmr_x：所选择的 TMR 外设，该参数可以选取自其中之一： TMR1, TMR2, TMR3, TMR4, TMR5, TMR6, TMR7, TMR8, TMR9, TMR10, TMR11, TMR12, TMR13, TMR14, TMR20
输入参数 2	tmr_div_value：定时器分频器值，16 位定时器可取 0x0000~0xFFFF，32 位定时器可取 0x0000_0000~0xFFFF_FFFF
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
tmr_div_value_set(TMR1, 0xFFFF);
```

5.23.13 函数 tmr_div_value_get

下表描述了函数 tmr_div_value_get

表 610. 函数 tmr_div_value_get

项目	描述
函数名	tmr_div_value_get
函数原型	uint32_t tmr_div_value_get(tmr_type *tmr_x);
功能描述	获取 TMR 分频器值
输入参数	tmr_x：所选择的 TMR 外设，该参数可以选取自其中之一： TMR1, TMR2, TMR3, TMR4, TMR5, TMR6, TMR7, TMR8, TMR9, TMR10, TMR11, TMR12, TMR13, TMR14, TMR20
输出参数	无
返回值	定时器分频器值
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
uint32_t div_value;
div_value = tmr_div_value_get(TMR1);
```

5.23.14 函数 tmr_output_channel_config

下表描述了函数 tmr_output_channel_config

表 611. 函数 tmr_output_channel_config

项目	描述
函数名	tmr_output_channel_config
函数原型	void tmr_output_channel_config(tmr_type *tmr_x, tmr_channel_select_type tmr_channel, tmr_output_config_type *tmr_output_struct);
功能描述	配置 TMR 输出通道
输入参数 1	tmr_x：所选择的 TMR 外设，该参数可以选取自其中之一： TMR1, TMR2, TMR3, TMR4, TMR5, TMR8, TMR9, TMR10, TMR11, TMR12, TMR13, TMR14, TMR20
输入参数 2	tmr_channel：定时器通道
输入参数 3	tmr_output_struct：指向结构体 tmr_output_config_type 的指针
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

tmr_channel

设置 TMR 通道

TMR_SELECT_CHANNEL_1：选择定时器通道 1

TMR_SELECT_CHANNEL_2：选择定时器通道 2

TMR_SELECT_CHANNEL_3：选择定时器通道 3

TMR_SELECT_CHANNEL_4：选择定时器通道 4

TMR_SELECT_CHANNEL_5：选择定时器通道 5

tmr_output_config_type structure

tmr_output_config_type 在 at32f435_437_tmr.h 中

```
typedef struct
{
```

```
  tmr_output_control_mode_type      oc_mode;
  confirm_state                     oc_idle_state;
  confirm_state                     occ_idle_state;
  tmr_output_polarity_type          oc_polarity;
  tmr_output_polarity_type          occ_polarity;
  confirm_state                     oc_output_state;
  confirm_state                     occ_output_state;
} tmr_output_config_type;
```

oc_mode

配置输出通道模式，即对通道原始信号（CxORAW）进行配置

TMR_OUTPUT_CONTROL_OFF：　断开通道输出（CxOUT）与 CxORAW 的连接
TMR_OUTPUT_CONTROL_HIGH：　设置 CxORAW 为高
TMR_OUTPUT_CONTROL_LOW：　设置 CxORAW 为低
TMR_OUTPUT_CONTROL_SWITCH：　切换 CxORAW 的电平
TMR_OUTPUT_CONTROL_FORCE_LOW：　固定 CxORAW 为低
TMR_OUTPUT_CONTROL_FORCE_HIGH：　固定 CxORAW 为高
TMR_OUTPUT_CONTROL_PWM_MODE_A：　PWM 模式 A
TMR_OUTPUT_CONTROL_PWM_MODE_B：　PWM 模式 B

oc_idle_state

配置输出通道空闲状态

FALSE：　输出通道空闲状态为 0
TRUE：　输出通道空闲状态为 1

occ_idle_state

配置互补输出通道空闲状态

FALSE：　互补输出通道空闲状态为 0
TRUE：　互补输出通道空闲状态为 1

oc_polarity

配置输出通道极性

TMR_OUTPUT_ACTIVE_HIGH：　输出通道极性高
TMR_OUTPUT_ACTIVE_LOW：　输出通道极性低

occ_polarity

配置互补输出通道极性

TMR_OUTPUT_ACTIVE_HIGH：　互补输出通道极性高
TMR_OUTPUT_ACTIVE_LOW：　互补输出通道极性低

oc_output_state

配置输出通道状态

FALSE：　输出通道关闭
TRUE：　输出通道开启

occ_output_state

配置互补输出通道状态

FALSE：　互补输出通道关闭
TRUE：　互补输出通道开启

示例

```
tmr_output_config_type tmr_output_struct;
tmr_output_struct.oc_mode = TMR_OUTPUT_CONTROL_OFF;
tmr_output_struct.oc_output_state = TRUE;
```

```
tmr_output_struct.oc_polarity = TMR_OUTPUT_ACTIVE_HIGH;
tmr_output_struct.oc_idle_state = TRUE;
tmr_output_struct.occ_output_state = TRUE;
tmr_output_struct.occ_polarity = TMR_OUTPUT_ACTIVE_HIGH;
tmr_output_struct.occ_idle_state = TRUE;
tmr_output_channel_config(TMR1, TMR_SELECT_CHANNEL_1, &tmr_output_struct);
```

5.23.15 函数 tmr_output_channel_mode_select

下表描述了函数 tmr_output_channel_mode_select

表 612. 函数 tmr_output_channel_mode_select

项目	描述
函数名	tmr_output_channel_mode_select
函数原型	void tmr_output_channel_mode_select(tmr_type *tmr_x, tmr_channel_select_type tmr_channel, tmr_output_control_mode_type oc_mode);
功能描述	选择 TMR 输出通道模式
输入参数 1	tmr_x：所选择的 TMR 外设，该参数可以选取自其中之一： TMR1, TMR2, TMR3, TMR4, TMR5, TMR8, TMR9, TMR10, TMR11, TMR12, TMR13, TMR14, TMR20
输入参数 2	tmr_channel：定时器通道
输入参数 3	oc_mode：输出模式
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

tmr_channel

设置 TMR 通道

TMR_SELECT_CHANNEL_1：选择定时器通道 1
TMR_SELECT_CHANNEL_2：选择定时器通道 2
TMR_SELECT_CHANNEL_3：选择定时器通道 3
TMR_SELECT_CHANNEL_4：选择定时器通道 4
TMR_SELECT_CHANNEL_5：选择定时器通道 5

oc_mode

配置输出通道模式，即对通道原始信号（CxORAW）进行配置

TMR_OUTPUT_CONTROL_OFF：　断开通道输出（CxOUT）与 CxORAW 的连接
TMR_OUTPUT_CONTROL_HIGH：　设置 CxORAW 为高
TMR_OUTPUT_CONTROL_LOW：　设置 CxORAW 为低
TMR_OUTPUT_CONTROL_SWITCH：　切换 CxORAW 的电平
TMR_OUTPUT_CONTROL_FORCE_LOW：　固定 CxORAW 为低
TMR_OUTPUT_CONTROL_FORCE_HIGH：　固定 CxORAW 为高
TMR_OUTPUT_CONTROL_PWM_MODE_A：　PWM 模式 A
TMR_OUTPUT_CONTROL_PWM_MODE_B：　PWM 模式 B

示例

```
tmr_output_channel_mode_select(TMR1, TMR_SELECT_CHANNEL_1, TMR_OUTPUT_CONTROL_SWITCH);
```

5.23.16 函数 tmr_period_value_set

下表描述了函数 tmr_period_value_set

表 613. 函数 tmr_period_value_set

项目	描述
函数名	tmr_period_value_set
函数原型	void tmr_period_value_set(tmr_type *tmr_x, uint32_t tmr_pr_value);
功能描述	设置 TMR 周期值
输入参数 1	tmr_x：所选择的 TMR 外设，该参数可以选取自其中之一： TMR1, TMR2, TMR3, TMR4, TMR5, TMR6, TMR7, TMR8, TMR9, TMR10, TMR11, TMR12, TMR13, TMR14, TMR20
输入参数 2	tmr_pr_value：定时器周期值，16 位定时器可取 0x0000~0xFFFF，32 位定时器可取 0x0000_0000~0xFFFF_FFFF
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
tmr_period_value_set(TMR1, 0xFFFF);
```

5.23.17 函数 tmr_period_value_get

下表描述了函数 tmr_period_value_get

表 614. 函数 tmr_period_value_get

项目	描述
函数名	tmr_period_value_get
函数原型	uint32_t tmr_period_value_get(tmr_type *tmr_x);
功能描述	获取 TMR 周期值
输入参数	tmr_x：所选择的 TMR 外设，该参数可以选取自其中之一： TMR1, TMR2, TMR3, TMR4, TMR5, TMR6, TMR7, TMR8, TMR9, TMR10, TMR11, TMR12, TMR13, TMR14, TMR20
输出参数	无
返回值	定时器周期值
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
uint32_t pr_value;
pr_value = tmr_period_value_get(TMR1);
```

5.23.18 函数 tmr_channel_value_set

下表描述了函数 tmr_channel_value_set

表 615. 函数 tmr_channel_value_set

项目	描述
函数名	tmr_channel_value_set
函数原型	void tmr_channel_value_set(tmr_type *tmr_x, tmr_channel_select_type tmr_channel, uint32_t tmr_channel_value);
功能描述	设置 TMR 通道值
输入参数 1	tmr_x：所选择的 TMR 外设，该参数可以选取自其中之一：TMR1, TMR2, TMR3, TMR4, TMR5, TMR8, TMR9, TMR10, TMR11, TMR12, TMR13, TMR14, TMR20
输入参数 2	tmr_channel：定时器通道
输入参数 3	tmr_channel_value：定时器通道值，16 位定时器可取 0x0000~0xFFFF，32 位定时器可取 0x0000_0000~0xFFFF_FFFF
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

tmr_channel

设置 TMR 通道

TMR_SELECT_CHANNEL_1：选择定时器通道 1

TMR_SELECT_CHANNEL_2：选择定时器通道 2

TMR_SELECT_CHANNEL_3：选择定时器通道 3

TMR_SELECT_CHANNEL_4：选择定时器通道 4

TMR_SELECT_CHANNEL_5：选择定时器通道 5

示例

```
tmr_channel_value_set(TMR1, TMR_SELECT_CHANNEL_1, 0xFFFF);
```

5.23.19 函数 tmr_channel_value_get

下表描述了函数 tmr_channel_value_get

表 616. 函数 tmr_channel_value_get

项目	描述
函数名	tmr_channel_value_get
函数原型	uint32_t tmr_channel_value_get(tmr_type *tmr_x, tmr_channel_select_type tmr_channel);
功能描述	获取 TMR 通道值
输入参数 1	tmr_x：所选择的 TMR 外设，该参数可以选取自其中之一：TMR1, TMR2, TMR3, TMR4, TMR5, TMR8, TMR9, TMR10, TMR11, TMR12, TMR13, TMR14, TMR20
输入参数 2	tmr_channel：定时器通道
输出参数	定时器通道值
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

tmr_channel

设置 TMR 通道

TMR_SELECT_CHANNEL_1：选择定时器通道 1
TMR_SELECT_CHANNEL_2：选择定时器通道 2
TMR_SELECT_CHANNEL_3：选择定时器通道 3
TMR_SELECT_CHANNEL_4：选择定时器通道 4
TMR_SELECT_CHANNEL_5：选择定时器通道 5

示例

```
uint32_t ch_value;
ch_value = tmr_channel_value_get(TMR1, TMR_SELECT_CHANNEL_1);
```

5.23.20 函数 tmr_period_buffer_enable

下表描述了函数 tmr_period_buffer_enable

表 617. 函数 tmr_period_buffer_enable

项目	描述
函数名	tmr_period_buffer_enable
函数原型	void tmr_period_buffer_enable(tmr_type *tmr_x, confirm_state new_state);
功能描述	启用或禁用 TMR 周期缓冲区
输入参数 1	tmr_x：所选择的 TMR 外设，该参数可以选取自其中之一： TMR1, TMR2, TMR3, TMR4, TMR5, TMR6, TMR7, TMR8, TMR9, TMR10, TMR11, TMR12, TMR13, TMR14, TMR20
输入参数 2	new_state：将要配置的周期缓冲区状态，可选择启用（TRUE）或禁用（FALSE）
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
tmr_period_buffer_enable(TMR1, TRUE);
```

5.23.21 函数 tmr_output_channel_buffer_enable

下表描述了函数 tmr_output_channel_buffer_enable

表 618. 函数 tmr_output_channel_buffer_enable

项目	描述
函数名	tmr_output_channel_buffer_enable
函数原型	void tmr_output_channel_buffer_enable(tmr_type *tmr_x, tmr_channel_select_type tmr_channel, confirm_state new_state);
功能描述	启用或禁用 TMR 输出通道缓冲区
输入参数 1	tmr_x：所选择的 TMR 外设，该参数可以选取自其中之一： TMR1, TMR2, TMR3, TMR4, TMR5, TMR8, TMR9, TMR10, TMR11, TMR12, TMR13, TMR14, TMR20
输入参数 2	tmr_channel：定时器通道
输入参数 3	new_state：将要配置的输出通道缓冲区状态，可选择启用（TRUE）或禁用（FALSE）

项目	描述
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

tmr_channel

设置 TMR 通道

TMR_SELECT_CHANNEL_1：选择定时器通道 1

TMR_SELECT_CHANNEL_2：选择定时器通道 2

TMR_SELECT_CHANNEL_3：选择定时器通道 3

TMR_SELECT_CHANNEL_4：选择定时器通道 4

TMR_SELECT_CHANNEL_5：选择定时器通道 5

示例

```
tmr_output_channel_buffer_enable(TMR1, TMR_SELECT_CHANNEL_1, TRUE);
```

5.23.22 函数 tmr_output_channel_immediately_set

下表描述了函数 tmr_output_channel_immediately_set

表 619. 函数 tmr_output_channel_immediately_set

项目	描述
函数名	tmr_output_channel_immediately_set
函数原型	void tmr_output_channel_immediately_set(tmr_type *tmr_x, tmr_channel_select_type tmr_channel, confirm_state new_state);
功能描述	设置 TMR 输出通道立即使能
输入参数 1	tmr_x：所选择的 TMR 外设，该参数可以选取自其中之一： TMR1, TMR2, TMR3, TMR4, TMR5, TMR8, TMR9, TMR10, TMR11, TMR12, TMR13, TMR14, TMR20
输入参数 2	tmr_channel：定时器通道
输入参数 3	new_state：将要配置的输出通道立即使能状态，可选择启用（TRUE）或禁用（FALSE）
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

tmr_channel

设置 TMR 通道

TMR_SELECT_CHANNEL_1：选择定时器通道 1

TMR_SELECT_CHANNEL_2：选择定时器通道 2

TMR_SELECT_CHANNEL_3：选择定时器通道 3

TMR_SELECT_CHANNEL_4：选择定时器通道 4

TMR_SELECT_CHANNEL_5：选择定时器通道 5

示例

```
tmr_output_channel_immediately_set(TMR1, TMR_SELECT_CHANNEL_1, TRUE);
```

5.23.23 函数 tmr_output_channel_switch_set

下表描述了函数 tmr_output_channel_switch_set

表 620. 函数 tmr_output_channel_switch_set

项目	描述
函数名	tmr_output_channel_switch_set
函数原型	void tmr_output_channel_switch_set(tmr_type *tmr_x, tmr_channel_select_type tmr_channel, confirm_state new_state);
功能描述	设置 TMR 输出通道开关
输入参数 1	tmr_x：所选择的 TMR 外设，该参数可以选取自其中之一： TMR1, TMR2, TMR3, TMR4, TMR5, TMR8, TMR9, TMR10, TMR11, TMR12, TMR13, TMR14, TMR20
输入参数 2	tmr_channel：定时器通道
输入参数 3	new_state：将要配置的输出通道开关状态，可选择启用（TRUE）或禁用（FALSE）
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

tmr_channel

设置 TMR 通道

TMR_SELECT_CHANNEL_1：选择定时器通道 1

TMR_SELECT_CHANNEL_2：选择定时器通道 2

TMR_SELECT_CHANNEL_3：选择定时器通道 3

TMR_SELECT_CHANNEL_4：选择定时器通道 4

TMR_SELECT_CHANNEL_5：选择定时器通道 5

示例

```
tmr_output_channel_switch_set(TMR1, TMR_SELECT_CHANNEL_1, TRUE);
```

5.23.24 函数 tmr_one_cycle_mode_enable

下表描述了函数 tmr_one_cycle_mode_enable

表 621. 函数 tmr_one_cycle_mode_enable

项目	描述
函数名	tmr_one_cycle_mode_enable
函数原型	void tmr_one_cycle_mode_enable(tmr_type *tmr_x, confirm_state new_state);
功能描述	启用或禁用 TMR 单周期模式
输入参数 1	tmr_x：所选择的 TMR 外设，该参数可以选取自其中之一： TMR1, TMR2, TMR3, TMR4, TMR5, TMR6, TMR7, TMR8, TMR9, TMR10, TMR11, TMR12, TMR13, TMR14, TMR20
输入参数 2	new_state：将要配置的单周期模式状态，可选择启用（TRUE）或禁用（FALSE）
输出参数	无
返回值	无

项目	描述
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
tmr_one_cycle_mode_enable(TMR1, TRUE);
```

5.23.25 函数 tmr_32_bit_function_enable

下表描述了函数 tmr_32_bit_function_enable

表 622. 函数 tmr_32_bit_function_enable

项目	描述
函数名	tmr_32_bit_function_enable
函数原型	void tmr_32_bit_function_enable(tmr_type *tmr_x, confirm_state new_state);
功能描述	启用或禁用 TMR 32 位功能（plus 模式）
输入参数 1	tmr_x：所选择的 TMR 外设，该参数可以选取自其中之一： TMR2, TMR5
输入参数 2	new_state：将要配置的 32 位模式状态，可选择启用（TRUE）或禁用（FALSE）
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
tmr_32_bit_function_enable(TMR2, TRUE);
```

5.23.26 函数 tmr_overflow_request_source_set

下表描述了函数 tmr_overflow_request_source_set

表 623. 函数 tmr_overflow_request_source_set

项目	描述
函数名	tmr_overflow_request_source_set
函数原型	void tmr_overflow_request_source_set(tmr_type *tmr_x, confirm_state new_state);
功能描述	选择 TMR 溢出事件源
输入参数 1	tmr_x：所选择的 TMR 外设，该参数可以选取自其中之一： TMR1, TMR2, TMR3, TMR4, TMR5, TMR6, TMR7, TMR8, TMR9, TMR10, TMR11, TMR12, TMR13, TMR14, TMR20
输入参数 2	new_state：将要配置的溢出事件源
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

new_state

将要配置的溢出事件源

FALSE： 来源于计数器溢出、设置 OVFSWTR 位或次定时器控制器产生的溢出事件

TRUE： 只能来源于计数器溢出

示例

```
tmr_overflow_request_source_set(TMR1, TRUE);
```

5.23.27 函数 tmr_overflow_event_disable

下表描述了函数 tmr_overflow_event_disable

表 624. 函数 tmr_overflow_event_disable

项目	描述
函数名	tmr_overflow_event_disable
函数原型	void tmr_overflow_event_disable(tmr_type *tmr_x, confirm_state new_state);
功能描述	启用或禁用 TMR 溢出事件产生
输入参数 1	tmr_x：所选择的 TMR 外设，该参数可以选取自其中之一： TMR1, TMR2, TMR3, TMR4, TMR5, TMR6, TMR7, TMR8, TMR9, TMR10, TMR11, TMR12, TMR13, TMR14, TMR20
输入参数 2	new_state：将要配置的溢出事件产生状态
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

new_state

将要配置的溢出事件产生状态

FALSE：允许溢出事件产生，溢出事件可以由下列事件产生：

- 计数器溢出
- 将 OVFSWTR 位置 1
- 通过次定时器控制器产生的溢出事件

TRUE：禁止溢出事件产生

示例

```
tmr_overflow_event_disable(TMR1, TRUE);
```

5.23.28 函数 tmr_input_channel_init

下表描述了函数 tmr_input_channel_init

表 625. 函数 tmr_input_channel_init

项目	描述
函数名	tmr_input_channel_init
函数原型	void tmr_input_channel_init(tmr_type *tmr_x, tmr_input_config_type *input_struct, tmr_channel_input_divider_type divider_factor);
功能描述	初始化 TMR 输入通道
输入参数 1	tmr_x：所选择的 TMR 外设，该参数可以选取自其中之一： TMR1, TMR2, TMR3, TMR4, TMR5, TMR8, TMR9, TMR10, TMR11, TMR12, TMR13, TMR14, TMR20
输入参数 2	input_struct：指向结构体 tmr_input_config_type 的指针
输入参数 3	divider_factor：输入通道分频系数

项目	描述
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

tmr_input_config_type structure

tmr_input_config_type 在 at32f435_437_tmr.h 中

```
typedef struct
{
  tmr_channel_select_type          input_channel_select;
  tmr_input_polarity_type          input_polarity_select;
  tmr_input_direction_mapped_type  input_mapped_select;
  uint8_t                          input_filter_value;
} tmr_input_config_type;
```

input_channel_select

选择 TMR 输入通道

TMR_SELECT_CHANNEL_1：选择定时器通道 1

TMR_SELECT_CHANNEL_2：选择定时器通道 2

TMR_SELECT_CHANNEL_3：选择定时器通道 3

TMR_SELECT_CHANNEL_4：选择定时器通道 4

input_polarity_select

选择输入通道极性

TMR_INPUT_RISING_EDGE：　输入通道的有效边沿为上升沿

TMR_INPUT_FALLING_EDGE：　输入通道的有效边沿为下降沿

TMR_INPUT_BOTH_EDGE：　输入通道的有效边沿为上升沿和下降沿

input_mapped_select

选择输入通道映射

TMR_CC_CHANNEL_MAPPED_DIRECT：选择 TMR 输入通道 1，2，3 和 4 对应地与 C1IRAW，C2IRAW，C3IRAW 和 C4IRAW 相连

TMR_CC_CHANNEL_MAPPED_INDIRECT：选择 TMR 输入通道 1，2，3 和 4 对应地与 C2IRAW，C1IRAW，C4IRAW 和 C3IRAW 相连

TMR_CC_CHANNEL_MAPPED_STI：选择 TMR 输入通道映射在 STI 上

input_filter_value

配置输入通道滤波值，可取 0x00~0x0F

divider_factor

输入通道分频系数

TMR_CHANNEL_INPUT_DIV_1：输入通道分频系数为 1

TMR_CHANNEL_INPUT_DIV_2：输入通道分频系数为 2

TMR_CHANNEL_INPUT_DIV_4：输入通道分频系数为 4

TMR_CHANNEL_INPUT_DIV_8：输入通道分频系数为 8

示例

```
tmr_input_config_type tmr_input_config_struct;
tmr_input_config_struct.input_channel_select = TMR_SELECT_CHANNEL_2;
tmr_input_config_struct.input_mapped_select = TMR_CC_CHANNEL_MAPPED_DIRECT;
tmr_input_config_struct.input_polarity_select = TMR_INPUT_RISING_EDGE;
tmr_input_config_struct.input_filter_value = 0x00;
```

```
tmr_input_channel_init(TMR1, &tmr_input_config_struct, TMR_CHANNEL_INPUT_DIV_1);
```

5.23.29 函数 tmr_channel_enable

下表描述了函数 tmr_channel_enable

表 626. 函数 tmr_channel_enable

项目	描述
函数名	tmr_channel_enable
函数原型	void tmr_channel_enable(tmr_type *tmr_x, tmr_channel_select_type tmr_channel, confirm_state new_state);
功能描述	启用或禁用 TMR 通道
输入参数 1	tmr_x：所选择的 TMR 外设，该参数可以选取自其中之一： TMR1, TMR2, TMR3, TMR4, TMR5, TMR8, TMR9, TMR10, TMR11, TMR12, TMR13, TMR14, TMR20
输入参数 2	tmr_channel：定时器通道
输入参数 3	new_state：将要配置的通道状态，可选择启用（TRUE）或禁用（FALSE）
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

tmr_channel

设置 TMR 通道

TMR_SELECT_CHANNEL_1： 选择定时器通道 1

TMR_SELECT_CHANNEL_1C： 选择定时器互补通道 1

TMR_SELECT_CHANNEL_2： 选择定时器通道 2

TMR_SELECT_CHANNEL_2C： 选择定时器互补通道 2

TMR_SELECT_CHANNEL_3： 选择定时器通道 3

TMR_SELECT_CHANNEL_3C： 选择定时器互补通道 3

TMR_SELECT_CHANNEL_4： 选择定时器通道 4

示例

