

8 位微控制器

ET18F11/11A 数据手册

产品订购信息

| 型号 | FLASH | RAM | 封装 |
|---------------|-------|-----|---------|
| ET18F11/11A-E | 1KX16 | 64B | SOIC-14 |

目录

| | | |
|------|---------------------|----|
| 1 | 概述 | 4 |
| 2 | 芯片特征 | 4 |
| 3 | 芯片结构和引脚 | 6 |
| 3.1 | 芯片结构框图 | 6 |
| 3.2 | 芯片引脚图 | 7 |
| 3.3 | 芯片引脚说明 | 8 |
| 4 | 存储器 | 10 |
| 4.1 | 程序存储器 | 10 |
| 4.2 | 数据存储器 | 10 |
| 5 | 时钟模块 | 12 |
| 6 | 数字 I/O 模块 | 12 |
| 7 | 定时器/计数器 | 13 |
| 7.1 | T0 模块 | 13 |
| 7.2 | T1 模块 | 13 |
| 8 | PWM 模块 | 14 |
| 9 | 模拟比较器模块 | 16 |
| 10 | 模/数转换器 ADC 模块 | 18 |
| 11 | 指令系统 | 19 |
| 12 | CPU 特性 | 21 |
| 12.1 | 低功耗休眠 IDLE 状态 | 21 |
| 12.2 | 中断逻辑 | 21 |
| 12.3 | 复位 | 22 |
| 13 | DC 参数特性 | 23 |
| 14 | AC 参数特性 | 27 |
| 14.1 | 时钟要求 | 27 |
| 14.2 | ADC 交流特性 | 27 |
| 15 | 芯片封装 | 28 |

1 概述

本芯片为哈佛结构的精简指令 CPU。在这种结构中，程序和数据存取的总线是相互独立的。指令字节长度为 16 位，所有指令都是单字节指令，大多数指令能在一个机器周期内执行完成。一共有 49 条指令，效率高，容易进行指令扩展。芯片内集成了多种外设，包括一个 8 位定时器/计数器、一个 16 位定时器/计数器、2 路 8 位 PWM 模块、一个模拟比较器/参考电压模块、模数转换 ADC 模块、硬件看门狗和低电压检测及低电压复位模块等。

芯片内集成了 64X8 位的异步低功耗 SRAM 和 1KX16 位的程序存储器。

2 芯片特征

- CPU
 - 具有高性能的 RISC CPU
 - 仅 49 条指令
 - 支持中断处理
- 指令
 - 工作频率为 DC~20MHZ, 一个机器周期为 4 个时钟周期
 - 除部分跳转指令需要两个机器周期外，其他指令都是一个机器周期
- 存储器
 - 支持直接、间接和相对寻址三种方式
 - 1KX16 位 FLASH 程序存储器
 - 64 字节的数据存储器
 - 复位向量位于 0000H，中断向量位于 0004H
 - 8 级硬件堆栈结构
- 特殊功能
 - 内嵌上电复位电路
 - 低电压检测及低电压复位
 - 硬件看门狗
 - 支持在线串行编程(ICSP)
 - 低功耗休眠模式
 - 内部软件可选时钟频率 62.5KHZ~16MHZ
- 定时器/计数器
 - 定时器 0：带有 8 位预分频器的 8 位定时器/计数器
 - 定时器 1：带门控和预分频器的 16 位定时器/计数器
- 其他外设
 - 2 路 8 位脉宽调制 PWM 模块
 - 一个（运算放大器）模拟比较器
 - 一个参考电压模块
 - 一个 12 位 8/7 通道 ADC 模块

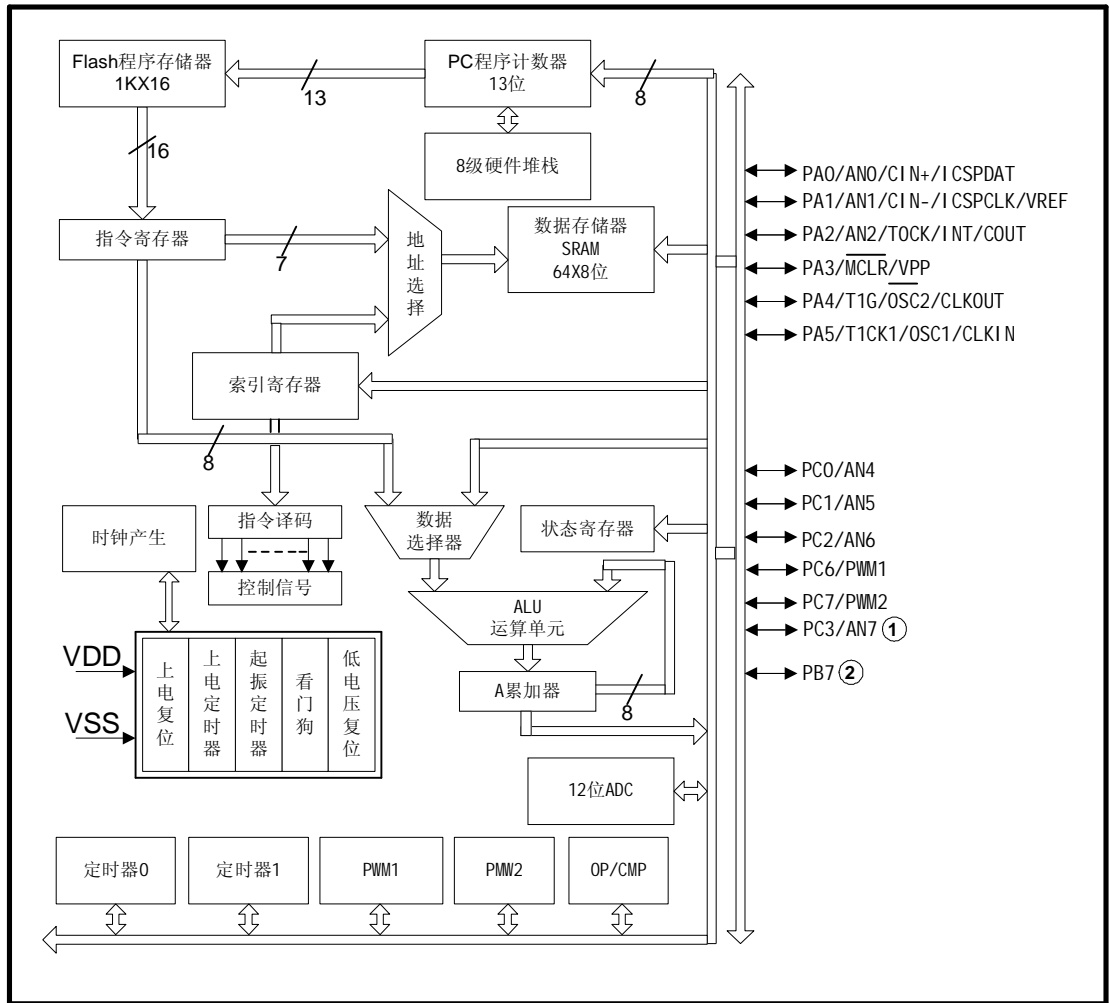
- 工作条件

工作电压：2.5V~5.5V

工作温度范围：-40~85℃

3 芯片结构和引脚

3.1 芯片结构框图

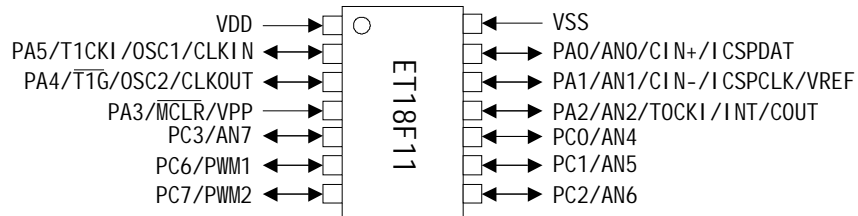


注： 1：只适用于 ET18F11

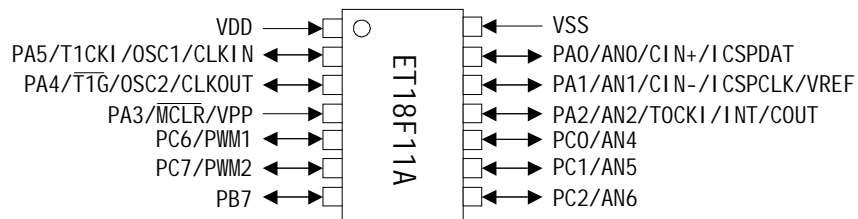
2：只适用于 ET18F11A

3.2 芯片引脚图

ET18F11 引脚图:



ET18F11A 引脚图:



3.3 芯片引脚说明

ET18F11 引脚说明:

| 引脚号 | 引脚名 | I/O | 缓冲器类型 | 引脚说明 |
|-----|--------------------------------|-----|---------|------------------------|
| 1 | VDD | P | TTL | 电源 |
| 2 | PA5/T1CK1/OSC1/ CLKIN | I/O | TTL | 带可编程上拉和电平变化中断的双向输入输出端口 |
| | | | | 定时器 1 时钟 |
| | | | | 晶振/谐振器 |
| | | | | 外部时钟输入/RC |
| 3 | PA4/T1G/OSC2/ CLKOUT | I/O | TTL | 带可编程上拉和电平变化中断的双向输入输出端口 |
| | | | | 定时器 1 门控 |
| | | | | 晶振/谐振器 |
| | | | | 系统时钟输出 |
| 4 | PA3/MCLR/VPP | I | TTL SMT | 带可编程上拉和电平变化中断的双向输入输出端口 |
| | | | | 主复位信号 |
| | | | | 编程电压 |
| 5 | PC3/AN7 | I/O | TTL | 双向输入输出端口 |
| | | | | ADC 模拟输入通道 7 |
| 6 | PC6/PWM1 | I/O | TTL | 双向输入输出端口 |
| | | | | PWM1 输出 |
| 7 | PC7/PWM2 | I/O | TTL | 双向输入输出端口 |
| | | | | PWM2 输出 |
| 8 | PC2/AN6 | I/O | TTL | 双向输入输出端口 |
| | | | | ADC 模拟输入通道 6 |
| 9 | PC1/AN5 | I/O | TTL | 双向输入输出端口 |
| | | | | ADC 模拟输入通道 5 |
| 10 | PC0/AN4 | I/O | TTL | 双向输入输出端口 |
| | | | | ADC 模拟输入通道 4 |
| 11 | PA2/AN2/TOCKI/INT /C10UT | I/O | TTL | 带可编程上拉和电平变化中断的双向输入输出端口 |
| | | | | ADC 模拟输入通道 2 |
| | | | | 定时器 0 时钟 |
| | | | | 外部中断 |
| 12 | PA1/AN1/CIN1-/ ICSPCLK/VREF | I/O | TTL | 带可编程上拉和电平变化中断的双向输入输出端口 |
| | | | | ADC 模拟输入通道 1 |
| | | | | 比较器 1 负端输入 |
| | | | | 串行编程时钟 |
| 13 | PA0/ANO/CIN1+/ ICSPDAT | I/O | TTL | 带可编程上拉和电平变化中断的双向输入输出端口 |
| | | | | ADC 模拟输入通道 0 |
| | | | | 比较器 1 正端输入 |
| | | | | 串行编程数据 |
| 14 | VSS | P | TTL | 地, 0V 参考点 |

ET18F11A 引脚说明:

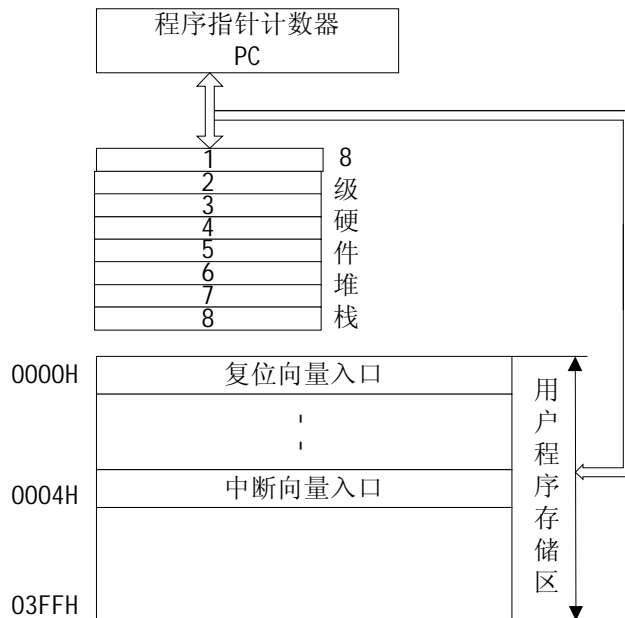
| 引脚号 | 引脚名 | I/O | 缓冲器类型 | 引脚说明 |
|-----|--------------------------------|-----|---------|------------------------|
| 1 | VDD | P | TTL | 电源 |
| 2 | PA5/T1CK1/OSC1/ CLKIN | I/O | TTL | 带可编程上拉和电平变化中断的双向输入输出端口 |
| | | | | 定时器 1 时钟 |
| | | | | 晶振/谐振器 |
| | | | | 外部时钟输入/RC |
| 3 | PA4/T1G/OSC2/ CLKOUT | I/O | TTL | 带可编程上拉和电平变化中断的双向输入输出端口 |
| | | | | 定时器 1 门控 |
| | | | | 晶振/谐振器 |
| | | | | 系统时钟输出 |
| 4 | PA3/MCLR/VPP | I | TTL SMT | 带可编程上拉和电平变化中断的双向输入输出端口 |
| | | | | 主复位信号 |
| | | | | 编程电压 |
| 5 | PC6/PWM1 | I/O | TTL | 双向输入输出端口 |
| | | | | PWM1 输出 |
| 6 | PC7/PWM2 | I/O | TTL | 双向输入输出端口 |
| | | | | PWM2 输出 |
| 7 | PB7 | I/O | TTL | 双向输入输出端口 |
| 8 | PC2/AN6 | I/O | TTL | 双向输入输出端口 |
| | | | | ADC 模拟输入通道 6 |
| 9 | PC1/AN5 | I/O | TTL | 双向输入输出端口 |
| | | | | ADC 模拟输入通道 5 |
| 10 | PC0/AN4 | I/O | TTL | 双向输入输出端口 |
| | | | | ADC 模拟输入通道 4 |
| 11 | PA2/AN2/TOCKI/INT /C10UT | I/O | TTL | 带可编程上拉和电平变化中断的双向输入输出端口 |
| | | | | ADC 模拟输入通道 2 |
| | | | | 定时器 0 时钟 |
| | | | | 外部中断 |
| 12 | PA1/AN1/CIN1-/ ICSPCLK/VREF | I/O | TTL | 比较器 1 输出 |
| | | | | 带可编程上拉和电平变化中断的双向输入输出端口 |
| | | | | ADC 模拟输入通道 1 |
| | | | | 比较器 1 负端输入 |
| | | | | 串行编程时钟 |
| 13 | PA0/ANO/CIN1+/ ICSPDAT | I/O | TTL | ADC 外部参考电压 |
| | | | | 带可编程上拉和电平变化中断的双向输入输出端口 |
| | | | | ADC 模拟输入通道 0 |
| | | | | 比较器 1 正端输入 |
| 14 | VSS | P | TTL | 串行编程数据 |
| | | | | 地, 0V 参考点 |

