

ARM®Cortex™-M4

32 位微处理器

# SWM320 系列 MCU 数据手册

**华芯微特科技有限公司**

**Synwit Technology Co., Ltd.**

## 目 录

相关文档 .....	7
缩写表 .....	7
寄存位器缩写表 .....	7
寄存器描述列表缩写约定 .....	7
数据手册下载地址 .....	8
1 概述 .....	9
2 特性 .....	10
3 选型指南 .....	13
4 功能方框图 .....	14
5 管脚配置 .....	15
5.1 LQFP64 .....	15
5.2 LQFP100 .....	16
5.3 LQFP128 .....	17
5.4 管脚描述 .....	18
5.5 管脚复用功能表 .....	28
6 功能描述 .....	31
6.1 存储器映射 .....	31
6.2 中断控制器 (NVIC) .....	33
6.3 系统定时器 (SYSTIC) .....	42
6.4 系统控制器 .....	49
6.5 系统管理 (SYSCON) .....	59
6.6 引脚功能配置 (PORTCON) .....	103
6.7 通用 I/O (GPIO) .....	178
6.8 加强型定时器 (TIMER) .....	205
6.9 看门狗定时器 (WDT) .....	221
6.10 UART 接口控制器 (UART) .....	231
6.11 I2C 总线控制器 (I2C) .....	249
6.12 串行外设接口 (SPI) 控制器 .....	266
6.13 脉冲宽度调制 (PWM) 发生器 .....	280
6.14 模拟数字转换器 (ADC) .....	321
6.15 直接内存存取 (DMA) 控制器 .....	341
6.16 局域网控制器 (CAN) .....	354
6.17 实时时钟 (RTC) .....	426
6.18 CRC 计算单元 (CRC) .....	442
6.19 SRAM 控制器 (SRAMC) .....	450
6.20 NORFLASH 控制器 (NORFLC) .....	457
6.21 LCD 控制器 (LCDC) .....	470
6.22 SDIO 接口 (SDIO) .....	482
6.23 SDRAM 控制器 (SDRAMC) .....	516
6.24 ISP 及 FLASH 操作 .....	529

7	典型应用电路.....	538
8	电气特性.....	539
8.1	绝对最大额定值.....	539
8.2	DC 电气特性.....	540
8.3	AC 电气特性.....	541
8.4	模拟器件特性.....	543
9	封装信息.....	545
9.1	LQFP64.....	545
9.2	LQFP100.....	546
10	版本记录.....	547

## 图目录

图 4-1	功能方框图.....	14
图 5-1	SWM320RET7 封装管脚配置.....	15
图 5-2	SWM320VET7 封装管脚配置.....	16
图 5-3	SWM320WET7 封装管脚配置.....	17
图 6-1	SYSTIC 模块结构框图.....	43
图 6-2	SysTick 计数时序图.....	44
图 6-3	时钟连接图.....	60
图 6-4	端口唤醒示意图.....	63
图 6-5	PORTCON 模块结构框图.....	104
图 6-6	引脚配置结构图.....	106
图 6-7	TIMER 结构框图.....	206
图 6-8	定时器工作示意图.....	207
图 6-9	计数器工作示意图.....	208
图 6-10	级联模式工作示意图.....	208
图 6-11	单次捕捉高电平脉冲.....	209
图 6-12	单次捕捉低电平脉冲.....	209
图 6-13	WDT 模块结构图.....	222
图 6-14	WDT 工作示意图.....	223
图 6-15	WDT 配置为 reset 模式波形图.....	224
图 6-16	WDT 配置为中断模式波形图.....	224
图 6-17	UART 结构图.....	232
图 6-18	UART 字符格式.....	234
图 6-19	AUTOBAUDBITS 配置图.....	234
图 6-20	Break 信号不够长示意图.....	236
图 6-21	Break 信号恰好够长示意图.....	236
图 6-22	Break 信号足够长示意图.....	236
图 6-23	硬件流控.....	237
图 6-24	对方发送 8 个数据接收 FIFO 示意图.....	238
图 6-25	对方发送 9 个数据接收 FIFO 示意图.....	238

图 6-26 发送 FIFO 示意图.....	239
图 6-27 I2C 结构框图 .....	250
图 6-28 I2C 通信示意图.....	251
图 6-29 主机发送/从机接收流程 .....	253
图 6-30 主机接收/从机发送流程 .....	255
图 6-31 SPI 控制器结构示意图.....	267
图 6-32 SPI 模式波形图.....	268
图 6-33 SSI 模式单次输出波.....	269
图 6-34 SSI 模式连续输出波形.....	269
图 6-35 PWM 结构框图.....	281
图 6-36 独立模式下初始电平配置示意图 .....	282
图 6-37 互补模式下初始电平设置示意图 .....	283
图 6-38 PWM 独立模式起始输出低电平示意图 .....	284
图 6-39 PWM 独立模式起始输出高电平示意图 .....	284
图 6-40 未开启死区的互补模式.....	284
图 6-41 开启死区的互补模式 .....	285
图 6-42 中心对称模式.....	285
图 6-43 中心对称模式带死区 .....	286
图 6-44 中心对称互补模式 .....	286
图 6-45 PWM 触发 ADC 采样示意图 .....	287
图 6-46 PWM 独立模式下高电平结束中断示意图 .....	288
图 6-47 PWM 独立模式下新周期起始中断示意图 .....	288
图 6-48 PWM 中心对称模式下新周期起始中断示意图.....	288
图 6-49 PWM 中心对称互补模式下新周期起始中断示意图 .....	289
图 6-50 输出屏蔽功能示意图 .....	289
图 6-51 ADC 模块结构框图 .....	322
图 6-52 触发 ADC 采样示意图 .....	324
图 6-53 SAR ADC 多通道连续采样示意图 .....	325
图 6-54 DMA 模块结构图.....	342
图 6-55 DMA 访问外设握手时序示意图.....	343
图 6-56 波特率设置示意图 .....	358
图 6-57 RTC 模块结构框图.....	427
图 6-58 CRC 结构框图 .....	443
图 6-59 CRC 操作流程图中.....	444
图 6-60 SRAMC 模块结构示意图.....	451
图 6-61 16-位 SRAM 数据宽度与 16-位设备连接示意图 .....	452
图 6-62 8-位 SRAM 数据宽度与 8-位设备连接示意图 .....	453
图 6-63 SRAMC 读操作时序图.....	454
图 6-64 SRAMC 写操作时序图.....	454
图 6-65 NORFLC 模块结构示意图.....	458
图 6-66 NORFLASH 和设备连接示意图.....	459
图 6-67 NORFLC 读操作时序图 .....	460

图 6-68 NORFLC 写操作时序图 .....	460
图 6-69 LCDC 模块结构示意图 .....	471
图 6-70 LCDC 模块 SYNC 接口时序图 .....	472
图 6-71 SDIO 模块结构框图 .....	483
图 6-72 SDIO 使用 DMA 传输示意图 .....	486
图 6-73 SDIO 不使用 DMA 传输示意图 .....	488
图 6-74 SDIO 同步中止传输示意图 .....	490
图 6-75 SDIO 写周期时序图 .....	490
图 6-76 SDIO 读周期时序图 .....	491
图 6-77 SDIO 暂停/继续时序图 .....	491
图 6-78 SDRAMC 模块结构框图 .....	517
图 6-79 SDRAM 与设备连接示意图 .....	518
图 6-80 SDRAMC 写访问周期示意图 .....	519
图 6-81 SDRAMC 读访问周期示意图 .....	519
图 7-1 典型应用电路图 .....	538
图 9-1 LQFP64 封装 .....	545
图 9-2 LQFP100 封装 .....	546

## 表格目录

表格 3-1 SWM320 系列 MCU 选型表 .....	13
表格 5-1 PA 复用功能 .....	28
表格 5-2 PB 复用功能 .....	28
表格 5-3 PC 复用功能 .....	28
表格 5-4 PM 复用功能 .....	29
表格 5-5 PN 复用功能 .....	29
表格 5-6 PP 复用功能 .....	30
表格 6-1 存储器映射 .....	31
表格 6-2 中断编号及对应外设 .....	34
表格 6-3 FUNMUX0 功能配置表 .....	105
表格 6-4 FUNMUX1 功能配置表 .....	106
表格 6-5 SRAMC 模块数据接口 .....	452
表格 6-6 SRAMC 模块传输宽度 .....	453
表格 6-7 NORFLC 模块数据接口 .....	459
表格 8 LCDC 模块数据接口 .....	472
表格 6-9 SDIO 模块数据接口 .....	485
表格 6-10 SDIO 命令格式 .....	485
表格 6-11 SDRAMC 模块数据接口 .....	518
表格 8-1 绝对最大额定值 .....	539
表格 8-2 DC 电气特性 (V <sub>dd</sub> -V <sub>ss</sub> = 3.3V, T <sub>w</sub> = 25°C) .....	540
表格 8-3 内部振荡器特征值 .....	541

---

表格 8-4 SAR ADC 特征值..... 543

## 相关文档

### 缩写表

名称	描述
ACMP	Analog Comparator Controller
ADC	Analog-to-Digital Converter
AES	Advanced Encryption Standard
APB	Advanced Peripheral Bus
AHB	Advanced High-Performance Bus
BOD	Brown-out Detection
CAN	Controller Area Network
PWM	Pulse Width Modulation
FIFO	First In, First Out
GPIO	General-Purpose Input/Output
IAP	In Application Programming
ICP	In Circuit Programming
ISP	In System Programming
LDO	Low Dropout Regulator
MPU	Memory Protection Unit
NVIC	Nested Vectored Interrupt Controller
DMA	Direct Memory Access
PLL	Phase-Locked Loop

### 寄存器缩写表

名称	描述
IE/INTEN	Interrupt Enable Register
IF/INTSTAT	Interrupt Flag Register /Interrupt State Register
IM/INTMSK	Interrupt Mask Register
CR/CTRL	Control Register
INTCLR	Interrupt Clear Register

### 寄存器描述列表缩写约定

名称	描述
RO	只读 (read only)
WO	只写 (write only)

R/W	读/写 (read / write)
R/W0C	写 0 清零 (read/write 0 clear)
R/W1C	写 1 清零 (read/write 1 clear)
AC	自动清零 (auto clear)
RC	读清零 (read clear)
-	保留 (reserve)

## 数据手册下载地址

<http://www.synwit.cn/support-1/3.html>

# 1 概述

SWM320 是一款基于 ARM® Cortex™-M4 的 32 位微控制器。具有高性能、低功耗、代码密度大等突出特点，适用于工业控制、白色家电、电机驱动等诸多应用领域。

SWM320 内嵌 ARM® Cortex™-M4 控制器，片上包含精度为 1% 以内的 20MHz/40MHz 时钟，可通过 PLL 倍频到 120MHz 时钟，提供多种内置 FLASH/SRAM 大小可供选择，支持 ISP（在系统编程）操作及 IAP（在应用编程）。

外设串行总线包括 1 个 CAN 接口，多个 UART 接口、SPI 通信接口（支持主/从选择）及 I2C 接口（支持主/从选择）。此外还包括 1 个 32 位看门狗定时器，6 组 32 位通用定时器，1 组 32 位专用脉冲宽度测量定时器，12 通道 16 位的 PWM 发生器，2 个 8 通道 12 位、1MSPS 的逐次逼近型 ADC 模块，1 个 SDIO 接口模块，TFT-LCD 液晶驱动模块以及 RTC 实时时钟、SRAMC、SDRAMC、NORFLC 接口控制模块，同时提供欠压检测及低电压复位功能。

## 2 特性

- 内核
  - 32 位 ARM® Cortex™-M4 内核
  - 24 位系统定时器
  - 工作频率最高 120MHz
  - 硬件单周期乘法
  - 集成嵌套向量中断控制器 (NVIC)，提供最多 240 个、8 级可配置优先级的中断
  - 通过 SWD 接口烧录
- 内置 LDO
  - 供电电压范围为 2.0V 至 3.6V
- 片上 SRAM 存储器
  - 128KB
- 片上 FLASH 存储器
  - 128KB/256KB/512KB
  - 支持用户定制 ISP（在系统编程）更新用户程序
- 串行接口
  - UART 模块，具有独立 8 字节 FIFO，最高支持主时钟 16 分频
  - SPI 模块，具有 8 字节独立 FIFO，支持 SPI、SSI 协议，支持 Master/slave 模式
  - I2C 模块，支持 7 位、10 位地址方式，支持 Master/slave 模式
  - CAN 模块，支持协议 2.0A(11Bit 标识符)和 2.0B（29Bit 标识符）
- PWM 控制模块
  - 12 通道 16 位 PWM 产生器
  - 可设置高电平结束或周期开始两种条件触发中断
  - 具有普通、互补、中心对称等多种输出模式
  - 支持死区控制
  - ADC 采样触发
- 定时器模块
  - 6 路 32 位通用定时器
    - ◆ 具备独立中断
    - ◆ 可做计数器使用
    - ◆ 支持输入单脉冲捕获功能
  - 32 位看门狗定时器，溢出后可配置触发中断或复位芯片
- RTC 模块
  - 可自由设置日期（年、月、周、日）和时间（时、分、秒）
  - 可自由设置闹钟（周、时、分、秒）
  - 自动识别当前设置年份是否为闰年
  - 支持 RTC 中断从 Sleep 模式下唤醒芯片
- DMA 模块
  - 支持存储器到存储器、存储器到外设、外设到外设之间的数据搬运
- SRAMC 模块
  - 支持 8 位数据位宽和 16 位数据位宽的外部 SRAM 存储器

- 最大支持 24 位地址线
- SDRAMC 模块
  - 支持 16Bit 位宽的 SDRAM
  - 支持兼容 PC133 标准的 SDRAM 颗粒
  - 支持 2MB 到 32MB 的外部 SDRAM 颗粒
- NORFLC 模块
  - 支持并行 NOR FLASH 接口
  - 支持 8 位数据位宽和 16 位数据位宽的外部 NOR FLASH 存储器
  - 最大支持 24 位地址线
- SDIO 接口模块
  - 支持标准 SDIO 接口协议
- TFT-LCD 驱动模块
  - 支持 SYNC 接口的外部 LCD 扩展
  - 支持最高分辨率 1024\*768，实际分辨率可以配置
  - 输出数据宽度 16Bit
  - 支持横屏和竖屏模式
- GPIO
  - 最多可达 100 个 GPIO
  - 可配置 2 种 IO 模式
    - ◆ 上拉输入
    - ◆ 下拉输入
  - 灵活的中断配置
    - ◆ 触发类型设置（边沿检测、电平检测）
    - ◆ 触发电平设置（高电平、低电平）
    - ◆ 触发边沿设置（上升沿、下降沿、双边沿）
- 模拟外设
  - 最多 2 个 12 位 8 通道高精度 SAR ADC
    - ◆ 采样率高达 1M SPS
    - ◆ 内建参考电压
    - ◆ 支持 single、scan 两种模式
    - ◆ 独立的结果寄存器
    - ◆ 提供独立 FIFO
    - ◆ 可由软件、PWM 触发
- 欠压检测（BOD）
  - 支持欠压检测
  - 支持欠压中断和复位选择
- 时钟源
  - 20MHz/40MHz 精度可达 1%的片内时钟源
  - 32K 片内时钟源
  - 2~32MHz 片外晶振
- 温度传感器
- 环境

- 工作温度：-40°C~105°C
- 贮存温度：-50°C~150°C
- 湿度等级：MSL3
- 封装
  - LQFP64
  - LQFP100
  - LQFP128
- 其他
  - 可定制 ISP 程序
- 应用范围
  - 仪器仪表
  - 工业控制
  - 电机驱动
  - 白色家电
  - 可穿戴设备

### 3 选型指南

Part Number	Flash	SRAM	IO	Timer	PWM	WDT	RTC	DMA	UART	I2C	SPI	CAN	ADC	EX-MEM	LCDC	SDIO	SDRAMC
SWM32RET7-50	512	128	50	7	12	1	1	8	4	2	2	1	11(2)	0	0	0	0
SWM32VET7-50	512	128	84	7	12	1	1	8	4	2	2	1	12(2)	1	1	1	1
SWM32WET7-50	512	128	105	7	12	1	1	8	4	2	2	1	12(2)	1	1	1	1

表格 3-1 SWM320 系列 MCU 选型表

## 4 功能方框图

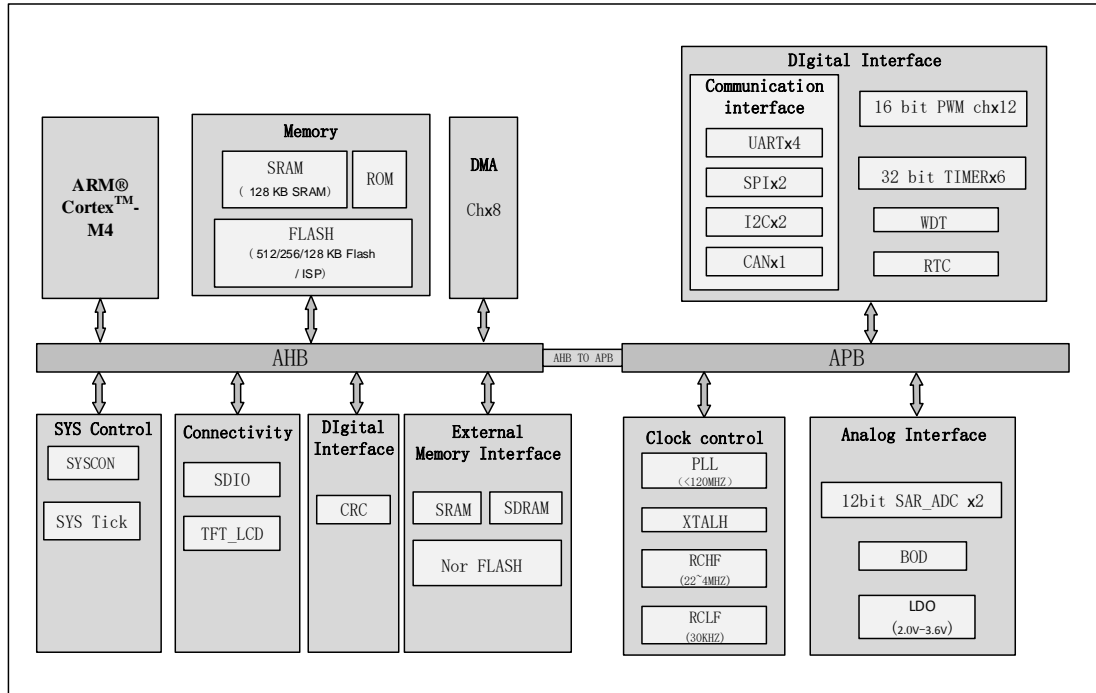


图 4-1 功能方框图

## 5 管脚配置

### 5.1 LQFP64

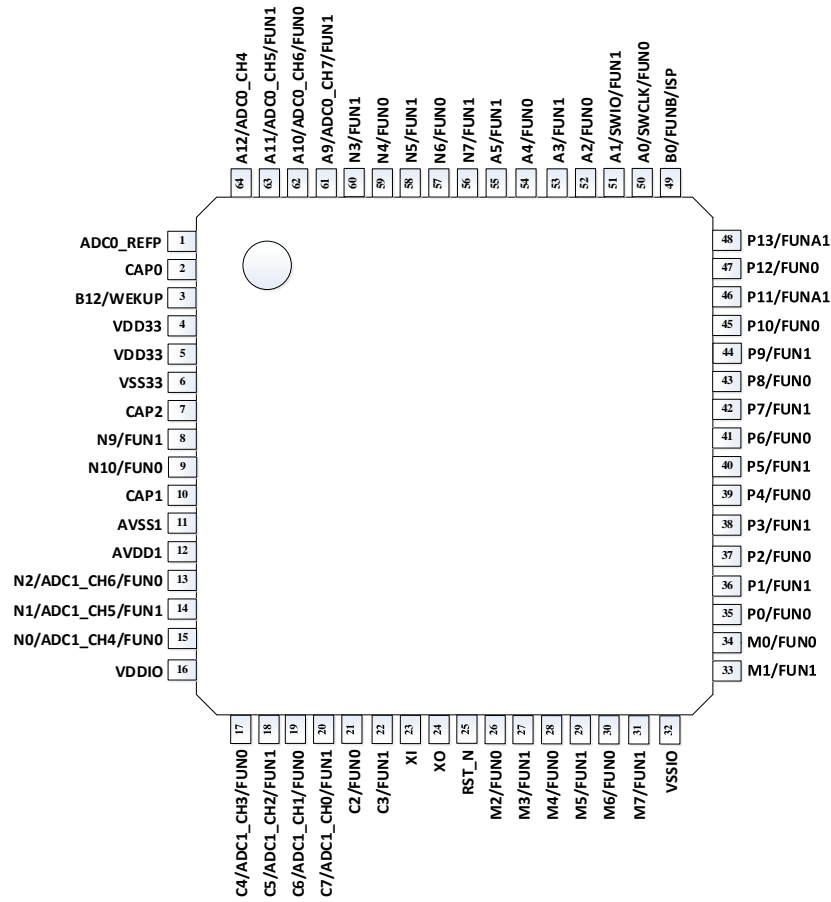


图 5-1 SWM320RET7 封装管脚配置

## 5.2 LQFP100

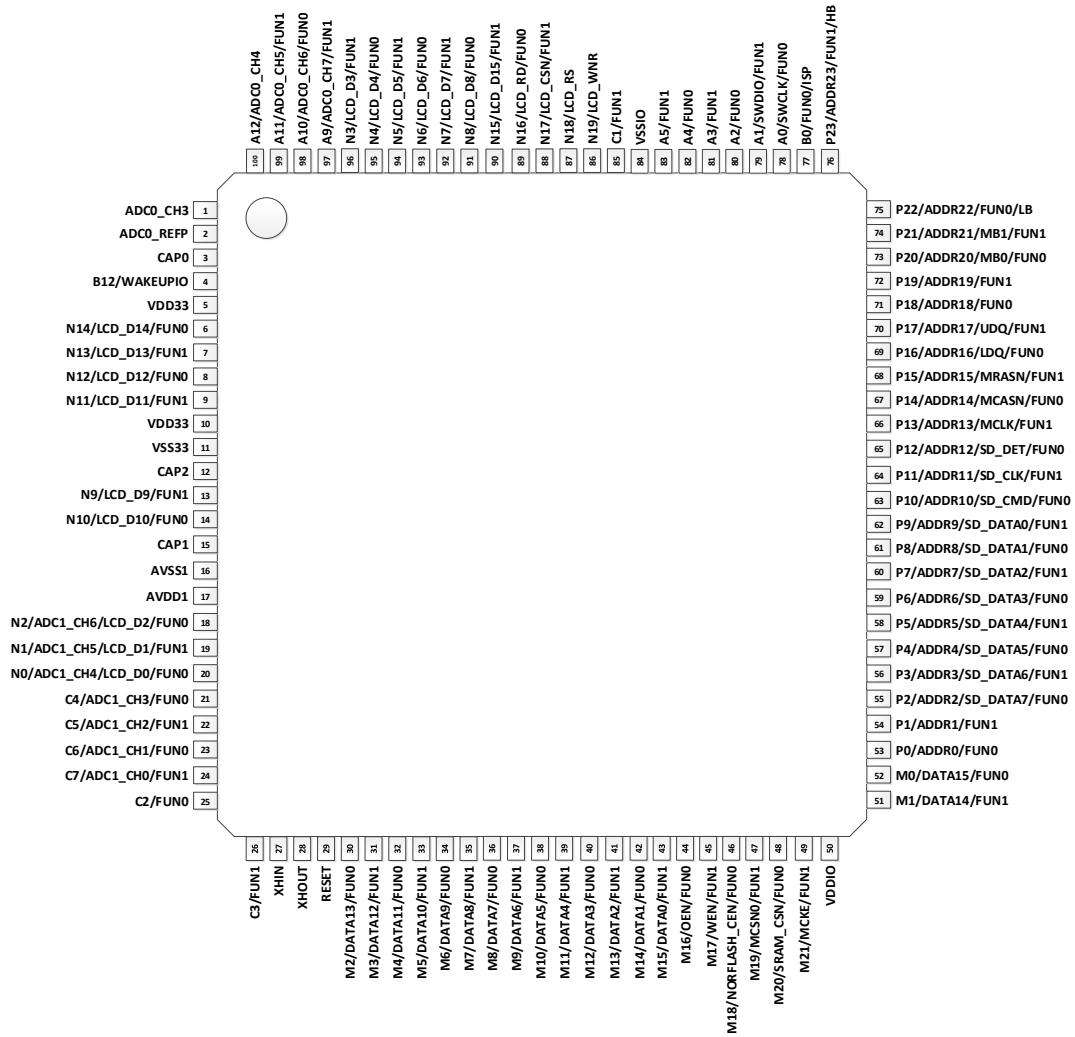


图 5-2 SWM320VET7 封装管脚配置

### 5.3 LQFP128

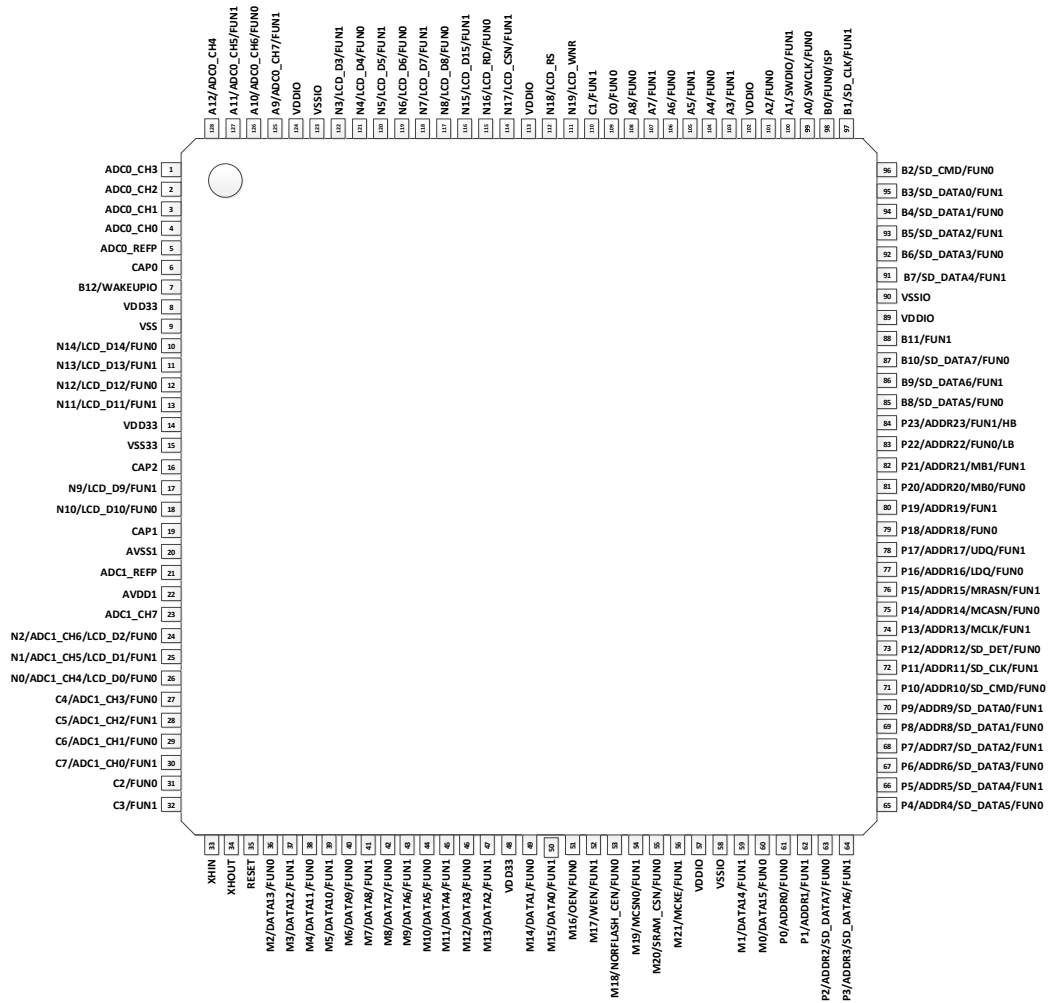


图 5-3 SWM320WET7 封装管脚配置

## 5.4 管脚描述

管脚号			管脚名称	可复用功能	类型	描述
320RET7	320VET7	320WET7				
/	1	1	ADC0_CH3	——	I	ADC0_CH3: ADC0 通道 3 输入引脚;
/	/	2	ADC0_CH2	——	I	ADC0_CH2: ADC0 通道 2 输入引脚;
/	/	3	ADC0_CH1	——	I	ADC0_CH1: ADC0 通道 1 输入引脚;
/	/	4	ADC0_CH0	——	I	ADC0_CH0: ADC0 通道 0 输入引脚;
1	2	5	ADC0_REFP	——	I	ADC0_REFP: ADC0 参考引脚;
2	3	6	CAP0	——	S	CAP0: ADC0 电容滤波脚, 对地 IUF;
3	4	7	B12	WAKE UP	I/O	B12: 数字 GPIO 功能引脚; WAKE UP: 深睡眠唤醒引脚;
4	5	8	VDD33	——	S	VDD33: 芯片供电引脚;
/	/	9	VSS33	——	S	VSS33: 芯片 IO 地功能引脚;
/	6	10	N14	LCD_D14 FUNMUX0	I/O	N14: 数字 GPIO 功能引脚; LCD_D14: LCD 数据输出脚 FUNMUX0: FUNCTION_0 对应功能引脚
/	7	11	N13	LCD_D13 FUNMUX1	I/O	N13: 数字 GPIO 功能引脚; LCD_D13: LCD 数据输出脚 FUNMUX1: FUNCTION_1 对应功能引脚
/	8	12	N12	LCD_D12 FUNMUX0	I/O	N12: 数字 GPIO 功能引脚; LCD_D12: LCD 数据输出脚 FUNMUX0: FUNCTION_0 对应功能引脚
/	9	13	N11	LCD_D11 FUNMUX1	I/O	N11: 数字 GPIO 功能引脚; LCD_D11: LCD 数据输出脚 FUNMUX1: FUNCTION_1 对应功能引脚
5	10	14	VDD33	——	S	VDD33: 芯片主电源功能引脚;
6	11	15	VSS33	——	S	VSS33: 芯片 IO 地功能引脚;
7	12	16	CAP2	——	S	CAP2: 电容滤波脚, 对地 IUF;
8	13	17	N9	LCD_D9 FUNMUX1	I/O	N9: 数字 GPIO 功能引脚; LCD_D9: LCD 数据输出脚 FUNMUX1: FUNCTION_1 对应功能引脚
9	14	18	N10	LCD_D10 FUNMUX0	I/O	N10: 数字 GPIO 功能引脚 LCD_D10: LCD 数据输出脚 FUNMUX0: FUNCTION_0 对应功能引脚
10	15	19	CAP1	——	S	CAP1: ADC1 电容滤波脚, 对地 IUF
11	16	20	AVSS1	——	S	AVSS1: ADC1 模拟地引脚
/	/	21	ADC1_REFP	——	I	ADC1_REFP: ADC1 参考引脚;

12	17	22	AVDD1	——	S	AVDD1: ADC1 模拟供电引脚;
/	/	23	ADC1_CH7	——	I	ADC1_CH7: ADC1 通道 7 输入引脚;
13	18	24	N2	ADC1_CH6 LCD_D2 FUNMUX0	I/O	N2: 数字 GPIO 功能引脚 ADC1_CH6: ADC1 通道 6 输入引脚 LCD_D2: LCD 数据输出脚 FUNMUX0: FUNCTION_0 对应功能引脚
14	19	25	N1	ADC1_CH5 LCD_D1 FUNMUX1	I/O	N1: 数字 GPIO 功能引脚 ADC1_CH5: ADC1 通道 5 输入引脚 LCD_D1: LCD 数据输出脚 FUNMUX1: FUNCTION_1 对应功能引脚
15	20	26	N0	ADC1_CH4 LCD_D0 FUNMUX0	I/O	N0: 数字 GPIO 功能引脚 ADC1_CH4: ADC1 通道 4 输入引脚 LCD_D0: LCD 数据输出脚 FUNMUX0: FUNCTION_0 对应功能引脚
16	/	/	VDDIO	VDDIO	S	VDDIO: 芯片 IO 电源功能引脚
17	21	27	C4	ADC1_CH3 FUNMUX0	I/O	C4: 数字 GPIO 功能引脚 ADC1_CH3: ADC1 通道 3 输入引脚 FUNMUX0: FUNCTION_0 对应功能引脚
18	22	28	C5	ADC1_CH2 FUNMUX1	I/O	C5: 数字 GPIO 功能引脚 ADC1_CH2: ADC1 通道 2 输入引脚 FUNMUX1: FUNCTION_1 对应功能引脚
19	23	29	C6	ADC1_CH1 FUNMUX0	I/O	C6: 数字 GPIO 功能引脚; ADC1_CH1: ADC1 通道 1 输入引脚; FUNMUX0: FUNCTION_0 对应功能引脚
20	24	30	C7	ADC1_CH0 FUNMUX1	I/O	C7: 数字 GPIO 功能引脚 ADC1_CH0: ADC1 通道 0 输入引脚 FUNMUX1: FUNCTION_1 对应功能引脚
21	25	31	C2	FUNMUX0	I/O	C2: 数字 GPIO 功能引脚; FUNMUX0: FUNCTION_0 对应功能引脚
22	26	32	C3	FUNMUX1	I/O	C3: 数字 GPIO 功能引脚 FUNMUX1: FUNCTION_1 对应功能引脚
23	27	33	XHIN	——	I/O	XHIN: 外部高频晶振输入;
24	28	34	XHOUT	——	I/O	XHOUT: 外部高频晶振输出;
25	29	35	RESET	——	I/O	RESET: 系统复位引脚;
26	30	36	M2	DATA13 FUNMUX0	I/O	M2: 数字 GPIO 功能引脚; DATA13: NORFLASH/SDRAM/RAM 数据输出引 脚; FUNMUX0: FUNCTION_0 对应功能引脚
27	31	37	M3	DATA12 FUNMUX1	I/O	M3: 数字 GPIO 功能引脚 DATA12: NORFLASH/SDRAM/RAM 数据输出引 脚

						FUNMUX1: FUNCTION_1 对应功能引脚
28	32	38	M4	DATA11 FUNMUX0	I/O	M4: 数字 GPIO 功能引脚; DATA11: NORFLASH/SDRAM/RAM 数据输出引 脚; FUNMUX0: FUNCTION_0 对应功能引脚
29	33	39	M5	DATA10 FUNMUX1	I/O	M5: 数字 GPIO 功能引脚 DATA10: NORFLASH/SDRAM/RAM 数据输出引 脚 FUNMUX1: FUNCTION_1 对应功能引脚
30	34	40	M6	DATA9 FUNMUX0	I/O	M6: 数字 GPIO 功能引脚; DATA9: NORFLASH/SDRAM/RAM 数据输出引 脚; FUNMUX0: FUNCTION_0 对应功能引脚
31	35	41	M7	DATA8 FUNMUX1	I/O	M7: 数字 GPIO 功能引脚 DATA8: NORFLASH/SDRAM/RAM 数据输出引脚 FUNMUX1: FUNCTION_1 对应功能引脚
32	/	/	VSSIO	VSSIO	S	VSSIO: 芯片 IO 地功能引脚
/	36	42	M8	DATA7 FUNMUX0	I/O	M8: 数字 GPIO 功能引脚; DATA7: NORFLASH/SDRAM/RAM 数据输出引 脚; FUNMUX0: FUNCTION_0 对应功能引脚
/	37	43	M9	DATA6 FUNMUX1	I/O	M9: 数字 GPIO 功能引脚 DATA6: NORFLASH/SDRAM/RAM 数据输出引脚 FUNMUX1: FUNCTION_1 对应功能引脚
/	38	44	M10	DATA5 FUNMUX0	I/O	M10: 数字 GPIO 功能引脚; DATA5: NORFLASH/SDRAM/RAM 数据输出引 脚; FUNMUX0: FUNCTION_0 对应功能引脚
/	39	45	M11	DATA4 FUNMUX1	I/O	M11: 数字 GPIO 功能引脚 DATA4: NORFLASH/SDRAM/RAM 数据输出引脚 FUNMUX1: FUNCTION_1 对应功能引脚
/	40	46	M12	DATA3 FUNMUX0	I/O	M12: 数字 GPIO 功能引脚; DATA3: NORFLASH/SDRAM/RAM 数据输出引 脚; FUNMUX0: FUNCTION_0 对应功能引脚
/	41	47	M13	DATA2 FUNMUX1	I/O	M13: 数字 GPIO 功能引脚 DATA2: NORFLASH/SDRAM/RAM 数据输出引脚 FUNMUX1: FUNCTION_1 对应功能引脚
/	/	48	VDD33	——	S	VDD33: 芯片主电源功能引脚;
/	42	49	M14	DATA1 FUNMUX0	I/O	M14: 数字 GPIO 功能引脚 DATA1: NORFLASH/SDRAM/RAM 数据输出引脚 FUNMUX0: FUNCTION_0 对应功能引脚

/	43	50	M15	DATA0 FUNMUX1	I/O	M15: 数字 GPIO 功能引脚 DATA0: NORFLASH/SDRAM/RAM 数据输出引脚 FUNMUX1: FUNCTION_1 对应功能引脚
/	44	51	M16	OEN FUNMUX0	I/O	M16: 数字 GPIO 功能引脚 OEN: NORFLASH/SDRAM/RAM 输出使能引脚 FUNMUX0: FUNCTION_0 对应功能引脚
/	45	52	M17	WEN FUNMUX1	I/O	M17: 数字 GPIO 功能引脚 WEN: NORFLASH/SDRAM/RAM 写使能引脚 FUNMUX1: FUNCTION_1 对应功能引脚
/	46	53	M18	NORFLASH_C EN FUNMUX0	I/O	M18: 数字 GPIO 功能引脚; NORFLASH_CEN: 外部 NORFLASH 功能选通引 脚; FUNMUX0: FUNCTION_0 对应功能引脚
/	47	54	M19	MCSN0 FUNMUX1	I/O	M19: 数字 GPIO 功能引脚; MCSN0: SDRAM 片选功能引脚 FUNMUX1: FUNCTION_1 对应功能引脚
/	48	55	M20	SRAM_CSN FUNMUX0	I/O	M20: 数字 GPIO 功能引脚; SRAM_CSN: 外部 SRAM 功能选通引脚; FUNMUX0: FUNCTION_0 对应功能引脚
/	49	56	M21	MCKE FUNMUX1	I/O	M21: 数字 GPIO 功能引脚; MCKE: SDRAM 时钟使能功能引脚 FUNMUX1: FUNCTION_1 对应功能引脚
/	50	57	VDDIO	VDDIO	S	VDDIO: 芯片 IO 电源功能引脚;
/	/	58	VSSIO	VSSIO	S	VSSIO: 芯片 IO 地功能引脚
33	51	59	M1	DATA14 FUNMUX1	I/O	M1: 数字 GPIO 功能引脚; DATA14: NORFLASH/SDRAM/RAM 数据输出引 脚; FUNMUX1: FUNCTION_1 对应功能引脚
34	52	60	M0	DATA15 FUNMUX0	I/O	M0: 数字 GPIO 功能引脚; DATA15: NORFLASH/SDRAM/RAM 数据输出引 脚; FUNMUX0: FUNCTION_0 对应功能引脚
35	53	61	P0	ADDR0 FUNMUX0	I/O	P0: 数字 GPIO 功能引脚; ADDR0: NORFLASH/SDRAM/RAM 地址引脚; FUNMUX0: FUNCTION_0 对应功能引脚
36	54	62	P1	ADDR1 FUNMUX1	I/O	P1: 数字 GPIO 功能引脚; ADDR1: NORFLASH/SDRAM/RAM 地址引脚; FUNMUX1: FUNCTION_1 对应功能引脚
37	55	63	P2	ADDR2 SD_DATA7 FUNMUX0	I/O	P2: 数字 GPIO 功能引脚; ADDR2: NORFLASH/SDRAM/RAM 地址引脚; SD_DATA7: SD 卡数据功能引脚 FUNMUX0: FUNCTION_0 对应功能引脚

38	56	64	P3	ADDR3 SD_DATA6 FUNMUX1	I/O	P3: 数字 GPIO 功能引脚; ADDR3: NORFLASH/SDRAM/RAM 地址引脚; SD_DATA6: SD 卡数据功能引脚 FUNMUX1: FUNCTION_1 对应功能引脚
39	57	65	P4	ADDR4 SD_DATA5 FUNMUX0	I/O	P4: 数字 GPIO 功能引脚; ADDR4: NORFLASH/SDRAM/RAM 地址引脚; SD_DATA5: SD 卡数据功能引脚 FUNMUX0: FUNCTION_0 对应功能引脚
40	58	66	P5	ADDR5 SD_DATA4 FUNMUX1	I/O	P5: 数字 GPIO 功能引脚; ADDR5: NORFLASH/SDRAM/RAM 地址引脚; SD_DATA4: SD 卡数据功能引脚 FUNMUX1: FUNCTION_1 对应功能引脚
41	59	67	P6	ADDR6 SD_DATA3 FUNMUX0	I/O	P6: 数字 GPIO 功能引脚; ADDR6: NORFLASH/SDRAM/RAM 地址引脚; SD_DATA3: SD 卡数据功能引脚 FUNMUX0: FUNCTION_0 对应功能引脚
42	60	68	P7	ADDR7 SD_DATA2 FUNMUX1	I/O	P7: 数字 GPIO 功能引脚; ADDR7: NORFLASH/SDRAM/RAM 地址引脚; SD_DATA2: SD 卡数据功能引脚 FUNMUX1: FUNCTION_1 对应功能引脚
43	61	69	P8	ADDR8 SD_DATA1 FUNMUX0	I/O	P8: 数字 GPIO 功能引脚; ADDR8: NORFLASH/SDRAM/RAM 地址引脚; SD_DATA1: SD 卡数据功能引脚 FUNMUX0: FUNCTION_0 对应功能引脚
44	62	70	P9	ADDR9 SD_DATA0 FUNMUX1	I/O	P9: 数字 GPIO 功能引脚; ADDR9: NORFLASH/SDRAM/RAM 地址引脚; SD_DATA0: SD 卡数据功能引脚 FUNMUX1: FUNCTION_1 对应功能引脚
45	63	71	P10	ADDR10 SD_CMD FUNMUX0	I/O	P10: 数字 GPIO 功能引脚; ADDR10: NORFLASH/SDRAM/RAM 地址引脚; SD_CMD: SD 卡命令功能引脚 FUNMUX0: FUNCTION_0 对应功能引脚
46	64	72	P11	ADDR11 SD_CLK FUNMUX1	I/O	P11: 数字 GPIO 功能引脚; SD_CLK: SD 卡时钟功能引脚 FUNMUX1: FUNCTION_1 对应功能引脚
47	65	73	P12	ADDR12 SD_DETECT FUNMUX0	I/O	P12: 数字 GPIO 功能引脚; ADDR12: NORFLASH/SDRAM/RAM 地址引脚; SD_DETECT: SD 卡检测功能引脚 FUNMUX0: FUNCTION_0 对应功能引脚
48	66	74	P13	ADDR13/ MCLK FUNMUX1	I/O	P13: 数字 GPIO 功能引脚; ADDR13: NORFLASH/RAM 地址引脚; MCLK: SDRAM 系统时钟输入引脚

						FUNMUX1: FUNCTION_1 对应功能引脚
/	67	75	P14	ADDR14/ MCASN FUNMUX0	I/O	P14: 数字 GPIO 功能引脚; ADDR14: NORFLASH/RAM 地址引脚; MCASN: SDRAM 列有效功能选择 FUNMUX0: FUNCTION_0 对应功能引脚
/	68	76	P15	ADDR15 MRASN FUNMUX1	I/O	P15: 数字 GPIO 功能引脚; ADDR15: NORFLASH/RAM 地址引脚; MRASN: SDRAM 行有效功能选择 FUNMUX1: FUNCTION_1 对应功能引脚
/	69	77	P16	ADDR16 LDQ FUNMUX0	I/O	P16: 数字 GPIO 功能引脚; ADDR16: NORFLASH/RAM 地址引脚; LDQ: SDRAM 低字节使能引脚 FUNMUX0: FUNCTION_0 对应功能引脚
/	70	78	P17	ADDR17 UDQ FUNMUX1	I/O	P17: 数字 GPIO 功能引脚; ADDR17: NORFLASH/RAM 地址引脚; UDQ: SDRAM 高字节使能引脚; FUNMUX1: FUNCTION_1 对应功能引脚
/	71	79	P18	ADDR18 FUNMUX0	I/O	P18: 数字 GPIO 功能引脚; ADDR18: NORFLASH/RAM 地址引脚; FUNMUX0: FUNCTION_0 对应功能引脚
/	72	80	P19	ADDR19 FUNMUX1	I/O	P19: 数字 GPIO 功能引脚; ADDR19: NORFLASH/RAM 地址引脚; FUNMUX1: FUNCTION_1 对应功能引脚
/	73	81	P20	ADDR20/ MB0 FUNMUX0	I/O	P20: 数字 GPIO 功能引脚; ADDR20: NORFLASH/RAM 地址引脚; MB0: SDRAM 选择 Bank 功能引脚; FUNMUX0: FUNCTION_0 对应功能引脚
/	74	82	P21	ADDR21/ MB1 FUNMUX1	I/O	P21: 数字 GPIO 功能引脚; ADDR21: NORFLASH/RAM 地址引脚; MB1: SDRAM 选择 Bank 功能引脚; FUNMUX1: FUNCTION_1 对应功能引脚
/	75	83	P22	ADDR22 FUNMUX0 LB	I/O	P22: 数字 GPIO 功能引脚; ADDR22: NORFLASH/SRAM 地址引脚; FUNMUX0: FUNCTION_0 对应功能引脚 LB: SRAM 对应 LB 功能引脚
/	76	84	P23	ADDR22 FUNMUX1 UB	I/O	P23: 数字 GPIO 功能引脚; ADDR23: NORFLASH/SRAM 地址引脚; FUNMUX0: FUNCTION_0 对应功能引脚 UB: SRAM 对应 UB 功能引脚
/	/	85	B8	SD_DATA5/ FUN0	I/O	B8: 数字 GPIO 功能引脚; SD_DATA5: SD 功能数据引脚 5; FUNMUX0: FUNCTION_0 对应功能引脚

/	/	86	B9	SD_DATA6/ FUN1	I/O	B9: 数字 GPIO 功能引脚; SD_DATA6: SD 功能数据引脚 6; FUNMUX1: FUNCTION_1 对应功能引脚
/	/	87	B10	SD_DATA7/ FUN0	I/O	B10: 数字 GPIO 功能引脚; SD_DATA7: SD 功能数据引脚 7; FUNMUX0: FUNCTION_0 对应功能引脚
/	/	88	B11	FUN1	I/O	B11: 数字 GPIO 功能引脚; FUNMUX1: FUNCTION_1 对应功能引脚
/	/	89	VDDIO	VDDIO	S	VDDIO: 芯片 IO 电源功能引脚;
/	/	90	VSSIO	VSSIO	S	VSSIO: 芯片 IO 地功能引脚
/	/	91	B7	SD_DATA4/ FUN1	I/O	B7: 数字 GPIO 功能引脚; SD_DATA4: SD 功能数据引脚 4; FUNMUX1: FUNCTION_1 对应功能引脚
/	/	92	B6	SD_DATA3/ FUN0	I/O	B6: 数字 GPIO 功能引脚; SD_DATA3: SD 功能数据引脚 3; FUNMUX0: FUNCTION_0 对应功能引脚
/	/	93	B5	SD_DATA2/ FUN1	I/O	B5: 数字 GPIO 功能引脚; SD_DATA2: SD 功能数据引脚 2; FUNMUX1: FUNCTION_1 对应功能引脚
/	/	94	B4	SD_DATA1/ FUN0	I/O	B4: 数字 GPIO 功能引脚; SD_DATA1: SD 功能数据引脚 1; FUNMUX0: FUNCTION_0 对应功能引脚
/	/	95	B3	SD_DATA0/ FUN1	I/O	B3: 数字 GPIO 功能引脚; SD_DATA0: SD 功能数据引脚 0; FUNMUX1: FUNCTION_1 对应功能引脚
/	/	96	B2	SD_CMD/ FUN0	I/O	B2: 数字 GPIO 功能引脚; SD_CMD: SD 功能 CMD 引脚; FUNMUX0: FUNCTION_0 对应功能引脚
/	/	97	B1	SD_CLK/ FUN1	I/O	B1: 数字 GPIO 功能引脚; SD_CLK: SD 功能 CLK 引脚; FUNMUX1: FUNCTION_1 对应功能引脚
49	77	98	B0	ISP FUNMUX0	I/O	B0: 数字 GPIO 功能引脚; ISP: ISP 触发引脚, 上电拉高 5ms 进入 ISP 模式 FUNMUX0: FUNCTION_0 对应功能引脚
50	78	99	A0	FUNMUX0	I/O	A0: 数字 GPIO 功能引脚; SWDCLK: SWD 下载接口的时钟引脚; FUNMUX0: FUNCTION_0 对应功能引脚
51	79	100	A1	FUNMUX1	I/O	A1: 数字 GPIO 功能引脚; SWDIO: SWD 下载接口的数据线引脚; FUNMUX1: FUNCTION_1 对应功能引脚

52	80	101	A2	FUNMUX0	I/O	A2: 数字 GPIO 功能引脚; FUNMUX0: FUNCTION_0 对应功能引脚
/	/	102	VDDIO	VDDIO	S	VDDIO: 芯片 IO 电源功能引脚;
53	81	103	A3	FUNMUX1	I/O	A3: 数字 GPIO 功能引脚; FUNMUX1: FUNCTION_1 对应功能引脚
54	82	104	A4	FUNMUX0	I/O	A4: 数字 GPIO 功能引脚; FUNMUX0: FUNCTION_0 对应功能引脚
55	83	105	A5	FUNMUX1	I/O	A5: 数字 GPIO 功能引脚 FUNMUX1: FUNCTION_1 对应功能引脚
/	/	106	A6	FUNMUX0	I/O	A6: 数字 GPIO 功能引脚 FUNMUX0: FUNCTION_0 对应功能引脚
/	/	107	A7	FUNMUX1	I/O	A7: 数字 GPIO 功能引脚 FUNMUX1: FUNCTION_1 对应功能引脚
/	/	108	A8	FUNMUX0	I/O	A8: 数字 GPIO 功能引脚 FUNMUX0: FUNCTION_0 对应功能引脚
/	84	/	VSSIO	VSSIO	S	VSSIO: 芯片 IO 地功能引脚
/	/	109	C0	FUNMUX0	I/O	C0: 数字 GPIO 功能引脚 FUNMUX0: FUNCTION_0 对应功能引脚
/	85	110	C1	FUNMUX1	I/O	C1: 数字 GPIO 功能引脚 FUNMUX1: FUNCTION_1 对应功能引脚
/	86	111	N19	LCD_WNR	I/O	N19: 数字 GPIO 功能引脚 LCD_WNR: LCD 写数据功能引脚
/	87	112	N18	LCD_RS	I/O	N18: 数字 GPIO 功能引脚 LCD_RS: LCD 指令/数据功能引脚
/	/	103	VDDIO	VDDIO	S	VDDIO: 芯片 IO 电源功能引脚;
/	88	114	N17	LCD_CSN FUNMUX1	I/O	N17: 数字 GPIO 功能引脚 LCD_CSN: LCD 片选功能引脚 FUNMUX1: FUNCTION_1 对应功能引脚
/	89	115	N16	LCD_RD FUNMUX0	I/O	N16: 数字 GPIO 功能引脚 LCD_RD: LCD 读数据功能引脚 FUNMUX0: FUNCTION_0 对应功能引脚
/	90	116	N15	LCD_D15 FUNMUX1	I/O	N15: 数字 GPIO 功能引脚 LCD_DOUT15: LCD 数据输出脚 FUNMUX1: FUNCTION_1 对应功能引脚
/	91	117	N8	LCD_D8 FUNMUX0	I/O	N8: 数字 GPIO 功能引脚 LCD_DOUT8: LCD 数据输出脚 FUNMUX0: FUNCTION_0 对应功能引脚
56	92	118	N7	LCD_D7 FUNMUX1	I/O	N7: 数字 GPIO 功能引脚 LCD_DOUT7: LCD 数据输出脚 FUNMUX1: FUNCTION_1 对应功能引脚
57	93	119	N6	LCD_D6	I/O	N6: 数字 GPIO 功能引脚

				FUNMUX0		LCD_DOUT6: LCD 数据输出脚 FUNMUX0: FUNCTION_0 对应功能引脚
58	94	120	N5	LCD_D5 FUNMUX1	I/O	N5: 数字 GPIO 功能引脚 LCD_DOUT5: LCD 数据输出脚 FUNMUX1: FUNCTION_1 对应功能引脚
59	95	121	N4	LCD_D4 FUNMUX0	I/O	N4: 数字 GPIO 功能引脚 LCD_DOUT4: LCD 数据输出脚 FUNMUX0: FUNCTION_0 对应功能引脚
60	96	122	N3	LCD_D3 FUNMUX1	I/O	N3: 数字 GPIO 功能引脚 LCD_DOUT3: LCD 数据输出脚 FUNMUX1: FUNCTION_1 对应功能引脚
/	/	123	VSSIO	VSSIO	S	VSSIO: 芯片 IO 地功能引脚
/	/	124	VDDIO	VDDIO	S	VDDIO: 芯片 IO 电源功能引脚;
61	97	125	A9	ADC0_CH7 FUNMUX1	I/O	A9: 数字 GPIO 功能引脚 ADC0_CH7: ADC0 通道 7 输入引脚; FUNMUX1: FUNCTION_1 对应功能引脚
62	98	126	A10	ADC0_CH6 FUNMUX0	I/O	A10: 数字 GPIO 功能引脚 ADC0_CH6: ADC0 通道 6 输入引脚; FUNMUX0: FUNCTION_0 对应功能引脚
63	99	127	A11	ADC0_CH5 FUNMUX1	I/O	A11: 数字 GPIO 功能引脚 ADC0_CH5: ADC0 通道 5 输入引脚 FUNMUX1: FUNCTION_1 对应功能引脚
64	100	128	A12	ADC0_CH4	I/O	A12: 数字 GPIO 功能引脚; ADC0_CH4: ADC0 通道 4 输入引脚

**注 1:**

A12/B12/N18/N19 无 FUNx 配置功能

**注 2: FUNMUX1 与 FUNMUX0 对应功能列表**

FUNMUX1	0_0000: UART0_TXD
功能	0_0001: UART1_TXD
	0_0010: UART2_TXD
	0_0011: UART3_TXD
	0_0100: 保留
	0_0101: I2C0_SDA
	0_0110: I2C1_SDA
	0_0111: PWMA1_OUT
	0_1000: PWMA3_OUT
	0_1001: PWMA5_OUT
	0_1010: PWMB1_OUT
	0_1011: PWMB3_OUT
	0_1100: PWMB5_OUT
	0_1101: TIMER_PULSE_IN
	0_1110: TIMER_IN1
	0_1111: TIMER_IN3

	1_0000: CAN_TX
	1_0001: SPI0_SCK
	1_0010: SPI0_MISO
	1_0011: SPI1_SCK
	1_0100: SPI1_MISO
	1_0101: UART0_RTS
	1_0110: UART1_RTS
	1_0111: UART2_RTS
	1_1000: UART3_RTS
FUNMUX0	0_0000: UART0_RXD
功能	0_0001: UART1_RXD
	0_0010: UART2_RXD
	0_0011: UART3_RXD
	0_0100: 保留
	0_0101: I2C0_SCL
	0_0110: I2C1_SCL
	0_0111: PWMA0_OUT
	0_1000: PWMA2_OUT
	0_1001: PWMA4_OUT
	0_1010: PWMB0_OUT
	0_1011: PWMB2_OUT
	0_1100: PWMB4_OUT
	0_1101: PWM_BRAKE
	0_1110: TIMER_IN0
	0_1111: TIMER_IN2
	1_0000: CAN_RX
	1_0001: SPI0_SSN
	1_0010: SPI0_MOSI
	1_0011: SPI1_SSN
	1_0100: SPI1_MOSI
	1_0101: UART0_CTS
	1_0110: UART1_CTS
	1_0111: UART2_CTS
	1_1000: UART3_CTS

## 5.5 管脚复用功能表

表格 5-1 PA 复用功能

管脚名称	SEL01	SEL10	SEL11	其他
PA0	FUNMUX0 功能	SWCLK	-	-
PA1	FUNMUX1 功能	SWIO	-	-
PA2	FUNMUX0 功能	-	-	-
PA3	FUNMUX1 功能	-	-	-
PA4	FUNMUX0 功能	-	-	-
PA5	FUNMUX1 功能	-	-	-
PA6	FUNMUX0 功能	-	-	-
PA7	FUNMUX1 功能	-	-	-
PA8	FUNMUX0 功能	-	-	-
PA9	FUNMUX1 功能	-	ADC0 模拟通道 7	-
PA10	FUNMUX0 功能	-	ADC0 模拟通道 6	-
PA11	FUNMUX1 功能	-	ADC0 模拟通道 5	-
PA12	-	-	ADC0 模拟通道 4	-

表格 5-2 PB 复用功能

管脚名称	SEL01	SEL10	SEL11	其他
PB0	FUNMUX0 功能	SD_DETECT	-	ISP
PB1	FUNMUX1 功能	SD_CLK	-	-
PB2	FUNMUX0 功能	SD_CMD	-	-
PB3	FUNMUX1 功能	SD_DATA0	-	-
PB4	FUNMUX0 功能	SD_DATA1	-	-
PB5	FUNMUX1 功能	SD_DATA2	-	-
PB6	FUNMUX0 功能	SD_DATA3	-	-
PB7	FUNMUX1 功能	SD_DATA4	-	-
PB8	FUNMUX0 功能	SD_DATA5	-	-
PB9	FUNMUX1 功能	SD_DATA6	-	-
PB10	FUNMUX0 功能	SD_DATA7	-	-
PB11	FUNMUX1 功能	-	-	-
PB12	-	-	-	WAKE UP

表格 5-3 PC 复用功能

管脚名称	SEL01	SEL10	SEL11	其他
PC0	FUNMUX0 功能	-	-	-
PC1	FUNMUX1 功能	-	-	-
PC2	FUNMUX0 功能	-	-	-

PC3	FUNMUX1 功能	-	-	-
PC4	FUNMUX0 功能	-	ADC1 模拟通道 3	-
PC5	FUNMUX1 功能	-	ADC1 模拟通道 2	-
PC6	FUNMUX0 功能	-	ADC1 模拟通道 1	-
PC7	FUNMUX1 功能	-	ADC1 模拟通道 0	-

表格 5-4 PM 复用功能

管脚名称	SEL01	SEL10	SEL11	其他
PM0	FUNMUX0 功能	NFLASH_D15	-	-
PM1	FUNMUX1 功能	NFLASH_D14	-	-
PM2	FUNMUX0 功能	NFLASH_D13	-	-
PM3	FUNMUX1 功能	NFLASH_D12	-	-
PM4	FUNMUX0 功能	NFLASH_D11	-	-
PM5	FUNMUX1 功能	NFLASH_D10	-	-
PM6	FUNMUX0 功能	NFLASH_D9	-	-
PM7	FUNMUX1 功能	NFLASH_D8	-	-
PM8	FUNMUX0 功能	NFLASH_D7	-	-
PM9	FUNMUX1 功能	NFLASH_D6	-	-
PM10	FUNMUX0 功能	NFLASH_D5	-	-
PM11	FUNMUX1 功能	NFLASH_D4	-	-
PM12	FUNMUX0 功能	NFLASH_D3	-	-
PM13	FUNMUX1 功能	NFLASH_D2	-	-
PM14	FUNMUX0 功能	NFLASH_D1	-	-
PM15	FUNMUX1 功能	NFLASH_D0	-	-
PM16	FUNMUX0 功能	NFLASH_OEN	-	-
PM17	FUNMUX1 功能	NFLASH_WEN	-	-
PM18	FUNMUX0 功能	NFLASH_CEN	-	-
PM19	FUNMUX1 功能	MCSN0	-	-
PM20	FUNMUX0 功能	SRAM_CSN	-	-
PM21	FUNMUX1 功能	MCKE	-	-

表格 5-5 PN 复用功能

管脚名称	SEL01	SEL10	SEL11	其他
PN0	FUNMUX0 功能	LCD_DOUT0	ADC1 模拟通道 4	-
PN1	FUNMUX1 功能	LCD_DOUT1	ADC1 模拟通道 5	-
PN2	FUNMUX0 功能	LCD_DOUT2	ADC1 模拟通道 6	-
PN3	FUNMUX1 功能	LCD_DOUT3	-	-
PN4	FUNMUX0 功能	LCD_DOUT4	-	-
PN5	FUNMUX1 功能	LCD_DOUT5	-	-
PN6	FUNMUX0 功能	LCD_DOUT6	-	-

PN7	FUNMUX1 功能	LCD_DOUT7	-	-
PN8	FUNMUX0 功能	LCD_DOUT8	-	-
PN9	FUNMUX1 功能	LCD_DOUT9	-	-
PN10	FUNMUX0 功能	LCD_DOUT10	-	-
PN11	FUNMUX1 功能	LCD_DOUT11	-	-
PN12	FUNMUX0 功能	LCD_DOUT12	-	-
PN13	FUNMUX1 功能	LCD_DOUT13	-	-
PN14	FUNMUX0 功能	LCD_DOUT14	-	-
PN15	FUNMUX1 功能	LCD_DOUT15	-	-
PN16	FUNMUX0 功能	LCD_RD	-	-
PN17	FUNMUX1 功能	LCD_CSN	-	-
PN18	-	LCD_RS	-	-
PN19	-	LCD_WNR	-	-

表格 5-6 PP 复用功能

管脚名称	SEL01	SEL10	SEL11	其他
PP0	FUNMUX0 功能	NFLASH_ADDR0	-	-
PP1	FUNMUX1 功能	NFLASH_ADDR1	-	-
PP2	FUNMUX0 功能	NFLASH_ADDR2	SD_DATA7	-
PP3	FUNMUX1 功能	NFLASH_ADDR3	SD_DATA6	-
PP4	FUNMUX0 功能	NFLASH_ADDR4	SD_DATA5	-
PP5	FUNMUX1 功能	NFLASH_ADDR5	SD_DATA4	-
PP6	FUNMUX0 功能	NFLASH_ADDR6	SD_DATA3	-
PP7	FUNMUX1 功能	NFLASH_ADDR7	SD_DATA2	-
PP8	FUNMUX0 功能	NFLASH_ADDR8	SD_DATA1	-
PP9	FUNMUX1 功能	NFLASH_ADDR9	SD_DATA0	-
PP10	FUNMUX0 功能	NFLASH_ADDR10	SD_CMD	-
PP11	FUNMUX1 功能	NFLASH_ADDR11	SD_CLK	-
PP12	FUNMUX0 功能	NFLASH_ADDR12	SD_DETECT	-
PP13	FUNMUX1 功能	NFLASH_ADDR13	-	MCLK
PP14	FUNMUX0 功能	NFLASH_ADDR14	-	MCASN
PP15	FUNMUX1 功能	NFLASH_ADDR15	-	MRASN
PP16	FUNMUX0 功能	NFLASH_ADDR16	-	LDQ
PP17	FUNMUX1 功能	NFLASH_ADDR17	-	UDQ
PP18	FUNMUX0 功能	NFLASH_ADDR18	-	-
PP19	FUNMUX1 功能	NFLASH_ADDR19	-	-
PP20	FUNMUX0 功能	NFLASH_ADDR20	-	MB0
PP21	FUNMUX1 功能	NFLASH_ADDR21	-	MB1
PP22	FUNMUX0 功能	NFLASH_ADDR22	-	LB
PP23	FUNMUX0 功 1	NFLASH_ADDR23	-	UB

## 6 功能描述

### 6.1 存储器映射

本系列控制器为 32 位通用控制器，提供了 4G 字节寻址空间，如下表所示。数据使用小端格式（Little-Endian），各模块具体寄存器排布及操作说明在后章节有详细描述。

表格 6-1 存储器映射

起始	结束	描述
<b>存储器</b>		
0x00000000	—	FLASH (256KB/512KB)
0x20000000	—	SRAM (64KB/128KB)
<b>AHB 总线外设</b>		
0x40000000	0x40000FFF	SYSCON
0x40001000	0x40001FFF	DMA
0x40002000	0x40002FFF	LCD
0x40003000	0x40003FFF	CRC
0x40004000	0x40004FFF	SDIO
0x60000000	0x67FFFFFF	NORFLC
0x68000000	0x6FFFFFFF	RAMC
0x70000000	0x7FFFFFFF	SDRAMC
<b>APB 总线外设</b>		
0x40010000	0x40010FFF	PORTCON
0x40011000	0x40011FFF	GPIOA
0x40012000	0x40012FFF	GPIOB
0x40013000	0x40013FFF	GPIOC
0x40015000	0x40015FFF	GIPIOM
0x40016000	0x40016FFF	GPION
0x40017000	0x40017FFF	TIMER
0x40018000	0x40018FFF	GPIOP
0x40019000	0x40019FFF	WDT
0x4001A000	0x4001AFFF	PWM
0x4001B000	0x4001BFFF	RTC
0x4001C000	0x4001CFFF	ADC0
0x4001D000	0x4001DFFF	ADC1

<b>0x4001F000</b>	<b>0x4001FFFF</b>	<b>EFLASH</b>
<b>0x40020000</b>	<b>0x40020FFF</b>	<b>UART0</b>
<b>0x40021000</b>	<b>0x40021FFF</b>	<b>UART1</b>
<b>0x40022000</b>	<b>0x40022FFF</b>	<b>UART2</b>
<b>0x40023000</b>	<b>0x40023FFF</b>	<b>UART3</b>
<b>0x40028000</b>	<b>0x40028FFF</b>	<b>I2C0</b>
<b>0x40029000</b>	<b>0x40029FFF</b>	<b>I2C1</b>
<b>0x4002C000</b>	<b>0x4002CFFF</b>	<b>SPI0</b>
<b>0x4002D000</b>	<b>0x4002DFFF</b>	<b>SPI1</b>
<b>0x40030000</b>	<b>0x40030FFF</b>	<b>CAN</b>

## 6.2 中断控制器（NVIC）

### 6.2.1 概述

Cortex™-M4 提供了“嵌套向量中断控制器（NVIC）”用以管理中断事件。

更多细节请参阅“Cortex™-M4 技术参考手册”及“ARM® CoreSight 技术参考手册”。

### 6.2.2 特性

- 支持嵌套和向量中断
- 硬件完成现场的保存和恢复
- 动态改变优先级
- 确定的中断时间

## 6.2.3 功能描述

### 中断向量表

本系列 MCU 提供了 74 个中断，其排列如表格 6-2 所示，内核中断未列出。具体操作详见各个功能模块。

表格 6-2 中断编号及对应外设

中断 (IRQ 编号)	描述
0	GPIOA0
1	GPIOA1
2	GPIOA2
3	GPIOA3
4	GPIOA4
5	GPIOA5
6	GPIOA6
7	GPIOA7
8	GPIOB0
9	GPIOB1
10	GPIOB2
11	GPIOB3
12	GPIOB4
13	GPIOB5
14	GPIOB6
15	GPIOB7
16	GPIOC0
17	GPIOC1
18	GPIOC2
19	GPIOC3
20	GPIOC4
21	GPIOC5
22	GPIOC6
23	GPIOC7
24	GPION0
25	GPION1
26	GPION2
27	GPION3
28	GPION4
29	GPION5
30	GPION6
31	GPION7

32	DMA
33	LCD
34	NORFC
35	CAN
36	TIMER_PULSE
37	WDT
38	PWM
39	UART0
40	UART1
41	UART2
42	UART3
43	保留
44	I2C0
45	I2C1
46	SPI0
47	ADC0
48	RTC
49	BOD
50	SDIO
51	GPIOA
52	GPIOB
53	GPIOC
54	GIPIOM
55	GPION
56	GIPIOP
57	ADC1
58	FPU
59	SPI1
60	TIMER0
61	TIMER1
62	TIMER2
63	TIMER3
64	TIMER4
65	TIMER5

### 6.2.4 寄存器映射

名称	偏移	类型	复位值	描述
<b>NVIC</b> <b>BASE: 0xE000E000</b>				
NVIC_ISER0	0x100	R/W	0x00	中断 0-31 使能寄存器
NVIC_ISER1	0x104	R/W	0x00	中断 32-63 使能寄存器
NVIC_ISER2	0x108	R/W	0x00	中断 64-95 使能寄存器
NVIC_ICER0	0x180	R/W	0x00	中断 0-31 清除使能寄存器
NVIC_ICER1	0x184	R/W	0x00	中断 32-63 清除使能寄存器
NVIC_ICER2	0x188	R/W	0x00	中断 64-95 清除使能寄存器
NVIC_ISPR0	0x200	R/W	0x00	中断 0-31 设置挂起寄存器
NVIC_ISPR1	0x204	R/W	0x00	中断 32-63 设置挂起寄存器
NVIC_ISPR2	0x208	R/W	0x00	中断 64-95 设置挂起寄存器
NVIC_ICPR0	0x280	R/W	0x00	中断 0-31 清除挂起寄存器
NVIC_ICPR1	0x284	R/W	0x00	中断 32-63 清除挂起寄存器
NVIC_ICPR2	0x288	R/W	0x00	中断 64-95 清除挂起寄存器
NVIC_IPRx	0x400+x	R/W	0x00	IRQx 优先级控制 (x 为 0-95)

## 6.2.5 寄存器描述

### 中断使能寄存器 NVIC\_ISER(0~2)

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
NVIC_ISER0	0x100	R/W	0x00	中断 0-31 使能寄存器

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
NVIC_ISER1	0x104	R/W	0x00	中断 32-63 使能寄存器

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
NVIC_ISER2	0x108	R/W	0x00	中断 64-95 使能寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
SETENAx							
23	22	21	20	19	18	17	16
SETENAx							
15	14	13	12	11	10	9	8
SETENAx							
7	6	5	4	3	2	1	0
SETENAx							

位域	名称	描述
31:0	SETENAx	中断使能。 向对应位写 1 使能相应中断号中断，写 0 无效 读返回目前使能状态

**中断清除使能寄存器 NVIC\_ICER(0~2)**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
NVIC_ICER0	0x180	R/W	0x00	中断 0-31 清除使能寄存器

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
NVIC_ICER1	0x184	R/W	0x00	中断 32-63 清除使能寄存器

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
NVIC_ICER2	0x188	R/W	0x00	中断 64-95 清除使能寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
CLREN <sub>x</sub>							
23	22	21	20	19	18	17	16
CLREN <sub>x</sub>							
15	14	13	12	11	10	9	8
CLREN <sub>x</sub>							
7	6	5	4	3	2	1	0
CLREN <sub>x</sub>							

位域	名称	描述
31:0	CLREN <sub>x</sub>	中断清除。 向对应位写 1 清除相应中断号中断使能位，写 0 无效 读返回目前使能状态

中断设置挂起寄存器 NVIC\_ISPR(0~2)

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
NVIC_ISPR0	0x200	R/W	0x00	中断 0-31 设置挂起寄存器

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
NVIC_ISPR1	0x204	R/W	0x00	中断 32-63 设置挂起寄存器

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
NVIC_ISPR2	0x208	R/W	0x00	中断 64-95 设置挂起寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
SETPENDx							
23	22	21	20	19	18	17	16
SETPENDx							
15	14	13	12	11	10	9	8
SETPENDx							
7	6	5	4	3	2	1	0
SETPENDx							

位域	名称	描述
31:0	SETPENDx	中断挂起。 向对应位写 1 挂起相应中断号中断，写 0 无效 读返回目前挂起状态

中断清除挂起寄存器 NVIC\_ICPRx(0~2)

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
NVIC_ICPR0	0x280	R/W	0x00	中断 0-31 清除挂起寄存器

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
NVIC_ICPR1	0x284	R/W	0x00	中断 32-63 清除挂起寄存器

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
NVIC_ICPR2	0x288	R/W	0x00	中断 64-95 清除挂起寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
CLRPENDx							
23	22	21	20	19	18	17	16
CLRPENDx							
15	14	13	12	11	10	9	8
CLRPENDx							
7	6	5	4	3	2	1	0
CLRPENDx							

位域	名称	描述
31:0	CLRPENDx	中断挂起清除。 向对应位写 1 清除相应中断号中断挂起标志，写 0 无效 读返回目前挂起状态

**优先级控制寄存器 NVIC\_IPRx (0-95)**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
NVIC_IPRx	0x400+x	R/W	0x00	IRQx 优先级控制 (x 为 0-95)

31	30	29	28	27	26	25	24
IPR4x_3			-				
23	22	21	20	19	18	17	16
IPR4x_2			-				
15	14	13	12	11	10	9	8
IPR4x_1			-				
7	6	5	4	3	2	1	0
IPR4x_0			-				

位域	名称	描述
31:29	IPR4x_3	IRQ4x+3 优先级, 共 8 级, 7 为最低
28:24	-	-
23:21	IPR4x_2	IRQ4x+2 优先级, 共 8 级, 7 为最低
20:16	-	-
15:13	IPR4x_1	IRQ4x+1 优先级, 共 8 级, 7 为最低
12:8	-	-
7:5	IPR4x_0	IRQ4x+0 优先级, 共 8 级, 7 为最低
4:0	-	-

## 6.3 系统定时器 (SYSTIC)

### 6.3.1 概述

Cortex™-M4 核内部提供了一个 24 位系统定时器。

细节请参阅“Cortex™-M4 技术参考手册”及“ARM® CoreSight 技术参考手册”。

### 6.3.2 特性

- 24 位系统定时器
- 递减
- 写清零

### 6.3.3 模块结构框图

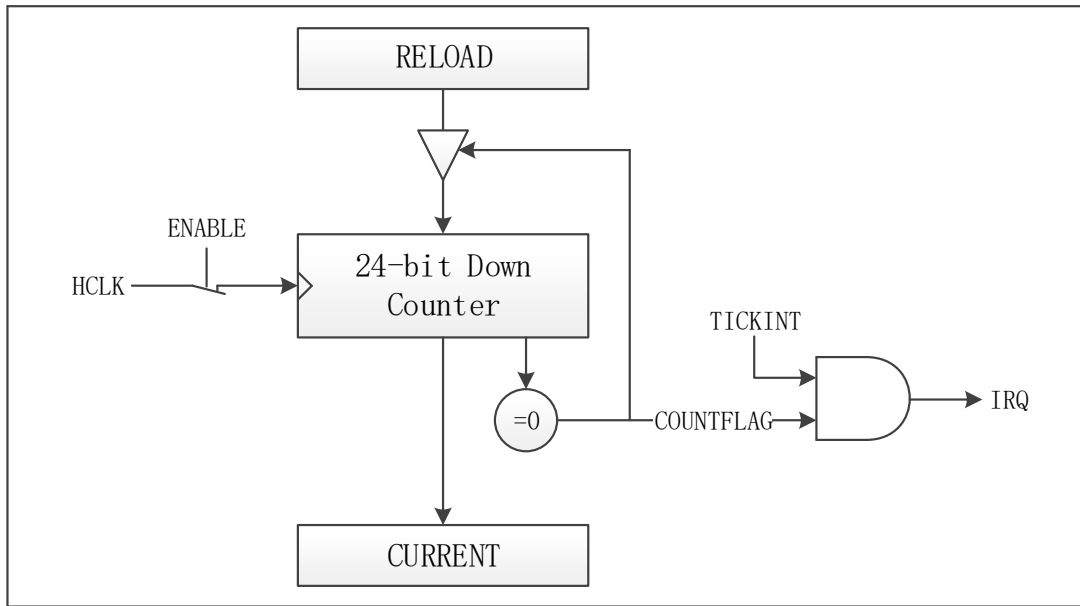


图 6-1 SYSTIC 模块结构框图

### 6.3.4 功能描述

该定时器使能后装载当前值寄存器 (SYST\_CVR) 内数值并向下递减至 0，并在下个时钟重新加载重载寄存器 (SYST\_RVR) 内数值。计数器再次递减至 0 时，计数器状态寄存器 (SYST\_CSR) 中的标志位 COUNTERFLAG 置位，读该位可清零。

复位后，SYST\_CVR 寄存器与 SYST\_RVR 寄存器值均未知，因此使用前需初始化，向 SYST\_CVR 写入任意值，清零同时复位状态寄存器，保证装载值为 SYST\_RVR 寄存器中数值。

当 SYST\_RVR 寄存器值为 0 时，重新装载后计时器保持为 0，并停止重新装载。

该计数器可用作实时系统的滴答定时器或一个简单的计数器。

SysTick 计数时序图如图 6-2 所示。

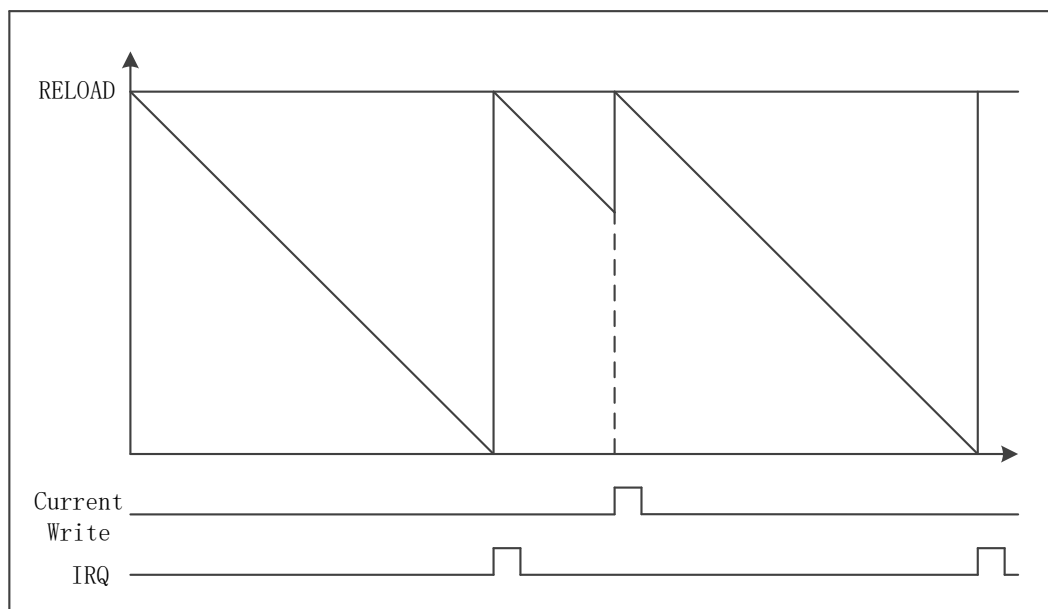


图 6-2 SysTick 计数时序图

### 6.3.5 寄存器映射

名称	偏移	类型	复位值	描述
SYSTIC                      BASE: 0xE000E010				
SYST_CSR	0x10	R/W	0x04	状态寄存器
SYST_RVR	0x14	R/W	—	重载寄存器
SYST_CVR	0x18	R/W	—	当前值寄存器

### 6.3.6 寄存器描述

#### 状态寄存器 SYST\_CSR

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
SYST_CSR	0x10	R/W	0x04	状态寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							COUNTERFLAG
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-						TINKINT	ENABLE

位域	名称	描述
31:17	-	-
16	COUNTERFLAG	计数器递减到 0 且该过程中本寄存器未被读取，本位返回 1
15:2	-	-
1	TINKINT	1: 中断触发使能 0: 中断触发禁能
0	ENABLE	1: 定时器使能 0: 定时器禁能

### 重载寄存器 SYST\_RVR

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
SYST_RVR	0x14	R/W	—	重载寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
RELOAD							
15	14	13	12	11	10	9	8
RELOAD							
7	6	5	4	3	2	1	0
RELOAD							

位域	名称	描述
31:24	-	-
23:0	RELOAD	计数器达到 0 时加载本寄存器值，写 0 终止继续加载

**当前值寄存器 SYST\_CVR**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
SYST_CVR	0x18	R/W	—	当前值寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
CURRENT							
15	14	13	12	11	10	9	8
CURRENT							
7	6	5	4	3	2	1	0
CURRENT							

位域	名称	描述
31:24	-	-
23:0	CURRENT	读操作返回当前计数器值，写操作清 0 该寄存器，同时清除 COUNTERFLAG 位

## 6.4 系统控制器

### 6.4.1 概述

Cortex™-M4 系统控制器主要负责内核管理，包括 CPUID，内核核资源中断优先级设置及内核电源管理。

更多细节请参阅“Cortex™-M4 技术参考手册”及“ARM® CoreSight 技术参考手册”。

### 6.4.2 特性

- CPUID
- 内核电源管理
- 内核核资源中断优先级设置

### 6.4.3 功能描述

系统控制器主要负责内核管理，包括 CPUID，内核核资源中断优先级设置及内核电源管理，具体操作详见寄存器描述。

更多细节请参阅“CortexTM-M4 技术参考手册”及“ARM®CoreSight 技术参考手册”。

#### 6.4.4 寄存器映射

名称	偏移	类型	复位值	描述
SYSCTRL      BASE: 0xE000ED00				
CPUID	0xD00	RO	0x410CC200	CPUID 寄存器
ICSR	0xD04	R/W	0x00000000	中断控制状态寄存器
AIRCR	0xD0C	WO	0xFA050000	中断与复位控制寄存器
SCR	0xD10	R/W	0x00000000	系统控制寄存器
SHPR1	0xD18	R/W	0x00000000	系统优先级控制寄存器 1
SHPR2	0xD1C	R/W	0x00000000	系统优先级控制寄存器 2
SHPR3	0xD20	R/W	0x00000000	系统优先级控制寄存器 3

## 6.4.5 寄存器描述

### CPUID

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
CPUID	0xD00	RO	0x410CC200	CPUID 寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
IMPLEMENTER							
23	22	21	20	19	18	17	16
-				PART			
15	14	13	12	11	10	9	8
PARTNO							
7	6	5	4	3	2	1	0
PARTNO				REVISION			

位域	名称	描述
31:24	IMPLEMENTER	ARM 分配执行码
23:20	-	-
19:16	PART	ARMV6-M
15:4	PARTNO	读返回 0xC20
3:0	REVISION	读返回 0x00

**中断控制状态寄存器 ICSR**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
ICSR	0xD04	R/W	0x00000000	中断控制状态寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-			PENDSVSET	PENDSVCLR	PENDSTSET	PENDSTCLR	-
23	22	21	20	19	18	17	16
ISRPREEMPT	ISRPENDING	-	VECTPENDING				
15	14	13	12	11	10	9	8
VECTPENDING				-			VECTACTIVE
7	6	5	4	3	2	1	0
VECTACTIVE							

