



集成LCD驱动和增强型8051微处理器的单相电能计量芯片

1. 特性

- 基于8051指令流水线结构的8位单片机
- Flash ROM: 64K字节
- 类EEPROM: 2K字节
- RAM: 内部256字节, 外部2816字节
LCD RAM: 32字节
- 工作电压: 2.2V - 3.8V
- 振荡器:
 - 晶体谐振器: 32.768kHz
 - 内部振荡器: 内建PLL = 8.192MHz
- 31个CMOS双向I/O管脚
- I/O内建输入上拉电阻
- 3个16位定时器/计数器: T0, T1和T2
- 中断源:
 - 定时器0, 1, 2
 - 外部中断1
 - EUART0, EUART1
 - PTC, LPD
 - ADC, EMU, PWM
- 电能计量
 - 有功、无功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2000:1
 - 无功电能计量误差小于0.1%, 动态范围大于1000:1
 - 电压电流有效值1000:1误差小于0.5%
- 3通道10位模数转换器(ADC), 内建比较功能
- EUART0、EUART1 (内建IR)
- 内建日历时钟
- RTC调节精度0.127PPM
- 自动切换电池供电
- 2路12位PWM
- LCD驱动器:
 - 4 X 20段 (1/4占空比1/3偏置)
 - 6 X 18段 (1/6占空比1/3偏置)
 - 8 X 16段 (1/8占空比1/4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: 2.3V
- 看门狗定时器(WDT)
- 内建振荡器预热计数器
- CPU机器周期: 一个震荡周期
- 支持省电运行模式:
 - 空闲模式
 - 掉电模式
- 低功耗
- 封装: TQFP48

2. 概述

SH79F169B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、日历时钟和加强8051核等功能。

SH79F169B内嵌电能计量模块, 计量有功、无功, 以及电压电流有效值。同时监控电力线失压、过零等特性。

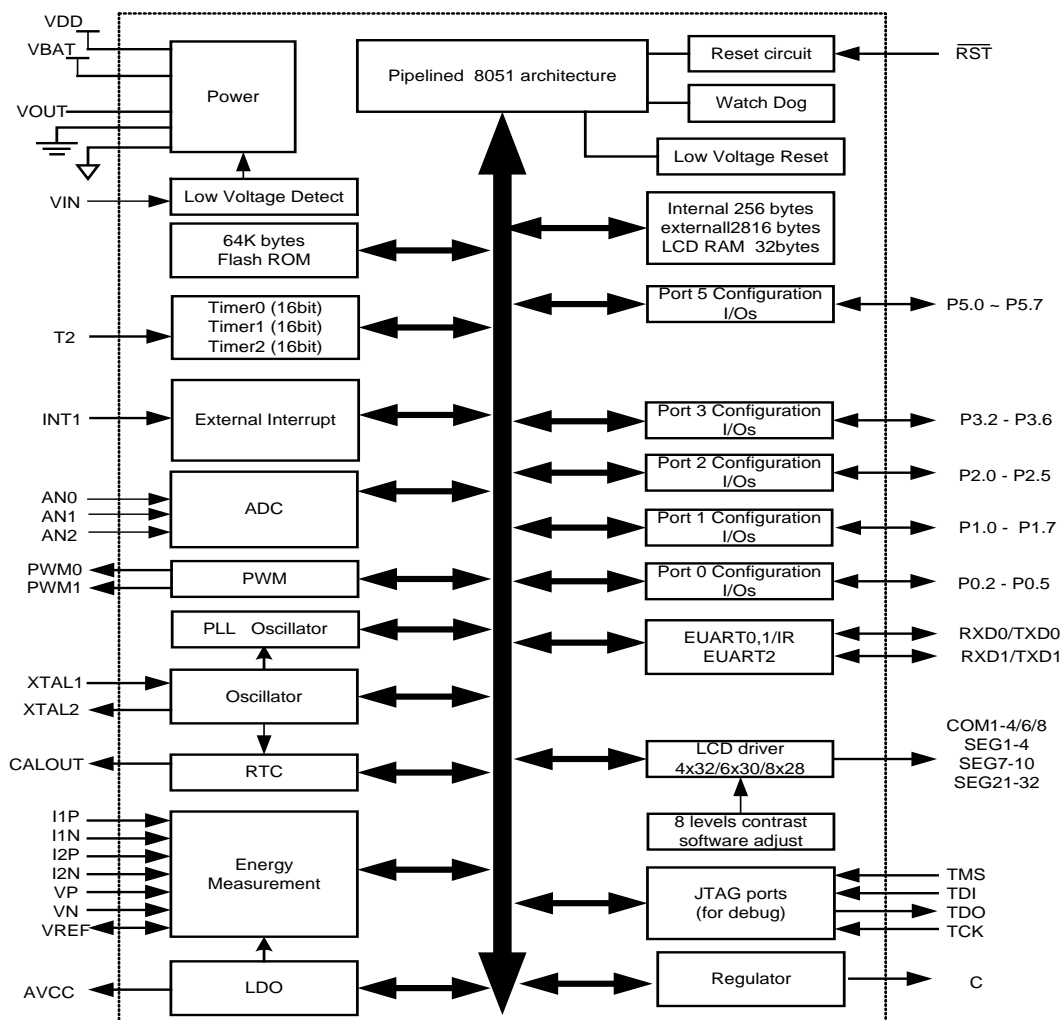
SH79F169B内嵌加强8051核, 具有高速高效率特性。在同样振荡频率下, 较之传统的8051芯片它具有运行更快速的优越特性。保留了标准8051芯片的大部分特性。这些特性包括内置256字节RAM和2个16位定时器/计数器, 2个UART, 外部中断INT1。此外, SH79F169B还集成了外部2816字节RAM (不包括LCD RAM), 2路12位PWM输出, 可兼容8052芯片的16位定时器/计数器(Timer2)和适合存储程序 and 数据的64K字节flash。

SH79F169B不仅集成了如EUART、IR、等标准通讯模块, 此外还集成了日历时钟、LCD驱动器、ADC, PWM定时器等模块。

为了达到高可靠性和低功耗, SH79F169B内建PLL时钟, LCD驱动器, 看门狗定时器, 低电压复位功能, 低电压检测功能。此外SH79F169B还提供了2种供电模式和2种低功耗省电模式。

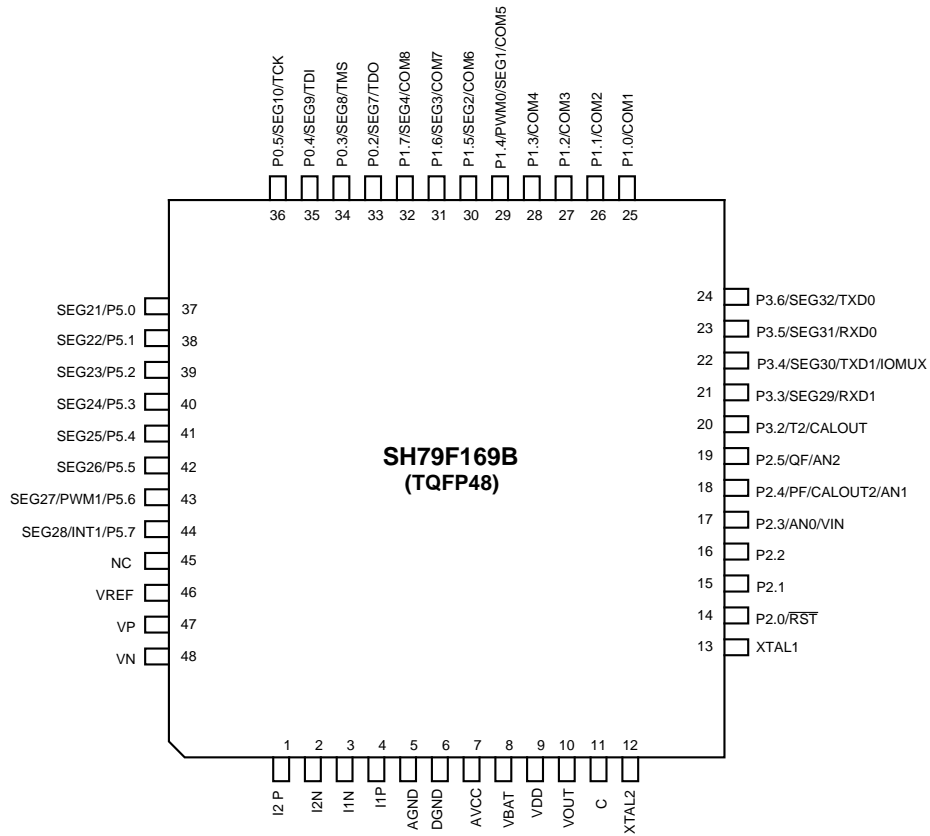


3. 方框图





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 P3.5/SEG31/RXD0，RXD0 优先级最高，SEG31 次之，P3.5 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。

**Table 4.1** 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	I2P	-----	25	COM1/P1.0	P1.0
2	I2N	-----	26	COM2/P1.1	P1.1
3	I1N	-----	27	COM3/P1.2	P1.2
4	I1P	-----	28	COM4/P1.3	P1.3
5	AGND	-----	29	COM5/SEG1/PWM0/P1.4	P1.4
6	DGND	-----	30	COM6/SEG2/P1.5	P1.5
7	AVCC	-----	31	COM7/SEG3/P1.6	P1.6
8	VBAT	-----	32	COM8/SEG4/P1.7	P1.7
9	V _{DD}	-----	33	TDO/SEG7/P0.2	P0.2
10	VOUT	-----	34	TMS/SEG8/P0.3	P0.3
11	C	-----	35	TDI/SEG9/P0.4	P0.4
12	XTAL2	-----	36	TCK/SEG10/P0.5	P0.5
13	XTAL1	-----	37	SEG21/P5.0	P5.0
14	P2.0/RST	RST	38	SEG22/P5.1	P5.1
15	P2.1	P2.1	39	SEG23/P5.2	P5.2
16	P2.2	P2.2	40	SEG24/P5.3	P5.3
17	VIN/AN0/P2.3	VIN	41	SEG25/P5.4	P5.4
18	AN1/CALOUT2/PF/P2.4	P2.4	42	SEG26/P5.5	P5.5
19	AN2/QF/P2.5	P2.5	43	SEG27/PWM1/P5.6	P5.6
20	CALOUT/T2/P3.2	P3.2	44	SEG28/INT1/P5.7	P5.7
21	RXD1/SEG29/P3.3	P3.3	45	NC	-----
22	IOMUX/TXD1/SEG30/P3.4	P3.4	46	V _{REF}	-----
23	RXD0/SEG31/P3.5	P3.5	47	VP	-----
24	TXD0/SEG32/P3.6	P3.6	48	VN	-----

**5. 引脚描述**

引脚编号	类型	说明
I/O端口		
P0.2 - P0.5	I/O	8位双向I/O端口
P1.0 - P1.7	I/O	8位双向I/O端口
P2.0 - P2.5	I/O	8位双向I/O端口
P3.2 - P3.6	I/O	6位双向I/O端口
P5.0 - P5.7	I/O	8位双向I/O端口
IOMUX	O	多功能脉冲输出口
定时器		
T2	I/O	Timer2外部输入/波特率时钟输出
增强型异步串行口		
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
LCD控制器		
COM1 - COM8	O	LCD COM信号输出引脚
SEG1 - SEG4, SEG7 - SEG10, SEG21 - SEG32	O	LCD Segment信号输出引脚
ADC		
AN0 - AN2	I	ADC输入通道
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
V _{REF}	I/O	基准电压输入/输出, 需外接104电容和105电容
PF, QF	O	有功、无功功率脉冲输出



续上表

引脚编号	类型	说明
中断&复位&时钟&电源		
INT1	I	外部中断1
$\overline{\text{RST}}$	I	该引脚上保持10 μs 以上的低电平，CPU将复位。由于有内建50k Ω 上拉电阻连接到V _{OUT} ，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
DGND	P	数字接地
V _{DD}	P	电源
AGND	P	模拟接地
C	P	数字电路供电电源，外部需接4.7 μF 电容到地，典型电压1.8V
V _{OUT}	P	电源输出（由开关选择V _{DD} 或V _{BAT} 输出），提供数字电路电源
V _{BAT}	P	电池输入
AVCC	P	计量模拟电源，内建LDO输出，2.8V，外部需接105瓷片电容到地
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		
外部电压		
VIN	I	外部电压输入



6. SFR映像

SH79F169B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), SH79F169B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, CLKCON
LPD寄存器:	LPDCON, LPDCON1, LDOCON
Flash寄存器:	IB_OFFSET, XPAGE, IB_DATA, IB_CON1, IB_CON2, IB_CON3, IB_CON4, IB_CON5
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, P0CR, P1CR, P2CR, P3CR, P0PCR, P1PCR, P2PCR, P3PCR, PXMOD, P5, P5CR, P5PCR, P2DRV, P3DRV
定时器寄存器:	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 SFINE
EUART1寄存器:	SCON1, SBUF1, SADDR1, SADEN1, SBRT1H, SBRT1L SFINE1
IR寄存器:	IRCON
ADC寄存器:	ADCON, ADT, ADCH, ADDL, ADDH
LCD寄存器:	LCDCON, LCDCON1, P0SS, P1SS, P3SS, P5SS
PLL寄存器:	CLKCON
RTC寄存器:	SBSC, SEC, MIN, HR, DAY, MTH, YR, DOW, RTCDATH, RTCDATL, RTCALM, A0SEC, A0MIN, A0HR, A0DAY, A0DOW, A1SEC, A1MIN, A1HR, RTCCON, RTCWR, RTCPSW, RTCIE, RTCIF, RTCTMR
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



SH79F169B

Table 6.1 C51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

Table 6.2 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

Table 6.3 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	000-0000	SMOD	SSTAT	SSTAT1	-	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

Table 6.4 LPD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
LPDCON	B3H	LPD控制寄存器	100*00-*	LPDEN	FVIN	LPDIF	VOUTS	FVDD	LPDS	-	AUTOS
LPDCON1	BFH	VOUT低电压检测控制寄存器	00---000	LPDEN	LPDF	-	-	-	LPDS2	LPDS1	LPDS0
LDOCON	DFH	计量LDO电压控制寄存器	***-----	BGEN	LDOEN1	LDOEN0	-	-	-	-	-

注意：*：LPDCON初始值根据不同类型的复位而不同。



SH79F169B

Table 6.5 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流程控制寄存器4	----0000	-	-	-	-	IB_CON5.3	IB_CON5.2	IB_CON5.1	IB_CON5.0

Table 6.6 ISP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
FLASHCON	A7H	Flash控制寄存器	0-----0	SWRF	-	-	-	-	-	-	FAC

Table 6.7 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

注意：*：RSTSTAT初始值根据不同类型的复位而不同。

Table 6.8 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	-	-



SH79F169B

Table 6.9 中断控制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
IEN0	A8H	中断允许控制0	0000000-	EA	EADTP	ET2	ES	ET1	EX1	ET0	-
IEN1	A9H	中断允许控制1	0-000--0	ELPD	-	EPWM	ES1	EHSEC	-	-	EEMU
IPL0	B8H	中断优先权控制低位0	-000000-	-	PADCL	PT2L	PSL	PT1L	PX1L	PT0L	-
IPH0	B4H	中断优先权控制高位0	-000000-	-	PADCH	PT2H	PSH	PT1H	PX1H	PT0H	-
IPL1	B9H	中断优先权控制低位1	00000--0	PLPDL	-	PPWML	PS1L	PHSECL	-	-	PEMUL
IPH1	B5H	中断优先权控制高位1	00000--0	PLPDH	-	PPWMH	PS1H	PHSECH	-	-	PEMUH

Table 6.10 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	--0000--	-	-	P0.5	P0.4	P0.3	P0.2	-	-
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	--000000	-	-	P2.5	P2.4	P2.3	P2.2	P2.1	P2.0
P3	B0H	8位端口3	-00000--	-	P3.6	P3.5	P3.4	P3.3	P3.2	-	-
P4	C0H	8位端口4	00000000	P5.7	P5.6	P5.5	P5.4	P5.3	P5.2	P5.1	P5.0
P5	CFH	8位端口5	--0000--	-	-	P0CR.5	P0CR.4	P0CR.3	P0CR.2	-	-
P0CR	E1H	端口0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
P1CR	E2H	端口1输入/输出方向控制	--000000	-	-	P2CR.5	P2CR.4	P2CR.3	P2CR.2	P2CR.1	P2CR.0
P2CR	E3H	端口2输入/输出方向控制	-00000--	-	P3CR.6	P3CR.5	P3CR.4	P3CR.3	P3CR.2	-	-
P3CR	E4H	端口3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
P4CR	E5H	端口4输入/输出方向控制	--0000--	-	-	P0PCR.5	P0PCR.4	P0PCR.3	P0PCR.2	-	-
P5CR	E6H	端口5输入/输出方向控制	00000000	P1PCR.7	P1PCR.6	P1PCR.5	P1PCR.4	P1PCR.3	P1PCR.2	P1PCR.1	P1PCR.0
P0PCR	E9H	端口0内部上拉允许	--000000	-	-	P2PCR.5	P2PCR.4	P2PCR.3	P2PCR.2	P2PCR.1	P2PCR.0
P1PCR	EAH	端口1内部上拉允许	-00000--	-	P3PCR.6	P3PCR.5	P3PCR.4	P3PCR.3	P3PCR.2	-	-
P2PCR	EBH	端口2内部上拉允许	00000000	P5PCR.7	P5PCR.6	P5PCR.5	P5PCR.4	P5PCR.3	P5PCR.2	P5PCR.1	P5PCR.0
P3PCR	ECH	端口3内部上拉允许	--00000-	-	-	CAL2EN	IOMUX1	IOMUX0	P2OS.2	P2OS.1	-
P4PCR	EDH	端口4内部上拉允许	--000000	-	-	P2DRV.5	P2DRV.4	P2DRV.3	P2DRV.2	P2DRV.1	P2DRV.0
P5PCR	EEH	端口5内部上拉允许	0000000-	P3DRV.7	P3DRV.6	P3DRV.5	P3DRV.4	P3DRV.3	P3DRV.2	P3DRV.1	-
PXMOD	EFH	端口模式选择寄存器	--0000--	-	-	P0.5	P0.4	P0.3	P0.2	-	-
P2DRV	F9H	P2驱动能力选择寄存器	00000000	P1.7	P1.6	P1.5	P1.4	P1.3	P1.2	P1.1	P1.0
P3DRV	FAH	P3驱动能力选择寄存器	--000000	-	-	P2.5	P2.4	P2.3	P2.2	P2.1	P2.0

注意: P3CR 第 7, 1 位为保留位, 需始终保持为 1



SH79F169B

Table 6.11 定时器 SFRs

符号	地址	名称	POR/WDTR/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0和1控制	000000--	TF1	TR1	TF0	TR0	IE1	IT1	-	-
TMOD	89H	定时器0和1模式	00000000	GATE1	C/T1	M11	M10	GATE0	C/T0	M01	M00
TL0	8AH	定时器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/T2	CP/RL2
T2MOD	C9H	定时器/计数器2模式	0----0-	TCLKP2	-	-	-	-	-	T2OE	-
RCAP2L	CAH	定时器/计数器2重载/截获低位字节	00000000	RCAP2L.7	RCAP2L.6	RCAP2L.5	RCAP2L.4	RCAP2L.3	RCAP2L.2	RCAP2L.1	RCAP2L.0
RCAP2H	CBH	定时器/计数器2重载/截获高位字节	00000000	RCAP2H.7	RCAP2H.6	RCAP2H.5	RCAP2H.4	RCAP2H.3	RCAP2H.2	RCAP2H.1	RCAP2H.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	Timer0时钟选择寄存器	-00-0000	-	TCLKS1	TCLKS0	-	TCLKP1	TCLKP0	TC1	TC0

Table 6.12 EUART0 SFRs

符号	地址	名称	POR/WDTR/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	000-0000	SMOD	SSTAT	SSTAT1	-	GF1	GF0	PD	IDL
SCON	98H	串行控制	00000000	SM0/FE	SM1/RXOV	SM2/TXCOL	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
SBRT0	9CH	波特率发生器高7位	00000000	SBRTEN	SBRT0.14	SBRT0.13	SBRT0.12	SBRT0.11	SBRT0.10	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
SF0	9EH	EUART0波特率发生器微调寄存器	00000000	SF0.13	SF0.12	SF0.11	SF0.10	SF0.9	SF0.8	SF0.7	SF0.6



SH79F169B

Table 6.13 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	000-0000	SMOD	SSTAT	SSTAT1	-	GF1	GF0	PD	IDL
SCON1	D8H	串行1控制	00000000	SM10/FE1	SM11/RXOV1	SM12/TXCOL1	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	DCH	波特率发生器高7位	00000000	SBRTEN1	SBRT1.14	SBRT1.13	SBRT1.12	SBRT1.11	SBRT1.10	SBRT1.9	SBRT1.8
SBRTL1	DDH	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
SFINE1	9EH	EUART0\1波特率发生器微调寄存器	00000000	SFINE1.3	SFINE1.2	SFINE1.1	SFINE.0	SFINE.3	SFINE.2	SFINE.1	SFINE.0

Table 6.14 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

Table 6.15 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	C1H	ADC控制	000-0000	ADON	ADCIF	EC	-	SCH2	SCH1	SCH0	GO/DONE
ADT	C2H	ADC定时控制	000-0000	TADC2	TADC1	TADC0	-	TS3	TS2	TS1	TS0
ADCH	AFH	ACDC信道配置	-----000	-	-	-	-	-	CH2	CH1	CH0
ADDL	91H	ADC数据低位字节	-----00	-	-	-	-	-	-	A1	A0
ADDH	92H	ADC数据高位字节	00000000	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2

Table 6.16 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	A2H	LCD 对比度控制寄存器	0000-000	FCMOD	RLCD	FCCTL1	FCCTL0	-	CONTR2	CONTR1	CONTR0
LCDCON	A3H	LCD控制寄存器	0---00--	LCDON	-	-	-	MOD1	MOD0	-	-
P0SS	AAH	P0模式选择寄存器	--0000--	-	-	P0S5	P0S4	P0S3	P0S2	-	-
P1SS	ABH	P1模式选择寄存器	0000---0	P1S7	P1S6	P1S5	P1S4	-	-	-	COMS
P3SS	ACH	P3模式选择寄存器	-0000---	-	P3S6	P3S5	P3S4	P3S3	-	-	-
P5SS	AEH	P5模式选择寄存器	00000000	P5S7	P5S6	P5S5	P5S4	P5S3	P5S2	P5S1	P5S0



SH79F169B

Table 6.17 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
SBSC	FFA0H	亚秒寄存器	*****	SBSC6	SBSC6	SBSC5	SBSC4	SBSC3	SBSC2	SBSC1	SBSC0
SEC	FFA1H	秒寄存器	_*****	-	SEC6	SEC5	SEC4	SEC3	SEC2	SEC1	SEC0
MIN	FFA2H	分钟寄存器	_*****	-	MIN6	MIN5	MIN4	MIN3	MIN2	MIN1	MIN0
HR	FFA3H	小时寄存器	--*****	-	-	HR5	HR4	HR3	HR2	HR1	HR0
DAY	FFA4H	日寄存器	--*****	-	-	DAY5	DAY4	DAY3	DAY2	DAY1	DAY0
MTH	FFA5H	月寄存器	---*****	-	-	-	MTH4	MTH3	MTH2	MTH1	MTH0
YR	FFA6H	年寄存器	*****	YR7	YR6	YR5	YR4	YR3	YR2	YR1	YR0
DOW	FFA7H	周寄存器	-----***	-	-	-	-	-	DOW2	DOW1	DOW0
RTCDATH	FFA8H	RTC补偿值(E)寄存器高位	_*****	-	E14	E13	E12	E11	E10	E9	E8
RTCDATL	FFA9H	RTC补偿值(E)寄存器低位	*****	E7	E6	E5	E4	E3	E2	E1	E0
RTCALM	FFAAH	RTC 闹铃控制寄存器	*****	ALM1C2	ALM1C1	ALM1C0	ALM0C4	ALM0C3	ALM0C2	ALM0C1	ALM0C0
A0SEC	FFABH	闹铃0秒寄存器	_*****	-	A0SEC6	A0SEC5	A0SEC4	A0SEC3	A0SEC2	A0SEC1	A0SEC0
A0MIN	FFACH	闹铃0分钟寄存器	_*****	-	A0MIN6	A0MIN5	A0MIN4	A0MIN3	A0MIN2	A0MIN1	A0MIN0
A0HR	FFADH	闹铃0小时寄存器	--*****	-	-	A0HR5	A0HR4	A0HR3	A0HR2	A0HR1	A0HR0
A0DAY	FFAEH	闹铃0日寄存器	--*****	-	-	A0DAY5	A0DAY4	A0DAY3	A0DAY2	A0DAY1	A0DAY0
A0DOW	FFAFH	闹铃0星期寄存器	-----***	-	-	-	-	-	A0DOW2	A0DOW1	A0DOW0
A1SEC	FFB0H	闹铃1秒寄存器	_*****	-	A1SEC6	A1SEC5	A1SEC4	A1SEC3	A1SEC2	A1SEC1	A1SEC0
A1MIN	FFB1H	闹铃1分钟寄存器	_*****	-	A1MIN6	A1MIN5	A1MIN4	A1MIN3	A1MIN2	A1MIN1	A1MIN0
A1HR	FFB2H	闹铃1小时寄存器	--*****	-	-	A1HR5	A1HR4	A1HR3	A1HR2	A1HR1	A1HR0
RTCCON	FFB3H	RTC 控制寄存器	0***0***	RTCRD	ITEN	ITS1	ITS0	OUTEN	OUTS	OUTF1	OUTF0
RTCWR	FFB4H	时间日历写保护寄存器	00000000	RTCWR7	RTCWR6	RTCWR5	RTCWR4	RTCWR3	RTCWR2	RTCWR1	RTCWR0
RTCPSW	FFB5H	时间日历写密码寄存器	00000000	PSW7	PSW6	PSW5	PSW4	PSW3	PSW2	PSW1	PSW0
RTCIE	FFB6H	RTC 中断控制寄存器	00000000	IT0IE	DAYIE	HRIE	MINIE	SECIE	ALM1IE	ALM0IE	OSCFIE
RTCIF	FFB7H	RTC 中断标志寄存器	*****	IT0IF	DAYIF	HRIF	MINIF	SECIF	ALM1IF	ALM0IF	OSCFIF
RTCECL	FFB8H	RTC 常温偏差值	uuuuuuuu	EC7	EC6	EC5	EC4	EC3	EC2	EC1	EC0
RTCECH	FFB9H	RTC 常温偏差值	uuuuuuuu	EC15	EC14	EC13	EC12	EC11	EC10	EC9	EC8
RTCTMR	FFBAH	RTC Timer 计数器	uuuuuuuu	RTCT.7	RTCT.6	RTCT.5	RTCT.4	RTCT.3	RTCT.2	RTCT.1	RTCT.0

注意: u: 复位不影响当前值; *: 上电复位值为随机数, 其他形式的复位为u。



SH79F169B

Table 6.18 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	EMUCLK1	EMUCLK0	SAGF	NoQLd	NoPLd	REVQ	REVP
EMUIE	D6H	EMU中断允许寄存器	00000000	QFEN	PFEN	DSPIE	QFIE	PFIE	SUMIE	SAGIE	ZXIE
EMUIF	D7H	EMU中断请求寄存器	--000000	-	-	DSPIF	QFIF	PFIF	SUMIF	SAGIF	ZXIF

注意：*：EMUSR初始值根据不同类型的复位而不同。

Table 6.19 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	-0-----	-	EMUF	-	-	-	-	-	-
TCON	88H	定时器/计数器0和1控制 外部中断0,1控制	000000--	TF1	TR1	TF0	TR0	IE1	IT1	-	-

