

ARM®Cortex® –M0
32 位微控制器

CMS32F030X

技术手册

V0.1

请注意以下有关CMS知识产权政策

* 中微半导体公司已申请了专利，享有绝对的合法权益。与中微半导体公司MCU或其他产品有关的专利权并未被同意授权使用，任何经由不当手段侵害中微半导体公司专利权的公司、组织或个人，中微半导体公司将采取一切可能的法律行动，遏止侵权者不当的侵权行为，并追讨中微半导体公司因侵权行为所受的损失、或侵权者所得的不法利益。

* 中微的名称和标识都是中微半导体公司的注册商标。

* 中微半导体公司保留对规格书中产品在可靠性、功能和设计方面的改进作进一步说明的权利。然而中微半导体公司对于规格内容的使用不负责任。文中提到的应用其目的仅仅是用来做说明，中微半导体公司不保证和不表示这些应用没有更深入的修改就能适用，也不推荐它的产品使用在会由于故障或其它原因可能会对人身造成危害的地方。中微半导体公司产品不授权适用于救生、维生器件或系统中作为关键器件。中微半导体公司拥有不事先通知而修改产品的权利，对于最新的信息，请参考我们的网站

<http://www.mcu.com.cn>

目录

| | | |
|-------|------------------------------|----|
| 1. | 功能特性 | 15 |
| 2. | 管脚定义和说明 | 16 |
| 2.1 | 管脚定义 | 16 |
| 2.1.1 | QFN-33PIN | 16 |
| 2.1.2 | TSSOP-20PIN | 16 |
| 2.2 | 管脚说明 | 17 |
| 2.3 | 功能选择 | 20 |
| 3. | 系统 | 21 |
| 3.1 | ARM Cortex - M0 内核 | 21 |
| 3.1.1 | 概述 | 21 |
| 3.1.2 | 特性 | 21 |
| 3.2 | 系统框图 | 22 |
| 3.3 | 存储器映射 | 23 |
| 3.4 | 系统时钟 | 24 |
| 3.5 | 电源模式和唤醒 | 26 |
| 3.6 | 系统控制 (SYSCON) | 27 |
| 3.6.1 | 概述 | 27 |
| 3.6.2 | 寄存器映射 | 27 |
| 3.6.3 | 寄存器说明 | 29 |
| | 产品 ID 寄存器 (DID) | 29 |
| | AHB 时钟分频寄存器 (AHBCKDIV) | 29 |

| | |
|------------------------------|----|
| APB 时钟分频寄存器 (APBCKDIV) | 29 |
| APB 时钟使能寄存器 (APBCKEN) | 30 |
| 时钟输出控制寄存器 (CLKODIV) | 31 |
| 电源控制寄存器 (PCON) | 31 |
| 复位控制寄存器 (RSTCON) | 32 |
| 复位状态寄存器 (RSTSTAT) | 32 |
| 时钟源控制寄存器 (CLKCON) | 32 |
| 时钟源选择寄存器 (CLKSEL) | 33 |
| 时钟源状态寄存器 (CLKSTAT) | 33 |
| APB 时钟选择寄存器 (APBCKSEL) | 34 |
| I/O 复用状态寄存器 (IOMUX) | 34 |
| P00 配置寄存器 (IOP00CFG) | 34 |
| P01 配置寄存器 (IOP01CFG) | 35 |
| P04 配置寄存器 (IOP04CFG) | 35 |
| P05 配置寄存器 (IOP05CFG) | 35 |
| P06 配置寄存器 (IOP06CFG) | 36 |
| P07 配置寄存器 (IOP07CFG) | 36 |
| P10 配置寄存器 (IOP10CFG) | 36 |
| P12 配置寄存器 (IOP12CFG) | 37 |
| P13 配置寄存器 (IOP13CFG) | 37 |
| P14 配置寄存器 (IOP14CFG) | 37 |
| P15 配置寄存器 (IOP15CFG) | 38 |
| P16 配置寄存器 (IOP16CFG) | 38 |

| | |
|--------------------------------|----|
| P17 配置寄存器 (IOP17CFG) | 38 |
| P21 配置寄存器 (IOP21CFG) | 39 |
| P22 配置寄存器 (IOP22CFG) | 39 |
| P23 配置寄存器 (IOP23CFG) | 39 |
| P24 配置寄存器 (IOP24CFG) | 40 |
| P25 配置寄存器 (IOP25CFG) | 40 |
| P26 配置寄存器 (IOP26CFG) | 40 |
| P30 配置寄存器 (IOP30CFG) | 41 |
| P31 配置寄存器 (IOP31CFG) | 41 |
| P32 配置寄存器 (IOP32CFG) | 41 |
| P34 配置寄存器 (IOP34CFG) | 42 |
| P35 配置寄存器 (IOP35CFG) | 42 |
| P36 配置寄存器 (IOP36CFG) | 42 |
| P40 配置寄存器 (IOP40CFG) | 43 |
| P43 配置寄存器 (IOP43CFG) | 43 |
| P44 配置寄存器 (IOP44CFG) | 43 |
| P46 配置寄存器 (IOP46CFG) | 44 |
| P47 配置寄存器 (IOP47CFG) | 44 |
| 时钟异常中断使能寄存器 (SYS_IMSC) | 44 |
| 时钟异常中断源状态寄存器 (SYS_RIS) | 45 |
| 时钟异常已使能中断状态寄存器 (SYS_MIS) | 45 |
| 时钟异常中断清零寄存器 (SYS_ICLR) | 45 |
| PLL 控制寄存器 (PLLCON) | 46 |

| | | |
|---------|--------------------------------|----|
| 3.6.4 | 系统定时器 (SysTick) | 47 |
| 3.6.4.1 | 寄存器映射 | 47 |
| 3.6.4.2 | 寄存器说明 | 48 |
| | SysTick 控制和状态寄存器 (SysTickCTRL) | 48 |
| | SysTick 重加载寄存器 (SysTickLOAD) | 48 |
| | SysTick 当前值寄存器 (SysTickVAL) | 48 |
| | SysTick 校准值寄存器 (SysTickCALIB) | 48 |
| 3.6.5 | 嵌套向量中断控制器 (NVIC) | 49 |
| 3.6.5.1 | 概述 | 49 |
| 3.6.5.2 | 特性 | 49 |
| 3.6.5.3 | 异常模式和系统中断映射 | 50 |
| 3.6.5.4 | 向量表 | 51 |
| 3.6.5.5 | 寄存器映射 | 52 |
| 3.6.5.6 | 寄存器说明 | 52 |
| | 中断设置使能控制寄存器 (ISER) | 52 |
| | 中断清使能控制寄存器 (ICER) | 53 |
| | 中断设置挂起控制寄存器 (ISPR) | 53 |
| | 中断清挂起控制寄存器 (ICPR) | 53 |
| | IRQ0~IRQ3 中断优先级寄存器 (IPR0) | 54 |
| | IRQ4~IRQ7 中断优先级寄存器 (IPR1) | 54 |
| | IRQ8~IRQ11 中断优先级寄存器 (IPR2) | 54 |
| | IRQ12~IRQ15 中断优先级寄存器 (IPR3) | 55 |
| | IRQ16~IRQ19 中断优先级寄存器 (IPR4) | 55 |

| | |
|--------------------------------------|----|
| IRQ20~IRQ23 中断优先级寄存器 (IPR5) | 56 |
| IRQ24~IRQ27 中断优先级寄存器 (IPR6) | 56 |
| IRQ28~IRQ31 中断优先级寄存器 (IPR7) | 56 |
| 3.6.6 系统控制寄存器 (SCB) | 57 |
| 3.6.6.1 寄存器映射 | 57 |
| 3.6.6.2 寄存器说明 | 57 |
| CPUID 寄存器 (CPUID) | 57 |
| 中断控制状态寄存器 (ICSR) | 58 |
| 应用中断和复位控制寄存器 (AIRCR) | 60 |
| 系统控制寄存器 (SCR) | 60 |
| 系统处理器优先级寄存器 2 (SHPR2) | 61 |
| 系统处理器优先级寄存器 3 (SHPR3) | 61 |
| 3.7 用户配置区 (User Configuration) | 62 |
| 3.7.1 概述 | 62 |
| 3.7.2 寄存器映射 | 62 |
| 3.7.3 寄存器说明 | 62 |
| 用户配置寄存器 0 (Config0) | 62 |
| 用户配置寄存器 1 (Config1) | 63 |
| 4. 功能描述 | 64 |
| 4.1 通用 I/O (GPIO) | 64 |
| 4.1.1 概述 | 64 |
| 4.1.2 特性 | 64 |
| 4.1.3 功能描述 | 64 |

| | | |
|---------|--------------------------------------|----|
| 4.1.3.1 | 输入模式..... | 64 |
| 4.1.3.2 | 上拉输入模式 | 64 |
| 4.1.3.3 | 推挽输出模式 | 64 |
| 4.1.3.4 | 开漏输出模式 | 64 |
| 4.1.3.5 | 中断和唤醒功能 | 65 |
| 4.1.4 | 寄存器映射..... | 65 |
| 4.1.5 | 寄存器说明..... | 66 |
| | GPIOx 模式选择寄存器 (GPIOxPMS) | 66 |
| | GPIOx 数据输出写屏蔽寄存器 (GPIOxDOM) | 67 |
| | GPIOx 数据输出寄存器 (GPIOxD0) | 67 |
| | GPIOx 管脚输入寄存器 (GPIOxDI) | 67 |
| | GPIOx 中断使能寄存器 (GPIOxIMSC) | 67 |
| | GPIOx 中断源状态寄存器 (GPIOxRIS) | 68 |
| | GPIOx 已使能中断状态寄存器 (GPIOxMIS) | 68 |
| | GPIOx 中断状态清零寄存器 (GPIOxICLR) | 68 |
| | GPIOx 中断触发方式选择寄存器 (GPIOxITYPE) | 68 |
| | GPIOx 中断触发值寄存器 (GPIOxIVAL) | 68 |
| | GPIOx 中断边沿触发方式寄存器 (GPIOxIANY) | 69 |
| | GPIOx 输入滤波控制寄存器 (GPIOxDIDB) | 69 |
| | GPIOx 输出置位寄存器 (GPIOxD0SET) | 69 |
| | GPIOx 输出清零寄存器 (GPIOxD0CLR) | 69 |
| | GPIOx 驱动电流设置寄存器 (GPIOxDR) | 69 |
| | GPIOx 输出速率设置寄存器 (GPIOxSR) | 70 |

| | | |
|---------|-------------------------|----|
| 4.2 | 看门狗定时器 (WDT) | 71 |
| 4.2.1 | 概述 | 71 |
| 4.2.2 | 特性 | 71 |
| 4.2.3 | 功能描述 | 71 |
| 4.2.4 | 寄存器映射 | 71 |
| 4.2.5 | 寄存器说明 | 72 |
| | WDT 控制寄存器 (WDTCN) | 72 |
| | WDT 初值寄存器 (WDTLOAD) | 72 |
| | WDT 计数值 (WDTVAL) | 72 |
| | WDT 中断源状态寄存器 (WDTRIS) | 72 |
| | WDT 已使能中断状态寄存器 (WDTMIS) | 73 |
| | WDT 中断清零寄存器 (WDTICLR) | 73 |
| | WDT 写保护寄存器 (WDTLOCK) | 73 |
| 4.3 | 定时器 (TIMER) | 74 |
| 4.3.1 | 概述 | 74 |
| 4.3.2 | 特性 | 74 |
| 4.3.3 | 功能描述 | 74 |
| 4.3.3.1 | 单次触发模式 | 74 |
| 4.3.3.2 | 周期计数模式 | 74 |
| 4.3.3.3 | 连续计数模式 | 74 |
| 4.3.3.4 | 延迟加载功能 | 74 |
| 4.3.4 | 寄存器映射 | 75 |
| 4.3.5 | 寄存器说明 | 75 |

| | |
|-------------------------------------|----|
| 定时器控制寄存器 (TIMERxCON) | 75 |
| 定时器加载寄存器 (TIMERxLOAD) | 76 |
| 定时器当前值寄存器 (TIMERxVAL) | 76 |
| 定时器中断源状态寄存器 (TIMERxRIS) | 76 |
| 定时器已使能中断状态寄存器 (TIMERxMIS) | 76 |
| 定时器中断清零寄存器 (TIMERxICLR) | 76 |
| 定时器延迟加载寄存器 (TIMERxBGLOAD) | 76 |
| 4.4 带捕捉功能的脉冲发生器 (CAPTURE/PWM) | 77 |
| 4.4.1 概述 | 77 |
| 4.4.2 特性 | 77 |
| 4.4.3 功能描述 | 77 |
| 4.4.3.1 PWM 模式 | 77 |
| 4.4.3.2 外部捕捉模式 | 78 |
| 4.4.3.3 PWM 配置过程 | 78 |
| 4.4.3.4 中断 | 78 |
| 4.4.4 寄存器映射 | 78 |
| 4.4.5 寄存器说明 | 79 |
| PWM 控制寄存器 (PWMCONx) | 79 |
| PWM 重加载寄存器 (PWMLOADx) | 80 |
| PWM 数据寄存器 (PWMDxA/PWMDxB) | 80 |
| PWM 中断使能寄存器 (PWMIMSC) | 80 |
| PWM 中断源状态寄存器 (PWMRIS) | 81 |
| PWM 已使能中断状态寄存器 (PWMMIS) | 82 |

| | |
|--|----|
| PWM 中断清零寄存器 (PWMICLR) | 83 |
| PWM 运行寄存器 (PWMRUN) | 83 |
| 4.5 通用异步收发器 (UART) | 84 |
| 4.5.1 概述 | 84 |
| 4.5.2 特性 | 84 |
| 4.5.3 功能描述 | 84 |
| 4.5.3.1 UART 功能模式 | 84 |
| 4.5.3.2 UART 中断和状态 | 84 |
| 4.5.4 寄存器映射 | 85 |
| 4.5.5 寄存器说明 | 85 |
| 接收缓存寄存器 (UARTxRBR) | 85 |
| 发送缓存寄存器 (UARTxTHR) | 85 |
| 波特率分频寄存器 (UARTxDLR) | 86 |
| 中断使能寄存器 (UARTxIER) | 86 |
| 中断状态寄存器 (UARTxIIR) | 86 |
| FIFO 控制寄存器 (UARTxFCR) | 87 |
| 线控制寄存器 (UARTxLCR) | 88 |
| Modem 控制寄存器 (UARTxMCR) | 88 |
| 线状态寄存器 (UARTxLSR) | 89 |
| Modem 状态寄存器 (UARTxMSR) | 90 |
| 高速缓存寄存器 (UARTxSCR) | 91 |
| 高级设置寄存器 (UARTxEFR) | 91 |
| XON1, XON2 寄存器 (UARTxXON1/UARTxXON2) | 91 |

| | |
|---|-----|
| XOFF1, XOFF2 寄存器 (UARTxXOFF1/UARTxXOFF2) | 92 |
| 4.6 I2C 串行接口控制器 (I2C) | 93 |
| 4.6.1 概述 | 93 |
| 4.6.2 特性 | 93 |
| 4.6.3 功能描述 | 93 |
| 4.6.4 寄存器映射 | 93 |
| 4.6.5 寄存器说明 | 94 |
| I2C 控制置位寄存器 (I2CxCONSET) | 94 |
| I2C 控制清零寄存器 (I2CxCONCLR) | 96 |
| I2C 状态寄存器 (I2CxSTAT) | 97 |
| I2C 数据寄存器 (I2CxDAT) | 98 |
| I2C 时钟控制寄存器 (I2CxCLK) | 98 |
| I2C 从机地址寄存器 (I2CxADR0/I2CxADR1/I2CxADR2/I2CxADR3) | 98 |
| I2C 从机地址掩码寄存器 (I2CxADM0/I2CxADM1/I2CxADM2/I2CxADM3) | 98 |
| I2C 扩展从机地址寄存器 (I2CxXADR0) | 98 |
| I2C 扩展从机地址掩码寄存器 (I2CxXADM0) | 99 |
| I2C 软件复位寄存器 (I2CxRST) | 99 |
| 4.7 串行外围接口控制器 (SSP/SPI) | 100 |
| 4.7.1 概述 | 100 |
| 4.7.2 特性 | 100 |
| 4.7.3 功能描述 | 100 |
| 4.7.4 寄存器映射 | 101 |
| 4.7.5 寄存器说明 | 101 |

| | |
|---|-----|
| SSP 控制寄存器 (SSPxCON) | 101 |
| SSP 状态寄存器 (SSPxSTAT) | 103 |
| SSP 数据寄存器 (SSPxDAT) | 103 |
| SSP 时钟控制器 (SSPxCLK) | 104 |
| SSP 中断使能寄存器 (SSPxIMSC) | 104 |
| SSP 中断源状态寄存器 (SSPxRIS) | 104 |
| SSP 已使能中断状态寄存器 (SSPxMIS) | 105 |
| SSP 中断清零寄存器 (SSPxICLR) | 105 |
| SSP 软件片选信号寄存器 (SSPxCSCR) | 105 |
| 4.8 模数转换 (ADC) | 106 |
| 4.8.1 概述 | 106 |
| 4.8.2 特性 | 106 |
| 4.8.3 功能描述 | 106 |
| 4.8.4 寄存器映射 | 107 |
| 4.8.5 寄存器说明 | 108 |
| ADC 控制寄存器 (ADCCON) | 108 |
| ADC 扫描寄存器 | 108 |
| ADC 转换结果寄存器 (ADCDATA _x) | 109 |
| ADC 中断使能寄存器 (ADCIMSC) | 110 |
| ADC 中断源状态寄存器 (ADCRIS) | 111 |
| ADC 已使能中断状态寄存器 (ADCMIS) | 112 |
| ADC 中断清零寄存器 (ADCICLR) | 114 |
| 4.9 存储器控制模块 (FMC) | 115 |

| | | |
|---------|-----------------------------|-----|
| 4.9.1 | 概述 | 115 |
| 4.9.2 | 特性 | 115 |
| 4.9.3 | 功能描述 | 115 |
| 4.9.3.1 | 存储器组织 | 115 |
| 4.9.3.2 | 启动选择 | 115 |
| 4.9.3.3 | 擦除 | 115 |
| 4.9.3.4 | 编程 | 116 |
| 4.9.3.5 | 读取 | 116 |
| 4.9.4 | 寄存器映射 | 116 |
| 4.9.5 | 寄存器说明 | 116 |
| | FMC 控制寄存器 (FMCCON) | 116 |
| | FMC 地址寄存器 (FMCADR) | 117 |
| | FMC 数据寄存器 (FMCDAT) | 117 |
| | FMC 命令寄存器 (FMCCMD) | 117 |
| | FMC 访问使能寄存器 (FMCLOCK) | 117 |
| 5. | 电气特性 | 119 |
| 5.1 | 绝对最大额定值 | 119 |
| 5.2 | 直流电气参数 | 119 |
| 5.3 | 交流电气参数 | 121 |
| 5.3.1 | 外部高速振荡器 | 121 |
| 5.3.2 | 外部 32.768 kHz 振荡器 | 121 |
| 5.3.3 | 内部高速振荡器 | 121 |
| 5.3.4 | 内部 10 kHz 低速振荡器 | 121 |

| | | |
|-----|-------------------|-----|
| 6. | 封装尺寸 | 123 |
| 6.1 | QFN33 (5X5) | 123 |
| 6.2 | TSSOP20..... | 124 |

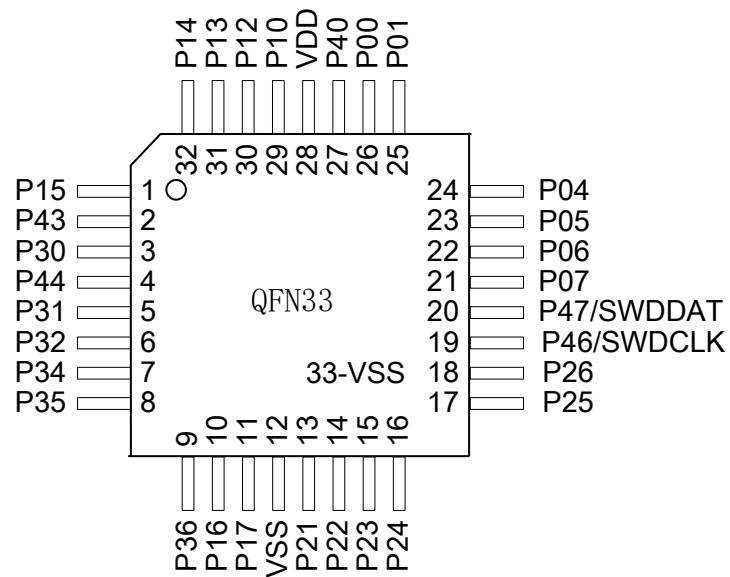
1. 功能特性

- 内核
 - ARM Cortex™-M0
 - 内建嵌套向量中断控制器 (NVIC)
 - 单周期 32 位硬件乘法器
 - 支持串行调试 (SWD)
 - 24-位 SysTick 定时器
- 存储器
 - 28K 字节程序 FLASH
 - 4K 字节 BOOT_ROM
 - 4K 字节 SRAM
- 系统时钟
 - 外部高速振荡 4-25MHz
 - 外部低速振荡 32.768kHz
 - 内部高速振荡 22.1184MHz/32MHz
 - 内部低速振荡 10kHz
 - 内置 PLL
 - 最高工作速度可达 50MHz
- IO
 - 最多支持 30 个通用 IO (GPIO)
 - 支持普通输入，上拉输入，**推挽输出**，开漏输出
 - 可配置成边沿/电平触发中断
- 看门狗定时器
 - 32 位定时器
 - 可中断唤醒
- 定时器
 - 2 个 32 位/16 位定时器
- ADC
 - 12 通道 12 位 ADC
- Capture/PWM
 - 4 组捕捉模式，可选择通道 A 或通道 B
 - 4 组 8 路 PWM 输出
- I2C
 - 1 个 I2C 接口
 - 支持主动/从动模式
 - 支持 7 位地址/10 位地址
 - 支持多主机
 - 通讯速率最快可达 1M 位/s
- UART
 - 2 个 UART 接口
 - 内建可编程波特率发生器
 - 16 字节发送 FIFO 和 16 字节接收 FIFO
- SSP/SPI
 - 1 个 SSP 接口
 - 支持主机/从机操作
 - 支持全双工模式
 - 主机模式下通讯频率可调
 - 4-16 位发送/接收数据宽度可调
- 工作模式
 - 正常模式
 - 睡眠模式
 - 深度睡眠模式
 - 掉电模式