位域	名称	描述
31:29	-	-
28	PENDSVSET	挂起 PendSV 中断，1 有效
27	PENDSVCLR	写 1 清 PendSV 中断，仅写有效 WO
26	PENDSTSET	挂起 SysTick 中断，1 有效
25	PENDSTCLR	写 1 清 SysTick 中断，仅写有效
24	-	-
23	ISRPREEMPT	退出调试 halt 状态时置位，仅适用于调试 RO
22	ISRPENDING	外部配置中断是否挂起 RO
21	-	-
20:12	VECTPENDING	优先级最高的挂起异常向量号
11:9	-	-
8:0	VECTACTIVE	0: 线程模式 其它: 当前执行异常处理向量号 RO

**中断与复位控制寄存器 AIRCR**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
AIRCR	0xD0C	WO	0xFA050000	中断与复位控制寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
VECTORKEY							
23	22	21	20	19	18	17	16
VECTORKEY							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-					SYSRESETREQ	VECTCLRACTIVE	-

位域	名称	描述
31:16	VECTORKEY	写入时须保证 0x05FA
15:3	-	-
2	SYSRESETREQ	写 1 时复位芯片，复位时自动清除
1	VECTCLRACTIVE	置 1 时清除所有异常活动状态
0	-	-

**系统控制寄存器 SCR**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
SCR	0xD10	R/W	0x00000000	系统控制寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-			SWVONPEND	-	SLEEPDEEP	SLEEPONEXIT	-

位域	名称	描述
31:5	-	-
4	SWVONPEND	使能后, 可将中断挂起过程作为唤醒事件
3	-	-
2	SLEEPDEEP	深睡眠提醒
1	SLEEPONEXIT	置 1 后, 内核从异常状态返回后进入睡眠模式
0	-	-

**系统优先级控制寄存器 1SHPR1**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
SHPR1	0xD18	R/W	0x00000000	系统优先级控制寄存器 1

31	30	29	28	27	26	25	24
PRI_7			-				
23	22	21	20	19	18	17	16
PRI_6			-				
15	14	13	12	11	10	9	8
PRI_5			-				
7	6	5	4	3	2	1	0
PRI_4			-				

位域	名称	描述
31:29	PRI_7	-
28:24	-	-
23:21	PRI_6	系统处理器优先级 6: UsageFault 0 为最高, 3 为最低
20:16	-	-
15:13	PRI_5	系统处理器优先级 5: BusFault 0 为最高, 3 为最低
12:8	-	-
7:5	PRI_4	系统处理器优先级 4: MemManage 0 为最高, 3 为最低
4:0	-	-

**系统优先级控制寄存器 2SHPR2**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
SHPR2	0xD1C	R/W	0x00000000	系统优先级控制寄存器 2

31	30	29	28	27	26	25	24
PRI_11			-				
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-							

位域	名称	描述
31:29	PRI_11	系统处理器优先级 11: SVCall 0 为最高, 3 为最低
23:0	-	-

**系统优先级控制寄存器 3SHPR3**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
SHPR3	0xD20	R/W	0x00000000	系统优先级控制寄存器 3

31	30	29	28	27	26	25	24
PRI_15			-				
23	22	21	20	19	18	17	16
PRI_14			-				
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-							

位域	名称	描述
31:29	PRI_15	系统处理器优先级 15: SysTick 0 为最高, 3 为最低
28:24	-	-
23:21	PRI_14	系统处理器优先级 14: PendSV 0 为最高, 3 为最低
20:0	-	-

## 6.5 系统管理（SYSCON）

### 6.5.1 概述

系统管理为整个芯片提供时钟源，包括系统时钟和所有外围设备时钟。该控制器还通过单独时钟的开或关，时钟源选择和 PLL 来进行功耗控制。

SWM320 系列提供深睡眠及浅睡眠两种模式，通过 SLEEP 寄存器使能操作。

### 6.5.2 特性

- 时钟控制
- 工作模式选择
- 休眠及 RTC 控制
- 端口唤醒设置
- BOD 掉电级别控制
- 复位控制及状态

### 6.5.3 功能描述

#### 时钟源选择与控制

SWM320 具备 4 个时钟源可供使用：

- 内部高频振荡器（RCHF）：内部高频振荡器为片内时钟源，无需连接任何外部器件。频率为 20MHz 或 40MHz，精度为百分之一，可提供较精确的固定频率时钟
- 内部低频振荡器（RCLF）：内部低频振荡器为片内时钟源，无需连接任何外部器件。频率为 32KHz，可提供较精确的固定频率时钟
- 外部振荡器（XTAL）：外部振荡器可接 3MHz~32MHz 频率无源晶振
- PLL 时钟：可选择内部高频时钟或者外部高频晶体振荡器作为参考时钟源产生倍频，从而作为系统主时钟输出（注意：PLL 输入频率为 5MHz~20MHz，输出频率最高为 120MHz）

时钟连接图如图 6-3 所示：

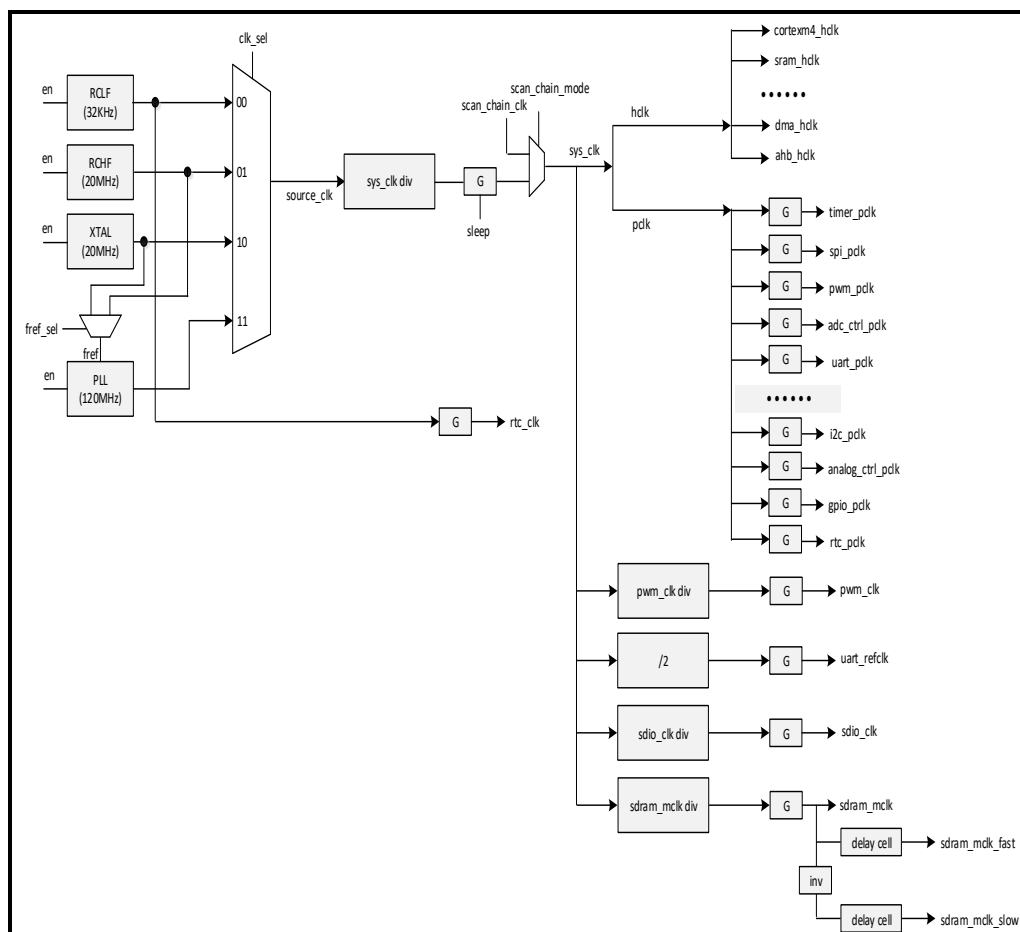


图 6-3 时钟连接图

对于主时钟选择，通过 CLKSEL 寄存器 BIT[2:0]，选择内部高频时钟或其他时钟：

- CLKSEL 寄存器 BIT[2] = 1，选择系统时钟源 1，此时 CLKSEL 寄存器 BIT[1]有效：

- CLKSEL 寄存器 BIT[1] = 0 时, 选择内部 RCHF 时钟, 时钟源为 20MHz 或 40MHz (通过 HRCCR 寄存器切换)
- CLKSEL 寄存器 BIT[1] = 1 时, 选择外部 XTAH 时钟, 时钟源为外部晶振输入时钟源 (换外部时钟前, 需将对应引脚切换至时钟功能, 且 XTAL\_CON 寄存器 BIT[0] = 1)
- CLKSEL 寄存器 BIT[2] = 0, 选择系统时钟源 0, 此时 CLKSEL 寄存器 BIT[0]有效:
  - 外部振荡器 (XTAH): 外部振荡器可接 5MHz ~ 20MHz 频率
  - CLKSEL 寄存器 BIT[0] = 0 时, 选择内部 RCLF 时钟, 时钟源为 32KHz
  - CLKSEL 寄存器 BIT[0] = 1 时, 选择 PLL 时钟, 时钟源最高为 120MHz

注: 执行时钟切换时, 需要保证目标时钟使能及通路打开

对于 ADC 时钟, 当 ADC 模块 CTRL 寄存器 BIT[15] = 0 时, 设置 PLL 时钟作为 ADC 转换时钟:

- 通过 PLLDIV 寄存器的 BIT[14~15] 选择将 VCO 输出频率 16/32/64 分频后作为 ADC 时钟基
- 经 BIT[9~13]设置 ADC 时钟分频系数, 适当分频后作为 ADC 模块的工作时钟

## 休眠与唤醒设置

SWM320 系列提供浅睡眠模式, 通过 SLEEP 寄存器进行使能操作。

对于浅睡眠 (SLEEP) 模式, I/O 可以保持, 对于深睡眠 (STOP) 模式, I/O 无法保持。

### 深睡眠模式

深睡眠模式支持 RTC 唤醒和特定 WAKUP 引脚唤醒。

深睡眠模式下, 所有功能全部关断, 进入低功耗模式, 此状态下功耗最小。唤醒操作只能通过指定 wakeup 引脚下降沿或 RTC 进行唤醒唤醒。休眠过程中, 需保证 wakeup 引脚电平为高。唤醒后, 程序从起始处开始执行, 与上电相同, 但数据保存域中的数值保持不变。

#### 端口唤醒:

具体流程如下:

- 使能 CLKEN 寄存器 RTCBKP 位, 使能 RTCBKP 单元时钟
- 开启 32K 低频时钟
- 等待备份寄存器可访问, 可写备份寄存器
- SLEEP 寄存器 STOP 位置 1 后, 芯片进入深睡眠模式
- 唤醒端口 WAKUP, 当 WAKUP 端口对应位产生下降沿时, 芯片被唤醒, 芯片复位, 重新执行程序。

#### RTC 唤醒

深睡眠模式下, 通过 SYSCON 模块中 RTC\_WK\_CON 寄存器进行定时器唤醒操作。

流程如下:

- 使能 CLKEN 寄存器 RTCBKP 位, 使能 RTCBKP 单元时钟
- 开启 32K 低频振荡器
- 配置 RTC 中断时间并使能

- 配置 RTC\_WK\_CON 寄存器，使能 RTC 唤醒功能
- 选择 32K 时钟
- 关闭 HRC
- SLEEP 寄存器 STOP 位置 1，进入深睡眠模式
- 当 RTC 计数到达配置时间时，芯片被唤醒，芯片复位，重新执行程序。
- 唤醒后，RTC 模块 IF 寄存器相应位被置 1，可通过对该位写 1 进行清除（该位对进入休眠无影响）

### 浅睡眠模式

浅睡眠模式下，芯片进入保持状态，所有时钟关闭，在功耗较低的前提下保持数据。

可以通过配置指定 I/O 引脚进行唤醒操作，也可以通过 RTC 定时器进行唤醒操作，或者两种唤醒操作同时存在。指定 IO 唤醒引脚为 PA0~PA12、PB0~PB11、PC0~PC7。

IO 唤醒操作同样为下降沿唤醒。唤醒后，程序从睡眠使能语句继续执行。

*注意：浅睡眠模式使能前需保证 RCLF（32KHZ）时钟为使能状态，且将所有不需要唤醒操作的 IO 输入使能关闭（PORTCON 模块中 INEN\_x 寄存器）。*

在 sleep 之前，需要将时钟切换为内部高频。

### RTC 唤醒

浅睡眠模式下，通过 SYSCON 模块中 TWKFLG 寄存器及 TWKCR 寄存器进行定时器唤醒操作。

流程如下：

- 使能 CLKEN 寄存器 RTCBKP 位，使能 RTCBKP 单元时钟
- 开启 32K 低频振荡器
- 配置 RTC 中断时间并使能
- 配置 RTC\_WK\_CON 寄存器，使能 RTC 唤醒功能
- SLEEP 寄存器 SLEEP 位置 1，进入浅睡眠模式
- 当 RTC 计数到达配置时间时，芯片被唤醒，继续执行程序
- 可将时钟切换至原来的时钟

### 端口唤醒

浅睡眠模式下，可指定 IO 进行唤醒操作。示意图如图 6-4 所示。

具体流程如下：

- 使能 CLKEN 寄存器 RTCBKP 位，使能 RTCBKP 单元时钟
- 开启 32K 低频振荡器
- 将需要执行唤醒操作的引脚对应 PxWKEN 寄存器及 INEN\_x 寄存器指定位配置为 1
- 使能相应端口对应位输入使能及唤醒功能
- SLEEP 寄存器 SLEEP 位置 1，进入浅睡眠模式
- 当配置端口对应位产生下降沿时，芯片被唤醒，继续执行程序
- 唤醒后，端口对应 PxWKSr 寄存器对应位被至 1，可通过对该位写 1 进行清除（该位对进入休眠无影响）

注意：所有配置为唤醒功能的引脚，执行唤醒过程时只能有一个产生下降沿，对应引脚必须保证为高电平。为保证功耗最低，需确认所有输入使能引脚无悬空输入状态

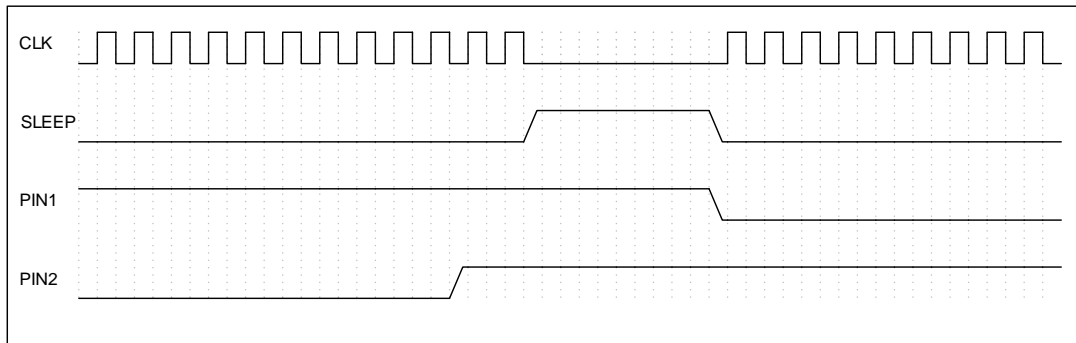


图 6-4 端口唤醒示意图

## PLL 配置

PLL 的输入参考时钟源可以是内部高频时钟，也可以是外部高频时钟，最大输出时钟可设置为 120MHz。

计算公式：

$$\text{PLL 输出频率} = \text{VCO} / \text{OUT\_DIV}$$

$$\text{VCO} = \text{输入时钟源} / \text{REF\_DIV} * 4 * \text{FB\_DIV}$$

具体配置步骤：

- 通过 PLLCR 寄存器选择 PLL 参考时钟源
- 通过 PLLDIV 寄存器 REF\_DIV 位设置输入参考时钟源分频
- 通过 PLLDIV 寄存器 FB\_DIV 位设置 PLL 反馈分频
- 通过 PLLDIV 寄存器 OUT\_DIV 位设置 PLL 输出分频
- 通过 PLLCR 寄存器 OFF 位关闭 Powerdown 模式
- 连续 2 次读取到 PLLLOCK 寄存器为 1 时，设置 PLLCR 寄存器 OUTEN 位使能 PLL 时钟输出

其中，PLL 输入时钟源为 5MHZ 至 20MHZ，VCO 频率典型值为 960MHZ

## 外设时钟控制

- GPIO
- TIMER
- UART
- I2C
- SPI
- WDT
- SAR ADC
- PWM
- LCDC

- CAN
- NORFLC
- SDIO
- SRAMC
- SDRAMC
- CRC

上电后，以上模块均处于时钟关闭状态，需要通过设置 CLKEN 寄存器进行时钟使能，否则访问对应模块寄存器操作无效。

## 复位

外设模块单独复位：支持外设模块单独复位，如 CAN/LCD/SDRAM/SRAM/NORFLASH/DMA/PWM/FLASH 等。可配置 RSTCR 寄存器相应位操作外设复位。

CPU 复位：CPU 进行复位，硬件自动清零。为部分复位，可配置 RSTCR 寄存器中 CPU 复位位。

系统软复位：复位芯片全局，除电池电源域，可配置 RSTCR 寄存器中 CPU 复位位。

WDT 复位：复位芯片全局，除电池电源域，详见 WDT 章节。

SWIO 复位：只复位 NORFLASHC、RAMC、SDRAM、SDIO、LCDC、CRC、SPI、UART、I2C、CAN、GPIO、WDT、TIMER、PWM 这些外设模块。

## 数据保存域设置

在 SYSCON 模块中，提供了 8 个 32 位寄存器，用于存储数据，使用流程如下所示：

- 确认 RCLF（32KHz 时钟）为使能状态
- 配置 PxWKEN 寄存器指定位，使能相应端口对应位唤醒功能
- SLEEP 寄存器 BIT[0] = 1 后，芯片进入睡眠模式
- 当配置端口对应位产生下降沿时，芯片被唤醒，继续执行程序
- 唤醒后，端口对应 PxWKSr 寄存器对应位被至 1，可通过对该位写 1 进行清除（该位对进入休眠无影响）

注：内部的 NVIC\_RESET 对 RTC 域没有影响

## 6.5.4 寄存器映射

名称	偏移	类型	复位值	描述
<b>SYSCON</b> BASE: 0x40000000				
CLKSEL	0x00	R/W	0x00	时钟选择控制寄存器
CLKDIV	0x04	R/W	0x00	时钟分频寄存器
CLKEN	0x08	R/W	0x00	时钟门控寄存器
SLEEP	0x0C	R/W	0x00	系统模式控制寄存器
ISOLATION_ST	0x28	RO	0x00	RTC 电源域状态寄存器
RTC_WK_CON	0x2C	R/W	0x00	RTC 唤醒使能控制寄存器
PAWKEN	0x200	R/W	0x00	PORTA 唤醒使能寄存器
PBWKEN	0x204	R/W	0x00	PORTB 唤醒使能寄存器
PCWKEN	0x208	R/W	0x00	PORTC 唤醒使能寄存器
PAWKSr	0x220	R/W1C	0x00	PORTA 唤醒状态寄存器
PBWKSr	0x224	R/W1C	0x00	PORTB 唤醒状态寄存器
PCWKSr	0x228	R/W1C	0x00	PORTC 唤醒状态寄存器
RSTCR	0x304	R/W	0x00	复位控制寄存器
RSTSr	0x308	R/W	0x01	复位状态寄存器
RTCBKP0	0x1E000	R/W	0x00	RTC 电源域备份寄存器 0
RTCBKP1	0x1E004	R/W	0x00	RTC 电源域备份寄存器 1
RTCBKP2	0x1E008	R/W	0x00	RTC 电源域备份寄存器 2
RTCBKP3	0x1E00C	R/W	0x00	RTC 电源域备份寄存器 3
RTCBKP4	0x1E010	R/W	0x00	RTC 电源域备份寄存器 4
RTCBKP5	0x1E014	R/W	0x00	RTC 电源域备份寄存器 5
RTCBKP6	0x1E018	R/W	0x00	RTC 电源域备份寄存器 6
RTCBKP7	0x1E01c	R/W	0x00	RTC 电源域备份寄存器 7
LRCCR	0x1E020	R/W	0x00	系统低频控制寄存器
HRCCR	0x31000	R/W	0x00	系统高频控制寄存器
XTALCR	0x31020	R/W	0x00	外部高频晶振控制寄存器
PLLCr	0x31024	R/W	0x00	PLL 控制寄存器
PLLDIV	0x31028	R/W	0x00	PLL 分频寄存器
PLLLOCK	0x31030	R/W	0x00	PLL 状态寄存器
BODIE	0x31034	R/W	0x00	BOD 中断使能寄存器
BODIF	0x31038	R/W	0x00	BOD 中断状态寄存器
ADC1IN7	0x3103C	R/W	0x00	ADC1 模块模拟通道 7 模拟功能选择寄存器

## 6.5.5 寄存器描述

### 时钟选择控制寄存器 CLKSEL

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
CLKSEL	0x00	R/W	0x00	时钟选择控制寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-					SYS	HFCK	LFCK

位域	名称	描述
31:3	-	-
2	SYS	系统源时钟选择寄存器 0: 选择时钟源 0 1: 选择时钟源 1
1	HFCK	时钟源 1 0: RCHF (内部高频时钟, 20/40MHz) 1: XTAH (外部高频晶振时钟, 5MHz~20MHz)
0	LFCK	时钟源 0 0: RCLF (内部低频时钟, 32KHz) 1: PLL (内部 PLL 时钟, 最高 120MHz)

**时钟分频寄存器 CLKDIV**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
CLKDIV	0x04	R/W	0x00	时钟分频寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-		SDIO		SDRAM		PWM	SYS

位域	名称	描述
31:6	-	-
5:4	SDIO	SDIO CLK 时钟分频控制寄存器（基于系统源时钟的分频） 00: 1 分频 01: 2 分频 10: 4 分频 11: 8 分频 注: SDIO 时钟频率小于 52MHz, 因此需要根据配置的系统时钟频率来决定该分频的数值
3:2	SDRAM	SDRAM MCLK 时钟分频控制寄存器（基于系统源时钟的分频） 01: 2 分频 11: 保留
1	PWM	PWM 时钟分频控制寄存器（基于系统源时钟的分频） 0: 1 分频 1: 8 分频
0	SYS	系统时钟分频控制寄存器（基于系统源时钟的分频） 0: 1 分频 1: 2 分频

**时钟门控寄存器 CLKEN**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
CLKEN	0x08	R/W	0x00	时钟门控寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-	ADC1	SDIO	RAMC	NORFL	SDRAM	CAN	RTCBKP
23	22	21	20	19	18	17	16
CRC	ANAC	GPIOP	LCD	I2C2	I2C1	I2C0	SPI
15	14	13	12	11	10	9	8
-	UART3	UART2	UART1	UART0	RTC	PWM	ADC0
7	6	5	4	3	2	1	0
WDT	TIMR	GPION	GPIOM	-	GPIOC	GPIOB	GPIOA

位域	名称	描述
31	-	-
30	ADC1	ADC1 时钟使能 1: 使能 0: 禁能
29	SDIO	SDIO 时钟使能 1: 使能 0: 禁能
28	RAMC	RAMC 时钟使能 1: 使能 0: 禁能
27	NORFL	NORFLASH 时钟使能 1: 使能 0: 禁能
26	SDRAM	SDRAM 时钟使能 1: 使能 0: 禁能
25	CAN	CAN 时钟使能 1: 使能 0: 禁能
24	RTCBKP	RTCBKP 单元时钟使能 1: 使能 0: 禁能
23	CRC	CRC 时钟使能 1: 使能 0: 禁能
22	ANAC	模拟控制单元时钟使能 1: 使能 0: 禁能
21	GPIOP	GPIO P 时钟使能 1: 使能 0: 禁能
20	LCD	LCD 时钟使能 1: 使能 0: 禁能
19	I2C2	I2C2 时钟使能 1: 使能 0: 禁能
18	I2C1	I2C1 时钟使能 1: 使能 0: 禁能
17	I2C0	I2C0 时钟使能 1: 使能 0: 禁能

16	SPI	SPI 时钟使能 1: 使能    0: 禁能
15	-	-
14	UART3	UART3 时钟使能 1: 使能    0: 禁能
13	UART2	UART2 时钟使能 1: 使能    0: 禁能
12	UART1	UART1 时钟使能 1: 使能    0: 禁能
11	UART0	UART0 时钟使能 1: 使能    0: 禁能
10	RTC	RTC 时钟使能 1: 使能    0: 禁能
9	PWM	PWM 时钟使能 1: 使能    0: 禁能
8	ADC0	ADC0 时钟使能 1: 使能    0: 禁能
7	WDT	WDT 时钟使能 1: 使能    0: 禁能
6	TIMR	TIMER 时钟使能 1: 使能    0: 禁能
5	GPION	GPIO N 时钟使能 1: 使能    0: 禁能
4	GPIO M	GPIO M 时钟使能 1: 使能    0: 禁能
3	-	-
2	GPIO C	GPIO C 时钟使能 1: 使能    0: 禁能
1	GPIO B	GPIO B 时钟使能 1: 使能    0: 禁能
0	GPIO A	GPIO A 时钟使能 1: 使能    0: 禁能

**系统模式控制寄存器 SLEEP**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
SLEEP	0x0C	R/W	0x00	系统模式控制寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-						STOP	SLEEP

位域	名称	描述
31:2	-	-
1	STOP	将该位置 1 后，系统将进入 STOP 模式
0	SLEEP	将该位置 1 后，系统将进入 SLEEP 模式

**PORTA 唤醒使能寄存器 PAWKEN**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PAWKEN	0x200	R/W	0x00	PORTA 唤醒使能寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-			PAWKEN12	PAWKEN11	PAWKEN10	PAWKEN9	PAWKEN8
7	6	5	4	3	2	1	0
PAWKEN7	PAWKEN6	PAWKEN5	PAWKEN4	PAWKEN3	PAWKEN2	PAWKEN1	PAWKEN0

位域	名称	描述
31:13	-	-
12	PAWKEN12	PA12 输入唤醒使能 1: 使能 0: 禁能
11	PAWKEN11	PA11 输入唤醒使能 1: 使能 0: 禁能
10	PAWKEN10	PA10 输入唤醒使能 1: 使能 0: 禁能
9	PAWKEN9	PA9 输入唤醒使能 1: 使能 0: 禁能
8	PAWKEN8	PA8 输入唤醒使能 1: 使能 0: 禁能
7	PAWKEN7	PA7 输入唤醒使能 1: 使能 0: 禁能
6	PAWKEN6	PA6 输入唤醒使能 1: 使能 0: 禁能
5	PAWKEN5	PA5 输入唤醒使能 1: 使能 0: 禁能
4	PAWKEN4	PA4 输入唤醒使能 1: 使能 0: 禁能
3	PAWKEN3	PA3 输入唤醒使能 1: 使能 0: 禁能
2	PAWKEN2	PA2 输入唤醒使能 1: 使能 0: 禁能
1	PAWKEN1	PA1 输入唤醒使能 1: 使能 0: 禁能

0	PAWKENO	PA0 输入唤醒使能 1: 使能      0: 禁能
---	---------	--------------------------------

**PORTB 唤醒使能寄存器 PBWKEN**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PBWKEN	0x204	R/W	0x00	PORTB 唤醒使能寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-				PBWKEN11	PBWKEN10	PBWKEN9	PBWKEN8
7	6	5	4	3	2	1	0
PBWKEN7	PBWKEN6	PBWKEN5	PBWKEN4	PBWKEN3	PBWKEN2	PBWKEN1	PBWKEN0

位域	名称	描述
31:12	-	-
11	PBWKEN11	PB11 输入唤醒使能 1: 使能 0: 禁能
10	PBWKEN10	PB10 输入唤醒使能 1: 使能 0: 禁能
9	PBWKEN9	PB9 输入唤醒使能 1: 使能 0: 禁能
8	PBWKEN8	PB8 输入唤醒使能 1: 使能 0: 禁能
7	PBWKEN7	PB7 输入唤醒使能 1: 使能 0: 禁能
6	PBWKEN6	PB6 输入唤醒使能 1: 使能 0: 禁能
5	PBWKEN5	PB5 输入唤醒使能 1: 使能 0: 禁能
4	PBWKEN4	PB4 输入唤醒使能 1: 使能 0: 禁能
3	PBWKEN3	PB3 输入唤醒使能 1: 使能 0: 禁能
2	PBWKEN2	PB2 输入唤醒使能 1: 使能 0: 禁能
1	PBWKEN1	PB1 输入唤醒使能 1: 使能 0: 禁能
0	PBWKEN0	PB0 输入唤醒使能 1: 使能 0: 禁能

**PORTC 唤醒使能寄存器 PCWKEN**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PCWKEN	0x208	R/W	0x00	PORTC 唤醒使能寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
PCWKEN7	PCWKEN6	PCWKEN5	PCWKEN4	PCWKEN3	PCWKEN2	PCWKEN1	PCWKEN0

位域	名称	描述
31:8	-	-
7	PCWKEN7	PC7 输入唤醒使能 1: 使能 0: 禁能
6	PCWKEN6	PC6 输入唤醒使能 1: 使能 0: 禁能
5	PCWKEN5	PC5 输入唤醒使能 1: 使能 0: 禁能
4	PCWKEN4	PC4 输入唤醒使能 1: 使能 0: 禁能
3	PCWKEN3	PC3 输入唤醒使能 1: 使能 0: 禁能
2	PCWKEN2	PC2 输入唤醒使能 1: 使能 0: 禁能
1	PCWKEN1	PC1 输入唤醒使能 1: 使能 0: 禁能
0	PCWKEN0	PC0 输入唤醒使能 1: 使能 0: 禁能

**PORTA 唤醒状态寄存器 PAWKSR**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PAWKSR	0x220	R/W1C	0x00	PORTA 唤醒状态寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-			PAWKSR12	PAWKSR11	PAWKSR10	PAWKSR9	PAWKSR8
7	6	5	4	3	2	1	0
PAWKSR7	PAWKSR6	PAWKSR5	PAWKSR4	PAWKSR3	PAWKSR2	PAWKSR1	PAWKSR0

位域	名称	描述
31:13	-	-
12	PAWKSR12	PA12 输入唤醒状态标志位 唤醒后硬件置 1，软件写 1 清除 1: 唤醒 0: 未唤醒
11	PAWKSR11	PA11 输入唤醒状态标志位 唤醒后硬件置 1，软件写 1 清除 1: 唤醒 0: 未唤醒
10	PAWKSR10	PA10 输入唤醒状态标志位 唤醒后硬件置 1，软件写 1 清除 1: 唤醒 0: 未唤醒
9	PAWKSR9	PA9 输入唤醒状态标志位 唤醒后硬件置 1，软件写 1 清除 1: 唤醒 0: 未唤醒
8	PAWKSR8	PA8 输入唤醒状态标志位 唤醒后硬件置 1，软件写 1 清除 1: 唤醒 0: 未唤醒
7	PAWKSR7	PA7 输入唤醒状态标志位 唤醒后硬件置 1，软件写 1 清除 1: 唤醒 0: 未唤醒
6	PAWKSR6	PA6 输入唤醒状态标志位 唤醒后硬件置 1，软件写 1 清除 1: 唤醒 0: 未唤醒
5	PAWKSR5	PA5 输入唤醒状态标志位 唤醒后硬件置 1，软件写 1 清除 1: 唤醒 0: 未唤醒

4	PAWKSR4	PA4 输入唤醒状态标志位 唤醒后硬件置 1, 软件写 1 清除 1: 唤醒      0: 未唤醒
3	PAWKSR3	PA3 输入唤醒状态标志位 唤醒后硬件置 1, 软件写 1 清除 1: 唤醒      0: 未唤醒
2	PAWKSR2	PA2 输入唤醒状态标志位 唤醒后硬件置 1, 软件写 1 清除 1: 唤醒      0: 未唤醒
1	PAWKSR1	PA1 输入唤醒状态标志位 唤醒后硬件置 1, 软件写 1 清除 1: 唤醒      0: 未唤醒
0	PAWKSR0	PA0 输入唤醒状态标志位 唤醒后硬件置 1, 软件写 1 清除 1: 唤醒      0: 未唤醒

**PORTB 唤醒状态寄存器 PBWKSr**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PBWKSr	0x224	R/W1C	0x00	PORTB 唤醒状态寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-				PBWKSr11	PBWKSr10	PBWKSr9	PBWKSr8
7	6	5	4	3	2	1	0
PBWKSr7	PBWKSr6	PBWKSr5	PBWKSr4	PBWKSr3	PBWKSr2	PBWKSr1	PBWKSr0

位域	名称	描述
31:12	-	-
11	PBWKSr11	PB11 输入唤醒状态标志位 唤醒后硬件置 1，软件写 1 清除 1: 唤醒 0: 未唤醒
10	PBWKSr10	PB10 输入唤醒状态标志位 唤醒后硬件置 1，软件写 1 清除 1: 唤醒 0: 未唤醒
9	PBWKSr9	PB9 输入唤醒状态标志位 唤醒后硬件置 1，软件写 1 清除 1: 唤醒 0: 未唤醒
8	PBWKSr8	PB8 输入唤醒状态标志位 唤醒后硬件置 1，软件写 1 清除 1: 唤醒 0: 未唤醒
7	PBWKSr7	PB7 输入唤醒状态标志位 唤醒后硬件置 1，软件写 1 清除 1: 唤醒 0: 未唤醒
6	PBWKSr6	PB6 输入唤醒状态标志位 唤醒后硬件置 1，软件写 1 清除 1: 唤醒 0: 未唤醒
5	PBWKSr5	PB5 输入唤醒状态标志位 唤醒后硬件置 1，软件写 1 清除 1: 唤醒 0: 未唤醒
4	PBWKSr4	PB4 输入唤醒状态标志位 唤醒后硬件置 1，软件写 1 清除 1: 唤醒 0: 未唤醒

3	PBWKSR3	<p>PB3 输入唤醒状态标志位</p> <p>唤醒后硬件置 1, 软件写 1 清除</p> <p>1: 唤醒      0: 未唤醒</p>
2	PBWKSR2	<p>PB2 输入唤醒状态标志位</p> <p>唤醒后硬件置 1, 软件写 1 清除</p> <p>1: 唤醒      0: 未唤醒</p>
1	PBWKSR1	<p>PB1 输入唤醒状态标志位</p> <p>唤醒后硬件置 1, 软件写 1 清除</p> <p>1: 唤醒      0: 未唤醒</p>
0	PBWKSRO	<p>PB0 输入唤醒状态标志位</p> <p>唤醒后硬件置 1, 软件写 1 清除</p> <p>1: 唤醒      0: 未唤醒</p>

**PORTC 唤醒状态寄存器 PCWKS**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PCWKS	0x228	R/W1C	0x00	PORTC 唤醒状态寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
PCWKS7	PCWKS6	PCWKS5	PCWKS4	PCWKS3	PCWKS2	PCWKS1	PCWKS0

位域	名称	描述
31:8	-	-
7	PCWKS7	PC7 输入唤醒状态标志位 唤醒后硬件置 1, 软件写 1 清除 1: 唤醒 0: 未唤醒
6	PCWKS6	PC6 输入唤醒状态标志位 唤醒后硬件置 1, 软件写 1 清除 1: 唤醒 0: 未唤醒
5	PCWKS5	PC5 输入唤醒状态标志位 唤醒后硬件置 1, 软件写 1 清除 1: 唤醒 0: 未唤醒
4	PCWKS4	PC4 输入唤醒状态标志位 唤醒后硬件置 1, 软件写 1 清除 1: 唤醒 0: 未唤醒
3	PCWKS3	PC3 输入唤醒状态标志位 唤醒后硬件置 1, 软件写 1 清除 1: 唤醒 0: 未唤醒
2	PCWKS2	PC2 输入唤醒状态标志位 唤醒后硬件置 1, 软件写 1 清除 1: 唤醒 0: 未唤醒
1	PCWKS1	PC1 输入唤醒状态标志位 唤醒后硬件置 1, 软件写 1 清除 1: 唤醒 0: 未唤醒
0	PCWKS0	PC0 输入唤醒状态标志位 唤醒后硬件置 1, 软件写 1 清除 1: 唤醒 0: 未唤醒

**复位控制寄存器 RSTCR**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
RSTCR	0x304	R/W	0x00	复位控制寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-					CAN	LCD	SDIO
7	6	5	4	3	2	1	0
SDRAM	SRAM	NORFLASH	DMA	CPU	PWM	FLASH	SYS

位域	名称	描述
31:11	-	-
10	CAN	CAN 模块复位控制 1: CAN 进行一次复位, 硬件自动清零 0: 无效
9	LCD	LCD 模块复位控制 1: LCD 进行一次复位, 硬件自动清零 0: 无效
8	SDIO	SDIO 模块复位控制 1: SDIO 进行一次复位, 硬件自动清零 0: 无效
7	SDRAM	SDRAM 模块复位控制 1: SDRAM 进行一次复位, 硬件自动清零 0: 无效
6	SRAM	SRAM 模块复位控制 1: SRAM 进行一次复位, 硬件自动清零 0: 无效
5	NORFLASH	NORFLASH 模块复位控制 1: NORFLASH 进行一次复位, 硬件自动清零 0: 无效
4	DMA	DMA 模块复位控制 1: DMA 进行一次复位, 硬件自动清零 0: 无效
3	CPU	CPU 复位控制 1: CPU 进行一次复位, 硬件自动清零 0: 无效

2	PWM	PWM 模块复位控制 1: PWM 进行一次复位, 硬件自动清零 0: 无效
1	FLASH	FLASH CONTROL 模块复位控制 1: FLASH CONTROL 进行一次复位, 硬件自动清零 0: 无效
0	SYS	系统软复位控制 (复位芯片全局, 除电池电源域) 1: 进行系统复位, 硬件自动清零 0: 无效

**复位控制寄存器 RSTSR**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
RSTSR	0x308	R/W	0x01	复位状态寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-			SOFT	WDT	RST	BOD	POR

位域	名称	描述
31:5	-	-
4	SOFT	SOFTWARE 复位状态标志寄存器 1: 出现过 SOFTWARE 复位 0: 未出现过 SOFTWARE 复位 硬件自动置位, 写 1 清除
3	WDT	WDT 复位状态标志寄存器 1: 出现过 WDT 复位 0: 未出现过 WDT 复位 硬件自动置位, 写 1 清除
2	RST	RST 引脚复位状态标志寄存器 1: 出现过 RST 引脚复位 0: 未出现过 RST 引脚复位 硬件自动置位, 写 1 清除
1	BOD	BOD 复位状态标志寄存器 1: 出现过 BOD 复位 0: 未出现过 BOD 复位 硬件自动置位, 写 1 清除
0	POR	POR 复位状态标志寄存器 1: 出现过 POR 复位 0: 未出现过 POR 复位 硬件自动置位, 写 1 清除

**RTC 电源域状态寄存器 ISOLATION\_ST**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
ISOLATION_ST	0x28	RO	0x00	RTC 电源域状态寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-							ISOLATION_ST

位域	名称	描述
31:1	-	-
0	ISOLATION_ST	RTC 电源域隔离信号状态标志，通过读此寄存器以确定 RTC 电源域是否处于访问状态，只有处于访问状态时才可以对 RTC 及 RTC 电源域备份寄存器进行操作 1: RTC 电源域处于隔离状态 0: RTC 电源域处于访问状态

**RTC 唤醒使能控制寄存器 RTC\_WK\_CON**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
RTC_WK_CON	0x2C	R/W	0x00	RTC 唤醒使能控制寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-							EN

位域	名称	描述
31:1	-	-
0	EN	0: 禁止 RTC 唤醒功能 1: 使能 RTC 唤醒功能

**RTC 电源域备份寄存器 0 RTCBKPO**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
RTCBKPO	0x1E000	R/W	0x00	RTC 电源域备份寄存器 0

31	30	29	28	27	26	25	24
RTCBKPO							
23	22	21	20	19	18	17	16
RTCBKPO							
15	14	13	12	11	10	9	8
RTCBKPO							
7	6	5	4	3	2	1	0
RTCBKPO							

位域	名称	描述
31:0	RTCBKPO	RTC 电源域备份寄存器 0

**RTC 电源域备份寄存器 1 RTCBKP1**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
RTCBKP1	0x1E004	R/W	0x00	RTC 电源域备份寄存器 1

31	30	29	28	27	26	25	24
RTCBKP1							
23	22	21	20	19	18	17	16
RTCBKP1							
15	14	13	12	11	10	9	8
RTCBKP1							
7	6	5	4	3	2	1	0
RTCBKP1							

位域	名称	描述
31:0	RTCBKP1	RTC 电源域备份寄存器 1

**RTC 电源域备份寄存器 2 RTCBKP2**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
RTCBKP2	0x1E008	R/W	0x00	RTC 电源域备份寄存器 2

31	30	29	28	27	26	25	24
RTCBKP2							
23	22	21	20	19	18	17	16
RTCBKP2							
15	14	13	12	11	10	9	8
RTCBKP2							
7	6	5	4	3	2	1	0
RTCBKP2							

位域	名称	描述
31:0	RTCBKP2	RTC 电源域备份寄存器 2

**RTC 电源域备份寄存器 3 RTCBKP3**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
RTCBKP3	0x1E00C	R/W	0x00	RTC 电源域备份寄存器 3

31	30	29	28	27	26	25	24
RTCBKP3							
23	22	21	20	19	18	17	16
RTCBKP3							
15	14	13	12	11	10	9	8
RTCBKP3							
7	6	5	4	3	2	1	0
RTCBKP3							

位域	名称	描述
31:0	RTCBKP3	RTC 电源域备份寄存器 3

**RTC 电源域备份寄存器 4 RTCBKP4**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
RTCBKP4	0x1E010	R/W	0x00	RTC 电源域备份寄存器 4

31	30	29	28	27	26	25	24
RTCBKP4							
23	22	21	20	19	18	17	16
RTCBKP4							
15	14	13	12	11	10	9	8
RTCBKP4							
7	6	5	4	3	2	1	0
RTCBKP4							

位域	名称	描述
31:0	RTCBKP4	RTC 电源域备份寄存器 4

**RTC 电源域备份寄存器 5 RTCBKP5**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
RTCBKP5	0x1E014	R/W	0x00	RTC 电源域备份寄存器 5

31	30	29	28	27	26	25	24
RTCBKP5							
23	22	21	20	19	18	17	16
RTCBKP5							
15	14	13	12	11	10	9	8
RTCBKP5							
7	6	5	4	3	2	1	0
RTCBKP5							

位域	名称	描述
31:0	RTCBKP5	RTC 电源域备份寄存器 5

**RTC 电源域备份寄存器 6 RTCBKP6**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
RTCBKP6	0x1E018	R/W	0x00	RTC 电源域备份寄存器 6

31	30	29	28	27	26	25	24
RTCBKP6							
23	22	21	20	19	18	17	16
RTCBKP6							
15	14	13	12	11	10	9	8
RTCBKP6							
7	6	5	4	3	2	1	0
RTCBKP6							

位域	名称	描述
31:0	RTCBKP6	RTC 电源域备份寄存器 6

**RTC 电源域备份寄存器 7 RTCBKP7**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
RTCBKP7	0x1E01c	R/W	0x00	RTC 电源域备份寄存器 7

31	30	29	28	27	26	25	24
RTCBKP7							
23	22	21	20	19	18	17	16
RTCBKP7							
15	14	13	12	11	10	9	8
RTCBKP7							
7	6	5	4	3	2	1	0
RTCBKP7							

位域	名称	描述
31:0	RTCBKP7	RTC 电源域备份寄存器 7

**系统低频控制寄存器 LRCCR**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
LRCCR	0x1E020	R/W	0x00	系统低频控制寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-							OFF

位域	名称	描述
31:1	-	-
0	OFF	RCLF 使能控制 1: 关闭 0: 开启

**系统高频控制寄存器 HRCCR**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
HRCCR	0x31000	R/W	0x00	系统高频控制寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-						OFF	DBL

位域	名称	描述
31:2	-	-
1	SOFT	RCHF 使能控制 1: 关闭 0: 开启 注: 开启后需要 1us 左右的稳定时间
0	DBL	RCHF 频率选择控制 0: 输出 20MHz 时钟 1: 输出 40MHz 时钟

**外部高频晶振控制寄存器 XTALCR**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
XTALCR	0x31020	R/W	0x00	外部高频晶振控制寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-							EN

位域	名称	描述
31:1	-	-
0	EN	高频晶体振荡器使能位 1: 开启 0: 关闭

**PLL 控制寄存器 PLLCR**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PLLCR	0x31024	R/W	0x00	PLL 控制寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-					OFF	INSEL	OUTEN

位域	名称	描述
31:3	-	-
2	OFF	PLL 开关控制 1: 关闭 0: 开启
1	INSEL	PLL 参考时钟源选择 1: 选择内部 RCHF 时钟作为参考时钟 0: 选择外部高频晶体振荡器作为参考时钟
0	OUTEN	PLL 时钟输出给系统的使能位（只有当检测到 PLL 的 lockout 有效后才能将此位置为 1，使用 PLL 时钟） 1: 时钟输出 0: 时钟关闭

**PLL 分频寄存器 PLLDIV**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PLLDIV	0x31028	R/W	0x00	PLL 分频寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24	
-						OUT_DIV		
23	22	21	20	19	18	17	16	
-			REF_DIV					
15	14	13	12	11	10	9	8	
EN_15MHz	EN_30MHz	CLK_DIV					FB_DIV	
7	6	5	4	3	2	1	0	
FB_DIV								

位域	名称	描述
31:26	-	-
25:24	OUT_DIV	PLL Post 分频寄存器 00: 8 分频 01: 4 分频 1x: 2 分频
23:21	-	-
20:16	REF_DIV	PLL Reference 分频寄存器 0: 不可赋值 N: N 分频 数值对应 1-31
15	EN_15MHz	PLL 模块 ADC 时钟输出 15MHz 分频源开关控制 1: 开启 0: 关闭
14	EN_30MHz	PLL 模块 ADC 时钟输出 30MHz 分频源开关控制 1: 开启 0: 关闭
13:9	CLK_DIV	PLL 给 ADC 时钟分频寄存器 0: 不可赋值 N: N 分频 数值对应 1-31 注 1: 当 EN_ADC15MHz 和 EN_ADC30MHz 都为 0 时, 基于 60MHz 进行分频 注 2: 当 EN_ADC15MHz 1 为 1 时, 基于 15MHz 进行分频 注 3: 当 EN_ADC15MHz 为 0, EN_ADC30MHz 为 1 时, 基于 30MHz 进行分频

8:0	FB_DIV	PLL FeedBack 分频寄存器 0: 不可赋值 N: N 分频 数值为 1-511, 对应分频为 1-511
-----	--------	--

**PLL 状态寄存器 PLLLOCK**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PLLLOCK	0x31030	R/W	0x00	PLL 状态寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-							LOCK

位域	名称	描述
31:1	-	-
0	LOCK	PLL LOCK 输出标志信号(只有当 CPU 连续两次检测到该寄存器为 1 后,才能将 CLK_EN 位置为有效, 使用 PLL 时钟) 1: PLL 已锁定 0: PLL 未锁定

**BOD 中断使能寄存器 BODIE**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
BODIE	0x31034	R/W	0x00	BOD 中断使能寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-						2V2	1V9

位域	名称	描述
31:2	-	-
1	2V2	系统电压低于 2.2V 触发中断使能 1: 使能 0: 禁能
0	1V9	系统电压低于 1.9V 等级触发中断使能 1: 使能 0: 禁能

**BOD 中断标志寄存器 BODIF**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
BODIF	0x31038	R/W	0x00	BOD 中断标志寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-						2V2	1V9

位域	名称	描述
31:2	-	-
1	2V2	系统电压低于 2.2V 触发中断状态 1: 中断已触发 0: 中断未触发
0	1V9	系统电压低于 1.9V 触发中断状态 1: 中断已触发 0: 中断未触发

**ADC1 模块模拟通道 7 模拟功能选择寄存器 ADC1IN7**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
ADC1IN7	0x3103C	R/W	0x00	ADC1 模块模拟通道 7 模拟功能选择寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-			IOON	SEL			

位域	名称	描述
31:5	-	-
4	IOON	ADC1 模块模拟通道 7 所用 IO 开关控制位（通过此位选择是否打开 SEL 中功能） 1: IO 打开 0: IO 关闭
3:0	SEL	ADC1 模块模拟通道 7 功能选择位 0000: 所有通道关闭 0001: 温度传感器电压 其他: 保留

## 6.6 引脚功能配置 (PORTCON)

### 6.6.1 概述

端口控制模块主要包括管脚输入使能，管脚功能配置，I/O 上拉、下拉配置。SWM320 系列所有型号 PORTCON 模块操作均相同，部分型号无对应管脚时，对应寄存器位无效。

所有 I/O 口默认驱动能力为 12mA 其中 GPIO M、GPIO N、GPIO P 可通过 PORTx\_DRIVS 寄存器将驱动能力配置为 8mA。

### 6.6.2 特性

- 可将 UART/I2C/SPI/PWM/COUNTER/CAN 功能配置至指定 I/O 引脚
- 支持上拉、下拉功能
- 配置管脚输入使能

### 6.6.3 模块结构框图

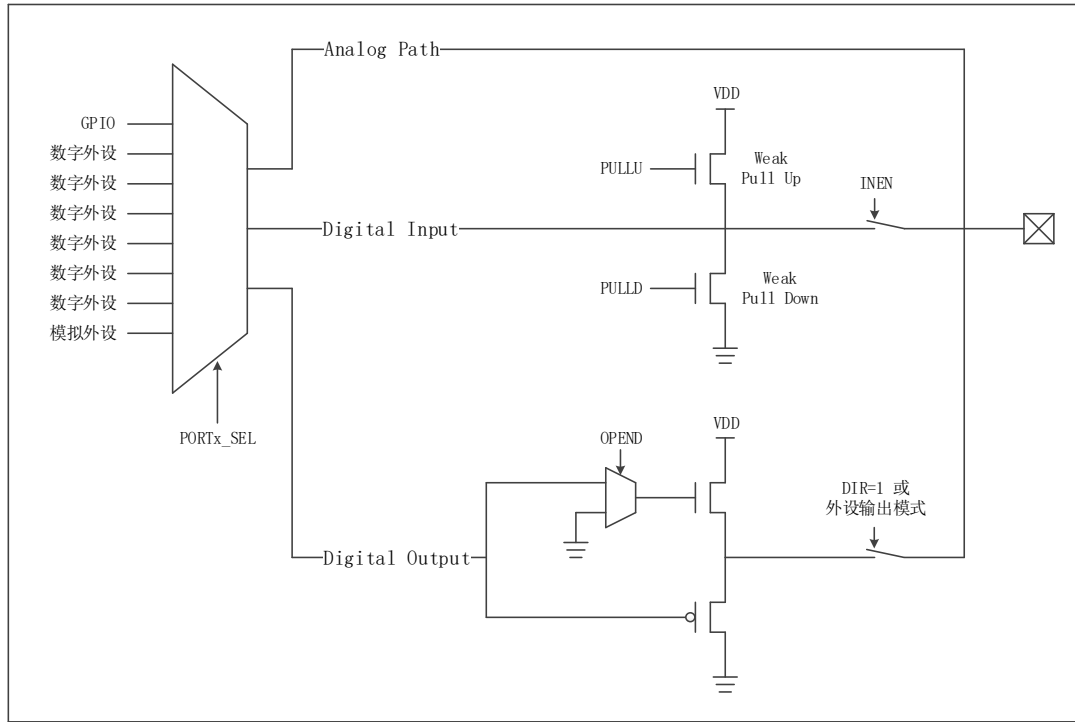


图 6-5 PORTCON 模块结构框图

## 6.6.4 功能描述

### 引脚输入使能

本芯片引脚作为输入或 I2C 相关功能使用时，需要打开引脚对应输入使能寄存器（INEN\_x）。当寄存器对应位设置为 1 时，输入使能打开，引脚方可获取外部状态。

### 引脚复用配置

对于部分数字模块功能，可以配置到除 A12/B12/N18/N19 外任意 I/O 引脚，以方便板级布局。

包括如下功能：

- UARTn\_TX / UARTn\_RX
- UARTn\_CTS / UARTn\_RTS
- I2Cn\_SDA / I2Cn\_SCL
- SPIn\_SSN / SPIn\_MOSI / SPIn\_MISO / SPIn\_SCK
- TIMER\_IN / TIMER\_PULSE\_IN
- PWMx\_OUT / PWM\_BRAKE
- CAN\_RX / CAN\_TX

端口复用通过 FUNMUXn\_x 寄存器进行配置，每个端口对应 2 个或 3 个 FUNMUX 寄存器，通过将指定编号（见表格 6-3、表格 6-4）配置至管脚对应 FUNMUX 寄存器，并在引脚复用寄存器（PORTx\_SEL）将对应管脚选择为复用功能配置，则该引脚被配置为指定数字功能。一部分引脚可配置为 FUNMUX1 功能，另一部分引脚可配置为 FUNMUX0 功能。

表格 6-3 FUNMUX0 功能配置表

编号	功能	编号	功能
0_0000	UART0_RXD	0_1101	PWM_BRAKE
0_0001	UART1_RXD	0_1110	TIMER_IN0
0_0010	UART2_RXD	0_1111	TIMER_IN2
0_0011	UART3_RXD	1_0000	CAN_RX
0_0100	保留	1_0001	SPIO_SSN
0_0101	I2C0_SCL	1_0010	SPIO_MOSI
0_0110	I2C1_SCL	1_0011	SPI1_SSN
0_0111	PWMA0_OUT	1_0100	SPI1_MOSI
0_1000	PWMA2_OUT	1_0101	UART0_CTS
0_1001	PWMA4_OUT	1_0110	UART1_CTS
0_1010	PWMB0_OUT	1_0111	UART2_CTS
0_1011	PWMB2_OUT	1_1000	UART3_CTS
0_1100	PWMB4_OUT	其他	保留

表格 6-4 FUNMUX1 功能配置表

编号	功能	编号	功能
0_0000	UART0_TXD	0_1101	TIMER_PULSE_IN
0_0001	UART1_TXD	0_1110	TIMER_IN1
0_0010	UART2_TXD	0_1111	TIMER_IN3
0_0011	UART3_TXD	1_0000	CAN_TX
0_0100	保留	1_0001	SPIO_SCK
0_0101	I2C0_SDA	1_0010	SPIO_MISO
0_0110	I2C1_SDA	1_0011	SPI1_SCK
0_0111	PWMA1_OUT	1_0100	SPI1_MISO
0_1000	PWMA3_OUT	1_0101	UART0_RTS
0_1001	PWMA5_OUT	1_0110	UART1_RTS
0_1010	PWMB1_OUT	1_0111	UART2_RTS
0_1011	PWMB3_OUT	1_1000	UART3_RTS
0_1100	PWMB5_OUT	其他	保留

### 上拉/下拉配置

本芯片部分引脚支持上拉模式，部分引脚支持下拉模式，具体如下：

- 上拉输入支持端口：PORTA/PORTC/PORTM/PORTP
- 下拉输入支持端口：PORTB/PORTN

作为输入功能使用时，可以开启内部上拉和下拉功能，通过配置 PULLU\_x 及 PULLD\_x 实现，将引脚所在寄存器对应位置为 1，即可实现该功能。

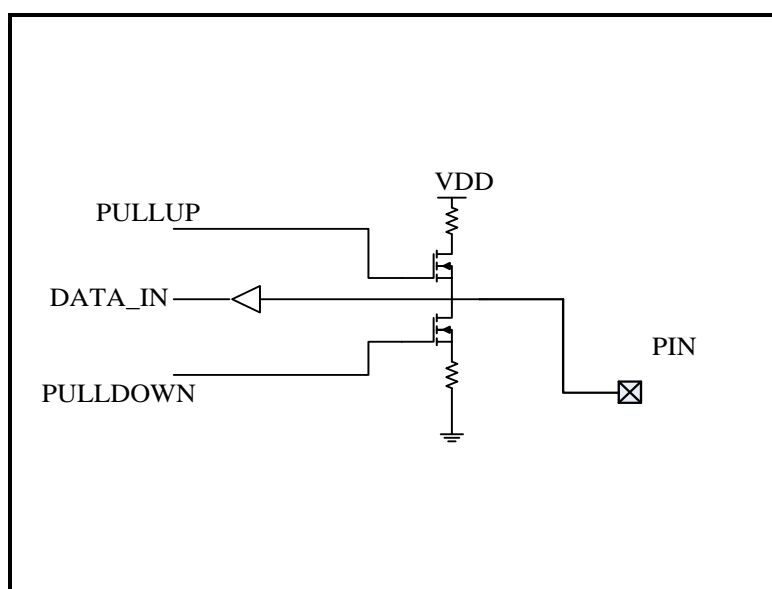


图 6-6 引脚配置结构图

## 引脚复用配置

端口复用通过端口复用寄存器 PORTA\_SEL 寄存器、PORTB\_SEL 寄存器、PORTC\_SEL 寄存器、PORTM\_SEL 寄存器、PORTN\_SEL 寄存器及 PORTP\_SEL 寄存器实现。当指定位配置为对应值时，引脚功能实现切换。

每个端口可能具备以下功能：

- 通用输入输出接口：引脚作为通用输入输出功能，输入或输出指定数字电平
- 外设接口：将对应引脚切换至指定外围功能（该功能为此引脚独有，如 SDIO、NORFLC、SRAMC、SDRAMC 或 LCDC 功能）
- 模拟接口：将对应引脚切换至模拟功能，如模数转换器
- 复用功能配置项：将引脚切换至复用功能项，具体哪个功能取决于该引脚对应的 FUNMUX 寄存器配置。

### 6.6.5 寄存器映射

名称	偏移	类型	复位值	描述
<b>PORTG BASE: 0x40010000</b>				
PORTA_SEL	0x00	R/W	0x0000000A	端口 A 功能配置寄存器
PORTB_SEL	0x04	R/W	0x00000000	端口 B 功能配置寄存器
PORTC_SEL	0x08	R/W	0x00000000	端口 C 功能配置寄存器
PORTM_SEL0	0x20	R/W	0x00000000	端口 M 功能配置寄存器 0
PORTM_SEL1	0x24	R/W	0x00000000	端口 M 功能配置寄存器 1
PORTN_SEL0	0x30	R/W	0x00000000	端口 N 功能配置寄存器 0
PORTN_SEL1	0x34	R/W	0x00000000	端口 N 功能配置寄存器 1
PORTP_SEL0	0x40	R/W	0x00000000	端口 P 功能配置寄存器 0
PORTP_SEL1	0x44	R/W	0x00000000	端口 P 功能配置寄存器 1
<b>PORTn BASE: 0x40010000</b>				
PORTA_MUX0	0x100	R/W	0x00000000	端口 A 功能配置项寄存器 0
PORTA_MUX1	0x104	R/W	0x00000000	端口 A 功能配置项寄存器 1
PORTB_MUX0	0x110	R/W	0x00000000	端口 B 功能配置项寄存器 0
PORTB_MUX1	0x114	R/W	0x00000000	端口 B 功能配置项寄存器 1
PORTC_MUX0	0x120	R/W	0x00000000	端口 C 功能配置项寄存器 0
PORTC_MUX1	0x124	R/W	0x00000000	端口 C 功能配置项寄存器 1
PORTC_MUX2	0x128	R/W	0x00000000	端口 C 功能配置项寄存器 2
PORTM_MUX0	0x160	R/W	0x00000000	端口 M 功能配置项寄存器 0
PORTM_MUX1	0x164	R/W	0x00000000	端口 M 功能配置项寄存器 1
PORTM_MUX2	0x168	R/W	0x00000000	端口 M 功能配置项寄存器 2
PORTM_MUX3	0x16C	R/W	0x00000000	端口 M 功能配置项寄存器 3
PORTN_MUX0	0x170	R/W	0x00000000	端口 N 功能配置项寄存器 0
PORTN_MUX1	0x174	R/W	0x00000000	端口 N 功能配置项寄存器 1
PORTN_MUX2	0x178	R/W	0x00000000	端口 N 功能配置项寄存器 2
PORTP_MUX0	0x180	R/W	0x00000000	端口 P 功能配置项寄存器 0
PORTP_MUX1	0x184	R/W	0x00000000	端口 P 功能配置项寄存器 1
PORTP_MUX2	0x188	R/W	0x00000000	端口 P 功能配置项寄存器 2
PORTP_MUX3	0x18C	R/W	0x00000000	端口 P 功能配置项寄存器 3
PORTA_PULLU	0x200	R/W	0x00000000	端口 A 上拉使能控制寄存器
PORTC_PULLU	0x210	R/W	0x00000000	端口 C 上拉使能控制寄存器
PORTM_PULLU	0x220	R/W	0x00000000	端口 M 上拉使能控制寄存器
PORTP_PULLU	0x230	R/W	0x00000000	端口 P 上拉使能控制寄存器
PORTB_PULLD	0x300	R/W	0x00000000	端口 B 下拉使能控制寄存器
PORTN_PULLD	0x320	R/W	0x00000000	端口 N 下拉使能控制寄存器
PORTM_DRIVS	0x540	R/W	0x00000000	端口 M 驱动选择控制寄存器
PORTN_DRIVS	0x550	R/W	0x00000000	端口 N 驱动选择控制寄存器

PORTP_DRIVS	0x560	R/W	0x00000000	端口 P 驱动选择控制寄存器
PORTA_INEN	0x600	R/W	0x00000023	端口 A 输入使能控制寄存器
PORTB_INEN	0x610	R/W	0x00001001	端口 B 输入使能控制寄存器
PORTC_INEN	0x620	R/W	0x00000000	端口 C 输入使能控制寄存器
PORTM_INEN	0x640	R/W	0x00000000	端口 M 输入使能控制寄存器
PORTN_INEN	0x650	R/W	0x00000000	端口 N 输入使能控制寄存器
PORTP_INEN	0x660	R/W	0x00000000	端口 P 输入使能控制寄存器

## 6.6.6 寄存器描述

### 端口 A 功能配置寄存器 PORTA\_SEL

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PORTA_SEL	0x00	R/W	0x0000000A	端口 A 功能配置寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-						PIN12	
23	22	21	20	19	18	17	16
PIN11		PIN10		PIN9		PIN8	
15	14	13	12	11	10	9	8
PIN7		PIN6		PIN5		PIN4	
7	6	5	4	3	2	1	0
PIN3		PIN2		PIN1		PIN0	

位域	名称	描述
31:26	-	-
25:24	PIN12	PA12 功能选择 00: GPIO 01: REVERSED 10: REVERSED 11: ADC0 CH4
23:22	PIN11	PA11 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX1 10: REVERSED 11: ADC0 CH5
21:20	PIN10	PA10 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX0 10: REVERSED 11: ADC0 CH 6
19:18	PIN9	PA9 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX1 10: REVERSED 11: ADC0 CH 7

17:16	PIN8	PA8 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX0 10: REVERSED 11: REVERSED
15:14	PIN7	PA7 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX1 10: REVERSED 11: REVERSED
13:12	PIN6	PA6 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX0 10: REVERSED 11: REVERSED
11:10	PIN5	PA5 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX1 10: REVERSED 11: REVERSED
9:8	PIN4	PA4 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX0 10: REVERSED 11: REVERSED
7:6	PIN3	PA3 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX1 10: REVERSED 11: REVERSED
5:4	PIN2	PA2 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX0 10: REVERSED 11: REVERSED
3:2	PIN1	PA1 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX1 10: SWIO 11: REVERSED

1:0	PINO	PA0 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX0 10: SWCLK 11: REVERSED
-----	------	--

**端口 B 功能配置寄存器 PORTB\_SEL**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PORTB_SEL	0x04	R/W	0x00000000	端口 B 功能配置寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-						PIN12	
23	22	21	20	19	18	17	16
PIN11		PIN10		PIN9		PIN8	
15	14	13	12	11	10	9	8
PIN7		PIN6		PIN5		PIN4	
7	6	5	4	3	2	1	0
PIN3		PIN2		PIN1		PIN0	

位域	名称	描述
31:26	-	-
25:24	PIN12	PB12 功能选择 00: GPIO 01: REVERSED 10: REVERSED 11: REVERSED
23:22	PIN11	PB11 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX1 10: REVERSED 11: REVERSED
21:20	PIN10	PB10 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX0 10: SD_DATA7 11: REVERSED
19:18	PIN9	PB9 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX1 10: SD_DATA6 11: REVERSED

17:16	PIN8	PB8 功能选择 00: GPIO 01: FUCB 10: SD_DATA5 11: REVERSED
15:14	PIN7	PB7 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX1 10: SD_DATA4 11: REVERSED
13:12	PIN6	PB6 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX0 10: SD_DATA3 11: REVERSED
11:10	PIN5	PB5 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX1 10: SD_DATA2 11: REVERSED
9:8	PIN4	PB4 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX0 10: SD_DATA1 11: REVERSED
7:6	PIN3	PB3 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX1 10: SD_DATA0 11: REVERSED
5:4	PIN2	PB2 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX0 10: SD_CMD 11: REVERSED
3:2	PIN1	PB1 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX1 10: SD_CLK 11: REVERSED

1:0	PINO	PBO 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX0 10: SD_DETECT 11: REVERSED
-----	------	--

**端口 C 功能配置寄存器 PORTC\_SEL**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PORTC_SEL	0x08	R/W	0x00000000	端口 C 功能配置寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
PIN7		PIN6		PIN5		PIN4	
7	6	5	4	3	2	1	0
PIN3		PIN2		PIN1		PIN0	

位域	名称	描述
31:16	-	-
15:14	PIN7	PC7 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX1 10: REVERSED 11: ADC1 模拟通道 0
13:12	PIN6	PC6 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX0 10: REVERSED 11: ADC1_CH1
11:10	PIN5	PC5 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX1 10: REVERSED 11: ADC1_CH2
9:8	PIN4	PC4 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX0 10: REVERSED 11: ADC1_CH3

7:6	PIN3	PC3 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX1 10: REVERSED 11: REVERSED
5:4	PIN2	PC2 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX0 10: REVERSED 11: REVERSED
3:2	PIN1	PC1 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX1 10: REVERSED 11: REVERSED
1:0	PIN0	PC0 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX0 10: REVERSED 11: REVERSED

**端口 M 功能配置寄存器 0 PORTM\_SELO**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PORTM_SELO	0x20	R/W	0x00000000	端口 M 功能配置寄存器 0

31	30	29	28	27	26	25	24
PIN15		PIN14		PIN13		PIN12	
23	22	21	20	19	18	17	16
PIN11		PIN10		PIN9		PIN8	
15	14	13	12	11	10	9	8
PIN7		PIN6		PIN5		PIN4	
7	6	5	4	3	2	1	0
PIN3		PIN2		PIN1		PIN0	

位域	名称	描述
31:30	PIN15	PM15 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX1 10: NFLASH_D0/ SRAM_D0/ SDRAM_D0 11: REVERSED
29:28	PIN14	PM14 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX0 10: NFLASH_D1/ SRAM_D1/ SDRAM_D1 11: REVERSED
27:26	PIN13	PM13 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX1 10: NFLASH_D2/ SRAM_D2/ SDRAM_D2 11: REVERSED
25:24	PIN12	PM12 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX0 10: NFLASH_D3/ SRAM_D3/ SDRAM_D3 11: REVERSED
23:22	PIN11	PM11 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX1 10: NFLASH_D4/ SRAM_D4/ SDRAM_D4 11: REVERSED

21:20	PIN10	PM10 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX0 10: NFLASH_D5/ SRAM_D5/ SDRAM_D5 11: REVERSED
19:18	PIN9	PM9 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX1 10: NFLASH_D6/ SRAM_D6/ SDRAM_D6 11: 保留
17:16	PIN8	PM8 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX0 10: NFLASH_D7/ SRAM_D7/ SDRAM_D7 11: REVERSED
15:14	PIN7	PM7 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX1 10: NFLASH_D8/ SRAM_D8/ SDRAM_D8 11: REVERSED
13:12	PIN6	PM6 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX0 10: NFLASH_D9/ SRAM_D9/ SDRAM_D9 11: REVERSED
11:10	PIN5	PM5 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX1 10: NFLASH_D10/ SRAM_D10/ SDRAM_D10 11: REVERSED
9:8	PIN4	PM4 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX0 10: NFLASH_D11/ SRAM_D12/ SDRAM_D11 11: REVERSED
7:6	PIN3	PM3 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX1 10: NFLASH_D12/ SRAM_D12/ SDRAM_D12 11: REVERSED

5:4	PIN2	PM2 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX0 10: NFLASH_D13/ SRAM_D13/ SDRAM_D13 11: REVERSED
3:2	PIN1	PM1 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX1 10: NFLASH_D14/ SRAM_D14/ SDRAM_D14 11: REVERSED
1:0	PIN0	PM0 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX0 10: NFLASH_D15/ SRAM_D15/ SDRAM_D15 11: REVERSED

**端口 M 功能配置寄存器 1 PORTM\_SEL1**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PORTM_SEL1	0x24	R/W	0x00000000	端口 M 功能配置寄存器 1

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-				PIN21		PIN20	
7	6	5	4	3	2	1	0
PIN19		PIN18		PIN17		PIN16	

位域	名称	描述
31:12	-	-
11:10	PIN21	PM21 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX1 10: SDRAM_CKE 11: REVERSED
9:8	PIN20	PM20 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX0 10: SRAM_CSN 11: REVERSED
7:6	PIN19	PM19 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX1 10: SDRAM_CSN 11: REVERSED
5:4	PIN18	PM18 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX0 10: NFLASH_CEN 11: REVERSED

3:2	PIN17	PM17 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX1 10: NFLASH_WEN/ SRAM_WEN/ SDRAM_WEN 11: REVERSED
1:0	PIN16	PM16 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX0 10: NFLASH_OEN/ SRAM_OEN 11: REVERSED

**端口 N 功能配置寄存器 0 PORTN\_SELO**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PORTN_SELO	0x30	R/W	0x00000000	端口 N 功能配置寄存器 0

31	30	29	28	27	26	25	24
PIN15		PIN14		PIN13		PIN12	
23	22	21	20	19	18	17	16
PIN11		PIN10		PIN9		PIN8	
15	14	13	12	11	10	9	8
PIN7		PIN6		PIN5		PIN4	
7	6	5	4	3	2	1	0
PIN3		PIN2		PIN1		PIN0	

位域	名称	描述
31:30	PIN15	PN15 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX1 10: LCD_D15 11: REVERSED
29:28	PIN14	PN14 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX0 10: LCD_D14 11: 保留
27:26	PIN13	PN13 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX1 10: LCD_D13 11: REVERSED
25:24	PIN12	PN12 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX0 10: LCD_D12 11: REVERSED
23:22	PIN11	PN11 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX1 10: LCD_D11 11: REVERSED

<b>21:20</b>	PIN10	PN10 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX0 10: LCD_D10 11: REVERSED
<b>19:18</b>	PIN9	PN9 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX1 10: LCD_D9 11: REVERSED
<b>17:16</b>	PIN8	PN8 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX0 10: LCD_D8 11: REVERSED
<b>15:14</b>	PIN7	PN7 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX1 10: LCD_D7 11: REVERSED
<b>13:12</b>	PIN6	PN6 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX0 10: LCD_D6 11: REVERSED
<b>11:10</b>	PIN5	PN5 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX1 10: LCD_D5 11: REVERSED
<b>9:8</b>	PIN4	PN4 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX0 10: LCD_D4 11: REVERSED
<b>7:6</b>	PIN3	PN3 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX1 10: LCD_D3 11: REVERSED

5:4	PIN2	PN2 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX0 10: LCD_D2 11: ADC1_CH6
3:2	PIN1	PN1 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX1 10: LCD_D1 11: ADC1_CH5
1:0	PIN0	PN0 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX0 10: LCD_D0 11: ADC1_CH4

**端口 N 功能配置寄存器 1 PORTN\_SEL1**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PORTN_SEL1	0x34	R/W	0x00000000	端口 N 功能配置寄存器 1

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
PIN19		PIN18		PIN17		PIN16	

位域	名称	描述
31:8	-	-
7:6	PIN19	PN19 功能选择 00: GPIO 01: REVERSED 10: LCD_WNR 11: REVERSED
5:4	PIN18	PN18 功能选择 00: GPIO 01: REVERSED 10: LCD_RS 11: REVERSED
3:2	PIN17	PN17 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX1 10: LCD_CSN 11: REVERSED
1:0	PIN16	PN16 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX0 10: LCD_RD 11: REVERSED

**端口 P 功能配置寄存器 0 PORTP\_SELO**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PORTP_SELO	0x40	R/W	0x00000000	端口 P 功能配置寄存器 0

31	30	29	28	27	26	25	24
PIN15		PIN14		PIN13		PIN12	
23	22	21	20	19	18	17	16
PIN11		PIN10		PIN9		PIN8	
15	14	13	12	11	10	9	8
PIN7		PIN6		PIN5		PIN4	
7	6	5	4	3	2	1	0
PIN3		PIN2		PIN1		PIN0	

位域	名称	描述
31:30	PIN15	PP15 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX1 10: NFLASH_A15/ SRAM_A15/ SDRAM_RAS 11: REVERSED
29:28	PIN14	PP14 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX0 10: NFLASH_A14/ SRAM_A14/ SDRAM_CAS 11: REVERSED
27:26	PIN13	PN13 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX1 10: NFLASH_A13/ SRAM_A13/ SDRAM_CLK 11: REVERSED

25:24	PIN12	PP12 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX0 10: NFLASH_A12/ SRAM_A12/ SDRAM_A12 11: SD_DETECT
23:22	PIN11	PP11 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX1 10: NFLASH_A11/ SRAM_A11/ SDRAM_A11 11: SD_CLK
21:20	PIN10	PP10 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX0 10: NFLASH_A10/ SRAM_A10/ SDRAM_A10 11: SD_CMD
19:18	PIN9	PP9 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX1 10: NFLASH_A9/ SRAM_A9/ SDRAM_A9 11: SD_DATA0
17:16	PIN8	PP8 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX0 10: NFLASH_A8/ SRAM_A8/ SDRAM_A8 11: SD_DATA1
15:14	PIN7	PP7 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX1 10: NFLASH_A7/ SRAM_A7/ SDRAM_A7 11: SD_DATA2

13:12	PIN6	PP6 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX0 10: NFLASH_A6/ SRAM_A6/ SDRAM_A6 11: SD_DATA3
11:10	PIN5	PP5 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX1 10: NFLASH_A5/ SRAM_A5/ SDRAM_A5 11: SD_DATA4
9:8	PIN4	PP4 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX0 10: NFLASH_A4/ SRAM_A4/ SDRAM_A4 11: SD_DATA5
7:6	PIN3	PP3 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX1 10: NFLASH_A3/ SRAM_A3/ SDRAM_A3 11: SD_DATA6
5:4	PIN2	PP2 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX0 10: NFLASH_A2/ SRAM_A2/ SDRAM_A2 11: SD_DATA7
3:2	PIN1	PP1 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX1 10: NFLASH_A1/ SRAM_A1/ SDRAM_A1 11: REVERSED

1:0	PINO	PPO 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX0 10: NFLASH_A0/ SRAM_A0/ SDRAM_A0 11: REVERSED
-----	------	---

**端口 P 功能配置寄存器 1 PORTP\_SEL1**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PORTP_SEL1	0x44	R/W	0x00000000	端口 P 功能配置寄存器 1

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
PIN23		PIN22		PIN21		PIN20	
7	6	5	4	3	2	1	0
PIN19		PIN18		PIN17		PIN16	

位域	名称	描述
31:16	-	-
15:14	PIN23	PP23 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX1 10: NFLASH_A23/ SRAM_A23/ SRAM_UB 11: REVERSED
13:12	PIN22	PP22 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX0 10: NFLASH_A22/ SRAM_A22/ SRAM_LB 11: REVERSED
11:10	PIN21	PP21 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX1 10: NFLASH_A21/ SRAM_A21/ SDRAM_MB1 11: REVERSED

9:8	PIN20	PP20 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX0 10: NFLASH_A20/ SRAM_A20/ SDRAM_MB0 11: REVERSED
7:6	PIN19	PP19 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX1 10: NFLASH_A19/ SRAM_A19 11: REVERSED
5:4	PIN18	PP18 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX0 10: NFLASH_A18/ SRAM_A18 11: REVERSED
3:2	PIN17	PP17 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX1 10: NFLASH_A17/ SRAM_A17/ SDRAM_UDQ 11: REVERSED
1:0	PIN16	PP16 功能选择 00: GPIO 01: FUNMUX0 10: NFLASH_A16/ SRAM_A16/ SDRAM_LDQ 11: REVERSED

**端口 A 功能配置项寄存器 0 PORTA\_MUX0**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PORTA_MUX0	0x100	R/W	0x00000000	端口 A 功能配置项寄存器 0

31	30	29	28	27	26	25	24	
-		PIN5						PIN4
23	22	21	20	19	18	17	16	
PIN4				PIN3				
15	14	13	12	11	10	9	8	
PIN3		PIN2				PIN1		
7	6	5	4	3	2	1	0	
PIN1			PIN0					

位域	名称	描述
31:30	-	-
29:25	PIN5	PA5 FUNMUX1 功能配置
24:20	PIN4	PA4 FUNMUX0 功能配置
19:15	PIN3	PA3 FUNMUX1 功能配置
14:10	PIN2	PA2 FUNMUX0 功能配置
9:5	PIN1	PA1 FUNMUX1 功能配置
4:0	PIN0	PA0 FUNMUX0 功能配置

FUNMUX0 功能配置表

编号	功能	编号	功能
0_0000	UART0_RXD	0_1101	PWM_BRAKE
0_0001	UART1_RXD	0_1110	TIMER_IN0
0_0010	UART2_RXD	0_1111	TIMER_IN2
0_0011	UART3_RXD	1_0000	CAN_RX
0_0100	保留	1_0001	SPI0_SSN
0_0101	I2C0_SCL	1_0010	SPI0_MOSI
0_0110	I2C1_SCL	1_0011	SPI1_SSN
0_0111	PWMA0_OUT	1_0100	SPI1_MOSI
0_1000	PWMA2_OUT	1_0101	UART0_CTS
0_1001	PWMA4_OUT	1_0110	UART1_CTS
0_1010	PWMB0_OUT	1_0111	UART2_CTS
0_1011	PWMB2_OUT	1_1000	UART3_CTS
0_1100	PWMB4_OUT	其他	保留

FUNMUX1 功能配置表

编号	功能	编号	功能
0_0000	UART0_TXD	0_1101	TIMER_PULSE_IN
0_0001	UART1_TXD	0_1110	TIMER_IN1
0_0010	UART2_TXD	0_1111	TIMER_IN3
0_0011	UART3_TXD	1_0000	CAN_TX
0_0100	保留	1_0001	SPI0_SCK
0_0101	I2C0_SDA	1_0010	SPI0_MISO
0_0110	I2C1_SDA	1_0011	SPI1_SCK
0_0111	PWMA1_OUT	1_0100	SPI1_MISO
0_1000	PWMA3_OUT	1_0101	UART0_RTS
0_1001	PWMA5_OUT	1_0110	UART1_RTS
0_1010	PWMB1_OUT	1_0111	UART2_RTS
0_1011	PWMB3_OUT	1_1000	UART3_RTS
0_1100	PWMB5_OUT	其他	保留

**端口 A 功能配置项寄存器 1 PORTA\_MUX1**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PORTA_MUX1	0x104	R/W	0x00000000	端口 A 功能配置项寄存器 1

31	30	29	28	27	26	25	24	
-		PIN11						PIN10
23	22	21	20	19	18	17	16	
PIN10				PIN9				
15	14	13	12	11	10	9	8	
PIN9		PIN8					PIN7	
7	6	5	4	3	2	1	0	
PIN7			PIN6					

位域	名称	描述
31:30	-	-
29:25	PIN11	PA11 FUNMUX1 功能配置
24:20	PIN10	PA10 FUNMUX0 功能配置
19:15	PIN9	PA9 FUNMUX1 功能配置
14:10	PIN8	PA8 FUNMUX0 功能配置
9:5	PIN7	PA7 FUNMUX1 功能配置
4:0	PIN6	PA6 FUNMUX0 功能配置

FUNMUX0 功能配置表

编号	功能	编号	功能
0_0000	UART0_RXD	0_1101	PWM_BRAKE
0_0001	UART1_RXD	0_1110	TIMER_IN0
0_0010	UART2_RXD	0_1111	TIMER_IN2
0_0011	UART3_RXD	1_0000	CAN_RX
0_0100	保留	1_0001	SPI0_SSN
0_0101	I2C0_SCL	1_0010	SPI0_MOSI
0_0110	I2C1_SCL	1_0011	SPI1_SSN
0_0111	PWMA0_OUT	1_0100	SPI1_MOSI
0_1000	PWMA2_OUT	1_0101	UART0_CTS
0_1001	PWMA4_OUT	1_0110	UART1_CTS
0_1010	PWMB0_OUT	1_0111	UART2_CTS
0_1011	PWMB2_OUT	1_1000	UART3_CTS
0_1100	PWMB4_OUT	其他	保留

FUNMUX1 功能配置表

编号	功能	编号	功能
0_0000	UART0_TXD	0_1101	TIMER_PULSE_IN
0_0001	UART1_TXD	0_1110	TIMER_IN1
0_0010	UART2_TXD	0_1111	TIMER_IN3
0_0011	UART3_TXD	1_0000	CAN_TX
0_0100	保留	1_0001	SPI0_SCK
0_0101	I2C0_SDA	1_0010	SPI0_MISO
0_0110	I2C1_SDA	1_0011	SPI1_SCK
0_0111	PWMA1_OUT	1_0100	SPI1_MISO
0_1000	PWMA3_OUT	1_0101	UART0_RTS
0_1001	PWMA5_OUT	1_0110	UART1_RTS
0_1010	PWMB1_OUT	1_0111	UART2_RTS
0_1011	PWMB3_OUT	1_1000	UART3_RTS
0_1100	PWMB5_OUT	其他	保留

**端口 B 功能配置项寄存器 0 PORTB\_MUX0**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PORTB_MUX0	0x110	R/W	0x00000000	端口 B 功能配置项寄存器 0

31	30	29	28	27	26	25	24
-		PIN5					PIN4
23	22	21	20	19	18	17	16
PIN4				PIN3			
15	14	13	12	11	10	9	8
PIN3		PIN2				PIN1	
7	6	5	4	3	2	1	0
PIN1			PIN0				

位域	名称	描述
31:30	-	-
29:25	PIN5	PB5 FUNMUX1 功能配置
24:20	PIN4	PB4 FUNMUX0 功能配置
19:15	PIN3	PB3 FUNMUX1 功能配置
14:10	PIN2	PB2 FUNMUX0 功能配置
9:5	PIN1	PB1 FUNMUX1 功能配置
4:0	PIN0	PB0 FUNMUX0 功能配置

