



Powerlink Microelectronics

## PL51T020

低功耗高性能  
ADC 型/电容触摸型  
Flash 8051 MCU

### 芯片概述:

PL51T020 是单芯片实现触摸按键功能的微控制器，内置高性能单周期 ET8051 内核，完全兼容标准的 80C51 微控制器，指令执行只需 1~4 个时钟周期，是标准 8051 执行速度的 7~8 倍。该系列器件具有 22 个双向通用 I/O，支持 14 个中断源（包括 2 个外部中断），具有 4 个中断优先级，内部完全集成了触摸按键功能，应用时无需增加外接元件。

芯片内部集成高达 16 个触摸按键功能（其中 4 个触摸按键可以从 P2.7~P2.4 转移到 P0.0~P0.3）。在触摸按键产品应用开发方面，该器件为用户提供简单、可靠并易于实现的方法。

该器件采用特殊的算法减少触摸动作的误判，提高触摸按键在恶劣环境下应用的可靠性。支持自动校准配置，触摸按键可以工作在更宽的动态电容范围，同时降低功耗、提高识别的灵敏度。

为了提高可靠性和降低成本，器件内置可靠的看门狗定时器（WDT）、低电压检测（LPD）、低电压复位（LVR）功能模块。外加优秀的抗干扰和 ESD 保护，确保单片机能够在恶劣的电磁干扰环境下可靠地运行。

器件内部集成高频、低频振荡器，具有在不同工作模式之间动态切换的能力，从而优化微控制器的操作并且减少功耗。

为了减少功耗，器件可以工作在三种低功耗模式下：绿色 IDLE 模式、停止 STOP 模式和睡眠 SLEEP 模式；在低功耗模式下，支持键盘快速唤醒。

器件内建完整的 UART、I2C 及 SPI 接口，为设计者提供一个与外部硬件通信的接口。

在存储器方面，除了 4K 字节的 Flash 程序存储器，还包含一个 256 字节的 RAM 数据存储器和 128 字节的 EEPROM 存储器。可配置程序区、数据区读出控制权限，同时程序区代码加密扰码存储，高安全级别地保护用户程序及数据。

支持在芯片编程 ICP 功能，用户可在应用板上直接升级程序区和数据区代码。

为了方便用户使用，聚元微提供在线调试烧写器和脱机批量烧录器。

### Key Features:

- 1T增强型ET8051内核
- 内置4K字节Flash与128字节EEPROM
- 集成16+4（移位）电容触摸按键
- 工作频率@工作电压：  
~4MHz@2.0~5.5V；  
~8MHz@2.4~5.5V；  
~12MHz@2.7~5.5V
- 工作温度：-40℃~+125℃
- 支持晶振、内部32KHz RC振荡、内部高精度RC振荡（4/8/12MHz，±2%）、外部时钟输入
- 可编程系统时钟
- 最多22个双向通用I/O口
- 14个中断源，4级中断
- 8个键盘Keyboard中断
- 2个外部中断
- 支持上电复位POR/低电压复位LVR/低电压检测LPD
- 3个16位定时器/计数器
- 4路12位PWM：PWM0/1/2/3
- 内置可预分频的看门狗定时器WDT
- 支持UART/SPI/I2C接口
- 集成模拟比较器ACMP
- 集成8通道11位ADC
- 多种工作模式：正常Normal模式、绿色IDLE模式、停止STOP模式和睡眠SLEEP模式
- 支持在芯片编程功能ICP
- 封装形式：24/20/16/8管脚
- 高安全级别的存储器权限控制
- Flash程序区：40年、10万次
- EEPROM数据区：40年、50万次

### Applications:

- 智能家居，智能LED调光调色
- 鼠标、键盘和游戏控制器
- 遥控装置
- 电磁炉、微波炉、洗衣机、洗碗机、冰箱、空调、玩具等



## 产品选型

产品型号	封装	程序区 Flash	数据区 EEPROM*5	RAM	Timer	PWM	Freq@ Voltage	I/O	接口 UART/SPI/I2C	ACMP	T.S.	Touch Key*1 /Wakeup(Max)	ADC*1
<b>Touch Key Series</b>													
PL51T020B24	SSOP24	4KB	128B	256B	3	4+1		22	1/1/1	1	1	16+4*3/16	11b/8ch
PL51T020N24	QFN24												
PL51T020T20	TSSOP20	4KB	128B	256B	3	4+1	~ 4M@2.0~5.5V	18	1/1/1	1	1	12+4*2/16	11b/4ch
PL51T020N20	QFN20						~ 8M@2.4~5.5V						
PL51T020S16	SOP16	4KB	128B	256B	3	4+1	~12M@2.7~5.5V	14	1/1/1	-	1	8+4*2/12	11b/4ch
PL51T020N16	QFN16												
PL51T020S8	SOP8	4KB	128B	256B	3	4+1		6	-	1*4	1	3+2*2/5	11b/2ch

注: \*1: 电容触摸按键检测功能和 ADC 功能不能同时使用, 但可以分时使用;

\*2: 移位的触控按键<15:12>具有唤醒功能;

\*3: 移位的触控按键<15:12>和原始端口的可以分时工作, 但仅其中一组<15:12>具有唤醒功能;

\*4: ACMP 比较器源, 仅在 CMP1 和 INTVREF (1.2V)之间;

\*5: 为了保证数据 EEPROM 可以稳定编程, LVR 需要开启并设置大于等于 2.4V 的值。

# 目录

芯片概述.....	1
产品选型.....	2
目录.....	3
<b>1 概述.....</b>	<b>9</b>
<b>2 特性.....</b>	<b>10</b>
<b>3 快速参考数据.....</b>	<b>11</b>
<b>4 引脚配置.....</b>	<b>12</b>
4.1 引脚图.....	12
4.2 引脚说明.....	16
4.3 术语和符号约定.....	17
<b>5 模块框图.....</b>	<b>18</b>
<b>6 存储单元.....</b>	<b>19</b>
6.1 程序存储器.....	19
6.2 外部数据存储器.....	19
6.3 数据指针寄存器.....	19
6.4 内部数据存储器.....	20
<b>7 特殊功能寄存器.....</b>	<b>21</b>
7.1 特殊功能寄存器的位置.....	21
7.2 特殊功能寄存器复位值.....	23
7.3 特殊功能寄存器的定义.....	26
7.3.1 累加器-ACC.....	26
7.3.2 B寄存器-B.....	26
7.3.3 程序状态寄存器-PSW.....	26
7.3.4 堆栈-SP.....	27
7.3.5 数据指针-DPH, DPL.....	28
7.3.6 时钟控制-CKCON.....	28
7.3.7 定时访问-TA.....	28
7.3.8 软复位-SRST.....	29
<b>8 增强型CPU.....</b>	<b>30</b>
<b>9 系统时钟.....</b>	<b>31</b>
9.1 概述.....	31
9.2 时钟定义.....	31
9.3 晶振和陶瓷振荡器.....	33
9.4 内部 4/8/12MHz RC振荡器.....	33
9.5 外部时钟.....	33
9.6 内部 32KHz时钟.....	33

9.7	系统时钟输出.....	33
9.8	寄存器定义.....	34
9.8.1	系统时钟预分频SCKCON.....	34
<b>10</b>	<b>复位.....</b>	<b>35</b>
10.1	概述.....	35
10.2	上电复位POR.....	35
10.3	低电压复位LVR.....	36
10.4	低电压检测LPD.....	36
10.5	外部复位RSTB.....	36
10.6	硬件看门狗复位.....	36
10.7	寄存器定义.....	37
10.7.1	复位控制-RSTCON.....	37
<b>11</b>	<b>省电模式.....</b>	<b>38</b>
11.1	概述.....	38
11.2	空闲模式.....	38
11.3	停止模式.....	39
11.4	睡眠模式.....	39
11.5	寄存器定义.....	39
11.5.1	电源控制-PCON.....	39
<b>12</b>	<b>中断.....</b>	<b>41</b>
12.1	概述.....	41
12.2	中断源.....	41
12.3	中断优先级.....	43
12.4	中断响应时间.....	45
12.5	中断输入.....	45
12.6	寄存器定义.....	46
12.6.1	中断允许寄存器0-IE0.....	46
12.6.2	中断允许寄存器1-IE1.....	46
12.6.3	中断请求控制寄存器-IRCON.....	47
12.6.4	中断优先级寄存器0-IP0.....	48
12.6.5	高中断优先级寄存器0-IP0H.....	48
12.6.6	中断优先级寄存器1-IP1.....	48
12.6.7	高中断优先级寄存器1-IP1H.....	49
<b>13</b>	<b>外部中断.....</b>	<b>50</b>
<b>14</b>	<b>键盘接口.....</b>	<b>51</b>
14.1	寄存器定义.....	51
14.1.1	键盘中断控制寄存器-KBCON.....	51
<b>15</b>	<b>I/O 端口.....</b>	<b>52</b>
15.1	概述.....	52
15.2	端口配置.....	52

15.3	模拟功能端口.....	53
15.4	端口读-改-写.....	53
15.5	端口功能复用.....	54
15.6	寄存器定义.....	59
15.6.1	P0 数据寄存器-P0.....	59
15.6.2	P0 控制寄存器-P0M0/P0M1.....	60
15.6.3	P1 数据寄存器-P1.....	60
15.6.4	P1 控制寄存器-P1M0/P1M1.....	60
15.6.5	P2 数据寄存器-P2.....	61
15.6.6	P2 控制寄存器-P2M0/P2M1.....	61
15.6.7	模拟端口切换寄存器-ASW0/ASW1.....	61
15.6.8	端口移位寄存器0-PSFT0.....	61
15.6.9	端口移位寄存器1-PSFT1.....	62
<b>16</b>	<b>定时器 0 和定时器 1.....</b>	<b>63</b>
16.1	概述.....	63
16.2	模式 0 和模式 1.....	63
16.3	模式 2.....	64
16.4	模式 3.....	64
16.5	寄存器定义.....	65
16.5.1	定时器/计数器控制寄存器-TCON.....	65
16.5.2	定时器/计数器模式寄存器-TMOD.....	66
16.5.3	定时器时钟预分频寄存器-TCKCON.....	67
16.5.4	定时器 0 数据寄存器-TH0/TL0.....	68
16.5.5	定时器 1 数据寄存器-TH1/TL1.....	68
<b>17</b>	<b>定时器 2.....</b>	<b>69</b>
17.1	概述.....	69
17.2	定时器 2 功能.....	69
17.2.1	定时器 2 模式.....	69
17.2.2	定时器 2 重载模式.....	69
17.3	比较功能.....	70
17.3.1	比较模式 0.....	70
17.3.2	比较模式 1.....	70
17.4	捕获功能.....	71
17.4.1	捕获模式 0.....	72
17.4.2	捕获模式 1.....	72
17.5	PWM 功能.....	72
17.6	寄存器定义.....	73
17.6.1	定时器 2 控制寄存器-T2CON.....	73
17.6.2	定时器 2 模式寄存器-T2MOD.....	73
17.6.3	定时器 2 比较/重载/捕获/PWM 寄存器-CRCH/CRCL.....	74
17.6.4	定时器 2 数据寄存器-TH2/TL2.....	74
<b>18</b>	<b>脉冲宽度调制PWM0/1/2/3.....</b>	<b>75</b>

18.1	概述 .....	75
18.2	寄存器定义 .....	75
18.2.1	PWM控制寄存器-PWMCON0 .....	75
18.2.2	PWM0 周期寄存器-PWM0PH/PWM0PL .....	76
18.2.3	PWM0 占空比寄存器-PWM0DH/PWM0DL .....	77
18.2.4	PWM1 周期寄存器-PWM1PH/PWM1PL .....	77
18.2.5	PWM1 占空比寄存器-PWM1DH/PWM1DL .....	77
18.2.6	PWM2 周期寄存器-PWM2PH/PWM2PL .....	78
18.2.7	PWM2 占空比寄存器-PWM2DH/PWM2DL .....	78
18.2.8	PWM3 周期寄存器-PWM3PH/PWM3PL .....	78
18.2.9	PWM3 占空比寄存器-PWM3DH/PWM3DL .....	79
<b>19</b>	<b>看门狗定时器WDT .....</b>	<b>80</b>
19.1	寄存器定义 .....	80
19.1.1	WDT控制寄存器-WDTCON .....	80
<b>20</b>	<b>UART .....</b>	<b>82</b>
20.1	模式 0 .....	82
20.2	模式 1 .....	82
20.3	模式 2 .....	82
20.4	模式 3 .....	82
20.5	波特率 .....	83
20.6	串口多处理机通信 .....	83
20.7	寄存器定义 .....	83
20.7.1	串口控制寄存器-SCON .....	83
20.7.2	串口数据缓存-SBUF .....	84
<b>21</b>	<b>串行外围接口SPI .....</b>	<b>85</b>
21.1	SPI接口 .....	85
21.2	SPI传输 .....	85
21.3	寄存器定义 .....	86
21.3.1	SPI状态寄存器-SPSTA .....	86
21.3.2	SPI 控制器寄存器-SPCON .....	87
21.3.3	SPI数据寄存器-SPDAT .....	88
<b>22</b>	<b>I2C .....</b>	<b>89</b>
22.1	I2C接口 .....	89
22.2	I2C总线通信 .....	89
22.3	寄存器定义 .....	90
22.3.1	I2C状态寄存器-I2CSTA .....	90
22.3.2	I2C控制寄存器-I2CCON .....	91
22.3.3	I2C地址寄存器-I2CADR .....	92
22.3.4	I2C数据寄存器-I2CDAT .....	92
<b>23</b>	<b>A/D&amp;触摸按键 .....</b>	<b>93</b>
23.1	概述 .....	93

23.1.1	触摸按键操作.....	94
23.1.2	触摸按键&A/D中断.....	94
23.1.3	触摸按键工作模式.....	95
23.2	寄存器定义.....	96
23.2.1	触摸按键寄存器地址映射表.....	96
23.2.2	触摸按键数据寄存器-TKDATL.....	96
23.2.3	触摸按键数据寄存器-TKDATH.....	97
23.2.4	触摸按键选择寄存器-TKCHS0.....	97
23.2.5	触摸按键选择寄存器-TKCHS1.....	97
23.2.6	触摸按键控制寄存器-TKCON0.....	97
23.2.7	触摸按键控制寄存器-TKCON1.....	98
23.2.8	触摸按键控制寄存器-TKCON2.....	99
23.2.9	触摸按键状态寄存器-TKADCF.....	100
23.2.10	触摸按键状态寄存器-TKCSCF.....	101
23.2.11	触摸按键状态寄存器-TKCSOF.....	101
23.2.12	触摸按键唤醒阈值寄存器-TKWKL0.....	102
23.2.13	触摸按键唤醒阈值寄存器-TKWKH0.....	102
23.2.14	触摸按键唤醒阈值寄存器-TKWKL1.....	102
23.2.15	触摸按键唤醒阈值寄存器-TKWKH1.....	103
<b>24</b>	<b>模拟比较器.....</b>	<b>104</b>
24.1	概述.....	104
24.2	寄存器定义.....	104
24.2.1	比较器控制寄存器0-CMPCON0.....	104
24.2.2	比较器控制寄存器1-CMPCON1.....	105
<b>25</b>	<b>FLASH &amp; EEPROM.....</b>	<b>107</b>
25.1	存储器加密.....	107
25.2	寄存器定义.....	108
25.2.1	EEPROM控制寄存器-EECON.....	108
<b>26</b>	<b>在线烧录ICP.....</b>	<b>109</b>
26.1	概述.....	109
<b>27</b>	<b>配置选项.....</b>	<b>110</b>
<b>28</b>	<b>电气特性.....</b>	<b>111</b>
28.1	极限参数.....	111
28.2	直流电气特性.....	111
28.3	交流电气特性.....	112
28.3.1	外部时钟特性.....	112
28.3.2	内部RC振荡特性.....	112
28.3.3	晶体振荡器/陶瓷振荡器特性.....	112
28.4	比较器电气特性.....	113
<b>29</b>	<b>典型应用.....</b>	<b>113</b>

29.1	触摸按键应用.....	113
<b>30</b>	<b>封装尺寸.....</b>	<b>114</b>
30.1	SSOP24 封装.....	114
30.2	SOP16 封装.....	115
30.3	SOP8 封装.....	116
30.4	QFN24 封装.....	117
30.5	QFN20 封装.....	118
30.6	QFN16 封装.....	119
30.7	TSSOP20 封装.....	120
<b>31</b>	<b>订购信息.....</b>	<b>121</b>
<b>32</b>	<b>文档修改记录.....</b>	<b>122</b>
<b>33</b>	<b>注意事项.....</b>	<b>122</b>

POWERLINK



# 1 概述

PL51T020 是单芯片实现触摸按键功能的微控制器，内置高性能单周期 ET8051 内核，完全兼容标准的 80C51 微控制器，指令执行只需 1~4 个时钟周期，是标准 8051 执行速度的 7~8 倍。该系列器件具有 22 个双向通用 I/O，支持 14 个中断源（包括 2 个外部中断），具有 4 个中断优先级，内部完全集成了触摸按键功能，应用时无需增加外接元件。

芯片内部集成高达 16 个触摸按键功能（其中 4 个触摸按键可以从 P2.7~P2.4 转移到 P0.0~P0.3）。在触摸按键产品应用开发方面，该器件为用户提供简单、可靠且易于实现的方法。

该器件采用特殊的算法减少触摸动作的误判，提高触摸按键在恶劣环境下应用的可靠性。支持自动校准配置，触摸按键可以工作在更宽的动态电容范围，同时降低功耗、提高识别的灵敏度。

为了提高可靠性和降低成本，器件内置可靠的看门狗定时器（WDT）、低电压检测（LPD）、低电压复位（LVR）功能模块。外加优秀的抗干扰和 ESD 保护，确保单片机能够在恶劣的电磁干扰环境下可靠地运行。

器件内部集成高频、低频振荡器，具有在不同工作模式之间动态切换的能力，从而优化微控制器的操作并且减少功耗。

为了减少功耗，器件可以工作在三种低功耗模式下：绿色 IDLE 模式、停止 STOP 模式和睡眠 SLEEP 模式；在低功耗模式下，支持键盘快速唤醒。

器件内建完整的 UART、I2C 及 SPI 接口，为设计者提供一个与外部硬件通信的接口。

在存储器方面，除了 4K 字节的 Flash 程序存储器，还包含一个 256 字节的 RAM 数据存储器和 128 字节的 EEPROM 存储器。可配置程序区、数据区读出控制权限，同时程序区代码加密扰码存储，高安全级别地保护用户程序及数据。

支持在芯片编程 ICP 功能，用户可在应用板上直接升级程序区和数据区代码。

为了方便用户使用，聚元微提供在线调试烧写器和脱机批量烧录器。

该系列的触摸按键微控制器可以广泛的应用于各种产品中，例如无线鼠标、无线键盘、游戏控制、射频远程控制，电磁炉、微波炉、洗衣机、烘干机等家用电器。

## 2 特性

### 基本特征

- ◇ 单周期 8 位 ET8051 CPU 内核
- ◇ 集成 16+4（移位）触摸按键功能，无需增加外接元件
- ◇ 工作频率@工作电压：
  - ✓ ~4MHz@2.0~5.5V
  - ✓ ~8MHz@2.4~5.5V
  - ✓ ~12MHz@2.7~5.5V
- ◇ 振荡器类型
  - ✓ 外部晶体振荡器：400KHz to 12MHz
  - ✓ 内部 RC 振荡器：4/8/12MHz (±2%) 和 32KHz
  - ✓ 外部时钟：400KHz to 12MHz
- ◇ 多达 22 个双向通用 I/O 口
  - ✓ 仅作为输入端，具有上拉电阻
  - ✓ 推挽输出驱动能力：20mA (@5V, 总电流<100mA)
- ◇ 工作温度：-40°C to +125°C

### 周边特性

- ◇ 14 个中断源具有 4 个中断优先级
  - ✓ 2 个外部中断：INT0B 和 INT1B
  - ✓ T0&T1 溢出中断
  - ✓ T2 溢出、重载、比较/捕获中断
  - ✓ UART 收发中断
  - ✓ EEPROM 写结束中断
  - ✓ 模拟比较器中断
  - ✓ 键盘中断
  - ✓ 触摸按键中断
  - ✓ SPI 中断
  - ✓ I2C 中断
  - ✓ ADC 转换结束中断
- ◇ 支持上电复位 POR、低电压复位 LVR、低电压检测 LPD
- ◇ 4 个可配置的低电压复位阈值电平
  - ✓ 2.1/2.4/3.7/4.3 V
- ◇ 2 个可配置的低电压检测阈值电平
  - ✓ 2.7/4.0 V
- ◇ 寄存器定时访问 (TA) 保护
- ◇ 可编程系统时钟
- ◇ 多种工作模式：正常 Normal、空闲 Idle、停止 Stop、睡眠 Sleep
- ◇ 16 位定时器/计数器
  - ✓ 与 80C51 类似的 Timer 0 & 1
  - ✓ 与 8052 类似的 Timer 2，具有比较捕获单元
- ◇ 4 个 12 位的 PWM：PWM0/1/2/3
- ◇ 看门狗定时器 WDT：具有可配置预分频系数
- ◇ UART/SPI/I2C 接口
- ◇ ADC
  - ✓ 11 位
  - ✓ 高达 8 通道
  - ✓ 支持外部输入参考电压
- ◇ 模拟比较器 (ACMP)
- ◇ 支持在线编程 (ICP)

- ◇ ESD: >2KV (HBM) ✓ SOP8/SOP16/TSSOP20/SSOP24
- ◇ EFT: >4KV ✓ QFN16/QFN20/QFN24
- ◇ 封装类型

### 存储器

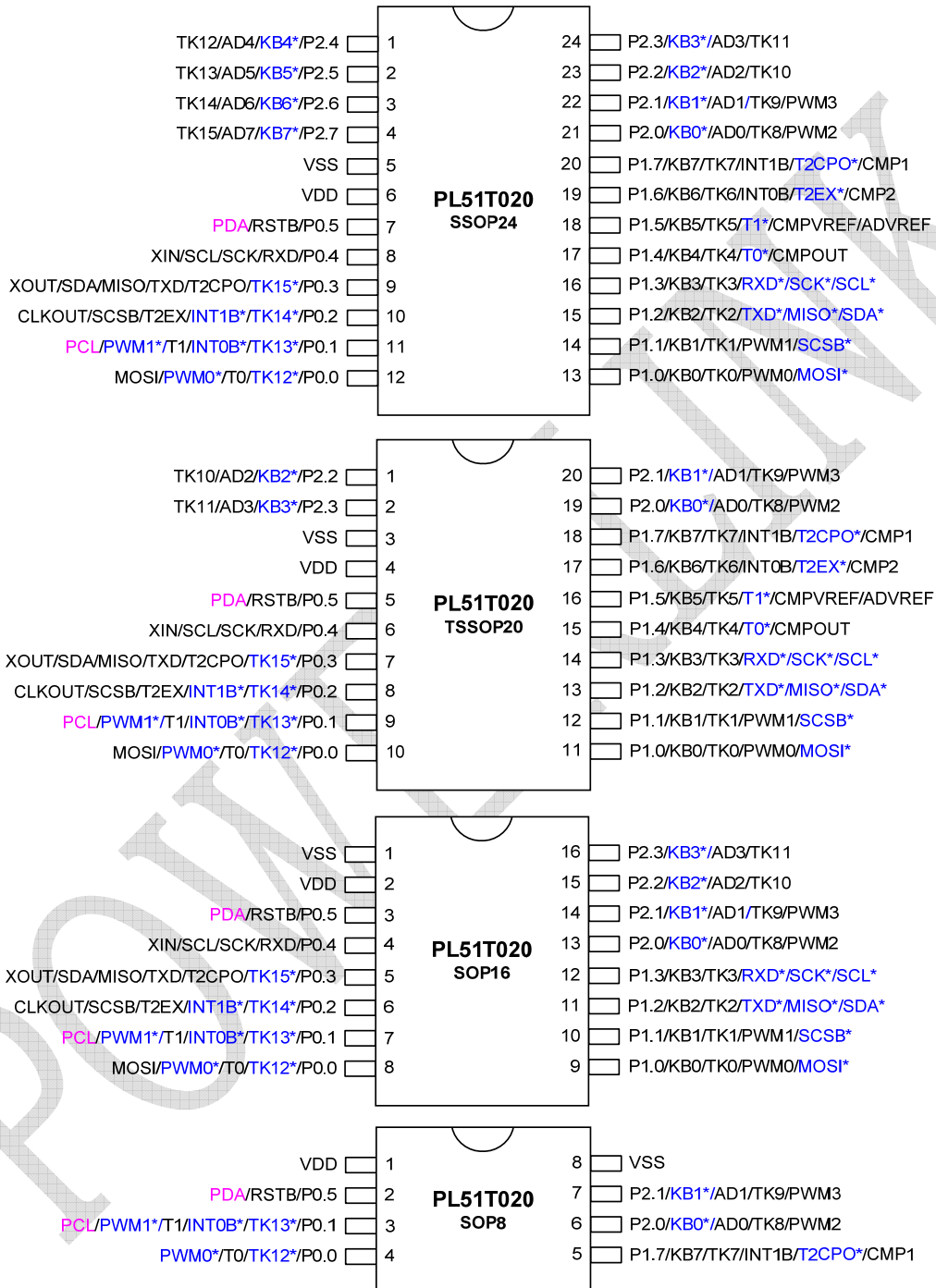
- 4K字节程序区Flash
- 128字节数据区EEPROM（支持字节/页操作，32字节/页）
- 256字节内置RAM（IRAM）
- 存储器编程权限控制
- 烧录次数：在25℃的条件下，Flash可以重复烧写10万次，EEPROM可以重复烧写50万次
- 数据可保存时间：在25℃的条件下，数据可以保存40年

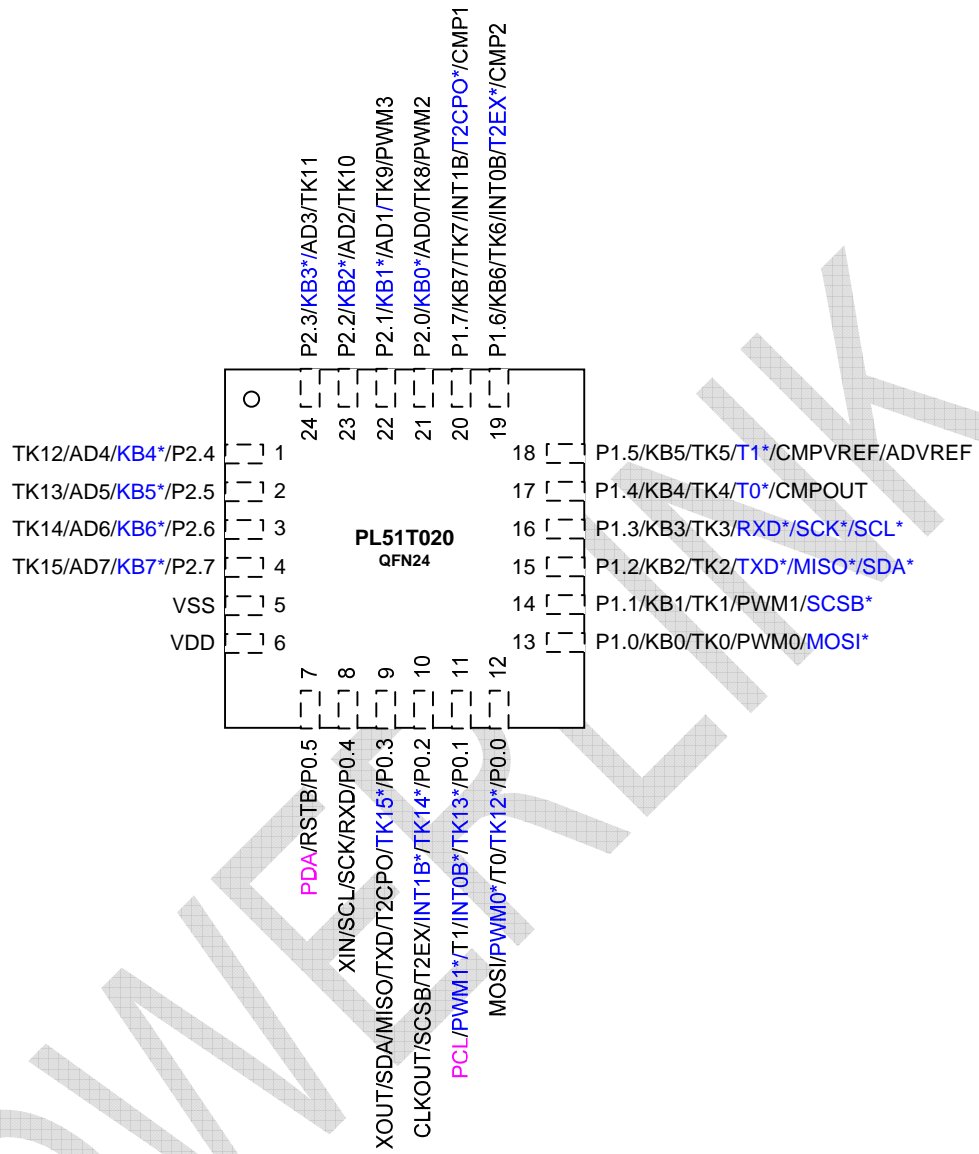
## 3 快速参考数据

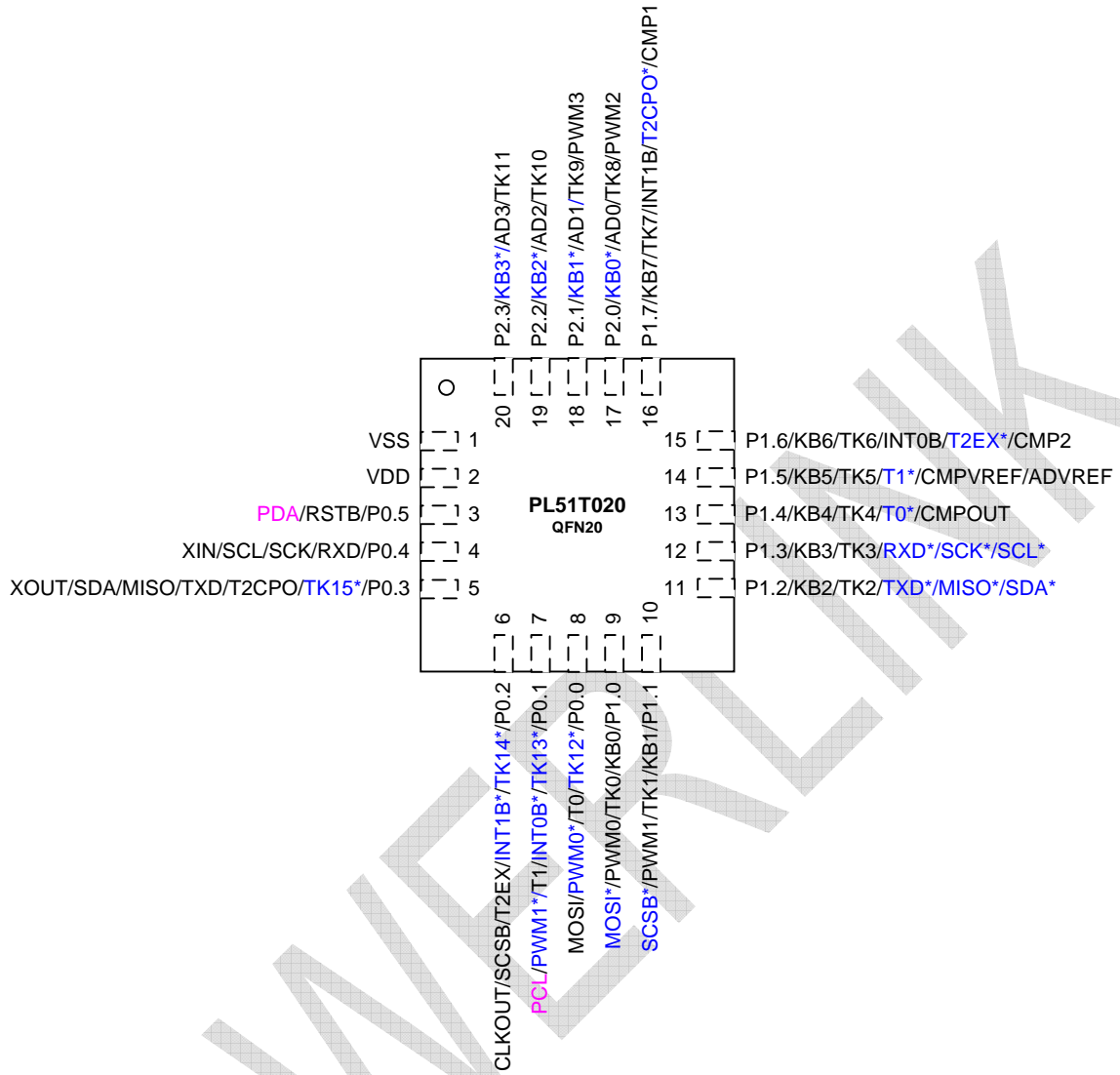
参数	值	单位
最小工作电压	2.0	V
工作温度范围	-40 to +125	℃
内部 RC 振荡器频率	4/8/12	MHz
内部 RC 振荡器精度 @ 25℃	±2	%
推挽输出驱动能力 @ 5V	20	mA
推挽输出驱动能力 @ 3.3V	10	mA
全芯片推挽输出驱动最大能力	<100	mA
静态电流 @ Sleep 模式	1	uA

