

# **HXE12P10B**

集成LCD驱动和增强型8051微处理器的单相电能计量芯片

**Rev1.00 2017.06**

## 选型指南

订购型号	FLASH	RAM	DATA FLASH	I/O MAX	TIMER	INT	ADC	LCD	EUART	其他	温度范围	封装
HXE12P01B	64K	8K	4K	47	3*16	4	1*14	4*28 6*26 8*24	3	LPD/WDT	-40℃~+85℃	LQFP64 (7*7)

## 目录

1. 特性 .....	5
2. 概述 .....	5
3. 方框图 .....	6
4. 引脚配置 .....	7
5. 引脚描述 .....	9
6. SFR映像 .....	11
7. 标准功能 .....	23
7.1 CPU .....	23
7.1.1 CPU内核特殊功能寄存器 .....	23
7.1.2 CPU增强内核特殊功能寄存器 .....	24
7.1.3 寄存器 .....	24
7.2 RAM .....	25
7.2.1 特性 .....	25
7.2.2 寄存器 .....	25
7.3 FLASH程序存储器 .....	26
7.3.1 特性 .....	26
7.3.2 ICP模式下的Flash操作 .....	28
7.4 扇区自编程 (SSP) 功能 .....	29
7.4.1 寄存器 .....	29
7.4.2 Flash控制流程图 .....	32
7.4.3 SSP编程注意事项 .....	33
7.4.4 可读识别码 .....	33
7.5 系统时钟和振荡器 .....	34
7.5.1 特性 .....	34
7.5.2 时钟定义 .....	34
7.5.3 概述 .....	34
7.5.4 寄存器 .....	36
7.6 I/O端口 .....	38
7.6.1 特性 .....	38
7.6.2 寄存器 .....	38
7.6.3 端口模块图 .....	41
7.6.4 端口共享 .....	42
7.7 定时器 .....	48
7.7.1 特性 .....	48
7.7.2 定时器0和定时器1 .....	48
7.7.3 定时器2 .....	53
7.8 中断 .....	58
7.8.1 特性 .....	58
7.8.2 中断允许 .....	58
7.8.3 中断标志 .....	60
7.8.4 中断向量 .....	62
7.8.5 中断优先级 .....	62
7.8.6 中断处理 .....	63
7.8.7 中断响应时间 .....	63
7.8.8 外部中断输入 .....	64
7.8.9 中断汇总 .....	65
8. 增强功能 .....	66
8.1 LCD驱动器 .....	66
8.1.1 电阻型LCD模式 .....	66
8.1.2 寄存器 .....	69
8.1.3 LCD RAM配置 .....	73
8.2 增强型通用异步收发器 (EUART) (0,1,3) .....	74
8.2.1 特性 .....	74
8.2.2 EUART .....	74

8.2.3	EUART0, 1, 3	81
8.2.4	寄存器	81
8.3	红外发送/接受接口	88
8.3.1	红外发送接口	88
8.4	模/数转换器 (ADC)	90
8.4.1	特性	90
8.4.2	ADC模块图	90
8.4.3	寄存器	91
8.6.1	温度偏置寄存器	93
8.5	实时时间时钟 (RTC)	94
8.5.1	特性	94
8.5.2	功能说明	94
8.5.3	寄存器	95
8.6	低电压检测	105
8.6.1	LPD1:	105
8.6.2	LPD:	106
8.7	低电压复位 (LVR)	107
8.7.1	特性	107
8.8	看门狗定时器 (WDT), 程序超范围溢出 (OVL) 复位及其它复位状态	108
8.8.1	特性	108
8.8.2	寄存器	109
8.9	电源管理	110
8.9.3	寄存器	110
8.9.1	低功耗模式	111
8.10	预热计数器	115
8.10.1	特性	115
8.11	代码选项	116
9.	电能计量	117
9.1	特性	117
9.2	模拟前端 (AFE)	117
9.2.1	模拟增益放大器 (PGA)	117
9.2.2	模数转换器 (ADC)	117
9.2.3	基准电压 (VREF)	117
9.3	数字信号处理器 (DSP)	117
9.4	寄存器	118
9.4.1	SFR寄存器	118
9.4.2	间接寄存器	121
9.5	计量功能描述	149
9.5.1	有功功率、无功功率	149
9.5.2	电能和脉冲输出	151
9.5.3	掉零线模式	152
9.5.4	电压信道波形最大采样值记录	152
9.5.5	单相三线制计量	152
9.5.6	失压检测	152
9.5.7	过零检测	152
9.5.8	DIMMER检测功能	152
9.5.9	波形采样记录功能	152
9.6	EMU中断系统	153
10.	指令集	155
11.	电气特性	160
12.	封装信息	164
13.	规格书更改记录	165
14.	业务联络	166
15.	免责声明	167

## 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: 4K字节(shared with Flash room)
- RAM: 内部256字节, 外部7936字节  
LCD RAM: 40字节  
波形采样: 1536字节(波形采样)
- 工作电压: 2.3V – 5.5V
- 振荡器:
  - 晶体谐振器: 32.768kHz
  - 内部振荡器: 内建PLL
  - 内部振荡器: 131kHz/4 RC
  - 内部振荡器: 8M RC(触摸和温度传感器时钟源)
  - 内建SCM, 32.768停振后由32.75kHz RC替代
- 47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4
  - EUART0, EUART1, EUART3
  - RTC
  - ADC/TPS, EMU, LPD
- 1通道14位模数转换器 (ADC)
- 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3000:1

无功电能计量误差小于0.1%, 动态范围大于1500:1

电压电流有效值1500:1误差小于0.5%

支持快速电流检测

低功耗计量模式, 低至800uA(3路ADC,掉零线模式)

内建波形采样存储功能

- 3路EUART,内建IR发送调制模块
- 内建低功耗RTC
- 内建温度传感器(+/-1度)
- 自动切换电池供电
- LCD驱动器:
  - 4 X 28段 (1/4占空比1/3偏置)
  - 6 X 26段 (1/6占空比1/3偏置)
  - 8 X 24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(功耗3uA)
- 封装: LQFP64(7\*7)

## 2. 概述

HXE12P01B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。

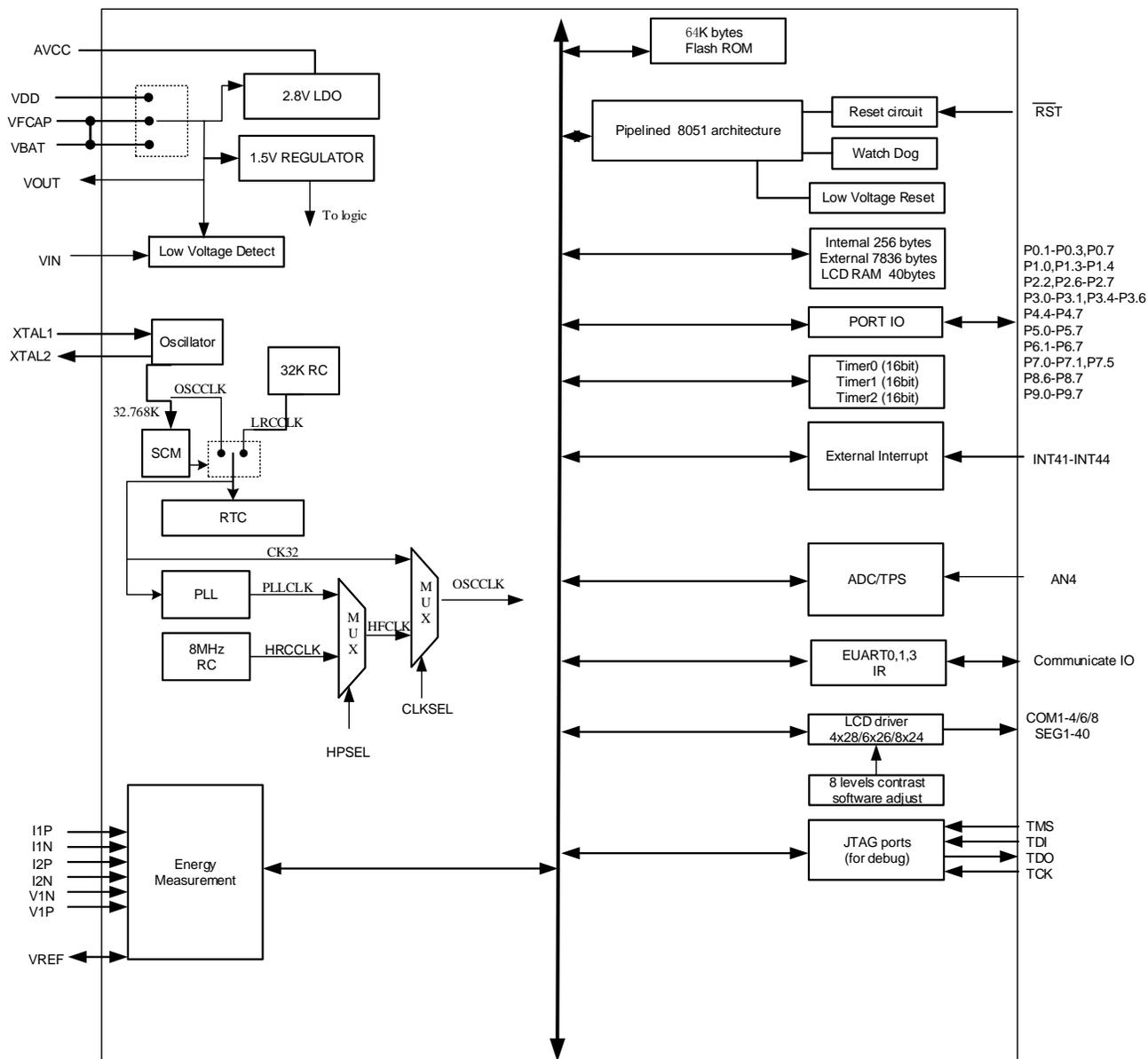
HXE12P01B内嵌电能计量模块, 计量有功、无功, 以及电压电流有效值。同时监控电力线失压、过零等特性。

HXE12P01B内嵌加强8051核, 具有高速高效率特性。在同样振荡频率下, 较之传统的8051芯片它具有运行更快速的优越特性。保留了标准8051芯片的大部分特性。这些特性包括内置256字节RAM和2个16位定时器/计数器, 3个UART。此外, HXE12P01B还集成了外部7936字节RAM(不包括LCD RAM), 外部中断INT4, 可兼容8052芯片的16位定时器/计数器(Timer2)和适合存储程序和数据的64K字节flash。

HXE12P01B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等模块。

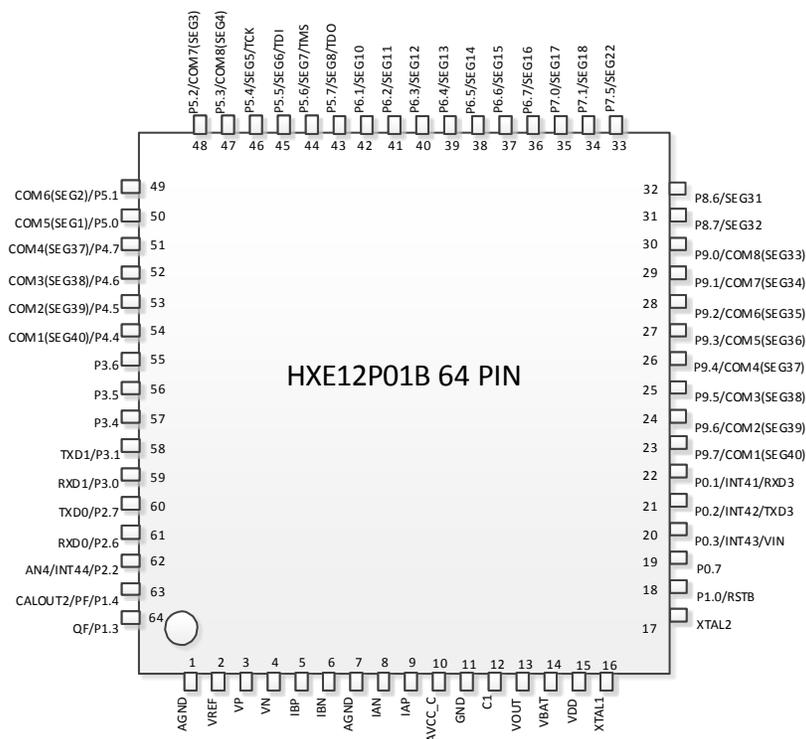
为了达到高可靠性和低功耗, HXE12P01B内建PLL时钟, LCD驱动器, 看门狗定时器, 低电压复位功能, 低电压检测功能。此外HXE12P01B还提供了3种供电模式和2种低功耗省电模式。

3. 方框图



注：实际芯片VFCAP未引出，芯片内部该引脚和VBAT相连。

## 4. 引脚配置



LQFP64(7\*7) 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 P0.2/INT42/TXD3，TXD3 优先级最高，INT42 次之，P0.2 最低）。当一个引脚被高优先级的功能占用时，即使低优先级功能被允许，也不能作为低优先级功能的引脚。只有当软件禁止引脚的高优先级功能，相应引脚才能被释放作为低优先级端口使用。

Table 4.1 引脚功能

64PIN引脚编号	引脚命名	默认功能	64PIN引脚编号	引脚命名	默认功能
1	AGND	-----	33	SEG22/P7.5	P7.5
2	VREF	-----	34	SEG18/P7.1	P7.1
3	VP	-----	35	SEG17/P7.0	P7.0
4	VN	-----	36	SEG16/P6.7	P6.7
5	IBP	-----	37	SEG15/P6.6	P6.6
6	IBN	-----	38	SEG14/P6.5	P6.5
7	AGND	-----	39	SEG13/P6.4	P6.4
8	IAP	-----	40	SEG12/P6.3	P6.3
9	IAN	-----	41	SEG11/P6.2	P6.2
10	ACC_C	-----	42	SEG10/P6.1	P6.1
11	GND	-----	43	TDO/SEG8 /P5.7	P5.7
12	C1	-----	44	TMS/SEG7 /P5.6	P5.6
13	VOUT	-----	45	TDI/SEG6 /P5.5	P5.5
14	VBAT	-----	46	TCK/SEG5 /P5.4	P5.4
15	VDD	-----	47	COM8/SEG4 /P5.3	P5.3
16	XTAL1	-----	48	COM7/SEG3 /P5.2	P5.2
17	XTAL2	-----	49	COM6/SEG2 /P5.1	P5.1
18	P1.0/RSTB	P1.0	50	COM5/SEG1 /P5.0	P5.0
19	P0.7	P0.7	51	COM4(SEG37) /P4.7	P4.7
20	VIN/INT43/P0.3	P0.3	52	COM3(SEG38)/P4.6	P4.6
21	TXD3/INT42/P0.2	P0.2	53	COM2(SEG39) /P4.5	P4.5
22	RXD3/INT41/P0.1	P0.1	54	COM1(SEG40)/P4.4	P4.4
23	SEG40(COM1)/P9.7	P9.7	55	P3.6	P3.6
24	SEG39(COM2)/P9.6	P9.6	56	P3.5	P3.5
25	SEG38(COM3)/P9.5	P9.5	57	P3.4	P3.4
26	SEG37(COM4)/P9.4	P9.4	58	TXD1/P3.1	P3.1
27	COM5/SEG36/P9.3	P9.3	59	RXD1/P3.0	P3.0
28	COM6/SEG35/P9.2	P9.2	60	TXD0/P2.7	P2.7
29	COM7/SEG34/P9.1	P9.1	61	RXD0/P2.6	P2.6
30	COM8/SEG33/P9.0	P9.0	62	AN4/INT44/P2.2	P2.2
31	SEG32/P8.7	P8.7	63	CALOUT2/PF/P1.4	P1.4
32	SEG31/P8.6	P8.6	64	QF/P1.3	P1.3

## 5. 引脚描述

引脚编号	类型	说明
<b>I/O端口</b>		
P0.0 - P0.7	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 - P2.7	I/O	8位双向I/O端口
P3.0 - P3.7	I/O	8位双向I/O端口
P4.0 - P4.7	I/O	8位双向I/O端口
P5.0 - P5.7	I/O	8位双向I/O端口
P6.0 - P6.7	I/O	8位双向I/O端口
P7.0 - P7.7	I/O	8位双向I/O端口
P8.0 - P8.7	I/O	8位双向I/O端口
P9.0 - P9.7	I/O	8位双向I/O端口
<b>增强型异步串行口</b>		
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
RXD3	I/O	EUART3数据输入/输出引脚
TXD3	O	EUART3数据输出引脚
<b>LCD控制器</b>		
COM1 - COM8	O	LCD COM信号输出引脚
SEG1 - SEG40	O	LCD Segment信号输出引脚

续上表

引脚编号	类型	说明
<b>RTC</b>		
CALOUT2	O	补偿时钟输出引脚
<b>中断&amp;复位&amp;时钟&amp;电源</b>		
INT40 – INT47	I	外部中断
$\overline{\text{RST}}$	I	该引脚上保持10 $\mu\text{s}$ 以上的低电平，CPU将复位。由于有内建30k $\Omega$ 上拉电阻连接到V <sub>OUT</sub> ，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
GND	P	数字接地
AGND	P	模拟接地，PCB接GND
V <sub>DD</sub>	P	电源输入
V <sub>BAT</sub>	P	电池输入
C	P	数字电路供电电源，外部需接4.7 $\mu\text{F}$ 电容到地，典型电压1.5V
V <sub>OUT</sub>	P	电源输出（由开关选择V <sub>DD</sub> 或V <sub>BAT</sub> 输出），提供数字电路电源
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
<b>ADC</b>		
AN4	I	ADC输入通道
<b>PWM</b>		
<b>EMU</b>		
I1P, I1N, I2P, I2N, VP, VN	I	电能计量输入
V <sub>REF</sub>	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
<b>编程接口</b>		
TDO (SEG14)	O	调试接口：测试数据输出
TMS (SEG13)	I	调试接口：测试模式选择
TDI (SEG12)	I	调试接口：测试数据输入
TCK (SEG11)	I	调试接口：测试时钟输入
<b>注意：</b> 当SEG11-SEG14作为调试接口时，SEG11-SEG14的原有功能被限制		
<b>外部电压</b>		
VIN	I	外部电压输入

## 6. SFR映像

HXE12P01B内置256字节的直接寻址寄存器,包括通用数据存储器和特殊功能存储器（SFR），HXE12P01B的SFR有以下几种:

<b>CPU内核寄存器:</b>	ACC, B, PSW, SP, DPL, DPH
<b>CPU内核增强寄存器:</b>	AUXC, DPL1, DPH1, INSCON, XPAGE
<b>电源和时钟控制寄存器:</b>	PCON, SUSLO, CLKCON,PWRCON1,PWRCON2,LDOCON,LDOLO,OSCLO
<b>LPD寄存器:</b>	LPD1CON, LPDCON2
<b>Flash寄存器:</b>	PBANK, PBANKLO, IB_OFFSET, XPAGE, IB_DATA, IB_CON1, IB_CON2, IB_CON3, IB_CON4, IB_CON5
<b>数据页面控制寄存器:</b>	XPAGE
<b>硬件看门狗定时器寄存器:</b>	RSTSTAT
<b>中断寄存器:</b>	IEN0, IEN1, IPH0, IPL0, IPH1, IPL1, EXF0, IENX,EXCON1,EXCON2
<b>I/O端口寄存器:</b>	P0, P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9 P0CR, P1CR, P2CR, P3CR, P4CR, P5CR,P6CR,P7CR,P8CR,P9CR P0PCR, P1PCR, P2PCR, P3PCR, P4PCR, P5PCR,P6PCR,P7PCR,P8PCR,P9PCR P0OS ,P2OS,P3OS, P0DRVH,P1DRVL,P2DRVH,P0PHM,P2PHM,P0INM,P2INM
<b>定时器寄存器:</b>	TCON1, TCON, TMOD, TL0, TH0, TL1, TH1, T2CON, T2MOD, EXF0, TL2, TH2, RCAP2L, RCAP2H
<b>EUART0寄存器:</b>	PCON, SCON, SBUF, SADDR, SADEN, SBRTH, SBRTL, SFINE
<b>EUART1寄存器:</b>	SCON1, SBUF1, SADDR1, SADEN1, SBRTH1, SBRTL1
<b>EUART3寄存器:</b>	SCON3, SBUF3, SADDR3, SADEN3, SBRTH3, SBRTL3
<b>IR寄存器:</b>	IRCON1, IRCON2,IRDAT
<b>ADC寄存器:</b>	ADCON, ADT, ADCH, ADDL, ADDH,TPMOD0,TPMOD1
<b>LCD寄存器:</b>	LCDCON, LCDCON1,P4SS, P5SS, P6SS, P7SS, P8SS, P9SS
<b>PLL寄存器:</b>	CLKCON
<b>RTC寄存器:</b>	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
<b>EMU寄存器:</b>	EADR, EDTAH, EDTAM, EDTAL, EMUSR, EMUIE, EMUIF

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	00000000	SMOD	SSTAT	SSTAT1	SSTAT2	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
CLKCON	B2H	系统时钟控制寄存器	11100000	32K_SPDUP	CLKS1	CLKS0	SCMF	HFON	CLKSEL	PLLSEL	HFSEL
PWRCON1	B3H	电源控制寄存器1	----000	-	-	-	-	-	VOUTS1	VOUTS0	AUTOS
PWRCON2	B4H	电源控制寄存器2	0000----	LDO28ON	LCDLDO1	LCDLDO0	VDDDISC	-	-	-	-
LDOCON	B5H	LDO控制寄存器	----0101	-	-	-	-	LDOPS	LDOVOL2	LDOVOL1	LDOVOL0
OSCLO	FEH	系统时钟锁定寄存器	00000000	OSCLO.7	OSCLO.6	OSCLO.5	OSCLO.4	OSCLO.3	OSCLO.2	OSCLO.1	OSCLO.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
LPDCON1	C6H	低电压检测控制寄存器1	1***000-	LPD1EN	FVIN	LPD1IF	FVDD	LPD1SF	VINITM1	VINITM0	-
LPDCON2	C7H	低电压检测控制寄存器2	0*1*0000	LPD2EN	LPD2F	LPD3EN	LPD3F	LPDS3	LPDS2	LPDS1	LPDS0

注意：\*：初始值根据供电状态而不同。

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	EEH	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	EFH	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
PBANK	B6H	BANK切换寄存器	--01--01	-	-	COBANK.1	COBANK.0	-	-	IFBANK.1	IFBANK.0
PBANKLO	B7H	BANK切换锁寄存器	00000000	PBANKLO.7	PBANKLO.6	PBANKLO.5	PBANKLO.4	PBANKLO.3	PBANKLO.2	PBANKLO.1	PBANKLO.0
FLASHCON	A7H	FLASH控制寄存器	-----0	-	-	-	-	-	-	-	FAC

Table 6.6 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 6.7 中断SFRs

符号		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	00000-00	EA	EADTP	ET2	ES0	ET1	-	ET0	EX4
IEN1	A9H	中断允许控制1	0-0-0000	ES3	-	ELPD	-	ESPI	ES1	ERTC	EEMU
IENX	AAH	外部中断通道允许寄存器	---0000-	-	-	-	EXS44	EXS43	EXS42	EXS41	-
EXF0	ABH	外部中断4标志寄存器	---0000-	-	-	-	IF4.4	IF4.3	IF4.2	IF4.1	-
IPL0	B8H	中断优先权控制低位0	-0000-00	-	PADCL	PT2L	PS0L	PT1L	-	PT0L	PX4L
IPH0	B9H	中断优先权控制高位0	-0000-00	-	PADCH	PT2H	PS0H	PT1H	-	PT0H	PX4H
IPL1	BAH	中断优先权控制低位1	00000000	PS3L	-	PLPDL	-	-	PS1L	PRTCL	PEMUL
IPH1	BBH	中断优先权控制高位1	00000000	PS3H	-	PLPDH	-	-	PS1H	PRTCH	PEMUH
EXCON1	ABH	外部中断4控制寄存器1	--000000	-	-	IT4.5	IT4.4	IT4.3	IT4.2	IT4.1	IT4.0
EXCON2	ACH	外部中断4控制寄存器2	0000----	-	-	I1PS1	I1PS0	IP.1	IP.0	-	-

Table 6.8 IO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	0---000-	P0.7	-	-	-	P0.3	P0.2	P0.1	-
P1	90H	8位端口1	---00-0	-	-	-	P1.4	P1.3	-	-	P1.0
P2	A0H	8位端口2	00---0--	P2.7	P2.6	-	-	-	P2.2	-	-
P3	B0H	8位端口3	-000----	-	P3.6	P3.5	P3.4	-	-	-	-
P4	C0H	8位端口4	0000----	P4.7	P4.6	P4.5	P4.4	-	-	-	-
P5	E9H	8位端口5	00000000	P5.7	P5.6	P5.5	P5.4	P5.3	P5.2	P5.1	P5.0
P6	EAH	8位端口6	0000000-	P6.7	P6.6	P6.5	P6.4	P6.3	P6.2	P6.1	-
P7	EBH	8位端口7	000---00	P7.7	P7.6	P7.5	-	-	-	P7.1	P7.0
P8	ECH	8位端口8	00-----	P8.7	P8.6	-	-	-	-	-	-
P9	EDH	8位端口9	00000000	P9.7	P9.6	P9.5	P9.4	P9.3	P9.2	P9.1	P9.0
P0CR	FFE0H	端口0输入/输出方向控制	0---000-	P0CR.7	-	-	-	P0CR.3	P0CR.2	P0CR.1	-
P1CR	FFE1H	端口1输入/输出方向控制	---00-0	-	-	-	P1CR.4	P1CR.3	-	-	P1CR.0
P2CR	FFE2H	端口2输入/输出方向控制	00---0--	P2CR.7	P2CR.6	-	-	-	P2CR.2	-	-
P3CR	FFE3H	端口3输入/输出方向控制	-000----	-	P3CR.6	P3CR.5	P3CR.4	-	-	-	-

P4CR	FFE4H	端口4输入/输出方向控制	0000----	P4CR.7	P4CR.6	P4CR.5	P4CR.4	-	-	-	-
P5CR	FFE5H	端口5输入/输出方向控制	00000000	P5CR.7	P5CR.6	P5CR.5	P5CR.4	P5CR.3	P5CR.2	P5CR.1	P5CR.0
P6CR	FFE6H	端口6输入/输出方向控制	0000000-	P6CR.7	P6CR.6	P6CR.5	P6CR.4	P6CR.3	P6CR.2	P6CR.1	-
P7CR	FFE7H	端口7输入/输出方向控制	000--00	P7CR.7	P7CR.6	P7CR.5	-	-	-	P7CR.1	P7CR.0
P8CR	FFE8H	端口8输入/输出方向控制	00-----	P8CR.7	P8CR.6	-	-	-	-	-	-
P9CR	FFE9H	端口9输入/输出方向控制	00000000	P9CR.7	P9CR.6	P9CR.5	P9CR.4	P9CR.3	P9CR.2	P9CR.1	P9CR.0
P0PCR	FFF0H	端口0内部上拉允许	0---000-	P0PCR.7	-	-	-	P0PCR.3	P0PCR.2	P0PCR.1	-
P1PCR	FFF1H	端口1内部上拉允许	---00-0	-	-	-	P1PCR.4	P1PCR.3	-	-	P1PCR.0
P2PCR	FFF2H	端口2内部上拉允许	00---0--	P2PCR.7	P2PCR.6	-	-	-	P2PCR.2	-	-
P3PCR	FFF3H	端口3内部上拉允许	-000----	-	P3PCR.6	P3PCR.5	P3PCR.4	-	-	-	-
P4PCR	FFF4H	端口4内部上拉允许	0000----	P4PCR.7	P4PCR.6	P4PCR.5	P4PCR.4	-	-	-	-
P5PCR	FFF5H	端口5内部上拉允许	00000000	P5PCR.7	P5PCR.6	P5PCR.5	P5PCR.4	P5PCR.3	P5PCR.2	P5PCR.1	P5PCR.0
P6PCR	FFF6H	端口6内部上拉允许	0000000-	P6PCR.7	P6PCR.6	P6PCR.5	P6PCR.4	P6PCR.3	P6PCR.2	P6PCR.1	-
P7PCR	FFF7H	端口7内部上拉允许	000---00	P7PCR.7	P7PCR.6	P7PCR.5	-	-	-	P7PCR.1	P7PCR.0
P8PCR	FFF8H	端口8内部上拉允许	00-----	P8PCR.7	P8PCR.6	-	-	-	-	-	-
P9PCR	FFF9H	端口9内部上拉允许	00000000	P9PCR.7	P9PCR.6	P9PCR.5	P9PCR.4	P9PCR.3	P9PCR.2	P9PCR.1	P9PCR.0
P0OS	FF88H	P0端口输出模式选择寄存器	0---000-	P0OS.7	-	-	-	P0OS.3	P0OS.2	P0OS.1	-
P2OS	FF89H	P2端口输出模式选择寄存器	00--0--	P2OS.7	P2OS.6	-	-	-	P2OS.2	-	-
P3OS	FF8AH	P3端口输出模式选择寄存器	-000----	-	P3OS.6	P3OS.5	P3OS.4	-	-	-	-
P0DRVH	FF8BH	P0端口输出能力选择寄存器	0---000-	P0DH.7	-	-	-	P0DH.3	P0DH.2	P0DH.1	-
P2DRVH	FF8CH	P2端口输出能力选择寄存器	00---0--	P2DH.7	P2DH.6	-	-	-	P2DH.2	-	-
P1DRVL	FF8DH	P1端口输出能力选择寄存器	---00-0	-	-	-	P1DL.4	P1DL.3	-	-	P1DL.0
P0PHM	FF8EH	P0上拉模式选择寄存器	0---000-	P0DRV.7	-	-	-	P0DRV.3	P0DRV.2	P0DRV.1	-
P2PHM	FF8FH	P2上拉模式选择寄存器	00---0--	P2DRV.7	P2DRV.6	-	-	-	P2DRV.2	-	-
P0INM	FFFAH	P0输入模式选择寄存器	0---000-	P0INM.7	-	-	-	P0INM.3	P0INM.2	P0INM.1	-
P2INM	FFFBH	P2输入模式选择寄存器	00--0--	P2INM.7	P2INM.6	-	-	-	P2INM.2	-	-

