



SH69P43

OTP 4-位带 SAR 8-位 A/D 转换器单片机

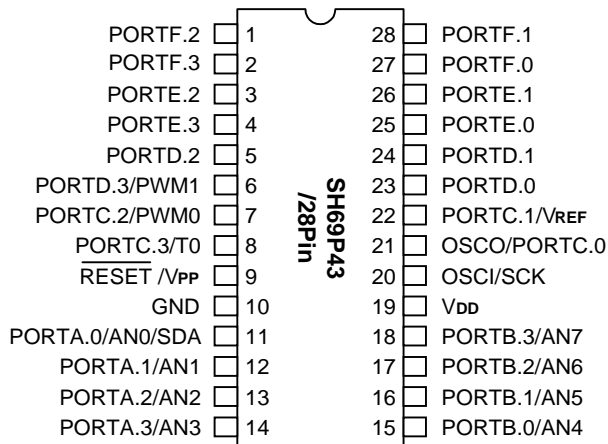
特性

- 基于 SH6610D 的 4-位单片机，带有 8-位 SAR A/D 转换器
- OTP ROM: 3072 X 16 位
- RAM: 192 X 4 位
 - 系统寄存器: 48 X 4 位
 - 数据存储寄存器: 144 X 4 位
- 工作电压:
 - fosc = 400KHz - 4MHz, VDD = 2.4V - 5.5V
 - fosc = 8MHz, VDD = 4.5V - 5.5V
- 24 个 CMOS 双向 I/O 管脚
- I/O 端口内建上拉电阻
- 两个 8 位自动重载入定时/计数器，其中一个可以切换为外部时钟源
- 8-层子程序嵌套 (包括中断)
- 有效的中断源:
 - A/D 中断
 - 内部中断 (定时器 1, 定时器 0)
 - 外部中断: 端口 A - D (下降沿有效)
- 振荡器: (OTP 选择)
 - 晶体振荡器: 32768Hz, 400KHz - 8MHz
 - 陶瓷振荡器: 400K - 8MHz
 - 外部 Rosc RC 振荡器: 400K - 8MHz
 - 内部 Rosc RC 振荡器: 4MHz
 - 外部时钟: 30K - 8MHz
- 指令周期:
 - 对于 32.768KHz 为 4/32.768KHz ($\approx 122\mu s$)
 - 对于 8MHz 为 4/8MHz ($= 0.5\mu s$)
- 8 通道 8-位精度 A/D 转换器
- 2 通道 10-位 PWM 输出
- 上电复位预热定时器
- 低电压复位功能 (LVR)
- 内部可靠复位电路
- 内建看门狗定时器
- 两种低功耗工作方式: HALT 和 STOP
- OTP 类型/代码保护
- 28-管脚 DIP/SOP/SKINNY 封装

概述

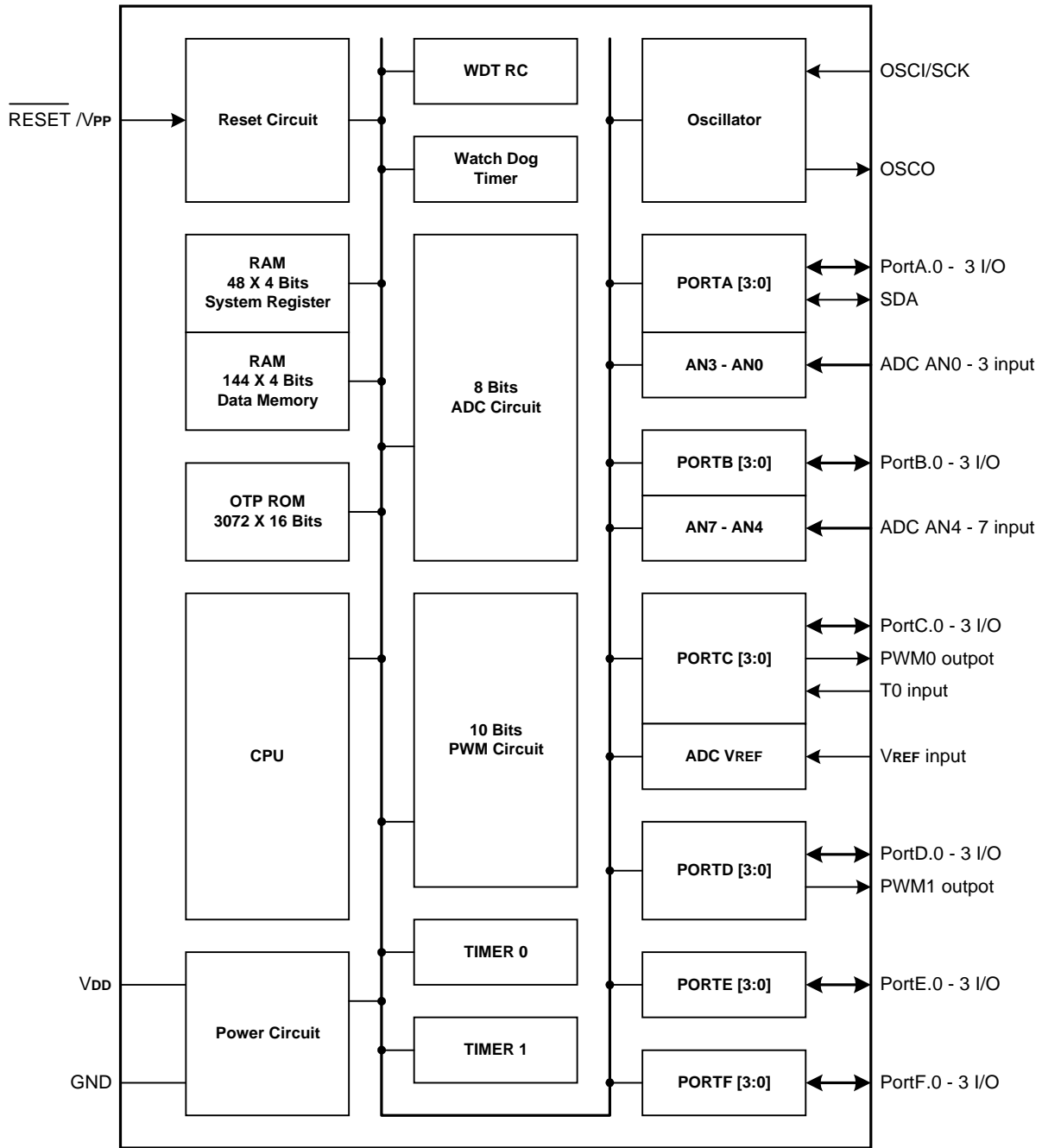
SH69P43 是一种先进的 CMOS 4-位单片机。它具有以下标准特性: 3K 双字节 OTPROM 空间, 192 个半字节 RAM 空间, 8-位定时/计数器, 8-位 A/D 转换器, 10-位高速 PWM 信号输出, 内建振荡器时钟电路, 内建看门狗定时器, 低电压复位功能且支持省电方式以节约电能消耗。

管脚结构





功能框图





管脚描述

管脚号	名称	I/O	说明
1, 2	PORTF.2 - 3	I/O	位可编程双向 I/O 端口
3, 4	PORTE.2 - 3	I/O	位可编程双向 I/O 端口
5	PORTD.2	I/O I	位可编程双向 I/O 端口 矢量端口中断 (下降沿有效)
6	PORTD.3 /PWM1	I/O I O	位可编程双向 I/O 端口 矢量端口中断 (下降沿有效) 与 PWM1 共用输出端口
7	PORTC.2 /PWM0	I/O I O	位可编程双向 I/O 端口 矢量端口中断 (下降沿有效) 与 PWM0 共用输出端口
8	PORTC.3 /T0	I/O I I	位可编程双向 I/O 端口 矢量端口中断 (下降沿有效) 与 T0 输入共用端口
9	RESET /VPP	I P	复位输入管脚, (低电压有效) 在 OTP 编程方式下, 为编程高电压电源输入端 (+10.5V)
10	GND	P	接地端
11	PORTA.0 /AN0 /SDA	I/O I I I/O	位可编程双向 I/O 端口 矢量端口中断 (下降沿有效) 与 ADC 输入通道 AN0 共用端口 在 OTP 编程方式下, 为编程数据输入端
12, 13, 14	PORTA.1 - 3 /AN1 - 3	I/O I I	位可编程双向 I/O 端口 矢量端口中断 (下降沿有效) 与 ADC 输入通道 AN1 - AN3 共用端口
15, 16, 17, 18	PORTB.0 - 3 /AN4 - 7	I/O I I	位可编程双向 I/O 端口 矢量端口中断 (下降沿有效) 与 ADC 输入通道 AN4 - AN7 共用端口
19	VDD	P	电源 2.4V - 5.5V 在 OTP 编程方式下, 为编程电源输入端 (+5.5V)
20	OSCI /SCK	I	振荡器输入管脚, 连接晶体/陶瓷振荡器或外部 RC 振荡器电阻 当使用内部 RC 振荡器时, OSCI 管脚必须为开路 在 OTP 编程方式下, 为编程时钟输入端
21	OSCO /PORTC.0	O I/O I	振荡器输出管脚, 连接晶体/陶瓷振荡器 位可编程双向 I/O 共享端口 (当使用 RC 振荡器/外部时钟时) 若为端口 C.0 输入, 该端口为矢量中断. (下降沿有效)
22	PORTC.1 /VREF	I/O I I	位可编程双向 I/O 端口 矢量端口中断 (下降沿有效) 与 ADC 外部 VREF 输入共用端口
23, 24	PORTD.0 - 1	I/O I	位可编程双向 I/O 端口 矢量端口中断 (下降沿有效)
25, 26	PORTE.0 - 1	I/O	位可编程双向 I/O 端口
27, 28	PORTF.0 - 1	I/O	位可编程双向 I/O 端口

共计 28 个管脚.



OTP 可编程管脚说明 (OTP 编程模式)

管脚号	名称	I/O	共享	说明
19	V _{DD}	P	V _{DD}	可编程电源(+5.5V)
9	V _{PP}	P	$\overline{\text{RESET}}$	可编程高电压源(+10.5V)
10	GND	P	GND	接地
20	SCK	I	OSCI	可编程时钟输入管脚
11	SDA	I/O	PORTA.0/AN0	可编程数据管脚



功能描述

1. CPU

CPU 包含以下功能模块: 程序计数器(PC), 算术逻辑单元 (ALU), 进位标志(CY), 累加器, 查表寄存器, 数据指针(INX, DPH, DPM, 和 DPL), 和堆栈.

1.1. PC

程序计数器用于寻址程序 ROM. 该计数器有 12 位: 页寄存器 (PC11), 和循环进位计数器(PC10, PC9, PC8, PC7, PC6, PC5, PC4, PC3, PC2, PC1, PC0).

程序计数器装入与该条指令相关的数据. 程序计数器只能寻址 4K 程序 ROM 空间 (参考 ROM 说明). 对于目标地址大于 2K 的 ROM 空间, 可通过无条件跳转指令 (JMP)设置页寄存器位的值实现跳转.

1.2. ALU 和 CY

ALU 执行算数和逻辑操作. ALU 具有下述功能:

二进制加法/减法 (ADC, SBC, ADD, SUB, ADI, SBI)

加法/减法的十进制调整 (DAA, DAS)

逻辑操作 (AND, EOR, OR, ANDIM, EORIM, ORIM)

条件跳转 (BA0, BA1, BA2, BA3, BAZ, BC)

逻辑移位 (SHR)

T 进位标志 (CY)记录 ALU 算术操作中的溢出状态. 在中断或子程序调用过程中, 进位标志被压入堆栈中并于执行 RTNI 指令时由堆栈中弹出. 它不受 RTNW 指令的影响.

1.3. 累加器

累加器是一个四位寄存器, 其中保存了算术逻辑单元的运算结果. 它和 ALU 一起, 能完成与系统寄存器数据存储器之间的数据传送.

2. RAM

内建 RAM 由通用数据存储器 and 系统寄存器组成.

2.1. RAM 寻址

用一条指令能直接访问数据存储器 and 系统寄存器. 下列为存储器空间分配:

\$000 - \$02F: 系统寄存器和 I/O

\$030 - \$0BF: 数据存储器 (144 X 4 位)

2.2. 数据存储器

数据存储器的结构为 144 X 4 位 (\$030 - \$0BF). 由于 RAM 的静态特性, 数据存储器能在 CPU 进入 STOP 或 HALT 方式后保持其中的数据不变.

