



十速

TM56F1522/52/52T

规格书

版本 0.92

tenx reserves the right to change or discontinue the manual and online documentation to this product herein to improve reliability, function or design without further notice. **tenx** does not assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit described herein; neither does it convey any license under its patent rights nor the rights of others. **tenx** products are not designed, intended, or authorized for use in life support appliances, devices, or systems. If Buyer purchases or uses **tenx** products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold **tenx** and its officers, employees, subsidiaries, affiliates and distributors harmless against all claims, cost, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use even if such claim alleges that **tenx** was negligent regarding the design or manufacture of the part.

修改记录

版次	日期	描述
0.90	Aug, 2022	新颁
0.91	Sep, 2022	新增寄存器 105h (HSINK, OPOE, VBGOE) 修改 SUBLW 描述
0.92	Nov, 2022	新增 TSSOP-20 封装

目录

修改记录.....	2
目录.....	3
特性.....	5
系统框图.....	8
引脚分配图.....	9
引脚描述.....	13
引脚摘要.....	14
功能描述.....	15
1 CPU 核心.....	15
1.1 程序 ROM (PROM).....	15
1.2 系统配置寄存器 (SYSCFG).....	16
1.3 EEPROM.....	17
1.4 RAM 寻址模式.....	19
1.5 程序计数器 (PC) 和堆栈.....	22
2 复位.....	28
2.1 上电复位 (POR).....	28
2.2 低电压复位 (LVR).....	28
2.3 外部引脚复位 (XRST).....	29
2.4 看门狗定时器复位 (WDTR).....	29
3 时钟电路和工作模式.....	30
3.1 系统时钟.....	30
3.2 双系统时钟模式转换.....	32
3.3 系统时钟振荡器.....	35
4 中断.....	36
5 I/O 端口.....	40
5.1 PA0-PA7, PB0-PB7, PD0-PD1.....	40
6 外围功能模块.....	46
6.1 看门狗 (WDT) /唤醒定时器 (WKT).....	46
6.2 Timer0.....	49
6.3 Timer1.....	54
6.4 T2:15-bit Timer.....	57
6.5 PWM: 16 bits PWM.....	59
6.6 模数转换器.....	66
6.7 触摸键 (仅限 TM56F1552/52T).....	69
6.8 运算放大器和比较器.....	72
6.9 循环冗余检查 (CRC).....	77

6.10 在线仿真器 (ICE) 模式.....	78
存储器映射.....	79
指令集.....	89
电气特性.....	103
1. 最大绝对额定值	103
2. 直流特性	103
3. 时钟时序	104
4. 复位时间特性	104
5. LVR 电路特性.....	105
6. LVD 电路特性	105
7. ADC 电气特性.....	106
8. EEPROM 特性	106
9. OPA 电气特性.....	106
10. 比较器特性	107
11. 特性曲线图	108
封装信息.....	111

特性

1. **ROM: 4K x 16 位闪存程序存储器**
2. **EEPROM: 128 x 8 位**
3. **RAM: 336 x 8 位**
4. **堆栈: 8 级**
5. **系统时钟类型选择:**
 - 外部快时钟: 1~20 MHz 晶振 (FXT)
 - 内部 RC 快时钟: 16 MHz (FIRC)
 - 外部慢时钟: 32768 Hz 晶振 (SXT)
 - 内部 RC 慢时钟: 85 KHz @V_{cc}=5V (SIRC)
6. **系统时钟预分频器:**
 - 系统时钟可以 1/2/4/8 分频选项
7. **省电工作模式**
 - 快速模式: 慢时钟使能, CPU 在快时钟下保持运行
 - 慢速模式: 快时钟可以关闭或使能, CPU 在慢时钟下保持运行
 - 空闲模式: 快时钟和 CPU 停止。慢时钟, T2 和 WKT 保持运行
 - 停止模式: 所有时钟停止, T2 和 WKT 停止运行
8. **3 个独立定时器**
 - Timer0
 - 8 位定时器, 除以 1~256 预分频选项, 具有自动重载 / 计数器 / 中断 / 停止功能
 - Timer1
 - 8 位定时器, 除以 1~256 预分频选项, 具有自动重载 / 中断 / 停止功能
 - 溢出和翻转输出
 - T2
 - 15 位定时器, 带有 4 个中断间隔时间选项
 - 空闲模式唤醒定时器或用作一个简单的 15 位时基
 - 时钟源: 慢时钟, F_{sys}/128 或 FIRC/512 (16 MHz/512)

9. 中断

- 三个外部中断引脚
 - 1 个引脚为下降沿唤醒触发并中断
 - 2 个引脚为上升或下降沿唤醒触发并中断
- Timer0 / Timer1 / T2 / WKT 中断
- ADC 中断
- 比较器中断
- PWM 中断
- 触摸键中断
- LVD 中断

10. 唤醒定时器 (WKT)

- 由内置 RC 振荡器提供时钟，具有 4 个可调节的中断时间
 - 12ms / 24ms / 48ms / 96ms @V_{CC}=5V

11. 看门狗定时器 (WDT)

- 由内置 RC 振荡器提供时钟，具有 4 个可调的复位时间
 - 96 ms / 192 ms / 768 ms / 1536ms @V_{CC}=5V
- 在停止模式下可以关闭 / 使能看门狗定时器

12. 6 个 16 位 PWMs

- 6 个单独的工作占空比可调，共享的周期可调
- PWM 时钟源: 系统时钟 (F_{sys}), FIRC (16 MHz), FIRC*2 (32 MHz)
- PWM0 支持互补输出 (PWM0P, PWM0N)
- PWM0 输出, 非重叠时间可调: (0~15)*(PWMCLK)

13. 12 位 ADC, 14 个外部输入通道和 3 个内部电压通道

- 三个内部电压通道: V_{BG}, 1/4V_{CC}, OPO
- ADC 参考电压: V_{CC} 或 V_{BG} (2.48V)

14. 触摸键 (仅限 TM56F1552 / 52T)

- 15 个触摸键通道和 1 个外部 CLD
- 1 个内部参考电容器

15. OPA 和比较器

- OPA x 1
- 比较器 x 1
 - 带 7 位 DAC 输入

- DAC 参考电压可选择 V_{CC} 或 V_{BG} (1.20V 或 2.48V)

16. 复位源

- 上电复位
- 看门狗复位
- 低电压复位
- 外部引脚复位

17. 低电压复位 (LVR) / 低电压检测 (LVD)

- 16-级低电压复位: 2.05V ~ 4.15V, 可以选择被关闭
- 15 级低电压检测: 2.20V ~ 4.15V, 可以选择被关闭

18. 工作电压

- $F_{sys} = 16 \text{ MHz}$, 1.9V~5.5V @LVR 关闭/ 25°C. 建议 $LVR \geq 2.20\text{V}$ 在 -40°C 至 $+105^\circ\text{C}$

注意: 上电 V_{CC} 必须超过 POR 1.95V 和所选的 LVR 电平以上, 请参阅“电气特性图”避免进入 ROM 死区。

19. 工作温度范围: -40°C to $+105^\circ\text{C}$

20. 读表取指令: 16 位 ROM 数据查表

21. 集成的 16 位循环冗余校验 (CRC) 功能

22. 指令集: 39 条指令

23. I/O 端口:

- 最多 18 个可编程 I/O 引脚
 - 开漏输出
 - CMOS 推挽输出
 - 施密特触发器输入, 带上拉/下拉电阻选项
 - 所有 I/O 具备高灌电流
 - $1/2 V_{CC}$ ($1/2$ 偏压) 输出

24. 编程连接支持 4 线 (ICP) 或 7 线刻录

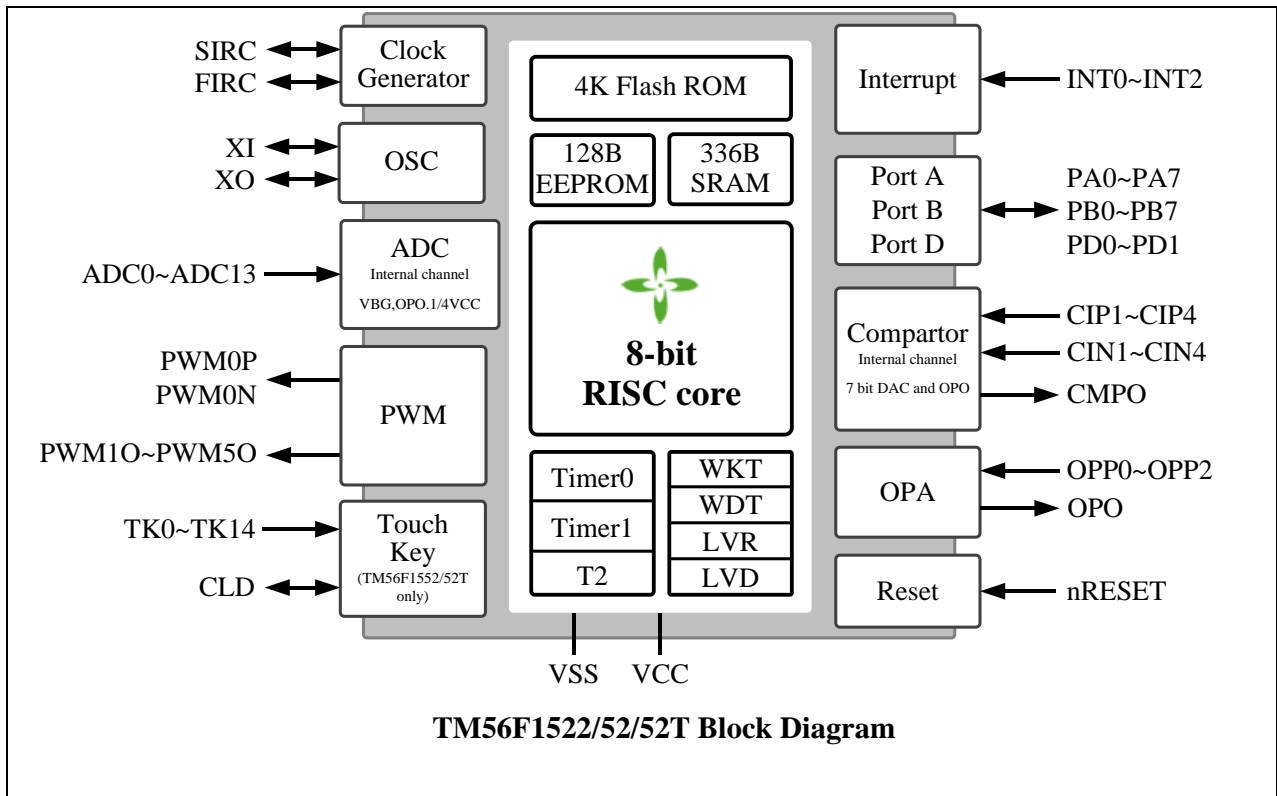
25. 封装类型:

- 20-pin SOP (300 mil)
- 16-pin SOP (150 mil)
- 20-pin QFN (3x3x0.75-0.4 mm) ($L=0.25 \text{ mm}$)
- 20-pin TSSOP (173 mil)

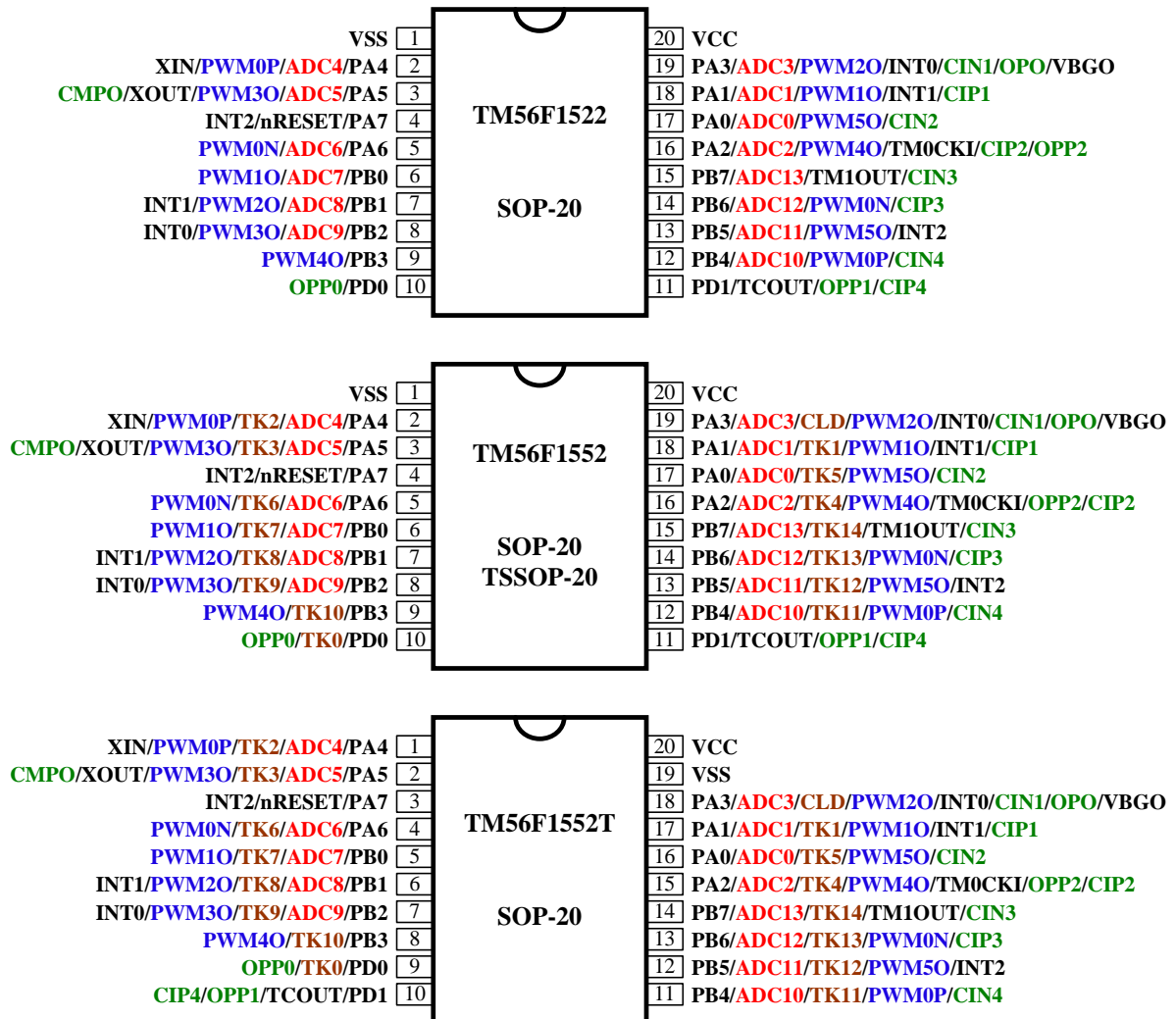
26. 片上调试/ICE 接口

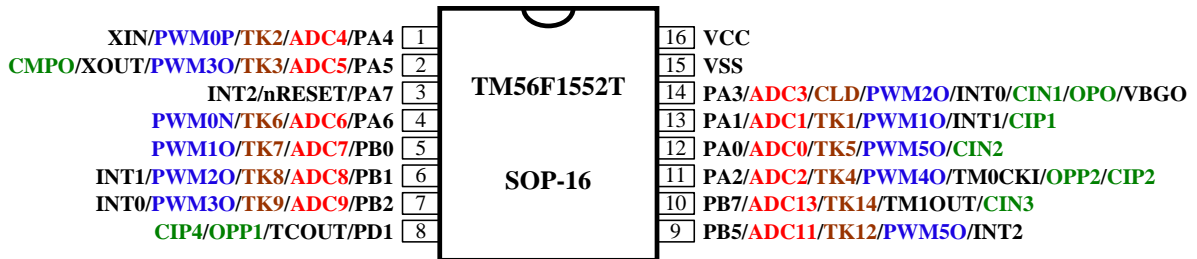
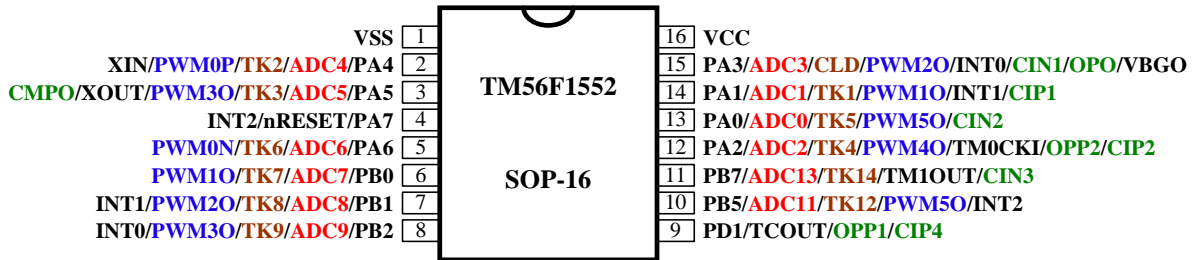
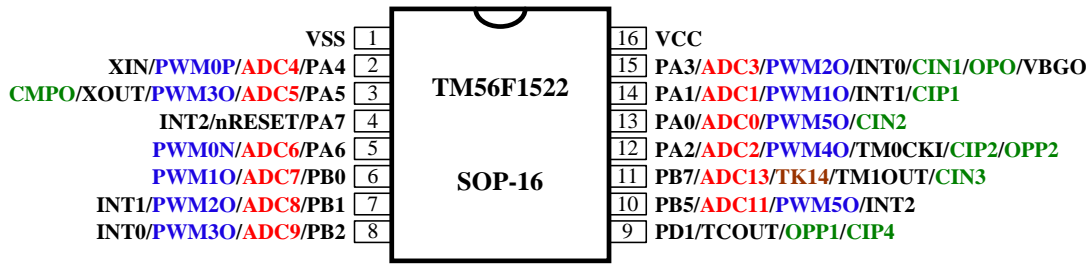
- 使用 PB0/PB3 引脚

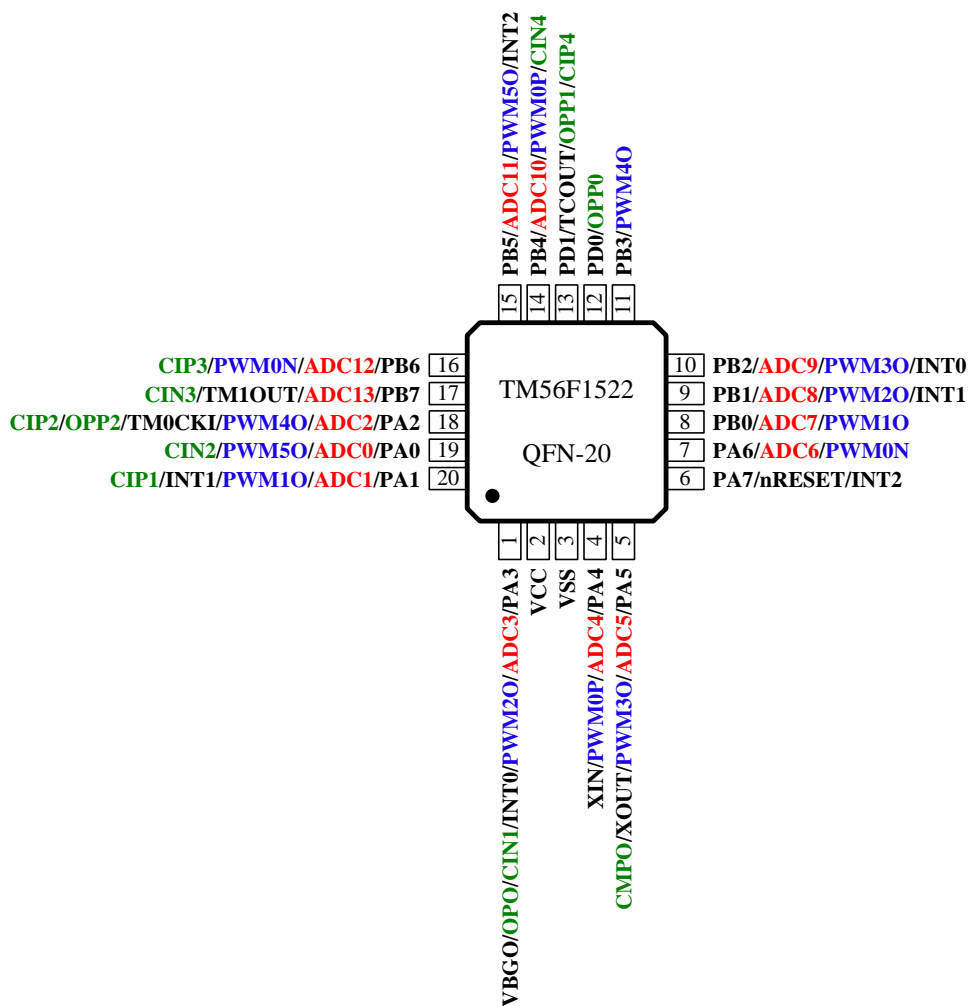
系统框图

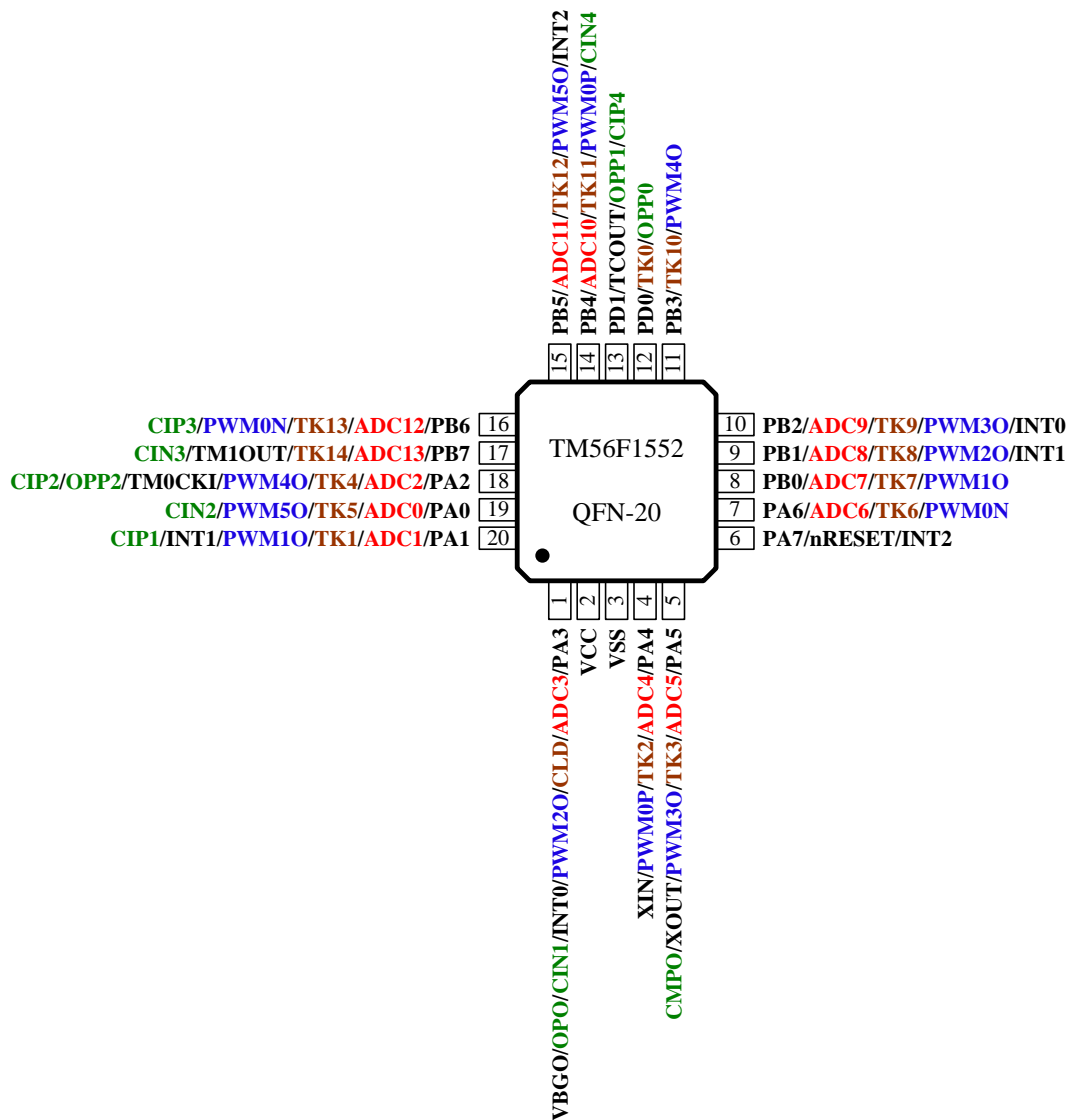


引脚分配图









引脚描述

名称	输入/输出	引脚描述
PA0~PA7 PB0~PB7 PD0~PD1	I/O	可位编程 I/O 端口，用于施密特触发器输入，CMOS 推挽输出，或漏极开路输出或 $1/2V_{CC}$ 输出。上拉/下拉电阻可由软件分配。
nRESET	I	外部低电平有效复位
VCC, VSS	P	电源输入引脚和地
XIN, XOUT	-	用于系统时钟（FXT 或 SXT）的晶体/谐振器振荡器连接
INT0~INT2	I	外部中断输入
TM0CKI	I	Timer0 在计数器模式下的输入
PWM0P	O	16 位 PWM0 正输出
PWM0N	O	16 位 PWM0 负输出
PWM10~PWM50	O	16 位 PWM1~PWM5 输出
CMPO	O	比较器状态输出
TCOUT	O	$F_{sys}/2$ 时钟输出
TM1OUT	O	Timer1 溢出翻转输出
ADC0~ADC13	I	ADC 输入通道
CIN1~CIN4	I	比较器负端口输入
CIP1~CIP4	I	比较器正端口输入
OPP0~OPP2	I	OPA 正端口输入
OPO	O	OPA 输出
VBGO	O	BandGap 电压输出
TK0~TK14	I	触摸键输入
CLD	I/O	外部触摸键充电电容连接引脚

编程引脚:

正常模式 (7-wire): VCC / VSS / PA0 / PA1 / PA2 / PA3 / PA4

ICP 模式 (4-wire): VCC / VSS / PA0 / PA1

-使用 ICP（在线编程）模式时，PCB 需要除去 PA0，PA1 的所有组件。

ICE 模式 (2-wire): PB0 / PB3

-使用 ICE（在线仿真）模式时，PCB 需要除去 PB0，PB3 的所有组件。

引脚摘要

引脚编号					引脚名称	类型	GPIO							替代功能				
TM56F1522/52 (SOP-20)	TM52F1552T (SOP-20)	TM52F1522/52 (SOP-16)	TM56F1552T (SOP-16)	TM56F1522/52 (QFN-20)			输入				输出			PWM	ADC	触摸按键	OPA和比较器	杂项
							上拉控制	下拉控制	中断	唤醒	开漏	CMOS 推挽	1/2 V _{CC} (1/2 偏压)					
2	1	2	1	4	PA4/ADC4/TK2/PWM0P/XIN	I/O	●	●		●	●	●	●	●	●	○		XIN
3	2	3	2	5	PA5/ADC5/TK3/PWM3O/XOUT/CMPO	I/O	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	XOUT
4	3	4	3	6	PA7/nRESET/INT2	I/O	●	●	●	●	●	●						nRESET
5	4	5	4	7	PA6/ADC6/TK6/PWM0N	I/O	●	●		●	●	●	●	●	●	○		
6	5	6	5	8	PB0/ADC7/TK7/PWM1O	I/O	●	●		●	●	●	●	●	●	○		
7	6	7	6	9	PB1/ADC8/TK8/PWM2O/INT1	I/O	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○		
8	7	8	7	10	PB2/ADC9/TK9/PWM3O/INT0	I/O	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○		
9	8	-	-	11	PB3/TK10/PWM4O	I/O	●	●		●	●	●	●		○			
10	9	-	-	12	PD0/TK0/OPP0	I/O	●	●		●	●	●	●		○	●		
11	10	9	8	13	PD1/TCOUT/OPP1/CIP4	I/O	●	●		●	●	●	●				●	TCOUT
12	11	-	-	14	PB4/ADC10/TK11/PWM0P/CIN4	I/O	●	●		●	●	●	●	●	●	○	●	
13	12	10	9	15	PB5/ADC11/TK12/PWM5O/INT2	I/O	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○		
14	13	-	-	16	PB6/ADC12/TK13/PWM0N/CIP3	I/O	●	●		●	●	●	●	●	●	○	●	
15	14	11	10	17	PB7/ADC13/TK14/TM1OUT/CIN3	I/O	●	●		●	●	●	●	●	●	○	●	TM1OUT
16	15	12	11	18	PA2/ADC2/TK4/PWM4O/TM0CKI/OPP2/CIP2	I/O	●	●		●	●	●	●	●	●	○	●	TM0CKI
17	16	13	12	19	PA0/ADC0/TK5/PWM5O/CIN2	I/O	●	●		●	●	●	●	●	●	○	●	
18	17	14	13	20	PA1/ADC1/TK1/PWM1O/INT1/CIP1	I/O	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	
19	18	15	14	1	PA3/ADC3/CLD/PWM2O/INT0/CIN1/OPO/VBGO	I/O	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	
1	19	1	15	3	VSS	P												
20	20	16	16	2	VCC	P												

PS:

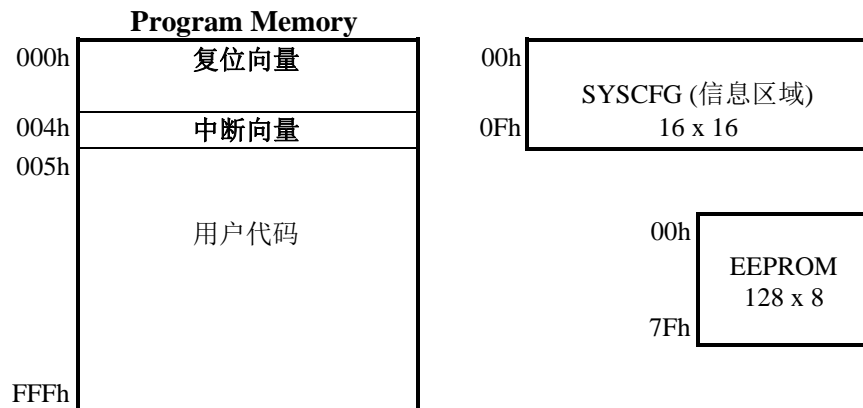
- 仅限 TM56F1552/52T 的触摸键引脚。

功能描述

1 CPU 核心

1.1 程序 ROM (PROM)

该器件的闪存程序 ROM 为 4K 字，带有一个额外的 16 字信息区域来存储 SYSCFG 和一个额外的 128 字节 EEPROM。ROM 可以多次写入，只要 SYSCFG 的 PROTECT (CFGWH.15) 位不设置就可以读取。无论 PROTECT 置位还是清零都可以读取 SYSCFG，但只有在擦除用户 ROM 代码区域时才能清除 PROTECT 位。另一方面，如果设置了 PROTECT 位，则写入器不会读取用户 ROM 代码区域，并且在 PROTECT 位清零之前无法更新用户 ROM 代码。



1.1.1 复位向量 (000h)

复位后，系统将在地址 000h 处重新启动程序计数器 (PC)，所有寄存器都将恢复到默认值。

1.1.2 中断向量 (004h)

当中断发生时，程序计数器 (PC) 将被推到堆栈上并跳转到地址 004h。

1.2 系统配置寄存器 (SYSCFG)

系统配置寄存器 (SYSCFG) 位于闪存信息区域；它包含一个 16 位寄存器 (CFGWH)。SYSCFG 决定了 CPU 初始状态的选项。用户可以通过 SYSCFG 寄存器选择 LVR 工作模式和芯片工作模式。CFGWH 的第 15 位是代码保护选择位。如果该位为 1，则当用户读取 PROM 时，PROM 中的数据将受到保护。

位		15~0	
默认值		0000_0000_0000_0000	
位		描述	
CFGWH	15	PROTECT: 代码保护选择	
		0	关闭
		1	使能
	13-12	WDTE: WDT 复位使能	
		0X	关闭
		10	在快速/慢速模式下使能，在空闲/停止模式下关闭
		11	始终使能
	11-8	LVR: 低电压复位模式	
		0000	LV Reset 2.05V
		0001	LV Reset 2.20V
		0010	LV Reset 2.30V
		0011	LV Reset 2.45V
		0100	LV Reset 2.60V
		0101	LV Reset 2.75V
		0110	LV Reset 2.90V
		0111	LV Reset 3.00V
		1000	LV Reset 3.15V
		1001	LV Reset 3.30V
		1010	LV Reset 3.45V
		1011	LV Reset 3.60V
		1100	LV Reset 3.70V
		1101	LV Reset 3.85V
		1110	LV Reset 4.00V
	1111	LV Reset 4.15V	
	7	XRSTE: 外部引脚 (PA7) 复位使能	
		0	关闭 (PA7 作为 I/O 引脚)
		1	使能
	5	FIRCPSC: FIRC 预分频	
		0	除以 1 (16 MHz)
		1	除以 2 (8 MHz)
	4-0	tenx 保留	

1.3 EEPROM

该芯片包含 128 字节的 EEPROM 内存。它是一个单独的数据空间，在其中可以读取和写出单个字节。根据物理特性，EEPROM 比程序 ROM 需要更长的访问时间。EEPROM 具有至少 50K 的写入/擦除周期。

EEPROM 读取与表读取指令相同，但 EEPROM 启用位必须设置为高。通过将 0xE2 写入寄存器 EEPEN (191h) 可以设置 EEPROM 启用位，将其他值写入 EEPEN (191h) 将清除 EEPROM 启用位。要访问 EEPROM，必须将 DPTR[11:7] (DPH 和 DPL[7]) 设置为 0。

◇ 范例：读取 EEPROM 数据 @ 地址 0x23

```

MOVLW    E2h                ;
MOVWX    EEPEN              ;设置 EEPROM 启用位
CLRXC    DPH                ;设置 DPH = 00h
MOVLW    23h                ;
MOVWX    DPL                ;设置 DPL = 23h, DPTR = 0023h
;读取 EEPROM 使用操作码 TABRL 将 23h 地址内数据读取至 W
TABRL    ;W = EEPROM[23h] 的数据
...

;将 EEPROM 数据读入 W 的另一种方法
MOVLW    01h
MOVWX    TABR                ;写 01h 到 TABR = 操作码 TABRL
MOVXW    TABR                ;W = TABR = EEPROM[23h] 的数据
...

CLRXC    EEPEN              ;清除 EEPROM 启用位

```

EEPROM 的写用法类似于读取 EEPROM，当 F/W 将数据写入寄存器 EEPDT (192h) 时，数据也将被写入 EEPROM。EEPROM 写入需要大约 2ms@V_{CC}=3V，1ms@V_{CC}=5V。同时，CPU 保持在等待状态，但所有外围模块 (Timers、PWM 等) 在编写期间继续运行。该软件必须在 EEPROM 写入后处理挂起的中断。该芯片有一个内置的 EEPROM 超时函数，用于转移写失败状态。EEPROM 编写需要 V_{CC}>3.0V。

