

MC32T8132 用户手册

SinoMCU 8 位单片机

2018/05/10



SINO MCU
晟矽微电子

上海晟矽微电子股份有限公司

Shanghai SinoMCU Microelectronics Co., Ltd.

本公司保留对产品在可靠性、功能和设计方面的改进作进一步说明的权利
设计规格书的更改，恕不另行通知

目录

1	产品简介	4
1.1	产品特性	4
1.2	订购信息	6
1.3	MC32T8132 与 MC20P7012B 对比表	7
1.4	系统框图	8
1.5	引脚排列	9
1.6	引脚说明	11
2	中央处理器	12
2.1	指令集	12
2.2	程序存储器 (MTP)	15
2.3	数据存储器	16
2.4	堆栈	17
2.5	烧录配置选项	18
2.6	控制寄存器	20
3	系统时钟	23
3.1	外接晶体振荡器	23
3.2	内置高频 RC 振荡器	24
3.3	内置低频 RC 振荡器	24
3.4	工作模式	25
3.5	低功耗模式	27
4	复位	28
4.1	上电复位	29
4.2	外部复位	29
4.3	掉电复位	29
4.4	看门狗复位	29
5	IO 口	30
5.1	IO 工作模式	30
5.2	上下拉电阻控制	32
5.3	IO 复用列表	34
6	模数转换 ADC	35
6.1	数模转换介绍	35
6.2	模数转换设置步骤	35
6.3	模数转换相关寄存器	36
7	定时器	40
7.1	看门狗定时器 WDT	40
7.2	定时器 T0	40
7.3	定时器 T1	43
7.4	定时器 T2	45
8	触摸按键功能	48
8.1	触摸模块操作步骤	49
8.2	触摸模块相关寄存器	50
9	发光二极管 (LED) 驱动	53

9.1	LED 功能描述	53
9.2	LED 原理图	53
9.3	LED 相关寄存器	54
10	时钟输出 (CLKO)	57
10.1	时钟输出介绍	57
10.2	时钟输出寄存器	57
11	中断	58
11.1	外中断	58
11.2	定时器中断	58
11.3	触摸计数器中断	58
11.4	ADC 转换中断	58
11.5	中断相关寄存器	59
12	电气参数	61
12.1	极限参数	61
12.2	直流特性参数	61
12.3	ADC 特性参数	63
12.4	交流电气参数	64
13	封装外形尺寸	65
14	特性曲线	67
14.1	IO 口低电平驱动电流 VS 输出电平	67
14.2	IO 口高电平驱动电流 VS 输出电平	67
14.3	IO 口上拉电阻 VS 电源电压	68
14.4	IO 口下拉电阻 VS 电源电压	68
14.5	内部低频 RC 频率 VS 电源电压	69
14.6	内部低频 RC 动态功耗 VS 电源电压	69
14.7	内部低频 RC 动态功耗 VS 温度	70
14.8	内部低频 RC 静态功耗 VS 电源电压	70
14.9	外部 32768Hz 动态功耗 VS 电源电压	71
14.10	外部 32768Hz 动态功耗 VS 温度	71
14.11	外部 32768Hz 静态功耗 VS 电源电压	72
14.12	休眠模式功耗 VS 温度	72
14.13	常温内部高频 HIRC 电压频率 VS 电源电压	73
14.14	常压内部高频 HIRC 频率 VS 温度	73
14.15	AD 内部 4V 基准电压 VS 温度	74
14.16	AD 内部 3V 基准电压 VS 温度	74
14.17	AD 内部 2.1V 基准电压 VS 温度	75
14.18	最低工作电压 VS 系统时钟 Fcpu 关系图	76
15	版本修订记录	77

1 产品简介

1.1 产品特性

- ◇ 8 位 CPU 内核
 - ✓ 精简指令集
 - ✓ 高频模式下 8T/16T/32T/64T/128T/256T 可设；低频工作模式下为 2T
- ◇ 程序存储器空间 (MTP)
 - ✓ 4096*16 程序存储器空间
- ◇ 存储器
 - ✓ 8 级深度硬件堆栈
 - ✓ 通过 INDF3 可读取 ROM 区内容
 - ✓ 320 字节通用数据寄存器空间
- ◇ 4 组 26 位带上下拉功能 IO 口：P07-P00, P12-P10, P26-P20, P37-P30
- ◇ 8 个大电流 LED 口（自动扫描；8x8 输出，28pin 封装；4x8 输出，20pin 封装）
- ◇ 5 种工作模式
 - ✓ 高速运行模式：系统在高频时钟下运行
 - ✓ 低速运行模式：系统在低频时钟下运行
 - ✓ 休眠模式：所有振荡器停止运行
 - ✓ HOLD 模式 1：CPU 停止运行，高频振荡器工作
 - ✓ HOLD 模式 2：CPU 停止运行，高频振荡器停止工作，低频振荡器工作
- ◇ 内部自振式看门狗计数器 (WDT)
 - ✓ 可配置溢出时间：16ms/64ms/256ms/1024ms/2048ms/4096ms
 - ✓ 可配置工作模式
- ◇ 2 个带有 PWM、BUZ 和外部计数功能 8 位定时器，可设置溢出中断
 - ✓ 带有 7 位预分频器的 8 位递减计数器
 - ✓ 自动加载寄存器
 - ✓ 可配置 4 个时钟源：系统时钟、高频时钟、低频时钟和外部管脚
 - ✓ 8 位 PWM 脉宽设置寄存器（最小可调制脉宽宽度 62.5ns）
 - ✓ 溢出中断
 - ✓ BUZ 输出
- ◇ 1 个带有 TCC 功能 16 位定时器，可设置为触摸/定时功能，可设置溢出中断
 - ✓ 带有 7 位预分频器的 16 位递减计数器
 - ✓ 自动加载寄存器
 - ✓ 可配置 4 个时钟源：系统时钟、高频时钟、低频时钟和外部管脚
 - ✓ 溢出中断
 - ✓ 触摸/定时功能
- ◇ 两组 16 位触摸按键：
 - ✓ 第一组：KEY0-KEY3, KEY8-KEY11
 - ✓ 第二组：KEY4-KEY7, KEY12-KEY15
- ◇ 12 位高精度 ADC，16 路外部通道，4 路内部通道

- ✓ 基准源可选：正端基准（2.1V/3V/4V/VDD/VREFP），负端基准（GND/VREFN）
- ✓ 外部 16 路通道：AIN0-AIN15
- ✓ 内部 4 路通道可选：LDO，VDD/2，VDD/3，VDD/4
- ✓ 可配置 ADC 时钟：Fcpu/2，Fcpu/4，Fcpu/8，Fcpu/16
- ✓ 基准源输出（VR/VBG），可校准
- ◇ 外部中断
 - ✓ 2 路外部中断，INT0/INT1，可设为上升沿/下降沿/双沿中断，可唤醒
- ◇ 中断
 - ✓ INT0~1，定时器 0 中断，定时器 1 中断，定时器 2 中断，ADC 中断，触摸 0/1 中断，共 8 个中断
- ◇ 时钟振荡模式
 - ✓ 内嵌高频振荡器（16MHz，2%高精度）+ 外接低频晶体振荡器（32768Hz）
 - ✓ 外部高频振荡器（16MHz）+ 内嵌低频振荡器（32KHz）
 - ✓ 内嵌高频振荡器（16MHz，2%高精度）+ 内嵌低频振荡器（32KHz）
- ◇ 时钟输出功能（CLK0）
 - ✓ 时钟输出到 IO 口：频率可选（Fosc/2 ~ Fosc/128 和 4K）
- ◇ 6 级低电压复位 LVR
- ◇ 工作电压
 - ✓ 3.3V-5.5V @Fcpu=0~2MHz（内嵌高频振荡器）
 - ✓ 2.2V-5.5V @Fcpu=0~1MHz（内嵌高频振荡器）
- ◇ 封装形式：
 - ✓ SOP28, SOP20, DIP24, DIP20

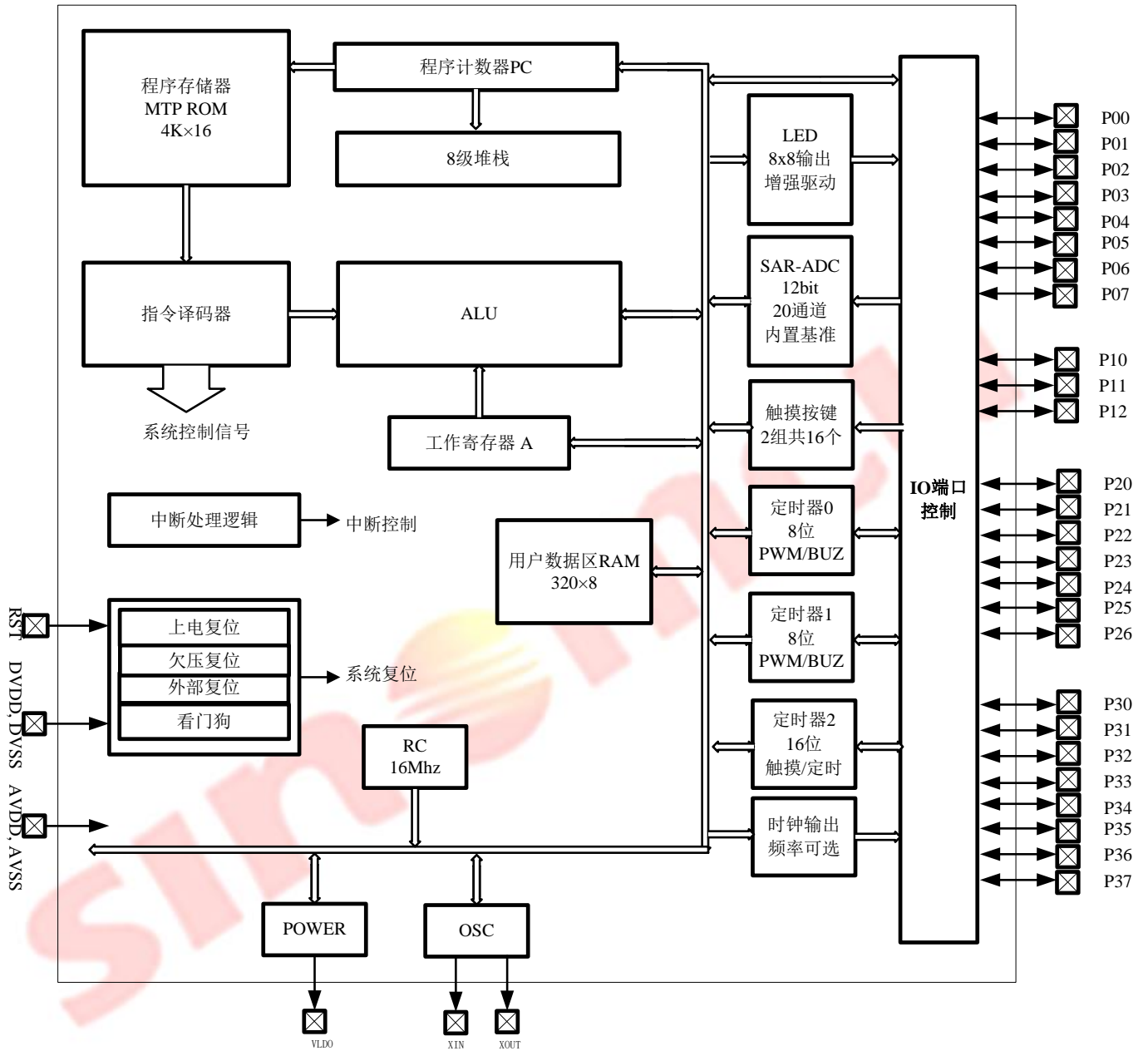
1.2 订购信息

产品名称	封装形式	其他
MC32T8132A0G	SOP28	
MC32T8132A0M	SOP20	
MC32T8132A0ZE	DIP24	
MC32T8132A0E	DIP20	

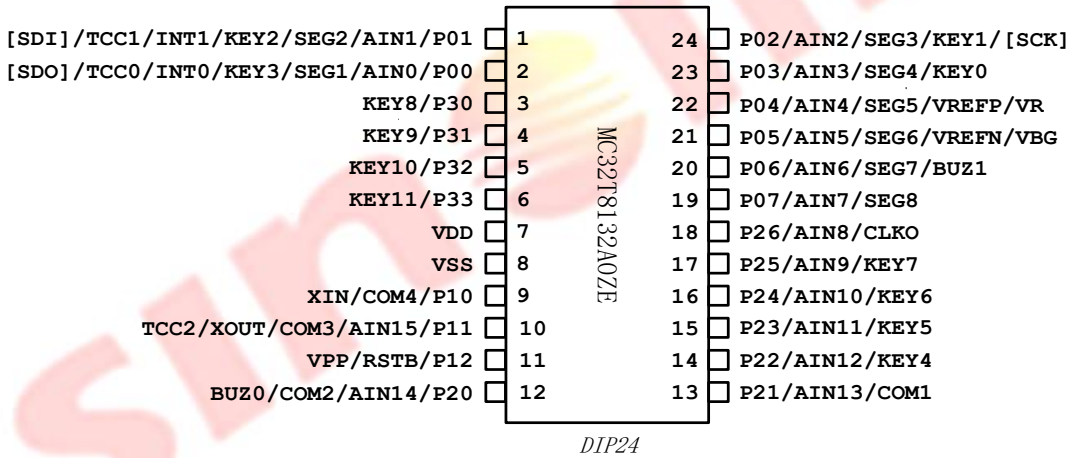
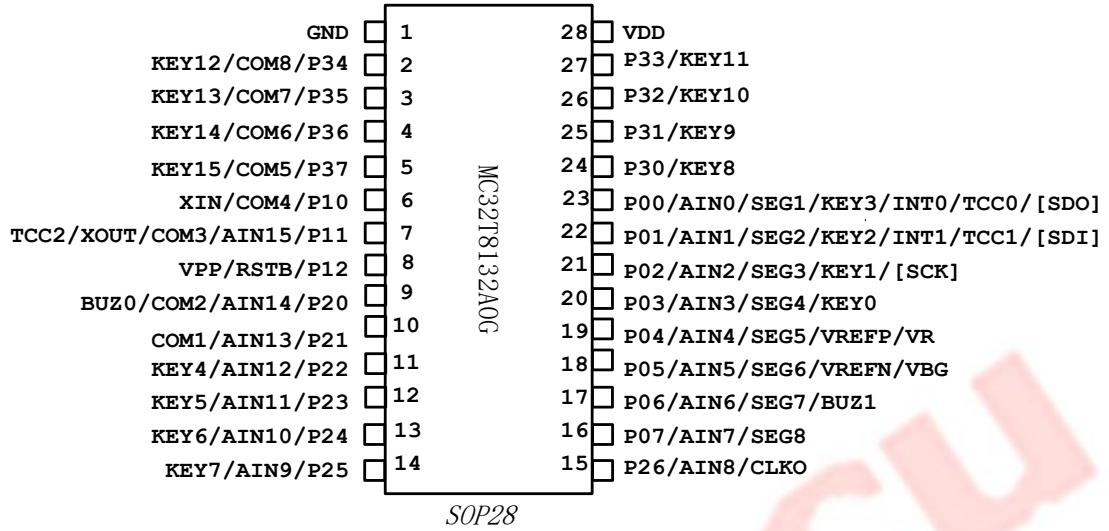
1.3 MC32T8132 与 MC20P7012B 对比表

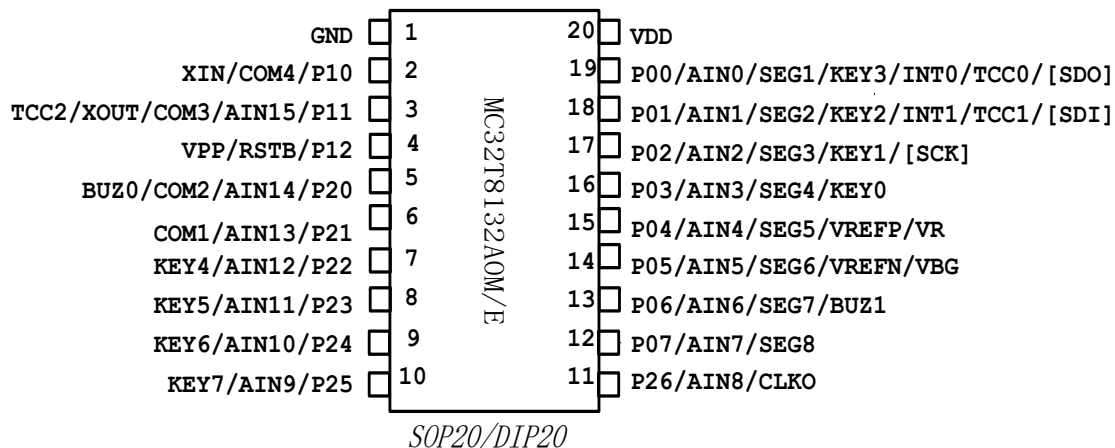
功能	MC20P7012B	MC32T8132
引脚	SOP(20/16/8)、DIP(20/16/8)	SOP(28/20)
IO	18 个 IO, 其中 1 个开漏	26 个 IO, 其中 1 个开漏, 8 个大电流驱动
指令集	HC05 系列 CISC 指令集	32 系列精简指令集
OTP/MTP	4K*8OTP	4K*16 MTP
RAM	208 字节	320 字节
堆栈	与 RAM 共用	8 级
烧录管脚	P02、P01、P00	P02、P01、P00
内部高频 HIRC 频率	8M±5%	16M±2%
内部低频 LIRC 频率	无	32K
TIMER	1 个基本定时器, 1 个 8 位 TIMER	2 个 8 位 TIMER 1 个 16 位 TIMER
PWM	1 路含 6+2 模式	2 路 8 位分辨率 PWM
PWM 最小脉宽	125ns	62.5ns
PWM 最高精度时的最低频率	125KHz	62.5KHz
LED 驱动	无	8×8 路 (COM 为大电流驱动)
TK	无	两组共 16 个触摸按键
CLK 输出	P26 端口, 固定为时钟源 8 分频	P26 端口, 8 种分频可选
工作电压	2.7V-5.5V @Fcpu=0~8MHz 2.2V-5.5V @Fcpu=0~4MHz	3.3V-5.5V @Fcpu=0~2MHz 2.2V-5.5V @Fcpu=0~1MHz
POR 电压	2.0V	1.6V
LVR 电压	2 级 2.1V/3.6V	8 级 1.6V/1.8V/2.0V/2.2V/ 2.4V/2.6V/3.0V/3.6V
STOP 功耗, 关闭 LVR	<1uA	<1uA
LVR 功耗	<1uA	<1uA
ADC 时钟源	FCPU	FCPU
ADC 时钟频率	随 FCPU 改变 (4 种分频)	随 FCPU 改变 (4 种分频)
ADC 参考电压	内部 VDD	外部/内部 VDD/2.1V/3V/4
AD 转换时钟	51ADCLK	16~27ADCLK 可选择
ADC 通道	9 路外部	16 路外部, LDO, 1/2VDD, 1/3VDD, 1/4VDD,
ADC 精度	10 位分辨率, 8 位精度	12 位分辨率, 9 位精度
中断源	两路外部中断源 (INT0、INT1) 定时器 0 中断 PWM 中断	两路外部中断源 (INT0、INT1) 定时器 0、1、2 中断 AD 转换中断 触摸 0/1 中断