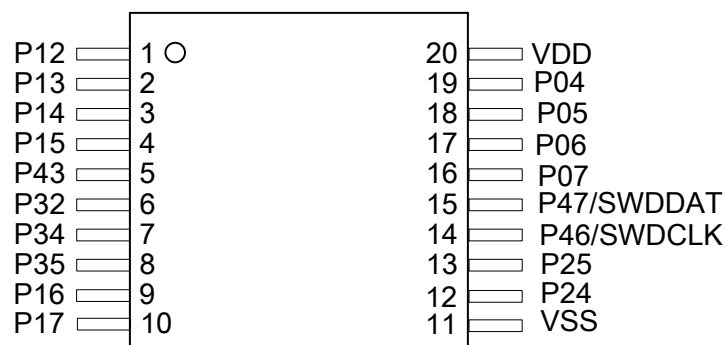
2. 管脚定义和说明

2.1 管脚定义

2.1.1 QFN-33PIN



2.1.2 TSSOP-20PIN



2.2 管脚说明

| 管脚号 | | 管脚名称 | 管脚类型 | 描述 |
|-----|-----|--------|------|---------------------|
| 20P | 33P | | | |
| 4 | 1 | P15 | I/O | 通用输入/输出管脚 |
| | | AN5 | AI | ADC 模拟输入管脚 |
| | | PWM2B | I/O | PWM2B 捕捉输入/PWM 输出管脚 |
| | | TXD1 | O | UART1 数据输出管脚 |
| 5 | 2 | NRESET | I | 外部复位管脚 |
| | | P43 | I/O | 通用输入/输出管脚 |
| - | 3 | P30 | I/O | 通用输入/输出管脚 |
| | | AN6 | AI | ADC 模拟输入管脚 |
| | | PWMOA | I/O | PWMOA 捕捉输入/PWM 输出管脚 |
| - | 4 | P44 | I/O | 通用输入/输出管脚 |
| - | 5 | P31 | I/O | 通用输入/输出管脚 |
| | | AN7 | AI | ADC 模拟输入管脚 |
| | | PWMOB | I/O | PWMOB 捕捉输入/PWM 输出管脚 |
| 6 | 6 | P32 | I/O | 通用输入/输出管脚 |
| | | AN8 | AI | ADC 模拟输入管脚 |
| 7 | 7 | P34 | I/O | 通用输入/输出管脚 |
| | | PWM3A | I/O | PWM3A 捕捉输入/PWM 输出管脚 |
| | | SDA0 | I/O | I2C0 数据输入/输出管脚 |
| 8 | 8 | P35 | I/O | 通用输入/输出管脚 |
| | | PWM3B | I/O | PWM3B 捕捉输入/PWM 输出管脚 |
| | | SCL0 | I/O | I2C0 时钟输入/输出管脚 |
| | | AN10 | AI | ADC 模拟输入管脚 |
| - | 9 | P36 | I/O | 通用输入/输出管脚 |
| | | CLKO | O | CLKO 输出管脚 |
| 9 | 10 | P16 | I/O | 通用输入/输出管脚 |
| | | SCL0 | I/O | I2C0 时钟输入/输出管脚 |
| | | RXD0 | I | UART0 数据输入管脚 |
| | | OSCI | I | 外部振荡输入管脚 |
| 10 | 11 | P17 | I/O | 通用输入/输出管脚 |
| | | SDA0 | I/O | I2C0 数据输入/输出管脚 |
| | | TXD0 | O | UART0 数据输出管脚 |
| | | OSCO | O | 外部振荡输出管脚 |
| 11 | 12 | VSS | P | 地 |
| - | 13 | P21 | I/O | 通用输入/输出管脚 |
| - | 14 | P22 | I/O | 通用输入/输出管脚 |

| | | | | |
|----|----|-----------|-----|---------------------|
| | | PWMOA | I/O | PWMOA 捕捉输入/PWM 输出管脚 |
| | | SCL0 | I/O | I2C0 数据输入/输出管脚 |
| | | CTS1 | I | UART1 CTS 管脚 |
| – | 15 | P23 | I/O | 通用输入/输出管脚 |
| | | PWMOB | I/O | 捕捉输入/PWM 输出管脚 |
| | | SDA0 | I/O | I2C0 数据输入/输出管脚 |
| | | RTS1 | O | UART1 RTS 管脚 |
| 12 | 16 | P24 | I/O | 通用输入/输出管脚 |
| | | PWM1A | I/O | PWM1A 捕捉输入/PWM 输出管脚 |
| | | RXD1 | O | UART1 数据输入管脚 |
| 13 | 17 | P25 | I/O | 通用输入/输出管脚 |
| | | PWM1B | I/O | PWM1B 捕捉输入/PWM 输出管脚 |
| | | TXD1 | O | UART1 数据输出管脚 |
| – | 18 | P26 | I/O | 通用输入/输出管脚 |
| | | PWM2A | I/O | PWM2A 捕捉输入/PWM 输出管脚 |
| 14 | 19 | P46 | I/O | 通用输入/输出管脚 |
| | | SWDCLK | I | SWD 仿真 CLK 管脚 |
| | | RXD1 | I | UART1 数据输入管脚 |
| 15 | 20 | P47 | I/O | 通用输入/输出管脚 |
| | | SWDDAT | I/O | SWD 仿真 DAT 管脚 |
| | | TXD1 | O | UART1 数据输出管脚 |
| 16 | 21 | P07 | I/O | 通用输入/输出管脚 |
| | | SPI0_CLK | I/O | SPI 时钟管脚 |
| | | PWM2A | I/O | PWM2A 捕捉输入/PWM 输出管脚 |
| 17 | 22 | P06 | I/O | 通用输入/输出管脚 |
| | | SPI0_MISO | I/O | SPI MISO 管脚 |
| | | PWM2B | I/O | PWM2B 捕捉输入/PWM 输出管脚 |
| 18 | 23 | P05 | I/O | 通用输入/输出管脚 |
| | | SPI0_MOSI | I/O | SPI MOSI 管脚 |
| | | PWM3A | I/O | PWM3A 捕捉输入/PWM 输出管脚 |
| 19 | 24 | P04 | I/O | 通用输入/输出管脚 |
| | | PWM3B | I/O | PWM3B 捕捉输入/PWM 输出管脚 |
| | | SPI0_SS | I/O | SPI CS 管脚 |
| – | 25 | P01 | I/O | 通用输入/输出管脚 |
| | | SPI0_SS | I/O | SPI CS 管脚 |
| | | RXD0 | I | UART0 数据输入管脚 |
| | | RTS0 | O | UART0 RTS 管脚 |
| | | AN12 | AI | ADC 模拟输入管脚 |
| – | 26 | P00 | I/O | 通用输入/输出管脚 |

| | | | | |
|----|----|-------|-----|---------------------|
| | | TXD0 | O | UART0 数据输出管脚 |
| | | CTS0 | I | UART0 CTS 管脚 |
| | | AN11 | AI | ADC 模拟输入管脚 |
| – | 27 | P40 | I/O | 通用输入/输出管脚 |
| 20 | 28 | VDD | P | 电源 |
| – | 29 | P10 | I/O | 通用输入/输出管脚 |
| | | AN1 | AI | ADC 模拟输入管脚 |
| – | 30 | P12 | I/O | 通用输入/输出管脚 |
| | | AN2 | AI | ADC 模拟输入管脚 |
| | | PWMOA | I/O | PWMOA 捕捉输入/PWM 输出管脚 |
| | | RXD0 | I | UART0 数据输入管脚 |
| – | 31 | P13 | I/O | 通用输入/输出管脚 |
| | | AN3 | AI | ADC 模拟输入管脚 |
| | | PWMOB | I/O | PWMOB 捕捉输入/PWM 输出管脚 |
| | | TXD0 | O | UART0 数据输出管脚 |
| – | 32 | P14 | I/O | 通用输入/输出管脚 |
| | | AN4 | AI | ADC 模拟输入管脚 |
| | | PWM2A | I/O | PWM2A 捕捉输入/PWM 输出管脚 |
| | | RXD1 | I | UART1 数据输入管脚 |

2.3 功能选择

| PIN | Function 符号 | | | | | |
|------|-------------|------|------|------|-------|-----------|
| 寄存器 | CONFIG | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| P0.0 | | GPIO | AN11 | TXD0 | CTS0 | |
| P0.1 | | GPIO | AN12 | RXD0 | RTS0 | SPIO_SS |
| P0.4 | | GPIO | | | PWM3B | SPIO_SS |
| P0.5 | | GPIO | | | PWM3A | SPIO_MOSI |
| P0.6 | | GPIO | | | PWM2B | SPIO_MISO |
| P0.7 | | GPIO | | | PWM2A | SPIO_CLK |
| P1.0 | | GPIO | AN1 | | | |
| P1.2 | | GPIO | AN2 | RXD0 | PWM0A | |
| P1.3 | | GPIO | AN3 | TXD0 | PWM0B | |
| P1.4 | | GPIO | AN4 | RXD1 | PWM2A | |
| P1.5 | | GPIO | AN5 | TXD1 | PWM2B | |
| P1.6 | | GPIO | OSCI | RXD0 | SCL0 | |
| P1.7 | | GPIO | OSCO | TXD0 | SDA0 | |
| P2.1 | | GPIO | | | | |
| P2.2 | | GPIO | | SCL0 | PWM0A | CTS1 |
| P2.3 | | GPIO | | SDA0 | PWM0B | RTS1 |
| P2.4 | | GPIO | | RXD1 | PWM1A | |
| P2.5 | | GPIO | | TXD1 | PWM1B | |
| P2.6 | | GPIO | | | PWM2A | |
| P3.0 | | GPIO | AN6 | | PWM0A | |
| P3.1 | | GPIO | AN7 | | PWM0B | |
| P3.2 | | GPIO | AN8 | | | |
| P3.4 | | GPIO | | SDA0 | PWM3A | |
| P3.5 | | GPIO | AN10 | SCL0 | PWM3B | |
| P3.6 | | GPIO | | | HCLK0 | |
| P4.0 | | GPIO | | | | |
| P4.3 | EXTRST | GPIO | | | | |
| P4.4 | | GPIO | | | | |
| P4.6 | SWDCLK | GPIO | | RXD1 | | |
| P4.7 | SWDDAT | GPIO | | TXD1 | | |

3. 系统

3.1 ARM Cortex - M0 内核

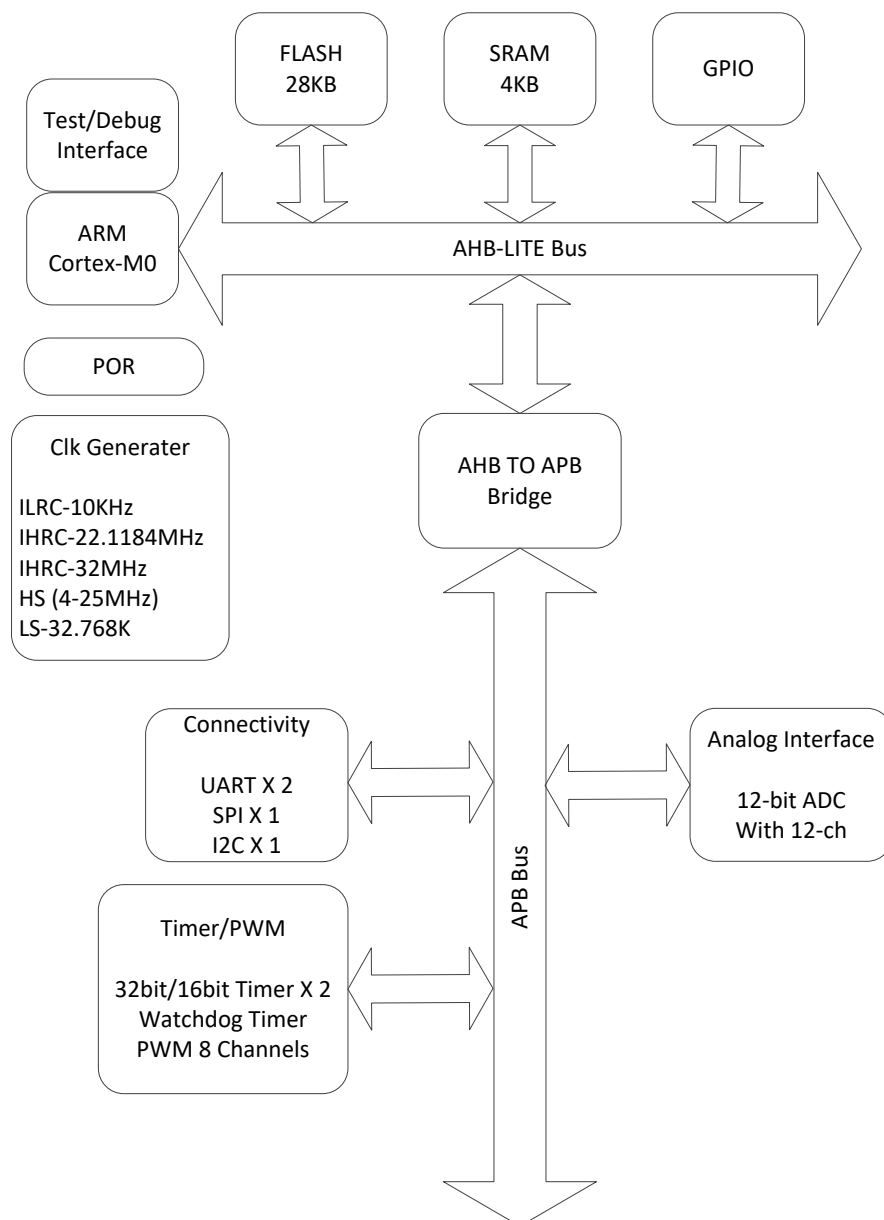
3.1.1 概述

Cortex® -M0 处理器是一个可配置，具有多级流水线的 32 位 RISC 处理器。它拥有一个 AMBA AHB-Lite 接口并包含 NVIC 组件，同时有可选的硬件调试功能。该处理器可以执行 Thumb 指令，并与其他 Cortex® -M 系列处理器兼容。该处理器支持两种模式——Thread 模式和 Handler 模式。异常时系统进入 Handler 模式，异常返回只能在 Handler 模式下执行。系统复位及异常返回后均可进入 Thread 模式。

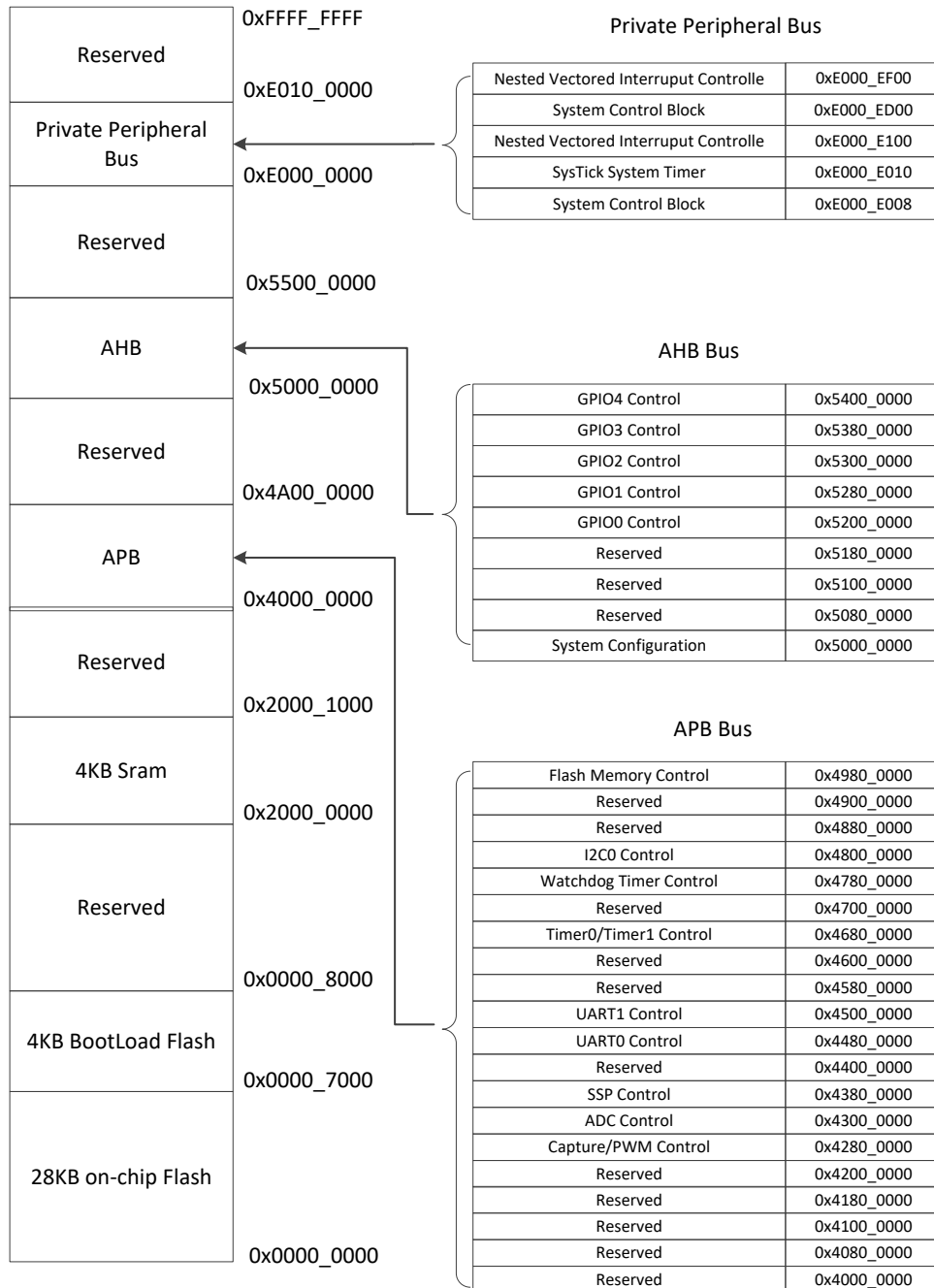
3.1.2 特性

- 低门数处理器
 - ARMv6-M Thumb® 指令集
 - Thumb-2 技术
 - ARMv6-M 兼容 24 位系统定时器
 - 一个 32 位硬件乘法器
 - 系统接口支持小端数据访问
 - 准确而及时的中断处理能力
 - 加载/存储多个数据和多周期乘法指令可被终止，然后重新开始，从而实现快速中断处理
 - C 应用程序二进制接口异常兼容模式：
ARMv6-M 的 C 应用程序二进制接口 (C-ABI) 异常兼容模式允许用户在中断处理中使用纯 C 函数。
- NVIC
 - 32 个外部中断，每个中断有 4 级优先级
 - 专用的不可屏蔽中断 (NMI)
 - 同时支持电平和脉冲触发中断
 - 支持中断唤醒控制器 (WIC)，提供极低功耗空闲模式
- 调试支持
 - 四个硬件断点
 - 两个观察点
 - 用于非侵入代码分析的程序计数采样寄存器 (PCSR)
 - 单步和向量捕捉能力
- 总线接口
 - 为所有的系统接口及存储器提供简单集成的单一的 32 位 AMBA-3 AHB-Lite 系统接口
 - 支持 DAP (调试使用端口) 单一的 32 位从机端口

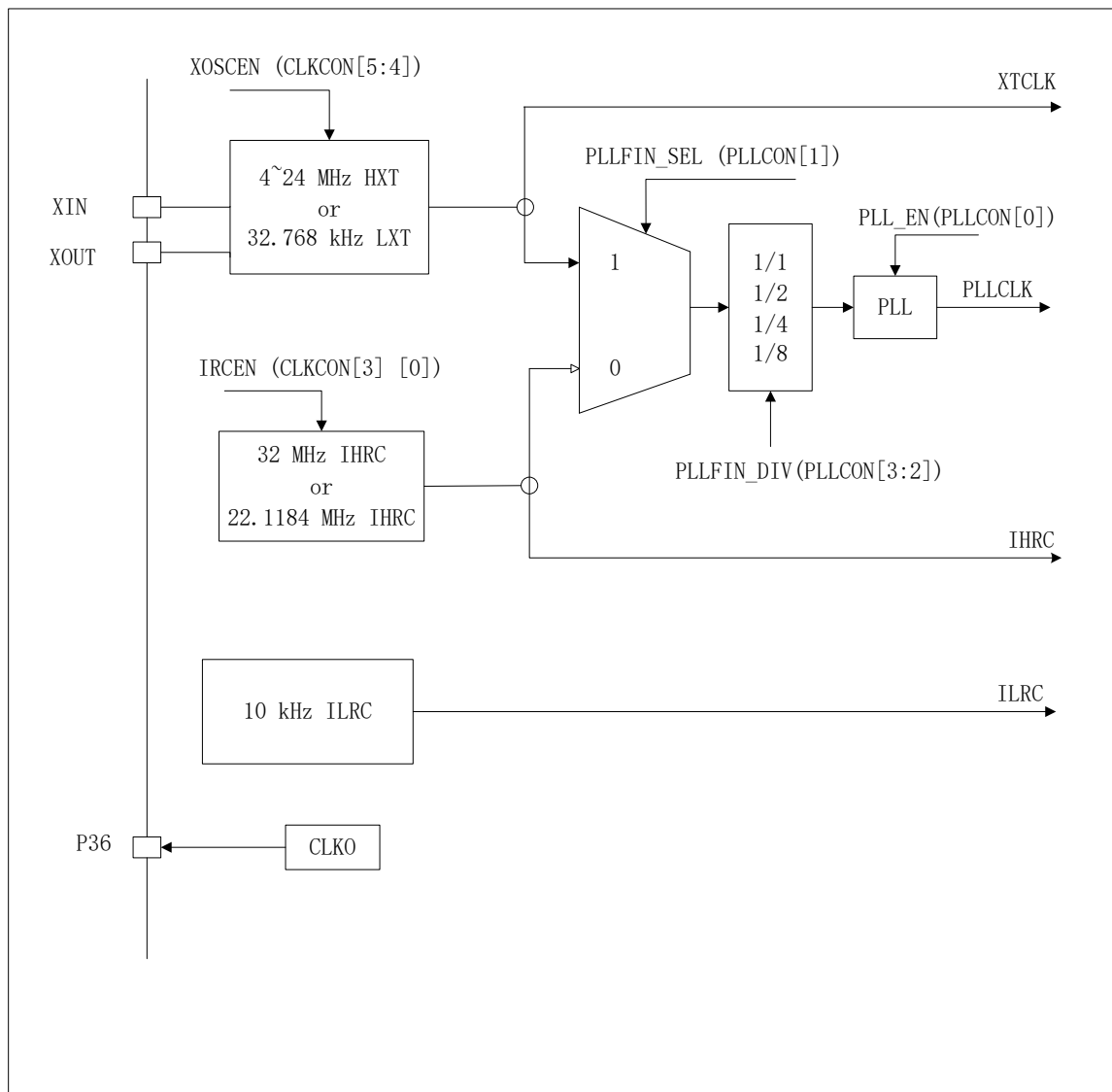
3.2 系统框图

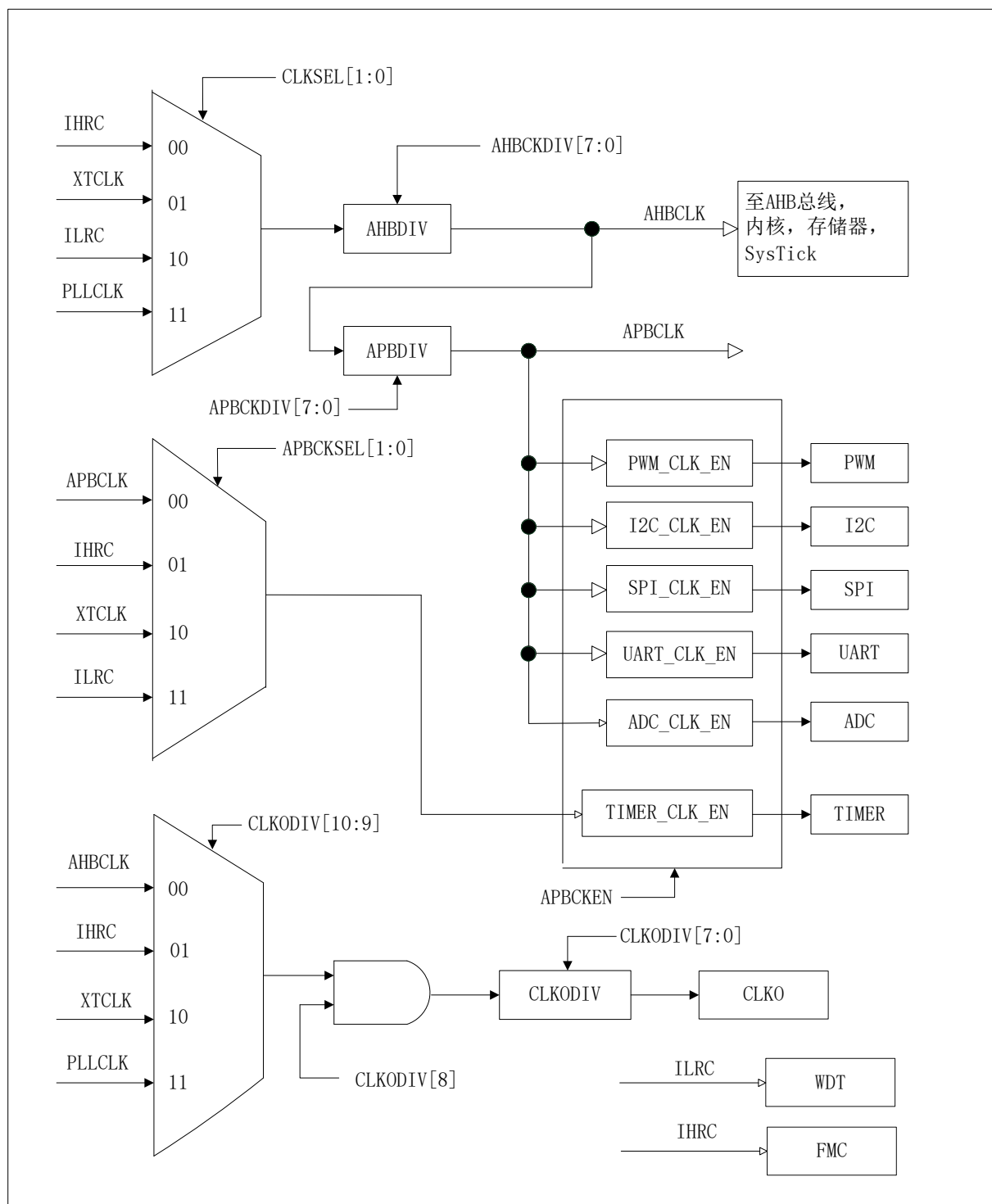


3.3 存储器映射



3.4 系统时钟





3.5 电源模式和唤醒

下表列出了不同模式下的可用时钟和唤醒源。

| 电源模式 | 正常模式 | 睡眠模式 | 深度睡眠模式 | 掉电模式 |
|------|-----------------|------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| 定义 | MCU 处于正常工作状态 | MCU 处于睡眠状态, CPU 停止工作, 外设正常运行 | MCU 处于深度睡眠模式, CPU、除 WDT 外的外设停止工作 | MCU 处于掉电模式, 所有模块停止工作, LDO 处于低功耗模式 |
| 进入条件 | 系统复位完成后芯片处于正常模式 | 将睡眠模式使能位置位, CPU 执行 WFI 命令 | 将深度睡眠模式使能位置位, CPU 执行 WFI 命令 | 将掉电模式使能位置位, CPU 执行 WFI 命令 |
| 唤醒源 | — | 所有中断 | I/O 中断, WDT 中断 | I/O 中断 |
| 可用时钟 | — | 除 AHBCLK 外的所有时钟 | 内部低速 10kHz 时钟, 外部 32.768K 振荡 | 无 |
| 唤醒后 | — | MCU 恢复到正常模式, 程序继续执行 | MCU 恢复到正常模式, 程序继续执行 | MCU 恢复到正常模式, 程序继续执行 |