Table 6.20 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	C3H	PWM0控制寄存器	0000-000	PWM0EN	PWM0S	PWM0CK1	PWM0CK0	-	PWM0IE	PWM0IF	PWM0CH
PWM1CON	93H	PWM1控制寄存器	0000-000	PWM1EN	PWM1S	PWM1CK1	PWM1CK0	-	PWM1IE	PWM1IF	PWM1CH
PWM0PH	C7H	PWM0周期寄存器高4位	----0000	-	-	-	-	PWM0P.11	PWM0P.10	PWM0P.9	PWM0P.8
PWM0PL	C6H	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	C5H	PWM0占空比寄存器高4位	----0000	-	-	-	-	PWM0D.11	PWM0D.10	PWM0D.9	PWM0D.8
PWM0DL	C4H	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	97H	PWM1周期寄存器高4位	----0000	-	-	-	-	PWM1P.11	PWM1P.10	PWM1P.9	PWM1P.8
PWM1PL	96H	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	95H	PWM1占空比寄存器高4位	----0000	-	-	-	-	PWM1D.11	PWM1D.10	PWM1D.9	PWM1D.8
PWM1DL	94H	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

注意：-：保留位。



SFR映像图

	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	-	P2DRV	P3DRV	IB_OFFSET	IB_DATA	-	-	(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	PXMOD	EFh
E0h	ACC	P0CR	P1CR	P2CR	P3CR	P4CR	P5CR	PASLO	E7h
D8h	SCON1	SBUF1	SADDR1	SADEN1	SBRT1H	SBRT1L	-	LDOCON	DFh
D0h	PSW	EADR	EDTAH	EDTAM	EDTAL	EMUSR	EMUIE	EMUIF	D7h
C8h	T2CON	T2MOD	RCAP2L	RCAP2H	TL2	TH2	TCON1	P5	CFh
C0h	P4	ADCON	ADT	PWM0CON	PWM0DL	PWM0DH	PWM0PL	PWM0PH	C7h
B8h	IPL0	IPL1	-	-	-	-	-	LPDCON1	BFh
B0h	P3	RSTSTAT	CLKCON	LPDCON	IPH0	IPH1	-	-	B7h
A8h	IEN0	IEN1	P0SS	P1SS	P3SS	-	P5SS	ADCH	AFh
A0h	P2	IRCON	LCDCON1	LCDCON	-	-	-	FLASHCON	A7h
98h	SCON	SBUF	SADDR	SADEN	SBRTH	SBRTL	SFINE	-	9Fh
90h	P1	ADDL	ADDH	PWM1CON	PWM1DL	PWM1DH	PWM1PL	PWM1PH	97h
88h	TCON	TMOD	TL0	TL1	TH0	TH1	SUSLO	-	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	

	不可按位寻址								
	0/8	1/9	2/A	3/B	4/C	5/D	6/E	7/F	
FFF8h	-	-	-	-	-	-	-	-	FFFFh
FFF0h	-	-	-	-	-	-	-	-	FFF7h
FFE8h	-	-	-	-	-	-	-	-	FFE7h
FFE0h	-	-	-	-	-	-	-	-	FFE7h
FFD8h	-	-	-	-	-	-	-	-	FFDFh
FFD0h	-	-	-	-	-	-	-	-	FFD7h
FFC8h	-	-	-	-	-	-	-	-	FFCFh
FFC0h	-	-	-	-	-	-	-	-	FFC7h
FFB8h	RTCECL	RTCECH	RTCTMR	-	-	-	-	-	FFBFh
FFB0h	A1SEC	A1MIN	A1HR	RTCCON	RTCWR	RTCPSW	RTCIE	RTCIF	FFB7h
FFA8h	RTCDATH	RTCDATL	RTCALM	A0SEC	A0MIN	A0HR	A0DAY	A0DOW	FFAFh
FFA0h	SBSC	SEC	MIN	HR	DAY	MTH	YR	DOW	FFA7h
FF98h	-	-	-	-	-	-	-	-	FF9Fh
FF90h	-	-	-	-	-	-	-	-	FF97h
FF88h	-	-	-	-	-	-	-	-	FF8Fh
FF80h	-	-	-	-	-	-	-	-	FF87h
	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	00000000b
B	00000000b
AUXC	00000000b
PSW	00000000b
SP	0000111b
DPL	00000000b
DPH	00000000b
DPL1	00000000b
DPH1	00000000b
INSCON	00000000b



7. 标准功能

7.1 CPU

7.1.1 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。

Table 7.1 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/WDI/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。



7.1.2 CPU增强内核特殊功能寄存器

特性

- 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

SH79F169B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。

7.1.3 寄存器

Table 7.2 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



7.2 RAM

7.2.1 特性

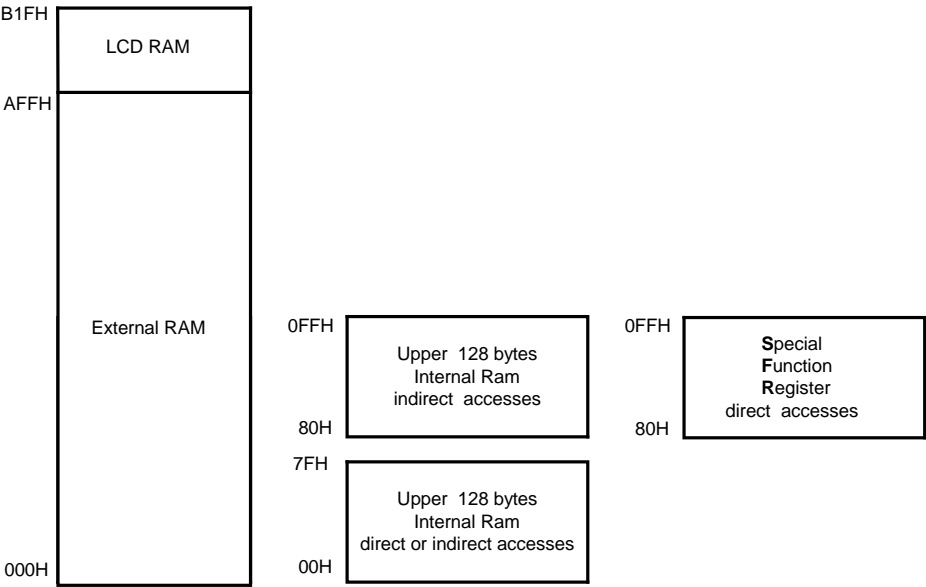
SH79F169B为数据存储提供了内部RAM和外部RAM。下列为存储器空间分配：

- 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

SH79F169B提供内部256字节RAM，外部2816字节RAM和LCD RAM（B00H - B1FH）。



SH79F169B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）。

7.2.2 寄存器

Table 7.3 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.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

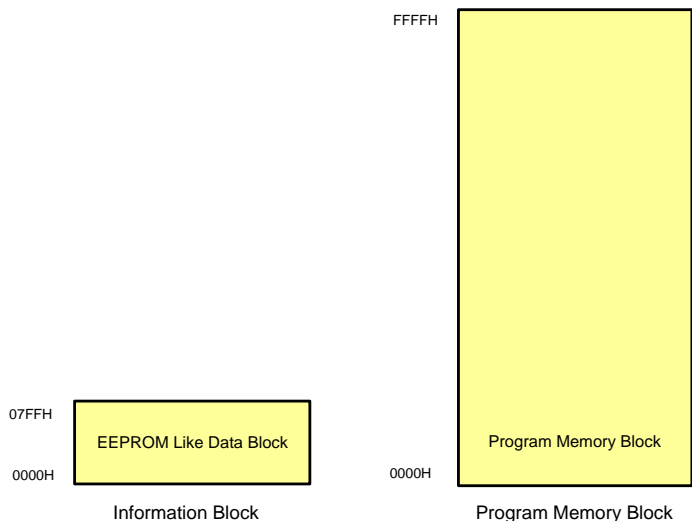
位编号	位符号	说明
7-0	XPAGE[7:0]	RAM页选择器



7.3 Flash程序存储器

7.3.1 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
- 支持 4 种代码保护模式
- 在线编程（ICP）操作支持写入、读取和擦除操作
- 支持整体/扇区擦除和编程
- 编程/擦除次数：程序区：至少 10, 000 次
类 EEPROM 区：至少 100, 000 次
- 数据保存年限：至少 20 年
- 低功耗



SH79F169B为存储程序代码内置64K可编程Flash程序存储区（Program Memory Block），支持在线编程（ICP）模式和扇区自编程（SSP）模式对Flash存储器操作。每个扇区1024字节。

SH79F169B还内置2048字节的类EEPROM存储区用于存放用户数据。每个扇区256字节，总共8个扇区。

Flash操作定义：

在线编程（ICP）模式：通过Flash编程器对Flash存储器进行擦、读、写操作。

扇区自编程（SSP）模式：用户程序代码在Flash代码区中运行，对Flash存储器(包括Flash代码区和类EEPROM区)进行擦、读、写操作，但无法擦除代码自身所在的扇区。

Flash存储器支持以下操作：

(1) 代码保护控制模式编程

SH79F169B的代码保护功能为用户代码提供了高性能的安全措施。共提供4种保护模式。

代码保护模式0：对烧写器加密，允许/禁止任何编程器的写入/读取操作（不包括整体擦除），以4K（4个扇区）为单位，可以分开保护。

代码保护模式1：对MOVC指令加密，允许/禁止在其它扇区中通过MOVC指令进行读取操作，或通过SSP模式进行擦除/写入操作，以4K（4个扇区）为单位，可以分开保护。

代码保护模式2：SSP功能允许/禁止控制，选中后，芯片对code区域的SSP操作（擦除或者写入，不包括读取）是禁止的，但是不会禁止芯片对类EEPROM的操作。

代码保护模式3：客户密码保护，可由客户自设密码，密码由6字节组成。如果将此功能开启，表示在烧写器或仿真器工具对芯片做任何操作（读出，写入，擦除或者仿真）之前先输入这个密码，如果这个密码正确，则芯片允许烧写器或仿真器工具进行相应的操作，反之则报错，无法执行相应操作。

用户必须使用下列方式才能完成代码保护控制模式的设定：

1. Flash编程器在ICP模式设置相应的保护位，以进入所需的保护模式。
2. SSP模式不支持代码保护控制模式编程。

**(2) 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程序，代码选项，代码保护位，但是不会擦除类EEPROM存储区。

用户必须使用下列方式才能完成整体擦除：

1. Flash编程器在ICP模式发出整体擦除指令，进行整体擦除。
2. SSP 模式不支持整体擦除。

(3) 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（SSP）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和保护模式2。

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，如果保护模式3使能，必须输入正确密码。

用户必须使用下列2种方式之一才能完成扇区擦除：

1. Flash编程器在ICP模式发出扇区擦除指令，进行扇区擦除。
2. 通过 SSP 功能发出扇区擦除指令，进行扇区擦除（详见在扇区自编程章节）。

(4) 类EEPROM存储区擦除

类EEPROM存储区擦除操作将会擦除类EEPROM存储区中的内容。用户程序（SSP）和Flash编程器都能执行该操作。

用户必须使用下列2种方式之一才能完成类EEPROM存储区擦除：

1. Flash编程器在ICP模式发出类EEPROM存储区擦除指令，进行类EEPROM存储区擦除。
2. 通过 SSP 功能发出类 EEPROM 存储区擦除指令，进行类 EEPROM 存储区擦除（详见在扇区自编程章节）。

(5) 写/读代码

读/写代码操作可以将代码从Flash存储器中读出或写入。用户程序（SSP）和编程器都能执行该操作。

若需用户程序执行读代码操作，必须禁止所选扇区的代码保护控制模式1。但不管保护位如何设置，用户程序都能读程序自身所在扇区（1K为单位）。

若需用户程序执行写代码操作，必须禁止所选扇区的代码保护控制模式1和代码保护模式2。

注意：若只使能扇区的代码保护控制模式1，用户程序不能写其它扇区，但能写程序自身所在扇区（1K为单位），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。

用户必须使用下列2种方式之一才能完成写/读代码：

1. Flash编程器在ICP模式发出写/读代码指令，进行写/读代码。
2. 通过 SSP 功能发出写代码指令，进行写代码操作；通过 MOV C 指令执行读代码操作。

(6) 写/读类EEPROM存储区

读/写类EEPROM存储区操作可以将数据从类EEPROM存储区中读出或写入。用户程序（SSP）和Flash编程器都能执行该操作。

用户必须使用下列2方式之一才能完成写/读类EEPROM存储区：

1. Flash编程器在ICP模式发出写/读类EEPROM存储区指令，进行写/读类EEPROM存储区。
2. 通过 SSP 功能发出写类 EEPROM 存储区指令，进行写类 EEPROM 操作；通过 MOV C 指令执行读类 EEPROM 操作。

Flash存储器操作汇总

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
类EEPROM存储区擦除	支持	支持
写/读代码	支持（无安全位）	支持（无安全位）
读/写类EEPROM存储区	支持	支持

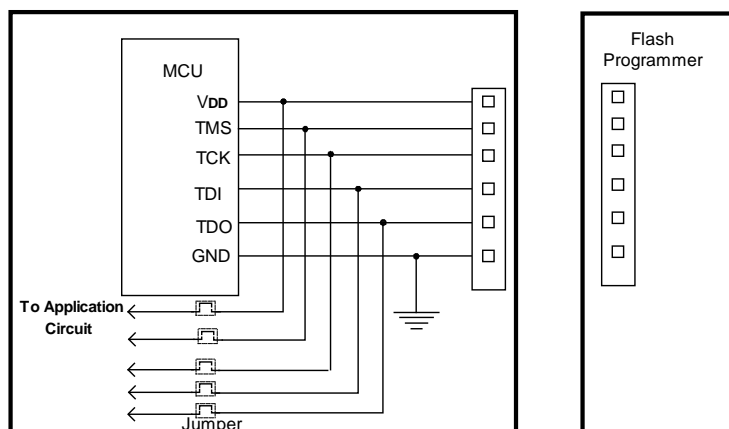


7.3.2 ICP模式下的Flash操作

ICP模式为通过Flash编程器对MCU进行编程，可以在MCU焊在用户板上以后编程。ICP模式下，用户系统必须关机后Flash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。

在ICP模式中，通过6线接口编程器能完成所有Flash操作。因为编程信号非常敏感，所以使用编程器编程时建议用户需要先使用6个跳线将芯片的编程引脚（V_{DD}，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Flash编程器编程接口，开始编程；
- (3) 编程结束后断开Flash编程器接口，连接跳线恢复应用电路。

如果不加跳线，需保证电源线上的电容负载不超过100uF，4根信号线上的电容负载不超过0.01uf，电阻负载不小于1K阻值。

注意：C脚需接4.7uF电容，否则烧写可能异常。



7.4 扇区自编程（SSP）功能

SH79F169B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。

SH79F169B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。

7.4.1 寄存器

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：

Table 7.4 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，000000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

Table 7.5 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：

Table 7.6 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。

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。



Table 7.7 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

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。

Table 7.8 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

Table 7.9 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 < 50μs)

Table 7.10 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



Table 7.11 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_CON3.3	IB_CON3.2	IB_CON3.1	IB_CON3.0
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

Table 7.12 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_CON4.3	IB_CON4.2	IB_CON4.1	IB_CON4.0
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

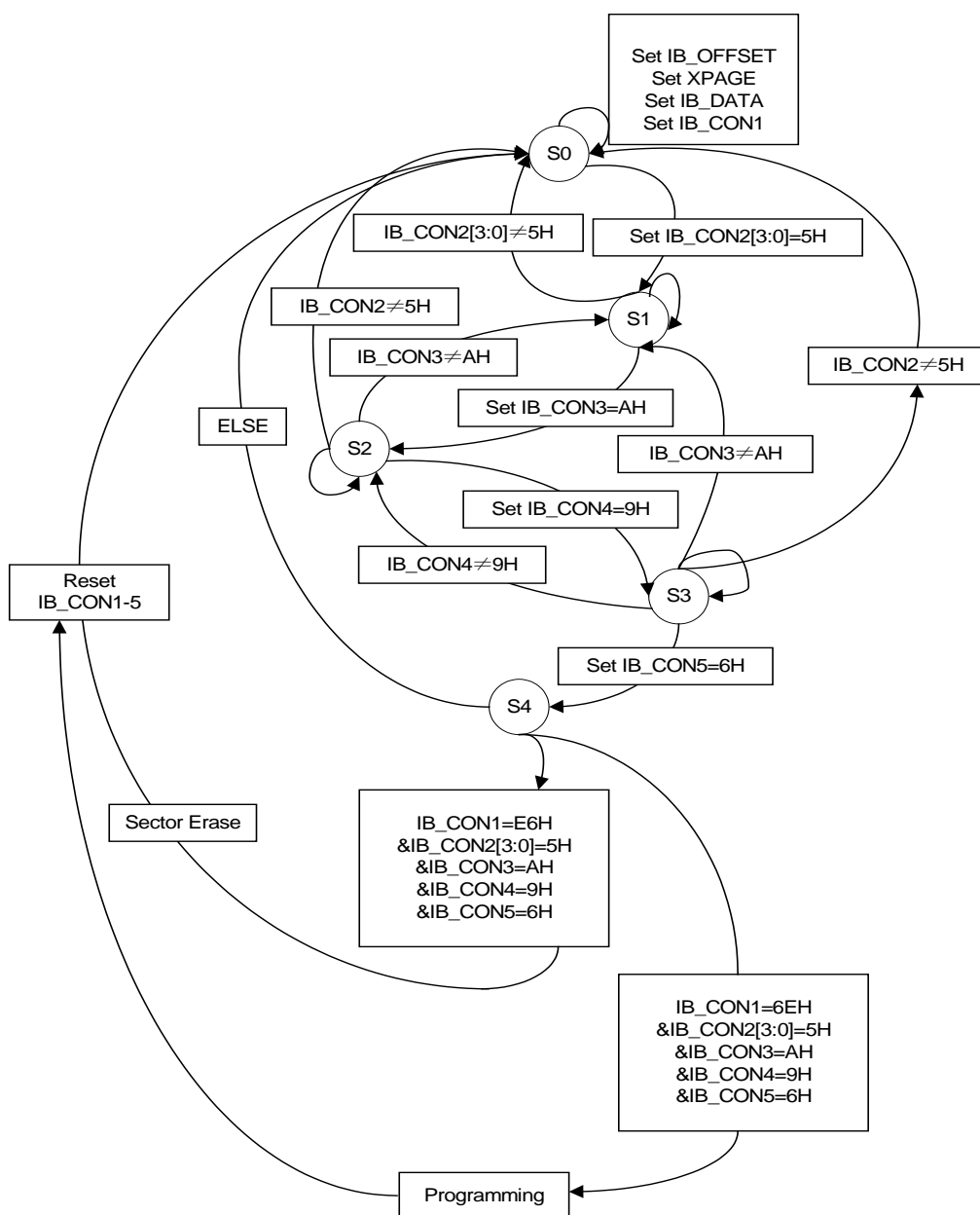
Table 7.13 SSP流程控制寄存器4

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_CON5.3	IB_CON5.2	IB_CON5.1	IB_CON5.0
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



7.4.2 Flash控制流程图





7.4.3 SSP编程注意事项

为确保顺利完成SSP编程，用户软件必须按以下步骤设置：

(1) 对主程序区烧写：注：需关闭代码保护模式1和模式2

1. 关闭中断；
2. 按相应的待编程扇区号设置XPAGE、IB_OFFSET；
3. 按编程需要，设置IB_DATA；
4. 按照顺序设置IB_CON1 - 5；
5. 添加4个NOP指令；
6. 开始编程，CPU将进入IDLE模式；编程完成后自动退出IDLE模式；
7. 如需继续写入数据，跳转至第2步；
8. XPAGE寄存器清0；恢复中断设置。

(2) 对主程序区扇区擦除：注：需关闭代码保护模式1和模式2

1. 关闭中断；
2. 按相应的扇区设置XPAGE；
3. 按照顺序设置IB_CON1 - 5；
4. 添加4个NOP指令；
5. 开始擦除，CPU将进入IDLE模式；擦除完成后自动退出IDLE模式；
6. 更多扇区擦除操作跳转至第2步；
7. 清除XPAGE，恢复中断设置。

(3) 读取：

使用“MOVC A, @A+DPTR”或“MOVC A, @A+PC”指令。

(4) 对类EEPROM区域擦除烧写动作：注：此功能不受代码保护模式控制

对于类EEPROM的操作类似于主程序区Flash的操作，即类似上述(1)/(2)/(3)部分的描述。区别在于：

1. 在对类EEPROM进行擦除、写或读之前，应首先将FLASHCON寄存器的最低位FAC位置1。
2. 类EEPROM的扇区为256字节，而不是1024字节。

特别需要注意的是，当不需要对类EEPROM操作时，必须将FAC位清0。

7.4.4 可读识别码

SH79F169B每颗芯片出厂后都固化有一个40位的可读识别码，它的值为0 - 0xFFFFFFFF的随机值，它是无法擦除的，可以由程序或编程工具读出。

读识别码时，首先，设FAC位为1，然后给DPTR赋值“127BH - 127FH”，将A清0，再使用“MOVC A, @A+DPTR”来读取。

注意：读完识别码后必须将FAC位清0，否则会影响用户程序读代码区的指令执行。

FLASHCON寄存器的描述如下：

Table 7.14 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	-	-	-	-	-	-	-	FAC
读/写	-	-	-	-	-	-	-	读/写
复位值 (POR/WDT/LVR)	-	-	-	-	-	-	-	0

位编号	位符号	说明
0	FAC	访问控制 0: MOVC指令或者SSP功能访问主程序区域 1: MOVC指令或者SSP功能访问类EEPROM区域



7.5 系统时钟和振荡器

7.5.1 特性

- 仅支持1种振荡器类型：32.768kHz晶体谐振器
- 内建8.192MHz锁相环（PLL）振荡器
- 内建32.768kHz加速电路
- 内建系统时钟分频器

7.5.2 时钟定义

SH79F169B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。

7.5.3 概述

SH79F169B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。

SH79F169B内建一个锁相环（PLL）振荡器，PLL振荡器能提供高达8.192MHz振荡频率。PLLCON控制位禁止或使能PLL振荡器。



7.5.4 寄存器

Table 7.15 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	32.768KHz振荡器加速模式控制位 0: 32.768kHz振荡器常规模式，由软件清0 1: 32.768kHz振荡器加速模式，由软件或者硬件置1 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。 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。 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。
6-5	CLKS[1:0]	系统时钟预分频器（对FS2选择的时钟源分频） 00: $f_{SYS} = f_{OSCS}$ 01: $f_{SYS} = f_{OSCS}/2$ 10: $f_{SYS} = f_{OSCS}/4$ 11: $f_{SYS} = f_{OSCS}/12$ 如果选择32.768kHz振荡器为OSCSCLK，此控制位无效。
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：

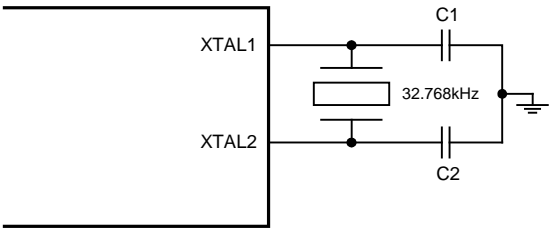
选择PLLCLK作为OSCSCLK，必须按以下步骤依次设置：

- (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



7.5.5 振荡器类型

32768Hz晶体振荡器和内部PLL



晶体谐振器			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:

- (1) 表中负载电容为设计参考数据!
 - (2) 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。
 - (3) 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。
请登陆<http://www.sinowealth.com>以取得更多的推荐谐振器生产厂。



7.6 I/O端口

7.6.1 特性

- 5组31个双向I/O端口
- I/O端口可与其他功能共享

SH79F169B提供5组31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（PxCRy）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）。

SH79F169B I/O由VOUT供电。

SH79F169B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）。

7.6.2 寄存器

Table 7.16 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.5	P0CR.4	P0CR.3	P0CR.2	-	-
P1CR (E2H)	P1CR.7	P1CR.6	P1CR.5	P1CR.4	P1CR.3	P1CR.2	P1CR.1	P1CR.0
P2CR (E3H)	-	-	P2CR.5	P2CR.4	P2CR.3	P2CR.2	P2CR.1	P2CR.0
P3CR (E4H)	-	P3CR.6	P3CR.5	P3CR.4	P3CR.3	P3CR.2	-	-
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	PxCRy 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

注意：P3CR第7，1位为保留位，需始终保持为1

Table 7.17 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.5	P0PCR.4	P0PCR.3	P0PCR.2	-	-
P1PCR (EAH)	P1PCR.7	P1PCR.6	P1PCR.5	P1PCR.4	P1PCR.3	P1PCR.2	P1PCR.1	P1PCR.0
P2PCR (EBH)	-	-	P2PCR.5	P2PCR.4	P2PCR.3	P2PCR.2	P2PCR.1	P2PCR.0
P3PCR (ECH)	-	P3PCR.6	P3PCR.5	P3PCR.4	P3PCR.3	P3PCR.2	-	-
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	PxPCRy 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



Table 7.18 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)	-	-	P0.5	P0.4	P0.3	P0.2	-	-
P1 (90H)	P1.7	P1.6	P1.5	P1.4	P1.3	P1.2	P1.1	P1.0
P2 (A0H)	-	-	P2.5	P2.4	P2.3	P2.2*	P2.1*	P2.0
P3 (B0H)	-	P3.6	P3.5	P3.4	P3.3	P3.2	-	-
P5 (CFH)	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 = 0-5, 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 $V_{DD} + 0.3V$ 。

Table 7.19 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
PXMOD	-	-	CAL2EN	IOMUX1	IOMUX0	P2OS.2	P2OS.1	-
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
5	CAL2EN	P2.4 IO输出选择 0: P2.4不作为RTC脉冲输出口 1: P2.4输出RTC脉冲 RTC对应的输出使能应同时打开
4-3	IOMUX[1:0]	P3.4 IO输出选择 00: P3.4不作为IOMUX 01: P3.4输出PF脉冲 10: P3.4输出QF脉冲 11: P3.4输出RTC脉冲 PF/QF/RTC对应的输出使能应同时打开
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

Table 7.20 端口驱动能力选择寄存器

	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
P2DRV (F9H)	-	-	P2DRV.5	P2DRV.4	P2DRV.3	P2DRV.2	P2DRV.1	P2DRV.0
P3DRV (FAH)	P3DRV.7	P3DRV.6	P3DRV.5	P3DRV.4	P3DRV.3	P3DRV.2	P3DRV.1	-
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	PxDRV.y x = 2-3, y = 0-7	端口2, 3输出模式选择 0: 引脚输出普通驱动能力 1: 引脚输出减弱驱动能力（驱动能力见IOH2, IOL2）



7.6.4 端口共享

31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。

PORT0:

- LCD Segment 7-10 (P0.2 - P0.5)

Table 7.21 PORT0共享列表

引脚编号	优先级	功能	允许位
33 - 36	1	SEG7 - SEG10	P0SS.x = 1 (x = 2-5)
	2	P0.2 - P0.5	P0SS.x = 0 (x = 2-5)

PORT1:

- LCD COM 1-8 (P1.0 - P1.7)

- LCD Segment 1-4 (P1.4 - P1.7)

