

# 广芯微 UM800x 用户手册

---

Version 1.1



广芯微电子（广州）股份有限公司

## 条款协议

本文档的所有部分，其著作权归广芯微电子（广州）股份有限公司（以下简称广芯微电子）所有，未经广芯微电子授权许可，任何个人及组织不得复制、转载、仿制本文档的全部或部分组件。本文档没有任何形式的担保、立场表达或其他暗示，若有任何因本文档或其中提及的产品所有资讯所引起的直接或间接损失，广芯微电子及所属员工恕不为其担保任何责任。除此以外，本文档所提到的产品规格及资讯仅供参考，内容亦会随时更新，恕不另行通知。

1. 本文档中所记载的关于电路、软件和其他相关信息仅用于说明半导体产品的操作和应用实例。用户如在设备设计中应用本文档中的电路、软件和相关信息，请自行负责。对于用户或第三方因使用上述电路、软件或信息而遭受的任何损失，广芯微电子不承担任何责任。
2. 在准备本文档所记载的信息的过程中，广芯微电子已尽量做到合理注意，但是，广芯微电子并不保证这些信息都是准确无误的。用户因本文档中所记载的信息的错误或遗漏而遭受的任何损失，广芯微电子不承担任何责任。
3. 对于因使用本文档中的广芯微电子产品或技术信息而造成的侵权行为或因此而侵犯第三方的专利、版权或其他知识产权的行为，广芯微电子不承担任何责任。本文档所记载的内容不应视为对广芯微电子或其他人所有的专利、版权或其他知识产权作出任何明示、默示或其它方式的许可及授权。
4. 使用本文档中记载的广芯微电子产品时，应在广芯微电子指定的范围内，特别是在最大额定值、电源工作电压范围、热辐射特性、安装条件以及其他产品特性的范围内使用。对于在上述指定范围之外使用广芯微电子产品而产生的故障或损失，广芯微电子不承担任何责任。
5. 虽然广芯微电子一直致力于提高广芯微电子产品的质量和可靠性，但是，半导体产品有其自身的具体特性，如一定的故障发生率以及在某些使用条件下会发生故障等。此外，广芯微电子产品均未进行防辐射设计。所以请采取安全保护措施，以避免当广芯微电子产品在发生故障而造成火灾时导致人身事故、伤害或损害的事故。例如进行软硬件安全设计（包括但不限于冗余设计、防火控制以及故障预防等）、适当的老化处理或其他适当的措施等。

## 版本修订

| 版本   | 日期        | 描述                                                                                                                   |
|------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| V1.0 | 2020.12.1 | 初始版                                                                                                                  |
| V1.1 | 2021.2.23 | 增加 QFN20 封装，更新 TSSOP20 封装信息；<br>更新电气参数；<br>更新芯片工作电压参数、ADC 通道数、LVD/LVR 消耗电流参数；<br>更新时钟结构图，LPTIM 时钟源描述；<br>修改WDT 使用流程； |
|      |           |                                                                                                                      |
|      |           |                                                                                                                      |
|      |           |                                                                                                                      |
|      |           |                                                                                                                      |
|      |           |                                                                                                                      |
|      |           |                                                                                                                      |
|      |           |                                                                                                                      |

# 目录

|                      |           |
|----------------------|-----------|
| <b>VERSION 1.1</b>   | <b>I</b>  |
| <b>1. 系统概述</b>       | <b>1</b>  |
| 1.1. 主要特点            | 1         |
| 1.2. 硬件功能            | 2         |
| 1.2.1. 安全功能          | 4         |
| 1.2.2. 主要电气参数        | 4         |
| 1.2.3. 开发支持          | 4         |
| 1.2.4. 封装形式          | 4         |
| 1.3. 功能框图            | 5         |
| 1.4. 电源框图            | 6         |
| <b>2. 引脚描述</b>       | <b>7</b>  |
| 2.1. 封装管脚分布          | 7         |
| 2.2. 信号描述            | 8         |
| <b>3. 处理器</b>        | <b>11</b> |
| 3.1. 主要特性            | 11        |
| 3.2. 程序状态字寄存器 (PSW)  | 11        |
| 3.3. 累加器 (ACC)       | 11        |
| 3.4. B 寄存器           | 11        |
| 3.5. 数据指针 (DPTR)     | 11        |
| <b>4. 存储器</b>        | <b>12</b> |
| 4.1. 主要特性            | 12        |
| 4.2. 内部 RAM(ISRAM)   | 12        |
| 4.3. 外部存储空间          | 12        |
| 4.4. 程序存储器 EFLASH    | 13        |
| <b>5. 系统配置 (SFR)</b> | <b>14</b> |
| 5.1. 地址映射            | 14        |
| 5.1.1. P0            | 14        |
| 5.1.2. SP            | 15        |
| 5.1.3. DPTR          | 15        |
| 5.1.4. BEEPCTR       | 16        |
| 5.1.5. PCON          | 16        |
| 5.1.6. TCON          | 17        |
| 5.1.7. TMOD          | 17        |
| 5.1.8. TL0           | 18        |
| 5.1.9. TL1           | 18        |
| 5.1.10. TH0          | 18        |
| 5.1.11. TH1          | 18        |
| 5.1.12. PDSEL        | 18        |

|         |               |    |
|---------|---------------|----|
| 5.1.13. | POREN.....    | 19 |
| 5.1.14. | P1.....       | 19 |
| 5.1.15. | LDOTRIML..... | 20 |
| 5.1.16. | DPS.....      | 20 |
| 5.1.17. | ADCIER.....   | 21 |
| 5.1.18. | P0DR.....     | 21 |
| 5.1.19. | S0CON.....    | 21 |
| 5.1.20. | S0BUF.....    | 22 |
| 5.1.21. | S1CON.....    | 22 |
| 5.1.22. | S1BUF.....    | 23 |
| 5.1.23. | S1REL.....    | 23 |
| 5.1.24. | UARTEN.....   | 24 |
| 5.1.25. | RCLTRIM.....  | 24 |
| 5.1.26. | P2.....       | 24 |
| 5.1.27. | OUS.....      | 25 |
| 5.1.28. | OINTEN.....   | 26 |
| 5.1.29. | OINTUS.....   | 26 |
| 5.1.30. | OSEC.....     | 27 |
| 5.1.31. | OSTATUS.....  | 27 |
| 5.1.32. | OPSET.....    | 27 |
| 5.1.33. | IEN0.....     | 28 |
| 5.1.34. | IP.....       | 28 |
| 5.1.35. | S0REL.....    | 29 |
| 5.1.36. | ADCGCR0.....  | 29 |
| 5.1.37. | ADCGCR1.....  | 30 |
| 5.1.38. | REMAP.....    | 30 |
| 5.1.39. | CLKST.....    | 31 |
| 5.1.40. | ESTCR.....    | 31 |
| 5.1.41. | XTHCTR.....   | 32 |
| 5.1.42. | ADCGCR2.....  | 32 |
| 5.1.43. | ADCGCR3.....  | 33 |
| 5.1.44. | ADCDR0.....   | 33 |
| 5.1.45. | ADCDR1.....   | 33 |
| 5.1.46. | IEN1.....     | 33 |
| 5.1.47. | LDOTRIMH..... | 34 |
| 5.1.48. | RCHTRIMH..... | 34 |
| 5.1.49. | RCHTRIML..... | 34 |
| 5.1.50. | PWMxPL/H..... | 35 |
| 5.1.51. | PWMxDL/H..... | 35 |
| 5.1.52. | PWMxCON.....  | 35 |
| 5.1.53. | PSW.....      | 36 |
| 5.1.54. | OADRL/H.....  | 37 |
| 5.1.55. | ODATA.....    | 37 |
| 5.1.56. | OCTRL.....    | 37 |

|         |                   |    |
|---------|-------------------|----|
| 5.1.57. | P0PD.....         | 38 |
| 5.1.58. | P0OD.....         | 38 |
| 5.1.59. | P0CS.....         | 38 |
| 5.1.60. | RSTSTAT.....      | 39 |
|         | 5.1.61. SYSDIV    | 40 |
| 5.1.62. | P1PD.....         | 40 |
| 5.1.63. | P1OD.....         | 41 |
| 5.1.64. | P1CS.....         | 41 |
| 5.1.65. | LVDCON.....       | 42 |
|         | 5.1.66. PCLK0     | 42 |
|         | 5.1.67. PCLK1     | 43 |
|         | 5.1.68. ACC       | 43 |
|         | 5.1.69. PxIRQ     | 43 |
| 5.1.70. | P2PD.....         | 44 |
| 5.1.71. | P1DR.....         | 44 |
| 5.1.72. | PRESET0.....      | 45 |
| 5.1.73. | PRESET1.....      | 45 |
|         | 5.1.74. PxIEN     | 46 |
| 5.1.75. | P2OD.....         | 46 |
| 5.1.76. | ADCCONT.....      | 46 |
|         | 5.1.77. RCHDIV    | 47 |
| 5.1.78. | B.....            | 47 |
| 5.1.79. | PxPU.....         | 47 |
| 5.1.80. | P2CS.....         | 48 |
|         | 5.1.81. ADCHL     | 48 |
| 5.1.82. | ADCCSTAT.....     | 49 |
| 5.1.83. | ADCSPW.....       | 49 |
| 5.1.84. | CLKCON.....       | 50 |
|         | 5.1.85. PxOEN     | 50 |
| 5.1.86. | P2DR.....         | 51 |
| 5.1.87. | ADCVREF.....      | 51 |
| 5.1.88. | ADCCDR0.....      | 52 |
| 5.1.89. | ADCCDR1.....      | 52 |
|         | 5.1.90. LVD_LV    | 52 |
| 5.2.    | 系统时钟.....         | 53 |
| 5.2.1.  | 主要特性.....         | 53 |
| 5.2.2.  | 时钟定义.....         | 53 |
| 5.2.3.  | 时钟结构图.....        | 53 |
|         | 5.3. 复位源          | 54 |
| 5.3.1.  | 主要特性.....         | 54 |
| 5.3.2.  | 看门狗复位.....        | 54 |
| 5.3.3.  | LVD 与 LVR 复位..... | 54 |
| 5.3.4.  | 外部复位.....         | 54 |
|         | 5.3.5. 寄存器        | 54 |

|        |                    |    |
|--------|--------------------|----|
| 5.4.   | 低功耗模式.....         | 55 |
| 5.4.1. | 主要特性.....          | 55 |
| 5.4.2. | 低功耗模式.....         | 55 |
| 5.4.3. | 低功耗模式表.....        | 55 |
| 6.     | EFC.....           | 57 |
| 6.1.   | 概述.....            | 57 |
| 6.2.   | 主要特性.....          | 57 |
| 6.3.   | EFLASH 读效率.....    | 57 |
| 6.4.   | 软件流程.....          | 57 |
| 6.4.1. | Read 操作.....       | 57 |
| 6.4.2. | Write 操作.....      | 57 |
| 6.4.3. | Erase 操作.....      | 58 |
| 7.     | PWM (脉宽调制模块).....  | 60 |
| 7.1.   | 特性.....            | 60 |
| 7.2.   | 功能描述.....          | 60 |
| 7.3.   | PWM 输出时序.....      | 61 |
| 7.4.   | 使用流程.....          | 61 |
| 8.     | GPIO(I/O 端口).....  | 62 |
| 8.1.   | 主要特性.....          | 62 |
| 8.2.   | 端口复用.....          | 62 |
| 8.3.   | 端口中断.....          | 63 |
| 8.4.   | IO_IE              | 64 |
| 8.4.1. | P0_IE.....         | 64 |
| 8.4.2. | P1_IE.....         | 64 |
| 8.4.3. | P2_IE.....         | 65 |
| 8.5.   | IO_SR              | 65 |
| 8.5.1. | P0_SR.....         | 66 |
| 8.5.2. | P1_SR.....         | 66 |
| 8.5.3. | P2_SR.....         | 67 |
| 8.6.   | 使用流程.....          | 67 |
| 8.6.1. | IO 输出              | 67 |
| 8.6.2. | IO 输入              | 68 |
| 8.6.3. | 中断触发模式.....        | 68 |
| 9.     | TIMER0/1(定时器)..... | 69 |
| 9.1.   | 主要特性.....          | 69 |
| 9.2.   | 定时器 0/1 工作方式.....  | 69 |
| 9.3.   | 使用流程.....          | 69 |
| 10.    | BEEPER (蜂鸣器).....  | 70 |
| 10.1.  | 特性.....            | 70 |
| 10.2.  | 使用流程.....          | 70 |

|                                 |           |
|---------------------------------|-----------|
| <b>11. UART0/1 (增强型串口).....</b> | <b>71</b> |
| 11.1. 特性.....                   | 71        |
| 11.2. UART0 工作模式.....           | 71        |
| 11.3. UART1 工作模式.....           | 74        |
| 11.4. 多机通讯.....                 | 74        |
| 11.5. 波特率.....                  | 75        |
| 11.6. 使用流程.....                 | 75        |
| 11.6.1. UART0 mode1 使用流程.....   | 75        |
| 11.6.2. UART1 modeB 使用流程.....   | 76        |
| <b>12. SPI .....</b>            | <b>77</b> |
| 12.1. 主要特性.....                 | 77        |
| 12.2. 寄存器描述.....                | 77        |
| 12.2.1. SPCR1 控制寄存器.....        | 77        |
| 12.2.2. SPCR2 控制寄存器.....        | 78        |
| 12.2.3. SPCR3 控制寄存器.....        | 79        |
| 12.2.4. SPCR4 控制寄存器.....        | 79        |
| 12.2.5. SPIIE 中断使能寄存器.....      | 80        |
| 12.2.6. SPSR 状态寄存器.....         | 80        |
| 12.2.7. TXBUF 发送数据寄存器.....      | 81        |
| 12.2.8. RXBUF 接收数据缓冲寄存器.....    | 81        |
| 12.3. 使用流程.....                 | 81        |
| 12.3.1. SPI 初始化.....            | 81        |
| 12.3.2. SPI 发送流程.....           | 82        |
| 12.3.3. SPI 接收流程.....           | 82        |
| <b>13. LPTIM (低功耗定时器) .....</b> | <b>83</b> |
| 13.1. 概述.....                   | 83        |
| 13.2. 主要特性.....                 | 83        |
| 13.3. 工作模式.....                 | 83        |
| 13.3.1. 普通定时器.....              | 83        |
| 13.3.2. Trigger 脉冲触发计数.....     | 83        |
| 13.3.3. 外部异步脉冲计数.....           | 84        |
| 13.3.4. Timeout 模式.....         | 84        |
| 13.3.5. 计数模式.....               | 84        |
| 13.3.6. 外部触发的超时唤醒.....          | 84        |
| 13.3.7. 16bit PWM.....          | 85        |
| 13.4. 寄存器描述.....                | 85        |
| 13.4.1. LPTCFG0 寄存器.....        | 85        |
| 13.4.2. LPTCFG1 寄存器.....        | 86        |
| 13.4.3. LPTCNT 计数值寄存器.....      | 86        |
| 13.4.4. LPTCMP 比较值寄存器.....      | 87        |
| 13.4.5. LPTTARGET 目标值寄存器.....   | 87        |
| 13.4.6. LPTIE 中断使能寄存器.....      | 87        |

|            |                                 |            |
|------------|---------------------------------|------------|
| 13.4.7.    | LPTIF 中断标志寄存器.....              | 88         |
| 13.4.8.    | LPTCTRL 控制寄存器.....              | 88         |
| 13.5.      | 使用流程.....                       | 88         |
| 13.5.1.    | 普通定时器.....                      | 88         |
| <b>14.</b> | <b>I2C.....</b>                 | <b>90</b>  |
| 14.1.      | 概述.....                         | 90         |
| 14.2.      | 主要特性.....                       | 90         |
| 14.3.      | 寄存器描述.....                      | 90         |
| 14.3.1.    | I2C_SLAVE_ADDR1 从设备地址寄存器 1..... | 90         |
| 14.3.2.    | I2C_CLK_DIV 时钟分频寄存器.....        | 91         |
| 14.3.3.    | I2C_CR0 控制寄存器 0.....            | 91         |
| 14.3.4.    | I2C_CR1 控制寄存器 1.....            | 92         |
| 14.3.5.    | I2C_SR0 状态寄存器 0.....            | 93         |
| 14.3.6.    | I2C_SR1 状态寄存器 1.....            | 93         |
| 14.3.7.    | I2C_DR 数据寄存器.....               | 94         |
| 14.3.8.    | I2C_SLAVE_ADDR2 从设备地址寄存器 2..... | 94         |
| 14.4.      | 功能描述.....                       | 94         |
| 14.4.1.    | 模式选择.....                       | 94         |
| 14.4.2.    | I2C 从模式.....                    | 95         |
| 14.4.3.    | I2C 主模式.....                    | 96         |
| 14.5.      | 使用流程.....                       | 97         |
| 14.5.1.    | I2C 初始化.....                    | 97         |
| 14.5.2.    | 作为主发送器.....                     | 97         |
| 14.5.3.    | 作为主接收器.....                     | 97         |
| 14.5.4.    | 作为从发送器.....                     | 98         |
| 14.5.5.    | 作为从接收器.....                     | 98         |
| <b>15.</b> | <b>ADC ( 模/数转换器 ) .....</b>     | <b>100</b> |
| 15.1.      | 主要特性.....                       | 100        |
| 15.2.      | 使用流程.....                       | 100        |
| <b>16.</b> | <b>WDT ( 看门狗定时器 ) .....</b>     | <b>101</b> |
| 16.1.      | 概述.....                         | 101        |
| 16.2.      | 使用流程.....                       | 101        |
| <b>17.</b> | <b>LVD.....</b>                 | <b>102</b> |
| 17.1.      | 概述.....                         | 102        |
| 17.2.      | 主要特性.....                       | 102        |
| 17.3.      | 使用流程.....                       | 102        |
| <b>18.</b> | <b>中断.....</b>                  | <b>103</b> |
| 18.1.      | 特性.....                         | 103        |
| 18.2.      | 中断汇总.....                       | 103        |
| <b>19.</b> | <b>指令集.....</b>                 | <b>104</b> |

|            |                           |            |
|------------|---------------------------|------------|
| 19.1.      | 指令操作数说明.....              | 104        |
| 19.2.      | 算数操作指令.....               | 104        |
| 19.3.      | 逻辑操作指令.....               | 105        |
| 19.4.      | 数据传送指令.....               | 105        |
| 19.5.      | 控制程序转移指令.....             | 106        |
| 19.6.      | 位操作指令.....                | 107        |
| <b>20.</b> | <b>电气参数.....</b>          | <b>108</b> |
| 20.1.      | 绝对最大额定值.....              | 108        |
| 20.2.      | DC 参数.....                | 108        |
| 20.3.      | 交流 AC 参数.....             | 110        |
| 20.4.      | 12 位 A/D 转换器.....         | 113        |
| 20.5.      | 内存擦/写特性.....              | 115        |
| 20.6.      | 低功耗模式返回时间.....            | 115        |
| <b>21.</b> | <b>封装信息.....</b>          | <b>116</b> |
| 21.1.      | QFN20 (3*3MM) .....       | 116        |
| 21.2.      | TSSOP20 (6.5*4.4MM) ..... | 117        |
| 21.3.      | SOP8 (4.9*3.9MM) .....    | 118        |

## 图目录

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 图 1-1 芯片功能图.....            | 5   |
| 图 1-2 电源框图.....             | 6   |
| 图 2-1 TSSOP20 封装管脚分布图.....  | 7   |
| 图 2-2 SOP8 封装管脚分布图.....     | 7   |
| 图 5-1 时钟结构图.....            | 53  |
| 图 6-1 写操作流程.....            | 58  |
| 图 6-2 擦除操作流程.....           | 59  |
| 图 7-1 PWM 输出范例.....         | 60  |
| 图 7-2 PWM 输出周期或占空比改变范例..... | 60  |
| 图 21-1 QFN20 封装图.....       | 116 |
| 图 21-2 TSSOP20 封装图.....     | 117 |
| 图 21-3 SOP8 封装图.....        | 118 |

## 表目录

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 表 2-1 引脚功能描述.....        | 8   |
| 表 5-1 系统 SFR 映射表.....    | 14  |
| 表 11-1 波特率误差表.....       | 75  |
| 表 20-1 芯片绝对最大额定值.....    | 108 |
| 表 20-2 静态参数表.....        | 108 |
| 表 20-3 IO 特性.....        | 109 |
| 表 20-4 端口输出特性.....       | 110 |
| 表 20-5 端口输入特性.....       | 110 |
| 表 20-6 RCH 振荡器特性.....    | 111 |
| 表 20-7 RCL 振荡器特性.....    | 111 |
| 表 20-8 32.768K 晶振特性..... | 111 |
| 表 20-9 外部 XTH 晶振特性.....  | 111 |
| 表 20-10 LVR 低电压检测特性..... | 112 |
| 表 20-11 LVD 低电压检测特性..... | 112 |
| 表 20-12 ADC 特性.....      | 113 |
| 表 20-13 内存擦/写特性.....     | 115 |
| 表 20-14 低功耗模式返回时间.....   | 115 |

# 1. 系统概述

UM800x 单片机是广芯微电子（广州）股份有限公司研制的基于单周期 8051 内核的低功耗 8 位 IoT 处理器芯片。芯片系统采用了独特的低功耗设计技术，宽工作电压 2.0~5.5V，内部集成了 32KB 的 Flash、最大 2KB+256B 的 SRAM 以及 12 位 1Msps 的 SAR ADC 以及 UART、SPI、I2C、PWM 等通用外围通讯接口。

UM800x 单片机具有资源高整合度、高抗干扰性能、高可靠性、低功耗设计以及极简外围器件等技术特点。内置高速时钟 ROSC、LDO 和 POR 模块，板级电路可免晶振、LDO、复位电路。支持 Keil MDK 通用集成开发环境，支持 C 语言和汇编语言进行软件开发。

## 典型应用场景

- 工业物联网终端应用
- 智慧城市，智能家居应用
- 智能传感器终端应用
- 玩具控制等通用控制器应用

## 1.1. 主要特点

- ◆ 基于 1T 8051 指令流水线结构 8 位单片机
- ◆ eFlash: 32KBytes（支持 IAP）
- ◆ RAM: Idata 256 字节，Xdata 最大 2048 字节
- ◆ 工作电压：2.0~5.5V
- ◆ 时钟源：
  - 内部高频 RC 振荡器：24MHz
  - 内部低频 RC 振荡器：32KHz
  - 外部时钟输入：< 24MHz
  - 晶体谐振器：< 24MHz
- ◆ 17 个双向 CMOS I/O 管脚（内建上下拉电阻）
- ◆ 2 个 16 位定时器 T0/T1
- ◆ 1 个 16 位低功耗定时器 LPTimer，支持 PWM 输出
- ◆ 3 路 16 Bit PWM 输出
- ◆ 两个增强型串口 UART0/UART1
- ◆ 一个 SPI 接口，支持主从模式

- ◆ 一个 I2C 接口，支持主从模式，速率 400Kbps(max)
- ◆ 8 外部通道，1MSPS，12 bit ADC@3V
- ◆ 看门狗定时器（WDT）
- ◆ 蜂鸣音发生器
- ◆ 中断源：
  - 定时器 T0/T1
  - EFC 中断
  - 全部 IO 支持外部中断
  - UART0/UART1
  - ADC
  - PWM 周期中断
  - SPI
  - LPTIMER
  - I2C
- ◆ 复位源：
  - POR（上电复位）
  - LVR（掉电复位）
  - LVD（低电压检测）
  - 看门狗复位
  - PIN Reset
- ◆ 内建低电压检测模块（LVD）
- ◆ 省电模式支持
  - Sleep Mode
  - DeepSleep Mode
  - Stop Mode
- ◆ 封装 TSSOP20/SOP8

## 1.2. 硬件功能

- 超低功耗电源管理系统
  - 0.59 $\mu$ A @3.0V DeepSleep+ 定时唤醒，低速时钟运行，IO、SRAM 以及寄存器数据保持
  - 0.32 $\mu$ A @3.0V Stop 模式，所有时钟停止，IO、SRAM 以及寄存器数据保持
  - 95 $\mu$ A/MHz @3.0V Active 模式

- 内置 ROSC/LDO/POR 模块，板级系统可免去晶振/LDO/复位电路

- 处理器

- 8 位高性能 8051 单片机
- 单周期指令集，系统最高主频 24MHz
- 0 等待周期取指 @0~16MHz

- 存储器

- RAM: Idata 256B, Xdata 最大 2KB
- 32KB eFlash:
  - ✓ Sector 大小: 512B
  - ✓ Sector 擦除时间: 5ms
  - ✓ Byte 编程时间: 7.5μs
- ✓ 擦写次数: 20,000 次
  - ✓ 数据保存时间: 100 年 @常温

- 定时/计数器

- 2 个 16 位通用定时器 T0/T1，可作 LPTimer 用
- 1 个 16 位低功耗定时器 LPTimer，支持 PWM 输出
- 1 个看门狗 WDT

- 时钟

- 内部高速时钟 RCH: 24MHz
- 内部低速时钟 RCL: 32KHz
- 外部晶体振荡器: 24MHz (max)
- 外部时钟输入: 24MHz (max)

- 外围接口

- PWM: 4 路 16 位 PWM 输出(含 LPTimer 中 1 路)
- UART: 2 个增强型串口 UART0/UART1
- ADC: 8 通道 12 位 SAR ADC, 1Msps 采样速率
- I2C: 主/从模式, 速率 400Kbps (max)
- SPI: 1 路, 主/从模式, Mode0/1/2/3 协议, 最高速率 12Mbps
- GPIO: 最大 17 个, 内置上/下拉可配置
- BEEPER: 蜂鸣器, 输出频率和极性可配置

### 1.2.1. 安全功能

- 硬件级防抄板设计
- 低电压检测 LVD，可监控电源和 I/O 口电压
- 掉电复位 LVR，防死机设计
- 16 字节全球唯一芯片序列号 UID

### 1.2.2. 主要电气参数

- 工作电压：2.0V~5.5V
- 工作温度：-40°C ~105°C
- ESD 保护：6KV（HBM）

### 1.2.3. 开发支持

- 内置 Boot 引导程序，支持 UART 下载，支持 ISP 和 IAP 应用程序更新
- 完整 SDK 开发包、EVB 硬件开发套件
- 1 拖 14 并行下载器、代码烧写生产工具

### 1.2.4. 封装形式

| 类型     | 型号                    |
|--------|-----------------------|
| 32KB 版 | UM8005-ACTE (TSSOP20) |
|        | UM8005-ACSB (SOP8)    |
|        | UM8005-ACQE (QNF20)   |

1.3. 功能框图

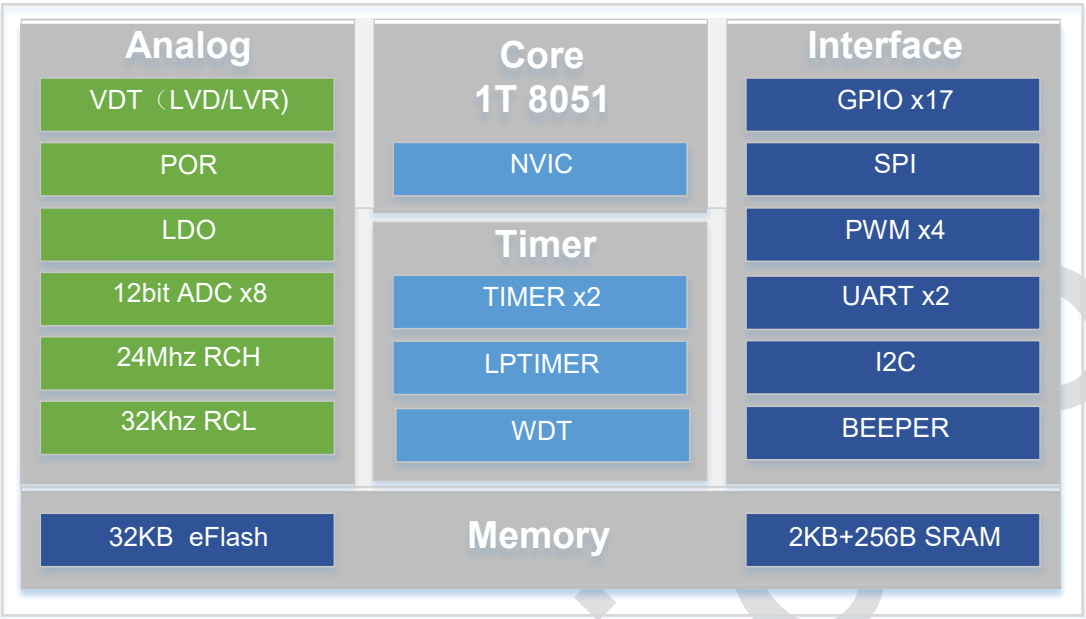


图 1-1 芯片功能图

## 1.4. 电源框图

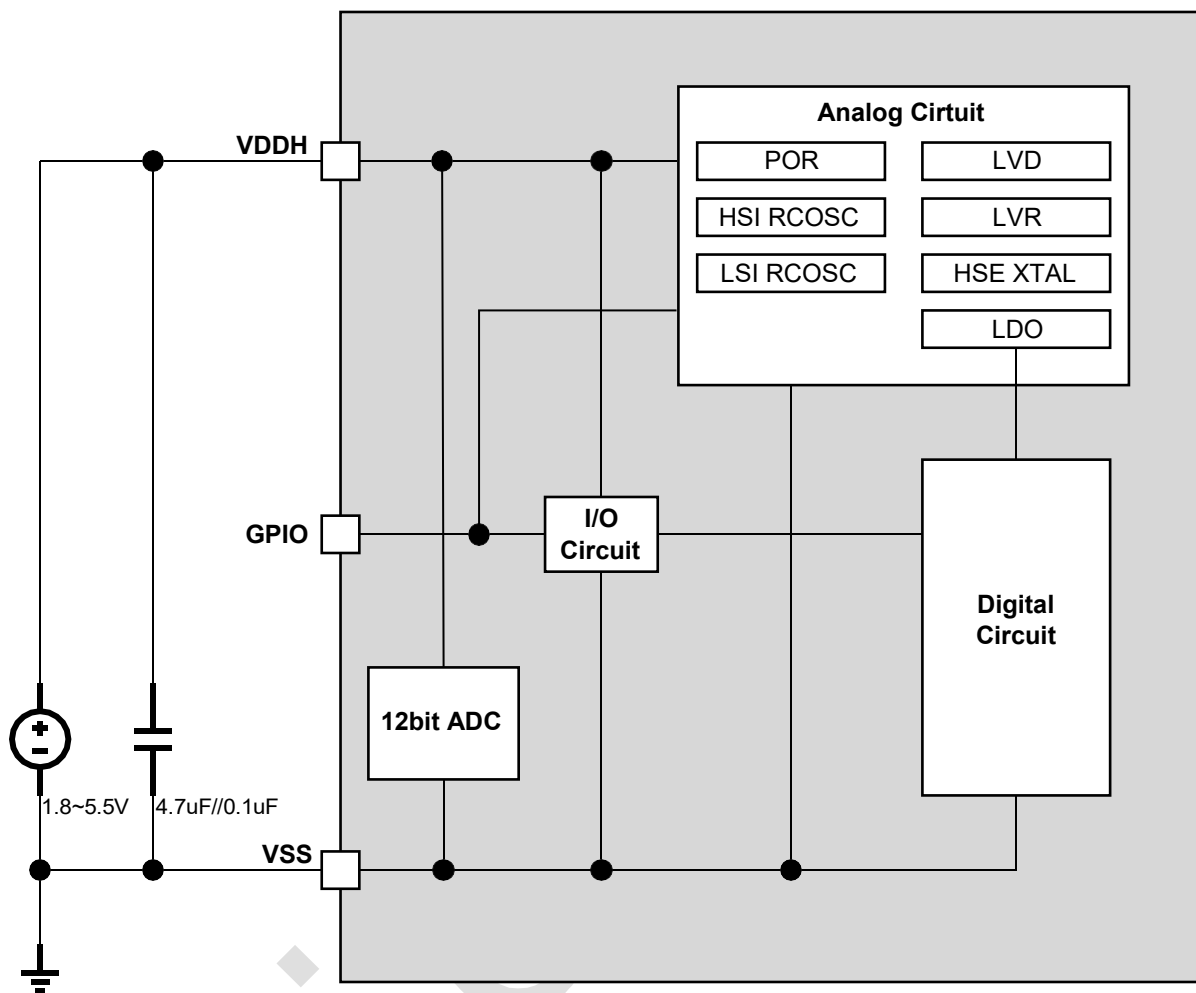


图 1-2 电源框图

注意：

- 每组电源都需要一个去耦电容，去耦电容尽量靠近相应电源管脚。

## 2. 引脚描述

### 2.1. 封装管脚分布

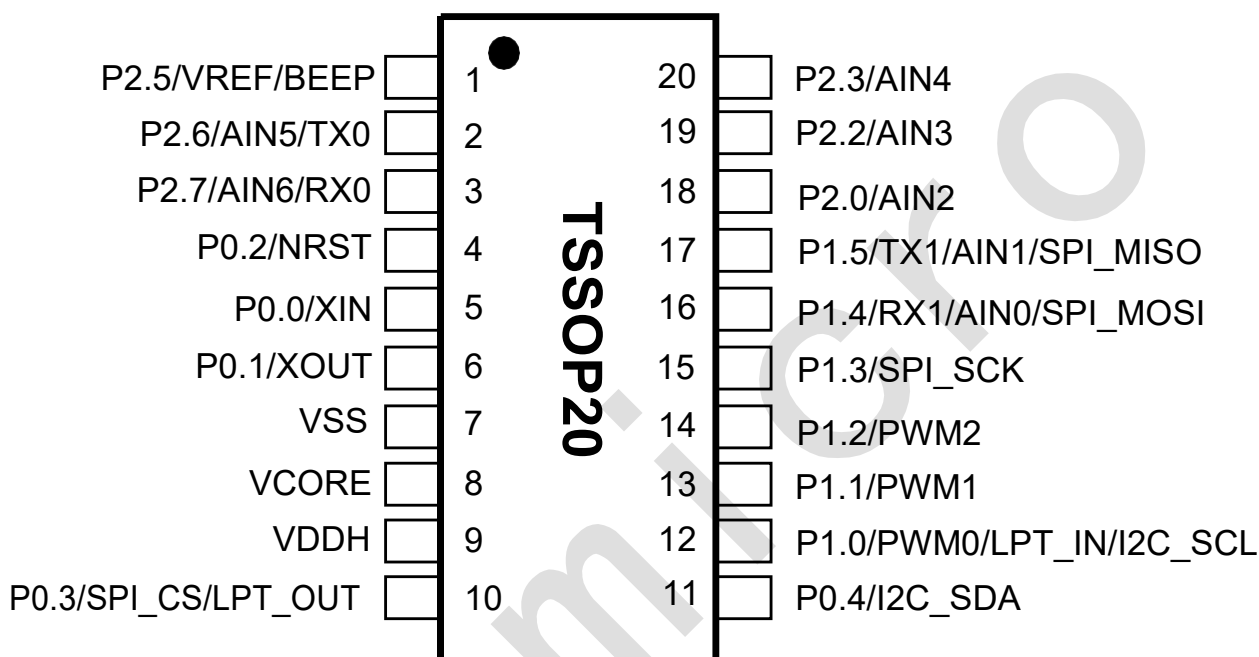


图 2-1 TSSOP20 封装管脚分布图

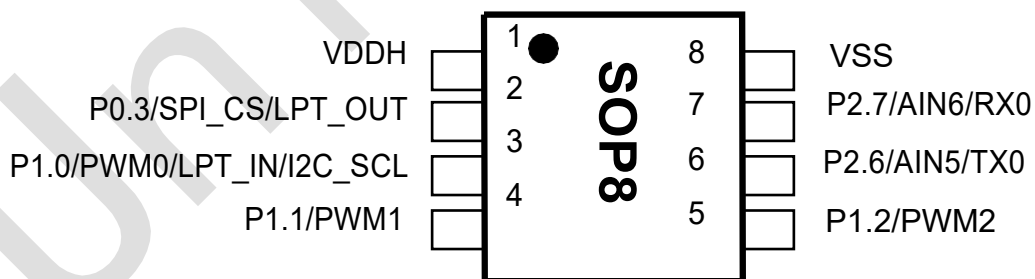


图 2-2 SOP8 封装管脚分布图

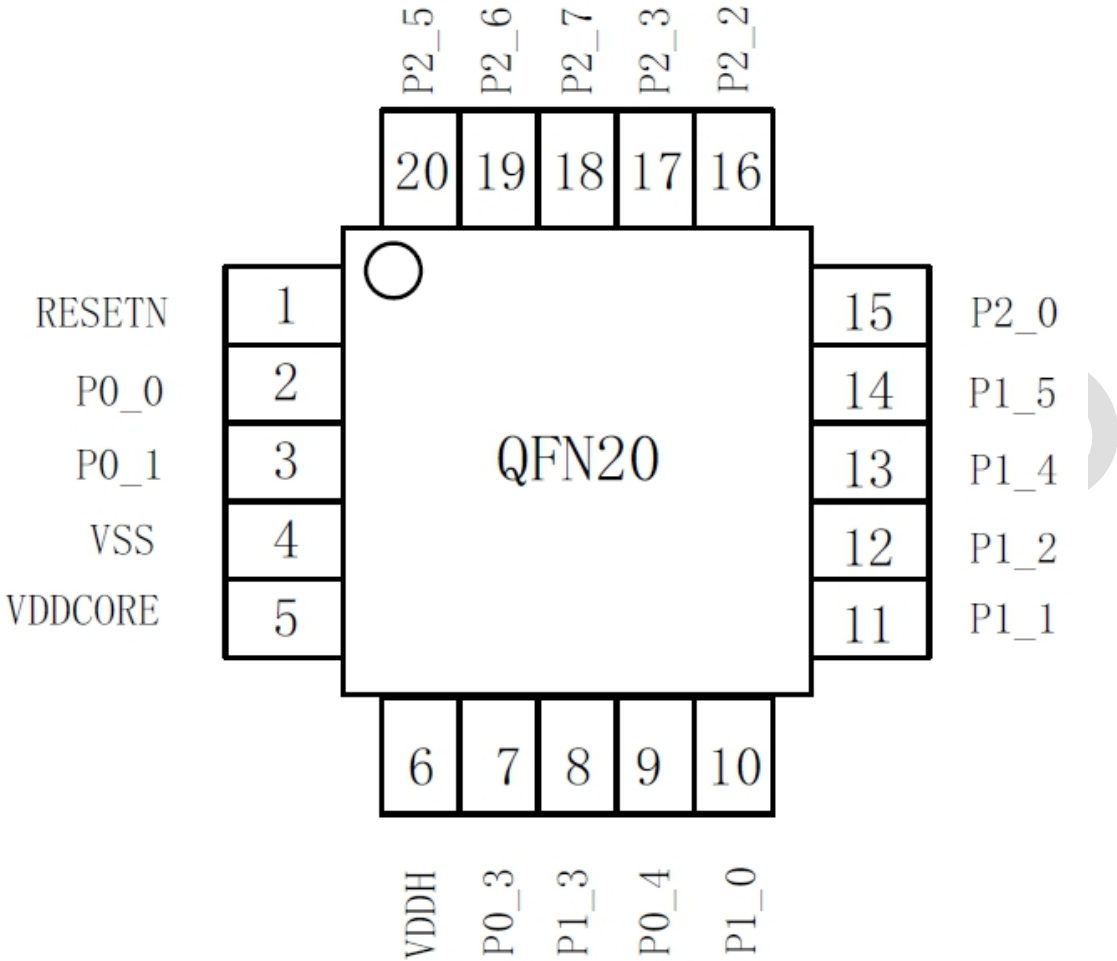


图 2-3 QFN20 封装管脚分布图

2.2. 信号描述

表 2-1 引脚功能描述

| 封装引脚编号  |      |       | 引脚名称 | IO Type | 复位状态 |       | 引脚类型     | 功能描述        |
|---------|------|-------|------|---------|------|-------|----------|-------------|
| TSSOP20 | SOP8 | QFN20 |      |         | DIR  | PU PD |          |             |
| 1       | -    | 20    | P2.5 | I/O     | DI   | -     | P2.5（默认） | 通用数字输入/输出管脚 |
|         |      |       |      |         |      |       | BEEP     | 蜂鸣器输出       |
|         |      |       |      |         |      |       | VREF     | ADC VREF 输入 |
| 2       | 6    | 19    | P2.6 | I/O     | DI   | -     | P2.6（默认） | 通用数字输入/输出管脚 |
|         |      |       |      |         |      |       | TX0      | UART0 TX    |