1.4 系统框图



1.5 引脚排列





1.6 引脚说明

引脚名	方向	功能描述
VDD	SOURCE	数字电源 注：在线烧录时，系统板VDD所加电容不得大于220uF。
VSS	SOURCE	地
VPP/RSTB/P10	I	编程高压输入,外部复位, 数字输入
AIN0-AIN15	I	AD模拟电压输入
VREFP, VREFN	I	ADC外部基准源输入
VR, VBG	O	ADC内部基准电压, ADC带隙基准
CLKO	O	Clock out 输出
KEY0-KEY15	I	触摸按键
COM1-COM8	O	LED模块com口, 大电流驱动
SEG1-SEG8	O	LED模块seg口
TCC0/1/2	I	T0/T1/T2外部时钟输入口
BUZ0/1	O	PWM/BUZ输出口
XIN-XOUT	I/O	外部振荡晶体管脚
P00-P07	I/O	GPIO(上拉电阻)
P10-P12		外部中断INT0~1 (P00, P01)
P20-P26		BUZ1/PWM1输出(P06)
P30-P37		BUZ0/PWM0输出(P20)

I/O 复用功能优先级顺序：

XIN/XOUT（外部振荡） > AIN（adc 端口） > KEY（触摸按键端口） > SEG/COM（LED 端口） > 其它（普通 I/O、TCC0/1/2、BUZ0/1）

2 中央处理器

2.1 指令集

MC32T8132 的指令是精简指令集。下表是指令汇总表。

助记符	说明	操作	周期数	影响
ADDAR R	寄存器 R 内容和 ACC 相加, 结果存到 ACC	$R+ACC \rightarrow ACC$	1	C, DC, Z
ADDRA R	寄存器 R 内容和 ACC 相加, 结果存到 R	$R+ACC \rightarrow R$	1	C, DC, Z
ADCAR R	带 C 标志的加法, 结果存到 ACC	$R+ACC+C \rightarrow ACC$	1	C, DC, Z
ADCRA R	带 C 标志的加法, 结果存到 R	$R+ACC+C \rightarrow R$	1	C, DC, Z
RSUBAR R	寄存器 R 内容和 ACC 相减, 结果存到 ACC	$R-ACC \rightarrow ACC$	1	C, DC, Z
RSUBRA R	寄存器 R 内容和 ACC 相减, 结果存到 R	$R-ACC \rightarrow R$	1	C, DC, Z
RSBCAR R	寄存器 R 内容和 ACC 相减(带 C 标志), 结果存到 ACC	$R-ACC-/C \rightarrow ACC$	1	C, DC, Z
RSBCRA R	寄存器 R 内容和 ACC 相减(带 C 标志), 结果存到 R	$R-ACC-/C \rightarrow R$	1	C, DC, Z
ASUBAR R	ACC 和寄存器 R 内容相减, 结果存到 ACC	$ACC-R \rightarrow ACC$	1	C, DC, Z
ASUBRA R	ACC 和寄存器 R 内容相减, 结果存到 R	$ACC-R \rightarrow R$	1	C, DC, Z
ASBCAR R	ACC 和寄存器 R 内容相减(带 C 标志), 结果存到 ACC	$ACC-R-/C \rightarrow ACC$	1	C, DC, Z
ASBCRA R	ACC 和寄存器 R 内容相减(带 C 标志), 结果存到 R	$ACC-R-/C \rightarrow R$	1	C, DC, Z
ANDAR R	寄存器 R 内容和 ACC 与操作, 结果存到 ACC	$R \text{ and } ACC \rightarrow ACC$	1	Z
ANDRA R	寄存器 R 内容和 ACC 与操作, 结果存到 R	$R \text{ and } ACC \rightarrow R$	1	Z
ORAR R	寄存器 R 内容和 ACC 或操作, 结果存到 ACC	$R \text{ or } ACC \rightarrow ACC$	1	Z
ORRA R	寄存器 R 内容和 ACC 或操作, 结果存到 R	$R \text{ or } ACC \rightarrow R$	1	Z
XORAR R	寄存器 R 内容和 ACC 异或操作, 结果存到 ACC	$R \text{ xor } ACC \rightarrow ACC$	1	Z
XORRA R	寄存器 R 内容和 ACC 异或操作, 结果存到 R	$R \text{ xor } ACC \rightarrow R$	1	Z
COMAR R	对 R 取反, 结果存到 ACC	R 取反 \rightarrow ACC	1	Z
COMR R	对 R 取反, 结果存到 R	R 取反 \rightarrow R	1	Z
CLRA	对 ACC 清零	$0 \rightarrow ACC$	1	Z
CLRR R	对 R 清零	$0 \rightarrow R$	1	Z
RLA	ACC 循环左移(带 C 标志)	$ACC[7] \rightarrow C$ $ACC[6:0] \rightarrow ACC[7:1]$ $C \rightarrow ACC[0]$	1	C
RLAR R	寄存器 R 循环左移(带 C 标志), 结果存到 ACC	$R[7] \rightarrow C$ $R[6:0] \rightarrow ACC[7:1]$ $C \rightarrow ACC[0]$	1	C
RLR R	寄存器 R 循环左移(带 C 标志), 结果存到 R	$R[7] \rightarrow C$ $R[6:0] \rightarrow R[7:1]$	1	C

		C→R[0]		
RRA	ACC 循环右移(带 C 标志)	C→ACC[7] ACC[7:1]→ACC[6:0] ACC[0]→C	1	C
RRAR R	寄存器 R 循环右移(带 C 标志), 结果存到 ACC	C→ACC[7] R[7:1]→ACC[6:0] R[0]→C	1	C
RRR R	寄存器 R 循环右移(带 C 标志), 结果存到 R	C→R[7] R[7:1]→R[6:0] R[0]→C	1	C
SWAPAR R	交换 R 的高低字节, 结果存到 ACC	R[7:4]→ACC[3:0] R[3:0]→ACC[7:4]	1	-
SWAPR R	交换 R 的高低字节, 结果存到 R	R[7:4]→R[3:0] R[3:0]→R[7:4]	1	-
MOVAR R	将 R 存到 ACC	R→ACC	1	Z
MOVR R	将 R 存到 R	R→R	1	Z
MOVRA R	将 ACC 存到 R	ACC→R	1	-
INCA	ACC 自加 1	ACC+1→ACC	1	-
INCAR R	R 加 1, 结果存到 ACC	R+1→ACC	1	Z
INCR R	R 加 1, 结果存到 R	R+1→R	1	Z
DECA	ACC 自减 1	ACC-1→ACC	1	-
DECAR R	R 减 1, 结果存到 ACC	R-1→ACC	1	Z
DECR R	R 减 1, 结果存到 R	R-1→R	1	Z
JZA	ACC 自加 1; 结果为 0, 则跳过下一条指令	ACC+1→ACC, 结果为 0, 则 PC+2→PC	1 或 2	-
JZAR R	R 加 1, 结果存到 ACC; 结果为 0, 则跳过下一条指令	R+1→ACC, 结果为 0, 则 PC+2→PC	1 或 2	-
JZR R	R 加 1, 结果存到 R; 结果为 0, 则跳过下一条指令	R+1→R, 结果为 0, 则 PC+2→PC	1 或 2	-
DJZA	ACC 自减 1; 结果为 0, 则跳过下一条指令	ACC-1→ACC, 结果为 0, 则 PC+2→PC	1 或 2	-
DJZAR R	R 减 1, 结果存到 ACC; 结果为 0, 则跳过下一条指令	R-1→ACC, 结果为 0, 则 PC+2→PC	1 或 2	-
DJZR R	R 减 1, 结果存到 R; 结果为 0, 则跳过下一条指令	R-1→R, 结果为 0, 则 PC+2→PC	1 或 2	-
BCLR R,b	对 R 的第 b 位清零	0→R[b]	1	-
BSET R,b	对 R 的第 b 位置 1	1→R[b]	1	-
JBCLR R,b	如 R 的第 b 位为 0, 则跳过下一条指令	如 R[b]=0, 则 PC+2→PC	1 或 2	-
JBSET R,b	如 R 的第 b 位为 1, 则跳过下一条指令	如 R[b]=1, 则 PC+2→PC	1 或 2	-

ADDAI K	立即数 K 和 ACC 相加, 结果存到 ACC	$K+ACC \rightarrow ACC$	1	C, DC, Z
ISUBAI K	立即数和 ACC 相减, 结果存到 ACC	$K-ACC \rightarrow ACC$	1	C, DC, Z
ISBCAI K	立即数和 ACC 相减(带 C 标志), 结果存到 ACC	$K-ACC-/C \rightarrow ACC$	1	C, DC, Z
ASUBAI K	ACC 和立即数相减, 结果存到 ACC	$ACC-K \rightarrow ACC$	1	C, DC, Z
ASBCAI K	ACC 和立即数相减(带 C 标志), 结果存到 ACC	$ACC-K-/C \rightarrow ACC$	1	C, DC, Z
ANDAI K	立即数 K 和 ACC 与操作, 结果存到 ACC	$K \text{ and } ACC \rightarrow ACC$	1	Z
ORAI K	立即数 K 和 ACC 或操作, 结果存到 ACC	$K \text{ or } ACC \rightarrow ACC$	1	Z
XORAI K	立即数和 ACC 异或, 结果存到 ACC	$K \text{ xor } ACC \rightarrow ACC$	1	Z
MOVAI K	将立即数存到 ACC	$K \rightarrow ACC$	1	-
RETAI K	从子程序返回, 并将立即数存到 ACC	TOS \rightarrow PC $K \rightarrow ACC$	2	-
RETURN	从子程序返回	TOS \rightarrow PC	2	-
RETIE	从中断返回	TOS \rightarrow PC $1 \rightarrow GIE$	2	-
CALL K	子程序调用	PC+1 \rightarrow TOS $K \rightarrow PC$	2	-
GOTO K	无条件跳转	$K \rightarrow PC$	2	-
NOP	空操作	空操作	1	-
DAA	加法后, 将 ACC 的值调整到十进制	ACC(十六进制) \rightarrow ACC(十进制)	1	C
DSA	减法后, 将 ACC 的值调整到十进制	ACC(十六进制) \rightarrow ACC(十进制)	1	-
CLRWDT	清看门狗定时器	$0 \rightarrow WDT$	1	TO, PD
STOP	进入休眠模式	$0 \rightarrow WDT$ 进入休眠模式	1	TO, PD

2.2 程序存储器 (MTP)

4K*16BIT 的程序存储器空间，程序存储器空间 (0000H - 0FFFH) 可通过 INDF3 间接访问

复位向量 (0000H)
通用程序区 (0001H - 0007H)
中断向量 (0008H)
通用程序区 (0009H - 0FFFH)
厂商保留区 (1000H - 7FFFH)
OPBIT0 (8000H)
OPBIT1 (8001H)
OPBIT2 (8002H)
OPBIT3 (8003H)
OPBIT4 (8004H)

例:通过 INDF3 访问 $FSR1*256+FSR0$ 指向的程序存储器中内容, 高 8 位存放在数据寄存器区 11H, 低 8 位存放在数据寄存器区 10H

```

MOVAI    55H
MOVRA    FSR0    ; 将 55H 写入 FSR0
MOVAI    01H
MOVRA    FSR1    ; 将 01H 写入 FSR1
MOVAR    INDF3   ; 读取  $FSR1*256+FSR0$  指向 (0155H) 程序存储器
                ; 的内容, 其中高 8 位放在 HIBYTE 寄存器, 低 8
                ; 位放在 A 寄存器
MOVRA    10H     ; 低 8 位放到数据寄存器 10H 地址
MOVAR    HIBYTE  ; 从 HIBYTE 读取高 8 位
MOVRA    11H     ; 高 8 位放到数据寄存器 11H 地址
    
```

2.3 数据存储器

数据寄存器分为两个区，快速通用寄存器区GPR（256Byte空间）和特殊功能寄存器区SFR，具体地址分配参照下表。

数据存储器区地址映射表:

	0/8	1/9	2/A	3/B	4/C	5/D	6/E	7/F
000H – 0FFH	通用数据区(INDF0/INDF2)							
100H – 13FH	通用数据区(INDF1/INDF2)							
100H - 19FH	保留							
1A0H – 1A7H	INDF0	INDF1	INDF2	HIBYTE	FSR0	FSR1	PCL	PFLAG
1A8H – 1AFH	MCR	INDF3	INTE	INTF	OSCM	CLKO		
1B0H - 1B7H	IOP0	OEP0	PUP0	PDP0	IOP1	OEP1	PUP1	PDP1
1B8H - 1BFH	IOP2	OEP2	PUP2	PDP2	IOP3	OEP3	PUP3	PDP3
1C0H - 1C7H	T0CR	T0CNT	T0LOAD	T0DATA	T1CR	T1CNT	T1LOAD	T1DATA
1C8H - 1CFH	T2CR	T2CNTH	T2CNTL	T2LOADH	T2LOADL			
1D0H – 1D7H	TK0CR0	TK0CR1	TK0CR2	TK0CNTH	TK0CNTL			
1D8H – 1DFH	TK1CR0	TK1CR1	TK1CR2	TK1CNTH	TK1CNTL			
1E0H – 1E7H	ADCR0	ADCR1	ADCR2	ADIO0	ADIO1	ADRH	ADRL	
1E8H – 1EFH	LEDDS1	LEDDS2	LEDDS3	LEDDS4	LEDDS5	LEDDS6	LEDDS7	LEDDS8
1F0H – 1F7H	LEDCR0	LEDCR1	LEDIOS0	LEDIOS1	LEDDRV			
1F8H – 1FFH								

注：上表中灰色部分数据存储器地址未用，读出数据为0；网线部分为测试模式寄存器，该寄存器只在测试模式下有效。

数据寄存器地址组成

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	寻址方式
0	0	0	0	0	0	0	来自指令的 9 位地址								直接寻址模式	
0	0	0	0	0	0	0	0	FSR0								间接寻址模式 0
0	0	0	0	0	0	0	1	FSR1								间接寻址模式 1
FSR1							FSR0								间接寻址模式 2	

直接寻址模式:以指令的低9位作为数据存储器地址

例:通过直接寻址模式把 55H 数据写入 10H 地址

MOVAI 55H
MOVRA 10H ; 把数据 55H 写入 10H 地址数据存储器中

间接寻址模式0:当访问INDF0时，FSR0作为数据存储器地址

例:通过间接寻址模式 0 把 55H 数据写入 10H 地址

MOVAI	10H
MOVRA	FSR0
MOVAI	55H
MOVRA	INDF0 ; 把数据 55H 写入 FSR0 指向数据存储器中

间接寻址模式1:当访问INDF1时，FSR1作为数据存储器地址

例:通过间接寻址模式 1 把 55H 数据写入 110H 地址

MOVAI	10H
MOVRA	FSR1
MOVAI	55H
MOVRA	INDF1 ; 把数据 55H 写入 FSR1 指向数据存储器中

间接寻址模式2:当访问INDF2时，FSR1*256+FSR0作为数据存储器地址

例:通过间接寻址模式 2 把 55H 数据写入 0110H 地址数据存储器

MOVAI	10H
MOVRA	FSR0
MOVAI	01H
MOVRA	FSR1
MOVAI	55H
MOVRA	INDF2 ; 把数据 55H 写入 FSR1*256+FSR0 指向数据存储器中

2.4 堆栈

8级堆栈深度，当程序响应中断或执行子程序调用指令时CPU会将PC自动压栈；当运行子程序返回指令时，栈顶数据赋予PC。

2.5 烧录配置选项

用户配置字简称OPBIT是MTP中的3个特殊字，用于对系统功能进行配置。OPBIT在烧写用户程序时通过专用烧写器来设置。MC32T8132的OPBIT定义如下。

OPBIT0:

位	符号	功能说明
BIT[1:0]	WDTC	WDT 工作模式控制位 00: 始终关闭看门狗 01: 休眠模式下关闭看门狗 1X: 始终开启看门狗
BIT13, BIT[3:2]	WDTT	WDT 溢出时间选择位 010: 上电延时=WDT 溢出时间=64Ms 011: 上电延时=WDT 溢出时间=256Ms 110: 上电延时=64Ms, WDT 溢出时间=2048Ms 111: 上电延时=256Ms, WDT 溢出时间=4096Ms
BIT[6:4]	FCPUS	高速模式 Fcpu 速度选择 010: 机器周期 Fcpu 为 8 个高速时钟周期 Fhosc/Fhirc 011: 机器周期 Fcpu 为 16 个高速时钟周期 Fhosc/Fhirc 100: 机器周期 Fcpu 为 32 个高速时钟周期 Fhosc/Fhirc 101: 机器周期 Fcpu 为 64 个高速时钟周期 Fhosc/Fhirc 110: 机器周期 Fcpu 为 128 个高速时钟周期 Fhosc/Fhirc 111: 机器周期 Fcpu 为 256 个高速时钟周期 Fhosc/Fhirc
BIT[7]	MCLRE	外部复位使能位 0: 不使能外部复位, P12 作为 IO 1: 使能外部复位, P12 作为复位引脚
BIT[9:8]	FOSCS	时钟选择位 00: 内部高频+内部低频 01: 内部高频+外部低频 1x: 外部高频+内部低频
BIT[12:10]	VLVRS	系统复位电压选择位 010: LVR 电压=2.0V 011: LVR 电压=2.2V 100: LVR 电压=2.4V 101: LVR 电压=2.6V 110: LVR 电压=3.0V 111: LVR 电压=3.6V
BIT[14]	未用	-
BIT[15]	ENCR	代码加密选项 0: 使能代码加密 1: 不使能代码加密

OPBIT1:

位	符号	功能说明
BIT[7:0]	OSCCAL	内部 16M 高频振荡器频率校准位, 产品出厂前厂家已写入
BIT[9:8]	VLDO	触摸按键模块工作电压选择位 00: 2.1V 01: 2.4V 10: 2.7V 11: 3.0V
BIT[15:10]	保留	

OPBIT2:

位	符号	功能说明
BIT[4:0]	ADVR2 [4:0]	AD 2.1V 基准校准位, 产品出厂前厂家已写入
保留		
BIT[14:9]	TMPADJ[5:0]	内部高频振荡器温度校准位, 产品出厂前厂家已写入
BIT[15]	VDSEL	内部高频振荡器电压选择位, 产品出厂前厂家已写入 1:1.9V 0:1.7V

OPBIT3:

位	符号	功能说明
BIT[6:0]	ADVR3 [6:0]	AD 3.0V 基准校准位, 产品出厂前厂家已写入
BIT[15:7]	ADVR4 [8:0]	AD 4.0V 基准校准位, 产品出厂前厂家已写入

OPBIT4:

位	符号	功能说明
BIT[15:0]	LOCK	程序空间块加密位与代码块读加密使能位: 每位可控制一个块 (256 个字) 的加密, 加密后, 不能编程不能读取, 0 为加密, 1 为不加密。 同时每位可控制一个块(256 个字), BIT0 控制地址 0000H-00FFH, 以此类推; 当通过 INDF3 读程序区时, 如果 INDF3 指向的代码块读加密位被置为“0”, 则当前 PC 地址和 INDF3 指向地址处于同一块时可以读取; 如果当前 PC 地址和 INDF3 指向地址不处于同一块时不能读取数据, 读回的数据为全零