1.4. 查表寄存器 (TBR)

表格数据能被保存在程序存储器中, 使用查表指令 (TJMP) 和常数返回指令 (RTNW)查表. 在程序 ROM 中, 查表寄存器 (TBR)和累加器 (A)中存放的是初始地址. TJMP 指令指向地址 $((PC11 - PC8) \times 2^8) + (TBR, A)$. 地址由 RTNW 决定, 它将查表所得值返回至 (TBR, A)中. ROM 代码的 bit7-bit4 返回 TBR 中, 同时 bit3-bit0 返回 A 中.

1.5. 数据指针

数据指针能直接寻址数据存储器. 指针地址储存在寄存器 DPH (3-位), DPM (3-位)和 DPL (4-位)中. 可寻址范围 3FFH 个地址空间. 伪索引地址寄存器 (INX)用于读写地址 (bit9 - bit0)来自 DPH, DPM 和 DPL 的数据存储器.

1.6. 堆栈

堆栈是一组寄存器, 在每次子程序调用或中断时能顺序保存 CY 和 PC (11-0)中的值, 它的结构为 13 位 X 8 层. 最高位为 CY 保留. 最多允许有 8 层子程序调用或中断. 当遇到返回指令 (RTNI/RTNW)时, 堆栈中的内容将按顺序返回到 PC 中. 堆栈中的数据按照先进后出的方式处理.

注意:

堆栈嵌套包括子程序调用和中断请求子程序调用, 其最大值为 8 层. 如果程序调用和中断请求的数量超过 8 层, 程序将无法正常运行, 堆栈底部将溢出.



2.3. 系统寄存器的结构:

地址	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	R/W	说明
\$00	IEAD	IET0	IET1	IEP	R/W	中断允许标志
\$01	IRQAD	IRQT0	IRQT1	IRQP	R/W	中断请求标志
\$02	-	T0M.2	T0M.1	T0M.0	R/W	Bit2-0: 定时器 0 方式寄存器
\$03	-	T1M.2	T1M.1	T1M.0	R/W	Bit2-0: 定时器 1 方式寄存器
\$04	T0L.3	T0L.2	T0L.1	T0L.0	R/W	定时器 0 装入/计数寄存器低四位
\$05	T0H.3	T0H.2	T0H.1	T0H.0	R/W	定时器 0 装入/计数寄存器高四位
\$06	T1L.3	T1L.2	T1L.1	T1L.0	R/W	定时器 1 装入/计数寄存器低四位
\$07	T1H.3	T1H.2	T1H.1	T1H.0	R/W	定时器 1 装入/计数寄存器高四位
\$08	PA.3	PA.2	PA.1	PA.0	R/W	PORTA
\$09	PB.3	PB.2	PB.1	PB.0	R/W	PORTB
\$0A	PC.3	PC.2	PC.1	PC.0	R/W	PORTC
\$0B	PD.3	PD.2	PD.1	PD.0	R/W	PORTD
\$0C	PE.3	PE.2	PE.1	PE.0	R/W	PORTE
\$0D	PF.3	PF.2	PF.1	PF.0	R/W	PORTF
\$0E	TBR.3	TBR.2	TBR.1	TBR.0	R/W	查表寄存器
\$0F	INX.3	INX.2	INX.1	INX.0	R/W	伪索引寄存器
\$10	DPL.3	DPL.2	DPL.1	DPL.0	R/W	INX 低四位的数据指针
\$11	-	DPM.2	DPM.1	DPM.0	R/W	INX 中四位的数据指针
\$12	-	DPH.2	DPH.1	DPH.0	R/W	INX 高四位的数据指针
\$13	VREFS	ACR2	ACR1	ACR0	R/W	Bit2-0: A/D 模拟通道数设置 Bit3: 外部/内部参考电压选择
\$14	ADCON	CH2	CH1	CH0	R/W	Bit2-0: ADC 转换通道选择 Bit3: 设置 ADC 模块工作
\$15	A3	A2	A1	A0	R	ADC 数据低四位 (只读)
\$16	A7	A6	A5	A4	R	ADC 数据高四位 (只读)
\$17	GO/DONE	TADC1	TADC0	ADCS	R/W	Bit0: A/D 转换时间设置 Bit2, Bit1: A/D 转换时钟周期选择 Bit3: ADC 状态标志
\$18	PACR.3	PACR.2	PACR.1	PACR.0	R/W	PORTA 输入/输出控制
\$19	PBCR.3	PBCR.2	PBCR.1	PBCR.0	R/W	PORTB 输入/输出控制
\$1A	PCCR.3	PCCR.2	PCCR.1	PCCR.0	R/W	PORTC 输入/输出控制
\$1B	PD CR.3	PD CR.2	PD CR.1	PD CR.0	R/W	PORTD 输入/输出控制
\$1C	PECR.3	PECR.2	PECR.1	PECR.0	R/W	PORTE 输入/输出控制
\$1D	PFCR.3	PFCR.2	PFCR.1	PFCR.0	R/W	PORTF 输入/输出控制
\$1E	-	-	T0S	T0E	R/W	Bit0: 设置 T0 边沿触发方式 Bit1: 设置 T0 信号源
\$1F	WD	WDT.2	WDT.1	WDT.0	R/W R	Bit2-0: 看门狗定时器控制 Bit3: 看门狗定时器溢出标志 (只读)



系统寄存器的结构 (续):

地址	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	R/W	说明
\$20	PWM0S	T0CK1	T0CK0	PWM0	R/W	Bit0: PWM0 输出选择 Bit2, Bit1: PWM0 时钟设置 Bit3: PWM0 占空因素的输出方式设置
\$21	PWM1S	T1CK1	T1CK0	PWM1	R/W	Bit0: PWM1 输出选择 Bit2, Bit1: PWM1 时钟设置 Bit3: PWM1 占空因素的输出方式设置
\$22	PP0.3	PP0.2	PP0.1	PP0.0	R/W	PWM0 周期低四位
\$23	PP0.7	PP0.6	PP0.5	PP0.4	R/W	PWM0 周期中四位
\$24	-	-	PP0.9	PP0.8	R/W	Bit1, Bit0: PWM0 周期高两位
\$25	PD0.3	PD0.2	PD0.1	PD0.0	R/W	PWM0 占空比低四位
\$26	PD0.7	PD0.6	PD0.5	PD0.4	R/W	PWM0 占空比中四位
\$27	-	-	PD0.9	PD0.8	R/W	Bit1, Bit0: 占空比高两位
\$28	PP1.3	PP1.2	PP1.1	PP1.0	R/W	PWM1 周期低四位
\$29	PP1.7	PP1.6	PP1.5	PP1.4	R/W	PWM1 周期中四位
\$2A	-	-	PP1.9	PP1.8	R/W	Bit1, Bit0: PWM1 周期高两位
\$2B	PD1.3	PD1.2	PD1.1	PD1.0	R/W	PWM1 占空比低四位
\$2C	PD1.7	PD1.6	PD1.5	PD1.4	R/W	PWM1 占空比中四位
\$2D	-	-	PD1.9	PD1.8	R/W	Bit1, Bit0: PWM1 占空比高两位
\$2E	-	-	-	-	-	保留
\$2F	-	-	-	-	-	保留

3. ROM

ROM 能寻址 3072 X 16 位程序空间, 地址由\$000H 到\$BFFH.

3.1. 矢量地址区 (\$000 到\$004)

程序顺序执行. 从地址\$000 到\$004 的区域是为特殊中断服务程序保留的. 作为中断服务的入口地址.

地址	指令	说明
000H	JMP 指令	跳转至 RESET 服务程序
001H	JMP 指令	跳转至 ADC 中断服务程序
002H	JMP 指令	跳转至 TIMER0 中断服务程序
003H	JMP 指令	跳转至 TIMER1 中断服务程序
004H	JMP 指令	跳转至端口中断服务程序

* JMP 指令能由任意指令代替.



4. 初始状态

4.1. 系统寄存器状态:

地址	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	上电复位 /管脚复位 /低电压复位	WDT 复位
\$00	IEAD	IET0	IET1	IEP	0000	0000
\$01	IRQAD	IRQT0	IRQT1	IRQP	0000	0000
\$02	-	T0M.2	T0M.1	T0M.0	-000	-uuu
\$03	-	T1M.2	T1M.1	T1M.0	-000	-uuu
\$04	T0L.3	T0L.2	T0L.1	T0L.0	xxxx	xxxx
\$05	T0H.3	T0H.2	T0H.1	T0H.0	xxxx	xxxx
\$06	T1L.3	T1L.2	T1L.1	T1L.0	xxxx	xxxx
\$07	T1H.3	T1H.2	T1H.1	T1H.0	xxxx	xxxx
\$08	PA.3	PA.2	PA.1	PA.0	0000	0000
\$09	PB.3	PB.2	PB.1	PB.0	0000	0000
\$0A	PC.3	PC.2	PC.1	PC.0	0000	0000
\$0B	PD.3	PD.2	PD.1	PD.0	0000	0000
\$0C	PE.3	PE.2	PE.1	PE.0	0000	0000
\$0D	PF.3	PF.2	PF.1	PF.0	0000	0000
\$0E	TBR.3	TBR.2	TBR.1	TBR.0	xxxx	uuuu
\$0F	INX.3	INX.2	INX.1	INX.0	xxxx	uuuu
\$10	DPL.3	DPL.2	DPL.1	DPL.0	xxxx	uuuu
\$11	-	DPM.2	DPM.1	DPM.0	-xxx	-uuu
\$12	-	DPH.2	DPH.1	DPH.0	-xxx	-uuu
\$13	VREFS	ACR2	ACR1	ACR0	0000	uuuu
\$14	ADCON	CH2	CH1	CH0	0000	0uuu
\$15	A3	A2	A1	A0	xxxx	uuuu
\$16	A7	A6	A5	A4	xxxx	uuuu
\$17	GO/DONE	TADC1	TADC0	ADCS	0000	0uuu
\$18	PACR.3	PACR.2	PACR.1	PACR.0	0000	0000
\$19	PBCR.3	PBCR.2	PBCR.1	PBCR.0	0000	0000
\$1A	PCCR.3	PCCR.2	PCCR.1	PCCR.0	0000	0000
\$1B	PDCR.3	PDCR.2	PDCR.1	PDCR.0	0000	0000
\$1C	PECR.3	PECR.2	PECR.1	PECR.0	0000	0000
\$1D	PFCR.3	PFCR.2	PFCR.1	PFCR.0	0000	0000
\$1E	-	-	T0S	T0E	--00	--uu
\$1F	WD	WDT.2	WDT.1	WDT.0	0000	1000

说明: x = 未知, u = 未更改, - = 未使用, 读出值为'0'.



系统寄存器状态 (续):

地址	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	上电复位 /管脚复位 /低电压复位	WDT 复位
\$20	PWM0S	T0CK1	T0CK0	PWM0	0000	uuu0
\$21	PWM1S	T1CK1	T1CK0	PWM1	0000	uuu0
\$22	PP0.3	PP0.2	PP0.1	PP0.0	xxxx	uuuu
\$23	PP0.7	PP0.6	PP0.5	PP0.4	xxxx	uuuu
\$24	-	-	PP0.9	PP0.8	--xx	--uu
\$25	PD0.3	PD0.2	PD0.1	PD0.0	xxxx	uuuu
\$26	PD0.7	PD0.6	PD0.5	PD0.4	xxxx	uuuu
\$27	-	-	PD0.9	PD0.8	--xx	--uu
\$28	PP1.3	PP1.2	PP1.1	PP1.0	xxxx	uuuu
\$29	PP1.7	PP1.6	PP1.5	PP1.4	xxxx	uuuu
\$2A	-	-	PP1.9	PP1.8	--xx	--uu
\$2B	PD1.3	PD1.2	PD1.1	PD1.0	xxxx	uuuu
\$2C	PD1.7	PD1.6	PD1.5	PD1.4	xxxx	uuuu
\$2D	-	-	PD1.9	PD1.8	--xx	--uu

说明: x = 未知, u = 未更改, -= 未使用, 读出值为'0'.

4.2. 其他初始状态:

其他	复位后
程序计数器 (PC)	\$000
CY	未定义
累加器 (AC)	未定义
数据存储器	未定义



5. 系统时钟和振荡器

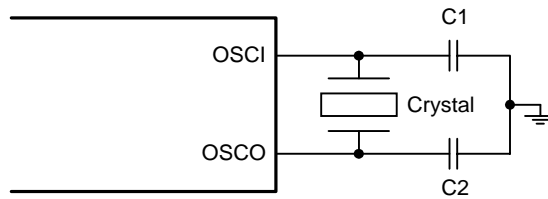
SH69P43 有一个时钟源. 振荡器类型由 OTP 选项决定. 振荡器发生基本时钟脉冲为 CPU 和片上电路提供系统时钟.
系统时钟 = $F_{osc}/4$.

