



矽杰微电子
XIJIE MICROELECTRONICS

XC8P8613 用户手册

8 位 OTP 微控制器

Ver 1.0

免责声明

无锡矽杰微电子有限公司（简称：无锡矽杰微）保留关于该规格书中产品的可靠性、功能和设计方面的改进作进一步说明的权利。由于使用本用户手册中的信息或内容而导致的直接、间接、特别附带结果的损害，无锡矽杰微没有义务负责。本用户手册中提到的其应用仅仅是用来做说明，本公司不保证这些应用没有更深入的测试就能适用。本规格书中提到的软件（如果有），都是依据授权或保密合约所合法提供的，并且只能在这些合约的许可条件下使用或者复制。无锡矽杰微的产品不是专门设计来应用于生命维持的用具，装置或者系统。无锡矽杰微的产品不支持而且禁止在这些方面的应用。本用户手册内容如有变动恕不另作通知，具体更新信息，请参考公司官方网站 www.xjmcu.com。



修改记录说明

版本号	修改说明	备注
V1.0	发布初稿	



目 录

1. 芯片简介	6
1.1 功能特性	6
1.2 引脚分配	7
1.3 引脚描述	8
1.4 系统框图	9
2. 存储器结构	10
2.1 程序存储区	10
2.2 数据存储区	10
2.2.1 数据存储区	10
2.2.2 系统寄存器列表	11
2.2.3 系统寄存器说明	11
3. 功能描述	12
3.1 操作寄存器	12
3.1.1 082H - R (工作寄存器和 ROM 查表数据缓存器)	12
3.1.2 083H - Z (专用寄存器)	12
3.1.3 084H - Y (专用寄存器)	12
3.1.4 086H - PFLAG (ROM 页和特殊标志寄存器)	13
3.1.5 087H - IRCCAL (IRC 频率修调寄存器)	14
3.1.6 0AEH - P4CON (P4 配置控制寄存器)	14
3.1.7 0AFH - VREF (ADC 参考电压寄存器)	14
3.1.8 0B1H - ADM (ADC 模式寄存器)	15
3.1.9 0B2H - ADB (ADC 数据缓存器)	15
3.1.10 0B3H - ADR (ADC 精度选择寄存器)	16
3.1.11 0B4H - ADT (ADC 零漂寄存器)	16
3.1.12 0B8H - POM (POM 方向控制寄存器)	16
3.1.13 0B9H - TC2M (TC2 模式寄存器)	17
3.1.14 0BAH - TC2C (TC0 计数寄存器)	18
3.1.15 0BBH - TC2R (TC2 自动装载数据缓存器)	18
3.1.16 0BCH - TC0PR (PWM0 周期寄存器)	18
3.1.17 0BDH - TC1PR (PWM1 周期寄存器)	18
3.1.18 0BEH - TC2PR (PWM2 周期寄存器)	18
3.1.19 0BFH - PEDGE (P00 模式控制寄存器)	19
3.1.20 0C4H - P4M (P4M 模式控制寄存器)	19
3.1.21 0C5H - P5M (P5M 模式控制寄存器)	19
3.1.22 0C8H - INTRQ (中断请求寄存器)	20
3.1.23 0C9H - INTEN (中断使能寄存器)	20
3.1.24 0CAH - OSCM (振动模式寄存器)	21
3.1.25 0CCH - WDTR (看门狗清零寄存器)	21
3.1.26 0CDH - TC0R (TC0 自动装载数据缓存器)	21
3.1.27 0CEH - PCL (程序计数器低位)	22
3.1.28 0CFH - PCH (程序计数器高位)	22
3.1.29 0D0H - P0 (P0 数据寄存器)	22



3.1.30	0D4H - P4 (P4 数据寄存器)	22
3.1.31	0D5H - P5 (P5 数据寄存器)	23
3.1.32	0D8H - TOM (PWM 及定时器控制寄存器)	23
3.1.33	0DAH - TCOM (TC0 模式寄存器)	24
3.1.34	0DBH - TC0C (TC0 计数寄存器)	25
3.1.35	0DCH - TC1M (TC1 模式寄存器)	25
3.1.36	0DDH - TC1C (TC1 计数寄存器)	26
3.1.37	0DEH - TC1R (TC1 自动装载数据缓存器)	26
3.1.38	0DFH - STKP (堆栈指针)	26
3.1.39	0E0H - P0UR (P0 上拉电阻控制寄存器)	27
3.1.40	0E4H - P4UR (P4 上拉电阻控制寄存器)	27
3.1.41	0E5H - P5UR (P5 上拉电阻控制寄存器)	27
3.1.42	0E7H - @YZ (间接寻址寄存器)	28
3.1.43	0E8H - P0PD (P0 下拉电阻控制寄存器)	28
3.1.44	0ECH - P4PD (P4 下拉电阻控制寄存器)	28
3.1.45	0EDH - P5PD (P5 下拉电阻控制寄存器)	29
3.1.46	0F8H - STK3L (堆栈层 3 低位寄存器)	29
3.1.47	0F9H - STK3H (堆栈层 3 高位寄存器)	29
3.1.48	0FAH - STK2L (堆栈层 2 低位寄存器)	29
3.1.49	0FBH - STK2H (堆栈层 2 高位寄存器)	30
3.1.50	0FCH - STK1L (堆栈层 1 低位寄存器)	30
3.1.51	0FDH - STK1H (堆栈层 1 高位寄存器)	30
3.1.52	0FEH - STK0L (堆栈层 0 低位寄存器)	30
3.1.53	0FFH - STK0H (堆栈层 0 高位寄存器)	30
3.3	中断	31
3.3.1	中断现场保护	32
3.3.2	多中断操作举例	32
3.4	复位	33
3.4.1	复位功能概述	33
3.4.2	POR 上电复位	33
3.4.3	WDT 看门狗复位	34
3.4.4	LVR 低电压复位	34
3.5	工作模式	36
3.5.1	高速模式	37
3.5.2	低速模式	38
3.5.3	绿色模式	38
3.5.4	睡眠模式	39
3.6	系统时钟	40
3.6.1	内部 RC 振荡器	40
3.6.2	外部晶体/陶瓷振荡器	41
3.6.3	时钟模块应用说明	41
3.7	I/O 端口	42
3.7.1	GPIO 内部结构图	42
3.7.2	P4 口 ADC 共用引脚	43



3.7.3 端口施密特参数.....	43
3.8 定时计数器	44
3.8.1 看门狗定时器.....	44
3.8.2 TC0 定时器.....	45
3.8.2.1 TC0 定时设置说明.....	46
3.8.2.2 TC0 定时计算说明.....	47
3.8.2.3 脉冲宽度调制 PWM0.....	48
3.8.3 TC1 定时器.....	49
3.8.3.1 TC1 定时设置说明.....	50
3.8.3.2 TC1 定时计算说明.....	51
3.8.3.3 脉冲宽度调制 PWM1.....	52
3.8.4 TC2 定时器.....	53
3.8.4.1 TC2 定时设置说明.....	54
3.8.4.2 TC2 定时计算说明.....	55
3.8.4.3 脉冲宽度调制 PWM2.....	56
3.9 LVD 低电压检测	57
3.10 ADC 模数转换功能模块.....	58
3.10.1 概述	58
3.10.2 ADC 引脚配置.....	59
3.10.3 ADC 参考电压说明.....	59
3.10.4 ADC 数模转换应用电路说明.....	60
4. OPTION 配置表.....	61
5. 电气特性	63
5.1 极限参数	63
5.2 直流电气特性	63
5.3 特性曲线图	64
5.3.1 内部低速 RC 振荡器 32KHz-压频特性曲线.....	64
5.3.2 内部低速 RC 振荡器 32KHz-温频特性曲线.....	64
5.3.3 内部 8Mhz RC 振荡器-压频特性曲线.....	65
5.3.4 内部 8Mhz RC 振荡器-温频特性曲线.....	65
5.3.5 内部 16Mhz RC 振荡器-压频特性曲线.....	66
5.3.6 内部 16Mhz RC 振荡器-温频特性曲线.....	66
5.4 IRC 频率修调参数说明.....	67
6. 封装尺寸	70
6.1 16PIN 封装尺寸	70
6.2 14PIN 封装尺寸	72
6.3 8PIN 封装尺寸	74
6.4 6PIN 封装尺寸	76



1. 芯片简介

1.1 功能特性

CPU 配置

- 2K×16-Bit OTP ROM
- 128×8-Bit SRAM
- 4 级堆栈空间
- 5 级可配置电压检测 (LVD)
2. 1V/2. 4V/2. 7V/3. 0V/3. 6V
- 6 级可编程电压复位 (LVR)
2. 0V/2. 1V/2. 4V/2. 7V/3. 0V/3. 6V
- 工作电流小于 1mA (16MHz/5V)
- 工作电流 5 μ A (32KHz/3V)
- 休眠电流小于 1 μ A (休眠模式)

I/O 配置

- 3 组双向 I/O 端口: P0, P4, P5
- 14 个 I/O 引脚
- 唤醒端口: P0 口
- 14 个可编程上拉 I/O 引脚
- 13 个可编程下拉 I/O 引脚
- P04(复位引脚)可配置硬件上拉和

软件上拉

- 外部中断: P00, P01

工作电压

- 工作电压范围:
1. 8V~5. 5V (0°C~70°C)
2. 3V~5. 5V (-40°C~85°C)
常温 (25°C) 工作电压可低至 1. 8V
- 工作温度范围:
工作温度 -40°C~85°C

工作频率范围

- 外部晶振 XT 高达 16MHz
- 内置低速振荡电路:
16KHz (3V) /32KHz (5V)
- 内置高速振荡电路:
1MHz/8MHz/16MHz/32MHz
- 时钟周期分频选择:
4Clock, 8Clock, 16Clock, 32Clock,
64Clock, 128Clock,

外围模块

- 三路 8Bit 定时/计数器
- 三路 8Bit 脉宽调制器

中断源

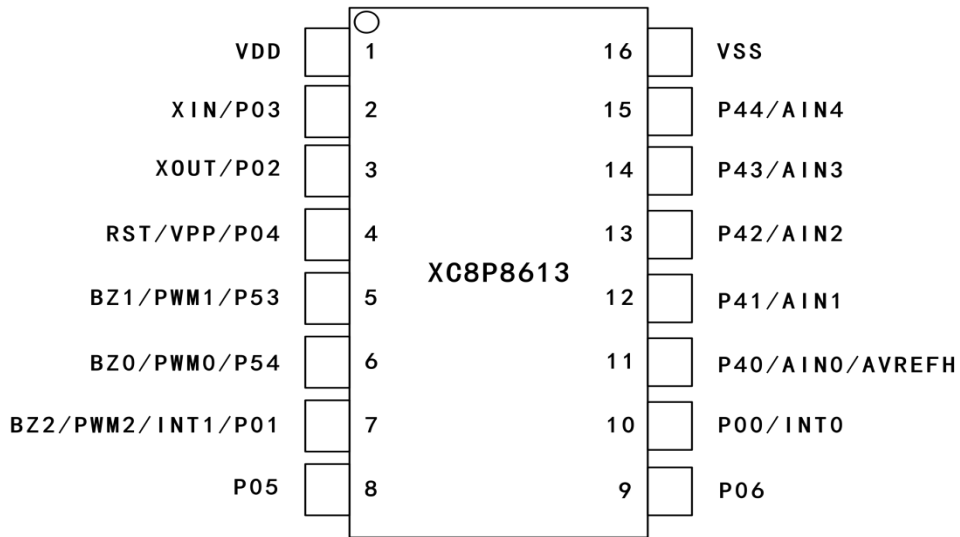
- TC0 溢出中断
- TC1 溢出中断
- TC2 溢出中断
- ADC 转换完成中断
- 外部中断 INT0/INT1

封装类型

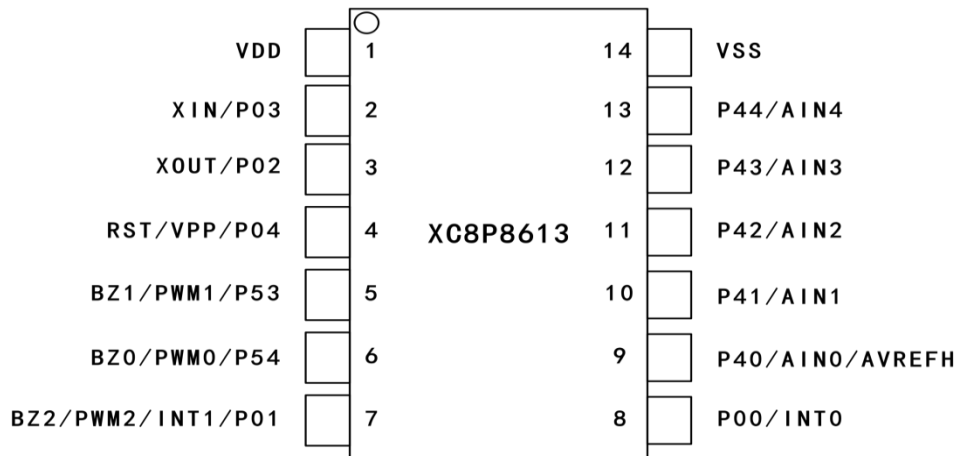
- XC8P8613-DIP16
- XC8P8613-SOP16
- XC8P8613-DIP14
- XC8P8613-SOP14
- XC8P8613-DIP8
- XC8P8613-SOP8
- XC8P8613-SOT23-6



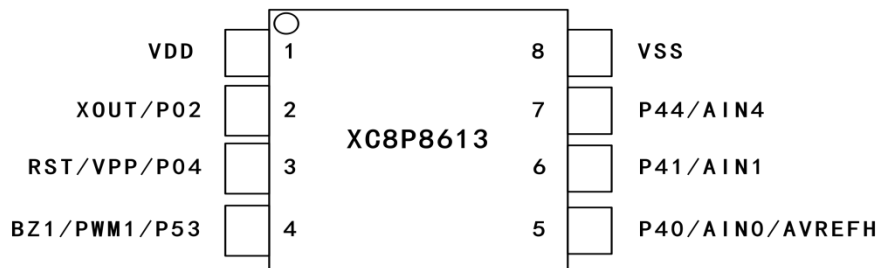
1.2 引脚分配



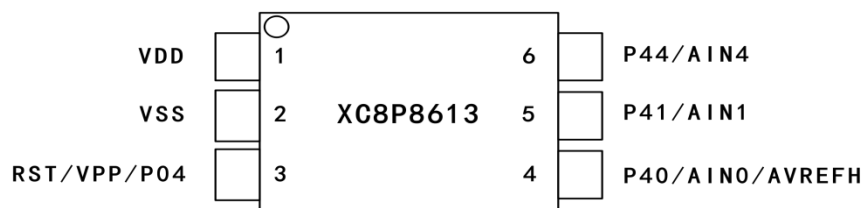
XC8P8613-16PIN 脚位图



XC8P8613-14PIN 脚位图



XC8P8613-8PIN 脚位图



XC8P8613-6PIN 脚位图

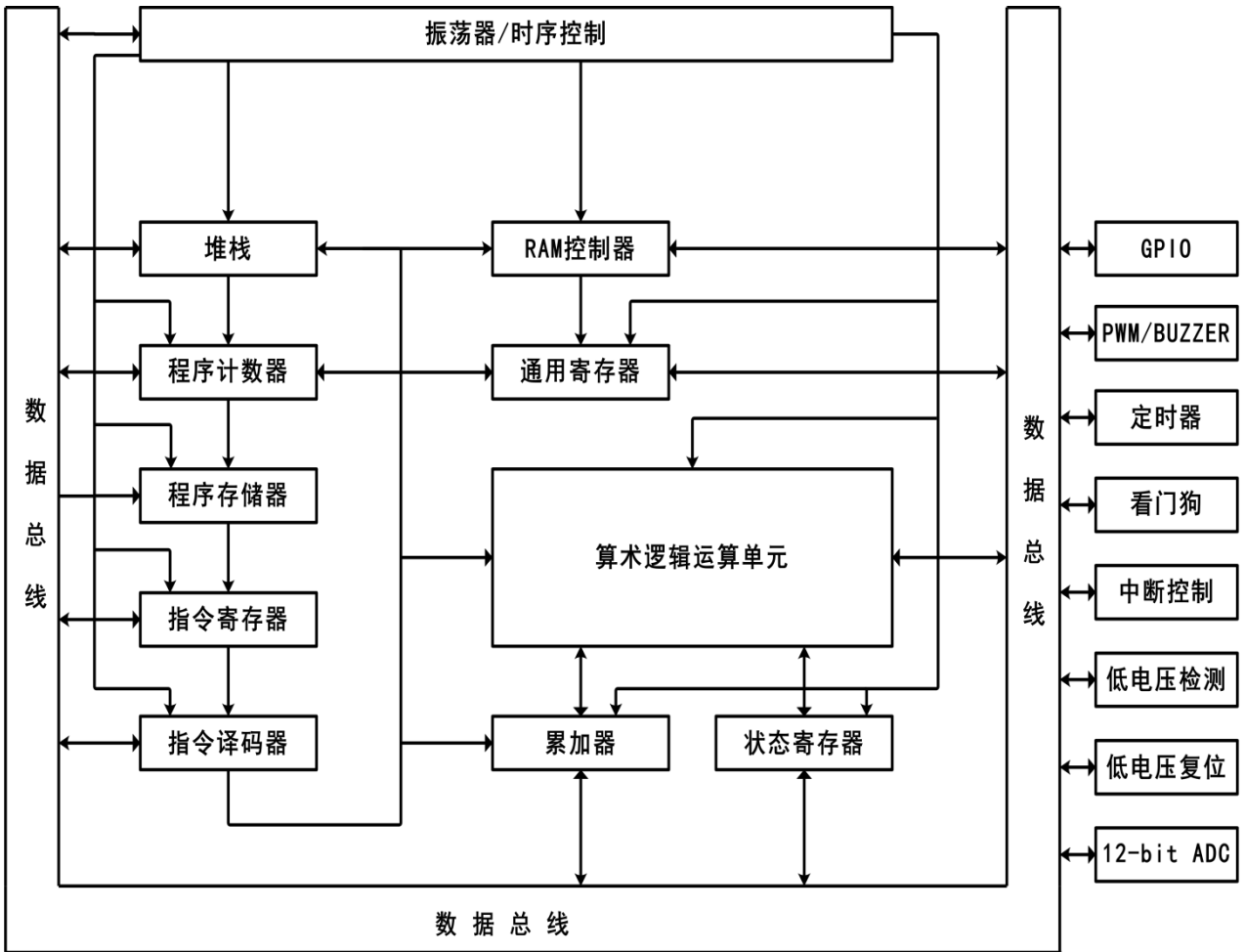


1.3 引脚描述

序号	管脚名	I/O	功能描述
P00	P00	I/O	GPIO, 可编程上拉/下拉、端口唤醒
	INT0	I	外部中断输入口
P01	P01	I/O	GPIO, 可编程上拉/下拉、端口唤醒
	INT1	I	外部中断输入口
	PWM2	O	PWM2 输出
	BZ2	O	Buzzer2 输出
P02	P02	I/O	GPIO, 可编程上拉/下拉、端口唤醒
	XOUT	O	外部振荡器输出口
P03	P03	I/O	GPIO, 可编程上拉/下拉、端口唤醒
	XIN	I	外部振荡器输入口
P04	P04	I/O	GPIO, 端口唤醒, 可 OPTION 配置上拉功能
	RST	I	外部复位输入口, 低电平触发
	VPP	I	外部编程高压输入口
P05	P05	I/O	GPIO, 可编程上拉/下拉、端口唤醒
P06	P06	I/O	GPIO, 可编程上拉/下拉、端口唤醒
P40	P40	I/O	GPIO, 可编程上拉/下拉
	ADC0	I	外部 ADC 输入检测口
	VREF	I	外部 ADC 基准电压输入口
P41	P41	I/O	GPIO, 可编程上拉/下拉
	ADC1	I	ADC 输入检测口
P42	P42	I/O	GPIO, 可编程上拉/下拉
	ADC2	I	ADC 输入检测口
P43	P43	I/O	GPIO, 可编程上拉/下拉
	ADC3	I	ADC 输入检测口
P44	P44	I/O	GPIO, 可编程上拉/下拉
	ADC4	I	ADC 输入检测口
P53	P53	I/O	GPIO, 可编程上拉/下拉
	PWM1	O	PWM1 输出
	BZ1	O	Buzzer1 输出
P54	P54	I/O	GPIO, 可编程上拉/下拉
	PWM0	O	PWM0 输出
	BZ0	O	Buzzer0 输出
	VDD	--	电源
	GND	--	地



1.4 系统框图

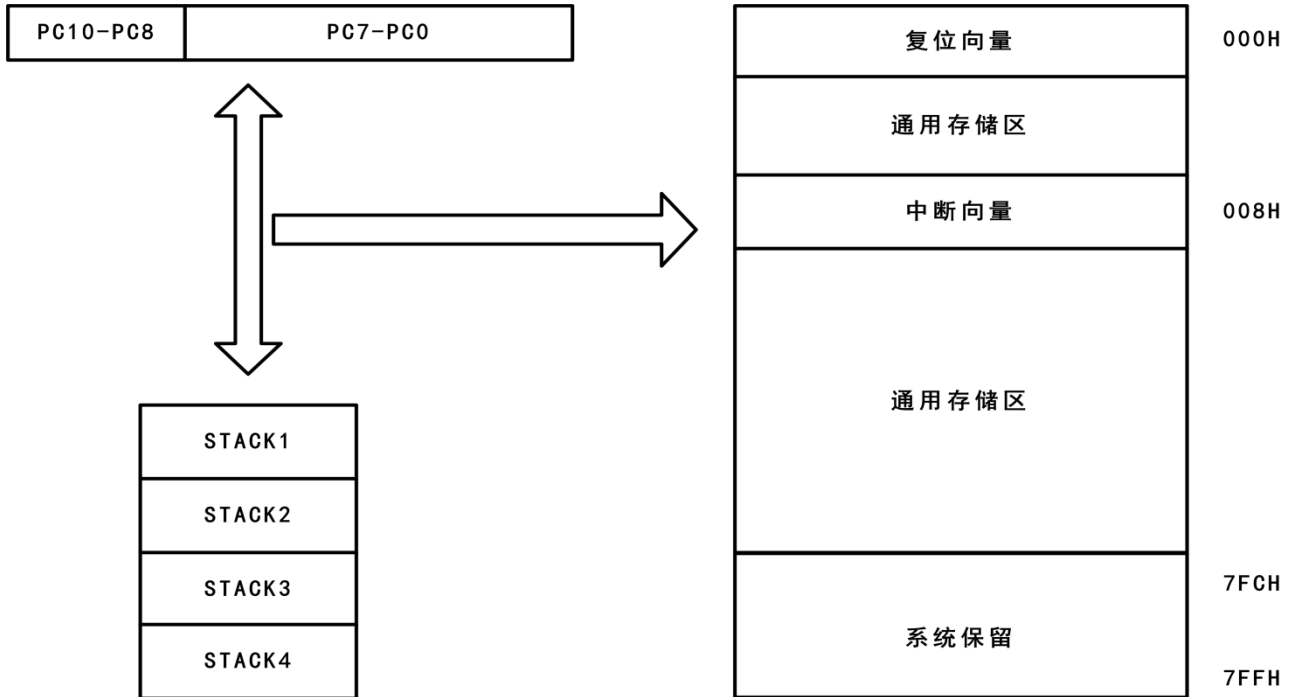


系统电路框图



2. 存储器结构

2.1 程序存储区



程序存储区结构图

2.2 数据存储区

2.2.1 数据存储区



数据存储区结构图



2.2.2 系统寄存器列表

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
8			R	Z	Y		PFLAG	IRCCAL								
9																
A															P4CON	VREF
B		ADM	ADB	ADR	ADT				P0M	TC2M	TC2C	TC2R	TC0PR	TC1PR	TC2PR	PEDGE
C					P4M	P5M			INTRQ	INTEN	OSCM		WDTR	TC0R	PCL	PCH
D	P0				P4	P5			TOM		TC0M	TC0C	TC1M	TC1C	TC1R	STKP
E	POUR				P4UR	P5UR		@YZ	POPD				P4PD	P5PD		
F									STK3L	STK3H	STK2L	STK2H	STK1L	STK1H	STK0L	STK0H