Table 6.9 定时器 SFRs

符号	地址	名称	POR/WDT/LVR /PIN复位值	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
TCON	88H	定时器/计数器0和1控制	000000--	TF1	TR1	TF0	TR0	IE1	IT1	-	-
TMOD	89H	定时器/计数器0和1模式	00000000	GATE1	C/T1	M11	M10	GATE0	C/T0	M01	M00
TL0	8AH	定时器/计数器0低位字节	00000000	TL0.7	TL0.6	TL0.5	TL0.4	TL0.3	TL0.2	TL0.1	TL0.0
TH0	8CH	定时器/计数器0高位字节	00000000	TH0.7	TH0.6	TH0.5	TH0.4	TH0.3	TH0.2	TH0.1	TH0.0
TL1	8BH	定时器/计数器1低位字节	00000000	TL1.7	TL1.6	TL1.5	TL1.4	TL1.3	TL1.2	TL1.1	TL1.0
TH1	8DH	定时器/计数器1高位字节	00000000	TH1.7	TH1.6	TH1.5	TH1.4	TH1.3	TH1.2	TH1.1	TH1.0
T2CON	C8H	定时器/计数器2控制	00--0000	TF2	EXF2	-	-	EXEN2	TR2	C/T2	CP/RL2
T2MOD	C9H	定时器/计数器2模式	0----00	TCLKP2	-	-	-	-	-	T2OE	DCEN
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 6.10 EUART0 SFRs

符号	地址	名称	POR/WDT/LVR /PIN复位值	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
PCON	87H	电源和串行控制	00000000	SMOD	SSTAT	SSTAT1	SSTAT2	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
SBRTH	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
SFINE	9EH	EUART0波特率发生器微调寄存器	00000000	SFINE.3	SFINE.2	SFINE.1	SFINE.0	SFINE.3	SFINE.2	SFINE.1	SFINE.0

Table 6.11 EUART1 SFRs

符号	地址	名称	POR/WDT/LVR /PIN复位值	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
PCON	87H	电源和串行控制	00000000	SMOD	SSTAT	SSTAT1	SIDL	GF1	GF0	PD	IDL
SCON1	D8H	串行1控制	00000000	SM10/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
SFINE	9EH	EUART0\1波特率发生器微调寄存器	00000000	SFINE.3	SFINE.2	SFINE.1	SFINE.0	SFINE.3	SFINE.2	SFINE.1	SFINE.0

Table 6.12 EUART3 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
SCON3	FFD0H	串行3控制	00000000	SM30	SM31	SM32	REN3	TB83	RB83	TI3	RI3
SBUF3	FFD1H	串行3数据缓冲器	00000000	SBUF3.7	SBUF3.6	SBUF3.5	SBUF3.4	SBUF3.3	SBUF3.2	SBUF3.1	SBUF3.0
SADDR3	FFD2H	从属地址3	00000000	SADDR3.7	SADDR3.6	SADDR3.5	SADDR3.4	SADDR3.3	SADDR3.2	SADDR3.1	SADDR3.0
SADEN3	FFD3H	从属地址3掩码	00000000	SADEN3.7	SADEN3.6	SADEN3.5	SADEN3.4	SADEN3.3	SADEN3.2	SADEN3.1	SADEN3.0
SBRTH3	FFD4H	波特率发生器高7位	00000000	SBRTEN3	SBRT3.14	SBRT3.13	SBRT3.12	SBRT3.11	SBRT3.10	SBRT3.9	SBRT3.8
SBRTL3	FFD5H	波特率发生器底7位	00000000	SBRT3.7	SBRT3.6	SBRT3.5	SBRT3.4	SBRT3.3	SBRT3.2	SBRT3.1	SBRT3.0
SFINE2	DEH	波特率发生器微调寄存器	00000000	SFINE3.3	SFINE3.2	SFINE3.1	SFINE3.0	SFINE2.3	SFINE2.2	SFINE2.1	SFINE2.0

Table 6.13 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	ADH	IR控制	00--0000	IRON	IRS	-	-	IRF11	IRF10	IRF9	IRF8
IRDAT	AEH	IR载波频率	00000000	IRF7	IRF6	IRF5	IRF4	IRF3	IRF2	IRF1	IRF0

Table 6.14 ADC和温度传感器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	00000000	ADON	ADCIF	TPSCON	SCH3	SCH2	SCH1	SCH0	GO/DONE
ADT	C2H	ADC定时控制	011---00	ADCCLK1	ADCCLK0	ADCM	-	-	-	CICCTL1	CICCTL0
ADCH	A3H	ACDC信道配置	---0000	CH7	CH6	CH5	CH4	CH3	CH2	CH1	CH0

ADDL	A4H	ADC数据低位字节	00000000	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0
ADDH	A5H	ADC数据高位字节	--000000	-	-	A13	A12	A11	A10	A9	A8

Table 6.15 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	D2H	LCD 对比度控制寄存器	0-000000	FCMOD	-	FCCTL1	FCCTL0	LCDLDOEN	MOD2	MOD1	MOD0
LCDCON	D1H	LCD控制寄存器	00000000	LCDON	DUTY2	DUTY1	DUTY0	BIAS	CONTR2	CONTR1	CONTR0
P4SS	FF80H	P4模式选择寄存器	0000----	P4S7	P4S6	P4S5	P4S4	-	-	-	-
P5SS	FF81H	P5模式选择寄存器	00000000	P5S7	P5S6	P5S5	P5S4	P5S3	P5S2	P5S1	P5S0
P6SS	FF82H	P6模式选择寄存器	00000000	P6S7	P6S6	P6S5	P6S4	P6S3	P6S2	P6S1	P6S0
P7SS	FF83H	P7模式选择寄存器	00000000	P7S7	P7S6	P7S5	P7S4	P7S3	P7S2	P7S1	P7S0
P8SS	FF84H	P8模式选择寄存器	00000000	P8S7	P8S6	P8S8	P8S4	P8S3	P8S2	P8S1	P8S0
P9SS	FF85H	P9模式选择寄存器	00000000	P9S7	P9S6	P9S9	P9S4	P9S3	P9S2	P9S1	P9S0

Table 6.16 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	OUTEN1	OUTEN0	OUTS	OUTF
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。

Table 6.17 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	EMUCLKS1	EMUCLKS0	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	00000000	-	-	DSPIF	QFIF	PFIF	SUMIF	SAGIF	ZXIF

注意: \*: EMUSR初始值根据不同类型的复位而不同。

## 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							OSCLO	(Reserved)	FFh
F0h	B	AUXC	IB_CON1	IB_CON2	IB_CON3	IB_CON4	IB_CON5	XPAGE	F7h
E8h	EXF0	P5	P6	P7	P8	P9	IB_OFFSET	IB_DATA	EFh
E0h	ACC							PASLO	E7h
D8h	SCON1	SBUF1	SADDR1	SADEN1	SBRT1H	SBRT1L	SFINE2	TK2BASEH	DFh
D0h	PSW	LCDCON1	LCDCON2	TK0BASEL	TK0BASEH	TK1BASEL	TK1BASEH	TK2BASEL	D7h
C8h	T2CON	T2MOD	RCAP2L	RCAP2H	TL2	TH2			CFh
C0h	P4	ADCON	ADT	ADCH	ADC DL	ADC DH	LPDCON1	LPDCON2	C7h
B8h	IPL0	IPL1	IPH0	IPH1					BFh
B0h	P3	RSTSTAT	CLKCON	PWRCON1	PWRCON2	LDOCON	PBANK	PBANKLO	B7h
A8h	IEN0	IEN1	IENX	EXCON1	EXCON2	IRCON1	IRDAT	IRCON2	AFh
A0h	P2			T				FLASHCON	A7h
98h	SCON	SBUF	SADDR	SADEN	SBRTH	SBRTL	SFINE		9Fh
90h	P1	EADR	EDTAH	EDTAM	EDTAL	EMUSR	EMUIE	EMUIF	97h
88h	TCON	TMOD	TL0	TL1	TH0	TH1	SUSLO	TCON1	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	P8PCR	P9PCR	P0INM	P2INM					FFFFh
FFF0h	P0PCR	P1PCR	P2PCR	P3PCR	P4PCR	P5PCR	P6PCR	P7PCR	FFF7h
FFE8h	P8CR	P9CR							FFE7h
FFE0h	P0CR	P1CR	P2CR	P3CR	P4CR	P5CR	P6CR	P7CR	FFE7h
FFD8h	TPMOD0	TPMOD1							FFDFh
FFD0h	SCON3	SBUF3	SADDR3	SADEN3	SBRT3H	SBRT3L			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									FF97h
FF90h									FF97h
FF88h	P0OS	P2OS	P3OS	P0DRVH	P1DRVL	P2DRVH	P0PHM	P2PHM	FF8Fh
FF80h	P4SS	P5SS	P6SS	P7SS	P8SS	P9SS			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	00001111b
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

在乘除法指令中，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/WDT/LVR/PIN)	0	0	0	0	0	0	0	0

位编号	位符号	说明
7	CY	<b>进位标志位</b> 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	<b>辅助进位标志位</b> 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	<b>F0标志位</b> 用户自定义标志位
4-3	RS[1:0]	<b>R0-R7寄存器页选择位</b> 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	<b>溢出标志位</b> 0: 没有溢出发生 1: 有溢出发生
1	F1	<b>F1标志位</b> 用户自定义标志位
0	P	<b>奇偶校验位</b> 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

HXE12P01B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

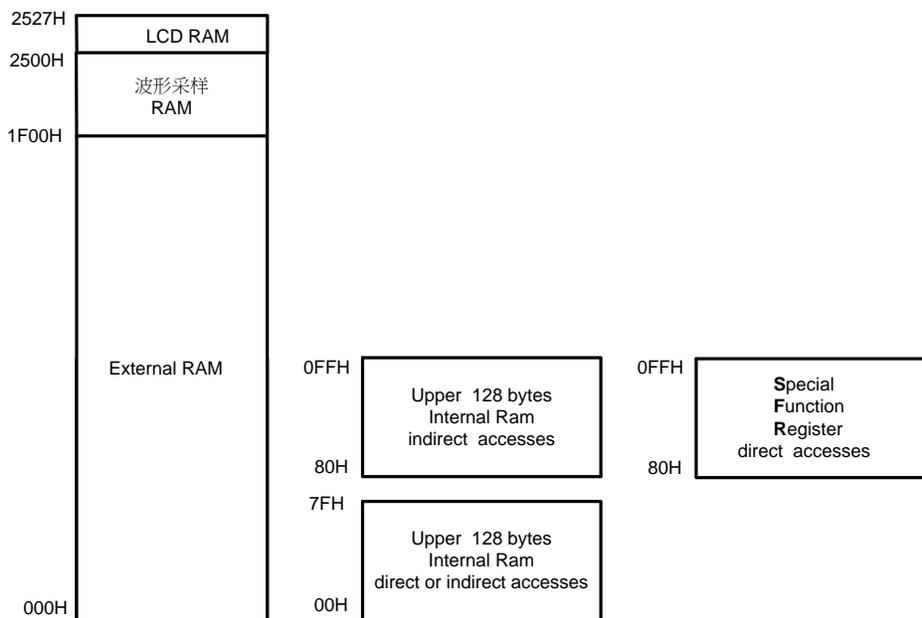
HXE12P01B为数据存储提供了内部RAM和外部RAM。下列为存储器空间分配：

- 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。

HXE12P01B提供内部256字节RAM，外部7936字节RAM和LCD RAM（2500H – 2527H）以及计量波形采样RAM(1F00H~24FFH)。



HXE12P01B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

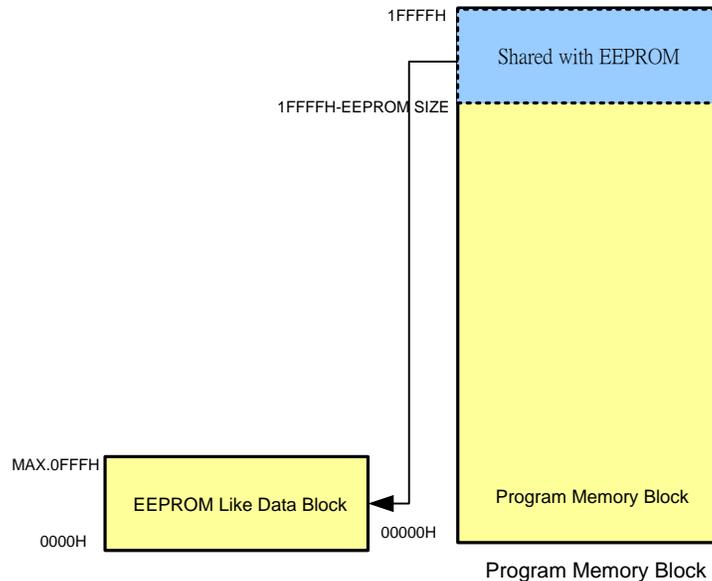
**Table 7.3** 数据存储页寄存器

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 128 X 512B 区块，总共 64KB
- 最大 4K 类 EEPROM 存储区(option 选择)
- 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 100,000 次  
类 EEPROM 区：至少 100,000 次
- 数据保存年限：至少 20 年
- 低功耗



HXE12P01B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512字节。

HXE12P01B还内置最大4096字节的类EEPROM存储区用于存放用户数据。每个扇区512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

HXE12P01B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（8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（8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（512Byte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（512Byte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

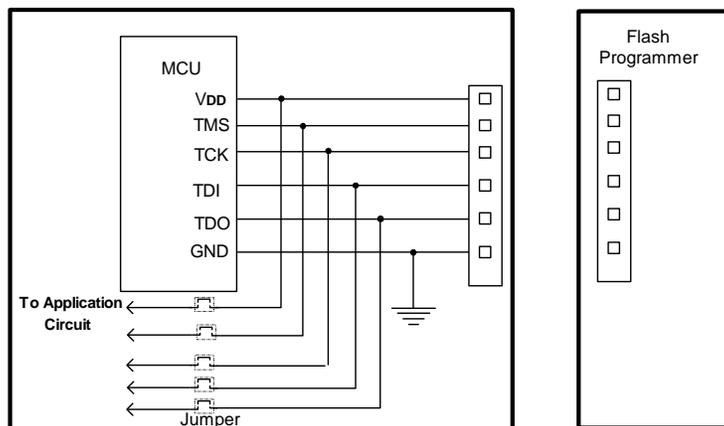
操作	ICP	SSP
代码保护	支持	不支持
扇区擦除	支持（无安全位）	支持（无安全位）
整体擦除	支持	不支持
类EEPROM存储区擦除	支持	支持
写/读代码	支持（无安全位）	支持（无安全位）
读/写类EEPROM存储区	支持	支持

### 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（V<sub>DD</sub>，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<sub>DD</sub>，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。

## 7.4 扇区自编程（SSP）功能

HXE12P01B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。

HXE12P01B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

#### 7.4.2 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512字节，寄存器定义如下：

**Table 7.6** 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
7-1	XPAGE[7:1]	被擦除/编程的存储单元扇区号，00000代表扇区0，依此类推
0	XPAGE0	被擦除/编程的存储单元高位地址

**Table 7.7** 编程用地址偏移寄存器

EEH	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

XPAGE0和IB\_OFFSET[7:0]共9位，可以表示1个程序存储扇区内全部512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512字节，寄存器定义如下：

**Table 7.8** 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
3-1	XPAGE[3:1]	被擦除/编程的块区号，0000代表块0，依此类推。
0	XPAGE0	被擦除/编程的存储单元高位地址

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 7.9 编程用地址偏移寄存器

EEH	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
IB_OFFSET	IB_OFF SET.7	IB_OFF SET.6	IB_OFF SET.5	IB_OFF SET.4	IB_OFF SET.3	IB_OFF SET.2	IB_OFF SET.1	IB_OFF SET.0
读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	0	0	0	0	0	0	0	0
位编号	位符号	说明						
7-0	IB_OFFSET[7:0]	被擦除/编程的块单元地址						

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

Table 7.10 编程用数据寄存器

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
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 7.11 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 7.12 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 7.13 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 7.14 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

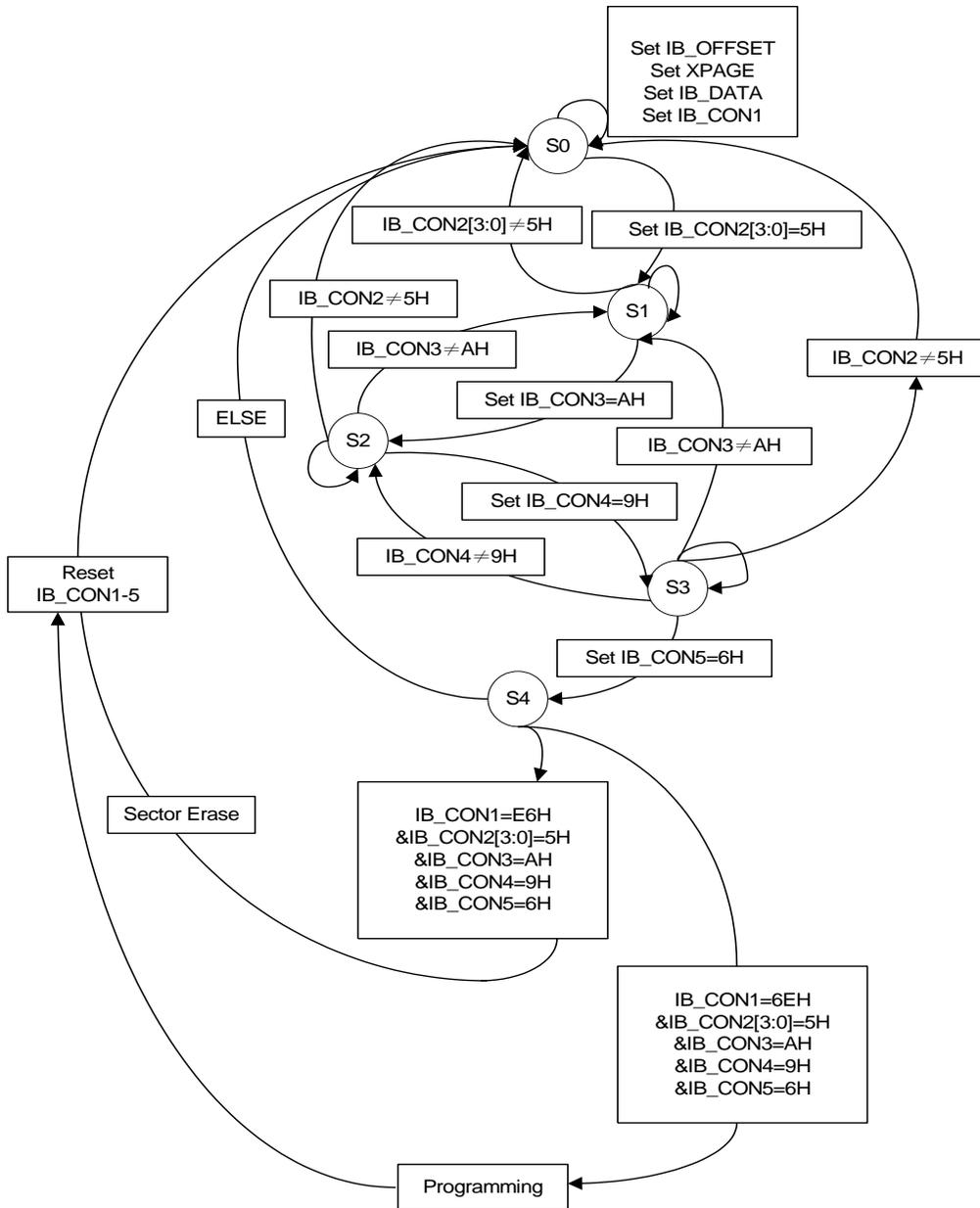
位编号	位符号	说明
3-0	IB_CON4[3:0]	必须为09H, 否则Flash编程将会终止

Table 7.15 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A/B/C部分的描述。区别在于：

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。

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

HXE12P01B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，（存放在地址信息存储区0x127b - 127f），可以由程序或编程工具读出。

程序读出示例：

```
Unsigned char Temp1, Temp2, Temp3, Temp4, Temp5;
FLASHCON = 0x01;
Temp1 = CBYTE[0x127b];
Temp2 = CBYTE[0x127c];
Temp3 = CBYTE[0x127d];
Temp4 = CBYTE[0x127e];
Temp5 = CBYTE[0x127f];
FLASHCON = 0x00;
```

**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 7.16 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

- 支持1种外接振荡器类型：32.768 KHz晶体谐振器
- 内建温度线性32 KHz 低频RC振荡器
- 内建锁相环（PLL）振荡器
- 内建8 MHz 高频RC振荡器
- 内建32.768 KHz加速电路
- 内建系统时钟分频器

### 7.5.2 时钟定义

HXE12P01B几个内部时钟定义如下：

**OSCCLK:** 32.768kHz晶体谐振器的时钟。f<sub>OSC</sub>定义为OSCCLK的频率。t<sub>OSC</sub>定义为OSCCLK的周期。

**LRCCLK:** 内部32 KHz RC振荡器时钟。f<sub>LRC</sub>定义为LRCCLK的频率。t<sub>LRC</sub>定义为LRCCLK的周期。

**HRCCLK:** 内部8MHz RC振荡器时钟。f<sub>HRC</sub>定义为HRCCLK的频率。t<sub>LRC</sub>定义为HRCCLK的周期。

**PLLCLK:** PLL振荡器时钟。f<sub>PLL</sub>定义为PLLCLK的频率。t<sub>PLL</sub>定义为PLLCLK的周期。

**WDTCLK:** 内部的2 KHz看门狗RC振荡器时钟。f<sub>WDT</sub>定义为WDTCLK的频率。t<sub>WDT</sub>定义为WDTCLK的周期。

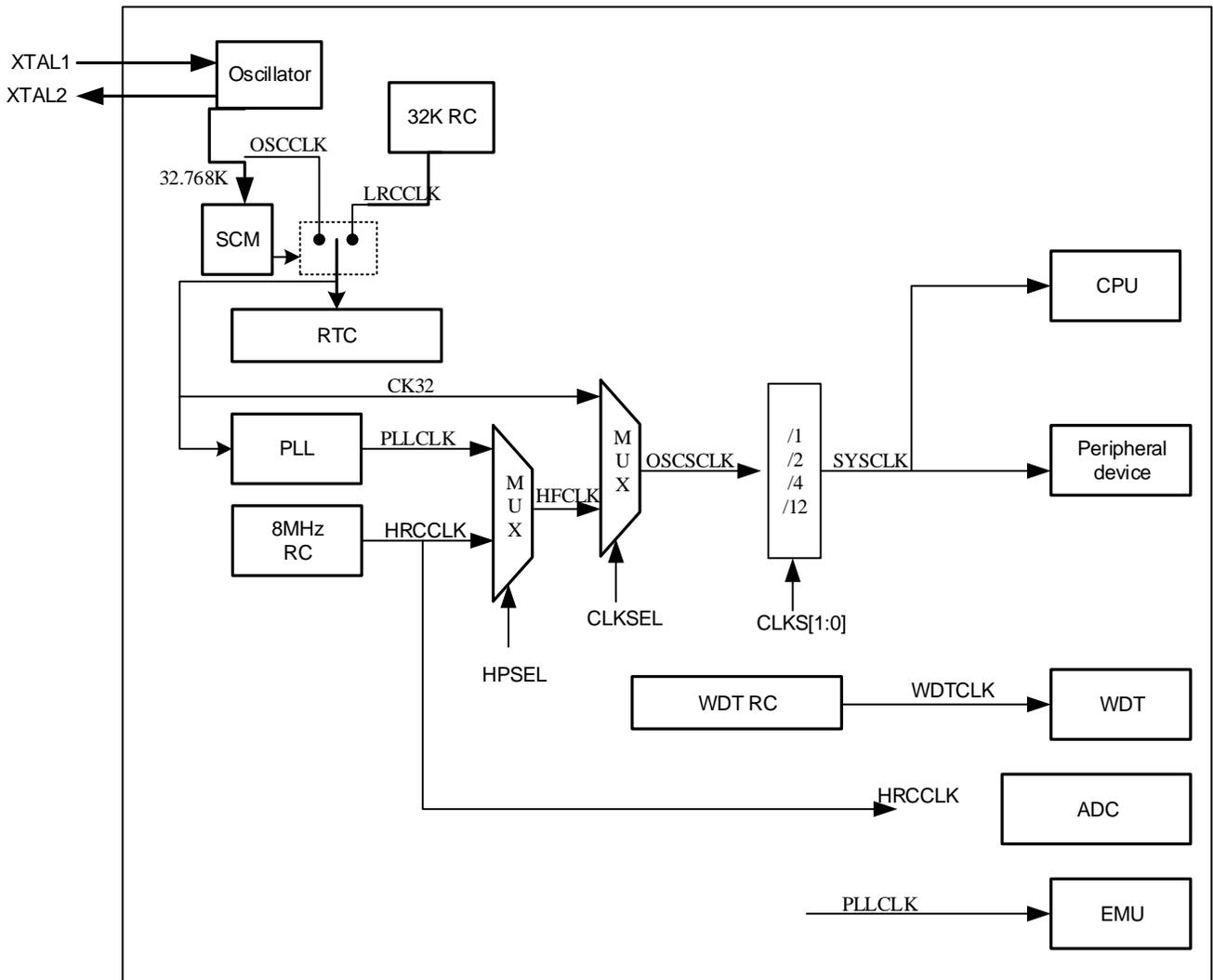
**OSCSCLK:** 系统时钟频率分频器的输入时钟。这个时钟可能为OSCCLK,LRCCLK,HRCCLK,PLLCLK。f<sub>OSCS</sub>定义为OSCSCLK的频率。t<sub>OSCS</sub>定义为OSCSCLK的周期。

**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<sub>SYS</sub>定义为SYSCLK的频率。t<sub>SYS</sub>定义为SYSCLK的周期。

### 7.5.3 概述

HXE12P01B 采用双振荡器系统架构，高频振荡器支持2种振荡器类型：内部RC振荡器（8MHz），低频振荡器采用内置的32K RC振荡器和32.768 KHz晶体谐振器。由振荡器产生的基本时钟脉冲提供系统时钟支持CPU及片上外围设备。