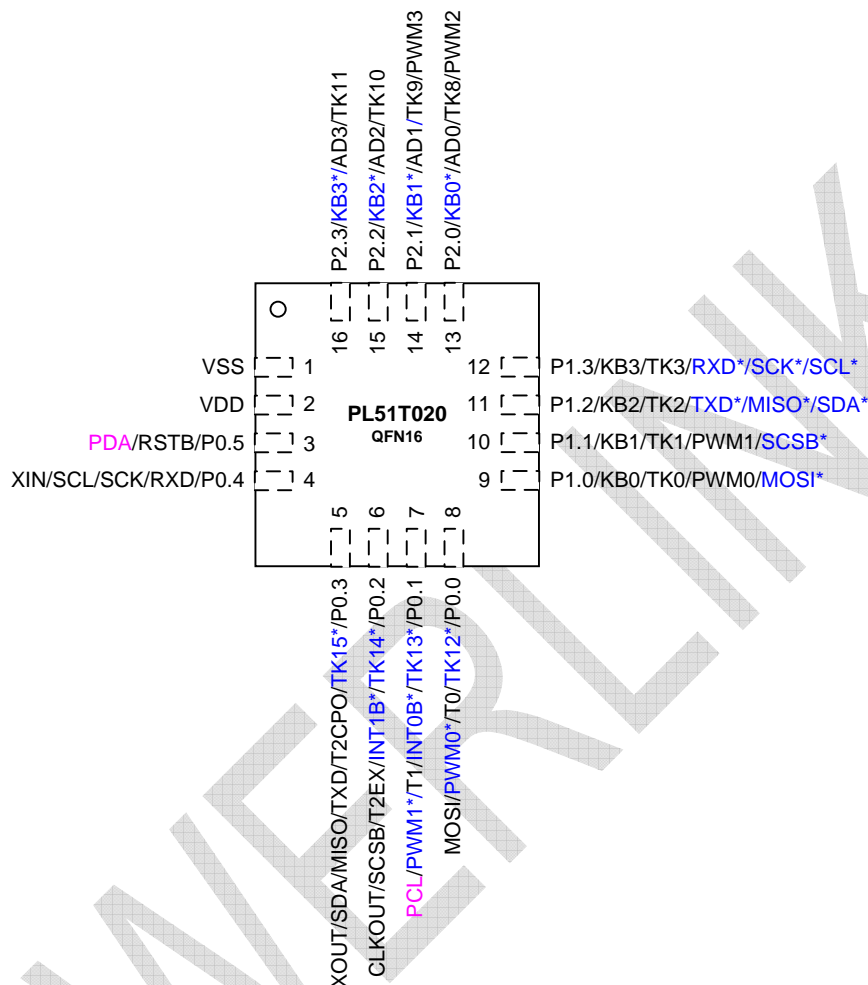
## 4 引脚配置

### 4.1 引脚图









注:

- 1) 引脚外侧的功能优先级高，引脚内侧的功能优先级低。如果某个引脚的高优先级的功能使能，那么该引脚低优先级的功能即使使能也无效。
- 2) 图中标示蓝色并且用\*标注的引脚，只有设置了特殊功能寄存器“PSFT0~1”中对应的控制位才使能该引脚功能。

## 4.2 引脚说明

符号	类型	描述
VDD	电源	电源 (2.0~5.5V)
VSS	电源	地 (0V)
RSTB	数字输入	复位输入, 低电平有效
XIN	模拟输入	晶振输入
XOUT	模拟输出	晶振输出
CLKOUT	数字输出	内部时钟输出
SCL	数字输入输出	I2C时钟
SDA	数字输入输出	I2C数据I/O
SCSB	数字输入	SPI选择信号, 低电平有效, 作为从SPI的输入信号
SCK	数字输入输出	SPI时钟
MISO	数字输入输出	SPI主输入从输出
MOSI	数字输入输出	SPI主输出从输入
RXD	RXD	数字输入
TXD	TXD	数字输出
T0	数字输入	定时器0输入
T1	数字输入	定时器1输入
T2EX	数字输入	定时器2外部重载或门控输入
T2CPO	数字输出	定时器2比较输出或PWM的输出
INT0B	数字输入	外部中断0
INT1B	数字输入	外部中断1
PWM0	数字输出	PWM0的输出
PWM1	数字输出	PWM1的输出
PWM2	数字输出	PWM2的输出
PWM3	数字输出	PWM3的输出
CMP1	模拟输入	比较器通道1的输入
CMP2	模拟输入	比较器通道2的输入
CMPVREF	模拟输入	比较器参考输入
CMPOUT	数字输出	比较器的输出
TK0~15	模拟输入	16通道触摸按键输入
KB0~7	模拟输入	8通道键盘输入
P0.0~P0.5	数字输入输出	通用I/O P0端口
P1.0~P1.7	数字输入输出	通用I/O P1端口
P2.0~P2.7	数字输入输出	通用I/O P2端口
PCL	数字输入	在线烧录模式下输入的时钟
PDA	数字输入输出	在线烧录模式下输入输出的数据
ADVREF	模拟输入	ADC参考电压输入
AD0~AD7	模拟输入	8通道ADC模拟输入



### 4.3 术语和符号约定

Symbol	Description	Symbol	Description
<b>CPU</b>	中央处理器	<b>PFL</b>	程序 FLASH
<b>ALU</b>	算术逻辑运算单元	<b>DEE</b>	数据 EEPROM
<b>MSB</b>	最高位	<b>NVR</b>	NVR EEPROM
<b>LSB</b>	最低位	<b>CEE</b>	代码熔丝 EEPROM
<b>SFR</b>	特殊功能寄存器	<b>TEE</b>	修调熔丝 EEPROM
<b>ISR</b>	中断服务程序单元	<b>ICP</b>	在线烧录
<b>POR</b>	上电复位	<b>ICD</b>	在线调试
<b>LVR</b>	低电压复位	<b>ISP</b>	在系统烧录
<b>LPD</b>	低电压检测	<b>TW</b>	在定时访问时间内被允许的写操作
<b>PMU</b>	功耗管理单元	<b>SPI</b>	串行外设接口总线
<b>PWM</b>	脉冲宽度调制	<b>I2C</b>	2 线 I2C 总线
<b>WDT</b>	看门狗定时器	<b>UART</b>	通用异步收发接口
<b>CCU</b>	捕获比较单元	<b>ADC</b>	模拟数字转换器
<b>TA</b>	定时访问	<b>DAC</b>	数字模拟转换器
<b>ACMP</b>	模拟比较器	<b>CAP</b>	触摸电容传感器

## 5 模块框图

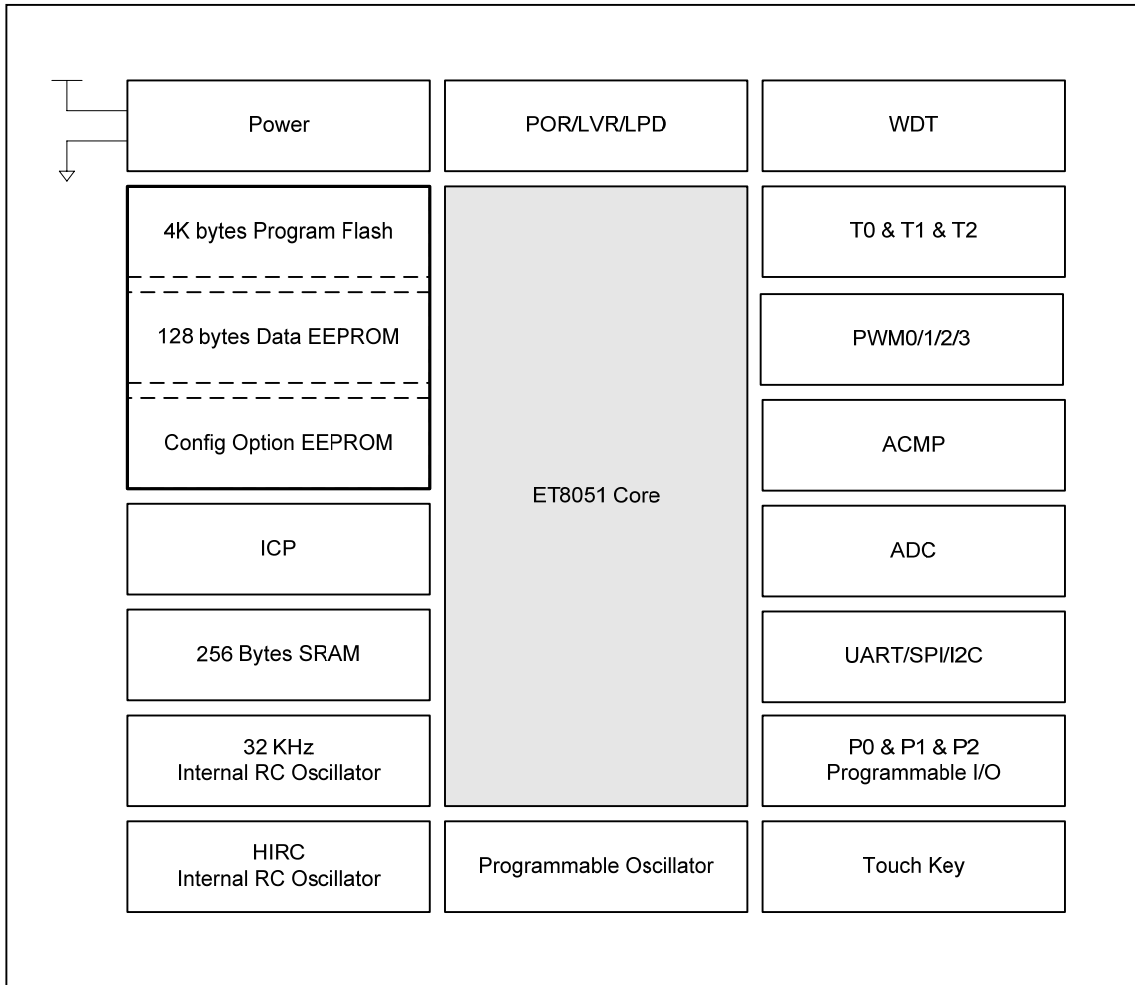


Figure 5-1 模块框图

## 6 存储单元

ET8051 是哈佛结构的微控制器内核，程序和数据分开存储。与标准 8051 类似，ET8051 的存储单元组成分为：程序存储器、外部数据存储器、内存。程序存储器包含：4K 字节 Flash；外部数据存储器包含 128 字节数据 EEPROM；内存有 256 字节。

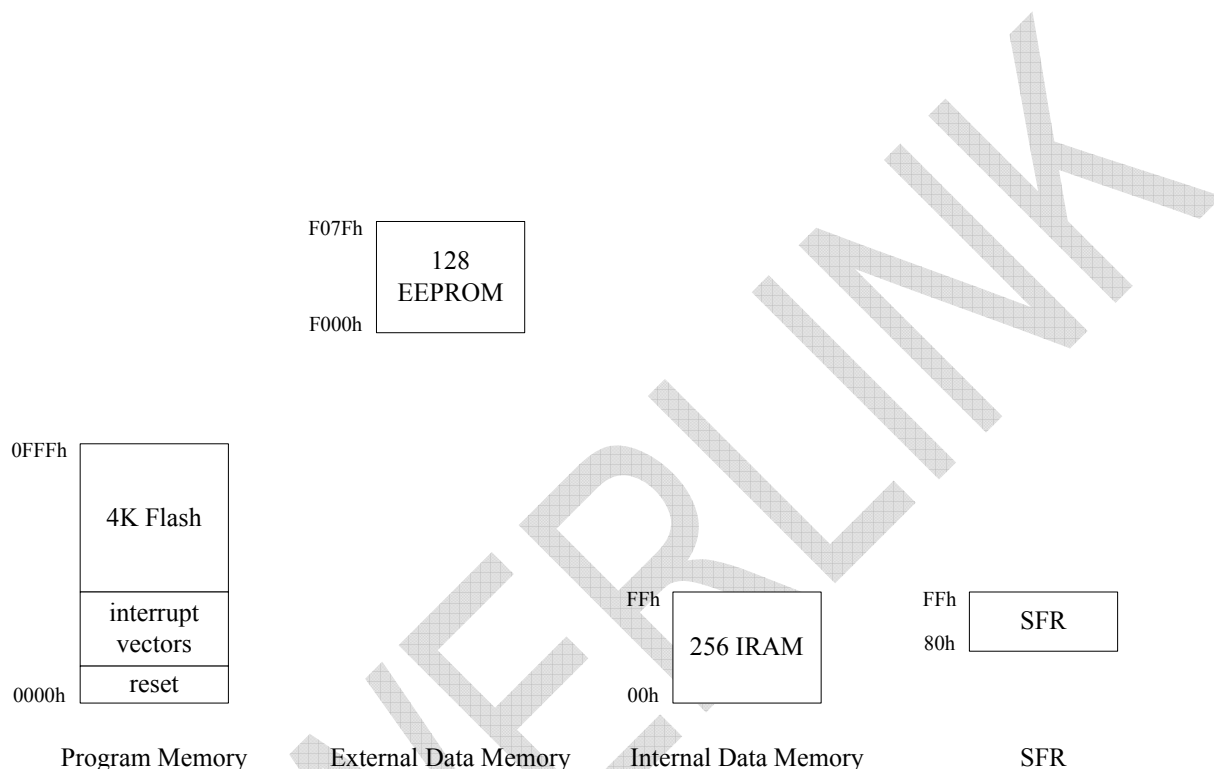


图 6-1 存储单元映射图

### 6.1 程序存储器

程序存储器用来存储程序代码，上电复位后，CPU 从 0000h 地址开始执行程序。复位和中断向量存储在程序存储器的低地址空间，两个相邻的中断向量之间有 8 个字节的间隔，复位向量位于 0000h，第一个中断向量从 0003h 地址开始。

### 6.2 外部数据存储器

外部数据存储器用来存储数据，128 字节的数字存储器被映射到 F000h~F07Fh 的地址空间。

### 6.3 数据指针寄存器

ET8051 包含一个数据指针寄存器 DPTR，DPTR 具有 16 位的寄存器，用来指向外部存储

器或外设地址空间，同时也可以用来加速数据块的搬移。可以通过 SFR 中的寄存器 DPH、DPL 对 DPTR 进行访问。

## 6.4 内部数据存储器

内部数据存储器高达 256 字节，存储空间也适应于 128 字节的 SFR 的地址空间。间接寻址可以访问高 128 字节的内存地址空间（7Fh~FFh），直接寻址可以访问高于 7Fh 的 SFR 地址空间。

低 128 字节的地址空间包含：工作寄存器（00h~1Fh）和可以按位操作的寄存器（20h~2Fh），其中低 32 字节分为 4 组，每组 8 个寄存器（R0~R7），由程序状态寄存器 PSW 中的 2 位选择使用其中一组寄存器；（20h~2Fh）地址空间的寄存器可以通过 00h-7Fh 地址进行访问。

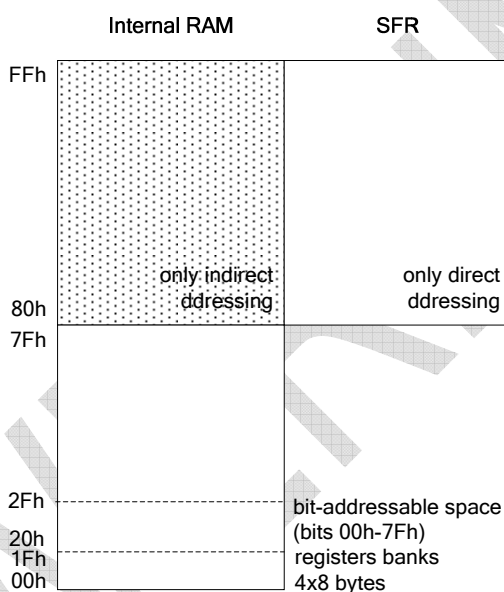


图 6-2 内部存储单元映射图

## 7 特殊功能寄存器

### 7.1 特殊功能寄存器的位置

特殊功能寄存器如下表所示，其中有些地址已经被占用，有些未使用，读写访问未使用的 SFR 地址空间将会转向外部 SFR 接口，标记为灰色的寄存器是可选的。

表 7-1 特殊功能寄存器映射表

Hex/ Bin	X000	X001	X010	X011	X100	X101	X110	X111	Bin/ Hex
<b>F8</b>	RSTCON	PWMCON1	PWMCON0	PWM0PL	PWM0PH	PWM0DL	PWM0DH	TA	<b>FF</b>
<b>F0</b>	B			PWM1PL	PWM1PH	PWM1DL	PWM1DH	SRST	<b>F7</b>
<b>E8</b>	PWM2PL	PWM2PH	PWM2DL	PWM2DH	PWM3PL	PWM3PH	PWM3DL	PWM3DH	<b>EF</b>
<b>E0</b>	ACC	SPSTA	SPCON	SPDAT					<b>E7</b>
<b>D8</b>			I2CDAT	I2CADR	I2CCON	I2CSTA			<b>DF</b>
<b>D0</b>	PSW		TKWKL0	TKWKH0	TKWKL1	TKWKH1	DADAT0	DADAT1	<b>D7</b>
<b>C8</b>	T2CON	T2MOD	CRCL	CRCH	TL2	TH2			<b>CF</b>
<b>C0</b>	IRCON	IP1H							<b>C7</b>
<b>B8</b>	IE1	IP1			KBCON	CMPCON0	CMPCON1		<b>BF</b>
<b>B0</b>		IP0H	P0M1	P0M0	P1M0	P1M1	P2M0	P2M1	<b>B7</b>
<b>A8</b>	IE0	IP0			ASW0	ASW1	PSFT0	PSFT1	<b>AF</b>
<b>A0</b>	P2	TKDATL	TKDATH	TKCHS0	TKCHS1	TKCON0	TKCON1	TKCON2	<b>A7</b>
<b>98</b>	SCON	SBUF				TKADCF	TKCSOF	TKCSOF	<b>9F</b>
<b>90</b>	P1						SCKCON	EECON	<b>97</b>
<b>88</b>	TCON	TMOD	TL0	TL1	TH0	TH1	CKCON	TCKCON	<b>8F</b>
<b>80</b>	P0	SP	DPL	DPH			WDTCON	PCON	<b>87</b>

有 16 个地址的 SFR 是既可以按字节操作又可以按位操作的，其中可以按位操作的 SFR 地址的最低 3 位都是 0（如 80'h, 88'h, 90'h ... F8'h）。地址位于 20'h~2F'h 的 16 个寄存器（128 位）组成按位操作的空间。

表 7-2 位操作地址空间

Hex/ Bin	X000	X001	X010	X011	X100	X101	X110	X111	Bin/ Hex
<b>SFR</b>									
<b>F8</b>									<b>FF</b>
<b>F0</b>									<b>F7</b>
<b>E8</b>									<b>EF</b>
<b>E0</b>									<b>E7</b>
<b>D8</b>									<b>DF</b>
<b>D0</b>									<b>D7</b>
<b>C8</b>									<b>CF</b>
<b>C0</b>									<b>C7</b>
<b>B8</b>									<b>BF</b>
<b>B0</b>									<b>B7</b>
<b>A8</b>									<b>AF</b>
<b>A0</b>									<b>A7</b>
<b>98</b>									<b>9F</b>
<b>90</b>									<b>97</b>
<b>88</b>									<b>8F</b>
<b>80</b>									<b>87</b>
Hex/ Bin	X000	X001	X010	X011	X100	X101	X110	X111	Bin/ Hex
<b>Internal RAM</b>									
<b>78</b>	2Fh.0	2Fh.1	2Fh.2	2Fh.3	2Fh.4	2Fh.5	2Fh.6	2Fh.7	<b>7F</b>
<b>70</b>	2Eh.0	2Eh.1	2Eh.2	2Eh.3	2Eh.4	2Eh.5	2Eh.6	2Eh.7	<b>77</b>
<b>68</b>	2Dh.0							2Dh.7	<b>6F</b>
<b>60</b>	2Ch.0							2Ch.7	<b>67</b>
<b>58</b>	2Bh.0							2Bh.7	<b>5F</b>
<b>50</b>	2Ah.0							2Ah.7	<b>57</b>
<b>48</b>	29h.0							29h.7	<b>4F</b>
<b>40</b>	28h.0							28h.7	<b>47</b>
<b>38</b>	27h.0							27h.7	<b>3F</b>
<b>30</b>	26h.0							26h.7	<b>37</b>
<b>28</b>	25h.0							25h.7	<b>2F</b>
<b>20</b>	24h.0							24h.7	<b>27</b>
<b>18</b>	23h.0							23h.7	<b>1F</b>
<b>10</b>	22h.0							22h.7	<b>17</b>
<b>08</b>	21h.0	21h.1	21h.2	21h.3	21h.4	21h.5	21h.6	21h.7	<b>0F</b>
<b>00</b>	20h.0	20h.1	20h.2	20h.3	20h.4	20h.5	20h.6	20h.7	<b>07</b>

## 7.2 特殊功能寄存器复位值

表 7-3 特殊功能寄存器复位值

SFR	ADR	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	RST
CPU										
ACC	E0H	ACC.7	ACC.6	ACC.5	ACC.4	ACC.3	ACC.2	ACC.1	ACC.0	00H
B	F0H	B.7	B.6	B.5	B.4	B.3	B.2	B.1	B.0	00H
PSW	D0H	CY	AC	F0	RS1	RS0	OV	F1	P	00H
SP	81H	SP.7	SP.6	SP.5	SP.4	SP.3	SP.2	SP.1	SP.0	07H
DPH	83H	DPH.7	DPH.6	DPH.5	DPH.4	DPH.3	DPH.2	DPH.1	DPH.0	00H
DPL	82H	DPL.7	DPL.6	DPL.5	DPL.4	DPL.3	DPL.2	DPL.1	DPL.0	00H
CKCON	8EH	CKCON.7	CKCON.6	CKCON.5	CKCON.4	CKCON.3	CKCON.2	CKCON.1	CKCON.0	88H
TA	FFH	TA.7	TA.6	TA.5	TA.4	TA.3	TA.2	TA.1	TA.0	FFH
Clock Control										
SCKCON	96H	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	00h
Reset Control										
RSTCON	F8H	-	-	-	LPDF	PORF	LVERF	EXRF	WDRF	2xh
SRST	F7H	-	-	-	-	-	-	-	D0	00h
Power Control										
PCON	87H	SMOD	-	ISR_TM	PMW	P2SEL	SLEEP	STOP	IDLE	08h
Interrupt Control										
IE0	A8H	EA	-	ET2	ES0	ET1	EX1	ET0	EX0	00h
IE1	B8H	ET2R	-	ETK	EKB	ET2C	ECMP	ESPI	EI2C	00h
IRCON	C0H	T2RF	TF2	TKF	KBF	T2CF	CMPF	-	-	00h
IP0	A9H	PEE	-	PT2	PT2	PT1	PX1	PT0	PX0	00h
IP0H	B1H	PEEH	-	PT2H	PS0H	PT1H	PX1H	PT0H	PX0H	00h
IP1	B9H	PT2R*	-	PTK	PKB	PT2C	PCMP	PSPI	PI2C	00h
IP1H	C1H	PT2RH*	-	PTKH	PKBH	PT2CH	PCMPH	PSPIH	PI2CH	00h
Keyboard Control										
KBCON	BCH	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	00h
Port Control										
P0	80H	-	-	D5	D4	D3	D2	D1	D0	00h
P0M0	B2H	-	-	D5	D4	D3	D2	D1	D0	00h
P0M1	B3H	-	-	D5	D4	D3	D2	D1	D0	00h

SFR	ADR	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	RST
P1	90H	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	00h
P1M0	B4H	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	00h
P1M1	B5H	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	00h
P2	A0H	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	00h
P2M0	B6H	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	00h
P2M1	B7H	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	00h
ASW0	ACH	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	00h
ASW1	ADH	D7	D6	D5-	D4	D3	D2	D1	D0	00h
PSFT0	AEH	SP1	I2C	UART	INT1B	INT0B	T2	T1	T0	00h
PSFT1	AFH	-	-	-	-	KEYB	TKCH	PWM1	PWM0	00H
Timer0/1/2Control										
TCON	88H	TF1	TR1	TF0	TR0	IE1	IT1	IE0	IT0	00h
TMOD	89H	T1Gate	T1c/t	T1M1	T1M0	T0Gate	T0c/t	T0M1	T0M0	00h
TCKCON	8FH	-	T2PS2	T2PS1	T2PS0	T1PS1	T1PS0	T0PS1	T0PS0	4Fh
TH0	8CH	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	00h
TL0	8AH	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	00h
TH1	8DH	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	00h
TL1	8BH	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	00h
T2CON	C8H	T2EN	AES1	AES0	T2R1	T2R0	T2CM	-	-	00h
T2MOD	C9H	-	-	-	-	-	D2	D1	D0	00h
CRCH	CBH	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	00h
CRCL	CAH	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	00h
TH2	CDH	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	00h
TL2	CCH	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	00h
PWM Control										
PWMCON0	FAH	PWM1EN	PWM0EN	PWM1DS	PWM0DS	PWM1PS1	PWM1PS0	PWM0PS1	PWM0PS0	00h
PWMCON1	F9H	PWM3EN	PWM2EN	PWM3DS	PWM2DS	PWM3PS1	PWM3PS0	PWM2PS1	PWM2PS0	00h
PWM0PH	FCH	-	-	-	-	D3	D2	D1	D0	00h
PWM0PL	FBH	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	00h
PWM0DH	FEH	-	-	-	-	D3	D2	D1	D0	00h
PWM0DL	FDH	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	00h
PWM1PH	F4H	-	-	-	-	D3	D2	D1	D0	00h
PWM1PL	F3H	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	00h
PWM1DH	F6H	-	-	-	-	D3	D2	D1	D0	00h



SFR	ADR	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	RST
PWM1DL	F5H	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	00h
PWM2PH	E9H	-	-	-	-	D3	D2	D1	D0	00h
PWM2PL	E8H	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	00h
PWM2DH	EBH	-	-	-	-	D3	D2	D1	D0	00h
PWM2DL	EAH	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	00h
PWM3PH	EDH	-	-	-	-	D3	D2	D1	D0	00h
PWM3PL	ECH	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	00h
PWM3DH	EFH	-	-	-	-	D3	D2	D1	D0	00h
PWM3DL	EEH	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	00h
WDT Control										
WDTCON	86H	WDTEN	-	WDTIEN	WDTIF	WDTPS3	WDTPS2	WDTPS1	WDTPS0	00h
UART Control										
SCON	98H	SM0	SM1	SM2	REN	TB8	RB8	TI	RI	00h
SBUF	99H	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	00h
SPI Control										
SPSTA	E1H	SPIF	WCOL	SSERR	MODF	-	-	-	-	00h
SPCON	E2H	SPR2	SPEN	SSDIS	MSTR	CPOL	CPHA	SPR1	SPR0	14h
SPDAT	E3H	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	00h
I2C Control										
I2CSTA	DDH	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	F8h
I2CCON	DCH	CR2	ENS1	STA	STO	SI	AA	CR1	CR0	00h
I2CDAT	DAH	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	00h
I2CADR	DBH	ADR.6	ADR.5	ADR.4	ADR.3	ADR.2	ADR.1	ADR.0	GC	00h
SPDAT	E3H	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	00h
Touch Key Control										
TKWKL0	D2H	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	00h
TKWKH0	D3H	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	00h
TKWKL1	D4H	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	00h
TKWKH1	D5H	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	00h
TKDATL	A1H	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	00h
TKDATH	A2H	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	00h
TKCHS0	A3H	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	00h
TKCHS1	A4H	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	00h
TKCON0	A5H	TKEN	ADCEN	-	WAIT_CPURD	FREQ_SEL2	FREQ_SEL1	FREQ_SEL0	MODE	00h

SFR	ADR	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	RST
TKCON1	A6H	START	ACCUM2	ACCUM1	ACCUM0	AVE_DIS	TRIG_SEL	FUNC_FLG	OV	00h
TKCON2	A7H	CAP_LP	SES_GAP2	SES_GAP1	SES_GAP0	ISLE_STA	WAIT_CPU	STA_GAP1	STA_GAP0	00h
TKADCF	9DH	INJECT	ADC_PUMP	IREF_ADJ1	IREF_ADJ0	REF_GAP	ADC_VREF2	ADC_VREF1	ADC_VREF0	00h
TKCSCF	9EH	C2V_CHA_SEL2	C2V_CHA_SEL1	C2V_CHA_SEL0	-	-	CAP_SIZ_E2	CAP_SIZ_E1	CAP_SIZ_E0	00h
TKCSOF	9FH	-	CPOL	CH_SW1	CH_SW0	CS_OFST3	CS_OFST2	CS_OFST1	CS_OFST0	0Fh
Analog Comparator Control										
CMPCON0	BDH	CEN	CPS	CNS	OEN	CPO	DBT	SYN	-	00h
CMPCON1	BEH	-	TGS2	TGS1	TGS0	VREF_EN	CDS2	CDS1	CDS0	00h
EEPROM Control										
EECON	97H	LOCK	FUSE	DENC	DSCR	EPGM	PGMF	CPF	PGM	00h

## 7.3 特殊功能寄存器的定义

### 7.3.1 累加器-ACC

表 7-4 ACC 寄存器 (E0h)

位	符号	功能描述	类型	复位值
acc.7~0	-	累加器	R/W	00h

多数 ET8051 指令的操作数和运算结果都会暂存在累加器中，指令中使用的累加器 ACC 都使用助记符 A 表示。

### 7.3.2 B 寄存器-B

表 7-5 B 寄存器 (F0h)

位	符号	功能描述	类型	复位值
b.7~0	-	B 用于乘除法指令	R/W	00h

B 寄存器用来和累加器一起完成乘法、除法运算，也可以用来暂存寄存器中的数据。

### 7.3.3 程序状态寄存器-PSW

程序状态寄存器包含反应 CPU 当前状态的信息位。

注意：奇偶校验位只能由硬件通过更新累加寄存器修改。

表 7-6 PSW 寄存器 (D0h)

位	符号	功能描述	类型	复位值
psw.7	cy	<b>进位、借位标志</b> 当发生进位、借位时 cs=1, 否则 cs=0.	R/W	0
psw.6	ac	<b>辅助进位、借位</b> 当 D3 向 D4 有借位或进位时。AC=1, 否则 ac=0.	R/W	0
psw.5	f0	<b>通用标志位</b> 用户标志位	R/W	0
psw.4	rs1	寄存器组选择控制位, 用来选择工作寄存器组	R/W	0
psw.3	rs0	寄存器组选择控制位 用来选择工作寄存器组	R/W	0
psw.2	ov	<b>溢出标志位</b> 累加器有溢出 ov=1, 否则 ov=0	R/W	0
psw.1	fl	<b>通用标志位 1</b> 用户标志位	R/W	0
psw.0	p	<b>奇偶校验位</b> 累加器中的运算结果有奇数个 1 时 p=1, 否则 p=0	R	0

工作寄存器组由 rs1 和 rs0 选择控制, 具体如下表所示:

表 7-7 寄存器组位置

rs1	rs0	Selected Register Bank	Location
0	0	Bank 0	(00H - 07H)
0	1	Bank 1	(08H - 0FH)
1	0	Bank 2	(10H - 17H)
1	1	Bank 3	(18H - 1FH)

### 7.3.4 堆栈-SP

表 7-8 SP 寄存器 (81h)

位	符号	功能描述	类型	复位值
sp.7~0	-	堆栈地址	R/W	07h

堆栈寄存器指向内存空间的堆栈顶端, 在程序响应中断或子程序之前, 用它来存储返回地址。在执行 PUSH 或 CALL 指令时 SP 增加, 当执行 POP 或 RET(I) 命令时减小, 它总是指向堆栈的顶部。