|    |   |    |       |     |    |    |           |                                                                           |
|----|---|----|-------|-----|----|----|-----------|---------------------------------------------------------------------------|
|    |   |    |       |     |    |    |           | (BOOT UART 下载用此口, 需 NRST 信号配合使用)                                          |
|    |   |    |       |     |    |    | AIN5      | ADC CH5 输入                                                                |
| 3  | 7 | 18 | P2.7  | I/O | DI | -  | P2.7 (默认) | 通用数字输入/输出管脚                                                               |
|    |   |    |       |     |    |    | RX0       | UART0 RX<br>(BOOT UART 下载用此口, 需 NRST 信号配合使用)                              |
|    |   |    |       |     |    |    | AIN6      | ADC CH6 输入                                                                |
| 4  | - | 1  | P0.2  | I/O | DI | PU | NRST (默认) | Reset Pin, 低电平复位, 内部强制上拉<br>此信号为UART 批量下载必要信号, 建议PCB 上引出该管脚信号 (pad 或 pin) |
|    |   |    |       |     |    |    | P0.2      | 通用数字输入/输出管脚                                                               |
| 5  | - | 2  | P0.0  | I/O | DI | -  | P0.0 (默认) | 通用数字输入/输出管脚                                                               |
|    |   |    |       |     |    |    | XIN       | 晶振输入 PIN                                                                  |
| 6  | - | 3  | P0.1  | I/O | DI | -  | P0.1 (默认) | 通用数字输入/输出管脚                                                               |
|    |   |    |       |     |    |    | XOUT      | 晶振输出 PIN                                                                  |
| 7  | 8 | 4  | VSS   | G   | AP | -  | VSS       | 电源地 Ground                                                                |
| 8  | - | 5  | VCORE | P   | AP | -  | VCORE     | 内部 LDO 1.5V 输出                                                            |
| 9  | 1 | 6  | VDDH  | P   | AP | -  | - VDDH    | 芯片电源 2.0V~5.5V                                                            |
| 10 | 2 | 7  | P0.3  | I/O | DI | -  | P0.3 (默认) | 通用数字输入/输出管脚                                                               |
|    |   |    |       |     |    |    | SPI_CSN   | SPI CS 信号                                                                 |
|    |   |    |       |     |    |    | LPT_OUT   | LPTIMER OUT 信号                                                            |
| 11 | - | 9  | P0.4  | I/O | DI | -  | P0.4 (默认) | 通用数字输入/输出管脚                                                               |
|    |   |    |       |     |    |    | I2C_SDA   | I2C_SDA 信号                                                                |
| 12 | 3 | 10 | P1.0  | I/O | DI | -  | P1.0 (默认) | 通用数字输入/输出管脚                                                               |
|    |   |    |       |     |    |    | PWM0      | PWM0 信号                                                                   |
|    |   |    |       |     |    |    | LPT_IN    | LPTIMER 输入信号                                                              |
|    |   |    |       |     |    |    | I2C_SCL   | I2C_SCL 信号                                                                |
| 13 | 4 | 11 | P1.1  | I/O | DI | -  | P1.1 (默认) | 通用数字输入/输出管脚                                                               |
|    |   |    |       |     |    |    | PWM1      | PWM1 输出信号                                                                 |

|    |   |    |      |     |    |   |          |              |
|----|---|----|------|-----|----|---|----------|--------------|
| 14 | 5 | 12 | P1.2 | I/O | DI | - | P1.2（默认） | 通用数字输入/输出管脚  |
|    |   |    |      |     |    |   | PWM2     | PWM2 输出信号    |
| 15 | - | 8  | P1.3 | I/O | DI | - | P1.3（默认） | 通用数字输入/输出管脚  |
|    |   |    |      |     |    |   | SPI_SCK  | SPI_SCK 信号   |
| 16 | - | 13 | P1.4 | I/O | DO | - | P1.4（默认） | 通用数字输入/输出管脚  |
|    |   |    |      |     |    |   | RX1      | UART1 RX 信号  |
|    |   |    |      |     |    |   | AIN0     | ADC CH0 输入   |
|    |   |    |      |     |    |   | SPI_MOSI | SPI_MOSI 信号  |
| 17 | - | 14 | P1.5 | I/O | DI | - | P1.5（默认） | 通用数字输入/输出管脚  |
|    |   |    |      |     |    |   | TX1      | UART1 TX 信号  |
|    |   |    |      |     |    |   | SPI_MISO | SPI_MISO 信号  |
|    |   |    |      |     |    |   | AIN1     | ADC CH1 输入信号 |
| 18 | - | 15 | P2.0 | I/O | DI | - | P2.0（默认） | 通用数字输入/输出管脚  |
|    |   |    |      |     |    |   | AIN2     | ADC CH2 输入   |
| 19 | - | 16 | P2.2 | I/O | DI | - | P2.2（默认） | 通用数字输入/输出管脚  |
|    |   |    |      |     |    |   | AIN3     | ADC CH3 输入   |
| 20 | - | 17 | P2.3 | I/O | DI | - | P2.3（默认） | 通用数字输入/输出管脚  |
|    |   |    |      |     |    |   | AIN4     | ADC CH4 输入   |

说明：A—模拟信号； D—数字信号； I—Input； O—Output； G—Ground； P—Power； PU—pull up 上拉； PD—pull down 下拉； HZ—高阻状态。

GPIO 驱动能力可配置（高驱动能力为 16mA，低驱动能力为 8mA）

## 3. 处理器

### 3.1. 主要特性

CPU 内核寄存器: ACC, B, PSW, SP, DPS, DPL, DPH, DPL1, DPH1

### 3.2. 程序状态字寄存器 ( PSW )

程序状态字 (PSW) 寄存器包含了程序状态信息。

### 3.3. 累加器 ( ACC )

累加器 ACC 是一个常用的专用寄存器，常用于存放参加运算的操作数及运算结果。

### 3.4. B 寄存器

在乘除指令中，会用到B 寄存器，在其他指令中，B 寄存器可作为通用暂存寄存器。

### 3.5. 数据指针 ( DPTR )

数据指针 DPTR 是一个 16 位专用寄存器，其高位字节寄存器用 DPH 表示，低位字节寄存器用 DPL 表示。它们既可以作为一个 16 位寄存器 DPTR 来处理，也可以作为 2 个独立的 8 位寄存器 DPH 和 DPL 来处理。包含双数据指针DPTR&DPTR1，通过DPS(bit0)寄存器选择。

## 4. 存储器

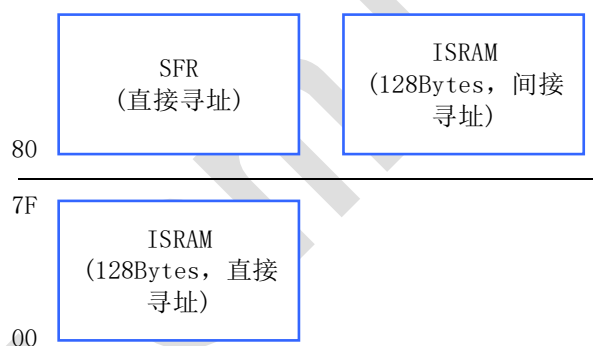
### 4.1. 主要特性

包括内部RAM(ISRAM)、外部存储空间。外部存储空间中包括用于存放用户程序的程序空间 EFLASH。

### 4.2. 内部 RAM(ISRAM)

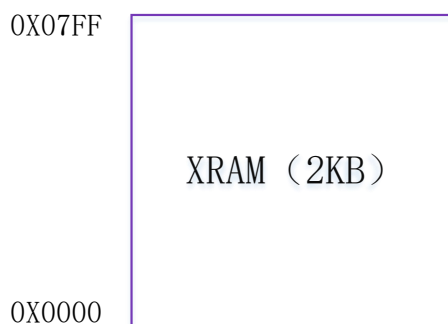
为数据存储提供了 256 个字节的内部 RAM(ISRAM)，通过 MOV 指令访问。ISRAM 分为低 128 字节和高 128 个字节。

- ◆ 低 128 字节的 ISRAM（地址从 00H 到 7FH）可直接或间接寻址
- ◆ 高 128 字节的 ISRAM（地址从 80H 到 FFH）只能间接寻址。高位 128 字节的 ISRAM 占用的地址空间和 SFR 相同，但在物理上与 SFR 的空间是分离的。当一个指令访问高于地址 7FH 的内部位置时，CPU 可以根据访问的指令类型来区分是访问高位128字节数据ISRAM还是访问SFR。



### 4.3. 外部存储空间

为数据存储提供了 2K /1K Bytes 字节的外部存储空间 XRAM，可通过 MOVX 指令直接访问。外部存储空间的低 2K Bytes 地址可以是外部 XRAM，或者是 EFLASH 空间，两种占用的地址空间相同，可通过 xdata 关键字访问XRAM 空间。



外部存储空间其地址映射（低 2K Bytes 为 EFLASH 空间时）如下表所示，用来存储用户程序。

| 模块名                | 地址空间          | 大小         |
|--------------------|---------------|------------|
| EFLASH             | 0x0000—0x8000 | 32K Bytes  |
| BootLoaderShadow   | 0x8000—0x8600 | 1.5K Bytes |
| Reserved           | 0x8600—0x9000 | 2.5K Bytes |
| NVR0               | 0x9000—0x9200 | 512Bytes   |
| NVR1               | 0x9200—0x9400 | 512Bytes   |
| Reserved           | 0x9400—0xC000 | 11K Bytes  |
| IO_IE/LVR_LV/IO_SR | 0xC000—0xC400 | 1K Bytes   |
| SPI                | 0xC400—0xC800 | 1K Bytes   |
| LPTIM              | 0xC800—0xCC00 | 1K Bytes   |
| I2C                | 0xCC00—0xD000 | 1K Bytes   |
| Reserved           | 0xCC00—0xFFFF | 13K Bytes  |

## 4.4. 程序存储器 EFLASH

EFLASH 的主要特性如下：

- ◆ 32K Bytes 程序空间。
- ◆ Sector 大小：512B
- ◆ Sector 擦除时间：5ms
- ◆ Byte 编程时间：7.5us
- ◆ 擦写次数：20,000 次
- ◆ 数据保存年限：100 年@常温
- ◆ EFLASH 支持 IAP 功能（In Applying Programing）

EFLASH 编程（可通过以下两种方式对 EFLASH 进行读写）：

- 1) IAP（In Applying Programing）模式，用户程序代码可对未使用的 EFLASH 区进行编程，具体参照 EFC 章节；
- 2) 通过系统 Boot 程序，通过串口对 EFLASH 编程。

## 5. 系统配置 ( SFR )

### 5.1. 地址映射

系统SFR 映射表如下：

表 5-1 系统 SFR 映射表

|     | 可位寻址                    | 不可位寻址                    |                         |                        |                         |                          |                          |                          |     |
|-----|-------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----|
|     | 0/8                     | 1/9                      | 2/A                     | 3/B                    | 4/C                     | 5/D                      | 6/E                      | 7/F                      |     |
| F8H | <a href="#">CLKCON</a>  | <a href="#">P0OEN</a>    | <a href="#">P1OEN</a>   | <a href="#">P2OEN</a>  | <a href="#">P2DR</a>    | <a href="#">ADCVREF</a>  | <a href="#">ADCCDR0</a>  | <a href="#">ADCCDR1</a>  | FFH |
| F0H | <a href="#">B</a>       | <a href="#">P0PU</a>     | <a href="#">P1PU</a>    | <a href="#">P2PU</a>   | <a href="#">P2CS</a>    | <a href="#">ADCHL</a>    | <a href="#">ADCCSTAT</a> | <a href="#">ADCSPW</a>   | F7H |
| E8H | -                       | <a href="#">P0IEN</a>    | <a href="#">P1IEN</a>   | <a href="#">P2IEN</a>  | <a href="#">P2OD</a>    | <a href="#">ADCCONT</a>  | <a href="#">RCHDIV</a>   | -                        | EFH |
| E0H | <a href="#">ACC</a>     | <a href="#">P0IRQ</a>    | <a href="#">P1IRQ</a>   | <a href="#">P2IRQ</a>  | <a href="#">P2PD</a>    | <a href="#">P1DR</a>     | <a href="#">PRESET0</a>  | <a href="#">PRESET1</a>  | E7H |
| D8H | <a href="#">RSTSTAT</a> | <a href="#">SYSDIV</a>   | <a href="#">P1PD</a>    | <a href="#">P1OD</a>   | <a href="#">P1CS</a>    | <a href="#">LVDCON</a>   | <a href="#">PCLK0</a>    | <a href="#">PCLK1</a>    | DFH |
| D0H | <a href="#">PSW</a>     | <a href="#">OADRL</a>    | <a href="#">OADRH</a>   | <a href="#">ODATA</a>  | <a href="#">OCTRL</a>   | <a href="#">P0PD</a>     | <a href="#">P0OD</a>     | <a href="#">P0CS</a>     | D7H |
| C8H | <a href="#">PWM0CON</a> | <a href="#">PWM1CON</a>  | <a href="#">PWM2CON</a> | <a href="#">PWM0PL</a> | <a href="#">PWM0PH</a>  | <a href="#">PWM1PL</a>   | <a href="#">PWM1PH</a>   | <a href="#">PWM2DL</a>   | CFH |
| C0H | -                       | <a href="#">PWM2PL</a>   | <a href="#">PWM2PH</a>  | <a href="#">PWM0DL</a> | <a href="#">PWM0DH</a>  | <a href="#">PWM1DL</a>   | <a href="#">PWM1DH</a>   | <a href="#">PWM2DH</a>   | C7H |
| B8H | <a href="#">IEN1</a>    | <a href="#">IP1</a>      | <a href="#">S0RELH</a>  | <a href="#">S1RELH</a> | -                       | <a href="#">LDOTRIMH</a> | <a href="#">RCHTRIMH</a> | <a href="#">RCHTRIML</a> | BFH |
| B0H | -                       | <a href="#">CLKST</a>    | <a href="#">ESTCR</a>   | <a href="#">XTHCTR</a> | <a href="#">ADCGCR2</a> | <a href="#">ADCGCR3</a>  | <a href="#">ADCDR0</a>   | <a href="#">ADCDR1</a>   | B7H |
| A8H | <a href="#">IEN0</a>    | <a href="#">IP0</a>      | <a href="#">S0RELL</a>  | -                      | <a href="#">ADCGCR0</a> | <a href="#">ADCGCR1</a>  | -                        | <a href="#">REMAP</a>    | AFH |
| A0H | <a href="#">P2</a>      | <a href="#">OUS</a>      | <a href="#">OINTEN</a>  | <a href="#">OINTUS</a> | -                       | <a href="#">OSEC</a>     | <a href="#">OSTATUS</a>  | <a href="#">OPSET</a>    | A7H |
| 98H | <a href="#">S0CON</a>   | <a href="#">S0BUF</a>    | -                       | <a href="#">S1CON</a>  | <a href="#">S1BUF</a>   | <a href="#">S1RELL</a>   | <a href="#">UARTEN</a>   | <a href="#">RCLTRIM</a>  | 9FH |
| 90H | <a href="#">P1</a>      | <a href="#">LDOTRIML</a> | <a href="#">DPS</a>     | <a href="#">ADCIER</a> | -                       | -                        | -                        | <a href="#">P0DR</a>     | 97H |
| 88H | <a href="#">TCON</a>    | <a href="#">TMOD</a>     | <a href="#">TL0</a>     | <a href="#">TL1</a>    | <a href="#">TH0</a>     | <a href="#">TH1</a>      | <a href="#">PDSEL</a>    | <a href="#">POREN</a>    | 8FH |
| 80H | <a href="#">P0</a>      | <a href="#">SP</a>       | <a href="#">DPL</a>     | <a href="#">DPH</a>    | <a href="#">DPL1</a>    | <a href="#">DPH1</a>     | <a href="#">BEEPCTR</a>  | <a href="#">PCON</a>     | 87H |
|     | 0/8                     | 1/9                      | 2/A                     | 3/B                    | 4/C                     | 5/D                      | 6/E                      | 7/F                      |     |

#### 5.1.1. P0

| 80H | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| P0  | -    | -    | -    | P0.4 | P0.3 | P0.2 | P0.1 | P0.0 |
| 读/写 | 读    | 读    | 读    | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  |
| 复位值 | 0    | 0    | 0    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |

| 位编号 | 位符号  | 说明                                                             |
|-----|------|----------------------------------------------------------------|
| 7-5 | -    | -                                                              |
| 4   | P0.4 | 当端口配置为输出状态时：<br>0：输出低电平<br>1：输出高电平<br>当端口配置为输入状态时：<br>读到的是端口状态 |
| 3   | P0.3 | 当端口配置为输出状态时：<br>0：输出低电平                                        |

|   |      |                                                                  |
|---|------|------------------------------------------------------------------|
|   |      | 1: 输出高电平<br>当端口配置为输入状态时:<br>读到的是端口状态                             |
| 2 | P0.2 | 当端口配置为输出状态时:<br>0: 输出低电平<br>1: 输出高电平<br>当端口配置为输入状态时:<br>读到的是端口状态 |
| 1 | P0.1 | 当端口配置为输出状态时:<br>0: 输出低电平<br>1: 输出高电平<br>当端口配置为输入状态时:<br>读到的是端口状态 |
| 0 | P0.0 | 当端口配置为输出状态时:<br>0: 输出低电平<br>1: 输出高电平<br>当端口配置为输入状态时:<br>读到的是端口状态 |

### 5.1.2. SP

栈指针 SP 是一个 8 位专用寄存器，在执行 PUSH、各种子程序调用、中断响应等指令时，SP 先加1，再将数据压栈；执行POP、RET、RETI 等指令时，数据退出堆栈后 SP 再减 1。堆栈栈顶可以是片上内部RAM（00H-FFH）的任意地址，系统复位后，SP 初始化为 07H，使得堆栈事实上由 08H 地址开始。

| 81H | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| SP  | SP   |      |      |      |      |      |      |      |
| 读/写 | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  |
| 复位值 | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 1    | 1    |

| 位编号 | 位符号 | 说明                                                                                                       |
|-----|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7-0 | SP  | 栈指针 SP 寄存器。可通过写操作更新SP 栈指针的值。在执行PUSH、各种子程序调用、中断响应等指令时，SP 先加 1，再将数据压栈；执行 POP、RET、RETI 等指令时，数据退出堆栈后SP 再减 1。 |

### 5.1.3. DPTR

数据指针 DPTR 是一个 16 位专用寄存器，其高位字节寄存器用 DPH 表示，低位字节寄存器用 DPL 表示。它们既可以作为一个 16 位寄存器 DPTR 来处理，也可以作为 2 个独立的 8 位寄存器 DPH 和 DPL 来处理。包含双数据指针DPTR&DPTR1，通过DPS(bit0)寄存器选择。

| 82H | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| DPL | DPL  |      |      |      |      |      |      |      |
| 读/写 | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  |
| 复位值 | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |

| 位编号 | 位符号 | 说明                |
|-----|-----|-------------------|
| 7-0 | DPL | 数据指针DPTR0 的低 8 位。 |

| 83H | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| DPH | DPH  |      |      |      |      |      |      |      |
| 读/写 | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  |
| 复位值 | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |

| 位编号 | 位符号 | 说明                |
|-----|-----|-------------------|
| 7-0 | DPH | 数据指针DPTR0 的高 8 位。 |

| 84H  | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| DPL1 | DPL1 |      |      |      |      |      |      |      |
| 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  |
| 复位值  | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |

| 位编号 | 位符号  | 说明                |
|-----|------|-------------------|
| 7-0 | DPL1 | 数据指针DPTR1 的低 8 位。 |

| 85H  | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| DPH1 | DPH1 |      |      |      |      |      |      |      |
| 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  |
| 复位值  | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |

| 位编号 | 位符号  | 说明                |
|-----|------|-------------------|
| 7-0 | DPH1 | 数据指针DPTR1 的高 8 位。 |

#### 5.1.4. BEEPCTR

| 86H     | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4   | Bit3 | Bit2       | Bit1          | Bit0 |
|---------|------|------|------|--------|------|------------|---------------|------|
| BEEPCTR | -    | -    | -    | BEEPEN | -    | BEEPCOLSET | BEEPSEL[1: 0] |      |
| 读/写     | -    | -    | -    | 读/写    | -    | 读/写        | 读/写           |      |
| 复位值     | -    | -    | -    | 0      | -    | 0          | 0             | 0    |

| 位编号 | 位符号        | 说明                                                                          |
|-----|------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 7-5 | -          | -                                                                           |
| 4   | BEEPEN     | BEEP 使能控制位：<br>0: 关闭BEEP 模块，P2.5 作为 GPIO 功能<br>1: 打开BEEP 模块，P2.5 作为 BEEP 输出 |
| 3   | -          | -                                                                           |
| 2   | BEEPCOLSET | BEEP 极性控制：<br>0: BEEP 输出默认状态下为低电平；<br>1: BEEP 输出默认状态为高电平；                   |
| 1-0 | BEEPSEL    | BEEP 输出频率控制：<br>00/11: 1KHz<br>01: 2KHz<br>10: 4KHz                         |

#### 5.1.5. PCON

| 87H  | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| PCON | -    | -    | -    | -    | -    | -    | STOP | IDLE |
| 读/写  | 读    | 读    | 读    | 读    | 读    | 读    | 读/写  | 读/写  |

|     |   |   |   |   |   |   |   |   |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 复位值 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|

| 位编号 | 位符号  | 说明                                           |
|-----|------|----------------------------------------------|
| 7-2 | -    | -                                            |
| 1   | STOP | 写 1, 进入 Stop Mode 或 DeepSleep Mode, 读一直返回 0。 |
| 0   | IDLE | 写 1, 进入 Sleep Mode, 读一直返回 0。                 |

### 5.1.6. TCON

| 88H  | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4   | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0   |
|------|------|------|------|--------|------|------|------|--------|
| TCON | TF1  | -    | TR1  | T1CLKS | TF0  | -    | TR0  | T0CLKS |
| 读/写  | 读/写  | 读    | 读/写  | 读/写    | 读/写  | 读    | 读/写  | 读/写    |
| 复位值  | 0    | 0    | 0    | 0      | 0    | 0    | 0    | 0      |

| 位编号 | 位符号    | 说明                                                                   |
|-----|--------|----------------------------------------------------------------------|
| 7   | TF1    | 定时器 1 溢出标志:<br>0: 无溢出 (必须软件清 0)<br>1: 溢出 (硬件置位, 软件写 1 无效, 写 0 清 0)   |
| 6   | -      | -                                                                    |
| 5   | TR1    | 定时器 1 使能位:<br>0: 停止定时器 1<br>1: 开始定时器 1                               |
| 4   | T1CLKS | 定时器 1 计数时钟选择位:<br>0: 选择系统时钟作为定时器 1 的计数时钟<br>1: 选择RC32K 作为定时器 1 的计数时钟 |
| 3   | TF0    | 定时器 0 溢出标志:<br>0: 无溢出 (必须软件清 0)<br>1: 溢出 (硬件置位, 软件写 1 无效, 写 0 清 0)   |
| 2   | -      | -                                                                    |
| 1   | TR0    | 定时器 0 使能位:<br>0: 停止定时器 0<br>1: 开始定时器 0                               |
| 0   | T0CLKS | 定时器 0 计数时钟选择位:<br>0: 选择系统时钟作为定时器 0 的计数时钟<br>1: 选择RC32K 作为定时器 0 的计数时钟 |

### 5.1.7. TMOD

| 89H  | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| TMOD | -    | -    | T1PS |      | -    | -    | T0PS |      |
| 读/写  | -    | -    | 读/写  | 读/写  | -    | -    | 读/写  | 读/写  |
| 复位值  | -    | -    | 0    | 0    | -    | -    | 0    | 0    |

| 位编号 | 位符号       | 说明                                                         |
|-----|-----------|------------------------------------------------------------|
| 7-6 | -         | -                                                          |
| 5-4 | T1PS[1:0] | 定时器 1 预分频比选择位:<br>00 :1/1    01:1/8<br>10:1/64    11:1/256 |
| 3-2 | -         | -                                                          |
| 1-0 | T0PS[1:0] | 定时器 0 预分频比选择位:                                             |

|  |  |                    |                    |
|--|--|--------------------|--------------------|
|  |  | 00 :1/1<br>10:1/64 | 01:1/8<br>11:1/256 |
|--|--|--------------------|--------------------|

### 5.1.8. TL0

| 8AH | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| TL0 | TL0  |      |      |      |      |      |      |      |
| 读/写 | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  |
| 复位值 | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |

| 位编号 | 位符号 | 说明                 |
|-----|-----|--------------------|
| 7-0 | TL0 | Timer0 低 8 位 [7:0] |

### 5.1.9. TL1

| 8BH | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| TL1 | TL1  |      |      |      |      |      |      |      |
| 读/写 | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  |
| 复位值 | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |

| 位编号 | 位符号 | 说明                 |
|-----|-----|--------------------|
| 7-0 | TL1 | Timer1 低 8 位 [7:0] |

### 5.1.10. TH0

| 8CH | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| TH0 | TH0  |      |      |      |      |      |      |      |
| 读/写 | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  |
| 复位值 | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |

| 位编号 | 位符号 | 说明                  |
|-----|-----|---------------------|
| 7-0 | TH0 | Timer0 高 8 位 [15:8] |

### 5.1.11. TH1

| 8DH | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| TH1 | TH1  |      |      |      |      |      |      |      |
| 读/写 | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  |
| 复位值 | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |

| 位编号 | 位符号 | 说明                  |
|-----|-----|---------------------|
| 7-0 | TH1 | Timer1 高 8 位 [15:8] |

### 5.1.12. PDSEL

| 8EH   | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0  |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| PDSEL | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | PDSEL |
| 读/写   | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写   |
| 复位值   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0     |

| 位编号 | 位符号   | 说明                                                                                                                                                                       |
|-----|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7-1 | -     | -                                                                                                                                                                        |
| 0   | PDSEL | STOP 模式选择位：<br>1: STOP 模式使能。当此位为 1，向 PCON 的 STOP 位写 1，将进入 STOP 模式，系统所有时钟源全部关掉；<br>0: STOP 模式禁止。当此位为 0，向 PCON 的 STOP 位写 1，将进入 Deepsleep 模式，系统 RCL 时钟源在运行，XTH 和 RCH 时钟源关闭； |

### 5.1.13. POREN

| 8FH   | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0    |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|---------|
| POREN | -    | -    | -    | LVRS |      |      |      | LVR_ENB |
| 读/写   | 读    | 读    | 读    | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写     |
| 复位值   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0       |

| 位编号 | 位符号     | 说明                                    |           |      |           |
|-----|---------|---------------------------------------|-----------|------|-----------|
| 7-5 | -       | -                                     |           |      |           |
| 4-1 | LVRS    | LVR 检测点电压设置：                          |           |      |           |
|     |         | LVRS                                  | LVR point | LVRS | LVR point |
|     |         | 0000                                  | 1.65V     | 1000 | 2.45V     |
|     |         | 0001                                  | 1.75V     | 1001 | 2.55V     |
|     |         | 0010                                  | 1.85V     | 1010 | 2.65V     |
|     |         | 0011                                  | 1.95V     | 1011 | 2.75V     |
|     |         | 0100                                  | 2.05V     | 1100 | 2.85V     |
|     |         | 0101                                  | 2.15V     | 1101 | 2.95V     |
|     |         | 0110                                  | 2.25V     | 1110 | 3.05V     |
|     |         | 0111                                  | 2.35V     | 1111 | 3.15V     |
| 0   | LVR_ENB | 掉电复位使能信号：<br>0：掉电复位使能；<br>1：关闭掉电复位功能； |           |      |           |

### 5.1.14. P1

| 90H | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| P1  | -    | -    | P1.5 | P1.4 | P1.3 | P1.2 | P1.1 | P1.0 |
| 读/写 | -    | -    | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  |
| 复位值 | -    | -    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |

| 位编号 | 位符号  | 说明                       |
|-----|------|--------------------------|
| 7-6 | -    | -                        |
| 5   | P1.5 | 当端口配置为输出状态时：<br>0: 输出低电平 |

|   |      |                                                                        |
|---|------|------------------------------------------------------------------------|
|   |      | 1: 输出高电平<br>当端口配置为输入状态时:<br>读到的是端口状态                                   |
| 4 | P1.4 | 当端口配置为输出状态时:<br>0: 输出低电平<br>1: 输出高电平<br>当端口配置为输入状态时:<br>读到的是端口状态       |
| 3 | P1.3 | 当端口配置为输出状态时:<br>0: 输出低电平<br>1: 输出高电平<br>当端口配置为输入状态时:<br>读到的是端口状态       |
| 2 | P1.2 | 当端口配置为输出状态时:<br>0: 输出低电平<br>1: 输出高电平<br>当端口配置为输入状态时:<br>读到的是端口状态       |
| 1 | P1.1 | a. 当端口配置为输出状态时:<br>0: 输出低电平<br>1: 输出高电平<br>b. 当端口配置为输入状态时:<br>读到的是端口状态 |
| 0 | P1.0 | a. 当端口配置为输出状态时:<br>0: 输出低电平<br>1: 输出高电平<br>b. 当端口配置为输入状态时:<br>读到的是端口状态 |

#### 5.1.15. LDOTRIML

| 91H      | Bit7 | Bit6 | Bit5         | Bit4         | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|----------|------|------|--------------|--------------|------|------|------|------|
| LDOTRIML | -    | -    | VADJ_STANDBY | VTRM_STANDBY |      |      |      |      |
| 读/写      | 读/写  | 读/写  | 读/写          | 读/写          | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  |
| 复位值      | 0    | 0    | 1            | 1            | 0    | 1    | 1    | 1    |

| 位编号 | 位符号          | 说明                 |
|-----|--------------|--------------------|
| 7-6 | -            | -                  |
| 5-4 | VADJ_STANDBY | STANDBY 模式下电压中心值设置 |
| 3-0 | VTRM_STANDBY | STANDBY 模式下TRIM 值  |

#### 5.1.16. DPS

| 92H | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| DPS | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | DPS  |
| 读/写 | 读    | 读    | 读    | 读    | 读    | 读    | 读    | 读/写  |
| 复位值 | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|-----|----|
| 7-1 | -   | -  |

|   |     |                                    |
|---|-----|------------------------------------|
| 0 | DPS | 1: 数据指针选择DPTR1;<br>0: 数据指针选择DPTR0。 |
|---|-----|------------------------------------|

### 5.1.17. ADCIER

| 93H    | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0    |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|---------|
| ADCIER | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | RXINTEN |
| 读/写    | 读    | 读    | 读    | 读    | 读    | 读    | 读    | 读/写     |
| 复位值    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0       |

| 位编号 | 位符号     | 说明                                   |
|-----|---------|--------------------------------------|
| 7-1 | -       | -                                    |
| 0   | RXINTEN | 接收器 BUF 中断使能位<br>1: 启用中断<br>0: 未启用中断 |

### 5.1.18. P0DR

| 97H  | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4   | Bit3   | Bit2   | Bit1   | Bit0   |
|------|------|------|------|--------|--------|--------|--------|--------|
| P0DR | -    | -    | -    | P0_4DR | P0_3DR | P0_2DR | P0_1DR | P0_0DR |
| 读/写  | 读    | 读    | 读    | 读/写    | 读/写    | 读/写    | 读/写    | 读/写    |
| 复位值  | 0    | 0    | 0    | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |

| 位编号 | 位符号    | 说明                                       |
|-----|--------|------------------------------------------|
| 7-5 | -      | -                                        |
| 4   | P0_4DR | 端口P0_4 驱动能力配置寄存器<br>0: 高驱动能力<br>1: 低驱动能力 |
| 3   | P0_3DR | 端口P0_3 驱动能力配置寄存器<br>0: 高驱动能力<br>1: 低驱动能力 |
| 2   | P0_2DR | 端口P0_2 驱动能力配置寄存器<br>0: 高驱动能力<br>1: 低驱动能力 |
| 1   | P0_1DR | 端口P0_1 驱动能力配置寄存器<br>0: 高驱动能力<br>1: 低驱动能力 |
| 0   | P0_0DR | 端口P0_0 驱动能力配置寄存器<br>0: 高驱动能力<br>1: 低驱动能力 |

### 5.1.19. S0CON

| 98H   | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| S0CON | SM0  | SM1  | SM20 | REN0 | TB80 | RB80 | TI0  | RI0  |
| 读/写   | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  |

|     |   |   |   |   |   |   |   |   |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 复位值 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|

| 位编号 | 位符号  | 说明                                                                  |     |        |                |           |
|-----|------|---------------------------------------------------------------------|-----|--------|----------------|-----------|
| 7   | SM0  | UART0 模式选择控制位:                                                      |     |        |                |           |
| 6   | SM1  | SM0                                                                 | SM1 | T0MODE | 描述             | Baud Rate |
|     |      | 0                                                                   | 0   | 0      | Shift register | SYSCLK/12 |
|     |      | 0                                                                   | 1   | 1      | 8-bit UART     | 可配置       |
|     |      | 1                                                                   | 0   | 2      | 9-bit UART     | SYSCLK/16 |
|     |      | 1                                                                   | 1   | 3      | 9-bit UART     | 可配置       |
| 5   | SM20 | UART0 多机通讯使能控制位:<br>0: 关闭多机通讯功能,<br>1: 使能多机通讯功能只接收 RB80 = 1 的 9 位数据 |     |        |                |           |
| 4   | REN0 | UART0 接收允许使能控制位:<br>0: 不允许串口 0 接收<br>1: 允许串口 0 数据接收                 |     |        |                |           |
| 3   | TB80 | UART0 Mode2, 3 第 9 位发送数据位                                           |     |        |                |           |
| 2   | RB80 | UART0 Mode2, 3 第 9 位接收数据位                                           |     |        |                |           |
| 1   | TI0  | UART0 发送中断标志位:<br>当发送数据完成后, 硬件置位, 必须由软件清 0                          |     |        |                |           |
| 0   | RI0  | UART0 接收中断标志位:<br>当完成一次数据接收, 硬件置位, 必须由软件清 0                         |     |        |                |           |

### 5.1.20. S0BUF

| 99H   | Bit7    | Bit6    | Bit5    | Bit4    | Bit3    | Bit2    | Bit1    | Bit0    |
|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| S0BUF | S0BUF.7 | S0BUF.6 | S0BUF.5 | S0BUF.4 | S0BUF.3 | S0BUF.2 | S0BUF.1 | S0BUF.0 |
| 读/写   | 读/写     | 读/写     | 读/写     | 读/写     | 读/写     | 读/写     | 读/写     | 读/写     |
| 复位值   | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |

| 位编号 | 位符号        | 说明                                                               |
|-----|------------|------------------------------------------------------------------|
| 7-0 | S0BUF[7:0] | UART0 数据寄存器:<br>读 S0BUF 返回 UART0 接收到的数据<br>写 S0BUF 启动 UART0 数据发送 |

### 5.1.21. S1CON

| 9BH   | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| S1CON | SM   | -    | SM21 | REN1 | TB81 | RB81 | TI1  | RI1  |
| 读/写   | 读/写  | -    | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  |
| 复位值   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |

| 位编号 | 位符号  | 说明                                                                  |      |            |           |
|-----|------|---------------------------------------------------------------------|------|------------|-----------|
| 7   | SM   | UART1 模式选择控制寄存位:                                                    |      |            |           |
|     |      | SM                                                                  | Mode | 描述         | Baud Rate |
|     |      | 0                                                                   | A    | 9-bit UART | 可配置       |
|     |      | 1                                                                   | B    | 8-bit UART | 可配置       |
| 6   | -    | -                                                                   |      |            |           |
| 5   | SM21 | UART1 多机通讯使能控制位:<br>0: 关闭多级通讯功能<br>1: 使能多级通讯功能, 只接收RB801= 1 的 9 位数据 |      |            |           |
| 4   | REN1 | UART1 接收允许使能控制位:<br>0: 不允许串口 1 接收<br>1: 允许串口 1 数据接收                 |      |            |           |
| 3   | TB81 | UART1 第 9 位发送数据位                                                    |      |            |           |
| 2   | RB81 | UART1 第 9 位接收数据位                                                    |      |            |           |
| 1   | TI1  | UART1 发送中断标志位:<br>当发送数据完成后, 硬件置位, 必须由软件清 0                          |      |            |           |
| 0   | RI1  | UART1 接收中断标志位:<br>当完成一次数据接收, 硬件置位, 必须由软件清 0                         |      |            |           |