FUNMUX0 功能配置表

编号	功能	编号	功能
0_0000	UART0_RXD	0_1101	PWM_BRAKE
0_0001	UART1_RXD	0_1110	TIMER_IN0
0_0010	UART2_RXD	0_1111	TIMER_IN2
0_0011	UART3_RXD	1_0000	CAN_RX
0_0100	保留	1_0001	SPI0_SSN
0_0101	I2C0_SCL	1_0010	SPI0_MOSI
0_0110	I2C1_SCL	1_0011	SPI1_SSN
0_0111	PWMA0_OUT	1_0100	SPI1_MOSI
0_1000	PWMA2_OUT	1_0101	UART0_CTS
0_1001	PWMA4_OUT	1_0110	UART1_CTS
0_1010	PWMB0_OUT	1_0111	UART2_CTS
0_1011	PWMB2_OUT	1_1000	UART3_CTS
0_1100	PWMB4_OUT	其他	保留

FUNMUX1 功能配置表

编号	功能	编号	功能
0_0000	UART0_TXD	0_1101	TIMER_PULSE_IN
0_0001	UART1_TXD	0_1110	TIMER_IN1
0_0010	UART2_TXD	0_1111	TIMER_IN3
0_0011	UART3_TXD	1_0000	CAN_TX
0_0100	保留	1_0001	SPI0_SCK
0_0101	I2C0_SDA	1_0010	SPI0_MISO
0_0110	I2C1_SDA	1_0011	SPI1_SCK
0_0111	PWMA1_OUT	1_0100	SPI1_MISO
0_1000	PWMA3_OUT	1_0101	UART0_RTS
0_1001	PWMA5_OUT	1_0110	UART1_RTS
0_1010	PWMB1_OUT	1_0111	UART2_RTS
0_1011	PWMB3_OUT	1_1000	UART3_RTS
0_1100	PWMB5_OUT	其他	保留

**端口 B 功能配置项寄存器 1 PORTB\_MUX1**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PORTB_MUX1	0x114	R/W	0x00000000	端口 B 功能配置项寄存器 1

31	30	29	28	27	26	25	24
PIN12		PIN11					PIN10
23	22	21	20	19	18	17	16
PIN10				PIN9			
15	14	13	12	11	10	9	8
PIN9	PIN8					PIN7	
7	6	5	4	3	2	1	0
PIN7			PIN6				

位域	名称	描述
31:30	-	-
29:25	PIN11	PB11 FUNMUX1 功能配置
24:20	PIN10	PB10 FUNMUX0 功能配置
19:15	PIN9	PB9 FUNMUX1 功能配置
14:10	PIN8	PB8 FUNMUX0 功能配置
9:5	PIN7	PB7 FUNMUX1 功能配置
4:0	PIN6	PB6 FUNMUX0 功能配置

FUNMUX0 功能配置表

编号	功能	编号	功能
0_0000	UART0_RXD	0_1101	PWM_BRAKE
0_0001	UART1_RXD	0_1110	TIMER_IN0
0_0010	UART2_RXD	0_1111	TIMER_IN2
0_0011	UART3_RXD	1_0000	CAN_RX
0_0100	保留	1_0001	SPI0_SSN
0_0101	I2C0_SCL	1_0010	SPI0_MOSI
0_0110	I2C1_SCL	1_0011	SPI1_SSN
0_0111	PWMA0_OUT	1_0100	SPI1_MOSI
0_1000	PWMA2_OUT	1_0101	UART0_CTS
0_1001	PWMA4_OUT	1_0110	UART1_CTS
0_1010	PWMB0_OUT	1_0111	UART2_CTS
0_1011	PWMB2_OUT	1_1000	UART3_CTS
0_1100	PWMB4_OUT	其他	保留

FUNMUX1 功能配置表

编号	功能	编号	功能
0_0000	UART0_TXD	0_1101	TIMER_PULSE_IN
0_0001	UART1_TXD	0_1110	TIMER_IN1
0_0010	UART2_TXD	0_1111	TIMER_IN3
0_0011	UART3_TXD	1_0000	CAN_TX
0_0100	保留	1_0001	SPI0_SCK
0_0101	I2C0_SDA	1_0010	SPI0_MISO
0_0110	I2C1_SDA	1_0011	SPI1_SCK
0_0111	PWMA1_OUT	1_0100	SPI1_MISO
0_1000	PWMA3_OUT	1_0101	UART0_RTS
0_1001	PWMA5_OUT	1_0110	UART1_RTS
0_1010	PWMB1_OUT	1_0111	UART2_RTS
0_1011	PWMB3_OUT	1_1000	UART3_RTS
0_1100	PWMB5_OUT	其他	保留

**端口 C 功能配置项寄存器 0 PORTC\_MUX0**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PORTC_MUX0	0x120	R/W	0x00000000	端口 C 功能配置项寄存器 0

31	30	29	28	27	26	25	24
-		PIN5					PIN4
23	22	21	20	19	18	17	16
PIN4				PIN3			
15	14	13	12	11	10	9	8
PIN3	PIN2					PIN1	
7	6	5	4	3	2	1	0
PIN1			PIN0				

位域	名称	描述
31:30	-	-
29:25	PIN5	PC5 FUNMUX1 功能配置
24:20	PIN4	PC4 FUNMUX0 功能配置
19:15	PIN3	PC3 FUNMUX1 功能配置
14:10	PIN2	PC2 FUNMUX0 功能配置
9:5	PIN1	PC1 FUNMUX1 功能配置
4:0	PIN0	PC0 FUNMUX0 功能配置

FUNMUX0 功能配置表

编号	功能	编号	功能
0_0000	UART0_RXD	0_1101	PWM_BRAKE
0_0001	UART1_RXD	0_1110	TIMER_IN0
0_0010	UART2_RXD	0_1111	TIMER_IN2
0_0011	UART3_RXD	1_0000	CAN_RX
0_0100	保留	1_0001	SPI0_SSN
0_0101	I2C0_SCL	1_0010	SPI0_MOSI
0_0110	I2C1_SCL	1_0011	SPI1_SSN
0_0111	PWMA0_OUT	1_0100	SPI1_MOSI
0_1000	PWMA2_OUT	1_0101	UART0_CTS
0_1001	PWMA4_OUT	1_0110	UART1_CTS
0_1010	PWMB0_OUT	1_0111	UART2_CTS
0_1011	PWMB2_OUT	1_1000	UART3_CTS
0_1100	PWMB4_OUT	其他	保留

FUNMUX1 功能配置表

编号	功能	编号	功能
0_0000	UART0_TXD	0_1101	TIMER_PULSE_IN
0_0001	UART1_TXD	0_1110	TIMER_IN1
0_0010	UART2_TXD	0_1111	TIMER_IN3
0_0011	UART3_TXD	1_0000	CAN_TX
0_0100	保留	1_0001	SPI0_SCK
0_0101	I2C0_SDA	1_0010	SPI0_MISO
0_0110	I2C1_SDA	1_0011	SPI1_SCK
0_0111	PWMA1_OUT	1_0100	SPI1_MISO
0_1000	PWMA3_OUT	1_0101	UART0_RTS
0_1001	PWMA5_OUT	1_0110	UART1_RTS
0_1010	PWMB1_OUT	1_0111	UART2_RTS
0_1011	PWMB3_OUT	1_1000	UART3_RTS
0_1100	PWMB5_OUT	其他	保留

**端口 C 功能配置项寄存器 1 PORTC\_MUX1**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PORTC_MUX1	0x124	R/W	0x00000000	端口 C 功能配置项寄存器 1

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-						PIN7	
7	6	5	4	3	2	1	0
PIN7				PIN6			

位域	名称	描述
31:10	-	-
9:5	PIN7	PC7 FUNMUX1 功能配置
4:0	PIN6	PC6 FUNMUX0 功能配置

FUNMUX0 功能配置表

编号	功能	编号	功能
0_0000	UART0_RXD	0_1101	PWM_BRAKE
0_0001	UART1_RXD	0_1110	TIMER_IN0
0_0010	UART2_RXD	0_1111	TIMER_IN2
0_0011	UART3_RXD	1_0000	CAN_RX
0_0100	保留	1_0001	SPI0_SSN
0_0101	I2C0_SCL	1_0010	SPI0_MOSI
0_0110	I2C1_SCL	1_0011	SPI1_SSN
0_0111	PWMA0_OUT	1_0100	SPI1_MOSI
0_1000	PWMA2_OUT	1_0101	UART0_CTS
0_1001	PWMA4_OUT	1_0110	UART1_CTS
0_1010	PWMB0_OUT	1_0111	UART2_CTS
0_1011	PWMB2_OUT	1_1000	UART3_CTS
0_1100	PWMB4_OUT	其他	保留

FUNMUX1 功能配置表

编号	功能	编号	功能
0_0000	UART0_TXD	0_1101	TIMER_PULSE_IN
0_0001	UART1_TXD	0_1110	TIMER_IN1
0_0010	UART2_TXD	0_1111	TIMER_IN3
0_0011	UART3_TXD	1_0000	CAN_TX
0_0100	保留	1_0001	SPI0_SCK
0_0101	I2C0_SDA	1_0010	SPI0_MISO
0_0110	I2C1_SDA	1_0011	SPI1_SCK
0_0111	PWMA1_OUT	1_0100	SPI1_MISO
0_1000	PWMA3_OUT	1_0101	UART0_RTS
0_1001	PWMA5_OUT	1_0110	UART1_RTS
0_1010	PWMB1_OUT	1_0111	UART2_RTS
0_1011	PWMB3_OUT	1_1000	UART3_RTS
0_1100	PWMB5_OUT	其他	保留

**端口 M 功能配置项寄存器 0 PORTM\_MUX0**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PORTM_MUX0	0x160	R/W	0x00000000	端口 M 功能配置项寄存器 0

31	30	29	28	27	26	25	24
-		PIN5					PIN4
23	22	21	20	19	18	17	16
PIN4				PIN3			
15	14	13	12	11	10	9	8
PIN3		PIN2				PIN1	
7	6	5	4	3	2	1	0
PIN1			PIN0				

位域	名称	描述
31:30	-	-
29:25	PIN5	PM5 FUNMUX1 功能配置
24:20	PIN4	PM4 FUNMUX0 功能配置
19:15	PIN3	PM3 FUNMUX1 功能配置
14:10	PIN2	PM2 FUNMUX0 功能配置
9:5	PIN1	PM1 FUNMUX1 功能配置
4:0	PIN0	PM0 FUNMUX0 功能配置

FUNMUX0 功能配置表

编号	功能	编号	功能
0_0000	UART0_RXD	0_1101	PWM_BRAKE
0_0001	UART1_RXD	0_1110	TIMER_IN0
0_0010	UART2_RXD	0_1111	TIMER_IN2
0_0011	UART3_RXD	1_0000	CAN_RX
0_0100	保留	1_0001	SPI0_SSN
0_0101	I2C0_SCL	1_0010	SPI0_MOSI
0_0110	I2C1_SCL	1_0011	SPI1_SSN
0_0111	PWMA0_OUT	1_0100	SPI1_MOSI
0_1000	PWMA2_OUT	1_0101	UART0_CTS
0_1001	PWMA4_OUT	1_0110	UART1_CTS
0_1010	PWMB0_OUT	1_0111	UART2_CTS
0_1011	PWMB2_OUT	1_1000	UART3_CTS
0_1100	PWMB4_OUT	其他	保留

FUNMUX1 功能配置表

编号	功能	编号	功能
0_0000	UART0_TXD	0_1101	TIMER_PULSE_IN
0_0001	UART1_TXD	0_1110	TIMER_IN1
0_0010	UART2_TXD	0_1111	TIMER_IN3
0_0011	UART3_TXD	1_0000	CAN_TX
0_0100	保留	1_0001	SPI0_SCK
0_0101	I2C0_SDA	1_0010	SPI0_MISO
0_0110	I2C1_SDA	1_0011	SPI1_SCK
0_0111	PWMA1_OUT	1_0100	SPI1_MISO
0_1000	PWMA3_OUT	1_0101	UART0_RTS
0_1001	PWMA5_OUT	1_0110	UART1_RTS
0_1010	PWMB1_OUT	1_0111	UART2_RTS
0_1011	PWMB3_OUT	1_1000	UART3_RTS
0_1100	PWMB5_OUT	其他	保留

**端口 M 功能配置项寄存器 1 PORTM\_MUX1**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PORTM_MUX1	0x164	R/W	0x00000000	端口 M 功能配置项寄存器 1

31	30	29	28	27	26	25	24	
-		PIN11						PIN10
23	22	21	20	19	18	17	16	
PIN10				PIN9				
15	14	13	12	11	10	9	8	
PIN9	PIN8						PIN7	
7	6	5	4	3	2	1	0	
PIN7			PIN6					

位域	名称	描述
31:30	-	-
29:25	PIN11	PM11 FUNMUX1 功能配置
24:20	PIN10	PM10 FUNMUX0 功能配置
19:15	PIN9	PM9 FUNMUX1 功能配置
14:10	PIN8	PM8 FUNMUX0 功能配置
9:5	PIN7	PM7 FUNMUX1 功能配置
4:0	PIN6	PM6 FUNMUX0 功能配置

FUNMUX0 功能配置表

编号	功能	编号	功能
0_0000	UART0_RXD	0_1101	PWM_BRAKE
0_0001	UART1_RXD	0_1110	TIMER_IN0
0_0010	UART2_RXD	0_1111	TIMER_IN2
0_0011	UART3_RXD	1_0000	CAN_RX
0_0100	保留	1_0001	SPI0_SSN
0_0101	I2C0_SCL	1_0010	SPI0_MOSI
0_0110	I2C1_SCL	1_0011	SPI1_SSN
0_0111	PWMA0_OUT	1_0100	SPI1_MOSI
0_1000	PWMA2_OUT	1_0101	UART0_CTS
0_1001	PWMA4_OUT	1_0110	UART1_CTS
0_1010	PWMB0_OUT	1_0111	UART2_CTS
0_1011	PWMB2_OUT	1_1000	UART3_CTS
0_1100	PWMB4_OUT	其他	保留

FUNMUX1 功能配置表

编号	功能	编号	功能
0_0000	UART0_TXD	0_1101	TIMER_PULSE_IN
0_0001	UART1_TXD	0_1110	TIMER_IN1
0_0010	UART2_TXD	0_1111	TIMER_IN3
0_0011	UART3_TXD	1_0000	CAN_TX
0_0100	保留	1_0001	SPI0_SCK
0_0101	I2C0_SDA	1_0010	SPI0_MISO
0_0110	I2C1_SDA	1_0011	SPI1_SCK
0_0111	PWMA1_OUT	1_0100	SPI1_MISO
0_1000	PWMA3_OUT	1_0101	UART0_RTS
0_1001	PWMA5_OUT	1_0110	UART1_RTS
0_1010	PWMB1_OUT	1_0111	UART2_RTS
0_1011	PWMB3_OUT	1_1000	UART3_RTS
0_1100	PWMB5_OUT	其他	保留

**端口 M 功能配置项寄存器 2 PORTM\_MUX2**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PORTM_MUX2	0x168	R/W	0x00000000	端口 M 功能配置项寄存器 2

31	30	29	28	27	26	25	24	
-		PIN17						PIN16
23	22	21	20	19	18	17	16	
PIN16				PIN15				
15	14	13	12	11	10	9	8	
PIN15		PIN14					PIN13	
7	6	5	4	3	2	1	0	
PIN13				PIN12				

位域	名称	描述
31:30	-	-
29:25	PIN17	PM17 FUNMUX1 功能配置
24:20	PIN16	PM16 FUNMUX0 功能配置
19:15	PIN15	PM15 FUNMUX1 功能配置
14:10	PIN14	PM14 FUNMUX0 功能配置
9:5	PIN13	PM13 FUNMUX1 功能配置
4:0	PIN12	PM12 FUNMUX0 功能配置

FUNMUX0 功能配置表

编号	功能	编号	功能
0_0000	UART0_RXD	0_1101	PWM_BRAKE
0_0001	UART1_RXD	0_1110	TIMER_IN0
0_0010	UART2_RXD	0_1111	TIMER_IN2
0_0011	UART3_RXD	1_0000	CAN_RX
0_0100	保留	1_0001	SPI0_SSN
0_0101	I2C0_SCL	1_0010	SPI0_MOSI
0_0110	I2C1_SCL	1_0011	SPI1_SSN
0_0111	PWMA0_OUT	1_0100	SPI1_MOSI
0_1000	PWMA2_OUT	1_0101	UART0_CTS
0_1001	PWMA4_OUT	1_0110	UART1_CTS
0_1010	PWMB0_OUT	1_0111	UART2_CTS
0_1011	PWMB2_OUT	1_1000	UART3_CTS
0_1100	PWMB4_OUT	其他	保留

FUNMUX1 功能配置表

编号	功能	编号	功能
0_0000	UART0_TXD	0_1101	TIMER_PULSE_IN
0_0001	UART1_TXD	0_1110	TIMER_IN1
0_0010	UART2_TXD	0_1111	TIMER_IN3
0_0011	UART3_TXD	1_0000	CAN_TX
0_0100	保留	1_0001	SPI0_SCK
0_0101	I2C0_SDA	1_0010	SPI0_MISO
0_0110	I2C1_SDA	1_0011	SPI1_SCK
0_0111	PWMA1_OUT	1_0100	SPI1_MISO
0_1000	PWMA3_OUT	1_0101	UART0_RTS
0_1001	PWMA5_OUT	1_0110	UART1_RTS
0_1010	PWMB1_OUT	1_0111	UART2_RTS
0_1011	PWMB3_OUT	1_1000	UART3_RTS
0_1100	PWMB5_OUT	其他	保留

**端口 M 功能配置项寄存器 3 PORTM\_MUX3**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PORTM_MUX3	0x16C	R/W	0x00000000	端口 M 功能配置项寄存器 3

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-				PIN21			
15	14	13	12	11	10	9	8
PIN21		PIN20				PIN19	
7	6	5	4	3	2	1	0
PIN19			PIN18				

位域	名称	描述
31:20	-	-
19:15	PIN21	PM21 FUNMUX1 功能配置
14:10	PIN20	PM20 FUNMUX0 功能配置
9:5	PIN19	PM19 FUNMUX1 功能配置
4:0	PIN18	PM18 FUNMUX0 功能配置

FUNMUX0 功能配置表

编号	功能	编号	功能
0_0000	UART0_RXD	0_1101	PWM_BRAKE
0_0001	UART1_RXD	0_1110	TIMER_IN0
0_0010	UART2_RXD	0_1111	TIMER_IN2
0_0011	UART3_RXD	1_0000	CAN_RX
0_0100	保留	1_0001	SPI0_SSN
0_0101	I2C0_SCL	1_0010	SPI0_MOSI
0_0110	I2C1_SCL	1_0011	SPI1_SSN
0_0111	PWMA0_OUT	1_0100	SPI1_MOSI
0_1000	PWMA2_OUT	1_0101	UART0_CTS
0_1001	PWMA4_OUT	1_0110	UART1_CTS
0_1010	PWMB0_OUT	1_0111	UART2_CTS
0_1011	PWMB2_OUT	1_1000	UART3_CTS
0_1100	PWMB4_OUT	其他	保留

FUNMUX1 功能配置表

编号	功能	编号	功能
0_0000	UART0_TXD	0_1101	TIMER_PULSE_IN
0_0001	UART1_TXD	0_1110	TIMER_IN1
0_0010	UART2_TXD	0_1111	TIMER_IN3
0_0011	UART3_TXD	1_0000	CAN_TX
0_0100	保留	1_0001	SPI0_SCK
0_0101	I2C0_SDA	1_0010	SPI0_MISO
0_0110	I2C1_SDA	1_0011	SPI1_SCK
0_0111	PWMA1_OUT	1_0100	SPI1_MISO
0_1000	PWMA3_OUT	1_0101	UART0_RTS
0_1001	PWMA5_OUT	1_0110	UART1_RTS
0_1010	PWMB1_OUT	1_0111	UART2_RTS
0_1011	PWMB3_OUT	1_1000	UART3_RTS
0_1100	PWMB5_OUT	其他	保留

**端口 N 功能配置项寄存器 0 PORTN\_MUX0**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PORTN_MUX0	0x170	R/W	0x00000000	端口 N 功能配置项寄存器 0

31	30	29	28	27	26	25	24
-		PIN5					PIN4
23	22	21	20	19	18	17	16
PIN4				PIN3			
15	14	13	12	11	10	9	8
PIN3		PIN2				PIN1	
7	6	5	4	3	2	1	0
PIN1			PIN0				

位域	名称	描述
31:30	-	-
29:25	PIN5	PN5 FUNMUX1 功能配置
24:20	PIN4	PN4 FUNMUX0 功能配置
19:15	PIN3	PN3 FUNMUX1 功能配置
14:10	PIN2	PN2 FUNMUX0 功能配置
9:5	PIN1	PN1 FUNMUX1 功能配置
4:0	PIN0	PN0 FUNMUX0 功能配置

FUNMUX0 功能配置表

编号	功能	编号	功能
0_0000	UART0_RXD	0_1101	PWM_BRAKE
0_0001	UART1_RXD	0_1110	TIMER_IN0
0_0010	UART2_RXD	0_1111	TIMER_IN2
0_0011	UART3_RXD	1_0000	CAN_RX
0_0100	保留	1_0001	SPI0_SSN
0_0101	I2C0_SCL	1_0010	SPI0_MOSI
0_0110	I2C1_SCL	1_0011	SPI1_SSN
0_0111	PWMA0_OUT	1_0100	SPI1_MOSI
0_1000	PWMA2_OUT	1_0101	UART0_CTS
0_1001	PWMA4_OUT	1_0110	UART1_CTS
0_1010	PWMB0_OUT	1_0111	UART2_CTS
0_1011	PWMB2_OUT	1_1000	UART3_CTS
0_1100	PWMB4_OUT	其他	保留

FUNMUX1 功能配置表

编号	功能	编号	功能
0_0000	UART0_TXD	0_1101	TIMER_PULSE_IN
0_0001	UART1_TXD	0_1110	TIMER_IN1
0_0010	UART2_TXD	0_1111	TIMER_IN3
0_0011	UART3_TXD	1_0000	CAN_TX
0_0100	保留	1_0001	SPI0_SCK
0_0101	I2C0_SDA	1_0010	SPI0_MISO
0_0110	I2C1_SDA	1_0011	SPI1_SCK
0_0111	PWMA1_OUT	1_0100	SPI1_MISO
0_1000	PWMA3_OUT	1_0101	UART0_RTS
0_1001	PWMA5_OUT	1_0110	UART1_RTS
0_1010	PWMB1_OUT	1_0111	UART2_RTS
0_1011	PWMB3_OUT	1_1000	UART3_RTS
0_1100	PWMB5_OUT	其他	保留

**端口 N 功能配置项寄存器 1 PORTN\_MUX1**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PORTN_MUX1	0x174	R/W	0x00000000	端口 N 功能配置项寄存器 1

31	30	29	28	27	26	25	24
-		PIN11					PIN10
23	22	21	20	19	18	17	16
PIN10				PIN9			
15	14	13	12	11	10	9	8
PIN9	PIN8					PIN7	
7	6	5	4	3	2	1	0
PIN7			PIN6				

位域	名称	描述
31:30	-	-
29:25	PIN11	PN11 FUNMUX1 功能配置
24:20	PIN10	PN10 FUNMUX0 功能配置
19:15	PIN9	PN9 FUNMUX1 功能配置
14:10	PIN8	PN8 FUNMUX0 功能配置
9:5	PIN7	PN7 FUNMUX1 功能配置
4:0	PIN6	PN6 FUNMUX0 功能配置

FUNMUX0 功能配置表

编号	功能	编号	功能
0_0000	UART0_RXD	0_1101	PWM_BRAKE
0_0001	UART1_RXD	0_1110	TIMER_IN0
0_0010	UART2_RXD	0_1111	TIMER_IN2
0_0011	UART3_RXD	1_0000	CAN_RX
0_0100	保留	1_0001	SPI0_SSN
0_0101	I2C0_SCL	1_0010	SPI0_MOSI
0_0110	I2C1_SCL	1_0011	SPI1_SSN
0_0111	PWMA0_OUT	1_0100	SPI1_MOSI
0_1000	PWMA2_OUT	1_0101	UART0_CTS
0_1001	PWMA4_OUT	1_0110	UART1_CTS
0_1010	PWMB0_OUT	1_0111	UART2_CTS
0_1011	PWMB2_OUT	1_1000	UART3_CTS
0_1100	PWMB4_OUT	其他	保留

FUNMUX1 功能配置表

编号	功能	编号	功能
0_0000	UART0_TXD	0_1101	TIMER_PULSE_IN
0_0001	UART1_TXD	0_1110	TIMER_IN1
0_0010	UART2_TXD	0_1111	TIMER_IN3
0_0011	UART3_TXD	1_0000	CAN_TX
0_0100	保留	1_0001	SPI0_SCK
0_0101	I2C0_SDA	1_0010	SPI0_MISO
0_0110	I2C1_SDA	1_0011	SPI1_SCK
0_0111	PWMA1_OUT	1_0100	SPI1_MISO
0_1000	PWMA3_OUT	1_0101	UART0_RTS
0_1001	PWMA5_OUT	1_0110	UART1_RTS
0_1010	PWMB1_OUT	1_0111	UART2_RTS
0_1011	PWMB3_OUT	1_1000	UART3_RTS
0_1100	PWMB5_OUT	其他	保留

**端口 N 功能配置项寄存器 2 PORTN\_MUX2**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PORTN_MUX2	0x178	R/W	0x00000000	端口 N 功能配置项寄存器 2

31	30	29	28	27	26	25	24	
-		PIN17						PIN16
23	22	21	20	19	18	17	16	
PIN16				PIN15				
15	14	13	12	11	10	9	8	
PIN15		PIN14					PIN13	
7	6	5	4	3	2	1	0	
PIN13				PIN12				

位域	名称	描述
31:30	-	-
29:25	PIN17	PN17 FUNMUX1 功能配置
24:20	PIN16	PN16 FUNMUX0 功能配置
19:15	PIN15	PN15 FUNMUX1 功能配置
14:10	PIN14	PN14 FUNMUX0 功能配置
9:5	PIN13	PN13 FUNMUX1 功能配置
4:0	PIN12	PN12 FUNMUX0 功能配置

FUNMUX0 功能配置表

编号	功能	编号	功能
0_0000	UART0_RXD	0_1101	PWM_BRAKE
0_0001	UART1_RXD	0_1110	TIMER_IN0
0_0010	UART2_RXD	0_1111	TIMER_IN2
0_0011	UART3_RXD	1_0000	CAN_RX
0_0100	保留	1_0001	SPI0_SSN
0_0101	I2C0_SCL	1_0010	SPI0_MOSI
0_0110	I2C1_SCL	1_0011	SPI1_SSN
0_0111	PWMA0_OUT	1_0100	SPI1_MOSI
0_1000	PWMA2_OUT	1_0101	UART0_CTS
0_1001	PWMA4_OUT	1_0110	UART1_CTS
0_1010	PWMB0_OUT	1_0111	UART2_CTS
0_1011	PWMB2_OUT	1_1000	UART3_CTS
0_1100	PWMB4_OUT	其他	保留

FUNMUX1 功能配置表

编号	功能	编号	功能
0_0000	UART0_TXD	0_1101	TIMER_PULSE_IN
0_0001	UART1_TXD	0_1110	TIMER_IN1
0_0010	UART2_TXD	0_1111	TIMER_IN3
0_0011	UART3_TXD	1_0000	CAN_TX
0_0100	保留	1_0001	SPI0_SCK
0_0101	I2C0_SDA	1_0010	SPI0_MISO
0_0110	I2C1_SDA	1_0011	SPI1_SCK
0_0111	PWMA1_OUT	1_0100	SPI1_MISO
0_1000	PWMA3_OUT	1_0101	UART0_RTS
0_1001	PWMA5_OUT	1_0110	UART1_RTS
0_1010	PWMB1_OUT	1_0111	UART2_RTS
0_1011	PWMB3_OUT	1_1000	UART3_RTS
0_1100	PWMB5_OUT	其他	保留

**端口 P 功能配置项寄存器 0 PORTP\_MUX0**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PORTP_MUX0	0x180	R/W	0x00000000	端口 P 功能配置项寄存器 0

31	30	29	28	27	26	25	24
-		PIN5					PIN4
23	22	21	20	19	18	17	16
PIN4				PIN3			
15	14	13	12	11	10	9	8
PIN3		PIN2				PIN1	
7	6	5	4	3	2	1	0
PIN1			PIN0				

位域	名称	描述
31:30	-	-
29:25	PIN5	PP5 FUNMUX1 功能配置
24:20	PIN4	PP4 FUNMUX0 功能配置
19:15	PIN3	PP3 FUNMUX1 功能配置
14:10	PIN2	PP2 FUNMUX0 功能配置
9:5	PIN1	PP1 FUNMUX1 功能配置
4:0	PIN0	PP0 FUNMUX0 功能配置

FUNMUX0 功能配置表

编号	功能	编号	功能
0_0000	UART0_RXD	0_1101	PWM_BRAKE
0_0001	UART1_RXD	0_1110	TIMER_IN0
0_0010	UART2_RXD	0_1111	TIMER_IN2
0_0011	UART3_RXD	1_0000	CAN_RX
0_0100	保留	1_0001	SPI0_SSN
0_0101	I2C0_SCL	1_0010	SPI0_MOSI
0_0110	I2C1_SCL	1_0011	SPI1_SSN
0_0111	PWMA0_OUT	1_0100	SPI1_MOSI
0_1000	PWMA2_OUT	1_0101	UART0_CTS
0_1001	PWMA4_OUT	1_0110	UART1_CTS
0_1010	PWMB0_OUT	1_0111	UART2_CTS
0_1011	PWMB2_OUT	1_1000	UART3_CTS
0_1100	PWMB4_OUT	其他	保留

FUNMUX1 功能配置表

编号	功能	编号	功能
0_0000	UART0_TXD	0_1101	TIMER_PULSE_IN
0_0001	UART1_TXD	0_1110	TIMER_IN1
0_0010	UART2_TXD	0_1111	TIMER_IN3
0_0011	UART3_TXD	1_0000	CAN_TX
0_0100	保留	1_0001	SPI0_SCK
0_0101	I2C0_SDA	1_0010	SPI0_MISO
0_0110	I2C1_SDA	1_0011	SPI1_SCK
0_0111	PWMA1_OUT	1_0100	SPI1_MISO
0_1000	PWMA3_OUT	1_0101	UART0_RTS
0_1001	PWMA5_OUT	1_0110	UART1_RTS
0_1010	PWMB1_OUT	1_0111	UART2_RTS
0_1011	PWMB3_OUT	1_1000	UART3_RTS
0_1100	PWMB5_OUT	其他	保留

**端口 P 功能配置项寄存器 1 PORTP\_MUX1**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PORTP_MUX1	0x184	R/W	0x00000000	端口 P 功能配置项寄存器 1

31	30	29	28	27	26	25	24	
-		PIN11						PIN10
23	22	21	20	19	18	17	16	
PIN10				PIN9				
15	14	13	12	11	10	9	8	
PIN9	PIN8						PIN7	
7	6	5	4	3	2	1	0	
PIN7			PIN6					

位域	名称	描述
31:30	-	-
29:25	PIN11	PP11 FUNMUX1 功能配置
24:20	PIN10	PP10 FUNMUX0 功能配置
19:15	PIN9	PP9 FUNMUX1 功能配置
14:10	PIN8	PP8 FUNMUX0 功能配置
9:5	PIN7	PP7 FUNMUX1 功能配置
4:0	PIN6	PP6 FUNMUX0 功能配置

FUNMUX0 功能配置表

编号	功能	编号	功能
0_0000	UART0_RXD	0_1101	PWM_BRAKE
0_0001	UART1_RXD	0_1110	TIMER_IN0
0_0010	UART2_RXD	0_1111	TIMER_IN2
0_0011	UART3_RXD	1_0000	CAN_RX
0_0100	保留	1_0001	SPI0_SSN
0_0101	I2C0_SCL	1_0010	SPI0_MOSI
0_0110	I2C1_SCL	1_0011	SPI1_SSN
0_0111	PWMA0_OUT	1_0100	SPI1_MOSI
0_1000	PWMA2_OUT	1_0101	UART0_CTS
0_1001	PWMA4_OUT	1_0110	UART1_CTS
0_1010	PWMB0_OUT	1_0111	UART2_CTS
0_1011	PWMB2_OUT	1_1000	UART3_CTS
0_1100	PWMB4_OUT	其他	保留

FUNMUX1 功能配置表

编号	功能	编号	功能
0_0000	UART0_TXD	0_1101	TIMER_PULSE_IN
0_0001	UART1_TXD	0_1110	TIMER_IN1
0_0010	UART2_TXD	0_1111	TIMER_IN3
0_0011	UART3_TXD	1_0000	CAN_TX
0_0100	保留	1_0001	SPI0_SCK
0_0101	I2C0_SDA	1_0010	SPI0_MISO
0_0110	I2C1_SDA	1_0011	SPI1_SCK
0_0111	PWMA1_OUT	1_0100	SPI1_MISO
0_1000	PWMA3_OUT	1_0101	UART0_RTS
0_1001	PWMA5_OUT	1_0110	UART1_RTS
0_1010	PWMB1_OUT	1_0111	UART2_RTS
0_1011	PWMB3_OUT	1_1000	UART3_RTS
0_1100	PWMB5_OUT	其他	保留

**端口 P 功能配置项寄存器 2 PORTP\_MUX2**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PORTP_MUX2	0x188	R/W	0x00000000	端口 P 功能配置项寄存器 2

31	30	29	28	27	26	25	24	
-		PIN17						PIN16
23	22	21	20	19	18	17	16	
PIN16				PIN15				
15	14	13	12	11	10	9	8	
PIN15		PIN14					PIN13	
7	6	5	4	3	2	1	0	
PIN13			PIN12					

位域	名称	描述
31:30	-	-
29:25	PIN17	PP17 FUNMUX1 功能配置
24:20	PIN16	PP16 FUNMUX0 功能配置
19:15	PIN15	PP15 FUNMUX1 功能配置
14:10	PIN14	PP14 FUNMUX0 功能配置
9:5	PIN13	PP13 FUNMUX1 功能配置
4:0	PIN12	PP12 FUNMUX0 功能配置

FUNMUX0 功能配置表

编号	功能	编号	功能
0_0000	UART0_RXD	0_1101	PWM_BRAKE
0_0001	UART1_RXD	0_1110	TIMER_IN0
0_0010	UART2_RXD	0_1111	TIMER_IN2
0_0011	UART3_RXD	1_0000	CAN_RX
0_0100	保留	1_0001	SPI0_SSN
0_0101	I2C0_SCL	1_0010	SPI0_MOSI
0_0110	I2C1_SCL	1_0011	SPI1_SSN
0_0111	PWMA0_OUT	1_0100	SPI1_MOSI
0_1000	PWMA2_OUT	1_0101	UART0_CTS
0_1001	PWMA4_OUT	1_0110	UART1_CTS
0_1010	PWMB0_OUT	1_0111	UART2_CTS
0_1011	PWMB2_OUT	1_1000	UART3_CTS
0_1100	PWMB4_OUT	其他	保留

FUNMUX1 功能配置表

编号	功能	编号	功能
0_0000	UART0_TXD	0_1101	TIMER_PULSE_IN
0_0001	UART1_TXD	0_1110	TIMER_IN1
0_0010	UART2_TXD	0_1111	TIMER_IN3
0_0011	UART3_TXD	1_0000	CAN_TX
0_0100	保留	1_0001	SPI0_SCK
0_0101	I2C0_SDA	1_0010	SPI0_MISO
0_0110	I2C1_SDA	1_0011	SPI1_SCK
0_0111	PWMA1_OUT	1_0100	SPI1_MISO
0_1000	PWMA3_OUT	1_0101	UART0_RTS
0_1001	PWMA5_OUT	1_0110	UART1_RTS
0_1010	PWMB1_OUT	1_0111	UART2_RTS
0_1011	PWMB3_OUT	1_1000	UART3_RTS
0_1100	PWMB5_OUT	其他	保留

**端口 P 功能配置项寄存器 3 PORTP\_MUX3**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PORTP_MUX3	0x18C	R/W	0x00000000	端口 P 功能配置项寄存器 3

31	30	29	28	27	26	25	24
-		PIN23					PIN22
23	22	21	20	19	18	17	16
PIN22				PIN21			
15	14	13	12	11	10	9	8
PIN21		PIN20				PIN19	
7	6	5	4	3	2	1	0
PIN19			PIN18				

位域	名称	描述
31:30	-	-
29:25	PIN23	PP23 FUNMUX1 功能配置
24:20	PIN22	PP22 FUNMUX0 功能配置
19:15	PIN21	PP21 FUNMUX1 功能配置
14:10	PIN20	PP20 FUNMUX0 功能配置
9:5	PIN19	PP19 FUNMUX1 功能配置
4:0	PIN18	PP18 FUNMUX0 功能配置

FUNMUX0 功能配置表

编号	功能	编号	功能
0_0000	UART0_RXD	0_1101	PWM_BRAKE
0_0001	UART1_RXD	0_1110	TIMER_IN0
0_0010	UART2_RXD	0_1111	TIMER_IN2
0_0011	UART3_RXD	1_0000	CAN_RX
0_0100	保留	1_0001	SPI0_SSN
0_0101	I2C0_SCL	1_0010	SPI0_MOSI
0_0110	I2C1_SCL	1_0011	SPI1_SSN
0_0111	PWMA0_OUT	1_0100	SPI1_MOSI
0_1000	PWMA2_OUT	1_0101	UART0_CTS
0_1001	PWMA4_OUT	1_0110	UART1_CTS
0_1010	PWMB0_OUT	1_0111	UART2_CTS
0_1011	PWMB2_OUT	1_1000	UART3_CTS
0_1100	PWMB4_OUT	其他	保留

FUNMUX1 功能配置表

编号	功能	编号	功能
0_0000	UART0_TXD	0_1101	TIMER_PULSE_IN
0_0001	UART1_TXD	0_1110	TIMER_IN1
0_0010	UART2_TXD	0_1111	TIMER_IN3
0_0011	UART3_TXD	1_0000	CAN_TX
0_0100	保留	1_0001	SPI0_SCK
0_0101	I2C0_SDA	1_0010	SPI0_MISO
0_0110	I2C1_SDA	1_0011	SPI1_SCK
0_0111	PWMA1_OUT	1_0100	SPI1_MISO
0_1000	PWMA3_OUT	1_0101	UART0_RTS
0_1001	PWMA5_OUT	1_0110	UART1_RTS
0_1010	PWMB1_OUT	1_0111	UART2_RTS
0_1011	PWMB3_OUT	1_1000	UART3_RTS
0_1100	PWMB5_OUT	其他	保留

**端口 A 上拉使能控制寄存器 PORTA\_PULLU**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PORTA_PULLU	0x200	R/W	0x00000000	端口 A 上拉使能控制寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-			PIN12	PIN11	PIN10	PIN9	PIN8
7	6	5	4	3	2	1	0
PIN7	PIN6	PIN5	PIN4	PIN3	PIN2	PIN1	PIN0

位域	名称	描述
31:13	-	-
12	PIN12	PIN12 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
11	PIN11	PIN11 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
10	PIN10	PIN10 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
9	PIN9	PIN9 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
8	PIN8	PIN8 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
7	PIN7	PIN7 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
6	PIN6	PIN6 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
5	PIN5	PIN5 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
4	PIN4	PIN4 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
3	PIN3	PIN3 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
2	PIN2	PIN2 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
1	PIN1	PIN1 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能

0	PINO	PINO 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
---	------	----------------------------

**端口 C 上拉使能控制寄存器 PORTC\_PULLU**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PORTC_PULLU	0x210	R/W	0x00000000	端口 C 上拉使能控制寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
PIN7	PIN6	PIN5	PIN4	PIN3	PIN2	PIN1	PIN0

位域	名称	描述
31:8	-	-
7	PIN7	PIN7 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
6	PIN6	PIN6 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
5	PIN5	PIN5 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
4	PIN4	PIN4 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
3	PIN3	PIN3 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
2	PIN2	PIN2 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
1	PIN1	PIN1 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
0	PIN0	PIN0 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能

**端口 M 上拉使能控制寄存器 PORTM\_PULLU**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PORTM_PULLU	0x220	R/W	0x00000000	端口 M 上拉使能控制寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-		PIN21	PIN20	PIN19	PIN18	PIN17	PIN16
15	14	13	12	11	10	9	8
PIN15	PIN14	PIN13	PIN12	PIN11	PIN10	PIN9	PIN8
7	6	5	4	3	2	1	0
PIN7	PIN6	PIN5	PIN4	PIN3	PIN2	PIN1	PIN0

位域	名称	描述
31:22	-	-
21	PIN21	PIN21 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
20	PIN20	PIN20 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
19	PIN19	PIN19 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
18	PIN18	PIN18 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
17	PIN17	PIN17 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
16	PIN16	PIN16 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
15	PIN15	PIN15 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
14	PIN14	PIN14 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
13	PIN13	PIN13 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
12	PIN12	PIN12 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
11	PIN11	PIN11 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
10	PIN10	PIN10 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能

9	PIN9	PIN9 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
8	PIN8	PIN8 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
7	PIN7	PIN7 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
6	PIN6	PIN6 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
5	PIN5	PIN5 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
4	PIN4	PIN4 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
3	PIN3	PIN3 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
2	PIN2	PIN2 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
1	PIN1	PIN1 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
0	PIN0	PIN0 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能

**端口 P 上拉使能控制寄存器 PORTP\_PULLU**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PORTP_PULLU	0x230	R/W	0x00000000	端口 P 上拉使能控制寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
PIN23	PIN22	PIN21	PIN20	PIN19	PIN18	PIN17	PIN16
15	14	13	12	11	10	9	8
PIN15	PIN14	PIN13	PIN12	PIN11	PIN10	PIN9	PIN8
7	6	5	4	3	2	1	0
PIN7	PIN6	PIN5	PIN4	PIN3	PIN2	PIN1	PIN0

位域	名称	描述
31:24	-	-
23	PIN23	PIN23 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
22	PIN22	PIN22 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
21	PIN21	PIN21 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
20	PIN20	PIN20 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
19	PIN19	PIN19 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
18	PIN18	PIN18 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
17	PIN17	PIN17 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
16	PIN16	PIN16 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
15	PIN15	PIN15 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
14	PIN14	PIN14 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
13	PIN13	PIN13 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
12	PIN12	PIN12 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能

11	PIN11	PIN11 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
10	PIN10	PIN10 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
9	PIN9	PIN9 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
8	PIN8	PIN8 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
7	PIN7	PIN7 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
6	PIN6	PIN6 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
5	PIN5	PIN5 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
4	PIN4	PIN4 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
3	PIN3	PIN3 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
2	PIN2	PIN2 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
1	PIN1	PIN1 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
0	PIN0	PIN0 上拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能

**端口 B 下拉使能控制寄存器 PORTB\_PULLD**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PORTB_PULLD	0x300	R/W	0x00000000	端口 B 下拉使能控制寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-			PIN12	PIN11	PIN10	PIN9	PIN8
7	6	5	4	3	2	1	0
PIN7	PIN6	PIN5	PIN4	PIN3	PIN2	PIN1	PIN0

位域	名称	描述
31:13	-	-
12	PIN12	PIN12 下拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
11	PIN11	PIN11 下拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
10	PIN10	PIN10 下拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
9	PIN9	PIN9 下拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
8	PIN8	PIN8 下拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
7	PIN7	PIN7 下拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
6	PIN6	PIN6 下拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
5	PIN5	PIN5 下拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
4	PIN4	PIN4 下拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
3	PIN3	PIN3 下拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
2	PIN2	PIN2 下拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
1	PIN1	PIN1 下拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能

0	PINO	PINO 下拉电阻使能 0: 禁能    1: 使能
---	------	-------------------------------

**端口 N 下拉使能控制寄存器 PORTN\_PULLD**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PORTN_PULLD	0x320	R/W	0x00000000	端口 N 下拉使能控制寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-				PIN19	PIN18	PIN17	PIN16
15	14	13	12	11	10	9	8
PIN15	PIN14	PIN13	PIN12	PIN11	PIN10	PIN9	PIN8
7	6	5	4	3	2	1	0
PIN7	PIN6	PIN5	PIN4	PIN3	PIN2	PIN1	PIN0

位域	名称	描述
31:20	-	-
19	PIN19	PIN19 下拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
18	PIN18	PIN18 下拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
17	PIN17	PIN17 下拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
16	PIN16	PIN16 下拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
15	PIN15	PIN15 下拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
14	PIN14	PIN14 下拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
13	PIN13	PIN13 下拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
12	PIN12	PIN12 下拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
11	PIN11	PIN11 下拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
10	PIN10	PIN10 下拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
9	PIN9	PIN9 下拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
8	PIN8	PIN8 下拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能

7	PIN7	PIN7 下拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
6	PIN6	PIN6 下拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
5	PIN5	PIN5 下拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
4	PIN4	PIN4 下拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
3	PIN3	PIN3 下拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
2	PIN2	PIN2 下拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
1	PIN1	PIN1 下拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能
0	PIN0	PIN0 下拉电阻使能 0: 禁能 1: 使能

**端口 M 驱动选择控制寄存器 PORTM\_DRIVS**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PORTM_DRIVS	0x540	R/W	0x00000000	端口 M 驱动选择控制寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-		PIN21	PIN20	PIN19	PIN18	PIN17	PIN16
15	14	13	12	11	10	9	8
PIN15	PIN14	PIN13	PIN12	PIN11	PIN10	PIN9	PIN8
7	6	5	4	3	2	1	0
PIN7	PIN6	PIN5	PIN4	PIN3	PIN2	PIN1	PIN0

位域	名称	描述
31:22	-	-
21	PIN21	PM21 驱动选择位 1: 12mA 0: 8mA
20	PIN20	PM20 驱动选择位 1: 12mA 0: 8mA
19	PIN19	PM19 驱动选择位 1: 12mA 0: 8mA
18	PIN18	PM18 驱动选择位 1: 12mA 0: 8mA
17	PIN17	PM17 驱动选择位 1: 12mA 0: 8mA
16	PIN16	PM16 驱动选择位 1: 12mA 0: 8mA
15	PIN15	PM15 驱动选择位 1: 12mA 0: 8mA
14	PIN14	PM14 驱动选择位 1: 12mA 0: 8mA
13	PIN13	PM13 驱动选择位 1: 12mA 0: 8mA
12	PIN12	PM12 驱动选择位 1: 12mA 0: 8mA
11	PIN11	PM11 驱动选择位 1: 12mA 0: 8mA
10	PIN10	PM10 驱动选择位 1: 12mA 0: 8mA

9	PIN9	PM9 驱动选择位 1: 12mA    0: 8mA
8	PIN8	PM8 驱动选择位 1: 12mA    0: 8mA
7	PIN7	PM7 驱动选择位 1: 12mA    0: 8mA
6	PIN6	PM6 驱动选择位 1: 12mA    0: 8mA
5	PIN5	PM5 驱动选择位 1: 12mA    0: 8mA
4	PIN4	PM4 驱动选择位 1: 12mA    0: 8mA
3	PIN3	PM3 驱动选择位 1: 12mA    0: 8mA
2	PIN2	PM2 驱动选择位 1: 12mA    0: 8mA
1	PIN1	PM1 驱动选择位 1: 12mA    0: 8mA
0	PIN0	PM0 驱动选择位 1: 12mA    0: 8mA

**端口 N 驱动选择控制寄存器 PORTN\_DRIVS**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PORTN_DRIVS	0x550	R/W	0x00000000	端口 N 驱动选择控制寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-				PIN19	PIN18	PIN17	PIN16
15	14	13	12	11	10	9	8
PIN15	PIN14	PIN13	PIN12	PIN11	PIN10	PIN9	PIN8
7	6	5	4	3	2	1	0
PIN7	PIN6	PIN5	PIN4	PIN3	PIN2	PIN1	PIN0

位域	名称	描述
31:20	-	-
19	PIN19	PN19 驱动选择位 1: 12mA 0: 8mA
18	PIN18	PN18 驱动选择位 1: 12mA 0: 8mA
17	PIN17	PN17 驱动选择位 1: 12mA 0: 8mA
16	PIN16	PN16 驱动选择位 1: 12mA 0: 8mA
15	PIN15	PN15 驱动选择位 1: 12mA 0: 8mA
14	PIN14	PN14 驱动选择位 1: 12mA 0: 8mA
13	PIN13	PN13 驱动选择位 1: 12mA 0: 8mA
12	PIN12	PN12 驱动选择位 1: 12mA 0: 8mA
11	PIN11	PN11 驱动选择位 1: 12mA 0: 8mA
10	PIN10	PN10 驱动选择位 1: 12mA 0: 8mA
9	PIN9	PN9 驱动选择位 1: 12mA 0: 8mA
8	PIN8	PN8 驱动选择位 1: 12mA 0: 8mA

7	PIN7	PN7 驱动选择位 1: 12mA    0: 8mA
6	PIN6	PN6 驱动选择位 1: 12mA    0: 8mA
5	PIN5	PN5 驱动选择位 1: 12mA    0: 8mA
4	PIN4	PN4 驱动选择位 1: 12mA    0: 8mA
3	PIN3	PN3 驱动选择位 1: 12mA    0: 8mA
2	PIN2	PN2 驱动选择位, 固定 12mA
1	PIN1	PN1 驱动选择位, 固定 12mA
0	PIN0	PN0 驱动选择位, 固定 12mA

**端口 P 驱动选择控制寄存器 PORTP\_DRIVS**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PORTP_DRIVS	0x560	R/W	0x00000000	端口 P 驱动选择控制寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
PIN23	PIN22	PIN21	PIN20	PIN19	PIN18	PIN17	PIN16
15	14	13	12	11	10	9	8
PIN15	PIN14	PIN13	PIN12	PIN11	PIN10	PIN9	PIN8
7	6	5	4	3	2	1	0
PIN7	PIN6	PIN5	PIN4	PIN3	PIN2	PIN1	PIN0

位域	名称	描述
31:24	-	-
23	PIN23	PP23 驱动选择位 1: 12mA 0: 8mA
22	PIN22	PP22 驱动选择位 1: 12mA 0: 8mA
21	PIN21	PP21 驱动选择位 1: 12mA 0: 8mA
20	PIN20	PP20 驱动选择位 1: 12mA 0: 8mA
19	PIN19	PP19 驱动选择位 1: 12mA 0: 8mA
18	PIN18	PP18 驱动选择位 1: 12mA 0: 8mA
17	PIN17	PP17 驱动选择位 1: 12mA 0: 8mA
16	PIN16	PP16 驱动选择位 1: 12mA 0: 8mA
15	PIN15	PP15 驱动选择位 1: 12mA 0: 8mA
14	PIN14	PP14 驱动选择位 1: 12mA 0: 8mA
13	PIN13	PP13 驱动选择位 1: 12mA 0: 8mA
12	PIN12	PP12 驱动选择位 1: 12mA 0: 8mA

11	PIN11	PP11 驱动选择位 1: 12mA 0: 8mA
10	PIN10	PP10 驱动选择位 1: 12mA 0: 8mA
9	PIN9	PP9 驱动选择位 1: 12mA 0: 8mA
8	PIN8	PP8 驱动选择位 1: 12mA 0: 8mA
7	PIN7	PP7 驱动选择位 1: 12mA 0: 8mA
6	PIN6	PP6 驱动选择位 1: 12mA 0: 8mA
5	PIN5	PP5 驱动选择位 1: 12mA 0: 8mA
4	PIN4	PP4 驱动选择位 1: 12mA 0: 8mA
3	PIN3	PP3 驱动选择位 1: 12mA 0: 8mA
2	PIN2	PP2 驱动选择位 1: 12mA 0: 8mA
1	PIN1	PP1 驱动选择位 1: 12mA 0: 8mA
0	PIN0	PP0 驱动选择位 1: 12mA 0: 8mA

**端口 A 输入使能控制寄存器 PORTA\_INEN**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PORTA_INEN	0x600	R/W	0x00000023	端口 A 输入使能控制寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-			PIN12	PIN11	PIN10	PIN9	PIN8
7	6	5	4	3	2	1	0
PIN7	PIN6	PIN5	PIN4	PIN3	PIN2	PIN1	PIN0

位域	名称	描述
31:13	-	-
12	PIN12	PIN12 输入使能 0: 禁能 1: 使能
11	PIN11	PIN11 输入使能 0: 禁能 1: 使能
10	PIN10	PIN10 输入使能 0: 禁能 1: 使能
9	PIN9	PIN9 输入使能 0: 禁能 1: 使能
8	PIN8	PIN8 输入使能 0: 禁能 1: 使能
7	PIN7	PIN7 输入使能 0: 禁能 1: 使能
6	PIN6	PIN6 输入使能 0: 禁能 1: 使能
5	PIN5	PIN5 输入使能 0: 禁能 1: 使能
4	PIN4	PIN4 输入使能 0: 禁能 1: 使能
3	PIN3	PIN3 输入使能 0: 禁能 1: 使能
2	PIN2	PIN2 输入使能 0: 禁能 1: 使能
1	PIN1	PIN1 输入使能 0: 禁能 1: 使能

0	PINO	PINO 输入使能 0: 禁能 1: 使能
---	------	--------------------------

**端口 B 输入使能控制寄存器 PORTB\_INEN**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PORTB_INEN	0x610	R/W	0x00001001	端口 B 输入使能控制寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-			PIN12	PIN11	PIN10	PIN9	PIN8
7	6	5	4	3	2	1	0
PIN7	PIN6	PIN5	PIN4	PIN3	PIN2	PIN1	PIN0

位域	名称	描述
31:13	-	-
12	PIN12	PIN12 输入使能 (该端口输入使能常开, 不可关闭) 0: 禁能 1: 使能
11	PIN11	PIN11 输入使能 0: 禁能 1: 使能
10	PIN10	PIN10 输入使能 0: 禁能 1: 使能
9	PIN9	PIN9 输入使能 0: 禁能 1: 使能
8	PIN8	PIN8 输入使能 0: 禁能 1: 使能
7	PIN7	PIN7 输入使能 0: 禁能 1: 使能
6	PIN6	PIN6 输入使能 0: 禁能 1: 使能
5	PIN5	PIN5 输入使能 0: 禁能 1: 使能
4	PIN4	PIN4 输入使能 0: 禁能 1: 使能
3	PIN3	PIN3 输入使能 0: 禁能 1: 使能
2	PIN2	PIN2 输入使能 0: 禁能 1: 使能
1	PIN1	PIN1 输入使能 0: 禁能 1: 使能

0	PINO	PINO 输入使能 0: 禁能 1: 使能
---	------	--------------------------

**端口 C 输入使能控制寄存器 PORTC\_INEN**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PORTC_INEN	0x620	R/W	0x00000000	端口 C 输入使能控制寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
PIN7	PIN6	PIN5	PIN4	PIN3	PIN2	PIN1	PIN0

位域	名称	描述
31:8	-	-
7	PIN7	PIN7 输入使能 0: 禁能 1: 使能
6	PIN6	PIN6 输入使能 0: 禁能 1: 使能
5	PIN5	PIN5 输入使能 0: 禁能 1: 使能
4	PIN4	PIN4 输入使能 0: 禁能 1: 使能
3	PIN3	PIN3 输入使能 0: 禁能 1: 使能
2	PIN2	PIN2 输入使能 0: 禁能 1: 使能
1	PIN1	PIN1 输入使能 0: 禁能 1: 使能
0	PIN0	PIN0 输入使能 0: 禁能 1: 使能

**端口 M 输入使能控制寄存器 PORTM\_INEN**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PORTM_INEN	0x640	R/W	0x00000000	端口 M 输入使能控制寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-		PIN21	PIN20	PIN19	PIN18	PIN17	PIN16
15	14	13	12	11	10	9	8
PIN15	PIN14	PIN13	PIN12	PIN11	PIN10	PIN9	PIN8
7	6	5	4	3	2	1	0
PIN7	PIN6	PIN5	PIN4	PIN3	PIN2	PIN1	PIN0

位域	名称	描述
31:22	-	-
21	PIN21	PIN21 输入使能 0: 禁能 1: 使能
20	PIN20	PIN20 输入使能 0: 禁能 1: 使能
19	PIN19	PIN19 输入使能 0: 禁能 1: 使能
18	PIN18	PIN18 输入使能 0: 禁能 1: 使能
17	PIN17	PIN17 输入使能 0: 禁能 1: 使能
16	PIN16	PIN16 输入使能 0: 禁能 1: 使能
15	PIN15	PIN15 输入使能 0: 禁能 1: 使能
14	PIN14	PIN14 输入使能 0: 禁能 1: 使能
13	PIN13	PIN13 输入使能 0: 禁能 1: 使能
12	PIN12	PIN12 输入使能 0: 禁能 1: 使能
11	PIN11	PIN11 输入使能 0: 禁能 1: 使能
10	PIN10	PIN10 输入使能 0: 禁能 1: 使能

9	PIN9	PIN9 输入使能 0: 禁能 1: 使能
8	PIN8	PIN8 输入使能 0: 禁能 1: 使能
7	PIN7	PIN7 输入使能 0: 禁能 1: 使能
6	PIN6	PIN6 输入使能 0: 禁能 1: 使能
5	PIN5	PIN5 输入使能 0: 禁能 1: 使能
4	PIN4	PIN4 输入使能 0: 禁能 1: 使能
3	PIN3	PIN3 输入使能 0: 禁能 1: 使能
2	PIN2	PIN2 输入使能 0: 禁能 1: 使能
1	PIN1	PIN1 输入使能 0: 禁能 1: 使能
0	PIN0	PIN0 输入使能 0: 禁能 1: 使能

**端口 N 输入使能控制寄存器 PORTN\_INEN**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PORTN_INEN	0x650	R/W	0x00000000	端口 N 输入使能控制寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-				PIN19	PIN18	PIN17	PIN16
15	14	13	12	11	10	9	8
PIN15	PIN14	PIN13	PIN12	PIN11	PIN10	PIN9	PIN8
7	6	5	4	3	2	1	0
PIN7	PIN6	PIN5	PIN4	PIN3	PIN2	PIN1	PIN0

位域	名称	描述
31:20	-	-
19	PIN19	PIN19 输入使能 0: 禁能 1: 使能
18	PIN18	PIN18 输入使能 0: 禁能 1: 使能
17	PIN17	PIN17 输入使能 0: 禁能 1: 使能
16	PIN16	PIN16 输入使能 0: 禁能 1: 使能
15	PIN15	PIN15 输入使能 0: 禁能 1: 使能
14	PIN14	PIN14 输入使能 0: 禁能 1: 使能
13	PIN13	PIN13 输入使能 0: 禁能 1: 使能
12	PIN12	PIN12 输入使能 0: 禁能 1: 使能
11	PIN11	PIN11 输入使能 0: 禁能 1: 使能
10	PIN10	PIN10 输入使能 0: 禁能 1: 使能
9	PIN9	PIN9 输入使能 0: 禁能 1: 使能
8	PIN8	PIN8 输入使能 0: 禁能 1: 使能

7	PIN7	PIN7 输入使能 0: 禁能 1: 使能
6	PIN6	PIN6 输入使能 0: 禁能 1: 使能
5	PIN5	PIN5 输入使能 0: 禁能 1: 使能
4	PIN4	PIN4 输入使能 0: 禁能 1: 使能
3	PIN3	PIN3 输入使能 0: 禁能 1: 使能
2	PIN2	PIN2 输入使能 0: 禁能 1: 使能
1	PIN1	PIN1 输入使能 0: 禁能 1: 使能
0	PIN0	PIN0 输入使能 0: 禁能 1: 使能

**端口 P 输入使能控制寄存器 PORTP\_INEN**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PORTP_INEN	0x660	R/W	0x00000000	端口 P 输入使能控制寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
PIN23	PIN22	PIN21	PIN20	PIN19	PIN18	PIN17	PIN16
15	14	13	12	11	10	9	8
PIN15	PIN14	PIN13	PIN12	PIN11	PIN10	PIN9	PIN8
7	6	5	4	3	2	1	0
PIN7	PIN6	PIN5	PIN4	PIN3	PIN2	PIN1	PIN0

位域	名称	描述
31:24	-	-
23	PIN23	PIN23 输入使能 0: 禁能 1: 使能
22	PIN22	PIN22 输入使能 0: 禁能 1: 使能
21	PIN21	PIN21 输入使能 0: 禁能 1: 使能
20	PIN20	PIN20 输入使能 0: 禁能 1: 使能
19	PIN19	PIN19 输入使能 0: 禁能 1: 使能
18	PIN18	PIN18 输入使能 0: 禁能 1: 使能
17	PIN17	PIN17 输入使能 0: 禁能 1: 使能
16	PIN16	PIN16 输入使能 0: 禁能 1: 使能
15	PIN15	PIN15 输入使能 0: 禁能 1: 使能
14	PIN14	PIN14 输入使能 0: 禁能 1: 使能
13	PIN13	PIN13 输入使能 0: 禁能 1: 使能
12	PIN12	PIN12 输入使能 0: 禁能 1: 使能

11	PIN11	PIN11 输入使能 0: 禁能 1: 使能
10	PIN10	PIN10 输入使能 0: 禁能 1: 使能
9	PIN9	PIN9 输入使能 0: 禁能 1: 使能
8	PIN8	PIN8 输入使能 0: 禁能 1: 使能
7	PIN7	PIN7 输入使能 0: 禁能 1: 使能
6	PIN6	PIN6 输入使能 0: 禁能 1: 使能
5	PIN5	PIN5 输入使能 0: 禁能 1: 使能
4	PIN4	PIN4 输入使能 0: 禁能 1: 使能
3	PIN3	PIN3 输入使能 0: 禁能 1: 使能
2	PIN2	PIN2 输入使能 0: 禁能 1: 使能
1	PIN1	PIN1 输入使能 0: 禁能 1: 使能
0	PIN0	PIN0 输入使能 0: 禁能 1: 使能

## 6.7 通用 I/O (GPIO)

### 6.7.1 概述

系列多达 100 个独立 I/O 管脚，管脚功能取决于芯片的配置，不同型号 IO 数量可能不同。100 个管脚分配在 PA、PB、PC、PM、PN 和 PP 六个端口上。

主要功能包括数据控制、中断控制功能。使用前需使能对应 GPIO 模块时钟。

### 6.7.2 特性

- 最高 100 个独立 IO
- 每个 IO 均可触发中断
- 中断触发条件可配置，支持电平触发/沿触发
- 沿触发中断可配置为上升沿/下降沿/双沿触发
- GPIOA/GPIOC/GPIOM/GPIOP 支持上拉功能
- GPIOB/GPION 支持下拉功能

### 6.7.3 功能描述

#### 数据控制

除 SWD 引脚与 B0 脚外，所有引脚上电后默认状态均为 GPIO 浮空输入（DIR = 0）。SWD 引脚可在加密章节进行修改，B0 默认下拉使能，保证浮空状态不会进入 ISP 模式。

GPIO 方向寄存器（DIRx）用来将每个独立的管脚配置为输入模式或者输出模式：

- 当数据方向设为 0 时，GPIO 对应引脚配置为输入，通过读取相应数据寄存器（DATAx）对应位获取指定 GPIO 端口当前状态值。
- 当数据方向设为 1 时，GPIO 对应引脚配置为输出，通过向对应端口数据寄存器（DATAx）对应位写入值改变对应位输出，0 输出低电平，1 输出高电平。此时对数据寄存器（DATAx）对应位进行读取时，返回值为上次写入的输出值。

#### 中断控制

可根据需求将 GPIO 端口对应引脚配置为中断模式，并通过相关寄存器配置中断极性及触发方式。触发方式分为边沿触发和电平触发两种模式。

- 对于边沿触发中断，可以设置为上升沿触发，下降沿触发或双沿触发。中断发生后，标志位具备保持特性，必须通过软件对中断位进行清除
- 对于电平触发中断，当外部引脚输入为指定电平时，中断发生。当电平翻转后，中断信号消失，无需软件进行清除。使用电平触发中断，需保证外部信号源保持电平稳定，以便中断能被端口识别

使用以下寄存器来对产生中断触发方式和极性进行定义：

- GPIO 中断触发方式寄存器（INTLVLTRG），用于配置电平触发或沿触发
- GPIO 中断触发极性寄存器（INTRISEEN），用于配置电平或沿触发极性
- GPIO 中断沿触发配置寄存器（INTBE），选择为沿触发后，用于配置单沿触发或双沿触发

通过 GPIO 中断使能寄存器（INTEN）可以使能或者禁止相应端口对应位中断，GPIO 原始中断状态（INTRAWSTAUS）不受使能位影响。当产生中断时，可以在 GPIO 原始中断状态（RAWINTSTAUS）获取中断信号的状态。当中断使能寄存器（INTEN）对应位为 1 时，中断状态（INTSTAUS）寄存器可读取到对应中断信号，且中断信号会进入中断配置模块及 NVIC 模块，执行中断程序。

通过写 1 到 GPIO 中断清除寄存器（INTCLR）指定位可以清除相应位中断。

**6.7.4 寄存器映射**

名称	偏移	类型	复位值	描述
<b>GPIOA</b>	<b>BASE: 0x40011000</b>			
<b>GPIOB</b>	<b>BASE: 0x40012000</b>			
<b>GPIOC</b>	<b>BASE: 0x40013000</b>			
<b>GPIOM</b>	<b>BASE: 0x40015000</b>			
<b>GPION</b>	<b>BASE: 0x40016000</b>			
<b>GPIOP</b>	<b>BASE: 0x40018000</b>			
<b>DATA</b>	0x00	R/W	0x00	GPIOx 数据寄存器
<b>DIR</b>	0x04	R/W	0x00	GPIOx 方向寄存器
<b>INTLVLRG</b>	0x08	R/W	0x00	GPIOx 中断触发条件
<b>INTBE</b>	0x0c	R/W	0x00	GPIOx 双边沿触发中断使能
<b>INTRISEEN</b>	0x10	R/W	0x00	GPIO x 中断触发极性
<b>INTEN</b>	0x14	R/W	0x00	GPIOx 中断使能
<b>INTRAWSTAT</b>	0x18	R/W	0x00	GPIOx 中断原始状态
<b>INTSTAT</b>	0x1c	R/W	0x00	GPIOx 中断状态
<b>INTCLR</b>	0x20	R/W	0x00	GPIOx 中断清除

## 6.7.5 寄存器描述

### GPIOx 数据寄存器 DATA

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
DATA	0x00	R/W	0x00	GPIOx 数据寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
PIN23	PIN22	PIN21	PIN20	PIN19	PIN18	PIN17	PIN16
15	14	13	12	11	10	9	8
PIN15	PIN14	PIN13	PIN12	PIN11	PIN10	PIN9	PIN8
7	6	5	4	3	2	1	0
PIN7	PIN6	PIN5	PIN4	PIN3	PIN2	PIN1	PIN0

位域	名称	描述
31:24	-	-
23	PIN23	Px23 引脚数据寄存器位
22	PIN22	Px22 引脚数据寄存器位
21	PIN21	Px21 引脚数据寄存器位
20	PIN20	Px20 引脚数据寄存器位
19	PIN19	Px19 引脚数据寄存器位
18	PIN18	Px18 引脚数据寄存器位
17	PIN17	Px17 引脚数据寄存器位
16	PIN16	Px16 引脚数据寄存器位
15	PIN15	Px15 引脚数据寄存器位
14	PIN14	Px14 引脚数据寄存器位
13	PIN13	Px13 引脚数据寄存器位
12	PIN12	Px12 引脚数据寄存器位
11	PIN11	Px11 引脚数据寄存器位
10	PIN10	Px10 引脚数据寄存器位
9	PIN9	Px9 引脚数据寄存器位
8	PIN8	Px8 引脚数据寄存器位
7	PIN7	Px7 引脚数据寄存器位
6	PIN6	Px6 引脚数据寄存器位
5	PIN5	Px5 引脚数据寄存器位
4	PIN4	Px4 引脚数据寄存器位
3	PIN3	Px3 引脚数据寄存器位
2	PIN2	Px2 引脚数据寄存器位

1	PIN1	Px1 引脚数据寄存器位
0	PIN0	Px0 引脚数据寄存器位

**GPIOx 方向寄存器 DIR**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
DIR	0x04	R/W	0x00	GPIOx 方向寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
PIN23	PIN22	PIN21	PIN20	PIN19	PIN18	PIN17	PIN16
15	14	13	12	11	10	9	8
PIN15	PIN14	PIN13	PIN12	PIN11	PIN10	PIN9	PIN8
7	6	5	4	3	2	1	0
PIN7	PIN6	PIN5	PIN4	PIN3	PIN2	PIN1	PIN0

位域	名称	描述
31:24	-	-
23	PIN23	Px23 引脚方向寄存器位 1: 输出 0: 输入
22	PIN22	Px22 引脚方向寄存器位 1: 输出 0: 输入
21	PIN21	Px21 引脚方向寄存器位 1: 输出 0: 输入
20	PIN20	Px20 引脚方向寄存器位 1: 输出 0: 输入
19	PIN19	Px19 引脚方向寄存器位 1: 输出 0: 输入
18	PIN18	Px18 引脚方向寄存器位 1: 输出 0: 输入
17	PIN17	Px17 引脚方向寄存器位 1: 输出 0: 输入
16	PIN16	Px16 引脚方向寄存器位 1: 输出 0: 输入

15	PIN15	Px15 引脚方向寄存器位 1: 输出 0: 输入
14	PIN14	Px14 引脚方向寄存器位 1: 输出 0: 输入
13	PIN13	Px13 引脚方向寄存器位 1: 输出 0: 输入
12	PIN12	Px12 引脚方向寄存器位 1: 输出 0: 输入
11	PIN11	Px11 引脚方向寄存器位 1: 输出 0: 输入
10	PIN10	Px10 引脚方向寄存器位 1: 输出 0: 输入
9	PIN9	Px9 引脚方向寄存器位 1: 输出 0: 输入
8	PIN8	Px8 引脚方向寄存器位 1: 输出 0: 输入
7	PIN7	Px7 引脚方向寄存器位 1: 输出 0: 输入
6	PIN6	Px6 引脚方向寄存器位 1: 输出 0: 输入
5	PIN5	Px5 引脚方向寄存器位 1: 输出 0: 输入
4	PIN4	Px4 引脚方向寄存器位 1: 输出 0: 输入
3	PIN3	Px3 引脚方向寄存器位 1: 输出 0: 输入
2	PIN2	Px2 引脚方向寄存器位 1: 输出 0: 输入

1	PIN1	Px1 引脚方向寄存器位 1: 输出 0: 输入
0	PIN0	Px0 引脚方向寄存器位 1: 输出 0: 输入

**GPIOx 中断触发条件寄存器 INTLVLRG**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
INTLVLRG	0x08	R/W	0x00	GPIOx 中断触发方式

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
PIN23	PIN22	PIN21	PIN20	PIN19	PIN18	PIN17	PIN16
15	14	13	12	11	10	9	8
PIN15	PIN14	PIN13	PIN12	PIN11	PIN10	PIN9	PIN8
7	6	5	4	3	2	1	0
PIN7	PIN6	PIN5	PIN4	PIN3	PIN2	PIN1	PIN0

位域	名称	描述
31:24	-	-
23	PIN23	Px23 引脚中断敏感条件寄存器位 1: 电平检测 0: 边沿检测
22	PIN22	Px22 引脚中断敏感条件寄存器位 1: 电平检测 0: 边沿检测
21	PIN21	Px21 引脚中断敏感条件寄存器位 1: 电平检测 0: 边沿检测
20	PIN20	Px20 引脚中断敏感条件寄存器位 1: 电平检测 0: 边沿检测
19	PIN19	Px19 引脚中断敏感条件寄存器位 1: 电平检测 0: 边沿检测
18	PIN18	Px18 引脚中断敏感条件寄存器寄存器位 1: 电平检测 0: 边沿检测
17	PIN17	Px17 引脚中断敏感条件寄存器位 1: 电平检测 0: 边沿检测
16	PIN16	Px16 引脚中断敏感条件寄存器位 1: 电平检测 0: 边沿检测

15	PIN15	Px15 引脚中断敏感条件寄存器位 1: 电平检测 0: 边沿检测
14	PIN14	Px14 引脚中断敏感条件寄存器位 1: 电平检测 0: 边沿检测
13	PIN13	Px13 引脚中断敏感条件寄存器位 1: 电平检测 0: 边沿检测
12	PIN12	Px12 引脚中断敏感条件寄存器位 1: 电平检测 0: 边沿检测
11	PIN11	Px11 引脚中断敏感条件寄存器位 1: 电平检测 0: 边沿检测
10	PIN10	Px10 引脚中断敏感条件寄存器位 1: 电平检测 0: 边沿检测
9	PIN9	Px9 引脚中断敏感条件寄存器位 1: 电平检测 0: 边沿检测
8	PIN8	Px8 引脚中断敏感条件寄存器位 1: 电平检测 0: 边沿检测
7	PIN7	Px7 引脚中断敏感条件寄存器位 1: 电平检测 0: 边沿检测
6	PIN6	Px6 引脚中断敏感条件寄存器位 1: 电平检测 0: 边沿检测
5	PIN5	Px5 引脚中断敏感条件寄存器位 1: 电平检测 0: 边沿检测
4	PIN4	Px4 引脚中断敏感条件寄存器位 1: 电平检测 0: 边沿检测
3	PIN3	Px3 引脚中断敏感条件寄存器位 1: 电平检测 0: 边沿检测
2	PIN2	Px2 引脚中断敏感条件寄存器位 1: 电平检测 0: 边沿检测

1	PIN1	Px1 引脚中断敏感条件寄存器位 1: 电平检测 0: 边沿检测
0	PIN0	Px0 引脚中断敏感条件寄存器位 1: 电平检测 0: 边沿检测

**GPIOx 中断沿触发配置寄存器 INTBE**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
INTBE	0x0c	R/W	0x00	GPIOx 双边沿触发中断使能

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
PIN23	PIN22	PIN21	PIN20	PIN19	PIN18	PIN17	PIN16
15	14	13	12	11	10	9	8
PIN15	PIN14	PIN13	PIN12	PIN11	PIN10	PIN9	PIN8
7	6	5	4	3	2	1	0
PIN7	PIN6	PIN5	PIN4	PIN3	PIN2	PIN1	PIN0

位域	名称	描述
31:24	-	-
23	PIN23	Px23 引脚中断沿触发配置寄存器位 1: 相应位为双边沿触发中断, 即上升沿和下降沿都会触发中断 0: 相应位为单边沿触发中断, 由 INTRISEEN 寄存器相应位确定是上升沿/下降沿触发
22	PIN22	Px22 引脚中断沿触发配置寄存器位 1: 相应位为双边沿触发中断, 即上升沿和下降沿都会触发中断 0: 相应位为单边沿触发中断, 由 INTRISEEN 寄存器相应位确定是上升沿/下降沿触发
21	PIN21	Px21 引脚中断沿触发配置寄存器位 1: 相应位为双边沿触发中断, 即上升沿和下降沿都会触发中断 0: 相应位为单边沿触发中断, 由 INTRISEEN 寄存器相应位确定是上升沿/下降沿触发
20	PIN20	Px20 引脚中断沿触发配置寄存器位 1: 相应位为双边沿触发中断, 即上升沿和下降沿都会触发中断 0: 相应位为单边沿触发中断, 由 INTRISEEN 寄存器相应位确定是上升沿/下降沿触发
19	PIN19	Px19 引脚中断沿触发配置寄存器位 1: 相应位为双边沿触发中断, 即上升沿和下降沿都会触发中断 0: 相应位为单边沿触发中断, 由 INTRISEEN 寄存器相应位确定是上升沿/下降沿触发
18	PIN18	Px18 引脚中断沿触发配置寄存器位 1: 相应位为双边沿触发中断, 即上升沿和下降沿都会触发中断 0: 相应位为单边沿触发中断, 由 INTRISEEN 寄存器相应位确定是上升沿/下降沿触发

17	PIN17	<p>Px17 引脚中断沿触发配置寄存器位</p> <p>1: 相应位为双边沿触发中断, 即上升沿和下降沿都会触发中断</p> <p>0: 相应位为单边沿触发中断, 由 INTRISEEN 寄存器相应位确定是上升沿/下降沿触发</p>
16	PIN16	<p>Px16 引脚中断沿触发配置寄存器位</p> <p>1: 相应位为双边沿触发中断, 即上升沿和下降沿都会触发中断</p> <p>0: 相应位为单边沿触发中断, 由 INTRISEEN 寄存器相应位确定是上升沿/下降沿触发</p>
15	PIN15	<p>Px15 引脚中断沿触发配置寄存器位</p> <p>1: 相应位为双边沿触发中断, 即上升沿和下降沿都会触发中断</p> <p>0: 相应位为单边沿触发中断, 由 INTRISEEN 寄存器相应位确定是上升沿/下降沿触发</p>
14	PIN14	<p>Px14 引脚中断沿触发配置寄存器位</p> <p>1: 相应位为双边沿触发中断, 即上升沿和下降沿都会触发中断</p> <p>0: 相应位为单边沿触发中断, 由 INTRISEEN 寄存器相应位确定是上升沿/下降沿触发</p>
13	PIN13	<p>Px13 引脚中断沿触发配置寄存器位</p> <p>1: 相应位为双边沿触发中断, 即上升沿和下降沿都会触发中断</p> <p>0: 相应位为单边沿触发中断, 由 INTRISEEN 寄存器相应位确定是上升沿/下降沿触发</p>
12	PIN12	<p>Px12 引脚中断沿触发配置寄存器位</p> <p>1: 相应位为双边沿触发中断, 即上升沿和下降沿都会触发中断</p> <p>0: 相应位为单边沿触发中断, 由 INTRISEEN 寄存器相应位确定是上升沿/下降沿触发</p>
11	PIN11	<p>Px11 引脚中断沿触发配置寄存器位</p> <p>1: 相应位为双边沿触发中断, 即上升沿和下降沿都会触发中断</p> <p>0: 相应位为单边沿触发中断, 由 INTRISEEN 寄存器相应位确定是上升沿/下降沿触发</p>
10	PIN10	<p>Px10 引脚中断沿触发配置寄存器位</p> <p>1: 相应位为双边沿触发中断, 即上升沿和下降沿都会触发中断</p> <p>0: 相应位为单边沿触发中断, 由 INTRISEEN 寄存器相应位确定是上升沿/下降沿触发</p>
9	PIN9	<p>Px9 引脚中断沿触发配置寄存器位</p> <p>1: 相应位为双边沿触发中断, 即上升沿和下降沿都会触发中断</p> <p>0: 相应位为单边沿触发中断, 由 INTRISEEN 寄存器相应位确定是上升沿/下降沿触发</p>
8	PIN8	<p>Px8 引脚中断沿触发配置寄存器位</p> <p>1: 相应位为双边沿触发中断, 即上升沿和下降沿都会触发中断</p> <p>0: 相应位为单边沿触发中断, 由 INTRISEEN 寄存器相应位确定是上升沿/下降沿触发</p>

7	PIN7	<p>Px7 引脚中断沿触发配置寄存器位</p> <p>1: 相应位为双边沿触发中断, 即上升沿和下降沿都会触发中断</p> <p>0: 相应位为单边沿触发中断, 由 INTRISEEN 寄存器相应位确定是上升沿/下降沿触发</p>
6	PIN6	<p>Px6 引脚中断沿触发配置寄存器位</p> <p>1: 相应位为双边沿触发中断, 即上升沿和下降沿都会触发中断</p> <p>0: 相应位为单边沿触发中断, 由 INTRISEEN 寄存器相应位确定是上升沿/下降沿触发</p>
5	PIN5	<p>Px5 引脚中断沿触发配置寄存器位</p> <p>1: 相应位为双边沿触发中断, 即上升沿和下降沿都会触发中断</p> <p>0: 相应位为单边沿触发中断, 由 INTRISEEN 寄存器相应位确定是上升沿/下降沿触发</p>
4	PIN4	<p>Px4 引脚中断沿触发配置寄存器位</p> <p>1: 相应位为双边沿触发中断, 即上升沿和下降沿都会触发中断</p> <p>0: 相应位为单边沿触发中断, 由 INTRISEEN 寄存器相应位确定是上升沿/下降沿触发</p>
3	PIN3	<p>Px3 引脚中断沿触发配置寄存器位</p> <p>1: 相应位为双边沿触发中断, 即上升沿和下降沿都会触发中断</p> <p>0: 相应位为单边沿触发中断, 由 INTRISEEN 寄存器相应位确定是上升沿/下降沿触发</p>
2	PIN2	<p>Px2 引脚中断沿触发配置寄存器位</p> <p>1: 相应位为双边沿触发中断, 即上升沿和下降沿都会触发中断</p> <p>0: 相应位为单边沿触发中断, 由 INTRISEEN 寄存器相应位确定是上升沿/下降沿触发</p>
1	PIN1	<p>Px1 引脚中断沿触发配置寄存器位</p> <p>1: 相应位为双边沿触发中断, 即上升沿和下降沿都会触发中断</p> <p>0: 相应位为单边沿触发中断, 由 INTRISEEN 寄存器相应位确定是上升沿/下降沿触发</p>
0	PIN0	<p>Px0 引脚中断沿触发配置寄存器位</p> <p>1: 相应位为双边沿触发中断, 即上升沿和下降沿都会触发中断</p> <p>0: 相应位为单边沿触发中断, 由 INTRISEEN 寄存器相应位确定是上升沿/下降沿触发</p>

**GPIOx 中断触发极性寄存器 INTRISEEN**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
INTRISEEN	0x10	R/W	0x00	GPIOx 中断触发极性

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
PIN23	PIN22	PIN21	PIN20	PIN19	PIN18	PIN17	PIN16
15	14	13	12	11	10	9	8
PIN15	PIN14	PIN13	PIN12	PIN11	PIN10	PIN9	PIN8
7	6	5	4	3	2	1	0
PIN7	PIN6	PIN5	PIN4	PIN3	PIN2	PIN1	PIN0

位域	名称	描述
31:24	-	-
23	PIN23	Px23 引脚中断事件寄存器位 1: 上升沿/高电平触发中断 0: 下降沿/低电平触发中断
22	PIN22	Px22 引脚中断事件寄存器位 1: 上升沿/高电平触发中断 0: 下降沿/低电平触发中断
21	PIN21	Px21 引脚中断事件寄存器位 1: 上升沿/高电平触发中断 0: 下降沿/低电平触发中断
20	PIN20	Px20 引脚中断事件寄存器位 1: 上升沿/高电平触发中断 0: 下降沿/低电平触发中断
19	PIN19	Px19 引脚中断事件寄存器位 1: 上升沿/高电平触发中断 0: 下降沿/低电平触发中断
18	PIN18	Px18 引脚中断事件寄存器位 1: 上升沿/高电平触发中断 0: 下降沿/低电平触发中断
17	PIN17	Px17 引脚中断事件寄存器位 1: 上升沿/高电平触发中断 0: 下降沿/低电平触发中断
16	PIN16	Px16 引脚中断事件寄存器位 1: 上升沿/高电平触发中断 0: 下降沿/低电平触发中断