### 7.3.5 数据指针-DPH, DPL

表 7-9 DPL 寄存器 (82h)

位	符号	功能描述	类型	复位值
dpl.7~0	-	数据指针低地址	R/W	00h

表 7-10 DPH 寄存器 (83h)

位	符号	功能描述	类型	复位值
dph.7~0	-	数据指针高地址	R/W	00h

数据指针寄存器可以通过 DPL 和 DPH 进行访问，在 MOVX、MOVC、JMP 等命令模式下该寄存器可以保存间接寻址模式下的 16 位地址；间接寻址模式下它们可以复制 16 位寄存器或 2 个 8 位寄存器中的数据，DPH 保存地址的高字节、DPL 保存地址的低字节。

在外部数据存储区域，可以访问代码或数据，例如：MOVC A,@A+DPTR 或 MOV A,@DPTR。

### 7.3.6 时钟控制-CKCON

该寄存器定义在读写外部数据或程序存储器过程中内部等待状态对应的数字，同时也控制着不同存储器空间写操作的类型。

表 7-11 CKCON 寄存器 (8Eh)

位	符号	功能描述	类型	复位值
ckcon.7	-	-	R	1
ckcon.6	-	程序存储器等待状态控制	R/W	0
ckcon.5	-			0
ckcon.4	-			0
ckcon.3	-	-	R	1
ckcon.2	-	外部数据存储区拉伸周期控制	R/W	0
ckcon.1	-			0
ckcon.0	-			0

### 7.3.7 定时访问-TA

表 7-12 TA 寄存器 (FFh)

位	符号	功能描述	类型	复位值
TA.7~0	-	定时访问寄存器 定时访问控制寄存器控制着被保护位的访问。 要访问被保护的位，用户必须先往TA中写入AAH，接着马上将55H写入TA，这时打开3个机器周期的时间窗，在此期间用户可以修改这些被保护的位。	W	FFh

器件具有定时访问的新特性，它与看门狗定时器类似对系统的正常操作至关重要。如果没有保护，任由代码改写看门狗的控制位将会导致错误操作和失控。为了防止类似问题的发生，该器件有一个保护机制：通过定时访问来控制对关键位的写操作。

在这种方法中，被保护的位有一个写使能时间窗口，只有在时间窗口有效时才能写成功，否则写操作被丢弃。写使能时间窗口只有在满足条件时才打开 3 个机器周期。写使能时间窗口有效的条件是：对 TA 寄存器先写 AAh，再立即写 55h。

建议打开定时访问窗口的代码如下：

```
TA REG    0FFh    ;Define new register TA, located at 0ffh
MOV TA,    #0AAh
MOV TA,    #055h
```

改写定时访问控制位（WDTCN）代码示例如下：

```
MOV TA,    #0AAh
MOV TA,    #055h
MOV WDTCN, #00h
```

### 7.3.8 软复位-SRST

表 7-13 SRST 寄存器 (F7h)

位	符号	功能描述	类型	复位值
srst.7~1	-	保留位，读出的数值为 0	R/W	00h
srst.0	srst	连续两次设置 1，会引发一次软件复位动作，PC 指针将被复位到 0x0000，特殊功能寄存器 SFR 将恢复到它们的复位值。	R/W	0

## 8 增强型 CPU

ET8051 是具有高性能、操作码兼容标准 8051 微控制器的内核，采用 RISC 架构技术使其具有出色的运算能力和更小的内核。

它提供丰富的软件和硬件中断，串行通信接口，定时器的比较、捕获、重载，扩展的乘除法单元，多用途 IO 端口，看门狗定时器，调试器接口等。

该架构消除了冗余的总线状态，并且并行执行获取和执行两项工作，大多数单字节指令可以在 1 个周期内运行。ET8051 每个周期使用 1 个时钟。

## 9 系统时钟

### 9.1 概述

该芯片通过 4 个可选的时钟产生一个系统时钟，4 个时钟源分别是：片上晶振、片上陶瓷振荡器、内部 4/8/12MHz 的 RC 振荡器、外部时钟源。时钟源可以通过代码配置字选择，所选择的时钟会影响上电复位、低压复位、STOP 之后的启动时间。

另外，在上电复位时看门狗和延迟超时使用内部 32 KHz RC 振荡器。热启动时间被配置为最大值以确保用户能够选择所有可能预期的时钟源。

### 9.2 时钟定义

符号	功能描述
clk_osc	<b>主时钟</b> 4 个时钟源：片上晶振、片上陶瓷振荡器、内部 4/8/12MHz 的 RC 振荡器、外部时钟源，时钟源可以通过代码配置字选择。
clk_32k	<b>子时钟</b> 内部 32KHz RC 振荡器，看门狗和延迟超时在上电复位时使用该时钟。
clk_sys	<b>系统时钟</b> 系统时钟由主时钟经过预分频产生。
clk_cpu	<b>CPU 时钟</b> 该时钟由系统时钟产生。
clk_per	<b>外设时钟</b> 该时钟由系统时钟产生。

时钟产生及控制系统如下图所示：

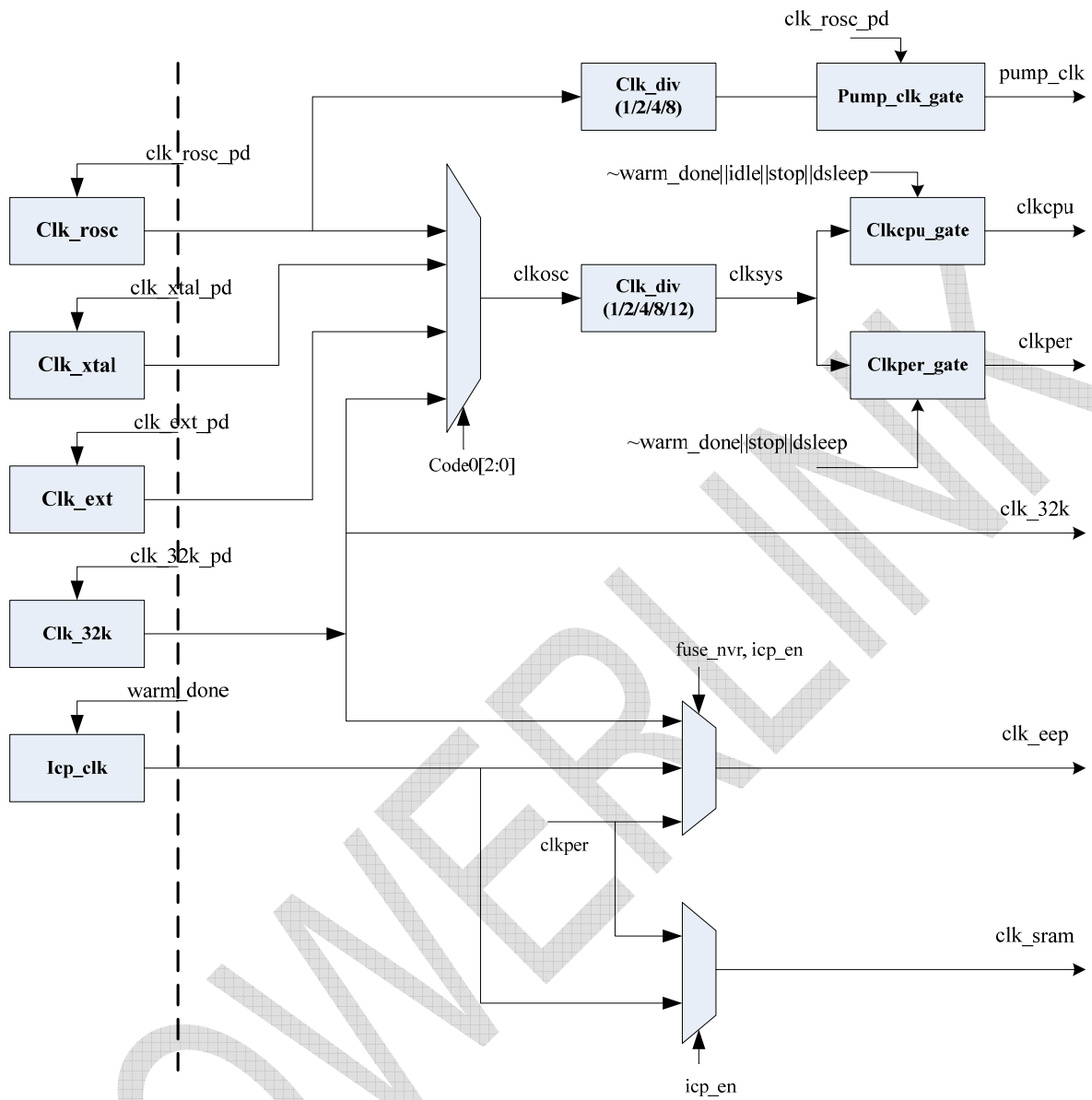


Figure 9-1 System Clock Scheme

图 9-2 系统时钟

注:

1. 当系统进入 idle/stop/sleep 模式时，cpu 时钟被关停；
2. 当系统进入 stop/sleep 模式时，外设时钟被关停；



### 9.3 晶振和陶瓷振荡器

当内置反向震荡放大器被使能时,它将被连接到外部石英晶体振荡器或陶瓷振荡器的 XIN 和 XOUT 端口。振荡器既可以工作在高速模式,又可以工作在低功耗模式。在晶振频率不大于 4MHz 时芯片的功耗比高速模式下的功耗要小很多,即低功耗模。

在 XIN 和 XOUT 之间可以连接一个  $1M\Omega$  或  $4M\Omega$  的片上电阻(可选);另外,可以在 XIN/XOUT 和 GND 之间连接 2 个可选的  $15pF$  的电容。这些电阻和电容能够改善振荡器的启动特性,特别是高频振荡器,并且这些电阻和电容是可配置的。

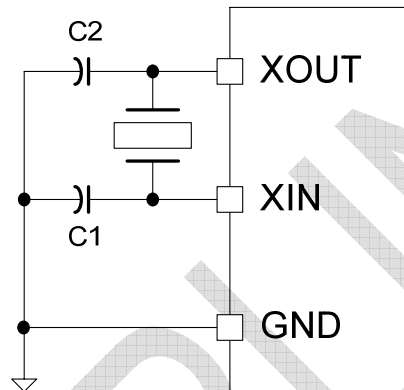


图 9-3 晶体振荡器和陶瓷振荡器

注:  $C1, C2 = 0\sim 15pF$

### 9.4 内部 4/8/12MHz RC 振荡器

芯片内置 4/8/12MHz 的高精度 RC 振荡器,可以通过修调选项进行校准。在 EEPROM 烧录程序期间会使用内部 RC 振荡器产生的时钟。当进行烧录程序时器件进入 STOP 模式后,此时内部 RC 时钟会一直工作,直到烧录结束。

### 9.5 外部时钟

外部时钟源可以通过配置选项进行选择,并通过 XIN 输入, XOUT 作为其他功能引脚。

### 9.6 内部 32KHz 时钟

内置的 32KHz RC 振荡器用作看门狗定时器和延迟超时的时钟,当 WDT 代码配置选择有效和 WDTCON.WDTEN 被置位,即使系统进入 STOP 模式,该振荡器仍然会工作。

### 9.7 系统时钟输出

当振荡器时钟输出使能时,系统时钟能够通过 P0.2 端口输出,在系统进入 STOP 模式时它会一直输出高电平。

## 9.8 寄存器定义

### 9.8.1 系统时钟预分频-SCKCON

表 9-1 SCKCON 寄存器 (96h)

位	符号	功能描述	类型	复位值
sckcon.7~5	-	-	R	000b
sckcon.4	-	-	R	0
sckcon.3	-	-	R	0
sckcon.2	-	系统时钟预分频位	R/TW	0
sckcon.1	-			0
sckcon.0	-			0

基础外设时钟与 cpu 时钟一样，都受预分频的影响。预分频寄存器有 3 位，它由 SCKCON 寄存器控制，预分频控制情况详见下表：

表 9-2 系统时钟预分频

sckcon.2	sckcon.1	sckcon.0	Prescaler
0	0	0	1
0	0	1	2
0	1	0	4
0	1	1	8
1	0	0	12
1	0	1	保留位，与 000 一样
1	1	0	
1	1	1	

## 10 复位

### 10.1 概述

该芯片有 4 个复位源：上电复位、低电压复位、外部复位、硬件看门狗复位。

在复位期间，所有 I/O 寄存器都设置到它们的初始值，所有的端口都设置到它们的默认模式，程序从复位向量 0000H 地址开始执行。

### 10.2 上电复位 POR

上电复位 POR 是由芯片内部检测电路产生，上电复位检测电平的典型值为 0.8V，上电使能 POE 检测电平的典型值为 1.4V。当 VDD 的电压低于 0.8V 时，POR 有效。POR 电路可以用来触发启动复位或检测主供电电源失效，它保证芯片能够在上电过程中复位。

当 VDD 达到上电复位的阈值电压时，由启动时间决定 POR 在 VDD 升起之后持续多长时间；一旦 VDD 电压低于上电复位的阈值电压，POR 立刻有效。上电复位（即冷复位）会设置 RSTCON 寄存器中的 PORF 标志位。可以通过 RST 引脚在芯片内部产生比上电复位更长时间的复位信号。

用户可以通过启动时间配置字配置启动延迟时间，它取决于用户选择的时钟源。启动时间也控制着在内部定时模式下从掉电到唤醒的时间，启动延迟应该选择能够提供给 VDD 足够建立时间的时钟。在芯片退出复位和开启正常工作之前，其工作环境（供电、频率、温度等）必须满足系统的最低要求。

表 10-1 超时延迟设置

Time-out (CODE1.TOUT)	Time-out Clock	Time-out Delay
00	2176 Clocks	66 ms
01	640 Clocks	20 ms
10	384 Clocks	12 ms
11	132 Clocks	4 ms

表 10-2 热启动时间设置

Clock Source	Warm-up Time (CODE1.WARM)			
	00	01	10	11
Crystal Oscillator/Ceramic Resonator	2048 Clocks	1024 Clocks	256 Clocks	8 Clocks
Internal 8 MHz RC Oscillator	1024 Clocks	256 Clocks	64 Clocks	8 Clocks
External Clock	8 Clocks	8 Clocks	8 Clocks	8 Clocks

启动时间延迟包含：超时延迟、芯片从复位开始启动的热启动时间，当芯片从 STOP 模式启动时，仅包含热启动时间。

RST 引脚可以保持有效直到满足以上条件为止。

### 10.3 低电压复位 LVR

该芯片内部集成了低电压复位 LVR 电路，在芯片工作时可以监控 VDD 电平并与固定的触发电平进行比较。

LVR 使用迟滞触发电平，以防止 LVR 出现毛刺：当 VDD 减小到低于  $V_{LVT}$  内部复位才有效，当 VDD 增加到高于  $V_{HYST}$  时，需要过了定义的定时时间超时之后，内部才能释放内部复位信号。

与 POR 不同，LVR 产生的复位脉冲不输出到引脚。另外，发生低电压复位时，会在 RSTCON 寄存器中设置 LVRF 标志位。

### 10.4 低电压检测 LPD

芯片内部集成了低压检测电路 LPD，可以实时监控 VDD 的电压并将其与一个固定的触发电平进行比较。LPD 所使用的触发电平可以通过配置选项进行选择。LPD 确保在 VDD 异常下降时，系统能够进入复位状态，并且不会有误操作导致错误。LPD 不产生复位信号，它仅在 RSTCON 寄存器中设置 LPDF 标志位。

### 10.5 外部复位 RSTB

RSTB 引脚可以作为低电平复位输入引脚，它可以对系统进行异步复位，同步释放。一旦 RSTB 输入引脚存在有效复位电平，立刻复位芯片。复位输入引脚内接抗干扰滤波器，它可抑制在复位输入引脚出现的小于 50ns 的干扰信号。在兼容模式下，每 6 个时钟周期对复位输入引脚采样 1 次，复位信号至少保持连续 12 个时钟周期无效才能释放内部复位信号。在快速模式下，每个时钟周期都对复位输入引脚行采样，复位输入引脚至少保持连续 2 个周期内无效，才能释放内部复位信号。

芯片内部包含：POR 和 LVR 电路确保芯片上电时完成复位。在很多情况下，不需要在 RSTB 引脚连接 RC 启动电路，可以节省开发成本；如果板级电路不提供复位，那么 RSTB 引脚可以不接。

外部发生复位时，会在 RSTCON 寄存器中设置 EXRF 标志位。

### 10.6 硬件看门狗复位

可以通过配置选项对看门狗使能，当看门狗定时器发生定时超时时，它会产生一个持续 16 个时钟周期的复位脉冲信号。

看门狗定时器发生复位时，会在 RSTCON 寄存器中设置 WDRF 标志位。

## 10.7 寄存器定义

### 10.7.1 复位控制-RSTCON

表 10-3 RSTCON 寄存器 (F8h)

位	符号	功能描述	类型	复位值
rstcon.7~6	-	-	R	000b
rstcon.5	-	-	R	0
rstcon.4	LPDF	<b>低电压检测标志位</b> 当低电压检测模块工作时，由硬件LPD置1；只能通过软件或上电复位清0。	R/W	0
rstcon.3	PORF	<b>上电复位标志位</b> 当发生上电复位时，由硬件将其置1；只能通过软件将其清0。	R/W	1
rstcon.2	LVRF	<b>低电压复位标志位</b> 在LVR工作时，当检测到低电压时，由硬件将其置1；只能通过上电复位或软件将其清0。	R/W	0
rstcon.1	EXRF	<b>外部复位标志位</b> 当发生外部复位时，由硬件将其置1；只能通过上电复位或软件将其清0。	R/W	0
rstcon.0	WDRF	<b>看门狗复位标志位</b> 当看门狗复位有效时，由硬件将其置1；只能通过上电复位或软件将其清0。 如果看门狗被允许工作，读取或写该位能清除硬件看门狗定时器。	R/W	0

注：在正常工作时，上电之后，rstcon.5 读出的数字必须为 1，否则系统不能工作。当 LVR/EXT\_RST 通代码配置使能时，读取 rstcon.2 和 rstcon.1 数值如果为 1，表明发生了对应的复位；建议使用这些标志位之前，首先清除这些标志位。

# 11 省电模式

## 11.1 概述

该系列器件支持 3 种不同的省电模式：空闲、停止、睡眠，这些模式可以通过 PCON 寄存器进行访问。

表 11-1 节能模式的类型

PSW types PSW blocks		IDLE		STOP		SLEEP	
		Clock	Power	Clock	Power	Clock*(1)	Power*(1)
Digital	CPU core	off	on	off	on	off	off
	Peripheral	on	on	off	on	off	off
Memory	EEPROM	on*(2)	on	off	on	off	off
	IRAM	off	on	off	on	off	off
Analog	Power supply	-	on	-	on	-	off
	IRC4/8/12Mhz	on	on	off	off	off	off
	IRC32Khz	on	on	off	off	off	off
	Oscillator	on	on	off	off	off	off
	ACMP	-	acmpcon0[6]	-	acmpcon0[6]	-	acmpcon0[6]
	CAP	on	on	on	on	on	on

注:

1. 在睡眠模式下，供电电压在 1.8v (w/ 32K LIRC)或 1.2v (w/o 32K LIRC)，为了内存保持数据，SRAM 实际上不掉电；
2. 即使在 IDLE 模式下 cpuclock 被关掉，EEPROM 时钟仍然可以有效。

## 11.2 空闲模式

在 PCON 寄存器中设置空闲位，可以使系统进入空闲模式，这会使内部 CPU 时钟停止，CPU 完全保持当前的状态（包括：内存、堆栈指针、程序计数器、程序状态字、累加器等状态），各个引脚端口保持它们进入空闲模式之前的状态。

在空闲模式下，为了能够产生中断唤醒 cpu，片内外设功能继续工作，定时器和串口保持它们的功能继续工作。如果不需要这些功能，可以在 SFR 中清除它们对应的控制位。另外，在空闲模式下，低电压复位电路一直起作用。

任何被使能的中断源或复位都可以终止空闲模式，在发生中断的情况下，系统退出空闲模式之后，会立刻进入中断服务程序。在中断服务结束时，通过 RETI 指令返回空闲模式。

在空闲模式下，通过系统时钟预分频降低系统时钟，可以大幅缩减系统功耗。请注意，时钟分频会影响所有外设的功能，需要根据新的时钟调整它们的波特率，以此来维持它们的速率。

## 11.3 停止模式

在 PCON 寄存器中设置停止位，可以使系统进入停止模式。为了减小停止模式的系统功耗，会停止振荡器、使 LVR 功能失效、对 Flash 存储器断电。在停止模式期间，供电电压可以降低到 RAM 保持数据所需的电压，但 VDD 被缩减时，系统不保证 SFR 的内容。当发生外部中断、上电复位、低电压复位、看门狗复位或其他被使能的中断时，系统会退出停止模式。

有 6 种被使能的中断源可以直接唤醒停止模式：外部中断 INT0B 和 INT1B（仅支持电平有效）、键盘中断、模拟比较器中断、触摸按键中断、看门狗中断。在发生中断的情况下，系统退出停止模式之后，会立刻进入中断服务程序。在中断服务结束时，通过 RETI 指令返回停止模式。

注：

- 1) 如果同时设置停止位和空闲位，系统会进入停止模式，当系统从停止模式唤醒时，停止位和空闲位都会被硬件清 0。
- 2) 为了从停止模式唤醒，被使能的中断必须保持足够长的时间，以此满足启动时间延迟。
- 3) 为了从停止模式唤醒，RSTB 引脚的有效电平必须保持足够长的时间，以此满足启动时间延迟。

## 11.4 睡眠模式

在 PCON 寄存器中设置睡眠位，可以使系统进入睡眠模式。为了减小睡眠模式的系统功耗，供电电压会从 1.8V 降低到 1.2V 左右（w/o 32K LIRC），仍然保持内存中的数据，包括 Flash 存储器、振荡器、内部 RC 在内的所有的模拟电路都掉电，同时关闭所有的时钟。

当系统进入睡眠模式时，被使能的外部中断 INT0B 和 INT1B（仅支持电平有效）、看门狗中断、键盘中断、触摸按键中断都能直接唤醒系统，并从中断点开始执行程序。在睡眠模式下，有 4 种类型的复位：上电复位、低电压复位、看门狗复位、外部复位可以对系统复位，复位后系统从 PC 起始值处开始运行程序。

## 11.5 寄存器定义

### 11.5.1 电源控制-PCON

表 11-2 PCON 寄存器 (87h)

位	符号	功能描述	类型	复位值
pcon.7	SMOD	串口波特率选择 (1: 波特率翻倍)	R/W	0
pcon.6	-	-	-	-

位	符号	功能描述	类型	复位值
pcon.5	ISR_TM	<b>中断服务例程测试模式标志位</b> 1: 中断向量分配给定时器 0&1、串口 0&1、SPI、I2C 接口，在此情况下只能从外部输入触发。	R/TW	0
pcon.4	-	-	R	0
pcon.3	-	-	R	1
pcon.2	SLEEP	<b>睡眠模式控制</b> 1: 自动设置停止位(pcon.1)，芯片进入睡眠模式。该位读出的数值总是为 0。	R/TW	0
pcon.1	STOP	<b>停止模式控制</b> 1: 芯片进入停止模式。该位读出的数值总是为 0。	R/W	0
pcon.0	IDLE	<b>空闲模式控制</b> 1: 芯片进入空闲模式。该位读出的数值总是为 0。	R/W	0



# 12 中断

## 12.1 概述

该器件采用 4 个中断优先级结构，为多中断源的处理提供了极大的灵活性。该器件支持 14 个中断源，（每个中断源都有独立的优先级控制位、标志位、中断向量、中断使能位。另外，这些中断能够全局使能或禁止。）可通过对 IEN0 和 IEN1 中相应的位进行置位或清零，实现每个中断源的单独使能或禁止。IEN0 中还包含一个全局禁止位 EA，它可禁止所有的中断。

每个中断源都可被单独设置为四个中断优先级之一，分别通过清零或置位 IP0, IP0H, IP1, IP1H 中相应位来实现。一个中断服务程序可被更高级的优先级中断，但不能被同优先级或更低级的优先级中断。最高级中断服务程序不响应其它任何中断。如果两个不同中断优先级的中断源在指令开始同时申请中断，则响应较高优先级的中断申请。

如果两个同优先级的中断源在指令开始同时申请中断，那么通过一个内部查询顺序序列确定首先响应哪一个中断请求，这叫做仲裁队列。注：仲裁队列只用来处理相同优先级别的中断源，同时申请中断的情况。

## 12.2 中断源

通过清零或置位 TCON 寄存器中的 IT1 或 IT0，可将外部中断 INT0B 和 INT1B 设置为电平触发或边沿触发。在边沿触发模式下，如果对 INTx 脚连续采样过程中，出现一个周期为高电平而下一个周期为低电平，则置位 TCON 的中断请求标志 IEx，产生中断请求。由于外部中断每个机器周期被采样一次，所以他们必须至少保持一个机器周期的高电平或低电平。

CPU 响应中断后，则对应的中断请求标志位 IEx 会被自动清除。

在电平触发模式下，中断请求必须保持低电平直到被中断服务响应；CPU 响应中断后，硬件不清除中断请求标志位 IEx，如果中断服务处理程序执行完毕，而对应的中断仍然保持低电平，则处理器可以响应其他的中断请求。

定时器 0、定时器 1 和定时器 2 中的计数器溢出时，分别产生定时中断标志位 TF0、TF1、TF2；CPU 响应中断后，标志位 TF0、TF1 被硬件自动清 0，TF2 标志位需要通过软件清 0。

串口模块可以产生接收中断 RI 或发送中断 TI，它们保存在 SCON 寄存器中，CPU 响应中断后，标志位不会被硬件自动清 0。事实上，中断服务程序必须判断是接收中断还是发送中断，标志位必须由软件清 0。

所有的中断标志位都可以通过软件进行置位或复位，因此，软件发起的中断可以被生成。任何一个中断源均可通过对寄存器 IEN0 和 IEN1 中相应的为置位或清零，实现单独的使能或禁能，IEN0 寄存器中还包含了一个全局使能 EA，它可以使能所有的中断，一般在复位后，所有中断使能位 EA 设置为 0，所有中断被禁止。

在对 EEPROM 进行写操作时，能够产生一个写操作结束中断请求，该中断标志位 PGMF 包含在 EECON 寄存器中。当 CPU 响应 EEPROM 写操作结束中断请求时，中断标志位 PGMF

会被硬件自动清 0。

模拟比较器能够产生输出切换中断请求 ACMP，其中断标志位是 CMPF。当 CPU 响应 ACMP 中断请求时，中断标志位 CMPF 会被硬件自动清 0。

键盘按键被按下时产生按键中断，其中断标志位 KBF 会在按键释放时自动清 0。

当触摸电容传感器的输出变化时会产生触摸按键中断，硬件不会自动清除触摸按键中断标志位 TKF，用户必须通过软件对 TKF 清 0。

在 I2C 中断使能 EI2C 和 EA 位有效时，I2C 功能模块能够产生中断，由 I2C 内部状态产生中断标志位 SI，SI 只能通过软件清 0。

在 SPI 中断使能 ESPI 和 EA 位有效时，SPI 功能模块能够产生中断，当有 8 位新数据帧传输结束时由硬件产生中断标志位 spif，spif 只能通过软件清 0。

在 WDT 中断使能 WDTIEN 和 EA 位有效时，WDT 功能模块能够产生中断。在看门狗定时计数器发生溢出时，由硬件产生中断标志位 WDTIF。当 CPU 响应该中断时，硬件对 WDTIF 自动清 0。

中断标志在每个机器周期都会被采样获取，所有中断都在时钟的上升沿被采样。如果一个标志被置起，待 CPU 捕获到之后，中断系统调用一个长转移指令 LCALL 调用其中断服务程序，但由硬件产生的 LCALL 会被下列任何条件阻止：

1. 同级或更高的优先级中断在运行中；
2. 当前的周期不是执行指令的最后一个周期；换言之，正在执行的指令完成前，任何中断请求都得不到相应；
3. 正在执行的一条 RETI 或者访问专用寄存器 IE、EIE、IP0、IP0H、IP1 或 IP1H。换言之，在 RETI 或者读写 IE、EIE、IP0、IP0H、IP1 或 IP1H 之后，不会马上响应中断请求，至少在执行一条其它指令之后才会响应。

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

如果以上任一条件都不满足，则不产生 LCALL。如果一个中断标志位只有一个周期、当满足以上条件时，CPU 不响应该中断。即实际的中断不会被记住，每一个轮询周期的中断都是新的。

不同中断源的中断向量地址如下表所示：

表 12-1 中断向量表

中断	源	向量	序号	中断	源	向量	序号
System Reset	RST	0000H					
External Interrupt0	IE0	0003H	0	Timer0 Overflow	TF0	000BH	1
External Interrupt1	IE1	0013H	2	Timer1 Overflow	TF1	001BH	3
Serial Port Interrupt	RI or TI	0023H	4	Timer2 Overflow or External Reload	TF2	002BH	5

中断	源	向量	序号	中断	源	向量	序号
I2C Interrupt	I2CF	0033H	6	Keyboard Interrupt	KBF	003BH	7
SPI Interrupt	SPIF	0043H	8	Touch Key Interrupt	TKF(ADC)	004BH	9
Timer2 Capture/Compare	T2CF	0053H	10	EE Write Finshed Interrupt	PGMF	005BH	11
Comparator Interrupt	CMPF	0063H	12	Reserved		006BH	13
Reserved		0073H	14	WDT interrupt	WDTIF	007BH	15
Reserved		0083H	16	Reserved		008BH	17
Reserved		0093H	18	Reserved		009BH	19

CPU 通过 LCALL 调用中断服务程序来响应有效的中断，由硬件产生的 LCALL 把程序计数器中的内容压入堆栈（但不保存 PSW），然后将相应的中断源的向量地址存入程序计数器。中断服务程序从指定的地址开始到 RETI 指令结束。RETI 指令通知 CPU 中断服务程序结束，然后把堆栈顶部两字节弹出，重新载入程序计数器中，执行完中断服务程序后程序返回到原来停止的地方。RET 指令也可以返回到原来的地址继续执行，但是中断优先级的控制系统仍然认为一个同一优先级的中断被响应，这种情况下，同一优先级或低优先级中断将不会被响应。

### 12.3 中断优先级

器件采用 4 个中断优先级结构、有 14 个中断源，每个中断源都可以被单独设置为 4 个中断优先级之一，分别通过清 0 或置 1 寄存器 IPXH、IPX 中相应的位来实现。中断优先级如下表所示：

表 12-2 4级中断优先级

优先位		中断优先级
IPXH	IPX	
0	0	等级 0 (最低优先级)
0	1	等级 1
1	0	等级 2
1	1	等级 3 (最高优先级)

中断优先级服务程序描述如下：

响应一个中断服务程序时，可以响应更高优先级的中断，但不能响应同优先级或低优先级的另一个中断。

响应最高级中断服务程序时不响应其他任何中断。如果出现不同中断优先级的中断源，同时申请中断时，响应较高优先级中的中断申请。

如果同级优先级的中断源在指令周期开始时，同时申请中断，那么内部查询序列确定中断响应顺序。

中断源、中断标志位、中断向量地址、使能位、优先级位、仲裁等级以及能否从停止模式唤醒 CPU，汇总如下表所示：

表 12-3 中断向量汇总

中断源	标志	向量地址	中断允许位	中断优先级	标志位清除	仲裁等级	停止模式唤醒
System Reset	RST	0000H	/	/	软件	/	是
External Interrupt 0	IE0	0003H	EX0 (IE0.0)	IP0H.0, IP0.0	硬件	1 (最高)	是**
Timer0 Interrupt	TF0	000BH	ET0 (IE0.1)	IP0H.1, IP0.1	硬件, 软件	2	否
External Interrupt 1	IE1	0013H	EX1 (IE0.2)	IP0H.2, IP0.2	硬件	3	是**
Timer1 Interrupt	TF1	001BH	ET1 (IE0.3)	IP0H.3, IP0.3	硬件, 软件	4	否
Serial Port Tx and Rx	TI&RI	0023H	ES0 (IE0.4)	IP0H.4, IP0.4	软件	5	否
Timer2 Overflow or External Reload	TF2	002BH	ET2(IE0.5)	IP0H.5, IP0.5	软件	6	否
I2C Interrupt	I2CF	0033H	EI2C (IE1.0)	IP1H.0, IP1.0	软件	7	否
Keyboard Interrupt	KBF	003BH	EKB (IE1.4)	IP1H.4, IP1.4	硬件, 软件	8	是
SPI Interrupt	SPIF	0043H	ESPI(IE1.1)	IP1H.1, IP1.1	软件	9	否
Touch Key Interrupt	TKF	004BH	ETK(IE1.5)	IP1H.5, IP1.5	硬件, 软件	10	是
Timer2 Capture/Compare Interrupt	T2CF	0053H	ET2C(IE1.3)	IP1H.5, IP1.5	硬件, 软件	11	否
EE Write Finished Interrupt	PGMF	005BH	EPGM (EECON.3)	IP0H.7, IP0.7	硬件	12	否
Comparator Interrupt	CMPF	0063H	ECMP (IE1.2)	IP1H.2, IP1.2	硬件, 软件	13	是*
WDT Interrupt	WDTIF	007BH	EWDT (wdtcon.5)	IP1H.7, IP1.7	硬件, 软件	14 (最低)	是*