5.1. 指令周期:

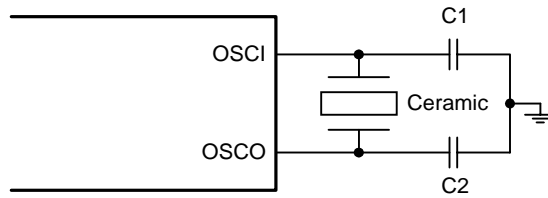
- (1) 对于 32768Hz 振荡器为 $4/32768\text{Hz}$ ($\approx 122.1\mu\text{s}$).
- (2) 对于 8MHz 振荡器为 $4/8\text{MHz}$ ($= 0.5\mu\text{s}$).

5.2. 振荡器类型

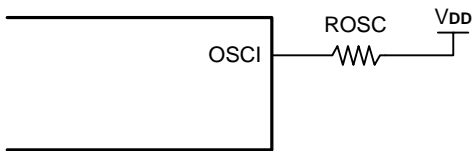
- (1) 晶体振荡器: 32768Hz 或 400KHz - 8MHz



- (2) 陶瓷振荡器: 400KHz - 8MHz



- (3) RC 振荡器: 400KHz - 8MHz

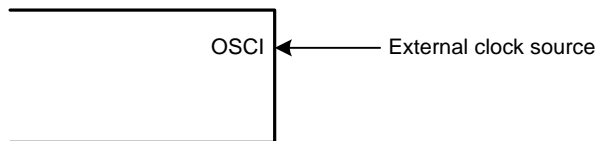


外部 Rosc RC



内部 Rosc RC ($f_{osc} = 4\text{MHz} \pm 2\text{MHz}$)

- (4) 外部时钟输入: 30KHz - 8MHz



注意:

- 如果选择 RC 振荡器或外部时钟输入电路, OSCO 与 I/O 端口共用管脚 (端口 C.0).



6. I/O 端口

SH69P43 提供 24 个可编程双向 I/O 端口. 每一个 I/O 端口包含软件可编程控制的上拉 MOS 电路. 当 I/O 端口为输入端时, 上拉 MOS 电路的每个端口由端口数据寄存器 (PDR)控制 (写“1”能打开上拉 MOS 而写“0”能关闭上拉 MOS). 因此上拉 MOS 能独立开关. 端口控制寄存器 (PCR)控制 I/O 端口的方向 (输入或输出). 当端口 A, B, C, D 为数据输入方向时, 下降沿信号能引起端口中断 (若端口中断允许).

- 端口 A.0 - 3 与 ADC AN0 - 3 输入通道共用管脚,
- 端口 B.0 - 3 与 ADC AN4 - 7 输入通道共用管脚,
- 端口 C.0 与 OSCO 共用管脚, (如果使用外部时钟或 RC 振荡器, OTP 选择)
- 端口 C.1 与 ADC 参考电压输入端共用管脚,
- 端口 C.2 与 PWM0 输出端共用管脚,
- 端口 C.3 与 T0 输入端共用管脚,
- 端口 D.3 与 PWM1 输出端共用管脚.

系统寄存器\$08 - \$0D: 端口数据寄存器 (PDR)

地址	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	R/W	说明
\$08	PA.3	PA.2	PA.1	PA.0	R/W	PORTA
\$09	PB.3	PB.2	PB.1	PB.0	R/W	PORTB
\$0A	PC.3	PC.2	PC.1	PC.0	R/W	PORTC
\$0B	PD.3	PD.2	PD.1	PD.0	R/W	PORTD
\$0C	PE.3	PE.2	PE.1	PE.0	R/W	PORTE
\$0D	PF.3	PF.2	PF.1	PF.0	R/W	PORTF

系统寄存器\$18 - \$1D: 端口控制寄存器 (PCR)

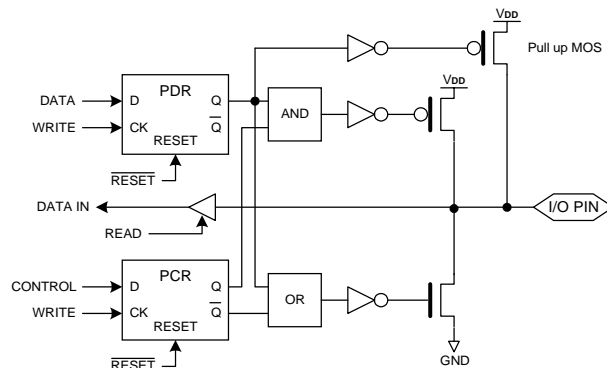
地址	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	R/W	说明
\$18	PACR.3	PACR.2	PACR.1	PACR.0	R/W	PORTA 输入/输出控制
\$19	PBCR.3	PBCR.2	PBCR.1	PBCR.0	R/W	PORTB 输入/输出控制
\$1A	PCCR.3	PCCR.2	PCCR.1	PCCR.0	R/W	PORTC 输入/输出控制
\$1B	PDCR.3	PDCR.2	PDCR.1	PDCR.0	R/W	PORTD 输入/输出控制
\$1C	PECR.3	PECR.2	PECR.1	PECR.0	R/W	PORTE 输入/输出控制
\$1D	PFCR.3	PFCR.2	PFCR.1	PFCR.0	R/W	PORTF 输入/输出控制

I/O 控制寄存器:

PA (/B/C/D/E/F)CR.n, (n = 0, 1, 2, 3)

0: 设置 I/O 为输入方向. (默认值)

1: 设置 I/O 为输出方向.





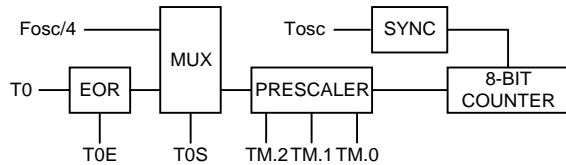
7. 定时器

SH69P43 有两个 8-位定时器.

定时/计数器有下述特性:

- 8 位向上计数定时/计数器.
- 自动重装入计数器.
- 8 位预装入寄存器.
- 由\$FF 到\$00 溢出中断.

下述为定时器简单框图:



定时器有以下功能:

- 可编程间隔定时器.
- 读计数器的值.

7.1. 定时器 0 和定时器 1 配置和操作

定时器 0 和定时器 1 都由一个 8-位只写定时器装入寄存器 (TLOL, TLOH; TL1L, TL1H) 和一个 8 位只读定时器计数器 (TCOL, TC0H; TC1L, TC1H) 构成. 每个定时器由低四位和高四位组成. 将数据写入定时器装入寄存器 (TLOL, TLOH; TL1L, TL1H) 就能初始化定时计数器.

必须先写低四位, 再写高四位. 当高四位写入或定时器由\$FF 到\$00 计数溢出时, 定时计数器将自动装入装入寄存器中的数值.

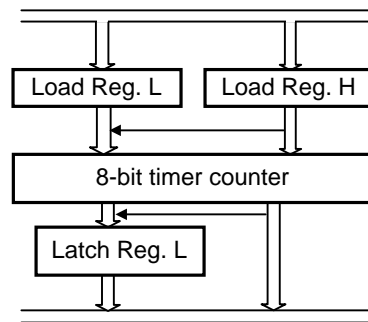
定时器装入寄存器: 由于寄存器 H 控制物理 READ 和 WRITE 操作. 请根据以下步骤操作:

写操作:

- 先写低四位
- 再写高四位以更新计数器

读操作:

- 先读高四位
- 接下来再读低四位



7.2. 定时器方式寄存器

通过设置定时器方式寄存器 (TM0, TM1) 能将定时器编程为不同的预置值下工作.

8 位预置器溢出后输出脉冲信号. 定时器方式寄存器 (TM0, TM1) 是一个用于定时器控制的 3 位寄存器, 如表 1 和表 2 所示. 这些方式寄存器为定时器选择输入脉冲源.

表 1. 定时器 0 方式寄存器 (\$02)

TM0.2	TM0.1	TM0.0	预置器分频比	时钟源
0	0	0	$/2^{11}$	系统时钟/T0
0	0	1	$/2^9$	系统时钟/T0
0	1	0	$/2^7$	系统时钟/T0
0	1	1	$/2^5$	系统时钟/T0
1	0	0	$/2^3$	系统时钟/T0
1	0	1	$/2^2$	系统时钟/T0
1	1	0	$/2^1$	系统时钟/T0
1	1	1	$/2^0$	系统时钟/T0

表 2. 定时器 1 方式寄存器 (\$03)

TM1.2	TM1.1	TM1.0	预置器分频比	时钟源
0	0	0	$/2^{11}$	系统时钟
0	0	1	$/2^9$	系统时钟
0	1	0	$/2^7$	系统时钟
0	1	1	$/2^5$	系统时钟
1	0	0	$/2^3$	系统时钟
1	0	1	$/2^2$	系统时钟
1	1	0	$/2^1$	系统时钟
1	1	1	$/2^0$	系统时钟



8. 模拟/数字转换器 (ADC)

本芯片具有 8 通道和 8 位精度 A/D 转换器。

A/D 转换器系统寄存器为\$13 - \$17。系统寄存器\$13, \$14 和\$17 (bit3, bit0) 是 A/D 转换控制寄存器, 这些寄存器定义了 A/D 转换模拟通道数设置, 转换通道选择, 参考电压选择, A/D 转换时钟选择, 启动 A/D 转换控制位和结束 A/D 转换标志。系统寄存器 \$15, \$16 是 A/D 转换结果寄存器而且是只读的。

A/D 转换的步骤:

- 设置模拟通道数和选择参考电压. (如果使用外部参考电压, 切记任何模拟输入电压值不能大于 VREF)
- 运行 A/D 转换模块, 选择需转换的信号通道.
- 设置 A/D 转换时钟源.
- GO/DONE = 1, 启动 A/D 转换.

8.1. 系统寄存器\$13:

地址	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	R/W	说明
\$13	VREFS	ACR2	ACR1	ACR0	R/W	Bit2-0: A/D 模拟通道数设置 Bit3: 选择内部/外部参考电压
	X	0	0	0	R/W	见表 3
	0	X	X	X	R/W	内部参考电压 (VREF = VDD)
	1	X	X	X	R/W	外部参考电压

表 3. 设置模拟通道

ACR2	ACR1	ACR0	7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	PB3	PB2	PB1	PB0	PA3	PA2	PA1	PA0
0	0	1	PB3	PB2	PB1	PB0	PA3	PA2	PA1	AN0
0	1	0	PB3	PB2	PB1	PB0	PA3	PA2	AN1	AN0
0	1	1	PB3	PB2	PB1	PB0	PA3	AN2	AN1	AN0
1	0	0	PB3	PB2	PB1	PB0	AN3	AN2	AN1	AN0
1	0	1	PB3	PB2	PB1	AN4	AN3	AN2	AN1	AN0
1	1	0	PB3	PB2	AN5	AN4	AN3	AN2	AN1	AN0
1	1	1	AN7	AN6	AN5	AN4	AN3	AN2	AN1	AN0

8.2. 系统寄存器\$14:

地址	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	R/W	说明
\$14	ADCON	CH2	CH1	CH0	R/W	Bit2-0: ADC 转换通道选择 Bit3: 设置 ADC 模块工作
	X	0	0	0	R/W	ADC 通道 AN0
	X	0	0	1	R/W	ADC 通道 AN1
	X	0	1	0	R/W	ADC 通道 AN2
	X	0	1	1	R/W	ADC 通道 AN3
	X	1	0	0	R/W	ADC 通道 AN4
	X	1	0	1	R/W	ADC 通道 AN5
	X	1	1	0	R/W	ADC 通道 AN6
	X	1	1	1	R/W	ADC 通道 AN7
	0	X	X	X	R/W	A/D 转换模块不工作
	1	X	X	X	R/W	A/D 转换模块工作



8.3. 系统寄存器\$15 - \$16 用于 ADC 数据:

地址	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	R/W	说明
\$15	A3	A2	A1	A0	R	ADC 数据低四位 (只读)
\$16	A7	A6	A5	A4	R	ADC 数据高四位 (只读)

8.4. 系统寄存器\$17:

地址	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	R/W	说明
\$17	GO/DONE	TADC1	TADC0	ADCS	R/W	Bit0: A/D 转换时间设置 Bit2, Bit1: A/D 时钟周期选择 Bit3: ADC 状态标志
	X	X	X	0	R/W	A/D 转换时间 = 50 t _{AD}
	X	X	X	1	R/W	A/D 转换时间 = 330 t _{AD}
	X	0	0	X	R/W	A/D 时钟周期 t _{AD} = t _{OSC}
	X	0	1	X	R/W	A/D 时钟周期 t _{AD} = 2 t _{OSC}
	X	1	0	X	R/W	A/D 时钟周期 t _{AD} = 4 t _{OSC}
	X	1	1	X	R/W	A/D 时钟周期 t _{AD} = 8 t _{OSC}
	0	X	X	X	R/W	A/D 转换不在进行中
	1	X	X	X	R/W	A/D 转换正在进行中, (当 ADCON = 1)

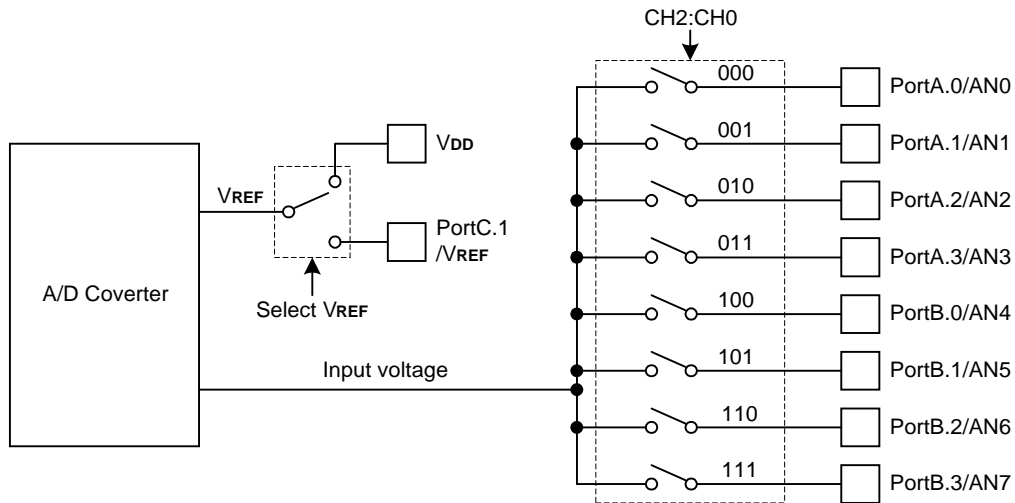


图 1. A/D 转换框图

注意:

- 选择 A/D 时钟周期 t_{AD}, 保证 1μs ≤ t_{AD} ≤ 33.4 μs.
- 当完成 A/D 后, 将发生 A/D 转换中断 (如果 A/D 转换中断允许).
- 模拟输入通道必须将其对应的 PXCR (X = A, B) 位作为输入.
- 如果 I/O 端口已被选择为模拟输入端, 那么, I/O 功能和上拉电阻被禁止.
- 当 A/D 转换完成后, GO/DONE 位由硬件自动清零.
- 在转换过程中将 GO/DONE 位清零会中止当前的转换过程.
- 部分完成 A/D 采样转换将不会更新 A/D 结果寄存器内容.
- 在下一个 A/D 转换请求开始前需要等待 4-t_{OSC} 的时间.
- A/D 转换器能在 HALT 方式下继续工作, 并在执行"STOP"指令后自动停止工作.
- A/D 转换器能将 SH69P43 从 HALT 方式下唤醒 (如果 A/D 转换器中断允许).



9. 脉冲宽度调制 (PWM)

本芯片具有 2 通道 10-位 PWM 输出. 系统寄存器 PWMC 能控制 PWM 输出. 系统寄存器 PWMP 设置 PWM 输出信号周期, 而 PWMD 设置 PWM 输出信号占空比.

系统寄存器\$20, \$21: (PWMC)

地址	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	R/W	说明
\$20, \$21	PWMnS	TnCK1	TnCK0	PWMn	R/W	Bit0: 选择 PWMn 输出 Bit2, Bit1: 设置 PWMn 时钟 Bit3: 设置 PWMn 的占空比输出方式
	X	X	X	0	R/W	共享 I/O 端口
	X	X	X	1	R/W	共享 PWMn, n = 0 或 1
	X	0	0	X	R/W	PWMn 时钟 = tosc
	X	0	1	X	R/W	PWMn 时钟 = 2 tosc
	X	1	0	X	R/W	PWMn 时钟 = 4 tosc
	X	1	1	X	R/W	PWMn 时钟 = 8 tosc
	0	X	X	X	R/W	占空比以普通 PWMn 输出方式
	1	X	X	X	R/W	占空比以反向 PWMn 输出方式

n = 0 或 1

系统寄存器\$22 - \$24, \$28 - \$2A: (PWMP)

地址	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	R/W	说明
\$22, \$28	PPn.3	PPn.2	PPn.1	PPn.0	R/W	设置 PWMn 周期低四位
\$23, \$29	PPn.7	PPn.6	PPn.5	PPn.4	R/W	设置 PWMn 周期中四位
\$24, \$2A	-	-	PPn.9	PPn.8	R/W	Bit1, Bit0: 设置 PWMn 周期高两位

n = 0 或 1

PWM 输出信号的周期 = [PPn.9, PPn.0] x PWMn 时钟.

当[PPn.9, PPn.0] = 000H, PWM 输出 GND.

系统寄存器\$25 - \$27, \$2B - \$2D: (PWMD)

地址	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	R/W	说明
\$25, \$2B	PDn.3	PDn.2	PDn.1	PDn.0	R/W	设置 PWMn 占空比低四位
\$26, \$2C	PDn.7	PDn.6	PDn.5	PDn.4	R/W	设置 PWMn 占空比中四位
\$27, \$2D	-	-	PDn.9	PDn.8	R/W	Bit1, Bit0: 设置 PWMn 占空比高两位

n = 0 或 1

PWM 输出信号的占空比 = [PDn.9, PDn.0] x PWMn 时钟.

注意:

- 若选择 I/O 端口为 PWM 输出, I/O 功能和上拉电阻被禁止.
- 设置 PWMn 的周期或占空比时, 先设置高四位, 然后设置中四位, 最后设置低四位.
- 在 PWM 输出状态下, 只有写入 PWMn 周期或占空比的低四位数据后, 数据才会装入重装入计数器并在下一个周期开始计数.
- 当选择 PWMn 输出 (设置 PWMC bit0 = 1) 时, PWMn 输出的第一个周期和第一个占空比是按 3FFH 计数, 系统寄存器 PWMP 和 PWMD 的数据从第二个周期开始计数.
- PWM 能在 HALT 方式下继续工作, 并在执行"STOP"指令后自动停止工作.

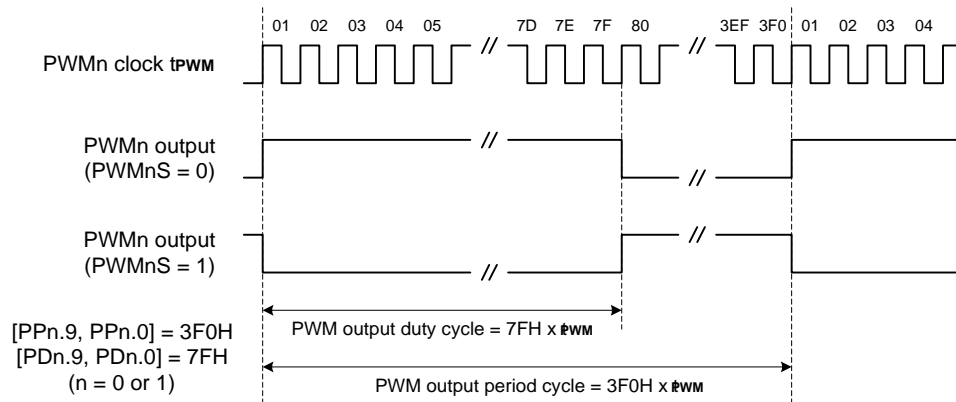


图 2. PWM 输出举例

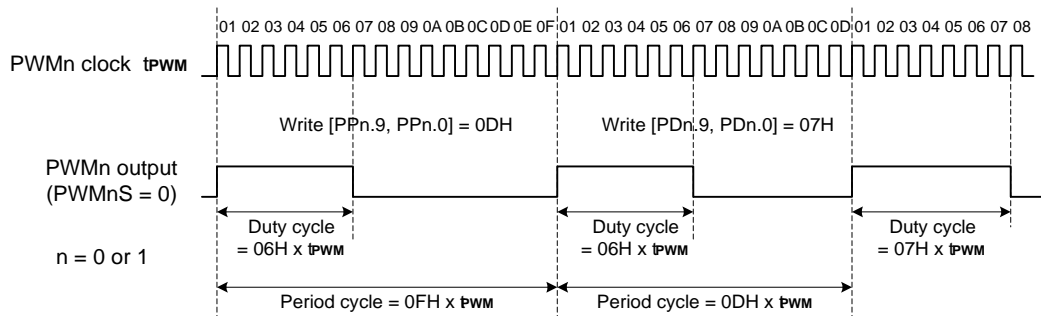


图 3. PWM 输出设置周期或占空比举例



10. 低电压复位 (LVR)

LVR 能用于监控电源电压并产生芯片内部复位。它一般用于交流电路或大电池电路，这些电路工作时的大负载会引起器件工作电压暂时低于电路工作电压的最小值。

LVR 功能的开启由 OTP 选择。

当 LVR 功能使能时 LVR 电路的功能如下：

- 当 $V_{DD} \leq V_{LVR}$ 同时 $t \geq t_{LVR}$ 时产生系统复位。
- 当 $V_{DD} > V_{LVR}$ 或 $V_{DD} < V_{LVR}$ 同时 $t < 100\mu s$ 时取消系统复位。

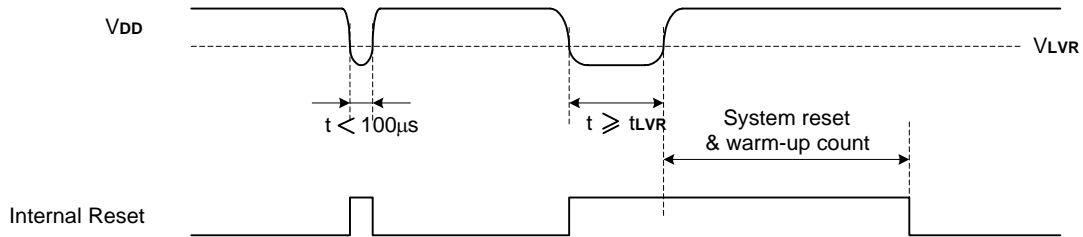


图 4. 低电压复位举例

11. 外部时钟/事件 T0 作为定时器 0 的时钟源

当外部时钟/事件 T0 输入作为定时器 0 的时钟源时，它须与 CPU 系统时钟保持同步。因此，这个外部来源必须符合以下特定限制。系统时钟在一个指令帧周期中通过系统时间进行采样，外部时钟其高电平必须至少保持 2 倍 t_{osc} 且低电平也必须至少保持 2 倍 t_{osc} 。当预分频器分频比选择 2^0 时，与系统时钟输入相同。

满足条件如下：

$$T0H (T0 \text{ 高电平时间}) \geq 2 * t_{osc} + \Delta T$$

$$T0L (T0 \text{ 低电平时间}) \geq 2 * t_{osc} + \Delta T \quad ; \Delta T = 20ns$$

当选择其它的预标定时器分频比，TM0 通过异步脉动计数器来标度，并且预定时输出是对称的。那么：

$$T0 \text{ high time} = T0 \text{ low time} = \frac{N * T0}{2}$$

其中：
 T0 = 定时器 0 输入周期
 N = 预标定时器值

因此，满足条件是：

$$\frac{N * T0}{2} \geq 2 * t_{osc} + \Delta T \quad \text{或} \quad T0 \geq \frac{4 * t_{osc} + 2 * \Delta T}{N}$$

只对 T0 周期定时应用有限制。这个等式对脉宽没有限制。大致如下：

$$T0 = \text{Timer0 period} \geq \frac{4 * t_{osc} + 2 * \Delta T}{N}$$

系统寄存器 \$1E: (T0)

地址	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	R/W	说明
\$1E	-	-	T0S	T0E	R/W	Bit0: 设置 T0 边沿触发方式 Bit1: 设置 T0 信号源
	-	-	X	0	R/W	T0 管脚有上升沿信号，定时器 0 计数加一
	-	-	X	1	R/W	T0 管脚有下降沿信号，定时器 0 计数加一
	-	-	0	X	R/W	与 PortC.3 共享管脚，定时器 0 时钟源为系统时钟
	-	-	1	X	R/W	与 T0 输入共享管脚，定时器 0 时钟源为 T0 输入时钟



12. 中断

SH69P43 有四个中断源:

- A/D 中断
- 定时器 0 中断
- 定时器 1 中断
- 端口 A - 中断 (下降沿)

12.1. 中断控制位和中断服务

中断控制标志映射为系统寄存器的\$00 和\$01. 这两个寄存器能由软件访问和设置. 芯片上电复位初始化后, 寄存器的值为 0.