注: “保留”指该位有某些特殊功能, 用户不能随意更改; “未用”指该位无功能

2.6 控制寄存器

MC32T8132全部控制寄存器列在下表中，具体功能详见各功能模块的说明。

间接寻址寄存器0

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
INDF0	INDF07	INDF06	INDF05	INDF04	INDF03	INDF02	INDF01	INDF00
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
初始值	X	X	X	X	X	X	X	X

BIT[7:0] INDF0[7:0] – 间接寻址寄存器 0

INDF0: INDF0 不是物理寄存器，对 INDF0 寻址时间上是对 FSR0 指向的数据存储器地址进行访问，从而实现间接寻址模式。

间接寻址寄存器1

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
INDF1	INDF17	INDF16	INDF15	INDF14	INDF13	INDF12	INDF11	INDF10
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
初始值	X	X	X	X	X	X	X	X

BIT[7:0] INDF1[7:0] – 间接寻址寄存器 1

INDF1: INDF1 不是物理寄存器，对 INDF1 的寻址时间上是对 FSR1+256 指向的数据存储器地址进行访问，从而实现间接寻址模式。

间接寻址寄存器2

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
INDF2	INDF27	INDF26	INDF25	INDF24	INDF23	INDF22	INDF21	INDF20
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
初始值	X	X	X	X	X	X	X	X

BIT[7:0] INDF2[7:0] – 间接寻址寄存器 2

INDF2: INDF2 不是物理寄存器，对 INDF2 的寻址时间上是对 FSR1*256+FSR0 指向的数据存储器地址进行访问，从而实现间接寻址模式。

间接寻址寄存器3

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
INDF3	INDF37	INDF36	INDF35	INDF34	INDF33	INDF32	INDF31	INDF30
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
初始值	X	X	X	X	X	X	X	X

BIT[7:0] INDF3[7:0] – 间接寻址寄存器 3

INDF3: INDF3 不是物理寄存器，对 INDF3 的寻址时间上是对 FSR1*256+FSR0 指向的程序存储器地址进行访问，从而实现间接寻址模式。

注:对 INDF3 仅可进行使用读取指令(MOVAR INDF3)进行读取访问,读取内容高 8 位存放在 HIBYTE,低 8 位存放在 A 寄存器

字操作高8位缓冲器

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
HIBYTE	HIBYTE7	HIBYTE6	HIBYTE5	HIBYTE4	HIBYTE3	HIBYTE2	HIBYTE1	HIBYTE0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
初始值	X	X	X	X	X	X	X	X

BIT[7:0] **HIBYTE[7:0]** – 字操作高字节缓冲器

HIBYTE:对 INDF3 读取操作,用于存放 FSR1*256+FSR0 指向的程序存储器内容高 8 位数据。

数据指针寄存器0

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
FSR0	FSR07	FSR06	FSR05	FSR04	FSR03	FSR02	FSR01	FSR00
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
初始值	X	X	X	X	X	X	X	X

BIT[7:0] **FSR0[7:0]** – 数据指针寄存器 0

FSR0:间接寻址模式 0 指针或间接寻址模式 2、3 指针低 8 位。

数据指针寄存器1

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
FSR1	FSR17	FSR16	FSR15	FSR14	FSR13	FSR12	FSR11	FSR10
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
初始值	X	X	X	X	X	X	X	X

BIT[7:0] **FSR1[7:0]** – 数据指针寄存器 1

FSR1:间接寻址模式 1 指针或间接寻址模式 2、3 指针高位。

程序指针计数器低位

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
PCL	PC7	PC6	PC5	PC4	PC3	PC2	PC1	PC0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
初始值	0	0	0	0	0	0	0	0

BIT[7:0] **PC[7:0]** – 程序指针计数器低 8 位

程序指针计数器 (PC) 有以下几种操作模式

顺序运行指令: $PC=PC+1$

分支指令GOTO/CALL: $PC=$ 指令码低10位

子程序返回指令RETIE/RETURN/RETAI: $PC=$ 堆栈栈顶

对PCL操作指令: $PC = (PC[15:0]+A[7:0])$ (对PCL操作的加法指令)

$PC = \{PC[15:8], ALU[7:0]\}$ (ALU运算结果)} (对PCL操作的其它指令)

CPU状态寄存器

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
PFLAG	-	-	-	-	-	Z	DC	C
R/W	-	-	-	-	-	R/W	R/W	R/W
初始值	-	-	-	-	-	X	X	X

BIT[7:3] 未用

BIT[2] **Z** – 零标志

0: 算术或逻辑运算的结果不为零

1: 算术或逻辑运算的结果为零

BIT[1] **DC** – 半进位标志

0: 加法运算时低四位没有进位/减法运算时有向高四位借位

1: 加法运算时低四位有进位/减法运算时没有向高四位借位

BIT[0] **C** – 进位标志

0: 加法运算时没有进位/减法运算时有借位发生/移位后移出逻辑0

1: 加法运算时有进位/减法运算时没有借位发生/移位后移出逻辑1

杂用寄存器

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
MCR	GIE	-	TO	PD	MINT11	MINT10	MINT01	MINT00
R/W	R/W	-	R	R	R/W	R/W	R/W	R/W
初始值	0	-	0	0	0	0	0	0

BIT[7] **GIE** – 总中断使能

0: 屏蔽所有中断

1: 中断源是否产生中断由相应的控制位决定

BIT[5] **TO** – 看门狗溢出标志

0: 上电复位, 执行CLRWDWT或STOP指令

1: 发生WDT溢出

BIT[4] **PD** – 进入低功耗休眠模式标志

0: 上电复位, 执行CLRWDWT

1: 执行STOP指令

BIT[3:2] **MINT1** – 外部中断 1 模式寄存器

00: INT1 上升沿触发

01: INT1 下降沿触发

1x: INT1 电平变化触发

BIT[1:0] **MINT0** – 外部中断 0 模式寄存器

00: INT0 上升沿触发

01: INT0 下降沿触发

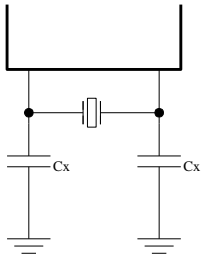
1x: INT0 电平变化触发

3 系统时钟

MC32T8132 为双时钟系统，可根据需要通过软件在高速时钟和低速时钟之间任意切换。高速时钟可选择外接高频振荡器或内置 16MHz 的高精度 RC 振荡器；低速时钟可选用外接 32768Hz 低频振荡器或内置低频 RC 振荡器。

系统选用高速时钟时 CPU 的机器周期 F_{cpu} 由 OPBIT 的 FCPUS 配置，选用低速时钟时 CPU 的机器周期 F_{cpu} 为 2 个低频振荡周期 $F_{osc}/Flirc$ 。

3.1 外接晶体振荡器



外部晶体有外接高频和外接低频两种振荡工作模式，连接方式见左图。高频晶体可选用 432KHz~16MHz，低频一般是接 32768Hz 晶体，通常 C_x 是必须的。在实际使用中，用户应使晶体离 OSC1、OSCO 引脚的距离尽可能短，这样有助于振荡器的起振和振荡的稳定性。

下表列出几种典型频率晶振选用电容 C_x 的推荐值和相应最低起振电压参考值。

晶体频率	电容 C_x (F)	最低起振电压 (V)
16MHz	10p	2.7
8MHz	15p	2.4
4MHz	15p/30p	2.2
455KHz	220p/470p	2.0
32768Hz	10p~30p	1.8

注：因为晶体的品牌很多，电容值仅为推荐值，起振电压仅供参考，具体参数请根据实际使用的晶振性能而定。

3.2 内置高频 RC 振荡器

MC32T8132 的内置高精度 16MHz RC 振荡器，该振荡器可用于系统高速时钟。

内部高频振荡器频率校准寄存器

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
OSCCAL	OSCCAL7	OSCCAL6	OSCCAL5	OSCCAL4	OSCCAL3	OSCCAL2	OSCCAL1	OSCCAL0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
初始值	X	X	X	X	X	X	X	X

BIT[7:0] OSCCAL[7:0] – 内部高频 RC 振荡器频率校准寄存器

芯片复位后，OSCCAL 自动加载出厂默认值，该默认值将内部高频 RC 振荡器频率调整到 16MHz，该寄存器允许用户通过程序进行修改，以满足客户的其它频率要求。

例：

INCR OSCCAL ； 频率在 16M 基础上增大 1 个步长
 DECR OSCCAL ； 频率在 16M 基础上减小 1 个步长

注：步长是非线性的，频率越高步长越小，频率越大步长越大，设计典型值为 **70KHz**，最大调节范围在 **10MHz~20MHz**（以实际芯片为准）。

3.3 内置低频 RC 振荡器

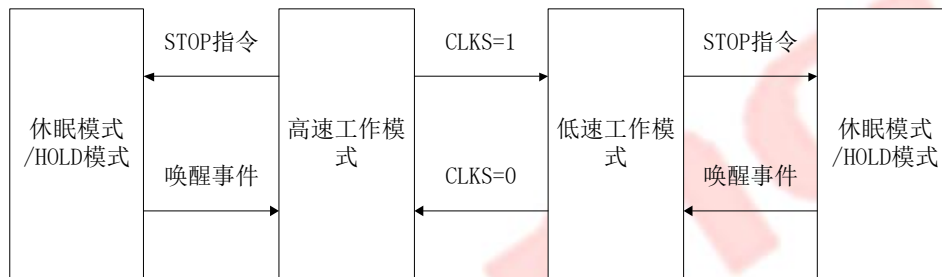
MC32T8132 的内置一个低频 RC 振荡器，该振荡器可用于系统低频时钟，同时用于上电延时、WDT。该振荡器频率典型值 32KHz。

3.4 工作模式

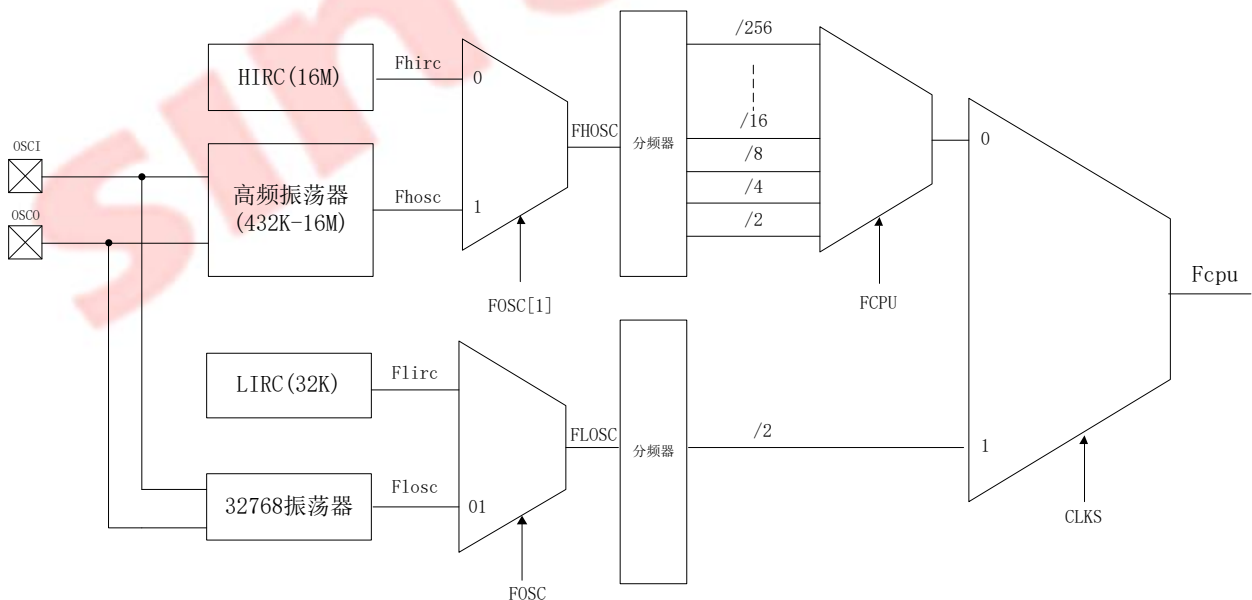
MC32T8132 支持高速工作模式、低速工作模式、休眠模式、HOLD 模式 1 和 HOLD 模式 2 共 5 种工作模式。

工作模式	进入条件
高速工作模式	系统时钟切换到高频振荡器 (CLKS=0)
低速工作模式	系统时钟切换到低频振荡器 (CLKS=1)
休眠模式	执行 STOP 指令, HFEN=0, LFEN=0
HOLD 模式 1	执行 STOP 指令, HFEN=1, LFEN=X (定时器可在高频时钟模式下继续工作, 溢出可唤醒)
HOLD 模式 2	执行 STOP 指令, HFEN=0, LFEN=1 (定时器可在低频时钟模式下继续工作, 溢出可唤醒)

工作模式间的切换



系统时钟选择



	高速工作模式	低速工作模式	休眠模式/HOLD 模式
高频振荡器	工作	HFEN 决定	HFEN 决定
低频振荡器	工作	工作	LFEN 决定
WDT 振荡器	工作	工作	WDTC 决定

注：当低频时钟选择为内部低频 RC 振荡器，则低频振荡器和 WDT 振荡器共用同一振荡器，低频振荡器工作或 WDT 振荡器工作都会使内部低频 RC 振荡器工作。

工作模式寄存器

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
OSCM	-	-	STBL	STBH	-	CLKS	LFEN	HFEN
R/W	-	-	R	R	-	R/W	R/W	R/W
初始值	-	-	X	1	-	0	0	0

BIT[7:6] 未用

BIT[5] **STBL** – 低频振荡器稳定标志

0: 低频振荡器停振或未稳定

1: 低频振荡器已稳定运行

BIT[4] **STBH** – 高频振荡器稳定标志

0: 高频振荡器停振或未稳定

1: 高频振荡器已稳定运行

BIT[3] 未用

BIT[2] **CLKS** – 系统工作时钟选择位

0: 高频时钟作为系统时钟

1: 低频时钟作为系统时钟

BIT[1] **LFEN** – 低频振荡器使能

0: 在休眠/HOLD模式下，低频振荡器停止工作

1: 低频振荡器始终工作

BIT[0] **HFEN** – 高频振荡器使能

0: 在低速/休眠/HOLD模式下，高频振荡器停止工作

1: 高频振荡器始终工作

3.5 低功耗模式

低功耗模式包括休眠模式、HOLD 模式 1、HOLD 模式 2。

STOP 指令可使 MCU 进入低功耗模式，同时对 MCU 会产生以下影响

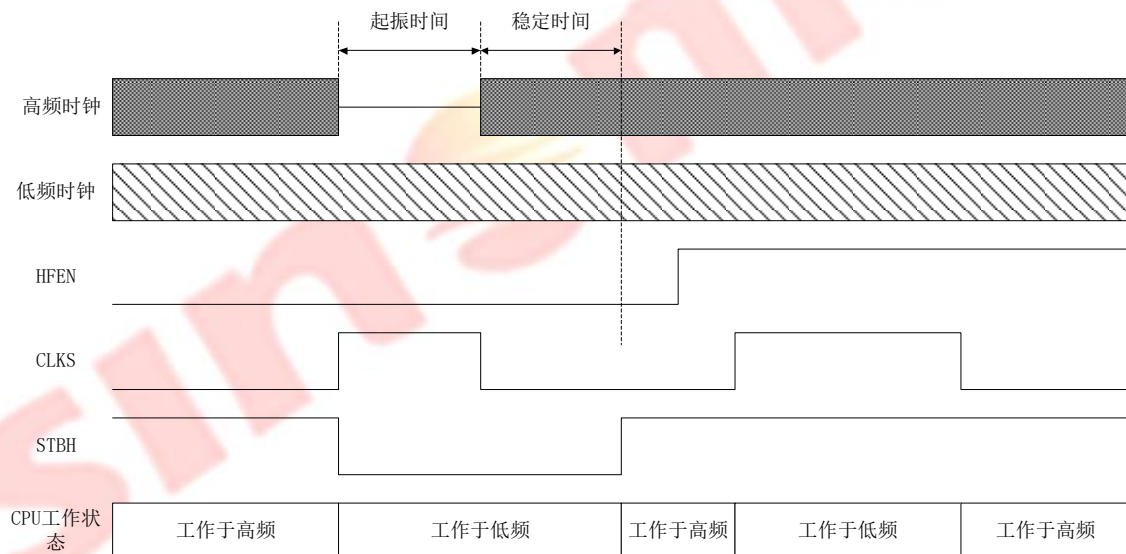
- ✧ 根据不同模式停止相应振荡器振荡
- ✧ RAM 内容保持不变
- ✧ 所有的输入输出端口保持不变
- ✧ 定时器 0、定时器 1 和定时器 2 根据其工作模式，可以保持继续工作

以下情况可使 MCU 退出低功耗模式

- ✧ 有外部中断请求发生
- ✧ 定时器 0、定时器 1 和定时器 2 计数溢出中断请求发生
- ✧ 有 WDT 溢出
- ✧ 复位

MCU 退出低功耗模式后，经过振荡等待（外部高/低频晶振等待 1024 个周期，内部高频等待 32 个周期，内部低频等待 16 个周期）然后开始工作。

高低速时钟切换时序图



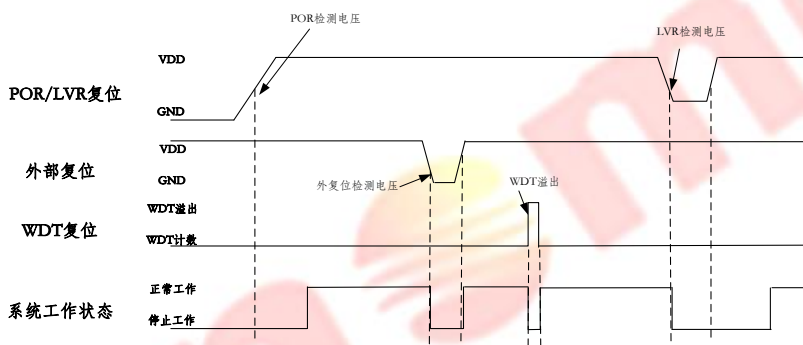
4 复位

MC32T8132 有四种可能的复位方式:

- ✓ 上电复位 POR
- ✓ 外部复位
- ✓ 掉电复位 LVR
- ✓ WDT 看门狗复位

任何一种复位发生时，系统将会重新从 0000H 地址处开始执行指令；另外系统还会将所有的寄存器重置为默认初始值。

上电复位和 LVR 复位会关闭系统主时钟的振荡器，复位解除后才重新打开振荡器，当系统主时钟选择外部高频晶体时，由于外部晶体振荡器起振和稳定需要一定的时间，所以系统会在上电延时后等待 1024 个高速时钟周期后开始重新工作，否则系统会在上电延时后即开始工作。外部复位和 WDT 复位不会关闭系统主时钟振荡器，所以系统会在上电延时后即开始工作。下图是复位产生和系统工作状态之间的关系示意图。