注：

\* 比较器只有电平中断才能从停止模式唤醒 CPU。

\*\* INT0 或 INT1 只有发生低电平中断才能从停止模式唤醒 CPU。

## 12.4 中断响应时间

中断响应时间依赖于多个因素，如中断的性质和正在进行的指令。14 个中断源在每个系统时钟周期都被采样一次，它们产生的中断标志位，在接下来的时钟周期内被轮询，内核在第 2 个时钟周期响应，断点保护及 PC 值在第 3 个周期被存储，接着在第 4 个时钟周期中断向量被加载到 PC。因此，从外部中断请求有效和选择有效的中断源开始执行中断服务程序至少需要 4 个时钟周期。

当前请求因下述的三个情况受阻，中断响应时间会加长。如同级或更高优先级的中断正在进行，额外的等待时间取决于正执行的中断服务程序的长度。如果正在执行的指令还没有进行到最后一个周期。

## 12.5 中断输入

该系列器件有 14 个中断源，它们通过线或连接形成内部中断信号 irq，irq 连接到 CPU 内核。只有 6 个中断可以配置从停止模式或空闲模式中唤醒 CPU，这 6 个中断分别是：INT0、INT1、触摸按键中断、键盘中断、比较器中断、看门狗中断。

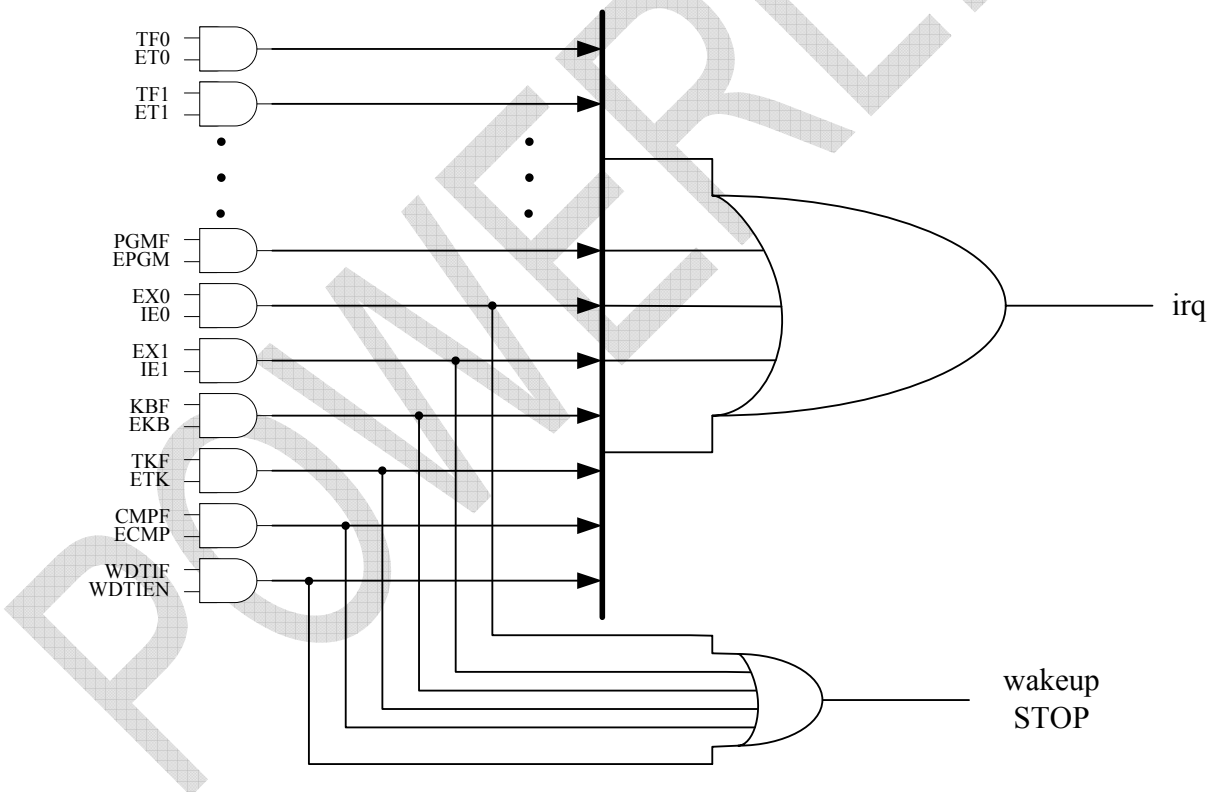


图 12-1 中断源，中断使能，唤醒停止模式

注：

1. 'irq' 是连接到内核的信号，它可以将系统从空闲模式中唤醒；
2. 'wakeup\_stop' 用来将系统从停止模式中唤醒；

- 看门狗、键盘、触摸按键中断可以将系统从睡眠模式中唤醒；

## 12.6 寄存器定义

### 12.6.1 中断允许寄存器 0-IE0

表 12-4 IE0 寄存器 (A8h)

位	符号	功能描述	类型	复位值
ie0.7	EA	所有中断允许位 0: 禁止所有中断 1: 允许所有中断	R/W	0
ie0.6	-	-	R/W	0
ie0.5	ET2	定时器2溢出中断允许位 0: 禁止定时器2溢出中断 1: ea=1时, 允许定时器2溢出中断	R/W	0
ie0.4	ES0	串口0中断允许位 0: 禁止串口0中断 1: ea=1时, 允许串口0中断.	R/W	0
ie0.3	ET1	定时器1溢出中断允许位 0: 禁止定时器1溢出中断 1: ea=1 时, 允许定时器 1 溢出中断	R/W	0
ie0.2	EX1	外部中断1允许位 0: 禁止外部中断1 1: ea=1 时, 允许外部中断 1	R/W	0
ie0.1	ET0	定时器0溢出中断允许位 0: 禁止定时器1溢出中断 1: ea=1 时, 允许定时器 0 溢出中断	R/W	0
ie0.0	EX0	外部中断0允许位 0: 禁止外部中断 0 1: ea=1 时, 允许外部中断 0	R/W	0

### 12.6.2 中断允许寄存器 1-IE1

表 12-5 IE1 寄存器 (B8h)

位	符号	功能描述	类型	复位值
ie1.7	ET2R	定时器2外部重载中断允许位	R/W	0

位	符号	功能描述	类型	复位值
		0: 禁止定时器2外部重载中断 1: ea=1 时, 允许定时器 2 外部重载中断		
ie1.6	-	-	-	0
ie1.5	ETK	<b>触摸按键中断允许位</b> 0: 禁止触摸按键中断 1: ea=1 时, 允许触摸按键中断	R/W	0
ie1.4	EKB	<b>键盘中断允许位</b> 0: 禁止键盘中断 1: ea=1 时, 允许键盘中断	R/W	0
ie1.3	ET2C	<b>定时器2捕获与比较模式中断允许位</b> 0: 禁止定时器2捕获与比较中断 1: ea=1 时, 允许定时器 2 捕获与比较中断	R/W	0
ie1.2	ECMP	<b>模拟比较器中断允许位</b> 0: 禁止模拟比较器中断 1: ea=1 时, 允许模拟比较器中断	R/W	0
ie1.1	ESPI	<b>SPI中断允许位</b> 0: 禁止SPI中断 1: ea=1 时, 允许 SPI 中断	R/W	0
ie1.0	EI2C	<b>I2C中断允许位</b> 0: 禁止IC中断 1: ea=1 时, 允许 I2C 中断	R/W	0

### 12.6.3 中断请求控制寄存器-IRCON

表 12-6 IRCON 寄存器 (C0h)

位	符号	功能描述	类型	复位值
ircon.7	T2RF	定时器 2 外部重载标志位 软件清 0	R/W	0
ircon.6	TF2	定时器 2 溢出标志位 软件清 0	R/W	0
ircon.5	TKF	触摸按键中断标志位 中断被响应时由硬件自动清除, 软件也可以清 0	R/W	0
ircon.4	KBF	键盘中断标志位 中断被响应时由硬件自动清除, 软件也可以清 0	R/W	0
ircon.3	T2CF	定时器 2 捕获与比较模式中断标志位 中断被响应时由硬件自动清除, 软件也可以清 0	R/W	0
ircon.2	CMPPF	模拟比较器中断标志位 中断被响应时由硬件自动清除, 软件也可以清 0	R/W	0

位	符号	功能描述	类型	复位值
ircon.1	-	-	R	0
ircon.0	-	-	R	0

### 12.6.4 中断优先级寄存器 0-IP0

表 12-7 IP0 寄存器 (A9h)

位	符号	功能描述	类型	复位值
ip0.7	PEE	EEPROM 写结束中断优先级	R/W	0
ip0.6	-	-	R/W	0
ip0.5	PT2	定时器 2 中断优先级	R/W	0
ip0.4	PS0	串口 0 中断优先级	R/W	0
ip0.3	PT1	定时器 1 溢出中断优先级	R/W	0
ip0.2	PX1	外部中断 1 优先级	R/W	0
ip0.1	PT0	定时器 0 溢出中断优先级	R/W	0
ip0.0	PX0	外部中断 0 优先级	R/W	0

### 12.6.5 高中断优先级寄存器 0-IP0H

表 12-8 IP0H 寄存器 (B1h)

位	符号	功能描述	类型	复位值
ip0h.7	PEEH	EEPROM 写结束中断高优先级	R/W	0
ip0h.6	-	-	R/W	0
ip0h.5	PT2H	定时器 2 中断高优先级	R/W	0
ip0h.4	PS0H	串口 0 中断高优先级	R/W	0
ip0h.3	PT1H	定时器 1 溢出中断高优先级	R/W	0
ip0h.2	PX1H	外部中断 1 高优先级	R/W	0
ip0h.1	PT0H	定时器 0 溢出中断高优先级	R/W	0
ip0h.0	PX0H	外部中断 0 高优先级	R/W	0

### 12.6.6 中断优先级寄存器 1-IP1

表 12-9 IP1 寄存器 (B9h)

位	符号	功能描述	类型	复位值
---	----	------	----	-----



位	符号	功能描述	类型	复位值
ip1.7	PWDT	看门狗中断优先级	R/W	0
ip1.6	-	-	R/W	0
ip1.5	PTK	触摸按键中断优先级	R/W	0
ip1.4	PKB	键盘中断优先级	R/W	0
ip1.3	PT2C	定时器 2 捕获与比较模式中断优先级	R/W	0
ip1.2	PCMP	模拟比较器中断优先级	R/W	0
ip1.1	PSPI	SPI 中断优先级	R/W	0
ip1.0	PI2C	I2C 中断优先级	R/W	0

### 12.6.7 高中断优先级寄存器 1-IP1H

表 12-10 IP1H 寄存器 (C1h)

位	符号	功能描述	类型	复位值
ip1h.7	PWDTH	看门狗中断高优先级	R/W	0
ip1h.6	-	-	R/W	0
ip1h.5	PTKH	触摸按键中断高优先级	R/W	0
ip1h.4	PKBH	键盘中断高优先级	R/W	0
ip1h.3	PT2CH	定时器 2 捕获与比较模式中断高优先级	R/W	0
ip1h.2	PCMPH	模拟比较器中断高优先级	R/W	0
ip1h.1	PSPIH	SPI 中断高优先级	R/W	0
ip1h.0	PI2CH	I2C 中断高优先级	R/W	0

## 13 外部中断

该器件的 INT0B 与 INT1B 可以作为用外部中断源，外部中断可以通过编程 TCON 寄存器的 IT1 或 IT0 控制位配置为电平有效或边沿有效。如果  $ITx=0$ ，则中断 INTx 所在的引脚低电平有效；如果  $ITx=1$ ，则中断 INTx 下降沿有效，在此模式下如果检测到下降沿并且  $IEx=1$ ，则 INTx 对应的中断标志位被设置为 1。

器件内部每个时钟周期都对外部中断引脚进行采样，外部引脚所输入的高或低电平至少要保持 2 个系统时钟周期，从而确保输入被采样到。如果外部中断是边沿有效的，则其至少要保持高、低电平各 2 个时钟周期，以确保系统能够看到，从而设置中断请求标志位。当 CPU 响应中断进入中断服务程序之后，硬件自动清除中断标志位。

当外部中断工作在电平有效模式时，外部中断源必须保持足够长的有效时间直到中断请求被实际产生，同时在 CPU 执行中断服务程序结束之前，必须保持外部中断源中断请求是有效的，否则将会产生其他中断。INT0 和 INT1 可以将系统从掉电状态唤醒。

## 14 键盘接口

器件完全实现了键盘接口功能，可以连接一个  $1 \times n \sim 8 \times n$  的矩阵键盘。键盘功能模块提供 8 中可配置的外部中断，每个按键复用 P1 口（P1.0~P1.7 端口）。

当检测到某个引脚满足中断条件，并且该引脚的在键盘控制寄存器 KBCON 中被允许，则设置键盘中断标志位 KBF。当按键释放时 KBF 被自动清 0。任何一个被允许的键盘中断都可以将器件从空闲、停止或睡眠模式中唤醒。

用户需要轮询键盘引脚，检查哪个按键输入有效。

### 14.1 寄存器定义

#### 14.1.1 键盘中断控制寄存器—KBCON

表 14-1 KBCON 寄存器 (BCh)

位	符号	功能描述	类型	复位值
kbcon.7~0	-	键盘中断控制位	R/W	00h

## 15 I/O 端口

### 15.1 概述

器件有 3 个 I/O 端口，P0、P1 和 P2。所有 I/O 的引脚都可以通过配置项和端口控制寄存器进行配置。器件最多可以设置 22 个通用 I/O 端口。

端口输出数据在寄存器 Px 中，端口控制寄存器 PxM0 和 PxM1 控制端口作为输入或者输出。

当端口通过 ALTx 寄存器被配置为模拟功能引脚时，数字输入被禁止。

有些引脚共用其他功能，输出引脚功能的优先级最高，输入引脚功能的优先级最低。这意味着，如果某个引脚优先级高的功能被使能，即使其优先级低的功能也被使能，低优先级的功能也无法使用。

### 15.2 端口配置

器件所有端口引脚都可以配置为以下 4 种模式之一，这 4 种端口类型分别为：仅为输入、输入上拉、推挽输出、开漏输出。不支持标准 8051 端口输出的准双向口。

每个引脚都具有一个施密特触发输入，以此改善输入、抑制干扰噪声。在睡眠期间，除了 INT0B、INT1B、RSTB、XIN 和 XOUT 之外，所有斯密特触发器的输入端都被禁止。器件在停止模式到唤醒期间，键盘输入引脚被配置为键盘中断输入保持有效。这些中断引脚在进入停止模式前，既不能被禁止，又不能浮空。

表 15-1 配置模式

PxM0.y	PxM1.y	Port Mode
0	0	仅为输入(高阻抗)
0	1	输入上拉
1	0	推挽输出
1	1	开漏输出

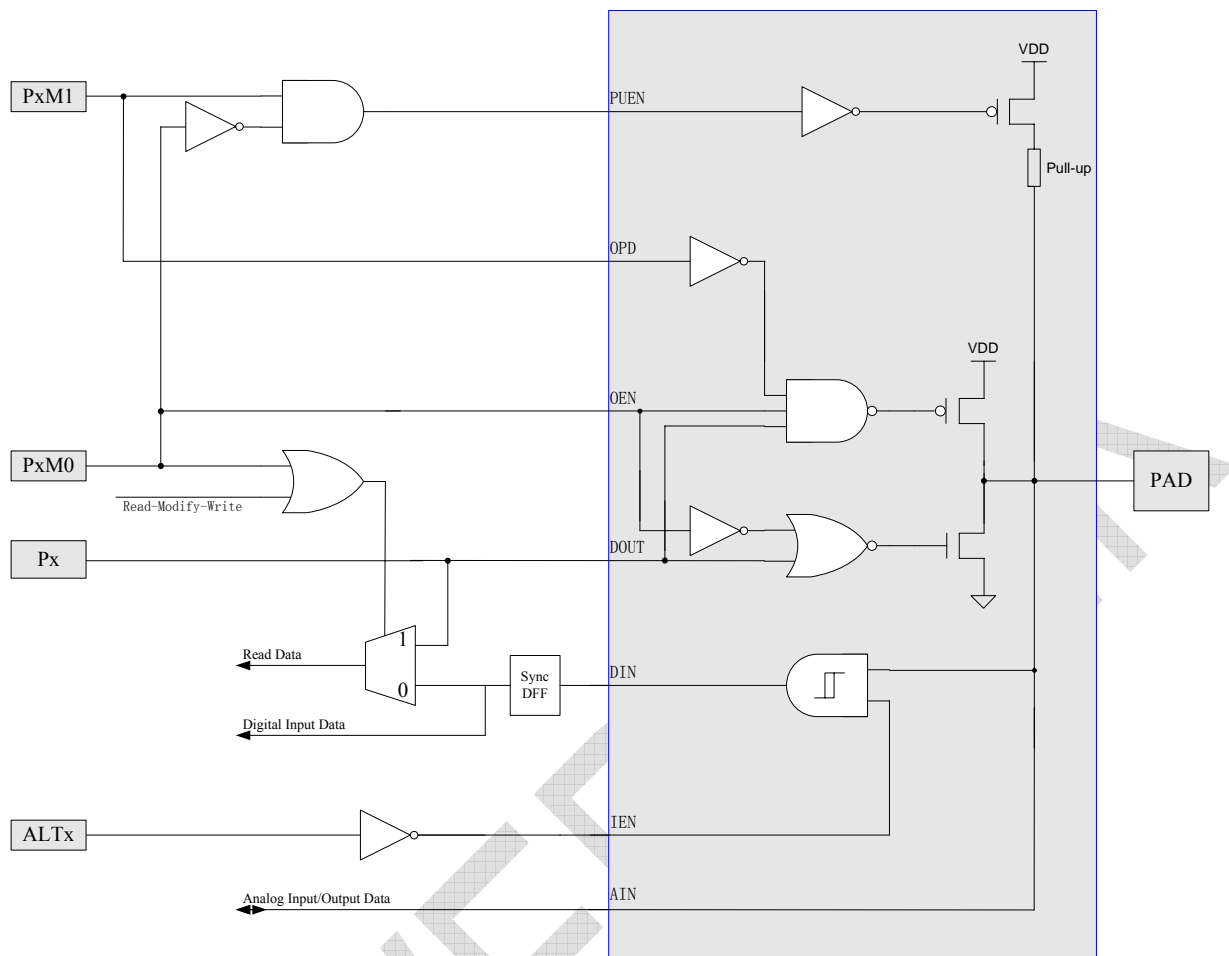


图 15-1 GPIO

### 15.3 模拟功能端口

器件集成了模拟比较器和 16 通道触摸按键。为了得到最佳的模拟性能并降低功耗，用于模拟功能的管脚必须禁止数字输入和输出功能。

将引脚配置为仅为输入（高阻抗）时，禁止数字信号输出。当通过 ALT<sub>x</sub> 寄存器把引脚的模拟功能使能时，引脚被设置为仅为输入同时禁止数字信号输入。

### 15.4 端口读-改-写

读取某一端口可以读取引脚的状态或端口寄存器，这取决于使用的指令。简单的读指令总是直接访问端口寄存器。

读-改-写指令总是访问端口寄存器，可以读出数值、有可能修改它，然后再把它写回去。这些指令包括按位写指令：CLR 和 SETB，它们实际上读取整个端口、修改某一位、然后再把数据写到端口寄存器。

### 15.5 端口功能复用

器件的多数通用数字 I/O 引脚功能，可以根据不同外设单元 I/O 口的需求进行复用。端口功能复用的控制如下图所示：

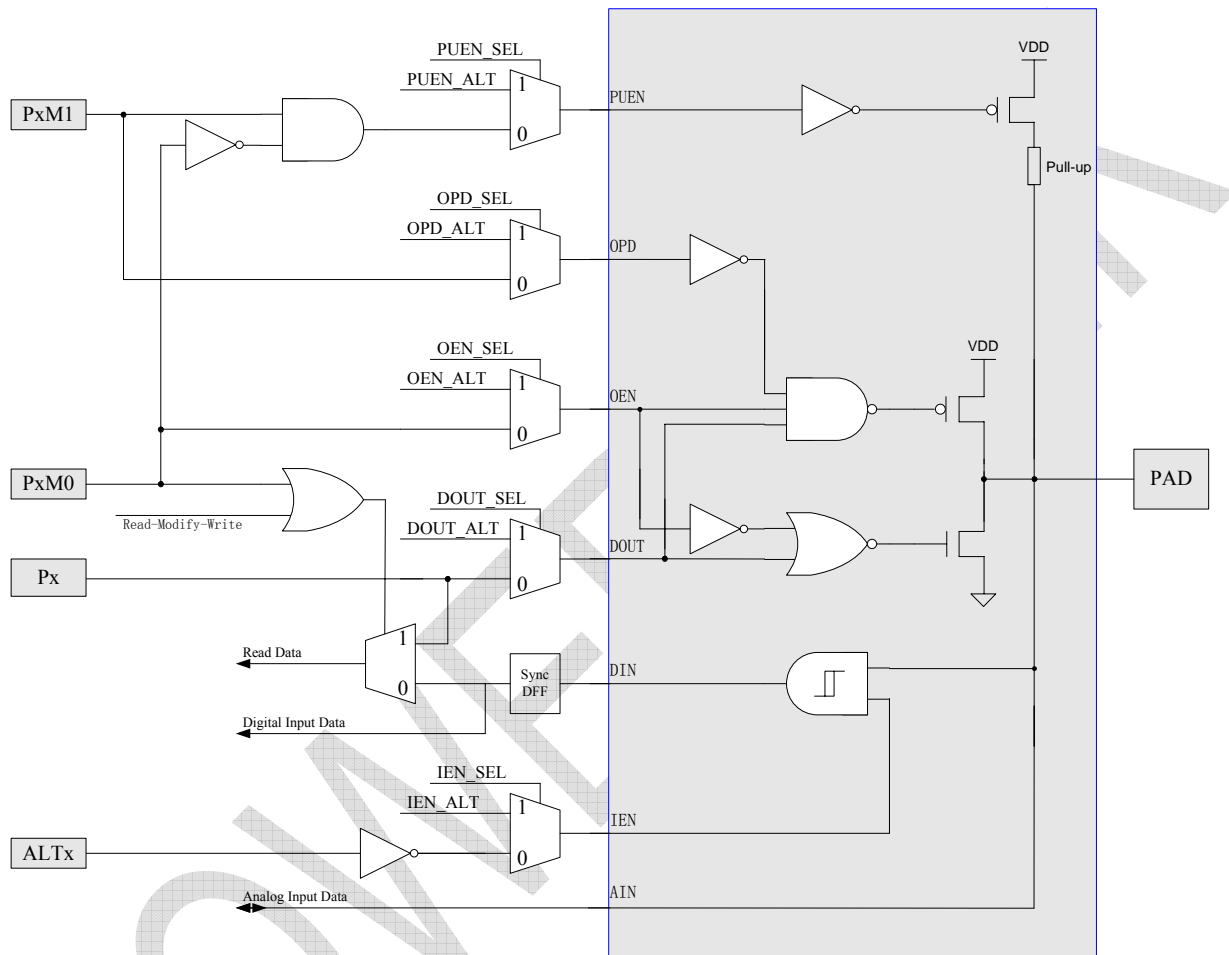


图 15-2 端口功能复用

表 15-2 内部复用控制定义

名称	功能	名称	功能
PUEN_SEL	上拉使能复用选择	PUEN_ALT	上拉使能复用控制
OPD_SEL	开漏输出使能复用选择	OPD_ALT	开漏输出使能复用控制
OEN_SEL	输出使能复用选择	OEN_ALT	输出使能复用控制
DOUT_SEL	端口数据输出复用选择	DOUT_ALT	端口数据数据复用控制

名称	功能	名称	功能
IEN_SEL	数字输入使能复用选择	IEN_ALT	数字输入使能复用控制
DIN	数字输入	AIN	模拟输入

表 15-3 端口引脚复用功能

端口引脚	复用功能	类型	配置位
P0.0	MOSI	Digital(input )	SPCON.SPEN =1 && SPCON.MSTR =0(slave)
		Digital(output )	SPCON.SPEN =1 && SPCON.MSTR =1(master)
	PWM0*	Digital(output)	PSFT.PWM0=1 && PWMCON0.PWM0EN=1
	T0	Digital(input )	PSFT.T0=0
	TK12*	Analog(input)	PSFT.TKCH=1 && TKCHS1.4=1
P0.1	PCL	Digital(input )	ICP mode enable
	PCL	Digital(input )	CODE1.ICD=1
	PWM1*	Digital(output)	PSFT.PWM1=1 && PWMCON0.PWM1EN=1
	T1	Digital(input )	PSFT.T1=0
	INT0B*	Digital(input )	PSFT.INT0B=1
	TK13*	Analog(input)	PSFT.TKCH=1 && TKCHS1.5=1
P0.2	CLKOUT	Digital(output)	CODE0.CLKOEN=1
	SCSB	Digital(input )	SPCON.SSDIS =0
	T2EX	Digital(input )	PSFT.T2=0
	INT1B*	Digital(input )	PSFT.INT1B=1
	TK14*	Analog(input)	PSFT.TKCH=1 && TKCHS1.6=1
P0.3	XOUT	Analog(output)	CODE0.OSCSEL=3'b01x
	SDA	Digital(IO)	I2CCON. ENS1=1
	MISO	Digital(input )	SPCON.SPEN =1 && SPCON.MSTR =1(master)
		Digital(output )	SPCON.SPEN =1 && SPCON.MSTR =0(slave)
	TXD	Digital(output)	SCON.REN=1 PSFT.UART=0
T2CPO	Digital(output)	T2CON.T2EN=1	

端口引脚	复用功能	类型	配置位
			PSFT.T2=0 T2MOD<2:0>=3'b10x
	TK15*	Analog(input)	PSFT.TKCH=1 && TKCHS1.7=1
P0.4	XIN	Analog(input)	CODE0.OSCSEL=3'b0xx
	SCL	Digital(IO)	I2CCON.ENS1=1
	SCK	Digital(output)	SPCON.SPEN =1 && SPCON.MSTR =1(master)
		Digital(input)	SPCON.SPEN =1 && SPCON.MSTR =0(slave)
RXD	Digital(input)	SCON.REN=1 PSFT.UART=0	
P0.5	PDA	Digital(output)	ICP mode enable
	PDA	Digital(output)	CODE1.ICD=1
	RSTB	Analog(input)	CODE1.RST=1
P1.0	MOSI*	Digital(input)	SPCON.SPEN =1 && SPCON.MSTR=0(slave) && PSFT0.SPI =1
		Digital(output)	SPCON.SPEN =1 && SPCON.MSTR=1(master)&& PSFT0.SPI =1
	PWM0	Digital(output)	PWMCON0.PWM0EN=1
TK0	Analog(input)	TKCON0.TKEN=1 && TKCON1.START=1 && TKCHS0.0=1 ASW0.KEY0=1	
P1.1	SCSB*	Digital(input)	SPCON.SSDIS =0 && PSFT0.SPI =1
	PWM1	Digital(output)	PWMCON0.PWM1EN=1
	TK1	Analog(input)	TKCON0.TKEN=1 && TKCON1.START=1 && TKCHS0.1=1 ASW0.KEY1=1
P1.2	SDA*	Digital(IO)	I2CCON.ENS1 =1 && PSFT.IIC =1
	MISO*	Digital(input)	SPCON.SPEN=1 && SPCON.MSTR=1(master) && PSFT.SPI=1
Digital(output)		SPCON.SPEN=1 && SPCON.MSTR=0(slave) && PSFT.SPI=1	



端口引脚	复用功能	类型	配置位
	TXD*	Digital(output)	SCON.REN=1 PSFT.UART=1
	TK2	Analog(input)	TKCON0.TKEN=1 && TKCON1.START=1 && TKCHS0.2=1 ASW0.KEY2=1
P1.3	SCL*	Digital(IO)	I2CCON.ENS1 =1 && PSFT0.IIC=1
	SCK*	Digital(output )	SPCON.SPEN=1 && SPCON.MSTR=1(master) && PSFT0.SPI=1
		Digital(input )	SPCON.SPEN=1 && SPCON.MSTR=0(slave) && PSFT0.SPI=1
	RXD*	Digital(output)	SCON.REN=1 PSFT.UART=1
	TK3	Analog(input)	TKCON0.TKEN=1 && TKCON1.START=1 && TKCHS0.3=1 ASW0.KEY3=1
P1.4	CMPOUT	Analog(output)	CMPCON0.CMPEN=1
	T0*	Digital(input)	PSFT.T0=1
	TK4	Analog(input)	TKCON0.TKEN=1 && TKCON1.START=1 && TKCHS0.4=1 ASW0.KEY4=1
P1.5	ADVREF	Analog(input)	ADCSEL !=00 && ADCON0.ADCEN=1
	CMPVREF	Analog(input)	CMPCON0.CMPEN=1 CMPCON0.CMPVREF=1
	T1*	Digital(input)	PSFT.T1=1
	TK5	Analog(input)	TKCON0.TKEN=1 && TKCON1.START=1 && TKCHS0.5=1 ASW0.KEY5=1
P1.6	CMPN	Analog(input)	CMPCON0.CMPEN=1 CMPCON0.CMPVREF=0
	T2EX*	Digital(input )	PSFT.T2=1

端口引脚	复用功能	类型	配置位
	INT0B	Digital(input)	PSFT.INT0B=0
	TK6	Analog(input)	TKCON0.TKEN=1 && TKCON1.START=1 && TKCHS0.6=1 ASW0.KEY6=1
P1.7	CMPP	Analog(input)	CMPCON0.CMPEN=1 CMPCON0.CMPIBG=0
	T2CPO*	Digital(output)	T2CON.T2EN=1 PSFT.T2=1 T2MOD<2:0>=3'b10x
	INT1B	Digital(input)	PSFT.INT1B=0
	TK7	Analog(input)	TKCON0.TKEN=1 && TKCON1.START=1 && TKCHS0.7=1 ASW0.KEY7=1
P2.0	PWM2	Digital(output)	PWMCON1.PWM2EN=1
	AD0	Analog(input)	TKCON0.ADCEN=1 && TKCON1.START=1 && TKCHS1.0=1
	TK8	Analog(input)	TKCON0.TKEN=1 && TKCON1.START=1 && TKCHS1.0=1 ASW1.KEY8=1
P2.1	PWM3	Digital(output)	PWMCON1.PWM3EN=1
	AD1	Analog(input)	TKCON0.ADCEN=1 && TKCON1.START=1 && TKCHS1.1=1
	TK9	Analog(input)	TKCON0.TKEN=1 && TKCON1.START=1 && TKCHS1.1=1 ASW1.KEY9=1
P2.2	AD2	Analog(input)	TKCON0.ADCEN=1 && TKCON1.START=1 && TKCHS1.2=1
	TK10	Analog(input)	TKCON0.TKEN=1 && TKCON1.START=1 && TKCHS1.2=1 &&

端口引脚	复用功能	类型	配置位
			ASW1.KEY10=1
P2.3	AD3	Analog(input)	TKCON0.ADCEN=1 && TKCON1.START=1 && TKCHS1.3=1
	TK11	Analog(input)	TKCON0.TKEN=1 && TKCON1.START=1 && TKCHS1.3=1 && ASW1.KEY11=1
P2.4	AD4	Analog(input)	TKCON0.ADCEN=1 && TKCON1.START=1 && TKCHS1.4=1
	TK12	Analog(input)	TKCON0.TKEN=1 && TKCON1.START=1 && TKCHS1.4=1 && PSFT.TKCH=0 && ASW1.KEY12=1
P2.5	AD5	Analog(input)	TKCON0.ADCEN=1 && TKCON1.START=1 && TKCHS1.5=1
	TK13	Analog(input)	TKCON0.TKEN=1 && TKCON1.START=1 && TKCHS1.5=1 && PSFT.TKCH=0 && ASW1.KEY13=1
P2.6	AD6	Analog(input)	TKCON0.ADCEN=1 && TKCON1.START=1 && TKCHS1.6=1
	TK14	Analog(input)	TKCON0.TKEN=1 && TKCON1.START=1 && TKCHS1.6=1 && PSFT.TKCH=0 && ASW1.KEY14=1
P2.7	AD7	Analog(input)	TKCON0.ADCEN=1 && TKCON1.START=1 && TKCHS1.7=1
	TK15	Analog(input)	TKCON0.TKEN=1 && TKCON1.START=1 && TKCHS1.7=1 && PSFT.TKCH=0 && ASW1.KEY15=1