3.6 系统控制（SYSCON）

3.6.1 概述

系统控制包含以下几个部分：

- 系统复位
- 系统电源分配
- 休眠模式管理
- 用于产品ID、芯片复位、片上控制器复位和多功能管脚控制的系统管理寄存器
- 系统定时器（SysTick）
- 嵌套中断向量控制器（NVIC）
- 系统控制寄存器

3.6.2 寄存器映射

(SYSCON 基地址 = 0x5000_0000)

RO: 只读, WO: 只写, R/W: 读写

| 寄存器 | 偏移量 | 读/写 | 描述 | 复位值 |
|----------|-------|-----|--------------|--------|
| DID | 0x000 | RO | 产品ID寄存器 | – |
| AHBCKDIV | 0x004 | R/W | AHB 时钟分频寄存器 | 0x000 |
| APBCKDIV | 0x008 | R/W | APB 时钟分频寄存器 | 0x00 |
| APBCKEN | 0x00C | R/W | APB 时钟使能有寄存器 | 0xFFFF |
| CLKODIV | 0x010 | R/W | 时钟输出控制寄存器 | 0x000 |
| PCON | 0x014 | R/W | 电源控制寄存器 | 0x0 |
| RSTCON | 0x018 | WO | 复位控制寄存器 | 0x01 |
| RSTSTAT | 0x01C | R/W | 复位状态寄存器 | – |
| CLKCON | 0x020 | R/W | 时钟源控制寄存器 | 0xF |
| CLKSEL | 0x024 | R/W | 时钟源选择寄存器 | 0x0 |
| CLKSTAT | 0x028 | RO | 时钟源状态寄存器 | 0x1 |
| APBCKSEL | 0x02C | R/W | APB 时钟源选择寄存器 | 0x0 |
| IOMUX | 0x030 | RO | I/O复用状态寄存器 | 0xFF |
| IOP00CFG | 0x040 | R/W | P00 配置寄存器 | 0x0 |
| IOP01CFG | 0x044 | R/W | P01 配置寄存器 | 0x0 |
| – | 0x048 | – | 保留 | – |
| – | 0x04C | – | 保留 | – |
| IOP04CFG | 0x050 | R/W | P04 配置寄存器 | 0x0 |
| IOP05CFG | 0x054 | R/W | P05 配置寄存器 | 0x0 |
| IOP06CFG | 0x058 | R/W | P06 配置寄存器 | 0x0 |
| IOP07CFG | 0x05C | R/W | P07 配置寄存器 | 0x0 |

| | | | | |
|----------|-------|-----|-----------|-----|
| IOP10CFG | 0x060 | R/W | P10 配置寄存器 | 0x0 |
| – | 0x064 | – | 保留 | – |
| IOP12CFG | 0x068 | R/W | P12 配置寄存器 | 0x0 |
| IOP13CFG | 0x06C | R/W | P13 配置寄存器 | 0x0 |
| IOP14CFG | 0x070 | R/W | P14 配置寄存器 | 0x0 |
| IOP15CFG | 0x074 | R/W | P15 配置寄存器 | 0x0 |
| IOP16CFG | 0x078 | R/W | P16 配置寄存器 | 0x0 |
| IOP17CFG | 0x07C | R/W | P17 配置寄存器 | 0x0 |
| – | 0x080 | – | 保留 | – |
| IOP21CFG | 0x084 | R/W | P21 配置寄存器 | 0x0 |
| IOP22CFG | 0x088 | R/W | P22 配置寄存器 | 0x0 |
| IOP23CFG | 0x08C | R/W | P23 配置寄存器 | 0x0 |
| IOP24CFG | 0x090 | R/W | P24 配置寄存器 | 0x0 |
| IOP25CFG | 0x094 | R/W | P25 配置寄存器 | 0x0 |
| IOP26CFG | 0x098 | R/W | P26 配置寄存器 | 0x0 |
| – | 0x09C | – | 保留 | – |
| – | 0x0A0 | – | 保留 | – |
| IOP31CFG | 0x0A4 | R/W | P31 配置寄存器 | 0x0 |
| IOP32CFG | 0x0A8 | R/W | P32 配置寄存器 | 0x0 |
| – | 0x0AC | – | 保留 | – |
| IOP34CFG | 0x0B0 | R/W | P34 配置寄存器 | 0x0 |
| IOP35CFG | 0x0B4 | R/W | P35 配置寄存器 | 0x0 |
| IOP36CFG | 0x0B8 | R/W | P36 配置寄存器 | 0x0 |
| – | 0x0BC | – | 保留 | – |
| IOP40CFG | 0x0C0 | R/W | P40 配置寄存器 | 0x0 |
| – | 0x0C4 | – | 保留 | – |
| – | 0x0C8 | – | 保留 | – |
| IOP43CFG | 0x0CC | R/W | P43 配置寄存器 | 0x0 |
| IOP44CFG | 0x0D0 | R/W | P44 配置寄存器 | 0x0 |
| – | 0x0D4 | – | 保留 | – |
| IOP46CFG | 0x0D8 | R/W | P46 配置寄存器 | 0x0 |
| IOP47CFG | 0x0DC | R/W | P47 配置寄存器 | 0x0 |
| – | 0x0E0 | – | 保留 | – |
| – | 0x0E4 | – | 保留 | – |
| – | 0x0E8 | – | 保留 | – |
| – | 0x0EC | – | 保留 | – |
| – | 0x0F0 | – | 保留 | – |
| – | 0x0F4 | – | 保留 | – |
| – | 0x0F8 | – | 保留 | – |

| | | | | |
|-----------|-------|-----|----------------|------|
| – | 0x0FC | – | 保留 | – |
| SYS_IMSC | 0x100 | R/W | 时钟异常中断使寄存器 | 0x0 |
| SYS_RIS | 0x104 | RO | 时钟异常中断源状态寄存器 | 0x0 |
| SYS_MIS | 0x108 | RO | 时钟异常已使能中断状态寄存器 | 0x0 |
| SYS_ICLR | 0x10C | WO | 时钟异常中断清零寄存器 | 0x0 |
| IHRC_TRIM | 0x110 | R/W | 内振调节寄存器 | – |
| PLLCON | 0x114 | R/W | PLL控制寄存器 | 0x64 |

3.6.3 寄存器说明

产品 ID 寄存器 (DID)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|-------|-----|--------------------------------------|--------|
| 31:16 | DNO | 内核ID | 0x4B02 |
| 15:8 | – | 保留 | – |
| 7:0 | DSF | FLASH大小 0x1C : 28K Others: 32K | – |

AHB 时钟分频寄存器 (AHBCKDIV)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|--------|---|------|
| 31:8 | – | 保留 | – |
| 7:0 | AHBDIV | AHB 时钟分频位 0: HCLK = FSYS 1~255: HCLK = FSYS / (2 × DIV) | 0x00 |

APB 时钟分频寄存器 (APBCKDIV)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|--------|---|------|
| 31:8 | – | 保留 | – |
| 7:0 | APBDIV | APB 时钟分频位 0: PCLK = HCLK 1~255: PCLK = HCLK / (2 × DIV) | 0x00 |

APB 时钟使能寄存器 (APBCKEN)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|-------|-----------|-------------------------------------|-----|
| 31:13 | – | 保留 | – |
| 12 | PWMCE | Capture/PWM 时钟使能位 0: 禁止 1: 使能 | 1 |
| 11 | ADCCE | ADC 时钟使能位 0: 禁止 1: 使能 | 1 |
| 10 | – | 保留 | – |
| 9 | SSPOCE | SSP0 时钟使能位 0: 禁止 1: 使能 | 1 |
| 8 | – | 保留 | 1 |
| 7 | I2COCE | I2C0 时钟使能位 0: 禁止 1: 使能 | 1 |
| 6 | – | 保留 | – |
| 5 | – | 保留 | – |
| 4 | UART1CE | UART1 时钟使能位 0: 禁止 1: 使能 | 1 |
| 3 | UART0CE | UART0 时钟使能位 0: 禁止 1: 使能 | 1 |
| 2 | – | 保留 | – |
| 1 | TIMER01CE | TIMER01 时钟使能位 0: 禁止 1: 使能 | 1 |
| 0 | WDTCE | WDT 时钟使能位 0: 禁止 1: 使能 | 1 |

时钟输出控制寄存器 (CLKODIV)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|---------|---|------|
| 31:9 | — | 保留 | — |
| 10:9 | CLK_SEL | F _{SEL} 时钟源选择位 00: HCLK 01: IHRC 02: XT 03: PLLCLK | 0 |
| 8 | EN | 时钟输出使能位 0: 禁止CLK0功能 1: 使能CLK0功能 | 0 |
| 7:0 | DIV | 时钟输出分频 0: F _{CLK0} =F _{SEL} 1~255: F _{CLK0} =F _{SEL} /(2×DIV) | 0x00 |

电源控制寄存器 (PCON)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|-------|--------|--|--------|
| 31:16 | Key | 需同时写入 0x5a69 才能对该寄存器其他位进行操作 | 0x0000 |
| 15:3 | — | 保留 | |
| 2 | 掉电模式 | 掉电模式使能位 0: 禁止掉电模式 1: 使能掉电模式，执行 WFI 指令将进入掉电模式 | 0 |
| 1 | 深度睡眠模式 | 深度睡眠模式使能位 0: 禁止深度睡眠模式 1: 使能深度睡眠模式，执行 WFI 指令将进入深度睡眠模式 | 0 |
| 0 | 睡眠模式 | 睡眠模式使能位 0: 禁止睡眠模式 1: 使能睡眠模式，执行 WFI 指令将进入睡眠模式 | 0 |

复位控制寄存器 (RSTCON)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|--------|---|------------|
| 31:2 | RSTKEY | 需同时写入0x156A99A6才能对该寄存器其他位进行操作 | 0x00000000 |
| 1 | CPURST | 写1复位Cortex-M0 CPU和FMC模块，不会重新配置CONFIG 写0不影响 | 0 |
| 0 | MCURST | 写1复位MCU 写0不影响 | 0 |

注：写入 0x55AA6699 产生 MCURST；写入 0x55AA669A 产生 CPURST。

复位状态寄存器 (RSTSTAT)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|-------|---|-----|
| 31:3 | — | 保留 | — |
| 2 | CPURS | CPU 复位状态 0: 未检测到CPU复位 1: 检测到CPU复位 | 0 |
| 1 | MCURS | MCU 复位状态 0: 未检测到MCU复位 1: 检测到MCU复位 | 0 |
| 0 | WDTRS | WDT 复位状态 0: 未检测到WDT复位 1: 检测到WDT复位 | 0 |

时钟源控制寄存器 (CLKCON)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|-------|----------|--|------|
| 31:16 | Key | 需同时写入 0x5a69 才能对该寄存器其他位进行操作 | 0000 |
| 15:7 | — | | |
| 6 | XT_CHECK | 晶振监测使能位，当选择 XT 作为主时钟且使能该位时，若监测到 XT 停振，系统时钟自动切换到 IHRC 且触发时钟异常中断(见 SYS_IMSC) 0: 禁止 1: 使能 | 0 |
| 5 | XT_SEL | 外部振荡频率选择位 0: 低速振荡 32.768K 1: 高速振荡 4M-25M | 1 |

| | | | |
|-----|--------|--|---|
| 4 | XOSCEN | 外部振荡使能位 0: 禁止外部振荡 1: 使能外部振荡 | 0 |
| 3 | IRCEN | 内部高速振荡使能位 0: 禁止内部高速振荡 1: 使能内部高速振荡 | 1 |
| 2:1 | – | 保留 | |
| 0 | IRCSEL | 内部高速振荡频率选择位 0: 32MHz 1: 22.1184MHz | 1 |

时钟源选择寄存器 (CLKSEL)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|-------|--------|--|-----|
| 31:16 | KEY | 需同时写入0x5a69才能对该寄存器其他位进行操作 | – |
| 15:2 | – | 保留 | – |
| 1:0 | CLKSEL | AHB时钟源选择位 0x0 : 内部高速振荡 0x1 : 外部振荡 (需XOSCSTB为1才能写入0x1) 0x2 : 内部10kHz低速振荡 0x3 : PLL时钟 (需PLLSTB=1才能写入0x3) | 0x0 |

时钟源状态寄存器 (CLKSTAT)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|---------|---|-----|
| 31:2 | – | 保留 | – |
| 1 | XOSCSTB | 外部振荡状态位 0: 外部振荡禁止或未稳定 1: 外部振荡稳定 | 0 |
| 0 | IRCSTB | 内部高速振荡状态位 0: 内部高速振荡禁止或未稳定 1: 内部高速振荡稳定 | 1 |

APB 时钟选择寄存器 (APBCKSEL)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|----------|---|-----|
| 31:2 | – | 保留 | – |
| 1:0 | TMR01SEL | Timer 0/1 时钟源选择位 0x0 : PCLK 0x1 : 内部高速振荡 0x2 : 外部振荡 0x3 : 内部10kHz低速振荡 | 0x0 |

I0 复用状态寄存器 (IOMUX)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|-----------|--|-----|
| 31:9 | – | 保留 | – |
| 8 | RESETPORT | 外部复位引脚功能 只读 0: P43口作为外部引脚 1: 禁止外部复位引脚 | – |
| 7:0 | – | 保留 | – |

P00 配置寄存器 (IOP00CFG)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|----------|--|-----|
| 31:3 | – | | |
| 2:0 | IOP00CFG | P00 功能选择 0x0: GPIO 0x1: AN11 0x2: TXD0 0x3: CTS0 0x4: – 0x5: – 0x6: – 0x7: – | 0 |

P01 配置寄存器 (IOP01CFG)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|----------|--|-----|
| 31:3 | – | | |
| 2:0 | IOP01CFG | P01 功能选择 0x0: GPIO 0x1: AN12 0x2: RXD0 0x3: RTS0 0x4: SPI0_SS 0x5: – 0x6: – 0x7: – | 0 |

P04 配置寄存器 (IOP04CFG)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|----------|---|-----|
| 31:3 | – | | |
| 2:0 | IOP04CFG | P04 功能选择 0x0: GPIO 0x1: – 0x2: – 0x3: PWM3B 0x4: SPI0_SS 0x5: – 0x6: – 0x7: – | 0 |

P05 配置寄存器 (IOP05CFG)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|----------|---|-----|
| 31:3 | – | | |
| 2:0 | IOP05CFG | P05 功能选择 0x0: GPIO 0x1: – 0x2: – 0x3: PWM3A 0x4: SPI0_MOSI 0x5: – 0x6: – 0x7: – | 0 |

P06 配置寄存器 (IOP06CFG)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|----------|---|-----|
| 31:3 | – | | |
| 2:0 | IOP06CFG | P06 功能选择 0x0: GPIO 0x1: – 0x2: – 0x3: PWM2B 0x4: SPI0_MISO 0x5: – 0x6: – 0x7: – | 0 |

P07 配置寄存器 (IOP07CFG)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|----------|---|-----|
| 31:3 | – | | |
| 2:0 | IOP07CFG | P0.7 功能选择 0x0: GPIO 0x1: – 0x2: – 0x3: PWM2A 0x4: SPI0_CLK 0x5: – 0x6: – 0x7: – | 0 |

P10 配置寄存器 (IOP10CFG)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|----------|---|-----|
| 31:3 | – | | |
| 2:0 | IOP10CFG | P10 功能选择 0x0: GPIO 0x1: AN1 0x2: – 0x3: – 0x4: – 0x5: – 0x6: – 0x7: – | 0 |

P12 配置寄存器 (IOP12CFG)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|----------|--|-----|
| 31:3 | – | | |
| 2:0 | IOP12CFG | P12 功能选择 0x0: GPIO 0x1: AN2 0x2: RXD0 0x3: PWMOA 0x4: – 0x5: – 0x6: – 0x7: – | 0 |

P13 配置寄存器 (IOP13CFG)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|----------|--|-----|
| 31:3 | – | | |
| 2:0 | IOP13CFG | P13 功能选择 0x0: GPIO 0x1: AN3 0x2: TXD0 0x3: PWM0B 0x4: – 0x5: – 0x6: – 0x7: – | 0 |

P14 配置寄存器 (IOP14CFG)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|----------|--|-----|
| 31:3 | – | | |
| 2:0 | IOP14CFG | P14 功能选择 0x0: GPIO 0x1: AN4 0x2: RXD1 0x3: PWM2A 0x4: – 0x5: – 0x6: – 0x7: – | 0 |

P15 配置寄存器 (IOP15CFG)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|----------|--|-----|
| 31:3 | – | | |
| 2:0 | IOP15CFG | P15 功能选择 0x0: GPIO 0x1: AN5 0x2: TXD1 0x3: PWM2B 0x4: – 0x5: – 0x6: – 0x7: – | 0 |

P16 配置寄存器 (IOP16CFG)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|----------|--|-----|
| 31:3 | – | | |
| 2:0 | IOP16CFG | P16 功能选择 0x0: GPIO 0x1: OSCI 0x2: RXD0 0x3: SCL0 0x4: – 0x5: – 0x6: – 0x7: – | 0 |

P17 配置寄存器 (IOP17CFG)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|----------|--|-----|
| 31:3 | – | | |
| 2:0 | IOP17CFG | P17 功能选择 0x0: GPIO 0x1: OSC0 0x2: TXD0 0x3: SDA0 0x4: – 0x5: – 0x6: – 0x7: – | 0 |

P21 配置寄存器 (IOP21CFG)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|----------|---|-----|
| 31:3 | – | | |
| 2:0 | IOP21CFG | P21 功能选择 0x0: GPIO 0x1: – 0x2: – 0x3: – 0x4: – 0x5: – 0x6: – 0x7: – | 0 |

P22 配置寄存器 (IOP22CFG)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|----------|---|-----|
| 31:3 | – | | |
| 2:0 | IOP22CFG | P22 功能选择 0x0: GPIO 0x1: – 0x2: SCL0 0x3: PWMOA 0x4: CTS1 0x5: – 0x6: – 0x7: – | 0 |

P23 配置寄存器 (IOP23CFG)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|----------|---|-----|
| 31:3 | – | | |
| 2:0 | IOP23CFG | P23 功能选择 0x0: GPIO 0x1: – 0x2: SDA0 0x3: PWMOB 0x4: RTS1 0x5: – 0x6: – 0x7: – | 0 |

P24 配置寄存器 (IOP24CFG)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|----------|--|-----|
| 31:3 | – | | |
| 2:0 | IOP24CFG | P24 功能选择 0x0: GPIO 0x1: – 0x2: RXD1 0x3: PWM1A 0x4: – 0x5: – 0x6: – 0x7: – | 0 |

P25 配置寄存器 (IOP25CFG)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|----------|---|-----|
| 31:3 | – | | |
| 2:0 | IOP25CFG | P2.5 功能选择 0x0: GPIO 0x1: – 0x2: TXD1 0x3: PWM1B 0x4: – 0x5: – 0x6: – 0x7: – | 0 |

P26 配置寄存器 (IOP26CFG)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|----------|---|-----|
| 31:3 | – | | |
| 2:0 | IOP26CFG | P26 功能选择 0x0: GPIO 0x1: – 0x2: – 0x3: PWM2A 0x4: – 0x5: – 0x6: – 0x7: – | 0 |

P30 配置寄存器 (IOP30CFG)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|----------|---|-----|
| 31:3 | – | | |
| 2:0 | IOP30CFG | P30 功能选择 0x0: GPIO 0x1: AN6 0x2: – 0x3: PWM0A 0x4: – 0x5: – 0x6: – 0x7: – | 0 |

P31 配置寄存器 (IOP31CFG)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|----------|---|-----|
| 31:3 | – | | |
| 2:0 | IOP31CFG | P31 功能选择 0x0: GPIO 0x1: AN7 0x2: – 0x3: PWM0B 0x4: – 0x5: – 0x6: – 0x7: – | 0 |

P32 配置寄存器 (IOP32CFG)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|----------|---|-----|
| 31:3 | – | | |
| 2:0 | IOP32CFG | P32 功能选择 0x0: GPIO 0x1: AN8 0x2: – 0x3: – 0x4: – 0x5: – 0x6: – 0x7: – | 0 |

P34 配置寄存器 (IOP34CFG)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|----------|--|-----|
| 31:3 | – | | |
| 2:0 | IOP34CFG | P34 功能选择 0x0: GPIO 0x1: – 0x2: SDA0 0x3: PWM3A 0x4: – 0x5: – 0x6: – 0x7: – | 0 |

P35 配置寄存器 (IOP35CFG)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|----------|---|-----|
| 31:3 | – | | |
| 2:0 | IOP35CFG | P35 功能选择 0x0: GPIO 0x1: AN10 0x2: SCL0 0x3: PWM3B 0x4: – 0x5: – 0x6: – 0x7: – | 0 |

P36 配置寄存器 (IOP36CFG)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|----------|--|-----|
| 31:3 | – | | |
| 2:0 | IOP36CFG | P36 功能选择 0x0: GPIO 0x1: – 0x2: – 0x3: CLK0 0x4: – 0x5: – 0x6: – 0x7: – | 0 |

P40 配置寄存器 (IOP40CFG)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|----------|---|-----|
| 31:3 | – | | |
| 2:0 | IOP40CFG | P40 功能选择 0x0: GPIO 0x1: – 0x2: – 0x3: – 0x4: – 0x5: – 0x6: – 0x7: – | 0 |

P43 配置寄存器 (IOP43CFG)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|----------|---|-----|
| 31:3 | – | | |
| 2:0 | IOP43CFG | P43 功能选择 0x0: GPIO 0x1: – 0x2: – 0x3: – 0x4: – 0x5: – 0x6: – 0x7: – | 0 |

P44 配置寄存器 (IOP44CFG)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|----------|---|-----|
| 31:3 | – | | |
| 2:0 | IOP44CFG | P44 功能选择 0x0: GPIO 0x1: – 0x2: – 0x3: – 0x4: – 0x5: – 0x6: – 0x7: – | 0 |

P46 配置寄存器 (IOP46CFG)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|----------|--|-----|
| 31:3 | – | | |
| 2:0 | IOP46CFG | P46 功能选择 0x0: GPIO 0x1: – 0x2: RXD1 0x3: – 0x4: – 0x5: – 0x6: – 0x7: – | 0 |

P47 配置寄存器 (IOP47CFG)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|----------|--|-----|
| 31:3 | – | | |
| 2:0 | IOP47CFG | P47 功能选择 0x0: GPIO 0x1: – 0x2: TXD1 0x3: – 0x4: – 0x5: – 0x6: – 0x7: – | 0 |

时钟异常中断使能寄存器 (SYS_IMSC)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|----------|---------------------------------|-----|
| 31:2 | – | 保留 | |
| 1 | PLL_IMSC | PLL 时钟异常中断使能位 0: 禁止 1: 使能 | 0 |
| 0 | XT_IMSC | 外部振荡时钟异常中断使能位 0: 禁止 1: 使能 | 0 |

时钟异常中断源状态寄存器 (SYS_RIS)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|---------|--|-----|
| 31:2 | – | 保留 | |
| 1 | PLL_RIS | PLL 时钟异常中断源状态 0: 时钟没有发生异常现象 1: PLL 时钟出现停止等现象 | 0 |
| 0 | XT_RIS | 外部振荡时钟异常中断源状态 0: 时钟没有发生异常现象 1: 外部振荡时钟出现停止等现象 | 0 |

时钟异常已使能中断状态寄存器 (SYS_MIS)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|---------|--|-----|
| 31:2 | – | 保留 | |
| 1 | PLL_MIS | PLL 时钟异常中断状态 0: 未产生中断 1: 使能且产生中断 | 0 |
| 0 | XT_MIS | 外部振荡时钟异常中断状态 0: 未产生中断 1: 使能且产生中断 | 0 |

时钟异常中断清零寄存器 (SYS_ICLR)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|----------|--------------------------------|-----|
| 31:2 | – | | |
| 1 | PLL_ICLR | 写 1 清零 PLL 时钟异常中断状态 写 0 不影响 | 0 |
| 0 | XT_ICLR | 写 1 清零外部振荡时钟异常中断状态 写 0 不影响 | 0 |