4 存储器

存储器由程序存储器和数据存储器组成，程序存储器和数据存储器相互独立。其中程序存储器为 1KX16 位 FLASH 存储器；数据存储器中特殊功能寄存器为 64X8 位，通用数据寄存器为 64X8 位。通用数据寄存器采用单端口、异步低功耗 SRAM 实现。

4.1 程序存储器

本芯片的程序计数器 PC 为 16 位字宽，理论上可寻址 64K，在本芯片中实际只实现了 1K 的程序空间，地址为 0000H~03FFH，寻址范围超过 03FFH 就会导致循环。复位向量位于 0000H，中断向量入口地址位于 0004H。



4.2 数据存储器

数据存储器分为两个存储体组，每个存储体组包括 96 个地址空间，其中 32 个用于特殊功能寄存器，另外 64 个地址用于通用数据寄存器。部分地址空间被映射到相同的物理单元。具体地址分配如表 4.1 所示。

数据存储器的寻址可采用直接寻址和间接寻址。直接寻址是通过指令码中的操作数直接寻址，间接寻址是通过索引寄存器 FSR 来实现，即 FSR 内保存的数据就是被间接寻址寄存器的地址，而被间接寻址的寄存器数据通过对寄存器 INDF 的读和写操作来获得。

| 地址 | 寄存器名称 | 地址 | 寄存器名称 |
|-----|--------------------|-----|---------------------|
| 00H | I NDF | 80H | I NDF |
| 01H | TMRO | 81H | OPTI ON_REG |
| 02H | PCL | 82H | PCL |
| 03H | STATUS | 83H | STATUS |
| 04H | FSR | 84H | FSR |
| 05H | PORTA | 85H | TRI SA |
| 06H | PORTB ^① | 86H | TRI SB ^① |
| 07H | PORTC | 87H | TRI SC |
| 08H | 未用 | 88H | 未用 |
| 09H | 未用 | 89H | 未用 |
| 0AH | PCLATH | 8AH | PCLATH |
| 0BH | I NTCTL | 8BH | I NTCTL |
| 0CH | PI R1 | 8CH | PI E1 |
| 0DH | 未用 | 8DH | 未用 |
| 0EH | TMR1L | 8EH | PCTL |
| 0FH | TMR1H | 8FH | OSCCTL |
| 10H | T1CTL | 90H | OSCCAL |
| 11H | 未用 | 91H | ANSEL ^② |
| 12H | 未用 | 92H | PR2 |
| 13H | CCPR1L | 93H | CCPR2L |
| 14H | CCPR1H | 94H | CCPR2H |
| 15H | PWMCTL | 95H | WPU |
| 16H | PR1 | 96H | I OCA |
| 17H | 未用 | 97H | 未用 |
| 18H | 未用 | 98H | 未用 |
| 19H | CMCTL ^③ | 99H | VRCTL |
| 1AH | 未用 | 9AH | 未用 |
| 1BH | 未用 | 9BH | 未用 |
| 1CH | 未用 | 9CH | 未用 |
| 1DH | 未用 | 9DH | 未用 |
| 1EH | ADDATAH | 9EH | ADDATAH |
| 1FH | ADCTL0 | 9FH | ADCTL1 |
| 20H | | A0H | |
| ~ | 通用数据寄存器区 64 字节 | ~ | 映射到 20H~5FH |
| 5FH | | DFH | |
| 60H | | E0H | |
| ~ | 未实现, 读为 0 | ~ | 未实现, 读为 0 |
| 7FH | | FFH | |

注： 1、只适用于 ET18F11A

2、ANSEL 初始值为 00H(10 端口默认为数字 I/O)

3、CMCTL0 初始值为 07H(模拟比较器默认方式为 111)

5 时钟模块

ET18F11/11A 有多种时钟源可以选择。根据实际需要可选择的时钟有 EC、LP、XT、HS、RC 和内部 RC 时钟源，从而使其应用更为广泛和灵活。

内部 RC 作系统时钟时的选择由寄存器 OSCCTL[6: 4]确定，默认为 8M(OSCCTL[6: 4]=110)。

OSCCTL(地址:8FH)

| U-0 | R/W-1 | R/W-1 | R/W-0 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 |
|------|-------|-------|-------|------|-----|-----|-----|
| - | IRCF2 | IRCF1 | IRCF0 | - | - | - | - |
| bit7 | | | | bit0 | | | |

IRCF[2: 0]: 内部振荡器频率选择

111=16Mhz

110=8Mhz(默认)

101=4Mhz

100=2Mhz

011=1Mhz

010=500Khz

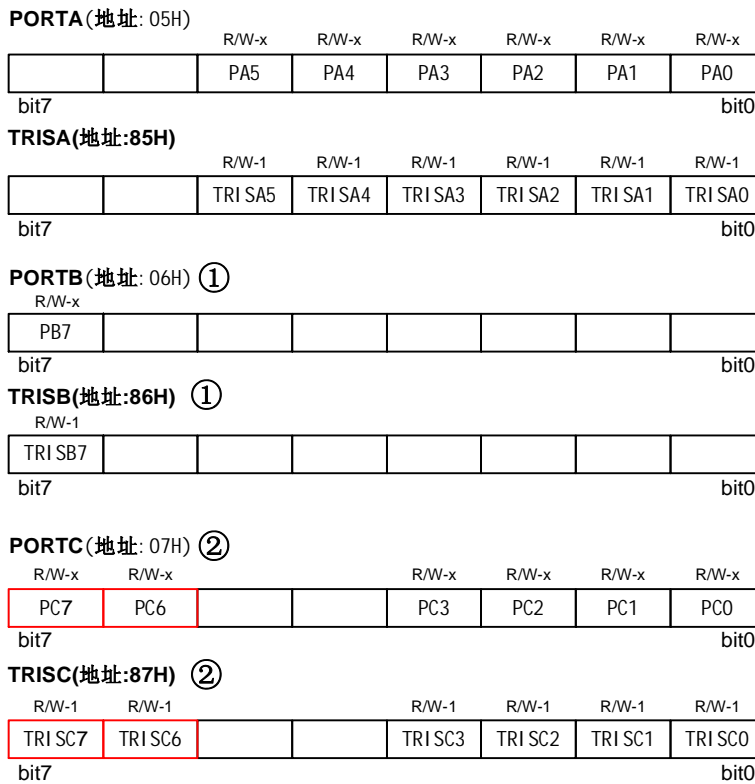
001=250Khz

000=62.5Khz

系统时钟的精度为±1%

6 数字 I/O 模块

数字 I/O 模块包含 3 个双向 I/O 口，分别为 PA、PB 和 PC。具体寄存器分配如下所示：



注： 1、只适用于 ET18F11A
 2、PC3 和 TRISC3 只适用于 ET18F11

7 定时器/计数器

7.1 T0 模块

T0 是一个 8 位可读写的定时器/计数器，CPU 可对 T0 寄存器进行读写操作。T0 与 WDT 共用一个 8 位的可编程预分频器。T0 的计数值存放在 T0 寄存器中，休眠模式下将停止计数。T0 的递增可由内部或外部的时钟来触发。

通常情况下，使用内部时钟时称之为定时器模式(Timer Mode)，使用外部时钟称为计数器模式(Counter Mode)。选择外部时钟时，计数时钟的边沿可进行选择。