注：以上复用功能具有高优先级，当它使能时其他低优先级的功能被禁止。

## 15.6 寄存器定义

### 15.6.1 P0 数据寄存器-P0

表 15-4 P0 数据寄存器 (80h)

位	符号	功能描述	类型	复位值
p0.7~6	-	-	R	2'b0

位	符号	功能描述	类型	复位值
p0.5~0	-	数据寄存器	R/W	6'b0

### 15.6.2 P0 控制寄存器–P0M0/P0M1

表 15-5 P0 控制寄存器 0–P0M0 (B2h)

位	符号	功能描述	类型	复位值
p0m0.7~6	-	-	R	2'b0
p0m0.5~0	-	控制寄存器 0	R/W	6'b0

表 15-6 P0 控制寄存器 1–P0M1 (B3h)

位	符号	功能描述	类型	复位值
p0m1.7~6	-	-	R	2'b0
p0m1.5~0	-	控制寄存器 1	R/W	6'b0

### 15.6.3 P1 数据寄存器–P1

表 15-7 P1 数据寄存器 (90h)

位	符号	功能描述	类型	复位值
p1.7~0	-	数据寄存器	R/W	00h

### 15.6.4 P1 控制寄存器–P1M0/P1M1

表 15-8 P1 控制寄存器 0–P1M0 (B4h)

位	符号	功能描述	类型	复位值
p1m0.7~0	-	控制寄存器 0	R/W	00h

表 15-9 P1 控制寄存器 1–P1M1 (B5h)

位	符号	功能描述	类型	复位值
p1m1.7~0	-	控制寄存器 1	R/W	00h

### 15.6.5 P2 数据寄存器–P2

表 15-10 P2 数据寄存器(A0h)

位	符号	功能描述	类型	复位值
p2.7~0	-	数据寄存器	R/W	00h

### 15.6.6 P2 控制寄存器–P2M0/P2M1

表 15-11 P2 控制寄存器 0–P2M0 (B6h)

位	符号	功能描述	类型	复位值
p2m0.7~0	-	控制寄存器 0	R/W	00h

表 15-12 P2 控制寄存器 1–P2M1 (B7h)

位	符号	功能描述	类型	复位值
p2m1.7~0	-	控制寄存器 1	R/W	00h

### 15.6.7 模拟端口切换寄存器–ASW0/ASW1

通过配置 ASW0/ASW1 中相应的控制位可以使得 P1、P2 端口的数字输入允许开启或关闭。如 asw0.7=1，则关闭 port1.7 的数字输入。

表 15-13 模拟端口切换寄存器 0–ASW0 (ACh)

位	符号	功能描述	类型	复位值
asw0.7~0	-	模拟切换寄存器 0, 控制 P1.7~0	R/W	00h

表 15-14 模拟端口切换寄存器 1–ASW1 (ADh)

位	符号	功能描述	类型	复位值
asw1.7~0	-	模拟切换寄存器 1, 控制 P2.7~0	R/W	00h

### 15.6.8 端口移位寄存器 0–PSFT0

表 15-15 端口移位寄存器 0 (AEh)

位	符号	功能描述	类型	复位值

位	符号	功能描述	类型	复位值
psft0.7	SPI	SCSB/SCK/MISO/MOSI 移位控制位	R/W	1'b0
psft0.6	I2C	SCL/SDA 移位控制位	R/W	1'b0
psft0.5	UART	RXD/TXD 移位控制位	R/W	1'b0
psft0.4	INT1B	INT1B 移位控制位	R/W	1'b0
psft0.3	INT0B	INT0B 移位控制位	R/W	1'b0
psft0.2	T2	T2EX/T2CPO 移位控制位	R/W	1'b0
psft0.1	T1	Timer 1 输入移位控制位	R/W	1'b0
psft0.0	T0	Timer 0 输入移位控制位	R/W	1'b0

### 15.6.9 端口移位寄存器 1-PSFT1

表 15-16 端口移位寄存器 1 (AFh)

位	符号	功能描述	类型	复位值
psft1.7~4	-	-	R	4'b0
psft1.3	KEYB	键盘 7~0 移位控制位	R/W	1'b0
psft1.2	TKCH	触摸按键的 15~12 通道移位控制位	R/W	1'b0
psft1.1	PWM1	PWM1 移位控制位	R/W	1'b0
psft1.0	PWM0	PWM0 移位控制位	R/W	1'b0

## 16 定时器 0 和定时器 1

### 16.1 概述

器件有两个通用的 16 位定时/计数器，定时器 0 和定时器 1，其工作时钟是系统时钟经过预分频之后的时钟，预分频系数存放在 TCON 寄存器中。

用作“定时器”功能时，定时器 0/1 在每个工作时钟的上升沿加 1。

用作“计数器”功能时，定时器 0/1 在对应的外部输入管脚 t0/t1 上每发生从 1 到 0 的跳变（即下降沿）时加 1。由于识别一个从 1 到 0 的跳变需要 2 个时钟周期，因此最大的输入计数速率是振荡器频率的 1/2。这里对占空比没有限制，为了确保正确的识别 0 或 1 的状态，t0/t1 输入信号至少需要稳定一个时钟周期。

Timer 0/1 有 4 中工作模式，可以通过两个特殊功能寄存器 tmod、tcon 选择适当的工作模式。

### 16.2 模式 0 和模式 1

模式 0：定时器 0 被配置为 13 位寄存器（“tl0”有 5 位，“th0”有 8 位），tl0 高 3 位是不变的、在读取时应该被忽略。

模式 1：定时器 0 被配置为 16 位寄存器，其他与模式 0 相同。

模式 0：定时器 1 被配置为 13 位寄存器（“tl1”= 5 bits，“th1”= 8 bits），tl1 高 3 位是不变的、在读取时应该被忽略。

模式 1：定时器 1 被配置为 16 位寄存器。

定时器 1 在模式 0 或模式 1 与定时器 0 一样，都有 13 位的预分频。定时器时钟由 TCKCON.TPSx 控制。

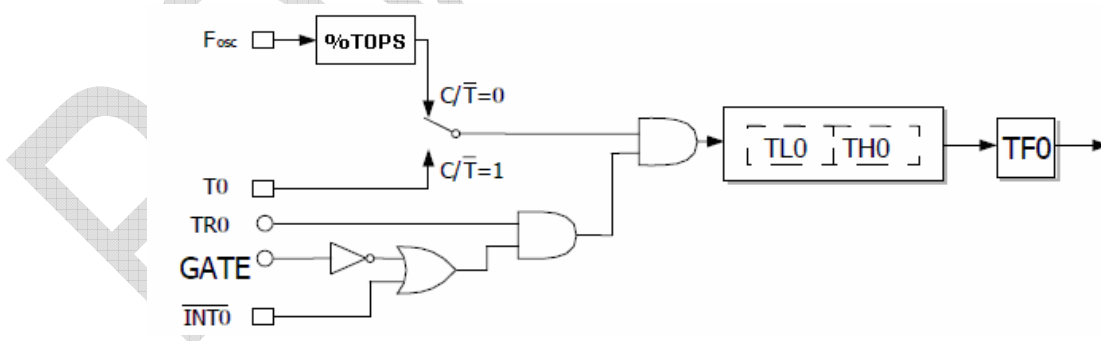


图 16-1 模式 0 和 1 中的定时器 0

### 16.3 模式 2

在此模式中，定时器 0 和 1 作为可自动重载的 8 位计数器。定时器 0 及定时器 1 在模式 2 中的操作相同。

定时器时钟由 TCKCON.TPSx 控制。

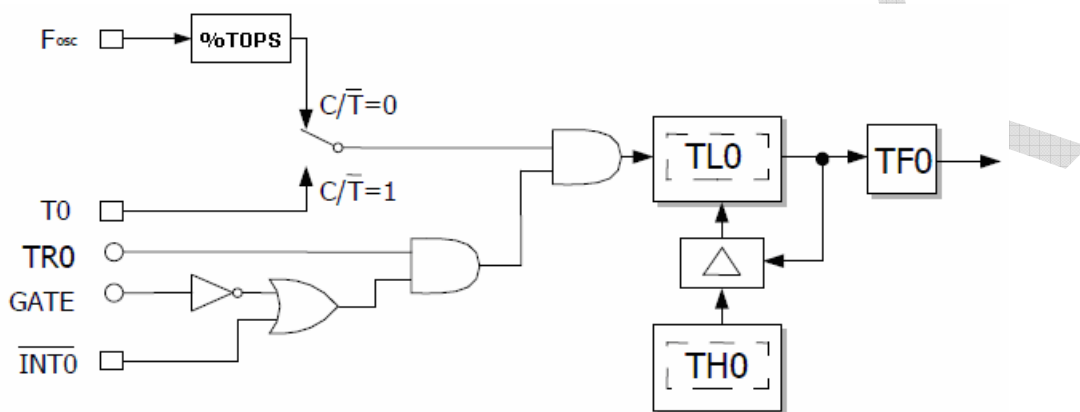


图 16-2 模式 2 中的定时器 0

### 16.4 模式 3

在模式 3 中定时器 1 停止工作。在此模式中，定时器 0 被分成两个独立的 8 位定时器/计数器，用于需要一个额外的 8 位定时器的场合。在定时器 1 处于模式 3 时，它可用作串行口的波特率发生器。

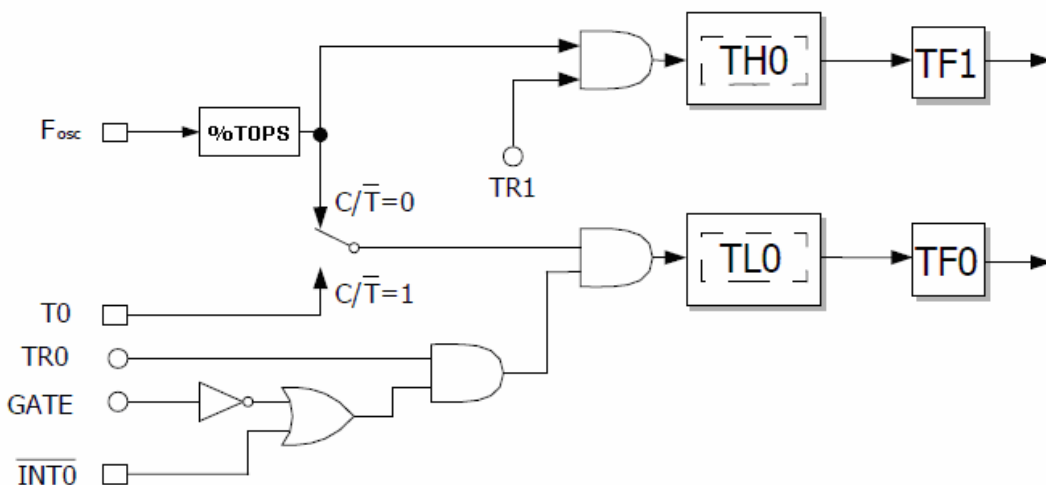


图 16-3 模式 3 中的定时器 0



## 16.5 寄存器定义

### 16.5.1 定时器/计数器控制寄存器-TCON

表 16-1 TCON 寄存器 (88h)

位	符号	功能描述	类型	复位值
tcon.7	tf1	<b>定时器1溢出标志位</b> 0: 定时器 1 无溢出, 可由软件清 0 1: 定时器 1 溢出, 由硬件置 1, 当中断被响应时由硬件自动清除该位; 如软件将其置 1, 将会引起定时器中断	R/W	0
tcon.6	tr1	<b>定时器1启动控制位</b> 0: 停止定时器 1 1: 启动定时器 1	R/W	0
tcon.5	tf0	<b>定时器0溢出标志位</b> 0: 定时器 0 无溢出, 可由软件清 0 1: 定时器 0 溢出, 由硬件置 1, 当中断被响应时由硬件自动清除; 如软件将其置 1, 将会引起定时器中断	R/W	0
tcon.4	tr0	<b>定时器0启动控制位</b> 0: 停止定时器 0 1: 启动定时器 0	R/W	0
tcon.3	ie1	<b>外部中断1标志位</b> 0: 无外部中断 1 发生 1: 有外部中断 1 发生 观测到外部中断 1 发生时, 由硬件置 1; 当中断被响应时, 由硬件清 0	R/W	0*
tcon.2	it1	<b>外部中断1触发模式控制位</b> 0: 低电平触发 1: 下降沿触发	R/W	0
tcon.1	ie0	<b>外部中断0标志位</b> 0: 无外部中断 0 发生 1: 有外部中断 0 发生 观测到外部中断 0 发生时, 由硬件置 1; 当中断被响应时, 由硬件清 0	R/W	0*
tcon.0	it0	<b>外部中断0触发模式控制位</b> 0: 低电平触发 1: 下降沿触发	R/W	0

注:

上电复位后, 当 INT0B/INT1B 输入端口悬空时, 所读出的寄存器值如果是 0Ah, 表示有

INT0B/INT1B 中断标志，如果发生类似的情况，建议使用 INT0B/INT1B 之前先清除中断标志位。

### 16.5.2 定时器/计数器模式寄存器-TMOD

表 16-2 TMOD 寄存器 (89h)

位	符号	功能描述	类型	复位值
tmod.7	Gate	<b>定时器1门控位</b> 0: tr1 置 1, 定时器被允许 1: 计数器外部门控被允许, 在 int(1)引脚高电平期间 tr1 被置 1, 计数器 1 才被允许, 计数器 1 在 t1 的每个下降沿加 1	R/W	0
tmod.6	c/t	<b>定时器1/计数器1模式选择位</b> 0: 定时器模式 1: 计数器模式	R/W	0
tmod.5	m1	<b>定时器1模式选择位</b> 选择定时器/计数器 1 的工作模式, 如下表所示。	R/W	0
tmod.4	m0		R/W	0
tmod.3	Gate	<b>定时器0门控位</b> 0: tr0 置 1, 定时器被允许 1: 计数器外部门控被允许, 在 int(0)引脚高电平期间 tr0 被置 1, 计数器 0 才被允许, 计数器 0 在 t0 的每个下降沿加 1	R/W	0
tmod.2	c/t	<b>定时器0/计数器0模式选择位</b> 0: 定时器模式 1: 计数器模式	R/W	0
tmod.1	m1	<b>定时器0模式选择位</b> 选择定时器/计数器 0 的工作模式, 如下表所示。	R/W	0
tmod.0	m0		R/W	0

表 16-3 定时器/计数器模式选择

M1	M0	Mode	Function
0	0	Mode 0	13 位向上计数器/定时器, t10 (t11)寄存器中有低 5 位、th0 (th1)有 8 位数据 (定时器 0、定时器 1 的寄存器是分开的)。注意: 不像 80c51, 在模式 1 t10 (t11)中的第 7~5 位都是 0
0	1	Mode 1	16 位向上计数器/定时器
1	0	Mode 2	8 位自动重载向上计数器/定时器, 重载的数值保存在 th0 (th1), t10 (t11)每个机器周期加 1, 当 t10 (t11)发生溢出时, 把 th0 (th1)中的数值拷贝到 t10 (t11)中。
1	1	Mode 3	只用于定时器0 (定时器1被停止), 定时器0用作两个8位向上计数定时器t10, th0 - t10 使用定时器0的控制位, 在tf0设置溢出标志位 - th0 操作与定时器 1 相似, 由 tr1 控制, 在 tf1 设置溢出标志位

### 16.5.3 定时器时钟预分频寄存器-TCKCON

表 16-4 TCKCON 寄存器 (8Fh)

位	符号	功能描述	类型	复位值
tckcon.7	-	-	R	0
tckcon.6	t2ps2	定时器 2 预分频选择位	R/W	1
tckcon.5	t2ps1		R/W	0
tckcon.4	t2ps0		R/W	0
tckcon.3	t1ps1	定时器 1 预分频选择位	R/W	1
tckcon.2	t1ps0		R/W	1
tckcon.1	t0ps1	定时器 0 预分频选择位	R/W	1
tckcon.0	t0ps0		R/W	1

表 16-5 定时器 2 时钟预分频选择

T2PS2	T2PS1	T2PS0	Timer 2 Clock Prescaler Selection
0	0	0	RSV
0	0	1	clk_sys/2
0	1	0	clk_sys/4
0	1	1	clk_sys/8
1	0	0	clk_sys/12
1	0	1	clk_sys/16
1	1	0	clk_sys/32
1	1	1	clk_sys/128

表 16-6 定时器 1/0 时钟预分频选择

T1PS1	T1PS0	Timer 1 Clock Prescaler	T0PS1	T0PS0	Timer 0 Clock Prescaler
0	0	RSV	0	0	RSV
0	1	clk_sys/4	0	1	clk_sys/4
1	0	clk_sys/8	1	0	clk_sys/8
1	1	clk_sys/12	1	1	clk_sys/12

### 16.5.4 定时器 0 数据寄存器–TH0/TL0

表 16-7 TH0 寄存器 (8Ch)

位	符号	功能描述	类型	复位值
th0.7~0	-	定时器 0 高字节	R/W	00h

表 16-8 TL0 寄存器 (8Ah)

位	符号	功能描述	类型	复位值
tl0.7~0	-	定时器 0 低字节	R/W	00h

### 16.5.5 定时器 1 数据寄存器–TH1/TL1

表 16-9 TH1 寄存器 (8Dh)

位	符号	功能描述	类型	复位值
th1.7~0	-	定时器 1 高字节	R/W	00h

表 16-10 TL1 寄存器 (8Bh)

位	符号	功能描述	类型	复位值
tl1.7~0	-	定时器 1 低字节	R/W	00h

## 17 定时器 2

### 17.1 概述

器件内置一个具有比较/捕获和脉宽调制等功能的 16 位的定时器。

### 17.2 定时器 2 功能

定时器 2 可以用作 16 位的定时器。

#### 17.2.1 定时器 2 模式

这种模式中，计数的时钟是从系统时钟预分频出来的，在启动定时器之前，可以通过 TCKCON.T2PS 控制预分频数值，然后使用 T2CON.T2EN 启动定时器。

#### 17.2.2 定时器 2 重载模式

定时器 2 有两种模式进行比较/捕获寄存器数据的重载，具体模式如下：

- 模式 0：定时器 2 溢出时，产生重载信号
- 模式 1：T2EX 输入引脚的下降沿时，产生重载信号

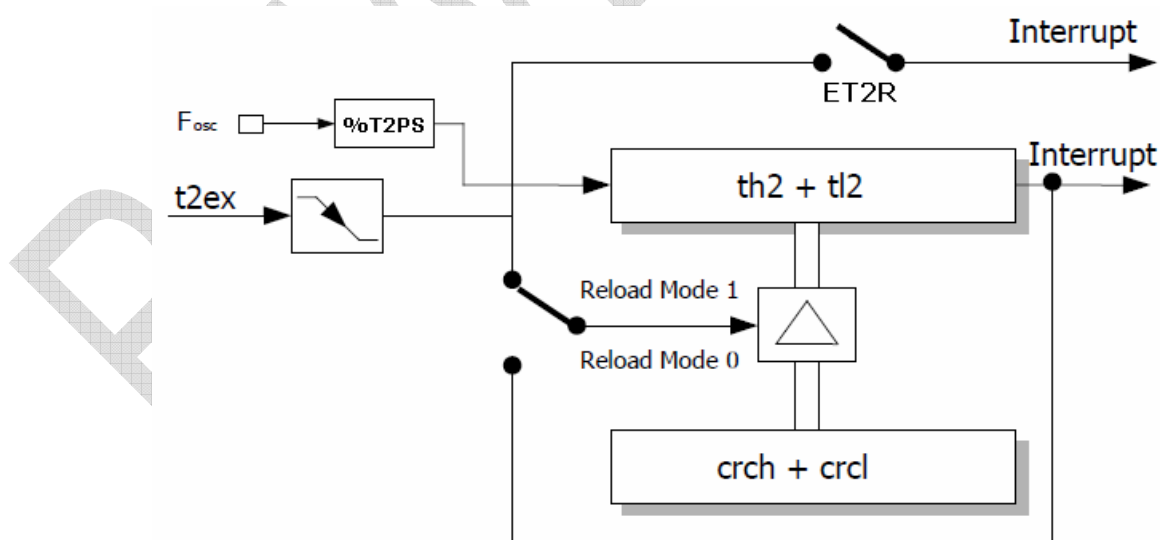


图 17-1 定时器 2 重载模式

## 17.3 比较功能

定时器 2 的比较捕获由一个 16 位的比较数据寄存器组成，该寄存器可以被配置工作在比较模式。

在比较模式中，存储器在该寄存器中的数值与定时器的数值做比较，比较器和 CRCH/CRCL 一起控制输出 T2CPO 引脚。

另外，定时器 2 有两种比较模式，可以通过 T2CON.T2CM 在两种比较模式中进行选择。

### 17.3.1 比较模式 0

在比较模式 0 中，当定时器 2 中的数值等于比较寄存器中的数值时，比较器的输出由 0 变为 1；当定时器 2 发生溢出时，比较器的输出变为 0。

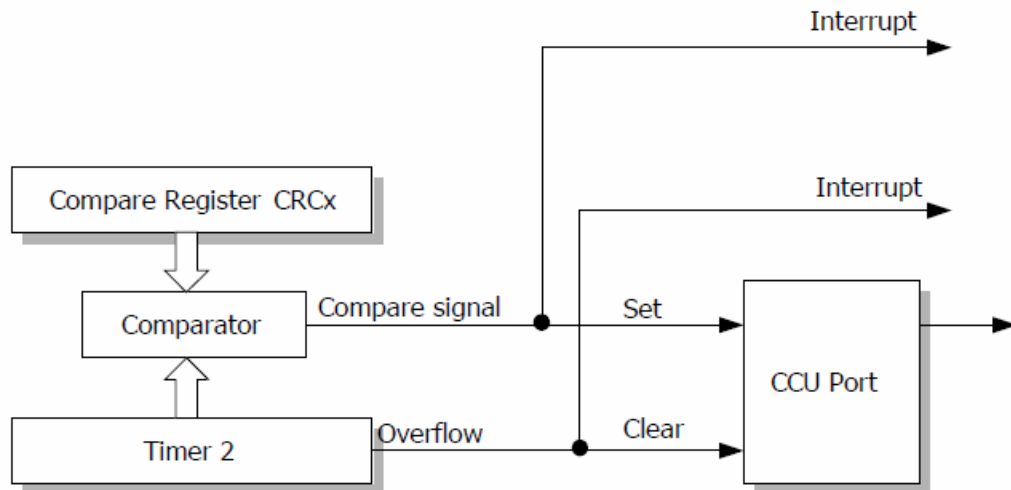


图 17-2 定时器 2 比较模式 0

### 17.3.2 比较模式 1

在比较模式 1 中，输出信号的变化由软件决定，定时器 2 的溢出不会引起输出变化，输出信号的变化时可控的。首先要写入数值到影子寄存器(p0.3/p1.7)，当比较信号有效时，这个数值传送到输出寄存器。下图是定时器 2 工作在比较模式 1 的功能框图。

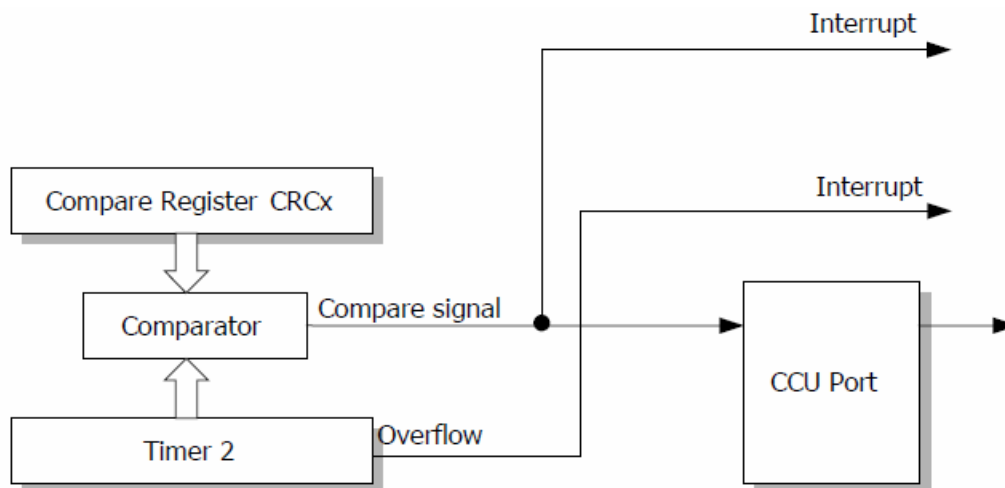


图 17-3 定时器比较模式 1

### 17.4 捕获功能

16 位的寄存器 CRCH/CRCL 可以配置定时器 2 工作在捕获模式。

在这种模式下，当内部事件（模式 0）或软件操作（模式 1）时，实际的定时器/计数器的内容被保存到 CRCH/CRCL 寄存器中。

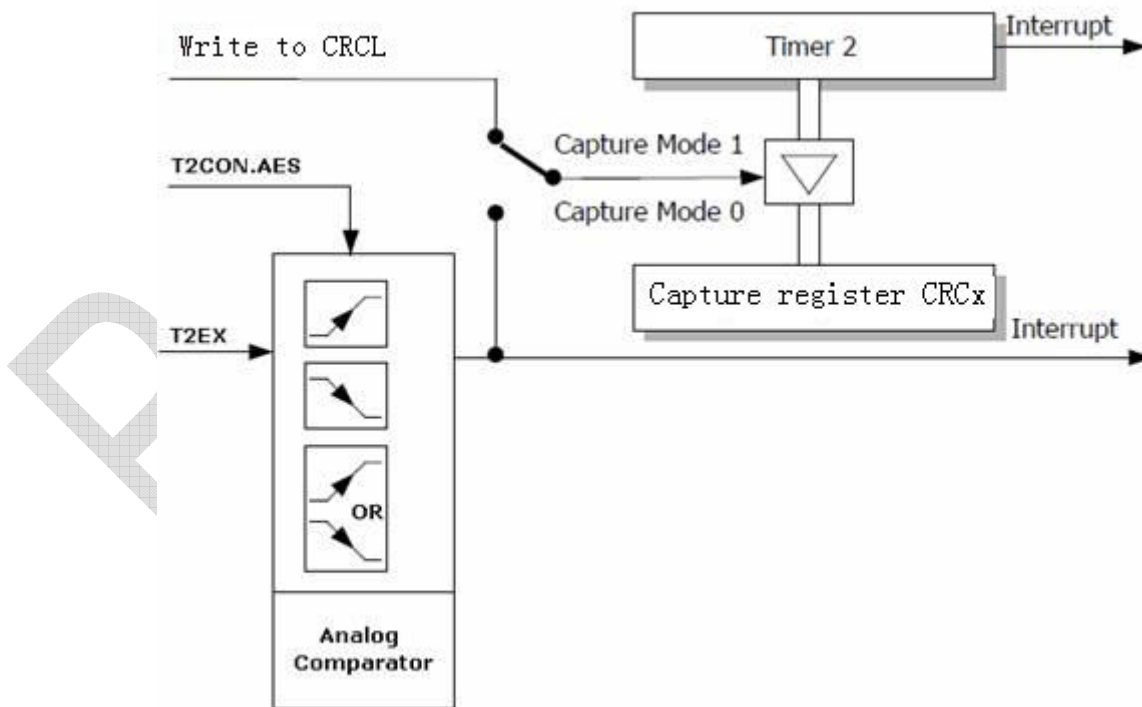


图 17-4 定时器 2 捕获模式

### 17.4.1 捕获模式 0

在捕获模式 0 中，定时器 2 内部在 T2EX 的上升沿、下降沿、跳变沿或模拟比较器的输出触发（依赖于 T2CON.AES）时执行。

定时器 2 的内容将被锁存到相应的捕获寄存器 CRCH/CRCL 中，不产生中断请求。

### 17.4.2 捕获模式 1

在捕获模式 1 中，定时器 2 由写专用捕获寄存器的低字节的操作进行控制，写入捕获寄存器中的数值与这种功能无关。定时器 2 的内容将被锁存到相应的捕获寄存器 CRCH/CRCL 中，不产生中断请求。

## 17.5 PWM 功能

可以通过配置 16 位寄存器 CRCH/CRCL，使得定时器 2 工作在 8 位的 PWM 状态。

在 PWM 模式中，TL2 用作 PWM 周期寄存器，CRCL 将被用作 PWM 占空比寄存器，TH2 用作 PWM 计数器。

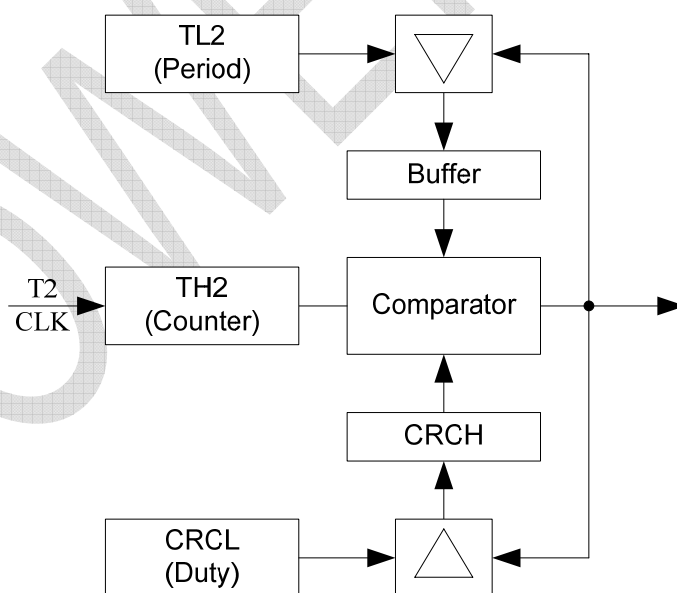


图 17-5 定时器 2 的 PWM 模式



## 17.6 寄存器定义

### 17.6.1 定时器 2 控制寄存器-T2CON

表 17-1 T2CON 寄存器 (C8h)

位	符号	功能描述	类型	复位值
t2con.7	t2en	定时器 2 允许位 0 : 禁止定时、比较、捕获、PWM 1 : 允许定时、比较、捕获、PWM	R/W	0
t2con.6	aes1	有效边沿选择位 详细内容参见表定时器 2 边沿模式选择	R/W	0
t2con.5	aes0		R/W	0
t2con.4	t2r1	定时器2重载模式选择位 0x : 禁止重载 10 : 模式0 11 : 模式 1	R/W	0
t2con.3	t2r0		R/W	0
t2con.2	t2cm	定时器2比较模式选择位 0 : 模式0 1 : 模式 1	R/W	0
t2con.1	-	-	R	0
t2con.0	-	-	R	0

表 17-2 定时器 2 边沿选择

AES1	AES0	Compare Mode	Capture Mode	PWM Mode
0	0	-	下降沿	CCP 溢出时, 输出低电平 定时器 2 溢出时, 输出高电平
0	1	-	上升沿	CCP 溢出时, 输出高电平 定时器 2 溢出时, 输出低电平
1	0	-	跳变沿	-
1	1	-	模拟比较器	-

### 17.6.2 定时器 2 模式寄存器-T2MOD

表 17-3 T2MOD 寄存器 (C9h)

位	符号	功能描述	类型	复位值
t2mod.7~3	-	-	R	0
t2mod.2	-	定时器 2 比较/捕获选择位	R/W	0
t2mod.1	-		R/W	0

位	符号	功能描述	类型	复位值
t2mod.0	-		R/W	0

表 17-4 定时器 2 比较/捕获模式选择

T2MOD.2	T2MOD.1	T2MOD.0	Timer 2 Mode
0	0	0	定时模式
0	0	1	捕获模式 0
0	1	0	捕获模式 1
0	1	1	比较模式，禁止输出
1	0	0	比较模式，允许输出到 T2CPO
1	0	1	PWM 模式，PWM 输出到 T2CPO
1	1	0	定时模式
1	1	1	定时模式

### 17.6.3 定时器 2 比较/重载/捕获/PWM 寄存器—CRCH/CRCL

表 17-5 CRCH 寄存器 (CBh)

