

G80F927

集成实时时钟、LCD 驱动
增强型 8051 微处理器的单相电能计量芯片

VER1.3 2012.11

选型指南

| 订购型号 | FLASH ROM | RAM | I/O MAX | TIMER | INT | ADC | LCD | LED | PWM | RTC | UART | 其他 | 温度范围 | 封装 |
|------------|--------------|-----|------------|-------|-----|------|------|-----|------|-----|------|-----------------------------------|---------------|--------|
| G80F927P2T | 64K | 3K | 46 | 3*16 | 3 | 4*10 | 4*32 | / | 2*12 | Y | 3 | EMU,1TWI, LPD,LVR,WDT 温度传感器 | -40°C ~ +85°C | LQFP64 |
| G80F927P2L | 48K | | | | | | | | | | | | | |
| G80F927P2M | 32K | | | | | | | | | | | | | |
| G80F927P2S | 16K | | | | | | | | | | | | | |

技术咨询

南京立超电子科技有限公司
 中国南京市和燕路 251 号金港大厦 A 幢 2406 室
 ZIP:210028
 Tel: 0086-25-83306839/83310926
 Fax: 0086-25-83737785
 Website:<http://www.dycmcu.com/>

目 录

| | |
|--|-----|
| 1. 特性..... | 5 |
| 2. 概述..... | 6 |
| 3. 方框图..... | 7 |
| 4. 引脚配置..... | 8 |
| 5. 引脚功能..... | 9 |
| 6. 引脚描述..... | 10 |
| 7. SFR 映像..... | 12 |
| 8. 标准功能..... | 21 |
| 8.1 CPU内核特殊功能寄存器..... | 21 |
| 8.2 CPU增强内核特殊功能寄存器..... | 22 |
| 8.3 RAM..... | 23 |
| 8.4 FLASH 程序存储器..... | 24 |
| 8.5 在系统编程(ISP)..... | 30 |
| 8.6 系统时钟和振荡器..... | 33 |
| 8.7 I/O 端口..... | 35 |
| 8.8 定时器..... | 42 |
| 8.9 中断..... | 52 |
| 9. 增强功能..... | 59 |
| 9.1 LCD驱动器..... | 59 |
| 9.2 两线串行接口(TWI)..... | 65 |
| 9.3 增强型通用异步收发器(EUART)..... | 70 |
| 9.4 红外接口..... | 84 |
| 9.5 模数转换器(ADC)..... | 85 |
| 9.6 实时时间始终(RTC)..... | 88 |
| 9.7 温度传感器(TPS)..... | 96 |
| 9.8 脉宽调制模块 (PWM)..... | 98 |
| 9.9 低电压检测(LPD)..... | 102 |
| 9.10 低电压复位(LVR)..... | 103 |
| 9.11 看门狗定时器(WDT), 程序超范围溢出(OVL)复位及其它复位状态..... | 103 |
| 9.12 电源管理..... | 105 |
| 9.13 预热计数器..... | 110 |
| 9.14 代码选项..... | 111 |
| 10. 电能计量..... | 112 |
| 10.1 电能计量时序..... | 112 |
| 10.2 模拟前端(AFE)..... | 113 |
| 10.3 数字信号处理器(DSP)..... | 113 |
| 10.4 寄存器..... | 113 |
| 10.5 计量功能描述..... | 135 |
| 10.6 EMU中断系统..... | 137 |
| 11. 指令集..... | 139 |

| | |
|-----------------|-----|
| 12. 电气特性..... | 144 |
| 13. 封装信息..... | 148 |
| 14. 应用电路..... | 149 |
| 15. 规格更改记录..... | 150 |
| 16. 业务联络..... | 151 |
| 17. 免责声明..... | 152 |

1. 特性

- 基于8051指令流水线结构的8位单片机
- Flash ROM: 64K 字节
- RAM: 内部256字节, 外部2816字节
LCD RAM: 32字节
- 工作电压: 2.4V-3.6V
18个I/O单独由VDDIO供电(2.4V~5.5V)
- 振荡器
晶体谐振器: 32.768kHz
内部振荡器: 内建 PLL=9.8304MHz
- 46个CMOS双向I/O管脚
- I/O内建输入口上拉电阻
- 3个16位定时器/计数器T0, T1和T2
- 中断源:
 - 定时器0, 定时器1, 定时器2
 - 外部中断1, 2, 3
 - EUART0, EUART1, EUART2
 - HSEC, LPD, TWI
 - ADC, EMU, PWM
- 电能计量
 - 有功、无功、视在电能计量和电压电流有效值计量
 - 有功电能计量误差小于0.1%, 动态范围大于1000:1
 - 无功电能计量误差小于0.5%, 动态范围大于1000:1
 - 电压电流有效值误差小于0.5%
- 4通道10位模数转换器(ADC), 内建比较功能
- TWI(主模式)
- EUART0, EUART1 (内建IR), EUART2
- 集成温度传感器
- 在系统编程(ISP)
- 实时时钟 (小于3ppm = 0.26s/d)
支持0.5秒, 1秒, 1分钟, 1小时中断
- 自动切换电池供电实时时钟
- 2路12位PWM
- LCD 驱动器
 - 4 x 32 段 (1/4 占空比1/3 偏置)
 - 8 级对比度软件调节
- 内建低电压检测功能 (LPD)
- 内建低电压复位功能(LVR)(代码选项)
LVR 电压: 2.4V
- 看门狗定时器(WDT)
- 内建振荡器预热计数器
- CPU机器周期:
一个振荡周期
- 支持省电运行模式
 - 空闲模式
 - 高级空闲模式
 - 掉电模式
- 低功耗
- 封装: LQFP64

2. 概述

G80F927 是一颗低功耗高性能单相电能计量 SOC 芯片，片内集成单相电能计量、LCD 驱动、实时时钟和加强 8051 核等功能。

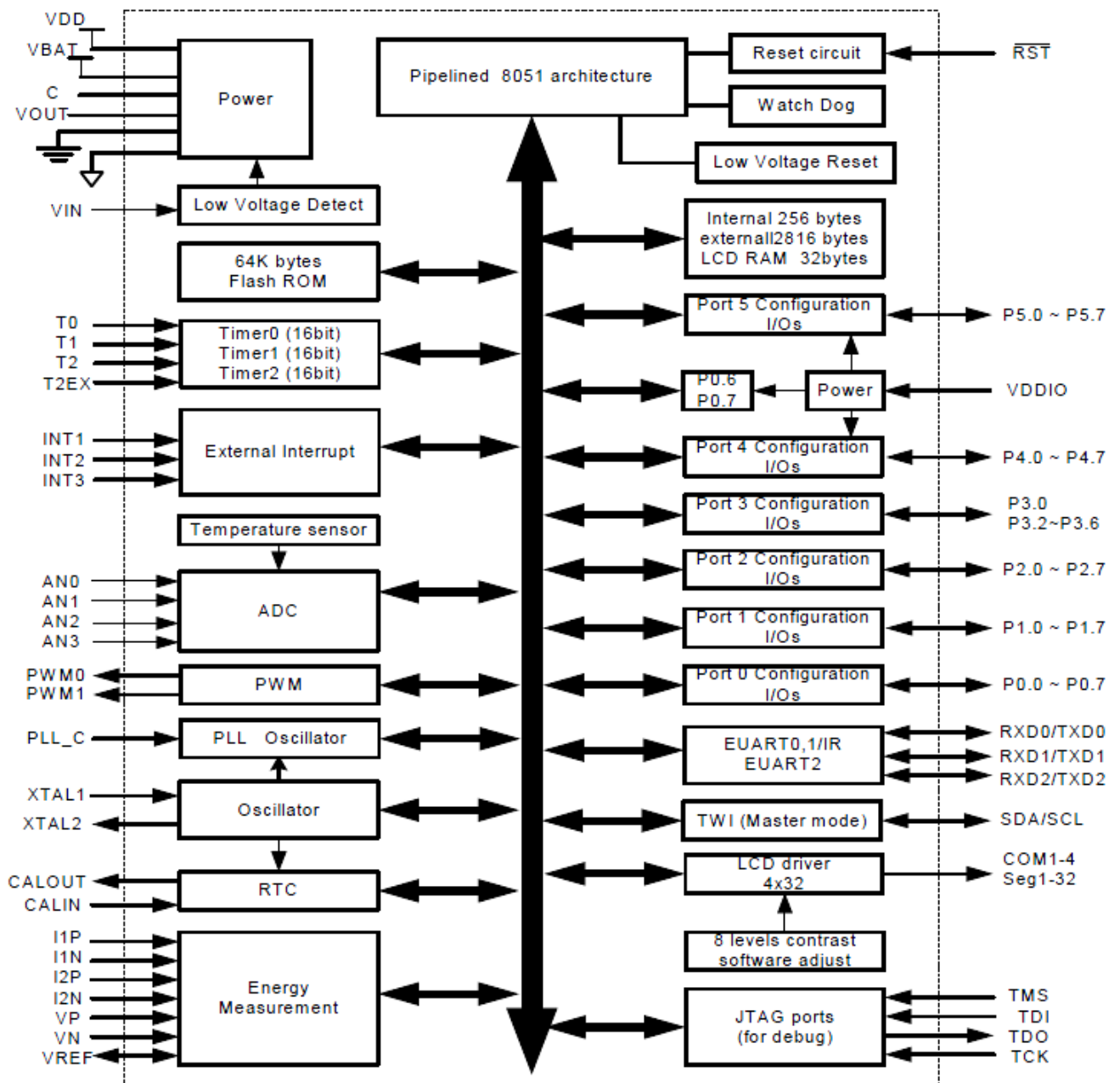
G80F927 内嵌电能计量模块，计量有功、无功和视在电能，以及电压电流有效值。同时监控电力线失压、过零等特性。

G80F927 内嵌加强 8051 核，具有高速高效率特性。在同样振荡频率下，较之传统的 8051 芯片它具有运行更快速的优越特性。保留了标准 8051 芯片的大部分特性。这些特性包括内置 256 字节 RAM 和 2 个 16 位定时器/计数器，3 个 UART，外部中断 INT1。此外，G80F927 还集成了外部 2816 字节 RAM(不包括 LCD RAM)，2 路 12 位 PWM 输出，外部中断 INT2 和 INT3，可兼容 8052 芯片的 16 位定时器/计数器(Timer2)和适合存储程序和数据的 64K 字节 flash。

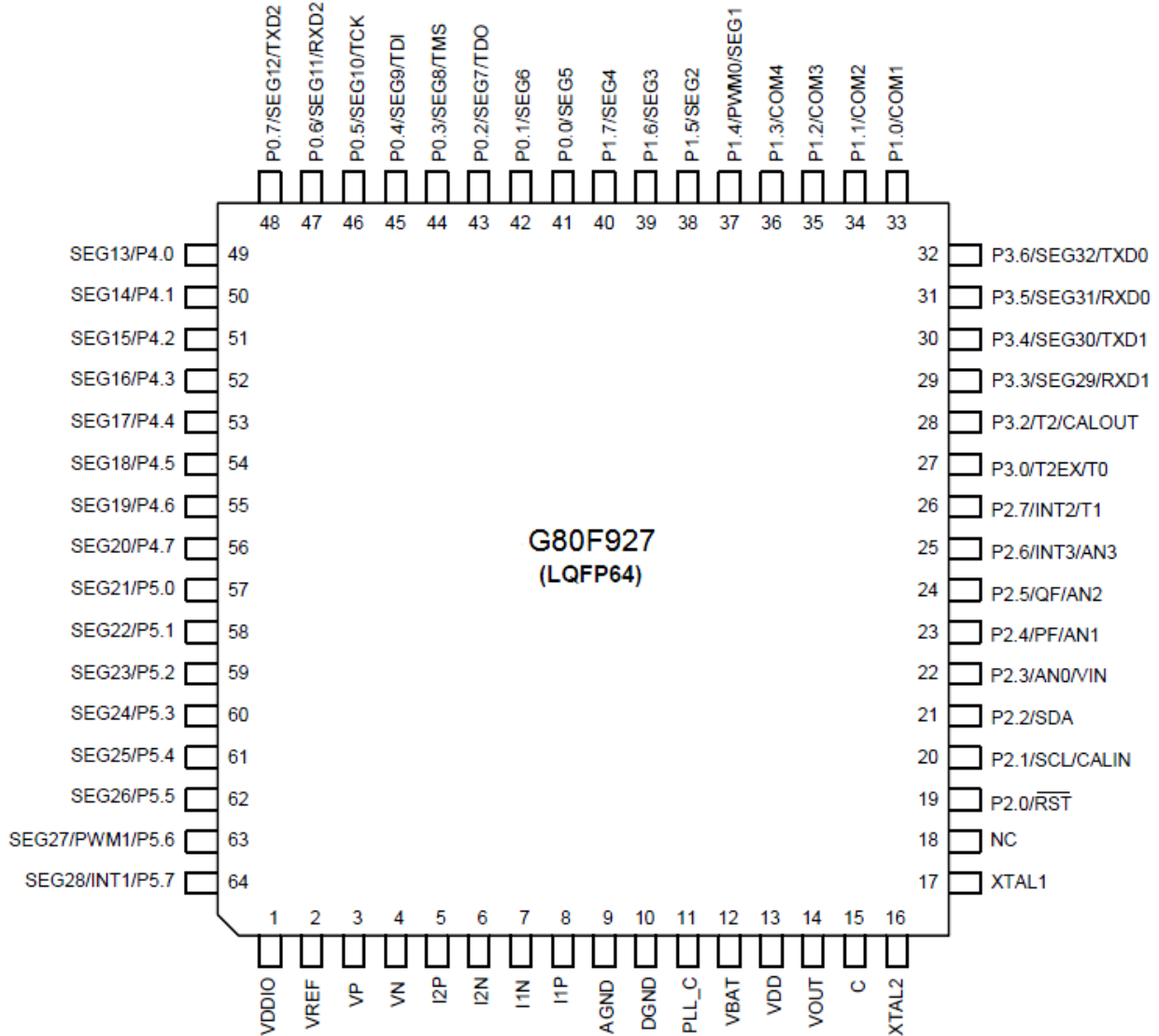
G80F927 不仅集成了如 EUART、IR、TWI 等标准通讯模块，此外还集成了实时时钟、LCD 驱动器、温度传感器、ADC 等模块。

为了达到高可靠性和低功耗，G80F927 内建 PLL 时钟，看门狗定时器，低电压复位功能和低电压检测功能。此外 G80F927 还提供了 2 种供电模式和 3 种低功耗省电模式。

3. 方框图



4. 引脚配置



引脚配置图

注意:

引脚命名中, 写在最外侧的引脚功能具有最高优先级, 最内侧的引脚功能具有最低优先级(参见引脚配置图, 例如 CALOUT /T2/P3.2, CALOUT 优先级最高, T2 次之, P3.2 最低)。当一个引脚被高优先级的功能占用时, 即使低优先级功能被允许, 也不能作为低优先级功能的引脚。只有当软件禁止引脚的高优先级功能, 相应引脚才能被释放作为低优先级端口使用。

5. 引脚功能

| 引脚编号 | 引脚命名 | 默认功能 | 引脚编号 | 引脚命名 | 默认功能 |
|------|-------------------------------|-------------------------|------|-----------------|------|
| 1 | VDDIO | ----- | 33 | COM1/P1.0 | P1.0 |
| 2 | VREF | ----- | 34 | COM2/P1.1 | P1.1 |
| 3 | VP | ----- | 35 | COM3/P1.2 | P1.2 |
| 4 | VN | ----- | 36 | COM4/P1.3 | P1.3 |
| 5 | I2P | ----- | 37 | SEG1/PWM0/P1.4 | P1.4 |
| 6 | I2N | ----- | 38 | SEG2/P1.5 | P1.5 |
| 7 | I1N | ----- | 39 | SEG3/P1.6 | P1.6 |
| 8 | I1P | ----- | 40 | SEG4/P1.7 | P1.7 |
| 9 | AGND | ----- | 41 | SEG5/P0.0 | P0.0 |
| 10 | DGND | ----- | 42 | SEG6/P0.1 | P0.1 |
| 11 | PLL_C | ----- | 43 | TDO/SEG7/P0.2 | P0.2 |
| 12 | VBAT | ----- | 44 | TMS/SEG8/P0.3 | P0.3 |
| 13 | V _{DD} | ----- | 45 | TDI/SEG9/P0.4 | P0.4 |
| 14 | VOUT | ----- | 46 | TCK/SEG10/P0.5 | P0.5 |
| 15 | C | ----- | 47 | RXD2/SEG11/P0.6 | P0.6 |
| 16 | XTAL2 | ----- | 48 | TXD2/SEG12/P0.7 | P0.7 |
| 17 | XTAL1 | ----- | 49 | SEG13/P4.0 | P4.0 |
| 18 | NC | ----- | 50 | SEG14/P4.1 | P4.1 |
| 19 | P2.0/ $\overline{\text{RST}}$ | $\overline{\text{RST}}$ | 51 | SEG15/P4.2 | P4.2 |
| 20 | CALIN/SCL/P2.1 | P2.1 | 52 | SEG16/P4.3 | P4.3 |
| 21 | SDA/P2.2 | P2.2 | 53 | SEG17/P4.4 | P4.4 |
| 22 | VIN/AN0/P2.3 | VIN | 54 | SEG18/P4.5 | P4.5 |
| 23 | AN1/PF/P2.4 | P2.4 | 55 | SEG19/P4.6 | P4.6 |
| 24 | AN2/QF/P2.5 | P2.5 | 56 | SEG20/P4.7 | P4.7 |
| 25 | AN3/INT3/P2.6 | P2.6 | 57 | SEG21/P5.0 | P5.0 |
| 26 | T1/INT2/P2.7 | P2.7 | 58 | SEG22/P5.1 | P5.1 |
| 27 | T0/T2EX/P3.0 | P3.0 | 59 | SEG23/P5.2 | P5.2 |
| 28 | CALOUT/T2/P3.2 | P3.2 | 60 | SEG24/P5.3 | P5.3 |
| 29 | RXD1/SEG29/P3.3 | P3.3 | 61 | SEG25/P5.4 | P5.4 |
| 30 | TXD1/SEG30/P3.4 | P3.4 | 62 | SEG26/P5.5 | P5.5 |
| 31 | RXD0/SEG31/P3.5 | P3.5 | 63 | SEG27/PWM1/P5.6 | P5.6 |
| 32 | TXD0/SEG32/P3.6 | P3.6 | 64 | SEG28/INT1/P5.7 | P5.7 |

6. 引脚描述

| Pin | Type | Description |
|---------------------------|------|--|
| PORT | | |
| P0.0 – P0.7 | I/O | 8 位双向 I/O 端口 (P0.6,P0.7 由 VDDIO 脚提供工作电压) |
| P1.0 – P1.7 | I/O | 8 位双向 I/O 端口 |
| P2.0 – P2.7 | I/O | 8 位双向 I/O 端口 |
| P3.0, P3.2 – P3.6 | I/O | 6 位双向 I/O 端口 |
| P4.0 – P4.7 | I/O | 8 位双向 I/O 端口 (由 VDDIO 脚提供工作电压) |
| P5.0 – P5.7 | I/O | 8 位双向 I/O 端口 (由 VDDIO 脚提供工作电压) |
| Timer | | |
| T0 | I | Timer0 外部输入或比较输出 |
| T1 | I | Timer1 外部输入或比较输出 |
| T2 | I/O | Timer2 外部输入/波特率时钟输出 |
| T2EX | I | Timer2 重载/捕捉/方向控制 |
| EUART | | |
| RXD0 | I/O | EUART0 数据输入/输出引脚 |
| TXD0 | O | EUART0 数据输出引脚 |
| RXD1 | I/O | EUART1 数据输入/输出引脚 |
| TXD1 | O | EUART1 数据输出引脚 |
| RXD2 | I/O | EUART2 数据输入/输出引脚 |
| TXD2 | O | EUART2 数据输出引脚 |
| TWI | | |
| SDA | I/O | TWI 串行数据线(开漏) |
| SCL | O | TWI 串行时钟线(开漏) |
| LCD 控制器 | | |
| COM1 - COM4 | O | LCD Com 信号输出脚 |
| SEG1 – SEG32 | O | LCD Segment 信号输出脚 |
| ADC | | |
| AN0-AN3 | I | ADC 输入通道 |
| RTC | | |
| CALOUT | O | 补偿时钟输出引脚 |
| CALIN | I | 校准时钟输入引脚 |
| PWM | | |
| PWM0 | O | PWM0 输出引脚 |
| PWM1 | O | PWM1 输出引脚 |
| EMU | | |
| I1P、I1N、I2P 、I2N、VP、VN | I | 电能计量输入 |
| VREF | I | 外部基准电压输入 |
| PF、QF | O | 有功、无功功率脉冲输出 |

| 中断、复位、时钟、电源 | | |
|--|---|--|
| INT1 – INT3 | I | 外部中断 1、2、3 |
| $\overline{\text{RST}}$ | I | 该引脚上保持 10us 以上的低电平，CPU 将复位。由于有内建 30k Ω 上拉电阻连接到 VOUT，所以仅接一个外部电容即可实现上电复位。 |
| XTAL1 | I | 低频振荡器输入 |
| XTAL2 | O | 低频振荡器输出 |
| PLL_C | P | 内建 PLL 外部电容连接脚 |
| DGND | P | 数字接地 |
| V _{DD} | P | 电源 |
| AGND | P | 模拟接地 |
| VOUT | P | 电源输出(由开关选择 V _{DD} 或 VBAT 输出)，提供数字电路电源。 |
| VBAT | P | 电池输入 |
| VDDIO | P | I/O 电源 (47-64 引脚供电电源) |
| 编程接口 | | |
| TDO (SEG7) | O | 调试接口：测试数据输出 |
| TMS (SEG8) | I | 调试接口：测试模式选择 |
| TDI (SEG9) | I | 调试接口：测试数据输入 |
| TCK (SEG10) | I | 调试接口：测试时钟输入 |
| 注意： 当 SEG7-SEG10 作为调试接口时，SEG7-SEG10 的原有功能被限制。 | | |
| 稳压源 | | |
| C | O | 内部稳压源输出(外接 47 μ F 电容) |
| 外部电压 | | |
| VIN | I | 外部电压输入 |

7. SFR 映像

G80F927 内置 256 字节的直接寻址寄存器,包括通用数据存储器 and 特殊功能存储器(SFR), G80F927 的 SFR 有以下几种:

| | |
|--------------|--|
| CPU 内核寄存器: | ACC, B, PSW, SP, DPL, DPH |
| CPU 内核增强寄存器: | AUXC, DPL1, DPH1, INSCON, XPAGE |
| 电源和时钟控制寄存器: | PCON, SUSLO, PASLO |
| LPD 寄存器: | LPDCON |
| 温度寄存器: | TEMPSTA |
| Flash 寄存器: | IB_OFFSET, XPAGE, IB_DATA, IB_CON1, IB_CON2, IB_CON3, IB_CON4, IB_CON5 |
| ISP 控制寄存器: | ISPCON, ISPLO, FLASHCON |
| 数据页面控制寄存器: | XPAGE |
| 硬件看门狗定时器寄存器: | RSTSTAT |
| 中断寄存器: | IEN0, IEN1, IPH0, IPL0, IPH1, IPL1, EXF0 |
| I/O 端口寄存器: | P0, P1, P2, P3, P4, P0CR, P1CR, P2CR, P3CR, P4CR, P0PCR, P1PCR, P2PCR, P3PCR, P4PCR, P2OS, P5, P5CR, P5PCR |
| Timer 寄存器: | TCON1, TCON, TMOD, TL0, TH0, TL1, TH1, T2CON, T2MOD, EXF0, TL2, TH2, RCAP2L, RCAP2H |
| EUART0 寄存器: | PCON, SCON, SBUF, SADDR, SADEN, SBRTH, SBRTL |
| EUART1 寄存器: | SCON1, SBUF1, SADDR1, SADEN1, SBRTH1, SBRTL1 |
| EUART2 寄存器: | SCON2, SBUF2, SADDR2, SADEN2, SBRTH2, SBRTL2 |
| IR 寄存器: | IRCON |
| TWI 寄存器: | TWICON, TWIDAT |
| ADC 寄存器: | ADCON, ADT, ADCH, ADDL, ADDH |
| LCD 寄存器: | LDCON, LCDCON1, P1SS, P0SS, P4SS, P5SS, P3SS |
| PLL 寄存器: | CLKCON |
| RTC 寄存器: | RTCCON, RTCDAT, SEC, MIN, HR, DAY, MTH, YR, DOW, RTCT |
| PWM 寄存器: | PWM0CON, PWM0PH, PWM0PL, PWM0DH, PWM0DL, PWM1CON, PWM1PH, PWM1PL, PWM1DH, PWM1DL |
| EMU 寄存器: | EADR, EDTAH, EDTAM, EDTAL, EMUSR, EMUIE, EMUIF |
| ISP 控制寄存器: | ISPCON, ISPLO, FLASHCON |

CPU 核 SFRs

| 符号 | 地址 | 名称 | POR/WDT /LVR/PIN 复位值 | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------|-----|-----------------|----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| ACC | E0H | 累加器 | 00000000 | ACC.7 | ACC.6 | ACC.5 | ACC.4 | ACC.3 | ACC.2 | ACC.1 | ACC.0 |
| B | F0H | B 寄存器 | 00000000 | B.7 | B.6 | B.5 | B.4 | B.3 | B.2 | B.1 | B.0 |
| AUXC | F1H | C 寄存器 | 00000000 | C.7 | C.6 | C.5 | C.4 | C.3 | C.2 | C.1 | C.0 |
| PSW | D0H | 程序状态字 | 00000000 | CY | AC | F0 | RS1 | RS0 | OV | F1 | P |
| SP | 81H | 堆栈指针 | 00000111 | SP.7 | SP.6 | SP.5 | SP.4 | SP.3 | SP.2 | SP.1 | SP.0 |
| DPL | 82H | 数据指针 1 低 位字节 | 00000000 | DPL0.7 | DPL0.6 | DPL0.5 | DPL0.4 | DPL0.3 | DPL0.2 | DPL0.1 | DPL0.0 |
| DPH | 83H | 数据指针 1 高 位字节 | 00000000 | DPH0.7 | DPH0.6 | DPH0.5 | DPH0.4 | DPH0.3 | DPH0.2 | DPH0.1 | DPH0.0 |
| DPL1 | 84H | 数据指针 2 低 位字节 | 00000000 | DPL1.7 | DPL1.6 | DPL1.5 | DPL1.4 | DPL1.3 | DPL1.2 | DPL1.1 | DPL1.0 |
| DPH1 | 85H | 数据指针 2 高 位字节 | 00000000 | DPH1.7 | DPH1.6 | DPH1.5 | DPH1.4 | DPH1.3 | DPH1.2 | DPH1.1 | DPH1.0 |
| INSCON | 86H | 数据指针选择 | ----00-0 | - | - | - | - | DIV | MUL | - | DPS |

数据存储页 SFR

| 符号 | 地址 | 名称 | POR/WDT /LVR/PIN 复位值 | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|-------|-----|------------|----------------------------|---------|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| XPAGE | F7H | flash 页寄存器 | 00000000 | XPAGE.7 | XPAGE. 6 | XPAGE.5 | XPAGE.4 | XPAGE.3 | XPAGE.2 | XPAGE.1 | XPAGE.0 |

电源和时钟控制 SFRs

| 符号 | 地址 | 名称 | POR/WDT /LVR/PIN 复位值 | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|-------|-----|--------|----------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| PCON | 87H | 电源控制 | 00000000 | SMOD | SSTAT | SSTAT1 | SIDL | GF1 | GF0 | PD | IDL |
| SUSLO | 8EH | 省电模式控制 | 00000000 | SUSLO.7 | SUSLO.6 | SUSLO.5 | SUSLO.4 | SUSLO.3 | SUSLO.2 | SUSLO.1 | SUSLO.0 |
| PASLO | E7H | 电源切换控制 | 00000000 | PASLO.7 | PASLO.6 | PASLO.5 | PASLO.4 | PASLO.3 | PASLO.2 | PASLO.1 | PASLO.0 |

LPD 控制 SFR

| 符号 | 地址 | 名称 | POR/WDT /LVR/PIN 复位值 | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------|-----|---------------|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| LPDCON | B3H | LPD 控制寄 存器 | 100*00-* | LPDEN | FVIN | LPDIF | VOUTS | FVDD | LPDS | - | AUTOS |

*注: LPDCON 初始值根据不同类型的复位而不同。

起始温度 SFR

| 符号 | 地址 | 名称 | POR/WDT /LVR/PIN 复位值 | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|---------|-----|-------------|----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| TEMPSTA | CFH | 起始温度寄 存器 | uuuuuuuu | TSTA.7 | TSTA.6 | TSTA.5 | TSTA.4 | TSTA.3 | TSTA.2 | TSTA.1 | TSTA.0 |

Flash 控制 SFRs

| 符号 | 地址 | 名称 | POR/WDT /LVR/PIN 复位值 | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|-----------|-----|-----------------|----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| IB_OFFSET | FBH | 编程地址偏移寄存器 | 00000000 | IB_OFF SET.7 | IB_OFF SET.6 | IB_OFF SET.5 | IB_OFF SET.4 | IB_OFF SET.3 | IB_OFF SET.2 | IB_OFF SET.1 | IB_OFF SET.0 |
| IB_DATA | FCH | 编程用数据寄存器 | 00000000 | IB_DATA.7 | IB_DATA.6 | IB_DATA.5 | IB_DATA.4 | IB_DATA.3 | IB_DATA.2 | IB_DATA.1 | IB_DATA.0 |
| IB_CON1 | F2H | SSP 操作模式选择寄存器 | 00000000 | IB_CON1.7 | IB_CON1.6 | IB_CON1.5 | IB_CON1.4 | IB_CON1.3 | IB_CON1.2 | IB_CON1.1 | IB_CON1.0 |
| IB_CON2 | F3H | SSP 流程控制控制寄存器 1 | ----0000 | - | - | - | - | IB_CON2.3 | IB_CON2.2 | IB_CON2.1 | IB_CON2.0 |
| IB_CON3 | F4H | SSP 流程控制控制寄存器 2 | ----0000 | - | - | - | - | IB_CON3.3 | IB_CON3.2 | IB_CON3.1 | IB_CON3.0 |
| IB_CON4 | F5H | SSP 流程控制控制寄存器 3 | ----0000 | - | - | - | - | IB_CON4.3 | IB_CON4.2 | IB_CON4.1 | IB_CON4.0 |
| IB_CON5 | F6H | SSP 流程控制控制寄存器 4 | ----0000 | - | - | - | - | IB_ON5.3 | IB_CON5.2 | IB_CON5.1 | IB_CON5.0 |

ISP 控制 SFRs

| 符号 | 地址 | 名称 | POR/WDT /LVR/PIN 复位值 | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|----------|-----|-------------|----------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| ISPCON | A6H | ISP 控制寄存器 | 00000000 | ISPCON.7 | ISPCON.6 | ISPCON.5 | ISPCON.4 | ISPCON.3 | ISPCON.2 | ISPCON.1 | ISPCON.0 |
| ISPLO | A5H | ISP 保护寄存器 | 00000000 | ISPLO.7 | ISPLO.6 | ISPLO.5 | ISPLO.4 | ISPLO.3 | ISPLO.2 | ISPLO.1 | ISPLO.0 |
| FLASHCON | A7H | Flash 控制寄存器 | 0-----0 | SWRF | - | - | - | - | - | - | FAC |

WDT SFR

| 符号 | 地址 | 名称 | POR/WDT /LVR/PIN 复位值 | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|---------|-----|-------------|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| RSTSTAT | B1H | 看门狗定时器控制寄存器 | *-***000 | WDOF | - | PORF | LVRF | CLRF | WDT.2 | WDT.1 | WDT.0 |

*注: RSTSTAT 初始值根据不同类型的复位而不同。

时钟控制 SFR

| 符号 | 地址 | 名称 | POR/WDT /LVR/PIN 复位值 | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------|-----|--------|----------------------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| CLKCON | B2H | 系统时钟选择 | 111-00-- | 32K_SPDUP | CLKS1 | CLKS0 | - | PLLON | FS2 | - | - |

中断 SFRs

| 符号 | 地址 | 名称 | POR/WDT /LVR/PIN 复位值 | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|------|-----|-------------------|----------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|
| IEN0 | A8H | 中断允许控制 0 | 0000000- | EA | EADC | ET2 | ES | ET1 | EX1 | ET0 | - |
| IEN1 | A9H | 中断允许控制 1 | 00000000 | ELPD | ETWI | EPWM | ES1 | EHSEC | EX3 | EX2 | EEMU |
| IPL0 | B8H | 中断优先级控制 控制低位 0 | -000000- | - | PADCL | PT2L | PSL | PT1L | PX1L | PT0L | - |
| IPH0 | B4H | 中断优先级控制 控制高位 0 | -000000- | - | PADCH | PT2H | PSH | PT1H | PX1H | PT0H | - |
| IPL1 | B9H | 中断优先级控制 控制低位 1 | 00000000 | PLPDL | PTWIL | PPWML | PS1L | PHSECL | PX3L | PX2L | PEMUL |
| IPH1 | B5H | 中断优先级控制 控制高位 1 | 00000000 | PLPDH | PTWIH | PPWMH | PS1H | PHSECH | PX3H | PX2H | PEMUH |

端口 SFRs

| 符号 | 地址 | 名称 | POR/WDT /LVR/PIN 复位值 | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|-------|-----|--------------------|----------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| P0 | 80H | 8 位端口 0 | 00000000 | P0.7 | P0.6 | P0.5 | P0.4 | P0.3 | P0.2 | P0.1 | P0.0 |
| P1 | 90H | 8 位端口 1 | 00000000 | P1.7 | P1.6 | P1.5 | P1.4 | P1.3 | P1.2 | P1.1 | P1.0 |
| P2 | A0H | 8 位端口 2 | 00000000 | P2.7 | P2.6 | P2.5 | P2.4 | P2.3 | P2.2 | P2.1 | P2.0 |
| P3 | B0H | 8 位端口 3 | -00000-0 | - | P3.6 | P3.5 | P3.4 | P3.3 | P3.2 | - | P3.0 |
| P4 | C0H | 8 位端口 4 | 00000000 | P4.7 | P4.6 | P4.5 | P4.4 | P4.3 | P4.2 | P4.1 | P4.0 |
| P5 | F8H | 8 位端口 5 | 00000000 | P5.7 | P5.6 | P5.5 | P5.4 | P5.3 | P5.2 | P5.1 | P5.0 |
| P0CR | E1H | 端口 0 输入/输出 方向控制 | 00000000 | P0CR.7 | P0CR.6 | P0CR.5 | P0CR.4 | P0CR.3 | P0CR.2 | P0CR.1 | P0CR.0 |
| P1CR | E2H | 端口 1 输入/输出 方向控制 | 00000000 | P1CR.7 | P1CR.6 | P1CR.5 | P1CR.4 | P1CR.3 | P1CR.2 | P1CR.1 | P1CR.0 |
| P2CR | E3H | 端口 2 输入/输出 方向控制 | 00000000 | P2CR.7 | P2CR.6 | P2CR.5 | P2CR.4 | P2CR.3 | P2CR.2 | P2CR.1 | P2CR.0 |
| P3CR | E4H | 端口 3 输入/输出 方向控制 | -00000-0 | - | P3CR.6 | P3CR.5 | P3CR.4 | P3CR.3 | P3CR.2 | - | P3CR.0 |
| P4CR | E5H | 端口 4 输入/输出 方向控制 | 00000000 | P4CR.7 | P4CR.6 | P4CR.5 | P4CR.4 | P4CR.3 | P4CR.2 | P4CR.1 | P4CR.0 |
| P5CR | E6H | 端口 5 输入/输出 方向控制 | 00000000 | P5CR.7 | P5CR.6 | P5CR.5 | P5CR.4 | P5CR.3 | P5CR.2 | P5CR.1 | P5CR.0 |
| P0PCR | E9H | 端口 0 内部上拉 允许 | 00000000 | P0PCR.7 | P0PCR.6 | P0PCR.5 | P0PCR.4 | P0PCR.3 | P0PCR.2 | P0PCR.1 | P0PCR.0 |
| P1PCR | EAH | 端口 1 内部上拉 允许 | 00000000 | P1PCR.7 | P1PCR.6 | P1PCR.5 | P1PCR.4 | P1PCR.3 | P1PCR.2 | P1PCR.1 | P1PCR.0 |
| P2PCR | EBH | 端口 2 内部上拉 允许 | 00000-0 | P2PCR.7 | P2PCR.6 | P2PCR.5 | P2PCR.4 | P2PCR.3 | P2PCR.2 | P2PCR.1 | P2PCR.0 |
| P3PCR | ECH | 端口 3 内部上拉 允许 | -00000-0 | - | P3PCR.6 | P3PCR.5 | P3PCR.4 | P3PCR.3 | P3PCR.2 | - | P3PCR.0 |
| P4PCR | EDH | 端口 4 内部上拉 允许 | 00000000 | P4PCR.7 | P4PCR.6 | P4PCR.5 | P4PCR.4 | P4PCR.3 | P4PCR.2 | P4PCR.1 | P4PCR.0 |
| P5PCR | EEH | 端口 5 内部上拉 允许 | 00000000 | P5PCR.7 | P5PCR.6 | P5PCR.5 | P5PCR.4 | P5PCR.3 | P5PCR.2 | P5PCR.1 | P5PCR.0 |
| P2OS | EFH | 端口模式选择 寄存器 | ----00- | - | - | - | - | - | P2OS.2 | P2OS.1 | - |

定时器 SFRs

| 符号 | 地址 | 名称 | POR/WDT /LVR/PIN 复位值 | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------|-----|----------------------------|----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| TCON | 88H | 定时器/计数器 0 和 1 控制 | 000000-- | TF1 | TR1 | TF0 | TR0 | IE1 | IT1 | - | - |
| TMOD | 89H | 定时器/计数器 0 和 1 模式 | 00000000 | GATE1 | C/T 1 | M11 | M10 | GATE0 | C/T 0 | M01 | M00 |
| TL0 | 8AH | 定时器/计数器 0 低位字节 | 00000000 | TL0.7 | TL0.6 | TL0.5 | TL0.4 | TL0.3 | TL0.2 | TL0.1 | TL0.0 |
| TH0 | 8CH | 定时器/计数器 0 高位字节 | 00000000 | TH0.7 | TH0.6 | TH0.5 | TH0.4 | TH0.3 | TH0.2 | TH0.1 | TH0.0 |
| TL1 | 8BH | 定时器/计数器 1 低位字节 | 00000000 | TL1.7 | TL1.6 | TL1.5 | TL1.4 | TL1.3 | TL1.2 | TL1.1 | TL1.0 |
| TH1 | 8DH | 定时器/计数器 1 高位字节 | 00000000 | TH1.7 | TH1.6 | TH1.5 | TH1.4 | TH1.3 | TH1.2 | TH1.1 | TH1.0 |
| T2CON | C8H | 定时器/计数器 2 控制 | 00--0000 | TF2 | EXF2 | - | - | EXEN2 | TR2 | C/T 2 | CP/RL 2 |
| T2MOD | C9H | 定时器/计数器 2 模式 | 000--00 | SSTAT2 | ESU1 | ESU2 | - | - | - | T2OE | DCEN |
| RCAP2L | CAH | 定时器/计数器 2 重载/截获低 位字节 | 00000000 | RCAP 2L.7 | RCAP 2L.6 | RCAP 2L.5 | RCAP 2L.4 | RCAP 2L.3 | RCAP 2L.2 | RCAP 2L.1 | RCAP 2L.0 |
| RCAP2H | CBH | 定时器/计数器 2 重载/截获高 位字节 | 00000000 | RCAP 2H.7 | RCAP 2H.6 | RCAP 2H.5 | RCAP 2H.4 | RCAP 2H.3 | RCAP 2H.2 | RCAP 2H.1 | RCAP 2H.0 |
| TL2 | CCH | 定时器/计数器 2 低位字节 | 00000000 | TL2.7 | TL2.6 | TL2.5 | TL2.4 | TL2.3 | TL2.2 | TL2.1 | TL2.0 |
| TH2 | CDH | 定时器/计数器 2 高位字节 | 00000000 | TH2.7 | TH2.6 | TH2.5 | TH2.4 | TH2.3 | TH2.2 | TH2.1 | TH2.0 |
| TCON1 | CEH | Timer 0 时钟选 择寄存器 | -00-0000 | - | TCLKS1 | TCLKS0 | - | TCLKP1 | TCLKP0 | TC1 | TC0 |

EUART0 SFRs

| 符号 | 地址 | 名称 | POR/WDT /LVR/PIN 复位值 | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|-------|-----|-----------------|----------------------------|---------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|---------|-------------|
| PCON | 87H | 电源和串行控 制 | 00000000 | SMOD | SSTAT | SSTAT1 | SIDL | GF1 | GF0 | PD | IDL |
| SCON | 98H | 串行控制 | 00000000 | SM0/FE | SM1/RXO V | SM2/TXCO L | REN | TB8 | RB8 | TI | RI |
| SBUF | 99H | 串行数据缓冲 器 | 00000000 | SBUF.7 | SBUF.6 | SBUF.5 | SBUF.4 | SBUF.3 | SBUF.2 | SBUF.1 | SBUF.0 |
| SADDR | 9AH | 从属地址 | 00000000 | SADDR.7 | SADDR.6 | SADDR.5 | SADDR.4 | SADDR.3 | SADDR.2 | SADDR.1 | SADDR. 0 |
| SADEN | 9BH | 从属地址掩码 | 00000000 | SADEN.7 | SADEN.6 | SADEN.5 | SADEN.4 | SADEN.3 | SADEN.2 | SADEN.1 | SADEN.0 |
| SBRTH | 9CH | 波特率发生器 高 7 位 | 00000000 | SBRTEN | SBRT0.14 | SBRT0.13 | SBRT0.1 2 | SBRT0.1 1 | SBRT0.1 0 | SBRT0.9 | SBRT0.8 |
| SBRTL | 9DH | 波特率发生器 底 7 位 | 00000000 | SBRT0.7 | SBRT0.6 | SBRT0.5 | SBRT0.4 | SBRT0.3 | SBRT0.2 | SBRT0.1 | SBRT0.0 |

IR SFR

| 符号 | 地址 | 名称 | POR/WDT /LVR/PIN 复位值 | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|-------|-----|-------|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| IRCON | A1H | IR 控制 | 00000000 | IRON | IRF6 | IRF5 | IRF4 | IRF3 | IRF2 | IRF1 | IRF0 |

EUART1 SFRs

| 符号 | 地址 | 名称 | POR/WDT /LVR/PIN 复位值 | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------|-----|-------------|----------------------------|--------------|----------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| PCON | 87H | 电源和串行控制 | 00000000 | SMOD | SSTAT | SSTAT1 | SIDL | GF1 | GF0 | PD | IDL |
| SCON1 | D8H | 串行 1 控制 | 00000000 | SM10/FE 1 | SM11/RXOV 1 | SM12/TXCOL 1 | REN1 | TB18 | RB18 | TI1 | RI1 |
| SBUF1 | D9H | 串行 1 数据缓冲器 | 00000000 | SBUF1.7 | SBUF1.6 | SBUF1.5 | SBUF1.4 | SBUF1.3 | SBUF1.2 | SBUF1.1 | SBUF1.0 |
| SADDR1 | DAH | 从属地址 1 | 00000000 | SADDR1. 7 | SADDR1.6 | SADDR1.5 | SADDR1. 4 | SADDR1. 3 | SADDR1. 2 | SADDR1. 1 | SADDR1. 0 |
| SADEN1 | DBH | 从属地址 1 掩码 | 00000000 | SADEN1. 7 | SADEN1.6 | SADEN1.5 | SADEN1. 4 | SADEN1. 3 | SADEN1. 2 | SADEN1. 1 | SADEN1. 0 |
| SBRTH1 | 91H | 波特率发生器高 7 位 | 00000000 | SBRTEN 1 | SBRT1.14 | SBRT1.13 | SBRT1.1 2 | SBRT1.1 1 | SBRT1.1 0 | SBRT1.9 | SBRT1.8 |
| SBRTL1 | 92H | 波特率发生器底 7 位 | 00000000 | SBRT1.7 | SBRT1.6 | SBRT1.5 | SBRT1.4 | SBRT1.3 | SBRT1.2 | SBRT1.1 | SBRT1.0 |

EUART2 SFRs

| 符号 | 地址 | 名称 | POR/WDT /LVR/PIN 复位值 | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------|-----|-------------|----------------------------|--------------|----------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| SCON2 | A2H | 串行 1 控制 | 00000000 | SM20/FE 2 | SM21/RXOV 2 | SM22/TXCOL 2 | REN2 | TB28 | RB28 | TI2 | RI2 |
| SBUF2 | A3H | 串行 1 数据缓冲器 | 00000000 | SBUF2. 7 | SBUF2.6 | SBUF2.5 | SBUF2. 4 | SBUF2. 3 | SBUF2. 2 | SBUF2. 1 | SBUF2. 0 |
| SADDR2 | A4H | 从属地址 1 | 00000000 | SADDR2. 7 | SADDR2.6 | SADDR2.5 | SADDR2. 4 | SADDR2. 3 | SADDR2. 2 | SADDR2. 1 | SADDR2. 0 |
| SADEN2 | ACH | 从属地址 1 掩码 | 00000000 | SADEN2. 7 | SADEN2.6 | SADEN2.5 | SADEN2. 4 | SADEN2. 3 | SADEN2. 2 | SADEN2. 1 | SADEN2. 0 |
| SBRTH2 | BAH | 波特率发生器高 7 位 | 00000000 | SBRTEN 2 | SBRT2.14 | SBRT2.13 | SBRT2.1 2 | SBRT2.1 1 | SBRT2.1 0 | SBRT2.9 | SBRT2.8 |
| SBRTL2 | 8FH | 波特率发生器底 7 位 | 00000000 | SBRT2.7 | SBRT2.6 | SBRT2.5 | SBRT2.4 | SBRT2.3 | SBRT2.2 | SBRT2.1 | SBRT2.0 |

TWI SFRs

| 符号 | 地址 | 名称 | POR/WDT /LVR/PIN 复位值 | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------|-----|-----------|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| TWICON | BBH | TWI 控制寄存器 | 00000000 | TWIEN | TWIIF | STA | STO | RVOK | ACK | BR1 | BR0 |
| TWIDAT | BCH | TWI 数据寄存器 | 00000000 | TWID7 | TWID6 | TWID5 | TWID4 | TWID3 | TWID2 | TWID1 | TWID0 |

ADC 和比较器 SFRs

| 符号 | 地址 | 名称 | POR/WDT /LVR/PIN 复位值 | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|-------|-----|------------|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| ADCON | 93H | ADC 控制 | 00000000 | ADON | ADCIF | EC | TPS | SCH2 | SCH1 | SCH0 | GO/DONE |
| ADT | 94H | ADC 定时控制 | 000-0000 | TADC2 | TADC1 | TADC0 | - | TS3 | TS2 | TS1 | TS0 |
| ADCH | 95H | ADC 信道配置 | ----0000 | - | - | - | - | CH3 | CH2 | CH1 | CH0 |
| ADDL | 96H | ADC 数据低位字节 | -----00 | - | - | - | - | - | - | A1 | A0 |
| ADDH | 97H | ADC 数据高位字节 | 00000000 | A9 | A8 | A7 | A6 | A5 | A4 | A3 | A2 |

LCD SFRs

| 符号 | 地址 | 名称 | POR/WDT /LVR/PIN 复位值 | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|---------|-----|--------------|----------------------------|-------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|
| LCDCON1 | AAH | LCD 对比度控制寄存器 | 0000-000 | FCMOD | RLCD | FCCTL1 | FCCTL0 | - | CONTR2 | CONTR1 | CONTR0 |
| LCDCON | ABH | LCD 控制寄存器 | 0---00-- | LCDON | - | - | - | MOD1 | MOD0 | - | - |
| P1SS | ADH | P1 模式选择寄存器 | 0000---0 | P1S7 | P1S6 | P1S5 | P1S4 | - | - | - | COMS |
| P0SS | AEH | P0 模式选择寄存器 | 00000000 | P0S7 | P0S6 | P0S5 | P0S4 | P0S3 | P0S2 | P0S1 | P0S0 |
| P4SS | 9FH | P4 模式选择寄存器 | 00000000 | P4S7 | P4S6 | P4S5 | P4S4 | P4S3 | P4S2 | P4S1 | P4S0 |
| P3SS | 9EH | P3 模式选择寄存器 | -0000--- | - | P3S6 | P3S5 | P3S4 | P3S3 | - | - | - |
| P5SS | AFH | P5 模式选择寄存器 | 00000000 | P5S7 | P5S6 | P5S5 | P5S4 | P5S3 | P5S2 | P5S1 | P5S0 |

RTC SFRs

| 符号 | 地址 | 名称 | POR/WDT /LVR/PIN 复位值 | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------|-----|---------------|----------------------------|-------|--------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------|
| RTCT | BDH | RTC 输出时间控制寄存器 | -----** | - | - | - | - | - | - | RTCT1 | RTCT0 |
| RTCCON | BEH | RTC 控制寄存器 | *0*00000 | RTCEN | HSECIF | COMEN | CAL | AUTOCA L | OUTF1 | OUTF0 | EOVL |
| RTCDAT | BFH | RTC 校准数据寄存器 | ***** | E7 | E6 | E5 | E4 | E3 | E2 | E1 | E0 |
| SEC | C1H | 秒和半秒寄存器 | ***** | HSEC | SEC6 | SEC5 | SEC4 | SEC3 | SEC2 | SEC1 | SEC0 |
| MIN | C2H | 分钟寄存器 | _****** | - | MIN6 | MIN5 | MIN4 | MIN3 | MIN2 | MIN1 | MIN0 |
| HR | C3H | 小时寄存器 | _***** | - | - | HR5 | HR4 | HR3 | HR2 | HR1 | HR0 |
| DAY | C4H | 日寄存器 | _***** | - | - | DAY5 | DAY4 | DAY3 | DAY2 | DAY1 | DAY0 |
| MTH | C5H | 月寄存器 | _***** | - | - | - | MTH4 | MTH3 | MTH2 | MTH1 | MTH0 |
| YR | C6H | 年寄存器 | ***** | YR7 | YR6 | YR5 | YR4 | YR3 | YR2 | YR1 | YR0 |
| DOW | C7H | 周寄存器 | -----** | - | - | - | - | - | DOW2 | DOW1 | DOW0 |

u 注: 复位不影响当前值

*注: 上电复位值为零, 其它形式的复位为 u。

EMU SFRs

| 符号 | 地址 | 名称 | POR/WDT /LVR/PIN 复位值 | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|-------|-----|--------------|----------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| EADR | D1H | EMU 地址寄存器 | 00000000 | RW | EADR.6 | EADR.5 | EADR.4 | EADR.3 | EADR.2 | EADR.1 | EADR.0 |
| EDATH | D2H | EMU 高字节数据寄存器 | 00000000 | EDATH.7 | EDATH.6 | EDATH.5 | EDATH.4 | EDATH.3 | EDATH.2 | EDATH.1 | EDATH.0 |
| EDATM | D3H | EMU 中字节寄存器 | 00000000 | EDATM.7 | EDATM.6 | EDATM.5 | EDATM.4 | EDATM.3 | EDATM.2 | EDATM.1 | EDATM.0 |
| EDATL | D4H | EMU 低字节寄存器 | 00000000 | EDATL.7 | EDATL.6 | EDATL.5 | EDATL.4 | EDATL.3 | EDATL.2 | EDATL.1 | EDATL.0 |
| EMUSR | D5H | EMU 状态/控制寄存器 | **_**** | DSPEN | ADCEN | - | - | NoQLd | NoPLd | REVQ | REVP |

| | | | | | | | | | | | |
|-------|-----|-------------|----------|------|------|-------|------|------|---------|-------|------|
| EMUIE | D6H | EMU 中断允许寄存器 | 00000000 | QFEN | PFEN | DSPIE | QFIE | PFIE | FAULTIE | SAGIE | ZXIE |
| EMUIF | D7H | EMU 中断请求寄存器 | 00000000 | - | - | DSPIF | QFIF | PFIF | FAULTIF | SAGIF | ZXIF |