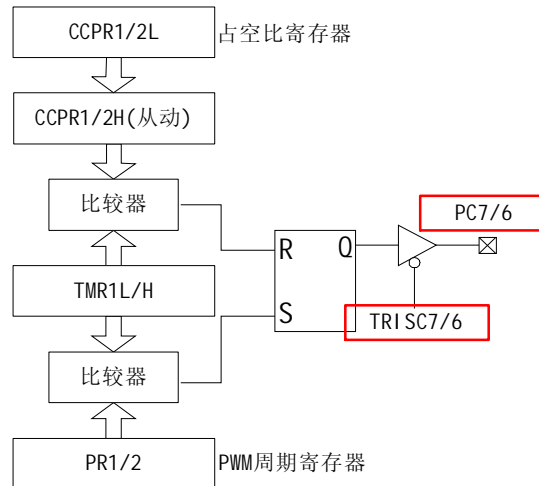
7.2 T1 模块

T1 是一个 16 位的定时器/计数器，由两个 8 位可读写的寄存器(T1H 和 T1L)组成。CPU 可对 T1 寄存器进行读写操作。T1 寄存器的计数值从 0000H 递增到 FFFFH，然后再回到 0000H。

定时器 1 可作为 PWM1 和 PWM2 模块的计数器，当 PWM1 模块或 PWM2 模块启动时，T1 不作为 16 位定时器/计数器使用，也不会产生 T1 的中断。

8 PWM 模块

PWM 模块包含 2 路 8 位的 PWM 逻辑。具体框图如下图所示：



其中 PR1 为 PWM1 模块的周期寄存器, CCPR1L 为 PWM1 模块占空比设置寄存器。启动 PWM1 模式时, 当 TMR1L 计数值和 PR1 相等时, PC6 引脚被置 1, 此时 TMR1L 清 0, 重新开始计数, 当 TMR1L 的计数值和 CCPR1L 相等时, PC6 引脚清 0。改变 PR1 和 CCPR1L 的值可产生不同的 PWM1 周期和 PWM1 占空比。PWM2 模块的工作原理和 PWM1 模块完全一致。

PWMCTL(地址:15H):PWM控制寄存器

| | | | | | | | |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|--------|--------|
| U-0 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 | U-0 | R/W-0 | R/W-0 |
| - | - | - | - | - | - | PWM2ON | PWM1ON |
| bit7 | | | | | | bit0 | |

PWM2ON: PWM2 使能位

- 0: PWM2 禁止
- 1: PWM2 使能

PWM1ON: PWM1 使能位

- 0: PWM1 禁止
- 1: PWM1 使能

当 PWM1ON 使能时, PC6 引脚的输出为 PWM1 输出信号, 此时 PORTC6 的输出被禁止。当 PWM2ON 使能时, PC7 引脚的输出为 PWM2 输出信号, 此时 PORTC7 的输出被禁止。

PR1(地址:16H)

| | | | | | | | |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| R/W-1 | R/W-1 | R/W-1 | R/W-1 | R/W-1 | R/W-1 | R/W-1 | R/W-1 |
| PWM1 周期寄存器 | | | | | | | |
| bit7 | | | | bit0 | | | |

CCPR1L(地址:13H)

| | | | | | | | |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| R/W-1 | R/W-1 | R/W-x | R/W-1 | R/W-1 | R/W-1 | R/W-1 | R/W-1 |
| PWM1 占空比设置寄存器 | | | | | | | |
| bit7 | | | | bit0 | | | |

CCPR1H(地址:14H)

R/W-x R/W-x R/W-x R/W-x R/W-x R/W-x R/W-x R/W-x

PWM1寄存器

bit7 bit0

PR2(地址:92H)

R/W-1 R/W-1 R/W-1 R/W-1 R/W-1 R/W-1 R/W-1 R/W-1

PWM2周期寄存器

bit7 bit0

CCPR2L(地址:93H)

R/W-1 R/W-1 R/W-x R/W-1 R/W-1 R/W-1 R/W-1 R/W-1

PWM2占空比设置寄存器

bit7 bit0

CCPR2H(地址:94H)

R/W-x R/W-x R/W-x R/W-x R/W-x R/W-x R/W-x R/W-x

PWM2寄存器

bit7 bit0

9 模拟比较器模块

芯片有一个模拟比较器模块，端口 PA0、PA1 和参考电压可以作为比较器的输入。控制寄存器 CMCTL 确定比较器的工作模式。

CMCTL(地址: 19H)

| | | | | | | | |
|------|------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|
| U-0 | R-0 | U-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 |
| - | COUT | - | CINV | CIS | CM2 | CM1 | CM0 |
| bit7 | | | | | | | bit0 |

bit6 COUT: 比较器输出位

当 CINV=0 时, $V_{in+} > V_{in-}$ 时 COUT 为 1, $V_{in+} < V_{in-}$ 时 COUT 为 0

当 CINV=1 时, $V_{in+} < V_{in-}$ 时 COUT 为 1, $V_{in+} > V_{in-}$ 时 COUT 为 0

bit4 C2INV: 比较器输出翻转位, 为 1 时比较器输出翻转, 为 0 时不翻转

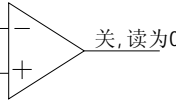
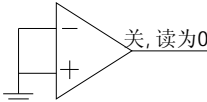
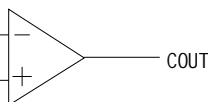
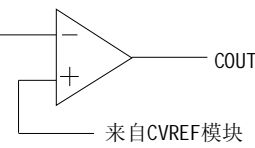
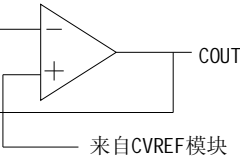
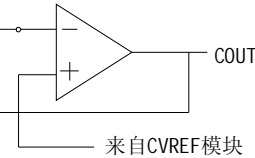
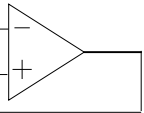
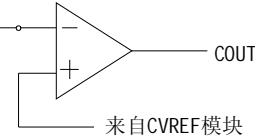
bit3 CIS: 比较器输入开关位

当 CM[2:0]=110 或 101 时, CIS=1: V_{in-} 连接到 CIN+/PA0

CIS=0: V_{in-} 连接到 CIN-/PA1

Bit2-0 CM2:CM0: 比较器模式选择位

该模块有 8 种工作模式, 分别对应不同的输入和输出, 在各种工作模式下, 端口 PA0 和 PA1 设置在不同的输入模式。在对应的工作模式下, 比较器的输出可通过 PA2 输出。当比较器的模式设置为 CM[2:0]=001 时作为运放使用, 此时运放增益需要外部设置, 需注意此时 PA2 也为模拟口。各种工作模式如图所示:

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>比较器关闭, 功耗低 CM[2:0]=000</p> <p>PA1/CIN- \bar{A} PA0/CIN+ \bar{A} PA2/COUT \bar{L}/\bar{Q}</p>  | <p>比较器关闭, 功耗最低(POR默认值) CM[2:0]=111</p> <p>PA1/CIN- \bar{L}/\bar{Q} PA0/CIN+ \bar{L}/\bar{Q} PA2/COUT \bar{L}/\bar{Q}</p>  |
| <p>不带输出的比较器 CM[2:0]=010</p> <p>PA1/CIN- \bar{A} PA0/CIN+ \bar{A} PA2/COUT \bar{L}/\bar{Q}</p>  | <p>不带输出和内部参考电压的比较器 CM[2:0]=100</p> <p>PA1/CIN- \bar{A} PA0/CIN+ \bar{L}/\bar{Q} PA2/COUT \bar{L}/\bar{Q}</p>  |
| <p>带输出和内部参考电压的比较器 CM[2:0]=011</p> <p>PA1/CIN- \bar{A} PA0/CIN+ \bar{L}/\bar{Q} PA2/COUT \bar{D}</p>  | <p>多输入带输出和内部参考电压的比较器 CM[2:0]=101</p> <p>PA1/CIN- \bar{A} PA0/CIN+ \bar{A} PA2/COUT \bar{D}</p>  |
| <p>比较器作运放, PA2为运放输出 CM[2:0]=001</p> <p>PA1/CIN- \bar{A} PA0/CIN+ \bar{A} PA2/COUT \bar{A}</p>  | <p>多输入带内部参考电压的比较器 CM[2:0]=110</p> <p>PA1/CIN- \bar{A} PA0/CIN+ \bar{A} PA2/COUT \bar{L}/\bar{Q}</p>  |