PLL 控制寄存器 (PLLCON)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|-------|-------------|---|-----|
| 31:2 | — | 保留 | |
| 20 | BP | PLL 旁路控制 0: PLL 正常模式 1: PLL 输出与时钟源输入相同 | 0 |
| 19:14 | M | PLL 反馈分频 参考下表公式 | 0 |
| 13:8 | N | PLL 输入分频 参考下表公式 | 0 |
| 7:6 | OD | PLL 输出分频 参考下表公式 | 1 |
| 5 | SEL_N | PLL 输入分频选择 0: 输入分频=1, N 无效 1: 输入分频由 N 决定 | 1 |
| 4 | PLLSTB | PLL 状态标志位 0: PLL 不稳定 1: PLL 稳定 | 0 |
| 3:2 | PLL_FIN_DIV | PLL 时钟源分频 00: 1 分频 01: 2 分频 10: 4 分频 11: 8 分频 | 1 |
| 1 | PLL_FIN_SEL | PLL 时钟源选择 0: IHRC 1: XT | 0 |
| 0 | PLL_EN | PLL 使能控制 0: 禁止 1: 使能 | 0 |

$$F_{IN} = \frac{CLKIN}{PLL_FIN_DIV^2}$$

CLKIN 为时钟源，由 PLL_FIN_SEL 决定。

当 SEL_N=1 时，输出时钟由以下公式计算：

$$F_{OUT} = \frac{F_{IN} \times (M + 2)}{(N + 2) \times 2^{OD}}$$

当 SEL_N=0 时，输出时钟由以下公式计算：

$$F_{OUT} = \frac{F_{IN} \times (M + 2)}{2^{OD}}$$

3.6.4 系统定时器 (SysTick)

Cortex®-M0内置一个系统定时器SysTick, SysTick提供一个简单的24位写清零、递减、自动装载，同时拥有灵活控制机制的寄存器。该计数器可用作实时操作系统 (RTOS) 的滴答定时器或一个简单的计数器。

当系统定时器使能后，将从 SysTick 当前值寄存器 (SYST_CVR) 的值向下计数到 0，并在下一个时钟边缘，重新加载 SysTick 重新加载值寄存器 (SYST_RVR) 的值，然后再随时钟递减。当计数器递减到 0，COUNTFLAG 状态位就会被设置，读 SYST_CSR 寄存器请使 COUNTFLAG 位清零。

注：当内核处于挂起状态时，计数停止递减速。

3.6.4.1 寄存器映射

(SysTick 基地址 = 0xE000_E000)

R0: 只读, W0: 只写, R/W: 读写

| 寄存器 | 偏移量 | 读/写 | Description | 复位值 |
|--------------|-------|-----|-----------------|------------|
| SysTickCTRL | 0x010 | R/W | SysTick控制和状态寄存器 | 0x00000000 |
| SysTickLOAD | 0x014 | R/W | SysTick重加载值寄存器 | — |
| SysTickVAL | 0x018 | R/W | SysTick当前值寄存器 | — |
| SysTickCALIB | 0x01C | R0 | SysTick校准值寄存器 | 0x00000004 |

3.6.4.2 寄存器说明

SysTick 控制和状态寄存器 (SysTickCTRL)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|-------|-----------|---|-----|
| 31:17 | – | 保留 | – |
| 16 | COUNTFLAG | SysTick 计数器递减计数到 0 时，该位置位，被读取后清零。 | 0 |
| 15:3 | – | 保留 | – |
| 2 | CLKSOURCE | SysTick 定时器时钟源选择 0：外部参考时钟 1：系统时钟 | 0 |
| 1 | INT | SysTick 中断使能位 0：禁止 SysTick 中断 1：使能 SysTick 中断 | 0 |
| 0 | EN | SysTick 计数器使能位 0：禁止 1：使能 | 0 |

SysTick 重加载寄存器 (SysTickLOAD)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|-------|--------|--------------------------------------|-----|
| 31:24 | – | 保留 | – |
| 23:0 | RELOAD | 使能计数器且计数到 0 时，此值重新装入 SysTickVAL 寄存器。 | – |

SysTick 当前值寄存器 (SysTickVAL)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|-------|---------|--|-----|
| 31:24 | – | 保留 | – |
| 23:0 | CURRENT | 读取该寄存器时返回 SysTick 计数器的当前值；写入任何数据清除 SysTick 计数器和 SysTickCTRL 寄存器中的 COUNTFLAG 位。 | – |

SysTick 校准值寄存器 (SysTickCALIB)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|----|-------|-------------------------------|-----|
| 31 | NOREF | 显示是否提供参考时钟给 M0。 1：没有提供参考时钟 | 1 |
| 30 | SKEW | 显示 TENMS 的值是否准确，一个不 | 0 |

| | | | |
|-------|-------|--|----------|
| | | 准确的TENMS值会影响SysTick作为软件实时时钟的匹配度。 0: TENMS的值是准确的; 1: TENMS的值不准确, 或者不存在。 | |
| 29:24 | – | 保留 | – |
| 23:0 | TENMS | 为10ms定时作用的重装数值, 同时受系统时钟偏差影响。如果这个值读出为0, 则此校准值是不确定的 | 0x000004 |

3.6.5 嵌套向量中断控制器(NVIC)

3.6.5.1 概述

Cortex®-M0 CPU 提供一个中断控制器用于异常模式，称之为“嵌套向量中断控制器(NVIC)”。

3.6.5.2 特性

- 支持嵌套向量中断
- 自动保存和恢复处理器状态
- 动态改变优先级
- 简化和确定的中断时间

NVIC按照优先级处理所有支持的异常。所有的异常在“Handler模式”处理。NVIC架构支持32个(IRQ[31:0])离散中断，每个中断支持4级中断优先级。所有的中断和大部分系统异常可以配置成不同的优先级等级。当一个中断发生时，NVIC将比较新中断与当前中断的优先级，如果新中断优先级高，则立即处理新中断。

当一个中断接受后，中断服务程序(ISR)的开始地址可从内存中的向量表取得。软件不需要决定哪个中断被响应，也不用分配相关ISR的开始地址。当开始地址取得后，NVIC将自动保存包含寄存器“PC、PSR、LR、R0~R3、R12”值的处理器状态到栈中。在ISR结束后，NVIC将从栈中恢复相关寄存器的值，并运行在正常状态。因此花费少量且确定的时间处理中断请求。

NVIC支持“末尾连锁”，可以有效的处理背对背中断，即无需保存和恢复当前状态，从而减少结束当前ISR切换到挂起ISR的延迟时间。NVIC还支持“Late Arrival”，因此可以提高并发中断的效率。当较高优先级中断请求发生在当前ISR开始执行之前(保存处理器状态和获取起始地址阶段)，NVIC将立即处理更高优先级的中断，从而提高实时性。

更多详细信息，请参考“ARM®Cortex®-M0 技术参考手册”和“ARM®v6-M 架构参考手册”。

3.6.5.3 异常模式和系统中断映射

下表列出了 CMS32F030X 系列支持的异常模式。与所有中断一样，软件可以为其中一些异常设置 4 级优先级。最高用户可配置优先级为 0，最低优先级为 3。所有用户可配置中断的默认优先级为 0。

注：优先级 0 在系统为第 4 优先级，排在“Reset”、“NMI”和“Hard Fault”三个系统异常之后。

| 异常名称 | 向量号 | 优先级 |
|---------------------------|-------|-----|
| Reset | 1 | -3 |
| NMI | 2 | -2 |
| Hard Fault | 3 | -1 |
| Reserved | 4~10 | 保留 |
| SVCall | 11 | 可配置 |
| Reserved | 12~13 | 保留 |
| PendSV | 14 | 可配置 |
| SysTick | 15 | 可配置 |
| Interrupt (IRQ0~IRQ31) | 16~47 | 可配置 |

3.6.5.4 向量表

| Exception Number | IRQ Number | Vector Address | Function | Flag(s) |
|------------------|------------|----------------|-------------------|----------------|
| 1-15 | – | 0x00-0x3c | System exceptions | |
| 16 | 0 | 0x40 | GPIO0 | P0[7:0] 中断 |
| 17 | 1 | 0x44 | GPIO1 | P1[7:0] 中断 |
| 18 | 2 | 0x48 | GPIO2 | P2[7:0] 中断 |
| 19 | 3 | 0x4c | GPIO3 | P3[7:0] 中断 |
| 20 | 4 | 0x50 | GPIO4 | P4[7:0] 中断 |
| 21 | 5 | 0x54 | – | – |
| 22 | 6 | 0x58 | Capture/PWM | Capture/PWM 中断 |
| 23 | 7 | 0x5c | ADC | ADC 中断 |
| 24 | 8 | 0x60 | – | – |
| 25 | 9 | 0x64 | – | |
| 26 | 10 | 0x68 | – | |
| 27 | 11 | 0x6c | – | |
| 28 | 12 | 0x70 | – | |
| 29 | 13 | 0x74 | – | |
| 30 | 14 | 0x78 | – | |
| 31 | 15 | 0x7c | UART0 | UART0 中断 |
| 32 | 16 | 0x80 | UART1 | UART1 中断 |
| 33 | 17 | 0x84 | – | |
| 34 | 18 | 0x88 | – | – |
| 35 | 19 | 0x8c | TIMER0 | Timer0 中断 |
| 36 | 20 | 0x90 | TIMER1 | Timer1 中断 |
| 37 | 21 | 0x94 | – | |
| 38 | 22 | 0x98 | – | – |
| 39 | 23 | 0x9c | WDT | Watchdog 中断 |
| 40 | 24 | 0xa0 | I2C0 | I2C 中断 |
| 41 | 25 | 0xa4 | – | – |
| 42 | 26 | 0xa8 | SSP0 | SSP 中断 |
| 43 | 27 | 0xac | – | |
| 44 | 28 | 0xb0 | – | |
| 45 | 29 | 0xb4 | – | |
| 46 | 30 | 0xb8 | SYS_CLK_ERR | 时钟异常中断 |
| 47 | 31 | 0xbc | – | |

3.6.5.5 寄存器映射

(NVIC 基地址 = 0xE000_E000)

R0: 只读, W0: 只写, R/W: 读写

| 寄存器 | 偏移量 | 读/写 | Description | 复位值 |
|------|-------|-----|---------------------|------------|
| ISER | 0x100 | R/W | 中断设置使能控制寄存器 | 0x00000000 |
| ICER | 0x180 | R/W | 中断清除使能控制寄存器 | 0x00000000 |
| ISPR | 0x200 | R/W | 中断设置挂起控制寄存器 | 0x00000000 |
| ICPR | 0x280 | R/W | 中断清除挂起控制寄存器 | 0x00000000 |
| IPR0 | 0x400 | R/W | IRQ0~IRQ3中断优先级寄存器 | 0x00000000 |
| IPR1 | 0x404 | R/W | IRQ4~IRQ7中断优先级寄存器 | 0x00000000 |
| IPR2 | 0x408 | R/W | IRQ8~IRQ11中断优先级寄存器 | 0x00000000 |
| IPR3 | 0x40C | R/W | IRQ12~IRQ15中断优先级寄存器 | 0x00000000 |
| IPR4 | 0x410 | R/W | IRQ16~IRQ19中断优先级寄存器 | 0x00000000 |
| IPR5 | 0x414 | R/W | IRQ20~IRQ23中断优先级寄存器 | 0x00000000 |
| IPR6 | 0x418 | R/W | IRQ24~IRQ27中断优先级寄存器 | 0x00000000 |
| IPR7 | 0x41C | R/W | IRQ28~IRQ31中断优先级寄存器 | 0x00000000 |

3.6.5.6 寄存器说明

中断设置使能控制寄存器 (ISER)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|--------|--|------------|
| 31:0 | SETENA | <p>中断使能位</p> <p>使能一个或多个中断。每一位代表一个从IRQ0~IRQ31的中断(向量号从16~47)。</p> <p>写操作:</p> <p>0 : 无效</p> <p>1 : 写1使能相关中断</p> <p>读操作:</p> <p>0 : 相关中断状态禁止</p> <p>1 : 相关中断状态使能</p> <p>注: 读该寄存器值表明当前使能状态</p> | 0x00000000 |

中断清使能控制寄存器 (ICER)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|--------|---|------------|
| 31:0 | CLRENA | 中断禁用位 禁用一个或多个中断。每一位表示一个从IRQ0~IRQ31的中断(向量号从16~47)。 写操作: 0 : 无效 1 : 写1禁止相关中断 读操作: 0 : 相关中断状态禁止 1 : 相关中断状态使能 注: 读该寄存器值表明当前使能状态 | 0x00000000 |

中断设置挂起控制寄存器 (ISPR)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|---------|--|------------|
| 31:0 | SETPEND | 设置中断挂起位 写操作: 0 : 无效 1 : 写1置挂起状态。每一位表示一个从IRQ0~IRQ31的中断(向量号从16~47)。 读操作: 0 : 相关中断不在挂起状态 1 : 相关中断在挂起状态 注: 读该寄存器值表明当前挂起状态 | 0x00000000 |

中断清挂起控制寄存器 (ICPR)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|---------|--|------------|
| 31:0 | CLRPEND | 清中断挂起位 写操作: 0 : 无效 1 : 写1清挂起状态。每一位表示一个从IRQ0~IRQ31的中断(向量号从16~47)。 读操作: 0 : 相关中断不在挂起状态 1 : 相关中断在挂起状态 | 0x00000000 |

注：读该寄存器值表明当前挂起状态

IRQ0~IRQ3 中断优先级寄存器 (IPR0)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|-------|-------|---------------------------------|-----|
| 31:30 | PRI_3 | IRQ3 优先级 0 表示最高优先级，3 表示最低优先级 | 0x0 |
| 29:24 | — | 保留 | — |
| 23:22 | PRI_2 | IRQ2 优先级 0 表示最高优先级，3 表示最低优先级 | 0x0 |
| 21:16 | — | 保留 | — |
| 15:14 | PRI_1 | IRQ1 优先级 0 表示最高优先级，3 表示最低优先级 | 0x0 |
| 13:8 | — | 保留 | — |
| 7:6 | PRI_0 | IRQ0 优先级 0 表示最高优先级，3 表示最低优先级 | 0x0 |
| 5:0 | — | 保留 | — |

IRQ4~IRQ7 中断优先级寄存器 (IPR1)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|-------|-------|---------------------------------|-----|
| 31:30 | PRI_7 | IRQ7 优先级 0 表示最高优先级，3 表示最低优先级 | 0x0 |
| 29:24 | — | 保留 | — |
| 23:22 | PRI_6 | IRQ6 优先级 0 表示最高优先级，3 表示最低优先级 | 0x0 |
| 21:16 | — | 保留 | — |
| 15:14 | PRI_5 | IRQ5 优先级 0 表示最高优先级，3 表示最低优先级 | 0x0 |
| 13:8 | — | 保留 | — |
| 7:6 | PRI_4 | IRQ4 优先级 0 表示最高优先级，3 表示最低优先级 | 0x0 |
| 5:0 | — | 保留 | — |

IRQ8~IRQ11 中断优先级寄存器 (IPR2)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|-------|--------|----------------------------------|-----|
| 31:30 | PRI_11 | IRQ11 优先级 0 表示最高优先级，3 表示最低优先级 | 0x0 |
| 29:24 | — | 保留 | — |
| 23:22 | PRI_10 | IRQ10 优先级 | 0x0 |

| | | | |
|-------|-------|---------------------------------|-----|
| | | 0 表示最高优先级，3 表示最低优先级 | |
| 21:16 | – | 保留 | – |
| 15:14 | PRI_9 | IRQ9 优先级 0 表示最高优先级，3 表示最低优先级 | 0x0 |
| 13:8 | – | 保留 | – |
| 7:6 | PRI_8 | IRQ8 优先级 0 表示最高优先级，3 表示最低优先级 | 0x0 |
| 5:0 | – | 保留 | – |

IRQ12~IRQ15 中断优先级寄存器 (IPR3)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|-------|--------|----------------------------------|-----|
| 31:30 | PRI_15 | IRQ11 优先级 0 表示最高优先级，3 表示最低优先级 | 0x0 |
| 29:24 | – | 保留 | – |
| 23:22 | PRI_14 | IRQ10 优先级 0 表示最高优先级，3 表示最低优先级 | 0x0 |
| 21:16 | – | 保留 | – |
| 15:14 | PRI_13 | IRQ9 优先级 0 表示最高优先级，3 表示最低优先级 | 0x0 |
| 13:8 | – | 保留 | – |
| 7:6 | PRI_12 | IRQ8 优先级 0 表示最高优先级，3 表示最低优先级 | 0x0 |
| 5:0 | – | 保留 | – |

IRQ16~IRQ19 中断优先级寄存器 (IPR4)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|-------|--------|----------------------------------|-----|
| 31:30 | PRI_19 | IRQ19 优先级 0 表示最高优先级，3 表示最低优先级 | 0x0 |
| 29:24 | – | 保留 | – |
| 23:22 | PRI_18 | IRQ18 优先级 0 表示最高优先级，3 表示最低优先级 | 0x0 |
| 21:16 | – | 保留 | – |
| 15:14 | PRI_17 | IRQ17 优先级 0 表示最高优先级，3 表示最低优先级 | 0x0 |
| 13:8 | – | 保留 | – |
| 7:6 | PRI_16 | IRQ16 优先级 0 表示最高优先级，3 表示最低优先级 | 0x0 |
| 5:0 | – | 保留 | – |

IRQ20~IRQ23 中断优先级寄存器 (IPR5)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|-------|--------|-----------------------------------|-----|
| 31:30 | PRI_23 | IRQ23 优先级 0 表示最高优先级, 3 表示最低优先级 | 0x0 |
| 29:24 | — | 保留 | — |
| 23:22 | PRI_22 | IRQ22 优先级 0 表示最高优先级, 3 表示最低优先级 | 0x0 |
| 21:16 | — | 保留 | — |
| 15:14 | PRI_21 | IRQ21 优先级 0 表示最高优先级, 3 表示最低优先级 | 0x0 |
| 13:8 | — | 保留 | — |
| 7:6 | PRI_20 | IRQ20 优先级 0 表示最高优先级, 3 表示最低优先级 | 0x0 |
| 5:0 | — | 保留 | — |

IRQ24~IRQ27 中断优先级寄存器 (IPR6)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|-------|--------|-----------------------------------|-----|
| 31:30 | PRI_27 | IRQ27 优先级 0 表示最高优先级, 3 表示最低优先级 | 0x0 |
| 29:24 | — | 保留 | — |
| 23:22 | PRI_26 | IRQ26 优先级 0 表示最高优先级, 3 表示最低优先级 | 0x0 |
| 21:16 | — | 保留 | — |
| 15:14 | PRI_25 | IRQ25 优先级 0 表示最高优先级, 3 表示最低优先级 | 0x0 |
| 13:8 | — | 保留 | — |
| 7:6 | PRI_24 | IRQ24 优先级 0 表示最高优先级, 3 表示最低优先级 | 0x0 |
| 5:0 | — | 保留 | — |

IRQ28~IRQ31 中断优先级寄存器 (IPR7)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|-------|--------|-----------------------------------|-----|
| 31:30 | PRI_31 | IRQ31 优先级 0 表示最高优先级, 3 表示最低优先级 | 0x0 |
| 29:24 | — | 保留 | — |
| 23:22 | PRI_30 | IRQ30 优先级 0 表示最高优先级, 3 表示最低优先级 | 0x0 |
| 21:16 | — | 保留 | — |

| | | | |
|-------|--------|-----------------------------------|-----|
| 15:14 | PRI_29 | IRQ29 优先级 0 表示最高优先级, 3 表示最低优先级 | 0x0 |
| 13:8 | – | 保留 | – |
| 7:6 | PRI_28 | IRQ28 优先级 0 表示最高优先级, 3 表示最低优先级 | 0x0 |
| 5:0 | – | 保留 | – |

3.6.6 系统控制寄存器 (SCB)

Cortex®-M0 状态和运行模式控制由系统控制寄存器管理。通过这些系统控制寄存器可以控制 CPUID、Cortex®-M0 中断优先级和 Cortex®-M0 电源管理。

更多详细信息请参考“ARM®Cortex®-M0 技术参考手册”和“ARM®v6-M 架构参考手册”。

3.6.6.1 寄存器映射

(SCB 基地址 = 0xE000_E000)

RO: 只读, WO: 只写, R/W: 读写

| 寄存器 | 偏移量 | 读/写 | Description | 复位值 |
|-------|-------|-----|--------------|------------|
| CPUID | 0xD00 | RO | CPUID 寄存器 | 0x410CC200 |
| ICSR | 0xD04 | R/W | 中断控制状态寄存器 | 0x00000000 |
| AIRCR | 0xD0C | R/W | 应用中断和复位控制寄存器 | 0xFA050000 |
| SCR | 0xD10 | R/W | 系统控制寄存器 | 0x00000000 |
| SHPR2 | 0xD1C | R/W | 系统处理器优先级寄存器2 | 0x00000000 |
| SHPR3 | 0xD20 | R/W | 系统处理器优先级寄存器3 | 0x00000000 |

3.6.6.2 寄存器说明

CPUID 寄存器 (CPUID)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|-------|-------------|------------------------------|------|
| 31:24 | Implementer | 实施代码 =0x41, 由 ARM 分配 | 0x41 |
| 23:20 | Variant | 版本号 0x0 | 0x0 |
| 19:16 | Constant | 处理器架构 =0xC, 代表 ARMv6-M 架构 | 0xC |

| | | | |
|------|----------|---------------------------------|-------|
| 15:4 | Partno | 处理器产品编号 =0xC20, 代表 Cortex-M0 | 0xC20 |
| 3:0 | Revision | 修订号 0x0 | 0x0 |

中断控制状态寄存器 (ICSR)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|-------|------------|---|-----|
| 31 | NMIPENDSET | NMI 设置挂起位 写操作: 0 = 无效 1 = 将 NMI 异常挂起 读操作: 0 = NMI 异常没有挂起 1 = NMI 异常挂起 注: 由于 NMI 是最高优先级异常, 所以通常处理器一检测到该位写 1 就会进入 NMI 异常处理。 进入异常处理后, 处理器会将该位清零。这意味着只有当处理器正在执行 NMI 异常处理程序时再次产生 NMI 信号, NMI 异常处理程序读取这一位才返回 1。 | 0 |
| 30:29 | – | 保留 | – |
| 28 | PENDSVSET | PendSV 设置挂起位 写操作: 0 = 无效 1 = 将 PendSV 异常挂起 读操作: 0 = PendSV 异常没有挂起 1 = PendSV 异常挂起 注: 设置该位为 1 是设置 PendSV 异常挂起的唯一方法。 | 0 |
| 27 | PENDSVCLR | PendSV 清挂起位 写操作: 0 = 无效 1 = 清除 PendSV 异常挂起状态 注: 该位为只写位。为了清除 PENDSV 位, 你必须同时往 PENDSVSET 写 0, 往 PENDSVCLR 写 1。 | – |

| | | | |
|-------|-------------|---|------|
| 26 | PENDSTSET | SysTick 异常设置挂起位 写操作： 0 = 无效 1 = 将 SysTick 异常挂起 读操作： 0 = SysTick 异常没有挂起 1 = SysTick 异常挂起 | 0 |
| 25 | PENDSTCLR | SysTick 异常清挂起位 写操作： 0 = 无效 1 = 清除 SysTick 异常挂起状态 注：该位为只读位。当你要清除 PENDST 位时，必须同时往 PENDSTSET 写 0，往 PENDSTCLR 写 1。 | – |
| 24 | – | 保留 | – |
| 23 | ISRPREEMPT | 中断抢先占有位 如果该位设置，一个挂起的异常将 会从调试停止状态退出并进入服 务。 注：该位只读 | – |
| 22 | ISRPENDING | 中断挂起标志（不包括 NMI 和 Faults） 0 = 中断没有挂起 1 = 中断挂起 注：该位只读 | 0 |
| 21 | – | 保留 | – |
| 20:12 | VECTPENDING | 挂起异常中优先级最高的异常号 0 = 没有异常挂起 非 0 = 挂起异常中优先级最高的异 常号 注：这些位只读 | 0x00 |
| 11:9 | – | 保留 | – |
| 8:0 | VECTACTIVE | 包含当前执行异常号 0 = Thread 模式 非 0 = 当前执行异常的异常号 注：这些位为只读位 | 0x00 |