```
tmr_channel_enable(TMR1, TMR_SELECT_CHANNEL_1, TRUE);
```

5.23.30 函数 tmr_input_channel_filter_set

下表描述了函数 tmr_input_channel_filter_set

表 627. 函数 tmr_input_channel_filter_set

项目	描述
函数名	tmr_input_channel_filter_set
函数原型	void tmr_input_channel_filter_set(tmr_type *tmr_x, tmr_channel_select_type tmr_channel, uint16_t filter_value);
功能描述	设置 TMR 输入通道过滤器
输入参数 1	tmr_x：所选择的 TMR 外设，该参数可以选取自其中之一： TMR1, TMR2, TMR3, TMR4, TMR5, TMR8, TMR9, TMR10, TMR11, TMR12, TMR13, TMR14, TMR20

项目	描述
输入参数 2	tmr_channel：定时器通道
输入参数 3	filter_value：配置输入通道滤波值，可取 0x00~0x0F
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

tmr_channel

设置 TMR 通道

TMR_SELECT_CHANNEL_1：选择定时器通道 1

TMR_SELECT_CHANNEL_2：选择定时器通道 2

TMR_SELECT_CHANNEL_3：选择定时器通道 3

TMR_SELECT_CHANNEL_4：选择定时器通道 4

示例

```
tmr_input_channel_filter_set(TMR1, TMR_SELECT_CHANNEL_1, 0x0F);
```

5.23.31 函数 tmr_pwm_input_config

下表描述了函数 tmr_pwm_input_config

表 628. 函数 tmr_pwm_input_config

项目	描述
函数名	tmr_pwm_input_config
函数原型	void tmr_pwm_input_config(tmr_type *tmr_x, tmr_input_config_type *input_struct, tmr_channel_input_divider_type divider_factor);
功能描述	配置 TMR pwm 输入
输入参数 1	tmr_x：所选择的 TMR 外设，该参数可以选取自其中之一： TMR1, TMR2, TMR3, TMR4, TMR5, TMR8, TMR9, TMR10, TMR11, TMR12, TMR13, TMR14, TMR20
输入参数 2	input_struct：指向结构体 tmr_input_config_type 的指针
输入参数 3	divider_factor：输入通道分频系数
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

input_struct

指向结构体 tmr_input_config_type 的指针，参考 *tmr_input_config_type* 查看取值范围

divider_factor

输入通道分频系数

TMR_CHANNEL_INPUT_DIV_1：输入通道分频系数为 1

TMR_CHANNEL_INPUT_DIV_2：输入通道分频系数为 2

TMR_CHANNEL_INPUT_DIV_4：输入通道分频系数为 4

TMR_CHANNEL_INPUT_DIV_8：输入通道分频系数为 8

示例

```
tmr_input_config_type tmr_ic_init_structure;
tmr_ic_init_structure.input_filter_value = 0;
```

```
tmr_ic_init_structure.input_channel_select = TMR_SELECT_CHANNEL_2;
tmr_ic_init_structure.input_mapped_select = TMR_CC_CHANNEL_MAPPED_DIRECT;
tmr_ic_init_structure.input_polarity_select = TMR_INPUT_RISING_EDGE;
tmr_pwm_input_config(TMR1, &tmr_ic_init_structure, TMR_CHANNEL_INPUT_DIV_1);
```

5.23.32 函数 tmr_channel1_input_select

下表描述了函数 tmr_channel1_input_select

表 629. 函数 tmr_channel1_input_select

项目	描述
函数名	tmr_channel1_input_select
函数原型	void tmr_channel1_input_select(tmr_type *tmr_x, tmr_channel1_input_connected_type ch1_connect);
功能描述	选择 TMR 通道 1 输入
输入参数 1	tmr_x：所选择的 TMR 外设，该参数可以选取自其中之一： TMR1, TMR2, TMR3, TMR4, TMR5, TMR8, TMR20
输入参数 2	ch1_connect：通道 1 输入选择
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

ch1_connect

将要配置的通道 1 输入连接

TMR_CHANEL1_CONNECTED_C1IRAW：将 CH1 管脚连到 C1IRAW 输入

TMR_CHANEL1_2_3_CONNECTED_C1IRAW_XOR：将 CH1、CH2 和 CH3 管脚异或结果连到 C1IRAW 输入

示例

```
tmr_channel1_input_select(TMR1, TMR_CHANEL1_2_3_CONNECTED_C1IRAW_XOR);
```

5.23.33 函数 tmr_input_channel_divider_set

下表描述了函数 tmr_input_channel_divider_set

表 630. 函数 tmr_input_channel_divider_set

项目	描述
函数名	tmr_input_channel_divider_set
函数原型	void tmr_input_channel_divider_set(tmr_type *tmr_x, tmr_channel_select_type tmr_channel, tmr_channel_input_divider_type divider_factor);
功能描述	设置 TMR 输入通道分频器
输入参数 1	tmr_x：所选择的 TMR 外设，该参数可以选取自其中之一： TMR1, TMR2, TMR3, TMR4, TMR5, TMR8, TMR9, TMR10, TMR11, TMR12, TMR13, TMR14, TMR20
输入参数 2	tmr_channel：定时器通道
输入参数 3	divider_factor：输入通道分频系数
输出参数	无

项目	描述
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

tmr_channel

设置 TMR 通道

TMR_SELECT_CHANNEL_1：选择定时器通道 1

TMR_SELECT_CHANNEL_2：选择定时器通道 2

TMR_SELECT_CHANNEL_3：选择定时器通道 3

TMR_SELECT_CHANNEL_4：选择定时器通道 4

divider_factor

输入通道分频系数

TMR_CHANNEL_INPUT_DIV_1：输入通道分频系数为 1

TMR_CHANNEL_INPUT_DIV_2：输入通道分频系数为 2

TMR_CHANNEL_INPUT_DIV_4：输入通道分频系数为 4

TMR_CHANNEL_INPUT_DIV_8：输入通道分频系数为 8

示例

```
tmr_input_channel_divider_set(TMR1, TMR_SELECT_CHANNEL_1, TMR_CHANNEL_INPUT_DIV_2);
```

5.23.34 函数 tmr_primary_mode_select

下表描述了函数 tmr_primary_mode_select

表 631. 函数 tmr_primary_mode_select

项目	描述
函数名	tmr_primary_mode_select
函数原型	void tmr_primary_mode_select(tmr_type *tmr_x, tmr_primary_select_type primary_mode);
功能描述	选择 TMR 主模式
输入参数 1	tmr_x：所选择的 TMR 外设，该参数可以选取自其中之一： TMR1, TMR2, TMR3, TMR4, TMR5, TMR6, TMR7, TMR8, TMR20
输入参数 2	primary_mode：将要配置的主模式
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

primary_mode

将要配置的主模式，即主定时器输出信号选择

TMR_PRIMARY_SEL_RESET：　　主模式的输出信号选择复位

TMR_PRIMARY_SEL_ENABLE：　　主模式的输出信号选择使能

TMR_PRIMARY_SEL_OVERFLOW：　　主模式的输出信号选择溢出

TMR_PRIMARY_SEL_COMPARE：　　主模式的输出信号选择比较脉冲

TMR_PRIMARY_SEL_C1ORAW：　　主模式的输出信号选择 C1ORAW 信号

TMR_PRIMARY_SEL_C2ORAW：　　主模式的输出信号选择 C2ORAW 信号

TMR_PRIMARY_SEL_C3ORAW：　　主模式的输出信号选择 C3ORAW 信号

TMR_PRIMARY_SEL_C4ORAW：　　主模式的输出信号选择 C4ORAW 信号

示例

```
tmr_primary_mode_select(TMR1, TMR_PRIMARY_SEL_RESET);
```

5.23.35 函数 tmr_sub_mode_select

下表描述了函数 tmr_sub_mode_select

表 632. 函数 tmr_sub_mode_select

项目	描述
函数名	tmr_sub_mode_select
函数原型	void tmr_sub_mode_select(tmr_type *tmr_x, tmr_sub_mode_select_type sub_mode);
功能描述	选择 TMR 次定时器模式
输入参数 1	tmr_x：所选择的 TMR 外设，该参数可以选取自其中之一： TMR1, TMR2, TMR3, TMR4, TMR5, TMR8, TMR9, TMR12, TMR20
输入参数 2	sub_mode：将要配置的次定时器模式
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

primary_mode

选择要配置的次定时器模式

TMR_SUB_MODE_DIABLE：关闭次定时器模式
TMR_SUB_ENCODER_MODE_A：选择编码器模式 A
TMR_SUB_ENCODER_MODE_B：选择编码器模式 B
TMR_SUB_ENCODER_MODE_C：选择编码器模式 C
TMR_SUB_RESET_MODE：选择复位模式
TMR_SUB_HANG_MODE：选择挂起模式
TMR_SUB_TRIGGER_MODE：选择触发模式
TMR_SUB_EXTERNAL_CLOCK_MODE_A：选择外部时钟模式 A

示例

```
tmr_sub_mode_select(TMR1, TMR_SUB_HANG_MODE);
```

5.23.36 函数 tmr_channel_dma_select

下表描述了函数 tmr_channel_dma_select

表 633. 函数 tmr_channel_dma_select

项目	描述
函数名	tmr_channel_dma_select
函数原型	void tmr_channel_dma_select(tmr_type *tmr_x, tmr_dma_request_source_type cc_dma_select);
功能描述	选择 TMR 通道的 DMA 请求源
输入参数 1	tmr_x：所选择的 TMR 外设，该参数可以选取自其中之一： TMR1, TMR2, TMR3, TMR4, TMR5, TMR8, TMR9, TMR12, TMR20
输入参数 2	cc_dma_select：将要选择的 TMR 通道的 DMA 请求源

项目	描述
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

cc_dma_select

选择 TMR 通道的 DMA 请求源

TMR_DMA_REQUEST_BY_CHANNEL： 当发生通道事件（CxIF = 1）时产生 DMA 请求

TMR_DMA_REQUEST_BY_OVERFLOW： 当发生溢出事件（OVFIF = 1）时产生 DMA 请求

示例

```
tmr_channel_dma_select(TMR1, TMR_DMA_REQUEST_BY_OVERFLOW);
```

5.23.37 函数 tmr_hall_select

下表描述了函数 tmr_hall_select

表 634. 函数 tmr_hall_select

项目	描述
函数名	tmr_hall_select
函数原型	void tmr_hall_select(tmr_type *tmr_x, confirm_state new_state);
功能描述	选择 TMR hall 模式
输入参数 1	tmr_x：所选择的 TMR 外设，该参数可以选取自其中之一： TMR1, TMR8, TMR20
输入参数 2	new_state：将要选择的 TMR hall 模式状态
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

new_state

选择 TMR hall 模式状态，用于通道控制位刷新选择

FALSE： 通过设置 HALL 位刷新控制位

TRUE： 通过设置 HALL 位或 TRGIN 的上升沿刷新控制位

示例

```
tmr_hall_select(TMR1, TRUE);
```

5.23.38 函数 tmr_channel_buffer_enable

下表描述了函数 tmr_channel_buffer_enable

表 635. 函数 tmr_channel_buffer_enable

项目	描述
函数名	tmr_channel_buffer_enable
函数原型	void tmr_channel_buffer_enable(tmr_type *tmr_x, confirm_state new_state);
功能描述	启用或禁用 TMR 通道缓冲区
输入参数 1	tmr_x：所选择的 TMR 外设，该参数可以选取自其中之一： TMR1, TMR8, TMR20

项目	描述
输入参数 2	new_state：将要配置的 TMR 通道缓冲区状态，可选择启用（TRUE）或禁用（FALSE）
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
tmr_channel_buffer_enable(TMR1, TRUE);
```

5.23.39 函数 tmr_trgout2_enable

下表描述了函数 tmr_trgout2_enable

表 636. 函数 tmr_trgout2_enable

项目	描述
函数名	tmr_trgout2_enable
函数原型	void tmr_trgout2_enable(tmr_type *tmr_x, confirm_state new_state);
功能描述	启用或禁用 TMR 触发输出 2 信号
输入参数 1	tmr_x：所选择的 TMR 外设，该参数可以选取自其中之一： TMR1, TMR8, TMR20
输入参数 2	new_state：将要配置的 TMR 触发输出 2 信号状态，可选择启用（TRUE）或禁用（FALSE）
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
tmr_trgout2_enable(TMR1, TRUE);
```

5.23.40 函数 tmr_trigger_input_select

下表描述了函数 tmr_trigger_input_select

表 637. 函数 tmr_trigger_input_select

项目	描述
函数名	tmr_trigger_input_select
函数原型	void tmr_trigger_input_select(tmr_type *tmr_x, sub_tmr_input_sel_type trigger_select);
功能描述	选择 TMR 次定时器触发输入
输入参数 1	tmr_x：所选择的 TMR 外设，该参数可以选取自其中之一： TMR1, TMR2, TMR3, TMR4, TMR5, TMR8, TMR9, TMR12, TMR20
输入参数 2	trigger_select：将要配置的 TMR 次定时器触发输入
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无

项目	描述
被调用函数	无

trigger_select

选择 TMR 次定时器触发输入

TMR_SUB_INPUT_SEL_IS0： 选择内部输入 0

TMR_SUB_INPUT_SEL_IS1： 选择内部输入 1

TMR_SUB_INPUT_SEL_IS2： 选择内部输入 2

TMR_SUB_INPUT_SEL_IS3： 选择内部输入 3

TMR_SUB_INPUT_SEL_C1INC： 选择 C1IRAW 的输入检测器

TMR_SUB_INPUT_SEL_C1DF1： 选择滤波输入通道 1

TMR_SUB_INPUT_SEL_C2DF2： 选择滤波输入通道 2

TMR_SUB_INPUT_SEL_EXTIN： 选择外部输入通道 EXT

示例

```
tmr_trigger_input_select(TMR1, TMR_SUB_INPUT_SEL_IS0);
```

5.23.41 函数 tmr_sub_sync_mode_set

下表描述了函数 tmr_sub_sync_mode_set

表 638. 函数 tmr_sub_sync_mode_set

项目	描述
函数名	tmr_sub_sync_mode_set
函数原型	void tmr_sub_sync_mode_set(tmr_type *tmr_x, confirm_state new_state);
功能描述	设置 TMR 次定时器同步模式
输入参数 1	tmr_x：所选择的 TMR 外设，该参数可以选取自其中之一： TMR1, TMR2, TMR3, TMR4, TMR5, TMR8, TMR9, TMR12, TMR20
输入参数 2	new_state：将要配置的 TMR 次定时器同步模式状态，可选择启用（TRUE）或禁用（FALSE）
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
tmr_sub_sync_mode_set(TMR1, TRUE);
```

5.23.42 函数 tmr_dma_request_enable

下表描述了函数 tmr_dma_request_enable

表 639. 函数 tmr_dma_request_enable

项目	描述
函数名	tmr_dma_request_enable
函数原型	void tmr_dma_request_enable(tmr_type *tmr_x, tmr_dma_request_type dma_request, confirm_state new_state);
功能描述	启用或禁用 TMR DMA 请求
输入参数 1	tmr_x：所选择的 TMR 外设，该参数可以选取自其中之一：

项目	描述
	TMR1, TMR2, TMR3, TMR4, TMR5, TMR6, TMR7, TMR8, TMR9, TMR10, TMR11, TMR12, TMR13, TMR14, TMR20
输入参数 2	dma_request：将要配置的 DMA 请求
输入参数 3	new_state：将要配置的 DMA 请求状态，可选择启用（TRUE）或禁用（FALSE）
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

dma_request

设置 DMA 请求

TMR_OVERFLOW_DMA_REQUEST： 溢出事件的 DMA 请求

TMR_C1_DMA_REQUEST： 通道 1 的 DMA 请求

TMR_C2_DMA_REQUEST： 通道 2 的 DMA 请求

TMR_C3_DMA_REQUEST： 通道 3 的 DMA 请求

TMR_C4_DMA_REQUEST： 通道 4 的 DMA 请求

TMR_HALL_DMA_REQUEST： HALL 事件的 DMA 请求

TMR_TRIGGER_DMA_REQUEST： 触发事件的 DMA 请求

示例

```
tmr_dma_request_enable(TMR1, TMR_OVERFLOW_DMA_REQUEST, TRUE);
```

5.23.43 函数 tmr_interrupt_enable

下表描述了函数 tmr_interrupt_enable

表 640. 函数 tmr_interrupt_enable

项目	描述
函数名	tmr_interrupt_enable
函数原型	void tmr_interrupt_enable(tmr_type *tmr_x, uint32_t tmr_interrupt, confirm_state new_state);
功能描述	启用或禁用 TMR 中断
输入参数 1	tmr_x：所选择的 TMR 外设，该参数可以选取自其中之一： TMR1, TMR2, TMR3, TMR4, TMR5, TMR6, TMR7, TMR8, TMR9, TMR10, TMR11, TMR12, TMR13, TMR14, TMR20
输入参数 2	tmr_interrupt：将要配置的 TMR 中断
输入参数 3	new_state：将要配置的 TMR 中断状态，可选择启用（TRUE）或禁用（FALSE）
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

tmr_interrupt

设置 TMR 中断

TMR_OVF_INT： 溢出事件中断

TMR_C1_INT： 通道 1 事件中断

TMR_C2_INT： 通道 2 事件中断

TMR_C3_INT： 通道 3 事件中断

TMR_C4_INT： 通道 4 事件中断
TMR_HALL_INT： HALL 事件中断
TMR_TRIGGER_INT： 触发事件中断
TMR_BRK_INT： 刹车事件中断

示例

```
tmr_interrupt_enable(TMR1, TMR_OVF_INT, TRUE);
```

5.23.44 函数 tmr_interrupt_flag_get

下表描述了函数 tmr_interrupt_flag_get

表 641. 函数 tmr_interrupt_flag_get

项目	描述
函数名	tmr_interrupt_flag_get
函数原型	flag_status tmr_interrupt_flag_get (tmr_type *tmr_x, uint32_t tmr_flag);
功能描述	获取中断标志位状态
输入参数 1	tmr_x：所选择的 TMR 外设，该参数可以选取自其中之一： TMR1, TMR2, TMR3, TMR4, TMR5, TMR6, TMR7, TMR8, TMR9, TMR10, TMR11, TMR12, TMR13, TMR14, TMR20
输入参数 2	tmr_flag：需要获取中断状态的标志选择 该参数详细描述见 tmr_flag
输出参数	无
返回值	flag_status：标志位的状态 该返回值可为其中之一：SET，RESET
先决条件	无
被调用函数	无

tmr_flag

用于选择需要获取状态的标志，其可选参数罗列如下

TMR_OVF_FLAG： 溢出中断标记
TMR_C1_FLAG： 通道 1 中断标记
TMR_C2_FLAG： 通道 2 中断标记
TMR_C3_FLAG： 通道 3 中断标记
TMR_C4_FLAG： 通道 4 中断标记
TMR_HALL_FLAG： HALL 中断标记
TMR_TRIGGER_FLAG： 触发中断标记
TMR_BRK_FLAG： 刹车中断标记

示例

```
if(tmr_interrupt_flag_get (TMR1, TMR_OVF_FLAG) != RESET)
```

5.23.45 函数 tmr_flag_get

下表描述了函数 tmr_flag_get

表 642. 函数 tmr_flag_get

项目	描述
函数名	tmr_flag_get
函数原型	flag_status tmr_flag_get(tmr_type *tmr_x, uint32_t tmr_flag);

项目	描述
功能描述	获取标志位状态
输入参数 1	tmr_x：所选择的 TMR 外设，该参数可以选取自其中之一： TMR1, TMR2, TMR3, TMR4, TMR5, TMR6, TMR7, TMR8, TMR9, TMR10, TMR11, TMR12, TMR13, TMR14, TMR20
输入参数 2	tmr_flag：需要获取状态的标志选择 该参数详细描述见 tmr_flag
输出参数	无
返回值	flag_status：标志位的状态 该返回值可为其中之一 ： SET，RESET
先决条件	无
被调用函数	无

tmr_flag

用于选择需要获取状态的标志，其可选参数罗列如下

TMR_OVF_FLAG： 溢出中断标记
TMR_C1_FLAG： 通道 1 中断标记
TMR_C2_FLAG： 通道 2 中断标记
TMR_C3_FLAG： 通道 3 中断标记
TMR_C4_FLAG： 通道 4 中断标记
TMR_C5_FLAG： 通道 5 中断标记
TMR_HALL_FLAG： HALL 中断标记
TMR_TRIGGER_FLAG： 触发中断标记
TMR_BRK_FLAG： 刹车中断标记
TMR_C1_RECAPTURE_FLAG： 通道 1 再捕获标记
TMR_C2_RECAPTURE_FLAG： 通道 2 再捕获标记
TMR_C3_RECAPTURE_FLAG： 通道 3 再捕获标记
TMR_C4_RECAPTURE_FLAG： 通道 4 再捕获标记

示例

```
if(tmr_flag_get(TMR1, TMR_OVF_FLAG) != RESET)
```

5.23.46 函数 tmr_flag_clear

下表描述了函数 tmr_flag_clear

表 643. 函数 tmr_flag_clear

项目	描述
函数名	tmr_flag_clear
函数原型	void tmr_flag_clear(tmr_type *tmr_x, uint32_t tmr_flag);
功能描述	清除标志位
输入参数 1	tmr_x：所选择的 TMR 外设，该参数可以选取自其中之一： TMR1, TMR2, TMR3, TMR4, TMR5, TMR6, TMR7, TMR8, TMR9, TMR10, TMR11, TMR12, TMR13, TMR14, TMR20
输入参数 2	tmr_flag：待清除的标志选择 该参数详细描述见 ***错误!未找到引用源。***
输出参数	无
返回值	无

项目	描述
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
tmr_flag_clear(TMR1, TMR_OVF_FLAG);
```

5.23.47 函数 tmr_event_sw_trigger

下表描述了函数 tmr_event_sw_trigger

表 644. 函数 tmr_event_sw_trigger

项目	描述
函数名	tmr_event_sw_trigger
函数原型	void tmr_event_sw_trigger(tmr_type *tmr_x, tmr_event_trigger_type tmr_event);
功能描述	软件触发 TMR 事件
输入参数 1	tmr_x：所选择的 TMR 外设，该参数可以选取自其中之一： TMR1, TMR2, TMR3, TMR4, TMR5, TMR6, TMR7, TMR8, TMR9, TMR10, TMR11, TMR12, TMR13, TMR14, TMR20
输入参数 2	tmr_event：将要通过软件触发的 TMR 事件
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

tmr_event

设置软件触发的 TMR 事件

TMR_OVERFLOW_SWTRIG： 软件触发溢出事件
TMR_C1_SWTRIG： 软件触发通道 1 事件
TMR_C2_SWTRIG： 软件触发通道 2 事件
TMR_C3_SWTRIG： 软件触发通道 3 事件
TMR_C4_SWTRIG： 软件触发通道 4 事件
TMR_HALL_SWTRIG： 软件触发 HALL 事件
TMR_TRIGGER_SWTRIG： 软件触发触发事件
TMR_BRK_SWTRIG： 软件触发刹车事件

示例

```
tmr_event_sw_trigger(TMR1, TMR_OVERFLOW_SWTRIG);
```

5.23.48 函数 tmr_output_enable

下表描述了函数 tmr_output_enable

表 645. 函数 tmr_output_enable

项目	描述
函数名	tmr_output_enable
函数原型	void tmr_output_enable(tmr_type *tmr_x, confirm_state new_state);
功能描述	启用或禁用 TMR 输出使能
输入参数 1	tmr_x：所选择的 TMR 外设，该参数可以选取自其中之一：

项目	描述
	TMR1, TMR8, TMR20
输入参数 2	new_state：将要配置的 TMR 输出状态，可选择启用（TRUE）或禁用（FALSE）
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
tmr_output_enable(TMR1, TRUE);
```