15	PIN15	Px15 引脚中断事件寄存器位 1: 上升沿/高电平触发中断 0: 下降沿/低电平触发中断
14	PIN14	Px14 引脚中断事件寄存器位 1: 上升沿/高电平触发中断 0: 下降沿/低电平触发中断
13	PIN13	Px13 引脚中断事件寄存器位 1: 上升沿/高电平触发中断 0: 下降沿/低电平触发中断
12	PIN12	Px12 引脚中断事件寄存器位 1: 上升沿/高电平触发中断 0: 下降沿/低电平触发中断
11	PIN11	Px11 引脚中断事件寄存器位 1: 上升沿/高电平触发中断 0: 下降沿/低电平触发中断
10	PIN10	Px10 引脚中断事件寄存器位 1: 上升沿/高电平触发中断 0: 下降沿/低电平触发中断
9	PIN9	Px9 引脚中断事件寄存器位 1: 上升沿/高电平触发中断 0: 下降沿/低电平触发中断
8	PIN8	Px8 引脚中断事件寄存器位 1: 上升沿/高电平触发中断 0: 下降沿/低电平触发中断
7	PIN7	Px7 引脚中断事件寄存器位 1: 上升沿/高电平触发中断 0: 下降沿/低电平触发中断
6	PIN6	Px6 引脚中断事件寄存器位 1: 上升沿/高电平触发中断 0: 下降沿/低电平触发中断
5	PIN5	Px5 引脚中断事件寄存器位 1: 上升沿/高电平触发中断 0: 下降沿/低电平触发中断
4	PIN4	Px4 引脚中断事件寄存器位 1: 上升沿/高电平触发中断 0: 下降沿/低电平触发中断
3	PIN3	Px3 引脚中断事件寄存器位 1: 上升沿/高电平触发中断 0: 下降沿/低电平触发中断
2	PIN2	Px2 引脚中断事件寄存器位 1: 上升沿/高电平触发中断 0: 下降沿/低电平触发中断

1	PIN1	Px1 引脚中断事件寄存器位 1: 上升沿/高电平触发中断 0: 下降沿/低电平触发中断
0	PIN0	Px0 引脚中断事件寄存器位 1: 上升沿/高电平触发中断 0: 下降沿/低电平触发中断

**GPIOx 中断使能寄存器 INTEN**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
INTEN	0x14	R/W	0x00	GPIOx 中断使能

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
PIN23	PIN22	PIN21	PIN20	PIN19	PIN18	PIN17	PIN16
15	14	13	12	11	10	9	8
PIN15	PIN14	PIN13	PIN12	PIN11	PIN10	PIN9	PIN8
7	6	5	4	3	2	1	0
PIN7	PIN6	PIN5	PIN4	PIN3	PIN2	PIN1	PIN0

位域	名称	描述
31:24	-	-
23	PIN23	Px23 引脚中断使能寄存器位 1: 相应位为中断使能 0: 相应位为中断禁止
22	PIN22	Px22 引脚中断使能寄存器位 1: 相应位为中断使能 0: 相应位为中断禁止
21	PIN21	Px21 引脚中断使能寄存器位 1: 相应位为中断使能 0: 相应位为中断禁止
20	PIN20	Px20 引脚中断使能寄存器位 1: 相应位为中断使能 0: 相应位为中断禁止
19	PIN19	Px19 引脚中断使能寄存器位 1: 相应位为中断使能 0: 相应位为中断禁止
18	PIN18	Px18 引脚中断使能寄存器位 1: 相应位为中断使能 0: 相应位为中断禁止
17	PIN17	Px17 引脚中断使能寄存器位 1: 相应位为中断使能 0: 相应位为中断禁止
16	PIN16	Px16 引脚中断使能寄存器位 1: 相应位为中断使能 0: 相应位为中断禁止

15	PIN15	Px15 引脚中断使能寄存器位 1: 相应位为中断使能 0: 相应位为中断禁止
14	PIN14	Px14 引脚中断使能寄存器位 1: 相应位为中断使能 0: 相应位为中断禁止
13	PIN13	Px13 引脚中断使能寄存器位 1: 相应位为中断使能 0: 相应位为中断禁止
12	PIN12	Px12 引脚中断使能寄存器位 1: 相应位为中断使能 0: 相应位为中断禁止
11	PIN11	Px11 引脚中断使能寄存器位 1: 相应位为中断使能 0: 相应位为中断禁止
10	PIN10	Px10 引脚中断使能寄存器位 1: 相应位为中断使能 0: 相应位为中断禁止
9	PIN9	Px9 引脚中断使能寄存器位 1: 相应位为中断使能 0: 相应位为中断禁止
8	PIN8	Px8 引脚中断使能寄存器位 1: 相应位为中断使能 0: 相应位为中断禁止
7	PIN7	Px7 引脚中断使能寄存器位 1: 相应位为中断使能 0: 相应位为中断禁止
6	PIN6	Px6 引脚中断使能寄存器位 1: 相应位为中断使能 0: 相应位为中断禁止
5	PIN5	Px5 引脚中断使能寄存器位 1: 相应位为中断使能 0: 相应位为中断禁止
4	PIN4	Px4 引脚中断使能寄存器位 1: 相应位为中断使能 0: 相应位为中断禁止
3	PIN3	Px3 引脚中断使能寄存器位 1: 相应位为中断使能 0: 相应位为中断禁止
2	PIN2	Px2 引脚中断使能寄存器位 1: 相应位为中断使能 0: 相应位为中断禁止

1	PIN1	Px1 引脚中断使能寄存器位 1: 相应位为中断使能 0: 相应位为中断禁止
0	PIN0	Px0 引脚中断使能寄存器位 1: 相应位为中断使能 0: 相应位为中断禁止

**GPIOx 原始中断状态寄存器 INTRAWSTAT**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
INTRAWSTAT	0x18	R/W	0x00	GPIOx 中断原始状态

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
PIN23	PIN22	PIN21	PIN20	PIN19	PIN18	PIN17	PIN16
15	14	13	12	11	10	9	8
PIN15	PIN14	PIN13	PIN12	PIN11	PIN10	PIN9	PIN8
7	6	5	4	3	2	1	0
PIN7	PIN6	PIN5	PIN4	PIN3	PIN2	PIN1	PIN0

位域	名称	描述
31:24	-	-
23	PIN23	Px23 引脚原始中断状态寄存器位 1: 检测到中断触发条件(不受使能影响) 0: 没有检测到中断触发条件(不受使能影响)
22	PIN22	Px22 引脚原始中断状态寄存器位 1: 检测到中断触发条件(不受使能影响) 0: 没有检测到中断触发条件(不受使能影响)
21	PIN21	Px21 引脚原始中断状态寄存器位 1: 检测到中断触发条件(不受使能影响) 0: 没有检测到中断触发条件(不受使能影响)
20	PIN20	Px20 引脚原始中断状态寄存器位 1: 检测到中断触发条件(不受使能影响) 0: 没有检测到中断触发条件(不受使能影响)
19	PIN19	Px19 引脚原始中断状态寄存器位 1: 检测到中断触发条件(不受使能影响) 0: 没有检测到中断触发条件(不受使能影响)
18	PIN18	Px18 引脚原始中断状态寄存器位 1: 检测到中断触发条件(不受使能影响) 0: 没有检测到中断触发条件(不受使能影响)
17	PIN17	Px17 引脚原始中断状态寄存器位 1: 检测到中断触发条件(不受使能影响) 0: 没有检测到中断触发条件(不受使能影响)
16	PIN16	Px16 引脚原始中断状态寄存器位 1: 检测到中断触发条件(不受使能影响) 0: 没有检测到中断触发条件(不受使能影响)

15	PIN15	Px15 引脚原始中断状态寄存器位 1: 检测到中断触发条件(不受使能影响) 0: 没有检测到中断触发条件(不受使能影响)
14	PIN14	Px14 引脚原始中断状态寄存器位 1: 检测到中断触发条件(不受使能影响) 0: 没有检测到中断触发条件(不受使能影响)
13	PIN13	Px13 引脚原始中断状态寄存器位 1: 检测到中断触发条件(不受使能影响) 0: 没有检测到中断触发条件(不受使能影响)
12	PIN12	Px12 引脚原始中断状态寄存器位 1: 检测到中断触发条件(不受使能影响) 0: 没有检测到中断触发条件(不受使能影响)
11	PIN11	Px11 引脚原始中断状态寄存器位 1: 检测到中断触发条件(不受使能影响) 0: 没有检测到中断触发条件(不受使能影响)
10	PIN10	Px10 引脚原始中断状态寄存器位 1: 检测到中断触发条件(不受使能影响) 0: 没有检测到中断触发条件(不受使能影响)
9	PIN9	Px9 引脚原始中断状态寄存器位 1: 检测到中断触发条件(不受使能影响) 0: 没有检测到中断触发条件(不受使能影响)
8	PIN8	Px8 引脚原始中断状态寄存器位 1: 检测到中断触发条件(不受使能影响) 0: 没有检测到中断触发条件(不受使能影响)
7	PIN7	Px7 引脚原始中断状态寄存器位 1: 检测到中断触发条件(不受使能影响) 0: 没有检测到中断触发条件(不受使能影响)
6	PIN6	Px6 引脚原始中断状态寄存器位 1: 检测到中断触发条件(不受使能影响) 0: 没有检测到中断触发条件(不受使能影响)
5	PIN5	Px5 引脚原始中断状态寄存器位 1: 检测到中断触发条件(不受使能影响) 0: 没有检测到中断触发条件(不受使能影响)
4	PIN4	Px4 引脚原始中断状态寄存器位 1: 检测到中断触发条件(不受使能影响) 0: 没有检测到中断触发条件(不受使能影响)
3	PIN3	Px3 引脚原始中断状态寄存器位 1: 检测到中断触发条件(不受使能影响) 0: 没有检测到中断触发条件(不受使能影响)
2	PIN2	Px2 引脚原始中断状态寄存器位 1: 检测到中断触发条件(不受使能影响) 0: 没有检测到中断触发条件(不受使能影响)

1	PIN1	Px1 引脚原始中断状态寄存器位 1: 检测到中断触发条件(不受使能影响) 0: 没有检测到中断触发条件(不受使能影响)
0	PIN0	Px0 引脚原始中断状态寄存器位 1: 检测到中断触发条件(不受使能影响) 0: 没有检测到中断触发条件(不受使能影响)

**GPIOx 中断状态寄存器 INTSTAT**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
INTSTAT	0x1c	R/W	0x00	GPIOx 中断状态

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
PIN23	PIN22	PIN21	PIN20	PIN19	PIN18	PIN17	PIN16
15	14	13	12	11	10	9	8
PIN15	PIN14	PIN13	PIN12	PIN11	PIN10	PIN9	PIN8
7	6	5	4	3	2	1	0
PIN7	PIN6	PIN5	PIN4	PIN3	PIN2	PIN1	PIN0

位域	名称	描述
31:24	-	-
23	PIN23	Px23 引脚中断状态寄存器位 1: 检测到了中断 0: 没有检测到中断 INTSTAT.PINx = INTRAWSTAT.PINx & INTEN.PINx
22	PIN22	Px22 引脚中断状态寄存器位 1: 检测到了中断 0: 没有检测到中断 INTSTAT.PINx = INTRAWSTAT.PINx & INTEN.PINx
21	PIN21	Px21 引脚中断状态寄存器位 1: 检测到了中断 0: 没有检测到中断 INTSTAT.PINx = INTRAWSTAT.PINx & INTEN.PINx
20	PIN20	Px20 引脚中断状态寄存器位 1: 检测到了中断 0: 没有检测到中断 INTSTAT.PINx = INTRAWSTAT.PINx & INTEN.PINx
19	PIN19	Px19 引脚中断状态寄存器位 1: 检测到了中断 0: 没有检测到中断 INTSTAT.PINx = INTRAWSTAT.PINx & INTEN.PINx
18	PIN18	Px18 引脚中断状态寄存器位 1: 检测到了中断 0: 没有检测到中断 INTSTAT.PINx = INTRAWSTAT.PINx & INTEN.PINx

<b>17</b>	PIN17	Px17 引脚中断状态寄存器位 1: 检测到了中断 0: 没有检测到中断 INTSTAT.PINx = INTRAWSTAT.PINx & INTEN.PINx
<b>16</b>	PIN16	Px16 引脚中断状态寄存器位 1: 检测到了中断 0: 没有检测到中断 INTSTAT.PINx = INTRAWSTAT.PINx & INTEN.PINx
<b>15</b>	PIN15	Px15 引脚中断状态寄存器位 1: 检测到了中断 0: 没有检测到中断 INTSTAT.PINx = INTRAWSTAT.PINx & INTEN.PINx
<b>14</b>	PIN14	Px14 引脚中断状态寄存器位 1: 检测到了中断 0: 没有检测到中断 INTSTAT.PINx = INTRAWSTAT.PINx & INTEN.PINx
<b>13</b>	PIN13	Px13 引脚中断状态寄存器位 1: 检测到了中断 0: 没有检测到中断 INTSTAT.PINx = INTRAWSTAT.PINx & INTEN.PINx
<b>12</b>	PIN12	Px12 引脚中断状态寄存器位 1: 检测到了中断 0: 没有检测到中断 INTSTAT.PINx = INTRAWSTAT.PINx & INTEN.PINx
<b>11</b>	PIN11	Px11 引脚中断状态寄存器位 1: 检测到了中断 0: 没有检测到中断 INTSTAT.PINx = INTRAWSTAT.PINx & INTEN.PINx
<b>10</b>	PIN10	Px10 引脚中断状态寄存器位 1: 检测到了中断 0: 没有检测到中断 INTSTAT.PINx = INTRAWSTAT.PINx & INTEN.PINx
<b>9</b>	PIN9	Px9 引脚中断状态寄存器位 1: 检测到了中断 0: 没有检测到中断 INTSTAT.PINx = INTRAWSTAT.PINx & INTEN.PINx
<b>8</b>	PIN8	Px8 引脚中断状态寄存器位 1: 检测到了中断 0: 没有检测到中断 INTSTAT.PINx = INTRAWSTAT.PINx & INTEN.PINx

7	PIN7	<p>Px7 引脚中断状态寄存器位</p> <p>1: 检测到了中断</p> <p>0: 没有检测到中断</p> <p>INTSTAT.PINx = INTRAWSTAT.PINx &amp; INTEN.PINx</p>
6	PIN6	<p>Px6 引脚中断状态寄存器位</p> <p>1: 检测到了中断</p> <p>0: 没有检测到中断</p> <p>INTSTAT.PINx = INTRAWSTAT.PINx &amp; INTEN.PINx</p>
5	PIN5	<p>Px5 引脚中断状态寄存器位</p> <p>1: 检测到了中断</p> <p>0: 没有检测到中断</p> <p>INTSTAT.PINx = INTRAWSTAT.PINx &amp; INTEN.PINx</p>
4	PIN4	<p>Px4 引脚中断状态寄存器位</p> <p>1: 检测到了中断</p> <p>0: 没有检测到中断</p> <p>INTSTAT.PINx = INTRAWSTAT.PINx &amp; INTEN.PINx</p>
3	PIN3	<p>Px3 引脚中断状态寄存器位</p> <p>1: 检测到了中断</p> <p>0: 没有检测到中断</p> <p>INTSTAT.PINx = INTRAWSTAT.PINx &amp; INTEN.PINx</p>
2	PIN2	<p>Px2 引脚中断状态寄存器位</p> <p>1: 检测到了中断</p> <p>0: 没有检测到中断</p> <p>INTSTAT.PINx = INTRAWSTAT.PINx &amp; INTEN.PINx</p>
1	PIN1	<p>Px1 引脚中断状态寄存器位</p> <p>1: 检测到了中断</p> <p>0: 没有检测到中断</p> <p>INTSTAT.PINx = INTRAWSTAT.PINx &amp; INTEN.PINx</p>
0	PIN0	<p>Px0 引脚中断状态寄存器位</p> <p>1: 检测到了中断</p> <p>0: 没有检测到中断</p> <p>INTSTAT.PINx = INTRAWSTAT.PINx &amp; INTEN.PINx</p>

**GPIOx 中断清除寄存器 INTCLR**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
INTCLR	0x20	R/W	0x00	GPIOx 中断清除

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
PIN23	PIN22	PIN21	PIN20	PIN19	PIN18	PIN17	PIN16
15	14	13	12	11	10	9	8
PIN15	PIN14	PIN13	PIN12	PIN11	PIN10	PIN9	PIN8
7	6	5	4	3	2	1	0
PIN7	PIN6	PIN5	PIN4	PIN3	PIN2	PIN1	PIN0

位域	名称	描述
31:24	-	-
23	PIN23	Px23 引脚中断清除寄存器位，写 1 清除中断
22	PIN22	Px22 引脚中断清除寄存器位，写 1 清除中断
21	PIN21	Px21 引脚中断清除寄存器位，写 1 清除中断
20	PIN20	Px20 引脚中断清除寄存器位，写 1 清除中断
19	PIN19	Px19 引脚中断清除寄存器位，写 1 清除中断
18	PIN18	Px18 引脚中断清除寄存器位，写 1 清除中断
17	PIN17	Px17 引脚中断清除寄存器位，写 1 清除中断
16	PIN16	Px16 引脚中断清除寄存器位，写 1 清除中断
15	PIN15	Px15 引脚中断清除寄存器位，写 1 清除中断
14	PIN14	Px14 引脚中断清除寄存器位，写 1 清除中断
13	PIN13	Px13 引脚中断清除寄存器位，写 1 清除中断
12	PIN12	Px12 引脚中断清除寄存器位，写 1 清除中断
11	PIN11	Px11 引脚中断清除寄存器位，写 1 清除中断
10	PIN10	Px10 引脚中断清除寄存器位，写 1 清除中断
9	PIN9	Px9 引脚中断清除寄存器位，写 1 清除中断
8	PIN8	Px8 引脚中断清除寄存器位，写 1 清除中断
7	PIN7	Px7 引脚中断清除寄存器位，写 1 清除中断
6	PIN6	Px6 引脚中断清除寄存器位，写 1 清除中断
5	PIN5	Px5 引脚中断清除寄存器位，写 1 清除中断
4	PIN4	Px4 引脚中断清除寄存器位，写 1 清除中断
3	PIN3	Px3 引脚中断清除寄存器位，写 1 清除中断
2	PIN2	Px2 引脚中断清除寄存器位，写 1 清除中断
1	PIN1	Px1 引脚中断清除寄存器位，写 1 清除中断
0	PIN0	Px0 引脚中断清除寄存器位，写 1 清除中断

## 6.8 加强型定时器（TIMER）

### 6.8.1 概述

SWM320 系列所有型号 TIMER 操作均相同，不同型号 TIMER 数量可能不同。使用前需使能 TIMER 模块时钟。

定时器控制器包含 6 组 32-位定时器，TIMER0~TIMER5，为用户提供便捷的计数定时功能。每个 TIMER 模块均具备定时器功能（使用片内时钟作为计数基准）和计数器功能（使用片外时钟作为计数基准）。

6 路 TIMER 模块支持级联操作，TIMER1 可使用 TIMER0 溢出作为计数源，扩展计数周期，以此类推，即最高可支持 192bit 位宽定时器。

1 路 32 位脉宽捕捉计数器，针对外部输入信号实现捕捉功能。

### 6.8.2 特性

- 6 路 32 位通用定时器
- 1 路 32 位脉冲宽度测量计数器
- 可单独配置计时触发条件为内部时钟或者外部输入
- 检测脉冲极性可配
- 每路中断可以单独使能
- 支持级联功能，最高支持 192bit 定时器

6.8.3 模块结构框图

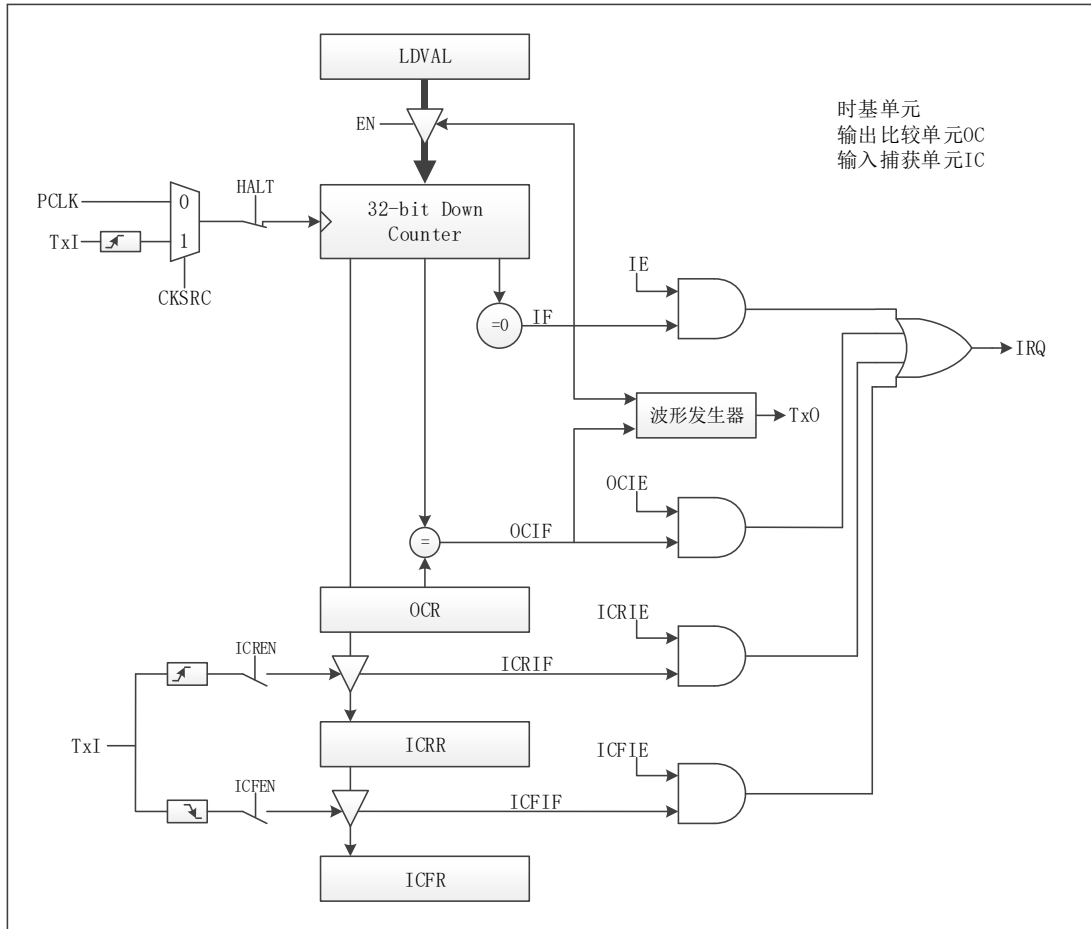


图 6-7 TIMER 结构框图

## 6.8.4 功能描述

### 定时器

使用 TIMERx 作为定时器时，需要将控制寄存器（CTRLx）模式选择位（CLKSRCx）配置为 0，此时使用系统时钟作为计数源。通过装载值寄存器（LDVALx）设置计数起始值，之后使能控制寄存器（CTRLx）使能位（ENx），对应 TIMERx 开始递减计数，计数到 0 时，重新装载计数值，进行下一周期计数。

在计数过程中，可通过对当前值寄存器（CVALx）进行读取，获取当前计数值。

定时器计数过程中改变装载值寄存器（LDVALx）值，将在下个计数周期（计数到 0 重新装载）生效，不会改变本周期计数值。

定时器计数过程中，可以通过 HALT 寄存器控制位置 1 暂停指定通道计数，置 0 后继续计数。

如图 6-8 定时器工作示意图所示。

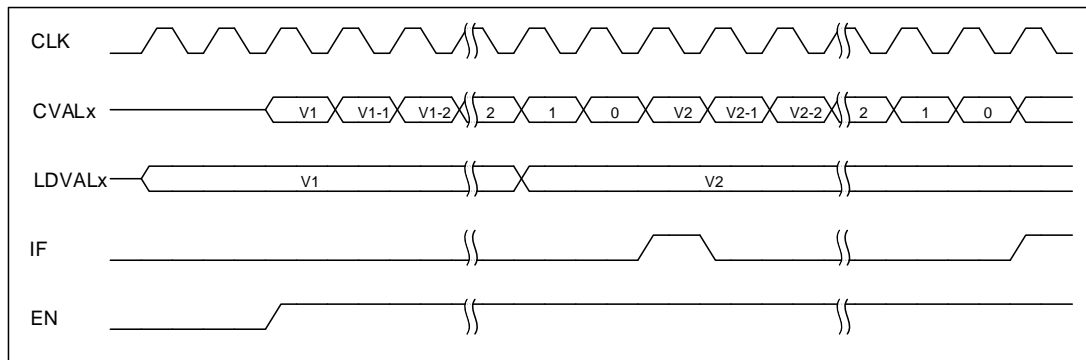


图 6-8 定时器工作示意图

### 计数器

TIMER0~TIMER3 支持外部计数器模式。使用 TIMERx 作为计数器时，需要将控制寄存器（CTRLx）模式选择位（CLKSRCx）配置为 1。同时，将对应外部信号输入引脚配置为 CNT 功能。此时，对应 TIMER 将以配置为 CNT 引脚外部输入的上升沿作为计数目标。通过装载值寄存器（LDVALx）设置计数目标值，之后使能控制寄存器（CTRLx）使能位（ENx），对应 TIMERx 开始递减计数，计数到 0 时，重新装载计数值，进行下一周期计数。

TIMER4 计数器模式为内部 32KHZ 时钟计数，可以作为慢速定时器使用。

作为计数器使用时，进入 TIMER 中断后，需要先将对应 TIMER 停止，然后执行清除中断操作，然后再次使能 TIMER，开始下一周期计数。

在计数过程中，可通过对当前值寄存器（CVALx）进行读取，获取当前计数值。

定时器计数过程中改变装载值寄存器（LDVALx）值，将在下个计数周期（计数到 0 重新装载）生效，不会改变本周期计数值。

如图 6-9 计数器工作示意图所示。

计数器使用过程中，可以通过 HALT 寄存器控制位置 1 暂停指定通道计数，置 0 后继续计数。

注：作为计数器使用时，计数到 0 中断产生后，只有当外部计数信号再次产生数据沿，执行计数值 RELOAD 操作后，方可执行清除中断。因此当外部计数信号较慢或无后续沿产生时，建议进入后关闭中断使能，清除中断后再次打开。

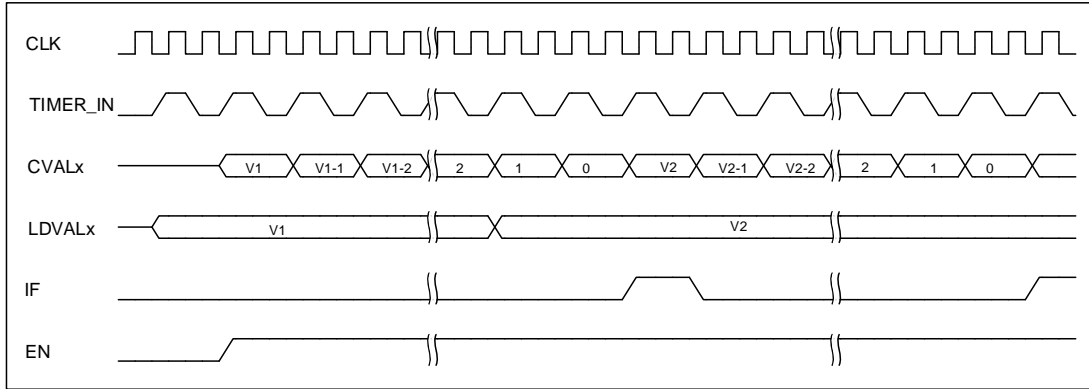


图 6-9 计数器工作示意图

## 级联

当 TIMER 无法满足计数宽度或时间长度时，可以通过级联方式，最高可将计数宽度扩展至 192 位。使用方式如下：

- TIMERn 根据需要设置为定时器或计数器模式 (CLKSRCx = 0x00 或 0x10)
- TIMERn+1 设置为级联模式 (CASCADEx = 0x01)
- LDVALn = 目标计数值%32
- LDVALn+1 = 目标计数值>>32
- 使能 TIMERn+1 中断
- 使能 TIMERn
- 使能 TIMERn+1

当 TIMERn+1 中断产生时，计数周期完成。示意图如图 6-10 级联模式工作示意图所示：

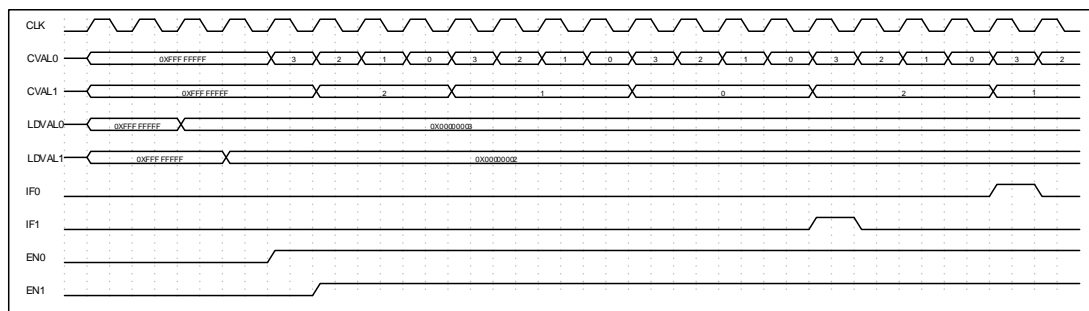


图 6-10 级联模式工作示意图

## 单脉冲捕捉

SWM320 提供了一个用于捕捉外部脉宽的模块，可记录外部单个脉冲宽度。使用方式如下：

- 指定引脚设置为 PULSE\_IN 功能，设置方式见 PORTCON 章节
- 设定脉宽测量控制寄存器（PCTRL）HIGH 位，配置脉冲类型，支持高电平脉冲和低电平脉冲捕捉
- 设置中断使能寄存器（IE）PIE 位，使能中断
- 使能脉宽测量控制寄存器（PCTRL）EN 位，启动捕捉功能
- 当指定引脚出现所配置的脉冲类型时，脉宽测量当前值寄存器（PCVAL）将记录脉冲宽度，记录单位为 TIMER 模块使用时钟频率。记录完成后，产生中断，捕捉模块停止工作
- 进入中断，读取脉宽测量当前值寄存器（PCVAL），获取脉冲宽度
- 如需继续测量，需要重新使能脉宽测量控制寄存器（PCTRL）EN 位

捕捉高电平示意图如图 6-11 单次捕捉高电平脉冲所示：

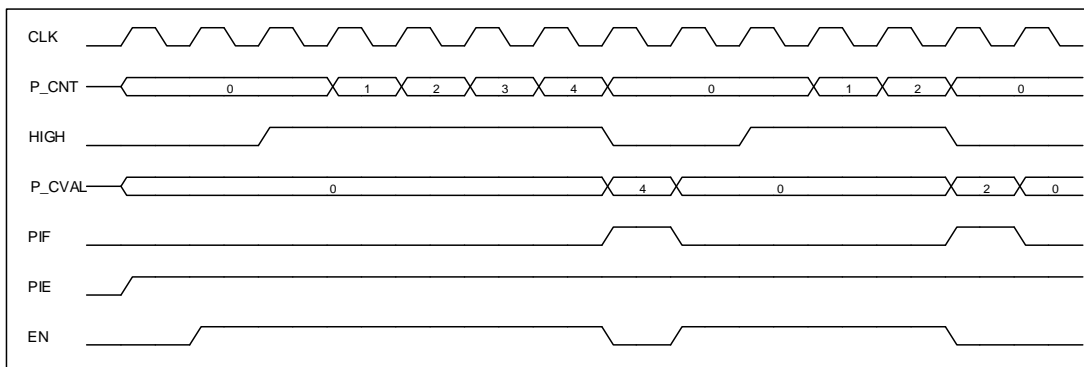


图 6-11 单次捕捉高电平脉冲

捕捉低电平示意图如图 6-12 单次捕捉低电平脉冲所示：

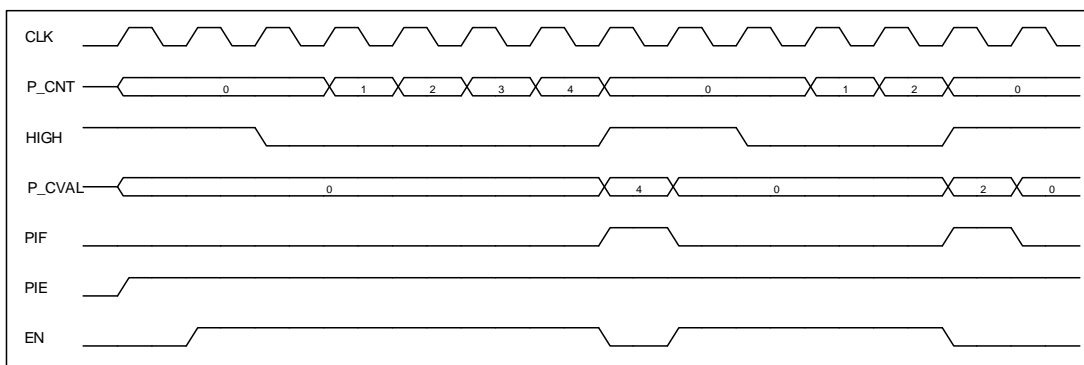


图 6-12 单次捕捉低电平脉冲

## 中断

每路 TIMER 均具备独立中断，通过中断使能寄存器 IE 进行各 TIMER 中断使能。通过中断状态寄存器 IF 进行中断查询及清除。

**6.8.5 寄存器映射**

名称	偏移	类型	复位值	描述
<b>TIMER BASE: 0x40017000</b>				
LDVAL0	0x00	R/W	0xFFFFFFFF	Timer0 装载值寄存器
CVAL0	0x04	RO	0xFFFFFFFF	Timer0 当前计数值寄存器
CTRL0	0x08	R/W	0x00000000	Timer0 控制寄存器
LDVAL1	0x0C	R/W	0xFFFFFFFF	Timer1 装载值寄存器
CVAL1	0x10	RO	0xFFFFFFFF	Timer1 当前计数值寄存器
CTRL1	0x14	R/W	0x00000000	Timer1 控制寄存器
LDVAL2	0x18	R/W	0xFFFFFFFF	Timer2 装载值寄存器
CVAL2	0x1C	RO	0xFFFFFFFF	Timer2 当前计数值寄存器
CTRL2	0x20	R/W	0x00000000	Timer2 控制寄存器
LDVAL3	0x24	R/W	0xFFFFFFFF	Timer3 装载值寄存器
CVAL3	0x28	RO	0xFFFFFFFF	Timer3 当前计数值寄存器
CTRL3	0x2C	R/W	0x00000000	Timer3 控制寄存器
LDVAL4	0x30	R/W	0xFFFFFFFF	Timer4 装载值寄存器
CVAL4	0x34	RO	0xFFFFFFFF	Timer4 当前计数值寄存器
CTRL4	0x38	R/W	0x00000000	Timer4 控制寄存器
LDVAL5	0x3C	R/W	0xFFFFFFFF	Timer5 装载值寄存器
CVAL5	0x40	RO	0xFFFFFFFF	Timer5 当前计数值寄存器
CTRL5	0x44	R/W	0x00000000	Timer5 控制寄存器
PCTRL	0x60	R/W	0x00000000	脉宽测量控制寄存器
PCVAL	0x64	RO	0x00000000	脉宽测量当前值寄存器
IE	0x70	R/W	0x00000000	中断使能寄存器
IF	0x74	R/W1C	0x00000000	中断标志寄存器
HALT	0x78	R/W	0x00000000	停止计数控制寄存器

### 6.8.6 寄存器描述

#### 装载值寄存器 LDVAL

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
LDVAL0	0x00	R/W	0xFFFFFFFF	Timer0 装载值寄存器

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
LDVAL1	0x0C	R/W	0xFFFFFFFF	Timer1 装载值寄存器

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
LDVAL2	0x18	R/W	0xFFFFFFFF	Timer2 装载值寄存器

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
LDVAL3	0x24	R/W	0xFFFFFFFF	Timer3 装载值寄存器

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
LDVAL4	0x30	R/W	0xFFFFFFFF	Timer4 装载值寄存器

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
LDVAL5	0x3C	R/W	0xFFFFFFFF	Timer5 装载值寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
LDVALx							
23	22	21	20	19	18	17	16
LDVALx							
15	14	13	12	11	10	9	8
LDVALx							
7	6	5	4	3	2	1	0
LDVALx							

位域	名称	描述
31:0	LDVALx	定时器 x 的起始值

**当前值寄存器 CVAL**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
CVAL0	0x04	RO	0xFFFFFFFF	Timer0 当前计数值寄存器

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
CVAL1	0x10	RO	0xFFFFFFFF	Timer1 当前计数值寄存器

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
LDVAL2	0x18	R/W	0xFFFFFFFF	Timer2 装载值寄存器

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
CVAL3	0x28	RO	0xFFFFFFFF	Timer3 当前计数值寄存器

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
CVAL4	0x34	RO	0xFFFFFFFF	Timer4 当前计数值寄存器

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
CVAL5	0x40	RO	0xFFFFFFFF	Timer5 当前计数值寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
CVALx							
23	22	21	20	19	18	17	16
CVALx							
15	14	13	12	11	10	9	8
CVALx							
7	6	5	4	3	2	1	0
CVALx							

位域	名称	描述
31:0	CVALx	定时器 x 的计数当前值

**控制寄存器 CTRL**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
CTRL0	0x08	R/W	0x00000000	Timer0 控制寄存器

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
CTRL1	0x14	R/W	0x00000000	Timer1 控制寄存器

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
CTRL2	0x20	R/W	0x00000000	Timer2 控制寄存器

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
CTRL3	0x2C	R/W	0x00000000	Timer3 控制寄存器

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
CTRL4	0x38	R/W	00x00000000	Timer4 控制寄存器

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
CTRL5	0x44	R/W	0x00000000	Timer5 控制寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-					CASCADEx	CLKSRCx	ENx

位域	名称	描述
31:3	-	-
2	CASCADEx	TIMER 级联使能位 1: 使能。当 x=0 时, 这一位为保留位。当 x>0 时, 如果这一位为 1, 则通道 x 的计数时钟为通道 x-1 的进位信号 0: 禁能
1	CLKSRCx	控制定时器 x 的计数时钟 1: 选择外部计数时钟触发计数 (频率必须低于内部时钟) 0: 选择内部时钟触发计数

0	ENx	定时器 x 使能 0: 禁能 1: 使能, 从设置值开始递减计数
---	-----	--

**脉宽测量控制寄存器 PCTRL**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PCTRL	0x60	R/W	0x00000000	脉宽测量控制寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-					CLKSRC	HIGH	EN

位域	名称	描述
31:3	-	-
2	CLKSRC	控制脉宽测量计数器的计数时钟 1: 选择外部计数时钟触发计数（频率必须低于内部时钟） 0: 选择内部时钟触发计数
1	HIGH	控制脉宽测量的极性 1: 测量高电平长度 0: 测量低电平长度
0	EN	开始测量脉宽，测量结束后自动清零 1: 开始测量 0: 停止测量

**脉宽测量当前值寄存器 PCVAL**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PCVAL	0x64	RO	0x00000000	脉宽测量当前值寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
PCVL							
23	22	21	20	19	18	17	16
PCVL							
15	14	13	12	11	10	9	8
PCVL							
7	6	5	4	3	2	1	0
PCVL							

位域	名称	描述
31:0	PCVL	当前脉宽测量计数器的值

**中断使能寄存器 IE**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
IE	0x70	R/W	0x00000000	中断使能寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							PIE
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-		IE5	IE4	IE3	IE2	IE1	IE0

位域	名称	描述
31:17	-	-
16	PIE	脉宽测量计数器中断使能 1: 使能 0: 禁能
15:6	-	-
5	IE5	定时器 5 中断使能 1: 使能 0: 禁能
4	IE4	定时器 4 中断使能 1: 使能 0: 禁能
3	IE3	定时器 3 中断使能 1: 使能 0: 禁能
2	IE2	定时器 2 中断使能 1: 使能 0: 禁能
1	IE1	定时器 1 中断使能 1: 使能 0: 禁能
0	IE0	定时器 0 中断使能 1: 使能 0: 禁能

**中断标志寄存器 IF**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
IF	0x74	R/W1C	0x00000000	中断标志寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							PIF
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-		IF5	IF4	IF3	IF2	IF1	IF0

位域	名称	描述
31:17	-	-
16	PIF	脉宽测量计数器的中断状态，R/W，写 1 清除 1: 中断已发生 0: 中断未发生
15:6	-	-
5	IF5	定时器 5 中断状态，写 1 清零 1: 中断已发生 0: 中断未发生
4	IF4	定时器 4 中断状态，写 1 清零 1: 中断已发生 0: 中断未发生
3	IF3	定时器 3 中断状态，写 1 清零 1: 中断已发生 0: 中断未发生
2	IF2	定时器 2 中断状态，写 1 清零 1: 中断已发生 0: 中断未发生
1	IF1	定时器 1 中断状态，写 1 清零 1: 中断已发生 0: 中断未发生
0	IF0	定时器 0 中断状态，写 1 清零 1: 中断已发生 0: 中断未发生

**停止计数控制寄存器 HALT**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
HALT	0x78	R/W	0x00000000	停止计数控制寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-		HALT5	HALT4	HALT3	HALT2	HALT1	HALT0

位域	名称	描述
31:6	-	-
5	HALT5	定时器通道 5 计数停止。 1: 计数停止, 此时计数器的计数值停止在当前值 0: 正常计数
4	HALT4	定时器通道 4 计数停止 1: 计数停止, 此时计数器的计数值停止在当前值 0: 正常计数
3	HALT3	定时器通道 3 计数停止 1: 计数停止, 此时计数器的计数值停止在当前值 0: 正常计数
2	HALT2	定时器通道 2 计数停止 1: 计数停止, 此时计数器的计数值停止在当前值 0: 正常计数
1	HALT1	定时器通道 1 计数停止 1: 计数停止, 此时计数器的计数值停止在当前值 0: 正常计数
0	HALT0	定时器通道 0 计数停止 1: 计数停止, 此时计数器的计数值停止在当前值 0: 正常计数

## 6.9 看门狗定时器（WDT）

### 6.9.1 概述

SWM320 系列所有型号 WDT 操作均相同。使用前需使能对应 WDT 模块时钟。

看门狗定时器（WDT）主要用于控制程序流程正确，在程序流长时间未按既定流程执行指定程序的情况下复位芯片。

### 6.9.2 特性

- 产生计数器溢出复位信号，复位信号使能可配置
- 具有 32 位计数位宽，可灵活配置宽范围的溢出周期
- 具有中断功能

### 6.9.3 模块结构框图

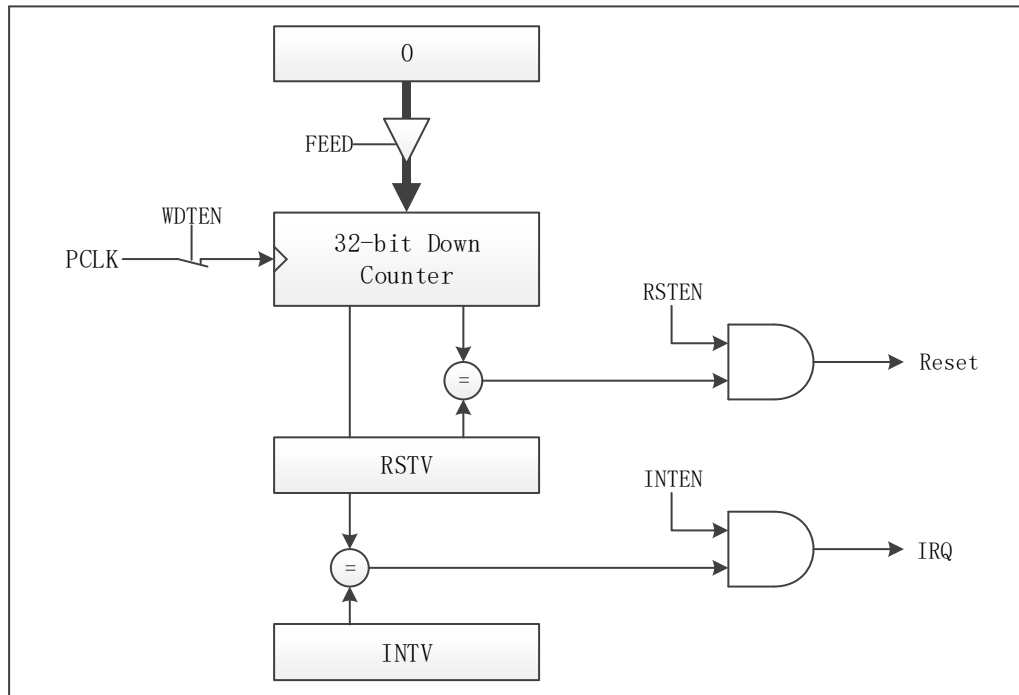


图 6-13 WDT 模块结构图

## 6.9.4 功能描述

### 配置方式

- 配置初值寄存器 LOAD，设置计数值，该值以系统时钟为单位递减
- 配置控制寄存器 CR 中 RSTEN 位，设置递减至 0 时产生中断或产生复位
- 将控制寄存器 CR 中 EN 位置 1，使能 WDT 模块
- 程序执行过程中通过向 FEED 寄存器写入 0x55 喂狗，重启计数
- 若当 VALUE 寄存器减至 0，依然未执行喂狗操作，则根据 CR 寄存器设置，产生中断或复位信号

工作示意图如图 6-14 所示：

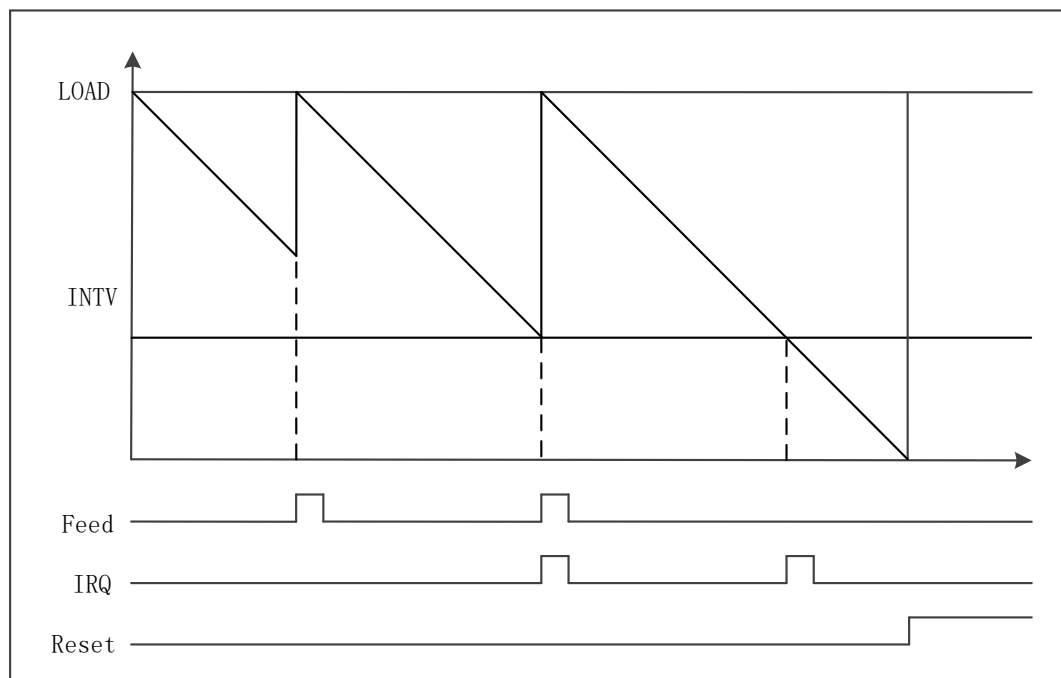


图 6-14 WDT 工作示意图

### 复位模式

控制寄存器 CR 中 RSTEN 位配置为 1 时，使能后波形如图 6-15 WDT 配置为 reset 模式波形图所示，其中， $T_{load}$  为 LOAD 寄存器配置值。

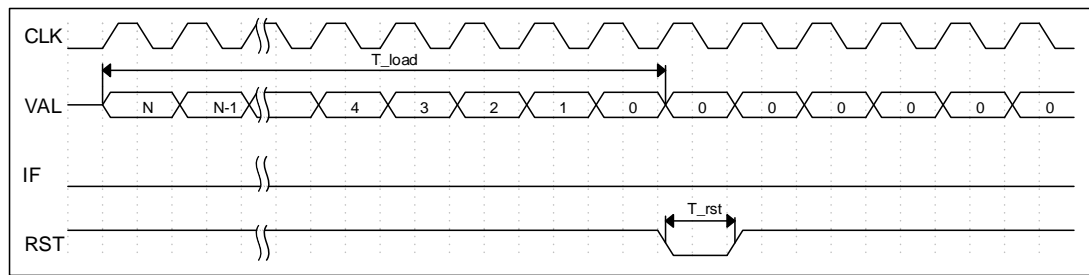


图 6-15 WDT 配置为 reset 模式波形图

## 中断模式

控制寄存器 CR 中 RSTEN 位配置为 0 时,使能后波形如图 6-16 WDT 配置为中断模式波形图所示,其中,  $T_{load}$  为 LOAD 寄存器配置值。中断产生后,通过 IF 寄存器进行清除。

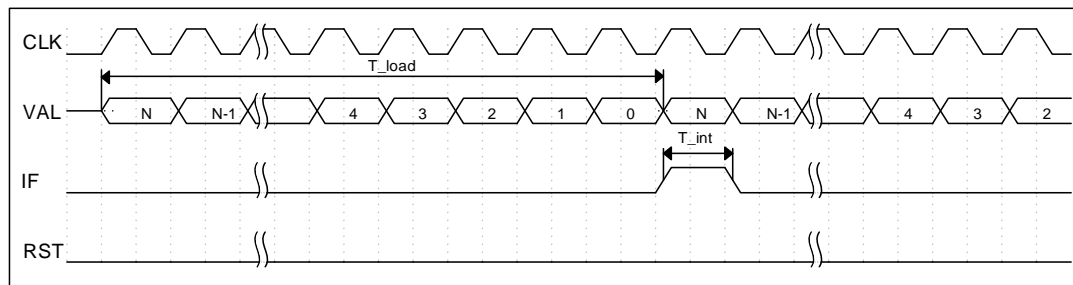


图 6-16 WDT 配置为中断模式波形图

**6.9.5 寄存器映射**

名称	偏移	类型	复位值	描述
<b>WDT BASE: 0x40019000</b>				
<b>LOAD</b>	0x00	R/W	0x00	WDT 初值寄存器
<b>VALUE</b>	0x04	RO	0x00	WDT 当前计数值寄存器
<b>CR</b>	0x08	R/W	0x00	WDT 控制寄存器
<b>IF</b>	0x0C	R/W	0x00	WDT 中断标志寄存器
<b>FEED</b>	0x10	WO	0x00	WDT 重启计数器寄存器

## 6.9.6 寄存器描述

### WDT 初值寄存器 LOAD

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
LOAD	0x00	R/W	0x00	WDT 初值寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
LOAD							
23	22	21	20	19	18	17	16
LOAD							
15	14	13	12	11	10	9	8
LOAD							
7	6	5	4	3	2	1	0
LOAD							

位域	名称	描述
31:0	LOAD	<p>WDT 计数器的初始值</p> <p>WDT 启动时，计数器自动装载 LOAD 值，开始递减计数，计到 0 时，将 LOAD 寄存器中的值再次装载到计数器中继续计数</p> <p>LOAD 值为 0 时，启动 WDT 计数将开始计数，再次计数到 0 时，产生中断</p> <p>WDT 启动后设置 LOAD 寄存器无效</p>

**WDT 当前值寄存器 VALUE**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
VALUE	0x04	RO	0x00	WDT 当前计数值寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
VALUE							
23	22	21	20	19	18	17	16
VALUE							
15	14	13	12	11	10	9	8
VALUE							
7	6	5	4	3	2	1	0
VALUE							

位域	名称	描述
31:0	VALUE	返回计数器的当前计数值

**WDT 控制寄存器 CR**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
CR	0x08	R/W	0x00	WDT 控制寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-						RSTEN	EN

位域	名称	描述
31:2	-	-
1	RSTEN	WDT 复位使能位 1: 复位使能 0: 复位禁能
0	EN	WDT 启动位 1: 启动 WDT 计数 0: 停止计数

**WDT 标志状态寄存器 IF**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
IF	0x0C	R/W	0x00	WDT 中断标志寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-							IF

位域	名称	描述
31:1	-	-
0	IF	WDT 中断位，高有效，R/W1C 硬件置位，写 1 清零

**WDT 重启寄存器 FEED**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
FEED	0x10	WO	0x00	WDT 重启计数器寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
FEED							

位域	名称	描述
31:8	-	-
7:0	FEED	看门狗重启计数器寄存器 当向该寄存器写入 0x55 后会重启看门狗计数器（喂狗操作）

## 6.10 UART 接口控制器 (UART)

### 6.10.1 概述

不同型号具备 UART 数量可能不同。使用前需使能对应 UART 模块时钟。

UART 模块支持波特率配置，最高速度可达到模块时钟 16 分频。具备深度为 8 的 FIFO，同时提供了多种中断供选择。

### 6.10.2 特性

- 支持标准的 UART 协议
- 支持全双工模式
- 支持波特率可配置
- 支持 8 位/9 位数据格式选择
- 可配置的奇偶校验位
- 支持 1 位/2 位停止位选择
- 支持波特率自动调整
- 深度为 8 字节的发送和接收 FIFO
- 支持 break 操作自动检测
- 支持接收超时中断
- 支持 LIN 模式
- 支持自动流控功能

### 6.10.3 模块结构框图

结构框图如下图所示。

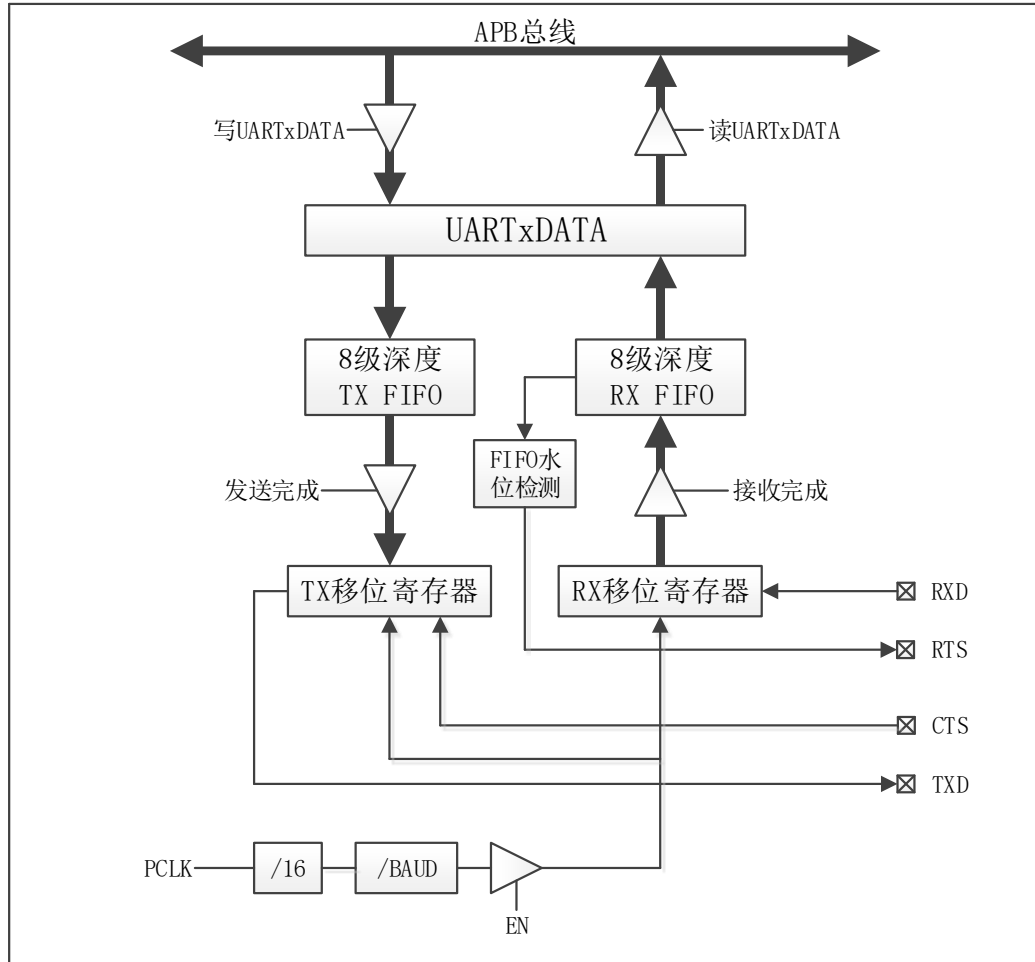


图 6-17 UART 结构图

## 6.10.4 功能描述

每个模块功能详细描述如下：

**TX\_FIFO:**

发送口带有一个 8 字节的 FIFO 缓冲区以减少 CPU 中断的频率

**RX\_FIFO:**

接收口带有一个 8 字节的 FIFO 缓冲区以减少 CPU 中断的频率

**TX\_Shift\_Register(发送移位寄存器):**

该模块用于控制把并行数据串行输出

**RX\_Shift\_Register(接收移位寄存器):**

该模块用于控制把串行数据并行输入

**Baud Rate Generator(波特率发生器):**

通过把输入的时钟分频后得到期望的波特率，详情参考波特率公式

**Interrupt Control and Status Register(中断控制和状态寄存器):**

用于使能或关闭相应中断，并提供给用户中断状态

### 数据格式及波特率配置

- 数据位

可以通过向 CTRL 寄存器的 NINEBIT 位写 1，选择支持 9 位数据模式。该位默认为 0，即 8 位数据模式

- 奇偶校验位

向 CTRL 寄存器 PAREN 位写 1 使能奇偶校验，PARMD 位选择奇偶校验模式，分别有奇校验、偶校验、常 1、常 0 等四种校验格式，根据需求可以灵活选择配置具体看下表：

校验类型	CTRL[21]	CTRL[20]	CTRL[19]
无校验	x	x	0
奇校验	0	0	1
偶校验	0	1	1
校验位常为 1	1	0	1
校验位常为 0	1	1	1

- 停止位

停止位位数默认为 1 位，可通过向 CTRL 寄存器 STOP2b 位写 1 选择停止位位数为 2 位。

字符格式如图 6-18 所示：

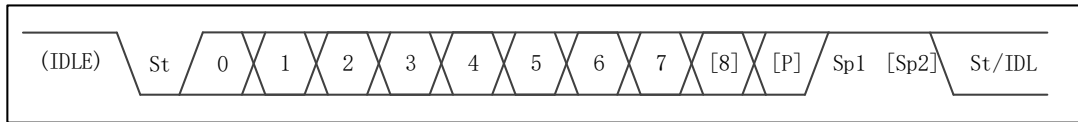


图 6-18 UART 字符格式

使能波特率配置后，对波特率寄存器（BAUD）BIT[13:0]写入特定值，配置波特率。配置方式如下：

$$\text{目标波特率} = \text{系统主时钟} / (16 * (\text{BAUD} + 1))$$

波特率配置完成后，需将控制及状态寄存器（CTRL）BIT[13]置 1，使波特率配置生效。

此外，AUTOBAUDEN 置 1 可以打开波特率自动调节功能。根据所接收到的数据通过 AUTOBAUDBITS 来设置检测的时间长度。如图 6-19 AUTOBAUDBITS 配置图所示：

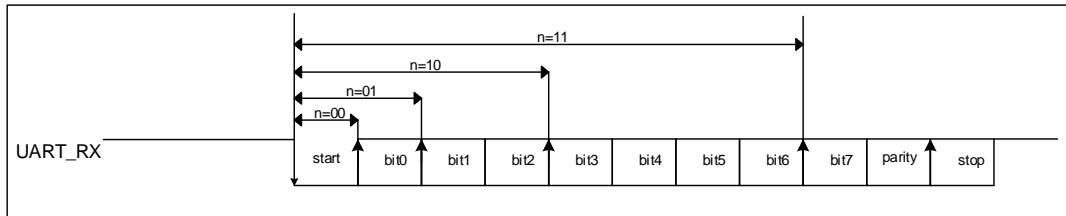


图 6-19 AUTOBAUDBITS 配置图

当 n=00 时，bit0 为高电平，此时向 AUTOBAUDBITS 写 00，设置为 1 位长度；

当 n=01 时，bit0 为低电平，bit1 为高电平，此时向 AUTOBAUDBITS 写 01，设置为 2 位长度；

当 n=10 时，bit0~bit2 为低电平，bit3 为高电平，此时向 AUTOBAUDBITS 写 10，设置为 4 位长度；

当 n=11 时，bit0~bit6 为低电平，bit7 为高电平，此时向 AUTOBAUDBITS 写 11，设置为 8 位长度；

## FIFO 及中断设置

UART 模块包含深度为 8 的接收 FIFO 及发送 FIFO，同时提供了与 FIFO 相配合的状态位中断，供操作中使用。使用方式如下：

- 通过 FIFO 寄存器配置中断触发条件，并获取 FIFO 内部数据数量
  - BIT[27: 24] TXTHR 位发送 FIFO 阈值设置，当 TXFIFO 中数据量小于等于写入值时，触发中断，当配置为 0 且使能中断时，UART 使能后即触发发送中断
  - BIT[19: 16]RXTHR 位接收 FIFO 阈值设置，当 RXFIFO 中数据量大于等于写入值时，触发中断，当配置为 0 且使能中断时，UART 使能后接收到 1 个数据值即触发接收中断
- 通过控制及状态寄存器（CTRL）RXIE 位（BIT[4]）及 TXIE 位（BIT[2]），使能 FIFO 中断
- 通过查询波特率寄存器（BAUD）BIT[20:19]获取 FIFO 状态

## 数据发送及接收

将控制及状态寄存器（CTRL）EN 位置 1 后，对应 UART 模块使能

对于发送操作：

- 向 DATA 寄存器写入数据，数据发送至 UART\_TX 线
- 通过读取 CTRL 寄存器 TXIDLE 位状态，获取当前发送状态
- 可通过读取 BAUD 寄存器 TXD 位，获取当前 TX 线实时状态

对于接收操作

- 通过判断 DATA 寄存器中 VAILD 位，判断是否接收到有效数据
- 读取 DATA 寄存器，可获得 UART\_RX 线接收的数据
- 可通过读取 BAUD 寄存器 RXD 位，获取当前 RX 线实时状态
- 可通过设置 CTRL 寄存器 TOTIME 位及 TOIE 位，使能接收超时中断。使能后，当接收相邻两个数据间隔时长超过设置时长时，将触发中断

## LIN Fram

当使用 LIN Fram 时，可通过 LINCTRL 寄存器进行相关设置。

发送操作：

与正常的 UART 发送相比，选用 LIN Fram 发送时，除了上述操作步骤外，还需：

- 通过 CTRL 寄存器将 GENBRK 位置 1，拉低 TX 线。该位保持为 1 时，TX 将持续保持低电平，直至该位清除
- 通过 LINCTRL 寄存器将 LINGENBRKEN 位置 1，使能 Break 信号发送完成中断
- 通过 LINCTRL 寄存器将 LINGENBRK 位置 1，发送 Break 信号至总线
- Break 信号发送完成后，中断产生，LINCTRL 寄存器 LINGENBRKST 位置 1。可通过读此寄存器判断是否发送完成

注意：发送 BREAK 信号时，向 DATA 寄存器写入数据，数据同样会执行发送操作，但数据电平不会体现到 TX 线上，除非发送数据期间清除 CTRL 寄存器 GENBRK 位。

接收操作：

与正常的 UART 接收相比，选用 LIN Fram 接收时，除了上述操作步骤外，还需：

- 通过 LINCTRL 寄存器将 LINBRKEN 位置 1，使能检测到 Break 信号中断
- 设置 CTRL 寄存器 BRKIE 位及 BRKDET 位，当 RX 线接收到 Break 信号时，将触发中断
- 检测到 Break 信号并产生中断后，LINCTRL 寄存器 LINBRKST 位置 1。可通过读此寄存器判断是否检测到 Break 信号

当 Break 信号不够长时，丢弃 Break，LINBRKST 不置 1，如图 6-20 Break 信号不够长示意图所示：

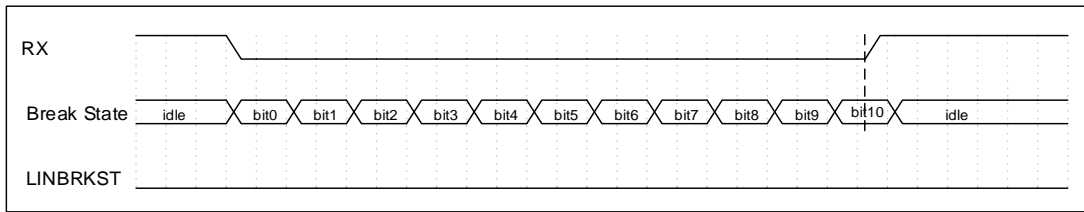


图 6-20 Break 信号不够长示意图

当 Break 信号恰好够长时，等接收线上收到高电平后，检测到 Break，LINBRKST 置 1，如图 6-21 Break 信号恰好够长示意图所示：

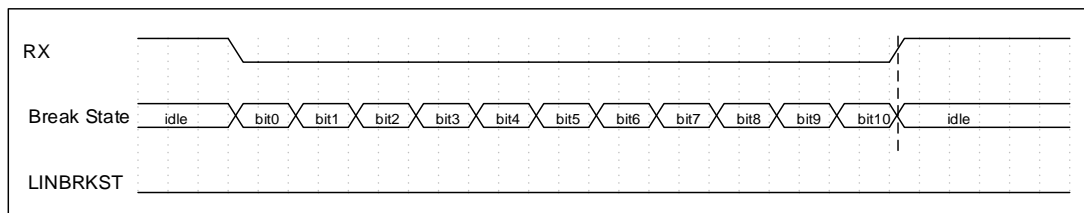


图 6-21 Break 信号恰好够长示意图

当 Break 信号足够长时，等接收线上收到高电平后，检测到 Break，LINBRKST 置 1，如图 6-22 Break 信号足够长示意图所示：

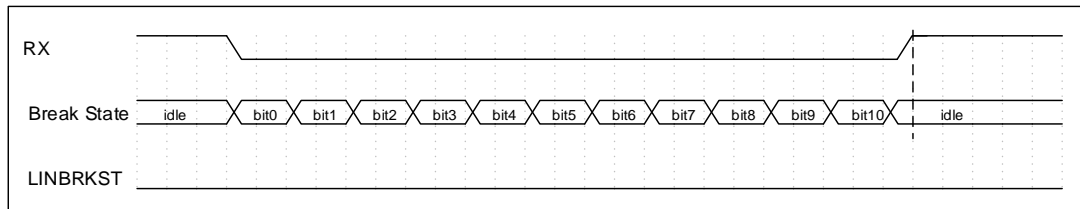


图 6-22 Break 信号足够长示意图

## 硬件流控

硬件流控（RTS/CTS）制主要功能为防止串口传输时出现丢失数据的现象，使用流控制功能时需将通信两端的 RTS 和 CTS 对应相连，通过 RTS 和 CTS 可以控制两个串口设备间的串行数据流。

### RTS 流控制

RTS 为输出信号，通过 FCCTRL 寄存器使能该信号并设置有效极性（高电平/低电平）以及触发阈值，当 RTS 为有效电平时表示可以接收数据，当接收数据达到所设置的阈值时，RTS 无效。

### CTS 流控制

CTS 为输入信号，通过 FCCTRL 寄存器使能该信号并设置有效极性（高电平/低电平），当 RTS 为有效电平时表示可以发送数据。

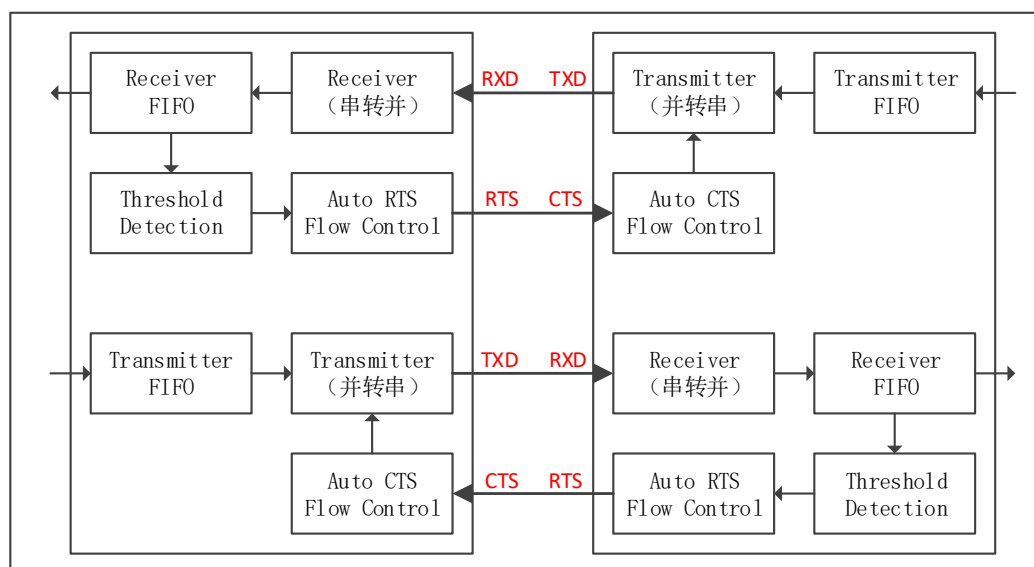


图 6-23 硬件流控

### 接收中断与超时中断

以如下配置为例：

- 配置 FIFO 寄存器 RXLVL 位为 3，即 RXThreshold=3，接收 FIFO 取值 3
- 配置 CTRL 寄存器 RXIE 位为 1，即 RXThresholdEn=1，配置接收 FIFO 中的个数 > RXThreshold 时触发中断
- 配置 CTRL 寄存器 TOTIME 位为 10，即 TimeoutTime=10，超时时长 = TimeoutTime / (Baudrate / 10) 秒
- 配置 CTRL 寄存器 TOIE 位为 1，即 TimeoutEn = 1，超时中断，超过 TimeoutTime / (Baudrate / 10) 秒没有在 RX 线上接收到数据且接收 FIFO 中数据个数不为零时可触发中断

对方发送 8 个数据

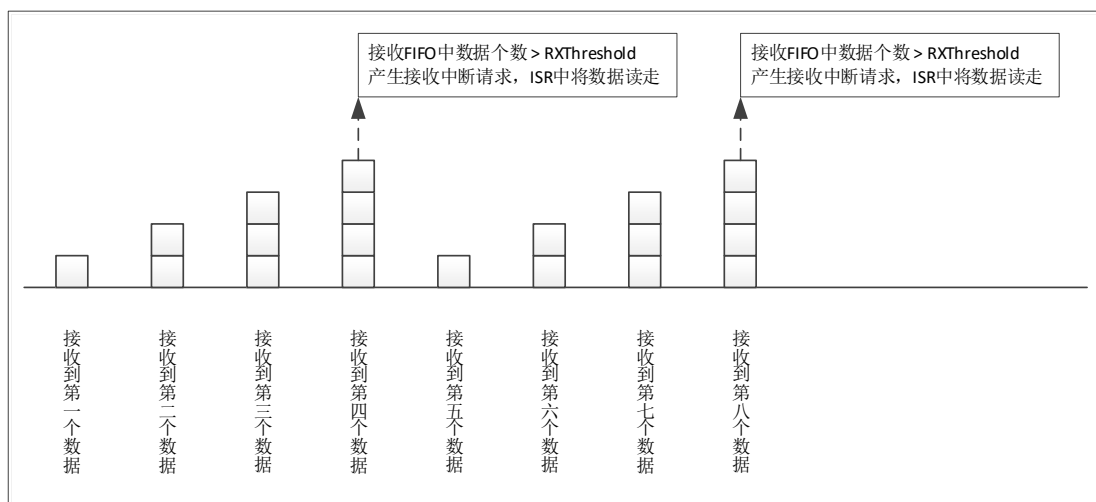


图 6-24 对方发送 8 个数据接收 FIFO 示意图

每接收到一个数据，RX FIFO 中数据个数加一，当 RX FIFO 中数据个数大于 RXThreshold 时，触发接收中断。

### 对方发送 9 个数据

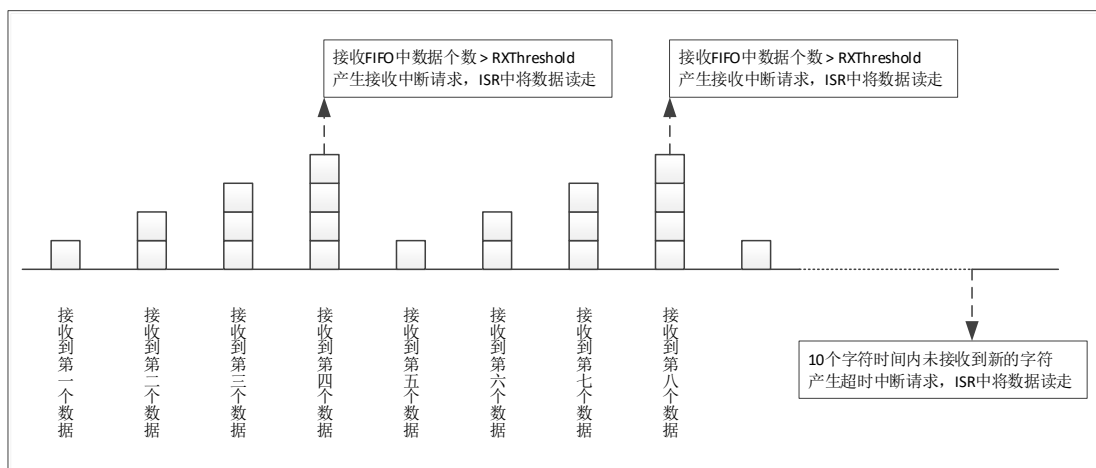


图 6-25 对方发送 9 个数据接收 FIFO 示意图

只有当接收 FIFO 中有数据，且在指定时间内未接收到新的数据时，才会触发超时中断。

若应用中希望通过数据间时间间隔作为帧间隔依据，即不管对方发送过来多少个数据，最后都能产生超时中断，可以通过在接收 ISR 中从 RX FIFO 中读取数据时总是少读一个（即让一个数据留在 RX FIFO 中）来实现。

## 发送中断

以如下配置为例：

- 配置 FIFO 寄存器 TXLVL 位为 3，即 TXThreshold = 4，发送 FIFO 取值 4
- 配置 CTRL 寄存器 TXIE 位为 1，即 TXThresholdIE = 1，配置发送 FIFO 中的个数 >

TXThreshold 时触发中断

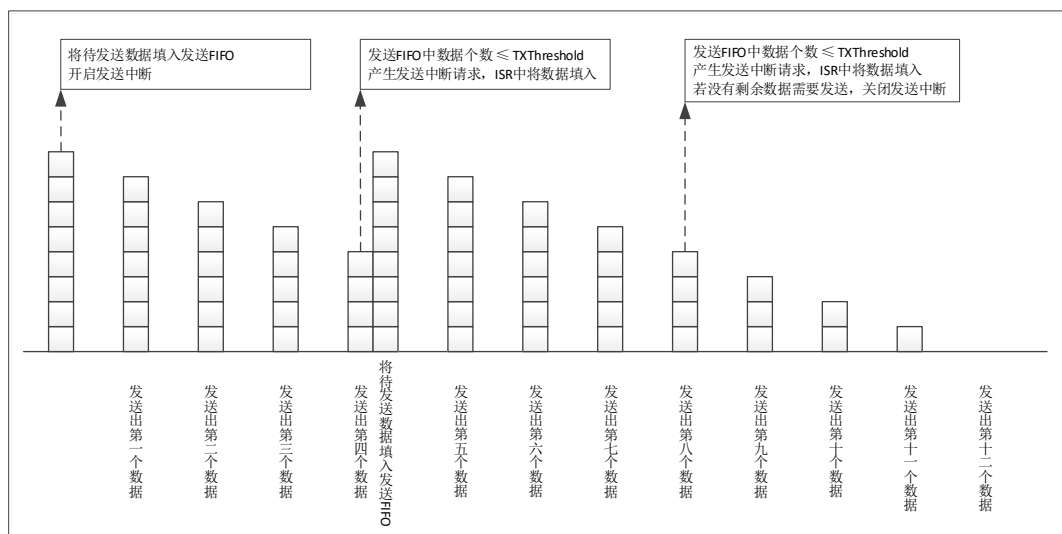


图 6-26 发送 FIFO 示意图

每发送出一个数据, TX FIFO 中数据个数减 1, 当 TX FIFO 中数据个数小于等于 TXThreshold 时, 触发发送中断。

如果初始化时 TX FIFO 中数据个数为零, 则开启发送中断后会立即触发发送中断; 建议在发送 FIFO 填入数据后再开启发送中断。

**6.10.5 寄存器映射**

名称	偏移	类型	复位值	描述
UART0	BASE: 0x40020000+0x0000			
UART1	BASE: 0x40020000+0x1000			
UART2	BASE: 0x40020000+0x2000			
UART3	BASE: 0x40020000+0x3000			
DATA	0x00	R/W	0x00	UARTx 数据寄存器
CTRL	0x04	R/W	0x01	UARTx 控制及状态寄存器
BAUD	0x08	R/W	0x184000	UARTx 波特率控制寄存器
FIFO	0x0C	R/W	0x00	UARTx 数据队列寄存器
LINCTRL	0x10	R/W	0x00	LINx 控制寄存器 LINCTRL
FCCTRL	0x14	R/W	0x00	UARTx 自动流控制控制寄存器

### 6.10.6 寄存器描述

#### 数据接口寄存器 DATA

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
DATA	0x00	R/W	0x00	UARTx 数据寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24	
-								
23	22	21	20	19	18	17	16	
-								
15	14	13	12	11	10	9	8	
-						PARERR	VALID	DATA
7	6	5	4	3	2	1	0	
DATA								

位域	名称	描述
31:11	-	-
10	PARERR	当前读回的的数据是否存在校验错误 1: 错误 0: 正确
9	VALID	数据有效位 1: DATA 字段有有效的接收数据 0: DATA 字段没有有效的接收数据
8:0	DATA	UART 数据位 读操作, 返回缓存中接收到的数据 写操作, 将待发送的数据写入缓存中

**控制及状态寄存器 CTRL**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
CTRL	0x04	R/W	0x01	UARTx 控制及状态寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
TOTIME							
23	22	21	20	19	18	17	16
STOPMD		PARMD		PAREN	NINEBIT	GENBRK	BRKIE
15	14	13	12	11	10	9	8
BRKDET	TOIE	FLEXBAUDEN	-		LOOP	EN	-
7	6	5	4	3	2	1	0
-	TXDONEIE	RXOV	RXIE	RXNE	TXIE	TXF	TXIDLE

位域	名称	描述
31:24	TOTIME	接收数据超时中断的触发条件 TimeOut 时长 = TOTIME*10/BAUDRAUD 秒
23:22	STOPMD	停止位模式 00: 1 位 01: 2 位 1x: 保留
21:20	PARMD	奇偶校验位模式 00: 奇校验 01: 偶校验 10: 常 1 11: 常 0
19	PAREN	奇偶校验位使能位 1: 使能 0: 禁能
18	NINEBIT	数据位模式 1: 9 位数据位 0: 8 位数据位
17	GENBRK	0: UART 正常发送数据 1: 使用 LIN Fram 发送时需要将该位置为 1, 以拉低 UART_TX 管脚
16	BRKIE	Break 中断使能: 1: 使能 0: 禁能
15	BRKDET	Break 检测标志位, R, WIC 1: 接收到 Break 0: 没有接收到 Break

14	TOIE	接收数据超时中断使能 1: 使能 0: 禁能
13	FLEXBAUDEN	使用 UART 前, 需要将此位配置为 1
12:11	-	-
10	LOOP	回环测试模式使能位 (从 TX 线发送出去的数据, 在自身 RX 线上可以收到, 从而测试硬件是否正常工作) 1: 使能 0: 禁能
9	EN	UART 模块使能位 1: 使能 0: 禁能
8:7	-	-
6	TXDONEIE	发送完成中断使能位 1: 使能 0: 禁能
5	RXOV	接收端 FIFO 溢出标志位, WIC 1: 接收 FIFO 溢出 0: 接收 FIFO 没有溢出
4	RXIE	接收端 FIFO 中断使能位 1: 接收 FIFO 达到预定的数量时产生中断 0: 接收 FIFO 达到预定的数量时不产生中断
3	RXNE	接收端 FIFO 非空标志位, RO 1: 非空 0: 空
2	TXIE	发送端 FIFO 中断使能位 1: 当发送 FIFO 内的数据少于预定的数量时产生中断 0: 当发送 FIFO 内的数据少于预定的数量时不产生中断
1	TXF	发送端 FIFO 满标志位, RO 1: 发送 FIFO 内的数据满 0: 发送 FIFO 内的数据不满
0	TXIDLE	发送线空闲标志位, RO 1: 发送线空闲 0: 发送线忙, 正在发送数据

**波特率寄存器 BAUD**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
BAUD	0x08	R/W	0x184000	UARTx 波特率控制寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-				TXDONEIRQ	OVST	AUTOBAUDBITS	
23	22	21	20	19	18	17	16
AUTOBAUDEN	RXIF	TOIF	TXTHRF	RXTHRF	BRKIF	TXIF	RXTOIF
15	14	13	12	11	10	9	8
RXD	TXD	BAUD					
7	6	5	4	3	2	1	0
BAUD							

位域	名称	描述
31:28	-	-
27	TXDONEIRQ	发送完成中断状态位，RO 1: 中断已产生 0: 中断未产生
26	OVST	自动调节波特率时，计数器溢出中断标志，R/W1C 1: 自动调节波特率时，计数器溢出，调节失败。 0: 自动调节波特率时，计数器没有溢出
25:24	AUTOBAUDBITS	自动调节波特率时，检测的时间长度 00: 1 位长度 01: 2 位长度 10: 4 位长度 11: 8 位长度
23	AUTOBAUDEN	波特率自动调节功能，R/W，AC（自动清零） 1: 使能 0: 禁能
22	RXIF	接收端 FIFO 中断状态位，RO 1: 中断已产生 0: 中断未产生
21	TOIF	接收数据超时中断状态位，RO 1: 中断已产生 0: 中断未产生
20	TXTHRF	当发送 FIFO 达到预定数量时，该位为 1，RO
19	RXTHRF	当接收 FIFO 达到预定数量时，该位为 1，RO
18	BRKIF	当接收到 BREAK 字符时，如果使能 Break 中断，则该位置 1，通过 CTRL 寄存器 BRKDET 位清除，RO