### 5.1.22. S1BUF

| 9CH   | Bit7    | Bit6    | Bit5    | Bit4    | Bit3    | Bit2    | Bit1    | Bit0    |
|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| S1BUF | S1BUF.7 | S1BUF.6 | S1BUF.5 | S1BUF.4 | S1BUF.3 | S1BUF.2 | S1BUF.1 | S1BUF.0 |
| 读/写   | 读/写     | 读/写     | 读/写     | 读/写     | 读/写     | 读/写     | 读/写     | 读/写     |
| 复位值   | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |

| 位编号 | 位符号        | 说明                                                               |
|-----|------------|------------------------------------------------------------------|
| 7-0 | S1BUF[7:0] | UART1 数据寄存器:<br>读 S1BUF 返回 UART1 接收到的数据<br>写 S1BUF 启动 UART1 数据发送 |

### 5.1.23. S1REL

|             | Bit7     | Bit6     | Bit5     | Bit4     | Bit3     | Bit2     | Bit1     | Bit0     |
|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| S1RELL(9DH) | S1RELL.7 | S1RELL.6 | S1RELL.5 | S1RELL.4 | S1RELL.3 | S1RELL.2 | S1RELL.1 | S1RELL.0 |
| 复位值         | 1        | 1        | 1        | 0        | 0        | 1        | 1        | 0        |
| S1RELH(BBH) | -        | -        | -        | -        | -        | -        | S1RELH.1 | S1RELH.0 |
| 复位值         | -        | -        | -        | -        | -        | -        | 1        | 1        |
| 读/写         | 读/写      | 读/写      | 读/写      | 读/写      | 读/写      | 读/写      | 读/写      | 读/写      |

| 位编号        | 位符号                        | 说明                                                       |
|------------|----------------------------|----------------------------------------------------------|
| 7-0<br>1-0 | S1RELL[7:0]<br>S1RELH[1:0] | UART0 Mode 波特率配置寄存器:<br>S1RELH +S1RELL 构成波特率设置S1REL[9:0] |

|  |  |                                                      |
|--|--|------------------------------------------------------|
|  |  | Baud Rate = $\frac{SYSCK}{16 \times (1024 - S1REL)}$ |
|--|--|------------------------------------------------------|

#### 5.1.24. UARTEN

| 9EH    | Bit7   | Bit6 | Bit5  | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1    | Bit0    |
|--------|--------|------|-------|------|------|------|---------|---------|
| UARTEN | OUTSEL |      | OUTEN | -    | -    | -    | UART1EN | UART0EN |
| 读/写    | 读/写    | 读/写  | 读/写   | 读    | 读    | 读    | 读/写     | 读/写     |
| 复位值    | 0      | 0    | 0     | 0    | 0    | 0    | 0       | 0       |

| 位编号 | 位符号     | 说明                                                                                                       |
|-----|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7-6 | OUTSEL  | 11: XTH 输出;<br>10: 系统时钟输出;<br>01: RCL32K 时钟输出;<br>00: RCHDIV 时钟输出                                        |
| 5   | OUTEN   | CLK 输出使能;<br>1: P0_3 作为 CLKOUT 输出功能;<br>0: P0_3 不作为 CLKOUT 输出功能                                          |
| 4-2 | -       | -                                                                                                        |
| 1   | UART1EN | UART1 使能控制位:<br>0: 关闭 UART1 功能, P1.4, P1.5 作为 GPIO 功能<br>1: 打开 UART1 功能, P1.4, P1.5 作为 UART1 RX1, TX1 功能 |
| 0   | UART0EN | UART0 使能控制位:<br>0: 关闭 UART0 功能, P2.6, P2.7 作为 GPIO 功能<br>1: 打开 UART0 功能, P2.6, P2.7 作为 UART0 TX0, RX0 功能 |

#### 5.1.25. RCLTRIM

| 9FH     | Bit7 | Bit6  | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|---------|------|-------|------|------|------|------|------|------|
| RCLTRIM | -    | RTRIM |      | S    |      |      |      |      |
| 读/写     | 读    | 读/写   | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  |
| 复位值     | 0    | 0     | 1    | 0    | 1    | 1    | 1    | 1    |

| 位编号 | 位符号   | 说明           |
|-----|-------|--------------|
| 7   | -     | -            |
| 6-5 | RTRIM | 片内低频 RCL 修调值 |
| 4-0 | S     | 片内低频 RCL 修调值 |

#### 5.1.26. P2

| A0H | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| P2  | P2.7 | P2.6 | P2.5 | -    | P2.3 | P2.2 | -    | P2.0 |
| 读/写 | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读    | 读/写  | 读/写  | 读    | 读/写  |

|     |   |   |   |   |   |   |   |   |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 复位值 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|

| 位编号 | 位符号  | 说明                                                                     |
|-----|------|------------------------------------------------------------------------|
| 7   | P2.7 | 当端口配置为输出状态时:<br>0: 输出低电平<br>1: 输出高电平<br>当端口配置为输入状态时:<br>读到的是端口状态       |
| 6   | P2.6 | 当端口配置为输出状态时:<br>0: 输出低电平<br>1: 输出高电平<br>当端口配置为输入状态时:<br>读到的是端口状态       |
| 5   | P2.5 | 当端口配置为输出状态时:<br>0: 输出低电平<br>1: 输出高电平<br>当端口配置为输入状态时:<br>读到的是端口状态       |
| 4   | -    | -                                                                      |
| 3   | P2.3 | 当端口配置为输出状态时:<br>0: 输出低电平<br>1: 输出高电平<br>当端口配置为输入状态时:<br>读到的是端口状态       |
| 2   | P2.2 | 当端口配置为输出状态时:<br>0: 输出低电平<br>1: 输出高电平<br>当端口配置为输入状态时:<br>读到的是端口状态       |
| 1   | -    | -                                                                      |
| 0   | P2.0 | a. 当端口配置为输出状态时:<br>0: 输出低电平<br>1: 输出高电平<br>b. 当端口配置为输入状态时:<br>读到的是端口状态 |

### 5.1.27. OUS

| A1H | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| OUS | -    | -    | -    | OUS  |      |      |      |      |
| 读/写 | -    | -    | -    | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  |
| 复位值 | -    | -    | -    | 0    | 0    | 1    | 1    | 1    |

| 位编号 | 位符号 | 说明                                                                      |
|-----|-----|-------------------------------------------------------------------------|
| 7-5 | -   | -                                                                       |
| 4-0 | OUS | Flash 擦写时间标尺。<br>此寄存器的值应为: (系统时钟频率/2)-1;<br>如, 系统运行在 16MHz, 此寄存器的值应为 7。 |

### 5.1.28. OINTEN

| A2H    | Bit7 | Bit6 | Bit5     | Bit4      | Bit3      | Bit2      | Bit1      | Bit0      |
|--------|------|------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| OINTEN | -    | -    | VDDLOWEN | WPOGERREN | BOOTERREN | NVR1ERREN | NVR0ERREN | PRODONEEN |
| 读/写    | 读    | 读    | 读/写      | 读/写       | 读/写       | 读/写       | 读/写       | 读/写       |
| 复位值    | 0    | 0    | 0        | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |

| 位编号 | 位符号       | 说明                                 |
|-----|-----------|------------------------------------|
| 7-6 | -         | -                                  |
| 5   | VDDLOWEN  | 1: LVD 低电压中断使能;<br>0: LVD 低电压中断禁止; |
| 4   | WPOGERREN | 1: 操作错误中断使能;<br>0: 操作错误中断禁止;       |
| 3   | BOOTERREN | 1: BOOT 错误中断使能;<br>0: BOOT 错误中断禁止。 |
| 2   | NVR1ERREN | 1: NVR1 错误中断使能;<br>0: NVR1 错误中断禁止。 |
| 1   | NVR0ERREN | 1: NVR0 错误中断使能;<br>0: NVR0 错误中断禁止。 |
| 0   | PRODONEEN | 1: 擦写完成中断使能<br>0: 擦写完成中断禁止         |

### 5.1.29. OINTUS

| A3H    | Bit7 | Bit6 | Bit5    | Bit4    | Bit3    | Bit2    | Bit1    | Bit0    |
|--------|------|------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| OINTUS | -    | -    | VDD_LOW | WPOGERR | BOOTERR | NVR1ERR | NVR0ERR | PRODONE |
| 读/写    | 读    | 读    | 读       | 读       | 读       | 读       | 读       | 读       |
| 复位值    | 0    | 0    | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |

| 位编号 | 位符号     | 说明                                            |
|-----|---------|-----------------------------------------------|
| 7-6 | -       | -                                             |
| 5   | VDD_LOW | 1: LVD 低电压中断状态位<br>0: LVD 低电压中断状态位<br>写 1 清 0 |
| 4   | WPOGERR | 1: 操作错误中断状态位<br>0: 操作错误中断状态位<br>写 1 清 0       |
| 3   | BOOTERR | 1: BOOT 错误中断状态位<br>0: BOOT 错误中断状态位<br>写 1 清 0 |
| 2   | NVR1ERR | 1: NVR1 错误中断状态位<br>0: NVR1 错误中断状态位<br>写 1 清 0 |
| 1   | NVR0ERR | 1: NVR0 错误中断状态位<br>0: NVR0 错误中断状态位<br>写 1 清 0 |

|   |         |                                         |
|---|---------|-----------------------------------------|
| 0 | PRODONE | 1: 擦写完成中断状态位<br>0: 擦写完成中断状态位<br>写 1 清 0 |
|---|---------|-----------------------------------------|

### 5.1.30. OSEC

| A5H  | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| OSEC | OSEC |      |      |      |      |      |      |      |
| 读/写  | 写    | 写    | 写    | 写    | 写    | 写    | 写    | 写    |
| 复位值  | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |

| 位编号 | 位符号  | 说明                                                    |
|-----|------|-------------------------------------------------------|
| 7-0 | OSEC | 向此寄存器内写 0xe7 后, 当前写 OTP 功能失效, 可对已经处于 OTP 状态的区域进行擦写操作。 |

### 5.1.31. OSTATUS

| A6H     | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3   | Bit2     | Bit1     | Bit0     |
|---------|------|------|------|------|--------|----------|----------|----------|
| OSTATUS | -    |      |      |      | LVDLOW | NVR2LOCK | NVR1LOCK | EFCREADY |
| 读/写     | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写    | 读/写      | 读/写      | 读/写      |
| 复位值     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0      | 0        | 0        | 1        |

| 位编号 | 位符号      | 说明                                                             |
|-----|----------|----------------------------------------------------------------|
| 7-4 | -        | -                                                              |
| 3   | LVDLOW   | 0:LVD检测电压正常;<br>1:LVD检测电压过低。<br>此位反应当前LVD检测的实时状态。              |
| 2   | NVR1LOCK | Nvr1区是否锁住。1:<br>Nvr1区已经锁住;<br>0: Nvr1区没有锁住。                    |
| 1   | NVR0LOCK | Nvr0区是否锁住。1:<br>Nvr0区已经锁住;<br>0: Nvr0区没有锁住。                    |
| 0   | EFCREADY | EFlash状态指示位。该反映EFlash工作的状态。<br>1: EFlash状态空闲;<br>0: EFlash状态忙。 |

### 5.1.32. OPSET

| A7H   | Bit7   | Bit6   | Bit5   | Bit4 | Bit3 | Bit2       | Bit1       | Bit0      |
|-------|--------|--------|--------|------|------|------------|------------|-----------|
| OPSET | READM1 | READM0 | RDWAIT |      |      | CHIPSERSET | PAGESERSET | PAGEWRSET |
| 读/写   | 读/写    | 读/写    | 读/写    | 读/写  | 读/写  | 读/写        | 读/写        | 读/写       |
| 复位值   | 0      | 0      | 0      | 0    | 0    | 0          | 0          | 1         |

| 位编号 | 位符号        | 说明                               |
|-----|------------|----------------------------------|
| 7   | READM1     | 此位不可写 1，保留为 0。                   |
| 6   | READM0     | 此位不可写 1，保留为 0。                   |
| 5-3 | RDWAIT     | 读等待时间设置；                         |
| 2   | CHIPSERSET | 1: CHIP 擦除模式使能<br>0: CHIP 擦除模式关闭 |
| 1   | PAGESERSET | 1: PAGE 擦除模式使能<br>0: PAGE 擦除模式关闭 |
| 0   | PAGEWRSET  | 1: PAGE 写模式使能；<br>0: PAGE 写模式关闭； |

### 5.1.33. IEN0

| A8H  | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| IEN0 | EA   | EADC | EPWM | ES0  | ET1  | ES1  | ET0  | EX0  |
| 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  |
| 复位值  | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |

| 位编号 | 位符号  | 说明                                   |
|-----|------|--------------------------------------|
| 7   | EA   | 总中断开关：<br>0: 关闭中断<br>1: 打开中断         |
| 6   | EADC | ADC 中断使能开关：<br>0: 关闭中断<br>1: 打开中断    |
| 5   | EPWM | PWM 中断使能开关：<br>0: 关闭中断<br>1: 打开中断    |
| 4   | ES0  | UART0 中断使能开关：<br>0: 关闭中断<br>1: 打开中断  |
| 3   | ET1  | Timer1 中断使能开关：<br>0: 关闭中断<br>1: 打开中断 |
| 2   | ES1  | UART1 中断使能开关：<br>0: 关闭中断<br>1: 打开中断  |
| 1   | ET0  | Timer0 中断使能开关：<br>0: 关闭中断<br>1: 打开中断 |
| 0   | EX0  | 外部中断初级使能开关：<br>0: 关闭中断<br>1: 打开中断    |

### 5.1.34. IP

|          | Bit7 | Bit6 | Bit5  | Bit4  | Bit3  | Bit2  | Bit1  | Bit0  |
|----------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| IP0(A9H) | -    | -    | IP0.5 | IP0.4 | IP0.3 | IP0.2 | IP0.1 | IP0.0 |

| IP1(B9H) | - | - | IP1.5 | IP1.4 | IP1.3 | IP1.2 | IP1.1 | IP1.0 |
|----------|---|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 读/写      | 读 | 读 | 读/写   | 读/写   | 读/写   | 读/写   | 读/写   | 读/写   |
| 复位值      | 0 | 0 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |

每个中断源都可被单独设置为 4 个中断优先级之一，分别通过 IP0 和 IP1 的相应位来设置实现，具体设置见下表：

| IP1.x | IP0.x | PriorityLevel   |
|-------|-------|-----------------|
| 0     | 0     | Level0(lowest)  |
| 0     | 1     | Level1          |
| 1     | 0     | Level2          |
| 1     | 1     | Level3(highest) |

| Bit          | 对应中断                     |
|--------------|--------------------------|
| IP1.0, 1P0.0 | 外部中断 0EX0 和 ADC 中断       |
| IP1.1, 1P0.1 | 定时器 0 中断 ET0 和 SPI 中断    |
| IP1.2, 1P0.2 | 串口 1 中断 ES1              |
| IP1.3, 1P0.3 | 定时器 1 中断 ET1 和 EFC 中断    |
| IP1.4, 1P0.4 | 串口 0 中断 ES0 和 LPTIMER 中断 |
| IP1.5, 1P0.5 | PWM 中断 EPWM 和 I2C 中断     |

### 5.1.35. S0REL

|             | Bit7     | Bit6     | Bit5     | Bit4     | Bit3     | Bit2     | Bit1     | Bit0     |
|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| S0RELL(AAH) | S0RELL.7 | S0RELL.6 | S0RELL.5 | S0RELL.4 | S0RELL.3 | S0RELL.2 | S0RELL.1 | S0RELL.0 |
| 复位值         | 1        | 1        | 1        | 0        | 0        | 1        | 1        | 0        |
| S0RELH(BAH) | -        | -        | -        | -        | -        | -        | S0RELH.1 | S0RELH.0 |
| 复位值         | -        | -        | -        | -        | -        | -        | 1        | 1        |
| 读/写         | 读/写      | 读/写      | 读/写      | 读/写      | 读/写      | 读/写      | 读/写      | 读/写      |

| 位编号        | 位符号                        | 说明                                                                                                                                          |
|------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7-0<br>1-0 | S0RELL[7:0]<br>S0RELH[1:0] | UART0 Mode1, 3 波特率配置寄存器:<br>S0RELH + S0RELL 构成波特率设置 S0REL[9:0]<br>$\text{Baud Rate} = \frac{\text{SYSCK}}{16 \times (1024 - \text{S0REL})}$ |

### 5.1.36. ADCGCR0

| ACH     | Bit7 | Bit6      | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1      | Bit0  |
|---------|------|-----------|------|------|------|------|-----------|-------|
| ADCGCR0 | -    | ADCCLKSEL | -    | -    | -    | -    | ADCCUNSET | ADCEN |
| 读/写     | 读    | 读/写       | 读    | 读    | 读    | 读    | 读/写       | 读/写   |
| 复位值     | 0    | 0         | 0    | 0    | 0    | 0    | 0         | 0     |

| 位编号 | 位符号       | 说明                                                           |
|-----|-----------|--------------------------------------------------------------|
| 7   | -         | -                                                            |
| 6   | ADCCLKSEL | ADC 时钟源选择信号。<br>0: ADC 内部时钟分频器产生的时钟<br>1: 系统时钟发生器产生的时钟（与之反相） |

|     |           |                                               |
|-----|-----------|-----------------------------------------------|
| 5-2 | -         | -                                             |
| 1   | ADCCUNSET | 连续模式设置位<br>1: ADC 工作在连续模式;<br>0: ADC 工作在单次模式; |
| 0   | ADCEN     | ADC 控制器使能信号<br>0: 模块禁用<br>1: 模块启用             |

### 5.1.37. ADCGCR1

| ADH     | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2    | Bit1   | Bit0    |
|---------|------|------|------|------|------|---------|--------|---------|
| ADCGCR1 | -    | -    | -    | -    | -    | ADCSTEN | ADCRST | ADCPDEN |
| 读/写     | 读    | 读    | 读    | 读    | 读    | 读/写     | 读/写    | 读/写     |
| 复位值     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0       | 1      | 1       |

| 位编号 | 位符号     | 说明                                                                                    |
|-----|---------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 7-3 | -       | -                                                                                     |
| 2   | ADCSTEN | ADC 转换启动使能信号。当信号具有从低到高的转换时，ADC 转换开始。当信号具有从高到低的转换时，ADC 转换操作完成。当 ADC_EN=0 时，它将被清除。默认值：0 |
| 1   | ADCRST  | ADC 内部数字逻辑复位信号。<br>1: SAR ADC 复位<br>0: SAR ADC 释放                                     |
| 0   | ADCPDEN | SAR ADC 掉电使能信号。<br>0: SAR ADC 上电 (power on)<br>1: SAR ADC 掉电 (power down)             |

### 5.1.38. REMAP

| AFH   | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2       | Bit1     | Bit0  |
|-------|------|------|------|------|------|------------|----------|-------|
| REMAP | -    | -    | -    | -    | -    | REMAP_FLAG | REMAP_IM | REMAP |
| 读/写   | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写        | 读/写      | 读/写   |
| 复位值   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0          | 1        | 1     |

| 位编号 | 位符号        | 说明                                                 |
|-----|------------|----------------------------------------------------|
| 7-3 | -          | -                                                  |
| 2   | REMAP_FLAG | 系统是否发生REMAP 的标志。<br>1: 系统发生REMAP;<br>0: 系统未发生REMAP |
| 1   | REMAP_IM   | 写 0, 地址直接发生 REMAP。                                 |
| 0   | REMAP      | 写 0, 地址发生REMAP, 并产生系统复位, 复位后从 eFlash 的 main 区启动。   |

### 5.1.39. CLKST

| B1H   | Bit7      | Bit6 | Bit5    | Bit4 | Bit3    | Bit2 | Bit1    | Bit0 |
|-------|-----------|------|---------|------|---------|------|---------|------|
| CLKST | WACKDELAY |      | XTHSTAB |      | RCHSTAB |      | RCLSTAB |      |
| 读写    | 读/写       | 读/写  | 读/写     | 读/写  | 读/写     | 读/写  | 读/写     | 读/写  |
| 复位值   | 1         | 0    | 0       | 0    | 0       | 0    | 0       | 0    |

| 位编号 | 位符号       | 说明                                                                                                            |
|-----|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7-6 | WACKDELAY | 唤醒时间延时设置：<br>00: 64 个系统时钟周期；<br>01: 128 个系统时钟周期；<br>10: 245 个系统时钟周期；<br>11: 384 个系统时钟周期；                      |
| 5-4 | XTHSTAB   | XTH 稳定时间设定<br>00: 4096 个 XTH 时钟周期；<br>01: 16384 个 XTH 时钟周期；<br>10: 32768 个 XTH 时钟周期；<br>11: 65535 个 XTH 时钟周期。 |
| 3-2 | RCHSTAB   | RCH 稳定时间设定<br>00: 1 个 RCH32K 时钟周期；<br>01: 4 个 RCH32K 时钟周期；<br>10: 32 个 RCH32K 时钟周期；<br>11: 256 个 RCH32K 时钟周期。 |
| 1-0 | RCLSTAB   | RCL 稳定时间设定<br>00: 1 个 RCL32K 时钟周期；<br>01: 4 个 RCL32K 时钟周期；<br>10: 32 个 RCL32K 时钟周期；<br>11: 256 个 RCL32K 时钟周期。 |

### 5.1.40. ESTCR

| B2H   | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3   | Bit2    | Bit1 | Bit0     |
|-------|------|------|------|------|--------|---------|------|----------|
| ESTCR | -    | -    | -    | -    | ERSTEN | ERSTLVT |      | ERSTLVEN |
| 读/写   | 读    | 读    | 读    | 读    | 读/写    | 读/写     | 读/写  | 读/写      |
| 复位值   | 0    | 0    | 0    | 0    | 1      | 0       | 0    | 0        |

| 位编号 | 位符号      | 说明                                                                                                            |
|-----|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7-4 | -        | -                                                                                                             |
| 3   | ERSTEN   | 外部复位引脚使能位。<br>1: 外部复位功能使能；<br>0: 外部复位功能禁止；                                                                    |
| 2:1 | ERSTLVT  | 外部复位滤波时间设置。<br>11: 1 个 RCL32K 时钟周期；<br>10: 8 个 RCL32K 时钟周期；<br>01: 16 个 RCL32K 时钟周期；<br>00: 29 个 RCL32K 时钟周期； |
| 0   | ERSTLVEN | 1: 外部复位滤波使能；<br>0: 外部复位滤波禁止；                                                                                  |

### 5.1.41. XTHCTR

| B3H    | Bit7 | Bit6 | Bit5      | Bit4 | Bit3      | Bit2 | Bit1 | Bit0    |
|--------|------|------|-----------|------|-----------|------|------|---------|
| XTHCTR | -    | -    | EXTH_RSEL |      | EXTH_GSEL |      |      | EXTH_EN |
| 读/写    | 读    | 读    | 读/写       | 读/写  | 读/写       | 读/写  | 读/写  | 读/写     |
| 复位值    | 0    | 0    | 1         | 0    | 0         | 1    | 1    | 0       |

| 位编号 | 位符号       | 说明                                                                                           |
|-----|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7-6 | -         | -                                                                                            |
| 5-4 | EXTH_RSEL | XTH 修调位                                                                                      |
| 3-1 | EXTH_GSEL | XTH 修调位                                                                                      |
| 0   | EXTH_EN   | 外部 XTL 时钟输入控制<br>1: XTL 输出时钟从P0_0 输入<br>0: XTL 输出时钟由晶振产生<br>注: 使用P0_0 输入时钟时, 需设置 XCLKEN 为 1。 |

| Crystal Frequency | GSEL[2:0] | RSEL[1:0] |
|-------------------|-----------|-----------|
| F≤1MHz            | 000       | 00        |
| 1MHz<F ≤6MHz      | 001       | 01        |
| 6MHz< F ≤12MHz    | 010       | 10        |
| 12MHz< F ≤16MHz   | 011       | 10        |
| 16MHz< F ≤20MHz   | 101       | 11        |
| 20MHz< F ≤24MHz   | 110       | 11        |

### 5.1.42. ADCGCR2

| B4H     | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| ADCGCR2 | -    | -    | -    | -    | CHEN |      |      |      |
| 读/写     | 读    | 读    | 读    | 读    | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  |
| 复位值     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |

| 位编号 | 位符号  | 说明                                                                                                                                                                              |
|-----|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7-4 | -    | -                                                                                                                                                                               |
| 3-0 | CHEN | 启用相关ADC 通道进行模数转换。默认值: 0。<br>0000: 关闭通道;<br>0001: 通道 0;<br>0010: 通道 1;<br>0011: 通道 2;<br>0100: 通道 3;<br>0101: 通道 4;<br>0110: 通道 5;<br>0111: 通道 6;<br>1000: 通道 7 (输入来源固定为内部 LDO); |

### 5.1.43. ADCGCR3

| B5H     | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0    |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|---------|
| ADCGCR3 | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | SAMPNEG |
| 读/写     | 读    | 读    | 读    | 读    | 读    | 读    | 读    | 读/写     |
| 复位值     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0       |

| 位编号 | 位符号     | 说明                                                                                                 |
|-----|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7-1 | -       | -                                                                                                  |
| 0   | SAMPNEG | ADC 数据在 EOC 信号的边沿采样选择：<br>0: ADC 数据在 EOC 的上升沿被采样<br>1: ADC 数据在 EOC 的下降沿被采样<br>注意：在本芯片设计中此位只能设置为 0。 |

### 5.1.44. ADCDR0

| B6H    | Bit7    | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|--------|---------|------|------|------|------|------|------|------|
| ADCDR0 | CHDATA1 |      |      |      |      |      |      |      |
| 读/写    | 读       | 读    | 读    | 读    | 读    | 读    | 读    | 读    |
| 复位值    | 0       | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |

| 位编号 | 位符号     | 说明               |
|-----|---------|------------------|
| 7-0 | CHDATA1 | A/D 通道接收数据低位寄存器。 |

### 5.1.45. ADCDR1

| B7H    | Bit7    | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3    | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|--------|---------|------|------|------|---------|------|------|------|
| ADCDR1 | CHDATAV | -    | -    | -    | CHDATAH |      |      |      |
| 读/写    | 读       | 读    | 读    | 读    | 读       | 读    | 读    | 读    |
| 复位值    | 0       | 0    | 0    | 0    | 0       | 0    | 0    | 0    |

| 位编号 | 位符号     | 说明                                                                                                    |
|-----|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7   | CHDATAV | 数据有效信号。信号在获取有效数据后激活，在 ADCEN = 0 时清除，或在 RXAVL = 1 时由软件写 1 清除 BUF 中数据时清除数据有效信号标志。<br>0: 数据无效<br>1: 数据有效 |
| 6-4 | -       | -                                                                                                     |
| 3-0 | CHDATAH | A/D 通道接收数据高位寄存器。                                                                                      |

### 5.1.46. IEN1

| B8H  | Bit7 | Bit6 | Bit5     | Bit4       | Bit3     | Bit2 | Bit1     | Bit0 |
|------|------|------|----------|------------|----------|------|----------|------|
| IEN1 | -    | -    | I2CINTEN | LPTIMINTEN | EFCINTEN | -    | SPIINTEN | -    |
| 读/写  | 读    | 读    | 读/写      | 读/写        | 读/写      | 读    | 读/写      | 读    |

|     |   |   |   |   |   |   |   |   |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 复位值 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|

| 位编号 | 位符号        | 说明                                                    |
|-----|------------|-------------------------------------------------------|
| 7-6 | -          | -                                                     |
| 5   | I2CINTEN   | I2C 中断使能。<br>1: I2C 中断使能;<br>0: I2C 中断关闭;             |
| 4   | LPTIMINTEN | LPTIMER 中断使能。<br>1: LPTIMER 中断使能;<br>0: LPTIMER 中断关闭; |
| 3   | EFCINTEN   | EFC 中断使能。<br>1: EFC 中断使能;<br>0: EFC 中断关闭;             |
| 2   | -          | -                                                     |
| 1   | SPIINTEN   | SPI 中断使能。<br>1: SPI 中断使能;<br>0: SPI 中断关闭;             |
| 0   | -          | -                                                     |

#### 5.1.47. LDOTRIMH

| BDH      | Bit7 | Bit6     | Bit5 | Bit4     | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|----------|------|----------|------|----------|------|------|------|------|
| LDOTRIMH | -    | VADJ_ACT |      | VTRM_ACT |      |      |      |      |
| 读/写      | 读/写  | 读/写      | 读/写  | 读/写      | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  |
| 复位值      | 0    | 1        | 1    | 1        | 0    | 0    | 0    | 0    |

| 位编号 | 位符号      | 说明                |
|-----|----------|-------------------|
| 7-  | -        | -                 |
| 6-5 | VADJ_ACT | ACTIVE 模式下电压中心值设置 |
| 4-0 | VTRM_ACT | ACTIVE 模式下 TRIM 值 |

#### 5.1.48. RCHTRIMH

| BEH      | Bit7     | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|----------|----------|------|------|------|------|------|------|------|
| RCHTRIMH | RCHTRIMH |      |      |      |      |      |      |      |
| 读/写      | 读/写      | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  |
| 复位值      | 0        | 0    | 0    | 1    | 1    | 0    | 1    | 1    |

| 位编号 | 位符号      | 说明               |
|-----|----------|------------------|
| 7-0 | RCHTRIMH | 片内高频 RCH 频率修调值高位 |

#### 5.1.49. RCHTRIML

| BFH      | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1     | Bit0 |
|----------|------|------|------|------|------|------|----------|------|
| RCHTRIML |      |      |      |      |      |      | RCHTRIML |      |
| 读/写      | 读    | 读    | 读    | 读    | 读    | 读    | 读/写      | 读/写  |
| 复位值      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1        | 1    |

| 位编号 | 位符号      | 说明               |
|-----|----------|------------------|
| 7-2 | -        | -                |
| 1-0 | RCHTRIML | 片内高频 RCH 频率修调值低位 |

## 5.1.50. PWMxPL/H

|             | Bit7        | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|-------------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|
| PWM0PL(CBH) | PWM0P[7:0]  |      |      |      |      |      |      |      |
| PWM0PH(CCH) | PWM0P[15:8] |      |      |      |      |      |      |      |
| PWM1PL(CDH) | PWM1P[7:0]  |      |      |      |      |      |      |      |
| PWM1PH(CEH) | PWM1P[15:8] |      |      |      |      |      |      |      |
| PWM2PL(C1H) | PWM2P[7:0]  |      |      |      |      |      |      |      |
| PWM2PH(C2H) | PWM2P[15:8] |      |      |      |      |      |      |      |
| 读/写         | 读/写         | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  |
| 复位值         | 0           | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |

| 位编号  | 位符号                        | 说明         |
|------|----------------------------|------------|
| 15-0 | PWMxP[15:0]<br>(x=0, 1, 2) | PWMx 数据寄存器 |

注意：修改寄存器 PWMxPH 将使得 PWMx 的输出在下一个周期生效。如果用户需要修改 PWM 周期，先要修改 PWMxPL，再修改 PWMxPH。

## 5.1.51. PWMxDL/H

|             | Bit7        | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|-------------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|
| PWM0DL(C3H) | PWM0D[7:0]  |      |      |      |      |      |      |      |
| PWM0DH(C4H) | PWM0D[15:8] |      |      |      |      |      |      |      |
| PWM1DL(C5H) | PWM1D[7:0]  |      |      |      |      |      |      |      |
| PWM1DH(C6H) | PWM1D[15:8] |      |      |      |      |      |      |      |
| PWM2DL(CFH) | PWM2D[7:0]  |      |      |      |      |      |      |      |
| PWM2DH(C7H) | PWM2D[15:8] |      |      |      |      |      |      |      |
| 读/写         | 读/写         | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  |
| 复位值         | 0           | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |

| 位编号  | 位符号                        | 说明                                                              |
|------|----------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 15-0 | PWMxD[15:0]<br>(x=0, 1, 2) | PWMx 占空比控制，控制 PWM0 波形占空比的输出时间<br>详细 PWM 输出时序，见下一节 12.3 PWM 输出时序 |

注意：修改寄存器 PWMxDH 将使得 PWMx 的输出在下一个周期生效。如果用户需要修改 PWM 占空比，要先修改 PWMxDL，再修改 PWMxDH。

## 5.1.52. PWMxCON

|              | Bit7   | Bit6  | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2   | Bit1   | Bit0   |
|--------------|--------|-------|------|------|------|--------|--------|--------|
| PWM0CON(C8H) | PWM0EN | PWM0S | -    | -    | -    | PWM0IE | PWM0IF | PWM0SS |
| PWM1CON(C9H) | PWM1EN | PWM1S | -    | -    | -    | PWM1IE | PWM1IF | PWM1SS |
| PWM2CON(CAH) | PWM2EN | PWM2S | -    | -    | -    | PWM2IE | PWM2IF | PWM2SS |
| 读/写          | 读/写    | 读/写   | -    | -    | -    | 读/写    | 读/写    | 读/写    |
| 复位值          | 0      | 0     | -    | -    | -    | 0      | 0      | 0      |

| 位编号 | 位符号    | 说明       |
|-----|--------|----------|
| 7   | PWMxEN | PWMx 使能： |

|     |        |                                                                                  |
|-----|--------|----------------------------------------------------------------------------------|
|     |        | 0: 禁止PWMx 模块<br>1: 使能PWMx 模块                                                     |
| 6   | PWMxS  | PWMx 输出模式:<br>0: PWMx 占空比期间输出高电平, 占空比溢出后输出低电平<br>1: PWMx 占空比期间输出低电平, 占空比溢出后输出高电平 |
| 5-3 | -      | -                                                                                |
| 2   | PWMxIE | PWMx 中断使能控制位:<br>0: 禁止PWMx 中断<br>1: 允许PWMx 中断<br>3 路 PWM 共用中断入口地址                |
| 1   | PWMxIF | PWMx 中断标志位:<br>0: PWM 周期计数器没有溢出<br>1: PWMx 周期计数器溢出, 硬件置位, 软件写 1 无效, 写 0 清 0      |
| 0   | PWMxSS | PWMx 引脚输出控制位:<br>0: PWMx 输出禁止, 用作 I/O 功能<br>1: PWMx 输出允许                         |

### 5.1.53. PSW

| D0H | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| PSW | CY   | AC   | F0   | RS1  | RS0  | OV   | F1   | P    |
| 读/写 | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读    |
| 复位值 | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |

| 位编号 | 位符号     | 说明                                                                                                                   |
|-----|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7   | CY      | 进位标志:<br>当最后一次算术操作产生进位 (加法) 或借位 (减法) 时, 该位置 1, 其它算术操作将其清 0。                                                          |
| 6   | AC      | 辅助进位标志:<br>当最后一次算术操作向高半字节有进位 (加法) 或借位 (减法) 时, 该位置 1, 其它算术操作将其清 0。                                                    |
| 5   | F0      | 用户标志 0:<br>这是一个可位寻址、用于软件控制的通用标志位。                                                                                    |
| 4-3 | RS[1:0] | RS1-RS0: 寄存器区选择:<br>00: 页 0 (映射到 00H-07H)<br>01: 页 1 (映射到 08H-0FH)<br>10: 页 2 (映射到 10H-17H)<br>11: 页 3 (映射到 18H-1FH) |
| 1   | F1      | 用户标志 1:<br>这是一个可位寻址、用于软件控制的通用标志位                                                                                     |
| 0   | P       | 奇偶校验位:<br>0: 累加器中 8 个位的和为偶数<br>1: 累加器中 8 个位的和为奇数                                                                     |

### 5.1.54. OADRL/H

| D1H~D2H | Bit7                | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|---------|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| OADRL   | EFLASH 烧录地址低位[7:0]  |      |      |      |      |      |      |      |
| OADRH   | EFLASH 烧录地址低位[15:8] |      |      |      |      |      |      |      |
| 读/写     | 读/写                 |      |      |      |      |      |      |      |
| 复位值     | 1                   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |

### 5.1.55. ODATA

| D3H   | Bit7             | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|-------|------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| ODATA | EFLASH 烧录数据[7:0] |      |      |      |      |      |      |      |
| 读/写   | 读/写              |      |      |      |      |      |      |      |
| 复位值   | 1                | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |

### 5.1.56. OCTRL

| D4H   | Bit7    | Bit6    | Bit5          | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1    | Bit0      |
|-------|---------|---------|---------------|------|------|------|---------|-----------|
| OCTRL | VPPO_EN | PUMP_EN | PUMP_SEL<2:0> |      |      | -    | PUMP_OK | PUMP_6O5V |
| 读/写   | 读/写     | 读/写     | 读/写           |      |      | -    | 读       | 读         |
| 复位值   | 0       | 0       | 0             | 0    | 0    | 0    | 0       | 0         |

| 位编号      | 位符号           | 说明                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |          |        |          |        |     |     |     |     |     |      |     |      |     |     |     |   |     |      |     |      |
|----------|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------|----------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|------|-----|-----|-----|---|-----|------|-----|------|
| 7        | VPPO_EN       | EFLASH IAP 编程启动控制信号：<br>0: 关闭（硬件自动清 0）<br>1: 启动EFLASH 编程（软件写 1 启动EFLASH IAP 编程，硬件完成 IAP 后清 0）<br>此 bit 置位后，CPU 将处在 Idle 状态，待 IAP 完成后恢复                                                                                                                                                                                                                                                                                           |          |        |          |        |     |     |     |     |     |      |     |      |     |     |     |   |     |      |     |      |
| 6        | PUMP_EN       | PUMP 模块使能控制位：<br>0: 关闭内部PUMP 功能；<br>1: 打开内部PUMP 功能；                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |          |        |          |        |     |     |     |     |     |      |     |      |     |     |     |   |     |      |     |      |
| 5-3      | PUMP_SEL<2:0> | Pump 输出电压选择控制位： <table border="1"> <tr> <th>PUMP_SEL</th> <th>VPP(V)</th> <th>PUMP_SEL</th> <th>VPP(V)</th> </tr> <tr> <td>000</td> <td>6.5</td> <td>100</td> <td>7.5</td> </tr> <tr> <td>001</td> <td>6.75</td> <td>101</td> <td>7.75</td> </tr> <tr> <td>010</td> <td>7.0</td> <td>110</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>011</td> <td>7.25</td> <td>111</td> <td>8.25</td> </tr> </table> 建议实际 IAP 编程设置PUMP_SEL<2:0> = 001, 6.75V | PUMP_SEL | VPP(V) | PUMP_SEL | VPP(V) | 000 | 6.5 | 100 | 7.5 | 001 | 6.75 | 101 | 7.75 | 010 | 7.0 | 110 | 8 | 011 | 7.25 | 111 | 8.25 |
| PUMP_SEL | VPP(V)        | PUMP_SEL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | VPP(V)   |        |          |        |     |     |     |     |     |      |     |      |     |     |     |   |     |      |     |      |
| 000      | 6.5           | 100                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 7.5      |        |          |        |     |     |     |     |     |      |     |      |     |     |     |   |     |      |     |      |
| 001      | 6.75          | 101                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 7.75     |        |          |        |     |     |     |     |     |      |     |      |     |     |     |   |     |      |     |      |
| 010      | 7.0           | 110                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 8        |        |          |        |     |     |     |     |     |      |     |      |     |     |     |   |     |      |     |      |
| 011      | 7.25          | 111                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 8.25     |        |          |        |     |     |     |     |     |      |     |      |     |     |     |   |     |      |     |      |
| 2        | -             | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |          |        |          |        |     |     |     |     |     |      |     |      |     |     |     |   |     |      |     |      |
| 1        | PUMP_OK       | VPP 输出电压标志 1：<br>0: VPP OUT 电压低于PUMP_SEL 设定电压<br>1: VPP OUT 电压高于PUMP_SEL 设定电压                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |          |        |          |        |     |     |     |     |     |      |     |      |     |     |     |   |     |      |     |      |
| 0        | PUMP_6O5V     | VPP 输出电压标志 2: 1：<br>VPP OUT 电压高于 6.5V<br>0: VPP OUT 电压低于 6.5V                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |          |        |          |        |     |     |     |     |     |      |     |      |     |     |     |   |     |      |     |      |