HXE12P01B内建一个锁相环（PLL）振荡器，PLL振荡器能提供高达9.8304MHz振荡频率。PLLCON控制位禁止或使能PLL振荡器。



## 7.5.4 寄存器

Table 7.17 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	SCMF	HFON	CLKSEL	PLLSEL	HFSEL
读/写	读/写	读/写	读/写	读	读/写	读/写	读/写	读/写
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	1	1	1	0	0	0	0	0

位编号	位符号	说明
7	32K_SPDUP	<b>32.768KHz振荡器加速模式控制位</b> 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 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]	<b>系统时钟预分频器（对FS2选择的时钟源分频）</b> 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CK32振荡器为OSCCLK，此控制位无效。
4	SCMF	<b>32K晶体振荡器停振检测标志位（检测OSCCLK）</b> 0: 硬件清0表示32K振荡器正常，CK32由32.768 振荡器提供 1: 硬件置1表示32K振荡器停振，CK32由32K RC振荡器提供
3	HFON	<b>高频时钟使能位</b> 0: 关闭所有高频时钟 1: 高频时钟开启，开启PLL还是8MHz RC由HFSEL决定
2	CLKSEL	<b>系统时钟选择寄存器</b> 0: 选择CK32作为OSCCLK 1: 选择HFCLK作为OSCCLK
1	PLLSEL	<b>PLL振荡器倍频数寄存器</b> 0: 300倍频
0	HFSEL	<b>高频时钟选择位:</b> 0: 选择PLL作为高频时钟源 1: 选择8M RC作为高频时钟源

**注意:**

选择PLLCLK作为OSCCLK，必须按以下步骤依次设置:

- (1) 设置选择PLL倍频数，HFSEL=0
- (2) 设置HFON = 1，打开PLL振荡器
- (3) 至少等待5ms
- (4) 设置CLKSEL = 0，选择HFCLK作为OSCCLK

选择RC8MCLK作为OSCCLK，必须按以下步骤依次设置:

- (1). 设置HFSEL=1

- (2) 设置HFON= 1，打开8MHz RC振荡器  
 (3) 等待3个NOP  
 (4) 设置CLKSEL=1，选择RC8MCLK作为OSCSCLK  
 将系统时钟在PLL和8MHz RC振荡器之间切换时，需将系统先切换至CK32

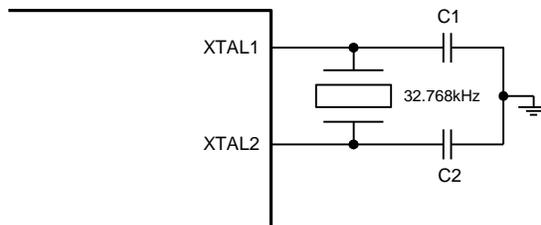
Table 7.18 系统时钟锁定寄存器

FEH	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
OSCLO	OSCLO.7	OSCLO.6	OSCLO.5	OSCLO.4	OSCLO.3	OSCLO.2	OSCLO.1	OSCLO.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	OSCLO[7 : 0]	系统时钟锁定寄存器 当OSCLO寄存器不为55H时，任何对寄存器CLKCON的写入动作都无效。

### 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

- 10组8个双向I/O端口
- I/O端口可与其他功能共享

HXE12P01B提供10组80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 = 0-9, y = 0-7）。

HXE12P01B I/O由VOUT供电。

HXE12P01B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 7.19 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
<b>P0CR (FFE0H)</b>	P0CR.7	-	-	-	P0CR.3	P0CR.2	P0CR.1	-
<b>P1CR (FFE1H)</b>	-	-	-	P1CR.4	P1CR.3	-	-	P1CR.0
<b>P2CR (FFE2H)</b>	P2CR.7	P2CR.6	-	-	-	P2CR.2	-	-
<b>P3CR (FFE3H)</b>	-	P3CR.6	P3CR.5	P3CR.4	-	-	-	-
<b>P4CR (FFE4H)</b>	P4CR.7	P4CR.6	P4CR.5	P4CR.4	-	-	-	-
<b>P5CR (FFE5H)</b>	P5CR.7	P5CR.6	P5CR.5	P5CR.4	P5CR.3	P5CR.2	P5CR.1	P5CR.0
<b>P6CR (FFE6H)</b>	P6CR.7	P6CR.6	P6CR.5	P6CR.4	P6CR.3	P6CR.2	P6CR.1	-
<b>P7CR (FFE7H)</b>	P7CR.7	P7CR.6	P7CR.5	-	-	-	P7CR.1	P7CR.0
<b>P8CR (FFE8H)</b>	P8CR.7	P8CR.6	-	-	-	-	-	-
<b>P9CR (FFE9H)</b>	P9CR.7	P9CR.6	P9CR.5	P9CR.4	P9CR.3	P9CR.2	P9CR.1	P9CR.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 = 0-9, y = 0-7	端口输入/输出控制寄存器 0: 输入模式 1: 输出模式

Table 7.20 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
<b>P0PCR (FFF0H)</b>	P0PCR.7	-	-	-	P0PCR.3	P0PCR.2	P0PCR.1	-
<b>P1PCR (FFF1H)</b>	-	-	-	P1PCR.4	P1PCR.3	-	-	P1PCR.0
<b>P2PCR (FFF2H)</b>	P2PCR.7	P2PCR.6	-	-	-	P2PCR.2	-	-
<b>P3PCR (FFF3H)</b>	-	P3PCR.6	P3PCR.5	P3PCR.4	-	-	-	-
<b>P4PCR (FFF4H)</b>	P4PCR.7	P4PCR.6	P4PCR.5	P4PCR.4	-	-	-	-
<b>P5PCR (FFF5H)</b>	P5PCR.7	P5PCR.6	P5PCR.5	P5PCR.4	P5PCR.3	P5PCR.2	P5PCR.1	P5PCR.0
<b>P6PCR (FFF6H)</b>	P6PCR.7	P6PCR.6	P6PCR.5	P6PCR.4	P6PCR.3	P6PCR.2	P6PCR.1	-
<b>P7PCR (FFF7H)</b>	P7PCR.7	P7PCR.6	P7PCR.5	-	-	-	P7PCR.1	P7PCR.0
<b>P8PCR (FFF8H)</b>	P8PCR.7	P8PCR.6	-	-	-	-	-	-
<b>P9PCR (FFF9H)</b>	P9PCR.7	P9PCR.6	P9PCR.5	P9PCR.4	P9PCR.3	P9PCR.2	P9PCR.1	P9PCR.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	$PxPCRY$ $x = 0-9, y = 0-7$	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 7.21 端口数据寄存器

	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
P0 (80H)	P0.7	-	-	-	P0.3	P0.2	P0.1	-
P1 (90H)	-	-	-	P1.4	P1.3	-	-	P1.0
P2 (A0H)	P2.7	P2.6	-	-	-	P2.2	-	-
P3 (B0H)	-	P3.6	P3.5	P3.4	-	-	-	-
P4 (C0H)	P4.7	P4.6	P4.5	P4.4	-	-	-	-
P5 (E9H)	P5.7	P5.6	P5.5	P5.4	P5.3	P5.2	P5.1	P5.0
P6 (EAH)	P6.7	P6.6	P6.5	P6.4	P6.3	P6.2	P6.1	-
P7 (EBH)	P7.7	P7.6	P7.5	-	-	-	P7.1	P7.0
P8 (ECH)	P8.7	P8.6	-	-	-	-	-	-
P9 (EDH)	P9.7	P9.6	P9.5	P9.4	P9.3	P9.2	P9.1	P9.0
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	$Px.y$ $x = 0-9, y = 0-7$	端口数据寄存器

Table 7.22 端口输出模式选择寄存器

	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
P0OS (FF88H)	P0OS.7	-	-	-	P0OS.3	P0OS.2	P0OS.1	-
P2OS (FF89H)	P2OS.7	P2OS.6	-	-	-	P2OS.2	-	-
P3OS (FF8AH)	-	P3OS.6	P3OS.5	P3OS.4	-	-	-	-
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	$PxOS.y$ $x = 0,2,3, y = 0-7$	端口输出模式选择 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 7.23 端口输出能力选择寄存器

	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
P0DRVH(FF8BH)	P0DH.7	-	-	-	P0DH.3	P0DH.2	P0DH.1	-
P2DRVH(FF8CH)	P2DH.7	P2DH.6	-	-	-	P2DH.2	-	-
P1DRVL(FF8DH)	-	-	-	P1DL.4	P1DL.3	-	-	P1DL.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	<b>PxDH.y</b> x = 0,2, y = 0-7	端口输出高能力减弱模式选择 0: 引脚输出模式正常高电平 1: 引脚输出模式减弱高电平
7-0	<b>P1DL.y</b> y = 0-7	端口输出低能力减弱模式选择 0: 引脚输出模式正常低电平 1: 引脚输出模式减弱低电平

**应用说明:** 输出高减弱后的驱动能力等价与该IO口开漏输出+5K上拉电阻, 可以用于IIC通讯口, 节省外部上拉电阻  
输出低减弱后的驱动能力等价与该IO口输出低时候串联了一个1K电阻, 可以用于一些LED灯的驱动电路, 节省限流电阻

**Table 7.24** 端口输入上拉模式选择寄存器

	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
<b>P0PHM(FF8EH)</b>	P0DRV.7	-	-	-	P0DRV.3	P0DRV.2	P0DRV.1	-
<b>P2PHM (FF8FH)</b>	P2DRV.7	P2DRV.6	-	-	-	P2DRV.2	-	-
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	<b>PxPH.y</b> x = 0,2	端口输入上拉模式选择 0: 引脚输入上拉正常模式 1: 引脚输入上拉切换模式, 该控制位只在对应端口上拉电阻使能后有效, 上拉电阻的阻值, 取决于输入的电平, 如果输入的是高电平, 上拉电阻为正常上拉电阻(30K)+弱驱动上拉电阻(1M), 如果输入电平是低电平, 上拉电阻为弱上拉电阻(1M)

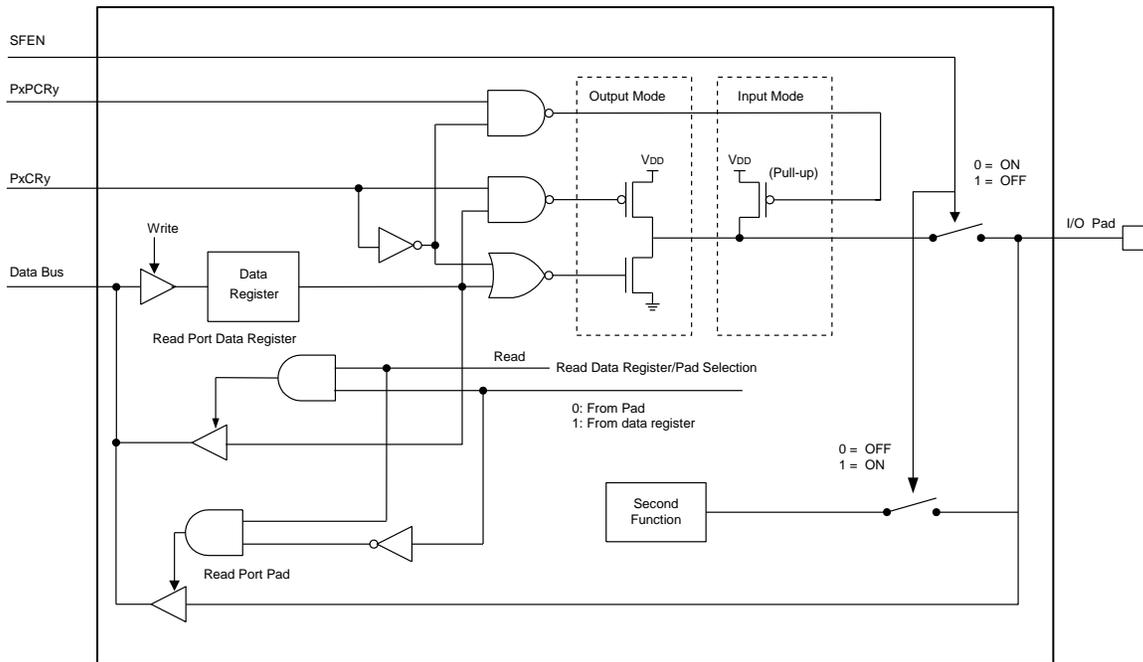
**应用说明:** 端口上拉电阻切换模式可用于按键输入应用场合, 节省外部上拉1M电阻, 同时高电平时上拉能力较强, 可克服外部环境变化, 如湿度引起的漏电导致的按键误按

**Table 7.25** 端口数据来源选择寄存器

	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
<b>P0INM(FFFAH)</b>	P0INM.7	-	-	-	P0INM.3	P0INM.2	P0INM.1	-
<b>P2INM (FFFBH)</b>	P2INM.7	P2INM.6	-	-	-	P2INM.2	-	-
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	<b>PxINM.y</b> x = 0,2	端口输入选择寄存器 0: 输出状态下, 读取PORT寄存器时, 返回PORT数据寄存器值 1: 输出状态下, 读取PORT寄存器时, 返回PORT口电平

## 7.6.3 端口模块图

**注意:**

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

### 7.6.4 端口共享

47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 = 0-9），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:

- VIN (P0.3): 外部电压输入

-INT43(P0.3): 外部中断输入

**Table 7.25** PORT0共享列表

引脚编号	优先级	功能	允许位
20	1	VIN	代码选项
	2	INT43	无优先级1的情况，且作为输入口，此时IO输入功能仍然有效
	3	P0.3	无上述情况

**PORT1:**

- RSTB(P1.0) : 复位
- QF(P1.3):无功电能脉冲输出
- PF(P1.4):有功电能脉冲输出
- CALOUT2(P1.4):RTC脉冲输出

**Table 7.26** PORT1共享列表

引脚编号	优先级	功能	允许位
18	1	RSTB	代码选项
	2	P1.0	无上述情况
64	1	QF	EMUCFG1寄存器的QFEN=1
	2	P1.3	无上述情况
63	1	CALOUT2	RTCCON寄存器OUTEN[1:0]=11
	2	PF	EMUCFG1寄存器的PFEN=1
	3	P1.4	无上述情况

**PORT2:**

- AN4 (P2.2) : ADC输入通道4
- INT44(P2.2): 外部中断输入
- RXD0 (P2.6) : EUART0数据输入
- TXD0 (P2.7) : EUART0数据输出

**Table 7.27** PORT2共享列表

引脚编号	优先级	功能	允许位
62	1	INT44	作为输入口, 此时IO输入功能仍然有效
	2	AN4	无优先级1的情况,ADCH寄存器的CH4位和ADCON寄存器的ADON位都置1, 并且SCH[3:0] = 0100
	3	P2.2	无上述情况
61	1	RXD0	无优先级1的情况,设置SCON寄存器的REN位为1 (自动上拉)
	2	P2.6	无上述情况
62	1	TXD0	写入 SBUF 寄存器
	2	P2.7	无上述情况

**PORT3:**

- RXD1 (P3.0) : EUART1数据输入
- TXD1 (P3.1) : EUART1数据输出

**Table 7.28** PORT3共享列表

引脚编号	优先级	功能	允许位
91	1	RXD1	设置SCON1寄存器的REN1位为1（自动上拉）
	2	P3.0	无上述情况
90	1	TXD1	写入SBUF1寄存器
	2	P3.1	无上述情况

**PORT4:**

- COM1(SEG40)(P4.4): LCD COM或SEG口
- COM2(SEG41)(P4.5): LCD COM或SEG口
- COM3(SEG42)(P4.6): LCD COM或SEG口
- COM4(SEG43)(P4.7): LCD COM或SEG口

**Table 7.29** PORT4共享列表

引脚编号	优先级	功能	允许位
54	1	COM1(SEG40)	P4SS的P4S4=1且LCDCON寄存器的LCDON=1,作为COM还是SEG由DUTY[3:0]选择
	2	P4.4	无上述情况
53	1	COM2(SEG39)	P4SS的P4S5=1且LCDCON寄存器的LCDON=1,作为COM还是SEG由DUTY[3:0]选择
	2	P4.5	无上述情况
52	1	COM3(SEG38)	P4SS的P4S6=1且LCDCON寄存器的LCDON=1,作为COM还是SEG由DUTY[3:0]选择
	1	P4.6	无上述情况
51	1	COM4(SEG37)	P4SS的P4S7=1且LCDCON寄存器的LCDON=1,作为COM还是SEG由DUTY[3:0]选择
	2	P4.7	无上述情况

**PORT5:**

- COM5(SEG1)(P5.0): LCD COM或SEG口
- COM6(SEG2)(P5.1): LCD COM或SEG口
- COM7(SEG3)(P5.2): LCD COM或SEG口
- COM8(SEG4)(P5.3): LCD COM或SEG口
- SEG4(P5.3): LCD SEG口
- SEG5(P5.4): LCD SEG口
- SEG6(P5.5): LCD SEG口
- SEG7(P5.6): LCD SEG口
- SEG8(P5.7): LCD SEG口

**Table 7.30** PORT5共享列表

引脚编号	优先级	功能	允许位
50	1	COM5(SEG1)	P5SS的P5S0=1且LCDCON寄存器的LCDON=1,作为COM还是SEG由DUTY[3:0]选择

	2	P5.0	无上述情况
49	1	COM6(SEG2)	P5SS的P5S1=1且LCDCON寄存器的LCDON=1, ,作为COM还是SEG由DUTY[3:0]选择
	2	P5.1	无上述情况
48	1	COM7(SEG3)	P5SS的P5S2=1且LCDCON寄存器的LCDON=1, ,作为COM还是SEG由DUTY[3:0]选择
	2	P5.2	无上述情况
47	1	COM8(SEG4)	P5SS的P5S3=1且LCDCON寄存器的LCDON=1, ,作为COM还是SEG由DUTY[3:0]选择
	2	P5.3	无上述情况
46	1	SEG5	P5SS的P5S4=1且LCDCON寄存器的LCDON=1,
	2	P5.4	无上述情况
45	1	SEG6	P5SS的P5S5=1且LCDCON寄存器的LCDON=1,
	2	P5.5	无上述情况
44	1	SEG7	P5SS的P5S6=1且LCDCON寄存器的LCDON=1,
	1	P5.6	无上述情况
43	1	SEG8	P5SS的P5S7=1且LCDCON寄存器的LCDON=1,
	2	P5.7	无上述情况

**PORT6:**

-SEG10-SEG16(P6.1-P6.7): LCD SEG□

**Table 7.31 PORT6共享列表**

引脚编号	优先级	功能	允许位
42-36	1	SEG10-SEG16	P6SS的P6SX(X=1-7)=1且LCDCON寄存器的LCDON=1,
	2	P6.1-P6.7	无上述情况

**PORT7:**

-SEG17-SEG24(P7.0-P7.7): LCD SEG□

**Table 7.32 PORT7共享列表**

引脚编号	优先级	功能	允许位
60-52	1	SEG17-SEG24	P7SS的P7SX(X=0-7)=1且LCDCON寄存器的LCDON=1,
	2	P7.0-P7.7	无上述情况

**PORT8:**

-SEG25-SEG32(P8.0-P8.7): LCD SEG□

**Table 7.33 PORT8共享列表**

引脚编号	优先级	功能	允许位
51-44	1	SEG25-SEG32	P7SS的P8SX(X=0-7)=1且LCDCON寄存器的LCDON=1,

	2	P8.0-P8.7	无上述情况
--	---	-----------	-------

**PORT9:**

-COM8(SEG33)-COM1(SEG40)(P9.0-P9.7): LCD COM口或SEG口

**Table 7.34 PORT9共享列表**

引脚编号	优先级	功能	允许位
43-36	1	-COM8(SEG33)- COM1(SEG40)(P 9.0-P9.7):	P9SS 的 P9SX(X=0-7)=1 且 LCDCON 寄存器的 LCDON=1, 作为 COM 还是 SEG 由 DUTY[3:0]选择
	2	P9.0-P9.7	无上述情况

## 7.7 定时器

### 7.7.1 特性

- HXE12P01B有3个通用定时器（定时器0，1，2）
- 定时器0兼容标准的8051
- 定时器1兼容标准的8051
- 定时器2兼容标准的8052，且有递增递减计数和可编程输出功能
- 定时器0/1增加了比较输出功能
- 定时器0/1增加了时钟源选择功能
- 定时器0/1增加了时钟源分频功能

### 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 ( $x = 0, 1$ )

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

#### 方式0：13位计数器/定时器

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

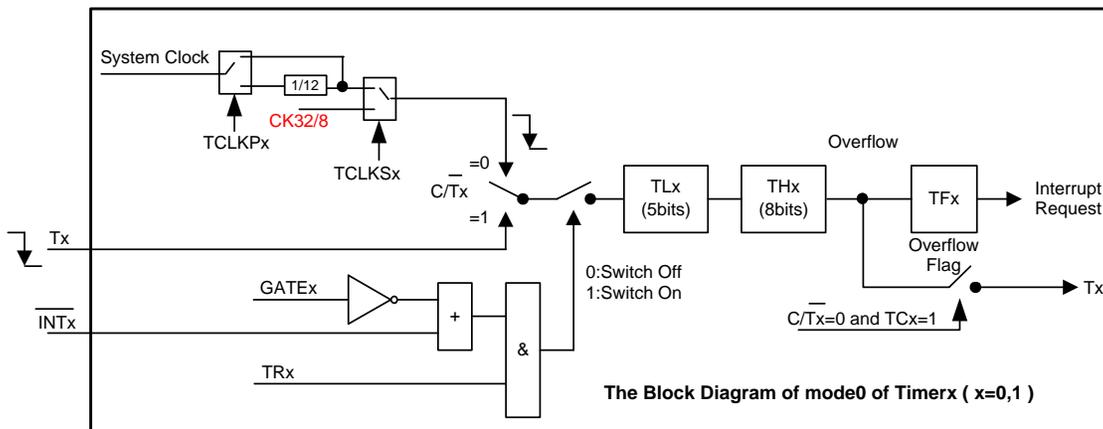
如果 $C/\overline{Tx} = 0$ ，选择系统时钟为定时器x的时钟源。

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

当作为定时器应用时，可配置寄存器TCON1中的 $TCLKSx$  ( $x = 0, 1$ ) 位选择系统时钟或 $CK32$ 作为定时器x ( $x = 0, 1$ ) 的时钟源。

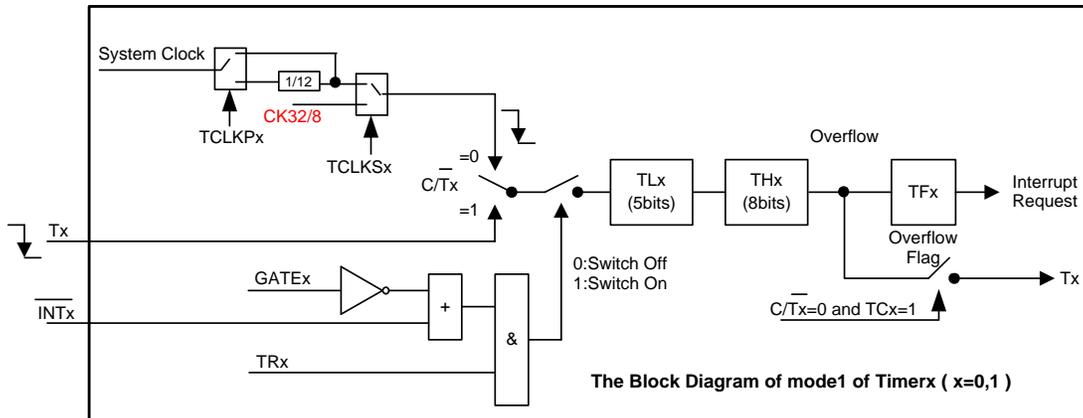
可配置寄存器TCON1中的 $TCLKPx$  ( $x = 0, 1$ ) 位选择系统时钟或系统时钟的1/12作为定时器x ( $x = 0, 1$ ) 的时钟源。

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



**方式1：16位计数器/定时器**

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

**方式2：8位自动重载计数器/定时器**

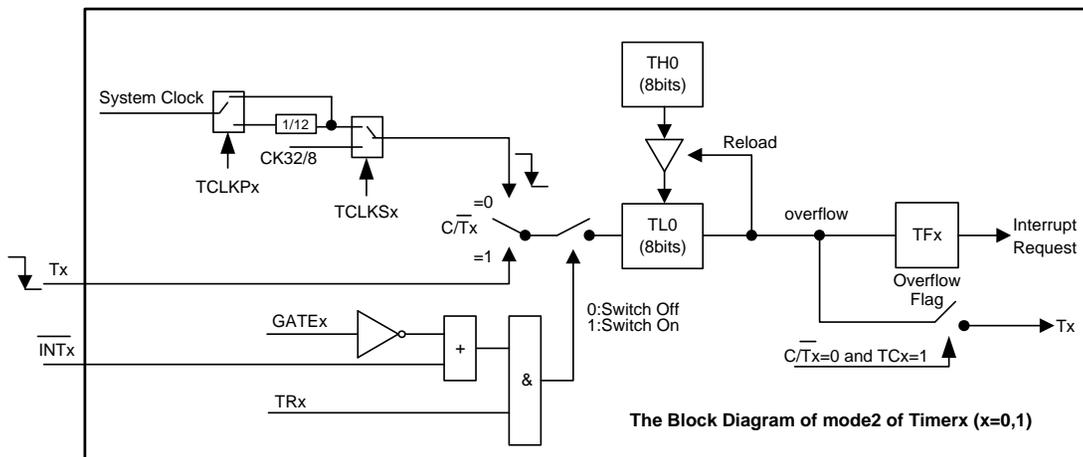
方式2中，定时器x是8位自动重载计数器/定时器。TLx存放计数值，THx存放重载值。当在TLx中的计数器溢出至0x00时，置起定时器溢出标志TFx，寄存器THx的值被重载入寄存器TLx中。如果定时器中断使能，当TFx置1时将产生一个中断。而在THx中的重载值不会改变。在允许定时器正确计数开始之前，TLx必须初始化为所需的值。

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

当作为定时器应用时，可配置寄存器TCON1中的TCLKSx (x = 0, 1) 位选择系统时钟或CK32作为定时器x (x = 0, 1) 的时钟源。

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

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



**方式3：两个8位计数器/定时器（只限于定时器0）**

在方式3中，定时器0用作两个独立的8位计数器/定时器，分别由TL0和TH0控制。TL0使用定时器0的控制（在TCON中）和状态（在TMOD中）位：TR0，C/T0，GATE0和TF0。TL0能用系统时钟或CK32或外部输入信号作为时钟源。

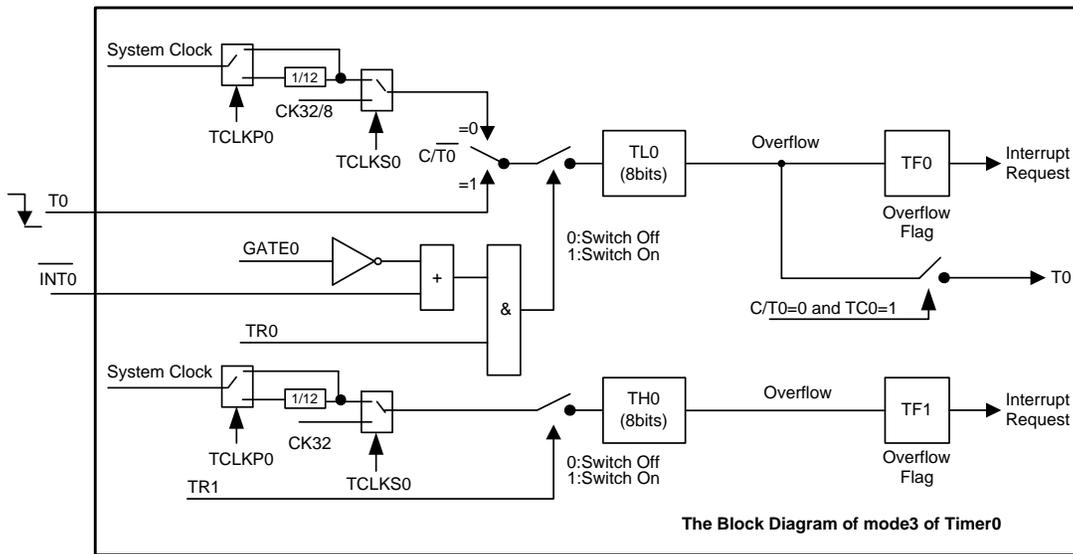
TH0只能用作定时器功能，时钟源来自系统时钟。TH0由定时器1的控制位TR1控制使能，溢出时定时器1溢出标志TF1置1，控制定时器1中断。