◇ 范例：将 EEPROM 数据 A5 写入地址 23h

```

MOVLW    E2h                ;
MOVWX    EEPEN              ;设置 EEPROM 启用位
CLRXC    DPH                ;设置 DPH = 00h
MOVLW    23h                ;
MOVWX    DPL                ;设置 DPL = 23h, DPTR = 0023h
MOVLW    00000011b
MOVWX    EEPCTL             ;设置 EEPROM 写超时函数 (12.0ms)
MOVLW    A5h
MOVWX    EEPDT              ;写 A5h 到 EEPDT
;数据也保存到 EEPROM 地址 23h

BTXSC    EEPTO              ;检查 EEPROM 写超时标志
LGOTO    TIMEOUT
CLRXC    EEPEN              ;清除 EEPROM 启用位

```

190h	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
EEPCTL	EEPTO	–	–	–	–	–	EEPTE	
R/W	R	–	–	–	–	–	R/W	
Reset	0	–	–	–	–	–	0	0

190h.7 **EEPTO**: EEPROM 写超时标志

0: 写 EEPROM 未超时

1: 写 EEPROM 超时

190h.1~0 **EEPTE**: 启用 EEPROM 写超时（访问等待时间）

00: 关闭

01: 1.5 ms@5V, 1.7ms@3V

10: 6.0 ms@5V, 6.8ms@3V

11: 12.0 ms@5V, 13.6ms@3V

191h	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
EEPEN	EEPEN							
R/W	W							
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

191h.7~0 **EEPEN**: EEPROM 访问启用

将 0xE2 写入此寄存器将启用 EEPROM 访问

将其他值写入此寄存器将关闭 EEPROM 访问

192h	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
EEPDT	EEPDT							
R/W	W							
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

192h.7~0 **EEPDT**: EEPROM 要写入的数据

当 EEPROM 访问启用时，向该寄存器写入数据将让 H/W 将数据写入 EEPROM

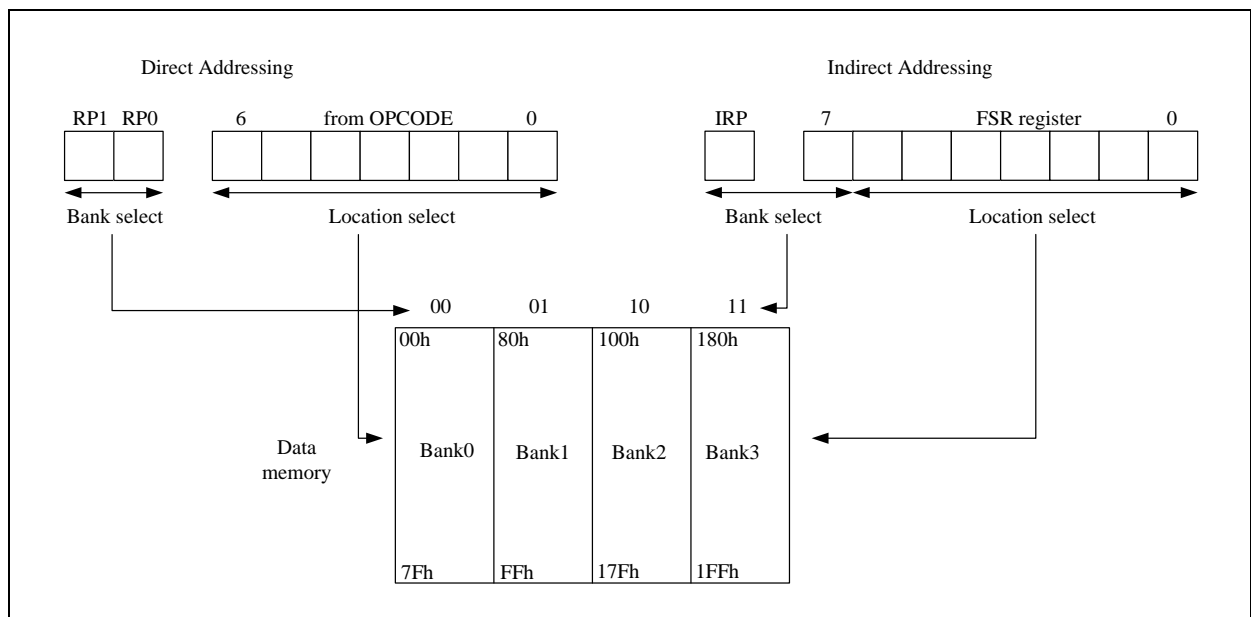
1.4 RAM 寻址模式

CPU 中有一个数据存储分为四个部分 BANK。每个 BANK 最多可扩展到 7Fh (128 字节)。每个 BANK 的下部位置保留用于特殊功能寄存器 (SFR)。SFR 上方是通用寄存器，实现为静态 RAM。所有已实现的 BANK 都包含特殊功能寄存器。BANK 的一些常用特殊功能寄存器可能会在另一个 BANK 中进行镜像，以减少代码并加快访问速度。

RP1 和 RP0 位 (STATUS [6:5]) 是 BANK 选择位。

[RP1, RP0]	BANK
00	0
01	1
10	2
11	3

该页面可以直接或间接寻址。对 INDF 寄存器进行写值为间接寻址，INDF 寄存器不是实质寄存器，任何使用 INDF 寄存器的指令实际上都为访问文件选择寄存器 FSR 指向的寄存器。间接读取 INDF 寄存器本身 (FSR = "0") 将读为 00h，间接写入 INDF 寄存器将导致空操作（可能会影响状态位）。通过将 8 位 FSR 寄存器和 IRP 位 (STATUS [7]) 连接起来，可以获得有效的 9 位地址。请参考下图。



直接 / 间接寻址

在 F/W 代码的开头保持 $RP0=RP1=0$ 并使用新的指令集。

使用新指令的好处是用户可以忽略寄存器的 BANK 区位置，并且可以节省代码大小。新指令与旧指令几乎相同。通过将指令集中的 "F" 替换为 "X"，可以轻松使用新指令，而无需切换 BANK。

例如:

BCF	TM0IE	→	BCX	TM0IE
DEC F	CNT, 1	→	DEC X	CNT, 1
INC F SZ	RAM25, 0	→	INC X SZ	RAM25, 0
MOV F W F	PAMODL	→	MOV X W X	PAMODL
RLF	RAMA0, 0	→	RL X	RAMA0, 0
SWAP F	ADCTL, 0	→	SWAP X	ADCTL, 0

【BANK0】 000~07Fh		【BANK1】 080h~0FFh		【BANK2】 100h~17Fh		【BANK3】 180h~1FFh	
000h	INDF	080h	INDF	100h	INDF	180h	INDF
001h	TM0	081h	OPTION	101h	TM0	181h	OPTION
002h	PCL	082h	PCL	102h	PCL	182h	PCL
003h	STATUS	083h	STATUS	103h	STATUS	183h	STATUS
004h	FSR	084h	FSR	104h	FSR	184h	FSR
005h	PAD	085h	PAMOD10	105h	PINMOD	185h	DPL
006h	PBD	086h	PAMOD32	106h		186h	DPH
007h	PDD	087h	PAMOD54	107h		187h	CRCDL
008h		088h	PAMOD76	108h	OPCTL	188h	CRCDH
009h		089h	PWMCTL	109h	LVRPD	189h	CRCIN
00Ah	PCLATH	08Ah	PCLATH	10Ah	PCLATH	18Ah	PCLATH
00Bh	INTIE	08Bh	INTIE	10Bh	INTIE	18Bh	INTIE
00Ch	INTIF	08Ch	PBMOD10	10Ch	PCH	18Ch	TABR
00Dh	INTIE1	08Dh	PBMOD32	10Dh	OPTRIM	18Dh	CMPCTL
00Eh	INTIF1	08Eh	PBMOD54	10Eh	BGTRIM	18Eh	CMPPNS
00Fh	CLKCTL	08Fh	PBMOD76	10Fh	IRCF	18Fh	DACTL
010h	TM0RLD	090h	PDMOD10	110h		190h	EEPCTL
011h	TM0CTL	091h	OPTION2	111h		191h	EEPEN
012h	TM1	092h	PWMPRDH	112h		192h	EEPDT
013h	TM1RLD	093h	PWMPRDL	113h		193h	
014h	TM1CTL	094h	PWM0DH	114h		194h	
015h	T2CTL	095h	PWM0DL	115h		195h	
016h	LVCTL	096h	PWM1DH	116h		196h	
017h	ADCDH	097h	PWM1DL	117h		197h	
018h	ADCTL	098h	PWM2DH	118h		198h	
019h	ADCTL2	099h	PWM2DL	119h		199h	
01Ah	TKDL	09Ah	PWM3DH	11Ah		19Ah	
01Bh	TKDH	09Bh	PWM3DL	11Bh		19Bh	
01Ch		09Ch	PWM4DH	11Ch		19Ch	
01Dh		09Dh	PWM4DL	11Dh		19Dh	
01Eh	TKCTL	09Eh	PWM5DH	11Eh		19Eh	
01Fh	TKCTL2	09Fh	PWM5DL	11Fh		19Fh	
020h		0A0h		120h		1A0h	
	RAM Bank0 area		RAM Bank1 area		RAM Bank2 area		RAM Bank3 area
	(80 Bytes)		(80 Bytes)		(80 Bytes)		(80 Bytes)
06Fh		0EFh		16Fh		1EFh	
070h	common area	0F0h	accesses	170h	accesses	1F0h	accesses
	(16 Bytes)		070h~07Fh		070h~07Fh		070h~07Fh
07Fh		0FFh		17Fh		1FFh	

◇ 范例: 通过使用直接寻址来读 / 写寄存器 (**RP0=RP1=0**)

CLKCTL	Equ	00Fh	; SFR 在 Bank0
TM1	Equ	012h	; SFR 在 Bank0
OPTION2	Equ	091h	; SFR 在 Bank1
LVRPD	equ	109h	; SFR 在 Bank2
IRCF	equ	10Fh	; SFR 在 Bank2
DPL	Equ	185h	; SFR 在 Bank3
RAM020	Equ	020h	; RAM 在 Bank0
RAM0A0	Equ	0A0h	; RAM 在 Bank1
MOVXW	TM1		; 读取 TM1 (Bank0) 至 W
MOVXW	OPTION2		; 读取 OPTION2 (Bank1) 至 W
MOVXW	IRCF		; 读取 IRCF (Bank2) 至 W
MOVXW	DPL		; 读取 DPL (Bank3) 至 W
MOVLW	16h		; W = 16h
MOVWX	RAM020		; RAM[0x20] = W = 16h
MOVWX	RAM0A0		; RAM[0xA0] = W = 16h
MOVLW	37h		; W = 37h
MOVWX	LVRPD		; LVRPD = W = 37h, 强制关闭 LVR/POR
MOVXW	CLKCTL		; 读取 SFR CLKCTL (00Fh) 至 W
MOVXW	IRCF		; 读取 SFR IRCF (10Fh) 至 W
MOVLW	0Bh		; W = 0Bh
MOVWX	CLKCTL		; CLKCTL (00Fh) = W = 0Bh
MOVWX	IRCF		; IRCF (10Fh) = W = 0Bh

◇ 范例: 通过使用间接寻址来读 / 写寄存器 (**RP0=RP1=0**)

BSX	IRP		; IRP = 1 => Bank2/3
MOVLW	0Fh		; W = 0Fh
MOVWX	FSR		; FSR = W = 0Fh
MOVXW	INDF		; 读取 SFR IRCF (10Fh) 至 W
BSX	IRP		; IRP = 1 => Bank2/3
MOVLW	0Fh		; W = 0Fh
MOVWX	FSR		; FSR = W = 0Fh
MOVLW	0Bh		; W = 0Bh
MOVWX	INDF		; IRCF (10Fh) = W = 0Bh
BCX	IRP		; IRP = 0 => Bank0/1
MOVLW	0Fh		; W = 0Fh
MOVWX	FSR		; FSR = W = 0Fh
MOVXW	INDF		; 读取 SFR CLKCTL (00Fh) 至 W
BCX	IRP		; IRP = 0 => Bank0/1
MOVLW	0Fh		; W = 0Fh
MOVWX	FSR		; FSR = W = 0Fh
MOVLW	0Bh		; W = 0Bh
MOVWX	INDF		; CLKCTL (00Fh) = W = 0Bh

1.5 程序计数器 (PC) 和堆栈

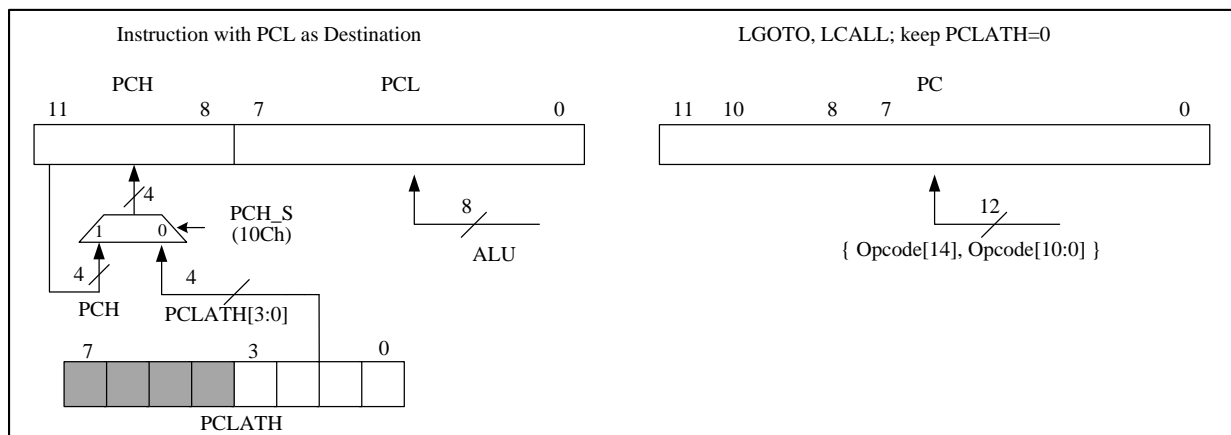
该程序计数器为 12 位的编程计数器，能够寻址一个 4Kx16 的闪存 ROM。当执行一个程序指令时，PC 将包含下一个要执行的程序指令的地址。除以下情况外，PC 值通常会增加 1。初始设置复位向量 (000h) 和中断向量 (004h) 用于 PC 初始化和中断。对于 CALL/GOTO 指令，PC 从指令字加载下 11 位地址，从 PCLATH[3] 加载高 1 位地址。对于 RET/RETI/RETLW 指令，PC 从顶级堆栈中检索其内容。

在执行 CALL/GOTO 指令之前，如果目标地址超过 2K，则必须设置 PCLATH[3]，否则必须清除 PCLATH[3]。与 RAM 寻址模式（参考 1.4 节）类似，芯片提供了新的指令集 LCALL/LGOTO 来替换 CALL/GOTO 指令集。当使用 LCALL/LGOTO 时，用户不必担心目的地地址，仅保持清除 PCLATH[3]。

编程计数器 (PC[7:0]) 的低字节数据可以通过 PCL 寄存器 (002h/082h/102h/182h) 进行读写。编程计数器 (PC[11:8]) 的高字节数据只能通过 PCH 寄存器 (10Ch) 读取。当执行以 PCL 寄存器为目标的所有指令时，内部标志 PCH_S 用于选择 PCH 的源。将 0x1C 写入 PCH 寄存器可以设置 PCH_S，将其他值写入 PCH 寄存器将清除 PCH_S。重置后，PCH_S 将被清除。

当 PCH_S 被清除为“0”时，同时执行任何以 PCL 寄存器为目标的指令，都会导致 PCH 被 PCLATH (00Ah/08Ah/10Ah/18Ah) 寄存器的内容所取代。这允许通过将所需的高字节写入 PCLATH 寄存器来更改程序计数器的整个内容。当低字节被写入 PCL 寄存器时，程序计数器的所有内容将变为 PCLATH 寄存器中包含的值和那些被写入 PCL 寄存器的值。

当 PCH_S 设置为 ‘1’ 时，执行任何以 PCL 寄存器为目标的指令，低字节将被写入 PCL 寄存器，并且不会改变 PCH。当使用任何以 PCL 寄存器为目标的指令时，建议将 PCH_S 设置为 ‘1’，但 C 语言不支持此函数。



002h	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
PCL	PCL							
R/W	R/W							
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

002h.7~0 **PCL**: 程序计数器数据位 7~0

00Ah	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
PCLATH	GPR				PCLATH			
R/W	R/W				R/W			
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

00Ah.3~0 **PCLATH**: 当执行以 PCL 为目标的指令且 PCH_S 清零时编程计数器高字节数据

00Ah.3 **PCLATH**: 当执行 CALL/GOTO 指令时, 编程计数器高 1 位

注意: 当使用 LCALL/LGOTO 指令时, 必须保持清除状态

10Ch	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
PCH	PCH							
R/W	W				R/W			
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

10Ch.7~0 **PCH (W)**: 当执行以 PCL 作为目标的指令时, 编程计数器高字节源选择

写 0x1C 来设置 PCH_S = 1, PCH 保持原始值

写其他值来清除 PCH_S = 0, PCH 来自 PCLATH

10Ch.3~0 **PCH (R)**: 编程计数器数据位 11~8

堆栈为 12 位宽度，8 阶深度。LCALL 指令和硬件中断将按顺序推入堆栈。当执行 RET/RETI/RETLW 指令时按顺序弹堆栈。对于表查该器件提供了功能强大的表读取指令 TABRL 及 TABRH 通过设置 DPTR = {DPH, DPL} 寄存器将 16 位 ROM 数据返回到 W 寄存器。通过将 C 语言设置为 TABR (18Ch)，它还提供了另一种将 16 位 ROM 数据读入 W 寄存器的方法。

◇ 范例: 要查找位于“TABLE1”和“TABLE2”的 PROM 数据。

```

ORG      000h                ; 复位向量
        LGOTO      START

START:
        MOVLW     00h
        MOVWX     INDEX      ; 设置查表地址
        MOVLW     1Ch       ; 写入 1Ch 到 PCH 以设置 PCH_S 标志
        MOVWX     PCH

LOOP:
        MOVXW     INDEX      ; 将索引值移至 W 寄存器
        LCALL     TABLE1   ; 查找数据
        ...
        INCX      INDEX, 1   ; 增加下一个地址的索引地址
        ...
        LGOTO     LOOP      ; 转到 LOOP 标签
        ...
        MOVLW     (TABLE2 >>8) & 0xff
        MOVWX     DPH
        MOVLW     (TABLE2) & 0xff
        MOVWX     DPL       ; DPTR = {DPH, DPL} = TABLE2
; 通过指令 TABRL / TABRH 读表
        TABRL     ; 将 PROM 低字节数据读到 W (W = 86h)
        TABRH     ; 将 PROM 高字节数据读到 W (W = 19h)
        ...
; 通过特殊功能寄存器 TABR 读表
        MOVLW     01h       ; TABR = 01h = 指令 TABRL
        MOVWX     TABR      ; 读取 PROM 低字节数据到 TABR (TABR = 86h)
        MOVXW     TABR      ; 读取 TABR 到 W (W = 86h)
        MOVLW     02h       ; TABR = 02h = 指令 TABRH
        MOVWX     TABR      ; 读取 PROM 高字节数据到 TABR (TABR = 19h)
        MOVXW     TABR      ; 读取 TABR 到 W (W = 19h)
        ...
ORG      X00h
TABLE1:
        ADDWX     PCL, 1    ; 将 W 与 PCL 相加，然后将结果返回到 PCL 中。
        RETLW     55h      ; 返回时 W=55h
        RETLW     56h      ; 返回时 W=56h
        RETLW     58h      ; 返回时 W=58h
        ...
TABLE2:
        .DT       0x1986   ; 16位 ROM 数据
        .DT       0x3719
        ...
    
```


注：芯片将 256 个 ROM 地址定义为一页，因此 ROM 有 16 页，000h~0FFh, 100h~1FFh, ..., F00h~FFFh。换句话说，PC 可以被定义为页面。查找表必须位于同一个页面上，以避免获取错误的数 据。因此，例如，在 X00h (X = 1, 2, 3, ... , E, F) 启动一个查找表时，查找表最多有 255 个数 据。如果查找表中的数据较少，则不需要将起始地址设置为 X00h，而只需要确认所有查找表数 据都位于同一个页面上。

18Ch	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
TABR	TABR							
R/W	R/W							
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

- 18Ch.7~0
1. TABR 写入 01h = 指令 TABRL
 2. TABR 写入 02h = 指令 TABRH
 3. 在步骤 1 或步骤 2 之后，读取 TABR 以获取主 ROM 读表取值
在步骤 1 之后，读取 TABR 以获取 EEPROM 值（当 EEPEN = E2h 时）
- ASM 的读表：使用 TABRL / TABRH 或 TABR*
- C 的读表：使用 TABR*

1.5.1 ALU 和工作 (W) 寄存器

该 ALU 是 8 位宽的，能够进行加法、减法、移位和逻辑操作。在两个操作数指令中，通常有一个操作数是 W 寄存器，它是一个用于 ALU 操作的 8 位不可寻址寄存器。另一个操作数或者是文件寄存器，或者是直接常数。在单个操作数指令中，操作数是 W 寄存器或文件寄存器。根据所执行的指令，ALU 可能会影响状态寄存器中的携带(C)、数字携带(DC)和零(Z)标志的值。C 和 DC 标志分别作为减法借位和半借位。

注意: 借位状态和借位值相反。
半借位状态和半借位值相反。

1.5.2 状态寄存器 (003h/083h/103h/183h)

此寄存器包含 ALU 的算术状态和重置状态。状态寄存器可以是任何指令的目的地，就像任何其他寄存器一样。如果状态寄存器是影响 Z、DC 或 C 位的指令的目的地，那么对这三个位的写入将被禁用。根据设备逻辑设置或清除这些位。因此，建议只使用 BCX、BSX 和 MOVWX 指令来更改状态寄存器，因为这些指令不会影响这些位。

STATUS	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
复位值	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R	R	R/W	R/W	R/W
Bit	描述							
7	IRP: 寄存器位于 Bank 的选择位 (用于间接寻址) 0 = Bank 0,1 (000h - 0FFh) 1 = Bank 2,3 (100h - 1FFh)							
6:5	RP1:RP0: 寄存器位于 Bank 的选择位 (用于直接寻址) 00 = Bank 0 (000h - 07Fh) 01 = Bank 1 (080h - 0FFh) 10 = Bank 2 (100h - 17Fh) 11 = Bank 3 (180h - 1FFh) 每个 Bank 为 128 字节							
4	TO: 超时标志 0: 上电复位或 CLRWDT/SLEEP 指令后 1: WDT 超时							
3	PD: 掉电标志 0: 上电复位或 CLRWDT 指令后 1: 执行 SLEEP 指令后							
2	Z: 零标志 0: 逻辑运算的结果不为零 1: 逻辑运算的结果为零							
1	DC: 十进制进位标志或/借位标志							
	ADD 指令				SUB 指令			
	0: 没进位 1: 低字节有进位				0: 低字节有借位 1: 没借位			
0	C: 进位标志或/借位标志							
	ADD 指令				SUB 指令			
	0: 没进位 1: MSB 有进位				0: MSB 有借位 1: 没借位			

◇ 范例：将立即数据写入状态寄存器 STATUS 寄存器

```
MOVLW    00h
MOVWX    STATUS           ;清除 STATUS 寄存器
```

◇ 范例：位寻址置位和清除 STATUS 寄存器.

```
BSX      STATUS,0        ;设置 C=1
BCX      STATUS,0        ;清除 C=0
```

◇ 范例：通过 BTXSS 指令确定 C 标志.

```
BTXSS    STATUS,0        ;检查进位标志
GOTO     LABEL_1        ;如果 C=0, 跳转到 LABEL_1
GOTO     LABEL_2        ;如果 C=1, 跳转到 LABEL_2
```

2 复位

该器件有四种复位方式。

- 上电复位 (POR)
- 低电压复位 (LVR)
- 外部引脚复位 (XRST)
- 看门狗复位 (WDTR)

复位可以是由上电复位 (POR)、外部引脚复位 (XRST)、看门狗定时器复位 (WDTR) 或低电压复位 (LVR) 引起的。CFGWH 控制复位功能。复位后，SFR 返回其默认值，程序计数器 (PC) 被清除，并且系统从复位向量 000h 处开始运行。状态寄存器 (STATUS) 上的 TO 和 PD 标志指示系统复位状态。

2.1 上电复位 (POR)

在通电重置后，所有系统和外围控制寄存器将被设置为它们的默认硬件重置值。

2.2 低电压复位 (LVR)

低电压复位的功能是在电源电压低于阈值水平时进行静态复位。可以选择 16 个阈值级别。LVR 的操作模式由 CFGWH 寄存器定义。参见以下 LVR 选择表；用户还必须考虑工作频率的最低工作电压。

LVR 选择表:

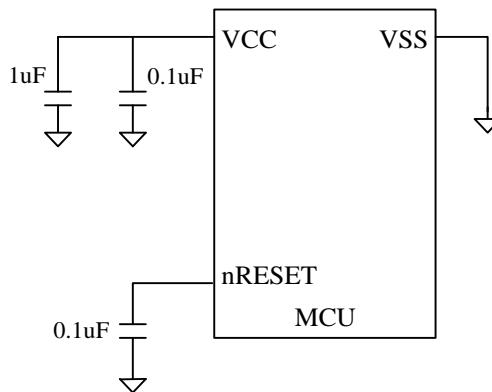
LVR 阈值	工作电压
LVR2.05	$5.5V > V_{CC} > 2.05V$
LVR2.20	$5.5V > V_{CC} > 2.20V$
LVR2.30	$5.5V > V_{CC} > 2.30V$
LVR2.45	$5.5V > V_{CC} > 2.45V$
LVR2.60	$5.5V > V_{CC} > 2.60V$
LVR2.75	$5.5V > V_{CC} > 2.75V$
LVR2.90	$5.5V > V_{CC} > 2.90V$
LVR3.00	$5.5V > V_{CC} > 3.00V$
LVR3.15	$5.5V > V_{CC} > 3.15V$
LVR3.30	$5.5V > V_{CC} > 3.30V$
LVR3.45	$5.5V > V_{CC} > 3.45V$
LVR3.60	$5.5V > V_{CC} > 3.60V$
LVR3.70	$5.5V > V_{CC} > 3.70V$
LVR3.85	$5.5V > V_{CC} > 3.85V$
LVR4.00	$5.5V > V_{CC} > 4.00V$
LVR4.15	$5.5V > V_{CC} > 4.15V$

不同的 F_{sys} 有不同的最低工作电压，请参考直流特性的工作电压图表，如果所选择的 LVR 阈值级别低于 F_{sys} 最低工作电压，则系统可能进入死区并发生错误。

2.3 外部引脚复位 (XRST)

外部引脚复位可以通过 CFGWH 寄存器禁止或使能。它至少需要保持 2 个 SIRC 时钟周期才能被芯片所侦测到触发重置动作。XRST 将使所有控制寄存器恢复为其默认复位，而 TO/PD 标志不受复位的影响。

外部复位引脚为低电平有效，复位引脚为高电平时系统正在运行。复位引脚接收低电压系统复位。外部复位可以在上电期间使系统复位，良好的外部复位电路可以保护系统以避免在异常电源条件下工作。



2.4 看门狗定时器复位 (WDTR)

WDT 溢出复位可通过 CFGWH 寄存器关闭或使能。它在快速/慢速模式运行，在空闲/停止模式运行或停止。WDT 溢出速度可以由 WDTOSC SFR 选择。WDT 通过器件复位或 CLRWDT SFR 位清除，WDT 溢出复位也将所有控制寄存器恢复为其默认复位值。TO/PD 标志不受复位的影响。

◇ 范例: 定义复位向量

```

        ORG      000h          ;复位向量
        LGOTO   START        ;跳转到用户程序地址

START:
        ORG      010h
        ...
        ...                  ;用户程序
        LGOTO   START
    
```

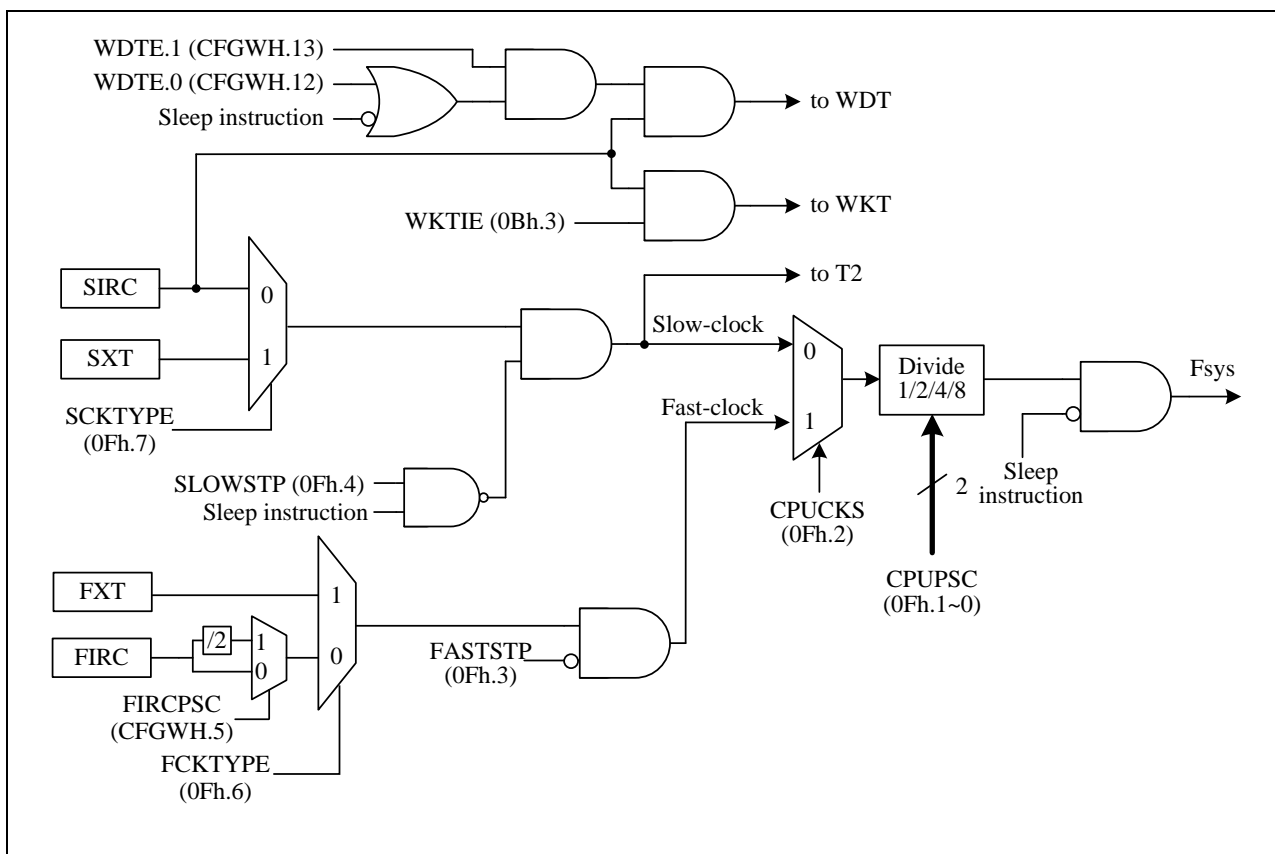
3 时钟电路和工作模式

3.1 系统时钟

该设备采用双时钟系统进行设计。时钟源有四种，FXT（外部快时钟）、SXT（外部慢时钟）、SIRC（内部 RC 慢时钟）和 FIRC（内部 RC 快时钟）。每个时钟源都可以作为系统时钟应用于 CPU 内核。在空闲模式下，可以将慢时钟（SIRC 或 SXT）配置为保持振荡以为 T2 模块提供时钟源，或者 SIRC 为 WKT/WDT 模块提供时钟源。请参见下图。

重置后，设备以慢速模式 85 KHz SIRC 运行。为了芯片运行的安全，软件应选择合适时钟速率。较高的 V_{CC} 允许芯片在更高的系统时钟频率下运行。在一个典型的情况下，一个 16MHz 的系统时钟速率需要 $V_{CC} > 1.9V$ 。

CLKCTL (0Fh) SFR 控制系统时钟的工作。硬件会自动阻止该寄存器的软件异常设置。不要同时写 FASTSTP=1 和 CPUCKS=1。建议逐位写入此 SFR。



时钟方案框图

FIRC（内部 RC 快时钟）的频率可以通过 IRCF (10Fh) 进行调整。当 IRCF=00h 时，频率最低。当 IRCF=7Fh 时，频率最高。因为每个 IC 可能具有不同的 IRCF 默认值，所以我们可以上电后以确保上电复位后 FIRC=16MHz 的频率。

快速模式:

在这种模式下，将使用 FIRC 或 FXT 作为 CPU 时钟 (Fsys) 来执行程序。Timer0, Timer1 块由快时钟驱动。PWM0 块可以通过设置 PWMCKS (91h.5~4) 选择 Fsys、FIRC (16 MHz) 或 FIRC*2 (32 MHz) 来驱动。T2 块通过设置 T2CKS (15h.3~2)，选择由慢时钟、Fsys/128 或 FIRC/512 (16 MHz/512) 来驱动。

慢速模式:

开机或复位后，设备进入慢速模式，默认的慢时钟为 SIRC。在此模式下，快时钟可以停止（通过 FASTSTP=1，相较省电）或运行（通过 FASTSTP=0）。所有外围块（Timer0、Timer1 等）时钟源都是慢时钟模式，除了 PWM 和 T2 块可以选择其他的时钟源。慢时钟可以选择 SIRC 或 SXT。

空闲模式:

执行 SLEEP 指令后，如果 SIRC 或 SXT 仍在振荡，则表示进入 IDLE 模式。IDLE 模式通过重置或启用中断唤醒而终止。有两种方法可以保持 SIRC 或 SXT 在空闲模式下振荡。