### 5.1.57. P0PD

| D5H  | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4   | Bit3   | Bit2   | Bit1   | Bit0   |
|------|------|------|------|--------|--------|--------|--------|--------|
| P0PD | -    | -    | -    | P0_4PD | P0_3PD | P0_2PD | P0_1PD | P0_0PD |
| 读/写  | 读    | 读    | 读    | 读/写    | 读/写    | 读/写    | 读/写    | 读/写    |
| 复位值  | 0    | 0    | 0    | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |

| 位编号 | 位符号    | 说明                            |
|-----|--------|-------------------------------|
| 7-5 | -      | -                             |
| 4   | P0_4PD | 端口P0_4 下拉配置寄存器<br>0: 禁止 1: 使能 |
| 3   | P0_3PD | 端口P0_3 下拉配置寄存器<br>0: 禁止 1: 使能 |
| 2   | P0_2PD | 端口P0_2 下拉配置寄存器<br>0: 禁止 1: 使能 |
| 1   | P0_1PD | 端口P0_1 下拉配置寄存器<br>0: 禁止 1: 使能 |
| 0   | P0_0PD | 端口P0_0 下拉配置寄存器<br>0: 禁止 1: 使能 |

### 5.1.58. P0OD

| D6H  | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4   | Bit3   | Bit2   | Bit1   | Bit0   |
|------|------|------|------|--------|--------|--------|--------|--------|
| P0OD | -    | -    | -    | P0_4OD | P0_3OD | P0_2OD | P0_1OD | P0_0OD |
| 读/写  | 读    | 读    | 读    | 读/写    | 读/写    | 读/写    | 读/写    | 读/写    |
| 复位值  | 0    | 0    | 0    | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |

| 位编号 | 位符号    | 说明                              |
|-----|--------|---------------------------------|
| 7-5 | -      | -                               |
| 4   | P0_4OD | 端口P0_4 开漏输出配置寄存器<br>0: 禁止 1: 使能 |
| 3   | P0_3OD | 端口P0_3 开漏输出配置寄存器<br>0: 禁止 1: 使能 |
| 2   | P0_2OD | 端口P0_2 开漏输出配置寄存器<br>0: 禁止 1: 使能 |
| 1   | P0_1OD | 端口P0_1 开漏输出配置寄存器<br>0: 禁止 1: 使能 |
| 0   | P0_0OD | 端口P0_0 开漏输出配置寄存器<br>0: 禁止 1: 使能 |

### 5.1.59. P0CS

| D7H  | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4   | Bit3   | Bit2   | Bit1   | Bit0   |
|------|------|------|------|--------|--------|--------|--------|--------|
| P0CS | -    | -    | -    | P0_4CS | P0_3CS | P0_2CS | P0_1CS | P0_0CS |
| 读/写  | 读    | 读    | 读    | 读/写    | 读/写    | 读/写    | 读/写    | 读/写    |

|     |   |   |   |   |   |   |   |   |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 复位值 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|

| 位编号 | 位符号    | 说明                                                               |
|-----|--------|------------------------------------------------------------------|
| 7-5 | -      | -                                                                |
| 4   | P0_4CS | 端口P0_4 输入类型配置寄存器<br>0: Schmitt input buffer 1: CMOS input buffer |
| 3   | P0_3CS | 端口P0_3 输入类型配置寄存器<br>0: Schmitt input buffer 1: CMOS input buffer |
| 2   | P0_2CS | 端口P0_2 输入类型配置寄存器<br>0: Schmitt input buffer 1: CMOS input buffer |
| 1   | P0_1CS | 端口P0_1 输入类型配置寄存器<br>0: Schmitt input buffer 1: CMOS input buffer |
| 0   | P0_0CS | 端口P0_0 输入类型配置寄存器<br>0: Schmitt input buffer 1: CMOS input buffer |

### 5.1.60. RSTSTAT

| D8H      | Bit7 | Bit6 | Bit5  | Bit4 | Bit3  | Bit2     | Bit1 | Bit0 |
|----------|------|------|-------|------|-------|----------|------|------|
| RSTSTAT  | WDOF | WDEN | LVDRF | PORF | ERSTF | WDT[2:0] |      |      |
| 读/写      | 读/写  | 读/写  | 读/写   | 读/写  | 读/写   | 读/写      | 读/写  | 读/写  |
| 复位值(POR) | 0    | 0    | x     | 1    | x     | 0        | 0    | 0    |
| 复位值(WDT) | 1    | 0    | x     | x    | x     | 0        | 0    | 0    |
| 复位值(PIN) | x    | 0    | x     | x    | 1     | 0        | 0    | 0    |
| 复位值(LVD) | x    | 0    | 1     | x    | x     | 0        | 0    | 0    |

| 位编号 | 位符号      | 说明                                                                                  |
|-----|----------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 7   | WDOF     | 看门狗溢出标志位:<br>看门狗溢出时由硬件置 1, 可由软件或上电复位清 0<br>0: 未发生WDT 溢出<br>1: 发生WDT 溢出              |
| 6   | WDEN     | 看门狗使能控制位:<br>0: 关闭看门狗功能<br>1: 使能看门狗功能                                               |
| 5   | LVDRF    | LVD 复位标志位:<br>LVD 复位后由硬件置 1, 由软件清 0<br>0: 没有发生低电压复位<br>1: 发生过低电压复位                  |
| 4   | PORF     | 上电复位标志位:<br>上电复位后硬件置 1, 由软件清 0<br>0: 没有发生上电复位<br>1: 发生过上电复位                         |
| 3   | ERSTF    | Reset 引脚复位标志位:<br>引脚复位后置 1, 由软件清 0<br>0: 没有发生引脚复位<br>1: 发生过引脚复位                     |
| 2-0 | WDT[2:0] | WDT 溢出周期控制位:<br>000: 溢出周期最小值= 4096ms<br>001: 溢出周期最小值= 1024ms<br>010: 溢出周期最小值= 256ms |

|  |  |                                                                                                           |
|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | 011: 溢出周期最小值= 128ms<br>100: 溢出周期最小值= 64ms<br>101: 溢出周期最小值= 16ms<br>110: 溢出周期最小值= 4ms<br>111: 溢出周期最小值= 1ms |
|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### 5.1.61. SYSDIV

| D9H    | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2      | Bit1      | Bit0      |
|--------|------|------|------|------|------|-----------|-----------|-----------|
| SYSDIV | -    | -    | -    | -    | -    | SYSDIV[2] | SYSDIV[1] | SYSDIV[0] |
| 读/写    | 读    | 读    | 读    | 读    | 读    | 读/写       | 读/写       | 读/写       |
| 复位值    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0         | 0         | 0         |

| 位编号 | 位符号         | 说明                                                                                                                                                                                                                  |
|-----|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7-3 | -           | -                                                                                                                                                                                                                   |
| 2-0 | SYSDIV[1:0] | 高频时钟(RC24M 或者 XCLK)分频控制，分频后输出作为系统时钟<br>000: HSCLK 不分频<br>001: HSCLK/2 分频输出<br>010: HSCLK /4 分频输出<br>011: HSCLK /8 分频输出<br>100: HSCLK /16 分频输出<br>101: HSCLK /32 分频输出<br>110: HSCLK /64 分频输出<br>111: HSCLK /128 分频输出 |

### 5.1.62. P1PD

| DAH  | Bit7 | Bit6 | Bit5   | Bit4   | Bit3   | Bit2   | Bit1   | Bit0   |
|------|------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| P1PD | -    | -    | P1_5PD | P1_4PD | P1_3PD | P1_2PD | P1_1PD | P1_0PD |
| 读/写  | 读    | 读    | 读/写    | 读/写    | 读/写    | 读/写    | 读/写    | 读/写    |
| 复位值  | 0    | 0    | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |

| 位编号 | 位符号    | 说明                            |
|-----|--------|-------------------------------|
| 7-6 | -      | -                             |
| 5   | P1_5PD | 端口P1_5 下拉配置寄存器<br>0: 禁止 1: 使能 |
| 4   | P1_4PD | 端口P1_4 下拉配置寄存器<br>0: 禁止 1: 使能 |
| 3   | P1_3PD | 端口P1_3 下拉配置寄存器<br>0: 禁止 1: 使能 |
| 2   | P1_2PD | 端口P1_2 下拉配置寄存器<br>0: 禁止 1: 使能 |
| 1   | P1_1PD | 端口P1_1 下拉配置寄存器<br>0: 禁止 1: 使能 |
| 0   | P1_0PD | 端口P1_0 下拉配置寄存器<br>0: 禁止 1: 使能 |

### 5.1.63. P1OD

| DBH  | Bit7 | Bit6 | Bit5   | Bit4   | Bit3   | Bit2   | Bit1   | Bit0   |
|------|------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| P1OD | -    | -    | P1_5OD | P1_4OD | P1_3OD | P1_2OD | P1_1OD | P1_0OD |
| 读/写  | 读    | 读    | 读/写    | 读/写    | 读/写    | 读/写    | 读/写    | 读/写    |
| 复位值  | 0    | 0    | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |

| 位编号 | 位符号    | 说明                              |
|-----|--------|---------------------------------|
| 7-6 | -      | -                               |
| 5   | P1_5OD | 端口P1_5 开漏输出配置寄存器<br>0: 禁止 1: 使能 |
| 4   | P1_4OD | 端口P1_4 开漏输出配置寄存器<br>0: 禁止 1: 使能 |
| 3   | P1_3OD | 端口P1_3 开漏输出配置寄存器<br>0: 禁止 1: 使能 |
| 2   | P1_2OD | 端口P1_2 开漏输出配置寄存器<br>0: 禁止 1: 使能 |
| 1   | P1_1OD | 端口P1_1 开漏输出配置寄存器<br>0: 禁止 1: 使能 |
| 0   | P1_0OD | 端口P1_0 开漏输出配置寄存器<br>0: 禁止 1: 使能 |

### 5.1.64. P1CS

| DCH  | Bit7 | Bit6 | Bit5   | Bit4   | Bit3   | Bit2   | Bit1   | Bit0   |
|------|------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| P1CS | -    | -    | P1_5CS | P1_4CS | P1_3CS | P1_2CS | P1_1CS | P1_0CS |
| 读/写  | 读    | 读    | 读/写    | 读/写    | 读/写    | 读/写    | 读/写    | 读/写    |
| 复位值  | 0    | 0    | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      |

| 位编号 | 位符号    | 说明                                                               |
|-----|--------|------------------------------------------------------------------|
| 7-6 | -      | -                                                                |
| 5   | P1_5CS | 端口P1_5 输入类型配置寄存器<br>0: Schmitt input buffer 1: CMOS input buffer |
| 4   | P1_4CS | 端口P1_4 输入类型配置寄存器<br>0: Schmitt input buffer 1: CMOS input buffer |
| 3   | P1_3CS | 端口P1_3 输入类型配置寄存器<br>0: Schmitt input buffer 1: CMOS input buffer |
| 2   | P1_2CS | 端口P1_2 输入类型配置寄存器<br>0: Schmitt input buffer 1: CMOS input buffer |
| 1   | P1_1CS | 端口P1_1 输入类型配置寄存器<br>0: Schmitt input buffer 1: CMOS input buffer |
| 0   | P1_0CS | 端口P1_0 输入类型配置寄存器<br>0: Schmitt input buffer 1: CMOS input buffer |

### 5.1.65. LVDCON

| DDH    | Bit7 | Bit6 | Bit5   | Bit4  | Bit3       | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|--------|------|------|--------|-------|------------|------|------|------|
| LVDCON | LVDF | -    | LVDREN | LVDEN | LVDS[3: 0] |      |      |      |
| 读写     | 读    | 读    | 读/写    | 读/写   | 读/写        | 读/写  | 读/写  | 读/写  |
| 复位值    | 0    | 0    | 0      | 0     | 1          | 0    | 0    | 0    |

| 位编号 | 位符号        | 说明                                                               |           |       |           |
|-----|------------|------------------------------------------------------------------|-----------|-------|-----------|
| 7   | LVDF       | LVD 检测标志位：<br>0：未检测到低电压<br>1：检测到低电压                              |           |       |           |
| 6   | -          | -                                                                |           |       |           |
| 5   | LVDREN     | LVD 复位使能控制：<br>0：关闭检测到低电压复位功能<br>1：使能检测到低电压复位功能，使能复位前必须使能 LV DEN |           |       |           |
| 4   | LV DEN     | LVD 模块使能控制：<br>0：使能 LVD 模块<br>1：关闭 LVD 模块                        |           |       |           |
| 3-0 | LV DS[3:0] | LVD 检测点电压设置：                                                     |           |       |           |
|     |            | LV DS                                                            | LVD point | LV DS | LVD point |
|     |            | 0000                                                             | 1.65V     | 1000  | 2.45V     |
|     |            | 0001                                                             | 1.75V     | 1001  | 2.55V     |
|     |            | 0010                                                             | 1.85V     | 1010  | 2.65V     |
|     |            | 0011                                                             | 1.95V     | 1011  | 2.75V     |
|     |            | 0100                                                             | 2.05V     | 1100  | 2.85V     |
|     |            | 0101                                                             | 2.15V     | 1101  | 2.95V     |
|     |            | 0110                                                             | 2.25V     | 1110  | 3.05V     |
|     | 0111       | 2.35V                                                            | 1111      | 3.15V |           |

### 5.1.66. PCLK0

| DEH   | Bit7   | Bit6     | Bit5   | Bit4   | Bit3   | Bit2    | Bit1     | Bit0     |
|-------|--------|----------|--------|--------|--------|---------|----------|----------|
| PCLK0 | I2CCEN | LPTIMCEN | PWMCEN | ADCCEN | SPICEN | WDTCCEN | UART1CEN | UART0CEN |
| 读/写   | 读/写    | 读/写      | 读/写    | 读/写    | 读/写    | 读/写     | 读/写      | 读/写      |
| 复位值   | 1      | 1        | 1      | 1      | 1      | 1       | 1        | 1        |

| 位编号 | 位符号      | 说明                                   |
|-----|----------|--------------------------------------|
| 7   | I2CCEN   | 1: I2C 时钟使能;<br>0: I2C 时钟禁止;         |
| 6   | LPTIMCEN | 1: LPTIMER 时钟使能;<br>0: LPTIMER 时钟禁止; |
| 5   | PWMCEN   | 1: PWM 时钟使能;<br>0: PWM 时钟禁止;         |
| 4   | ADCCEN   | 1: ADC 时钟使能;<br>0: ADC 时钟禁止;         |

|   |          |                                  |
|---|----------|----------------------------------|
| 3 | SPICEN   | 1: SPI 时钟使能;<br>0: SPI 时钟禁止;     |
| 2 | WDTCEN   | 1: WDT 时钟使能;<br>0: WDT 时钟禁止;     |
| 1 | UART1CEN | 1: UART1 时钟使能;<br>0: UART1 时钟禁止; |
| 0 | UART0CEN | 1: UART0 时钟使能;<br>0: UART0 时钟禁止; |

### 5.1.67. PCLK1

| DFH   | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4   | Bit3 | Bit2    | Bit1    | Bit0    |
|-------|------|------|------|--------|------|---------|---------|---------|
| PCLK1 | -    | -    | -    | TIMCEN | -    | GIO2CEN | GIO1CEN | GIO0CEN |
| 读/写   | 读    | 读    | 读    | 读/写    | 读    | 读/写     | 读/写     | 读/写     |
| 复位值   | 0    | 0    | 0    | 1      | 0    | 1       | 1       | 1       |

| 位编号 | 位符号     | 说明                               |
|-----|---------|----------------------------------|
| 7-5 | -       | -                                |
| 4   | TIMCEN  | 1: TIMER 时钟使能;<br>0: TIMER 时钟禁止; |
| 3   | -       | -                                |
| 2   | GIO2CEN | 1: GPIO2 时钟使能;<br>0: GPIO2 时钟禁止; |
| 1   | GIO1CEN | 1: GPIO1 时钟使能;<br>0: GPIO1 时钟禁止; |
| 0   | GIO0CEN | 1: GPIO0 时钟使能;<br>0: GPIO0 时钟禁止; |

### 5.1.68. ACC

累加器 ACC 是一个常用的专用寄存器，常用于存放参加运算的操作数及运算结果。

| E0H | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| ACC | ACC  |      |      |      |      |      |      |      |
| 读/写 | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  |
| 复位值 | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |

| 位编号 | 位符号 | 说明              |
|-----|-----|-----------------|
| 7-0 | ACC | 存放参加运算的操作数及运算结果 |

### 5.1.69. PxIRQ

|            | Bit7    | Bit6    | Bit5    | Bit4    | Bit3    | Bit2    | Bit1    | Bit0    |
|------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| P0IRQ(E1H) | -       | -       | -       | P0IRQ.4 | P0IRQ.3 | P0IRQ.2 | P0IRQ.1 | P0IRQ.0 |
| P1IRQ(E2H) | -       | -       | P1IRQ.5 | P1IRQ.4 | P1IRQ.3 | P1IRQ.2 | P1IRQ.1 | P1IRQ.0 |
| P2IRQ(E3H) | P2IRQ.7 | P2IRQ.6 | P2IRQ.5 | -       | P2IRQ.3 | P2IRQ.2 | -       | P2IRQ.0 |
| 读/写        | 读/写     | 读/写     | 读/写     | 读/写     | 读/写     | 读/写     | 读/写     | 读/写     |
| 复位值        | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |

| 位编号 | 位符号                        | 说明                                              |
|-----|----------------------------|-------------------------------------------------|
| 7-0 | PxIRQ.y<br>x=0-4,<br>y=0-7 | 端口中断标志位:<br>0: 端口未产生中断<br>1: 端口产生了中断<br>写 0 清 0 |

#### 5.1.70. P2PD

| E4H  | Bit7   | Bit6   | Bit5   | Bit4 | Bit3   | Bit2   | Bit1 | Bit0   |
|------|--------|--------|--------|------|--------|--------|------|--------|
| P2PD | P2_7PD | P2_6PD | P2_5PD | -    | P2_3PD | P2_2PD | -    | P2_0PD |
| 读/写  | 读/写    | 读/写    | 读/写    | 读    | 读/写    | 读/写    | 读    | 读/写    |
| 复位值  | 0      | 0      | 0      | 0    | 0      | 0      | 0    | 0      |

| 位编号 | 位符号    | 说明                            |
|-----|--------|-------------------------------|
| 7   | P2_7PD | 端口P2_7 下拉配置寄存器<br>0: 禁止 1: 使能 |
| 6   | P2_6PD | 端口P2_6 下拉配置寄存器<br>0: 禁止 1: 使能 |
| 5   | P2_5PD | 端口P2_5 下拉配置寄存器<br>0: 禁止 1: 使能 |
| 4   | -      | -                             |
| 3   | P2_3PD | 端口P2_3 下拉配置寄存器<br>0: 禁止 1: 使能 |
| 2   | P2_2PD | 端口P2_2 下拉配置寄存器<br>0: 禁止 1: 使能 |
| 1   | -      | -                             |
| 0   | P2_0PD | 端口P1_0 下拉配置寄存器<br>0: 禁止 1: 使能 |

#### 5.1.71. P1DR

| E5H  | Bit7 | Bit6 | Bit5   | Bit4   | Bit3   | Bit2   | Bit1   | Bit0   |
|------|------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| P1DR | -    | -    | P1_5DR | P1_4DR | P1_3DR | P1_2DR | P1_1DR | P1_0DR |
| 读/写  | 读    | 读    | 读/写    | 读/写    | 读/写    | 读/写    | 读/写    | 读/写    |
| 复位值  | 0    | 0    | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |

| 位编号 | 位符号    | 说明                                       |
|-----|--------|------------------------------------------|
| 7-6 | -      | -                                        |
| 5   | P1_5DR | 端口P1_5 驱动能力配置寄存器<br>0: 高驱动能力<br>1: 低驱动能力 |
| 4   | P1_4DR | 端口P1_4 驱动能力配置寄存器<br>0: 高驱动能力<br>1: 低驱动能力 |
| 3   | P1_3DR | 端口P1_3 驱动能力配置寄存器<br>0: 高驱动能力             |

|   |        |                                          |
|---|--------|------------------------------------------|
|   |        | 1: 低驱动能力                                 |
| 2 | P1_2DR | 端口P1_2 驱动能力配置寄存器<br>0: 高驱动能力<br>1: 低驱动能力 |
| 1 | P1_1DR | 端口P1_1 驱动能力配置寄存器<br>0: 高驱动能力<br>1: 低驱动能力 |
| 0 | P1_0DR | 端口P1_0 驱动能力配置寄存器<br>0: 高驱动能力<br>1: 低驱动能力 |

### 5.1.72. PRESET0

| E6H     | Bit7   | Bit6     | Bit5   | Bit4   | Bit3   | Bit2   | Bit1     | Bit0     |
|---------|--------|----------|--------|--------|--------|--------|----------|----------|
| PRESET0 | I2CREN | LPTIMREN | PWMREN | ADCREN | SPIREN | WDtren | UART1REN | UART0REN |
| 读/写     | 读/写    | 读/写      | 读/写    | 读/写    | 读/写    | 读/写    | 读/写      | 读/写      |
| 复位值     | 1      | 1        | 1      | 1      | 1      | 1      | 1        | 1        |

| 位编号 | 位符号      | 说明                             |
|-----|----------|--------------------------------|
| 7   | I2CREN   | 1: I2C 复位释放;<br>0: I2C 复位;     |
| 6   | LPTIMREN | 1: LPTIM 复位释放;<br>0: LPTIM 复位; |
| 5   | PWMREN   | 1: PWM 复位释放;<br>0: PWM 复位;     |
| 4   | ADCREN   | 1: ADC 复位释放;<br>0: ADC 复位;     |
| 3   | SPIREN   | 1: SPI 复位释放;<br>0: SPI 复位;     |
| 2   | WDtren   | 1: WDT 复位释放;<br>0: WDT 复位;     |
| 1   | UART1REN | 1: UART1 复位释放;<br>0: UART1 复位; |
| 0   | UART0REN | 1: UART0 复位释放;<br>0: UART0 复位; |

### 5.1.73. PRESET1

| E7H     | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4   | Bit3 | Bit2    | Bit1    | Bit0    |
|---------|------|------|------|--------|------|---------|---------|---------|
| PRESET1 | -    | -    | -    | TIMREN | -    | GIO2REN | GIO1REN | GIO0REN |
| 读/写     | 读    | 读    | 读    | 读/写    | 读/写  | 读/写     | 读/写     | 读/写     |
| 复位值     | 0    | 0    | 0    | 1      | 0    | 1       | 1       | 1       |

| 位编号 | 位符号     | 说明                             |
|-----|---------|--------------------------------|
| 7-5 | -       | -                              |
| 4   | TIMREN  | 1: TIMER 复位释放;<br>0: TIMER 复位; |
| 3   | -       | -                              |
| 2   | GIO2REN | 1: GPIO2 复位释放;                 |

|   |         |                                |
|---|---------|--------------------------------|
|   |         | 0: GPIO2 复位;                   |
| 1 | GIO1REN | 1: GPIO1 复位释放;<br>0: GPIO1 复位; |
| 0 | GIO0REN | 1: GPIO0 复位释放;<br>0: GPIO0 复位; |

#### 5.1.74. PxIEN

|            | Bit7    | Bit6    | Bit5    | Bit4    | Bit3    | Bit2    | Bit1    | Bit0    |
|------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| P0IEN(E9H) | -       | -       | -       | P0IEN.4 | P0IEN.3 | P0IEN.2 | P0IEN.1 | P0IEN.0 |
| P1IEN(EAH) | -       | -       | P1IEN.5 | P1IEN.4 | P1IEN.3 | P1IEN.2 | P1IEN.1 | P1IEN.0 |
| P2IEN(EBH) | P2IEN.7 | P2IEN.6 | P2IEN.5 | -       | P2IEN.3 | P2IEN.2 | -       | P2IEN.0 |
| 读/写        | 读/写     | 读/写     | 读/写     | 读/写     | 读/写     | 读/写     | 读/写     | 读/写     |
| 复位值        | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |

| 位编号 | 位符号                     | 说明                                       |
|-----|-------------------------|------------------------------------------|
| 7-0 | PxIEN.y<br>x=0-4, y=0-7 | 端口中断使能控制位:<br>0: 关闭端口中断功能<br>1: 使能端口中断功能 |

#### 5.1.75. P2OD

| ECH  | Bit7   | Bit6   | Bit5   | Bit4 | Bit3   | Bit2   | Bit1 | Bit0   |
|------|--------|--------|--------|------|--------|--------|------|--------|
| P2OD | P2_7OD | P2_6OD | P2_5OD | -    | P2_3OD | P2_2OD | -    | P2_0OD |
| 读/写  | 读/写    | 读/写    | 读/写    | 读    | 读/写    | 读/写    | 读    | 读/写    |
| 复位值  | 0      | 0      | 0      | 0    | 0      | 0      | 0    | 0      |

| 位编号 | 位符号    | 说明                              |
|-----|--------|---------------------------------|
| 7   | P2_7OD | 端口P2_7 开漏输出配置寄存器<br>0: 禁止 1: 使能 |
| 6   | P2_6OD | 端口P2_6 开漏输出配置寄存器<br>0: 禁止 1: 使能 |
| 5   | P2_5OD | 端口P2_5 开漏输出配置寄存器<br>0: 禁止 1: 使能 |
| 4   | -      | -                               |
| 3   | P2_3OD | 端口P2_3 开漏输出配置寄存器<br>0: 禁止 1: 使能 |
| 2   | P2_2OD | 端口P2_2 开漏输出配置寄存器<br>0: 禁止 1: 使能 |
| 1   | -      | -                               |
| 0   | P2_0OD | 端口P2_0 开漏输出配置寄存器<br>0: 禁止 1: 使能 |

#### 5.1.76. ADCCONT

| EDH | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|

| ADCCONT | ADCCOUNT |     |     |     |     |     |     |     |
|---------|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 读/写     | 读/写      | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值     | 0        | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   |

| 位编号 | 位符号      | 说明                                                                                                   |
|-----|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7-0 | ADCCOUNT | 通道切换间隔时间，该值的单位是ADC 时钟周期。<br>实际的通道切换时间 =<br>(adc_count + 16) * ADC 时钟周期时间<br>注意：该寄存器只能在启用 ADC 控制器之前配置 |

### 5.1.77. RCHDIV

| EEH    | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1   | Bit0 |
|--------|------|------|------|------|------|------|--------|------|
| RCHDIV | -    | -    | -    | -    | -    | -    | RCHDIV |      |
| 读/写    | 读    | 读    | 读    | 读    | 读    | 读    | 读/写    | 读/写  |
| 复位值    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1      | 0    |

| 位编号 | 位符号    | 说明                                                                  |
|-----|--------|---------------------------------------------------------------------|
| 7-2 | -      | -                                                                   |
| 1-0 | RCHDIV | RCH 分频设置：<br>00：不分频；（系统跑不到，不配置）<br>01：2 分频；<br>10：3 分频；<br>11：4 分频； |

### 5.1.78. B

在乘除指令中，会用到B 寄存器，在其他指令中，B 寄存器可作为通用暂存寄存器。

| F0H | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| B   | B    |      |      |      |      |      |      |      |
| 读/写 | 读    | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  |
| 复位值 | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|-----|----|
| 7-0 | B   |    |

### 5.1.79. PxPU

|           | Bit7   | Bit6   | Bit5   | Bit4   | Bit3   | Bit2   | Bit1   | Bit0   |
|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| P0PU(F1H) | -      | -      | -      | P0PU.4 | P0PU.3 | P0PU.2 | P0PU.1 | P0PU.0 |
| P1PU(F2H) | -      | -      | P1PU.5 | P1PU.4 | P1PU.3 | P1PU.2 | P1PU.1 | P1PU.0 |
| P2PU(F3H) | P2PU.7 | P2PU.6 | P2PU.5 | -      | P2PU.3 | P2PU.2 | -      | P2PU.0 |
| 读/写       | 读/写    | 读/写    | 读/写    | 读/写    | 读/写    | 读/写    | 读/写    | 读/写    |
| 复位值       | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      |

| 位编号 | 位符号                    | 说明                                                     |
|-----|------------------------|--------------------------------------------------------|
| 7-0 | PxPU.y<br>x=0-4, y=0-7 | 端口上拉使能控制位（上拉电阻参考值 60KΩ）：<br>0: 使能内部上拉电阻<br>1: 关闭内部上拉电阻 |

## 5.1.80. P2CS

| F4H  | Bit7   | Bit6   | Bit5   | Bit4 | Bit3   | Bit2   | Bit1 | Bit0   |
|------|--------|--------|--------|------|--------|--------|------|--------|
| P2CS | P2_7CS | P2_6CS | P2_5CS | -    | P2_3CS | P2_2CS | -    | P2_0CS |
| 读/写  | 读/写    | 读/写    | 读/写    | 读    | 读/写    | 读/写    | 读    | 读/写    |
| 复位值  | 1      | 1      | 1      | 0    | 1      | 1      | 0    | 1      |

| 位编号 | 位符号    | 说明                                                               |
|-----|--------|------------------------------------------------------------------|
| 7   | P2_7CS | 端口P2_7 输入类型配置寄存器<br>0: Schmitt input buffer 1: CMOS input buffer |
| 6   | P2_6CS | 端口P2_6 输入类型配置寄存器<br>0: Schmitt input buffer 1: CMOS input buffer |
| 5   | P2_5CS | 端口P2_5 输入类型配置寄存器<br>0: Schmitt input buffer 1: CMOS input buffer |
| 4   | -      | -                                                                |
| 3   | P2_3CS | 端口P2_3 输入类型配置寄存器<br>0: Schmitt input buffer 1: CMOS input buffer |
| 2   | P2_2CS | 端口P2_2 输入类型配置寄存器<br>0: Schmitt input buffer 1: CMOS input buffer |
| 1   | -      | -                                                                |
| 0   | P2_0CS | 端口P2_0 输入类型配置寄存器<br>0: Schmitt input buffer 1: CMOS input buffer |

## 5.1.81. ADCHL

| F5H   | Bit7 | Bit6       | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|-------|------|------------|------|------|------|------|------|------|
| ADCHL | -    | ADCHL[6:0] |      |      |      |      |      |      |
| 读/写   | 读/写  | 读/写        | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  |
| 复位值   | 0    | 0          | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |

| 位编号 | 位符号   | 说明                                                                                                                                           |
|-----|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7   | -     | -                                                                                                                                            |
| 6-0 | ADCHL | ADCH[6:0]通道设置配置位<br>ADCH[0]:<br>0: P1_4 配置为 GPIO 功能<br>1: P1_4 配置为ADC 输入<br>ADCH[1]:<br>0: P1_5 配置为 GPIO 功能<br>1: P1_5 配置为ADC 输入<br>ADCH[2]: |

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | 0: P2_0 配置为 GPIO 功能<br>1: P2_0 配置为ADC 输入<br>ADCH[3]:<br>0: P2_2 配置为 GPIO 功能<br>1: P2_2 配置为ADC 输入<br>ADCH[4]:<br>0: P2_3 配置为 GPIO 功能<br>1: P2_3 配置为ADC 输入<br>ADCH[5]:<br>0: P2_6 配置为 GPIO 功能<br>1: P2_6 配置为ADC 输入<br>ADCH[6]:<br>0: P2_7 配置为 GPIO 功能<br>1: P2_7 配置为ADC 输入 |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### 5.1.82. ADCCSTAT

| F6H      | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0  |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| ADCCSTAT | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | RXAVL |
| 读/写      | 读    | 读    | 读    | 读    | 读    | 读    | 读    | 读/写   |
| 复位值      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0     |

| 位编号 | 位符号   | 说明                                                                                                 |
|-----|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7-1 | -     | -                                                                                                  |
| 0   | RXAVL | 此信号表示 BUF 接收到数据。此信号便于 CPU 轮询操作。<br>当接收器BUF 非空时，此位为 1。<br>1: 接收器BUF 存有数据<br>0: 接收器BUF 为空<br>写 1 清 0 |

### 5.1.83. ADCSPW

| F7H    | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2  | Bit1 | Bit0 |
|--------|------|------|------|------|------|-------|------|------|
| ADCSPW | -    | -    | -    | -    | -    | SAMPW |      |      |
| 读/写    | 读    | 读    | 读    | 读    | 读    | 读/写   | 读/写  | 读/写  |
| 复位值    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1     | 0    | 0    |

| 位编号 | 位符号   | 说明                                                                                                                                                                                       |
|-----|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7-3 | -     | -                                                                                                                                                                                        |
| 2-0 | SAMPW | 采样时钟脉冲宽度配置。注意：在本芯片设计中，此寄存器应该设置大于或等于 3 的值。<br>3: SAMPCLK 宽为 4 个 ADC_CLK 脉冲信号<br>4: SAMPCLK 宽为 5 个 ADC_CLK 脉冲信号<br>5: SAMPCLK 宽为 6 个 ADC_CLK 脉冲信号<br>此寄存器的合法值范围为 3~5，超过此范围可能会引起 ADC 工作不正常。 |

## 5.1.84. CLKCON

| F8H    | Bit7 | Bit6   | Bit5   | Bit4  | Bit3    | Bit2    | Bit1   | Bit0     |
|--------|------|--------|--------|-------|---------|---------|--------|----------|
| CLKCON | -    | RC32KF | RC24MF | XCLKF | RC32KEN | RC24MEN | XCLKEN | HSCLKSEL |
| 读/写    | -    | 读      | 读      | 读     | 读/写     | 读/写     | 读/写    | 读/写      |
| 复位值    | -    | 1      | 1      | 0     | 1       | 1       | 0      | 0        |

| 位编号 | 位符号      | 说明                                                                                                                                    |
|-----|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7   | -        | -                                                                                                                                     |
| 6   | RC32KF   | RC32K 时钟源标志位:<br>0: RC32K 未正常启动<br>1: RC32K 已正常启动                                                                                     |
| 5   | RC24MF   | RC24M 时钟源标志位:<br>0: RC24M 未正常启动<br>1: RC24M 已正常启动                                                                                     |
| 4   | XCLKF    | XCLK 时钟源开关标志位:<br>0: 未检测到有效的外部输入时钟<br>1: 已检测到有效的外部输入时钟                                                                                |
| 3   | RC32KEN  | RC32K 时钟源开关控制位:<br>0: 关闭RC32K<br>1: 打开RC32K                                                                                           |
| 2   | RC24MEN  | RC24M 时钟源开关控制位:<br>0: 关闭内部RC24M 时钟源, 若当前系统时钟为RC24M, 写 0 无效<br>1: 打开内部RC24M 时钟源                                                        |
| 1   | XCLKEN   | XCLK 时钟源开关控制位:<br>0: 关闭 XCLK, P0.0, P0.1 为 GPIO 功能<br>如果当前系统时钟为XCLK, XCLKEN 写 0 不能关闭 XCLK<br>1: 打开 XCLK, P0.0, P0.1 作为晶振或外部Clock 输入功能 |
| 0   | HSCLKSEL | 系统时钟源头选择位, 即HSCLK 来自RCH24M 和 XCLK 的选择位:<br>0: 选择RC24M 作为系统时钟源<br>1: 选择 XCLK 作为系统时钟源                                                   |

## 5.1.85. PxOEN

|            | Bit7    | Bit6    | Bit5    | Bit4    | Bit3    | Bit2    | Bit1    | Bit0    |
|------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| P0OEN(F9H) | -       | -       | -       | P0OEN.4 | P0OEN.3 | P0OEN.2 | P0OEN.1 | P0OEN.0 |
| P1OEN(FAH) | -       | -       | P1OEN.5 | P1OEN.4 | P1OEN.3 | P1OEN.2 | P1OEN.1 | P1OEN.0 |
| P2OEN(FBH) | P2OEN.7 | P2OEN.6 | P2OEN.5 | -       | P2OEN.3 | P2OEN.2 | -       | P2OEN.0 |
| 读/写        | 读/写     | 读/写     | 读/写     | 读/写     | 读/写     | 读/写     | 读/写     | 读/写     |
| 复位值        | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       |

| 位编号 | 位符号                     | 说明                             |
|-----|-------------------------|--------------------------------|
| 7-0 | PxOEN.y<br>x=0-4, y=0-7 | 端口方向控制位:<br>0: 输出模式<br>1: 输入模式 |

### 5.1.86. P2DR

| FCH  | Bit7   | Bit6   | Bit5   | Bit4 | Bit3   | Bit2   | Bit1 | Bit0   |
|------|--------|--------|--------|------|--------|--------|------|--------|
| P2DR | P2_7DR | P2_6DR | P2_5DR | -    | P2_3DR | P2_2DR | -    | P2_0DR |
| 读/写  | 读/写    | 读/写    | 读/写    | 读    | 读/写    | 读/写    | 读    | 读/写    |
| 复位值  | 0      | 0      | 0      | 0    | 0      | 0      | 0    | 0      |

| 位编号 | 位符号    | 说明                                       |
|-----|--------|------------------------------------------|
| 7   | P2_7DR | 端口P2_7 驱动能力配置寄存器<br>0: 高驱动能力<br>1: 低驱动能力 |
| 6   | P2_6DR | 端口P2_6 驱动能力配置寄存器<br>0: 高驱动能力<br>1: 低驱动能力 |
| 5   | P2_5DR | 端口P2_5 驱动能力配置寄存器<br>0: 高驱动能力<br>1: 低驱动能力 |
| 4   | -      | -                                        |
| 3   | P2_3DR | 端口P2_3 驱动能力配置寄存器<br>0: 高驱动能力<br>1: 低驱动能力 |
| 2   | P2_2DR | 端口P2_2 驱动能力配置寄存器<br>0: 高驱动能力<br>1: 低驱动能力 |
| 1   | -      | -                                        |
| 0   | P2_0DR | 端口P2_0 驱动能力配置寄存器<br>0: 高驱动能力<br>1: 低驱动能力 |