图：比较器工作模式选择

10 模/数转换器 ADC 模块

芯片带有一个 12 位 ADC 转换模块,此模块能将一个模拟信号转换成相对应的 12 位数据。有 8/7 个模拟通道输入端口。ADC 模块的参考电压可以通过软件来选择。ADC 模块在休眠模式下也能工作,但是 A/D 转换时钟必须选择内部 RC 时钟模式。ADC 的工作模式由 ADCCTLO 寄存器确定,转换完成的 12 位结果存在 ADCDATAH 和 ADCDATAL 寄存器中。

| ADCCTLO(地址: 1FH) | | | | | | | | |
|------------------|-------|-----|-------|-------|-------|---------|-------|------|
| R/W-0 | R/W-0 | U-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | R/W-0 | |
| ADFM | VCFG | - | CHS2 | CHS1 | CHS0 | GO/DONE | ADON | |
| bit7 | | | | | | | | bit0 |

bit 7 ADFM: ADC 转换结果模式选择位。1 为右对齐, 0 为左对齐

bit 6 VCFG: 参考电压位。1 为 VREF 引脚, 0 为 VDD

bit 4-2 CHS[2:0]: 模拟通道选择位

000=AN0

001=AN1

010=AN2

011=1.2V(固定电压)

100=AN4

101=AN5

110=AN6

111=AN7①

bit 1 GO/DONE: ADC 转换状态位

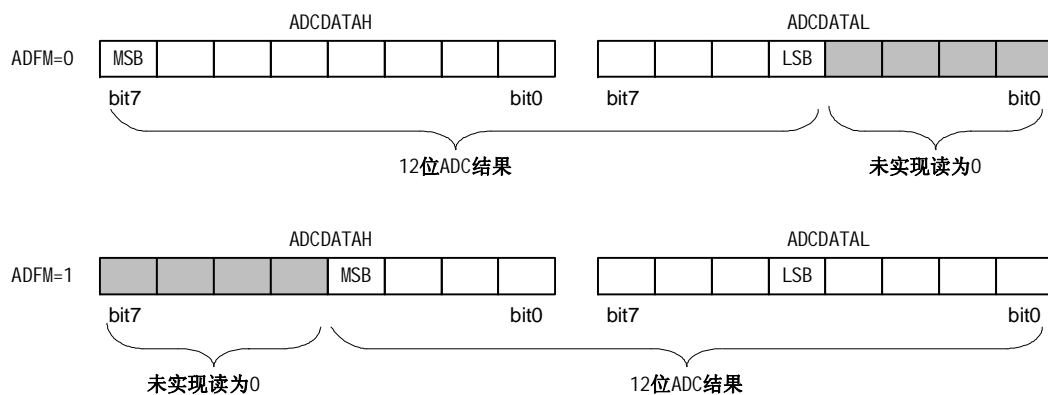
1=ADC 转换正在进行, 置 1 启动一次 AD 转换, 完成后自动清 0

0=ADC 模块空闲

bit 0 ADON: ADC 使能位。1 为使能 ADC 模块, 0 为禁止 ADC, 不消耗电流

注: 1、只适用于 ET18F11

12 位 ADC 转换结果格式如下图所示:



11 指令系统

ET18F11/11A 提供了 49 条精简指令。每条指令都是 16 位字，由操作码和一个或多个操作数组成，有 2 个操作数的指令第一个操作数为目的操作数，第二个操作数为源操作数。

除了部分条件跳转与控制流程的指令为双周期指令，其他指令为单周期指令。这些双周期指令包括 JMP、CALL、RET、RETIE、RETIA 以及满足跳转条件的转移指令 JBS、JBC、JDEC 和 JINC 指令。单片机运行在 4MHZ 振荡时钟时，一个机器周期的时间为 1 μ s。

下表为 ET18F11/11A 的指令集。

| 指令 | 指令代码 | 状态位 | 说明 |
|----------|---------------------|----------|------------------|
| NOP | 0000 0000 0000 0000 | | 空操作 |
| RET | 0000 0000 0000 1000 | | 从子程序返回 |
| RETIA | 0011 01xx kkkk kkkk | | 返回时立即数送累加器 A |
| RETIE | 0000 0000 0000 1001 | | 中断返回 |
| WDTC | 0000 0001 0110 0100 | | 看门狗清 0 |
| IDLE | 0000 0000 0110 0011 | | 进入休眠模式 |
| MOV A, R | 0100 1000 0rrr rrrr | | 将 R 送给 A |
| MOV R, R | 0100 1000 1rrr rrrr | | 将 R 送给 R |
| MOV R, A | 0100 0000 1rrr rrrr | | 将 A 送给 R |
| CLRA | 0100 0001 0rrr rrrr | Z | 清累加器 A |
| CLR R | 0100 0001 1rrr rrrr | Z | 清寄存器 R |
| ADD A, R | 1100 0111 0rrr rrrr | C, DC, Z | A 和 R 相加，结果存入 A |
| ADD R, A | 1100 0111 1rrr rrrr | C, DC, Z | A 和 R 相加，结果存入 R |
| AND A, R | 1100 0101 0rrr rrrr | Z | A 和 R 逻辑与，结果存入 A |
| AND R, A | 1100 0101 1rrr rrrr | Z | A 和 R 逻辑与，结果存入 R |
| OR A, R | 1100 0100 0rrr rrrr | Z | A 和 R 逻辑或，结果存入 A |
| OR R, A | 1100 0100 1rrr rrrr | Z | A 和 R 逻辑或，结果存入 R |
| XOR A, R | 1100 0110 0rrr rrrr | Z | A 和 R 异或，结果存入 A |
| XOR R, A | 1100 0110 1rrr rrrr | Z | A 和 R 异或，结果存入 R |
| SUB A, R | 1100 0010 0rrr rrrr | C, DC, Z | R 减去 A，结果存入 A |
| SUB R, A | 1100 0010 1rrr rrrr | C, DC, Z | R 减去 A，结果存入 R |
| COMA R | 1100 1001 0rrr rrrr | Z | R 取补，结果存入 A |
| COM R | 1100 1001 1rrr rrrr | Z | R 取补，结果存入 R |
| RLCA R | 1100 1101 0rrr rrrr | C | R 带进位左移，结果存入 A |
| RLC R | 1100 1101 1rrr rrrr | C | R 带进位左移，结果存入 R |
| RRCA R | 1100 1100 0rrr rrrr | C | R 带进位右移，结果存入 A |
| RRC R | 1100 1100 1rrr rrrr | C | R 带进位右移，结果存入 R |
| SWAPA R | 1100 1110 0rrr rrrr | | R 半字节交换，结果存入 A |
| SWAP R | 1100 1110 1rrr rrrr | | R 半字节交换，结果存入 R |
| DECA R | 1100 0011 0rrr rrrr | Z | R 减 1，结果存入 A |
| DEC R | 1100 0011 1rrr rrrr | Z | R 减 1，结果存入 R |
| INCA R | 1100 1010 0rrr rrrr | Z | R 加 1，结果存入 A |
| INC R | 1100 1010 1rrr rrrr | Z | R 加 1，结果存入 R |
| BC R, b | 1101 00bb brrr rrrr | | R 对应位清 0 |
| BS R, b | 1101 01bb brrr rrrr | | R 对应位置 1 |
| MOV A, k | 0111 00xx kkkk kkkk | | 立即数送给累加器 A |
| ADD A, k | 1111 111x kkkk kkkk | C, DC, Z | 立即数和 A 相加 |