17	TXIF	发送端 FIFO 中断状态位，RO 1: 中断已产生 0: 中断未产生
16	RXTOIF	当 RXIF 或 RXTOIRQ 为 1 时，该位为 1，RO
15	RXD	直接读取接收线状态，RO 1: 高电平 0: 低电平
14	TXD	直接读取发送线状态，RO 1: 高电平 0: 低电平
13:0	BAUD	UART 工作波特率控制 设置波特率方式为: 波特率 = $F / (16 * (BAUD + 1))$

**FIFO 寄存器 FIFO**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
FIFO	0x0C	R/W	0x00	UARTx 数据队列寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-				TXTHR			
23	22	21	20	19	18	17	16
-				RXTHR			
15	14	13	12	11	10	9	8
-				TXLVL			
7	6	5	4	3	2	1	0
-				RXLVL			

位域	名称	描述
31:28	-	-
27:24	TXTHR	设置发送 FIFO 中断 (TXIF) 阈值
23:20	-	-
19:16	RXTHR	设置接收 FIFO 中断 (RXIF) 阈值
15:12	-	-
11:8	TXLVL	发送 FIFO 中实际数据数量
7:4	-	-
3:0	RXLVL	接收 FIFO 中实际数据数量

**LIN 控制寄存器 LINCTRL**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
LINCTRL	0x10	R/W	0x00	LINx 控制寄存器 LINCTRL

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-			LINGENBRK	LINGENBRKST	LINGENBRKEN	LINBRKST	LINBRKEN

位域	名称	描述
31:5	-	-
4	LINGENBRK	该位写 1 发送 LIN Break，发送完成自动清零，AC
3	LINGENBRKST	LIN Break 发送完成中断状态 1: 中断已产生 0: 中断未产生
2	LINGENBRKEN	发送 LIN Break 完成中断的使能 1: 使能 0: 禁能
1	LINBRKST	检测到 LIN Break 中断状态，RO 1: 中断已产生 0: 中断未产生
0	LINBRKEN	检测到 LIN Break 中断的使能 1: 使能 0: 禁能

**流控控制寄存器 FCCTRL**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
FCCTRL	0x14	R/W	0x00	UARTx 自动流控控制寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							RTS
7	6	5	4	3	2	1	0
CTS	RTSTH			RTSPOL	CTSPOL	RTSEN	CTSEN

位域	名称	描述
31:9	-	-
8	RTS	RTS 的当前状态, RO 1: 高电平 0: 低电平
7	CTS	CTS 的当前状态, RO 1: 高电平 0: 低电平
6:4	RTSTH	RTS 流控的触发阈值 000: 触发阈值为 1Byte 001: 触发阈值为 2Byte 010: 触发阈值为 4Byte 011: 触发阈值为 6Byte
3	RTSPOL	RTS 信号的极性 1: 高有效, RTS 输出高表示可以接收数据 0: 低有效, RTS 输出低表示可以接收数据
2	CTSPOL	CTS 信号的极性 1: 高有效, CTS 输入为高表示可以发送数据 0: 低有效, CTS 输入为低表示可以发送数据
1	RTSEN	RTS 流控使能 1: 使能 0: 禁能
0	CTSEN	CTS 流控使能 1: 使能 0: 禁能

## 6.11 I2C 总线控制器（I2C）

### 6.11.1 概述

不同型号 I2C 数量可能不同。使用前需使能对应 I2C 模块时钟。

### 6.11.2 特性

- 支持最高 1MHZ 速率主机模式
- 支持最高 400KHZ 速率从机模式
- 支持 7 位或 10 位地址
- 波特率可配置
- 支持中断功能

### 6.11.3 模块结构框图

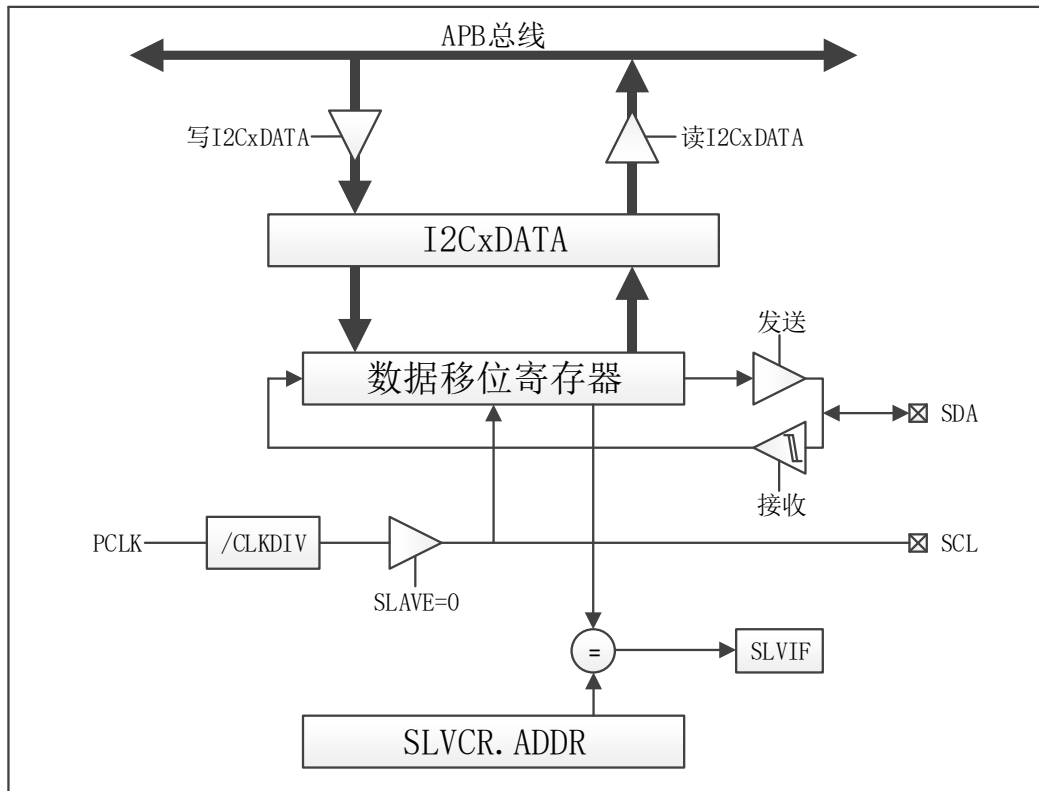


图 6-27 I2C 结构框图

注：I2CxDATA 主机模式下是 MSTDAT，从机模式下写入、读出时分别是 SLVTX、SLVRX

## 6.11.4 功能描述

### 基本操作

#### 总线设置

I2C 总线采用串行数据线(SDA)和串行时钟线(SCL)传输数据。I2C 总线的设备端口为开漏输出，所以必须在接口外接上拉电阻。

数据在主从设备之间通过 SCL 时钟信号在 SDA 数据线上逐字节同步传输。每一个 SCL 时钟脉冲发送一位数据，高位在前。每发送一个字节的的数据产生一个应答信号。在时钟线 SCL 高电平期间对数据的每一位进行采样。数据线 SDA 在时钟线 SCL 为低改变，在时钟线 SCL 为高电平时必须保持稳定。

#### 协议介绍

通常情况下，一个标准的通信包含四个部分：开始信号、从机地址、数据传输、停止信号。如图 6-28 I2C 通信示意图所示：

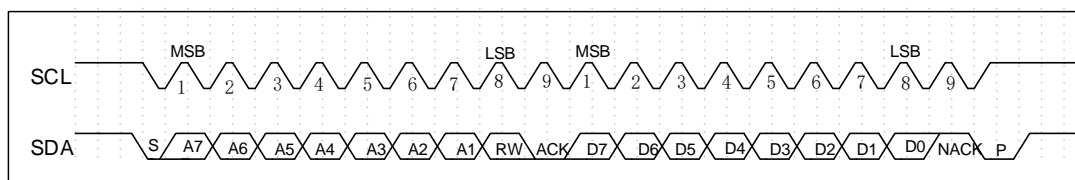


图 6-28 I2C 通信示意图

#### 起始位发送

当总线空闲时，表示没有主机设备占用总线（SCL 和 SDA 都保持高电平），主机可以通过发送一个起始信号启动传输。启动信号，通常被称为 S 位。SCL 为高电平时，SDA 由高电平向低电平跳变。启动信号表示开始新的数据传输。

重新启动是没有先产生一个停止信号的启动信号。主机使用此方法与另一个从机或者在不释放总线的情况下与相同的从机改变数据传输方向（例如从写入设备到写入设备的转换）。

当命令寄存器的 STA 位被置位，同时 RD 或者 WR 位被置位时，系统核心产生一个启动信号。根据 SCLK 的当前的不同状态，生成启动信号或重复启动信号。

#### 地址发送

在开始信号后，由主机传输的第一个字节数据是从机地址。包含 7 位的从设备地址和 1 位的 RW 指示位。RW 指示位信号表示与从机的数据传输方向。在系统中的从机不可以具有相同的地址。只有从机地址和主机发送的地址匹配时才能产生一个应答位（在第九个时钟周期拉低 SDA）进行响应。对于 10 位从机地址，模块通过产生两个从机地址支持。

发送从机地址为一次写操作，在传输寄存器中保存从机地址并对 WR 位置位，从机地址将被发送到总线上。

## 数据发送

一旦成功取得了从机地址，主机就可以通过 R/W 位控制逐字节的发送数据。每传输一个字节都需要在第九个时钟周期产生一个应答位。

如果从机信号无效，主机可以生成一个停止信号中止数据传输或生成重复启动的信号并开始一个新的传输周期。如果从机返回一个 NACK 信号，主机就会产生一个停止信号放弃数据传输，或者产生一个重新启动信号开始一个新的传输周期。

如果主机作为接收设备，没有应答从机，从机就会释放 SDA，主机产生停止信号或者重新启动信号。

向从机写入数据，需把将要发送的数据存入传输寄存器中并设置 WR 位。从从机中读取数据，需设置 RD 位。在数据传输过程中系统核心设置 TIP 提示标志，指示传输正在进行。当传输完成后 TIP 提示标志会自动清除。当中断使能时，中断标志位 IF 被置位，并产生中断。当中断标志位 IF 被置位后，接收寄存器收到有效数据。当 TIP 提示标志复位后，用户可以发出新的写入或读取命令。

## 停止位发送

主机可以通过生成一个停止信号终止通信。停止信号通常被称为 P 位，被定义为 SCL 为高电平时，SDA 由低电平向高电平跳变。

## 主机发送模式

I2C 模块作为主机，初始化配置操作如下：

- 配置 PORTCON 模块中端口对应 PORTx\_FUMUX 寄存器，将指定引脚配置为 I2C 功能
- 配置 PORTCON 模块中端口对应 PORTx\_SEL 寄存器，将指定引脚切换为功能复用
- 配置 PORTCON 模块中端口对应 PULLU\_x 上拉使能寄存器，使能端口内部上拉电阻（也可使用外部上拉电阻）
- 配置 PORTCON 模块中端口对应 INEN\_x 输入使能寄存器，使能 I2C 数据线输入功能
- 置 CTRL 寄存器的 EN 位为 0，关闭 I2C 模块，确保配置寄存器过程中模块未工作
- 配置 SLACR 寄存器的 SLAVE 位为 0，将 I2C 模块设置为主机模式
- 配置 CLKDIV 寄存器的 CLKDIV 位，设置 I2C 传输速度，计算公式见寄存器描述
- 配置 MSTCMD 寄存器的 IF 位为 1，使能 I2C 中断前确保中断标志位为清除状态
- 配置 CTRL 寄存器的 MSTIE 位为 1，使能 I2C 中断
- 配置 CTRL 寄存器的 EN 位为 1，打开 I2C 模块

I2C 作为主机向从机发送数据操作流程如下：

- 主机发送从机器件地址：将从机的 7 位器件地址写入 MSTDAT 寄存器的 DATA 位，高 7 位为器件地址，最后一位为 0

- 置 MSTCMD 寄存器 STA 位和 WR 位为 1，发送起始信号和写命令
- 发送数据：将需要往从机发送的数据写入 MSTDAT 寄存器 DATA 位，同时置 MSTCMD 寄存器 WR 位为 1。数据发送完成后，MSTCMD 寄存器的 TIP 位变为 0，可通过查询该位确认发送完成。从机成功接收到数据，后向主机返回 ACK，主机接收到 ACK 后，MSTCMD 寄存器的 STA 位变为 0
- 主机按上步骤可重复发送数据，数据发送完成后置 MSTCMD 寄存器 STO 位为 1，则总线发送 STOP 信号，停止写入数据

流程如图 6-29 主机发送/从机接收流程所示

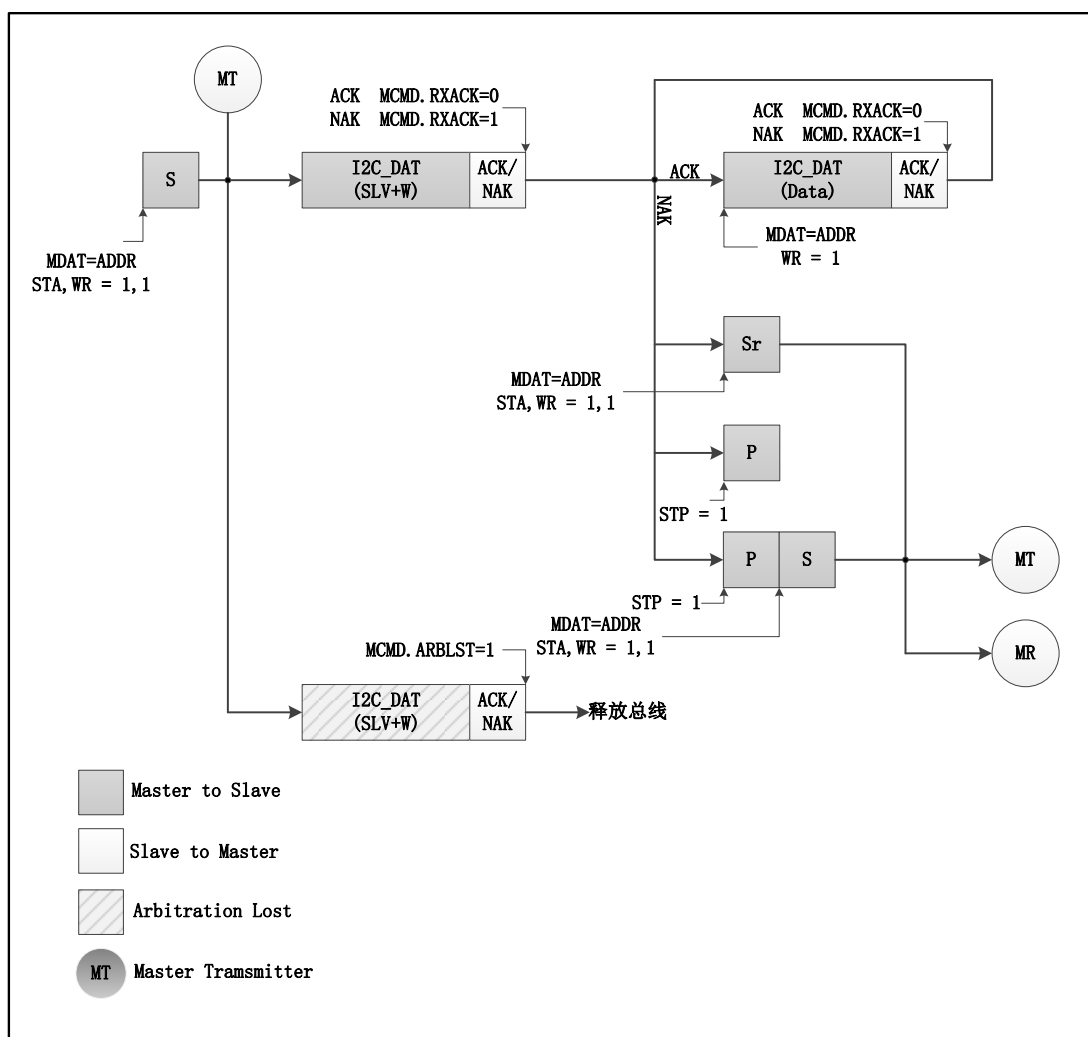


图 6-29 主机发送/从机接收流程

## 主机接收模式

I2C 作为主机接收模式，需将 I2C 模块设置为 MASTER，初始化过程与主发送模式相同。

I2C 作为主机从从机读取数据操作流程如下（以 EEPROM 流程为例）：

- 主机发送从机器件地址：把从机的 7 位器件地址给 MSTDAT 寄存器的 DATA 位，高 7 位



图 6-30 主机接收/从机发送流程

## 从发送模式

I2C 作为从发送模式，需将 I2C 模块设置为 SLAVE，具体软件配置操作如下：

- 配置 PORTCON 模块中端口对应 PORTx\_FUMUX 寄存器，将指定引脚配置为 I2C 功能
- 配置 PORTCON 模块中端口对应 PORTx\_SEL 寄存器，将指定引脚切换为功能复用
- 配置 PORTCON 模块中端口对应 PULLU\_x 上拉使能寄存器，使能端口内部上拉电阻
- 配置 PORTCON 模块中端口对应 INEN\_x 输入使能寄存器，使能 I2C 数据线输入功能
- 置 CTRL 寄存器的 EN 位为 0，关闭 I2C 模块，确保配置寄存器过程中模块未工作
- 配置 SLACR 寄存器的 SLAVE 位为 1，将 I2C 模块设置为从机模式
- 配置 SLACR 寄存器的 ACK 位 1，设置 I2C 作为从机时接收数据后返回 ACK
- 配置 SLACR 寄存器的 ADDR7b 位 1，设置 I2C 地址模式为 7 位地址
- 配置 SLACR 寄存器的 ADDR 位，设置 I2C 的从机地址
- 配置 SLACR 寄存器的 IE\_STADET、IE\_TXEND、IE\_RXEND 和 IE\_STODET 位为 1，使能 I2C 从机的起始信号中断、发送完成中断、接收完成中断和停止信号中断
- I2C 中断函数使能
- 配置 CTRL 寄存器的 EN 位为 1，打开 I2C 模块。

I2C 作为从机向主机发送数据操作流程如下：

- 等待 I2C 主机读取数据命令，I2C 主机读取数据过程见上述主接收模式描述，当主机发送完从机地址和读数据地址后，从机 SLAVIF 寄存器 RXEND 位置 1 时，表示接收完成中断触发，从机需要将第一次发出的数据写入 SLVTX 寄存器中
- 当从机第一次读取发送完成后，进入到发送完成中断。主机若继续读取数据，则从机需在发送完成中断中将下次需发送的数据写入 SLVTX 寄存器中，直至所有数据传输完成

注意：从机在发送完成中断中写入 SLVTX 寄存器的数据将在主机下次读取时发出，从机发送的第一笔数据需要在收到主机发送的读取地址后写入 SLVTX 寄存器

## 从接收模式

I2C 作为从接收模式，需将 I2C 模块设置为 SLAVE，配置过程与从发送模式相同

I2C 作为从机接收主机发送数据操作流程如下：

- 等待 I2C 主机向从机写入数据，I2C 主机读取数据过程见上述主发送模式描述，主机向从机写入一字节数据后，从机的寄存器 SLVIF 的 RXEND 位置 1 时，表示接收完成中断

触发，从机通过读取 SLVTX 寄存器，接收主机发送的数据

- 当从机成功接收到主机传输数据后，自动向主机返回 ACK(SLACR 寄存器的 ACK 位为 1 时)，主机数据传输完成后发送 STOP 信号，从机检测到后进入停止信号中断，停止接收数据

**6.11.5 寄存器映射**

名称	偏移	类型	复位值	描述
I2C0	BASE: 0x40028000+0x0000			
I2C1	BASE: 0x40028000+0x1000			
CLKDIV	0x00	R/W	0xFFFF	I2Cx 分频控制寄存器。
CTRL	0x04	R/W	0x00	I2Cx 控制寄存器
MSTDAT	0x08	R/W	0x00	I2Cx Maste 数据寄存器
MSTCMD	0x0C	R/W	0x00	I2Cx Master 命令寄存器
SLVCR	0x10	R/W	0x00	I2Cx Slave 控制寄存器
SLVIF	0x14	R/W1C	0x00	I2Cx Slave 状态寄存器
SLVTX	0x18	R/W	0x00	I2Cx Slave 发送数据缓存寄存器
SLVRX	0x1C	R/W	0x00	I2Cx Slave 接收数据缓存寄存器

### 6.11.6 寄存器描述

#### 分频控制寄存器 CLKDIV

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
CLKDIV	0x00	R/W	0xFFFF	I2Cx 分频控制寄存器。

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
CLKDIV							
7	6	5	4	3	2	1	0
CLKDIV							

位域	名称	描述
31:16	-	-
15:0	CLKDIV	分频控制寄存器 需将内部工作频率设置为 SCL 频率的 5 倍，此寄存器修改必须在 EN 为 0 的时候才能进行 例如：主时钟频率为 32MHz，SCL 频率为 100KHz，则需要设置 CLKDIV = $32*1000/5*100-1 = 0x3F$

**控制寄存器 CTRL**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
CTRL	0x04	R/W	0x00	I2Cx 控制寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
EN	MSTIE	-					

位域	名称	描述
31:8	-	-
7	EN	模块使能 1: 使能 0: 禁能
6	MSTIE	中断使能 1: 使能中断 0: 禁能中断
5:0	-	-

数据寄存器 MSTDAT

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
MSTDAT	0x08	R/W	0x00	I2Cx Maste 数据寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
DATA							

位域	名称	描述
31:8	-	-
7:0	DATA	I2C 数据寄存器

**命令寄存器 MSTCMD**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
MSTCMD	0x0C	R/W	0x00	I2Cx Master 命令寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
ACK/ STA	BUSY/STO	RD	ER	ACK		TIP	IF

位域	名称	描述
31:8	-	-
7	ACK	RO 接收到从设备发送的 ACK 位： 0: 收到 ACK 1: 收到 NACK
	STA	产生 START，自动清零，WO
6	BUSY	RO 当检测到 START 之后，这一位变 1 当检测到 STOP 之后，这一位变 0
	STO	产生 STOP，自动清零，WO
5	RD	当 I2C 模块失去总线的访问权时硬件置 1，RO
		需从 Slave 读数据时，将该位置 1，自动清零，WO
4	WR	向 Slave 写数据时，向该位写 1，自动清零，WO
3	ACK	接收模式下： 0: 向总线反馈 ACK 1: 向总线反馈 NACK
2	-	-
1	TIP	1: 传输正在进行中 0: 传输已经结束
0	IF	当该位为 1 时，表示中断等待处理，写 1 清零，RO/W1C 有两种情况下此位硬件置位： 1. 一个字节传输完成 2. 总线访问权丢失

**Slave 控制寄存器 SLVCR**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
SLVCR	0x10	R/W	0x00	I2Cx Slave 控制寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-		ADDR					
23	22	21	20	19	18	17	16
ADDR				DEBOUNCE	SLAVE	ACK	ADDR7b
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-		IE_WRREQ	IE_RDREQ	IE_STODET	IE_STADET	IE_TXEND	IE_RXEND

位域	名称	描述
31:30	-	-
29:20	ADDR	从机地址
19	DEBOUNCE	去抖动使能
18	SLAVE	0: 主机模式 1: 从机模式
17	ACK	0: 应答 NACK 1: 应答 ACK
16	ADDR7b	0: 10 位地址模式 1: 7 位地址模式
15:6	-	-
5	IE_WRREQ	接收到写请求中断使能
4	IE_RDREQ	接收到读请求中断使能
3	IE_STODET	检测到停止中断使能
2	IE_STADET	检测到起始中断使能
1	IE_TXEND	发送完成中断使能
0	IE_RXEND	接收完成中断使能

Slave 状态寄存器 SLVIF

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
SLVIF	0x14	R/W1C	0x00	I2Cx Slave 状态寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-	ACTIVE	WRREQ	RDREQ	STODET	STADET	TXEND	RXEND

位域	名称	描述
31:7	-	-
6	ACTIVE	slave 有效, R/W
5	WRREQ	写请求中断标志, RO
4	RDREQ	读请求中断标志, RO
3	STODET	检测到停止中断标志 写 1 清除
2	STADET	检测到起始中断标志 写 1 清除
1	TXEND	发送完成中断标志 写 1 清除
0	RXEND	接收完成中断标志 写 1 清除

Slave 发送数据缓存寄存器 SLVTX

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
SLVTX	0x18	R/W	0x00	I2Cx Slave 发送数据缓存寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
SLVTX							

位域	名称	描述
31:8	-	-
7:0	SLVTX	发送数据缓存寄存器

Slave 接收数据缓存寄存器 SLVRX

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
SLVRX	0x1C	R/W	0x00	I2Cx Slave 接收数据缓存寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
SLVRX							

位域	名称	描述
31:8	-	-
7:0	SLVRX	接收数据缓存寄存器

## 6.12 串行外设接口（SPI）控制器

### 6.12.1 概述

不同型号 SPI 数量可能不同。使用前需使能对应 SPI 模块时钟。

SPI 模块支持 SPI 模式及 SSI 模式。SPI 模式下支持 MASTER 模式及 SLAVE 模式。具备深度为 8 的 FIFO，速率及帧宽度可灵活配置。

### 6.12.2 特性

- 全双工串行同步收发
- 可编程时钟极性和相位
- 支持 MASTER 模式和 SLAVE 模式
- MASTER 模式下最高传输速度支持主时钟 4 分频
- 数据宽度支持 4BIT 至 16BIT
- 具备深度为 8 的接收和发送 FIFO

### 6.12.3 模块结构框图

其结构图如图 6-31 所示。

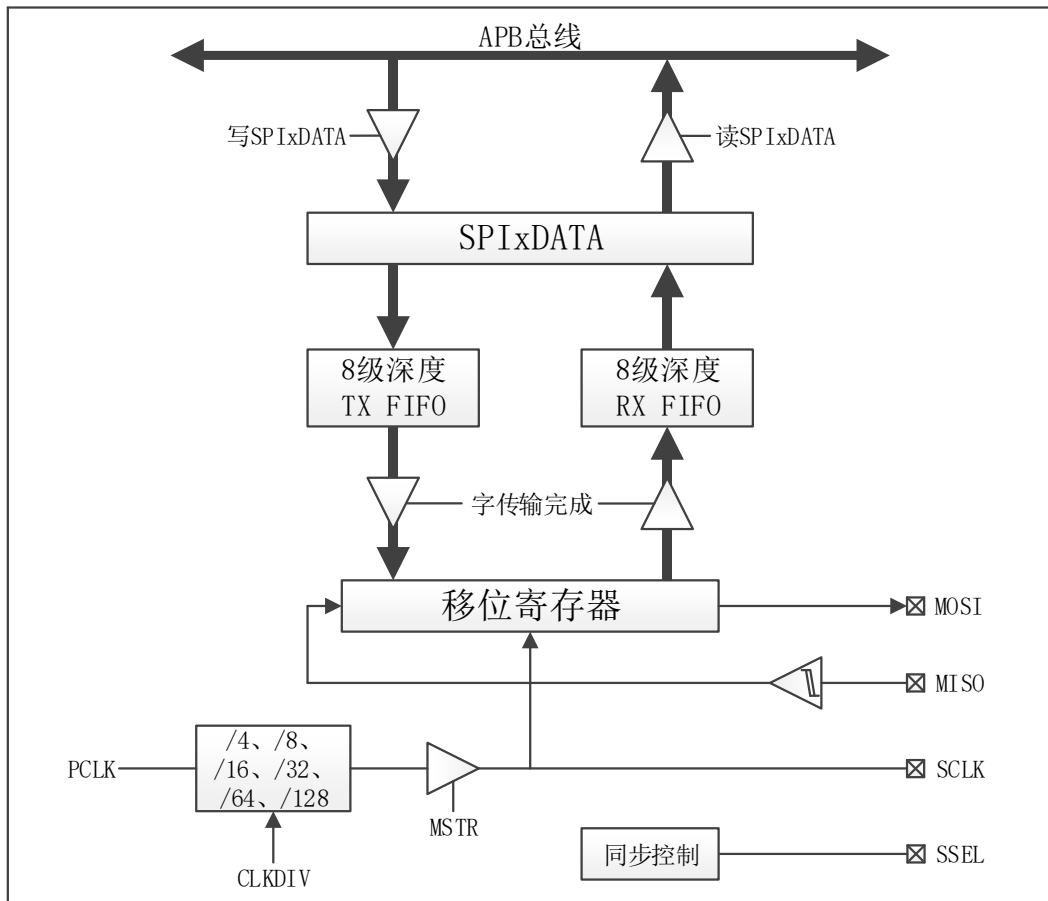


图 6-31 SPI 控制器结构示意图

## 6.12.4 功能描述

### 位速率的产生

SPI 模块包含一个可编程的位速率时钟分频器来生成串行输出时钟。串行位速率通过设置控制寄存器 (CTRL) CLKDIV 位域对输入时钟进行分频来获得。分频值的范围为 4~512 分频值。计算公式如下  $F_{sclk\_out} = F_{HCLK}/SCKDIV$ 。

作为主设备时, SPI\_CLK 最高支持模块输入时钟 4 分频, 即当时钟为 40MHz 时, 最高可支持输出 10MHz 时钟。

作为从设备时, SPI\_CLK 最高支持模块输入时钟 6 分频, 即当时钟为 40MHz 时, 最高支持输入 6MHz 时钟。

### 帧宽度

使能 SPI 模块前, 可通过设置控制寄存器 (CTRL) DSS 位域选择数据帧长度, 支持 4~16 位, 从最高有效位 (MSB) 开始发送。设置该寄存器位时, 需保证 SPI 处于关闭状态。

### SPI 模式

使能 SPI 模块前, 可通过设置控制寄存器 (CTRL) 中 FFS 位域选择输出模式, 当该位配置为 0 时, 选择为 SPI 模式。此时, 可通过控制寄存器 (CTRL) 中 CPOL 和 CPHA 配置 SPI 模块时钟空闲状态极性与数据采样时间点。

当 CPOL=0, CPHA=0 时, 时钟空闲状态为低电平, 起始采样点为时钟上升沿。

当 CPOL=0, CPHA=1 时, 时钟空闲状态为低电平, 起始采样点为时钟下降沿。

当 CPOL=1, CPHA=0 时, 时钟空闲状态为高电平, 起始采样点为时钟下降沿。

当 CPOL=1, CPHA=1 时, 时钟空闲状态为高电平, 起始采样点为时钟上升沿。

如图 6-32 SPI 模式波形图所示:

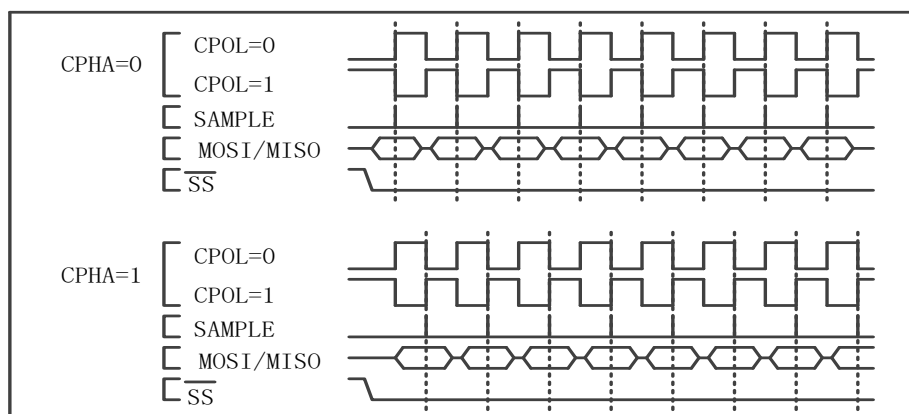


图 6-32 SPI 模式波形图

所有模式下, 片选线均为发送一个数据后自动拉高, 第二个数据再次拉低, 因此当需要使用连续

片选时，需使用 GPIO 模拟片选线。

## SSI 模式

可通过设置控制寄存器 (CTRL) 中 FFS 位域选择输出模式，当该位配置为 1 时，选择为 SSI 模式。

单次输出波形如图 6-33 SSI 模式单次输出波所示：

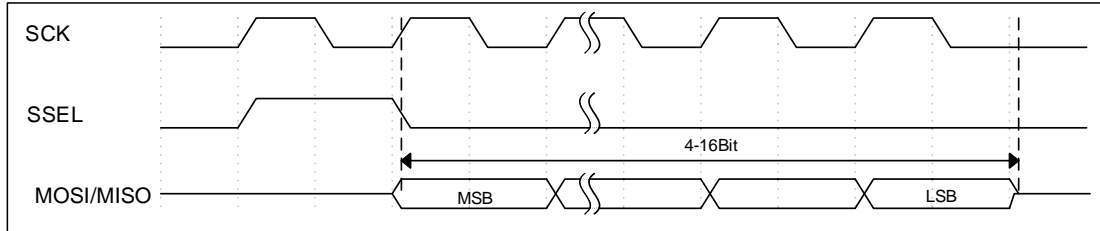


图 6-33 SSI 模式单次输出波

连续输出波形如图 6-34 SSI 模式连续输出波形所示：

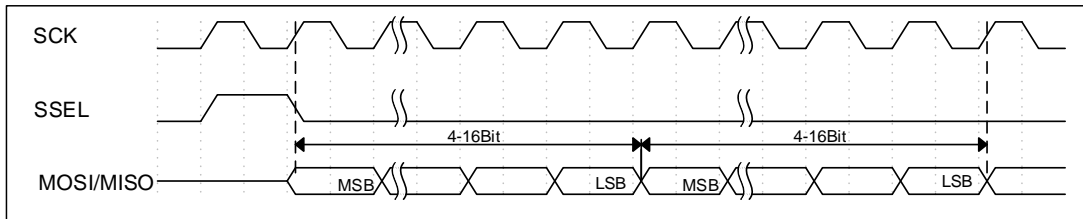


图 6-34 SSI 模式连续输出波形

## 主设备操作

当 SPI 模块作为主模块工作时，操作流程如下：

- 通过 CTRL 寄存器 CLKDIV [2:0]位定义串行时钟波特率
- 设置 CTRL 寄存器 DSS 位来选择数据位数
- 选择 CTRL 寄存器 CPOL 和 CPHA 位，定义数据传输和串行时钟间的相位关系。主、从设备的 CPOL 和 CPHA 位必须一致
- 配置 CTRL 寄存器 FFS 位定义数据帧格式，主、从设备的数据帧格式必须一致。
- 设置 CTRL 寄存器 MSTR 位为 1
- 使能 CTRL 寄存器 EN 位

在配置中，MOSI 引脚是数据输出，而 MISO 引脚是数据输入。

注意：在 NSS 硬件模式下，从设备的 NSS 输入由主设备的 NSS 引脚控制，需选择软件驱动的 GPIO 引脚控制。

## 从设备操作

在从模式下，SCK 引脚用于接收从主设备来的串行时钟。而 CTRL 寄存器中 CLKDIV [2:0]的设置不

影响数据传输速率。

操作流程：

- 设置 CTRL 寄存器 DSS 位来定义数据位数选择。
- 选择 CTRL 寄存器 CPOL 和 CPHA 位，与主设备一致。
- 配置 CTRL 寄存器 FFS 位定义数据帧格式。
- 设置 CTRL 寄存器 MSTR 位为 0

在配置中，MOSI 引脚是数据输入，MISO 引脚是数据输出。

## FIFO 操作

**发送 FIFO：**

通用发送 FIFO 是一个 16 位宽、8 单元深、先进先出的存储缓冲区。通过写数据 (DATA) 寄存器来将数据写入发送 FIFO，数据在由发送逻辑读出之前一直保存在发送 FIFO 中。并行数据在进行串行转换并通过 MOSI 管脚分别发送到相关的从机之前先写入发送 FIFO。

**接收 FIFO：**

通用接收 FIFO 是一个 16 位宽、8 单元深、先进先出的存储缓冲区。从串行接口接收到的数据在读出之前一直保存在缓冲区中，通过读 DATA 寄存器来访问读 FIFO。从 MISO 管脚接收到的串行数据在分别并行加载到相关的主机接收 FIFO 之前先进行记录。

可通过中断使能寄存器 IE、中断状态寄存器 IF、状态寄存器 STAT 对 FIFO 状态及中断进行查询与控制。

### 6.12.5 寄存器映射

名称	偏移	类型	复位值	描述
SPI0	BASE: 0x4002C000			
SPI1	BASE: 0x4002D000			
CTRL	0x00	R/W	0x1172	SPIx 控制寄存器
DATA	0x04	R/W	0x00	SPIx 数据寄存器
STAT	0x08	R/W	0x06	SPIx 状态寄存器
IE	0x0C	R/W	0x00	SPIx 中断使能寄存器
IF	0x10	R/W1C	0x00	SPIx 中断标志寄存器

## 6.12.6 寄存器描述

### 控制寄存器 CTRL

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
CTRL	0x00	R/W	0x1172	SPIx 控制寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-						RFCLR	TFCLR
23	22	21	20	19	18	17	16
-							FILTE
15	14	13	12	11	10	9	8
-			MSTR	FFS	CPOL	CPHA	
7	6	5	4	3	2	1	0
DSS				EN	CLKDIV		

位域	名称	描述
31:26	-	-
25	RFCLR	接收 FIFO 清除控制位
24	TFCLR	发送 FIFO 清除控制位
23:17	-	-
16	FILTE	SPI 输入信号去抖控制 0: 对 spi 输入信号不进行去抖操作; 1: 对 spi 输入信号进行去抖操作
15:14	-	-
13	FAST	快速模式选择 1: SPI 的 SCLK 为 pclk 的 2 分频 0: SPI 的 SCLK 由 SPR 控制
12	MSTR	主从模式选择 1: SPI 系统配置为主器件模式 0: SPI 系统配置为从器件模式
11:10	FFS	数据帧格式选择 00: SPI 模式 01: SSI 模式 1x: 保留
9	CPOL	时钟极性选择 0: 串行时钟空闲状态为低电平, 有效电平为高电平 1: 串行时钟空闲状态为高电平, 有效电平为低电平

8	CPHA	时钟相位选择 0: 在串行时钟的第一个跳变沿采样数据 1: 在串行时钟的第二个跳变沿采样数据
7:4	DSS	数据位数选择 0000: 保留 0001: 保留 0010: 保留 0011: 4bit 数据 0100: 5bit 数据 0101: 6bit 数据 0110: 7bit 数据 0111: 8bit 数据 1000: 9bit 数据 1001: 10bit 数据 1010: 11bit 数据 1011: 12bit 数据 1100: 13bit 数据 1101: 14bit 数据 1110: 15bit 数据 1111: 16bit 数据
3	EN	SPI 使能位 0: 关闭 1: 开启
2:0	CLKDIV	波特率选择 000: 主时钟 4 分频 001: 主时钟 8 分频 010: 主时钟 16 分频 011: 主时钟 32 分频 100: 主时钟 64 分频 101: 主时钟 128 分频 110: 主时钟 256 分频 111: 主时钟 512 分频

**数据寄存器 DATA**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
DATA	0x04	R/W	0x00	SPIx 数据寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
DATA							

位域	名称	描述
31:16	-	-
15:0	DATA	SPI 接收/发送数据寄存器 读操作从接收 FIFO 中读出接收到的数据 写操作将数据写入发送 FIFO 中

**状态寄存器 STAT**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
STAT	0x08	R/W	0x06	SPIx 状态寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-				RFLVL			TFLVL
7	6	5	4	3	2	1	0
TFLVL		RFOVF	RFF	RFNE	TFNF	TFE	TC

位域	名称	描述
31:16	-	-
15	BUSY	SPI 传输忙标志位 0: 表示 SPI 未进行传输 1: 表示 SPI 正在进行传输
14:12	-	-
11:9	RFLVL	接收 FIFO 数据深度位标志, RO 000: RFF 为 1 时, 表示 FIFO 内有 8 组数据; RFF 为 0 时, 表示 FIFO 内没有数据; 001: 表示 FIFO 内有 1 组数据; 010: 表示 FIFO 内有 2 组数据; 011: 表示 FIFO 内有 3 组数据; 100: 表示 FIFO 内有 4 组数据; 101: 表示 FIFO 内有 5 组数据; 110: 表示 FIFO 内有 6 组数据; 111: 表示 FIFO 内有 7 组数据;
8:6	TFLVL	发送 FIFO 数据深度位标志, RO 000: TFNF 为 0 时, 表示 FIFO 内有 8 组数据; TFNF 为 1 时, 表示 FIFO 内没有数据; 001: 表示 FIFO 内有 1 组数据; 010: 表示 FIFO 内有 2 组数据; 011: 表示 FIFO 内有 3 组数据; 100: 表示 FIFO 内有 4 组数据; 101: 表示 FIFO 内有 5 组数据; 110: 表示 FIFO 内有 6 组数据; 111: 表示 FIFO 内有 7 组数据;

5	RFOVF	接收 FIFO 溢出标志，软件清零，写清零 0: 没溢出 1: 溢出
4	RFF	接收 FIFO 满标志，RO 0: 非满 1: 满
3	RFNE	接收 FIFO 非空标志，RO 0: 空 1: 非空
2	TFNF	发送 FIFO 非满标志，RO 0: 满 1: 非满
1	TFE	发送 FIFO 空标志，RO 0: 非空 1: 空
0	TC	SPI 传输结束标志 每次数据帧传输结束后，该标志会被置位。 软件清零，写 1 清零。

**中断使能寄存器 IE**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
IE	0x0C	R/W	0x00	SPIx 中断使能寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-						FTC	WTC
7	6	5	4	3	2	1	0
-			TFHF	TFE	RFHF	RFF	RFOVF

位域	名称	描述
31:10	-	-
9	FTC	SPI 传输结束中断使能 1: 使能 0: 禁能
8	WTC	SPI 数据帧传输结束中断使能 1: 使能 0: 禁能
7:5	-	-
4	TFHF	发送 FIFO 半满 1: 使能 0: 禁能
3	TFE	发送 FIFO 空中断使能 1: 使能 0: 禁能
2	RFHF	接收 FIFO 半满 1: 使能 0: 禁能
1	RFF	接收 FIFO 满中断使能 1: 使能 0: 禁能
0	RFOVF	接收 FIFO 溢出中断使能 1: 使能 0: 禁能

**中断状态寄存器 IF**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
IF	0x10	R/W1C	0x00	SPIx 中断标志寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-						FTC	WTC
7	6	5	4	3	2	1	0
-			TFHF	TFE	RFHF	RFF	RFOVF

位域	名称	描述
31:10	-	-
9	FTC	SPI 传输结束中断状态，写 1 清中断状态 1: 中断已产生 0: 中断未产生
8	WTC	SPI 数据帧传输结束中断状态，写 1 清中断状态 1: 中断已产生 0: 中断未产生
7:5	-	-
4	TFHF	发送 FIFO 半满状态 1: 中断已产生 0: 中断未产生 写 1 清中断状态
3	TFE	发送 FIFO 空中断状态 1: 中断已产生 0: 中断未产生 写 1 清中断状态
2	RFHF	接收 FIFO 半满状态 1: 中断已产生 0: 中断未产生 写 1 清中断状态
1	RFF	接收 FIFO 满中断状态 1: 中断已产生 0: 中断未产生 写 1 清中断状态

0	RFOVF	接收 FIFO 溢出中断状态 1: 中断已产生 0: 中断未产生 写 1 清中断状态
---	-------	---

## 6.13 脉冲宽度调制（PWM）发生器

### 6.13.1 概述

SWM320 系列所有型号 PWM 操作均相同,不同型号 PWM 通道数量可能不同,使用前需使能 PWM 模块时钟。

PWM 模块提供了 12 路（6 组）输出,支持独立、互补、中心对称等模式,支持死区生成及初始电平配置。

### 6.13.2 特性

- 6 组 16 位宽 PWM 控制,最多可产生 12 路 PWM 信号
- 支持互补、中心对称、单步模式
- 最高支持输入时钟 8 分频
- 提供高电平结束中断及新周期起始中断
- 支持死区设置
- 可选择初始输出电平选择
- 支持刹车功能
- 支持硬件自动触发 ADC 采样

### 6.13.3 模块结构框图

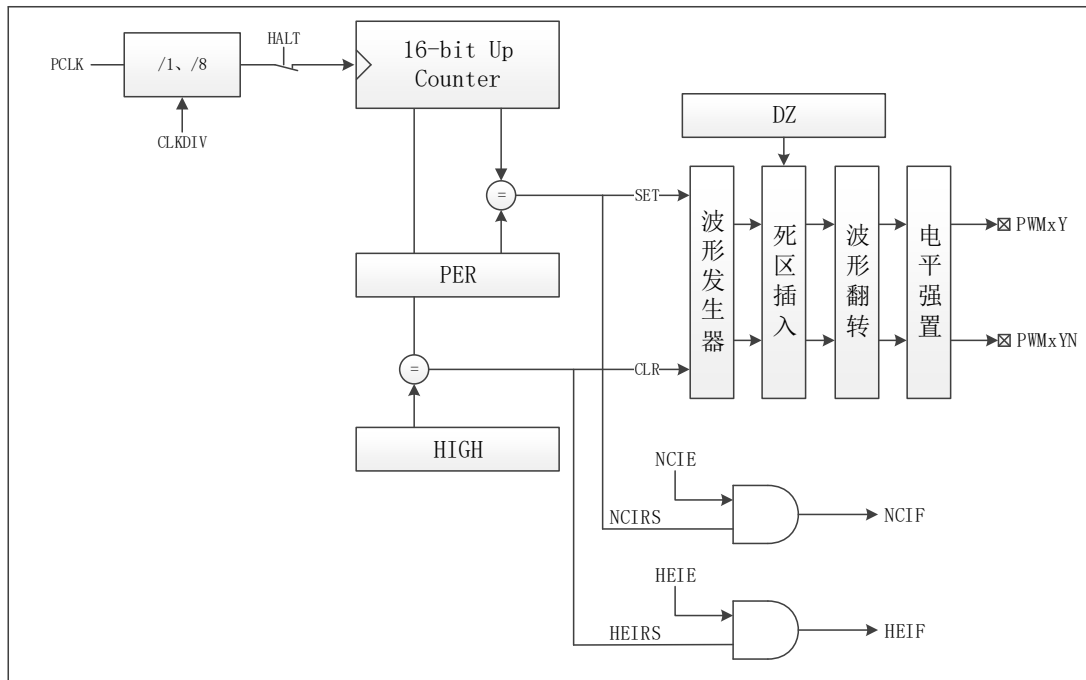


图 6-35 PWM 结构框图

## 6.13.4 功能描述

### 初始电平配置与时钟分频

通过配置 BCTRLx 寄存器，可配置各路 PWM 初始电平。ENABLE 寄存器 EN 位使能后，对应通道起始输出电平即为该寄存器对应通道配置电平。如下图所示。

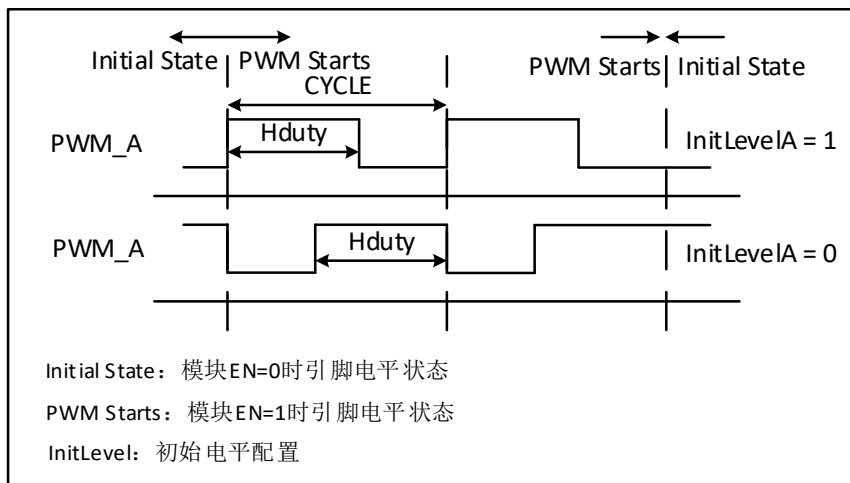


图 6-36 独立模式下初始电平配置示意图

互补模式时，EN 使能前，初始电平配置有效，使能后，该寄存器配置对 B 路输出电平无效。

通过 SYSCON 模块 CLKDIV 寄存器，可进行 PWM 计数时钟周期配置，支持计数周期最多为 PWM 模块时钟周期的 8 倍。

注意：分频寄存器需要在初始电平设置完成后进行配置。

PWM 模块建议按照如下顺序配置

- 配置初始电平
- 配置周期及中断相关寄存器
- 初始化时钟分频
- 引脚功能切换
- PWM 使能

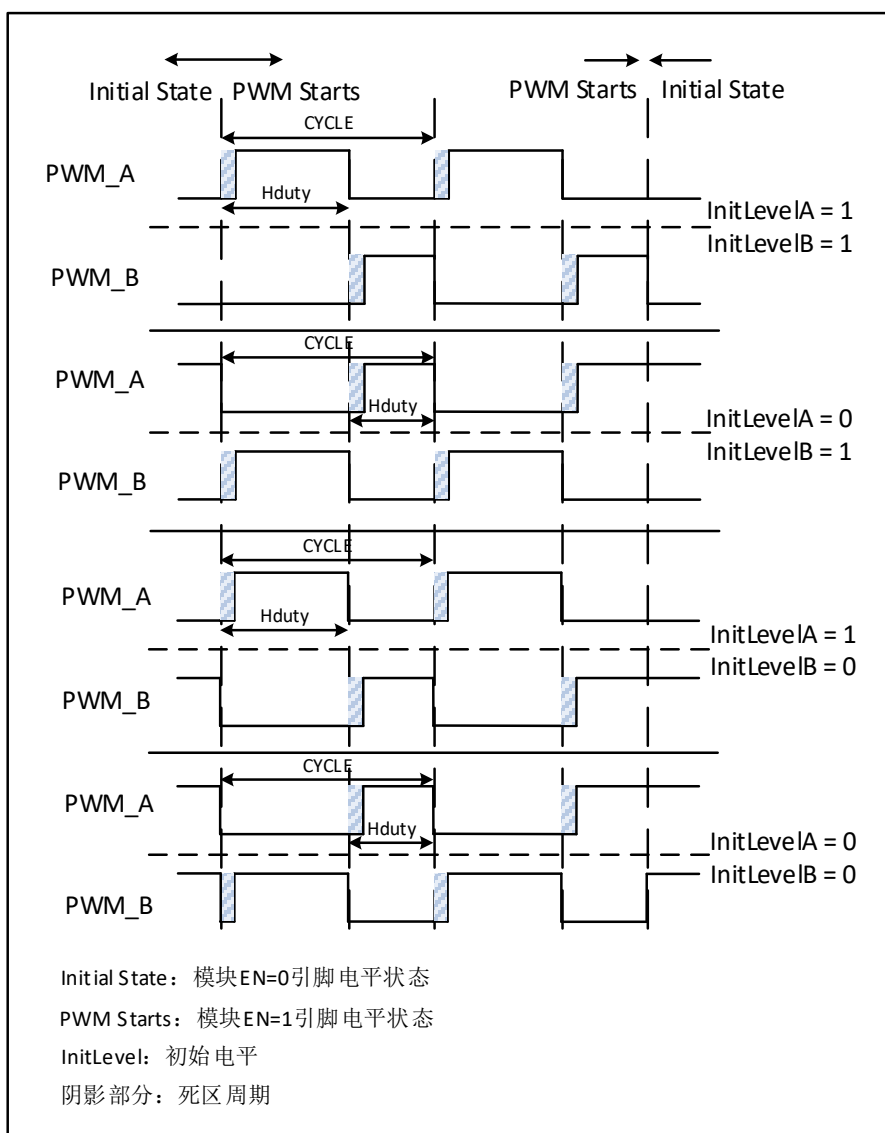


图 6-37 互补模式下初始电平设置示意图

## 模式选择

通过配置 MODEx 寄存器，配置 PWM 输出模式，包括独立/互补/对称/单步模式/独立互补模式。

独立模式下，每一路 PWM 独立配置，彼此间相互无影响。

其中，起始输出电平根据 BCTRLx 寄存器配置而定，可选择高电平或低电平；周期通过寄存器 PERAx 设置，最大值为 FFFFh；高电平周期通过寄存器 HIGHx 进行设置，低电平周期则为 PERAx-HIGHx。

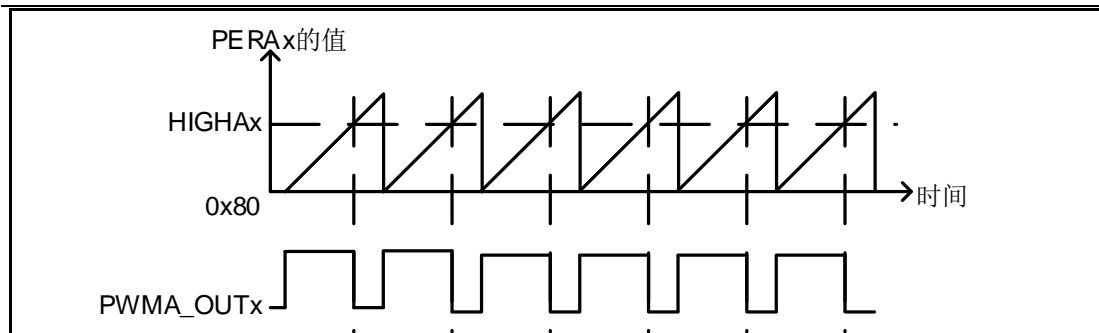


图 6-38 PWM 独立模式起始输出低电平示意图

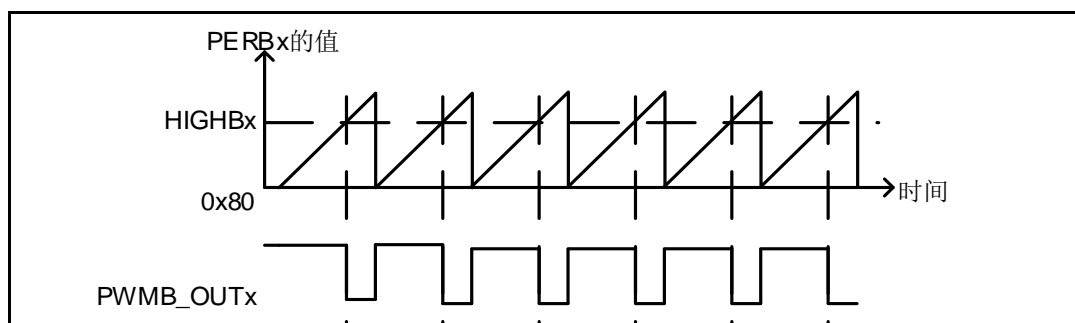


图 6-39 PWM 独立模式起始输出高电平示意图

互补模式下，同组 A 路及 B 路输出为一组，只需配置当前组 A 路计数周期寄存器 PERAx 及高电平周期寄存器 HIGHAx，B 路输出为 A 路输出的反向。此外，可配置死区发生器，死区效果为将上升沿推后指定周期，通过 DZA<sub>x</sub> 及 DZB<sub>x</sub> 寄存器进行配置，配置值不可大于高电平值。

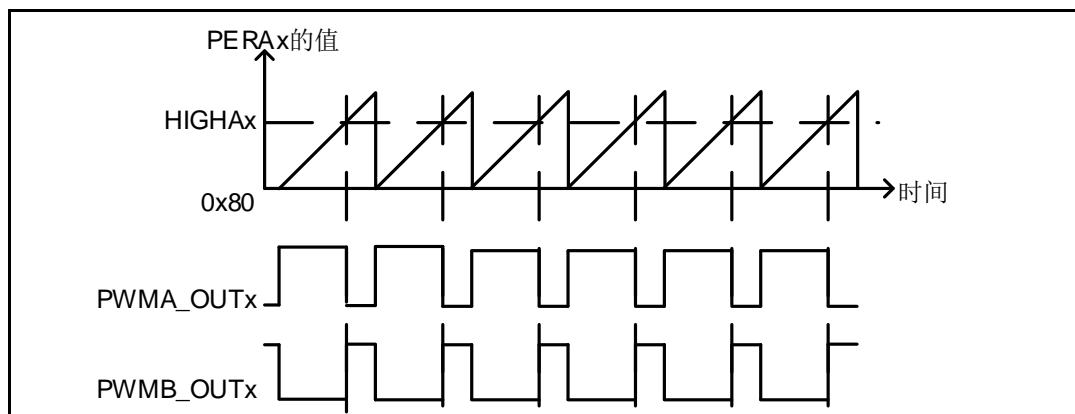


图 6-40 未开启死区的互补模式

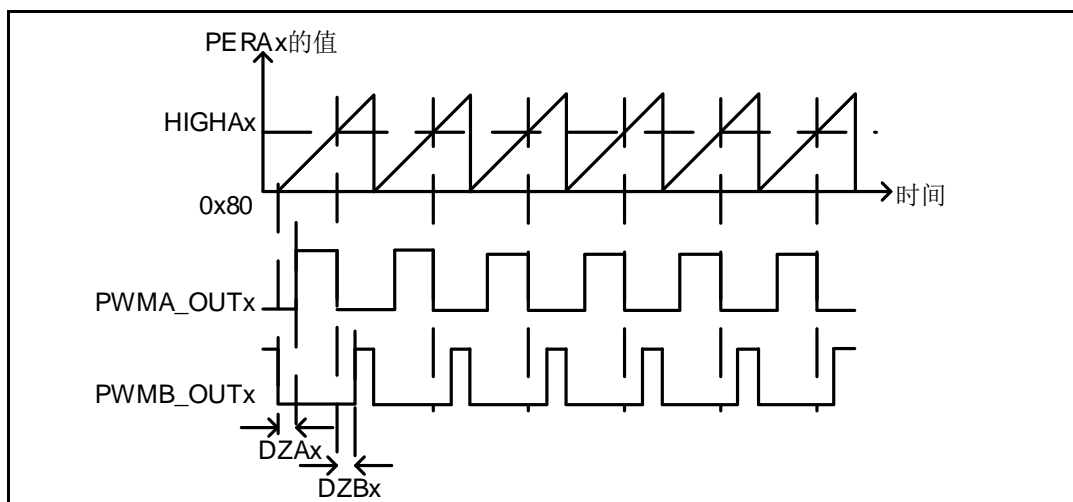


图 6-41 开启死区的互补模式

中心对称模式下，周期数为一个对称单元，周期长度寄存器（PERAx 及 PERBx）设置长度为所需周期长度的一半（ $\text{cycle}/2$ ），高电平长度寄存器（HIGHAx 及 HIGHBx）设置长度同样为所需长度一半（ $\text{high\_cycle}/2$ ）。波形如下图所示。

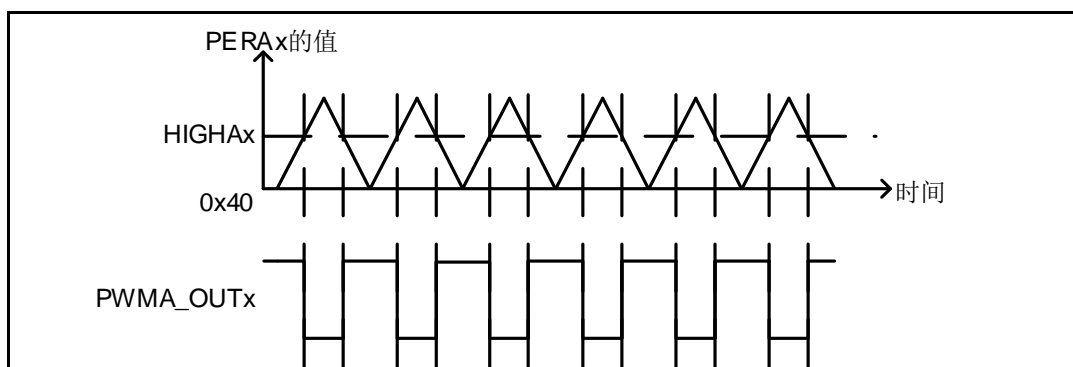


图 6-42 中心对称模式

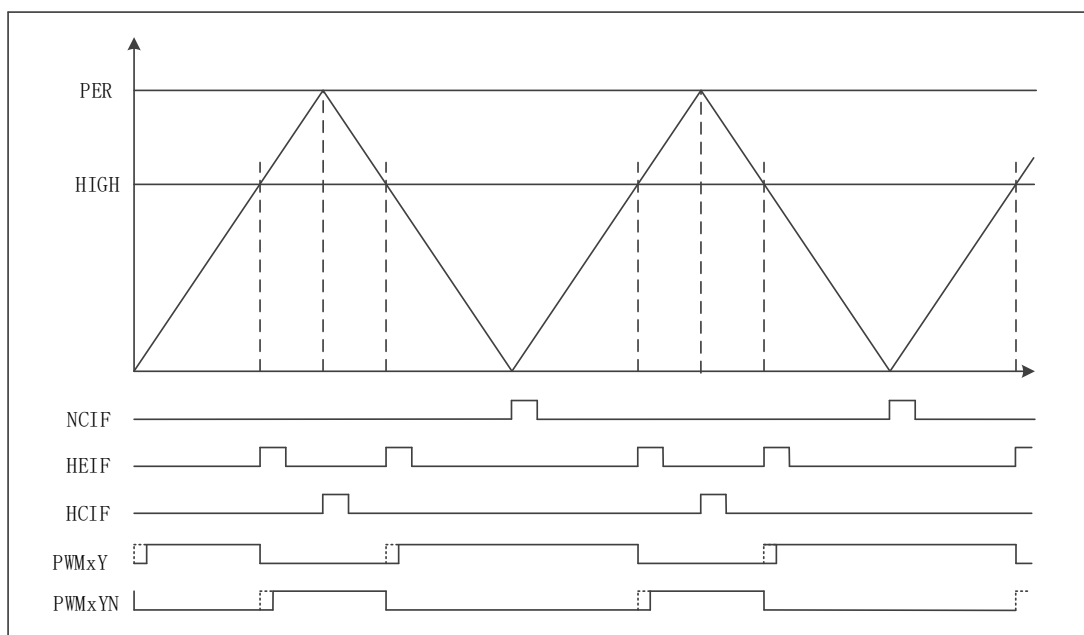


图 6-43 中心对称模式带死区

中心对称互补模式下，B 路输出为 A 路输出反向，同时可配置死区寄存器（DZA<sub>x</sub> 及 DZB<sub>x</sub>），产生死区，如下图所示。

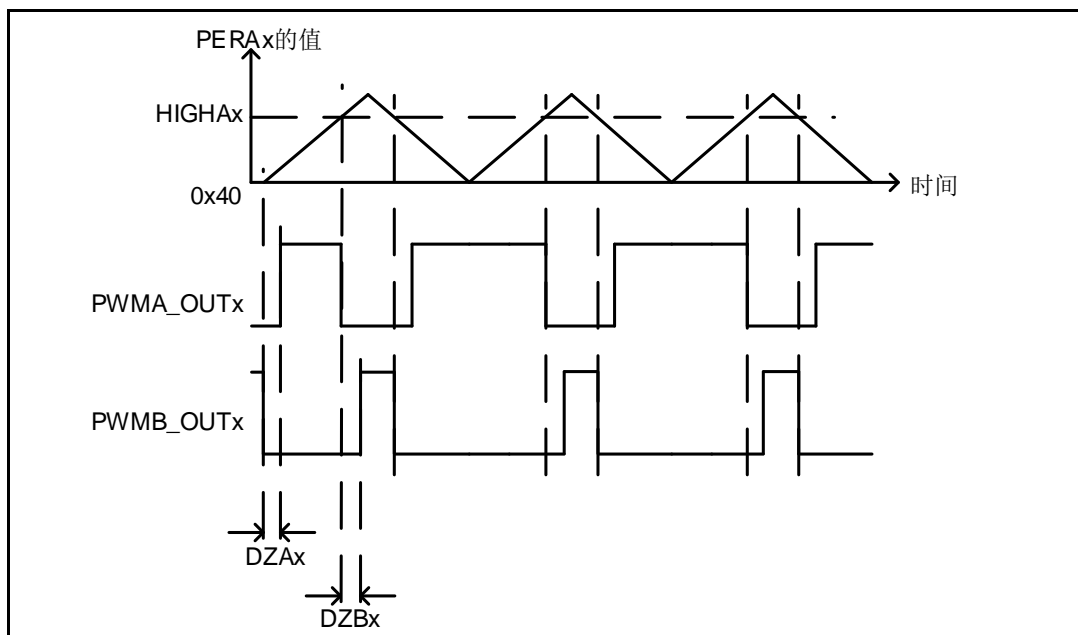


图 6-44 中心对称互补模式

单步模式下，PWM 波形与普通模式相同，但输出周期个数为 1。输出 1 个周期后，自动停止 PWM 通道。

## 触发 SAR ADC 采样

使用 PWM 触发时，需将 PWM 配置为中心对称互补模式。将 SAR ADC 配置寄存器 (CTRL) 中 TRIG (BIT[15:14]) 设置为 01。每路 PWM 对应一个 TRIGGERx 寄存器值，当 PWM 计数到指定值，可触发 ADC 进行采样。当 8 路 PWM 工作在中心对称互补模式下时，最多可触发 8 次 ADC 采样。具体配置方式如下 (以 TRIGGERA0 为例)：

- 配置 TRIGGERAEVEN0 位，确认为前半周期或后半周期触发 (前半周期与后半周期以中心点为界)
- 配置 TRIGGERA0 数值，该数值为触发延时时长，前半周期从周期起始记，后半周期从中心点记，该数值最小填充值为 1
- 置 TRIGGERAEN0 位为 1，使能 0\_A 通道触发功能
- 使能 PWM 模块 EN 位，当计数值到达 TRIGGERA0 设置值时，触发 ADC 配置寄存器 (CTRL) 中选中的通道 (CHx) 进行采样，采样完成后，将产生 EOC 标志位，并产生 ADC 中断

示意图如图 6-45 PWM 触发 ADC 采样示意图所示，其中 A 路位前半周期触发，B 路为后半周期触发。

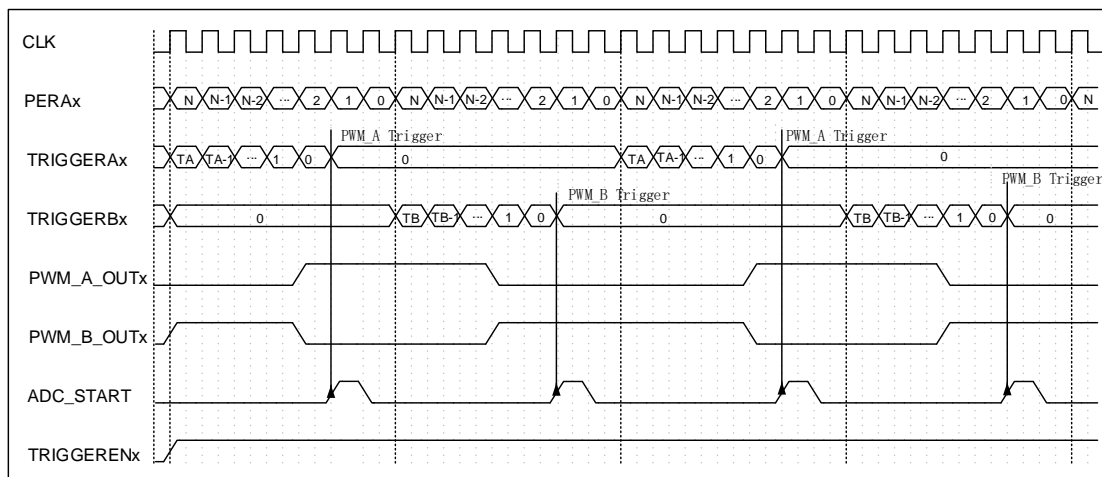


图 6-45 PWM 触发 ADC 采样示意图

## 中断

PWM 模块提供了高电平结束中断、周期起始中断以及刹车中断，其中高电平结束中断和新周期起始中断，每一路均可单独使能、屏蔽及查询操作。通过 IE 寄存器、IF 寄存器、IMASK 寄存器、IRAWST 寄存器进行操作。IRAWST 寄存器只受 EN 寄存器影响，当 INTMASK 寄存器使能后，INTST 寄存器对应位将被屏蔽。对于高电平结束中断和新周期起始中断，不同模式下工作方式如下：

对于独立模式，每路均可单独产生这两种中断

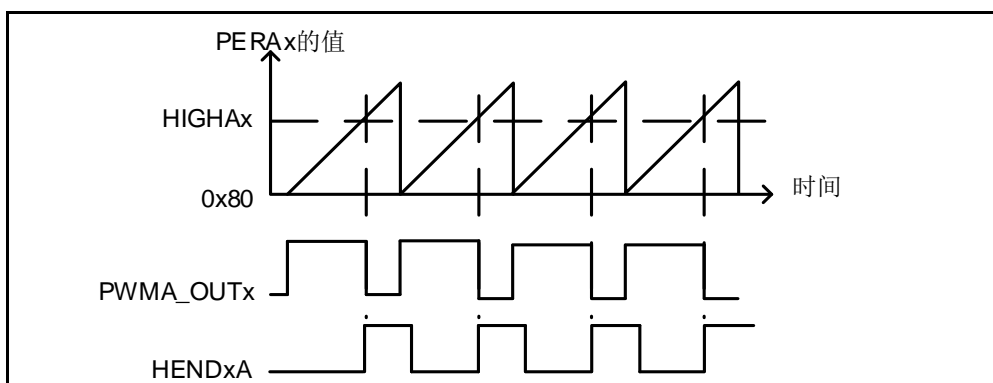


图 6-46 PWM 独立模式下高电平结束中断示意图

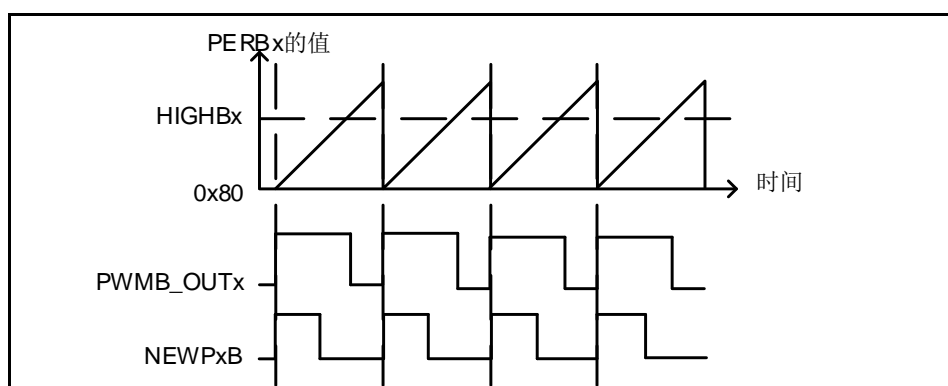


图 6-47 PWM 独立模式下新周期起始中断示意图

对于中心对称模式，周期起始中断只在前半周期产生，中心点不产生，高电平结束中断根据波形产生

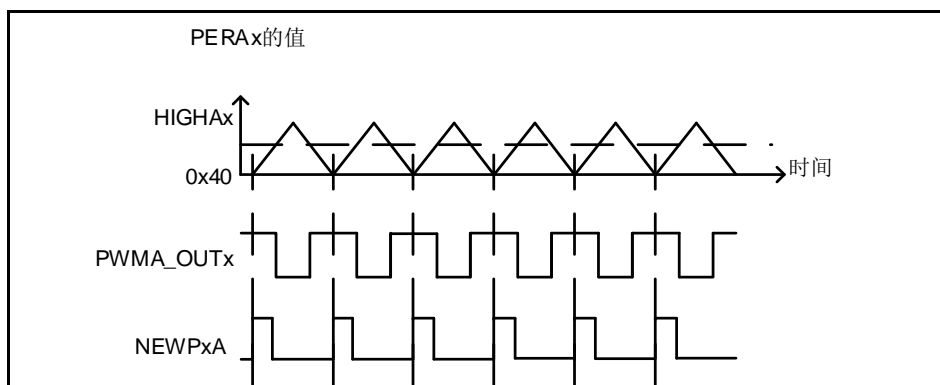


图 6-48 PWM 中心对称模式下新周期起始中断示意图

对于中心对称互补模式，A 路与 B 路周期起始中断同时产生，高电平结束中断可根据波形分别产生

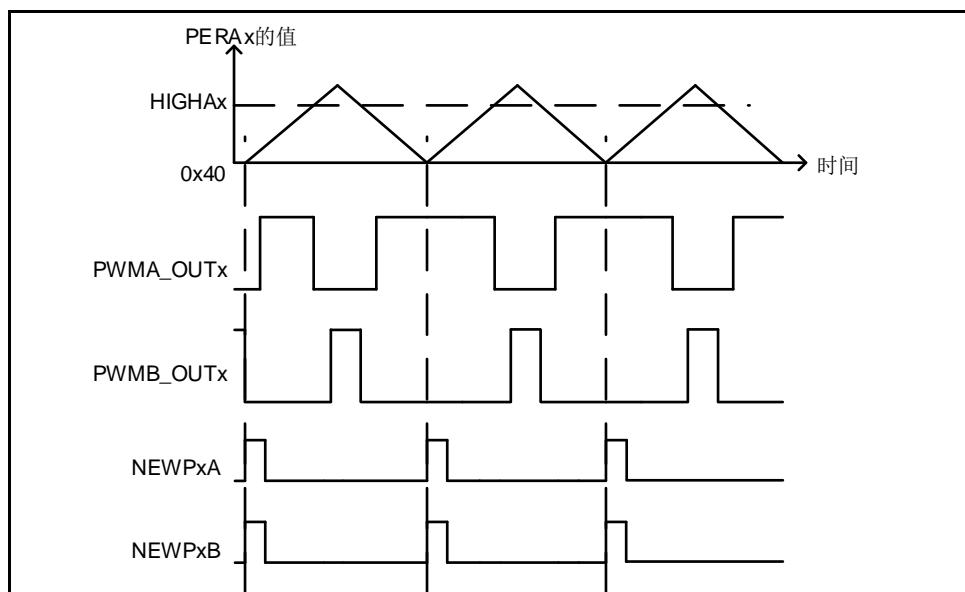


图 6-49 PWM 中心对称互补模式下新周期起始中断示意图

所有模式下，可随时产生刹车中断。清中断通过对 IRAWST 寄存器相应位写 1 进行操作。

注：在中心对称模式下，当占空比为 100%时，需要在该周期内将高电平结束中断关闭

### 刹车与暂停功能

PWM 发生器模块支持外部信号输入与内部软件操作对输出进行暂停。

软件可以通过配置 PWMMSK 寄存器，使对应 PWM 通道引脚输出为 1。此时，PWM 模块计数依然继续进行，当禁能该寄存器对应位时，PWM 可继续输出。波形如下图所示。

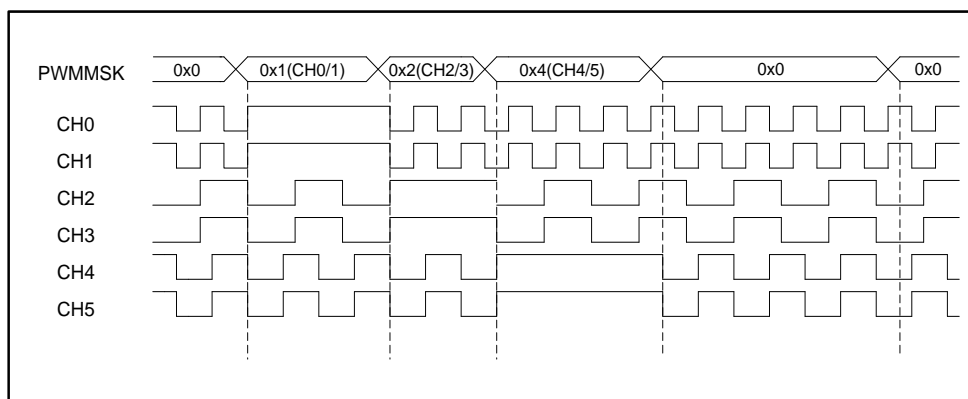


图 6-50 输出屏蔽功能示意图

- 外部信号可通过 PWM\_BRAKE 引脚输入指定电平对 PWM 模块进行刹车操作，使用前配置如下：
  - 配置 PORTCON 模块中 INEN 寄存器使能引脚输入功能

- 通过 PORT\_SEL 寄存器将引脚切换为数字功能
- 通过 FUNMUX 寄存器将引脚配置为 PWM\_BRAKE 功能
- 对 BRKCTRL 寄存器进行设置，配置刹车输入有效电平、刹车过程中输出电平、刹车后 PWM 是否继续计数、该功能影响的通道
- 配置 BRKCTRL 寄存器 BIT[0]使能。使能后，当外部输入指定电平时，对应通道执行刹车功能

刹车电平恢复后，将根据 BRKCTRL 寄存器配置决定 PWM 波形是否继续输出

**6.13.5 寄存器映射**

名称	偏移	类型	复位值	描述
<b>PWM BASE: 0x4001A000</b>				
MODE0	0x00	R/W	0x00	第 0 组 PWM 的工作模式控制
PERA0	0x04	R/W	0x00	第 0 组 A 路 PWM 的计数周期
HIGHA0	0x08	R/W	0x00	第 0 组 A 路 PWM 的高电平持续周期
DZA0	0x0C	R/W	0x00	第 0 组 A 路死区长度控制
PERB0	0x10	R/W	0x00	第 0 组 B 路 PWM 的计数周期
HIGHB0	0x14	R/W	0x00	第 0 组 B 路 PWM 的高电平持续周期
DZB0	0x18	R/W	0x00	第 0 组 B 路死区长度控制。
BCTRL0	0x1C	R/W	0x00	第 0 组 PWM 输出起始值控制
MODE1	0x20	R/W	0x00	第 1 组 PWM 的工作模式控制
PERA1	0x24	R/W	0x00	第 1 组 A 路 PWM 的计数周期
HIGHA1	0x28	R/W	0x00	第 1 组 A 路 PWM 的高电平持续周期
DZA1	0x2C	R/W	0x00	第 1 组 A 路死区长度控制
PERB1	0x30	R/W	0x00	第 1 组 B 路 PWM 的计数周期
HIGHB1	0x34	R/W	0x00	第 1 组 B 路 PWM 的高电平持续周期
DZB1	0x38	R/W	0x00	第 1 组 B 路死区长度控制。
BCTRL1	0x3C	R/W	0x00	第 1 组 PWM 输出起始值控制
MODE2	0x40	R/W	0x00	第 2 组 PWM 的工作模式控制
PERA2	0x44	R/W	0x00	第 2 组 A 路 PWM 的计数周期
HIGHA2	0x48	R/W	0x00	第 2 组 A 路 PWM 的高电平持续周期
DZA2	0x4C	R/W	0x00	第 2 组 A 路死区长度控制
PERB2	0x50	R/W	0x00	第 2 组 B 路 PWM 的计数周期
HIGHB2	0x54	R/W	0x00	第 2 组 B 路 PWM 的高电平持续周期
DZB2	0x58	R/W	0x00	第 2 组 B 路死区长度控制。
BCTRL2	0x5C	R/W	0x00	第 2 组 PWM 输出起始值控制
MODE3	0x60	R/W	0x00	第 3 组 PWM 的工作模式控制
PERA3	0x64	R/W	0x00	第 3 组 A 路 PWM 的计数周期
HIGHA3	0x68	R/W	0x00	第 3 组 A 路 PWM 的高电平持续周期
DZA3	0x6C	R/W	0x00	第 3 组 A 路死区长度控制
PERB3	0x70	R/W	0x00	第 3 组 B 路 PWM 的计数周期
HIGHB3	0x74	R/W	0x00	第 3 组 B 路 PWM 的高电平持续周期
DZB3	0x78	R/W	0x00	第 3 组 B 路死区长度控制。
BCTRL3	0x7C	R/W	0x00	第 3 组 PWM 输出起始值控制
MODE4	0x80	R/W	0x00	第 4 组 PWM 的工作模式控制
PERA4	0x84	R/W	0x00	第 4 组 A 路 PWM 的计数周期
HIGHA4	0x88	R/W	0x00	第 4 组 A 路 PWM 的高电平持续周期
DZA4	0x8C	R/W	0x00	第 4 组 A 路死区长度控制

PERB4	0x90	R/W	0x00	第 4 组 B 路 PWM 的计数周期
HIGHB4	0x94	R/W	0x00	第 4 组 B 路 PWM 的高电平持续周期
DZB4	0x98	R/W	0x00	第 4 组 B 路死区长度控制。
BCTRL4	0x9C	R/W	0x00	第 4 组 PWM 输出起始值控制
MODE5	0xA0	R/W	0x00	第 5 组 PWM 的工作模式控制
PERA5	0xA4	R/W	0x00	第 5 组 A 路 PWM 的计数周期
HIGHA5	0xA8	R/W	0x00	第 5 组 A 路 PWM 的高电平持续周期
DZA5	0xAC	R/W	0x00	第 5 组 A 路死区长度控制
PERB5	0xB0	R/W	0x00	第 5 组 B 路 PWM 的计数周期
HIGHB5	0xB4	R/W	0x00	第 5 组 B 路 PWM 的高电平持续周期
DZB5	0xB8	R/W	0x00	第 5 组 B 路死区长度控制。
BCTRL5	0xBC	R/W	0x00	第 5 组 PWM 输出起始值控制
PWMMSK	0x180	R/W	0x00	将相应组的 PWM 输出置为 1
ADTRIGA0	0x184	R/W	0x00	组 0 的 trigger 控制寄存器 A
ADTRIGB0	0x188	R/W	0x00	组 0 的 trigger 控制寄存器 B
ADTRIGA1	0x18C	R/W	0x00	组 1 的 trigger 控制寄存器 A
ADTRIGB1	0x190	R/W	0x00	组 1 的 trigger 控制寄存器 B
ADTRIGA2	0x194	R/W	0x00	组 2 的 trigger 控制寄存器 A
ADTRIGB2	0x198	R/W	0x00	组 2 的 trigger 控制寄存器 B
ADTRIGA3	0x19C	R/W	0x00	组 3 的 trigger 控制寄存器 A
ADTRIGB3	0x1A0	R/W	0x00	组 3 的 trigger 控制寄存器 B
ADTRIGA4	0x1A4	R/W	0x00	组 4 的 trigger 控制寄存器 A
ADTRIGB4	0x1A8	R/W	0x00	组 4 的 trigger 控制寄存器 B
ADTRIGA5	0x1AC	R/W	0x00	组 5 的 trigger 控制寄存器 A
ADTRIGB5	0x1B0	R/W	0x00	组 5 的 trigger 控制寄存器 B
BRKCTRL	0x1C0	R/W	0x00	刹车控制寄存器
CHEN	0x1C4	R/W	0x00	PWM 使能
IE	0x1C8	R/W	0x00	中断使能寄存器
IF	0x1CC	RO	0x00	中断标志寄存器
IM	0x1D0	R/W	0x00	中断屏蔽寄存器
INTRAWST	0x1D4	R/W1C	0x00	中断原始状态