5.23.49 函数 tmr_internal_clock_set

下表描述了函数 tmr_internal_clock_set

表 646. 函数 tmr_internal_clock_set

项目	描述
函数名	tmr_internal_clock_set
函数原型	void tmr_internal_clock_set(tmr_type *tmr_x);
功能描述	设置 TMR 内部时钟
输入参数	tmr_x：所选择的 TMR 外设，该参数可以选取自其中之一： TMR1, TMR2, TMR3, TMR4, TMR5, TMR8, TMR9, TMR12, TMR20
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
tmr_internal_clock_set(TMR1);
```

5.23.50 函数 tmr_output_channel_polarity_set

下表描述了函数 tmr_output_channel_polarity_set

表 647. 函数 tmr_output_channel_polarity_set

项目	描述
函数名	tmr_output_channel_polarity_set
函数原型	void tmr_output_channel_polarity_set(tmr_type *tmr_x, tmr_channel_select_type tmr_channel, tmr_polarity_active_type oc_polarity);
功能描述	设置 TMR 输出通道极性
输入参数 1	tmr_x：所选择的 TMR 外设，该参数可以选取自其中之一： TMR1, TMR2, TMR3, TMR4, TMR5, TMR8, TMR9, TMR10, TMR11, TMR12, TMR13, TMR14, TMR20
输入参数 2	tmr_channel：定时器通道
输入参数 3	oc_polarity：将要配置的输出通道极性
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无

项目	描述
被调用函数	无

tmr_channel

设置 TMR 通道

TMR_SELECT_CHANNEL_1： 选择定时器通道 1

TMR_SELECT_CHANNEL_1C： 选择定时器互补通道 1

TMR_SELECT_CHANNEL_2： 选择定时器通道 2

TMR_SELECT_CHANNEL_2C： 选择定时器互补通道 2

TMR_SELECT_CHANNEL_3： 选择定时器通道 3

TMR_SELECT_CHANNEL_3C： 选择定时器互补通道 3

TMR_SELECT_CHANNEL_4： 选择定时器通道 4

oc_polarity

设置 TMR 通道极性

TMR_POLARITY_ACTIVE_HIGH：输出通道极性高

TMR_POLARITY_ACTIVE_LOW： 输出通道极性低

示例

```
tmr_output_channel_polarity_set(TMR1, TMR_SELECT_CHANNEL_1, TMR_POLARITY_ACTIVE_HIGH);
```

5.23.51 函数 tmr_external_clock_config

下表描述了函数 tmr_external_clock_config

表 648. 函数 tmr_external_clock_config

项目	描述
函数名	tmr_external_clock_config
函数原型	void tmr_external_clock_config(tmr_type *tmr_x, tmr_external_signal_divider_type es_divide, tmr_external_signal_polarity_type es_polarity, uint16_t es_filter);
功能描述	配置 TMR 外部时钟
输入参数 1	tmr_x：所选择的 TMR 外设，该参数可以选取自其中之一： TMR1, TMR2, TMR3, TMR4, TMR5, TMR8, TMR20
输入参数 2	es_divide：外部信号分频系数
输入参数 3	es_polarity：外部信号极性
输入参数 4	es_filter：外部信号滤波值，可取 0x00~0x0F
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

es_divide

设置 TMR 外部信号分频系数

TMR_ES_FREQUENCY_DIV_1：外部信号分频系数为 1

TMR_ES_FREQUENCY_DIV_2：外部信号分频系数为 2

TMR_ES_FREQUENCY_DIV_4：外部信号分频系数为 4

TMR_ES_FREQUENCY_DIV_8：外部信号分频系数为 8

es_polarity

设置 TMR 外部信号极性

TMR_ES_POLARITY_NON_INVERTED： 外部信号极性为高电平或上升沿

TMR_ES_POLARITY_INVERTED： 外部信号极性为低电平或下降沿

示例

```
tmr_external_clock_config(TMR1, TMR_ES_FREQUENCY_DIV_1, TMR_ES_POLARITY_INVERTED, 0x0F);
```

5.23.52 函数 tmr_external_clock_mode1_config

下表描述了函数 tmr_external_clock_mode1_config

表 649. 函数 tmr_external_clock_mode1_config

项目	描述
函数名	tmr_external_clock_mode1_config
函数原型	void tmr_external_clock_mode1_config(tmr_type *tmr_x, tmr_external_signal_divider_type es_divide, tmr_external_signal_polarity_type es_polarity, uint16_t es_filter);
功能描述	配置 TMR 外部时钟模式 1（对应参考手册中的外部时钟模式 A）
输入参数 1	tmr_x：所选择的 TMR 外设，该参数可以选取自其中之一：TMR1, TMR2, TMR3, TMR4, TMR5, TMR8, TMR20
输入参数 2	es_divide：外部信号分频系数
输入参数 3	es_polarity：外部信号极性
输入参数 4	es_filter：外部信号滤波值，可取 0x00~0x0F
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

es_divide

设置 TMR 外部信号分频系数，参考 *es_divide* 查看取值范围

es_polarity

设置 TMR 外部信号极性，参考 *es_polarity* 查看取值范围

示例

```
tmr_external_clock_mode1_config(TMR1, TMR_ES_FREQUENCY_DIV_1, TMR_ES_POLARITY_INVERTED,
0x0F);
```

5.23.53 函数 tmr_external_clock_mode2_config

下表描述了函数 tmr_external_clock_mode2_config

表 650. 函数 tmr_external_clock_mode2_config

项目	描述
函数名	tmr_external_clock_mode2_config
函数原型	void tmr_external_clock_mode2_config(tmr_type *tmr_x, tmr_external_signal_divider_type es_divide, tmr_external_signal_polarity_type es_polarity, uint16_t es_filter);
功能描述	配置 TMR 外部时钟模式 2（对应参考手册中的外部时钟模式 B）
输入参数 1	tmr_x：所选择的 TMR 外设，该参数可以选取自其中之一：TMR1, TMR2, TMR3, TMR4, TMR5, TMR8, TMR20
输入参数 2	es_divide：外部信号分频系数

项目	描述
输入参数 3	es_polarity：外部信号极性
输入参数 4	es_filter：外部信号滤波值，可取 0x00~0x0F
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

es_divide

设置 TMR 外部信号分频系数，参考 *es_divide* 查看取值范围

es_polarity

设置 TMR 外部信号极性，参考 *es_polarity* 查看取值范围

示例

```
tmr_external_clock_mode2_config(TMR1, TMR_ES_FREQUENCY_DIV_1, TMR_ES_POLARITY_INVERTED,
0x0F);
```

5.23.54 函数 tmr_encoder_mode_config

下表描述了函数 tmr_encoder_mode_config

表 651. 函数 tmr_encoder_mode_config

项目	描述
函数名	tmr_encoder_mode_config
函数原型	void tmr_encoder_mode_config(tmr_type *tmr_x, tmr_encoder_mode_type encoder_mode, tmr_input_polarity_type ic1_polarity, tmr_input_polarity_type ic2_polarity);
功能描述	配置 TMR 编码器模式
输入参数 1	tmr_x：所选择的 TMR 外设，该参数可以选取自其中之一： TMR1, TMR2, TMR3, TMR4, TMR5, TMR8, TMR20
输入参数 2	encoder_mode：将要配置的编码器模式
输入参数 3	ic1_polarity：输入通道 1 极性
输入参数 4	Ic2_polarity：输入通道 2 极性
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

encoder_mode

设置 TMR 编码器模式

TMR_ENCODER_MODE_A：编码器模式 A

TMR_ENCODER_MODE_B：编码器模式 B

TMR_ENCODER_MODE_C：编码器模式 C

ic1_polarity

设置 TMR 输入通道 1 极性

TMR_INPUT_RISING_EDGE： 输入通道的有效边沿为上升沿

TMR_INPUT_FALLING_EDGE： 输入通道的有效边沿为下降沿

TMR_INPUT_BOTH_EDGE： 输入通道的有效边沿为上升沿和下降沿

ic2_polarity

设置 TMR 输入通道 2 极性

TMR_INPUT_RISING_EDGE： 输入通道的有效边沿为上升沿

TMR_INPUT_FALLING_EDGE： 输入通道的有效边沿为下降沿

TMR_INPUT_BOTH_EDGE： 输入通道的有效边沿为上升沿和下降沿

示例

```
tmr_encoder_mode_config(TMR1, TMR_ENCODER_MODE_A, TMR_INPUT_RISING_EDGE,
TMR_INPUT_RISING_EDGE);
```

5.23.55 函数 tmr_force_output_set

下表描述了函数 tmr_force_output_set

表 652. 函数 tmr_force_output_set

项目	描述
函数名	tmr_force_output_set
函数原型	void tmr_force_output_set(tmr_type *tmr_x, tmr_channel_select_type tmr_channel, tmr_force_output_type force_output);
功能描述	设置 TMR 强制输出
输入参数 1	tmr_x：所选择的 TMR 外设，该参数可以选取自其中之一：TMR1, TMR2, TMR3, TMR4, TMR5, TMR8, TMR9, TMR10, TMR11, TMR12, TMR13, TMR14, TMR20
输入参数 2	tmr_channel：定时器通道
输入参数 3	force_output：强制输出电平
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

tmr_channel

设置 TMR 通道

TMR_SELECT_CHANNEL_1：选择定时器通道 1

TMR_SELECT_CHANNEL_2：选择定时器通道 2

TMR_SELECT_CHANNEL_3：选择定时器通道 3

TMR_SELECT_CHANNEL_4：选择定时器通道 4

TMR_SELECT_CHANNEL_5：选择定时器通道 5

force_output

输出通道的强制输出电平

TMR_FORCE_OUTPUT_HIGH： 强制 CxORAW 为高

TMR_FORCE_OUTPUT_LOW： 强制 CxORAW 为低

示例

```
tmr_force_output_set(TMR1, TMR_SELECT_CHANNEL_1, TMR_FORCE_OUTPUT_HIGH);
```

5.23.56 函数 tmr_dma_control_config

下表描述了函数 tmr_dma_control_config

表 653. 函数 tmr_dma_control_config

项目	描述
函数名	tmr_dma_control_config
函数原型	void tmr_dma_control_config(tmr_type *tmr_x, tmr_dma_transfer_length_type dma_length, tmr_dma_address_type dma_base_address);
功能描述	配置 TMR DMA 控制
输入参数 1	tmr_x：所选择的 TMR 外设，该参数可以选取自其中之一： TMR1, TMR2, TMR3, TMR4, TMR5, TMR8, TMR20
输入参数 2	dma_length：DMA 传输字节数
输入参数 3	dma_base_address：DMA 传输偏移地址
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

dma_length

设置 DMA 传输字节数，共 18 个可选参数

TMR_DMA_TRANSFER_1BYTE： 1 个字节

TMR_DMA_TRANSFER_2BYTES： 2 个字节

TMR_DMA_TRANSFER_3BYTES： 3 个字节

…

TMR_DMA_TRANSFER_17BYTES： 17 个字节

TMR_DMA_TRANSFER_18BYTES： 18 个字节

dma_base_address

设置 DMA 传输偏移地址，从 TMR 控制寄存器 1 开始偏移，可选参数如下

TMR_CTRL1_ADDRESS

TMR_CTRL2_ADDRESS

TMR_STCTRL_ADDRESS

TMR_IDEN_ADDRESS

TMR_ISTS_ADDRESS

TMR_SWEVT_ADDRESS

TMR_CM1_ADDRESS

TMR_CM2_ADDRESS

TMR_CCTRL_ADDRESS

TMR_CVAL_ADDRESS

TMR_DIV_ADDRESS

TMR_PR_ADDRESS

TMR_RPR_ADDRESS

TMR_C1DT_ADDRESS

TMR_C2DT_ADDRESS

TMR_C3DT_ADDRESS

TMR_C4DT_ADDRESS

TMR_BRK_ADDRESS

TMR_DMACTRL_ADDRESS

示例

```
tmr_dma_control_config(TMR1, TMR_DMA_TRANSFER_8BYTES, TMR_CTRL1_ADDRESS);
```

5.23.57 函数 tmr_brkdt_config

下表描述了函数 tmr_brkdt_config

表 654. 函数 tmr_brkdt_config

项目	描述
函数名	tmr_brkdt_config
函数原型	void tmr_brkdt_config(tmr_type *tmr_x, tmr_brkdt_config_type *brkdt_struct);
功能描述	配置 TMR 刹车模式和死区时间
输入参数 1	tmr_x：所选择的 TMR 外设，该参数可以选取自其中之一： TMR1, TMR8, TMR20
输入参数 2	brkdt_struct：指向结构体 tmr_brkdt_config_type 的指针
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

tmr_brkdt_config_type structure

tmr_brkdt_config_type 在 at32f435_437_tmr.h 中

```
typedef struct
{
  uint8_t                deadtime;
  tmr_brk_polarity_type  brk_polarity;
  tmr_wp_level_type      wp_level;
  confirm_state          auto_output_enable;
  confirm_state          fcsoen_state;
  confirm_state          fcsodis_state;
  confirm_state          brk_enable;
} tmr_brkdt_config_type;
```

deadtime

设置死区时间，可取 0x00~0xFF

brk_polarity

选择刹车输入极性

TMR_BRK_INPUT_ACTIVE_LOW：刹车输入极性为低电平

TMR_BRK_INPUT_ACTIVE_HIGH：刹车输入极性为高电平

wp_level

设置写保护等级

TMR_WP_OFF：关闭写保护

TMR_WP_LEVEL_3：3 级写保护，以下 bit 位受写保护：

- TMRx_BRK：DTC、BRKEN、BRKV 和 AOEN
- TMRx_CTRL2：CxIOS 和 CxCIOS

TMR_WP_LEVEL_2：2 级写保护，除 3 级写保护的内容外，以下 bit 位也受写保护：

- TMRx_CCTRL：CxP 和 CxCP
- TMRx_BRK：FCSODIS 和 FCSOEN

TMR_WP_LEVEL_1：1 级写保护，除 2 级写保护的内容外，以下 bit 位也受写保护：

- TMRx_CMx：CxOCTRL 和 CxOBEN

auto_output_enable

自动输出使能，可选择启用（TRUE）或禁用（FALSE）

fcsoen_state

总输出开时的冻结状态，用于配置具有互补输出的通道，在定时器不工作且输出使能开启（OEN=1）时的通道状态

FALSE： 关闭 CxOUT/CxCOUT 输出

TRUE： 开启 CxOUT/CxCOUT 输出，输出为无效电平

fcsodis_state

总输出关时的冻结状态，用于配置具有互补输出的通道，在定时器不工作且且输出使能关闭（OEN=0）时的通道状态

FALSE： 关闭 CxOUT/CxCOUT 输出

TRUE： 开启 CxOUT/CxCOUT 输出，输出为空闲电平

brk_enable

刹车使能，可选择启用（TRUE）或禁用（FALSE）

示例

```
tmr_brkdt_config_type tmr_brkdt_config_struct;
tmr_brkdt_config_struct.brk_enable = TRUE;
tmr_brkdt_config_struct.auto_output_enable = TRUE;
tmr_brkdt_config_struct.deadtime = 0;
tmr_brkdt_config_struct.fcsodis_state = TRUE;
tmr_brkdt_config_struct.fcsoen_state = TRUE;
tmr_brkdt_config_struct.brk_polarity = TMR_BRK_INPUT_ACTIVE_HIGH;
tmr_brkdt_config_struct.wp_level = TMR_WP_OFF;
tmr_brkdt_config(TMR1, &tmr_brkdt_config_struct);
```

5.23.58 函数 tmr_iremap_config

下表描述了函数 tmr_iremap_config

表 655. 函数 tmr_iremap_config

项目	描述
函数名	tmr_iremap_config
函数原型	void tmr_iremap_config(tmr_type *tmr_x, tmr_input_remap_type input_remap);
功能描述	配置 TMR 内部重映射
输入参数 1	tmr_x：所选择的 TMR 外设，该参数可以选取自其中之一： TMR2, TMR5
输入参数 2	input_remap：将要配置的 TMR 输入通道重映射
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

input_remap

将要配置的 TMR2 内部触发 1 重映射和 TMR5 通道 4 输入重映射

TMR2_TMR8TRGOUT_TMR5_GPIO：TMR2 连接到 TMR8_TRGO 输出，TMR5 连接到 GPIO

TMR2_PTP_TMR5_ERTCCLK： TMR2 连接到以太网 PTP 输出，TMR5 连接到内部时钟 LICK

TMR2_OTG1FS_TMR5_LEXT： TMR2 连接到 OTG1_FS_SOF，TMR5 连接到外部时钟 LEXT

TMR2_OTG2FS_TMR5_ERTC： TMR2 连接到 OTG2_FS_SOF，TMR5 连接到 ERTC 唤醒中断

示例

```
tmr_iremap_config(TMR2, TMR2_TMR8TRGOUT_TMR5_GPIO);
```

5.24 通用同步异步收发器（USART）

USART 寄存器结构 usart_type，定义于文件“at32f435_437_usart.h”如下：

```
/**
  * @brief type define usart register all
  */
typedef struct
{
      ...

} usart_type;
```

下表给出了 USART 寄存器总览：

表 656. USART 寄存器对应表

寄存器	描述
sts	状态寄存器
dt	数据寄存器
baudr	波特率寄存器
ctrl1	控制寄存器 1
ctrl2	控制寄存器 2
ctrl3	控制寄存器 3
gdiv	保护时间和预分频寄存器

下表给出了 USART 库函数总览：

表 657. USART 库函数总览

函数名	描述
usart_reset	将指定的 USART 外设的寄存器复位
usart_init	波特率、数据位和停止位等进行设定
usart_parity_selection_config	校验方式进行设定
usart_enable	外设使能设置
usart_transmitter_enable	外设发送使能设置
usart_receiver_enable	外设接收使能设置
usart_clock_config	同步功能的时钟极性、相位等进行设置
usart_clock_enable	同步功能时钟输出使能设置
usart_interrupt_enable	中断使能设置
usart_dma_transmitter_enable	DMA 发送使能设置
usart_dma_receiver_enable	DMA 接收使能设置
usart_wakeup_id_set	唤醒 ID 设置
usart_wakeup_mode_set	唤醒模式设置
usart_receiver_mute_enable	接收器静默模式使能

usart_break_bit_num_set	断开帧长度设置
usart_lin_mode_enable	lin 模式使能设置
usart_data_transmit	数据发送
usart_data_receive	数据接收
usart_break_send	发送断开帧设置
usart_smartcard_guard_time_set	智能卡模式保护时间设置
usart_irda_smartcard_division_set	红外和智能卡模式的分频设置
usart_smartcard_mode_enable	智能卡模式使能设置
usart_smartcard_nack_set	智能卡模式的 NACK 使能设置
usart_single_line_halfduplex_select	单线半双工模式使能设置
usart_irda_mode_enable	红外模式使能设置
usart_irda_low_power_enable	红外模式低功耗使能设置
usart_hardware_flow_control_set	外设硬件流控使能设置
usart_flag_get	检查指定的 flag 状态是否置起
usart_interrupt_flag_get	检查指定的中断 flag 状态是否置起
usart_flag_clear	清除指定的 flag 状态标志
usart_rs485_delay_time_config	RS485 模式下连续发送数据时的起始和结束的延时时间
usart_transmit_receive_pin_swap	收发管脚交换
usart_id_bit_num_set	ID 位数设置
usart_de_polarity_set	DE 信号极性选择
usart_rs485_mode_enable	RS485 模式使能

5.24.1 函数 usart_reset

下表描述了函数 usart_reset

表 658. 函数 usart_reset

项目	描述
函数名	usart_reset
函数原型	void usart_reset(usart_type* usart_x);
功能描述	将指定的 USART 外设的寄存器复位
输入参数 1	usart_x：指定的串口外设，如：USART1、USART2、USART3…
输入参数 2	无
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	crm_periph_reset

示例

```
/* reset usart1 */
usart_reset(USART1);
```

5.24.2 函数 usart_init

下表描述了函数 usart_init

表 659. 函数 usart_init

项目	描述
函数名	usart_init
函数原型	void usart_init(usart_type* usart_x, uint32_t baud_rate, usart_data_bit_num_type data_bit, usart_stop_bit_num_type stop_bit);
功能描述	波特率、数据位和停止位等进行设定
输入参数 1	usart_x：指定的串口外设，如：USART1、USART2、USART3…
输入参数 2	baud_rate：串口使用的通讯波特率
输入参数 3	data_bit：串口数据位宽度
输入参数 4	stop_bit：串口停止位宽度
输出参数	无
返回值	无
先决条件	外部低速时钟在未使能的情况下进行设定
被调用函数	无

data_bit

串口通讯采用的数据位宽度

USART_DATA_8BITS：数据位宽度为 8-bit

USART_DATA_9BITS：数据位宽度为 9-bit

stop_bit

串口通讯采用的停止位宽度

USART_STOP_1_BIT： 停止位宽度为 1 个 bit

USART_STOP_0_5_BIT： 停止位宽度为 0.5 个 bit

USART_STOP_2_BIT： 停止位宽度为 2 个 bit

USART_STOP_1_5_BIT： 停止位宽度为 1.5 个 bit

示例

```
/* configure uart param */
usart_init(USART1, 115200, USART_DATA_8BITS, USART_STOP_1_BIT);
```

5.24.3 函数 usart_parity_selection_config

下表描述了函数 usart_parity_selection_config

表 660. 函数 usart_parity_selection_config

项目	描述
函数名	usart_parity_selection_config
函数原型	void usart_parity_selection_config(usart_type* usart_x, usart_parity_selection_type parity);
功能描述	校验方式进行设定
输入参数 1	usart_x：指定的串口外设，如：USART1、USART2、USART3…
输入参数 2	parity：串口通讯采用的数据校验方式
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

parity

串口通讯采用的数据校验方式

USART_PARITY_NONE： 无校验
USART_PARITY_EVEN： 偶校验
USART_PARITY_ODD： 奇校验

示例

```
/* config usart even parity */
usart_parity_selection_config(USART1, USART_PARITY_EVEN);
```

5.24.4 函数 usart_enable

下表描述了函数 usart_enable

表 661. 函数 usart_enable

项目	描述
函数名	usart_enable
函数原型	void usart_enable(usart_type* usart_x, confirm_state new_state);
功能描述	外设使能设置
输入参数 1	usart_x：指定的串口外设，如：USART1、USART2、USART3…
输入参数 2	new_state：设置的新状态，使能（TRUE）失能（FALSE）
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* enable usart1 */
usart_enable(USART1, TRUE);
```

5.24.5 函数 usart_transmitter_enable

下表描述了函数 usart_transmitter_enable

表 662. 函数 usart_transmitter_enable

项目	描述
函数名	usart_transmitter_enable
函数原型	void usart_transmitter_enable(usart_type* usart_x, confirm_state new_state);
功能描述	外设发送使能设置
输入参数 1	usart_x：指定的串口外设，如：USART1、USART2、USART3…
输入参数 2	new_state：设置的新状态，使能（TRUE）失能（FALSE）
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* enable usart1 transmitter */
usart_transmitter_enable(USART1, TRUE);
```

5.24.6 函数 usart_receiver_enable

下表描述了函数 usart_receiver_enable

表 663. 函数 usart_receiver_enable

项目	描述
函数名	usart_receiver_enable
函数原型	void usart_receiver_enable(usart_type* usart_x, confirm_state new_state);
功能描述	外设接收使能设置
输入参数 1	usart_x：指定的串口外设，如：USART1、USART2、USART3…
输入参数 2	new_state：设置的新状态，使能（TRUE）失能（FALSE）
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* enable usart1 receiver */
usart_ receiver _enable(USART1, TRUE);
```

5.24.7 函数 usart_clock_config

下表描述了函数 usart_clock_config

表 664. 函数 usart_clock_config

项目	描述
函数名	usart_clock_config
函数原型	void usart_clock_config(usart_type* usart_x, usart_clock_polarity_type clk_pol, usart_clock_phase_type clk_pha, usart_lbcp_type clk_lb);
功能描述	同步功能的时钟极性、相位等进行设置
输入参数 1	usart_x：指定的串口外设，如：USART1、USART2、USART3…
输入参数 2	clk_pol：同步功能所使用的时钟极性
输入参数 3	clk_pha：同步功能所使用的时钟相位
输入参数 4	clk_lb：同步功能发送一笔数据的最后一个 bit 数据（最高位）的时钟是否输出
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

clk_pol

同步功能时钟极性

USART_CLOCK_POLARITY_LOW： 时钟极性为低电平

USART_CLOCK_POLARITY_HIGH： 时钟极性为高电平

clk_pha

同步功能时钟相位

USART_CLOCK_PHASE_1EDGE： 时钟相位为第一个沿

USART_CLOCK_PHASE_2EDGE： 时钟相位为第二个沿

clk_lb

同步功能数据最后一个 bit 时钟设定
USART_CLOCK_LAST_BIT_NONE： 无时钟输出
USART_CLOCK_LAST_BIT_OUTPUT：有时钟输出

示例

```
/* config synchronous mode */
usart_clock_config(USART1, USART_CLOCK_POLARITY_HIGH, USART_CLOCK_PHASE_2EDGE,
USART_CLOCK_LAST_BIT_OUTPUT);
```