2.2.3 系统寄存器说明

- | | | | |
|--------|---------------------|-----------|---------------------|
| R | =工作寄存器和 ROM 查表数据缓存器 | TC0R | =TC0 自动装载数据缓存器 |
| Y, Z | =专用寄存器 | TC1R | =TC1 自动装载数据缓存器 |
| PFLAG | =ROM 页和特殊标志寄存器 | TC2R | =TC2 自动装载数据缓存器 |
| IRCCAL | =IRC 频率修调寄存器 | TC0PR | =PWM0 周期寄存器 |
| P4CON | =P4 配置控制寄存器 | TC1PR | =PWM1 周期寄存器 |
| VREF | =ADC 参考电压寄存器 | TC2PR | =PWM2 周期寄存器 |
| ADM | =ADC 模式寄存器 | PEDGE | =P00 模式控制寄存器 |
| ADB | =ADC 数据缓存器 | INTRQ | =中断请求寄存器 |
| ADR | =ADC 精度选择寄存器 | INTEN | =中断使能寄存器 |
| ADT | =ADC 零漂寄存器 | OSCM | =振动模式寄存器 |
| PnM | =Pn 模式控制寄存器 | WDTR | =看门狗清零寄存器 |
| Pn | =Pn 数据缓存器 | PCH&L | =程序计数器 |
| TC0M | =TC0 模式寄存器 | TOM | =TC 加速和 TC0 唤醒功能寄存器 |
| TC1M | =TC1 模式寄存器 | @YZ | =间接寻址寄存器 |
| TC2M | =TC2 模式寄存器 | PnUR | =Pn 上拉电阻控制寄存器 |
| TC0C | =TC0 计数寄存器 | STKP | =堆栈指针 |
| TC1C | =TC1 计数寄存器 | STK0~STK3 | =堆栈寄存器 |
| TC2C | =TC2 计数寄存器 | | |



3. 功能描述

3.1 操作寄存器

3.1.1 082H - R (工作寄存器和 ROM 查表数据缓存器)

082H	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
R	RBIT<7:0>							
读/写	R/W							
复位值	X							

8 位缓存器 R 主要有以下两个功能：

1. 作为工作寄存器使用；
2. 存储执行查表指令后的高字节数据；（执行 MOVC 指令，指定 ROM 单元的高字节数据会被存入 R 寄存器而低字节数据则存入 ACC。）

3.1.2 083H - Z(专用寄存器)

083H	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
Z	ZBIT <7>	ZBIT <6>	ZBIT <5>	ZBIT <4>	ZBIT <3>	ZBIT <2>	ZBIT <1>	ZBIT<0>
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位值	X	X	X	X	X	X	X	X

3.1.3 084H - Y(专用寄存器)

084H	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
Y	YBIT <7>	YBIT <6>	YBIT <5>	YBIT <4>	YBIT <3>	YBIT <2>	YBIT <1>	YBIT<0>
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位值	X	X	X	X	X	X	X	X

寄存器 Y 和 Z 都是 8 位缓存器，主要用途如下：

1. 普通工作寄存器；
2. RAM 数据寻址指针@YZ；
3. 配合指令 MOVC 对 ROM 数据进行查表；



3.1.4 086H – PFLAG (ROM 页和特殊标志寄存器)

086H	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
PFLAG	NT0	NPD	LVD36	LVD24	–	C	DC	Z
读/写	R	R	R/W	R/W	R	R	R	R
复位值	X	X	0	0	1	0	0	0

Bit<7:6>: NPO/NPD-复位状态标识位

NT0	NPD	复位情况	说明
0	0	看门狗复位	看门狗溢出
0	1	保留	–
1	0	上电及 LVD 复位	电源电压低于 LVD 检测值
1	1	外部复位	外部复位引脚检测到低电平

Bit<5>: LVD36-3.6VLVD 工作电压标志位, LVD 编译选项为 LVD_H 时有效

0: 系统工作电压 VDD 超过 3.6V, 低电压检测器没有工作

1: 系统工作电压 VDD 低于 3.6V, 说明此时低电压检测器已处于监控状态

Bit<4>: LVD36-2.4VLVD 工作电压标志位, LVD 编译选项为 LVD_H 时有效

0: 系统工作电压 VDD 超过 2.4V, 低电压检测器没有工作

1: 系统工作电压 VDD 低于 2.4V, 说明此时低电压检测器已处于监控状态

LVD	LVD 编译选项		
	LVD_L	LVD_M	LVD_H
2.0V 复位	有效	有效	有效
2.4V 标志	–	有效	–
2.4V 复位	–	–	有效
3.6V 标志	–	–	有效

LVD_L: 如果 VDD < 2.0V, 系统复位;

LVD24 和 LVD36 标志位无意义。

LVD_M: 如果 VDD < 2.0V, 系统复位;

LVD24: 如果 VDD > 2.4V, LVD24 = 0; 如果 VDD ≤ 2.4V, LVD24 = 1;

LVD36 标志位无意义。

LVD_H: 如果 VDD < 2.4V, 系统复位;

LVD36: 如果 VDD > 3.6V, LVD36 = 0; 如果 VDD ≤ 3.6V, LVD36 = 1;

注: (1) LVD 复位结束后, LVD24 和 LVD36 都将被清零;

(2) LVD 2.4V 和 LVD 3.6V 检测电平值仅作为设计参考, 不能用作芯片工作电压值的精确检测;



3.1.5 087H – IRCCAL (IRC 频率修调寄存器)

注：具体修调比请参考 [5.4 IRC 频率修调参数说明](#)

3.1.6 0AEH – P4CON (P4 配置控制寄存器)

0AEH	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
P4CON	–	–	–	P4CON4	P4CON3	P4CON2	P4CON1	P4CON0
读/写	R	R	R	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位值	1	1	1	0	0	0	0	0

Bit<4:0>: P4CON<4:0>-P4 ADC 端口配置控制位

0: P4 端口可以作为模拟输入 (ADC 输入) 引脚或者 GPIO 引脚

1: P4 端口只能作为模拟输入引脚, 不能作为 GPIO 引脚

注: 当 P4.n 作为普通 I/O 口而不是 ADC 输入引脚时, P4CON.n 必须置为 0, 否则 P4.n 的普通 I/O 信号不能正常输出。

3.1.7 0AFH – VREF (ADC 参考电压寄存器)

0AFH	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
VREF	EVHENB	–	–	–	–	–	VHS1	VHS0
读/写	R/W	R	R	R	R	R	R/W	R/W
复位值	0	1	1	1	1	1	0	0

Bit<7>: EVHENB-ADC 内部参考电压控制位

0: 允许 ADC 内部 Vrefh 功能, Vrefh 引脚是 P4.0/AIN0 引脚

1: 禁止 ADC 内部 Vrefh 功能, P4.0/AIN0/Vrefh 引脚来自外部 Vrefh 输入引脚

Bit<1:0>: VHS<1:0>-AD 内部参考电压选择位

VHS1	VHS0	内部 Vrefh 电压
0	0	2.0V
0	1	3.0V
1	0	4.0V
1	1	VDD



3.1.8 0B1H – ADM (ADC 模式寄存器)

0B1H	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
ADM	ADENB	ADS	EOC	GCHS	–	CHS2	CHS1	CHS0
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R	R/W	R/W	R/W
复位值	0	0	0	0	1	0	0	0

Bit<7>: ADENB-ADC 使能控制位 (睡眠模式下, 禁止 ADC 省电)

0: 禁止

1: 使能

Bit<6>: ADS-ADC 启动控制位 (ADC 处理完成, ADS 位自动清零)

0: 停止

1: 开始

Bit<5>: EOC-ADC 状态控制位

0: 转换进行中

1: 转换结束, ADS 复位

Bit<4>: GCHS-ADC 通道选择位

0: 禁止 AIN 通道

1: 使能 AIN 通道

Bit<2:0>: CHS<2:0>-ADC 输入通道选择位

CHS<2:0>	通道编号	对应引脚
000	AIN0	P40
001	AIN1	P41
010	AIN2	P42
011	AIN3	P43
100	AIN4	P44
101	AIN5	内部 1/4VDD 通道

AIN5 是内部 1/4VDD 输入通道, 外部没有输入引脚。AIN5 可以作为电池系统的电池检测。为了选择合适的内部 Vref 电平并进行比较, 系统配置了高性能/廉价的电池检测通道。

3.1.9 0B2H – ADB (ADC 数据缓存器)

0B2H	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
ADB	ADB11	ADB10	ADB9	ADB8	ADB7	ADB6	ADB5	ADB4
读/写	R	R	R	R	R	R	R	R
复位值	X	X	X	X	X	X	X	X

Bit<7:0>: ADB<7:0>-ADC 转换数据高 8 位 (只读)



3.1.10 0B3H – ADR (ADC 精度选择寄存器)

0B3H	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
ADR	–	ADCKS1	–	ADCKS0	ADB3	ADB2	ADB1	ADB0
读/写	R	R/W	R	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位值	1	0	1	0	X	X	X	X

Bit<6, 4>: ADCKS<1:0>-ADC 时钟源选择位

ADCKS1	ADCKS0	ADC 时钟源
0	0	Fcpu/16
0	1	Fcpu/8
1	0	Fcpu
1	1	Fcpu/2

Bit<3:0>: ADB<3:0>-ADC 转换数据低 4 位

3.1.11 0B4H – ADT (ADC 零漂寄存器)

0B4H	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
ADT	ADTS1	ADTS0	–	ADT4	ADT3	ADT2	ADT1	ADT0
读/写	R/W	R/W	R	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位值	0	0	1	0	0	0	0	0

3.1.12 0B8H – POM (POM 方向控制寄存器)

0B8H	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
POM	–	P06M	P05M	P04M	P03M	P02M	P01M	P00M
读/写	R	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位值	1	0	0	0	0	0	0	0

Bit<6:0>: POM<6:0>-P0 口方向控制位

0: 输入模式

1: 输出模式

注: P04M 端口在使能【GPIO】功能时复位值为 0, 若使能【GPI】则复位值为 1;

P05M、P06M 端口在使能【16 pin】封装脚位时复位值为 0, 否则复位值为 1。



3. 1. 13 0B9H – TC2M(TC2 模式寄存器)

0B9H	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
TC2M	TC2ENB	TC2rate2	TC2rate1	TC2rate0	TC2CKS	ALOAD2	TC2OUT	PWM2OUT
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位值	0	0	0	0	0	0	0	0

Bit<7>: TC2ENB-TC2 启动控制位

- 0: 关闭
- 1: 打开

Bit<6:4>: TC2rate<2:0>:TC2 分频选择位

TC2rate<2:0>	TC2X8=0	TC2X8=1
000	Fcpu/256	Fcpu/128
001	Fcpu/128	Fcpu/64
010	Fcpu/64	Fcpu/32
011	Fcpu/32	Fcpu/16
100	Fcpu/16	Fcpu/8
101	Fcpu/8	Fcpu/4
110	Fcpu/4	Fcpu/2
111	Fcpu/2	Fcpu/1

Bit<3>: TC2CKS-TC2 时钟信号控制位

- 0: 内部时钟 (Fcpu 或 Fosc, 由 TC2X8 位控制)
- 1: 外部时钟, 由 P0.0/INT0 输入, 使能时间计数器功能。TC2Rate<2:0>位处于无效状态

Bit<2>: ALOAD2-自动装载控制位 仅当 PWM2OUT=0 时有效

- 0: 禁止 TC2 自动重装
- 1: 允许 TC2 自动重装

Bit<1>: TC2OUT-TC2 超时输出信号控制。仅当 PWM2OUT=0 时有效

- 0: 禁止, P0.1 为 GPIO 引脚
- 1: 使能, P0.1 输出 TC2/2 Buzzer 信号

Bit<0>: PWM2OUT-PWM 输出控制

- 0: 禁止 PWM 输出, P0.1 为 GPIO 引脚
- 1: 使能 PWM 输出, P0.1 输出 PWM 信号, PWM 输出占空比由 TC2OUT 和 ALOAD2 控制



3. 1. 14 OBAH – TC2C(TC0 计数寄存器)

OBAH	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
TC2C	TC2C7	TC2C6	TC2C5	TC2C4	TC2C3	TC2C2	TC2C1	TC2C0
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位值	0	0	0	0	0	0	0	0

3. 1. 15 OBBH – TC2R(TC2 自动装载数据缓存器)

OBBH	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
TC2R	TC2R7	TC2R6	TC2R5	TC2R4	TC2R3	TC2R2	TC2R1	TC2R0
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位值	0	0	0	0	0	0	0	0

3. 1. 16 OBCH – TCOPR(PWM0 周期寄存器)

OBCH	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
TCOPR	TCOPR7	TCOPR6	TCOPR5	TCOPR4	TCOPR3	TCOPR2	TCOPR1	TCOPR0
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位值	0	0	0	0	0	0	0	0

3. 1. 17 OBDH – TC1PR(PWM1 周期寄存器)

OBDH	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
TC1PR	TC1PR7	TC1PR6	TC1PR5	TC1PR4	TC1PR3	TC1PR2	TC1PR1	TC1PR0
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位值	0	0	0	0	0	0	0	0

3. 1. 18 OBEH – TC2PR(PWM2 周期寄存器)

OBEH	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
TC2PR	TC2PR7	TC2PR6	TC2PR5	TC2PR4	TC2PR3	TC2PR2	TC2PR1	TC2PR0
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位值	0	0	0	0	0	0	0	0



3. 1. 19 0BFH – PEDGE (P00 模式控制寄存器)

0BFH	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
PEDGE	–	–	–	P00G1	P00G0	–	–	–
读/写	R	R	R	R/W	R/W	R	R	R
复位值	1	1	0	0	0	1	1	1

Bit<4:3>: P00G<1:0>-P00 外部中断触发控制位

- 00: 保留
- 01: 上升沿触发
- 10: 下降沿触发
- 11: 双沿触发

3. 1. 20 0C4H – P4M (P4M 模式控制寄存器)

0C4H	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
P4M	–	–	–	P44M	P43M	P42M	P41M	P40M
读/写	R	R	R	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位值	1	1	1	0	0	0	0	0

Bit<4:0>: P4M<4:0>-P4 口方向控制位

- 0: 输入模式
- 1: 输出模式

3. 1. 21 0C5H – P5M (P5M 模式控制寄存器)

0C5H	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
P5M	–	–	–	P54M	P53M	–	–	–
读/写	R	R	R	R/W	R/W	R	R	R
复位值	1	1	1	0	0	1	1	1

Bit<4:3>: P5M<4:3>-P5 口方向控制位

- 0: 输入模式)
- 1: 输出模式



3. 1. 22 0C8H – INTRQ (中断请求寄存器)

0C8H	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
INTRQ	ADC1RQ	TC11RQ	TC01RQ	TC21RQ	–	–	P011RQ	P001RQ
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R	R	R/W	R/W
复位值	0	0	0	0	1	1	0	0

Bit<7>: ADC1RQ-ADC 中断标志位

Bit<6>: TC11EN-TC1 中断标志位

Bit<5>: TC01EN-TC0 中断标志位

Bit<4>: TC21EN-TC2 中断标志位

Bit<1>: P011EN-P01 外部中断标志位

Bit<0>: P001EN-P00 外部中断标志位

0: 无中断请求

1: 有中断请求

3. 1. 23 0C9H – INTEN (中断使能寄存器)

0C9H	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
INTEN	ADC1EN	TC11EN	TC01EN	TC21EN	–	–	P011EN	P001EN
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R	R	R/W	R/W
复位值	0	0	0	0	1	1	0	0

Bit<7>: ADC1EN-ADC 中断控制位

Bit<6>: TC11EN-TC1 中断控制位

Bit<5>: TC01EN-TC0 中断控制位

Bit<4>: TC21EN-TC2 中断控制位

Bit<1>: P011EN-P01 外部中断控制位

Bit<0>: P001EN-P00 外部中断控制位

0: 禁止

1: 使能



3.1.24 OCAH – OSCM (振动模式寄存器)

OCAH	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
OSCM	–	–	–	CPUM1	CPUM0	CLKMD	STPHX	–
读/写	R	R	R	R/W	R/W	R/W	R/W	R
复位值	1	1	1	0	0	0	0	1

Bit<4:3>: CPUM<1:0>-CPU 工作模式控制位

CPUS1	CPUS0	工作模式
0	0	普通模式
0	1	睡眠模式
1	0	绿色模式
1	1	保留

Bit<2>: CLKMD-系统时钟模式控制位

- 0: 普通（双时钟）模式，高速时钟作为系统时钟
- 1: 低速模式，低速时钟作为系统时钟

Bit<1>: STPHX-高速振荡器控制位

- 0: 运行
- 1: 停止，内部低速 RC 振荡器仍然运行

3.1.25 OCCH – WDTR (看门狗清零寄存器)

OCCH	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
WDTR	WDTR7	WDTR6	WDTR5	WDTR4	WDTR3	WDTR2	WDTR1	WDTR0
读/写	W	W	W	W	W	W	W	W
复位值	0	0	0	0	0	0	0	0

看门狗清零的方法是对看门狗计数器清零寄存器 WDTR 写入清零控制字 5AH。

3.1.26 OCDH – TCOR (TC0 自动装载数据缓存器)

OCDH	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
TCOR	TCOR7	TCOR6	TCOR5	TCOR4	TCOR3	TCOR2	TCOR1	TCOR0
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位值	0	0	0	0	0	0	0	0



3. 1. 27 OCEH – PCL (程序计数器低位)

OCEH	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
PCL	PC7	PC6	PC5	PC4	PC3	PC2	PC1	PC0
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位值	0	0	0	0	0	0	0	0

3. 1. 28 OCFH – PCH (程序计数器高位)

OCFH	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
PCH	–	–	–	–	–	–	PC9	PC8
读/写	R	R	R	R	R	R	R/W	R/W
复位值	1	1	1	1	1	1	0	0

程序计数器 PC 是一个 10 位二进制程序地址寄存器，分高 2 位和低 8 位。专门用来存放下一条需要执行指令的内存地址。通常，程序计数器会随程序中指令的执行自动增加。若程序执行 CALL 和 JMP 指令时，PC 指向特定的地址。

3. 1. 29 OD0H – P0 (P0 数据寄存器)

OD0H	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
P0	–	P06	P05	P04	P03	P02	P01	P00
读/写	R	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位值	1	0	0	0	0	0	0	0

Bit<6:0>: P0<6:0>-P0 数据寄存器

注：P04 使能外部复位时，P04 保持为“1”，P05、P06 端口在使能【16 pin】封装脚位时复位值为 0，否则复位值为 1。

3. 1. 30 OD4H – P4 (P4 数据寄存器)

OD4H	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
P4	–	–	–	P44	P43	P42	P41	P40
读/写	R	R	R	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位值	1	1	1	0	0	0	0	0

Bit<4:0>: P4<4:0>-P4 数据寄存器



3. 1. 31 0D5H – P5 (P5 数据寄存器)

0D5H	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
P5	–	–	–	P54	P53	–	–	–
读/写	R	R	R	R/W	R/W	R	R	R
复位值	1	1	1	0	0	1	1	1

Bit<4:3>: P5<4:3>-P5 数据寄存器

3. 1. 32 0D8H – TOM (PWM 及定时器控制寄存器)

0D8H	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
TOM	TC2PM	TC1PM	TC0PM	TC2X8	TC1X8	TC0X8	TC0GN	TCXENB
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位值	0	0	0	0	0	0	0	0

Bit<7>: TC2PM

- 1: PWM2 周期寄存器使能
- 0: PWM2 周期寄存器禁止

Bit<6>: TC1PM

- 1: PWM1 周期寄存器使能
- 0: PWM1 周期寄存器禁止

Bit<5>: TC0PM

- 1: PWM0 周期寄存器使能
- 0: PWM0 周期寄存器禁止

Bit<4>: TC2X8

- 0: TC2 内部时钟来自 Fcpu, TC2RATE = Fcpu/2~Fcpu/256
- 1: TC2 内部时钟来自 Fosc, TC2RATE = Fosc/1~Fosc/128

Bit<3>: TC1X8-TC1 内部时钟选择控制位

- 0: TC1 内部时钟来自 Fcpu, TC1RATE = Fcpu/2~Fcpu/256
- 1: TC1 内部时钟来自 Fosc, TC1RATE = Fosc/1~Fosc/128

Bit<2>: TC0X8-TC0 内部时钟选择控制位

- 0: TC0 内部时钟来自 Fcpu, TC0RATE = Fcpu/2~Fcpu/256
- 1: TC0 内部时钟来自 Fosc, TC0RATE = Fosc/1~Fosc/128

Bit<1>: TC0GN-TC0 绿色模式唤醒功能控制位

- 0: 禁止 TC0 的唤醒功能
- 1: 允许 TC0 的唤醒功能

Bit<0>: TCXENB

- 1: TC2 TC1 TC0 同时使能
- 0: TC2 TC1 TC0 由 TC2ENB TC1ENB TC0ENB 分别使能

注: TC2PM、TC1PM、TC0PM、TC2X8、TCXENB 功能需使能 OPTION 配置中【PWM 功能增强】选项, 使能后 TC2PM、TC1PM、TC0PM、TC2X8 的复位值为 0, 否则为 1。