### 6.13.6 寄存器描述

#### PWM 工作模式寄存器 MODE

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
MODE0	0x00	R/W	0x00	第 0 组 PWM 的工作模式控制

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
MODE1	0x20	R/W	0x00	第 1 组 PWM 的工作模式控制

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
MODE2	0x40	R/W	0x00	第 2 组 PWM 的工作模式控制

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
MODE3	0x60	R/W	0x00	第 3 组 PWM 的工作模式控制

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
MODE4	0x80	R/W	0x00	第 4 组 PWM 的工作模式控制

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
MODE5	0xA0	R/W	0x00	第 5 组 PWM 的工作模式控制

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-						MODE	

位域	名称	描述
31:3	-	-
2:0	MODE	第 x 组 PWM 的工作模式控制 00: 普通模式，每一组 PWM 中的 A、B 两路互相独立。 01: 互补模式，每一组中的 A、B 两路互补，由死区长度寄存器控制推迟上升沿 11: 对称模式，每一组中的 A、B 两路互相独立，两个计数周期为一个对称单元 10: 单步模式，和普通模式相似，区别在于一个计数周期后自动停止 100: 对称互补模式，综合对称模式及互补模式

**PWM\_A 路计数周期 PERA**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PERA0	0x04	R/W	0x00	第 0 组 A 路 PWM 的计数周期

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PERA1	0x24	R/W	0x00	第 1 组 A 路 PWM 的计数周期

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PERA2	0x44	R/W	0x00	第 2 组 A 路 PWM 的计数周期

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PERA3	0x64	R/W	0x00	第 3 组 A 路 PWM 的计数周期

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PERA4	0x84	R/W	0x00	第 4 组 A 路 PWM 的计数周期

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PERA5	0xA4	R/W	0x00	第 5 组 A 路 PWM 的计数周期

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
PERA							
7	6	5	4	3	2	1	0
PERA							

位域	名称	描述
31:16	-	-
15:0	PERA	第 x 组 A 路 PWM 的计数周期 最小为 1，对应一个计数时钟周期

**PWM\_A 路高电平持续时长 HIGHA**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
HIGHA0	0x08	R/W	0x00	第 0 组 A 路 PWM 的高电平持续周期

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
HIGHA1	0x28	R/W	0x00	第 1 组 A 路 PWM 的高电平持续周期

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
HIGHA2	0x48	R/W	0x00	第 2 组 A 路 PWM 的高电平持续周期

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
HIGHA3	0x68	R/W	0x00	第 3 组 A 路 PWM 的高电平持续周期

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
HIGHA4	0x88	R/W	0x00	第 4 组 A 路 PWM 的高电平持续周期

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
HIGHA5	0xA8	R/W	0x00	第 5 组 A 路 PWM 的高电平持续周期

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
HIGHA							
7	6	5	4	3	2	1	0
HIGHA							

位域	名称	描述
31:16	-	-
15:0	HIGHA	第 x 组 A 路 PWM 的高电平持续周期 最小为 0，对应一直输出低电平

**PWM\_A 路死区长度 DZA**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
DZA0	0x0C	R/W	0x00	第 0 组 A 路死区长度控制

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
DZA1	0x2C	R/W	0x00	第 1 组 A 路死区长度控制

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
DZA2	0x4C	R/W	0x00	第 2 组 A 路死区长度控制

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
DZA3	0x6C	R/W	0x00	第 3 组 A 路死区长度控制

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
DZA4	0x8C	R/W	0x00	第 4 组 A 路死区长度控制

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
DZA5	0xAC	R/W	0x00	第 5 组 A 路死区长度控制

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-						DZA	
7	6	5	4	3	2	1	0
DZA							

位域	名称	描述
31:10	-	-
9:0	DZA	第 x 组 A 路死区长度控制。必须小于 HIGHAx

**PWM\_B 路计数周期 PERB**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PERB0	0x10	R/W	0x00	第 0 组 B 路 PWM 的计数周期

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PERB1	0x30	R/W	0x00	第 1 组 B 路 PWM 的计数周期

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PERB2	0x50	R/W	0x00	第 2 组 B 路 PWM 的计数周期

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PERB3	0x70	R/W	0x00	第 3 组 B 路 PWM 的计数周期

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PERB4	0x90	R/W	0x00	第 4 组 B 路 PWM 的计数周期

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PERB5	0xB0	R/W	0x00	第 5 组 B 路 PWM 的计数周期

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
PERB							
7	6	5	4	3	2	1	0
PERB							

位域	名称	描述
31:16	-	-
15:0	PERB	第 x 组 B 路 PWM 的计数周期 最小为 1，对应一个计数时钟周期

**PWM\_B 路高电平持续时长 HIGHB**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
HIGHB0	0x14	R/W	0x00	第 0 组 B 路 PWM 的高电平持续周期

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
HIGHB1	0x34	R/W	0x00	第 1 组 B 路 PWM 的高电平持续周期

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
HIGHB2	0x54	R/W	0x00	第 2 组 B 路 PWM 的高电平持续周期

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
HIGHB3	0x74	R/W	0x00	第 3 组 B 路 PWM 的高电平持续周期

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
HIGHB4	0x94	R/W	0x00	第 4 组 B 路 PWM 的高电平持续周期

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
HIGHB5	0xB4	R/W	0x00	第 5 组 B 路 PWM 的高电平持续周期

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
HIGHB							
7	6	5	4	3	2	1	0
HIGHB							

位域	名称	描述
31:16	-	-
15:0	HIGHB	第 x 组 B 路 PWM 的高电平持续周期 最小为 0，对应一直输出低电平

**PWM\_B 路死区长度 DZB**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
DZB0	0x18	R/W	0x00	第 0 组 B 路死区长度控制。

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
DZB1	0x38	R/W	0x00	第 1 组 B 路死区长度控制。

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
DZB2	0x4C	R/W	0x00	第 2 组 A 路死区长度控制

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
DZB3	0x6C	R/W	0x00	第 3 组 A 路死区长度控制

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
DZB4	0x8C	R/W	0x00	第 4 组 A 路死区长度控制

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
DZB5	0xB8	R/W	0x00	第 5 组 B 路死区长度控制。

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-						DZB	
7	6	5	4	3	2	1	0
DZB							

位域	名称	描述
31:10	-	-
9:0	DZB	第 x 组 B 路死区长度控制 必须小于 HIGHBx

**PWM 输出起始值控制 BCTRL**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
BCTRL0	0x1C	R/W	0x00	第 0 组 PWM 输出起始值控制

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
BCTRL1	0x3C	R/W	0x00	第 1 组 PWM 输出起始值控制

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
BCTRL2	0x5C	R/W	0x00	第 2 组 PWM 输出起始值控制

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
BCTRL3	0x7C	R/W	0x00	第 3 组 PWM 输出起始值控制

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
BCTRL4	0x9C	R/W	0x00	第 4 组 PWM 输出起始值控制

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
BCTRL5	0xBC	R/W	0x00	第 5 组 PWM 输出起始值控制

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-						BWHBx	BWHAx

位域	名称	描述
31:2	-	-
1	BWHBx	B 路输出起始电平 1: 第 x 组 B 路输出从高电平开始, 空闲时低电平 0: 第 x 组 B 路输出从低电平开始, 空闲时高电平 注: 在互补模式下, 这个寄存器不起作用
0	BWHAx	A 路输出起始电平 1: 第 x 组 A 路输出从高电平开始, 空闲时低电平 0: 第 x 组 A 路输出从低电平开始, 空闲时高电平

**PWM 强制输出高电平寄存器 PWMMASK**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
PWMMASK	0x180	R/W	0x00	将相应组的 PWM 输出置为 1

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-		PWMMASK5	PWMMASK4	PWMMASK3	PWMMASK2	PWMMASK1	PWMMASK0

位域	名称	描述
31:6	-	-
5	PWMMASK5	将第 5 组的 PWM 输出置为 1 1: 第 5 组输出强制为高电平 0: 第 5 组输出正常
4	PWMMASK4	将第 4 组的 PWM 输出置为 1 1: 第 4 组输出强制为高电平 0: 第 4 组输出正常
3	PWMMASK3	将第 3 组的 PWM 输出置为 1 1: 第 3 组输出强制为高电平 0: 第 3 组输出正常
2	PWMMASK2	将第 2 组的 PWM 输出置为 1 1: 第 2 组输出强制为高电平 0: 第 2 组输出正常
1	PWMMASK1	将第 1 组的 PWM 输出置为 1 1: 第 1 组输出强制为高电平 0: 第 1 组输出正常
0	PWMMASK0	将第 0 组的 PWM 输出置为 1 1: 第 0 组输出强制为高电平 0: 第 0 组输出正常

**PWM\_A 路触发 ADC 控制寄存器 ADTRIGA**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
ADTRIGA0	0x184	R/W	0x00	组 0 的 trigger 控制寄存器 A

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
ADTRIGA1	0x18C	R/W	0x00	组 1 的 trigger 控制寄存器 A

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
ADTRIGA2	0x194	R/W	0x00	组 2 的 trigger 控制寄存器 A

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
ADTRIGA3	0x19C	R/W	0x00	组 3 的 trigger 控制寄存器 A

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
ADTRIGA4	0x1A4	R/W	0x00	组 4 的 trigger 控制寄存器 A

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
ADTRIGA5	0x1AC	R/W	0x00	组 5 的 trigger 控制寄存器 A

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-						EN	EVEN
15	14	13	12	11	10	9	8
VALUE							
7	6	5	4	3	2	1	0
VALUE							

位域	名称	描述
31:18	-	-
17	EN	第 x 组 trigger 控制寄存器 A 是否有效 1: 有效 0: 无效
16	EVEN	第 x 组 trigger 控制寄存器 A 发生在单周期还是双周期 1: 后半周期生效 0: 前半周期生效

15:0	VALUE	<p>第 x 组 trigger 发生的条件</p> <p>在对称互补模式下，PWM 触发 ADC 采样的周期数值，该数值最小值为 1</p> <p>例如：设置为后半周期生效且 EN 为 1，则中心点后，当对应 PWM 计数器的值和 TRIGGER 值相等时，输出 ADC 触发脉冲</p>
------	-------	---

PWM\_B 路触发 ADC 控制寄存器 ADTRIGB

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
ADTRIGB0	0x188	R/W	0x00	组 0 的 trigger 控制寄存器 B

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
ADTRIGB1	0x190	R/W	0x00	组 1 的 trigger 控制寄存器 B

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
ADTRIGB2	0x198	R/W	0x00	组 2 的 trigger 控制寄存器 B

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
ADTRIGB3	0x1A0	R/W	0x00	组 3 的 trigger 控制寄存器 B

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
ADTRIGB4	0x1A8	R/W	0x00	组 4 的 trigger 控制寄存器 B

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
ADTRIGB5	0x1B0	R/W	0x00	组 5 的 trigger 控制寄存器 B

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-						EN	EVEN
15	14	13	12	11	10	9	8
VALUE							
7	6	5	4	3	2	1	0
VALUE							

位域	名称	描述
31:18	-	-
17	EN	第 x 组 trigger 控制寄存器 B 是否有效 1: 有效 0: 无效
16	EVEN	第 x 组 trigger 控制寄存器 B 发生在单周期还是双周期 1: 后半周期生效 0: 前半周期生效

15:0	VALUE	<p>第 x 组 trigger 发生的条件</p> <p>在对称互补模式下，PWM 触发 ADC 采样的周期数值，该数值最小值为 1</p> <p>例如：设置为后半周期生效且 EN 为 1，则中心点后，当对应 PWM 计数器的值和 TRIGGER 值相等时，输出 ADC 触发脉冲</p>
------	-------	---

**PWM 刹车控制 BRKCTRL**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
BRKCTRL	0x1C0	R/W	0x00	刹车控制寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-					BRKSTAT	BRKPOL	BRKCON
7	6	5	4	3	2	1	0
BRKMOD	BRKCHEN5	BRKCHEN4	BRKCHEN3	BRKCHEN2	BRKCHEN1	BRKCHEN0	BRKEN

位域	名称	描述
31:11	-	-
10	BRKSTAT	当前刹车的状态 1: 正在刹车 0: 没有刹车
9	BRKPOL	1: 刹车过程中输出高电平 0: 刹车过程中输出低电平
8	BRKCON	1: 刹车输入高电平有效 0: 刹车输入低电平有效
7	BRKMOD	1: 刹车时将 PWM 计数器清零, 停止计数 0: 刹车时, PWM 计数器继续计数
6	BRKCHEN5	1: 刹车影响第 5 组 PWM 0: 刹车不影响第 5 组 PWM
5	BRKCHEN4	1: 刹车影响第 4 组 PWM 0: 刹车不影响第 4 组 PWM
4	BRKCHEN3	1: 刹车影响第 3 组 PWM 0: 刹车不影响第 3 组 PWM
3	BRKCHEN2	1: 刹车影响第 2 组 PWM 0: 刹车不影响第 2 组 PWM
2	BRKCHEN1	1: 刹车影响第 1 组 PWM 0: 刹车不影响第 1 组 PWM
1	BRKCHEN0	1: 刹车影响第 0 组 PWM 0: 刹车不影响第 0 组 PWM
0	BRKEN	1: 刹车功能生效 0: 屏蔽刹车功能

**PWM 使能控制寄存器 CHEN**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
CHEN	0x1C4	R/W	0x00	PWM 使能，每一位对应一路

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-				ENABLEB5	ENABLEA5	ENABLEB4	ENABLEA4
7	6	5	4	3	2	1	0
ENABLEB3	ENABLEA3	ENABLEB2	ENABLEA2	ENABLEB1	ENABLEA1	ENABLEB0	ENABLEA0

位域	名称	描述
31:12	-	-
11	ENABLEB5	第 5 组 B 路 PWM 使能 1: 使能 0: 禁能
10	ENABLEA5	第 5 组 A 路 PWM 使能 1: 使能 0: 禁能
9	ENABLEB4	第 4 组 B 路 PWM 使能 1: 使能 0: 禁能
8	ENABLEA4	第 4 组 A 路 PWM 使能 1: 使能 0: 禁能
7	ENABLEB3	第 3 组 B 路 PWM 使能 1: 使能 0: 禁能
6	ENABLEA3	第 3 组 A 路 PWM 使能 1: 使能 0: 禁能
5	ENABLEB2	第 2 组 B 路 PWM 使能 1: 使能 0: 禁能
4	ENABLEA2	第 2 组 A 路 PWM 使能 1: 使能 0: 禁能

3	ENABLEB1	第 1 组 B 路 PWM 使能 1: 使能 0: 禁能
2	ENABLEA1	第 1 组 A 路 PWM 使能 1: 使能 0: 禁能
1	ENABLEB0	第 0 组 B 路 PWM 使能 1: 使能 0: 禁能
0	ENABLEA0	第 0 组 A 路 PWM 使能 1: 使能 0: 禁能

**PWM 中断使能寄存器 IE**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
IE	0x1C8	R/W	0x00	中断使能寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
							BRKINTEN
23	22	21	20	19	18	17	16
INTFENB5	INTFENA5	INTFENB4	INTFENA4	INTFENB3	INTFENA3	INTFENB2	INTFENA2
15	14	13	12	11	10	9	8
INTFENB1	INTFENA1	INTFENB0	INTFENA0	INTNCENB5	INTNCENA5	INTNCENB4	INTNCENA4
7	6	5	4	3	2	1	0
INTNCENB3	INTNCENA3	INTNCENB2	INTNCENA2	INTNCENB1	INTNCENA1	INTNCENB0	INTNCENA0

位域	名称	描述
31:25	-	-
24	BRKINTEN	刹车中断使能 1: 使能 0: 禁能
23	INTFENB5	第 5 组 B 路高电平结束中断使能 1: 使能 0: 禁能
22	INTFENA5	第 5 组 A 路高电平结束中断使能 1: 使能 0: 禁能
21	INTFENB4	第 4 组 B 路高电平结束中断使能 1: 使能 0: 禁能
20	INTFENA4	第 4 组 A 路高电平结束中断使能 1: 使能 0: 禁能
19	INTFENB3	第 3 组 B 路高电平结束中断使能 1: 使能 0: 禁能
18	INTFENA3	第 3 组 A 路高电平结束中断使能 1: 使能 0: 禁能
17	INTFENB2	第 2 组 B 路高电平结束中断使能 1: 使能 0: 不是能

16	INTFENB2	第 2 组 A 路高电平结束中断使能 1: 使能 0: 不是能
15	INTFENB1	第 1 组 B 路高电平结束中断使能 1: 使能 0: 禁能
14	INTFENA1	第 1 组 A 路高电平结束中断使能 1: 使能 0: 禁能
13	INTFENB0	第 0 组 B 路高电平结束中断使能 1: 使能 0: 禁能
12	INTFENA0	第 0 组 A 路高电平结束中断使能 1: 使能 0: 禁能
11	INTNCENB5	第 5 组 B 路新周期中断使能 1: 使能 0: 禁能
10	INTNCENA5	第 5 组 A 路新周期中断使能 1: 使能 0: 禁能
9	INTNCENB4	第 4 组 B 路新周期中断使能 1: 使能 0: 禁能
8	INTNCENA4	第 4 组 A 路新周期中断使能 1: 使能 0: 禁能
7	INTNCENB3	第 3 组 B 路新周期中断使能 1: 使能 0: 禁能
6	INTNCENA3	第 3 组 A 路新周期中断使能 1: 使能 0: 禁能
5	INTNCENB2	第 2 组 B 路新周期中断使能 1: 使能 0: 禁能
4	INTNCENA2	第 2 组 A 路新周期中断使能 1: 使能 0: 禁能
3	INTNCENB1	第 1 组 B 路新周期中断使能 1: 使能 0: 禁能

2	INTNCENA1	第 1 组 A 路新周期中断使能 1: 使能 0: 禁能
1	INTNCENB0	第 0 组 B 路新周期中断使能 1: 使能 0: 禁能
0	INTNCENAO	第 0 组 A 路新周期中断使能 1: 使能 0: 禁能

**PWM 中断标志寄存器 IF**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
IF	0x1CC	RO	0x00	中断标志寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
							BRKINTST
23	22	21	20	19	18	17	16
INTFSTB5	INTFSTA5	IINTFSTB4	INTFSTA4	INTFSTB3	INTFSTA3	INTFSTB2	IINTFSTA2
15	14	13	12	11	10	9	8
INTFSTB1	INTFSTA1	INTFSTB0	INTFSTA0	INTNCSTB5	INTNCSTA5	INTNCSTB4	INTNCSTA4
7	6	5	4	3	2	1	0
INTNCSTB3	INTNCSTA3	INTNCSTB2	INTNCSTA2	INTNCSTB1	INTNCSTA1	INTNCSTB0	INTNCSTA0

位域	名称	描述
31:25	-	-
24	BRKINTST	刹车中断状态 1: 中断已发生 0: 中断未发生
23	INTFSTB5	第 5 组 B 路高电平结束中断状态 1: 中断已发生 0: 中断未发生
22	INTFSTA5	第 5 组 A 路高电平结束中断状态 1: 中断已发生 0: 中断未发生
21	INTFSTB4	第 4 组 B 路高电平结束中断状态 1: 中断已发生 0: 中断未发生
20	INTFSTA4	第 4 组 A 路高电平结束中断状态 1: 中断已发生 0: 中断未发生
19	INTFSTB3	第 3 组 B 路高电平结束中断状态 1: 中断已发生 0: 中断未发生
18	INTFSTA3	第 3 组 A 路高电平结束中断状态 1: 中断已发生 0: 中断未发生
17	INTFSTB2	第 2 组 B 路高电平结束中断状态 1: 中断已发生 0: 中断未发生

16	INTFSTA2	第 2 组 A 路高电平结束中断状态 1: 中断已发生 0: 中断未发生
15	INTFSTB1	第 1 组 B 路高电平结束中断状态 1: 中断已发生 0: 中断未发生
14	INTFSTA1	第 1 组 A 路高电平结束中断状态 1: 中断已发生 0: 中断未发生
13	INTFSTB0	第 0 组 B 路高电平结束中断状态 1: 中断已发生 0: 中断未发生
12	INTFSTA0	第 0 组 A 路高电平结束中断状态 1: 中断已发生 0: 中断未发生
11	INTNCSTB5	第 5 组 B 路新周期开始中断状态 1: 中断已发生 0: 中断未发生
10	INTNCSTA5	第 5 组 A 路新周期开始中断状态 1: 中断已发生 0: 中断未发生
9	INTNCSTB4	第 4 组 B 路新周期开始中断状态 1: 中断已发生 0: 中断未发生
8	INTNCSTA4	第 4 组 A 路新周期开始中断状态 1: 中断已发生 0: 中断未发生
7	INTNCSTB3	第 3 组 B 路新周期开始中断状态 1: 中断已发生 0: 中断未发生
6	INTNCSTA3	第 3 组 A 路新周期开始中断状态 1: 中断已发生 0: 中断未发生
5	INTNCSTB2	第 2 组 B 路新周期开始中断状态 1: 中断已发生 0: 中断未发生
4	INTNCSTA2	第 2 组 A 路新周期开始中断状态 1: 中断已发生 0: 中断未发生
3	INTNCSTB1	第 1 组 B 路新周期开始中断状态 1: 中断已发生 0: 中断未发生

2	INTNCSTA1	第 1 组 A 路新周期开始中断状态 1: 中断已发生 0: 中断未发生
1	INTNCSTB0	第 0 组 B 路新周期开始中断状态 1: 中断已发生 0: 中断未发生
0	INTNCSTA0	第 0 组 A 路新周期开始中断状态 1: 中断已发生 0: 中断未发生

**PWM 中断屏蔽寄存器 IM**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
IM	0x1D0	R/W	0x00	中断屏蔽寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
							BRKINTMSK
23	22	21	20	19	18	17	16
INTFMSKB5	INTFMSKA5	INTFMSKB4	INTFMSKA4	INTFMSKB3	INTFMSKA3	INTFMSKB2	INTFMSKA2
15	14	13	12	11	10	9	8
INTFMSKB1	INTFMSKA1	INTFMSKB0	INTFMSKA0	INTNCMSKB5	INTNCMSKA5	INTNCMSKB4	INTNCMSKA4
7	6	5	4	3	2	1	0
INTNCMSKB3	INTNCMSKA3	INTNCMSKB2	INTNCMSKA2	INTNCMSKB1	INTNCMSKA1	INTNCMSKB0	INTNCMSKA0

位域	名称	描述
31:25	-	-
24	BRKINTMSK	刹车中断屏蔽 1: 屏蔽 0: 不屏蔽
23	INTFMSKB5	第 5 组 B 路高电平结束中断屏蔽 1: 屏蔽 0: 不屏蔽
22	INTFMSKA5	第 5 组 A 路高电平结束中断屏蔽 1: 屏蔽 0: 不屏蔽
21	INTFMSKB4	第 4 组 B 路高电平结束中断屏蔽 1: 屏蔽 0: 不屏蔽
20	INTFMSKA4	第 4 组 A 路高电平结束中断屏蔽 1: 屏蔽 0: 不屏蔽
19	INTFMSKB3	第 3 组 B 路高电平结束中断屏蔽 1: 屏蔽 0: 不屏蔽
18	INTFMSKA3	第 3 组 A 路高电平结束中断屏蔽 1: 屏蔽 0: 不屏蔽
17	INTFMSKB2	第 2 组 B 路高电平结束中断屏蔽 1: 屏蔽 0: 不屏蔽

16	INTFMSKA2	第 2 组 A 路高电平结束中断屏蔽 1: 屏蔽 0: 不屏蔽
15	INTFMSKB1	第 1 组 B 路高电平结束中断屏蔽 1: 屏蔽 0: 不屏蔽
14	INTFMSKA1	第 1 组 A 路高电平结束中断屏蔽 1: 屏蔽 0: 不屏蔽
13	INTFMSKB0	第 0 组 B 路高电平结束中断屏蔽 1: 屏蔽 0: 不屏蔽
12	INTFMSKA0	第 0 组 A 路高电平结束中断屏蔽 1: 屏蔽 0: 不屏蔽
11	INTNCMSKB5	第 5 组 B 路新周期中断屏蔽 1: 屏蔽 0: 不屏蔽
10	INTNCMSKA5	第 5 组 A 路新周期中断屏蔽 1: 屏蔽 0: 不屏蔽
9	INTNCMSKB4	第 4 组 B 路新周期中断屏蔽 1: 屏蔽 0: 不屏蔽
8	INTNCMSKA4	第 4 组 A 路新周期中断屏蔽 1: 屏蔽 0: 不屏蔽
7	INTNCMSKB3	第 3 组 B 路新周期中断屏蔽 1: 屏蔽 0: 不屏蔽
6	INTNCMSKA3	第 3 组 A 路新周期中断屏蔽 1: 屏蔽 0: 不屏蔽
5	INTNCMSKB2	第 2 组 B 路新周期中断屏蔽 1: 屏蔽 0: 不屏蔽
4	INTNCMSKA2	第 2 组 A 路新周期中断屏蔽 1: 屏蔽 0: 不屏蔽
3	INTNCMSKB1	第 1 组 B 路新周期中断屏蔽 1: 屏蔽 0: 不屏蔽

2	INTNCMSKA1	第 1 组 A 路新周期中断屏蔽 1: 屏蔽 0: 不屏蔽
1	INTNCMSKB0	第 0 组 B 路新周期中断屏蔽 1: 屏蔽 0: 不屏蔽
0	INTNCMSKA0	第 0 组 A 路新周期中断屏蔽 1: 屏蔽 0: 不屏蔽

**PWM 原始状态寄存器 INTRAWST**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
INTRAWST	0x1D4	R/W1C	0x00	中断原始状态

31	30	29	28	27	26	25	24
							BRKINTMSK
23	22	21	20	19	18	17	16
INTFMSKB5	INTFMSKA5	INTFMSKB4	INTFMSKA4	INTFMSKB3	INTFMSKA3	INTFMSKB2	INTFMSKA2
15	14	13	12	11	10	9	8
INTFMSKB1	INTFMSKA1	INTFMSKB0	INTFMSKA0	INTNCMSKB5	INTNCMSKA5	INTNCMSKB4	INTNCMSKA4
7	6	5	4	3	2	1	0
INTNCMSKB3	INTNCMSKA3	INTNCMSKB2	INTNCMSKA2	INTNCMSKB1	INTNCMSKA1	INTNCMSKB0	INTNCMSKA0

位域	名称	描述
31:25	-	-
24	BRKINTRAWST	刹车原始中断状态 1: 中断已发生 0: 中断未发生
23	INTRAWFSTB5	第 5 组 B 路高电平结束原始中断状态 1: 中断已发生 0: 中断未发生
22	INTRAWFSTA5	第 5 组 A 路高电平结束原始中断状态 1: 中断已发生 0: 中断未发生
21	INTRAWFSTB4	第 4 组 B 路高电平结束原始中断状态 1: 中断已发生 0: 中断未发生
20	INTRAWFSTA4	第 4 组 A 路高电平结束原始中断状态 1: 中断已发生 0: 中断未发生
19	INTRAWFSTB3	第 3 组 B 路高电平结束原始中断状态 1: 中断已发生 0: 中断未发生
18	INTRAWFSTA3	第 3 组 A 路高电平结束原始中断状态 1: 中断已发生 0: 中断未发生
17	INTRAWFSTB2	第 2 组 B 路高电平结束原始中断状态 1: 中断已发生 0: 中断未发生

16	INTRAWFSTA2	第 2 组 A 路高电平结束原始中断状态 1: 中断已发生 0: 中断未发生
15	INTRAWFSTB1	第 1 组 B 路高电平结束原始中断状态 1: 中断已发生 0: 中断未发生
14	INTRAWFSTA1	第 1 组 A 路高电平结束原始中断状态 1: 中断已发生 0: 中断未发生
13	INTRAWFSTB0	第 0 组 B 路高电平结束原始中断状态 1: 中断已发生 0: 中断未发生
12	INTRAWFSTA0	第 0 组 A 路高电平结束原始中断状态 1: 中断已发生 0: 中断未发生
11	INTRAWNSTB5	第 5 组 B 路新周期开始原始中断状态 1: 中断已发生 0: 中断未发生
10	INTRAWNSTA5	第 5 组 A 路新周期开始原始中断状态 1: 中断已发生 0: 中断未发生
9	INRAWTNSTB4	第 4 组 B 路新周期开始原始中断状态 1: 中断已发生 0: 中断未发生
8	INTRAWNSTA4	第 4 组 A 路新周期开始原始中断状态 1: 中断已发生 0: 中断未发生
7	INTRAWNSTB3	第 3 组 B 路新周期开始原始中断状态 1: 中断已发生 0: 中断未发生
6	INTRAWNSTA3	第 3 组 A 路新周期开始原始中断状态 1: 中断已发生 0: 中断未发生
5	INRAWTNSTB2	第 2 组 B 路新周期开始原始中断状态 1: 中断已发生 0: 中断未发生
4	INTRAWNSTA2	第 2 组 A 路新周期开始原始中断状态 1: 中断已发生 0: 中断未发生
3	INTRAWNSTB1	第 1 组 B 路新周期开始原始中断状态 1: 中断已发生 0: 中断未发生

2	INTRAWNSTA1	第 1 组 A 路新周期开始原始中断状态 1: 中断已发生 0: 中断未发生
1	INTRAWNSTB0	第 0 组 B 路新周期开始原始中断状态 1: 中断已发生 0: 中断未发生
0	INTRAWNSTA0	第 0 组 A 路新周期开始原始中断状态 1: 中断已发生 0: 中断未发生

## 6.14 模拟数字转换器（ADC）

### 6.14.1 概述

本系列所有型号 SAR ADC 操作均相同，不同型号 ADC 通道数量可能不同。两个 12 位逐次逼近型模拟数字转换器最多支持 8 通道，使用前需使能 SAR ADC 模块时钟。

### 6.14.2 特性

- 12-Bits 分辨率
- 每路最多 8 通道
- 最高 1MSPS 转换速率
- 支持单次模式和连续模式
- 灵活的转换启动方式
- 支持软件、PWM 启动
- 每个通道都有自己独立的转换结果数据寄存器和转换完成、数据溢出状态寄存器
- 每个通道都有自己独立的转换完成中断使能和数据溢出中断使能

### 6.14.3 模块结构框图

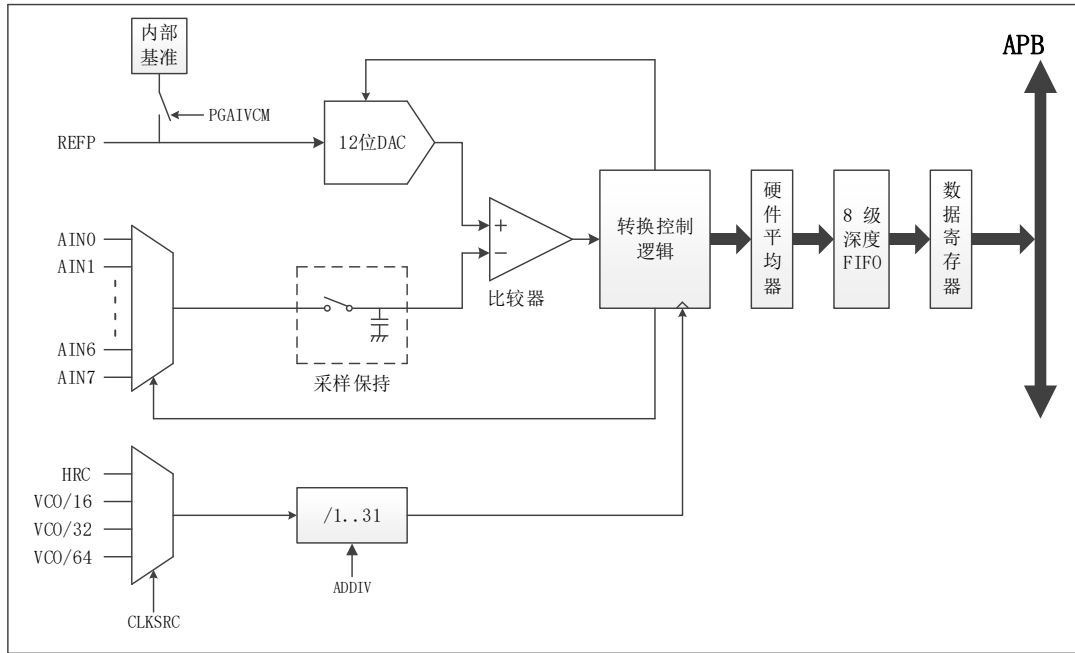


图 6-51 ADC 模块结构框图

## 6.14.4 功能描述

### 操作说明

#### 配置流程

使用 SAR ADC 前，需针对对应引脚及模块进行如下操作：

- 配置 PORTCON 模块中 INEN 寄存器使能引脚输入功能
- 通过 PORT\_SEL 寄存器将引脚切换为 ADC CHx 功能
- 通过 CTRL 寄存器中 TRIG 位配置触发方式
- 通过 CTRL 寄存器中 CONT 位配置采样方式
- 通过 CTRL 寄存器中 AVG 位配置是否需要硬件计算平均值
- 如需使用中断，通过 IE 寄存器使能对应中断
- 配置 CTRL 寄存器中对应通道 (CHx) 选通
- 使能 CTRL 寄存器中 EN 位
- 使用软件使能 START 寄存器 GO 位触发采样或使用 PWM 模块触发采样
- 工作过程中，START 寄存器 BUSY 位将被硬件置 1，采样完成后，自动清 0

#### 触发方式

ADC 支持 PWM 触发及软件触发。通过将 ADC 配置寄存器 (CTRL) 中 TRIG (BIT[14]) 进行设置，该设置对所有选中通道均有效，当不同通道需要不同触发方式时，需要在采样间隔配置 TRIG 位进行切换。

各模式触发操作方式如下：

- 使用 PWM 触发：需将 PWM 配置为中心对称互补模式。将 SAR ADC 配置寄存器 (CTRL) 中 TRIG (BIT[14]) 设置为 01。每路 PWM 对应一个 TRIGGERx 寄存器值，当 PWM 计数到指定值，可触发 ADC 进行采样。当 12 路 PWM 工作在中心对称互补模式下时，最多可触发 12 次 ADC 采样。PWM 触发仅支持单次模式，每次触发选中通道采样一次（支持求平均）。具体配置方式如下（以 TRIGGERA0 为例）：
  - 配置 TRIGGERAEVEN0 位，确认为前半周期或后半周期触发（前半周期与后半周期以中心点为界）
  - 配置 TRIGGERA0 数值，该数值为触发延时时长，前半周期从周期起始记，后半周期从中心点记
  - TRIGGERAEN0 位置为 1，使能 0\_A 通道触发功能
  - 使能 PWM 模块 EN 位，当计数值到达 TRIGGERA0 设置值时，触发 ADC 配置寄存器 (CTRL) 中选中的通道 (CHx) 进行采样，采样完成后，将产生 EOC 标志位，并产生 ADC 中断

示意图如图 6-52 触发 ADC 采样示意图所示。

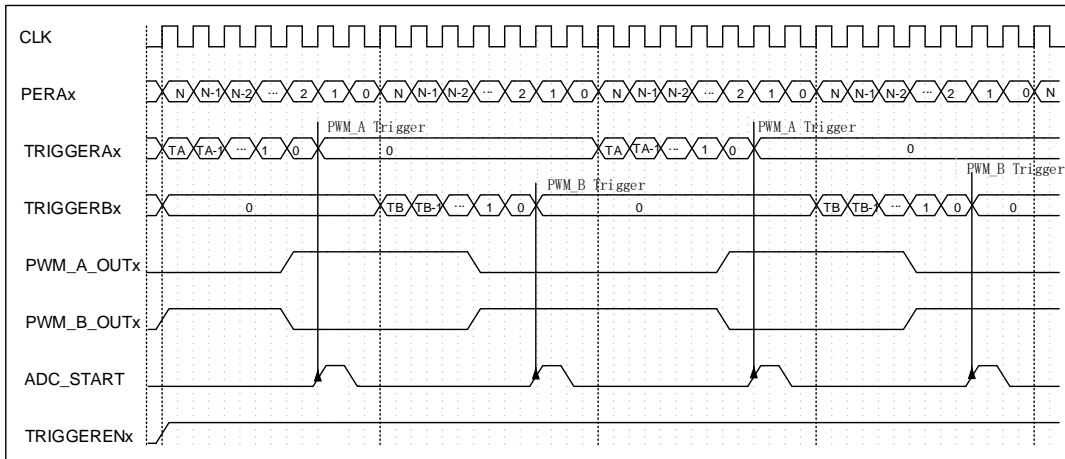


图 6-52 触发 ADC 采样示意图

- 使用软件触发：将配置寄存器（CTRL）中 TRIG（BIT[15:14]）设置为 0。ADC 配置完成后，通过程序将 START 寄存器 GO 位置 1 触发采样。采样完成后，该位自动清 0。可以通过 ADC 采样完成中断或标志位查询进行结果获取。软件触发支持单次模式及多次模式。

#### 数据处理

SAR ADC 支持针对采样数据硬件自动完成平均值计算。该功能通过配置 CTRL 寄存器中 AVG 位使能。支持对 2 到 16 次采样取平均。设置 n 次平均，则采集完成 n 次后 EOC 标志有效，同时取平均结果被送至对应通道数据寄存器。

### 模式说明

#### 单次模式

单次模式在所有选通通道上执行一次转换，然后自动停止，其运作流程如下：

- START 寄存器写 1 启动转换，也可以用 PWM 触发启动
- 所有选通通道依次完成一次转换，并将转换结果和转换完成 EOC 标志存入通道对应的数据和状态寄存器
- 每个通道转换完成时对应通道状态寄存器的 EOC 标志会置位，如果该通道的 EOC 中断使能，则该通道转换完成时会触发中断处理程序
- 通道转换完成后，START 寄存器自动清零，停止转换，ADC 进入 Idle 模式

#### 连续模式

连续模式下 ADC 会重复在所有选通通道上执行转换，直到软件向 START 寄存器写 0，具体操作步骤如下：

- START 寄存器写 1 启动转换
- 所有选通通道依次完成一次转换，并将转换结果和转换完成 EOC 标志存入通道对应的数据和状态寄存器
- 每个通道转换完成时对应通道状态寄存器的 EOC 标志会置位，如果该通道的 EOC 中断

使能，则该通道转换完成时会触发中断处理程序

- 重复步骤 2 到步骤 3. 直到 START 寄存器写 0, A/D 转换停止, A/D 转换器进入空闲状态

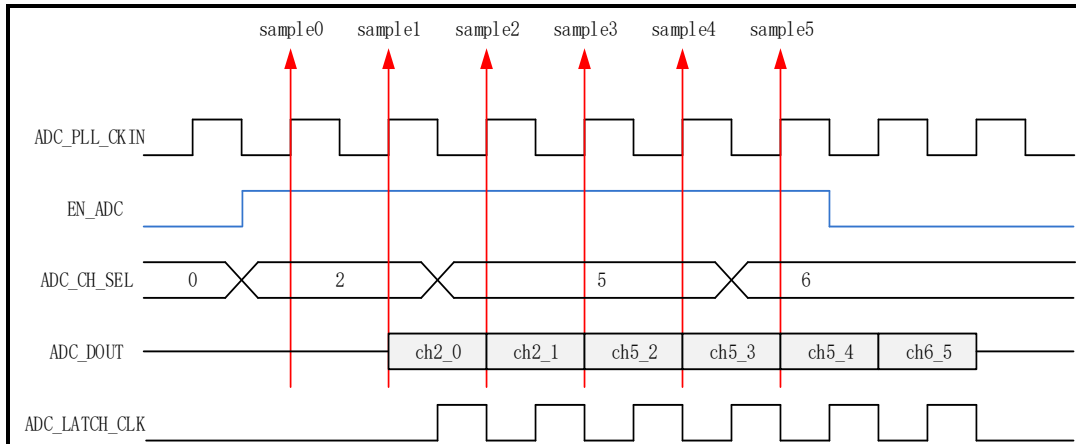


图 6-53 SAR ADC 多通道连续采样示意图

## 中断处理

在 Burst 模式下, A/D 转换会采样和转换指定的独立通道, 并将采样值存储在 FIFO 中, 具体操作步骤如下:

- 软件置 ADCR 的 AD\_EN 位为 1 或由外部触发输入 (PWM), 开始 A/D 转换
- 当 A/D 转换完成后, 结果送入 FIFO, 可以从 A/D 数据寄存器中读取
- 多于 4 个采样时, ADCST 的 ADF 位将置 1。如果此时 ADCMSK 寄存器 ADF\_MSK 位置 1, 在 A/D 转换完成时就会产生 ADINT 中断请求
- AD\_EN 保持为 1 时, 重复步骤 2 到步骤 3. 当 AD\_EN 位清零时, A/D 转换停止, A/D 转换器进入空闲状态

*注: 在 burst 模式下, 如果软件使能多个通道, 最小通道进行转换, 其他通道不转换。*

**6.14.5 寄存器映射**

名称	偏移	类型	复位值	描述
SAR-ADC0	BASE: 0x4001C000			
SAR-ADC1	BASE: 0x4001D000			
CTRL	0x00	R/W	0x00	ADC 配置寄存器
START	0x04	R/W	0x00	ADC 启动寄存器
IE	0x08	R/W	0x00	ADC 中断使能寄存器
IF	0x0C	R/W	0x00	ADC 中断标志寄存器
STAT0	0x10	R/W	0x00	ADC 通道 0 状态寄存器
DATA0	0x14	R/W	0x00	ADC 通道 0 数据寄存器
STAT1	0x20	R/W	0x00	ADC 通道 1 状态寄存器
DATA1	0x24	R/W	0x00	ADC 通道 1 数据寄存器
STAT2	0x30	R/W	0x00	ADC 通道 2 状态寄存器
DATA2	0x34	R/W	0x00	ADC 通道 2 数据寄存器
STAT3	0x40	R/W	0x00	ADC 通道 3 状态寄存器
DATA3	0x44	R/W	0x00	ADC 通道 3 数据寄存器
STAT4	0x50	R/W	0x00	ADC 通道 4 状态寄存器
DATA4	0x54	R/W	0x00	ADC 通道 4 数据寄存器
STAT5	0x60	R/W	0x00	ADC 通道 5 状态寄存器
DATA5	0x64	R/W	0x00	ADC 通道 5 数据寄存器
STAT6	0x70	R/W	0x00	ADC 通道 6 状态寄存器
DATA6	0x74	R/W	0x00	ADC 通道 6 数据寄存器
STAT7	0x80	R/W	0x00	ADC 通道 7 状态寄存器
DATA7	0x84	R/W	0x00	ADC 通道 7 数据寄存器
CTRL1	0x90	R/W	0x00	ADC 配置寄存器 1
CTRL2	0x94	R/W	0x00	ADC 配置寄存器 2

### 6.14.6 寄存器描述

#### 配置寄存器 CTRL

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
CTRL	0x00	R/W	0x00	ADC 配置寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
CH7_FIFOC	CH6_FIFOC	CH5_FIFOC	CH4_FIFOC	CH3_FIFOC	CH2_FIFOC	CH1_FIFOC	CH0_FIFOC
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
CLKSRC	TRIG	CONT	EN	AVG			
7	6	5	4	3	2	1	0
CH7	CH6	CH5	CH4	CH3	CH2	CH1	CH0

位域	名称	描述
31	CH7_FIFOC	通道 7 FIFO 清除寄存器 1: FIFO 复位 0: FIFO 正常工作
30	CH6_FIFOC	通道 6 FIFO 清除寄存器 1: FIFO 复位 0: FIFO 正常工作
29	CH5_FIFOC	通道 5 FIFO 清除寄存器 1: FIFO 复位 0: FIFO 正常工作
28	CH4_FIFOC	通道 4 FIFO 清除寄存器 1: FIFO 复位 0: FIFO 正常工作
27	CH3_FIFOC	通道 3 FIFO 清除寄存器 1: FIFO 复位 0: FIFO 正常工作
26	CH2_FIFOC	通道 2 FIFO 清除寄存器 1: FIFO 复位 0: FIFO 正常工作
25	CH1_FIFOC	通道 1 FIFO 清除寄存器 1: FIFO 复位 0: FIFO 正常工作

<b>24</b>	CHO_FIFOC	通道 0 FIFO 清除寄存器 1: FIFO 复位 0: FIFO 正常工作
<b>23:16</b>	-	-
<b>15</b>	CLKSRC	ADC RC 时钟使能 1: 禁能 0: 使能
<b>14</b>	TRIG	ADC trigger 方式选择 1: PWM 触发 0: CPU 触发
<b>13</b>	CONT	ADC 工作模式 (只在 CPU 触发方式下有效) 1: 连续采样 0: 单次采样
<b>12</b>	EN	ADC 使能 1: 使能 0: 禁能
<b>11:8</b>	AVG	一次启动 ADC 采样次数 0000: 1 次采样 0001: 2 次采样并取平均 0010: 保留 0011: 4 次采样并取平均 0100/0101/0110: 保留 0111: 8 次采样并取平均 1000/1001/1010/1011/1100/1101/1110: 保留 1111: 16 次采样并取平均
<b>7</b>	CH7	ADC 通道 7 选择, 1 有效
<b>6</b>	CH6	ADC 通道 6 选择, 1 有效
<b>5</b>	CH5	ADC 通道 5 选择, 1 有效
<b>4</b>	CH4	ADC 通道 4 选择, 1 有效
<b>3</b>	CH3	ADC 通道 3 选择, 1 有效
<b>2</b>	CH2	ADC 通道 2 选择, 1 有效
<b>1</b>	CH1	ADC 通道 1 选择, 1 有效
<b>0</b>	CH0	ADC 通道 0 选择, 1 有效

**启动寄存器 START**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
START	0x04	R/W	0x00	ADC 启动寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-			BUSY	-			GO

位域	名称	描述
31:5	-	-
4	BUSY	ADC 工作状态标识 1: 正在转换 0: 转换结束
3:1	-	-
0	GO	ADC 启动信号（只在 CPU 触发方式下有效） 该位写 1，则启动一次转换，可以 ADC_MODE 配合使用。 单次采样模式：该位置 1 后，将对有效通道依次轮询进行采样转换，并将转换的数据保存在相应通道的 FIFO 或寄存器中。转换完成硬件自动清零； 多次采样模式：该位置 1 表示启动 ADC 转换，清零后表示停止 ADC 转换。启动 ADC 转换后，将对有效通道依次轮询进行采样转换，并将转换的数据保存在相应通道的 FIFO 或寄存器中。每次转换完成后判断该位是否为 1，若为 1 则继续转换，若为 0 则停止转换

**中断寄存器 IE**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
IE	0x08	R/W	0x00	ADC 中断使能寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
CH7FULL	CH7HFULL	CH7OVF	CH7EOC	CH6FULL	CH6HFULL	CH6OVF	CH6EOC
23	22	21	20	19	18	17	16
CH5FULL	CH5HFULL	CH5OVF	CH5EOC	CH4FULL	CH4HFULL	CH4OVF	CH4EOC
15	14	13	12	11	10	9	8
CH3FULL	CH3HFULL	CH3OVF	CH3EOC	CH2FULL	CH2HFULL	CH2OVF	CH2EOC
7	6	5	4	3	2	1	0
CH1FULL	CH1HFULL	CH1OVF	CH1EOC	CH0FULL	CH0HFULL	CH0OVF	CH0EOC

位域	名称	描述
31	-	-
30	CH7FULL	ADC 通道 7 数据 FIFO 满中断使能 1: 使能 0: 禁能
29	CH7HFULL	ADC 通道 7 数据 FIFO 半满中断使能 1: 使能 0: 禁能
28	CH7OVF	ADC 通道 7 数据 FIFO 溢出中断使能 1: 使能 0: 禁能
27	CH7EOC	ADC 通道 7 数据转换完成中断使能 1: 使能 0: 禁能
26	CH6FULL	ADC 通道 6 数据 FIFO 满中断使能 1: 使能 0: 禁能
25	CH6HFULL	ADC 通道 6 数据 FIFO 半满中断使能 1: 使能 0: 禁能
24	CH6OVF	ADC 通道 6 数据 FIFO 溢出中断使能 1: 使能 0: 禁能
23	CH6EOC	ADC 通道 6 数据转换完成中断使能 1: 使能 0: 禁能

22	CH5FULL	ADC 通道 5 数据 FIFO 满中断使能 1: 使能 0: 禁能
21	CH5HFULL	ADC 通道 5 数据 FIFO 半满中断使能 1: 使能 0: 禁能
20	CH5OVF	ADC 通道 5 数据 FIFO 溢出中断使能 1: 使能 0: 禁能
19	CH5EOC	ADC 通道 5 数据转换完成中断使能 1: 使能 0: 禁能
18	CH4FULL	ADC 通道 4 数据 FIFO 满中断使能 1: 使能 0: 禁能
17	CH4HFULL	ADC 通道 4 数据 FIFO 半满中断使能 1: 使能 0: 禁能
16	CH4OVF	ADC 通道 4 数据 FIFO 溢出中断使能 1: 使能 0: 禁能
15	CH4EOC	ADC 通道 4 数据转换完成中断使能 1: 使能 0: 禁能
14	CH3FULL	ADC 通道 3 数据 FIFO 满中断使能 1: 使能 0: 禁能
13	CH3HFULL	ADC 通道 3 数据 FIFO 半满中断使能 1: 使能 0: 禁能
12	CH3OVF	ADC 通道 3 数据 FIFO 溢出中断使能 1: 使能 0: 禁能
11	CH3EOC	ADC 通道 3 数据转换完成中断使能 1: 使能 0: 禁能
10	CH2FULL	ADC 通道 2 数据 FIFO 满中断使能 1: 使能 0: 禁能
9	CH2HFULL	ADC 通道 2 数据 FIFO 半满中断使能 1: 使能 0: 禁能

8	CH2OVF	ADC 通道 2 数据 FIFO 溢出中断使能 1: 使能 0: 禁能
7	CH2EOC	ADC 通道 2 数据转换完成中断使能 1: 使能 0: 禁能
6	CH1FULL	ADC 通道 1 数据 FIFO 满中断使能 1: 使能 0: 禁能
5	CH1HFULL	ADC 通道 1 数据 FIFO 半满中断使能 1: 使能 0: 禁能
4	CH1OVF	ADC 通道 1 数据 FIFO 溢出中断使能 1: 使能 0: 禁能
3	CH1EOC	ADC 通道 1 数据转换完成中断使能 1: 使能 0: 禁能
2	CH0FULL	ADC 通道 0 数据 FIFO 满中断使能 1: 使能 0: 禁能
1	CH0HFULL	ADC 通道 0 数据 FIFO 半满中断使能 1: 使能 0: 禁能
0	CH0OVF	ADC 通道 0 数据 FIFO 溢出中断使能 1: 使能 0: 禁能
	CH0EOC	ADC 通道 0 数据转换完成中断使能 1: 使能 0: 禁能

**中断状态寄存器 IF**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
IF	0x0C	R/W	0x00	ADC 中断标志寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
CH7FULL	CH7HFULL	CH7OVF	CH7EOC	CH6FULL	CH6HFULL	CH6OVF	CH6EOC
23	22	21	20	19	18	17	16
CH5FULL	CH5HFULL	CH5OVF	CH5EOC	CH4FULL	CH4HFULL	CH4OVF	CH4EOC
15	14	13	12	11	10	9	8
CH3FULL	CH3HFULL	CH3OVF	CH3EOC	CH2FULL	CH2HFULL	CH2OVF	CH2EOC
7	6	5	4	3	2	1	0
CH1FULL	CH1HFULL	CH1OVF	CH1EOC	CH0FULL	CH0HFULL	CH0OVF	CH0EOC

位域	名称	描述
31	-	-
30	CH7FULL	ADC 通道 7 数据 FIFO 满中断状态，写 1 清 1: 中断已产生 0: 中断未产生
29	CH7HFULL	ADC 通道 7 数据 FIFO 半满中断状态，写 1 清 1: 中断已产生 0: 中断未产生
28	CH7OVF	ADC 通道 7 数据 FIFO 溢出中断状态，写 1 清 1: 中断已产生 0: 中断未产生
27	CH7EOC	ADC 通道 7 数据转换完成中断状态，写 1 清 1: 中断已产生 0: 中断未产生
26	CH6FULL	ADC 通道 6 数据 FIFO 满中断状态，写 1 清 1: 中断已产生 0: 中断未产生
25	CH6HFULL	ADC 通道 6 数据 FIFO 半满中断状态，写 1 清 1: 中断已产生 0: 中断未产生
24	CH6OVF	ADC 通道 6 数据 FIFO 溢出中断状态，写 1 清 1: 中断已产生 0: 中断未产生
23	CH6EOC	ADC 通道 6 数据转换完成中断状态，写 1 清 1: 中断已产生 0: 中断未产生
22	CH5FULL	ADC 通道 5 数据 FIFO 满中断状态，写 1 清 1: 中断已产生 0: 中断未产生
21	CH5HFULL	ADC 通道 5 数据 FIFO 半满中断状态，写 1 清 1: 中断已产生 0: 中断未产生

20	CH5OVF	ADC 通道 5 数据 FIFO 溢出中断状态, 写 1 清 1: 中断已产生 0: 中断未产生
19	CH5EOC	ADC 通道 5 数据转换完成中断状态, 写 1 清 1: 中断已产生 0: 中断未产生
18	CH4FULL	ADC 通道 4 数据 FIFO 满中断状态, 写 1 清 1: 中断已产生 0: 中断未产生
17	CH4HFULL	ADC 通道 4 数据 FIFO 半满中断状态, 写 1 清 1: 中断已产生 0: 中断未产生
16	CH4OVF	ADC 通道 4 数据 FIFO 溢出中断状态, 写 1 清 1: 中断已产生 0: 中断未产生
15	CH4EOC	ADC 通道 4 数据转换完成中断状态, 写 1 清 1: 中断已产生 0: 中断未产生
14	CH3FULL	ADC 通道 3 数据 FIFO 满中断状态, 写 1 清 1: 中断已产生 0: 中断未产生
13	CH3HFULL	ADC 通道 3 数据 FIFO 半满中断状态, 写 1 清 1: 中断已产生 0: 中断未产生
12	CH3OVF	ADC 通道 3 数据 FIFO 溢出中断状态, 写 1 清 1: 中断已产生 0: 中断未产生
11	CH3EOC	ADC 通道 3 数据转换完成中断状态, 写 1 清 1: 中断已产生 0: 中断未产生
10	CH2FULL	ADC 通道 2 数据 FIFO 满中断状态, 写 1 清 1: 中断已产生 0: 中断未产生
9	CH2HFULL	ADC 通道 2 数据 FIFO 半满中断状态, 写 1 清 1: 中断已产生 0: 中断未产生
8	CH2OVF	ADC 通道 2 数据 FIFO 溢出中断状态, 写 1 清 1: 中断已产生 0: 中断未产生
7	CH2EOC	ADC 通道 2 数据转换完成中断状态, 写 1 清 1: 中断已产生 0: 中断未产生
6	CH1FULL	ADC 通道 1 数据 FIFO 满中断状态, 写 1 清 1: 中断已产生 0: 中断未产生
5	CH1HFULL	ADC 通道 1 数据 FIFO 半满中断状态, 写 1 清 1: 中断已产生 0: 中断未产生
4	CH1OVF	ADC 通道 1 数据 FIFO 溢出中断状态, 写 1 清 1: 中断已产生 0: 中断未产生

3	CH1EOC	ADC 通道 1 数据转换完成中断状态，写 1 清 1: 中断已产生 0: 中断未产生
2	CH0FULL	ADC 通道 0 数据 FIFO 满中断状态，写 1 清 1: 中断已产生 0: 中断未产生
1	CH0HFULL	ADC 通道 0 数据 FIFO 半满中断状态，写 1 清 1: 中断已产生 0: 中断未产生
0	CH0OVF	ADC 通道 0 数据 FIFO 溢出中断状态，写 1 清 1: 中断已产生 0: 中断未产生
	CH0EOC	ADC 通道 0 数据转换完成中断状态，写 1 清 1: 中断已产生 0: 中断未产生

**通道状态寄存器 STAT**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
STAT0	0x10	R/W	0x00	ADC 通道 0 状态寄存器

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
STAT1	0x20	R/W	0x00	ADC 通道 1 状态寄存器

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
STAT2	0x30	R/W	0x00	ADC 通道 2 状态寄存器

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
STAT3	0x40	R/W	0x00	ADC 通道 3 状态寄存器

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
STAT4	0x50	R/W	0x00	ADC 通道 4 状态寄存器

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
STAT5	0x60	R/W	0x00	ADC 通道 5 状态寄存器

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
STAT6	0x70	R/W	0x00	ADC 通道 6 状态寄存器

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
STAT7	0x80	R/W	0x00	ADC 通道 7 状态寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-			EMPTY	FULL	HFULL	OVF	EOC

位域	名称	描述
31:5	-	-
4	EMPTY	ADC 通道 x 数据 FIFO 空标志 1: FIFO 空 0: FIFO 非空

3	FULL	ADC 通道 x 数据 FIFO 满标志 1: FIFO 满 0: FIFO 非满
2	HFULL	ADC 通道 x 数据 FIFO 半满标志 1: FIFO 半满 0: FIFO 未半满
1	OVF	ADC 通道 x 数据 FIFO 溢出标志 1: FIFO 出现溢出 0: FIFO 未出现溢出
0	EOC	ADC 通道 x 数据转换完成标志，写 1 清 1: ADC 对通道 x 一次采样转换完成 0: 无采样完成

**通道数据寄存器 DATA**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
DATA0	0x14	R/W	0x00	ADC 通道 0 数据寄存器

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
DATA1	0x24	R/W	0x00	ADC 通道 1 数据寄存器

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
DATA2	0x34	R/W	0x00	ADC 通道 2 数据寄存器

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
DATA3	0x44	R/W	0x00	ADC 通道 3 数据寄存器

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
DATA4	0x54	R/W	0x00	ADC 通道 4 数据寄存器

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
DATA5	0x64	R/W	0x00	ADC 通道 5 数据寄存器

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
DATA6	0x74	R/W	0x00	ADC 通道 6 数据寄存器

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
DATA7	0x84	R/W	0x00	ADC 通道 7 数据寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-				DATA			
7	6	5	4	3	2	1	0
DATA							

位域	名称	描述
31:12	-	-
11: 0	DATA	ADC 通道 x 数据 FIFO 寄存器 注：溢出后，再次转换的数据会被丢掉

**配置寄存器 CTRL1**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
CTRL1	0x90	R/W	0x00	ADC 配置寄存器 1

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-				TM_ADJ_H			
15	14	13	12	11	10	9	8
TM_ADJ_H							
7	6	5	4	3	2	1	0
-	RIN			VCM_CLK_ADJ		LCH_CLK_SEL	DATAOUT_EDGE_SEL

位域	名称	描述
31:20	-	-
19:16	TM_ADJ_L	ADC Auto Low Timing Adjust 配置
15:8	TM_ADJ_H	ADC Auto High Timing Adjust 配置
6:4	RIN	ADC 输入阻抗选择 000: 无穷大 001: 105K 010: 90K 011: 75K 100: 60K 101: 45K 110: 30K 111: 15K
3:2	VCM_CLK_ADJ	ADC Common Model Clock Timing 配置
1	LCH_CLK_SEL	ADC CLK LATCH 上升/下降选择 0: 上升沿 1: 下降沿
0	DATAOUT_EDGE_SEL	ADC 数据输出沿选择 0: 上升沿 1: 下降沿

**配置寄存器 CTRL2**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
CTRL2	0x94	R/W	0x00	ADC 配置寄存器 2

31	30	29	28	27	26	25	24
-			CLKDIV				
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-		PGAGAIN			PGAIVCM	-	RESET

位域	名称	描述
31:29	-	-
28:24	CLKDIV	ADC 输入时钟分频 分频值 = 1 + 写入值 N
23:6	-	-
5:3	PGAGAIN	PGA 增益选择, 使能前需写入 0x6
2	PGAIVCM	Reference 切换 0: 内部基准 1: 外部基准
1	-	-
0	RESET	ADC 复位 写入 1 模块复位, 写 0 清除复位

## 6.15 直接内存存取（DMA）控制器

### 6.15.1 概述

DMA 主要功能在于完成两个 AHB Master 口之间的数据搬移，支持系统内存与系统内存、系统内存与片上外设（NORFLC/SDRAMC/SRAMC）间的数据搬运，外设与外设之间无法直接进行数据交换，需先从外设 A 搬移到系统内存，然后再从系统内存搬移到外设 B。搬运过程中无需占用内核资源，从而节省了内核资源可供其他操作使用。

### 6.15.2 特性

- 支持存储器之间数据交互
- 最大通道数为 8
- 支持二种地址变化方式：递增，固定
- 支持 memory to memory, memory to peripheral, peripheral to peripheral 三种握手方式

### 6.15.3 模块结构框图

DMA 模块结构如下图所示：

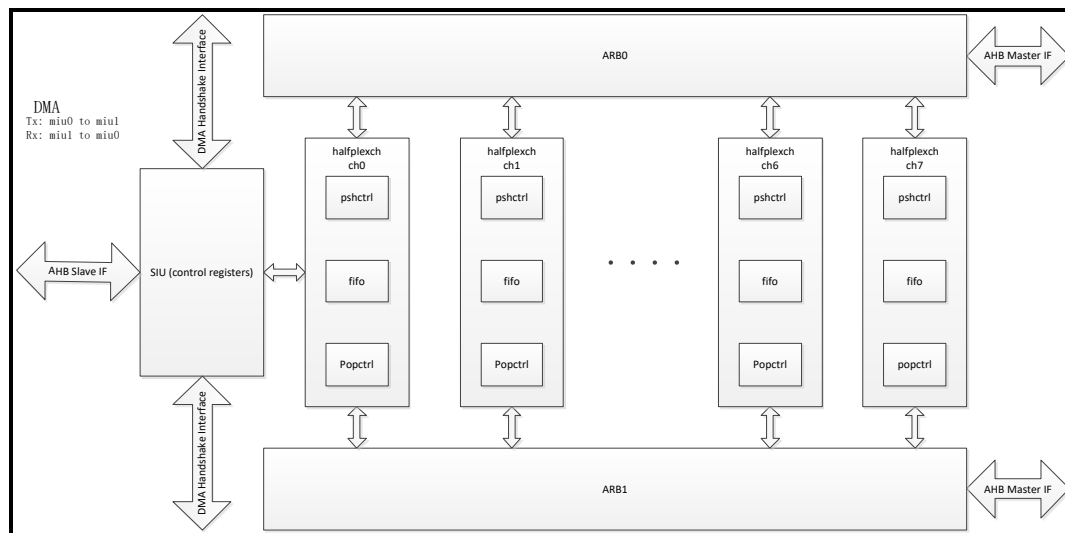


图 6-54 DMA 模块结构图

SIU 是 AHB slave 接口，MCU 通过这个接口配置相关的控制寄存器，同时也完成和外设之间的握手。

ARB0 和 ARB1 用于仲裁各个通道的数据传输请求。

HALFPLEXCH 是单向传输通道，在任意时刻只能配置为发送或接收方向。

## 6.15.4 功能描述

### DMA 处理

- 每条通道可以根据需要配置为 TX 或者 RX，在每一个 DMA 请求执行完后，可以动态的改变 TX 和 RX 的配置
- DMA 只支持 WORD 读操作，并且只支持连续的 SINGLE 读
- 访问存储器时，不需要握手信号，访问外设时，需要通过握手信号进行信息交换。在 DMA 开始访问外设的数据之前，会发出 req 请求信号，同时会通知外设本次 DMA 传输的起始地址、数据长度、以及是读还是写，外设收到请求后，做好相应的准备后，给出 gnt 回应信号

DMA 访问外设握手时序如图 6-55 DMA 访问外设握手时序示意图所示：

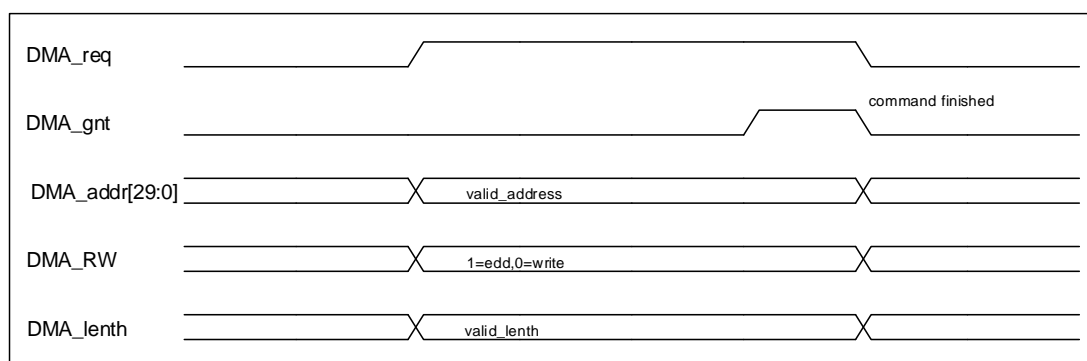


图 6-55 DMA 访问外设握手时序示意图

### 优先级

每条通道在传输数据前，都要先申请总线的仲裁权。

当前获得仲裁权的通道为 CH0 时，优先级从高到低为 CH1, CH2, CH3, CH4, CH5, CH6, CH7, CH0；当前通道为 CH1 时，优先级从高到低依次为 CH2, CH3, CH4, CH5, CH6, CH7, CH0, CH1。以此类推。

### 中断处理

DMA 控制器模块各通道均支持传输结束中断。DMA 初始化时如果配置了中断使能寄存器 IE，当所配置通道传输完指定数据长度时会产生中断，此时中断状态寄存器 IF 对应位自动置 1，对该位写 1 则清除中断，用户可通过读此寄存器来判断是否产生了中断。

DMA 各个通道还具备中断屏蔽功能。当配置了中断屏蔽寄存器 IM 时，即使数据传输结束，也不会产生中断。

### 操作说明

使用 DMA 各通道之前，需针对 DMA 模块进行如下初始化操作：

- 通过寄存器 CHxAM 设置 DMA 通道 x 的发送端与接收端地址变化模式

- 通过寄存器 CHxSRC 设置 DMA 通道 x 源地址
- 通过寄存器 CHxDST 设置 DMA 通道 x 目的地址
- 通过寄存器 CHxCR 的 LEN 位设置 DMA 数据传输长度
- 根据所需，通过寄存器 IE 配置 DMA 传输结束中断
- DMA 使能，寄存器 EN 置 1
- 启动 DMA 传输，寄存器 CHxCR 的 TXEN 位置 1
- 传输完成后进入中断处理部分，通过查询中断状态寄存器 IF 来判断通道 x 是否传输完成

**6.15.5 寄存器映射**

名称	偏移	类型	复位值	描述
<b>DMA BASE: 0x40001000</b>				
EN	0x00	R/W	0x00	DMA 使能寄存器
IE	0x04	R/W	0x00	DMA 各通道中断使能寄存器
IM	0x08	R/W	0x00	DMA 各通道中断屏蔽寄存器
IF	0x0C	R/W	0x00	DMA 各通道中断标志寄存器
CH0CR	0x40	R/W	0x00	CH0 控制寄存器
CH0AM	0x44	R/W	0x00	CH0 地址变化模式
CH0SRC	0x48	R/W	0x00	CH0 起始地址
CH0DST	0x5C	R/W	0x00	CH0 目的地址
CH1CR	0x80	R/W	0x00	CH1 控制寄存器
CH1AM	0x84	R/W	0x00	CH1 地址变化模式
CH1SRC	0x88	R/W	0x00	CH1 起始地址
CH1DST	0x9C	R/W	0x00	CH1 目的地址
CH2CR	0xC0	R/W	0x00	CH2 控制寄存器
CH2AM	0xC4	R/W	0x00	CH2 地址变化模式
CH2SRC	0xC8	R/W	0x00	CH2 起始地址
CH2DST	0xDC	R/W	0x00	CH2 目的地址

### 6.15.6 寄存器描述

#### DMA 使能寄存器 EN

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
EN	0x00	R/W	0x00	DMA 使能, 高有效

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-							EN

位域	名称	描述
31:1	-	-
0	EN	DMA 使能 1: 使能 0: 禁能

**DMA 中断使能寄存器 IE**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
IE	0x04	R/W	0x00	DMA 各通道中断使能

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-					CH2_IE	CH1_IE	CH0_IE

位域	名称	描述
31:3	-	-
2	CH2_IE	通道 2 传输结束时中断使能 1: 使能 0: 禁能
1	CH1_IE	通道 1 传输结束时中断使能 1: 使能 0: 禁能
0	CH0_IE	通道 0 传输结束时中断使能 1: 使能 0: 禁能

**DMA 中断屏蔽寄存器 IM**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
IM	0x08	R/W	0x00	DMA 各通道中断屏蔽

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-					CH2_IM	CH1_IM	CH0_IM

位域	名称	描述
31:3	-	-
2	CH2_IM	通道 2 中断屏蔽 1: 屏蔽 0: 非屏蔽
1	CH1_IM	通道 1 中断屏蔽 1: 屏蔽 0: 非屏蔽
0	CH0_IM	通道 0 中断屏蔽 1: 屏蔽 0: 非屏蔽

**DMA 中断状态寄存器 IF**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
IF	0x0C	R/W	0x00	DMA 各通道中断标志

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-					C CH2_IF	CH1_IF	CH0_IF

位域	名称	描述
31:3	-	-
2	CH2_IF	通道 2 中断状态 1: 中断已产生 0: 中断未产生
1	CH1_IF	通道 1 中断状态 1: 中断已产生 0: 中断未产生
0	CH0_IF	通道 0 中断状态 1: 中断已产生 0: 中断未产生

**通道 x 控制寄存器 CR**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
CH0CR	0x40	R/W	0x00	CH0 控制寄存器

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
CH1CR	0x80	R/W	0x00	CH1 控制寄存器

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
CH2CR	0xC0	R/W	0x00	CH2 控制寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-					AUTORE	TXEN	RXEN
15	14	13	12	11	10	9	8
-				LEN			
7	6	5	4	3	2	1	0
LEN							

位域	名称	描述
31:19	-	-
18	AUTORE	自动重启使能 1: 传输完成后自动按照上一次的配置重新启动传输 0: 传输完成后停止
17	TXEN	通道的 TX 启动位，写 1 启动传输。 如果 AUTORE 为 0，传输完成自动清零。和 RXEN 在任何时间不能同时为 1
16	RXEN	通道的 RX 启动位，写 1 启动传输。 如果 AUTORE 为 0，传输完成自动清零。和 TXEN 在任何时间不能同时为 1
15:12	-	-
11:0	LEN	DMA 传输的长度。 0 对应 1 字节，依次类推，最大为 4095 字节

**通道 x 地址变化模式寄存器 AM**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
CH0AM	0x44	R/W	0x00	CH0 地址变化模式

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
CH1AM	0x84	R/W	0x00	CH1 地址变化模式

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
CH2AM	0xC4	R/W	0x00	CH2 地址变化模式

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-						DSTCHxAM	
7	6	5	4	3	2	1	0
-						SRCCHxAM	

位域	名称	描述
31:10	-	-
9:8	DSTCHxAM	目的地址变化模式 00: 固定地址 01: 地址递增
7:2	-	-
1:0	SRCCHxAM	源地址变化模式 00: 固定地址 01: 地址递增

**通道 x 源地址寄存器 SRC**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
CH0SRC	0x48	R/W	0x00	CH0 起始地址

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
CH1SRC	0x88	R/W	0x00	CH1 起始地址

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
CH2SRC	0xC8	R/W	0x00	CH2 起始地址

31	30	29	28	27	26	25	24
SRC							
23	22	21	20	19	18	17	16
SRC							
15	14	13	12	11	10	9	8
SRC							
7	6	5	4	3	2	1	0
SRC							

位域	名称	描述
31:0	SRC	DMA 通道 x 源地址 字对齐，低两位自动补 0

**通道 x 目的地址寄存器 DST**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
CH0DST	0x5C	R/W	0x00	CH0 目的地址

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
CH1DST	0x9C	R/W	0x00	CH1 目的地址

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
CH2DST	0xDC	R/W	0x00	CH2 目的地址

31	30	29	28	27	26	25	24
DST							
23	22	21	20	19	18	17	16
DST							
15	14	13	12	11	10	9	8
DST							
7	6	5	4	3	2	1	0
DST							

位域	名称	描述
31:0	DST	DMA 通道 x 目的地址 字对齐，低两位自动补 0

## 6.16 局域网控制器（CAN）

### 6.16.1 概述

本系列所有型号 CAN 模块操作均相同，不同型号 CAN 数量可能不同。使用前需使能 CAN 模块时钟。与物理层相连需要连接额外的硬件收发器。

### 6.16.2 特性

- 支持协议 2.0A(11bit 标识符)和 2.0B (29bit 标识符)
- 支持最大 1 Mbit/s 的比特率
- 提供 64 字节的接收 FIFO
- 提供两个 16 位或 1 个 32 位的滤波器
- 提供可掩蔽中断
- 为自检操作提供可编程环回模式

## 6.16.3 功能描述

### 中断

CAN 模块支持如下中断：

- 接收中断
- 发送中断
- 错误中断
- 数据溢出中断
- 唤醒中断
- 被动错误中断
- 仲裁丢失中断
- 总线错误中断

触发中断前，首先需要设置相应位的中断使能(IE)。

各中断状态清除(除接收中断)，均为读清除。对于接收中断，需要将 CMD 寄存器 RRB 位写 1 清除。

### 数据发送

发送报文需要设置发送 buffer (寄存器 INFO, DATA0—DATA11)。可以是标准帧格式或是扩展帧格式。数据位最大是 8 个字节，超过 8 字节，自动按 8 字节计算。写数据前，需要查看 SR 寄存器 TXRDY 位是否等于 1，如果不等于 1，则发送的数据将会被丢弃。发送数据请求通过设置 CMD 寄存器 TXREQ 位为 1(发送请求) 或是 CMD. SRR=1(自接收请求)。当设置发送请求后，状态寄存器 SR.TXBUSY = 1，发送请求位清除。

数据传输没有开始时，可以通过设置命令寄存器(CMD. ABTTX = 1)中止传输。如果已经开始传输，则不能中止。

### 数据接收

数据接收先通过滤波器，符合条件标识符的才可以接收。滤波器的设置详见“接收滤波”章节。

数据接收可以读取内部 64 字节 FIFO。

读取内部的接收 FIFO，开始接收数据时，状态寄存器 SR.RXBUSY = 1，当接收 FIFO (寄存器 INFO, DATA0—DATA11)接收到完整报文的时候，状态寄存器(SR. RXDA = 1),中断状态 IF. RXDA = 1(如果中断使能寄存器 IE. RXDA = 1)。接收 FIFO 是 64 字节，最多允许接收 5 个完整的扩展帧报文。如果接收 FIFO 没有足够的内存，状态寄存器 SR. RXOV = 1，数据溢出，(如果中断使能 IE. RXOV = 1)，溢出中断置位 IF.RXOV = 1。

从接收 FIFO 中读取数据后，需要释放 FIFO(设置 CMD. RRB= 1)。如果没有读取的数据，中断状态位(IE. RXDA)和接收 BUFFER(SR. RXDA)状态位清除。

## 自接收

自接收功能，数据可以自发自收，不发送应答位。通过设置自接收请求(CMD. SRR = 1),根据配置，可以产生发送和接收中断。

如果自接收请求和发送请求同时设置，则自接收请求设置无效

## 接收滤波

验收滤波器有验收代码寄存器(ACR0—ACR3)和验收屏蔽寄存器(AMR0—AMR1)

### 标准帧格式，单过滤模式

接收 buffer

地址 0x44	0x48			0x4c	0x50
ID28....ID21	ID20...ID18	RTR	XXXX(不匹配)	数据字节 1	数据字节 2

过滤器

ACR0[7:0]	ACR1[7:4]	(ACR1[3:0]不使用)	ACR2[7: 0]	ACR3[7: 0]
AMR0[7:0]	AMR1[7:4]	(AMR1[3:0]不使用)	AMR2[7: 0]	AMR3[7: 0]

注：如果不需要数据匹配，AMR2、AMR3 设置 0xFF

### 标准帧格式，双过滤模式

接收 buffer

地址 0x44	0x48			0x4C		0x50
ID28...ID21	ID20...ID18	RTR	XX(不匹配)	数据字节 1[7:4]	数据字节 1[3:0]	数据字节 2

过滤器 1:

ACR0[7:0]	ACR1[7:4]
AMR0[7:0]	AMR1[7:4]

ACR1[3:0]	ACR3[3:0]
AMR1[3:0]	AMR3[3:0]

过滤器 2:

ACR2[7:0]	ACR3[7:4]
AMR2[7:0]	AMR3[7:4]

### 扩展帧格式，单过滤模式

接收 buffer

地址: 0x44	0x48	0x4c	0x50		
ID28...ID21	ID20...ID13	ID12...ID5	ID4...ID0	RTR	XX(不匹配)

过滤器:

ACR0[7:0]	ACR1[7:0]	ACR2[7:0]	ACR3[7:2]	ACR3[1:0]不匹配
AMR0[7:0]	AMR1[7:0]	AMR2[7:0]	AMR3[7:2]	AMR3[1:0]不匹配

### 扩展帧格式，双过滤模式

接收 buffer

地址: 0x44	0x48	0x4C	0x50		
ID28...ID21	ID20...ID13	ID12~ID5(不匹配)	ID4~ID0(不匹配)	RTR(不匹配)	XX(不匹配)

过滤器 1:

ACR0[7:0]	ACR1[7:0]
AMR0[7:0]	AMR1[7:0]

过滤器 2:

ACR2[7:0]	ACR3[7:0]
AMR2[7:0]	AMR3[7:0]

### 波特率

通过 BT0 和 BT1 寄存器设置波特率如图 6-56 波特率设置示意图所示。

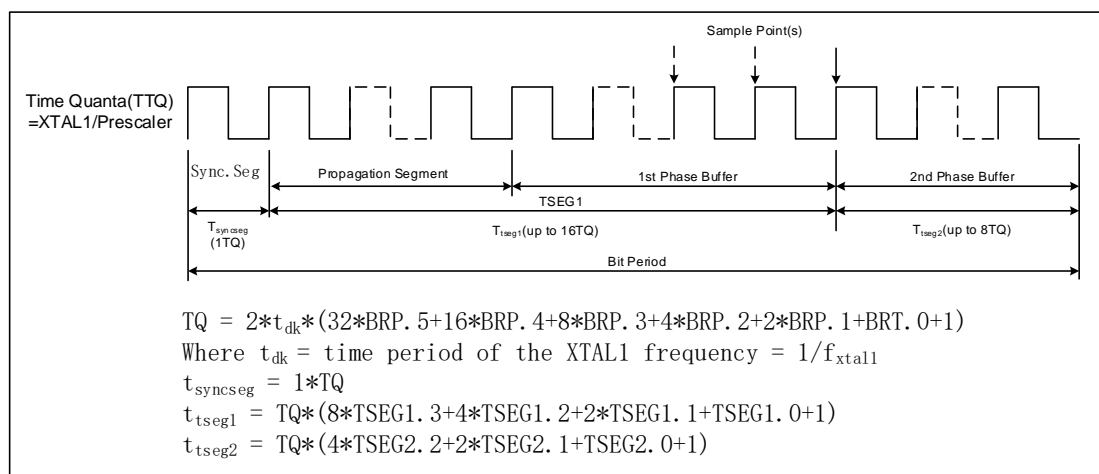


图 6-56 波特率设置示意图

## 错误处理

CAN 模块包括两个错误计数器：接收错误计数器 RXERR 和发送错误计数器 TXERR。当发生接收错误或是发送错误时，相应的寄存器会加 1；当成功接收或是成功发送，相应的寄存器会减 1。

位错误、格式错误、填充错误或是其他错误，可以通过错误代码捕捉寄存器 ECC 查询。

错误报警限制寄存器 EWLIM 设置的是发生错误(接收或是发送)的最大次数，默认值是 96。当发送错误计数器或是接收错误计数器超过错误报警限制寄存器设置的值时，错误状态寄存器(SR.ERRWARN = 1)置 1，如果错误中断使能(IE.ERRWARN = 1)，产生错误中断(IF.ERRWARN = 1)。

如果任何一个错误计数器超过 127 是，CAN 进入错误主动状态，如果主动错误中断使能(IE.ERRPASS = 1)，产生错误主动中断(IF.ERRPASS = 1)。

如果错误计数器超过了 255，总线状态位(SR.7)会被置 1，总线关闭，CAN 就会进入复位模式。当清除控制寄存器的复位模式(CR.0)，CAN 退出复位模式。

## 睡眠模式

CAN 可以工作在低功耗的睡眠模式。通过设置控制寄存器 CR.SLEEP = 1，进入睡眠模式。

唤醒睡眠模式可以通过以下三种方式：

- 总线上有活动。
- 配置睡眠中断使能，触发睡眠唤醒中断。
- 清除睡眠位 (CR.SLEEP = 0)。

如果是总线上有活动唤醒睡眠模式，CAN 直到检测到总线空闲，并且接收到 11bit 后，才接受报文。在复位模式下，CAN 不能进入睡眠模式。

## 仅听模式

配置 CR.LOM = 1，进入仅听模式。(至少需要三个节点)。

CAN 工作在仅听模式，只接收数据，不发送数据。即使接收成功，也不发送应答位。

## 初始化和配置

### 初始化

- 配置中断使能寄存器
- 选择单/双过滤模式和复位模式
- 配置验收寄存器(ACR0—ACR3) 和验收屏蔽寄存器(AMR0—AMR3)
- 配置总线定时寄存器 0(BTR0)和 1(BTR1),设置波特率
- 配置 CR 寄存器，退出复位模式

#### 设置发送数据

- 查看发送 buffer 状态位, SR. TXBR
- 如果可以写入新的报文发送, 在发送 buffer 中写入数据 (配置寄存器 INFO, DATA0—DATA11)
- 配置命令寄存器 CMD, 设置 CMD. TXREQ, 发送数据请求, 或 CMD. SRR, 自接收请求

#### 设置接收数据

- 查看接收中断状态 IF. RXDA (使能接收中断)或是接收 buffer 状态寄存器 SR. RXDA
- 当读取接收 buffer 里的数据后(寄存器 INFO, DATA0—DATA11), 将 CMD. RRB 置 1, 释放接收 FIFO。