地址	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	R/W	说明
\$00	IEAD	IET0	IET1	IEP	R/W	中断使能标志
\$01	IRQAD	IRQT0	IRQT1	IRQP	R/W	中断请求标志

当 IEx 设置为 1 且有中断请求时 (IRQx 为 1), 中断激活且矢量地址根据与中断源相应的 PLA 优先级得出. 当发生中断时, PC 和 CY 标志将被保存在堆栈存储器中, 同时程序跳转至中断服务矢量地址处执行. 在中断发生后, 所有中断使能标志 (IEx) 自动复位为 0, 因此当 IRQx 1 且 IEx 标志再次设置为 1 时, 将激活中断且矢量地址根据与中断源相应的 PLA 优先级得出.

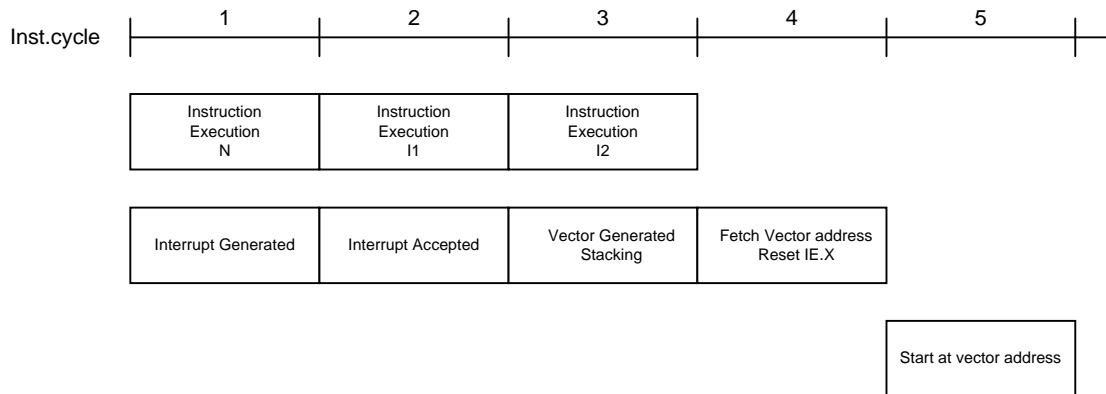


图 5. 中断服务次序示意图

中断嵌套:

在 CPU 中断服务期间, 用户可以在中断返回前设置任何中断使能标志. 中断服务表中将显示下个中断和将要发生的下一个中断嵌套. 如果中断请求已准备好且 IE 允许执行 N 的指令, 那么在两个指令周期后将立即启动中断. 但是, 如果指令 I1 或指令 I2 禁止中断请求或使能标志, 那么中断服务将被取消.

12.2. A/D 中断

系统寄存器\$00 的 Bit3 (IEAD) 是 ADC 中断使能标志位. 当完成 A/D 转换后将产生一个中断请求 (IRQAD = 1), 如果 ADC 中断使能 (IEAD = 1), 将启动一次 ADC 中断服务程序. 该 A/D 中断能用来从 HALT 方式唤醒 CPU.

12.3. 定时器 (定时器 0, 定时器 1) 中断

定时器 0 和定时器 1 的时钟输入是以系统时钟 (定时器 0 或以外部时钟/事件 T0) 输入为基准的. 定时器由\$FF 到\$00 计数溢出, 将产生一个内部中断请求 (IRQT0 或 IRQT1 = 1), 如果中断使能标志允许 (IET0 或 IET1 = 1) 则开始定时器中断服务程序. 定时器中断同样也能用于从 HALT 方式唤醒 CPU.



12.4. 端口中断

端口 A - D 作为端口中断源. 因为端口 A - D 的 I/O 是一个位可编程 I/O, 所以只有数字输入端口才能发生端口中断. 模拟输入不能产生中断请求.

任何 A - D 输入端口管脚上的 V_{DD} 到 GND 转换信号将产生一个中断请求 (IRQP = 1). 只有在所有输入管脚上的电平都回到 V_{DD} 后才能响应更多的下降沿信号并产生新的中断请求. 端口中断能用于将 CPU 从 HALT 或 STOP 方式唤醒.

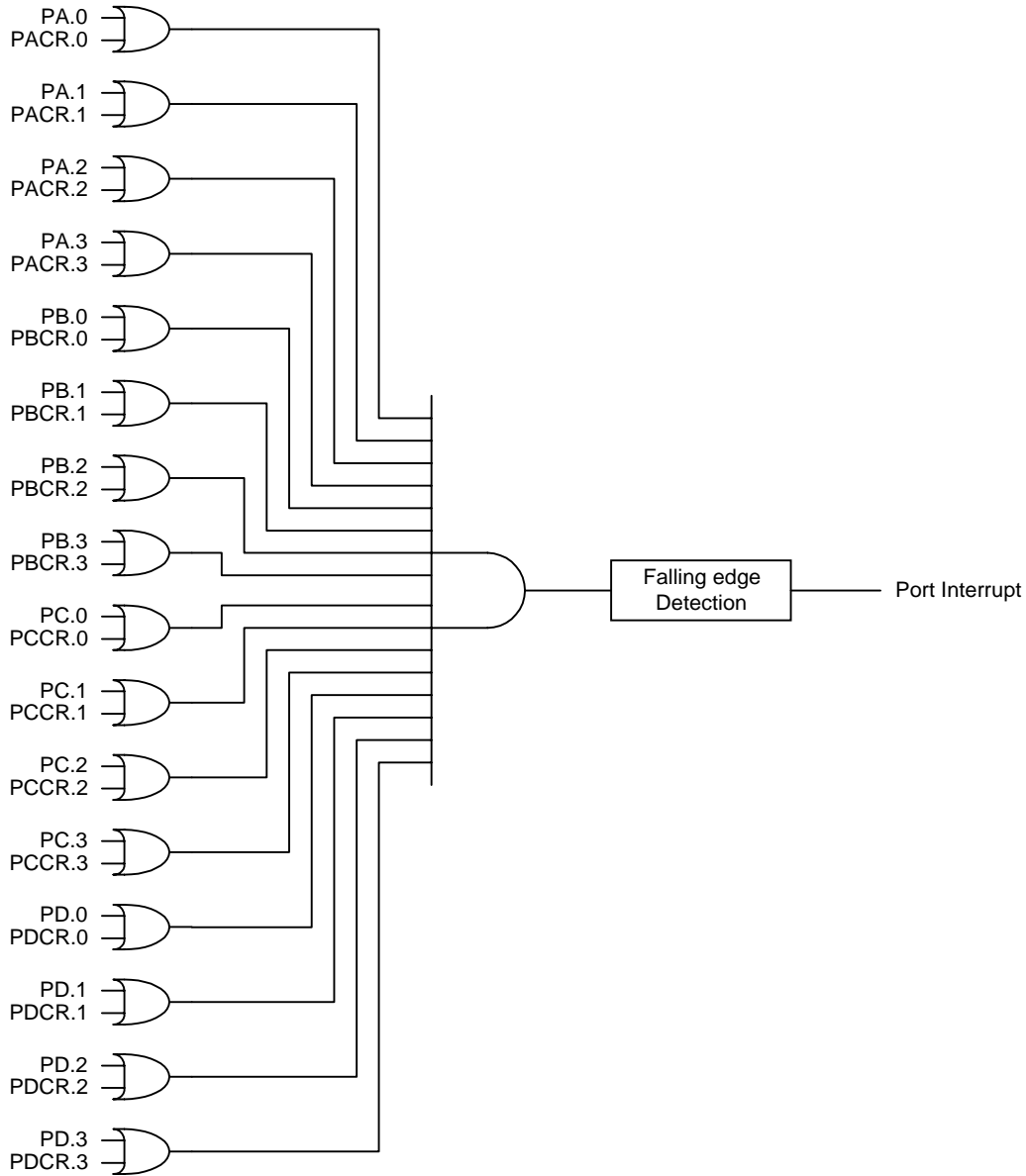


图 6. 端口中断功能框图



13. 看门狗定时器 (WDT)

看门狗定时器是一个向下计数计数器, 而且它有独立内建 RC 振荡器作为时钟源, 因此虽然在 STOP 方式下 WDT 仍在运行 (如果使能). 当定时器溢出时, 看门狗定时器自动产生芯片复位. OTP 选项可以使能或禁止该功能. 看门狗定时器控制寄存器 (WDT bit2 - 0) 能选择不同的溢出频率. WDT bit3 是看门狗定时器溢出标志位.

如果看门狗定时器使能, 定时器溢出后, CPU 将复位且 WDT bit3 由硬件自动置为“1”. 重复读或写 WDT 寄存器 (\$1F) 后, 看门狗定时器会在定时器溢出前重新计数.

系统寄存器\$1F: (WDT)

地址	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	R/W	说明
\$1F	WD	WDT.2	WDT.1	WDT.0	R/W R	Bit2-0: 看门狗定时器控制 Bit3: 看门狗定时器溢出标志 (只读)
	X	0	0	0	R/W	看门狗定时周期 = 4096ms
	X	0	0	1	R/W	看门狗定时周期 = 1024ms
	X	0	1	0	R/W	看门狗定时周期 = 256ms
	X	0	1	1	R/W	看门狗定时周期 = 128ms
	X	1	0	0	R/W	看门狗定时周期 = 64ms
	X	1	0	1	R/W	看门狗定时周期 = 16ms
	X	1	1	0	R/W	看门狗定时周期 = 4ms
	X	1	1	1	R/W	看门狗定时周期 = 1ms
	0	X	X	X	R	无看门狗定时器溢出复位
	1	X	X	X	R	看门狗定时器溢出, 发生 WDT 复位

注意:

看门狗定时周期是在 $V_{DD} = 5V$, $T_A = 25^\circ C$ 时参考值.

14. HALT 和 STOP 方式

在执行 HALT 指令后, 器件将进入 halt 模式. 在 halt 模式下, CPU 将停止工作. 但是其周边电路 (定时器 0, 定时器 1, ADC, PWM) 将继续工作.

在执行 STOP 指令后, 器件将进入 stop 模式. 在 stop 模式下, 整个芯片 (包括振荡器) 停止工作. 除了看门狗定时器电路, 如果看门狗定时器允许的话, 看门狗定时器将继续工作.

在 HALT 方式下, 发生任何中断 SH69P43 将被唤醒.

在 STOP 方式下, 发生端口中断或看门狗定时器溢出 (WDT 使能), SH69P43 将被唤醒.

15. 预热定时器

本芯片内建振荡器预热定时器, 它能消除振荡器在下列情况下起振时的不稳定状态:

15.1. 上电复位预热定时阶段:

(a) 在 RC 振荡方式, $F_{osc} = 400KHz - 2MHz$, 预热计数器的分频比为 2^{10} (1024).

(b) 在 RC 振荡方式, $F_{osc} = 2MHz - 8MHz$, 预热计数器的分频比为 2^{12} (4096).

(c) 在晶体振荡或陶瓷振荡方式下, 预热计数器的分频比为 2^{12} (4096).

15.2. 其他预热阶段:

- 硬件复位

- 低电压复位

- 由 stop 唤醒方式

(a) 在 RC 振荡方式, $F_{osc} = 400KHz - 8MHz$, 预热计数器的分频比为 2^7 (128).

(b) 在晶体振荡或陶瓷振荡方式, 预热计数器的分频比为 2^{12} (4096).



16. OTP 选项

16.1. 振荡器类型:

OP_OSC [2:0]:

- 000 = 外部时钟 (默认)
- 011 = 内部 Rosc RC 振荡器
- 100 = 外部 Rosc RC 振荡器
- 101 = 陶瓷谐振器
- 110 = 晶体振荡器
- 111 = 32.768KHz 晶体振荡器

16.2. 振荡频率范围:

OP_OSC 3:

- 0 = 2 - 8MHz (默认)
- 1 = 400KHz - 2MHz

16.3. 看门狗定时器:

OP_WDT:

- 0 = 使能 (默认)
- 1 = 禁止

16.4. 低电压复位:

OP_LVR:

- 0 = 禁止 (默认值)
- 1 = 使能

16.5. LVR 电压范围:

OP_LVR0:

- 0 = 高 LVR 电压 (默认值)
- 1 = 低 LVR 电压



指令设置

所有的指令都是单周期和单字节的指令. 面向存储器的操作特性.