位	符号	功能描述	类型	复位值
crch.7~0	-	定时器 2 比较/重载/捕获/PWM 寄存器高字节	R/W	00h

表 17-6 CRCL 寄存器 (CAh)

位	符号	功能描述	类型	复位值
crcl.7~0	-	定时器 2 比较/重载/捕获/PWM 寄存器低字节	R/W	00h

### 17.6.4 定时器 2 数据寄存器—TH2/TL2

表 17-7 TH2 寄存器 (CDh)

位	符号	功能描述	类型	复位值
th2.7~0	-	定时器 2 数据高字节	R/W	00h

表 17-8 TL2 寄存器 (CCh)

位	符号	功能描述	类型	复位值
tl2.7~0	-	定时器 2 数据低字节	R/W	00h

# 18 脉冲宽度调制 PWM0/1/2/3

## 18.1 概述

器件包含四路 12 位脉冲宽度调制 PWM 输出。特殊功能寄存器 PWMCON0/1 用来控制 PWM 模式，寄存器 PWMxDH/PWMxDL 用来控制占空比，寄存器 PWMxPH/PWMxPL 用来控制周期。

在 PWM 中，设置占空比控制寄存器或周期控制寄存器时，应该先设置高字节、后设置低字节；一旦设置了低字节，数据将被加载、PWM 将开始工作。

PWM 能在空闲模式下工作，在停止模式下被禁止。

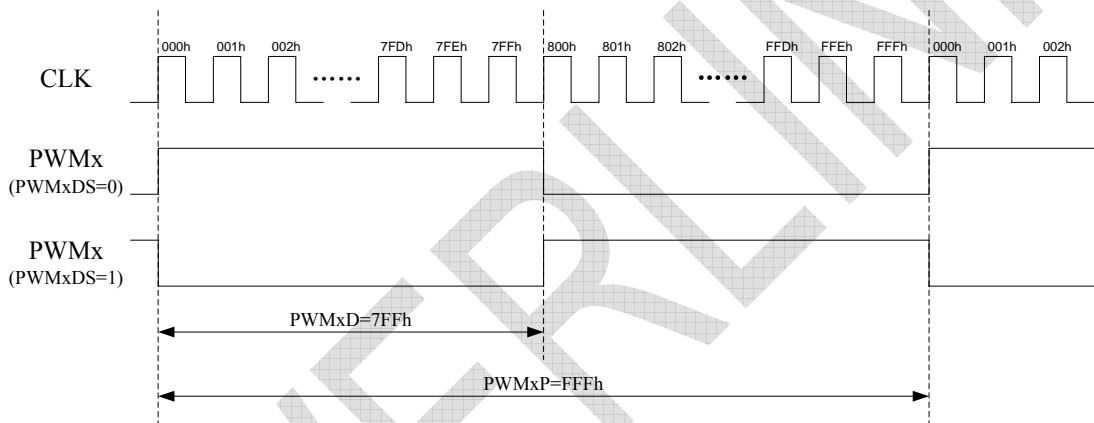


图 18-1 12 位 PWM 的时序图

## 18.2 寄存器定义

### 18.2.1 PWM 控制寄存器-PWMCON0

表 18-1 PWMCON0 寄存器 (FAh)

位	符号	功能描述	类型	复位值
pwmcon0.7	pwm1en	<b>PWM1 允许位</b>	R/W	0
pwmcon0.6	pwm0en	<b>PWM0 允许位</b>	R/W	0
pwmcon0.5	pwm1ds	<b>PWM1 占空比模式选择位</b> 0 – 正常占空比模式 1 – 负占空比模式	R/W	0
pwmcon0.4	pwm0ds	<b>PWM0 占空比模式选择位</b>	R/W	0

位	符号	功能描述	类型	复位值
		0 – 正常占空比模式 1 – 负占空比模式		
pwmcon0.3	pwm1ps1	PWM1 时钟预分频选择位	R/W	0
pwmcon0.2	pwm1ps0		R/W	0
pwmcon0.1	pwm0ps1	PWM0 时钟预分频选择位	R/W	0
pwmcon0.0	pwm0ps0		R/W	0

表 18-2 PWMCON1 寄存器 (F9h)

位	符号	功能描述	类型	复位值
pwmcon1.7	pwm3en	PWM3 允许位	R/W	0
pwmcon1.6	pwm2en	PWM2 允许位	R/W	0
pwmcon1.5	pwm3ds	PWM3 占空比模式选择位 0 – 正常占空比模式 1 – 负占空比模式	R/W	0
pwmcon1.4	pwm2ds	PWM2 占空比模式选择位 0 – 正常占空比模式 1 – 负占空比模式	R/W	0
pwmcon1.3	pwm3ps1	PWM3 时钟预分频选择位	R/W	0
pwmcon1.2	pwm3ps0		R/W	0
pwmcon1.1	pwm2ps1	PWM2 时钟预分频选择位	R/W	0
pwmcon1.0	pwm2ps0		R/W	0

表 18-3 PWM 预分频选择

PWMxPS1	PWMxPS0	PWMx Clock Prescaler Selection
0	0	clk_sys/1
0	1	clk_sys/2
1	0	clk_sys/4
1	1	clk_sys/8

### 18.2.2 PWM0 周期寄存器–PWM0PH/PWM0PL

表 18-4 PWM0PH 寄存器 (FCh)

位	符号	功能描述	类型	复位值
pwm0ph.7~4	-	-	R	4'b0
pwm0ph.3~0	-	PWM0 周期寄存器高字节	R/W	4'b0

表 18-5 PWM0PL 寄存器 (FBh)

位	符号	功能描述	类型	复位值
pwm0pl.7~0	-	PWM0 周期寄存器低字节	R/W	00h

### 18.2.3 PWM0 占空比寄存器–PWM0DH/PWM0DL

表 18-6 PWM0DH 寄存器 (FEh)

位	符号	功能描述	类型	复位值
pwm0dh.7~4	-	-	R	4'b0
pwm0dh.3~0	-	PWM0 占空比寄存器高字节	R/W	4'b0

表 18-7 PWM0DL 寄存器 (FDh)

位	符号	功能描述	类型	复位值
pwm0dl.7~0	-	PWM0 占空比寄存器低字节	R/W	00h

### 18.2.4 PWM1 周期寄存器–PWM1PH/PWM1PL

表 18-8 PWM1PH 寄存器 (F4h)

位	符号	功能描述	类型	复位值
pwm1ph.7~4	-	-	R	4'b0
pwm1ph.3~0	-	PWM1 周期寄存器高字节	R/W	4'b0

表 18-9 PWM1PL 寄存器 (F3h)

位	符号	功能描述	类型	复位值
pwm1pl.7~0	-	PWM1 周期寄存器低字节	R/W	00h

### 18.2.5 PWM1 占空比寄存器–PWM1DH/PWM1DL

表 18-10 PWM1DH 寄存器 (F6h)

位	符号	功能描述	类型	复位值
pwm1dh.7~4	-	-	R	4'b0
pwm1dh.3~0	-	PWM1 占空比寄存器高字节	R/W	4'b0

表 18-11 PWM1DL 寄存器 (F5h)

位	符号	功能描述	类型	复位值
pwm1dl.7~0	-	PWM1 占空比寄存器低字节	R/W	00h

### 18.2.6 PWM2 周期寄存器–PWM2PH/PWM2PL

表 18-12 PWM2PH 寄存器 (E9h)

位	符号	功能描述	类型	复位值
pwm2ph.7~4	-	-	R	4'b0
pwm2ph.3~0	-	PWM2 周期寄存器高字节	R/W	4'b0

表 18-13 PWM2PL 寄存器 (E8h)

位	符号	功能描述	类型	复位值
pwm2pl.7~0	-	PWM2 周期寄存器低字节	R/W	00h

### 18.2.7 PWM2 占空比寄存器–PWM2DH/PWM2DL

表 18-14 PWM2DH 寄存器 (EBh)

位	符号	功能描述	类型	复位值
pwm2dh.7~4	-	-	R	4'b0
pwm2dh.3~0	-	PWM2 占空比寄存器高字节	R/W	4'b0

表 18-15 PWM2DL 寄存器 (EAh)

位	符号	功能描述	类型	复位值
pwm2dl.7~0	-	PWM2 占空比寄存器低字节	R/W	00h

### 18.2.8 PWM3 周期寄存器–PWM3PH/PWM3PL

表 18-16 PWM3PH 寄存器 (EDh)

位	符号	功能描述	类型	复位值
pwm3ph.7~4	-	-	R	4'b0
pwm3ph.3~0	-	PWM3 周期寄存器高字节	R/W	4'b0

表 18-17 PWM3PL 寄存器 (ECh)

位	符号	功能描述	类型	复位值
pwm3pl.7~0	-	PWM3 周期寄存器低字节	R/W	00h

### 18.2.9 PWM3 占空比寄存器–PWM3DH/PWM3DL

表 18-18 PWM3DH 寄存器 (EFh)

位	符号	功能描述	类型	复位值
pwm3dh.7~4	-	-	R	4'b0
pwm3dh.3~0	-	PWM3 占空比寄存器高字节	R/W	4'b0

表 18-19 PWM3DL 寄存器 (EEh)

位	符号	功能描述	类型	复位值
pwm3dl.7~0	-	PWM3 占空比寄存器低字节	R/W	00h

## 19 看门狗定时器 WDT

器件内部集成了看门狗定时器，它是一个 18 位的计数器。当出现软件或硬件问题导致系统跑飞时，它可以将系统复位。由于喂狗失败，导致看门狗定时器溢出时，看门狗定时器就会产生内部复位。软件可以通过访问（读或写）RSTCON.WDRF 寄存器，控制看门狗的复位或开启。

### 19.1 寄存器定义

#### 19.1.1 WDT 控制寄存器–WDTCON

表 19-1 WDTCON 寄存器 (86h)

位	符号	功能描述	类型	复位值
wdtcon.7	wdten	<b>WDT 允许位</b> 0 – 禁止 1 – 允许	R/TW	0
wdtcon.6	-	-	R	0
wdtcon.5	wdtien	WDT 中断允许位 0 – 禁止 1 – 允许	R/W	0
wdtcon.4	wdtif	WDT 中断标志位 0 – 无WDT超时复位中断发生 1 – 有 WDT 超时复位中断发生	R/W	0
wdtcon.3	wdtps3	<b>WDT 预分频选择位</b>	R/TW	0
wdtcon.2	wdtps2		R/TW	0
wdtcon.1	wdtps1		R/TW	0
wdtcon.0	wdtps0		R/TW	0

表 19-2 WDT 预分频选择

WDTPS3	WDTPS2	WDTPS1	WDTPS0	Time-out Cycles	Time-out (Typ.)
0	0	0	0	512	16ms
0	0	0	1	1024	31ms
0	0	1	0	2048	63ms
0	0	1	1	4096	125ms
0	1	0	0	8192	250ms
0	1	0	1	16384	500ms
0	1	1	0	32768	1.0s
0	1	1	1	65536	2.0s



WDTPS3	WDTPS2	WDTPS1	WDTPS0	Time-out Cycles	Time-out (Typ.)
1	0	0	0	131072	4.0s
1	0	0	1	262144	8.0s
1	0	1	0	Reserved	Reserved
1	0	1	1	Reserved	Reserved
1	1	0	0	Reserved	Reserved
1	1	0	1	Reserved	Reserved
1	1	1	0	Reserved	Reserved
1	1	1	1	Reserved	Reserved

POWERLINK

## 20 UART

器件具有一个全双工的同步/异步串行通信接口，它有 4 种工作模式（1 种同步模式，3 种异步模式），可以很方便的与其他具有串行口的芯片进行通信。该串口内部接收端有 buffer，可以接收 2 个字节数据而不损坏数据。该串口和标准 8051 的 UART 完全兼容。

发送寄存器和接收 buffer 共用一个特殊功能寄存器 SBUF 的地址，写 SBUF 会写到发送寄存器中，读 SBUF 会从接收 buffer 中取数据。

### 20.1 模式 0

在模式 0 中，串口工作在同步收发状态。TxD 输出移位时钟，串行数据通过 RxD 进出，数据应当在时钟的下降沿输出、在时钟的上升沿被采样。每次发送或接收都为 8 位，最低位在前（LSB）。波特率固定为主时钟频率的 1/12。设置 SCON.REN 开始接收数据，接收中断标志位 SCON.RI 需要软件清除，向 SBUF 写入数据开始发送数据。

### 20.2 模式 1

在模式 1 中，串口工作在异步收发状态，每次发送/接收都是 8 位数据，波特率可编程。另外，可以通过配置 PCON.SMOD 寄存器使波特率加倍。

向 SBUF 写入数据，开启发送传输，TXD 是输出数据的引脚。每次数据为 10 位：1 个起始位（逻辑 0），8 个数据位（LSB 在前）以及 1 个停止位（逻辑 1）。

RXD 是输入数据的引脚，当接收开始后，串口同步输入信号并检测 RXD 的下降沿，接收完成之后，SBUF 寄存器中的数据便是接收到的输入数据，停止位保存在 SCON.RB8，SBUF 和 SCON.RB8 在接收完成之前保持不变。

### 20.3 模式 2

在模式 2 中，串口工作在异步收发状态，每次发送/接收都是 9 位数据；波特率根据 PCON.SMOD 的设置，固定为系统时钟的 1/32 或 1/64。

向 SBUF 写入数据，开启发送传输，TXD 是输出数据的引脚。每次数据为 10 位：1 个起始位（逻辑 0），9 个数据位（LSB 在前）以及 1 个停止位（逻辑 1），其中第 9 位数据来自 SCON.TB8。

RXD 是输入数据的引脚，当接收开始，串口同步输入信号并检测 RXD 的下降沿，接收完成之后，SBUF 寄存器中的数据便是接收到的输入数据，第 9 位数据保存在 SCON.RB8，SBUF 和 SCON.RB8 在接收完成之前保持不变。

### 20.4 模式 3

模式 3 与模式 2 的区别在于，模式 3 中定时器 1 可以用来指定波特率。每次发送/接收都

是 9 位数据，波特率可编程。另外，可以通过配置 PCON.SMOD 寄存器使波特率加倍。

向 SBUF 写入数据开启发送传输，TXD 是输出数据引脚。每次数据为 10 位：1 个起始位（逻辑 0），9 个数据位（LSB 在前）以及 1 个停止位（逻辑 1），其中第 9 位数据来自 SCON.TB8。

RXD 是数据输入引脚，当接收开始，串口同步输入信号并检测 RXD 的下降沿，接收完成后 SBUF 寄存器中的数据便是输入数据，第 9 位数据保存在 SCON.RB8，SBUF 和 SCON.RB8 在接收完成之前保持不变。

## 20.5 波特率

串口波特率在模式 1 和模式 3 中的计算公式如下所示：

$$\text{for } bd (adcon.7) = 0 : \\ \text{baud rate} = \frac{2^{SMOD} * F_{clk}}{32} * (\text{Timer 1 overflow rate})$$

## 20.6 串口多处理机通信

工作在模式 2 和模式 3 中的串行接口，都接收 9 位数据，可以用做多处理机通信。

当设置 SCON.SM2 位之后，接收第 9 位数据 SCON.RB8 为 1 时产生接收中断，其他情况下不产生接收中断。

为了利用这种特性进行多处理机通信，从机需要把他们的 SCON.SM2 设置为 1。主机发送从机地址并把低 9 位置 1，引起所有从机发生接收中断。从机处理器软件把他们在网络上的地址与所接收的字节进行比较，如果地址匹配，从机清除自己的 SCON.SM2 并将接收到数据的第 9 位设置为 0；其他从机保持 SCON.SM2 为 1，从而忽略主机发送的其他信息。

## 20.7 寄存器定义

### 20.7.1 串口控制寄存器—SCON

表 20-1 SCON 寄存器 (98h)

位	符号	功能描述	类型	复位值
s0con.7	sm0	串行端口 0 模式选择位	R/W	0
s0con.6	sm1		R/W	0
s0con.5	sm2	多处理机通信允许位	R/W	0
s0con.4	ren	串口接收允许位	R/W	0

位	符号	功能描述	类型	复位值
		0: 禁止 1: 允许		
s0con.3	tb8	<b>发送位 8</b> 在模式 2 和模式 3 中用来存放发送数据的第 9 位（可以作为奇偶校验位或多处理机通信）	R/W	0
s0con.2	rb8	<b>接收位 8</b> 在模式2和模式3中用来存放接收数据的第9位（可以作为奇偶校验位或多处理机通信）。 在模式1中，如果多处理机通信被允许(sm2 = 0)，该位用来存放停止位。 在模式 0 中，不使用该位。	R/W	0
s0con.1	ti	<b>发送中断标志位</b> 0: 没有发送中断 1: 有发送中断 在模式0中，第8位发送结束或在其他模式的停止位开始时，由硬件置1；必须由软件清0。	R/W	0
s0con.0	ri	<b>接收中断标志位</b> 0: 没有发生接收中断 1: 有发生接收中断 在模式0中，第8位接收结束或在其他模式的停止位中间，由硬件置1；必须由软件清0。	R/W	0

表 20-2 串口模式和波特率

sm0	sm1	Mode	Description	Baud Rate	
0	0	Mode 0	Shift register	Fsys/12	
0	1	Mode 1	8-bit UART	Timer 1 overflow	
1	0	Mode 2	9-bit UART	Depends on PCON.SMOD	
				smod	Baud Rate
				0	Fsys/64
1	1	Mode 3	9-bit UART	Timer 1 overflow	

### 20.7.2 串口数据缓存-SBUF

表 20-3 SBUF 寄存器 (99h)

位	符号	功能描述	类型	复位值
sbuf.7~0	-	串口接收数据的 buffer	R/W	00h

## 21 串行外围接口 SPI

器件还提供另外一种高速串行通信接口—SPI 接口。SPI 是一种全双工、高速、同步的通信总线，有两种操作模式：主模式和从模式。

SPI 接口经常用来与外围设备通信，如射频收发器、传感器、Flash 或 EEPROM 存储器等。它最初由摩托罗拉发展起来。4 线 SPI 接口同步传输数据是一种相对简单的传输协议，与外围设备通信时可以简化编程需求。

尽管 SPI 接口定义能够控制多个从设备，但器件仅提供一个从机选择 SCSB 引脚，如果需要使用它作为主设备来控制多个从设备，可以使用其他 I/O 引脚选择从设备。

### 21.1 SPI 接口

SPI 是一种全双工、同步的数据链路，它有 4 个接口引脚：MISO、MOSI、SCK 和 SCSB。其中，引脚 MISO 和 MOSI 时串行数据输入和输出，SCK 时串行时钟，SCSB 时从机选择线。SPI 接口引脚和正常的 I/O 引脚及 I2C 引脚共用。通过 SPI 连接的设备之间的通信都是有主设备发起，数据在主从设备之间传输，主设备控制 SPI 的时钟 SCK 和选择信号 SCSB，可以通过软件控制 SCSB 引脚。

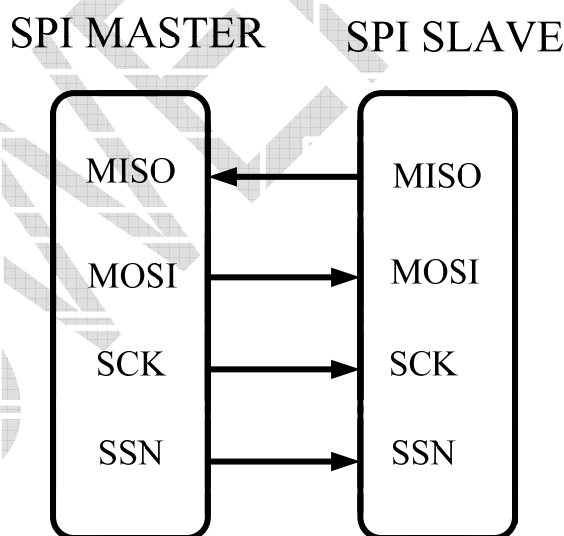


图 21-1 SPI 单主机单从机配置

### 21.2 SPI 传输

通过对 SPCON.SPEN 位置 1 可以对 SPI 接口使能，进入主工作模式，当数据写入 SPDAT

寄存器时，发送/接收同时开始；当数据传输完成，串行外设数据传送标志位 SPIF 被硬件自动置 1，需要应用程序对其清 0。

在从机模式中，当从机接收到来自主机的时钟信号，从机的 SPDAT 中任何数据都被发送、通过移位送到输出引脚 MISO。主机应当在时钟有效之前，输出有效的 SCSB，以便选择从机。从机需要传输的数据，应当在相对 SCSB 信号合适的时刻准备好。

SPI 传输时序波形图如下所示：

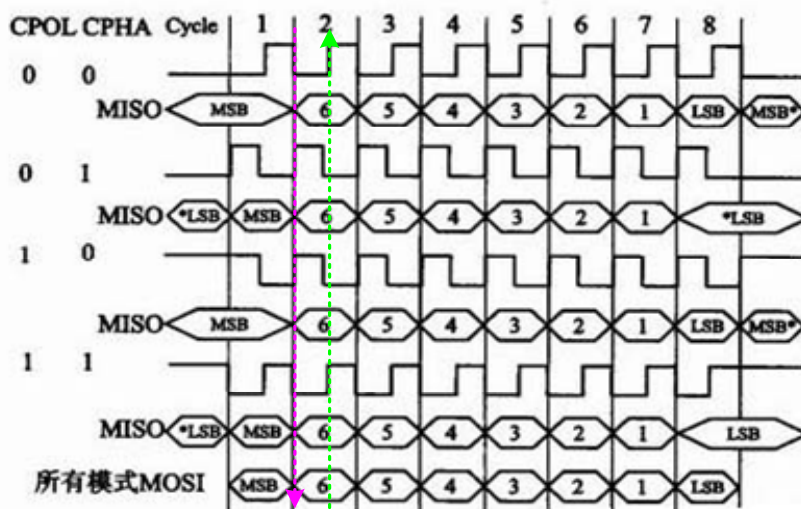


图 21-2 SPI 总线协议

## 21.3 寄存器定义

### 21.3.1 SPI 状态寄存器-SPSTA

表 21-1 SPSTA 寄存器 (E1h)

位	符号	功能描述	类型	复位值
spsta.7	spif	串口外部设备数据传送标志位 0: 通过读spsta和spdat清0 1: 表明已完成数据传输，由硬件置 1	R	0
spsta.6	wcol	写冲突标志位 0: 表明已处理协议冲突，或没有冲突 1: 由硬件置1，表明检测到一个冲突 通过读spsta和spdat清0	R	0
spsta.5	sserr	同步串行从机错误标志位 0: 未发生从错误	R	0

位	符号	功能描述	类型	复位值
		1: 当接收序列未结束且ssn被解除时, 由硬件置1通过清除spcon. Spen进行清0		
spsta.4	modf	<b>模式故障标志位</b> 0: 没有故障 1: 表明SCSB引脚电平与SPI模式不一致, 由硬件置1设置合适的SCSB电平或软件读spsta都可以清0	R	0
spsta.3~0	-	-	R	4'b0

### 21.3.2 SPI 控制器寄存器–SPCON

表 21-2 SPCON 寄存器 (E2h)

位	符号	功能描述	类型	复位值
spcon.7	spr2	<b>串行外设速率2</b> 在主机模式下, 与spr1和spr0一起定义时钟速率	R/W	0
spcon.6	spen	<b>SPI允许控制位</b> 0: 禁止 1: 允许	R/W	0
spcon.5	ssdis	<b>SS 禁止位</b> 在主机和从机模式中: 当该位被清0时, SCSB被允许; 当该位被置1时, SCSB位禁止。 在从机模式中: 如果cpha=1, 该位不影响从机。当ssdis=1时, 不产生'modf'中断请求。	R/W	0
spcon.4	mstr	<b>SPI主机控制位</b> 0: SPI作为从机 1: SPI作为主机	R/W	1
spcon.3	cpol	<b>时钟极性控制位</b> 0: 在空闲状态下SCK处于低电平 1: 在空闲状态下SCK处于高电平	R/W	0
spcon.2	cpha	<b>时钟相位控制位</b> 0: SCK周期的第一个沿采集数据 1: SCK周期的第二个沿采集数据	R/W	1
spcon.1	spr1	<b>串行外设速率</b>	R/W	0
spcon.0	spr0	在主机模式下, 与spr2一起定义时钟速率	R/W	0

表 21-3 串行外设速率

spr2	spr1	spr0	Serial Peripheral Rate
0	0	0	Fclk/2

spr2	spr1	spr0	Serial Peripheral Rate
0	0	1	Fclk/4
0	1	0	Fclk/8
0	1	1	Fclk/16
1	0	0	Fclk/32
1	0	1	Fclk/64
1	1	0	Fclk/128
1	1	1	the master clock is not generated (when “cpol” = ‘1’ SCK is high level, otherwise is low level)

### 21.3.3 SPI 数据寄存器—SPDAT

表 21-4 SPDAT 寄存器 (E3h)

位	符号	功能描述	类型	复位值
spdat.7~0	-	SPI 数据寄存器	R/W	00h



## 22 I2C

I2C 总线最初由飞利浦公司研制，适用于同步串行数据传输的双线式低速串行接口，可以和传感器、EEPROM 内存等外部硬件接口进行通信。I2C 接口具有两线通信、在同一总线上和多个设备进行通信的能力的优点，使之在很的一个用场合中大受欢迎。

### 22.1 I2C 接口

器件内部集成 I2C 接口，该串行接口的两线分别是串行时钟 SCL 和串行数据 SDA。由于可能有多个设备在同一调总线上相互连接，所以这些设备的输出端口都是开漏型的。因此，应在这些设备的输出端口上加上拉电阻。应注意的时：I2C 总线上的每个设备都没有选择线，但分别有唯一的地址一一对应，用于 I2C 通信。

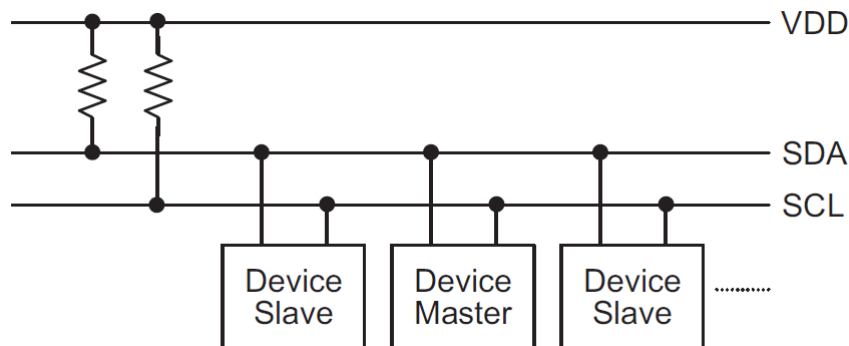


图 22-1 I2C 主从总线连接图

### 22.2 I2C 总线通信

如果有两个设备通过双向的 I2C 总线进行通信，那么就存在一个主机和一个从机。主机和从机都可以用于传输和接收数据，但只有主机才可以控制总线动作。那些处于从机的模式的设备，要在 I2C 总线上传输数据只有两种方式，一是从机发送模式，二是从机接收模式。即使 I2C 设备被激活，上拉电阻控制功能和 SCL/SDA 引脚功能仍然有效，其上拉电阻功能由相关上拉电阻控制寄存器控制。

I2C 总线通信需要 4 个步骤完成：一个起始信号，一个从机地址发送，一个数据传输，还有一个停止信号。当起始信号被写入 I2C 总线时，总线上的所有从机都会收到这个起始信号并且被通知总线上即将有数据到达。数据的前 7 位是从机地址，高位在前、低位在后（即 MSB 传输）

注意：起始信号只能由主机产生并连接到 I2C 总线上。当 SCL 保持在高电平期间 SDA 出现了一个从高电平到低电平的变化时产起始信号，所有连接到 I2C 总线上的从机都能检测到起始信号。

I2C 总线通信时序波形图如下所示:

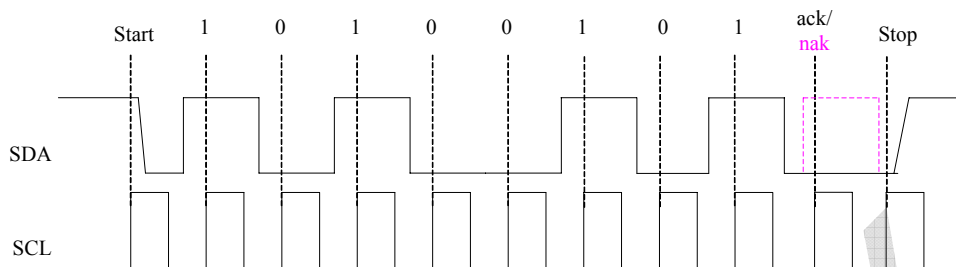


图 22-2 I2C 总线协议

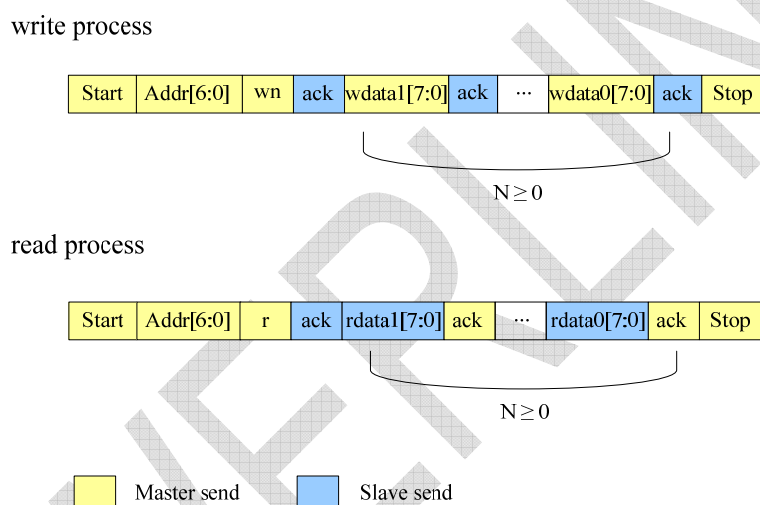


图 22-3 I2C 通信时序图

## 22.3 寄存器定义

### 22.3.1 I2C 状态寄存器-I2CSTA

表 22-1 I2CSTA 寄存器 (DDh)

位	符号	功能描述	类型	复位值
i2csta.7~3	-	I2C 状态位	R	F8h
i2csta.2~0	-	-	R	

### 22.3.2 I2C 控制寄存器-I2CCON

表 22-2 I2CCON 寄存器 (DCh)

位	符号	功能描述	类型	复位值
i2ccon.7	cr2	时钟速率控制位2	R/W	0
i2ccon.6	ens1	I2C允许位	R/W	0
i2ccon.5	sta	起始控制位 当sta=1时，I2C总线上的主机检查I2C总线的状态，如果总线是空闲的，可以产生一个起始位	R/W	0
i2ccon.4	sto	停止控制位 当sto=1时，由I2C总线上的主机发出停止位	R/W	0
i2ccon.3	si	串行中断控制位 在26个可能的I2C状态中，有25个是由硬件设置的。唯一不设置si状态的是F8h，这表明没有相关的状态信息可用。由硬件置1，软件清0。软件必须向si位写0才能清零，写1不会改变si的值。	R/W	0
i2ccon.2	aa	断言应答控制位 当aa=1时，在以下条件下会返回应答信号： - 收到自己的从机地址 - 接收到一般呼叫地址并且gc=1 - I2C主机接收模式下，收到一个字节数据 当aa=0时，在以下条件下返回不应答信号 - I2C主机接收模式下，收到一个字节数据 - I2C从机接收模式下，收到一个字节数据	R/W	0
i2ccon.1	cr1	时钟速率控制位1	R/W	0
i2ccon.0	cr0	时钟速率控制位0	R/W	0

当 I2C 工作在主机模式时，通过可编程时钟发生器产生 I2C 时钟信号 SCL0，并将其送达 I2C 总线上。当 I2C 工作在从机模式时，I2C 内部的时钟发生器被禁止。

时钟发生器产生时钟的功能，受控于 i2ccon 寄存器中 cr0、cr1 和 cr2。当 I2C 工作在主机模式时，它们与时钟发生器所产生时钟的关系如下表所示：

下表中“blk”是由定时器 1 的溢出输出得到的，这表明 I2C 的波特率可以通过定时器 1 控制。

表 22-3 I2CCON 寄存器 (DCh)

cr2	cr1	cr0	Bit Frequency				CLK Divided
			4MHz	8MHz	12MHz	16MHz	
0	0	0	15.6	31	47	63	256
0	0	1	17.8	35.8	54	71	224
0	1	0	21	42	63	83	192