| | | | | |
|------|------|---------------------|----------|--------------------|
| AND | A, k | 1111 1001 kkkk kkkk | Z | 立即数和 A 逻辑与 |
| OR | A, k | 1111 1000 kkkk kkkk | Z | 立即数和 A 逻辑或 |
| XOR | A, k | 1111 1010 kkkk kkkk | Z | 立即数和 A 逻辑异或 |
| SUB | A, k | 1111 110x kkkk kkkk | C, DC, Z | 立即数和 A 相减 |
| CALL | k | 1010 0kkk kkkk kkkk | | 调用子程序 |
| JMP | k | 1010 1kkk kkkk kkkk | | 跳转 |
| JINC | R, A | 1000 1111 0rrr rrrr | Z | R 加 1 存入 A, 为 0 跳转 |
| JINC | R | 1000 1111 1rrr rrrr | Z | R 加 1 存入 R, 为 0 跳转 |
| JDEC | R, A | 1000 1011 0rrr rrrr | Z | R 减 1 存入 A, 为 0 跳转 |
| JDEC | R | 1000 1011 1rrr rrrr | Z | R 减 1 存入 R, 为 0 跳转 |
| JBC | R, b | 1001 10bb brrr rrrr | | 如果 R 的对应位为 0 跳转 |
| JBS | R, b | 1001 11bb brrr rrrr | | 如果 R 的对应位为 1 跳转 |

注: x—任意, k—立即数, r—寄存器, b—某位, f—标志位, A—累加器 A, R 寄存器 R

12 CPU 特性

12.1 低功耗休眠 IDLE 状态

通过执行一条指令 IDLE，即可使微控制器进入休眠状态。进入休眠状态之后，外部振荡器停止振荡，所有 I/O 端口将保持进入 IDLE 前的状态。

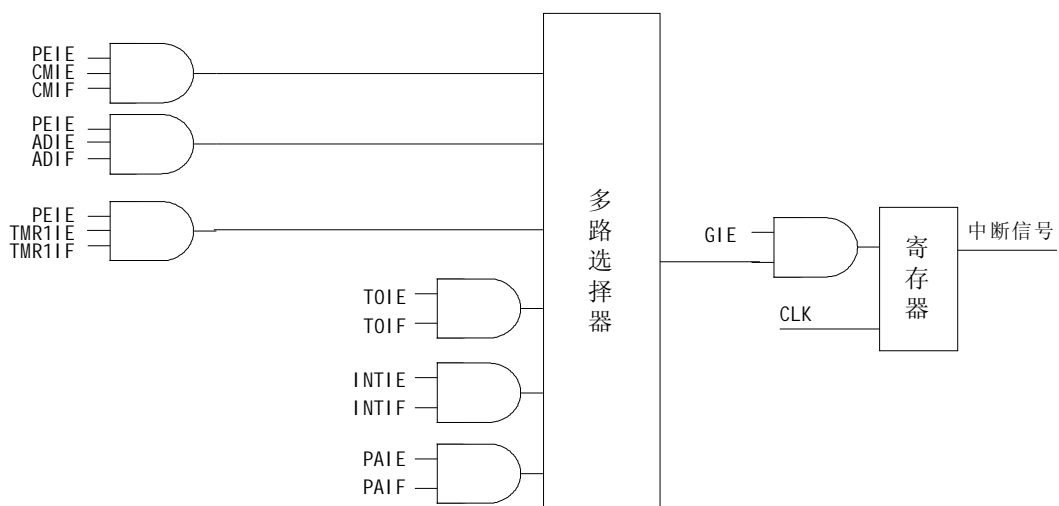
芯片可通过以下事件把微控制器从休眠状态唤醒：

- 在 MCLR 端口上施加一个有效低电平
- 在异步计数器方式下的 T1 溢出中断
- PA2/INT 信号沿跳变中断
- PA0~PA5 的电平变化中断
- WDT 计数溢出中断
- 比较器比较中断
- ADC 转换中断

12.2 中断逻辑

ET18F11/11A 共有 6 个中断源，其中 3 个内部中断(包括定时器/计数器 0、外部端口 PA2 信号沿跳变中断和 PA 口电平变化中断)、3 个外设中断(包括定时器/计数器 1 中断、比较器中断和 ADC 转换中断)。中断入口地址为 0004H。

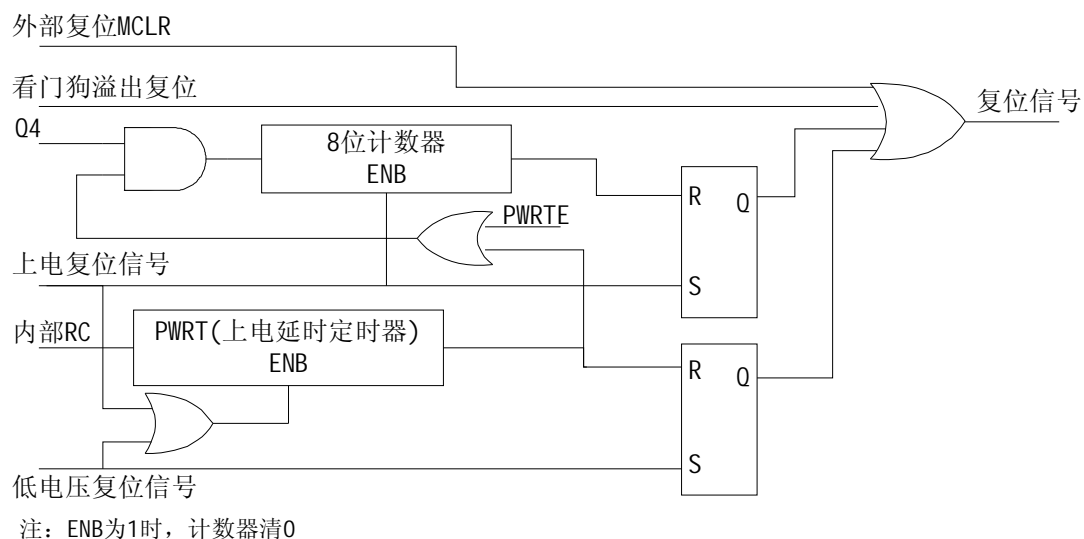
中断现场保护是中断程序中一个很重要的组成部分。由于指令系统中没有 PUSH(压栈)和 POP(出栈)指令，所以只能用其他指令实现数据保护。通常需要保存的数据包括：工作寄存器 A，状态寄存器中 STATUS 和需要保护的用户数据寄存器。



图：中断逻辑

12.3 复位

- 上电复位 POR
- 欠压检测 BOD
- 通过外部引脚 MCLR 加低电平复位
- 在 WDT 使能时看门狗 WDT 超时复位



图：芯片复位原理图

13 DC 参数特性

◆ 最大标称值(V_{SS}=0V)

| 参数 | 符号 | 条件 | 标称值 | 单位 |
|------|------------------|--------------|--------------|----|
| 电源电压 | VDD | - | -0.3~7.5 | |
| 输入电压 | V _{IN} | - | -0.3~VDD+0.3 | |
| 输出电压 | V _{OUT} | - | -0.3~VDD+0.3 | |
| 存储温度 | T _{stg} | - | -55~125 | |
| 操作温度 | T _{opr} | VDD=3.5~5.5V | -40~85 | |