5.24.8 函数 usart_clock_enable

下表描述了函数 usart_clock_enable

表 665. 函数 usart_clock_enable

项目	描述
函数名	usart_clock_enable
函数原型	void usart_clock_enable(usart_type* usart_x, confirm_state new_state);
功能描述	同步功能时钟输出使能设置
输入参数 1	usart_x：指定的串口外设，如：USART1、USART2、USART3…
输入参数 2	new_state：设置的新状态，使能（TRUE）失能（FALSE）
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* enable clock */
usart_clock_enable(USART1, TRUE);
```

5.24.9 函数 usart_interrupt_enable

下表描述了函数 usart_interrupt_enable

表 666. 函数 usart_interrupt_enable

项目	描述
函数名	usart_interrupt_enable
函数原型	void usart_interrupt_enable(usart_type* usart_x, uint32_t usart_int, confirm_state new_state);
功能描述	中断使能设置
输入参数 1	usart_x：指定的串口外设，如：USART1、USART2、USART3…
输入参数 2	usart_int：指定的中断类型
输入参数 3	new_state：设置的新状态，使能（TRUE）失能（FALSE）
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

usart_int

指定的外设中断。

USART_IDLE_INT： 总线空闲中断
USART_RDBF_INT： 接收数据 buff 满中断
USART_TDC_INT： 发送数据完成中断
USART_TDBE_INT： 发送数据 buff 空中断
USART_PERR_INT： 校验错误中断
USART_BF_INT： 断开帧接收中断
USART_ERR_INT： 错误中断
USART_CTSCF_INT： CTS（Clear To Send 清除发送）变化中断

示例

```
/* enable usart1 transmit complete interrupt */
usart_interrupt_enable (USART1, USART_TDC_INT, TRUE);
```

5.24.10 函数 usart_dma_transmitter_enable

下表描述了函数 usart_dma_transmitter_enable

表 667. 函数 usart_dma_transmitter_enable

项目	描述
函数名	usart_dma_transmitter_enable
函数原型	void usart_dma_transmitter_enable(usart_type* usart_x, confirm_state new_state);
功能描述	DMA 发送使能设置
输入参数 1	usart_x：指定的串口外设，如：USART1、USART2、USART3…
输入参数 2	new_state：设置的新状态，使能（TRUE）失能（FALSE）
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* enable dma transmitter */
usart_dma_transmitter_enable (USART1, TRUE);
```

5.24.11 函数 usart_dma_receiver_enable

下表描述了函数 usart_dma_receiver_enable

表 668. 函数 usart_dma_receiver_enable

项目	描述
函数名	usart_dma_receiver_enable
函数原型	void usart_dma_receiver_enable(usart_type* usart_x, confirm_state new_state);
功能描述	DMA 接收使能设置
输入参数 1	usart_x：指定的串口外设，如：USART1、USART2、USART3…
输入参数 2	new_state：设置的新状态，使能（TRUE）失能（FALSE）
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无

项目	描述
被调用函数	无

示例

```
/* enable dma receiver */
usart_dma_receiver_enable (USART1, TRUE);
```

5.24.12 函数 usart_wakeup_id_set

下表描述了函数 usart_wakeup_id_set

表 669. 函数 usart_wakeup_id_set

项目	描述
函数名	usart_wakeup_id_set
函数原型	void usart_wakeup_id_set(usart_type* usart_x, uint8_t usart_id);
功能描述	唤醒 ID 设置
输入参数 1	usart_x：指定的串口外设，如：USART1、USART2、USART3…
输入参数 2	usart_id：需要设置的唤醒 ID
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* config wakeup id */
usart_wakeup_id_set (USART1, 0x88);
```

5.24.13 函数 usart_wakeup_mode_set

下表描述了函数 usart_wakeup_mode_set

表 670. 函数 usart_wakeup_mode_set

项目	描述
函数名	usart_wakeup_mode_set
函数原型	void usart_wakeup_mode_set(usart_type* usart_x, usart_wakeup_mode_type wakeup_mode);
功能描述	唤醒模式设置
输入参数 1	usart_x：指定的串口外设，如：USART1、USART2、USART3…
输入参数 2	wakeup_mode：设置的唤醒模式
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

wakeup_mode

从静默状态的下唤醒的模式设置

USART_WAKEUP_BY_IDLE_FRAME： 接收到空闲帧唤醒

USART_WAKEUP_BY_MATCHING_ID： 接收到匹配 ID 进行唤醒

示例

```
/* config usart1 wakeup mode */
usart_wakeup_mode_set (USART1, USART_WAKEUP_BY_MATCHING_ID);
```

5.24.14 函数 usart_receiver_mute_enable

下表描述了函数 usart_receiver_mute_enable

表 671. 函数 usart_receiver_mute_enable

项目	描述
函数名	usart_receiver_mute_enable
函数原型	void usart_receiver_mute_enable(usart_type* usart_x, confirm_state new_state);
功能描述	接收器静默模式使能设置
输入参数 1	usart_x：指定的串口外设，如：USART1、USART2、USART3…
输入参数 2	new_state：设置的新状态，使能（TRUE）失能（FALSE）
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* config receiver mute */
usart_receiver_mute_enable (USART1, TRUE);
```

5.24.15 函数 usart_break_bit_num_set

下表描述了函数 usart_break_bit_num_set

表 672. 函数 usart_break_bit_num_set

项目	描述
函数名	usart_break_bit_num_set
函数原型	void usart_break_bit_num_set(usart_type* usart_x, usart_break_bit_num_type break_bit);
功能描述	断开帧长度设置
输入参数 1	usart_x：指定的串口外设，如：USART1、USART2、USART3…
输入参数 2	break_bit：断开帧长度类型
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

break_bit

断开帧长度设定

USART_BREAK_10BITS：断开帧长度设定为 10 个 bit

USART_BREAK_11BITS：断开帧长度设定为 11 个 bit

示例

```
/* config break frame length 10bits */
usart_break_bit_num_set (USART1, USART_BREAK_10BITS);
```

5.24.16 函数 usart_lin_mode_enable

下表描述了函数 usart_lin_mode_enable

表 673. 函数 usart_lin_mode_enable

项目	描述
函数名	usart_lin_mode_enable
函数原型	void usart_lin_mode_enable(usart_type* usart_x, confirm_state new_state);
功能描述	lin 模式使能设置
输入参数 1	usart_x：指定的串口外设，如：USART1、USART2、USART3…
输入参数 2	new_state：设置的新状态，使能（TRUE）失能（FALSE）
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* enable usart1 lin mode */
usart_lin_mode_enable (USART1, TRUE);
```

5.24.17 函数 usart_data_transmit

下表描述了函数 usart_data_transmit

表 674. 函数 usart_data_transmit

项目	描述
函数名	usart_data_transmit
函数原型	void usart_data_transmit(usart_type* usart_x, uint16_t data);
功能描述	数据发送
输入参数 1	usart_x：指定的串口外设，如：USART1、USART2、USART3…
输入参数 2	data：需要发送数据
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* transmit data */
uint16_t data = 0x88;
usart_data_transmit (USART1, data);
```

5.24.18 函数 usart_data_receive

下表描述了函数 usart_data_receive

表 675. 函数 usart_data_receive

项目	描述
函数名	usart_data_receive
函数原型	uint16_t usart_data_receive(usart_type* usart_x);

项目	描述
功能描述	数据接收
输入参数 1	usart_x：指定的串口外设，如：USART1、USART2、USART3…
输入参数 2	无
输出参数	无
返回值	uint16_t：返回接收到的数据
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* receive data */
uint16_t data = 0;
data = usart_data_receive (USART1);
```

5.24.19 函数 usart_break_send

下表描述了函数 usart_break_send

表 676. 函数 usart_break_send

项目	描述
函数名	usart_break_send
函数原型	void usart_break_send(usart_type* usart_x);
功能描述	发送断开帧设置
输入参数 1	usart_x：指定的串口外设，如：USART1、USART2、USART3…
输入参数 2	无
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* send break frame */
usart_break_send (USART1);
```

5.24.20 函数 usart_smartcard_guard_time_set

下表描述了函数 usart_smartcard_guard_time_set

表 677. 函数 usart_smartcard_guard_time_set

项目	描述
函数名	usart_smartcard_guard_time_set
函数原型	void usart_smartcard_guard_time_set(usart_type* usart_x, uint8_t guard_time_val);
功能描述	智能卡模式保护时间设置
输入参数 1	usart_x：指定的串口外设，如：USART1、USART2、USART3…
输入参数 2	guard_time_val：需要设置的保护时间，范围：0x00~0xFF
输出参数	无
返回值	无

项目	描述
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* usart guard time set to 2 bit */
usart_smartcard_guard_time_set(USART1, 0x2);
```

5.24.21 函数 usart_irda_smartcard_division_set

下表描述了函数 usart_irda_smartcard_division_set

表 678. 函数 usart_irda_smartcard_division_set

项目	描述
函数名	usart_irda_smartcard_division_set
函数原型	void usart_irda_smartcard_division_set(usart_type* usart_x, uint8_t div_val);
功能描述	红外和智能卡模式的分频设置
输入参数 1	usart_x：指定的串口外设，如：USART1、USART2、USART3…
输入参数 2	div_val：分频值
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* usart clock set to (apbclk / (2 * 20)) */
usart_irda_smartcard_division_set(USART1, 20);
```

5.24.22 函数 usart_smartcard_mode_enable

下表描述了函数 usart_smartcard_mode_enable

表 679. 函数 usart_smartcard_mode_enable

项目	描述
函数名	usart_smartcard_mode_enable
函数原型	void usart_smartcard_mode_enable(usart_type* usart_x, confirm_state new_state);
功能描述	智能卡模式使能设置
输入参数 1	usart_x：指定的串口外设，如：USART1、USART2、USART3…
输入参数 2	new_state：设置的新状态，使能（TRUE）失能（FALSE）
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* enable the smartcard mode */
usart_smartcard_mode_enable(USART1, TRUE);
```

5.24.23 函数 usart_smartcard_nack_set

下表描述了函数 usart_smartcard_nack_set

表 680. 函数 usart_smartcard_nack_set

项目	描述
函数名	usart_smartcard_nack_set
函数原型	void usart_smartcard_nack_set(usart_type* usart_x, confirm_state new_state);
功能描述	智能卡模式的 NACK 使能设置
输入参数 1	usart_x：指定的串口外设，如：USART1、USART2、USART3…
输入参数 2	new_state：设置的新状态，使能（TRUE）失能（FALSE）
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* enable the nack transmission */
usart_smartcard_nack_set(USART1, TRUE);
```

5.24.24 函数 usart_single_line_halfduplex_select

下表描述了函数 usart_single_line_halfduplex_select

表 681. 函数 usart_single_line_halfduplex_select

项目	描述
函数名	usart_single_line_halfduplex_select
函数原型	void usart_single_line_halfduplex_select(usart_type* usart_x, confirm_state new_state);
功能描述	单线半双工模式使能设置
输入参数 1	usart_x：指定的串口外设，如：USART1、USART2、USART3…
输入参数 2	new_state：设置的新状态，使能（TRUE）失能（FALSE）
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* enable halfduplex */
usart_single_line_halfduplex_select(USART1, TRUE);
```

5.24.25 函数 usart_irda_mode_enable

下表描述了函数 usart_irda_mode_enable

表 682. 函数 usart_irda_mode_enable

项目	描述
函数名	usart_irda_mode_enable
函数原型	void usart_irda_mode_enable(usart_type* usart_x, confirm_state new_state);

项目	描述
功能描述	红外模式使能设置
输入参数 1	usart_x：指定的串口外设，如：USART1、USART2、USART3…
输入参数 2	new_state：设置的新状态，使能（TRUE）失能（FALSE）
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* enable irda mode */
usart_irda_mode_enable(USART1, TRUE);
```

5.24.26 函数 usart_irda_low_power_enable

下表描述了函数 usart_irda_low_power_enable

表 683. 函数 usart_irda_low_power_enable

项目	描述
函数名	usart_irda_low_power_enable
函数原型	void usart_irda_low_power_enable(usart_type* usart_x, confirm_state new_state);
功能描述	红外模式低功耗使能设置
输入参数 1	usart_x：指定的串口外设，如：USART1、USART2、USART3…
输入参数 2	new_state：设置的新状态，使能（TRUE）失能（FALSE）
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* enable irda lowpower mode */
usart_irda_low_power_enable (USART1, TRUE);
```

5.24.27 函数 usart_hardware_flow_control_set

下表描述了函数 usart_hardware_flow_control_set

表 684. 函数 usart_hardware_flow_control_set

项目	描述
函数名	usart_hardware_flow_control_set
函数原型	void usart_hardware_flow_control_set(usart_type* usart_x,usart_hardware_flow_control_type flow_state);
功能描述	外设硬件流控设置
输入参数 1	usart_x：指定的串口外设，如：USART1、USART2、USART3…
输入参数 2	flow_state：流控类型设置
输出参数	无
返回值	无

项目	描述
先决条件	无
被调用函数	无

flow_state

USART_HARDWARE_FLOW_NONE： 无硬件流控
USART_HARDWARE_FLOW_RTS： 硬件流控仅使用 rts
USART_HARDWARE_FLOW_CTS： 硬件流控仅使用 cts
USART_HARDWARE_FLOW_RTS_CTS： 硬件流控 rts 与 cts 共同使用

示例

```
/* hardware flow set none */
usart_hardware_flow_control_set (USART1, USART_HARDWARE_FLOW_NONE);
```

5.24.28 函数 usart_flag_get

下表描述了函数 usart_flag_get

表 685. 函数 usart_flag_get

项目	描述
函数名	usart_flag_get
函数原型	flag_status usart_flag_get(usart_type* usart_x, uint32_t flag);
功能描述	检查指定的 flag 状态是否置起
输入参数 1	usart_x：指定的串口外设，如：USART1、USART2、USART3…
输入参数 2	flag：需检查的 flag 标志
输出参数	无
返回值	flag_status：返回状态标志，置起（SET），未置起（RESET）
先决条件	无
被调用函数	无

flag

USART_CTSCF_FLAG： CTS（Clear To Send 清除发送）变化标志
USART_BFF_FLAG： 断开帧接收标志
USART_TDBE_FLAG： 发送 buff 空标志
USART_TDC_FLAG： 发送完成标志
USART_RDBF_FLAG： 接收数据 buff 满标志
USART_IDLEF_FLAG： 空闲帧标志
USART_ROERR_FLAG： 接收溢出标志
USART_NERR_FLAG： 噪声错误标志
USART_FERR_FLAG： 帧错误标志
USART_PERR_FLAG： 数据校验错误标志

示例

```
/* wait data transmit complete flag */
while(usart_flag_get (USART1, USART_TDC_FLAG) == RESET);
```

5.24.29 函数 usart_interrupt_flag_get

下表描述了函数 usart_interrupt_flag_get

表 686. 函数 usart_interrupt_flag_get

项目	描述
函数名	usart_interrupt_flag_get
函数原型	flag_status usart_interrupt_flag_get(usart_type* usart_x, uint32_t flag);
功能描述	检查指定的 flag 状态是否置起
输入参数 1	usart_x：指定的串口外设，如：USART1、USART2…
输入参数 2	flag：需检查的 flag 标志
输出参数	无
返回值	flag_status：返回状态标志，置起（SET），未置起（RESET）
先决条件	无
被调用函数	无

flag

USART_CTSCF_FLAG： CTS（Clear To Send 清除发送）变化标志
USART_BFF_FLAG： 断开帧接收标志
USART_TDBE_FLAG： 发送 buff 空标志
USART_TDC_FLAG： 发送完成标志
USART_RDBF_FLAG： 接收数据 buff 满标志
USART_IDLEF_FLAG： 空闲帧标志
USART_ROERR_FLAG： 接收溢出标志
USART_NERR_FLAG： 噪声错误标志
USART_FERR_FLAG： 帧错误标志
USART_PERR_FLAG： 数据校验错误标志

示例

```
/* check received data flag */
if(usart_interrupt_flag_get(USART1, USART_RDBF_FLAG) != RESET)
{
}
```

5.24.30 函数 usart_flag_clear

下表描述了函数 usart_flag_clear

表 687. 函数 usart_flag_clear

项目	描述
函数名	usart_flag_clear
函数原型	void usart_flag_clear(usart_type* usart_x, uint32_t flag);
功能描述	清除指定的 flag 状态标志
输入参数 1	usart_x：指定的串口外设，如：USART1、USART2、USART3…
输入参数 2	flag：指定清除的 flag 标志
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

flag

USART_CTSCF_FLAG：CTS（Clear To Send 清除发送）变化标志
USART_BFF_FLAG： 断开帧接收标志

USART_TDC_FLAG： 发送完成标志
USART_RDBF_FLAG： 接收数据 buff 满标志

示例

```
/* clear data transmit complete flag */
usart_flag_clear (USART1, USART_TDC_FLAG );
```

5.24.31 函数 usart_rs485_delay_time_config

下表描述了函数 usart_rs485_delay_time_config

表 688. 函数 usart_rs485_delay_time_config

项目	描述
函数名	usart_rs485_delay_time_config
函数原型	void usart_rs485_delay_time_config(usart_type* usart_x, uint8_t start_delay_time, uint8_t complete_delay_time);
功能描述	RS485 模式下连续发送数据时的数据有效信号的起始和结束的延时时间
输入参数 1	usart_x：指定的串口外设，如：USART1、USART2、USART3…
输入参数 2	start_delay_time：在连续发送的第一笔数据写入后，数据有效信号置起，再延时start_delay_time时间才发送数据，时间单位为1/16个波特率周期。
输入参数 3	complete_delay_time：在连续发送的最后一笔数据发送完成，延时 omplete_delay_time 时间后，才将数据有效信号清除，时间单位为 1/16 个波特率周期。
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* config rs485 delay time */
usart_rs485_delay_time_config(USART1, 2, 2);
```

5.24.32 函数 usart_transmit_receive_pin_swap

下表描述了函数 usart_transmit_receive_pin_swap

表 689. 函数 usart_transmit_receive_pin_swap

项目	描述
函数名	usart_transmit_receive_pin_swap
函数原型	void usart_transmit_receive_pin_swap(usart_type* usart_x, confirm_state new_state);
功能描述	收发管脚交换
输入参数 1	usart_x：指定的串口外设，如：USART1、USART2、USART3…
输入参数 2	new_state：设置的新状态，使能（TRUE）失能（FALSE）
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* enable tx/rx swap */
usart_transmit_receive_pin_swap (USART1, TRUE);
```

5.24.33 函数 usart_id_bit_num_set

下表描述了函数 usart_id_bit_num_set

表 690. 函数 usart_id_bit_num_set

项目	描述
函数名	usart_id_bit_num_set
函数原型	void usart_id_bit_num_set(usart_type* usart_x, usart_identification_bit_num_type id_bit_num);
功能描述	ID 位数设置
输入参数 1	usart_x：指定的串口外设，如：USART1、USART2、USART3…
输入参数 2	id_bit_num：ID的位数设定
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

id_bit_num

USART_ID_FIXED_4_BIT： ID 位宽固定为 4-bit

USART_ID_RELATED_DATA_BIT： ID 位宽为当前设定的数据位宽减 1

示例

```
/* config ID bit width */
usart_id_bit_num_set (USART1, USART_ID_FIXED_4_BIT);
```

5.24.34 函数 usart_de_polarity_set

下表描述了函数 usart_de_polarity_set

表 691. 函数 usart_de_polarity_set

项目	描述
函数名	usart_de_polarity_set
函数原型	void usart_de_polarity_set(usart_type* usart_x, usart_de_polarity_type de_polarity);
功能描述	DE 信号极性选择
输入参数 1	usart_x：指定的串口外设，如：USART1、USART2、USART3…
输入参数 2	de_polarity：DE信号极性
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

de_polarity

USART_DE_POLARITY_HIGH： DE 信号高电平有效

USART_DE_POLARITY_LOW： DE 型号低电平有效

示例

```
/* config DE polarity */
usart_de_polarity_set(USART1, USART_DE_POLARITY_HIGH);
```

5.24.35 函数 usart_rs485_mode_enable

下表描述了函数 usart_rs485_mode_enable

表 692. 函数 usart_rs485_mode_enable

项目	描述
函数名	usart_rs485_mode_enable
函数原型	void usart_rs485_mode_enable(usart_type* usart_x, confirm_state new_state);
功能描述	RS485 模式使能
输入参数 1	usart_x：指定的串口外设，如：USART1、USART2、USART3…
输入参数 2	new_state：设置的新状态，使能（TRUE）失能（FALSE）
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* enable rs485 mode */
usart_rs485_mode_enable (USART1, TRUE);
```

5.25 看门狗（WDT）

WDT 寄存器结构 wdt_type，定义于文件“at32f435_437_wdt.h”如下：

```
/**
  * @brief type define wdt register all
  */
typedef struct
{


} wdt_type;
```

下表给出了 WDT 寄存器总览：

表 693. WDT 寄存器对应表

寄存器	描述
cmd	命令寄存器
div	预分频寄存器
rld	重装载寄存器
sts	状态寄存器
win	窗口寄存器

下表给出了 WDT 库函数总览：

表 694. WDT 库函数总览

函数名	描述
wdt_enable	看门狗使能
wdt_counter_reload	重载计数器
wdt_reload_value_set	设置重载值
wdt_divider_set	设置分频值
wdt_register_write_enable	解锁 WDT_DIV、WDT_RLD、WDT_WIN 寄存器写保护
wdt_flag_get	获取标志
wdt_window_counter_set	设置窗口值

5.25.1 函数 wdt_enable

下表描述了函数 wdt_enable

表 695. 函数 wdt_enable

项目	描述
函数名	wdt_enable
函数原型	void wdt_enable(void);
功能描述	看门狗使能
输入参数 1	无
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
wdt_enable();
```

5.25.2 函数 wdt_counter_reload

下表描述了函数 wdt_counter_reload

表 696. 函数 wdt_counter_reload

项目	描述
函数名	wdt_counter_reload
函数原型	void wdt_counter_reload(void);
功能描述	重载计数器
输入参数 1	无
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
wdt_counter_reload();
```

5.25.3 函数 wdt_reload_value_set

下表描述了函数 wdt_reload_value_set

表 697. 函数 wdt_reload_value_set

项目	描述
函数名	wdt_reload_value_set
函数原型	void wdt_reload_value_set(uint16_t reload_value);
功能描述	设置重载值
输入参数 1	reload_value：重载值，范围 0x000~0xFFF
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
wdt_reload_value_set(0xFFF);
```

5.25.4 函数 wdt_divider_set

下表描述了函数 wdt_divider_set

表 698. 函数 wdt_divider_set

项目	描述
函数名	wdt_divider_set
函数原型	void wdt_divider_set(wdt_division_type division);
功能描述	设置分频值
输入参数 1	division：看门狗分频值 参阅章节：division 查阅更多该参数允许取值范围
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

division

看门狗分频值

WDT_CLK_DIV_4： 4 分频
WDT_CLK_DIV_8： 8 分频
WDT_CLK_DIV_16： 16 分频
WDT_CLK_DIV_32： 32 分频
WDT_CLK_DIV_64： 64 分频
WDT_CLK_DIV_128： 128 分频
WDT_CLK_DIV_256： 256 分频

示例

```
wdt_divider_set(WDT_CLK_DIV_4);
```

5.25.5 函数 wdt_register_write_enable

下表描述了函数 wdt_register_write_enable

表 699. 函数 wdt_register_write_enable

项目	描述
函数名	wdt_register_write_enable
函数原型	void wdt_register_write_enable(confirm_state new_state);
功能描述	解锁 WDT_DIV、WDT_RLD、WDT_WIN 寄存器写保护
输入参数 1	new_state：寄存器解锁使能 该参数可以选取自其中之一：TRUE、FALSE
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
wdt_register_write_enable(TRUE);
```

5.25.6 函数 wdt_flag_get

下表描述了函数 wdt_flag_get

表 700. 函数 wdt_flag_get

项目	描述
函数名	wdt_flag_get
函数原型	flag_status wdt_flag_get(uint16_t wdt_flag);
功能描述	获取标志位状态
输入参数 1	flag：需要获取状态的标志选择 该参数详细描述见 flag
输出参数	无
返回值	flag_status：标志位的状态 该返回值可为其中之一：SET、RESET
先决条件	无
被调用函数	无

flag

用于选择需要获取状态的标志，其可选参数罗列如下

WDT_DIVF_UPDATE_FLAG： 分频值更新完成标志

WDT_RLDF_UPDATE_FLAG： 重载值更新完成标志

WDT_WINF_UPDATE_FLAG： 窗口值更新完成标志

示例

```
wdt_flag_get(WDT_DIVF_UPDATE_FLAG);
```

5.25.7 函数 wdt_window_counter_set

下表描述了函数 wdt_window_counter_set

表 701. 函数 wdt_window_counter_set

项目	描述
函数名	wdt_window_counter_set
函数原型	void wdt_window_counter_set(uint16_t window_cnt);