0	1	1	15	50	75	100	160
1	0	0	4.2	8.4	12.5	17	960
1	0	1	33.3	66.6	100	133	120
1	1	0	66.6	133.3	200	266	60
1	1	1	"bclk"(T1 overflow) input divided by 8				

### 22.3.3 I2C 地址寄存器-I2CADR

表 22-4 I2CADR 寄存器 (DBh)

位	符号	功能描述	类型	复位值
i2cadr.7~1	adr	7 位 I2C 从机地址位	R/W	7'b0
i2cadr.0	gc	一般呼叫地址应答位 0: 忽略一般呼叫地址 1: 识别一般呼叫地址	R/W	1'b0

### 22.3.4 I2C 数据寄存器-I2CDAT

表 22-5 I2CDAT 寄存器 (DAh)

位	符号	功能描述	类型	复位值
i2cdat.7~0	-	I2C 数据位	R/W	00h

## 23 A/D&触摸按键

### 23.1 概述

器件设内置 11 位的逐次逼近型 ADC，在优化性能的同时，增加了 ADC 的应用灵活性。

器件支持 ADC、触摸按键功能，但是只能通过 CPU 配置获得其中一种功能，这是因为触摸按键需要使用 ADC 模块进行计算。

ADC 功能只能工作在正常和空闲模式，工作时钟是系统时钟经过预分频产生的，预分频的数值可以是 1/2/4/8/16/32。然而，触摸按键能工作在正常模式和低功耗模式（空闲、停止、睡眠模式）。

在正常模式和空闲模式中，系统时钟和内部 32Khz 时钟一直工作。在停止模式和睡眠模式中，只有内部 32Khz 时钟一直工作，为了降低功耗，在需要使用系统时钟时系统时钟才工作。在触摸按键功能有效中，发生触摸动作时可以把系统从低功耗模式（空闲模式、停止模式、睡眠模式）中唤醒，系统会进入正常功能工作模式。

触摸按键功能模块框图如图 23-1 所示：

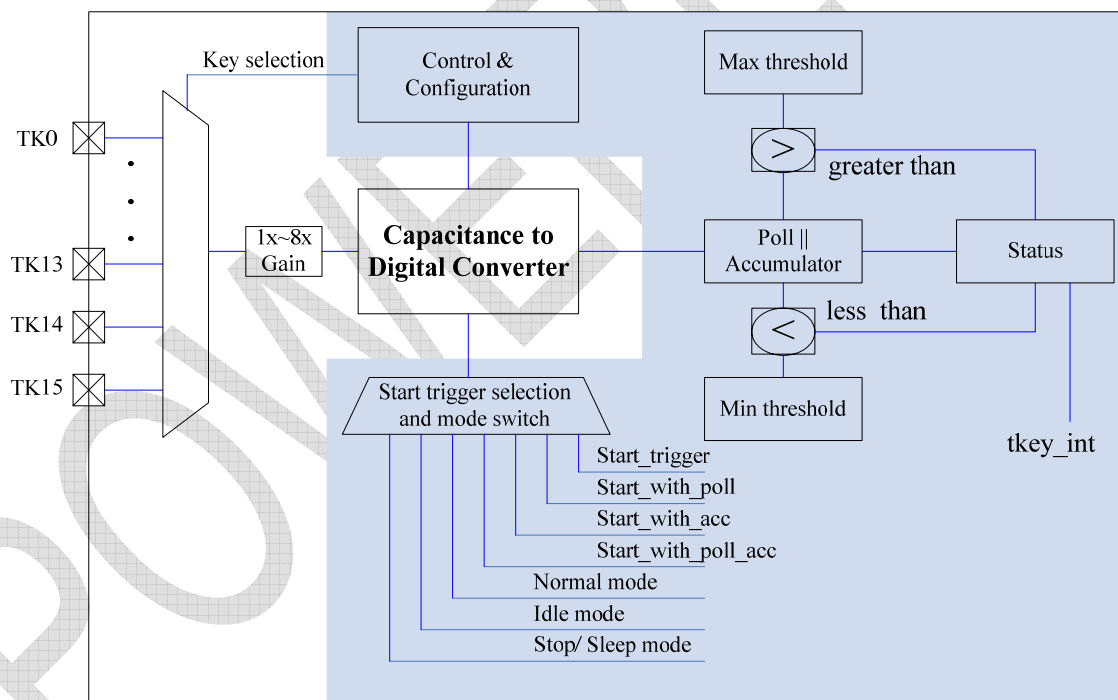


图 23-1 触摸按键功能框图

ADC 的功能框图如图 23-2 所示：

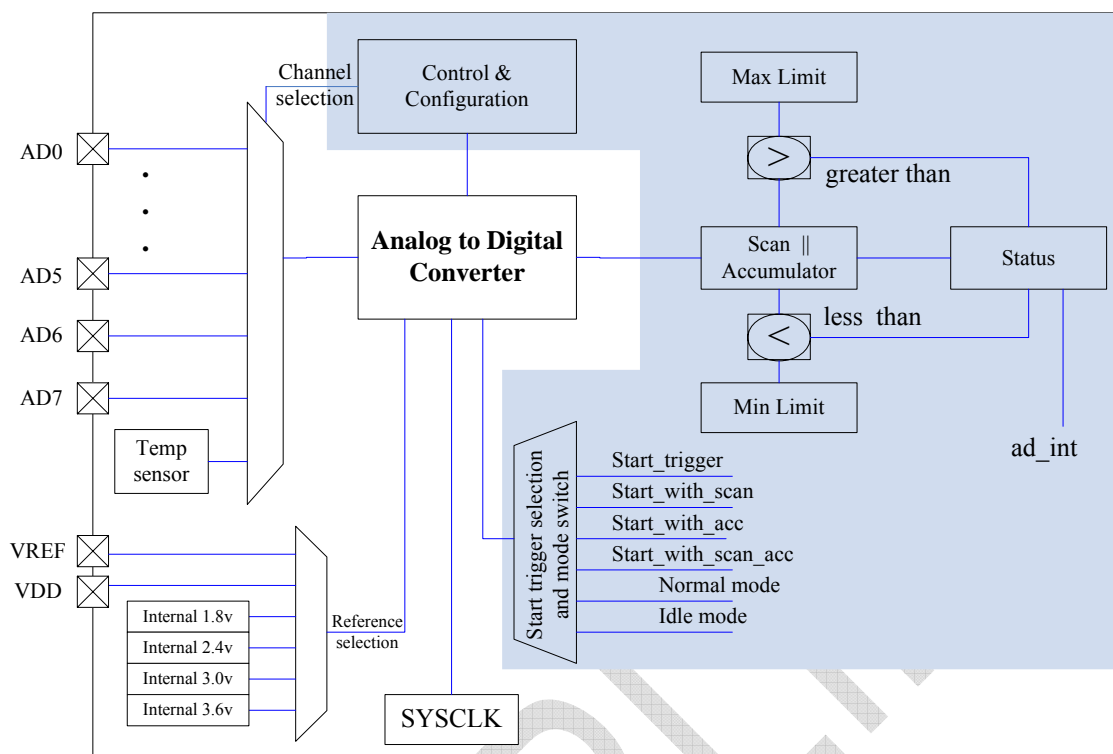


图 23-2 ADC 功能框图

### 23.1.1 触摸按键操作

当手指触摸或接近触摸板时，触摸板的电容将增加。通过电容的轻微变化改变内部感应比较器的充电时间，可以通过测量这些充电时间来感应触摸动作。下文主要叙述触摸按键操作相关内容。

器件包含 16 个触摸按键输入，这些输入与逻辑 I/O 引脚复用，可以通过寄存器进行选择。触摸按键模块拥有自己的中断向量和中断标志位。

### 23.1.2 触摸按键&A/D 中断

中断涉及到触摸按键、ADC，这取决于特殊功能寄存器 tkcon0 的配置。

当选择 ADC 功能时，中断可以由 ADC 数据准备好或所有数据处理结束进行触发。

ADC 所有数据处理结束被定义为：如果启用了累加器，累加结束；或者如果启用了扫描，通道扫描结束；或者累加器和通道扫描都被启用，并且它们都结束。

当选择触摸按键模式，中断源可以被配置为发生触摸动作或触摸按键数据已经准备好（正常/空闲模式），但是中断只能在停止/睡眠模式下被触摸动作触发。

### 23.1.3 触摸按键工作模式

Touch Key 可以根据应用需求灵活的选择工作模式，器件支持可配置的工作模式如下表所示：

表 23-1 触摸按键工作模式

模式	按键	轮询	累加	中断源	工作模式状态
Normal /IDLE	single	X	N	数据准备好或触摸动作	trig_sel: 0 – 单键充电，数据转换完成之后产生中断 1 – 连续工作，单键判断有触摸动作时产生中断 (与单键阈值进行比较);
Normal /IDLE	single	X	Y	数据准备好或触摸动作	trig_sel: 0 – 单键多次充电，累加转换后的数据达到次数是产生中断 1 – 连续工作，当单键被判断为触摸动作时产生中断 (与累加阈值比较)
Normal /IDLE	Comb*	N	N	数据准备好或触摸动作	trig_sel: 0 – 组合键充电，每个数据转换完成后产生中断 1 – 连续工作，当组合键被判断有触摸动作 (与组合键阈值比较) 时产生中断
Normal /IDLE	Comb	N	Y	数据准备好或触摸动作	trig_sel: 0 – 组合键多次充电，累加转换后的数据达到次数是产生中断; 1 – 连续工作，当组合键被判断有触摸动作 (与组合键的累加阈值比较) 时产生中断
Normal /IDLE	Comb	Y	N	数据准备好或触摸动作	trig_sel: 0 – 轮询单键充电，每次数据转换完成后产生中断 1 – 连续工作，在轮询到单键被判断有触摸动作时产生中断 (与组合键阈值比较)
Normal /IDLE	single	Y	Y	数据准备好或触摸动作	trig_sel: 0 – 单键多次充电，累加转换后的数据达到次数后产生中断 1 – 连续工作，在轮询到多次累加后单键被判断有触摸动作时产生中断 (与累加阈值比较);
STOP /SLEEP	single	X	N	按键触摸动作	连续工作，当单键被判断有触摸动作时产生中断 (与单键阈值比较)
STOP /SLEEP	single	X	Y	按键触摸动作	连续工作，当单键被判断有触摸动作时产生中断 (与累加阈值比较);

模式	按键	轮询	累加	中断源	工作模式状态
P					
STOP /SLEEP	Comb	N	N	按键触摸动作	连续工作，当组合键被判断有触摸动作（与组合键的阈值比较）时产生中断
STOP /SLEEP	Comb	N	Y	按键触摸动作	连续工作，当组合键被判断有触摸动作（与组合键的累加阈值比较）时产生中断
STOP /SLEEP	Comb	Y	N	按键触摸动作	连续工作，在轮询到组合键被判断有触摸动作（与组合键的阈值比较）时产生中断
STOP /SLEEP	Comb	Y	Y	按键触摸动作	连续工作，在轮询到组合键被判断有触摸动作（与组合键的累加阈值比较）时产生中断

注: \*组合键依赖于所选的通道

## 23.2 寄存器定义

### 23.2.1 触摸按键寄存器地址映射表

表 23-2 触摸按键寄存器地址映射表

寄存器名称	地址	位宽	功能描述
TKDATL	0xA1	8	触摸按键数据低 8 位
TKDATH	0xA2	8	触摸按键数据高 8 位
TKCHS0	0xA3	8	触摸按键通道选择寄存器 0
TKCHS1	0xA4	8	触摸按键通道选择寄存器 1
TKCON0	0xA5	8	触摸按键控制寄存器 0
TKCON1	0xA6	8	触摸按键控制寄存器 1
TKCON2	0xA7	8	触摸按键控制寄存器 2
TKADCF	0x9D	8	触摸按键 ADC 配置寄存器
TKCSCF	0x9E	8	触摸按键电容传感器配置寄存器
TKCSOF	0x9F	8	触摸按键电容传感器失调调整
TKWKL0	0xD2	8	触摸按键唤醒阈值 0 低 8 位
TKWKH0	0xD3	8	触摸按键唤醒阈值 0 高 8 位
TKWKL1	0xD4	8	触摸按键唤醒阈值 1 低 8 位
TKWKH1	0xD5	8	触摸按键唤醒阈值 1 高 8 位

### 23.2.2 触摸按键数据寄存器-TKDATL

表 23-3 TKDATL 寄存器 (A1h)



位	符号	功能描述	类型	复位值
tkdatl.7~0	-	当 tken=1 时，存储触摸按键低 8 位数据； 当 adcen=1 时，存储 ADC 低 8 位数据；	R/W	00h

### 23.2.3 触摸按键数据寄存器–TKDATH

表 23-4 TKDATH 寄存器 (A2h)

位	符号	功能描述	类型	复位值
tkdath.7~0	-	当 tken=1 时，存储触摸按键高 8 位数据； 当 adcen=1 时，存储 ADC 高 8 位数据；	R/W	00h

### 23.2.4 触摸按键选择寄存器–TKCHS0

表 23-5 TKCHS0 寄存器 (A3h)

位	符号	功能描述	类型	复位值
tkchs0.7~0	-	触摸按键 7-0 通道选择位	R/W	00h

### 23.2.5 触摸按键选择寄存器–TKCHS1

表 23-6 TKCHS1 寄存器 (A4h)

位	符号	功能描述	类型	复位值
tkchs1.7~0	-	触摸按键 15-8 通道选择位和 ADC 7~0 通道选择位	R/W	00h

### 23.2.6 触摸按键控制寄存器–TKCON0

表 23-7 TKCON0 寄存器 (A5h)

位	符号	功能描述	类型	复位值
tkcon0.7	tken	触摸按键允许位 0: 触摸按键功能被禁止 1: 当 adcen=0 时，触摸按键功能被允许	R/W	1'b0
tkcon0.6	adcen	ADC 允许位	R/W	1'b0

位	符号	功能描述	类型	复位值
		0: ADC 转换被禁止 1: ADC 转换被允许		
tkcon0.5	-	<b>必须保持为 0</b>	R/W	1'b0
tkcon0.4	wait_cpurd	<b>等待 CPU 读数据</b> 0: 不等待 CPU 读信号, 继续处理触摸按键操作 1: 等待 CPU 读出当前数据, 在开始处理下面的触摸按键操作	R/W	1'b0
tkcon0.3	freq_sel2	<b>ADC 模拟时钟预分频选择位</b> 3'b000: 不分频 3'b001: 2 分频 3'b010: 4 分频 3'b011: 8 分频 3'b100: 16 分频 3'b101: 32 分频 3'b110: 不分频 3'b111: 不分频	R/W	3'b0
tkcon0.2	freq_sel1			
tkcon0.1	freq_sel0			
tkcon0.0	mode	<b>模式控制位</b> 在 ADC 功能中: <b>必须保持为 0:</b> 支持连续模式 在触摸按键功能中: 0: 关闭轮询模式 1: 打开轮询模式	R/W	1'b0

### 23.2.7 触摸按键控制寄存器-TKCON1

表 23-8 TKCON1 寄存器 (A6h)

位	符号	功能描述	类型	复位值
tkcon1.7	start	ADC 开始工作触发位 如果该位被置 1, 触发模拟功能开始工作, 操作结束时自动清除该位, 然后等待下一次触发。	R/W	1'b0
tkcon1.6	accum2	累加阈值: 3'h0: 单次转换数据 3'h1: 累计 2 次转换数据 3'h2: 累计 4 次转换数据 3'h3: 累计 8 次转换数据 ...	R/W	3'b0
tkcon1.5	accum1			

位	符号	功能描述	类型	复位值
tkcon1.4	accum0	3'h7: 累计 128 次转换数据 注: 请小心配置累计次数、避免溢出, 如果发生溢出将会设置 TKSTA.ov 标志位, 指示累计溢出。		
tkcon1.3	ave_dis	求平均操作禁止位	R/W	1'b0
tkcon1.2	trig_sel	触发选择位 在正常/空闲工作模式中, 当配置触摸按键功能时, 有两种方式可以触发中断。 1'b0: ADC 数据转换完成后触发中断 1'b1: 按键触摸动作触发中断	R/W	1'b0
tkcon1.1	func_flg	功能指示位 0: 工作在触摸按键功能 1: 工作在 ADC 功能	R/W	1'b0
tkcon1.0	ov	累加操作溢出指示位 0: 未发生溢出 1: 发生溢出	R/W	1'b0

### 23.2.8 触摸按键控制寄存器-TKCON2

表 23-9 TKCON2 寄存器 (A7h)

位	符号	功能描述	类型	复位值
tkcon2.7	cap_lp	电容传感器低功耗允许位	R/W	1'b0
tkcon2.6	ses_gap2	两次累加操作之间的时间间隙配置位 3'h0: 16 个'clk_32k'时钟周期 3'h1: 32 个'clk_32k'时钟周期 3'h2: 64 个'clk_32k'时钟周期	R/W	3'b0
tkcon2.5	ses_gap1	3'h3: 128 个'clk_32k'时钟周期 ...		
tkcon2.4	ses_gap0	3'h7: 2048 个'clk_32k'时钟周期 注: 一次累加操作包括: 通道选择 (通过寄存器 tkchs1/tkchs0 选择), 至少 1 次充电时间。换言之, 这个配置对应的时间包含一次触摸动作检测的全部时间。		
tkcon2.3	idle_sta	空闲开始标志位, 指示前一条进入空闲模式命令正在执行, 执行结束时硬件自动清除该位, 也可以通过软件清 0。	R/W	1'b0
tkcon2.2	wait_cpu	等待 CPU 标志位, “1” 用来指示等待 CPU 读取, CPU 读出数据后需要清除该位	R/W	1'b0
tkcon2.1	sta_gap1	两次开始触发之间的时间间隙配置位: 2'b00: 2 个'tk_clk'时钟周期	R/W	2'b0

tkcon2.0	sta_gap0	2'b01: 4 个'tk_clk'时钟周期 2'b10: 8 个'tk_clk'时钟周期 2'b11: 16 个'tk_clk'时钟周期		
----------	----------	---	--	--

### 23.2.9 触摸按键状态寄存器-TKADCF

表 23-10 TKADCF 寄存器 (9Dh)

位	符号	功能描述	类型	复位值
tkadcf.7	inject	<b>注入操作允许位</b> 0: 注入操作被禁止 1: 注入操作被允许 如果该位置 1, 注入操作被允许, 等待当前正在被转换的通道的转换结束, 通道 7 被注入 ADC 的输入端开始转换, 直到该位被清 0 之后, 又重新返回被中断的通道。 注: 该位只能有软件置 1、清 0.	R/TW	1'b0
tkadcf.6	adc_pump	<b>ADC 电源波动切换位</b> 1: 支持 VDD50 高于 1.8V, 低于 2.7V 0: 支持 VDD50 高于 2.7V	R/W	1'b0
tkadcf.5	iref_adj1	<b>参考电流校准选择位</b> 2'b00: 1uA 2'b01: 2uA 2'b10: 4uA 2'b11: 6uA	R/W	2'b0
tkadcf.4	iref_adj0			
tkadcf.3	cons_sta*	<b>ADC 连续转换模式位</b> 0: 连续转换模式被禁止 1: 在 tkcon1.7 (start) 位置 1 之后, 立刻对该位置 1, 则 ADC 可以工作在连续转换模式, 否则 ADC 只能工作在单次转换模式	R/W	1'b0
tkadcf.2	adc_vref2	<b>ADC 参考电压选择位</b> 3'b00x: VDD 引脚 3'b01x: VREF 引脚 3'b100: 内部 1.8V 3'b101: 内部 2.4V 3'b110: 内部 3.0V 3'b111: 内部 3.6V	R/W	3'b0
tkadcf.1	adc_vref1			
tkadcf.0	adc_vref0			

注: tkadcf.3(cons\_sta)用于 ADC 连续转换模式, 其他应用中该位要禁止。它必须在'tkcon1.7'(start)置 1 之后, 立刻被置 1, 在此期间不能有中断打断, 否则'tkcon1.7'(start)只能工作 1 次, 即 ADC 只能转换 1 此数据。配置 ADC 的连续转换模式需要遵循以下步骤:

Step1: ORL TKCON0, #040H // 确认其他配置都正确

Step2: CLR EA // 在触发 ADC 启动之前, 清除所有中断

Step3: ORL TKCON1, #080H // 触发 ADC 启动

Step4: ORL TKADCF, #008H // 触发 ADC 开始连续工作

Step5: // 等待 ADC 中断到来, 从寄存器 'kdath'、'tkdatl' 读取 ADC 转换的数据

Step6: // 如果 ADC 转换的数据做够多, 清除 ADC 连续转换开始位 'cons\_sta', 然后清除 ADC 使能位 'adcen'

### 23.2.10 触摸按键状态寄存器-TKCSCF

表 23-11 TKCSCF 寄存器 (9Eh)

位	符号	功能描述	类型	复位值
tkcscf.7	c2v_cha_sel2	<b>修调 c2v 充电时间</b> 3'b000: 模拟充电时间持续 6 'tk_clk' 时钟周期 3'b001: 模拟充电时间持续 8 'tk_clk' 时钟周期	R/W	3'b0
tkcscf.6	c2v_cha_sel1	3'b010: 模拟充电时间持续 12 'tk_clk' 时钟周期 3'b011: 模拟充电时间持续 16 'tk_clk' 时钟周期 3'b100: 模拟充电时间持续 20 'tk_clk' 时钟周期		
tkcscf.5	c2v_cha_sel0	3'b101: 模拟充电时间持续 24 'tk_clk' 时钟周期 3'b110: 模拟充电时间持续 28 'tk_clk' 时钟周期 3'b111: 模拟充电时间持续 32 'tk_clk' 时钟周期		
tkcscf.4~3	-	保留位	R/W	2'b0
tkcscf.2	cap_size2	<b>触摸电容范围选择位</b> 3'b000: 1pf~10pf 3'b001: 10pf~20pf	R/W	3'b0
tkcscf.1	cap_size1	3'b010: 20pf~30pf 3'b011: 30pf~40pf 3'b100: 40pf~50pf		
tkcscf.0	cap_size0	3'b101: 50pf~60pf 3'b110: 60pf~70pf 3'b111: 70pf~80pf		

### 23.2.11 触摸按键状态寄存器-TKCSOF

表 23-12 TKCSOF 寄存器 (9Fh)

位	符号	功能描述	类型	复位值
tkcsf.7	-	保留位	R/W	1'b0
tkcsf.6	cpol	转换数据和唤醒阈值比较的极性选择位	R/W	1'b0

位	符号	功能描述	类型	复位值
		1'b0: 当数据大于阈值 tkwk1 或小于 tkwk0 ( $tkwk0 \leq X \leq tkwk1$ ), 引起中断 1'b1: 当数据小于 tkwk1 并且大于 tkwk0 时 ( $tkwk0 \leq X \leq tkwk1$ ), 引起中断		
tkcs0f.5	ch_sw1	<b>ADC 通道源选择位</b> 2'b00: 切换到 P2 端口, 配置 tkchs1[7:0] 选择 P2.7~P2.0 中的一个作为转换通道	R/W	2'b0
tkcs0f.4	ch_sw0	2'b01: 切换到 1.2v 2'b10: 切换到地 (0v) 2'b11: 切换到 ADC 参考电压		
tkcs0f.3~0	cs_ofst3~0	<b>触摸按键电容传感器失调校正位</b>	R/W	4'hF

### 23.2.12 触摸按键唤醒阈值寄存器-TKWKL0

表 23-13 TKWKL0 寄存器 (D2h)

位	符号	功能描述	类型	复位值
tkwk10.7~0	-	当 tken=1 时, 该寄存器存储触摸按键唤醒 0 阈值的低 8 位; 当 adcen=1 时, 该寄存器存储 ADC 极限 0 阈值的低 8 位;	R/W	00h

### 23.2.13 触摸按键唤醒阈值寄存器-TKWKH0

表 23-14 TKWKH0 寄存器 (D3h)

位	符号	功能描述	类型	复位值
tkwkh0.7~0	-	当 tken=1 时, 该寄存器存储触摸按键唤醒 0 阈值的高 8 位; 当 adcen=1 时, 该寄存器存储 ADC 极限 0 阈值的高 8 位;	R/W	00h

### 23.2.14 触摸按键唤醒阈值寄存器-TKWKL1

表 23-15 TKWKL1 寄存器 (D4h)

位	符号	功能描述	类型	复位值
tkwk11.7~0	-	当 tken=1 时, 该寄存器存储触摸按键唤醒 1 阈值的低 8 位;	R/W	00h

位	符号	功能描述	类型	复位值
		位; 当 adcen=1 时,该寄存器存储 ADC 极限 1 阈值的低 8 位;		

### 23.2.15 触摸按键唤醒阈值寄存器-TKWKH1

表 23-16 TKWKH1 寄存器 (D5h)

位	符号	功能描述	类型	复位值
tkwkh1.7~0	-	当 tken=1 时,该寄存器存储触摸按键唤醒 1 阈值的高 8 位; 当 adcen=1 时,该寄存器存储 ADC 极限 1 阈值的高 8 位;	R/W	00h

## 24 模拟比较器

### 24.1 概述

器件内部提供一个模拟比较器，可以根据不同的配置选择输入、输出。当比较器正输入端高于负输入端时，比较器输出逻辑 1；否则，输出逻辑 0。比较器可以配置为：在输出数据变化时产生中断。比较器的功能框图如下图所示：

比较器有两个控制寄存器 CMPCON0 和 CMPCON1，正输入端有 CMP1、CMP2 两可选的信号，负输入端有 CMPREF、内部参考电压 INTVREF 两个可选的信号，输出端是 CMPOUT。比较器使能之后需要等待一个稳定的时间，才能保证比较器输出正确的数值。

内部参考电压的数值(Vref) 是 1.2V (+/-2%, @25°C)。

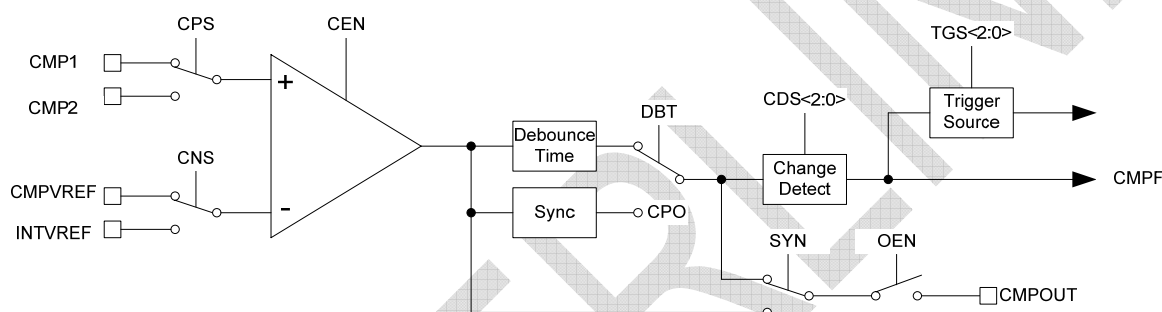


图 24-1 模拟比较器

### 24.2 寄存器定义

#### 24.2.1 比较器控制寄存器 0—CMPCON0

表 24-1 CMPCON0 寄存器 (BDh)

位	符号	功能描述	类型	复位值
cmpcon0.7	cen	比较器允许位 0: 比较器被禁止 1: 比较器被允许	R/W	0
cmpcon0.6	cps	比较器正端输入选择位 0: 选择CMP1 1: 选择CMP2	R/W	0
cmpcon0.5	cns	比较器负端输入选择位 0: 选择CMPVREF 1: 选择INTVREF	R/W	0



位	符号	功能描述	类型	复位值
cmpcon0.4	oen	<b>比较器输出允许位</b> 0: 比较器输出CMPOUT被禁止 1: 当CEN = 1时, 比较器输出CMPOUT 被允许	R/W	0
cmpcon0.3	cpo	<b>比较器输出</b> 同步到CPU时钟域, 允许软件读取。当比较器被禁止 (CEN = 0) 时被清0。	R/W	0
cmpcon0.2	dbt	<b>比较器输出反弹时间允许位</b> 0: 禁止反弹, 仅使用同步 1: 允许8个系统时钟周期的反弹时间	R/W	0
cmpcon0.1	syn	<b>比较器同步/异步选择位</b> 0: 异步输出 1: 同步输出	R/W	0
cmpcon0.0	-	-	R	0

### 24.2.2 比较器控制寄存器 1-CMPCON1

表 24-2 CMPCON1 寄存器 (BEh)

位	符号	功能描述	类型	复位值
cmpcon1.7	-	-	R	0
cmpcon1.6	tgs2	<b>比较器触发源选择位</b>	R/W	0
cmpcon1.5	tgs1		R/W	0
cmpcon1.4	tgs0		R/W	0
cmpcon1.3	vref_en	<b>内部vref12允许位</b> 0: 内部vref12被禁止 1: 内部vref12被允许, 选择vref12作为比较器的输一个参考电压, 由于内部vref12差不多需要60us的时间才能稳定, 所有该位必须在cen=1之前设置。	R/W	0
cmpcon1.2	cds2	<b>比较器中断变化检测选择位</b>	R/W	0
cmpcon1.1	cds1		R/W	0
cmpcon1.0	cds0		R/W	0

表 24-3 比较器中断变化检测选择

CDS2	CDS1	CDS0	比较器中断变化检测选择位
0	0	0	低电平
0	0	1	高电平
0	1	0	下降沿
0	1	1	上升沿

CDS2	CDS1	CDS0	比较器中断变化检测选择位
1	0	0	切换
1	0	1	-
1	1	0	-
1	1	1	-

表 24-4 比较器触发源选择

TGS2	TGS1	TGS0	比较器触发源选择位
0	0	0	正常模式
0	0	1	关闭 PWM0 输出,清除 PWM0EN
0	1	0	关闭 PWM1 输出,清除 PWM1EN
0	1	1	关闭 PWM0、PWM1 输出,清除 PWM0EN、PWM1EN
1	0	0	触发定时器 2 捕获操作
1	0	1	打开 PWM0 输出, 置位 PWM0EN
1	1	0	打开 PWM1 输出, 置位 PWM1EN
1	1	1	打开 PWM0、PWM1 输出, 置位 PWM0EN、PWM1EN

## 25 Flash & EEPROM

器件内置 4K 字节 Flash 程序代码区、128 字节 EEPROM 数据代码区。

- 4K 字节程序 Flash
- 128 字节数据 EEPROM (页/字节操作)

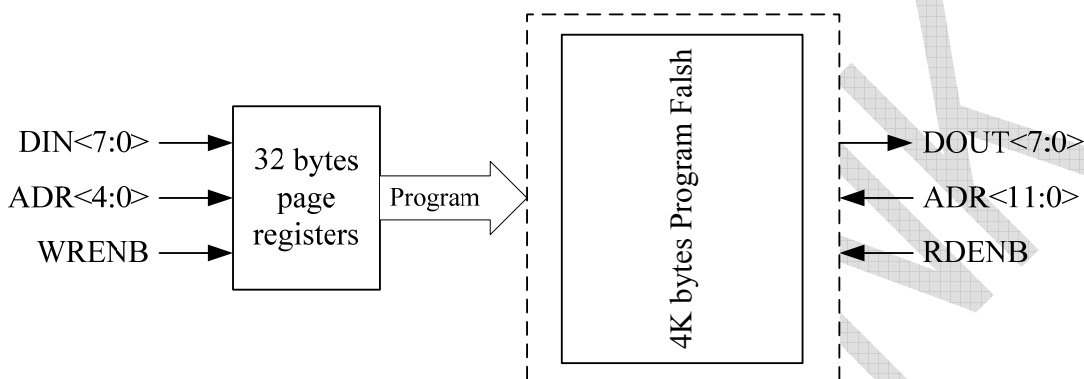


Figure 25-1 Flash 程序区

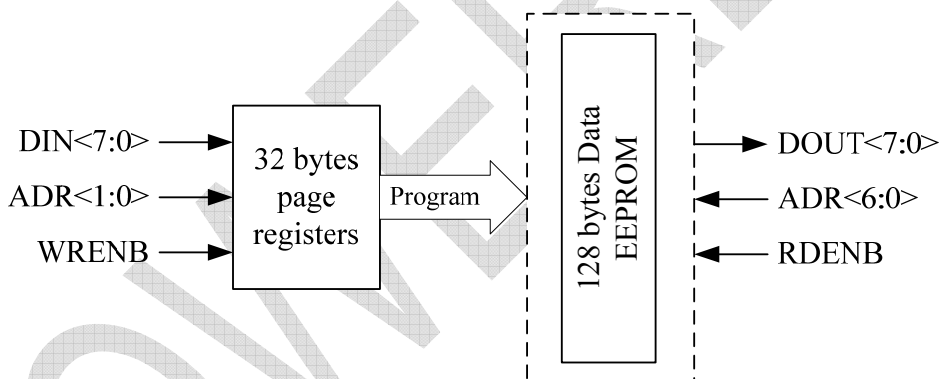


Figure 25-2 EEPROM 数据区

### 25.1 存储器加密

器件内部对程序代码区进行了专有的高安全等级加密处理。

## 25.2 寄存器定义

### 25.2.1 EEPROM 控制寄存器-EECON

表 25-1 EECON 寄存器 (97h)