### 5.1.87. ADCVREF

| FDH     | Bit7 | Bit6 | Bit5     | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0    |
|---------|------|------|----------|------|------|------|------|---------|
| ADCVREF | -    | -    | ADCSPEED |      | -    | -    | -    | VREFSEL |
| 读/写     | -    | -    | 读/写      | 读/写  | -    | -    | -    | 读/写     |
| 复位值     | -    | -    | 0        | 0    | -    | -    | -    | 0       |

| 位编号 | 位符号      | 说明                                                                                           |
|-----|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7-1 | -        | -                                                                                            |
| 5-4 | ADCSPEED | ADCSPEED 选择位, 保留为默认值 0                                                                       |
| 3-1 | -        | -                                                                                            |
| 0   | VREFSEL  | ADC 电压基准选择控制位:<br>0: VDDH 作为 ADC 电压基准源<br>1: 外接VREF 作为 ADC 电源基准源(当配置为 1 时, P2_5 端口将作为外部基准输入) |

### 5.1.88. ADCCDR0

| FEH     | Bit7    | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|---------|---------|------|------|------|------|------|------|------|
| ADCCDR0 | CLKDIV0 |      |      |      |      |      |      |      |
| 读/写     | 读/写     | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  |
| 复位值     | 1       | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |

| 位编号 | 位符号     | 说明                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7-0 | CLKDIV0 | <p>ADC 内部时钟分频倍数。</p> <p>ADC 时钟频率公式为</p> $f_{\text{adc\_clk}} = f_{\text{SYSCLK}} / \{\text{clkdiv1}, \text{clkdiv0}\}$ <p>其中, <math>f_{\text{adc\_clk}}</math> 是 ADC 内部时钟的频率, <math>f_{\text{SYSCLK}}</math> 是系统时钟频率, <math>\text{clkdiv}</math> 是分频倍数。</p> <p>注意: 请勿把 <math>\text{clkdiv}</math> 设为 0 或 1, 若把 <math>\text{clkdiv}</math> 设为 0 或 1, 也当作 2 分频。如需使用 1 分频, 建议使用外部时钟。</p> |

### 5.1.89. ADCCDR1

| FFH     | Bit7    | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|---------|---------|------|------|------|------|------|------|------|
| ADCCDR1 | CLKDIV1 |      |      |      |      |      |      |      |
| 读/写     | 读/写     | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  |
| 复位值     | 0       | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |

| 位编号 | 位符号     | 说明                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7-0 | CLKDIV1 | <p>ADC 内部时钟分频倍数。</p> <p>ADC 时钟频率公式为</p> $f_{\text{adc\_clk}} = f_{\text{SYSCLK}} / \{\text{clkdiv1}, \text{clkdiv0}\}$ <p>其中, <math>f_{\text{adc\_clk}}</math> 是 ADC 内部时钟的频率, <math>f_{\text{SYSCLK}}</math> 是系统时钟频率, <math>\text{clkdiv}</math> 是分频倍数。</p> <p>注意: 请勿把 <math>\text{clkdiv}</math> 设为 0 或 1, 若把 <math>\text{clkdiv}</math> 设为 0 或 1, 也当作 2 分频。如需使用 1 分频, 建议使用外部时钟。</p> |

### 5.1.90. LVD\_LV

| C004H  | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2     | Bit1 | Bit0    |
|--------|------|------|------|------|------|----------|------|---------|
| LVD_LV | -    | -    | -    | -    | -    | LVD_TSET |      | LVDLVEN |
| 读/写    | 读    | 读    | 读    | 读    | 读    | 读/写      | 读/写  | 读/写     |
| 复位值    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1        | 1    | 1       |

| 位编号 | 位符号      | 说明                                                                                                                                            |
|-----|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7-3 | -        | -                                                                                                                                             |
| 2-1 | LVD_TSET | <p>滤波时间设置位:</p> <p>11: 滤波时间为 1 个 RC32K 时钟;</p> <p>10: 滤波时间为 8 个 RC32K 时钟;</p> <p>01: 滤波时间为 16 个 RC32K 时钟;</p> <p>00: 滤波时间为 29 个 RC32K 时钟;</p> |
| 0   | LVDLVEN  | <p>LVD 滤波使能位</p> <p>1: 开启 RC32K 时钟滤波功能;</p>                                                                                                   |

|  |                    |
|--|--------------------|
|  | 0: 关闭RC32K 时钟滤波功能。 |
|--|--------------------|

## 5.2. 系统时钟

### 5.2.1. 主要特性

- ◆ 内建 24M RC 高频振荡器
- ◆ 内建 32K RC 低频振荡器
- ◆ 支持外部晶振输入（2M~24M）作为系统时钟
- ◆ 内建系统时钟分频器

### 5.2.2. 时钟定义

- ◆ RC24M:  
表示内部 24M RC 高频振荡器。
- ◆ RC32K:  
表示内部 32K RC 低频振荡器。
- ◆ XCLK:  
晶体谐振器时钟（2-24MHZ 晶体谐振器）或外部时钟输入。

### 5.2.3. 时钟结构图

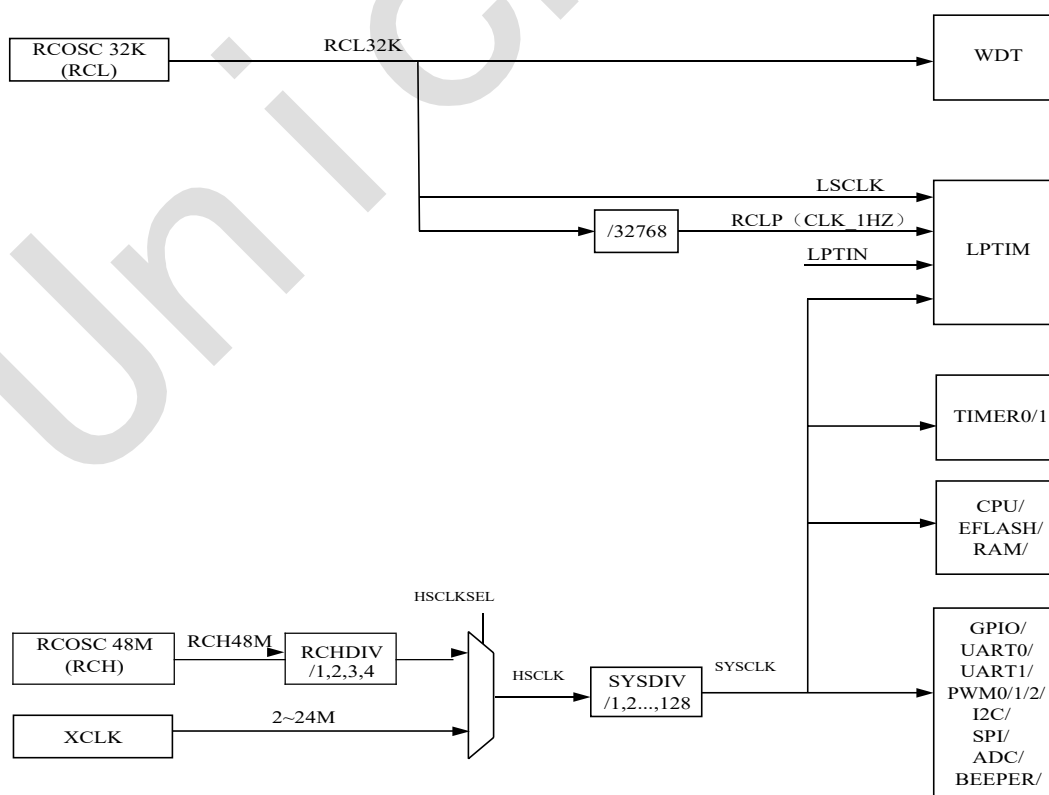


图 5-1 时钟结构图

## 5.3. 复位源

### 5.3.1. 主要特性

包含以下复位源：

- ◆ PIN RESET
- ◆ LVD 复位
- ◆ LVR 复位
- ◆ 看门狗复位（WDT）
- ◆ 上电复位（POR）

注意：LVD 复位不复位 LVDCON 寄存器；LVR 复位与 POR 复位同为全局复位，复位所有的数字逻辑；

### 5.3.2. 看门狗复位

看门狗定时器是一个递减计数器，看门狗定时器使用内部 RC32K 为时钟源，如果要使能看门狗，必须先确保RC32K 已打开。在掉电模式下，看门狗会在定时器溢出时，复位芯片。

读或者写RSTSTAT 寄存器均自动清除看门狗计数。

### 5.3.3. LVD 与 LVR 复位

LVD 为低电压检测单元，可以由软件配置，在外部供电电压低到检测阈值以下时，会产生一个复位。LVD 复位可以复位CPU 和除EFC 外的其它外设，不复位 EFC。

LVR 为下电复位单元，其作用域和 POR 相同，为全局复位。当外部供电电压小于 LVR 设置的阈值电压时，LVR 产生复位，复位整个芯片。

### 5.3.4. 外部复位

外部复位作用域和POR 相同，为全局复位。当 RESETN IO 为 0，且 RESETN 作为外部复位功能使用时，外部复位有效，复位整个芯片。

### 5.3.5. 寄存器

复位相关寄存器参见 SFR 部分的 RSTSTAT、LVDCON、POREN 等部分

## 5.4. 低功耗模式

### 5.4.1. 主要特性

- ◆ 支持睡眠模式（Sleep）、深度睡眠模式(DeepSleep)、停止模式(Stop)三种省电模式
- ◆ 中断和复位可以退出三种省电模式

### 5.4.2. 低功耗模式

芯片除正常工作模式外，为了降低芯片的电流消耗，提供三种低功耗模式：休眠（Sleep）模式、深度休眠（Deepsleep）模式和停止（Stop）模式。

在休眠模式下，CPU 停止工作，保留中断处理功能。其它外设等模块时钟和复位可由软件设置。休眠模式由软件向特定的 SFR（PCON -> IDLE）写 1 进入，唤醒由中断触发。

深度休眠模式是休眠模式的升级，在此模式下，CPU 停止运行，高速时钟停止运行，低功耗功能模块（LPTIMER、TIMER0/1、WDT）可以运行。深度休眠模式由软件向特定的 SFR（PCON -> STOP）写 1 进入，唤醒由中断触发。

停止模式下，高速时钟和低速时钟均停止运行，系统无任何运行的时钟，一切外围模块均停止运行。上电复位信号有效，IO 状态保持，IO 中断有效，所有寄存器，RAM 和 CPU 数据保存状态时的功耗；停止模式要先设置 SFR 中 PDSEL 寄存器为 1，然后向 PCON -> STOP 写 1 进入，唤醒只能由外部引脚的电平来唤醒。

### 5.4.3. 低功耗模式表

| 模式    | 模式描述                  | 进入条件                                                         | 退出条件                                                            |
|-------|-----------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Sleep | CPU 大部分休眠；软件可关闭各模块时钟。 | 1. 根据需要，关闭各外设模块时钟，仅留下需要监测中断事件的模块；<br><br>2. PCON -> IDLE 写 1 | 1. CPU 检测到中断或事件发生；<br><br>2. 进入中断服务程序清中断并返回；<br><br>3. 继续执行后续指令 |

|           |                           |                                                                                                                                           |                                                                                                                                                      |
|-----------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Deepsleep | CPU 大部分休眠；高速时钟源关闭，低速时钟源运行 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 根据需要，关闭各外设模块时钟，仅留下需要监测中断事件的模块；</li> <li>2. PCON -&gt; STOP 写 1；</li> </ol>                      | <ol style="list-style-type: none"> <li>1 CPU 检测到中断或事件发生；</li> <li>2 进入中断服务程序清中断并返回；</li> <li>3 继续执行后续指令</li> </ol>                                   |
| Stop      | 关闭系统所有时钟                  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 根据需要，设置 IO 唤醒的条件；</li> <li>2. 设置 SFR 中 PDSEL 寄存器为 1</li> <li>3. PCON -&gt; STOP 写 1；</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 外部 IO 唤醒事件到来；</li> <li>2. CPU 检测到 IO 唤醒事件中断发生；</li> <li>3. 进入中断服务程序清中断并返回；</li> <li>3. 继续执行后续指令</li> </ol> |

## 6. EFC

### 6.1. 概述

芯片上集成了 32K Bytes 的 EFLASH 存储器，用于保存芯片所有的关键脱机信息和数据。EFC 为 EFLASH 控制器，在CPU 的配置下，完成EFLASH 读、写、擦除等操作。

### 6.2. 主要特性

- ◆ 支持EFLASH 的读写（8bit）、sector 擦除等操作流程；
- ◆ 读等待时间可以配置；
- ◆ 主区有 64 个 sector，每个 512 字节；
- ◆ NVR 区有 2 个 sector，每个 512 字节；
- ◆ 支持对 NVR 区域擦/写保护功能；
- ◆ 支持擦写保护功能；
- ◆ 支持自动锁总线功能；

### 6.3. EFLASH 读效率

当 RD\_WAIT 值设置为 0 时，CPU 取指时无效率损失，读 EFLASH 与读取 ROM 在控制器端时序相同。RD\_WAIT 设置为 1 时，EFC 总线在每个读操作时会被拉低 1 个周期...

### 6.4. 软件流程

#### 6.4.1. Read 操作

EFLASH 上电稳定后可以执行读操作。读操作注意配置读等待时间 RD\_WAIT。

#### 6.4.2. Write 操作

- 使能 OPSET.PAGEWSET 写模式
- 往 OADR 写入 EFlash 地址
- 往 ODATA 写入数据
- 配置 OCTRL.PUMP\_SEL 电压
- 使能 OCTRL.PUMP\_EN
- 等待 PUMP\_OK 置 1

- 使能 VPPO\_EN 启动编程
- 等待 VPPO\_EN 清 0 编程完成
- 关闭 PUMP\_EN
- 关闭 OPSET.PAGEWSET 写模式

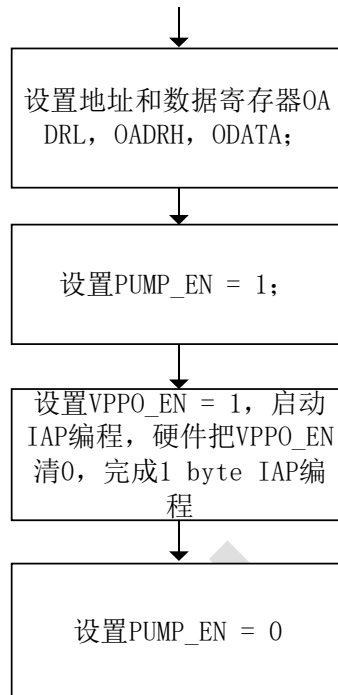


图 6-1 写操作流程

#### 6.4.3. Erase 操作

- 关闭 OPSET.PAGEWSET 写模式
- 使能 OPSET.PAGESERSET page 擦除模式
- 往 OADR 写入 page 地址
- 配置 OCTRL.PUMP\_SEL 电压
- 使能 OCTRL.PUMP\_EN
- 等待 PUMP\_OK 置 1
- 使能 VPPO\_EN 启动编程
- 等待 VPPO\_EN 清 0 编程完成
- 关闭 PUMP\_EN
- 关闭 OPSET.PAGESERSET page 擦除模式

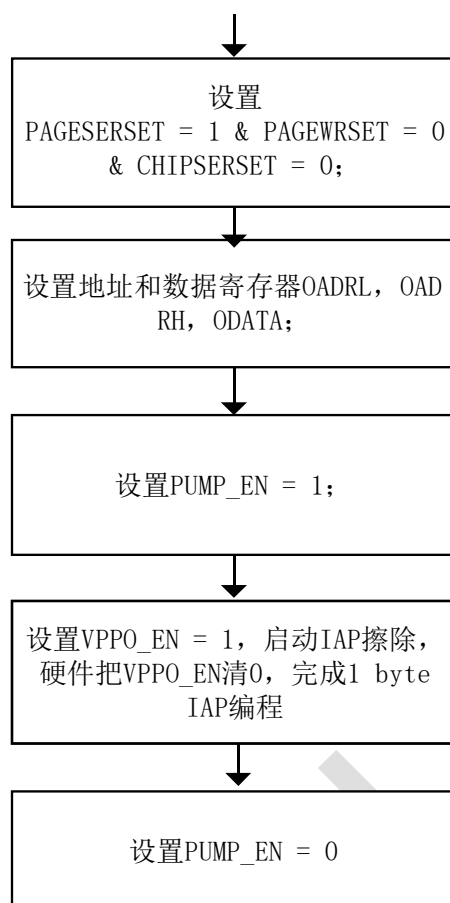


图 6-2 擦除操作流程

## 7. PWM (脉宽调制模块)

### 7.1. 特性

- ◆ 三路 16 位精度 PWM 模块
- ◆ 提供每个PWM 周期溢出中断
- ◆ 输出极性选择

### 7.2. 功能描述

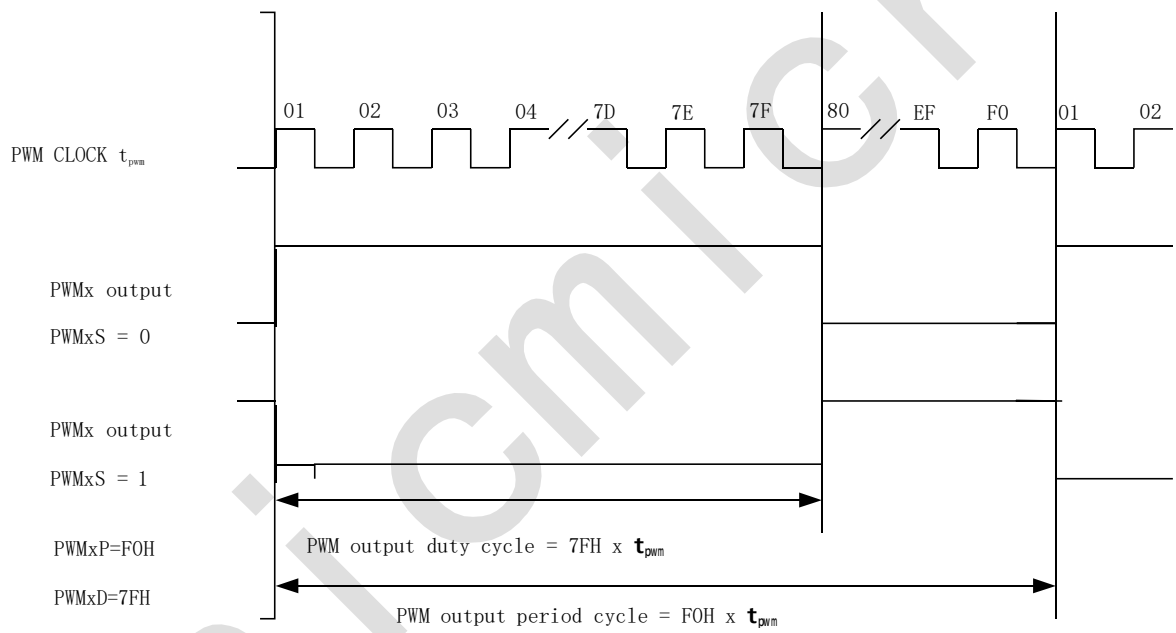


图 7-1 PWM 输出范例

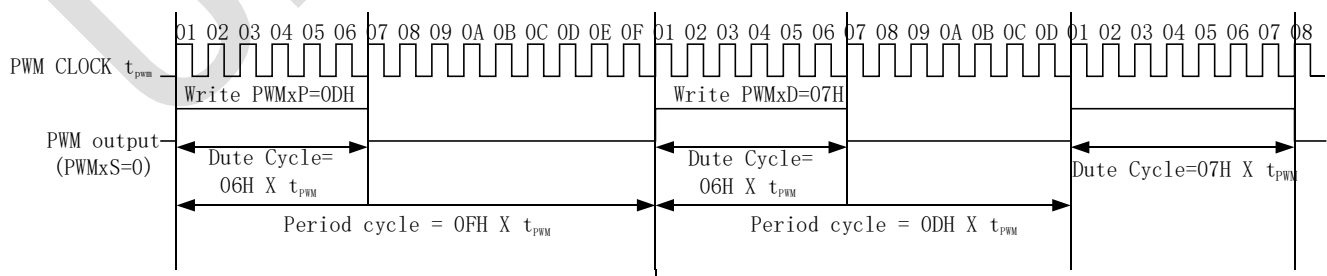


图 7-2 PWM 输出周期或占空比改变范例

## 7.3. PWM 输出时序

输出时序 (PWMxSS=1)

| PWMxS | 条件                         | PWMx 端口输出状态                                       |
|-------|----------------------------|---------------------------------------------------|
| 0     | $PWMxP > PWMxD$            | 输出方波, 先输出PWMxD 个时钟周期高电平, 然后输出PWMxP-PWMxD 个时钟周期低电平 |
|       | $PWMxP \leq PWMxD$         | 高电平                                               |
|       | $PWMxD = 0, PWMxP = 0;$    | 高电平                                               |
|       | $PWMxD = 0, PWMxP \neq 0;$ | 低电平                                               |
| 1     | $PWMxP > PWMxD$            | 输出方波, 先输出PWMxD 个时钟周期低电平, 然后输出PWMxP-PWMxD 个时钟周期高电平 |
|       | $PWMxP \leq PWMxD$         | 低电平                                               |
|       | $PWMxD = 0, PWMxP = 0;$    | 低电平                                               |
|       | $PWMxD = 0, PWMxP \neq 0;$ | 高电平                                               |

注意:

1. PWMxEN 位控制 PWMx 模块开关。
2. PWMxSS (x = 0-2) 位能选择端口是作为 I/O 端口还是 PWM 输出端口, PWMxSS = 1, 但 PWMxEN=0, 则相应端口处于输入状态。
3. IEN0 寄存器中的 EPWM 位和 PWMxCON 寄存器中的 PWMxIE 位会共同控制 PWMx 中断。
4. 3 路 PWM 模块共用中断向量。
5. 当 PWMENx=1, PWMxSS=0 时, PWMx 模块输出关闭, 此时 PWM 模块可用作 16 位定时器, 如果 PWM 中断被使能且 PWMxIE=1, 每个 PWM 周期会同样触发中断。

## 7.4. 使用流程

PWM 使用流程:

- 设置寄存器 PWMxCON. PWMxSS, PWMx 引脚输出允许。
- 设置寄存器 PWMxCON. PWMxS, 选择 PWMx 输出模式。
- 设置寄存器 PWMxDL/H, 配置占空比。
- 设置寄存器 PWMxPL/H, 配置重装载值。
- 设置寄存器 PWMxCON. PWMxEN, 使能 PWMx 模块。
- 若需产生中断, 则需设置寄存器 PWMxCON. PWMxIE, 并设置寄存器 IEN0.EA 和 IEN0.EPWM。

## 8. GPIO(I/O 端口)

### 8.1. 主要特性

- ◆ 最多支持 17 个可编程双向 I/O 端口
  - ◆ 全部 IO 支持中断功能，双沿触发
  - ◆ 内建上拉电阻
  - ◆ I/O 口可与其他功能共用
- 最多支持 17 个可编程双向 I/O 端口。

### 8.2. 端口复用

部分端口可复用做其他功能，当第二功能开始时，GPIO 配置为输出状态时依然可读写寄存器，配置为输入状态时，读无效。

**P0 口复用**

| 端口   | 优先级 | 功能      | 使能方式                          |
|------|-----|---------|-------------------------------|
| P0.0 | 1   | XIN     | XCLKEN = 1 (CLKCON bit1)      |
|      | 2   | P0.0    | 不存在上述情况                       |
| P0.1 | 1   | XOUT    | XCLKEN = 1 (CLKCON bit1)      |
|      | 2   | P0.1    | 不存在上述情况                       |
| P0.2 | 1   | NRST    | ESTCR[3]=1, P0.2 作为外部复位RESETn |
|      | 2   | P0.2    | 不存在上述情况                       |
| P0.3 | 1   | SPI_CSN | SPI_EN=1, P0.3 作为 SPI_CSN     |
|      | 2   | LPOUT   | LPOUT_IO_IEN = 1              |
|      | 3   | P0.3    | 不存在上述情况                       |
| P0.4 | 1   | I2C_SDA | I2C_EN = 1                    |
|      | 2   | P0.4    | 不存在上述情况                       |

**P1 口复用**

| 端口   | 优先级 | 功能        | 使能方式                 |
|------|-----|-----------|----------------------|
| P1.0 | 1   | PWM0      | PWM0SS = 1           |
|      | 2   | I2C_SCL   | I2C_EN = 1           |
|      | 3   | LPTIM     | LPTIN_IO_IEN = 1     |
|      | 4   | P1.0      | 不存在上述情况              |
| P1.1 | 1   | PWM1      | PWM1SS = 1           |
|      | 2   | LPTIM_EXT | EXTRIGGER_IO_IEN = 1 |
|      | 3   | P1.1      | 不存在上述情况              |
| P1.2 | 1   | PWM2      | PWM2SS = 1           |
|      | 2   | P1.2      | 不存在上述情况              |

|      |   |          |                            |
|------|---|----------|----------------------------|
| P1.3 | 1 | SPI_SCK  | SPI_EN=1, P1.3 作为 SPI_SCK  |
|      | 2 | P1.3     | 不存在上述情况                    |
| P1.4 | 1 | AIN0     | ADCHH[0]=1, 选择外部电压基准       |
|      | 2 | RX1      | UART1_EN = 1, P1.4 作为 RX1  |
|      | 3 | SPI_MOSI | SPI_EN=1, P1.4 作为 SPI_MOSI |
|      | 4 | P1.4     | 不存在上述情况                    |
| P1.5 | 1 | TX1      | UART1_EN = 1, P1.5 作为 TX1  |
|      | 2 | AIN1     | ADCHH[1]=1, P1.5 作为 AIN1   |
|      | 3 | SPI_MISO | SPI_EN=1, P1.4 作为 SPI_MISO |
|      | 4 | P1.5     | 不存在上述情况                    |

### P2 口复用

| 端口   | 优先级 | 功能   | 使能方式                       |
|------|-----|------|----------------------------|
| P2.0 | 1   | AIN2 | ADCHH[2]=1, P2_0 作为 AIN2   |
|      | 2   | P2.0 | 不存在上述情况                    |
| P2.2 | 1   | AIN3 | ADCHH[3]=1, P2_2 作为 AIN3   |
|      | 2   | P2.2 | 不存在上述情况                    |
| P2.3 | 1   | AIN4 | ADCHH[4]=1, P2_3 作为 AIN4   |
|      | 2   | P2.3 | 不存在上述情况                    |
| P2.5 | 1   | VREF | ADCVREF[0]=1, P2_5 作为 VREF |
|      | 2   | BEEP | BEEPEN =1, P2.5 作为 BEEP 输出 |
|      | 3   | P2.5 | 不存在上述情况                    |
| P2.6 | 1   | AIN5 | ADCHH[5]=1, P2.6 作为 AIN5   |
|      | 2   | TX0  | UART0_EN = 1, P2.6 作为 TX0  |
|      | 3   | P2.6 | 不存在上述情况                    |
| P2.7 | 1   | AIN6 | ACHH[6]=1, P2.7 作为 AIN6    |
|      | 2   | RX0  | UART0_EN = 1, P2.7 作为 RX0  |
|      | 3   | P2.7 | 不存在上述情况                    |

## 8.3. 端口中断

全部端口都支持中断功能，如果使能中断，上升沿或者下降沿均会触发中断，全部端口中断共用 INTO 中断入口。

PxIEN 寄存器控制所有 IO 口中断使能的打开与关闭，如果某一端口的中断功能被打开，那么当 MCU 检测到引脚上出现上升沿或者下降沿则产生外部中断，并且置相应的 PxIRQ 标志位为 1。用户程序可以在外部中断 0 的服务程序内查询是哪个引脚产生了中断标志位。

如果端口中断被使能，那么当 MCU 进入掉电模式时，端口电平的变化，可以中断唤醒 MCU。

## 8.4. IO\_IE

IO\_IE 控制 IO 的输入方向。

### 8.4.1. P0\_IE

| C000H | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4    | Bit3    | Bit2    | Bit1    | Bit0    |
|-------|------|------|------|---------|---------|---------|---------|---------|
| P0_IE | -    | -    | -    | P0_4_IE | P0_3_IE | P0_2_IE | P0_1_IE | P0_0_IE |
| 读/写   | 读    | 读    | 读    | 读/写     | 读/写     | 读/写     | 读/写     | 读/写     |
| 复位值   | 0    | 0    | 0    | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       |

| 位编号 | 位符号     | 说明                                            |
|-----|---------|-----------------------------------------------|
| 7-5 | -       | -                                             |
| 4   | P0_4_IE | P0_4 IO 输入控制位<br>0: P0_4 禁止输入<br>1: P0_4 开启输入 |
| 3   | P0_3_IE | P0_3 IO 输入控制位<br>0: P0_3 禁止输入<br>1: P0_3 开启输入 |
| 2   | P0_2_IE | P0_2 IO 输入控制位<br>0: P0_2 禁止输入<br>1: P0_2 开启输入 |
| 1   | P0_1_IE | P0_1 IO 输入控制位<br>0: P0_1 禁止输入<br>1: P0_1 开启输入 |
| 0   | P0_0_IE | P0_0 IO 输入控制位<br>0: P0_0 禁止输入<br>1: P0_0 开启输入 |

### 8.4.2. P1\_IE

| C001H | Bit7 | Bit6 | Bit5    | Bit4    | Bit3    | Bit2    | Bit1    | Bit0    |
|-------|------|------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| P1_IE | -    | -    | P1_5_IE | P1_4_IE | P1_3_IE | P1_2_IE | P1_1_IE | P1_0_IE |
| 读/写   | 读    | 读    | 读/写     | 读/写     | 读/写     | 读/写     | 读/写     | 读/写     |
| 复位值   | 0    | 0    | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       |

| 位编号 | 位符号     | 说明                                            |
|-----|---------|-----------------------------------------------|
| 7-6 | -       | -                                             |
| 5   | P1_5_IE | P1_5 IO 输入控制位<br>0: P1_5 禁止输入<br>1: P1_5 开启输入 |
| 4   | P1_4_IE | P1_4 IO 输入控制位<br>0: P1_4 禁止输入<br>1: P1_4 开启输入 |
| 3   | P1_3_IE | P1_3 IO 输入控制位<br>0: P1_3 禁止输入                 |

|   |         |                                               |
|---|---------|-----------------------------------------------|
|   |         | 1: P1_3 开启输入                                  |
| 2 | P1_2_IE | P1_2 IO 输入控制位<br>0: P1_2 禁止输入<br>1: P1_2 开启输入 |
| 1 | P1_1_IE | P1_1 IO 输入控制位<br>0: P1_1 禁止输入<br>1: P1_1 开启输入 |
| 0 | P1_0_IE | P1_0 IO 输入控制位<br>0: P1_0 禁止输入<br>1: P1_0 开启输入 |

#### 8.4.3. P2\_IE

| C002H | Bit7    | Bit6    | Bit5    | Bit4 | Bit3    | Bit2    | Bit1 | Bit0    |
|-------|---------|---------|---------|------|---------|---------|------|---------|
| P2_IE | P2_7_IE | P2_6_IE | P2_5_IE | -    | P2_3_IE | P2_2_IE | -    | P2_0_IE |
| 读/写   | 读/写     | 读/写     | 读/写     | 读    | 读/写     | 读/写     | 读    | 读/写     |
| 复位值   | 1       | 1       | 1       | 0    | 1       | 1       | 0    | 1       |

| 位编号 | 位符号     | 说明                                            |
|-----|---------|-----------------------------------------------|
| 7   | P2_7_IE | P2_7 IO 输入控制位<br>0: P2_7 禁止输入<br>1: P2_7 开启输入 |
| 6   | P2_6_IE | P2_6 IO 输入控制位<br>0: P2_6 禁止输入<br>1: P2_6 开启输入 |
| 5   | P2_5_IE | P2_5 IO 输入控制位<br>0: P2_5 禁止输入<br>1: P2_5 开启输入 |
| 4   | -       | -                                             |
| 3   | P2_3_IE | P2_3 IO 输入控制位<br>0: P2_3 禁止输入<br>1: P2_3 开启输入 |
| 2   | P2_2_IE | P2_2 IO 输入控制位<br>0: P2_2 禁止输入<br>1: P2_2 开启输入 |
| 1   | -       | -                                             |
| 0   | P2_0_IE | P2_0 IO 输入控制位<br>0: P2_0 禁止输入<br>1: P2_0 开启输入 |

## 8.5. IO\_SR

IO\_SR 控制 IO 的输入输出速度。

## 8.5.1. P0\_SR

| C005H | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4    | Bit3    | Bit2    | Bit1    | Bit0    |
|-------|------|------|------|---------|---------|---------|---------|---------|
| P0_SR | -    | -    | -    | P0_4_SR | P0_3_SR | P0_2_SR | P0_1_SR | P0_0_SR |
| 读/写   | 读    | 读    | 读    | 读/写     | 读/写     | 读/写     | 读/写     | 读/写     |
| 复位值   | 0    | 0    | 0    | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       |

| 位编号 | 位符号     | 说明                                        |
|-----|---------|-------------------------------------------|
| 7-5 | -       | -                                         |
| 4   | P0_4_SR | P0_4 IO 速度控制位<br>0: P0_4 快速<br>1: P0_4 慢速 |
| 3   | P0_3_SR | P0_3 IO 速度控制位<br>0: P0_3 快速<br>1: P0_3 慢速 |
| 2   | P0_2_SR | P0_2 IO 速度控制位<br>0: P0_2 快速<br>1: P0_2 慢速 |
| 1   | P0_1_SR | P0_1 IO 速度控制位<br>0: P0_1 快速<br>1: P0_1 慢速 |
| 0   | P0_0_SR | P0_0 IO 速度控制位<br>0: P0_0 快速<br>1: P0_0 慢速 |

## 8.5.2. P1\_SR

| C006H | Bit7 | Bit6 | Bit5    | Bit4    | Bit3    | Bit2    | Bit1    | Bit0    |
|-------|------|------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| P1_SR | -    | -    | P1_5_SR | P1_4_SR | P1_3_SR | P1_2_SR | P1_1_SR | P1_0_SR |
| 读/写   | 读    | 读    | 读/写     | 读/写     | 读/写     | 读/写     | 读/写     | 读/写     |
| 复位值   | 0    | 0    | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       |

| 位编号 | 位符号     | 说明                                        |
|-----|---------|-------------------------------------------|
| 7-6 | -       | -                                         |
| 5   | P1_5_SR | P1_5 IO 速度控制位<br>0: P1_5 快速<br>1: P1_5 慢速 |
| 4   | P1_4_SR | P1_4 IO 速度控制位<br>0: P1_4 快速<br>1: P1_4 慢速 |
| 3   | P1_3_SR | P1_3 IO 速度控制位<br>0: P1_3 快速<br>1: P1_3 慢速 |
| 2   | P1_2_SR | P1_2 IO 速度控制位<br>0: P1_2 快速<br>1: P1_2 慢速 |
| 1   | P1_1_SR | P1_1 IO 速度控制位                             |

|   |         |                                           |
|---|---------|-------------------------------------------|
|   |         | 0: P1_1 快速<br>1: P1_1 慢速                  |
| 0 | P1_0_SR | P1_0 IO 速度控制位<br>0: P1_0 快速<br>1: P1_0 慢速 |

### 8.5.3. P2\_SR

| C007H | Bit7    | Bit6    | Bit5    | Bit4 | Bit3    | Bit2    | Bit1 | Bit0    |
|-------|---------|---------|---------|------|---------|---------|------|---------|
| P2_SR | P2_7_SR | P2_6_SR | P2_5_SR | -    | P2_3_SR | P2_2_SR | -    | P2_0_SR |
| 读/写   | 读/写     | 读/写     | 读/写     | 读    | 读/写     | 读/写     | 读    | 读/写     |
| 复位值   | 1       | 1       | 1       | 0    | 1       | 1       | 0    | 1       |

| 位编号 | 位符号     | 说明                                        |
|-----|---------|-------------------------------------------|
| 7   | P2_7_SR | P2_7 IO 速度控制位<br>0: P2_7 快速<br>1: P2_7 慢速 |
| 6   | P2_6_SR | P2_6 IO 速度控制位<br>0: P2_6 快速<br>1: P2_6 慢速 |
| 5   | P2_5_SR | P2_5 IO 速度控制位<br>0: P2_5 快速<br>1: P2_5 慢速 |
| 4   | -       | -                                         |
| 3   | P2_3_SR | P2_3 IO 速度控制位<br>0: P2_3 快速<br>1: P2_3 慢速 |
| 2   | P2_2_SR | P2_2 IO 速度控制位<br>0: P2_2 快速<br>1: P2_2 慢速 |
| 1   | -       | -                                         |
| 0   | P2_0_SR | P2_0 IO 速度控制位<br>0: P2_0 快速<br>1: P2_0 慢速 |

## 8.6. 使用流程

GPIO 使用流程:

### 8.6.1. IO 输出

- 配置系统配置寄存器（PCLK1）的 GPIO 模块时钟
- 配置系统配置寄存器(PRESET1)的 GPIO 模块复位使能
- 配置 Px0EN 寄存器，对相应的Bit 位写入 1，配置对应的 IO 为输出模式。
- 配置 Px 寄存器，配置相应的 Bit 位，设置对应的 IO 为输出高/低电平。

### 8.6.2. IO 输入

- 配置系统配置寄存器（PCLK1）的 GPIO 模块时钟
- 配置系统配置寄存器(PRESET1)的 GPIO 模块复位使能
- 配置Px0EN 寄存器，对相应的Bit 位写入 0，配置对应的 IO 为输入模式。
- 配置PxPU 寄存器，对相应的Bit 位写入 0，使能对应的 IO 口内部上拉电阻。
- 读取 Px 寄存器，获取相应的 Bit 位，即对应的 IO 的电平状态。

### 8.6.3. 中断触发模式

- 配置系统配置寄存器（PCLK1）的 GPIO 模块时钟
- 配置系统配置寄存器(PRESET1)的 GPIO 模块复位使能
- 配置Px0EN 寄存器，对相应的Bit 位写入 0，配置对应的 IO 为输入模式。
- 配置PxPU 寄存器，对相应的Bit 位写入 0，使能对应的 IO 内部上拉电阻。
- 配置PxIEN 寄存器，对相应的Bit 位写入 1，使能对应的 IO 端口中断功能。