项目	描述
功能描述	设置窗口值
输入参数 1	window_cnt：窗口值，范围 0x000~0xFFF
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
wdt_window_counter_set(0x7FF);
```

5.26 窗口看门狗（WWDT）

WWDT 寄存器结构 wwdt_type，定义于文件“at32f435_437_wwdt.h”如下：

```
/**
  * @brief type define wwdt register all
  */
typedef struct
{


} wwdt_type;
```

下表给出了 WWDT 寄存器总览：

表 702. WWDT 寄存器对应表

寄存器	描述
ctrl	控制寄存器
cfg	配置寄存器
sts	状态寄存器

下表给出了 WWDT 库函数总览：

表 703. WWDT 库函数总览

函数名	描述
wwdt_reset	窗口看门狗寄存器复位
wwdt_divider_set	分频器设置
wwdt_flag_clear	清除重载计数器中断标志
wwdt_enable	窗口看门狗使能
wwdt_interrupt_enable	重载计数器中断使能
wwdt_flag_get	标志获取
wwdt_counter_set	计数值设置
wwdt_window_counter_set	窗口值设置

5.26.1 函数 wwdt_reset

下表描述了函数 wwdt_reset

表 704. 函数 wwdt_reset

项目	描述
函数名	wwdt_reset
函数原型	void wwdt_reset(void);
功能描述	窗口看门狗复位，将窗口看门狗寄存器复位成初始值
输入参数 1	无
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	void crm_periph_reset(crm_periph_reset_type value, confirm_state new_state);

示例

```
wwdt_reset();
```

5.26.2 函数 wwdt_divider_set

下表描述了函数 wwdt_divider_set

表 705. 函数 wwdt_divider_set

项目	描述
函数名	wwdt_divider_set
函数原型	void wwdt_divider_set(wwdt_division_type division);
功能描述	分频器设置
输入参数 1	division：窗口看门狗分频值 参阅章节：division 查阅更多该参数允许取值范围
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

division

窗口看门狗分频值

WWDT_PCLK1_DIV_4096： 4096 分频

WWDT_PCLK1_DIV_8192： 8192 分频

WWDT_PCLK1_DIV_16384：16384 分频

WWDT_PCLK1_DIV_32768：32768 分频

示例

```
wwdt_divider_set(WWDT_PCLK1_DIV_4096);
```

5.26.3 函数 wwdt_enable

下表描述了函数 wwdt_enable

表 706. 函数 wwdt_enable

项目	描述
函数名	wwdt_enable
函数原型	void wwdt_enable(uint8_t wwdt_cnt);
功能描述	窗口看门狗使能

项目	描述
输入参数 1	wwdt_cnt：窗口看门狗计数器初值，范围 0x40~0x7F
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
wwdt_enable(0x7F);
```

5.26.4 函数 wwdt_interrupt_enable

下表描述了函数 wwdt_interrupt_enable

表 707. 函数 wwdt_interrupt_enable

项目	描述
函数名	wwdt_interrupt_enable
函数原型	void wwdt_interrupt_enable(void);
功能描述	重载计数器中断使能
输入参数 1	无
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
wwdt_interrupt_enable();
```

5.26.5 函数 wwdt_counter_set

下表描述了函数 wwdt_counter_set

表 708. 函数 wwdt_counter_set

项目	描述
函数名	wwdt_counter_set
函数原型	void wwdt_counter_set(uint8_t wwdt_cnt);
功能描述	计数值设置
输入参数 1	wwdt_cnt：窗口看门狗计数值，范围 0x40~0x7F
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
wwdt_counter_set(0x7F);
```

5.26.6 函数 wwdt_window_counter_set

下表描述了函数 wwdt_window_counter_set

表 709. 函数 wwdt_window_counter_set

项目	描述
函数名	wwdt_window_counter_set
函数原型	void wwdt_window_counter_set(uint8_t window_cnt);
功能描述	窗口值设置
输入参数 1	wwdt_cnt：窗口看门狗窗口值，范围 0x40~0x7F
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
wwdt_window_counter_set(0x6F);
```

5.26.7 函数 wwdt_flag_get

下表描述了函数 wwdt_flag_get

表 710. 函数 wwdt_flag_get

项目	描述
函数名	wwdt_flag_get
函数原型	flag_status wwdt_flag_get(void);
功能描述	获取重载计数器中断标志状态
输入参数 1	无
输出参数	无
返回值	flag_status：标志位的状态 该返回值可为其中之一：SET、RESET
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
wwdt_flag_get();
```

5.26.8 函数 wwdt_interrupt_flag_get

下表描述了函数 wwdt_ interrupt_flag_get

表 711. 函数 wwdt_ interrupt_flag_get

项目	描述
函数名	wwdt_interrupt_flag_get
函数原型	flag_status wwdt_ interrupt_flag_get(void);
功能描述	获取重载计数器中断标志状态，并判断对应中断使能位
输入参数 1	无
输出参数	无
返回值	flag_status：标志位的状态 该返回值可为其中之一：SET、RESET
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
wwdt_ interrupt_flag_get();
```

5.26.9 函数 wwdt_flag_clear

下表描述了函数 wwdt_flag_clear

表 712. 函数 wwdt_flag_clear

项目	描述
函数名	wwdt_flag_clear
函数原型	void wwdt_flag_clear(void);
功能描述	清除重载计数器中断标志
输入参数 1	无
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
wwdt_flag_clear();
```

5.27 外部存储控制器（XMC）

XMC bank1 片选控制寄存器和片选时序寄存器结构 xmc_bank1_ctrl_tmg_reg_type，定义于文件“at32f435_437_xmc.h”如下：

```
/**
  * @brief type define xmc bank1 ctrl and tmg register
  */
typedef struct
{
      …

} xmc_bank1_ctrl_tmg_reg_type;
```

XMC bank1 写时序寄存器结构 xmc_bank1_tmgwr_reg_type，定义于文件“at32f435_437_xmc.h”如下：

```
/**
  * @brief type define xmc bank1 tmgwr register
  */
typedef struct
{
      …

} xmc_bank1_tmgwr_reg_type;
```

XMC bank1 寄存器结构 xmc_bank1_type，定义于文件“at32f435_437_xmc.h”如下：

```
/**
```

```
  * @brief xmc bank1 registers
  */
typedef struct
{
    …

} xmc_bank1_type;
```

XMC bank2 寄存器结构 xmc_bank2_type，定义于文件“at32f435_437_xmc.h”如下：

```
/**
  * @brief xmc bank2 registers
  */
typedef struct
{
    …

} xmc_bank2_type;
```

XMC bank3 寄存器结构 xmc_bank3_type，定义于文件“at32f435_437_xmc.h”如下：

```
/**
  * @brief xmc bank3 registers
  */
typedef struct
{
    …

} xmc_bank3_type;
```

XMC bank4 寄存器结构 xmc_bank4_type，定义于文件“at32f435_437_xmc.h”如下：

```
/**
  * @brief xmc bank4 registers
  */
typedef struct
{
    …

} xmc_bank4_type;
```

XMC sdram 寄存器结构 xmc_sdram_type，定义于文件“at32f435_437_xmc.h”如下：

```
/**
  * @brief xmc sdram type
  */
typedef struct
{
    …
} xmc_sdram_type
```

下表给出了 XMC 寄存器总览：

表 713.XMC 寄存器对应表

寄存器	描述
xmc_bk1ctrl1	SRAM/NOR 闪存片选控制寄存器 1
xmc_bk1tmg1	SRAM/NOR 闪存片选时序寄存器 1
xmc_bk1ctrl2	SRAM/NOR 闪存片选控制寄存器 2
xmc_bk1tmg2	SRAM/NOR 闪存片选时序寄存器 2
xmc_bk1ctrl3	SRAM/NOR 闪存片选控制寄存器 3
xmc_bk1tmg3	SRAM/NOR 闪存片选时序寄存器 3
xmc_bk1ctrl4	SRAM/NOR 闪存片选控制寄存器 4
xmc_bk1tmg4	SRAM/NOR 闪存片选时序寄存器 4
xmc_bk2ctrl	Nand 闪存控制寄存器 2
xmc_bk2is	中断使能和 FIFO 状态寄存器 2
xmc_bk2tmgrg	常规空间时序寄存器 2
xmc_bk2tmgsp	特殊空间时序寄存器 2
xmc_bk2ecc	ECC 结果寄存器 2
xmc_bk3ctrl	Nand 闪存控制寄存器 3
xmc_bk3is	中断使能和 FIFO 状态寄存器 3
xmc_bk3tmgrg	常规空间时序寄存器 3
xmc_bk3tmgsp	特殊空间时序寄存器 3
xmc_bk3ecc	ECC 结果寄存器 3
xmc_bk4ctrl	PC 卡控制寄存器
xmc_bk4is	中断使能和 FIFO 状态寄存器 4
xmc_bk4tmgcm	通用空间时序寄存器 4
xmc_bk4tmgat	属性空间时序寄存器 4
xmc_bk4tmgio	IO 空间时序寄存器 4
xmc_bk1tmgwr1	SRAM/NOR 闪存写时序寄存器 1
xmc_bk1tmgwr2	SRAM/NOR 闪存写时序寄存器 2
xmc_bk1tmgwr3	SRAM/NOR 闪存写时序寄存器 3
xmc_bk1tmgwr4	SRAM/NOR 闪存写时序寄存器 4
xmc_ext1	SRAM/NOR 额外扩展寄存器 1
xmc_ext2	SRAM/NOR 额外扩展寄存器 2
xmc_ext3	SRAM/NOR 额外扩展寄存器 3
xmc_ext4	SRAM/NOR 额外扩展寄存器 4
sdram_ctrl1	SDRAM 控制寄存器 1
sdram_ ctrl2	SDRAM 控制寄存器 2
sdram_tm1	SDRAM 时序寄存器 1
sdram_tm2	SDRAM 时序寄存器 2
sdram_cmd	SDRAM 命令寄存器
sdram_rcnt	SDRAM 刷新定时器寄存器
sdram_sts	SDRAM 状态寄存器

下表给出了 XMC 库函数总览：

表 714.XMC 库函数总览

函数名	描述
xmc_nor_sram_reset	复位指定 nor/sram 控制器
xmc_nor_sram_init	初始化指定 nor/sram 控制器
xmc_nor_sram_timing_config	配置指定 nor/sram 控制器时序
xmc_norsram_default_para_init	将 xmc_nor_sram_init_struct 中的参数初始化
xmc_norsram_timing_default_para_init	将 xmc_rw_timing_struct 和 xmc_w_timing_struct 中的参数初始化
xmc_nor_sram_enable	使能指定 nor/sram 控制器
xmc_ext_timing_config	配置指定 nor/sram 扩展控制器
xmc_nand_reset	复位 nand 控制器
xmc_nand_init	初始化 nand 控制器
xmc_nand_timing_config	配置 nand 控制器时序
xmc_nand_default_para_init	将 xmc_nand_init_struct 中的参数初始化
xmc_nand_timing_default_para_init	将 xmc_common_spacetiming_struct 和 xmc_attribute_spacetiming_struct 中的参数初始化
xmc_nand_enable	使能 nand 控制器
xmc_nand_ecc_enable	使能 nand 控制器 ECC 功能
xmc_ecc_get	获取 ECC 值
xmc_interrupt_enable	使能 XMC 控制器中断
xmc_flag_status_get	获取 XMC 控制器标志
xmc_interrupt_flag_status_get	获取 XMC 控制器中断标志
xmc_flag_clear	清除 XMC 控制器中断
xmc_pccard_reset	将 pccard 控制器复位
xmc_pccard_init	初始化 pccard 控制器
xmc_pccard_timing_config	配置 pccard 控制器时序
xmc_pccard_default_para_init	将 xmc_pccard_init_struct 中的参数初始化
xmc_pccard_timing_default_para_init	将 xmc_common_spacetiming_struct、xmc_attribute_spacetiming_struct 和 xmc_iospace_timing_struct 中的参数初始化
xmc_pccard_enable	使能 pccard 控制器
xmc_sdram_reset	复位指定 sdram bank 控制器
xmc_sdram_init	初始化指定 sdram bank 控制器
xmc_sdram_default_para_init	将 xmc_sdram_init_struct 和 xmc_sdram_timing_struct 中参数初始化
xmc_sdram_cmd	发送 sdram 命令
xmc_sdram_status_get	获取指定 sdram bank 状态
xmc_sdram_refresh_counter_set	设置 sdram 自动刷新计数器
xmc_sdram_auto_refresh_set	设置自刷新次数

5.27.1 函数 xmc_nor_sram_reset

下表描述了函数 xmc_nor_sram_reset

表 715.函数 xmc_nor_sram_reset

项目	描述
函数名	xmc_nor_sram_reset
函数原型	void xmc_nor_sram_reset(xmc_nor_sram_subbank_type xmc_subbank);

项目	描述
功能描述	复位指定 nor/sram 控制器
输入参数 1	xmc_subbank：指定是哪个 subbank
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

xmc_subbank

指定需要复位的 subbank

XMC_BANK1_NOR_SRAM1：xmc 的 subbank1

XMC_BANK1_NOR_SRAM2：xmc 的 subbank2

XMC_BANK1_NOR_SRAM3：xmc 的 subbank3

XMC_BANK1_NOR_SRAM4：xmc 的 subbank4

示例

```
/* reset nor/sram subbank1 */
xmc_nor_sram_reset(XMC_BANK1_NOR_SRAM1);
```

5.27.2 函数 xmc_nor_sram_init

下表描述了函数 xmc_nor_sram_init

表 716.函数 xmc_nor_sram_init

项目	描述
函数名	xmc_nor_sram_init
函数原型	void xmc_nor_sram_init(xmc_norsram_init_type* xmc_norsram_init_struct);
功能描述	初始化指定 nor/sram 控制器
输入参数 1	xmc_norsram_init_struct：指向 xmc_norsram_init_type 的结构体
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

xmc_norsram_init_type struct

xmc_norsram_init_type 在 at32f435_437_xmc.h 中

```
typedef struct
{
  xmc_nor_sram_subbank_type      subbank;
  xmc_data_addr_mux_type         data_addr_multiplex;
  xmc_memory_type                device;
  xmc_data_width_type            bus_type;
  xmc_burst_access_mode_type     burst_mode_enable;
  xmc_asyn_wait_type             asynwait_enable;
  xmc_wait_signal_polarity_type  wait_signal_lv;
  xmc_wrap_mode_type             wrapped_mode_enable;
  xmc_wait_timing_type           wait_signal_config;
  xmc_write_operation_type       write_enable;
```

```
  xmc_wait_signal_type          wait_signal_enable;
  xmc_extended_mode_type        write_timing_enable;
  xmc_write_burst_type          write_burst_syn;
} xmc_norsram_init_type;
```

subbank

指定需要复位的 subbank

XMC_BANK1_NOR_SRAM1：xmc 的 subbank1

XMC_BANK1_NOR_SRAM2：xmc 的 subbank2

XMC_BANK1_NOR_SRAM3：xmc 的 subbank3

XMC_BANK1_NOR_SRAM4：xmc 的 subbank4

data_addr_multiplex

xmc 地址线低 16 位是否和数据线复用

XMC_DATA_ADDR_MUX_DISABLE： 不复用

XMC_DATA_ADDR_MUX_ENABLE： 复用

Device

指定控制器驱动何种外部存储器

XMC_DEVICE_SRAM： 外部存储器为 sram

XMC_DEVICE_PSRAM： 外部存储器为 psram

XMC_DEVICE_NOR： 外部存储器为 nor

bus_type

xmc 数据总线位宽定义

XMC_BUSTYPE_8_BITS： xmc 数据总线为 8bit

XMC_BUSTYPE_16_BITS： xmc 数据总线为 16bit

burst_mode_enable

突发模式配置

XMC_BURST_MODE_DISABLE： 不使能突发模式

XMC_BURST_MODE_ENABLE： 使能突发模式

asynwait_enable

异步传输期间等待信号使能控制

XMC_ASYN_WAIT_DISABLE： 不使能

XMC_ASYN_WAIT_ENABLE： 使能

wait_signal_lv

等待信号极性，在同步模式下，此位设置 NWAIT 信号极性

XMC_WAIT_SIGNAL_LEVEL_LOW： 低电平有效

XMC_WAIT_SIGNAL_LEVEL_HIGH： 高电平有效

wrapped_mode_enable

支持非对齐的成组模式，XMC 于同步模式时是否支持将非对齐的 AHB 成组操作拆成 2 次操作

XMC_WRAPPED_MODE_DISABLE： 不允许直接的非对齐成组操作

XMC_WRAPPED_MODE_ENABLE： 允许直接的非对齐成组操作

wait_signal_config

等待时序配置，仅在同步模式有效

XMC_WAIT_SIGNAL_SYN_BEFORE： NWAIT 信号在等待状态前的一个数据周期有效

XMC_WAIT_SIGNAL_SYN_DURING ： NWAIT 信号在等待状态期间有效

write_enable

写使能位

XMC_WRITE_OPERATION_DISABLE：禁止
XMC_WRITE_OPERATION_ENABLE： 使能

wait_signal_enable

同步传输期间等待信号使能位
XMC_WAIT_SIGNAL_DISABLE： 禁用 NWAIT 信号
XMC_WAIT_SIGNAL_ENABLE： 使能 NWAIT 信号

write_timing_enable

读写时序不同控制位，读存储器与写存储器使用不同的时序进行操作，即 SRAM/NOR 闪存写时序寄存器（XMC_BKxTMGWR）被开放
XMC_WRITE_TIMING_DISABLE：读写时序相同
XMC_WRITE_TIMING_ENABLE： 读写时序不同

write_burst_syn

对存储器写操作位
XMC_WRITE_BURST_SYN_DISABLE：写操作为异步模式
XMC_WRITE_BURST_SYN_ENABLE：写操作为同步模式

示例

```
xmc_norsram_init_type xmc_norsram_init_struct;
xmc_norsram_init_struct.subbank                 = XMC_BANK1_NOR_SRAM1;
xmc_norsram_init_struct.data_addr_multiplex     = XMC_DATA_ADDR_MUX_ENABLE;
xmc_norsram_init_struct.device                  = XMC_DEVICE_PSRAM;
xmc_norsram_init_struct.bus_type                = XMC_BUSTYPE_16_BITS;
xmc_norsram_init_struct.burst_mode_enable       = XMC_BURST_MODE_DISABLE;
xmc_norsram_init_struct.asynwait_enable         = XMC_ASYN_WAIT_DISABLE;
xmc_norsram_init_struct.wait_signal_lv          = XMC_WAIT_SIGNAL_LEVEL_LOW;
xmc_norsram_init_struct.wrapped_mode_enable     = XMC_WRAPPED_MODE_DISABLE;
xmc_norsram_init_struct.wait_signal_config      = XMC_WAIT_SIGNAL_SYN_BEFORE;
xmc_norsram_init_struct.write_enable            = XMC_WRITE_OPERATION_ENABLE;
xmc_norsram_init_struct.wait_signal_enable      = XMC_WAIT_SIGNAL_DISABLE;
xmc_norsram_init_struct.write_burst_syn         = XMC_WRITE_BURST_SYN_DISABLE;
xmc_norsram_init_struct.write_timing_enable     = XMC_WRITE_TIMING_DISABLE;
xmc_nor_sram_init(&xmc_norsram_init_struct);
```

5.27.3 函数 xmc_nor_sram_timing_config

下表描述了函数 xmc_nor_sram_reset

表 717.函数 xmc_nor_sram_timing_config

项目	描述
函数名	xmc_nor_sram_timing_config
函数原型	void xmc_nor_sram_timing_config(xmc_norsram_timing_init_type* xmc_rw_timing_struct, xmc_norsram_timing_init_type* xmc_w_timing_struct);
功能描述	配置指定 nor/sram 控制器时序
输入参数 1	xmc_rw_timing_struct：指向 xmc_norsram_timing_init_type 结构体，在不使能单独写时序时，读写时序都由此结构体配置
输入参数 2	xmc_w_timing_struct：指向 xmc_norsram_timing_init_type 结构体，在使能单独写时序时，写时序都由此结构体配置

项目	描述
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

xmc_norsram_timing_init_type struct

xmc_norsram_timing_init_type 在 at32f435_437_xmc.h 中

```
typedef struct
{
  xmc_nor_sram_subbank_type        subbank;
  xmc_extended_mode_type           write_timing_enable;
  uint32_t                         addr_setup_time;
  uint32_t                         addr_hold_time;
  uint32_t                         data_setup_time;
  uint32_t                         bus_latency_time;
  uint32_t                         clk_psc;
  uint32_t                         data_latency_time;
  xmc_access_mode_type             mode;
} xmc_norsram_timing_init_type;
```

subbank

指定需要复位的 subbank

XMC_BANK1_NOR_SRAM1：xmc 的 subbank1

XMC_BANK1_NOR_SRAM2：xmc 的 subbank2

XMC_BANK1_NOR_SRAM3：xmc 的 subbank3

XMC_BANK1_NOR_SRAM4：xmc 的 subbank4

write_timing_enable

读写时序不同控制位，读存储器与写存储器使用不同的时序进行操作，即 SRAM/NOR 闪存写时序寄存器（XMC_BKxTMGWR）被开放

XMC_WRITE_TIMING_DISABLE：读写时序相同

XMC_WRITE_TIMING_ENABLE： 读写时序不同

addr_setup_time

地址建立时间

0000：额外插入 0 个 HCLK 周期

0001：额外插入 1 个 HCLK 周期

……

1111：额外插入 15 个 HCLK 周期

addr_hold_time

地址保持时间

0000：额外插入 0 个 HCLK 周期

0001：额外插入 1 个 HCLK 周期

……

1111：额外插入 15 个 HCLK 周期

data_setup_time

数据建立时间

0000：额外插入 0 个 HCLK 周期
0001：额外插入 1 个 HCLK 周期
……
1111：额外插入 15 个 HCLK 周期

bus_latency_time

总线延迟时间，为了防止数据总线发生冲突，在复用模式或同步模式时，一次读操作之后 XMC 在数据总线上插入延迟
0000：额外插入 1 个 HCLK 周期
0001：额外插入 2 个 HCLK 周期
……
1111：额外插入 16 个 HCLK 周期

clk_psc

时钟分频系数，仅在同步模式有效，定义 XMC_CLK 时钟的频率
0000：保留
0001：XMC_CLK 周期为 HCLK 周期的 2 倍
0010：XMC_CLK 周期为 HCLK 周期的 3 倍
……
1111：XMC_CLK 周期为 HCLK 周期的 16 倍

data_latency_time

数据延迟，仅在同步模式有效
0000：额外插入 0 个 XMC_CLK 周期
0001：额外插入 1 个 XMC_CLK 周期
……
1111：额外插入 15 个 XMC_CLK 周期

Mode

异步访问模式选择位，只在 RWTD 位使能时有效
00：模式 A
01：模式 B
10：模式 C
11：模式 D

示例

```
xmc_norsram_timing_init_type    rw_timing_struct, w_timing_struct;

rw_timing_struct.subbank                 = XMC_BANK1_NOR_SRAM1;
rw_timing_struct.mode                    = XMC_ACCESS_MODE_A;
rw_timing_struct.write_timing_enable     = XMC_WRITE_TIMING_DISABLE;
rw_timing_struct.addr_hold_time          = 0x08;
rw_timing_struct.addr_setup_time         = 0x09;
rw_timing_struct.data_setup_time         = 0x0F;
rw_timing_struct.data_latency_time       = 0x0;
rw_timing_struct.bus_latency_time        = 0x0;
rw_timing_struct.clk_psc                 = 0x0;

w_timing_struct.subbank                  = XMC_BANK1_NOR_SRAM1;
w_timing_struct.mode                     = XMC_ACCESS_MODE_A;
```

```
w_timing_struct.write_timing_enable      = XMC_WRITE_TIMING_DISABLE;
w_timing_struct.addr_hold_time           = 0x08;
w_timing_struct.addr_setup_time          = 0x09;
w_timing_struct.data_setup_time          = 0x0F;
w_timing_struct.data_latency_time        = 0x0;
w_timing_struct.bus_latency_time         = 0x0;
w_timing_struct.clk_psc                  = 0x0;

xmc_nor_sram_timing_config(&rw_timing_struct, &w_timing_struct);
```