*注: RSTSTAT 初始值根据不同类型的复位而不同。

外部中断 SFRs

| 符号 | 地址 | 名称 | POR/WDT /LVR/PIN 复位值 | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|------|-----|-----------------------------|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| EXF0 | E8H | 外部中断控制寄存器 | -0000000 | - | EMUF | IT31 | IT30 | IT21 | IT20 | IE3 | IE2 |
| TCON | 88H | 定时器/计数器 0 和 1 控制外部中断 0,1 控制 | 00000-- | TF1 | TR1 | TF0 | TR0 | IE1 | IT1 | - | - |

PWM SFRs

| 符号 | 地址 | 名称 | POR/WDT /LVR/PIN 复位值 | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|---------|-----|------------------|----------------------------|---------|---------|-------------|-------------|--------------|--------------|---------|---------|
| PWM0CON | B6H | PWM0 控制寄存器 | 0000-000 | PWM0EN | PWM0S | PWM0CK 1 | PWM0CK 0 | - | PWM0IE | PWM0IF | PWM0SS |
| PWM1CON | B7H | PWM1 控制寄存器 | 0000-000 | PWM1EN | PWM1S | PWM1CK 1 | PWM1CK 0 | - | PWM1IE | PWM1IF | PWM1SS |
| PWM0PH | DFH | PWM0 周期寄存器高 4 位 | ---0000 | - | - | - | - | PWM0P.1 1 | PWM0P.1 0 | PWM0P.9 | PWM0P.8 |
| PWM0PL | DEH | PWM0 周期寄存器低 8 位 | 00000000 | PWM0P.7 | PWM0P.6 | PWM0P.5 | PWM0P.4 | PWM0P.3 | PWM0P.2 | PWM0P.1 | PWM0P.0 |
| PWM0DH | DDH | PWM0 占空比寄存器高 4 位 | ---0000 | - | - | - | - | PWM0D.1 1 | PWM0D.1 0 | PWM0D.9 | PWM0D.8 |
| PWM0DL | DCH | PWM0 占空比寄存器低 8 位 | 00000000 | PWM0D.7 | PWM0D.6 | PWM0D.5 | PWM0D.4 | PWM0D.3 | PWM0D.2 | PWM0D.1 | PWM0D.0 |
| PWM1PH | FEH | PWM1 周期寄存器高 4 位 | ---0000 | - | - | - | - | PWM1P.1 1 | PWM1P.1 0 | PWM1P.9 | PWM1P.8 |
| PWM1PL | FDH | PWM1 周期寄存器低 8 位 | 00000000 | PWM1P.7 | PWM1P.6 | PWM1P.5 | PWM1P.4 | PWM1P.3 | PWM1P.2 | PWM1P.1 | PWM1P.0 |
| PWM1DH | FAH | PWM1 占空比寄存器高 4 位 | ---0000 | - | - | - | - | PWM1D.1 1 | PWM1D.1 0 | PWM1D.9 | PWM1D.8 |
| PWM1DL | F9H | PWM1 占空比寄存器低 8 位 | 00000000 | PWM1D.7 | PWM1D.6 | PWM1D.5 | PWM1D.4 | PWM1D.3 | PWM1D.2 | PWM1D.1 | PWM1D.0 |

注: -: 保留位

SFR 映像

| | 可按位寻址 | 不可按位寻址 | | | | | | | |
|-----|-------|---------|---------|-----------|---------|---------|---------|------------|-----|
| | 0/8 | 1/9 | 2/A | 3/B | 4/C | 5/D | 6/E | 7/F | |
| F8h | P5 | PWM1DL | PWM1DH | IB_OFFSET | IB_DATA | PWM1PL | PWM1PH | (Reserved) | FFh |
| F0h | B | AUXC | IB_CON1 | IB_CON2 | IB_CON3 | IB_CON4 | IB_CON5 | XPAGE | F7h |
| E8h | EXF0 | P0PCR | P1PCR | P2PCR | P3PCR | P4PCR | P5PCR | P2OS | EFh |
| E0h | ACC | P0CR | P1CR | P2CR | P3CR | P4CR | P5CR | PASLO | E7h |
| D8h | SCON1 | SBUF1 | SADDR1 | SADEN1 | PWM0DL | PWM0DH | PWM0PL | PWM0PH | DFh |
| D0h | PSW | EADR | EDTAH | EDTAM | EDTAL | EMUSR | EMUJIE | EMUJIF | D7h |
| C8h | T2CON | T2MOD | RCAP2L | RCAP2H | TL2 | TH2 | TCON1 | TEMPSTA | CFh |
| C0h | P4 | SEC | MIN | HR | DAY | MTH | YR | DOW | C7h |
| B8h | IPL0 | IPL1 | SBRTH2 | TWICON | TWIDAT | RTCT | RTCCON | RTCDAT | BFh |
| B0h | P3 | RSTSTAT | CLKCON | LPDCON | IPH0 | IPH1 | PWM0CON | PWM1CON | B7h |
| A8h | IEN0 | IEN1 | LCDCON1 | LCDCON | SADEN2 | P1SS | P0SS | P5SS | AFh |
| A0h | P2 | IRCON | SCON2 | SBUF2 | SADDR2 | ISPLO | ISPCON | FLASHCON | A7h |
| 98h | SCON | SBUF | SADDR | SADEN | SBRTH | SBRTL | P3SS | P4SS | 9Fh |
| 90h | P1 | SBRTH1 | SBRTL1 | ADCON | ADT | ADCH | ADDL | ADDH | 97h |
| 88h | TCON | TMOD | TL0 | TL1 | TH0 | TH1 | SUSLO | SBRTL2 | 8Fh |
| 80h | P0 | SP | DPL | DPH | DPL1 | DPH1 | INSCON | PCON | 87h |
| | 0/8 | 1/9 | 2/A | 3/B | 4/C | 5/D | 6/E | 7/F | |

注意: 未使用的 SFR 地址禁止读写。

SFR 复位值

| SFR 名称 | 复位值 |
|--------|----------|
| ACC | 0000000b |
| B | 0000000b |
| AUXC | 0000000b |
| PSW | 0000000b |
| SP | 0000111b |
| DPL | 0000000b |
| DPH | 0000000b |
| DPL1 | 0000000b |
| DPH1 | 0000000b |
| INSCON | 0000000b |

8. 标准功能

8.1 CPU内核特殊功能寄存器

特性

- CPU 内核寄存器: ACC, B, PSW, SP, DPL DPH

累加器

累加器 ACC 是一个常用的专用寄存器，指令系统中采用 A 作为累加器的助记符。

B 寄存器

在乘法指令中，会用到 B 寄存器。在其它指令中，B 寄存器可作为暂存器来使用。

栈指针(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。

程序状态字(PSW)寄存器

程序状态字(PSW)寄存器包含了程序状态信息。

PSW 寄存器

| D0H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 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(POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|---------|--|
| 7 | CY | 进位标志位 0: 算术或逻辑运算中，没有进位或借位发生 1: 算术或逻辑运算中，有进位或借位发生 |
| 6 | AC | 辅助进位标志位 0: 算数逻辑运算中，没有辅助进位或借位发生 1: 算数逻辑运算中，有辅助进位或借位发生 |
| 5 | F0 | F0 标志位 用户自定义标志位 |
| 4-3 | RS[1:0] | R0-R7 寄存器页选择位 00: 页 0 (映射到 00H-07H) 01: 页 1 (映射到 08H-0FH) 10: 页 2 (映射到 10H-17H) 11: 页 3 (映射到 18H-1FH) |
| 2 | OV | 溢出标志位 0: 没有溢出发生 1: 有溢出发生 |
| 1 | F1 | F1 标志位 用户自定义标志位 |
| 0 | P | 奇偶校验位 0: 累加器A中值为1的位数为偶数 1: 累加器 A 中值为 1 的位数为奇数 |

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。

8.2 CPU增强内核特殊功能寄存器

- 扩展的'MUL'和'DIV'指令: 16 位*8 位, 16 位/8 位
- 双数据指针
- CPU 增强内核寄存器: AUXC, DPL1, DPH1, INSCON

G80F927 扩展了'MUL'和'DIV'的指令。使用一个新寄存器-AUXC 寄存器保存运算数据的高 8 位, 以实现 16 位运算。在 16 位乘法指令中, 会用到 AUXC 寄存器。在其它指令中, AUXC 寄存器可作为暂存器来使用。

CPU 在复位后进入标准模式, 'MUL'和'DIV'的指令操作和标准 8051 指令操作一致。当 INSCON 寄存器的相应位置 1 后, 'MUL'和'DIV'指令的 16 位操作功能被打开。

| | 操作 | | 结果 | | |
|-----|----------------------|----------------|-------|------|-------|
| | | | A | B | AUXC |
| MUL | INSCON.2 = 0; 8 位模式 | (A)*(B) | 低位字节 | 高位字节 | --- |
| | INSCON.2 = 1; 16 位模式 | (AUXC A)*(B) | 低位字节 | 中位字节 | 高位字节 |
| DIV | INSCON.3 = 0; 8 位模式 | (A) / (B) | 商低位字节 | 余数 | --- |
| | INSCON.3 = 1; 16 位模式 | (AUXC A) / (B) | 商低位字节 | 余数 | 商高位字节 |

双数据指针

使用双数据指针能加速数据存储移动。标准数据指针被命名为 DPTR 而新型数据指针命名为 DPTR1。

数据指针 DPTR1 与 DPTR 类似, 是一个 16 位专用寄存器, 其高位字节寄存器用 DPH1 表示, 低位字节寄存器用 DPL1 表示。它们既可以作为一个 16 位寄存器 DPTR1 来处理, 也可以作为 2 个独立的 8 位寄存器 DPH1 和 DPL1 来处理。

通过对 INSCON 寄存器中的 DPS 位置 1 或清 0 选择两个数据指针中的一个。所有读取或操作 DPTR 的相关指令将会选择最近一次选择的数据指针。

数据指针选择寄存器

| 86H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| INSCON | - | - | - | - | DIV | MUL | - | DPS |
| 读/写 | - | - | - | - | 读/写 | 读/写 | - | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | - | - | - | - | 0 | 0 | - | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|-----|---|
| 3 | DIV | 16 位/ 8 位除选择器 0: 8 位除 1: 16 位除 |
| 2 | MUL | 16 位/ 8 位乘选择器 0: 8 位乘 1: 16 位乘 |
| 0 | DPS | 数据指针选择器 0: 数据指针 1: 数据指针 1 |

8.3 RAM

特性:

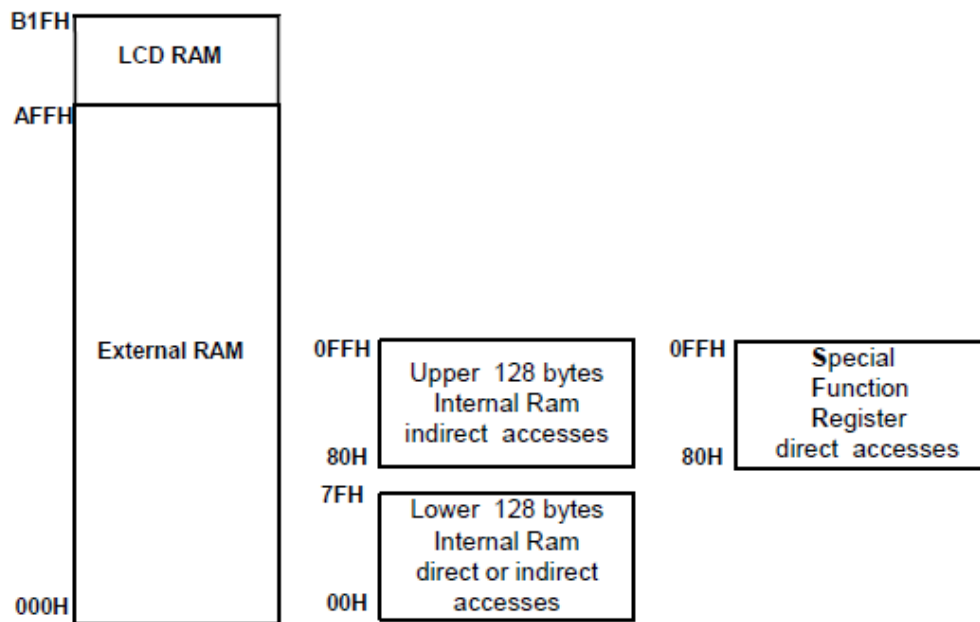
G80F927 为数据存储提供了内部 RAM 和外部 RAM。下列为存储器空间分配:

- 低位 128 字节的 RAM(地址从 00H 到 7FH)可直接或间接寻址
- 高位 128 字节的 RAM(地址从 80H 到 FFH)只能间接寻址
- 特殊功能寄存器(SFR, 地址从 80H 到 FFH)只能直接寻址
- 外部 RAM 字节可通过 MOVX 指令间接寻址

高位 128 字节 RAM 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。当一个指令访问地址高于 7FH 的内部位置时, CPU 可以根据指令的寻址方式来区分是访问高位 128 字节数据 RAM 还是访问 SFR。

注意: 未使用的 SFR 地址禁止读写

G80F927 提供内部 256 字节 RAM, 外部 2816 字节 RAM 和 LCD RAM((B00H – B1FH)。



G80F927 支持传统的访问外部 RAM 方法。使用 MOVX A, @Ri 或 MOVX @Ri, A 来访问外部低位 256 字节 RAM; 用 MOVX A, @DPTR 或 MOVX @DPTR, A 来访问外部 64K 字节 RAM。

用户也能用 XPAGE 寄存器来访问外部 RAM, 使用 MOVX A, @Ri 或 MOVX @Ri, A 指令即可, 此时用 XPAGE 来表示高于 256 字节的 RAM 地址。

在 Flash SSP 模式下, XPAGE 也能用作分段选择器(详见 SSP 章节)。

数据存储页寄存器

| F7H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| XPAGE | XPAGE | XPAGE | XPAGE | XPAGE | XPAGE | XPAGE | XPAGE | XPAGE |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值(POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|----------|----------|
| 7-0 | XPAGE7-0 | RAM 页选择器 |

8.4 Flash 程序存储器

G80F927 为存储程序代码内置 64K 可编程 Flash，可以通过在线编程(ICP)模式和扇区自编程(SSP)模式对 Flash 存储器操作。

在 ICP(在线编程)模式中，程序能操作所有 Flash，例如擦除或写入。Flash 的读取或写入操作以字节为单位，但擦除只能以扇区(1K)为单位，或者整体擦除。

在 ICP 模式中，扇区擦除操作能擦除任何区块。在自编程模式(SSP)中，包含擦除程序代码的扇区不能擦除。

在 ICP 模式下，还可以整体擦除，这个操作会擦除整个 Flash 存储器。

8.4.1 特性

- Flash 存储器包括 64 x 1KB 区块，总共 64KB。
- 在工作电压范围内都能进行编程和擦除操作。
- 在线编程(ICP)操作支持写入，读取和擦除操作。
- 快速整体/扇区擦除和编程。
- 编程/擦除次数：至少 200000 次。
- 数据保存年限：至少 20 年。
- 低功耗。

8.4.2 ICP模式下的Flash操作

ICP 模式即线上编程模式，即可以在 CPU 焊在用户板上以后编程。ICP 模式下，用户系统必须关机后编程器才能通过 ICP 编程接口刷新 Flash 存储器。ICP 编程接口包括 6 个引脚(VDD, GND, TCK, TDI, TMS, TDO)。

编程器使用 4 个 JTAG 引脚 (TDO, TDI, TCK, TMS)进入编程模式。只有将特定波形输入 4 个引脚后，CPU 才能进入编程模式。如需详细说明请参考 Flash 编程器用户指南。

ICP 模式支持以下操作：

代码保护控制模式编程

G80F927 的代码保护功能为用户代码提供了高性能的安全措施。每个分区有两种模式可用。

代码保护模式 0：允许/禁止任何编程器的写入/读取操作(不包括整体擦除)。

代码保护模式 1：允许/禁止在其它分区中通过 MOV_C 指令进行读取操作，或通过 SSP 功能进行擦除/写入操作。

用户必须应用 Flash 编程器设置相应的保护位，以进入所需的保护模式

整体擦除

无论代码保护控制模式的状态如何，整体擦除操作都将会擦除所有编程代码，代码选项，代码保护位和自定义 ID 码的内容。(Flash 编程器为用户提供自定义 ID 码设置功能以区别他们的产品)。

在用户程序区，整体擦除只能由 Flash 编程器操作，不能通过程序指令完成。

扇区擦除

扇区擦除操作将会擦除所选扇区中内容。用户程序和 Flash 编程器都能执行该操作。

若需用户程序执行该操作，必须禁止所选扇区的代码保护控制模式 1。

若需编程器执行该操作，必须禁止所选扇区的代码保护控制模式 0。

注意：SSP 程序所在扇区自身无法通过用户程序执行扇区擦除功能。

写/读代码

读/写代码操作可以将代码、数据从 Flash 存储器中读出或写入 Flash 存储器。编程器或用户程序都能执行该操作。

若需用户程序执行该操作，必须禁止所选扇区的代码保护控制模式 1。不管安全位设置与否，用户程序都能读/写程序自身所在扇区。

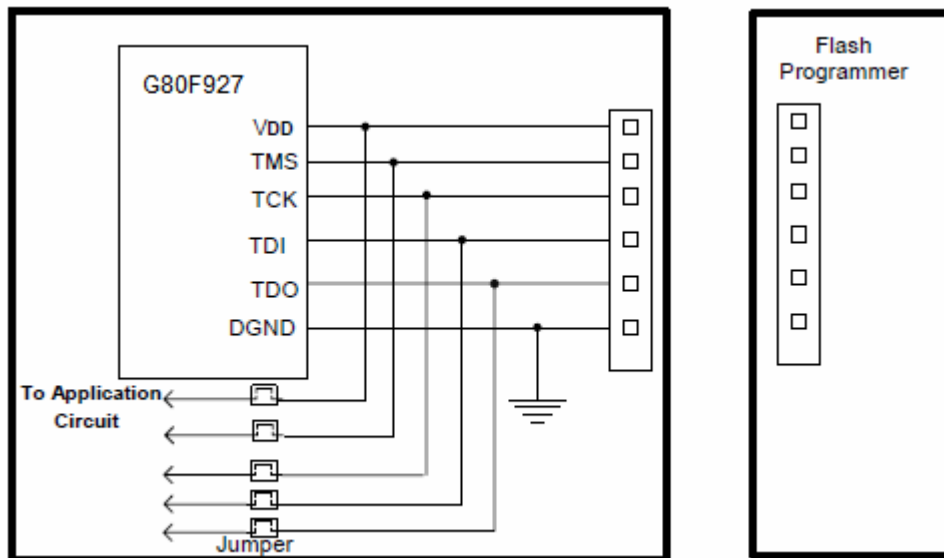
若需编程器执行该操作，必须禁止所选扇区的代码保护控制模式 0。

| 编程用时钟控制寄存器 | | |
|------------|--------------|-------------------|
| 操作 | ICP | SSP |
| 代码保护 | 支持 | 不支持 |
| 扇区擦除 | 支持 (无安全位) | 支持 (无安全位) |
| 整体擦除 | 支持 | 不支持 |
| 写/读 | 支持 (无安全位) | 支持 (无安全位或自身扇区) |

在 ICP 模式中，通过 6 线接口编程器能完成所有 Flash 操作。因为编程信号非常灵敏，所以使用编程器编程时用户需要先用 6 个跳线将编程引脚(VDD, GND, TCK, TDI, TMS, TDO)从应用电路中分离出来。如下图所示。

当采用 ICP 模式进行操作时，建议按照如下步骤进行操作：

- 1)在开始编程前断开跳线(jumper)，从应用电路中分离编程引脚；
- 2)将芯片编程引脚连接至编程器编程接口后，开始编程；
- 3)编程结束后断开编程器接口，连接跳线恢复应用电路。



8.4.3 扇区自编程(SSP)功能

G80F927 支持 SSP 操作。如果所选扇区未被加密，利用 SSP 操作，用户代码可以对程序存储区和客户信息块区及类 EEPROM 块区进行擦除、编程操作。一旦某扇区或块区被编程，则在该扇区或块区被擦除之前不能被再次编程。

G80F927 内建一个复杂控制流程以避免误入 SSP 操作导致代码被修改。为执行 SSP 操作，IB_CON2~5 设置必须满足特定条件。

8.4.3.1 寄存器

1)擦除/编程用扇区选择和编程用地址偏移量寄存器

此寄存器用来选择待擦除或者待编程扇区的区号，配合 IB_OFFSET 寄存器来表示待编程字节在扇区内的地址偏移量。

- 对于程序存储区，一个扇区为 1024 字节，寄存器定义如下：

擦除/编程用扇区选择和地址偏移寄存器

| F7H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| XPAGE | XPAGE .7 | XPAGE .6 | XPAGE .5 | XPAGE .4 | XPAGE .3 | XPAGE .2 | XPAGE .1 | XPAGE .0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值(POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|------------|-----------------------------------|
| 7-2 | XPAGE[7:2] | 被擦除/编程的存储单元扇区号，00000 代表扇区 0，依此类推。 |
| 1-0 | XPAGE[1:0] | 被擦除/编程的存储单元高 2 位地址 |

编程用地址偏移寄存器

| FBH | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| IB_OFFSET | IB_OFF SET.7 | IB_OFF SET.6 | IB_OFF SET.5 | IB_OFF SET.4 | IB_OFF SET.3 | IB_OFF SET.2 | IB_OFF SET.1 | IB_OFF SET.0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值(POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|----------------|-----------------|
| 7-0 | IB_OFFSET[7-0] | 被编程的存储单元低 8 位地址 |

XPAGE[1:0]和 IB_OFFSET[7:0]共 10 位，可以表示 1 个程序存储扇区内全部 1024 个字节的偏移量。

- 对于客户信息块区和类 EEPROM 块区，一个块区为 256 字节，寄存器定义如下：

擦除/编程用扇区选择寄存器

| F7H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| XPAGE | XPAGE .7 | XPAGE .6 | XPAGE .5 | XPAGE .4 | XPAGE .3 | XPAGE .2 | XPAGE .1 | XPAGE .0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值(POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|------------|--|
| 7-4 | XPAGE[7:4] | 在擦除/编程块区时无意义。 |
| 3-0 | XPAGE[3:0] | 被擦除/编程的块区号，0000 代表块 0，依此类推。 只有 0000~1000 有效，有效块号取决于具体芯片其它值无效。 |

类 EEPROM 块区对应 XPAGE[3:0]为 0000~0111 的块。类 EEPROM 块区的访问可通过指令“MOVC A, @A+DPTR”或“MOVC A, @A+PC”实现，注意：需要将 FAC 位(FLASHCON.0)置 1。

编程用地址偏移寄存器

| FBH | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| IB_OFFSET | IB_OFF SET.7 | IB_OFF SET.6 | IB_OFF SET.5 | IB_OFF SET.4 | IB_OFF SET.3 | IB_OFF SET.2 | IB_OFF SET.1 | IB_OFF SET.0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值(POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|----------------|--------------|
| 7-0 | IB_OFFSET[7:0] | 被擦除/编程的块单元地址 |

IB_OFFSET[7:0]共 8 位，可以表示 1 个块区内全部 256 个字节的偏移量。

编程用数据寄存器

| FCH | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| IB_DATA | IB_DATA.7 | IB_DATA.6 | IB_DATA.5 | IB_DATA.4 | IB_DATA.3 | IB_DATA.2 | IB_DATA.1 | IB_DATA.0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|---------------|-------|
| 7-0 | IB_DATA [7:0] | 待编程数据 |

操作类型选择寄存器

| F2H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| IB_CON1 | IB_CON1.7 | IB_CON1.6 | IB_CON1.5 | IB_CON1.4 | IB_CON1.3 | IB_CON1.2 | IB_CON1.1 | IB_CON1.0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|--------------|---|
| 7-0 | IB_CON1[7:0] | 操作类型选择 E6H: 扇区擦除(擦除时间<40ms) 6EH: 编程存储单元(编程时间<50us) AAH: 整体擦除(注意: 在整体擦除操作中将忽略 FAC 位, 详见 FLASHCON 寄存器) 此命令仅在引导扇区内有效。 |

SSP 流程控制寄存器 1

| F3H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| IB_CON2 | - | - | - | - | IB_CON2.3 | IB_CON2.2 | IB_CON2.1 | IB_CON2.0 |
| 读/写 | - | - | - | - | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | - | - | - | - | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|---------------|--------------------------|
| 3-0 | IB_CON2 [3:0] | 必须为 05H, 否则 Flash 编程将会终止 |

SSP 流程控制寄存器 2

| F4H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| IB_CON3 | - | - | - | - | IB_CON 3.3 | IB_CON 3.2 | IB_CON 3.1 | IB_CON 3.0 |
| 读/写 | - | - | - | - | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | - | - | - | - | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|--------------|--------------------------|
| 3-0 | IB_CON3[3:0] | 必须为 0AH, 否则 Flash 编程将会终止 |

SSP 流程控制寄存器 3

| F5H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| IB_CON4 | - | - | - | - | IB_CON 4.3 | IB_CON 4.2 | IB_CON 4.1 | IB_CON 4.0 |
| 读/写 | - | - | - | - | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | - | - | - | - | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|--------------|--------------------------|
| 3-0 | IB_CON4[3:0] | 必须为 09H, 否则 Flash 编程将会终止 |

SSP 流程控制寄存器 4

| F6H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| IB_CON5 | - | - | - | - | IB_CON 5.3 | IB_CON 5.2 | IB_CON 5.1 | IB_CON 5.0 |
| 读/写 | - | - | - | - | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值(POR/WDT/LVR/PIN) | - | - | - | - | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|--------------|--------------------------|
| 3-0 | IB_CON5[3:0] | 必须为 06H, 否则 Flash 编程将会终止 |

软件复位标志和指令访问控制寄存器

| A7H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| FLASHCON | SWRF | - | - | - | - | - | - | FAC |
| 读/写 | 读/写 | - | - | - | - | - | - | 读/写 |
| 复位值(POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | - | - | - | - | - | - | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|------|---|
| 7 | SWRF | 软件复位标志(详见 ISP 章节) |
| 0 | FAC | 执行区域选择位。 0: MOVc 指令或 SSP 操作执行区在程序存储区 1: MOVc 指令或 SSP 操作执行区在客户信息块区和类 EEPROM 块区 |

8.4.3.2 SSP编程注意事项

为确保顺利完成 SSP 编程，用户软件应该遵循以下步骤设置：

A. 用于代码/数据编程：

1. 关闭中断；
2. 如果待编程地址在客户信息块区和类 EEPROM 块区，将 FAC 位(FLASHCON.0)置 1；如果待编程地址在程序存储区，将 FAC 位(FLASHCON.0)清 0。
3. 按相应的待编程扇区号或块区号设置 XPAGE、IB_OFFSET；
4. 按编程需要，设置 IB_DATA；
5. 按照顺序设置 IB_CON1~5；
6. 添加 4 个 NOP 指令；
7. 开始编程，CPU 将进入 IDLE 模式；编程完成后自动退出 IDLE 模式；
8. 如果需要继续写入数据，跳转至第 3 步；
9. XPAGE 寄存器清 0；恢复中断设置；根据后续程序需要置 1 或者清 0 FAC 位(FLASHCON.0)。

B. 用于扇区或块区擦除：

1. 关闭中断；
2. 如果待编程地址在客户信息块区和类 EEPROM 块区，将 FAC 位(FLASHCON.0)置 1；如果待编程地址在程序存储区，将 FAC 位(FLASHCON.0)清 0。
3. 按相应的扇区或块区设置 XPAGE；
4. 按照顺序设置 IB_CON1~5；
5. 添加 4 个 NOP 指令；
6. 开始擦除，CPU 将进入 IDLE 模式；擦除完成后自动退出 IDLE 模式；
7. 如果需要继续擦除扇区或块区，跳转至第 3 步；
8. XPAGE 寄存器清 0；恢复中断设置；根据后续程序需要置 1 或者清 0 FAC 位(FLASHCON.0)。

C. 用于整体擦除：

整体擦除操作与扇区擦除操作类似。不同之处在于：

- 1) 整体擦除操作只能在引导扇区内进行；
- 2) FAC 位(FLASHCON.0)的作用将被忽略。

注意：数据访问可通过指令“MOVC A, @A+DPTR”或“MOVC A, @A+PC”实现。

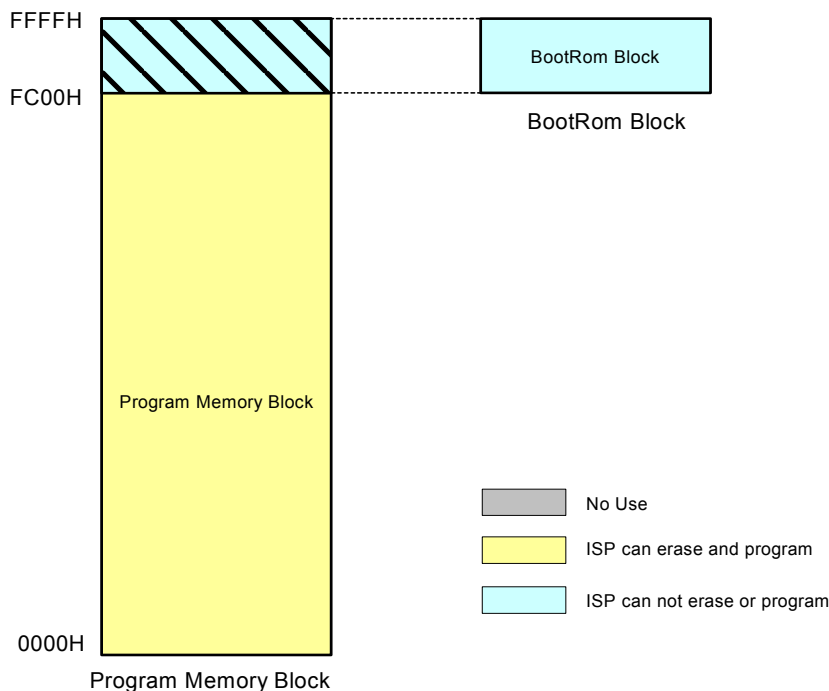
8.5 在系统编程(ISP)

在系统编程模式是指程序代码运行在引导扇区(BootRom Block)内, 对 Flash 存储器进行擦除和读写操作。

G80F927 为支持 ISP 模式内置了 1K 字节的引导扇区, 地址位于 FC00H ~ FFFFH。在引导扇区内对程序存储区和客户信息块区的擦除、烧写操作与在程序存储区进行相同操作时的流程类似, 详见扇区自编程(SSP)章节。客户信息块区对应 XPGAE[3:0]为 1000 的块, 擦除和烧写时需设置 XPGAE[3:0]为 1000。客户信息块区的访问可通过指令“MOVC A, @A+DPTR”实现。注意: 需要将 FAC 位(FLASHCON.0)置 1。

引导扇区内程序在芯片出厂时已经固化, 用于通过串口实现烧写芯片; 用户也可以自行编写引导扇区内程序以实现所需功能, 但是只能通过编程器或者仿真工具将程序烧入引导扇区内。

如果客户选择使能 ISP 功能(代码选项 OP_ISP 清 0, 详见代码选项章节), 则程序存储区最后 1 个扇区地址 (FC00H~FFFFH)将被映射用作引导扇区地址, 不能作为程序存储区使用; 如果客户选择关闭 ISP 功能(代码选项 OP_ISP 置 1, 详见代码选项章节), 则程序存储区最后 1 个扇区(FC00H~FFFFH)可以作为程序存储区使用。



当芯片发生上电复位或复位引脚引起的复位时, 如果客户代码选项选择禁止 ISP 功能, 则程序从 0000H 处开始运行; 如果客户代码选项选择使能 ISP 功能, 则有两种可能:

1)代码选项 OP_ISPPIN(详见代码选项章节)若设置为 1, 程序执行引导扇区内程序, 从 FC00H 地址开始运行。

2)代码选项 OP_ISPPIN(详见代码选项章节)若设置为 0, 则复位时检测 P2.1 和 P2.2 状态。当 P2.1 和 P2.2 同时为低且持续时间超过 100 s 时, 程序执行引导扇区内程序, 从 FC00H 地址开始运行。若不满足 P2.1 和 P2.2 同时为低, 或 P2.1 和 P2.2 同时为低但持续时间小于 100 s 时, 则程序执行程序存储器区内程序, 从 0000H 处开始运行。

使能 ISP 功能后, 程序运行在程序存储区时, 当 ISPCON[7:0]为 0AH 时, 允许程序跳转至引导扇区; 若 ISPCON[7:0]不为 0AH 时, 执行跳转至引导扇区的指令, 将会发生 OVL 中断(详见中断 OVL 章节)。设置 ISPCON 必须满足特定条件, 详见 ISPCON 寄存器。

禁止 ISP 功能后, 不存在引导扇区。地址 FC00H ~ FFFFH 区为程序存储区, 可以自由访问。

8.5.1 ISP功能相关寄存器

ISP 辅助寄存器

| A5H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| ISPLO | ISPLO. 7 | ISPLO. 6 | ISPLO. 5 | ISPLO. 4 | ISPLO. 3 | ISPLO. 2 | ISPLO. 1 | ISPLO. 0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|------------|--|
| 7-0 | ISPLO[7:0] | ISP 辅助寄存器 55H: 允许软件编程 ISPCON 寄存器 其它: 禁止软件编程 ISPCON 寄存器 |

软件复位标志和指令访问控制寄存器

| A7H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| FLASHCON | SWRF | - | - | - | - | - | - | FAC |
| 读/写 | 读/写 | - | - | - | - | - | - | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | - | - | - | - | - | - | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|------|--|
| 7 | SWRF | 软件复位标志 只能在发生软件复位后由硬件自动置 1; 由软件清除或者其它复位清 0。 |
| 0 | FAC | 执行区域选择位(详见 SSP 章节) 注: 程序运行在引导扇区, 用 MOVC 指令访问引导扇区, 应清 0 FAC。 |

ISP 控制寄存器

| A6H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| ISPCON | ISPCO N.7 | ISPCO N.6 | ISPCO N.5 | ISPCO N.4 | ISPCO N.3 | ISPCO N.2 | ISPCO N.1 | ISPCO N.0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|-------------|--|
| 7-0 | ISPCON[7:0] | ISP 控制 若程序运行在引导扇区时, 设置 ISPCON 为 5AH 后将发生软件复位, 设置 ISPCON 为其它值后 ISPCON 将改变为 0AH。 若程序运行在程序存储区时, 设置 ISPCON 为 0AH 后可从程序存储区跳转进入引导区, 设置 ISPCON 为其它值后 ISPCON 将清 0。 |

注意: 软件复位功能是为程序由引导扇区返回至程序存储区而设置。

在引导扇区完成程序存储区内程序更新后, 可通过执行软件复位操作, 程序从引导扇区跳至程序存储区 0000H 地址

运行。

在引导扇区内加密控制字节修改直接有效。

软件复位引起的操作包含:

- 1: Code Option 修改有效
- 2: 直接进入程序存储区执行程序, 不允许再进入引导扇区
- 3: SFR 初始值等同 POR 复位值

注意:

1)必须首先将 ISPLO 设置成 55H 后, 才能设置 ISPCON, 并且必须连续设置, 中间不能插入其它指令; 否则, ISPLO 寄存器都将被清 0, ISPCON 寄存值不变; ISPCON 设置完成后, ISPLO 寄存器将被清 0。

2)如果 ISPLO 写入值不等于 55H, 则 ISPLO 寄存器都将被清 0, ISPCON 寄存值不变。

8.5.2 通过串口烧写芯片

芯片出厂时已经将引导程序固化在引导扇区内。当设置代码选项 OP_ISP 为 0 使能 ISP 功能时, 通过引导程序, 结合 PC 端软件, 可以实现不需要编程器, 使用串口即可下载用户程序的功能。

8.5.3 用户自行编写引导程序

用户可以自行编写用户程序, 下载至引导扇区内, 以完成其特定功能。为了将程序下载至引导扇区内, 必须使用专用的编程器或仿真工具。

必须注意, 如果用户将代码选项 OP_ISP 改写成禁止 ISP 功能, 则用户将无法使用 ISP 功能。此时, 解决办法是使用专用的编程器或者仿真工具重新改写相应的代码选项。

用户自行改写引导扇区内容具有高度的风险性, 强烈建议用户慎用此功能。

8.6 系统时钟和振荡器

8.6.1 特性

- 仅支持 1 种振荡器类型: 32.768kHz 晶体谐振器
- 内建 9.8304MHz 锁相环 (PLL) 振荡器
- 内建 32.768kHz 加速电路
- 内建系统时钟分频器

时钟定义

G80F927 几个内部时钟定义如下:

OSCCLK: 32.768kHz 晶体谐振器的时钟。f_{OSC} 定义为 OSCCLK 的频率。t_{OSC} 定义为 OSCCLK 的周期。

PLLCLK: PLL 振荡器时钟。f_{PLL} 定义为 PLLCLK 的频率。t_{PLL} 定义为 PLLCLK 的周期。

WDTCLK: 内部的 2kHz 看门狗 RC 振荡器时钟。f_{WDT} 定义为 WDTCLK 的频率。t_{WDT} 定义为 WDTCLK 的周期。

OSCSCLK: 系统时钟频率分频器的输入时钟。这个时钟可能为 OSCCLK 或者 PLLCLK。f_{OSCS} 定义为 OSCSCLK 的频率。t_{OSCS} 定义为 OSCSCLK 的周期。

SYSCLK: 系统时钟, 系统频率分频器的输出时钟。这个时钟为 CPU 指令周期的时钟。f_{SYS} 定义为 SYSCLK 的频率。t_{SYS} 定义为 SYSCLK 的周期。

概述

G80F927 仅支持 1 种振荡器类型: 32.768kHz 晶体谐振器。由振荡器产生的基本时钟脉冲作为系统时钟提供给 CPU 和片上外围模块。

G80F927 内建一个锁相环(PLL)振荡器, PLL 振荡器能提供高达 9.8304MHz 振荡频率。PLLCON 控制位禁止或使能 PLL 振荡器。

系统时钟控制寄存器

| B2H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|-----------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|
| CLKCON | 32K_SPDUP | CLKS1 | CLKS0 | - | PLLCON | FS2 | - | - |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | - | 读/写 | 读/写 | - | - |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 1 | 1 | 1 | - | 0 | 0 | - | - |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|------------|---|
| 7 | 32K_SPDUP | <p>32.768KHz 振荡器加速模式控制位</p> <p>0: 32.768kHz 振荡器常规模式, 由软件清 0</p> <p>1: 32.768kHz 振荡器加速模式, 由软件或者硬件置 1</p> <p>此位在系统发生任何形式的复位, 如上电复位, 看门狗复位等时, 自动由硬件设置 1, 用以加速 32.768kHz 振荡器起振, 缩短 32.768kHz 振荡器的起振时间。</p> <p>如果有需要, 本位也可以由软件置 1 或者清 0。比如进入掉电模式(Power-down mode)前, 可以将此位置 1, 掉电模式唤醒后再由软件清 0。</p> <p>应该需要注意的是关闭 32.768kHz 加速模式(此位清 0), 可以节省系统的耗电。</p> |
| 6-5 | CLKS[1: 0] | <p>系统时钟预分频器(对 FS2 选择的时钟源分频)</p> <p>00: f_{SYS} = f_{OSCS}</p> <p>01: f_{SYS} = f_{OSCS} / 2</p> <p>10: f_{SYS} = f_{OSCS} / 4</p> <p>11: f_{SYS} = f_{OSCS} / 12</p> <p>如果选择 32.768kHz 振荡器为 OSCSCLK, 此控制位无效。</p> |

| | | |
|---|--------|---|
| 3 | PLLCON | PLL 振荡器开启控制寄存器 0: 关闭 PLL 振荡器 1: 打开 PLL 振荡器 |
| 2 | FS2 | 系统时钟选择寄存器 0: 选择 32.768kHz 作为 OSCSCLK 1: 选择 PLLCLK 作为 OSCSCLK |

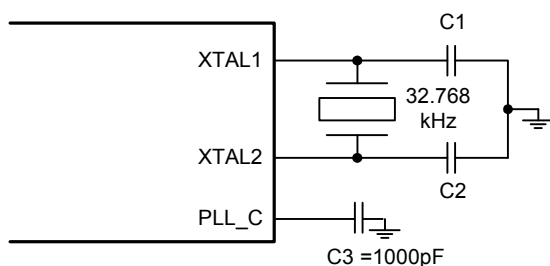
注意:

选择 PLLCLK 作为 OSCSCLK，必须按以下步骤依次设置：

1. 设置 PLLCON = 1，打开 PLL 振荡器
2. 至少等待 2ms
3. 设置 FS = 1，选择 PLLCLK 作为 OSCSCLK

8.6.2 振荡器类型

32768Hz 晶体振荡器和内部 PLL



| 晶体振荡器 | | | 推荐型号 | 生产厂 |
|-----------|----------|----------|-------------------|-------------|
| 频率 | C1 | C2 | | |
| 32.768kHz | 5~12.5pF | 5~12.5pF | DT 38 (φ 3x8) | KDS |
| | | | φ 3x8 – 32.768kHz | 威克创通讯器材有限公司 |

注意事项:

表中负载电容为设计参考数据!

以上电容值可通过谐振器基本的起振和运行测试，**并非最优值**。

请注意印制板上的杂散电容，用户应在超过应用电压和温度的条件下测试谐振器的性能。

在应用陶瓷谐振器/晶体谐振器之前，用户需向谐振器生产厂要求相关应用参数以获得最佳性能。

8.7 I/O 端口

特性

- 6 组 46 个双向 I/O 端口
- 18 个 I/O 单独由 VDDIO 供电(2.4V~5.5V)
- I/O 端口可与其它功能共享

G80F927 提供 6 组 46 个位可编程双向 I/O 端口。端口数据在寄存器 Px 中。端口控制寄存器(PxPCrY)控制端口是作为输入或者输出。当端口作为输入时，每个 I/O 端口带有由 PxPCrY 控制的内部上拉电阻(x=0~5,y=0~7)。

G80F927 I/O 支持两套电源供电，其中 P4,P5, P0.6,P0.7 及其共享功能由 VDDIO 单独供电，电压范围为 2.4V~5.5V, 其它端口由 VDD 或 VBAT 供电。

G80F927 的有些 I/O 引脚能与选择功能共享。当所有功能都允许时，在 CPU 中存在优先权以避免功能冲突。(详见端口共享章节)。

8.7.1 寄存器

端口控制寄存器

| | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| P0CR (E1H) | P0CR.7 | P0CR.6 | P0CR.5 | P0CR.4 | P0CR.3 | P0CR.2 | P0CR.1 | P0CR.0 |
| P1CR (E2H) | P1CR.7 | P1CR.6 | P1CR.5 | P1CR.4 | P1CR.3 | P1CR.2 | P1CR.1 | P1CR.0 |
| P2CR (E3H) | P2CR.7 | P2CR.6 | P2CR.5 | P2CR.4 | P2CR.3 | P2CR.2 | P2CR.1 | P2CR.0 |
| P3CR (E4H) | - | P3CR.6 | P3CR.5 | P3CR.4 | P3CR.3 | P3CR.2 | - | P3CR.0 |
| P4CR (E5H) | P4CR.7 | P4CR.6 | P4CR.5 | P4CR.4 | P4CR.3 | P4CR.2 | P4CR.1 | P4CR.0 |
| P5CR (E6H) | P5CR.7 | P5CR.6 | P5CR.5 | P5CR.4 | P5CR.3 | P5CR.2 | P5CR.1 | P5CR.0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|------------------------|------------------------------------|
| 7-0 | PxCR.y x=0~5, y=0~7 | 端口输入/输出控制寄存器 0: 输入模式 1: 输出模式 |

端口上拉电阻控制寄存器

| | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| P0PCR (E9H) | P0PCR. 7 | P0PCR. 6 | P0PCR. 5 | P0PCR. 4 | P0PCR. 3 | P0PCR. 2 | P0PCR. 1 | P0PCR. 0 |
| P1PCR (EAH) | P1PCR. 7 | P1PCR. 6 | P1PCR. 5 | P1PCR. 4 | P1PCR. 3 | P1PCR. 2 | P1PCR. 1 | P1PCR. 0 |
| P2PCR (EBH) | P2PCR. 7 | P2PCR. 6 | P2PCR. 5 | P2PCR. 4 | P2PCR. 3 | P2PCR. 2 | P2PCR. 1 | P2PCR. 0 |
| P3PCR (ECH) | - | P3PCR. 6 | P3PCR. 5 | P3PCR. 4 | P3PCR. 3 | P3PCR. 2 | - | P3PCR. 0 |
| P4PCR (EDH) | P4PCR. 7 | P4PCR. 6 | P4PCR. 5 | P4PCR. 4 | P4PCR. 3 | P4PCR. 2 | P4PCR. 1 | P4PCR. 0 |
| P5PCR (EEH) | P5PCR. 7 | P5PCR. 6 | P5PCR. 5 | P5PCR. 4 | P5PCR. 3 | P5PCR. 2 | P5PCR. 1 | P5PCR. 0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|-------------------------------|--|
| 7-0 | PxPCR.y x=0~5,y=0~7 | 输入端口内部上拉电阻控制 0: 内部上拉电阻关闭 1: 内部上拉电阻开启 |

端口数据寄存器

| | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| P0 (80H) | P0.7 | P0.6 | P0.5 | P0.4 | P0.3 | P0.2 | P0.1 | P0.0 |
| P1 (90H) | P1.7 | P1.6 | P1.5 | P1.4 | P1.3 | P1.2 | P1.1 | P1.0 |
| P2 (A0H) | P2.7 | P2.6 | P2.5 | P2.4 | P2.3 | P2.2* | P2.1* | P2.0 |
| P3 (B0H) | - | P3.6 | P3.5 | P3.4 | P3.3 | P3.2 | - | P3.0 |
| P4 (C0H) | P4.7 | P4.6 | P4.5 | P4.4 | P4.3 | P4.2 | P4.1 | P4.0 |
| P5 (F8H) | P5.7 | P5.6 | P5.5 | P5.4 | P5.3 | P5.2 | P5.1 | P5.0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|------------------------------|---------|
| 7-0 | Px.y, x=0~4, y=0~7 | 端口数据寄存器 |

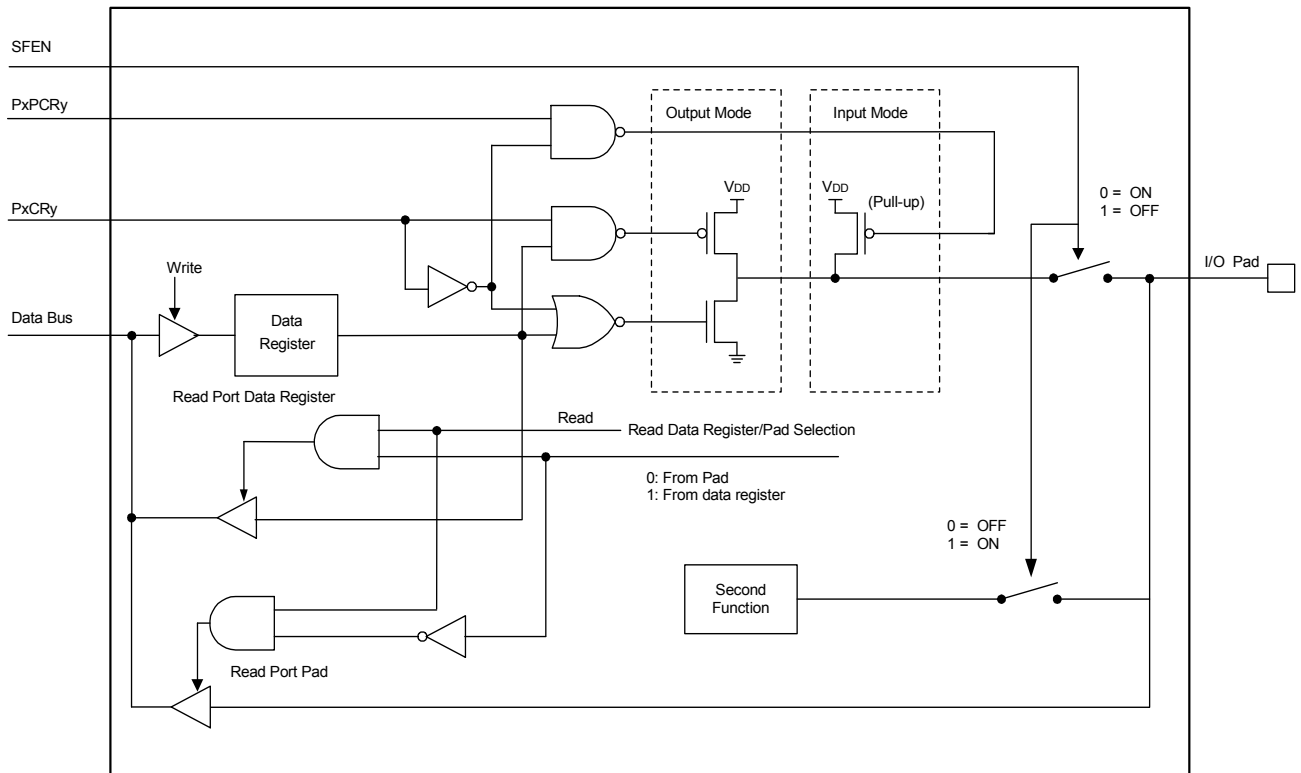
*注意： P2.1、P2.2 端口作为 N-沟道的开漏 I/O。但是此时端口电压不能超过 VDD+0.3V。