应用中断和复位控制寄存器 (AIRCRR)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|-------|---------------|--|--------|
| 31:16 | VECTORKEY | 寄存器访问密钥 写操作： 当要写这个寄存器时， VECTORKEY 域必须设置为 0x05FA ， 否则写操作将被忽略。 VECTORKEY 域用于防止系统复位或者清除异常状态时误写该寄存器。 读操作： 读出来的值为 0xFA05 | 0xFA05 |
| 15 | ENDIANESS | 数据端点 只读 0 = 小端 1 = 大端 | 0 |
| 14:3 | — | 保留 | — |
| 2 | SYSRESETREQ | 系统复位请求 往该位写 1 将引起一个复位信号给芯片，表明有复位请求。 该位为只写位，复位后自动清零。 | 0 |
| 1 | VECTCLRACTIVE | 异常有效状态清除位 保留给调试使用。当写这个寄存器时，用户必须往该位写 0，否则将出现不可预知的情况。 | 0 |
| 0 | — | 保留 | — |

系统控制寄存器 (SCR)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|-----------|---|-----|
| 31:5 | — | 保留 | — |
| 4 | SEVONPEND | 挂起时发送事件 0 = 只有使能中断或事件可以唤醒处理器，不包括禁用中断在内。 1 = 使能事件和所有中断(包括禁用的中断)，可以唤醒处理器。 当一个事件或中断进入挂起状态时，事件信号从 WFE 唤醒处理器。 如果处理器没在等待事件，事件将会被注册并影响下一个 WFE。 | 0 |

| | | | |
|---|-------------|--|---|
| | | 执行 SEV 指令或外部事件同样会唤醒处理器。 | |
| 3 | – | 保留 | – |
| 2 | SLEEPDEEP | 处理器深度睡眠和睡眠模式选择 控制处理器在低电模式时使用休眠还是深度休眠模式。 0 = 休眠模式 1 = 深度休眠模式 | 0 |
| 1 | SLEEPONEXIT | Sleep-On-Exit 使能 该位表明当从 Handler 模式返回到 Thread 模式时，是否退出休眠 0 = 当从 Thread 模式返回时，不休眠 1 = 从 ISR 返回到 Thread 模式时，进入休眠或深度休眠 置该位为 1 使能一个中断驱动应用，从而避免返回到一个空的主函数应用。 | 0 |
| 0 | – | 保留 | – |

系统处理器优先级寄存器 2 (SHPR2)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|-------|--------|---|------|
| 31:24 | PRI_11 | 系统处理器11优先级 - SVCa11 0表示最高优先级， 3表示最低优先级 | 0x00 |
| 23:0 | – | 保留 | – |

系统处理器优先级寄存器 3 (SHPR3)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|-------|--------|--|-----|
| 31:30 | PRI_15 | 系统处理器15优先级 - SysTick 0表示最高优先级， 3表示最低优先级 | 0x0 |
| 29:24 | – | 保留 | – |
| 23:22 | PRI_14 | 系统处理器14优先级 - PendSV 0表示最高优先级， 3表示最低优先级 | 0x0 |
| 21:0 | – | 保留 | – |

3.7 用户配置区 (User Configuration)

3.7.1 概述

用户配置区是 FLASH 中分配的一块 128 字的存储区间，其中 Config0-Config15 为系统保留寄存器，用于配置 BOOT 功能，IO 复用功能，加密功能等信息。其他地址空间用户可用于存储需要的数据（只能在烧录器上写入）。

3.7.2 寄存器映射

（基地址 = 0x1000_0000）

RO: 只读，WO: 只写，R/W: 读写

| 寄存器 | 偏移量 | 读/写 | 描述 | 复位值 |
|------------|-------|-----|-----------|-----|
| Config0 | 0x000 | RO | 用户配置寄存器 0 | — |
| Config1 | 0x004 | RO | 用户配置寄存器 1 | — |
| Config2-15 | | RO | 保留 | — |

3.7.3 寄存器说明

用户配置寄存器 0 (Config0)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|---------|---|-----|
| 31:4 | — | 保留 | — |
| 3 | FMC | BOOT 使能位 0: 禁止 BOOT 功能，BOOT_PIN 可当普通 IO 口使用 1: 使能 BOOT 功能，BOOT_PIN 不可当普通 IO 口使用，上电时当 BOOT_PIN 接低，程序进入 BOOT_ROM 运行 | — |
| 2 | — | 保留 | — |
| 1 | ROM 加密位 | FLASH 加密位 1: 不加密 0: 加密 注：加密后，用户程序区不可读，无法在线仿真 | — |
| 0 | 保留 | 保留 | — |

用户配置寄存器 1 (Config1)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|-------|-----------|---|-----|
| 31:10 | — | | — |
| 9 | XT_EN | 外部振荡使能位 0: P16/P17 作为 GPIO, 不可用于外部振荡功能 1: P16/P17 可用于外部振荡或 GPIO, 由 IO 配置寄存器决定 | — |
| 8 | EXRST_EN | 外部复位使能位 0: 使能外部复位, P43 作外部复位口 1: 禁止外部复位, P43 作 GPIO | — |
| 7:4 | SWDCLK_EN | SWDCLK 使能位 1111: P46 作为 SWDCLK 口, 不可通过程序配置为 IO 功能 其他: P46 作为 GPIO | — |
| 3:0 | SWDDAT_EN | SWDDAT 使能位 1111: P47 作为 SWDDAT 口, 不可通过程序配置为 IO 功能 其他: P47 作为 GPIO | — |

4. 功能描述

4.1 通用 I/O (GPIO)

4.1.1 概述

多达 30 个通用 I/O 管脚，每个 I/O 口可通过软件配置成输入、上拉输入、推挽输出、开漏输出模式。这些管脚可以通过配置芯片和其他功能管脚共享。

4.1.2 特性

- 四种 I/O 模式
 - 输入
 - 上拉输入
 - 推挽输出
 - 开漏输出
- I/O 可以配置成边沿/电平触发中断沿
- 2 档输出电流配置
- 2 档 I/O 速度配置

4.1.3 功能描述

4.1.3.1 输入模式

设置 GPIOxPMS[2n+1:2n] 为 11，Px.n 管脚为输入模式，I/O 管脚为高阻态，没有驱动能力。

4.1.3.2 上拉输入模式

设置 GPIOxPMS[2n+1:2n] 为 00，Px.n 管脚为上拉输入模式，I/O 管脚内部接上拉电阻。

4.1.3.3 推挽输出模式

设置 GPIOxPMS[2n+1:2n] 为 01，Px.n 管脚为推挽输出模式，I/O 支持数字输出功能，有拉/灌电流能力。DO 相应位 bit[n] 的值被送到相应管脚上。

4.1.3.4 开漏输出模式

设置 GPIOxPMS[2n+1:2n] 为 10，Px.n 管脚为开漏输出模式，I/O 管脚数字输出功能仅支持灌电流，驱动高电平时需要外加上拉电阻。如果 DO 相应位为 ‘0’，管脚上输出低电平。如果 DO 相应位为 ‘1’，该管脚输出为高电平时，由外部上拉电阻控制。

4.1.3.5 中断和唤醒功能

每个GPIO管脚都可以设置成芯片的中断源。有五种中断触发条件可以设置：低电平触发、高电平触发、下降沿触发、上升沿触发以及上升与下降沿同时触发。在边沿触发中用户可以通过使能输入信号去抖功能来阻止由噪声引起的意外中断。

当芯片进入睡眠/深度睡眠/掉电模式时，GPIO 也可以唤醒系统。设置 GPIO 为唤醒触发的条件与 GPIO 中断触发的条件相同。

4.1.4 寄存器映射

(GPIO0 基地址 = 0x5200_0000;
 GPIO1 基地址 = 0x5280_0000;
 GPIO2 基地址 = 0x5300_0000;
 GPIO3 基地址 = 0x5380_0000;
 GPIO4 基地址 = 0x5400_0000;
 GPIO5 基地址 = 0x5480_0000)

RO:只读, WO:只写, R/W: 读写

| 寄存器 | 偏移量 | 读/写 | Description | 复位值 |
|------------|-------|-----|-------------------|--------|
| GPIOxPMS | 0x000 | R/W | GPIOx 模式选择寄存器 | 0x0000 |
| GPIOxDOM | 0x004 | R/W | GPIOx 数据输出写屏蔽寄存器 | 0x00 |
| GPIOxD0 | 0x008 | R/W | GPIOx 数据输出寄存器 | 0xFF |
| GPIOxDI | 0x00c | RO | GPIOx 管脚输入数据 | — |
| GPIOxIMSC | 0x010 | R/W | GPIOx 中断使能寄存器 | 0x00 |
| GPIOxRIS | 0x014 | RO | GPIOx 中断源状态寄存器 | 0x00 |
| GPIOxMIS | 0x018 | RO | GPIOx 已使能中断状态寄存器 | 0x00 |
| GPIOxICLR | 0x01c | WO | GPIOx 中断状态清零寄存器 | 0x00 |
| GPIOxITYPE | 0x020 | R/W | GPIOx 中断触发方式寄存器 | 0x00 |
| GPIOxIVAL | 0x024 | R/W | GPIOx 中断触发值寄存器 | 0x00 |
| GPIOxIANY | 0x028 | R/W | GPIOx 中断边沿触发方式寄存器 | 0x00 |
| GPIOxDIDB | 0x02c | R/W | GPIOx 输入滤波控制寄存器 | 0x00 |
| GPIOxD0SET | 0x030 | WO | GPIOx 输出置位寄存器 | 0x00 |
| GPIOxD0CLR | 0x034 | WO | GPIOx 输出清零寄存器 | 0x00 |
| GPIOxDR | 0x038 | R/W | GPIOx 驱动电流设置寄存器 | 0x00 |
| GPIOxSR | 0x03C | R/W | GPIOx 输出速率设置寄存器 | 0x00 |

4.1.5 寄存器说明

GPIOx 模式选择寄存器 (GPIOxPMS)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|-------|------|--|-----|
| 31:16 | – | 保留 | |
| 15:14 | PMS7 | Px. 7 模式选择 0x0: 上拉输入 0x1: 推挽输出 0x2: 开漏输出 0x3: 输入 | 0x0 |
| 13:12 | PMS6 | Px. 6 模式选择 0x0: 上拉输入 0x1: 推挽输出 0x2: 开漏输出 0x3: 输入 | 0x0 |
| 11:10 | PMS5 | Px. 5 模式选择 0x0: 上拉输入 0x1: 推挽输出 0x2: 开漏输出 0x3: 输入 | 0x0 |
| 9:8 | PMS4 | Px. 4 模式选择 0x0: 上拉输入 0x1: 推挽输出 0x2: 开漏输出 0x3: 输入 | 0x0 |
| 7:6 | PMS3 | Px. 3 模式选择 0x0: 上拉输入 0x1: 推挽输出 0x2: 开漏输出 0x3: 输入 | 0x0 |
| 5:4 | PMS2 | Px. 2 模式选择 0x0: 上拉输入 0x1: 推挽输出 0x2: 开漏输出 0x3: 输入 | 0x0 |
| 3:2 | PMS1 | Px. 1 模式选择 0x0: 上拉输入 0x1: 推挽输出 0x2: 开漏输出 | 0x0 |

| | | | |
|-----|------|--|-----|
| | | 0x3: 输入 | |
| 1:0 | PMS0 | Px. 0 模式选择 0x0: 上拉输入 0x1: 推挽输出 0x2: 开漏输出 0x3: 输入 | 0x0 |

GPIOx 数据输出写屏蔽寄存器 (GPIOxDOM)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|-----|---|------|
| 31:8 | – | 保留 | |
| 7:0 | DOM | Px. [7:0] 数据输出写屏蔽位 1: D0 寄存器该位数据不可写 0: D0 寄存器该位数据可写 | 0x00 |

GPIOx 数据输出寄存器 (GPIOxD0)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|----|---------------------------------------|------|
| 31:8 | – | 保留 | |
| 7:0 | D0 | Px. [7:0] 输出值 1: 输出高电平 0: 输出低电平 | 0xFF |

GPIOx 管脚输入寄存器 (GPIOxDI)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|----|--------|-----|
| 31:8 | – | 保留 | – |
| 7:0 | DI | 管脚输入状态 | |

GPIOx 中断使能寄存器 (GPIOxIMSC)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|-----------|-----------------------------------|-----|
| 31:8 | – | 保留 | – |
| 7:0 | IMSC[7:0] | Px. [7:0] 中断使能位 1: 使能 0: 禁止 | 0 |

GPIOx 中断源状态寄存器 (GPIOxRIS)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|----------|---|-----|
| 31:8 | – | 保留 | – |
| 7:0 | RIS[7:0] | Px.[7:0] 中断源状态位 1: 管脚产生了中断 0: 管脚未产生中断 | 0 |

GPIOx 已使能中断状态寄存器 (GPIOxMIS)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|----------|---|-----|
| 31:8 | – | 保留 | – |
| 7:0 | MIS[7:0] | Px.[7:0] 已使能中断状态位 1: 管脚中断已使能并产生了中断 0: 未产生中断 | 0 |

GPIOx 中断状态清零寄存器 (GPIOxICLR)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|-----------|---|-----|
| 31:8 | – | 保留 | – |
| 7:0 | ICLR[7:0] | Px.[7:0] 中断状态清零位 写 1, 清零 GPIOxRIS 和 GPIOxMIS 相应位 | 0 |

GPIOx 中断触发方式选择寄存器 (GPIOxITYPE)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|------------|--|-----|
| 31:8 | – | 保留 | – |
| 7:0 | ITYPE[7:0] | Px.[7:0] 中断触发方式选择位 0: 边沿触发 1: 电平触发 | 0 |

GPIOx 中断触发值寄存器 (GPIOxIVAL)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|-----------|--|-----|
| 31:8 | – | 保留 | – |
| 7:0 | IVAL[7:0] | Px.[7:0] 中断触发值 0: 低电平触发或下降沿触发 1: 高电平触发或上升沿触发 | 0 |

GPIOx 中断边沿触发方式寄存器 (GPIOxIANY)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|-----------|---|-----|
| 31:8 | – | 保留 | – |
| 7:0 | IANY[7:0] | Px.[7:0] 中断边沿触发方式选择位 0: 下降沿触发或上升沿触发, 由 GPIOxIVAL 寄存器决定 1: 上升沿和下降沿都可触发 | 0 |

GPIOx 输入滤波控制寄存器 (GPIOxDIDB)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|-----------|---|-----|
| 31:8 | – | 保留 | – |
| 7:0 | DIDB[7:0] | Px.[7:0] 输入滤波控制位 0: 管脚值直接到 GPIOxDI 1: 管脚值经过两级 DFF 滤波到 GPIOxDI | 0 |

GPIOx 输出置位寄存器 (GPIOxDOSSET)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|----------|--|------|
| 31:8 | – | 保留 | – |
| 7:0 | DOS[7:0] | Px.[7:0] 输出置位控制位写入: 0 = 不影响 1 = GPIOxD0 相应位输出高 | 0x00 |

GPIOx 输出清零寄存器 (GPIOxDOCLR)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|----------|--|------|
| 31:8 | – | 保留 | – |
| 7:0 | DOC[7:0] | Px.[7:0] 输出清零控制位写入: 0 = 不影响 1 = GPIOxD0 相应位输出低 | 0x00 |

GPIOx 驱动电流设置寄存器 (GPIOxDR)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|---------|--|------|
| 31:8 | – | 保留 | – |
| 7:0 | DR[7:0] | Px.[7:0] 驱动电流设置位 0 = 大驱动电流 1 = 小驱动电流 | 0x00 |

GPIOx 输出速率设置寄存器 (GPIOxSR)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|---------|--|------|
| 31:8 | — | 保留 | — |
| 7:0 | SR[7:0] | Px.[7:0] 驱动电流设置位 0 = 输出速率快 1 = 输出速率慢 | 0x00 |

4.2 看门狗定时器(WDT)

4.2.1 概述

设计看门狗定时器的目的是，当系统运行到一个未知状态时，通过它来使系统复位。这种做法可以预防系统进入到无限期的死循环。此外，看门狗定时器还支持系统从休眠/深度休眠模式唤醒功能。

4.2.2 特性

- 32 位自由向下计数器
- WDT_CLK=10kHz
- 支持 WDT 中断和 WDT 复位功能
- 具有 WDT 寄存器写保护，避免不正常操作

4.2.3 功能描述

WDT 使能后，32 位计数器从初始值开始向下计数，当计数到 0 时，产生 WDT 中断，同时自动加载初始值，并重新向下计数，当第二次产生中断且上一次的中断标志位未被清零时，产生 WDT 复位（需使能）。

4.2.4 寄存器映射

(WDT 基地址 = 0x4780_0000)

RO: 只读, WO: 只写, R/W: 读写

| 寄存器 | 偏移量 | 读/写 | Description | 复位值 |
|---------|-------|-----|----------------|------------|
| WDTCON | 0x000 | R/W | WDT 控制寄存器 | 0x0 |
| WDTLOAD | 0x004 | R/W | WDT 初值寄存器 | 0xFFFFFFFF |
| WDTVAL | 0x008 | RO | WDT 计数值 | 0xFFFFFFFF |
| WDTRIS | 0x00c | RO | WDT 中断源状态寄存器 | 0x0 |
| WDTMIS | 0x010 | RO | WDT 已使能中断状态寄存器 | 0x0 |
| WDTICLR | 0x014 | WO | WDT 中断清零寄存器 | — |
| WDTLOCK | 0x500 | R/W | WDT 写保护寄存器 | 0x00000000 |

4.2.5 寄存器说明

WDT 控制寄存器 (WDTCON)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|--------|--|------|
| 31:4 | — | 保留 | |
| 15:8 | WDTEN | WDT 复位使能 0x5A: 禁止 WDT 复位 其他: 使能 WDT 复位, 当发生 WDT 中断后没有清中断标位, 下次发生 WDT 中断时触发 WDT 复位. 当使能复位时, 不管 WDTCON[0] 是否为 1, 都会使能 WDT 中断 | 0x5A |
| 3:2 | WDTPRE | WDT 时钟选择 0x0: WDT_CLK/1 0x1: WDT_CLK/16 0x2: WDT_CLK/256 0x3: Reserved 注 WDT_CLK=10kHz | 0 |
| 1 | — | | — |
| 0 | WDTIEN | WDT 中断使能 0: 禁止 WDT 中断 1: 使能 WDT 中断 | 0 |

WDT 初值寄存器 (WDTLOAD)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|---------|---------------------|------------|
| 31:0 | WDTLOAD | WDT 计数初值。 最小值为 1 | 0xFFFFFFFF |

WDT 计数值 (WDTVALL)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|---------|------------|------------|
| 31:0 | WDTVALL | WDT 计数器当前值 | 0xFFFFFFFF |

WDT 中断源状态寄存器 (WDTTRIS)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|---------|--------------------------------|-----|
| 31:1 | — | 保留 | |
| 0 | WDTTRIS | 1: 产生 WDT 计数向下溢出中断 0: 未产生中断 | 0 |

WDT 已使能中断状态寄存器 (WDTMIS)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|--------|-------------------------------|-----|
| 31:1 | – | 保留 | |
| 0 | WDTMIS | 1: 使能 WDT 中断并产生中断 0: 未产生中断 | 0 |

WDT 中断清零寄存器 (WDTICLR)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|---------|--|-----|
| 31:0 | WDTICLR | 写入 0x55AA55AA: 清除中断标志位, 并重新加载初值 其他值: 不影响 | – |

WDT 写保护寄存器 (WDTLOCK)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|--------|---|-----|
| 31:0 | WDTREN | 写入 0x55AA6699: 使能操作 WDT 相关寄存器, 读为 0x01。 其他值: 禁止操作 WDT 相关寄存器, 读为 0x00。 | 0 |

4.3 定时器 (TIMER)

4.3.1 概述

包含 2 路可编程的 32 位/16 位计数器，即 TIMERO 和 TIMER1，提供用户便捷的定时计数功能。

4.3.2 特性

- 可配置 32 位/16 位向下计数器
- 每个定时器都有独立预分频器
- 提供单次触发，周期计数，连续计数三种计数操作模式
- 支持芯片从休眠模式唤醒

4.3.3 功能描述

4.3.3.1 单次触发模式

如果定时器工作在单次触发模式，使能定时器后，计数器从加载寄存器加载初值，向下计数，当计数器递减到 0 时，停止工作，同时产生中断。若要再次启动单次触发模式，需清零 TMR0S 位，再置位 TMR0S 位。

4.3.3.2 周期计数模式

如果定时器工作在周期计数模式，使能定时器后，计数器从加载寄存器加载初值，向下计数，当计数器递减到 0 时，计数器从加载寄存器加载初值，并继续计数，同时产生中断。

4.3.3.3 连续计数模式

如果定时器工作在连续计数模式，使能定时器后，计数器从加载寄存器加载初值，向下计数，当计数器递减到 0 时，计数器加载最大值作为初值，并继续计数，同时产生中断。

4.3.3.4 延迟加载功能

当数据写入加载寄存器时，计数器不会继续递减，会在下一个 TIMER_CLK 上升沿从加载寄存器中加载初值，再递减计数。

当数据写入延迟加载寄存器时，数据在下一个 TIMER_CLK 上升沿写入加载寄存器，若计数器已经开始计数，则会等待当前周期计数为 0，再从加载寄存器中加载初值。

4.3.4 寄存器映射

(Timer0 基地址 = 0x4680_0000; Timer1 基地址 = 0x4680_0100)

RO: 只读, WO: 只写, R/W: 读写

| 寄存器 | 偏移量 | 读/写 | 描述 | 复位值 |
|--------------|-------|-----|---------------|------------|
| TIMERxCON | 0x000 | R/W | 定时器控制寄存器 | 0x20 |
| TIMERxLOAD | 0x004 | R/W | 定时器加载寄存器 | 0x00000000 |
| TIMERxVAL | 0x008 | RO | 定时器当前值寄存器 | 0xFFFFFFFF |
| TIMERxRIS | 0x00c | RO | 定时器中断源状态寄存器 | 0x0 |
| TIMERxMIS | 0x010 | RO | 定时器已使能中断状态寄存器 | 0x0 |
| TIMERxICLR | 0x014 | WO | 定时器中断清零寄存器 | — |
| TIMERxBGLOAD | 0x018 | R/W | 定时器延迟加载寄存器 | 0x00000000 |

4.3.5 寄存器说明

定时器控制寄存器 (TIMERxCON)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|--------|---|-----|
| 31:8 | — | 保留 | — |
| 7 | TMREN | 定时器使能位 0: 禁止 1: 使能 | 0 |
| 6 | TMRMS | 定时器模式选择位 0: 连续计数模式 1: 周期计数模式 | 0 |
| 5 | TMRIE | 定时器中断使能位 0: 禁止中断 1: 使能中断 | 1 |
| 4 | — | 保留 | — |
| 3:2 | TMRPRE | 定时器预分频 00: 1 分频 01: 16 分频 10: 256 分频 11: 保留 | 0 |
| 1 | TMRSZ | 定时器计数位数选择 0: 16 位计数器 | 0 |

| | | | |
|---|-------|--|---|
| | | 1: 32 位计数器 | |
| 0 | TMR0S | 单次触发模式选择位 0: 模式由 TMRMS 位确定 1: 单次触发模式 | 0 |

定时器加载寄存器 (TIMERxLOAD)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|----------|----------|------------|
| 31:0 | TMRxLOAD | 定时器加载寄存器 | 0x00000000 |

定时器当前值寄存器 (TIMERxVAL)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|---------|----------|------------|
| 31:0 | TMRxVAL | 定时器当前计数值 | 0xFFFFFFFF |

定时器中断源状态寄存器 (TIMERxRIS)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|---------|---------------------------------|-----|
| 31:1 | — | 保留 | — |
| 0 | TMRxRIS | 定时器中断源状态 1: 产生中断 0: 未产生中断 | 0 |

定时器已使能中断状态寄存器 (TIMERxMIS)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|---------|---|-----|
| 31:1 | — | 保留 | — |
| 0 | TMRxMIS | 定时器已使能中断状态位 1: 中断使能并产生中断 0: 未产生中断 | 0 |

定时器中断清零寄存器 (TIMERxICLR)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|----------|---------------|-----|
| 31:0 | TMRxICLR | 写入任意数，清零定时器中断 | — |

定时器延迟加载寄存器 (TIMERxBGLOAD)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|------------|------------|------------|
| 31:0 | TMRxBGLOAD | 定时器延迟加载寄存器 | 0x00000000 |

4.4 带捕捉功能的脉冲发生器（CAPTURE/PWM）

4.4.1 概述

包含 4 组带捕捉功能的 PWM 模块，每组 PWM 可独立输出 A, B 两路。

4.4.2 特性

- 多达 4 组 PWM，最多支持 8 路 PWM 输出
- 每组 PWM 都可设置独立的周期
- 16 位计数器
- 具有捕捉功能，可选在 A 路或 B 路管脚输入信号