4.1 上电复位

MC32T8132 的上电复位电路可以适应快速、慢速上电的情况，并且当芯片上电过程中出现电源电压抖动时都能保证系统可靠的复位。

上电复位过程可以概括为以下几个步骤：

- (1) 检测系统工作电压，等待电压高于 V_{POR} 并保持稳定；
- (2) 如果外部复位功能开启，则需等待复位引脚电压高于 V_{IH} ；
- (3) 初始化所有寄存器；
- (4) 开启主时钟振荡器（如果选择外部高频晶振将等待 1024 个高频时钟周期）；
- (5) 上电结束，系统开始执行指令。

4.2 外部复位

外部复位功能是否开启可以通过 OPBIT 的 MCLRE 配置，选择外部复位功能后复位引脚的内部上拉电阻自动有效。外部复位引脚 RSTB 是施密特结构的，低电平有效。当外复位引脚为高电平时，系统正常运行；为低电平时，系统产生复位。

4.3 掉电复位

MC32T8132 的 LVR 电压有 6 级（详见烧录配置选项），通过 OPBIT 的 VLVS 进行配置。电压检测电路有一定的回滞特性，通常回滞电压为 0.05V 左右，则当电源电压下降到 LVR 时 LVR 复位有效，而电压需要上升到 $LVR+0.05V$ 时 LVR 复位才会解除。

4.4 看门狗复位

WDT 看门狗复位是一种对程序正常运行的保护机制。正常情况下，用户软件需要按时对 WDT 定时器进行清零操作，保证 WDT 不溢出。若出现异常状况，程序未按预想执行，出现程序跑飞的情况，那么 WDT 会出现溢出从而触发 WDT 复位，系统重新初始化，返回受控状态。

5 IO口

5.1 IO 工作模式

芯片共有 4 组 26 位普通端口 P07-P00, P12-P10, P26-P20, P37-P30; 1 位开漏输出端口 P12, 该口为高压输入口。

端口数据寄存器

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
IOP0	P07D	P06D	P05D	P04D	P03D	P02D	P01D	P00D
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
初始值	X	X	X	X	X	X	X	X

BIT[7:0] **P0nD** – P0 口数据位 (n=7-0)

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
IOP1	-	-	-	-	-	P12D	P11D	P10D
R/W	-	-	-	-	-	R/W	R/W	R/W
初始值	-	-	-	-	-	X	X	X

BIT[2:0] **P1nD** – P1 口数据位 (n=2-0)

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
IOP2	-	P26D	P25D	P24D	P23D	P22D	P21D	P20D
R/W	-	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
初始值	-	X	X	X	X	X	X	X

BIT[6:0] **P2nD** – P2 口数据位 (n=6-0)

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
IOP3	P37D	P36D	P35D	P34D	P33D	P32D	P31D	P30D
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
初始值	X	X	X	X	X	X	X	X

BIT[7:0] **P3nD** – P3 口数据位 (n=7-0)

端口方向寄存器

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
OEP0	P07OE	P06OE	P05OE	P04OE	P03OE	P02OE	P01OE	P00OE
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
初始值	0	0	0	0	0	0	0	0

BIT[7:0] **P0nOE** – P0 口输出使能寄存器 (n=7-0)

0:作为输入口, 读 P0 口读取端口状态

1:作为输出口, 读 P0 口读取 P0 口数据寄存器值

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
OEP1	-	-	-	-	-	P12OE	P11OE	P10OE
R/W	-	-	-	-	-	R/W	R/W	R/W
初始值	-	-	-	-	-	0	0	0

BIT[2:0] P1nOE – P1 口输出使能寄存器 (n=2-0)

0:作为输入口, 读 P1 口读取端口状态

1:作为输出口, 读 P1 口读取 P1 口数据寄存器值

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
OEP2	-	P26OE	P25OE	P24OE	P23OE	P22OE	P21OE	P20OE
R/W	-	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
初始值	-	0	0	0	0	0	0	0

BIT[6:0] P2nOE – P2 口输出使能寄存器 (n=6-0)

0:作为输入口, 读 P2 口读取端口状态

1:作为输出口, 读 P2 口读取 P2 口数据寄存器值

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
OEP3	P37OE	P36OE	P35OE	P34OE	P33OE	P32OE	P31OE	P30OE
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
初始值	0	0	0	0	0	0	0	0

BIT[7:0] P3nOE – P3 口输出使能寄存器 (n=7-0)

0:作为输入口, 读 P3 口读取端口状态

1:作为输出口, 读 P3 口读取 P3 口数据寄存器值

5.2 上下拉电阻控制

P0-P3 每位都有独立的上下拉控制寄存器位，控制其上下拉电阻在端口作为输入状态时是否有效，端口处于输出状态时，上下拉电阻控制位无效。

上拉电阻寄存器

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
PUP0	P07PU	P06PU	P05PU	P04PU	P03PU	P02PU	P01PU	P00PU
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
初始值	0	0	0	0	0	0	0	0

BIT[7:0] P0nPU – P0 口上拉电阻选择 (n=7-0)

0:P0n 上拉电阻无效

1:P0n 上拉电阻有效

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
PUP1	-	-	-	-	-	P12PU	P11PU	P10PU
R/W	-	-	-	-	-	R/W	R/W	R/W
初始值	-	-	-	-	-	0	0	0

BIT[2:0] P1nPU – P1 口上拉电阻选择 (n=2-0)

0:P1n 上拉电阻无效

1:P1n 上拉电阻有效

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
PUP2	-	P26PU	P25PU	P24PU	P23PU	P22PU	P21PU	P20PU
R/W	-	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
初始值	-	0	0	0	0	0	0	0

BIT[6:0] P2nPU – P2 口上拉电阻选择 (n=7-0)

0:P2n 上拉电阻无效

1:P2n 上拉电阻有效

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
PUP3	P37PU	P36PU	P35PU	P34PU	P33PU	P32PU	P31PU	P30PU
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
初始值	0	0	0	0	0	0	0	0

BIT[7:0] P3nPU – P3 口上拉电阻选择 (n=7-0)

0:P3n 上拉电阻无效

1:P3n 上拉电阻有效

下拉电阻寄存器

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
PDPO	P07PD	P06PD	P05PD	P04PD	P03PD	P02PD	P01PD	P00PD
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
初始值	0	0	0	0	0	0	0	0

BIT[7:0] P0nPD – P0 口下拉电阻选择 (n=7-0)

0:P0n 下拉电阻无效

1:P0n 下拉电阻有效

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
PDP1	-	-	-	-	-	P12PD	P11PD	P10PD
R/W	-	-	-	-	-	R/W	R/W	R/W
初始值	-	-	-	-	-	0	0	0

BIT[2:0] P1nPD – P1 口下拉电阻选择 (n=2-0)

0:P1n 下拉电阻无效

1:P1n 下拉电阻有效

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
PDP2	-	P26PD	P25PD	P24PD	P23PD	P22PD	P21PD	P20PD
R/W	-	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
初始值	-	0	0	0	0	0	0	0

BIT[6:0] P2nPD – P2 口下拉电阻选择 (n=7-0)

0:P2n 下拉电阻无效

1:P2n 下拉电阻有效

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
PDP3	P37PD	P36PD	P35PD	P34PD	P33PD	P32PD	P31PD	P30PD
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
初始值	0	0	0	0	0	0	0	0

BIT[7:0] P3nPD – P3 口下拉电阻选择 (n=7-0)

0:P3n 下拉电阻无效

1:P3n 下拉电阻有效

5.3 IO 复用列表

通用 IO 接口和其他功能模块口的复用口如下：

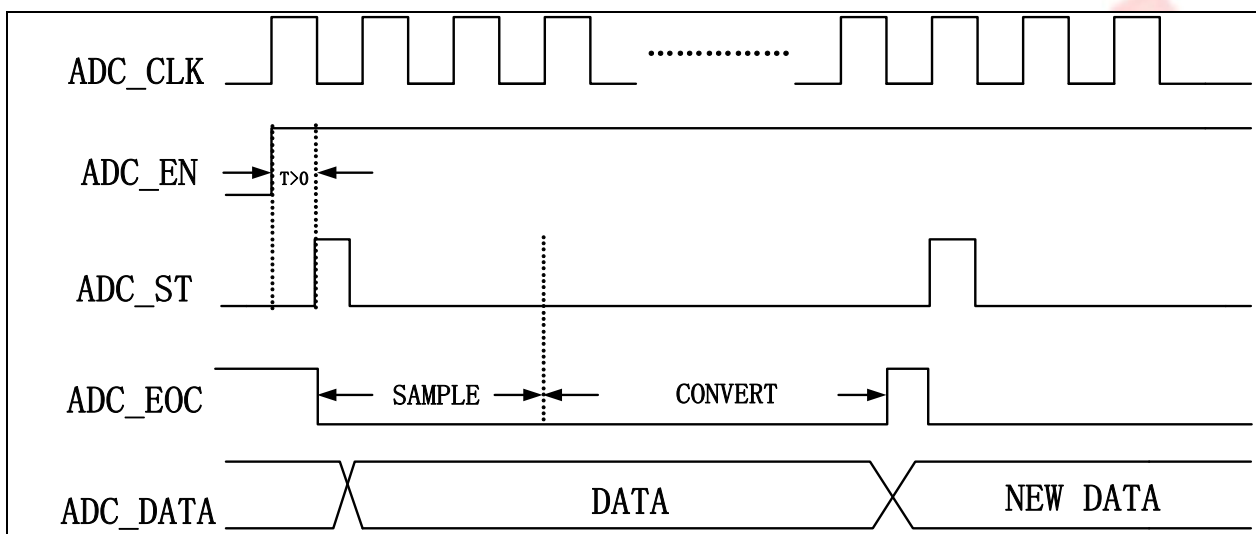
GPIO	ADC	Timer	触摸按键	LED	中断	外部晶振	复位口	CLKO	烧写
P00	AIN0	TCC0	KEY3	SEG1	INT0				SDO
P01	AIN1	TCC1	KEY2	SEG2	INT1				SDI
P02	AIN2		KEY1	SEG3					SCK
P03	AIN3		KEY0	SEG4					
P04	AIN4/VREFP VR			SEG5					
P05	AIN5/VREF N/VBG			SEG6					
P06	AIN6	BUZ1		SEG7					
P07	AIN7			SEG8					
P10				COM4		XIN			
P11	AIN15	TCC2		COM3		XOUT			
P12							RSTB		VPP
P20	AIN14	BUZ0		COM2					
P21	AIN13			COM1					
P22	AIN12		KEY4						
P23	AIN11		KEY5						
P24	AIN10		KEY6						
P25	AIN9		KEY7						
P26	AIN8							CLKO	
P30			KEY8						
P31			KEY9						
P32			KEY10						
P33			KEY11						
P34			KEY12	COM8					
P35			KEY13	COM7					
P36			KEY14	COM6					
P37			KEY15	COM5					

6 模数转换 ADC

6.1 数模转换介绍

16+4 通道 12 位模数转换器, 可通过 ADON(ADCRO[0])使能模数转换模块, ADREF [2:0] (ADCR1[6:4]) 选择 AD 的基准, ADCHS (ADCRO[7:3]) 选择需转换的模拟通道, ADCKS 选择 AD 转换速度, ADSMP (ADCR2[3:0]) 选择 AD 转换的采样时间, ADC_EOC 为 AD 启动位及转换结束标志位。

当 ADC_EOC 标志为 1 时, 对该寄存器写入 0 将启动模数转换, 转换时间需要 16-27 个 AD 转换时钟周期, 转换结果被放在 ADRH 和 ADRL 中, ADC_EOC 将自动置 1, 同时中断标志 ADIF 置 1, 若 GIE 和 ADIE 使能, 将产生 AD 中断。



注意: 要保证 A/D 转换的精度和线性度, 芯片工作电压需在 3.0V 以上, 低于此工作电压, A/D 转换的精度和线性度会变差。

6.2 模数转换设置步骤

- ◇ S1: 设置 ADIOS 将相应的端口设置为模拟端口, 关闭上下拉电阻
- ◇ S2: 设置 ADCKS 选取适当的 AD 转换时钟
- ◇ S3: 使能 ADON
- ◇ S4: 设置 ADCHS 选取 AD 转换通道
- ◇ S5: ADEOC 写入 '0' 启动 AD 转换
- ◇ S6: 等待 ADEOC 置 '1' (或利用 AD 中断)
- ◇ S7: 读取 AD 转换结果 (ADDRH、ADDRL)
- ◇ 重复 S4~S7 对不同的通道进行转换或对同一通道多次转换

注意: AD 转换过程中或者 ADON 未使能时, ADDRH/ADDRL 中的数据未知, 选在 AD 转换结束且 ADON 使能的情况下读取 AD 转换数据

6.3 模数转换相关寄存器

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
ADCR0	ADCHS4	ADCHS3	ADCHS2	ADCHS1	ADCHS0	-	ADEOC	ADON
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	-	R	R/W
初始值	0	0	0	0	0	-	1	0

BIT[7:3] ADCHS[4:0]- AD 通道选择

ADCHS[4:0]	AD 通道选择
00000	AIN0
00001	AIN1
00010	AIN2
00011	AIN3
00100	AIN4
00101	AIN5
00110	AIN6
00111	AIN7
01000	AIN8
01001	AIN9
01010	AIN10
01011	AIN11
01100	AIN12
01101	AIN13
01110	AIN14
01111	AIN15
11000	LDO
10100	VDD/2
10010	VDD/3
10001	VDD/4
其它	保留

注：在选择 LDO 通道时，LDO 电压值 2.1V/3V/4V 依赖 ADREF[2:0]

BIT[1] ADEOC- AD 转换结束标志

0: AD转换过程中

1: AD转换结束

BIT[0] ADON- AD 使能位

0: 不使能AD模块功能

1: 使能AD模块功能

注意：在ADON=1时，对ADEOC的写入0操作将启动AD转换，AD转换完成后自动置1。当ADEOC=0时，数模转换器转换中，ADR数据无效；当ADEOC=1时，模数转换结束，ADR保存上次转换结果。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
ADCR1	-	ADREF3	ADREF2	ADREF1	ADREF0	ADCKS1	ADCKS0	VREFP_PHEN
R/W	-	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
初始值	-	0	0	0	0	0	0	0

BIT[7] 保留

BIT[6] **ADREF[3]**- AD 负端基准选择

ADREF [3]	AD 基准源
0	GND
1	VREFN

BIT[5:3] **ADREF[2:0]**- AD 正端基准选择

ADREF [2:0]	AD 基准源
000	2.1V
001	3V
010	4V
011	VDD
100	VREFP
101	保留
110	保留
111	保留

BIT[2:1] **ADCKS[1:0]** – AD 转换时钟选择

ADCKS[1:0]	AD 转换时钟选择 FADC
00	Fcpu/16
01	Fcpu/8
10	Fcpu/4
11	Fcpu/2

BIT[0] **VREFP_PHEN**- VREFP PAD 的 2K 电阻上拉使能位

0: 禁止使能2K电阻上拉

1: 使能2K电阻上拉

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
ADCR2	-	-	-	-	ADSMP3	ADSMP2	ADSMP1	ADSMP0
R/W	-	-	-	-	R/W	R/W	R/W	R/W
初始值	-	-	-	-	1	0	0	0

BIT[3:0] **ADSMP[3:0]**- AD 采样时间选择位

0000: 禁用

0001-1111: ADC采样时间分别对应为1~15个ADC时钟，默认为1000

注意: ADC 的采样时间可选，如果采样时间为 8 个 ADC 时钟，则 ADC 的转换时间为 20 个 ADC 时钟，当采样转换结束时，ADC 数据更新到 ADC 数据寄存器。推荐使用 ADC 的采样时间大于 4。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit	Bit0
ADIOS0	ADIOS7	ADIOS6	ADIOS5	ADIOS4	ADIOS3	ADIOS2	ADIOS1	ADIOS0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
初始值	0	0	0	0	0	0	0	0

- BIT[7] ADIOS7**
0: P07用作数字IO, 模拟输入被屏蔽
1: P07用作模拟通道输入, 数字输入被屏蔽
- BIT[6] ADIOS6**
0: P06用作数字IO, 模拟输入被屏蔽
1: P06用作模拟通道输入, 数字输入被屏蔽
- BIT[5] ADIOS5**
0: P05用作数字IO, 模拟输入被屏蔽
1: P05用作模拟通道输入, 数字输入被屏蔽
- BIT[4] ADIOS4**
0: P04用作数字IO, 模拟输入被屏蔽
1: P04用作模拟通道输入, 数字输入被屏蔽
- BIT[3] ADIOS3**
0: P03用作数字IO, 模拟输入被屏蔽
1: P03用作模拟通道输入, 数字输入被屏蔽
- BIT[2] ADIOS2**
0: P02用作数字IO, 模拟输入被屏蔽
1: P02用作模拟通道输入, 数字输入被屏蔽
- BIT[1] ADIOS1**
0: P01用作数字IO, 模拟输入被屏蔽
1: P01用作模拟通道输入, 数字输入被屏蔽
- BIT[0] ADIOS0**
0: P00用作数字IO, 模拟输入被屏蔽
1: P00用作模拟通道输入, 数字输入被屏蔽

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit	Bit0
ADIOS1	ADIOS15	ADIOS14	ADIOS13	ADIOS12	ADIOS11	ADIOS10	ADIOS9	ADIOS8
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
初始值	0	0	0	0	0	0	0	0

- BIT[7] ADIOS15**
0: P11用作数字IO, 模拟输入被屏蔽
1: P11用作模拟通道输入, 数字输入被屏蔽
- BIT[6] ADIOS14**
0: P20用作数字IO, 模拟输入被屏蔽
1: P20用作模拟通道输入, 数字输入被屏蔽
- BIT[5] ADIOS13**
0: P21用作数字IO, 模拟输入被屏蔽
1: P21用作模拟通道输入, 数字输入被屏蔽
- BIT[4] ADIOS12**
0: P22用作数字IO, 模拟输入被屏蔽

1: P22用作模拟通道输入, 数字输入被屏蔽

BIT[3] ADIOS11

0: P23用作数字IO, 模拟输入被屏蔽

1: P23用作模拟通道输入, 数字输入被屏蔽

BIT[2] ADIOS10

0: P24用作数字IO, 模拟输入被屏蔽

1: P24用作模拟通道输入, 数字输入被屏蔽

BIT[1] ADIOS9

0: P25用作数字IO, 模拟输入被屏蔽

1: P25用作模拟通道输入, 数字输入被屏蔽

BIT[0] ADIOS8

0: P26用作数字IO, 模拟输入被屏蔽

1: P26用作模拟通道输入, 数字输入被屏蔽

注意: 选择模拟通道输入时, 要关闭对应口的上下拉电阻

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit	Bit0
ADRH	ADR11	ADR10	ADR9	ADR8	ADR7	ADR6	ADR5	ADR4
R/W	R	R	R	R	R	R	R	R
初始值	X	X	X	X	X	X	X	X

BIT[7:0] ADRn – ADC 转换结果寄存器高 8 位(n=11-4)。

	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit	Bit0
ADRL	-	-	-	-	ADR3	ADR2	ADR1	ADR0
R/W	-	-	-	-	R	R	R	R
初始值	-	-	-	-	X	X	X	X