算数和逻辑指令

累加器类型

助记符	指令代码	功能	标志位改变
ADC X (, B)	00000 0bbb xxx xxxx	AC ← Mx + AC + CY	CY
ADCM X (, B)	00000 1bbb xxx xxxx	AC, Mx ← Mx + AC + CY	CY
ADD X (, B)	00001 0bbb xxx xxxx	AC ← Mx + AC	CY
ADDM X (, B)	00001 1bbb xxx xxxx	AC, Mx ← Mx + AC	CY
SBC X (, B)	00010 0bbb xxx xxxx	AC ← Mx + -AC + CY	CY
SBCM X (, B)	00010 1bbb xxx xxxx	AC, Mx ← Mx + -AC + CY	CY
SUB X (, B)	00011 0bbb xxx xxxx	AC ← Mx + -AC + 1	CY
SUBM X (, B)	00011 1bbb xxx xxxx	AC, Mx ← Mx + -AC + 1	CY
EOR X (, B)	00100 0bbb xxx xxxx	AC ← Mx ⊕ AC	
EORM X (, B)	00100 1bbb xxx xxxx	AC, Mx ← Mx ⊕ AC	
OR X (, B)	00101 0bbb xxx xxxx	AC ← Mx AC	
ORM X (, B)	00101 1bbb xxx xxxx	AC, Mx ← Mx AC	
AND X (, B)	00110 0bbb xxx xxxx	AC ← Mx & AC	
ANDM X (, B)	00110 1bbb xxx xxxx	AC, Mx ← Mx & AC	
SHR	11110 0000 000 0000	0 → AC[3]; AC[0] → CY; AC 右移一位	CY

立即数类型

助记符	指令代码	功能	标志位改变
ADI X, I	01000 iiiii xxx xxxx	AC ← Mx + I	CY
ADIM X, I	01001 iiiii xxx xxxx	AC, Mx ← Mx + I	CY
SBI X, I	01010 iiiii xxx xxxx	AC ← Mx + -I + 1	CY
SBIM X, I	01011 iiiii xxx xxxx	AC, Mx ← Mx + -I + 1	CY
EORIM X, I	01100 iiiii xxx xxxx	AC, Mx ← Mx ⊕ I	
ORIM X, I	01101 iiiii xxx xxxx	AC, Mx ← Mx I	
ANDIM X, I	01110 iiiii xxx xxxx	AC, Mx ← Mx & I	

十进制调整

助记符	指令代码	功能	标志位改变
DAA X	11001 0110 xxx xxxx	AC, Mx ← 加法的十进制调整	CY
DAS X	11001 1010 xxx xxxx	AC, Mx ← 减法的十进制调整	CY



传输指令

助记符	指令代码	功能	标志位改变
LDA X (, B)	00111 0bbb xxx xxxx	AC ← Mx	
STA X (, B)	00111 1bbb xxx xxxx	Mx ← AC	
LDI X, I	01111 iii xxx xxxx	AC, Mx ← I	

控制指令

助记符	指令代码	功能	标志位改变
BAZ X	10010 xxxx xxx xxxx	PC ← X 如果 AC = 0	
BNZ X	10000 xxxx xxx xxxx	PC ← X 如果 AC ≠ 0	
BC X	10011 xxxx xxx xxxx	PC ← X 如果 CY = 1	
BNC X	10001 xxxx xxx xxxx	PC ← X 如果 CY ≠ 1	
BA0 X	10100 xxxx xxx xxxx	PC ← X 如果 AC (0) = 1	
BA1 X	10101 xxxx xxx xxxx	PC ← X 如果 AC (1) = 1	
BA2 X	10110 xxxx xxx xxxx	PC ← X 如果 AC (2) = 1	
BA3 X	10111 xxxx xxx xxxx	PC ← X 如果 AC (3) = 1	
CALL X	11000 xxxx xxx xxxx	ST ← CY; PC +1 PC ← X (不包括 p)	
RTNW H, L	11010 000h hhh llll	PC ← ST; TBR ← hhhh; AC ← lll	
RTNI	11010 1000 000 0000	CY, PC ← ST	CY
HALT	11011 0000 000 0000		
STOP	11011 1000 000 0000		
JMP X	1110p xxxx xxx xxxx	PC ← X (包括 p)	
TJMP	11110 1111 111 1111	PC ← (PC11-PC8) (TBR) (AC)	
NOP	11111 1111 111 1111	空操作	

其中,

PC	程序计数器	I	立即数
AC	累加器	⊕	逻辑异或
-AC	累加器的补码		逻辑或
CY	进位标志位	&	逻辑与
Mx	数据存储器	bbb	RAM bank
p	ROM page		
ST	堆栈	TBR	查表寄存器



电气特性

绝对最大额定值*

直流电源电压 -0.3V to +7.0V
 输入/输出电压 GND-0.3V to VDD+0.3V
 工作环境温度 -40°C to +85°C
 存储温度 -55°C to +125°C

*注释

这些仅为最大值，超出使用将造成器件永久性损坏。器件的功能只有当器件工作在说明书所规定的范围内时才能得到保障。使用绝对最大额定值的工作条件将会影响到器件工作的可靠性。

直流电气特性 (VDD = 4.5V - 5.5V, GND = 0V, TA = 25°C, Fosc = 8MHz, 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	VDD	4.5	5.0	5.5	V	
工作电流	IOP	-	1.5	2	mA	所有输出管脚无负载 (执行 NOP 指令)
待机电流 (HALT)	ISB1	-	-	800	μA	所有输出管脚无负载, WDT 关闭, ADC 无效
待机电流 (STOP)	ISB2	-	-	1	μA	所有输出管脚无负载, WDT 关闭, ADC 无效, LVR 关闭
输入低电压	VIL1	GND	-	0.2 X VDD	V	I/O 端口, 管脚三态
输入低电压	VIL2	GND	-	0.15 X VDD	V	RESET, T0, OSC1
输入高电压	VIH1	0.8 X VDD	-	VDD	V	I/O 端口, 管脚三态
输入高电压	VIH2	0.85 X VDD	-	VDD	V	RESET, T0, OSC1
输入漏电流	IIL	-1	-	1	μA	输入管脚, VIN = VDD 或 GND
上拉电阻	RPH	-	150	-	KΩ	VDD = 5.0V, VIN = GND
输出高电压	VOH	VDD - 0.7	-	-	V	I/O 端口, PWM0 & 1, IOH = -10mA
输出低电压	VOL	-	-	GND + 0.6	V	I/O 端口, PWM0 & 1, IOL = 20mA
WDT 电流	IWDT	-	-	20	μA	STOP, WDT 使能, ADC 无效, LVR 关闭

DC Electrical Characteristics (VDD = 2.4V - 5.5V, GND = 0V, TA = 25°C, Fosc = 4MHz, 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	VDD	2.4	5.0	5.5	V	
工作电流	IOP	-	1.0	1.5	mA	所有输出管脚无负载 (执行 NOP 指令)
待机电流 (HALT)	ISB1	-	-	500	μA	所有输出管脚无负载, WDT 关闭, ADC 无效
待机电流 (STOP)	ISB2	-	-	1	μA	所有输出管脚无负载, WDT 关闭, ADC 无效, LVR 关闭
输入低电压	VIL1	GND	-	0.2 X VDD	V	I/O 端口, 管脚三态
输入低电压	VIL2	GND	-	0.15 X VDD	V	RESET, T0, OSC1
输入高电压	VIH1	0.8 X VDD	-	VDD	V	I/O 端口, 管脚三态
输入高电压	VIH2	0.85 X VDD	-	VDD	V	RESET, T0, OSC1
WDT 电流	IWDT	-	-	20	μA	STOP, WDT 使能, ADC 无效, LVR 关闭



交流电气特性 (VDD = 2.4V - 5.5V, GND = 0V, TA = 25°C, Fosc = 30KHz - 8MHz, 除非另有说明.)

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
指令周期时间	Tcy	0.5	-	133.4	μs	
T0 输入宽度	tiw	(Tcy + 40)/N	-	-	ns	N = 预分频比
输入脉宽	tiPW	tiw/2	-	-	ns	

交流电气特性 (VDD = 2.4V - 5.5V, GND = 0V, TA = 25°C, Fosc = 30KHz - 8MHz, 除非另有说明.)

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
复位脉冲宽度	tRESET	10	-	-	μs	低电平有效
WDT 周期	TWDT	1	-	-	ms	
频率漂移	ΔF /F	-	-	20	%	外部 Rosc 振荡器, 包括电压, 温度和芯片与芯片间的漂移
频率漂移	ΔF /F	-	-	50	%	内部 Rosc 振荡器, Fosc = 4MHz 包括电压, 温度和芯片与芯片间的漂移

A/D 转换器特性 (VDD = 2.4V - 5.5V, GND = 0V, TA = 25°C, Fosc = 30KHz - 8MHz, 除非另有说明.)

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
精度	NR	-	-	8	bit	GND ≤ VAIN ≤ VREF
参考电压	VREF	2.4	-	VDD	V	
A/D 输入电压	VAIN	GND	-	VREF	V	
A/D 输入电阻	RAIN	1000	-	-	KΩ	VIN = 5.0V
A/D 转换电流	IAD	-	100	300	μA	A/D 转换器模块工作, VDD = 5.0V
非线性误差	ENL	-	-	±1	LSB	VREF = VDD = 5.0V
满刻度误差	EF	-	-	±1	LSB	VREF = VDD = 5.0V
偏移量误差	EZ	-	-	±1	LSB	VREF = VDD = 5.0V
总绝对误差	EAD	-	±0.5	±1	LSB	VREF = VDD = 5.0V
A/D 时钟周期	tAD	1	-	33.4	μs	Fosc = 30KHz - 8MHz
A/D 转换时间	tCNV1	-	50	-	tAD	设置 ADCS = 0
A/D 转换时间	tCNV2	-	330	-	tAD	设置 ADCS = 1

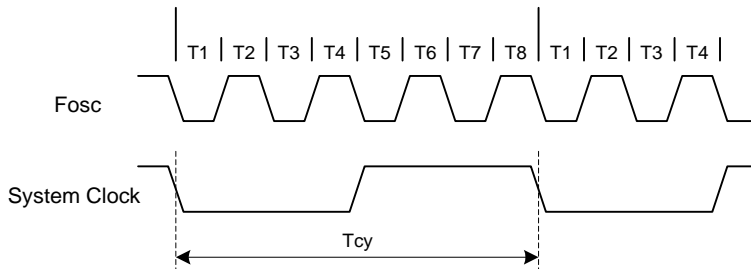
低电压复位电气特性 (VDD = 3.0V - 5.5V, GND = 0V, TA = 25°C, Fosc = 32.768KHz - 8MHz, 除非另有说明.)