◆ 直流特性表

★ 芯片直流特性参数表

| 芯片工作温度范围: -40°C~85°C | | | | | | |
|----------------------|------------------------|------|-----|-----|------|---------------------------|
| 符号 | 器件特性 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 | 条件 |
| VDD | 供电电压 | 2.5 | - | 5.5 | V | Fosc≤4 MHz, HFINTOSC |
| | | 2.75 | - | 5.5 | V | Fosc≤8 MHz, HFINTOSC 和 XT |
| | | 4.65 | - | 5.5 | V | Fosc≤20MHz, HS |
| V _{POR} | 确保能够产生内部上电复位信号的VDD起始电压 | - | VSS | - | V | |
| S _{VDD} | 确保能够产生内部上电复位信号的VDD上升速率 | 0.05 | - | - | V/ms | |

★ 芯片功耗特性参数表

| 芯片工作温度范围: -40°C~85°C | | | | | | |
|----------------------|------------------|------|-----|-----|----|-----------------------------------------------------------|
| 参数 | 符号 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 | 工作条件 |
| 芯片供电电压 | VDD | -0.3 | - | 6.5 | V | 全 VDD 范围 |
| 芯片静态电流 | I _{DD} | - | 359 | 370 | uA | 上电复位, VDD=3V, 所有的 I/O 输入低电平, MCLR=0, OSC1 低电平, OSC2 不接负载。 |
| 休眠模式下芯片电流 | I _{PD} | - | 0.1 | 0.2 | uA | VDD=2.5V, 进入休眠模式 |
| VDD 管脚的最大输入电流 | I _{MDD} | - | - | 95 | mA | VDD=5V |
| VSS 管脚的最大输出电流 | I _{MSS} | - | - | 95 | mA | VDD=5V |
| 输出电流 (每个端口) | I _O | - | - | 25 | mA | VDD=5V |

★ 芯片供电电流特性

| 直流特性 | | 芯片工作温度范围: -40℃~85℃ | | | | | |
|-----------------|------|--------------------|------|------|----|------|----------------------------------|
| 符号 | 器件特性 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 | 条件 | |
| | | | | | | VDD | 注 |
| I _{DD} | 供电电流 | - | - | - | uA | 2.5V | FOSC=16MHZ INTOSC 振荡模式 |
| | | - | 938 | 955 | uA | 3V | |
| | | - | 1824 | 1865 | uA | 5V | |
| | | - | 429 | 445 | uA | 2.5V | FOSC=8MHZ INTOSC 振荡模式 |
| | | - | 544 | 565 | uA | 3V | |
| | | - | 1148 | 1180 | uA | 5V | |
| | | - | 281 | 290 | uA | 2.5V | FOSC=4MHZ INTOSC 振荡模式 |
| | | - | 359 | 370 | uA | 3V | |
| | | - | 801 | 840 | uA | 5V | |
| | | - | 208 | 215 | uA | 2.5V | FOSC=2MHZ INTOSC 振荡模式 |
| | | - | 266 | 275 | uA | 3V | |
| | | - | 625 | 645 | uA | 5V | |
| | | - | 170 | 175 | uA | 2.5V | FOSC=1MHZ INTOSC 振荡模式 |
| | | - | 219 | 225 | uA | 3V | |
| | | - | 537 | 560 | uA | 5V | |
| | | - | 152 | 155 | uA | 2.5V | FOSC=500KHZ INTOSC 振荡模式 |
| | | - | 197 | 200 | uA | 3V | |
| | | - | 488 | 505 | uA | 5V | |
| | | - | 143 | 145 | uA | 2.5V | FOSC=250KHZ INTOSC 振荡模式 |
| | | - | 185 | 190 | uA | 3V | |
| | | - | 475 | 490 | uA | 5V | |
| | | - | 135 | 140 | uA | 2.5V | FOSC=62.5KHZ INTOSC 振荡模式 |
| | | - | 181 | 185 | uA | 3V | |
| | | - | 452 | 470 | uA | 5V | |
| | | 53 | 56 | 64 | uA | 2.5V | LP 模式 F _{osc} =32KHz |
| | | 83 | 88 | 103 | uA | 3V | |
| | | 312 | 318 | 346 | uA | 5V | |
| | | 260 | 266 | 284 | uA | 2.5V | XT 模式 F _{osc} =1MHz |
| | | 327 | 335 | 347 | uA | 3V | |
| | | 693 | 702 | 726 | uA | 5V | |
| | | 498 | 503 | 520 | uA | 2.5V | XT 模式 F _{osc} =4MHz |
| | | 614 | 622 | 648 | uA | 3V | |
| | | 1254 | 1278 | 1312 | uA | 5V | |
| | | 138 | 140 | 149 | uA | 2.5V | EC 模式 F _{osc} =1MHz |
| | | 204 | 208 | 223 | uA | 3V | |

| | | | | | | | |
|--|--|------|------|------|----|------|------------------------------------|
| | | 602 | 609 | 637 | uA | 5V | |
| | | 214 | 221 | 241 | uA | 2.5V | EC 模式 F _{osc} =4MHz |
| | | 479 | 488 | 508 | uA | 3V | |
| | | 1168 | 1177 | 1214 | uA | 5V | |
| | | 435 | 441 | 460 | uA | 2.5V | EXTRC 模式 F _{osc} =4MHz |
| | | 488 | 524 | 581 | uA | 3V | |
| | | 1156 | 1170 | 1209 | uA | 5V | |
| | | 7.29 | 7.33 | 7.45 | mA | 5V | HS 模式 F _{osc} =20MHz |

★ 芯片休眠电流特性

| 直流特性 | | 芯片工作温度范围: -40℃~85℃ | | | | | |
|-----------------|--------|--------------------|------|------|----|------|-----------------------------------------|
| 符号 | 器件特性 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 | 条件 | |
| | | | | | | VDD | 注 |
| I _{PD} | 基本掉电电流 | | 0.1 | 0.2 | uA | 2.5V | 禁止 WDT、BOR、比较器、V _{REF} 和 T1OSC |
| | | | 0.2 | 0.3 | uA | 3V | |
| | | | 0.9 | 1.0 | uA | 5V | |
| | | | 1.2 | 1.5 | uA | 2.5V | WDT 电流 |
| | | | 2.7 | 3.0 | uA | 3V | |
| | | | 13.7 | 14.5 | uA | 5V | |
| | | | 14.5 | 15 | uA | 3V | BOR 电流 |
| | | | 26.0 | 27.0 | uA | 5V | |