5.27.4 函数 xmc_norsram_default_para_init

下表描述了函数 xmc_norsram_default_para_init

表 718.函数 xmc_norsram_default_para_init

项目	描述
函数名	xmc_norsram_default_para_init
函数原型	void xmc_norsram_default_para_init(xmc_norsram_init_type* xmc_nor_sram_init_struct);
功能描述	将 xmc_nor_sram_init_struct 中的参数初始化
输入参数 1	xmc_nor_sram_init_struct：指向 xmc_norsram_init_type 结构体
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

结构体 xmc_nor_sram_init_struct 成员默认值如下表所示：

表 719.xmc_nor_sram_init_struct 默认值

成员	默认值
subbank	XMC_BANK1_NOR_SRAM1
data_addr_multiplex	XMC_DATA_ADDR_MUX_ENABLE
device	XMC_DEVICE_SRAM
bus_type	XMC_BUSTYPE_8_BITS
burst_mode_enable	XMC_BURST_MODE_DISABLE
asynwait_enable	XMC_ASYN_WAIT_DISABLE
wait_signal_lv	XMC_WAIT_SIGNAL_LEVEL_LOW
wrapped_mode_enable	XMC_WRAPPED_MODE_DISABLE
wait_signal_config	XMC_WAIT_SIGNAL_SYN_BEFORE
write_enable	XMC_WRITE_OPERATION_ENABLE
wait_signal_enable	XMC_WAIT_SIGNAL_ENABLE
write_timing_enable	XMC_WRITE_TIMING_DISABLE
write_burst_syn	XMC_WRITE_BURST_SYN_DISABLE

示例

```
xmc_norsram_init_type xmc_norsram_init_struct;
/* fill each xmc_nor_sram_init_struct member with its default value */
xmc_norsram_default_para_init(&xmc_norsram_init_struct);
```

5.27.5 函数 xmc_norsram_timing_default_para_init

下表描述了函数 xmc_norsram_timing_default_para_init

表 720.函数 xmc_norsram_timing_default_para_init

项目	描述
函数名	xmc_norsram_timing_default_para_init
函数原型	void xmc_norsram_timing_default_para_init(xmc_norsram_timing_init_type* xmc_rw_timing_struct, xmc_norsram_timing_init_type* xmc_w_timing_struct);
功能描述	将 xmc_rw_timing_struct 和 xmc_w_timing_struct 中的参数初始化
输入参数 1	xmc_rw_timing_struct：指向 xmc_norsram_timing_init_type 结构体 xmc_w_timing_struct：指向 xmc_norsram_timing_init_type 结构体
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

结构体 xmc_rw_timing_struct 和 xmc_w_timing_struct 成员默认值如下表所示：

表 721.xmc_rw_timing_struct 和 xmc_w_timing_struct 默认值

成员	默认值
subbank	XMC_BANK1_NOR_SRAM1
write_timing_enable	XMC_WRITE_TIMING_DISABLE
addr_setup_time	0xF
addr_hold_time	0xF
data_setup_time	0xFF
bus_latency_time	0xF
clk_psc	0xF
data_latency_time	0xF
mode	XMC_ACCESS_MODE_A

示例

```
xmc_norsram_timing_init_type  rw_timing_struct, w_timing_struct;
/* fill each xmc_rw_timing_struct and xmc_w_timing_struct member with its default value */
xmc_norsram_timing_default_para_init (&xmc_rw_timing_struct，&xmc_w_timing_struct);
```

5.27.6 函数 xmc_nor_sram_enable

下表描述了函数 xmc_nor_sram_enable

表 722.函数 xmc_nor_sram_enable

项目	描述
函数名	xmc_nor_sram_enable
函数原型	void xmc_nor_sram_enable(xmc_nor_sram_subbank_type xmc_subbank, confirm_state new_state);
功能描述	使能指定 nor/sram 控制器
输入参数 1	xmc_subbank：指定所属 xmc 的哪个 subbank
输入参数 2	new_state：使能或关闭控制器
输出参数	无

项目	描述
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

xmc_subbank

指定需要使能的 subbank

XMC_BANK1_NOR_SRAM1：xmc 的 subbank1

XMC_BANK1_NOR_SRAM2：xmc 的 subbank2

XMC_BANK1_NOR_SRAM3：xmc 的 subbank3

XMC_BANK1_NOR_SRAM4：xmc 的 subbank4

new_state

FALSE： 关闭控制器

TRUE： 使能控制器

示例

```
/* enable xmc bank1_sram bank */
xmc_nor_sram_enable(XMC_BANK1_NOR_SRAM1, TRUE);
```

5.27.7 函数 xmc_ext_timing_config

下表描述了函数 xmc_ext_timing_config

表 723.函数 xmc_ext_timing_config

项目	描述
函数名	xmc_ext_timing_config
函数原型	void xmc_ext_timing_config(xmc_nor_sram_subbank_type xmc_sub_bank, uint16_t w2w_timing, uint16_t r2r_timing);
功能描述	配置指定 nor/sram 扩展控制器
输入参数 1	xmc_subbank：指定所属 xmc 的哪个 subbank
输入参数 2	w2w_timing：连续写操作恢复时间
输入参数 3	r2r_timing：连续读操作恢复时间
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

xmc_subbank

指定需要复位的 subbank

XMC_BANK1_NOR_SRAM1：xmc 的 subbank1

XMC_BANK1_NOR_SRAM2：xmc 的 subbank2

XMC_BANK1_NOR_SRAM3：xmc 的 subbank3

XMC_BANK1_NOR_SRAM4：xmc 的 subbank4

w2w_timing

连续写操作恢复时间，用于定义之连续写操作间总线恢复时间

00000000：连续写操作额外插入 1 个 HCLK 周期

00000001：连续写操作额外插入 2 个 HCLK 周期

……

00001000：连续读操作额外插入 9 个 HCLK 周期（默认值）

……

11111111：连续写操作额外插入 256 个 HCLK 周期

r2r_timing

连续读操作恢复时间，用于定义之连续读操作间总线恢复时间

00000000：连续写操作额外插入 1 个 HCLK 周期

00000001：连续写操作额外插入 2 个 HCLK 周期

……

00001000：连续读操作额外插入 9 个 HCLK 周期（默认值）

……

11111111：连续写操作额外插入 256 个 HCLK 周期

示例

```
/* bus turnaround phase for consecutive read duration and consecutive write duration */
xmc_ext_timing_config(XMC_BANK1_NOR_SRAM1, 0x08, 0x08);
```

5.27.8 函数 xmc_nand_reset

下表描述了函数 xmc_nand_reset

表 724.函数 xmc_nand_reset

项目	描述
函数名	xmc_nand_reset
函数原型	void xmc_nand_reset(xmc_class_bank_type xmc_bank);
功能描述	复位 nand 控制器
输入参数 1	xmc_bank：指定 nand 控制器，可以是 XMC_BANK2_NAND
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* reset nand flash */
xmc_nand_reset(XMC_BANK2_NAND);
```

5.27.9 函数 xmc_nand_init

下表描述了函数 xmc_nand_init

表 725.函数 xmc_nand_init

项目	描述
函数名	xmc_nand_init
函数原型	void xmc_nand_init(xmc_nand_init_type* xmc_nand_init_struct);
功能描述	初始化指定 nand 控制器
输入参数 1	xmc_nand_init_struct：指向 xmc_nand_init_type 的结构体
输出参数	无

项目	描述
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

xmc_nand_init_type struct

xmc_nand_init_type 在 at32f435_437_xmc.h 中

```
typedef struct
{
  xmc_class_bank_type       nand_bank;
  xmc_nand_wait_type        wait_enable;
  xmc_data_width_type       bus_type;
  xmc_ecc_enable_type       ecc_enable;
  xmc_ecc_pagesize_type     ecc_pagesize;
  uint32_t                  delay_time_cycle;
  uint32_t                  delay_time_ar;
} xmc_nand_init_type;
```

Nand_bank

指定需要初始化的 nand_bank

XMC_BANK2_NAND：初始化 bank2 的 nand 控制器

XMC_BANK3_NAND：初始化 bank3 的 nand 控制器

wait_enable

等待功能使能位，使能 NAND 闪存存储器块的等待功能

XMC_WAIT_OPERATION_DISABLE： 不使能

XMC_WAIT_OPERATION_ENABLE： 使能

bus_type

外部存储器数据宽度，定义外部 NAND 闪存数据总线的宽度

XMC_BUSTYPE_8_BITS： 数据总线为 8bit

XMC_BUSTYPE_16_BITS： 数据总线为 16bit

ecc_enable

xmc 数据总线位宽定义

XMC_BUSTYPE_8_BITS： xmc 数据总线为 8bit

XMC_BUSTYPE_16_BITS： xmc 数据总线为 16bit

ecc_pagesize

ECC 页面大小

000：256 字节

001：512 字节

010：1024 字节

011：2048 字节

100：4096 字节

101：8192 字节

delay_time_cycle

CLE 至 RE 的延迟，从 CLE 下降沿至 RE 下降沿的时间

0000：1 个 HCLK 周期

……

1111：16 个 HCLK 周期

delay_time_ar

ALE 至 RE 的延迟时间，从 ALE 下降沿至 RE 下降沿的时间

0000：1 个 HCLK 周期

……

1111：16 个 HCLK 周期

示例

```
xmc_nand_init_type nand_init_struct;
nand_init_struct.nand_bank = XMC_BANK2_NAND;
nand_init_struct.wait_enable = XMC_WAIT_OPERATION_DISABLE;
nand_init_struct.bus_type = XMC_BUSTYPE_8_BITS;
nand_init_struct.ecc_enable = XMC_ECC_OPERATION_DISABLE;
nand_init_struct.ecc_pagesize = XMC_ECC_PAGESIZE_2048_BYTES;
nand_init_struct.delay_time_cycle = 0x10;
nand_init_struct.delay_time_ar = 0x10;
/* xmc nand flash configuration */
xmc_nand_init(&nand_init_struct);
```

5.27.10 函数 xmc_nand_timing_config

下表描述了函数 xmc_nand_timing_config

表 726.函数 xmc_nand_timing_config

项目	描述
函数名	xmc_nand_timing_config
函数原型	void xmc_nand_timing_config(xmc_nand_timinginit_type* xmc_common_spacetiming_struct, xmc_nand_timinginit_type* xmc_attribute_spacetiming_struct);
功能描述	配置指定 nand 控制器时序
输入参数 1	xmc_common_spacetiming_struct：指向 xmc_nand_timinginit_type 的结构体，表示常规空间时序参数
输入参数 2	xmc_ attribute _spacetiming_struct：指向 xmc_nand_timinginit_type 的结构体，表示特殊空间时序参数
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

xmc_nand_timinginit_type struct

xmc_nand_timinginit_type 在 at32f435_437_xmc.h 中

```
typedef struct
{
  xmc_class_bank_type      class_bank;
  uint32_t                 mem_setup_time;
  uint32_t                 mem_waite_time;
  uint32_t                 mem_hold_time;
  uint32_t                 mem_hiz_time;
```

} xmc_nand_timinginit_type;

class_bank
指定需要配置的 nand flash bank
XMC_BANK2_NAND
XMC_BANK3_NAND
mem_setup_time
在常规空间的建立时间，定义在在常规空间对进行访问时，地址线的建立时间
00000000：连续写操作额外插入 0 个 HCLK 周期
00000001：连续写操作额外插入 1 个 HCLK 周期
……
11111111：连续写操作额外插入 255 个 HCLK 周期
mem_waite_time
在常规空间的等待时间，定义在在常规空间对进行访问时，XMC_NWE、XMC_NOE 为低的时间
00000000：连续写操作额外插入 0 个 HCLK 周期
00000001：连续写操作额外插入 1 个 HCLK 周期
……
11111111：连续写操作额外插入 255 个 HCLK 周期
mem_hold_time
在常规空间的保持时间，定义在在常规空间对进行访问时，数据总线保持的时间
00000000：保留
00000001：连续写操作额外插入 1 个 HCLK 周期
……
11111111：连续写操作额外插入 255 个 HCLK 周期
mem_hiz_time
在常规空间数据总线的高阻时间，定义在常规空间开始执行对 NAND 闪存的写操作后数据总线的高阻时间
00000000：连续写操作额外插入 0 个 HCLK 周期
00000001：连续写操作额外插入 1 个 HCLK 周期
……
11111111：连续写操作额外插入 255 个 HCLK 周期

示例

```
xmc_regular_spacetimingstruct.class_bank = XMC_BANK2_NAND;
xmc_regular_spacetimingstruct.mem_setup_time = 254;
xmc_regular_spacetimingstruct.mem_hiz_time = 254;
xmc_regular_spacetimingstruct.mem_hold_time = 254;
xmc_regular_spacetimingstruct.mem_waite_time = 254;
xmc_nand_timing_config(&xmc_regular_spacetimingstruct, &xmc_regular_spacetimingstruct);
```

5.27.11 函数 xmc_nand_default_para_init

下表描述了函数 xmc_nand_default_para_init

表 727.函数 xmc_nand_default_para_init

项目	描述
函数名	xmc_nand_default_para_init
函数原型	void xmc_nand_default_para_init(xmc_nand_init_type* xmc_nand_init_struct);
功能描述	将 xmc_nand_init_struct 中的参数初始化
输入参数 1	xmc_nand_init_struct：指向 xmc_nand_init_type 结构体
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

结构体 xmc_nand_init_struct 成员默认值如下表所示：

表 728. xmc_nand_init_struct 默认值

成员	默认值
nand_bank	XMC_BANK2_NAND
wait_enable	XMC_WAIT_OPERATION_DISABLE
bus_type	XMC_BUSTYPE_8_BITS
ecc_enable	XMC_ECC_OPERATION_DISABLE
ecc_pagesize	XMC_ECC_PAGESIZE_256_BYTES
delay_time_cycle	0x0
delay_time_ar	0x0

示例

```
/* fill each nand_init_struct member with its default value */
xmc_nand_default_para_init(&nand_init_struct);
```

5.27.12 函数 xmc_nand_timing_default_para_init

下表描述了函数 xmc_nand_timing_default_para_init

表 729.函数 xmc_nand_timing_default_para_init

项目	描述
函数名	xmc_nand_timing_default_para_init
函数原型	void xmc_nand_timing_default_para_init(xmc_nand_timinginit_type* xmc_common_spacetiming_struct, xmc_nand_timinginit_type* xmc_attribute_spacetiming_struct);
功能描述	将 xmc_common_spacetiming_struct 和 xmc_attribute_spacetiming_struct 中的参数初始化
输入参数 1	xmc_common_spacetiming_struct：指向 xmc_nand_timinginit_type 结构体 xmc_attribute_spacetiming_struct：指向 xmc_nand_timinginit_type 结构体
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

结构体 xmc_rw_timing_struct xmc_common_spacetiming_struct 和 xmc_w_timing_struct xmc_attribute_spacetiming_struct 成员默认值如下表所示：

表 730.xmc_common_spacetiming_struct 和 xmc_attribute_spacetiming_struct 默认值

成员	默认值
class_bank	XMC_BANK2_NAND
mem_hold_time	0xFC
mem_waite_time	0xFC
mem_setup_time	0xFC
mem_hiz_time	0xFC

示例

```
xmc_nand_timinginit_type    xmc_regular_spacetimingstruct;
/* fill each xmc_regular_spacetimingstruct member with its default value */
xmc_nand_timing_default_para_init(&xmc_regular_spacetimingstruct, &xmc_regular_spacetimingstruct);
```

5.27.13 函数 xmc_nand_enable

下表描述了函数 xmc_nand_enable

表 731.函数 xmc_nand_enable

项目	描述
函数名	xmc_nand_enable
函数原型	void xmc_nand_enable(xmc_class_bank_type xmc_bank, confirm_state new_state);
功能描述	使能 nand flash 控制器
输入参数 1	xmc_bank：指定所属 xmc 的哪个 bank
输入参数 2	new_state：使能或关闭控制器
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

xmc_bank

指定需要使能的 bank

XMC_BANK2_NAND

XMC_BANK3_NAND

new_state

FALSE： 关闭控制器

TRUE： 使能控制器

示例

```
/* xmc nand bank enable*/
xmc_nand_enable(XMC_BANK2_NAND, TRUE);
```

5.27.14 函数 xmc_nand_ecc_enable

下表描述了函数 xmc_nand_ecc_enable

表 732.函数 xmc_nand_ecc_enable

项目	描述
函数名	xmc_nand_ecc_enable
函数原型	void xmc_nand_ecc_enable(xmc_class_bank_type xmc_bank, confirm_state new_state);

项目	描述
功能描述	使能 nand flash 控制器的 ECC 功能
输入参数 1	xmc_bank：指定所属 xmc 的哪个 bank
输入参数 2	new_state：使能或关闭控制器的 ECC 功能
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

xmc_bank

指定需要使能 ecc 的 bank

XMC_BANK2_NAND

XMC_BANK3_NAND

new_state

FALSE： 关闭控制器 ECC 功能

TRUE： 使能控制器 ECC 功能

示例

```
/* calculate ecc value while transmiting */
xmc_nand_ecc_enable(XMC_BANK2_NAND, TRUE);
```

5.27.15 函数 xmc_ecc_get

下表描述了函数 xmc_ecc_get

表 733.函数 xmc_ecc_get

项目	描述
函数名	xmc_ecc_get
函数原型	uint32_t xmc_ecc_get(xmc_class_bank_type xmc_bank);
功能描述	获取 nand flash 控制器的 ECC 值
输入参数 1	xmc_bank：指定所属 xmc 的哪个 bank
输出参数	无
返回值	ECC 值
先决条件	无
被调用函数	无

xmc_bank

指定需要使能 ecc 的 bank

XMC_BANK2_NAND

XMC_BANK3_NAND

示例

```
/* get ecc value */
xmc_ecc_get(XMC_BANK2_NAND, TRUE);
```

5.27.16 函数 xmc_interrupt_enable

下表描述了函数 xmc_interrupt_enable

表 734.函数 xmc_interrupt_enable

项目	描述
函数名	xmc_interrupt_enable
函数原型	void xmc_interrupt_enable(xmc_class_bank_type xmc_bank, xmc_interrupt_sources_type xmc_int, confirm_state new_state);
功能描述	使能 xmc 控制器的相应中断
输入参数 1	xmc_bank：指定所属 xmc 的哪个 bank
输入参数 2	xmc_int：中断选择
输入参数 3	new_state：使能或关闭中断
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

xmc_bank

指定 bank

XMC_BANK2_NAND

XMC_BANK3_NAND

XMC_BANK4_PCCARD

XMC_BANK5_6_SDRAM

xmc_int

XMC_INT_RISING_EDGE： XMC 上升沿检测中断

XMC_INT_LEVEL： XMC 高电平检测中断

XMC_INT_FALLING_EDGE： XMC 下降沿检测中断

XMC_INT_ERR： XMC 错误中断

new_state

FALSE： 关闭中断

TRUE： 使能中断

示例

```
/* xmc rising edge detection interrupt enable */
xmc_interrupt_enable(XMC_BANK2_NAND, XMC_INT_RISING_EDGE, TRUE);
```

5.27.17 函数 xmc_flag_status_get

下表描述了函数 xmc_flag_status_get

表 735.函数 xmc_flag_status_get

项目	描述
函数名	xmc_flag_status_get
函数原型	flag_status xmc_flag_status_get(xmc_class_bank_type xmc_bank, xmc_interrupt_flag_type xmc_flag);
功能描述	获取 XMC 相关标志位
输入参数 1	xmc_bank：xmc 对应 bank
输入参数 2	xmc_flag：需要获取的标志位
输出参数	无
返回值	flag_status：标志位是否置起

项目	描述
先决条件	无
被调用函数	无

xmc_bank

指定 bank

XMC_BANK2_NAND

XMC_BANK3_NAND

XMC_BANK4_PCCARD

XMC_BANK5_6_SDRAM

xmc_flag

xmc_flag 用于选择需要获取状态的标志，其可选参数罗列如下：

XMC_RISINGEDGE_FLAG： 上升沿状态

XMC_LEVEL_FLAG： 高电平状态

XMC_FALLINGEDGE_FLAG： 下降沿状态

XMC_FEMPT_FLAG： FIFO 空状态

XMC_BUSY_FLAG： 忙状态

XMC_ERR_FLAG： 错误状态

flag_status

RESET： 相应标志位未置起

SET： 相应标志位置起

示例

```
if(xmc_flag_status_get (XMC_BANK2_NAND, XMC_RISINGEDGE_FLAG) != RESET)
{
  ……
}
```

5.27.18 函数 xmc_interrupt_flag_status_get

下表描述了函数 xmc_interrupt_flag_status_get

表 736. 函数 xmc_interrupt_flag_status_get

项目	描述
函数名	xmc_interrupt_flag_status_get
函数原型	flag_status xmc_interrupt_flag_status_get(xmc_class_bank_type xmc_bank, xmc_interrupt_flag_type xmc_flag)
功能描述	获取 XMC 相关中断标志位
输入参数 1	xmc_bank：xmc 对应 bank
输入参数 2	xmc_flag：需要获取的标志位
输出参数	无
返回值	flag_status：中断标志位是否置起
先决条件	无
被调用函数	无

xmc_bank

指定 bank

xmc_flag

xmc_flag 用于选择需要获取状态的标志，其可选参数罗列如下：

XMC_RISINGEDGE_FLAG： 上升沿状态
XMC_LEVEL_FLAG： 高电平状态
XMC_FALLINGEDGE_FLAG： 下降沿状态

flag_status

RESET：相应标志位未置起
SET： 相应标志位置起

示例

```
if(xmc_interrupt_flag_status_get (XMC_BANK2_NAND, XMC_RISINGEDGE_FLAG) != RESET)
{
  ……
}
```

5.27.19 函数 xmc_flag_clear

下表描述了函数 xmc_flag_clear

表 737.函数 xmc_flag_clear

项目	描述
函数名	xmc_flag_clear
函数原型	void xmc_flag_clear(xmc_class_bank_type xmc_bank, xmc_interrupt_flag_type xmc_flag);
功能描述	清除相关标志位
输入参数 1	xmc_bank：xmc 对应 bank
输入参数 2	xmc_flag：需要清除的标志位
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

xmc_bank

指定 bank

XMC_BANK2_NAND
XMC_BANK3_NAND
XMC_BANK4_PCCARD
XMC_BANK5_6_SDRAM

xmc_flag

xmc_flag 用于选择需要获取状态的标志，其可选参数罗列如下：

XMC_RISINGEDGE_FLAG： 上升沿状态
XMC_LEVEL_FLAG： 高电平状态
XMC_FALLINGEDGE_FLAG： 下降沿状态
XMC_FEMPT_FLAG： FIFO 空状态
XMC_BUSY_FLAG： 忙状态
XMC_ERR_FLAG： 错误状态

示例

```
if(xmc_flag_status_get (XMC_BANK2_NAND, XMC_RISINGEDGE_FLAG) != RESET)
{
```

```
  ......
  xmc_flag_clear(XMC_BANK2_NAND, XMC_RISINGEDGE_FLAG);
}
```

5.27.20 函数 xmc_pccard_reset

下表描述了函数 xmc_pccard_reset

表 738.函数 xmc_pccard_reset

项目	描述
函数名	xmc_pccard_reset
函数原型	void xmc_pccard_reset(void);
功能描述	复位 pccard 控制器
输入参数	无
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* reset pccard */
xmc_pccard_reset();
```

5.27.21 函数 xmc_pccard_init

下表描述了函数 xmc_pccard_init

表 739.函数 xmc_pccard_init

项目	描述
函数名	xmc_pccard_init
函数原型	void xmc_pccard_init(xmc_pccard_init_type* xmc_pccard_init_struct);
功能描述	初始化指定 pccard 控制器
输入参数 1	xmc_pccard_init_struct：指向 xmc_pccard_init_type 的结构体
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

xmc_pccard_init_type struct

xmc_pccard_init_type 在 at32f435_437_xmc.h 中

```
typedef struct
{
  xmc_nand_pccard_wait_type        enable_wait;
  uint32_t                         delay_time_cr;
  uint32_t                         delay_time_ar;
} xmc_pccard_init_type;
```

enable_wait

等待功能使能位，使能 PC 卡存储器块的等待功能
XMC_WAIT_OPERATION_DISABLE： 不使能
XMC_WAIT_OPERATION_ENABLE： 使能
delay_time_cr
CLE 至 RE 的延迟，从 CLE 下降沿至 RE 下降沿的时间
0000：1 个 HCLK 周期
……
1111：16 个 HCLK 周期
delay_time_ar
ALE 至 RE 的延迟时间，从 ALE 下降沿至 RE 下降沿的时间
0000：1 个 HCLK 周期
……
1111：16 个 HCLK 周期