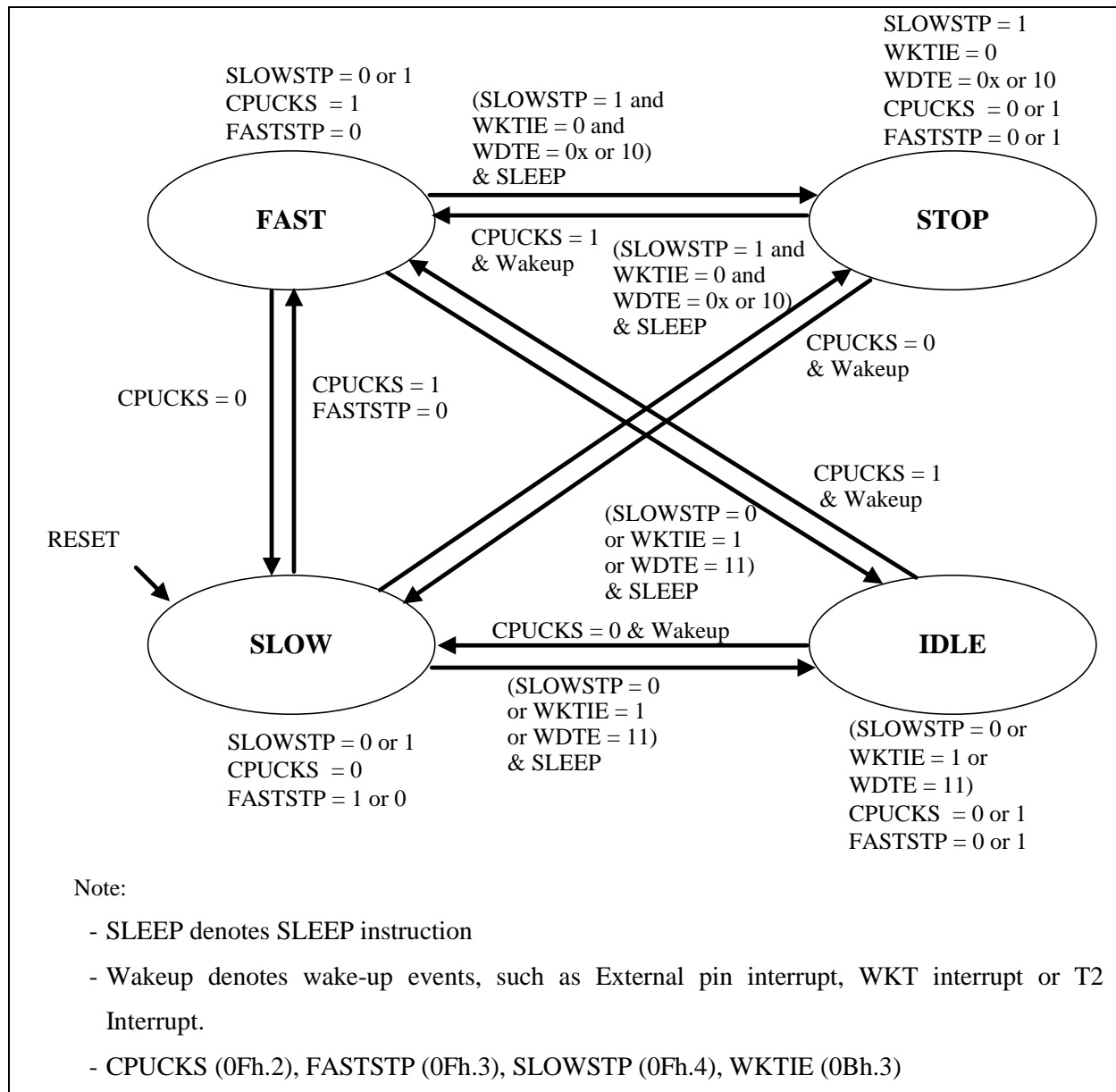
- (1) 在执行 SLEEP 指令之前，清除 SLOWSTP=0，SIRC 或 SXT 仍然可以振荡。在这种情况下，慢时钟可以继续振荡，以保持 T2 块在空闲模式下持续运行。
- (2) 在执行 SLEEP 指令之前，设置 WKTIE=1 或 WDTIE=11，SIRC 仍然可以振荡，以保持 WKT/WDT 在 IDLE 模式下运行。

停止模式:

在执行 SLEEP 指令之前将 SLOWSTP (0Fh.4) 置位，WKTIE (0Bh.3) 清零和 WDTIE = 0x 或 10，则芯片将进入停止模式，所有模块都将停止。停止模式类似于空闲模式，不同之处在于，所有时钟振荡器（快时钟或慢时钟）均已停止，并且不产生任何时钟。

3.2 双系统时钟模式转换

该器件运行在以下四种模式之一：快速模式，慢速模式，空闲模式和停止模式。



CPU 工作框图

CPU 模式和时钟菜单:

模式	Fsys	快时钟	慢时钟	TM0/TM1	T2	WKT	WDT	唤醒事件
快速	快时钟	运行	运行	运行	运行	运行	运行	X
慢速	慢时钟	Set by FASTSTP	运行	运行	运行	运行	运行	X
空闲	停止	停止	运行	停止	Set by T2CKS	Set by WKTIE	Set by WDTE	WKT/IO/T2
停止	停止	停止	停止	停止	停止	停止	停止	IO

● 快速模式切换至慢速模式

当快速模式切换至慢速模式时，建议按顺序执行以下步骤：

- (1) 切换至慢速模式 (CPUCKS=0)
- (2) 停止快时钟 (FASTSTP=1)

◇ 范例: 快速模式切换至慢速模式

```
BCX      CPUCKS      ; Fsys=慢时钟
BSX      FASTSTP     ; 停止快时钟
```

● 慢速模式切换至快速模式

SLOW 模式可以通过 CLKCTL 寄存器中的 CPUCKS=0 来启用。当 SLOW 模式切换到 FAST 模式时，建议按顺序执行以下步骤：

- (1) 启用快时钟 (FASTSTP=0)
- (2) 切换到快速模式 (CPUCKS=1)

◇ 范例: 慢速模式切换到快速模式

```
BCX      FASTSTP     ; 使能快时钟
NOP
BSX      CPUCKS      ; Fsys=快时钟
```

● 空闲模式设置

IDLE 模式可以按顺序设置进行配置：

- (1) 启用慢时钟 (SLOWSTP=0) or WKT (WKTIE=1) or WDT (WDTE=11b)
- (2) 将 T2 时钟源切换为慢时钟 (T2CKS=0)
- (3) 执行 SLEEP 指令

空闲模式可以通过外部中断、WKT 中断和 T2 中断来唤醒。

◇ 范例: 快速/慢速模式切换至空闲模式。

```
BCX      SLOWSTP     ; 在执行 SLEEP 指令后慢时钟持续运行
MOVLW   00000000b
MOVW    T2CTL
SLEEP   ; 进入空闲模式
```

● 停止模式设置

可以通过以下顺序设置停止模式:

- (1) 停止慢时钟 (SLOWSTP=1)
- (2) 停止 WKT (WKTIE=0)
- (3) 执行 SLEEP 指令

停止模式只能被外部引脚中断唤醒。

备注: 当 WDTE=11b 时, CPU 无法进入停止模式

◇ 范例:快速/慢速模式切换至停止模式.

```

BSX      SLOWSTP      ; 在执行 SLEEP 指令后停止慢时钟.
MOVLW   0000 0000b   ; 关闭 WKT 计数
MOVWX   INTIE
SLEEP   ; 进入停止模式.
    
```

0Bh	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
INTIE	ADCIE	T2IE	TM1IE	TM0IE	WKTIE	INT2IE	INT1IE	INT0IE
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

0Bh.3 **WKTIE**: 唤醒定时器中断使能和唤醒定时器使能
 0: 关闭
 1: 使能

0Fh	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
CLKCTL	SCKTYPE	FCKTYPE	—	SLOWSTP	FASTSTP	CPUCKS	CPUPSC	
R/W	R/W	R/W	—	R/W	R/W	R/W	R/W	
Reset	0	0	—	0	1	0	1	1

0Fh.7 **SCKTYPE**: 慢时钟选择
 0: 慢时钟为 SIRC
 1: 慢时钟为 SXT

0Fh.6 **FCKTYPE**: 快时钟选择
 0: 快时钟为 FIRC
 1: 快时钟为 FXT

0Fh.4 **SLOWSTP**: 在 SLEEP 指令后停止慢时钟
 0: 慢时钟在 SLEEP 指令后持续运行
 1: 慢时钟在 SLEEP 指令后停止运行

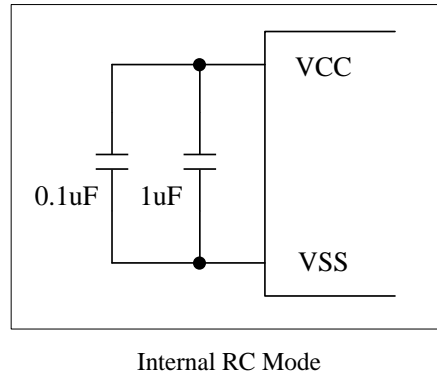
0Fh.3 **FASTSTP**: 停止快时钟
 0: 快时钟运行
 1: 快时钟停止

0Fh.2 **CPUCKS**: 系统时钟源选择
 0: 慢时钟
 1: 快时钟

0Fh.1~0 **CPUPSC**: 系统时钟源预分频器。系统时钟源
 00: 除以 8 01: 除以 4
 10: 除以 2 11: 除以 1

3.3 系统时钟振荡器

在内部快速 RC (FIRC) 模式下，片上振荡器产生 16 MHz 的系统时钟。由于电源噪声会降低内部时钟振荡器的性能，因此将电源旁路电容器 1 uF 和 0.1 uF 放置在靠近 VCC/VSS 引脚，可以提高时钟和整个系统的稳定性。

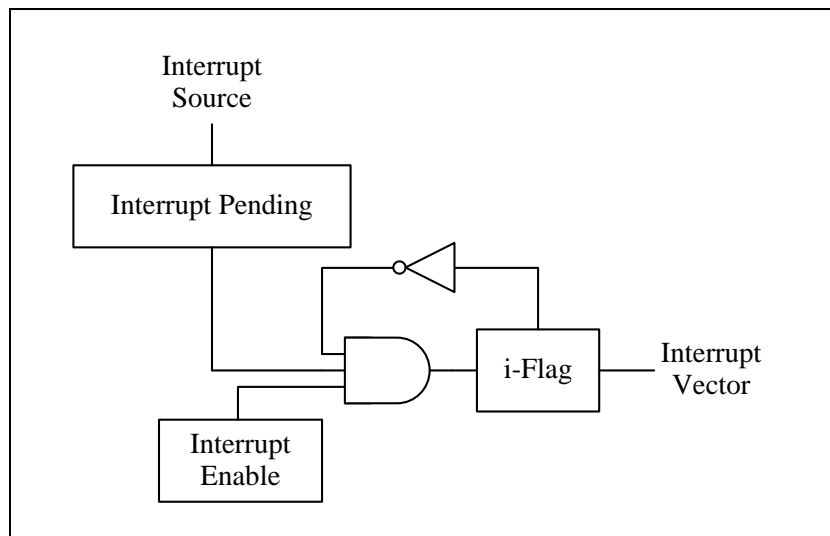


4 中断

芯片有 1 级、1 个向量和 12 个中断源。每个中断源都有自己的使能控制位。无论其使能控制位是 0 还是 1，中断事件都将设置其各自的挂起标志。

如果相应的中断使能位 (INTIE[7:0], INTIE1[4], INTIE1[2:0]) 已置位，它将触发 CPU 来服务该中断。CPU 在当前执行的指令周期结束时接受中断。同时，向 CPU 插入“LCALL 004”指令，并设置 i-flag 以防止递归中断嵌套。

i-flag 在执行“RETI”指令之后被清除。也就是说，在中断服务未完成之前，主程序中至少有一条指令被执行。中断事件是电平触发的。F/W 在服务中断程序时必须清除中断事件寄存器。



◇ 范例：使用上升沿触发来设置 INT1 (PA1) 中断请求

```

        ORG      000h          ;复位向量
        LGOTO    START        ;跳转到用户程序地址

        ORG      004h          ;所有中断的向量
        LGOTO    INT          ;如果 INT1 (PA1) 输入出现上升沿

        ORG      005h

START:
        MOVLW   0000xxxxb
        MOVWX   PAMOD10       ;选择模式0 作为 INT1 引脚模式
                                   ;开漏输出低电平或上拉输入

        MOVLW   xxxxxx1xb
        MOVWX   PAD           ;释放 INT1, 变为施密特触发器
                                   ;输入带上拉电阻

        MOVLW   xx1xxxxxb
        MOVWX   OPTION        ;将 INT1 中断触发设置为上升沿
        MOVLW   1111101b
        MOVWX   INTIF         ;清除 INT1 中断请求标志
        MOVLW   00000010b
        MOVWX   INTIE         ;使能 INT1 中断

MAIN:
        ...
        LGOTO    MAIN

INT:
        MOVXW   20h           ;将 W 数据存储到 SRAM 20h
        MOVXW   STATUS        ;获取 STATUS 数据
        MOVXW   21h           ;将 STATUS 数据存储到 SRAM 21h

        BTXSC   INT1IF        ;检测 INT1IF 位
        LCALL   INT1_SUB      ;INT1IF = 1, 跳转到 INT1 中断服务程序
        ...

EXIT_INT:
        MOVXW   21h           ;获取 SRAM 21h 数据
        MOVXW   STATUS        ;恢复 STATUS 数据
        MOVXW   20h           ;恢复 W 数据
        RETI                  ;从中断返回

INT1_SUB:
        ...
        MOVLW   1111101b
        MOVWX   INTIF         ;清除 INT1 中断请求标志
        RET
    
```

0Bh	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
INTIE	ADCIE	T2IE	TM1IE	TM0IE	WKTIE	INT2IE	INT1IE	INT0IE
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

- 0Bh.7 **ADCIE:** ADC 中断使能
0: 关闭
1: 使能
- 0Bh.6 **T2IE:** T2 中断使能
0: 关闭
1: 使能
- 0Bh.5 **TM1IE:** Timer1 中断使能
0: 关闭
1: 使能
- 0Bh.4 **TM0IE:** Timer0 中断使能
0: 关闭
1: 使能
- 0Bh.3 **WKTIE:** 唤醒定时器中断使能和唤醒定时器使能
0: 关闭
1: 使能
- 0Bh.2 **INT2IE:** INT2 中断使能
0: 关闭
1: 使能
- 0Bh.1 **INT1IE:** INT1 中断使能
0: 关闭
1: 使能
- 0Bh.0 **INT0IE:** INT0 中断使能
0: 关闭
1: 使能

0Ch	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
INTIF	ADCIF	T2IF	TM1IF	TM0IF	WKTIF	INT2IF	INT1IF	INT0IF
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

- 0Ch.7 **ADCIF:** ADC 中断事件挂起标志
当 ADC 转换结束后由 H/W 置位，对此位写 0 将清除该标志
- 0Ch.6 **T2IF:** T2 中断事件挂起标志
当 T2 溢出时由 H/W 置位，对此位写 0 将清除该标志
- 0Ch.5 **TM1IF:** Timer1 中断事件挂起标志
当 Timer1 溢出时由 H/W 置位，对此位写 0 将清除该标志
- 0Ch.4 **TM0IF:** Timer0 中断事件挂起标志
当 Timer0 溢出时由 H/W 置位，对此位写 0 将清除该标志
- 0Ch.3 **WKTIF:** 唤醒定时器中断事件挂起标志
当唤醒定时器超时时由 H/W 置位，对此位写 0 将清除该标志
- 0Ch.2 **INT2IF:** INT2 引脚下降沿中断挂起标志
当 INT2 引脚发生下降沿时由 H/W 置位，对此位写 0 将清除该标志
- 0Ch.1 **INT1IF:** INT1 引脚下降沿/上升沿中断挂起标志
当 INT1 引脚发生下降/上升沿时由 H/W 置位，对此位写 0 将清除该标志
- 0Ch.0 **INT0IF:** INT0 引脚下降沿/上升沿中断事件挂起标志
当 INT0 引脚发生下降/上升沿时由 H/W 置位，对此位写 0 将清除该标志

0Dh	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
INTIE1	–	–	–	CMPIE	–	TKIE	PWMIE	LVDIE
R/W	–	–	–	R/W	–	R/W	R/W	R/W
Reset	–	–	–	0	–	0	0	0

0Dh.4 **CMPIE**: 比较器中断使能

0: 关闭

1: 使能

0Dh.2 **TKIE**: 触控键中断使能

0: 关闭

1: 使能

0Dh.1 **PWMIE**: PWM 中断使能

0: 关闭

1: 使能

0Dh.0 **LVDIE**: LVD 中断使能

0: 关闭

1: 使能

0Eh	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
INTIF1	–	–	–	CMPIF	–	TKIF	PWMIF	LVDIF
R/W	–	–	–	R/W	–	R/W	R/W	R/W
Reset	–	–	–	0	–	0	0	0

0Eh.4 **CMPIF**: 比较器中断事件挂起标志

当 CMPO 匹配触发条件时由 H/W 置位，对此位写 0 将清除该标志

0Eh.2 **TKIF**: 触控键中断事件挂起标志

当触摸键转换结束后由 H/W 置位，对此位写 0 将清除该标志

0Eh.1 **PWMIF**: PWM 中断事件等待标志

当 PWM 周期计数器翻转后由 H/W 置位，对此位写 0 将清除该标志

0Eh.0 **LVDIF**: LVD 中断事件等待标志

当 $V_{CC} < V_{LVD}$ 后由 H/W 置位，对此位写 0 将清除该标志

5 I/O 端口

5.1 PA0-PA7, PB0-PB7, PD0-PD1

每个 IO 都有 4 位作为模式设置。模式设置包括以下功能：开漏输出、CMOS 输出、上拉电阻、下拉电阻、引脚改变唤醒、PWMO、TCOUT、TM1OUT 等。所有 IO 都支持两个灌电流选项，由 HSINK (105h.2) 定义。

这些引脚可以在不同的模式下操作，如下表所示。

PAxMOD PBxMOD PDxMOD	PADx PBDx PDDx	PA0~PA7, PB0~PB7, PD0~PD1 引脚功能	引脚状态	上拉电阻	数字输入	引脚改变 唤醒
0000b	0	开漏	低驱动	-	-	-
	1	输入	上拉	Y	Y	-
0001b	0	开漏	低驱动	-	-	-
	1	输入	高组态	-	Y	-
0010b	0	CMOS 输出	低驱动	-	-	-
	1		高驱动	-	-	-
0011b	X	模拟输入/输出 ADCx / CINx / CIPx / OPPx / XT / OPO / VBGO	高组态	-	-	-

I/O 引脚菜单 1

PAxMOD PBxMOD PDxMOD	PADx PBDx PDDx	PA0~PA7, PB0~PB7, PD0~PD1 引脚功能	引脚状态	下拉电阻	数字输入	引脚改变 唤醒
0100b	0	开漏	低驱动	-	-	-
	1	输入	下拉	Y	Y	-
0101b	0	开漏	低驱动	-	-	-
	1	输入	高组态	-	Y	-
0110b	0	CMOS 输出	低驱动	-	-	-
	1		高驱动	-	-	-
0111b	X	功能 CMOS 输出 PWMx / TCOUT / TM1OUT	-	-	-	-

I/O 引脚菜单 2

PAxMOD PBxMOD PDxMOD	PADx PBDx PDDx	PA0~PA7, PB0~PB7, PD0~PD1 引脚功能	引脚状态	上拉电阻	数字输入	引脚改变 唤醒
1000b	0	开漏	低驱动	-	-	-
	1	输入	上拉	Y	Y	Y
1001b	0	开漏	低驱动	-	-	-
	1	输入	高组态	-	Y	Y
1010b	0	CMOS 输出	低驱动	-	-	-
	1		高驱动	-	-	-
1011b	X	功能 CMOS 输出 CTKCKO	-	-	-	-

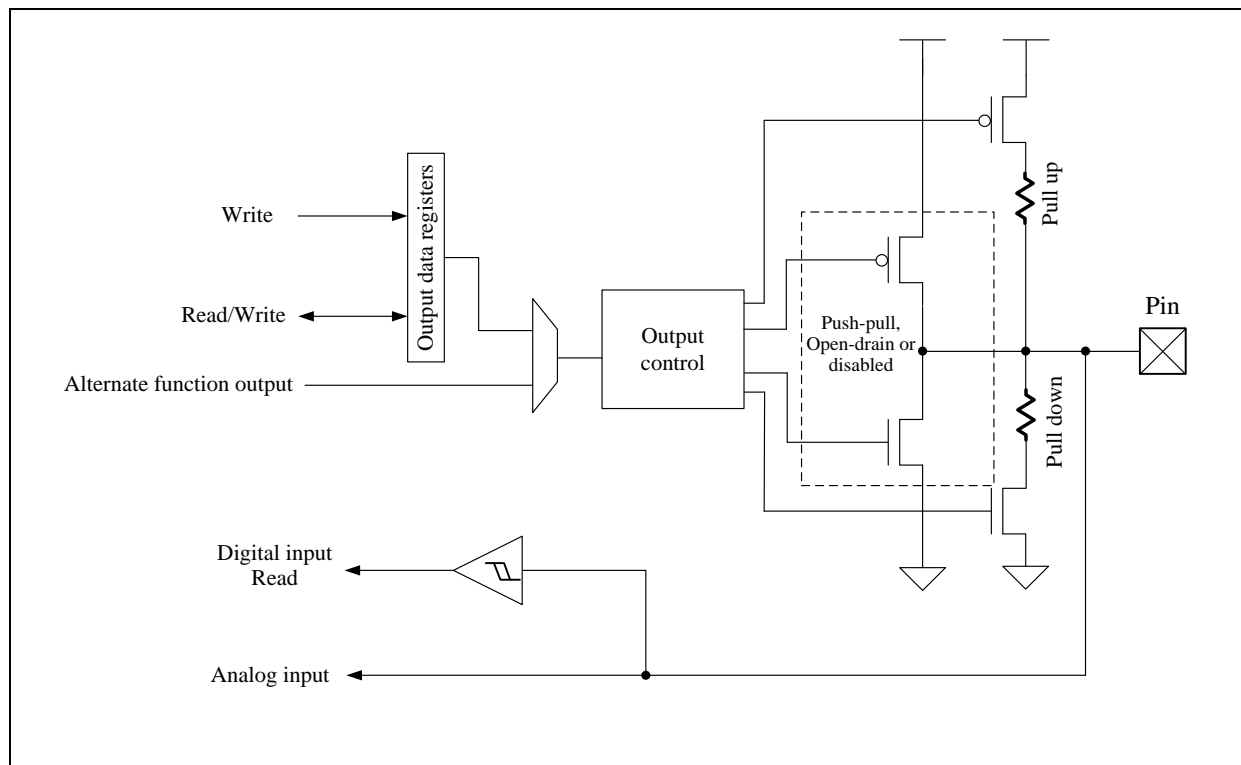
I/O 引脚菜单 3

PAxMOD PBxMOD PDxMOD	PADx PBDx PDDx	PA0~PA7, PB0~PB7, PD0~PD1 引脚功能	引脚状态	下拉电阻	数字输入	引脚改变 唤醒
1100b	0	开漏	低驱动	-	-	-
	1	输入	下拉	Y	Y	Y
1101b	0	开漏	低驱动	-	-	-
	1	输入	高组态	-	Y	Y
1110b	0	CMOS 输出	低驱动	-	-	-
	1		高驱动	-	-	-
1111b	X	模拟输出1/2 V _{CC} (1/2 偏压)	1/2 V _{CC}	-	-	-

I/O 引脚菜单 4

引脚名称	PAxMOD / PBxMOD / PDxMOD 设置					
	0011b (模拟输入/输出)	0111b (数字输出)	1011b (数字输出)	1111b (模拟输出)	xx10b & PxDx =1	xx10b & PAD3 =0
PA0	ADC0 CIN2	PWM5O	CTKCKO	1/2 偏压	TK5	
PA1	ADC1 CIP1	PWM1O	CTKCKO	1/2 偏压	TK1	
PA2	ADC2 OPP2 CIP2	PWM4O	CTKCKO	1/2 偏压	TK4	
PA3	ADC3 CIN1 OPO VBGO	PWM2O		1/2 偏压		CLD
PA4	ADC4 XIN	PWM0P	CTKCKO	1/2 偏压	TK2	
PA5	ADC5 XOUT	PWM3O	CTKCKO	1/2 偏压	TK3	
PA6	ADC6	PWM0N	CTKCKO	1/2 偏压	TK6	
PA7				1/2 偏压		
PB0	ADC7	PWM1O	CTKCKO	1/2 偏压	TK7	
PB1	ADC8	PWM2O	CTKCKO	1/2 偏压	TK8	
PB2	ADC9	PWM3O	CTKCKO	1/2 偏压	TK9	
PB3		PWM4O	CTKCKO	1/2 偏压	TK10	
PB4	ADC10 CIN4	PWM0P	CTKCKO	1/2 偏压	TK11	
PB5	ADC11	PWM5O	CTKCKO	1/2 偏压	TK12	
PB6	ADC12 CIP3	PWM0N	CTKCKO	1/2 偏压	TK13	
PB7	ADC13 CIN3	TM1OUT	CTKCKO	1/2 偏压	TK14	
PD0	OPP0		CTKCKO	1/2 偏压	TK0	
PD1	OPP1 CIP4	TCOUT		1/2 偏压		

PxxMOD 表的特殊功能



一般引脚结构

85h	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
PAMOD10	PA1MOD				PA0MOD			
R/W	R/W				R/W			
Reset	0	0	0	1	0	0	0	1

86h	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
PAMOD32	PA3MOD				PA2MOD			
R/W	R/W				R/W			
Reset	0	0	0	1	0	0	0	1

87h	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
PAMOD54	PA5MOD				PA4MOD			
R/W	R/W				R/W			
Reset	0	0	0	1	0	0	0	1

88h	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
PAMOD76	PA7MOD				PA6MOD			
R/W	R/W				R/W			
Reset	0	0	0	0	0	0	0	1

88h.7~4 **PA7MOD ~ PA0MOD:** PA7~PA0 引脚模式控制

88h.3~0 0000: 开漏或数字输入带上拉

87h.7~4 0001: 开漏或数字输入

87h.3~0 0010: CMOS 推挽输出

86h.7~4 0011: 模拟输入/输出

86h.3~0 0100: 开漏或数字输入带下拉

85h.7~4 0101: 开漏或数字输入

85h.3~0 0110: CMOS 推挽输出

0111: 外设功能输出

1000: 开漏或数字输入带上拉和引脚改变唤醒

1001: 开漏或数字输入和引脚改变唤醒

1010: CMOS 推挽输出

1011: CTKCKO输出

1100: 开漏或数字输入带下拉和引脚改变唤醒

1101: 开漏或数字输入和引脚改变唤醒

1110: CMOS 推挽输出

1111: 1/2 V_{CC} (1/2偏压)

8Ch	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
PBMOD10	PB1MOD				PB0MOD			
R/W	R/W				R/W			
Reset	0	0	0	1	0	0	0	1

8Dh	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
PBMOD32	PB3MOD				PB2MOD			
R/W	R/W				R/W			
Reset	0	0	0	1	0	0	0	1

8Eh	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
PBMOD54	PB5MOD				PB4MOD			
R/W	R/W				R/W			
Reset	0	0	0	1	0	0	0	1

8Fh	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
PBMOD76	PB7MOD				PB6MOD			
R/W	R/W				R/W			
Reset	0	0	0	1	0	0	0	1

8Fh.7~4 **PB7MOD ~ PB0MOD**: PB7~PB0 引脚模式控制

8Fh.3~0 0000: 开漏或数字输入带上拉

8Eh.7~4 0001: 开漏或数字输入

8Eh.3~0 0010: CMOS 推挽输出

8Dh.7~4 0011: 模拟输入

8Dh.3~0 0100: 开漏或数字输入带下拉

8Ch.7~4 0101: 开漏或数字输入

8Ch.3~0 0110: CMOS 推挽输出

0111: 外设功能输出

1000: 开漏或数字输入带上拉和引脚改变唤醒

1001: 开漏或数字输入和引脚改变唤醒

1010: CMOS 推挽输出

1011: CTKCKO输出

1100: 开漏或数字输入带下拉和引脚改变唤醒

1101: 开漏或数字输入和引脚改变唤醒

1110: CMOS 推挽输出

1111: 1/2 V_{CC} (1/2偏压)

90h	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
PDMOD10	PD1MOD				PD0MOD			
R/W	R/W				R/W			
Reset	0	0	0	1	0	0	0	1

90h.7~4 **PD1MOD ~ PD0MOD**: PD1~PD0引脚模式控制

90h.3~0

- 0000: 开漏或数字输入带上拉
- 0001: 开漏或数字输入
- 0010: CMOS 推挽输出
- 0011: 模拟输入
- 0100: 开漏或数字输入带下拉
- 0101: 开漏或数字输入
- 0110: CMOS 推挽输出
- 0111: 外设功能输出
- 1000: 开漏或数字输入带上拉和引脚改变唤醒
- 1001: 开漏或数字输入和引脚改变唤醒
- 1010: CMOS 推挽输出
- 1011: CTKCKO输出
- 1100: 开漏或数字输入带下拉和引脚改变唤醒
- 1101: 开漏或数字输入和引脚改变唤醒
- 1110: CMOS 推挽输出
- 1111: 1/2 V_{CC} (1/2偏压)

05h	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
PAD	PAD							
R/W	R/W							
Reset	1	1	1	1	1	1	1	1

05h.7~0 **PAD**: PA7~PA0 数据

06h	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
PBD	PBD							
R/W	R/W							
Reset	1	1	1	1	1	1	1	1

06h.7~0 **PBD**: PB7~PB0 数据

07h	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
PDD	-	-	-	-	-	-	PDD	
R/W	-	-	-	-	-	-	R/W	
Reset	-	-	-	-	-	-	1	1

07h.1~0 **PDD**: PD1~PD0 数据

105h	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
PINMOD	-	-	-	-	-	HSINK	OPOE	VBGOE
R/W	-	-	-	-	-	R/W	R/W	R/W
Reset	-	-	-	-	-	1	0	0

105h.2 **HSINK**: 所有 IO 端口高灌电流使能

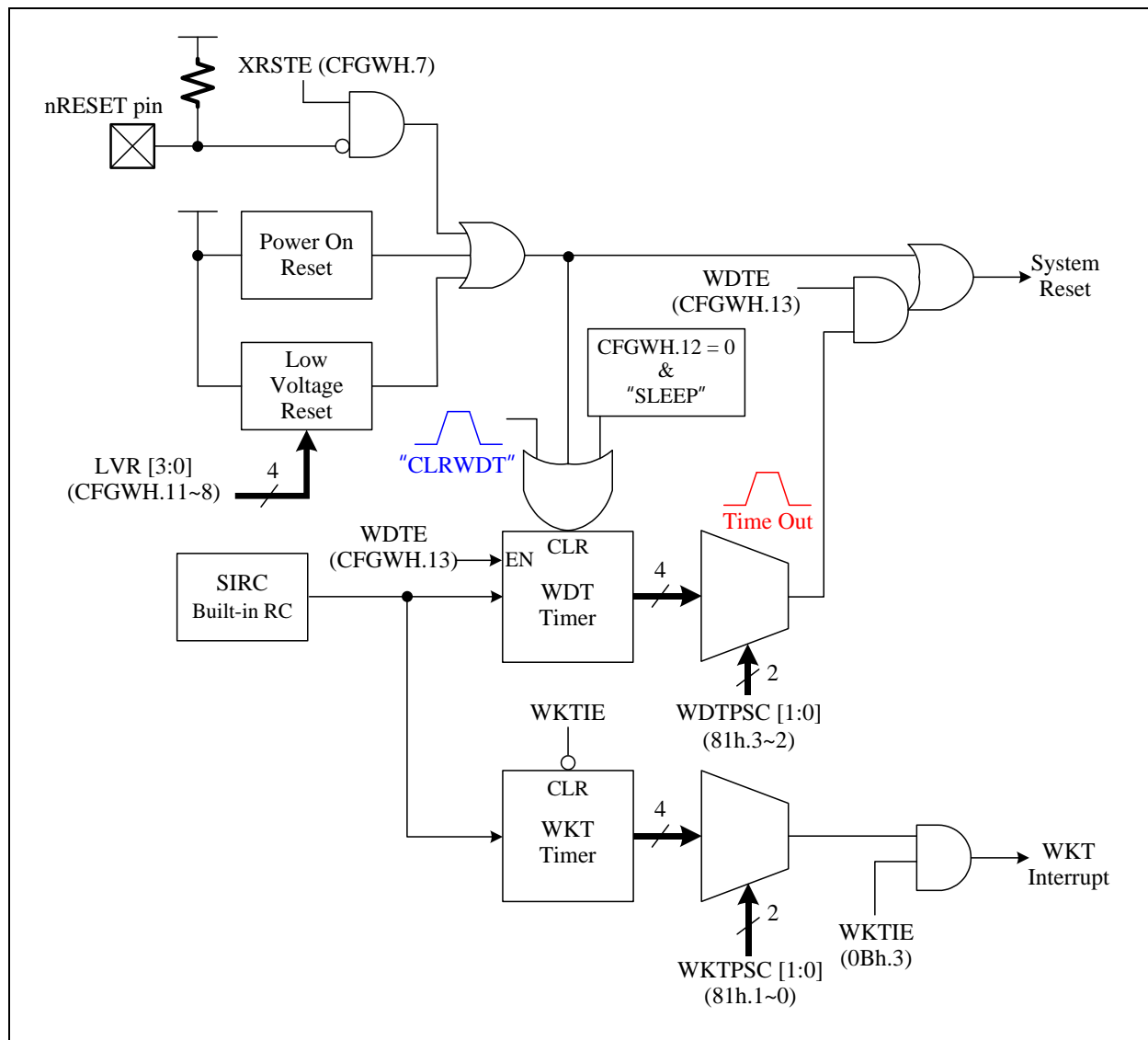
0: 低灌电流
1: 高灌电流

6 外围功能模块

6.1 看门狗 (WDT)/唤醒定时器 (WKT)

WDT 和 WKT 共享相同的内部 RC 振荡器，并有单独的计数器。WDT、WKT 的溢出周期可由个别预分频器 (WDTPSC[1:0], WKTPSC[1:0]) 进行选择。WDT 计时器由 CLRWDT 指令清除。如果启用了看门狗，则 WDT 将产生芯片复位信号。

WKT 计时器是一个间隔计时器，WKT 超时将生成 WKT 中断标志 (WKTIF)。WKT 定时器由 WKTIE=0 清除/停止。设置 WKTIE=1 时，CPU 无论在任何操作模式下，WKT 计时器都会一直计数。



WDT/WKT 框图

WDT 在不同模式下的行为如下表所示.

模式	CFGWH[13:12]		WDT
	WDTE[1]	WDTE[0]	
正常模式	0	0	停止
	0	1	停止
	1	0	运行
	1	1	运行
省电模式 (SLEEP)	0	0	停止
	0	1	停止
	1	0	停止
	1	1	运行

看门狗清除是由 CLRWDT 指令控制的.