- PWM0 (P1.4) : PWM0输出

Table 7.22 PORT1共享列表

引脚编号	优先级	功能	允许位
29	1	PWM0	PWM0CON寄存器PWM0EN位置1
	2	COM5	P1SS.4 = 1, PWM0EN = 0, LCDCON DUTY[1:0] = 01
	3	SEG1	P1SS.4 = 1, PWM0EN = 0
	4	P1.4	无上述情况
30	2	SEG2	P1SS.5 = 1
	3	COM6	P1SS.5 = 1, LCDCON DUTY[1:0] = 01
	4	P1.5	无上述情况
31	1	SEG3	P1SS.6 = 1
	2	COM7	P1SS.6 = 1, LCDCON DUTY[1:0] = 1X
	3	P1.6	P1SS.6 = 0
32	1	SEG4	P1SS.7 = 1
	2	COM8	P1SS.7 = 1, LCDCON DUTY[1:0] = 1X
	3	P1.7	P1SS.7 = 0
25 - 28	1	COM1 - 4	P1SS寄存器中COMS = 1
	2	P1.0 - P1.3	P1SS寄存器中COMS = 0

**PORT2:**

- $\overline{\text{RST}}$ (P2.0) : 复位
- 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
- PF (P2.4) : 有功电能脉冲输出
- QF (P2.5) : 无功电能脉冲输出
- CALOUT2: RTC脉冲输出
- VIN (P2.3) : 外部电压输入

Table 7.23 PORT2共享列表

引脚编号	优先级	功能	允许位
14	1	$\overline{\text{RST}}$	代码选项
	2	P2.0	代码选项
17	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
18	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	CALOUT2	CAL2EN=1且RTCCON寄存器中OUTEN=1
	3	PF	将EMUIE寄存器的PFEN位置1
	4	P2.4	ADCH寄存器的CH1位和EMUIE寄存器的PFEN位都清0
19	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

PORT3:

- RXD0 (P3.5) : EUART0数据输入
- TXD0 (P3.6) : EUART0数据输出
- RXD1 (P3.3) : EUART1数据输入
- TXD1 (P3.4) : EUART1数据输出
- T2 (P3.2) : 定时器2外部输入/波特率时钟输出
- LCD Segment 29 - 32
- IOMUX: 多功能脉冲输出口

Table 7.24 PORT3共享列表

引脚编号	优先级	功能	允许位
20	1	CALOUT	RTCCON寄存器中OUTEN = 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
21	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



续上表

22	1	IOMUX	IOMUX[1:0] = 01且PFEN = 1或IOMUX[1:0] = 10且QFEN = 1 或IOMUX[1:0] = 11且RTCCON寄存器中OUTEN = 1
	2	TXD1	写入SBUF1寄存器
	3	SEG30	P3SS.4 = 1
	4	P3.4	无上述情况
23	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
24	1	TXD0	写入 SBUF 寄存器
	2	SEG32	P3SS.6 = 1
	3	P3.6	无上述情况

PORT5:

- LCD Segment 21-28（P5.0 - P5.7）
- PWM1（P5.6）：PWM1输出
- INT1（P5.7）：外部中断1

Table 7.25 PORT5共享列表

引脚编号	优先级	功能	允许位
37 - 42	1	SEG21 - SEG26	P5SS.x = 1（x = 0-5）
	2	P5.0 - P5.5	P5SS.x = 0（x = 0-5）
43	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
44	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



7.7 定时器

7.7.1 特性

- SH79F169B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
- 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

7.7.2 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）。

定时器x的方式（x = 0, 1）

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

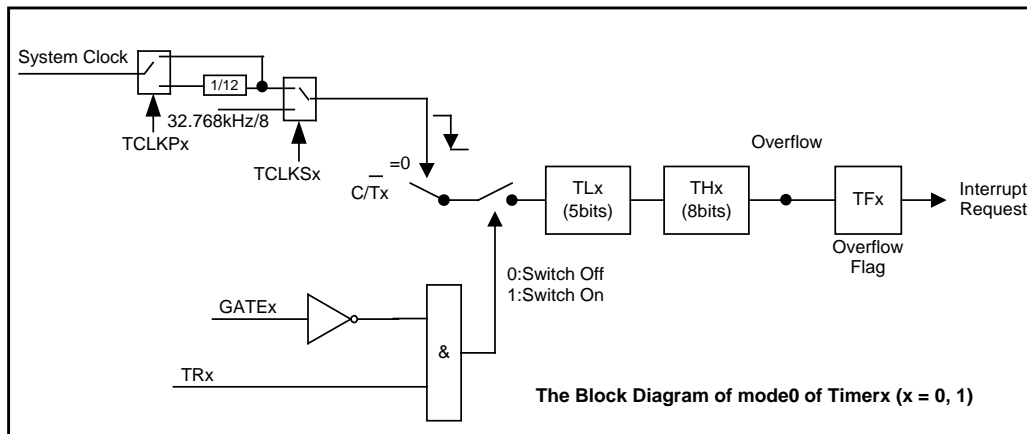
方式0：13位定时器

在模式0中，定时器x为13位定时器。THx寄存器存放13位定时器的高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。系统时钟为定时器x的时钟源。

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。

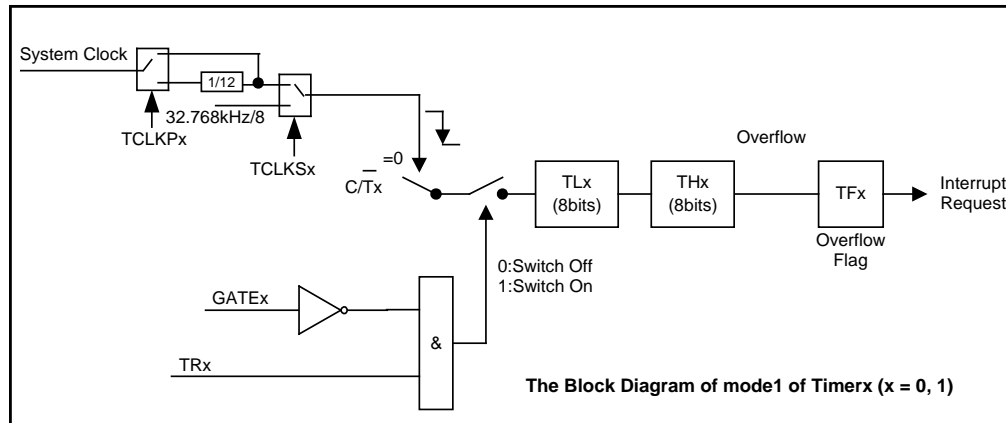
可配置寄存器TCON1中的TCLKPx（x = 0, 1）位选择系统时钟或系统时钟的1/12作为定时器x（x = 0, 1）的时钟源。

注意：使用方式0时需要将C/Tx位清零，并将GATEx与TRx置1。



**方式1：16位定时器**

除了使用16位定时器之外，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。

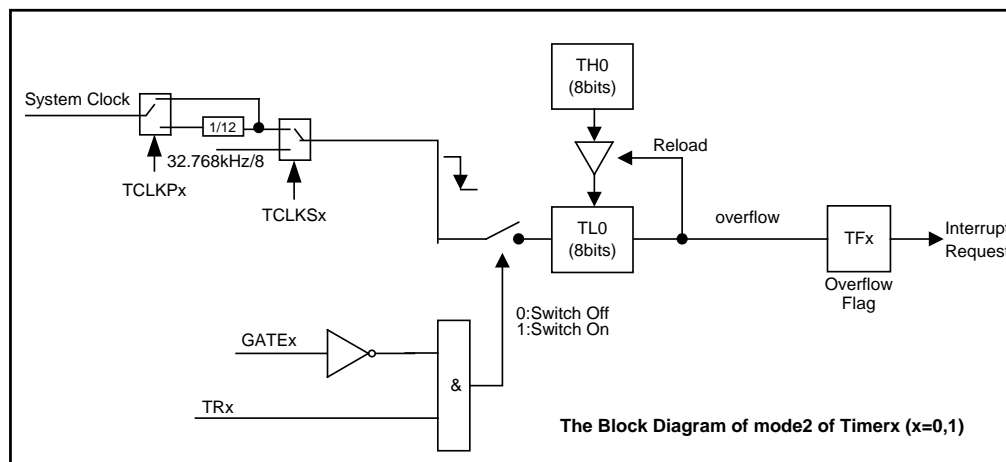
**方式2：8位自动重载定时器**

方式2中，定时器x是8位自动重载定时器。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。





寄存器

Table 7.26 定时器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	TRx 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 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

Table 7.27 定时器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/T1	M11	M10	GATE0	C/T0	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	GATEx x = 0, 1	定时器x门控位 0: TRx置1, 定时器x即被允许 1: 只有INTx在高电平期间TRx置1, 定时器x才被允许
6, 2	C/Tx x = 0, 1	定时器/计数器方式选择位 0: 定时器方式 1: 无效
5-4 1-0	Mx[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TLx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



Table 7.28 定时器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

Table 7.29 定时器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	-	-
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
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的8分频作为定时器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: 选择系统时钟的1/12作为定时器x的时钟源 1: 选择系统时钟作为定时器x的时钟源



7.7.3 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。

可配置寄存器T2MOD中的TCLKP2位选择系统时钟或系统时钟的1/12作为定时器2的时钟源。

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

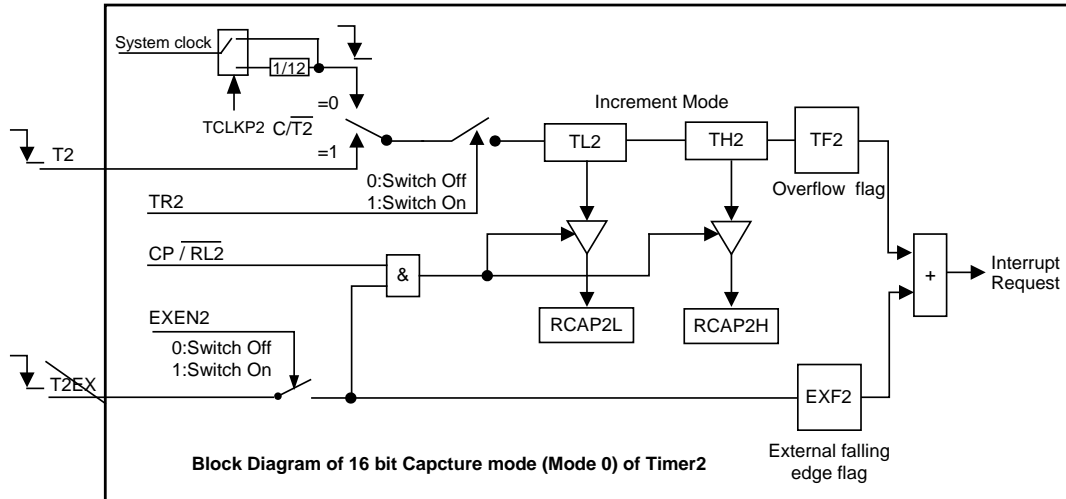
C/T2	T2OE	DCEN	TR2	CP/RL2	方式	
X	0	X	1	1	0	16位捕获
X	0	0	1	0	1	16位自动重载定时器
X	0	1	1	0		
0	1	X	1	X	2	只用于可编程时钟
1	1	X	1	X	X	不推荐使用
X	X	X	0	X	X	定时器2停止

方式0：16位定时器

在捕获方式中，T2CON的EXEN2位有两个选项。

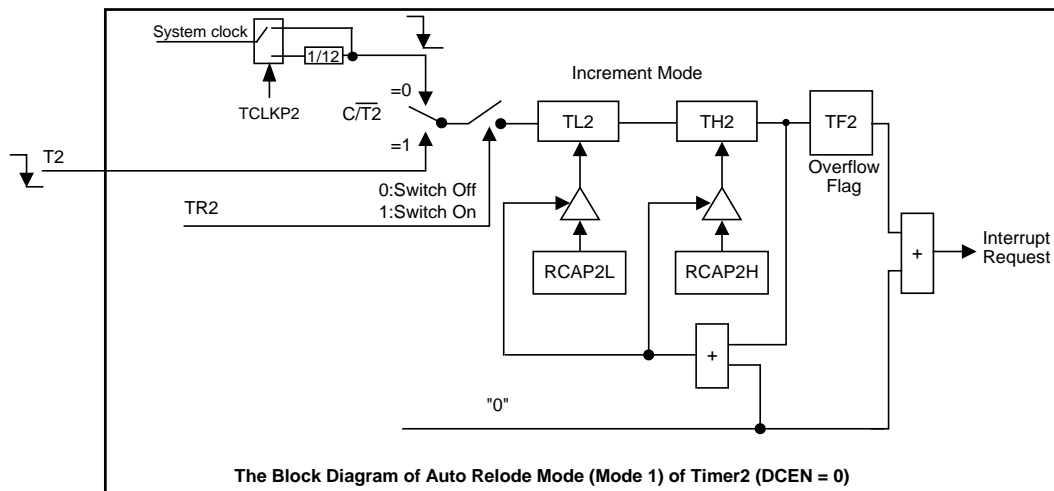
如果EXEN2 = 0，定时器2作为16位定时器或计数器，如果IET2被允许的话，定时器2能设置TF2溢出产生一个中断。

如果EXEN2 = 1，定时器2执行相同操作。

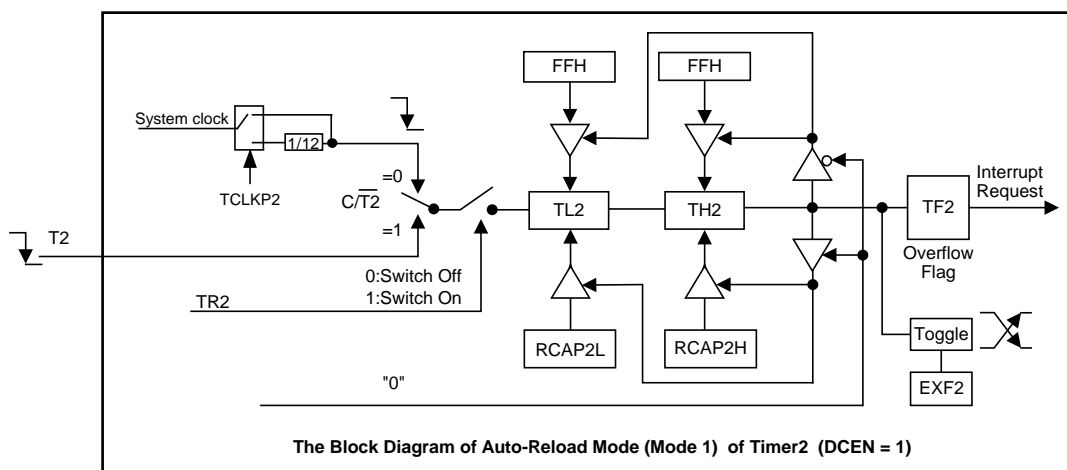


**方式1：16位自动重载定时器**

在16位自动重载方式下，定时器2为递增计数。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。



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

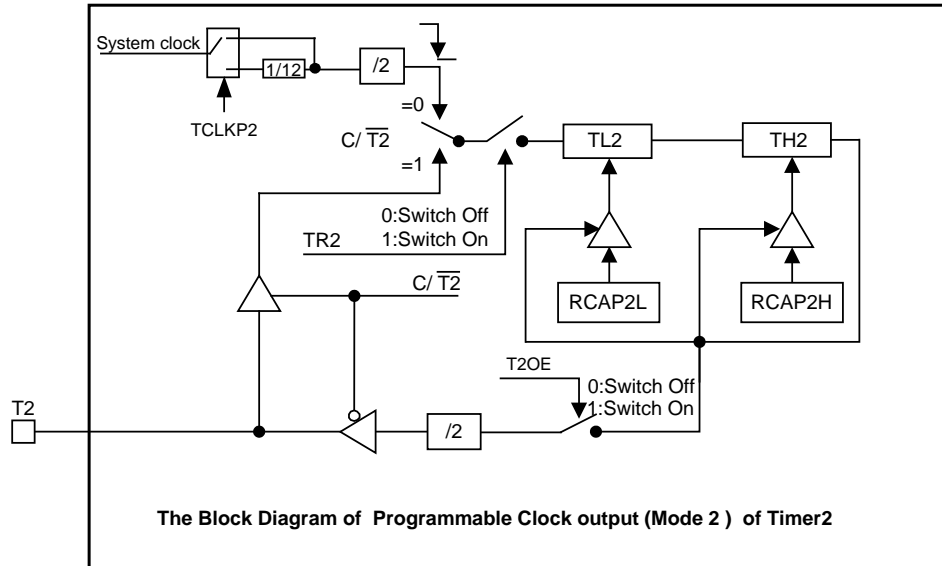


**方式2：可编程时钟输出**

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

Table 7.30 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	-	-	-	-	TR2	C/T2	CP/RL2
读/写	读/写	-	-	-	-	读/写	读/写	读/写
复位值 (POR/WDI/LVR/PIN)	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)
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

Table 7.31 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	TCLKP2	-	-	-	-	-	T2OE	-
读/写	读/写	-	-	-	-	-	读/写	-
复位值 (POR/WDI/LVR/PIN)	0	-	-	-	-	-	0	-

位编号	位符号	说明
7	TCLKP2	分频选择控制位 0: 选择系统时钟的1/12作为定时器2的时钟源 1: 系统时钟作为定时器2的时钟源
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

**Table 7.32** 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)	RCAP2L.7	RCAP2L.6	RCAP2L.5	RCAP2L.4	RCAP2L.3	RCAP2L.2	RCAP2L.1	RCAP2L.0
RCAP2H (CBH)	RCAP2H.7	RCAP2H.6	RCAP2H.5	RCAP2H.4	RCAP2H.3	RCAP2H.2	RCAP2H.1	RCAP2H.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	



7.8 中断

7.8.1 特性

- 11个中断源
- 4层中断优先级
- 程序超范围中断

SH79F169B有11个中断源：1个外部中断（外部中断1），3个定时器中断（定时器0/1/2），2个EUART中断，ADC中断，RTC中断，PWM中断，LPD中断和EMU中断。

7.8.2 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。

Table 7.33 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	EADTP	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	EADTP	ADC和TPS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



Table 7.34 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	-	EPWM	ES1	ERTC	-	-	EEMU
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	ELPD	LPD中断允许位 0: 禁止LPD中断 1: 允许LPD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中断允许位 0: 禁止EUART1中断 1: 允许EUART1中断
3	ERTC	RTC中断允许位 0: 禁止RTC中断 1: 允许RTC中断
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

7.8.3 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，在中断汇总表中会列出各中断标志位。

外部中断源产生外部中断INT1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IE0/1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TFx（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EUARTx（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。ADC模块中断共享一个中断向量地址。

RTCIF寄存器的IT0IF, DAYIF, HRIF, MINIF, SECIF, ALM1IF, ALM0IF中的一个或多个标志位置1时，产生RTC中断。标志必须由软件清0。

PWMxCON（x = 0-1）寄存器的PWMIFx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。

电能计量周期结束后，计量模块会置位EMUIF寄存器值，再与EMUIE寄存器值相与后，结果若不为零，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。



Table 7.35 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

Table 7.36 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	-	-	-	-	-	-
读/写	-	读	-	-	-	-	-	-
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	-	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



7.8.4 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。

7.8.5 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。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
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）

Table 7.37 中断优先级控制寄存器

B8H, B4H	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/WDI/LVR/PIN)	-	0	0	0	0	0	0	-
B9H, B5H	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	-	PPWML	PS1L	PRTCL	-	-	PEMUL
IPH1 (B5H)	PLPDH	-	PPWMH	PS1H	PRTCH	-	-	PEMUH
读/写	读/写	-	读/写	读/写	读/写	-	-	读/写
复位值 (POR/WDI/LVR/PIN)	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



7.8.6 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：

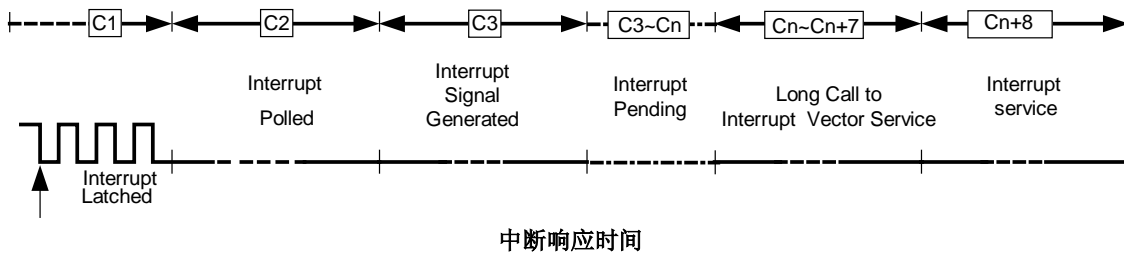
同级或更高级的优先级中断在运行中。

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。如果当模式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：



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。

7.8.7 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。



7.8.8 外部中断输入

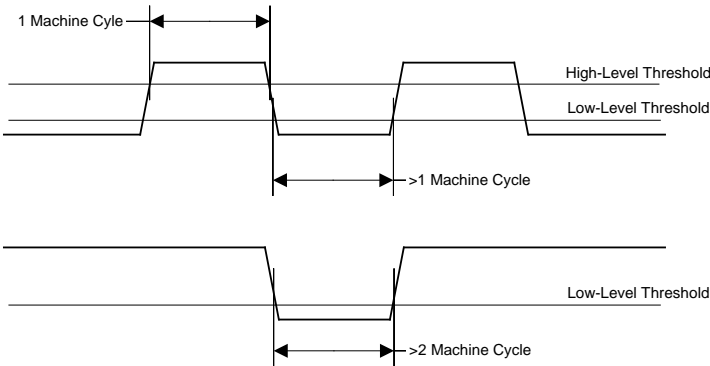
SH79F169B有1个外部中断输入。外部中断1有一个独立的中断源。外部中断1可以通过设置TCON寄存器的IT1位来选择是电平触发或是边沿触发。当IT1 = 0时，外部中断INT1引脚为低电平触发；当IT1 = 1，外部中断INT1为沿触发，在这个模式中，一个周期内INT1引脚上连续采样为高电平而下个周期为低电平，TCON寄存器的中断请求标志位置1，发出一个中断请求。由于外部中断引脚每个机器周期采样一次，输入高或低电平应当保持至少1个机器周期以确保能够被正确采样到。

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IE_x置1。当调用中断服务程序后，CPU自动将IE_x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IE_x (x = 1, 2, 3)，因为中断只与输入口电平有关。

当SH79F169B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

7.8.9 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)	-
保留	0003h	-	-	-	-
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/TPS	0033h	EADC	ADCIF	8	6
EMU	003Bh	EEMU	EMUF	9	7
HSEC	0053h	EHSEC	HSECIF	12	10
EUART1	005Bh	ES1	RI1+TI1	13	11
PWM	0063h	EPWM+PWMIE0/1	PWMIF0/1	14	12
LPD	0073h	ELPD	LPDIF	16	14
保留	007Bh	-	-	1	15



8. 增强功能

8.1 LCD驱动器

LCD驱动器包含一个控制器，一个占空比发生器，及4/6/8 COM驱动器引脚和20 SEG驱动器引脚。由P0SS、P1SS、P3SS、P5SS寄存器控制，Segment脚和COM脚还可以当作I/O口使用。

32字节的LCD显示数据RAM存储区的地址为B00H-B1FH，如果需要，它们可以作为数据存储器使用。

SH79F169B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 or 1/4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SH79F169B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。

8.1.1 电阻型LCD模式

传统电阻型LCD显示模式有以下特性：

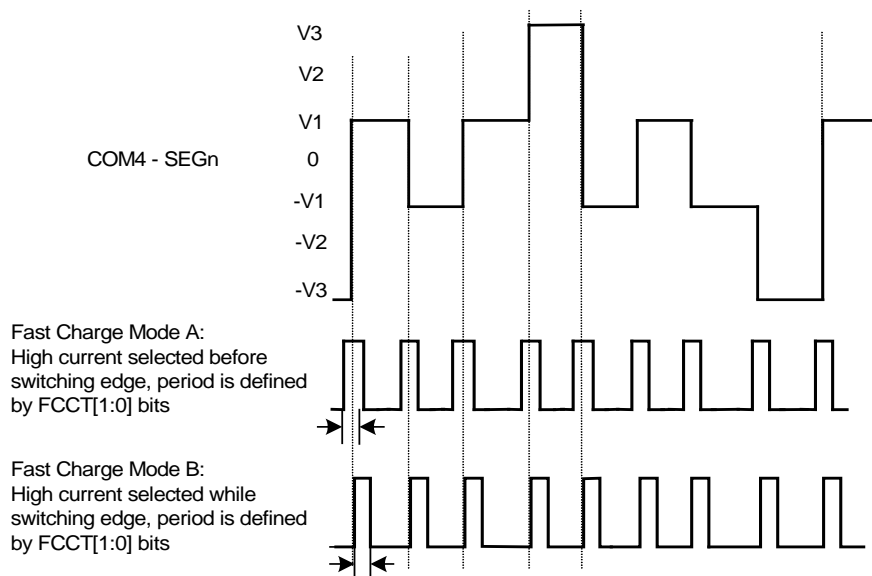
- 由LCDCON寄存器的CONTR[2:0]位控制8级对比度调节；
- 1/4占空比时帧频为64Hz；
- 支持快速充电模式（Fast Charge Mode）以降低功耗。

由LCDCON寄存器的MOD[1:0]位控制可选择LCD偏置电阻（ R_{LCD} ）为60k或450k/900k。选择60k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450k/900k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。450k和900k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60k偏置电阻，提供较大的驱动电流，在数据保持期间选择450k/900k偏置电阻，提供较小的驱动电流。

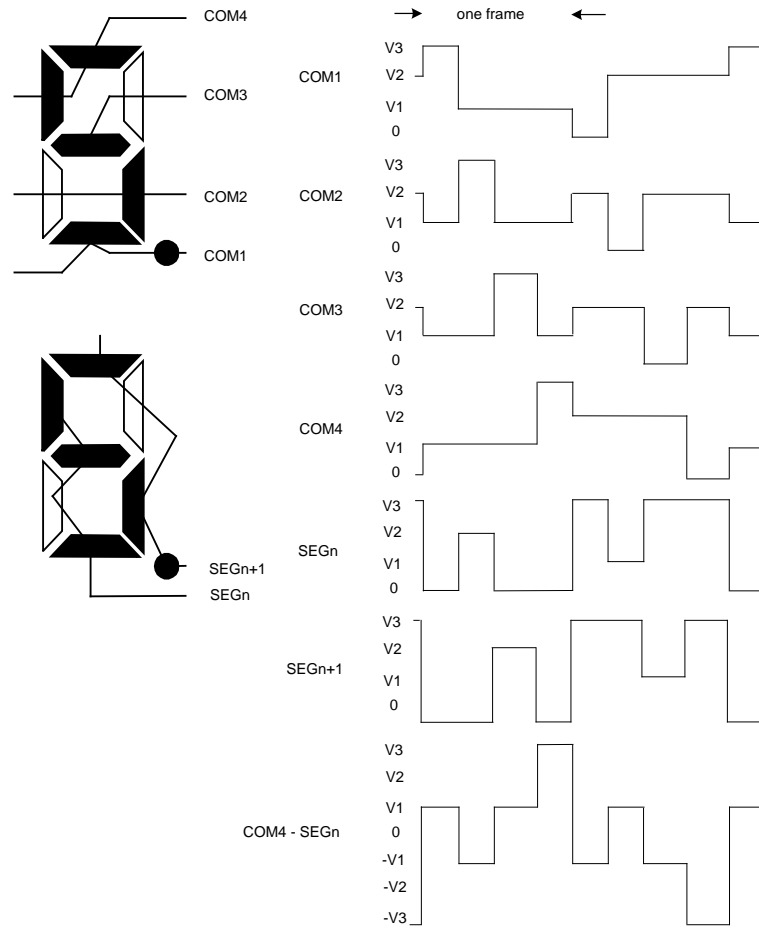
快速充电显示方式有两种充电模式：模式A和模式B，由LCDCON1寄存器的FCMOD位来选择。由LCDCON1寄存器的FCCTL[1:0]位选择充电时间为LCD com周期的1/4、1/8、1/16或1/32。