3. 1. 33 ODAH – TCOM (TC0 模式寄存器)

ODAH	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
TCOM	TC0ENB	TC0rate2	TC0rate1	TC0rate0	TCOCKS	ALOAD0	TC0OUT	PWM0OUT
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位值	0	0	0	0	0	0	0	0

Bit<7>: TCOENB-TC0 启动控制位

- 0: 关闭
- 1: 打开

Bit<6:4>: TC0rate<2:0>: TC0 分频选择位

TC0rate<2:0>	TC0X8=0	TC0X8=1
000	Fcpu/256	Fcpu/128
001	Fcpu/128	Fcpu/64
010	Fcpu/64	Fcpu/32
011	Fcpu/32	Fcpu/16
100	Fcpu/16	Fcpu/8
101	Fcpu/8	Fcpu/4
110	Fcpu/4	Fcpu/2
111	Fcpu/2	Fcpu/1

Bit<3>: TCOCKS-TC0 时钟信号控制位

- 0: 内部时钟 (Fcpu 或 Fosc)
- 1: 外部时钟, 由 P0.0/INT0 输入

Bit<2>: ALOAD0-自动装载控制位 仅当 PWM0OUT=0 时有效

- 0: 禁止 TC0 自动重装
- 1: 允许 TC0 自动重装

Bit<1>: TC0OUT-TC0 溢出信号输出控制位 仅当 PWM0OUT=0 时有效

- 0: 禁止, P5.4 作为输入/输出口
- 1: 允许, P5.4 输出 TC0OUT 信号

Bit<0>: PWM0OUT-PWM 输出控制

- 0: 禁止 PWM 输出, P5.4 为 GPIO 引脚
- 1: 使能 PWM 输出, P5.4 输出 PWM 信号, PWM 输出占空比由 T0OUT 和 ALOAD0 控制

注: 若 TCOCKS=1, 则 TC0 用作外部事件计数器, 此时不需要考虑 TCRATE 的设置, P0.0 口无中断信号 (P00IRQ=0)。



3. 1. 34 ODBH – TC0C(TC0 计数寄存器)

ODBH	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
TC0C	TC0C7	TC0C6	TC0C5	TC0C4	TC0C3	TC0C2	TC0C1	TC0C0
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位值	0	0	0	0	0	0	0	0

3. 1. 35 ODCH – TC1M(TC1 模式寄存器)

ODCH	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
TC1M	TC1ENB	TC1rate2	TC1rate1	TC1rate0	TC1CKS	ALOAD1	TC1OUT	PWM1OUT
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位值	0	0	0	0	0	0	0	0

Bit<7>: TC1ENB–TC1 启动控制位

- 0: 关闭
- 1: 打开

Bit<6:4>: TC1rate<2:0>: TC1 分频选择位

TC1rate<2:0>	TC1X8=0	TC1X8=1
000	Fcpu/256	Fcpu/128
001	Fcpu/128	Fcpu/64
010	Fcpu/64	Fcpu/32
011	Fcpu/32	Fcpu/16
100	Fcpu/16	Fcpu/8
101	Fcpu/8	Fcpu/4
110	Fcpu/4	Fcpu/2
111	Fcpu/2	Fcpu/1

Bit<3>: TC1CKS–TC1 时钟信号控制位

- 0: 内部时钟 (Fcpu 或 Fosc, 由 TC1X8 位控制)
- 1: 外部时钟, 由 P0.1/INT1 输入, 使能时间计数器功能。TC1Rate<2:0>位处于无效状态

Bit<2>: ALOAD1–自动装载控制位 仅当 PWM1OUT=0 时有效

- 0: 禁止 TC1 自动重装
- 1: 允许 TC1 自动重装

Bit<1>: TC1OUT–TC1 超时输出信号控制。仅当 PWM1OUT=0 时有效

- 0: 禁止, P5.3 为 GPIO 引脚
- 1: 使能, P5.3 输出 TC1/2 Buzzer 信号



Bit<0>: PWM1OUT-PWM 输出控制

0: 禁止 PWM 输出, P5.3 为 GPIO 引脚

1: 使能 PWM 输出, P5.3 输出 PWM 信号, PWM 输出占空比由 TC1OUT 和 ALOAD1 控制

注: 若 TC1CKS=1, 则 TC1 用作外部事件计数器, 此时不需要考虑 TC1RATE 的设置, P0.1 口无中断信号 (P0.1IRQ=0)。

3.1.36 ODDH – TC1C(TC1 计数寄存器)

ODDH	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
TC1C	TC1C7	TC1C6	TC1C5	TC1C4	TC1C3	TC1C2	TC1C1	TC1C0
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位值	0	0	0	0	0	0	0	0

3.1.37 ODEH – TC1R(TC1 自动装载数据缓存器)

ODEH	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
TC1R	TC1R7	TC1R6	TC1R5	TC1R4	TC1R3	TC1R2	TC1R1	TC1R0
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位值	0	0	0	0	0	0	0	0

3.1.38 ODFH – STKP(堆栈指针)

ODFH	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
STKP	GIE	-	-	-	-	STKPB2	STKPB1	STKPB0
读/写	R/W	R	R	R	R	R/W	R/W	R/W
复位值	0	1	1	1	1	0	0	0

Bit<7>: GIE-全局中断控制位

0: 禁止

1: 使能

Bit<2:0>: STKPB<2:0>: 堆栈指针

例: 系统复位, 堆栈指针寄存器内容为默认值, 但建议在程序初始部分重新设定:

```
MOV    A, #00000111B
BOMOV STKP, A
```



3. 1. 39 0E0H – P0UR (P0 上拉电阻控制寄存器)

0E0H	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
P0UR	–	P06R	P05R	P04R	P03R	P02R	P01R	P00R
读/写	R	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位值	1	0	0	0	0	0	0	0

Bit<6:0>: P0UP<6:0>-P0 上拉使能控制位

0: 禁止

1: 使能

注: P04 软件控制上拉电阻功能需先使能 OPTION 配置中【P04 软件上拉使能】, 或者 OPTION 配置中直接使能【复位端口上拉】。

3. 1. 40 0E4H – P4UR (P4 上拉电阻控制寄存器)

0E4H	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
P4UR	–	–	–	P44R	P43R	P42R	P41R	P40R
读/写	R	R	R	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位值	1	1	1	0	0	0	0	0

Bit<4:0>: P4UR<4:0>-P4 上拉使能控制位

0: 禁止

1: 使能

3. 1. 41 0E5H – P5UR (P5 上拉电阻控制寄存器)

0E5H	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
P5UR	–	–	–	P54R	P53R	–	–	–
读/写	R	R	R	R/W	R/W	R	R	R
复位值	1	1	1	0	0	1	1	1

Bit<4:3>: P5DR<4:3>-P5 上拉使能控制位

0: 禁止

1: 使能



3. 1. 42 0E7H – @YZ (间接寻址寄存器)

0E7H	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
@YZ	@YZ7	@YZ6	@YZ5	@YZ4	@YZ3	@YZ2	@YZ1	@YZ0
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位值	0	0	0	0	0	0	0	0

通过指针寄存器 (Y/Z) 访问 RAM 数据

例: 用@YZ 实现间接寻址

```

BOMOV    Y, #0      ;Y 清零以寻址 RAM bank 0
BOMOV    Z, #12H   ;设定寄存器地址
BOMOV    A, @YZ

```

3. 1. 43 0E8H – POPD (P0 下拉电阻控制寄存器)

0E8H	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
POPD	–	P06D	P05D	–	P03D	P02D	P01D	P00D
读/写	R	R/W	R/W	R	R/W	R/W	R/W	R/W
复位值	1	0	0	1	0	0	0	0

Bit<6:0>: POPD<6:0>-P0 下拉使能控制位

0: 禁止

1: 使能

注: P04 无下拉电阻, 因此 POPD. 4 始终为 “1”

3. 1. 44 0ECH – P4PD (P4 下拉电阻控制寄存器)

0ECH	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
P4PD	–	–	–	P44D	P43D	P42D	P41D	P40D
读/写	R	R	R	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位值	1	1	1	0	0	0	0	0

Bit<4:0>: P4PD<4:0>-P4 下拉使能控制位

0: 禁止

1: 使能



3. 1. 45 0EDH – P5PD (P5 下拉电阻控制寄存器)

0EDH	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
P5PD	–	–	–	P54D	P53D	–	–	–
读/写	R	R	R	R/W	R/W	R	R	R
复位值	1	1	1	0	0	1	1	1

Bit<4:3>: P5PD<4:3>-P5 下拉使能控制位

0: 禁止

1: 使能

3. 1. 46 0F8H – STK3L (堆栈层 3 低位寄存器)

0F8H	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
STK3L	S3PC7	S3PC6	S3PC5	S3PC4	S3PC3	S3PC2	S3PC1	S3PC0
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位值	0	0	0	0	0	0	0	0

3. 1. 47 0F9H – STK3H (堆栈层 3 高位寄存器)

0F9H	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
STK3H	–	–	–	–	–	–	S3PC9	S3PC8
读/写	R	R	R	R	R	R	R/W	R/W
复位值	1	1	1	1	1	1	0	0

3. 1. 48 0FAH – STK2L (堆栈层 2 低位寄存器)

0FAH	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
STK2L	S2PC7	S2PC6	S2PC5	S2PC4	S2PC3	S2PC2	S2PC1	S2PC0
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位值	0	0	0	0	0	0	0	0



3. 1. 49 0FBH – STK2H(堆栈层 2 高位寄存器)

0FBH	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
STK2H	–	–	–	–	–	–	S2PC9	S2PC8
读/写	R	R	R	R	R	R	R/W	R/W
复位值	1	1	1	1	1	1	0	0

3. 1. 50 0FCH – STK1L(堆栈层 1 低位寄存器)

0FCH	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
STK1L	S1PC7	S1PC6	S1PC5	S1PC4	S1PC3	S1PC2	S1PC1	S1PC0
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位值	0	0	0	0	0	0	0	0

3. 1. 51 0FDH – STK1H(堆栈层 1 高位寄存器)

0FDH	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
STK1H	–	–	–	–	–	–	S1PC9	S1PC8
读/写	R	R	R	R	R	R	R/W	R/W
复位值	1	1	1	1	1	1	0	0

3. 1. 52 0FEH – STK0L(堆栈层 0 低位寄存器)

0FEH	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
STK0L	S0PC7	S0PC6	S0PC5	S0PC4	S0PC3	S0PC2	S0PC1	S0PC0
读/写	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
复位值	0	0	0	0	0	0	0	0

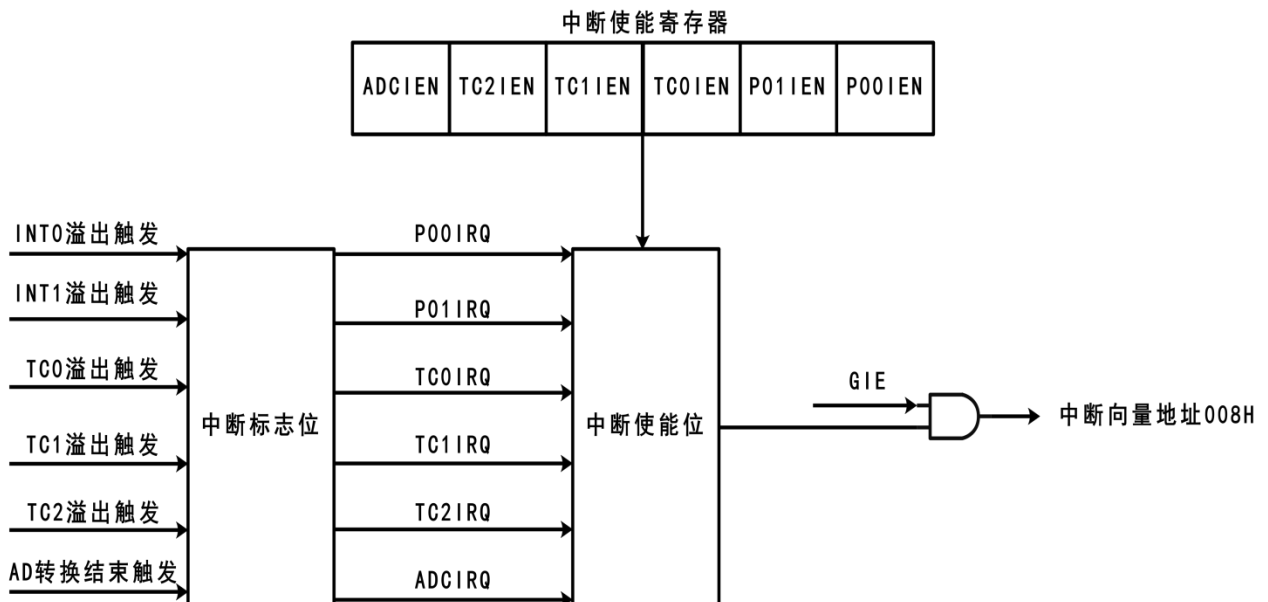
3. 1. 53 0FFH – STK0H(堆栈层 0 高位寄存器)

0FFH	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
STK0H	–	–	–	–	–	–	S0PC9	S0PC8
读/写	R	R	R	R	R	R	R/W	R/W
复位值	1	1	1	1	1	1	0	0

3.3 中断

XC8P8613 具有 6 个中断源，4 个内部中断（TC0/TC1/TC2/ADC）和 2 个外部中断（INT0/INT1）。外部中断可以将系统从睡眠模式中唤醒进入高速模式，在返回到高速模式前，中断请求被锁定。一旦程序进入中断，寄存器 STKP 的位 GIE 被硬件自动清零以避免响应其它中断。系统退出中断后，硬件自动将 GIE 置“1”，以响应下一个中断。中断请求存放在寄存器 INTRQ 中。中断向量为固定默认地址 008H。下面分别是每个中断的特性：

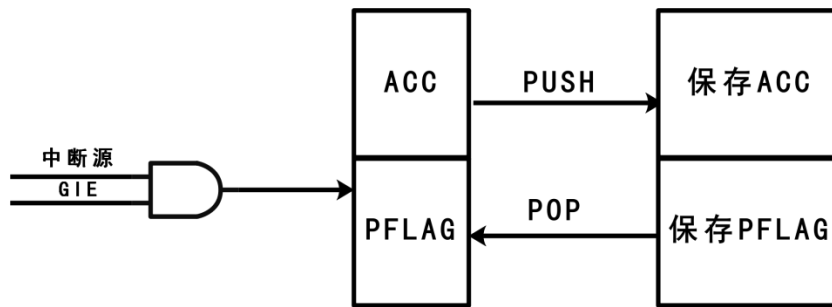
中断类型	中断源	使能条件	中断标志
外部	INT0 外部中断	GIE + P00IEN=1	P00IRQ
外部	INT1 外部中断	GIE + P01IEN=1	P01IRQ
内部	TC0 定时溢出中断	GIE + TC0IEN=1	TC0IRQ
内部	TC1 定时溢出中断	GIE + TC1IEN=1	TC1IRQ
内部	TC2 定时溢出中断	GIE + TC2IEN=1	TC2IRQ
内部	AD 转换结束中断	GIE + ADCIEN=1	ADCIRQ



中断原理示意图

3.3.1 中断现场保护

在响应中断过程中，强烈建议在程序中使用中断保护，将 ACC、PFLAG 的内容保存起来，直到离开中断子程序时，将被保存的值再重新载入 ACC、PFLAG，如此是为了避免在执行中断子程序时，有指令将 ACC、PFLAG 的值改变，导致返回主程序时发生错误。芯片提供 PUSH 和 POP 指令进行入栈保存和出栈恢复。如下图所示：



软件中断现场保护示意图

3.3.2 多中断操作举例

在同一个时刻，系统中可能出现多个中断请求。此时，用户必须根据系统的要求对各中断进行优先权的设置。中断请求标志 IRQ 由中断事件触发，当 IRQ 处于“1”时，系统并不一定会响应该中断。各中断触发事件如下表所示：

中断	有效触发
P00IRQ	由 PEDGE 控制
P01IRQ	下降沿触发
TC0IRQ	TC0C 溢出
TC1IRQ	TC1C 溢出
TC2IRQ	TC2C 溢出
ADCIRQ	AD 转换完成

多个中断同时发生时，需要注意的是，首先，必须预先设定好各中断的优先级。其次，利用 IEN 和 IRQ 控制系统是否应该中断。在程序中，必须对中断控制位和中断请求标志进行检测。



3.4 复位

3.4.1 复位功能概述

XC8P8613 系统提供 4 种复位方式：

- POR 上电复位
- RESET 脚输入低电平复位
- WDT 看门狗溢出复位
- LVR 低电压复位

以上任意一种复位发生时，所有的系统寄存器初始化到复位值，程序停止运行，同时程序计数器 PC 清零。复位结束后，系统从向量 0000H 处重新开始运行。PFLAG 寄存器的 NTO 和 NPD 两个标志位能够给出系统复位状态的信息。用户可以编程控制 NTO 和 NPD，从而控制系统的运行路径。

任何一种复位情况都需要一定的响应时间，系统复位机制能够保证 MCU 的可靠复位。不同类型的振荡器，完成复位所需要的时间也不同。因此，VDD 的上升速度和不同振荡器的起振时间都是不固定的。RC 振荡器的起振时间最短，晶体振荡器的起振时间则较长。在用户终端使用的过程中，应注意考虑应用场景对上电复位时间的要求。

3.4.2 POR 上电复位

上电复位与 LVR 操作密切相关。系统上电的过程呈逐渐上升的曲线形式，需要一定时间才能达到正常电平值。

- 上电：系统检测到电源电压上升并等待其稳定；
- 外部复位（仅限于外部复位引脚使能状态）：系统检测外部复位引脚状态。如果不是高电平，系统保持复位状态直到外部复位引脚释放；
- 系统初始化：所有的系统寄存器被置为初始值；
- 振荡器开始工作：振荡器开始提供系统时钟；
- 执行程序：上电结束，程序开始运行；

3.4.3 WDT 看门狗复位

看门狗复位是系统的一种保护设置。在正常状态下，由程序将看门狗定时器清零。若出错，系统处于未知状态，看门狗定时器溢出，此时系统复位。看门狗复位后，系统重启进入正常状态。

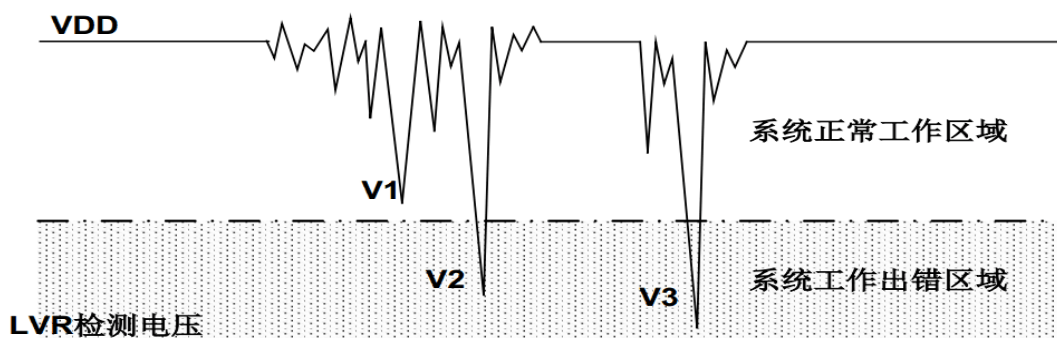
- 看门狗定时器状态：系统检测看门狗定时器是否溢出，若溢出，则系统复位；
- 系统初始化：所有的系统寄存器被置为初始化默认值；
- 振荡器开始工作：振荡器开始提供系统时钟；
- 执行程序：上电结束，程序开始运行；

看门狗定时器应用注意事项：

- ◆ 对看门狗清零之前，检查 I/O 口的状态和 RAM 的内容可增强程序的可靠性；
- ◆ 不能在中断中对看门狗清零，否则无法侦测到主程序跑飞的状况；
- ◆ 程序中应该只在主程序中有一次清看门狗的动作，这种架构能够最大限度的发挥看门狗的保护功能。

3.4.4 LVR 低电压复位

掉电复位针对外部因素引起的系统电压跌落情形（例如，干扰或外部负载的变化），掉电可能会引起系统工作状态不正常或程序执行错误。



电压跌落可能会进入系统死区。系统死区意味着电源不能满足系统的最小工作电压要求。上图是一个典型的掉电复位示意图。图中，VDD 受到严重的干扰，电压值降的非常低。虚线以上区域系统正常工作，在虚线以下的区域内，系统进入未知的工作状态，这个区域称作死区。当 VDD 跌至 V1 时，系统仍处于正常状态；当 VDD 跌至 V2 和 V3 时，系统进入死区，则容易导致出错。以下情况系统可能进入死区：