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
LVR 电压 (高)	VLVR1	3.8	-	4.2	V	LVR 使能
LVR 电压 (低)	VLVR2	2.3	-	2.7	V	LVR 使能
LVR 电压脉冲宽度	tLVR	100	-	500	μs	VDD ≤ VLVR

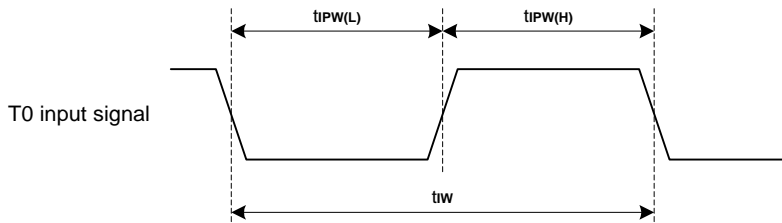


时序波形

(a) 系统时钟时序波形

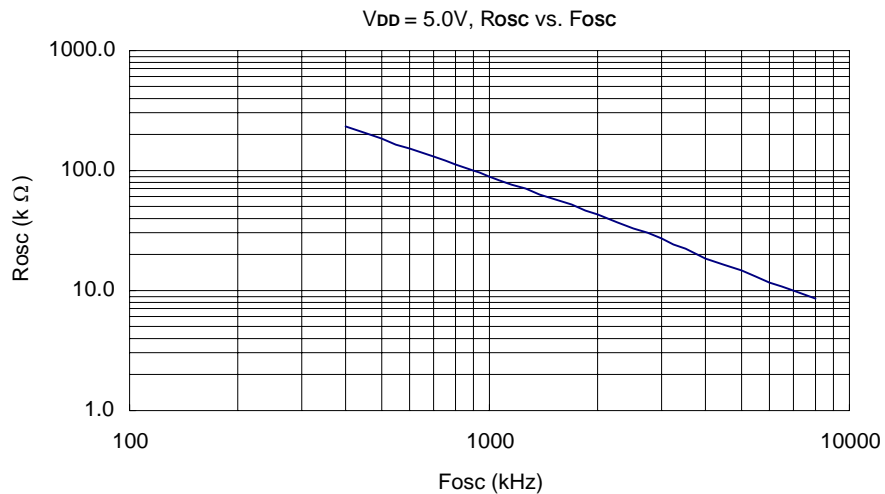


(b) T0 输入波形



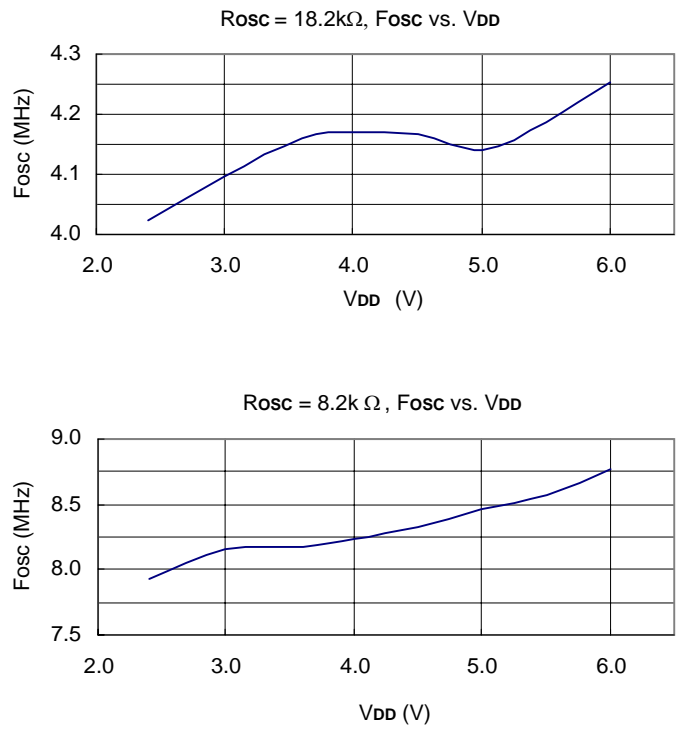
RC 振荡器特性图

(a) 典型的外部 RC 振荡器电阻值与频率关系图: (仅供参考)

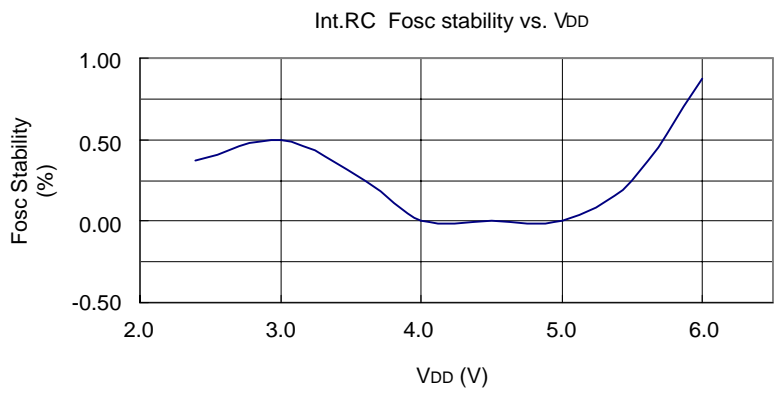




(b) 典型的外部 RC 振荡器频率与工作电压关系图: (仅供参考)



(c) 典型的内部 RC 振荡器频率稳定度与工作电压关系图: (仅供参考)



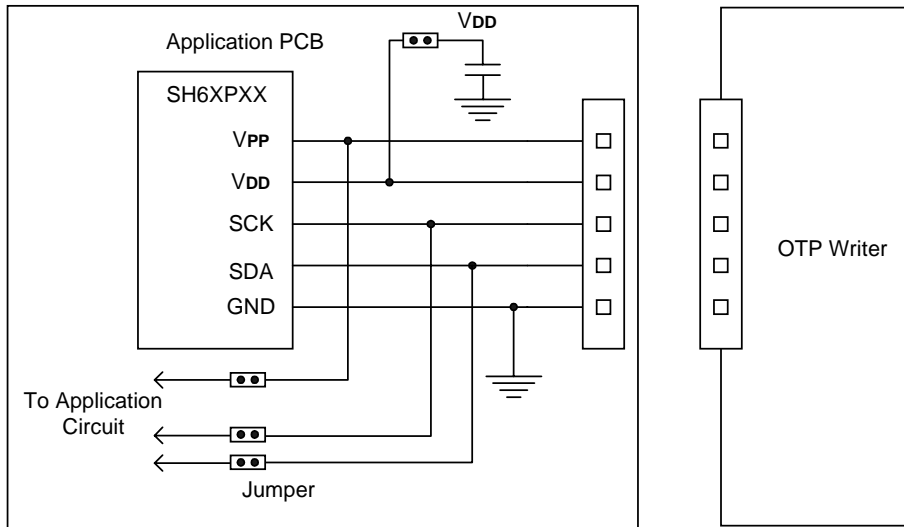


OTP 在系统烧写时注意事项：

对于用户采用 COB (Chip on Board) 组装方式时, OTP 芯片可以使用 In System Programming (在系统烧写) 方式编程. 为使用在系统烧写方式编程, 用户必须在 PCB 上预留出 OTP 芯片的编程接口以便连接 OTP 编程器进行编写.

用户可先将 OTP 芯片组装到用户 PCB 上, 对 OTP 芯片编程完成后再将其它器件组装到板上, 也可在对 OTP 芯片编程前将包括 OTP 芯片在内的所有器件组装在用户 PCB 上.

为了提高 OTP 编程的成功率, 在编程操作执行时 OTP 编程信号线直接连接到 OTP 编程器上, 不允许有其它外加电路并联. 所以在 PCB 板上必须预留 4 组跳线或分割焊盘将 OTP 编程接口 (VDD, VPP, SDA, SCK) 与应用电路分隔开, 如下图所示.



具体操作步骤如下：

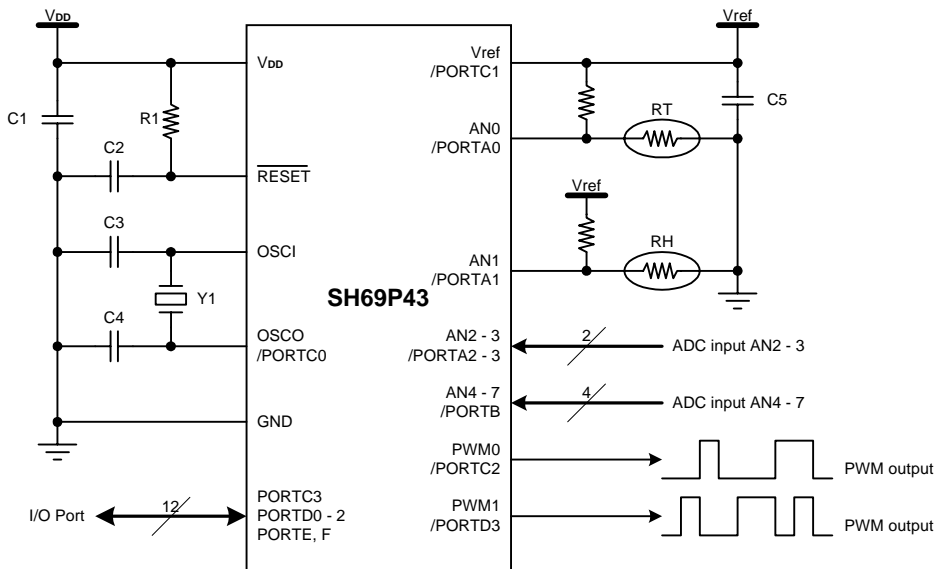
- (1) 在对组装在 PCB 上的 OTP 芯片编程前将 4 组跳线断开.
- (2) 将 OTP 芯片的编程接口连接到 OTP 编程器并完成 code 编程.
- (3) 将用户板与 OTP 烧写器编程器断开, 将 4 组跳线短接, 使 VDD, VPP, SDA, SCK 引脚连接至应用电路. 有关 OTP 编程的更多详细资料请参见 OTP 编程器的用户手册.



应用电路 (仅供参考)

AP1:

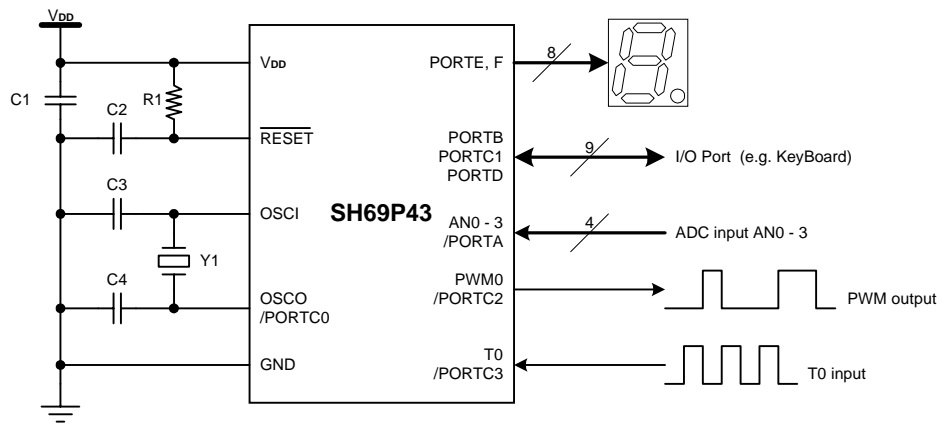
- (1) 振荡器: 晶体振荡器 (OTP 选择)
- (2) ADC 参考电压: 外部 VREF
- (3) PORTA0 - 3/AN0 - 3: ADC 输入
- (4) PORTB0 - 3/AN4 - 7: ADC 输入
- (5) PORTC1/VREF: 外部 ADC 参考电压输入
- (6) PORTC2/PWM0: PWM 输出
- (7) PORTD3/PWM1: PWM 输出
- (8) 其它端口: I/O 端口
- (9) VDD = 5.0V, GND = 0V, C1 = C2 = C5 = 0.1μF, R1 = 47kΩ
- (10) Y1 = 8MHz, C3 = C4 = 20pF
- (11) RT: 温度传感器
- (12) RH: 湿度传感器





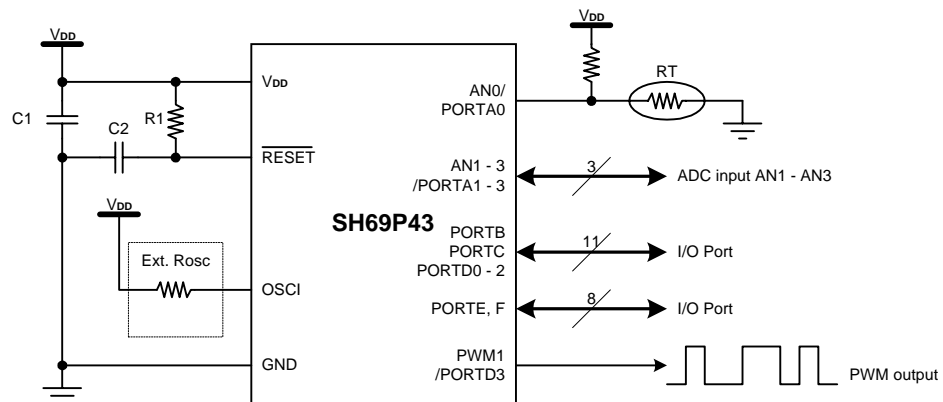
AP2:

- (1) 振荡器: 陶瓷振荡器 (OTP 选择)
- (2) ADC 参考电压: 内部 VREF
- (3) PORTA0 - 3/AN0 - 3: ADC 输入
- (4) PORTC2/PWM0: PWM 输出
- (5) PORTC3/T0: T0 输入
- (6) PORTE, F: LED 驱动器
- (7) 其它端口: I/O 端口. (如. 4 X 5 键盘)
- (8) V_{DD} = 5.0V, GND = 0V, C1 = C2 = 0.1μF, R1 = 47kΩ
- (9) Y1 = 455kHz, C3 = C4 = 47pF



AP3:

- (1) 振荡器: 外部 RC 或者内部 RC (OTP 选择)
- (2) ADC 参考电压: 内部 VREF
- (3) PORTA0 - 3/AN0 - 3: ADC 输入
- (4) PORTD3/PWM1: PWM 输出
- (5) 其它端口: I/O 端口
- (6) V_{DD} = 5.0V, GND = 0V, C1 = C2 = 0.1μF, R1 = 47kΩ
- (7) 外部 RC R_{osc} = 8.2kΩ/F_{osc} ≈ 8MHz, (如果使用内部 RC, 则 OSC1 管脚浮空, F_{osc} ≈ 4MHz)
- (8) RT: 温度传感器