快速充电模式波形

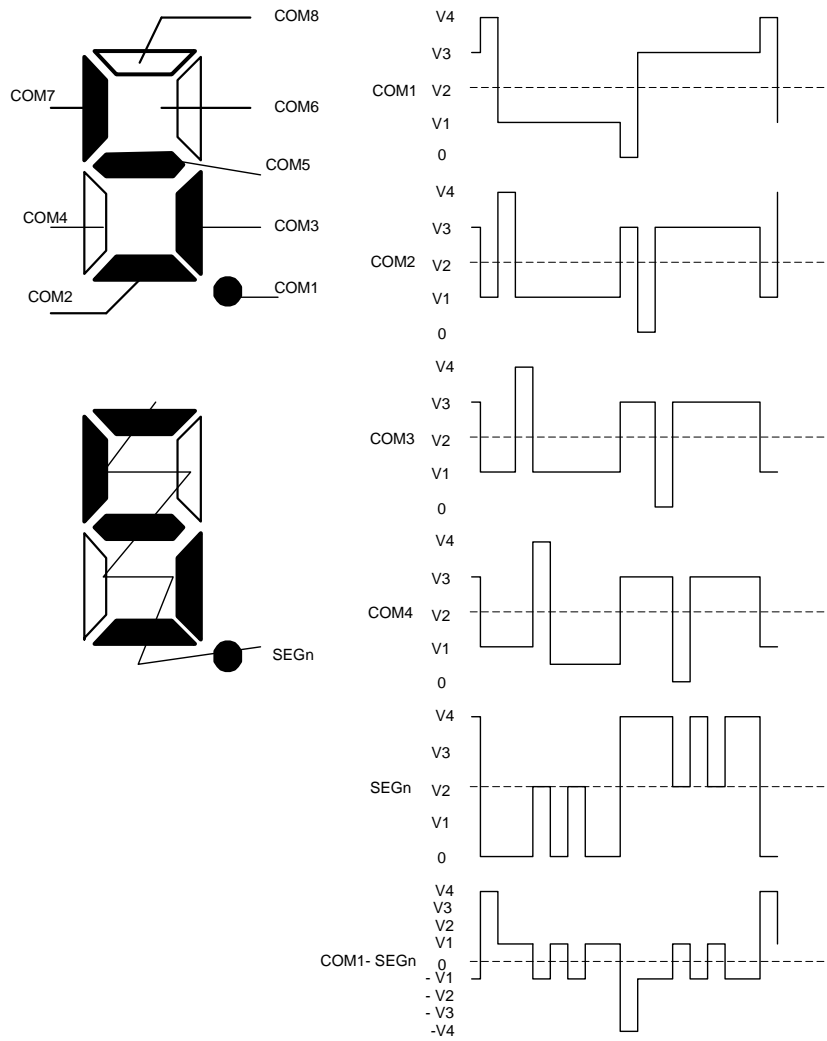




LCD波形



LCD波形（1/4占空比，1/3偏置）



LCD波形（1/8占空比，1/4偏置）



8.1.2 寄存器

Table 8.1 LCD控制寄存器

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
LCDCON	LCDON	-	DUTY1	DUTY0	BIAS	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	LCDON	LCD开/关控制位 0: 禁止LCD驱动器 1: 允许LCD驱动器
5-4	DUTY[1:0]	LCD占空比选择位 00: 1/4占空比, 推荐1/3偏置 01: 1/6占空比, 推荐1/3偏置, P1.4, P1.5作为COM5, COM6 1x: 1/8占空比, 推荐1/4偏置, P1.4-P1.7作为COM5 - COM8
3	BIAS	BIAS选择位 0: 1/3偏置 1: 1/4偏置
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: $V_{LCD} = 1.000 V_{OUT}$



Table 8.2 LCD对比度寄存器

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
LCDCON1	FCMOD	-	FCCTL1	FCCTL0	-	MOD2	MOD1	MOD0
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	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
5-4	FCCTL[1:0]	充电时间控制位 00: 1/4 LCD com周期 01: 1/8 LCD com周期 10: 1/16 LCD com周期 11: 1/32 LCD com周期
2-0	MOD[2:0]	驱动模式选择位 000: 传统模式, 偏置电阻总和为900k 001: 传统模式, 偏置电阻总和为450k 010: 传统模式, 偏置电阻总和为60k 011: 快速充电模式, 偏置电阻总和自动在60k和450k之间切换 1xx: 快速充电模式, 偏置电阻总和自动在60k和900k之间切换

Table 8.3 P0模式选择寄存器

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
P0SS	-	-	P0S5	P0S4	P0S3	P0S2	-	-
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: P0.2-P0.5作为I/O 1: P0.2-P0.5作为Segment (SEG7 - SEG10)



Table 8.4 P1模式选择寄存器

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
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LCD端口 (SEG1 - SEG4) 或 (COM4 - COM8) 作为COM还是SEG由DUTY[1:0]控制
0	COMS	COM配置选择 0: P1.0-P1.3作为I/O 1: P1.0-P1.3作为Common (COM1 - COM4)

Table 8.5 P3模式选择寄存器

ACH	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
6-3	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)

Table 8.6 P5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
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
7-0	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)

**8.1.3 LCD RAM配置**

地址	7	6	5	4	3	2	1	0
	COM8	COM7	COM6	COM5	COM4	COM3	COM2	COM1
B00H	-	-			SEG1	SEG1	SEG1	SEG1
B01H	-	-			SEG2	SEG2	SEG2	SEG2
B02H	-	-	SEG3	SEG3	SEG3	SEG3	SEG3	SEG3
B03H	-	-	SEG4	SEG4	SEG4	SEG4	SEG4	SEG4
B06H	SEG7	SEG7	SEG7	SEG7	SEG7	SEG7	SEG7	SEG7
B07H	SEG8	SEG8	SEG8	SEG8	SEG8	SEG8	SEG8	SEG8
B08H	SEG9	SEG9	SEG9	SEG9	SEG9	SEG9	SEG9	SEG9
B09H	SEG10	SEG10	SEG10	SEG10	SEG10	SEG10	SEG10	SEG10
B14H	SEG21	SEG21	SEG21	SEG21	SEG21	SEG21	SEG21	SEG21
B15H	SEG22	SEG22	SEG22	SEG22	SEG22	SEG22	SEG22	SEG22
B16H	SEG23	SEG23	SEG23	SEG23	SEG23	SEG23	SEG23	SEG23
B17H	SEG24	SEG24	SEG24	SEG24	SEG24	SEG24	SEG24	SEG24
B18H	SEG25	SEG25	SEG25	SEG25	SEG25	SEG25	SEG25	SEG25
B19H	SEG26	SEG26	SEG26	SEG26	SEG26	SEG26	SEG26	SEG26
B1AH	SEG27	SEG27	SEG27	SEG27	SEG27	SEG27	SEG27	SEG27
B1BH	SEG28	SEG28	SEG28	SEG28	SEG28	SEG28	SEG28	SEG28
B1CH	SEG29	SEG29	SEG29	SEG29	SEG29	SEG29	SEG29	SEG29
B1DH	SEG30	SEG30	SEG30	SEG30	SEG30	SEG30	SEG30	SEG30
B1EH	SEG31	SEG31	SEG31	SEG31	SEG31	SEG31	SEG31	SEG31
B1FH	SEG32	SEG32	SEG32	SEG32	SEG32	SEG32	SEG32	SEG32



8.2 增强型通用异步收发器 (EUART)

8.2.1 特性

- 2组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

8.2.2 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中由条件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RI = 0和REN = 1）。外部发送器通信以发送起始位开始。

EUART工作方式列表

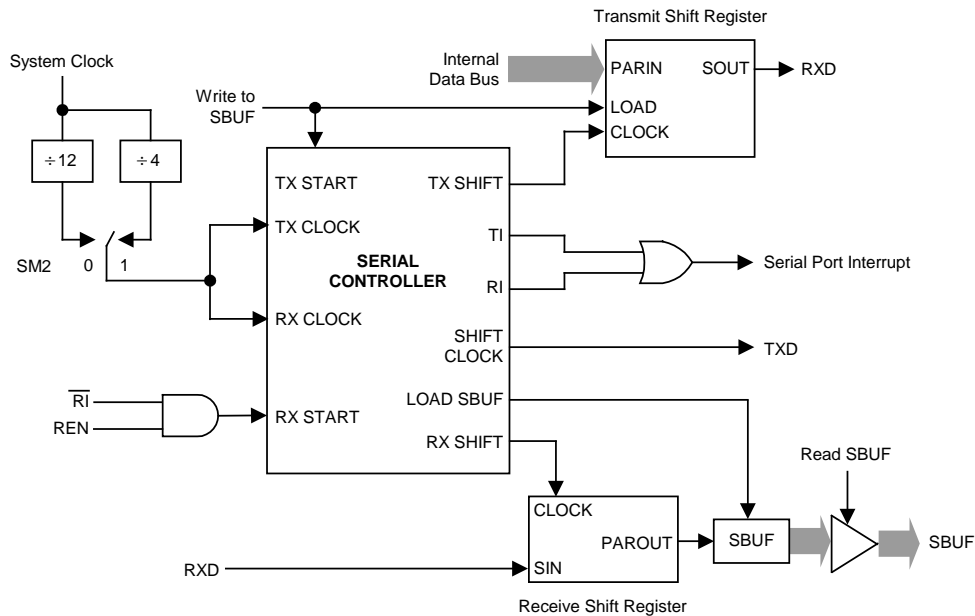
SM0	SM1	方式	类型	波特率	帧长度	起始位	停止位	第9位
0	0	0	同步	$f_{\text{SYS}}/(4\text{或}12)$	8位	无	无	无
0	1	1	异步	自带波特率发生器的溢出率/16	10位	1	1	无
1	0	2	异步	$f_{\text{SYS}}/(32\text{或}64)$	11位	1	1	0, 1
1	1	3	异步	自带波特率发生器的溢出率/16	11位	1	1	0, 1

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引脚发送移位时钟。SH79F169B提供TXD引脚上的移位时钟，因此这种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。

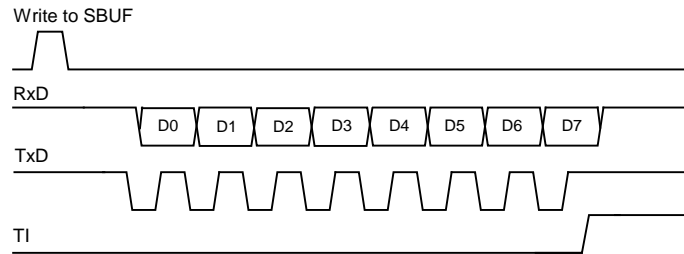
通过置SM2位（SCON.5）为0或1，波特率固定为系统时钟的1/12或1/4。当SM2位等于0时，串行端口以系统时钟的1/12运行。当SM2位等于1时，串行端口以系统时钟的1/4运行。与标准8051唯一不同的是，SH79F169B在方式0中有可变波特率。

功能块框图如下图所示。数据通过RXD引脚移入和移出串行端口，移位时钟由TXD引脚输出。

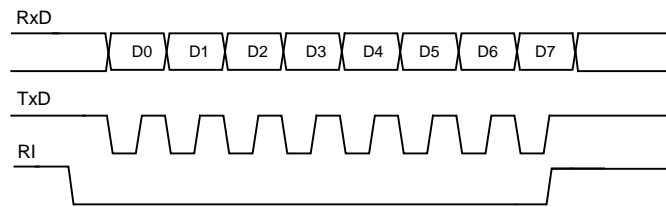




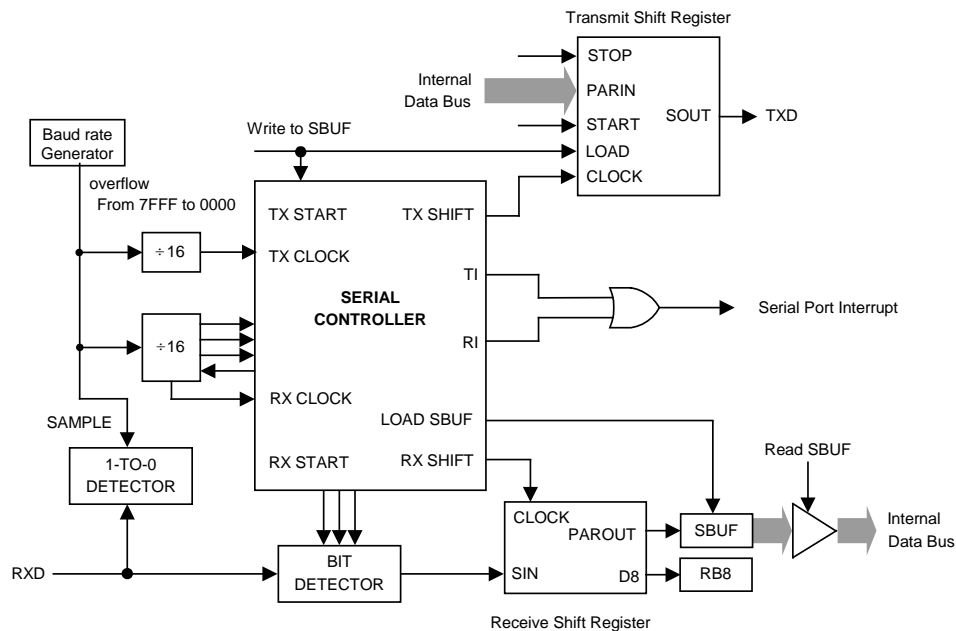
任何将SBUF作为目标寄存器的写操作都会启动发送。下一个系统时钟TX控制块开始发送。数据转换发生在移位时钟的下降沿，移位寄存器的内容逐次从左往右移位，空位置0。当移位寄存器中的所有8位都发送后，TX控制模块停止发送操作，然后在下一个系统时钟的上升沿将TI置位（SCON.1）。

**Send Timing of Mode 0**

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位数据都移到移位寄存器中后，RX控制块停止接收，在下一个系统时钟的上升沿RI置位，直到被软件清零才允许下一次接收。

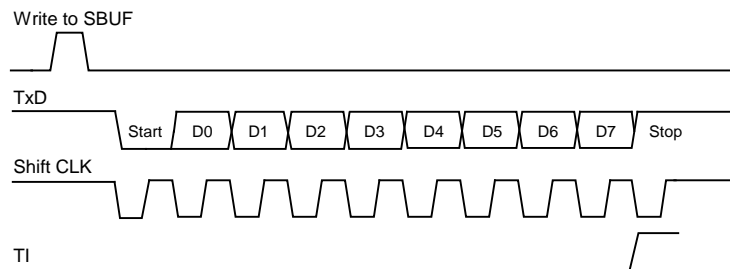
**Receive Timing of Mode 0****方式1：8位EUART，可变波特率，异步全双工**

方式1提供10位全双工异步通信，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**标志置位。

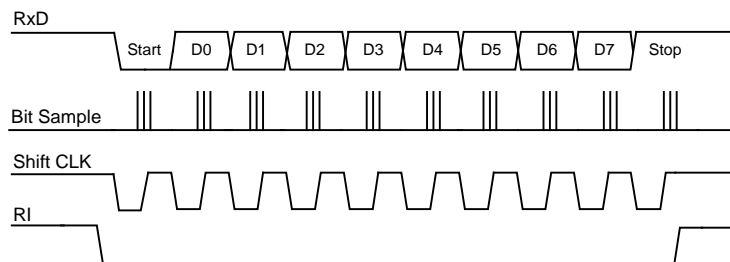
**Send Timing of Mode 1**

只有**REN**置位时才允许接收。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**置位，但必须满足下列条件：

(1) **RI** = **0**

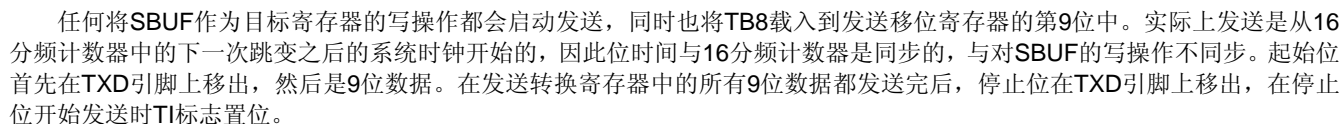
(2) **SM2** = **0**或者接收的停止位 = **1**

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**被置位。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。用户必须用软件清零**RI**，然后才能再次接收。

**Receive Timing of Mode 1**



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数据位移入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。





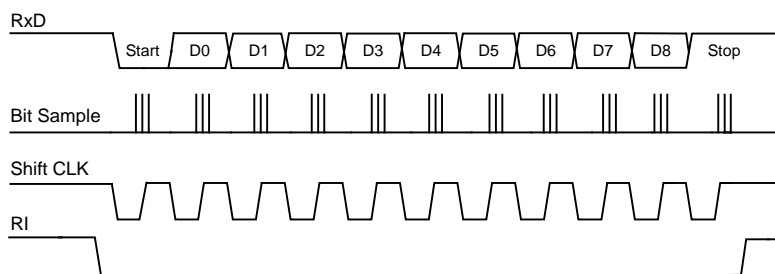
只有REN置位时才允许接收。当RXD引脚检测到下降沿时串行口开始接收串行数据。为此，CPU对RXD不断采样，采样速率为波特率的16倍。当检测下降沿时，16分频计数器立即复位。这有助于16分频计数器与RXD引脚上的串行数据位同步。16分频计数器把每一位的时间分为16个状态，在第7、8、9状态时，位检测器对RXD端的电平进行采样。为抑制噪声，在这3个状态采样中至少有2次采样值一致数据才被接收。如果所接收的第一位不是0，说明这位不是一帧数据的起始位，该位被忽略，接收电路被复位，等待RXD引脚上另一个下降沿的到来。若起始位有效，则移入移位寄存器，并接着移入其它位到移位寄存器。9个数据位和1个停止位移入之后，移位寄存器的内容被分别装入SBUF和RB8中，RI置位，但必须满足下列条件：

(1) RI = 0

(2) SM2 = 0或者接收的第9位 = 1，且接收的字节符合约定从机地址

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被置位。否则接收的数据帧会丢失。

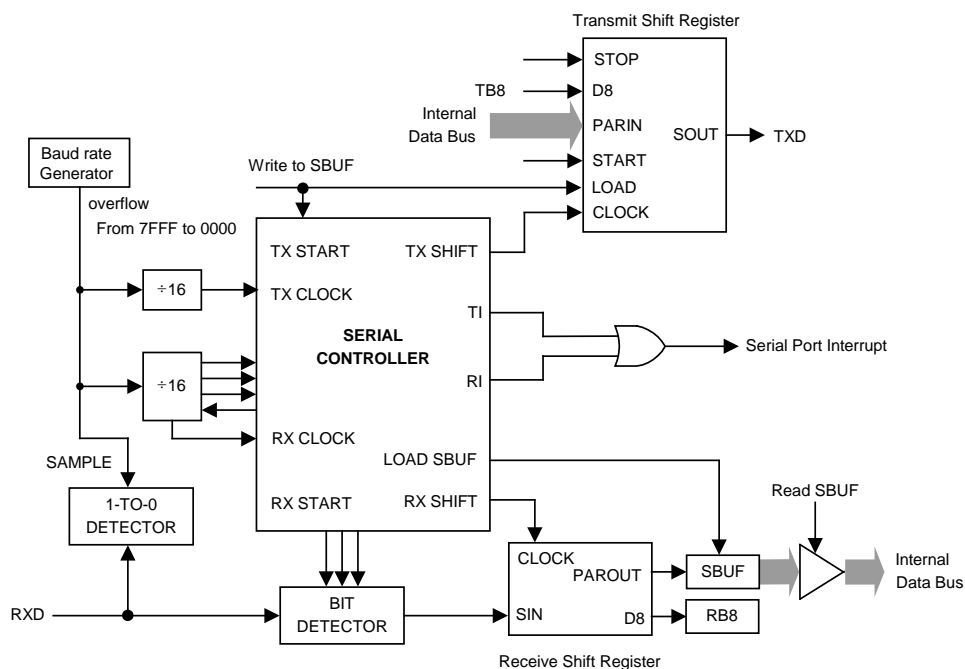
在停止位的当中，接收器回到寻找RXD引脚上的另一个下降沿。用户必须用软件清除RI，然后才能再次接收。



Receive Timing of Mode 2

方式3：9位EUART，可变波特率，异步全双工

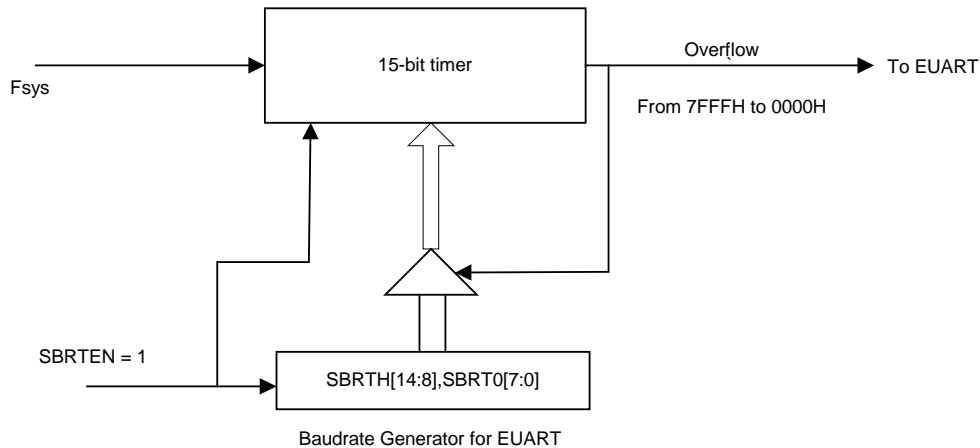
方式3使用方式2的传输协议以及方式1的波特率产生方式。





可微调波特率

EUART自带一个波特率发生器，它实质上就是一个15位递增计数器。



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

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，波特率可微调，精度为一个系统时钟，公式如下：

$$BaudRate = \frac{F_{sys}}{16 \times (32768 - SBRT) + SFINE}$$

例如：Fsys = 8MHz，需要得到115200Hz的波特率，SBRT和SFINE值计算方法如下：

$$8000000/16/115200 = 4.34$$

$$SBRT = 32768 - 4 = 32764$$

$$115200 = 8000000/(16 \times 4 + SFINE)$$

$$SFINE = 5.4 \approx 5$$

此微调方式计算出的实际波特率为115942，误差为0.64%；以往方式计算出的波特率误差为8.5%。

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具有适用于多机通讯功能。在这两个方式下，接收的是9位数据，第9位移入RB8中，之后是停止位。可以这样设定EUART：当接收到停止位，且RB8 = 1时，串行口中断有效（请求标志RI置位）。此时置位SCON寄存器的SM2，EUART工作在多机通讯模式。

在多机通讯系统中，按如下所述来使用这一功能。当主机要发送一数据块给几个从机中的一个时，先发送一地址字节，以寻址目标从机。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。地址字节可以使所有从机产生中断，每一个从机都检查所接收到的地址字节，以判别本机是不是目标从机。被寻到的从机对SM2位执行清零操作，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置位。没有被寻址的从机，则保持SM2位为1，不响应数据字节。

注意：在方式0中，SM2用来2倍频波特率。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置位，EUART运行状态如下：接收到停止位，RB8的第9位为1（地址字节），且接收到的数据字节符合EUART的从机地址，EUART产生一个中断。从机将SM2清零，接收后续数据字节。

第9位为1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地址。所有从机等待接收地址字节，为了确保仅在接收地址字节时产生中断，SM2位必须置位。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，硬件完成地址比较。

中断产生后，地址匹配的从机清零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。全部信息接收完毕后，地址匹配的从机应该再次把SM2置位，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。主机使用广播地址可以寻址所有从机。有两个特殊功能寄存器，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各位的有效与否，如果SADEN中某一位为0，则SADDR中相应位被忽略，如果SADEN中某一位置位，则SADDR中相应位将用于产生约定地址。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。

	从机1	从机2
SADDR	10100100	10100111
SADEN（为0的位被忽略）	11111010	11111001
约定地址	10100x0x	10100xx1
广播地址（SADDR或SADEN）	1111111x	11111111

从机1和从机2的约定地址最低位是不同的。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）。如果主机需要同时与两从机通讯，则第0位为1，第1位为0，第2位被两从机都忽略，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的位或，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，这两个结果设定了约定地址和广播地址为XXXXXXX（所有位都被忽略）。这有效地去除了多从机通讯的特性，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地址识别的多机通讯。

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个错误标志位被置位后，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）置位。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清零，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）置位。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（寄存器SCON中的FE）置位。

注意：在发送之前TXD/TXD1引脚必须被设置为输出高电平。



8.2.3 EUART0, 1

EUART1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）。

8.2.4 寄存器

Table 8.7 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	-	GF1	GF0	PD	IDL
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	SMOD	波特率加倍控制位 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]工作方式作为SM10, SM11, SM12 1: SCON1[7:5]工作方式作为FE1, RXOV1, TXCOL1
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

EUART0相关SFR

Table 8.8 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 /RXOV	SM2 /TXCOL	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]	EUART0串行方式控制位，SSTAT = 0 00: 方式0，同步方式，固定波特率 01: 方式1，8位异步方式，可变波特率 10: 方式2，9位异步方式，固定波特率 11: 方式3，9位异步方式，可变波特率
7	FE	EUART0帧出错标志位，当FE位被读时，SSTAT位必须被置位 0: 无帧出错，由软件清零 1: 帧出错，由硬件置位
6	RXOV	EUART0接收溢出标志位，当RXOV位被读时，SSTAT位必须被置位 0: 无接收溢出，由软件清零 1: 接收溢出，由硬件置位



续上表

位编号	位符号	说明
5	SM2	EUART0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，任何停止位都会置位RI 在方式2和3下，任何字节都会置位RI 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）才能置位RI 在方式2和3下，只有地址字节（第9位 = 1）才能置位RI
5	TXCOL	EUART0发送冲突标志位，当TXCOL位被读时，SSTAT位必须被置位 0: 无发送冲突，由软件清零 1: 发送冲突，由硬件置位
4	REN	EUART0接收器允许位 0: 接收禁止 1: 接收允许
3	TB8	在EUART0的方式2和3下发送的第9位，由软件置位或清零
2	RB8	在EUART0的方式1，2和3下接收数据的第9位 在方式0下，不使用RB8 在方式1下，如果接收中断发生，停止位移入RB8 在方式2和3下，接收第9位
1	TI	EUART0的传送中断标志位 0: 由软件清零 1: 由硬件置位
0	RI	EUART0的接收中断标志位 0: 由软件清零 1: 由硬件置位

Table 8.9 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]	这个寄存器寻址两个寄存器：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的读取返回接收锁存器中的内容



Table 8.10 EUART0从机地址及地址屏蔽寄存器

9AH-9BH	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]	寄存器SADDR定义了EUART的从机地址
7-0	SADEN[7:0]	寄存器SADEN是一个位屏蔽寄存器，决定SADDR的哪些位被检验 0: SADDR中的相应位被忽略 1: SADDR中的相应位对照接收到的地址被检验

Table 8.11 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
SBRTN (9CH)	SBRTEN	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	EUART波特率发生器使能控制位 0: 关闭 (默认) 1: 打开
6-0 7-0	SBRT[14:0]	EUART波特率发生器计数器高7位和低8位寄存器