BIT[3:0] ADRn – ADC 转换结果寄存器高 8 位(n=3-0)。

7 定时器

7.1 看门狗定时器 WDT

看门狗定时器的时钟为内置低频 RC 振荡输出，由 OPBIT 的 WDTC 设置看门狗定时器的工作状态。

若选择始终开启看门狗功能，在休眠模式下 WDT 依然运行，WDT 溢出时将唤醒休眠，CPU 继续运行；若 CPU 在运行时产生 WDT 溢出，WDT 溢出时复位芯片。

若选择休眠模式下关闭看门狗功能，在休眠模式下 WDT 被硬件自动关闭。

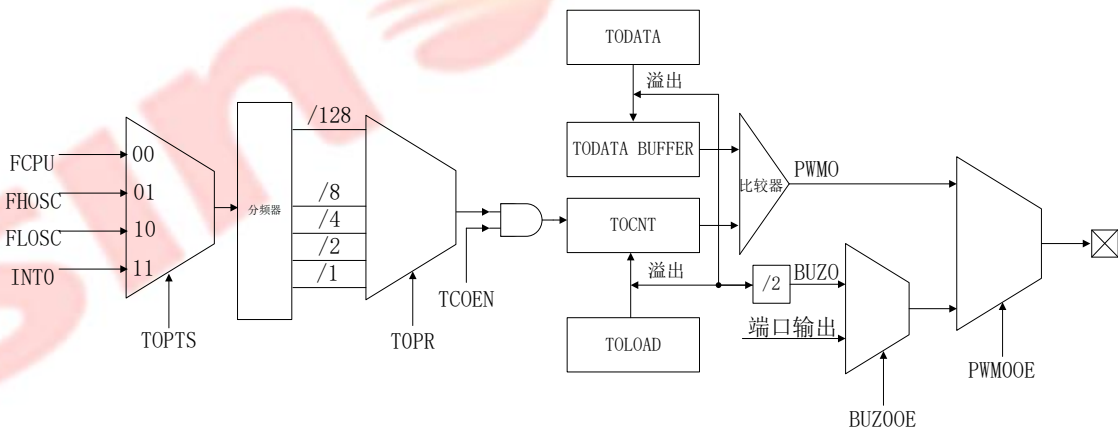
执行 CLRWDT 指令清 WDT。

WDT 溢出时间可通过 OPTION 配置设置为 64ms、256ms、2048ms 和 4096ms。

7.2 定时器 T0

定时/计数器 T0 包含 1 个可编程预分频器，控制寄存器、重载寄存器及比较寄存器

- ✓ 可通过预分频比设置频率
- ✓ 通过重载寄存器设置周期
- ✓ 通过比较寄存器设置 PWM 占空比（仅 PWM 模式）
- ✓ BUZ 功能
- ✓ 溢出中断功能
- ✓ 溢出唤醒功能



注 1: FHOSC 指系统高频时钟源；FLOSC 指系统低频时钟源；

注 2: 当定时器选择高频时钟源 FHOSC 且时钟控制模块 OSCM 寄存器的 HFEN=1 时，定时器在低频工作模式或休眠模式时可继续工作，溢出可唤醒休眠模式；若 HFEN=0 时，定时器在低频工作模式或休眠模式下将停止工作

注 3: 当定时器选择低频时钟源 FLOSC 且时钟控制模块 OSCM 寄存器的 LFEN=1 时，定时器在休眠模式时可继续工作，溢出可唤醒休眠模式；若 LFEN=0 时，定时器在休眠模式下将停止工作

TOPTS 可选择 T0 的时钟源，TOPR 可选择 T0 的预分频比，所选中的时钟源通过预分频器后产生 TOCNT

的时钟。

当 TOCNT 递减到 0 时，此时产生 T0 溢出中断请求标志 TOIF 置 1，重载寄存器值自动置入 TOCNT，TODATA 的值写入缓冲器 TODATABUFER 用于新的占空比波形生成，BUZO 信号反相。

通过 TOPR 可选择时钟源的分频比，可选择范围为 1-128 分频，对 TOCNT 的写操作将使预分频器清零，分频比保持不变。

当 PWM0OE=1 时，将输出 PWM 波形，当 TOCNT 计数到与 TODATA 相等时，PWM0 输出置 1；当 TOCNT 计数溢出时，PWM0 输出清 0，PWM0 占空比的计算如下：

$$\text{PWM0 高电平时间} = (\text{TODATA}) * \text{TOCNT 计数时钟周期}$$

$$\text{PWM0 周期 (T0 的溢出周期)} = (\text{TOLOAD}+1) * \text{TOCNT 的计数周期}$$

$$\text{PWM0 占空比} = (\text{TODATA} / (\text{TOLOAD}+1))$$

当 BUZO0E=1 且 PWM0OE=0 时，输出 BUZO 信号，BUZO 信号的输出频率为 T0 溢出频率的 2 分频。

与定时器T0相关的寄存器说明如下

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
TOCR	TC0EN	PWM0OE	BUZO0E	TOPTS1	TOPTS0	TOPR2	TOPR1	TOPR0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
初始值	0	0	0	0	0	0	0	0

BIT[7] TC0EN – T0 使能控制

0: 关闭 T0

1: 启动 T0

BIT[6] PWM0OE – PWM0 选择

0: 禁止 PWM0 输出，端口作为 I/O 口

1: 允许 PWM0 输出，端口输出 PWM 信号

BIT[5] BUZO0E – BUZO 选择

0: 禁止 BUZO 输出，端口作为 I/O 口

1: 允许 BUZO 输出 (PWM0OE 禁止)，端口输出 BUZ 信号

BIT[4:3] TOPTS[1:0] – T0 时钟源选择

TOPTS[1:0]	T0 时钟源
00	FCPU
01	FHOSC
10	FLOSC
11	INT0

BIT[2:0] TOPR[2:0] – T0 预分频倍数选择

TOPR2	TOPR1	TOPR0	TOCNT
0	0	0	1
0	0	1	2
0	1	0	4
0	1	1	8
1	0	0	16
1	0	1	32
1	1	0	64
1	1	1	128

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
TOCNT	T0C7	T0C6	T0C5	T0C4	T0C3	T0C2	T0C1	T0C0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
初始值	1	1	1	1	1	1	1	1

BIT[7:0] **T0C[7:0]** – T0CNT 的值，这是一个读写寄存器。

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
T0LOAD	T0LOAD7	T0LOAD6	T0LOAD5	T0LOAD4	T0LOAD3	T0LOAD2	T0LOAD1	T0LOAD0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
初始值	1	1	1	1	1	1	1	1

BIT[7:0] **T0LOAD[7:0]** – T0LOAD 的值，这是一个读写寄存器，用于设置 T0 重载值。

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
T0DATA	T0DATA7	T0DATA6	T0DATA5	T0DATA4	T0DATA3	T0DATA2	T0DATA1	T0DATA0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
初始值	0	0	0	0	0	0	0	0

BIT[7:0] **T0DATA[7:0]** – 这是一个读写寄存器，用于设置 PWM0 高电平时间。

注:当 **TC0EN=0** 时，写 **T0LOAD** 将自动加载到 **T0CNT**；当 **TC0EN=1** 时，写 **T0LOAD** 时不自动加载到 **T0CNT**，在 **T0** 溢出时自动加载到 **T0CNT**

7.3 定时器 T1

与定时器T1相关的寄存器说明如下

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
T1CR	TC1EN	PWM1OE	BUZ1OE	T1PTS1	T1PTS0	T1PR2	T1PR1	T1PR0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
初始值	0	0	0	0	0	0	0	0

BIT[7] TC1EN – T1 使能控制

0: 关闭 T1

1: 启动 T1

BIT[6] PWM1OE – PWM1 选择

0: 禁止 PWM1 输出，端口作为 I/O 口

1: 允许 PWM1 输出，端口输出 PWM 信号

BIT[5] BUZ1OE – BUZ1 选择

0: 禁止 BUZ1 输出，端口作为 I/O 口

1: 允许 BUZ1 输出 (PWM1OE 禁止)，端口输出 BUZ 信号

BIT[4:3] T1PTS[1: 0] – T1 时钟源选择

T1PTS[1: 0]	T1 时钟源
00	FCPU
01	FHOSC
10	FLOSC
11	INT1

BIT[2:0] T1PR[2: 0] – T1 预分频倍数选择

T1PR2	T1PR1	T1PR0	T1CNT
0	0	0	1
0	0	1	2
0	1	0	4
0	1	1	8
1	0	0	16
1	0	1	32
1	1	0	64
1	1	1	128

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
T1CNT	T1C7	T1C6	T1C5	T1C4	T1C3	T1C2	T1C1	T1C0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
初始值	1	1	1	1	1	1	1	1

BIT[7:0] T1C[7: 0] – T1CNT 的值，这是一个读写寄存器。

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
T1LOAD	T1LOAD7	T1LOAD6	T1LOAD5	T1LOAD4	T1LOAD3	T1LOAD2	T1LOAD1	T1LOAD0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
初始值	1	1	1	1	1	1	1	1

BIT[7:0] **T1LOAD[7: 0]** – T1LOAD 的值，这是一个读写寄存器，用于设置 T1 重载值。

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
T1DATA	T1DATA7	T1DATA6	T1DATA5	T1DATA4	T1DATA3	T1DATA2	T1DATA1	T1DATA0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
初始值	0	0	0	0	0	0	0	0

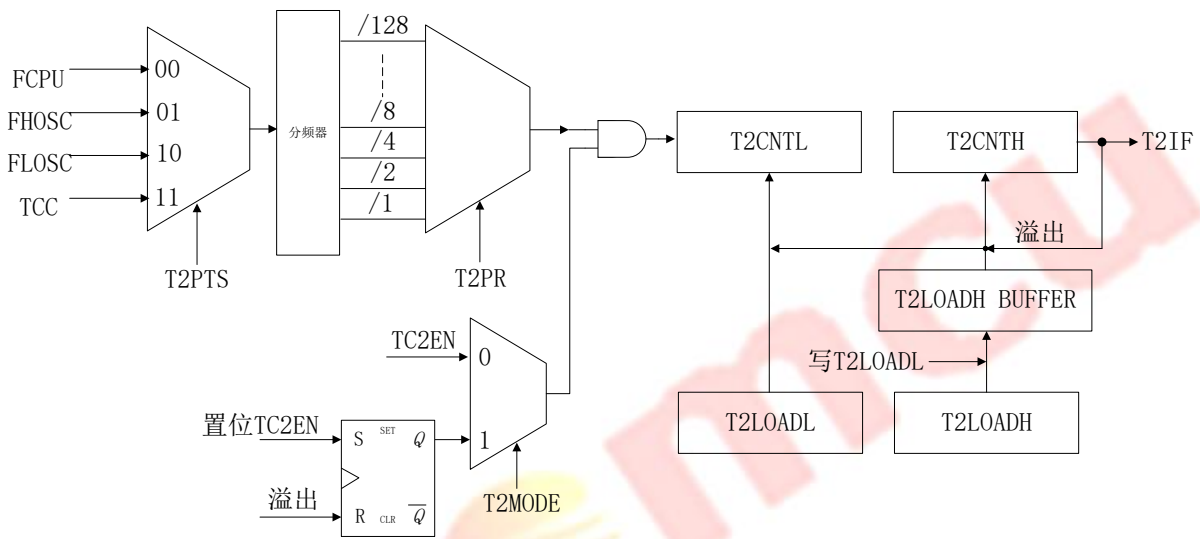
BIT[7:0] **T1DATA[7:0]** – 这是一个读写寄存器，用于设置 PWM1 高电平时间。

注：当 TC1EN=0 时，写 T1LOAD 将自动加载到 T1CNT；当 TC1EN=1 时，写 T1LOAD 时不自动加载到 T1CNT，在 T1 溢出时自动加载到 T1CNT

7.4 定时器 T2

1 个包含触摸/定时功能的定时/计数器。定时/计数器 2 包含 1 个可编程预分频器，控制寄存器、重载寄存器。

- ✓ 可通过预分频比设置频率
- ✓ 通过重载寄存器设置周期
- ✓ 溢出中断功能
- ✓ 溢出中断唤醒功能
- ✓ 触摸按键模式功能



T2PTS 可选择 T2 的时钟源，T2PR 可选择 T2 的预分频比，所选中的时钟源通过预分频器后产生 T2CNT 的时钟。

当 T2CNT 递减到 0 时，此时产生 T2 溢出中断请求标志 T2IF 置 1，重载寄存器值自动置入 T2CNT。

通过 T2PR 可选择时钟源的分频比，可选择范围为 1-128 分频，对 T2CNT 的写操作将使预分频器清零，分频比保持不变。

上电后第一次开启 T2 前必须要先写一次 T2LOADL，否则 T2CNT 不加载 T2LOAD 的值。

T2 工作在触摸模式时，如果 TC2EN 位设置为 1，将同时使 2 组感应振荡器分别为对应的 16-bit C/F 计数器 (TKnCNT) 提供计数时钟，当 T2 溢出时，定时器溢出中断请求标志位(T2IF)将被置起，同时清 TC2EN 为 0 并且 16-bit C/F 计数器 (TKnCNT) 停止计数，T2 定时器停止直到软件再次设置 TC2EN 位为 1。

与定时器 T2 相关的寄存器说明如下

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
T2CR	TC2EN	-	T2MODE	T2PTS1	T2PTS0	T2PR2	T2PR1	T2PR0
R/W	R/W	-	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
初始值	0	-	0	0	0	0	0	0

BIT[7] TC1EN– T2 使能控制

0: 关闭 T2

1: 启动 T2

BIT[5] T2MODE– T2 模式控制

0: 定时模式

1: 触摸模式

BIT[4:3] T2PTS[1:0]– T2 时钟源选择

T2PTS[1:0]	T2 时钟源
00	FCPU
01	FHOSC
10	FLOSC
11	TCC

BIT[2:0] T2PR[2:0]– T2 预分频倍数选择

T2PR2	T2PR1	T2PR0	T2CNT
0	0	0	1
0	0	1	2
0	1	0	4
0	1	1	8
1	0	0	16
1	0	1	32
1	1	0	64
1	1	1	128

注:时钟源选择 FHOSC 时, 不能使用 1 分频。

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
T2CNTH	T2C15	T2C14	T2C13	T2C12	T2C11	T2C10	T2C9	T2C8
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
初始值	1	1	1	1	1	1	1	1

BIT[7:0] T2CH[7:0]– T2CNTH 的值, 这是一个读写寄存器。

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
T2CNTL	T2C7	T2C6	T2C5	T2C4	T2C3	T2C2	T2C1	T2C0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
初始值	1	1	1	1	1	1	1	1

BIT[7:0] T2CL[7:0]– T2CNTL 的值, 这是一个读写寄存器。

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
T2LOADH	T2LOAD15	T2LOAD14	T2LOAD13	T2LOAD12	T2LOAD11	T2LOAD10	T2LOAD9	T2LOAD8
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
初始值	1	1	1	1	1	1	1	1

BIT[7:0] T2LOADH[7:0]– T2LOADH 的值, 这是一个读写寄存器, 用于设置 T2 重载值高 8 位。

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
T2LOADL	T2LOAD7	T2LOAD6	T2LOAD5	T2LOAD4	T2LOAD3	T2LOAD2	T2LOAD1	T2LOAD0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
初始值	1	1	1	1	1	1	1	1

BIT[7:0] T2LOADL[7:0]– T2LOADL 的值, 这是一个读写寄存器, 用于设置 T2 重载值低 8 位。

注 1:当 TC2EN=0 时, 写 T2LOAD 将自动加载到 T2CNT; 当 TC2EN=1 时, 写 T2LOAD 时不自动加载到 T2CNT, 在计时器溢出时自动加载到 T2CNT

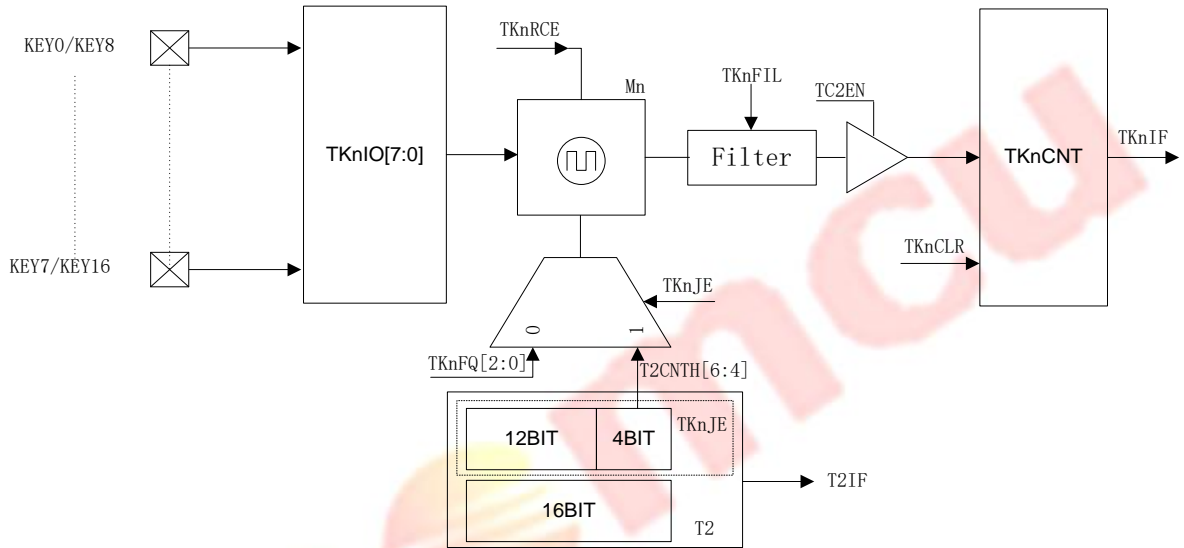
注 2:写 T2LOAD 时要先写 T2LOADH, 再写 T2LOADL。读 T2CNT 时要先读取 T2CNTH, 后读 T2CNTL。

8 触摸按键功能

芯片提供了 16 个触摸按键，不需外接元件，通过对内部寄存器进行简单的操作实现按键功能。

触摸按键与 P01-P03, P22-P25, P30-37 管脚复用。通过寄存器的位来选择此功能。按键分成 M0、M1 两个模块。每个模块具有自己的模拟电路和寄存器。寄存器的名称和它对应的模块编号相关联。

按键数	按键模块	按键	复用 IO
16	M0	KEY0-KEY3, KEY8-KEY11	P00-P03,P30-P33
	M1	KEY4-KEY7, KEY12-KEY15	P22-P25,P34-P37



8.1 触摸模块操作步骤

- ◇ S1: 设置 TKnI08-TKnI00 将相应的端口设置为触摸按键端口
- ◇ S2: 设置 TKnRCE 开启 Mn 按键感应振荡器
- ◇ S3: 设置 T2MODE 选择 T2 触摸模式
- ◇ S4: 设置 TKnFL 选择相应的滤波能力
- ◇ S5: 设置 TKnK 选择相应按键
- ◇ S6: 设置 TKnFQ 选择相应振荡频率
- ◇ S7: 设置 TKnCLR 为 1 开启 TKnCNT
- ◇ S8: 设置 TC2EN 为 1 启动 T2 定时
- ◇ S9: 等待 T2IF 置 1 或利用 T2 中断或等待 TC2EN 清零
- ◇ S10: 读取计数结果 (TKnCNTH、TKnCNTL)
- ◇ S11: 设置 TKnCLR 为 0 清零计数结果
- ◇ 重复 S5~S11 对不同的通道进行转换或对同一通道多次转换