## 9. TIMER0/1(定时器)

### 9.1. 主要特性

- ◆ 2 个 16 位自动重载定时器Timer0/1
- ◆ 可选系统时钟和内部低频时钟作为计数源
- ◆ 可工作在低功耗模式（Sleep、DeepSleep）

### 9.2. 定时器 0/1 工作方式

定时器 0, 1 的方式完全相同。下面以定时器 0 为例来说明定时器 0, 1 的工作方式，定时器 0 是 16 位自动重载定时器，可以设置预分频比。定时器 0 有内置 16 位计数/定时寄存器(TH0, TL0)。当 TH0 和 TL0 被写入时，用作定时器重载寄存器，当被读时，用作计数寄存器，对 TR0 置位可启动定时器。当定时器计至 0xFFFF 时，产生溢出并置位 TF0。同时会触发定时器 0 中断（仅当定时器 0 中断打开时）并重新装载初始值。

当定时器 0, 1 的时钟源选择 RC32K 时，定时器 0, 1 可以工作在低功耗模式，如果使能中断，可以唤醒 MCU。

TH0 和 TL0 读写操作遵循以下顺序：

写操作：先低位后高位

读操作：先高位后低位

### 9.3. 使用流程

- 配置 TCON 寄存器 T0CLKS 位，选择定时器 0 的计数时钟
- 配置 TOMD 寄存器 T0PS 位，设置定时器 0 预分频比
- 配置 TL0 和 TH0 寄存器，设置定时时间
- 使能 EA 总中断
- 使能 TIMER0 中断 ET0
- 配置 TCON 寄存器 TR0 位，使能定时器 0

## 10. BEEPER ( 蜂鸣器 )

### 10.1. 特性

内建蜂鸣器信号发生器，可硬件自动输出 1、2、4kHz 方波。

### 10.2. 使用流程

BEEPER 使用流程：

- 设置寄存器BEEPCTR.BEEPEN，打开BEEP 模块，P2.5 作为 BEEP 输出
- 设置寄存器BEEPCTR.BEEPCOLSET，选择BEEP 输出极性。
- 设置寄存器BEEPCTR.BEEPSEL，选择BEEP 输出频率。

# 11. UART0/1 (增强型串口)

## 11.1. 特性

- ◆ UART0/1 均自带波特率发生器
- ◆ UART0 有四种工作模式
- ◆ UART1 有两种工作模式

两个串行口分别由一个移位寄存器，一个串行控制寄存器，一个波特率发生器以及两个独立的数据缓冲器（分别用于发送和接收数据）组成。两个数据缓冲器统称为 S0BUF(S1BUF)，其共用地址 99H(9CH)。向 S0BUF 或 S1BUF 写数据启动串口数据发送，读S0BUF 或 S1BUF 返回缓冲器已经接收到的数据。

串行口在接收数据时，数据先进入移位寄存器，完成一帧的接收后将数据移入 S0BUF（S1BUF），并立即接收下一帧数据，主机应保证该帧数据接收完成之前将 S0BUF（S1BUF）缓冲器中数据取走，否则将导致前一帧数据被该帧数据覆盖而导致数据丢失。

## 11.2. UART0 工作模式

UART 有 4 种工作方式。进行通信之前用户须初始化相关寄存器，选择合适的工作方式和波特率。用户可以通过设置SM0/SM1 来选择不同的工作方式。

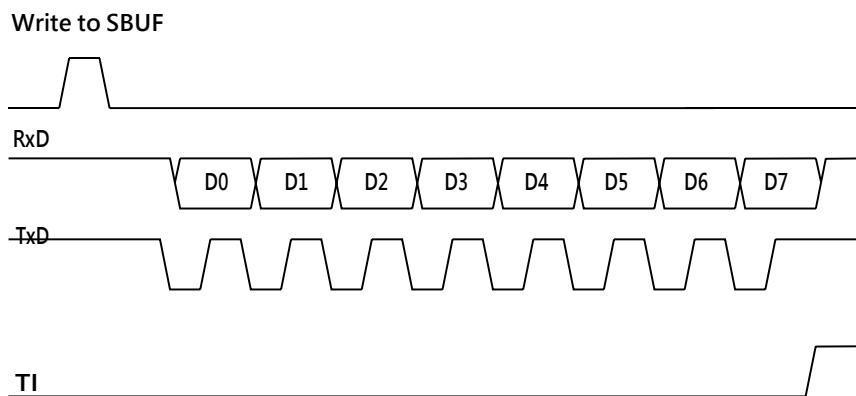
UART0 工作方式列表

| SM0 | SM1 | Mode | 描述             | Baud Rate  |
|-----|-----|------|----------------|------------|
| 0   | 0   | 0    | Shift register | SYSCLK /12 |
| 0   | 1   | 1    | 8-bit UART     | 可配置        |
| 1   | 0   | 2    | 9-bit UART     | SYSCLK/16  |
| 1   | 1   | 3    | 9-bit UART     | 可配置        |

方式 0：同步，半双工通讯

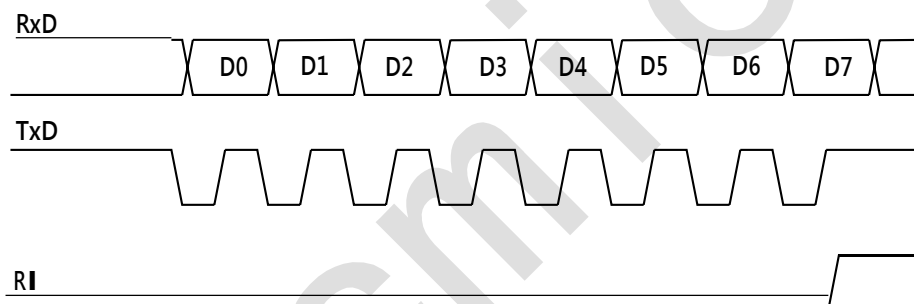
方式 0 支持与外部设备的同步通信。在 RX 引脚上收发串行数据，TX 引脚发送移位时钟。在这个方式中，每帧收发 8 位，低位先接收或发送。

任何将 SBUF 作为目标寄存器的写操作都会启动发送，下一个系统时钟 TX 控制块开始发送。数据转换发生在移位时钟下降沿，移位寄存器内容逐次从左往右移位，空位置 0。发送完成后，TX 控制模块停止发送操作，然后在下一个系统时钟的上升沿将 TI 置位。



## Transmit Timing of Mode 0

REN 置 1 和 RI 清 0 初始化接收。在移位时钟的上升沿锁存数据，接收转换寄存器的内容逐次向左移位。当所有的 8 位数据都移到移位寄存器后，RX 控制块停止接收，下一个系统时钟上升沿 RI 置位，直到软件清零才允许下一次接收。

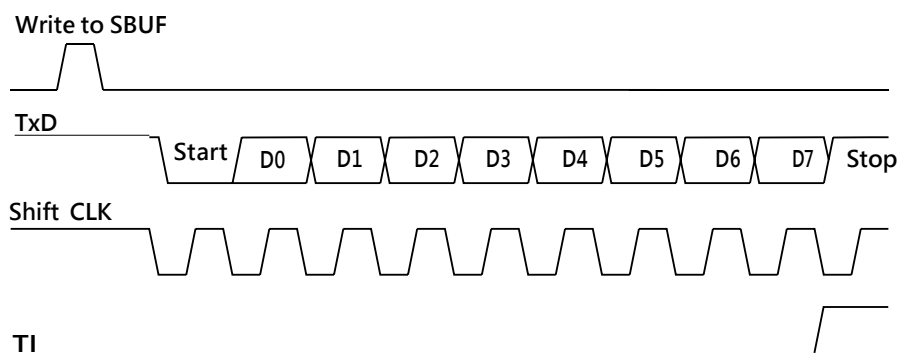


## Receive Timing of Mode 0

方式 1：8 位 UART，可变波特率，异步全双工

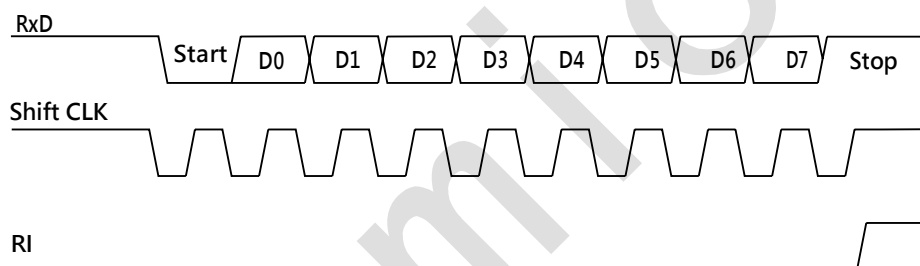
方式 1 提供 10 位全双工异步通信，10 位由一个起始位（逻辑 0），8 个数据位（低位为第一位），一个停止位（逻辑 1）组成。在接收时，8 个数据位保存在 SBUF 中，停止位保存在 RB8 中。

任何将 SBUF 作为目标寄存器的写操作都会启动发送，起始位首先在 TX 引脚上移出，然后是 8 位数据位。在发送移位寄存器中的所有 8 位数据位都发送完后，停止位在 TX 引脚上移出，在停止位发出的同时 TI 标志置位发出中断请求。



## Transmit Timing of Mode 1

只有REN置位时才允许接收。当RX引脚检测到下降沿时串行口开始接收串行数据。若起始位有效，则移入移位寄存器，并接着移入其他位到移位寄存器。8个数据位和1个停止位移入之后，移位寄存器的内容被分别装入SBUF和RB8中，随后RI被置位。这时，接收器继续探测RX的下一个下降沿。用户需要软件清零RI，然后才能再次接收。

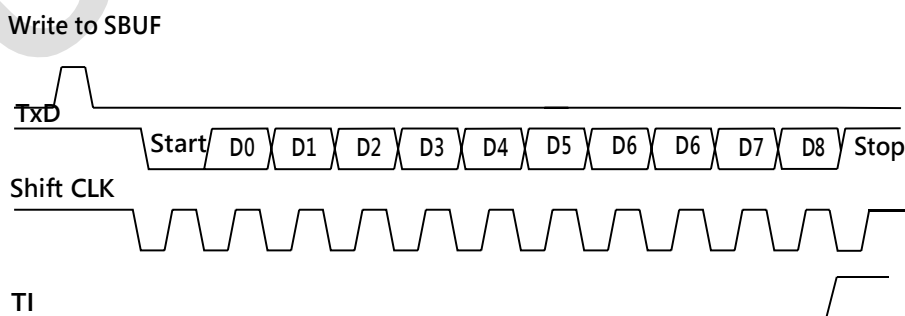


## Receive Timing of Mode 1

方式 2: 9 位 UART，固定波特率，异步全双工

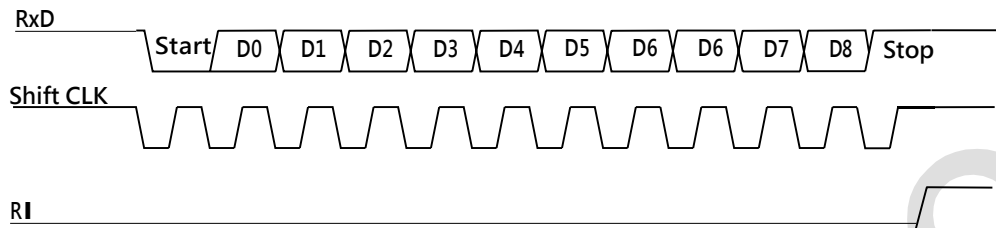
方式 2 提供 11 位全双工异步通信，波特率固定为系统时钟的 1/16。一帧由一个起始位（逻辑 0），8 个数据位（低位为第一位），一个可编程第 9 位和一个停止位（逻辑 1）组成。方式 2 和方式 3 支持多机通信功能。

任何将SBUF作为目标寄存器的写操作都会启动发送，同时将TB8载入发送移位寄存器中的第九位。起始位首先在TX引脚移出，然后是9位数据位。在所有数据发送完成后，停止位在TX引脚上移出，在停止位开始发送时TI标志置位发出中断请求。



## Transmit Timing of Mode 2

只有REN置位时才允许接收。当RX引脚检测到下降沿时串行口开始接收串行数据。若起始位有效，则移入移位寄存器，并接着移入其他位到移位寄存器。9个数据位和1个停止位移入之后，移位寄存器的内容被分别装入SBUF和RB8中，随后RI被置位。这时，接收器继续探测RX的下一个下降沿。用户需要软件清零RI，然后才能再次接收。



### Receive Timing of Mode 2

方式 3: 9 位 UART，可变波特率，异步全双工

方式 3 使用方式 2 的传输协议以及方式 1 的波特率产生方式

## 11.3. UART1 工作模式

UART1 工作方式列表

| SM | Mode | 描述         | Baud Rate |
|----|------|------------|-----------|
| 0  | A    | 9-bit UART | 可配置       |
| 1  | B    | 8-bit UART | 可配置       |

UART1 的这两种方式可以参考UART0 的方式 3 和方式 1

## 11.4. 多机通讯

UART0 的方式 2 和方式 3 以及 UART1 的方式A 具有多机通讯功能。在采用多机通讯系统时，当主机要发送一数据块给数个从机中的一个时，先发送一个地址字节，以寻址目标从机。地址字节与数据字节可用第 9 位数据位来区别，地址字节的第 9 位为 1，数据字节的第 9 位为 0。接收方根据第 9 位信息判断是否接收，多机通讯过程如下：

设置为主机通信发送流程如下：

- 1) 设置为 9 bit Mode，发送接收方地址，且置 TB8 = 1；
- 2) 根据自定义的协议发送数据，且置TB8 = 0。

设置为主机通信接收流程如下：

- 1) 设置 SM2=0，（无条件接收全部数据）；
- 2) 主机根据自定义协议解析数据。

设置为从机通信接收流程如下：

- 1) 置从机的SM2=1，处于只接收地址帧状态，此时只会接收第 9bit 为 1 的地址数据；
- 2) 当接收到数据时，软件判断是否与本站设定的串口地址匹配；
- 3) 所有从机接收到地址帧后，各自将接收的地址与本站地址比较：若匹配即为目标从机，清除 SM2=0，准备接收主机即将发送的数据帧，接收完毕后再置 SM2=1；若不匹配，保持 SM2=1，忽略接下来的所有数据帧，不产生中断请求，直到接收到地址帧再次进行比较确认。

11.5. 波特率

◆ UART0 Mode1and3

Baud Rate =  $\frac{SYSCK}{16 \times (1024 - S0REL)}$

◆ UART1

Baud Rate =  $\frac{SYSCK}{16 \times (1024 - S1REL)}$

SYSClk 为 16M，常见波特率SxREL 配置值以及实际误差如下表

表 11-1 波特率误差表

| 目标波特率  | SxREL | 实际波特率  | 误差    |
|--------|-------|--------|-------|
| 115200 | 1015  | 111111 | 3.5%  |
| 57600  | 1007  | 58824  | -2.1% |
| 38400  | 998   | 38462  | -0.2% |
| 19200  | 972   | 19231  | -0.2% |
| 9600   | 920   | 9615   | -0.2% |

11.6. 使用流程

11.6.1. UART0 mode1 使用流程

11.6.1.1. 串口初始化

- 配置系统配置寄存器（PCLK0）的串口模块时钟
- 配置系统配置寄存器(PRESET0)的串口模块复位使能
- 配置UARTEN 寄存器，打开串口引脚复用功能
- 选择串口的工作模式（S0CON.SM0 和 S0CON.SM1 位）
- 写 0 清除中断状态（S0CON.TI0 和 S0CON.RI0 位）
- 配置S0RELL 和 S0RELH 寄存器，设置波特率。
- 使能总中断（IEN0.EA）
- 使能串口 0 中断（IEN0.ES0）
- 使能串口接收（S0CON.REN0）

### 11.6.1.2. 串口发送字节

- 发送、接收数据前软件可以配置波特率参数，中断使能
- 写入第一个字节数据到S0BUF
- 查询发送完成标志S0CON.TI0，如果 TI0=1 表示当前数据发送完成；软件清除此位（写 0 清除）
- 可以继续写入下一个字节到 S0BUF

### 11.6.1.3. 串口接收字节

- 发送、接收数据前软件可以配置波特率参数，中断使能
- 接收数据，查询S0CON.RI0 标志位，如果 RI0=1 则读取S0BUF 中的数据，软件清除此位（写 0 清除）
- 继续接收数据

## 11.6.2. UART1 modeB 使用流程

### 11.6.2.1. 串口初始化

- 配置系统配置寄存器（PCLK0）的串口模块时钟
- 配置系统配置寄存器(PRESET0)的串口模块复位使能
- 配置UARTEN 寄存器，打开串口引脚复用功能
- 选择串口的工作模式（S1CON.SM0 和 S1CON.SM1 位）
- 写 0 清除中断状态（S1CON.TI0 和 S1CON.RI0 位）
- 配置S1RELL 和 S1RELH 寄存器，设置波特率。
- 使能总中断（IEN0.EA）
- 使能串口 1 中断（IEN0.ES1）
- 使能串口接收（S1CON.REN1）

### 11.6.2.2. 串口发送字节

- 发送、接收数据前软件可以配置波特率参数，中断使能
- 写入第一个字节数据到S1BUF
- 查询发送完成标志S1CON.TI1，如果 TI1=1 表示当前数据发送完成；软件清除此位（写 0 清除）
- 可以继续写入下一个字节到 S1BUF

### 11.6.2.3. 串口接收字节

- 发送、接收数据前软件可以配置波特率参数，中断使能
- 接收数据，查询S1CON.RI1 标志位，如果 RI1=1 则读取S1BUF 中的数据，软件清除此位（写 0 清除）
- 继续接收数据

## 12. SPI

### 12.1. 主要特性

- ◆ 支持 SPI 标准协议，主从模式可配
- ◆ MISO、MOSI，单线传输，支持半双工、全双工传输，支持数据大小端配置。
- ◆ 可编程时钟极性和相位
- ◆ 支持 TX\_ONLY 模式传输
- ◆ 支持 PCB 板延时补偿功能，slave 模式下，支持 SSN/SCK/MOSI 输入信号的组合逻辑滤波功能

### 12.2. 寄存器描述

SPI 寄存器基地址：0xC400

#### 12.2.1. SPCR1 控制寄存器

| C400  | Bit7    | Bit6 | Bit5 | Bit4     | Bit3     | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|-------|---------|------|------|----------|----------|------|------|------|
| SPCR1 | BR[2:0] |      |      | SSN_MODE | LSBFIRST | MSTR | CPOL | CPHA |
| 读/写   | 读/写     |      |      | 读/写      | 读/写      | 读/写  | 读/写  | 读/写  |
| 复位值   | 1       |      |      | 0        | 0        | 1    | 0    | 0    |

| 位编号 | 位符号      | 说明                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7-5 | BR[2:0]  | <b>master 模式波特率配置位：</b><br>000: $f_{SYSCLK} / 2$<br>001: $f_{SYSCLK} / 4$<br>010: $f_{SYSCLK} / 8$<br>011: $f_{SYSCLK} / 16$<br>100: $f_{SYSCLK} / 32$<br>101: $f_{SYSCLK} / 64$<br>110: $f_{SYSCLK} / 128$<br>111: $f_{SYSCLK} / 256$<br>当通信正在进行的时候，不能修改这些位 |
| 4   | SSN_MODE | 在 Master 模式下，SSN_MODE 表示在每传完 8Bit 后，SSN 是否会被拉高<br>0: 在 Txbuf 为非空，且已经发送完毕 8Bit，如果 WAIT_CNT 不为 0，在等待 1+WAIT_CNT 个 SCK Cycle 后，SSN 被拉高<br>1: 在 Txbuf 为非空，且已经发送完毕 8Bit，SSN 被拉高                                                                                   |
| 3   | LSBFIRST | <b>帧格式 (Frame format)</b><br>0: 先发送 MSB (Bit7)<br>1: 先发送 LSB (Bit0)<br>注：当通信在进行时不能改变该位的值                                                                                                                                                                     |
| 2   | MSTR     | <b>Master/Slave 模式选择。</b><br>0: slave                                                                                                                                                                                                                        |

|   |      |                                                                           |
|---|------|---------------------------------------------------------------------------|
|   |      | 1: master                                                                 |
| 1 | CPOL | 时钟极性选择。<br>0: 串行时钟 stop 在低电平<br>1: 串行时钟 stop 在高电平<br>注: 当通信在进行时不能改变该位的值   |
| 0 | CPHA | 时钟相位选择。<br>0: 第一个时钟边沿是第一个捕捉边沿<br>1: 第二个时钟边沿是第一个捕捉边沿<br>注: 当通信在进行时不能改变该位的值 |

PS:

1. 当出现 ERROR 后, 该寄存器保持不变, 若需要重新启动 spi, 软件先写 spi\_en 为 0, 再写为 1。
2. 改变 CPOL, CPHA 后需要重新启动 spi, 软件先写 spi\_en 为 0, 再写为 1。

### 12.2.2. SPCR2 控制寄存器

| C401  | Bit7     | Bit6            | Bit5   | Bit4       | Bit3     | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|-------|----------|-----------------|--------|------------|----------|------|------|------|
| SPCR2 | SAMPLE_P | TXONLY_AUTO_CLR | SPI_EN | SSN_MCU_EN | WAIT_CNT | RFU  | RFU  | RFU  |
| 读/写   | 读/写      | 读/写             | 读/写    | 读/写        | 读/写      | 读    | 读    | 读    |
| 复位值   | 0        | 1               | 0      | 0          | 0        | 0    | 0    | 0    |

| 位编号 | 位符号                              | 说明                                                                                                                                                                |
|-----|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7   | SAMPLE_P<br>Sdin_sample_mode     | Master 模式下, 对 Slave 输出的 MISO 信号采样点位置的选择 SamplePosition。<br>0: 采样点与协议一致<br>1: 波特率速度低于 $f_{SYSCLK}/2$ 时, 采样点延后半 spi sck 周期。<br>注: 当波特率为 $f_{SYSCLK}/2$ 的时候, 该位不起作用。 |
| 6   | TXONLY_AUTO_CLR<br>(原 TXONLY_EN) | TXONLY 硬件自动清空的使能<br>0: 关闭 TXONLY 硬件自动清零<br>1: TXONLY 硬件自动清零有效, 软件打开 SPCR2 的 TXONLY 后, 等待发送完毕后, 硬件清零                                                               |
| 5   | SPI_EN                           | SPI 使能。采用关闭时钟的方式来关闭使能。<br>0: 关闭 SPI。复位状态、清空 TxBuf 清空 RxBuf<br>1: 使能 SPI                                                                                           |
| 4   | SSN_MCU_EN                       | 在 Master 模式下, 由软件控制 SSN 端口的使能:<br>1: 由软件控制 SSN 输出, 使能有效<br>0: 由内部硬件控制 SSN 输出                                                                                      |
| 3-2 | WAIT_CNT                         | 在 Master 模式下, 每发完 8Bit 后加入 WAIT 再传输下一个 8Bit 的数据<br>00: 无等待<br>01: 中间加入 2 个 SCK Cycle 等待<br>10: 中间加入 3 个 SCK Cycle 等待<br>11: 中间加入 4 个 SCK Cycle 等待                 |
| 1-0 | RFU                              | 保留                                                                                                                                                                |

PS:

1. 当出现 ERROR 后, 该寄存器保持不变, 若需要重新启动 spi, 软件先写 spi\_en 为 0, 再写为 1。

## 12.2.3. SPCR3 控制寄存器

| C402  | Bit7   | Bit6    | Bit5    | Bit4  | Bit3    | Bit2    | Bit1          | Bit0   |
|-------|--------|---------|---------|-------|---------|---------|---------------|--------|
| SPCR3 | SCK_EN | MOSI_EN | MISO_EN | CS_EN | TX_ONLY | SSN_MCU | Signal_filter | send_p |
| 读/写   | 读/写    | 读/写     | 读/写     | 读/写   | 读/写     | 读/写     | 读/写           | 读/写    |
| 复位值   | 1      | 1       | 1       | 1     | 0       | 1       | 1             | 0      |

| 位编号 | 位符号                       | 说明                                                                                           |
|-----|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7   | SCK_EN                    | P1_3 作为 SPI_CSN 信号使能。当此位为 1, 且 SPI_EN 为 1 时, P1_3 作为 SPI_SCK 信号;                             |
| 6   | MOSI_EN                   | P1_4 作为 SPI_MOSI 信号使能。当此位为 1, 且 SPI_EN 为 1 时, P1_4 作为 SPI_MOSI 信号;                           |
| 5   | MISO_EN                   | P1_5 作为 SPI_MISO 信号使能。当此位为 1, 且 SPI_EN 为 1 时, P1_5 作为 SPI_MISO 信号;                           |
| 4   | CS_EN                     | P0_3 作为 SPI_CSN 信号使能。当此位为 1, 且 SPI_EN 为 1 时, P0_3 作为 SPI_CSN 信号;                             |
| 3   | TX_ONLY                   | 限制 SPI 仅启动发送<br>0: 禁止 TX_ONLY 模式<br>1: 使能 TX_ONLY 模式                                         |
| 2   | SSN_MCU                   | 在 Master 模式下, 如果 SSN_MCU_EN = 1, MCU 可以通过写此位控制 SSN 输出端口:<br>0: SSN 被软件写成 0<br>1: SSN 被软件写成 1 |
| 1   | Signal_filter             | 是否对 SSN/SCK/MOSI 上可能产生的毛刺数字滤波<br>0: 不滤波<br>1: 滤波                                             |
| 0   | send_p<br>Sdout_send_mode | SLAVE 模式下, 对 slave 输出的 MOSI 信号使用 transmit 起始点时钟<br>0: 按照协议的时钟点进行发送<br>1: 提前半个周期进行发送          |

PS:

1. 当出现 ERROR 后, 该寄存器保持不变, 若需要重新启动 spi, 软件先写 spi\_en 为 0, 再写为 1。

## 12.2.4. SPCR4 控制寄存器

| C403  | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3      | Bit2       | Bit1 | Bit0 |
|-------|------|------|------|------|-----------|------------|------|------|
| SPCR4 | RFU  | RFU  | RFU  | RFU  | CLR_RXBUF | CLR_TXFBUF | RFU  | RFU  |
| 读/写   | 读    | 读    | 读    | 读    | 写         | 写          | 读    | 读    |
| 复位值   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0         | 0          | 0    | 0    |

| 位编号 | 位符号       | 说明                                                |
|-----|-----------|---------------------------------------------------|
| 7-4 | RFU       | 保留                                                |
| 3   | CLR_TXBUF | 写 1 清除 tx_buf 所有内容, 并且清除 TXBUF_EMPTY 标志位, 硬件自动回 0 |
| 2   | CLR_RXBUF | 写 1 清除 rx_buf 所有内容, 并且清除 RXBUF_FULL 标志位, 硬件自动回 0  |

|     |     |    |
|-----|-----|----|
| 1-0 | RFU | 保留 |
|-----|-----|----|

注：中，均指对应的收发 buffer 及标志；

PS：当出现ERROR 后，TXONLY 位会被硬件自动重置为 0。所以，当重新启动 spi 时，该寄存器需要重新配置。

### 12.2.5. SPIIE 中断使能寄存器

中断使能寄存，中根据此寄存器的使能产生中断

| C404  | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2         | Bit1    | Bit0         |
|-------|------|------|------|------|------|--------------|---------|--------------|
| SPIIE | RFU  | RFU  | RFU  | RFU  | RFU  | ERROR_I<br>E | TX_E_IE | RX_NE_<br>IE |
| 读/写   | 读    | 读    | 读    | 读    | 读    | 读/写          | 读/写     | 读/写          |
| 复位值   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0            | 0       | 0            |

| 位编号 | 位符号      | 说明                                                            |
|-----|----------|---------------------------------------------------------------|
| 7-3 | RFU      | 保留                                                            |
| 2   | ERROR_IE | 错误中断使能，包括 TXBUF/RXBUF 溢出，Master/Slave Err<br>0：关掉中断<br>1：使能中断 |
| 1   | TX_E_IE  | 发送TXBUF 空中断使能<br>0：关掉中断<br>1：使能中断                             |
| 0   | RX_NE_IE | 接收RXBUF 非空中断使能<br>0：关掉中断<br>1：使能中断                            |

### 12.2.6. SPSR 状态寄存器

| C405 | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4           | Bit3           | Bit2 | Bit1            | Bit0           |
|------|------|------|------|----------------|----------------|------|-----------------|----------------|
| SPSR | RFU  | RFU  | RFU  | RXBUF_<br>WCOL | TXBUF_<br>WCOL | BUSY | TXBUF_E<br>MPTY | RXBUF_<br>FULL |
| 读/写  | 读    | 读    | 读    | 读/写            | 读/写            | 读/写  | 读/写             | 读/写            |
| 复位值  | 0    | 0    | 0    | 0              | 0              | 0    | 1               | 0              |

| 位编号 | 位符号        | 说明                                                                                                                     |
|-----|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7-5 | RFU        | 保留                                                                                                                     |
| 4   | RXBUF_WCOL | RX 溢出，软件写 0 清 0                                                                                                        |
| 3   | TXBUF_WCOL | 当 TXBUF 为满时，MCU 进行写 TXBUF 操作。<br>1：冲突<br>0：无冲突<br>软件写 0 清 0                                                            |
| 2   | BUSY       | 指示<br>0：表示 TXBUF 为空，且SPI 没有在传输数据<br>1：表示 TXBUF 不为空，或者SPI 在传输数据<br>slave 模式下根据 SSN 和 TXBUF，SSN 为高，且 TXBUF 为空，BUSY 信号为 0 |

|   |             |                                                               |
|---|-------------|---------------------------------------------------------------|
| 1 | TXBUF_EMPTY | 写 txbuf 动作可清除该标志位<br>0: TXBUF 中有数据等待发送<br>1: TXBUF 中无数据, 可以写入 |
| 0 | RXBUF_FULL  | 读 rxbuf 动作可清除该标志位<br>0: RXBUF 中无数据<br>1: RXBUF 中有数据           |

### 12.2.7. TXBUF 发送数据寄存器

MCU 把需要发送的数据写入该寄存器, 达到把发送数据缓存到 TxBuf 的目的。TxBuf 无实际寄存器, 只支持写操作。

| C406  | Bit7    | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|-------|---------|------|------|------|------|------|------|------|
| TXBUF | WR_DATA |      |      |      |      |      |      |      |
| 读/写   | 写       |      |      |      |      |      |      |      |
| 复位值   | 0       |      |      |      |      |      |      |      |

| 位编号 | 位符号     | 说明                                                |
|-----|---------|---------------------------------------------------|
| 7-0 | WR_DATA | 该寄存器在写的时候, 根据 TxBuf 的空满状态, 如果 TxBuf 已经为满, 将产生溢出中断 |

### 12.2.8. RXBUF 接收数据缓冲寄存器

通过Spi 接口接收的数据, 会先缓存到 RxBUF 中, 当 Spi 接口完成一个字节的接收后, 会往 RXBUF 写入一个字节的数据。MCU 通过读该寄存器, 可以得到从 Spi 接收到的数据。

| C407  | Bit7  | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| RXBUF | D7-D0 |      |      |      |      |      |      |      |
| 读/写   | 读     |      |      |      |      |      |      |      |
| 复位值   | 0     |      |      |      |      |      |      |      |

| 位编号 | 位符号   | 说明                                             |
|-----|-------|------------------------------------------------|
| 7-0 | D7-D0 | MCU 根据 RXBUF 的非空中断, 对该地址进行读操作, 读到内部 RxBuf 中的数据 |

## 12.3. 使用流程

### 12.3.1. SPI 初始化

- 配置PCLK0.SPICEN 为 1, SPI 时钟使能
- 配置PRESET0.SPIREN 为 1, SPI 复位释放
- SPI 主模式初始化:
  - ◆ 配置SPCR1.MSTR 为主模式
  - ◆ 配置SPCR1.LSBFIRST 选择帧格式
  - ◆ 配置SPCR1.BR[2:0]选择波特率分频
  - ◆ 配置SPCR1.CPOL 和 SPCR1.CPHA 选择 SPI 工作模式 0/1/2/3

- ◆ 配置 SPCR2.SSN\_MCU\_EN 选择软件控制 SSN(片选)
- ◆ 配置 SPCR2.SPIEN 使能 SPI
- SPI 从模式初始化:
  - ◆ 配置 SPCR1.MSTR 为从模式
  - ◆ 配置 SPCR1.LSBFIRST 选择帧格式
  - ◆ 配置 SPCR1.CPOL 和 SPCR1.CPHA 选择 SPI 工作模式 0/1/2/3
  - ◆ 配置 SPCR2.SPIEN 使能 SPI

### 12.3.2. SPI 发送流程

- 等待 SPSR.TXBUF\_EMPTY 置 0
- 往 TXBUF 发送数据寄存器写入数据
- 等待 SPSR.BUSY 置 0(从模式不需要等这一步)

### 12.3.3. SPI 接收流程

- 等待 SPSR.RXBUF\_FULL 置 1
- 读取 RXBUF 接收数据寄存器

## 13. LPTIM (低功耗定时器)

### 13.1. 概述

LPTIM 是运行在 Always-On 电源域下的 16bits 低功耗定时/计数器模块。通过选择合适的工作时钟，LPTIM 在各种低功耗模式下保持运行，并且只消耗很低的功耗。LPTIM 甚至可以在没有内部时钟的条件下工作，因此可实现休眠模式下的外部脉冲计数功能。此外，与外部输入的触发信号结合，可以实现低功耗超时唤醒功能。

### 13.2. 主要特性

- ◆ 16bit upcounter
- ◆ 3bit 异步时钟预分频器，8 种分频系数（1、2、4、8、16、32、64、128）
- ◆ 可选工作时钟：
- ◆ 内部时钟源：LSCLK(RCL32K)、RCLP(CLK\_1HZ)、系统时钟
- ◆ 外部时钟源：LPTIN（带有模拟滤波）
- ◆ 16bit 比较寄存器
- ◆ 16bit 目标值寄存器
- ◆ 软件/硬件触发
- ◆ 输入极性选择
- ◆ 无时钟外部脉冲计数
- ◆ 外部触发的休眠超时唤醒
- ◆ 支持 16bit PWM

### 13.3. 工作模式

#### 13.3.1. 普通定时器

- 使用内部时钟或外部时钟输入工作
- 使能后有两个计数时钟的同步过程
- 使能后即开始工作，不需要 trigger 触发

#### 13.3.2. Trigger 脉冲触发计数

- 使用内部时钟工作

- 内部时钟采样外部输入的异步 **trigger** 信号
- 可以对 **trigger** 的上升、下降、双边沿计数
- 使能后有两个计数时钟的同步过程

### 13.3.3. 外部异步脉冲计数

- 直接使用外部输入脉冲作为计数工作时钟
- 输入极性可配置，实现上升沿计数或下降沿计数
- 不需要 **trigger** 触发
- 使能后无同步过程

### 13.3.4. Timeout 模式

- 使用内部时钟或外部输入时钟工作
- 采样外部输入的异步 **trigger** 信号
- 首次 **trigger** 启动计数器，启动后采样到 **trigger** 则清零并重启计数器
- 计数器溢出前没有出现新的 **trigger**，则产生溢出中断并停止计数，清除使能
- 使能后有两个计数时钟的同步过程

### 13.3.5. 计数模式

LPTIM 有两种计数模式。

-连续计数模式：计数器被触发后保持运行，直到被关闭为止。计数器达到目标值后回到 0 重新开始计数，并产生溢出中断。

-单次计数模式：计数器被触发后计数到目标值后回到 0，并自动停止，产生溢出中断。

单次计数模式自动停止并关闭使能信号的波形如下，由于溢出信号和 **lpten** 使能信号位于不同的时钟域，关闭使能信号采用异步复位同步释放的方式实现。

### 13.3.6. 外部触发的超时唤醒

LPTIM 可以由外部输入的 **trigger** 信号触发使能，也可以由软件触发使能。在 **Timeout** 模式下，第一个外部触发输入的有效沿将启动计数器，而后续触发信号将清零计数器。如果在计数器达到比较值之前没有有效触发信号到来，则产生超时中断，唤醒 MCU。

外部输入 **trigger** 信号的有效沿可以由寄存器配置，外部 **trigger** 信号被认为是一个异步输入，因此有效沿的采样和判决有至少 2 个计数时钟的latency。

### 13.3.7. 16bit PWM

使能 PWM 模式后 LPTIM 从 0x0000 开始计数，计数值等于比较值时输出置高，计数值等于终值寄存器时输出变低；PWM 周期由终值寄存器决定，占空比由比较值寄存器决定。

## 13.4. 寄存器描述

LPTIMER 寄存器基地址：0xC800

| 地址     | 名称             | 符号         |
|--------|----------------|------------|
| 0Xc800 | LPTIM 配置寄存器    | LPTCFG0    |
| 0Xc801 | LPTIM 配置寄存器    | LPTCFG1    |
| 0xc802 | LPTIM 计数低位寄存器  | LPTCNTL    |
| 0xc803 | LPTIM 计数高位寄存器  | LPTCNTH    |
| 0xc804 | LPTIM 比较值低位寄存器 | LPTCMPL    |
| 0xc805 | LPTIM 比较值高位寄存器 | LPTCMPH    |
| 0xc806 | LPTIM 目标值低位寄存器 | LPTTARGETL |
| 0xc807 | LPTIM 目标值高位寄存器 | LPTTARGETH |
| 0xc808 | LPTIM 中断使能寄存器  | LPTIE      |
| 0xc809 | LPTIM 中断标志寄存器  | LPTIF      |
| 0xc80a | LPTIM 控制寄存器    | LPTCTRL    |