Table 8.12 EUART0和EUART1波特率发生器微调寄存器

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
SFINE	SFINE1.3	SFINE1.2	SFINE1.1	SFINE1.0	SFINE0.3	SFINE0.2	SFINE0.1	SFINE0.0
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	SFINE[7:4]	EUART1波特率发生器微调数据寄存器
3-0	SFINE[3:0]	EUART0波特率发生器微调数据寄存器



EUART1相关SFR

Table 8.13 EUART1控制及状态寄存器

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 /RXOV1	SM21 /TXCOL1	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/WDI/LVR/PIN)	0	0	0	0	0	0	0	0

位编号	位符号	说明
7-6	SM1[0:1]	EUART1串行方式控制位, SSTAT1 = 0 00: 方式0, 同步方式, 固定波特率 01: 方式1, 8位异步方式, 可变波特率 10: 方式2, 9位异步方式, 固定波特率 11: 方式3, 9位异步方式, 可变波特率
7	FE1	EUART1帧出错标志位, 当FE1位被读时, SSTAT1位必须被置位 0: 无帧出错, 由软件清零 1: 帧出错, 由硬件置位
6	RXOV1	EUART1接收溢出标志位, 当RXOV1位被读时, SSTAT1位必须被置位 0: 无接收溢出, 由软件清零 1: 接收溢出, 由硬件置位
5	SM21	EUART1多处理机通讯允许位 (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, 任何停止位都会置位RI1 在方式2和3下, 任何字节都会置位RI1 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) 才能置位RI1 在方式2和3下, 只有地址字节 (第9位 = 1) 才能置位RI1
5	TXCOL1	EUART1发送冲突标志位, 当TXCOL1位被读时, SSTAT1位必须被置位 0: 无发送冲突, 由软件清零 1: 发送冲突, 由硬件置位
4	REN1	EUART1接收器允许位 0: 接收禁止 1: 接收允许
3	TB81	在EUART1的方式2和3下发送的第9位, 由软件置位或清零
2	RB81	在EUART1的方式1, 2和3下接收数据的第9位 在方式0下, 不使用RB81 在方式1下, 如果接收中断发生, 停止位移入RB81 在方式2和3下, 接收第9位
1	TI1	EUART1的传送中断标志位 0: 由软件清零 1: 由硬件置位
0	RI1	EUART1的接收中断标志位 0: 由软件清零 1: 由硬件置位



Table 8.14 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]	这个寄存器寻址两个寄存器：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

Table 8.15 EUART1从机地址及地址屏蔽寄存器

DAH-DBH	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)	SADDR1.7	SADDR1.6	SADDR1.5	SADDR1.4	SADDR1.3	SADDR1.2	SADDR1.1	SADDR1.0
SADEN1 (DBH)	SADEN1.7	SADEN1.6	SADEN1.5	SADEN1.4	SADEN1.3	SADEN1.2	SADEN1.1	SADEN1.0
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]	寄存器SADDR1定义了EUART1的从机地址
7-0	SADEN1[7:0]	寄存器SADEN1是一个位屏蔽寄存器，决定SADDR1的哪些位被检验 0: SADDR1中的相应位被忽略 1: SADDR1中的相应位对照接收到的地址被检验

Table 8.16 EUART1波特率发生器寄存器

DCH-DDH	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 (DCH)	SBRTEN1	SBRT1.14	SBRT0.13	SBRT0.12	SBRT0.11	SBRT0.10	SBRT0.9	SBRT1.8
SBRTL1 (DDH)	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	SBRTEN1	EUART1波特率发生器使能控制位 0: 关闭（默认） 1: 打开
6-0 7-0	SBRT1[14:0]	EUART1波特率发生器计数器高7位和低8位寄存器



8.3 红外接口

SH79F169B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。

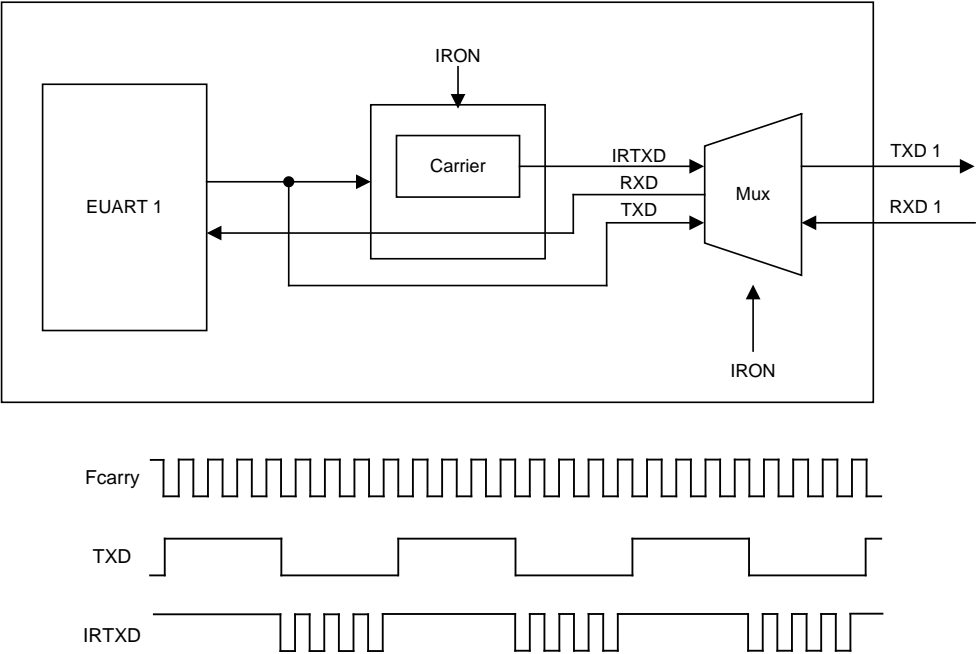


Table 8.17 IR控制寄存器

A1H	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 $F_{carrier} = \frac{SYSCLK}{4 \times (IRF + 1)}$



8.4 模/数转换器 (ADC)

8.4.1 特性

- 10位分辨率
- 内建基准电压
- 4模拟通道输入

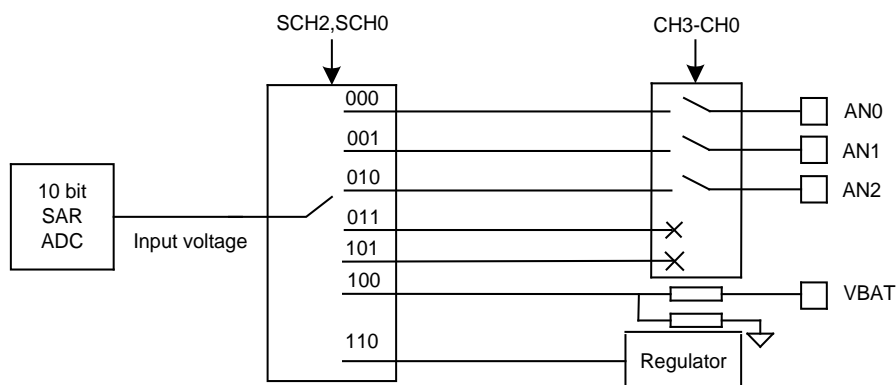
SH79F169B包括一个单端型、10位逐次逼近型数/模转换器，ADC内建的基准电压 V_{REF} 和 V_{OUT} 相连，3个ADC通道都可以独立输入模拟信号，但是每次转换只能使用一个通道。 $\overline{GO/DONE}$ 信号控制开始转换，提示转换结束。当转换完成时，更新ADC数据寄存器与此同时，设置ADCON寄存器中的ADCIF位，并且产生一个中断（如果允许ADC中断）。

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 $\overline{GO/DONE}$ 置1时，数字比较功能会持续工作，直到 $\overline{GO/DONE}$ 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(分压电阻为10K/10K)。ADC测量的是1/2的电池电压，每个LSB对应6.445mV。

8.4.2 ADC模块图



ADC Block Diagram



8.4.3 寄存器

Table 8.18 ADC控制寄存器

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
ADCON	ADON	ADCIF	EC	EADC	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	EADC	ADC中断使能 0: 禁止ADC模块中断使能 1: 允许ADC模块中断使能
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: 无 100: 电池 101: 无 110: 内部稳压源 111: 保留
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

注意: 保留位需始终保持为0。



Table 8.19 ADC定时控制寄存器

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
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 $2 t_{AD} \leq \text{采样时间} = (TS[3:0]+1) * t_{AD} \leq 15 t_{AD}$

注意:

- (1) 请确保 $t_{AD} \geq 1\mu s$;
- (2) 即使 $TS[3:0] = 0000$, 最小采样时间为 $2t_{AD}$;
- (3) 即使 $TS[3:0] = 1111$, 最大采样时间为 $15t_{AD}$;
- (4) 在设置 $TS[3:0]$ 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 $10k\Omega$;
- (6) 总共转换时间= $12t_{AD} + \text{采样时间}$ 。

Table 8.20 ADC信道配置寄存器

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
ADCH	-	-	-	-	-	CH2	CH1	CH0
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
2-0	CH[2:0]	信道配置 0: P2.5-P2.3作为I/O端口 1: P2.5-P2.3作为ADC输入口



Table 8.21 AD转换数据寄存器（比较值寄存器）

91H	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
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
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

位编号	位符号	说明
1-0 7-0	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) GO/DONE置1开始ADC转换
- (4) 等待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) 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GO/DONE清0



8.5 实时时间时钟（RTC）

8.5.1 特性

- 32.768kHz时钟输入
- 内建高精度频率补偿电路，补偿分辨率0.127PPM
- 亚秒、分钟、时、日、星期、月、年寄存器
- 自动跨月、闰年调整的日寄存器
- 提供两组闹铃功能和一组定时器功能
- 提供精确秒输出和时段切换脉冲输出

8.5.2 功能说明

时间和日历功能

RTC模块以亚秒、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
SBSC	00-255	255→0	SBSC 每次溢出，SEC 加 1
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	-

SBSC对应内部分频器（32.768KHz分频成1Hz）的高8位，SBSC写零会将内部分频器高8位清零，该寄存器可用来修正设置时间的误差。

时间日历寄存器的读取

时间日历寄存器可通过设置RTCCON的RTCRD位来读取，当RTCRD = 0时，时间日历寄存器更新频率约为32768Hz，当RTCRD = 1时，时间日历寄存器应将最新时间日历更新到对应寄存器，并停止更新，这样可避免程序读取时刚好发生进位而读出错误时间情况。读完数据后，应将RTCRD置为零，否则，时间日历寄存器将一直保持上次读取的值。

时间日历寄存器的写入

时间日历寄存器写入时，需先将RTCWR设置为0x69，RTCWR = 0x69，同样会停止时间日历寄存器的更新，并使能时间日历寄存器和RTC密码寄存器RTCPSW的写入功能，设置完时间日历各寄存器后，时间日历寄存器并不立即生效，需向RTCPSW寄存器写入0x5A后，设置的值才真正加载到时间日历计时电路中，写入时会对写入的数据做格式判断，如果写入值任何一Byte不在范围以内，写入无效（DAY有效范围为01-31），会将RTCWR置为0x01，无论是否写入是否成功，如果写入成功，RTCWR清零；无论写入成功与否，RTCPSW都将自动清零。RTCWR不等于0x69，时间日历寄存器和RTCPSW禁止写功能。

时钟补偿

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，补偿值可以由应用软件设置，补偿周期为60秒（高频秒脉冲输出补偿周期为1秒）。补偿寄存器的1LSB对应的频率误差为0.127PPM（1/60/32768/4），补偿寄存器共13Bit，采用2进制补码格式，最高位为0表示补偿值为正，目前时钟频率偏快；为1表示补偿值为负，目前时钟频率偏慢。补偿范围为+/-1024PPM，时钟的频率误差和补偿寄存器值计算关系如下：

Err为正时：E[13:0] = (Err)*11.574/0.127 公式中，Err：时钟的频率误差，单位为秒/天；

Err为负时：E[13:0] = ~[(|Err|)*11.574/0.127] + 1

注意：

(1) ~表示按位取反。

(2) 内部计时补偿实际用E[13:2]。



闹铃功能

内建两组闹铃，一组为星期、天、时、分、秒闹铃，一组为时、分、秒闹铃，当时间日历寄存器值变成闹铃寄存器设置值相同时，ALMO（1）F置为1，如果对应中断使能，将产生闹铃中断；如果当前OUTF[1:0] = 11（选择输出时段脉冲），闹铃1发生时，该引脚将会输出一脉宽为80mS+/- 1ms脉冲信号。

闹铃星期、天、时、分、秒是否有效，可通过ALMCON进行单独设置，闹铃寄存器的写入没有格式检查，写入非法数据，将无法产生预期的闹铃功能。

定时器功能

内建一8Bit定时器，定时器的时钟源可以通过ITS[1:0]来选择，定时器可通过ITEN开启或关闭，定时器溢出后，自动装载定时器设定值，并将ITIF置起，如果对应的中断使能开启，将产生中断。

中断功能

提供秒、分钟、小时事件中断，闹铃中断，定时中断，各中断都有独立的中断控制位，中断标志可由硬件置1，用户可软件清零。

IO输出

CALOUT引脚为RTC的多功能输出引脚，通过设置RTC输出控制寄存器OUTF，关闭CALOUT引脚输出或者输出原始晶体频率信号、补偿后的精确秒信号、未经补偿的秒信号和时段切换脉冲，输出的极性可选。

8.5.3 寄存器

Table 8.22 亚秒寄存器

FFA0H	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
SBSC	SBSC6	SBSC6	SBSC5	SBSC4	SBSC3	SBSC2	SBSC1	SBSC0
读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
复位值(POR)	*	*	*	*	*	*	*	*
复位值(WDT/LVR/PIN)	u	u	u	u	u	u	u	u

位编号	位符号	说明
7-0	SBSC[7:0]	存放内部1Hz分频器的高8位的当前值（二进制）。可以在任何时候读取寄存器（第0位 - 第7位）而不影响计数器计数。写入寄存器会载入值到亚秒计数器，计数器继续从新值开始计数。亚秒计数器的到达255之后滚动至0。

*：表示随机值，以下同

Table 8.23 秒寄存器

FFA1H	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	-	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)	*	*	*	*	*	*	*	*
复位值(WDT/LVR/PIN)	u	u	u	u	u	u	u	u

位编号	位符号	说明
6-0	SEC[6:0]	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。 0-59之外的数据无法写入。 0x、1x、2x、3x、4x（x = A - FH）非法数据。



Table 8.24 分钟寄存器

FFA2H	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)	-	*	*	*	*	*	*	*
复位值(WDT/LVR/PIN)	-	u	u	u	u	u	u	u

位编号	位符号	说明
6-0	MIN[6:0]	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。 0x、1x、2x、3x、4x（x = A - FH）非法数据。

Table 8.25 小时寄存器

FFA3H	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)	-	-	*	*	*	*	*	*
复位值(WDT/LVR/PIN)	-	-	u	u	u	u	u	u

位编号	位符号	说明
5-0	HR[5:0]	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。 0x、1x（x = A - FH）非法数据。

Table 8.26 日寄存器

FFA4H	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
DAT	-	-	DAY5	DAY4	DAY3	DAY2	DAY1	DAY0
读/写	-	-	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
复位值(POR)	-	-	*	*	*	*	*	*
复位值(WDT/LVR/PIN)	-	-	u	u	u	u	u	u

位编号	位符号	说明
5-0	DAY[5:0]	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。 1x、2x（x = A - FH）非法数据。



Table 8.27 月寄存器

FFA5H	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)	-	-	-	*	*	*	*	*
复位值(WDT/LVR/PIN)	-	-	-	u	u	u	u	u

位编号	位符号	说明
4-0	MTH[4:0]	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。 0x (x = A - FH) 非法数据。

Table 8.28 年寄存器

FFA6H	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)	*	*	*	*	*	*	*	*
复位值(WDT/LVR/PIN)	u	u	u	u	u	u	u	u

位编号	位符号	说明
7-0	YR[7:0]	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。

Table 8.29 星期寄存器

FFA7H	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)	-	-	-	-	-	*	*	*
复位值(WDT/LVR/PIN)	-	-	-	-	-	u	u	u

位编号	位符号	说明
2-0	DOW[2:0]	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。



Table 8.30 RTC补偿值E值寄存器

FFA8H-FFA9H	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
RTCDATH (FFA8H)	-	-	E13	E12	E11	E10	E9	E8
RTCDATL (FFA9H)	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	*	*	*	*	*	*
复位值(WDT/LVR/PIN)	-	-	u	u	u	u	u	u
	-	-	u	u	u	u	u	u

位编号	位符号	说明
7-0	E[13:0]	RTC补偿值（E寄存器） E[13:0]补偿数值用来表示RTC工作时需要进行补偿的时钟个数。 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。 E[13:0]：二进制补码表示有符号数 注意： 复位不改变E[13:0]值

Table 8.31 RTC闹钟控制寄存器

FFAAH	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
RTCALM	ALM1C2	ALM1C1	ALM1C0	ALM0C4	ALM0C3	ALM0C2	ALM0C1	ALM0C0
读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
复位值(POR)	*	*	*	*	*	*	*	*
复位值(WDT/LVR/PIN)	u	u	u	u	u	u	u	u

位编号	位符号	说明
7	ALM1C2	闹钟1小时比较使能位 0：闹钟不比较小时寄存器 1：闹钟比较小时寄存器
6	ALM1C1	闹钟1分钟比较使能位 0：闹钟不比较分钟寄存器 1：闹钟比较分钟寄存器
5	ALM1C0	闹钟1秒比较使能位 0：闹钟不比较秒寄存器 1：闹钟比较秒寄存器
4	ALM0C4	闹钟0星期比较使能位 0：闹钟不比较星期寄存器 1：闹钟比较星期寄存器
3	ALM0C3	闹钟0日比较使能位 0：闹钟不比较日寄存器 1：闹钟比较日寄存器
2	ALM0C2	闹钟0小时比较使能位 0：闹钟不比较小时寄存器 1：闹钟比较小时寄存器
1	ALM0C1	闹钟0分钟比较使能位 0：闹钟不比较分钟寄存器 1：闹钟比较分钟寄存器
0	ALM0C0	闹钟0秒比较使能位 0：闹钟不比较秒寄存器 1：闹钟比较秒寄存器



Table 8.32 闹铃0秒寄存器

FFABH	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
A0SEC	-	A0SEC6	A0SEC5	A0SEC4	A0SEC3	A0SEC2	A0SEC1	A0SEC0
读/写	-	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
复位值(POR)	-	*	*	*	*	*	*	*
复位值(WDT/LVR/PIN)	-	u	u	u	u	u	u	u

位编号	位符号	说明
6-0	A0SEC[6:0]	闹铃秒设置寄存器（BCD）。当该寄存器比较使能，秒计数器值变成等于该寄存器值，其它使能的寄存器条件也满足时，产生闹铃，将闹铃中断标志位置1。 当该寄存器比较使能时，非法数据将导致闹铃无法正常产生。

Table 8.33 闹铃0分钟寄存器

FFACH	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
A0MIN	-	A0MIN6	A0MIN5	A0MIN4	A0MIN3	A0MIN2	A0MIN1	A0MIN0
读/写	-	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
复位值(POR)	-	*	*	*	*	*	*	*
复位值(WDT/LVR/PIN)	-	u	u	u	u	u	u	u

位编号	位符号	说明
6-0	A0MIN[6:0]	闹铃分钟设置寄存器（BCD）。当该寄存器比较使能，分钟计数器值变成等于该寄存器值，其它使能的寄存器条件也满足时，产生闹铃，将闹铃中断标志位置1。 当该寄存器比较使能时，非法数据将导致闹铃无法正常产生。

Table 8.34 闹铃0小时寄存器

FFADH	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
A0HR	-	-	A0HR5	A0HR4	A0HR3	A0HR2	A0HR1	A0HR0
读/写	-	-	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
复位值(POR)	-	-	*	*	*	*	*	*
复位值(WDT/LVR/PIN)	-	-	u	u	u	u	u	u

位编号	位符号	说明
5-0	A0HR[5:0]	闹铃小时设置寄存器（BCD）。当该寄存器比较使能，小时计数器值变成等于该寄存器值，其它使能的寄存器条件也满足时，产生闹铃，将闹铃中断标志位置1。 当该寄存器比较使能时，非法数据将导致闹铃无法正常产生。

Table 8.35 闹铃0日寄存器

FFAEH	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
A0DAY	-	-	A0DAY5	A0DAY4	A0DAY3	A0DAY2	A0DAY1	A0DAY0
读/写	-	-	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
复位值(POR)	-	-	*	*	*	*	*	*
复位值(WDT/LVR/PIN)	-	-	u	u	u	u	u	u

位编号	位符号	说明
5-0	DAY[5:0]	闹铃日设置寄存器（BCD）。当该寄存器比较使能，小时计数器值变成等于该寄存器值，其它使能的寄存器条件也满足时，产生闹铃，将闹铃中断标志位置1。 当该寄存器比较使能时，非法数据将导致闹铃无法正常产生。



Table 8.36 闹铃0星期寄存器

FFAFH	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
A0DOW	-	-	-	-	-	A0DOW2	A0DOW1	A0DOW0
读/写	-	-	-	-	-	读/写	读/写	读/写
复位值(POR)	-	-	-	-	-	*	*	*
复位值(WDT/LVR/PIN)	-	-	-	-	-	u	u	u

位编号	位符号	说明
2-0	DOW[2:0]	闹铃星期设置寄存器（BCD）。当该寄存器比较使能，星期计数器值变成等于该寄存器值，其它使能的寄存器条件也满足时，产生闹铃，将闹铃中断标志位置1。 当该寄存器比较使能时，非法数据将导致闹铃无法正常产生。

Table 8.37 闹铃1秒寄存器

FFB0H	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
A1SEC	-	A1SEC6	A1SEC5	A1SEC4	A1SEC3	A1SEC2	A1SEC1	A1SEC0
读/写	-	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
复位值(POR)	-	*	*	*	*	*	*	*
复位值(WDT/LVR/PIN)	-	u	u	u	u	u	u	u

位编号	位符号	说明
6-0	A1SEC[6:0]	闹铃秒设置寄存器（BCD）。当该寄存器比较使能，秒计数器值变成等于该寄存器值，其它使能的寄存器条件也满足时，产生闹铃，将闹铃中断标志位置1。 当该寄存器比较使能时，非法数据将导致闹铃无法正常产生。

Table 8.38 闹铃1分钟寄存器

FFB1H	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
A1MIN	-	A1MIN6	A1MIN5	A1MIN4	A1MIN3	A1MIN2	A1MIN1	A1MIN0
读/写	-	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
复位值(POR)	-	*	*	*	*	*	*	*
复位值(WDT/LVR/PIN)	-	u	u	u	u	u	u	u

位编号	位符号	说明
6-0	A1MIN[6:0]	闹铃分钟设置寄存器（BCD）。当该寄存器比较使能，分钟计数器值变成等于该寄存器值，其它使能的寄存器条件也满足时，产生闹铃，将闹铃中断标志位置1。 当该寄存器比较使能时，非法数据将导致闹铃无法正常产生。

Table 8.39 闹铃1小时寄存器

FFB2H	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
A1HR	-	-	A1HR5	A1HR4	A1HR3	A1HR2	A1HR1	A1HR0
读/写	-	-	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
复位值(POR)	-	-	*	*	*	*	*	*
复位值(WDT/LVR/PIN)	-	-	u	u	u	u	u	u

位编号	位符号	说明
5-0	A1HR[5:0]	闹铃小时设置寄存器（BCD）。当该寄存器比较使能，小时计数器值变成等于该寄存器值，其它使能的寄存器条件也满足时，产生闹铃，将闹铃中断标志位置1。 当该寄存器比较使能时，非法数据将导致闹铃无法正常产生。



Table 8.40 RTC控制寄存器

FFB3H	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	RTCRD	ITEN	ITS1	ITS0	OUTEN	OUTS	OUTF1	OUTF0
读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
复位值(POR)	0	*	*	*	0	*	*	*
复位值(WDT/LVR/PIN)	0	u	u	u	0	u	u	u

位编号	位符号	说明
7	RTCRD	时间日历寄存器读锁存控制位 0: 时间日历寄存器不锁存, 更新频率与RTC时钟源一致 1: 将当前时间日历计数值锁存到时间日历寄存器, 时间日历寄存器不根据时钟源同步更新
6	ITEN	RTC内部定时器允许位 0: 停止内部定时器 1: 启动内部定时器
5-4	ITS[1:0]	RTC内部定时器时钟选择位 00: RTC时钟源的128分频 01: 秒 (非补偿过) 10: 分钟 11: 小时
3	OUTEN	RTC多功能输出使能位 0: 关闭RTC多功能信号输出, CALOUT引脚作为普通IO口 1: RTC多功能信号从CALOUT引脚输出
2	OUTS	RTC多功能输出极性切换控制 0: 正极性, 有效电平为高 1: 负极性, 有效电平为低
1-0	OUTF[1:0]	校准模式下的CALOUT引脚输出频率选择位 00: CALOUT引脚输出原始的 (外接的) 32.768kHz晶振时钟 01: 输出低频补偿过的周期为1s的时钟 10: 输出高频补偿过的周期为1s的时钟 * 11: 输出时段切换脉冲, 闹铃发生时, 输出宽度为80mS脉冲

注意:

(1) 选择输出高频补偿过的周期为1s的时钟需先将PLL使能。

(2) RTCCON[7]的RTCRD位在由0写1做锁存动作时, 主动刷新计数器的值到寄存器缓存。RTCRD写1后不会立即变为1, 有不超过32us的延时。RTCRD = 1时, 表示万年历寄存器成功锁存。

Table 8.41 时间日历写保护寄存器

FFB4H	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
RTCWR	RTCWR7	RTCWR6	RTCWR5	RTCWR4	RTCWR3	RTCWR2	RTCWR1	RTCWR0
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)	0	0	0	0	0	0	0	0

位编号	位符号	说明
7-0	RTCWR[7:0]	寄存器值不等于0x69时, 时间日历寄存器以及时间日历写密码寄存器处于写保护状态, 不可写; 寄存器值等于0x69时, 时间日历寄存器以及时间日历写密码寄存器可写, 同时时间日历寄存器停止与计数值之间的同步更新; 时间日历写密码寄存器写入0x5A后, 如果设置成功该寄存器硬件自动清0, 如果设置失败该寄存器硬件置为0x01。



Table 8.42 时间日历写密码寄存器

FFB5H	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
RTCPSW	PSW7	PSW6	PSW5	PSW4	PSW3	PSW2	PSW1	PSW0
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)	0	0	0	0	0	0	0	0

位编号	位符号	说明
7-0	PSW[7:0]	寄存器值只有写入0x5A时, 才会将时间日历寄存器值更新到时间日历计数器中, 写入其它任何值都不会影响时间日历计数器, 写完后, 无论数据是否有效, 该寄存器由硬件自动清零。该寄存器只有RTCWR = 0x69是才能写入。

Table 8.43 RTC中断控制寄存器

FFB6H	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
RTCIE	ITOIE	DAYIE	HRIE	MINIE	SECIE	ALM1IE	ALM0IE	-
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)	0	0	0	0	0	0	0	-

位编号	位符号	说明
7	ITOIE	内部计时器中断使能控制位 0: 禁止内部计时器溢出产生中断 1: 允许内部计时器溢出产生中断
6	DAYIE	天中断使能控制位 0: 禁止天计数更新产生中断 1: 允许天计数更新产生中断
5	HRIE	小时中断使能控制位 0: 禁止小时计数更新产生中断 1: 允许小时计数更新产生中断
4	MINIE	分钟中断使能控制位 0: 禁止分钟计数更新产生中断 1: 允许分钟计数更新产生中断
3	SECIE	秒中断使能控制位 0: 禁止秒计数更新产生中断 1: 允许秒计数更新产生中断
2	ALM1IE	闹铃1中断使能位 0: 禁止闹铃1产生中断 1: 允许闹铃1产生中断
1	ALM0IE	闹铃0中断使能位 0: 禁止闹铃0产生中断 1: 允许闹铃0产生中断