注 1: T2 设置为触摸模式时, TC2EN 写入 1 启动 T2 定时, T2 溢出后自动清零 TC2EN 关闭 T2。

注 2: T2 设置为触摸模式时, TKnCNT 开始计数的条件为 TKnRCE=1, TKnCLR=1 后 TC2EN 写入 1, 当 T2 溢出后自动停止计数; T2 设置为定时模式时, TKnCNT 开始计数的条件为 TKnRCE=1 后 TKnCLR 写入 1, TKnCLR 写入 0 停止计数但同时清零 TKnCNT, 所以需要先读取 TKnCNT 的值再清零 TKnCLR。

注 3: T2 设置为触摸模式时且有任意一个 TKnJE 使能的情况下 T2 将配置为 4bit×12bit 工作模式, 每次低 12bit 减至零溢出后高 4bit 值减 1 直至产生溢出中断, T2 的即 bit14-bit12 位为跳频频率选择位, 此时 TKnFQ 设置无效, TKnFQ 的设置等于 T2 的 bit14-bit12 位。

注 4: TKnFL 选择计数器 TKnCNT 的输入信号滤波能力, 可以滤除触摸按键引脚的杂波信号, 提高按键抗干扰性。如 TKnFL=11, 表示 8MHz 以上的信号被滤除。

8.2 触摸模块相关寄存器

每个触摸模块包含 8 个触摸按键，且都有自己相匹配的 5 个寄存器。以下表格显示了每个触摸模块的寄存器设置。寄存器名称里的 n(n=0~1)表明了触摸模块的序号 M0~M1。

名称	描述
TKnCNTH	16-bit C/F 高字节计数器
TKnCNTL	16-bit C/F 低字节计数器
TKnCR0	控制寄存器 0 16-bit C/F 计数器控制、按键感应振荡器控制等
TKnCR1	控制寄存器 1 按键选择及中断控制等
TKnCR2	控制寄存器 2 I/O 引脚或触摸引脚选择

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
<i>TKnCNTH</i>	TKnC15	TKnC14	TKnC13	TKnC12	TKnC11	TKnC10	TKnC9	TKnC8
<i>R/W</i>	R	R	R	R	R	R	R	R
<i>初始值</i>	0	0	0	0	0	0	0	0

BIT[7:0] TKnCNTH[7:0]—计数器 n 高 8 位值。

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
<i>TKnCNTL</i>	TKnC7	TKnC6	TKnC5	TKnC4	TKnC3	TKnC2	TKnC1	TKnC0
<i>R/W</i>	R	R	R	R	R	R	R	R
<i>初始值</i>	0	0	0	0	0	0	0	0

BIT[7:0] TKnCNTL[7:0]—计数器 n 低 8 位值。

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
<i>TKnCR0</i>	-	-	TKnJE	TKnRCE	TKnCLR	TKnFQ2	TKnFQ1	TKnFQ0
<i>R/W</i>	-	-	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
<i>初始值</i>	-	-	0	0	0	0	0	0

BIT[5] TKnJE—跳频使能位

0: 跳频关闭

1: 跳频启动

BIT[4] TKnRCE—振荡器使能位

0: Mn 按键感应振荡器关闭

1: Mn 按键感应振荡器开启

BIT[3] TKnCLR—计数器开关位

0: TKnCNT 清零并关闭

1: TKnCNT 开启

BIT[2:0] TKnFQ [2:0]—振荡频率选择位

000: 800KHz

001: 1050KHz

010: 1300KHz
 011: 1550KHz
 100: 1800KHz
 101: 2050KHz
 110: 2300KHz
 111: 2600KHz

注：上述频率参考值为引脚外接 15pF 电容时设计值，实际值与引脚寄生电容有关。

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
TKnCR1	TKnIF	TKnIE	TKnFL1	TKnFLO	-	TKnK2	TKnK1	TKnK0
R/W	R	R/W	R/W	R/W	-	R/W	R/W	R/W
初始值	0	0	0	0	-	0	0	0

BIT[7] **TKnIF**–计数器 n 溢出标志
 0: 未发生计数器 n 溢出中断
 1: 发生计数器 n 溢出中断，需软件清零

BIT[6] **TKnIE**–计数器 n 使能
 0: 屏蔽计数器 n 中断
 1: 使能计数器 n 中断

BIT[5:4] **TKnFL[1:0]**– 低通滤波选择位
 00: 50ns 滤波
 01: 100ns 滤波
 10: 200ns 滤波
 11: 400ns 滤波

BIT[2:0] **TKnK[2:0]**– 按键选择位

TKnK[2:0]	按键选择位
000	KEY0 /KEY4
001	KEY1 /KEY5
010	KEY2 /KEY6
011	KEY3 /KEY7
100	KEY8 /KEY12
101	KEY9 /KEY13
110	KEY10 /KEY14
111	KEY11 /KEY15

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
TKnCR2	TKnIO7	TKnIO6	TKnIO5	TKnIO4	TKnIO3	TKnIO2	TKnIO1	TKnIO0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
初始值	0	0	0	0	0	0	0	0

BIT[7] **TKnIO7**– 按键端口选择位
 0: 按键端口为 IO 口
 1: 按键端口为 KEY11/KEY15

BIT[6] **TKnIO6**– 按键端口选择位
 0: 按键端口为 IO 口

	1: 按键端口为 KEY10/KEY14
BIT[5]	TKnIO5 – 按键端口选择位
	0: 按键端口为 IO 口
	1: 按键端口为 KEY9/KEY13
BIT[4]	TKnIO4 – 按键端口选择位
	0: 按键端口为 IO 口
	1: 按键端口为 KEY8/KEY12
BIT[3]	TKnIO3 – 按键端口选择位
	0: 按键端口为 IO 口
	1: 按键端口为 KEY3/KEY7
BIT[2]	TKnIO2 – 按键端口选择位
	0: 按键端口为 IO 口
	1: 按键端口为 KEY2/KEY6
BIT[1]	TKnIO1 – 按键端口选择位
	0: 按键端口为 IO 口
	1: 键端口为 KEY1/KEY5
BIT[0]	TKnIO0 – 按键端口选择位
	0: 按键端口为 IO 口
	1: 按键端口为 KEY0/KEY4

注：当引脚触摸按键功能使能时，端口上拉电阻需要软件关闭

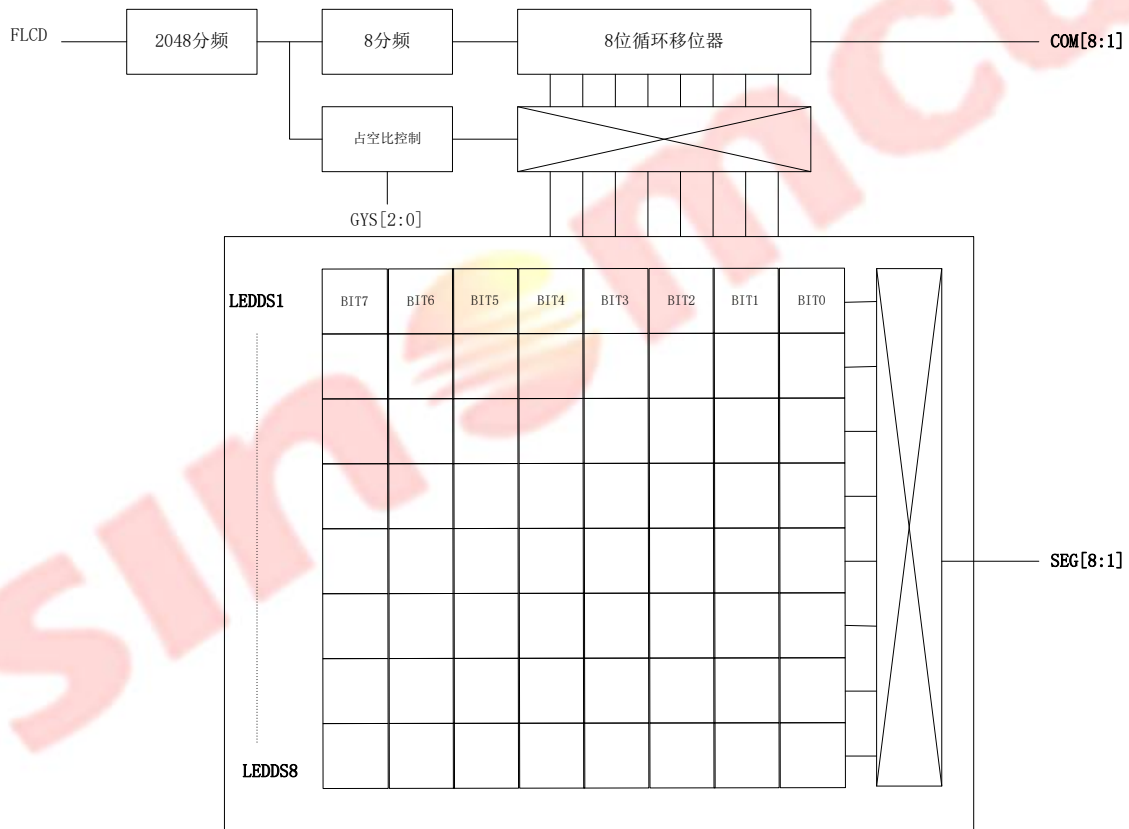
9 发光二极管 (LED) 驱动

9.1 LED 功能描述

该模块由 LED 控制寄存器、LED 端口选择寄存器、以及 LED 数据寄存器组成，最大可以驱动 8*8 的 LED 段码。

- 可选择 4COM 或 8COM
- 可调节帧频
- 可设置 LED 驱动模式

9.2 LED 原理图



9.3 LED 相关寄存器

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
LEDCR0	LEDEN	DUTY	-	-	-	GYS2	GYS1	GYS0
R/W	R/W	R/W	-	-	-	R/W	R/W	R/W
初始值	0	0	-	-	-	0	0	0

BIT[7] LEDEN– 模块功能选择位

0: 关闭 LED 模块功能

1: 开启 LED 模块功能

BIT[6] DUTY– duty 选择位

0: 4 DUTY, COM1-COM4

1: 8 DUTY, COM1-COM8

BIT[2:0] GYS[2:0]– 亮度选择位

GYS[2:0]	亮度（占空比）选择位
000	1/16
001	3/16
010	5/16
011	7/16
100	9/16
101	11/16
110	13/16
111	15/16

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
LEDCR1	-	CLKS1	CLKS0	IBPS1	IBPS0	IREFEN	FLED1	FLED0
R/W	-	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
初始值	-	0	0	0	0	0	0	0

BIT[7] DRVPS– SEG 口恒流控制位

0: 禁止 SEG 恒流输出

1: 使能 SEG 恒流输出（必须 IREFEN 使能）

BIT[6:5] CLKS[1:0]–LED 时钟源选择

00: TIMER0的输出信号（PWM或BUZ）

01: 外部晶体振荡器信号

10: 内嵌32K振荡器

11: 内嵌32K振荡器

BIT[4:3] IBPS[2:0]– SEG 口恒流控制

00: 2mA

01: 4mA

10: 6mA

11: 8mA

BIT[2] IREFEN– LED 驱动管脚基准电流使能位

0: 关闭 4.5uA 电流时基准电压输出

1: 使能 4.5uA 电流时基准电压输出

BIT[1:0] FLED[1:0]–帧频选择位

00: LED时钟源/128

01: LED时钟源/256

10: LED时钟源/512

11: LED时钟源/1024

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
LEDIOS0	COMIOS8	COMIOS7	COMIOS6	COMIOS5	COMIOS4	COMIOS3	COMIOS2	COMIOS1
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
初始值	0	0	0	0	0	0	0	0

BIT[7:0] COMIOS[8:1]–COM 口 IO 控制寄存器

0: 对应 COM 端口用作 IO

1: 对应 COM 端口用作 LED COM 输出

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
LEDIOS1	SEGIOS8	SEGIOS7	SEGIOS6	SEGIOS5	SEGIOS4	SEGIOS3	SEGIOS2	SEGIOS1
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
初始值	0	0	0	0	0	0	0	0

BIT[7:0] SEGIOS[8:1]–SEG 口 IO 控制寄存器

0: 对应 SEG 端口用作 IO

1: 对应 SEG 端口用作 LED SEG 输出

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
LEDDRV	COMDV8	COMDV7	COMDV6	COMDV5	COMDV4	COMDV3	COMDV2	COMDV1
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
初始值	0	0	0	0	0	0	0	0

BIT[7:0] COMDV[8:1]–COM 口 IO 加强驱动寄存器

0: 对应 COM 端口正常驱动

1: 对应 COM 端口加强驱动（建议同时使能 IREFEN）

注: COM 端口加强驱动, 不使能 IREFEN, 定义为快速开启状态, 此时 IO 口输出为 CMOS 电平, 其中低电平驱动 100mA, 高电平驱动 16mA。当输出状态变化时, 上升或者下降沿口为 ns 级变化。由于上升下降沿变化太快, 对电源干扰大, 但无静态功耗。

COM 端口加强驱动, 使能 IREFEN, 定义为慢速开启状态, 此时 IO 口输出为 NMOS 开漏电平, 其中低电平驱动 100mA, 高电平为内部 50K 上拉电阻。当输出状态变化时, 上升或者下降沿口为 1us 级变化。由于上升下降沿缓变, 对电源干扰小, 但有 15uA 静态功耗, 进入静态时需要将其设置为快速开启状态

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
LEDDSX	COM8	COM7	COM6	COM5	COM4	COM3	COM2	COM1
LEDDS1	SEG1	SEG1	SEG1	SEG1	SEG1	SEG1	SEG1	SEG1
LEDDS2	SEG2	SEG2	SEG2	SEG2	SEG2	SEG2	SEG2	SEG2
LEDDS3	SEG3	SEG3	SEG3	SEG3	SEG3	SEG3	SEG3	SEG3
LEDDS4	SEG4	SEG4	SEG4	SEG4	SEG4	SEG4	SEG4	SEG4
LEDDS5	SEG5	SEG5	SEG5	SEG5	SEG5	SEG5	SEG5	SEG5

LEDDS6	SEG6	SEG6	SEG6	SEG6	SEG6	SEG6	SEG6	SEG6
LEDDS7	SEG7	SEG7	SEG7	SEG7	SEG7	SEG7	SEG7	SEG7
LEDDS8	SEG8	SEG8	SEG8	SEG8	SEG8	SEG8	SEG8	SEG8
初始值	X	X	X	X	X	X	X	X

10 时钟输出 (CLKO)

10.1 时钟输出介绍

CLKO 功能将内部的高频时钟或者低频时钟输出的到 IO 口, 可通过 CLKOEN 选择是否启用该功能, 通过 CLKOS[3:0]选择输出的频率。注意使用该功能时必须把 P2[6]口设置为输出。

10.2 时钟输出寄存器

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
CLKO	CLKOEN	-	-	-	-	CLKOS2	CLKOS1	CLKOS0
R/W	R/W	-	-	-	-	R/W	R/W	R/W
初始值	0	-	-	-	-	0	0	0

BIT[7] **CLKO**- 模块功能选择位

0: 关闭 CLKO 模块功能

1: 开启 CLKO 模块功能

BIT[3:0] **CLKOS[2:0]**- CLKO 输出频率选择

CLKOS[2:0]	输出频率选择
000	Fosc/2
001	Fosc/4
010	Fosc/8
011	Fosc/16
100	Fosc/32
101	Fosc/64
110	Fosc/128
111	Fosc/4096 (4kHz)

11 中断

MC32T8132 的中断有外中断 (INT0,INT1)、定时器中断 (T0,T1,T2)、触摸计数器中断 (TK0, TK1)、ADC 转换中断和 LVD 中断。外部中断、定时器中断、触摸计数器中断和 ADC 转换中断可被 CPU 状态寄存器 MCR 的 GIE 位屏蔽。

中断响应过程如下

- ◇ 当发生中断请求时，CPU 将相关下一条要执行的指令的地址压栈保存（累加器 A 和状态寄存器需要软件保护），对中断屏蔽位 GIE 清 0，禁止中断响应。与复位不同，硬件中断不停止当前指令的执行，而是暂时挂起中断直到当前指令执行完成。
- ◇ CPU 执行中断时，程序跳到中断向量 0008H 地址开始执行中断代码，中断代码应该先保存累加器 A 和状态寄存器，然后判断是哪一个中断响应。
- ◇ 执行中断内容后应该恢复累加器 A 和状态寄存器，然后执行 RETIE 返回主程序。这时，从堆栈取出 PC 的值，然后从中断发生时的那条指令的后一条指令继续执行。

MC32T8132 的中断向量地址是 0008H。

11.1 外中断

MC32T8132 有 2 路外部中断源，两路中断源可以设置为上升沿触发、下降沿触发和电平变化触发三种模式，当外部中断触发时，外部中断标志 (INT0IF、INT1IF) 将被置 1，若中断总使能位 GIE 为 1 且外部中断使能位 (INT0IE、INT1IE) 为 1，则产生外部中断。

11.2 定时器中断

定时器 T0、T1 和 T2 在计数溢出时会置位中断标志 T0IF、T1IF 和 T2IF，若中断总使能位 GIE 为 1 且定时器中断使能位 (T0IE、T1IE 和 T2IE) 为 1，则产生定时器中断。

11.3 触摸计数器中断

触摸计数器 TK0、TK1 在计数溢出时会置位中断标志 TK0IF、TK1IF，若中断总使能位 GIE 为 1 且触摸计数器中断使能位 (TK0IE、TK1IE) 为 1，则产生触摸计数器中断。

11.4 ADC 转换中断

ADC 转换完成后会置位中断标志 ADIF，若中断总使能位 GIE 为 1 且 AD 中断使能位 (ADIE) 为 1，则产生 ADC 中断。

11.5 中断相关寄存器

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
MCR	GIE	-	TO	PD	MINT11	MINT10	MINT01	MINT00
R/W	R/W	-	R	R	R/W	R/W	R/W	R/W
初始值	0	-	0	0	0	0	0	0

- BIT[7]** **GIE** – 总中断使能
0: 屏蔽所有中断
1: 中断源是否产生中断由相应的控制位决定
- BIT[6]** 未用
- BIT[5]** **TO** – 看门狗溢出标志
0: 上电复位, 执行CLRWDWT或STOP指令
1: 发生WDT溢出
- BIT[4]** **PD** – 进入低功耗休眠模式标志
0: 上电复位, 执行CLRWDWT
1: 执行STOP指令
- BIT[3:2]** **MINT1[1:0]** – 外部中断 1 模式寄存器
00: INT1 上升沿触发
01: INT1 下降沿触发
1x: INT1 电平变化触发
- BIT[1:0]** **MINT0[1:0]** – 外部中断 0 模式寄存器
00: INT0 上升沿触发
01: INT0 下降沿触发
1x: INT0 电平变化触发

中断使能寄存器

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
INTE	-	ADIE	-	T2IE	INT1IE	INT0IE	T1IE	TOIE
R/W	-	R/W	-	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
初始值	-	0	-	0	0	0	0	0