◇ 范例: 通过 CLRWDT 指令清除看门狗计时器。

```

MAIN:    ...                ; 执行程序
        CLRWDT             ; 执行 CLRWDT 指令.
        ...
        LGOTO    MAIN
    
```

◇ 范例: 设置 WDT 时间。

```

        MOVLW    00000111b
        MOVWX    OPTION                ; 选择 WDT 超时=192 ms @5V
        ...
    
```

◇ 范例: 设置 WKT 周期和中断功能。

```

        MOVLW    00000110b
        MOVWX    OPTION                ; 选择 WKT 周期=48 ms @5V
        MOVLW    11110111b
        MOVWX    INTIF                ; 通过字节操作清除 WKT 中断请求标志
                                        ; 不要使用位操作 “BCX WKTIF” 清除中断标志

        BSX      WKTIE                ; 使能 WKT 中断功能
    
```

03h	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
STATUS	IRP	RP1	RP0	TO	PD	Z	DC	C
R/W	R/W	R/W	R/W	R	R	R/W	R/W	R/W
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

- 03h.4 **TO:** WDT 超时标志，只读
 0: 上电复位或 CLRWDT / SLEEP 指令后
 1: WDT 发生超时

0Ch	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
INTIF	ADCIF	T2IF	TM1IF	TM0IF	WKTIF	INT2IF	INT1IF	INT0IF
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

- 0Ch.3 **WKTIF:** 唤醒定时器中断事件挂起标志
 当唤醒定时器超时时由 H/W 置位，对此位写 0 将清除该标志

0Bh	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
INTIE	ADCIE	T2IE	TM1IE	TM0IE	WKTIE	INT2IE	INT1IE	INT0IE
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

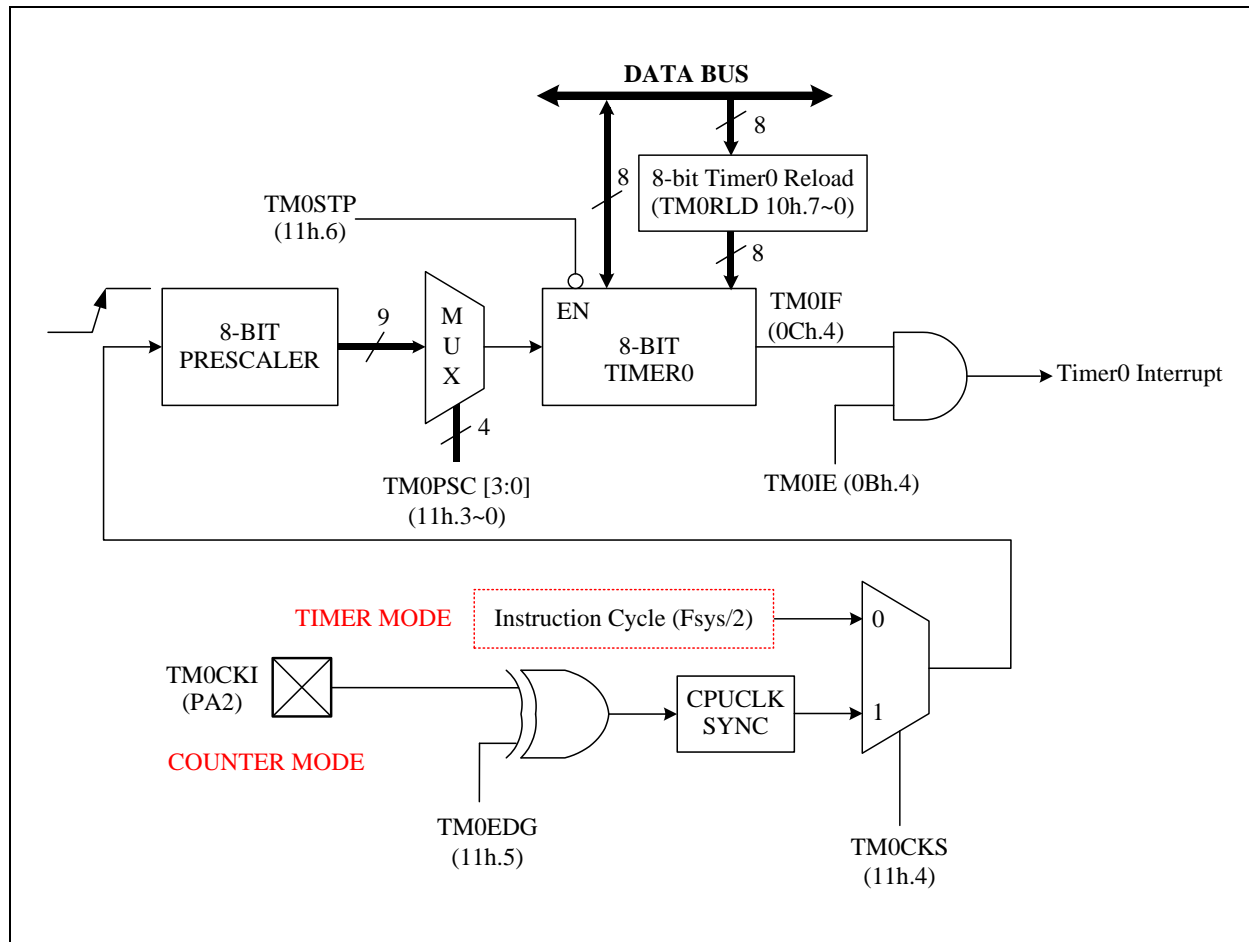
- 0Bh.3 **WKTIE:** 唤醒定时器中断使能和唤醒定时器使能
 0: 关闭
 1: 使能

81h	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
OPTION	HWAUTO	INT0EDG	INT1EDG	–	WDTPSC		WKTTPSC	
R/W	R/W	R/W	R/W	–	R/W		R/W	
Reset	0	0	0	–	1	1	1	1

- 81h.3~2 **WDTPSC:** WDT 周期 (@V_{CC}=5V)
 00: 96 ms
 01: 192 ms
 10: 768 ms
 11: 1536 ms
- 81h.1~0 **WKTTPSC:** WKT 周期 (@V_{CC}=5V)
 00: 12 ms
 01: 24 ms
 10: 48 ms
 11: 96 ms

6.2 Timer0

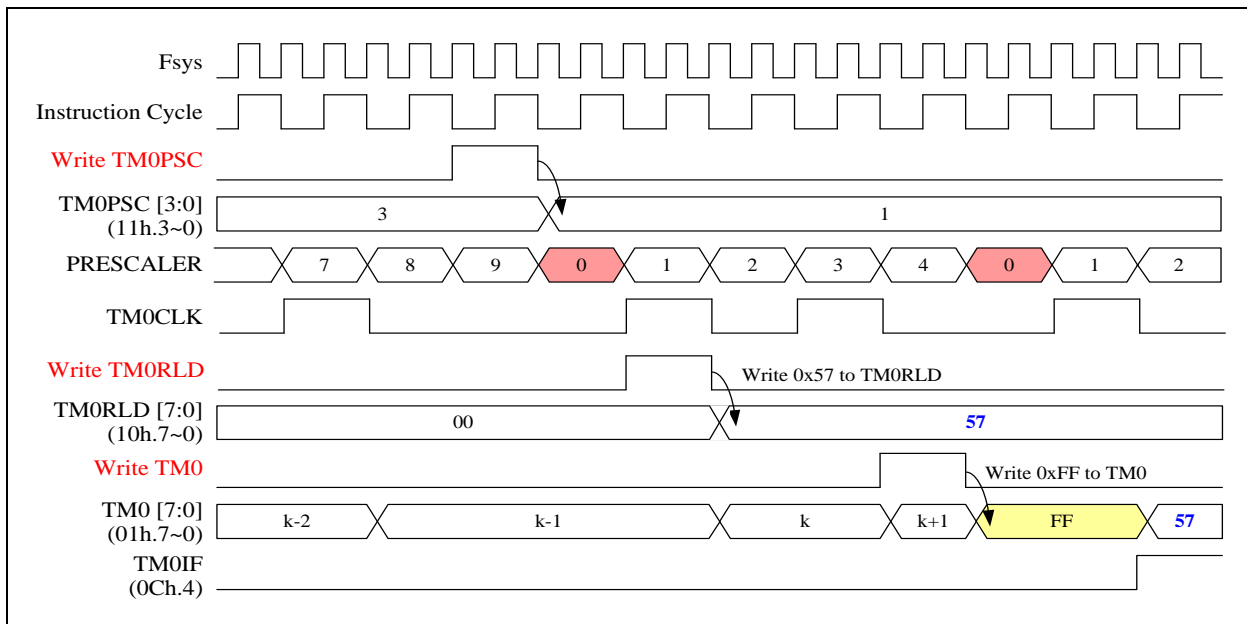
TM0 (01h.7~0) 是一个 8 位宽的寄存器。和其他任何寄存器一样可以读取或写入。此外, Timer0 会周期性地增加自身并自动翻转一个新的“偏移值”(TM0RLD), 同时它会根据预先调整的时钟源进行翻转, 该时钟源可以是 $F_{sys}/2$ 或 TM0CKI (PA2) 上升/下降输入。Timer0 的增加速率由“Timer0 预分频”(TM0PSC) 寄存器决定。当 Timer0 的计数翻转时, 它总是产生 TM0IF (0Ch.4)。如果 TM0IE (0Bh.4) 置位, 它会产生 Timer0 中断。如果 TM0STP (11h.6) 位置位, Timer0 可以停止计数。



Timer0 框图

下面的时序图描述了 Timer0 在纯定时器模式下工作。

当写入 Timer0 预除器 (TM0PSC) 时, 内部的 8 位预分频器将被清除到 0, 确保第一次 Timer0 计数时计数周期正确。TM0CLK 是导致 Timer0 在 TM0CLK 结束时增加 1 的内部信号。TM0WR 也是指示 Timer0 被指令直接写入的内部信号; 同时, 内部 8 位预分频器将被清零。当 Timer0 从 FFh 计数到 TM0RLD 时, 如果 TM0IE (Timer0 中断使能) 置位, TM0IF (Timer0 中断标志) 将被设置为 1 并产生中断。



Timer0 在定时器模式下工作 (TM0CKS=0)

Timer0 中断时间的计算公式如下:

$$\text{Timer0 中断间隔周期时间} = F_{\text{sys}} / 2 / \text{TM0PSC} / (256 - \text{TM0RLD})$$

◇ 范例: 如果 $F_{\text{sys}}=8 \text{ MHz}$, 设置 Timer0 在定时器模式下工作

; 设置 Timer0 时钟源和分频器

```
MOVLW    00x00101b           ; TM0CKS=0, Timer0 时钟为指令周期
MOVWX    TM0CTL              ; TM0PSC = 0101b, 除以 32
```

; 设置 Timer0 重新加载数据

```
MOVLW    80H
MOVWX    TM0RLD              ; 设置 Timer0 重载数据 = 128
```

; 设置 Timer0

```
BSX      TM0STP              ; 停止 Timer0 计数
CLR      TM0                  ; 清除 Timer0 内容
```

; 使能 Timer0 中断功能和启用 Timer0 计数

```
MOVLW    11101111B
MOVWX    INTIF                ; 清除 Timer0 中断请求标志
BSX      TM0IE                ; 使能 Timer0 中断功能
BCX      TM0STP                ; 使能 Timer0 计数
```

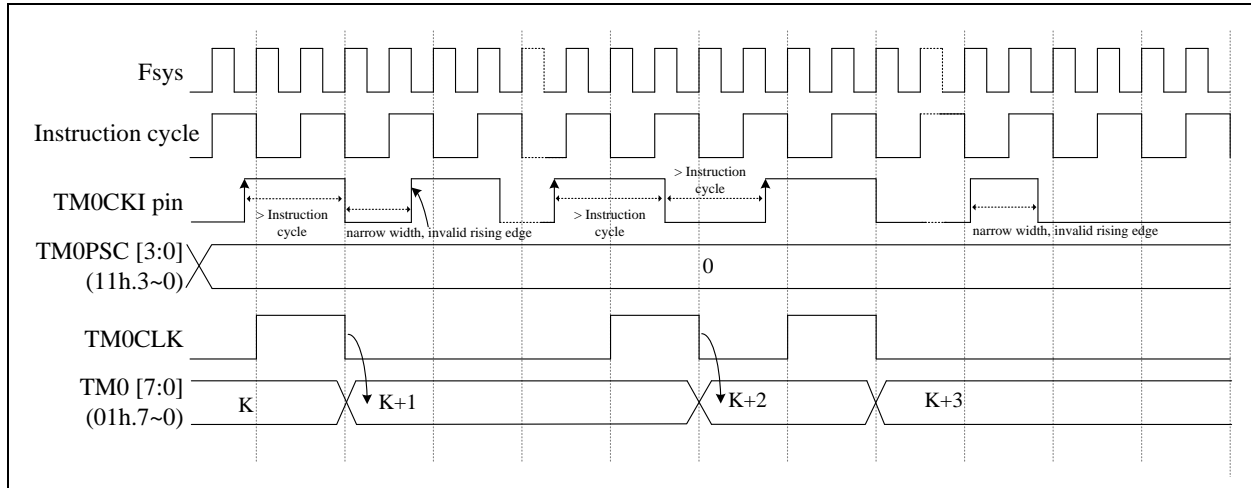
Timer0 中断频率计算公式 = $F_{\text{sys}} / 2 / \text{TM0PSC} / (256 - \text{TM0RLD})$,

$F_{\text{sys}} = 8\text{MHz}$, $\text{TM0PSC} = \text{除以 } 32$, $\text{TM0RLD} = 128$

Timer0 中断频率 = $8 \text{ MHz} / 2 / 32 / (256 - 128) = 0.976 \text{ KHz}$

下图描述了 Timer0 在计数器模式下的工作。

如果 $TM0CKS=1$ ，则 Timer0 计数器的源时钟来自 $TM0CKI$ 引脚。 $TM0CKI$ 信号通过指令周期 ($F_{sys}/2$) 进行同步，这意味着 $TM0CKI$ 的高/低持续时间必须长于一个指令周期时间 ($F_{sys}/2$)，以确保同步器正确检测到每个 $TM0CKI$ 的变化。



Timer0 在 $TM0CKI$ ($TM0EDG=0$)， $TM0CKS=1$ 的计数器模式下工作

◇ 范例: 设置 Timer0 在计数器模式下工作，并且时钟源来自 $TM0CKI$ 引脚 (PA2)

; 设置 Timer0 时钟源和分频器

```

MOV LW    00110000B    ; TM0EDG = 1, 为下降沿计数
MOV W    TM0CTL        ; TM0CKS = 1, Timer0 时钟为 TM0CKI
                        ; TM0PSC = 0000b, 除以1
    
```

; 设置 Timer0

```

BSX      TM0STP        ; Timer0 停止计数
CLR X    TM0           ; 清除 Timer0 内容
    
```

; 使能 Timer0 计数并读取 Timer0 计数器

```

BCX      TM0STP        ; 使能 Timer0 计数
...
BSX      TM0STP        ; Timer0 停止计数
MOV W    TM0           ; 读取 Timer0 内容
    
```

01h	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
TM0	TM0							
R/W	R/W							
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

01h.7~0 **TM0**: Timer0 计数数据

0Bh	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
INTIE	ADCIE	T2IE	TM1IE	TM0IE	WKTIE	INT2IE	INT1IE	INT0IE
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

0Bh.4 **TM0IE**: Timer0 中断使能

0: 关闭

1: 使能

0Ch	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
INTIF	ADCIF	T2IF	TM1IF	TM0IF	WKTIF	INT2IF	INT1IF	INT0IF
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

0Ch.4 **TM0IF**: Timer0中断事件挂起标志

当 Timer0 溢出时由 H/W 置位, 对此位写 0 将清除该标志

10h	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
TMORLD	TMORLD							
R/W	R/W							
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

10h.7~0 **TMORLD**: Timer0 重载数据

11h	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
TMOCTL	-	TM0STP	TM0EDG	TM0CKS	TM0PSC			
R/W	-	R/W	R/W	R/W	R/W			
Reset	-	0	0	0	0	0	0	0

11h.6 **TM0STP**: 停止 Timer0

0: Timer0 运行

1: Timer0 停止

11h.5 **TM0EDG**: TM0CKI 引脚的 Timer0 预分频器计数沿

0: 上升沿

1: 下降沿

11h.4 **TM0CKS**: Timer0 预分频器时钟源

0: Fsys/2

1: TM0CKI 引脚 (PA2 引脚)

11h.3~0 **TM0PSC**: Timer0 预分频器。Timer0 预分频器时钟源除以

0000: 1

0001: 2

0010: 4

0011: 8

0100: 16

0101: 32

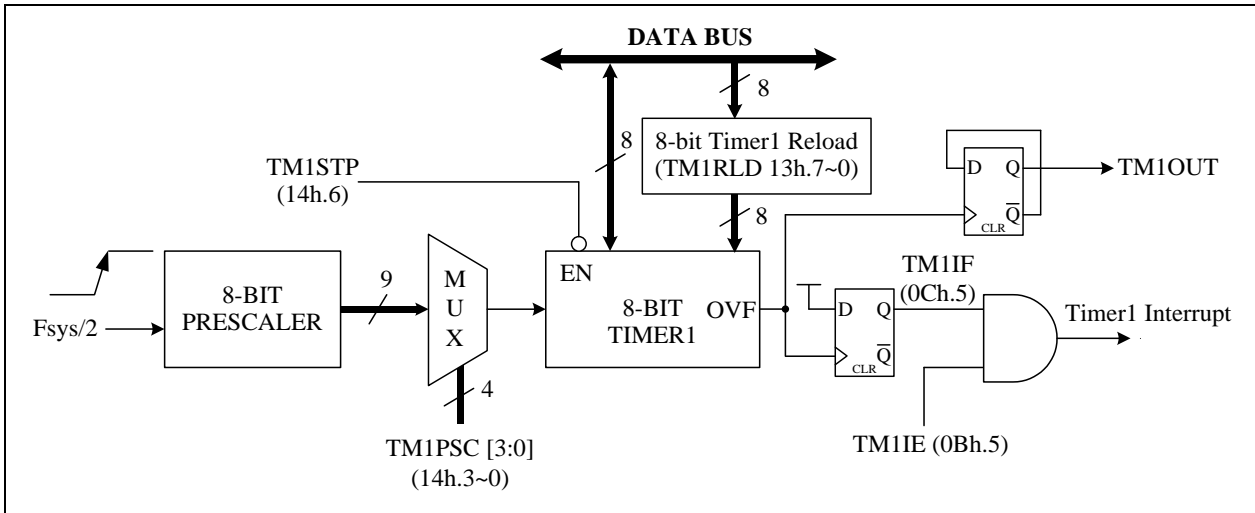
0110: 64

0111: 128

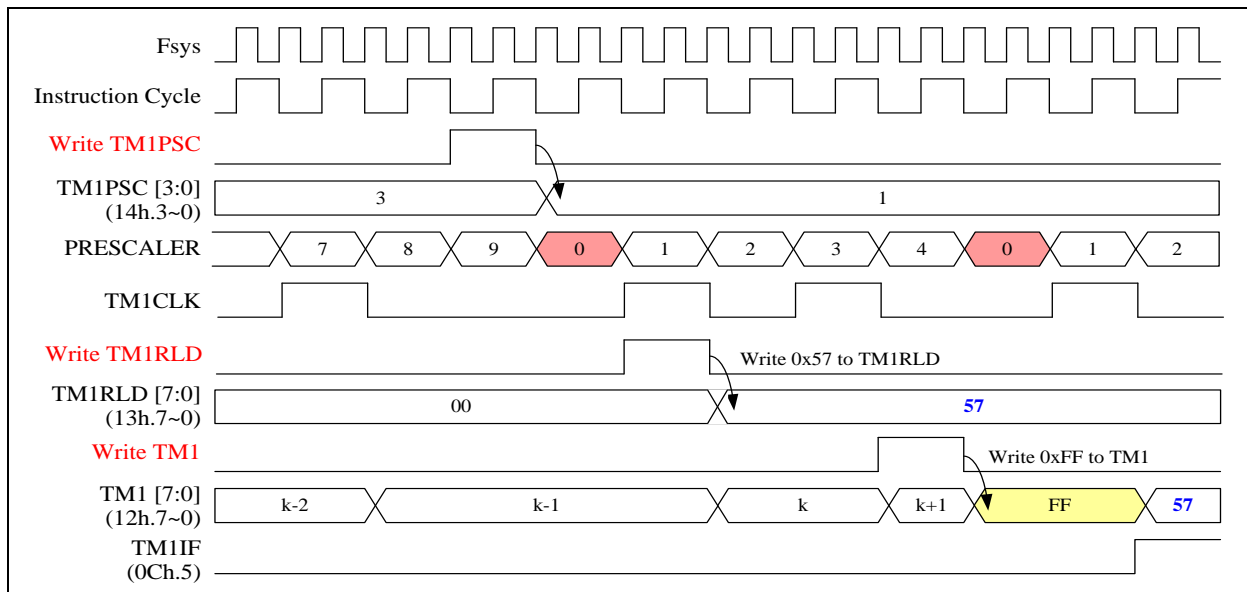
1xxx: 256

6.3 Timer1

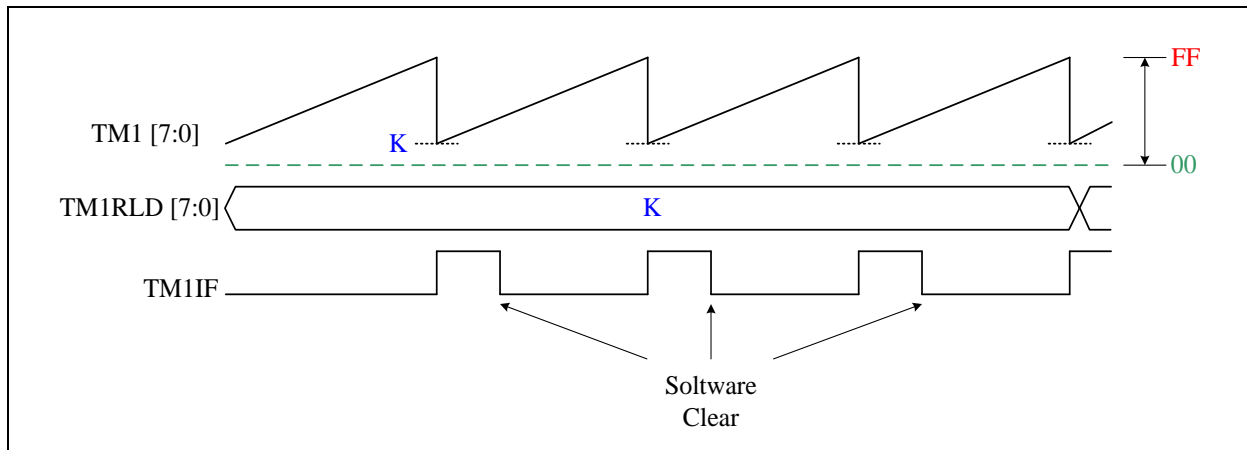
TM1 (12h.7~0) 是一个 8 位宽的寄存器。和任何其他寄存器一样可以读取或写入。此外，Timer1 会定期自行递增，并根据预分频的指令时钟 ($F_{sys}/2$) 在翻转时自动重载新的“偏移值”(TM1RLD)。Timer1 的增加速率由 TM1PSC 寄存器选择。如果 TM1IE 位置 1，它将产生 Timer1 中断。如果 TM1STP 位置 1，可以停止 Timer1 的计数。



Timer1 框图



Timer1 时序图



Timer1 重新加载图

◇ 范例：CPU 以慢时钟模式运行， $F_{sys} = \text{慢时钟} / \text{CPUPSC} = 90 \text{ KHz} / 2 = 45 \text{ KHz}$

; 设置 Timer1 时钟源和分频器

```
MOVLW    00000011B
MOVWX    TM1CTL           ; TM1PSC = 0011b, 除以 8
```

; 设置 Timer1 重新加载数据

```
MOVLW    FFh
MOVWX    TM1RLD           ; 设置 Timer1 重载数据 = 255
```

; 设置 Timer1

```
BSX      TM1STP           ; Timer1 停止计数
CLR      TM1              ; 清除 Timer1 内容
```

; 使能 Timer1 计数和中断功能

```
MOVLW    11011111b
MOVWX    INTIF           ; 清除 Timer1 请求中断标志
BSX      TM1IE           ; 使能 Timer1 中断功能
BCX      TM1STP          ; 使能 Timer1 计数
```

Timer1 中断频率计算公式 = $F_{sys} / 2 / \text{TM1PSC} / (256 - \text{TM1RLD})$,

$F_{sys} = 45 \text{ KHz}$, $\text{TM1PSC} = \text{div } 8$, $\text{TM1RLD} = 255$

Timer1 中断频率 = $45 \text{ KHz} / 2 / 8 / (256 - 255) = 2.81 \text{ KHz}$

0Bh	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
INTIE	ADCIE	T2IE	TM1IE	TM0IE	WKTIE	INT2IE	INT1IE	INT0IE
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

0Bh.5 **TM1IE:** Timer1 中断使能
 0: 关闭
 1: 使能

0Ch	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
INTIF	ADCIF	T2IF	TM1IF	TM0IF	WKTIF	INT2IF	INT1IF	INT0IF
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

0Ch.5 **TM1IF:** Timer1 中断事件挂起标志
 当 Timer1 溢出时由 H/W 置位，对此位写 0 将清除该标志

12h	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
TM1	TM1							
R/W	R/W							
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

12h.7~0 **TM1:** Timer1 计数数据

13h	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
TM1RLD	TM1RLD							
R/W	R/W							
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

13h.7~0 **TM1RLD:** Timer1 重载数据

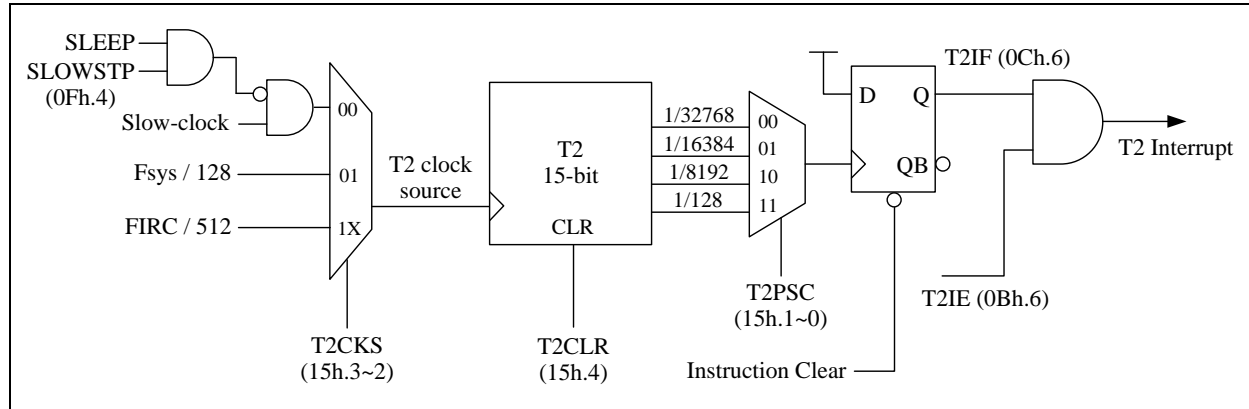
14h	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
TM1CTL	–	TM1STP	–	–	TM1PSC			
R/W	–	R/W	–	–	R/W			
Reset	–	0	–	–	0	0	0	0

14h.6 **TM1STP:** 停止 Timer1
 0: Timer1 运行
 1: Timer1 停止

14h.3~0 **TM1PSC:** Timer1 预分频器。Timer1 预分频器时钟源除以
 0000: 1 0001: 2 0010: 4 0011: 8
 0100: 16 0101: 32 0110: 64 0111: 128
 1xxx: 256

6.4 T2:15-bit Timer

T2 是一个 15 位计数器，时钟源来自慢时钟、 $F_{sys}/128$ 或 $FIRC/512$ (16 MHz/512)。它用于生成时基中断和 T2 计数器模块时钟。指令无法读取 T2 内容。T2 时钟频率取决于寄存器 T2PSC[1:0] (15h.1~0) 位，可以是除以 32768/16384/8192/128 的其一，T2 计时溢出将产生中断标志 T2IF (0Ch.6)。T2 功能如下框图所描述。



T2 框图

◇ 范例: CPU 以快速模式运行， $F_{sys} = \text{快时钟} / \text{CPUPSC} = \text{FIRC} / 2 = 8 \text{ MHz}$

; 设置 T2 时钟源和分频器

```

MOVLW    0000101b           ; T2CKS(15h.3~2) = 1, T2 时钟源为 Fsys/128
MOVWX    T2CTL                ; T2PSC(15h.1~0) = 1, 除以 16384
BSX      T2CLR                ; T2CLR = 1, 清除 T2 内容
    
```

; 使能 T2 中断功能

```

MOVLW    10111111b         ; 清除 T2 中断请求标志
MOVWX    INTIF
BSX      T2IE                 ; 使能 T2 中断功能
BCX      T2CLR                ; T2CLR = 0, 使能 T2 计数
    
```

T2 时钟源是 $F_{sys} / 128 = 8 \text{ MHz} / 128 = 62500 \text{ Hz}$, $T2PSC = 16384$

T2 频率 = $62500 \text{ Hz} / 16384 = 3.815 \text{ Hz}$

0Bh	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
INTIE	ADCIE	T2IE	TM1IE	TM0IE	WKTIE	INT2IE	INT1IE	INT0IE
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

0Bh.6 **T2IE:** T2 中断使能
 0: 关闭
 1: 使能

0Ch	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
INTIF	ADCIF	T2IF	TM1IF	TM0IF	WKTIF	INT2IF	INT1IF	INT0IF
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

0Ch.6 **T2IF:** T2 中断事件挂起标志
 当 T2 溢出时由 H/W 置位，对此位写 0 将清除该标志

0Fh	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
CLKCTL	SCKTYP	FCKTYPE	–	SLOWSTP	FASTSTP	CPUCKS	CPUPSC	
R/W	R/W	R/W	–	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
Reset	0	0	–	0	1	0	1	1

0Fh.4 **SLOWSTP:** 在执行 SLEEP 指令后停止慢时钟
 0: 慢时钟在执行 SLEEP 指令后持续运行
 1: 慢时钟在执行 SLEEP 指令后停止运行

15h	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
T2CTL	–	–	–	T2CLR	T2CKS		T2PSC	
R/W	–	–	–	R/W	R/W		R/W	
Reset	–	–	–	0	0	0	0	0

15h.4 **T2CLR:** 清除并停止 T2
 0: T2 运行
 1: T2 清除并停止

15h.3~2 **T2CKS:** T2 时钟源选择
 00: 慢时钟
 01: Fsys/128
 1x: FIRC/512 (16 MHz/512)

15h.1~0 **T2PSC:** T2 预分频器。T2 时钟源 除以
 00: 32768
 01: 16384
 10: 8192
 11: 128

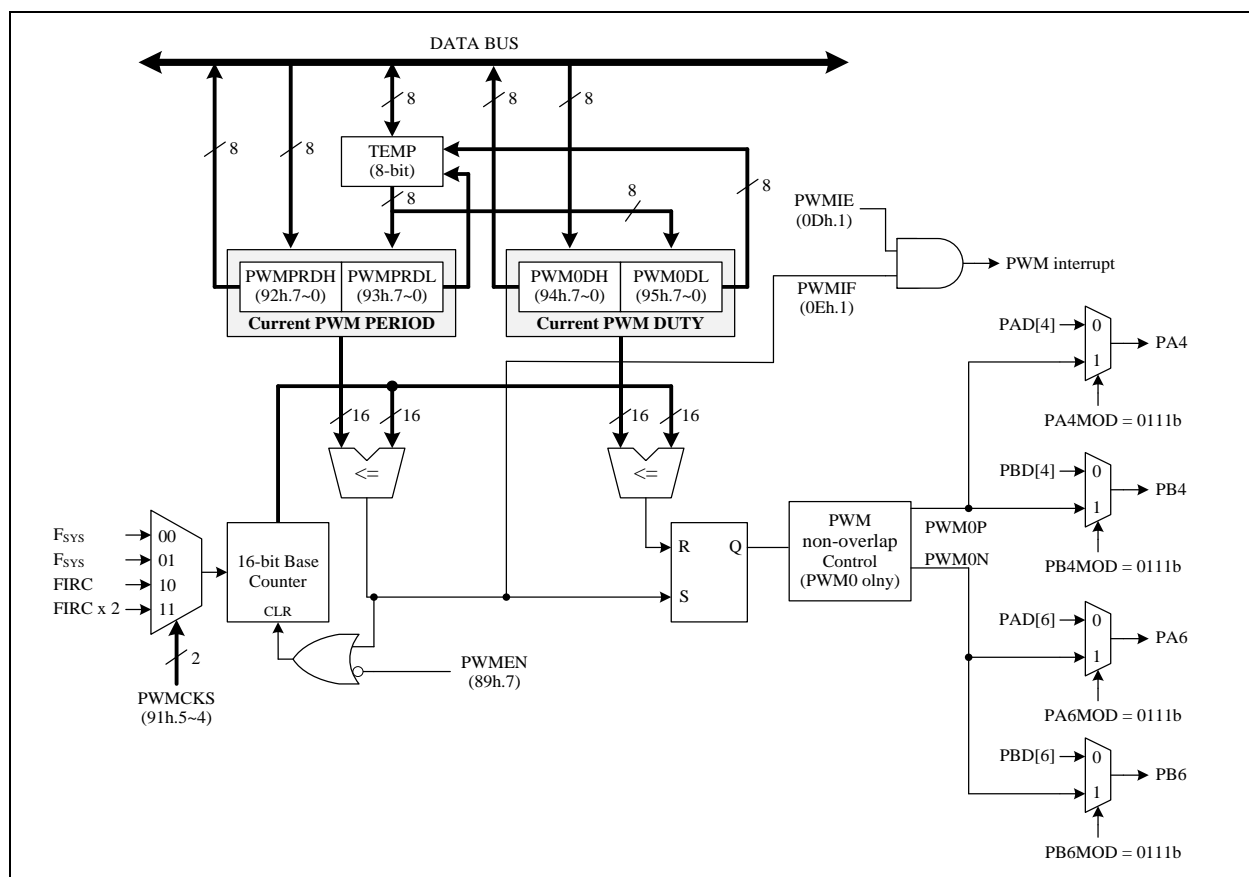
6.5 PWM: 16 bits PWM

这个芯片里有 6 个 PWM。PWM0~PWM5 具有独立的 16 位占空比控制寄存器，并共享一组 16 位周期寄存器。PWM 可以根据 PWM 时钟产生具有 65536 占空比分辨率的变化频率波形。PWM 时钟可选择 F_{sys} 、FIRC (16 MHz) 或 $FIRC \times 2$ (32 MHz) 作为其时钟源。下面以 PWM0 为例进行说明。

16 位 PWMPRD、PWM0D 寄存器都具有低字节和高字节结构。高字节可以直接访问，但低字节只能通过内部的 8 位缓冲区访问，必须以特定的方式对这些寄存器对进行读取或写。需要注意的一点是，8 位缓冲区及其相关低字节的数据传输只有在执行相应高字节的写或读操作时才会发生。
简单地说，先写低字节，然后再写高字节；先读高字节，然后再读低字节。