示例

```
xmc_pccard_init_type xmc_pccard_init_struct;
xmc_pccard_init_struct. enable_wait = XMC_WAIT_OPERATION_DISABLE;
xmc_pccard_init_struct. delay_time_cr = 0xF;
xmc_pccard_init_struct. delay_time_ar = 0xF;
/* xmc pccard configuration */
xmc_pccard_init (&xmc_pccard_init_struct);
```

5.27.22 函数 xmc_pccard_timing_config

下表描述了函数 xmc_pccard_timing_config

表 740.函数 xmc_nand_pccard_config

项目	描述
函数名	xmc_pccard_timing_config
函数原型	void xmc_pccard_timing_config(xmc_nand_pccard_timinginit_type* xmc_common_spacetiming_struct, xmc_nand_pccard_timinginit_type* xmc_attribute_spacetiming_struct, xmc_nand_pccard_timinginit_type* xmc_iospace_timing_struct);
功能描述	配置指定 pccard 控制器时序
输入参数 1	xmc_common_spacetiming_struct：指向 xmc_nand _pccard_timinginit_type 的结构体，表示常规空间时序参数
输入参数 2	xmc_ attribute _spacetiming_struct：指向 xmc_nand _pccard_timinginit_type 的结构体，表示特殊空间时序参数
输入参数 3	xmc_iospace_timing_struct：指向 xmc_nand_pccard_timinginit_type 的结构体，表示特殊空间时序参数
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

xmc_nand_pccard_timinginit_type struct

xmc_nand_pccard_timinginit_type 在 at32f435_437_xmc.h 中

```
typedef struct
{
  xmc_class_bank_type       class_bank;
  uint32_t                  mem_setup_time;
  uint32_t                  mem_waite_time;
  uint32_t                  mem_hold_time;
  uint32_t                  mem_hiz_time;
} xmc_nand_pccard_timinginit_type;
```

class_bank

指定需要配置的 nand flash bank

XMC_BANK4_PCCARD

mem_setup_time

在常规空间的建立时间，定义在在常规空间对进行访问时，地址线的建立时间

00000000：连续写操作额外插入 0 个 HCLK 周期

00000001：连续写操作额外插入 1 个 HCLK 周期

……

11111111：连续写操作额外插入 255 个 HCLK 周期

mem_waite_time

在常规空间的等待时间，定义在在常规空间对进行访问时，XMC_NWE、XMC_NOE 为低的时间

00000000：连续写操作额外插入 0 个 HCLK 周期

00000001：连续写操作额外插入 1 个 HCLK 周期

……

11111111：连续写操作额外插入 255 个 HCLK 周期

mem_hold_time

在常规空间的保持时间，定义在在常规空间对进行访问时，数据总线保持的时间

00000000：保留

00000001：连续写操作额外插入 1 个 HCLK 周期

……

11111111：连续写操作额外插入 255 个 HCLK 周期

mem_hiz_time

在常规空间数据总线的高阻时间，定义在常规空间开始执行对 pccard 的写操作后数据总线的高阻时间

00000000：连续写操作额外插入 0 个 HCLK 周期

00000001：连续写操作额外插入 1 个 HCLK 周期

……

11111111：连续写操作额外插入 255 个 HCLK 周期

示例

```
xmc_nand_pccard_timinginit_type xmc_common_spacetiming_struct, xmc_attribute_spacetiming_struct,
xmc_iospace_timing_struct;
xmc_common_spacetiming_struct.class_bank = XMC_BANK4_PCCARD;
xmc_common_spacetiming_struct.mem_setup_time = 254;
```

```
xmc_common_spacetiming_struct.mem_hiz_time = 254;
xmc_common_spacetiming_struct.mem_hold_time = 254;
xmc_common_spacetiming_struct.mem_waite_time = 254;

xmc_attribute_spacetiming_struct.class_bank = XMC_BANK4_PCCARD;
xmc_attribute_spacetiming_struct.mem_setup_time = 254;
xmc_attribute_spacetiming_struct.mem_hiz_time = 254;
xmc_attribute_spacetiming_struct.mem_hold_time = 254;
xmc_attribute_spacetiming_struct.mem_waite_time = 254;

xmc_iospace_timing_struct.class_bank = XMC_BANK4_PCCARD;
xmc_iospace_timing_struct.mem_setup_time = 254;
xmc_iospace_timing_struct.mem_hiz_time = 254;
xmc_iospace_timing_struct.mem_hold_time = 254;
xmc_iospace_timing_struct.mem_waite_time = 254;

xmc_pccard_timing_config (&xmc_common_spacetiming_struct, & xmc_attribute_spacetiming_struct,&
xmc_iospace_timing_struct);
```

5.27.23 函数 xmc_pccard_default_para_init

下表描述了函数 xmc_pccard_default_para_init

表 741.函数 xmc_pccard_default_para_init

项目	描述
函数名	xmc_pccard_default_para_init
函数原型	void xmc_pccard_default_para_init(xmc_pccard_init_type* xmc_pccard_init_struct);
功能描述	将 xmc_pccard_init_struct 中的参数初始化
输入参数 1	xmc_pccard_init_struct：指向 xmc_pccard_init_type 结构体
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

结构体 xmc_nand_init_struct 成员默认值如下表所示：

表 742.xmc_pccard_init_struct 默认值

成员	默认值
enable_wait	XMC_WAIT_OPERATION_DISABLE
delay_time_ar	0x0
delay_time_cr	0x0

示例

```
/* fill each xmc_pccard_init_struct member with its default value */
xmc_pccard_default_para_init (&xmc_pccard_init_struct);
```

5.27.24 函数 xmc_pccard_timing_default_para_init

下表描述了函数 xmc_pccard_timing_default_para_init

表 743.函数 xmc_pccard_timing_default_para_init

项目	描述
函数名	xmc_pccard_timing_default_para_init
函数原型	void xmc_pccard_timing_default_para_init(xmc_nand_pccard_timinginit_type* xmc_common_spacetiming_struct, xmc_nand_pccard_timinginit_type* xmc_attribute_spacetiming_struct, xmc_nand_pccard_timinginit_type* xmc_iospace_timing_struct);
功能描述	将 xmc_common_spacetiming_struct 和 xmc_attribute_spacetiming_struct 和 xmc_iospace_timing_struct 中的参数初始化
输入参数 1	xmc_common_spacetiming_struct：指向 xmc_nand_pccard_timinginit_type 结构体
输入参数 2	xmc_attribute_spacetiming_struct：指向 xmc_nand_pccard_timinginit_type 结构体
输入参数 3	xmc_iospace_timing_struct：指向 xmc_nand_pccard_timinginit_type 结构体
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

结构体 xmc_common_spacetiming_struct、xmc_attribute_spacetiming_struct 和 xmc_iospace_timing_struct 成员

默认值如下表所示：

表 744.xmc_common_spacetiming_struct 和 xmc_attribute_spacetiming_struct 默认值

成员	默认值
class_bank	XMC_BANK4_PCCARD
mem_hold_time	0xFC
mem_waite_time	0xFC
mem_setup_time	0xFC
mem_hiz_time	0xFC

示例

```
xmc_pccard_timinginit_type  xmc_regular_spacetimingstruct;
/* fill each xmc_regular_spacetimingstruct member with its default value */
xmc_pccard_timing_default_para_init (&xmc_regular_spacetimingstruct, &xmc_regular_spacetimingstruct，&
xmc_regular_spacetimingstruct);
```

5.27.25 函数 xmc_pccard_enable

下表描述了函数 xmc_pccard_enable

表 745.函数 xmc_pccard_enable

项目	描述
函数名	xmc_pccard_enable
函数原型	void xmc_pccard_enable(confirm_state new_state);
功能描述	使能 pccard 控制器
输入参数 1	new_state：使能或关闭控制器
输出参数	无

项目	描述
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

new_state

FALSE： 关闭控制器

TRUE： 使能控制器

示例

```
/* xmc pccard bank enable*/
xmc_pccard_enable(TRUE);
```

5.27.26 函数 xmc_sdram_reset

下表描述了函数 xmc_sdram_reset

表 746.函数 xmc_sdram_reset

项目	描述
函数名	xmc_sdram_reset
函数原型	void xmc_sdram_reset(xmc_sdram_bank_type xmc_bank);
功能描述	复位指定 sdram bank 控制器
输入参数 1	xmc_bank：sdram 对应 bank
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

xmc_bank

XMC_SDRAM_BANK1：SDRAM bank1

XMC_SDRAM_BANK2：SDRAM bank2

示例

```
/* xmc sdram bank reset*/
xmc_sdram_reset(XMC_SDRAM_BANK1);
```

5.27.27 函数 xmc_sdram_init

下表描述了函数 xmc_sdram_init

表 747.函数 xmc_sdram_init

项目	描述
函数名	xmc_sdram_init
函数原型	void xmc_sdram_init(xmc_sdram_init_type *xmc_sdram_init_struct, xmc_sdram_timing_type *xmc_sdram_timing_struct);
功能描述	初始化指定 sdram bank 控制器
输入参数 1	xmc_sdram_init_struct 指向 xmc_sdram_init_type 结构体
输入参数 2	xmc_sdram_timing_struct 指向 xmc_sdram_timing_type 结构体
输出参数	无
返回值	无

项目	描述
先决条件	无
被调用函数	无

xmc_sdram_init_struct

xmc_sdram_init_type 在 at32f435_437_xmc.h 中

```
typedef struct
{
  xmc_sdram_bank_type          sdram_bank;
  xmc_sdram_inbk_type          internel_banks;
  xmc_sdram_clkdiv_type        clkdiv;
  uint8_t                      write_protection;
  uint8_t                      burst_read;
  uint8_t                      read_delay;
  xmc_sdram_column_type        column_address;
  xmc_sdram_row_type           row_address;
  xmc_sdram_cas_type           cas;
  xmc_sdram_width_type         width;
} xmc_sdram_init_type;
```

sdram_bank

指定初始化的 sdram bank

XMC_SDRAM_BANK1：sdram bank1

XMC_SDRAM_BANK2：sdram bank2

internel_banks

sdram 设备内部支持的 bank 数量

XMC_INBK_2：支持两个内部 bank

XMC_INBK_4：支持 4 个内部 bank

clkdiv

sdram 时钟分频

XMC_NO_CLK： sdram 时钟关闭

XMC_CLKDIV_2： sdram 时钟 2 分频

XMC_CLKDIV_3： sdram 时钟 3 分频

XMC_CLKDIV_4： sdram 时钟 4 分频

write_protection

sdram 写保护

TRUE： 开启 sdram 写保护

FALSE： 关闭 sdram 写保护

burst_read

sdram 连续读操作

TRUE：开启连续读功能

FALSE：关闭连续读功能

read_delay

读延时功能

XMC_READ_DELAY_0：0 个 HCLK 延迟

XMC_READ_DELAY_1：1 个 HCLK 延迟

XMC_READ_DELAY_2：2 个 HCLK 延迟

column_address
列地址位数
XMC_COLUMN_8：8 位列地址
XMC_COLUMN_9：9 位列地址
XMC_COLUMN_10：10 位列地址
XMC_COLUMN_11：11 位列地址
row_address
行地址位数
XMC_ROW_11：11 位行地址
XMC_ROW_12：12 位行地址
XMC_ROW_13：13 位行地址
cas
列地址选通延迟
XMC_CAS_1：1 个周期延迟
XMC_CAS_2：2 个周期延迟
XMC_CAS_3：3 个周期延迟
width
数据总线宽度
XMC_MEM_WIDTH_8：　　8 位数据总线宽度
XMC_MEM_WIDTH_16：　　16 位数据总线宽度

xmc_sdram_timing_struct
xmc_sdram_timing_type 在 at32f435_437_xmc.h 中
tmrd
加载模式寄存器命令和激活或刷新命令之间的延迟
XMC_DELAY_CYCLE_1：1 个周期延迟
XMC_DELAY_CYCLE_2：2 个周期延迟
……
XMC_DELAY_CYCLE_15：15 个周期延迟
XMC_DELAY_CYCLE_16：16 个周期延迟
txsr
退出自刷新模式延迟
XMC_DELAY_CYCLE_1：1 个周期延迟
XMC_DELAY_CYCLE_2：2 个周期延迟
……
XMC_DELAY_CYCLE_15：15 个周期延迟
XMC_DELAY_CYCLE_16：16 个周期延迟
tras
自刷新周期
XMC_DELAY_CYCLE_1：1 个周期延迟
XMC_DELAY_CYCLE_2：2 个周期延迟
……
XMC_DELAY_CYCLE_15：15 个周期延迟
XMC_DELAY_CYCLE_16：16 个周期延迟
trc
刷新命令到激活命令延迟

XMC_DELAY_CYCLE_1：1 个周期延迟
XMC_DELAY_CYCLE_2：2 个周期延迟
……
XMC_DELAY_CYCLE_15：15 个周期延迟
XMC_DELAY_CYCLE_16：16 个周期延迟

twr

写命令到预充电命令的延迟
XMC_DELAY_CYCLE_1：1 个周期延迟
XMC_DELAY_CYCLE_2：2 个周期延迟
……
XMC_DELAY_CYCLE_15：15 个周期延迟
XMC_DELAY_CYCLE_16：16 个周期延迟

trp

预充电到激活命令延迟
XMC_DELAY_CYCLE_1：1 个周期延迟
XMC_DELAY_CYCLE_2：2 个周期延迟
……
XMC_DELAY_CYCLE_15：15 个周期延迟
XMC_DELAY_CYCLE_16：16 个周期延迟

trcd

激活命令到读写命令的延迟
XMC_DELAY_CYCLE_1：1 个周期延迟
XMC_DELAY_CYCLE_2：2 个周期延迟
……
XMC_DELAY_CYCLE_15：15 个周期延迟
XMC_DELAY_CYCLE_16：16 个周期延迟

示例

```
xmc_sdram_init_type sdram_init_struct;
xmc_sdram_timing_type sdram_timing_struct;
/*-- xmc configuration ----------------------------------------------------*/
xmc_sdram_default_para_init(&sdram_init_struct, &sdram_timing_struct);
sdram_init_struct.sdram_bank                 = XMC_SDRAM_BANK1;
sdram_init_struct.internel_banks             = XMC_INBK_4;
sdram_init_struct.clkdiv                     = XMC_CLKDIV_3;
sdram_init_struct.write_protection           = FALSE;
sdram_init_struct.burst_read                 = FALSE;
sdram_init_struct.read_delay                 = XMC_READ_DELAY_1;
sdram_init_struct.column_address             = XMC_COLUMN_9;
sdram_init_struct.row_address                = XMC_ROW_13;
sdram_init_struct.cas                        = XMC_CAS_3;
sdram_init_struct.width                      = XMC_MEM_WIDTH_16;

sdram_timing_struct.tmrd                     = XMC_DELAY_CYCLE_2;
sdram_timing_struct.txsr                     = XMC_DELAY_CYCLE_11;
```

```
sdram_timing_struct.tras                    = XMC_DELAY_CYCLE_7;
sdram_timing_struct.trc                     = XMC_DELAY_CYCLE_9;
sdram_timing_struct.twr                     = XMC_DELAY_CYCLE_2;
sdram_timing_struct.trp                     = XMC_DELAY_CYCLE_3;
sdram_timing_struct.trcd                    = XMC_DELAY_CYCLE_3;
xmc_sdram_init(&sdram_init_struct, &sdram_timing_struct);
```

5.27.28 函数 xmc_sdram_default_para_init

下表描述了函数 xmc_sdram_default_para_init

表 748.函数 xmc_sdram_ default_para_init

项目	描述
函数名	xmc_sdram_default_para_init
函数原型	void xmc_sdram_default_para_init(xmc_sdram_init_type *xmc_sdram_init_struct, xmc_sdram_timing_type *xmc_sdram_timing_struct);
功能描述	将 xmc_sdram_init_struct 和 xmc_sdram_timing_struct 中参数初始化
输入参数 1	sdram 控制器初始化参数，该参数详细描述见 *xmc_sdram_init_struct*
输入参数 2	sdram 时序参数，该参数详细描述见 *xmc_sdram_timing_struct*
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
xmc_sdram_init_type sdram_init_struct;
xmc_sdram_timing_type sdram_timing_struct;
xmc_sdram_default_para_init(&sdram_init_struct, &sdram_timing_struct);
```

5.27.29 函数 xmc_sdram_cmd

下表描述了函数 xmc_sdram_cmd

表 749.函数 xmc_sdram_cmd

项目	描述
函数名	xmc_sdram_cmd
函数原型	void xmc_sdram_cmd(xmc_sdram_cmd_type *xmc_sdram_cmd_struct);
功能描述	发送 sdram 命令
输入参数 1	xmc_sdram_cmd_struct 指向 xmc_sdram_cmd_type 结构体
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

xmc_sdram_cmd_struct

xmc_sdram_cmd_type 在 at32f435_437_xmc.h 中

cmd

发送到 sdram 设备的命令
XMC_CMD_NORMAL： 正常模式
XMC_CMD_CLK： 时钟配置使能
XMC_CMD_PRECHARG_ALL： 预充电所有存储器
XMC_CMD_AUTO_REFRESH： 自动刷新命令
XMC_CMD_LOAD_MODE： 加载模式寄存器
XMC_CMD_SELF_REFRESH： 自刷新命令
XMC_CMD_POWER_DOWN： 掉电命令

cmd_banks

选择 sdram bank
XMC_CMD_BANK1： 发送命令到 sdram bank1
XMC_CMD_BANK2： 发送命令到 sdram bank1
XMC_CMD_BANK1_2： 发送命令到 sdram bank1 和 bank2

auto_refresh

自动刷新次数
0：1 个自刷新
1：2 个自刷新
……
14：15 个自刷新

data

模式寄存器数据

示例

```
xmc_sdram_cmd_type sdram_cmd_struct;
sdram_cmd_struct.cmd                  = XMC_CMD_CLK;
sdram_cmd_struct.auto_refresh         = 1;
sdram_cmd_struct.cmd_banks            = XMC_CMD_BANK1;
sdram_cmd_struct.data                 = 0;
xmc_sdram_cmd(&sdram_cmd_struct);
```

5.27.30 函数 xmc_sdram_status_get

下表描述了函数 xmc_sdram_status_get

表 750.函数 xmc_sdram_status_get

项目	描述
函数名	xmc_sdram_status_get
函数原型	uint32_t xmc_sdram_status_get(xmc_sdram_bank_type xmc_bank);
功能描述	获取指定 sdram bank 状态
输入参数 1	xmc_bank 指定 sdram bank
输出参数	无
返回值	当前状态，详细参数见 *xmc_bank_status_type*
先决条件	无
被调用函数	无

xmc_bank

指定初始化的 sdram bank
XMC_SDRAM_BANK1：sdram bank1
XMC_SDRAM_BANK2：sdram bank2
xmc_bank_status_type
XMC_STATUS_NORMAL：正常模式
XMC_STATUS_SELF_REFRESH：自刷新模式
XMC_STATUS_POWER_DOWN： 掉电模式
示例

```
/* get sdram status */
xmc_sdram_status_get(XMC_SDRAM_BANK1)
```

5.27.31 函数 xmc_sdram_refresh_counter_set

下表描述了函数 xmc_sdram_refresh_counter_set

表 751.函数 xmc_sdram_refresh_counter_set

项目	描述
函数名	xmc_sdram_refresh_counter_set
函数原型	void xmc_sdram_refresh_counter_set(uint32_t counter);
功能描述	设置 sdram 自动刷新计数器
输入参数 1	counter 自刷新计数器值
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/*set refresh counter */
xmc_sdram_refresh_counter_set(1105);
```

5.27.32 函数 xmc_sdram_auto_refresh_set

下表描述了函数 xmc_sdram_auto_refresh_set

表 752.函数 xmc_sdram_auto_refresh_set

项目	描述
函数名	xmc_sdram_auto_refresh_set
函数原型	void xmc_sdram_auto_refresh_set(uint32_t number)
功能描述	设置 sdram 软件自动刷新次数
输入参数 1	number 自动刷新次数
输出参数	无
返回值	无
先决条件	无
被调用函数	无

示例

```
/* set 8 times auto refresh */
xmc_sdram_auto_refresh_set(8);
```

6 注意事项

6.1 型号切换

如若需要在已有的工程或 demo 中进行型号切换时需注意型号宏定义及 device 名的同步修改，在修改前请详细查看文中**型号宏定义对应表**内容，其中详细罗列了 MCU 型号与宏定义的对应关系。
接下来将对两种常用的开发环境的修改方法来进行介绍（以下内容以 at32f403avgt7 作为示例与图示，其余系列或型号的修改方法与此类似），修改方法主要有两步：1、改 device，2、改型号宏定义。