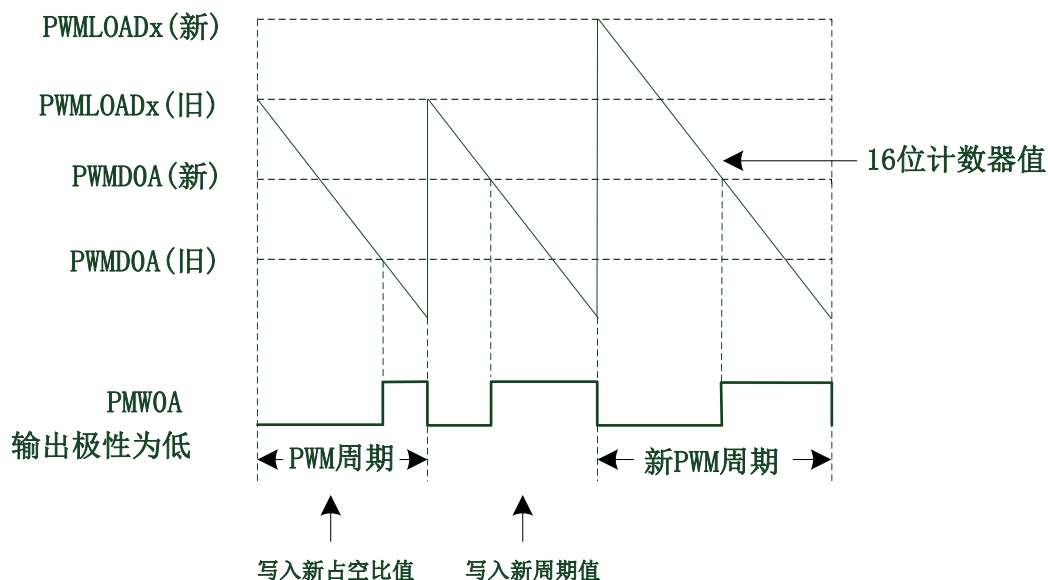
4.4.3 功能描述

4.4.3.1 PWM 模式

每组 PWM 可输出 A, B 两路，两路 PWM 共用一个周期，输出占空比可以通过 PWMDxA, PWMDxB 独立设置。PWM 输出极性可通过 PWMOP 位设置。

当 PWM 运行位置位后，16 位计数器加载 PWM 重加载寄存器的值，向下计数，当计数值等于 PWMDxA/B 的值时，PWM 输出电平发生改变。

时序图如下：



周期和占空比计算方式如下：

周期 = PWMLOADx * PWM 时钟周期

$$\text{PWMA 占空比} = (\text{PWMLOAD}_x - \text{PWMD}_x\text{A}) / \text{PWMLOAD}_x$$

$$\text{PWMB 占空比} = (\text{PWMLOAD}_x - \text{PWMD}_x\text{B}) / \text{PWMLOAD}_x$$

4.4.3.2 外部捕捉模式

每组 PWM 可设置从 A 路或 B 路作为外部捕捉信号管脚，PWMRUN_x 置位后，16 位计数从 0xFFFF 开始向下计数，当触发捕捉条件时，计数器停止计数，PWM_xA 或 PWM_xB 返回当前计数器的值。若需要进行下一次捕捉，需将 PWMRUN_x 清零，再置位。

捕捉时间计算方式如下：

$$\text{捕捉时间} = (0xFFFF - \text{PWMD}_x\text{A}/B) * \text{PWM 时钟周期}$$

4.4.3.3 PWM 配置过程

- 配置 PWM 控制寄存器，设置预分频，选择 PWM 模式，使能 PWM。
- 配置 PWM 周期，写入 PWMLOAD_x 寄存器
- 配置 PWM 占空比，写入 PWM_xA/PWM_xB 寄存器
- 若需要中断，使能相关中断位，清零中断状态寄存器
- 设置相应 I/O 口为 PWM 输出
- 设置 PWM 运行寄存器，开始输出

4.4.3.4 中断

在 PWM 模式下，可产生两种中断：

- 当计数器递减到 0 时，产生溢出中断
- 当计数器的值与 PWM_xA 或 PWM_xB 的值相等时，产生比较中断

捕捉模式下，可产生一种中断：

- 触发捕捉条件时，产生捕捉中断

4.4.4 寄存器映射

(PWM 基地址 = 0x4280_0000)

RO: 只读, WO: 只写, R/W: 读写

| 寄存器 | 偏移量 | 读/写 | 描述 | 复位值 |
|----------|-------|-----|-------------|---------|
| PWMCON0 | 0x000 | R/W | PWM0 控制寄存器 | 0x00 |
| PWMLOAD0 | 0x004 | R/W | PWM0 重加载寄存器 | 0x00000 |
| PWMD0A | 0x008 | R/W | PWM0A 数据寄存器 | 0x00000 |
| PWMD0B | 0x00c | R/W | PWM0B 数据寄存器 | 0x00000 |
| PWMCON1 | 0x010 | R/W | PWM1 控制寄存器 | 0x00 |
| PWMLOAD1 | 0x014 | R/W | PWM1 重加载寄存器 | 0x00000 |

| | | | | |
|----------|-------|-----|----------------|---------|
| PWMD1A | 0x018 | R/W | PWM1A 数据寄存器 | 0x00000 |
| PWMD1B | 0x01C | R/W | PWM1B 数据寄存器 | 0x00000 |
| PWMCON2 | 0x020 | R/W | PWM2 控制寄存器 | 0x00 |
| PWMLOAD2 | 0x024 | R/W | PWM2 重加载寄存器 | 0x00000 |
| PWMD2A | 0x028 | R/W | PWM2A 数据寄存器 | 0x00000 |
| PWMD2B | 0x02C | R/W | PWM2B 数据寄存器 | 0x00000 |
| PWMCON3 | 0x030 | R/W | PWM3 控制寄存器 | 0x00 |
| PWMLOAD3 | 0x034 | R/W | PWM3 重加载寄存器 | 0x000 |
| PWMD3A | 0x038 | R/W | PWM3A 数据寄存器 | 0x000 |
| PWMD3B | 0x03C | R/W | PWM3B 数据寄存器 | 0x000 |
| PWMIMSC | 0x040 | R/W | PWM 中断使能寄存器 | 0x00 |
| PWMRIS | 0x044 | RO | PWM 中断源状态寄存器 | 0x00 |
| PWMNIS | 0x048 | RO | PWM 已使能中断状态寄存器 | 0x00 |
| PWMICLR | 0x04C | WO | PWM 中断清零寄存器 | 0x00 |
| PWMRUN | 0x050 | R/W | PWM 运行寄存器 | 0x0 |

4.4.5 寄存器说明

PWM 控制寄存器 (PWMCONx)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|-------|---|-----|
| 31:7 | — | 保留 | — |
| 6 | PWMEN | PWM 使能位 0: 禁止 1: 使能 | 0 |
| 5:4 | PWMP5 | PWM 预分频选择 0x0: PCLK 0x1: PCLK/4 0x2: PCLK/16 0x3: PCLK/64 | 0x0 |
| 3 | PWMS | PWM 模式选择 0: 捕捉模式 1: PWM 模式 | 0 |
| 2 | CHS | 捕捉通道选择 0: 通道 A 1: 通道 B | 0 |
| 1:0 | CMS | 捕捉模式选择 0x0: 上升沿捕捉 | 0x0 |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | 0x1: 下降沿捕捉 0x2: 捕捉从上升沿到下降沿 0x3: 捕捉从下降沿到上升沿 | |
|--|--|--|--|

PWM 重加载寄存器 (PWMLOADx)

注：只在 PWM 模式下有效

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|---------|---|--------|
| 31:1 | – | 保留 | – |
| 16 | RELOAD | PWM 重加载使能位 0: PWM 重加载值为 0xFFFF 1: PWM 重加载值为 PWMLOAD | 0 |
| 15:0 | PWMLOAD | PWM 加载值 | 0x0000 |

PWM 数据寄存器 (PWMDxA/PWMDxB)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|-------|---------|--------------------------------------|--------|
| 31:17 | – | 保留 | – |
| 16 | PWMOP | PWM 输出极性选择 0: 占空比低有效 1: 占空比高有效 | 0 |
| 15:0 | PWMDATA | PWM 模式时: PWM 占空比 捕捉模式时: 捕捉结果 | 0x0000 |

PWM 中断使能寄存器 (PWMIMSC)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|----------|--------------------------------|-----|
| 31:8 | – | 保留 | – |
| 7 | PWMIMSC7 | PWM3 溢出中断使能位 0: 禁止 1: 使能 | 0 |
| 6 | PWMIMSC6 | PWM2 溢出中断使能位 0: 禁止 1: 使能 | 0 |
| 5 | PWMIMSC5 | PWM1 溢出中断使能位 0: 禁止 1: 使能 | 0 |
| 4 | PWMIMSC4 | PWM0 溢出中断使能位 0: 禁止 1: 使能 | 0 |
| 3 | PWMIMSC3 | PWM3 比较/捕捉中断使能位 | 0 |

| | | | |
|---|----------|-----------------------------------|---|
| | | 0: 禁止 1: 使能 | |
| 2 | PWMIMSC2 | PWM2 比较/捕捉中断使能位 0: 禁止 1: 使能 | 0 |
| 1 | PWMIMSC1 | PWM2 比较/捕捉中断使能位 0: 禁止 1: 使能 | 0 |
| 0 | PWMIMSC0 | PWM0 比较/捕捉中断使能位 0: 禁止 1: 使能 | 0 |

PWM 中断源状态寄存器 (PWMRIS)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|---------|--|-----|
| 31:8 | – | 保留 | – |
| 7 | PWMRIS7 | PWM3 溢出中断状态位 1: 产生中断 0: 未产生中断 | 0 |
| 6 | PWMRIS6 | PWM2 溢出中断状态位 1: 产生中断 0: 未产生中断 | 0 |
| 5 | PWMRIS5 | PWM1 溢出中断状态位 1: 产生中断 0: 未产生中断 | 0 |
| 4 | PWMRIS4 | PWM0 溢出中断状态位 1: 产生中断 0: 未产生中断 | 0 |
| 3 | PWMRIS3 | PWM3 比较/捕捉中断状态位 1: 产生中断 0: 未产生中断 | 0 |
| 2 | PWMRIS2 | PWM2 比较/捕捉中断状态位 1: 产生中断 0: 未产生中断 | 0 |
| 1 | PWMRIS1 | PWM1 比较/捕捉中断状态位 1: 产生中断 0: 未产生中断 | 0 |
| 0 | PWMRIS0 | PWM0 比较/捕捉中断状态位 1: 产生中断 0: 未产生中断 | 0 |

PWM 已使能中断状态寄存器 (PWMMIS)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|---------|--|-----|
| 31:8 | – | 保留 | – |
| 7 | PWMMIS7 | PWM3 已使能溢出中断状态位 1: 中断使能并产生中断 0: 未产生中断 | 0 |
| 6 | PWMMIS6 | PWM2 已使能溢出中断状态位 1: 中断使能并产生中断 0: 未产生中断 | 0 |
| 5 | PWMMIS5 | PWM1 已使能溢出中断状态位 1: 中断使能并产生中断 0: 未产生中断 | 0 |
| 4 | PWMMIS4 | PWM0 已使能溢出中断状态位 1: 中断使能并产生中断 0: 未产生中断 | 0 |
| 3 | PWMMIS3 | PWM3 已使能比较/捕捉中断状态位 1: 中断使能并产生中断 0: 未产生中断 | 0 |
| 2 | PWMMIS2 | PWM2 已使能比较/捕捉中断状态位 1: 中断使能并产生中断 0: 未产生中断 | 0 |
| 1 | PWMMIS1 | PWM1 已使能比较/捕捉中断状态位 1: 中断使能并产生中断 0: 未产生中断 | 0 |
| 0 | PWMMIS0 | PWM0 已使能比较/捕捉中断状态位 1: 中断使能并产生中断 0: 未产生中断 | 0 |

PWM 中断清零寄存器 (PWMICLR)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|----------|------------------------|-----|
| 31:8 | – | 保留 | – |
| 7 | PWMICLR7 | 写 1 清除 PWM3 溢出中断状态位 | 0 |
| 6 | PWMICLR6 | 写 1 清除 PWM2 溢出中断状态位 | 0 |
| 5 | PWMICLR5 | 写 1 清除 PWM1 溢出中断状态位 | 0 |
| 4 | PWMICLR4 | 写 1 清除 PWM0 溢出中断状态位 | 0 |
| 3 | PWMICLR3 | 写 1 清除 PWM3 比较/捕捉中断状态位 | 0 |
| 2 | PWMICLR2 | 写 1 清除 PWM2 比较/捕捉中断状态位 | 0 |
| 1 | PWMICLR1 | 写 1 清除 PWM1 比较/捕捉中断状态位 | 0 |
| 0 | PWMICLR0 | 写 1 清除 PWM0 比较/捕捉中断状态位 | 0 |

PWM 运行寄存器 (PWMRUN)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|---------|------------------------------|-----|
| 31:4 | – | 保留 | – |
| 3 | PWMRUN3 | PWM3 运行控制位 0: 停止 1: 运行 | 0 |
| 2 | PWMRUN2 | PWM2 运行控制位 0: 停止 1: 运行 | 0 |
| 1 | PWMRUN1 | PWM1 运行控制位 0: 停止 1: 运行 | 0 |
| 0 | PWMRUN0 | PWM0 运行控制位 0: 停止 1: 运行 | 0 |

4.5 通用异步收发器 (UART)

4.5.1 概述

包含 2 路通用异步串行接口，支持硬件流控制，软件流控制，支持 16 字节的发送接收 FIFO。

4.5.2 特性

- 全双工，异步通信
- 独立的 16 个字节发送/接收 FIFO
- 支持硬件自动流控功能 (CTS, RTS)
- 支持软件流控功能
- 接收缓存触发等级可选
- 可编程串行接口特性
 - 数据位长度可设为 5~8 位
 - 校验位可设为奇、偶校验、无校验或固定校验位的产生和检测
 - 可设置停止位长度为 1 位, 1.5 位或 2 位

4.5.3 功能描述

4.5.3.1 UART 功能模式

UART 为全双工异步通讯接口。UART 收发器各包含一个 16 字节的 FIFO 缓冲区。用户可以设置接收缓存触发水平。可灵活设置发送字节长度和停止位长度。

支持硬件自动流控功能 (CTS, RTS), 且 RTS 流控的触发电平可设, 全双工串行接口通讯参数可设。

4.5.3.2 UART 中断和状态

UART 支持 9 种类型的中断，具体中断类型包括如下：

- 接收阈值水平达到后的中断
- 发送 FIFO 空中断
- Line 状态中断 (奇偶校验错误, 帧错误, 打断中断)
- Modem 状态中断
- 接收缓冲区定时溢出中断
- 硬件流中断 (CTS/RTS)
- 软件流中断

4.5.4 寄存器映射

(UART0 基地址 = 0x4480_0000; UART1 基地址 = 0x4500_0000)

RO: 只读, WO: 只写, R/W: 读写

| 寄存器 | 偏移量 | 读/写 | 描述 | 复位值 |
|------------|-------|-----|-------------|--------|
| UARTxRBR | 0x000 | RO | 接收缓存寄存器 | – |
| UARTxTHR | 0x004 | WO | 发送缓存寄存器 | – |
| UARTxDLR | 0x008 | R/W | 波特率分频寄存器 | 0x0001 |
| UARTxIER | 0x00c | R/W | 中断使能寄存器 | 0x00 |
| UARTxIIR | 0x010 | RO | 中断状态寄存器 | 0x01 |
| UARTxFCR | 0x014 | WO | FIFO 控制寄存器 | 0x00 |
| UARTxLCR | 0x018 | R/W | 线控制寄存器 | 0x00 |
| UARTxMCR | 0x01C | R/W | Modem 控制寄存器 | 0x00 |
| UARTxLSR | 0x020 | RO | 线状态寄存器 | 0x60 |
| UARTxMSR | 0x024 | RO | Modem 状态寄存器 | 0x00 |
| UARTxSCR | 0x028 | R/W | 高速缓存寄存器 | 0x00 |
| UARTxEFR | 0x02C | R/W | 高级设置寄存器 | 0x00 |
| UARTxXON1 | 0x030 | R/W | XON1 寄存器 | 0x00 |
| UARTxXON2 | 0x034 | R/W | XON2 寄存器 | 0x00 |
| UARTxXOFF1 | 0x038 | R/W | XOFF1 寄存器 | 0x00 |
| UARTxXOFF2 | 0x03C | R/W | XOFF2 寄存器 | 0x00 |

4.5.5 寄存器说明

接收缓存寄存器 (UARTxRBR)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|-----|-------------------------|-----|
| 31:8 | – | 保留 | – |
| 7:0 | RBR | 读操作, 返回接收到的来自 FIFO 区的数据 | – |

发送缓存寄存器 (UARTxTHR)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|-----|--|-----|
| 31:8 | – | 保留 | – |
| 7:0 | THR | 写数据到发送缓存区, UART 模块会依次将 FIFO 最前端的数据发送出去 | – |

波特率分频寄存器 (UARTxDLR)

| | 符号 | 描述 | 复位值 |
|-------|-----|-------------------|--------|
| 31:16 | – | 保留 | – |
| 15:0 | DLR | 波特率 = PCLK/16xDLR | 0x0001 |

中断使能寄存器 (UARTxIER)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|--------|---|-----|
| 31:8 | – | 保留 | – |
| 7 | CTSIE | CTS 中断使能位 0: 禁止 1: 使能 | 0 |
| 6 | RTSIE | RTS 中断使能位 0: 禁止 1: 使能 | 0 |
| 5 | XOFIE | XOFF中断使能位 0: 禁止 1: 使能 | 0 |
| 4 | – | 保留 | – |
| 3 | MDSIE | Modem状态中断使能位 0: 禁止 1: 使能 | 0 |
| 2 | RLSIE | 接收线状态中断使能位 0: 禁止 1: 使能 | 0 |
| 1 | THREIE | 发送保持寄存器空中断使能位 0: 禁止 1: 使能 | 0 |
| 0 | RBRIE | 接收数据有效中断/接收定时器溢出中 断使能位 0: 禁止 1: 使能 | 0 |

中断状态寄存器 (UARTxIIR)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|--------|--|-----|
| 31:6 | – | 保留 | – |
| 5 | INTHFC | 硬件流控制状态 若该位为1, 表示在RTS或CTS引脚检测到 一个上升沿, 可通过读UARTxIIR清零 | 0 |

| | | 该位 | |
|-----|---------------|--|---|
| 4 | INTSFC | 软件流控制状态 若该位为1,表示接收到一个XOFF字符。 可通过读UARTxIIR清零该位 | 0 |
| 3:1 | INTID | 中断状态指示 0x0: Modem状态发生改变 0x1: 发送保持寄存器为空 0x2: 接收数据有效 0x3: 接收到线状态 0x6: 接收定时器溢出 | 0 |
| 0 | INT STATUS | 中断状态 0: 至少一个中断在队列中 1: 没有中断在队列中 | 1 |

FIFO 控制寄存器 (UARTxFCR)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|---------------|--|-----|
| 31:8 | — | 保留 | — |
| 7:6 | RXTL | 接收触发等级,表示接收到多少个字节才触发中断 0x0: 等级0 (1个字节). 0x1: 等级1 (4个字节). 0x2: 等级2 (8个字节). 0x3: 等级3 (14个字节). | 0 |
| 5:4 | TXTL | 发送触发等级,表示需要往FIFO中写入多少个字节才触发中断 0x0: 等级0 (1个字节). 0x1: 等级1 (4个字节). 0x2: 等级2 (8个字节). 0x3: 等级3 (14个字节). | 0 |
| 3 | — | 保留 | — |
| 2 | TXFIFO RST | 发送FIFO复位 写入 0: 不影响 1: 清除所有发送FIFO中的数据, 并复位FIFO指针。该位自清零。 | 0 |
| 1 | RXFIFO RST | 接收FIFO复位 写入 0: 不影响 1: 清除所有接收FIFO中的数据, 并复位FIFO指针。该位自清零。 | 0 |

| | | | |
|---|--------|--|---|
| 0 | FIFOEN | FIFO 使能位 0: 禁止FIFO 1: 使能FIFO 注: 该位发生改变时, 会自动清除所有发送和接收FIFO中的数据 | 0 |
|---|--------|--|---|

线控制寄存器 (UARTxLCR)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|------|---|-----|
| 31:7 | — | 保留 | — |
| 6 | BCON | Break控制位 当该位写1, 使能Break传输, TXD口将会强制输出逻辑0 | 0 |
| 5:4 | PSEL | 奇偶校验位选择 0x0: 奇校验, 逻辑1的奇数数目在每个字节中被发送和检测 0x1: 偶校验, 逻辑1的偶数数目在每个字节中被发送和检测 0x2: 校验位强制为1 0x3: 校验位强制为0 | 0 |
| 3 | PEN | 奇偶校验位使能 0: 禁止校验位的产生的检测 1: 使能校验位的产生和检测 | 0 |
| 2 | SBS | 停止位选择 0: 1位停止位 1: 当发送字长为5位时, 停止位为1.5位; 当发送字长为其他时, 停止位为2位 | 0 |
| 1:0 | WLS | 字长度选择位 0x0: 5位字长 0x1: 6位字长 0x2: 7位字长 0x3: 8位字长 | 0 |

Modem 控制寄存器 (UARTxMCR)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|-------|-------------------------------|-----|
| 31:8 | — | 保留 | — |
| 7 | XOFFS | XOFF状态位 只读 1: 接收到XOFF字符 | 0 |

| | | | |
|-----|------|---|---|
| | | 0: 接收到XON字符 | |
| 6 | IREN | IrDA modem使能位 0: 禁止 1: 使能 | 0 |
| 5 | – | 保留 | – |
| 4 | MLBM | Modem 回环模式 0: 禁止Modem回环模式 1: 使能Modem回环模式 | 0 |
| 3:2 | – | 保留 | – |
| 1 | RTS | Modem模式RTS输出位 0: RTS 输出高电平 1: RTS 输出低电平 当使能Modem回环模式时, 该位读为0 | 0 |
| 0 | – | 保留 | – |

线状态寄存器 (UARTxLSR)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|------|--|-----|
| 31:8 | – | 保留 | – |
| 7 | RXFE | 接收FIFO错误位(只读) 当发生接收帧错误, 校验错误或产生打断中断时, 该位置位 当FIFO队列中没有错误时, 可通过读LSR寄存器清零该位 | 0 |
| 6 | TEMT | 发送器空标志位(只读) 0: 发送FIFO或发送寄存器包含有效数据 1: 发送FIFO和发送寄存器都为空 | 0 |
| 5 | THRE | 发送FIFO空标志位(只读) 0: 发送FIFO包含有效数据 1: 发送FIFO为空 | 0 |
| 4 | BI | 打断中断标志位 (只读) 0: 未检测到打断中断 1: 检测到打断中断 当UART数据输入口在一个传输过程中(起始位, 数据, 校验位, 停止位)保持为低电平, 则触发打断中断。UART保持空闲状态直到数据输入口为高电平。 可通过读LSR寄存器清零该位 | 0 |

| | | | |
|---|-----|--|---|
| 3 | FE | 帧错误标志位(只读) 0: 未检测到帧错误 1: 检测到帧错误 可通过读LSR寄存器清零该位 | 0 |
| 2 | PE | 校验位错误标志位(只读) 0: 未检测到校验位错误 1: 检测到校验位错误 可通过读LSR寄存器清零该位 | 0 |
| 1 | OE | FIFO溢出错误标志位(只读) 0: 未检测到FIFO溢出错误 1: 检测到FIFO溢出错误 当FIFO已满并接收到新的数据时,发生FIFO溢出错误,此时FIFO中的数据不会被重写,但新接收到的数据会遗失。 可通过读LSR寄存器清零该位 | 0 |
| 0 | RDR | 接收数据有效标志位(只读) 0: 接收区没有未读数据 1: 接收区有未读数据 | 0 |

Modem 状态寄存器 (UARTxMSR)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|------|---|-----|
| 31:5 | — | 保留 | — |
| 4 | CTS | CTS管脚状态 (只读) 0: CTS 管脚输入状态为低电平 1: CTS 管脚输入状态为高电平 当使能Modem回环模式时,CTS管脚状态连接到MCR[1]。 | 0 |
| 3:1 | — | 保留 | — |
| 0 | DCTS | 检测CTS管脚电平改变标志位(只读) 0: CTS 输入管脚没有电平变化 1: CTS 输入管脚没有电平变化 可通过读MSR寄存器清零该位 | 0 |

高速缓存寄存器 (UARTxSCR)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|-----|-----------|------|
| 31:8 | – | 保留 | – |
| 7:0 | PAD | 可读写的8位寄存器 | 0x00 |