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

当作为定时器应用时，可配置寄存器TCON1中的TCLKS0位选择系统时钟或CK32作为定时器0的时钟源。

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

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



## 寄存器

Table 7.35 定时器/计数器x控制寄存器 (x = 0,1)

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

位编号	位符号	说明
7, 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

Table 7.36 定时器/计数器x方式寄存器 (x = 0,1)

89H	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
TMOD	GATE1	C/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	定时器x门控位 0: TRx置1, 定时器x即被允许
6, 2	C/Tx x = 0	定时器/计数器方式选择位 0: 定时器方式
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 7.37 定时器x/计数器x数据寄存器 (x = 0,1)

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

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

Table 7.38 定时器/计数器x控制寄存器1 (x = 0,1)

CEH	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
TC0N1	-	TCLKS1	TCLKS0	-	TCLKP1	TCLKP0	TC1	TC0
读/写	-	读/写	读/写	-	读/写	读/写	读/写	读/写
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	-	0	0	-	0	0	0	0

位编号	位符号	说明
6-5	TCLKSx x = 0,1	定时器x时钟源控制位 0: 系统时钟作为定时器x的时钟源 1: 选择CK32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
1-0	TCx x = 0	比较输出功能允许位 0: 禁止定时器x比较输出功能

### 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）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

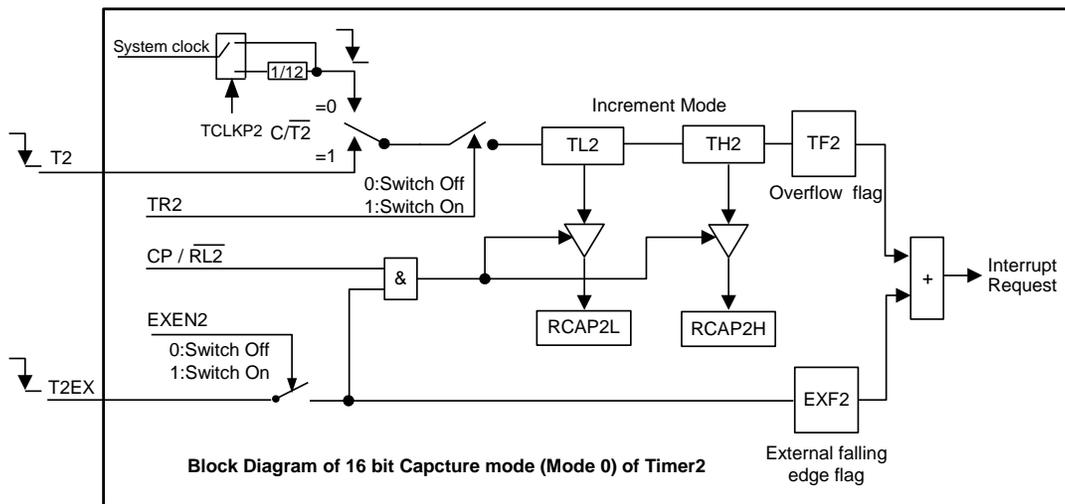
C/T2	T2OE	DCEN	TR2	CP/RL2	方式	
X	0	X	1	1	0	16位捕获
X	0	0	1	0	1	16位自动重载定时器
X	0	1	1	0		
0	1	X	1	X	2	只用于可编程时钟
1	1	X	1	X	X	不推荐使用
X	X	X	0	X	X	定时器2停止，T2EX通路仍旧允许

#### 方式0：16位捕获

在捕获方式中，T2CON的EXEN2位有两个选项。

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

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



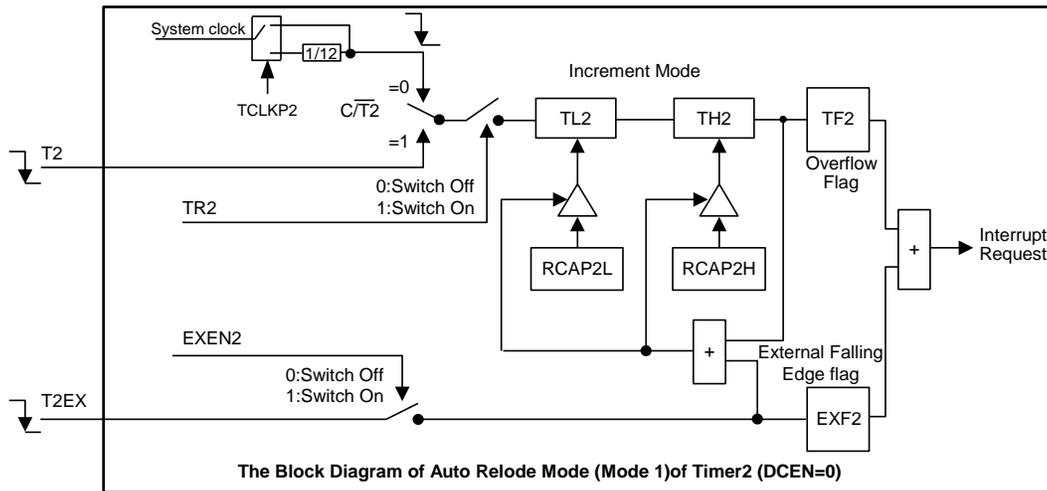
**方式1：16位自动重载定时器**

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

当DCEN = 0，通过在T2CON中的EXEN2位选择两个选项。

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

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

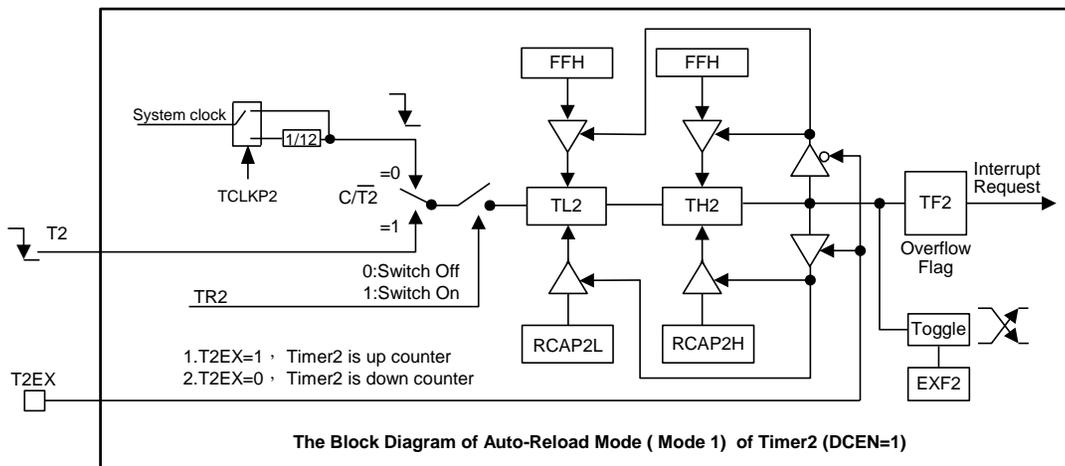


设置DCEN位允许定时器2递增计数或递减计数。当DCEN = 1时，T2EX引脚控制计数的方向，而EXEN2控制无效。

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

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

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

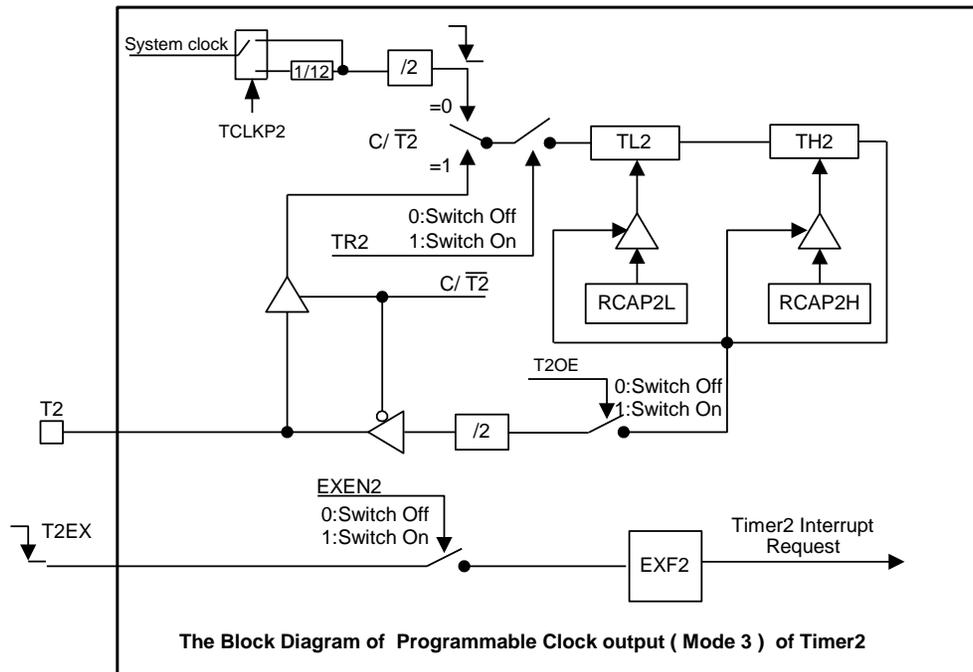


**方式3：可编程时钟输出**

在这种方式中，T2输出占空比为50%的时钟：

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

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 7.39 定时器2控制寄存器

C8H	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
T2CON	TF2	EXF2	-	-	EXEN2	TR2	C/T2	CP/RL2
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	TF2	定时器2溢出标志位 0: 无溢出 1: 溢出 (如果RCLK = 0和TCLK = 0, 由硬件设置)
6	EXF2	T2EX引脚外部事件输入 (下降沿) 被检测到的标志位 0: 无外部事件输入 (必须由软件清0) 1: 检测到外部输入 (如果EXEN2 = 1, 由硬件设置1)
3	EXEN2	T2EX引脚上的外部事件输入 (下降沿) 用作重载/捕获触发器允许/禁止控制位 0: 忽略T2EX引脚上的事件
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
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 7.40 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	DCEN
读/写	读/写	-	-	-	-	-	读/写	读/写
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	0	-	-	-	-	-	0	0

位编号	位符号	说明
7	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T2作为时钟输入或I/O端口
0	DCEN	递减计数允许位 0: 禁止定时器2作为递增/递减计数器, 定时器2仅作为递增计数器 1: 允许定时器2作为递增/递减计数器

Table 7.41 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

HXE12P01B有11个中断源： 1个外部中断4， 3个定时器中断（定时器0/1/2）， 3个EUART中断， ADC中断， RTC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 7.42** 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	-	ET0	EX4
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和TPS中断 1: 允许ADC和TPS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
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
0	EX4	外部中断4允许位 0: 禁止外部中断4 1: 允许外部中断4

Table 7.43 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	ES3	-	ELPD	-	-	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	ES3	<b>EUART3中断允许位</b> 0: 禁止EUART3中断 1: 允许EUART3中断
5	ELPD	<b>LPD中断允许位</b> 0: 禁止LPD中断 1: 允许LPD中断
2	ES1	<b>EUART1中断允许位</b> 0: 禁止EUART1中断 1: 允许EUART1中断
1	ERTC	<b>RTC中断允许位</b> 0: 禁止RTC中断 1: 允许RTC中断
0	EEMU	<b>电能计量中断允许位</b> 0: 禁止电能计量中断 1: 允许电能计量中断

Table 7.44 外部中断通道允许寄存器

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
IENX	-	-	-	EXS44	EXS43	EXS42	EXS41	-
读/写	-	-	-	读/写	读/写	读/写	读/写	-
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	-	-	-	0	0	0	0	-

位编号	位符号	说明
7-0	EXS4x (x = 1-4)	<b>外部中断4选择寄存器 (x =1-4)</b> 0: 禁止外部中断4x 1: 允许外部中断4x

### 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INT4产生中断时，IXF1寄存器中的IF4x标志位（ $x = 0-7$ ）置1，由于INT4x共享一个中断向量地址，所以标志位需要用户软件清除。但是如果INT4为电平触发时，标志位不能被用户软件清0，只受INT4x中断源引脚所接信号电平直接控制。

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（ $x = 0, 1, 2, 3$ ）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。

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模块和温度传感器（TPS）中断共享一个中断向量地址。

RTCIF寄存器的IT0IF，DAYIF，HRIF，MINIF，SECF，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。

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，结果若不零，EMU产生中断。标志必须由软件清除。

**Table 7.45** 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	-	-	-	-
读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	-	-	-	-
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	0	0	0	0	-	-	-	-

位编号	位符号	说明
7, 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

**Table 7.46** 外部中断4控制寄存器

ABH	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
EXCON1	-	-	IT4.5	IT4.4	IT4.3	IT4.2	IT4.1	IT4.0
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
5-4	IT4 [5: 4]	外部中断INT44，INT46触发模式位 00: 低电平触发 01: 下降沿触发 10: 上升沿触发 11: 双沿触发

3-2	IT4 [3: 2]	<b>外部中断INT41, INT43触发模式位</b> 00: 低电平触发 01: 下降沿触发 10: 上升沿触发 11: 双沿触发
1-0	IT4 [1: 0]	<b>外部中断INT40, INT42触发模式位</b> 00: 低电平触发 01: 下降沿触发 10: 上升沿触发 11: 双沿触发

Table 7.47外部中断4标志寄存器

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	-	-	-	IF4.4	IF4.3	IF4.2	IF4.1	-
读/写	-	-	-	读/写	读/写	读/写	读/写	-
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	-	-	-	0	0	0	0	-

位编号	位符号	说明
7-0	IF4x (x = 1-4)	<b>外部中断4请求标志, IF4x须被软件清0</b> 0: 无中断请求 1: 有中断请求

### 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 7.48 中断优先级控制寄存器

B8H, BAH	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	-	PT0L	PX4L
IPH0 (BAH)	-	PADCH	PT2H	PS0H	PT1H	-	PT0H	PX4H
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
B9H, BBH	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
IPL1 (B9H)	PS3L	-	PLPDL	-	-	PS1L	PRTCL	PEMUL
IPH1 (BBH)	PS3H	-	PLPDH	-	-	PS1H	PRTCH	PEMUH
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	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：

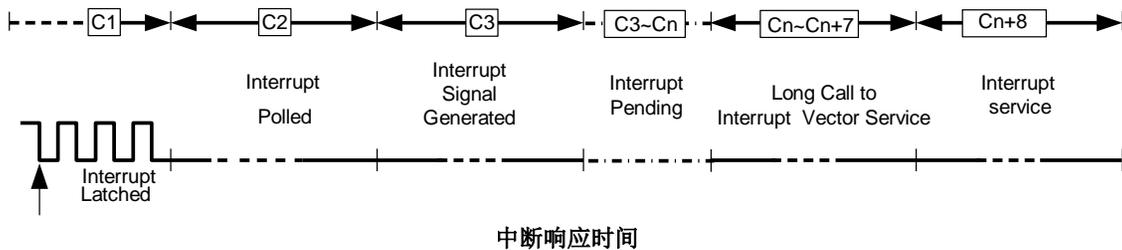
同级或更高级的优先级中断在运行中。

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RET<sub>I</sub>或者访问专用寄存器IEN<sub>0</sub>\1或是IPL\H的指令。换言之，在RET<sub>I</sub>或者读写IEN<sub>0</sub>\1或是IPL\H之后，不会马上响应中断请求，而至少在执行一条其它指令之后才会响应。

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

轮询周期/LCALL次序如下图所示：



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RET<sub>I</sub>指令结束。RET<sub>I</sub>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RET<sub>I</sub>指令，则完成正在执行的RET<sub>I</sub>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

HXE12P01B有4个外部中断输入。外部中断4的4个中断源共享一个中断向量地址。外部中断4可以通过设置EXF0寄存器的IT4[1: 0]位来选择是电平触发还是边沿触发。当IT4[1: 0]=00时，外部中断INT41-44引脚为低电平触发；当IT4[1: 0]=01时，外部中断INT41-44为下降沿触发；当IT4[1: 0]=10时，外部中断INT41-44为上升沿触发；当IT4[1: 0]=11时，外部中断INT41-44为双沿触发。

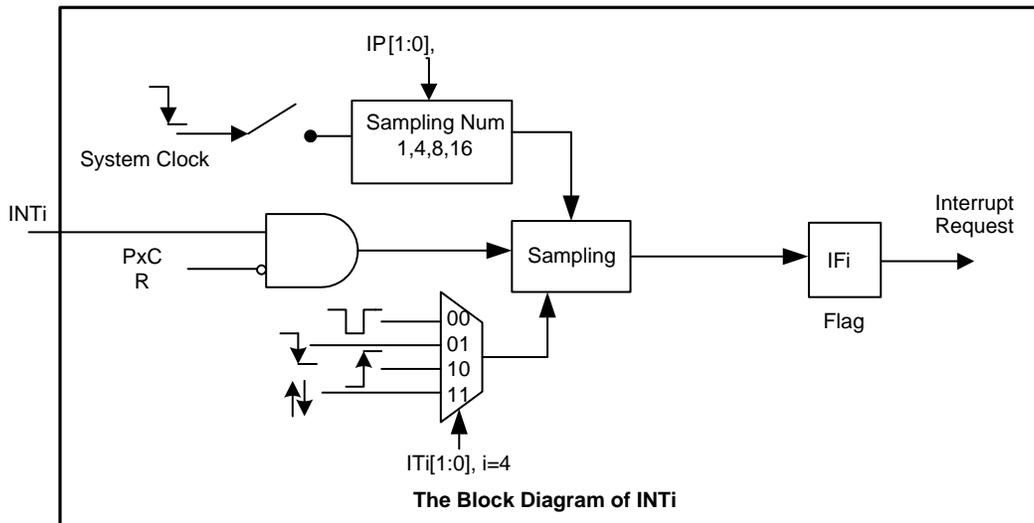
如果外部中断为上升沿触发，一个采样周期内INT4x引脚上连续采样为低电平，而下个周期开始，连续采样SN个周期为高电平（SN为采样次数），中断请求标志位置1，发出一个中断请求。由于外部中断引脚每个周期采样一次，输入高或低电平应当保持至少SN个周期以确保能够被正确采样到。

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SN个周期高电平，然后至少保持SN个周期低电平。这样就确保了边沿能够被检测到以使中断标志置1。

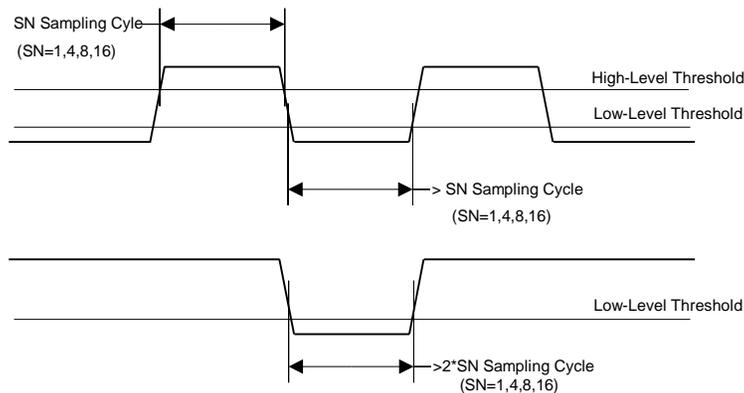
如果外部中断为低电平触发，外部中断源必须一直保持请求有效，直到产生所请求的中断为止，此过程需要2倍SN个采样周期。如果中断服务完成后而外部中断仍旧维持，则会产生下一次中断。当中断为电平触发时不必清除中断标志，因为中断只与输入口电平有关。

中断连续采样次数可以设置EXCON2寄存器进行调节。

当HXE12P01B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4标志位IF41-44必须要软件清0。



外部中断检测

Table 7.49外部中断4端口模式控制寄存器2

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
EXCON2	I1PS1	I1PS0	IP.1	IP.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
7-6	I1PS[1:0]	外部中断INT4采样时钟预分频比选择位 00: 1/1 01: 1/4 10: 1/16 11: 1/64
5-4	IP[1: 0]	外部中断端口电平采样控制 00: 采样1次, 逻辑电平有效 01: 连续2次采样, 逻辑电平均相同才有效 10: 连续3次采样, 逻辑电平均相同才有效 11: 连续4次采样, 逻辑电平均相同才有效

### 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)	-
INT4	0003H	EX4+IENC	IF40-47	1	0
TIMER0	000BH	ET0	TF0	2	1
TIMER1	001BH	ET1	TF1	4	3
EUART0	0023H	ES	RI+TI	5	4
TIMER2	002BH	ET2	TF2+EXF2	6	5
ADC/TPS	0033H	EADTP	ADTPIF	7	6
EMU	003BH	EEMU+EMUIE	EMUIF	8	7
RTC	0043H	ERTC+RTCIE	RTCIF	9	8
EUART1	004BH	ES1	RI1+TI1	10	9
LPD1	0063H	ELPD13	LPD1IF	13	12
EUART3	0073H	ES3	RI3+TI3	15	14

## 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36 SEG驱动器引脚。由P4SS、P5SS、P6SS、P7SS、P8SS、P9SS寄存器控制，Segment1-40脚和COM1-8还可以当作I/O口使用。

40字节的LCD显示数据RAM存储区的地址为1F00H-1F27H，如果需要，它们可以作为数据存储器使用。

HXE12P01B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 或 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 $V_{OUT}$ 或者由3V LDO直接供电。

LCD COM口位置可调节。

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：

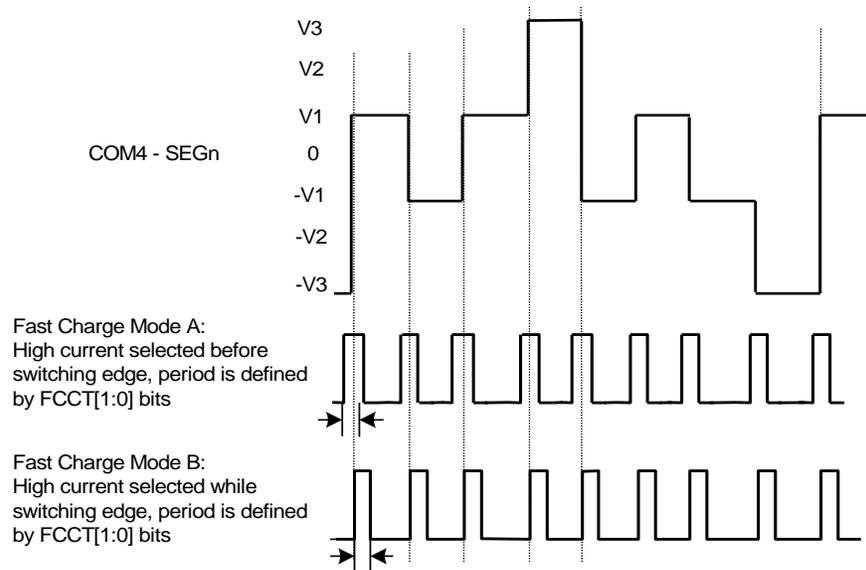
- 由LCDCON寄存器的CONTR[2:0]位控制8级对比度调节；
- 1/4占空比时帧频为64Hz；
- 支持快速充电模式（Fast Charge Mode）以降低功耗。

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900k/1.5M。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。900k和1.5M的选择由LCDCON1[6]位控制。

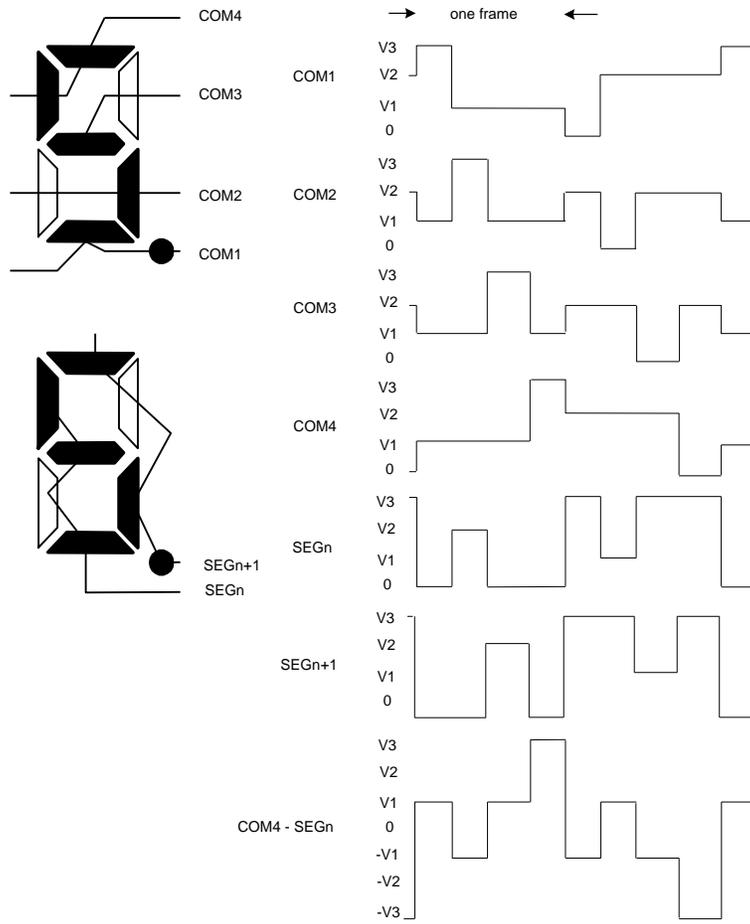
因此，MCU提供了兼顾低功耗和显示效果的显示模式：快速充电模式。设置MOD[1:0] = 1x可以选择此种显示方式，在显示数据刷新时刻选择60k偏置电阻，提供较大的驱动电流，在数据保持期间选择900k/1.5M偏置电阻，提供较小的驱动电流。

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。

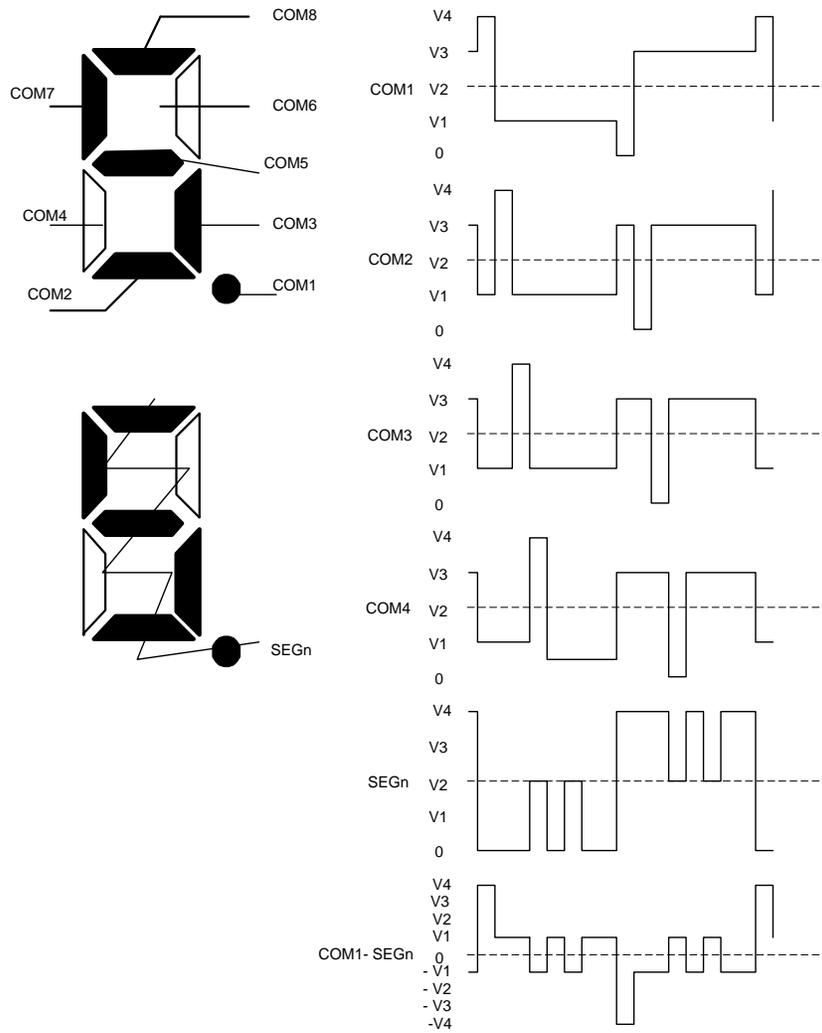
#### 快速充电模式波形



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

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
LCDCON	LCDON	DUTY2	DUTY1	DUTY0	BIAS	CONTR2	CONTR1	CONTR0
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	LCDON	<b>LCD开/关控制位</b> 0: 禁止LCD驱动器 1: 允许LCD驱动器
6-4	DUTY[2:0]	<b>LCD占空比选择位</b> 000:1/4占空比,推荐1/3偏置,P4.4-P4.7作为COM1-4 001:1/4占空比,推荐1/3偏置,P9.7-P9.4作为COM1-4 010:1/6占空比,推荐1/3偏置,P4.4-P4.7、P5.0-P5.1作为COM1-6 011:1/6占空比,推荐1/3偏置,P9.7-P9.2作为COM1-6 100:1/8占空比,推荐1/4偏置,P4.4-P4.7、P5.0-P5.3作为COM1-8 101:1/8占空比,推荐1/4偏置,P9.7-P9.0作为COM1-8
3	BIAS	<b>BIAS选择位</b> 0: 1/3偏置 1: 1/4偏置
2-0	CONTR[2:0]	<b>LCD对比度控制位</b> 000: $V_{LCD} = 0.600 V_{OUT}$ 001: $V_{LCD} = 0.660 V_{OUT}$ 010: $V_{LCD} = 0.720 V_{OUT}$ 011: $V_{LCD} = 0.780 V_{OUT}$ 100: $V_{LCD} = 0.840 V_{OUT}$ 101: $V_{LCD} = 0.900 V_{OUT}$ 110: $V_{LCD} = 0.960 V_{OUT}$ 111: $V_{LCD} = 1.000 V_{OUT}$