Table 8.44 RTC中断标志寄存器

FFB7H	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
RTCIF	IT0IF	DAYIF	HRIF	MINIF	SECIF	ALM1IF	ALM0IF	-
读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	-
复位值(POR)	*	*	*	*	*	*	*	-
复位值(WDT/LVR/PIN)	u	u	u	u	u	u	u	-

位编号	位符号	说明
7	IT0IF	内部计时器中断使能标志位 0: 无中断挂起 1: 中断挂起
6	DAYIF	日中断标志位 0: 无中断挂起 1: 中断挂起
5	HRIF	小时中断标志位 0: 无中断挂起 1: 中断挂起
4	MINIF	分钟中断标志位 0: 无中断挂起 1: 中断挂起
3	SECIF	秒中断标志位 0: 无中断挂起 1: 中断挂起
2	ALM1IF	闹铃1中断标志位 0: 无中断挂起 1: 中断挂起
1	ALM0IF	闹铃0中断标志位 0: 无中断挂起 1: 中断挂起

Table 8.45 RTC常温偏差值寄存器

FFB9H-FFB8H	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
RTCECH (FFB9H)	EC15	EC14	EC13	EC12	EC11	EC10	EC9	EC8
RTCECL (FFB8H)	EC7	EC6	EC5	EC4	EC3	EC2	EC1	EC0
读/写	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
15-0	EC[15:0]	RTC25度偏差值 (EC寄存器) E[15:0]用于表示32768时钟源在RTCTMP度温度下的频率偏差 二进制补码表示, 每LSB对应0.1ppm



Table 8.46 RTC中断标志寄存器

FFBAH	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
RTCTMR	RTCT7	RTCT6	RTCT5	RTCT4	RTCT3	RTCT2	RTCT1	RTCT0
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)	u	u	u	u	u	u	u	u

位编号	位符号	说明
7-0	RTCT[7:0]	RTC内部定时器计数器

注意：如果RTCTMR设置为0或者1，在每个计数周期里都会产生溢出中断；如果设置为x（x = 2 - 255），在经过x个周期后发生溢出产生中断。



8.6 脉宽调制模块 (PWM)

8.6.1 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

SH79F169B 内建 2 个 12 位的 PWM (Pulse Width Modulation) 模块。PWM 模块可以产生周期和占空比可分别调整的脉宽调制波形。寄存器 PWMxCON (x = 0 - 1) 用于控制 PWM 模块的时钟、波形输出以及周期中断, 寄存器 PWMxPH/PWMPL 用于设置 PWMx 模块的周期, 寄存器 PWMxDH/PWMDL 用于设置 PWM 模块的占空比。PWMx 模块的逻辑简图如图 8.6.1 所示。

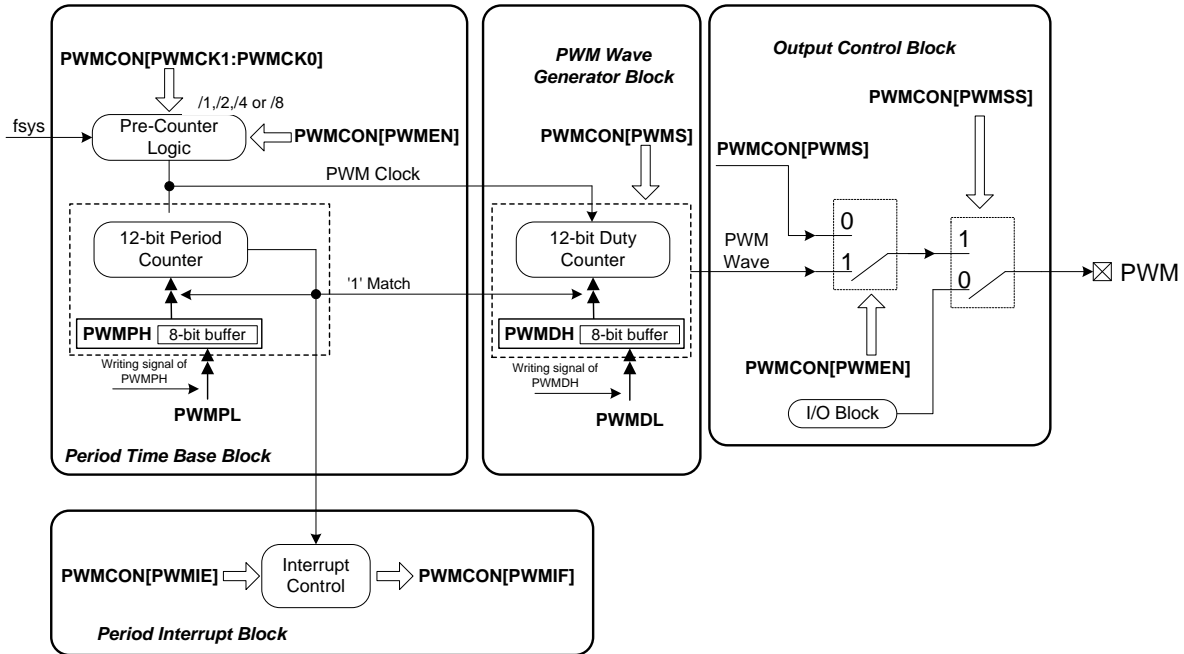


图 8.6.1 PWMx 模块逻辑简图



8.6.2 PWM寄存器

Table 8.47 PWM控制寄存器PWMCON

C3H, 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
PWM0CON (C3H)	PWM0EN	PWM0S	PWM0CK1	PWM0CK0	-	PWM0IE	PWM0IF	PWM0SS
PWM1CON (93H)	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模块控制位 0: 禁止PWMx模块 1: 允许PWMx模块
6	PWMxS	PWMx输出模式 0: PWM占空比期间输出高电平, 非占空比期间输出低电平 1: PWM占空比期间输出低电平, 非占空比期间输出高电平
5-4	PWMxCK[1:0]	PWMx时钟选择位 00: 系统时钟fsys/1 01: 系统时钟fsys/2 10: 系统时钟fsys/4 11: 系统时钟fsys/8
2	PWMxIE	PWMx中断允许位 (只有当IEN1中的EPWMx位也为1时, 功能才有效) 0: 禁止PWM周期溢出中断 1: 允许PWM周期溢出中断
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, 应软件清除
0	PWMxSS	PWM输出控制位 0: PWMx输出禁止, 用作I/O功能 1: PWMx输出允许

Table 8.48 PWM0周期寄存器PWM0PH/L

C7H, 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
PWM0PH (C7H)	-	-	-	-	PWM0P.11	PWM0P.10	PWM0P.9	PWM0P.8
PWM0PL (C6H)	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]	PWMx周期控制, 控制PWM波形周期的时间 PWM0周期时间 = PWM0P X PWM0时钟周期



Table 8.49 PWM1周期寄存器PWM1PH/L

97H, 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
PWM1PH (97H)	-	-	-	-	PWM1P.11	PWM1P.10	PWM1P.9	PWM1P.8
PWM1PL (96H)	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]	PWMx周期控制, 控制PWM波形周期的时间 PWM1周期时间 = PWM1P X PWM1时钟周期

Table 8.50 PWM0占空比寄存器PWM0DH/L

C5H, 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
PWM0DH (C5H)	-	-	-	-	PWM0D.11	PWM0D.10	PWM0D.9	PWM0D.8
PWM0DL (C4H)	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
3-0 7-0	PWM0D[11:0]	PWM0占空比控制, 控制PWM波形占空比的输出时间 占空比时间 = PWM0D X PWM0时钟周期

Table 8.51 PWM1占空比寄存器PWM1DH/L

95H, 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
PWM1DH (95H)	-	-	-	-	PWM1D.11	PWM1D.10	PWM1D.9	PWM1D.8
PWM1DL (94H)	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
3-0 7-0	PWM1D[11:0]	PWM1占空比控制, 控制PWM波形占空比的输出时间 占空比时间 = PWM1D X PWM1时钟周期



8.6.3 PWM模块时钟

该路PWM模块的时钟可选择为系统时钟的1、1/2、1/4或1/8分频，由寄存器PWMxCON中[PWMxCK1:PWMxCK0]位域控制。如图8.6.1中周期时基模块（Period Time Base Block）所示，由一个3-bit的预分频器（Pre-Counter）向上计数对系统时钟分频从而得到PWM时钟（PWMx Clock）。而PWM模块中的周期计数器（Period Counter）和占空比计数器（Duty Counter）通过对PWM时钟计数从而得到PWMx波形。

寄存器PWMxCON中的PWMxEN为1时，PWMx时钟输出，此时若PWMxCON中PWMxSS位为1，则PWMx端口有PWM波形输出；若PWMxEN为0，则PWMx时钟停止输出，PWM端口无PWMx波形输出。

PWMxEN位置0时，PWM时钟停止输出，且PWMx时钟的预分频计数器亦复位为0。

8.6.4 PWM波形

如图8.6.1所示，12位的周期计数器（Period Counter）和12位的占空比计数器（Duty Counter）以PWMx时钟减计数，每个PWMx周期结束时，PWMx周期寄存器PWMPH中的值和PWMDL缓冲寄存器的值作为一个12位数据被自动加载至周期计数器内，同时PWM占空比寄存器PWMxDH中的值和PWMDL缓冲寄存器的值作为一个12位数据被自动加载至占空比计数器内，然后周期计数器和占空比计数器分别对新加载的值减计数，占空比计数器值减为1之后占空比计数结束，占空比计数器从占空比值减计数至1的这段时间为占空比期间（Duty Zone），此时若PWMxSS = 1则PWM引脚将输出与PWMxS相反的电平；占空比计数器保持1直至周期计数器减计数至1的这段时间为非占空比期间（None Duty Zone），这段时间若PWMxSS = 1则PWM引脚将输出PWMxS位定义的电平。周期计数器减计数至1后当前PWMx周期结束，于是将PWMPH中的值和PWMxPL缓冲寄存器的值加载至周期计数器、PWMxD中的值PWMDL缓冲寄存器的值加载至占空比计数器并开始下个周期的计数，这样周而复始从而产生PWMx波形。PWMx波形如图8.6.2所示。

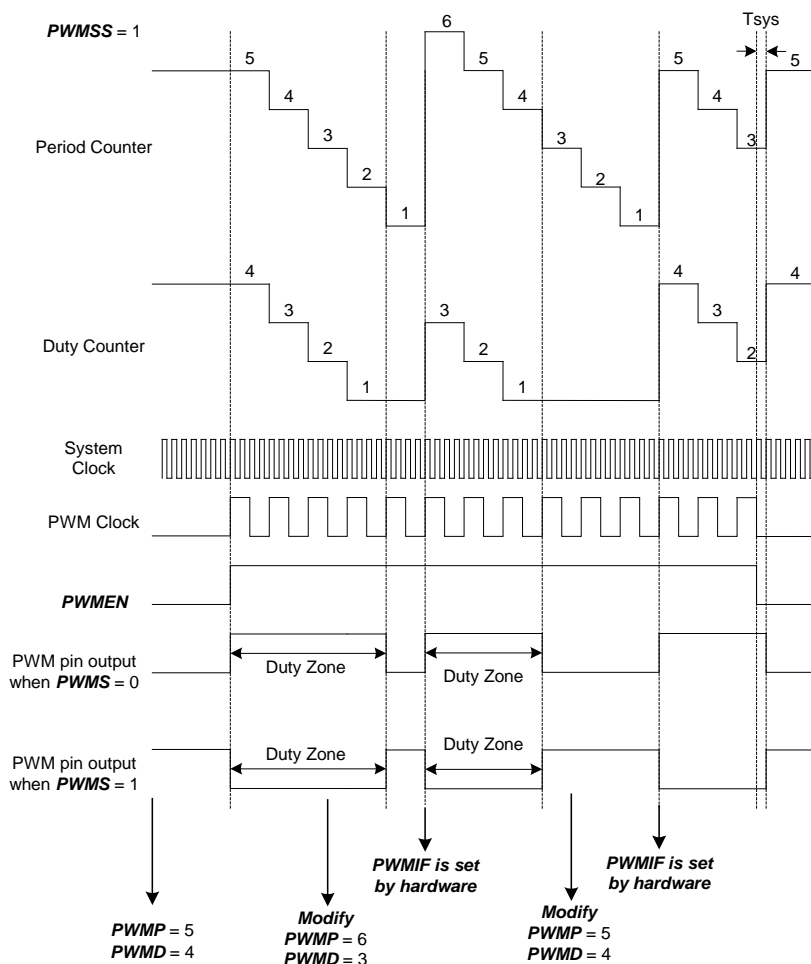


图8.6.2 PWMx波形



PWM波形的周期为 $PWMxP \times PWMx$ 时钟周期，占空比为 $PWMxD \times PWMx$ 时钟周期。PWMP指 $PWMxPH$ 和 $PWMxPL$ 组成的12位数据， $PWMxD$ 指 $PWMxDH$ 和 $PWMxDL$ 组成的12位数据。

写 $PWMxPH$ 寄存器时会同时将 $PWMxPL$ 寄存器的值加载至 $PWMxPL$ 的缓冲寄存器中，写 $PWMxDH$ 寄存器时会同时将 $PWMxDL$ 寄存器的值加载至 $PWMxDL$ 的缓冲寄存器中，如图8.9.1所示。因此，只有写周期或占空比的高位寄存器才能更新相应低位的缓冲寄存器。

$PWMxEN$ 位为0时，每次写 $PWMxPH$ 和 $PWMxDH$ 寄存器都会自动将 $PWMxPH$ 的值和 $PWMxPL$ 对应的缓冲寄存器值以及 $PWMxDH$ 的值和 $PWMxDL$ 对应的缓冲寄存器值加载至对应的计数器内。 $PWMxEN$ 位由1变为0时， $PWMxPH$ 的值和 $PWMxPL$ 对应的缓冲寄存器值以及 $PWMxDH$ 的值和 $PWMxDL$ 对应的缓冲寄存器值会被加载至对应的计数器内。于是 $PWMxEN$ 位为1时，每次修改周期或占空比寄存器只会在下个 $PWMx$ 周期生效。

8.6.5 PWM输出控制

如图8.6.1所示， $PWMxCON$ 寄存器中的 $PWMxSS$ 位为0时，P1.4/P5.6引脚作为普通IO功能，不能输出PWM波形； $PWMxSS$ 为1时，P1.4/P5.6引脚才能输出PWM模块的信号。

$PWMxSS$ 为1时，若 $PWMxEN = 0$ ，则P1.4/P5.6引脚输出 $PWMxS$ 位的值；只有 $PWMxSS$ 和 $PWMxEN$ 同时为1，P7.2/P10.2引脚才能输出PWM波形。

8.6.6 PWM周期中断

如图8.6.2所示，每个PWM周期结束时， $PWMxCON$ 寄存器中的 $PWMxIF$ 位会被硬件自动置起，此时若 $PWMxCON$ 寄存器中的 $PWMxIE$ 位为1，同时 $IEN1$ 中 $EPWM$ 位和 $IEN0$ 中 EA 位为1，则将触发PWM周期中断；反之不能触发PWM周期中断。 $PWMIF$ 位只能由软件清除。

8.6.7 注意事项

(1) 如果 $PWMxEN$ 置1，但 $PWMxSS = 0$ ，则 $PWMx$ 输出关闭（作为普通IO），此时 $PWMx$ 模块可以用作一个12bit定时器，此时如果中断控制寄存器 $IEN1$ 的 $EPWM$ 位置1， $PWMxCON$ 中 $PWMxIE$ 位置1且 $EA = 1$ 则 $PWMx$ 中断照样发生（ $PWMxP = 0$ 时无中断发生）。

(2) $PWMxP$ 的值为0时，无论 $PWMxD$ 为何值， $PWMxSS = 1$ 且 $PWMxEN = 1$ 时，P1.4/P5.6输出 $PWMxS$ 位的值。

(3) 当 $0 < PWMxP \leq PWMxD$ ， $PWMSS = 1$ 且 $PWMxEN = 1$ 时：若 $PWMxS = 0$ 则P1.4/P5.6输出高电平；若 $PWMxS = 1$ 则P1.4/P5.6输出低电平。

(4) 当 $PWMxD = 0$ ， $PWMxP > 0$ ， $PWMxSS = 1$ 且 $PWMxEN = 1$ 时：若 $PWMxS = 0$ 则P1.4/P5.6输出低电平；若 $PWMxS = 1$ ，则P1.4/P5.6输出高电平。

(5) 当 $PWMxEN = 0$ 时，若 $PWMxS = 0$ 则P1.4/P5.6输出低电平；若 $PWMxS = 1$ ，则P1.4/P5.6输出高电平。



8.7 低电压检测（LPD1）

低电压检测功能（LPD1）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，但只有V_{DD}电压标记能够实现供电的自动切换。

Table 8.52 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



Table 8.53 VOUT (LPD2) 低电压检测控制寄存器

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
LPDCON1	LPDEN	LPDF	-	-	-	LPDS2	LPDS1	LPDS0
读/写	读/写	读	-	-	-	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	LPDEN	LPD允许位 0: 禁止低电压检测 1: 允许低电压检测
6	LPDF	LPD状态标志位 0: VOUT电压高于LPD检测电压时由硬件清0 1: VOUT电压低于LPD检测电压时由硬件置1 <i>注意: 当LPDEN等于0时, LPD状态标志为0</i>
3-0	LPDS[2:0]	LPD电压设置位 000: 2.55V 001: 2.70V 010: 2.85V 011: 3.00V 100: 3.15V 101: 3.30V 110: 3.45V 111: 3.60V

Table 8.54 计量LDO电压控制寄存器

DFH	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
LDOCON	BGEN	LDOEN1	LDOEN0	-	-	-	-	-
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	-	-	-	-	-

位编号	位符号	说明
7	BGEN	计量LDO bandgap电路开关控制 0: 关闭 1: 打开
6-5	LDOEN[1:0]	LDO电压输出设置位 00: 0V (无输出) 01: 2.8V 1x: VOUT



8.8 低电压复位 (LVR)

8.8.1 特性

- LVR 去抖动时间 T_{LVR} 为 30-60 μ s
- 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, SH79F169B 将产生内部复位。LVR 去抖动时间 T_{LVR} 大约为 30 μ s-60 μ s。

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 SH79F169B 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。



8.9 看门狗定时器（WDT），程序超范围溢出（OVL）复位及其它复位状态

8.9.1 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

SH79F169B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：



8.9.2 寄存器

Table 8.55 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。



8.10 电源管理

SH79F169B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VBAT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}(除计量模拟前端)给所有功能电路供电。计量模拟前端供电由V_{DD}提供或者由LDO供电，LDO的供电电源为V_{OUT}。

与供电方式配合，SH79F169B提供低功耗模式，以更小功耗实现工作需求。

8.10.1 低功耗模式

为减少功耗，SH79F169B提供两种低功耗模式：空闲（Idle）模式和掉电模式。这两种模式都由PCON和SUSLO寄存器控制。

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。通过OP_WDT和OP_WDTIDL选项决定WDT功能是否有效。

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位置1，使SH79F169B进入空闲模式。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位，CPU也不会进入空闲/高级空闲模式。

IDL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SH79F169B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。

掉电模式

掉电模式可以使SH79F169B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和OP_WDTPD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SH79F169B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IDL和PD位置1，SH79F169B将进入掉电模式。当从掉电模式唤醒后，硬件会自动清除IDL和PD位，CPU既不会进入空闲模式。

有两种方式可以退出掉电模式：

(1) 有效外部中断，RTC中断和LPD中断能使SH79F169B退出掉电模式。在中断发生后，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SH79F169B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。

注意：如要进入这两种低功耗模式，必须在置位PCON中的IDL/PD位后增加3个空操作指令。



8.10.2 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，SH79F169B都能正常工作。

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。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等模块。考虑到掉电检测的需要，LPD中断应开启。

正常供电模式下功能模块工作状态

功能 \ 模式	正常模式	空闲模式	掉电模式
禁止的功能模块		CPU	CPU, EUART0 & 1, ADC, TIMER0 & 1 & 2, PWM0 & 1
软件控制（运行/禁止）的功能模块	PLL, LCD, ADC, LPD, EUART0 & 1, TIMER0 & 1 & 2, PWM0 & 1	计量模块, PLL, LCD, ADC, LPD, EUART0 & 1, TIMER0 & 1 & 2, PWM0 & 1	计量模块 (常数计量模式), PLL, LCD, LPD
代码选择控制（运行/禁止）的功能模块	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, 外部中断

电池供电模式

电池供电模式下SH79F169B由电池供电，外部电源掉电。其它功能可软件控制其运行或禁止。

电池供电模式下功能模块工作状态

功能 \ 模式	正常模式	空闲模式	掉电模式
禁止的功能模块		CPU	CPU, EUART0 & 1, ADC, TIMER0 & 1 & 2, PWM0 & 1
软件控制（运行/禁止）的功能模块	PLL, LCD, ADC, LPD, EUART0 & 1, TIMER0 & 1 & 2, PWM0 & 1	计量模块, PLL, LCD, ADC, LPD, EUART0 & 1, TIMER0 & 1 & 2, PWM0 & 1	计量模块 (常数计量累加部分), PLL, LCD, LPD
代码选择控制（运行/禁止）的功能模块	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, 外部中断



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。

8.10.3 寄存器

Table 8.56 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



Table 8.57 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VOULTS位恢复前值。

Table 8.58 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	-	GF1	GF0	PD	IDL
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	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
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

Table 8.59 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，否则在下个周期中SUSLO，IDL或PD位将被硬件清0。

**程序举例**

```
IDLE_MODE:
    MOV    SUSLO, #55H
    ORL    PCON, #01H
    NOP
    NOP
    NOP
```

```
POWERDOWN_MODE:
    MOV    SUSLO, #55H
    ORL    PCON, #02H
    NOP
    NOP
    NOP
```



8.11 预热计数器

8.11.1 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

SH79F169B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。

SH79F169B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，SH79F169B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 预热计数时间	电源上电 预热计数时间	振荡器上电 预热计数时间	电源上电 预热计数时间	振荡器上电 预热计数时间	电源上电 预热计数时间	振荡器上电 预热计数时间
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	$2^{13} \times T_{osc}$

**8.12 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_WDTIDL[5]:

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

OP_LVREN[4]:

- 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[3]:

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

OP_VIN[2]:

- 0: P2.3用作I/O引脚 (默认)
- 1: P2.3用作VIN引脚

OP_ISP[1]:

- 0: 允许ISP功能
- 1: 禁止ISP功能 (默认)

OP_ISPPIN[0]:

- 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。



9. 电能计量

9.1 特性

SH79F169B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、电压电流有效值及频率计算等，支持灵活校表方案。

- 在动态范围 2000:1 内有功误差小于 0.1%
- 在动态范围 1000:1 内无功误差小于 0.1%
- 电压、电流有效值
- 电压频率测量
- 脉冲输出 PF/QF
- 过零、失压中断检测
- 支持程序控制脉冲输出
- 支持单相三线制

SH79F169B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时钟为可选。

9.2 模拟前端（AFE）

SH79F169B模拟前端包含三个模拟增益放大器（PGA）、三个 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。

9.2.1 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、16。放大倍数为1时，输入信号最大值为 $\pm 0.4V$ ；放大倍数为2时，输入信号最大值为 $\pm 0.2V$ ；放大倍数为4时，输入信号最大值为 $\pm 0.1V$ ；放大倍数为8时，输入信号最大值为 $\pm 0.05V$ ；放大倍数为16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。

9.2.2 模数转换器（ADC）

SH79F169B提供23位 Σ - Δ ADC，量化电压和电流输入。

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 4KHz。

9.2.3 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1.4V，温度系数 $\pm 25ppm/^{\circ}C$ 。

9.3 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。

9.4 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。

9.4.1 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



Table 9.1 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

Table 9.2 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

Table 9.3 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

Table 9.4 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



Table 9.5 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	EMUCLK1	EMUCLK0	SAGF	NoQLd	NoPLd	REVQ	REVP
读/写	读/写	读/写	读/写	读	读	读	读	读
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	0 u 0 0	1 u 1 1	1 u 1 1	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	计量模块计算使能 0: 禁止 1: 允许
6-5	EMUCLK[1:0]	计量时钟源选择 00: PLL/2, 计量相关寄存器瞬时值更新频率为4000Hz 01: PLL/4, 计量相关寄存器瞬时值更新频率为2000Hz 10: PLL/8, 计量相关寄存器瞬时值更新频率为1000Hz 11: PLL/16, 计量相关寄存器瞬时值更新频率为500Hz
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

注意: DSPEN = 0时, 将功率, 有效值计算部份清零, 参数配置, 以及电能累加部分保持不变。



9.4.2 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。

注意：由于EMU间接寄存器的内部读写采用独立的机制，因此读写除上述规定的顺序外，还需在对EADR寄存器读写指令后加入几个NOP，再进行EDATL，EDATM，EDATL等操作，在系统主频为8.192MHz时，需插入3个以上NOP。详细示例见应用手册相关章节。

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1ADC输出值
01H	I2DTA	3	电流通道2ADC输出值
02H	VDTA	3	电压通道ADC输出值
03H	APWR1	3	通道1瞬时有功功率值
04H	RPWR1	3	通道1瞬时无功功率值
05H	APWR2	3	通道2瞬时有功功率值
06H	RPWR2	3	通道2瞬时无功功率值
07H	AERY	3	有功电能累加值 (CmodeFreq[2] = 0)
08H	RERY	3	无功电能累加值 (CmodeFreq[2] = 0)
09H	FREQ	2	电压频率值
0AH	I1Rms	3	通道1电流平均有效值 (设定周期内)
0BH	I2Rms	3	通道2电流平均有效值 (设定周期内)
0CH	VRMS	3	电压有效值 (设定周期内)
0DH	WPA	3	有功电能脉冲累计值 (CmodeFreq[2] = 0)
0EH	VARPA	3	无功电能脉冲累计值 (CmodeFreq[2] = 0)
0FH	APWRA1	3	通道1平均有功功率值 (设定周期)
10H	RPWRA1	3	通道1平均无功功率值 (设定周期)
11H	APWRA2	3	通道2平均有功功率值 (设定周期)
12H	RPWRA2	3	通道2平均无功功率值 (设定周期)
13H	AERYL	3	常数模式有功电能低位值 (CmodeFreq[2] = 0)
14H	RERYL	3	常数模式无功电能低位值 (CmodeFreq[2] = 0)
15H	VDTAMAX	3	电压信道最大波形ADC采样值 (设定周期内)
16H	AERY_CONSTH	3	常数模式有功电能累加值 (CmodeFreq[2] = 1)
17H	RERY_CONSTH	3	常数模式无功电能累加值 (CmodeFreq[2] = 1)
18H	AERY_CONSTL	3	常数模式有功电能累加低位值 (CmodeFreq[2] = 1)
19H	RERY_CONSTL	3	常数模式无功电能累加低位值 (CmodeFreq[2] = 1)
1AH	WPA_CONST	3	常数模式有功电能脉冲累计值 (CmodeFreq[2] = 1)
1BH	VARPA_CONST	3	常数模式无功电能脉冲累计值 (CmodeFreq[2] = 1)



Table 9.6 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

Table 9.7 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

Table 9.8 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

Table 9.9 通道1瞬时有功功率值寄存器

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.23	APWR.22	APWR.21	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]	通道1瞬时有功功率值，二进制补码表示有符号数 注意：正数表示正有功；负数表示负有功