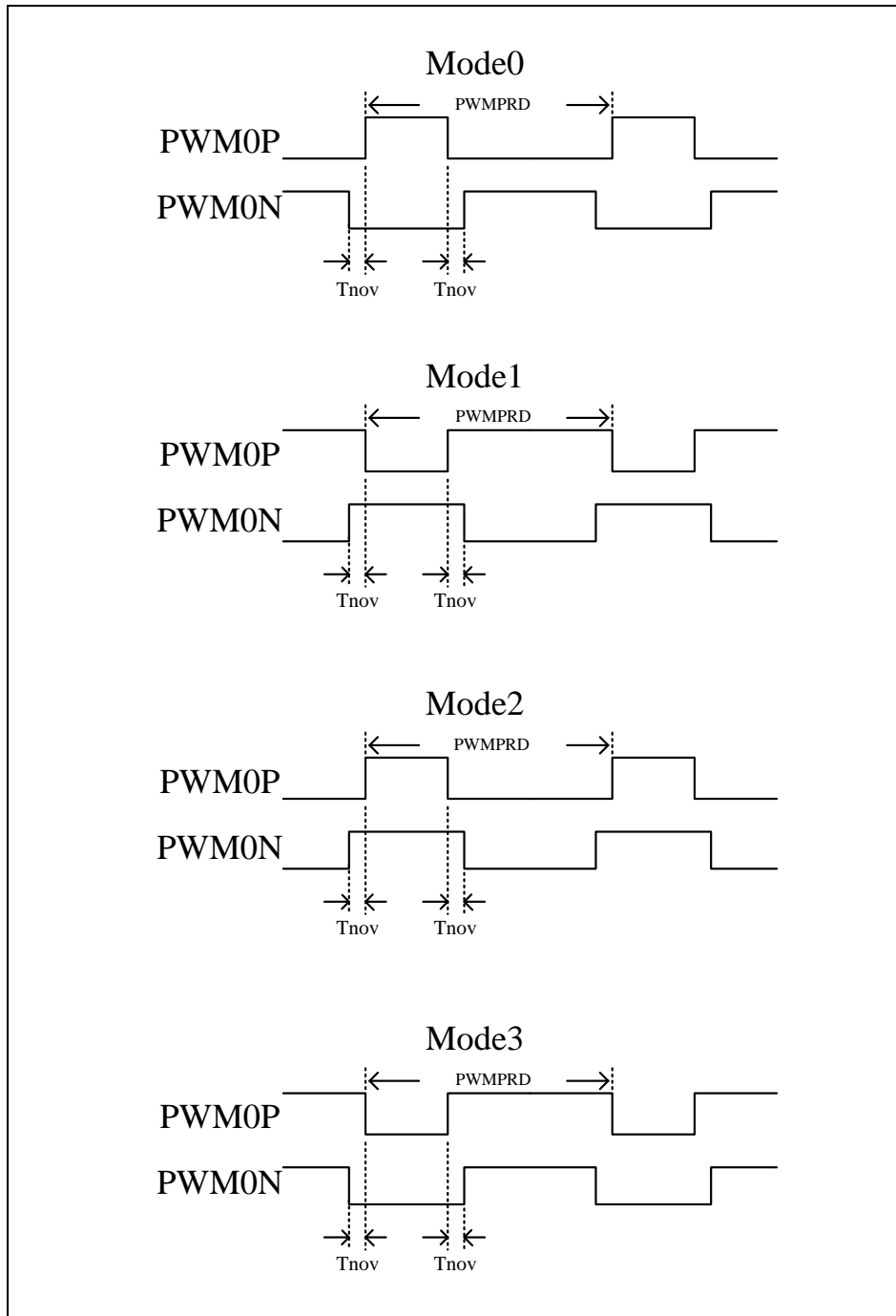
如果清除了 PWMEN，则将清除并停止 PWM0~5，否则 PWM0~5 将继续运行。PWM0 的结构如下所示。PWM0 的占空比可以通过写入 PWM0DH 和 PWM0DL 来更改。当 16 位基计数器与 16 位 PWM0 占空比寄存器 {PWM0DH, PWM0DL} 匹配时，PWM0 输出信号将重置到低电平。PWM0 周期可以通过将周期值写入 PWMPRDH 和 PWMPRDL 寄存器来设置。在写入 PWM0DH 或 PWMPRDH 寄存器后，H/W 将立即更新 PWM 周期。PWM0~5 共享一个中断标志，并在该期间结束时生成一个中断标志。

只有 PWM0 具有死区控制，可分为 PWM0P 和 PWM0N 输出，其余的 PWM1~PWM5 无非重叠控制。PWM1~5 输出为 PWM1O~PWM5O。用户可以使用引脚模式设置将 PWMxO 输出到相应的 IO 引脚，有关引脚设置的更多信息，请参阅第 5 章。



PWM0 框图

只有 PWM0 可以通过 PWM0P 和 PWM0N 输出四种不同的模式。PWM 脉冲的边缘可以用 16 个不同的非重叠时钟间隔 (T_{nov}) 来分离。在 0~15 脉宽调制钟内, PWM0DZ (89h.3~0) 可以选择 T_{nov} 的宽度。默认的输出形式是 Mode0。四种输出模式的波形如下图所示。



PWM0 时序图

◇ 范例:

; 设置引脚模式

```
MOVLW    xxxx0111b    ;
MOVWX    PAMOD54      ; PA4 引脚作为 PWM0P
```

```
MOVLW    xxxx0111b    ;
MOVWX    PAMOD76      ; PA6 引脚作为 PWM0N
```

; 设置 PWM0 时钟源选项

```
MOVLW    xx10xxxxb    ;
MOVWX    OPTION2      ; FIRC 16 MHz 作为 PWM 时钟源
```

; 设置 PWM0 周期和占空比

```
MOVLW    FFh          ;
MOVWX    PWMPRDL      ; 写入顺序: PWMPRDL 然后 PWMPRDH
MOVLW    7Fh          ;
MOVWX    PWMPRDH      ; 设置 PWM 周期 = 7FFFh
```

```
MOVLW    00h          ;
MOVWX    PWM0DL       ; 写入顺序: PWM0DL 然后 PWM0DH
MOVLW    40h          ;
MOVWX    PWM0DH       ; 设置 PWM0 占空 = 4000h
```

; 设置 PWM0 使能和死区控制

```
MOVLW    10000000b    ; 89h.7 = 1, PWM0 使能
MOVWX    PVMCTL        ; 89h.5~4 = 0, PWM0 模式0 输出
                        ; 89h.3~0 = 0, PWM0 死区输出禁止
```

范例:

PWM0 时钟源 = FIRC 16 MHz, PWM 周期 = 7FFFh, PWM 占空比 = 4000h

PWM0 输出频率 = $16 \text{ MHz} / (\text{周期} + 1) = 16 \text{ MHz} / 32768 = 488 \text{ Hz}$ 。PWM0 输出占空比 = $\text{占空比} / (\text{周期} + 1) = 50\%$ 。

0Dh	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
INTIE1	–	–	–	CMPIE	–	TKIE	PWMIE	LVDIE
R/W	–	–	–	R/W	–	R/W	R/W	R/W
Reset	–	–	–	0	–	0	0	0

0Dh.1 **PWMIE:** PWM 中断使能

- 0: 关闭
- 1: 使能

0Eh	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
INTIF1	–	–	–	CMPIF	–	TKIF	PWMIF	LVDIF
R/W	–	–	–	R/W	–	R/W	R/W	R/W
Reset	–	–	–	0	–	0	0	0

0Eh.1 **PWMIF:** PWM 中断事件等待标志

当 PWM 周期计数器翻转后由 H/W 设置，对此位写 0 将清除该标志

89h	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
PWMCTL	PWMEN	–	PWM0OM		PWM0DZ			
R/W	R/W	–	R/W		R/W			
Reset	0	–	0	0	0	0	0	0

89h.7 **PWMEN:** PWM0 ~PWM5 使能

- 0: 关闭
- 1: 使能

89h.5~4 **PWM0OM:** PWM0 输出模式选择

- 00: 模式 0
- 01: 模式 1
- 10: 模式 2
- 11: 模式 3

89h.3~0 **PWM0DZ:** PWM0 非重叠控制

- 0000: 没有非重叠
- 0001: 非重叠宽度为 1 个 PWM 时钟周期
- 0010: 非重叠宽度为 2 个 PWM 时钟周期
- ...
- 1111: 非重叠宽度为 15 个 PWM 时钟周期

91h	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
OPTION2	–	–	PWMCKS		–	INT2SEL	INT1SEL	INT0SEL
R/W	–	–	R/W		–	R/W	R/W	R/W
Reset	–	–	0	0	–	0	0	0

91h.5~4 **PWMCKS:** PWM 时钟源选择

- 00: F_{sys}
- 01: F_{sys}
- 10: FIRC (16 MHz)
- 11: FIRC x 2 (32 MHz)

92h	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
PWMPRDH	PWMPRDH							
R/W	R/W							
Reset	1	1	1	1	1	1	1	1

92h.7~0 **PWMPRDH**: PWM0~5 周期高字节
 写顺序: PWMPRDH 然后 PWMPRDL
 读顺序: PWMPRDH 然后 PWMPRDL

93h	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
PWMPRDL	PWMPRDL							
R/W	R/W							
Reset	1	1	1	1	1	1	1	1

93h.7~0 **PWMPRDL**: PWM0~5 周期低字节
 写顺序: PWMPRDL 然后 PWMPRDH
 读顺序: PWMPRDH 然后 PWMPRDL

94h	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
PWM0DH	PWM0DH							
R/W	R/W							
Reset	1	0	0	0	0	0	0	0

94h.7~0 **PWM0DH**: PWM0 占空高字节
 写顺序: PWMxDL 然后 PWMxDH
 读顺序: PWMxDH 然后 PWMxDL

95h	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
PWM0DL	PWM0DL							
R/W	R/W							
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

95h.7~0 **PWM0DL**: PWM0 占空低字节
 写顺序: PWMxDL 然后 PWMxDH
 读顺序: PWMxDH 然后 PWMxDL

96h	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
PWM1DH	PWM1DH							
R/W	R/W							
Reset	1	0	0	0	0	0	0	0

96h.7~0 **PWM1DH**: PWM1 占空高字节
 写顺序: PWMxDL 然后 PWMxDH
 读顺序: PWMxDH 然后 PWMxDL

97h	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
PWM1DL	PWM1DL							
R/W	R/W							
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

97h.7~0 **PWM1DL**: PWM1 占空低字节
 写顺序: PWMxDL 然后 PWMxDH
 读顺序: PWMxDH 然后 PWMxDL

98h	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
PWM2DH	PWM2DH							
R/W	R/W							
Reset	1	0	0	0	0	0	0	0

98h.7~0 **PWM2DH**: PWM2 占空高字节
 写顺序: PWMxDL 然后 PWMxDH
 读顺序: PWMxDH 然后 PWMxDL

99h	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
PWM2DL	PWM2DL							
R/W	R/W							
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

99h.7~0 **PWM2DL**: PWM2 占空低字节
 写顺序: PWMxDL 然后 PWMxDH
 读顺序: PWMxDH 然后 PWMxDL

9Ah	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
PWM3DH	PWM3DH							
R/W	R/W							
Reset	1	0	0	0	0	0	0	0

9Ah.7~0 **PWM3DH**: PWM3 占空高字节
 写顺序: PWMxDL 然后 PWMxDH
 读顺序: PWMxDH 然后 PWMxDL

9Bh	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
PWM3DL	PWM3DL							
R/W	R/W							
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

9Bh.7~0 **PWM3DL**: PWM3 占空低字节
 写顺序: PWMxDL 然后 PWMxDH
 读顺序: PWMxDH 然后 PWMxDL

9Ch	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
PWM4DH	PWM4DH							
R/W	R/W							
Reset	1	0	0	0	0	0	0	0

9Ch.7~0 **PWM4DH**: PWM4 占空高字节
 写顺序: PWMxDL 然后 PWMxDH
 读顺序: PWMxDH 然后 PWMxDL

9Dh	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
PWM4DL	PWM4DL							
R/W	R/W							
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

9Dh.7~0 **PWM4DL**: PWM4 占空低字节
 写顺序: PWMxDL 然后 PWMxDH
 读顺序: PWMxDH 然后 PWMxDL

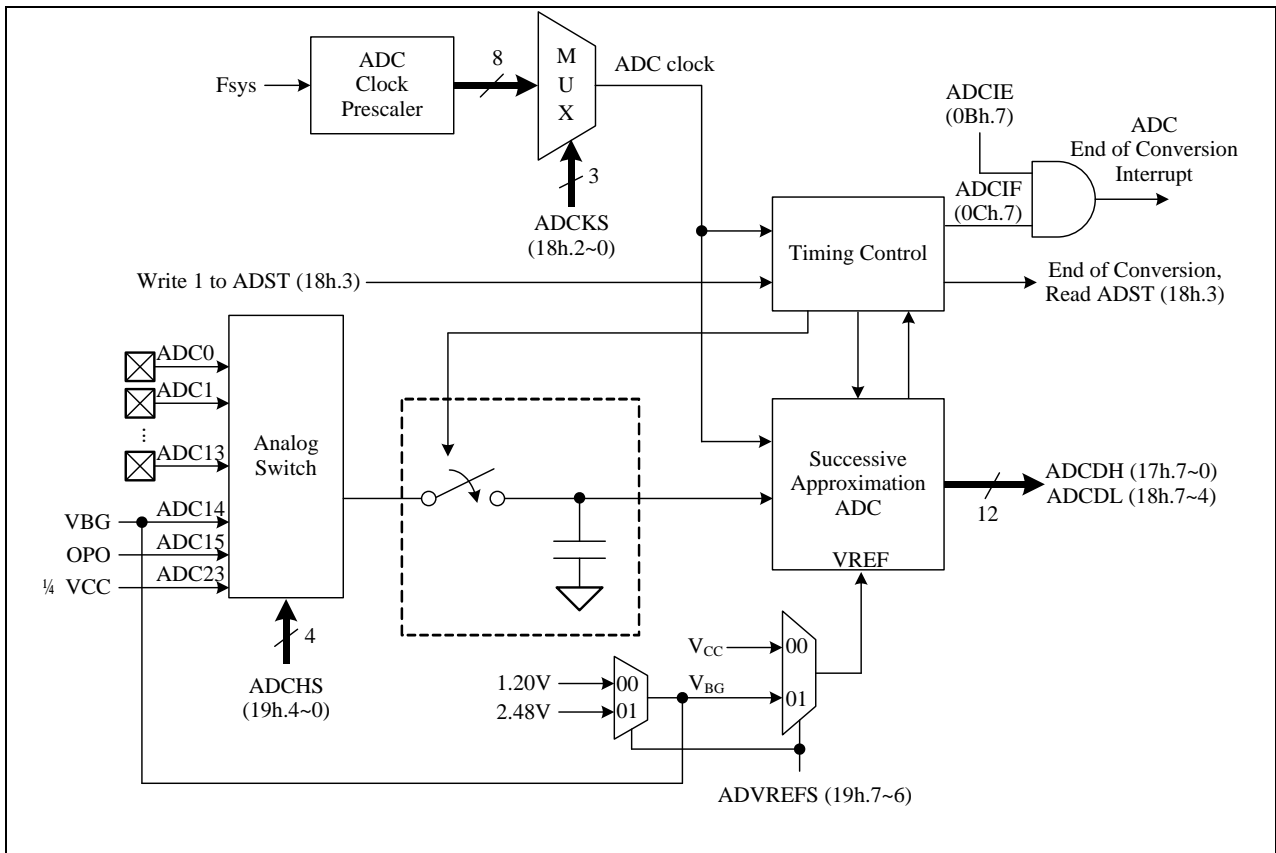
9Eh	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
PWM5DH	PWM5DH							
R/W	R/W							
Reset	1	0	0	0	0	0	0	0

9Eh.7~0 **PWM5DH:** PWM5 占空高字节
 写顺序: PWMxDL 然后 PWMxDH
 读顺序: PWMxDH 然后 PWMxDL

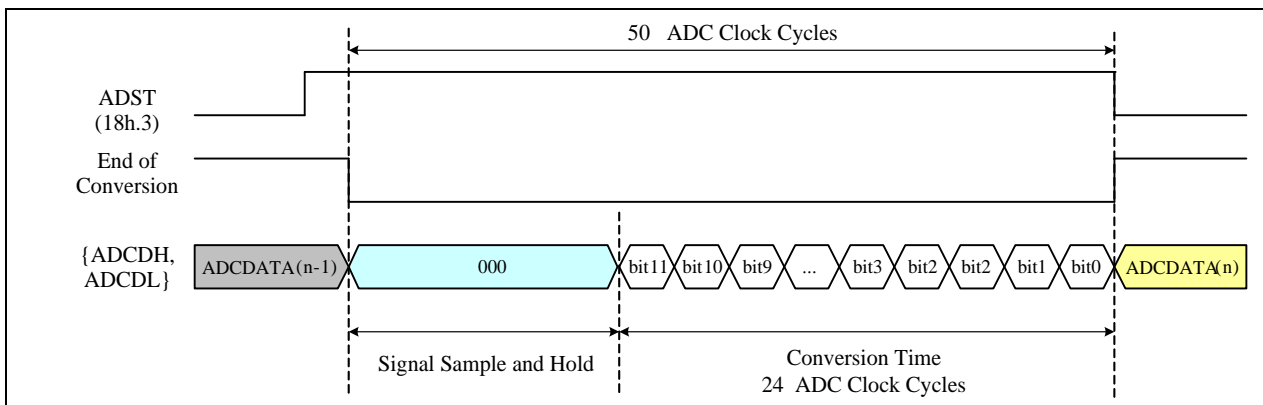
9Fh	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
PWM5DL	PWM5DL							
R/W	R/W							
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

9Fh.7~0 **PWM5DL:** PWM5 占空低字节
 写顺序: PWMxDL 然后 PWMxDH
 读顺序: PWMxDH 然后 PWMxDL

6.6 模数转换器



该 12 位 ADC（模拟到数字转换器）由一个 17 通道的模拟输入多路复用器、控制寄存器、时钟发生器、12 位逐次逼近寄存器和输出数据寄存器组成。要使用 ADC，用户需要设置 ADCKS (18h.2~0) 来选择一个合适的 ADC 时钟频率，该频率必须小于 1 MHz。然后用户通过设置 ADST (18h.3) 控制位来启动 ADC 转换。转换结束后，H/W 自动清除 ADST (18h.3) 位。用户可以通过轮询这一位以了解转换状态。当使用 IO 引脚作为 ADC 输入引脚时，相应的引脚模式应设置为 0011b。用户需要设置 ADCHS (19h.4~0)，以选择 ADC 的输入通道。此外，还可以选择一些参考输入通道，ADC14 为 VBG，ADC15 为 OPO，ADC23 为 1/4VCC。ADC 参考电压可以通过 ADVREFS (19h.7~6) 配置为 V_{CC} 或 V_{BG}，此外为 ADVREFS=01b 则需要 200uS 的预备稳定时间。



范例:

[CPU 运行在快速模式, Fsys = FIRC 16 MHz]
 ADC 时钟频率 = 1 MHz, ADC 通道 = ADC2 (PA2).

◇ 范例:

```

MOV LW    xxxx0011b           ; ADC2 (PA2) 为 ADC 输入引脚
MOV WX    PAMOD32

MOV LW    00000100b         ; ADCKS = Fsys/16, ADC clock = 1 MHz
MOV WX    ADCTL

MOV LW    00x00010b         ; ADC 参考电压选择 Vcc
MOV WX    ADCTL2            ; ADC 输入通道选择 ADC2

BSX      ADST                ; 设置 18h.3 (ADST), 开始 ADC 转换
    
```

WAIT_ADC:

```

BTXSC    ADST                ; 等待ADC转换完成.
LGOTO    WAIT_ADC

MOVXW    ADCDH              ; 读取 ADC 输出数据位 11~4
MOVXW    ADCTL              ; 读取 ADC 输出数据位 3~0
...
    
```

0Bh	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
INTIE	ADCIE	T2IE	TM1IE	TM0IE	WKTIE	INT2IE	INT1IE	INT0IE
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

INTIE.7 **ADCIE**: ADC 中断使能

0: 关闭
 1: 使能

0Ch	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
INTIF	ADCIF	T2IF	TM1IF	TM0IF	WKTIF	INT2IF	INT1IF	INT0IF
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

0Ch.7 **ADCIF**: ADC 中断事件挂起标志

当 ADC 转换结束后由 H/W 置位, 对此位写 0 将清除该标志

17h	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
ADCDH	ADCDH							
R/W	R							
Reset	-	-	-	-	-	-	-	-

17h.7~0 **ADCDH**: ADC 输出数据位 11~4

18h	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
ADCTL	ADCDL				ADST	ADCKS		
R/W	R				R/W	R/W		
Reset	-	-	-	-	0	0	0	0

18h.7~4 **ADCDL**: ADC 输出数据位 3~0

18h.3 **ADST**: ADC 启动位

0: 转换结束后由 H/W 清除

1: ADC 开始转换

18h.2~0 **ADCKS**: ADC 时钟频率选择:

000: Fsys/256 100: Fsys/16

001: Fsys/128 101: Fsys/8

010: Fsys/64 110: Fsys/4

011: Fsys/32 111: Fsys/2

19h	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
ADCTL2	ADVREFS		-	ADCHS				
R/W	R/W		-	R/W				
Reset	0	0	-	1	1	1	1	1

19h.7~6 **ADVREFS**: ADC 参考电压选择和 V_{BG} 输出电压选择

00: ADC 参考电压为 V_{CC} , 而 V_{BG} 为 1.20V

01: ADC 参考电压为 V_{BG} , 而 V_{BG} 为 2.48V

1x: 保留

19h.3~0 **ADCHS**: ADC 通道选择

00000: ADC0 (PA0) 01000: ADC8 (PB1) 10111: 1/4 VCC

00001: ADC1 (PA1) 01001: ADC9 (PB2) others: 保留

00010: ADC2 (PA2) 01010: ADC10 (PB4)

00011: ADC3 (PA3) 01011: ADC11 (PB5)

00100: ADC4 (PA4) 01100: ADC12 (PB6)

00101: ADC5 (PA5) 01101: ADC13 (PB7)

00110: ADC6 (PA6) 01110: VBG

00111: ADC7 (PB0) 01111: OPO

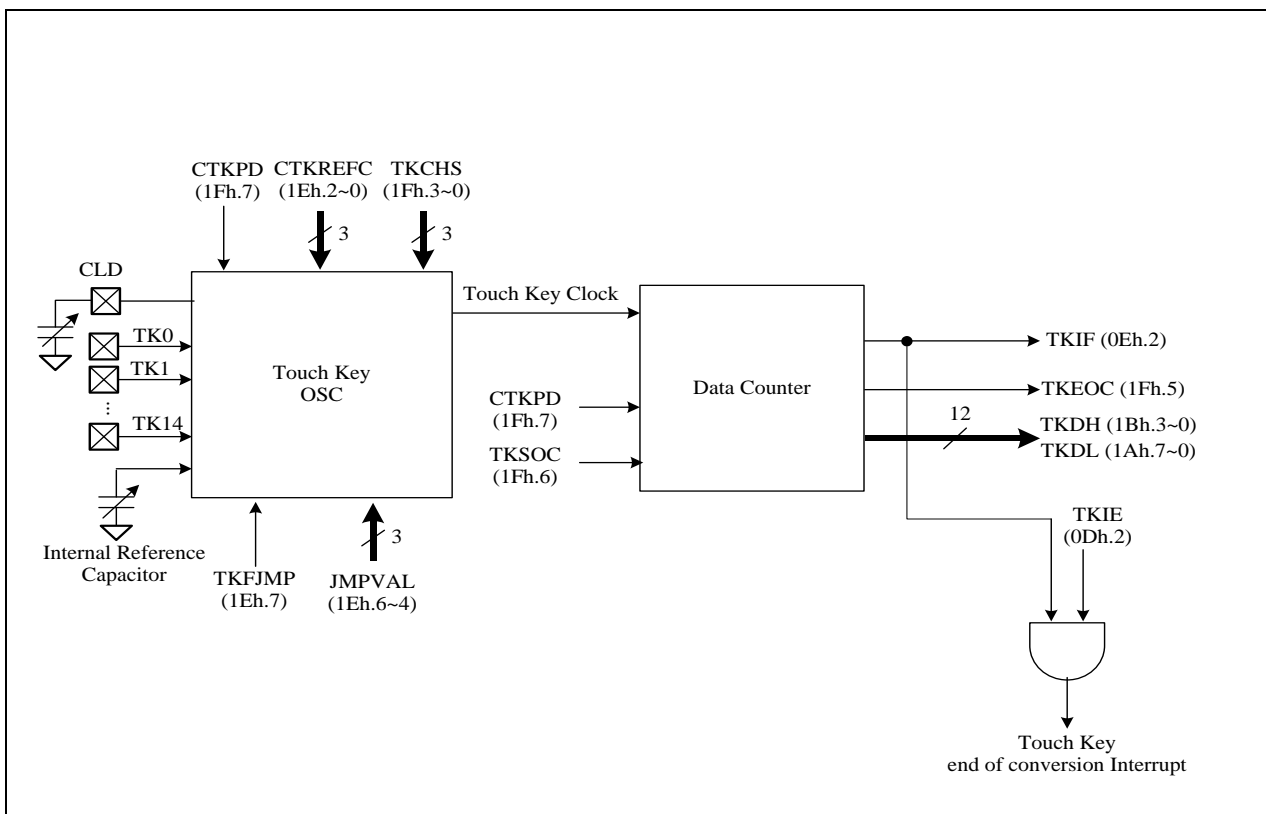
6.7 触摸键 (仅限 TM56F1552/52T)

触摸键提供了一个简单可靠的方法来实现手指触摸应用程序。在大多数应用中它需要一个外部电容组件 (CLD)。设备支持 15 路触键检测通道和 1 路内参考电容通道。

要使用触控键，用户必须设置引脚模式 (参考第五章) 如下表所示。为 Idling Touch Key 引脚设置模式 xx10b 和 CMOS 输出高将减少相邻按键之间的相互干扰。

PAxMOD/PBxMOD/PDxMOD 设置为触摸按键	TK0~TK14
Pin is Touch Key, Idling	高驱动
触摸按键扫描	

有一个振荡器是触摸时钟 (TCK)，连接到数据计数器。参考时钟的频率将通过设置 CTKREFC (1Eh.2~0)，用于控制转换时间。转换结束后，用户可以从数据计数器获取 TKDATA (TKDH、TKDL)。手指触摸会影响 TKDATA。随着手指触摸，TCK 正在变慢，TKDATA 的值小于没有手指触摸。根据 TKDATA 的差异，用户可以检查它是否被触摸过。TCK 的频率将通过设置 TKFJMP (1Eh.7)=1。相比之下，当 TKFJMP=0 时，可以通过 JMPVAL (1Eh.6~4) 进行调整。



触摸键单元有一个内部参考电容器，以模拟 TK 针脚的行为。设置 TKCHS 可以得到该参考电容器的 TK 数据计数。由于内部电容器不受水或移动电话的影响，因此它对于比较环境背景噪声是有用的。设置 CTKREFC 可以减少或增加内参考电容器的值。在设置 TKCHS=1111b 后，模块开始通过内参电容器进行计数，需要注意的是，内置的内部电容器将 TK 数据和基线数据存储在 12 位 TK 数据计数器 TKDH (1Bh.3~0) 和 TKDL (1Ah.7~0)。

要开始触摸键扫描，用户要优先设置 CTKPD (1Fh.7) =0，然后设置 TKSOC (1Fh.6)位，以开始触摸键转换。在转换结束时，将自动清除 TKSOC 位。但是，如果 Fsys 太慢，H/W 可能会因为时钟采样率而无法清除 TKSOC。TKEOC (1Fh.5) =0 表示转换仍在进行中。TKEOC=1 表示转换已完成。在 TKSOC=1 之后，它需要 5us 的延迟来设置 TKEOC=0 并启动转换，以避免错误。触摸键计数结果存储在 12 位 TK 数据计数器 TKDH 和 TKDL 中。

当 CTKPD=0 和 TKCHS (1Fh. 3~0) 设置，触摸键模块通过选择 TKCHS 连接到 I/O 端口。如果 I/O 端口被用作其他功能，它将受到影响。因此，当触摸键模块不使用时，建议设置 CTKPD=1，以断开 TK 模块与 I/O 端口的连接。

当使用触摸键模块时，用户必须避免使用相同键的其他模拟模块，包括一些默认设置。因为所有的模块都有杂散电容，所以设置在同一键会影响触摸键的功能。例如，如果 PA0 被指定为触摸键通道，则既不设置 SCIN=001b (CIN2) 也不设置 ADCHS=00000b (ADC0)。

范例:

触摸键通道选择参考键，并选择加速 CLD 放电模式。

◇ 范例:

<code>MOVLW</code>	<code><u>00100010</u>b</code>	; PA3 (CLD) = 输出低电平, PA2 (TK4) = 输出高电平
<code>MOVW</code>	<code>PAMOD32</code>	; PA3加速CLD放电设置
<code>BCX</code>	<code>PAD, 3</code>	; 设置 PA3 输出低电平
<code>BSX</code>	<code>PAD, 2</code>	; 设置 PA2 输出高电平
<code>MOVLW</code>	<code><u>10000101</u>b</code>	; CTK 时钟自动变化
<code>MOVW</code>	<code>TKCTL</code>	; CTK 转换时间选择5
<code>MOVLW</code>	<code><u>00001111</u>b</code>	; CTK 触摸键操作
<code>MOVW</code>	<code>TKCTL2</code>	; 触摸键通道选择参考键
<code>BSX</code>	<code>TKSOC</code>	; 触摸键启动转换 (需要延时 5us)
<code>LCALL</code>	<code>WAIT_TK</code>	
<code>MOVW</code>	<code>TKDL</code>	; 读取触摸键数据位 7~0
<code>MOVW</code>	<code>TKDH</code>	; 读取触摸键数据位 11~8

WAIT_TK:

<code>BTXSS</code>	<code>TKEOC</code>	; 等待触摸键转换完成
<code>LGOTO</code>	<code>WAIT_TK</code>	
<code>RET</code>		

01Ah	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
TKDL	TKDL							
R/W	R							
Reset	-	-	-	-	-	-	-	-

1Ah.7 **TKDL:** 触控键计数器数据位 7~0

01Bh	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
TKDH	-	-	-	-	TKDH			
R/W	-	-	-	-	R			
Reset	-	-	-	-	-	-	-	-

1Bh.7 **TKDH:** 触控键计数器数据位 11~8

01Eh	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
TKCTL	TKFJMP	JMPVAL			-	CTKREFC		
R/W	R/W	R/W			-	R/W		
Reset	0	0	0	0	-	0	0	0

1Eh.7 **TKFJMP:** CTK 时钟频率自动改变选择

0: 关闭, 由 SFR JMPVAL 决定

1: 使能, CTK 时钟自动换频

1Eh.6~4 **JMPVAL:** CTK 时钟频率选择 (仅在 TKFJMP=0 时可用)

1Eh.2~0 **CTKREFC:** CTK 转换时间

0: 最小

7: 最长

01Fh	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
TKCTL2	CTKPD	TKSOC	TKEOC	-	TKCHS			
R/W	R/W	R/W	R	-	R/W			
Reset	1	0	1	-	1	1	1	1

1Fh.7 **CTKPD:** CTK 触摸键关机

0: 关闭, CTK 触摸键操作

1: 使能, CTK 触摸键关机

1Fh.6 **TKSOC:** 触摸键开始转换, 当转换结束由 H/W 清除

0: 关闭

1: 启用, 触键开始转换

1Fh.5 **TKEOC:** 触摸转换完成的标志, TKEOC 可能在TKSOC=1 之后有 5us 的延迟, 所以 F/W 必须等待足够的时间才能轮询这个标志。

0: 表示转换正在进行中

1: 表示转换已完成

1Fh.3~0 **TKCHS:** 触摸键通道选择

0000: TK0 (PD0) 0100: TK4 (PA2) 1000: TK8 (PB1) 1100: TK12 (PB5)

0001: TK1 (PA1) 0101: TK5 (PA0) 1001: TK9 (PB2) 1101: TK13 (PB6)

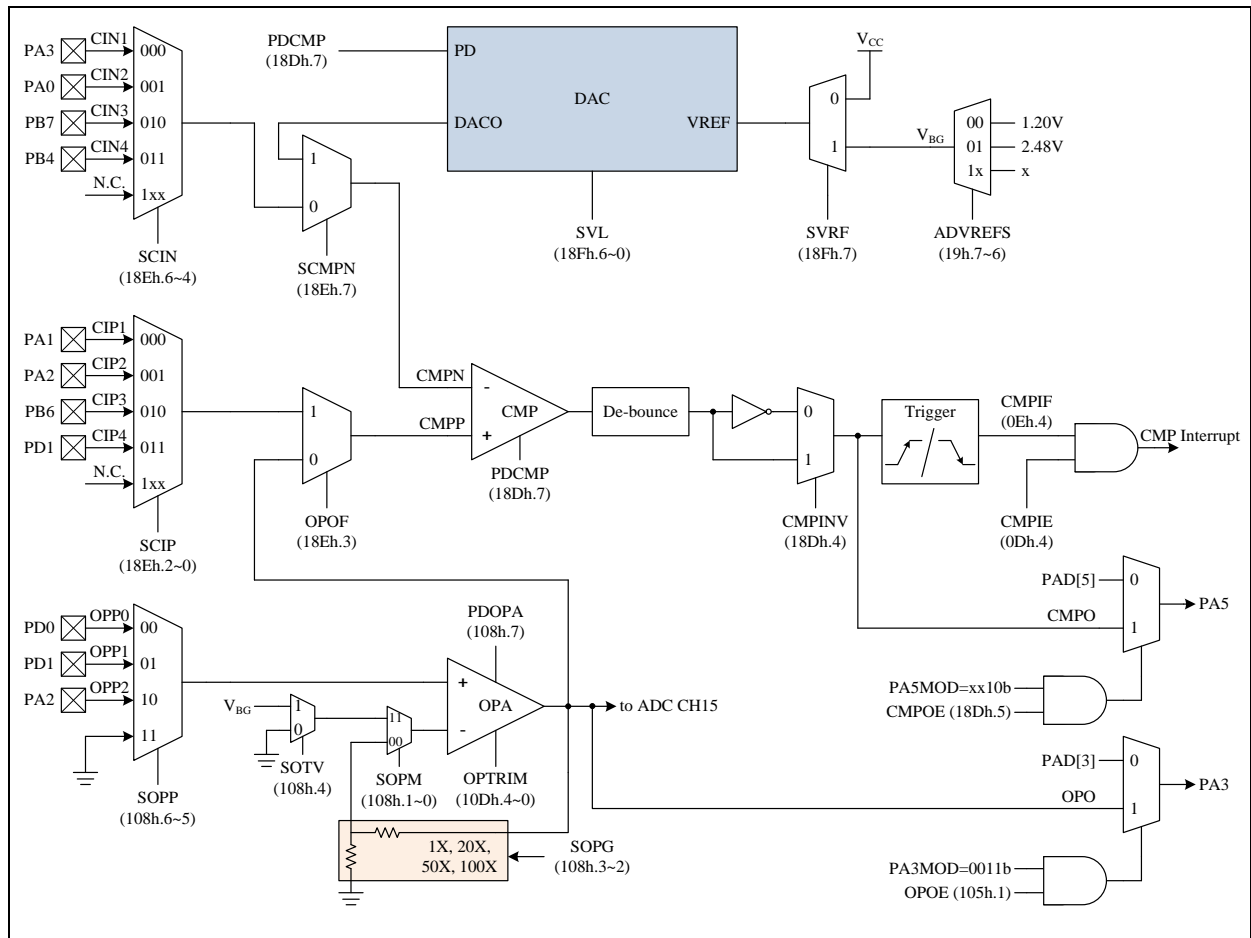
0010: TK2 (PA4) 0110: TK6 (PA6) 1010: TK10 (PB3) 1110: TK14 (PB7)