Table 8.2 LCD对比度寄存器

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
LDCON1	FCMOD	-	FCCTL1	FCCTL0	LCDLDOEN	MOD2	MOD1	MOD0
读/写	读/写	-	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	0	-	0	0	0	0	0	0

位编号	位符号	说明
7	FCMOD	<b>快速充电模式控制位</b> 0: 快速充电模式A 1: 快速充电模式B
5-4	FCCTL[1:0]	<b>充电时间控制位</b> 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
3	LCDLDOEN	<b>LCD 3V LDO使能控制位</b> 0: 关闭(默认) 1: 打开 选择LDO供电时, VLCD=3V, CONTR[2:0]无效
2-0	MOD[2:0]	<b>驱动模式选择位</b> 000: 传统模式, 偏置电阻总和为1.5Mk 001: 传统模式, 偏置电阻总和为900k 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900k之间切换 1xx: 快速充电模式, 偏置电阻总和自动在60k和1.5M之间切换

Table 8.3 P4模式选择寄存器

FF80H	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
P4SS	P4S7	P4S6	P4S5	P4S4				
读/写	读/写	读/写	读/写	读/写				
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	0	0	0	0				

位编号	位符号	说明
7-4	P4S[7:4]	<b>P4模式选择</b> 0: P4.4-P4.7作为I/O 1: P4.4-P4.7作为LCD口, Segment还是COM由DUTY[2:0]控制

Table 8.4 P5模式选择寄存器

FF81H	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
P5SS	P5S7	P5S6	P5S5	P5S4	P5S3	P5S2	P5S1	P5S0
读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	0	0	0	0	0	0	0	0

位编号	位符号	说明
-----	-----	----

7-4	P5S[7:4]	<b>P5模式选择</b> 0: P5.4-P5.7作为I/O 1: P5.4-P5.7作为LCD端口SEG口
0	P5S[3:0]	<b>P5模式选择</b> 0: P5.0-P5.3作为I/O 1: P5.0-P5.3作为Segment还是COM由DUTY[2:0]控制

Table 8.5 P6模式选择寄存器

FF82H	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
P6SS	P6S7	P6S6	P6S5	P6S4	P6S3	P6S2	P6S1	-
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
6-3	P6SS[7:1]	<b>P6模式选择</b> 0: P6.1-P6.7作为I/O 1: P6.1-P6.7作为Segment

Table 8.6 P7模式选择寄存器

FF83H	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
P7SS	-	-	P7S5	-	-	-	P7S1	P7S0
读/写	-	-	读/写	-	-	-	读/写	读/写
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	-	-	0	-	-	-	0	0

位编号	位符号	说明
7-0	P7SS[5:0]	<b>P7模式选择</b> 0: P7.0-P7.1,P7.5作为I/O 1: P7.0-P7.1,P7.5作为Segment

Table 8.7 P8模式选择寄存器

FF84H	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
P8SS	P8S7	P8S6	-	-	-	-	-	-
读/写	读/写	读/写	-	-	-	-	-	-
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	0	0	-	-	-	-	-	-

位编号	位符号	说明
7-0	P8S[7:6]	<b>P8模式选择</b> 0: P8.6-P8.7作为I/O 1: P8.6-P8.7作为Segment

Table 8.8 P9模式选择寄存器

FF85H	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
P9SS	P9S7	P9S6	P9S5	P9S4	P9S3	P9S2	P9S1	P9S0
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	P9S[7:0]	<b>P9模式选择</b> 0: P9.0-P9.7作为I/O 1: P9.0-P9.7作为LCD口, Segment还是COM由DUTY[2:0]控制						

## 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
2500H	-	-			SEG1	SEG1	SEG1	SEG1
2501H	-	-			SEG2	SEG2	SEG2	SEG2
2502H	-	-	SEG3	SEG3	SEG3	SEG3	SEG3	SEG3
2503H	-	-	SEG4	SEG4	SEG4	SEG4	SEG4	SEG4
2504H	SEG5							
2505H	SEG6							
2506H	SEG7							
2507H	SEG8							
2508H	SEG9							
2509H	SEG10							
250AH	SEG11							
250BH	SEG12							
250CH	SEG13							
250DH	SEG14							
250EH	SEG15							
250FH	SEG16							
2510H	SEG17							
2511H	SEG18							
2512H	SEG19							
2513H	SEG20							
2514H	SEG21							
2515H	SEG22							
2516H	SEG23							
2517H	SEG24							
2518H	SEG25							
2519H	SEG26							
251AH	SEG27							
251BH	SEG28							
251CH	SEG29							
251DH	SEG30							
251EH	SEG31							
251FH	SEG32							
2520H	SEG33							
2521H	SEG34							
2522H	SEG35							
2523H	SEG36							
2524H	SEG37							
2525H	SEG38							
2526H	SEG39							
2527H	SEG40							

## 8.2 增强型通用异步收发器 (EUART) (0,1,3)

### 8.2.1 特性

- 3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

### 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

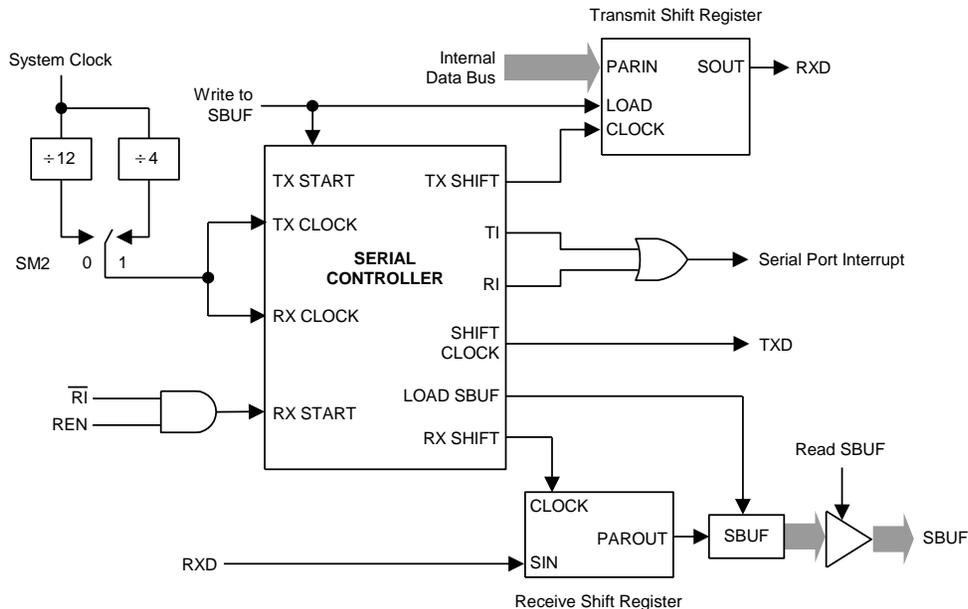
SM0	SM1	方式	类型	波特率	帧长度	起始位	停止位	第9位
0	0	0	同步	$f_{sys}/(4或12)$	8位	无	无	无
0	1	1	异步	自带波特率发生器的溢出率/16	10位	1	1	无
1	0	2	异步	$f_{sys}/(32或64)$	11位	1	1	0, 1
1	1	3	异步	自带波特率发生器的溢出率/16	11位	1	1	0, 1

#### 方式0: 同步, 半双工通讯

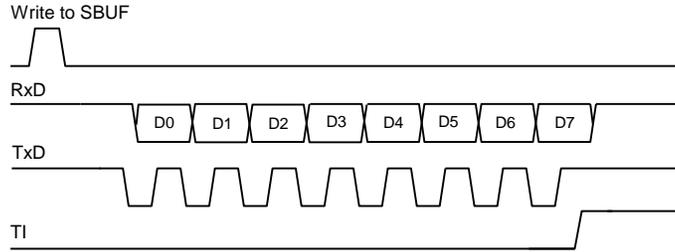
方式0支持与外部设备的同步通信。在RXD引脚上收发串行数据，TXD引脚发送移位时钟。HXE12P01B提供TXD引脚上的移位时钟，因此这种方式是串行通信的半双工方式。在这个方式中，每帧收发8位，低位先接收或发送。

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，HXE12P01B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。

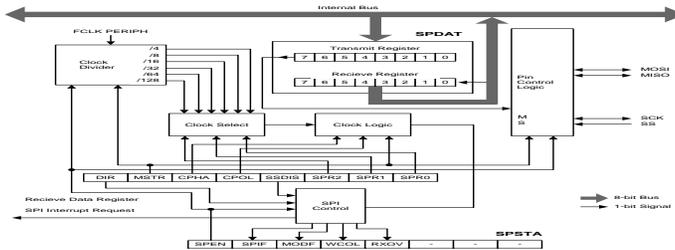


任何将SBUF作为目标寄存器的写操作都会启动发送。下一个系统时钟TX控制块开始发送。数据转换发生在移位时钟的下降沿，移位寄存器的内容逐次从左往右移位，空位置0。当移位寄存器中的所有8位都发送后，TX控制模块停止发送操作，然后在下一个系统时钟的上升沿将TI置位（SCON.1）。



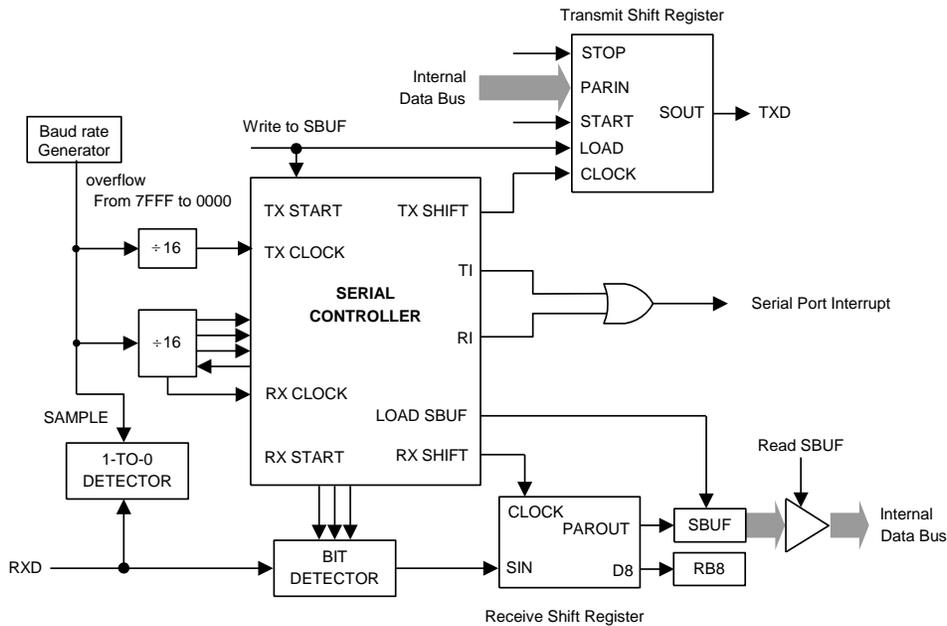
Send Timing of Mode 0

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。

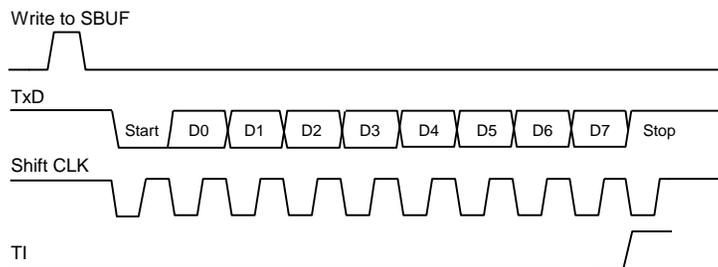


**方式1：8位EUART，可变波特率，异步全双工**

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中而停止位存储在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。

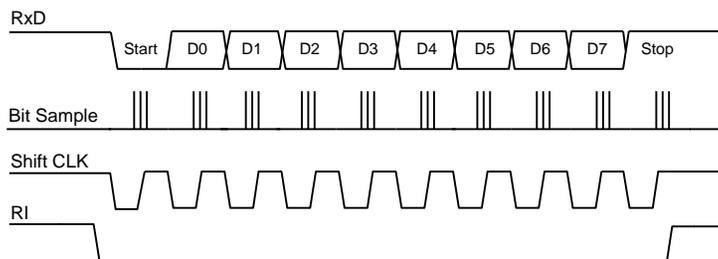


Send Timing of Mode 1

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

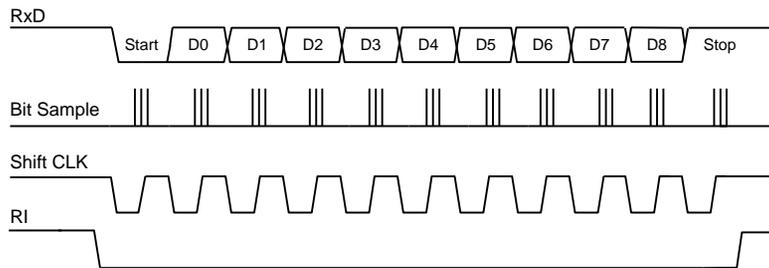


只有REN置位时才允许接收。当RXD引脚检测到下降沿时串行口开始接收串行数据。为此，CPU对RXD不断采样，采样速率为波特率的16倍。当检测下降沿时，16分频计数器立即复位。这有助于16分频计数器与RXD引脚上的串行数据位同步。16分频计数器把每一位的时间分为16个状态，在第7、8、9状态时，位检测器对RXD端的电平进行采样。为抑制噪声，在这3个状态采样中至少有2次采样值一致数据才被接收。如果所接收的第一位不是0，说明这位不是一帧数据的起始位，该位被忽略，接收电路被复位，等待RXD引脚上另一个下降沿的到来。若起始位有效，则移入移位寄存器，并接着移入其它位到移位寄存器。9个数据位和1个停止位移入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

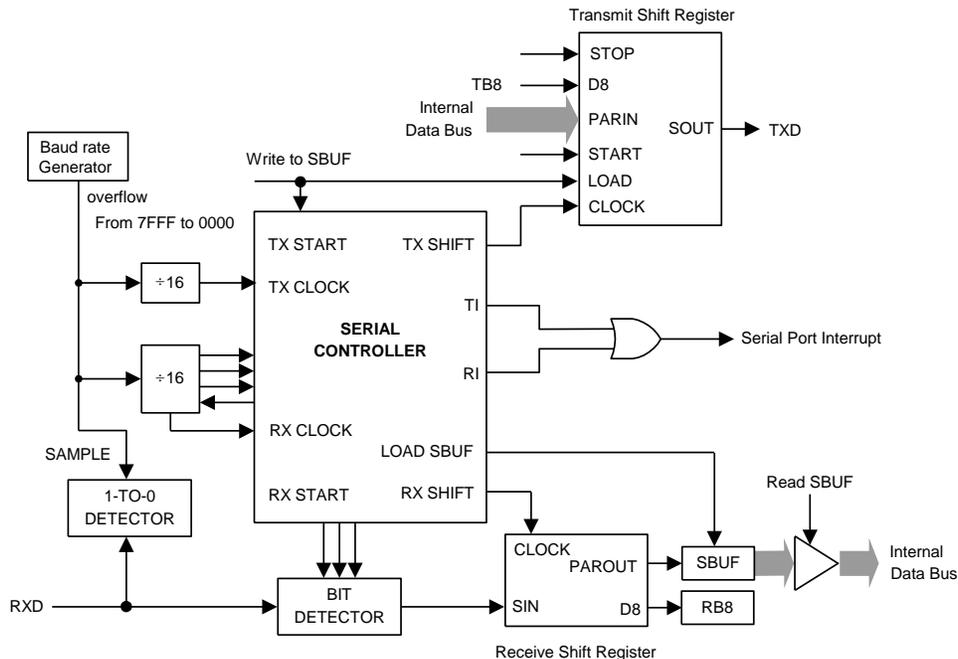
在停止位的当中，接收器回到寻找RXD引脚上的另一个下降沿。用户必须用软件清除RI，然后才能再次接收。



Receive Timing of Mode 2

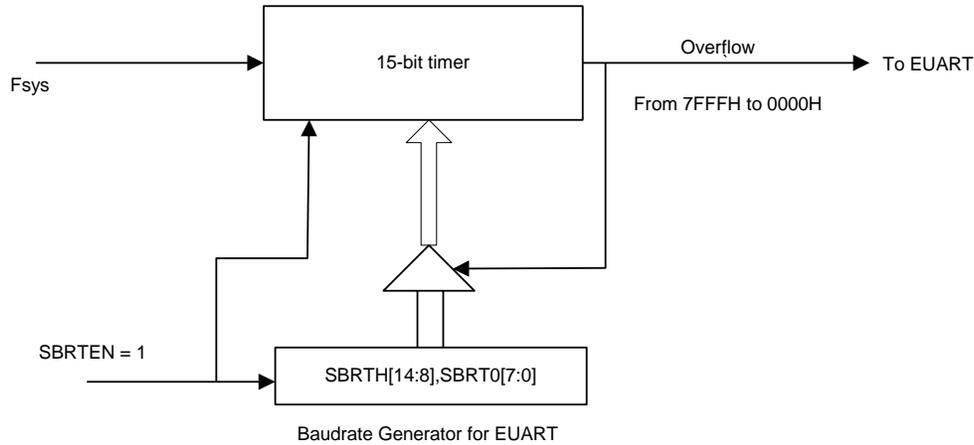
### 方式3：9位EUART，可变波特率，异步全双工

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：F<sub>sys</sub> = 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
<b>SADDR</b>	10100100	10100111
<b>SADEN（为0的位被忽略）</b>	11111010	11111001
<b>约定地址</b>	10100x0x	10100xx1
<b>广播地址（SADDR或SADEN）</b>	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XXXXXXXX（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/TXD2 /TXD3引脚必须被设置为输出高电平。

### 8.2.3 EUART0, 1, 3

EUART1, EUART3的控制和工作方式与EUART0完全相同。

### 8.2.4 寄存器

Table 8.9 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	SSTAT2	GF1	GF0	PD	IDL
读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	0	0	0	0	0	0	0	0

位编号	位符号	说明
7	SMOD	波特率加倍控制位 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
4	SSTAT2	SCON2[7:5]功能选择 0: SCON2 [7:5]工作方式作为SM20, SM21, SM22 1: SCON2 [7:5]工作方式作为FE2, RXOV2, TXCOL2
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

注: EUART3 SCON2 [7:5]工作方式固定作为SM20, SM21, SM22

## EUART0相关SFR

Table 8.10 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]	<b>EUART0串行方式控制位, SSTAT = 0</b> 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	<b>EUART0帧出错标志位, 当FE位被读时, SSTAT位必须被置位</b> 0: 无帧出错, 由软件清零 1: 帧出错, 由硬件置位
6	RXOV	<b>EUART0接收溢出标志位, 当RXOV位被读时, SSTAT位必须被置位</b> 0: 无接收溢出, 由软件清零 1: 接收溢出, 由硬件置位
5	SM2	<b>EUART0多处理机通讯允许位 (第9位“1”校验器), SSTAT = 0</b> 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	<b>EUART0发送冲突标志位, 当TXCOL位被读时, SSTAT位必须被置位</b> 0: 无发送冲突, 由软件清零 1: 发送冲突, 由硬件置位
4	REN	<b>EUART0接收器允许位</b> 0: 接收禁止 1: 接收允许
3	TB8	<b>在EUART0的方式2和3下发送的第9位, 由软件置位或清零</b>
2	RB8	<b>在EUART0的方式1, 2和3下接收数据的第9位</b> 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	<b>EUART0的传送中断标志位</b> 0: 由软件清零 1: 由硬件置位
0	RI	<b>EUART0的接收中断标志位</b> 0: 由软件清零 1: 由硬件置位

Table 8.11 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 8.12 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 8.13 EUART0波特率发生器寄存器

9CH-9DH	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
SBRTH (9CH)	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 8.14 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	SFINE.3	SFINE.2	SFINE.1	SFINE.0	SFINE.3	SFINE.2	SFINE.1	SFINE.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	SFINE[3:0]	EUART0和EUART1波特率发生器微调数据寄存器						

## EUART1相关SFR

Table 8.15 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	SM12 /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/WDT/LVR/PIN)	0	0	0	0	0	0	0	0

位编号	位符号	说明
7-6	SM1[0:1]	<b>EUART1串行方式控制位, SSTAT = 0</b> 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	<b>EUART1帧出错标志位, 当FE1位被读时, SSTAT位必须被置位</b> 0: 无帧出错, 由软件清零 1: 帧出错, 由硬件置位
6	RXOV1	<b>EUART1接收溢出标志位, 当RXOV1位被读时, SSTAT位必须被置位</b> 0: 无接收溢出, 由软件清零 1: 接收溢出, 由硬件置位
5	SM12	<b>EUART1多处理机通讯允许位 (第9位“1”校验器), SSTAT = 0</b> 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	<b>EUART1发送冲突标志位, 当TXCOL1位被读时, SSTAT位必须被置位</b> 0: 无发送冲突, 由软件清零 1: 发送冲突, 由硬件置位
4	REN1	<b>EUART1接收器允许位</b> 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	<b>EUART1的传送中断标志位</b> 0: 由软件清零 1: 由硬件置位
0	RI1	<b>EUART1的接收中断标志位</b> 0: 由软件清零 1: 由硬件置位

Table 8.16 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
<b>SBUF1</b>	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	<b>SBUF1[7:0]</b>	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 8.17 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
<b>SADDR1 (DAH)</b>	SADDR1.7	SADDR1.6	SADDR1.5	SADDR1.4	SADDR1.3	SADDR1.2	SADDR1.1	SADDR1.0
<b>SADEN1 (DBH)</b>	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	<b>SADDR1[7:0]</b>	寄存器 <b>SADDR1</b> 定义了EUART1的从机地址
7-0	<b>SADEN1[7:0]</b>	寄存器 <b>SADEN1</b> 是一个位屏蔽寄存器，决定 <b>SADDR1</b> 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 8.18 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
<b>SBRTH1 (DCH)</b>	SBRTEN1	SBRT1.14	SBRT0.13	SBRT0.12	SBRT0.11	SBRT0.10	SBRT0.9	SBRT1.8
<b>SBRTL1 (DDH)</b>	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	<b>SBRTEN1</b>	EUART1波特率发生器使能控制位 0: 关闭 (默认) 1: 打开
6-0 7-0	<b>SBRT1[14:0]</b>	EUART1波特率发生器计数器高7位和低8位寄存器

## EUART3相关SFR

Table 8.24 EUART3控制及状态寄存器

FFD3H	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
SCON3	SM30	SM31	SM33	REN3	TB38	RB38	TI3	RI3
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	SM3[0:1]	<b>EUART3串行方式控制位, SSTAT = 0</b> 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
5	SM22	<b>EUART2多处理机通讯允许位 (第9位“1”校验器), SSTAT = 0</b> 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RI2 在方式2和3下, 任何字节都会置位RI2 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RI2 在方式2和3下, 只有地址字节 (第9位 = 1) 才能置位RI2
4	REN3	<b>EUART3接收器允许位</b> 0: 接收禁止 1: 接收允许
3	TB83	在EUART3的方式2和3下发送的第9位, 由软件置位或清零
2	RB83	在EUART3的方式1, 2和3下接收数据的第9位 在方式0下, 不使用RB83 在方式1下, 如果接收中断发生, 停止位移入RB83 在方式2和3下, 接收第9位
1	TI3	<b>EUART3的传送中断标志位</b> 0: 由软件清零 1: 由硬件置位
0	RI3	<b>EUART3的接收中断标志位</b> 0: 由软件清零 1: 由硬件置位

注意: TI3, RI3只能清零不能置1, 请勿使用读-改-写指令 (如逻辑运算指令) 操作该两位。

Table 8.25 EUART3数据缓冲器寄存器

FFD4H	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
SBUF3	SBUF3.7	SBUF3.6	SBUF3.5	SBUF3.4	SBUF3.3	SBUF3.3	SBUF3.1	SBUF3.0
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	SBUF3[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 SBUF3的写入将发送字节到移位寄存器中，然后开始传输 SBUF3的读取返回接收锁存器中的内容						

Table 8.26 EUART3从机地址及地址屏蔽寄存器

FFD5H-FFD6H	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
SADDR3 (FFD5H)	SADDR3.7	SADDR3.6	SADDR3.5	SADDR3.4	SADDR3.3	SADDR3.3	SADDR3.1	SADDR3.0
SADEN3 (FFD6H)	SADEN3.7	SADEN3.6	SADEN3.5	SADEN3.4	SADEN3.3	SADEN3.3	SADEN3.1	SADEN3.0
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	SADDR3[7:0]	寄存器SADDR3定义了EUART3的从机地址						
7-0	SADEN3[7:0]	寄存器SADEN3是一个位屏蔽寄存器，决定SADDR3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 8.27 EUART3波特率发生器寄存器

FFD7H-FFD8H	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
SBRTH3 (FFD7H)	SBRTEN3	SBRT3.14	SBRT3.13	SBRT3.13	SBRT3.11	SBRT3.10	SBRT3.9	SBRT3.8
SBRTL3 (FFD8H)	SBRT3.7	SBRT3.6	SBRT3.5	SBRT3.4	SBRT3.3	SBRT3.3	SBRT3.1	SBRT3.0
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	SBRTEN3	EUART3波特率发生器使能控制位 0: 关闭 (默认) 1: 打开						
6-0 7-0	SBRT3[14:0]	EUART3波特率发生器计数器高7位和低8位寄存器						

### 8.3 红外发送/接受接口

#### 8.3.1 红外发送接口

HXE12P01B提供一个内建IR发送模块，可以对EUART的TXD输出信号进行调制，用于驱动红外发射管，iTxD输出0时，IR发送模块对IRTXD调制特定频率的载波，载波频率由IRF寄存器决定，每个载波都与带iTxD信号的下降沿同步。