Table 9.10 通道1瞬时无功功率值寄存器

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]	通道1瞬时无功功率值，二进制补码表示有符号数 注意：负数表示正无功；正数表示负无功					

Table 9.11 通道2瞬时有功功率值寄存器

05H	第23位	第22位	第21位	第20-3位	第2位	第1位	第0位
APWR2	APWR2.23	APWR2.22	APWR2.21	APWR2.20...3	APWR2.2	APWR2.1	APWR2.0
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	APWR2[23:0]	通道2瞬时有功功率值，二进制补码表示有符号数 注意：正数表示正有功；负数表示负有功					

Table 9.12 通道2无功功率值寄存器

06H	第23位	第22位	第21位	第20-3位	第2位	第1位	第0位
RPWR2	RPWR2.23	RPWR2.22	RPWR2.21	RPWR2.20...3	RPWR2.2	RPWR2.1	RPWR2.0
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	RPWR2[23:0]	通道2瞬时无功功率值，二进制补码表示有符号数 注意：负数表示正无功；正数表示负无功					

Table 9.13 有功电能累加值寄存器 (CmodeFreq[2] = 0)

07H	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 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	AERY[23:0]	有功电能累加值，二进制补码表示有符号数 注意：正数表示正有功；负数表示负有功					



Table 9.14 无功电能累加值寄存器 (CmodeFreq[2] = 0)

08H	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 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	RERY[23:0]	无功电能累加值，二进制补码表示有符号数 注意：负数表示正无功；正数表示负无功					

Table 9.15 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	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					
15-0	FREQ[15:0]	电压频率值，无符号数，复位值00H					

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。更新周期不大于1秒，测量范围40 - 70Hz精度0.01Hz。
频率转换公式为：4000/FREQ。

Table 9.16 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 (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	I1Rms[23:0]	通道1电流有效值，无符号数（设定周期内平均有效值，周期由SUMSAMPS寄存器设定）					

Table 9.17 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 (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	I2Rms[23:0]	通道2电流有效值，无符号数（设定周期内平均有效值，周期由SUMSAMPS寄存器设定）					



Table 9.18 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 (设定周期内平均有效值, 周期由SUMSAMPs寄存器设定)

电压电流有效更新频率由SUMSAMPs寄存器设定。

Table 9.19 有功电能脉冲累计值寄存器 (CmodeFreq[2] = 0)

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

Table 9.20 无功电能脉冲累计值寄存器 (CmodeFreq[2] = 0)

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

Table 9.21 通道1平均有功功率 (设定周期)

0FH	第23位	第22位	第21位	第20-3位	第2位	第1位	第0位
APWRA1	APWRA1.23	APWRA1.22	APWRA1.21	APWRA1.20...3	APWRA1.2	APWRA1.1	APWRA1.0
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	APWRA1[23:0]	信道1平均有功功率值 (设定周期), 二进制补码表示有符号数, 设定周期由SUMSAMPs设定, 有符号数 注意: 正数表示正有功; 负数表示负有功



Table 9.22 通道1平均无功功率值（设定周期）

10H	第23位	第22位	第21位	第20-3位	第2位	第1位	第0位
RPWRA1	RPWRA1.23	RPWRA1.22	RPWRA1.21	RPWRA1.20...3	RPWRA1.2	RPWRA1.1	RPWRA1.0
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	RPWRA1[23:0]	通道1平均无功功率值（设定周期），二进制补码表示有符号数，设定周期由SUMSAMPS设定，有符号数 注意： 负数表示正无功；正数表示负无功

Table 9.23 通道2平均有功功率值（设定周期）

11H	第23位	第22位	第21位	第20-3位	第2位	第1位	第0位
APWRA2	APWRA2.23	APWRA2.22	APWRA2.21	APWRA2.20...3	APWRA2.2	APWRA2.1	APWRA2.0
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	APWRA2[23:0]	通道2平均有功功率值（设定周期），二进制补码表示有符号数，设定周期由SUMSAMPS设定，有符号数 注意： 正数表示正有功；负数表示负有功

Table 9.24 通道2无功功率值累加值（设定周期）

12H	第23位	第22位	第21位	第20-3位	第2位	第1位	第0位
RPWRA2	RPWRA2.23	RPWRA2.22	RPWRA2.21	RPWRA2.20...3	RPWRA2.2	RPWRA2.1	RPWRA2.0
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	RPWRA2[23:0]	通道2平均无功功率值累加值（设定周期），二进制补码表示有符号数，设定周期由SUMSAMPS设定，有符号数。 注意： 负数表示正无功；正数表示负无功



Table 9.25 有功电能累加低位值寄存器 (CmodeFreq[2] = 0)

13H	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]	有功电能累加低位值, 对应有功电能内部寄存器的低24位

Table 9.26 无功电能累加低位值寄存器 (CmodeFreq[2] = 0)

14H	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]	无功电能累加低位值, 对应无功电能内部寄存器的低24位

Table 9.27 电压波形最大值VDMAX寄存器

15H	第23位	第22位	第21位	第20-3位	第2位	第1位	第0位
VDMAX	VDMAX.23	VDMAX.22	VDMAX.21	VDMAX.20...3	VDMAX.2	VDMAX.1	VDMAX.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	VDMAX[23:0]	SUMSAMPS设定周期内电压采样波形VDAT的最大值, 有符号数

Table 9.28 常数模式有功电能累加值寄存器 (CmodeFreq[2] = 1)

16H	第23位	第22位	第21位	第20-3位	第2位	第1位	第0位
AERY_CONSTH	AERY_CON STH.23	AERY_CON STH.22	AERY_CON STH.21	AERY_CON STH.20...3	AERY_CON STH.2	AERY_CON STH.1	AERY_CON STH.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	AERY_CONSTH [23:0]	常数模式有功电能累加值, 二进制补码表示有符号数



Table 9.29 常数模式无功电能累加值寄存器 (CmodeFreq[2] = 1)

17H	第23位	第22位	第21位	第20-3位	第2位	第1位	第0位
RERY_CONSTH	RERY_CON STH.23	RERY_CON STH.22	RERY_CON STH.21	RERY_CON STH.20...3	RERY_CON STH.2	RERY_CON STH.1	RERY_CON STH.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	RERY_CONSTH [23:0]	常数模式无功电能累加值，二进制补码表示有符号数

Table 9.30 常数模式有功电能累加值低位寄存器 (CmodeFreq[2] = 1)

18H	第23位	第22位	第21位	第20-3位	第2位	第1位	第0位
AERY_CONSTH	AERY_CON STH.23	AERY_CON STH.22	AERY_CON STH.21	AERY_CON STH.20...3	AERY_CON STH.2	AERY_CON STH.1	AERY_CON STH.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	AERY_CONSTH [23:0]	常数模式有功电能累加低位值，二进制补码表示有符号数

Table 9.31 常数模式无功电能累加值低位寄存器 (CmodeFreq[2] = 1)

19H	第23位	第22位	第21位	第20-3位	第2位	第1位	第0位
RERY_CONSTL	RERY_CON STL.23	RERY_CON STL.22	RERY_CON STL.21	RERY_CON STL.20...3	RERY_CON STL.2	RERY_CON STL.1	RERY_CON STL.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	RERY_CONSTL [23:0]	常数模式无功电能累加低位值，二进制补码表示有符号数



Table 9.32 常数模式有功电能脉冲累计值寄存器 (CmodeFreq[2] = 1)

1AH	第23位	第22位	第21位	第20-3位	第2位	第1位	第0位
WPA_CONST	WPA_CON ST.23	WPA_CON ST.22	WPA_CON ST.21	WPA_CON ST.20...3	WPA_CON ST.2	WPA_CON ST.1	WPA_CON ST.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_CONST [23:0]	常数模式有功电能脉冲累计值寄存器，无符号数

Table 9.33 常数模式无功电能脉冲累计值寄存器 (CmodeFreq[2] = 1)

1BH	第23位	第22位	第21位	第20-3位	第2位	第1位	第0位
VARPA_CONST	VARPA_CON ST.23	VARPA_CON ST.22	VARPA_CON ST.21	VARPA_CON ST.20...3	VARPA_CON ST.2	VARPA_CON ST.1	VARPA_CON ST.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_CONST [23:0]	常数模式无功电能脉冲累计值寄存器，无符号数



计量设置配置寄存器

计量设置配置寄存器列表

地址	名称	字节长度	说明
30H	EMUCFG0	2	EMU计量配置寄存器0
31H	EMUCFG1	3	EMU计量配置寄存器1
32H	EMUCFG2	3	EMU计量配置寄存器2
33H	EMUCFG3	2	EMU计量配置寄存器3
34H	W1GAIN	2	通道1功率增益寄存器（有功无功使用同一组）
35H	P1CAL	2	通道1电压电流相位补偿寄存器
36H	W2GAIN	2	通道2功率增益寄存器（有功无功使用同一组）
37H	P2CAL	2	通道2电压电流相位补偿寄存器
38H	I2GAIN	2	通道2电流增益设置寄存器
39H	WATT1OS	2	通道1有功功率偏置
3AH	WATT2OS	2	通道2有功功率偏置
3BH	VAR1OS	2	通道1无功功率偏置
3CH	VAR2OS	2	通道2无功功率偏置
3DH	IRMS1OS	3	通道1电流有效值偏置
3EH	IRMS2OS	3	通道2电流有效值偏置
3FH	VRMSOS	3	电压有效值偏置
40H	ADCOSI1	2	电流通道1 ADC偏置设置
41H	ADCOSI2	2	电流通道1 ADC偏置设置
42H	ADCOSU	2	电压通道ADC偏置设置
43H	SPTS	2	功率启动设置寄存器
44H	VCONST	3	掉零线电压固定值
45H	SAGTHR	2	失压门限设置
46H	SAGCNT	2	失压采样计数
47H	ICONT	2	输出脉冲频率设置
48H	PCNT	2	快速有功脉冲计数，二进制补码表示有符号值（CmodeFreq[2] = 0）
49H	QCNT	2	快速无功脉冲计数，二进制补码表示有符号值（CmodeFreq[2] = 0）
4AH	SUMSAMPS	2	计算周期设置寄存器
4BH	APCONST	3	有功功率常数设置寄存器
4CH	RPCONST	3	无功功率常数设置寄存器
4DH	PCNT_CONST	2	快速有功脉冲计数，二进制补码表示有符号值（CmodeFreq[2] = 1）
4EH	QCNT_CONST	2	快速无功脉冲计数，二进制补码表示有符号值（CmodeFreq[2] = 1）
51H	保留寄存器	3	软件需将该寄存器设置为0



Table 9.34 EMU计量配置寄存器0

30H	第15位	第14位	第13位	第12位	第11位	第10位	第9位	第8位
EMUCFG0	-	-	-	-	-	-	APGAU1	APGAU0
读/写	-	-	-	-	-	-	读/写	读/写
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	-	-	-	-	-	-	0 u 0 0	0 u 0 0
30H	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
EMUCFG0	APGAI21	APGAI20	APGAI11	APGAI10	ADCSHORT	ADCUON	ADCI2ON	ADCI1ON
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
9-8	APGAU[1:0]	电压通道1模拟PGA增益选择 00: 1倍增益 01: 2倍增益 1X: 4倍增益
7-6	APGAI2[1:0]	电流通道2模拟PGA增益选择 00: 1倍增益 01: 4倍增益 10: 8倍增益 11: 16倍增益
5-4	APGAI1[1:0]	电流通道1模拟PGA增益选择 00: 1倍增益 01: 4倍增益 10: 8倍增益 11: 16倍增益
3	ADCSHORT	ADC输入内部短接控制 0: ADC输入不短接 1: ADC输入短接
2	ADCUON	电流通道的ADC使能控制 0: 关闭ADC 1: 打开ADC
1	ADCI2ON	电流通道2的ADC使能控制 0: 关闭ADC 1: 打开ADC
0	ADCI1ON	电流通道1的ADC使能控制 0: 关闭ADC 1: 打开ADC
15-0	EMUCFG0[15:0]	EMU计量配置寄存器0, 典型配置为0x000037, ADC开启必须在V _{REF} 开启60mS之后, 如同一应用中有时需配置不同ADC个数, 开启动作必须先全部ADC通道都打开再关闭不用的ADC通道。具体请参考应用手册相关章节



Table 9.35 EMU计量配置寄存器1

31H	第23位	第22位	第21位	第20位	第19位	第18位	第17位	第16位
EMUCFG1	-	-	POL	MNL	-	HPFONU	HPFONI2	HPFONI1
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
31H	第15位	第14位	第13位	第12位	第11位	第10位	第9位	第8位
EMUCFG1	PWidth1	PWidth0	PFAST1	PFAST0	QMOD1	QMOD0	PMOD1	PMOD0
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
31H	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
EMUCFG1	QRUN	PRUN	PWRSEL1	PWRSEL0	CmodeFreq2	CmodeFreq1	CmodeFreq0	ConstMode
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
21	POL	PF/QF输出极性控制 0: 高电平有效（常数模式下不能选择高电平有效） 1: 低电平有效
20	MNL	掉零线模式使能控制 0: 掉零线模式关闭（默认） 1: 掉零线模式开启，使用VCONST替代电压采样值经行功率计算
18	HPFONU	电压通道高通滤波器选择 0: 打开高通滤波器（默认） 1: 关闭高通滤波器
17	HPFONI2	电流通道2高通滤波器选择 0: 打开高通滤波器（默认） 1: 关闭高通滤波器
16	HPFONI1	电流通道1高通滤波器选择 0: 打开高通滤波器（默认） 1: 关闭高通滤波器
15-14	PWidth[1:0]	输出脉冲宽度（注意时钟源切换的影响） 00: 90ms（+/-5%）（默认） 01: 45ms（+/-5%） 10: 保留 11: 11ms（+/-5%）



续上表

13-12	PFAST[1:0]	小信号脉冲加速选择 00: 脉冲1倍数 01: 脉冲4倍数 10: 脉冲8倍数 11: 脉冲16倍数
11-10	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
9-8	PMOD[1:0]	有功能量累加方式选择 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
7	QRUN	无功能量累加使能 0: 停止累加 1: 允许累加
6	PRUN	有功能量累加使能 0: 停止累加 1: 允许累加
5-4	PWRSEL[1:0]	计量通道选择 00: 选择通道1瞬时功率作为电能计量作为电能累加源 01: 选择通道2瞬时功率作为电能计量作为电能累加源 10: 选择通道1, 2瞬时功率代数和作为电能计量作为电能累加源 11: 选择通道1, 2瞬时功率绝对值和作为电能计量作为电能累加源
3-1	CmodeFreq[2:0]	累加时钟频率和累加数据来源选择 000: 使用瞬时功率值作为电能累加源 (PWMSEL[1:0]选择结果), 累加频率 = 更新频率 X 2 001: 使用瞬时功率值作为电能累加源 (PWMSEL[1:0]选择结果), 累加频率 = 更新频率 X 4 010: 使用瞬时功率值作为电能累加源 (PWMSEL[1:0]选择结果), 累加频率 = 更新频率 X 8 011: 使用瞬时功率值作为电能累加源 (PWMSEL[1:0]选择结果), 累加频率 = 更新频率 X 16 100: 使用APCONST/RPCONST作为电能累加源, 更新频率为32.768KHz 101: 使用APCONST/RPCONST作为电能累加源, 更新频率为8.192KHz 110: 使用APCONST/RPCONST作为电能累加源, 更新频率为4.096KHz 111: 使用APCONST/RPCONST作为电能累加源, 更新频率为1.024KHz
0	Cmodeen	累加模块总使能 0: 累加模块关闭 (默认) 1: 累加模块打开
23-0	EMUCFG1[23:0]	EMU计量配置寄存器1设置, 典型设置为0X0000C1

更新频率由EMUSR寄存器的EMUCLK[1:0]设置。



Table 9.36 EMU计量配置寄存器2

32H	第23位	第22位	第21位	第20位	第19位	第18位	第17位	第16位
EMUCFG2	PGACHOP CKSEL.2	PGACHOP CKSEL.1	PGACHOP CKSEL.0	APGAUI.2	APGAUI.1	APGAUI.0	APGAI2I.2	APGAI2I.1
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	1 u 1 1	1 u 1 1	1 u 1 1	1 u 1 1	1 u 1 1	1 u 1 1
32H	第15位	第14位	第13位	第12位	第11位	第10位	第9位	第8位
EMUCFG2	APGAI2I.0	APGAI1I.2	APGAI1I.1	APGAI1I.0	ADCUI.3	ADCUI.2	ADCUI.1	ADCUI.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	0 u 0 0	0 u 0 0	1 u 1 1	1 u 1 1
32H	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
EMUCFG2	ADC1I.3	ADC1I.2	ADC1I.1	ADC1I.0	ADC12I.3	ADC12I.2	ADC12I.1	ADC12I.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	1 u 1 1	1 u 1 1	0 u 0 0	0 u 0 0	1 u 1 1	1 u 1 1

位编号	位符号	说明
23-21	PGACHOP CKSEL[2:0]	PGA的CHOP时钟选择 000: 2K 001: 4K 010: 8K 011: 16K 100: 32K 101: 64K 其他: 无时钟
20-18	APGAUI[2:0]	电压通道的ADC bias电流调节
17-15	APGAI2I[2:0]	电流通道1的ADC bias电流调节
14-12	APGAI1I[2:0]	电流通道2的ADC bias电流调节
11-8	ADCUI[3:0]	电压通道模拟PGA bias电流调节
7-4	ADC1I[3:0]	电流通道2模拟PGA bias电流调节
3-0	ADC12I[3:0]	电流通道1模拟PGA bias电流调节
23-0	EMUCFG2[23:0]	EMU计量配置寄存器2, 典型配置为0x9FF333, 低功耗配置为0x400888



Table 9.37 EMU计量配置寄存器3

33H	第15位	第14位	第13位	第12位	第11位	第10位	第9位	第8位
EMUCFG3	-	-	-	-	-	-	-	PD_BG
读/写	-	-	-	-	-	-	-	读/写
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	-	-	-	-	-	-	-	1 u 1 1
33H	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
EMUCFG3	EN_BG_CHOP	EN_BG_DEM	BG_CHOPCK_SEL.1	BG_CHOPCK_SEL.0	BG_DEMCK_SEL.1	BG_DEMCK_SEL.0	BG_CUR_SEL.1	BG_CUR_SEL.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	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
8	PD_BG	VREF工作状态使能 = 0 使能 = 1, 关闭
7	EN_BG_CHOP	VREF CHOP时钟使能 = 0 关闭 = 1, 使能
6	EN_BG_DEM	VREF 电流镜工作时钟使能 = 0 关闭 = 1, 使能
5-4	BG_CHOPCK_SEL[1:0]	VREF CHOP时钟选择 00: 4K 01: 8K 10: 16K 11: 32K
3-2	BG_DEMCK_SEL[1:0]	VREF电流镜时钟选择 00: 4K 01: 8K 10: 16K 11: 32K
1-0	BG_CUR_SEL[1:0]	电流镜电流选择
15-0	EMUCFG3[15:0]	EMU计量配置寄存器3, 典型配置为0x00E8



Table 9.38 通道1功率增益寄存器

34H	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 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	W1GAIN[15:0]	通道1功率增益设置，二进制补码表示有符号数

第15位是符号位。

Table 9.39 通道1电压电流相位补偿寄存器

35H	第15位	第14位	第13位	第12-3位	第2位	第1位	第0位
P1CAL	P1CAL.15	P1CAL.14	P1CAL.13	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电压电流相位补偿，二进制补码表示有符号数

相位的补偿范围为 $\pm 5^\circ$ 度。

相关配置公式如下：

对于50Hz信号，

$$PXCAL = \text{round}\left(-\frac{1.1667 \cdot Err}{0.07846 + 0.5825 \cdot Err} \times 2^{15}\right) \quad (\text{当 } Err \geq 0 \text{ 时})$$

或

$$PXCAL = \text{round}\left(-\frac{1.1411 \cdot Err}{0.07846 - 0.5697 \cdot Err} \times 2^{15}\right) \quad (\text{当 } Err < 0 \text{ 时})$$

对于60Hz信号，

$$PXCAL = \text{round}\left(-\frac{1.1659 \cdot Err}{0.09411 + 0.5817 \cdot Err} \times 2^{15}\right) \quad (\text{当 } Err \geq 0 \text{ 时})$$

或

$$PXCAL = \text{round}\left(-\frac{1.1403 \cdot Err}{0.09411 - 0.5689 \cdot Err} \times 2^{15}\right) \quad (\text{当 } Err < 0 \text{ 时})$$



Table 9.40 通道2功率增益寄存器

36H	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功率增益设置，二进制补码表示有符号数

第15位是符号位。

Table 9.41 通道2电压电流相位补偿寄存器

37H	第15位	第14位	第13位	第12-3位	第2位	第1位	第0位
P2CAL	P2CAL.15	P2CAL.14	P2CAL.13	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电压电流相位补偿，二进制补码表示有符号数

Table 9.42 通道2电流增益设置

38H	第15位	第14位	第13位	第12-3位	第2位	第1位	第0位
I2GAIN	I2GAIN.15	I2GAIN.14	I2GAIN.13	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，在电流有效值模式下，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。



Table 9.43 通道1有功功率偏置

39H	第15位	第14位	第13位	第12-3位	第2位	第1位	第0位
WATT1OS	W1OS.15	W1OS.14	W1OS.13	W1OS.12...3	W1OS.2	W1OS.1	W1OS.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	W1OS[15:0]	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。

Table 9.44 通道2有功功率偏置

3AH	第15位	第14位	第13位	第12-3位	第2位	第1位	第0位
WATT2OS	W2OS.15	W2OS.14	W2OS.13	W2OS.12...3	W2OS.2	W2OS.1	W2OS.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	W2OS[15:0]	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。

Table 9.45 通道1无功功率偏置

3BH	第15位	第14位	第13位	第12-3位	第2位	第1位	第0位
VAR1OS	VAR1OS.15	VAR1OS.14	VAR1OS.13	VAR1OS.12...3	VAR1OS.2	VAR1OS.1	VAR1OS.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	VAR1OS[15:0]	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。

Table 9.46 通道2无功功率偏置

3CH	第15位	第14位	第13位	第12-3位	第2位	第1位	第0位
VAR2OS	VAR2OS.15	VAR2OS.14	VAR2OS.13	VAR2OS.12...3	VAR2OS.2	VAR2OS.1	VAR2OS.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	VAR2OS[15:0]	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。



Table 9.47 通道1电流有效值偏置

3DH	第23位	第22位	第21位	第20-3位	第2位	第1位	第0位
IRMS1OS	IRMS1OS.23	IRMS1OS.22	IRMS1OS.21	IRMS1OS.21...3	IRMS1OS.2	IRMS1OS.1	IRMS1OS.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
23-0	IRMS1OS[23:0]	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1个LSB。校正后如运算中电流有效值出现0x6xxxxx数据，软件应认为电流有效值设为0。

Table 9.48 通道2电流有效值偏置

3EH	第23位	第22位	第21位	第20-3位	第2位	第1位	第0位
IRMS2OS	IRMS2OS.23	IRMS2OS.22	IRMS2OS.21	IRMS2OS.21...3	IRMS2OS.2	IRMS2OS.1	IRMS2OS.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
23-0	IRMS2OS[23:0]	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1个LSB。校正后如运算中电流有效值出现0x6xxxxx数据，软件应认为电流有效值设为0。

Table 9.49 电压有效值偏置

3FH	第23位	第22位	第21位	第20-3位	第2位	第1位	第0位
VRMSOS	VRMSOS.23	VRMSOS.22	VRMSOS.21	VRMSOS.21...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	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	VRMSOS[23:0]	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1个LSB。



Table 9.50 电流通道1 ADC偏置设置

40H	第15位	第14位	第13位	第12-3位	第2位	第1位	第0位
ADCOSI1	ADCOSI1.15	ADCOSI1.14	ADCOSI1.13	ADCOSI1.12..3	ADCOSI1.2	ADCOSI1.1	ADCOSI1.0
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	ADCOSI1[15:0]	ADC偏置设置，二进制补码表示有符号数

电流通道1 ADC偏置计量位置在高通滤波器之前。

Table 9.51 电流通道2 ADC偏置设置

41H	第15位	第14位	第13位	第12-3位	第2位	第1位	第0位
ADCOSI2	ADCOSI2.15	ADCOSI2.14	ADCOSI2.13	ADCOSI2.12..3	ADCOSI2.2	ADCOSI2.1	ADCOSI2.0
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	ADCOSI2[15:0]	ADC偏置设置，二进制补码表示有符号数

电流通道2 ADC偏置计量位置在高通滤波器之前。

Table 9.52 电压通道ADC偏置设置

42H	第15位	第14位	第13位	第12-3位	第2位	第1位	第0位
ADCOSU	ADCOSU.15	ADCOSU.14	ADCOSU.13	ADCOSU.12..3	ADCOSU.2	ADCOSU.1	ADCOSU.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	ADCOSU[15:0]	ADC偏置设置，二进制补码表示有符号数

电压信道ADC偏置计量位置在高通滤波器之前。

芯片在出厂时候，会将电压通道的ADC偏置值存在芯片特定地址，用户可以通过以下方式获取该值并写入ADCOSU中。

```
CODE unsigned char *ptr;
FLASHCON=1;
EDTAH=0X00;
ptr=0x122E;
EDTAM=*ptr;
ptr=0x122F;
EDTAL=*ptr;
NOP();NOP();NOP();NOP();NOP()
EADR=0X42|0x80;
FLASHCON=0;
```



Table 9.53 功率启动设置寄存器

43H	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

如果平均有功功率值大于等于SPTS，有功电能寄存器开始累加，如果平均有功功率小于SPTS，有功电能累加寄存器AERY，AERYL清零。平均无功功率亦同样处理。

Table 9.54 掉零线电压固定值

44H	第23位	第22位	第21位	第20-3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	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	VCONST[23:0]	掉零线电压固定值，无符号数

在失压情况下，此寄存器代替输入电压进行有功/无功电能计算。

Table 9.55 失压门限设置

45H	第15位	第14位	第13位	第12-3位	第2位	第1位	第0位
SAGTHR	SAGTHR.15	SAGTHR.14	SAGTHR.13	SAGTHR.12...3	SAGTHR.2	SAGTHR.1	SAGTHR.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	SAGTHR[15:0]	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。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。

Table 9.56 失压采样计数

46H	第15位	第14位	第13位	第12-8位	第7位	第6-1位	第0位
SAGCNT	SAGCNT.15	SAGCNT.14	SAGCNT.13	SAGCNT.12...8	SAGCNT.7	SAGCNT.6...1	SAGCNT.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	1 u 1 1	0 u 0 0	0 u 0 0

位编号	位符号	说明
15-0	SAGCNT[15:0]	失压采样计数，无符号值，默认值为0x80



Table 9.57 输出脉冲频率设置

47H	第15位	第14位	第13位	第12-8位	第7位	第6-2位	第0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，默认值为0x80

若ICONT设置为0时，脉冲比较时以1处理。

Table 9.58 快速有功脉冲计数

48H	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

Table 9.59 快速无功脉冲计数

49H	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]	快速电能脉冲计数，二进制补码表示有符号值

Table 9.60 计算周期设置寄存器

4AH	第15位	第14位	第13-10位	第9位	第8位	第7-1位	第0位
SUMSAMPS	-	SAMP.14	SAMP.13...10	SAMP.9	SAMP.8	SAMP.7...1	SAMP.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	0 u 0 0	1 u 1 1	1 u 1 1	1 u 1 1

位编号	位符号	说明
14-0	SAMP[14:0]	计算周期设置寄存器，二进制无符号值 用于设置功率，有效值，波形最大值检测周期

该寄存器设置值计算公式如下：

如果期望计算周期为T(s)，设置值为T*更新频率，更新频率为4000Hz，计算周期1s，设置值为4000(0XFA0)