端口模式选择寄存器

| EFH | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|
| P2OS | - | - | - | - | - | P2OS.2 | P2OS.1 | - |
| 读/写 | - | - | - | - | - | 读/写 | 读/写 | - |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | - | - | - | - | - | 0 | 0 | - |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|------------------------|--|
| 2-1 | P2OS.x x=2-1 | 端口 2 输出模式选择 0: 引脚输出模式为 N 沟道开漏输出 1: 引脚输出模式为 CMOS 挽推输出 |

8.7.2 端口模块图



注意

- 1) 输入端口读操作直接读引脚电平。
- 2) 输出端口读操作的输入源有两种，一种是从端口数据寄存器读取，另一种是直接读引脚电平。用读取指令来区分：读-修改-写指令是读寄存器，而其它指令读引脚电平。
- 3) 不管端口是否共享为其它功能，对端口写操作都是针对端口数据寄存器。

8.7.3 端口共享

46 个双向 I/O 端口也能共享作为第二或第三种特殊功能。共享优先级按照外部最高内部最低的规则：

在引脚配置图中引脚最外边标注功能享有最高优先级，最里边标注功能享有最低优先级。这意味着一个引脚已经使用较高优先级功能(如果被允许的话)，就不能用作较低优先级功能，即使较低优先级功能被允许。只有较高优先级功能由硬件或软件关闭后，相应的引脚才能用作较低优先级功能。上拉电阻也由相同规则控制。

当允许端口复用为其它功能时，用户可以修改 PxCR、PxPCR(x=0~5)，但在复用的其它功能被禁止前，这些操作不会影响端口状态。

当允许端口复用为其它功能时，任何对端口的读写操作只会影响到数据寄存器的值，端口引脚值保持不变，直到复用的其它功能关闭。

Port 0:

LCD Segment 5-12 (P0.0 – P0.7)

-RXD2(P0.6): EUART 2 数据输入

-TXD2(P0.7): EUART 2 数据输出

PORT0 共享列表

| 引脚编号 | 优先级 | 功能 | 允许位 |
|-----------|-----|------------|--------------------------------|
| Pin 48 | 1 | TXD2 | 写入 SBUF2 寄存器 |
| | 2 | SEG12 | P0SS.7=1 |
| | 3 | P0.7 | 无上述情况 |
| Pin 47 | 1 | RXD2 | 设置 SCON2 寄存器的 REN2 位为 1 (自动上拉) |
| | 2 | SEG11 | P0SS.6=1 |
| | 3 | P0.6 | 无上述情况 |
| Pin 41~46 | 1 | SEG5~SEG10 | P0SS.x=1 (x=0~5) |
| | 2 | P0.0~P0.5 | P0SS.x=0 (x=0~5) |

Port 1:

LCD COM1-4 (P1.0-P1.3)

LCD Segment 1-4 (P1.4 – P1.7)

PWM0(P1.4): PWM0 输出

PORT1 共享列表

| 引脚编号 | 优先级 | 功能 | 允许位 |
|----------|-----|-----------|-------------------------------------|
| Pin37 | 1 | SEG1 | P1SS.4=1 |
| | 2 | PWM0 | PWM0CON 寄存器 PWM0EN 位置 1, 且 P1SS.4=0 |
| | 3 | P1.4 | PWM0CON 寄存器 PWM0EN 位清 0, 且 P1SS.4=0 |
| Pin38~40 | 1 | SEG2~SEG4 | P1SS.x=1(x=5~7) |
| | 2 | P1.5~P1.7 | P1SS.x=0(x=5~7) |
| Pin33~36 | 1 | COM1~4 | P1SS 寄存器中 COMS=1 |
| | 2 | P1.0~P1.3 | P1SS 寄存器中 COMS=0 |

Port 2:

- RST(P2.0): 复位
- SCL (P2.1): TWI 串行时钟线
- SDA (P2.2): TWI 串行数据线
- AN0 (P2.3): ADC 输入通道 0
- AN1 (P2.4): ADC 输入通道 1
- AN2 (P2.5): ADC 输入通道 2
- AN3 (P2.6): ADC 输入通道 3
- INT2(P2.7): 外部中断 2
- INT3(P2.6): 外部中断 3
- T1 (P2.7): 定时器 1 外部输入或比较输出
- PF(P2.4): 有功电能脉冲输出
- QF(P2.5): 无功电能脉冲输出
- CALIN(P2.1): RTC 校准输入
- VIN (P2.3): 外部电压输入

PORT 2 共享功能列表

| 引脚编号 | 优先级 | 功能 | 允许位 |
|-------|-----|-------|---|
| Pin18 | 1 | RST | 代码选项 |
| | 2 | P2.0 | 代码选项 |
| Pin19 | 1 | CALIN | 当 RTCCON 中寄存器的 RTCEN 和 CAL 位均为 1, 将 AUTOCAL 位置 1 |
| | 2 | SCL | TWICON 寄存器中的 TWIEN 位置 1 |
| | 3 | P2.1 | 无上述情况 |
| Pin20 | 1 | SDA | TWICON 寄存器中的 TWIEN 位置 1 |
| | 2 | P2.2 | TWICON 寄存器中的 TWIEN 位清 0 |
| Pin21 | 1 | VIN | 代码选项 |
| | 2 | AN0 | ADCH 寄存器的 CH0 位和 ADCON 寄存器的 ADON 位都置 1, 并且 SCH [2:0] = 000 |
| | 3 | P2.3 | ADCH 寄存器中的 CH0 位清 0 |
| Pin22 | 1 | AN1 | ADCH 寄存器的 CH1 位和 ADCON 寄存器的 ADON 位置 1, 并且 SCH [2:0] = 001 |
| | 2 | PF | 将 EMUIE 寄存器的 PFEN 位置 1 |
| | 3 | P2.4 | ADCH 寄存器的 CH1 位和 EMUIE 寄存器的 PFEN 位都清 0 |
| Pin23 | 1 | AN2 | ADCH 寄存器的 CH2 位和 ADCON 寄存器的 ADON 位都置 1, 并且 SCH [2:0] = 010 |
| | 2 | QF | 将 EMUIE 寄存器的 QFEN 位置 1 |
| | 3 | P2.5 | ADCH 寄存器的 CH2 位和 EMUIE 寄存器中的 QFEN 位都清 0 |
| Pin24 | 1 | AN3 | ADCH 寄存器的 CH3 位和 ADCON 寄存器的 ADON 位都置 1, 并且 SCH [2:0] = 011 |
| | 2 | INT3 | IEN1 寄存器的 EX3 位置 1, 并且 Port2.6 置为输入模式(上拉由软件设置) |
| | 3 | P2.6 | 无上述情况 |
| Pin25 | 1 | T1 | TCON寄存器的TR1位和TMOD寄存器的C/T1位都置1(自动上拉); 或清'0'TMOD寄存器的C/T1位并且将 TCON1 寄存器的 TC1 位置 1 |
| | 2 | INT2 | IEN1 寄存器的 EX2 位置 1, 并且 Port2.7 为输入模式(上拉由软件设置) |
| | 3 | P2.7 | 无上述情况 |

Port 3:

- RXD0(P3.5): EUART 0 数据输入
- TXD0(P3.6): EUART 0 数据输出
- RXD1 (P3.3): EUART 1 数据输入
- TXD1 (P3.4): EUART 1 数据输出
- T0 (P3.0): 定时器 0 外部输入或比较输出
- T2 (P3.2): 定时器 2 外部输入/波特率时钟输出
- T2EX(P3.3): Timer 2 重载/捕捉/方向控制
- INT1(P3.0): 外部中断 1
- CALOUT (P3.2): 补偿时钟输出
- LCD Segment 29~32

PORT 3 共享功能列表

| 引脚编号 | 优先级 | 功能 | 允许位 |
|-------|-----|--------|--|
| Pin26 | 1 | T0 | TCON 寄存器的 TR0 位和 TMOD 寄存器的 C/T0位都置 1 (自动上拉); 或清 0 TMOD 寄存器的 C/T0位并且将 TCON1 寄存器的 TC0 位置 1 |
| | 2 | T2EX | 在 0,2,3 模式下 T2CON 寄存器的 EXEN2 位置 1 或在 1 模式下 T2CON 寄存器的 DCEN 位置 1 或在模式 1 下 DCEN 位和 EXEN2 位清 0 (自动上拉) |
| | 3 | P3.0 | 无上述情况 |
| Pin28 | 1 | CALOUT | RTCCON 寄存器中的 RTCEN 位设置为 1,并且 OUTF [1]等于 1 |
| | 2 | T2 | T2CON 的 TR2 位和 T2MOD 的 T2OE 位都置 1(自动上拉) |
| | 3 | P3.2 | 无上述情况 |
| Pin29 | 1 | RXD1 | 设置 SCON1 寄存器的 REN1 位为 1 (自动上拉) |
| | 2 | SEG29 | P3SS.3=1 |
| | 3 | P3.3 | 无上述情况 |
| Pin30 | 1 | TXD1 | 写入 SBUF1 寄存器 |
| | 2 | SEG30 | P3SS.4=1 |
| | 3 | P3.4 | 无上述情况 |
| Pin31 | 1 | RXD0 | 设置 SCON 寄存器的 REN 位为 1 (自动上拉) |
| | 2 | SEG31 | P3SS.5=1 |
| | 3 | P3.5 | 无上述情况 |
| Pin32 | 1 | TXD0 | 写入 SBUF 寄存器 |
| | 2 | SEG32 | P3SS.6=1 |
| | 3 | P3.6 | 无上述情况 |

Port 4:

LCD Segment 13-20 (P4.0 – P4.7)

PORT 4 共享功能列表

| 引脚编号 | 优先级 | 功能 | 允许位 |
|----------|-----|-------------|-----------------|
| Pin49~56 | 1 | SEG13~SEG20 | P4SS.X=1(X=0~7) |
| | 2 | P4.0~P4.7 | P4SS.x=0(x=0~7) |

Port 5:

- LCD Segment 21-28 (P5.0 – P5.7)

- PWM1(P5.6): PWM1 输出

- INT1(P5.7): 外部中断 1

PORT 5 共享功能列表

| 引脚编号 | 优先级 | 功能 | 允许位 |
|----------|-----|-------------|--|
| Pin57~62 | 1 | SEG21~SEG26 | P5SS.x=1(x=0~5) |
| | 2 | P5.0~P5.5 | P5SS.x=0(x=0~5) |
| Pin63 | 1 | SEG27 | P5SS.6=1 |
| | 2 | PWM1 | PWM1CON 寄存器 PWM1EN 位置 1,且 P5SS.6=0 |
| | 3 | P5.6 | PWM1CON 寄存器 PWM1EN 位清 0,且 P5SS.6=0 |
| Pin64 | 1 | SEG28 | P5SS.7=1 |
| | 2 | INT1 | P5SS.7=0, IEN0 寄存器的 EX1 位置 1, 并且 Port5.7 为输入模式 (上拉由软件设置) |
| | 3 | P5.7 | P5SS.7=0, 且 IEN0 寄存器的 EX1 位清 0 |

8.8 定时器

- G80F927 有 3 个通用定时器(定时器 0、1、2)
- 定时器 0 兼容标准的 8051
- 定时器 1 兼容标准的 8051
- 定时器 2 兼容标准的 8052, 且有递增递减计数和可编程输出功能
- 定时器 0/1 增加了比较输出功能
- 定时器 0/1 增加了时钟源选择功能
- 定时器 0/1 增加了时钟源分频功能

8.8.1 定时器 0 和定时器 1

每个定时的两个数据寄存器(THx & TLx (x = 0, 1))可作为一个 16 位寄存器来访问。它们由寄存器 TCON 和 TMOD 控制。IEN0 寄存器的 ET0 和 ET1 位置 1 能允许定时器 0 和定时器 1 中断。(详见中断章节)。

定时 x 的方式(x = 0, 1)

通过计数器/定时器模式寄存器(TMOD)的方式选择位 Mx1-Mx0, 选择定时器工作方式。

模式 0: 13 位计数器/定时器

在模式 0 中, 定时器 x 为 13 位计数器/定时器。THx 寄存器存放 13 位计数器/定时器的高 8 位, TLx 存放低 5 位 (TLx.4-TLx.0)。TLx 的高三位(TLx.7-TLx.5)是不确定的, 在读取时应该被忽略。当 13 位定时器寄存器递增, 溢出时, 系统置起定时器溢出标志 TFX。如果定时器 x 中断被允许, 将会产生一个中断。C/Tx 位选择计数器/定时器的时钟源。

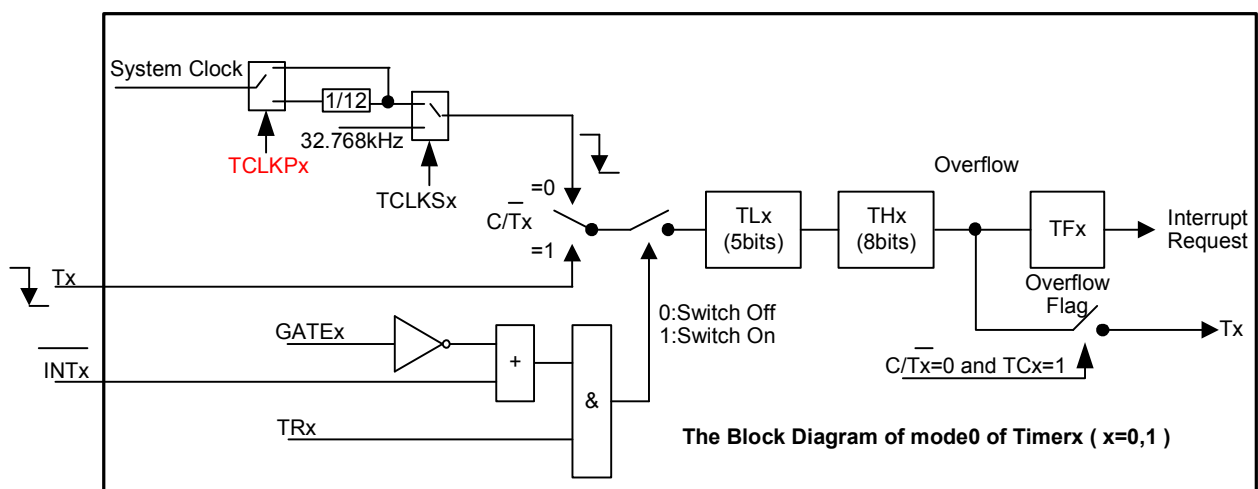
如果 C/Tx = 1, 定时器 x 输入引脚(Tx)的电平从高到低跳变, 使定时器 x 数据寄存器加 1。如果 C/Tx = 0, 选择系统时钟为定时器 x 的时钟源。

当 GATEx = 0 或 GATEx = 1 且输入信号INTx有效时, TRx 置 1 打开定时器。GATEx 置 1 允许定时器由外部输入信号INTx控制, 便于测量INTx的正脉冲宽度。TRx 位置 1 不强行复位定时器, 这意味着如果 TRx 置 1, 定时器寄存器将从上次 TRx 清 0 时的值开始计数。所以在允许定时器之前, 应该设定定时器寄存器的初始值。

当作为定时器应用时, 可配置寄存器 TCON1 中的 TCLKSx(x=0, 1)位选择系统时钟或 32.768kHz 作为定时器 x(x=0, 1)的时钟源。

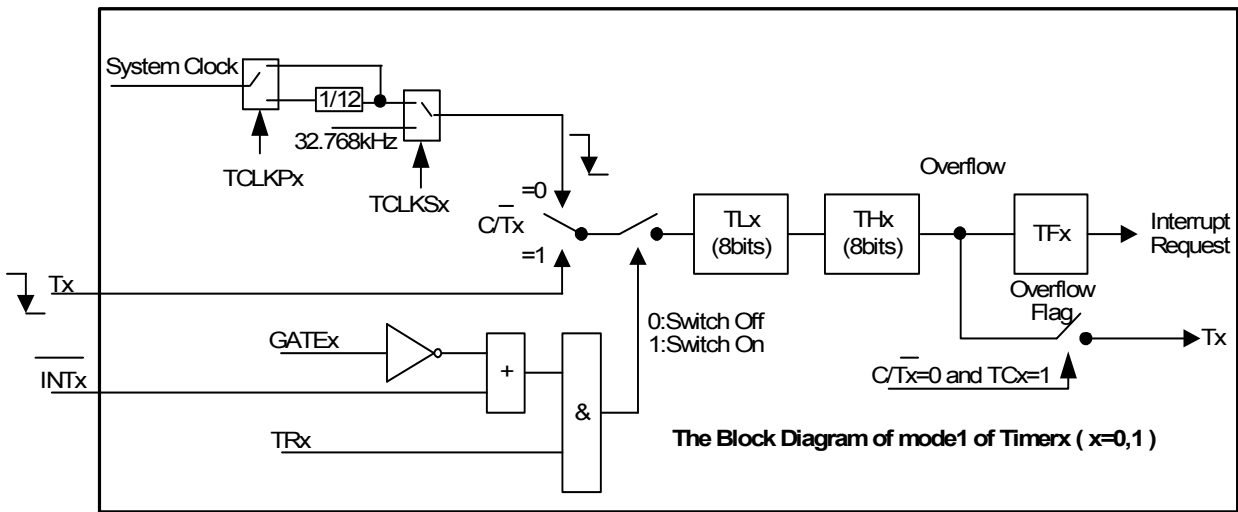
可配置寄存器 TCON1 中的 TCLKPx (x = 0, 1)位选择系统时钟或系统时钟的 1/12 作为定时器 x (x = 0, 1)的时钟源。

当作为定时器应用时, 可配置寄存器 TCON1 中的 TC0/1 位使定时器 0/1 溢出时 T0/T1 脚自动翻转。如果 TC0/1 被置 1, T0/T1 引脚自动设置为输出。



方式 1: 16 位计数器/定时器

除了使用 16 位定时器/计数器之外，方式 1 的运行与方式 0 一致。打开和配置计数器/定时器也如同方式 0。



方式 2: 8 位自动重载计数器/定时器

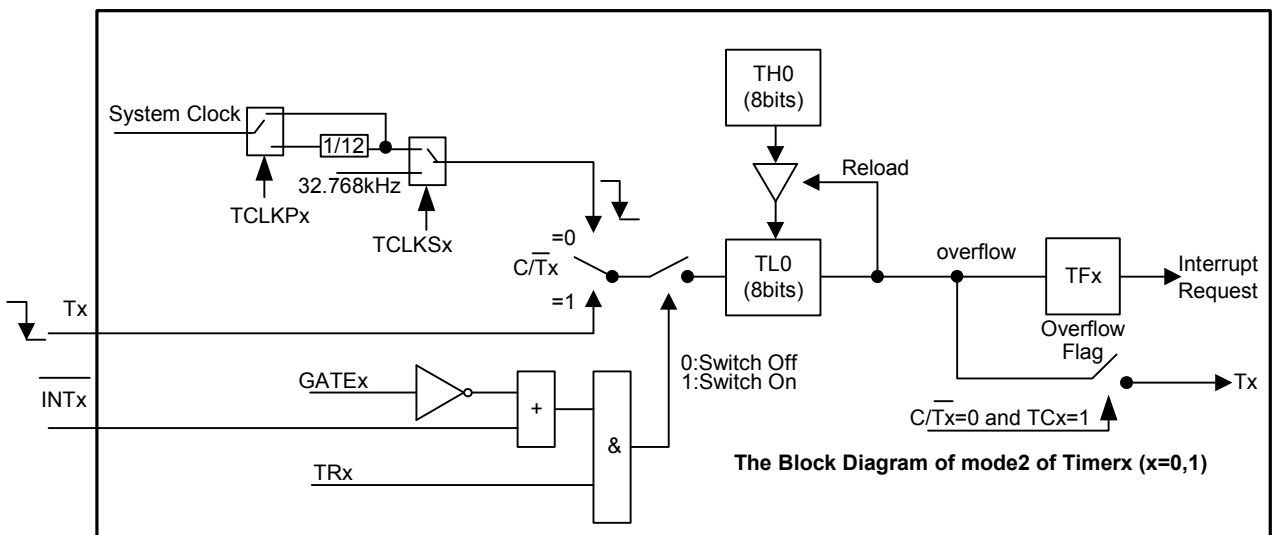
方式 2 中，定时器 x 是 8 位自动重载计数器/定时器。TLx 存放计数值，THx 存放重载值。当在 TLx 中的计数器溢出至 0x00 时，置起定时器溢出标志 TFx，寄存器 THx 的值被重载入寄存器 TLx 中。如果定时器中断使能，当 TFx 置 1 时将产生一个中断。而在 THx 中的重载值不会改变。在允许定时器正确计数开始之前，TLx 必须初始化为所需的值。

除了自动重载功能外，方式 2 中的计数器/定时器的使能和配置与方式 1 和 0 是一致的。

当作为定时器应用时，可配置寄存器 TCON1 中的 TCLKSx (x = 0, 1)位选择系统时钟或 32.768kHz 作为定时器 x (x = 0, 1)的时钟源。

可配置寄存器 TCON1 中的 TCLKPx (x = 0, 1)位选择系统时钟或系统时钟的 1/12 作为定时器 x (x = 0, 1)的时钟源。

当作为定时器应用时，可配置寄存器 TCON1 中的 TC0/1 位使定时器 0/1 溢出时 T0/T1 脚自动翻转。如果 TC0/1 被置 1，T0/T1 引脚自动设置为输出。



方式 3: 两个 8 位计数器/定时器(只限于定时器 0)

在方式 3 中，定时器 0 用作两个独立的 8 位计数器/定时器，分别由 TL0 和 TH0 控制。TL0 使用定时器 0 的控制(在 TCON 中)和状态(在 TMOD 中)位：TR0, C/T0, GATE0 和 TF0。TL0 能用系统时钟或 32.768kHz 或外部输入信号作为

时钟源。

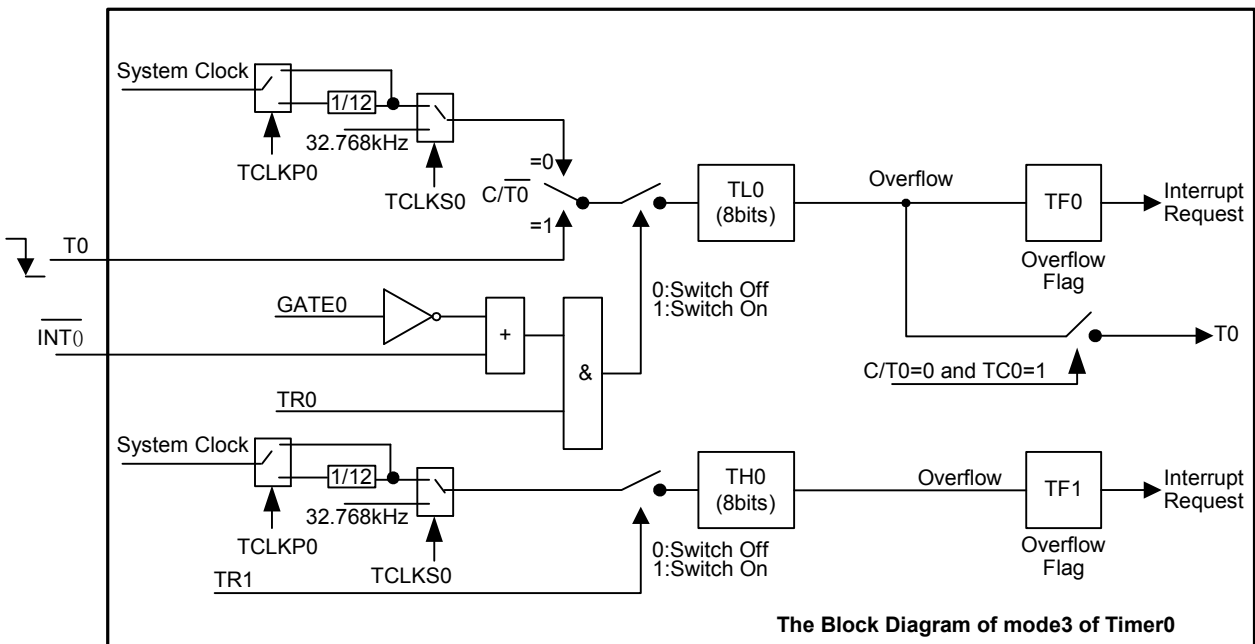
TH0 只能用作定时器功能，时钟源来自系统时钟。TH0 由定时器 1 的控制位 TR1 控制使能，溢出时定时器 1 溢出标志 TF1 置 1，控制定时器 1 中断。

定时器 0 工作在方式 3 时，定时器 1 可以工作在方式 0、1 或 2，但是不能置 1 TF1 标志和产生中断。TH1 和 TL1 只能用作定时器功能，时钟源来自系统时钟，GATE1 位无效。T1 输入脚的上拉电阻也无效。定时器 1 由方式控制使能与否，因为 TR1 被定时器 0 占用。定时器 1 在方式 0、1 或 2 时使能，在方式 3 时被关闭。

当作为定时器应用时，可配置寄存器 TCON1 中的 TCLKS0 位选择系统时钟或 32.768kHz 作为定时器 0 的时钟源。

可配置寄存器 TCON1 中的 TCLKP0 位选择系统时钟或系统时钟的 1/12 作为定时器 0 的时钟源。

当作为定时器应用时，可配置寄存器 TCON1 中的 TC0 位使定时器 0 溢出时 T0 脚自动翻转。如果 TC0 被置 1，T0 引脚自动设置为输出。



寄存器

定时器/计数器 x 控制寄存器 (x = 0,1)

| 88H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| TCON | TF1 | TR1 | TF0 | TR0 | IE1 | IT1 | - | - |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | - | - |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | - |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|-----------------------------|--|
| 7,5 | TF _x x = 0, 1 | 定时器 x 溢出标志位 0 : 定时器 x 无溢出, 可由软件清 0 1 : 定时器 x 溢出, 由硬件置 1; 若由软件置 1 将会引起定时器中断 |
| 6,4 | TR _x x = 0, 1 | 定时器 x 启动, 停止控制位 0 : 停止定时器 x 1 : 启动定时器 x |
| 3 | IE1 | 外部中断 1 请求标志位 |
| 2 | IT1 | 外部中断 1 触发方式选择位 |

定时器/计数器 x 方式寄存器 (x = 0,1)

| 89H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|-----------------------|-------|------------------|-------|-------|-------|------------------|-------|-------|
| TMOD | GATE1 | C/T ₁ | M11 | M10 | GATE0 | C/T ₀ | M01 | M00 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|------------|----------------------------------|--|
| 7,3 | GATE _x x = 0, 1 | 定时器 x 门控位 0: TR _x 置 1, 定时器 x 即被允许 1: 只有INT _x 在高电平期间 TR _x 置 1, 定时器 x 才被允许 |
| 6,2 | C/T _x x = 0, 1 | 定时器/计数器方式选择位 0: 定时器方式 1: 计数器方式 |
| 5-4 1-0 | M _x [1:0] x = 0, 1 | 定时器 x 定时器方式选择位 00: 方式 0, 13 位向上计数计数器/定时器, 忽略 TL _x 的第 7-5 位 01: 方式 1, 16 位向上计数计数器/定时器 10: 方式 2, 8 位自动重载向上计数计数器/定时器 11: 方式 3(只用于定时器 0), 两个 8 位向上计数定时器 |

定时器 x / 计数器 x 数据寄存器 (x = 0,1)

| 8AH-8DH | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| TL0(8AH) | TL0.7 | TL0.6 | TL0.5 | TL0.4 | TL0.3 | TL0.2 | TL0.1 | TL0.0 |
| TH0(8CH) | TH0.7 | TH0.6 | TH0.5 | TH0.4 | TH0.3 | TH0.2 | TH0.1 | TH0.0 |
| TL1(8BH) | TL1.7 | TL1.6 | TL1.5 | TL1.4 | TL1.3 | TL1.2 | TL1.1 | TL1.0 |
| TH1(8DH) | TH1.7 | TH1.6 | TH1.5 | TH1.4 | TH1.3 | TH1.2 | TH1.1 | TH1.0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|------------------------------|----------------|
| 7-0 | TLx.y, THx.y x=0-1, y=0-7 | 定时器 x 低及高字节计数器 |

定时器/计数器 x 控制寄存器 1(x = 0,1)

| CEH | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|-------|
| TCON1 | - | TCLKS1 | TCLKS0 | - | TCLKP1 | TCLKP0 | TC1 | TC0 |
| 读/写 | - | 读/写 | 读/写 | - | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | - | 0 | 0 | - | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|-----------------|--|
| 6-5 | TCLKSx x=0,1 | 定时器 x 时钟源控制位 0: 系统时钟作为定时器 x 的时钟源 1: 选择 32.768kHz 作为定时器 x 的时钟源 |
| 3-2 | TCLKPx x=0,1 | 定时器 x 时钟源预分频控制位 0: 选择系统时钟作为定时器 x 的时钟源 1: 选择系统时钟的 1/12 作为定时器 x 的时钟源 |
| 1-0 | TCx x=0,1 | 比较输出功能允许位 0: 禁止定时器 x 比较输出功能 1: 允许定时器 x 比较输出功能 |

8.8.2 定时器 2

两个数据寄存器(TH2 和 TL2)串联后可作为一个 16 位寄存器来访问, 由寄存器 T2CON 和 T2MOD 控制。设置 IEN0 寄存器中的 ET2 位能允许定时器 2 中断。(详见中断章节)

定时器 2 的工作模式与定时器 0 和定时器 1 相似。C/T2 选择系统时钟(定时器)或外部引脚 T2(计数器)作为定时器时钟输入。通过所选的引脚设置 TR2 允许定时器 2/计数器 2 数据寄存器计数。

定时器 2 方式

定时器 2 有 3 种工作方式: 捕获/重载, 带递增或递减计数器的自动重载方式和可编程时钟输出。CP/RL2 的组合能选择这些方式。

定时器 2 方式选择

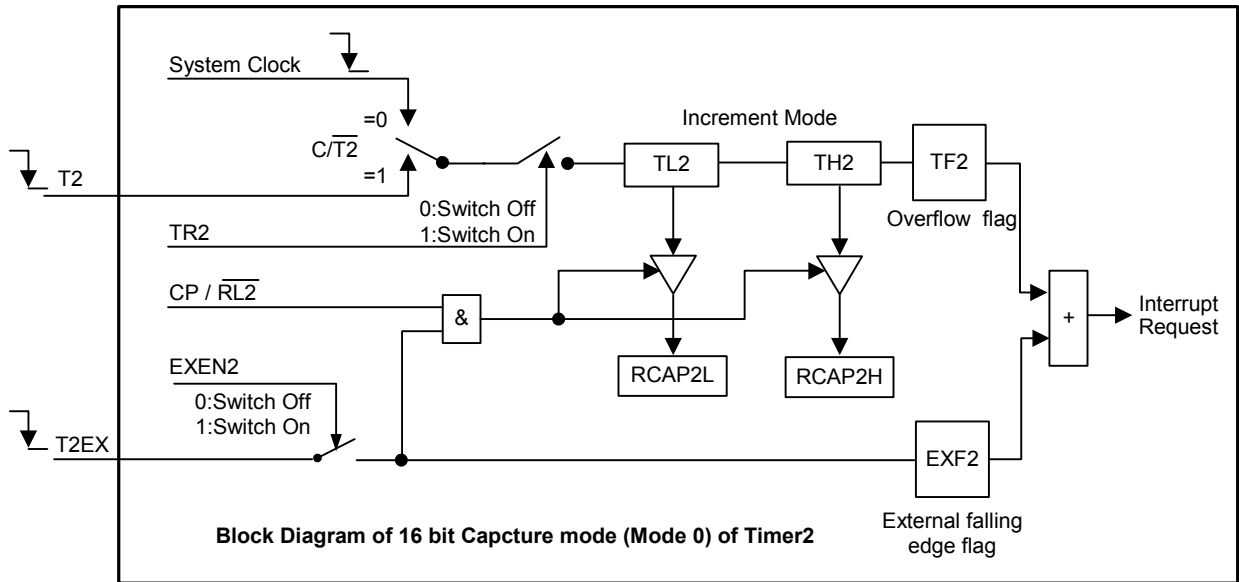
| C/T2 | T2OE | DCEN | TR2 | CP/RL2 | 方式 | |
|------|------|------|-----|--------|----|-----------------------|
| X | 0 | X | 1 | 1 | 0 | 16 位捕获 |
| X | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 16 位自动重载定时器 |
| X | 0 | 1 | 1 | 0 | | |
| 0 | 1 | X | 1 | X | 3 | 只用于可编程时钟 |
| 1 | 1 | X | 1 | X | X | 不推荐使用 |
| X | X | X | 0 | X | X | 定时器 2 停止, T2EX 通路仍旧允许 |

方式 0: 16 位捕获

在捕获方式中, T2CON 的 EXEN2 位有两个选项。

如果 EXEN2 = 0, 定时器 2 作为 16 位定时器或计数器, 如果 IET2 被允许的话, 定时器 2 能设置 TF2 溢出产生一个中断。

如果 EXEN2 = 1，定时器 2 执行相同操作，但是在外部输入 T2EX 上的下降沿也能引起在 TH2 和 TL2 中的当前值分别被捕获到 RCAP2H 和 RCAP2L 中，此外，在 T2EX 上的下降沿也能引起在 T2CON 中的 EXF2 被设置。如果 IET2 被允许，EXF2 位也像 TF2 一样也产生一个中断。



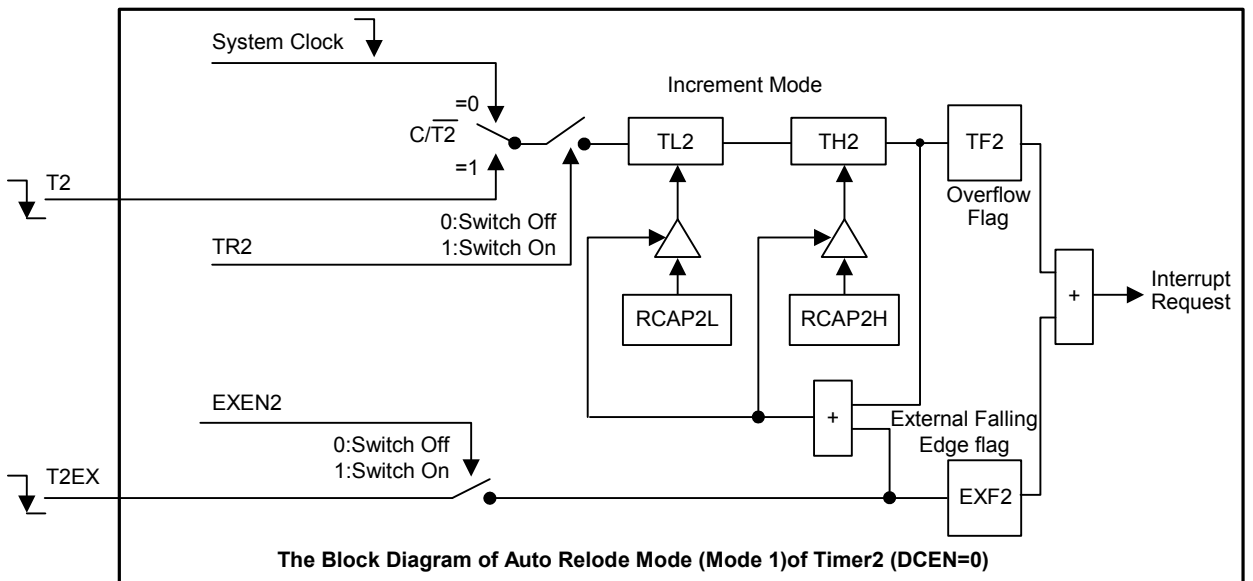
方式 1: 16 位自动重载定时器

在 16 位自动重载方式下，定时器 2 可以被选为递增计数或递减计数。这个功能通过 T2MOD 中的 DCEN 位(递减计数允许)选择。系统复位后，DCEN 位复位值为 0，定时器 2 默认递增计数。当设置 DCEN 时，定时器 2 递增计数或递减计数取决于 T2EX 引脚上的电平。

当 DCEN=0，通过在 T2CON 中的 EXEN2 位选择两个选项。

如果 EXEN2 = 0，定时器 2 递增到 0FFFFH，在溢出后置起 TF2 位，同时定时器自动将用户软件写好的寄存器 RCAP2H 和 RCAP2L 的 16 位值装入 TH2 和 TL2 寄存器。

如果 EXEN2 = 1，溢出或在外部输入 T2EX 上的下降沿都能触发一个 16 位重载，置起 EXF2 位。如果 IET2 被使能，TF2 和 EXF2 位都能产生一个中断。

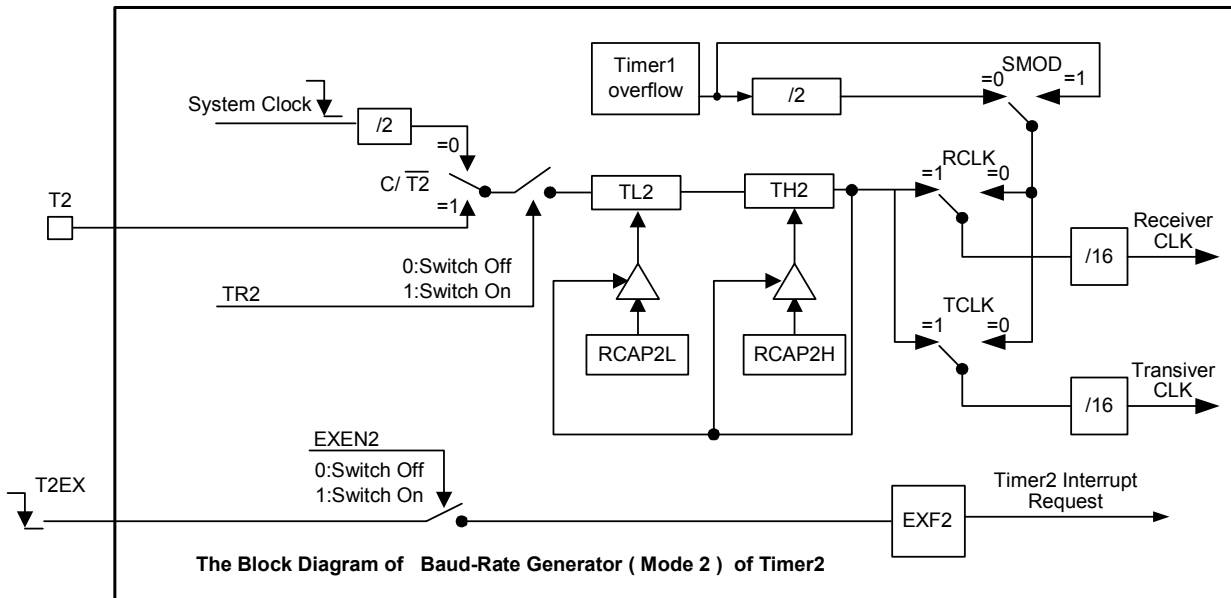
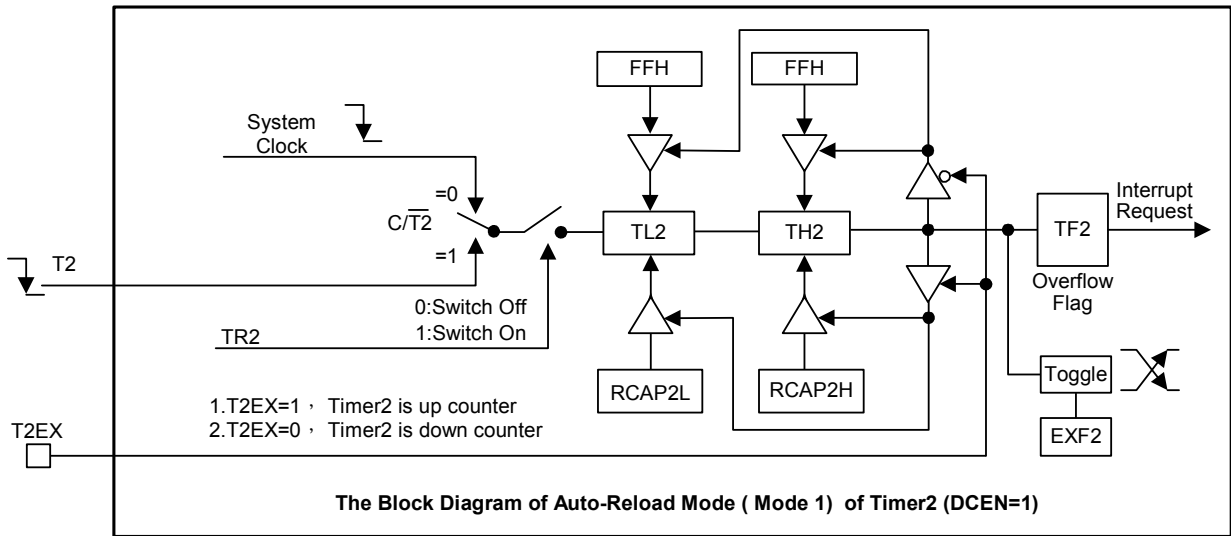


设置 DCEN 位允许定时器 2 递增计数或递减计数。当 DCEN = 1 时，T2EX 引脚控制计数的方向，而 EXEN2 控制无效。

T2EX 置 1 可使定时器 2 递增计数。定时器递增到 0FFFFH，在溢出后设置 TF2 位。溢出也能分别引起 RCAP2H 和 RCAP2L 上的 16 位值重载入定时器寄存器。

T2EX 清 0 可使定时器 2 递减计数。当 TH2 和 TL2 的值小于 RCAP2H 和 RCAP2L 的值时，定时器溢出。置起 TF2 位，同时 0FFFFH 重载入定时器寄存器。

无论定时器 2 溢出，EXF2 位都被用作结果的第 17 位。在此工作模式下，EXF2 不作为中断标志。

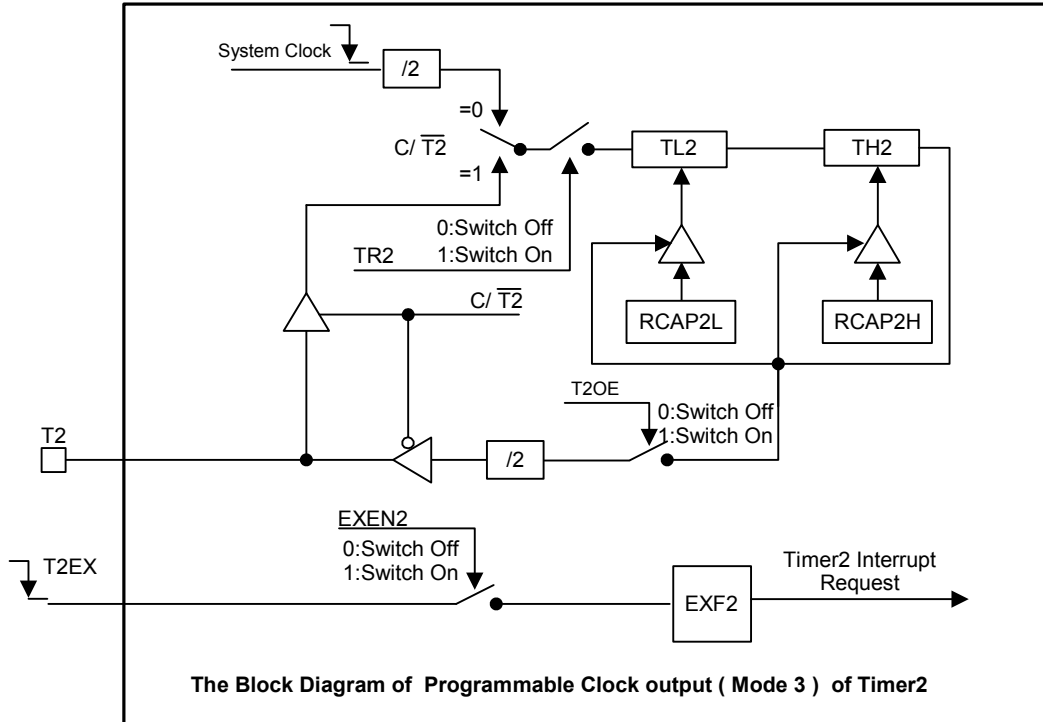


方式 3：可编程时钟输出

在这种方式中，T2 输出占空比为 50%的时钟：

$$\text{Clock Out Frequency} = \frac{1}{2 \times 2} \times \frac{\text{System Clock}}{65536 - [\text{RCAP2H}, \text{RCAP2L}]}$$

定时器 2 溢出不产生中断。



注意：

1. TF2 和 EXF2 都能引起定时器 2 的中断请求，两者有相同的向量地址。
2. 当事件发生时或其它任何时间都能由软件设置 TF2 和 EXF2 为 1，只有软件以及硬件复位才能使之清 0。
3. 当 EA = 1 且 ET2 = 1 时，设置 TF2 或 EXF2 为 1 能引起定时器 2 中断。
4. T2CON 第 4 位,第 5 位禁止写入除 0 以外的数值,否则 T2 可能无法正常工作。

寄存器

定时器 2 控制寄存器

| C8H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| T2CON | TF2 | EXF2 | - | - | EXEN2 | TR2 | C/T2 | CP/RL2 |
| R/W | 读/写 | 读/写 | - | - | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | - | - | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|--------|---|
| 7 | TF2 | 定时器 2 溢出标志位 0: 无溢出 1: 溢出(如果 RCLK = 0 和 TCLK = 0, 由硬件设置) |
| 6 | EXF2 | T2EX 引脚外部事件输入(下降沿)被检测到的标志位 0: 无外部事件输入(必须由软件清 0) 1: 检测到外部输入(如果 EXEN2 = 1, 由硬件设置 1) |
| 3 | EXEN2 | T2EX 引脚上的外部事件输入(下降沿)用作重载/捕获触发器允许/禁止控制位 0: 忽略 T2EX 引脚上的事件 1: 当定时器 2 不做为 EUART 时钟(T2EX 始终包括上拉电阻)时, 检测到 T2EX 引脚上一个下降沿, 产生一个捕获或重载 |
| 2 | TR2 | 定时器 2 开始/停止控制位 0: 停止定时器 2 1: 开始定时器 2 |
| 1 | C/T2 | 定时器 2 定时器/计数器方式选定位 0: 定时器方式, T2 引脚用作 I/O 端口 1: 计数器方式, 内部上拉电阻被打开 |
| 0 | CP/RL2 | 捕获/重载方式选定位 0: 16 位带重载功能的定时器/计数器 1: 16 位带捕获功能的定时器/计数器 |

定时器 2 方式控制寄存器

| C9H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| T2MOD | SSTAT2 | ESU1 | ESU2 | - | - | - | T2OE | DCEN |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | - | - | - | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | - | - | - | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|--------|---|
| 7 | SSTAT2 | SCON2 [7:5]功能选择 0: SCON2 [7:5]工作方式如同 SM20, SM21, SM22 1: SCON2 [7:5] 工作方式如同 FE2, RXOV2, TXCOL2 |
| 6 | ESU1 | EUART1 中断允许控制位 0: 禁止 EUART1 中断 1: 允许 EUART1 中断 |
| 5 | ESU2 | EUART2 中断允许控制位 0: 禁止 EUART2 中断 1: 允许 EUART2 中断 |
| 1 | T2OE | 定时器 2 输出允许位 0: 设置 P3.2/T2 作为时钟输入或 I/O 端口 1: 设置 P3.2/T2 作为时钟输出(波特率发生器方式) |
| 0 | DCEN | 递减计数允许位 0: 禁止定时器 2 作为递增/递减计数器, 定时器 2 仅作为递增计数器 1: 允许定时器 2 作为递增/递减计数器 |

定时器 2 重载/捕获和数据寄存器

| CAH- CDH | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| RCAP2L(CAH) | RCAP2 L.7 | RCAP2 L.6 | RCAP2 L.5 | RCAP2 L.4 | RCAP2 L.3 | RCAP2 L.2 | RCAP2 L.1 | RCAP2L .0 |
| RCAP2H(CBH) | RCAP2 H.7 | RCAP2 H.6 | RCAP2 H.5 | RCAP2 H.4 | RCAP2 H.3 | RCAP2 H.2 | RCAP2 H.1 | RCAP2 H.0 |
| TL2(CCH) | TL2.7 | TL2.6 | TL2.5 | TL2.4 | TL2.3 | TL2.2 | TL2.1 | TL2.0 |
| TH2(CDH) | TH2.7 | TH2.6 | TH2.5 | TH2.4 | TH2.3 | TH2.2 | TH2.1 | TH2.0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|----------|----------------------|
| 7-0 | RCAP2L.x | 定时器 2 重载/捕获数据, x=0-7 |
| | RCAP2H.x | |
| 7-0 | TL2.x | 定时器 2 高位低位计数器, x=0-7 |
| | TH2.x | |

8.9 中断

8.9.1 特性

- 15 个中断源
- 4 层中断优先级
- 程序超范围中断

概述

G80F927 有 15 个中断源：1 个 OVL NMI 中断，3 个外部中断(外部中断 1/2/3)，3 个定时器中断(定时器 0/1/2)，2 个 EUART 中断，ADC 中断，TWI 中断，HSEC 中断，PWM 中断，LPD 中断和 EMU 中断。

8.9.2 程序超范围中断(OVL)

G80F927 有一个不可屏蔽中断(NMI)源——程序超范围中断(OVL)，其向量定位在 007BH 中，不可屏蔽中断用以防止 CPU 超出有效程序范围。为应用这个特性，用户应该用常量 0xA5 填满未使用的 Flash ROM，如果 PC 超过了用户的有效程序范围，则运算代码为不存在在 8051 指令集中的 0xA5，CPU 因此获知 PC 已经超出了有效的程序范围，同时 OVL 中断发生。如果 PC 超过 64K Flash ROM 范围，不可屏蔽中断 OVL 同样会发生。

不可屏蔽中断 OVL 享有最高优先级(除复位外)，不会被其它中断源中断。同样不可屏蔽中断 OVL 能自身嵌套，但堆栈不会因此增加。当 OVL 中断发生后，其它中断仍旧被允许，如果满足设定的条件，其它中断的标志将置 1。

由于 OVL 中断是不可屏蔽中断并且具有最高中断优先级，当产生 OVL 中断时，其它任何中断都被屏蔽掉，不能响应，所以用户必须处理 OVL 中断以保护系统免受不必要的影响。用户可以用 OVL 中断服务程序末端的 RETI 指令来修改压入栈顶的地址(因为进入 OVL 中断时，压入堆栈顶端的地址是无用的)，这样跳出中断服务程序后，程序可以跳转到用户指定的代码，诸如复位入口或保护程序入口。

```
OVL_NMI_SERVICE:
.....
MOV    SP, #Initial_value
MOV    DPTR, #Start_or_Initial_address
PUSH   DPL
PUSH   DPH
RETI
```

特别提示：

由于 OVL 中断是不可屏蔽中断并且具有最高中断优先级，当产生 OVL 中断时，其它任何中断都被屏蔽掉，不能响应，所以用户必须处理 OVL 中断以保护系统免受不必要的影