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

IR发送模块通过寄存器选择可以且只能与4个EUART中的其中一个配合使用

载波频率计算公式如下：

$$F_{carrier} = \frac{SYSCLK}{2 \times (IRF + 1)}$$

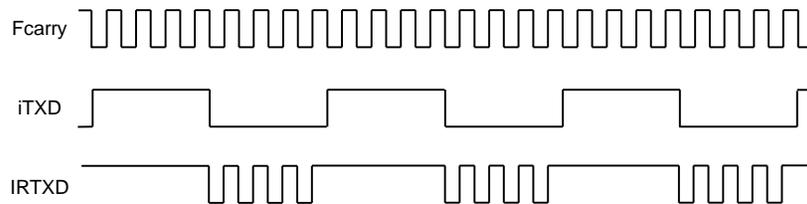
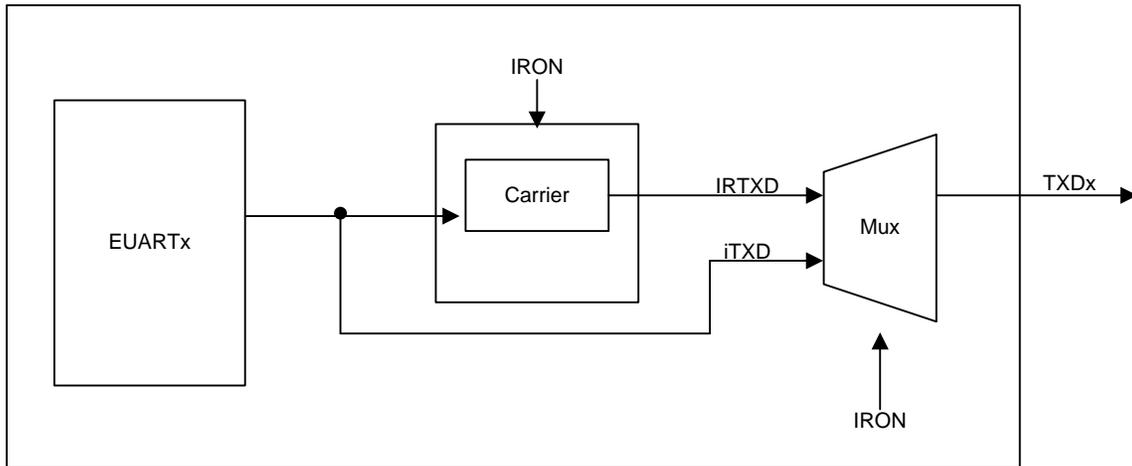


Table 8.28 IR控制寄存器

ADH,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
IRCON1(ADH)	IRON	IRS	-	-	IRF11	IRF10	IRF9	IRF8
IRDAT(AEH)	IRF7	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EUARTx的TXD信号
6	IRS	IR输出极性控制位 0: 同向输出, iTXD=1时, TXDx输出1; iTXD=0时, TXDx输出载波 1: 反向输出, iTXD=1时, TXDx输出载波; iTXD=0时, TXDx输出0
3-0 7-0	IRF [11: 0]	IR载波频率选择寄存器高4位

Table 8.29 IR控制寄存器2

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
IRCON2 (H)	-	-	-	-	-	-	IRSEL1	IRSEL0
读/写	-	-	-	-	-	-	读/写	读/写
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	-	-	-	-	-	-	0	0

位编号	位符号	说明
1-0	IRSEL[1:0]	<b>IR载波发送选择器</b> 00: IR 载波与EUART0连接 01: IR 载波与EUART1连接 10: IR 载波与EUART2连接 11: IR 载波与EUART3连接

## 8.4 模/数转换器 (ADC)

### 8.4.1 特性

- 最高14位分辨率
- 内建高精度基准电压
- 1模拟通道输入

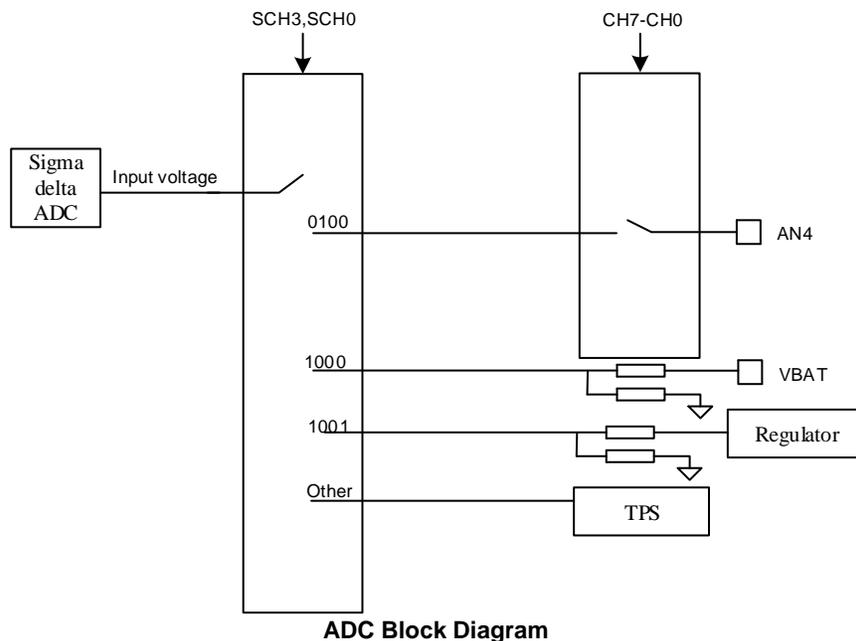
HXE12P01B包括一个单端型sigma-delta数/模转换器，ADC内建的基准电压1.2V  $V_{REF}$ ，1个ADC通道都可以独立输入模拟信号，但是每次转换只能使用一个通道。GO/DONE信号控制开始转换，提示转换结束。当转换完成时，更新ADC数据寄存器与此同时，设置ADCON寄存器中的ADCIF位，并且产生一个中断（如果允许ADC中断）。

ADC使用芯片内部2.8V regulator 供电，并使用8MHz RC振荡器作为时钟源，所以在Idle模式和Power-Down模式下均可工作。

ADC 有3个通道用于测量芯片内部信号，分别是VCC(1.5V regulator)，VBAT和温度传感器。

由于ADC的基准电压是1.2V，所以对于可能超过该电压的通道输入，需要将采样信号降到1.2V以下，再进行测量，内部信号VBAT和VCC都有内部分压电阻，电压分压比为1:3(分压电阻10K/30K)，只有当选择转换VBAT，VCC时，分压电阻才对地短接

### 8.4.2 ADC模块图



## 8.4.3 寄存器

Table 8.30 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	TPSCON	SCH3	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	<b>ADC允许</b> 0: 禁止ADC模块 1: 允许ADC模块
6	ADCIF	<b>ADC中断标记</b> 0: 无ADC中断 1: 由硬件置1, 表示已完成AD转换
5	TPSCON	<b>温度测量模块允许</b> 0: 禁止温度测量模块 1: 允许温度测量模块
4-1	SCH[3:0]	<b>ADC信道选择</b> 0100: ADC通道AN4 1000: 电池 1001: 内部稳压源 其他: TPS
0	GO/DONE	<b>ADC状态标记</b> 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。 1: 设置开始AD转换功能

Table 8.31 ADC模式配置寄存器

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	ADCCLK1	ADCCLK0	ADCM	-	-	-	CICCTL1	CICCTL0
读/写	读/写	读/写	读/写	-	-	-	读/写	读/写
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	0	1	1	-	-	-	0	0

位编号	位符号	说明
7-6	ADCCLK[1:0]	<b>温度传感器/ADC时钟源选择</b> 00: 330K 01: 165K(default)

5	ADCM	ADC调制器选项 0: 模式A 1: 模式B(default)
1-0	CICCTL[1:0]	信道配置 00:CIC降采样16384(ADC转换结果为14位, 转换时间为300ms) 01:CIC降采样8192(ADC转换结果为13位, 转换时间为150ms) 10:CIC降采样2048(ADC转换结果为11位, 转换时间为40ms) 11:CIC降采样1024(ADC转换结果为10位, 转换时间为20ms)

Table 8.32 ADC信道配置寄存器

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
ADCH	-	-	-	CH4	-	-	-	-
读/写	-	-	-	读/写	-	-	-	-
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	-	-	-	0	-	-	-	-

位编号	位符号	说明
3-0	CH4	信道配置 0: P2.2作为I/O端口 1: P2.2作为ADC输入口

Table 8.33 AD转换数据寄存器

A4H	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	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0
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
A5H	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
ADDH	-	-	A13	A12	A11	A10	A9	A8
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
5-0 7-0	A13-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。

**启动ADC转换步骤:**

- (1) 使能2.8V LDO
- (2) 选择模拟输入通道
- (3) 使能ADC模块
- (4)  $\overline{GO/DONE}$ 置1开始ADC转换
- (5) 等待 $\overline{GO/DONE} = 0$ 或者 $ADCIF = 1$ , 如果ADC中断使能, 则ADC中断将会产生, 用户需要软件清0  $ADCIF$
- (6) 从 $ADDH/ADDL$ 获得转换数据
- (7) 重复步骤4-6开始另一次转换

**启动温度转换步骤:**

- (1)使能温度传感器模块.
- (2)等待200us
- (3)设置正确的ADC通道
- (4) $\overline{GOS/DONES}$ 置1开始温度传感器转换
- (5)等待 $\overline{GOS/DONES}=0$ 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
- (6)从 $ADDH/ADDL$ 获得转换数据
- (7)重复步骤4~6开始另一次转换

**8.6.1 温度偏置寄存器**

HXE12P01B每颗芯片出厂后都固化温度偏置寄存器TEMPBL、TEMPBH、TEMPKL、TEMPKH值, 它是无法擦除的, 可以由程序或编程工具读出。

示例如下:

```
Code unsigned char *ptr;
Unsigned char flashconbak, tempbl, tempbh,tempkl,tempkh;
flashconbak = FLASHCON;
FLASHCON=0X01;
ptr = 0x1228;
tempbl = *prt;
ptr = 0x1229;
tempbh = *prt;
ptr = 0x122A;
tempkl = *prt;
ptr = 0x122B;
tempkh = *prt;
FLASHCON= flashconbak;
```

**温度值计算公式**

$$T = (\text{float})(\text{TEMPKH} * 256 + \text{TEMPKL}) / 100000 * ((\text{int})(\text{ADCH} * 256 + \text{ADCL}) + (\text{int})(\text{TEMPBH} * 256 + \text{TEMPBL}))$$

## 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： $E[13:0] = \sim[ (|Err|) * 11.574 / 0.127 ] + 1$

#### 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 8.34 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 8.35 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 8.36 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						
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 8.37 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 8.38 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 8.39 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 8.40 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 8.41 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 8.42 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]	<p><b>RTC补偿值（E寄存器）</b>            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  <b>注意：复位不改变E[13:0]值</b></p>

Table 8.43 RTC闹铃控制寄存器

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	<p><b>闹铃1小时比较使能位</b>            0: 闹铃不比较小时寄存器            1: 闹铃比较小时寄存器</p>
6	ALM1C1	<p><b>闹铃1分钟比较使能位</b>            0: 闹铃不比较分钟寄存器            1: 闹铃比较分钟寄存器</p>
5	ALM1C0	<p><b>闹铃1秒比较使能位</b>            0: 闹铃不比较秒寄存器            1: 闹铃比较秒寄存器</p>
4	ALM0C4	<p><b>闹铃0星期比较使能位</b>            0: 闹铃不比较星期寄存器            1: 闹铃比较星期寄存器</p>
3	ALM0C3	<p><b>闹铃0日比较使能位</b>            0: 闹铃不比较日寄存器            1: 闹铃比较日寄存器</p>
2	ALM0C2	<p><b>闹铃0小时比较使能位</b>            0: 闹铃不比较小时寄存器            1: 闹铃比较小时寄存器</p>
1	ALM0C1	<p><b>闹铃0分钟比较使能位</b>            0: 闹铃不比较分钟寄存器            1: 闹铃比较分钟寄存器</p>
0	ALM0C0	<p><b>闹铃0秒比较使能位</b>            0: 闹铃不比较秒寄存器            1: 闹铃比较秒寄存器</p>

Table 8.44 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						
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 8.45 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						
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 8.46 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 8.47 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 8.48 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 8.49 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						
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 8.50 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						
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 8.51 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 8.52 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	OUTEN1	OUTEN0	OUTS	OUTF
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	*	*
复位值(WDT/LVR/PIN)	0	u	u	u	0	0	u	u

位编号	位符号	说明
7	RTCRD	<b>时间日历寄存器读锁存控制位</b> 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	<b>RTC内部定时器允许位</b> 0: 停止内部定时器 1: 启动内部定时器
5-4	ITS[1:0]	<b>RTC内部定时器时钟选择位</b> 00: RTC时钟源的128分频 01: 秒 (非补偿过) 10: 分钟 11: 小时
3-2	OUTEN[1:0]	<b>RTC多功能输出使能位</b> X0: 关闭RTC多功能信号输出 11: RTC多功能信号从CALOUT2引脚输出
1	OUTS	<b>RTC多功能输出极性切换控制</b> 0: 正极性, 有效电平为高 1: 负极性, 有效电平为低
0	OUTF	<b>校准模式下的CALOUT引脚输出频率选择位</b> 0: 输出低频补偿过的周期为1s的时钟 1: 输出高频补偿过的周期为1s的时钟 *

**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 8.53 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 8.54 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 8.55 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 8.56 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 8.57 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 8.58 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低电压检测

HXE12P01B 内部集成3个LPD，对分别对3组电源的电压进行检测。

### 8.6.1 LPD1:

低电压检测功能（LPD1）用来监测V<sub>DD</sub>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<sub>DD</sub>电压低于3V，则硬件设置标记FVDD为0；若检测到V<sub>DD</sub>高于3V，则硬件设置标记FVDD为1。低电压检测功能提供VIN引脚和V<sub>DD</sub>电压标记给电源管理功能，但只有V<sub>DD</sub>电压标记能够实现供电的自动切换。

**Table 8.87 低电压检测控制寄存器**

C6H	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
LPD1CON	LPD1EN	FVIN	LPD1IF	FVDD	LPD1SF	VINITM1	VINITM0	-
读/写	读/写	读	读/写	读	读	读/写	读/写	-
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	1	0	0	0	0	0	0	-

位编号	位符号	说明
7	LPD1EN	LPD1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	LPD1IF	LPD1中断请求标志 0: 无中断挂起读/写 1: 中断挂起
4	FVDD	V <sub>DD</sub> 电压状态标记 0: V <sub>DD</sub> 电压低于3V 1: V <sub>DD</sub> 电压高于3V
3	LPD1SF	LPD1中断源标志 0: V <sub>DD</sub> 电压引起中断 1: VIN引脚电压引起中断
2-1	VINITM[1:0]	VIN中断模式选择 00: 边沿触发 01: 低电平触发(低于1.2V触发) 1x: 高电平触发(高于1.2V触发)

**8.6.2 LPD:**

LPD2 用于监测VOUT电源的电压状态。LPD3 用于监测V<sub>FCAP</sub>引脚的电压状态。

**Table 8.88 VOUT (LPD2) 低电压检测控制寄存器**

C7H	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
LPD2CON	LPD2EN	LPD2F	LPD3EN	LPD3F	LPDS3	LPDS2	LPDS1	LPDS0
读/写	读/写	读	读/写	读	读/写	读/写	读/写	读/写
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	0	0	1	0	0	0	0	0

位编号	位符号	说明
7	LPD2EN	<b>LPD2允许位</b> 0: 禁止低电压检测 1: 允许低电压检测
6	LPD2F	<b>LPD2状态标志位</b> 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>
5	LPD3EN	<b>LPD3允许</b> 0:禁止低电压检测 1:允许低电压检测(默认)
4	LPD3F	<b>VFCAP电压状态标记</b> 0: VFCAP电压低于3V 1: VFCAP电压高于3V
3-0	LPDS[3:0]	<b>LPD2电压设置位</b> 0000: 2.55 V 0001: 2.70 V 0010: 2.85 V 0011: 3.00 V 0100: 3.15 V 0101: 3.30 V 0110: 3.45 V 0111: 3.60 V 1000: 3.75 V 1001: 3.90 V 1010: 4.05 V 1011: 4.20 V 1100: 4.35 V 1101: 4.50 V 111X: 4.65 V

## 8.7 低电压复位 (LVR)

### 8.7.1 特性

- LVR 去抖动时间  $T_{LVR}$  为 30-60 $\mu$ 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，HXE12P01B 将产生内部复位。LVR 去抖动时间  $T_{LVR}$  大约为 30 $\mu$ s-60 $\mu$ 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 HXE12P01B 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。

## 8.8看门狗定时器（WDT），程序超范围溢出（OVL）复位及其它复位状态

### 8.8.1 特性

- 程式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

HXE12P01B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：

## 8.8.2 寄存器

Table 8.89 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	<b>看门狗溢出或程序超范围溢出标志位</b> 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	<b>上电复位标志位</b> 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	<b>低压复位标志位</b> 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	<b>Reset引脚复位标志位</b> 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]	<b>WDT溢出周期控制位</b> 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 <b>注意:</b> 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。

## 8.9 电源管理

HXE12P01B提供3种供电方式，分别是外部电源从V<sub>DD</sub>引脚输入经开关至V<sub>OUT</sub>，外部法拉电容从V<sub>FCAP</sub>引脚输入经开关至V<sub>OUT</sub>，电池从VBAT引脚输入经开关至V<sub>OUT</sub>。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V<sub>FCAP</sub>。若V<sub>FCAP</sub>电压低于3V，则自动切换至电池供电；若外部电源恢复供电，则自动由电池或V<sub>FCAP</sub>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LPD1实现。电池和V<sub>FCAP</sub>供电之间的切换由内建的低电压检测LPD3实现，在V<sub>DD</sub>供电低于3V时，如果V<sub>FCAP</sub>高于3V，系统由V<sub>FCAP</sub>供电，否则由电池供电。

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<sub>DD</sub>单独上电供电还是V<sub>FCAP</sub>单独上电供电或电池单独上电供电，或两者，三者同时上电供电，HXE12P01B都能正常工作。

自动切换功能可通过AUTOS（PWRCON1.0）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（PWRCON1.0）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（PWRCON.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，后设置供电源，必须连续指令，否则供电模式切换无效。

除此以外，HXE12P01B还在V<sub>DD</sub>引脚内建负载电路，用于电源切换时候，避免V<sub>DD</sub>引脚负载变化过大，而导致V<sub>DD</sub>引脚电压波动较大，频繁电源切换。负载电路由1个3K电阻和控制开关组成，控制开关合上时，3K电阻接在V<sub>DD</sub>引脚和GND之间。控制开关由PWRCON2的VDDDISC位控制。

**Table 8.90** 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源切换。只有写入55H后连续指令修改PWRCON/LDOCON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。否则在下一个周期中PASLO将被硬件清0，AUTOS或VOUTS[1:0]位恢复前值。

### 8.9.3 寄存器

**Table 8.91** 电源控制寄存器1

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
PWRCON1	-	-	-	-	-	VOUTS1	VOUTS0	AUTOS
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

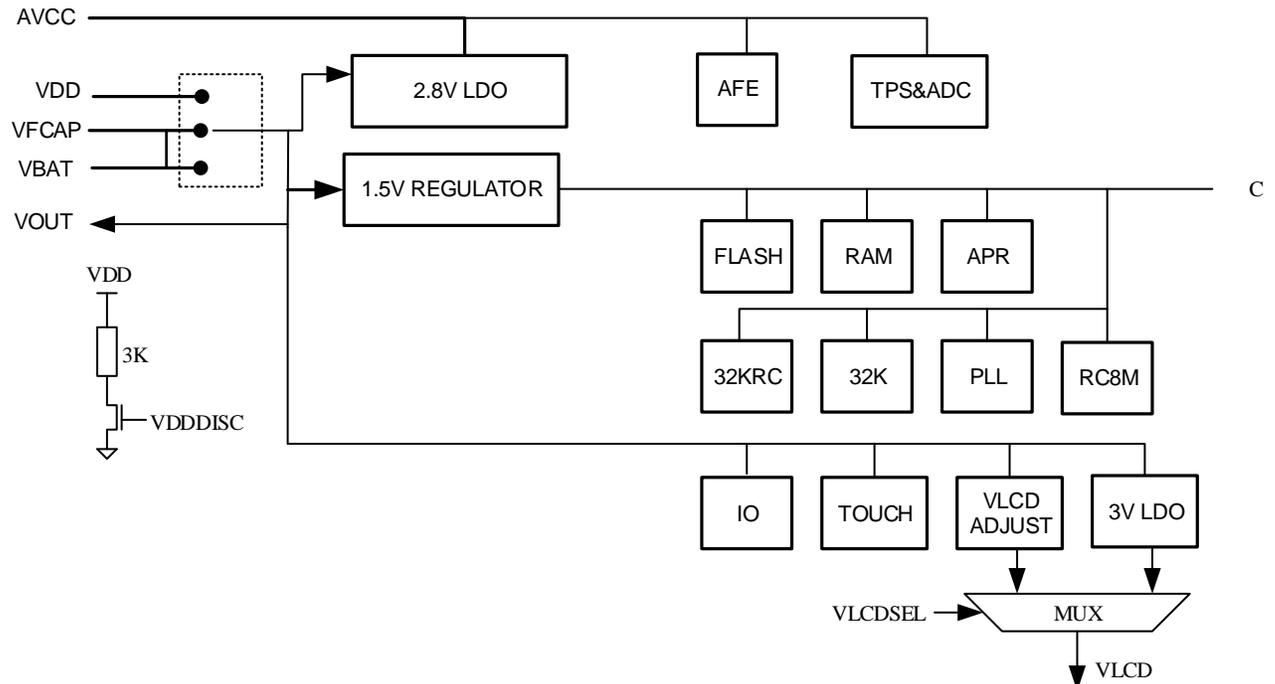
位编号	位符号	说明
2-1	VOUTS[1:0]	供电电源状态 00: VDD供电至VOUT 01: VFCAP供电至VOUT 1X: VBAT供电至VOUT
0	AUTOS	供电自动切换允许 0: 允许供电自动切换 1: 禁止供电自动切换

Table 8.92 电源控制寄存器2

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
PWRCON2	LDO28ON	LCDLDO1	LCDLDO0	VDDDISC	-	-	-	-
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	-	-	-	-

位编号	位符号	说明
7	LDO28ON	2.8V LDO电路开关控制 0: 关闭 1: 打开
6-5	LCDLDO[1:0]	LCDLDO电压调节: 00:3V 01:2.95V 10:3.05V 11:3.1V
4	VDDDISC	VDD 负载开关控制 0: VDD不接内部3K负载 1: VDD接内部3K负载

各功能模块的供电状况如下（实际VFCAP未引出）：



### 8.9.1 低功耗模式

为减少功耗，HXE12P01B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HXE12P01B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HXE12P01B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HXE12P01B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HXE12P01B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，HXE12P01B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（如INT4），RTC中断，Touch KEY中断和LPD中断能使HXE12P01B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HXE12P01B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。

### 各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 & 3, TIMER0 & 1 & 2
软件控制（运行/禁止）的功能模块	PLL, LCD, ADC(TPS), LPD, EUART0 & 1 & 3, TIMER0 & 1 & 2	计量模块, PLL, LCD, ADC, LPD, EUART0 & 1 & 3, TIMER0 & 1 & 2,	计量模块 (常数计量模式), PLL, LCD, LPD, ADC(TPS)
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

为了进一步降低掉电模式下的功耗，可以通过暂时降低掉电模式下1.5V regulator的电压来降低功耗，正常工作时候的regualtor电压不受该寄存器控制，1.5V regulator电压可以通过以下寄存器进行设置：

**Table 8.93 LDOCON控制寄存器:**

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
LDOCON	LPEN3	LPEN2	LPEN1	LPEN0	-	LDOVOL2	LDOVOL1	LDOVOL0
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	1 u 1 1

位编号	位符号	说明
7-4	LPEN[3:0]	LDO 降低电压功能使能寄存器： LPEN[3:0]=0X5时，掉电模式下，采用寄存器LDOVOL[3:0]设定值作为1.5V regulator电压。 其他值，关闭该功能
2-0	LDOVOL[2:0]	<b>1.5V regulator LDO电压寄存器调节：</b> 000:1.30V 001:1.35V 010:1.40V 011:1.45V 100:1.50V 101:1.55V (default) 110:1.60V 111:1.65V 注：必须LDOLO=0X55, LDOCON才允许写操作