Table 9.61 有功功率常数设置寄存器

4BH	第23位	第22位	第21位	第20-3位	第2位	第1位	第0位
APCONST	APCST.23	APCST.22	APCST.21	APCST.20...3	APCST.2	APCST.1	APCST.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	APCST[23:0]	有功功率常数设置寄存器，二进制无符号值

Table 9.62 无功功率常数设置寄存器

4CH	第23位	第22位	第21位	第20-3位	第2位	第1位	第0位
RPCONST	RPCST.23	RPCST.22	RPCST.21	RPCST.20...3	RPCST.2	RPCST.1	RPCST.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	RPCST[23:0]	无功功率常数设置寄存器，二进制无符号值

Table 9.63 快速有功脉冲计数

4DH	第15位	第14位	第13位	第12-3位	第2位	第1位	第0位
PCNT_CONST	PCNT_CONST.15	PCNT_CONST.14	PCNT_CONST.13	PCNT_CONST.12...3	PCNT_CONST.2	PCNT_CONST.1	PCNT_CONST.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_CONST[15:0]	快速有功脉冲计数，二进制补码表示有符号值

Table 9.64 快速无功脉冲计数

4EH	第15位	第14位	第13位	第12-3位	第2位	第1位	第0位
QCNT_CONST	QCNT_CONST.15	QCNT_CONST.14	QCNT_CONST.13	QCNT_CONST.12...3	QCNT_CONST.2	QCNT_CONST.1	QCNT_CONST.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_CONST[15:0]	快速电能脉冲计数，二进制补码表示有符号值

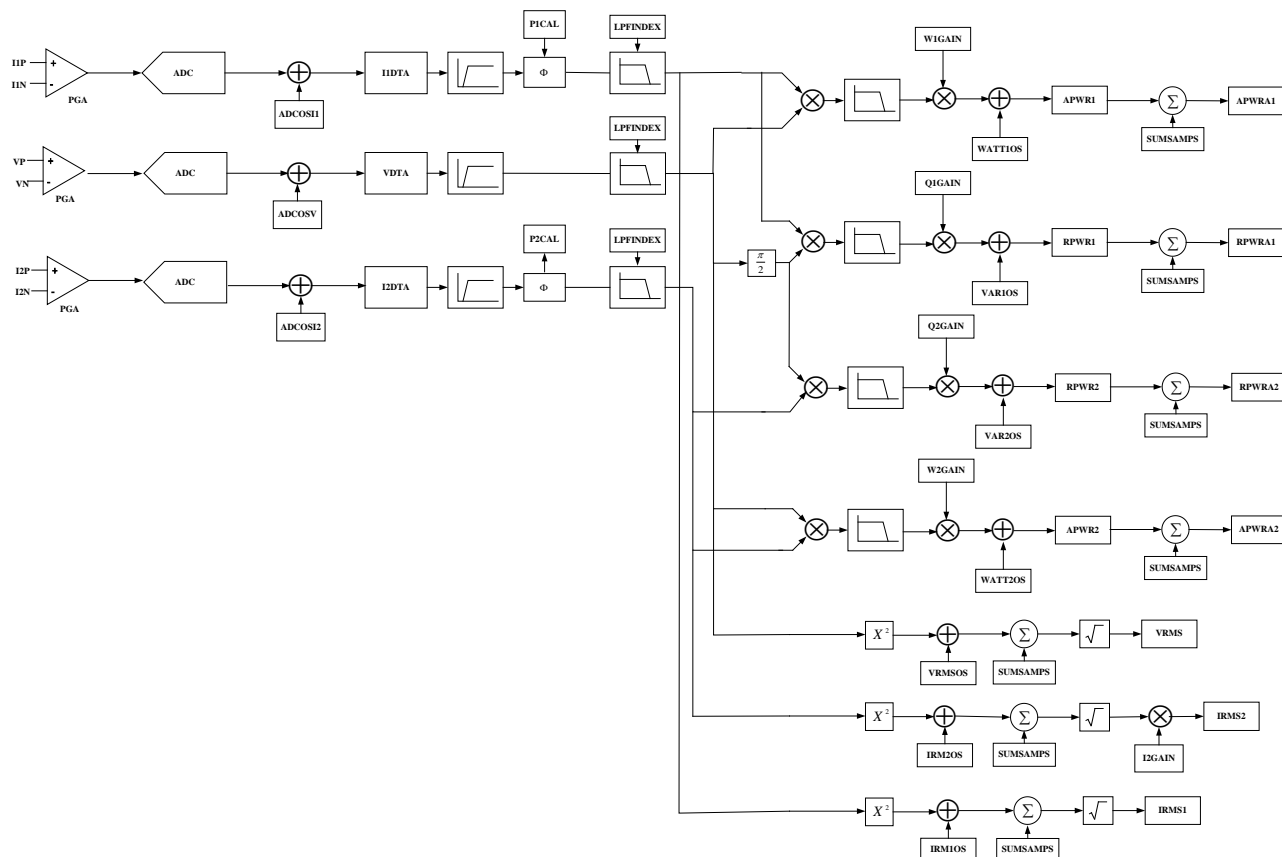


9.5 计量功能描述

EMU计量有功功率、有功电能、无功功率、无功电能、电压有效值、电流有效值，具有相应校正功能。

9.5.1 有功功率、无功功率

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APWR1/APWR2。有功功率增益W1GAIN和W2GAIN高位为符号，校正增益为 $1+W1GAIN(W2GAIN)/2^{16}$ ，校正增益范围为0.5 - 1.5。



平均有功（无功）功率值，为设定的周期内瞬时有功（无功）功率值的平均值（或累加值），周期为SUMSAMPs寄存器设定

电压有效值、电流有效值为设定的周期内有效值，周期为SUMSAMPs寄存器设定。



9.5.2 电能和脉冲输出

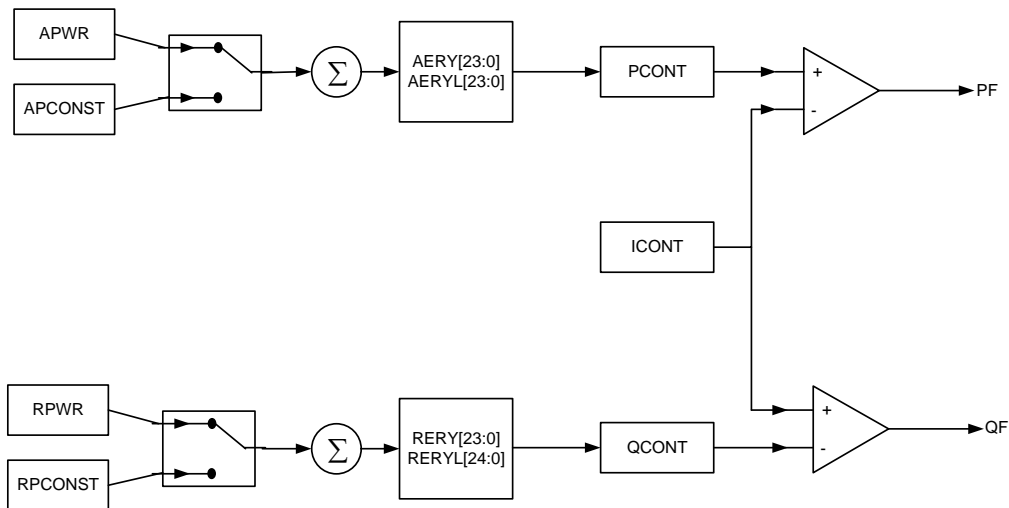
有功电能内部寄存器48位，最高位为符号位，对有功功率进行累加。有功电能累加值寄存器（AERY）取有功电能内部寄存的高24位，累加溢出后值回到0。

无功电能内部寄存器48位，最高位为符号位，对无功功率进行累加。无功电能累加值寄存器（RERY）取无功电能内部寄存的高24位，累加溢出后值回到0。

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。

电能累加的来源有两类，一类是对当前计量信道的瞬时有功功率，瞬时无功功率经行累加，另一类是用APCONST/RPCONST设定的常数进行累加。



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置1，同时相应电能脉冲累计值寄存器加1，有功绝对值脉冲累加器加1，清除REVP标志。

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）每减少1，快速有功脉冲寄存器PCNT减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置1，同时相应电能脉冲累计值寄存器加1，有功绝对值脉冲累加器加1，设置REVP标志。

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QCNT1LSB，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QF，QFIF置1，同时相应电能脉冲累计值寄存器加1，无功绝对值脉冲累加器加1，清除REVQ标志。

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）每减少1，快速无功脉冲寄存器QCNT减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QF，QFIF置1，同时相应电能脉冲累计值寄存器加1，无功绝对值脉冲累加器加1，设置REVQ标志。

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NoPid能够实时显示电能是否起动，方便对阈值的选取。

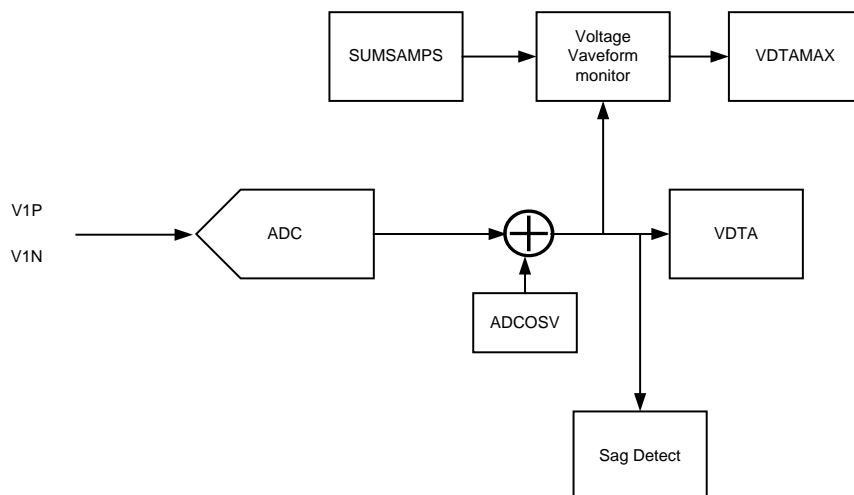


9.5.3 掉零线模式

在掉零线模式计量使能，寄存器VCONST中值代替电压通道ADC转换值参与有功功率，无功功率计量。

9.5.4 电压信道波形最大采样值记录

在设定的采样周期内，记录电压信道的最大采样值（绝对值）经行记录，并将该值更新至VDTAMAX，VDTAMAX更新周期由SAMSAMPS寄存器设定。



9.5.5 单相三线制计量

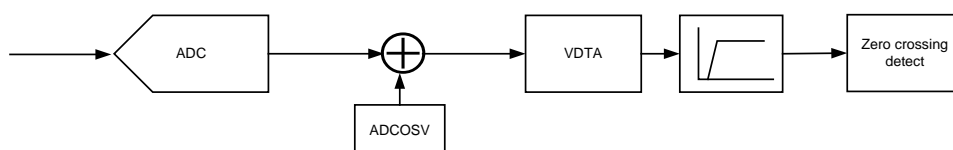
单相三线制计量模式下，将通道1和通道2的有功（无功）功率值相加后的值作为APWR（RPWR），进行有功（无功）电能的累加，相加的模式可以选择代数和和绝对值两种模式。单相三线下校正方式见应用手册说明。

9.5.6 失压检测

电压波形采样值如果在SAGCNT设定的时间没有过零信号产生，或者绝对最大值小于SAGTHR设定的值，那么认为发生失压时间，SAGF = 1，同时SAGIF置1。上述条件不再满足时，SAGF = 0，同时SAGIF置1。

9.5.7 过零检测

根据电压波形经行过零信号的检测，检测点应该滤除直流分量。





9.6 EMU中断系统

EMU提供六个中断：QF，PF，SAG，SUM，ZX和DSP。

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。

Table 9.65 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	SUMIE	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	SUMIE	累加周期中断允许位 0：禁止累加周期中断 1：允许累加周期中断
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



Table 9.66 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	SUMIF	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

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	SUMIF	累加周期中断请求标志 0: 无累加周期中断挂起 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



10. 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 8 X 8 16 X 8	累加器乘寄存器B	0xA4	1	11 20
DIV AB 8 / 8 16 / 8	累加器除以寄存器B	0x84	1	11 20
DA A	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



11. 电气特性

极限参数*

直流供电电压.....-0.3V to +3.8V
 数字输入/输出电压..... DGND-0.3V to $V_{OUT}+0.3V$
 模拟输入电压..... AGND-0.3V to $AV_{DD}+0.3V$
 工作环境温度.....-40°C to +85°C
 存储温度.....-55°C to +125°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 ($V_{DD} = 3.0 - 3.6V$, $DGND = AGND = 0V$, $V_{BAT} = 2.4 - 3.6V$, $T_A = 25^\circ C$, 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}	2.2	3.3	3.6	V	$32.768kHz \leq f_{SYS} \leq 8.192MHz$
电池电压	V_{BAT}	2.2	3.3	3.8	V	$32.768kHz \leq f_{SYS} \leq 8.192MHz$
工作电流	I_{OP2}	-	-	1.45	mA	$f_{SYS} = f_{SYS}/12$, PLL开, 电压通路ADC开, 电流通路开启2路ADC开, 1路PGA开, LDO开; 所有输出引脚无负载, 所有输入引脚不浮动; CPU开 (执行NOP指令), LCD关, WDT开, LVR开, LPD1开, EMU开, RTC开, 关闭其它所有功能; $V_{DD} = 3.3V$, $V_{BAT} = 3.3V$
待机电流 (空闲模式: IDLE)	I_{SB1}	-	11	20	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, WDT关, LVR开, RTC开, LPD1开, 关闭其它所有功能; $V_{DD} = 3.3V$, $V_{BAT} = 3.3V$
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, RTC开, WDT关, LVR开, LPD1开, 关闭其它所有功能; $V_{DD} = 3.3V$, $V_{BAT} = 3.3V$
WDT电流	I_{WDT}	-	-	1	μA	所有输出引脚无负载; 看门狗打开 $V_{DD} = 3.3V$
LPD2电流	I_{LPD2}	-	-	4	μA	
PLL电流	I_{PLL}	-	350	380	μA	
LCD电流1	I_{LCD1}	-	3	5	μA	传统LCD模式, $V_{DD} = 3.0V$ 900k LCD偏置电阻总和, contrast[2:0] = 000 (不包括LCD面板)
LCD电流2	I_{LCD2}	-	7	9	μA	LCD快速充电模式, $V_{DD} = 3.0V$ 900k LCD偏置电阻总和, 1/16 LCD com周期, contrast[2:0] = 111 (不包括LCD面板)
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	RST, T2, INT1 (施密特触发器)
输入高电压2	V_{IH2}	$0.8 \times V_{DD}$	-	V_{DD}	V	RST, T2, INT1 (施密特触发器)
输入漏电流	I_{IL}	-1	-	1	μA	输入无上拉, $V_{IN} = V_{DD}$ 或者DGND
上拉电阻	R_{PH1}	-	50	-	k Ω	$V_{DD} = 3.3V$, $V_{IN} = DGND$



续上表

参数	符号	最小值	典型值*	最大值	单位	条件
输出高电压1	V_{OH1}	$V_{DD} - 0.4$	-	-	V	I/O端口, $I_{OH} = -3mA$, $V_{DD} = 3.3V$ (不含P4, P5, P0.6, P0.7)
输出低电压1	V_{OL1}	-	-	GND+0.5	V	I/O端口, $I_{OL} = 8mA$, $V_{DD} = 3.3V$ (不含P4, P5, P0.6, P0.7)
输出低电压2	V_{OL2}	GND+1.0	-	GND+1.3	V	I/O端口, $I_{OL} = 2mA$, $V_{DDIO} = 3.3V$ (P2, P3)

注意: “*”表示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	-	V_{OUT}	V	
A/D输入电阻	R_{AIN}	2	-	-	M Ω	$V_{IN} = 3.3V$
A/D转换电流	I_{AD}	-	1	3	mA	ADC模块工作, $V_{OUT} = 3.3V$
A/D输入电流	I_{ADIN}	-	-	10	μA	$V_{OUT} = 3.0V$
模拟电压源推荐阻抗	Z_{AIN}	-	-	10	k Ω	
总绝对误差	E_{AD}	-	-	± 4	LSB	$f_{OSC} = 4.096MHz$, $V_{OUT} = 3.3V$
总转换时间	T_{CON}	28	-	-	μs	10位精度, $f_{SYS} = 4.096MHz$, $V_{OUT} = 3.3V$

注意: “*”表示“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 ($V_{DD} = 3.0 - 3.6V$, $DGND = AGND = 0V$, $T_A = -40^\circ C$ to $+85^\circ C$, $f_{SYS} = 4.096MHz$, 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	
输入信号电平	I1P/I1N I2P/I2N VP/VN	-	± 400	± 440	mV peak	PGA = 1
输入阻抗	R_{AV}	100	250	-	k Ω	PGA = 1 (*1)
工作时钟	CLK	-	4.096	-	MHz	
PGA增益误差	E_{PGA}	-	-	± 3	%	25°C, GAIN = 1、2、4、8、16
PGA输入偏置	V_{OFF}	-10	-	10	mV	GAIN = 1
		-0.5	-	0.5	mV	GAIN = 16

注意: “*1”表示该指标设计保证, 量产不进行测试。



电能计量模拟前端V_{REF}电气特性 (V_{DD} = 3.0 - 3.6V, DGND = AGND = 0V, T_A = -40°C to +85°C, f_{SYS} = 4.096MHz, 除非另有说明)

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
基准电压输出电压	VREF	1.409	1.417	1.425	V	25°C
基准电压温度系数	TCREF	-	±25	±44	PPM/°C	(*2)
输出阻抗	R _O	-	2		kΩ	
基准电压老化率	Age		±25		PPM/year	(*2)

注意：“*2”表示该指标设计保证，量产不进行测试。

电能计量精度特性 (V_{DD} = 3.0V - 3.6V, DGND = AGND = 0V, T_A = -40°C to +85°C, f_{SYS} = 4.096MHz, 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度电压信道输入满幅的 50%，50Hz 信号，功率因素 = 1, -1，电流最大幅度为满幅，电流变化动态范围 2000:1
无功电能计量误差	E _{REA}	-	0.5	-	%	25度电压信道输入满幅的 50%，50Hz 信号，功率因素 = 0, -0，电流最大幅度为满幅，电流变化动态范围 1000:1
电压有效值计量误差	E _{VRMS}	-	0.5	-	%	25度电压变化动态范围 1000:1
电流有效值计量误差	E _{IRMS}	-	0.5	-	%	25度电流变化动态范围 1000:1

供电电源切换电气特性 (V_{DD} = 2.2V - 3.6V, DGND = 0V, V_{BAT} = 2.2V - 3.8V, T_A = 25°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}	2.2	-	3.8	V	
V _{IN} 检测门限电压	V _{VIN}	1.1	1.2	1.3	V	
V _{DD} 切换门限电压	V _{VDD}	2.6	2.7	2.8	V	
切换开关漏电流	I _{SW}	-	10	-	nA	V _{BAT} = 0, V _{OUT} = 3.3V
V _{DD} 至V _{BAT} 切换延时 (V _{DD} 检测控制)	T _{VDD}	-	20	-	μs	V _{DD} < 2.7V
V _{BAT} 至V _{DD} 切换延时	T _{BATD}	-	8	-	μs	V _{DD} > 2.7V
V _{DD} 至V _{OUT} 电阻	R _{VDO}	-	-	10	Ω	V _{DD} = 3.0V
V _{BAT} 至V _{OUT} 电阻	R _{BATO}	-	-	22	Ω	V _{BAT} = 2.4V
V _{BAT} 漏电流	I _{VBAT}	-	-	1	μA	V _{DD} = 3.3V, V _{OUT} = V _{DD}



交流电气特性 ($V_{OUT} = 2.2V - 3.6V$, $DGND = 0V$, $T_A = 25^{\circ}C$, $f_{OSC} = 32.768kHz$, 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 jitter (Period)	-	-	1	-	ns	
复位脉冲宽度	t_{RESET}	10	-	-	μs	低电平有效
复位引脚上拉电阻	R_{RPH}	-	50	-	$k\Omega$	$V_{OUT} = 3.3V$, $V_{IN} = DGND$

低电压复位电气特性 ($V_{OUT} = 2.2V - 3.6V$, $DGND = 0V$, $T_A = 25^{\circ}C$, 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}	2.2	2.3	2.4	V	LVR enabled, $V_{OUT} = 2.2V - 3.6V$
LVR低电压复位宽度	T_{LVR}	-	30	-	μs	

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	



12. 订购信息

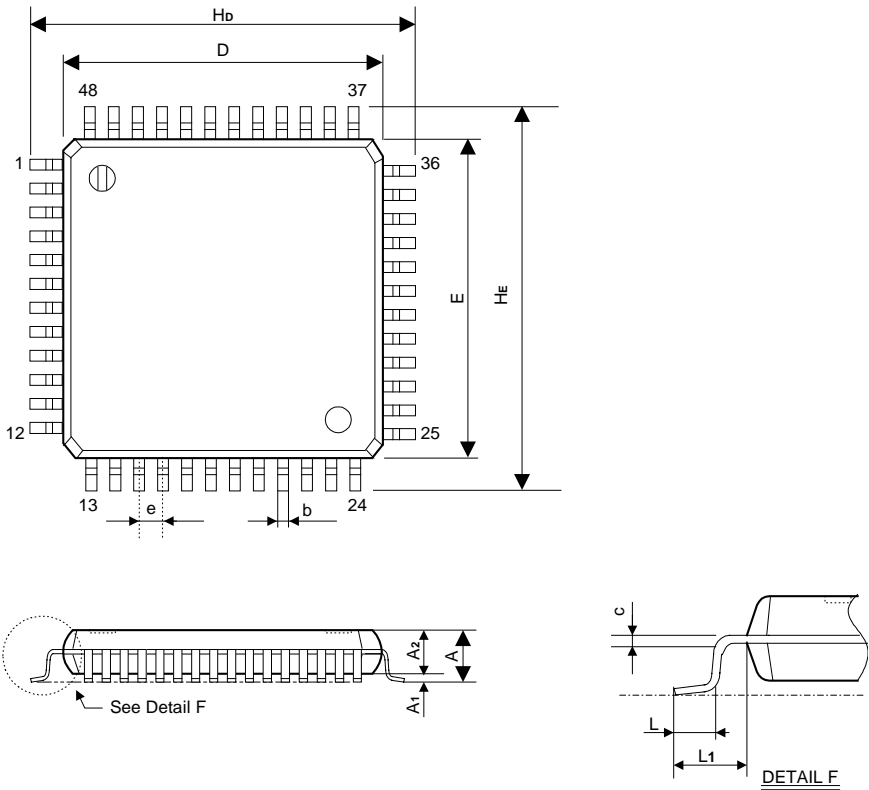
产品编号	封装
SH79F169BU/048UR	TQFP48



13. 封装信息

TQFP48外形尺寸

单位: 英寸/毫米



Symbol	Dimensions in inches		Dimensions in mm	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	---	0.047	---	1.2
A1	0.002	0.006	0.05	0.15
A2	0.035	0.041	0.9	1.05
D	0.027	0.028	6.85	7.10
E	0.270	0.280	6.85	7.10
H_D	0.346	0.362	8.8	9.2
H_E	0.346	0.362	8.8	9.2
b	0.007	0.010	0.19	0.26
e	0.200 TYP		0.500 TYP	
c	0.004	0.008	0.090	0.200
L	0.018	0.030	0.45	0.75
L1	0.033	0.045	0.85	1.15
θ	0°	10°	0°	10°



14. 规格更改记录

版本	记录	日期
1.0	初始版本	



目录

1. 特性	1
2. 概述	1
3. 方框图	2
4. 引脚配置	3
5. 引脚描述	5
6. SFR映像	7
7. 标准功能	17
7.1 CPU	17
7.1.1 CPU内核特殊功能寄存器	17
7.1.2 CPU增强内核特殊功能寄存器	18
7.1.3 寄存器	18
7.2 RAM	19
7.2.1 特性	19
7.2.2 寄存器	19
7.3 FLASH程序存储器	20
7.3.1 特性	20
7.3.2 ICP模式下的Flash操作	22
7.4 扇区自编程 (SSP) 功能	23
7.4.1 寄存器	23
7.4.2 Flash控制流程图	26
7.4.3 SSP编程注意事项	27
7.4.4 可读识别码	27
7.5 系统时钟和振荡器	28
7.5.1 特性	28
7.5.2 时钟定义	28
7.5.3 概述	28
7.5.4 寄存器	29
7.5.5 振荡器类型	30
7.6 I/O端口	31
7.6.1 特性	31
7.6.2 寄存器	31
7.6.3 端口模块图	33
7.6.4 端口共享	34
7.7 定时器	37
7.7.1 特性	37
7.7.2 定时器0和定时器1	37
7.7.3 定时器2	42
7.8 中断	47
7.8.1 特性	47
7.8.2 中断允许	47
7.8.3 中断标志	48
7.8.4 中断向量	50
7.8.5 中断优先级	50
7.8.6 中断处理	51
7.8.7 中断响应时间	51
7.8.8 外部中断输入	52
7.8.9 中断汇总	52
8. 增强功能	53
8.1 LCD驱动器	53
8.1.1 电阻型LCD模式	53
8.1.2 寄存器	56
8.1.3 LCD RAM配置	59
8.2 增强型通用异步收发器 (EUART)	60
8.2.1 特性	60
8.2.2 EUART	60
8.2.3 EUART0, 1	67
8.2.4 寄存器	67
8.3 红外接口	72



8.4 模/数转换器 (ADC)	73
8.4.1 特性.....	73
8.4.2 ADC模块图.....	73
8.4.3 寄存器.....	74
8.5 实时时间时钟 (RTC)	77
8.5.1 特性.....	77
8.5.2 功能说明.....	77
8.5.3 寄存器.....	78
8.6 脉宽调制模块 (PWM)	88
8.6.1 特性.....	88
8.6.2 PWM寄存器.....	89
8.6.3 PWM模块时钟.....	91
8.6.4 PWM波形.....	91
8.6.5 PWM输出控制.....	92
8.6.6 PWM周期中断.....	92
8.6.7 注意事项.....	92
8.7 低电压检测 (LPD1)	93
8.8 低电压复位 (LVR)	95
8.8.1 特性.....	95
8.9 看门狗定时器 (WDT)，程序超范围溢出 (OVL) 复位及其它复位状态.....	96
8.9.1 特性.....	96
8.9.2 寄存器.....	97
8.10 电源管理.....	98
8.10.1 低功耗模式.....	98
8.10.2 供电模式.....	99
8.10.3 寄存器.....	100
8.11 预热计数器.....	103
8.11.1 特性.....	103
8.12 代码选项.....	104
9. 电能计量	105
9.1 特性	105
9.2 模拟前端 (AFE)	105
9.2.1 模拟增益放大器 (PGA)	105
9.2.2 模数转换器 (ADC)	105
9.2.3 基准电压 (VREF)	105
9.3 数字信号处理器 (DSP)	105
9.4 寄存器.....	105
9.4.1 SFR寄存器.....	105
9.4.2 间接寄存器.....	108
9.5 计量功能描述.....	131
9.5.1 有功功率、无功功率.....	131
9.5.2 电能和脉冲输出.....	132
9.5.3 掉零线模式.....	133
9.5.4 电压信道波形最大采样值记录.....	133
9.5.5 单相三线制计量.....	133
9.5.6 失压检测.....	133
9.5.7 过零检测.....	133
9.6 EMU中断系统.....	134
10. 指令集	136
11. 电气特性.....	141
12. 订购信息.....	145
13. 封装信息.....	146
14. 规格更改记录	147