8.9.3 中断允许

任何一个中断源均可通过对寄存器 IEN0 和 IEN1 中相应的位置 1 或清 0, 实现单独允许或禁止。IEN0 寄存器中还包含了一个全局允许位 EA, 它是所有中断的总开关。一般在复位后, 所有中断允许位设置为 0, 所有中断被禁止。

初级中断允许寄存器

| A8H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| IEN0 | EA | EADC | ET2 | ES0 | ET1 | EX1 | ET0 | - |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | - |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|------|---|
| 7 | EA | 所有中断允许位 0: 禁止所有中断 1: 允许所有中断 |
| 6 | EADC | ADC 中断允许位 0: 禁止 ADC 中断 1: 允许 ADC 中断 |
| 5 | ET2 | 定时器 2 溢出中断允许位 0: 禁止定时器 2 溢出中断 1: 允许定时器 2 溢出中断 |
| 4 | ES0 | EUART0 中断允许位 0: 禁止 EUART0 中断 1: 允许 EUART0 中断 |
| 3 | ET1 | 定时器 1 溢出中断允许位 0: 禁止定时器 1 溢出中断 1: 允许定时器 1 溢出中断 |
| 2 | EX1 | 外部中断 1 允许位 0: 禁止外部中断 1 1: 允许外部中断 1 |
| 1 | ET0 | 定时器 0 溢出中断允许位 0: 禁止定时器 0 溢出中断 1: 允许定时器 0 溢出中断 |

次级中断允许寄存器

| A9H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| IEN1 | ELPD | ETWI | EPWM | ES1 | EHSEC | EX3 | EX2 | EEMU |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|-------|---|
| 7 | ELPD | LPD 中断允许位 0: 禁止 LPD 中断 1: 允许 LPD 中断 |
| 6 | ETWI | TWI 溢出中断允许位 0: 禁止 TWI 中断 1: 允许 TWI 中断 |
| 5 | EPWM | PWM 周期中断允许位 0: 禁止 PWM 中断 1: 允许 PWM 中断 |
| 4 | ES1 | EUART1/2 中断允许位 0: 禁止 EUART1/2 中断 1: 允许 EUART1/2 中断 |
| 3 | EHSEC | 半秒中断允许位 0: 禁止半秒中断 1: 允许半秒中断 |
| 2 | EX3 | 外部中断 3 允许位 0: 禁止外部中断 3 1: 允许外部中断 3 |
| 1 | EX2 | 外部中断 2 允许位 0: 禁止外部中断 2 1: 允许外部中断 2 |
| 0 | EEMU | 电能计量中断允许位 0: 禁止电能计量中断 1: 允许电能计量中断 |

8.9.4 中断标志

每个中断源都有自己的中断标志，当产生中断时，硬件会置起相应的标志位，在中断汇总表列出各中断标志位。

外部中断源产生外部中断 $INT_x(x = 1, 2, 3)$ 时，如果中断为边沿触发，CPU 在响应中断后，各中断标志位(TCON 寄存器的 IE1 位, EXF0 寄存器的 IE2/3 位)被硬件清 0；如果中断是低电平触发，外部中断源直接控制中断标志，而不是由片上硬件控制。

定时器 0/1 的计数器溢出时，TCON 寄存器的 $TF_x(x = 0, 1)$ 中断标志位置 1，产生定时器 0/1 中断，CPU 在响应中断后，标志被硬件自动清 0。

T2CON 寄存器的 TF2 或 EXF2 标志位置 1 时，产生定时器 2 中断，CPU 在响应中断后，标志不能被硬件自动清 0。事实上，中断服务程序必须决定是由 TF2 或是 EXF2 产生中断，标志必须由软件清 0。

SCON 寄存器的标志 RI 或 TI 置 1 时，产生 $EUART_x(x = 0, 1)$ 中断，CPU 在响应中断后，标志不会被硬件自动清 0。事实上，中断服务程序必须判断是收中断还是发中断，标志必须由软件清 0。EUART2 与 EUART1 共享一个中断地址。

ADCON 寄存器的 ADCIF 标志位置 1 时，产生 ADC 中断。如果中断产生，ADDH/ADDL 中的转换结果是有效的。如果 ADC 模块的连续比较功能打开，在每次转换中，如果转换结果小于比较值时，ADCIF 标志位为 0；如果转换结果大于比较值时，ADCIF 标志位置 1，ADCIF 中断标志必须由软件清除。

RTCCON 寄存器的 HSECIF 标志位置 1 时，产生半秒中断，标志必须由软件清 0。

TWICON 寄存器的 TWIIF 标志位置 1 时，产生 TWI 中断，标志必须由软件清 0。

$PWM_xCON(x=0\sim 1)$ 寄存器的 $PWMIF_x$ 标志位置 1 时，产生 PWM 中断，标志必须由软件清 0。

LPDCON 寄存器的 LPDIF 标志被置位时，LPD 产生中断。CPU 在响应中断后，标志被硬件自动清除。

等电能计量周期结束后，相应置位 EMUIF 寄存器值，再与 EMUIE 寄存器值相与后，结果若不零，则 EXF0 寄存器的 EMUF 标志位被置位，EMU 产生中断。标志必须由软件清除。

定时器 x /计数器 x 控制寄存器(x = 0,1)

| 88H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| TCON | TF1 | TR1 | TF0 | TR0 | IE1 | IT1 | - | - |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | - | - |
| 复位值(POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | - |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|---------------|--|
| 7,5 | TFx(x = 0, 1) | 定时器 x 溢出标志 0: 定时器 x 无溢出 1: 定时器 x 溢出 |
| 6,4 | TRx(x = 0, 1) | 定时器 x 启动, 停止控制 0: 停止定时器 x 1: 启动定时器 x |
| 3 | IE1 | 外部中断 1 请求标志 0: 无中断挂起 1: 中断挂起 |
| 2 | IT1 | 外部中断 1 触发方式 0: 低电平触发 1: 下降沿边触发 |

外部中断标志寄存器 0

| E8H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| EXF0 | - | EMUF | IT31 | IT30 | IT21 | IT20 | IE3 | IE2 |
| 读/写 | - | 读 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|----------|---|
| 6 | EMUF | 电能计量中断请求标志 0: 无中断挂起 1: 中断挂起 |
| 5-4 | IT3[1:0] | 外部中断 3 触发模式位 00: 低电平触发 01: 下降沿触发 10: 上升沿触发 11: 双沿触发 |
| 3-2 | IT2[1:0] | 外部中断 2 触发模式位 00: 低电平触发 01: 下降沿触发 10: 上升沿触发 11: 双沿触发 |
| 1 | IE3 | 外部中断 3 请求标志位 0: 无中断挂起 1: 中断挂起 |
| 0 | IE2 | 外部中断 2 请求标志位 0: 无中断挂起 1: 中断挂起 |

8.9.5 中断向量

当一个中断产生时，程序计数器内容被压栈，相应的中断向量地址被载入程序计数器。中断向量的地址在**中断汇总表**中详细列出。

8.9.6 中断优先级

每个中断源都可被单独设置为 4 个中断优先级之一，分别通过清 0 或置 1 IPL0, IPH0, IPL1, IPH1 中相应位来实现。但 OVL 不可屏蔽中断无需 IPH/IPL 控制，在所有中断源中享有最高优先级(除复位外)。中断优先级服务程序描述如下：

响应一个中断服务程序时，可响应更高优先级的中断，但不能响应同优先级或低优先级的另一个中断。

响应最高级中断服务程序时，不响应其它任何中断。如果不同中断优先级的中断源同时申请中断时，响应较高优先级的中断申请。

如果同优先级的中断源在指令周期开始时同时申请中断，那么内部查询序列确定中断请求响应顺序。

| 中断优先级 | | |
|-------|------|-------------|
| 优先位 | | 中断优先级等级 |
| IPHx | IPLx | |
| 0 | 0 | 等级 0(最低优先级) |
| 0 | 1 | 等级 1 |
| 1 | 0 | 等级 2 |
| 1 | 1 | 等级 3(最高优先级) |

中断优先级控制寄存器

| | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| IPL0(B8H) | - | PADCL | PT2L | PS0L | PT1L | PX1L | PT0L | - |
| IPH0 (B4H) | - | PADCH | PT2H | PS0H | PT1H | PX1H | PT0H | - |
| 读/写 | - | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | - |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - |

| | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|
| IPL1(B9H) | PLPDL | PTWIL | PPWML | PS1L | PHSECL | PL3L | PX2L | PEMUL |
| IPH1 (B5H) | PLPDH | PTWIH | PPWH | PS1H | PHSECH | PX3H | PX2H | PEMUH |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | - | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|---------|-----------------|
| 7-0 | PxxxL/H | 相应中断源 xxx 优先级选择 |

8.9.7 中断处理

中断标志在每个机器周期都会被采样获取。所有中断都在时钟的上升沿被采样。如果一个标志被置起，那么 CPU 捕获到后中断系统调用一个长转移指令(LCALL)调用其中断服务程序，但由硬件产生的 LCALL 会被下列任何条件阻止：

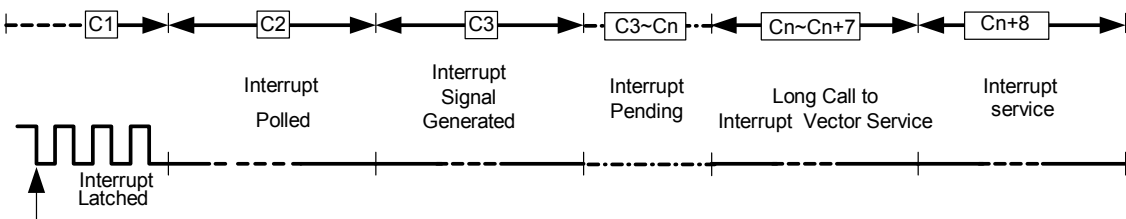
同级或更高级的优先级中断在运行中。

当前的周期不是执行中指令的最后一个周期。换言之，正在执行的指令完成前，任何中断请求都得不到响应。

正在执行的是一条 RETI 或者访问专用寄存器 IEN0\1 或是 IPL\H 的指令。换言之，在 RETI 或者读写 IEN0\1 或是 IPL\H 之后，不会马上响应中断请求，而至少在执行一条其它指令之后才会响应。

注意：因为更改优先级通常需要 2 条指令，在此期间，建议关闭相应的中断以避免在修改优先级过程中产生中断。如果当模块状态改变而中断标志不再有效时，将不会响应此中断。每一个轮询周期只查询有效的中断请求。

轮询周期/LCALL 次序如下图所示：



中断响应时间

由硬件产生的 LCALL 把程序计数器中的内容压入堆栈(但不保存 PSW)，然后将相应中断源的向量地址(参照中断向量表)存入程序计数器。

中断服务程序从指定地址开始，到 RETI 指令结束。RETI 指令通知处理器中断服务程序结束，然后把堆栈顶部两字节弹出，重载入程序计数器中，执行完中断服务程序后程序回到原来停止的地方。RET 指令也可以返回到原来地址继续执行，但是中断优先级控制系统仍然认为一个同一优先级的中断被响应，这种情况下，当同一优先级或低优先级中断将不会被响应。

8.9.8 中断响应时间

如果检测出一个中断，这个中断的请求标志位就会在被检测后的每个机器周期被置起。内部电路会保持这个值直到下一个机器周期，CPU 会在第 3 个机器周期产生中断。如果响应有效且条件允许，在下一个指令执行的时候硬件 LCALL 指令将调用请求中断的服务程序，否则中断被挂起。LCALL 指令调用程序需要 7 个机器周期。因而，从外部中断请求到开始执行中断程序至少需要 3+7 个完整的机器周期。

当请求因前述的三个情况受阻时，中断响应时间会加长。如果同级或更高优先级的中断正在执行，额外的等待时间取决于正执行的中断服务程序的长度。

如果正在执行的指令还没有进行到最后一个周期，假如正在执行 RETI 指令，则完成正在执行的 RETI 指令，需要 8 个周期，加上为完成下一条指令所需的最长时间 20 个机器周期(如果该指令是 16 位操作数的 DIV，MUL 指令)，若系统中只有一个中断源，再加上 LCALL 调用指令 7 个机器周期，则最长的响应时间是 2+8+20+7 个机器周期。

所以，中断响应时间一般大于 10 个机器周期小于 37 个机器周期。

8.9.9 外部中断输入

G80F927 有 3 个外部中断输入。外部中断 1-3 分别有一个独立的中断源。外部中断 1 可以通过设置 TCON 寄存器的 IT1 位来选择是电平触发或是边沿触发。当 IT1=0 时，外部中断 INT1 引脚为低电平触发；当 IT1=1，外部中断 INT1 为沿触发，在这个模式中，一个周期内 INT1 引脚上连续采样为高电平而下个周期为低电平，TCON 寄存器的中断请求标志位置 1，发出一个中断请求。由于外部中断引脚每个机器周期采样一次，输入高或低电平应当保持至少 1 个机器周期以确保能够被正确采样到。

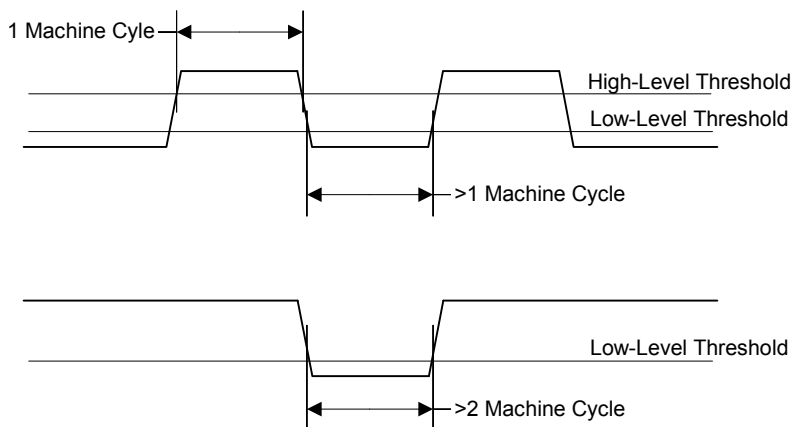
如果外部中断为下降沿触发，外部中断源应当将中断脚至少保持 1 个机器周期高电平，然后至少保持 1 个机器周期低电平。这样就确保了边沿能够被检测到以使 IEx 置 1。当调用中断服务程序后，CPU 自动将 IEx 清 0。

如果外部中断为低电平触发，外部中断源必须一直保持请求有效，直到产生所请求的中断为止，此过程需要 2 个系统时钟周期。如果中断服务完成后而外部中断仍旧维持，则会产生下一次中断。当中断为电平触发时不必清除中断标志 IEx(x=1,2,3)，因为中断只与输入口电平有关。

外部中断 2-3 除了具有更多的中断触发方式外，与外部中断 1 操作类似。

当 G80F927 进入空闲或是掉电模式，中断会唤醒处理器继续工作，详见**电源管理**章节。

注意：外部中断 1-3 的中断标志位在执行中断服务程序时被自动硬件清 0。



外部中断检测

8.9.10 中断汇总

| 中断源 | 向量地址 | 允许位 | 标记位 | 轮询优先级 | 中断号(C51) |
|----------|-------|-------------------|-------------------|---------|----------|
| 复位 | 0000h | - | - | 0 (最高级) | - |
| Reserved | 0003h | - | - | 2 | 0 |
| Timer0 | 000Bh | ET0 | TF0 | 3 | 1 |
| INT1 | 0013h | EX1 | IE1 | 4 | 2 |
| Timer1 | 001Bh | ET1 | TF1 | 5 | 3 |
| EUART0 | 0023h | ES | RI+TI | 6 | 4 |
| Timer2 | 002Bh | ET2 | TF2+EXF2 | 7 | 5 |
| ADC | 0033h | EADC | ADCIF | 8 | 6 |
| EMU | 003Bh | EEMU | EMUF | 9 | 7 |
| INT2 | 0043h | EX2 | IE2 | 10 | 8 |
| INT3 | 004Bh | EX3 | IE3 | 11 | 9 |
| HSEC | 0053h | EHSEC | HSECIF | 12 | 10 |
| EUART1 | 005Bh | ES1+ESU1/ESU2 | RI1+TI1 / RI2+TI2 | 13 | 11 |
| PWM | 0063h | EPWM+PWMIE0/ 1 | PWMIF0/1 | 14 | 12 |
| TWI | 006Bh | ETWI | TWIIF | 15 | 13 |
| LPD | 0073h | ELPD | LPDIF | 16 | 14 |
| OVL NMI | 007Bh | - | - | 1 | 15 |

9. 增强功能

9.1 LCD驱动器

LCD 驱动器包含一个控制器，一个占空比发生器，及 4 COM 驱动器引脚和 32 SEG 驱动器引脚。由 P0SS、P1SS、P3SS、P4SS、P5SS 寄存器控制，Segment1-32 脚和 COM1-4 还可以当作 I/O 口使用。

32 字节的 LCD 显示数据 RAM 存储区的地址为 B00H-B26H，如果需要，它们可以作为数据存储器使用。

G80F927 提供一种传统电阻型 LCD 显示方式，支持对比度调节，支持 1/4 占空比 1/3 偏置电压驱动方式，支持快速充电模式(Fast Charge Mode)以降低功耗。

LCD 驱动电压 V_{LCD} 等于 V_{OUT} 。

当 G80F927 进入省电模式后，LCD 被关闭，但 LCD RAM 仍然会保持数据。

在上电复位、引脚复位、低电压复位或看门狗复位期间，LCD 被关闭。

当 LCD 被关闭时，Common 和 Segment 都输出低电平。

9.1.1 电阻型LCD模式

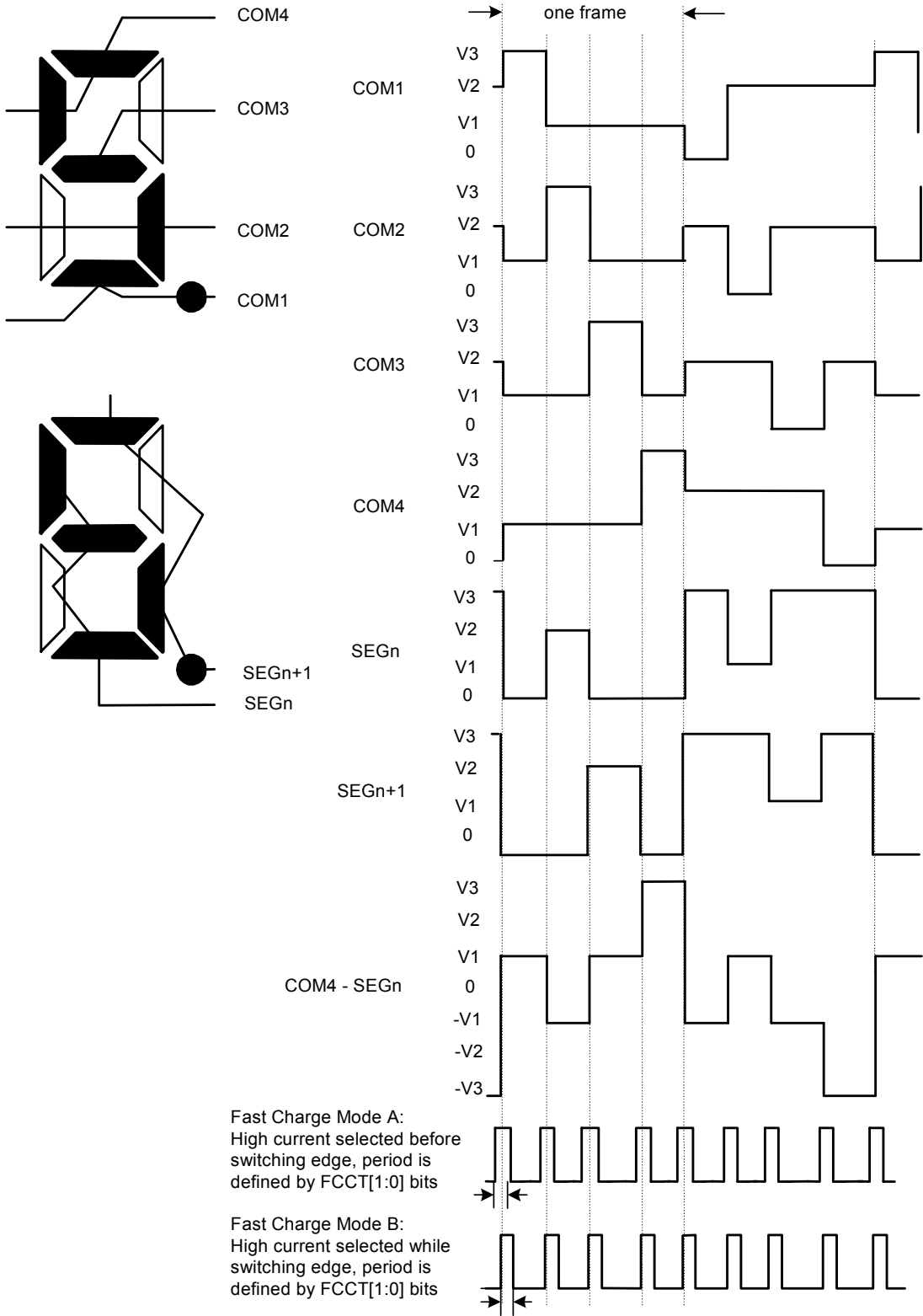
传统电阻型 LCD 显示模式有以下特性：

- 由 LCDCON1 寄存器的 CONTR[2:0]位控制 8 级对比度调节；
- 1/4 占空比时帧频为 64Hz；
- 支持快速充电模式(Fast Charge Mode)以降低功耗。

由 LCDCON 寄存器的 MOD[1:0]位控制可选择 LCD 偏置电阻(RLCD)为 20k 或 150k/300k。选择 20k 偏置电阻可以得到较好的显示效果，但电流相对会大一些，不适合低功耗的应用。将 LCDON 的 MOD[1:0]位设置为 00 选择 150k/300k 偏置电阻，虽然可以达到较低的功耗，但 LCD 显示效果会变得差一些。150k 和 300k 的选择由 LCDCON1[6]位控制。

因此，MCU 提供了兼顾低功耗和显示效果的显示模式:快速充电模式。设置 MOD[1:0]=1x 可以选择此种显示方式，在显示数据刷新时刻选择 20k 偏置电阻，提供较大的驱动电流，在数据保持期间选择 150k/300k 偏置电阻，提供较小的驱动电流。

快速充电显示方式有两种充电模式: 模式 A 和模式 B，由 LCDCON1 寄存器的 FCMOD 位来选择。由 LCDCON1 寄存器的 FCCTL[1:0]位选择充电时间为 LCD com 周期的 1/8、1/16、1/32 或 1/64。



LCD 波形(1/4 占空比, 1/3 偏置)

寄存器

LCD 控制寄存器

| ABH | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| LCDCON | LCDON | - | - | - | MOD1 | MOD0 | - | - |
| 读/写 | 读/写 | - | - | - | 读/写 | 读/写 | - | - |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | - | - | - | 0 | 0 | - | - |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|----------|---|
| 7 | LCDON | LCD 开/关控制位 0: 禁止 LCD 驱动器 1: 允许 LCD 驱动器 |
| 3-2 | MOD[1:0] | 驱动模式选择位 00: 传统模式, 偏置电阻为 150k/300k 01: 传统模式, 偏置电阻为 20k 10: 快速充电模式, 偏置电阻自动在 20k 和 150k/300k 之间切换 11: 传统模式, 偏置电阻为 150k/300k |

LCD 对比度寄存器

| AAH | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|-----------------------|-------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|
| LCDCON1 | FCMOD | RLCD | FCCTL1 | FCCTL0 | - | CONTR2 | CONTR1 | CONTR0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | - | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | - | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|------------|---|
| 7 | FCMOD | 快速充电模式控制位 0: 快速充电模式 A 1: 快速充电模式 B |
| 6 | RLCD | LCD 偏置电阻选择控制位 0: LCD 偏置电阻为 150k 1: LCD 偏置电阻为 300k |
| 5-4 | FCCTL[1:0] | 充电时间控制位 00: 1/8 LCD com 周期 01: 1/16 LCD com 周期 10: 1/32 LCD com 周期 11: 1/64 LCD com 周期 |
| 2-0 | CONTR[2:0] | LCD 对比度控制位 000: $V_{LCD}=0.650 V_{OUT}$ 001: $V_{LCD}=0.700 V_{OUT}$ 010: $V_{LCD}=0.750 V_{OUT}$ 011: $V_{LCD}=0.800 V_{OUT}$ 100: $V_{LCD}=0.850 V_{OUT}$ 101: $V_{LCD}=0.900 V_{OUT}$ 110: $V_{LCD}=0.950 V_{OUT}$ 111: $V_{LCD}=1.000 V_{OUT}$ |

P0 模式选择寄存器

| AEH | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| P0SS | P0S7 | P0S6 | P0S5 | P0S4 | P0S3 | P0S2 | P0S1 | P0S0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|----------|--|
| 7-0 | P0S[7:0] | P0 模式选择 0: P0.0-P0.7 作为 I/O 1: P0.0-P0.7 作为 Segment(SEG5 – SEG12) |

P1 模式选择寄存器

| ADH | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| P1SS | P1S7 | P1S6 | P1S5 | P1S4 | - | - | - | COMS |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | - | - | - | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | - | - | - | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|----------|--|
| 7-4 | P1S[7:4] | P1 模式选择 0: P1.4~P1.7 作为 I/O 1: P1.4~P1.7 作为 Segment(SEG1 – SEG4) |
| 0 | COMS | P5 COM 配置选择 0: P1.0~P1.3 作为 I/O 1: P1.0~P1.3 作为 Common(COM1 – COM4) |

P3 模式选择寄存器

| 9EH | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| P3SS | - | P3S6 | P3S5 | P3S4 | P3S3 | - | - | - |
| 读/写 | - | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | - | - | - |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | - | 0 | 0 | 0 | 0 | - | - | - |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|----------|--|
| 7-4 | P3S[6:3] | P3 模式选择 0: P3.3-P3.6 作为 I/O 1: P3.3-P3.6 作为 Segment (SEG29 – SEG32) |

P4 模式选择寄存器

| 9FH | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| P4SS | P4S7 | P4S6 | P4S5 | P4S4 | P4S3 | P4S2 | P4S1 | P4S0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|----------|---|
| 7-0 | P4S[7:0] | P4 模式选择 0: P4.0~P4.7 作为 I/O 1: P4.0~P4.7 作为 Segment(SEG13 – SEG20) |

P5 模式选择寄存器

| AFH | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| P5SS | P5S7 | P5S6 | P5S5 | P5S4 | P5S3 | P5S2 | P5S1 | P5S0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|----------|---|
| 7-4 | P5S[7:0] | P5 模式选择 0: P5.0~P5.7 作为 I/O 1: P5.0~P5.7 作为 Segment(SEG21 – SEG28) |

9.1.2 LCD RAM 配置

LCD 1/4 占空比, 1/3 偏置(COM1 – 4, SEG1 – 32)

| 地址 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|------|---|---|---|---|-------|-------|-------|-------|
| | - | - | - | - | COM4 | COM3 | COM2 | COM1 |
| B00H | - | - | - | - | SEG1 | SEG1 | SEG1 | SEG1 |
| B01H | - | - | - | - | SEG2 | SEG2 | SEG2 | SEG2 |
| B02H | - | - | - | - | SEG3 | SEG3 | SEG3 | SEG3 |
| B03H | - | - | - | - | SEG4 | SEG4 | SEG4 | SEG4 |
| B04H | - | - | - | - | SEG5 | SEG5 | SEG5 | SEG5 |
| B05H | - | - | - | - | SEG6 | SEG6 | SEG6 | SEG6 |
| B06H | - | - | - | - | SEG7 | SEG7 | SEG7 | SEG7 |
| B07H | - | - | - | - | SEG8 | SEG8 | SEG8 | SEG8 |
| B08H | - | - | - | - | SEG9 | SEG9 | SEG9 | SEG9 |
| B09H | - | - | - | - | SEG10 | SEG10 | SEG10 | SEG10 |
| B0AH | - | - | - | - | SEG11 | SEG11 | SEG11 | SEG11 |
| B0BH | - | - | - | - | SEG12 | SEG12 | SEG12 | SEG12 |
| B0CH | - | - | - | - | SEG13 | SEG13 | SEG13 | SEG13 |
| B0DH | - | - | - | - | SEG14 | SEG14 | SEG14 | SEG14 |
| B0EH | - | - | - | - | SEG15 | SEG15 | SEG15 | SEG15 |
| B0FH | - | - | - | - | SEG16 | SEG16 | SEG16 | SEG16 |
| B10H | - | - | - | - | SEG17 | SEG17 | SEG17 | SEG17 |
| B11H | - | - | - | - | SEG18 | SEG18 | SEG18 | SEG18 |
| B12H | - | - | - | - | SEG19 | SEG19 | SEG19 | SEG19 |
| B13H | - | - | - | - | SEG20 | SEG20 | SEG20 | SEG20 |
| B14H | - | - | - | - | SEG21 | SEG21 | SEG21 | SEG21 |
| B15H | - | - | - | - | SEG22 | SEG22 | SEG22 | SEG22 |
| B16H | - | - | - | - | SEG23 | SEG23 | SEG23 | SEG23 |
| B17H | - | - | - | - | SEG24 | SEG24 | SEG24 | SEG24 |
| B18H | - | - | - | - | SEG25 | SEG25 | SEG25 | SEG25 |
| B19H | - | - | - | - | SEG26 | SEG26 | SEG26 | SEG26 |
| B1AH | - | - | - | - | SEG27 | SEG27 | SEG27 | SEG27 |
| B1BH | - | - | - | - | SEG28 | SEG28 | SEG28 | SEG28 |
| B1CH | - | - | - | - | SEG29 | SEG29 | SEG29 | SEG29 |
| B1DH | - | - | - | - | SEG30 | SEG30 | SEG30 | SEG30 |
| B1EH | - | - | - | - | SEG31 | SEG31 | SEG31 | SEG31 |
| B1FH | - | - | - | - | SEG32 | SEG32 | SEG32 | SEG32 |

9.2 两线串行接口(TWI)

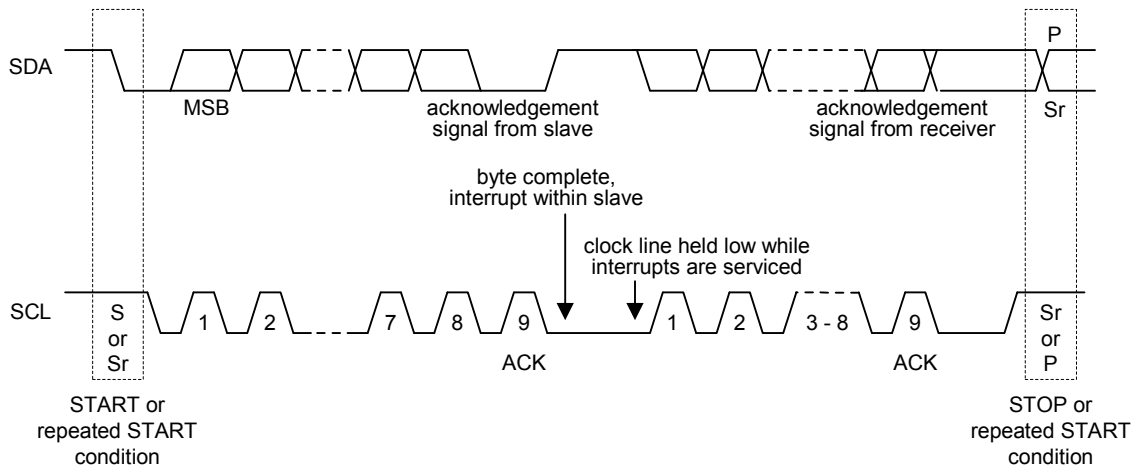
9.2.1 特性

- 只支持主模式
- 数据传输速率可选择

主机到从机的数据传输: 首先主机发送一个控制字节, 从机返回一个“应答位(ACK)”。接着数据字节由主机传输到从机中, 从机在每一个字节接收完毕后返回一个“应答位”。

从机到主机的数据传输: 首先主机发送一个控制字节, 从机返回一个“应答位”。接着数据字节由从机传输到主机中, 主机在每一个字节接收完毕后返回一个“应答位”。主机在最后一个字节接收完毕后返回一个“负应答位(NACK)”。“ACK”或“NACK”信号由 TWICON 寄存器中的 ACK 位控制。

START 和 STOP 信号由主机产生, 一次数据传输以一个 STOP 信号或一个重复 START 信号中止, 一个重复 START 信号也是从下一次数据传输开始的, TWI 总线不被释放。



TWI 总线上的数据传输

9.2.2 TWI工作模式

G80F927 的 TWI 仅支持主模式, 主模式又包括主发送模式和主接收模式。TWI 数据传输速率可以从 $f_{SYS}/160$ 、 $f_{SYS}/80$ 、 $f_{SYS}/40$ 、 $f_{SYS}/20$ 这几档中进行选择。

主发送模式

在主发送模式中, 数据传输由主机到从机, 流程如下:

1 初始 TWI

- 通过设置 BR[1:0], 设置 TWI 波特率
- 通过置 1 ETWI 位, 使能 TWI 中断。并且清 0 TWIIF 位
- 通过置 1 TWIEN 位, 使能 TWI
- 置 1 STA 位来启动 TWI, 产生一个 START 信号

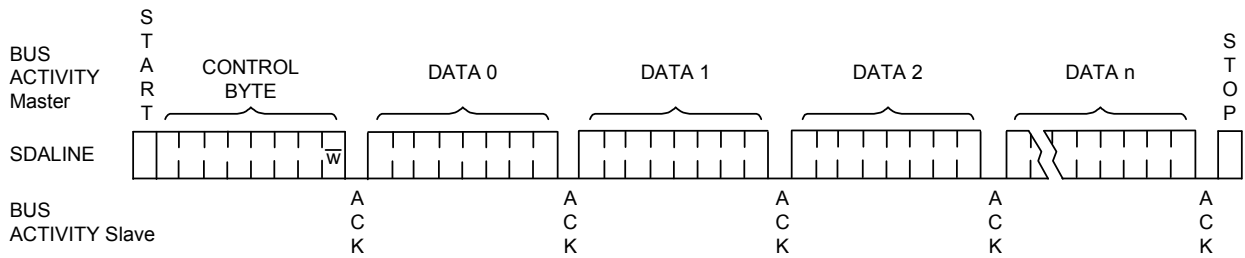
2 当发送一个 START 信号时, TWIIF 置 1 且产生 TWI 中断, 软件必须写控制字节到 TWIDAT 中, 清 0 TWIIF 标志位以允许下一次中断。在控制字节开始发送时, STA 会被清 0。

3 当从机收到控制字节后会返回 ACK 或 NACK 信号, 第 2 个中断产生。

如果 ACK = 0, 表明通信出错, 软件必须置 1 STA 位以开始第二次通信, 或置 1 STO 位以中止通信。

如果 ACK = 1, 表明通信成功, 软件必须为下一次发送新字节到 TWIDAT 寄存器做准备。然后退出中断服务程序, 同时 TWIIF 被清除。

4 通信重复上述 3 个步骤直到所有字节都被发送完毕，然后主发送器必须置 1 STO 位来中止发送。如果总线中止，硬件清 0 STO 位。



主发送模式的数据传输

主接受模式

在主接收模式中，由从发送器接收到数据字节的数字。在重复 START 信号后，TWI 引擎转换到主发送器模式。流程如下：

1 初始 TWI

- a. 通过设置 BR[1:0]，设置 TWI 波特率
- b. 通过置 1 ETWI 位，使能 TWI 中断，并且清 0 TWIIF 位
- c. 通过置 1 TWIEN 位，使能 TWI
- d. 置 1 STA 位来启动 TWI，产生一个 START 信号

2 当发送一个 START 信号时，TWIIF 被设置且产生 TWI 中断，软件必须写控制字节到 TWIDAT 中，清除 TWIIF 标志以允许下一次中断。在控制字节开始发送时，STA 会被清除。

3 从机接收到控制字节发出 ACK 信号，主机产生第 2 个中断。

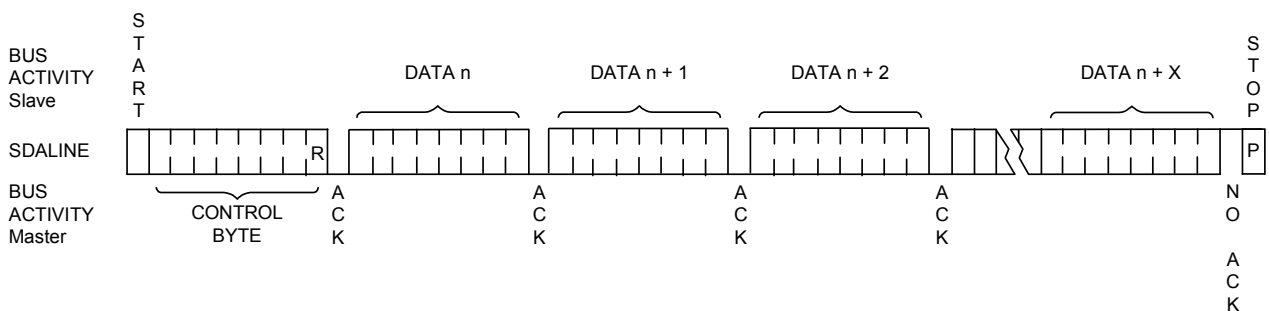
如果 ACK = 0，表明通信出错，软件必须置 1 STA 位以开始第二次通信，或置 1 STO 位以中止通信。

如果 ACK = 1，表明通信成功，软件必须为再一次发送新的字节到 TWIDAT 寄存器做准备。然后退出中断服务程序，同时 TWIIF 被清除。

4 当接收到新的数据时，会产生中断

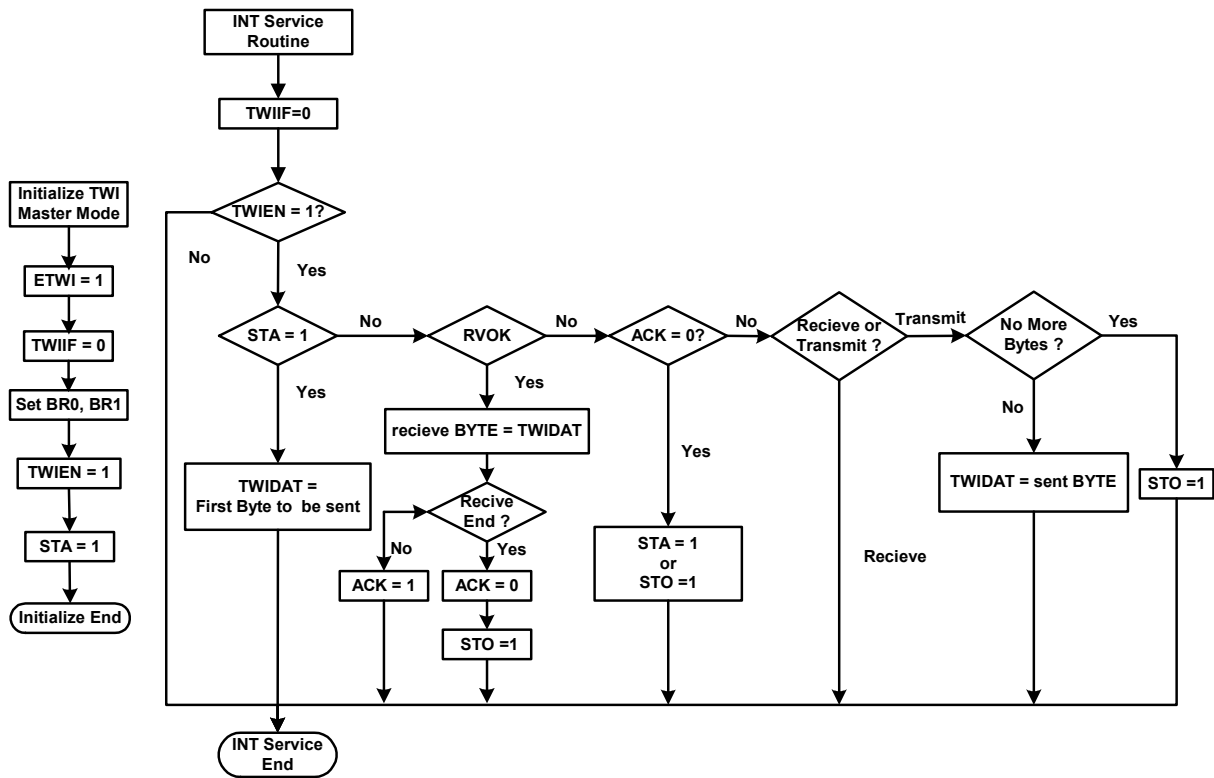
如果 RVOK = 0，表明没有接收到数据

如果 RVOK = 1，表明接收到数据，软件从 TWIDAT 寄存器中得到数据，然后置 1 ACK 位接收下一字节；清 ACK 位和置 1 STO 位中止通信。如果总线中止，硬件清 0 STO 位。



主接收模式的数据传输

软件流程图



9.2.3 寄存器

TWI 状态和控制寄存器

| BBH | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| TWICON | TWIEN | TWIIF | STA | STO | RVOK | ACK | BR1 | BR0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 只读 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|----------|---|
| 7 | TWIEN | TWI 允许位 0: 禁止 TWI 接口; 1: 允许 TWI 接口 |
| 6 | TWIIF | TWI 中断标志位 0: 中断没有发生 1: 由硬件置 1 表示 TWI 中断产生 |
| 5 | STA | 开始标志位 0: 在开始传送第一个字节后由硬件清 0, 或错误发生。 1: 当总线闲置时, 由软件置 1 产生一个 START 或 RESTART 信号。 如果同时置 1 STA 和 STO 位, 传送 START 信号后再传送 STOP 信号。 |
| 4 | STO | 停止标志位 0: 在传送 STOP 信号后由硬件清除 1: 由软件设置产生一个 STOP 信号, TWI 引擎进入 idle 状态。 如果设置 STA 和 STO, 传送 START 信号后再传送 STOP 信号。 |
| 3 | RVOK | 收到新字节标志位 0: 未收到新字节, 当读取 TWIDAT 时由硬件清除。 1: 收到新字节, 准备读取新的字节, 由硬件设置 |
| 2 | ACK | 确认标记 0: 在主接收模式下: 由软件清 0 使 SDA 线路上产生 NAK 信号 在主传输模式下: 由硬件清 0 表示 SDA 线路上收到 NAK 信号 1: 在主接收模式下: 由软件置 1 使 SDA 线路上产生 ACK 信号 在主传输模式下: 由硬件置 1 表示 SDA 线路上收到 ACK 信号 |
| 1-0 | BR [1:0] | 波特率 00: $f_{SYS}/160$ 01: $f_{SYS}/80$ 10: $f_{SYS}/40$ 11: $f_{SYS}/20$ |

TWI 数据寄存器

| BCH | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| TWIDAT | TWID7 | TWID6 | TWID5 | TWID4 | TWID3 | TWID2 | TWID1 | TWID0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|-----------|---|
| 7-0 | TWID[7:0] | <p>TWI 数据存储器</p> <p>TWI 数据寄存器是读/写移位寄存器的缓冲器。</p> <p>当移位寄存器为空时，写入 TWIT 数据寄存器的数据将直接写入移位寄存器。当移位寄存器不为空时，直到移位寄存器为空，才将写入 TWI 数据寄存器的数据写入移位寄存器。</p> <p>接收完数据后，移位寄存器的数据会写入 TWI 数据寄存器，此时读取 TWI 数据寄存器返回接收到的数据。</p> <p>如果接收仍在进行中，读取 TWI 数据寄存器将返回上一次存储在 TWI 数据寄存器中的值(无论该数据是接收到的还是软件写入的)。</p> |

9.3 增强型通用异步收发器(EUART)

特性

- G80F927 带有 3 个自带波特率发生器的 EUART
- 波特率发生器就是一个 15 位向上计数器
- 增强功能包括帧出错检测及自动地址识别
- EUART 有四种工作方式
- EUART1 提供 IR 接口

9.3.1 EUART

工作方式

EUART 有 4 种工作方式。在通信之前用户必须先初始化 SCON。选择方式和波特率。

在所有四种方式中，任何将 SBUF 作为目标寄存器的写操作都会启动发送。在方式 0 中由设置 RI = 0 和 REN = 1 初始化接收。这会在 TxD 引脚上产生一个时钟信号，然后在 RxD 引脚上移 8 位数据。在其它方式中由输入的起始位初始化接收(如果 REN = 1)。通过发送起始位，外部发送器开始通信。

EUART 模式列表

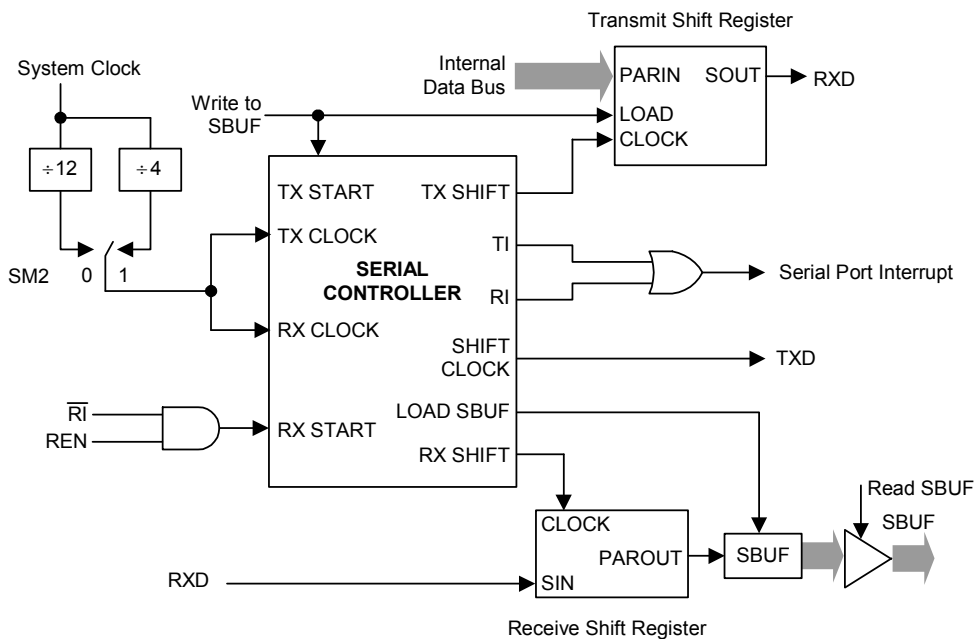
| SM0 | SM1 | 方式 | 类型 | 波特时钟 | 帧长度 | 起始位 | 停止位 | 第 9 位 |
|-----|-----|----|----|------------------------------|------|-----|-----|-------|
| 0 | 0 | 0 | 同步 | $f_{sys}/(4 \text{ 或 } 12)$ | 8 位 | 无 | 无 | 无 |
| 0 | 1 | 1 | 异步 | 自带波特率发生器的溢出率/16 | 10 位 | 1 | 1 | 无 |
| 1 | 0 | 2 | 异步 | $f_{sys}/(32 \text{ 或 } 64)$ | 11 位 | 1 | 1 | 0, 1 |
| 1 | 1 | 3 | 异步 | 自带波特率发生器的溢出率/16 | 11 位 | 1 | 1 | 0, 1 |

方式 0：同步、半双工通讯

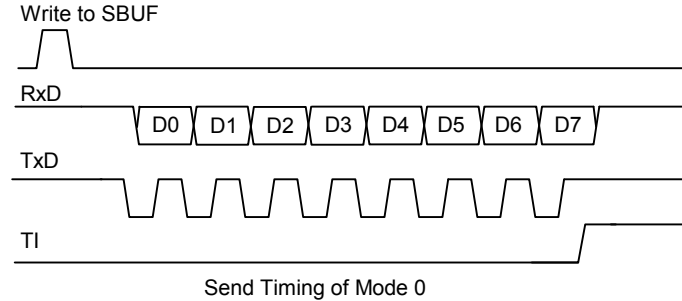
方式 0 支持与外部设备的同步通信。在 RxD 引脚上收发串行数据。TxD 引脚用作发送移位时钟。G80F927 提供 TxD 引脚上的移位时钟。因此这个方式是串行通信的半双工方式。在这个方式中，每帧收发 8 位，低位先接收或发送。

通过置 SM2 位(SCON.5)为 0 或 1，波特率固定为系统时钟的 1/12 或 1/4。当 SM2 位为 0 时，串行端口以系统时钟的 1/12 运行。当置 1 时，串行端口以系统时钟的 1/4 运行。与标准 8051 唯一不同的是，G80F927 在方式 0 中有可变波特率。

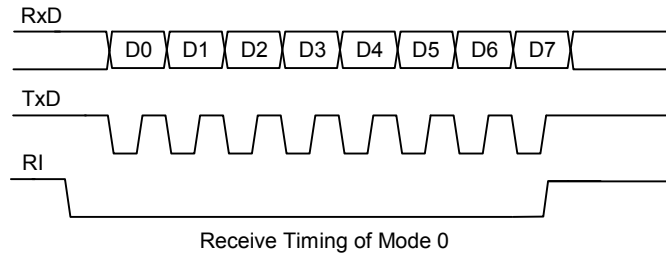
功能块框图如下图所示。数据通过 RxD 引脚进入和移出串行端口。移位时钟由 TxD 引脚输出，用来移位进出 G80F927 的数据。



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的下降沿，移位寄存器的内容逐次从左往右移位，空位置 0。当移位寄存器中的所有 8 位都发送后，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 1 (SCON.1)，并且 RxD 引脚保持高电平。