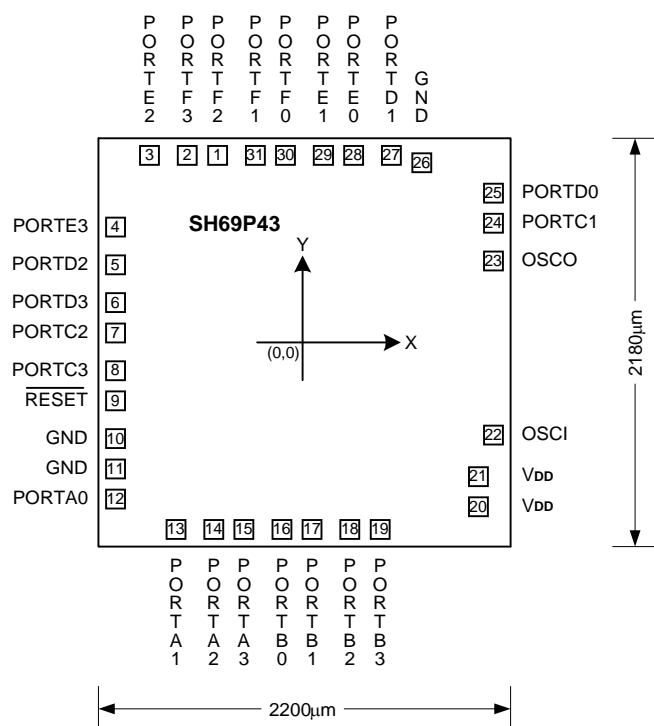


订购信息

芯片编号	封装
SH69P43H	CHIP FORM
SH69P43	28L DIP
SH69P43K	28L SKINNY
SH69P43M	28L SOP (N.B.)



邦定图



* 衬底连接 GND.

单位: µm

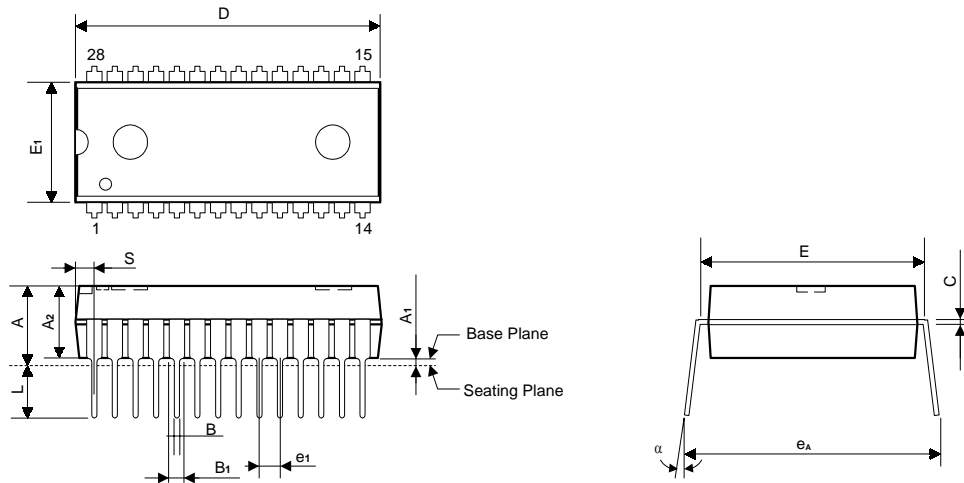
焊垫编号	名称	X	Y	焊垫编号	名称	X	Y
1	PORTF2	-463.20	962.40	17	PORTB1	63.00	-962.40
2	PORTF3	-600.50	962.40	18	PORTB2	296.40	-962.40
3	PORTE2	-833.90	962.40	19	PORTB3	443.70	-962.40
4	PORTE3	-972.00	623.15	20	VDD	911.10	-896.50
5	PORTD2	-972.00	402.85	21	VDD	911.10	-766.50
6	PORTD3	-972.00	169.45	22	OSCI	971.15	-569.00
7	PORTC2	-972.00	32.15	23	OSCO/PORTC0	971.15	406.85
8	PORTC3	-972.00	-201.25	24	PORTC1	971.15	640.25
9	RESET	-972.00	-351.00	25	PORTD0	971.15	777.55
10	GND	-972.00	-573.00	26	GND	702.65	909.75
11	GND	-972.00	-703.00	27	PORTD1	553.70	962.40
12	PORTA0	-972.00	-839.05	28	PORTE0	320.30	962.40
12	PORTA1	-678.40	-962.40	29	PORTE1	168.00	962.40
13	PORTA2	-445.00	-962.40	30	PORTF0	-92.50	962.40
15	PORTA3	-307.70	-962.40	31	PORTF1	-229.80	962.40
16	PORTB0	-74.30	-962.40				



封装资料

P-DIP 28L 外形尺寸

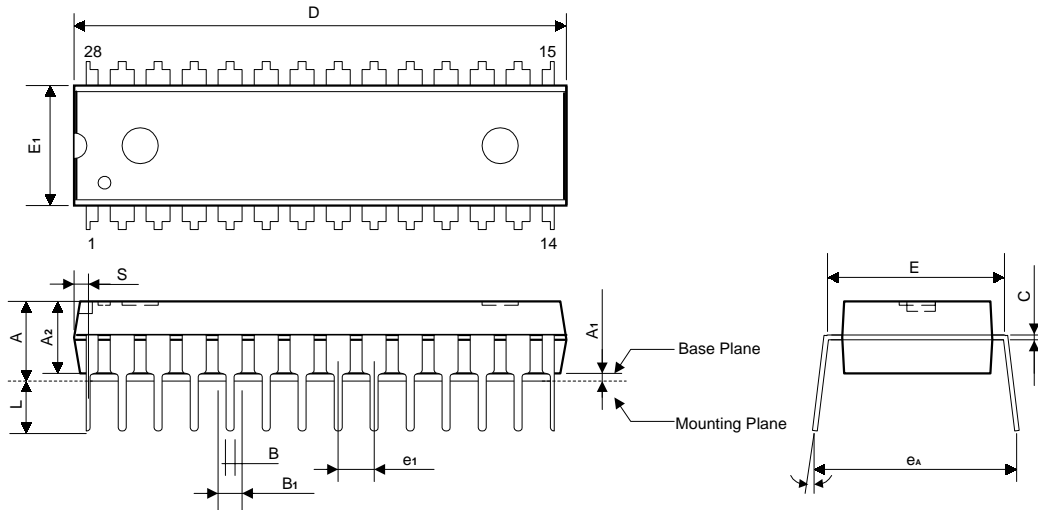
单位: 英寸/毫米



符号	英寸单位尺寸	毫米单位尺寸
A	最大值 0.210	最大值 5.33
A1	最小值 0.010	最小值 0.25
A2	0.155 ± 0.010	3.94 ± 0.25
B	0.018+0.004 -0.002	0.46+0.10 -0.05
B1	0.060+0.004 -0.002	1.52+0.10 -0.05
C	0.010+0.004 -0.002	0.25+0.10 -0.05
D	1.460 典型值 (最大值 1.480)	37.08 典型值 (最大值 37.59)
E	0.600 ± 0.010	15.24 ± 0.25
E1	0.550 典型值 (最大值 0.562)	13.97 典型值 (最大值 14.27)
e1	0.100 ± 0.010	2.54 ± 0.25
L	0.130 ± 0.010	3.30 ± 0.25
α	0° ~ 15°	0° ~ 15°
eA	0.655 ± 0.035	16.64 ± 0.89
S	最大值 0.090	最大值 2.29

注意:

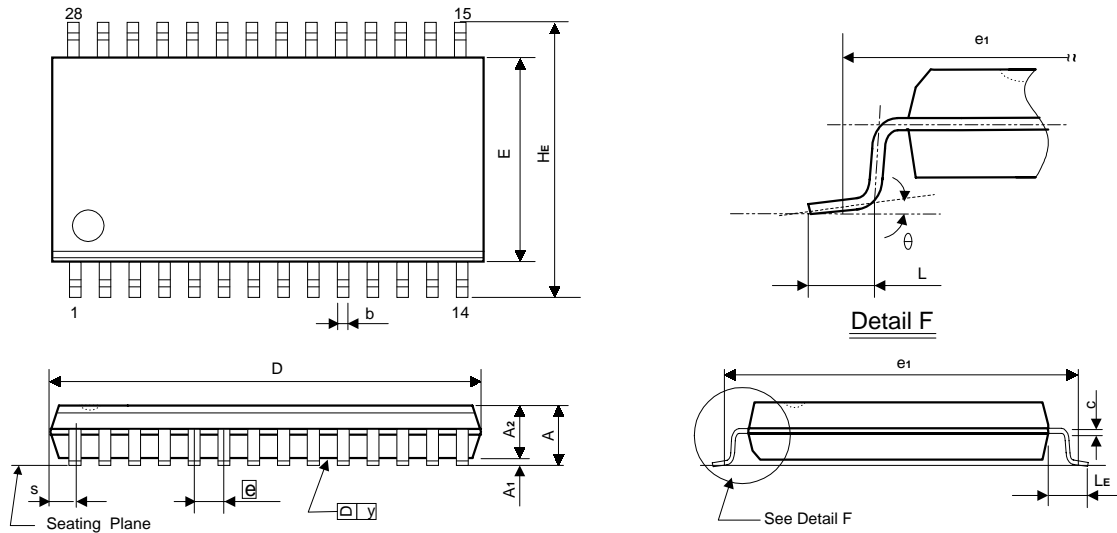
- (1) 尺寸 D 的最大值包括末端毛边.
- (2) 尺寸 E1 不包括树脂凸缘.
- (3) 尺寸 S 包括末端毛边.



符号	英寸单位尺寸	毫米单位尺寸
A	最大值 0.175	最大值 4.45
A1	最小值 0.010	最小值 0.25
A2	0.130 ± 0.005	3.30 ± 0.13
B	0.018+0.004 -0.002	0.46+0.10 -0.05
B1	0.060+0.004 -0.002	1.52+0.10 -0.05
C	0.010+0.004 -0.002	0.25+0.10 -0.05
D	1.388 典型值 (最大值 1.400)	35.26 典型值 (最大值 35.56)
E	0.310 ± 0.010	7.87 ± 0.25
E1	0.288 ± 0.005	7.32 ± 0.13
e1	0.100 ± 0.010	2.54 ± 0.25
L	0.130 ± 0.010	3.30 ± 0.25
	0° ~ 15°	0° ~ 15°
eA	0.350 ± 0.020	8.89 ± 0.51
S	最大值 0.055	最大值 1.40

注意:

- (1) 尺寸 D 的最大值包括末端毛边.
- (2) 尺寸 E1 不包括树脂凸缘.
- (3) 尺寸 S 包括末端毛边.



符号	英寸单位尺寸	毫米单位尺寸
A	最大值 0.110	最大值 2.79
A1	最小值 0.004	最小值 0.10
A2	0.093 ± 0.005	2.36 ± 0.13
b	0.016+0.004 -0.002	0.41+0.10 -0.05
c	0.010+0.004 -0.002	0.25+0.10 -0.05
D	0.705 ± 0.020	17.91 ± 0.51
E	0.295 ± 0.010	7.49 ± 0.25
\bar{e}	0.050 ± 0.006	1.27 ± 0.15
e ₁	0.376 NOM.	9.55 NOM.
HE	0.406 ± 0.012	10.31 ± 0.30
L	0.036 ± 0.008	0.91 ± 0.20
LE	0.055 ± 0.008	1.40 ± 0.20
S	最大值 0.043	最大值 1.09
y	最大值 0.004	最大值 0.10
θ	0° ~ 10°	0° ~ 10°

注意:

- (1) 尺寸 D 的最大值包括末端毛边.
- (2) 尺寸 E 不包括树脂凸缘.
- (3) 尺寸 e₁ 是为 PC 板接口的管脚间距设计的, 仅供参考.
- (4) 尺寸 S 包括末端毛边.



产品规格更改纪录

版本	内容	日期
0.4	应用规格 电气特性变更 增加“时序波形”, “RC 振荡器特性图”, “应用电路”, “订购信息”和“邦定图”	2003 年 6 月
0.3	电气特性变更	2003 年 5 月
0.2	芯片编号变更	2003 年 1 月
0.1	PII 规格	2002 年 8 月
0.0	初始版本	2002 年 7 月