位	符号	功能描述	类型	复位值
eecon.7	LOCK	<b>EEPROM编程禁止位</b> 0 – EEPROM 编程被允许 1 – EEPROM 编程被禁止	R/W	0
eecon.6	FUSE		R	0
eecon.5	DENC		R	0
eecon.4	DSCR		R	0
eecon.3	EPMG	<b>EEPROM编程中断允许位</b> 0: 中断被禁止 1: 当ea=1时, 中断被允许	R/W	0
eecon.2	PGMF	<b>EEPROM编程中断标志位</b> 1 – EEPROM编程结束, 发生中断信号 它只能由硬件置1, 可以被软件或中断清0, 当PGM =1 时会自动清除。	R/W	0
eecon.1	CPF	<b>EEPROM编程跨页标志位</b> 1 – EEPROM编程页地址发生更改 (跨页) 如果CPF=1, PGM不能被设置为1, 直到软件清除CPF。 CPF只能通过硬件置1。 如果发生跨页错误, 为避免对EEPROM的复位操作, 在 CPF清除指令之后, 必须紧跟3个NOP指令。	R/W	0
eecon.0	PGM	<b>EEPROM编程允许位</b> 1 – EEPROM 开始编程 写数据到EEPROM缓存之后, 设置PGM, 开始对EEPROM 进行编程。如果没有写EEPROM缓存, 软件不能设置该位。 当编程结束时, 它被硬件自动清除, 但是不能被软件清 除。	R/TW	0

## 26 在线烧录 ICP

### 26.1 概述

器件内部 Flash 的内容默认是空的，用户必须通过外部烧录器或在线烧录 ICP (In-Circuit Programming)工具对其编程。

在 ICP 工具中，用户一定要注意 ICP 编程引脚在系统板中的使用方法。在一些应用电路中，强烈建议用户：在 ICP 系统板上编程完成后，先断电、然后再上电。

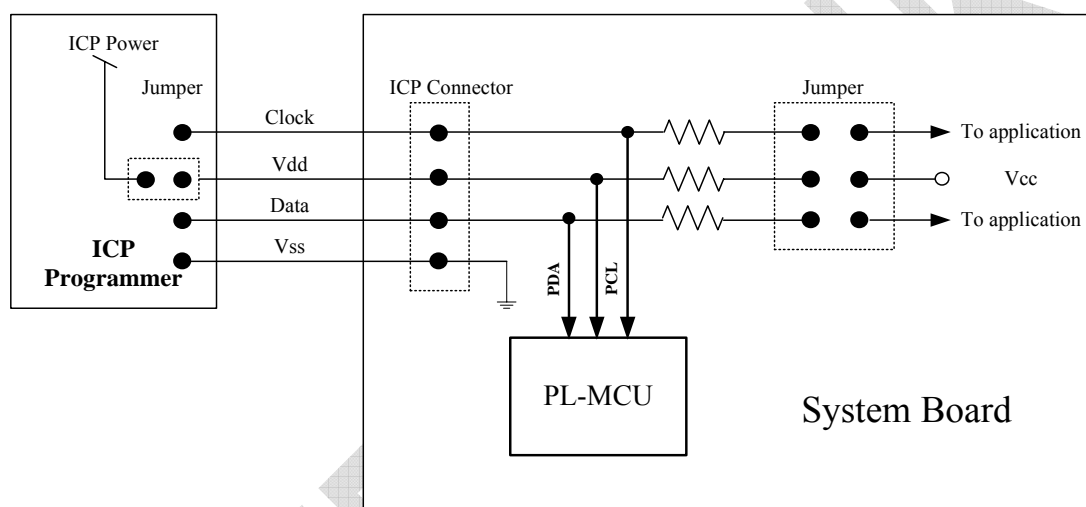


图 26-1 ICP 应用电路

注：

1. ICP 操作期间，ICP 和应用电路之间分开是可选的。
2. 电阻是可选的。
3. 当使用 ICP 升级代码时，时钟 PCL 和数据 PDA 必须连接到系统板内。
4. ICP 编程结束之后，建议：系统先断电，然后移除 ICP，接着在上电。

器件支持编程：应用程序 Flash (4K 字节)、数据 EEPROM (128 字节)。用户可以选择对程序 Flash、数据 EEPROM 其中之一编程，或对二者都编程。

## 27 配置选项

以下配置选项用户可以在编程软件界面进行配置：

配置选项 0	配置选项 1	配置选项 2
程序区Flash锁定位	保留	低电压复位LVR使能配置 0x – 禁止 10 – 全部使用 11 – 除EE编程时段外使能
数据区EEPROM锁定位	Reset管脚使能	
XTAL晶振配置 OPT[0]: 0 -> 使用内部反馈电阻 1 -> 不用内部反馈电阻 OPT[1]: 0 -> 选择内部1M电阻 1 -> 选择内部4M电阻 OPT[2]: 0 -> 不用15pF内部电容 1 -> 使用15pF内部电容	Pump时钟配置 0 – Pump时钟不分频 1 – Pump时钟2分频	低电压复位LVR阈值电压选择 00 – 2.1v 01 – 2.4v 10 – 保留 11 – 保留
	Clock输出使能	
振荡器类型选择 000 – 外部CLK输入 001 – 内部RC 32KHz 01x – 晶振模式 100 – 内部RC 4MHz 101 – 内部RC 8MHz 110 – 内部RC 12MHz 111 – 保留	热启动时间 00~11 – 长时间→短时间	低电压检测LPD使能
	超时延时设定 00 – 2176个时钟周期 (66ms) 01 – 640个时钟周期 (20ms) 10 – 384个时钟周期 (12ms) 11 – 132个时钟周期 (4ms)	低电压检测LPD阈值电压选择 0 – 2.7v 1 – 保留
		看门狗WDT使能 0x – 禁止 10 – 允许, 由WDTCON.WDTEN控制 11 – 允许, 由WDTCON.WDTEN控制, 但在停止模式中被禁止

## 28 电气特性

### 28.1 极限参数

如果器件的工作条件超过所述“极限条件”的范围，将造成器件永久性破坏。只有当器件工作在说明书所规定的范围内时功能才能得到保障。器件工作在极限参数列举的条件下，将会影响到器件工作的可靠性。

参数	符号	最小值	最大值	单位
电源供应电压	VDD-VSS	-0.3	+6.0	V
端口输入电压	V <sub>IN</sub>	VSS-0.3	VDD+0.3	V
工作温度	T <sub>A</sub>	-40	+125	°C
存储温度	T <sub>ST</sub>	-55	+150	°C
VDD 最大电流			120	mA
VSS 最大电流			120	mA
每个 I/O 口的灌电流			25	mA
每个 I/O 口的输出电流			25	mA
所有 I/O 口的灌电流			75	mA
所有 I/O 口的输出电流			75	mA

### 28.2 直流电气特性

(VDD = 2.0V~5.5V, T<sub>A</sub> = 25°C, 除非另有说明)

参数	符号	说明				测试条件
		最小值	典型值	最大值	单位	
工作电压	VDD	2.0		5.5	V	
工作电流	I <sub>OP</sub>		5	10	mA	No load, VDD=5V@12MHz
电源电流, 空闲模式	I <sub>IDLE</sub>		2.5	5	mA	No load, VDD=5V@12MHz, IDLE
电源电流, 停止模式	I <sub>STOP</sub>		1	10	uA	No load, VDD=5V@12MHz, STOP
电源电流, 睡眠模式	I <sub>SLEEP</sub>		0.5	5	uA	No load, VDD=5V@12MHz, Sleep
输入高电压	V <sub>IH</sub>	0.7*VDD		VDD+0.2	V	
输入低电压	V <sub>IL</sub>	-0.5		0.3*VDD	V	
输出高电压	V <sub>OH</sub>	2.5	3.5		V	VDD=4.5V, I <sub>OH</sub> =-20mA
输出低电压	V <sub>OL</sub>		0.5	0.7	V	VDD=4.5V, I <sub>OL</sub> =+20mA
端口上拉电阻	R <sub>PU</sub>		50		KΩ	
POR 斜率	S <sub>POR</sub>	0.025		4.5	V/ms	
POR 上升阈值电压	V <sub>PORH</sub>	0.4	0.8	1.2	V	
POR 下降阈值电压	V <sub>PORL</sub>	0.4	0.7	1.0	V	
POE 阈值电压	V <sub>POE</sub>		1.4		V	
比较器参考电压	V <sub>ref</sub>	1.176	1.20	1.224	V	T <sub>A</sub> = 25°C

### 28.3 交流电气特性

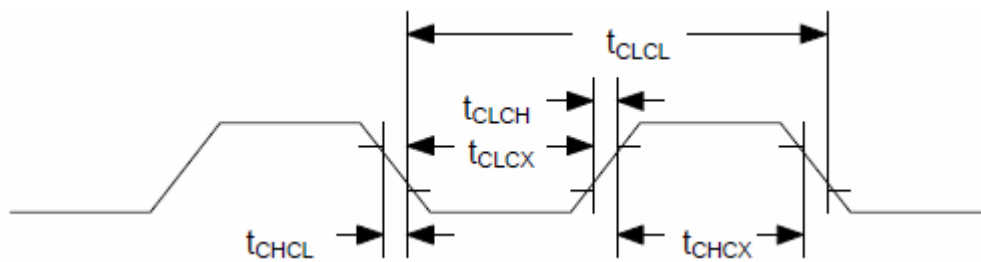


图 22-1 时钟时序

注：占空比为 50%。

#### 28.3.1 外部时钟特性

(VDD = 2.0V~5.5V, T<sub>A</sub> = 25°C, 除非另有说明)

参数	符号	说明				测试条件
		最小值	典型值	最大值	单位	
时钟频率			12		MHz	
时钟高电平时间	t <sub>CHCX</sub>	30			ns	
时钟低电平时间	t <sub>CLCX</sub>	30			ns	
时钟上升时间	t <sub>CLCH</sub>			10	ns	
时钟下降时间	t <sub>CHCL</sub>			10	ns	

#### 28.3.2 内部 RC 振荡特性

(VDD = 2.0V~5.5V, T<sub>A</sub> = 25°C, 除非另有说明)

参数	符号	说明				测试条件
		最小值	典型值	最大值	单位	
时钟频率			8/12		MHz	
时钟频率			±2		%	T <sub>A</sub> = 25°C@8MHz

#### 28.3.3 晶体振荡器/陶瓷振荡器特性

(VDD = 2.0V~5.5V, T<sub>A</sub> = 25°C, 除非另有说明)

参数	符号	说明				测试条件
		最小值	典型值	最大值	单位	
时钟频率		400K		12M	Hz	



## 28.4 比较器电气特性

TA = 25°C, VCC = 2.4V to 5.5V (除非另有说明)

参数	符号	说明				测试条件
		最小值	典型值	最大值	单位	
比较器共模输入范围	V <sub>CR</sub>	0		VDD	V	
比较器响应时间	T <sub>RS</sub>		30		ns	
比较器使能到输出有效的时间	T <sub>EN</sub>		50		us	

## 29 典型应用

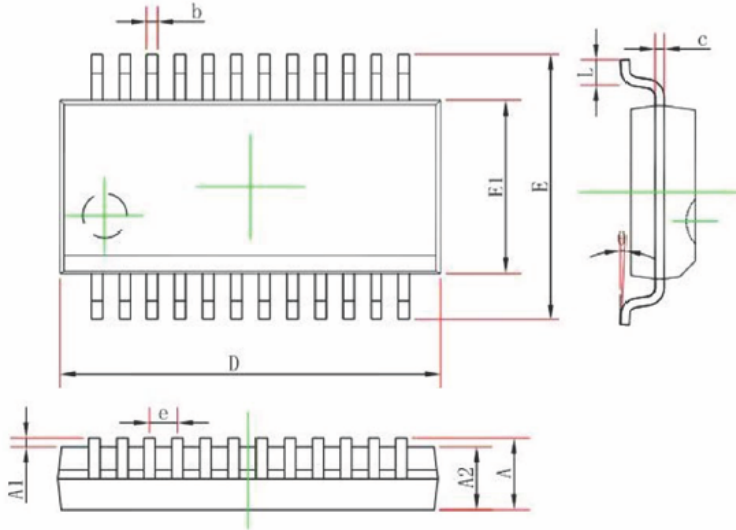
### 29.1 触摸按键应用

N/A

## 30 封装尺寸

### 30.1 SSOP24 封装

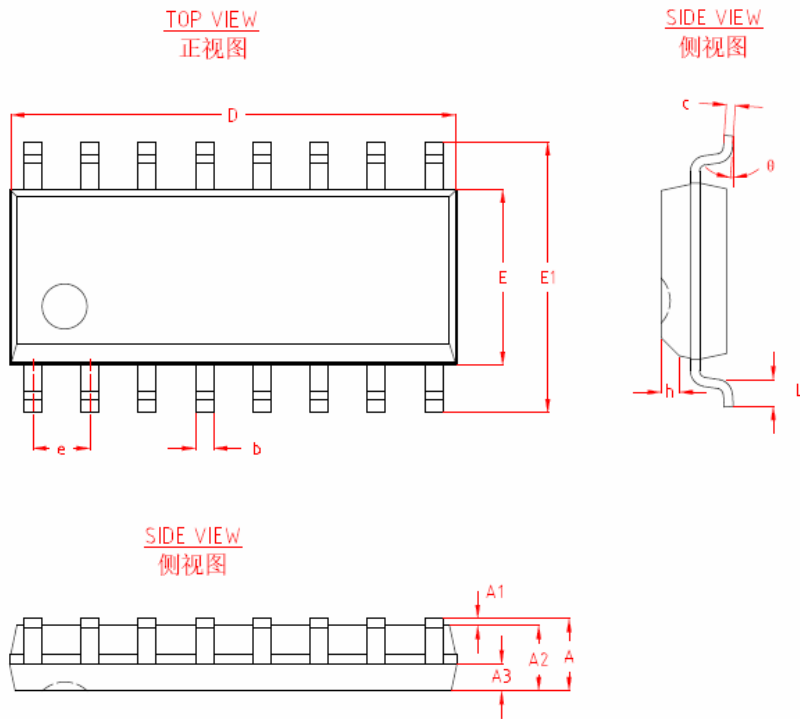
SSOP24 封装尺寸



Symbol	Dimensions In Millimeters	
	Min	Max
A	—	1.750
A1	0.050	0.080
A2	1.400	1.500
b	0.203	0.305
c	0.102	0.254
D	8.550	8.650
E1	3.800	4.000
E	5.800	6.200
e	0.635 (BSC)	
L	0.400	1.270
$\theta$	0°	8°

### 30.2 SOP16 封装

SOP16 封装尺寸



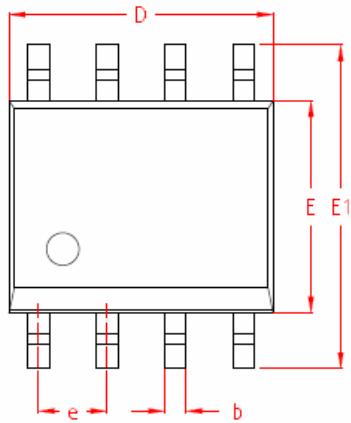
机械尺寸/mm Dimensions			
字符 SYMBOL	最小值 MIN	典型值 NOMINAL	最大值 MAX
A	-	-	1,75
A1	0,10	-	0,25
A2	1,35	1,45	1,55
A3	0,60	0,65	0,70
b	0,35	-	0,50
c	0,19	-	0,25
D	9,80	10,00	10,20
E	3,80	3,90	4,00
E1	5,80	6,00	6,20
e	1,27 BSC		
h	0,30	-	0,50
L	0,40	-	0,80
$\theta$	0°	-	8°

POWER

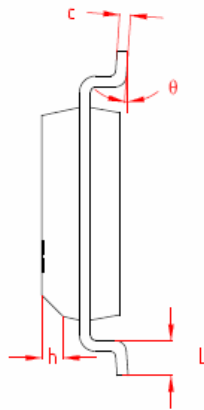
### 30.3 SOP8 封装

#### SOP8 封装尺寸

TOP VIEW  
正视图

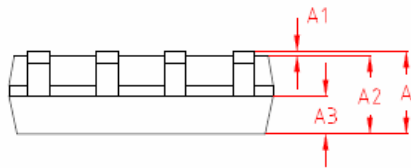


SIDE VIEW  
侧视图



机械尺寸/mm Dimensions			
字符 SYMBOL	最小值 MIN	典型值 NOMINAL	最大值 MAX
A	1.50	1.60	1.70
A1	0.04	-	0.12
A2	1.35	1.45	1.55
A3	0.65	0.70	0.75
b	0.35	-	0.50
c	0.19	-	0.25
D	4.80	4.90	5.00
E	3.80	3.90	4.00
E1	5.80	6.00	6.20
e	1.27 BSC		
h	0.30	-	0.50
L	0.50	-	0.80
theta	0°	-	8°

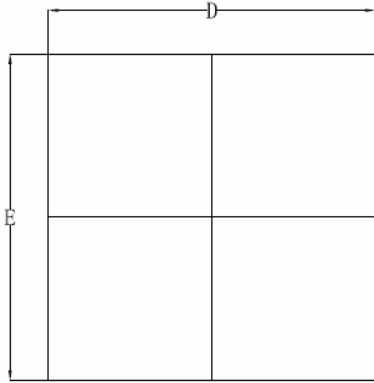
SIDE VIEW  
侧视图



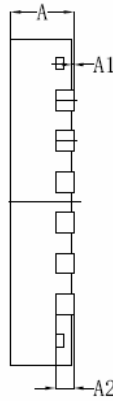
PROWL

### 30.4 QFN24 封装

QFN24 (4\*4, P0.50T0.75) 封装尺寸



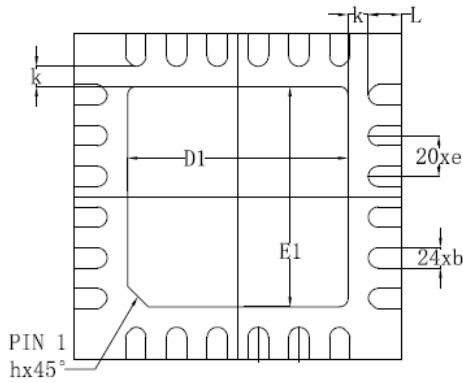
TOP VIEW



SIDE VIEW

COMMON DIMENSIONS  
(UNITS OF MEASURE=MILLIMETER)

SYMBOL	MIN	NOM	MAX
A	0.700	0.750	0.820
A1	0.000	/	0.050
A2	0.153	0.203	0.273
b	0.200	0.250	0.300
D	3.900	4.000	4.100
D1	2.600	2.700	2.800
E	3.900	4.000	4.100
E1	2.600	2.700	2.800
e	0.450	0.500	0.550
h	0.200	0.250	0.300
k	0.150	0.250	0.350
L	0.350	0.400	0.450

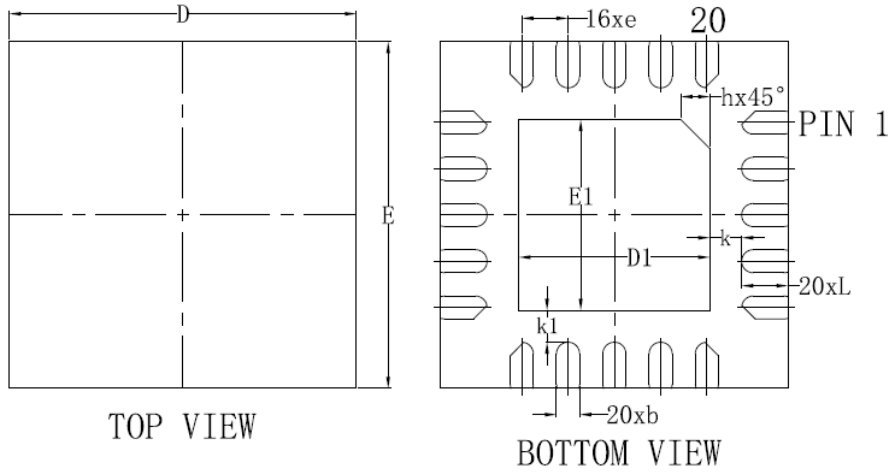


BOTTOM VIEW

POWER

### 30.5 QFN20 封装

QFN20 (3\*3, P0.40T0.75) 封装尺寸



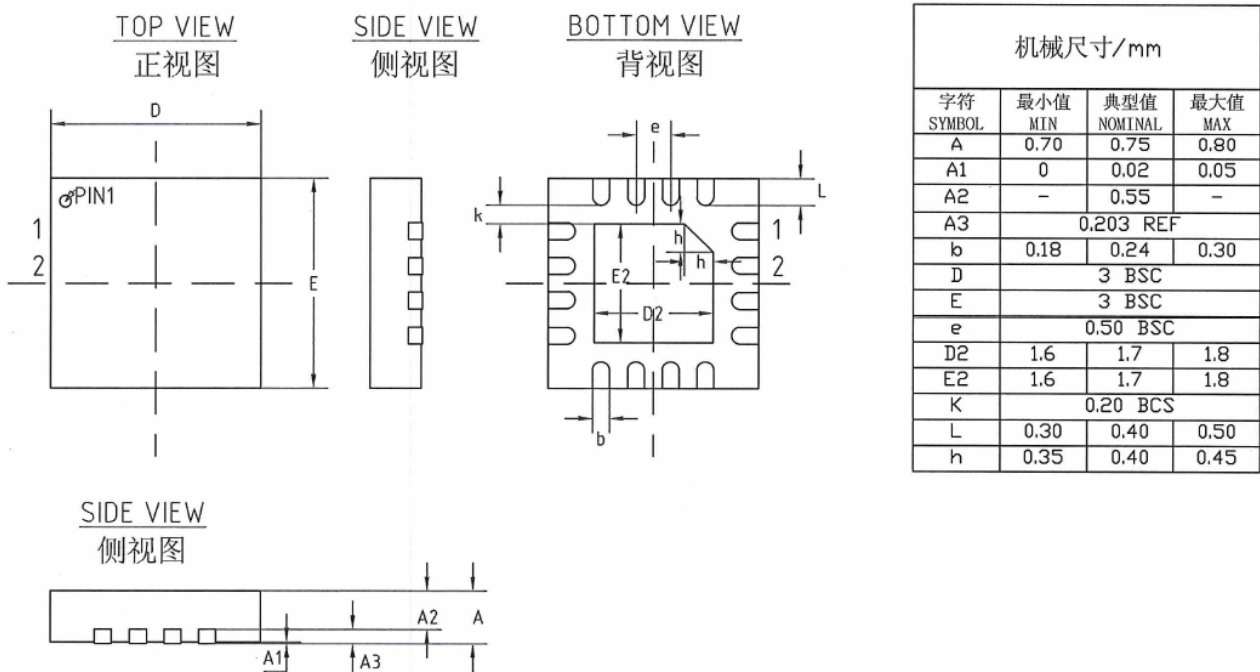
COMMON DIMENSIONS  
(UNITS OF MEASURE=MILLIMETER)

SYMBOL	MIN	NOM	MAX
A	0.700	0.750	0.800
A1	0.000	/	0.050
A2	0.193	0.203	0.233
b	0.150	0.200	0.250
D	2.950	3.000	3.050
D1	1.600	1.650	1.700
E	2.950	3.000	3.050
E1	1.600	1.650	1.700
e	0.350	0.400	0.450
h	0.200	0.250	0.300
k	0.225	0.275	0.325
k1	0.225	0.275	0.325
L	0.350	0.400	0.450

POWER

### 30.6 QFN16 封装

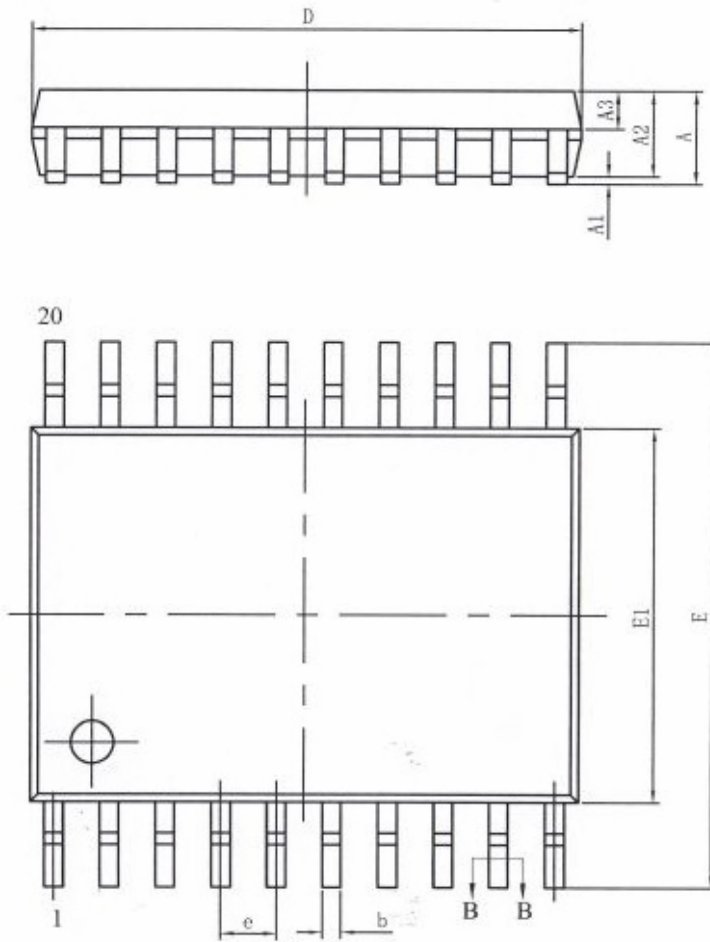
QFN16 (3\*3, P0.50T0.75) 封装尺寸



POWER

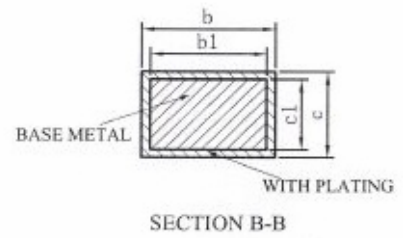
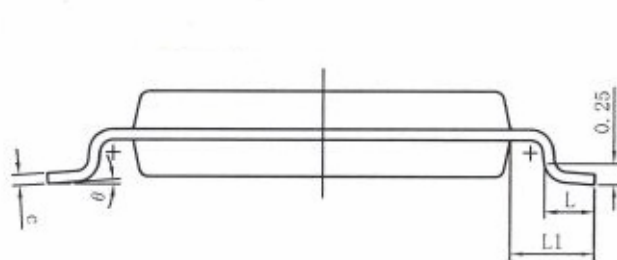
### 30.7 TSSOP20 封装

TSSOP20 封装尺寸



TSSOP20L

SYMBOL	MILLIMETER		
	MIN	NOM	MAX
A	—	—	1.20
A1	0.05	—	0.15
A2	0.80	1.00	1.05
A3	0.39	0.44	0.49
b	0.20	—	0.29
b1	0.19	0.22	0.25
c	0.13	—	0.18
c1	0.12	0.13	0.14
D	6.40	6.50	6.60
E1	4.30	4.40	4.50
E	6.20	6.40	6.60
e	0.65BSC		
L	0.45	0.60	0.75
L1	1.00BSC		
theta	0	—	8°

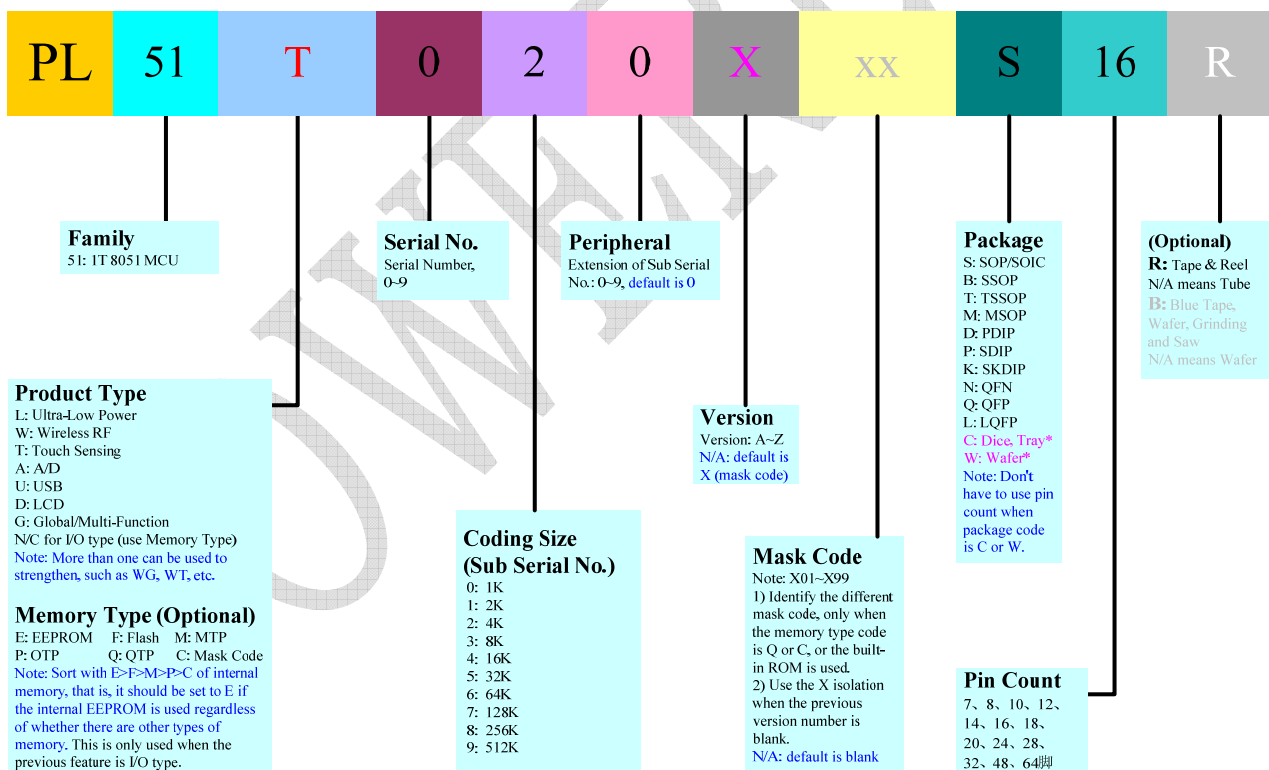




### 31 订购信息

产品型号代码	封装形式
PL51T020C	Dice, Tray
PL51T020W	Wafer
PL51T020WB	Wafer, Blue Tape
PL51T020S8	SOP8, Tube
PL51T020S8R	SOP8, Tape&Reel
PL51T020S16	SOP16, Tube
PL51T020B24	SSOP24, Tube
PL51T020N16	QFN16, Tube
PL51T020N20	QFN20, Tube
PL51T020N24	QFN24, Tube
PL51T020T20	TSSOP20, Tube
.....	.....

注：以上订购信息中产品型号代码未详尽，仅是举例说明。产品表面丝印仅标注主要信息，根据封装形式不同与产品型号代码会有差异，具体请联系聚元微。



## 32 文档修改记录

Rev.	Date	Comments
0.1	2017/10/10	初始版本
0.2	2018/07/11	工作温度参数
0.3	2019/06/05	修正表 7-3 中 PWM2PH/PL/DH/DL&PWM3PH/PL/DH/DL 的地址 删除 TSSOP20 封装形式
0.4	2019/11/01	工作温度参数: -40~125°C
0.5	2020/04/10	更新封装尺寸信息
0.6	2020/07/03	修正 TMOD.2 笔误、SPI 及 TCKCON 描述
0.7	2021/01/20	恢复 TSSOP20 封装形式
0.8	2021/02/03	增加 QFN20 封装形式
0.9	2021/03/18	补充完善产品型号代码说明

## 33 注意事项

为了持续改进产品的可靠性、功能或设计，聚元微保留随时更新修改的权利，并不另行通知客户。客户在下单前请确认所使用的是最新的完整版说明书。