高级设置寄存器 (UARTxEFR)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|---------|---|-----|
| 31:8 | – | 保留 | – |
| 7 | AUTOCTS | 硬件发送流控制 0: 禁止 1: 使能 | 0 |
| 6 | AUTORTS | 硬件接收流控制 0: 禁止 1: 使能 | 0 |
| 5 :4 | – | 保留 | – |
| 3:2 | TXSWFC | 发送软件流控制位 0x0: 禁止发送软件流控制 0x1: 发送 XON1/XOFF1作为流控制字符 0x2: 发送 XON2/XOFF2 作为流控制字符 0x3: 发送 XON1 & XON2 和XOFF1 & XOFF2 作为流控制字符 | 0x0 |
| 1:0 | RXSWFC | 接收软件流控制位 0x0: 禁止接收软件流控制 0x1: 接收XON1/XOFF1作为流控制字符 0x2:接收XON2/XOFF2作为流控制字符 0x3: 接收XON1 & XON2 和XOFF1 & XOFF2作为流控制字符 | 0x0 |

XON1, XON2 寄存器 (UARTxXON1/UARTxXON2)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|------|--------|------|
| 31:8 | – | 保留 | – |
| 7:0 | HXON | XON 字符 | 0x00 |

XOFF1, XOFF2 寄存器 (UARTxXOFF1/UARTxXOFF2)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|-------|--------|------|
| 31:8 | – | 保留 | – |
| 7:0 | HXOFF | XOFF字符 | 0x00 |

4.6 I2C 串行接口控制器 (I2C)

4.6.1 概述

I2C 是一种双线双向串行总线，为设备之间的数据交换提供了一种简单有效的连接方式。I2C 标准是一个真正的多主机总线，包含了冲突检测和仲裁机制，用来在两个或多个主机同时尝试控制总线的情况下，防止数据损坏。

4.6.2 特性

- 支持主机/从机模式
- 主从机之间双向数据传送
- 多主机总线
- 多主机间同时传输数据仲裁，避免总线上串行数据损坏
- 总线采用串行同步时钟，可实现设备之间以不同的速率传输
- 串行同步时钟可以被用来作为握手机制实现挂起和恢复串行传输
- 可编程的时钟可以用于多种速率控制
- 支持 7 位/10 位从地址模式
- 支持多地址识别 (4 组从机地址带 mask 选项)
- 支持唤醒模式

4.6.3 功能描述

4.6.4 寄存器映射

(I2C0 基地址 = 0x4800_0000)

RO: 只读, WO: 只写, R/W: 读写

| 寄存器 | 偏移量 | 读/写 | 描述 | 复位值 |
|------------|-------|-----|-----------------|-------|
| I2CxCONSET | 0x000 | R/W | I2C控制置位寄存器 | 0x000 |
| I2CxCONCLR | 0x004 | WO | I2C控制清零寄存器 | 0x00 |
| I2CxSTAT | 0x008 | RO | I2C 状态寄存器 | 0xF8 |
| I2CxDAT | 0x00C | R/W | I2C 数据寄存器 | 0x00 |
| I2CxCLK | 0x010 | R/W | I2C 时钟控制寄存器 | 0x00 |
| I2CxADRO | 0x014 | R/W | I2C 从机地址寄存器0 | 0x00 |
| I2CxADMO | 0x018 | R/W | I2C 从机地址掩码寄存器0 | 0xFE |
| I2CxXADRO | 0x01C | R/W | I2C 扩展从机地址寄存器0 | 0x000 |
| I2CxXADMO | 0x020 | R/W | I2C扩展从机地址掩码寄存器0 | 0x1FE |
| I2CxRST | 0x024 | WO | I2C 软件复位寄存器 | 0x00 |
| I2CxADR1 | 0x028 | R/W | I2C 从机地址寄存器1 | 0x00 |

| | | | | |
|----------|-------|-----|----------------|------|
| I2CxADM1 | 0x02C | R/W | I2C 从机地址掩码寄存器1 | 0xFE |
| I2CxADR2 | 0x030 | R/W | I2C 从机地址寄存器2 | 0x00 |
| I2CxADM2 | 0x034 | R/W | I2C 从机地址掩码寄存器2 | 0xFE |
| I2CxADR3 | 0x038 | R/W | I2C 从机地址寄存器3 | 0x00 |
| I2CxADM3 | 0x03C | R/W | I2C 从机地址掩码寄存器3 | 0xFE |

4.6.5 寄存器说明

I2C 控制置位寄存器 (I2CxCONSET)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|-------|--|-----|
| 31:9 | — | 保留 | — |
| 8 | GCF | I2C 广播呼叫标志位 只读 0: 未接收到广播呼叫 1: 广播呼叫地址匹配 当接收或发送新数据时该位清零 | 0 |
| 7 | I2CIE | 中断使能位 0: 禁止 1: 使能 | 0 |
| 6 | I2CEN | I2C接口使能位 0: 禁止I2C接口 1: 使能I2C接口 注: 通过在I2CEN位写1使能I2C接口, 通过在I2CENC位(I2CxCONCLR)写1禁止I2C接口 | 0 |
| 5 | STA | 启动标志位 写1, I2C进入主机模式并发送启动信号; 当I2C已经处于主机模式, 则发送重启动信号。当I2C处于从机模式时, 写1会结束当前传输并等待总线空闲时进入主机模式。 写0不影响。 当启动位或重启动位发送完成时, 该位自动清零。 | 0 |
| 4 | STO | 停止标志位 在主机模式下写1时, 会发送一个停止位。 在从机模式下写1时, I2C模块会当作接 | 0 |

| | | | |
|---|-------|---|---|
| | | <p>收到一个停止位</p> <p>当同时将STA和STO置位时，I2C模块会先发送一个停止位，接着发送一个启动位。</p> <p>当停止位发送完成时，该位自动清零。</p> | |
| 3 | SI | <p>I2C 中断标志位</p> <p>只读</p> <p>当I2C发生总线状态改变时该位置位，可通过在SIC位写1清零。</p> | 0 |
| 2 | AA | <p>应答标志位</p> <p>0：没有接收到ACK信号</p> <p>1：在以下情况回复ACK信号</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 从机地址匹配时 2. 使能广播呼叫且接收到广播地址时 3. 在主机或从机模式下接收到数据时 <p>可通过在AAC位写1清零该位</p> | 0 |
| 1 | XADRF | <p>I2C 从机10位地址标志位</p> <p>只读</p> <p>0：I2C地址不匹配</p> <p>1：I2C 10位地址匹配</p> <p>当发送或接收新数据时该位清零</p> | 0 |
| 0 | ADRF | <p>I2C 从机7位地址标志位</p> <p>只读</p> <p>0：I2C地址不匹配</p> <p>1：I2C 7位地址匹配</p> <p>当发送或接收新数据时该位清零</p> | 0 |

I2C 控制清零寄存器 (I2CxCONCLR)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|--------|----------------------------------|-----|
| 31:8 | – | 保留 | – |
| 7 | I2CIEC | I2C中断禁止位 写1清零I2CIE位 写0不影响 | 0 |
| 6 | I2CENC | I2C 接口禁止位 写1清零I2CEN位 写0不影响 | 0 |
| 5 | STAC | 启动标志清零位 写1清零STA位 写0不影响 | 0 |
| 4 | – | 保留 | – |
| 3 | SIC | I2C中断标志清零位 写1清零SI位 写0不影响 | 0 |
| 2 | AAC | I2C应答标志清零位 写1清零AA位 写0不影响 | 0 |
| 1:0 | – | 保留 | – |

I2C 状态寄存器 (I2CxSTAT)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|-------------------------|---------|------|
| 31:8 | – | 保留 | – |
| 7:3 | Status | I2C状态代码 | 0x1F |
| 2:0 | – | 保留 | – |
| 代码 | 状态 | | |
| 00h | 总线错误（只在主机模式有效） | | |
| 08h | 启动位发送完成 | | |
| 10h | 重启动位发送完成 | | |
| 18h | 地址+写位发送完成，接收到ACK | | |
| 20h | 地址+写位发送完成，未接收到ACK | | |
| 28h | 主机模式下数据发送完成，接收到ACK | | |
| 30h | 主机模式下数据发送完成，未接收到ACK | | |
| 38h | 在地址或数据传输过程中仲裁失败 | | |
| 40h | 地址+读位发送完成，接收到ACK | | |
| 48h | 地址+读位发送完成，未接收到ACK | | |
| 50h | 主机模式下接收到数据，回复ACK | | |
| 58h | 主机模式下接收到数据，不回复ACK | | |
| 60h | 从动模式下接收到地址+写位，回复ACK | | |
| 68h | 主机仲裁失败，接收到从机地址+写位，回复ACK | | |
| 70h | 接收到广播呼叫地址，回复ACK | | |
| 78h | 主机仲裁失败，接收到广播呼叫地址，回复ACK | | |
| 80h | 从机地址匹配后接收到数据，回复ACK | | |
| 88h | 从机地址匹配后接收到数据，不回复ACK | | |
| 90h | 从机接收广播呼叫地址后接收到数据，回复ACK | | |
| 98h | 从机接收广播呼叫地址后接收到数据，不回复ACK | | |
| A0h | 从机模式下接收到停止信号或重启动信号 | | |
| A8h | 从动模式下接收到地址+读位，回复ACK | | |
| B0h | 主机仲裁失败，接收到从机地址+读位，回复ACK | | |
| B8h | 从动模式下发送数据后，接收到ACK | | |
| C0h | 从动模式下发送数据后，未接收到ACK | | |
| C8h | 从动模式下发送完最后一个数据，接收到ACK | | |
| D0h | 从动模式下发送完最后一个数据，未接收到ACK | | |
| D8h | 未用 | | |
| E0h | 主机模式下发送完第二个地址，接收到ACK | | |
| E8h | 主机模式下发送完第二个地址，未接收到ACK | | |
| F0h | 未用 | | |
| F8h | 不确切的状态 | | |

I2C 数据寄存器 (I2CxDAT)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|------|----------------|------|
| 31:8 | – | 保留 | – |
| 7:0 | Data | 接收到的数据或将被发送的数据 | 0x00 |

I2C 时钟控制寄存器 (I2CxCLK)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|----|----------------------------------|-----|
| 31:7 | – | 保留 | – |
| 6:4 | M | 采样时钟 = PCLK / 2M | 0 |
| 3:0 | N | SCL时钟 = PCLK / (2M × (N+1) × 10) | 0 |

I2C 从机地址寄存器 (I2CxADR0/I2CxADR1/I2CxADR2/I2CxADR3)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|---------|--------------------------------|------|
| 31:8 | – | 保留 | – |
| 7:1 | Address | 从机地址 | 0x00 |
| 0 | GC | 1: 使能广播呼叫地址识别 0: 禁止广播呼叫地址识别 | 0 |

I2C 从机地址掩码寄存器

(I2CxADM0/I2CxADM1/I2CxADM2/I2CxADM3)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|------|--------------------------------|------|
| 31:8 | – | 保留 | – |
| 7:1 | MASK | 掩码位 0: 不比较该位地址 1: 比较该位地址 | 0x7F |
| 0 | – | 保留 | – |

I2C 扩展从机地址寄存器 (I2CxXADR0)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|-------|---------|--------------------------------|-------|
| 31:11 | – | 保留 | – |
| 10:1 | Address | 10位从机地址 | 0x000 |
| 0 | GC | 1: 使能广播呼叫地址识别 0: 禁止广播呼叫地址识别 | 0 |

I2C 扩展从机地址掩码寄存器 (I2CxXADM0)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|------|--------------------------------|------|
| 31:9 | – | 保留 | – |
| 8:1 | MASK | 掩码位 0: 不比较该位地址 1: 比较该位地址 | 0xFF |
| 0 | – | 保留 | – |

I2C 软件复位寄存器 (I2CxRST)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|-----|----------------|------|
| 31:8 | – | 保留 | – |
| 7:0 | RST | 写入0x07, 产生软件复位 | 0x00 |

4.7 串行外围接口控制器 (SSP/SPI)

4.7.1 概述

串行外围设备接口 (SPI) 是一个工作于全双工模式的同步串行数据通讯协议。设备可工作在主/从模式，利用 4 线双向接口相互通讯。当从一个外围设备接收数据时，SPI 执行串-并的转换，而在数据向外围设备发送时执行并-串的连接。该 SPI 控制器可以配置为主设备或从设备。

4.7.2 特性

- 支持主机或从机模式
- 全双工
- 可配置发送的位长度
- MSB优先发送/接收
- 提供8个16位发送/接收FIFO
- 支持从机三线模式

4.7.3 功能描述

4.7.4 寄存器映射

(SSP0 基地址 = 0x4380_0000)

RO: 只读, WO: 只写, R/W: 读写

| 寄存器 | 偏移量 | 读/写 | 描述 | 复位值 |
|----------|-------|-----|----------------|--------|
| SSPxCON | 0x000 | R/W | SSP 控制寄存器 | 0x000 |
| SSPxSTAT | 0x004 | RO | SSP 状态寄存器 | 0x03 |
| SSPxDAT | 0x008 | R/W | SSP 数据寄存器 | 0x0000 |
| SSPxCLK | 0x00C | R/W | SSP 时钟控制寄存器 | 0x0000 |
| SSPxIMSC | 0x010 | R/W | SSP 中断使能寄存器 | 0x0 |
| SSPxRIS | 0x014 | RO | SSP 中断源状态寄存器 | 0x8 |
| SSPxMIS | 0x018 | RO | SSP 已使能中断状态寄存器 | 0x0 |
| SSPxICLR | 0x01C | WO | SSP 中断清零寄存器 | 0x0 |
| SSPxCSCR | 0x028 | R/W | SSP 软件片选信号寄存器 | 0x00 |

4.7.5 寄存器说明

SSP 控制寄存器 (SSPxCON)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|-------|-------|---|-----|
| 31:12 | — | 保留 | — |
| 11 | LBM | 回环模式使能位 0: 正常工作模式 1: 回环模式, 串行输入接到串行输出 | 0 |
| 10 | SSPEN | SSP使能位 0: 禁止 1: 使能 | 0 |
| 9 | MS | 主机/从机模式选择位 0: 主机模式 1: 从机模式 | 0 |
| 8 | SOD | 从机输出禁止位 只在从机模式下有效 0: SSP可以输出MISO 1: SSP不可以输出MISO | 0 |
| 7 | CPH | 时钟相位控制位 0: SSP在第一个时钟边沿采样数据 | 0 |

| | | | |
|-----|-----|--|-----|
| | | 1: SSP在第二个时钟边沿采样数据 | |
| 6 | CP0 | 时钟输出极性选择位 0: SPI_CLK在空闲时为低电平 1: SPI_CLK在空闲时为高电平 | 0 |
| 5:4 | FRF | 帧格式 0x0: SPI - 兼容帧格式 0x1: TISS- 兼容帧格式 0x2: Microwire - 兼容帧格式 0x3 :保留 | 0x0 |
| 3:0 | DSS | 数据传输长度选择位 0x0: 保留 0x1: 保留 0x2: 保留 0x3: 4位长度 0x4: 5位长度 0x5: 6位长度 0x6: 7位长度 0x7: 8位长度 0x8: 9位长度 0x9: 10位长度 0xA: 11位长度 0xB: 12位长度 0xC: 13位长度 0xD: 14位长度 0xE: 15位长度 0xE: 16位长度 | 0x0 |

SSP 状态寄存器 (SSPxSTAT)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|-----|--|-----|
| 31:5 | – | 保留 | – |
| 4 | BSY | 忙标志位 只读 0: SSP空闲 1: SSP正在发送/接收数据或发送FIFO非空 | 0 |
| 3 | RFF | 接收FIFO满标志位 只读 0: 接收FIFO未满 1: 接收FIFO已满 | 0 |
| 2 | RNE | 接收FIFO非空标志位 只读 0: 接收FIFO为空 1: 接收FIFO非空 | 0 |
| 1 | TNF | 发送FIFO非满标志位 只读 0: 发送FIFO已满 1: 发送FIFO未满 | 1 |
| 0 | TFE | 发送FIFO空标志位 只读 0: 发送FIFO非空 1: 发送FIFO已空 | 1 |

SSP 数据寄存器 (SSPxDAT)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|-------|------|---|--------|
| 31:16 | – | 保留 | – |
| 15:0 | DATA | 写数据到该寄存器,当总线上没有数据在发送时,该数据会立即被发送出去;当总线上有数据在发送时,该数据会存入FIFO并依次发送。 当数据长度小于16位时,需右对齐。 读该寄存器,读到的是最近接收到的数据,当数据长度小于16位时,需右对齐。 | 0x0000 |

SSP 时钟控制器 (SSPxCLK)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|-------|----|-------------------------------------|------|
| 31:16 | – | 保留 | – |
| 15:8 | M | $FSSPCLK = PCLK / ((M+1) \times N)$ | 0x00 |
| 7:0 | N | N 为 2-254 的偶数 | 0x00 |

SSP 中断使能寄存器 (SSPxIMSC)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|-------|--|-----|
| 31:4 | – | 保留 | – |
| 3 | TXIM | 发送 FIFO 中断使能位 0: 禁止发送 FIFO 半空中断 1: 使能发送 FIFO 半空中断 | 0 |
| 2 | RXIM | 接收 FIFO 中断使能位 0: 禁止接收 FIFO 半满中断 1: 使能接收 FIFO 半满中断 | 0 |
| 1 | RTIM | 接收 FIFO 定时器溢出中断使能位 0: 禁止接收 FIFO 定时器溢出中断 1: 使能接收 FIFO 定时器溢出中断 | 0 |
| 0 | RORIM | 接收 FIFO 溢出中断使能位 0: 禁止接收 FIFO 溢出中断 1: 使能接收 FIFO 溢出中断 | 0 |

SSP 中断源状态寄存器 (SSPxRIS)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|--------|-----------------------------------|-----|
| 31:4 | – | 保留 | – |
| 3 | TXRIS | 当发送 FIFO 至少半空时该位置位 | 1 |
| 2 | RXRIS | 当接收 FIFO 至少半满时该位置位 | 0 |
| 1 | RTRIS | 当接收 FIFO 非空，且超时未被读取时该位置位 | 0 |
| 0 | RORRIS | 当接收 FIFO 已满，又接收到一帧数据时该位置位，旧数据将会丢失 | 0 |

SSP 已使能中断状态寄存器 (SSPxMIS)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|--------|--|-----|
| 31:4 | – | 保留 | – |
| 3 | TXMIS | 当使能发送 FIFO 半空中断，且发送 FIFO 至少半空时该位置位 | 0 |
| 2 | RXMIS | 当使能接收 FIFO 半满中断，且接收 FIFO 至少半满时该位置位 | 0 |
| 1 | RTMIS | 当使能接收 FIFO 定时器溢出中断，且接收 FIFO 非空，超时未被读取时该位置位 | 0 |
| 0 | RORMIS | 当使能接收 FIFO 溢出中断，且接收 FIFO 已满，又接收到一帧数据时该位置位， | 0 |

SSP 中断清零寄存器 (SSPxICLR)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|-------|-------------------|-----|
| 31:2 | – | 保留 | – |
| 1 | RTIC | 写 1 清零 RTRIS 标志位 | 0 |
| 0 | RORIC | 写 1 清零 RORRIS 标志位 | 0 |

SSP 软件片选信号寄存器 (SSPxCSCR)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|-------|--|-----|
| 31:5 | – | 保留 | – |
| 4 | SPH | 从机片选信号 0: 每帧数据传输完成后片选信号不能拉高 1: 每帧数据传输完成后片选信号必须拉高 | 0 |
| 3 | SWCS | 软件片选信号 0: 输出低电平 1: 输出高电平 | 0 |
| 2 | SWSEL | 软件片选信号模式 0: 片选信号由 SPI 模块自动控制 1: 片选信号由 SWCS 位控制 | 0 |
| 1:0 | – | 保留 | – |

4.8 模数转换 (ADC)

4.8.1 概述

包含一个 12 位 12 通道逐次逼近型模数转换器 (ADC)。

4.8.2 特性

- 模拟输入电压范围：0 ~ AVDD
- 12位分辨率10位有效保证
- 多达15路单端模拟输入通道
- 转换速率最快可达200kSPS
- 两种操作模式
 - 单次模式：对指定通道执行一次A/D转换
 - 连续模式：对所有选定的通道都执行A/D转换
- 每个通道的转换结果都存储在对应的数据寄存器中
- 1个通道连接到内部1.2V基准电压

4.8.3 功能描述

4.8.4 寄存器映射

(ADC 基地址 = 0x4300_0000)

RO: 只读, WO: 只写, R/W: 读写

| 寄存器 | 偏移量 | 读/写 | 描述 | 复位值 |
|-----------|-------|-----|-------------------|-----|
| ADCCON | 0x000 | R/W | ADC 控制寄存器 | 0x0 |
| ADCSCAN | 0x004 | R/W | ADC 扫描寄存器 | 0x0 |
| ADCDATA0 | 0x008 | RO | ADC 通道 0 转换结果寄存器 | 0x0 |
| ADCDATA1 | 0x00C | RO | ADC 通道 1 转换结果寄存器 | 0x0 |
| ADCDATA2 | 0x010 | RO | ADC 通道 2 转换结果寄存器 | 0x0 |
| ADCDATA3 | 0x014 | RO | ADC 通道 3 转换结果寄存器 | 0x0 |
| ADCDATA4 | 0x018 | RO | ADC 通道 4 转换结果寄存器 | 0x0 |
| ADCDATA5 | 0x01C | RO | ADC 通道 5 转换结果寄存器 | 0x0 |
| ADCDATA6 | 0x020 | RO | ADC 通道 6 转换结果寄存器 | 0x0 |
| ADCDATA7 | 0x024 | RO | ADC 通道 7 转换结果寄存器 | 0x0 |
| ADCDATA8 | 0x028 | RO | ADC 通道 8 转换结果寄存器 | 0x0 |
| ADCDATA9 | 0x02C | RO | ADC 通道 9 转换结果寄存器 | 0x0 |
| ADCDATA10 | 0x030 | RO | ADC 通道 10 转换结果寄存器 | 0x0 |
| ADCDATA11 | 0x034 | RO | ADC 通道 11 转换结果寄存器 | 0x0 |
| ADCDATA12 | 0x038 | RO | ADC 通道 12 转换结果寄存器 | 0x0 |
| ADCDATA13 | 0x03C | RO | ADC 通道 13 转换结果寄存器 | 0x0 |
| ADCDATA14 | 0x040 | RO | ADC 通道 14 转换结果寄存器 | 0x0 |
| ADCDATA15 | 0x044 | RO | ADC 通道 15 转换结果寄存器 | 0x0 |
| ADCIMSC | 0x048 | R/W | ADC 中断使能寄存器 | 0x0 |
| ADCRIS | 0x04C | RO | ADC 中断源状态寄存器 | 0x0 |
| ADCMIS | 0x050 | RO | ADC 已使能中断状态寄存器 | 0x0 |
| ADCICLR | 0x054 | WO | ADC 中断清零寄存器 | 0x0 |

4.8.5 寄存器说明

ADC 控制寄存器 (ADCCON)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|--------|---|-----|
| 31:5 | — | 保留 | |
| 4 | ADCEN | ADC 使能控制位 0: 禁止 1: 使能 | 0 |
| 3 | ADCMS | ADC 模式选择位 0: 单次转换 1: 连续转换 | 0 |
| 2:0 | ADCDIV | ADC 时钟预分频选择位 $F_{ADC} = PCLK/2^{ADCDIV}$ | 0 |

ADC 扫描寄存器

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|--------|---|-----|
| 31:9 | — | 保留 | |
| 16 | ADCST | ADC 转换开始 (转换结束后需软件清零) 0: 结束转换 1: 开始转换 | 0 |
| 15 | ADCE15 | ADC 通道 15 使能位 0: 禁止 1: 使能 | 0 |
| 14 | ADCE14 | ADC 通道 14 使能位 0: 禁止 1: 使能 | 0 |
| 13 | ADCE13 | ADC 通道 13 使能位 0: 禁止 1: 使能 | 0 |
| 12 | ADCE12 | ADC 通道 12 使能位 0: 禁止 1: 使能 | 0 |
| 11 | ADCE11 | ADC 通道 11 使能位 0: 禁止 1: 使能 | 0 |
| 10 | ADCE10 | ADC 通道 10 使能位 0: 禁止 | 0 |

| | | | |
|---|-------|--------------------------------|---|
| | | 1: 使能 | |
| 9 | ADCE9 | ADC 通道 9 使能位 0: 禁止 1: 使能 | 0 |
| 8 | ADCE8 | ADC 通道 8 使能位 0: 禁止 1: 使能 | 0 |
| 7 | ADCE7 | ADC 通道 7 使能位 0: 禁止 1: 使能 | 0 |
| 6 | ADCE6 | ADC 通道 6 使能位 0: 禁止 1: 使能 | 0 |
| 5 | ADCE5 | ADC 通道 5 使能位 0: 禁止 1: 使能 | 0 |
| 4 | ADCE4 | ADC 通道 4 使能位 0: 禁止 1: 使能 | 0 |
| 3 | ADCE3 | ADC 通道 3 使能位 0: 禁止 1: 使能 | 0 |
| 2 | ADCE2 | ADC 通道 2 使能位 0: 禁止 1: 使能 | 0 |
| 1 | ADCE1 | ADC 通道 1 使能位 0: 禁止 1: 使能 | 0 |
| 0 | ADCE0 | ADC 通道 0 使能位 0: 禁止 1: 使能 | 0 |