#### 13.4.1. LPTCFG0 寄存器

| C800H   | Bit7    | Bit6 | Bit5    | Bit4   | Bit3 | Bit2   | Bit1 | Bit0 |
|---------|---------|------|---------|--------|------|--------|------|------|
| LPTCFG0 | TRIGCFG |      | EDGESEL | CLKSEL |      | DIVSEL |      |      |
| 读/写     | 读/写     |      | 读/写     | 读/写    |      | 读/写    |      |      |
| 复位值     | 0       |      | 0       | 1      | 0    | 0      |      |      |

| 位编号 | 位符号     | 说明                                                                                                          |
|-----|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7-6 | TRIGCFG | 外部触发边沿选择<br>00: 外部输入信号上升沿 trigger<br>01: 外部输入信号下降沿 trigger<br>10/11: 外部输入信号上升下降沿 trigger 当通信正在进行的时候，不能修改这些位 |
| 5   | EDGESEL | LPTIN 输入边沿选择<br>0: LPTIN 的上升沿计数<br>1: LPTIN 的下降沿计数                                                          |
| 4:3 | CLKSEL  | 时钟源选择<br>00: LSCLK (RCL32K)作为计数时钟<br>01: RCLP (CLK_1HZ)作为计数时钟<br>10: 系统时钟作为计数时钟<br>11: LPTIN (外部输入)作为计数时钟   |

|     |        |                                                                                                                       |
|-----|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2:0 | DIVSEL | 计数时钟分频选择<br>000: 1 分频<br>001: 2 分频<br>010: 4 分频<br>011: 8 分频<br>100: 16 分频<br>101: 32 分频<br>110: 64 分频<br>111: 128 分频 |
|-----|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### 13.4.2. LPTCFG1 寄存器

| C801H   | Bit7             | Bit6         | Bit5         | Bit4  | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0     |
|---------|------------------|--------------|--------------|-------|------|------|------|----------|
| LPTCFG1 | EXTRIGGER_IO_IEN | LPOUT_IO_IEN | LPTIN_IO_IEN | TMODE |      | MODE | PWM  | POLARITY |
| 读/写     | 读/写              | 读/写          | 读/写          | 读/写   |      | 读/写  | 读/写  | 读/写      |
| 复位值     | 0                | 0            | 0            | 0     |      | 0    | 0    | 0        |

| 位编号 | 位符号              | 说明                                                                                                                      |
|-----|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7   | EXTRIGGER_IO_IEN | 1: P1_1 作为 EXTRIGGER_IO_IEN                                                                                             |
| 6   | LPOUT_IO_IEN     | 1: P0_3 作为 LPOUT                                                                                                        |
| 5   | LPTIN_IO_IEN     | 1: P1_0 作为 LPTIN                                                                                                        |
| 4:3 | TMODE            | 工作模式选择<br>00: 带波形输出的普通定时器模式<br>01: Trigger 脉冲触发计数模式<br>10: 外部异步脉冲计数模式<br>11: Timeout 模式                                 |
| 2   | MODE             | 计数模式<br>0: 连续计数模式: 计数器被触发后保持运行, 直到被关闭为止。计数器达到目标值后回到 0 重新开始计数, 并产生溢出中断。<br>1: 单次计数模式: 计数器被触发后计数到目标值后回到 0, 并自动停止, 产生溢出中断。 |
| 1   | PWM              | 脉宽调制模式<br>0: 周期方波输出模式<br>1: PWM 输出模式                                                                                    |
| 0   | POLARITY         | 计数时钟分频选择<br>0: 正极性波形, 即第一次计数值=比较值时产生输出波形上升沿<br>1: 负极性波形, 即第一次计数值=比较值时产生输出波形下降沿                                          |

### 13.4.3. LPTCNT 计数值寄存器

|                | Bit7        | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|----------------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|
| LPTCNTL(C802H) | CNT16[7:0]  |      |      |      |      |      |      |      |
| LPTCNTH(C803H) | CNT16[15:8] |      |      |      |      |      |      |      |
| 读/写            | 读           |      |      |      |      |      |      |      |

|     |   |
|-----|---|
| 复位值 | 0 |
|-----|---|

| 位编号  | 位符号   | 说明    |
|------|-------|-------|
| 15-0 | CNT16 | 计数器数值 |

#### 13.4.4. LPTCMP 比较值寄存器

|                | Bit7              | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|----------------|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| LPTCML(C804H)  | COMPARE_REG[7:0]  |      |      |      |      |      |      |      |
| LPTCMPH(C805H) | COMPARE_REG[15:8] |      |      |      |      |      |      |      |
| 读/写            | 读/写               |      |      |      |      |      |      |      |
| 复位值            | 0                 |      |      |      |      |      |      |      |

| 位编号  | 位符号         | 说明     |
|------|-------------|--------|
| 15-0 | COMPARE_REG | 比较值寄存器 |

#### 13.4.5. LPTTARGET 目标值寄存器

|                   | Bit7             | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|-------------------|------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| LPTTARGETL(C806H) | TARGET_REG[7:0]  |      |      |      |      |      |      |      |
| LPTTARGETH(C807H) | TARGET_REG[15:8] |      |      |      |      |      |      |      |
| 读/写               | 读/写              |      |      |      |      |      |      |      |
| 复位值               | 0                |      |      |      |      |      |      |      |

| 位编号  | 位符号        | 说明     |
|------|------------|--------|
| 15-0 | TARGET_REG | 目标值寄存器 |

#### 13.4.6. LPTIE 中断使能寄存器

中断使能寄存，中根据此寄存器的使能产生中断

| C808H | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2   | Bit1 | Bit0   |
|-------|------|------|------|------|------|--------|------|--------|
| LPTIE | RFU  |      |      |      |      | TRIGIE | OVIE | COMPIE |
| 读/写   | 读    |      |      |      |      | 读/写    | 读/写  | 读/写    |
| 复位值   | 0    |      |      |      |      | 0      | 0    | 0      |

| 位编号 | 位符号    | 说明                                            |
|-----|--------|-----------------------------------------------|
| 7-3 | RFU    | 保留                                            |
| 2   | TRIGIE | 外部触发到来中断使能位<br>1: 外部触发到来中断使能<br>0: 外部触发到来中断禁止 |
| 1   | OVIE   | 计数器溢出中断使能位<br>1: 计数器溢出中断使能<br>0: 计数器溢出中断禁止    |
| 0   | COMPIE | 比较匹配中断使能位                                     |

|  |  |                                        |
|--|--|----------------------------------------|
|  |  | 1: 计数器值和比较值匹配中断使能<br>0: 计数器值和比较值匹配中断禁止 |
|--|--|----------------------------------------|

### 13.4.7. LPTIF 中断标志寄存器

| C809H | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2   | Bit1 | Bit0   |
|-------|------|------|------|------|------|--------|------|--------|
| LPTIF | RFU  |      |      |      |      | TRIGIF | OVIF | COMPIF |
| 读/写   | 读    |      |      |      |      | 读/写    | 读/写  | 读/写    |
| 复位值   | 0    |      |      |      |      | 0      | 0    | 0      |

| 位编号 | 位符号    | 说明                                                |
|-----|--------|---------------------------------------------------|
| 7-3 | RFU    | 保留                                                |
| 2   | TRIGIF | 外部触发到来中断标志位，写 1 清零<br>1: 外部触发到来中断产生<br>0: 无中断产生   |
| 1   | OVIF   | 计数器溢出中断标志位，写 1 清零<br>1: 计数器溢出中断产生<br>0: 无中断产生     |
| 0   | COMPIF | 比较匹配中断标志位，写 1 清零<br>1: 计数器值和比较值匹配中断产生<br>0: 无中断产生 |

### 13.4.8. LPTCTRL 控制寄存器

| C80AH   | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0  |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| LPTCTRL | RFU  |      |      |      |      |      |      | LPTEN |
| 读/写     | 读    |      |      |      |      |      |      | 读/写   |
| 复位值     | 0    |      |      |      |      |      |      | 0     |

| 位编号 | 位符号   | 说明                                    |
|-----|-------|---------------------------------------|
| 7-1 | RFU   | 保留                                    |
| 0   | LPTEN | LPTIM 使能位<br>1: 使能计数器计数<br>0: 禁止计数器计数 |

## 13.5. 使用流程

### 13.5.1. 普通定时器

- 配置系统配置寄存器（PCLK0）的 LPTIMER 模块时钟使能
- 配置系统配置寄存器(PRESET0)的 LPTIMER 模块复位使能
- 配置 LPTCFG0 寄存器CLKSEL 位，选择时钟源
- 配置 LPTCFG0 寄存器DIVSEL 位，设置时钟分频值

- 配置 LPTCFG1 寄存器 TMODE 位，选择普通定时器模式
- 配置 LPTCFG1 寄存器 MODE 位，选择计数模式
- 配置目标值寄存器 LPTTARGETL 和 LPTTARGETH，设置定时时间
- 使能 EA 总中断
- 使能 LPTIMER 中断 IEN1
- 配置 LPTIE 寄存器 OVIE 位，使能定时器溢出中断
- 配置 LPTCTRL 寄存器 LPTEN 位，启动计数器计数

Unichipmicro

## 14. I2C

### 14.1. 概述

I2C 总线接口连接微控制器和串行 I2C 总线。I2C 模块接收和发送数据，并将数据从串行转换成并行，或并行转换成串行。I2C 模块通过数据引脚SDA 和时钟引脚SCL 连接到 I2C 总线，控制所有I2C 总线规定的时序。本模块支持主模式和从模式。

### 14.2. 主要特性

- ◆ I2C 主设备功能；
- ◆ I2C 从设备功能：
  - 可编程的 I2C 从设备地址；
  - 可编程的NACK/ACK 回复；
- ◆ 输入 SCL 总线滤波功能；
- ◆ 支持 Standard/Fast 模式
- ◆ 支持 7bit 设备地址；
- ◆ 支持多主模式；

### 14.3. 寄存器描述

I2C 寄存器基地址：0xCC00

| 偏置   | 名称              | 描述          |
|------|-----------------|-------------|
| 0x00 | I2C_SLAVE_ADDR1 | I2C设备地址寄存器1 |
| 0x01 | I2C_CLK_DIV     | I2C的SCL速率分频 |
| 0x02 | I2C_CR0         | 控制寄存器0      |
| 0x03 | I2C_CR1         | 控制寄存器1      |
| 0x04 | I2C_SR0         | 状态寄存器0      |
| 0x05 | I2C_SR1         | 状态寄存器1      |
| 0x06 | I2C_DR          | 数据寄存器       |
| 0x07 | I2C_SLAVE_ADDR2 | I2C设备地址寄存器2 |

#### 14.3.1. I2C\_SLAVE\_ADDR1 从设备地址寄存器 1

| CC00H           | Bit7      | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|-----------------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|
| I2C_SLAVE_ADDR1 | ADD1[7:1] |      |      |      |      |      |      | RFU  |

|     |     |   |
|-----|-----|---|
| 读/写 | 读/写 | 读 |
| 复位值 | 0   | 0 |

| 位编号 | 位符号       | 说明        |
|-----|-----------|-----------|
| 7-1 | ADD1[7:1] | 地址的 7~1 位 |
| 0   | RFU       | 保留        |

### 14.3.2. I2C\_CLK\_DIV 时钟分频寄存器

| CC01H       | Bit7        | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|-------------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|
| I2C_CLK_DIV | I2C_CLK_DIV |      |      |      |      |      |      |      |
| 读/写         | 读/写         |      |      |      |      |      |      |      |
| 复位值         | 0           |      |      |      |      |      |      |      |

| 位编号 | 位符号         | 说明                                                                            |
|-----|-------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 7-0 | I2C_CLK_DIV | SCL 分频值，通过配置该寄存器设置 I2C 的传输速率。F <sub>scl</sub> = (F 系统时钟) / (4 * (DIV 寄存器值+1)) |

### 14.3.3. I2C\_CR0 控制寄存器 0

| CC02H   | Bit7         | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|---------|--------------|------|------|------|------|------|------|------|
| I2C_CR0 | MAAS1_INT_En | MIEN | RSTA | TACK | MTX  | MSTA | RFU  | MEN  |
| 读/写     | 读/写          | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读/写  | 读    | 读/写  |
| 复位值     | 0            | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |

| 位编号 | 位符号          | 说明                                                                                                                                        |
|-----|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7   | MAAS1_INT_En | MAAS1（接收到的设备地址与从设备地址寄存器1相符）中断使能：<br>0：MAAS1中断不使能<br>1：MAAS1 中断使能                                                                          |
| 6   | MIEN         | MTF（字节数据（包括地址）传输完成）中断使能：<br>0：MTF中断不使能<br>1：MTF 中断使能                                                                                      |
| 5   | RSTA         | RSTA产生位：<br>0：不产生Repeat Start条件<br>1：写该位后，在发送或接收完一个字节后，产生一个 Start。                                                                        |
| 4   | TACK         | 传输应答位/STOP条件位；<br>对于主模式：<br>0：接收一字节后，在应答周期产生ACK；<br>1：主设备在发送完当前字节后，将产生一个STOP；<br>对于从模式：<br>0：接收一字节后，在应答周期产生ACK；<br>1：接收完一字节后，在应答周期产生NACK。 |
| 3   | MTX          | 0：设备作为接收器<br>1：设备作为发送器                                                                                                                    |

|   |      |                                                                                                                                   |
|---|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |      | 当作为从设备时，处理器应该查询 I2C_SR 的SRW 位，判断是作为发送器还是接收器，然后设置与之匹配的 MTX 位                                                                       |
| 2 | MSTA | 主从设备选择位，START位<br>0: 从模式<br>1: 主模式。<br>如果这位从 0 变成 1 时，模块产生一个START 条件。当 STOP 条件产生时，MSTA 将被清零。当从地址匹配（MAAS1 或 MAAS2 为 1）时，MSTA 也被清零。 |
| 1 | RFU  | 保留                                                                                                                                |
| 0 | MEN  | 0: 设备不使能<br>1: 设备使能                                                                                                               |

#### 14.3.4. I2C\_CR1 控制寄存器 1

| CC03H   | Bit7 | Bit6        | Bit5    | Bit4 | Bit3         | Bit2       | Bit1        | Bit0       |
|---------|------|-------------|---------|------|--------------|------------|-------------|------------|
| I2C_CR1 | RFU  | MTX_ANTO_EN | OD_MODE | RFU  | MAAS2_INT_EN | WBT_INT_EN | RXNE_INT_EN | TXE_INT_EN |
| 读/写     | 读    | 读/写         | 读/写     | 读    | 读/写          | 读/写        | 读/写         | 读/写        |
| 复位值     | 0    | 0           | 0       | 0    | 0            | 0          | 0           | 0          |

| 位编号 | 位符号          | 说明                                                                                                                         |
|-----|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7   | RFU          | 保留                                                                                                                         |
| 6   | MTX_ANTO_EN  | 当此模块SLAVE 模式下，传输数据和地址SDA 线自动切换。当此模块SLAVE 模式下，此位设置为 1，主设备传输完地址信息后，根据总线上的RW 位，自动切换SDA 传输方向。<br>0: 不使能自动切换功能；<br>1: 使能自动切换功能； |
| 5   | OD_MODE      | SCL 与 SDA 输出模式选择：<br>0:push-pull 模式输出<br>1:open-drain 模式输出                                                                 |
| 4   | RFU          | 保留                                                                                                                         |
| 3   | MAAS2_INT_EN | MAAS2（接收到的设备地址与从设备地址寄存器 2 相符）中断使能：<br>0: MAAS2 中断不使能<br>1: MAAS2 中断使能                                                      |
| 2   | WBT_INT_EN   | WBT（字节传输完成且 TXE 或 RXNE 为 1）中断使能：<br>0: WBT 中断不使能<br>1: WBT 中断使能                                                            |
| 1   | RXNE_INT_EN  | RXNE（接收时数据寄存器非空）中断使能：<br>0: RXNE 中断不使能<br>1: RXNE 中断使能                                                                     |
| 0   | TXE_INT_EN   | TXE（发送时数据寄存器空）中断使能：<br>0: TXE 中断不使能<br>1: TXE 中断使能                                                                         |

## 14.3.5. I2C\_SR0 状态寄存器 0

| CC04H   | Bit7  | Bit6 | Bit5  | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1  | Bit0 |
|---------|-------|------|-------|------|------|------|-------|------|
| I2C_SR0 | MAAS2 | MTF  | MAAS1 | MBB  | RFU  | SRW  | MTF_H | RACK |
| 读/写     | 读/写   | 读/写  | 读/写   | 读    | 读    | 读    | 读/写   | 读    |
| 复位值     | 0     | 0    | 0     | 0    | 0    | 0    | 0     | 1    |

| 位编号 | 位符号   | 说明                                                                                                                                                 |
|-----|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7   | MAAS2 | 0: 设备地址2和接收到的地址不相等<br>1: 设备地址2和接收到的地址相等<br>写1清0                                                                                                    |
| 6   | MTF   | 0: 字节传输未完成<br>1: 字节传输完成<br>当一个字节数据（包括地址）正在传输时，该位为 0；在一个字节传输完后，在第 9 个 SCL 时钟下降沿（ACK 周期）MTF 被置为 1。比 MTF_H 晚半个周期SCL 周期，写 1 清除                         |
| 5   | MAAS1 | 0: 设备地址1和接收到的地址不相等<br>1: 设备地址1和接收到的地址相等<br>写1清0                                                                                                    |
| 4   | MBB   | 0: 总线上无数据通信（检测到总线上STOP标志，此位清0）<br>1: 总线上正在进行数据通信（检测到总线上START 标志，此位清 1）                                                                             |
| 3   | RFU   | 保留                                                                                                                                                 |
| 2   | SRW   | 0: 不作为从设备发送器<br>1: 作为从设备发送器<br>当地址匹配后，SRW 指示地址呼叫命令中的R/W 位，该位仅在如下条件有效：一个完整的传输已经发生，没有其他传输被初始化；并且 I2C 被配置为从模式，且从地址匹配。当接收到STOP 条件或一个新的 START 条件，该位自动清除 |
| 1   | MTF_H | 快速字节传输完全完成标志<br>0: 快速字节传输未完成（提早半个SCL时钟）<br>1: 快速字节传输完成。MTF_H在第9个SCL时钟上降沿（ACK周期）产生，比MTF早半个周期<br>通过对此位写 1 或写 MTF 为 1 清除                              |
| 0   | RACK  | 应答接收状态位<br>0: 最近的发送应答周期接收到应答<br>1: 最近的发送应答周期没有接收到应答<br>只有START 条件将清除RACK 位                                                                         |

## 14.3.6. I2C\_SR1 状态寄存器 1

| CC05H   | Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| I2C_SR1 | RFU  |      |      |      |      | WBT  | RXNE | TXE  |
| 读/写     | 读    |      |      |      |      | 读/写  | 读/写  | 读/写  |
| 复位值     | 0    |      |      |      |      | 0    | 0    | 0    |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|-----|----|
| 7-3 | RFU | 保留 |

|   |      |                                                                                          |
|---|------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2 | WBT  | 0: 字节传输未完成或字节传输完成但TXE, RXNE不为1<br>1: 字节传输完成且TXE或RXNE为1<br>通过读写数据寄存器I2C_DR可以清除该位, 也可以写1清0 |
| 1 | RXNE | 0: 接收时数据寄存器空<br>1: 接收时数据寄存器非空<br>硬件置位, 通过读数据寄存器I2C_DR可以清除该位, 写1清0                        |
| 0 | TXE  | 0: 发送时数据寄存器非空<br>1: 发送时数据寄存器空<br>硬件置位, 通过写数据寄存器 I2C_DR 可以清除该位, 写 1 清 0                   |

#### 14.3.7. I2C\_DR 数据寄存器

| CC06H  | Bit7  | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|--------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| I2C_DR | I2CDR |      |      |      |      |      |      |      |
| 读/写    | 读/写   |      |      |      |      |      |      |      |
| 复位值    | 0     |      |      |      |      |      |      |      |

| 位编号 | 位符号   | 说明         |
|-----|-------|------------|
| 7-0 | I2CDR | I2C 数据寄存器值 |

#### 14.3.8. I2C\_SLAVE\_ADDR2 从设备地址寄存器 2

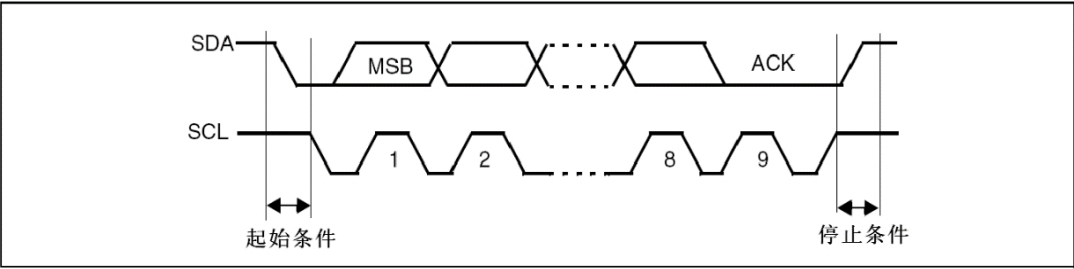
| CC07H           | Bit7      | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0     |
|-----------------|-----------|------|------|------|------|------|------|----------|
| I2C_SLAVE_ADDR2 | ADD2[7:1] |      |      |      |      |      |      | ADDR2_EN |
| 读/写             | 读/写       |      |      |      |      |      |      | 读/写      |
| 复位值             | 0         |      |      |      |      |      |      | 0        |

| 位编号 | 位符号       | 说明                                             |
|-----|-----------|------------------------------------------------|
| 7-1 | ADD2[7:1] | 地址的 7~1 位                                      |
| 0   | ADDR2_EN  | 0: SLAVE_ADDR2地址匹配不使能<br>1: SLAVE_ADDR2 地址匹配使能 |

## 14.4. 功能描述

### 14.4.1. 模式选择

该模块默认为从模式, 当软件发起START操作后设备变成主模式。主模式时, I2C接口启动数据传输并产生时钟信号, 并可以发出STOP信号停止传输。从模式时, I2C接口能识别它自己的地址(7位)。数据和地址按8位/字节进行传输, 高位在前。跟在起始条件后的是地址。地址只在主模式发送。在一个字节传输的8个时钟后的第9个时钟期间, 接收器必须回送一个应答位(ACK)给发送器。参考下图:



14.4.2. I2C 从模式

一旦检测到起始条件，在SDA线上接收到的地址被送到移位寄存器。然后与芯片自己的设备地址相比较，如果地址不匹配I2C将其忽略并等待另一个起始条件。如果地址匹配，则此控制器会检测当前操作是发送还是接收（SRW寄存器），I2C接口进行如下操作：

从发送器：

发送器将字节从数据寄存器load到内部移位寄存器发送到SDA线上，并产生数据寄存器空标志TXE，软件需要更新数据寄存器来清除TXE标志。

当收到应答脉冲后，如果在下一个数据发送结束之前新数据仍然没有被写进数据寄存器，即TXE仍然为1，则字节等待标志位（WBT）被置1，这时I2C接口保持SCL为低以等待新的数据被写进数据寄存器。

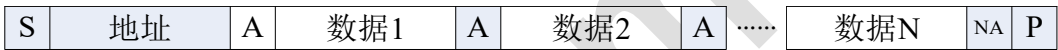


图 1：7 位从发送器的传送图

说明：S=Start(起始条件)， P=Stop(停止条件)， A=响应， NA=非响应

- ☐ :from master to slave
- ☐ :from slave to master

从接收器：

在接收到数据后，从接收器将通过内部移位寄存器从SDA线接收到的字节latch到数据寄存器，并产生数据寄存器非空标志RXNE，软件需要读出数据寄存器的值来清除RXNE标志。

I2C接口在接收到每个字节后都产生一个应答脉冲。

如果在接收新数据前数据寄存器的值未被读出，即RXNE仍然为1，则字节等待标志位（WBT）被置1，这时I2C接口保持SCL为低以等待数据寄存器的值被读出。



图 3：7 位从接收器的传送图

说明：S=Start(起始条件)， P=Stop(停止条件)， A=响应， NA=非响应

关闭从通信

在传输完最后一个数据字节后，主设备发出一个停止操作，I2C接口检测到这一条件时释放SCL和

SDA线。

14.4.3. I2C 主模式

在主模式时，I2C接口启动数据传输并产生时钟信号。串行数据传输总是以起始条件开始并以停止条件结束。当通过START位在总线上发起起始操作，设备就进入了主模式。

以下是主模式的操作顺序：

- 配置时钟控制寄存器。
- 配置数据寄存器（内部为从设备的地址和读写控制位）。
- 配置控制寄存器的MSTA位为1，产生起始条件。

主发送器

发送了地址后，主设备通过内部移位寄存器将字节从数据寄存器load到SDA线上，并产生数据寄存器空标志TXE，软件需要更新数据寄存器来清除TEX标志。

收到应答脉冲后确认新的数据已经发送到数据寄存器。如果在下一个数据发送结束之前新数据仍然没有被写进数据寄存器，即TXE仍然为1，则字节等待标志位（WBT）被置1，这时I2C接口保持SCL为低以等待新的数据被写进数据寄存器。

主设备发出STOP信号产生停止条件。



图 5：7 位主发送器的传送图

说明：S=Start(起始条件)， P=Stop(停止条件)，A=响应，NA=非响应

主接收器

发送了地址后，I2C接口从SDA线接收数据字节，并通过内部移位寄存器latch到数据寄存器，产生数据寄存器非空标志RXNE，软件需要读出数据寄存器的值来清除RXNE标志。

如果在接收新数据前数据寄存器的值未被读出，即RXNE仍然为1，则字节等待标志位（WBT）被置1，这时I2C接口保持SCL为低以等待数据寄存器的值被读出。

在每接收一个字节后发出一个应答脉冲并确认数据寄存器里的值已经被取走。

主设备在从从设备接收到最后一个字节后发送一个NACK。收到NACK后，从设备释放SCL线和SDA线的控制。主设备就可以发送一个停止/重新开始条件。

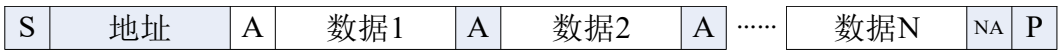


图 7：7 位主接收器的传送图

时钟延长

- 发送模式：当数据寄存器里的数据没有被更新时，把 SCL 拉低以等待新的数据写入。
- 接收模式：当数据寄存器里的数据没有被读走时，把 SCL 拉低以等待旧的数据被读走。

## 14.5. 使用流程

### 14.5.1. I2C 初始化

- 配置 PCLK0.I2CCEN 为 1，使能 I2C 时钟
- 配置 PRESET0.I2CREN 为 1，I2C 复位释放
- 配置 I2C\_CLK\_DIV，设置 I2C 传输速率
- 配置 I2C\_CR0.MEN，使能 I2C

### 14.5.2. 作为主发送器

- 1: 清除中断标志
- 2: 写 I2C\_CLK\_DIV 寄存器的值确定 I2C 传输频率。
- 3: 把 I2C 要访问的SLAVE 的 7 位地址写入 I2C\_DR 寄存器中。
- 4: 写 I2C\_CR 寄存器的MTX, MEN, MSTA 为 1，发起START 条件。
- 5: 读到 TXE 为 1 时，可以向 I2C\_DR 寄存器中写入第一个要发送的字节，同时硬件会清除 TXE 位。
- 6: 等待 MTF 标志，判断是否收到 ACK 后，表示从机正确。如果收到 NAK，硬件会自动发出 STOP 位，并释放总线，软件等待 MBB 为 0 后退出。
- 7: 重复 5—6 操作。
- 8: 向 I2C\_DR 写完最后一个字节后，等到倒数第二个字节发送完成 (MTF==1)，写 I2C\_CR 寄存器的 TACK 为 1 表示发送即将结束。如果需要产生 Restart 操作，则在此写RSTA 为 1。
- 9: 最后一个字节发送完成后，如果 RSTA 为 1，则发起 Restart 标志，并继续发送数据，如果 RSTA 为 0，硬件会自动产生STOP 条件，软件等待MBB 为 0 后退出。

**注：**以上是主发送器标准发送流程，即没有出现拉时钟的情况，若出现拉时钟（WBT==1）软件要立刻处理，否则SCL 时钟会停止。

### 14.5.3. 作为主接收器

- 1: 清除中断标志
- 2: 写 I2C\_CLK\_DIV 寄存器的值确定 I2C 传输频率
- 3: 把 I2C 要访问的SLAVE 的 7 位地址和 1bit 的 1 写入 I2C\_DR 寄存器中，表示作为接收器。
- 4: 写 I2C\_CR 寄存器的MTX, MEN, MSTA 为 1，发起START 条件。
- 5: 等待 MTF 标志，判断是否收到 ACK 后，表示从机正确。如果收到 NAK，主机自动发出 STOP 位，并释放总线，软件等待 MBB 为 0 后退出。
- 6: 读到RXNE 为 1 时，处理器需读取 I2C\_DR 寄存器中接收到的字节，同时硬件会清除RXNE 位。等待

下一个字节的接收结束。

7: 等待 MTF 标志, 并软件清除 (不清软件流程也能继续)。

8: 重复 6—7 操作

9: 当倒数第二个字节接收完成, 且发送完 ACK 信号后(即倒是第二个 MTF 标志), 主机写 I2C\_CR 的 TACK 为 1 表示下一个要接收的字节为最后一个字节。

10: 最后一个字节接收完成后硬件自动发出 NACK 信号并产生 STOP 条件, 软件等待 MBB 为 0 后退出。

注: 以上是主接收器标准接收流程, 即没有出现拉时钟的情况, 若出现拉时钟 (WBT==1) 软件要立刻处理, 否则 SCL 时钟会停止。。

#### 14.5.4. 作为从发送器

1: 清除中断标志

2: 向 I2C\_SLAVE\_ADDR1 寄存器或 I2C\_SLAVE\_ADDR2 寄存器写入 7 位地址作为自己在从机状态下被寻址的地址。

3: 写 I2C\_CR 寄存器的 MEN 为 1, 使能 I2C 模块。

4: 等待 MAAS1 或 MASS2 (ADDR2\_EN=1) 标志是否有效。地址匹配无效则重复 4.

5: 地址匹配有效, 判断 SRW 位是否为 1。为 0 表示从接收, 为 1 表示从发送

6: 写第一个要发送的数据给 I2C\_DR

7: 等待字节传输完成标志 (MTF) 写 I2C\_CR 寄存器的 MTX 为 1, 表示作为从发送器。

8: 读到 TXE 为 1 时, 可以向 I2C\_DR 寄存器中写入第二个要发送的字节, 同时硬件会清除 TXE 位。

9: 等待 MTF 标志, 判断是否收到 ACK 后, 表示主机正确。

10: 重复 8—9, 当收到主机发来的 NACK 信号或者 STOP 后, I2C 模块释放总线。软件等待 MBB 为 0 后退出

#### 14.5.5. 作为从接收器

1: 清除中断标志

2: 向 I2C\_SLAVE\_ADDR1 寄存器或 I2C\_SLAVE\_ADDR2 寄存器写入 7 位地址作为自己在从机状态下被寻址的地址。

3: 写 I2C\_CR 寄存器的 MEN 为 1, 使能 I2C 模块。

4: 等待 MAAS1 或 MASS2 (ADDR2\_EN=1) 标志是否有效。地址匹配无效则重复 4.

5: 地址匹配有效, 判断 SRW 位是否为 1。为 0 表示从接收, 为 1 表示从发送

6: 等待字节传输完成标志 (MTF)。

7: 等到读取 RXNE 为 1 时, 处理器需读取 I2C\_DR 寄存器中接收到的字节, 同时硬件会清除 RXNE 位。

等待下一个字节的接收结束。

8: 读到RXNE 为 1 时, 处理器需读取 I2C\_DR 寄存器中接收到的字节, 同时硬件会清除RXNE 位。等待下一个字节的接收结束。

9: 等待 MTF 标志, 并软件清除 (不清软件流程也能继续)。

10: 重复 8—9 操作, 接收到 stop 信号后停止。

11: I2C 也可以在一个字节接收完成, 并发送完成 (即 MTF==1), 写 I2C\_CR 寄存器的 TACK 为 1, 则会在下一个字节接收完成后发送 NACK 信号给主机。软件等待 MBB 为 0 后退出

## 15. ADC (模/数转换器)

### 15.1. 主要特性

- ◆ 12 位分辨率
- ◆ 参考电压可选择 $V_{DD}$ 或外接 $V_{REF}$
- ◆ 最多可支持 8 路模拟通道输入
- ◆ 1Msps 采样速率

### 15.2. 使用流程

- 配置PCLK0.ADCCEN为1,使能ADC时钟
- 配置PRESET0.ADCREN为1, ADC复位释放
- 配置ADCGCR1.ADCRST和ADCGCR1.ADCPDEN, SAR ADC释放和SAR ADC上电
- 配置ADCVREF.VREFSEL, 选择ADC电压基准源
- 配置ADCGCR0.ADCCLKSEL, 选择ADC时钟源, 若选择内部时钟分频器产生的时钟, 则配置ADCCDR0和ADCCDR1设置分频器的分频值
- 配置ADCCONT设置通道切换时间间隔
- 配置ADCGCR3,配置EOC上升沿采样
- 配置ADCGCR0.ADCCUNSET, 选择ADC工作模式
- 若需要使能中断, 则配置ADCIER使能中断
- 配置ADCHL选择ADC输入通道
- 配置ADCGCR0.ADCEN, 使能ADC
- 配置ADCGCR1.ADCSTEN, 启动ADC转换
- 等待ADCDR1.CHDATAV置1, 读取ADCDR1.CHDATAH和ADCDR0.CHDATAH通道数据寄存器
- 读取完后将ADCCSTAT写1, 清除接收器BUF

## 16. WDT ( 看门狗定时器 )

### 16.1. 概述

看门狗定时器是一个递减计数器，看门狗定时器使用内部 RC32K 为时钟源，如果要使能看门狗，必须先确保RC32K 已打开。在掉电模式下，看门狗会在定时器溢出时，复位芯片。

读或者写RSTSTAT 寄存器均自动清除看门狗计数。

### 16.2. 使用流程

WDT 使用流程：

- 设置寄存器PCLK0.WDTCEN，开启 WDT 时钟；设置寄存器PRESET0.WDTREN，WDT 复位释放
- 设置寄存器RSTSTAT.WDEN，使能看门狗功能。
- 设置寄存器RSTSTAT.WDT[2:0]的值，配置溢出周期最小值。
- 在溢出周期内，重新写入寄存器 RSTSTAT.WDT[2:0]的值，喂狗，防止溢出。
- 通过查看寄存器 RSTSTAT.WDOF 的值，判断看门狗是否发生过溢出。

## 17. LVD

### 17.1. 概述

LVD 完成低电压检测功能。LVD 可以对低电压检测的结果进行滤波，增强了系统的稳定性。

### 17.2. 主要特性

- ◆ 可软件使能低电压复位功能
- ◆ 可对低电压检测的结果进行滤波

### 17.3. 使用流程

- 配置 LVDCON.LVDS[3:0],配置阈值电压
- 若需要对低电压检测结果进行滤波，则配置 LVD\_LV 寄存器
- 配置 LVDCON.LVDEN，使能 LVD 模块
- 若需要低电压复位功能，则配置 LVDCON.LVDREN，使能低电压复位功能

## 18. 中断

### 18.1. 特性

- ◆ 11 个中断源 EX0, ET0, ES1, ET1, ES0, EPWM, EADC, EFCINTEN, SPIINTEN, I2CINTEN, LPTIMINTEN
- ◆ 4 层中断优先级可配

### 18.2. 中断汇总

| 中断源     | 入口地址  | 允许位              | 标志位     | 轮询优先级  | 中断号(C 语言) |
|---------|-------|------------------|---------|--------|-----------|
| Reset   | 0000H | -                | -       | 0(最高级) | -         |
| INT0    | 0003H | EX0+PxIENy       | PxIRQy  | 1      | 0         |
| Timer0  | 000BH | ET0              | TF0     | 3      | 1         |
| UART1   | 0013H | ES1              | RI1+TI1 | 5      | 2         |
| Timer1  | 001BH | ET1              | TF1     | 6      | 3         |
| UART0   | 0023H | ES0              | RI0+TI0 | 8      | 4         |
| PWM     | 002BH | EPWM+PWMxIE      | PWMxIF  | 10     | 5         |
| ADC     | 0033H | EADC+ADCIER      | RXAVL   | 2      | 6         |
| SPI     | 003BH | ESPI+SPIIE       | SPSR    | 4      | 7         |
| EFC     | 005BH | EFCINTEN+OINTEN  | OINTUS  | 7      | 11        |
| LPTIMER | 0063H | LPTIMINTEN+LPTIE | LPTIF   | 9      | 12        |
| I2C     | 006BH | I2CINTEN +I2CCR  | I2CSR   | 11     | 13        |

## 19. 指令集

机器周期为 1 个时钟周期，且多数指令只需一个机器周期执行完成。

### 19.1. 指令操作数说明

|          |                                                                                                                                               |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Rn       | Working register R0-R7                                                                                                                        |
| direct   | 256 internal RAM locations, any Special Function Registers                                                                                    |
| @Ri      | Indirect internal or external RAM location addressed by register R0 or R1                                                                     |
| #data    | 8-bit constant included in instruction                                                                                                        |
| #data 16 | 16-bit constant included as bytes 2 and 3 of instruction                                                                                      |
| bit      | 256 software flags, any bit-addressable I/O pin, control or status bit                                                                        |
| A        | Accumulator                                                                                                                                   |
| addr16   | Destination address for LCALL and LJMP may be anywhere within the 64K bytes of program memory address space                                   |
| addr11   | Destination address for ACALL and AJMP will be within the same 2K bytes page of program memory as the first byte of the following instruction |
| rel      | SJMP and all conditional jumps include an 8bit offset byte .Range is +127/-128 bytes relative to the first byte of the following instruction  |

### 19.2. 算数操作指令

| Mnemonic      | Description                                 | Code  | Bytes | Cycles |
|---------------|---------------------------------------------|-------|-------|--------|
| ADD A,Rn      | Add register to accumulator                 | 28-2F | 1     | 1      |
| ADD A,direct  | Add direct byte to accumulator              | 25    | 2     | 2      |
| ADD A,@Ri     | Add indirect RAM to accumulator             | 26-27 | 1     | 2      |
| ADD A,#data   | Add immediate data to accumulator           | 24    | 2     | 2      |
| ADDC A,Rn     | Add register to accumulator with carry flag | 38-3F | 1     | 1      |
| ADDC A,direct | Add direct byte to A with carry flag        | 35    | 2     | 2      |
| ADDC A,@Ri    | Add indirect RAM to A with carry flag       | 36-37 | 1     | 2      |
| ADDC A,#data  | Add immediate data to A with carry flag     | 34    | 2     | 2      |
| SUBB A,Rn     | Subtract register from A with borrow        | 98-9F | 1     | 1      |
| SUBB A,direct | Subtract direct byte from A with borrow     | 95    | 2     | 2      |
| SUBB A,@Ri    | Subtract indirect RAM from A with borrow    | 96-97 | 1     | 2      |
| SUBB A,#data  | Subtract immediate data from A with borrow  | 94    | 2     | 2      |
| INC A         | Increment accumulator                       | 04    | 1     | 1      |
| INC Rn        | Increment register                          | 08-0F | 1     | 2      |
| INC direct    | Increment direct byte                       | 05    | 2     | 3      |
| INC @Ri       | Increment indirect RAM                      | 06-07 | 1     | 3      |
| INC DPTR      | Increment data pointer                      | A3    | 1     | 1      |
| DEC A         | Decrement accumulator                       | 14    | 1     | 1      |
| DEC Rn        | Decrement register                          | 18-1F | 1     | 2      |

|            |                            |       |   |   |
|------------|----------------------------|-------|---|---|
| DEC direct | Decrement direct byte      | 15    | 2 | 3 |
| DEC @Ri    | Decrement indirect RAM     | 16-17 | 1 | 3 |
| MUL AB     | Multiply A and B           | A4    | 1 | 5 |
| DIV        | Divide A by B              | 84    | 1 | 5 |
| DA A       | Decimal adjust accumulator | D4    | 1 | 1 |