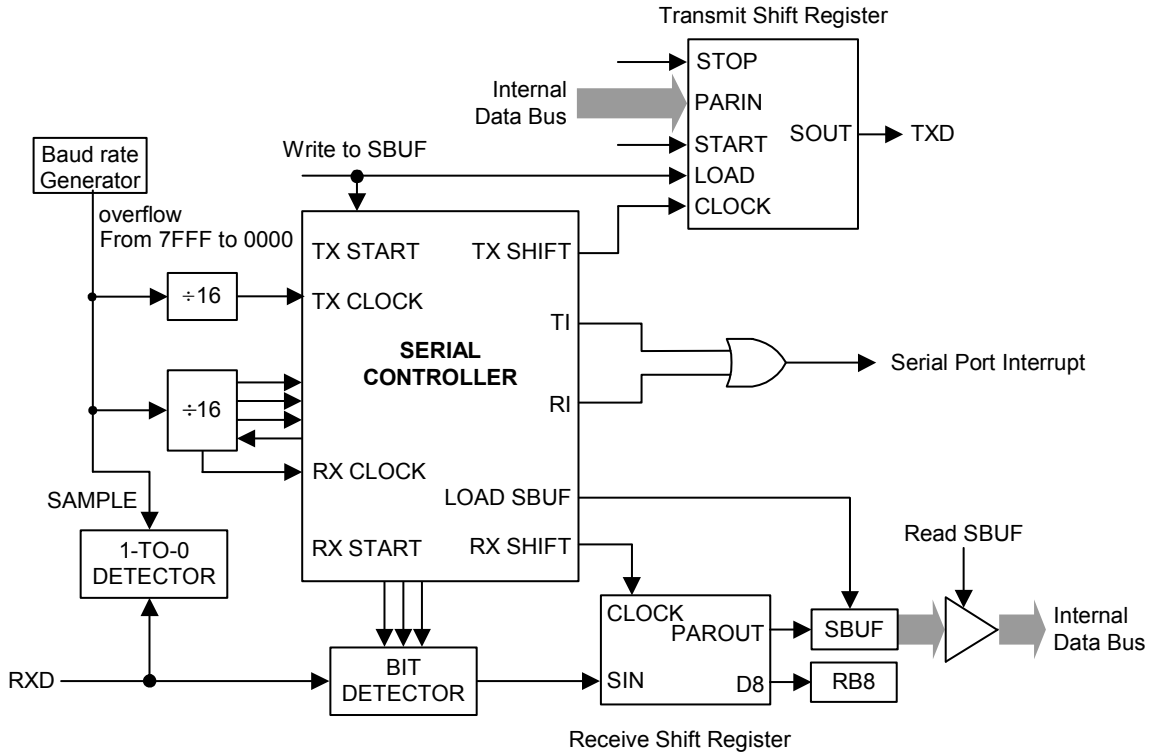


REN (SCON.4)置 1 和 RI (SCON.0)清 0 初始化接收，下一个系统时钟启动接收，在移位时钟的上升沿锁存数据，接收转换寄存器的内容逐次向左移位。当所有 8 位都接收到接收移位寄存器中后，Rx 控制块停止接收，然后在下一个系统时钟的上升沿 RI 置 1，直到被软件清 0 才允许接收。

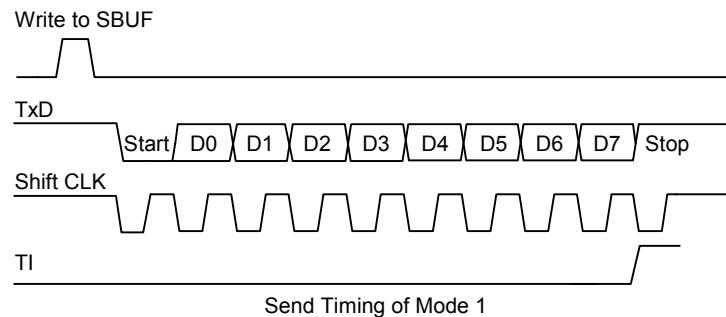


方式 1:8 位 EUART，可变波特率，异步全双工

方式 1 提供 10 位全双工异步通讯，10 位由一个起始位(逻辑 0)，8 个数据位(低位为第一位)和一个停止位(逻辑 1)组成。在接收时，这 8 个数据位存储在 SBUF 中而停止位储存在 RB8 (SCON.2)中。方式 1 中的波特率固定为自带波特率发生器溢出率的 1/16。功能块框图如下图所示。



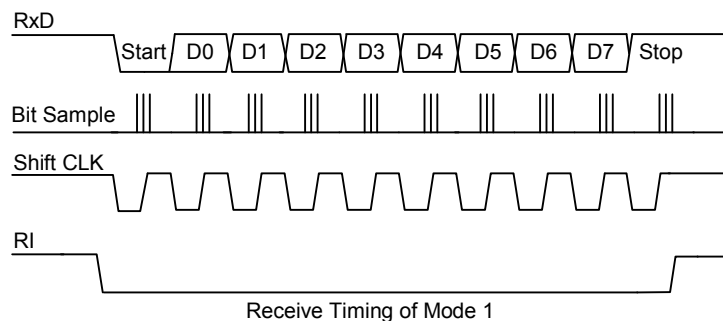
任何将 SBUF 作为目标寄存器的写操作都会启动发送,实际上发送是从 16 分频计数器中的下一次跳变之后的系统时钟开始的,因此位时间与 16 分频计数器是同步的,与对 SBUF 的写操作不同步。起始位首先在 TxD 引脚上移出,然后是 8 位数据位。在发送移位寄存器中的所有 8 位数据都发送完后,停止位在 TxD 引脚上移出,在停止位发出的同时 TI 标志置 1。



只有 REN 位置 1 时才允许接收。当 RxD 引脚检测到下降沿时串行口开始接收串行数据。为此, CPU 对 RxD 不断采样,采样速率为波特率的 16 倍。当检测下降沿时, 16 分频计数器立即复位,这有助于 16 分频计数器与 RxD 引脚上的串行数据位同步。16 分频计数器把每一位的时间分为 16 个状态,在第 7、8、9 状态时,位检测器对 RxD 端的电平进行采样。为抑制噪声,在这 3 个状态采样中至少有 2 次采样值一致数据才被接收。如果所接收的第一位不是 0,说明这位不是一帧数据的起始位,该位被忽略,接收电路被复位,等待 RxD 引脚上另一个下降沿的到来。若起始位有效,则移入移位寄存器,并接着移入其它位到移位寄存器。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, RI 置 1,但必须满足下列条件:

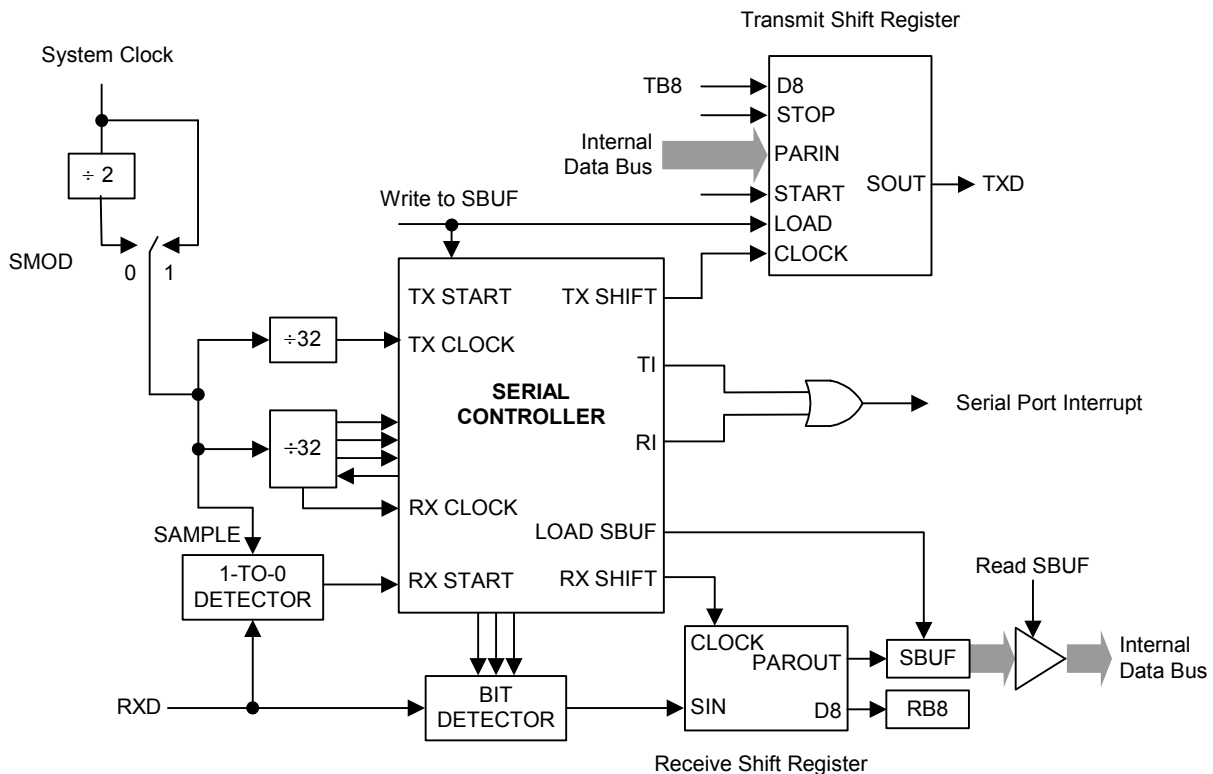
1. RI=0
2. SM2 = 0 或者接收的停止位= 1

如果这些条件被满足,那么停止位装入 RB8, 8 个数据位装入 SBUF, RI 被置 1。否则接收的帧会丢失。这时,接收器将重新去探测 RxD 端是否另一个下降沿。用户必须用软件清除 RI, 然后才能再次接收。

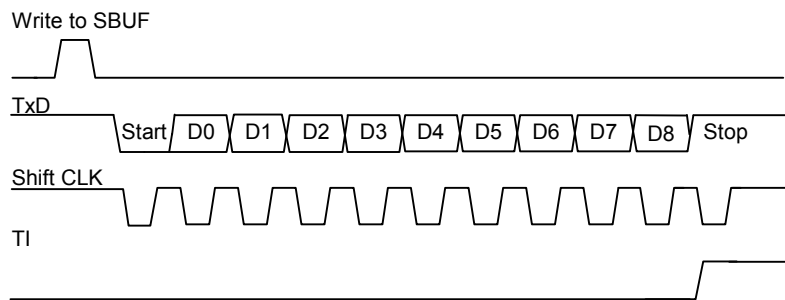


方式 2:9 位 EUART, 固定波特率, 异步全双工

这个方式使用异步全双工通信中的 11 位。一帧由一个起始位(逻辑 0), 8 个数据位(低位为第一位), 一个可编程的第 9 数据位和一个停止位(逻辑 1)组成。方式 2 支持多机通信和硬件地址识别(详见多机通讯章节)。在数据传送时, 第 9 数据位(SCON 中的 TB8)可以写 0 或 1, 例如, 可写入 PSW 中的奇偶位 P, 或用作多机通信中的数据/地址标志位。当接收到数据时, 第 9 数据位进入 RB8 而停止位不保存。PCON 中的 SMOD 位选择波特率为系统工作频率的 1/32 或 1/64。功能块框图如下所示。



任何将 SBUF 作为目标寄存器的写操作都会启动发送，同时也将 TB8 载入到发送移位寄存器的第 9 位中。实际上发送是从 16 分频计数器中的下一次跳变之后的系统时钟开始的，因此位时间与 16 分频计数器是同步的，与对 SBUF 的写操作不同步。起始位首先在 TxD 引脚上移出，然后是第 9 数据位。在发送转换寄存器中的所有 9 位数据都发送完后，停止位在 TxD 引脚上移出，在停止位发送后 TI 标志置 1。

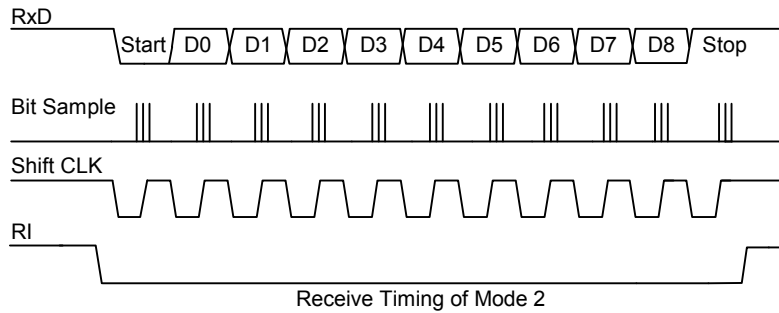


Send Timing of Mode 2

只有 REN 位置 1 时才允许接收。当 RxD 引脚检测到下降沿时串行口开始接收串行数据。为此，CPU 对 RxD 不断采样，采样速率为波特率的 16 倍。当检测下降沿时，16 分频计数器立即复位。这有助于 16 分频计数器与 RxD 引脚上的串行数据位同步。16 分频计数器把每一位的时间分为 16 个状态，在第 7、8、9 状态时，位检测器对 RxD 端的电平进行采样。为抑制噪声，在这 3 个状态采样中至少有 2 次采样值一致数据才被接收。如果所接收的第一位不是 0，说明这位不是一帧数据的起始位，该位被忽略，接收电路被复位，等待 RxD 引脚上另一个下降沿的到来。若起始位有效，则移入移位寄存器，并接着移入其它位到移位寄存器。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，RI 置 1，但必须满足下列条件：

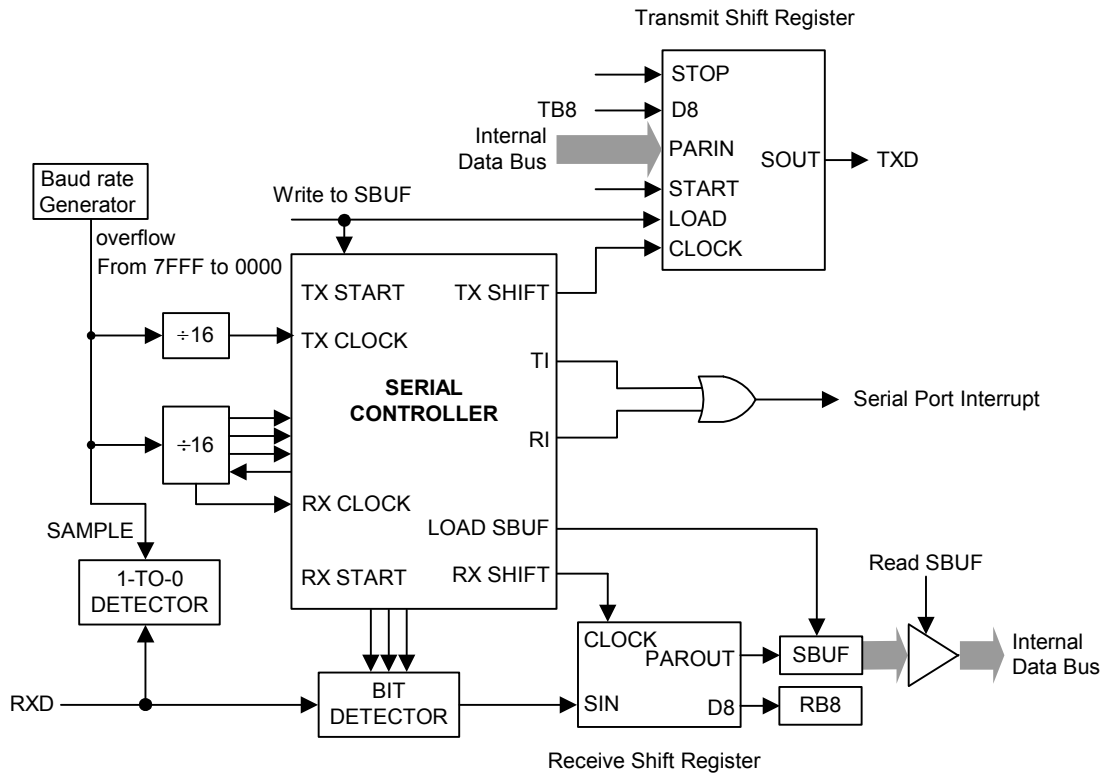
1. RI=0
2. SM2 = 0 或者接收的第 9 位 = 1，且接收的字节符合实际从机地址

如果这些条件被满足，那么第 9 位移入 RB8，8 位数据移入 SBUF，RI 被置 1。否则接收的数据帧会丢失。在停止位的当中，接收器回到寻找 RxD 引脚上的另一个下降沿。用户必须用软件清除 RI，然后才能再次接收。



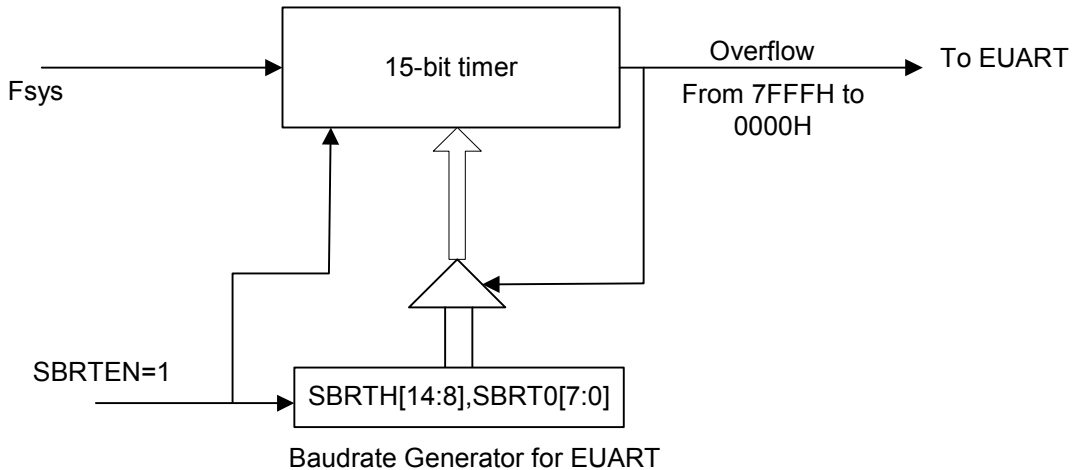
方式 3:9 位 EUART, 可变波特率, 异步全双工

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。



波特率

EUART0, EUART1, EUART2 分别自带一个波特率发生器, 它实质上就是一个 15 位向上计数器。



由图得到，波特率发生器的溢出率为 $SBRT_{overflowrate} = \frac{F_{sys}}{32768 - SBRT}$ ， $SBRT = [SBRT1, SBRT0]$

因此，EUART 在各模式下的波特率计算公式如下。

在方式 0 中，波特率可编程为系统时钟的 1/12 或 1/4，由 SM2 位决定。当 SM2 为 0 时，串行端口在系统时钟的 1/12 下运行。当 SM2 为 1 时，串行端口在系统时钟的 1/4 下运行。

在方式 1 和方式 3 中，波特率固定为自带波特率发生器溢出率的 1/16，即

$$BaudRate = \frac{SBRT_{overflowrate}}{16}$$

在方式 2 中，波特率固定为系统时钟的 1/32 或 1/64，由 SMOD 位(PCON.7)中决定。当 SMOD 位为 0 时，EUART 以系统时钟的 1/64 运行。当 SMOD 位为 1 时，EUART 以系统时钟的 1/32 运行。

$$BaudRate = 2^{SMOD} \times \left(\frac{f_{SYS}}{64}\right)$$

多机通讯

软件地址识别

方式 2 和方式 3 有一个专门的适用于多机通讯的功能。在这两个方式下，接收的是 9 位数据，第 9 位移入 RB8 中，然后再来一位停止位。EUART 可以这样来设定：当接收到停止位时，只有在 RB8 = 1 的条件下，串行口中断才会有效(请求标志 RI 置 1)。可以通过将 SCON 寄存器的 SM2 位置 1 使 EUART 具有这个功能。

在多机通讯系统中，以如下所述来利用这一功能。当主机要发送一数据块给几个从机中的一个时，它先送出一地址字节，以辨认目标从机。地址字节与数据字节可用第 9 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。

如果从机 SM2 为 1，则不会响应数据字节中断。地址字节可以中断所有从机，这样，每一个从机都检查所接收到的地址字节，以判别自己是不是目标从机。被寻到的从机清 0 SM2 位，并准备接收即将到来的数据字节，当接收完毕时，从机再一次将 SM2 置 1。没有被寻址的从机，则维持它们的 SM2 位为 1，忽略到来的数据字节，继续做自己的事情。

注意：

在方式 0 中，SM2 用来选择波特率加倍。在方式 1 中，SM2 用来检测停止位是否有效，如果 SM2=1，接收中断不会响应直到接收到一个有效的停止位。

自动(硬件)地址识别

在方式 2 和方式 3 中，SM2 置 1 将使 EUART 在如下状态下运行：当 1 个停止位被接收时，如果载入 RB8 的第 9 数据位为 1(地址字节)并且接收到的数据字节符合 EUART 的从机地址，EUART 产生一个中断。接着，从机应该将 SM2 清零，以接收后续的数据字节。

在 9 位方式下要求第 9 位为 1 以表明该字节是地址而非数据。当主机要发送一组数据给几个从机中的一个时，必须先发送目标从机的地址。所有从机在等待接收地址字节时，为了确保仅在接收地址字节时产生中断，SM2 位必须置 1。自动地址识别的特点是只有地址匹配的从机才能产生中断，地址比较通过硬件完成而不是软件。

中断产生后，地址相匹配的从机清零 SM2，继续接收数据字节。地址不匹配的从机不受影响，将继续等待接收和它匹配的地址字节。一旦全部信息接收完毕，地址匹配的从机应该再次把 SM2 置 1，忽略所有传送的非地址字节，直到接收到下一个地址字节。

使用自动地址识别功能时，主机可以通过调用给定的从机地址选择与一个或多个从机通信。使用广播地址可以联系所有的从机。有两个特殊功能寄存器用来定义从机地址(SADDR)和地址屏蔽(SADEN)。从机地址是一个 8 位的字节，存于 SADDR 寄存器中。SADEN 用于定义 SADDR 内位的有效与否，如果 SADEN 中某一位为 0，则 SADDR 中相应位的被忽略，如果 SADEN 中某一位为 1，则 SADDR 中相应位的将用于得到给定的从机地址。这可以使用户在不改变 SADDR 寄存器中的从机地址的情况下灵活地寻址多个从机。使用给定地址可以识别多个从机而排除其它的从机。

| 记忆码 | 从机 1 | 从机 2 |
|----------------------|----------|----------|
| SADDR | 10100100 | 10100111 |
| SADEN (为 0 的位被忽略) | 11111010 | 11111001 |
| 实际从机地址 | 10100x0x | 10100xx1 |
| 广播地址 (SADDR 或 SADEN) | 1111111x | 11111111 |

从机 1 和从机 2 给定地址的最低位是不同的。从机 1 忽略了最低位，而从机 2 的最低位是 1。因此只与从机 1 通讯时，主机必须发送最低位为 0 的地址(10100000)。类似地，从机 1 的第 1 位为 0，从机 2 的第 1 位被忽略。因此，只与从机 2 通讯时，主机必须发送第 1 位为 1 的地址(10100011)。如果主机希望同时与两从机通讯，则第 0 位为 1，第 1 位为 0，第 2 位被两从机都忽略，此时有两个不同的地址用于选定两个从机(1010 0001 和 1010 0101)。

主机可以通过广播地址与所有从机同时通讯。这个地址等于 SADDR 和 SADEN 的逻辑或，结果中的 0 表示该位被忽略。多数情况下，广播地址为 0xFFh，该地址可被所有从机应答。

系统复位后，SADDR 和 SADEN 两个寄存器初始化为 0，这两个结果设定了给定地址和广播地址为 XXXXXXXX (所有位都被忽略)。这有效地去除了多处机通讯的特性，禁止了自动寻址方式。这样的 EUART 将对任何地址都产生应答，兼容了不支持自动地址识别的 8051 控制器。用户可以按照上面提到的方法实现软件识别地址的多机通讯。

帧出错检测

当寄存器 PCON 中的 SSTAT 位为逻辑 1 时，帧出错检测功能才有效。3 个错误标志位被置 1 后，只能通过软件清零，尽管后续接收的帧没有任何错误也不会自动清零。

注意： SSTAT 位必须为逻辑 1 是访问状态位(FE, RXOV 和 TXCOL)，SSTAT 位为逻辑 0 时是访问方式选择位(SM0, SM1 和 SM2)。

发送冲突

如果在一个发送正在进行时，用户软件写数据到 SBUF 寄存器时，发送冲突位(SCON 寄存器中的 TXCOL 位)置 1。如果发生了冲突，新数据会被忽略，不能被写入发送缓冲器。

接收溢出

如果在接收缓冲器中的数据未被读取之前，RI 清 0，又有新的数据存入接收缓冲器，那么接收溢出位(SCON 寄存器中的 RXOV 位)置 1。如果发生了接收溢出，接收缓冲器中原来的数据将丢失。

帧出错

如果检测到一个无效(低)停止位，那么帧出错位(在寄存器 SCON 中的 FE)置 1。

暂停检测

当连续检测到 11 个位都为低电平时时，则认为检测到一个暂停。由于暂停条件同样满足帧错误条件，因此检测到暂停时也会报告帧错误。一旦检测到暂停条件，UART 将进入空闲状态并一直保持，直至接收到有效停止位(RxD 引脚上出现上升沿)。

9.3.2 EUART1

EUART1,EUART2 的控制和工作方式与 EUART0 完全相同，此外，EUART1 还包含 IR 接口(请见 IR 章节)。

9.3.3 寄存器

电源控制寄存器

| 87H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|-----------------------|-------|-------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| PCON | SMOD | SSTAT | SSTAT 1 | SIDL | GF1 | GF0 | PD | IDL |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|----------------|---|
| 7 | SMOD | 波特率加倍器 0: 在方式 2 中, 波特率为系统时钟的 1/64 1: 在方式 2 中, 波特率为系统时钟的 1/32 |
| 6 | SSTAT | SCON [7:5]功能选择 0: SCON [7:5]工作方式作为 SM0, SM1, SM2 1: SCON [7:5]工作方式作为 FE, RXOV, TXCOL |
| 5 | SSTAT1 | SCON1 [7:5]功能选择 0: SCON1 [7:5]工作方式如同 SM10, SM11, SM12 1: SCON1 [7:5] 工作方式如同 FE1, RXOV1, TXCOL1 |
| 4 | SIDL | 高级空闲模式控制位 |
| 3-2 | GF[1:0] | 用于软件的通用标志位 |
| 1 | PD | 掉电模式控制位 |
| 0 | IDL | 空闲模式控制位 |

定时器 2 方式控制寄存器

| C9H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| T2MOD | SSTAT2 | ESU1 | ESU2 | - | - | - | T2OE | DCEN |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | - | - | - | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | - | - | - | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|---------------|---|
| 7 | SSTAT2 | SCON2 [7:5]功能选择 0: SCON2 [7:5]工作方式如同 SM20, SM21, SM22 1: SCON2 [7:5] 工作方式如同 FE2, RXOV2, TXCOL2 |
| 6 | ESU1 | EUART1 中断允许控制位 0: 禁止 EUART1 中断 1: 允许 EUART1 中断 |
| 5 | ESU2 | EUART2 中断允许控制位 0: 禁止 EUART2 中断 1: 允许 EUART2 中断 |

EUART0 相关 SFR

EUART0 控制及状态寄存器

| 98H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|--------|--------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| SCON | SM0/FE | SM1/RX OV | SM2/TX COL | REN | TB8 | RB8 | TI | RI |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|----------|--|
| 7-6 | SM [0:1] | EUART 串行方式控制位, SSTAT = 0 00: 模式 0, 同步模式, 固定波特率 01: 模式 1, 8 位异步模式, 可变波特率 10: 模式 2, 9 位异步模式, 固定波特率 11: 模式 3, 9 位异步模式, 可变波特率 |
| 7 | FE | EUART 帧出错标志位, 当 FE 位被读时, SSTAT 位必须被设置为 1 0: 无帧出错, 由软件清除 1: 发生帧出错, 由硬件置 1 |
| 6 | RXOV | EUART 接收溢出标志位, 当 RXOV 位被读时, SSTAT 位必须被设置为 1 0: 无接收溢出, 由软件清除 1: 接收溢出, 由硬件置 1 |
| 5 | SM2 | EUART 多处理机通讯允许位(第 9 位 “1” 校验器), SSTAT = 0 0: 在方式 0 下, 波特率是系统时钟的 1/12 在方式 1 下, 禁止停止位确认检验, 停止位将置 RI 为 1 产生中断 在方式 2 和 3 下, 任何字节都会置 RI 为 1 产生中断 1: 在方式 0 下, 波特率是系统时钟的 1/4 在方式 1 下, 允许停止位确认检验, 只有有效的停止位(1)才能置 RI 为 1 产生中断 在方式 2 和 3 下, 只有地址字节(第 9 位=1)能置 RI 为 1 产生中断 |
| 5 | TXCOL | EUART 发送冲突标志位, 当 TXCOL 位被读时, SSTAT 位必须被设置为 1 0: 无发送冲突, 由软件清除 1: 有发送冲突, 由硬件置 1 |
| 4 | REN | EUART 接收器允许位 0: 接收禁止 1: 接收允许 |
| 3 | TB8 | 第 9 位在 EUART 的方式 2 和 3 下发送, 由软件置 1 或清 0 |
| 2 | RB8 | 发送器, EUART 的第 8 位 在方式 0 下, 不使用 RB8。 在方式 1 下, 如果接收中断发生, RB8 的停止位会收到信号。 在方式 2 和 3 下, 由第 9 位接收。 |
| 1 | TI | EUART 的传送中断标志位 0: 由软件清 0。 1: 由硬件置 1, 在方式 0 下的第 8 位最后, 或在其它方式下的停止位开始。 |
| 0 | RI | EUART 的接收中断标志位 0: 由软件清 0 1: 由硬件置 1, 在方式 0 下的第 8 位最后, 或在其它方式下的停止位开始。 |

EUART0 数据缓冲器寄存器

| 99H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|-----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| SBUF | SBUF.7 | SBUF.6 | SBUF.5 | SBUF.4 | SBUF.3 | SBUF.2 | SBUF.1 | SBUF.0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|-----------------|---|
| 7-0 | SBUF.7-0 | SFR 访问两个寄存器：一个移位寄存器和一个接收锁存寄存器。 SBUF 的写入将发送字节到移位寄存器中，然后开始传输。 SBUF 的读取返回到接收锁存器中的内容。 |

EUART0 从属地址及地址掩码寄存器

| | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| SADDR (9AH) | SADDR .7 | SADDR .6 | SADDR .5 | SADDR .4 | SADDR .3 | SADDR .2 | SADDR .1 | SADDR .0 |
| SADEN (9BH) | SADEN .7 | SADEN .6 | SADEN .5 | SADEN .4 | SADEN .3 | SADEN .2 | SADEN .1 | SADEN .0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值(POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|------------------|--|
| 7-0 | SADDR.7-0 | SFR SADDR 定义 EUART 的从机地址。 |
| 7-0 | SADEN.7-0 | SFR SADEN 是一个位屏蔽寄存器，决定检验 SADDR 的哪些位对应接收地址： 0：在 SADDR 中的相应位被忽略。 1：SADDR 中的相应位被检验是否对应接收地址。 |

EUART0 波特率发生器寄存器

| 9CH,9DH | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|----------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| SBRTH (9CH) | SBRTE N | SBRT0. 14 | SBRT0. 13 | SBRT0. 12 | SBRT0. 11 | SBRT0. 10 | SBRT0. 9 | SBRT0. 8 |
| SBRTL (9DH) | SBRT0. 7 | SBRT0. 6 | SBRT0. 5 | SBRT0. 4 | SBRT0. 3 | SBRT0. 2 | SBRT0. 1 | SBRT0. 0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值(POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|-------------------|---|
| 7 | SBRTEN | EUART0波特率发生器使能控制 0：关闭(默认) 1：打开 |
| 6-0 | SBRTH[6:0] | EUART0波特率发生器计数器高7位 |
| 7-0 | SBRTL[7:0] | EUART0波特率发生器计数器低8位 |

EUART1 相关 SFR

EUART1 控制和状态寄存器

| D8H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|-----------------------|----------|----------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| SCON1 | SM10/FE1 | SM11/RX OV1 | SM12/TX COL1 | REN1 | TB18 | RB18 | TI1 | RI1 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|-----------|---|
| 7-6 | SM10,SM11 | EUART1 串行方式控制位, SSTAT1 = 0 00: 方式 0, 同步模式, 固定波特率 01: 方式 1, 8 位异步模式, 可变波特率 10: 方式 2, 9 位异步模式, 固定波特率 11: 方式 3, 9 位异步模式, 可变波特率 |
| 7 | FE1 | EUART1 帧出错标志位, 当 FE1 位被读时, SSTAT1 位必须被设置为 1 0: 无帧出错, 由软件清 0 1: 发生帧出错, 由硬件置 1 |
| 6 | RXOV1 | EUART1 接收溢出标志位, 当 RXOV1 位被读时, SSTAT1 位必须被设置为 1 0: 无接收溢出, 由软件清 0 1: 接收溢出, 由硬件置 1 |
| 5 | SM12 | EUART1 多处机通讯允许位(第 9 位“1”校验器), SSTAT1 = 0 0: 在方式 0 下, 波特率是系统时钟的 1/12 在方式 1 下, 禁止停止位确认检验, 停止位将置 RI1 为 1 产生中断 在方式 2 和 3 下, 任何字节都会置 RI1 为 1 产生中断 1: 在方式 0 下, 波特率是系统时钟的 1/4 在方式 1 下, 允许停止位确认检验, 只有有效的停止位(1)才能置 RI1 为 1 产生中断 在方式 2 和 3 下, 只有地址字节(第 9 位=1)能置 RI1 为 1 产生中断 |
| 5 | TXCOL1 | EUART1 发送冲突标志位, 当 TXCOL1 位被读时, SSTAT1 位必须被设置为 1 0: 无发送冲突, 由软件清 0 1: 有发送冲突, 由硬件置 1 |
| 4 | REN1 | EUART1 接收器允许位 0: 接收禁止 1: 接收允许 |
| 3 | TB18 | 第 9 位在 EUART1 的方式 2 和 3 下发送, 由软件置 1 或清除 |
| 2 | RB18 | 发送器, EUART1 的第 8 位 在方式 0 下, 不使用 RB18。 在方式 1 下, 如果接收中断发生, RB18 是接收到的停止位。 在方式 2 和 3 下, RB18 是接收到的第 9 位。 |
| 1 | TI1 | EUART1 的传送中断标志位 0: 由软件清 0。 1: 由硬件置 1, 在方式 0 下的第 8 位最后, 或在其它方式下的停止位开始。 |
| 0 | RI1 | EUART1 的接收中断标志位 0: 由软件清 0 1: 由硬件置 1, 在方式 0 下的第 8 位最后, 或在其它方式下的停止位开始。 |

EUART1 数据缓冲器寄存器

| D9H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| SBUF1 | SBUF1. 7 | SBUF1. 6 | SBUF1. 5 | SBUF1. 4 | SBUF1. 3 | SBUF1. 2 | SBUF1. 1 | SBUF1. 0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|------------------|--|
| 7-0 | SBUF1.7-0 | SFR 访问两个寄存器：一个移位寄存器和一个接收锁存寄存器。 SBUF1 的写入将发送字节到移位寄存器中，然后开始传输。 SBUF1 的读取返回接收锁存器中的内容。 |

EUART1 从属地址及地址掩码寄存器

| | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| SADDR1 (DAH) | SADDR 1.7 | SADDR 1.6 | SADDR 1.5 | SADDR 1.4 | SADDR 1.3 | SADDR 1.2 | SADDR 1.1 | SADDR 1.0 |
| SADEN1 (DBH) | SADEN 1.7 | SADEN 1.6 | SADEN 1.5 | SADEN 1.4 | SADEN 1.3 | SADEN 1.2 | SADEN 1.1 | SADEN 1.0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值(POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|-------------------|--|
| 7-0 | SADDR1.7-0 | SFR SADDR1 定义 EUART1 的从机地址。 |
| 7-0 | SADEN1.7-0 | SFR SADEN1 是一个位屏蔽寄存器，决定检验 SADDR1 的哪些位对应接收地址： 0: 在 SADDR1 中的相应位被忽略。 1: SADDR1 中的相应位被检验是否对应接收地址。 |

EUART1 波特率发生器寄存器

| 91H,92H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|----------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| SBRTH1 (91H) | SBRT1 EN | SBRT1. 14 | SBRT1. 13 | SBRT1. 12 | SBRT1. 11 | SBRT1. 10 | SBRT1. 9 | SBRT1. 8 |
| SBRTL1 (92H) | SBRT1. 7 | SBRT1. 6 | SBRT1. 5 | SBRT1. 4 | SBRT1. 3 | SBRT1. 2 | SBRT1. 1 | SBRT1. 0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值(POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|--------------------|---|
| 7 | SBRT1EN | EUART1波特率发生器使能控制 0: 关闭(默认) 1: 打开 |
| 6-0 | SBRT1H[6:0] | EUART1波特率发生器计数器高7位 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|--------------------|--------------------|
| 7-0 | SBRT1L[7:0] | EUART1波特率发生器计数器低8位 |

EUART2 相关 SFR

EUART2 控制和状态寄存器

| A2H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|--------------|----------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| SCON2 | SM20/F E2 | SM21/R XOV2 | SM22/T XCOL2 | REN2 | TB28 | RB28 | TI2 | RI2 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|------------|---|
| 7-6 | SM20, SM21 | EUART2 串行方式控制位, SSTAT2 = 0 00: 方式 0, 同步模式, 固定波特率 01: 方式 1, 8 位异步模式, 可变波特率 10: 方式 2, 9 位异步模式, 固定波特率 11: 方式 3, 9 位异步模式, 可变波特率 |
| 7 | FE2 | EUART2 帧出错标志位, 当 FE2 位被读时, SSTAT2 位必须被设置为 1 0: 无帧出错, 由软件清 0 1: 发生帧出错, 由硬件置 1 |
| 6 | RXOV2 | EUART2 接收溢出标志位, 当 RXOV2 位被读时, SSTAT2 位必须被设置为 1 0: 无接收溢出, 由软件清 0 1: 接收溢出, 由硬件置 1 |
| 5 | SM22 | EUART2 多处机通讯允许位(第 9 位“1”校验器), SSTAT2 = 0 0: 在方式 0 下, 波特率是系统时钟的 1/12 在方式 1 下, 禁止停止位确认检验, 停止位将置 RI1 为 1 产生中断 在方式 2 和 3 下, 任何字节都会置 RI1 为 1 产生中断 1: 在方式 0 下, 波特率是系统时钟的 1/4 在方式 1 下, 允许停止位确认检验, 只有有效的停止位(1)才能置 RI1 为 1 产生中断 在方式 2 和 3 下, 只有地址字节(第 9 位=1)能置 RI1 为 1 产生中断 |
| 5 | TXCOL2 | EUART2 发送冲突标志位, 当 TXCOL2 位被读时, SSTAT2 位必须被设置为 1 0: 无发送冲突, 由软件清 0 1: 有发送冲突, 由硬件置 1 |
| 4 | REN2 | EUART2 接收器允许位 0: 接收禁止 1: 接收允许 |
| 3 | TB28 | 第 9 位在 EUART2 的方式 2 和 3 下发送, 由软件置 1 或清除 |
| 2 | RB28 | 发送器, EUART2 的第 8 位 在方式 0 下, 不使用 RB28。 在方式 1 下, 如果接收中断发生, RB28 是接收到的停止位。 在方式 2 和 3 下, RB28 是接收到的第 9 位。 |
| 1 | TI2 | EUART2 的传送中断标志位 0: 由软件清 0。 1: 由硬件置 1, 在方式 0 下的第 8 位最后, 或在其它方式下的停止位开始。 |
| 0 | RI2 | EUART2 的接收中断标志位 0: 由软件清 0 1: 由硬件置 1, 在方式 0 下的第 8 位最后, 或在其它方式下的停止位开始。 |

EUART2 数据缓冲器寄存器

| A3H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| SBUF2 | SBUF2. 7 | SBUF2. 6 | SBUF2. 5 | SBUF2. 4 | SBUF2. 3 | SBUF2. 2 | SBUF2. 1 | SBUF2. 0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|-----------|--|
| 7-0 | SBUF2.7-0 | SFR 访问两个寄存器：一个移位寄存器和一个接收锁存寄存器。 SBUF2 的写入将发送字节到移位寄存器中，然后开始传输。 SBUF2 的读取返回接收锁存器中的内容。 |

EUART2 从属地址及地址掩码寄存器

| | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| SADDR2 (A4H) | SADDR 2.7 | SADDR 2.6 | SADDR 2.5 | SADDR 2.4 | SADDR 2.3 | SADDR 2.2 | SADDR 2.1 | SADDR 2.0 |
| SADEN2 (ACH) | SADEN 2.7 | SADEN 2.6 | SADEN 2.5 | SADEN 2.4 | SADEN 2.3 | SADEN 2.2 | SADEN 2.1 | SADEN 2.0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值(POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|------------|--|
| 7-0 | SADDR2.7-0 | SFR SADDR2 定义 EUART2 的从机地址。 |
| 7-0 | SADEN2.7-0 | SFR SADEN2 是一个位屏蔽寄存器，决定检验 SADDR2 的哪些位对应接收地址： 0: 在 SADDR2 中的相应位被忽略。 1: SADDR2 中的相应位被检验是否对应接收地址。 |

EUART2 波特率发生器寄存器

| BAH,8FH | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|----------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| SBRTH2 (BAH) | SBRT2 EN | SBRT2. 14 | SBRT2. 13 | SBRT2. 12 | SBRT2. 11 | SBRT2. 10 | SBRT2. 9 | SBRT2. 8 |
| SBRTL2 (8FH) | SBRT2. 7 | SBRT2. 6 | SBRT2. 5 | SBRT2. 4 | SBRT2. 3 | SBRT2. 2 | SBRT2. 1 | SBRT2. 0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值(POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

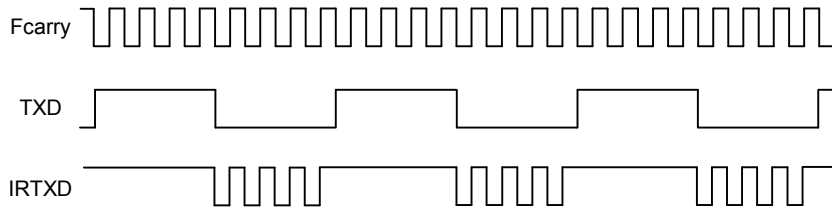
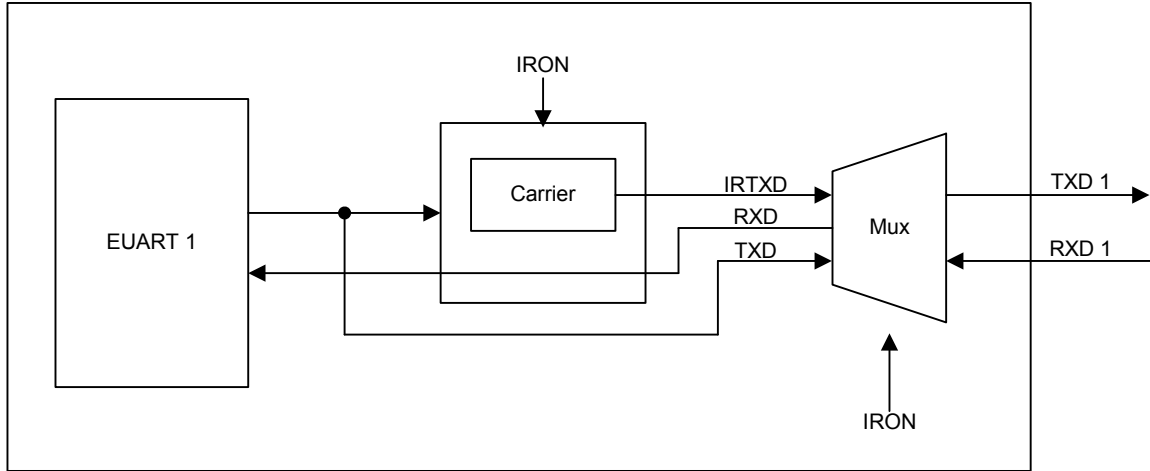
| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|-------------|--|
| 7 | SBRT2EN | EUART2波特率发生器使能控制 0: 关闭(默认) 1: 打开 |
| 6-0 | SBRT2H[6:0] | EUART2波特率发生器计数器高7位 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|-------------|--------------------|
| 7-0 | SBRT2L[7:0] | EUART2波特率发生器计数器低8位 |

9.4 红外接口

G80F927 提供一个内建在 EUART1 内部的 IR 接口。除了 EUART1 波形内的高频载波信号外，其它与 EUART1 一致。EUART1 和 IR 不能同时工作。IRF 寄存器决定载波频率。每个载波都与带 TXD1 信号的下降沿同步。

当增加 IR 载波时，为了将 EUART1 误差减到最小，要求波特率低于 9600bps。



IR 控制寄存器

| | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| IRCON (A1H) | IRON | IRF6 | IRF5 | IRF4 | IRF3 | IRF2 | IRF1 | IRF0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|----------|--|
| 7 | IRON | IR 允许/禁止控制位 0: 禁止 IR, EUART1 作为普通串行端口 1: 允许 IR, IR 频率载入 EUART1 的 TxD 信号 |
| 6-0 | IRF[6:0] | IR 载波频率选择器 $F_{carrier} = \frac{SYSCLK}{4 \times (IRF + 1)}$ |

9.5 模数转换器(ADC)

9.5.1 特性

- 10 位分辨率
- 内建基准电压
- 7 模拟通道输入

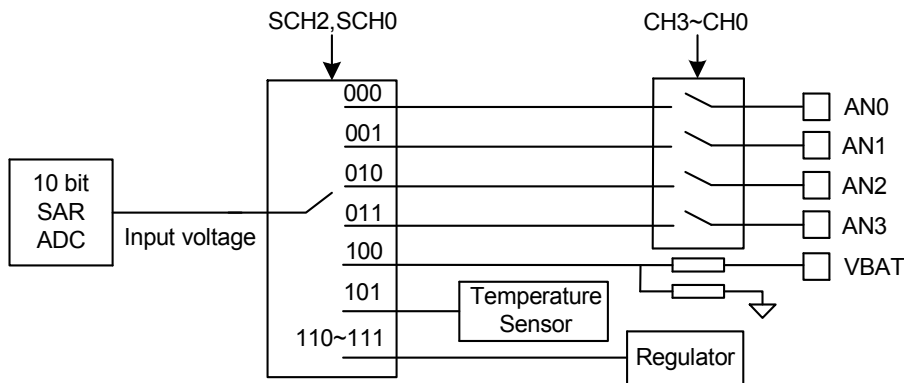
G80F927 包括一个单端型、10 位逐次逼近型数/模转换器，ADC 内建的基准电压 VREF 和 VOUT 相连，4 个 ADC 通道都可以独立输入模拟信号，但是每次转换只能使用一个通道。GO/DONE 信号控制开始转换，提示转换结束。当转换完成时，更新 ADC 数据寄存器与此同时，设置 ADCON 寄存器中的 ADCIF 位，并且产生一个中断(如果允许 ADC 中断)。

ADC 模块整合数字比较功能可以比较 ADC 中的模拟输入的值与数字值。如果允许数字比较功能(在 ADCON 寄存器中的 EC 位置 1)，并且 ADC 模块使能 (在 ADCON 寄存器中的 ADON 位置 1)，只有当相应的模拟输入的数字值大于寄存器中的比较值(ADDH/L)时，才会产生 ADC 中断。当 GO/DONE 置 1 时，数字比较功能会持续工作，直到 GO/DONE 清 0。这一点与模数转换工作方式不同。

带数字比较功能的 ADC 模块能在 Idle 模式下工作，并且 ADC 中断能够唤醒 Idle 模式。但是，在 Power-Down 模式下，ADC 模块被禁止。

电池电压至 ADC 测量之前，内部先经过电阻分压。ADC 测量的是 1/2 的电池电压，每个 LSB 对应 6.445mV。注意：电池电压测量应在正常供电模式下进行，电池供电模式下测量无意义。

9.5.2 ADC模块图



ADC Block Diagram

9.5.3 寄存器

ADC 控制寄存器

| 93H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| ADCON | ADON | ADCIF | EC | TPS | SCH2 | SCH1 | SCH0 | GO/DONE |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|-------|--|
| 7 | ADON | ADC 允许 0: 禁止 ADC 模块 1: 允许 ADC 模块 |
| 6 | ADCIF | ADC 中断标记 0: 无 ADC 中断 1: 由硬件置 1 表示已完成 AD 转换，或者模拟输入大于 ADDH/ADDL(如果允许数字比较模块) |

| | | |
|-----|-----------|--|
| 5 | EC | 比较功能允许 0: 禁止比较功能 1: 允许比较功能 |
| 4 | TPS | 温度传感器允许 0: 禁止温度传感器模块 1: 允许温度传感器模块 |
| 3-1 | SCH [2:0] | ADC 信道选择 000: ADC 通道 AN0 001: ADC 通道 AN1 010: ADC 通道 AN2 011: ADC 通道 AN3 100: 电池 101: 温度传感器 其它: 内部稳压源 |
| 0 | GO/DONE | ADC 状态标记 0: 当完成 AD 转换时, 由硬件自动清 0。在转换期间清 0 这个位会中止 AD 转换。如果允许数字比较功能, 该位不会由硬件清 0 只能由软件清 0。 1: 设置开始 AD 转换或者启动数字比较功能。 |

ADC 定时控制寄存器

| 94H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ADT | TADC2 | TADC1 | TADC0 | - | TS3 | TS2 | TS1 | TS0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | - | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | - | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|------------|---|
| 7-5 | TADC [2:0] | ADC 时钟周期选择位 000: ADC 时钟周期 $t_{AD} = 2 t_{SYS}$ 001: ADC 时钟周期 $t_{AD} = 4 t_{SYS}$ 010: ADC 时钟周期 $t_{AD} = 6 t_{SYS}$ 011: ADC 时钟周期 $t_{AD} = 8 t_{SYS}$ 100: ADC 时钟周期 $t_{AD} = 12 t_{SYS}$ 101: ADC 时钟周期 $t_{AD} = 16 t_{SYS}$ 110: ADC 时钟周期 $t_{AD} = 24 t_{SYS}$ 111: ADC 时钟周期 $t_{AD} = 32 t_{SYS}$ |
| 3-0 | TS [3:0] | 采样时间选择位 $2 t_{AD} \leq \text{采样时间} = (\text{TS} [3:0]+1) * t_{AD} \leq 15 t_{AD}$ |

注意:

1. 请确保 $t_{AD} \geq 1 \mu s$
2. 即使 $\text{TS}[3:0] = 0000$, 最小采样时间为 $2t_{AD}$
3. 即使 $\text{TS}[3:0] = 1111$, 最大采样时间为 $15t_{AD}$
4. 在设置 $\text{TS}[3:0]$ 前, 请估算连接到 ADC 输入引脚的串联电阻
5. 选择 $2*t_{AD}$ 为采样时间时, 请确保连接到 ADC 输入引脚的串联电阻小于 $10k$
6. 总共转换时间 = $12t_{AD} + \text{采样时间}$

ADC 信道配置寄存器

| 95H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ADCH | - | - | - | - | CH3 | CH2 | CH1 | CH0 |
| 读/写 | - | - | - | - | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | - | - | - | - | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|----------|---|
| 3-0 | CH [3:0] | 信道配置 0: P2.6-P2.3 作为 I/O 端口 1: P2.6-P2.3 作为 ADC 输入口 |

AD 转换数据寄存器(比较值寄存器)

| 97H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ADDH | A9 | A8 | A7 | A6 | A5 | A4 | A3 | A2 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值(POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 96H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
| ADDL | - | - | - | - | - | - | A1 | A0 |
| 读/写 | - | - | - | - | - | - | 读/写 | 读/写 |
| 复位值(POR/WDT/LVR/PIN) | - | - | - | - | - | - | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|------------|-------|---|
| 7-0 1-0 | A9-A0 | ADC 数据寄存器 采样模拟电压的数字值。当完成转换后，这个值会更新。 如果 ADC 数字比较功能使能(EC = 1)，这个值将与模拟输入进行比较。 |