ADC 转换结果寄存器 (ADCDATAx)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|-------|------|----------|-----|
| 31:12 | – | 保留 | |
| 11:0 | RSLT | ADC 转换结果 | 0x0 |

ADC 中断使能寄存器 (ADCIMSC)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|-------|-----------|-----------------------------------|-----|
| 31:16 | – | 保留 | |
| 15 | ADCIMSC15 | ADC 通道 15 中断使能位 0: 禁止 1: 使能 | 0 |
| 14 | ADCIMSC14 | ADC 通道 14 中断使能位 0: 禁止 1: 使能 | 0 |
| 13 | ADCIMSC13 | ADC 通道 13 中断使能位 0: 禁止 1: 使能 | 0 |
| 12 | ADCIMSC12 | ADC 通道 12 中断使能位 0: 禁止 1: 使能 | 0 |
| 11 | ADCIMSC11 | ADC 通道 11 中断使能位 0: 禁止 1: 使能 | 0 |
| 10 | ADCIMSC10 | ADC 通道 10 中断使能位 0: 禁止 1: 使能 | 0 |
| 9 | ADCIMSC9 | ADC 通道 9 中断使能位 0: 禁止 1: 使能 | 0 |
| 8 | ADCIMSC8 | ADC 通道 8 中断使能位 0: 禁止 1: 使能 | 0 |
| 7 | ADCIMSC7 | ADC 通道 7 中断使能位 0: 禁止 1: 使能 | 0 |
| 6 | ADCIMSC6 | ADC 通道 6 中断使能位 0: 禁止 1: 使能 | 0 |
| 5 | ADCIMSC5 | ADC 通道 5 中断使能位 0: 禁止 1: 使能 | 0 |
| 4 | ADCIMSC4 | ADC 通道 4 中断使能位 0: 禁止 1: 使能 | 0 |

| | | | |
|---|----------|----------------------------------|---|
| 3 | ADCIMSC3 | ADC 通道 3 中断使能位 0: 禁止 1: 使能 | 0 |
| 2 | ADCIMSC2 | ADC 通道 2 中断使能位 0: 禁止 1: 使能 | 0 |
| 1 | ADCIMSC1 | ADC 通道 1 中断使能位 0: 禁止 1: 使能 | 0 |
| 0 | ADCIMSC0 | ADC 通道 0 中断使能位 0: 禁止 1: 使能 | 0 |

ADC 中断源状态寄存器 (ADCRIS)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|-------|----------|--|-----|
| 31:16 | — | 保留 | |
| 15 | ADCRIS15 | ADC 通道 15 中断源状态 0: 中断源未产生中断 1: 中断源产生中断 | 0 |
| 14 | ADCRIS14 | ADC 通道 14 中断源状态 0: 中断源未产生中断 1: 中断源产生中断 | 0 |
| 13 | ADCRIS13 | ADC 通道 13 中断源状态 0: 中断源未产生中断 1: 中断源产生中断 | 0 |
| 12 | ADCRIS12 | ADC 通道 12 中断源状态 0: 中断源未产生中断 1: 中断源产生中断 | 0 |
| 11 | ADCRIS11 | ADC 通道 11 中断源状态 0: 中断源未产生中断 1: 中断源产生中断 | 0 |
| 10 | ADCRIS10 | ADC 通道 10 中断源状态 0: 中断源未产生中断 1: 中断源产生中断 | 0 |
| 9 | ADCRIS9 | ADC 通道 9 中断源状态 0: 中断源未产生中断 1: 中断源产生中断 | 0 |
| 8 | ADCRIS8 | ADC 通道 8 中断源状态 0: 中断源未产生中断 1: 中断源产生中断 | 0 |

| | | | |
|---|---------|---|---|
| 7 | ADCRIS7 | ADC 通道 7 中断源状态 0: 中断源未产生中断 1: 中断源产生中断 | 0 |
| 6 | ADCRIS6 | ADC 通道 6 中断源状态 0: 中断源未产生中断 1: 中断源产生中断 | 0 |
| 5 | ADCRIS5 | ADC 通道 5 中断源状态 0: 中断源未产生中断 1: 中断源产生中断 | 0 |
| 4 | ADCRIS4 | ADC 通道 4 中断源状态 0: 中断源未产生中断 1: 中断源产生中断 | 0 |
| 3 | ADCRIS3 | ADC 通道 3 中断源状态 0: 中断源未产生中断 1: 中断源产生中断 | 0 |
| 2 | ADCRIS2 | ADC 通道 2 中断源状态 0: 中断源未产生中断 1: 中断源产生中断 | 0 |
| 1 | ADCRIS1 | ADC 通道 1 中断源状态 0: 中断源未产生中断 1: 中断源产生中断 | 0 |
| 0 | ADCRIS0 | ADC 通道 0 中断源状态 0: 中断源未产生中断 1: 中断源产生中断 | 0 |

ADC 已使能中断状态寄存器 (ADCMIS)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|-------|----------|--|-----|
| 31:16 | — | 保留 | |
| 15 | ADCMIS15 | ADC 通道 15 中断状态 0: 未产生中断 1: 使能且产生中断 | 0 |
| 14 | ADCMIS14 | ADC 通道 14 中断状态 0: 未产生中断 1: 使能且产生中断 | 0 |
| 13 | ADCMIS13 | ADC 通道 13 中断状态 0: 未产生中断 1: 使能且产生中断 | 0 |
| 12 | ADCMIS12 | ADC 通道 12 中断状态 0: 未产生中断 1: 使能且产生中断 | 0 |

| | | | |
|----|----------|--|---|
| 11 | ADCMIS11 | ADC 通道 11 中断状态 0: 未产生中断 1: 使能且产生中断 | 0 |
| 10 | ADCMIS10 | ADC 通道 10 中断状态 0: 未产生中断 1: 使能且产生中断 | 0 |
| 9 | ADCMIS9 | ADC 通道 9 中断状态 0: 未产生中断 1: 使能且产生中断 | 0 |
| 8 | ADCMIS8 | ADC 通道 8 中断状态 0: 未产生中断 1: 使能且产生中断 | 0 |
| 7 | ADCMIS7 | ADC 通道 7 中断状态 0: 未产生中断 1: 使能且产生中断 | 0 |
| 6 | ADCMIS6 | ADC 通道 6 中断状态 0: 未产生中断 1: 使能且产生中断 | 0 |
| 5 | ADCMIS5 | ADC 通道 5 中断状态 0: 未产生中断 1: 使能且产生中断 | 0 |
| 4 | ADCMIS4 | ADC 通道 4 中断状态 0: 未产生中断 1: 使能且产生中断 | 0 |
| 3 | ADCMIS3 | ADC 通道 3 中断状态 0: 未产生中断 1: 使能且产生中断 | 0 |
| 2 | ADCMIS2 | ADC 通道 2 中断状态 0: 未产生中断 1: 使能且产生中断 | 0 |
| 1 | ADCMIS1 | ADC 通道 1 中断状态 0: 未产生中断 1: 使能且产生中断 | 0 |
| 0 | ADCMIS0 | ADC 通道 0 中断状态 0: 未产生中断 1: 使能且产生中断 | 0 |

ADC 中断清零寄存器 (ADCICLR)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|-------|-----------|----------------------------------|-----|
| 31:16 | – | 保留 | |
| 15 | ADCICLR15 | 写 1 清零 ADC 通道 15 中断状态 写 0 不影响 | 0 |
| 14 | ADCICLR14 | 写 1 清零 ADC 通道 14 中断状态 写 0 不影响 | 0 |
| 13 | ADCICLR13 | 写 1 清零 ADC 通道 13 中断状态 写 0 不影响 | 0 |
| 12 | ADCICLR12 | 写 1 清零 ADC 通道 12 中断状态 写 0 不影响 | 0 |
| 11 | ADCICLR11 | 写 1 清零 ADC 通道 11 中断状态 写 0 不影响 | 0 |
| 10 | ADCICLR10 | 写 1 清零 ADC 通道 10 中断状态 写 0 不影响 | 0 |
| 9 | ADCICLR9 | 写 1 清零 ADC 通道 9 中断状态 写 0 不影响 | 0 |
| 8 | ADCICLR8 | 写 1 清零 ADC 通道 8 中断状态 写 0 不影响 | 0 |
| 7 | ADCICLR7 | 写 1 清零 ADC 通道 7 中断状态 写 0 不影响 | 0 |
| 6 | ADCICLR6 | 写 1 清零 ADC 通道 6 中断状态 写 0 不影响 | 0 |
| 5 | ADCICLR5 | 写 1 清零 ADC 通道 5 中断状态 写 0 不影响 | 0 |
| 4 | ADCICLR4 | 写 1 清零 ADC 通道 4 中断状态 写 0 不影响 | 0 |
| 3 | ADCICLR3 | 写 1 清零 ADC 通道 3 中断状态 写 0 不影响 | 0 |
| 2 | ADCICLR2 | 写 1 清零 ADC 通道 2 中断状态 写 0 不影响 | 0 |
| 1 | ADCICLR1 | 写 1 清零 ADC 通道 1 中断状态 写 0 不影响 | 0 |
| 0 | ADCICLR0 | 写 1 清零 ADC 通道 0 中断状态 写 0 不影响 | 0 |

4.9 存储器控制模块 (FMC)

4.9.1 概述

具有 28K 字节的片上 flash，用于存储应用程序。一个用户配置区，用于系统初始化。一个 4K 字节的引导存储器 (BOOTROM)，用于在系统编程 (ISP) 功能。支持在应用编程 (IAP)，更新 flash 程序后，执行引导程序 and 用户程序之间切换时，无需外部复位。

4.9.2 特性

- 支持 28K 字节应用程序存储空间 (APROM).
- 支持 4K 引导存储器 (LDROM).
- 对所有片上 Flash 操作，支持 512 字节页擦除.
- 支持在系统编程 (ISP) / 在应用编程 (IAP) 来更新片上 Flash.

4.9.3 功能描述

4.9.3.1 存储器组织

片上 FLASH 包含 28KB 用户程序区 (APROM)，4KB 引导程序区 (BOOT_ROM)，128 字用户配置区 (User Configuration)。

4.9.3.2 启动选择

当 CONFIG0[3] 为 1 且 BOOT_PIN 为低时，上电后程序从引导程序执行，可以对 APROM，User Configuration 区间进行擦除，编程等操作。

4.9.3.3 擦除

4.9.3.4

包括整体擦除和页擦除两种命令。

- 整体擦除时，会擦除 28KB 的 APROM 空间，当 CONFIG0[1] 为 0 时，整体擦除会同时擦除用户配置区。整体擦除操作方法如下：
等待 FMC 空闲
在 FMCCMD 中写入 0x06
等待 FMC 空闲
- 页擦除时，每页可擦除 0x200 地址空间。页擦除操作方法如下：

在 FMCADR 中写入页擦除首地址

等待 FMC 空闲

在 FMCCMD 中写入 0x03

等待 FMC 空闲

4.9.3.5 编程

擦除完成后，可对该页数据进行连续编程。编程方式如下：

在 FMCADR 中设置需要编程的地址

在 FMCDAT 中写入需要编程的数据

等待 FMC 空闲

在 FMCCMD 中写入 0x02

等待 FMC 空闲

4.9.3.6 读取

包含两种读取方式：

- 直接寻址方式，直接读取 0x0000-0x6FFF 地址。
- 通过 FMC 命令读取，操作顺序如下：

在 FMCADR 中设置需要读取的地址

在 FMCCMD 中写入 0x01

读取 FMCDAT 值

4.9.4 寄存器映射

(FMC 基地址 = 0x4980_0000)

RO: 只读, WO: 只写, R/W: 读写

| 寄存器 | 偏移量 | 读/写 | Description | 复位值 |
|---------|-------|-----|-------------|------------|
| FMCCON | 0x000 | R/W | FMC 控制寄存器 | 0x10 |
| FMCADR | 0x004 | R/W | FMC 地址寄存器 | 0x00000000 |
| FMCDAT | 0x008 | R/W | FMC 数据寄存器 | 0x00000000 |
| FMCCMD | 0x00C | R/W | FMC 命令寄存器 | 0x0 |
| FMCLOCK | 0x010 | R/W | FMC 访问使能寄存器 | 0x00000000 |

4.9.5 寄存器说明

FMC 控制寄存器 (FMCCON)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|---|----|----|-----|
|---|----|----|-----|

| | | | |
|------|------|--|---|
| 31:6 | – | | |
| 5 | FMCB | FMC 忙 0: FMC 空闲 1: FMC 忙, 正常执行擦除、编程或读操作 | 0 |
| 4 | FMCE | 软件 BOOT 切换 0: 使能 BOOT, 执行 MCURST 后程序从 BOOT_ROM 执行 1: 禁止 BOOT | 1 |
| 3:0 | – | 保留 | |

FMC 地址寄存器 (FMCADR)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|------------|--------|-----------|
| 31:2 | ADDR[28:2] | 字操作地址 | 0X0000000 |
| 1:0 | ADDR[1:0] | 保持 0x0 | 0 |

FMC 数据寄存器 (FMCDAT)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|--------|--|------------|
| 31:0 | FMCDAT | 执行写操作时, 该数据写入 FLASH, 执行读操作时, 返回 FLASH 数据 | 0X00000000 |

FMC 命令寄存器 (FMCCMD)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|---------|--|-----------|
| 31:3 | – | 保留 | |
| 2:0 | FMCFUNC | FMC 功能 0x0: 保留 0x1: 读数据 0x2: 写数据 0x3: 页擦除 0x6: 整体擦除 | 0X0000000 |

FMC 访问使能寄存器 (FMCLOCK)

| 位 | 符号 | 描述 | 复位值 |
|------|---------|---|------------|
| 31:0 | FMCLOCK | 写入 0x55aa6699, 使能操作 FMC 其他寄存器 写其他任意值, 禁止操作 FMC 其他寄存器 | 0X00000000 |

5. 电气特性

5.1 绝对最大额定值

| 符号 | 参数 | 最小值 | 最大值 | 单位 |
|-----------------|--------------|--------------|--------------|----|
| $V_{DD}-V_{SS}$ | 电源电压 | -0.3 | 7 | V |
| V_{IN} | 输入电压 | $V_{SS}-0.3$ | $V_{DD}+0.3$ | V |
| T_A | 工作温度 | -40 | +105 | °C |
| T_{ST} | 储存温度 | -55 | +150 | °C |
| I_{DD} | VDD 最大输入电流 | | 120 | mA |
| I_{SS} | VSS 最大输出电流 | | 120 | mA |
| I_{IO} | 单个 I/O 最大灌电流 | | 60 | mA |
| | 单个 I/O 最大拉电流 | | 75 | mA |
| | 所有 I/O 最大灌电流 | | 100 | mA |
| | 所有 I/O 最大拉电流 | | 100 | mA |

5.2 直流电气参数

($V_{DD}-V_{SS}=2.5\sim 5.5V$, $T_A=25^{\circ}C$)

| 符号 | 参数 | 测试条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|-------------|------|---|-----|------|-----|----|
| V_{DD} | 工作电压 | HCLK=48MHz | 2.3 | | 5.5 | V |
| I_{DD1} | 工作电流 | HCLK=48MHz, IHRC=ON, PLL=ON, ALL APBCLK ON $V_{DD}=5.0V$ | | 11 | | mA |
| I_{DD2} | | HCLK=48MHz, IHRC=ON, PLL=ON, ALL APBCLK ON $V_{DD}=3.3V$ | | 10.9 | | mA |
| I_{DD3} | | HCLK=32MHz, IHRC=ON, PLL=OFF, ALL APBCLK OFF, $V_{DD}=5.0V$ | | 6.5 | | mA |
| I_{DD4} | | HCLK=32MHz, IHRC=ON, PLL=OFF, ALL APBCLK OFF, $V_{DD}=3.3V$ | | 6.4 | | mA |
| I_{DD5} | | HCLK=10kHz, IHRC=ON, PLL=OFF, ALL APBCLK OFF, $V_{DD}=5V$ | | 0.86 | | mA |
| I_{DD6} | | HCLK=10kHz, IHRC=ON, PLL=OFF, ALL APBCLK OFF, $V_{DD}=3.2V$ | | 0.84 | | mA |
| I_{SLEEP} | 掉电模式 | LDO 处于低功耗模式 | | 10 | | uA |

| | | | | | | |
|--------------|--------|-------------------------------------|--|-----|----|------------|
| | 电流 | $V_{DD}=5V$ | | | | |
| V_{IL} | 输入低电平 | $V_{DD}=5V$ | | 2.0 | | V |
| V_{IH} | 输入高电平 | $V_{DD}=5V$ | | 2.8 | | V |
| I_{OL1} | 输出低电流 | $V_{DD}=5V$ $GPIOxDR[n]=0$ | | | 75 | mA |
| I_{OL2} | 输出低电流 | $V_{DD}=5V$ $GPIOxDR[n]=1$ | | | 40 | mA |
| I_{OH1} | 输出高电流 | $V_{DD}=5V$ $GPIOxDR[n]=0$ | | | 60 | mA |
| I_{OH2} | 输出高电流 | $V_{DD}=5V$ $GPIOxDR[n]=1$ | | | 30 | mA |
| R_{UP1} | 上拉电阻 | $V_{DD}=5V$ $V_{IO}=0.5V_{DD}$ | | 33 | | K Ω |
| R_{UP2} | 上拉电阻 | $V_{DD}=3.3V$ $V_{IO}=0.5V_{DD}$ | | 50 | | K Ω |
| V_{POR} | 上电复位电压 | | | 2.2 | | V |
| F_{AHBCLK} | AHB 时钟 | | | | 50 | MHz |
| F_{APBCLK} | APB 时钟 | | | | 50 | MHz |

5.3 交流电气参数

5.3.1 外部高速振荡器

| 符号 | 参数 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|-----------|-------------------------|-----|-----|-----|-----|
| V_{HXT} | 工作电压 | 2.5 | | 5.5 | V |
| T_A | 工作温度 | -40 | | 105 | °C |
| I_{HXT} | 工作电流 $V_{DD}=5V$, 8MHz | | 1.2 | | mA |
| F_{HXT} | 工作频率 | 4 | | 25 | MHz |

5.3.2 外部 32.768 kHz 振荡器

| 符号 | 参数 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|-----------|------------------|-----|--------|-----|-----|
| V_{HXT} | 工作电压 | 2.5 | | 5.5 | V |
| T_A | 工作温度 | -40 | | 105 | °C |
| I_{HXT} | 工作电流 $V_{DD}=3V$ | | 7 | | uA |
| F_{HXT} | 工作频率 | | 32.768 | | kHz |

5.3.3 内部高速振荡器

| 符号 | 参数 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|-----------|--|-----|---------------|-----|-----|
| V_{HXT} | 工作电压 | 2.5 | | 5.5 | V |
| T_A | 工作温度 | -40 | | 105 | °C |
| I_{HXT} | 工作电流 $V_{DD}=5V$, $T_A=25^{\circ}C$ | | 300 | | uA |
| F_{HXT} | $T_A=25^{\circ}C$, $V_{DD}=5.0V$ | | 32 22.1184 | | MHz |
| | $T_A=25^{\circ}C$, $V_{DD}=2.5\sim 5.5V$ | -2 | | +2 | % |
| | $T_A=-40^{\circ}C\sim 105^{\circ}C$ $V_{DD}=2.5\sim 5.5V$ | -5 | | +5 | % |

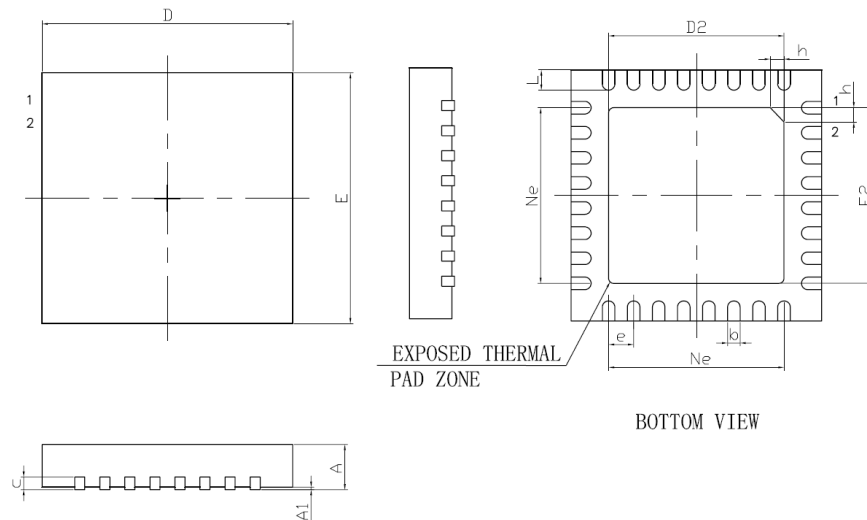
5.3.4 内部 10 kHz 低速振荡器

| 符号 | 参数 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|-----------|------|-----|-----|-----|----|
| V_{HXT} | 工作电压 | 2.5 | | 5.5 | V |
| T_A | 工作温度 | -40 | | 105 | °C |

| | | | | | |
|-----------|--|-----|----|-----|---------|
| I_{HXT} | 工作电流 $V_{DD}=5V$, $T_A=25^{\circ}C$ | | 10 | | μA |
| F_{HXT} | $T_A=25^{\circ}C$, $V_{DD}=5.0V$ | | 10 | | kHz |
| | $T_A=25^{\circ}C$, $V_{DD}=2.5\sim 5.5V$ | -5 | | +5 | % |
| | $T_A=-40^{\circ}C\sim 105^{\circ}C$ $V_{DD}=2.5\sim 5.5V$ | -40 | | +40 | % |

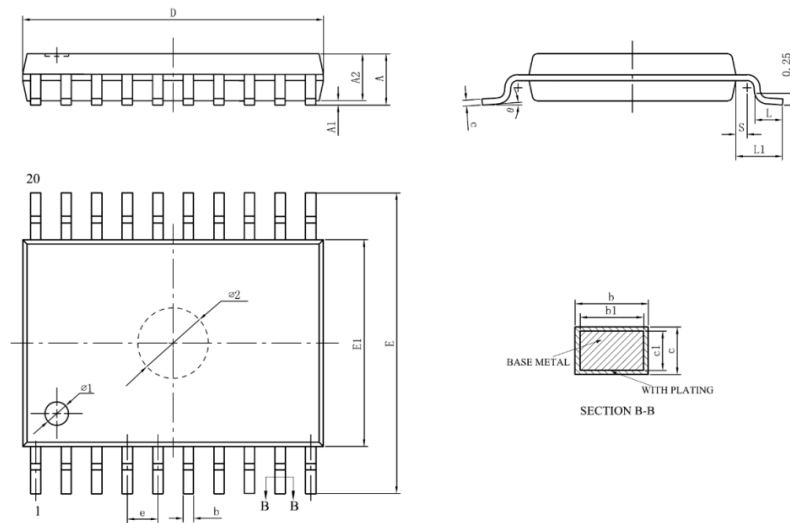
6. 封装尺寸

6.1 QFN33 (5X5)



| SYMBOL | MILLIMETER | | |
|--------|------------|------|------|
| | MIN | NOM | MAX |
| A | 0.70 | 0.75 | 0.80 |
| A1 | — | 0.02 | 0.05 |
| b | 0.18 | 0.25 | 0.30 |
| c | 0.18 | 0.20 | 0.25 |
| D | 4.90 | 5.00 | 5.10 |
| D2 | 3.40 | 3.50 | 3.60 |
| e | 0.50BSC | | |
| Ne | 3.50BSC | | |
| E | 4.90 | 5.00 | 5.10 |
| E2 | 3.40 | 3.50 | 3.60 |
| L | 0.35 | 0.40 | 0.45 |
| h | 0.30 | 0.35 | 0.40 |

6.2 TSSOP20



| SYMBOL | MILLIMETER | | |
|--------|-------------------|------|------|
| | MIN | NOM | MAX |
| A | — | — | 1.20 |
| A1 | 0.05 | — | 0.15 |
| A2 | 0.80 | 1.00 | 1.05 |
| b | 0.19 | — | 0.30 |
| b1 | 0.19 | 0.22 | 0.25 |
| c | 0.09 | — | 0.20 |
| c1 | 0.09 | — | 0.16 |
| D | 6.40 | 6.50 | 6.60 |
| E1 | 4.30 | 4.40 | 4.50 |
| E | 6.20 | 6.40 | 6.60 |
| e | 0.65BSC | | |
| L | 0.45 | 0.60 | 0.75 |
| L1 | 1.00BSC | | |
| S | 0.20 | — | — |
| Ø1 | Ø0.8X0.05~0.10DP | | |
| Ø2 | Ø1.50X0.05~0.15DP | | |
| θ | 0 | — | 8° |