6.1.1 KEIL 上型号切换

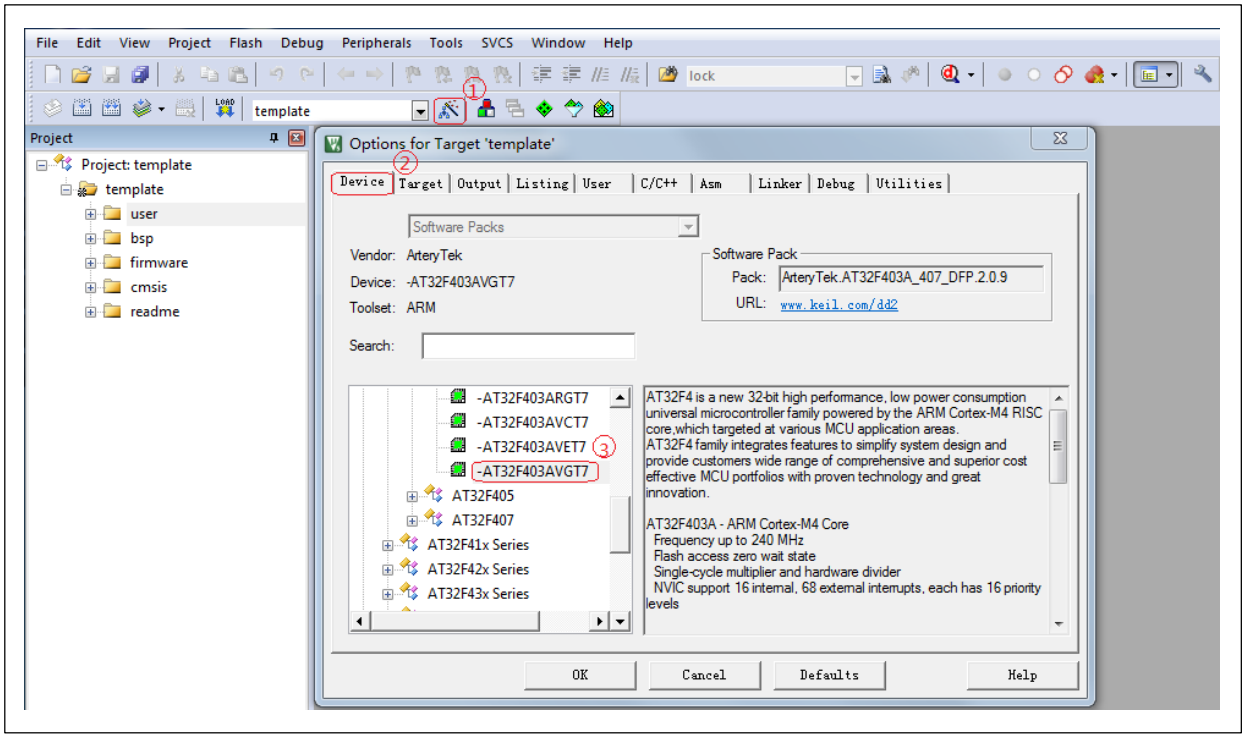
修改 device，操作步骤和图示如下：

① 点击魔术棒“Options for Target”。

② 点击 Device 选项卡。

③ 选择需要切换的 Device 型号。

图 29. Keil 改 device



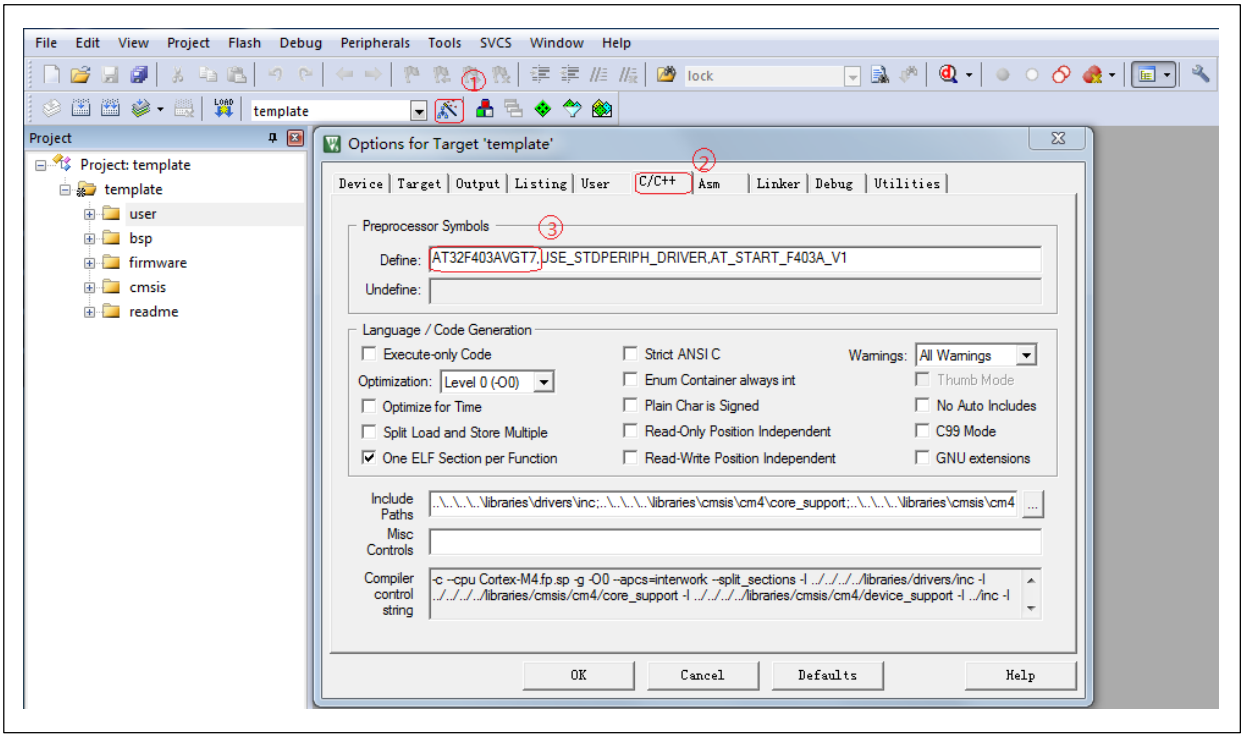
修改型号宏定义，操作步骤和图示如下：

① 点击魔术棒“Options for Target”。

② 点击 C/C++选项卡。

③ 将 Define 栏中将原有的型号宏定义删除，根据表 1 内容写入需要切换型号的宏定义。

图 30. Keil 改宏定义



6.1.2 IAR 上型号切换

修改 device，操作步骤和图示如下：

① 鼠标右键点击工程名，并选择 Options…。

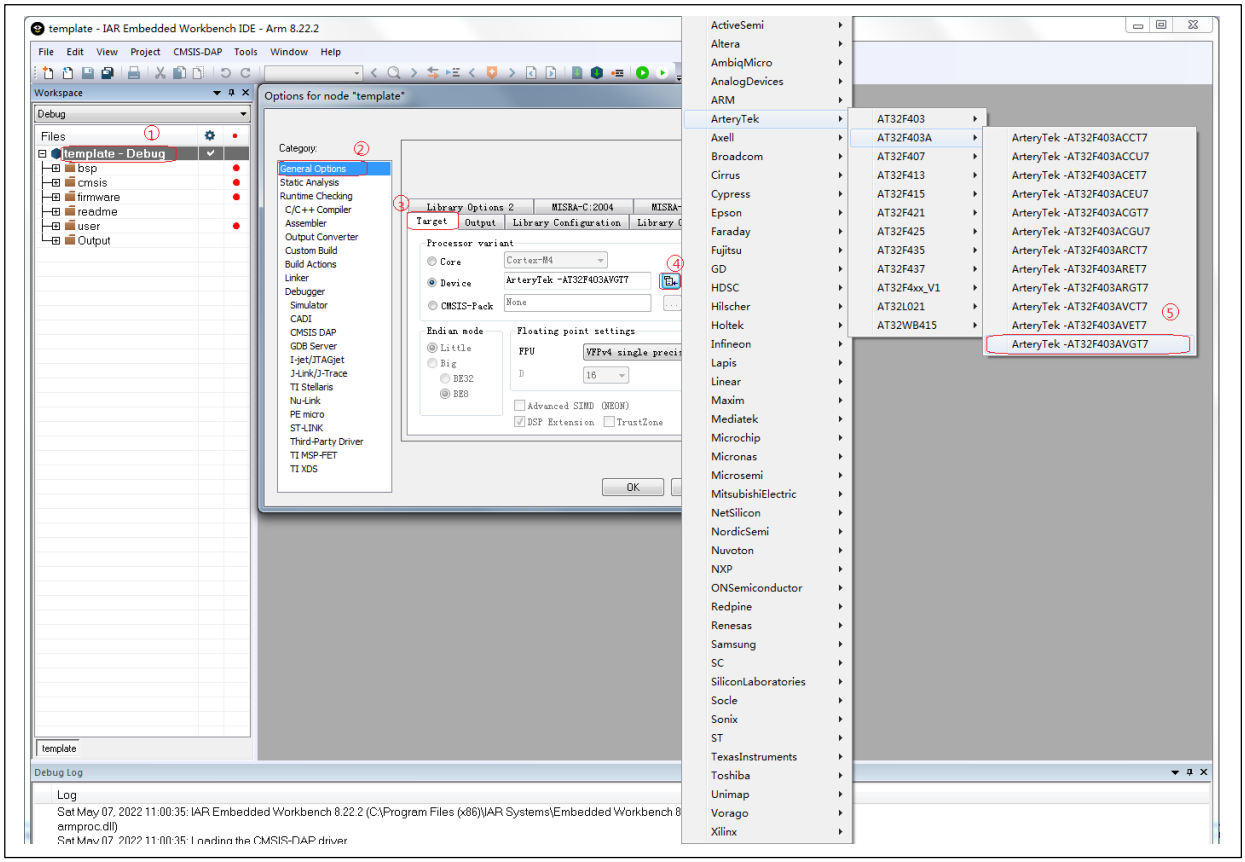
② 选择 General Options。

③ 选择 Target。

④ 点选复选框。

⑤ 选择需要切换的 Device 型号。

图 31. IAR 改 device



修改型号宏定义，操作步骤和图示如下：

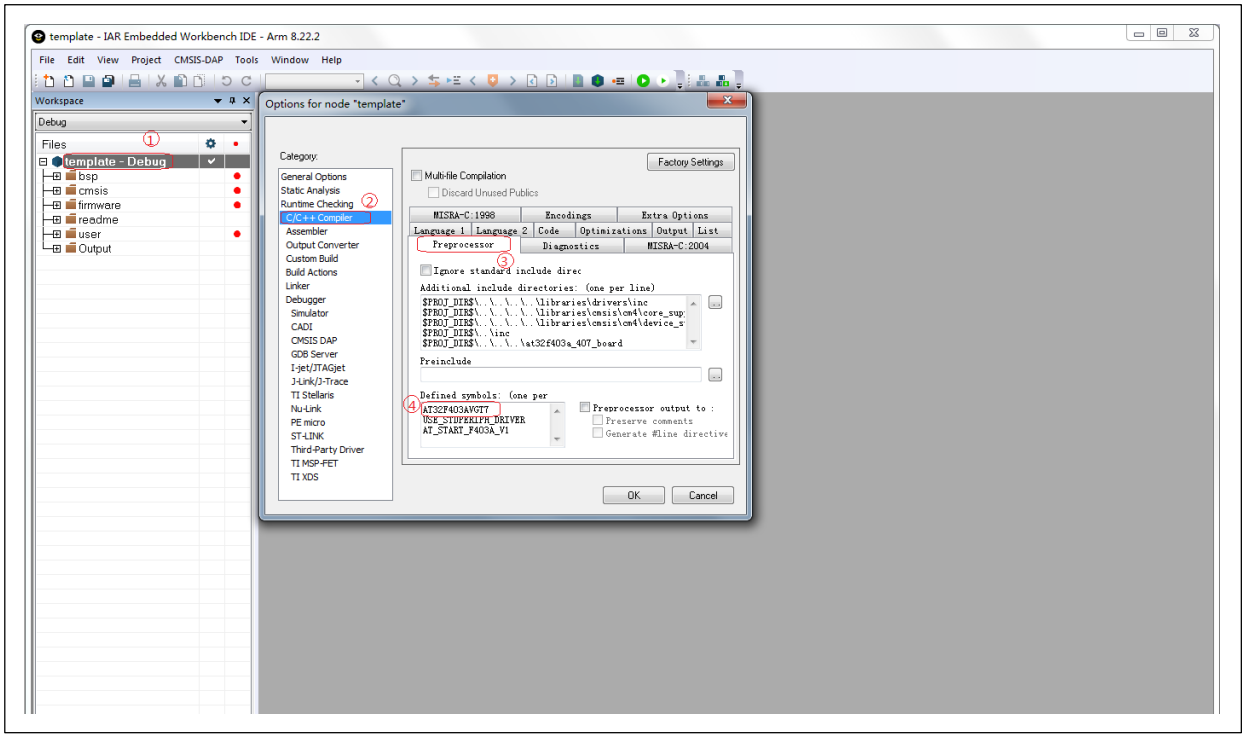
① 鼠标右键点击工程名，并选择 Options…。

② 选择 C/C++ Compiler。

③ 点击 Preprocessor 选项卡。

④ 将 Defined symbols 栏中将原有的型号宏定义删除，根据表 1 内容写入需要切换型号的宏定义。

图 32. IAR 改宏定义



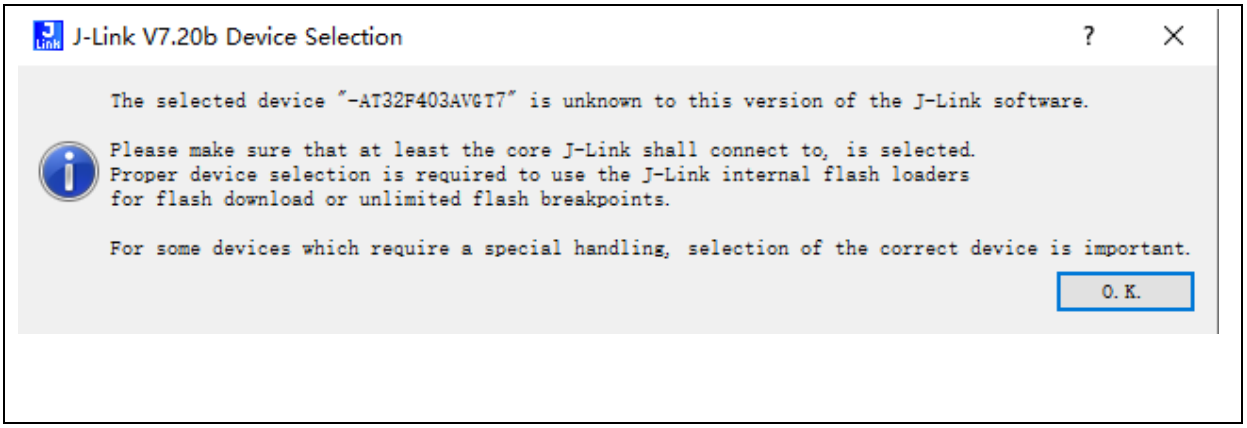
6.2 Keil 项目内 Jlink 无法找到 IC 问题

在一些特殊情况，工程师编译好的 Keil 下的工程项目给到其他工程人员后发现程序可以编译通过，使用 ICP 软件可以正常找到 IC，但 Jlink 找不到 IC。

例如出现如下警告

错误警告情形一

图 33. 错误警告情形一



错误警告情形二

图 34. 错误警告情形二



错误警告情形三

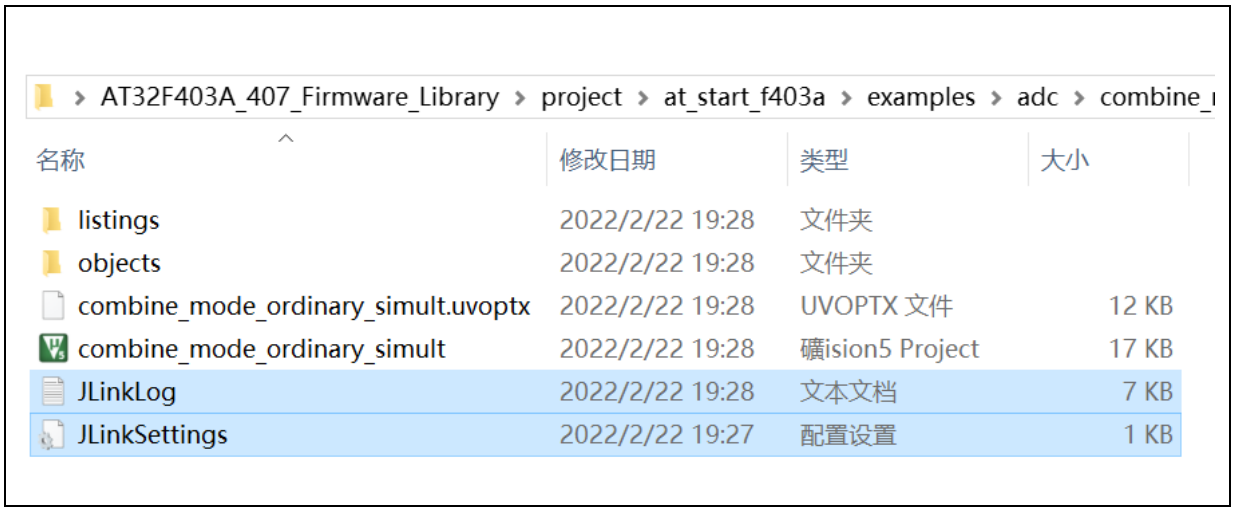
图 35. 错误警告情形三



解决方法：

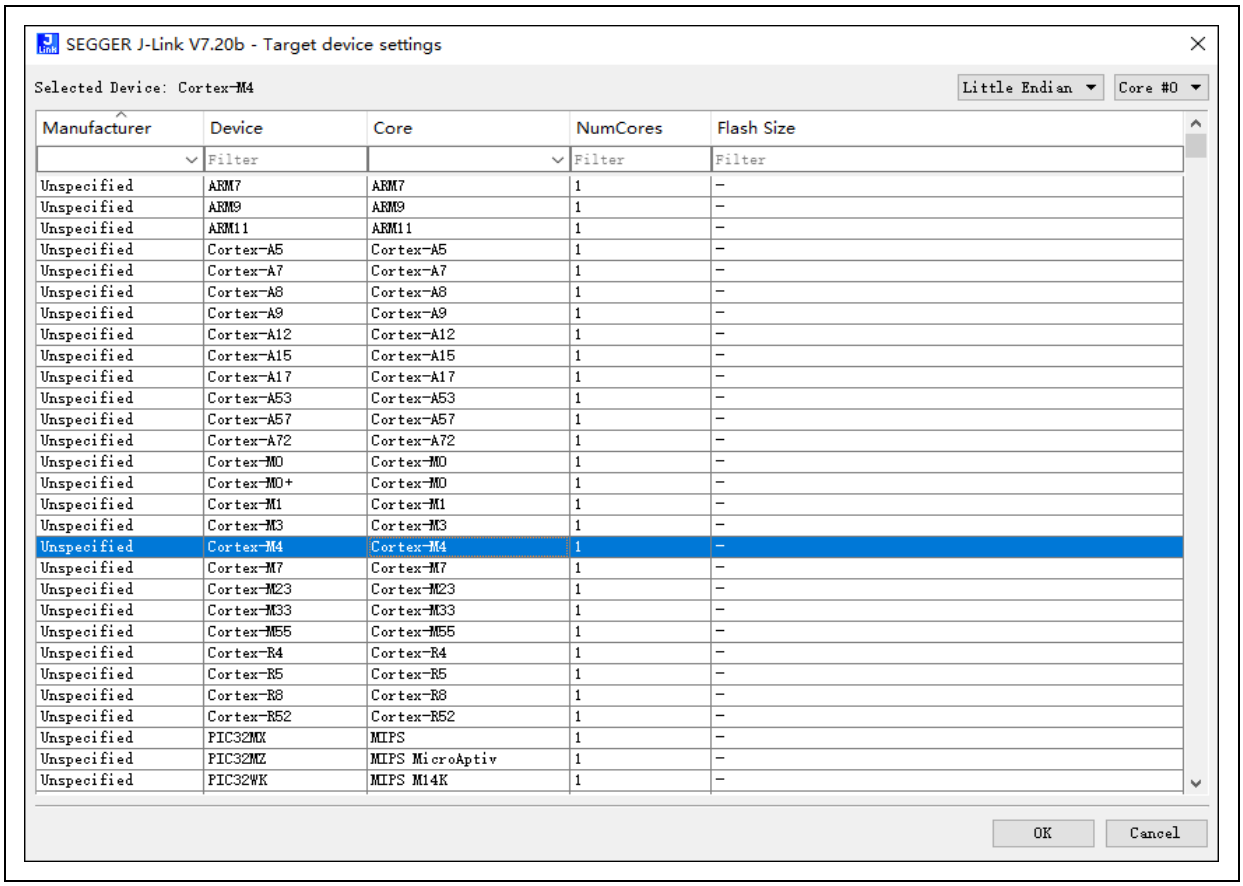
Step 1: 在工程路径内找到 JLinkLog，JLinkSettings 两个文件并删除它

图 36. JLinkLog 和 JLinkSettings



Step 2: 再点击魔法棒->Debug，选择“Unspecified Cortex–M4”

图 37. Unspecified Cortex–M4



6.3 更换外部高速晶振后异常

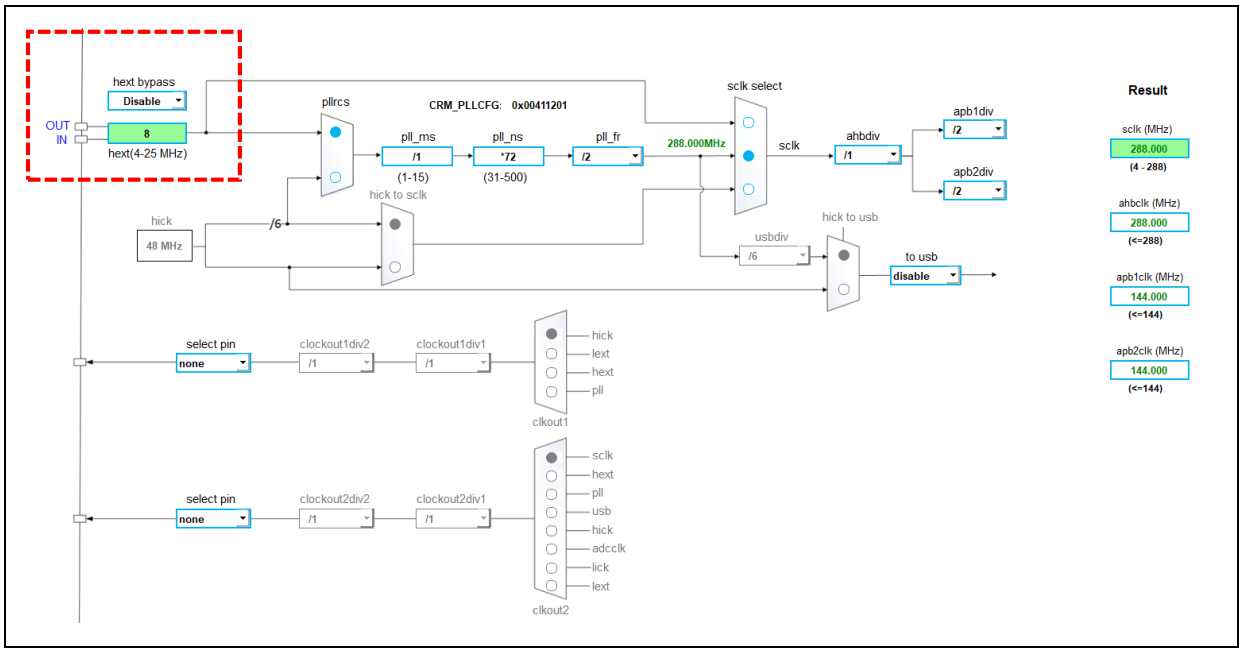
BSP 所有案例都是搭配开发板上 8MHz 的外部高速晶振进行倍频的。
在实际应用中如果采用了非 8 MHz 的外部晶振的话，需注意修改 BSP 中时钟配置以保证时钟频率的正确及稳定。

为此，雅特力专门开发了 AT32_New_Clock_Configuration 工具（可于雅特力官网 TOOL 目录获取），用于生成用户期望的 BSP 系统时钟代码文件。如下图红框所示，外部时钟源参数、分频系数、倍频系数、时钟源选择等参数均可配置，配置完成后点击生成代码即可，避免了修改代码时繁杂的注意事项。

用户只需使用该工具新生成的时钟代码文件（at32f4xx_clock.c/ at32f4xx_clock.h/ at32f4xx_conf.h）将原 BSP demo 中的对应文件替换，在 main 函数中进行 system_clock_config 函数调用即可。

其中 at32f4xx_conf.h 中有外部高速晶振的宏定义 HEXT_VALUE，因此也需要替换。以 AT32F403A 举例，at32f403a_407_conf.h 中 HEXT_VALUE 宏定义如下
#define HEXT_VALUE ((uint32_t)8000000) /*!< value of the high speed exernal crystal in hz */
AT32_New_Clock_Configuration 工具界面如下：

图 38. AT32_New_Clock_Configuration 界面



关于 AT32_New_Clock_Configuration 工具的使用以及 AT32 时钟配置流程、代码解析等详细介绍，请参考各型号的 AN，下表所列 AN 均可从雅特力官网获取。

表 753. 时钟配置应用指南

型号	应用指南
AT32F403A/407时钟配置	AN0082
AT32F435/437时钟配置	AN0084
AT32F421时钟配置	AN0116
AT32F415时钟配置	AN0117
AT32F413时钟配置	AN0118
AT32F425时钟配置	AN0121

7 版本历史

表 754. 文档版本历史

日期	版本	变更
2021.09.06	2.0.0	最初版本
2021.11.19	2.0.1	更新Pack安装步骤章节的部分截图与描述
2022.05.09	2.0.2	新增型号切换章节
2022.06.15	2.0.3	增加外设库函数概述等
2022.11.15	2.0.4	修正“外设缩写”章节I2C描述错误
2023.07.18	2.0.5	新增CRC特性功能寄存器及函数
2023.10.26	2.0.6	各IP新增interrupt_flag_get函数描述
2024.01.04	2.0.7	新增dvp_interrupt_flag_get函数
2024.03.01	2.0.8	新增pwc_ldo_output_voltage_set函数，并修改NVIC章节部分表名称
2024.10.23	2.0.9	更新pwc_ldo_output_voltage_set函数参数，移除1.0V设定
2025.11.24	2.1.0	新增gpio_bits_toggle函数

重要通知 - 请仔细阅读

买方自行负责对本文所述雅特力产品和服务的选择和使用，雅特力概不承担与选择或使用本文所述雅特力产品和服务相关的任何责任。

无论之前是否有过任何形式的表示，本文档不以任何方式对任何知识产权进行任何明示或默示的授权或许可。如果本文档任何部分涉及任何第三方产品或服务，不应被视为雅特力授权使用此类第三方产品或服务，或许可其中的任何知识产权，或者被视为涉及以任何方式使用任何此类第三方产品或服务或其中任何知识产权的保证。

除非在雅特力的销售条款中另有说明，否则，雅特力对雅特力产品的使用和/或销售不做任何明示或默示的保证，包括但不限于有关适销性、适合特定用途(及其依据任何司法管辖区的法律的对应情况)，或侵犯任何专利、版权或其他知识产权的默示保证。

雅特力产品并非设计或专门用于下列用途的产品：(A) 对安全性有特别要求的应用，例如：生命支持、主动植入设备或对产品功能安全有要求的系统；(B) 航空应用；(C) 航天应用或航天环境；(D) 武器，且/或(E)其他可能导致人身伤害、死亡及财产损害的应用。如果采购商擅自将其用于前述应用，即使采购商向雅特力发出了书面通知，风险及法律责任仍将由采购商单独承担，且采购商应独力负责在前述应用中满足所有法律和法规要求。

经销的雅特力产品如有不同于本文档中提出的声明和/或技术特点的规定，将立即导致雅特力针对本文所述雅特力产品或服务授予的任何保证失效，并且不应以任何形式造成或扩大雅特力的任何责任。

© 2024 雅特力科技 保留所有权利