- BIT[6]** **ADIE** – ADC 中断使能
0: 屏蔽 ADC 中断
1: 使能 ADC 中断
- BIT[4]** **T2IE** – 定时器 2 使能
0: 屏蔽定时器 2 中断
1: 使能定时器 2 中断
- BIT[3]** **INT1IE** – 外部中断 1 使能
0: 屏蔽外部 1 中断
1: 使能外部 1 中断
- BIT[2]** **INT0IE** – 外部中断 0 使能
0: 屏蔽外部 0 中断
1: 使能外部 0 中断
- BIT[1]** **T1IE** – 定时器 1 使能

- 0: 屏蔽定时器 1 中断
1: 使能定时器 1 中断
- BIT[0]** **TOIE** – 定时器 0 使能
0: 屏蔽定时器 0 中断
1: 使能定时器 0 中断

中断标志寄存器

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
INTF	-	ADIF	-	T2IF	INT1IF	INT0IF	T1IF	TOIF
R/W	-	R/W	-	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
初始值	-	0	-	0	0	0	0	0

- BIT[6]** **ADIF** – ADC 中断标志
0: 未发生 ADC 中断
1: 发生 ADC 中断, 需软件清零
- BIT[4]** **T2IF** – 定时器 2 标志
0: 未发生定时器 2 中断
1: 发生定时器 2 中断, 需软件清零
- BIT[3]** **INT1IF** – 外部中断 1 标志
0: 未发生外部 1 中断
1: 发生外部 1 中断, 需软件清零
- BIT[2]** **INT0IF** – 外部中断 0 标志
0: 未发生外部 0 中断
1: 发生外部 0 中断, 需软件清零
- BIT[1]** **T1IF** – 定时器 1 标志
0: 未发生屏蔽定时器 1 中断
1: 发生定时器 1 中断, 需软件清零
- BIT[0]** **TOIF** – 定时器 0 标志
0: 未发生定时器 0 中断
1: 发生定时器 0 中断, 需软件清零

12 电气参数

12.1 极限参数

参数	符号	值	单位
工作电压	VDD	-0.3~6.0	V
输入电压	VIN	GND-0.3 ~ VDD+0.3	V
工作温度	TA	-40 ~ 85	°C
储存温度	Tstg	-65 ~ 150	°C
流过 VDD 最大电流	IVDDmAx	50	mA
流过 GND 最大电流	IGNDmAx	50	mA
流过 COM 最大电流	ICOMmAx	150	mA

12.2 直流特性参数

T=25°C

特性	符号	引脚	条件	最小	典型	最大	单位
工作电压	VDD	VDD	Fcpu=2MHz@内部高频 16MHz	3.3		5.5	V
			Fcpu=1MHz@内部高频 16MHz	2.2		5.5	V
输入漏电	VLEAK	所有输入引脚		-1		1	uA
输入高电平	VIH	所有输入引脚		0.7VDD			V
输入低电平	VIL	所有输入引脚				0.3VDD	V
上拉电阻 1	RPU1	P0 P1 P2 P3 (除 P12)	VDD=5V,Vin=GND	25	50	100	Kohm
			VDD=3V,Vin=GND	50	100	200	Kohm
上拉电阻 2	RPU2	P12	VDD=5V,Vin=GND	15	30	60	Kohm
			VDD=3V,Vin=GND	15	30	60	Kohm
输出高电平 驱动电流 1	IOH1	P0 P1 P2 P3 (除 P12)	VDD=5V,Voh=4.4V	5	10		MA
			VDD=3V,Voh=2.4V	4	8		MA
输出高电平 驱动电流 2	IOH2	SEG 引脚	VDD=5V, 恒流模式		2		MA
					4		MA
					6		MA
					8		MA
输出低电平 驱动电流 1	IOL1	P0 P1 P2 P3 (除 COM1-8)	VDD=5V,Vol=0.6V	10	20		MA
			VDD=3V,Vol=0.6V	8	16		MA
输出低电平 驱动电流 2	IOL2	COM1-8	VDD=5V,Vol=0.3V	80	100	150	MA
动态功耗	I _{ddc}	VDD=5V	内部高频振荡器为主时钟 Fcpu=2MHz		3		MA
		VDD=5V	内部 32KHz 低频振荡器为主时钟		20	40	UA

			外部 32768Hz 低频振荡器为主时钟	20	40		
		VDD=3V	内部 32KHz 低频振荡器为主时钟	10	20	UA	
			外部 32768Hz 低频振荡器为主时钟	10	20		
HOLD 模式 1 功耗	I _{hold1}	VDD=5V	ADC 关闭, 内部高频振荡器开启, 执行 STOP 指令	700		UA	
			ADC 关闭, 外部 16MHz 高频振荡器开启, 执行 STOP 指令	1200		UA	
			ADC 关闭, 外部 8MHz 高频振荡器开启, 执行 STOP 指令	800		UA	
			ADC 关闭, 外部 4MHz 高频振荡器开启, 执行 STOP 指令	600		UA	
			ADC 关闭, 外部 455KHz 高频振荡器开启, 执行 STOP 指令	520		UA	
		VDD=3V	ADC 关闭, 内部高频振荡器开启, 执行 STOP 指令	550		UA	
			ADC 关闭, 外部 16MHz 高频振荡器开启, 执行 STOP 指令	450		UA	
			ADC 关闭, 外部 8MHz 高频振荡器开启, 执行 STOP 指令	320		UA	
			ADC 关闭, 外部 4MHz 高频振荡器开启, 执行 STOP 指令	220		UA	
			ADC 关闭, 外部 455KHz 高频振荡器开启, 执行 STOP 指令	140		UA	
HOLD 模式 2 功耗	I _{hold2}	VDD=5V	ADC 关闭, 高频振荡器关闭, 内部低频振荡器开启, 执行 STOP 指令	3	6	UA	
			ADC 关闭, 高频振荡器关闭, 外部 32768 低频振荡器开启, 执行 STOP 指令	10	20	UA	
		VDD=3V	ADC 关闭, 高频振荡器关闭, 内部低频振荡器开启, 执行 STOP 指令	1	2	UA	
			ADC 关闭, 高频振荡器关闭, 外部 32768 低频振荡器开启, 执行 STOP 指令	2	4	UA	
休眠模式功耗	I _{STOP}	VDD	ADC 关闭, WDT 关闭, 高频振荡器关闭, 低频振荡器关闭, 执行 STOP 指令	0.1	1	UA	
VREF 电压	VREF1	P04/VR	外部输入参考, VDD=5V	2		VDD	V
	VREF2		内部参考 2V, VDD=2.5V~5V	-2.5%	2	+2.5%	V
			温度 -40°C~+85°C	-5%	2	+5%	V
	VREF3		内部参考 3V, VDD=3.5V~5V	-1.5%	3	+1.5%	V
			温度 -40°C~+85°C	-3%	3	+3%	V
	VREF4		内部参考 4V, VDD=4.5V~5V	-1.5%	4	+1.5%	V
			温度 -40°C~+85°C	-3%	4	+3%	V
VREF5	内部 VDD 参考		VDD		V		

12.3 ADC 特性参数

T=25°C

特性	符号	条件	最小	典型	最大	单位
ADC 有效工作电压	V _{ADC}		3.0		5.5	V
积分线性误差	ILE	VDD=5V FADC=1MHz			±8	LSB
微分线性误差	DLE	VDD=5V FADC=1MHz			±3	LSB
上限偏置误差	EOT	VDD=5V FADC=1MHz		±1	±8	LSB
下限偏置误差	EOB	VDD=5V FADC=1MHz		±1	±8	LSB
转换精度	ACC	VDD=5V, 内部 VDD FADC=1MHz			±8	LSB
		VDD=5V, 内部 2.1V/3V/4V FADC=500KHz			±16	LSB
转换时钟	FADC	VDD=5V			2	MHz
		VDD=3V			1	MHz
转换时间	T _{con}		16	20	28	1/FADC
ADC 输入电压	V _{IAN}		0		VDD	V
ADC 输入阻抗	R _{IAN}		2			Mohm
ADC 输入电流	I _{IAN}	VDD=5V			10	UA
ADC 动态电流	I _{add}	VDD=5V AD 转换中		1	3	MA
ADC 静态电流	I _{ads}	VDD=5V ADON=0		0.1	1	UA
失调电压 OFFSET	VOS		-10		+10	Mv

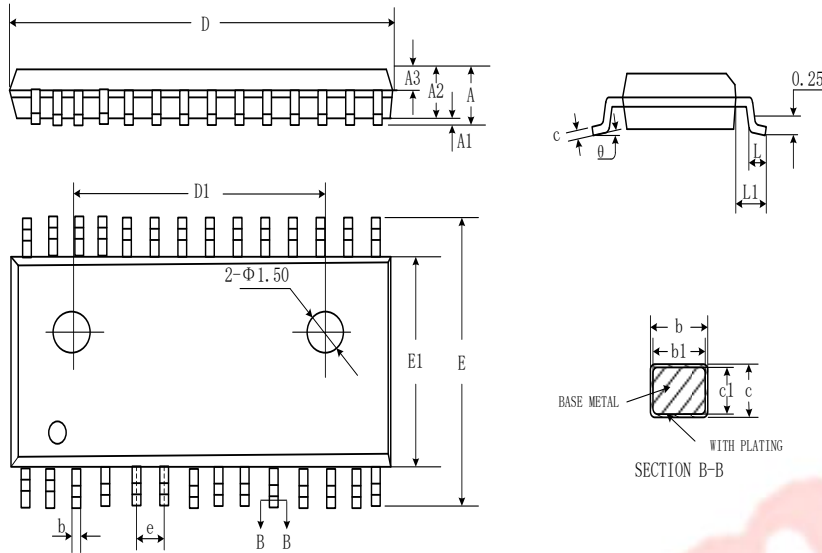
12.4 交流电气参数

VDD=5V, T=25°C

特性	符号	条件	最小	典型	最大	单位
内部高频 RC 振荡频率	F _{hrc1}	T=25°C VDD=5V	-2%		+2%	MHz
	F _{hrc2}	T=25°C VDD=2~5.5V	-2%		+2%	MHz
	F _{hrc3}	T=-40°C~85°C VDD=5V	-5%		+5%	MHz
	F _{hrc4}	T=-40°C~85°C VDD=2~5.5V	-5%		+5%	MHz
WDT 振荡器频率	F _{wdt}	T=25°C VDD=5V	-50%	32	+50%	KHz

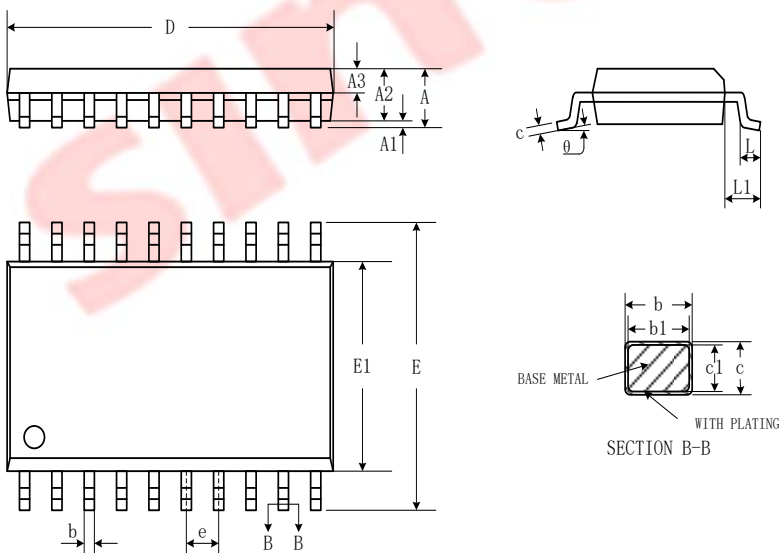
13 封装外形尺寸

SOP28



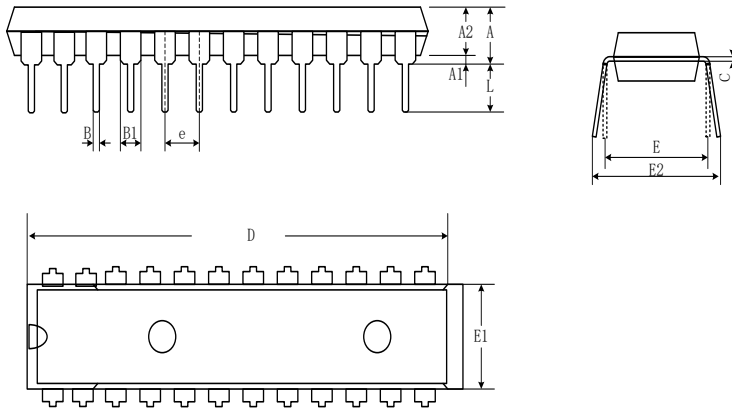
SYMBOL	MILLIMETER		
	MIN	NOM	MAX
A	-	-	2.65
A1	0.10	-	0.30
A2	2.25	2.30	2.35
A3	0.97	1.02	1.07
b	0.39	-	0.48
b1	0.38	0.41	0.43
c	0.25	-	0.31
c1	0.24	0.25	0.26
D	17.80	18.00	18.20
D1	11.90	12.00	12.10
E	10.10	10.30	10.50
E1	7.30	7.50	7.70
e	1.27BSC		
L	0.70	-	1.00
L1	1.40BSC		
θ	0	-	8°
L/F 载体尺寸 (mil)	120*120		

SOP20



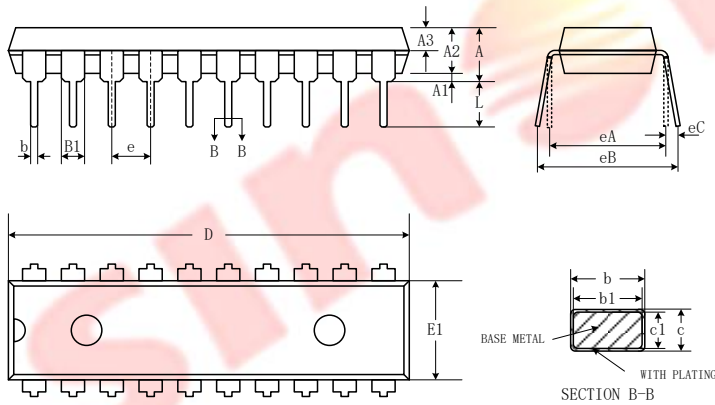
SYMBOL	MILLIMETER		
	MIN	NOM	MAX
A	-	-	2.70
A1	0.10	0.20	0.30
A2	2.10	2.30	2.50
A3	0.92	1.02	1.12
b	0.35	-	0.44
b1	0.34	0.37	0.39
c	0.26	-	0.31
c1	0.24	0.25	0.26
D	12.60	12.80	13.00
E	10.10	10.30	10.50
E1	7.30	7.50	7.70
e	1.27BSC		
L	0.70	0.85	1.00
L1	1.40BSC		
θ	0	-	8°

DIP24



SYMBOL	MILLIMETER		
	MIN	NOM	MAX
A	--	--	5.33
A1	0.38	--	--
A2	3.17	3.30	3.43
D	31.24	31.75	32.51
E	7.62 BSC		
E1	6.42	6.55	6.68
E2	8.51	9.02	9.53
L	2.92	3.30	3.81
e	2.54		
B	0.25		
B1	1.52		

DIP20

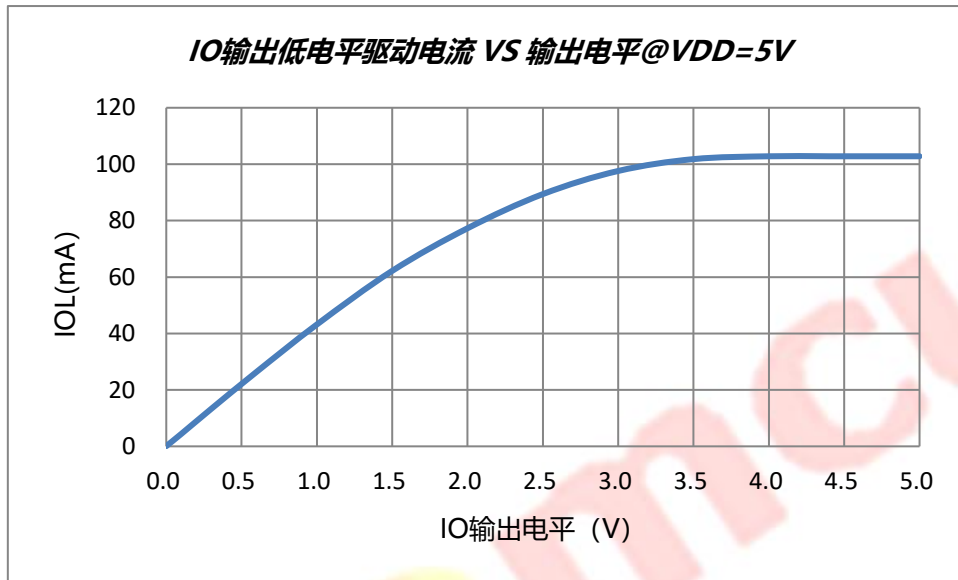


SYMBOL	MILLIMETER		
	MIN	NOM	MAX
A	3.60	3.80	4.00
A1	0.51	-	-
A2	3.10	3.30	3.50
A3	1.42	1.52	1.62
b	0.44	-	0.53
b1	0.43	0.46	0.48
B1	1.52BSC		
c	0.25	-	0.31
c1	0.24	0.25	0.26
D	26.03	26.23	26.43
E1	6.35	6.55	6.75
e	2.54BSC		
eA	7.62BSC		
eB	7.62	-	9.50
eC	0	-	0.94
L	3.00	-	-