0011: TK3 (PA5) 0111: TK7 (PB0) 1011: TK11 (PB4) 1111: 内部参考

6.8 运算放大器和比较器

该器件中有一个运算放大器 (OPA) 和一个比较器 (CMP)。OPA 可通过 SOPM (108h.1~0) 设置为正常模式或比较器模式。通过设置 PDOPA=1 (108h.7), OPA 将进入掉电模式。SOPP (108h.6~5) 寄存器决定 OPA 正输入通道 (OPP) 为 PD0、PD1、PA2 或 VSS。OPA 负输入在正常模式下为 VSS, 但在比较器模式下可通过 SOTV (108h.4) 选择 VSS 或 VBG。用于普通模式的 4 级 OPA 增益 (1x/20x/50x/100x) 由 SOPG (108h.3~2) 控制。通过设置 OPOE (105h.1) 并将 PA3MOD 设置为 0011b, 可以将 OPA 输出 (OPO) 输出到 PA3。

CMP 内置一个 7 位 DAC 模块, 其输出可接入 CMP 的负输入端口。DAC 的参考电压可以通过设置 SVRF (18Fh.7) 选择为 V_{CC} 或 V_{BG} 。通过设置 ADVREFS (19h.7~6) 将 V_{BG} 配置为 1.20V 或 2.48V。通过设置 SVL (18Fh.6~0) 可以选择合适的电压电平以供用户应用正确操作, 这将改变电阻以转换电压值。设置 PDCMP=1 (18Dh.7) 将使 DAC 和 CMP 进入断电模式。通过配置 SCMPN (18Eh.7), 负端口输入源将是外部引脚输入或 DAC 输出。通过定义 OPOF (18Eh.3), 正端口输入源可以是外部引脚输入或 OPA 输出 (OPO)。SCIN (18Eh.6~4) 和 SCIP (18Eh.2~0) 寄存器分别决定负端口和正端口外部输入源。由于 CMP 的输入模块是由 PMOS 组成的, 所以输入电压范围会受到 PMOS 的 V_{th} 的影响。因此, CMP 的最大输入电压为 $(V_{CC}-0.5)$ V。同时, 比较器的迟滞电压约为 30mV。比较器原始输出 (CMPOX) 可以通过 CMPOX (18Dh.6) 位读取。芯片提供去抖模块对 CMPOX 信号进行去抖, 用户可以通过 CMPDBS (18Dh.1~0) 选择去抖时间。去抖动输出信号可以通过 CMPINV (18Dh.4) 选择是否反相来产生 CMPO 信号。通过设置 CMPOE (18Dh.5) 可以将 CMPO 输出到引脚 (PA5), 并且 PA5MOD 应设置为 xx10b。CMPO 也是中断触发模块产生中断标志 CMPIF (0Eh.4) 的触发源。触发模式由 CMPTRIG (18Dh.3~2) 选择。当比较器掉电时, 仍会产生中断标志。因此, 每次打开 CMP 模块后必须先清除中断标志, 以防止使用虚拟标志。



0Dh	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
INTIE1	-	-	-	CMPIE	-	TKIE	PWMIE	LVDIE
R/W	-	-	-	R/W	-	R/W	R/W	R/W
Reset	-	-	-	0	-	0	0	0

0Dh.4 **CMPIE**: 比较器中断启用
 0: 关闭
 1: 启用

0Eh	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
INTIF1	-	-	-	CMPIF	-	TKIF	PWMIF	LVDIF
R/W	-	-	-	R/W	-	R/W	R/W	R/W
Reset	-	-	-	0	-	0	0	0

0Eh.4 **CMPIF**: 比较器中断事件挂起标志
 当 CMPO 匹配触发条件时由 H/W 设置，对此位写 0 将清除该标志

19h	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
ADCTL2	ADVREFS		-	ADCHS				
R/W	R/W		-	R/W				
Reset	0	0	-	1	1	1	1	1

19h.7~6 **ADVREFS**: ADC 参考电压选择和 V_{BG} 输出电压选择
 00: ADC 参考电压为 V_{CC} ，而 V_{BG} 为 1.20V
 01: ADC 参考电压为 V_{BG} ，而 V_{BG} 为 2.48V

1x: 保留

105h	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
PINMOD	–	–	–	–	–	HSINK	OPOE	VBGOE
R/W	–	–	–	–	–	R/W	R/W	R/W
Reset	–	–	–	–	–	1	0	0

- 105h.1 **OPOE:** OPA output to PA3
 0: 关闭
 1: 使能, PA3MOD 应设置为 0011b

108h	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
OPCTL	PDOPA	SOPP		SOTV	SOPG		SOPM	
R/W	R/W	R/W		R/W	R/W		R/W	
Reset	1	1	1	0	1	1	0	0

- 108h.7 **PDOPA:** OPA 使能控制
 0: 使能 OPA
 1: 关闭 OPA
- 108h.6~5 **SOPP:** OPP 输入源选择
 00: OPP 输入源为 PD0
 01: OPP 输入源为 PD1
 10: OPP 输入源为 PA2
 11: OPP 输入源为 VSS
- 108h.4 **SOTV:** 比较器模式下的 OPN 输入电压选择
 0: V_{SS}
 1: V_{BG} (电压等级由 ADVREFS 选择)
- 108h.3~2 **SOPG:** 选择 OPA 增益
 00: 1X
 01: 20X
 10: 50X
 11: 100X
- 108h.1~0 **SOPM:** 选择 OPA 操作模式
 00: OPA 模式
 01: 保留
 10: 保留
 11: 比较器模式

10Dh	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
OPTRIM	–	–	–	OPTRIM				
R/W	–	–	–	R/W				
Reset	–	–	–	–	–	–	–	–

- 10Dh.4~0 **OPTRIM:** OPA 输入失调电压校准值
 00000: 最小
 11111: 最大

18Dh	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
CMPCTL	PDCMP	CMPOX	CMPOE	CMPINV	CMPTRIG		CMPDBS	
R/W	R/W	R	R/W	R/W	R/W		R/W	
Reset	1	1	0	0	0	0	0	0

- 18Dh.7 **PDCMP**: 比较器和 DAC 使能控制
 0: 启用比较器和 DAC
 1: 关闭比较器和 DAC
- 18Dh.6 **CMPOX**: 比较器原始输出 (CMPOX) 状态
 0: $V_{CMPP} < V_{CMPN}$
 1: $V_{CMPP} > V_{CMPN}$ or PDCMP = 1
- 18Dh.5 **CMPOE**: 比较器输出 (CMPO) 信号输出到 PA5
 0: 关闭
 1: 使能, PA5MOD 应设置为 xx10b
- 18Dh.4 **CMPINV**: 比较器去抖输出反转选择
 0: 无反转
 1: 使反转
- 18Dh.3~2 **CMPTRIG**: 比较器中断触发模式
 00: 上升沿
 01: 下降沿
 10: 双边沿
 11: 高电平
- 18Dh.1~0 **CMPDBS**: 比较器原始输出 (CMPOX) 去抖时间
 00: 无
 01: 4 Fsys
 10: 8 Fsys
 11: 16 Fsys

18Eh	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
CMP PNS	SCMPN	SCIN			OPOF	SCIP		
R/W	R/W	R/W			R/W	R/W		
Reset	1	1	1	1	0	1	1	1

- 18Eh.7 **SCMPN**: 比较器 CMPN 源选择
 0: 比较器 CMPN 源为外部引脚 (CINx)
 1: 比较器 CMPN 源为 DAC 输出
- 18Eh.6~4 **SCIN**: 比较器 CMPN 外部输入选择
 000: 比较器 CMPN 外部输入为 CIN1 (PA3)
 001: 比较器 CMPN 外部输入为 CIN2 (PA0)
 010: 比较器 CMPN 外部输入为 CIN3 (PB7)
 011: 比较器 CMPN 外部输入为 CIN4 (PB4)
 1xx: 无连接
- 18Eh.3 **OPOF**: OPA 输出 (OPO) 连接到比较器 CMPP
 0: 比较器 CMPP 源为 OPA 输出 (OPO)
 1: 比较器 CMPP 源为外部引脚 (CIPx)
- 18Eh.2~0 **SCIP**: 比较器 CMPP 输入选择
 000: 比较器 CMPP 外部输入为 CIP1 (PA1)
 001: 比较器 CMPP 外部输入为 CIP2 (PA2)
 010: 比较器 CMPP 外部输入为 CIP3 (PB6)
 011: 比较器 CMPP 外部输入为 CIP4 (PD1)
 1xx: 无连接

18Fh	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
DACTL	SVRF	SVL						
R/W	R/W	R/W						
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0

18Fh.7 **SVRF:** DAC 参考电压选择

0: V_{CC}

1: V_{BG} (电压等级由 ADVREFS 选择)

18Fh.6~0 **SVL:** DAC 输出电压选择 (参考源可以选择为 V_{CC} 或 V_{BG})

000_0000: 0/128 * 参考电压

000_0001: 1/128 * 参考电压

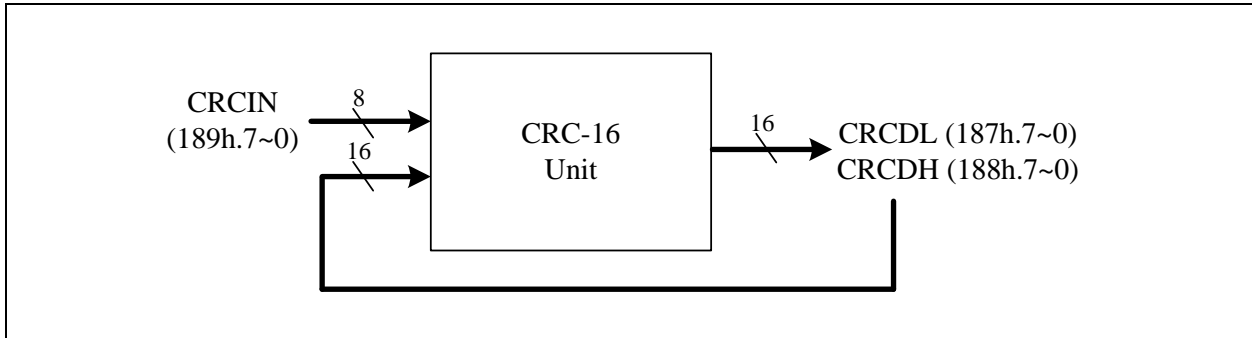
...

111_1110: 126/128 * 参考电压

111_1111: 127/128 * 参考电压

6.9 循环冗余检查 (CRC)

该芯片支持集成的 16 位循环冗余校验功能。循环冗余校验 (CRC) 计算单元是一种错误检测技术测试算法，用于验证数据传输或存储数据的正确性。CRC 计算将 8 位数据流或数据块作为输入，并生成 16 位输出余数。数据流由相同的生成多项式计算。



CRC16 Block Diagram

CRC 生成器基于 CRC-16-IBM 多项式提供 16 位 CRC 结果计算。在此 CRC 生成器中，只有一个多项式可用于数值计算。它不支持基于任何其他多项式的 16 位 CRC 计算。对 CRCIN 寄存器的每次写操作都会创建存储在 CRCDH 和 CRCDL 寄存器中的先前 CRC 值的组合。计算将需要一个 MCU 指令周期。

CRC-16-IBM (Modbus) 多项式表示: $X^{16} + X^{15} + X^2 + 1$

187h	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
CRCDL	CRCDL							
R/W	R/W							
Reset	1	1	1	1	1	1	1	1

187h.7~0 **CRCDL**: 16 位 CRC 校验数据位 7~0

188h	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
CRCDH	CRCDH							
R/W	R/W							
Reset	1	1	1	1	1	1	1	1

188h.7~0 **CRCDH**: 16 位 CRC 校验数据位 15~8

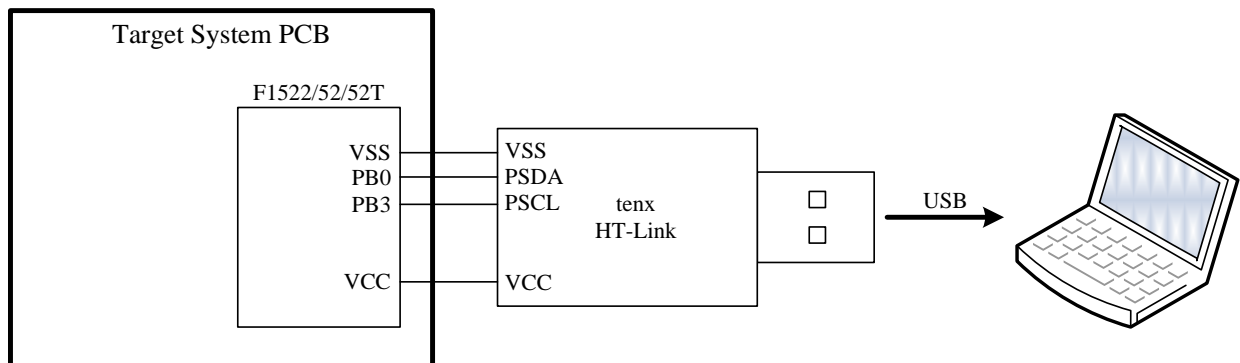
189h	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
CRCIN	CRCIN							
W	W							
Reset	-	-	-	-	-	-	-	-

189h.7~0 **CRCIN**: CRC 数据输入，写入此寄存器以开始 CRC 计算

6.10 在线仿真器 (ICE) 模式

该设备可以支持在线仿真模式。要使用 ICE 模式，用户只需将 PB0 和 PB3 引脚连接到 tenx 专用的 EV 模块。好处是用户可以在不更改板载目标设备的情况下模拟整个系统。但是 ICE 模式有一些限制，如下所示。

1. 设备必须取消保护。
2. 器件的 PB0 和 PB3 引脚必须工作在输入模式 (PB0MOD = 1 和 PB3MOD = 1)。
3. PB0 和 PB3 引脚的功能无法仿真。



存储器映射

名称	地址	读/写	复位	描述
INDF (00h/80h/100h/180h)				相关功能: RAM W/R
INDF	00.7~0	R/W	-	不是实质寄存器, 寻址 INDF 实际上指向其地址为 FSR 寄存器中的寄存值
TM0 (01h/101h)				相关功能: Timer0
TM0	01.7~0	R/W	00	Timer0 计数数据
PCL (02h/82h/102h/182h)				相关功能: PROGRAM COUNT
PCL	02.7~0	R/W	00	程序计数器数据位 7~0
STATUS (03h/83h/103h/183h)				相关功能: STATUS
IRP	03.7	R/W	0	寄存器 Bank 选择位 (用于间接寻址)
RP1	03.6	R/W	0	寄存器 Bank 选择位 1 用于直接寻址
RP0	03.5	R/W	0	寄存器 Bank 选择位 0 用于直接寻址
TO	03.4	R	0	WDT 超时标志, 通过 PWRST, 'SLEEP' 或 'CLRWDT' 指令清除
PD	03.3	R	0	掉电标志, 通过指令 'SLEEP' 设置, 通过指令 'CLRWDT' 清除
Z	03.2	R/W	0	零标志
DC	03.1	R/W	0	十进制进位标志
C	03.0	R/W	0	进位标志
FSR (04h/84h/104h/184h)				相关功能: RAM W/R
FSR	04.7~0	R/W	-	文件选择寄存器, 间接地址模式指针
PAD (05h)				相关功能: 端口 A
PAD	05.7~0	R	-	端口 A 引脚或“数据寄存器”状态
		W	FF	端口 A 输出数据寄存器
PBD (06h)				相关功能: 端口 B
PBD	06.7~0	R	-	端口 B 引脚或“数据寄存器”状态
		W	FF	端口 B 输出数据寄存器
PDD (07h)				相关功能: 端口 D
PDD	07.1~0	R	-	端口 D 引脚或“数据寄存器”状态
		W	3	端口 D 输出数据寄存器
PCLATH (0Ah/8Ah/10Ah/18Ah)				相关功能: 程序计数
GPR	0A.7~4	R/W	0	通用寄存器
PCLATH	0A.3~0	R/W	0	程序计数器高字节的写缓冲区
INTIE (0Bh/8Bh/10Bh/18Bh)				相关功能: 中断使能
ADCIE	0B.7	R/W	0	ADC 中断使能 0: 关闭 1: 使能
T2IE	0B.6	R/W	0	T2 中断使能 0: 关闭 1: 使能
TM1IE	0B.5	R/W	0	Timer1 中断使能 0: 关闭 1: 使能
TM0IE	0B.4	R/W	0	Timer0 中断使能 0: 关闭 1: 使能
WKTIE	0B.3	R/W	0	唤醒定时器中断使能和唤醒定时器使能 0: 关闭 1: 使能
INT2IE	0B.2	R/W	0	INT2 引脚 (PA7 或 PB5) 中断使能 0: 关闭 1: 使能

名称	地址	读/写	复位	描述
INT1IE	0B.1	R/W	0	INT1 引脚 (PA1 或 PB1) 中断使能 0: 关闭 1: 使能
INT0IE	0B.0	R/W	0	INT0 引脚 (PA3 或 PB2) 中断使能 0: 关闭 1: 使能
INTIF (0Ch)				相关功能: 中断标志
ADCIF	0C.7	R	-	ADC 中断标志, ADC 转换完成后由 H/W 置位
		W	0	写 0: 清除该标志; 写 1: 无动作
T2IF	0C.6	R	-	T2 中断事件挂起标志, 当 T2 溢出时由 H/W 置位
		W	0	写 0: 清除该标志; 写 1: 无动作
TM1IF	0C.5	R	-	Timer1 中断事件挂起标志, 当 Timer1 溢出时由 H/W 置位
		W	0	写 0: 清除该标志; 写 1: 无动作
TM0IF	0C.4	R	-	Timer0 中断事件挂起标志, 当 Timer0 溢出时由 H/W 置位
		W	0	写 0: 清除该标志; 写 1: 无动作
WKTIF	0C.3	R	-	WKT 中断事件挂起标志, 当 WKT 超时时由 H/W 置位
		W	0	写 0: 清除该标志; 写 1: 无动作
INT2IF	0C.2	R	-	INT2 (PA7 或 PB5) 中断事件挂起标志, 当 INT2 引脚发生下降沿时由 H/W 置位
		W	0	写 0: 清除该标志; 写 1: 无动作
INT1IF	0C.1	R	-	INT1 (PA1 或 PB1) 中断事件挂起标志, 当 INT1 引脚发生下降沿/上升沿时由 H/W 置位
		W	0	写 0: 清除该标志; 写 1: 无动作
INT0IF	0C.0	R	-	INT0 (PA3 或 PB2) 中断事件挂起标志, 当 INT0 引脚发生下降沿/上升沿时由 H/W 置位
		W	0	写 0: 清除该标志; 写 1: 无动作
INTIE1 (0Dh)				相关功能: 中断使能
CMPIE	0D.4	R/W	0	比较器中断使能 0: 关闭 1: 使能
TKIE	0D.2	R/W	0	触摸键中断使能 0: 关闭 1: 使能
PWMIE	0D.1	R/W	0	PWM 中断使能 0: 关闭 1: 使能
LVDIE	0D.0	R/W	0	LVD 中断使能 0: 关闭 1: 使能
INTIF1 (0Eh)				相关功能: 中断标志
CMPIF	0E.4	R	-	比较器中断标志, 当 CMPO 匹配触发条件时由 H/W 置位
		W	0	写 0: 清除此标志; 写 1: 无动作
TKIF	0E.2	R	-	触摸键中断标志, 触摸键转换结束后由 H/W 置位
		W	0	写 0: 清除此标志; 写 1: 无动作
PWMIF	0E.1	R	-	PWM 中断标志, PWM 周期计数器翻转后由 H/W 置位
		W	0	写 0: 清除此标志; 写 1: 无动作
LVDIF	0E.0	R	-	LVD 中断标志, 当 $V_{CC} < V_{LVD}$ 时由 H/W 置位
		W	0	写 0: 清除此标志; 写 1: 无动作

名称	地址	读/写	复位	描述
CLKCTL (0Fh)				相关功能: Fsys
SCKTYPE	0F.7	R/W	0	慢时钟类型 0: SIRC 1: SXT
FCKTYPE	0F.6	R/W	0	高速时钟类型 0: FIRC 1: FXT
SLOWSTP	0F.4	R/W	0	在 SLEEP 指令后停止慢时钟 0: 慢时钟在 SLEEP 指令后持续运行 1: 慢时钟在 SLEEP 指令后停止运行
FASTSTP	0F.3	R/W	1	停止快时钟 0: 快时钟运行 1: 快时钟停止
CPUCKS	0F.2	R/W	0	系统时钟源选择 0: 慢时钟 1: 快时钟
CPUPSC	0F.1~0	R/W	3	系统时钟源预分频器, 系统时钟源 00: 除 8 01: 除 4 10: 除 2 11: 除 1
TM0RLD (10h)				相关功能: Timer0
TM0RLD	10.7~0	R/W	00	Timer0 重载数据
TM0CTL (11h)				相关功能: Timer0
TM0STP	11.6	R/W	0	停止 Timer0 0: Timer0 运行 1: Timer0 停止
TM0EDG	11.5	R/W	0	TM0CKI (PA2) 边缘 0: 上升沿 1: 下降沿
TM0CKS	11.4	R/W	0	Timer0 预分频器时钟源 0: Fsys/2 1: TM0CKI 引脚 (PA2)
TM0PSC	11.3~0	R/W	0	Timer0 预分频器。Timer0 预分频器时钟源除以 0000: 1 0011: 8 0110: 64 0001: 2 0100: 16 0111: 128 0010: 4 0101: 32 1xxx: 256
TM1 (12h)				相关功能: Timer1
TM1	12.7~0	R/W	00	Timer1 计数数据
TM1RLD (13h)				相关功能: Timer1
TM1RLD	13.7~0	R/W	00	Timer1 重载数据
TM1CTL (14h)				相关功能: Timer1
TM1STP	14.6	R/W	0	停止 Timer1 0: Timer1 运行 1: Timer1 停止
TM1PSC	14.3~0	R/W	0	Timer1 预分频器。Timer1 预分频器时钟源除以 0000: 1 0011: 8 0110: 64 0001: 2 0100: 16 0111: 128 0010: 4 0101: 32 1xxx: 256
T2CTL (15h)				相关功能: T2
T2CLR	15.4	R/W	0	清除并停止 T2 0: T2 运行 1: T2 清除并停止
T2CKS	15.3~2	R/W	0	T2 时钟源选择 00: 慢时钟 11: Fsys/128 1x: FIRC/512 (16 MHz/512)

名称	地址	读/写	复位	描述
T2PSC	15.1~0	R/W	0	T2 预分频器。T2 时钟源除以 00: 32768 01: 16384 10: 8192 11: 128
LVCTL (16h)				相关功能: LVD/LVR
LVDF	16.7	R	0	低电压检测标志 0: $V_{CC} > V_{LVD}$ 1: $V_{CC} < V_{LVD}$
LVDHYS	16.6	R/W	0	LVD 迟滞 0: 关闭 1: 使能
LVRSAV	16.5	R/W	1	POR/LVR 在停止/空闲模式下自动关闭
LVDSAV	16.4	R/W	1	LVD 在停止/空闲模式下自动关闭
LVDS	16.3~0	R/W	0	LVD 电压 (V_{LVD}) 选择 0000: 关闭 0100: 2.60V 1000: 3.15V 1100: 3.70V 0001: 2.20V 0101: 2.75V 1001: 3.30V 1101: 3.85V 0010: 2.30V 0110: 2.90V 1010: 3.45V 1110: 4.00V 0011: 2.45V 0111: 3.00V 1011: 3.60V 1111: 4.15V
ADCDH (17h)				相关功能: ADC
ADCDH	17.7~0	R	-	ADC 输出数据位 11~4
ADCTL (18h)				相关功能: ADC
ADCDL	18.7~4	R	-	ADC 输出数据位 3~0
ADST	18.3	R/W	0	ADC 起始位 0: 转换结束后由 H/W 清除 1: ADC 开始转换
ADCKS	18.2~0	R/W	0	ADC 时钟频率选择, 1MHz (Typ.) 000: $F_{sys}/256$ 010: $F_{sys}/64$ 100: $F_{sys}/16$ 110: $F_{sys}/4$ 001: $F_{sys}/128$ 011: $F_{sys}/32$ 101: $F_{sys}/8$ 111: $F_{sys}/2$
ADCTL2 (19h)				相关功能: ADC
ADVREFS	19.7~6	R/W	00	ADC 参考电压选择和 V_{BG} 输出电压选择 00: ADC 参考电压为 V_{CC} , V_{BG} 为 1.20V 01: ADC 参考电压为 V_{BG} , V_{BG} 为 2.48V 1x: 保留
ADCHS	19.4~0	R/W	1F	ADC 通道选择 00000: ADC0 (PA0) 01000: ADC8 (PB1) 10111: 1/4 VCC 00001: ADC1 (PA1) 01001: ADC9 (PB2) others: 保留 00010: ADC2 (PA2) 01010: ADC10 (PB4) 00011: ADC3 (PA3) 01011: ADC11 (PB5) 00100: ADC4 (PA4) 01100: ADC12 (PB6) 00101: ADC5 (PA5) 01101: ADC13 (PB7) 00110: ADC6 (PA6) 01110: VBG 00111: ADC7 (PB0) 01111: OPO
TKDL (1Ah)				相关功能: TK
TKDL	1A.7~0	R	-	触摸键计数器数据位 7~0
TKDH (1Bh)				相关功能: TK
TKDH	1B.3~0	R	-	触摸键计数器数据位 11~8
TKCTL (1Eh)				相关功能: CTK
TKFJMP	1E.7	R/W	0	CTK 时钟频率自动改变选择 0: 关闭, 由 SFR JMPVAL 决定 1: 使能, CTK 时钟自动换频
JMPVAL	1E.6~4	R/W	0	CTK 时钟频率选择 (仅在 TKFJMP=0 时可用)
CTKREFC	1E.2~0	R/W	0	CTK 转换时间 0: 最小 7: 最长

名称	地址	读/写	复位	描述
TKCTL2 (1Fh)				相关功能: CTK
CTKPD	1F.7	R/W	1	CTK 触摸键关机 0: 关闭, CTK 触摸键操作 1: 使能, CTK 触摸键关机
TKSOC	1F.6	R/W	0	触摸键开始转换, 当转换结束由 H/W 清除 0: 关闭 1: 启用, 触摸键开始转换
TKEOC	1F.5	R	1	触摸转换完成的标志, TKEOC 可能在 TKSOC=1 之后有 5us 的延迟, 所以 F/W 必须等待足够的时间才能轮询这个标志。 0: 表示转换正在进行中 1: 表示转换已完成
TKCHS	1F.3~0	R/W	F	触摸键通道选择 0000: TK0 (PD0) 1000: TK8 (PB1) 0001: TK1 (PA1) 1001: TK9 (PB2) 0010: TK2 (PA4) 1010: TK10 (PB3) 0011: TK3 (PA5) 1011: TK11 (PB4) 0100: TK4 (PA2) 1100: TK12 (PB5) 0101: TK5 (PA0) 1101: TK13 (PB6) 0110: TK6 (PA6) 1110: TK14 (PB7) 0111: TK7 (PB0) 1111: 内部参考
User Data Memory				
RAM	20~6F	R/W	-	RAM Bank0 区域(80 字节)
RAM	70~7F	R/W	-	RAM 公共区域(16 字节)
OPTION (81h/181h)				相关功能: STATUS/INT0/INT1/WDT/WKT
HWAUTO	81.7	R/W	0	进入/退出中断子程序、硬件自动保存/恢复 WREG、FSR、TABR、PCLATH、DPL、DPH 和 STATUS 不含 TO、PD 0: 关闭 1: 使能
INT0EDG	81.6	R/W	0	INT0 引脚边缘中断事件 0: 下降边缘触发 1: 上升边缘触发
INT1EDG	81.5	R/W	0	INT1 引脚边缘中断事件 0: 下降边缘触发 1: 上升边缘触发
WDTOSC	81.3~2	R/W	3	WDT 周期选择: 00: 96ms 01: 192ms 10: 768ms 11: 1536ms @5V
WKTOSC	81.1~0	R/W	3	WKT 周期选择: 00: 12ms 01: 24ms 10: 48ms 11: 96ms @5V
PAMOD10 (85h)				相关功能: 端口 A
PA1MOD	85.7~4	R/W	1	PA1 I/O 模式控制
PA0MOD	85.3~0	R/W	1	PA0 I/O 模式控制
PAMOD32 (86h)				相关功能: 端口 A
PA3MOD	86.7~4	R/W	1	PA3 I/O 模式控制
PA2MOD	86.3~0	R/W	1	PA2 I/O 模式控制
PAMOD54 (87h)				相关功能: 端口 A
PA5MOD	87.7~4	R/W	1	PA5 I/O 模式控制
PA4MOD	87.3~0	R/W	1	PA4 I/O 模式控制
PAMOD76 (88h)				相关功能: 端口 A
PA7MOD	88.7~4	R/W	0	PA7 I/O 模式控制
PA6MOD	88.3~0	R/W	1	PA6 I/O 模式控制

名称	地址	读/写	复位	描述
PWMCTL (89h)				相关功能: PWM0
PWMEN	89.7	R/W	0	PWM0 ~PWM5 使能 0: 关闭 1: 使能
PWM0OM	89.5~4	R/W	0	PWM0 输出模式 00: 模式 0 10: 模式 2 01: 模式 1 11: 模式 3
PWM0DZ	89.3~0	R/W	0	PWM0 非重叠控制 0000: 没有非重叠 0001: 非重叠宽度为 1 个 PWM 时钟周期 0010: 非重叠宽度为 2 个 PWM 时钟周期 ... 1111: 非重叠宽度为 15 个 PWM 时钟周期
PBMOD10 (8Ch)				相关功能: 端口 B
PB1MOD	8C.7~4	R/W	1	PB1 I/O 模式控制
PB0MOD	8C.3~0	R/W	1	PB0 I/O 模式控制
PBMOD32 (8Dh)				相关功能: 端口 B
PB3MOD	8D.7~4	R/W	1	PB3 I/O 模式控制
PB2MOD	8D.3~0	R/W	1	PB2 I/O 模式控制
PBMOD54 (8Eh)				相关功能: 端口 B
PB5MOD	8E.7~4	R/W	1	PB5 I/O 模式控制
PB4MOD	8E.3~0	R/W	1	PB4 I/O 模式控制
PBMOD76 (8Fh)				相关功能: 端口 B
PB7MOD	8F.7~4	R/W	1	PB7 I/O 模式控制
PB6MOD	8F.3~0	R/W	1	PB6 I/O 模式控制
PDMOD10 (90h)				相关功能: 端口 D
PD1MOD	90.7~4	R/W	1	PD1 I/O 模式控制
PD0MOD	90.3~0	R/W	1	PD0 I/O 模式控制 1
OPTION2 (91h)				相关功能: PWM0/INT2/INT1/INT0
PWMCKS	91.5~4	R/W	00	PWM 时钟源 0x: Fsys 10: FRC (16MHz) 11: FRC*2 (32MHz)
INT2SEL	91.2	R/W	0	INT2 引脚选择 0: PA7 1: PB5
INT1SEL	91.1	R/W	0	INT1 引脚选择 0: PA1 1: PB1
INT0SEL	91.0	R/W	0	INT0 引脚选择 0: PA3 1: PB2
PWMPRDH (92h)				相关功能: PWM
PWMPRDH	92.7~0	R/W	FF	PWM 周期位 15~8
PWMPRDL (93h)				相关功能: PWM
PWMPRDL	93.7~0	R/W	FF	PWM 周期位 7~0
PWM0DH (94h)				相关功能: PWM0
PWM0DH	94.7~0	R/W	80	PWM0 占空位 15~8
PWM0DL (95h)				相关功能: PWM0
PWM0DL	95.7~0	R/W	00	PWM0 占空位 7~0

名称	地址	读/写	复位	描述
PWM1DH (96h)				相关功能: PWM1
PWM1DH	96.7~0	R/W	80	PWM1 占空位 15~8
PWM1DL (97h)				相关功能: PWM1
PWM1DL	97.7~0	R/W	00	PWM1 占空位 7~0
PWM2DH (98h)				相关功能: PWM2
PWM2DH	98.7~0	R/W	80	PWM2 占空位 15~8
PWM2DL (99h)				相关功能: PWM2
PWM2DL	99.7~0	R/W	00	PWM2 占空位 7~0
PWM3DH (9Ah)				相关功能: PWM3
PWM3DH	9A.7~0	R/W	80	PWM3 占空位 15~8
PWM3DL (9Bh)				相关功能: PWM3
PWM3DL	9B.7~0	R/W	00	PWM3 占空位 7~0
PWM4DH (9Ch)				相关功能: PWM4
PWM4DH	9C.7~0	R/W	80	PWM4 占空位 15~8
PWM4DL (9Dh)				相关功能: PWM4
PWM4DL	9D.7~0	R/W	00	PWM4 占空位 7~0
PWM5DH (9Eh)				相关功能: PWM5
PWM5DH	9E.7~0	R/W	80	PWM5 占空位 15~8
PWM5DL (9Fh)				相关功能: PWM5
PWM5DL	9F.7~0	R/W	00	PWM6 占空位 7~0
User Data Memory				
RAM	A0~EF	R/W	-	RAM Bank1 区域(80 字节)
PINMOD (105h)				相关功能: IO 端口
HSINK	105.2	R/W	1	所有 IO 端口高灌电流使能 0: 低灌电流 1: 高灌电流
OPOE	105.1	R/W	0	OPA 输出到 PA3 0: 关闭 1: 使能, PA3MOD 应设置为 0011b
VBGOE	105.0	R/W	0	BandGap 电压输出到 PA3 0: 关闭 1: 使能, PA3MOD 应设置为 0011b
OPCTL (108h)				相关功能: OPA
PDOPA	108.7	R/W	1	OPA 使能控制 0: 使能 OPA 1: 关闭 OPA
SOPP	108.6~5	R/W	3	OPA P 端输入选择 00: OPP 输入源为 PD0 01: OPP 输入源为 PD1 10: OPP 输入源为 PA2 11: OPP 输入源为 VSS
SOTV	108.4	R/W	0	OPA N 端在比较器模式下输入电压选择 0: V _{SS} 1: V _{BG} (电压等级由 ADVREFS 选择)