启动 ADC 转换步骤:

1. 选择模拟输入通道
2. 使能 ADC 模块
3. $\overline{GO/DONE}$ 置 1 开始 ADC 转换
4. 等待 $\overline{GO/DONE}=0$ 或者 $ADCIF=1$ ，如果 ADC 中断使能，则 ADC 中断将会产生，用户需要软件清 0 $ADCIF$
5. 从 $ADDH/ADDL$ 获得转换数据
6. 重复步骤 3~5 开始另一次转换

启动数字比较功能步骤:

1. 选择模拟输入通道
2. 写入 $ADDH/ADDL$ ，设置比较值
3. EC 置 1 使能数字比较功能
4. 使能 ADC 模块
5. $\overline{GO/DONE}$ 置 1 开始数字比较功能
6. 如果模拟输入的值比设置的比较值大， $ADIF$ 会被置 1。如果 ADC 中断使能，则 ADC 中断将会产生，用户需要软件清 0 $ADCIF$
7. 数字比较功能会持续工作，直到 $\overline{GO/DONE}$ 清 0

9.6 实时时间始终(RTC)

9.6.1 特性

- 32.768kHz 时钟输入，内部校准电路。
- 半秒/秒、分钟、时、日、星期、月、年寄存器。
- 自动跨月、闰年调整的日寄存器。
- 提供两种校准方式，硬件自动校准和软件校准。软件校准后精度小于 3ppm(0.3 秒/天)；硬件自动校准后精度 5ppm(0.5 秒/天)。

9.6.2 I/O 引脚

RTC 功能使用 2 个 I/O 引脚：CALIN 和 CALOUT。在校准期间，CALIN 作为输入引脚用于精度为 1ppm 的 1Hz 时钟输入。在校准之后，CALOUT 用于校准后的补偿时钟输出管脚，可以输出补偿后的 1 秒时钟或原始的 32KHz 时钟。

9.6.3 功能说明

时间和日历功能：

RTC 模块以秒、分钟和小时提供时钟指示；以星期、日、月和年提供日历指示，并能对月和闰年进行自动调节。读取相关日历的各寄存器返回当前时间和日期。写入这些寄存器可设置时间和日期，而计数器会从新的设置开始重新计数。

日、星期、月、年寄存器提供日历功能，日寄存器数据的循环会根据月和闰年自动调整。

RTC 时间循环长度

| 寄存器 | 计数范围 | 计数溢出及自动数据重置 | 备注 |
|-----|-------|-------------|---------------------|
| SEC | 00-59 | 59→00 | - |
| MIN | 00-59 | 59→00 | - |
| HR | 00-23 | 23→00 | - |
| DAY | 01-31 | 31→01 | MTH=1,3,5,7,8,10,12 |
| | 01-30 | 30→01 | MTH=4,6,9,11 |
| | 01-29 | 29→01 | MTH=2, YR 为闰年 |
| | 01-28 | 28→01 | MTH=2, YR 为平年 |
| MTH | 01-12 | 12→01 | - |
| YR | 0-99 | 99→0 | - |
| DOW | 0-6 | 6→0 | - |

补偿

内建的频率补偿机制允许 RTC 模块可以使用非高精度 32.768kHz 晶振为其提供 RTC 计数时钟。有了补偿机制，系统可以得到精度高于驱动晶振精度的实时时钟。补偿值可以通过 RTC 模块校准功能由硬件完成，也可以由应用软件设置。

实时时钟功能

半秒/秒、分钟和小时寄存器提供了系统的实时时钟功能。根据寄存器 RTCT 的值，会定时产生一个半秒中断请求信号，如果半秒中断允许(EHSEC=1)，CPU 将响应半秒中断。

日历功能

日期、星期、月和年计数寄存器提供日历功能。日计数器的计数范围会根据月和年(闰年)自动调节。年计数器计数范围为 0-99。

软件校准功能

设置 OUTF[1:0]为 10，CALOUT 引脚输出原始的 32.768kHz 晶振频率，用高精度的频率计测试其频率，将测试所得频率值减去 32768，差值除以 32768，得到以 ppm 为单位的误差值。误差值除以 2.03 后，取整数值为校准出错 E。校准出错 E 储存至误差寄存器(RTC 校准数据寄存器 RTCDAT)中。校准后的效果可以通过设置 COMEN 为 1 和 OUTF[1:0]为 11，测试 CALOUT 引脚输出的 1Hz 信号频率获得。

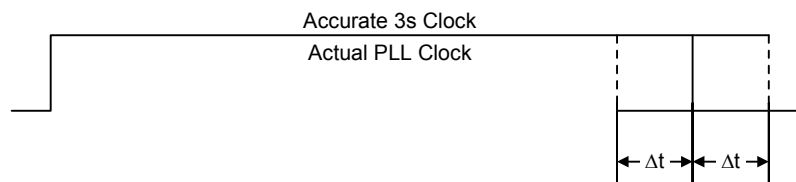
9.6.4 RTC时钟校准和补偿(方式A)

RTC 模块内建针对 RTCCLK 的校准和补偿电路。电路采用补偿 32.768kHz 晶体振荡器频率偏差的方法以得到更加精准的 RTC 时钟。利用这个方法可以降低晶振的成本。

如果知道晶振的温度曲线特性及当前的温度，校准电路可以根据周围温度对晶振的频率偏差作出补偿。

电路提供最大±258ppm 的补偿范围(-127~127)，适用于误差小于 200ppm 的晶振，也可以降低 PCB 成本。使用这种运算规则，RTC 模块能达到精确度在±5ppm 内的 RTC 补偿时钟。

自动校准电路通过 32.768kHz 晶体振荡器驱动的 RTCCLK 信号与从 CALIN 引脚输入的 1Hz (1ppm)信号进行比较，通过设置 RTCCON 寄存器的 CAL 位和 AUTOCAL 位来启动校准。在 3 秒的校准期间，“时间比较”模块比较两个时钟源的时间差异。3 秒时间到，校准结束，硬件自动将校准误差 E 存储至误差寄存器 RTCDAT 中，同时将 CALCAL 位和 AUTOCAL 位清 0。



3 秒内 1HzCLK 和 PLLCLK 之间的时差

校准误差

在 1HzCLK 开始之后，RTCCLK 开始计数，在 1HzCLK 停止之后，RTCCLK 停止计数。在 3 秒之内 1HzCLK 和 RTCCLK 之间的差异可以用 PLLCLK 时钟表示如下：

$$E = PLLCLK \text{ cycles in } 3s - 32768 \times 5 \times 3$$

同步误差

因为 PLLCLK 和 1HzCLK 不能同步进行，导致的最大误差为±1×PLLCLK。

相应的误差为：

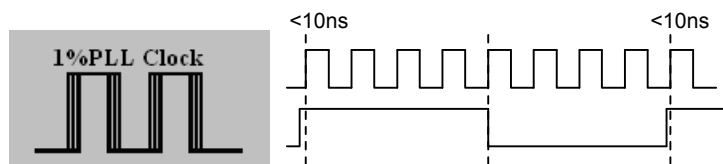
$$\frac{\pm 1}{32768 \times 5 \times 3} \times 10^6 \approx \pm 2 \text{ ppm}$$



同步误差

其次为 PLL 电路产生的误差。由于 PLL 电路的限制，存在 PLL 误差，每个 PLL 时钟有 1% 的误差。累计到每个基础时钟，导致在每个基础时钟(32KHz)的上升沿有大约 10ns 的误差。因此最大 PLL 误差可如下计算出：

$$\pm \left(\frac{2 \times 0.07}{32768 \times 5 \times 3} + \frac{10 \times 10^{-9}}{32768 \times 5 \times 3} \right) \times 10^6 < \pm 1 \text{ ppm}$$



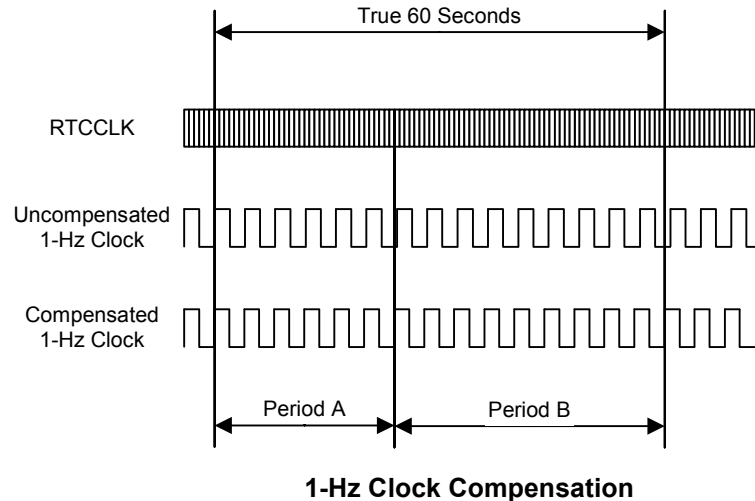
PLL 误差

因此总误差在±3ppm 左右。

校准误差 E 储存在 8 位误差寄存器中(RTC 校准数据寄存器 RTCDAT)。最高位为符号位，1 代表负数，0 代表正数。其余 7 位代表校准的实际误差值。负 E 值表示 PLLCLK 周期数要减去 E 值，因为 RTCCLK 比理想值 32.768kHz 慢，32768

个 RTCCLK 时钟周期比 1 秒长。正 E 值表示 PLLCLK 周期数要加上 E 值，因为 RTCCLK 比理想值 32.768kHz 快，32768 个 RTCCLK 时钟周期比 1 秒短。

如果时间差超过 127 个 RTCCLK 周期，E 寄存器溢出，EVOL 标记被置 1。超出 127 的余数被记录在 E 寄存器中。



校准运算规则:

在校准之后，E 值存储在校准数据寄存器 RTCDAT 中，只有当 RTCCON 寄存器的 COMEN 位置 1 时，系统补偿功能才能启动。

用户首先要在 RTC 可运行的每个温度点进行校准操作，然后将相应的校准值 E 存储在“校准表”(软件)中。当温度改变时，用户应该查询这个“校准表”，并将相应 E 值写入寄存器 RTCDAT 中。

9.6.5 RTC 时钟校准和补偿(方式B)

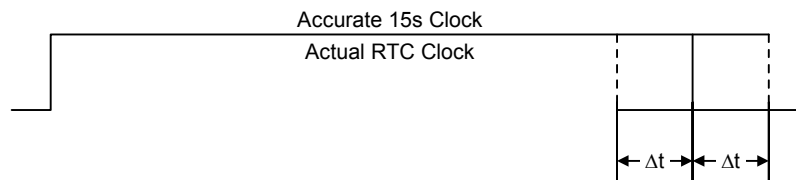
概述

RTC 模块内建针对 RTCCLK 的校准和补偿电路。电路采用补偿 32.768kHz 晶体振荡器频率偏差的方法以得到更加精准的 RTC 时钟。利用这个方法可以降低晶振的成本。

如果知道晶振的温度曲线特性及当前的温度，校准电路可以根据周围温度对晶振的频率偏差作出补偿。

电路提供最大±258ppm 的补偿范围(-127~127)，适用于误差小于 200ppm 的晶振，也可以降低 PCB 成本。使用这种运算规则，RTC 模块能达到精确度在±5ppm 内的补偿 RTC 时钟。

自动校准电路通过 32.768kHz 晶体振荡器驱动的 RTCCLK 信号与从 CALIN 引脚输入的 1Hz (1ppm)信号进行比较，通过设置 RTCCON 寄存器的 CAL 位和 AUTOCAL 位来启动校准。在 15 秒的校准期间，“时间比较”模块比较两个时钟源的时间差异。15 秒时间到，校准结束，硬件自动将校准误差 E 存储至误差寄存器 RTCDAT 中，同时将 CALCAL 位和 AUTOCAL 位清 0。



15 秒内 1HzCLK 和 RTCCLK 时差

校准误差

在 1HzCLK 开始之后，RTCCLK 开始计数，在 1HzCLK 停止之后，RTCCLK 停止计数。在 15 秒之内 1HzCLK 和 RTCCLK 之间的差异可以用 RTCCLK 时钟表示如下：

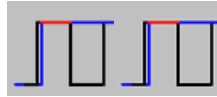
$$E = \text{RTCCLK cycles in } 15s - 32768 \times 15$$

同步误差

因为 RTCCLK 和 1HzCLK 不能同步进行，导致的最大误差为 $\pm 1 \times \text{RTCCLK}$ 。

相应的误差为：

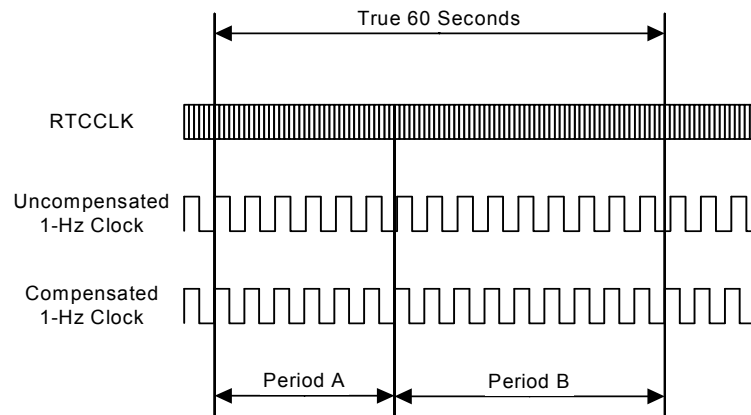
$$\frac{\pm 1}{32768 \times 15} \times 10^6 \approx \pm 2 \text{ ppm}.$$



同步误差

校准误差 E 储存在 8 位误差寄存器中(RTC 校准数据寄存器 RTCDAT)。最高位为符号位，1 代表负数，0 代表正数。其余 7 位代表校准的实际误差值负 E 值表示 PLLCLK 周期数要减去 E 值，因为 RTCCLK 比理想值 32.768kHz 慢，32768 个 RTCCLK 时钟周期比 1 秒长。正 E 值表示 PLLCLK 周期数要加上 E 值，因为 RTCCLK 比理想值 32.768kHz 快，32768 个 RTCCLK 时钟周期比 1 秒短。

如果时间差超过 127 RTCCLK 个周期，E 寄存器溢出，EVOL 标记被置 1。超出 127 的余数被记录在 E 寄存器中。



1-Hz Clock Compensation

校准运算法则：

在校准之后，E 值存储在校准数据寄存器 RTCDAT 中，只有当 RTCCON 寄存器中的 COMEN 位置 1 时，系统补偿功能才能启动。

用户首先要在 RTC 可运行的每个温度点进行校准操作，然后将相应的校准值 E 存储在“校准表”(软件)中。当温度改变时，用户应该查询这个“校准表”，并将相应 E 值写入寄存器 RTCDAT 中。

9.6.6 寄存器

RTC 校准控制寄存器

| BEH | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|------------------|--------|--------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|
| RTCCON | RTCGEN | HSECIF | COMEN | CAL | AUTOCAL | OUTF1 | OUTF0 | EOVL |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读 |
| 复位值(POR) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 复位值(WDT/LVR/PIN) | u | 0 | u | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|------------|--|
| 7 | RTCEN | 实时时钟允许位 0: RTC 模块禁止 1: RTC 模块允许 注意: 复位不改变 RTCEN 位值 |
| 6 | HSECIF | 半秒中断标志位 0: 无半秒计数器增加 1: 半秒计数器增加 |
| 5 | COMEN | RTC 补偿允许位 0: 禁止补偿机制 1: 允许补偿机制 注意: 复位不改变 COMEN 位值 |
| 4 | CAL | RTC 补偿值寄存器写允许 0: 禁止 RTC 补偿寄存器写操作 1: 允许 RTC 补偿寄存器写操作 |
| 3 | AUTOCAL | RTC 自动校准允许位 0: 禁止 RTC 自动校准 1: 允许 RTC 自动校准, P2.1 用作 CALIN 引脚来接收外灌的 1Hz 信号由 RTC 自动校准。校准完成后, CAL 和 AUTOCAL 位被自动清 0。 |
| 2-1 | OUTF [1:0] | 校准模式下的 CALOUT 引脚输出频率选择位 00~01: 断开 CALOUT 引脚 10: CALOUT 引脚输出原始的(外接的)32.768kHz 晶振时钟。 11: CALOUT 引脚输出周期为 1s 的时钟 当 COMEN=1 时, 输出经补偿过的周期为 1s 的时钟; 当 COMEN=0 时, 输出未经补偿过的周期为 1s 的时钟。 |
| 0 | EOVL | 误差溢出标志位 0: 最后一次自动校准无误差溢出 1: 最后一次自动校准有误差溢出, 即频率偏差超出范围无法校准 |

注意 1: CAL 和 AUTOCAL 的相互关系如下:

CAL, AUTOCAL:

0x: 禁止写入 E 寄存器 RTCDAT 寄存器

10: E 寄存器 RTCDAT 仅可由软件写入, 与 RTCEN 位状态无关。

11: E 寄存器仅可由 RTC 校准电路写入, 即: 仅当 RTCEN 位为 1, 且 CAL、AUTOCAL 两位均置 1 时, E 寄存器 RTCDAT 可由 RTC 校准电路将补偿数据写入。之后, CAL、AUTOCAL 两位由硬件自动清 0。

RTC 补偿值 (E) 寄存器

| BFH | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| RTCDAT | E7 | E6 | E5 | E4 | E3 | E2 | E1 | E0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值(POR) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 复位值(WDT/LVR/PIN) | u | u | u | u | u | u | u | u |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|--------|---|
| 7-0 | E[7:0] | <p>RTC 补偿值 (E 寄存器)</p> <p>E[7:0]补偿数值用来表示 RTC 工作时需要进行补偿的时钟个数。E[7]位表示符号, 0 代表正数, 1 代表负数。E[6:0]存储补偿值。如果补偿值超过± 127, EOVL 标记被置起, 超出 127 的余数被记录在 E 寄存器中。</p> <p>当允许补偿时(COMEN = 1):如果 E 是负, 表示每一个调整周期中要减去 E 值; 如果 E 是正, 表示每一个调整周期中要加上 E 值。</p> <p>在自动校准之后, RTC 补偿电路将补偿值写入 E[7:0]。</p> <p>当 CAL = 1, AUTOCAL=0 时, 只能由用户写入 E[7:0]。</p> <p>注意: 复位不改变 E[7:0]值</p> |

注意: 当允许校准时, RTC 时钟和日历功能不受影响。

RTC 输出时间控制寄存器

| BDH | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| RTCT | - | - | - | - | - | - | RTCT1 | RTCT0 |
| 读/写 | - | - | - | - | - | - | 读/写 | 读/写 |
| 复位值(POR) | - | - | - | - | - | - | 0 | 0 |
| 复位值(WDT/LVR/PIN) | - | - | - | - | - | - | u | u |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|-----------|--|
| 1-0 | RTCT[1:0] | <p>RTC 输出时间控制位</p> <p>00: 每 0.5s 将 HSECIF 位置 1</p> <p>01: 每 1s 将 HSECIF 位置 1</p> <p>10: 每 1min 将 HSECIF 位置 1</p> <p>11: 每 1hour 将 HSECIF 位置 1</p> |

秒和半秒寄存器

| C1H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| SEC | HSEC | SEC6 | SEC5 | SEC4 | SEC3 | SEC2 | SEC1 | SEC0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值(POR) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 复位值(WDT/LVR/PIN) | u | u | u | u | u | u | u | u |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|--------|---|
| 7 | HSEC | 半秒指示位, 按半秒的频率交替置 0 和 1。 |
| 6-0 | SEC6-0 | <p>寄存器(第 0 位 ~ 第 6 位)存秒计数器的当前值(BCD)。可以在任何时候读取寄存器(第 0 位 ~ 第 6 位)而不影响计数器计数。写入寄存器会载入值到秒计数器, 计数器继续从新值开始计数。秒计数器的值在到达 59 之后滚动至 0。</p> <p>0-59 之外的数据无法写入。</p> <p>注意不要写入 0x、1x、2x、3x、4x (x=A~FH)非法数据。</p> |

分钟寄存器

| C2H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| MIN | - | MIN6 | MIN5 | MIN4 | MIN3 | MIN2 | MIN1 | MIN0 |
| 读/写 | - | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值(POR) | - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 复位值(WDT/LVR/PIN) | - | u | u | u | u | u | u | u |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|--------|---|
| 6-0 | MIN6-0 | 寄存器存储分钟计数器的当前值(BCD)。可以在任何时候读取这位而不影响计数器计数的。写入寄存器会载入值到分钟计数器，计数器继续从新值开始计数。分钟计数器的值在到达 59 之后滚动至 0。 0-59 之外的数据无法写入。 注意不要写入 0x、1x、2x、3x、4x (x=A~FH)非法数据。 |

小时寄存器

| C3H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| HR | - | - | HR5 | HR4 | HR3 | HR2 | HR1 | HR0 |
| 读/写 | - | - | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值(POR) | - | - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 复位值(WDT/LVR/PIN) | - | - | u | u | u | u | u | u |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|-------|---|
| 5-0 | HR5-0 | 寄存器存储小时计数器的当前值(BCD)。可以在任何时候读取这位而不影响计数器计数的。写入寄存器会载入值到小时计数器，计数器继续从新值开始计数。小时计数器的值在到达 23 之后滚动至 0。 0-23 之外的数据无法写入。 注意不要写入 0x、1x(x=A~FH)非法数据。 |

日寄存器

| C4H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| DAY | - | - | DAY5 | DAY4 | DAY3 | DAY2 | DAY1 | DAY0 |
| 读/写 | - | - | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值(POR) | - | - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 复位值(WDT/LVR/PIN) | - | - | u | u | u | u | u | u |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|--------|--|
| 5-0 | DAY5-0 | 寄存器存储日计数器的当前值(BCD)。可以在任何时候读取这位而不影响计数器计数。写入寄存器会载入值到日计数器，计数器继续从新值开始计数。日计数器的值根据月和年寄存器的值在到达 28、29、30 或 31 之后滚动至 1。 1-31 之外的数据无法写入。 注意不要写入 1x、2x(x=A~FH)非法数据。 |

月寄存器

| C5H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| MTH | - | - | - | MTH4 | MTH3 | MTH2 | MTH1 | MTH0 |
| 读/写 | - | - | - | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值(POR) | - | - | - | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 复位值(WDT/LVR/PIN) | - | - | - | u | u | u | u | u |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|--------|--|
| 4-0 | MTH4-0 | 寄存器存储月计数器的当前值(BCD)。可以在任何时候读取这位而不影响计数器计数。写入寄存器会载入值到月计数器，计数器继续从新值开始计数。月计数器的值在到达 12 之后滚动至 1。 1-12 之外的数据无法写入。 注意不要写入 0x(x=A~FH)非法数据。 |

年寄存器

| C6H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| YR | YR7 | YR6 | YR5 | YR4 | YR3 | YR2 | YR1 | YR0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值(POR) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 复位值(WDT/LVR/PIN) | u | u | u | u | u | u | u | u |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|-------|--|
| 7-0 | YR7-0 | 寄存器存储年计数器的当前值(BCD)。可以在任何时候读取这位而不影响计数器计数。写入寄存器会载入值到年计数器，计数器继续从新值开始计数。 年计数器的值在到达 99 之后滚动至 0。0-99 之外的数据无法写入。 |

星期寄存器

| C7H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| DOW | - | - | - | - | - | DOW2 | DOW1 | DOW0 |
| 读/写 | - | - | - | - | - | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值(POR) | - | - | - | - | - | 1 | 1 | 0 |
| 复位值(WDT/LVR/PIN) | - | - | - | - | - | u | u | u |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|--------|---|
| 2-0 | DOW2-0 | 寄存器存储星期计数器的当前值(BCD)。可以在任何时候读取这位而不影响计数器计数。写入寄存器会载入值到星期计数器，计数器继续从新值开始计数。 星期计数器的值在到达 6 之后滚动至 0。 0-6 之外的数据无法写入。 |

9.7 温度传感器(TPS)

G80F927 内置温度传感器(TPS)，其启用或禁止可以通过寄存器 ADCON 中 TPS 位控制。在高级空闲模式下，温度传感器功能禁止。

ADC 控制寄存器

| 93H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| ADCON | ADON | ADCIF | EC | TPS | SCH2 | SCH1 | SCH0 | GO/DONE |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|-----------|---|
| 7 | ADON | ADC 允许 0: 禁止 ADC 模块 1: 允许 ADC 模块 |
| 6 | ADCIF | ADC 中断标记 0: 无 ADC 中断 1: 由硬件置 1 表示已完成 AD 转换，或者模拟输入大于 ADDH/ADDL(如果允许数字比较模块) |
| 5 | EC | 比较功能允许 0: 禁止比较功能 1: 允许比较功能 |
| 4 | TPS | 温度传感器允许 0: 禁止温度传感器模块 1: 允许温度传感器模块 |
| 3-1 | SCH [2:0] | ADC 信道选择 000: ADC 通道 AN0 001: ADC 通道 AN1 010: ADC 通道 AN2 011: ADC 通道 AN3 100: 电池 101: 温度传感器 其它: 内部稳压源 |
| 0 | GO/DONE | ADC 状态标记 0: 当完成 AD 转换时，由硬件自动清 0。在转换期间清 0 这个位会中止 AD 转换。如果允许数字比较功能，该位不会由硬件清 0 只能由软件清 0。 1: 设置开始 AD 转换或者启动数字比较功能。 |

9.7.1 温度计算公式

温度转换公式为 $Temp = T(N) \times 0.678 - 2 \times Tsta$ 。其中 Temp 为实际的温度，T(N)为温度传感器 ADC 输出，Tsta 为起始温度。每个芯片的 Tsta 需要分别校准。T(N)可以读取 AD 数据寄存器而获得。

9.7.2 温度起始点偏置校正

在得到温度之前，必须得到温度起始值 Tsta。在恒温箱中得到环境温度 Temp，从寄存器中得到 T(N)，根据公式可算出 Tsta。上电后可从 TEMPSTA 寄存器读到其值。

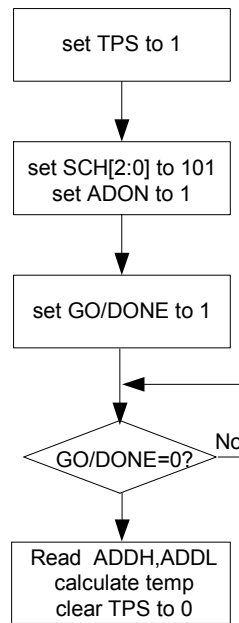
起始温度寄存器

| CFH | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| TEMPSTA | TSTA.7 | TSTA.6 | TSTA.5 | TSTA.4 | TSTA.3 | TSTA.2 | TSTA.1 | TSTA.0 |
| 读 | 读 | 读 | 读 | 读 | 读 | 读 | 读 | 读 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | u | u | u | u | u | u | u | u |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|-----------|---------|
| 7-0 | TSTA[7:0] | 温度固定偏置值 |

9.7.3 温度计量

温度传感器输出联至 ADC 第六测试通道, 选择 SCH[2:0]=101, 设置 ADON 为 1, 再设置 GO/DONE 为 1, 启动 ADC 转换。ADC 转换完成后, 读 AD 数据寄存器, 得到数据代入公式计量, 即可得到温度值。



温度计量

9.8 脉宽调制模块 (PWM)

特性:

- 两路 12 位精度 PWM 模块
- 提供每个 PWM 周期溢出中断
- 输出极性可选择

内建两路 12 位 PWM 模块。PWM 模块可以产生 2 路周期和占空比分别可以调整的脉宽调制波形。PWMxEN(x = 0~1)位用于使能 2 路 PWM 模块。PWMxCON(x=0~1)控制 PWMx 模块的时钟源、输出极性、周期中断等。寄存器 PWMxPH/L(x = 0~1)用于设置 PWMx 模块的周期，寄存器 PWMxDH/L(x = 0~1)用于设置 PWMx 模块的占空比。

PWM 寄存器

PWMx 控制寄存器 PWMxCON (x=0~1)

| B6H, B7H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|--------|-------|---------|---------|-------|--------|--------|--------|
| PWM0CON (B6H) | PWM0EN | PWM0S | PWM0CK1 | PWM0CK0 | - | PWM0IE | PWM0IF | PWM0SS |
| PWM1CON (B7H) | PWM1EN | PWM1S | PWM1CK1 | PWM1CK0 | - | PWM1IE | PWM1IF | PWM1SS |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | - | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | - | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|-----------|---|
| 7 | PWMxEN | PWMx 使能位: 0: 禁止 PWMx 模块 1: 允许 PWMx 模块 |
| 6 | PWMxS | PWMx 输出模式: 0: PWMx 占空比期间输出高电平, 占空比溢出后输出低电平 1: PWMx 占空比期间输出低电平, 占空比溢出后输出高电平 |
| 5~4 | PWMxCK1~0 | PWMx 时钟选择位: 00: 系统时钟/1 01: 系统时钟/2 10: 系统时钟/4 11: 系统时钟/8 |
| 2 | PWMxIE | PWMx 中断使能位: 0: 禁止 PWMx 周期中断 1: 允许 PWMx 周期中断 |
| 1 | PWMxIF | PWMx 中断标志位 0: PWMx 周期计数器没有溢出 1: PWMx 周期计数器溢出,由硬件置 1 |
| 0 | PWMxSS | PWMx 引脚输出控制位 0: PWMx 输出禁止, 用作 I/O 等功能 1: PWMx 输出允许 |

PWM0 周期寄存器 PWM0PH/L

| DFH, DEH | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| PWM0PH (DFH) | - | - | - | - | PWM0P. 11 | PWM0P. 10 | PWM0P. 9 | PWM0P. 8 |
| PWM0PL (DEH) | PWM0P. 7 | PWM0P. 6 | PWM0P. 5 | PWM0P. 4 | PWM0P. 3 | PWM0P. 2 | PWM0P. 1 | PWM0P. 0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|------|------------|------------|
| 11-0 | PWM0P.11~0 | PWM0 数据寄存器 |

PWM0 的计数器计满至 PWM0PH/L 中的值后归零，若 PWM0PH/L 为 0 时，如果 PWM0S 为 0，则 PWM0 引脚输出低电平；如果 PWM0S 为 1，则 PWM0 引脚输出高电平。

PWM1 周期寄存器 PWM1PH/L

| FEH, FDH | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| PWM1PH (FEH) | - | - | - | - | PWM1P. 11 | PWM1P. 10 | PWM1P. 9 | PWM1P. 8 |
| PWM1PL (FDH) | PWM1P. 7 | PWM1P. 6 | PWM1P. 5 | PWM1P. 4 | PWM1P. 3 | PWM1P. 2 | PWM1P. 1 | PWM1P. 0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|------|------------|------------|
| 11-0 | PWM1P.11~0 | PWM1 数据寄存器 |

PWM1 的计数器计满至 PWM1PH/L 中的值后归零，若 PWM1PH/L 为 0 时，如果 PWM1S 为 0，则 PWM1 引脚输出低电平；如果 PWM1S 为 1，则 PWM1 引脚输出高电平。

注意：修改寄存器 PWMxPH 将使得 PWMx 的输出在下一个周期生效。用户需先修改 PWMxPL，再修改 PWMxPH 以修改 PWM 周期。

PWM0 占空比寄存器 PWM0DH/L

| DDH, DCH | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| PWM0DH (DDH) | - | - | - | - | PWM0D .11 | PWM0D .10 | PWM0D .9 | PWM0D .8 |
| PWM0DL (DCH) | PWM0D .7 | PWM0D .6 | PWM0D .5 | PWM0D .4 | PWM0D .3 | PWM0D .2 | PWM0D .1 | PWM0D .0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|------|------------|--|
| 11-0 | PWM0D.11~0 | <p>PWM0 占空比控制，控制 PWM0 波形占空比的输出时间</p> <p>1. 当 PWM0P ≤ PWM0D 时</p> <p>如果 PWM0S=0，则 PWM0 引脚输出高电平</p> <p>如果 PWM0S=1，则 PWM0 引脚输出低电平</p> <p>2. 当 PWM0D=00H 时</p> <p>如果 PWM0S =0，则 PWM0 引脚输出低电平</p> <p>如果 PWM0S =1，则 PWM0 引脚输出高电平</p> |

PWM1 占空比寄存器 PWM1DH/L

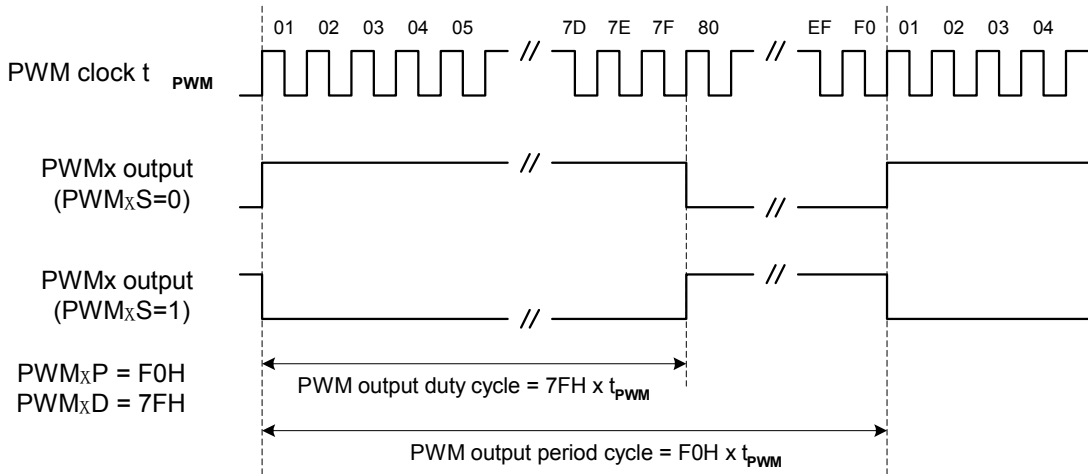
| FAH, F9H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| PWM1DH (FAH) | - | - | - | - | PWM1D .11 | PWM1D .10 | PWM1D .9 | PWM1D .8 |
| PWM1DL (F9H) | PWM1D .7 | PWM1D .6 | PWM1D .5 | PWM1D .4 | PWM1D .3 | PWM1D .2 | PWM1D .1 | PWM1D .0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|------|------------|--|
| 11-0 | PWM1D.11~0 | <p>PWM1 占空比控制，控制 PWM1 波形占空比的输出时间</p> <p>1. 当 PWM1P ≤ PWM1D 时</p> <p>如果 PWM1S=0，则 PWM1 引脚输出高电平</p> <p>如果 PWM1S=1，则 PWM1 引脚输出低电平</p> <p>2. 当 PWM1D=00H 时</p> <p>如果 PWM1S =0，则 PWM1 引脚输出低电平</p> <p>如果 PWM1S =1，则 PWM1 引脚输出高电平</p> |

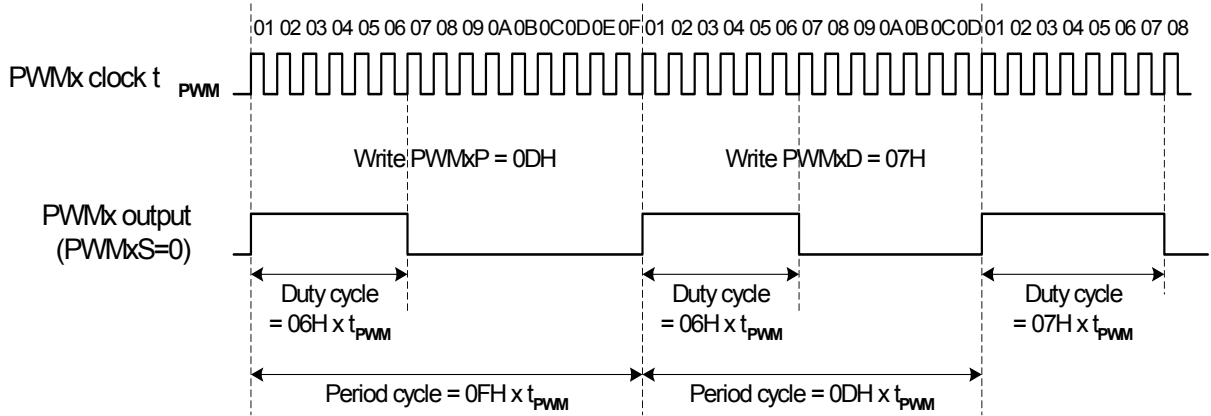
注意：修改寄存器 PWMxDH 将使得 PWMx 的输出在下一个周期生效。用户需先修改 PWMxDL，再修改 PWMxDH 以修改 PWM 占空比。

注意事项:

- 1.PWMxEN 位控制 PWMx 模块打开。
2. PWMxCH(x = 0~1)位能选择端口是作为 I/O 端口还是 PWM 输出端口。
- 3.在 IEN1 寄存器中的 EPWMx 位和 PWMxCON 寄存器中的 PWMxIE 位允许/禁止 PWMx 中断。
- 4.如果 PWMENx 置 1,PWM 模块打开,但 PWMxCH(x = 0~1)=0, PWMx 输出关闭,此时 PWMx 模块可以用作一个 12bit timer, 此时如果中断控制寄存器 IEN1 的 EPWMx 位置 1 且 PWMxIF=1, 则 PWMx 中断照样发生。



PWM 输出范例



PWM 输出周期或者占空比改变范例

9.9 低电压检测(LPD)

低电压检测功能(LPD)用来监测 V_{DD} 电压和 VIN 引脚电压。VIN 引脚电压检测功能由代码选择其功能是否有效。若 VIN 引脚检测功能有效，VIN 引脚电压低于 1.2V，则硬件设置标记 FVIN 为 0；若引脚电压高于 1.2V，则硬件设置 FVIN 标记为 1。低电压检测电路检测到 V_{DD} 电压低于 2.7V，则硬件设置标记 FVDD 为 0；若检测到 V_{DD} 高于 2.7V，则硬件设置标记 FVDD 为 1。低电压检测功能提供 VIN 引脚和 V_{DD} 电压标记给电源管理功能，实现供电的自动切换。

低电压检测控制寄存器

| B3H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|-------|-------|-------|------------------|-------|-------|-------|------------------|
| LPDCON | LPDEN | FVIN | LPDIF | VOUTS | FVDD | LPDS | - | AUTOS |
| 读/写 | 读/写 | 读 | 读/写 | 读/写 | 读 | 读 | - | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 1 | 0 | 0 | 0 u 0 0 | 0 | 0 | - | 0 u 0 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|-------|---|
| 7 | LPDEN | LPD 允许 0: 禁止低电压检测 1: 允许低电压检测 |
| 6 | FVIN | VIN 引脚电压状态标记 0: VIN 引脚电压低于 1.2V 1: VIN 引脚电压高于 1.2V 若代码选择禁止 VIN 电压检测功能，此标志位无效 |
| 5 | LPDIF | LPD 中断请求标志 0: 无中断挂起读/写 1: 中断挂起 |
| 4 | VOUTS | 供电电源状态 0: 电池供电至 VOUT 1: 外部供电至 VOUT |
| 3 | FVDD | V_{DD} 电压状态标记 0: V_{DD} 电压低于 2.7V 1: V_{DD} 电压高于 2.7V |
| 2 | LPDS | LPD 中断源 0: V_{DD} 电压引起中断 1: VIN 引脚电压引起中断 |
| 0 | AUTOS | 供电自动切换允许 0: 允许供电自动切换 1: 禁止供电自动切换 |

9.10 低电压复位(LVR)

特性

- LVR 去抖动时间 T_{LVR} 为 30-60us
- 当供电电压低于设定电压 V_{LVR} 时，将产生内部复位

低电压复位(LVR)功能是为了监测供电电压，当供电电压低于设定电压 V_{LVR} 时，G80F927 将产生内部复位。LVR 去抖动时间 T_{LVR} 大约为 30us-60us。

LVR 功能打开后，具有以下特性(t 表示电压低于设定电压 V_{LVR} 的时间):

当 $V_{OUT} \leq V_{LVR}$ 且 $t \geq T_{LVR}$ 时产生系统复位。

当 $V_{OUT} > V_{LVR}$ 或 $V_{OUT} < V_{LVR}$ ，但 $t < T_{LVR}$ 时不会产生系统复位。

通过代码选项，可以选择 LVR 功能的打开与关闭。

在交流电或大容量电池应用中，接通大负载后容易导致 G80F927 供电暂时低于定义的工作电压。低电压复位可以应用于此，保护系统在低于设定电压下产生有效复位。

9.11 看门狗定时器(WDT)，程序超范围溢出(OVL)复位及其它复位状态

特性

- 程序超范围溢出后硬件自动检测，并产生 OVL 复位
- 看门狗可以工作在掉电模式下
- 看门狗溢出频率可选

程序超范围溢出复位

G80F927 为进一步增强 CPU 运行可靠性，内建程序超范围溢出检测电路，一旦检测到程序计数器的值超出 ROM 最大值，或者发现指令操作码(不检测操作数)为 8051 指令集中不存在的 A5H，便认为程序跑飞，产生 CPU 复位信号，同时将 WDOF 标志位置 1。为应用这个特性，用户应该将未使用的 Flash ROM 用 0xA5 填满。

看门狗

看门狗定时器是一个递减计数器，独立内建 RC 振荡器作为其时钟源，因此可以通过代码选项选择在掉电模式下仍持续运行。当定时器溢出时，将芯片复位。通过代码选项可以打开或关闭该功能。

WDT 控制位(第 2-0 位)用来选择不同的溢出时间。定时器溢出后，WDT 溢出标志(WDOF)将由硬件自动置 1。通过读写 RSTSTAT 寄存器，看门狗定时器在溢出前重新开始计数。

其它一些复位标志列举如下：

复位控制寄存器

| B1H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| RSTSTAT | WDOF | - | PORF | LVRF | CLRF | WDT.2 | WDT.1 | WDT.0 |
| 读/写 | 读/写 | - | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR) | 0 | - | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 复位值 (WDT) | 1 | - | u | u | u | 0 | 0 | 0 |
| 复位值 (LVR) | u | - | u | 1 | u | 0 | 0 | 0 |
| 复位值 (PIN) | u | - | u | u | 1 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|-----------|--|
| 7 | WDOF | 看门狗溢出或程序超范围溢出标志位 看门狗溢出时由硬件置 1，可由软件或上电复位清 0 0: 未发生 WDT 溢出或程序超范围溢出 1: 发生 WDT 溢出或程序超范围溢出 |
| 5 | PORF | 上电复位标志位 上电复位后硬件置 1，只能由软件清 0 0: 没有发生上电复位 1: 发生过上电复位 |
| 4 | LVRF | 低压复位标志位 低压复位后置 1，可由软件或上电复位清 0 0: 没有发生低压复位 1: 发生过低压复位 |
| 3 | CLRF | Reset 引脚复位标志位 引脚复位后置 1，由软件或上电复位清 0 0: 没有发生引脚复位 1: 发生过引脚复位 |
| 2-0 | WDT [2:0] | WDT 溢出周期控制位 000: 溢出周期最小值= 4096ms 001: 溢出周期最小值= 1024ms 010: 溢出周期最小值= 256ms 011: 溢出周期最小值= 128ms 100: 溢出周期最小值= 64ms 101: 溢出周期最小值= 16ms 110: 溢出周期最小值= 4ms 111: 溢出周期最小值= 1ms 注意：应用中如果看门狗打开，程序清看门狗的最大间隔时间不能大于以上所列最小值。 |

9.12 电源管理

G80F927 提供两种供电方式，一种是外部电源从 V_{DD} 引脚输入经开关至 V_{OUT} ，一种是电池从 V_{BAT} 引脚输入经开关至 V_{OUT} 。正常供电是外部电源提供，若发生外部电源掉电情况，则自动由外部供电切至电池供电；若外部电源恢复供电，则自动由电池供电切至外部电源供电。外部电源电压检测，由内建的低电压检测 LPD 实现。

V_{OUT} 供电除计量模拟前端以外的所有功能电路。计量模拟前端供电由 V_{DD} 提供。 V_{OUT} 引脚有最大 6mA 输出能力，可以驱动有限的外部设备。

与供电方式配合，G80F927 提供低功耗模式，以更小功耗实现工作需求。

9.12.1 低功耗模式

为减少功耗，G80F927 提供三种低功耗模式空闲(Idle)模式、高级空闲(Super-Idle)模式和掉电模式。这三种模式都由 PCON 和 SUSLO 寄存器控制。

9.12.1.1 空闲模式和高级空闲模式

空闲模式能够降低系统功耗，在此模式下，程序中止运行，CPU 时钟停止，但外部设备时钟继续运行。空闲模式下，CPU 在确定的状态下停止，并在进入空闲模式前所有 CPU 的状态都被保存，如 PC，PSW，SFR，RAM 等。

高级空闲模式(Super-IDLE)的控制和操作与空闲模式(IDLE)相同，但比空闲模式更省电。在高级空闲模式，如果软件没有禁止，可有 LPD 中断、RTC 中断、外部中断和 LCD 模块工作。在进入高级空闲模式前，软件关闭不用的模块以降低功耗。

两条连续指令：先设置 SUSLO 寄存器为 55H，随即将 PCON 寄存器中的 IDL/SIDL 位置 1，使 G80F927 进入空闲/高级空闲模式。如果按顺序要求的连续指令不被满足，CPU 在下一个机器周期清除 SUSLO 寄存器或 IDL/SIDL 位，CPU 也不会进入空闲/高级空闲模式。

IDL/SIDL 位置 1 是 CPU 进入空闲模式之前执行的最后一条指令。

两种方式可以退出空闲模式：

1) 产生一个中断。在预热定时结束之后，恢复 CPU 时钟，硬件清除 SUSLO 寄存器和 PCON 寄存器的 IDL 位。然后执行中断服务程序，随后跳转到进入空闲模式指令之后的指令。

2) 复位信号产生后(复位引脚上出现低电平，WDT 复位(如果被允许)，LVR 复位(如果被允许))。在预热定时结束之后，CPU 恢复时钟，SUSLO 寄存器和在 PCON 寄存器中的 IDL 位被硬件清除，最后 G80F927 复位。然后程序从地址位 0000H 开始执行。RAM 保持不变而 SFR 的值根据不同功能模块改变。

注：高级空闲模式(Super-IDLE)只能用 LPD 中断或 RTC 中断或外部中断或复位唤醒。

9.12.1.2 掉电模式

掉电模式可以使 G80F927 进入功耗非常低的状态。掉电模式将停止 CPU 和外围设备的所有时钟信号，通过 OP_WDT 选项决定 WDT 功能是否有效。在进入掉电模式前所有 CPU 的状态都被保存，如 PC，PSW，SFR，RAM 等。

两条连续指令：先设置 SUSLO 寄存器为 55H，随即将 PCON 寄存器中的 PD 位置 1，使 G80F927 进入掉电模式。如果按顺序要求的连续指令不被满足，CPU 在下一个机器周期清除 SUSLO 寄存器或 PD 位，CPU 也不会进入掉电模式。

PD 位置 1 是 CPU 进入掉电模式之前执行的最后一条指令。

注意：如果同时将 SIDL、IDL 和 PD 位置 1，G80F927 将进入掉电模式。当从掉电模式唤醒后，硬件会自动清除 SIDL、IDL 和 PD 位，CPU 既不会进入高级空闲模式也不会进入空闲模式。

如果同时将 SIDL、IDL 位置 1，G80F927 将进入高级空闲模式。当从高级空闲模式唤醒后，硬件会自动清除 SIDL、IDL 位，不会进入空闲模式。

有两种方式可以退出掉电模式：

1) 有效外部中断(如 INT1, INT2 和 INT3)和 LPD 中断能使 G80F927 退出掉电模式。在中断发生后振荡器启动, 在预热计时结束之后 CPU 时钟和外部设备时钟恢复, SUSLO 寄存器和 PCON 寄存器中的 PD 位会被硬件清除, 然后程序运行中断服务程序。在完成中断服务程序之后, 跳转到进入掉电模式之后的指令继续运行。

2) 复位信号(复位引脚上出现低电平, WDT 复位(如果被允许), LVR 复位(如果被允许))。在预热计时之后会恢复 CPU 时钟, SUSLO 寄存器和 PCON 寄存器中的 PD 位会被硬件清除, 最后 G80F927 会被复位。然后程序会从 0000H 地址位开始运行。RAM 将保持不变, 而根据不同功能模块 SFR 的值可能改变。

如要进入这三种低功耗模式, 必须在置位 PCON 中的 IDL/SIDL/PD 位后增加 3 个空操作指令

9.12.2 供电模式

根据供电电源不同, 对应有两种供电模式: 正常供电模式和电池供电模式。供电模式切换由电源管理自动实现或软件控制实现。自动切换功能可由寄存器控制其运行或禁止。无论是外部电源 V_{DD} 单独上电供电还是电池单独上电供电, 或两者同时上电供电, G80F927 都能正常工作。

9.12.2.1 正常供电模式

正常供电模式的电源由外部电源提供, 电池不工作, 是主要的工作模式。正常供电模式下所有功能都可运行。在这个模式下, 系统时钟为 PLL 时钟, 计量模块正常工作。温度和电池电压可以定时启动 ADC 测量。在正常模式下, 要降低功耗, 可以进入空闲模式, 同时关闭 ADC, TPS 等模块。考虑到掉电检测的需要, LPD 中断应开启。

9.12.2.2 电池供电模式

电池供电模式下 G80F927 由电池供电, 外部电源掉电。电池供电模式下计量模拟前端没有供电, 同时硬件禁止计量功能, ADCEN(EMUSR.6)和 DSPEN(EMUSR.7)都清为 0, 其它功能可软件控制其运行或禁止。电池供电模式下, 可以进入空闲模式或高级空闲模式。电池供电模式下, 高级空闲模式是主要工作模式。高级空闲模式有两种状态, 分别对应 LCD 工作状态(掉电抄表)和 LCD 禁止工作状态。LCD 禁止工作状态是主要工作状态, 功耗低。高级空闲模式下, 外部中断发生时, LCD 正常工作。当 RTC 中断发生, 可再次禁止 LCD 工作, 降低功耗。

| 功能模式 | 正常模式 | 空闲模式 | 高级空闲模式 (掉电抄表) | 高级空闲模式 (LCD 禁止) |
|--------------------|---|---|---|--|
| 禁止的功能模块 | | CPU | 计量模块, CPU, EUART0&1&2, ADC, TWI, TPS TIMER0&1&2, PWM0&1 | 计量模块, CPU, EUART0&1&2, ADC, TWI, TPS, TIMER0&1&2, PWM0&1 |
| 软件控制(运行/禁止)的功能模块 | 计量模块, PLL, LCD, TPS, ADC, TWI, LPD, EUART0&1, TIMER0&1&2, PWM0&1 | 计量模块, PLL, LCD, TPS, ADC, TWI, LPD, EUART0&1, TIMER0&1&2, PWM0&1 | PLL, LPD | PLL, LCD, LPD |
| 代码选择控制(运行/禁止)的功能模块 | WDT, LVR | WDT, LVR | WDT, LVR | WDT, LVR |
| 工作(不能禁止)的功能模块 | CPU, RTC, 外部中断 | RTC, 外部中断 | RTC, LCD, 外部中断 | RTC, 外部中断 |