DC 运用中：

DC 运用中一般都采用电池供电，当电池电压过低或单片机驱动负载时，系统电压可能跌落并进入死区。这时，电源不会进一步下降到 LVR 检测电压，因此系统维持在死区。

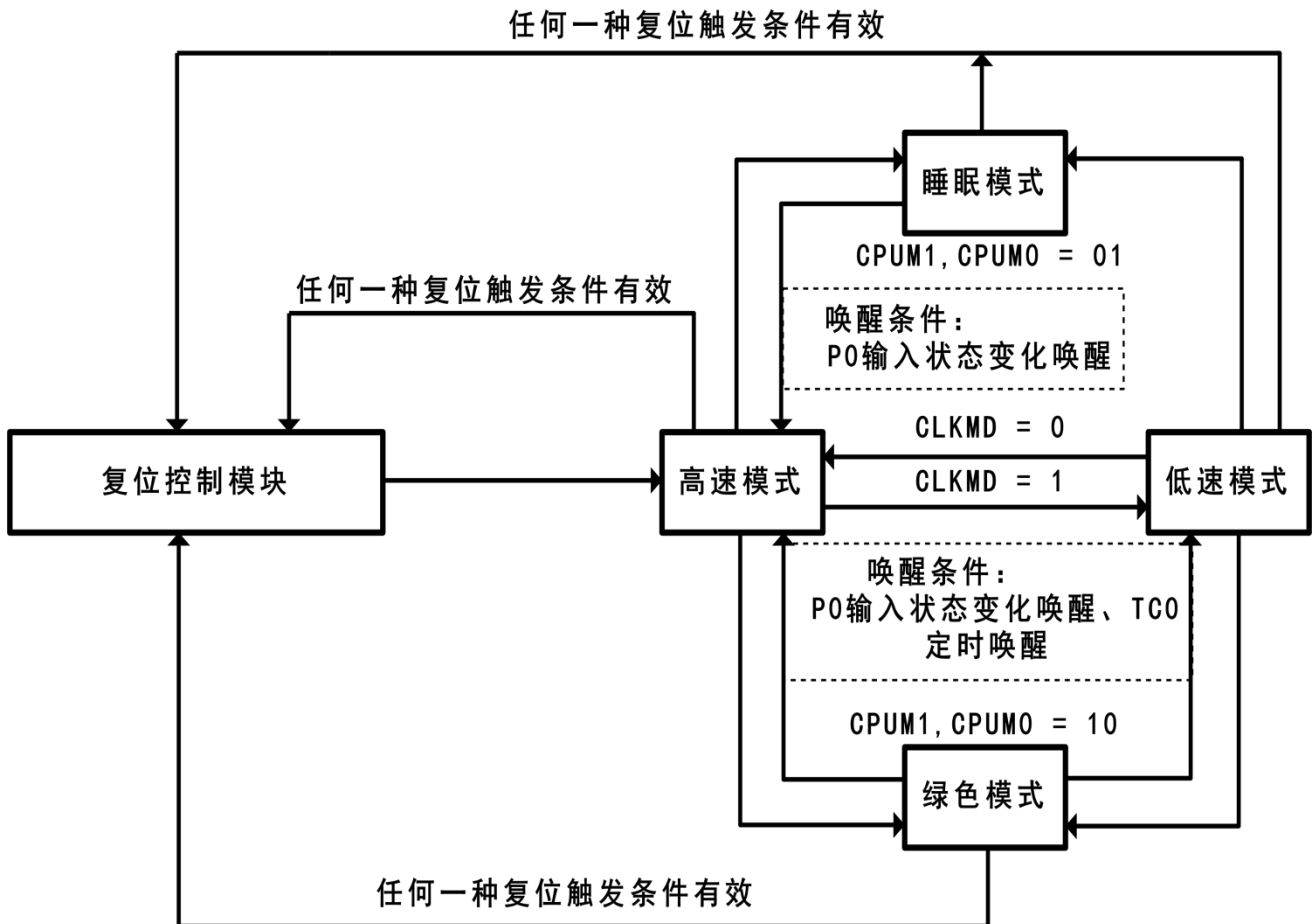
AC 运用中：

系统采用 AC 供电时，DC 电压值受 AC 电源中的噪声影响。当外部负载过高，如驱动马达时，负载动作产生的干扰也影响到 DC 电源。VDD 若由于受到干扰而跌落至最低工作电压以下时，则系统将有可能进入不稳定工作状态。在 AC 运用中，系统上、下电时间都较长。其中，上电时序保护使得系统正常上电，但下电过程却和 DC 运用中情形类似，AC 电源关断后，VDD 电压在缓慢下降的过程中易进入死区。

3.5 工作模式

XC8P8613 可以在 4 种工作模式下以不同的时钟频率工作，这些模式可以控制振荡器的工作、程序的执行以及模拟电路的功能损耗。

- 高速模式：系统时钟选择高速 IRC 时钟；
- 低速模式：系统时钟选择内部低速时钟；
- 绿色模式：系统时钟正常工作，其他部分进入睡眠（可端口状态变化唤醒、TCO 定时溢出唤醒、WDT 溢出唤醒、外部复位引脚输入唤醒）；
- 睡眠模式：所有功能暂停工作，系统进入睡眠，可端口状态变化唤醒、WDT 溢出唤醒、外部复位引脚输入唤醒；



系统工作模式示意图



功能模块	高速模式	低速模式	绿色模式	睡眠模式
EHOSC	运行	STPHX 控制	STPHX 控制	停止
IHRC	运行	STPHX 控制	STPHX 控制	停止
ILRC	运行	运行	运行	停止
CPU 指令	执行	执行	停止	停止
TC0	TC0ENB 控制	TC0ENB 控制	TC0ENB 控制 仅 PWM/Buzzer 有效	无效
TC1	TC1ENB 控制	TC1ENB 控制	TC1ENB 控制 仅 PWM/Buzzer 有效	无效
TC2	TC2ENB 控制	TC2ENB 控制	TC2ENB 控制 仅 PWM/Buzzer 有效	无效
内部中断	全部有效	全部有效	TC0 有效	无效
外部中断	全部有效	全部有效	全部有效	全部无效
唤醒功能	-	-	POIC, TC0, WDT, 外部 RESET	POIC, WDT, 外部 RESET
看门狗定时器	WDT 选项控制	WDT 选项控制	WDT 选项控制	WDT 选项控制

说明： EHOSC：外部高速时钟（XIN/XOUT）；
 IHRC：内部高速时钟（RC 振荡器）；
 ILRC：内部低速时钟（RC 振荡器）；

3.5.1 高速模式

高速模式是系统高速时钟工作模式，系统时钟源由高速 RC 振荡器提供。程序被执行。上电复位或任意一种复位触发后，系统进入高速模式执行程序。当系统从睡眠模式被唤醒后进入高速模式。高速模式下，高速振荡器正常工作，功耗最大。

- ◆ 程序被执行，所有的功能都可控制；
- ◆ 系统速率为高速；
- ◆ 高速振荡器和内部低速振荡器都正常工作；
- ◆ 通过 OSCM 模式控制寄存器，系统可以从高速模式切换到其它任何一种工作模式；
- ◆ 系统从睡眠模式唤醒后进入高速模式；
- ◆ 低速模式可以切换到高速模式；
- ◆ 从高速模式进入到绿色模式，唤醒后返回到高速模式；



3.5.2 低速模式

低速模式为系统低速时钟工作模式。系统时钟源由内部低速 RC 振荡器提供。低速模式由 OSCM 模式控制寄存器的 CLKMD 位控制。当 CLKMD=0 时，系统为高速模式；当 CLKMD=1 时，系统进入低速模式。进入低速模式后，不能自动禁止高速振荡器，必须通过 SPTHX 位来禁止以减少功耗。

- ◆ 程序被执行，所有的功能都可控制；
- ◆ 系统速率为低速；
- ◆ 内部低速 RC 振荡器正常工作，高速振荡器由 STPHX=1 控制。低速模式下，强烈建议停止高速振荡器；
- ◆ 通过 OSCM 模式控制寄存器，低速模式可以切换进入其它的工作模式；
- ◆ 从低速模式进入到睡眠模式，唤醒后返回到高速模式；
- ◆ 高速模式可以切换到低速模式；
- ◆ 从低速模式进入到绿色模式，唤醒后返回到低速模式；

3.5.3 绿色模式

绿色模式是另外一种理想状态。在睡眠模式下，所有的功能和硬件设备都被禁止，但在绿色模式下，系统时钟保持工作，绿色模式下的功耗大于睡眠模式下的功耗。绿色模式下，不执行程序，但具有唤醒功能的定时器仍正常工作，定时器的时钟源为仍在工作的系统时钟。绿色模式下，有 2 种方式可以将系统唤醒：1、P0 端口状态变化唤醒；2、TC0 定时器唤醒。用户可以给定时器设定固定的周期，系统就在溢出时被唤醒。由 OSCM 寄存器 CPUM1 位决定是否进入绿色模式，当 CPUM1=1，系统进入绿色模式。

- ◆ 程序停止执行，所有的功能被禁止；
- ◆ 具有唤醒功能的定时器正常工作；
- ◆ 作为系统时钟源的振荡器正常工作，其它的振荡器工作状态取决于系统工作模式的配置；
- ◆ 由高速模式进入到绿色模式，被唤醒后返回到高速模式；
- ◆ 由低速模式进入到绿色模式，被唤醒后返回到低速模式；
- ◆ 绿色模式下的唤醒方式为 P0 端口状态变化触发唤醒、TC0 定时器溢出唤醒，外部输入复位，看门狗复位；
- ◆ 绿色模式下 PWM 和 Buzzer 功能仍然有效，但是定时器溢出时不能唤醒系统；



3.5.4 睡眠模式

睡眠模式是系统的理想状态,不执行程序,振荡器也停止工作。整个芯片的功耗低于 1uA。睡眠模式可以由 P0 端口状态变化触发唤醒。从高速模式或者低速模式进入睡眠模式,被唤醒后将返回到高速模式。由 OSCM 模式控制寄存器的 CPUM0 位控制是否进入睡眠模式,当 CPUM0=1,系统进入睡眠模式。

- ◆ 程序停止执行,所有的功能被禁止;
- ◆ 所有的振荡器,包括外部高速振荡器、内部高速振荡器和内部低速振荡器都停止工作;
- ◆ 功耗低于 1uA;
- ◆ 由高速模式进入到睡眠模式,被唤醒后返回到高速模式;
- ◆ 由低速模式进入到睡眠模式,被唤醒后返回到高速模式;
- ◆ 睡眠模式的唤醒源为 P0 端口状态变化触发,外部输入复位,看门狗复位;



3.6 系统时钟

XC8P8613 内部集成了双时钟系统，高速时钟和低速时钟。高速时钟包括内部高速时钟和外部高速时钟，由编译选项选择。低速时钟由内部低速振荡器提供，由 OSCM 寄存器的 CLKMD 位控制。双时钟都可以作为系统时钟源。具体参看下表：

振荡器类型	说明
IHRC（内置高速 RC 振荡器）	高达 32MHz
ILRC（内置低速 RC 振荡器）	16KHz (3V) / 32KHz (5V)
XT（外部高速晶振）	4MHz/12MHz/32KHz

3.6.1 内部 RC 振荡器

XC8P8613 提供内部 RC 模式，频率默认值为 1MHz。

内部 RC 振荡模式包含 32MHz, 16MHz, 8MHz, 1MHz 四种频率值。通过设置 OPTION 的配置位，可选择 IRC 工作频率，下面是它们的对应关系：

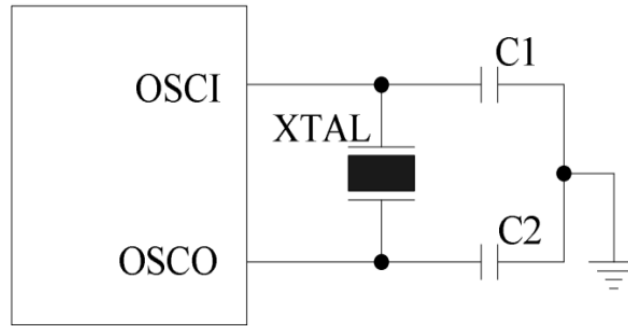
Firc	IRC 频率
32 M	IRC 频率选为 32MHz
16 M	IRC 频率选为 16MHz
8 M	IRC 频率选为 8MHz
1 M	IRC 频率选为 1MHz

XC8P8613 提供了多种分频选择，可以在 OPTION 中选择，适用于更多的场合。如下表：

Clocks	Clocks 分频
4clock	分频为 4clock
8clock	分频为 8clock
16clock	分频为 16clock
32clock	分频为 32clock
64clock	分频为 64clock
128clock	分频为 128clock

3.6.2 外部晶体/陶瓷振荡器

在大多数应用中,引脚 OSC0 和 OSC1 上可接晶体或陶瓷谐振器来产生振荡,电路图如下,不论是 HXT 还是 LXT 模式都适用,表中为 C1、C2 的推荐值。由于各个谐振器特性不同,用户应参照其规格选择 C1、C2 的合适值。



晶体振荡器应用电路

晶体振荡器或陶瓷振荡器的电容选择参考:

振荡器模式	频率模式	频率	C1 (pF)	C2 (pF)
晶体振荡器	LXT	32.768KHz	40	40
	HXT	1 MHz	30	30
		2 MHz	30	30
		4 MHz	20	20
		8 MHz	30	30

注:以上数据仅供参考,一切以实物测试为准

3.6.3 时钟模块应用说明

- 内部振荡器是最常用的振荡模式,该模式可以省去外接的电路;
- 在使用外部时钟输入时,时钟信号要从 OSC1 输入,OSC0 可以悬空;
- 外界条件不同,各振荡模式的时钟频率可能会有轻微差别,使用时应根据需要合理选择;

3.7 I/O 端口

XC8P8613 有 3 组双向 I/O 端口, 共 14 个输入, 14 个输出, 大部分 I/O 可以复用为其它功能。

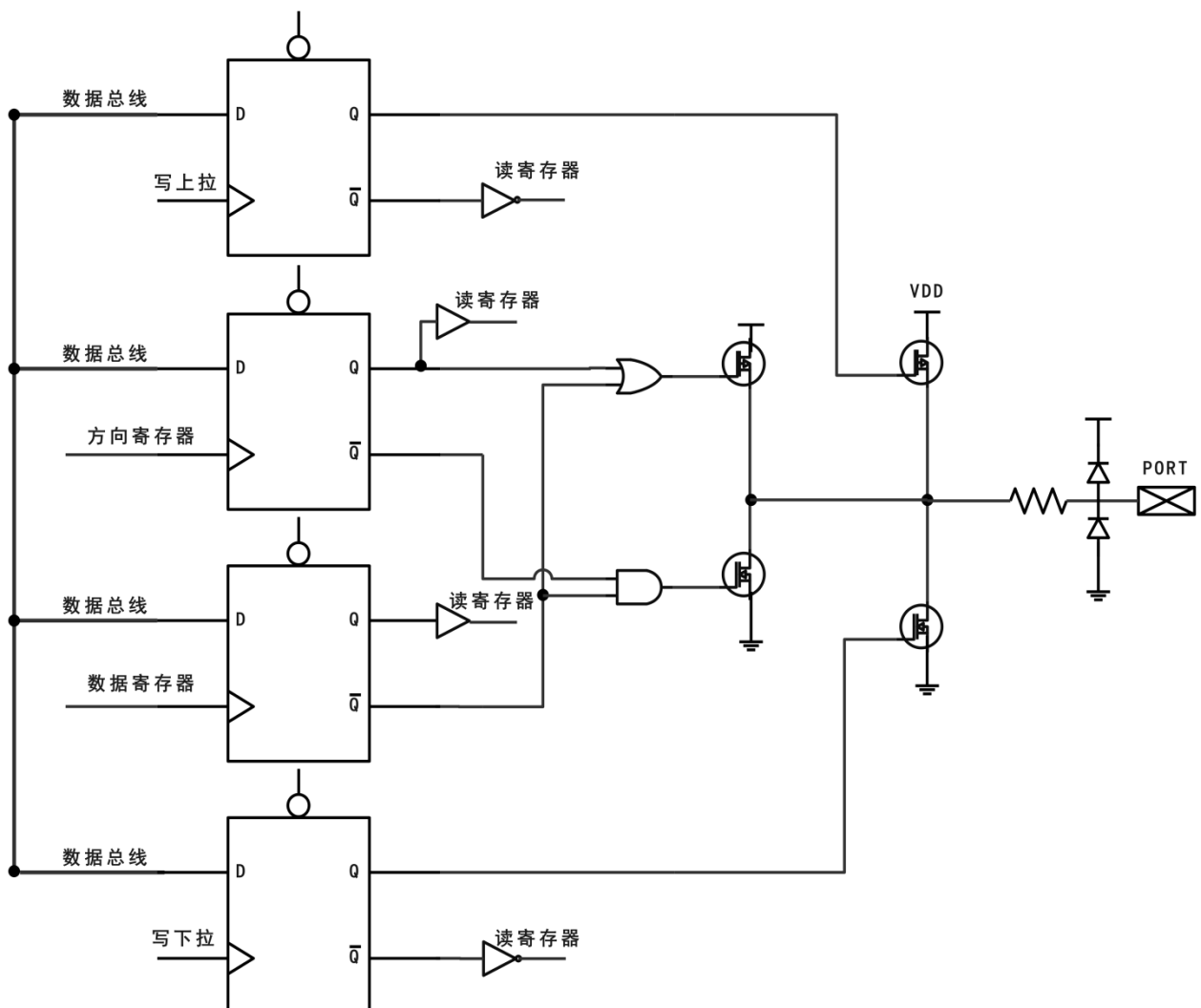
14 个可编程上拉 I/O 引脚: P00~P06, P40~P44, P53~P54;

13 个可编程下拉 I/O 引脚: P00~P03, P05~P06, P40~P44, P53~P54;

7 个可编程端口状态变化唤醒 I/O 引脚: P00~P06;

3.7.1 GPIO 内部结构图

以下内部结构图仅供参考理解, 并不代表实际电路。



I/O 控制寄存器/数据寄存器/上拉/下拉结构电路



3.7.2 P4 口 ADC 共用引脚

P4 口和 ADC 的输入口共用，施密特触发。同一时间只能设置 P4 口的一个引脚作为 ADC 的测量信号输入口（通过 ADM 寄存器来设置），其它引脚则作为普通 IO 使用。

注：

- 当 P4.n 作为普通 IO 口而不是 ADC 输入引脚时，P4CON.n 必须置为 0，否则 P4.n 的普通 IO 信号会被隔离开来；
- 在设置 P4.n 为普通 IO 引脚时，必须保证 P4.n 的 ADC 功能已经被禁止。否则当 GCHS=1 时，CHS<2:0>所指向的 P4.n 会被自动设为 ADC 输入引脚；
- 若想使能 P4.0 的普通 IO 功能和 AINO 功能，必须将 EVHENB 设置为“0”；

3.7.3 端口施密特参数

XC8P8613 端口的施密特特性，表格如下（仅作参考）：

端口	SMT
P00、P01、P05、P06	0.654*VDD (高) 0.434*VDD (低)
P02、P03、P04	0.57*VDD (高) 0.518*VDD (低)
P04	0.63*VDD (高) 0.306*VDD (低)
P4x	0.678*VDD (高) 0.438*VDD (低)
P5x	0.654*VDD (高) 0.434*VDD (低)

以上参数仅做参考，请以目标样机实测数据为准。



3.8 定时计数器

3.8.1 看门狗定时器

看门狗定时器 WDT 是一个 4 位二进制计数器，用于监控程序的正常执行。如果由于干扰，程序进入了未知状态，看门狗定时器溢出，系统复位。看门狗的工作模式由编译选项控制，其时钟源由内部低速 RC 振荡器（16KHz @3V，32KHz @5V）提供。

看门狗溢出时间 = 8192 / 内部低速振荡器周期 (sec)

VDD	内部低速 RC	看门狗溢出时间
3V	16KHz	512ms
5V	32KHz	256ms

看门狗定时器的 3 种工作模式由编译选项 “WatchDog” 控制：

Disable：禁止看门狗定时器功能。

Enable：使能看门狗定时器功能，在普通模式和低速模式下有效；在睡眠模式和绿色模式下看门狗停止工作。

Always_On：使能看门狗定时器功能，在睡眠模式和绿色模式下，看门狗仍会正常工作。

在高干扰环境下，强烈建议将看门狗设置为 “Always_On” 以确保系统在出错状态和重启时正常复位。

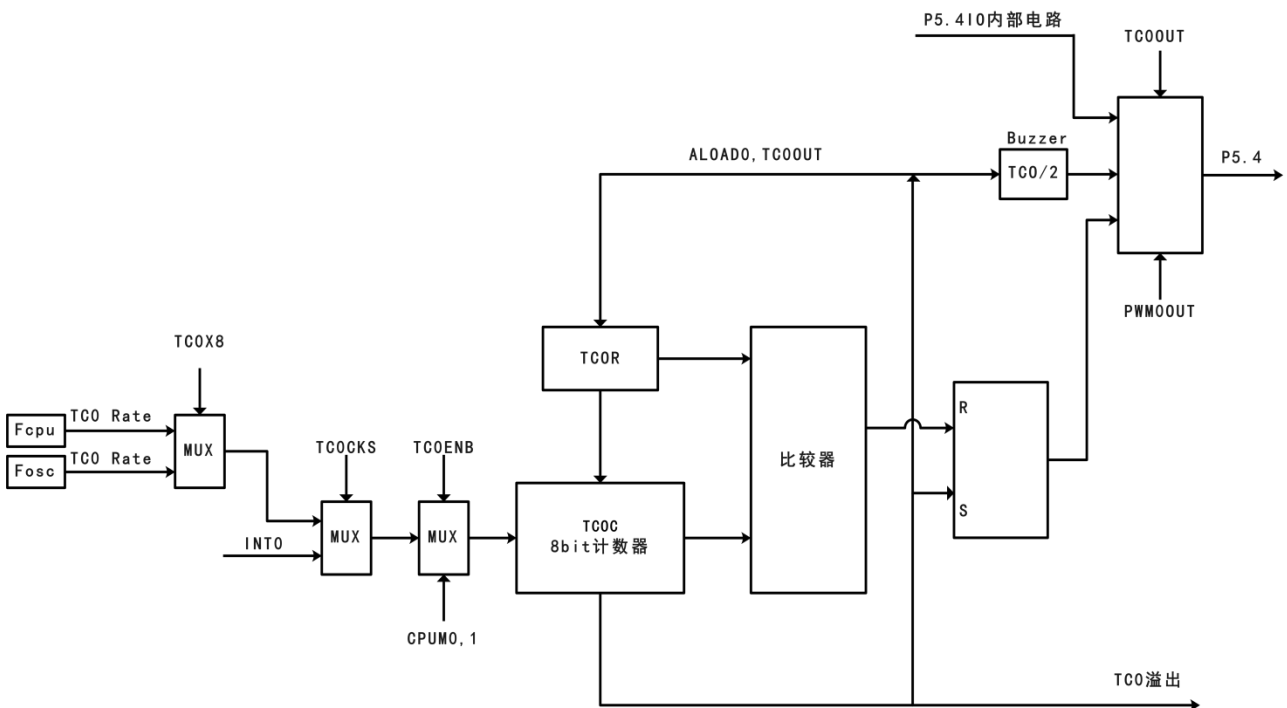
看门狗清零的方法是对看门狗计数器清零寄存器 WDTR 写入清零控制字 5AH。

3.8.2 TCO 定时器

8 位二进制定时/计数器具有基本定时器、事件计数器、PWM 和 Buzzer 功能。基本定时器功能可以支持标志显示 (TCOIRQ) 和中断操作 (中断向量)。由 TCOM、TCOC、TCOR 寄存器控制 TCO 的中断间隔时间。事件计数器可以将 TCO 时钟源由系统时钟更改为外部时钟信号 (如连续的脉冲、R/C 振荡信号等)。TCO 作为计数器时记录外部时钟数目以进行测量应用。TCO 还内置周期/占空比可编程控制的 PWM 功能, PWM 的周期和分辨率由 TCOM、TCOR 和 TCOPR 寄存器控制。TCO 还内置 Buzzer 功能, 以输出 TCO/2 信号。TCO 支持自动重装功能。TCO 溢出时, TCOR 的值自动装入 TCOC。TCO 内置绿色模式唤醒功能, 由 TCOGN 控制。

TCO 的主要用途如下:

- (1) 8位可编程定时器: 根据选择的时钟信号, 产生周期中断;
- (2) 中断功能: TCO 定时器支持中断, 当 TCO 溢出时, TCOIRQ 置 1, 系统执行中断;
- (3) 外部事件计数器: 对外部事件计数;
- (4) PWM 输出: 由 TCORate, TCOR, TCOPR 寄存器和 TCOM 寄存器的 ALOAD0 和 TCOOUT 位控制占空比/周期;
- (5) Buzzer 输出: Buzzer 输出信号为 TCO 间隔时间的 2 倍周期;
- (6) 绿色模式功能: TCO 溢出时, TCO 内置绿色模式唤醒功能, 由 TCOGN 控制。



TCO 电路结构示意图



3.8.2.1 TCO 定时设置说明

TCO 定时器由 TCOENB 控制。当 TCOENB=0 时，TCO 停止工作；当 TCOENB=1 时，TCO 开始计数。使能 TCO 之前，先要设定好 TCO 的功能模式，如基本定时器、TCO 中断等。在 TCO 计数的过程中不断的刷新 TCO 计数，保证将最新的值存入 TCOR（重装缓存器）中，当 TCO 溢出后，TCOR 的值由自动存入 TCO 计数。进入下一个周期后，TCO 按新的配置工作。使能 TCO 时，自动使能 TCO 的自动重装功能。如果使能 TCO 中断功能（TCOIEN=1），在 TCO 溢出时系统执行中断服务程序，在中断时必须由程序清 TCOIRQ。TCO 可以在普通模式、低速模式和绿色模式下工作。在绿色模式下，TCO 继续工作，可设置 TCOIRQ 和 PWM 输出、Buzzer 功能，由 TCOGN 控制将系统唤醒。

TCO 根据不同的时钟源选择不同的应用模式，TCO 的时钟源由 Fcpu（指令周期）、Fhosc（高速振荡时钟）和外部引脚输入（P0.0）提供，由 TCOCKS 和 TCOX8 控制。TCOX8 选择时钟源来自 Fcpu 或者 Fhosc，可以由 TCORate[2:0] 选择不同的分频。TCOCKS 决定时钟源由外部引脚输入或者由 TCOX8 控制，TCOCKS=0 时，TCO 的时钟源由 TCOX8 控制，TCOCKS=1 时，TCO 时钟源由外部输入引脚提供，此时使能外部事件计数功能。TCOX8=1 时，TCORate[2:0] 处于无效状态。

TCOX8	TCORate[2:0]	TCO 时钟	TCO 间隔时间			
			Fhosc=16MHz Fcpu=Fhosc/4		Fhosc=4MHz Fcpu=Fhosc/4	
			max. (ms)	Unit(us)	max. (ms)	Unit(us)
0	000b	Fcpu/256	16.384	64	65.536	256
0	001b	Fcpu/128	8.192	32	32.768	128
0	010b	Fcpu/64	4.096	16	16.384	64
0	011b	Fcpu/32	2.048	8	8.192	32
0	100b	Fcpu/16	1.024	4	4.096	16
0	101b	Fcpu/8	0.512	2	2.048	8
0	110b	Fcpu/4	0.256	1	1.024	4
0	111b	Fcpu/2	0.128	0.5	0.512	2
1	000b	Fhosc/128	2.048	8	8.192	32
1	001b	Fhosc/64	1.024	4	4.096	16
1	010b	Fhosc/32	0.512	2	2.048	8
1	011b	Fhosc/16	0.256	1	1.024	4
1	100b	Fhosc/8	0.128	0.5	0.512	2
1	101b	Fhosc/4	0.064	0.25	0.256	1
1	110b	Fhosc/2	0.032	0.125	0.128	0.5
1	111b	Fhosc/1	0.016	0.0625	0.064	0.25



3.8.2.2 TC0 定时计算说明

8位计数器 TC0C 溢出时,TC0IRQ 置 1 并由程序清零,用来控制 TC0 的中断间隔时间。首先须写入正确的值到 TC0C和 TC0R 寄存器,并使能 TC0 定时器以保证第一个周期正确。TC0 溢出后,TC0R 的值自动装入 TC0C。

TC0C 初始值计算公式:

$$TC0C = N - (TC0 \text{ 中断间隔时间}) \times (\text{输入时钟})$$

TC0CKS	TC0X8	PWM0	ALOAD0	TC0OUT	N	TC0C 有效值
0	0 (Fcpu/2~ Fcpu/256)	0	×	×	256	00H~0FFH
		1	0	0	256	00H~0FFH
		1	0	1	64	00H~3FH
		1	1	0	32	00H~1FH
		1	1	1	16	00H~0FH
	1 (Fosc/1~ Fosc/128)	0	×	×	256	00H~0FFH
		1	0	0	256	00H~0FFH
		1	0	1	64	00H~3FH
		1	1	0	32	00H~1FH
		1	1	1	16	00H~0FH
1	-	-	-	-	256	00H~0FFH

TC0R 初始值计算公式:

$$TC0R = N - (TC0 \text{ 中断间隔时间}) \times (\text{输入时钟})$$

TC0CKS	TC0X8	PWM0	ALOAD0	TC0OUT	N	TC0R 有效值
0	0 (Fcpu/2~ Fcpu/256)	0	×	×	256	00H~0FFH
		1	0	0	256	00H~0FFH
		1	0	1	64	00H~3FH
		1	1	0	32	00H~1FH
		1	1	1	16	00H~0FH
	1 (Fosc/1~ Fosc/128)	0	×	×	256	00H~0FFH
		1	0	0	256	00H~0FFH
		1	0	1	64	00H~3FH
		1	1	0	32	00H~1FH
		1	1	1	16	00H~0FH
1	-	-	-	-	256	00H~0FFH

例:TC0 中断间隔时间设置为 10ms,时钟源选 Fcpu(TC0CKS=0,TC0X8 = 0),无 PWM 输出(PWM0=0),高速时钟为内部 1MHz, Fcpu=Fosc/4, TC0RATE=100 (Fcpu/16)。

$$\begin{aligned}
 TC0R &= N - (TC0 \text{ 中断间隔时间} * \text{输入时钟}) \\
 &= 256 - (10\text{ms} * 1\text{MHz} / 4 / 16) \\
 &= 256 - (0.01 * 1000000 / 4 / 16) \\
 &= 100 = 64\text{H}
 \end{aligned}$$



3.8.2.3 脉冲宽度调制 PWM0

可编程控制占空比/周期的 PWM 可以提供不同的 PWM 信号。使能 TCO 定时器且 PWM0OUT=1 时,由 PWM 输出引脚输出 PWM 信号。PWM 首先输出高电平,然后输出低电平。TCOPR 寄存器为 8bits PWM0 的周期寄存器,需在 OPTION 配置中使能 PWM 功能增强选项且使能 TOM 寄存器对应控制位, PWM 周期位数不受 ALOAD0 和 TCOOUT 控制。

TCOR 控制 PWM 的占空比(脉冲高电平的长度)。使能 TCO 定时器时,设置 TCOC 的初始值为 0。当 TCOC=TCOR 时,PWM 输出低电平;在使能 PWM0 周期寄存器时,TCOC=TCOPR 时, PWM 周期溢出, PWM 输出高电平, TCOC 重新计数;否则 TCOC = PWM 分辨率时, PWM 周期溢出, PWM 输出高电平, TCOC 重新计数。

PWM 内置 4 种可编程控制的分辨率选择 (1/256、1/64、1/32、1/16), 在 PWM0OUT = 1 时由 ALOAD0 和 TCOOUT 位控制。

PWM0	TCOPM	ALOAD0	TCOOUT	PWM 分辨率	TCOR 有效值	TCOPR 有效值
1	1	0	0	256	00H~0FFH	00H~0FFH
1	0	0	1	64	00H~3FH	*
1	0	1	0	32	00H~1FH	*
1	0	1	1	16	00H~0FH	*

PWM 输出过程中, TCO 溢出时, TCOIRQ 有效, TCOIEN=1 时, 即使能 TCO 中断时, PWM 模式下的 TCO 中断间隔时间与 PWM 的周期相等。但强烈建议小心同时使用 PWM 和 TCO 定时器功能, 保证两种功能都能正常工作。

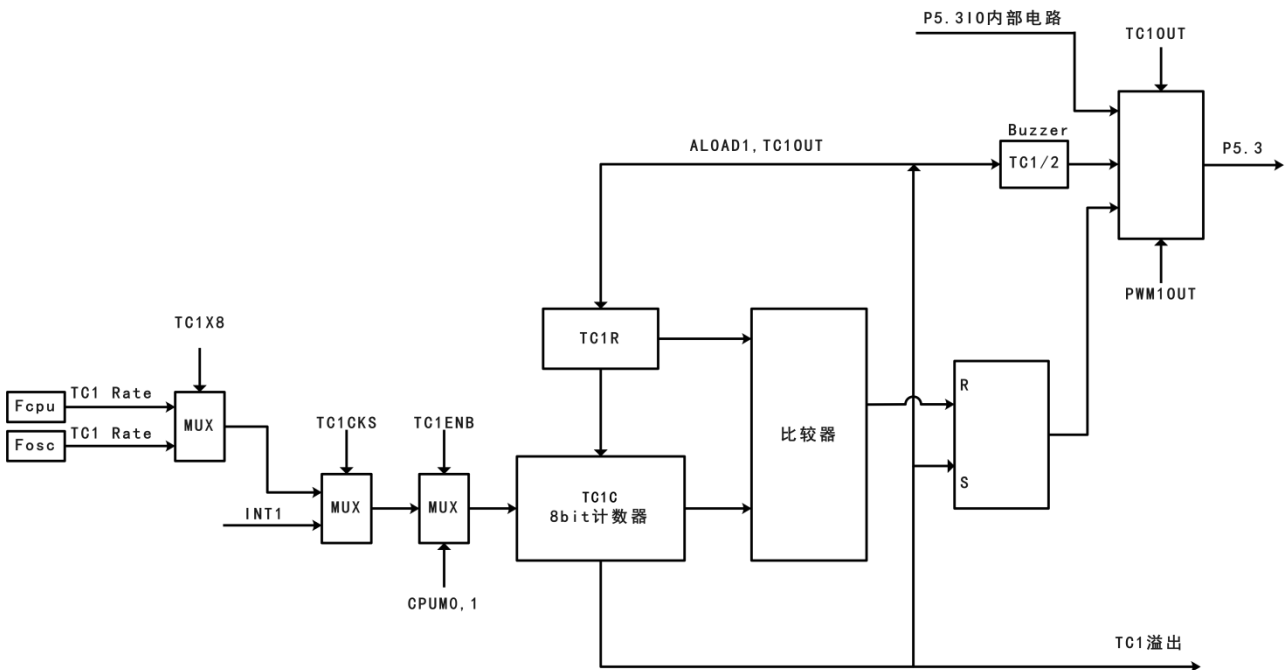
PWM 的输出引脚与 GPIO 共用, PWM0OUT=1 时, 自动输出 PWM 信号; PWM0OUT=0, 即禁止 PWM 时, 该引脚自动返回到上一个 GPIO 模式。这样有利于处理 ON/OFF 操作的载波信号, 而不控制 TCOENB 位。

3.8.3 TC1 定时器

8 位二进制定时/计数器具有基本定时器、事件计数器、PWM 和 Buzzer 功能。基本定时器功能可以支持标志显示 (TC1IRQ) 和中断操作 (中断向量)。由 TC1M、TC1C、TC1R 寄存器控制 TC1 的中断间隔时间。事件计数器可以将 TC1 时钟源由系统时钟更改为外部时钟信号 (如连续的脉冲、R/C 振荡信号等)。TC1 作为计数器时记录外部时钟数目以进行测量应用。TC1 还内置周期/占空比可编程控制的 PWM 功能, PWM 的周期和分辨率由 TC1M、TC1R 和 TC1PR 寄存器控制。TC1 还内置 Buzzer 功能, 以输出 TC1/2 信号。TC1 支持自动重装功能。TC1 溢出时, TC1R 的值自动装入 TC1C。

TC1 主要用途如下:

- (1) 8 位可编程定时器: 根据选择的时钟信号, 产生周期中断;
- (2) 中断功能: TC1 定时器支持中断, 当 TC1 溢出时, TC1IRQ 置 1, 系统执行中断;
- (3) 外部事件计数器: 对外部事件计数;
- (4) PWM 输出: 由 TC1rate, TC1R, TC1PR 寄存器和 TC1M 寄存器的 ALOAD1 和 TC1OUT 位控制占空比/周期;
- (5) Buzzer 输出: Buzzer 输出信号为 TC1 间隔时间的 2 倍周期;
- (6) 绿色模式功能: TC1 正常工作, 但不能将系统唤醒。



TC1 电路结构示意图



3.8.3.1 TC1 定时设置说明

TC1 定时器由 TC1ENB 控制。当 TC1ENB=0 时, TC1 停止工作; 当 TC1ENB=1 时, TC1 开始计数。使能 TC1 之前, 先要设定好 TC1 的功能模式, 如基本定时器、TC1 中断等。在 TC1C 计数的过程中不断的刷新 TC1C, 保证将最新的值存入 TC1R (重装缓存器) 中, 当 TC1 溢出后, 新的 TC1R 值将自动装载到 TC1C。进入下一个周期后, TC1 进行新的工作状态。定时/计数器模式时, 使能 TC1 时, 自动使能自动重装功能。如果使能 TC1 中断功能 (TC1IEN=1), 在 TC1 溢出时系统执行中断服务程序, 在中断时必须由程序清 TC1IRQ。TC1 可以在普通模式、低速模式和绿色模式下工作。但在绿色模式下, TC1 虽继续工作, 但不能唤醒系统。

TC1 根据不同的时钟源选择不同的应用模式, TC1 的时钟源由 Fcpu (指令周期)、Fhosc (高速振荡时钟) 提供和外部输入引脚 P0.1 提供, 由 TC1CKS 和 TC1X8 位控制。TC1X8 选择时钟源来自 Fcpu 或者 Fhosc, 可以由 TC1Rate[2:0] 选择不同的分频。TC1CKS 选择时钟源来自外部输入引脚或由 TC1X8 位控制, TC1CKS=0 时, TC1 的时钟源由 TC1X8 位控制; TC1CKS=1 时, TC1 的时钟源由外部输入引脚提供, 即使能事件计数器功能, 此时 TC1Rate[2:0] 处于无效状态。

TC1X8	TC1Rate[2:0]	TC1 时钟	TC1 间隔时间			
			Fhosc=16MHz Fcpu=Fhosc/4		Fhosc=4MHz Fcpu=Fhosc/4	
			max. (ms)	Unit (us)	max. (ms)	Unit (us)
0	000b	Fcpu/256	16.384	64	65.536	256
0	001b	Fcpu/128	8.192	32	32.768	128
0	010b	Fcpu/64	4.096	16	16.384	64
0	011b	Fcpu/32	2.048	8	8.192	32
0	100b	Fcpu/16	1.024	4	4.096	16
0	101b	Fcpu/8	0.512	2	2.048	8
0	110b	Fcpu/4	0.256	1	1.024	4
0	111b	Fcpu/2	0.128	0.5	0.512	2
1	000b	Fhosc/128	2.048	8	8.192	32
1	001b	Fhosc/64	1.024	4	4.096	16
1	010b	Fhosc/32	0.512	2	2.048	8
1	011b	Fhosc/16	0.256	1	1.024	4
1	100b	Fhosc/8	0.128	0.5	0.512	2
1	101b	Fhosc/4	0.064	0.25	0.256	1
1	110b	Fhosc/2	0.032	0.125	0.128	0.5
1	111b	Fhosc/1	0.016	0.0625	0.064	0.25



3.8.3.2 TC1 定时计算说明

8位计数器 TC1C 溢出时, TC1IRQ 置 1 并由程序清零, 用来控制 TC1 的中断间隔时间。首先须写入正确的值到 TC1C和 TC1R 寄存器, 并使能 TC1 定时器以保证第一个周期正确。TC1 溢出后, TC1R 的值自动装入 TC1C。

TC1C 初始值计算公式:

$$TC1C = N - (TC1 \text{ 中断间隔时间}) \times (\text{输入时钟})$$

TC1CKS	TC1X8	PWM1	ALOAD1	TC1OUT	N	TC1C 有效值
0	0 (Fcpu/2~ Fcpu/256)	0	×	×	256	00H~0FFH
		1	0	0	256	00H~0FFH
		1	0	1	64	00H~3FH
		1	1	0	32	00H~1FH
		1	1	1	16	00H~0FH
	1 (Fosc/1~ Fosc/128)	0	×	×	256	00H~0FFH
		1	0	0	256	00H~0FFH
		1	0	1	64	00H~3FH
		1	1	0	32	00H~1FH
		1	1	1	16	00H~0FH
1	-	-	-	-	256	00H~0FFH

TC1R 初始值计算公式:

$$TC1R = N - (TC1 \text{ 中断间隔时间}) \times (\text{输入时钟})$$

TC1CKS	TC1X8	PWM1	ALOAD1	TC1OUT	N	TC1R 有效值
0	0 (Fcpu/2~ Fcpu/256)	0	×	×	256	00H~0FFH
		1	0	0	256	00H~0FFH
		1	0	1	64	00H~3FH
		1	1	0	32	00H~1FH
		1	1	1	16	00H~0FH
	1 (Fosc/1~ Fosc/128)	0	×	×	256	00H~0FFH
		1	0	0	256	00H~0FFH
		1	0	1	64	00H~3FH
		1	1	0	32	00H~1FH
		1	1	1	16	00H~0FH
1	-	-	-	-	256	00H~0FFH

例: TC1 中断间隔时间设置为 10ms, 时钟源选 Fcpu(TC1CKS=0, TC1X8 = 0), 无 PWM 输出(PWM1=0), 高速时钟为内部 1MHz, Fcpu=Fosc/4, TC1RATE=100 (Fcpu/16)。

$$\begin{aligned}
 TC1R &= N - (TC1 \text{ 中断间隔时间} * \text{输入时钟}) \\
 &= 256 - (10\text{ms} * 1\text{MHz} / 4 / 16) \\
 &= 256 - (0.01 * 1000000 / 4 / 16) \\
 &= 100 = 64\text{H}
 \end{aligned}$$



3.8.3.3 脉冲宽度调制 PWM1

可编程控制占空比/周期的 PWM 可以提供不同的 PWM 信号。使能 TC1 定时器且 PWM1OUT=1 时,由 PWM 输出引脚输出 PWM 信号。PWM 首先输出高电平,然后输出低电平。TC1PR 寄存器为 8bits PWM1 的周期寄存器,需在 OPTION 配置中使能 PWM 功能增强选项且使能 TOM 寄存器对应控制位, PWM 周期位数不受 ALOAD1 和 TC1OUT 控制。

TC1R 控制 PWM 的占空比(脉冲高电平的长度)。使能 TC1 定时器时,设置 TC1C 的初始值为 0。当 TC1C=TC1R 时,PWM 输出低电平;在使能 PWM1 周期寄存器时,TC1C=TC1PR 时, PWM 周期溢出, PWM 输出高电平, TC1C 重新计数;否则 TC1C = PWM 分辨率时, PWM 周期溢出, PWM 输出高电平, TC1C 重新计数。

PWM 内置 4 种可编程控制的分辨率选择 (1/256、1/64、1/32、1/16), 在 PWM1OUT = 1 时由 ALOAD1 和 TC1OUT 位控制。

PWM1	TC1PM	ALOAD1	TC1OUT	PWM 分辨率	TC1R 有效值	TC1PR 有效值
1	1	0	0	256	00H~0FFH	00H~0FFH
1	0	0	1	64	00H~3FH	*
1	0	1	0	32	00H~1FH	*
1	0	1	1	16	00H~0FH	*

PWM 输出过程中, TC1 溢出时, TC1IRQ 有效, TC1IEN=1 时, 即使能 TC1 中断时, PWM 模式下的 TC1 中断间隔时间与 PWM 的周期相等。但强烈建议小心同时使用 PWM 和 TC1 定时器功能, 保证两种功能都能正常工作。

PWM 的输出引脚与 GPIO 共用, PWM1OUT=1 时, 自动输出 PWM 信号; PWM1OUT=0, 即禁止 PWM 时, 该引脚自动返回到上一个 GPIO 模式。这样有利于处理 ON/OFF 操作的载波信号, 而不控制 TC1ENB 位。

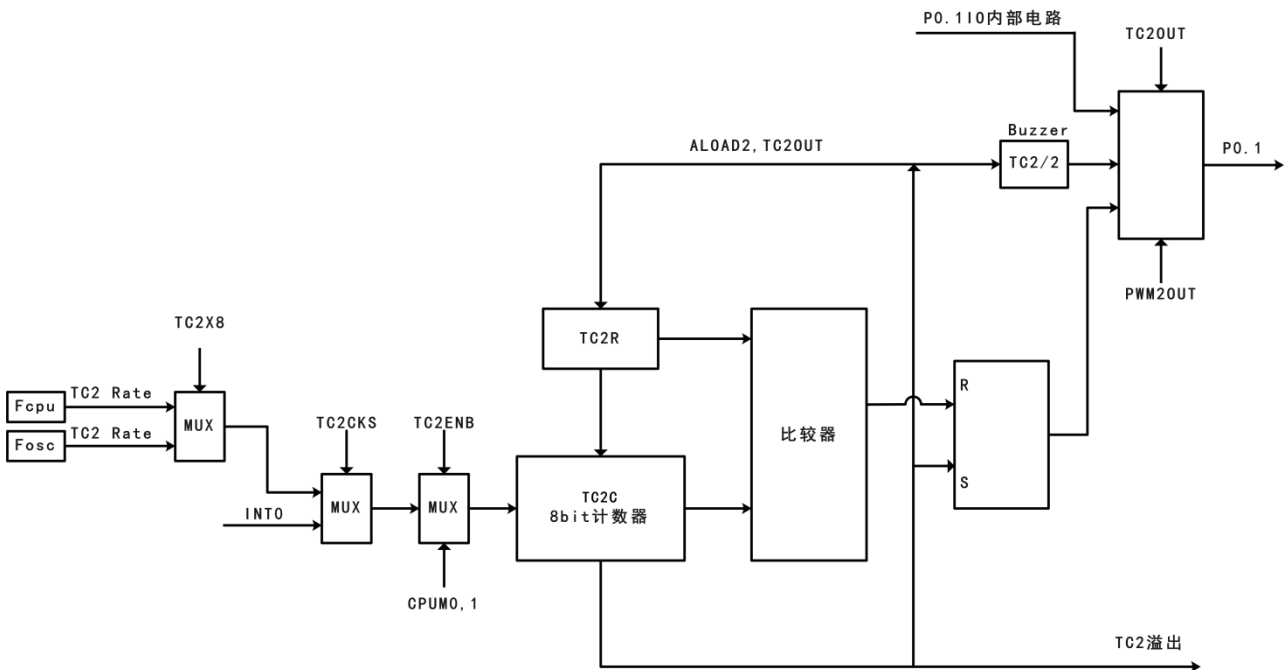


3.8.4 TC2 定时器

8 位二进制定时/计数器具有基本定时器、事件计数器、PWM 和 Buzzer 功能。基本定时器功能可以支持标志显示 (TC2IRQ) 和中断操作 (中断向量)。由 TC2M、TC2C、TC2R 寄存器控制 TC2 的中断间隔时间。事件计数器可以将 TC2 时钟源由系统时钟更改为外部时钟信号 (如连续的脉冲、R/C 振荡信号等)。TC2 作为计数器时记录外部时钟数目以进行测量应用。TC2 还内置周期/占空比可编程控制的 PWM 功能, PWM 的周期和分辨率由 TC2M、TC2R 和 TC2PR 寄存器控制。TC2 还内置 Buzzer 功能, 以输出 TC2/2 信号。TC2 支持自动重装功能。TC2 溢出时, TC2R 的值自动装入 TC2C。