该寄存器只有PASLO=0X55时候，才能被修改。

**Table 8.94 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 8.95 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

```

## 8.10 预热计数器

### 8.10.1 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

HXE12P01B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。

HXE12P01B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，HXE12P01B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	低频4	无	低频1 高频有

#### 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	$2^{13} \times T_{osc}$
8MHz RC 振荡器	$2^7 \times T_{HRC}$
32kHz RC 振荡器	$2^7 \times T_{LRC}$

CKS: 内部2M RC

### 8.11 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: P1.0用作RST引脚 (默认)
- 1: P1.0用作I/O引脚

**OP\_VIN[2]:**

- 0: P0.3用作I/O引脚 (默认)
- 1: P0.3用作VIN引脚

**OP\_EEPROMSIZE:**

- 1111: 8 x 512Bytes
- 1110: 7 x 512Bytes
- 1101: 6 x 512Bytes
- 1100: 5 x 512Bytes
- 1011: 4 x 512Bytes
- 1010: 3 x 512Bytes
- 1001: 2 x 512Bytes
- 1000: 1 x 512Bytes
- 其余: 0 bytes

## 9. 电能计量

### 9.1 特性

HXE12P01B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3000:1内有功误差小于0.1%
- 在动态范围1500:1内无功误差小于0.1%
- 电压、电流有效值，电压频率电参数测量
- 脉冲输出PF/QF
- 过零、失压中断检测
- 支持直流计量
- 支持掉零线计量模式，3路ADC计量时，功耗低至800uA
- 支持DIMMER窃电检测
- 支持快速电流检测
- 支持常数计量模式
- 支持双锰铜计量
- 支持程序控制脉冲输出
- 支持单相三线制计量
- 小电流加速校表

HXE12P01B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）

HXE12P01B模拟前端包含三个模拟增益放大器（PGA）、三个 $\Sigma$ - $\Delta$ 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2、4、8、16。

	放大倍数	最大输入信号
电压通路	2	0.2V
	4	0.1V
电流通路	2	0.2V
	4	0.1V
	8	0.05V
	16	0.025V

#### 9.2.2 模数转换器（ADC）

HXE12P01B提供23位 $\Sigma$ - $\Delta$ 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19.2kHz。

#### 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1.2V，温度系数 $\pm 25\text{ppm}/^\circ\text{C}$ 。

### 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	EMUCLKS1	EMUCLKS0	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							

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	EMUCLKS[1:0]	EMU模块时钟控制信号 00: 关闭EMU的时钟输入 01: 选择32K时钟作为EMU模块工作时钟 10: 选择并使能RC8M时钟作为EMU模块工作时钟 11: 选择并使能PLL时钟作为EMU模块工作时钟
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: 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9.8304MHz时，需插入10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	APWR1H	3	通道1瞬时有功功率值高位
04H	RPWR1H	3	通道1瞬时无功功率值高位
05H	APWR2H	3	通道2瞬时有功功率值高位
06H	RPWR2H	3	通道2瞬时无功功率值高位
07H	AERY	3	有功电能累加值
08H	RERY	3	无功电能累加值
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
0EH	VARPA	3	无功电能脉冲累计值
0FH	APWRA1H	3	通道1平均有功功率值高位(设定周期)
10H	RPWRA1H	3	通道1平均无功功率值高位(设定周期)
11H	APWRA2H	3	通道2平均有功功率值高位(设定周期)
12H	RPWRA2H	3	通道2平均无功功率值高位(设定周期)
13H	AERYL	3	有功电能累加低位值
14H	RERYL	3	无功电能累加低位值
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
17H	RERY_CONSTH	3	常数模式无功电能累加值
18H	AERY_CONSTL	3	常数模式有功电能累加低位值
19H	RERY_CONSTL	3	常数模式无功电能累加低位值
1AH	WPA_CONST	3	常数模式有功电能脉冲累计值
1BH	VARPA_CONST	3	常数模式无功电能脉冲累计值
20H	APWRA1L	2	通道1平均有功功率值低位(设定周期)

21H	RPWRA1L	2	通道1平均无功功率值低位（设定周期）
22H	APWRA2L	2	通道2平均有功功率值低位（设定周期）
23H	RPWRA2L	2	通道2平均无功功率值低位（设定周期）
24H	APWR1L	2	通道1瞬时有功功率值低位
25H	RPWR1L	2	通道1瞬时无功功率值低位
26H	APWR2L	2	通道2瞬时有功功率值低位
27H	RPWR2L	2	通道2瞬时无功功率值低位

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	0	0	0	0	0	0
	u	u	u	u	u	u	u
	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0

位编号	位符号	说明
23-0	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	0	0	0	0	0	0
	u	u	u	u	u	u	u
	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0

位编号	位符号	说明
23-0	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	0	0	0	0	0	0
	u	u	u	u	u	u	u
	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0

位编号	位符号	说明
23-0	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高位

03H	第23位	第22位	第21位	第20-3位	第2位	第1位	第0位
APWR1H	APWR1H.23	APWR1H.22	APWR1H.21	APWR1H.20...3	APWR1H.2	APWR1H.1	APWR1H.0
读/写	读	读	读	读	读	读	读
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	0	0	0	0	0	0	0
	u	u	u	u	u	u	u
	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0

位编号	位符号	说明
23-0	APWR1H[23:0]	通道1瞬时有功功率值高位，二进制补码表示有符号数 <i>注意：正数表示正有功；负数表示负有功</i>

Table 9.10 通道1瞬时无功功率值寄存器高位

04H	第23位	第22位	第21位	第20-3位	第2位	第1位	第0位
RPWR1H	RPWR1H.23	RPWR1H.22	RPWR1H.21	RPWR1H.20	RPWR1H.2	RPWR1H.1	RPWR1H.0
读/写	读	读	读	读	读	读	读
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	0	0	0	0	0	0	0
	u	u	u	u	u	u	u
	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0
位编号	位符号	说明					
23-0	RPWR1H[23:0]	通道1瞬时无功功率值高位，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高位

05H	第23位	第22位	第21位	第20-3位	第2位	第1位	第0位
APWR2H	APWR2H.23	APWR2H.22	APWR2H.21	APWR2H.20	APWR2H.2	APWR2H.1	APWR2H.0
读/写	读	读	读	读	读	读	读
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	0	0	0	0	0	0	0
	u	u	u	u	u	u	u
	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0
位编号	位符号	说明					
23-0	APWR2H[23:0]	通道2瞬时有功功率值高位，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无功功率值寄存器高位

06H	第23位	第22位	第21位	第20-3位	第2位	第1位	第0位
RPWR2H	RPWR2H.23	RPWR2H.22	RPWR2H.21	RPWR2H.20	RPWR2H.2	RPWR2H.1	RPWR2H.0
读/写	读	读	读	读	读	读	读
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	0	0	0	0	0	0	0
	u	u	u	u	u	u	u
	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0
位编号	位符号	说明					
23-0	RPWR2H[23:0]	通道2瞬时无功功率值高位，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 (CONST\_EN=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	0	0	0	0	0	0
	u	u	u	u	u	u	u
	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0
位编号	位符号	说明					
23-0	AERY[23:0]	有功电能累加值，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 (CONST\_EN=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	0	0	0	0	0	0
	u	u	u	u	u	u	u
	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0

位编号	位符号	说明
23-0	RERY[23:0]	无功电能累加值，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	0	0	0	0	0	0
	u	u	u	u	u	u	u
	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0

位编号	位符号	说明
15-0	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,通过对电压通道2次正向过零进行计数的方式,得到频率值,更新周期为输入信号周期的2倍,测量范围 40~70Hz.

频率的转换公式为:  $ADCKSEL/FREQ$

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	0	0	0	0	0	0
	u	u	u	u	u	u	u
	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0

位编号	位符号	说明
23-0	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	0	0	0	0	0	0
	u	u	u	u	u	u	u
	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0

位编号	位符号	说明
23-0	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 (CONST\_EN=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						
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 (CONST\_EN=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						
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平均有功功率值高位 (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
APWRA1H	APWRA1H.2	APWRA1H.2	APWRA1H.2	APWRA1H.20	APWRA1H.2	APWRA1H.1	APWRA1H.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	APWRA1H[23:0]	通道1平均有功功率值高位 (设定周期), 二进制补码表示有符号数, 设定周期有SUMSAMPs设定, 有符号数 <b>注意:</b> 正数表示正有功; 负数表示负有功					

Table 9.22 通道1平均无功功率值高位（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
RPWRA1H	RPWRA1H.2	RPWRA1H.2	RPWRA1H.2	RPWRA1H.20	RPWRA1H.2	RPWRA1H.1	RPWRA1H.0
读/写	读	读	读	读	读	读	读
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	0 u 0 0						

位编号	位符号	说明
23-0	RPWRA1H[23:0]	通道1平均无功功率值高位（设定周期），二进制补码表示有符号数，设定周期有SUMSAMPS设定，有符号数 <i>注意：负数表示正无功；正数表示负无功</i>

Table 9.23 通道2平均有功功率值高位（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
APWRA2H	APWRA2H.2	APWRA2H.2	APWRA2H.2	APWRA2H.20	APWRA2H.2	APWRA2H.1	APWRA2H.0
读/写	读	读	读	读	读	读	读
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	0 u 0 0						

位编号	位符号	说明
23-0	APWRA2H[23:0]	通道2平均有功功率值高位（设定周期），二进制补码表示有符号数，设定周期有SUMSAMPS设定，有符号数 <i>注意：正数表示正有功；负数表示负有功</i>

Table 9.24 通道2平均无功功率值高位（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
RPWRA2H	RPWRA2H.2	RPWRA2H.2	RPWRA2H.2	RPWRA2H.20	RPWRA2H.2	RPWRA2H.1	RPWRA2H.0
读/写	读	读	读	读	读	读	读
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	0 u 0 0						

位编号	位符号	说明
23-0	RPWRA2H[23:0]	通道2平均无功功率值高位（设定周期），二进制补码表示有符号数，设定周期有SUMSAMPS设定，有符号数。 <i>注意：负数表示正无功；正数表示负无功</i>

Table 9.25 有功电能累加低位值寄存器 (CONST\_EN=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	0	0	0	0	0	0
	u	u	u	u	u	u	u
	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0

位编号	位符号	说明
23-0	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 (CONST\_EN=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	0	0	0	0	0	0
	u	u	u	u	u	u	u
	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0

位编号	位符号	说明
23-0	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	0	0	0	0	0	0
	u	u	u	u	u	u	u
	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0

位编号	位符号	说明
23-0	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

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	0	0	0	0	0	0
	u	u	u	u	u	u	u
	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0

位编号	位符号	说明
23-0	AERY_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

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

18H	第23位	第22位	第21位	第20-3位	第2位	第1位	第0位
AERY_CONSTL	AERY_CON STL.23	AERY_CON STL.22	AERY_CON STL.21	AERY_CON STL.20...3	AERY_CON STL.2	AERY_CON STL.1	AERY_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	AERY_CONSTL [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

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

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

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

Table 9.38 通道1平均有功功率值低位（设定周期）

20H	第15位	第14位	第13位	第12-3位	第2位	第1位	第0位
APWRA1L	APWRA1L.15	APWRA1L.14	APWRA1L.13	APWRA1L.12...	APWRA1L.2	APWRA1L.1	APWRA1L.0
读/写	读	读	读	读	读	读	读
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	0 u 0 0						

位编号	位符号	说明
15-0	APWRA1L[15:0]	通道1平均有功功率值低位（设定周期）

Table 9.39 通道1平均无功功率值低位（设定周期）

20H	第15位	第14位	第13位	第12-3位	第2位	第1位	第0位
RPWRA1L	RPWRA1L.1	RPWRA1L.1	RPWRA1L.1	RPWRA1L.12	RPWRA1L.2	RPWRA1L.1	RPWRA1L.0
读/写	读	读	读	读	读	读	读
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	0 u 0 0						

位编号	位符号	说明
15-0	RPWRA1L[15:0]	通道1平均无功功率值低位（设定周期）

Table 9.40 通道2平均有功功率值低位（设定周期）

22H	第15位	第14位	第13位	第12-3位	第2位	第1位	第0位
APWRA2L	APWRA2L.15	APWRA2L.14	APWRA2L.13	APWRA2L.12..	APWRA2L.2	APWRA2L.1	APWRA2L.0
读/写	读	读	读	读	读	读	读
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	0 u 0 0						

位编号	位符号	说明
15-0	APWRA2L[15:0]	通道2平均有功功率值低位（设定周期）

Table 9.41 通道2平均无功功率值低位（设定周期）

23H	第15位	第14位	第13位	第12-3位	第2位	第1位	第0位
RPWRA2L	RPWRA2L.1	RPWRA2L.1	RPWRA2L.1	RPWRA2L.12	RPWRA2L.2	RPWRA2L.1	RPWRA2L.0
读/写	读	读	读	读	读	读	读
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	0 u 0 0						

位编号	位符号	说明
15-0	RPWRA2L[15:0]	通道2平均无功功率值低位（设定周期）

Table 9.42 通道1瞬时有功功率值寄存器低位

24H	第15位	第14位	第13位	第12-3位	第2位	第1位	第0位
APWR1L	APWR1L.15	APWR1L.14	APWR1L.13	APWR1L.12	APWR1L.2	APWR1L.1	APWR1L.0
读/写	读	读	读	读	读	读	读

复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	0 u 0 0						
位编号	位符号	说明					
15-0	APWR1L[15:0]	通道1瞬时有功功率值低位					

Table 9.43 通道1瞬时无功功率值寄存器低位

25H	第15位	第14位	第13位	第12-3位	第2位	第1位	第0位
RPWR1L	RPWR1L.15	RPWR1L.14	RPWR1L.13	RPWR1L.12	RPWR1L.2	RPWR1L.1	RPWR1L.0
读/写	读	读	读	读	读	读	读
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	0 u 0 0						
位编号	位符号	说明					
23-0	RPWR1L[15:0]	通道1瞬时无功功率值低位					

Table 9.42 通道2瞬时有功功率值寄存器低位

26H	第15位	第14位	第13位	第12-3位	第2位	第1位	第0位
APWR2L	APWR2L.15	APWR2L.14	APWR2L.13	APWR2L.12	APWR2L.2	APWR2L.1	APWR2L.0
读/写	读	读	读	读	读	读	读
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	0 u 0 0						
位编号	位符号	说明					
15-0	APWR2L[15:0]	通道2瞬时有功功率值低位					

Table 9.43 通道2瞬时无功功率值寄存器低位

27H	第15位	第14位	第13位	第12-3位	第2位	第1位	第0位
RPWR2L	RPWR2L.15	RPWR2L.14	RPWR2L.13	RPWR2L.12	RPWR2L.2	RPWR2L.1	RPWR2L.0
读/写	读	读	读	读	读	读	读
复位值 (POR/WDT/LVR/PIN)	0 u 0 0						
位编号	位符号	说明					
23-0	RPWR2L[15:0]	通道2瞬时无功功率值低位					

## 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	3	通道1有功功率偏置
3AH	WATT2OS	3	通道2有功功率偏置
3BH	VAR1OS	3	通道1无功功率偏置
3CH	VAR2OS	3	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2 ADC偏置设置
42H	ADCOSU	2	电压通道 ADC偏置设置
43H	SPTSP	2	有功功率启动设置寄存器
44H	SPTSQ	2	无功功率启动设置寄存器
45H	VCONST	3	掉零线电压固定值
46H	SAGTHR	2	失压门限设置
47H	SAGCNT	2	失压采样计数
48H	ICONT	2	输出脉冲频率设置
49H	PCNT	2	快速有功脉冲计数, 二进制补码表示有符号值
4AH	QCNT	2	快速无功脉冲计数, 二进制补码表示有符号值
4BH	SUMSAMPS	2	计算周期设置寄存器
4CH	APCONST	3	有功功率常数设置寄存器
4DH	RPCONST	3	无功功率常数设置寄存器
4EH	PCNT_CONST	2	快速有功脉冲计数, 二进制补码表示有符号值
4FH	QCNT_CONST	2	快速无功脉冲计数, 二进制补码表示有符号值
50H	DIMTHR	3	DIMMER判断阈值设置
51H	DIMCNT	1	DIMMER超差计数阈值
52H	SAMPCON	1	波形采样配置寄存器:
5AH	HPFEFFB	3	高通系数B
5BH	HPFEFFA	3	高通系数A
60H	LPFEFFB	3	低通系数B

61H	LPFEFFA	3	低通系数A
-----	---------	---	-------

Table 9.44 EMU计量配置寄存器0

30H	第23位	第22位	第21位	第20位	第19位	第18位	第17位	第16位
EMUCFG0				ADCCKS EL1	ADCCKS EL0			
读/写	-	-	-	读/写	读/写	-	-	-
复位值 (POR/WDT/LVR/ PIN)	-	-	-	0 u 0 0	0 u 0 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								APGAU0
读/写	-	-	-	-	-	-	-	读/写
复位值 (POR/WDT/LVR/ PIN)	-	-	-	-	-	-	-	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	INPUTSH ORT	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							

位编号	位符号	说明
20-19	ADCCKSEL[1:0]	ADC工作时钟分频选择 EMUCLKS=01时:固定为32K EMUCLKS=1X时: 00: PLL/4=2457600,高精度模式 01: PLL/8=1228800,保留 10:PLL/32=307200,掉零线模式 11:PLL/64=153600,直流计量
8	APGAU0	电压通道0模拟PGA增益选择 0: 2倍增益(默认) 1: 4倍增益
7-6	APGAI2[1:0]	电流通道2模拟PGA增益选择 00: 2倍增益(默认) 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: 2倍增益(默认) 01: 4倍增益 10: 8倍增益 11: 16倍增益
3	INPUTSHORT	通道输入引脚内部短接到地

2	ADCUON	电流通道的ADC使能控制 0: 关闭ADC(默认) 1: 打开ADC
1	ADCI2ON	电流通道2的ADC使能控制 0: 关闭ADC(默认) 1: 打开ADC
0	ADCI1ON	电流通道1的ADC使能控制 0: 关闭ADC(默认) 1: 打开ADC

位编号	位符号	说明
15-0	EMUCFG0[15-0]	EMU计量配置寄存器0, 典型配置为0x000067。

Table 9.45 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	QFEN	PFEN	MNL	DCCON1	DCCON0	HPFON	PWidth1
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							
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	PWidth0	PFast1	PFast0	QMOD1	QMOD0	PMOD1	PMOD0	RMSLPFEN B
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							
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	CONST_EN	CmodeFreq1	CmodeFreq0	Cmodeen
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							

位编号	位符号	说明
23	POL	PF/QF输出极性控制 0: 高电平有效(默认) 1: 低电平有效
22	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
21	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
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替代电压采样值进行功率计算

19-18	DCCON[1:0]	<b>直流计量控制</b> 0X: 关闭直流计量模式 10: 开启直流计量模式, 设置CIC滤波器阻带截止频率为50HZ 11: 开启直流计量模式, 设置CIC滤波器阻带截止频率为60HZ
17	HPFON	<b>通道高通滤波器选择</b> 0: 打开高通滤波器(默认) 1: 关闭高通滤波器
16-15	PWidth[1:0]	<b>输出脉冲宽度:</b> 00: 90ms(+/-5%)(默认) 01: 45ms(+/-5%) 10: 22.5ms(+/-5%) 11: 11ms(+/-5%)
14-13	PFAST[1:0]	<b>小信号脉冲加速选择</b> 00: 脉冲1倍数(默认) 01: 脉冲4倍数 10: 脉冲8倍数 11: 脉冲16倍数
12-11	QMOD[1:0]	<b>无功电能累加方式选择</b> 00: 无功功率直接累加(默认) 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
10-9	PMOD[1:0]	<b>有功能量累加方式选择</b> 00: 有功功率直接累加(默认) 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
8	RMSLPFENB	<b>有效值数据经过低通使能</b> 0: 有效值数据经过低通 (默认) 1: 有效值数据不经过低通
7	QRUN	<b>无功能量累加使能</b> 0: 停止累加(默认) 1: 允许累加
6	PRUN	<b>有功能量累加使能</b> 0: 停止累加(默认) 1: 允许累加
5-4	PWRSEL[1:0]	<b>计量通道选择:</b> 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	CONST_EN	<b>常数计量模式控制</b> 0: 常数计量模式关闭(默认) 1: 常数计量模式打开
2-1	CmodeFreq[1:0]	<b>累加频率选择</b> CONST_EN=0时, 固定为更新频率*4 CONST_EN=1时, 固定为32768 例: CONST_EN=0 EMUCLKS[1:0]=11 (PLL) ADCCKSEL[1:0]=00/01时, 固定更新频率为19.2*4 ADCCKSEL[1:0]=10时, 固定更新频率为4.8*4

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
---	---------	--

位编号	位符号	说明
23-0	EMUCFG1[23-0]	EMU计量配置寄存器1典型配置为0x0040C1

Table 9.46 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	-	-	-	-	-	-	-	-
读/写	-	-	-	-	-	-	-	-
复位值 (POR/WDT/L VR/PIN)	-	-	-	-	-	-	-	-
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	-	ADCRST_ U	ADCRST_ I2	ADCRST_ I1	VREF_CU RS.1	VREF_CU RS.0	PGA_CU RS.4	PGA_CU RS.3
读/写	-	读/写						
复位值 (POR/WDT/L VR/PIN)	-	0 u 0 0	0 u 0 0	0 u 0 0	1 u 1 1	1 u 1 1	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
EMUCFG2	PGA_CU RS.2	PGA_CU RS.1	PGA_CU RS.0	ADC_CU RS.4	ADC_CU RS.3	ADC_CU RS.2	ADC_CU RS.1	ADC_CU RS.0
读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
复位值 (POR/WDT/L VR/PIN)	1 u 1 1	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
14	ADCRST_U	电压通道模拟ADC复位控制 0: ADC处于正常工作状态(默认) 1: ADC处于复位状态
13	ADCRST_I2	电流通道2模拟ADC复位控制 0: ADC处于正常工作状态(默认) 1: ADC处于复位状态
12	ADCRST_I1	电流通道1模拟ADC复位控制 0: ADC处于正常工作状态(默认) 1: ADC处于复位状态
11-10	VREF_BUFFER_CURS[1:0]	VREF Buffer电流调节 11: 默认功耗 (对应ADC时钟为EMUCLK, EMUCLKS=1) 10: 低功耗模式(对应ADC时钟为EMUCLK/4, EMUCLKS=1) 00: 超低功耗模式=00 (对应ADC时钟为32K)
9-5	PGA_CURS[4:0]	PGA电流调节 00100: 默认功耗 (对应ADC时钟为EMUCLK, EMUCLKS=1) 01100: 低功耗模式(对应ADC时钟为EMUCLK/4, EMUCLKS=1) 11100: 超低功耗模式=11100 (对应ADC时钟为32K)
4-0	ADC_CURS[4:0]	ADC电流调节 00100: 默认功耗 (对应ADC时钟为EMUCLK, EMUCLKS=1) 01100: 低功耗模式(对应ADC时钟为EMUCLK/4, EMUCLKS=1) 11100: 超低功耗模式=11100 (对应ADC时钟为32K)

位编号	位符号	说明
23-0	EMUCFG2[23-0]	EMU计量配置寄存器2设置典型值为0x0C84,掉零线模式下建议值为0x098C

Table 9.47 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	-	-	VREFT4	VREFT3	VREFT2	VREFT1	VREFT0	PD_BG
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	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_CHO PCK_SEL .1	BG_CHO PCK_SEL .0	BG_DEM CK_SEL. 1	BG_DEM CK_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
13-9	VREFT[4:0]	VREF温度系数调节寄存器 默认值以及调节方向待样品测试后确定
8	PD_BG	VREF使能 =0,NORMAL MODE; =1,STOP MODE,默认=0
7	EN_BG_CHOP	VREF CHOP时钟使能,默认=1
5-4	BG_CHOPCK_SEL[1:0]	VREF CHOP时钟选择 EMUCLKS=1X: 00: EMUCLK/64 01: EMUCLK /32 10: EMUCLK /16(默认) 11: EMUCLK /8 EMUCLKS=01: 00: EMUCLK/4 01: EMUCLK/2 10: EMUCLK 11: EMUCLK

位编号	位符号	说明
15-0	EMUCFG3[15-0]	EMU计量配置寄存器3设置典型值为0x0E8

Table 9.48 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						

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 9.49 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						

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+/-5度。

相关配置公式如下：(TBD)

对于50Hz信号，

$$PXCAL = \text{round}\left(\frac{1.16065 \cdot Err}{0.01636 + 0.58028 \cdot Err} \times 2^{15}\right) \quad (\text{当Err} \geq 0 \text{时})$$

或

$$PXCAL = \text{round}\left(-\frac{1.14901 \cdot Err}{0.01636 - 0.57447 \cdot Err} \times 2^{15}\right) \quad (\text{当Err} < 0 \text{时})$$

对于60Hz信号，

$$PXCAL = \text{round}\left(\frac{1.16061 \cdot Err}{0.01963 + 0.58025 \cdot Err} \times 2^{15}\right) \quad (\text{当Err} \geq 0 \text{时})$$

或