电池供电模式下功能模块工作状态

9.12.2.3 供电模式切换

在正常供电模式下，若 VIN 引脚电压检测功能有效(代码选择允许其功能)，低电压检测(LPD)检测到 VIN 引脚电压低于 1.2V，产生 LPD 中断请求。低电压检测(LPD)检测到 V_{DD} 引脚低于 2.7V，硬件切换供电电源至电池供电，进入电池供电模式，会再次产生 LPD 中断请求。

在正常供电模式下，若 VIN 引脚电压检测功能无效(代码选择禁止其功能)，低电压检测(LPD)检测到 V_{DD} 引脚低于 2.7V，产生 LPD 中断请求，同时硬件迅速切换至电池供电。

在电池供电模式下，若 VIN 引脚电压检测功能无效(代码选择禁止其功能)，低电压检测(LPD)检测到 V_{DD} 引脚高于 2.7V，硬件切换供电电源至外部电源供电，进入正常供电模式，同时产生 LPD 中断请求。若 VIN 引脚电压检测功能有效(代码选择允许其功能)，低电压检测(LPD)检测到 VIN 引脚电压高于 1.2V，会再次产生 LPD 中断请求。

自动切换功能可通过 AUTOS(LPDCON.0)选择允许或禁止，为保证不误写，与省电模式进入一样，必须先写入 55H 至电源切换控制寄存器，后置 1 或清 0 AUTOS(LPDCON.0)位，必须连续指令，否则自动切换功能控制无效。

若自动切换功能被 AUTOS(LPDCON.0)选择禁止，供电模式切换亦可通过软件实现。为保证不误写，与省电模式进入一样，必须先写入 55H 至电源切换控制寄存器，后设置供电电源，必须连续指令，否则供电模式切换无效。

9.12.2.4 寄存器

LPD 控制寄存器

| B3H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|-------|-------|-------|------------------|-------|-------|-------|------------------|
| LPDCON | LPDEN | FVIN | LPDIF | VOUTS | FVDD | LPDS | - | AUTOS |
| 读/写 | 读/写 | 读 | 读/写 | 读/写 | 读 | 读 | - | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 1 | 0 | 0 | 0 u 0 0 | 0 | 0 | - | 0 u 0 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|-------|--|
| 7 | LPDEN | LPD 允许 0: 禁止低电压检测 1: 允许低电压检测 |
| 6 | FVIN | VIN 引脚电压状态标记 0: VIN 引脚电压低于 1.2V 1: VIN 引脚电压高于 1.2V 若代码选择禁止 VIN 电压检测功能，此标志位无效 |
| 5 | LPDIF | LPD 中断请求标志 0: 无中断挂起 1: 中断挂起 |
| 4 | VOUTS | 供电电源状态 0: 电池供电至 VOUT 1: 外部供电至 VOUT |
| 3 | FVDD | V_{DD} 电压状态标记 0: V _{DD} 电压低于 2.7V 1: V _{DD} 电压高于 2.7V |
| 2 | LPDS | LPD 中断源 0: V _{DD} 电压引起中断 1: VIN 引脚电压引起中断 |
| 0 | AUTOS | 供电自动切换允许 0: 允许供电自动切换 1: 禁止供电自动切换 |

电源切换控制寄存器

| E7H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| PASLO | PASLO. 7 | PASLO. 6 | PASLO. 5 | PASLO. 4 | PASLO. 3 | PASLO. 2 | PASLO. 1 | PASLO. 0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|------------|--|
| 7-0 | PASLO[7-0] | 此寄存器用来控制供电电源切换。只有写入 55H 后连续指令修改 LPD 控制寄存器，才能使实现供电电源状态和供电自动切换位的写入控制。否则在下个周期中 PASLO 将被硬件清 0，AUTOS 或 VOUTS 位恢复前值。 |

电源控制寄存器

| 87H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| PCON | SMOD | SSTAT | SSTAT1 | SIDL | GF1 | GF0 | PD | IDL |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|---------|---|
| 7 | SMOD | UART 波特率加倍器 |
| 6 | SSTAT | SCON [7:5]功能选择位 |
| 5 | SSTAT1 | SCON1 [7:5]功能选择位 |
| 4 | SIDL | 高级空闲模式控制位 0: 当一个中断或复位产生时由硬件清 0 1: 由软件设置进入空闲模式 |
| 3-2 | GF[1:0] | 用于软件的通用标志位 |
| 1 | PD | 掉电模式控制位 0: 当一个中断或复位产生时由硬件清 0。 1: 由软件置 1 激活掉电模式。 |
| 0 | IDL | 空闲模式控制位 0: 当一个中断或复位产生时由硬件清 0。 1: 由软件置 1 激活空闲模式。 |

省电模式控制寄存器

| 8EH | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| SUSLO | SUSLO. 7 | SUSLO. 6 | SUSLO. 5 | SUSLO. 4 | SUSLO. 3 | SUSLO. 2 | SUSLO. 1 | SUSLO. 0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|------------|--|
| 7-0 | SUSLO[7-0] | 此寄存器用来控制 CPU 进入省电模式(空闲或掉电)。只有像下面的连续指令才能使 CPU 进入省电模式。否则在下一个周期中 SUSLO, IDL, SIDL 或 PD 位将被硬件清 0 |

程序举例:

| |
|---|
| <pre> IDLE_MODE: MOV SUSLO, #55H ORL PCON, #01H NOP NOP NOP </pre> |
| <pre> SUPERIDLE_MODE: MOV SUSLO, #55H ORL PCON, #10H NOP NOP NOP </pre> |
| <pre> POWERDOWN_MODE: MOV SUSLO, #55H ORL PCON, #02H NOP NOP NOP </pre> |

9.13 预热计数器

特性

- 内建电源预热计数器消除电源的上电的不稳定状态
- 内建振荡器预热计数器消除振荡器起振时的不稳定状态

G80F927 内建有电源上电预热计数器，主要是用来消除上电电压建立时的不稳定态，同时完成内部一些初始化序列，如读取内部客户代码选项等。

G80F927 内建振荡器预热计数器，它能消除振荡器在下列情况下起振时的不稳定状态：上电复位，引脚复位，从低功耗模式中唤醒，看门狗复位和 LVR 复位。

上电后，G80F927 会先经过电源上电预热计数过程，等待溢出后再进行振荡器的预热计数过程过程，溢出后开始运行程序。

电源上电预热计数时间

| 上电复位/ 引脚复位/ 低电压复位 | | 看门狗复位 (不包含掉电模式) | | 看门狗复位 (唤醒掉电模式) | | 掉电模式下中断唤醒 | |
|-------------------------|---------------|--------------------|---------------|-------------------|---------------|----------------|---------------|
| 电源上电预热 计数时间 | 振荡器上电预 热计数 | 电源上电预热 计数时间 | 振荡器上电预 热计数 | 电源上电预热 计数时间 | 振荡器上电预 热计数 | 电源上电预热 计数时间 | 振荡器上电预 热计数 |
| 11ms | 有 | 1000CKs | 无 | 1000CKs | 有 | 16CKs | 有 |

振荡器上电预热计数时间

| 振荡器类型 | 预热计数时间 |
|-----------------|-------------------------|
| 32.768kHz 晶振振荡器 | $2^{13} \times T_{osc}$ |

9.14 代码选项

OP_WDT[7]:

- 0: 禁止看门狗(WDT)功能(默认)
- 1: 允许看门狗(WDT)功能

OP_WDTPD[6]:

- 0: 掉电模式(Power-down)下, 禁止看门狗(WDT)功能
- 1: 掉电模式(Power-down)下, 允许看门狗(WDT)功能

OP_WDTSIDL[5]:

- 0: 高级空闲模式(Super-IDLE)下, 禁止看门狗(WDT)功能
- 1: 高级空闲模式(Super-IDLE)下, 允许看门狗(WDT)功能

OP_LVREN[7]

- 0: 禁止低电压复位(LVR)功能(默认)
- 1: 允许低电压复位(LVR)功能

OP_RST[5]

- 0: P2.0 用作 RST 引脚(默认)
- 1: P2.0 用作 I/O 引脚

OP_VINEN[4]

- 0: P2.3 用作 VIN 引脚(默认), VIN 引脚电压检测功能允许
- 1: P2.3 用作 I/O 引脚或 AN0, VIN 引脚电压检测功能禁止

OP_RTC[5]

- 0: Method A(默认)
- 1: Method B

OP_MNM[0]

- 0: 禁止掉零线模式(默认)
- 1: 允许掉零线模式

OP_ISP[7]

- 0: 允许 ISP 功能.(默认)
- 1: 禁止 ISP 功能.

OP_ISPPIN[6]

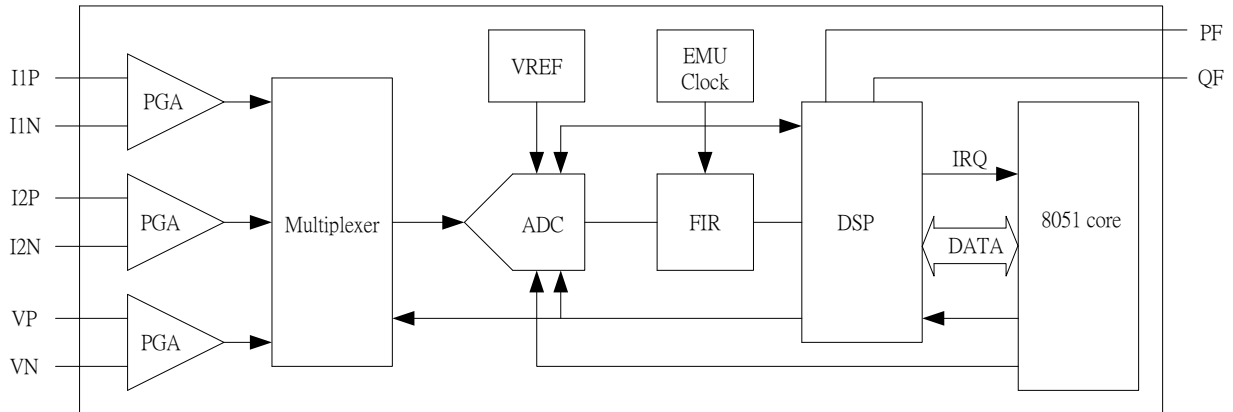
- 0: 仅当 P2.1 和 P2.2 同时为低时进入 ISP 模式 (默认)
 - 1: 进入 ISP 模式时不检测 P2.1 和 P2.2 状态
- 注意: 此代码选项仅当 OP_ISP=0 时有效。

10. 电能计量

G80F927 提供单相电能计量所需要的全部功能，包括有功功率与有功电能、无功功率与无功电能、视在功率与视在电能、电压电流有效值及频率计算等，支持灵活的防窃电方案和校表方案。

- 在动态范围 1000:1 内有功误差小于 0.1%
- 在动态范围 1000:1 内无功误差小于 0.5%
- 电压、电流有效值
- 电压频率测量
- 灵活的防窃电方案，窃电阈值通过寄存器可调
- 灵活的潜动与启动方案
- 脉冲输出 PF/QF
- 过零、失压中断检测

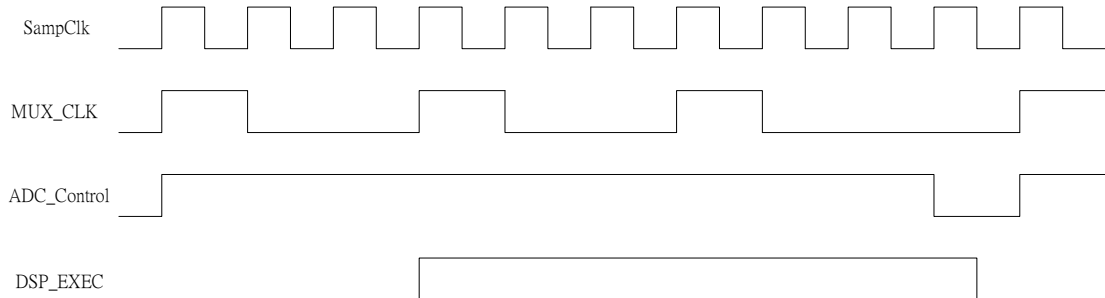
G80F927 电能计量单元(EMU)由模拟前端(AFE)和数字信号处理器(DSP)两部分组成。模拟前端采集两路电流信号和一路电压信号，数字信号处理器完成有功功率与有功电能、无功功率与无功电能、电压有效值、电流有效值及频率计算等计量功能。通过 SFR 寄存器和中断方式，可以对数字信号处理部分进行校表参数配置和计量参数读取；计量的结果还通过 PF/QF 引脚输出，即校表脉冲输出，可以直接接到标准表进行误差对比。EMU 时钟为 PLL/2，即 4.9152M。



电能计量单元(EMU)硬件结构图

10.1 电能计量时序

电能计量单元只有一个 ADC，分时复用采样三个通道信号，其时序见下图。其中采样时钟 SampClk 是 EMU 时钟的 196 分频，多路复用器控制信号 MUX_CLK 上升沿启用选择下一通道，ADC 控制信号 ADC_Control 高电平时，ADC 运行；低电平时，ADC 停止运行。DSP 控制信号 DSP_EXEC 高电平时，DSP 运行；低电平时，DSP 停止运行。一次完整计量采样周期需要 10 个采样时钟，多路复用器选择了三个信道，每个信道占用三个采样时钟。ADC 在 MUX_CLK 上升沿清零。DSP 在第一个通道采样结束后，得到第一个数据后运行，在第三个通道采样完后，还要运行一段时间。



电能计量控制时序

10.2 模拟前端(AFE)

G80F927 模拟前端包含三个模拟增益放大器(PGA)、一个多路复用器(Multiplexer)、一个 Σ - Δ 模数转换器(ADC)和一个基准电压(VREF)。模拟前端实现电压和电流信号采集和量化。

10.2.1 模拟增益放大器(PGA)

模拟增益放大器完成输入差分信号的幅度放大，放大后的信号经多路复用器后，再送给 ADC 进行采样，在极小信号输入时能够保证测量的线性度。通过寄存器可以对三个 PGA 独立配置放大倍数，放大倍数分别为 1、2、4、8。放大倍数为 1 时，输入信号最大值为 $\pm 0.2V$ ；放大倍数为 2 时，输入信号最大值为 $\pm 0.1V$ ；放大倍数为 4 时，输入信号最大值为 $\pm 0.05V$ ；放大倍数为 8 时，输入信号最大值为 $\pm 0.025V$ ；三个 PGA 输入对应三路差分信号，分别是两路电流信号和一路电压信号，PGA 输出至多路选择器。

10.2.2 多路复用器(Multiplexer)

多路复用器输入对应三个 PGA 输出，分时复用切换每个 PGA 的输出至 ADC。多路复用器输入时钟 MUX_CLK，其中每个 PGA 输出占有三个采样时钟。

10.2.3 模数转换器(ADC)

G80F927 提供 23 位 Σ - Δ ADC，量化电压和电流输入。ADC 工作时钟为 EMU 时钟，过采样率为 176。ADC 输出脉冲流至有限冲击响应滤波器(FIR)。FIR 抽取生成 23 位数据存至寄存器，同时传至 DSP，进行计量运算。ADC 量化关

系：
$$\text{ADC 值} = 4.0 \times \frac{V_{in}}{V_{ref}} \times 5,451,776。$$

间接寄存器 I1DTA、I2DTA、VDTA 存储两个通道电流和一个通道电压 ADC 输出值，更新频率为 2507.8Hz。

10.2.4 基准电压(VREF)

ADC 内嵌高精度带隙基准电压，提供 ADC 电压基准。电压值 1.21V，温度系数 $\pm 25\text{ppm}/^\circ\text{C}$ 。

10.3 数字信号处理器(DSP)

数字信号处理器接受 FIR 输出的电压电流量化值，执行数字信号处理，得到有功电能，无功电能，电压电流有效值等电能数据并输出有功和无功脉冲。

10.4 寄存器

EMU 包括两类寄存器，一类是 SFR 寄存器，即直接寄存器，用户可以通过 SFR 地址直接访问；另一类是计量参数和校表参数寄存器，是间接寄存器，用户需要通过直接寄存器间接访问。

10.4.1 SFR寄存器

EMU SFR 寄存器列表

| 地址 | 名称 | 说明 |
|-----|-------|--------------|
| D1H | EADR | EMU 地址寄存器 |
| D2H | EDTAH | EMU 高字节数据寄存器 |
| D3H | EDTAM | EMU 中字节数据寄存器 |
| D4H | EDTAL | EMU 低字节数据寄存器 |
| D5H | EMUSR | EMU 状态/控制寄存器 |
| D6H | EMUIE | EMU 中断允许寄存器 |
| D7H | EMUIF | EMU 中断标志寄存器 |

EMU 地址寄存器

| D1H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| EADR | RW | EADR.6 | EADR.5 | EADR.4 | EADR.3 | EADR.2 | EADR.1 | EADR.0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|-----------|---|
| 7 | RW | EMU 间接寄存器读写标志 0: 读 EMU 间接寄存器 1: 写 EMU 间接寄存器 |
| 6-0 | EADR[6-0] | EMU 地址寄存器 |

EMU 高字节数据寄存器

| D2H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| EDTAH | EDTAH .7 | EDTAH .6 | EDTAH .5 | EDTAH .4 | EDTAH .3 | EDTAH .2 | EDTAH .1 | EDTAH .0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值(POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|------------|--------------|
| 7-0 | EDTAH[7-0] | EMU 高字节数据寄存器 |

EMU 中字节数据寄存器

| D3H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| EDTAM | EDTAM .7 | EDTAM .6 | EDTAM .5 | EDTAM .4 | EDTAM .3 | EDTAM .2 | EDTAM .1 | EDTAM .0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值(POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|------------|--------------|
| 7-0 | EDTAM[7-0] | EMU 中字节数据寄存器 |

EMU 低字节数据寄存器

| D4H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| EDTAL | EDTAL. 7 | EDTAL. 6 | EDTAL. 5 | EDTAL. 4 | EDTAL. 3 | EDTAL. 2 | EDTAL. 1 | EDTAL. 0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值(POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|------------|--------------|
| 7-0 | EDTAL[7-0] | EMU 低字节数据寄存器 |

EMU 状态/控制寄存器

| D5H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|-----------------------|------------------|------------------|-------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| EMUSR | DSPEN | ADCEN | - | SAGF | NoQLd | NoPLd | REVQ | REVP |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | - | 读 | 读 | 读 | 读 | 读 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | - | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|-------|--|
| 7 | DSPEN | DSP 门控 0: 禁止 1: 允许 |
| 6 | ADCEN | ADC 门控 0: 禁止 1: 允许 |
| 4 | SAGF | 失压状态标志 0: 正常状态 1: 失压状态 |
| 3 | NoQLd | 无功功率不累计标志 0: 无功功率大于等于起动功率 1: 无功功率小于起动功率 |
| 2 | NoPLd | 有功功率不累计标志 0: 有功功率大于等于起动功率 1: 有功功率小于起动功率 |
| 1 | REVQ | 反向无功电能标志 0: 正无功电能 1: 负无功电能 |
| 0 | REVP | 反向有功电能标志 0: 正有功电能 1: 负有功电能 |

由正常供电切换至电池供电时，应禁止 DSP 和 ADC；而由电池供电切换至正常供电时，应允许 DSP 和 ADC 运行，DSP 启动时，初始化计量参数寄存器，且 DSP 初始化。ADC 功能块包含模拟前端，FIR 滤波器和三个 ADC 输出值寄存器(I1DTA, I2DTA, VDTA)。

10.4.2 间接寄存器

间接寄存器包括计量参数寄存器和校表参数寄存器。

计量参数寄存器除 FREQ 外都为只读寄存器，只能通过 EADR 和 EDTAH/EDTAM/EDTAL 寄存器间接读取。

1、如果计量参数寄存器为 3 字节的寄存器，则 EDTAH/EDTAM/EDTAL 分别存放这 3 个字节的高、中、低位字节数据。

2、如果计量参数寄存器为 2 字节的寄存器，则 EDTAM/EDTAL 分别存放这 2 个字节的中、低位字节数据，而 EDTAH 为符号扩展位，即为 EDTM.7 的扩展位。

计量参数操作规则：先写要访问寄存器地址至 EADR 中，其中读写标志为 0，则相应地址的计量数据更新至 SFR 寄存器 EDTAH/EDTAM/EDTAL 中，再访问 EDTAH/EDTAM/EDTAL 寄存器。

校表参数设置寄存同样通过 EADR 和 EDTAM/EDTAL 寄存器间接读取，但 EDTAH 寄存器无效。

1、参数设置寄存器为 2 字节数据时，EDTAM 和 EDTAL 分别为校表参数设置寄存器的高位和低位字节数据。

2、如果校表参数设置寄存器为单字节数据，则 EDTAL 为校表参数设置寄存器的数据，而 EDTAM 数据无效。

校表参数操作规则：

1、访问参数设置寄存器时，先写要访问寄存器地址至 EADR 寄存器，其中读写标志为 0，则相应地址的校表参数数据更新至 SFR 寄存器 EDTAM/EDTAL 中，再访问 EDTAM/EDTAL 寄存器。

2、写校表参数设置寄存器时，先写数据至 EDTAM/EDTAL 寄存器中，再写要访问寄存器地址至 EADR 寄存器，其中读写标志为 1，则 EDTAM/EDTAL 中数据更新至相应地址的校表参数设置寄存器中。

10.4.2.1 计量参数寄存器

EMU 计量参数寄存器列表

| 地址 | 名称 | 字节长度 | 说明 |
|-----|-------|------|----------------|
| 00H | I1DTA | 3 | 电流通道 1 ADC 输出值 |
| 01H | I2DTA | 3 | 电流通道 2 ADC 输出值 |
| 02H | VDTA | 3 | 电压通道 ADC 输出值 |
| 03H | APWR | 3 | 有功功率值 |
| 04H | RPWR | 3 | 无功功率值 |
| 05H | SPWR | 3 | 视在功率值 |
| 06H | AERY | 3 | 有功电能值 |
| 07H | RERY | 3 | 无功电能值 |
| 08H | SERY | 3 | 视在电能值 |
| 09H | FREQ | 2 | 电压频率值 |
| 0AH | I1Rms | 3 | 通道 1 电流有效值 |
| 0BH | I2Rms | 3 | 通道 2 电流有效值 |
| 0CH | VRMS | 3 | 电压有效值 |
| 0DH | WPA | 3 | 有功电能脉冲累计值 |
| 0EH | VARPA | 3 | 无功电能脉冲累计值 |
| 0FH | VAPA | 3 | 视在电能脉冲累计值 |
| 43h | AERYL | 3 | 有功电能低位值 |
| 44h | RERYL | 3 | 无功电能低位值 |
| 45h | SERYL | 1 | 视在电能低位值 |

通道 1 电流 ADC 输出值

| 00H | 第 23 位 | 第 22 位 | 第 21 位 | 第 20~3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| I1DTA | I1DTA.23 | I1DTA.22 | I1DTA.21 | I1DTA.20...3 | I1DTA.2 | I1DTA.1 | I1DTA.0 |
| 读/写 | 读 | 读 | 读 | 读 | 读 | 读 | 读 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|------|-------------|----------------------------|
| 23-0 | I1DTA[23-0] | 电流通道 1 ADC 输出值，二进制补码表示有符号数 |

通道 2 电流 ADC 输出值

| 01H | 第 23 位 | 第 22 位 | 第 21 位 | 第 20~3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| I2DTA | I2DTA.23 | I2DTA.22 | I2DTA.21 | I2DTA.20...3 | I2DTA.2 | I2DTA.1 | I2DTA.0 |
| 读/写 | 读 | 读 | 读 | 读 | 读 | 读 | 读 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|------|-------------|----------------------------|
| 23-0 | I2DTA[23-0] | 电流通道 2 ADC 输出值，二进制补码表示有符号数 |

电压通道 ADC 输出值

| 02H | 第 23 位 | 第 22 位 | 第 21 位 | 第 20~3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| VDTA | VDTA.23 | VDTA.22 | VDTA.21 | VDTA.20...3 | VDTA.2 | VDTA.1 | VDTA.0 |
| 读/写 | 读 | 读 | 读 | 读 | 读 | 读 | 读 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|------|------------|----------------------------|
| 23-0 | VDTA[23-0] | 电压通道 ADC 转换输出值，二进制补码表示有符号数 |

有功功率值寄存器

| 03H | 第 23 位 | 第 22 位 | 第 21 位 | 第 20~3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| APWR | APWR.2 3 | APWR.2 2 | APWR.2 1 | APWR.20...3 | APWR. 2 | APWR. 1 | APWR.0 |
| 读/写 | 读 | 读 | 读 | 读 | 读 | 读 | 读 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|------|------------|-------------------|
| 23-0 | APWR[23-0] | 有功功率值，二进制补码表示有符号数 |

无功功率值寄存器

| 04H | 第 23 位 | 第 22 位 | 第 21 位 | 第 20~3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| RPWR | RPWR.23 | RPWR.22 | RPWR.21 | RPWR.20...3 | RPWR.2 | RPWR.1 | RPWR.0 |
| 读/写 | 读 | 读 | 读 | 读 | 读 | 读 | 读 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|------|------------|-------------------|
| 23-0 | RPWR[23-0] | 无功功率值，二进制补码表示有符号数 |

视在功率值寄存器

| 05H | 第 23 位 | 第 22 位 | 第 21 位 | 第 20~3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|---------|---------|---------|-------------|--------|--------|--------|
| SPWR | SPWR.23 | SPWR.22 | SPWR.21 | SPWR.20...3 | SPWR.2 | SPWR.1 | SPWR.0 |
| 读/写 | 读 | 读 | 读 | 读 | 读 | 读 | 读 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | u | u | u | u | u | u | u |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|------|------------|------------|
| 23-0 | SPWR[23-0] | 视在功率值，无符号数 |

有功电能值寄存器

| 06H | 第 23 位 | 第 22 位 | 第 21 位 | 第 20~3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|---------|---------|---------|-------------|--------|--------|--------|
| AERY | AERY.23 | AERY.22 | AERY.21 | AERY.20...3 | AERY.2 | AERY.1 | AERY.0 |
| 读/写 | 读 | 读 | 读 | 读 | 读 | 读 | 读 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | u | u | u | u | u | u | u |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|------|------------|-------------------|
| 23-0 | AERY[23-0] | 有功电能值，二进制补码表示有符号数 |

无功电能值寄存器

| 07H | 第 23 位 | 第 22 位 | 第 21 位 | 第 20~3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|---------|---------|---------|-------------|--------|--------|--------|
| RERY | RERY.23 | RERY.22 | RERY.21 | RERY.20...3 | RERY.2 | RERY.1 | RERY.0 |
| 读/写 | 读 | 读 | 读 | 读 | 读 | 读 | 读 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | u | u | u | u | u | u | u |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|------|------------|-------------------|
| 23-0 | RERY[23-0] | 无功电能值，二进制补码表示有符号数 |

视在电能值寄存器

| 08H | 第 23 位 | 第 22 位 | 第 21 位 | 第 20~3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|---------|---------|---------|-------------|--------|--------|--------|
| SERY | SERY.23 | SERY.22 | SERY.21 | SERY.20...3 | SERY.2 | SERY.1 | SERY.0 |
| 读/写 | 读 | 读 | 读 | 读 | 读 | 读 | 读 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | u | u | u | u | u | u | u |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|------|------------|------------|
| 23-0 | SERY[23-0] | 视在电能值，无符号数 |

电压频率寄存器

| 09H | 第 15 位 | 第 14 位 | 第 13 位 | 第 12~3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|-------------------|---------|---------|---------|-------------|--------|--------|--------|
| FREQ | FREQ.15 | FREQ.14 | FREQ.13 | FREQ.12...3 | FREQ.2 | FREQ.1 | FREQ.0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 | 0 | 0 | 0 | 1101101101 | 1 | 1 | 0 |
| (POR/WDT/LVR/PIN) | u | u | u | u | u | u | u |
| | 0 | 0 | 0 | 1101101101 | 1 | 1 | 0 |
| | 0 | 0 | 0 | 1101101101 | 1 | 1 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|------|------------|----------------------|
| 15-0 | FREQ[15-0] | 电压频率值，无符号数，复位值 1B6Eh |

频率值是一个 16 位的无符号数，通过对零点计数的方式，得到频率值。更新周期 0.6 秒，精度 0.01Hz。参数格式化公式为： $f = 4915200 * 14 / (196 * \text{FREQ})$ 。

通道 1 的电流有效值寄存器

| 0AH | 第 23 位 | 第 22 位 | 第 21 位 | 第 20~3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|-------------------|----------|----------|----------|--------------|---------|---------|---------|
| I1Rms | I1Rms.23 | I1Rms.22 | I1Rms.21 | I1Rms.20...3 | I1Rms.2 | I1Rms.1 | I1Rms.0 |
| 读/写 | 读 | 读 | 读 | 读 | 读 | 读 | 读 |
| 复位值 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| (POR/WDT/LVR/PIN) | u | u | u | u | u | u | u |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|------|-------------|-----------------|
| 23-0 | I1Rms[23-0] | 通道 1 电流有效值，无符号数 |

通道 2 的电流有效值寄存器

| 0BH | 第 23 位 | 第 22 位 | 第 21 位 | 第 20~3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|-------------------|----------|----------|----------|--------------|---------|---------|---------|
| I2Rms | I2Rms.23 | I2Rms.22 | I2Rms.21 | I2Rms.20...3 | I2Rms.2 | I2Rms.1 | I2Rms.0 |
| 读/写 | 读 | 读 | 读 | 读 | 读 | 读 | 读 |
| 复位值 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| (POR/WDT/LVR/PIN) | u | u | u | u | u | u | u |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|------|-------------|-----------------|
| 23-0 | I2Rms[23-0] | 通道 2 电流有效值，无符号数 |

电压有效值寄存器

| 0CH | 第 23 位 | 第 22 位 | 第 21 位 | 第 20~3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| VRMS | VRMS.23 | VRMS.22 | VRMS.21 | VRMS.20...3 | VRMS.2 | VRMS.1 | VRMS.0 |
| 读/写 | 读 | 读 | 读 | 读 | 读 | 读 | 读 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|------|------------|------------|
| 23-0 | VRMS[23-0] | 电压有效值，无符号数 |

电压电流有效更新频率 2.5Hz。

有功电能脉冲累计值寄存器

| 0DH | 第 23 位 | 第 22 位 | 第 21 位 | 第 20~3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| WPA | WPA.23 | WPA.22 | WPA.21 | WPA.20...3 | WPA.2 | WPA.1 | WPA.0 |
| 读/写 | 读 | 读 | 读 | 读 | 读 | 读 | 读 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|------|-----------|----------------|
| 23-0 | WPA[23-0] | 有功电能脉冲累计值，无符号数 |

无功电能脉冲累计值寄存器

| 0EH | 第 23 位 | 第 22 位 | 第 21 位 | 第 20~3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| VARPA | VARPA.23 | VARPA.22 | VARPA.21 | VARPA.20...3 | VARPA.2 | VARPA.1 | VARPA.0 |
| 读/写 | 读 | 读 | 读 | 读 | 读 | 读 | 读 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|------|-------------|----------------|
| 23-0 | VARPA[23-0] | 无功电能脉冲累计值，无符号数 |

视在电能脉冲累计值寄存器

| 0FH | 第 23 位 | 第 22 位 | 第 21 位 | 第 20~3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| VAPA | VAPA.23 | VAPA.22 | VAPA.21 | VAPA.20...3 | VAPA.2 | VAPA.1 | VAPA.0 |
| 读/写 | 读 | 读 | 读 | 读 | 读 | 读 | 读 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|------|------------|----------------|
| 23-0 | VAPA[23-0] | 视在电能脉冲累计值，无符号数 |

有功电能低位值寄存器

| 43H | 第 23 位 | 第 22 位 | 第 21 位 | 第 20~3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| AERYL | AERYL.23 | AERYL.22 | AERYL.21 | AERYL.20...3 | AERYL.2 | AERYL.1 | AERYL.0 |
| 读/写 | 读 | 读 | 读 | 读 | 读 | 读 | 读 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|------|-------------|----------------------------|
| 23-0 | AERYL[23-0] | 有功电能低位值，对应有功电能内部寄存器的低 24 位 |

无功电能低位值寄存器

| 44H | 第 23 位 | 第 22 位 | 第 21 位 | 第 20~3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| RERYL | RERYL.23 | RERYL.22 | RERYL.21 | RERYL.20...3 | RERYL.2 | RERYL.1 | RERYL.0 |
| 读/写 | 读 | 读 | 读 | 读 | 读 | 读 | 读 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|------|-------------|----------------------------|
| 23-0 | RERYL[23-0] | 无功电能低位值，对应无功电能内部寄存器的低 24 位 |

视在电能低位值寄存器

| 45H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| SERYL | SERYL.7 | SERYL.6 | SERYL.5 | SERYL.4 | SERYL.3 | SERYL.2 | SERYL.1 | SERYL.0 |
| 读/写 | 读 | 读 | 读 | 读 | 读 | 读 | 读 | 读 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|------------|---------------------------|
| 7-0 | SERYL[7-0] | 视在电能低位值，对应无功电能内部寄存器的低 8 位 |

10.4.2.2 校表参数寄存器

EMU 校表参数寄存器列表

| 地址 | 名称 | 字节长度 | 说明 |
|-----|---------|------|--------------|
| 10H | W1GAIN | 2 | 通道 1 有功功率增益 |
| 11H | W2GAIN | 2 | 通道 2 有功功率增益 |
| 12H | Q1GAIN | 2 | 通道 1 无功功率增益 |
| 13H | Q2GAIN | 2 | 通道 2 无功功率增益 |
| 14H | S1GAIN | 2 | 通道 1 视在功率增益 |
| 15H | S2GAIN | 2 | 通道 2 视在功率增益 |
| 16H | P1CAL | 2 | 通道 1 电流相位补偿 |
| 17H | P2CAL | 2 | 通道 2 电流相位补偿 |
| 18H | ADCOS | 2 | ADC 偏置 |
| 19H | I2GAIN | 2 | 通道 2 电流增益 |
| 1AH | SPTS | 2 | 功率启动设置 |
| 1BH | ICONT | 2 | 输出脉冲频率设置 |
| 1CH | ICLK | 1 | 窃电阈值设置 |
| 1DH | EMCON | 1 | 电能计量方式选择 |
| 1EH | CHNLCR | 1 | 通道设置 |
| 1FH | IFUT | 2 | 窃电电流阈值设置 |
| 20H | PCNT | 2 | 快速有功脉冲计数 |
| 21H | QCNT | 2 | 快速无功脉冲计数 |
| 22H | SCNT | 2 | 快速视在脉冲计数 |
| 23H | GAIN | 1 | 通道增益选择 |
| 24H | SAGTHR | 1 | 失压门限设置 |
| 25H | SAGCNT | 1 | 失压采样计数 |
| 26H | CALMODE | 1 | 校正设置 |
| 27H | FREQI | 2 | 电压频率内部值 |
| 28H | WATT1OS | 2 | 通道 1 有功功率偏置 |
| 29H | WATT2OS | 2 | 通道 2 有功功率偏置 |
| 2AH | VAR1OS | 2 | 通道 1 无功功率偏置 |
| 2BH | VAR2OS | 2 | 通道 2 无功功率偏置 |
| 2CH | IRMS1OS | 2 | 通道 1 电流有效值偏置 |
| 2DH | IRMS2OS | 2 | 通道 2 电流有效值偏置 |
| 2EH | VRMSOS | 2 | 电压有效值偏置 |
| 2FH | VCONST | 2 | 电压固定值 |

通道 1 有功功率增益寄存器

| 10H | 第 15 位 | 第 14 位 | 第 13 位 | 第 12~3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|-----------|-----------|-----------|-------------------|----------|----------|----------|
| W1GAIN | W1GAIN.15 | W1GAIN.14 | W1GAIN.13 | W1GAIN.12 ...3 | W1GAIN.2 | W1GAIN.1 | W1GAIN.0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | u | u | u | u | u | u | u |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|------|--------------|----------------------------|
| 15-0 | W1GAIN[15-0] | 通道 1 有功电能增益设置，二进制补码表示有符号数。 |

第 15 位是符号位。

通道 2 有功功率增益寄存器

| 11H | 第 15 位 | 第 14 位 | 第 13 位 | 第 12~3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|
| W2GAIN | W2GAIN. 15 | W2GAIN. 14 | W2GAIN. 13 | W2GAIN. 12...3 | W2GAIN. 2 | W2GAIN. 1 | W2GAIN. 0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|------|--------------|----------------------------|
| 15-0 | W2GAIN[15-0] | 通道 2 有功电能增益设置，二进制补码表示有符号数。 |

第 15 位是符号位。

通道 1 无功功率增益寄存器

| 12H | 第 15 位 | 第 14 位 | 第 13 位 | 第 12~3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|
| Q1GAIN | Q1GAIN. 15 | Q1GAIN. 14 | Q1GAIN. 13 | Q1GAIN. 12...3 | Q1GAIN. 2 | Q1GAIN. 1 | Q1GAIN. 0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|------|--------------|----------------------------|
| 15-0 | Q1GAIN[15-0] | 通道 1 无功电能增益设置，二进制补码表示有符号数。 |

第 15 位是符号位。

通道 2 无功功率增益寄存器

| 13H | 第 15 位 | 第 14 位 | 第 13 位 | 第 12~3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|
| Q2GAIN | Q2GAIN. 15 | Q2GAIN. 14 | Q2GAIN. 13 | Q2GAIN. 12...3 | Q2GAIN. 2 | Q2GAIN. 1 | Q2GAIN. 0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|------|--------------|----------------------------|
| 15-0 | Q2GAIN[15-0] | 通道 2 无功电能增益设置，二进制补码表示有符号数。 |

第 15 位是符号位。

通道 1 视在功率增益寄存器

| 14H | 第 15 位 | 第 14 位 | 第 13 位 | 第 12~3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|
| S1GAIN | S1GAIN. 15 | S1GAIN.1 4 | S1GAIN.1 3 | S1GAIN.12... 3 | S1GAIN. 2 | S1GAIN. 1 | S1GAIN. 0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|------|---------------------|----------------------------|
| 15-0 | S1GAIN[15-0] | 通道 1 视在电能增益设置，二进制补码表示有符号数。 |

第 15 位是符号位。

通道 2 视在功率增益寄存器

| 15H | 第 15 位 | 第 14 位 | 第 13 位 | 第 12~3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|
| S2GAIN | S2GAIN. 15 | S2GAIN.1 4 | S2GAIN.1 3 | S2GAIN.12... 3 | S2GAIN. 2 | S2GAIN. 1 | S2GAIN. 0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|------|---------------------|----------------------------|
| 15-0 | S2GAIN[15-0] | 通道 2 视在电能增益设置，二进制补码表示有符号数。 |

第 15 位是符号位。

通道 1 电流相位补偿寄存器

| 16H | 第 15 位 | 第 14 位 | 第 13 位 | 第 12~3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| P1CAL | P1CAL.1 5 | P1CAL.1 4 | P1CAL.1 3 | P1CAL.12...3 | P1CAL. 2 | P1CAL. 1 | P1CAL. 0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|------|--------------------|--------------------------|
| 15-0 | P1CAL[15-0] | 通道 1 电流相位补偿，二进制补码表示有符号数。 |

通道 2 电流相位补偿寄存器

| 17H | 第 15 位 | 第 14 位 | 第 13 位 | 第 12~3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| P2CAL | P2CAL.1 5 | P2CAL.1 4 | P2CAL.1 3 | P2CAL.12...3 | P2CAL. 2 | P2CAL. 1 | P2CAL. 0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|------|-------------|--------------------------|
| 15-0 | P2CAL[15-0] | 通道 2 电流相位补偿，二进制补码表示有符号数。 |

相位补偿取值 $\pm 2^{15} - 1$ ，计算公式如下：

$$PHADJ = -sign(\Phi) \cdot \left[\frac{-tg|\Phi| + 0.12495\sqrt{1 + tg^2|\Phi|}}{0.12495 + 0.99216 \cdot tg|\Phi|} - 1 \right] \cdot 2^{15} \quad (50 \text{ Hz 信号})$$

$$\text{或 } PHADJ = -sign(\Phi) \cdot \left[\frac{-tg|\Phi| + 0.14976\sqrt{1 + tg^2|\Phi|}}{0.14976 + 0.98872 \cdot tg|\Phi|} - 1 \right] \cdot 2^{15} \quad (60 \text{ Hz 信号})$$

ADC 偏置设置

| 18H | 第 15 位 | 第 14 位 | 第 13 位 | 第 12~3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| ADCOS | ADCOS. 15 | ADCOS.1 4 | ADCOS.1 3 | ADCOS.12...3 | ADCOS. 2 | ADCOS. 1 | ADCOS. 0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|------|-------------|-----------------------|
| 15-0 | ADCOS[15-0] | ADC 偏置设置，二进制补码表示有符号数。 |

ADC 偏置计量位置在高通滤波器之前。运算过程中，ADCOS 左移三位(放大 8 倍)后参与运算。

通道 2 电流增益设置

| 19H | 第 15 位 | 第 14 位 | 第 13 位 | 第 12~3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| I2GAIN | I2GAIN.1 5 | I2GAIN.1 4 | I2GAIN.1 3 | I2GAIN.12...3 | I2GAIN. 2 | I2GAIN. 1 | I2GAIN. 0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|------|--------------|--------------------------|
| 15-0 | I2GAIN[15-0] | 通道 2 电流增益设置，二进制补码表示有符号数。 |

防窃电时，需要对两个通道的电流有效值进行比较，因而在同样电流输入下，电流通道 1 与电流通道 2 的寄存器应该相等。通过通道 2 电流增益设置寄存器 I2GAIN，可使在同样输入电流情况下，二者寄存器的值一致。电流通道 2 计算所得有效值乘以系数 $(1+ I2GAIN / 2^{16})$ 后的结果为电流通道 2 的有效值。

功率启动设置寄存器

| 1AH | 第 15 位 | 第 14 位 | 第 13 位 | 第 12~3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| SPTS | SPTS.15 | SPTS.14 | SPTS.13 | SPTS.12...3 | SPTS.2 | SPTS.1 | SPTS.0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|------|------------|----------------|
| 15-0 | SPTS[15-0] | 功率启动阈值设置，无符号值。 |

输出脉冲频率设置

| 1BH | 第 15 位 | 第 14 位 | 第 13 位 | 第 12~8 位 | 第 7 位 | 第 6~2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| ICONT | ICONT.15 | ICONT.14 | ICONT.13 | ICONT.12...8 | ICONT.7 | ICONT.6..2 | ICONT.1 | ICONT.0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 1 u 1 1 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|------|-------------|----------------|
| 15-0 | ICONT[15-0] | 输出脉冲频率设置，无符号值。 |

若 ICONT 设置为 0 时，脉冲比较时以 1 处理。

窃电阈值设置

| 1CH | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| ICLK | ICLK.7 | ICLK.6 | ICLK.5 | ICLK.4 | ICLK.3 | ICLK.2 | ICLK.1 | ICLK.0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 1 u 1 1 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|-----------|--------------|
| 7-0 | ICLK[7-0] | 窃电阈值设置，无符号值。 |

窃电阈值是个比例值，其值为

$ICHK.7X2^{-1}+ICHK.6X2^{-2}+ICHK.5X2^{-3}+ICHK.4X2^{-4}+ICHK.3X2^{-5}+ICHK.2X^{-6}+ICHK.1X^{-7}+ICHK.0X2^{-8}$ 。默认为 0.0625，即 6.25%。开启自动防窃电后，电流 1 和电流 2 两者相差超过窃电阈值电流值，则自动选择大的电流参与功率计量，同时 TAMP=1。如果电流 2 大于电流 1，则将标志位 I2GT1 置为 1，否则标志 I2GT1 为 0。

电能计量方式选择

| 1DH | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|-------|-------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| EMCON | - | - | VAROF | WOF | QMOD1 | QMOD0 | PMOD1 | PMOD0 |
| 读/写 | - | - | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | - | - | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|-----------|--|
| 5 | VAROF | 无功电能寄存器溢出标志 0: 未溢出 1: 溢出 |
| 4 | WOF | 有功电能寄存器溢出标志 0: 未溢出 1: 溢出 |
| 3-2 | QMOD[1-0] | 无功电能累加方式选择 00: 无功功率直接累加 01: 正无功功率累加 10: 无功功率绝对值累加 11: 无功功率直接累加 |
| 1-0 | PMOD[1-0] | 有功电能累加方式选择 00: 有功功率直接累加 01: 正有功功率累加 10: 有功功率绝对值累加 11: 有功功率直接累加 |

EMU 通道设置

| 1EH | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|-------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| CHNLCR | - | I2GT11 | TAMP | I2ON | HPFON | CHNSEL | POS | FLTON |
| 读/写 | - | 读 | 读 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | - | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 1 u 1 1 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|--------|--|
| 6 | I2GT11 | 两个通道电流值比较标志 0: $I2Rms \leq I1Rms$ 1: $I2Rms > I1Rms$ |

| | | |
|---|--------|---|
| 5 | TAMP | 窃电状态标志 0: 未发生窃电, I1Rms 与 I2Rms 相差不到设定的 ICHK 范围。 1: 发生窃电, I1Rms>I2RmsX(1+ICHK)或者 I2Rms>I1RmsX(1+ICHK)。 |
| 4 | I2ON | 第二通道开启选择 0: 第二通道关闭 1: 第二通道开启 |
| 3 | HPFON | 高通滤波器控制位 0: 关闭数字高通滤波器 1: 启动数字高通滤波器 |
| 2 | CHNSEL | 计量电流通道选择 0: 选择电流通道一作为计量输入通道 1: 选择电流通道二作为计量输入通道 |
| 1 | POS | PF/QF 电平有效位 0: 高电平有效 1: 低电平有效 |
| 0 | FLTON | 防窃电开启标志 0: 关闭防窃电处理模块 1: 开启防窃电处理模块, 电流输入通道选择由防窃电模块决定 |

I2GTI1 和 TAMP 标志只有在 FLTON=1 时有效, 否则保持复位值。

窃电电流阈值设置

| 1FH | 第 15 位 | 第 14 位 | 第 13 位 | 第 12~3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| IFUT | IFUT.15 | IFUT.14 | IFUT.13 | IFUT.12...3 | IFUT.2 | IFUT.1 | IFUT.0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|------|------------|-----------------|
| 15-0 | IFUT[15-0] | 窃电电流阈值设置, 无符号值。 |

防窃电处理模块开启时, 与两个通道电流有效值高 16 位比较。等两个通道电流有效值都低于 IFUT, TAMP 为 0, CHNSEL 不变。

快速有功脉冲计数

| 20H | 第 15 位 | 第 14 位 | 第 13 位 | 第 12~3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| PCNT | PCNT.15 | PCNT.14 | PCNT.13 | PCNT.12...3 | PCNT.2 | PCNT.1 | PCNT.0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|------|------------|-----------------------|
| 15-0 | PCNT[15-0] | 快速有功脉冲计数，二进制补码表示有符号值。 |

快速无功脉冲计数

| 21H | 第 15 位 | 第 14 位 | 第 13 位 | 第 12~3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| QCNT | QCNT.15 | QCNT.14 | QCNT.13 | QCNT.12...3 | QCNT.2 | QCNT.1 | QCNT.0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|------|------------|-------------------------|
| 15-0 | QCNT[15-0] | 快速无功电能脉冲计数，二进制补码表示有符号值。 |

快速视在脉冲计数

| 22H | 第 15 位 | 第 14 位 | 第 13 位 | 第 12~3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| SCNT | SCNT.15 | SCNT.14 | SCNT.13 | SCNT.12...3 | SCNT.2 | SCNT.1 | SCNT.0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|------|------------|----------------|
| 15-0 | SCNT[15-0] | 快速视在脉冲计数，无符号值。 |

通道增益选择

| 23H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| GAIN | CFP1 | CFP0 | PGA5 | PGA4 | PGA3 | PGA2 | PGA1 | PGA0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|----------|---|
| 7-6 | CFP[1-0] | 脉冲宽度选择 00: 90ms 01: 45ms 10: 22.5ms 11: 11.25ms |

| | | |
|-----|----------|---|
| 5-4 | PGA[5-4] | 电压通道数字增益 00: 1 倍增益 01: 2 倍增益 10: 4 倍增益 11: 8 倍增益 |
| 3-2 | PGA[3-2] | 电流通道 2 数字增益 00: 1 倍增益 01: 2 倍增益 10: 4 倍增益 11: 8 倍增益 |
| 1-0 | PGA[1-0] | 电流通道 1 数字增益 00: 1 倍增益 01: 2 倍增益 10: 4 倍增益 11: 8 倍增益 |

有功脉冲和无功脉冲周期小于 CFP 所设脉冲宽度的两倍，以等脉宽形式输出。

失压门限设置

| 24H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| SAGTHR | SAGTH R.7 | SAGTH R.6 | SAGTH R.5 | SAGTH R.4 | SAGTH R.3 | SAGTH R.2 | SAGTH R.1 | SAGTH R.0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|-------------|--------------|
| 7-0 | SAGTHR[7-0] | 失压门限设置，无符号值。 |

检测电压值与 SAGTHR 比较，若 SAGCNT 个计量采样周期内未检测到电压值大于等于 SAGTHR 或未检测到电压过零，则认为失压，设置失压标志，进入失压状态。检测电压值来自电压通道 ADC 采样值高八位。在失压状态下，未检测到电压值大于等于 SAGTHR 或未检测到电压过零，不再设置失压标志；只有检测到电压值大于等于 SAGTHR 且检测到电压过零，才清除失压状态。

失压采样计数

| 25H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| SAGCNT | SAGCN T.7 | SAGCN T.6 | SAGCN T.5 | SAGCN T.4 | SAGCN T.3 | SAGCN T.2 | SAGCN T.1 | SAGCN T.0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 1 u 1 1 | 1 u 1 1 | 1 u 1 1 | 1 u 1 1 | 1 u 1 1 | 1 u 1 1 | 1 u 1 1 | 1 u 1 1 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|-------------|--------------|
| 7-0 | SAGCNT[7-0] | 失压采样计数，无符号值。 |

内部失压计数器累计值等于 SAGCNT 时，则设置失压中断请求标志 SAGIF 为 1。

校正设置

| 26H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------|----------|
| CALMODE | - | - | - | - | - | - | VREFS | ADCSHORT |
| 读/写 | - | - | - | - | - | - | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | - | - | - | - | - | - | 1 u 1 1 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|----------|---|
| 1 | VREFS | 基准源选择 0: Σ - Δ ADC 选用外部基准源，VREF 引脚接外部基准源,内部基准源关闭 1: Σ - Δ ADC 选用内部基准源，且内部基准源输出至 VREF 引脚 |
| 0 | ADCSHORT | ADC 输入短接设置。 0: 正常状态，ADC 输入不短接。 1: ADC 输入短接 |