TC2 的主要用途如下:

- (1) 8 位可编程定时器: 根据选择的时钟信号, 产生周期中断;
- (2) 中断功能: TC2 定时器支持中断, 当 TC2 溢出时, TC2IRQ 置 1, 系统执行中断;
- (3) 外部事件计数器: 对外部事件计数;
- (4) PWM 输出: 由 TC2rate, TC2R, TC2PR 寄存器和 TC2M 寄存器的 ALOAD2 和 TC2OUT 位控制占空比/周期;
- (5) Buzzer 输出: Buzzer 输出信号为 TC2 间隔时间的 2 倍周期;
- (6) 绿色模式功能: TC2 正常工作, 但不能将系统唤醒。



TC2电路结构示意图



3.8.4.1 TC2 定时设置说明

TC2 定时器由 TC2ENB 控制。当 TC2ENB=0 时，TC2 停止工作；当 TC2ENB=1 时，TC2 开始计数。使能 TC2 之前，先要设定好 TC2 的功能模式，如基本定时器、TC2 中断等。在 TC2C 计数的过程中不断的刷新 TC2C，保证将最新的值存入 TC2R（重装缓存器）中，当 TC2 溢出后，TC2R 的值由自动存入 TC2C。进入下一个周期后，TC2按新的配置工作。使能 TC2 时，自动使能 TC2 的自动重装功能。如果使能 TC2 中断功能（TC2IEN=1），在 TC2 溢出时系统执行中断服务程序，在中断时必须由程序清 TC2IRQ。TC2 可以在普通模式、低速模式和绿色模式下工作。但在绿色模式下，TC2 虽继续工作，但不能唤醒系统。

TC2 根据不同的时钟源选择不同的应用模式，TC2 的时钟源由 Fcpu（指令周期）、Fhosc（高速振荡时钟）提供和外部输入引脚 P0.0 提供，由TC2CKS 和 TC2X8 控制。TC2X8选择时钟源来自Fcpu 或者Fhosc，可以由 TC2Rate[2:0]选择不同的分频。TC2CKS 决定时钟源由外部引脚输入或者由 TC2X8 控制，TC2CKS=0 时，TC2 的时钟源由 TC2X8 控制，TC2CKS=1 时，TC2 时钟源由外部输入引脚提供，此时使能外部事件计数功能。TC2X8=1时，TC2Rate[2:0]处于无效状态。

TC2X8	TC2Rate[2:0]	TC2 时钟	TC2 间隔时间			
			Fhosc=16MHz Fcpu=Fhosc/4		Fhosc=4MHz Fcpu=Fhosc/4	
			max. (ms)	Unit (us)	max. (ms)	Unit (us)
0	000b	Fcpu/256	16.384	64	65.536	256
0	001b	Fcpu/128	8.192	32	32.768	128
0	010b	Fcpu/64	4.096	16	16.384	64
0	011b	Fcpu/32	2.048	8	8.192	32
0	100b	Fcpu/16	1.024	4	4.096	16
0	101b	Fcpu/8	0.512	2	2.048	8
0	110b	Fcpu/4	0.256	1	1.024	4
0	111b	Fcpu/2	0.128	0.5	0.512	2
1	000b	Fhosc/128	2.048	8	8.192	32
1	001b	Fhosc/64	1.024	4	4.096	16
1	010b	Fhosc/32	0.512	2	2.048	8
1	011b	Fhosc/16	0.256	1	1.024	4
1	100b	Fhosc/8	0.128	0.5	0.512	2
1	101b	Fhosc/4	0.064	0.25	0.256	1
1	110b	Fhosc/2	0.032	0.125	0.128	0.5
1	111b	Fhosc/1	0.016	0.0625	0.064	0.25



3.8.4.2 TC2 定时计算说明

8位计数器 TC2C 溢出时,TC2IRQ 置 1 并由程序清零,用来控制 TC2 的中断间隔时间。首先须写入正确的值到 TC2C和 TC2R 寄存器,并使能 TC2 定时器以保证第一个周期正确。TC2 溢出后,TC2R 的值自动装入 TC2C。

TC2C 初始值计算公式:

$$TC2C = N - (TC2 \text{ 中断间隔时间}) \times (\text{输入时钟})$$

TC2CKS	TC2X8	PWM2	ALOAD2	TC2OUT	N	TC2C 有效值
0	0 (Fcpu/2~ Fcpu/256)	0	×	×	256	00H~0FFH
		1	0	0	256	00H~0FFH
		1	0	1	64	00H~3FH
		1	1	0	32	00H~1FH
		1	1	1	16	00H~0FH
	1 (Fosc/1~ Fosc/128)	0	×	×	256	00H~0FFH
		1	0	0	256	00H~0FFH
		1	0	1	64	00H~3FH
		1	1	0	32	00H~1FH
		1	1	1	16	00H~0FH
1	-	-	-	-	256	00H~0FFH

TC2R 初始值计算公式:

$$TC2R = N - (TC2 \text{ 中断间隔时间}) \times (\text{输入时钟})$$

TC2CKS	TC2X8	PWM2	ALOAD2	TC2OUT	N	TC2R 有效值
0	0 (Fcpu/2~ Fcpu/256)	0	×	×	256	00H~0FFH
		1	0	0	256	00H~0FFH
		1	0	1	64	00H~3FH
		1	1	0	32	00H~1FH
		1	1	1	16	00H~0FH
	1 (Fosc/1~ Fosc/128)	0	×	×	256	00H~0FFH
		1	0	0	256	00H~0FFH
		1	0	1	64	00H~3FH
		1	1	0	32	00H~1FH
		1	1	1	16	00H~0FH
1	-	-	-	-	256	00H~0FFH

例:TC2 中断间隔时间设置为 10ms,时钟源选 Fcpu(TC2KS=0, TC2X8 = 0),无 PWM 输出(PWM2=0),高速时钟为内部 1MHz, Fcpu=Fosc/4, TC2RATE=100 (Fcpu/16)。

$$\begin{aligned}
 TC2R &= N - (TC2 \text{ 中断间隔时间} * \text{输入时钟}) \\
 &= 256 - (10\text{ms} * 1\text{MHz} / 4 / 16) \\
 &= 256 - (0.01 * 1000000 / 4 / 16) \\
 &= 100 = 64\text{H}
 \end{aligned}$$



3.8.4.3 脉冲宽度调制 PWM2

可编程控制占空比/周期的 PWM 可以提供不同的 PWM 信号。使能 TC2 定时器且 PWM2OUT=1 时,由 PWM 输出引脚输出 PWM 信号。PWM 首先输出高电平,然后输出低电平。TC2PR 寄存器为 8bits PWM2 的周期寄存器,需在 OPTION 配置中使能 PWM 功能增强选项且使能 TOM 寄存器对应控制位, PWM 周期位数不受 ALOAD2 和 TC2OUT 控制。

TC2R 控制 PWM 的占空比(脉冲高电平的长度)。使能 TC2 定时器时,设置 TC2C 的初始值为 0。当 TC2C=TC2R 时,PWM 输出低电平;在使能 PWM2 周期寄存器时,TC2C=TC2PR 时, PWM 周期溢出, PWM 输出高电平, TC2C 重新计数;否则 TC2C = PWM 分辨率时, PWM 周期溢出, PWM 输出高电平, TC2C 重新计数。

PWM 内置 4 种可编程控制的分辨率选择(1/256、1/64、1/32、1/16),在 PWM2OUT = 1 时由 ALOAD2 和 TC2OUT 位控制。

PWM2	TC2PM	ALOAD2	TC2OUT	PWM 分辨率	TC2R 有效值	TC2PR 有效值
1	1	0	0	256	00H~0FFH	00H~0FFH
1	0	0	1	64	00H~3FH	*
1	0	1	0	32	00H~1FH	*
1	0	1	1	16	00H~0FH	*

PWM 输出过程中,TC2 溢出时,TC2IRQ 有效,TC2IEN=1 时,即使能 TC2 中断时, PWM 模式下的 TC2 中断间隔时间与 PWM 的周期相等。但强烈建议小心同时使用 PWM 和 TC2 定时器功能,保证两种功能都能正常工作。

PWM 的输出引脚与 GPIO 共用, PWM2OUT=1 时,自动输出 PWM 信号; PWM2OUT=0,即禁止 PWM 时,该引脚自动返回到上一个 GPIO 模式。这样有利于处理 ON/OFF 操作的载波信号,而不控制 TC2ENB 位。



3.9 LVD 低电压检测

电压检测（LVD）是 XC8P8613 内置的掉电复位保护装置，当 VDD 跌落并低于 LVD 检测电压值时，LVD 被触发，系统复位。不同的单片机有不同的 LVD 检测电平，LVD 检测电平值仅为一个电压点，并不能覆盖所有死区范围。因此采用 LVD 依赖于系统要求和环境状况。如果电源跌落剧烈，远低于 LVD 触发点，LVD 能够起到保护作用，让系统正常复位；如果电源电压跌落不是很剧烈，仅仅是接近 LVD 触发点而造成的系统错误，则 LVD 就不能起到保护作用让系统复位。

LVD 设计为六层结构（2.0V/2.1V/2.4V/2.7V/3.0V/3.6V），由 LVD 编译选项控制。对于上电复位和掉电复位，2.0V LVD 始终处于使能状态；LVD 标志功能只是一个低电压检测装置，标志位 LVD24 和 LVD36 给出 VDD 的电压情况。对于低电压检测应用，只需查看 LVD24 和 LVD36 的状态即可检测电池状况。

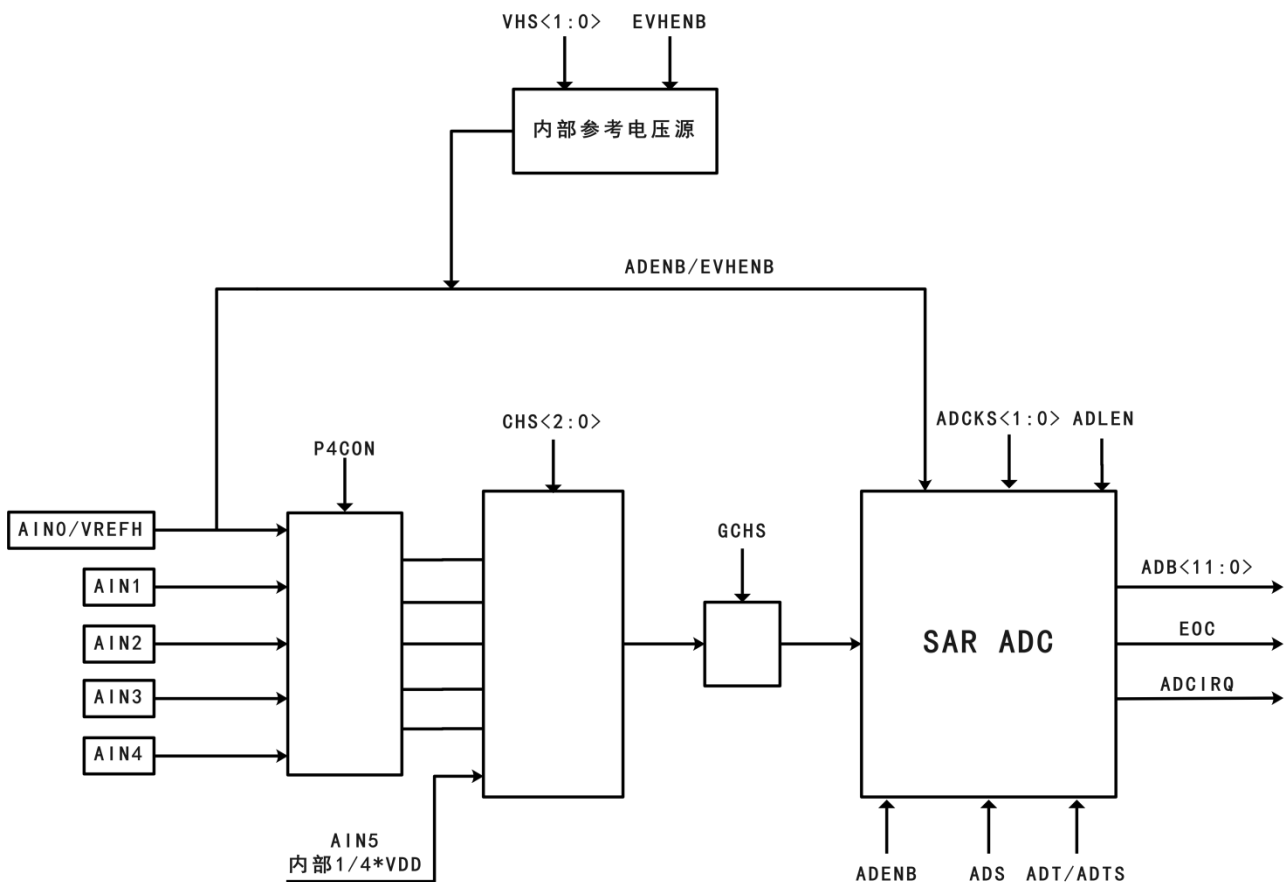
LVD 电压检测点：

LVD 编译选项	电压复位点	电压检测点
LVR-L (LVR:2.0V)	2.0V	-
LVR (LVR:2.0V LVD24=2.1V)	2.0V	2.1V
LVR-M (LVR:2.0V LVD24=2.4V)	2.0V	2.4V
LVR (LVR:2.0V LVD24=2.7V)	2.0V	2.7V
LVR (LVR:2.0V LVD24=3.0V)	2.0V	3.0V
LVR (LVR:2.1V LVD36=3.6V)	2.1V	3.6V
LVR-H (LVR:2.4V LVD36=3.6V)	2.4V	3.6V
LVR (LVR:2.7V LVD36=3.6V)	2.7V	3.6V
LVR (LVR:3.0V LVD36=3.6V)	3.0V	3.6V
LVR (LVR:2.1V LVD36 禁止)	2.1V	-
LVR (LVR:2.4V LVD36 禁止)	2.4V	-
LVR (LVR:2.7V LVD36 禁止)	2.7V	-
LVR (LVR:3.0V LVD36 禁止)	3.0V	-
LVD-S (LVR:3.6V)	3.6V	-

3.10 ADC 模数转换功能模块

3.10.1 概述

模拟数字转换（ADC）是一个 SAR 结构，内置 6 个模拟通道，高达 4096 阶的分辨率，能将一个模拟信号转换成相应的 12 位数字信号。通过 CHS[2:0] 现在模拟信号输入引脚(AIN 引脚)，内部 $1/4 \times V_{dd}$ 电压源，GCHS 位使能全部 ADC 通道，模拟信号输入至 SAR ADC。ADC 的分辨率为 12 位；可以通过 ADCKS[1:0] 位选择 ADC 的转换速率以决定 ADC 的转换时间。ADC 参考电压的高电平包括 2 种，内部参考源，包括 V_{dd} 、4V、3V、2V (EVHENB=0)，外部参考源，由 P4.0 提供 (EVHENB=1)。ADC 内置 P4CON 寄存器来设置模拟输入引脚，必须由程序将 ADC 输入引脚设为不带上拉电阻的输入引脚。设置好 ADENB 和 ADS 位后，ADC 开始转换，转换结束时，ADC 电路将 EOC 和 ADCIRQ 置 1，并将转换结果存入 ADB 和 ADR 寄存器中。若 ADCIEN=1，ADC 请求中断，AD 转换完成后，ADCIRQ=1 时，程序计数器跳转中断量地址 (ORG 0008H) 执行中断服务程序。



ADC电路结构示意图



3. 10. 2 ADC 引脚配置

ADC 输入引脚与 P4 口共用,ADC 输入通道的选择由 ADCHS[2:0]控制,ADCCHS[2:0]=000 时选择 AIN0, ADCCHS[2:0]=001 时选择 AIN1 等,同一时间设置 P4 口的一个引脚作为 ADC 的输入引脚,该引脚必须设置为输入引脚,禁止内部上拉,并首先由程序使能 P4CON 寄存器。通过 ADCHS[2:0]选择好 ADC 输入通道后, GCHS 置 1 以使能 ADC 功能。

注: ADC 输入引脚为 GPIO 引脚时必须设为输入模式。必须禁止 ADC 输入引脚的内部上拉电阻。ADC 输入通道的 P4CON 位必须置 1。

EVHENB = 1 时, P4.0/AIN0 为 ADC 外部参考源的输入引脚,此时, P4.0 必须设为输入模式,并禁止其上拉电阻。

注: ADC 外部参考源输入引脚为 GPIO 引脚时必须设为输入模式。必须禁止 ADC 外部参考源输入引脚的内部上拉电阻。

ADC 输入引脚与普通 I/O 引脚共用。当输入一个模拟信号到 CMOS 结构端口时,尤其当模拟信号为 $1/2 VDD$ 时,可能产生额外的漏电流。当 P4 输入多个模拟信号时,也会产生额外的漏电流。睡眠模式下,上述漏电流会严重影响到系统的整体功耗。P4CON 为 P4 口的配置寄存器,将 P4CON[4:0]置 1,其对应的 P4 引脚将被设为纯模拟信号输入引脚,从而避免上述漏电流的产生。

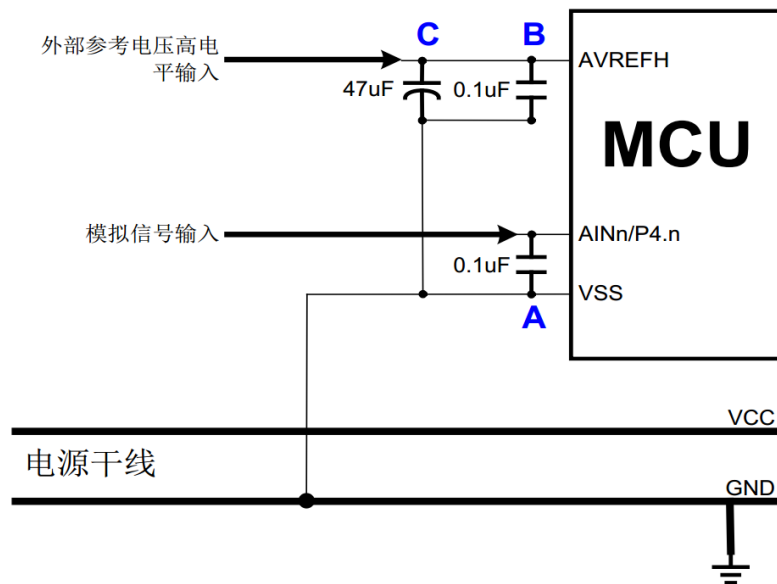
3. 10. 3 ADC 参考电压说明

ADC 内置 5 种参考电压,由 VREFH 寄存器控制:包括 1 个外部参考电压和 4 个内部参考源(VDD、4V、3V、2V)。EVHENB = 1 时,ADC 参考电压由外部参考源提供(P4.0),必须输入一个电压作为 ADC 参考电压的高电平,且不能低于 2V。EVHENB = 0 时,ADC 参考电压由内部参考源提供,并由 VHS[1:0]选择控制。VHS[1:0] = 11 时,ADC 参考源选择 VDD; VHS[1:0] = 10 时,ADC 参考源选择 4V; VHS[1:0] = 01 时,ADC 参考源选择 3V; VHS[1:0] = 00 时,ADC 参考源选择 2V。外部参考源的限制条件为,最高为 VDD,最低为内部最低电平,否则默认为 VDD。

3. 10. 4 ADC 数模转换应用电路说明

模拟信号从 ADC 输入引脚输入。在 ADC 输入引脚和芯片的 GND 引脚之间必须连接一个 0.1 μ F 的电容器，且要尽可能的靠近 ADC 输入引脚。不能将电容器的 GND 直接连接到电源干线上的 GND，必须通过芯片的 GND 引脚。该电容器可以减少电源干扰对模拟信号的影响。

ADC 参考电压高电平由外部参考源提供，外部参考源连接到 AVREFH 引脚。在 AVREFH 引脚和芯片的 GND 引脚之间连接电容器，首先在连接一个 47 μ F 的电解电容器，再连接一个 0.1 μ F 的电容器，且要尽可能的靠近 AVREFH 引脚。不能将电容器的 GND 直接连接到电源干线上的 GND，必须通过芯片的 GND 引脚。如下图



注意：

- (1) 设置 ADC 输入引脚为不带上拉电阻的输入模式；
- (2) 进入睡眠模式前禁止 ADC (ADENB=0) 以省电；
- (3) 睡眠模式下设置 P4CON 寄存器的相关控制位以避免额外的功耗；
- (4) 使能 ADC 后 (ADENB=1) 延时 100 μ s 以等待 ADC 电路稳定；



4. OPTION 配置表

CODE OPTION	选项	功能描述
代码加密	加密	烧录模式数据加密
	不加密	烧录模式数据不加密
看门狗	使能-Enable	看门狗使能
	使能-Always On	看门狗常打开
	禁止-Disable	禁止看门狗
振荡模式	HIRC	内部高速振荡器
	HIRC-RTC	双时钟
	LXT	外接低速晶振
	HXT	外接高速晶振
HIRC 频率	1M	内部 1M 频率
	8M	内部 8M 频率
	16M	内部 16M 频率
	32M	内部 32M 频率
Clocks 分频	4 Clocks	时钟分频选择 4 Clocks
	8 Clocks	时钟分频选择 8 Clocks
	16 Clocks	时钟分频选择 16 Clocks
	32 Clocks	时钟分频选择 32 Clocks
	64 Clocks	时钟分频选择 64 Clocks
	128 Clocks	时钟分频选择 128 Clocks
系统滤波	使能	系统滤波使能
	禁止	系统滤波禁止
复位端口上拉	使能	复位端口上拉使能
	禁止	复位端口上拉禁止
P04 软件上拉使能	使能	P04 软件上拉使能
	禁止	P04 软件上拉禁止
P04 端口	as GPIO	P04 端口作为通用输入输出口
	as GPI	P04 端口作为通用输入口
	as RST	P04 端口作为复位脚
PWM 功能增强	使能	PWM 功能增强使能
	禁止	PWM 功能增强禁止
封装脚位	6 pin	6 脚封装
	8 pin	8 脚封装
	14 pin	14 脚封装
	16 pin	16 脚封装