### 19.3. 逻辑操作指令

| Mnemonic         | Description                                | Code  | Bytes | Cycles |
|------------------|--------------------------------------------|-------|-------|--------|
| ANL A,Rn         | AND register to accumulator                | 58-5F | 1     | 1      |
| ANL A,direct     | AND direct byte to accumulator             | 55    | 2     | 2      |
| ANL A,@Ri        | AND indirect RAM to accumulator            | 56-57 | 1     | 2      |
| ANL A,#data      | AND immediate data to accumulator          | 54    | 2     | 2      |
| ANL direct,A     | AND accumulator to direct byte             | 52    | 2     | 3      |
| ANL direct,#data | AND immediate data to direct byte          | 53    | 3     | 4      |
| ORL A,Rn         | OR register to accumulator                 | 48-4F | 1     | 1      |
| ORL A,direct     | OR direct byte to accumulator              | 45    | 2     | 2      |
| ORL A,@Ri        | OR indirect RAM to accumulator             | 46-47 | 1     | 2      |
| ORL A,#data      | OR immediate data to accumulator           | 44    | 2     | 2      |
| ORL direct,A     | OR accumulator to direct byte              | 42    | 2     | 3      |
| ORL direct,#data | OR immediate data to direct byte           | 43    | 3     | 4      |
| XRL A,Rn         | Exclusive OR register to accumulator       | 68-6F | 1     | 1      |
| XRL A,direct     | Exclusive OR direct byte to accumulator    | 65    | 2     | 2      |
| XRL A,@Ri        | Exclusive OR indirect RAM to accumulator   | 66-67 | 1     | 2      |
| XRL A,#data      | Exclusive OR immediate data to accumulator | 64    | 2     | 2      |
| XRL direct,A     | Exclusive OR accumulator to direct byte    | 62    | 2     | 3      |
| XRL direct,#data | Exclusive OR immediate data to direct byte | 63    | 3     | 4      |
| CLR A            | Clear accumulator                          | E4    | 1     | 1      |
| CPL A            | Complement accumulator                     | F4    | 1     | 1      |
| RL A             | Rotate accumulator left                    | 23    | 1     | 1      |
| RLC A            | Rotate accumulator left through carry      | 33    | 1     | 1      |
| RR A             | Rotate accumulator right                   | 03    | 1     | 1      |
| RRC A            | Rotate accumulator right through carry     | 13    | 1     | 1      |
| SWAP A           | Swap nibbles within the accumulator        | C4    | 1     | 1      |

### 19.4. 数据传送指令

| Mnemonic     | Description                      | Code  | Bytes | Cycles |
|--------------|----------------------------------|-------|-------|--------|
| MOV A,Rn     | Move register to accumulator     | E8-EF | 1     | 1      |
| MOV A,direct | Move direct byte to accumulator  | E5    | 2     | 2      |
| MOV A,@Ri    | Move indirect RAM to accumulator | E6-E7 | 1     | 2      |

|                     |                                                |       |   |      |
|---------------------|------------------------------------------------|-------|---|------|
| MOV A,#data         | Move immediate data to accumulator             | 74    | 2 | 2    |
| MOV Rn,A            | Move accumulator to register                   | F8-FF | 1 | 2    |
| MOV Rn,direct       | Move direct byte to register                   | A8-AF | 2 | 4    |
| MOV Rn,#data        | Move immediate data to register                | 78-7F | 2 | 2    |
| MOV direct,A        | Move accumulator to direct byte                | F5    | 2 | 3    |
| MOV direct,Rn       | Move register to direct byte                   | 88-8F | 2 | 3    |
| MOV direct1,direct2 | Move direct byte to direct byte                | 85    | 3 | 4    |
| MOV direct,@Ri      | Move indirect RAM to direct byte               | 86-87 | 2 | 4    |
| MOV direct,#data    | Move immediate data to direct byte             | 75    | 3 | 3    |
| MOV @Ri,A           | Move accumulator to indirect RAM               | F6-F7 | 1 | 3    |
| MOV @Ri,direct      | Move direct byte to indirect RAM               | A6-A7 | 2 | 5    |
| MOV @Ri,#data       | Move immediate data to indirect RAM            | 76-77 | 2 | 3    |
| MOV DPTR,#data16    | Load data pointer with a 16-bit constant       | 90    | 3 | 3    |
| MOVC A,@A+DPTR      | Move code byte relative to DPTR to accumulator | 93    | 1 | 3    |
| MOVC A,@A+PC        | Move code byte relative to PC to accumulator   | 83    | 1 | 3    |
| MOVX A,@Ri          | Move external RAM(8-bit addr.)to A             | E2-E3 | 1 | 3-10 |
| MOVX A,@DPTR        | Move external RAM(16-bit addr.)to A            | E0    | 1 | 3-10 |
| MOVX @Ri,A          | Move A to extern RAM(8-bit addr.)              | F2-F3 | 1 | 4-11 |
| MOVX @DPTR,A        | Move A to extern RAM(16-bit addr.)             | F0    | 1 | 4-11 |
| PUSH direct         | Push direct byte onto stack                    | C0    | 2 | 4    |
| POP direct          | Pop direct byte from stack                     | D0    | 2 | 3    |
| XCH A,Rn            | Exchange register with accumulator             | C8-CF | 1 | 2    |
| XCH A,direct        | Exchange direct byte with accumulator          | C5    | 2 | 3    |
| XCH A,@Ri           | Exchange indirect RAM with accumulator         | C6-C7 | 1 | 3    |
| XCHD A,@Ri          | Exchange low-order nibble indir.RAM with A     | D6-D7 | 1 | 3    |

## 19.5. 控制程序转移指令

| Mnemonic     | Description                        | Code  | Bytes | Cycles |
|--------------|------------------------------------|-------|-------|--------|
| ACALL addr11 | Absolute subroutine call           | xxx11 | 2     | 6      |
| LCALL addr16 | Long subroutine call               | 12    | 3     | 6      |
| RET          | from subroutine                    | 22    | 1     | 4      |
| RETI         | from interrupt                     | 32    | 1     | 4      |
| AJMP addr11  | Absolute jump                      | xxx01 | 2     | 3      |
| LJMP addr16  | Long jump                          | 02    | 3     | 4      |
| SJMP rel     | Short jump (relative addr.)        | 80    | 2     | 3      |
| JMP @A+DPTR  | Jump indirect relative to the DPTR | 73    | 1     | 2      |

|                    |                                                |       |   |   |
|--------------------|------------------------------------------------|-------|---|---|
| JZ rel             | Jump if accumulator is zero                    | 60    | 2 | 3 |
| JNZ rel            | Jump if accumulator is not zero                | 70    | 2 | 3 |
| JC rel             | Jump if carry flag is set                      | 40    | 2 | 3 |
| JNC                | Jump if carry flag is not set                  | 50    | 2 | 3 |
| JB bit,rel         | Jump if direct bit is set                      | 20    | 3 | 4 |
| JNB bit,rel        | Jump if direct bit is not set                  | 30    | 3 | 4 |
| JBC bit,direct rel | Jump if direct bit is set and clear bit        | 10    | 3 | 4 |
| CJNE A,direct rel  | Compare direct byte to A and jump if not equal | B5    | 3 | 4 |
| CJNE A,#data rel   | Compare immediate to A and jump if not equal   | B4    | 3 | 4 |
| CJNE Rn,#data rel  | Compare immed. to reg. and jump if not equal   | B8-BF | 3 | 4 |
| CJNE @Ri,#data rel | Compare immed. to ind. and jump if not equal   | B6-B7 | 3 | 4 |
| DJNE Rn,rel        | Decrement register and jump if not zero        | D8-DF | 2 | 3 |
| DJNZ direct,rel    | Decrement direct byte and jump if not zero     | D5    | 3 | 4 |
| NOP                | No operation                                   | 00    | 1 | 1 |

## 19.6. 位操作指令

| Mnemonic   | Description                           | Code | Bytes | Cycles |
|------------|---------------------------------------|------|-------|--------|
| CLR C      | Clear carry flag                      | C3   | 1     | 1      |
| CLR bit    | Clear direct bit                      | C2   | 2     | 3      |
| SETB C     | Set carry flag                        | D3   | 1     | 1      |
| SETB bit   | Set direct bit                        | D2   | 2     | 3      |
| CPL C      | Complement carry flag                 | B3   | 1     | 1      |
| CPL bit    | Complement direct bit                 | B2   | 2     | 3      |
| ANL C,bit  | AND direct bit to carry flag          | 82   | 2     | 2      |
| ANL C,/bit | AND complement of direct bit to carry | B0   | 2     | 2      |
| ORL C,bit  | OR direct bit to carry flag           | 72   | 2     | 2      |
| ORL C,/bit | OR complement of direct bit to carry  | A0   | 2     | 2      |
| MOV C,bit  | Move direct bit to carry flag         | A2   | 2     | 2      |
| MOV bit,C  | Move carry flag to direct bit         | 92   | 2     | 3      |

## 20. 电气参数

### 20.1. 绝对最大额定值

表 20-1 芯片绝对最大额定值

| 符号               | 描述                                           | 最小值   | 最大值   | 单位 |
|------------------|----------------------------------------------|-------|-------|----|
| V <sub>SS</sub>  | 工作电压                                         | -0.3  | -     | V  |
| V <sub>DDA</sub> |                                              | +2.0  | +5.5  | V  |
| V <sub>DDH</sub> |                                              | +2.0  | +5.5  | V  |
| T <sub>A</sub>   | 环境温度                                         | -40   | +105  | °C |
| T <sub>stg</sub> | 存储温度                                         | -50   | +150  | °C |
| I <sub>DD</sub>  | V <sub>DDA</sub> /V <sub>DDH</sub> 引脚的最大输入电流 | -     | 50    | mA |
| I <sub>SS</sub>  | V <sub>SS</sub> 引脚的最大输出电流                    | -     | 50    | mA |
| -                | 所有 I/O 引脚的最大输入灌电流                            | 12    | -     | mA |
| -                | 所有 I/O 引脚的最大输出拉电流                            | 12    | -     | mA |
| V <sub>ESD</sub> | 静电防护电压                                       | -6000 | +6000 | V  |

### 20.2. DC 参 数

➤ 静态参数 ( 使用温度范围 : T<sub>amb</sub> = -40°C ~ +105°C )

| 符号               | 描述   | 测试条件                                                                                                                       | 最小值 | 典型值 <sup>[1]</sup> | 最大值 | 单位 |
|------------------|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|--------------------|-----|----|
| V <sub>DDH</sub> | 供电电压 | Power supply for I/O buffer and pre-driver                                                                                 | 2.0 | 3.3                | 5.5 | V  |
| I <sub>DD</sub>  | 工作电流 | 运行模式(Active); V <sub>DDH</sub> = 3.3 V;<br>T <sub>amb</sub> = 25°C; 在 Flash 中运行程序<br>while(1){}; 所有外设被禁止: CCLK<br>= 16 MHz | -   | 1.5                | -   | mA |
|                  |      | 空闲模式 (Sleep) ;V <sub>DDH</sub> = 3.3 V;<br>T <sub>amb</sub> = 25°C                                                         | -   | 0.67               | -   | mA |

|  |                                             |   |      |   |    |
|--|---------------------------------------------|---|------|---|----|
|  | 深度睡眠模式(DeepSleep); VDDH = 3.3 V; Tamb =25°C | - | 0.59 | - | μA |
|  | 停止模式(Stop); VDDH = 3.3 V; Tamb =25°C        | - | 0.32 | - | μA |

[1] 典型值范围不保证。列表里的值都是在正常电压和室温下取得的。

## ➤ IO 特性

表 20-3 IO 特性

| 符号               | 描述      | 测试条件                                                                           | 最小值                   | 典型值 <sup>[1]</sup> | 最大值                 | 单位 |
|------------------|---------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------|---------------------|----|
| I <sub>IL</sub>  | 低电平输入电流 | V <sub>I</sub> =0V;                                                            | -1                    | -                  | -                   | μA |
| I <sub>IH</sub>  | 高电平输入电流 | V <sub>I</sub> =V <sub>DD</sub>                                                | -                     | -                  | +1                  | μA |
| V <sub>O</sub>   | 输出电压    | 输出管脚 active                                                                    | 0                     | -                  | V <sub>DD</sub>     | V  |
| V <sub>IH</sub>  | 高电平输入   | -                                                                              | 0.7V <sub>DDH</sub>   | -                  | -                   | V  |
| V <sub>IL</sub>  | 低电平输入   | -                                                                              | -                     | -                  | 0.3V <sub>DDH</sub> | V  |
| V <sub>hys</sub> | 迟滞电压    | -                                                                              | 0.1V <sub>DD</sub>    | -                  | -                   | V  |
| V <sub>OH</sub>  | 高电平输出   | 5V,<br>在高驱动模式正常输出 I <sub>Load</sub> = 16mA 在低驱动模式正常输出 I <sub>Load</sub> = 8mA  | V <sub>DDH</sub> -0.8 | -                  | -                   | V  |
|                  |         | 3.3V,<br>在高驱动模式正常输出 I <sub>Load</sub> = 8mA 在低驱动模式正常输出 I <sub>Load</sub> = 4mA | 2.4                   | -                  | -                   | -  |
| V <sub>OL</sub>  | 低电平输出   | 5V,<br>在高驱动模式正常输出 I <sub>Load</sub> = 16mA 在低驱动模式正常输出 I <sub>Load</sub> = 8mA  | -                     | -                  | 0.5                 | V  |
|                  |         | 3.3V,<br>在高驱动模式正常输出 I <sub>Load</sub> = 8mA 在低驱动模式正常输出 I <sub>Load</sub> = 4mA | -                     | -                  | 0.4                 | -  |
| I <sub>OH</sub>  | 高电平输出电流 | 5V,<br>在高驱动模式正常输出<br>在低驱动模式正常输出                                                | -<br>-                | 16<br>8            | -<br>-              | mA |
|                  |         | 3.3V,<br>在高驱动模式正常输出<br>在低驱动模式正常输出                                              | -<br>-                | 8<br>4             | -<br>-              | mA |
| I <sub>OL</sub>  | 低电平输出电流 | 5V,<br>在高驱动模式正常输出<br>在低驱动模式正常输出                                                | -<br>-                | 16<br>8            | -<br>-              | mA |
|                  |         | 3.3V,<br>在高驱动模式正常输出                                                            | -                     | 8                  | -                   | mA |

|           |       |            |    |   |     |      |
|-----------|-------|------------|----|---|-----|------|
|           |       | 在低驱动模式正常输出 | -  | 4 | -   |      |
| $R_{pup}$ | 上拉/下拉 | 5V/3.3V    | 20 | - | 100 | KOhm |
| $R_{pdn}$ | 电流    |            |    |   |     |      |
| CIN       | 容性阻抗  | 5V/3.3V    | -  | - | 10  | pF   |

[1] 典型值范围不保证。列表里的值都是在正常电压和室温下取得的。

## 20.3. 交流 AC 参数

### ➤ 输出特性

表 20-4 端口输出特性

| 符号        | 描述        | 条件                                 | 最小值           | 最大值           | 单位 |
|-----------|-----------|------------------------------------|---------------|---------------|----|
| $V_{OH}$  | 高电平输出源电流  | Sourcing 4mA, $V_{CC}=3.3V^{[1]}$  | $V_{CC}-0.25$ | -             | V  |
|           |           | Sourcing 8mA, $V_{CC}=3.3V^{[2]}$  | $V_{CC}-0.6$  | -             | V  |
| $V_{OL}$  | 低电平输出下沉电流 | Sinking 4mA, $V_{CC}=3.3V^{[1]}$   | -             | $V_{SS}+0.25$ | V  |
|           |           | Sinking 8mA, $V_{CC}=3.3V^{[2]}$   | -             | $V_{SS}+0.6$  | V  |
| $V_{OHD}$ | 高电平输出双源电流 | Sourcing 8mA, $V_{CC}=3.3V^{[1]}$  | $V_{CC}-0.25$ | -             | V  |
|           |           | Sourcing 16mA, $V_{CC}=3.3V^{[2]}$ | $V_{CC}-0.6$  | -             | V  |
| $V_{OLD}$ | 低电平输出双吸电流 | Sinking 8mA, $V_{CC}=3.3V^{[1]}$   | -             | $V_{SS}+0.25$ | V  |
|           |           | Sinking 16mA, $V_{CC}=3.3V^{[2]}$  | -             | $V_{SS}+0.6$  | V  |

### ➤ 输入特性

表 20-5 端口输入特性

| 符号             | 描述                                              | 条件             | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位   |
|----------------|-------------------------------------------------|----------------|-----|-----|-----|------|
| $V_{IT+}$      | Positive-going input threshold voltage          | $V_{CC}=2.0V$  | 1.1 | 1.2 | 1.3 | V    |
|                |                                                 | $V_{CC}=3.3V$  | 1.8 | 2.0 | 2.2 | V    |
|                |                                                 | $V_{CC}=5.5V$  | 2.9 | 3.1 | 3.3 | V    |
| $V_{IT-}$      | Negative-going input threshold voltage          | $V_{CC}=2.0V$  | 0.7 | 0.8 | 0.9 | V    |
|                |                                                 | $V_{CC}=3.3V$  | 1.1 | 1.3 | 1.5 | V    |
|                |                                                 | $V_{CC}=5.5V$  | 2   | 2.2 | 2.4 | V    |
| $V_{hys}$      | Input voltage hysteresis( $V_{IT+} - V_{IT-}$ ) | $V_{CC}=2.0V$  | 0.4 | 0.4 | 0.4 | V    |
|                |                                                 | $V_{CC}=3.3V$  | 0.7 | 0.7 | 0.7 | V    |
|                |                                                 | $V_{CC}=5.5V$  | 0.9 | 0.9 | 0.9 | V    |
| $R_{pullhigh}$ | Pullup resistor                                 | Pullup enabled | -   | 80  | -   | Kohm |
| $C_{input}$    | Input capacitance                               | -              | -   | 5   | -   | pf   |

### ➤ 内部 RCH 振荡器

除非特别说明，否则 VDDH=3.3V，TA=-40~105°C。

表 20-6 RCH 振荡器特性

| 符号               | 描述     | 条件                           | 最小值         | 典型值    | 最大值         | 单位  |
|------------------|--------|------------------------------|-------------|--------|-------------|-----|
| F <sub>HSI</sub> | 时钟频率   | T <sub>A</sub> =25°C, 已经完成修调 | 24*(1-0.3%) | 24     | 24*(1+0.3%) | MHz |
|                  |        | T <sub>A</sub> =-40°C~105°C  | 24*(1-3%)   | 24     | 24*(1+3%)   | MHz |
| Duty             | 占空比    | F <sub>HSI</sub> =24MHz      | -           | 50±10% | -           | %   |
| T <sub>SU</sub>  | 时钟建立时间 | -                            | -           | 1.2    |             | μs  |
| I <sub>VDD</sub> | 消耗电流   | -                            | -           | 80     | -           | μA  |

#### ➤ 内部 RCL 振荡器

除非特别说明，否则 VDDH=3.3V，TA=-40~105°C。

表 20-7 RCL 振荡器特性

| 符号               | 描述     | 条件                      | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位  |
|------------------|--------|-------------------------|-----|-----|-----|-----|
| F <sub>LSI</sub> | 时钟频率   | TA =-40°C~105°C, 已经完成修调 | 24  | 32  | 40  | KHz |
|                  |        | 未修调                     | 16  | 32  | 48  | KHz |
| Duty             | 占空比    | -                       | 48  | 50  | 52  | %   |
| T <sub>SU</sub>  | 时钟建立时间 | -                       | -   | 100 | 200 | μs  |
| I <sub>VDD</sub> | 消耗电流   | -                       | -   | 160 | 280 | nA  |

#### ➤ 外部 32.768K 晶振

除非特别说明，否则 VDD=3.3V，TA=-40~105°C。

表 20-8 32.768K 晶振特性

| 符号               | 描述     | 条件     | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位  |
|------------------|--------|--------|-----|-----|-----|-----|
| F <sub>LSE</sub> | 时钟频率精度 | -      | -   | 5   | -   | ppm |
| T <sub>SU</sub>  | 时钟建立时间 | -      |     | 500 | -   | ms  |
| I <sub>VDD</sub> | 消耗电流   | 1Hz 输出 | -   | 155 | 260 | nA  |

#### ➤ 外部 XTH 晶振

除非特别说明，否则 VDDH=3.3V，TA=-40~105°C。

表 20-9 外部 XTH 晶振特性

| 符号                  | 描述     | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位  |
|---------------------|--------|----|-----|-----|-----|-----|
| F <sub>OSC_IN</sub> | 频率范围   | -  | 2.0 | 16  | 24  | Mhz |
| T <sub>SU</sub>     | 时钟建立时间 | -  | -   | 2   | -   | ms  |

|                  |      |   |   |      |   |    |
|------------------|------|---|---|------|---|----|
| I <sub>VDD</sub> | 消耗电流 | - | - | 0.9  | - | mA |
| I <sub>lk</sub>  | 漏电电流 | - | - | 0.01 | - | μA |

➤ **VDT 电压检测(LVR/LVD)**

除非特别说明，否则 VDDH=3.3V，TA=-40~105°C。

表 20-10 LVR 低电压检测特性

| 符号                  | 描述        | 条件                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 最小值 | 典型值                                                                                                                          | 最大值             | 单位 |
|---------------------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----|
| V <sub>IN_LVR</sub> | 输入的检测电压范围 | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 0   | -                                                                                                                            | V <sub>DD</sub> | V  |
| V <sub>LVR</sub>    | 检测阈值      | ADJ_LVR<3:0>=0000<br>ADJ_LVR<3:0>=0001<br>ADJ_LVR<3:0>=0010<br>ADJ_LVR<3:0>=0011<br>ADJ_LVR<3:0>=0100<br>ADJ_LVR<3:0>=0101<br>ADJ_LVR<3:0>=0110<br>ADJ_LVR<3:0>=0111<br>ADJ_LVR<3:0>=1000<br>ADJ_LVR<3:0>=1001<br>ADJ_LVR<3:0>=1010<br>ADJ_LVR<3:0>=1011<br>ADJ_LVR<3:0>=1100<br>ADJ_LVR<3:0>=1101<br>ADJ_LVR<3:0>=1110<br>ADJ_LVR<3:0>=1111 | -   | 1.65<br>1.75<br>1.85<br>1.95<br>2.05<br>2.15<br>2.25<br>2.35<br>2.45<br>2.55<br>2.65<br>2.75<br>2.85<br>2.95<br>3.05<br>3.15 | -               | V  |
| V <sub>HYS</sub>    | 迟滞电压      | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | -   | 100                                                                                                                          | -               | mV |
| I <sub>VDD</sub>    | 消耗电流      | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | -   | 800                                                                                                                          | -               | nA |

表 20-11 LVD 低电压检测特性

| 符号                  | 描述        | 条件                                     | 最小值 | 典型值          | 最大值             | 单位 |
|---------------------|-----------|----------------------------------------|-----|--------------|-----------------|----|
| V <sub>IN_LVD</sub> | 输入的检测电压范围 | -                                      | 0   | -            | V <sub>DD</sub> | V  |
| V <sub>LVD</sub>    | 检测阈值      | ADJ_LVD<3:0>=0000<br>ADJ_LVD<3:0>=0001 | -   | 1.65<br>1.75 | -               | V  |

|                  |      |                   |   |      |   |    |
|------------------|------|-------------------|---|------|---|----|
|                  |      | ADJ_LVD<3:0>=0010 |   | 1.85 |   |    |
|                  |      | ADJ_LVD<3:0>=0011 |   | 1.95 |   |    |
|                  |      | ADJ_LVD<3:0>=0100 |   | 2.05 |   |    |
|                  |      | ADJ_LVD<3:0>=0101 |   | 2.15 |   |    |
|                  |      | ADJ_LVD<3:0>=0110 |   | 2.25 |   |    |
|                  |      | ADJ_LVD<3:0>=0111 |   | 2.35 |   |    |
|                  |      | ADJ_LVD<3:0>=1000 |   | 2.45 |   |    |
|                  |      | ADJ_LVD<3:0>=1001 |   | 2.55 |   |    |
|                  |      | ADJ_LVD<3:0>=1010 |   | 2.65 |   |    |
|                  |      | ADJ_LVD<3:0>=1011 |   | 2.75 |   |    |
|                  |      | ADJ_LVD<3:0>=1100 |   | 2.85 |   |    |
|                  |      | ADJ_LVD<3:0>=1101 |   | 2.95 |   |    |
|                  |      | ADJ_LVD<3:0>=1110 |   | 3.05 |   |    |
|                  |      | ADJ_LVD<3:0>=1111 |   | 3.15 |   |    |
| V <sub>HYS</sub> | 迟滞电压 | -                 | - | 100  | - | mV |
| I <sub>VDD</sub> | 消耗电流 | -                 | - | 800  | - | nA |

## 20.4. 12 位 A/D 转换器

以下电气特性数据在(TA)=25°C,VDDA=3.3V 和 VDDD15=1.5V 下测得。

表 20-12 ADC 特性

| 符号       | 描述        | 条件 | 最小值  | 典型值  | 最大值   | 单位  |
|----------|-----------|----|------|------|-------|-----|
| VDDA50   | 模拟供电电压    | -  | 2.0  | 3.3  | 5.5   | V   |
| VDDD15   | 内核供电电压    | -  | 1.35 | 1.5  | 1.65- | V   |
| Temp     | 运行环境温度    | -  | -40  | 25   | 105   | °C  |
| IN[15:0] | 模拟输入范围    | -  | REFN | -    | REFP  | V   |
| VREFP    | REFP 参考电压 | -  | 2.0  | 3.3  | 5.5   | V   |
| VREFN    | REFN 参考电压 | -  | 0    | 0    | 0     | V   |
| RES      | 分辨率       | -  | -    | 12   | -     | Bit |
| Offset   | -         | -  | -3.0 | ±1.5 | 3.0   | LSB |

|            |                                                       |                           |         |           |         |                    |
|------------|-------------------------------------------------------|---------------------------|---------|-----------|---------|--------------------|
| error      |                                                       |                           |         |           |         |                    |
| Gain error | -                                                     | -                         | -       | $\pm 2$   | $\pm 5$ | LSB                |
| TE         | Total un-adjust effective bit number                  | -                         | -       | 10.5      | -       | LSB                |
| INL        | 积分非线性误差                                               | -                         | -3.0    | $\pm 1.5$ | 2.0     | LSB                |
| DNL        | 差分非线性误差                                               | -                         | -1.0    | $\pm 0.6$ | 1.5     | LSB                |
| Fclk       | 时钟频率                                                  | -                         | -       | -         | 16      | MHz                |
| SPS        | 采样率                                                   | -                         | 30      | -         | 1000    | KSPS               |
| TS         | 采样时间                                                  | -                         | 4/Fclk  | -         | -       | -                  |
| TC         | 转换时间                                                  | -                         | -       | 12/Fclk   | -       | -                  |
| Tsetup     | ADC 使能到得到第一个有效数据                                      | -                         | 32/Fclk | -         | -       | -                  |
| IVDDA50    | Power VDDA50@enable mode<br>Power VDDA50@disable mode | -                         | -       | 1         | 0.2     | mA<br>$\mu$ A      |
| IVDDD18    | Power VDDD18@enable mode<br>Power VDDD18@disable mode | -                         | -       | 100       | 0.1     | $\mu$ A<br>$\mu$ A |
| IREFP      | 参考信号电流                                                | RT VDDA=3V                | -       | 100       |         | $\mu$ A            |
| SNDR       | 信噪比加失真率                                               | At 30 kHz                 | -       | 64        |         | dB                 |
| THD        | 总谐波失真                                                 | At 30 kHz                 | -       | -65       |         | dB                 |
| SFDR       | 无杂散动态范围                                               | At 30 kHz                 | -       | 64        |         | dB                 |
| RREFP      | REFP 输入等价电阻                                           | -                         | -       | 700       |         | $\Omega$           |
| Rin        | 模拟输入等价电阻                                              | VDDA50=3V                 | -       | 500       |         | $\Omega$           |
| Cin        | 模拟输入等价电容                                              | ADC in the sampling phase | -       | 26        | 30      | pF                 |
| Cload      | 数字输出加载帽                                               | -                         | -       | -         | 0.1     | pF                 |

注:

- 4 用户必须保证 $TS \geq 4/Fclk$ 。
- 5 当 TS 增加时, 采样时间也随着 TS 增加。

## 20.5. 内存擦/写特性

表 20-13 内存擦/写特性

| 符号       | 描述                | 条件   | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位     |
|----------|-------------------|------|-----|-----|-----|--------|
| ECflash  | Sector Endurance  | -    | 20K | -   | -   | cycles |
| RETflash | Data retention    | 25°C | 100 | -   | -   | Years  |
|          |                   | 85°C | 20  | -   | -   | Years  |
| Tprog    | Byte Program Time | -    | 6   | -   | 7.5 | µs     |
|          | Sector Erase Time | -    | 4   | -   | 5   | ms     |
|          | Chip Erase Time   | -    | 20  | -   | 40  | ms     |

## 20.6. 低功耗模式返回时间

表 20-14 低功耗模式返回时间

| 符号      | 描述                             | 条件                                        | 最小值 | 典型值  | 最大值 | 单位 |
|---------|--------------------------------|-------------------------------------------|-----|------|-----|----|
| Twakeup | Deep sleep mode to Active mode | Regulator voltage =1.5v, Tamp=25°C, 16MHz | -   | 16.6 | -   | µS |

# 21. 封装信息

## 21.1. QFN20 ( 3\*3mm )

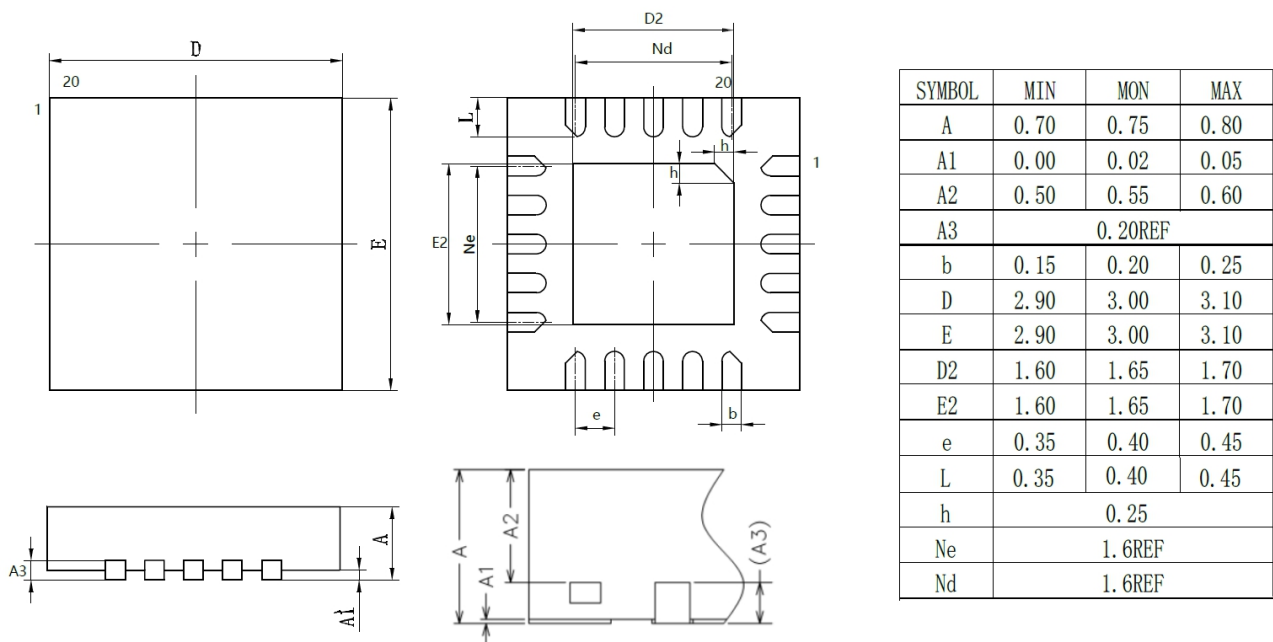
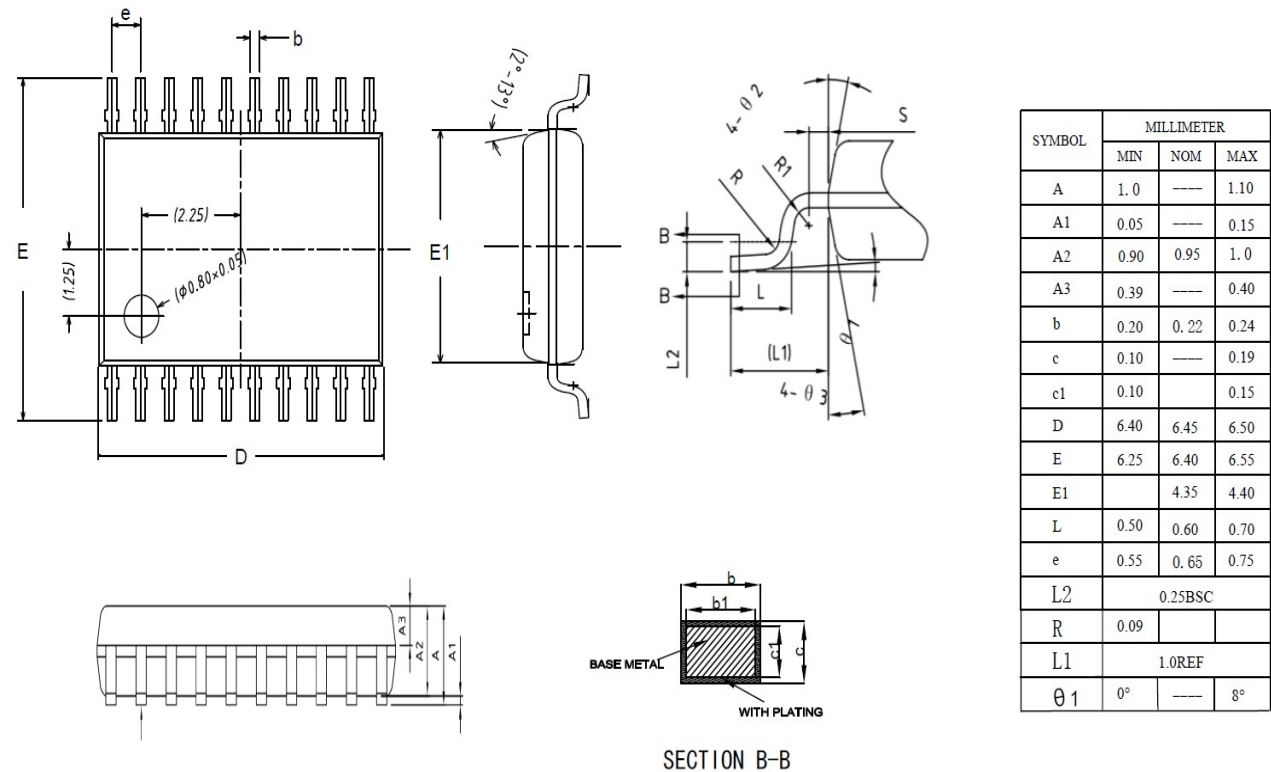


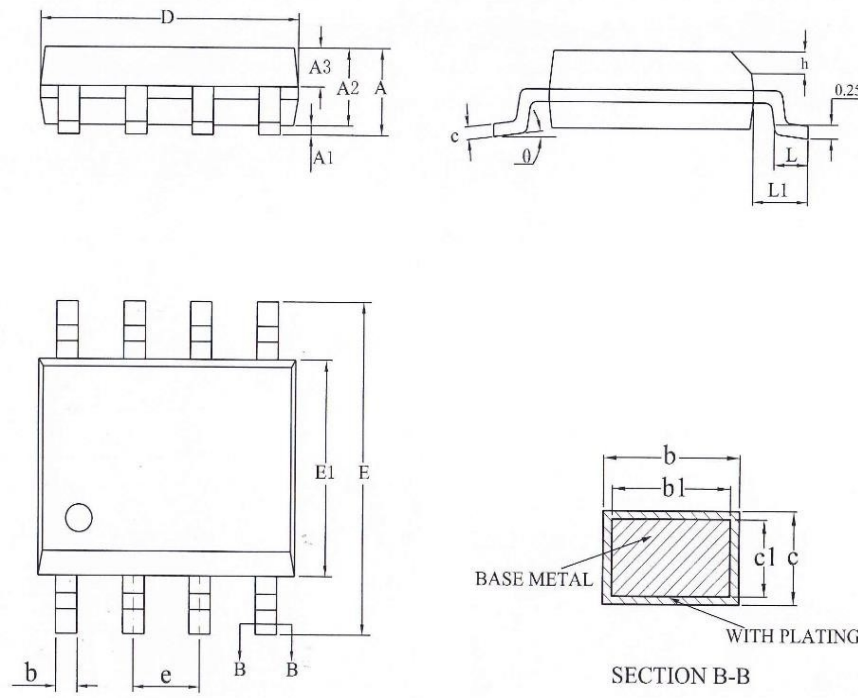
图 21-1 QFN20 封装图

21.2. TSSOP20 ( 6.5\*4.4mm )



SECTION B-B  
图 21-2 TSSOP20 封装图

21.3. SOP8 ( 4.9\*3.9mm )



| SYMBOL | MILLIMETER |      |       |
|--------|------------|------|-------|
|        | MIN        | NOM  | MAX   |
| A      | —          | —    | 1.75  |
| A1     | 0.10       | —    | 0.225 |
| A2     | 1.30       | 1.40 | 1.50  |
| A3     | 0.60       | 0.65 | 0.70  |
| b      | 0.39       | —    | 0.47  |
| b1     | 0.38       | 0.41 | 0.44  |
| c      | 0.20       | —    | 0.24  |
| c1     | 0.19       | 0.20 | 0.21  |
| D      | 4.80       | 4.90 | 5.00  |
| E      | 5.80       | 6.00 | 6.20  |
| E1     | 3.80       | 3.90 | 4.00  |
| e      | 1.27BSC    |      |       |
| h      | 0.25       | —    | 0.50  |
| L      | 0.50       | —    | 0.80  |
| L1     | 1.05REF    |      |       |
| θ      | 0          | —    | 8°    |

图 21-3 SOP8 封装图