名称	地址	读/写	复位	描述
SOPG	108.3~2	R/W	3	选择 OPA 增益 00: 1X 01: 20X 10: 50X 11: 100X
SOPM	108.1~0	R/W	0	选择 OPA 操作模式 00: OPA 模式 01: 保留 10: 保留 11: 比较器模式
LVRPD (109h)				相关功能: LVR/POR
LVRPD	109.7~0	W	0	写入 37h 强制关闭 LVR 与 POR 写入 38h 强制关闭 LVR, POR 仍然启用 写入 39h 强制关闭 POR, LVR 仍然启用 写入其他启用 LVR 和 POR
PORPDF	109.1	R	0	POR 强制关闭标志 0: POR 是启用状态 1: POR 是强制关闭状态
LVRPDF	109.0	R	0	LVR 强制关闭标志 0: LVR 是启用状态 1: LVR 是强制关闭状态
PCH (10Ch)				相关功能: PCH
PCH	10C.7~0	W	00	当执行以 PCL 作为目标的指令时, 编程计数器高字节源选择 写 0x1C 来设置 PCH_S = 1, PCH 保持原始值 写其他值来清除 PCH_S = 0, PCH 来自 PCLATH
PCH	10C.3~0	R	0	程序计数器数据位 11~8
OPTRIM (10Dh)				相关功能: OPA
OPTRIM	10D.4~0	R/W	CFG	OPA trim value
BGTRIM (10Eh)				相关功能: Bandgap
BGTRIM	10E.4~0	R/W	CFG	VBG trim value
IRCF (10Fh)				相关功能: Internal RC
IRCF	10F.6~0	R/W	CFG	FIRC trim value
DPL (185h)				相关功能: Table Read
DPL	185.7~0	R/W	00	TBL 数据指针位 7~0
DPH (186h)				相关功能: Table Read
DPH	186.3~0	R/W	00	TBL 数据指针位 11~8
CRCDL (187h)				相关功能: CRC16
CRCDL	187.7~0	R/W	FF	16 位 CRC 校验数据位 7~0
CRCDH (188h)				相关功能: CRC16
CRCDH	188.7~0	R/W	FF	16 位 CRC 校验数据位 15~8
CRCIN (189h)				相关功能: CRC16
CRCIN	189.7~0	W	0	CRC 数据输入, 写入此寄存器以开始 CRC 计算

名称	地址	读/写	复位	描述
TABR (18Ch)				相关功能: Table Read
TABR	18C.7~0	R/W	0	1. TABR 写 01h = 指令 TABRL 2. TABR 写 02h = 指令 TABRH 3. 在步骤 1 或步骤 2 之后, 读取 TABR 以获取主 ROM 读表取值 在步骤 1 之后, 读取 TABR 以获取 EEPROM 值 (当 EEPEN=E2h 时) ASM 的读表: 使用 TABRL / TABRH 或 TABR C 的读表: 使用 TABR
CMPCNTL (18Dh)				相关功能: 比较器
PDCMP	18D.7	R/W	1	比较器和 DAC 使能控制 0: 启用比较器和 DAC 1: 关闭比较器和 DAC
CMPOX	18D.6	R	1	比较器原始输出 (CMPOX) 状态 0: $V_{CMPP} < V_{CMPN}$ 1: $V_{CMPP} > V_{CMPN}$ or PDCMP = 1
CMPOE	18D.5	R/W	0	比较器输出 (CMPO) 信号输出到 PA5 0: 关闭 1: 使能, PA5MOD 应设置为 xx10b
CMPIINV	18D.4	R/W	0	比较器去抖输出反转选择 0: 无反转 1: 使反转
CMPTRIG	18D.3~2	R/W	0	比较器中断触发模式 00: 上升沿 01: 下降沿 10: 双边沿 11: 高电平
CMPPDBS	18D.1~0	R/W	0	比较器原始输出 (CMPOX) 去抖时间 00: None 01: 4 Fsys 10: 8 Fsys 11: 16 Fsys
CMPPNS (18Eh)				相关功能: 比较器/DAC/OPA
SCMPN	18E.7	R/W	1	比较器 CMPN 源选择 0: 比较器 CMPN 源为外部引脚 (CINx) 1: 比较器 CMPN 源为 DAC 输出
SCIN	18E.6~4	R/W	7	比较器 CMPN 外部输入选择 000: 比较器 CMPN 外部输入为 CIN1 (PA3) 001: 比较器 CMPN 外部输入为 CIN2 (PA0) 010: 比较器 CMPN 外部输入为 CIN3 (PB7) 011: 比较器 CMPN 外部输入为 CIN4 (PB4) 1xx: 无连接
OPOF	18E.3	R/W	0	OPA 输出 (OPO) 连接到比较器 CMPP 0: 比较器 CMPP 源为 OPA 输出 (OPO) 1: 比较器 CMPP 源为 DAC 外部引脚 (CIPx)
SCIP	18E.2~0	R/W	7	比较器 CMPP 外部输入选择 000: 比较器 CMPP 外部输入为 CIP1 (PA1) 001: 比较器 CMPP 外部输入为 CIP2 (PA2) 010: 比较器 CMPP 外部输入为 CIP3 (PB6) 011: 比较器 CMPP 外部输入为 CIP4 (PD1) 1xx: 无连接

名称	地址	读/写	复位	描述
DACTL (18Fh)				相关功能: DAC/比较器
SVRF	18F.7	R/W	0	DAC 参考电压选择 0: V_{CC} 1: V_{BG} (电压等级由 ADVREFS 选择)
SVL	18F.6~0	R/W	0	DAC 输出电压选择 (参考源可以选择为 V_{CC} 或 V_{BG}) 000_0000: 0/128 * 参考电压 000_0001: 1/128 * 参考电压 ... 111_1110: 126/128 * 参考电压 111_1111: 127/128 * 参考电压
EEPCTL (190h)				相关功能: EEPROM
EEPTO	190.7	R	0	EEPROM 写超时标志 0: 写 EEPROM 未超时 1: 写 EEPROM 超时
EEPTE	190.1~0	R/W	0	启用 EEPROM 写超时 (访问等待时间) 00: 关闭 01: 1.5 ms @5V, 1.7ms @3V 10: 6.0 ms @5V, 6.8ms @3V 11: 12.0ms @5V, 13.6ms @3V
EEPEN (191h)				相关功能: EEPROM
EEPEN	191.7~0	W	0	EEPROM 访问启用 将 0xE2 写入此寄存器将启用 EEPROM 访问 将其他值写入此寄存器将关闭 EEPROM 访问
EEPDT (192h)				相关功能: EEPROM
EEPDT	192.7~0	W	0	要写入的 EEPROM 数据 当 EEPROM 访问启用时, 向该寄存器写入数据将让 H/W 将数据写入 EEPROM

指令集

每条指令是一个 16 位字，分为一个操作码（用于指定指令类型）和一个或多个操作数（用于进一步指定该指令的操作）。下表中将指令分为面向字节，面向位和面向立即数的操作列表。

对于面向字节的指令，“f”代表地址指示符，“d”代表目标指示符。地址指示符用于指定指令将使用程序存储器中的哪个地址。目标指示符指定将操作结果放置在何处。如果“d”为“0”，则结果存入 W 寄存器。如果“d”为“1”，则结果放置在指令指定的地址中。

对于面向位的指令，“b”代表位字段指示符，它选择受操作影响的位数，而“f”代表地址指示符。对于立即数运算，“k”代表立即数或常量值。

简记符号	描述
f	文件寄存器地址
b	位地址
k	立即数.常量数字或标签
d	目标选择字段, 0: 工作寄存器, 1: 文件寄存器
W	工作寄存器
Z	零标志
C	进位标志或/借位标志
DC	十进制进位标志或十进制/借位标志
PC	程序计数器
TOS	顶层堆栈
GIE	总中断使能标志 (i-Flag)
[]	选择字段
()	内容
.	位域
B	之前
A	之后
←	分配方向

助记符		操作码	周期	影响标志	描述
面向字节的文件寄存器指令					
ADDW X	f, d	ff00 0111 dfff ffff	1	C, DC, Z	W 和 "f" 相加
ANDW X	f, d	ff00 0101 dfff ffff	1	Z	W 和 "f" 相与
CLR X	f	ff00 0001 lfff ffff	1	Z	清除 "f"
CLR W		0000 0001 0100 0000	1	Z	清除 W
COM X	f, d	ff00 1001 dfff ffff	1	Z	"f"取反
DEC X	f, d	ff00 0011 dfff ffff	1	Z	"f"减 1
DEC X SZ	f, d	ff00 1011 dfff ffff	1 or 2	-	"f"减 1, 如果为零则跳过
INC X	f, d	ff00 1010 dfff ffff	1	Z	"f"加 1
INC X SZ	f, d	ff00 1111 dfff ffff	1 or 2	-	"f"加 1, 如果为零则跳过
IORW X	f, d	ff00 0100 dfff ffff	1	Z	W 和 "f" 相或
MOV X	f, d	ff00 1000 dfff ffff	1	Z	移 "f"
MOV X W	f	ff00 1000 0fff ffff	1	Z	将 "f"移至 W
MOVW X	f	ff00 0000 lfff ffff	1	-	将 W 移至 "f"
RL X	f, d	ff00 1101 dfff ffff	1	C	"f"带进位位左移
RR X	f, d	ff00 1100 dfff ffff	1	C	"f"带进位位右移
SUBW X	f, d	ff00 0010 dfff ffff	1	C, DC, Z	"f"减 W
SWAP X	f, d	ff00 1110 dfff ffff	1	-	"f"的高低半字节互换
TST X	f	ff00 1000 lfff ffff	1	Z	检测 "f" 是否为 0
XORW X	f, d	ff00 0110 dfff ffff	1	Z	W 和 "f"相异或
面向位的文件寄存器指令					
BC X	f, b	ff11 00bb bfff ffff	1	-	"f"的 "b"位清零
BS X	f, b	ff11 01bb bfff ffff	1	-	"f"的 "b"位置位
BT X SC	f, b	ff11 10bb bfff ffff	1 or 2	-	"f"的 "b"位为 0 则跳过
BT X SS	f, b	ff11 11bb bfff ffff	1 or 2	-	"f"的 "b"位为 1 则跳过
立即数和控制指令					
ADDLW	k	0001 1100 kkkk kkkk	1	C, DC, Z	立即数 "k" 和 W 相加
ANDLW	k	0001 1011 kkkk kkkk	1	Z	立即数 "k" 和 W 相与
L C ALL	k	kk10 0kkk kkkk kkkk	2	-	调用子程序 "k"
CLR W DT		0001 1110 0000 0100	1	TO, PD	清除看门狗定时器
L G OTO	k	kk10 1kkk kkkk kkkk	2	-	跳转至分支 "k"
IORLW	k	0001 1010 kkkk kkkk	1	Z	立即数 "k" 和 W 相或
MOVLW	k	0001 1001 kkkk kkkK	1	-	将立即数 "k" 移至 W
NOP		0000 0000 0000 0000	1	-	空操作指令
RET		0000 0000 0100 0000	2	-	从子程序返回
RETI		0000 0000 0110 0000	2	-	从中断返回
RETLW	k	0001 1000 kkkk kkkk	2	-	带立即数返回, 返回值在 W 中
SLEEP		0001 1110 0000 0011	1	TO, PD	进入睡眠模式, 时钟振荡停止
SUBLW	k	0001 1111 kkkk kkkk	1	C, DC, Z	立即数 "k"减去 W
TABRH		0000 0000 0101 1000	2	-	查找 ROM 高数据到 W
TABRL		0000 0000 0101 0000	2	-	查找 ROM 低数据到 W
XORLW	k	0001 1101 kkkk kkkk	1	Z	立即数 "k" 和 W 相异或

BCX	"f" 的 "b" 位清零
语法	BCX f [,b]
操作数	f : 000h ~ 1FFh, b : 0 ~ 7
运作方式	(f.b) ← 0
影响的状态位	-
操作码	ff11 00bb bfff ffff
描述	寄存器 'f' 中的 'b' 位被清零。
周期	1
范例	BCX FLAG_REG, 7 B : FLAG_REG =0xC7 A : FLAG_REG =0x47
BSX	"f" 的 "b" 位置位
语法	BSX f [,b]
操作数	f : 000h ~ 1FFh, b : 0 ~ 7
运作方式	(f.b) ← 1
影响的状态位	-
操作码	ff11 01bb bfff ffff
描述	寄存器 'f' 中的 'b' 位被置位。
周期	1
范例	BSX FLAG_REG, 7 B : FLAG_REG =0x0A A : FLAG_REG =0x8A
BTXSC	检测 "f" 的 "b" 位，为 0 则跳过
语法	BTXSC f [,b]
操作数	f : 000h ~ 1FFh, b : 0 ~ 7
运作方式	如果 (f.b) = 0 则跳过下一条指令
影响的状态位	-
操作码	ff11 10bb bfff ffff
描述	如果寄存器 'f' 中的位 'b' 为 1，则执行下一条指令。如果寄存器 'f' 中的位 'b' 为 0，则下一条指令放弃执行，而是执行一条 NOP，使其成为 2 周期指令。
周期	1 or 2
范例	LABEL1 BTXSC FLAG, 1 B : PC =LABEL1 TRUE GOTO SUB1 A : 如果 FLAG.1 =0, PC =FALSE FALSE ... 如果 FLAG.1 =1, PC =TRUE
BTXSS	检测 "f" 的 "b" 位，为 1 则跳过
语法	BTXSS f [,b]
操作数	f : 000h ~ 1FFh, b : 0 ~ 7
运作方式	如果 (f.b) = 1 则跳过下一条指令
影响的状态位	-
操作码	ff11 11bb bfff ffff
描述	如果寄存器 'f' 中的位 'b' 为 0，则执行下一条指令。如果寄存器 'f' 中的位 'b' 为 1，则下一条指令放弃执行，而是执行一条 NOP 指令，使其成为 2 周期指令。
周期	1 or 2
范例	LABEL1 BTXSS FLAG, 1 B : PC =LABEL1 TRUE GOTO SUB1 A : 如果 FLAG.1 =0, PC =TRUE FALSE ... 如果 FLAG.1 =1, PC =FALSE

CLR_X	清除 'f'
语法	CLR_X f
操作数	f: 000h ~ 1FFh
运作方式	(f) ← 00h, Z ← 1
影响的状态位	Z
操作码	ff00 0001 1fff ffff
描述	清除寄存器 'f' 的内容, 并将 Z 位置 1。
周期	1
范例	CLR_X FLAG_REG B: FLAG_REG =0x5A A: FLAG_REG =0x00, Z =1
CLR_W	清除 W
语法	CLR_W
操作数	-
运作方式	(W) ← 00h, Z ← 1
影响的状态位	Z
操作码	0000 0001 0100 0000
描述	清除 W 寄存器, 并将 Z 位置 1
周期	1
范例	CLR_W B: W =0x5A A: W =0x00, Z =1
CLR_WDT	清除看门狗定时器
语法	CLR_WDT
操作数	-
运作方式	WDT Timer ← 00h
影响的状态位	TO, PD
操作码	0001 1110 0000 0100
描述	CLR_WDT 指令清除看门狗定时器
周期	1
范例	CLR_WDT B: WDT 计数器 =? A: WDT 计数器 =0x00
COM_X	'f' 取反
语法	COM_X f [,d]
操作数	f: 000h ~ 1FFh, d: 0, 1
运作方式	(目标) ← (f̄)
影响的状态位	Z
操作码	ff00 1001 dfff ffff
描述	寄存器 'f' 的内容被取反。如果 'd' 为 0, 结果放在 W 中。如果 'd' 为 1, 结果放回寄存器 'f' 中。
周期	1
范例	COM_X REG1, 0 B: REG1 =0x13 A: REG1 =0x13, W =0xEC

DECX	"f" 递减
语法	DECX f [,d]
操作数	f : 000h ~ 1FFh, d : 0, 1
运作方式	(目标) ← (f) - 1
影响的状态位	Z
操作码	ff00 0011 dfff ffff
描述	寄存器 'f' 的内容递减。如果 'd' 为 0, 则结果放在 W 寄存器中。如果 'd' 为 1, 结果放回寄存器 'f'。
周期	1
范例	DECX CNT, 1 B : CNT =0x01, Z =0 A : CNT =0x00, Z =1
DECXSZ	"f" 递减, 如果为 0 则跳过
语法	DECXSZ f [,d]
操作数	f : 000h ~ 1FFh, d : 0, 1
运作方式	(目标) ← (f) - 1, 如果结果为 0, 则跳过下一条指令
影响的状态位	-
操作码	ff00 1011 dfff ffff
描述	寄存器 'f' 的内容递减。如果 'd' 为 0, 结果放入 W 寄存器。如果 'd' 为 1, 结果放回寄存器 'f'。如果结果为 1, 则执行下一条指令。如果结果为 0, 则改为执行 NOP, 使其成为 2 周期指令。
周期	1 或 2
范例	LABEL1 DECXSZ CNT, 1 B : PC =LABEL1 GOTO LOOP A : CNT =CNT - 1 CONTINUE 如果 CNT =0, PC =CONTINUE 如果 CNT ≠0, PC =LABEL1 + 1
INCX	"f" 递增
语法	INCX f [,d]
操作数	f : 000h ~ 1FFh
运作方式	(目标) ← (f) + 1
影响的状态位	Z
操作码	ff00 1010 dfff ffff
描述	寄存器 'f' 的内容递增。如果 'd' 为 0, 结果放入 W 寄存器。如果 'd' 为 1, 结果放回寄存器 'f'。
周期	1
范例	INCX CNT, 1 B : CNT =0xFF, Z =0 A : CNT =0x00, Z =1

INCXSZ “F” 递增，如果为 0 则跳过

语法	INCXSZ f [,d]	
操作数	f : 000h ~ 1FFh, d : 0, 1	
运作方式	(目标) ← (f) + 1, 如果结果为 0, 则跳过下一条指令	
影响的状态位	-	
操作码	ff00 1111 dfff ffff	
描述	寄存器 'f' 的内容递增。如果 'd' 为 0, 结果放入 W 寄存器。如果 'd' 为 1, 结果放回寄存器 'f'。如果结果为 1, 则执行下一条指令。如果结果为 0, 则改为执行 NOP, 使其成为 2 周期指令。	
周期	1 or 2	
范例	LABEL1 INCXSZ CNT, 1 GOTO LOOP CONTINUE	B : PC =LABEL1 A : CNT =CNT + 1 如果 CNT =0, PC =CONTINUE 如果 CNT ≠0, PC =LABEL1 + 1

IORLW W 和立即数 “k” 逻辑或

语法	IORLW k	
操作数	k : 00h ~ FFh	
运作方式	(W) ← (W) OR k	
影响的状态位	Z	
操作码	0001 1010 kkkk kkkk	
描述	W 寄存器的内容与 8 位立即数 'k' 进行或运算。结果放在 W 寄存器中。	
周期	1	
范例	IORLW 0x35	B : W =0x9A A : W =0xBF, Z =0

IORWX W 和立即数 “f” 逻辑或

语法	IORWF f [,d]	
操作数	f : 000h ~ 1FFh, d : 0, 1	
运作方式	(目标) ← (W) OR k	
影响的状态位	Z	
操作码	ff00 0100 dfff ffff	
描述	W 寄存器与寄存器 'f' 进行或运算。如果 'd' 为 0, 结果放入 W 寄存器。如果 'd' 为 1, 结果放回寄存器 'f'。	
周期	1	
范例	IORWX RESULT, 0	B : RESULT =0x13, W =0x91 A : RESULT =0x13, W =0x93, Z =0

MOVLW **将立即数移至 W**

语法	MOVLW k	
操作数	k : 00h ~ FFh	
运作方式	(W) ← k	
影响的状态位	-	
操作码	0001 1001 kkkk kkkk	
描述	八位立即数 'k' 被加载到 W 寄存器中。无关位将为 0。	
周期	1	
范例	MOVLW 0x5A	B : W =? A : W =0x5A

MOVWX **将 W 移至 'f'**

语法	MOVWX f	
操作数	f : 000h ~ 1FFh	
运作方式	(f) ← (W)	
影响的状态位	-	
操作码	ff00 0000 1fff ffff	
描述	将数据从 W 寄存器移至寄存器 'f'。	
周期	1	
范例	MOVWX REG1	B : REG1 =0xFF, W =0x4F A : REG1 =0x4F, W =0x4F

NOP **空操作**

语法	NOP	
操作数	-	
运作方式	空操作	
影响的状态位	-	
操作码	0000 0000 0000 0000	
描述	空操作	
周期	1	
范例	NOP	-

RET **从子程序返回**

语法	RET	
操作数	-	
运作方式	PC ← TOS	
影响的状态位	-	
操作码	0000 0000 0100 0000	
描述	从子程序返回。堆栈被弹出，并且堆栈的顶部（TOS）被装入程序计数器。这是两个周期的指令。	
周期	2	
范例	RET	A : PC =TOS

RETI	从中断返回	
语法	RETI	
操作数	-	
运作方式	PC ← TOS, GIE ← 1	
影响的状态位	-	
操作码	0000 0000 0110 0000	
描述	从中断返回。弹出堆栈，并将堆栈顶层（TOS）加载到 PC 中。中断使能。这是两个周期的指令。	
周期	2	
范例	RETI	A : PC =TOS, GIE =1

RETLW	W 带立即数返回	
语法	RETLW k	
操作数	k : 00h ~ FFh	
运作方式	PC ← TOS, (W) ← k	
影响的状态位	-	
操作码	0001 1000 kkkk kkkk	
描述	W 寄存器加载了八位立即数 'k'。程序计数器从堆栈的顶层（返回地址）加载。这是两个周期的指令。	
周期	2	
范例	LCALL TABLE : TABLE ADDWX PCL, 1 RETLW k1 RETLW k2 : RETLW kn	B : W =0x07 A : W =k8 的值

RLX	"f" 通过进位向左移	
语法	RLX f [,d]	
操作数	f : 000h ~ 1FFh, d : 0, 1	
运作方式		
影响的状态位	C	
操作码	ff00 1101 dfff ffff	
描述	寄存器 'f' 的内容通过进位标志向左移动一位。如果 'd' 为 0，结果放入 W 寄存器。如果 'd' 为 1，结果放回寄存器 'f'。	
周期	1	
范例	RLX REG1, 0	B : REG1 =1110 0110, C =0 A : REG1 =1110 0110 W =1100 1100, C =1

SUBWX	"f" 减去 W	
语法	SUBWX f [,d]	
操作数	f : 000h ~ 1FFh, d : 0, 1	
运作方式	(目标) ← (f) - (W)	
影响的状态位	C, DC, Z	
操作码	ff00 0010 dfff ffff	
描述	从寄存器 'f' 中减去 W 寄存器 (2 的补码方法)。如果 'd' 为 0, 则结果放在 W 寄存器中。如果 'd' 为 1, 结果放回寄存器 'f'。	
周期	1	
范例	SUBWX REG1, 1	B : REG1 =0x03, W =0x02, C=?, Z=? A : REG1 =0x01, W =0x02, C=1, Z=0
	SUBWX REG1, 1	B : REG1 =0x02, W =0x02, C=?, Z=? A : REG1 =0x00, W =0x02, C=1, Z=1
	SUBWX REG1, 1	B : REG1 =0x01, W =0x02, C=?, Z=? A : REG1 =0xFF, W =0x02, C=0, Z=0

SWAPX	"f" 互换半字节	
语法	SWAPX f [,d]	
操作数	f : 000h ~ 1FFh, d : 0, 1	
运作方式	(目标,7~4) ← (f.3~0), (目标.3~0) ← (f.7~4)	
影响的状态位	-	
操作码	ff00 1110 dfff ffff	
描述	寄存器 'f' 的高低半字节互换。如果 'd' 为 0, 结果放入 W 寄存器。如果 'd' 为 1, 结果放入寄存器 'f'。	
周期	1	
范例	SWAPX REG1, 0	B : REG1 =0xA5 A : REG1 =0xA5, W =0x5A

TABRH	将 DPTR 高字节返回给 W	
语法	TABRH	
操作数	-	
运作方式	(W) ← ROM[DPTR] 高字节内容, 其中 DPTR = {DPH [max:8], DPL[7:0]}	
影响的状态位	-	
操作码	0000 0000 0101 1000	
描述	W 寄存器加载 ROM[DPTR] 的高字节。这是两个周期的指令。	
周期	2	
范例	MOVLW (TAB1&0xFF)	
	MOVWX DPL	;DPL 为寄存器
	MOVLW (TBA1>>8)&0xFF	
	MOVWX DPH	;DPH 为寄存器
	TABRL	;W =0x89
	TABRH	;W =0x37
	ORG 0234H	
	TAB1:	
	DT 0x3789, 0x2277	;16 位 ROM 数据

TABRL 将 DPTR 低字节返回给 W

语法	TABRL		
操作数	-		
运作方式	(W) ← ROM[DPTR] 低字节内容, 其中 DPTR = {DPH[max:8], DPL[7:0]}		
影响的状态位	-		
操作码	0000 0000 0101 0000		
描述	W 寄存器加载 ROM[DPTR] 的低字节。这是两个周期的指令。		
周期	2		
范例	MOVLW	(TAB1&0xFF)	
	MOVWX	DPL	;DPL 为寄存器
	MOVLW	(TBA1>>8)&0xFF	
	MOVWX	DPH	;DPH 为寄存器
	TABRL		;W =0x89
	TABRH		;W =0x37
		ORG 0234H	
	TAB1:		
	DT	0x3789, 0x2277	;16 位 ROM 数据

TSTX 检测 'f' 是否为 0

语法	TSTX f		
操作数	f : 000h ~ 1FFh		
运作方式	如果 (f) 为 0, 则设置 Z 标志		
影响的状态位	Z		
操作码	ff00 1000 1fff ffff		
描述	如果寄存器 'f' 的内容为 0, 则零标志设置为 1。		
周期	1		
范例	TSTX REG1		B : REG1 =0, Z =? A : REG1 =0, Z =1

XORLW W 和立即数异或

语法	XORLW k		
操作数	k : 00h ~ FFh		
运作方式	(W) ← (W) XOR k		
影响的状态位	Z		
操作码	0001 1101 kkkk kkkk		
描述	W 寄存器的内容与 8 位立即数 'k' 进行异或。结果放在 W 寄存器中。		
周期	1		
范例	XORLW	0xAF	B : W =0xB5 A : W =0x1A

XORWX**W 和 'f' 异或**

语法	XORWX f [,d]
操作数	f : 000h ~ 1FFh, d : 0, 1
运作方式	(目标) ← (W) XOR (f)
影响的状态位	Z
操作码	ff00 0110 dfff ffff
描述	W 寄存器与寄存器 'f' 的内容异或。如果 'd' 为 0，则结果放在 W 寄存器中。如果 'd' 为 1，结果放回寄存器 'f'。
周期	1
范例	XORWX REG1, 1 B : REG1 =0xAF, W =0xB5 A : REG1 =0x1A, W =0xB5

电气特性

 1. 最大绝对额定值 ($T_A = 25^\circ\text{C}$)

参数	范围	单位
电源电压	$V_{SS} - 0.3$ to $V_{SS} + 5.5$	V
输入电压	$V_{SS} - 0.3$ to $V_{CC} + 0.3$	
输出电压	$V_{SS} - 0.3$ to $V_{CC} + 0.3$	
每个引脚的高电位输出电流	-25	mA
所有引脚的高电位输出电流	-80	
每个引脚的低电位输出电流	+30	
所有引脚的低电位输出电流	+150	
最大工作电压	5.5	V
工作温度	-40 to +105	°C
储存温度	-65 to +150	

 2. 直流特性 ($T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_{CC} = 5.0\text{V}$, 除非另有规定)

参数	符号	条件		最小	典型	最大	单位
工作电压	V_{CC}	Fsys = 20 MHz (FXT)		2.1	-	5.5	V
		Fsys = 16 MHz (FIRC)		1.9	-	5.5	V
		Fsys = 8 MHz (FIRC/2)		1.4	-	5.5	V
输入高电压	V_{IH}	所有输入	$V_{CC} = 3.0\sim 5.0\text{V}$	$0.6V_{CC}$	-	V_{CC}	V
输入低电压	V_{IL}	所有输入	$V_{CC} = 3.0\sim 5.0\text{V}$	V_{SS}	-	$0.2V_{CC}$	V
I/O 端口 拉电流	I_{OH}	所有引脚	$V_{CC} = 5.0\text{V}$, $V_{OH} = 4.5\text{V}$	6	12	-	mA
			$V_{CC} = 3.0\text{V}$, $V_{OH} = 2.7\text{V}$	2.5	5	-	
I/O 端口 灌电流	I_{OL}	所有引脚 (HSINK=1)	$V_{CC} = 5.0\text{V}$, $V_{OL} = 0.5\text{V}$	40	75	-	mA
			$V_{CC} = 3.0\text{V}$, $V_{OL} = 0.3\text{V}$	18	35	-	
		所有引脚 (HSINK=0)	$V_{CC} = 5.0\text{V}$, $V_{OL} = 0.5\text{V}$	25	40	-	mA
			$V_{CC} = 3.0\text{V}$, $V_{OL} = 0.3\text{V}$	10	18	-	
输入漏电流 (引脚为高)	I_{ILH}	所有输入	$V_{IN} = V_{CC}$	-	-	1	μA
输入漏电流 (引脚为低)	I_{ILL}	所有输入	$V_{IN} = 0\text{V}$	-	-	-1	μA

参数	符号	条件	最小	典型	最大	单位	
工作电流 (空载)	I _{CC}	快速模式 FXT 20 MHz	V _{CC} = 5.0V	-	7.6	-	mA
			V _{CC} = 3.0V	-	4.1	-	
		快速模式 FIRC 16 MHz	V _{CC} = 5.0V	-	6.7	-	
			V _{CC} = 3.0V	-	3.8	-	
		快速模式 FIRC 8 MHz	V _{CC} = 5.0V	-	4.9	-	
			V _{CC} = 3.0V	-	2.9	-	
		快速模式 FIRC 4 MHz	V _{CC} = 5.0V	-	4.0	-	
			V _{CC} = 3.0V	-	2.5	-	
		快速模式 FIRC 2 MHz	V _{CC} = 5.0V	-	3.5	-	
			V _{CC} = 3.0V	-	2.2	-	
		慢速模式 SXT 32 KHz FIRC 停止	V _{CC} = 5.0V	-	2.2	-	
			V _{CC} = 3.0V	-	1.6	-	
		慢速模式 SIRC 除 1 FIRC 停止	V _{CC} = 5.0V	-	2.2	-	μA
	V _{CC} = 3.0V	-	1.6	-			
慢速模式 SIRC 除 1 FIRC 停止 POR/LVR 关闭	V _{CC} = 5.0V	-	1.7	-			
	V _{CC} = 3.0V	-	1.2	-			
空闲模式 SIRC 除 1 POR/LVR 关闭	V _{CC} = 5.0V	-	20	-			
	V _{CC} = 3.0V	-	5.8	-	μA		
停止模式 POR/LVR 关闭	V _{CC} = 5.0V	-	-	1			
	V _{CC} = 3.0V	-	-	1	K Ω		
上拉电阻	R _{UP}	V _{IN} = 0 V 端口 A, B, D	V _{CC} = 5.0V	-		35	-
			V _{CC} = 3.0V	-	35	-	

3. 时钟时序

参数	条件	最小	典型	最大	单位
FIRC 频率(*)	T _A = -40°C ~ 105°C V _{CC} = 3.0 ~ 5.0V	-5%	16	+1.5%	MHz
	T _A = -40°C ~ 105°C V _{CC} = 4.0 V	-3%	16	+1.5%	
	T _A = 0°C ~ 70°C V _{CC} = 4.0 V	-2%	16	+1.5%	
	T _A = 25°C V _{CC} = 3.0 ~ 5.0 V	-1%	16	+1%	
	T _A = 25°C V _{CC} = 4.0 V	-0.5%	16	+0.5%	

(*) FIRC 频率可除以 1/2/4/8.