CODE OPTION	选项	功能描述
LVD	LVR-L (LVR:2.0V)	LVR 选择 2.0V
	LVR (LVR:2.0V LVD24=2.1V)	LVR 选择 2.0V, LVD24 选择 2.1V
	LVR-M (LVR:2.0V LVD24=2.4V)	LVR 选择 2.0V, LVD24 选择 2.4V
	LVR (LVR:2.0V LVD24=2.7V)	LVR 选择 2.0V, LVD24 选择 2.7V
	LVR (LVR:2.0V LVD24=3.0V)	LVR 选择 2.0V, LVD24 选择 3.0V
	LVR (LVR:2.1V LVD36=3.6V)	LVR 选择 2.1V, LVD36 选择 3.6V
	LVR-H (LVR:2.4V LVD36=3.6V)	LVR 选择 2.4V, LVD36 选择 3.6V
	LVR (LVR:2.7V LVD36=3.6V)	LVR 选择 2.7V, LVD36 选择 3.6V
	LVR (LVR:3.0V LVD36=3.6V)	LVR 选择 3.0V, LVD36 选择 3.6V
	LVR (LVR:2.1V LVD36 禁止)	LVR 选择 2.1V, LVD36 禁止
	LVR (LVR:2.4V LVD36 禁止)	LVR 选择 2.4V, LVD36 禁止
	LVR (LVR:2.7V LVD36 禁止)	LVR 选择 2.7V, LVD36 禁止
	LVR (LVR:3.0V LVD36 禁止)	LVR 选择 3.0V, LVD36 禁止
	LVD-S (LVR:3.6V)	LVR 选择 3.6V



5. 电气特性

5.1 极限参数

工作温度.....	-40°C~85°C
存储温度.....	-65°C~150°C
输入电压.....	V _{ss} -0.3V~V _{dd} +1V
输出电压.....	V _{ss} -0.3V~V _{dd} +1V
工作电压.....	1.8V~5.5V

5.2 直流电气特性

(V_{DD}=5V, 工作温度=25°C, 除非另有情况说明)

符号	参数说明	条件	最小	典型	最大	单位
IRC1	IRC1 (校正后)	OPTION 选择 1MHz	-	1	-	MHz
IRC2	IRC2 (校正后)	OPTION 选择 8MHz	-	8	-	MHz
IRC3	IRC3 (校正后)	OPTION 选择 16MHz	-	16	-	MHz
IRC4	IRC4 (校正后)	OPTION 选择 32MHz	-	32	-	MHz
I _{OH1}	输出高电平驱动	I _{oh} =4.4V	12 (P04)	19	20	mA
I _{OL1}	输出低电平驱动	I _{ol} =0.6V	15 (P04)	24	25	mA
I _{PH}	上拉电流	上拉使能, 输入接地	55	56	75	μA
I _{PL}	下拉电流	下拉使能, 输入接 VDD	53	55	56	μA
I _{sb1}	绿色模式功耗 1	从低速模式进入绿色模式	2	3	5	μA
I _{sb2}	绿色模式功耗 2	普通模式 (16M) 进入绿色模式	280	283	300	μA
I _{sb3}	绿色模式功耗 3	普通模式 (4M) 进入绿色模式	110	120	130	μA
I _{lb1}	低速模式功耗	从低速模式进入绿色模式	4	5	6	μA
I _{Lb1}	睡眠模式功耗 1	常规睡眠	-	-	1	μA
I _{Lb2}	睡眠模式功耗 2	开 LVD 睡眠	2	3	6	μA
I _{op1}	工作电流 1 (VDD=5V)	IRC=32MHz 8clock	-	1.6	-	mA
I _{op2}	工作电流 2 (VDD=5V)	IRC=16MHz 8clock	-	0.9	-	mA
I _{op3}	工作电流 3 (VDD=5V)	IRC=16MHz 16clock	-	0.6	-	mA
I _{op4}	工作电流 4 (VDD=5V)	IRC=8MHz 4clock	-	0.8	-	mA
I _{op5}	工作电流 5 (VDD=5V)	IRC=1MHz 4clock	-	0.2	-	mA
I _{op6}	工作电流 6 (VDD=5V)	XT=16MHz 4clock	-	1.8	-	mA
I _{op8}	工作电流 8 (VDD=5V)	XT=32.768KHz 4clock	-	13	-	μA
LVR	低电压复位电压	选择 LVR 复位点	V _{lvr} -0.2	V _{lvr}	V _{lvr} +0.2	V
LVD	低压检测电压	选择检测点为 V _{lvd}	V _{lvd} -0.2	V _{lvd}	V _{lvd} +0.2	V

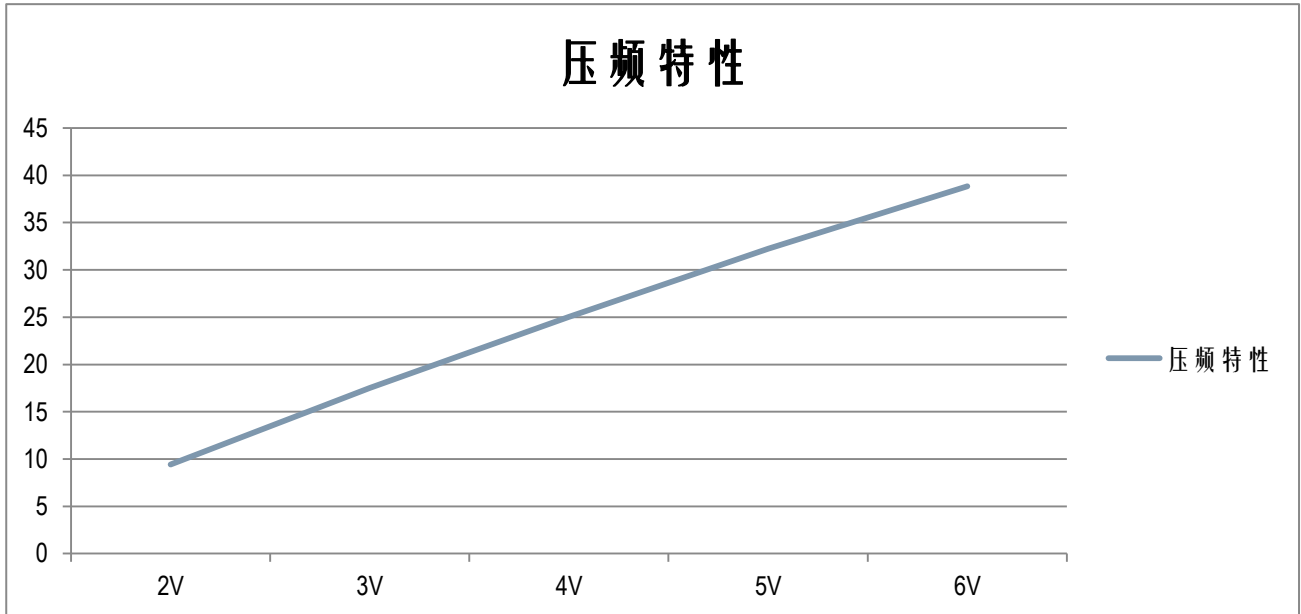


5.3 特性曲线图

本章所列的曲线图仅作设计参考,其中给出的部分数据可能超出了芯片指定的工作范围,为保证芯片的正常工作,请严格参照电气特性说明。

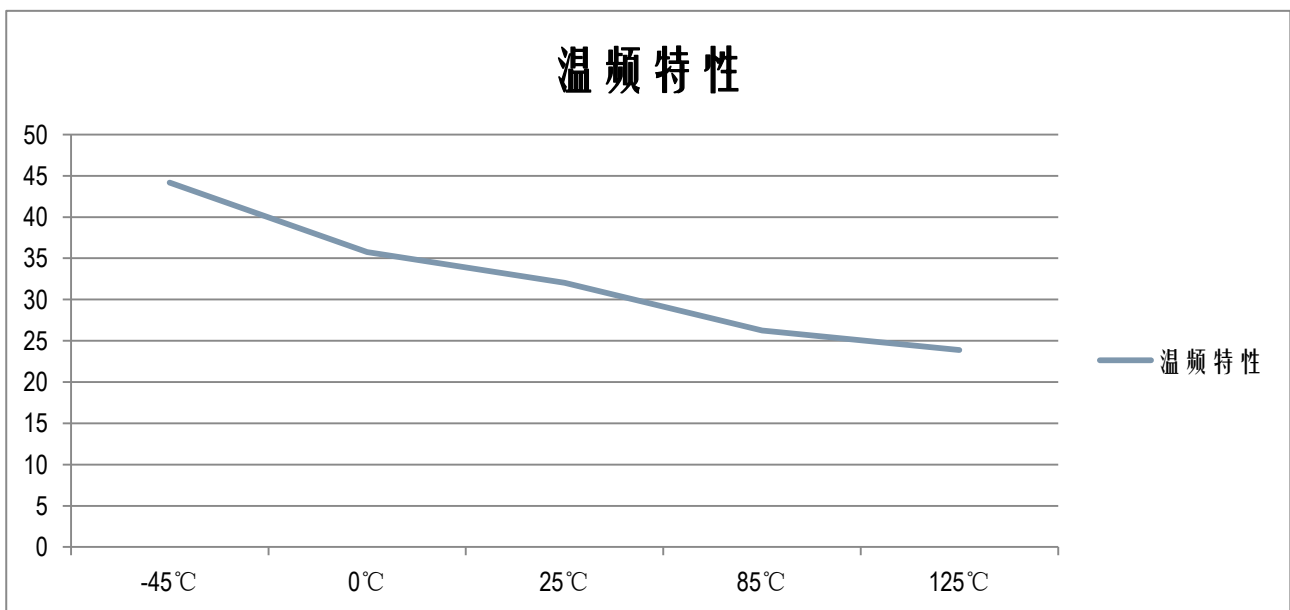
5.3.1 内部低速 RC 振荡器 32KHz-压频特性曲线

工作温度在 25°C 条件下: (单位 Khz)



5.3.2 内部低速 RC 振荡器 32KHz-温频特性曲线

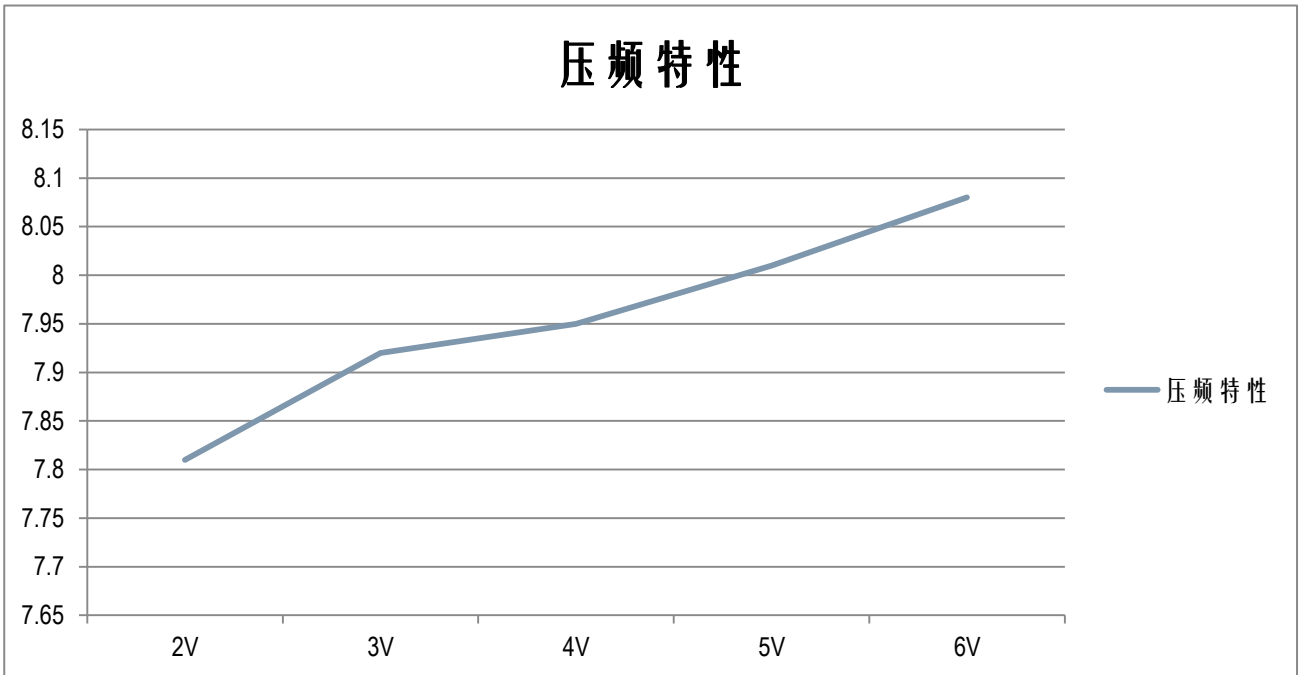
工作电压在 5V 条件下: (单位 Khz)





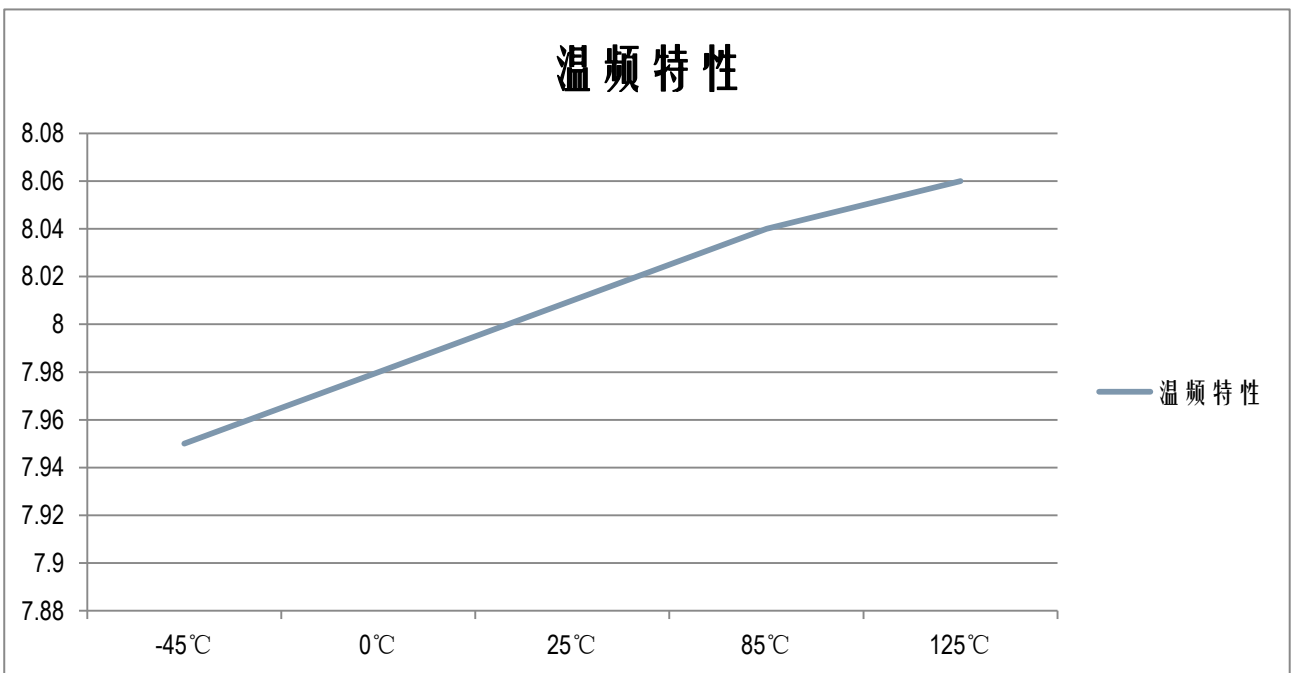
5.3.3 内部 8Mhz RC 振荡器-压频特性曲线

工作温度在 25°C 条件下：（单位 Mhz）



5.3.4 内部 8Mhz RC 振荡器-温频特性曲线

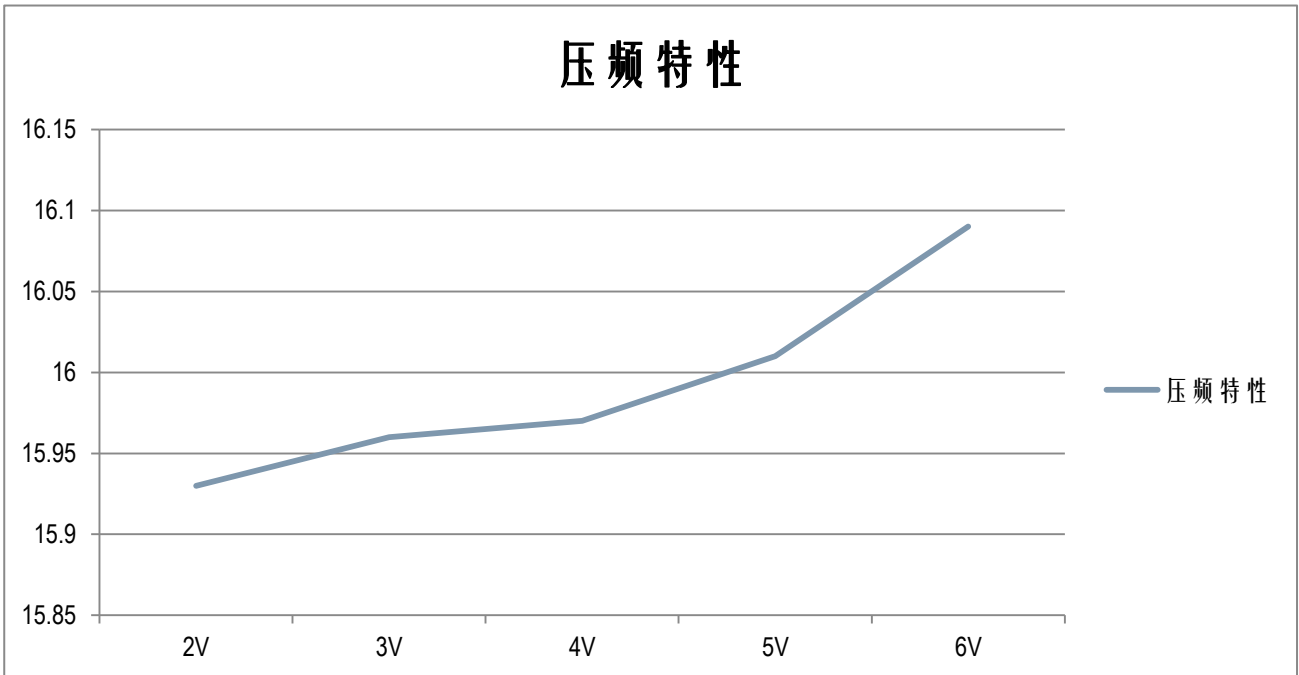
工作电压在 5V 条件下：（单位 Mhz）





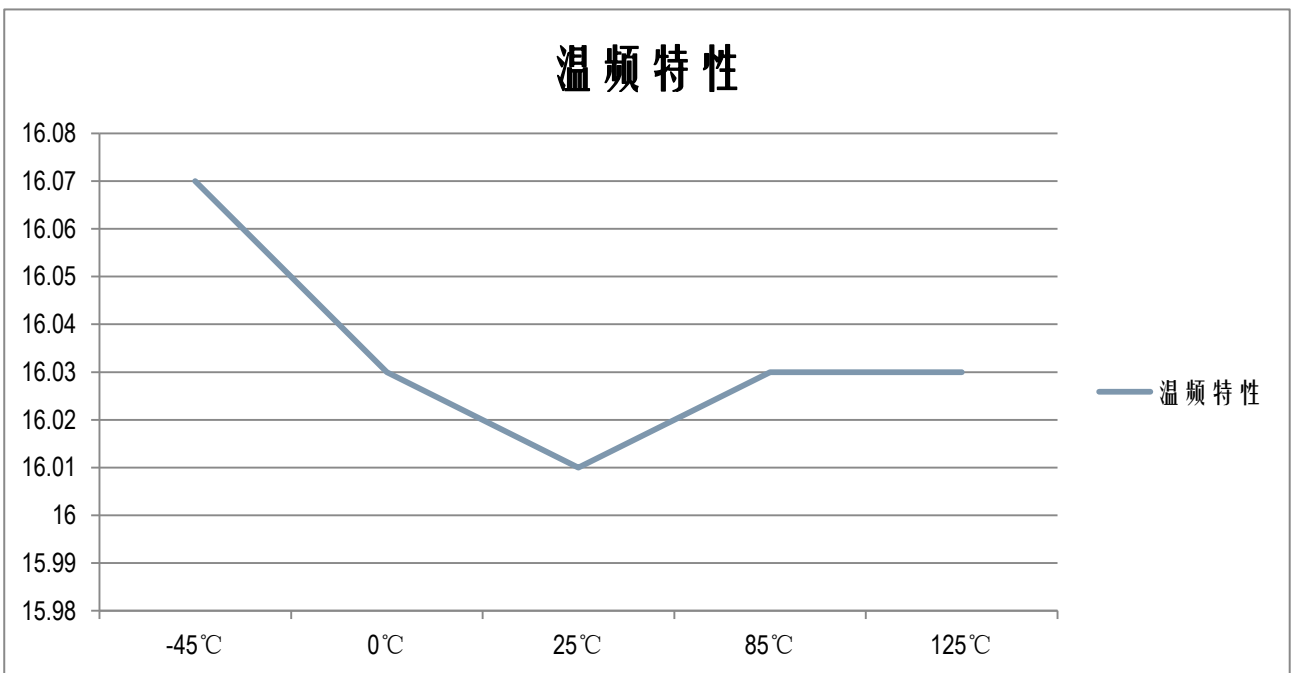
5.3.5 内部 16Mhz RC 振荡器-压频特性曲线

工作温度在 25°C 条件下：（单位 Mhz）



5.3.6 内部 16Mhz RC 振荡器-温频特性曲线

工作电压在 5V 条件下：（单位 Mhz）





5.4 IRC 频率修调参数说明

IRC 修调值 (十六进制)	IRC 8MHz 修调比值 (以 8MHz 为基数的百分比)
00	-25.25%
01	-24.75%
02	-24.63%
03	-24.38%
04	-24.13%
05	-23.88%
06	-23.50%
07	-23.25%
08	-22.88%
09	-22.63%
0A	-22.38%
0B	-21.88%
0C	-21.63%
0D	-21.25%
0E	-21.00%
0F	-20.75%
10	-20.50%
11	-20.25%
12	-19.88%
13	-19.50%
14	-19.13%
15	-18.88%
16	-18.63%
17	-18.38%
18	-18.00%
19	-17.50%
1A	-17.13%
1B	-16.88%
1C	-16.63%
1D	-16.38%
1E	-16.13%
1F	-15.88%
20	-15.38%
21	-15.00%
22	-14.63%
23	-14.13%
24	-13.88%
25	-13.50%
26	-13.13%
27	-12.75%