**6.16.4 寄存器映射**

名称	偏移	类型	复位值	描述
<b>CAN</b> BASE: 0x40030000				
CR	0x00	R/W	0x01	控制寄存器
CMD	0x04	WO	0x00	命令寄存器
SR	0x08	RO	0x3C	状态寄存器
IF	0x0C	RC	0x00	中断标志寄存器
IE	0x10	R/W	0x00	中断使能寄存器
BT0	0x18	R/W	0x00	总线定时器 0
BT1	0x1C	R/W	0x00	总线定时器 1
ALC	0x2C	RO	0x00	仲裁丢失捕捉
ECC	0x30	RO	0x00	错误代码捕捉
EWLIM	0x34	RW	0x60	错误报警限制
RXERR	0x38	RO	0x00	接收错误计数
TXERR	0x3C	RO	0x00	发送错误计数
ACR0	0x40	RO	0x00	验收码寄存器 0
ACR1	0x44	RO	0x00	验收码寄存器 1
ACR2	0x48	RO	0x00	验收码寄存器 2
ACR3	0x4C	RO	0x00	验收码寄存器 3
AMR0	0x50	RO	0x00	验收屏蔽寄存器 0
AMR1	0x54	RO	0x00	验收屏蔽寄存器 1
AMR2	0x58	RO	0x00	验收屏蔽寄存器 2
AMR3	0x5C	RO	0x00	验收屏蔽寄存器 3
INFO	0x40	RO	0x00	帧格式
DATA0	0x44	WO	0x00	数据 0 寄存器
DATA1	0x48	WO	0x00	数据 1 寄存器
DATA2	0x4C	WO	0x00	数据 2 寄存器
DATA3	0x50	WO	0x00	数据 3 寄存器
DATA4	0x54	WO	0x00	数据 4 寄存器
DATA5	0x58	WO	0x00	数据 5 寄存器
DATA6	0x5C	WO	0x00	数据 6 寄存器
DATA7	0x60	WO	0x00	数据 7 寄存器
DATA8	0x64	WO	0x00	数据 8 寄存器
DATA9	0x68	WO	0x00	数据 9 寄存器
DATA10	0x6C	WO	0x00	数据 10 寄存器
DATA11	0x70	WO	0x00	数据 11 寄存器
RMCNT	0x74	R/W	0x00	接收数据计数寄存器
TXRINFO	0x180	RO	0x00	读取发送帧格式寄存器
TXRDATA0	0x184	RO	0x00	读取发送数据 0 寄存器

TXRDATA1	0x188	RO	0x00	读取发送数据 1 寄存器
TXRDATA2	0x18C	RO	0x00	读取发送数据 2 寄存器
TXRDATA3	0x190	RO	0x00	读取发送数据 3 寄存器
TXRDATA4	0x194	RO	0x00	读取发送数据 4 寄存器
TXRDATA5	0x198	RO	0x00	读取发送数据 5 寄存器
TXRDATA6	0x19C	RO	0x00	读取发送数据 6 寄存器
TXRDATA7	0x1A0	RO	0x00	读取发送数据 7 寄存器
TXRDATA8	0x1A4	RO	0x00	读取发送数据 8 寄存器
TXRDATA9	0x1A8	RO	0x00	读取发送数据 9 寄存器
TXRDATA10	0x1AC	RO	0x00	读取发送数据 10 寄存器
TXRDATA11	0x1B0	RO	0x00	读取发送数据 11 寄存器

## 6.16.5 寄存器描述

### 控制寄存器 CR

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
CR	0x00	R/W	0x01	控制寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-		DMAEN	SLEEP	AFM	STM	LOM	RST

位域	名称	描述
31:6	-	-
4	SLEEP	1: 进入睡眠模式, 有总线活动或中断时唤醒并自动清零此位 0: 正常模式
3	AFM	1: 单个验收滤波器 (32 位) 0: 两个验收滤波器 (16 位)
2	STM	1: 自测模式, 即使没有应答, CAN 控制器也可以成功发送 0: 正常模式
1	LOM	1: 仅听模式 0: 正常模式
0	RST	1: 复位模式 0: 正常模式

注: CR.SLEEP 只能在正常模式下写; CR[3: 1] 在正常模式和复位模式下都可以写

命令寄存器 CMD

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
CMD	0x04	WO	0x00	命令寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-			SRR	CLROV	RRB	ABTTX	TXREQ

位域	名称	描述
31: 5	-	-
4	SRR	1: 自测模式下, 自接收请求, 数据可以同时发送和接收
3	CLROV	1: 清除数据溢出状态位
2	RRB	1: 释放接收缓冲
1	ABTTX	1: 取消下一个发送请求
0	TXREQ	1: 工作模式下, 发送数据请求

**状态寄存器 SR**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
SR	0x08	RO	0x3C	状态寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
BUSOFF	ERR	TXBUSY	RXBUSY	TXDONE	TXRDY	RXOV	RXDA

位域	名称	描述
31: 8	-	-
7	BUSOFF	1: CAN 控制器处于总线关闭状态, 没有参与到总线活动 0: CAN 控制器处于总线开启状态, 参与总线活动
6	ERR	1: 至少一个错误计数器达到 Warning Limit 0: 错误计数器的值小于错误限制寄存器设置的值
5	TXBUSY	1: 正在发送报文 0: 空闲
4	RXBUSY	1: 正在接收报文 0: 空闲
3	TXDONE	1: 上一个报文发送成功完成 0: 上一次的报文没有成功发送
2	TXRDY	1: 可以写入新的报文发送 0: 正在处理前面的发送, 现在不能写新的报文
1	RXOV	1: 数据溢出。在接收 FIFO 里没有足够的空间导致数据的丢失 0: 上一次写入清除数据溢出命令后, 没有数据溢出
0	RXDA	1: 接收 buffer 满。 0: 接收 buffer 空。没有可读数据

**中断状态寄存器 IF**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
IF	0x0C	RC	0x00	中断标志寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
BUSERR	ARBLOST	ERRPASS	WKUP	RXOV	ERR	TXRDY	RXDA

位域	名称	描述
31: 8	-	-
7	BUSERR	CAN 控制器检测到总线错误 1: 中断已产生 0: 中断未产生
6	ARBLOST	CAN 控制器丢失仲裁变成接收方 1: 中断已产生 0: 中断未产生
5	ERRPASS	从被动错误进入主动错误, 或是至少一个错误计数器超过 127 1: 中断已产生 0: 中断未产生
4	WKUP	在睡眠模式下的 CAN 控制器检测到总线活动 1: 中断已产生 0: 中断未产生
3	RXOV	接收溢出 1: 中断已产生 0: 中断未产生
2	ERR	发送错误 (SR.ERR 或 SR.BUSOFF 0-to-1 或 1-to-0) 1: 中断已产生 0: 中断未产生
1	TXRDY	发送完成 1: 中断已产生 0: 中断未产生
0	RXDA	接收完成 1: 中断已产生 0: 中断未产生

注: IF.RXDA 清除通过写 CMD RRB = 1 清除。

**中断使能寄存器 IE**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
IE	0x10	R/W	0x00	中断使能寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
BUSERR	ARBLOST	ERRPASS	WKUP	RXOV	ERR	TXRDY	RXDA

位域	名称	描述
31: 8	-	-
7	BUSERR	总线错误使能 1: 使能 0: 禁能
6	ARBLOST	丢失仲裁使能 1: 使能 0: 禁能
5	ERRPASS	主动错误使能 1: 使能 0: 禁能
4	WKUP	睡眠唤醒使能 1: 使能 0: 禁能
3	RXOV	接收报文溢出使能 1: 使能 0: 禁能
2	ERR	错误使能 1: 使能 0: 禁能
1	TXRDY	报文发送完成使能 1: 使能 0: 禁能
0	RXDA	报文成功接收使能 1: 使能 0: 禁能

**总线定时器 BT0**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
BT0	0x18	R/W	0x00	总线定时器 0

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
SJW		BRP					

位域	名称	描述
31:8	-	-
7:6	SJW	同步跳变宽度
5:0	BRP	波特率设置 CAN 时间单位=2* $T_{sysclk}$ *(BRP+1)

**总线定时器 BT1**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
BT1	0x1C	R/W	0x00	总线定时器 1

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
SAM	TSEG2			TSEG1			

位域	名称	描述
31:8	-	-
7	SAM	采样次数 0: 1 次 1: 3 次
6:4	TSEG2	$t\_tseg2 = \text{CAN 时间单位} * (\text{TSEG2}+1)$
3:0	TSEG1	$t\_tseg1 = \text{CAN 时间单位} * (\text{TSEG1}+1)$

**仲裁丢失捕捉寄存器 ALC**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
ALC	0x2C	RO	0x00	仲裁丢失捕捉

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-				ERR_Code			

位域	名称	描述
31:5	-	-
4: 0	ERR_Code	详见下表

ALC[4: 0]	十进制值	功能
00000	00	仲裁丢失在识别码的 bit1(ID.28)
00001	01	仲裁丢失在识别码的 bit2(ID.27)
00010	02	仲裁丢失在识别码的 bit3(ID.26)
00011	03	仲裁丢失在识别码的 bit4(ID.25)
00100	04	仲裁丢失在识别码的 bit5(ID.24)
00101	05	仲裁丢失在识别码的 bit6(ID.23)
00110	06	仲裁丢失在识别码的 bit7(ID.22)
00111	07	仲裁丢失在识别码的 bit8(ID.21)
01000	08	仲裁丢失在识别码的 bit9(ID.20)
01001	09	仲裁丢失在识别码的 bit10(ID.19)
01010	10	仲裁丢失在识别码的 bit11(ID.18)
01011	11	仲裁丢失在 SRTR 位
01100	12	仲裁丢失在 IDE 位
01101	13	仲裁丢失在识别码的 bit12(ID.17), 只存在扩展帧格式
01110	14	仲裁丢失在识别码的 bit13(ID.16), 只存在扩展帧格式
01111	15	仲裁丢失在识别码的 bit14(ID.15), 只存在扩展帧格式
10000	16	仲裁丢失在识别码的 bit15(ID.14), 只存在扩展帧格式
10001	17	仲裁丢失在识别码的 bit16(ID.13), 只存在扩展帧格式
10010	18	仲裁丢失在识别码的 bit17(ID.12), 只存在扩展帧格式
10011	19	仲裁丢失在识别码的 bit18(ID.11), 只存在扩展帧格式
10100	20	仲裁丢失在识别码的 bit19(ID.10), 只存在扩展帧格式

10101	21	仲裁丢失在识别码的 bit20(ID. 9) , 只存在扩展帧格式
10110	22	仲裁丢失在识别码的 bit21(ID. 8) , 只存在扩展帧格式
10111	23	仲裁丢失在识别码的 bit22(ID. 7) , 只存在扩展帧格式
11000	24	仲裁丢失在识别码的 bit23(ID. 6) , 只存在扩展帧格式
11001	25	仲裁丢失在识别码的 bit24(ID. 5) , 只存在扩展帧格式
11010	26	仲裁丢失在识别码的 bit25(ID. 4) , 只存在扩展帧格式
11011	27	仲裁丢失在识别码的 bit26(ID. 3) , 只存在扩展帧格式
11100	28	仲裁丢失在识别码的 bit27(ID. 2) , 只存在扩展帧格式
11101	29	仲裁丢失在识别码的 bit28(ID. 1) , 只存在扩展帧格式
11110	30	仲裁丢失在识别码的 bit29(ID. 0) , 只存在扩展帧格式
11111	31	仲裁丢失在 RTR 位, 只存在扩展帧格式

**错误代码 ECC**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
ECC	0x30	RO	0x00	错误代码捕捉

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
ERRCODE		DIR		SEGCODE			

位域	名称	描述
31:8	-	-
7:6	ERRCODE	错误代码： 0 位错误 1 格式错误 2 填充错误 3 其它错误
5	DIR	0 发送时发生错误 1 接收时发生错误
4:0	SEGCODE	发生错误 见下表

ECC[4: 0]	十进制值	功能
00000	00	-
00001	01	-
00010	02	ID28—ID21
00011	03	帧开始
00100	04	SRTR 位
00101	05	IDE 位
00110	06	ID20—ID18
00111	07	ID17—ID13
01000	08	CRC 序列
01001	09	保留位 0
01010	10	数据区
01011	11	数据长度代码
01100	12	RTR 位
01101	13	保留位 1

01110	14	ID.4 – ID.0
01111	15	ID.12 – ID.5
10000	16	-
10001	17	积极错误标志
10010	18	-
10011	19	支配（控制）位误差
10100	20	-
10101	21	-
10110	22	消极错误标志
10111	23	错误定义符
11000	24	CRC 定义符
11001	25	应答通道
11010	26	帧结束
11011	27	应答定义符
11100	28	溢出标志

**错误报警限制 EWLIM**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
EWLIM	0x34	RW	0x60	错误报警限制

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
EWLIM							

位域	名称	描述
31:8	-	-
7:0	EWLIM	注意：在复位模式下可读可写 在正常模式下只读

**接收错误计数器 RXERR**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
RXERR	0x38	RO	0x00	接收错误计数

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
ERRCNT							

位域	名称	描述
31:8	-	-
7:0	ERRCNT	当前接收错误计数器的值 注意：在复位模式下可读可写 在正常模式下只读

**发送错误计数器 TXERR**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
TXERR	0x3C	RO	0x00	发送错误计数

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
ERRCNT							

位域	名称	描述
31:8	-	-
7:0	ERRCNT	发送错误计数器当前值 注意：在复位模式下可读可写 在正常模式下只读

帧信息寄存器 INFO

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
INFO	0x40	RO	0x00	帧格式

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
FF	RTR	-		DLC			

位域	名称	描述
31:8	-	-
7	FF	帧格式 0 标准帧格式 1 扩展帧格式
6	RTR	帧格式 1 远程帧 0 数据帧
5:4	-	-
3:0	DLC	数据长度

<标准帧格式>数据寄存器 0 DATA0

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
DATA0	0x44	WO	0x00	数据 0 寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
ID							

位域	名称	描述
31:8	-	-
7:0	ID	标识符 ID[28: 21]

<标准帧格式>数据寄存器 1 DATA1

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
DATA1	0x48	WO	0x00	数据 1 寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
ID				-			

位域	名称	描述
31:8	-	-
7:5	ID	标识符 ID[20: 18]
4:0	-	-

<标准帧格式>数据寄存器 2 DATA2

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
DATA2	0x4C	WO	0x00	数据 2 寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
DATA							

位域	名称	描述
31:8	-	-
7:0	DATA	数据字节 0

<标准帧格式>数据寄存器 3 DATA3

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
DATA3	0x50	WO	0x00	数据 3 寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
DATA							

位域	名称	描述
31:8	-	-
7:0	DATA	数据字节 1

**<标准帧格式>数据寄存器 4 DATA4**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
DATA4	0x54	WO	0x00	数据 4 寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
DATA							

位域	名称	描述
31:8	-	-
7:0	DATA	数据字节 2

<标准帧格式>数据寄存器 5 DATA5

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
DATA5	0x58	WO	0x00	数据 5 寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
DATA							

位域	名称	描述
31:8	-	-
7:0	DATA	数据字节 3

<标准帧格式>数据寄存器 6 DATA6

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
DATA6	0x5C	WO	0x00	数据 6 寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
DATA							

位域	名称	描述
31:8	-	-
7:0	DATA	数据字节 4

<标准帧格式>数据寄存器 7 DATA7

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
DATA7	0x60	WO	0x00	数据 7 寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
DATA							

位域	名称	描述
31:8	-	-
7:0	DATA	数据字节 5

**<标准帧格式>数据寄存器 8 DATA8**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
DATA8	0x64	WO	0x00	数据 8 寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
DATA							

位域	名称	描述
31:8	-	-
7:0	DATA	数据字节 6

**<标准帧格式>数据寄存器 9 DATA9**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
DATA9	0x68	WO	0x00	数据 9 寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
DATA							

位域	名称	描述
31:8	-	-
7:0	DATA	数据字节 7

**<扩展帧格式>数据寄存器 0 DATA0**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
DATA0	0x44	WO	0x00	数据 0 寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
ID							

位域	名称	描述
31:8	-	-
7:0	ID	标识符 ID[28: 21]

**<扩展帧格式>数据寄存器 1 DATA1**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
DATA1	0x48	WO	0x00	数据 1 寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
ID							

位域	名称	描述
31:8	-	-
7:0	ID	标识符 ID[20: 13]

**<扩展帧格式>数据寄存器 2 DATA2**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
DATA2	0x4C	WO	0x00	数据 2 寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
ID							

位域	名称	描述
31:8	-	-
7:0	ID	标识符 ID[12: 5]

<扩展帧格式>数据寄存器 3 DATA3

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
DATA3	0x50	WO	0x00	数据 3 寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
ID					-		

位域	名称	描述
31:8	-	-
7:3	ID	标识符 ID[4: 0]
2:0	-	-

<扩展帧格式>数据寄存器 4 DATA4

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
DATA4	0x54	WO	0x00	数据 4 寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
DATA							

位域	名称	描述
31:8	-	-
7:0	DATA	数据字节 0

**<扩展帧格式>数据寄存器 5 DATA5**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
DATA5	0x58	WO	0x00	数据 5 寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
DATA							

位域	名称	描述
31:8	-	-
7:0	DATA	数据字节 1

<扩展帧格式>数据寄存器 6 DATA6

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
DATA6	0x5C	WO	0x00	数据 6 寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
DATA							

位域	名称	描述
31:8	-	-
7:0	DATA	数据字节 2

<扩展帧格式>数据寄存器 7 DATA7

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
DATA7	0x60	WO	0x00	数据 7 寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
DATA							

位域	名称	描述
31:8	-	-
7:0	DATA	数据字节 3

**<扩展帧格式>数据寄存器 8 DATA8**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
DATA8	0x64	WO	0x00	数据 8 寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
DATA							

位域	名称	描述
31:8	-	-
7:0	DATA	数据字节 4

<扩展帧格式>数据寄存器 9 DATA9

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
DATA9	0x68	WO	0x00	数据 9 寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
DATA							

位域	名称	描述
31:8	-	-
7:0	DATA	数据字节 5

<扩展帧格式>数据寄存器 10 DATA10

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
DATA10	0x6C	WO	0x00	数据 10 寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
DATA							

位域	名称	描述
31:8	-	-
7:0	DATA	数据字节 6

**<扩展帧格式>数据寄存器 11 DATA11**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
DATA11	0x70	WO	0x00	数据 11 寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
DATA							

位域	名称	描述
31:8	-	-
7:0	DATA	数据字节 7

接收报文数目寄存器 RMCNT

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
RMCNT	0x74	R/W	0x00	接收数据计数寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-				RMC			

位域	名称	描述
31:5	-	-
4:0	RMC	每次接收到报文数目加 1, 释放接收缓冲数目减 1

**读取发送帧信息寄存器 TXRDINFO**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
TXRDINFO	0x180	RO	0x00	读取发送帧格式寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
FF	RTR	-		DLC			

位域	名称	描述
31:8	-	-
7	FF	帧格式 0 标准帧格式 1 扩展帧格式
6	RTR	帧格式 1 远程帧 0 数据帧
5:4	-	-
3:0	DLC	数据长度

**<标准帧格式>读取发送数据寄存器 0 TXRDATA0**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
TXRDATA0	0x184	RO	0x00	读取发送数据 0 寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
ID							

位域	名称	描述
31:8	-	-
7:0	ID	标识符 ID[28: 21]

**<标准帧格式>读取发送数据寄存器 1 TXRDATA 1**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
TXRDATA1	0x188	RO	0x00	读取发送数据 1 寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
ID				-			

位域	名称	描述
31:8	-	-
7:5	ID	标识符 ID[20: 18]
4:0	-	-

**<标准帧格式>读取发送数据寄存器 2 TXRDATA 2**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
TXRDATA2	0x18C	RO	0x00	读取发送数据 2 寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
DATA							

位域	名称	描述
31:8	-	-
7:0	DATA	数据字节 0

<标准帧格式>读取发送数据寄存器 3 TXRDATA 3

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
TXRDATA3	0x190	RO	0x00	读取发送数据 3 寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
DATA							

位域	名称	描述
31:8	-	-
7:0	DATA	数据字节 1

<标准帧格式>读取发送数据寄存器 4 TXRDATA 4

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
TXRDATA4	0x194	RO	0x00	读取发送数据 4 寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
DATA							

位域	名称	描述
31:8	-	-
7:0	DATA	数据字节 2

**<标准帧格式>读取发送数据寄存器 5 TXRDATA 5**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
TXRDATA5	0x198	RO	0x00	读取发送数据 5 寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
DATA							

位域	名称	描述
31:8	-	-
7:0	DATA	数据字节 3

**<标准帧格式>读取发送数据寄存器 6 TXRDATA 6**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
TXRDATA6	0x19C	RO	0x00	读取发送数据 6 寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
DATA							

位域	名称	描述
31:8	-	-
7:0	DATA	数据字节 4

**<标准帧格式>读取发送数据寄存器 7 TXRDATA 7**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
TXRDATA7	0x1A0	RO	0x00	读取发送数据 7 寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
DATA							

位域	名称	描述
31:8	-	-
7:0	DATA	数据字节 5

**<标准帧格式>读取发送数据寄存器 8 TXRDATA 8**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
TXRDATA8	0x1A4	RO	0x00	读取发送数据 8 寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
DATA							

位域	名称	描述
31:8	-	-
7:0	DATA	数据字节 6

**<标准帧格式>读取发送数据寄存器 9 TXRDATA 9**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
TXRDATA9	0x1A8	RO	0x00	读取发送数据 9 寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
DATA							

位域	名称	描述
31:8	-	-
7:0	DATA	数据字节 7

**<扩展帧格式>读取发送数据寄存器 0 TXRDATA0**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
TXRDATA0	0x184	RO	0x00	读取发送数据 0 寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
ID							

位域	名称	描述
31:8	-	-
7:0	ID	标识符 ID[28: 21]

**<扩展帧格式>读取发送数据寄存器 1 TXRDATA1**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
TXRDATA1	0x188	RO	0x00	读取发送数据 1 寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
ID							

位域	名称	描述
31:8	-	-
7:0	ID	标识符 ID[20: 13]

**<扩展帧格式>读取发送数据寄存器 2 TXRDATA2**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
TXRDATA2	0x18C	RO	0x00	读取发送数据 2 寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
ID							

位域	名称	描述
31:8	-	-
7:0	ID	标识符 ID[12: 5]

**<扩展帧格式>读取发送数据寄存器 3 TXRDATA3**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
TXRDATA3	0x190	RO	0x00	读取发送数据 3 寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
ID					-		

位域	名称	描述
31:8	-	-
7:3	ID	标识符 ID[4: 0]
2:0	-	-

**<扩展帧格式>读取发送数据寄存器 4 TXRDATA4**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
TXRDATA4	0x194	RO	0x00	读取发送数据 4 寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
DATA							

位域	名称	描述
31:8	-	-
7:0	DATA	数据字节 0

**<扩展帧格式>读取发送数据寄存器 5 TXRDATA5**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
TXRDATA5	0x198	RO	0x00	读取发送数据 5 寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
DATA							

位域	名称	描述
31:8	-	-
7:0	DATA	数据字节 1

<扩展帧格式>读取发送数据寄存器 6 TXRDATA6

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
TXRDATA6	0x19C	RO	0x00	读取发送数据 6 寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
DATA							

位域	名称	描述
31:8	-	-
7:0	DATA	数据字节 2

<扩展帧格式>读取发送数据寄存器 7 TXRDATA7

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
TXRDATA7	0x1A0	RO	0x00	读取发送数据 7 寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
DATA							

位域	名称	描述
31:8	-	-
7:0	DATA	数据字节 3

<扩展帧格式>读取发送数据寄存器 8 TXRDATA8

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
TXRDATA8	0x1A4	RO	0x00	读取发送数据 8 寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
DATA							

位域	名称	描述
31:8	-	-
7:0	DATA	数据字节 4

**<扩展帧格式>读取发送数据寄存器 9 TXRDATA9**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
TXRDATA9	0x1A8	RO	0x00	读取发送数据 9 寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
DATA							

位域	名称	描述
31:8	-	-
7:0	DATA	数据字节 5

**<扩展帧格式>读取发送数据寄存器 10 TXRDATA10**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
TXRDATA10	0x1AC	RO	0x00	读取发送数据 10 寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
DATA							

位域	名称	描述
31:8	-	-
7:0	DATA	数据字节 6

**<扩展帧格式>读取发送数据寄存器 11 TXRDATA11**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
TXRDATA11	0x1B0	RO	0x00	读取发送数据 11 寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
DATA							

位域	名称	描述
31:8	-	-
7:0	DATA	数据字节 7

**验收码寄存器 ACR**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
ACR0	0x40	RO	0x00	验收码寄存器 0

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
ACR1	0x44	RO	0x00	验收码寄存器 1

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
ACR2	0x48	RO	0x00	验收码寄存器 2

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
ACR3	0x4C	RO	0x00	验收码寄存器 3

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
IDx							

位域	名称	描述
31:8	-	-
7:0	IDx	验收码

**验收屏蔽器 AMR**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
AMR0	0x50	RO	0x00	验收屏蔽寄存器 0

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
AMR1	0x54	RO	0x00	验收屏蔽寄存器 1

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
AMR2	0x58	RO	0x00	验收屏蔽寄存器 2

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
AMR3	0x5C	RO	0x00	验收屏蔽寄存器 3

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
IDx							

位域	名称	描述
31:8	-	-
7:0	IDx	验收屏蔽 1: 不屏蔽 0: 屏蔽

## 6.17 实时时钟（RTC）

### 6.17.1 概述

使用前需使能 RTC 模块时钟。RTC 控制器用于提供给用户实时的时间信息与日期信息。

### 6.17.2 特性

- 可自由设置日期（年、月、周、日）和时间（时、分、秒）
- 可自由设置闹钟（周、时、分、秒）
- 自动识别当前设置年份是否为闰年
- 支持 RTC 时钟校正功能
- 支持 RTC 中断从 SLEEP 模式下唤醒芯片

### 6.17.3 模块结构框图

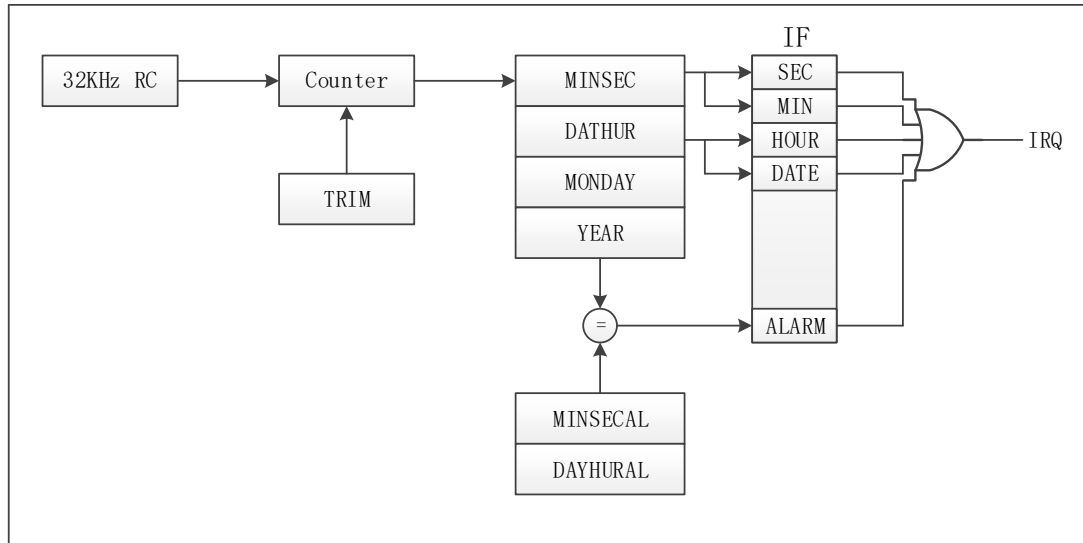


图 6-57 RTC 模块结构框图

## 6.17.4 功能描述

使用 RTC 前，需进行如下操作：

- 通过寄存器 EN 禁能 RTC；
- 读取配置状态寄存器 CFGABLE, 当该寄存器 = 1 时, 分别通过寄存器 MINSEC、DATHUR、MONDAY、YEAR 配置 RTC 的初始计数值，通过寄存器 MINSECAL、DATHURAL 设置 RTC 闹钟时间；
- 通过寄存器 LOAD 加载各项初始值；
- 用户根据需要，通过寄存器 IE 使能天/时/分/秒等中断或闹钟中断；
- 通过寄存器 EN 使能 RTC；
- 若使能了天/时/分/秒等中断，计数到规定时间后进入中断；若使能了闹钟中断，计数到闹钟设定时间后将芯片从休眠状态唤醒（进入闹钟中断前芯片需处于休眠状态）。

唤醒休眠相关配置流程参见 SYSCON 模块的“休眠与唤醒设置”章节。

### 备份寄存器

在 SYSCON 模块中，提供了 8 个 32 位 RTC 电源域备份寄存器，用于存储数据，RTC 电源域备份寄存器处在备份域，由于此芯片 RTC 没有单独额外供电，当系统在待机模式下被唤醒，或系统复位时，该寄存器不会被复位；只有在断电复位时，该寄存器才会复位。使用流程如下所示：

- 确认 RCLF（32KHz 时钟）为使能状态
- 配置 PxWKEN 寄存器指定位，使能相应端口对应位唤醒功能
- SLEEP 寄存器 BIT[0] = 1 后，芯片进入睡眠模式
- 当配置端口对应位产生下降沿时，芯片被唤醒，继续执行程序
- 唤醒后，端口对应 PxWKSr 寄存器对应位被至 1，可通过对该位写 1 进行清除（该位对进入休眠无影响）

注：内部的 NVIC\_RESET 对 RTC 域没有影响

### 时钟源

RTC 时钟不可配，固定为 32K 内部 RC 时钟，使用时需使能 RCLF（32KHz 时钟）。

### 功耗模式

浅睡眠模式下，可使用 RTC 进行唤醒操作。流程如下：

- 使能 CLKEN 寄存器 RTCBKP 位，使能 RTCBKP 单元时钟
- 开启 32K 低频振荡器
- 配置 RTC 中断时间并使能
- 配置 RTC\_WK\_CON 寄存器，使能 RTC 唤醒功能
- SLEEP 寄存器 SLEEP 位置 1，进入浅睡眠模式
- 当 RTC 计数到达配置时间时，芯片被唤醒，继续执行程序

- 可将时钟切换至原来的时钟

**6.17.5 寄存器映射**

名称	偏移	类型	复位值	描述
<b>RTC</b>				
<b>BASE: 0x4001B000</b>				
<b>MINSEC</b>	0x00	R/W	0x00	分秒计数寄存器
<b>DATHUR</b>	0x04	R/W	0x20	日时计数寄存器
<b>MONDAY</b>	0x08	R/W	0x08	月周计数寄存器
<b>YEAR</b>	0x0C	R/W	0x7df	年计数寄存器
<b>MINSECAL</b>	0x10	R/W	0x00	分秒闹铃设置寄存器
<b>DAYHURAL</b>	0x14	R/W	0x00	周时闹铃设置寄存器
<b>LOAD</b>	0x18	R/W, AC	0x00	初始化计数器
<b>IE</b>	0x1C	R/W	0x00	中断使能寄存器
<b>IF</b>	0x20	R/W, W1C	0x00	中断状态寄存器
<b>EN</b>	0x24	R/W	0x01	RTC 使能寄存器
<b>CFGABLE</b>	0x28	RO	0x00	配置状态寄存器

### 6.17.6 寄存器描述

#### 分秒计数寄存器 MINSEC

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
MINSEC	0x00	R/W	0x00	分秒计数寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-				MIN			
7	6	5	4	3	2	1	0
MIN		SEC					

位域	名称	描述
31:12	-	-
11:6	MIN	计时器分钟计数
5:0	SEC	计时器秒计数

**日时计数寄存器 DATHUR**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
DATHUR	0x04	R/W	0x20	日时计数寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-						DATE	
7	6	5	4	3	2	1	0
DATE				HOUR			

位域	名称	描述
31:10	-	-
9:5	DATE	计时器天计数
4:0	HOUR	计时器小时计数

**月周计数寄存器 MONDAY**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
MONDAY	0x08	R/W	0x08	月周计数寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-	MON				DAY		

位域	名称	描述
31:7	-	-
6:3	MON	计时器月计数
2:0	DAY	计时器周计数 000: 周日 001: 周一 010: 周二 011: 周三 100: 周四 101: 周五 110: 周六

年计数寄存器 YEA

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
YEAR	0x0C	R/W	0x7df	年计数寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-				YEAR			
7	6	5	4	3	2	1	0
YEAR							

位域	名称	描述
31:12	-	-
11:0	YEAR	计时器年计数。支持 1901-2199

**分秒闹铃设置寄存器 MINSECAL**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
MINSECAL	0x10	R/W	0x00	分秒闹铃设置寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-				MIN			
7	6	5	4	3	2	1	0
MIN		SEC					

位域	名称	描述
31:12	-	-
11:6	MIN	定时器分钟设置
5:0	SEC	定时器秒设置

**周时闹铃设置寄存器 DATHURAL**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
DAYHURAL	0x14	R/W	0x00	周时闹铃设置寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-				SAT	FRI	THU	WED
7	6	5	4	3	2	1	0
TUE	MON	SUN	HOUR				

位域	名称	描述
31:12	-	-
11	SAT	定时器周设置,设置为周六
10	FRI	定时器周设置,设置为周五
9	THU	定时器周设置,设置为周四
8	WED	定时器周设置,设置为周三
7	TUE	定时器周设置,设置为周二
6	MON	定时器周设置,设置为周一
5	SUN	定时器周设置,设置为周日
4:0	HOUR	定时器小时设置

**初始化寄存器 LOAD**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
LOAD	0x18	R/W, AC	0x00	初始化计数器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-						Load_alarm	LOAD

位域	名称	描述
31:1	-	-
1	Load_alarm	闹钟设置值生效, 1 有效 R/W, AC
0	LOAD	将设置的 MINSEC、DATHUR、MONDAY 和 YEAR 装载到相关计数器, 持续到 RTC 时钟的上升沿来临, 自动清零, R/W

**中断使能寄存器 IE**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
IE	0x1C	R/W	0x00	中断使能寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-			ALARM	DATE	HOUR	MIN	SEC

位域	名称	描述
31:5	-	-
4	ALARM	闹钟中断使能
3	DATE	天中断使能
2	HOUR	小时中断使能
1	MIN	分钟中断使能
0	SEC	秒中断使能

**中断标志寄存器 IF**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
IF	0x20	R/W, W1C	0x00	中断标志寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-			ALARM	DATE	HOUR	MIN	SEC

位域	名称	描述
31:5	-	-
4	ALARM	闹钟中断状态，写 1 清零
3	DATE	天中断状态，写 1 清零
2	HOUR	小时中断状态，写 1 清零
1	MIN	分钟中断状态，写 1 清零
0	SEC	秒中断状态，写 1 清零

RTC 使能寄存器 EN

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
EN	0x24	R/W	0x01	RTC 使能寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-							EN

位域	名称	描述
31:1	-	-
0	EN	RTC 使能

**配置状态寄存器 CFGABLE**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
CFGABLE	0x28	RO	0x00	配置状态寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-							CFGABLE

位域	名称	描述
31:1	-	-
0	CFGABLE	寄存器可配置指示。 如果需要更改 RTC 的寄存器时，必须先查询此寄存器，当 CFGABLE 为 1 时，尽快配置完所有的寄存器（IE 和 IF 的配置不需要看这一位）

## 6.18 CRC 计算单元 (CRC)

### 6.18.1 概述

SWM320 系列所有型号 CRC 模块操作均相同，主要应用于核实数据传输或者数据存储的正确性和完整性，使用前需使能 CRC 模块时钟。

CRC 模块分为 CRC-32 和 CRC-16 两个算法。使用 CRC-32 多项式进行计算时，输入数据有效位宽可选择为 32Bit、16Bit、8Bit，使用 CRC-16 多项式进行计算时，输入数据有效位宽可选择 16Bit、8Bit。

### 6.18.2 特性

- 支持 CRC-32 码多项式

生成多项式： $X^{32}+X^{26}+X^{23}+X^{22}+X^{16}+X^{12}+X^{11}+X^{10}+X^8+X^7+X^5+X^4+X^2+X+1$

- 支持 CRC-16 码多项式

生成多项式： $X^{16}+X^{12}+X^5+1$

- 支持输出结果设置，包括翻转、取反
- 支持初始值自定义

### 6.18.3 模块结构框图

CRC 循环冗余检验结构框图如下图所示：

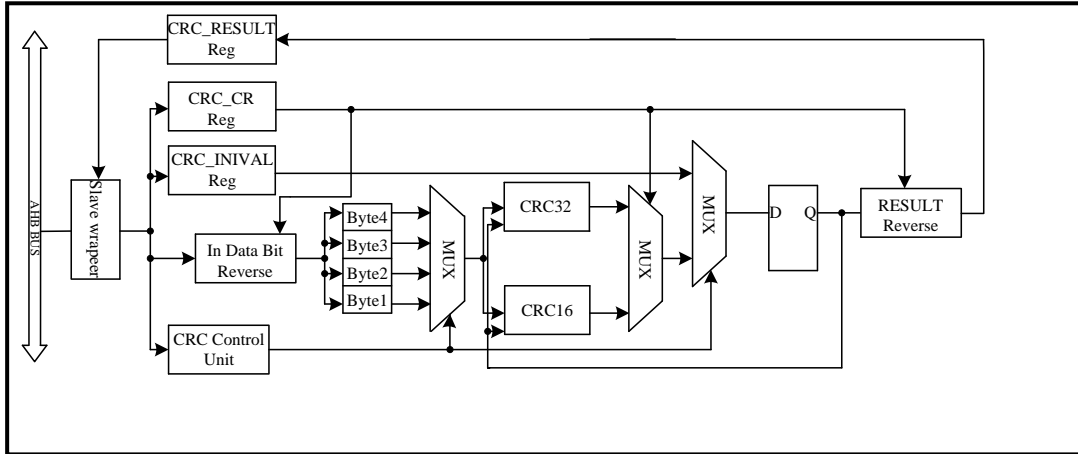


图 6-58 CRC 结构框图

## 6.18.4 功能描述

### 计算步骤

- 根据需求，通过 CR 寄存器选择 CRC 算法、输入数据有效位宽、输出结果
- 根据需求，通过 INIVAL 寄存器设置 CRC 初始值
- 通过 CR 寄存器使能 CRC 计算
- 通过 DATAIN 寄存器向 CRC 计算单元输入要计算的数据
- 通过 RESULT 寄存器读取计算结果

操作流程图如图 6-59 所示：

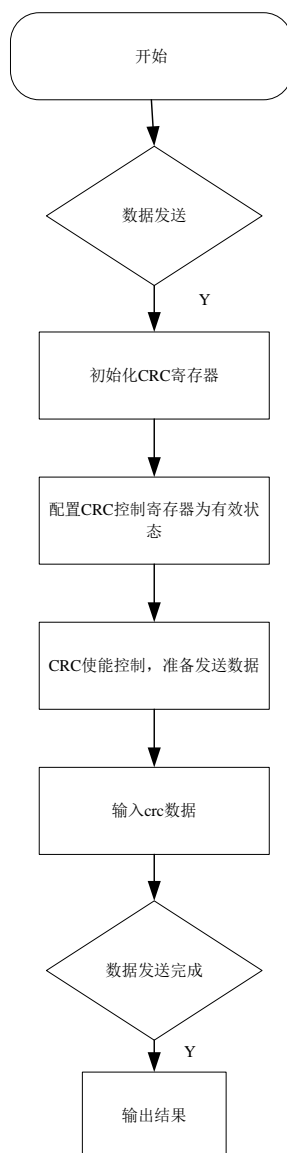


图 6-59 CRC 操作流程图

### 6.18.5 寄存器映射

名称	偏移	类型	复位值	描述
CRC BASE: 0x40003000				
CR	0x00	R/W	0x00	CRC 状态控制寄存器
DATAIN	0x04	WO	0x00	CRC 数据输入寄存器
INIVAL	0x08	R/W	0x00	CRC 初始值设置寄存器
RESULT	0x0C	RO	0x00	CRC 结果输出寄存器

### 6.18.6 寄存器描述

#### 控制寄存器 CR

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
CR	0x00	R/W	0x00	CRC 状态控制寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-		IBITS		CRC16	ONOT	OREV	EN

位域	名称	描述
31:6	-	-
5:4	IBITS	CRC 输入数据有效位数寄存器 00: 32 位输入数据有效 01: 低 16 位输入数据有效 10: 低 8 位输入数据有效 11: 保留
3	CRC16	CRC 算法选择寄存器 0: CRC32 1: CRC16
2	ONOT	输出结果是否取反寄存器 1: 输出结果取反 0: 输出结果不需要取反
1	OREV	输出结果是否翻转寄存器 1: 输出数据整体翻转 0: 输出数据不需翻转
0	EN	CRC 使能控制位 1: 使能 0: 禁能

数据输入寄存器 DATAIN

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
DATAIN	0x04	WO	0x00	CRC 数据输入寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
DATAIN							
23	22	21	20	19	18	17	16
DATAIN							
15	14	13	12	11	10	9	8
DATAIN							
7	6	5	4	3	2	1	0
DATAIN							

位域	名称	描述
31:0	DATAIN	CRC 数据输入寄存器，有效位根据 CR 寄存器 IBITS 位选择

**初始值设置寄存器 INIVAL**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
INIVAL	0x08	R/W	0x00	CRC 初始值设置寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
INIVAL							
23	22	21	20	19	18	17	16
INIVAL							
15	14	13	12	11	10	9	8
INIVAL							
7	6	5	4	3	2	1	0
INIVAL							

位域	名称	描述
31:0	INIVAL	CRC 初始值寄存器

**结果输出寄存器 RESULT**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
RESULT	0x0C	RO	0x00	CRC 结果输出寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
RESULT							
23	22	21	20	19	18	17	16
RESULT							
15	14	13	12	11	10	9	8
RESULT							
7	6	5	4	3	2	1	0
-							

位域	名称	描述
31:0	RESULT	CRC 结果输出寄存器，有效位根据 CR 寄存器 CRC16 位选择 当 CRC16 为： 0：32 位有效 1：低 16 位有效

## 6.19 SRAM 控制器 (SRAMC)

### 6.19.1 概述

本系列所有型号 SRAM 模块操作均相同。使用前需使能 SRAM 模块时钟。

SRAMC 模块能够将 AHB 传输信号转换到适当的外部设备协议, 以满足 MCU 访问外部存储的时序要求, 从而完成对片外 8/16 位异步 SRAM 存储器的读、写操作。

### 6.19.2 特性

- Slave 接口为 AMBA 2.0 AHB 接口
- 支持 32 位/16 位/8 位操作
- 支持异步 SRAM 接口
- 支持 8 位数据位宽和 16 位数据位宽的颗粒
- 最大支持 24 位地址线

### 6.19.3 模块结构框图

模块结构如下图所示：

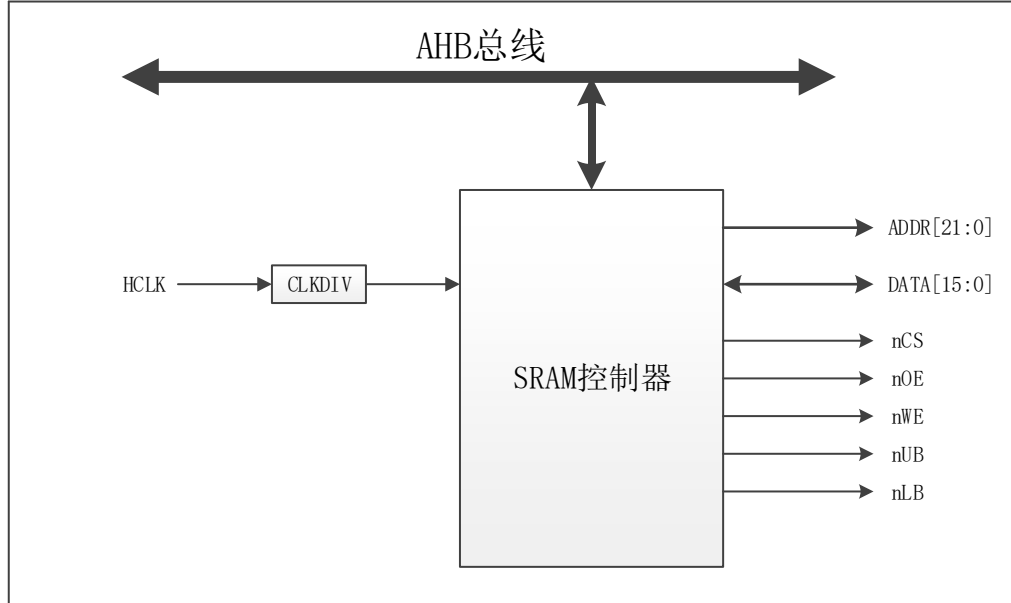


图 6-60 SRAMC 模块结构示意图

MCU 通过 SIU 接口配置相关的控制寄存器，FSM 将控制命令转化为异步 SRAM 的接口时序。

## 6.19.4 功能描述

### 数据接口

除 CSN 为独立接口信号外，SRAMC 模块其余数据接口与 NORFLC 模块共用，包括 WEN/OEN/ADDR/DATA 等。使用时将相关 GPIO 功能设置为 SRAMC 模块接口信号，如下表所示：

表格 6-5 SRAMC 模块数据接口

信号名称	信号方向	功能
CSN	O	外部 SRAM 片选信号
WEN	O	外部 SRAM 使能信号
OEN	O	外部 SRAM 输出使能信号
ADDR	O	外部 SRAM 地址信号
DATA	I/O	写入/读回 SRAM 的数据
LB	I/O	指示访问低字节 (I/O0-I/O7)
UB	I/O	指示访问高字节(I/O8-I/O15)

16-位 SRAM 数据宽度与 16-位设备连接示意图如图 6-61 所示：

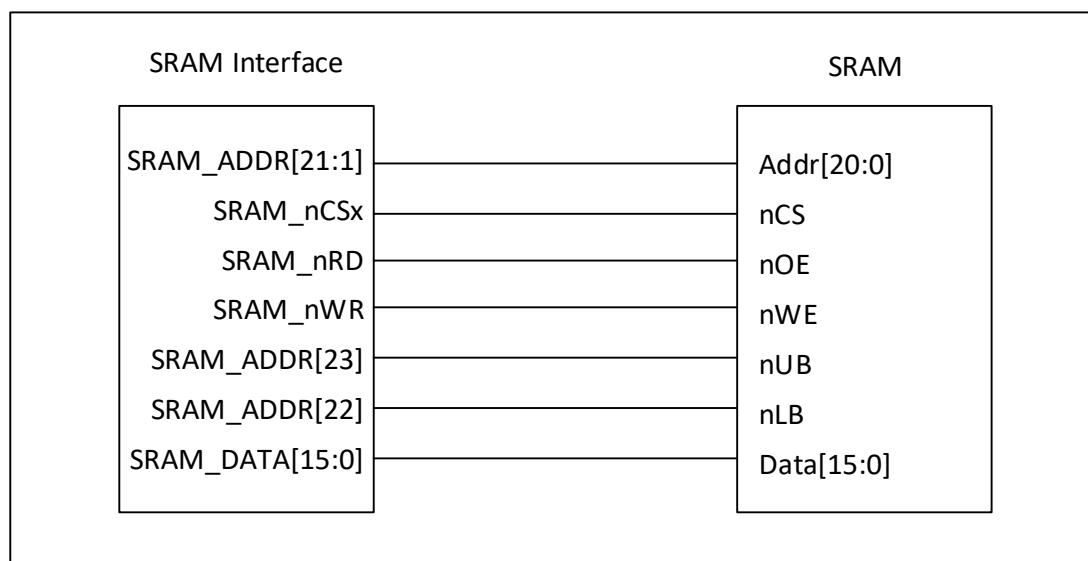


图 6-61 16-位 SRAM 数据宽度与 16-位设备连接示意图

8-位 SRAM 数据宽度与 8-位设备连接示意图如图 6-62 所示：

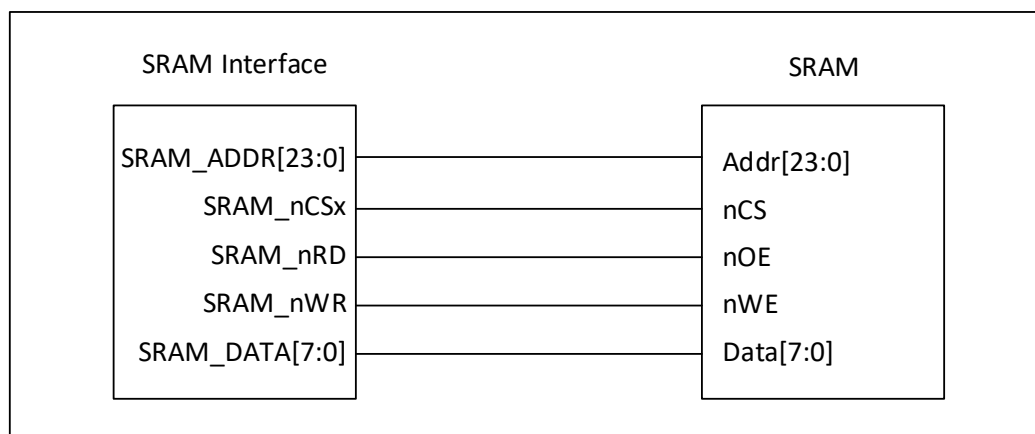


图 6-62 8-位 SRAM 数据宽度与 8-位设备连接示意图

## 数据宽度

当选择的片外异步 SRAM 存储器的数据通道是 8 位或者 16 位时，通过 SRAMC 控制寄存器 BYTEIF 位可选择对应的 AHB 操作宽度，在 AHB 上的 32 位数据会被分割成连续的 8 位或 16 位的数据来进行操作。

普遍的传输规则有以下三种：

- AHB 的操作宽度与片外异步 SRAM 存储器的数据宽度相同
- AHB 的操作宽度大于片外异步 SRAM 存储器的数据宽度
- AHB 的操作宽度小于片外异步 SRAM 存储器的数据宽度

表格 6-6 SRAMC 模块传输宽度

AHB 访问宽度		存储器宽度	
		8 位	16 位
8 位		A	C
16 位		B	A
32 位		B	B

当 AHB 的操作宽度大于或小于片外异步 SRAM 存储器的数据宽度时，存在数据传输一致性的问题，因此为保障数据传输的一致性，根据片外异步 SRAM 存储器的数据宽度，要求配置与之相同的 AHB 操作宽度。

## 读写速度

SRAMC 的读写速度由片外 SRAM 存储器的访问速度决定，可通过控制寄存器 CR 的 RWTIME 位来设置。SRAMC 完成每个访问操作至少需持续五个时钟周期，并且所设置的最终访问速度不得小于片外 SRAM 存储器的访问速度。

例如：SYSCLK = 120MHz，SRAMC 完成一个访问操作至少需要  $5/120\text{MHz} \approx 41.67\text{ns}$ ，此时如果片外 SRAM 芯片读写速度为 55ns，那么 RWTIME 需最小设置为 6（7 个时钟周期）。

## 传输时序

SRAMC 模块 CSN/WEN/OEN 等接口信号均在低电平时有效。

读操作期间 WEN 恒为高，ACCESS、ADDR 等信号在片选信号 CSN 拉低之前设置完成，OEN 信号随着 CSN 的拉低而拉低，经过若干个（取决于 RWTIME）时钟周期后再拉高，此时可软件读取 DATA，数据读取完成后 CSN 拉高，读操作时序如图 6-63 SRAMC 读操作时序图所示：

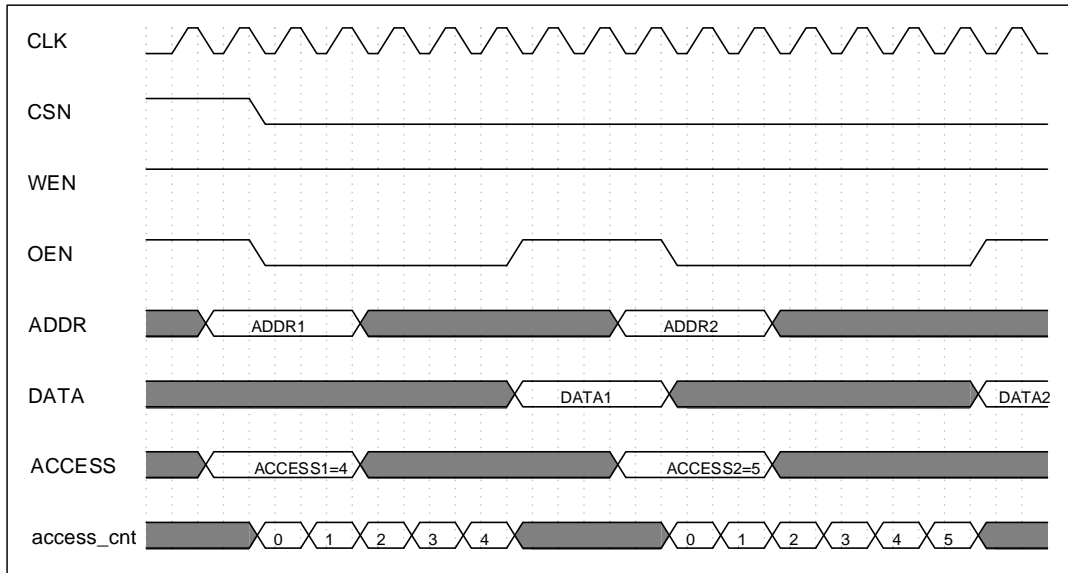


图 6-63 SRAMC 读操作时序图

写操作期间 OEN 恒为高，ACCESS、ADDR、DATA 等信号在 CSN 拉低之前设置完成，WEN 信号随着 CSN 的拉低而拉低，经过若干个（取决于 RWTIME）时钟周期后再拉高，至此写操作完成，CSN 信号拉高，写操作时序如图 6-64 SRAMC 写操作时序图所示：

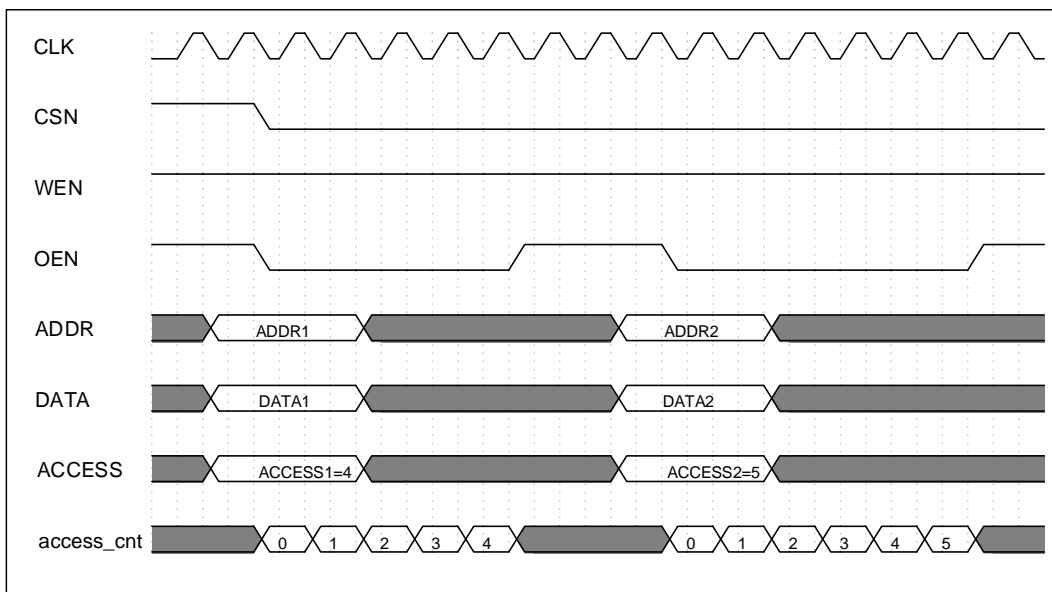


图 6-64 SRAMC 写操作时序图

### 6.19.5 寄存器映射

名称	偏移	类型	复位值	描述
SRAM                      BASE: 0x68000000				
CR	0x00	R/W	0x4	SRAMC 控制寄存器

## 6.19.6 寄存器描述

### 控制寄存器 CR

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
CR	0x00	R/W	0x4	SRAMC 控制寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-		HBLBDIS	BYTEIF	RWTIME			

位域	名称	描述
31:6	-	-
5	HBLBDIS	1: ADDR[23:0]作为地址线使用 0: ADDR[21:0]作为地址线使用 ADDR[23]作为高字节使能, 连接 SRAM 芯片的 UB 引脚 ADDR[22]作为低字节使能, 连接 SRAM 芯片的 LB 引脚
4	BYTEIF	外部 SRAM 数据宽度 1: 8 位 0: 16 位
3:0	RWTIME	读写操作的时序参数, 表示整个读写操作持续多少个时钟周期。 0 表示 1 个时钟周期, 依次类推。 SRAMC 完成每个访问操作至少需持续五个时钟周期, 因此 RWTIME 最小设置为 4, 并且所设置的最终访问速度不得小于片外 SRAM 存储器的访问速度

## 6.20 NORFLASH 控制器（NORFLC）

### 6.20.1 概述

本系列部分型号可能不包括该模块。使用前需使能 NORFLC 模块时钟。

NORFLC 模块能够将 AHB 传输信号转换到适当的外部设备协议，以满足 MCU 访问外部存储的时序要求，从而完成对片外并行 NOR FLASH 存储器的读、写、擦除等操作。

### 6.20.2 特性

- 支持 WORD 为单位操作
- 支持并行 NOR FLASH 接口
- 支持 8 位数据位宽和 16 位数据位宽的颗粒
- 支持无 Ready/Busy#输出的颗粒
- 最大支持 24 位地址线
- 支持写命令读数据和直接读数据两种方式
- 通过写命令方式，可以支持的命令包括
  - 读数据
  - 复位
  - 读 MAnufacturer ID
  - 读 Device ID
  - 编程
  - 片擦除
  - 扇区擦除

### 6.20.3 模块结构框图

模块结构如下图所示：

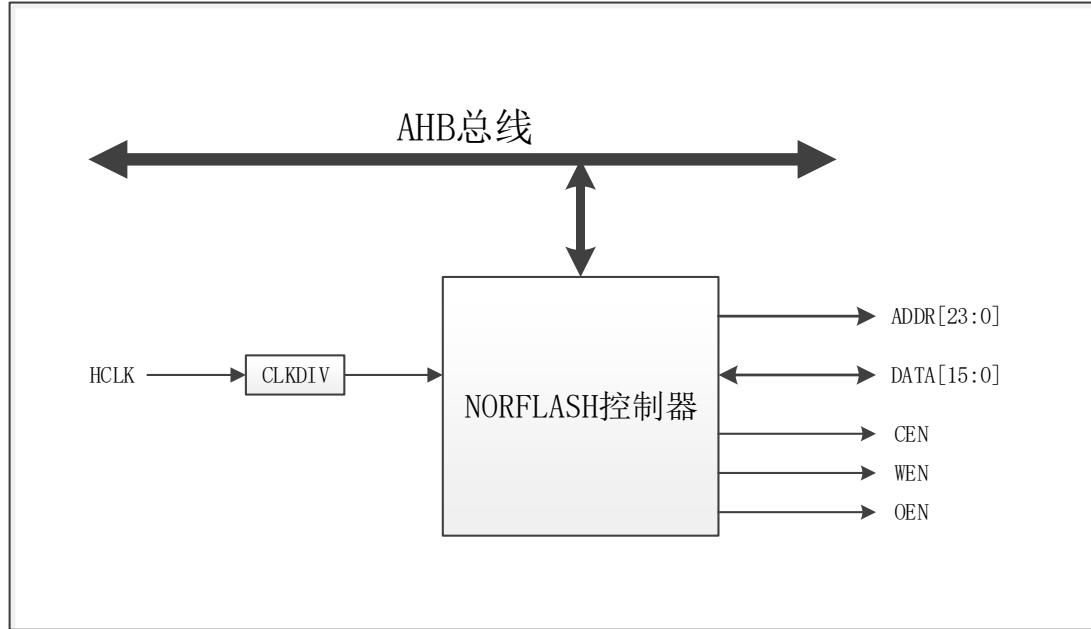


图 6-65 NORFLC 模块结构示意图

## 6.20.4 功能描述

### 数据接口

NORFLC 模块包括 CEN、WEN、OEN、ADDR、DATA 等接口信号，使用时将相关 GPIO 功能设置为 NORFLC 模块接口信号。如下表所示：

表格 6-7 NORFLC 模块数据接口

信号名称	信号方向	功能
CEN	O	外部 NOR FLASH 片选信号
WEN	O	外部 NOR FLASH 使能信号
OEN	O	外部 NOR FLASH 输出使能信号
ADDR	O	外部 NOR FLASH 地址信号
DATA	I/O	写入/读回 NOR FLASH 的数据

NORFLASH 和设备连接示意图如图 6-66 所示：

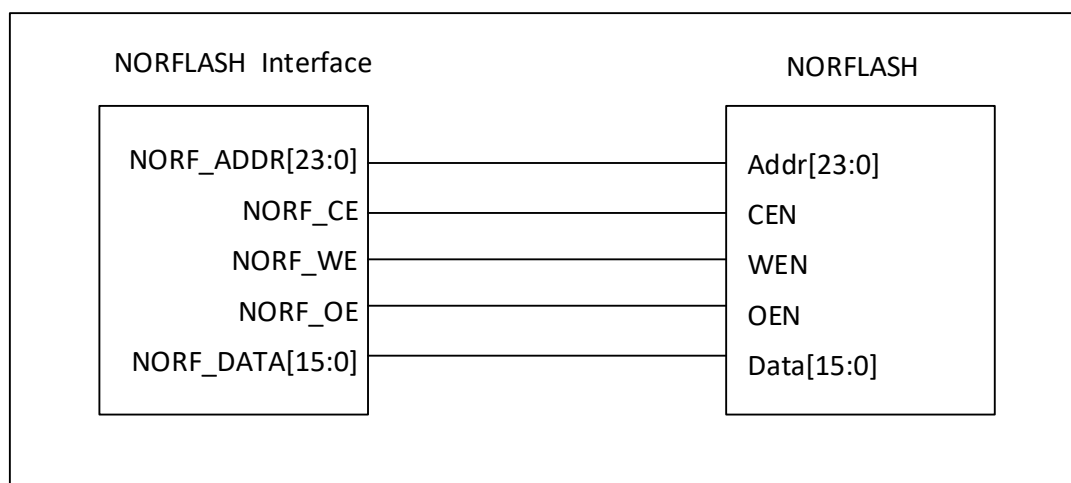


图 6-66 NORFLASH 和设备连接示意图

### 传输控制

类似于 SRAMC，NORFLC 接外部 NOR FLASH 存储器时也需要根据外部 NOR FLASH 存储器的特性进行匹配设置，包括数据位宽及读/写时序的控制。其中控制寄存器 CR 的 BYTEIF 位控制数据宽度，RDTIME、WRTIME 位分别控制读/写的时序。

### 传输时序

NORFLC 模块 CEN/WEN/OEN 等接口信号均在低电平时有效。

读操作需要通过 CMD 配置并执行命令 READ。读操作期间 WEN 恒为高，RDTIME、ADDR 等信号在片选信号 CEN 拉低之前设置完成，OEN 信号随着 CEN 的拉低而拉低，经过若干个（取决于 RDTIME）时钟周期后再拉高，此时可软件读取 DATA，数据读取完成后 CEN 拉高。读操作时序如

图 6-67 NORFLC 读操作时序图所示：

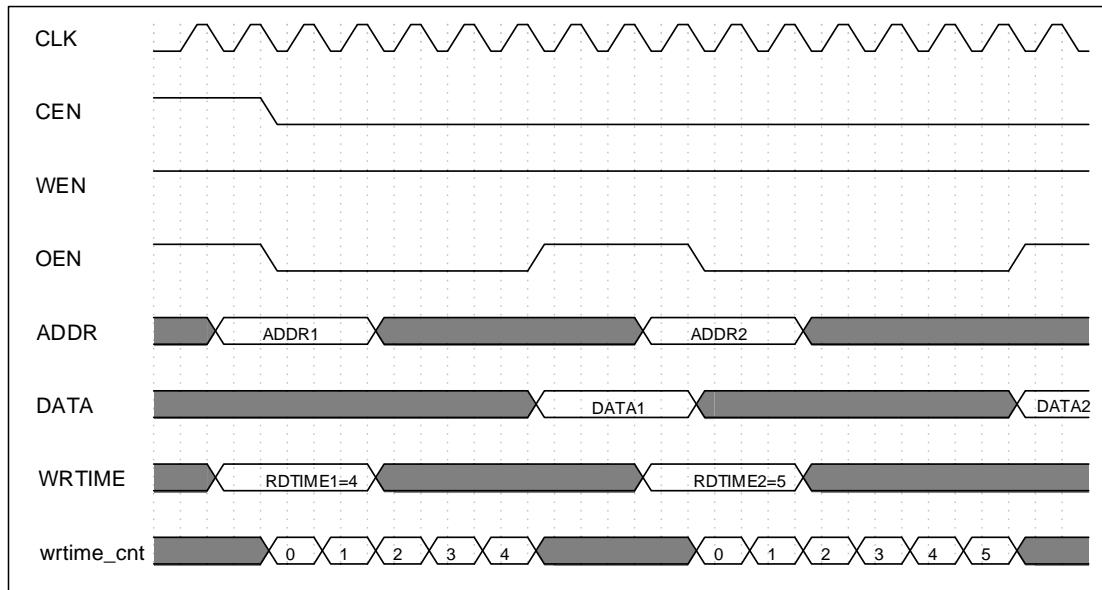


图 6-67 NORFLC 读操作时序图

写操作需要通过 CMD 配置并执行命令 PROGRAM。写操作期间 OEN 恒为高，WRTIME、ADDR、DATA 等信号在 CEN 拉低之前设置完成，WEN 信号随着 CEN 的拉低而拉低，经过若干个（取决于 WRTIME）时钟周期后再拉高，至此写操作完成，CEN 信号拉高。写操作时序如图 6-68 NORFLC 写操作时序图所示：

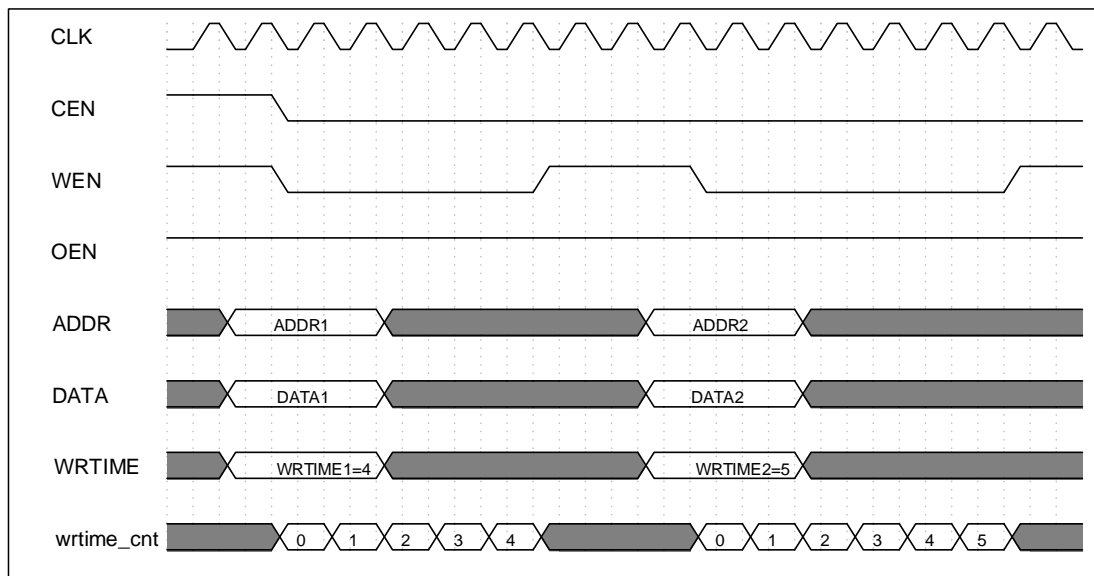


图 6-68 NORFLC 写操作时序图

## 操作说明

- 初始化
  - 根据外部 NOR Flash 数据宽度配置控制寄存器 BYTEIF 位

- 根据外部 NOR Flash 写入速度配置控制寄存器 WRTIME 位
- 根据外部 NOR Flash 读取速度配置控制寄存器 WRTIME 位
- 如需中断，配置相关中断寄存器
- 清除 CEN 引脚，选通 NORFLC
- 读操作
  - 通过命令读数据
    - NORFLC 初始化
    - 通过地址控制寄存器 ADDR 设置要读取的地址
    - 通过命令控制寄存器 CMD 设置命令为 READ
    - 读取数据寄存器 DATA
  - 通过地址直接读数据
    - NORFLC 初始化
    - 直接读地址 25'b1xx\_xxxx\_xxxx\_xxxx\_xxxx\_xxxx\_xxxx，低 24 位为 NOR FLASH 地址，支持字节、半字、字操作
  - 读 ID
    - NORFLC 初始化
    - 通过命令控制寄存器 CMD 设置命令为 AUTOMATIC SELECT
    - 通过地址控制寄存器 ADDR 设置要读取的地址（由 Flash 决定）
    - 通过命令控制寄存器 CMD 设置命令为 READ
    - 读取数据寄存器 DATA
    - 读取完毕，通过命令控制寄存器 CMD 设置命令为 RESET，系统复位
- 擦除操作
  - 扇区擦除
    - NORFLC 初始化
    - 通过地址控制寄存器 ADDR 设置要擦除的起始地址
    - 通过命令控制寄存器 CMD 设置命令为 SECTOR ERASE
    - 等待执行命令完成产生中断，扇区擦除操作完成
  - 整片擦除
    - NORFLC 初始化
    - 通过命令控制寄存器 CMD 设置命令为 CHIP ERASE
    - 等待执行命令完成产生中断，整片擦除操作完成
- 写操作
  - NORFLC 初始化
  - 通过地址控制寄存器 ADDR 设置要写入的起始地址
  - 通过命令控制寄存器 CMD 设置命令为 PROGRAM
  - 设置数据寄存器 DATA
  - 等待 PROGRAM 命令执行完成中断，PROGRAM 操作结束

## 中断处理

NORFLC 模块支持执行命令超时或执行命令完成产生中断，支持的命令包括 PROGRAM、CHIP ERASE、SECTOR ERASE，若中断使能寄存器 IE 使能，当符合中断产生的条件后系统进入中断处理部分，可通过读中断状态寄存器 IF 判断是否进入中断，对中断状态寄存器写 1 进行清除相对

应的中断状态。



### 6.20.6 寄存器描述

#### 中断使能寄存器 IE

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
IE	0x00	R/W	0x00	NORFLC 中断使能, 高有效

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-						TIMEOUT	FINISH

位域	名称	描述
31:2	-	-
1	TIMEOUT	执行 PROGRAM、CHIP ERASE、SECTOR ERASE 命令时超时中断使能 1: 使能 0: 禁能
0	FINISH	执行 PROGRAM、CHIP ERASE、SECTOR ERASE 命令完成中断使能 1: 使能 0: 禁能

**中断标志寄存器 IF**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
IF	0x04	R/W, W1C	0x00	NORFLC 中断状态, 高有效, 写 1 清零

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-						TIMEOUT	FINISH

位域	名称	描述
31:2	-	-
1	TIMEOUT	执行 PROGRAM、CHIP ERASE、SECTOR ERASE 命令时超时中断状态, 写 1 清零 1: 中断已发生 0: 中断未发生
0	FINISH	执行 PROGRAM、CHIP ERASE、SECTOR ERASE 命令完成中断状态, 写 1 清零 1: 中断已发生 0: 中断未发生

**中断状态寄存器 IM**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
IM	0x08	R/W	0x00	NORFLC 中断屏蔽，高有效

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-						TIMEOUT	FINISH

位域	名称	描述
31:2	-	-
1	TIMEOUT	执行 PROGRAM、CHIP ERASE、SECTOR ERASE 命令时超时中断屏蔽 1: 屏蔽 0: 不屏蔽
0	FINISH	执行 PROGRAM、CHIP ERASE、SECTOR ERASE 命令完成中断屏蔽 1: 屏蔽 0: 不屏蔽

**时序控制寄存器 CR**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
CR	0x0C	R/W	0x600	NORFLC 时序控制寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24	
-								
23	22	21	20	19	18	17	16	
-								
15	14	13	12	11	10	9	8	
-						WAITCNT		BYTEIF
7	6	5	4	3	2	1	0	
WEPULSE				DOCE				

位域	名称	描述
31:11	-	-
10:9	WAITCNT	读 FLASH 时 OE 结束后的等待周期。 0 表示 1 个周期，设置时需要满足 $>(\text{Tdf 参数}/\text{系统时钟周期}) - 3$ 比如 $\text{Tdf} = 30\text{ns}$ ，系统时钟周期为 $8.33\text{ns}$ ，那么 WAITCNT 寄存器需要设置为 1，即在 OE 结束后等待两个周期。
8	BYTEIF	外部 NOR FLASH 数据宽度 1: 8bit 0: 16bit
7:5	WRTIME	输出 WEN 的低电平宽度。 0 表示 1 个时钟周期，以此类推
4:0	RDTIME	OEN 下降沿后多少个时钟周期后采样读回的数据。 0 表示 1 个时钟周期，以此类推

**地址控制寄存器 ADDR**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
ADDR	0x10	R/W	0x00	NORFLC 地址控制寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
ADDR							
15	14	13	12	11	10	9	8
ADDR							
7	6	5	4	3	2	1	0
ADDR							

位域	名称	描述
31:24	-	-
23:0	ADDR	要写入/读取外部 NOR FLASH 的地址

**命令控制寄存器 CMD**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
CMD	0x14	R/W	0x00	NORFLC 命令控制寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-				CMD			
15	14	13	12	11	10	9	8
DATA							
7	6	5	4	3	2	1	0
DATA							

位域	名称	描述
31:19	-	-
18:16	CMD	要执行的命令 000: READ 001: RESET 010: AUTOMATIC SELECT 011: PROGRAM 100: CHIP ERASE 101: SECTOR ERASE 110: 保留 111: 保留
15:0	DATA	数据寄存器 CMD=011 时, DATA 是要写入 NOR FLASH 的数据 CMD=000 时, DATA 是从 NOR FLASH 读回的数据

## 6.21 LCD 控制器（LCDC）

### 6.21.1 概述

本系列 LCDC 模块操作均相同，使用前需使能 LCDC 模块时钟。

LCDC 模块用于实现 MCU 与外部 LCD 的对接，在 MCU 的控制下，将需要显示的数据通过传送到外部 LCD 接口（支持 SYNC 的 LCD 接口）去显示。

### 6.21.2 特性

- 支持同步 LCD 接口
  - 接口时序可调
  - 输出时钟可配置为空闲时关闭
- 支持 565RGB 格式
- 支持最高分辨率 1024\*768，实际分辨率可以配置
- LCDC 输出数据宽度 16bit
- 支持横屏和竖屏模式
- 内置单通道 DMA，FIFO 深度 32\*32bit

### 6.21.3 模块结构框图

结构如下图所示：

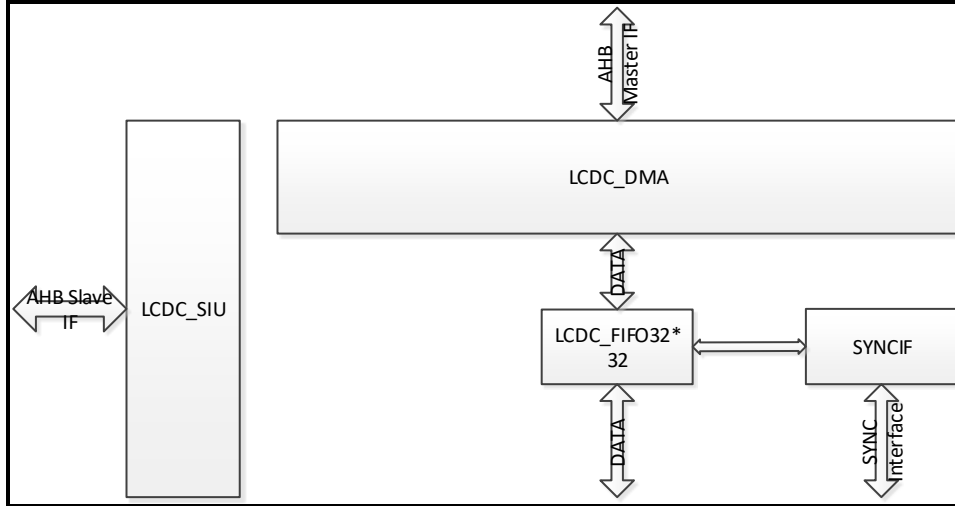


图 6-69 LCDC 模块结构示意图

MCU 通过 LCDC\_SIU 接口完成对 LCDC 模块寄存器的控制，LCDC\_DMA 用于将需要发送给 LCD 显示的数据从芯片内部的 SRAM 或者片外存储器中读出并压入到 LCDC\_FIFO，在 SYNCIF 的控制下，发送到外部 LCD 的数据线上。

## 6.21.4 功能描述

### 数据接口

LCDC 模块包括 RD、WNR、RS、CSN、DATA 等控制接口。使用时将相关 GPIO 功能设置为 LCDC 模块接口信号。如下表所示：

表格 8 LCDC 模块数据接口

信号名称	信号方向	功能
RD	O	DOTCLK 信号
WNR	O	HSYNC 信号
RS	O	DEN 信号
CSN	O	VSYSN 信号
DATA	I/O	对于 24Bit 宽度 LCD: DOUT[15:11]连接 R[7:3], R[2:0]接 0 DOUT[10:5]连接 G[7:2], G[1:0]接 0 DOUT[4:0]连接 B[7:3], B[2:0]接 0

### 接口时序

SYNC 接口时序如图 6-70 所示：

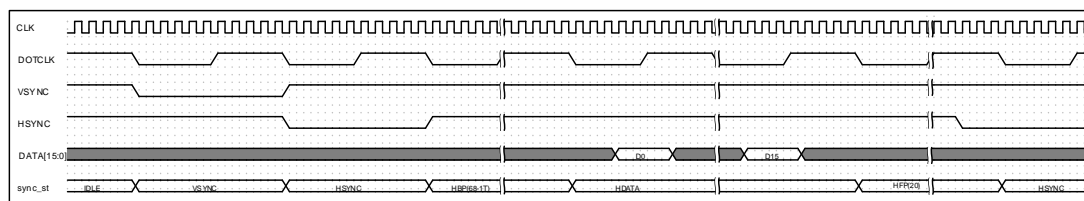


图 6-70 LCDC 模块 SYNC 接口时序图

在 VSYNC 状态，输出 VSYNC 的变化，然后进入 HSYNC 状态，继而输出 HSYNC 变化，标志一行数据的开始；

进入 HBP 状态，通常 HBP 为 68，HSYNC 和 HBP 一共将持续 68 个 DOTCLK 周期；

进入 HDATA 状态，HDATA 状态将持续 320（以 320\*240 分辨率，横屏为例）个 DOTCLK 上升沿，每个上升沿将送出一个像素 16bit 的 565RGB 数据；

发完 320 个像素后，进入 HFP 状态，HFP 通常的设置 20，20 个 DOTCLK 周期后，进入 HSYNC，新的一行开始。

### 操作说明

- 初始化
  - 设置 START 寄存器 EN 位为 0，选择 LCD 接口为 SYNC 接口
  - 根据外部 LCD 特性，配置 CRO 寄存器设置 EN 为 0 时各位段

- 根据外部 LCD 特性，通过 CR1 寄存器设置 EN 为 0 时各位段
- 数据传输
  - 通过 IE 寄存器使能中断
  - 通过 SRCADDR 寄存器设置要发送的数据所在地址
  - 将 START 寄存器 GO 位置 1，开始传输
  - 等待中断产生，此次传输结束

**6.21.5 寄存器映射**

名称	偏移	类型	复位值	描述
<b>LCDC</b>				
<b>BASE: 0x40002000</b>				
<b>IE</b>	0x00	R/W	0x00	中断使能寄存器
<b>IF</b>	0x04	R,W1C	0x00	中断状态寄存器
<b>IM</b>	0x08	R/W	0x00	中断屏蔽寄存器
<b>START</b>	0x0C	R,W1,AC	0x804	启动传输控制寄存器
<b>SRCADDR</b>	0x10	R/W	0x00	数据源地址寄存器
<b>CR0</b>	0x14	R/W	0x00	参数控制寄存器 0
<b>CR1</b>	0x18	R/W	0x00	参数控制寄存器 1

### 6.21.6 寄存器描述

#### 中断使能寄存器 IE

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
IE	0x00	R/W	0x00	中断使能寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-							IE

位域	名称	描述
31:1	-	-
0	IE	中断使能寄存器，完成指定长度的数据传输时产生中断 1: 使能 0: 禁能

**中断标志寄存器 IF**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
IF	0x04	R,W1C	0x00	中断状态寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-							IF

位域	名称	描述
31:1	-	-
0	IF	中断状态寄存器，写 1 清零 1: 中断已发生 0: 中断未发生

**中断屏蔽寄存器 IM**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
IM	0x08	R/W	0x00	中断屏蔽寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-							IM

位域	名称	描述
31:1	-	-
0	IM	中断屏蔽寄存器 1: 屏蔽 0: 不屏蔽

**启动传输控制寄存器 START**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
START	0x0C	R,W1,AC	0x804	启动传输控制寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-					BURST	GO	MPUEN

位域	名称	描述
31:3	-	-
2	BURST	0: 执行 Single 读 1: LCD 从 SDRAM 读数据时执行 Burst 读, 可提升 SDRAM 的带宽
1	GO	写 1 开始传输数据, 数据传输结束后自动清零
0	MPUEN	0: SYNC 接口

数据源地址寄存器 SRCADDR

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
SRCADDR	0x10	R/W	0x00	数据源地址寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
SRCADDR							
23	22	21	20	19	18	17	16
SRCADDR							
15	14	13	12	11	10	9	8
SRCADDR							
7	6	5	4	3	2	1	0
SRCADDR							

位域	名称	描述
31:0	SRCADDR	数据源地址寄存器，必须字对齐（即地址的低 2 位必须是 0）

**参数控制寄存器 CRO**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
CRO	0x14	R/W	0x00	参数控制寄存器 0

31	30	29	28	27	26	25	24
-					HLOW		
23	22	21	20	19	18	17	16
HLOW			DCLK	HPIX			
15	14	13	12	11	10	9	8
HPIX						VPIX	
7	6	5	4	3	2	1	0
VPIX							