4. 复位时间特性 (T_A = 25°C)

参数	条件	最小	典型	最大	单位
复位输入低脉宽	输入 V _{CC} = 5.0 V ± 10 %	-	30	-	μs
WDT 时间	V _{CC} = 5.0 V, WDT_PSC = 11b	-	1536	-	ms
WKT 时间	V _{CC} = 5.0 V, WKT_PSC = 11b	-	96	-	ms
CPU 启动时间	V _{CC} = 5.0 V	-	24	-	ms

5. LVR 电路特性 ($T_A = 25^\circ\text{C}$)

参数	符号	条件	最小	典型	最大	单位
LVR 参考电压	$V_{LVR_{th}}$	$T_A = 25^\circ\text{C}$	-	2.05	-	V
			-	2.20	-	
			-	2.30	-	
			-	2.45	-	
			-	2.60	-	
			-	2.75	-	
			-	2.90	-	
			-	3.00	-	
			-	3.15	-	
			-	3.30	-	
			-	3.45	-	
			-	3.60	-	
			-	3.70	-	
			-	3.85	-	
			-	4.00	-	
-	4.15	-				
LVR 迟滞电压	V_{HYS_LVR}	$T_A = 25^\circ\text{C}$	-	20	-	mV
低电压检测时间	T_{LVR}	$T_A = 25^\circ\text{C}$	100	-	-	μs

 6. LVD 电路特性 ($T_A = 25^\circ\text{C}$)

参数	符号	条件	最小	典型	最大	单位
LVD 参考电压	$V_{LVD_{th}}$	$T_A = 25^\circ\text{C}$	-	2.20	-	V
			-	2.30	-	
			-	2.45	-	
			-	2.60	-	
			-	2.75	-	
			-	2.90	-	
			-	3.00	-	
			-	3.15	-	
			-	3.30	-	
			-	3.45	-	
			-	3.60	-	
			-	3.70	-	
			-	3.85	-	
			-	4.00	-	
			-	4.15	-	
LVD 迟滞电压	V_{HYS_LVD}	LVDHYS = 0	-	20	-	mV
		LVDHYS = 1	-	40	-	
低电压检测时间	T_{LVD}	$T_A = 25^\circ\text{C}$	100	-	-	μs

7. ADC 电气特性 ($T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_{CC} = 3.0\text{V}$ to 5.5V , $V_{SS} = 0\text{V}$)

参数	条件	最小	典型	最大	单位
总精度	$V_{CC} = 5.0\text{V}$, $V_{SS} = 0\text{V}$, $F_{ADC} = 1\text{MHz}$	-	± 3	± 13	LSB
积分非线性误差		-	± 3.2	± 15	
微分非线性误差		-	± 1	± 4	
最大输入时钟频率 (F_{ADC})	信号驱动源阻抗 ($R_s < 10\text{K ohm}$)	-	-	2	MHz
	信号驱动源阻抗 ($R_s < 20\text{K ohm}$)	-	-	1	
	信号驱动源阻抗 ($R_s < 50\text{K ohm}$)	-	-	0.5	
	信号来源是 VBG (ADCHS=01110b)	-	-	2	
转换时间	$F_{ADC} = 1\text{MHz}$	-	50	-	μs
带隙电压参考 (V_{BG})	25°C , $V_{CC} = 3.0\text{V} \sim 5.0\text{V}$	-1%	1.20	+1%	V
	$25^\circ\text{C} \sim 105^\circ\text{C}$, $V_{CC} = 3.0\text{V} \sim 5.0\text{V}$	-1%	1.20	+1.5%	V
	$-20^\circ\text{C} \sim 105^\circ\text{C}$, $V_{CC} = 3.0\text{V} \sim 5.0\text{V}$	-2%	1.20	+1.5%	V
ADC 参考电压 (V_{REF}) (ADVREFS=01b)	25°C , $V_{CC} = 3.0\text{V} \sim 5.5\text{V}$	-1.2%	2.48	+1.2%	V
	$-20^\circ\text{C} \sim 105^\circ\text{C}$, $V_{CC} = 3.0\text{V} \sim 5.5\text{V}$	-2.5%	2.48	+2%	V
$V_{CC}/4$ 参考电压	25°C , $V_{CC} = 3.0\text{V} \sim 5.5\text{V}$	-1%	$0.25V_{CC}$	+1%	V
输入电压	-	V_{SS}	-	V_{CC}	V

8. EEPROM 特性

参数	条件	最小	典型	最大	单位
写电压	$-20^\circ\text{C} \sim 105^\circ\text{C}$	3.0	5.0	5.5	V
	$-40^\circ\text{C} \sim 105^\circ\text{C}$	3.5	5.0	5.5	
写耐用性*	$V_{CC} = 3.0\text{V} \sim 5.5\text{V}$, $-40^\circ\text{C} \sim 105^\circ\text{C}$	30K	-	-	周期数
	$V_{CC} = 3.0\text{V} \sim 5.5\text{V}$, $-20^\circ\text{C} \sim 105^\circ\text{C}$	40K	-	-	
	$V_{CC} = 3.0\text{V} \sim 5.5\text{V}$, $-10^\circ\text{C} \sim 105^\circ\text{C}$	50K	-	-	

注: 此参数数值是基于测试样本的特性值。

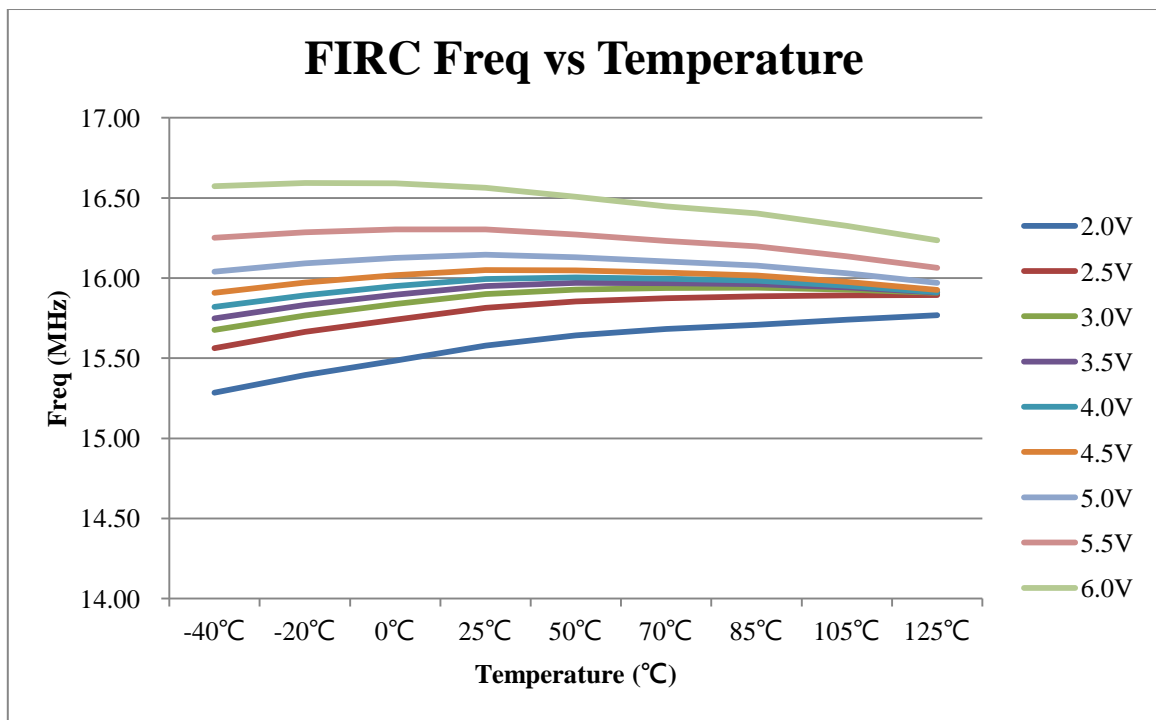
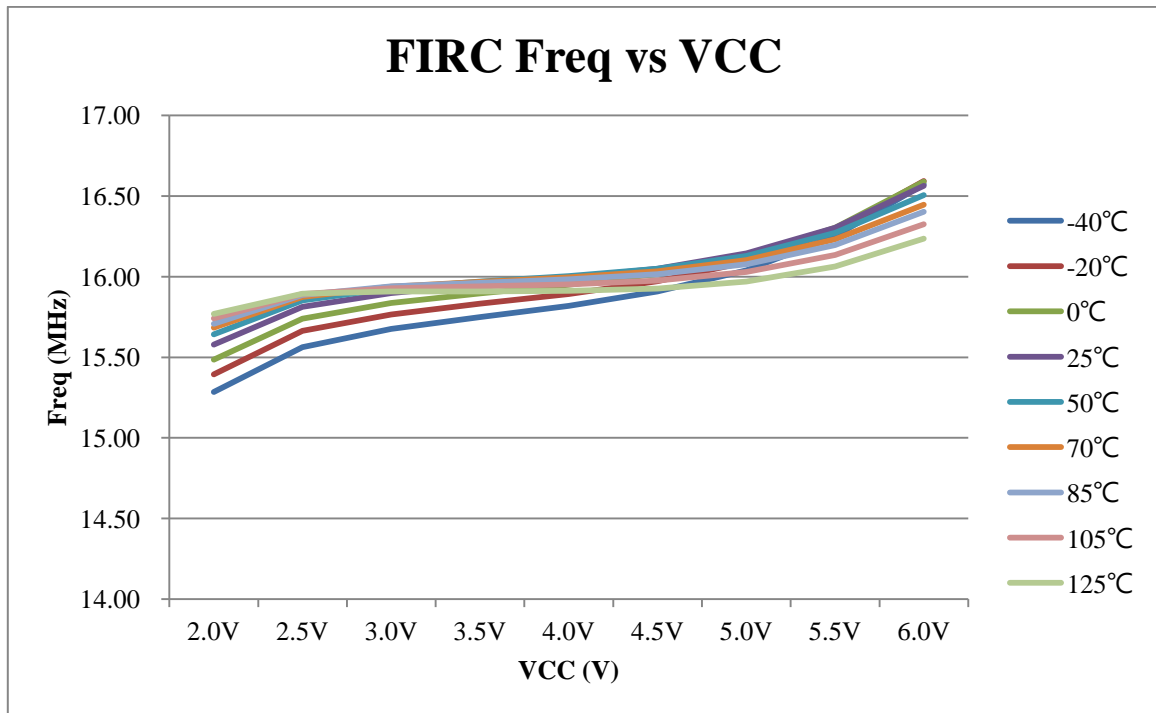
9. OPA 电气特性 ($T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_{CC} = 5.0\text{V}$, $V_{SS} = 0\text{V}$)

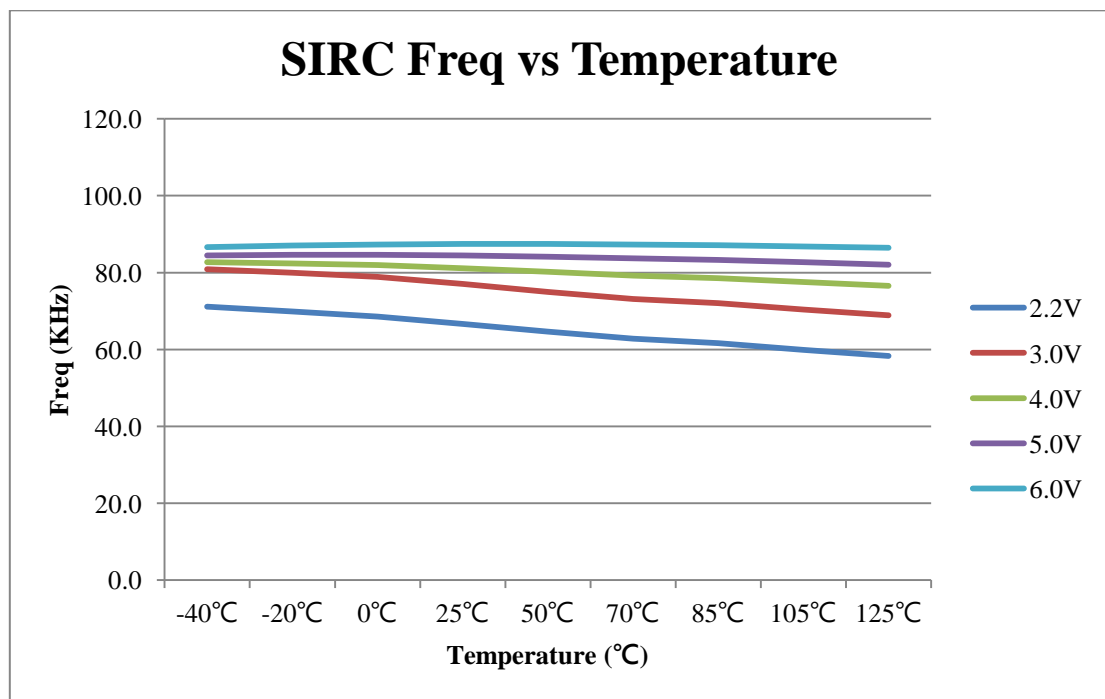
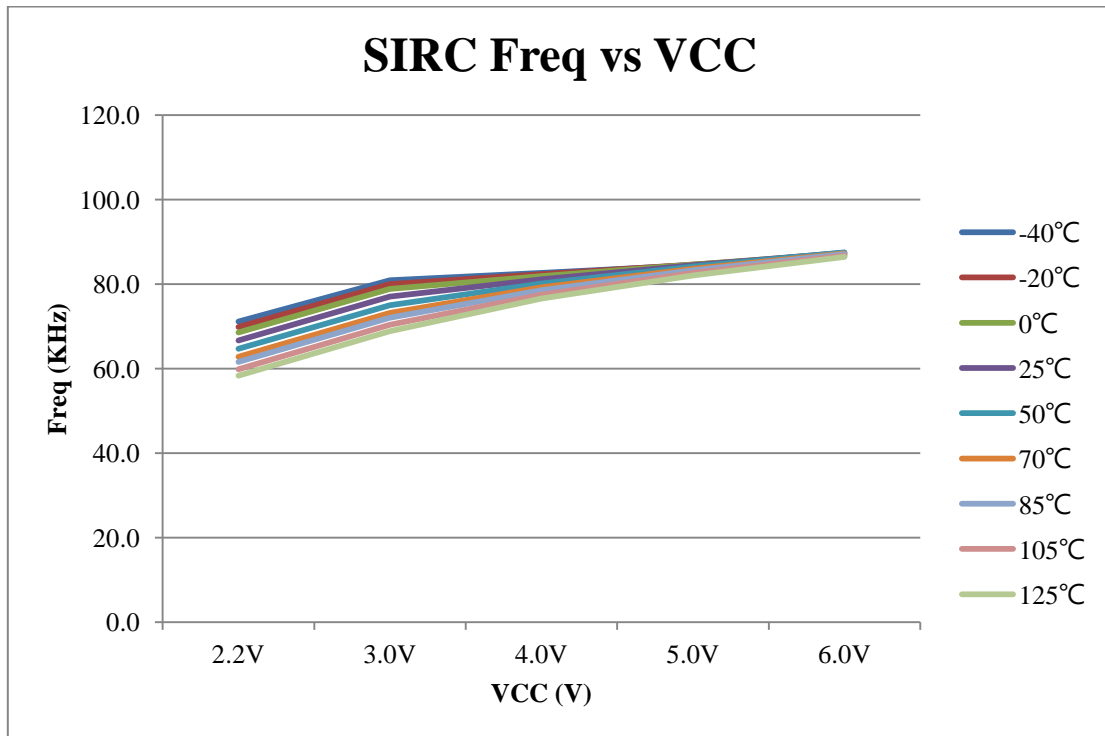
参数	条件	最小	典型	最大	单位
电源电压	-	2.2	-	5.5	V
V_{icm}	-	0.1	-	$V_{CC}-0.7$	V
V_{os2}	校准后	-	2	-	mV
$\Delta V_{os} / \Delta T$	校准后	-	4	8	$\mu\text{V}/\text{C}$
AVOL	$R_L = 1\text{M ohm}$, $C_L = 100\text{pF}$, $V_i = 0.1$ to 4V , $V_o = 1$ to 4V	-	100	-	dB
GBW	$R_L = 1\text{M ohm}$, $C_L = 100\text{pF}$	-	2	-	MHz
CMRR	$V_o = 2\text{V}$	-	80	-	dB
PSRR	$V_o = 2\text{V}$	-	80	-	dB
ICC	Gain = 1, OPP = 5V, OPO > 2.5V at $V_{CC} = 5\text{V}$	-	200	-	μA
SR	空载	-	1.2	-	$\text{V}/\mu\text{s}$
IOH	Gain = 1, OPP = 5V, OPO > 2.5V at $V_{CC} = 5\text{V}$	-	8	-	mA
IOL	Gain = 1, OPP = 5V, OPO > 2.5V at $V_{CC} = 5\text{V}$	-	14	-	mA

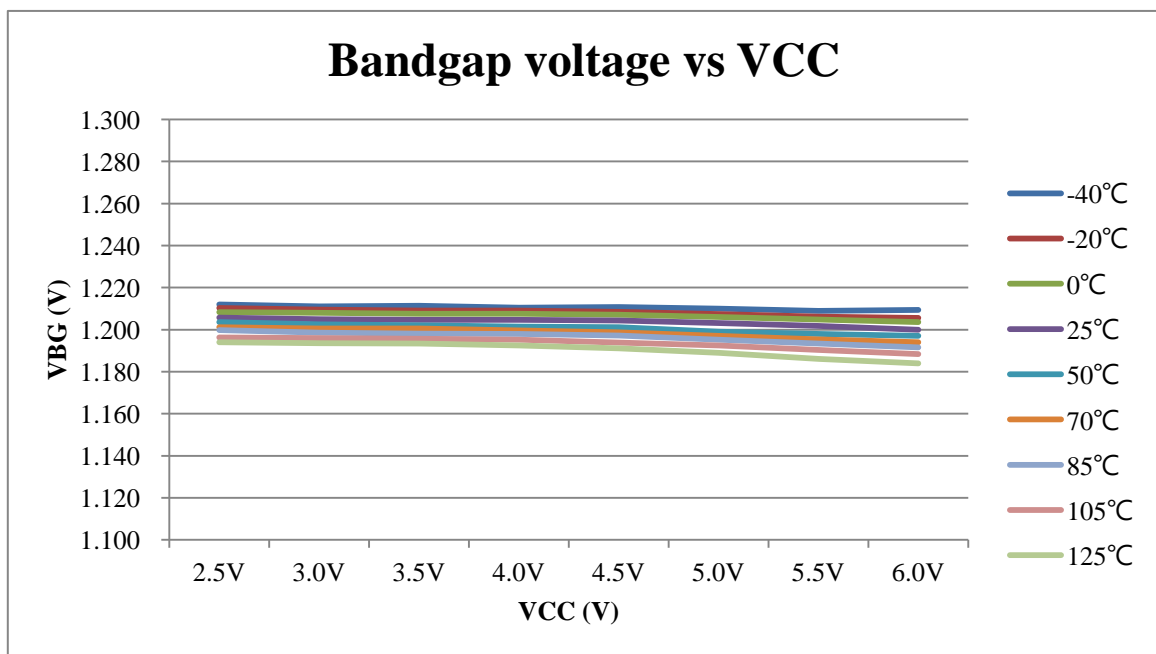
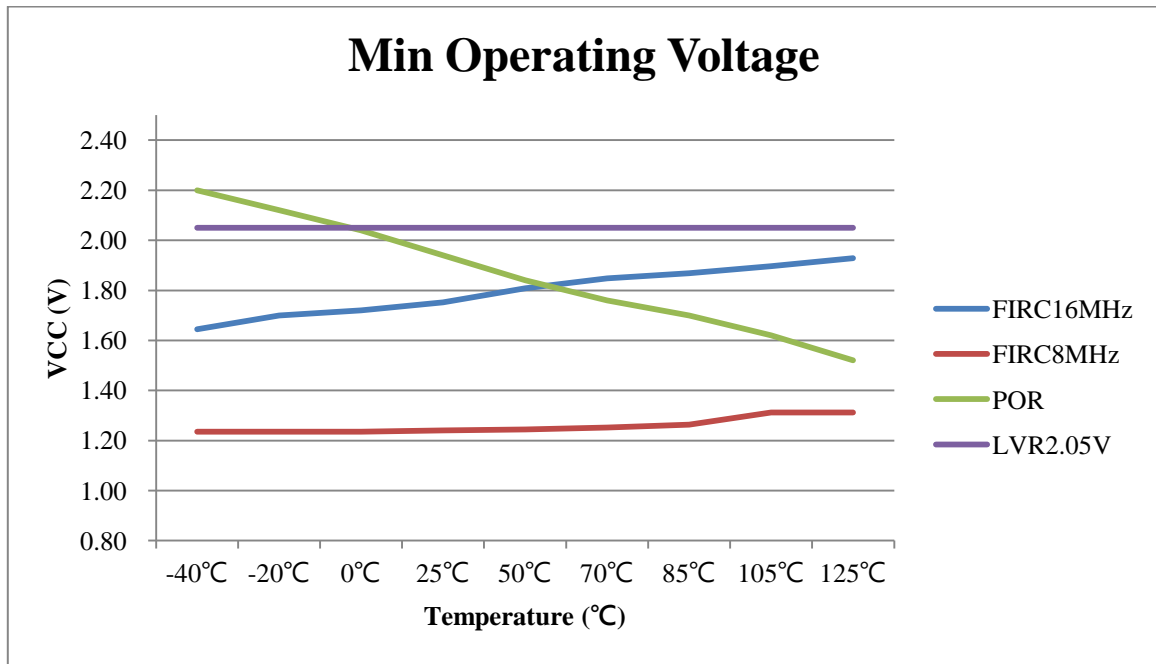
10. 比较器特性 ($T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_{CC} = 3.0\text{V}$ to 5.5V , $V_{SS} = 0\text{V}$)

参数	条件	最小	典型	最大	单位
电源电压	-	2.2	-	5.5	V
静态电流	$V_{CC} = 5.0\text{V}$	-	100	-	μA
DAC Current	$V_{CC} = 5.0\text{V}$	60	-	220	μA
V_{OS_CMP}	$V_{CC} = 5.0\text{V}$	-15	-	15	mV
V_{CM_CMP}	$V_{CC} = 5.0\text{V}$	0	-	$V_{CC}-0.5$	V
V_{HYS_CMP}	$V_{CC} = 5.0\text{V}$	20	30	40	mV

11. 特性曲线图





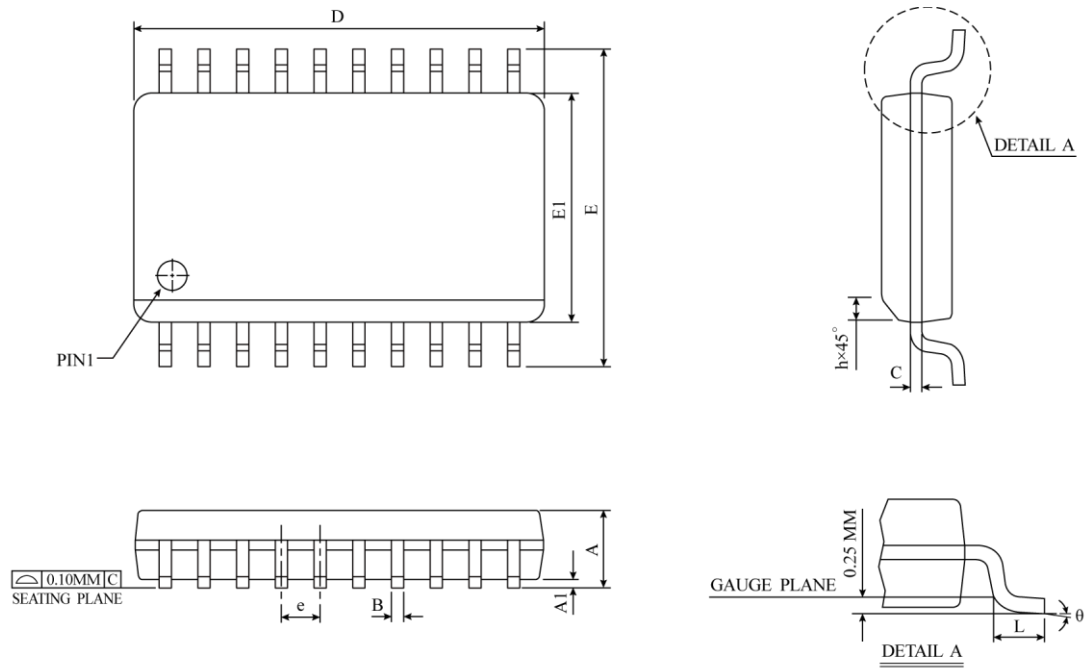


封装信息

请注意，此处提供的包装信息仅供参考。由于此信息经常更新，因此用户可以联系销售人员以咨询最新的包装信息和库存。

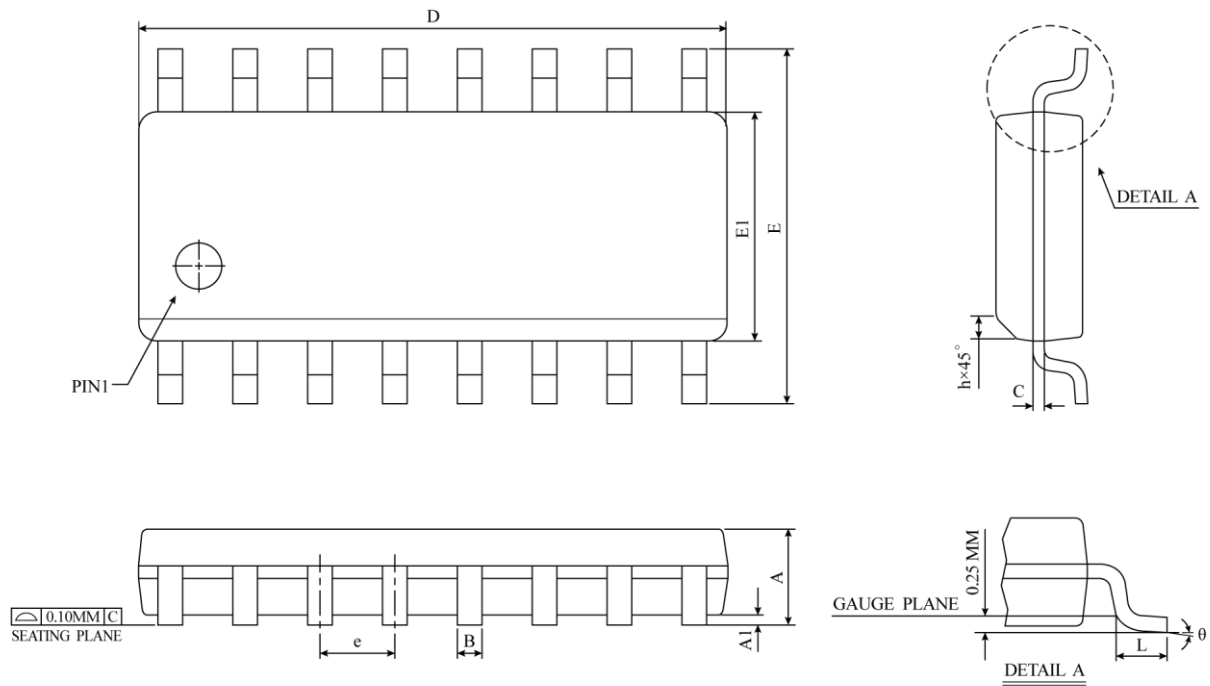
订购信息:

Ordering number	Package
TM56F1522-MTP	Wafer / Dice 空片
TM56F1552-MTP	
TM56F1552T-MTP	
TM56F1522-COD	Wafer / Dice 带代码
TM56F1552-COD	
TM56F1552T-COD	
TM56F1522-MTP-21	SOP 20-pin (300 mil)
TM56F1552-MTP-21	
TM56F1552T-MTP-21	
TM56F1522-MTP-16	SOP 16-pin (150 mil)
TM56F1552-MTP-16	
TM56F1552T-MTP-16	
TM56F1522-MTP-D1	QFN 20-pin (3x3x0.74-0.4 mm) (L=0.25 mm)
TM56F1552-MTP-D1	
TM56F1552-MTP-46	TSSOP 20-pin (173 mil)

20-SOP (300 mil) 封装尺寸


SYMBOL	DIMENSION IN MM			DIMENSION IN INCH		
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX
A	2.35	2.50	2.65	0.0926	0.0985	0.1043
A1	0.10	0.20	0.30	0.0040	0.0079	0.0118
B	0.33	0.42	0.51	0.0130	0.0165	0.0200
C	0.23	0.28	0.32	0.0091	0.0108	0.0125
D	12.60	12.80	13.00	0.4961	0.5040	0.5118
E	10.00	10.33	10.65	0.3940	0.4425	0.4910
E1	7.40	7.50	7.60	0.2914	0.2953	0.2992
e	1.27 BSC			0.050 BSC		
h	0.25	0.50	0.75	0.0100	0.0195	0.0290
L	0.40	0.84	1.27	0.0160	0.0330	0.0500
θ	0°	4°	8°	0°	4°	8°
JEDEC	MS-013 (AC)					

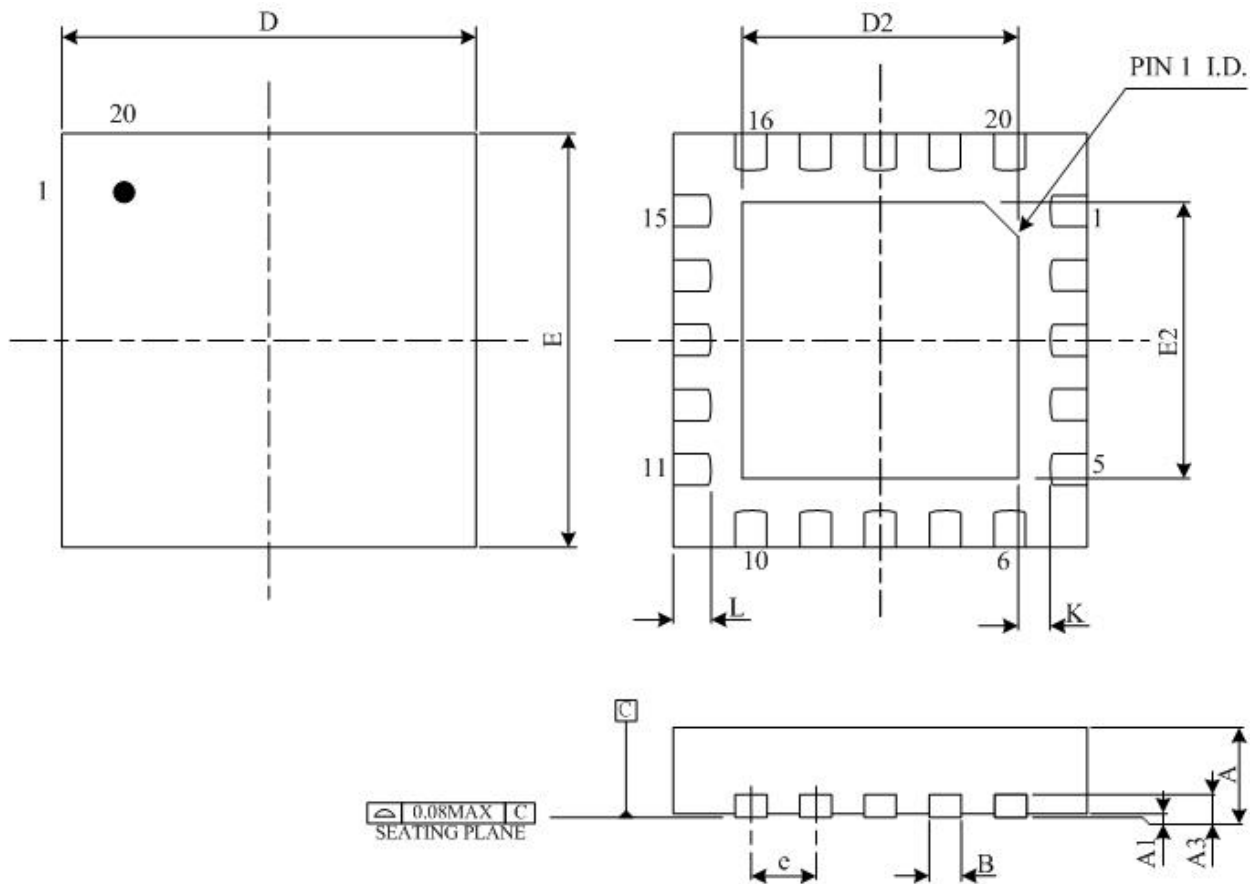
△ * NOTES : DIMENSION "D" DOES NOT INCLUDE MOLD FLASH, PROTRUSIONS OR GATE BURRS.
MOLD FLASH, PROTRUSIONS AND GATE BURRS SHALL
NOT EXCEED 0.15 MM (0.006 INCH) PER SIDE.

16-SOP (150 mil) 封装尺寸


SYMBOL	DIMENSION IN MM			DIMENSION IN INCH		
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX
A	1.35	1.55	1.75	0.0532	0.0610	0.0688
A1	0.10	0.18	0.25	0.0040	0.0069	0.0098
B	0.33	0.42	0.51	0.0130	0.0165	0.0200
C	0.19	0.22	0.25	0.0075	0.0087	0.0098
D	9.80	9.90	10.00	0.3859	0.3898	0.3937
E	5.80	6.00	6.20	0.2284	0.2362	0.2440
E1	3.80	3.90	4.00	0.1497	0.1536	0.1574
e	1.27 BSC			0.050 BSC		
h	0.25	0.38	0.50	0.0099	0.0148	0.0196
L	0.40	0.84	1.27	0.0160	0.0330	0.0500
θ	0°	4°	8°	0°	4°	8°
JEDEC	MS-012 (AC)					

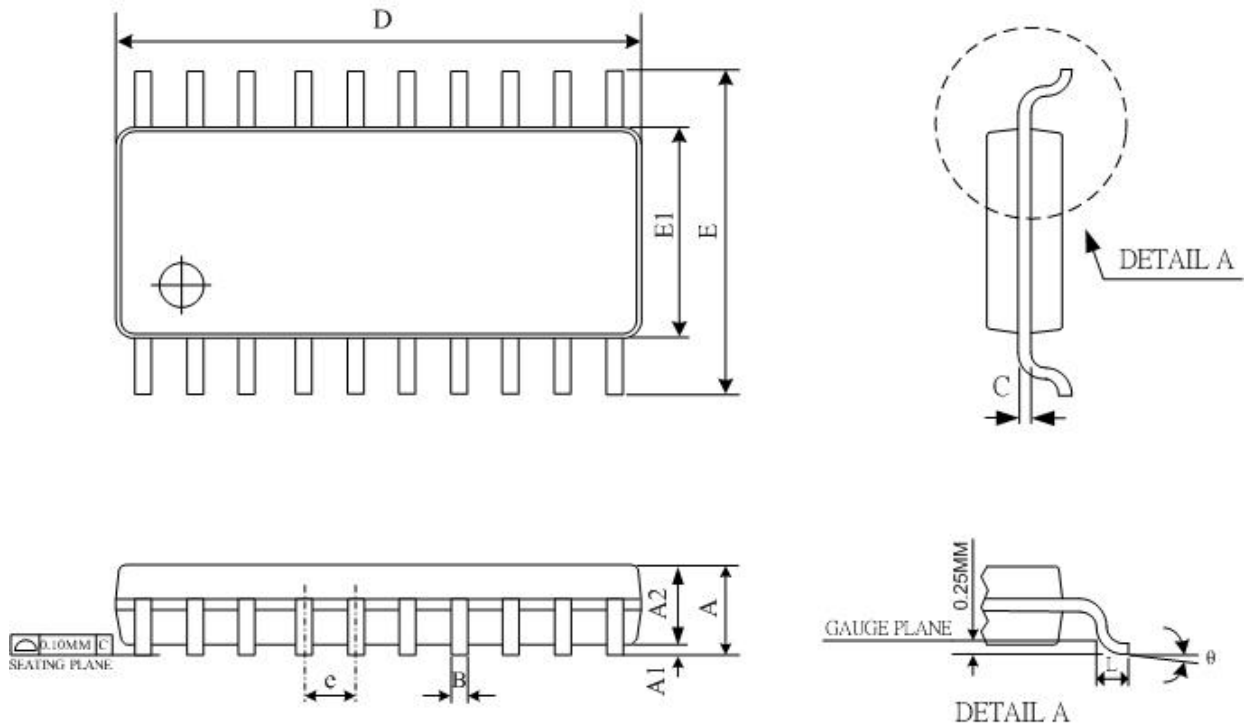
△ * NOTES : DIMENSION "D" DOES NOT INCLUDE MOLD FLASH, PROTRUSIONS OR GATE BURRS.
MOLD FLASH, PROTRUSIONS AND GATE BURRS SHALL
NOT EXCEED 0.15 MM (0.006 INCH) PER SIDE.

20-QFN (3x3x0.75-0.4 mm) (L=0.25 mm) 封装尺寸



SYMBOL	DIMENSION IN MM			DIMENSION IN INCH		
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX
A	0.70	0.75	0.80	0.028	0.030	0.031
A1	0.00	0.02	0.05	0.00	0.001	0.002
A3	0.203 REF			0.008 REF		
B	0.15	0.20	0.25	0.006	0.008	0.010
D	3 BSC			0.118 BSC		
E	3 BSC			0.118 BSC		
D2	1.80	1.90	2.00	0.071	0.075	0.079
E2	1.80	1.90	2.00	0.071	0.075	0.079
e	0.40 BSC			0.016 BSC		
L	0.15	0.25	0.35	0.006	0.010	0.014
K	0.30 REF			0.012 REF		
JEDEC	MO-220					

20-TSSOP (173 mil) 封装尺寸



SYMBOL	DIMENSION IN MM			DIMENSION IN INCH		
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX
A	-	-	1.2	-	-	0.047
A1	0.05	0.10	0.15	0.002	0.004	0.006
A2	0.8	0.93	1.05	0.031	0.036	0.041
B	0.19	-	0.3	0.007	-	0.012
D	6.4	6.5	6.6	0.252	0.256	0.260
E	6.25	6.4	6.55	0.246	0.252	0.258
E1	4.3	4.4	4.5	0.169	0.173	0.177
e	0.65 BSC			0.026 BSC		
L	0.45	0.60	0.75	0.018	0.024	0.030
θ	0 °		8 °	0 °		8 °
JEDEC	MO-153 AC REV.F					

Notes :

- 1.DIMENSION "D" DOES NOT INCLUDE MOLD FLASH, PROTRUSIONS OR GATE BURRS. MOLD FLASH, PROTRUSIONS OR GATE BURRS SHALL NOT EXCEED 0.15 PER SIDE.
- 2.DIMENSION "E1" DOES NOT INCLUDE INTERLEAD FLASH OR PROTRUSION. INTERLEAD FLASH OR PROTRUSION SHALL NOT EXCEED 0.25 PER SIDE.
- 3.DIMENSION "B" DOES NOT INCLUDE DAMBAR PROTRUSION.ALLOWABLE DAMBAR PROTRUSION SHALL BE 0.08MM TOTAL IN EXCESS OF THE "B" DIMENSION AT MAXIMUM METERIAL CONDITION. DAMBAR CANNOT BE LOCATED ON THE LOWER RADIUS OF THE FOOT. MINIMUM SPACE BETWEEN PROTRUSION AND ADJACENT LEAD IS 0.07MM.