28	-12.38%
29	-12.00%
2A	-11.50%
2B	-11.13%
2C	-10.88%
2D	-10.38%
2E	-9.88%
2F	-9.38%
30	-8.88%
31	-8.50%
32	-8.13%
33	-7.63%
34	-7.25%
35	-6.88%
36	-6.38%
37	-6.00%
38	-5.50%
39	-5.13%
3A	-4.63%
3B	-4.13%
3C	-3.63%
3D	-3.25%
3E	-2.88%
3F	-2.38%
40	-2.00%
41	-1.38%
42	-0.88%
43	-0.38%
44	0.12%
45	0.63%
46	1.13%
47	1.63%
48	2.13%
49	2.63%
4A	3.13%
4B	3.62%
4C	4.25%
4D	4.75%
4E	5.25%
4F	5.75%
50	6.38%
51	6.88%
52	7.38%
53	8.00%



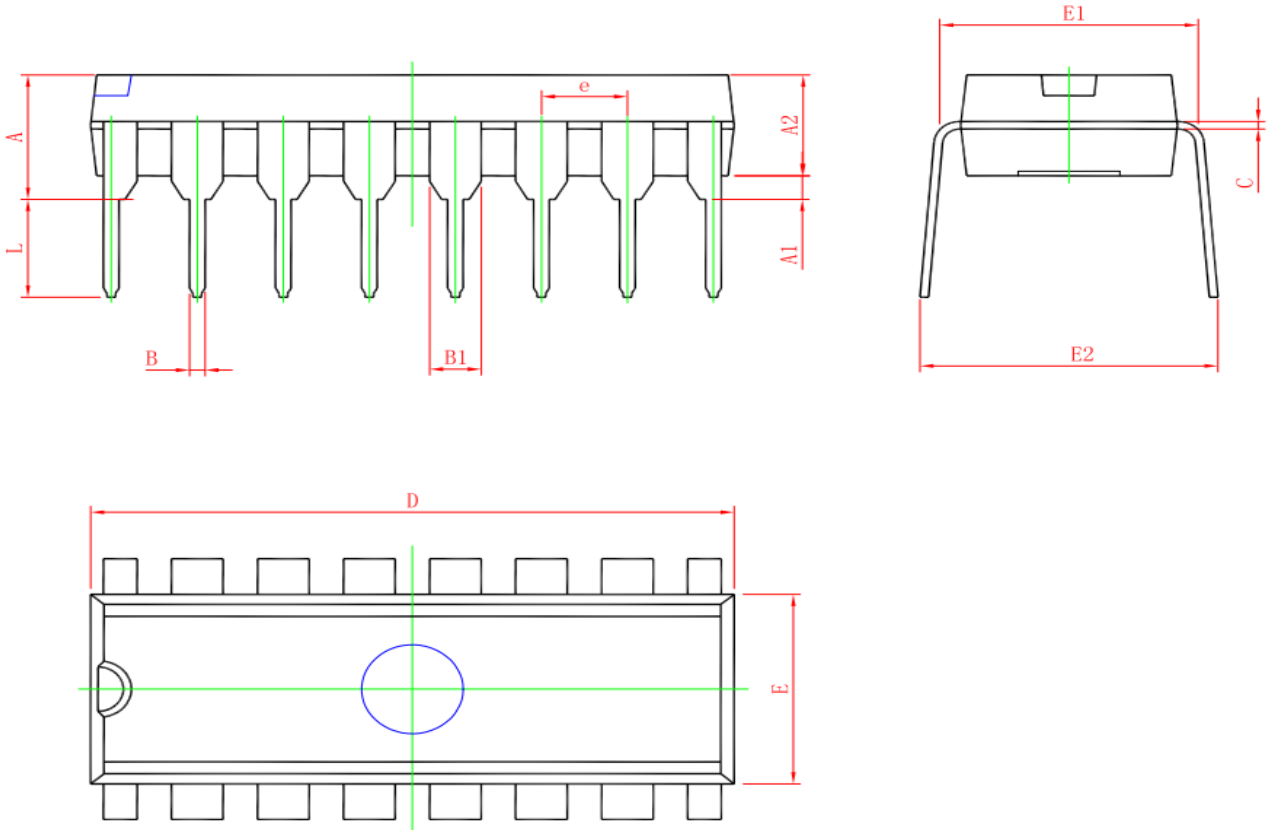
54	8.50%
55	9.00%
56	9.50%
57	10.13%
58	10.88%
59	11.63%
5A	12.38%
5B	13.00%
5C	13.63%
5D	14.25%
5E	14.88%
5F	15.50%
60	16.13%
61	16.88%
62	17.75%
63	18.50%
64	19.25%
65	20.13%
66	20.88%
67	21.50%
68	22.25%
69	22.88%
6A	23.63%
6B	24.50%
6C	25.13%
6D	25.88%
6E	26.75%
6F	27.63%
70	28.50%
71	29.38%
72	30.13%
73	31.13%
74	32.00%
75	32.75%
76	33.63%
77	34.63%
78	35.75%
79	36.63%
7A	37.63%
7B	38.63%
7C	39.63%
7D	40.50%
7E	41.38%
7F	42.88%



6. 封装尺寸

6.1 16PIN 封装尺寸

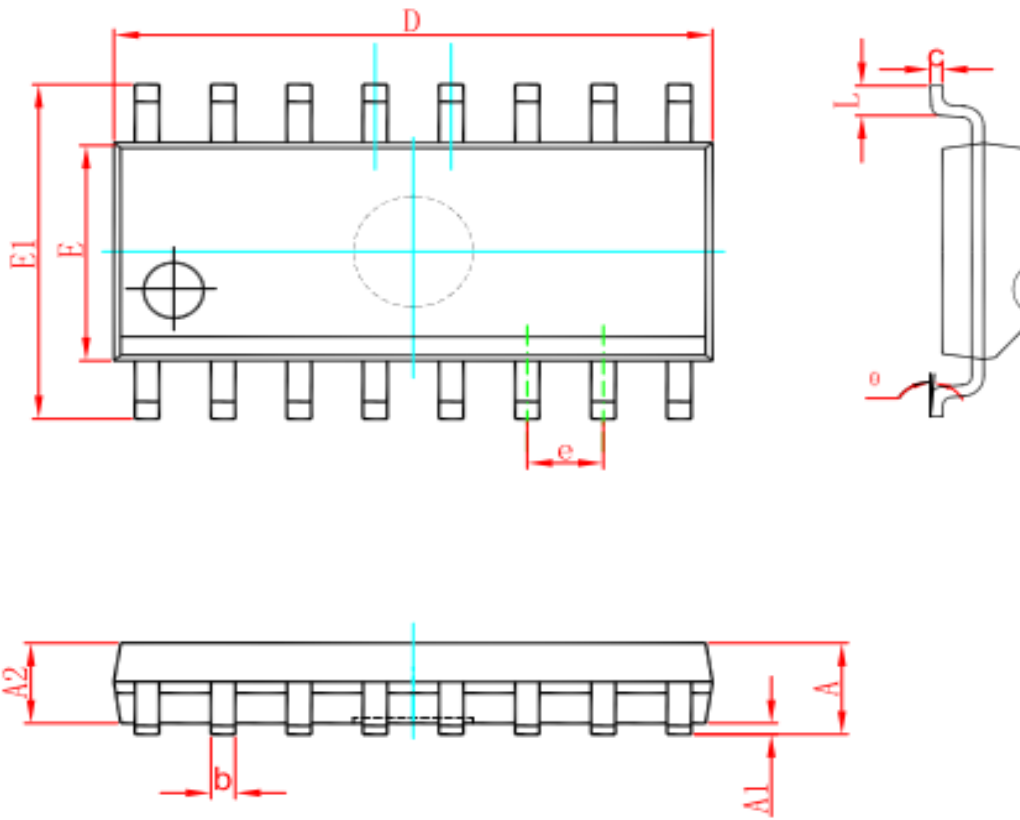
DIP16



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min.	Max.	Min.	Max.
A	3.710	4.310	0.146	0.170
A1	0.510		0.020	
A2	3.200	3.600	0.126	0.142
B	0.380	0.570	0.015	0.022
B1	1.524(BSC)		0.060(BSC)	
C	0.204	0.360	0.008	0.014
D	18.800	19.200	0.740	0.756
E	6.200	6.600	0.244	0.260
E1	7.320	7.974	0.288	0.314
e	2.540(BSC)		0.100(BSC)	
L	3.000	3.600	0.118	0.142
E2	8.400	9.000	0.331	0.354



SOP16

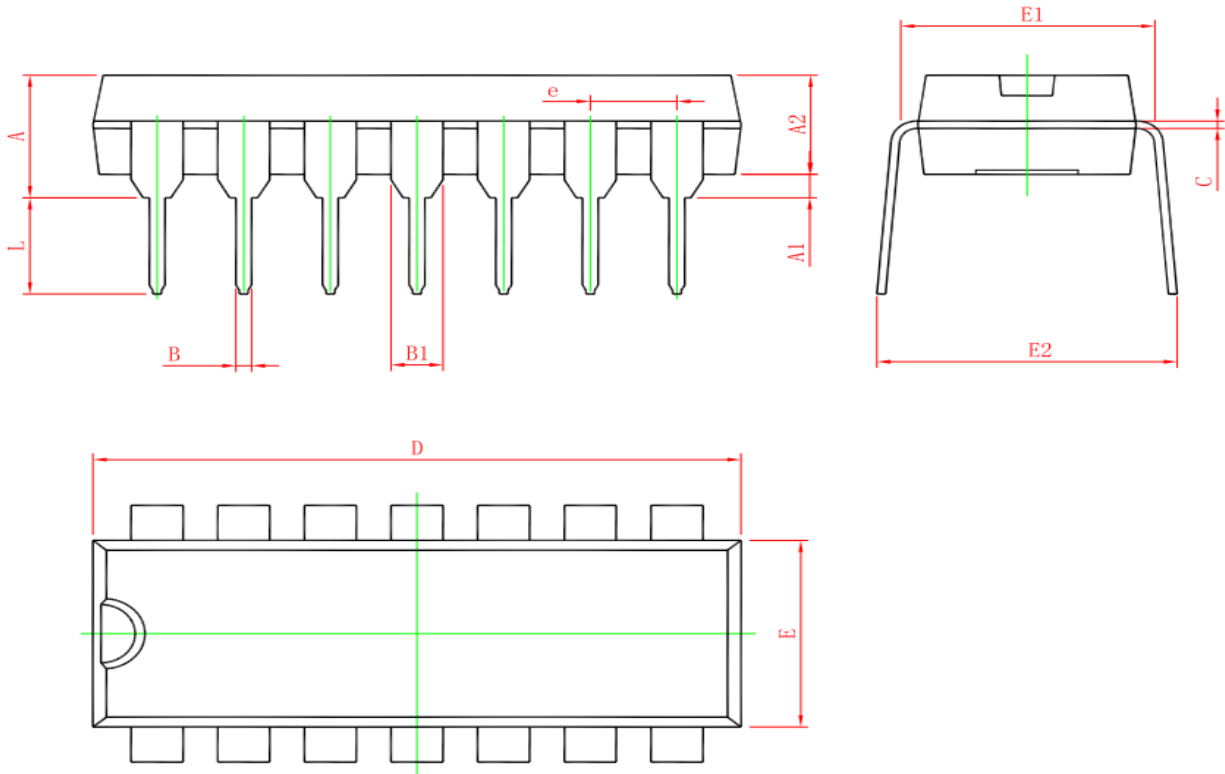


Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	1.350	1.750	0.053	0.069
A1	0.100	0.250	0.004	0.010
A2	1.350	1.550	0.053	0.061
b	0.330	0.510	0.013	0.020
c	0.170	0.250	0.007	0.010
D	9.800	10.200	0.386	0.402
E	3.800	4.000	0.150	0.157
E1	5.800	6.200	0.228	0.244
e	1.270 (BSC)		0.050 (BSC)	
L	0.400	1.270	0.016	0.050
θ	0°	8°	0°	8°



6.2 14PIN 封装尺寸

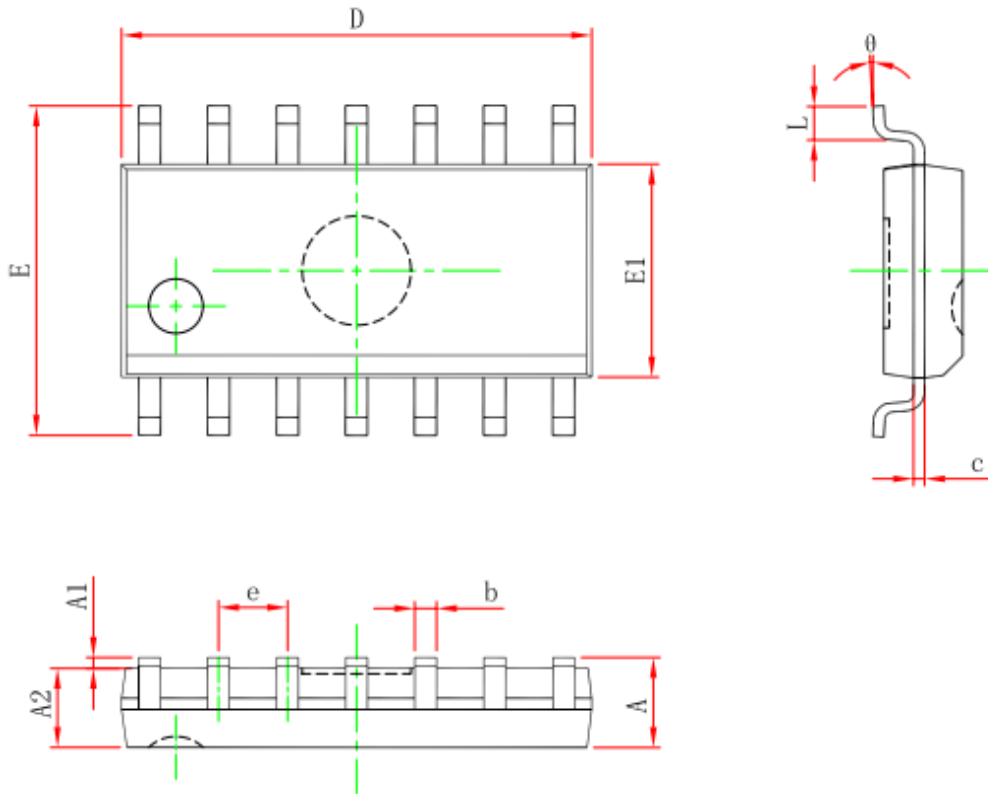
DIP14



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min.	Max.	Min.	Max.
A	3.710	4.310	0.146	0.170
A1	0.510		0.020	
A2	3.200	3.600	0.126	0.142
B	0.380	0.570	0.015	0.022
B1	1.524(BSC)		0.060(BSC)	
C	0.204	0.360	0.008	0.014
D	18.800	19.200	0.740	0.756
E	6.200	6.600	0.244	0.260
E1	7.320	7.974	0.288	0.314
e	2.540(BSC)		0.100(BSC)	
L	3.000	3.600	0.118	0.142
E2	8.400	9.000	0.331	0.354



SOP14

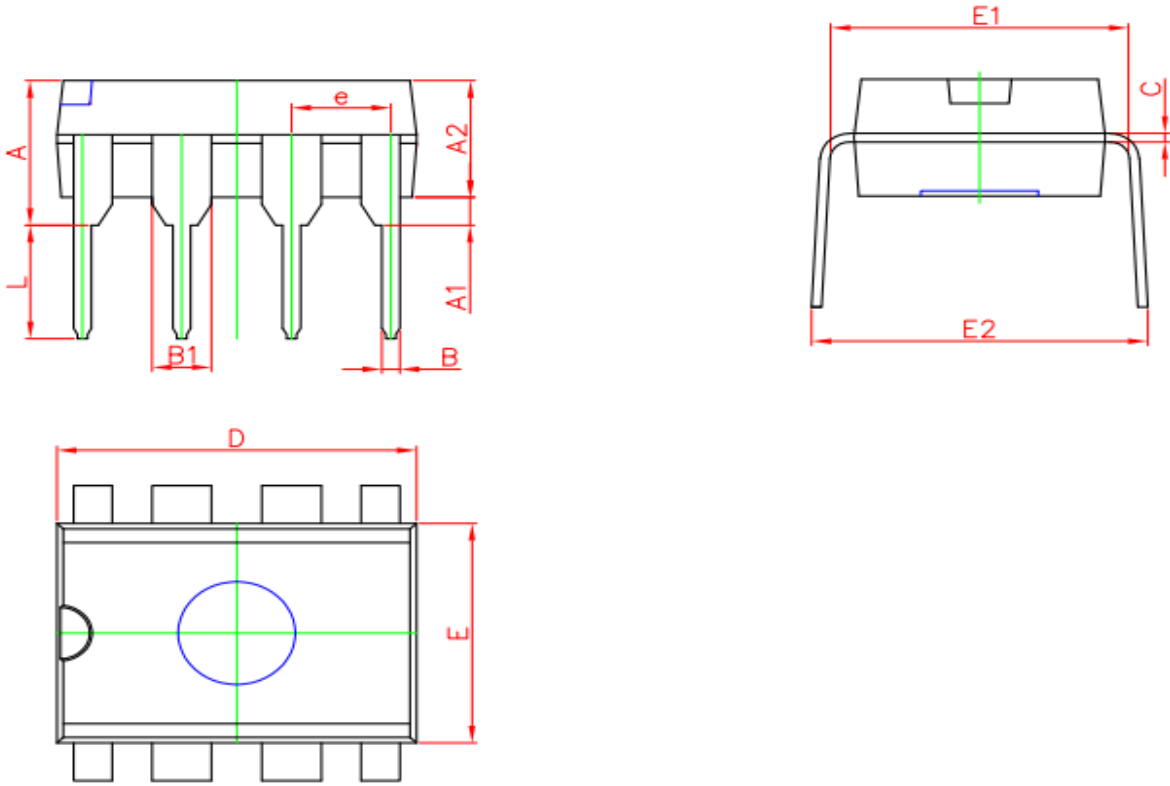


Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	--	1.750	--	0.069
A1	0.100	0.250	0.004	0.010
A2	1.250	--	0.049	--
b	0.310	0.510	0.012	0.020
c	0.100	0.250	0.004	0.010
D	8.450	8.850	0.333	0.348
E	5.800	6.200	0.228	0.244
E1	3.800	4.000	0.150	0.157
e	1.270(BSC)		0.050(BSC)	
L	0.400	1.270	0.016	0.050
θ	0°	8°	0°	8°



6.3 8PIN 封装尺寸

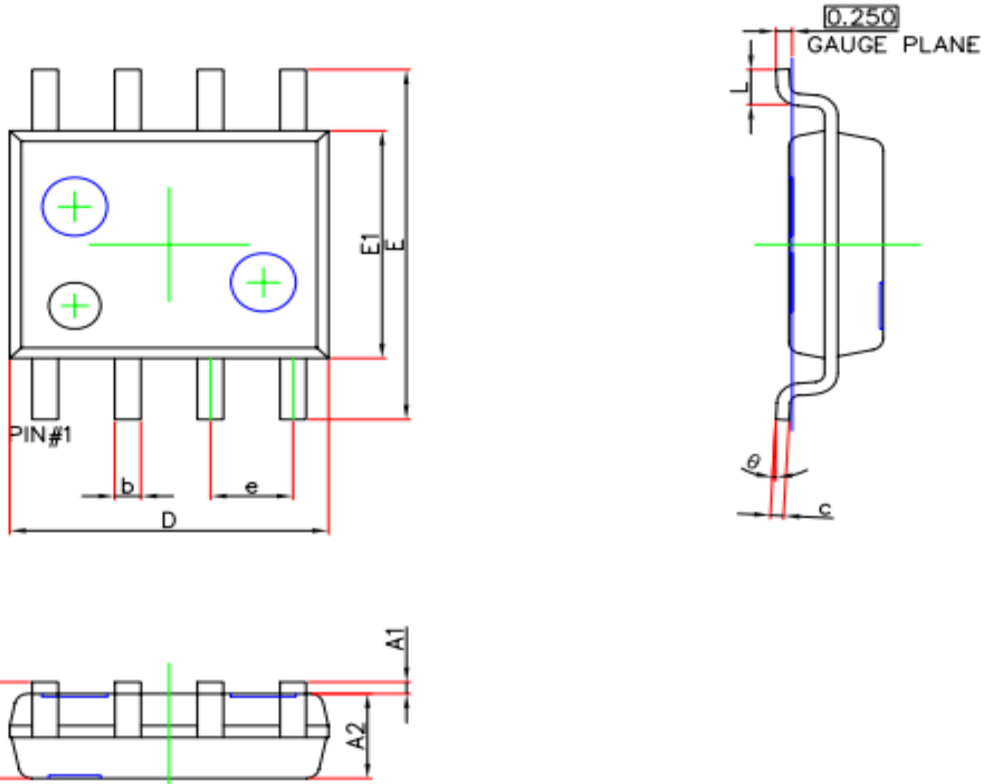
DIP8



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min.	Max.	Min.	Max.
A	3.710	4.310	0.146	0.170
A1	0.510		0.020	
A2	3.200	3.600	0.126	0.142
B	0.380	0.570	0.015	0.022
B1	1.524(BSC)		0.060(BSC)	
C	0.204	0.360	0.008	0.014
D	9.000	9.400	0.354	0.370
E	6.200	6.600	0.244	0.260
E1	7.320	7.950	0.288	0.313
e	2.540(BSC)		0.100(BSC)	
L	3.000	3.600	0.118	0.142
E2	8.400	9.000	0.331	0.354



SOP8



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min.	Max.	Min.	Max.
A	1.450	1.750	0.057	0.069
A1	0.100	0.250	0.004	0.010
A2	1.350	1.550	0.053	0.061
b	0.330	0.510	0.013	0.020
c	0.170	0.250	0.007	0.010
D	4.700	5.100	0.185	0.201
E	5.800	6.200	0.228	0.244
E1	3.800	4.000	0.150	0.157
e	1.270(BSC)		0.050(BSC)	
L	0.400	1.270	0.016	0.050
θ	0°	8°	0°	8°



6.4 6PIN 封装尺寸

SOT23-6