位域	名称	描述
31:27	-	-
22:21	HLOW	输出 HSYNC 低电平持续多少个 DOTCLK 周期 0 表示 1 个周期
20	DCLK	DOTCLK 控制 1: 输出的 DOTCLK 在空闲时停在 1 0: 输出的 DOTCLK 一直翻转
19:10	HPIX	水平方向的有效像素个数设置 当 DIRV 为 0 时, 表示水平方向的有效像素个数, 0 表示 1 个, 最大为 1023。 当 DIRV 为 1 时, 表示垂直方向的有效像素个数, 0 表示 1 个, 最大为 1023 这个值必须配置为奇数
9:0	VPIX	垂直方向的有效像素个数设置 当 DIRV 为 0 时, 表示垂直方向的有效像素个数, 0 表示 1 个, 最大为 767 当 DIRV 为 1 时, 表示水平方向的有效像素个数, 0 表示 1 个, 最大为 767 这个值必须配置为奇数

**参数控制寄存器 CR1**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
CR1	0x18	R/W	0x00	参数控制寄存器 1

31	30	29	28	27	26	25	24
-				REVERSED	DCLKINV	DCLKDIV	
23	22	21	20	19	18	17	16
DCLKDIV				HBP			
15	14	13	12	11	10	9	8
HBP			HFP				VBP
7	6	5	4	3	2	1	0
VBP				VFP			-

位域	名称	描述
31:27	-	-
26	DCLKINV	DOTCLK 取反控制 1: 输出 DOTCLK 反向, 应用于用 DOTCLK 下降沿采样数据的屏 0: 不输出 DOTCLK 反向
25:21	DCLKDIV	控制 DOTCLK 相对于模块时钟的分频比 0: 表示 2 分频 1: 表示 4 分频 2: 表示 6 分频 依次类推
20:14	HBP	行同步信号的后肩时间 常见设置值为 67。0 表示 1 个 DOTCLK 周期, 竖屏模式下, 最小设置为 1 DIRV 为 0 时, 表示 Horizontal Back Porch 的时间 DIRV 为 1 时, 表示 Vertical Back Porch 的时间
13:9	HFP	行同步信号的前肩时间 常见设置值为 19。0 表示 1 个 DOTCLK 周期 DIRV 为 0 时, 表示 Horizontal Front Porch 的时间 DIRV 为 1 时, 表示 Vertical Front Porch 的时间
8:4	VBP	帧同步信号的后肩时间。常见设置值为 17, 0 表示 1 个 DOTCLK 周期, 横屏模式下, 至少为 1 DIRV 为 0 时, 表示 Vertical Back Porch 的时间 DIRV 为 1 时, 表示 Horizontal Back Porch 的时间
3:1	VFP	帧同步信号的前肩时间。常见设置值为 3, 0 表示 1 个 DOTCLK 周期 DIRV 为 0 时, 表示 Vertical Front Porch 的时间 DIRV 为 1 时, 表示 Horizontal Front Porch 的时间
0	-	-

## 6.22 SDIO 接口 (SDIO)

### 6.22.1 概述

本系列 SDIO 模块操作均相同，部分型号可能不包含该模块。使用前需使能 SDIO 模块时钟。

SDIO 模块控制器支持多媒体卡 (MMC)、SD 存储卡、SDIO 卡等设备，可以使用软件方法或者 DMA 方法 (SDIO 模块内部 DMA，与芯片 DMA 模块无关) 进行数据传输。

### 6.22.2 特性

- 兼容 SD 主机控制标准规范 2.0
- 兼容 SDIO 卡规范 2.0
- 兼容 SD 存储卡规范 2.0 (Draft 版本)
- 兼容 SD 存储卡安全规范 1.01
- 兼容 MMC 规范标准 3.31、4.2 和 4.3
- 支持 DMA 和非 DMA 操作两种模式
- 支持 MMC Plus 和 MMC Mobile
- 卡检测 (插入/移除)
- 可变时钟频率: 0~52MHz
- 支持 1 位、4 位、8 位的 SD 模式
- 支持多媒体卡中断模式
- 4 位 SD 模式下，传输速率高达 100Mbits/S
- 8 位 SD 模式下，传输速率高达 416Mbits/S
- 支持读写控制，暂停/恢复操作
- 支持 MMC4.3 卡纠错
- 支持 CRC 循环冗余校验

### 6.22.3 模块结构框图

模块结构如图 6-71 所示：

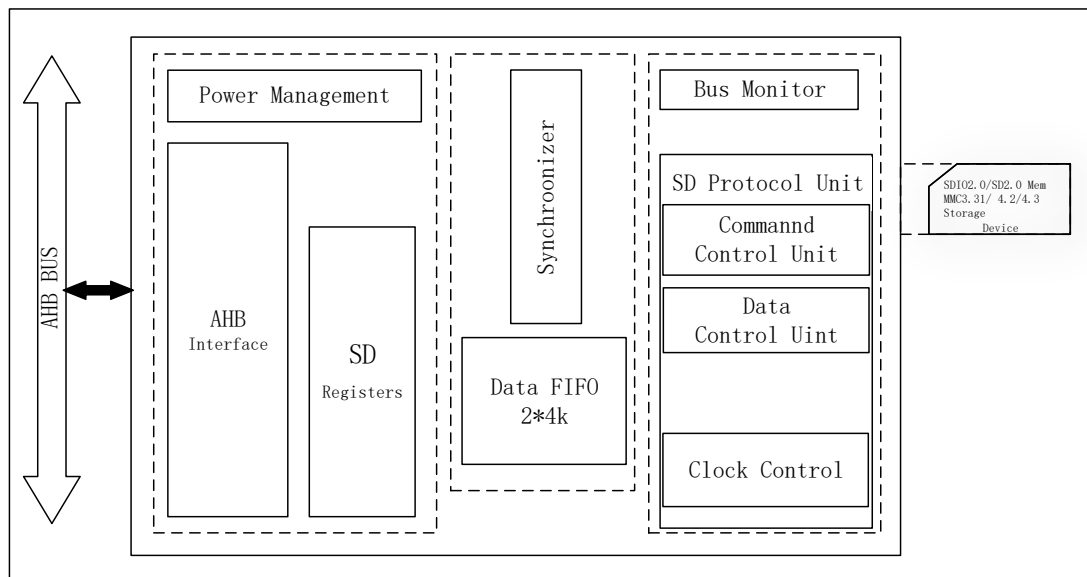


图 6-71 SDIO 模块结构框图

**AHB Interface:**

CPU 通过 AHB Interface 控制寄存器。使用软件方法时，通过此接口控制寄存器进行数据传输，使用 DMA 方法时，AHB Interface 启动一次读/写。

**SDIO Controller:**

SDIO Controller 包括 AHB Interface、SD Registers、Bus Monitor、Clock Control、CRC(CRC7/CRC16)。AHB Interface 为 SDIO 模块与 AHB 总线的桥；SD Registers 是由 CPU 通过 AHB 目标接口进行编程；Bus Monitor 用来检测 SD 总线上一切违法行为的发生，包括超时；Clock Control 用于生成 SD 时钟；CRC 用来生成计算结果发往 SD/SDIO 卡。

**Data FIFO:**

SDIO 使用 2 个 4K 的双向 FIFO 进行读和写的传输。在写操作期间(数据从 CPU 到存储设备)，其中一个 FIFO 会被填满数据，当第一个 FIFO 在传输的时候，第二个 FIFO 会被填满，反之，当第二个 FIFO 在传输的时候，第一个 FIFO 会被填满，两个 FIFO 交替工作，使得吞吐量达到最大。在读操作期间(数据从存储设备到 CPU)，来自存储设备的数据会交替写入到两个 FIFO，如果 SDIO 不接受来自存储设备的任何数据，将会发出读等待(如果卡设备支持读等待机制)或者关闭时钟来停止数据的传输。

**CommAnd Control:**

CommAnd Control 作用是在命令行上发送命令以及接受来自多媒体卡/SD 卡/SDIO 卡的响应。

**Interrupt Controller:**

中断状态寄存器的任何一位置 1，CPU 会有相应的中断产生。

## 6.22.4 功能描述

### 数据接口

SDIO 模块包括 SDIO\_CLK、SDIO\_CMD、SDIO\_D[7: 0]等接口信号，使用时将相关 GPIO 功能设置为 SDIO 模块接口信号。如下表所示：

表格 6-9 SDIO 模块数据接口

信号名称	信号方向	功能
SDIO_CLK	O	MMC 卡/SD 卡/SDIO 卡时钟。这是主机至卡的时钟线
SDIO_CMD	I/O	MMC 卡/SD 卡/SDIO 卡命令。这是双向的命令/响应信号线
SDIO_D[7: 0]	I/O	MMC 卡/SD 卡/SDIO 卡数据。这是双向的数据总线

SDIO\_CLK:

SDIO\_CLK 是卡的时钟，可在 0~52MHz 之间变化

SDIO\_CMD:

命令在 CMD 线上串行传送。所有命令的长度固定为 48 位，下表给出了多媒体 MMC 卡、SD 卡和 SDIO 卡上一般的命令格式：

表格 6-10 SDIO 命令格式

位	宽度	数值	说明
47	1	0	开始位
46	1	1	传输位
[45:40]	6	-	命令索引
[39:8]	32	-	参数
[7:1]	7	-	CRC7
0	1	1	结束位

响应类型见寄存器描述。

### 传输协议

SD 传输协议根据传输块的个数基本可以分为以下三类：

- 单块传输  
块的个数是传输之前进行指定的，指定块的个数总是为 1
- 多块传输  
块的个数是传输之前进行指定的，指定块的个数为 1 或多个
- 无限块传输  
块的个数是传输之前进行指定的，此传输是连续的，直到中止传输的执行。中止传输的执行通过 SD 卡的 CMD12 设置

传输方式分为使用 DMA、不使用 DMA 传输、中止传输：

使用 DMA 传输

使用 DMA 传输步骤如图 6-72 所示：

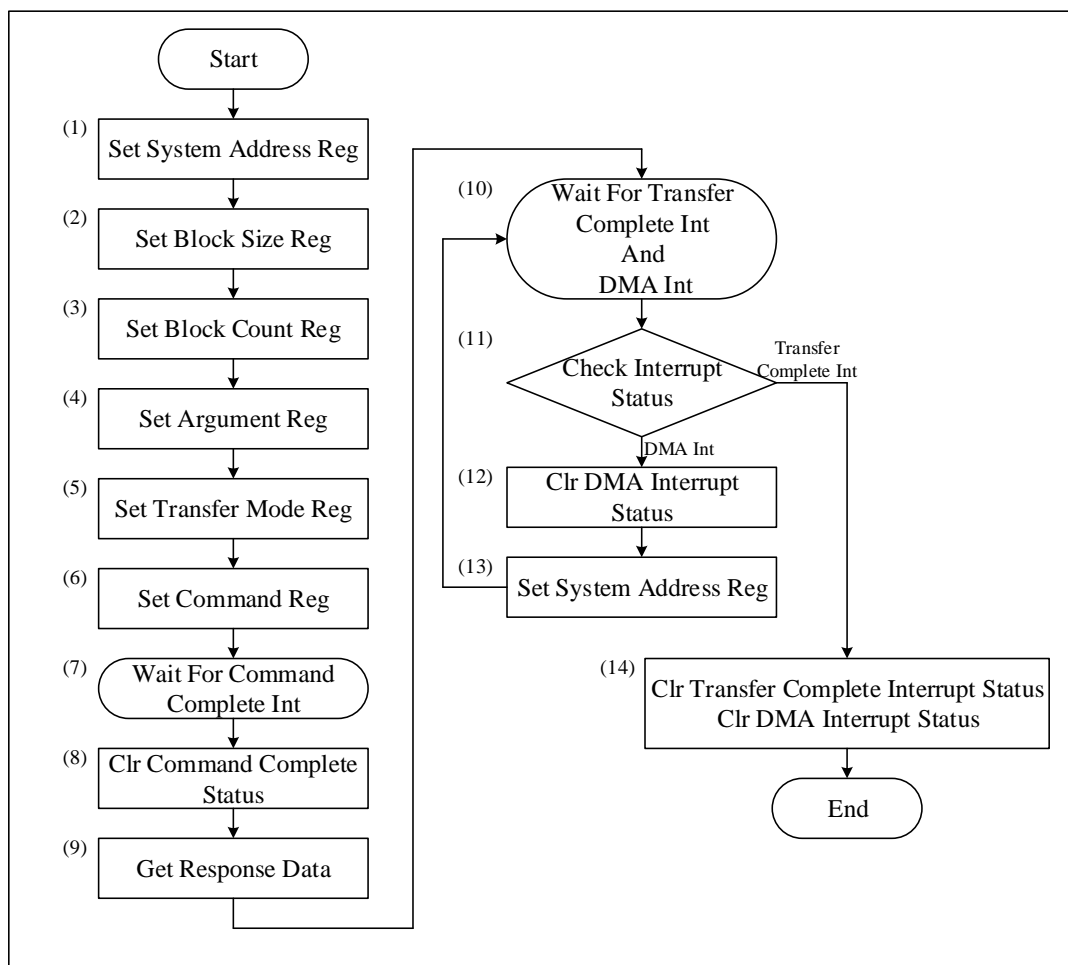


图 6-72 SDIO 使用 DMA 传输示意图

详述：

- 1: 通过 DMA\_MEM\_ADDR 寄存器设置使用 DMA 传输时所指向的系统地址
- 2: 通过 BLK 寄存器设置块大小
- 3: 通过 BLK 寄存器设置块数目
- 4: 通过 ARG 寄存器设置所要发送的命令参数
- 5: 分别通过 CMD 寄存器的 MULTBLK 位设置单块传输或者多块传输、BLKCNTEN 位选择是否使能多块传输、DIRREAD 位设置数据传输方向、AUTOCMD12 位选择是否使能多块传输时 CMD12 强制中止传输、DMAEN 位设置使能 DMA
- 6: 通过 CMD 寄存器的 CMDINDX 位设置所要发送的命令
- 7: 等待命令发送完成中断的产生，通过读取 IF 寄存器 CMDDONE 位判断是否产生

- 8: 命令发送完成中断产生后, 通过向 IF 寄存器 CMDDONE 位写 1 以清除中断标志
  - 9: 读取 RESPx 寄存器获取响应内容
  - 10: 等待传输完成中断和 DMA 中断, 通过读取 IF 寄存器 TRXDONE 位和 DMADONE 位判断中断是否产生
  - 11: 若产生 DMA 中断进入步骤 12, 若产生传输完成中断则进入步骤 14
  - 12: 通过向 IF 寄存器 DMADONE 写 1 清除 DMA 中断标志
  - 13: 通过 DMA\_MEM\_ADDR 寄存器设置下一个指向的系统地址, 进入步骤 10
  - 14: 通过向 IF 寄存器 TRXDONE 位和 DMADONE 位写 1 以清除传输完成中断标志位和 DMA 中断标志位, 传输结束
- 不使用 DMA 传输
- 使用 DMA 传输步骤如图 6-73 所示:

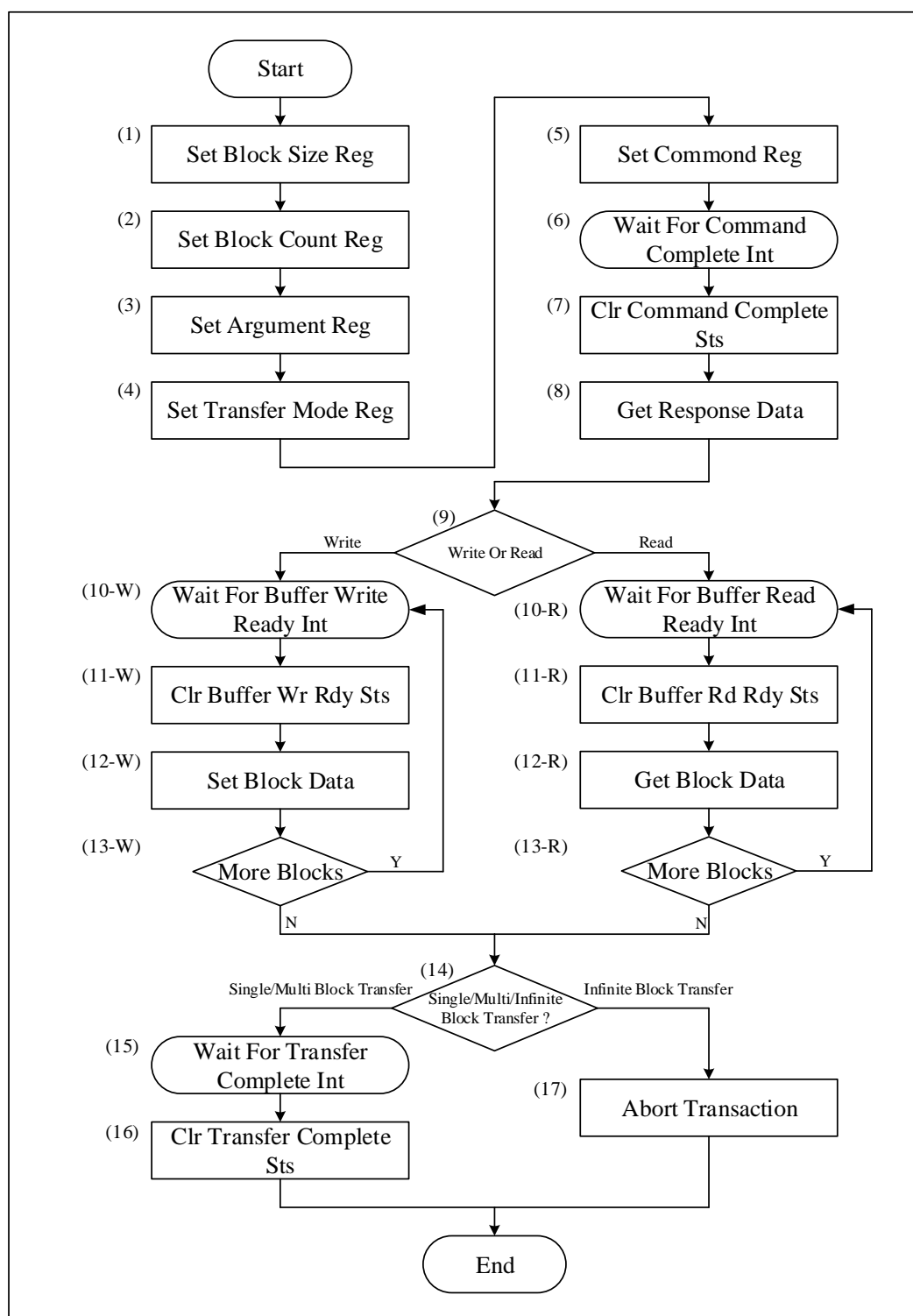


图 6-73 SDIO 不使用 DMA 传输示意图

详述：

1: 通过 BLK 寄存器设置块大小

- 2: 通过 BLK 寄存器设置块数目
- 3: 通过 ARG 寄存器设置所要发送的命令参数
- 4: 分别通过 CMD 寄存器的 MULTBLK 位设置单块传输或者多块传输、BLKCNTEN 位选择是否使能多块传输、DIRREAD 位设置数据传输方向、AUTOCMD12 位选择是否使能多块传输时 CMD12 强制中止传输、DMAEN 位设置禁能 DMA
- 5: 通过 CMD 寄存器的 CMDINDX 位设置所要发送的命令
- 6: 等待命令发送完成中断的产生, 通过读取 IF 寄存器 CMDDONE 位判断是否产生
- 7: 命令发送完成中断产生后, 通过向 IF 寄存器 CMDDONE 位写 1 以清除中断标志
- 8: 读取 RESPx 寄存器获取响应内容
- 9: 此时, 如果是写卡操作, 进入到步骤 10-W, 如果是读卡操作, 进入到步骤 10-R
- 10-W: 等待写准备完成中断的产生, 通过读取 IF 寄存器 BUFWRDY 位判断是否产生
- 11-W: 写准备完成中断产生后, 通过向 IF 寄存器 BUFWRDY 位写 1 以清除中断标志
- 12-W: 根据步骤 1 所指定的块数据大小, 将块数据写入到 DATA 寄存器 (DATA 寄存器一次可写入 4Byte, 若块大小大于 4Byte, 则需分多次写入)
- 13-W: 如果是多块传输, 判断块是否全部写完。未写完重复步骤 10-W 至步骤 13-W, 写完进入步骤 14
- 10-R: 等待读准备完成中断的产生, 通过读取 IF 寄存器 BUFRDY 位判断是否产生
- 11-R: 读准备完成中断产生后, 通过向 IF 寄存器 BUFRDY 位写 1 以清除中断标志
- 12-R: 根据步骤 1 所指定的块数据大小, 将块数据从 DATA 寄存器读出 (DATA 寄存器一次可读出 4Byte, 若块大小大于 4Byte, 则需分多次读出)
- 13-R: 如果是多块传输, 判断块是否全部读完。未读完重复步骤 10-R 至步骤 13-R, 读完进入步骤 14
- 14: 判断如果是单块或多块传输, 进入步骤 15, 如果是无限块传输, 进入步骤 17
- 15: 等待传输完成中断的产生
- 16: 清除传输完成中断标志位, 传输结束
- 17: 中止传输, 传输结束

中止传输

中止传输的步骤如图 6-74 所示:

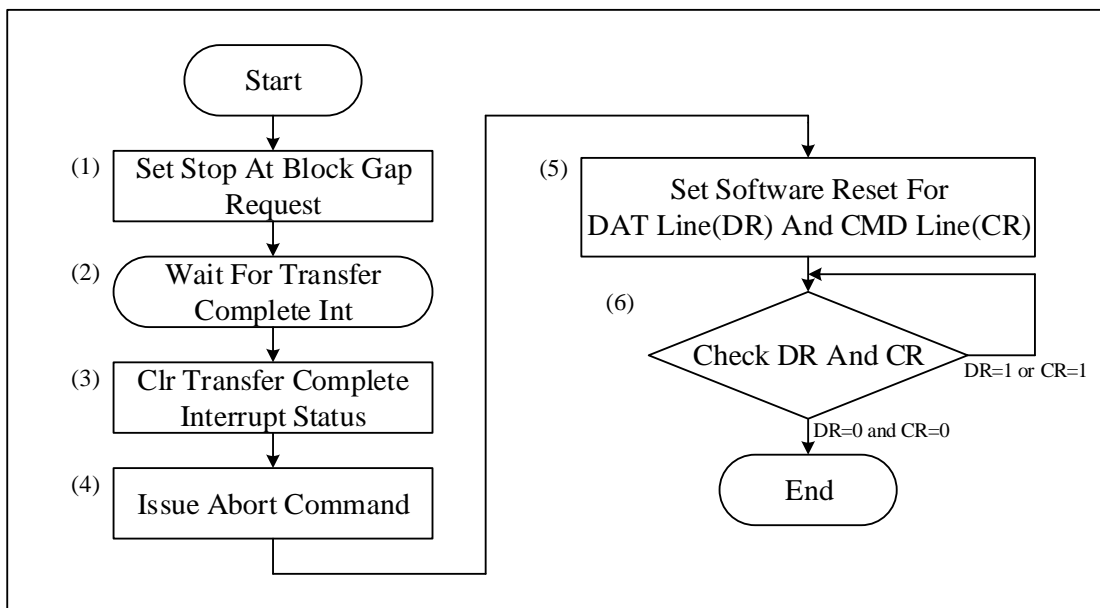


图 6-74 SDIO 同步中止传输示意图

说明:

- 1: 通过向 CR1 寄存器 STOP\_AT\_BLKGP 位写 1 以停止 SD 传输
- 2: 等待传输完成中断
- 3: 清除传输完成中断标志位
- 4: 发送中止命令
- 5: 通过向 CR2 寄存器 RSTDAT 位和 RSTCMD 位写 1 以设置软复位
- 6: 通过读取 CR2 寄存器 RSTDAT 位和 RSTCMD 位判断数据线和命令线复位状态。若都为 0 则进入 END 状态, 否则重新执行步骤 6

## 接口时序

写周期时序如图 6-75 所示:

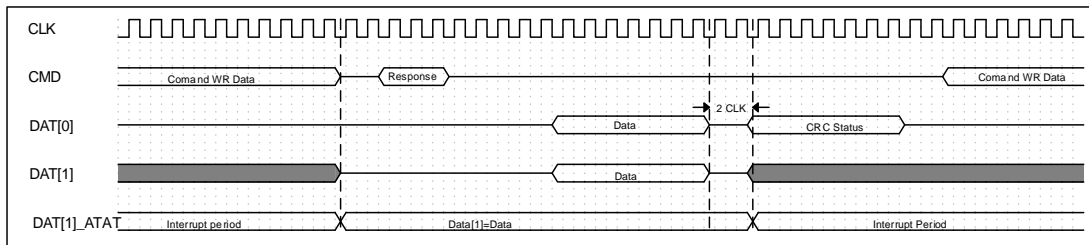


图 6-75 SDIO 写周期时序图

读周期时序如图 6-76 所示:

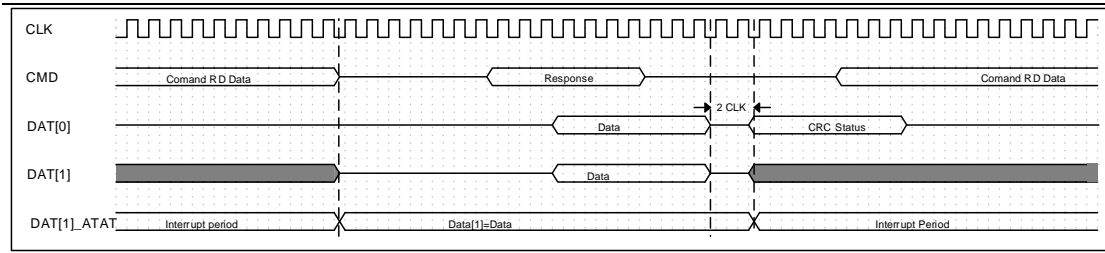


图 6-76 SDIO 读周期时序图

暂停/继续时序如图 6-77 所示：

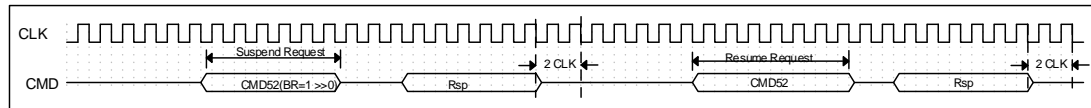


图 6-77 SDIO 暂停/继续时序图

**6.22.5 寄存器映射**

名称	偏移	类型	复位值	描述
<b>SDIO BASE: 0x40004000</b>				
<b>DMA_MEM_ADDR</b>	0x00	R/W	0x00	SDMA 地址寄存器
<b>BLK</b>	0x04	R/W	0x00	块大小和块数目寄存器
<b>ARG</b>	0x08	R/W	0x00	参数寄存器
<b>CMD</b>	0x0C	R/W	0x00	传输模式及命令寄存器
<b>RESP0</b>	0x10	ROC	0x00	响应寄存器 0
<b>RESP1</b>	0x14	ROC	0x00	响应寄存器 1
<b>RESP2</b>	0x18	ROC	0x00	响应寄存器 2
<b>RESP3</b>	0x1C	ROC	0x00	响应寄存器 3
<b>DATA</b>	0x20	R/W	0x00	数据缓存端口寄存器
<b>STAT</b>	0x24	R/W	0x00	状态寄存器
<b>CR1</b>	0x28	R/W	0x00	主机控制寄存器
<b>CR2</b>	0x2C	R/W	0x00	时钟控制寄存器
<b>IF</b>	0x30	R/W	0x00	中断标志寄存器
<b>IE</b>	0x34	R/W	0x00	中断使能寄存器
<b>IM</b>	0x38	R/W	0x00	中断屏蔽寄存器

### 6.2.2.6 寄存器描述

#### SDMA 地址寄存器 DMA\_MEM\_ADDR

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
DMA_MEM_ADDR	0x00	R/W	0x00	SDMA 地址寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
ADDR							
23	22	21	20	19	18	17	16
ADDR							
15	14	13	12	11	10	9	8
ADDR							
7	6	5	4	3	2	1	0
ADDR							

位域	名称	描述
31:0	ADDR	采用 DMA 模式传输时的内存地址

块大小和块数目寄存器 BLK

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
BLK	0x04	R/W	0x00	块大小和块数目寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
COUNT							
23	22	21	20	19	18	17	16
COUNT							
15	14	13	12	11	10	9	8
-	DMA_SIZE			SIZE			
7	6	5	4	3	2	1	0
SIZE							

位域	名称	描述
31:16	COUNT	块数目设置，写入值即为模块数量 0001: 1Block 0002: 2 Blocks ----- FFFF: 65535Blocks
15	-	-
14:12	DMA_SIZE	DMA 传输时 buffer 大小设置 000: 4KB 001: 8KB 010: 16KB 011: 32KB 100: 64KB 101: 128KB 110: 256KB 111: 512KB

<p><b>11:0</b></p>	<p>SIZE</p>	<p>块大小设置，用于块传输：CMD17, CMD18,CMD24, CMD25, CMD53</p> <p>000: 没有数据传输</p> <p>001: 1 Byte</p> <p>002: 2 Byte</p> <p>003: 3 Byte</p> <p>004: 4 Byte</p> <p>----</p> <p>1FF: 511 Byte</p> <p>200: 512 Byte</p> <p>----</p> <p>800: 2048 Byte</p>
--------------------	-------------	--

**参数寄存器 ARG**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
ARG	0x08	R/W	0x00	参数寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
ARG							
23	22	21	20	19	18	17	16
ARG							
15	14	13	12	11	10	9	8
ARG							
7	6	5	4	3	2	1	0
ARG							

位域	名称	描述
31:0	ARG	SD 命令参数中的 bit[39:8]

**传输模式及命令寄存器 CMD**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
CMD	0x0C	R/W	0x00	传输模式及命令寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-		CMDINDX					
23	22	21	20	19	18	17	16
CMDTYPE		HASDATA	IDXCHECK	CRCHECK	-	RESPTYPE	
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-		MULTBLK	DIRREAD	-	AUTOCMD12	BLKCNTEN	DMAEN

位域	名称	描述
31:30	-	-
29:24	CMDINDX	设置命令 (CMD0 -- CMD63, ACMD0 -- ACMD63)
23:22	CMDTYPE	指定命令 (中止命令/重新开始命令/停止命令) 模式设置 00: 正常模式, 普通命令 01: 中止模式 10: 重新开始 11: 停止
21	HASDATA	数据线上是否有要发送的数据 0: 没有数据 1: 有数据
20	IDXCHECK	命令索引检查使能 0: 禁能 1: 使能
19	CRCHECK	命令 CRC 检查使能 0: 禁能 1: 使能
18	-	-
17:16	RESPTYPE	响应类型选择 00: 没有响应 01: 响应 (136 位) 10: 响应 (48 位) 11: 响应 (48 位) 带检查 Busy
15:6	REVERSED	保留

5	MULTBLK	多块传输选择 0: 单块 1: 多块
4	DIRREAD	数据传输方向 0: 写 (主机到卡) 1: 读 (卡到主机)
3	REVERSED	保留
2	AUTOCMD12	用于多块传输时 CMD12 停止传输 0: 禁能 1: 使能
1	BLKCNTEN	多块传输使能 0: 禁能 1: 使能
0	DMAEN	DMA 使能 0: 禁能 1: DMA 使能

**附 1**

Multi/Single Block Select	Block Count Enable	Block Count	功能
0	---	--	单块传输
1	0	--	无限传输
1	1	非 0	多块传输
1	1	0	禁止多块传输

**附 2**

Response Type	Index Check Enable	CRC Check Enable	响应类型
00	0	0	没有响应
01	0	1	R2
10	0	0	R3, R4
10	1	1	R1, R6, R5, R7
11	1	1	R1b, R5b

**响应寄存器 RESP**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
RESP	0x10	ROC	0x00	响应寄存器 x

31	30	29	28	27	26	25	24
RESP							
23	22	21	20	19	18	17	16
RESP							
15	14	13	12	11	10	9	8
RESP							
7	6	5	4	3	2	1	0
RESP							

位域	名称	描述
31:0	RESP	SD 响应数据

**响应类型说明**

响应类型	说明	SD 协议中响应位域	响应寄存器位域
R1,R1b(正常响应)	卡状态	R[39: 8]	REP[31: 0]
R1b(CMD12 响应)	卡状态 (CMD12)	R[39: 8]	REP[127:96]
R2(CID,CSD Register)	CID 或 CSD 寄存器	R[127: 8]	REP[119:0]
R3(OCR Register)	OCR 寄存器 (存储卡)	R[39: 8]	REP[31:0]
R4(OCR Register)	OCR 寄存器 (I/O 设备)	R[39: 8]	REP[31:0]
R5, R5b	SDIO 响应	R[39: 8]	REP[31:0]
R6(RCA)	RCA	R[39: 8]	REP[31:0]

数据缓存端口寄存器 DATA

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
DATA	0x20	R/W	0x00	数据缓存端口寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
DATA							
23	22	21	20	19	18	17	16
DATA							
15	14	13	12	11	10	9	8
DATA							
7	6	5	4	3	2	1	0
DATA							

位域	名称	描述
31:0	DATA	数据缓存端口

**状态寄存器 STAT**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
STAT	0x24	RO	0x00	状态寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-				WPST	HASCARDST	-	CARDINST
15	14	13	12	11	10	9	8
-				RDEN	WREN	RDST	WRST
7	6	5	4	3	2	1	0
-					DATLINEST	CMDINHI	CMDLINEST

位域	名称	描述
31:20	-	-
19	WPST	写保护状态 1: 写使能 0: 写保护
18	HASCARDST	卡检测状态 1: 有卡 0: 无卡
17	-	-
16	CARDINST	卡插入状态 1: 卡插入 0: 无卡、复位或抖动
15:12	-	-
11	RDEN	非 DMA 模式下读使能, ROC 1: 使能 0: 禁能
10	WREN	非 DMA 模式下写使能, ROC 1: 使能 0: 禁能
9	RDST	非 DMA 模式下读状态, ROC 1: 正在读数据 0: 没有读
8	WRST	非 DMA 模式下写状态, ROC 1: 正在写数据 0: 没有写
7:3	-	-

2	DATLINEST	数据线状态, ROC 1: 数据线正忙 0: 数据线空闲
1	CMDINHI	1 - DAT 线 有活动或是读传输 0 - - 可以执行下一条命令
0	CMDLINEST	命令线状态, ROC 1: CMD 线正忙 0: CMD 线空闲

**主机控制寄存器 CR1**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
CR1	0x28	R/W	0x00	主机控制寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							STOP_AT_BLK AP
15	14	13	12	11	10	9	8
-				VOLT			PWRON
7	6	5	4	3	2	1	0
CDSRC	CDBIT	_8BIT	-			_4BIT	-

位域	名称	描述
31:17	-	-
16	STOP_AT_BLK GAP	停止在块间隙 1: 停止 0: 传输
15:12	-	-
11:9	VOLT	SD 电压 111: 3.3v 110: 3.0v 101: 1.8v 其它: 保留
8	PWRON	上电控制 1: 上电 0: 断电
7	CDSRC	卡检测位 1: 选择卡检测 0: 选择 SDCD#
6	CDBIT	卡标志位 1: 卡插入 0: 没有卡
5	_8BIT	数据模式选择 1: 选择 8bit 数据模式 0: 由 _4BIT 设定
4:2	-	-

1	4BIT	数据传输宽度 1: 4bit 模式 0: 1bit 模式
0	-	-

**时钟控制寄存器 CR2**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
CR2	0x2C	R/W	0x00	时钟控制寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-					RSTDAT	RSTCMD	RSTALL
23	22	21	20	19	18	17	16
-				TIMEOUT			
15	14	13	12	11	10	9	8
SDCLKDIV							
7	6	5	4	3	2	1	0
-					SDCLKEN	CLKRDY	CLKEN

位域	名称	描述
31:27	-	-
26	RSTDAT	数据线复位控制, R/W, AC 1: 复位 0: 工作
25	RSTCMD	命令线复位控制, R/W, AC 1: 复位 0: 工作
24	RSTALL	SDIO 复位控制, R/W, AC 1: 复位 0: 工作
23:20	-	-
19:16	TIMEOUT	超时控制 1111: 保留 1110: $TMCLK * 2^{27}$ ----- 0001: $TMCLK * 2^{14}$

15:8	SDCLKDIV	SDIO 时钟选择,在基准时钟基础上的分频 10000000: 256 分频 01000000: 128 分频 00100000: 64 分频 00010000: 32 分频 00001000: 16 分频 00000100: 8 分频 00000010: 4 分频 00000001: 2 分频 00000000: 基准时钟 (10—63MHz)
7:3	-	-
2	SDCLKEN	SD 时钟使能 1: 使能 0: 禁能
1	CLKRDY	时钟稳定状态 1: SD 时钟稳定 0: SD 时钟不稳定
0	CLKEN	时钟使能 1: 时钟使能 0: 时钟停止

**中断状态寄存器 IF**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
IF	0x30	R/W	0x00	中断标志寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-			RESPERR	-		DMAERR	CMD12ERR
23	22	21	20	19	18	17	16
CURLIMERR	DATENDERR	DATCRCERR	DATTIMEOUT	CMDIDXERR	CMDENDERR	CMDCRCERR	CMDTIMEOUT
15	14	13	12	11	10	9	8
ERROR						-	
-		-		-		CARD	
7	6	5	4	3	2	1	0
CARDRMOV	CARDINSR	BUFRDRDY	BUFWRDY	DMADONE	BLKGAP	TRXDONE	CMDDONE

位域	名称	描述
31:29	-	-
28	RESPERR	响应错误状态 1: 有错误 0: 没有错误
27:26	-	-
25	DMAERR	DMA 错误状态 1: 有错误 0: 没有错误
24	CMD12ERR	CMD12 错误状态 1: 有错误 0: 没有错误
23	CURLIMERR	当前电压支持错误 1: 有错误 0: 没有错误
22	DATENDERR	数据结束错误 1: 有错误 0: 没有错误
21	DATCRCERR	数据 CRC 错误 1: 有错误 0: 没有错误
20	DATTIMEOUT	数据超时错误 1: 有错误 0: 没有错误

19	CMDIDXERR	命令索引错误 1: 有错误 0: 没有错误
18	CMDENDERR	命令结束错误 1: 有错误 0: 没有错误
17	CMDCRCERR	命令 CRC 错误 1: 有错误 0: 没有错误
16	CMDTIMEOUT	命令超时错误 1: 有错误 0: 没有错误
15	ERROR	任何错误状态 1: 有错误 0: 没有错误
14:9	-	-
8	CARD	卡中断状态 1: 产生卡中断 0: 没有卡中断
7	CARDRMV	卡移除状态 1: 卡移除 0: 卡状态稳定或是消除抖动
6	CARDINSR	卡插入状态 1: 卡插入 0: 卡状态稳定或是消除抖动
5	BUFRDRDY	Buffer 读准备状态 1: Buffer 读准备好 0: Buffer 读没准备好
4	BUFWRDY	Buffer 写准备状态 1: Buffer 写准备好 0: Buffer 写没准备好
3	DMADONE	DMA 中断状态 1: 产生 DMA 中断 0: 没有产生 DMA 中断
2	BLKGAP	块间隙事件 1: 传输停止 0: 没有产生块事件
1	TRXDONE	数据传输完成状态 1: 数据传输完成 0: 数据没有传输完成

0	CMDDONE	命令发送完成状态 1: 命令发送完成 0: 命令没有发送完成
---	---------	--------------------------------------

**中断使能寄存器 IE**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
IE	0x34	R/W	0x00	中断使能寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24	
-			RESPERR	-		DMAERR	CMD12ERR	
23	22	21	20	19	18	17	16	
CURLIMERR	DATENDERR	DATCRCERR	DATTIMEOUT	CMDIDXERR	CMDENDERR	CMDCRCERR	CMDTIMEOUT	
15	14	13	12	11	10	9	8	
ERROR							-	CARD
7	6	5	4	3	2	1	0	
CARDRMOV	CARDINSR	BUFRDRDY	BUFWRDY	DMADONE	BLKGAP	TRXDONE	CMDDONE	

位域	名称	描述
31:29	-	-
28	RESPERR	响应错误中断使能 1: 使能 0: 禁能
27:26	-	-
25	DMAERR	DMA 错误中断使能 1: 使能 0: 禁能
24	CMD12ERR	CMD12 错误中断使能 1: 使能 0: 禁能
23	CURLIMERR	当前电压支持错误中断使能 1: 使能 0: 禁能
22	DATENDERR	数据结束中断使能 1: 使能 0: 禁能
21	DATCRCERR	数据 CRC 错误使能 1: 使能 0: 禁能
20	DATTIMEOUT	数据超时中断使能 1: 使能 0: 禁能

19	CMDIDXERR	命令索引错误中断使能 1: 使能 0: 禁能
18	CMDENDERR	命令结束错误中断使能 1: 使能 0: 禁能
17	CMDCRCERR	命令 CRC 错误中断使能 1: 使能 0: 禁能
16	CMDTIMEOUT	命令超时中断使能 1: 使能 0: 禁能
15	ERROR	SDIO 发生错误产生中断使能 1: 使能 0: 禁能
14:9	-	-
8	CARD	卡中断使能 1: 使能 0: 禁能
7	CARDRMV	卡移除中断使能 1: 使能 0: 禁能
6	CARDINSR	卡插入中断使能 1: 使能 0: 禁能
5	BUFRDRDY	Buffer 读准备中断使能 1: 使能 0: 禁能
4	BUFWRDY	Buffer 写准备中断使能 1: 使能 0: 禁能
3	DMADONE	DMA 中断使能 1: 使能 0: 禁能
2	BLKGAP	块间隙中断使能 1: 使能 0: 禁能
1	TRXDONE	数据传输完成中断使能 1: 使能 0: 禁能

0	CMDDONE	命令发送完成中断使能 1: 使能 0: 禁能
---	---------	------------------------------

**中断屏蔽寄存器 IM**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
IM	0x38	R/W	0x00	中断屏蔽寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-			RESPERR	-		DMAERR	CMD12ERR
23	22	21	20	19	18	17	16
CURLIMERR	DATENDERR	DATCRCERR	DATTIMEOUT	CMDIDXERR	CMDENDERR	CMDCRCERR	CMDDONE
15	14	13	12	11	10	9	8
ERROR							CARD
7	6	5	4	3	2	1	0
CARDRMOV	CARDINSR	BUFRDRDY	BUFWRDY	DMADONE	BLKGAP	TRXDONE	CMDDONE

位域	名称	描述
31:29	-	-
28	RESPERR	响应错误中断屏蔽 1: 屏蔽 0: 不屏蔽
27:26	-	-
25	DMAERR	DMA 错误中断屏蔽 1: 屏蔽 0: 不屏蔽
24	CMD12ERR	CMD12 错误中断屏蔽 1: 屏蔽 0: 不屏蔽
23	CURLIMERR	当前电压支持错误中断屏蔽 1: 屏蔽 0: 不屏蔽
22	DATENDERR	数据结束中断屏蔽 1: 屏蔽 0: 不屏蔽
21	DATCRCERR	数据 CRC 错误屏蔽 1: 屏蔽 0: 不屏蔽
20	DATTIMEOUT	数据超时中断屏蔽 1: 屏蔽 0: 不屏蔽

19	CMDIDXERR	命令索引错误中断屏蔽 1: 屏蔽 0: 不屏蔽
18	CMDENDERR	命令结束错误中断屏蔽 1: 屏蔽 0: 不屏蔽
17	CMDCRCERR	命令 CRC 错误中断屏蔽 1: 屏蔽 0: 不屏蔽
16	CMDTIMEOUT	命令超时中断屏蔽 1: 屏蔽 0: 不屏蔽
15	ERROR	SDIO 发生错误产生中断屏蔽 1: 屏蔽 0: 不屏蔽
14:9	-	-
8	CARD	卡中断屏蔽 1: 屏蔽 0: 不屏蔽
7	CARDRMV	卡移除中断屏蔽 1: 屏蔽 0: 不屏蔽
6	CARDINSR	卡插入中断屏蔽 1: 屏蔽 0: 不屏蔽
5	BUFRDRDY	Buffer 读准备中断屏蔽 1: 屏蔽 0: 不屏蔽
4	BUFWRDY	Buffer 写准备中断屏蔽 1: 屏蔽 0: 不屏蔽
3	DMADONE	DMA 中断屏蔽 1: 屏蔽 0: 不屏蔽
2	BLKGAP	块间隙中断屏蔽 1: 屏蔽 0: 不屏蔽
1	TRXDONE	数据传输完成中断屏蔽 1: 屏蔽 0: 不屏蔽

0	CMDDONE	命令发送完成中断屏蔽 1: 屏蔽 0: 不屏蔽
---	---------	-------------------------------

## 6.23 SDRAM 控制器 (SDRAMC)

### 6.23.1 概述

本系列所有型号 SDRAMC 模块操作均相同, 主要功能在于完成 AHB 总线和外部 SDRAM 之间的数据搬移, 使用前需使能 SDRAMC 模块时钟。

SDRAMC 的主要功能在于完成 AHB 总线和外部 SDRAM 之间的数据搬移, 模块支持标准 AHB 总线操作, 仅支持 WORD 级别读写。

### 6.23.2 特性

- 仅支持 32 位 WORD 操作
- 支持 16bit 位宽的 SDRAM
- 支持兼容 PC133 标准的 SDRAM 颗粒
- 支持 2MB 到 32MB 的外部 SDRAM 颗粒

### 6.23.3 模块结构框图

结构如下图所示：

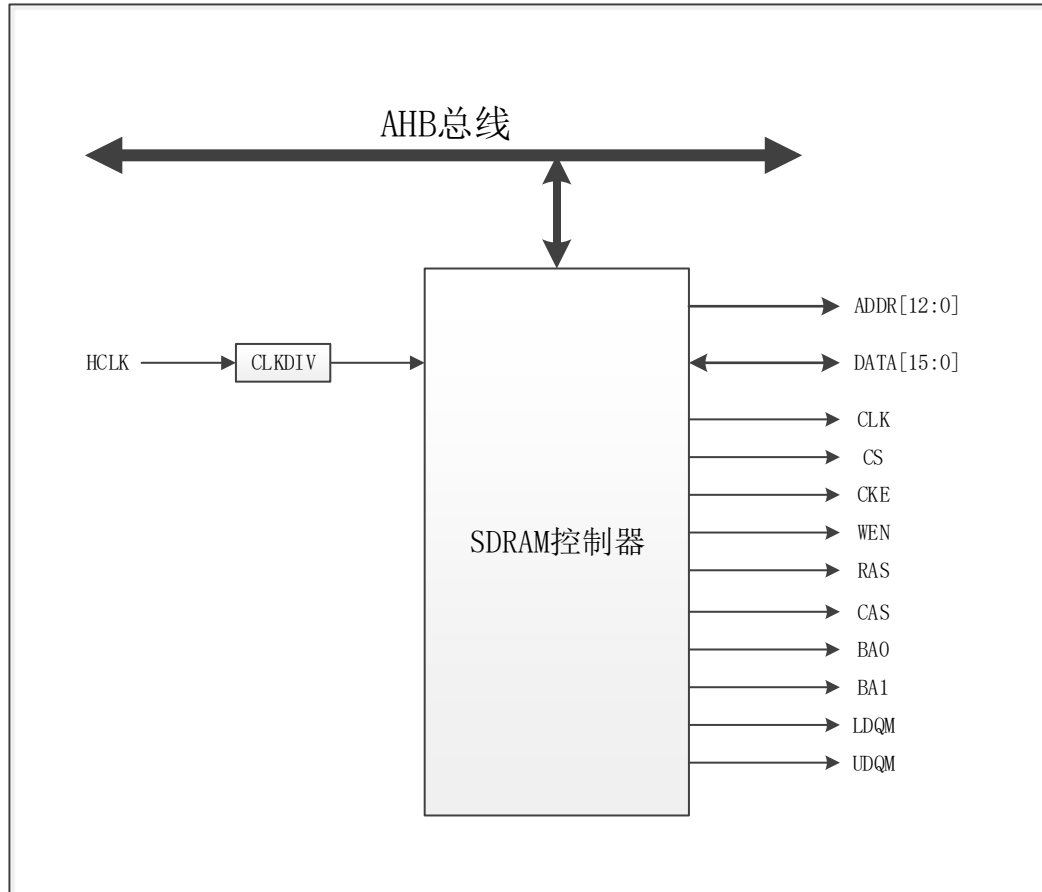


图 6-78 SDRAMC 模块结构框图

### 6.23.4 功能描述

MCU 通过 SIU 接口配置相关的控制寄存器，FSM 将控制命令转化为 SDRAMC 的接口时序。

#### 数据接口

SDRAMC 模块提供了标准 SDRAM 接口信号，包括 CLK、CKE、CS、BA0、BA1、A0~A12、RAS、CAS、WE、LDQ、UDQ、DQ0~DQ15 等，其中 DQ0~DQ15 与 NORFLC 模块共用。使用时将相关 GPIO 功能设置为 SDRAMC 模块接口信号。如下表所示：

表格 6-11 SDRAMC 模块数据接口

信号名称	信号方向	功能
CLK	I	系统时钟输入
CKE	I	时钟使能
CS	I	片选
BA0~BA1	I	Bank 选择
A0~A12	I	地址线
RAS	I	行有效
CAS	I	列有效
WE	I	写使能
LDQ/UDQ	I	高/低字节有效
DQ0~DQ15	I/O	数据输入输出

SDRAM 与设备连接示意图如图 6-79 所示：

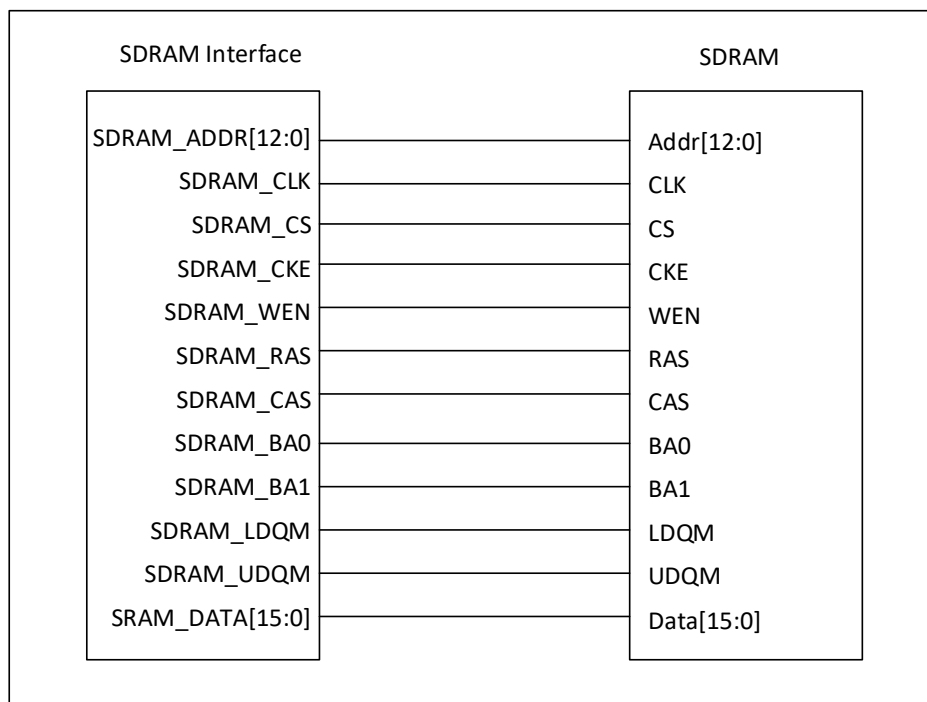


图 6-79 SDRAM 与设备连接示意图

### 接口时序

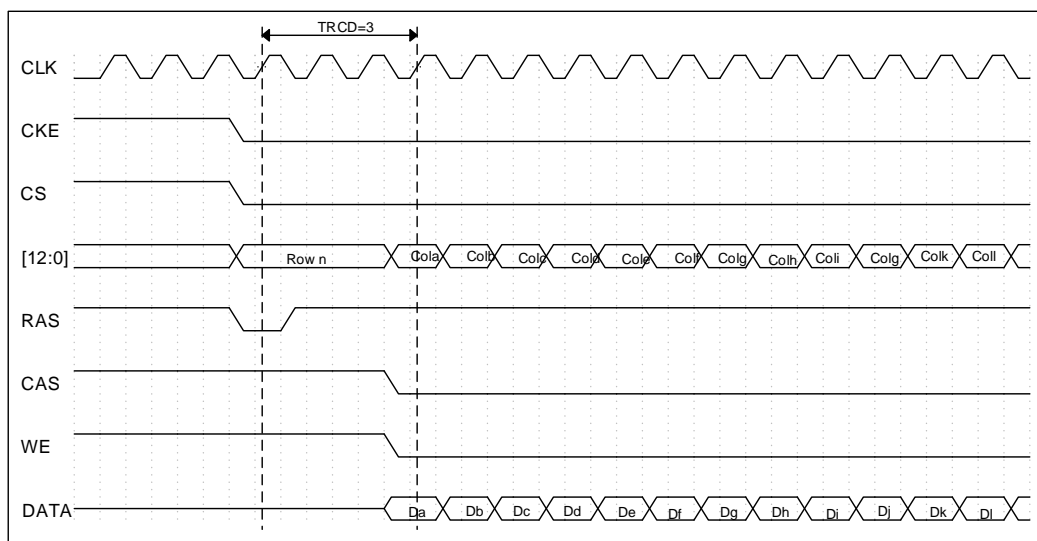


图 6-80 SDRAMC 写访问周期示意图

SDRAMC 写访问周期如图 6-80 SDRAMC 写访问周期示意图所示，SDRAM 控制器总是在检测下一个访问，在任何写操作之前，必须先使能 SDRAMC。

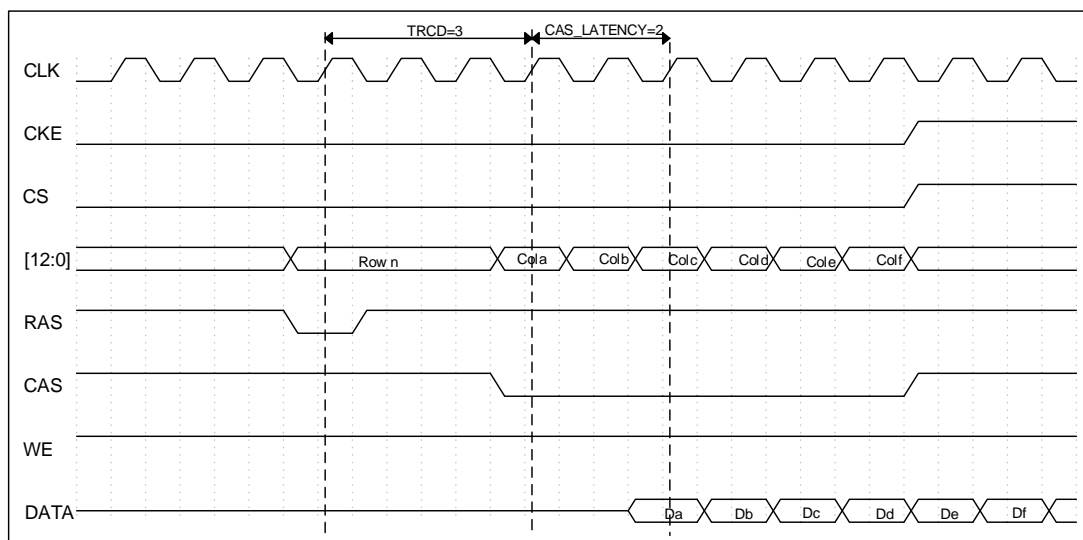


图 6-81 SDRAMC 读访问周期示意图

SDRAMC 读访问周期如图 6-81 SDRAMC 读访问周期示意图所示，读访问期间，写使能信号恒为高。

### 操作说明

SDRAM 在上电以后必须先对其进行初始化操作，而后才能对其进行其他操作。

- 通过系统 CLKEN 寄存器使能 SDRAMC 模块时钟

- 设置 SDRAMC 模块 CR0 寄存器 CASDELAY 位
- 根据外部 SDRAM 特性及自身需求，设置 SDRAMC 模块 CR1 寄存器各位参数
- 通过寄存器 LATCH 选择数据的输入输出沿
- 通过 REFRESH 寄存器设置刷新计数周期，并使能 SDRAMC
- 读取 REFDONE 寄存器，等待初始化完成

**6.23.5 寄存器映射**

名称	偏移	类型	复位值	描述
<b>SDRAMC                    BASE: 0x70000000</b>				
<b>CR0</b>	0x00	R/W	0x32	SDRAM 模式寄存器
<b>CR1</b>	0x04	R/W	0x14D_DA1B	SDRAM 配置寄存器
<b>REFRESH</b>	0x08	R/W	0x10FA	SDRAM 刷新寄存器
<b>NOPNUM</b>	0x0C	R/W	0x682A	SDRAM 初始化寄存器
<b>LATCH</b>	0x10	R/W	0x4	SDRAM 输入输出沿选择寄存器
<b>REFDONE</b>	0x14	R/W	0x00	SDRAM 上电初始化完成

### 6.23.6 寄存器描述

#### SDRAM 模式寄存器 CRO

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
CRO	0x00	R/W	0x32	SDRAM 模式寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-	CASDELAY			-			

位域	名称	描述
31:7	-	-
6:4	CASDELAY	CAS 延迟时间 0: 保留 1: 保留 2: 2 个时钟周期 3: 3 个时钟周期
3:0	-	-

**SDRAM 配置寄存器 CR1**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
CR1	0x04	R/W	0x14D_DA1B	SDRAM 配置寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
HIGHSPEED	CELLSIZE		CELL32BIT	BANK	32BIT	TMRD	
15	14	13	12	11	10	9	8
TMRD	TRRD		TRAS			TRC	
7	6	5	4	3	2	1	0
TRC		TRCD			TRP		

位域	名称	描述
31:24	-	-
23	HIGHSPEED	高速模式设置。当系统时钟大于 100MHz 时，这一位必须配置为 1，否则为 0
22:21	CELLSIZE	SDRAM 颗粒的容量 0: 64Mb 1: 128 Mb 2: 256Mb 3: 16Mb
20	CELL32BIT	SDRAM 颗粒的位宽 0: 16 位 1: 32 位
19	BANK	SDRAM 每个颗粒有几个 Bank 0: 2 Banks 1: 4 Banks
18	32BIT	SDRAMC 的接口数据位宽 0: 16bit 1: 32bit
17:15	TMRD	Mode register set to activate (clks) 0: 保留 1: 保留 2: 保留 3: 3 ( minimum)

14:13	TRRD	<p>Activate to activate on different banks(clks)</p> <p>0: 保留</p> <p>1: 保留</p> <p>2: 2 ( minimum)</p> <p>3: 3</p>
12:10	TRAS	<p>RASn active time. Ie. Delay between activate and precharge (clks)</p> <p>0: 保留</p> <p>1: 保留</p> <p>2: 2( minimum)</p> <p>3: 3</p>
9:6	TRC	<p>RASn cycle time (clks)</p> <p>0: 保留</p> <p>1: 保留</p> <p>2 = 2( minimum)</p> <p>3 = 3</p>
5:3	TRCD	<p>RASn to CASn delay. Ie. Activate to CommAnd delay (clks)</p> <p>0: 保留</p> <p>1: 保留</p> <p>3 = 3( minimum)</p>
2:0	TRP	<p>Precharge to Activate (clks)</p> <p>0: 保留</p> <p>1: 保留</p> <p>3: 3( minimum)</p>

**SDRAM 刷新寄存器 REFRESH**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
REFRESH	0x08	R/W	0x10FA	SDRAM 刷新寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-			EN	RATE			
7	6	5	4	3	2	1	0
RATE							

位域	名称	描述
31:13	-	-
12	EN	SDRAMC 使能位 1: 使能 0: 控制外部 SDRAM 颗粒进入低功耗模式, 并自动刷新
11:0	RATE	刷新计数器加载值

**SDRAM 初始化寄存器 NOPNUM**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
NOPNUM	0x0C	R/W	0x682A	SDRAM 初始化寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
NOP							
7	6	5	4	3	2	1	0
NOP							

位域	名称	描述
31:13	-	-
12	NOP	初始化完成后，在正常操作之前，发送多少个 NOP 命令

**SDRAM 输入输出沿选择寄存器 LATCH**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
LATCH	0x10	R/W	0x4	SDRAM 输入输出沿选择寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-					WAITST	OUTEDGE	INEDGE

位域	名称	描述
31:3	-	-
2	WAITST	等待状态 0: 没有等待状态 1: 有等待状态
1	OUTEDGE	边沿锁存送给 SDRAM 的数据 0: 下降沿 1: 上升沿
0	INEDGE	边沿锁存从 SDRAM 中读回的数据 0: 上升沿 1: 下降沿

**控制寄存器 CR**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
REFDONE	0x14	R/W	0x00	SDRAM 上电初始化完成

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-							REFDONE

位域	名称	描述
31:1	-	-
0	REFDONE	0: 上电初始化未完成 1: 上电初始化完成

## 6.24 ISP 及 FLASH 操作

### 6.24.1 概述

本系列支持在系统编程(ISP)模式, 可以通过软件控制重新烧写 flash。支持加密操作、ISP 程序定制。

### 6.24.2 特性

- 支持加密操作
- 支持 ISP 程序定制
- 支持 FLASH 编程

## 6.24.3 功能描述

### ISP 模式

ISP（在系统编程）操作说明

当芯片上电后检测到 B0 引脚持续 5ms 以上的高电平后，将会进入 ISP（在应用编程）模式。通用 ISP 程序为擦除片上用户程序。

默认 ISP 功能使用 UART 接口，引脚为 A2(RX)/A3(TX)。

### 加密方式

封锁 SW 端口：通过在用户程序 0x1C 偏移地址写入 0xABCD1234，则上电后，SW 端口切换为通用 IO，无法通过仿真器访问芯片。

### FLASH 操作

FLASH 位宽为 128bit，并具备 CACHE 功能，CACHE 内部具备 128\*64 bit 空间，用于程序预取。每次写操作完成后，建议复位 CACHE，保证读取为最新数据。

#### 寄存器操作

- ERASE 操作：
  - 配置 ERASE 寄存器 REQ 为 1，同时写入擦除地址
  - 延时 5 个周期
  - 查询 STAT 状态寄存器 ERASE 位，直至从 1 变为 0，擦除完成。当 Flash 完成擦出操作后，方可进行其他操作
  - SECTOR 大小为 4KB
- PROGRAM 操作：
  - 配置 CTRL 寄存器中 WEN 位为 1
  - 配置写入地址，Flash 必须擦除后才能 PROGRAM，且 PROGRAM 以 128bits 为单位，必须保证 4 个 WORD（128 位）对齐
  - 向 Write FIFO 入口地址写入待 PROGRAM 数据，每次写入 32bits
  - 查询 Flash 状态寄存器，如果 FIFO 未滿，继续写入；如果 FIFO 已滿，需等待。
  - 写入完成后，需要执行清除 CACHE 操作，避免读取时出现写入前取得的值

注：以上操作流程均需要在 SRAM 中执行

#### IAP 操作

- ERASE 操作：
  - 关闭中断，可调用 \_\_disable\_irq() 函数
  - 调用 IAPfunc 函数，输入要擦除扇区的地址，必须 4K 对齐，即  $\text{addr}\%4096 == 0$ ，可调用 IAPfunc(addr, 0, 0, 0x51) 函数
  - 使能中断，可调用 \_\_enable\_irq() 函数
- PROGRAM 操作：
  - 关闭中断，可调用 \_\_disable\_irq() 函数
  - 调用 IAPfunc 函数，输入要写入的地址、要写入 FLASH 中的数据、要写入数据的个

数，以字位单位,可调用 IAPfunc(addr, (uint32\_t)buff, cnt, 0x52) 函数，写入成功返回 1，否则返回 0。

- 使能中断，可调用 \_\_enable\_irq() 函数

注：具体操作详情见库函数

#### 6.24.4 寄存器映射

名称	偏移	类型	复位值	描述
FLASHCTL                      BASE: 0x4001F000				
DATA	0x00	R/W	0x00	写数据寄存器
ADDR	0x04	R/W	0x00	写地址寄存器
ERASE	0x08	R/W	0x00	擦除寄存器
CR	0x0C	R/W	0x00	控制寄存器
REVERSED	0x10~0x1C	—	—	保留
STAT	0x20	RO	0x00	状态寄存器

### 6.24.5 寄存器地址

#### 写数据寄存器 DATA

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
DATA	0x00	R/W	0x00	写数据寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
DATA							
23	22	21	20	19	18	17	16
DATA							
15	14	13	12	11	10	9	8
DATA							
7	6	5	4	3	2	1	0
DATA							

位域	名称	描述
31:0	DATA	写数据寄存器，写入目标编程数据，最小单位为 4 个字（128bit）

**地址寄存器 ADDR**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
ADDR	0x04	R/W	0x00	写地址寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
ADDR							
23	22	21	20	19	18	17	16
ADDR							
15	14	13	12	11	10	9	8
ADDR							
7	6	5	4	3	2	1	0
ADDR							

位域	名称	描述
31:0	ADDR	写目标起始地址，需 4 字（16 字节）对齐

**擦除寄存器 ERASE**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
ERASE	0x08	R/W	0x00	擦除寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
EN	-						
23	22	21	20	19	18	17	16
-					PAGE		
15	14	13	12	11	10	9	8
PAGE							
7	6	5	4	3	2	1	0
PAGE							

位域	名称	描述
31	EN	擦除使能，执行擦除操作 1: 使能 0: 禁能
30:19	-	-
18:0	PAGE	页擦除目标起始地址，需 word 对齐，页擦除为 4K 大小

**控置寄存器 CR**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
CR	0x0C	R/W	0x00	控制寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
-							
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-				CLEAR	WEN	-	

位域	名称	描述
31:4	-	-
3	CLEAR	CACHE 清除，写 1 清除目前 CACHE 内容 写 1 后需软件重新置 0 此位相关操作不能在 FLASH 中执行
2	WEN	写使能，执行编程操作前需置 1 1: 使能 0: 禁能
1:0	-	-

**状态寄存器 STAT**

寄存器	偏移	类型	复位值	描述
STAT	0x20	RO	0x00	状态寄存器

31	30	29	28	27	26	25	24
FREE	-						
23	22	21	20	19	18	17	16
-							
15	14	13	12	11	10	9	8
-							
7	6	5	4	3	2	1	0
-			FULL	EMPTY	READ	PROG	ERASE

位域	名称	描述
31	FREE	FLASH 控制器处空闲状态指示 1: 空闲状态 0: 忙状态
30:5	-	-
4	FULL	write FIFO 满
3	EMPTY	write FIFO 空
2	READ	FLASH 读状态标志 1: 读操作进行中 0: 读操作未进行
1	PROG	FLASH 编程状态标志 1: 编程操作进行中 0: 编程操作未进行
0	ERASE	FLASH 擦除状态标志 1: 擦除操作进行中 0: 擦除操作未进行

# 7 典型应用电路

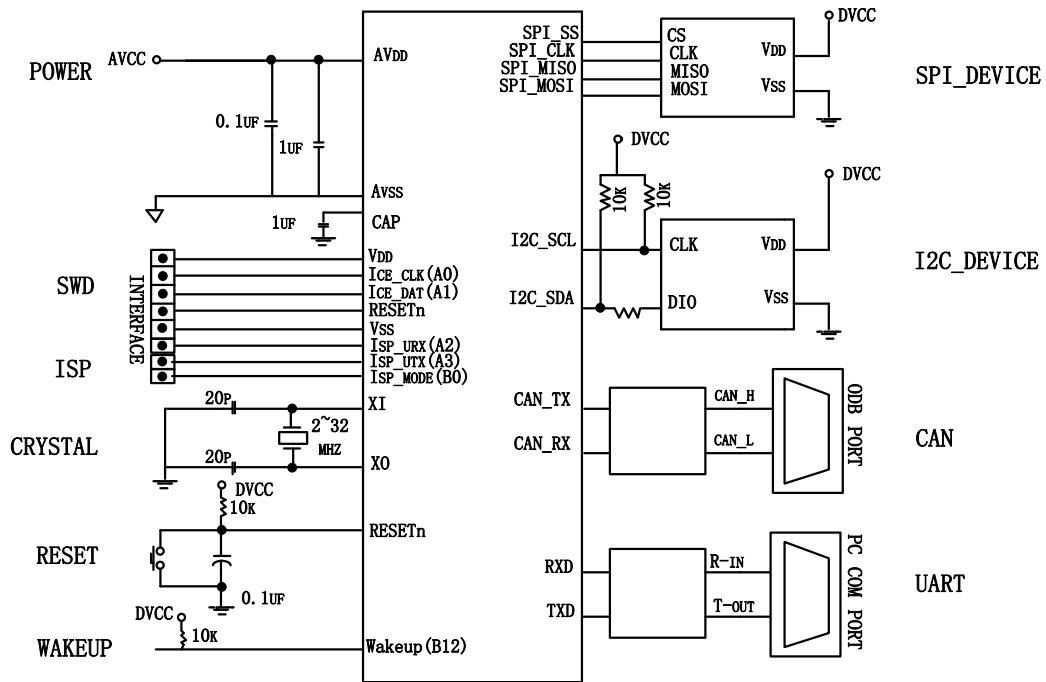


图 7-1 典型应用电路图

## 8 电气特性

### 8.1 绝对最大额定值

表格 8-1 绝对最大额定值

参数	最大值	典型值	最小值	符号	单位
直流电源电压	3.6	3.3	2.0	V <sub>dd-Vss</sub>	V
输入电压	3.6	3.3	0.8	V <sub>in</sub>	V
晶振频率	40	20	—	1/Tclk	MHz
工作温度	105	—	-40	T <sub>w</sub>	°C
贮存温度	150	—	-50	T <sub>s</sub>	°C
单一管脚最大灌电流	10.0	—	—	—	mA
单一管脚最大源电流	10.0	—	—	—	mA
所有管脚最大灌电流	80.0	—	—	—	mA
所有管脚最大拉电流	80.0	—	—	—	mA

## 8.2 DC 电气特性

表格 8-2 DC 电气特性( Vdd-Vss = 3.3V, Tw =25°C)

参数	最大值	典型值	最小值	符号	单位	测试条件
工作电压	3.6	3.3	2.0	Vdd	V	—
电源地	0.8	—	—	Vss	V	—
模拟工作电压	Vdd	—	0	AVdd	Tw	—
模拟参考电压	AVdd	—	0	Vref	V	—
普通工作模式下 电流 (120MHz)	—	19.5	—	mA	Idd2	Vdd=3.3V Enable all IP Internal OSC While(1);
	—	12.1	—	mA	Idd3	Vdd=3.3V Disable all IP Internal OSC While(1);
普通工作模式下 电流 (20MHz)	—	10.0	—	mA	Idd4	Vdd=3.3V Enable all IP Internal OSC While(1);
	—	6.2	—	mA	Idd5	Vdd=3.3V Disable all IP Internal OSC While(1);
普通工作模式下 电流 (32KHz)	—	390	—	uA	Idd7	Vdd=3.3V Disable all IP Internal OSC While(1);
SLEEP MODE WITH TIMER	—	500	—	uA	Idd10	Vdd = 3.3V 0<Vin<Vdd
STOP MODE	—	40	—	uA	Idd11	Vdd = 3.3V 0<Vin<Vdd

## 8.3 AC 电气特性

### 8.3.1 内部振荡器

表格 8-3 内部振荡器特征值

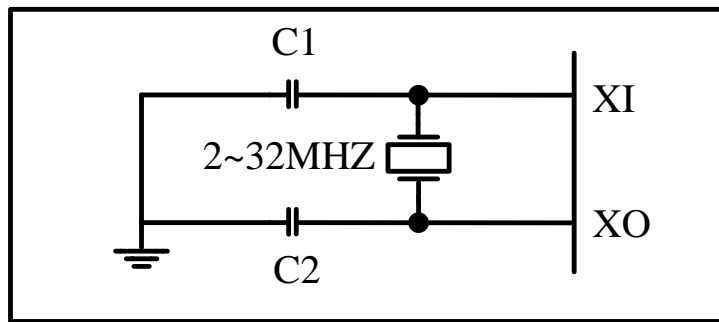
参数	最大值	典型值	最小值	单位	条件
电压	3.6	3.3	2.0	V	—
高频中心频率	—	40/20	—	MHz	—
高频误差范围	1	—	-1	%	Tw = 25°C Vdd = 3.3V
	5	—	-5	%	Tw = -40°C~105°C Vdd = 2.0V~3.6V
高频工作电流	—	540	—	uA	Vdd = 3.3V
低频中心频率	—	32768	—	Hz	—
低频误差范围	1	—	-1	%	Tw = 25°C Vdd = 3.3V
	2	—	-2	%	Tw = -40°C~105°C Vdd = 2.0V~3.6V

### 8.3.2 外部 2-32MHz 晶体振荡器

参数	最大值	典型值	最小值	单位	测试条件
工作电压	3.6	-	2.0	V	-
温度	105	-	-40		-
工作电流	-	0.8	-	mA	12 MHz, VDD = 3.3V
时钟频率	32	-	2	MHz	-

#### 典型电路

晶振	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>
2MHz ~ 32 MHz	10~20 pF	10~20 pF



## 8.4 模拟器件特性

### 8.4.1 SAR ADC 特性

表格 8-4 SAR ADC 特征值

参数	最大值	典型值	最小值	符号	单位
分辨率	12	—	—	—	Bit
参考电压	3.6	3.3	2.0	AVdd	V
工作电流（平均）	8	6	—	I <sub>dda</sub>	mA
关断电流	—	<20	—	I <sub>pd</sub>	uA
非线性差分误差	4	—	-4	DNL	LSB
非线性积分误差	4.5	—	-4.5	INL	LSB
采样速率	3	1	0.1	FS	MHz
工作时钟频率	3	1	0.1	FCLK	MHz
采样延时	—	1	—	TADC	Cycles
参考电压	—	AVDD	—	VREF	V
电阻值（每通道）	—	—	20	—	kohm
电容值（每通道）	5	—	—	—	pF
工作电压	0.2	—	V <sub>dd</sub> -0.2	V <sub>dd</sub>	V

### 8.4.2 LDO 特性

参数	最大值	典型值	最小值	符号	单位
DC 输入电压	3.6	-	2.0	V <sub>DD</sub>	V
输出电压	1.08	1.2	1.32	V <sub>LDO</sub>	V
温度	105	25	-40	T <sub>A</sub>	°C

### 8.4.3 Power-on Reset

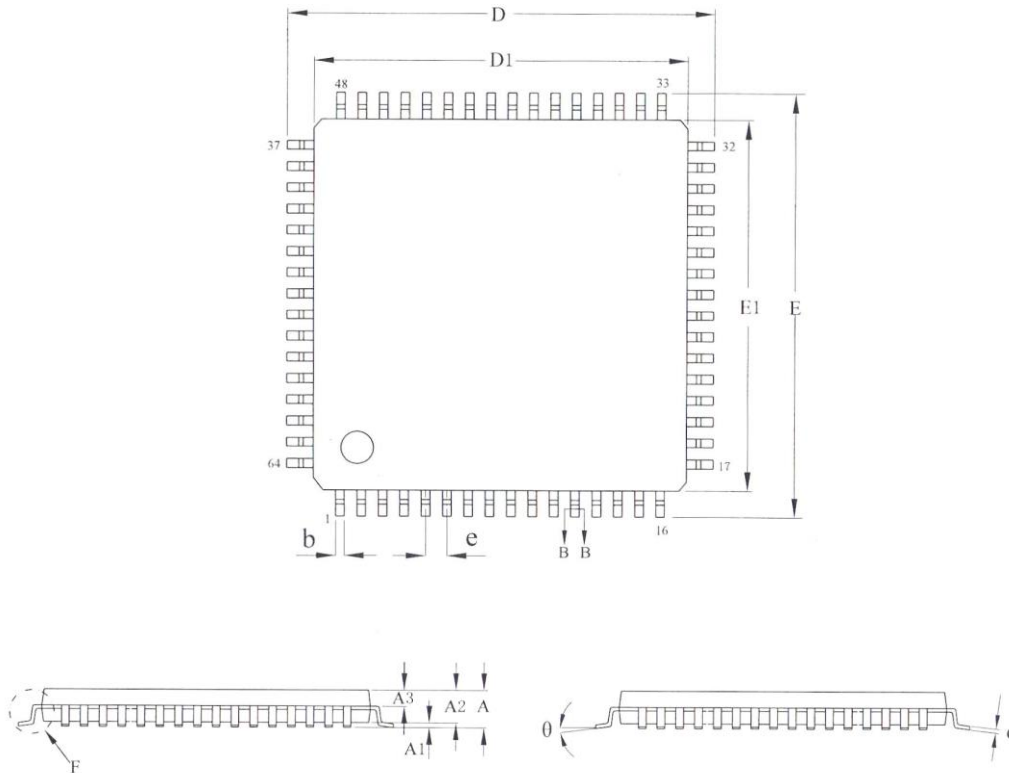
参数	最大值	典型值	最小值	符号	单位
温度	105	25	-40	T <sub>A</sub>	°C
复位电压	1.32	1.2	1.08	V <sub>POR</sub>	V
VDD 起始电压来确保上电复位	200	-	-	V <sub>POR</sub>	mV
VDD 上升率来确保上电复位	-	-	1	RR <sub>VDD</sub>	V/ms

#### 8.4.4 Flash DC 电气特性

参数	最大值	典型值	最小值	符号	单位
工作电压	1.32	1.2	1.08	$V_{FLA}$	V
擦写次数	—	—	100K	$N_{ENDUR}$	cycles
数据保留	—	—	100	$T_{RET}$	year
页擦除时间	—	—	20	$T_{ERASE}$	mS
编程时间	—	—	40	$T_{PROG}$	uS
读电流	17	—	—	$I_{DD1}$	mA
编程电流	10	—	—	$I_{DD2}$	mA
擦除电流	20	—	—	$I_{DD3}$	mA

## 9 封装信息

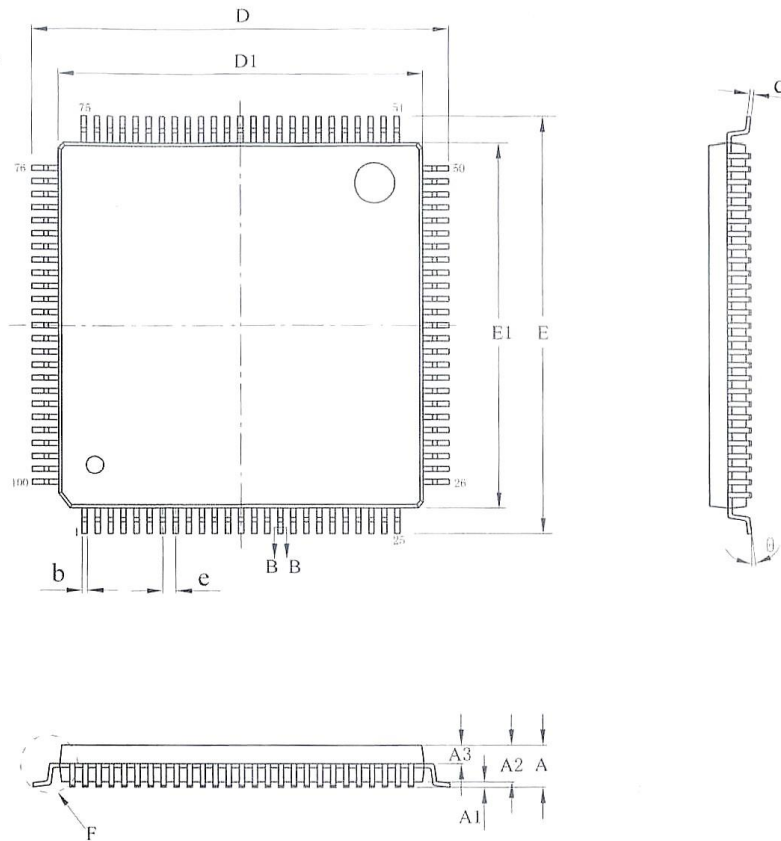
### 9.1 LQFP64



SYMBOL	Dimension in mm		
	Min	Nom	MAX
A	—	—	1.60
A1	0.05	—	0.15
A2	1.35	1.40	1.45
A3	0.59	0.64	0.69
b	0.18	—	0.26
c	0.13	—	0.17
D	11.80	12.00	12.20
D1	9.90	10.00	10.10
E	11.80	12.00	12.20
E1	9.90	10.00	10.10
e	0.50BSC		
$\theta$	0	—	7 °

图 9-1 LQFP64 封装

## 9.2 LQFP100



SYMBOL	Dimension in mm		
	Min	Nom	MAx
A	—	—	1.60
A1	0.05	—	0.20
A2	1.35	1.40	1.45
A3	0.59	0.64	0.69
b	0.19	—	0.27
c	0.13	—	0.18
D	15.80	16.00	16.20
D1	13.90	14.00	14.10
E	15.80	16.00	16.20
E1	13.90	14.00	14.10
e	0.50BSC		
$\theta$	0	—	7 °

图 9-2 LQFP100 封装

## 10 版本记录

版本	修改日期	说明
V1.00	2018.06.01	文档发布
V1.01	2018.06.13	修改部分细节
V2.00	2019.04.18	增加部分细节
V2.01	2019.06.21	增加睡眠唤醒配置细节
V2.02	2019.08.20	修改 LCD 部分描述
V2.03	2019.08.27	增加 ADC 部分细节
V2.04	2019.09.24	修改部分细节
V2.05	2019.10.17	修改引脚图
V2.06	2019.10.30	修改部分细节
V2.07	2019.11.20	SDIO.CMD.BITS 修改中文名称
V2.08	2019.12.23	修改浅睡眠相关描述
V2.09	2019.12.31	UART 增加中断说明
V2.10	2020.01.07	修改部分细节
V2.11	2020.02.25	增加 128pin 封装

---

## **Important Notice**

Synwit Products are neither intended nor warranted for usage in systems or equipment, any malfunction or failure of which may cause loss of human life, bodily injury or severe property damage. Such applications are deemed, "Insecure Usage".

Insecure usage includes, but is not limited to: equipment for surgical implementation, atomic energy control instruments, airplane or spaceship instruments, the control or operation of dynamic, brake or safety systems designed for vehicular use, traffic signal instruments, all types of safety devices, and other applications intended to support or sustain life.

All Insecure Usage shall be made at customer's risk, and in the event that third parties lay claims to Synwit as a result of customer's Insecure Usage, customer shall indemnify the damages and liabilities thus incurred by Synwit.