$$PXCAL = \text{round}\left(\frac{1.14898 \cdot Err}{0.01963 - 0.57443 \cdot Err} \times 2^{15}\right) \quad (\text{当Err} < 0 \text{时})$$

Table 9.50 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						

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

Table 9.51 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	0	0	0	0	0	0
	u	u	u	u	u	u	u
	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0

位编号	位符号	说明
15-0	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 9.52 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	0	0	0	0	0	0
	u	u	u	u	u	u	u
	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0

位编号	位符号	说明
15-0	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 9.53 通道1有功功率偏置

39H	第23位	第22位	第21位	第20-3位	第2位	第1位	第0位
WATT1OS	W1OS.23	W1OS.22	W1OS.21	W1OS.20...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	0	0	0	0	0	0
	u	u	u	u	u	u	u
	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0

位编号	位符号	说明
23-0	W1OS[23:0]	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 9.54 通道2有功功率偏置

3AH	第23位	第22位	第21位	第20-3位	第2位	第1位	第0位
WATT2OS	W2OS.23	W2OS.22	W2OS.21	W2OS.20...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	0	0	0	0	0	0
	u	u	u	u	u	u	u
	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0

位编号	位符号	说明
23-0	W2OS[23:0]	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 9.55 通道1无功功率偏置

3BH	第23位	第22位	第21位	第20-3位	第2位	第1位	第0位
VAR1OS	VAR1OS.23	VAR1OS.22	VAR1OS.21	VAR1OS.20...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						

位编号	位符号	说明
23-0	VAR1OS[23:0]	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 9.56** 通道2无功功率偏置

3CH	第23位	第22位	第21位	第20-3位	第2位	第1位	第0位
VAR2OS	VAR2OS.23	VAR2OS.22	VAR2OS.21	VAR2OS.20..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						

位编号	位符号	说明
23-0	VAR2OS[23:0]	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 9.57 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						

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。

Table 9.58 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						

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。

Table 9.59 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						

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 9.60 电流通道1 输入偏置设置

40H	第15位	第14位	第13位	第12-3位	第2位	第1位	第0位
OSI1	OSI1.15	OSI1.14	OSI1.13	OSI1.12..3	OSI1.2	OSI1.1	OSI1.0
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						

位编号	位符号	说明
15-0	OSI1[15:0]	通道输入偏置设置，二进制补码表示有符号数

电流通道1 输入偏置计量位置在高通滤波器之前。

Table 9.61 电流通道2 输入偏置设置

41H	第15位	第14位	第13位	第12-3位	第2位	第1位	第0位
OSI2	OSI2.15	OSI2.14	OSI2.13	OSI2.12..3	OSI2.2	OSI2.1	OSI2.0
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						

位编号	位符号	说明
15-0	OSI2[15:0]	通道输入偏置设置，二进制补码表示有符号数

电流通道2 输入偏置计量位置在高通滤波器之前。

Table 9.62 电压通道输入偏置设置

42H	第15位	第14位	第13位	第12-3位	第2位	第1位	第0位
OSU	OSU.15	OSU.14	OSU.13	OSU.12..3	OSU.2	OSU.1	OSU.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						

位编号	位符号	说明
15-0	OSU[15:0]	通道输入偏置设置，二进制补码表示有符号数

Table 9.63 有功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
SPTSP	SPTSP.15	SPTSP.14	SPTSP.13	SPTSP.12...	SPTSP.2	SPTSP.1	SPTSP.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						

位编号	位符号	说明
15-0	SPTSP [15:0]	有功功率启动阈值设置, 无符号值

如果平均有功功率值大于等于SPTSP, 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。

Table 9.64 无功功率启动设置寄存器

44H	第15位	第14位	第13位	第12-3位	第2位	第1位	第0位
SPTSQ	SPTSQ.15	SPTSQ.14	SPTSQ.13	SPTSQ.12...	SPTSQ.2	SPTSQ.1	SPTSQ.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						

位编号	位符号	说明
15-0	SPTSQ [15:0]	无功功率启动阈值设置, 无符号值

如果平均无功功率值大于等于SPTSQ, 无功电能寄存器开始累加, 如果平均无功功率小于SPTS, 无功电能累加寄存器清零。

Table 9.65 掉零线电压固定值

45H	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						

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 9.66 失压门限设置

46H	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						

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 9.67 失压采样计数

47H	第15位	第14位	第13-9位	第8位	第7位	第6-1位	第0位
SAGCNT	SAGCNT.15	SAGCNT.14	SAGCNT.13-9	SAGCNT.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	1 u 1 1	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0x180

Table 9.68 输出脉冲频率设置

48H	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 9.69 快速有功脉冲计数

49H	第15位	第14位	第13位	第12-3位	第2位	第1位	第0位
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						

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 9.70 快速无功脉冲计数

4AH	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						

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 9.71 计算周期设置寄存器

4BH	第15位	第14位	第13-10位	第9位	第8位	第7-1位	第0位
-----	------	------	---------	-----	-----	-------	-----

<b>SUMSAMPS</b>	-	SAMP.14	SAMP.13-11	SAMP.10	SAMP.9-8	SAMP.7	SAMP.6-0
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	1 u 1 1	0 u 0 0	1 u 1 1	0 u 0 0

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（默认值为0x480）

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，如更新频率为19200Hz，计算周期1s，设置值为19200(0X4B00)

Table 9.72 有功功率常数设置寄存器

<b>4CH</b>	第23位	第22位	第21位	第20-3位	第2位	第1位	第0位
<b>APCONST</b>	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						

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 9.73 无功功率常数设置寄存器

<b>4DH</b>	第23位	第22位	第21位	第20-3位	第2位	第1位	第0位
<b>RPCONST</b>	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						

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 9.74 快速有功脉冲计数

<b>4EH</b>	第15位	第14位	第13位	第12-3位	第2位	第1位	第0位
<b>PCNT_CONST</b>	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						

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 9.75 快速无功脉冲计数

<b>4FH</b>	第15位	第14位	第13位	第12-3位	第2位	第1位	第0位
<b>QCNT_CONST</b>	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				

Table 9.76 DIMMER 判断阈值设置

50H	第23位	第22位	第21位	第20-3位	第2位	第1位	第0位
DIMTHR	DIMTHR.23	DIMTHR.22	DIMTHR.21	DIMTHR.20... 3	DIMTHR.2	DIMTHR.1	DIMTHR.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	DIMTHR [23:0]		DIMMER 判断阈值设置，无符号值，计量模块对设定周期内绝对值超过DIMTHR设置值的次数进行统计，当统计的次数超过DIMCNT设定值时，产生DIMFLG，并产生相应的中断				

Table 9.77 DIMMER超差计数阈值

51H	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
DIMCNT	DIMCNT.7	DIMCNT. 6	DIMCNT. 5	DIMCNT. 4	DIMCNT.3	DIMCNT.2	DIMCNT. 1	DIMCNT. 0
读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
复位值 (POR/WDT/LV R/PIN)	0 u 0 0	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					
7-0	DIMCNT [7:0]		DIMMER超差计数阈值，无符号值，默认值为0x04					

Table 9.78 EMU波形采样配置寄存器:

52H	第7位	第6位	第5位	第4位	第3位	第2位	第1位	第0位
SAMPCON	-	-	SAMPF1	SAMPF0	SAMP2	SAMPS1	SAMPS0	SAMPON
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
位编号	位符号		说明					
5-4	SAMPF[1:0]		波形采样频率控制 00: CIC更新频率 01: CIC更新频率/4 10: CIC更新频率/8 11: CIC更新频率/16					

3	SAMPS2	波形采样数据源控制 0: 高通前波形数据 1: 高通后波形数据
2-1	SAMPS[1-0]	波形采样数据源控制 00: 电压通道 01: 电流通道1 10: 电流通道2 11: 电压, 电流1, 电流2顺序记录
0	SAMPON	波形采样控制使能触发位 0: 波形采样未启动或者完成 1: 触发一次波形采样, 波形采样结束后, 该位自动清零

Table 9.84 高通系数B寄存器

5AH	第23位	第22位	第21位	第20-3位	第2位	第1位	第0位
HPFEFFB	HPEF.23	HPEF.22	HPEF.21	HPEF.20-3	HPEF.2	HPEF.1	HPEF.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	HPFE[23:0]	高通系数B寄存器 (默认值: 0x800000)					

Table 9.85 高通系数A寄存器

5BH	第23位	第22位	第21位	第20-3位	第2位	第1位	第0位
HPFEFFA	HPEF.23	HPEF.22	HPEF.21	HPEF.20-3	HPEF.2	HPEF.1	HPEF.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	HPFE[23:0]	高通系数A寄存器 (默认值: 0x7FF547)					

Table 9.86 低通系数B寄存器

60H	第23位	第22位	第21位	第20-3位	第2位	第1位	第0位
LPFEFFB	LPEF.23	LPEF.22	LPEF.21	LPEF.20-3	LPEF.2	LPEF.1	LPEF.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						
位编号	位符号	说明					

23-0	LPFE[23:0]	低通系数B寄存器 (默认值: 0x55D)
------	------------	-----------------------

Table 9.87 低通系数A寄存器

61H	第23位	第22位	第21位	第20-3位	第2位	第1位	第0位
LPFEFFA	LPEF.23	LPEF.22	LPEF.21	LPEF.20-3	LPEF.2	LPEF.1	LPEF.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						

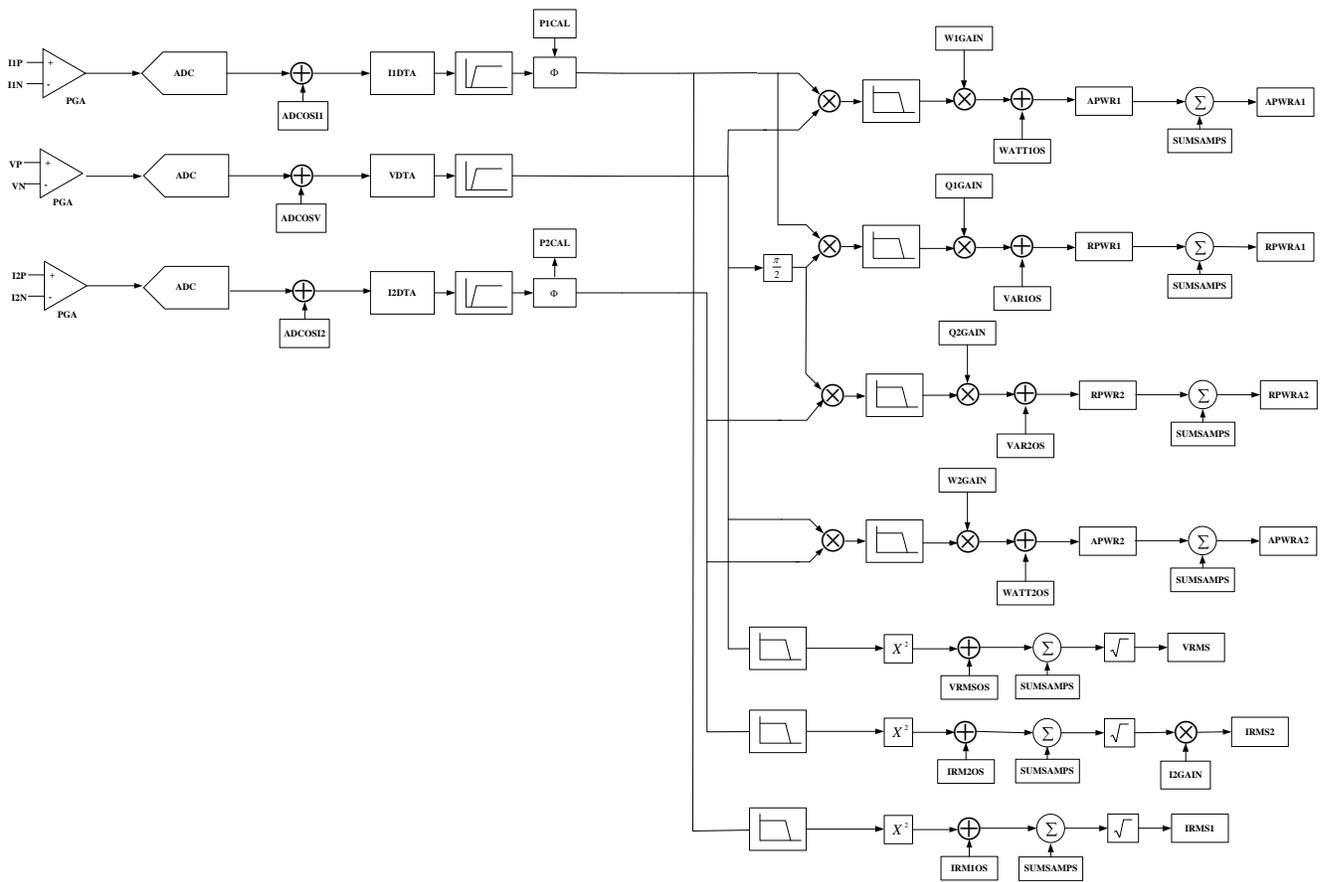
位编号	位符号	说明
23-0	LPFE[23:0]	低通系数A寄存器 (默认值: 0x7FF546)

## 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

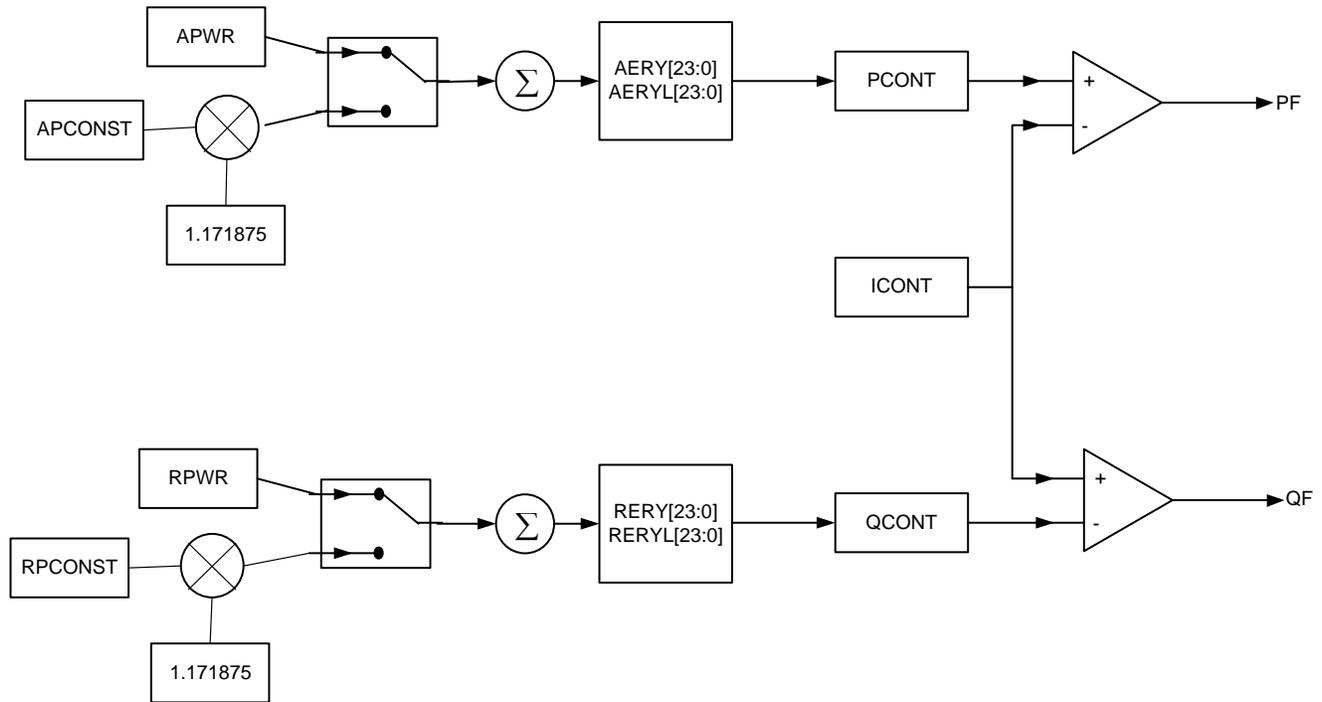
有功电能内部寄存器48位，最高位为符号位，对有功功率进行累加。有功电能累加值寄存器（AERY）取有功电能内部寄存的高24位，累加溢出后值回到0。

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。APCONST/RPCONST累加前，会固定乘1.171875固定增益，以补偿两种累加模式的累加频率差异



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QCNT增加1LSB，当寄存器绝对值大于等于输出脉冲频率设置寄存器值时，即发出一个有功脉冲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。当有功脉冲输出时，更新REVP；当无功脉冲输出时，更新REVQ。

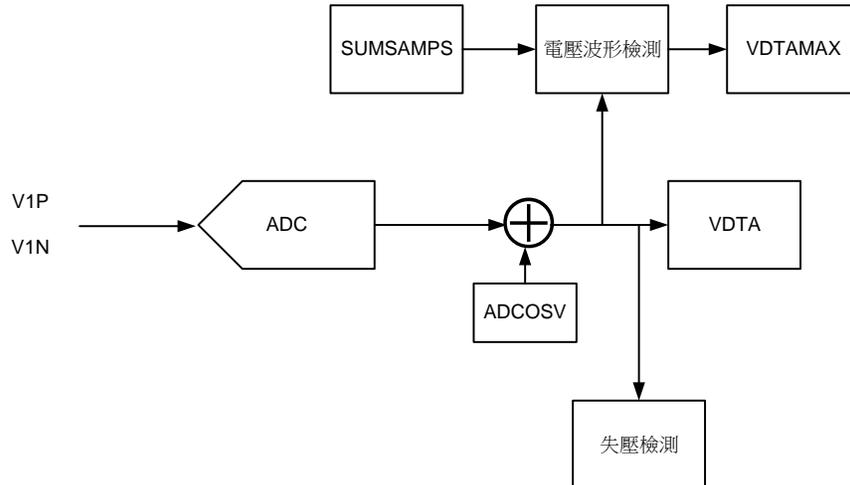
状态控制寄存器EMUSR的NoQId和NoPid能够实时显示电能是否起动，方便对阈值的选取。

### 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

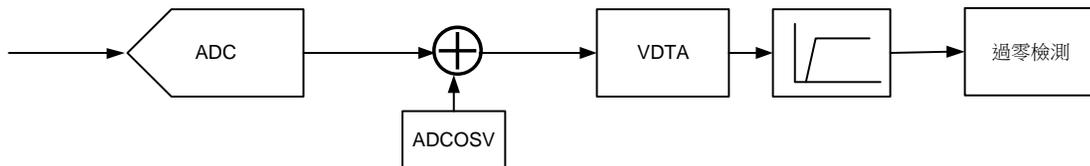
单相三线制计量模式下，将通道1和通道2的有功（无功）功率值相加后的值作为APWR（RPWR），进行有功（无功）电能的累加，相加的模式可以选择代数和和绝对值两种模式。单相三线下校正方式见应用手册说明。

### 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。



### 9.5.8 DIMMER检测功能

Dimmer检测功能是在设定周期内SAMSUMPS对电压通道的采样值按照特定的算法，得到电压采样二阶差值，根据设定周期内二阶差值超过设定阈值(DIMTHR)的次数，来判断是否存在窃电行为。算法如下：

- 保留最近3次的电压通道ADC采样值，VDATA(n-2), VDATA(n-1), VDATA(n)
- 计算  $Y1 = VDATA(n) - VDATA(n-1)$ ,  $Y2 = VDATA(n-1) - VDATA(n-2)$
- 计算  $Y0 = |Y1 - Y2|$
- 如果  $Y0 > DIMTHR$ , dimcounter++
- 如果采样周期内发现dimcounter > DIMCNT, 则DIMFLG=1, 产生中断

### 9.5.9 波形采样记录功能

通过设置EMUCFG2中wavestart位置，可以触发一次波形采样，一次波形采样会记录的ADC输出，可以通过SAMP CON寄存器SAMPF[1:0]选择波形采样频率，也可以通过SAMP S2控制位选择ADC输出高通前数据和高通后的数据，也可通过SAMP S[1:0]选择记录的波形是电压或者电流1或者电流2还是3个通道同时记录，记录的最大长度为1536 byte，起始地址为1F00H，当波形采样完成后，会产生相应的中断，并将SAMP ON清零，波形采样期间，用户禁止访问该RAM区。

## 9.5.9 高低通系数配置档位

## 高通系数

工作模式	B	A
1	800000H	7FF547H
2	800000H	7FBE77H
3	7FC4EAH	7F89D4H

## 低通系数

工作模式	B	A
1	55DH	7FF546H
2	2DE0H	7FA440H
3	216CH	7FBD28H

## 9.6 EMU中断系统

EMU提供8个中断：RMTIE，DIMIE，QF，PF，SAG，SAMP，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八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 9.78 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	RMTEIE	DIMIE	DSPIE	QFIE	PFIE	SAMPIE	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	RMTEIE	远程计量状态检测中断允许位 0：禁止远程计量状态检测中断 1：允许远程计量状态检测中断
6	DIMIE	DIMMER 检测中断允许位 0：禁止Dimmer 检测中断 1：允许Dimmer 检测中断
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	SAMPIE	波形采样中断允许位 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 9.79 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	-	DIMIF	DSPIF	QFIF	PFIF	SAMIF	SAGIF	ZXIF
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
6	DIMIF	<b>DIMMER窃电中断请求标志</b> 0: 无中断挂起 1: 中断挂起
5	DSPIF	<b>DSP执行结束中断请求标志</b> 0: 无中断挂起 1: 中断挂起
4	QFIF	<b>无功脉冲输出中断请求标志</b> 0: 无中断挂起 1: 中断挂起
3	PFIF	<b>有功脉冲输出中断请求标志</b> 0: 无中断挂起 1: 中断挂起
2	SAMPIF	<b>波形采样中断请求标志</b> 0: 无波形采样中断挂起 1: 中断挂起
1	SAGIF	<b>失压中断请求标志</b> 0: 无中断挂起 1: 中断挂起
0	ZXIF	<b>过零中断请求标志</b> 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	累加器乘寄存器B	0xA4	1	11 20
DIV AB	累加器除以寄存器B	0x84	1	11 20
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 <sub>OUT</sub> +0.3V
模拟输入电压.....	AGND-0.3V to AV <sub>DD</sub> +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<sub>DD</sub> = 2.3- 5.5V, DGND = AGND = 0V, V<sub>BAT</sub> = 2.3 - 3.6V, T<sub>A</sub> = 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
工作电压	V <sub>DD</sub>	2.3	5	5.5	V	32.768kHz ≤ f <sub>sys</sub> ≤ 9.8304MHz
电池电压	V <sub>BAT</sub>	2.3	3.6	5.5	V	32.768kHz ≤ f <sub>sys</sub> ≤ 9.8304MHz
电池电压	V <sub>FCAP</sub>	2.3	5	5.5	V	32.768kHz ≤ f <sub>sys</sub> ≤ 9.8304MHz
工作电流	I <sub>OP1</sub>	-	-	800	μA	f <sub>sys</sub> = f <sub>sys</sub> /12, PLL开, 电压通路ADC开, 电流通路开启3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 <sub>DD</sub> = 3.3V, V <sub>BAT</sub> = 3.3V
待机电流 (空闲模式: IDLE)	I <sub>SB1</sub>	-	9	15	μA	f <sub>sys</sub> = 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 <sub>DD</sub> = 5V, V <sub>BAT</sub> = 3.3V
待机电流 (掉电模式: Power-Down)	I <sub>SB2</sub>	-	-	3.5	μA	f <sub>osc</sub> = 32.768kHz, 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 <sub>DD</sub> = 5V, V <sub>BAT</sub> = 3.3V
WDT电流	I <sub>WDT</sub>	-	-	1	μA	所有输出引脚无负载; 看门狗打开V <sub>DD</sub> = 5 V
LCD电流1	I <sub>LCD1</sub>	-	3	5	μA	传统LCD模式, VLCD = 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 <sub>LCD2</sub>	-	7	9	μA	LCD快速充电模式, V <sub>DD</sub> = 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 <sub>IL1</sub>	GND	-	0.3 X V <sub>DD</sub>	V	I/O端口
输入高电压1	V <sub>IH1</sub>	0.7 X V <sub>DD</sub>	-	V <sub>DD</sub>	V	I/O端口
输入低电压2	V <sub>IL2</sub>	GND	-	0.2 X V <sub>DD</sub>	V	$\overline{\text{RST}}$ , INT41~INT44, RXD0, RXD1, RXD3 (施密特触发器)
输入高电压2	V <sub>IH2</sub>	0.8 X V <sub>DD</sub>	-	V <sub>DD</sub>	V	$\overline{\text{RST}}$ , INT41~INT44, RXD0, RXD1, RXD3 (施密特触发器)
输入漏电流	I <sub>IL</sub>	-1	-	1	μA	输入无上拉, V <sub>IN</sub> = V <sub>DD</sub> 或者DGND
上拉电阻	R <sub>PH1</sub>	-	30	-	kΩ	V <sub>DD</sub> = 5V, V <sub>IN</sub> = DGND
	R <sub>PH2</sub>	-	1	-	MΩ	V <sub>DD</sub> = 5V, V <sub>IN</sub> = DGND(P0,P2 特殊模式)
输出高电压1	V <sub>OH1</sub>	V <sub>DD</sub> - 0.7	-	-	V	I/O端口, I <sub>OH</sub> = -10mA, V <sub>DD</sub> = 5.0V

	$V_{OH2}$	$V_{DD} - 0.7$			V	I/O端口, $I_{OH} = -0.14\text{mA}$ , $V_{DD} = 5.0\text{V}$ (P2, P0减弱模式)
输出低电压1	$V_{OL1}$	-	-	GND+0.6	V	I/O 端口, $I_{OL} = 15\text{mA}$ , $V_{DD} = 5.0\text{V}$
	$V_{OL2}$			GND+1.5	V	$I_{OL} = 0.8\text{mA}$ , $V_{DD} = 5.0\text{V}$ (P1驱动减弱模式)

### 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	$V_{AD}$	2.8	5	5.5	V	
精度	$N_R$	-	10	-	bit	$GND \leq V_{AIN} \leq 1.4\text{V}$
A/D输入电压	$V_{AIN}$	GND	-	1.4	V	
A/D输入电阻	$R_{AIN}$	2	-	-	$M\Omega$	$V_{IN} = 1\text{V}$
A/D转换电流	$I_{AD}$	-	1	3	mA	ADC模块工作, $V_{OUT} = 5\text{V}$
A/D输入电流	$I_{ADIN}$	-	-	10	$\mu\text{A}$	$V_{OUT} = 5.0\text{V}$
模拟电压源推荐阻抗	$Z_{AIN}$	-	-	10	$k\Omega$	
总绝对误差	$E_{AD}$	-	-	$\pm 4$	LSB	$V_{OUT} = 5.0\text{V}$
总转换时间	$T_{CON}$	28	-	-	ms	10位精度, $V_{OUT} = 5.0\text{V}$

注意：“\*”表示“典型值”下的数据是在5V, 25°C下测得的, 除非另有说明。

电能计量模拟前端电气特性 ( $V_{DD} = 3.0 - 5.5\text{V}$ ,  $DGND = AGND = 0\text{V}$ ,  $T_A = -40^\circ\text{C}$  to  $+85^\circ\text{C}$ ,  $f_{SYS} = 9.8304\text{MHz}$ , 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	5	5.5	V	
输入信号电平	I1P/I1N I2P/I2N VP/VN	-		$\pm 200$	mV peak	PGA = 2
输入阻抗	$R_{AV}$	80	250	-	$k\Omega$	PGA = 2 (*1)
PGA增益误差	$E_{PGA}$	-	-	$\pm 3$	%	25°C, GAIN = 2、4、8、16
PGA输入偏置	$V_{OFF}$	-5	-	5	mV	GAIN = 2
		-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<sub>REF</sub>电气特性 (V<sub>DD</sub> = 3.0 – 5.5V, DGND = AGND = 0V, T<sub>A</sub> = -40°C to +85°C, f<sub>SYS</sub> = 9.8304MHz, 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	1.209	1.217	1.225	V	25°C
基准电压温度系数	TCREF	-	±25	±44	PPM/°C	(*2)
输出阻抗	R <sub>O</sub>	-	2		kΩ	
基准电压老化率	Age		±25		PPM/year	(*2)
VREF建立时间	T <sub>on</sub>			100	mS	

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<sub>DD</sub> = 3.0V – 5.5V, DGND = AGND = 0V, T<sub>A</sub> = -40°C to +85°C, f<sub>SYS</sub> = 9.8304MHz, 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 <sub>ACT</sub>	-	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 3000:1
无功电能计量误差	E <sub>REA</sub>	-	0.1	-	%	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 1500:1
电压有效值计量误差	E <sub>V<sub>RMS</sub></sub>	-	0.5	-	%	25度电压变化动态范围 1500:1
电流有效值计量误差	E <sub>I<sub>RMS</sub></sub>	-	0.5	-	%	25度电流变化动态范围 1500:1

供电电源切换电气特性 (V<sub>DD</sub> = 2.3V – 5.5V, DGND = 0V, V<sub>BAT</sub> = 2.3V – 3.8V, T<sub>A</sub> = 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 <sub>OUT</sub>	2.2	-	5.5	V	
V <sub>IN</sub> 检测门限电压	V <sub>VIN</sub>	1.1	1.2	1.3	V	
V <sub>DD</sub> /V <sub>BAT</sub> 切换门限电压	V <sub>SW1</sub>	2.9	3.0	3.1	V	
V <sub>DD</sub> /V <sub>BAT</sub> 切换回差	V <sub>SWS</sub>		50	75	mV	
切换开关漏电流	I <sub>SW</sub>	-	10	-	nA	V <sub>BAT</sub> = 0, V <sub>OUT</sub> = 5V
V <sub>DD</sub> 至V <sub>BAT</sub> 切换延时 (V <sub>DD</sub> 检测控制)	T <sub>V<sub>DD</sub></sub>	-	20	-	μs	V <sub>DD</sub> < 3V
V <sub>BAT</sub> 至V <sub>DD</sub> 切换延时	T <sub>V<sub>BAT</sub></sub>	-	8	-	μs	V <sub>DD</sub> > 3V
V <sub>DD</sub> 至V <sub>OUT</sub> 电阻	R <sub>V<sub>DO</sub></sub>	-	-	10	Ω	V <sub>DD</sub> = 3.0V
V <sub>BAT</sub> 至V <sub>OUT</sub> 电阻	R <sub>V<sub>BATO</sub></sub>	-	-	10	Ω	V <sub>BAT</sub> = 3.0V
V <sub>BAT</sub> 漏电流	I <sub>V<sub>BAT</sub></sub>	-	-	1	μA	V <sub>DD</sub> = 5.5V, V <sub>OUT</sub> = V <sub>DD</sub> , V <sub>FCAP</sub> = 5.5V

交流电气特性 ( $V_{OUT} = 2.3V - 5.5V$ ,  $DGND = 0V$ ,  $T_A = 25^\circ C$ ,  $f_{OSC} = 32.768kHz$ , 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	振荡器 = 32768Hz
复位脉冲宽度	$t_{RESET}$	10	-	-	$\mu s$	低电平有效
频率稳定性 (RC)	$ \Delta F /F$	-	$\pm 0.5$	$\pm 1$	%	8MRC振荡器: $ F - 8MHz /8MHz$ ( $V_{DD} = 2.2-5.0V$ , $T_A = -40^\circ C$ 至 $+85^\circ C$ )

低电压复位电气特性 ( $V_{OUT} = 2.3V - 5.5V$ ,  $DGND = 0V$ ,  $T_A = 25^\circ C$ , 除非另有说明)

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
LVR电压	$V_{LVRL}$	2.3	2.4	2.5	V	LVR enabled, $V_{OUT} = 2.3V - 5.5V$
LVR回差电压	$V_{HSY}$	-	-	100	mV	LVR使能, $T_A = 25^\circ C$
LVR低电压复位宽度	$T_{LVR}$	-	30	-	$\mu s$	

32.768Hz晶体谐振器电气特性 ( $V_{OUT} = 2.3V - 5.5V$ ,  $DGND = 0V$ ,  $T_A = 25^\circ C$ , 除非另有说明)

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
频率	$F_{32K}$	-	32768	-	Hz	
负载电容	$C_L$	-	12.5	-	pF	
驱动功率	P			1	$\mu W$	
晶体串联阻抗	$R_{load}$			75	千欧	25度, $V_{DD} = 3V$

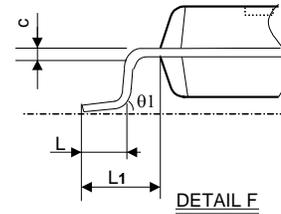
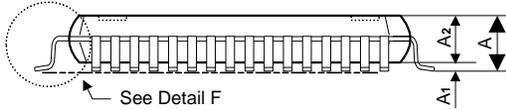
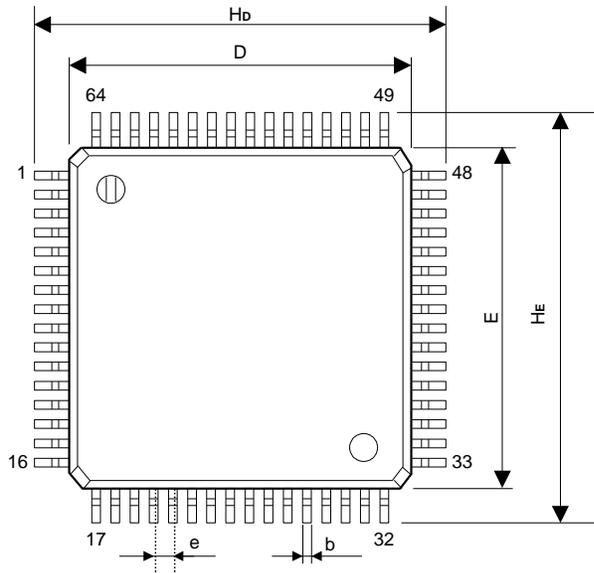
温度传感器 ( $V_{DD} = 2.3V - 5.5V$ ,  $GND = 0V$ ,  $V_{BAT} = 2.2V - 3.6V$ ,  $T_A = -40^\circ C$  to  $+85^\circ C$ , 除非另有说明)

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
温度传感器误差	$T_{SENSOR}$	-1	-	1	$^\circ C$	$-25^\circ C \leq T_A \leq 65^\circ C$ , $V_{DD} = 3.0V - 5.5V$ $V_{BAT} = 3.0V - 3.6V$ ,
温度传感器转换时间	$T_{CONR}$	-	-	400	mS	$T_A = 25^\circ C$ , $V_{DD} = 5.5V$ ,

12. 封装信息

LQFP 64L Outline Dimensions (BODY SIZE: 7x7)

unit: inch/mm



Symbol	Dimensions in inches		Dimensions in mm	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	---	0.063	---	1.600
A1	0.002	0.006	0.050	0.150
A2	0.053	0.057	1.350	1.450
D	0.272	0.280	6.900	7.100
E	0.272	0.280	6.900	7.100
H <sub>D</sub>	0.346	0.362	8.800	9.200
H <sub>E</sub>	0.346	0.362	8.800	9.200
b	0.007	0.009	0.170	0.240
e	0.016BSC		0.400BSC	
c	0.004	0.008	0.090	0.200
L	0.018	0.030	0.450	0.750
L1	0.033	0.045	0.850	1.150
$\theta 1$	0°	10°	0°	10°

**13. 规格书更改记录**

版本	记录	日期
1.00	初始版本	2017年6月

#### 14. 业务联络

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

## 15. 免责声明

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