置 ADCSHORT 为 1，ADC 输入短接，读取 ADC 输出值，得到 ADC 直流偏置，转换后写入 ADC 偏置寄存器，可实现 ADC 直流偏置校正。

电压频率内部值

| 27H | 第 15~11 位 | 第 10 位 | 第 9 位 | 第 8~3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|---------------|------------------|------------------|---------------------------------|------------------|------------------|------------------|
| FREQI | FREQI.15...11 | FREQI.1 | FREQI. | FREQI.8...3 | FREQI. | FREQI. | FREQI. |
| 读/写 | - | 写 | 写 | 写 | 写 | 写 | 写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | - | 1 u 1 1 | 0 u 0 0 | 101111 u 101111 101111 | 1 u 1 1 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|------|-------------|------------------------|
| 10-0 | FREQI[10-0] | 电压频率内部值，无符号值，复位值 57Ch。 |

此寄存器与 FREQ 寄存器配合，以保证频率计量快速准确，同时也保证有功功率和无功功率计量快速准确。复位值对应 50Hz 的电压频率。在允许 DSP 运行之后，先在 FREQ 寄存器设置所测电压频率对应转换值($4915200 \times 14 / (196 \times \text{电压频率})$)，再在 FREQI 寄存器中设置 1/5 的 FREQ 值，之后开始计量，可保证有功功率和无功功率计量快速准确。

通道 1 有功功率偏置

| 28H | 第 15~12 位 | 第 11 位 | 第 10 位 | 第 9~3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|-----------|------------------|------------------|------------------------------------|------------------|------------------|------------------|
| WATT1OS | - | W1OS.11 | W1OS.10 | W1OS.9...3 | W1OS.2 | W1OS.1 | W1OS.0 |
| 读/写 | - | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | - | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0000000 u 0000000 0000000 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|------|------------|--------------------------|
| 11-0 | W1OS[11-0] | 通道 1 有功功率偏置，二进制补码表示有符号数。 |

此寄存器参与通道 1 有功功率和有功电能计算。

通道 2 有功功率偏置

| 29H | 第 15~12 位 | 第 11 位 | 第 10 位 | 第 9~3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|-----------|------------------|------------------|------------------------------------|------------------|------------------|------------------|
| WATT2OS | - | W2OS.11 | W2OS.10 | W2OS.9...3 | W2OS.2 | W2OS.1 | W2OS.0 |
| 读/写 | - | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | - | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0000000 u 0000000 0000000 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|------|------------|--------------------------|
| 11-0 | W2OS[11-0] | 通道 2 有功功率偏置，二进制补码表示有符号数。 |

此寄存器参与通道 2 有功功率和有功电能计算。

通道 1 无功功率偏置

| 2AH | 第 15~12 位 | 第 11 位 | 第 10 位 | 第 9~3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|-----------|------------------|------------------|------------------------------------|------------------|------------------|------------------|
| VAR1OS | - | VAR1OS.11 | VAR1OS.10 | VAR1OS.9...3 | VAR1OS.2 | VAR1OS.1 | VAR1OS.0 |
| 读/写 | - | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | - | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0000000 u 0000000 0000000 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|------|--------------|--------------------------|
| 11-0 | VAR1OS[11-0] | 通道 1 无功功率偏置，二进制补码表示有符号数。 |

此寄存器参与通道 1 无功功率和无功电能计算。

通道 2 无功功率偏置

| 2BH | 第 15~12 位 | 第 11 位 | 第 10 位 | 第 9~3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|-----------|------------------|------------------|------------------------------------|------------------|------------------|------------------|
| VAR2OS | - | VAR2OS.11 | VAR2OS.10 | VAR2OS.9...3 | VAR2OS.2 | VAR2OS.1 | VAR2OS.0 |
| 读/写 | - | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | - | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0000000 u 0000000 0000000 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|------|--------------|--------------------------|
| 11-0 | VAR2OS[11-0] | 通道 2 无功功率偏置，二进制补码表示有符号数。 |

此寄存器参与通道 2 无功功率和无功电能计算。

通道 1 电流有效值偏置

| 2CH | 第 15~12 位 | 第 11 位 | 第 10 位 | 第 9~3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|-----------|------------------|------------------|------------------------------------|------------------|------------------|------------------|
| IRMS1OS | - | IRMS1OS .11 | IRMS1OS .10 | IRMS1OS .9...3 | IRMS1OS .2 | IRMS1OS .1 | IRMS1OS .0 |
| 读/写 | - | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | - | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0000000 u 0000000 0000000 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|------|---------------|---------------------------|
| 11-0 | IRMS1OS[11-0] | 通道 1 电流有效值偏置，二进制补码表示有符号数。 |

此寄存器参与通道 1 电流有效值计算。1LSB 对应电流有效值的平方值的 32768 个 LSB(左移 15 位)。

通道 2 电流有效值偏置

| 2DH | 第 15~12 位 | 第 11 位 | 第 10 位 | 第 9~3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|-----------|------------------|------------------|------------------------------------|------------------|------------------|------------------|
| IRMS2OS | - | IRMS2OS .11 | IRMS2OS .10 | IRMS2OS .9...3 | IRMS2OS .2 | IRMS2OS .1 | IRMS2OS .0 |
| 读/写 | - | 读/写 1 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | - | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0000000 u 0000000 0000000 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|------|---------------|---------------------------|
| 11-0 | IRMS2OS[11-0] | 通道 2 电流有效值偏置，二进制补码表示有符号数。 |

此寄存器参与通道 2 电流有效值计算。1LSB 对应电流有效值的平方值的 32768 个 LSB(左移 15 位)。

电压有效值偏置

| 2EH | 第 15~12 位 | 第 11 位 | 第 10 位 | 第 9~3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|-----------|------------------|------------------|------------------------------------|------------------|------------------|------------------|
| VRMSOS | - | VRMSOS .11 | VRMSOS .10 | VRMSOS .9...3 | VRMSOS .2 | VRMSOS .1 | VRMSOS .0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | - | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0000000 u 0000000 0000000 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|------|--------------|----------------------|
| 11-0 | VRMSOS[11-0] | 电压有效值偏置，二进制补码表示有符号数。 |

此寄存器参与电压有效值计算。1LSB 对应电压有效值的 64 个 LSB(左移 6 位)。

电压固定值

| 2FH | 第 15 位 | 第 14 位 | 第 13 位 | 第 12~3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|------------------|------------------|------------------|---|------------------|------------------|------------------|
| VCONST | VCONST. 15 | VCONST. 14 | VCONST. 13 | VCONST. 12...3 | VCONST. 2 | VCONST. 1 | VCONST. 0 |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 00000000 00 u 00000000 00 00000000 00 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 | 0 u 0 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|------|--------------|-------------|
| 15-0 | VCONST[15-0] | 电压固定值，无符号数。 |

在失压情况下，此寄存器代替输入电压进行有功电能计算。对应电压通道 0.2V 输入值为 9B5FH。

10.5 计量功能描述

EMU 计量有功功率、有功电能、无功功率、无功电能、视在功率、视在电能、电压有效值、电流有效值和频率，同时具有相应校正功能，还有防窃电功能。

10.5.1 有功功率、无功功率和视在功率

有功功率通过电压、电流相乘后经过低通滤波器后再乘以校正增益后得到，并存至寄存器 APWR。有功功率增益 W1GAIN 和 W2GAIN 高位为符号，校正增益为 $1+W1GAIN/2^{16}$ ，若计量选择通道 2 时，其中 W1GAIN 将被 W2GAIN 替代。校正增益范围为 0.5~1.5。

无功功率计算时，先将电压移相 90 度，再与电流相乘，经过低通滤波器乘以校正增益后得到，并存至寄存器 RPWR。无功功率增益 Q1GAIN 和 Q2GAIN 高位为符号，校正增益为 $1+Q1GAIN/2^{16}$ ，若计量选择通道 2 时，其中 Q1GAIN 将被 Q2GAIN 替代。校正增益范围为 0.5~1.5。

视在功率通过电压有效值和电流有效值相乘得到。

电压通道输入电压最大幅值 $\pm 0.2V$ 时，电压有效值寄存器 (VRMS) 值为 26D6D2H(50Hz) 或 26D8C9H(60Hz)。

电流通道输入电压最大幅值 $\pm 0.2V$ 时，电流有效值寄存器 (I1RMS, I2RMS) 值为 26D6D2H (50Hz) 或 26D8C9H (60Hz)。

电压通道和电流通道输入电压最大幅值都为 $\pm 0.2V$ ，且功率因数 (PF) 为 1 时，有功功率寄存器 (APWR) 值为 1791EAH(50Hz) 或 17944DH(60Hz)。

电压通道和电流通道输入电压最大幅值都为 $\pm 0.2V$ ，且功率因数 (PF) 为 0 时，无功功率寄存器 (RPWR) 值为 1791EAH (50Hz) 或 17944DH (60Hz)。

电压通道和电流通道输入电压最大幅值都为 $\pm 0.2V$ ，视在功率寄存器 (RPWR) 值为 1791EAH (50Hz) 或 17944DH (60Hz)。

10.5.2 电能和脉冲输出

有功电能内部寄存器 41 位，最高位为符号位，对有功功率进行累加。有功电能值寄存器 (AERY) 取有功电能内部寄存的高 24 位，从零累加至溢出至少需要 4.73 分钟。累加溢出后值回到 0。

无功电能内部寄存器 41 位，最高位为符号位，对无功功率进行累加。无功电能值寄存器 (RERY) 取无功电能内部寄存的高 24 位，从零累加至溢出至少需要 4.73 分钟。累加溢出后值回到 0。

视在电能内部寄存器 31 位，无符号位，对视在功率进行累加。视在电能值寄存器取视在电能内部寄存的高 24 位，从零累加至溢出至少需要 9.46 分钟。

有功电能和无功电能经转换，在引脚 PF 和 QF 输出相应比例的脉冲。

电能通过 EMCON 的 QMOD、PMOD 选择正向计量、绝对值计量、代数和计量三种累加方式。

有功电能累加过程中，有功电能内部寄存器第 23 位 (最低位为 0 位) 每增加 1，快速有功脉冲寄存器 PCNT 增加 1LSB，当寄存器绝对值大于等于输出脉冲频率设置寄存器值时，即发出一个有功脉冲 PF，PFIF (EMUIF.3) 置 1，同时相应电能脉冲累计值寄存器加 1。若 PFIE (EMUIE.3) 和 EA (IEN0.7) 都为 1，则产生 EMU 中断。

无功电能累加过程中，无功电能内部寄存器第 23 位 (最低位为 0 位) 每增加 1，快速无功脉冲寄存器 QCNT 增加 1LSB，当寄存器绝对值大于等于输出脉冲频率设置寄存器值时，即发出一个无功脉冲 QF，QFIF (EMUIF.4) 置 1，同时相应电能脉冲累计值寄存器加 1。若 QFIE (EMUIE.4) 和 EA (IEN0.7) 都为 1，则产生 EMU 中断。

视在电能累加过程中，视在电能内部寄存器第 23 位 (最低位为 0 位) 每增加 1，快速视在脉冲寄存器 SCNT 增加 1LSB。通过功率启动设置寄存器 SPTS，可以完成潜动与起动功能。

当有功功率绝对值小于 SPTS 时，有功电能内部寄存器不对有功功率进行累加，PF 不输出脉冲。

当无功功率绝对值小于 SPTS 时，无功电能内部寄存器不对无功功率进行累加，QF 不输出脉冲。SPTS 是 16 位无符号数，作比较时，将其作为低 16 位与功率寄存器的绝对值进行比较，以作为起动判断。

有功电能、无功电能是否反向可通过状态控制寄存器 EMUSR 中 REVP、REVQ 来指示。当有功脉冲输出时，更新 REVP；当有无功脉冲输出时，更新 REVQ。

状态控制寄存器 EMUSR 的 NoQId 和 NoPIId 能够实时显示电能是否起动，方便对阈值的选取。

10.5.3 防窃电

通过防窃电模块对两路电流大小进行比较，选择较大的一路电流进行计量。

通过 FLTON(CHNLCCR.0)设置是否开启自动防窃电功能。FLTON=0 时，可以通过 CHNSEL(CHNLCCR.2)进行通道选择；FLTON=1 时，防窃电单元根据设置，自动选择相应的通道进行计量。

通过 ICHK 可以设置发生窃电的比例，比如设置 10H,表示两路电流有效值相差到 6.25%时认为发生了窃电。

当两路电流的有效值均小于 IFUT 的值时，则保持原计量通道不变，以防止小信号时噪声干扰。

I2GT1(CHNLCCR.6)为 0 表示 I1 大于等于 I2；为 1 时表示 I2 大于 I1。

TAMP(CHNLCCR.5)为 1 表示发生了窃电，即两路电流相比超过了设定的防窃电阈值。

自动防窃电设置步骤：

通过 I2ON(CHNLCCR.4)开启电流通道 2。

通过 I2GAIN 对通道 2 输出校正，保证同样的输入电流时，两个通道的有效值输出一致。

根据需要的防窃电阈值，设置 ICHK。

根据需要检测防窃电的最小电流，设置 IFUT。

设置 FLTON(CHNLCCR.0)为 1，开启自动防窃电状态。

在自动防窃电功能开启后，CHNSEL 处于只读状态，通道选择由防窃电模块运行结果决定，可以通过寄存器位 CHNSEL/TAMP/I2GT1 查看防窃电状态；自动防窃电功能开启后 I2ON(CHNLCCR.4)强制为 1，开启电流通道 2。

10.5.4 掉零线模式

在代码选项 OP_MNM 为 1 的情况下，检测到线电压失压时，置位 EMUSR 寄存器中 SAGF 标志，同时寄存器 VCONST 中值代替电压通道 ADC 转换值参与有功功率和有功电能计量；若检测到线电压恢复时，清位 EMUSR 寄存器中 SAGF 标志，同时寄存器 VCONST 不再参与运算。

10.6 EMU中断系统

EMU 提供六个中断：QF, PF, FAULT, SAG, ZX 和 DSP。

FAULT: 当防窃电功能执行中, 有电流通道发生切换时, 即 TAMP 标志从 0 变至 1 时, 置位 EMUIF 寄存器中 FAULTIF 标志。

SAG: 当检测到线电压失压时, 置位 EMUIF 寄存器中 SAGIF 标志。

ZX: 当检测到线电压过零时, 置位 EMUIF 寄存器中 ZXIF 标志。

DSP: 当 DSP 每次执行完计量, 置位 EMUIF 寄存器中 DSPIE 标志。

EMU 六个中断请求标志设置都是每个计量周期完成后产生, 并且共享一个 EMU 中断。若 EMU 中断使能寄存器 EMUIE 和 EMU 中断标志寄存器 EMUIF 对应位都为 1, 则设置电能计量中断请求标志 EMUF(EXF0.6), 若电能计量中断允许位 EEMU(IEN1.0)为 1, 则产生 EMU 中断。清除中断请求标志时, 将 EMUIF 中相应的位写入 0, 若 EMUIF 和 EMUIE 相与的结果为零, 则清零 EMUF。

EMU 中断允许寄存器

| D6H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|
| EMUIE | QFEN | PFEN | DSPIE | QFIE | PFIE | FAULTIE | SAGIE | ZXIE |
| 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值(POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|---------|--|
| 7 | QFEN | 无功脉冲 QF 引脚输出控制 0: 禁止无功脉冲 QF 引脚输出 1: 允许无功脉冲 QF 引脚输出 |
| 6 | PFEN | 有功脉冲 PF 引脚输出控制 0: 禁止有功脉冲 PF 引脚输出 1: 允许有功脉冲 PF 引脚输出 |
| 5 | DSPIE | DSP 执行结束中断允许位 0: 禁止 DSP 执行结束中断 1: 允许 DSP 执行结束中断 |
| 4 | QFIE | 无功脉冲溢出中断允许位 0: 禁止无功脉冲输出中断 1: 允许无功脉冲输出中断 |
| 3 | PFIE | 有功脉冲溢出中断允许位 0: 禁止有功脉冲输出中断 1: 允许有功脉冲输出中断 |
| 2 | FAULTIE | 窃电中断允许位 0: 禁止窃电中断 1: 允许窃电中断 |
| 1 | SAGIE | 失压中断允许位 0: 禁止失压中断 1: 允许失压中断 |
| 0 | ZXIE | 过零中断允许位 0: 禁止过零中断 1: 允许过零中断 |

EMU 中断请求寄存器

| D7H | 第 7 位 | 第 6 位 | 第 5 位 | 第 4 位 | 第 3 位 | 第 2 位 | 第 1 位 | 第 0 位 |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|
| EMUIF | - | - | DSPIF | QFIF | PFIF | FAULTIF | SAGIF | ZXIF |
| 读/写 | - | - | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 | 读/写 |
| 复位值 (POR/WDT/LVR/PIN) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 位编号 | 位符号 | 说明 |
|-----|---------|---------------------------------------|
| 5 | DSPIF | DSP 执行结束中断请求标志 0: 无中断挂起 1: 中断挂起 |
| 4 | QFIF | 无功脉冲输出中断请求标志 0: 无中断挂起 1: 中断挂起 |
| 3 | PFIF | 有功脉冲输出中断请求标志 0: 无中断挂起 1: 中断挂起 |
| 2 | FAULTIF | 窃电中断请求标志 0: 无中断挂起 1: 中断挂起 |
| 1 | SAGIF | 失压中断请求标志 0: 无中断挂起 1: 中断挂起 |
| 0 | ZXIF | 过零中断请求标志 0: 无中断挂起 1: 中断挂起 |

11. 指令集

| 算术操作指令 | | | | |
|---------------|-----------------|-----------|----|----------|
| 指令 | 功能描述 | 代码 | 字节 | 周期 |
| ADD A,Rn | 累加器加寄存器 | 0x28-0x2F | 1 | 1 |
| ADD A,direct | 累加器加直接寻址字节 | 0x25 | 2 | 2 |
| ADD A,@Ri | 累加器加内部 RAM | 0x26-0x27 | 1 | 2 |
| ADD A,#data | 累加器加立即数 | 0x24 | 2 | 2 |
| ADDC A,Rn | 累加器加寄存器和进位位 | 0x38-0x3F | 1 | 1 |
| ADDC A,direct | 累加器加直接寻址字节和进位位 | 0x35 | 2 | 2 |
| ADDC A,@Ri | 累加器加内部 RAM 和进位位 | 0x36-0x37 | 1 | 2 |
| ADDC A,#data | 累加器加立即数和进位位 | 0x34 | 2 | 2 |
| SUBB A,Rn | 累加器减寄存器和借位位 | 0x98-0x9F | 1 | 1 |
| SUBB A,direct | 累加器减直接寻址字节和借位位 | 0x95 | 2 | 2 |
| SUBB A,@Ri | 累加器减内部 RAM 和借位位 | 0x96-0x97 | 1 | 2 |
| SUBB A,#data | 累加器减立即数和借位位 | 0x94 | 2 | 2 |
| INC A | 累加器加 1 | 0x04 | 1 | 1 |
| INC Rn | 寄存器加 1 | 0x08-0x0F | 1 | 2 |
| INC direct | 直接寻址字节加 1 | 0x05 | 2 | 3 |
| INC @Ri | 内部 RAM 加 1 | 0x06-0x07 | 1 | 3 |
| DEC A | 累加器减 1 | 0x14 | 1 | 1 |
| DEC Rn | 寄存器减 1 | 0x18-0x1F | 1 | 2 |
| DEC direct | 直接寻址字节减 1 | 0x15 | 2 | 3 |
| DEC @Ri | 内部 RAM 减 1 | 0x16-0x17 | 1 | 3 |
| INC DPTR | 数据指针加 1 | 0xA3 | 1 | 4 |
| MUL AB | 累加器乘寄存器 B | 0xA4 | 1 | 11 20 |
| DIV AB | 累加器除以寄存器 B | 0x84 | 1 | 11 20 |
| DAA | 十进制调整 | 0xD4 | 1 | 1 |

| 逻辑操作指令 | | | | |
|------------------|------------------|-----------|----|----|
| 指令 | 功能描述 | 代码 | 字节 | 周期 |
| ANL A,Rn | 累加器与寄存器 | 0x58-0x5F | 1 | 1 |
| ANL A,direct | 累加器与直接寻址字节 | 0x55 | 2 | 2 |
| ANL A,@Ri | 累加器与内部 RAM | 0x56-0x57 | 1 | 2 |
| ANL A,#data | 累加器与立即数 | 0x54 | 2 | 2 |
| ANL direct,A | 直接寻址字节与累加器 | 0x52 | 2 | 3 |
| ANL direct,#data | 直接寻址字节与立即数 | 0x53 | 3 | 3 |
| ORL A,Rn | 累加器或寄存器 | 0x48-0x4F | 1 | 1 |
| ORL A,direct | 累加器或直接寻址字节 | 0x45 | 2 | 2 |
| ORL A,@Ri | 累加器或内部 RAM | 0x46-0x47 | 1 | 2 |
| ORL A,#data | 累加器或立即数 | 0x44 | 2 | 2 |
| ORL direct,A | 直接寻址字节或累加器 | 0x42 | 2 | 3 |
| ORL direct,#data | 直接寻址字节或立即数 | 0x43 | 3 | 3 |
| XRL A,Rn | 累加器异或寄存器 | 0x68-0x6F | 1 | 1 |
| XRL A,direct | 累加器异或直接寻址字节 | 0x65 | 2 | 2 |
| XRL A,@Ri | 累加器异或内部 RAM | 0x66-0x67 | 1 | 2 |
| XRL A,#data | 累加器异或立即数 | 0x64 | 2 | 2 |
| XRL direct,A | 直接寻址字节异或累加器 | 0x62 | 2 | 3 |
| XRL direct,#data | 直接寻址字节异或立即数 | 0x63 | 3 | 3 |
| CLR A | 累加器清零 | 0xE4 | 1 | 1 |
| CPL A | 累加器取反 | 0xF4 | 1 | 1 |
| RL A | 累加器左环移位 | 0x23 | 1 | 1 |
| RLC A | 累加器连进位标志左环移位 | 0x33 | 1 | 1 |
| RR A | 累加器右环移位 | 0x03 | 1 | 1 |
| RRC A | 累加器连进位标志右环移位 | 0x13 | 1 | 1 |
| SWAP A | 累加器高 4 位与低 4 位交换 | 0xC4 | 1 | 4 |

| 数据传送指令 | | | | |
|---------------------|-------------------------|-----------|----|----|
| 指令 | 功能描述 | 代码 | 字节 | 周期 |
| MOV A,Rn | 寄存器送累加器 | 0xE8-0xEF | 1 | 1 |
| MOV A,direct | 直接寻址字节送累加器 | 0xE5 | 2 | 2 |
| MOV A,@Ri | 内部 RAM 送累加器 | 0xE6-0xE7 | 1 | 2 |
| MOV A,#data | 立即数送累加器 | 0x74 | 2 | 2 |
| MOV Rn,A | 累加器送寄存器 | 0xF8-0xFF | 1 | 2 |
| MOV Rn,direct | 直接寻址字节送寄存器 | 0xA8-0xAF | 2 | 3 |
| MOV Rn,#data | 立即数送寄存器 | 0x78-0x7F | 2 | 2 |
| MOV direct,A | 累加器送直接寻址字节 | 0xF5 | 2 | 2 |
| MOV direct,Rn | 寄存器送直接寻址字节 | 0x88-0x8F | 2 | 2 |
| MOV direct1,direct2 | 直接寻址字节送直接寻址字节 | 0x85 | 3 | 3 |
| MOV direct,@Ri | 内部 RAM 送直接寻址字节 | 0x86-0x87 | 2 | 3 |
| MOV direct,#data | 立即数送直接寻址字节 | 0x75 | 3 | 3 |
| MOV @Ri,A | 累加器送内部 RAM | 0xF6-0xF7 | 1 | 2 |
| MOV @Ri,direct | 直接寻址字节送内部 RAM | 0xA6-0xA7 | 2 | 3 |
| MOV @Ri,#data | 立即数送内部 RAM | 0x76-0x77 | 2 | 2 |
| MOV DPTR,#data16 | 16 位立即数送数据指针 | 0x90 | 3 | 3 |
| MOVC A,@A+DPTR | 程序代码送累加器(相对数据指针) | 0x93 | 1 | 7 |
| MOVC A,@A+PC | 程序代码送累加器(相对程序计数器) | 0x83 | 1 | 8 |
| MOVX A,@Ri | 外部 RAM 送累加器(8 位地址) | 0xE2-0xE3 | 1 | 5 |
| MOVX A,@DPTR | 外部 RAM 送累加器(16 位地址) | 0xE0 | 1 | 6 |
| MOVX @Ri,A | 累加器送外部 RAM(8 位地址) | 0xF2-F3 | 1 | 4 |
| MOVX @DPTR,A | 累加器送外部 RAM(16 位地址) | 0xF0 | 1 | 5 |
| PUSH direct | 直接寻址字节压入栈顶 | 0xC0 | 2 | 5 |
| POP direct | 栈顶弹至直接寻址字节 | 0xD0 | 2 | 4 |
| XCH A,Rn | 累加器与寄存器交换 | 0xC8-0xCF | 1 | 3 |
| XCH A,direct | 累加器与直接寻址字节交换 | 0xC5 | 2 | 4 |
| XCH A,@Ri | 累加器与内部 RAM 交换 | 0xC6-0xC7 | 1 | 4 |
| XCHD A,@Ri | 累加器低 4 位与内部 RAM 低 4 位交换 | 0xD6-0xD7 | 1 | 4 |

| 控制程序转移指令 | | | | |
|---|-----------------|-----------|----|--------|
| 指令 | 功能描述 | 代码 | 字节 | 周期 |
| ACALL addr11 | 2KB 内绝对调用 | 0x11-0xF1 | 2 | 7 |
| LCALL addr16 | 64KB 内长调用 | 0x12 | 3 | 7 |
| RET | 子程序返回 | 0x22 | 1 | 8 |
| RETI | 中断返回 | 0x32 | 1 | 8 |
| AJMP addr11 | 2KB 内绝对转移 | 0x01-0xE1 | 2 | 4 |
| LJMP addr16 | 64KB 内长转移 | 0x02 | 3 | 5 |
| SJMP rel | 相对短转移 | 0x80 | 2 | 4 |
| JMP @A+DPTR | 相对长转移 | 0x73 | 1 | 6 |
| JZ rel (不发生转移) (发生转移) | 累加器为零转移 | 0x60 | 2 | 3 5 |
| JNZ rel (不发生转移) (发生转移) | 累加器为非零转移 | 0x70 | 2 | 3 5 |
| JC rel (不发生转移) (发生转移) | C 置位转移 | 0x40 | 2 | 2 4 |
| JNC rel (不发生转移) (发生转移) | C 清零转移 | 0x50 | 2 | 2 4 |
| JB bit,rel (不发生转移) (发生转移) | 直接寻址位置位转移 | 0x20 | 3 | 4 6 |
| JNB bit,rel (不发生转移) (发生转移) | 直接寻址位清零转移 | 0x30 | 3 | 4 6 |
| JBC bit, rel (不发生转移) (发生转移) | 直接寻址位置位转移并清该位 | 0x10 | 3 | 4 6 |
| CJNE A,direct,rel (不发生转移) (发生转移) | 累加器与直接寻址字节不等转移 | 0xB5 | 3 | 4 6 |
| CJNE A,#data,rel (不发生转移) (发生转移) | 累加器与立即数不等转移 | 0xB4 | 3 | 4 6 |
| CJNE Rn,#data,rel (不发生转移) (发生转移) | 寄存器与立即数不等转移 | 0xB8-0xBF | 3 | 4 6 |
| CJNE @Ri,#data,rel (不发生转移) (发生转移) | 内部 RAM 与立即数不等转移 | 0xB6-0xB7 | 3 | 4 6 |
| DJNZ Rn,rel (不发生转移) (发生转移) | 寄存器减 1 不为零转移 | 0xD8-0xDF | 2 | 3 5 |
| DJNZ direct,rel (不发生转移) (发生转移) | 直接寻址字节减 1 不为零转移 | 0xD5 | 3 | 4 6 |
| NOP | 空操作 | 0 | 1 | 1 |

| 位操作指令 | | | | |
|------------|--------------|------|----|----|
| 指令 | 功能描述 | 代码 | 字节 | 周期 |
| CLR C | C 清零 | 0xC3 | 1 | 1 |
| CLR bit | 直接寻址位清零 | 0xC2 | 2 | 3 |
| SETB C | C 置位 | 0xD3 | 1 | 1 |
| SETB bit | 直接寻址位置位 | 0xD2 | 2 | 3 |
| CPL C | C 取反 | 0xB3 | 1 | 1 |
| CPL bit | 直接寻址位取反 | 0xB2 | 2 | 3 |
| ANL C,bit | C 逻辑与直接寻址位 | 0x82 | 2 | 2 |
| ANL C,/bit | C 逻辑与直接寻址位的反 | 0xB0 | 2 | 2 |
| ORL C,bit | C 逻辑或直接寻址位 | 0x72 | 2 | 2 |
| ORL C,/bit | C 逻辑或直接寻址位的反 | 0xA0 | 2 | 2 |
| MOV C,bit | 直接寻址位送 C | 0xA2 | 2 | 2 |
| MOV bit,C | C 送直接寻址位 | 0x92 | 2 | 3 |

12. 电气特性

极限参数*

| | |
|-----------------------|-------------------------|
| 直流供电电压..... | -0.3V to +3.6V |
| 数字输入/输出电压..... | DGND-0.3V to VOUT +0.3V |
| 模拟输入电压..... | AGND-0.3V to VDD +0.3V |
| 工作环境温度..... | -40°C to +85°C |
| 存储温度..... | -55°C to +125°C |
| FLASH 存储器写/擦除操作 | 0°C to +85°C |

*注释

如果器件的工作条件超过左列“极限参数”的范围，将造成器件永久性破坏。只有当器件工作在说明书所规定的范围内时功能才能得到保障。器件在极限参数列举的条件下工作将会影响到器件工作的可靠性。

直流电气特性 ($V_{DD} = 3.0 - 3.6V$, $DGND = AGND = 0V$, $VBAT = 2.4 - 3.6V$, $T_A = 25^\circ C$, 除非另有说明)

| 参数 | 符号 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 | 条件 |
|---------------------------------|-----------|-----|-----|-----|---------|--|
| 工作电压 | V_{DD} | 3.0 | 3.3 | 3.6 | V | $32.768kHz \leq f_{sys} \leq 9.8304MHz$ |
| 电池电压 | $VBAT$ | 2.4 | 3.3 | 3.6 | V | $32.768kHz \leq f_{sys} \leq 9.8304MHz$ |
| 工作电流 | I_{OP} | - | 6 | 8 | mA | $f_{sys} = 4.9152MHz$, PLL 开 所有输出引脚无负载 所有输入引脚不浮动 CPU 打开(执行 NOP 指令) LCD 打开(不包括 LCD 面板), WDT 打开, LVR 打开, LPD 打开, EMU 打开, RTC 打开 关闭其它所有功能, $V_{DD} = 3.3V$, $VBAT = 3.3V$ 。 |
| 待机电流 (空闲模式: IDLE) | I_{SB1} | - | 11 | 18 | μA | $f_{sys} = 32.768kHz$, PLL 关 所有输出引脚无负载 所有输入引脚不浮动 LCD 关闭, WDT 关闭, LVR 打开, RTC 打开, LPD 打开 关闭其它所有功能, $V_{DD} = 3.3V$, $VBAT = 3.3V$ 。 |
| 待机电流 (掉电模式: Power-Down) | I_{SB2} | - | - | 10 | μA | $f_{osc} = OFF$, PLL 关 所有输出引脚无负载 所有输入引脚不浮动 LCD 关闭, RTC 关闭, WDT 关闭, LVR 打开 关闭其它所有功能, $V_{DD} = 3.3V$, $VBAT = 3.3V$ 。 |
| 待机电流 (高级空闲模式: Super-IDLE) | I_{SB3} | - | - | 14 | μA | $f_{sys} = 32.768kHz$, PLL 关 所有输出引脚无负载 所有输入引脚不浮动 LCD 关闭, WDT 关闭, LPD 关闭, LVR 打开, RTC 打开, 关闭其它所有功能, $VBAT = 3.3V$, $V_{DD} = 0V$ 。 |

| | | | | | | |
|---------------------------------|------------|---------------------|-----|---------------------|-----------|--|
| 待机电流 (高级空闲模式: Super-IDLE) | I_{SB4} | - | - | 19 | μA | $f_{sys} = 32.768kHz$, PLL 关 所有输出引脚无负载 所有输入引脚不浮动 LCD 打开(不包括 LCD 面板, 300k 偏置电阻), WDT 关闭, LPD 关闭, LVR 打开, RTC 打开, 关闭其它所有功能, VBAT=3.3V, $V_{DD} = 0V$ 。 |
| WDT 电流 | I_{WDT} | - | - | 1 | μA | 所有输出引脚无负载: 看门狗打开 $V_{DD} = 3.3V$ |
| LPD 电流 | I_{LPD} | - | - | 3 | μA | |
| TPS 电流 | I_{TPS} | - | 200 | - | μA | |
| LCD 电流 1 | I_{LCD1} | - | 4 | 5 | μA | 传统 LCD 模式, $V_{DD} = 3.3V$ 300k LCD 偏置电阻, contrast[2:0]=111 |
| LCD 电流 2 | I_{LCD2} | - | 7 | 9 | μA | LCD 快速充电模式, $V_{DD} = 3.3V$ 300k LCD 偏置电阻, 1/16LCD com 周期, contrast[2:0]=111 |
| 输入低电压 1 | V_{IL1} | GND | - | $0.3 \times V_{DD}$ | V | I/O 端口 |
| 输入高电压 1 | V_{IH1} | $0.7 \times V_{DD}$ | - | V_{DD} | V | I/O 端口 |
| 输入低电压 2 | V_{IL2} | GND | - | $0.2 \times V_{DD}$ | V | \overline{RST} , T0, T1, T2, T2EX, INT1, INT2, INT3, CALIN (施密特触发器) |
| 输入高电压 2 | V_{IH2} | $0.8 \times V_{DD}$ | - | V_{DD} | V | \overline{RST} , T0, T1, T2, T2EX, INT1, INT2, INT3, CALIN (施密特触发器) |
| 输入漏电流 | I_{IL} | -1 | | 1 | μA | 输入无上拉, $V_{IN} = V_{DD}$ or DGND |
| 上拉电阻 | R_{PH1} | - | 30 | - | $k\Omega$ | $V_{DD} = 3.3V$, $V_{IN} = DGND$ (不含 P0.6, P0.7, P4, P5) |
| 上拉电阻 | R_{PH2} | - | 30 | - | $k\Omega$ | $V_{DDIO} = 5.0V$, $V_{IN} = DGND$ (P0.6, P0.7, P4, P5) |
| LCD 输出内阻 | R_{ON} | - | 5 | - | $k\Omega$ | $V_{DD} = 3.3 \sim 3.6V$, 300k LCD 偏置电阻 |
| 输出高电压 | V_{OH} | $V_{DD} - 0.4$ | - | - | V | I/O 端口, $I_{OH} = -3mA$, $V_{DD} = 3.3V$ |
| 输出低电压 | V_{OL} | - | - | $DND + 0.3$ | V | I/O 端口, $I_{OL} = 8mA$, $V_{DD} = 3.3V$ |

*: “典型值”下的数据是在 3.3V, 25°C 下测得的, 除非另有说明

3.3V 模/数转换器电气特性

| 参数 | 符号 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 | 条件 |
|-----------|------------|-----|-----|---------|-----------|---|
| 供电电压 | V_{AD} | 2.4 | 3.3 | 3.6 | V | |
| 精度 | N_R | - | 10 | - | bit | $GND \leq V_{AIN} \leq V_{OUT}$ |
| A/D 输入电压* | V_{AIN} | GND | - | VOUT | V | |
| A/D 输入电阻 | R_{AIN} | 2 | - | - | $M\Omega$ | $V_{IN} = 3.3V$ |
| A/D 转换电流 | I_{AD} | - | 1 | 3 | mA | ADC 模块工作, VOUT = 3.3V |
| A/D 输入电流 | I_{ADIN} | | | 10 | μA | VOUT = 3.0V |
| 模拟电压源推荐阻抗 | Z_{AIN} | - | - | 10 | $K\Omega$ | |
| 总绝对误差 | E_{AD} | - | - | ± 4 | LSB | $F_{osc} = 4.9152MHz$, VOUT = 3.3V |
| 总转换时间 | T_{CON} | 28 | - | - | μs | 10 位精度, $f_{sys} = 4.9152MHz$, VOUT = 3.3V |

*: “典型值”下的数据是在 3.3V, 25°C 下测得的, 除非另有说明

电能计量模拟前端电气特性

$V_{DD} = 3.0 \sim 3.6V$, $AGND = 0V$, $T_A = 25^\circ C$, $f_{sys} = 4.9152MHz$, 除非另有说明。

| 参数 | 符号 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 | 条件 |
|----------|-----------------------------|-------|------------|------------|-----------------|-------------------------------|
| 供电电压 | V_{AV} | 3.0 | 3.3 | 3.6 | V | |
| 工作电流 | I_{AFE} | | 1.7 | 2.0 | mA | |
| 输入信号电平 | I1P/I1N I2P/I2N VP/VN | - | ± 0.20 | ± 0.22 | V | $V_{DD} = 3.3V$, $AGND = 0$ |
| 输入阻抗 | R_{AV} | 60 | - | - | K Ω | |
| 信噪失真比 | SNDR | 65 | 70 | - | dB | |
| 工作时钟 | CLK | - | 4.9152 | - | MHz | |
| 基准电压输出电压 | V_{REF} | 1.198 | 1.21 | 1.222 | V | |
| 基准电压温度系数 | TCREF | - | ± 25 | ± 40 | ppm/ $^\circ C$ | |
| PGA 增益误差 | E_{PGA} | - | ± 3 | - | % | GAIN=1、2、4、8, $V_{DD} = 3.3V$ |
| 输入偏置 | V_{OFF} | - | ± 10 | - | mV | GAIN=1 |
| | | - | ± 5 | - | mV | GAIN=8 |

电能计量精度

$V_{DD} = 3.0V \sim 3.6V$, $DGND = 0V$, $AGND = 0$, $VBAT = 3.3V$, $T_A = 25^\circ C$, $f_{sys} = 4.9152MHz$, 除非另有说明。

| 参数 | 符号 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 | 条件 |
|-----------|------------|-----|-----|-----|----|------------------|
| 有功电能计量误差 | E_{ACT} | - | 0.1 | - | % | 25 度动态范围 1000: 1 |
| 无功电能计量误差 | E_{REA} | - | 0.5 | - | % | 25 度动态范围 1000: 1 |
| 电压有效值计量误差 | E_{VRMS} | - | 0.5 | - | % | 25 度动态范围 100: 1 |
| 电流有效值计量误差 | E_{IRMS} | - | 0.5 | - | % | 25 度动态范围 500: 1 |

供电电源切换电气特性

$V_{DD} = 3.0V \sim 3.6V$, $DGND = 0V$, $VBAT = 2.4V \sim 3.6V$, $T_A = 25^\circ C$, 除非另有说明。

| 参数 | 符号 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 | 条件 |
|--|------------|------|------|------|----------|--------------------------------------|
| 切换开关工作电压范围 | V_{OUT} | 2.4 | - | 3.6 | V | |
| V_{OUT} 输出电流 | I_{OUT} | - | 1 | 6 | mA | |
| V_{IN} 切换门限电压 | V_{VIN} | 1.1 | 1.2 | 1.3 | V | |
| V_{DD} 切换门限电压 | V_{VDD} | 2.45 | 2.70 | 2.95 | V | |
| 切换开关漏电流 | I_{SW} | | 10 | | nA | $VBAT = 0$, $V_{OUT} = 3.3V$ |
| V_{DD} 至 $VBAT$ 切换延时 (V_{DD} 检测控制) | T_{VDD} | | 20 | | us | $V_{DD} < 2.7V$ |
| $VBAT$ 至 V_{DD} 切换延时 | T_{BATD} | | 8 | | us | $V_{DD} > 2.7V$ |
| V_{DD} 至 V_{OUT} 电阻 | R_{VDO} | | | 10 | Ω | $V_{DD} = 3.0V$ |
| $VBAT$ 至 V_{OUT} 电阻 | R_{BATO} | | | 22 | Ω | $VBAT = 2.4V$ |
| $VBAT$ 漏电流 | I_{VBAT} | | | 1 | μA | $V_{DD} = 3.3V$, $V_{OUT} = V_{DD}$ |

温度传感器精度

$V_{DD} = 3.0V \sim 3.6V$, $DGND = 0V$, $V_{BAT} = 2.4V \sim 3.6V$, $T_A = 25^\circ C$, 除非另有说明。

| 参数 | 符号 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 | 条件 |
|---------|---------------|-----|-------|-----|-------------------|--------------------------------|
| 温度传感器误差 | TR_{SENSOR} | -1 | - | 1 | $^\circ C$ | $T_A = 25^\circ C$ |
| | | -3 | - | 3 | $^\circ C$ | $-40 \leq T_A \leq 85^\circ C$ |
| 温度传感器系数 | TR_{GAIN} | | 4.755 | | mV/ $^\circ C$ | |

交流电气特性

$V_{OUT} = 2.4V \sim 3.6V$, $DGND = 0V$, $T_A = 25^\circ C$, $F_{osc} = 32.768kHz$, 除非另有说明。

| 参数 | 符号 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 | 条件 |
|----------|----------------|-----|-----|-----|-----------|------------------------------------|
| 振荡器起振时间 | T_{OSC} | | 1 | 2 | s | 振荡器 = 32768Hz |
| PLL 开始时间 | T_{PLL} | | 2 | | ms | 不包括振荡器起振时间 |
| PLL 频率变化 | $ \Delta F /F$ | - | - | 0.5 | % | 不间断 256 个时钟的平均频率 |
| 复位脉冲宽度 | t_{RESET} | 10 | - | - | us | 低电平有效 |
| 复位引脚上拉电阻 | R_{RPH} | - | 30 | - | $k\Omega$ | $V_{OUT} = 3.3V$, $V_{IN} = DGND$ |

低电压复位电气特性

$V_{OUT} = 2.4V \sim 3.6V$, $DGND = 0V$, $T_A = 25^\circ C$, 除非另有说明。

| 参数 | 符号 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 | 条件 |
|------------|------------|-----|-----|-----|----|---|
| LVR 电压 | V_{LVRL} | 2.3 | 2.4 | 2.5 | V | LVR enabled $V_{OUT} = 2.4V \sim 3.6V$ |
| LVR低电压复位宽度 | T_{LVR} | - | 30 | - | us | |

32.768Hz 晶体谐振器电气特性

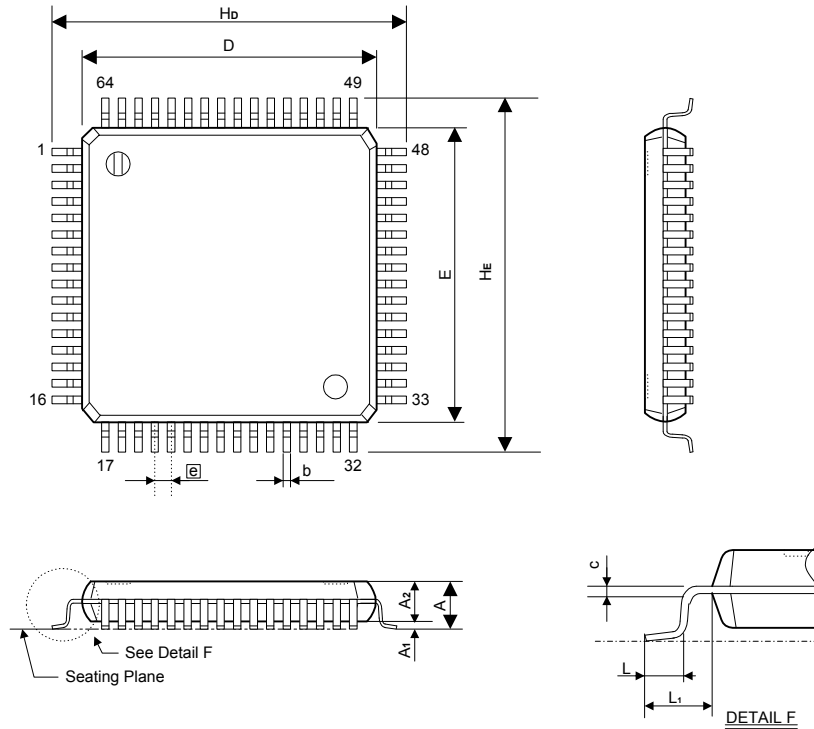
| 参数 | 符号 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 | 条件 |
|------|-----------|-----|-------|-----|----|----|
| 频率 | F_{32K} | - | 32768 | - | Hz | |
| 负载电容 | C_L | - | 12.5 | - | pF | |

13. 封装信息

LQFP64 外形尺寸

BODY SIZE: 10*10

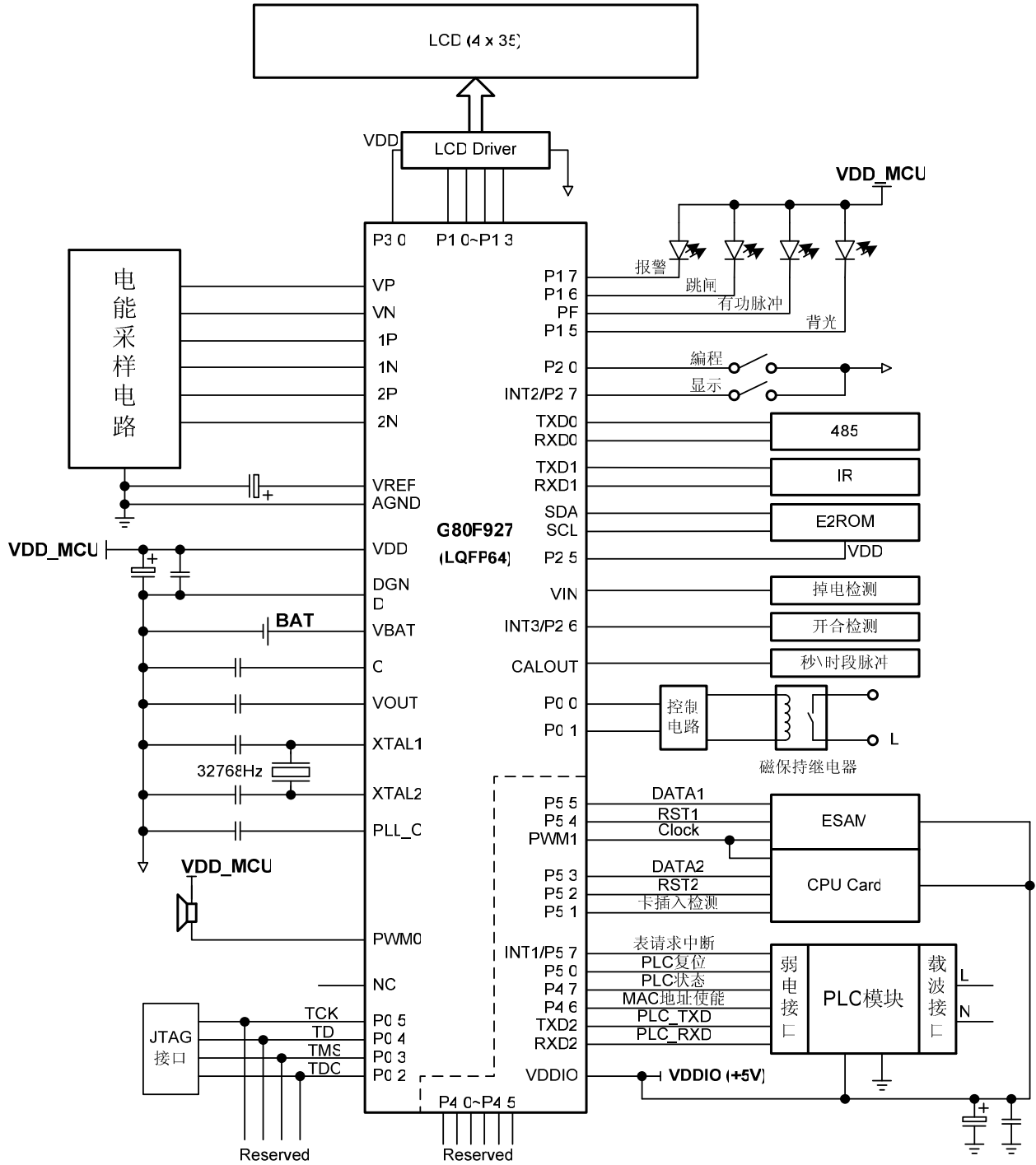
单位: 英寸/毫米



| 符号 | 英寸单位尺寸 | 毫米单位尺寸 |
|----|---------------------------|------------------------|
| A | 0.063 (MAX) | 1.60 (MAX) |
| A1 | 0.002 (MIN.), 0.006(MAX.) | 0.05 (MIN), 0.15 (MAX) |
| A2 | 0.055 0.002 | 1.40 0.05 |
| b | 0.009 0.002 | 0.22 0.05 |
| c | 0.004 (MIN), 0.008 (MAX) | 0.09 (MIN), 0.20 (MAX) |
| D | 0.394 BASIC | 10.00 BASIC |
| E | 0.394 BASIC | 10.00 BASIC |
| e | 0.020 BASIC | 0.50 BASIC |
| HD | 0.472 BASIC | 12.00 BASIC |
| HE | 0.472 BASIC | 12.00 BASIC |
| L | 0.024 0.006 | 0.60 0.15 |
| L1 | 0.039 REF | 1.00 REF |

14. 应用电路

- 单相国网电表
- 4X35 LCD 显示
- RS485, PLC,IR,EEPROM
- ESAM, CPU 卡



注：右下角虚线内各引脚由 VDDIO 供电。

15. 规格更改记录

| G80F927 规格书版本记录 | | |
|-----------------|--------|---------|
| 版本 | 记录 | 日期 |
| 1.0 | 初版 | 2010.02 |
| 1.1 | 修改选型指南 | 2011.03 |
| 1.2 | 完善指令集 | 2012.04 |
| 1.3 | 修改选型指南 | 2012.11 |

16. 业务联络

南京立超电子科技有限公司

中国南京市和燕路 251 号金港大厦 A 幢 2406 室

ZIP:210028

Tel: 0086-25-83306839/83310926

Fax: 0086-25-83737785

Email: Yunchao.Ding@sykee.net

Website:Http://www.dycmcu.com

17. 免责声明

规格书中所出现的信息在出版当时相信是正确的，然而本公司对于说明书的使用不负任何责任。文中提到的应用目的仅仅是用来做说明，本公司不保证或表示这些没有进一步修改的应用将是适当的，也不推荐它的产品使用在会由于故障或其它原因可能会对人身造成危害的地方。本产品不授权使用于救生、维生器件或系统中做为关键器件。本公司拥有不事先通知而修改产品的权利，对于最新的信息，请参考我们的网址 <http://www.dycmcu.com>