★ I/O 端口直流特性

| 芯片工作温度范围: -40℃~85℃ | | | | | | |
|--------------------|--------------------|----------------------|--------------------|-----------------|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 符号 | 特性 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 | 条件 |
| V _{IL} | 输入低电压 | | | | | 4.5V ≤ V _{DD} ≤ 5.5V |
| | 带 TTL 缓冲器 | V _{SS} | - | 1.5 | V | |
| | 带施密特触发缓冲器 | V _{SS} | - | 1.6 | V | |
| | MCLR、OSC1(RC 模式) | V _{SS} | - | 1.4 | V | |
| | OSC1(XT 和 LP 模式) | V _{SS} | - | 0.3 | V | |
| OSC1(HS 模式) | V _{SS} | - | 0.3V _{DD} | V | | |
| V _{IH} | 输入高电压 | | | | | 4.5V ≤ V _{DD} ≤ 5.5V |
| | 带 TTL 缓冲器 | 1.5 | - | V _{DD} | V | |
| | 带施密特触发缓冲器 | 3.4 | - | V _{DD} | V | |
| | MCLR | 1.2 | - | V _{DD} | V | |
| | OSC1(RC 模式) | 1.6 | - | V _{DD} | V | |
| | OSC1(XT 和 LP 模式) | 0.7V _{DD} | - | V _{DD} | V | |
| OSC1(HS 模式) | 0.9V _{DD} | - | V _{DD} | V | | |
| I _{PUR} | PB 端口弱上拉电流 | 321 | 328 | 337 | uA | V _{DD} =5.0V, V _{PIN} =V _{SS} |
| I _{IL} | 输入泄漏电流 | | | | | V _{SS} ≤ V _{PIN} ≤ V _{DD} 引脚处于高阻态 |
| | I/O 端口 | - | ±0.1 | ±1 | uA | |
| | MCLR | - | ±0.1 | ±5 | uA | V _{SS} ≤ V _{PIN} ≤ V _{DD} V _{SS} ≤ V _{PIN} ≤ V _{DD} XT、HS 和 LP 模式 |
| | OSC1 | - | ±0.1 | ±5 | uA | |
| I _{OL} | 输出低电压 | | | | | I _{OL} =8.5mA, V _{DD} =4.5V |
| | I/O 端口 | - | - | 0.6 | V | |
| I _{OH} | 输出高电压 | | | | | I _{OH} =-3.0mA, V _{DD} =4.5V |
| | I/O 端口 | V _{DD} -0.7 | - | - | V | |
| I _{ULP} | 超低功耗唤醒电流 | 159 | 183 | 201 | nA | V _{DD} =5V |

14 AC 参数特性

14.1 时钟要求

| 参数 | 符号 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 | 测试条件 |
|---------------|-------------|-------|-----|--------|-----|--------------|
| 外部时钟频率 | Fosc | DC | - | 20 | MHZ | 晶体振荡模式 |
| 内部时钟振荡频率 | | 62.5K | - | 16M | HZ | 晶体振荡模式 |
| 外部时钟周期 | Tosc | 50 | - | DC | ns | 晶体振荡模式 |
| 内部时钟振荡周期 | | 62.5n | - | 31.25u | s | 晶体振荡模式 |
| 机器周期 | Tinst | 200n | - | DC | s | Tinst=4/Fosc |
| 外部时钟高电平和低电平时间 | Ti sL, TosH | 15 | - | - | ns | 晶体振荡模式 |
| 外部时钟上升和下降时间 | TosR, TosF | - | - | 15 | ns | 晶体振荡模式 |

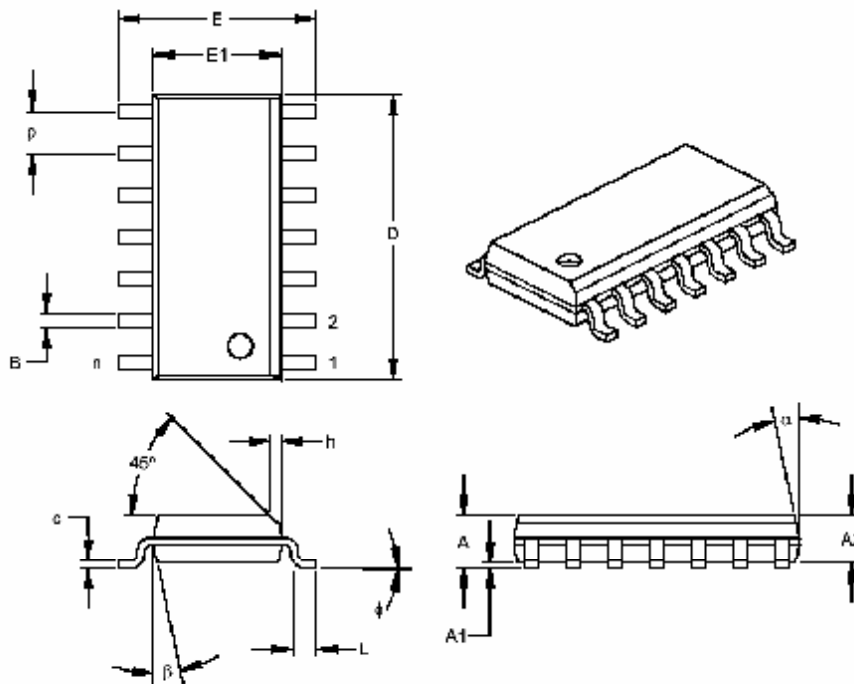
14.2 ADC 交流特性

| 参数名称 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|--------------------|-----|-----|------|-----|
| 分辨率 | - | - | 12 | bit |
| 差分线性度(DNL) | - | - | ±1 | LSB |
| 积分线性度(INL) | - | - | ±1 | LSB |
| 失调误差(Offset Error) | - | - | ±1 | LSB |
| 参考电压范围(VREF) | 2.2 | - | 5.5 | V |
| 模拟电压输入范围(Vin) | Vss | - | VREF | V |
| 输入电容 | - | 10 | - | pF |
| 模拟输入推荐输入电阻 | - | - | 10K | Ω |
| 转换时钟周期(Tad) | 1.5 | - | - | us |

| ADC 时钟源 | | | | 工作频率 | | | |
|---------|-------|-------|-------|---------|--------|--------|---------|
| 选择 | ADCS2 | ADCS1 | ADCS0 | 20MHZ | 5MHZ | 4MHZ | 1.25MHZ |
| Fosc/2 | 0 | 0 | 0 | 100ns | 400ns | 500ns | 1.6us |
| Fosc/8 | 0 | 0 | 1 | 400ns | 1.6us | 2.0us | 6.4us |
| Fosc/32 | 0 | 1 | 0 | 1.6us | 6.4us | 8.0us | 25.6us |
| 专用内部振荡器 | X | 1 | 1 | 2us-6us | | | |
| Fosc/4 | 1 | 0 | 0 | 200ns | 800ns | 1.0us | 3.2us |
| Fosc/16 | 1 | 0 | 1 | 800ns | 3.2us | 4.0us | 12.8us |
| Fosc/64 | 1 | 1 | 0 | 3.2us | 12.8us | 16.0us | 51.2us |

15 芯片封装

14 脚 SOIC 封装



| Dimension Limits | Units | INCHES* | | | MILLIMETERS | | |
|--------------------------|----------|---------|------|------|-------------|------|------|
| | n | MIN | NOM | MAX | MIN | NOM | MAX |
| Number of Pins | n | | 14 | | | 14 | |
| Pitch | P | | .050 | | | 1.27 | |
| Overall Height | A | .053 | .061 | .069 | 1.35 | 1.55 | 1.75 |
| Molded Package Thickness | A2 | .052 | .056 | .061 | 1.32 | 1.42 | 1.55 |
| Standoff ϕ | A1 | .004 | .007 | .010 | 0.10 | 0.18 | 0.25 |
| Overall Width | E | .228 | .236 | .244 | 5.79 | 5.99 | 6.20 |
| Molded Package Width | E1 | .150 | .154 | .157 | 3.81 | 3.90 | 3.99 |
| Overall Length | D | .337 | .342 | .347 | 8.56 | 8.69 | 8.81 |
| Chamfer Distance | h | .010 | .015 | .020 | 0.25 | 0.38 | 0.51 |
| Foot Length | L | .016 | .033 | .050 | 0.41 | 0.84 | 1.27 |
| Foot Angle | ϕ | 0 | 4 | 8 | 0 | 4 | 8 |
| Lead Thickness | c | .008 | .009 | .010 | 0.20 | 0.23 | 0.25 |
| Lead Width | B | .014 | .017 | .020 | 0.36 | 0.42 | 0.51 |
| Mold Draft Angle Top | α | 0 | 12 | 15 | 0 | 12 | 15 |
| Mold Draft Angle Bottom | β | 0 | 12 | 15 | 0 | 12 | 15 |