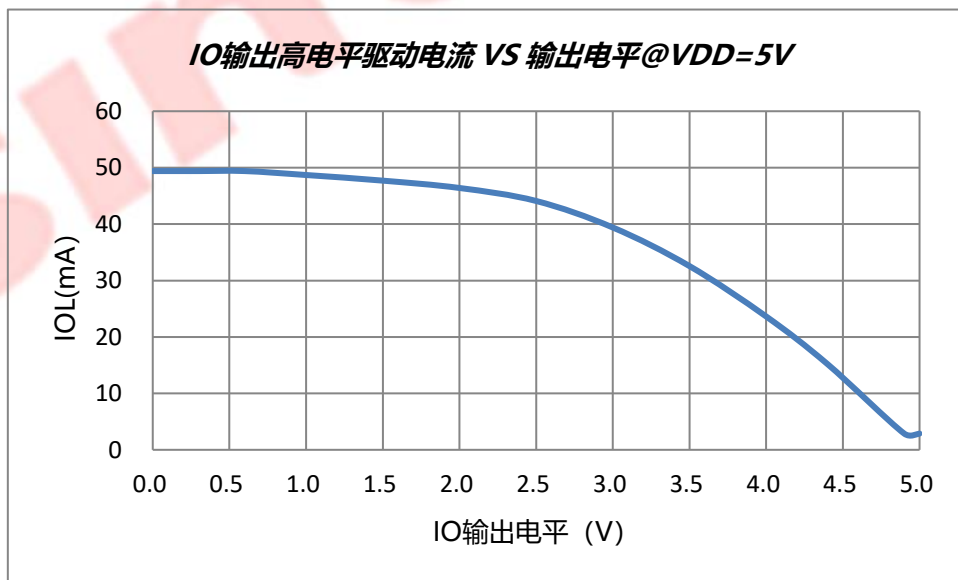
14 特性曲线

注：本节列出的特性曲线图仅作为设计参考，部分数据可能超出芯片额定的工作条件范围，为保证芯片能正常工作，请严格按照电气特性说明。

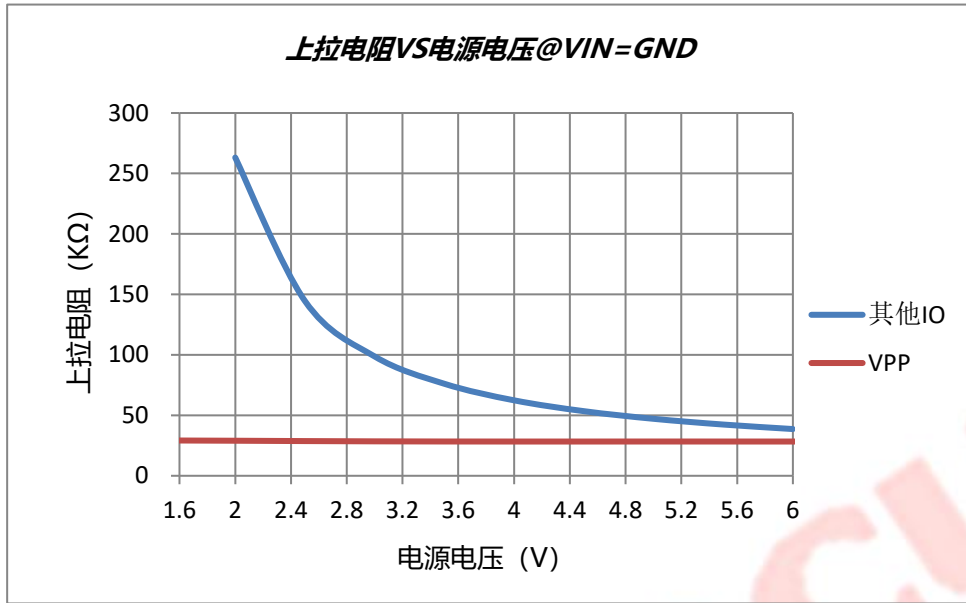
14.1 IO 口低电平驱动电流 VS 输出电平



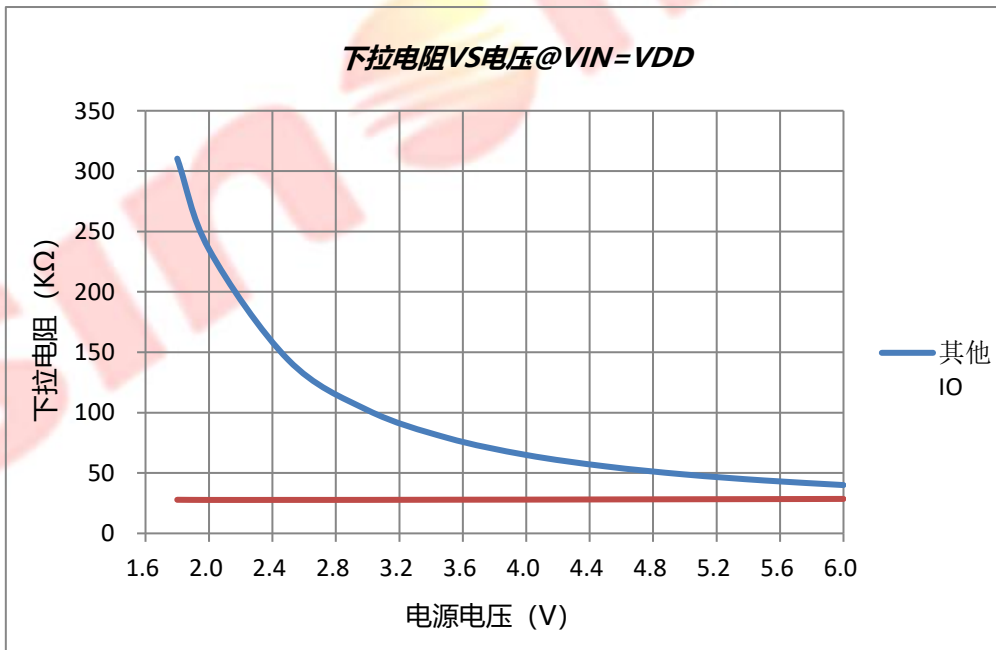
14.2 IO 口高电平驱动电流 VS 输出电平



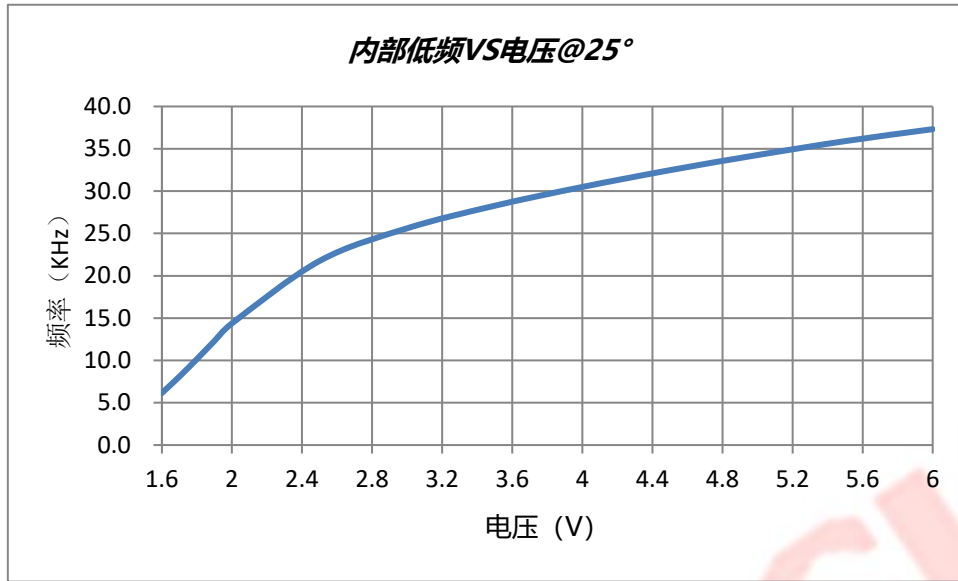
14.3 IO 口上拉电阻 VS 电源电压



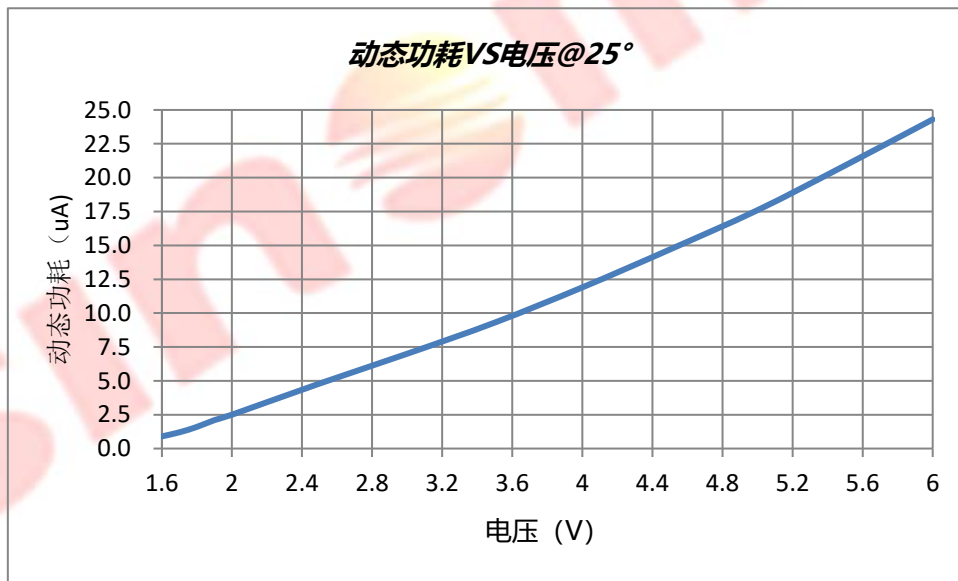
14.4 IO 口下拉电阻 VS 电源电压



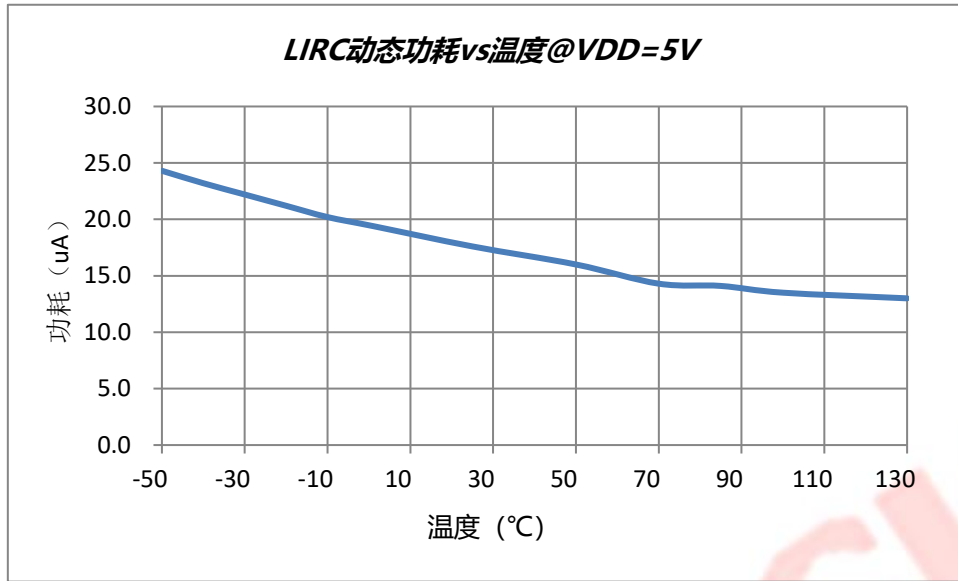
14.5 内部低频 RC 频率 VS 电源电压



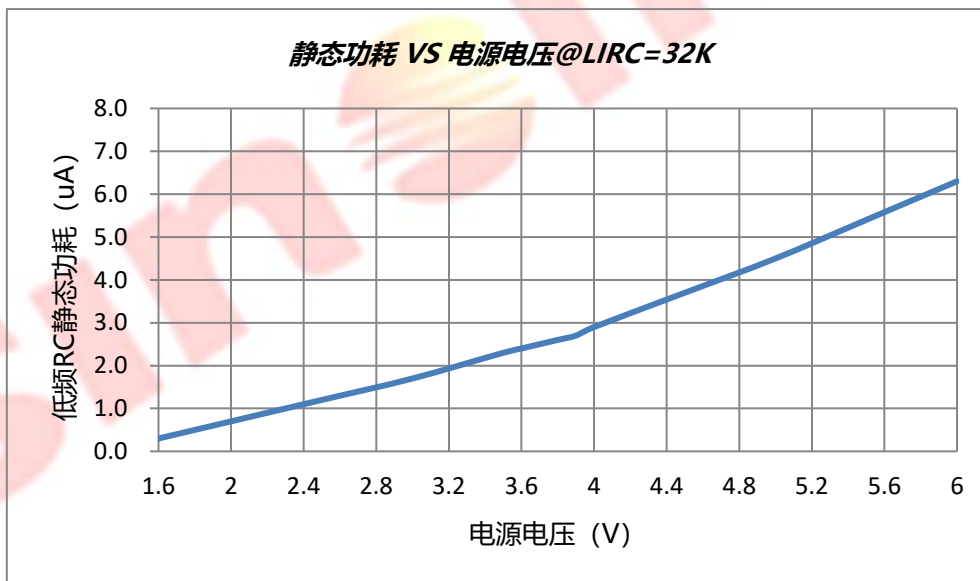
14.6 内部低频 RC 动态功耗 VS 电源电压



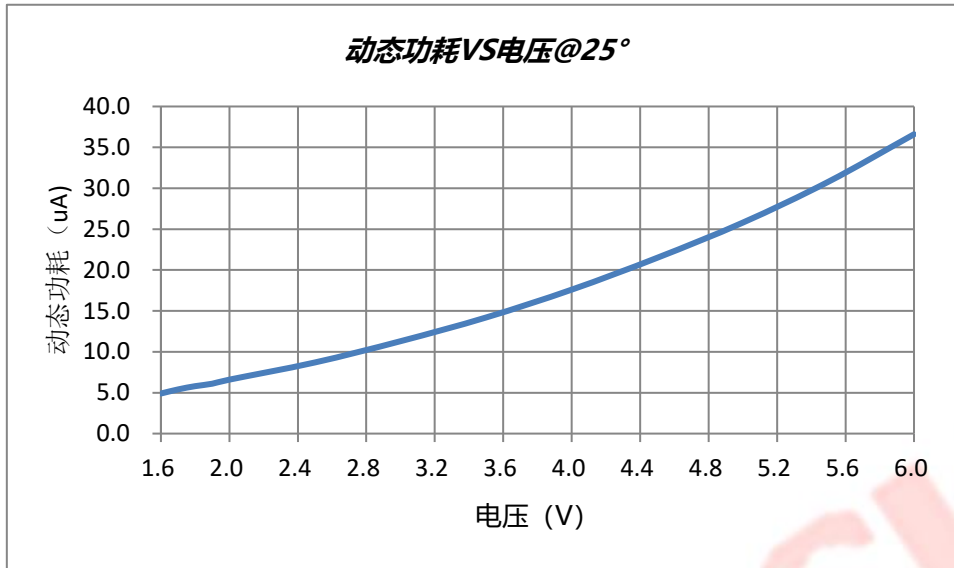
14.7 内部低频 RC 动态功耗 VS 温度



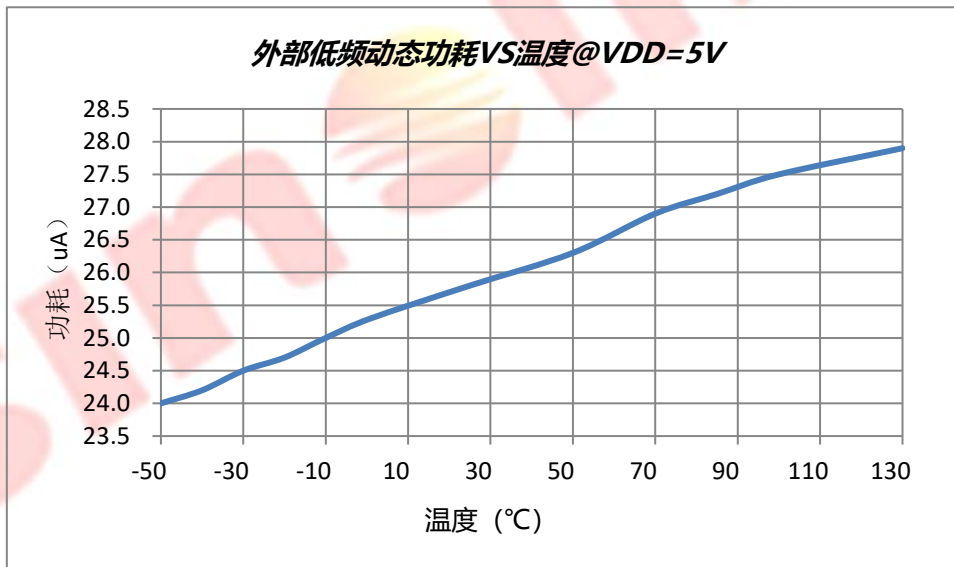
14.8 内部低频 RC 静态功耗 VS 电源电压



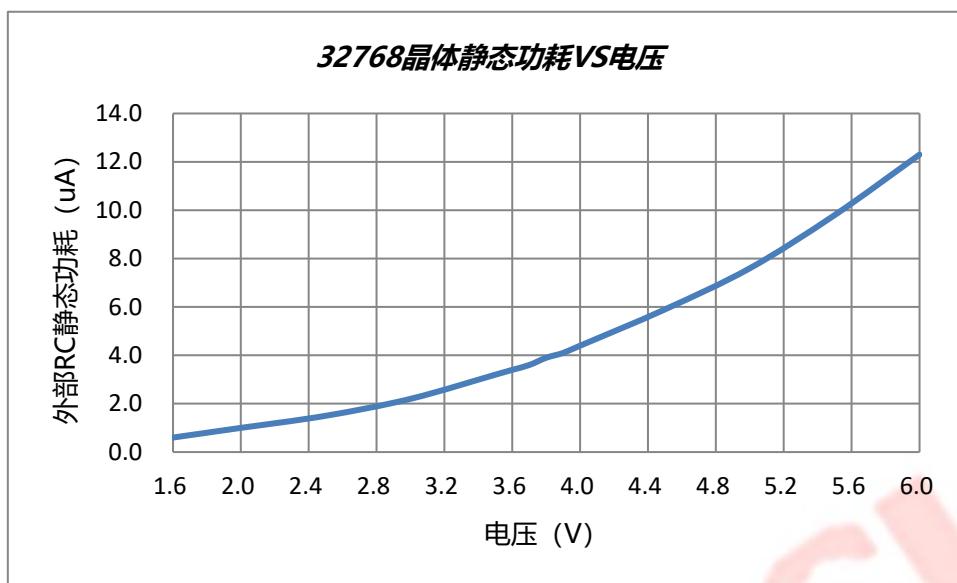
14.9 外部 32768Hz 动态功耗 VS 电源电压



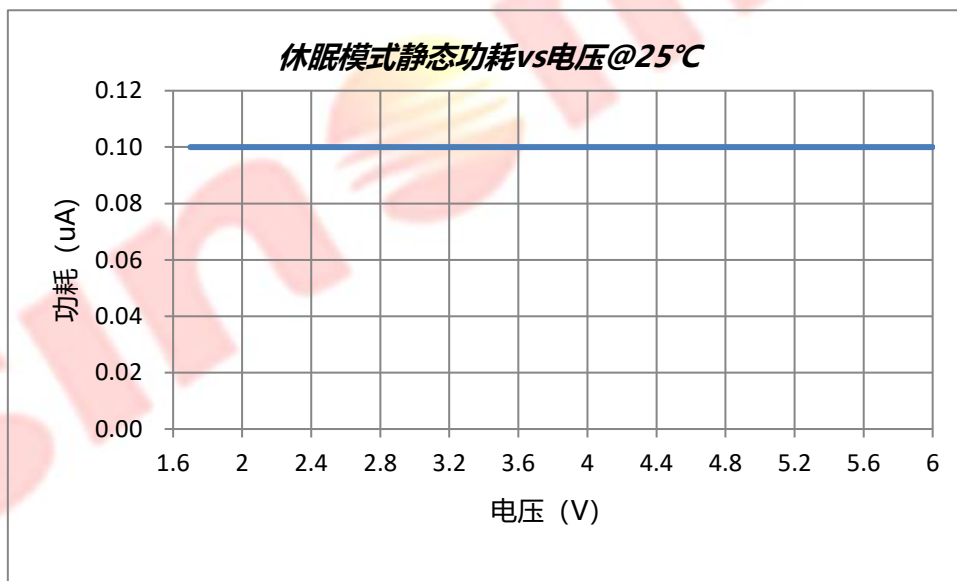
14.10 外部 32768Hz 动态功耗 VS 温度



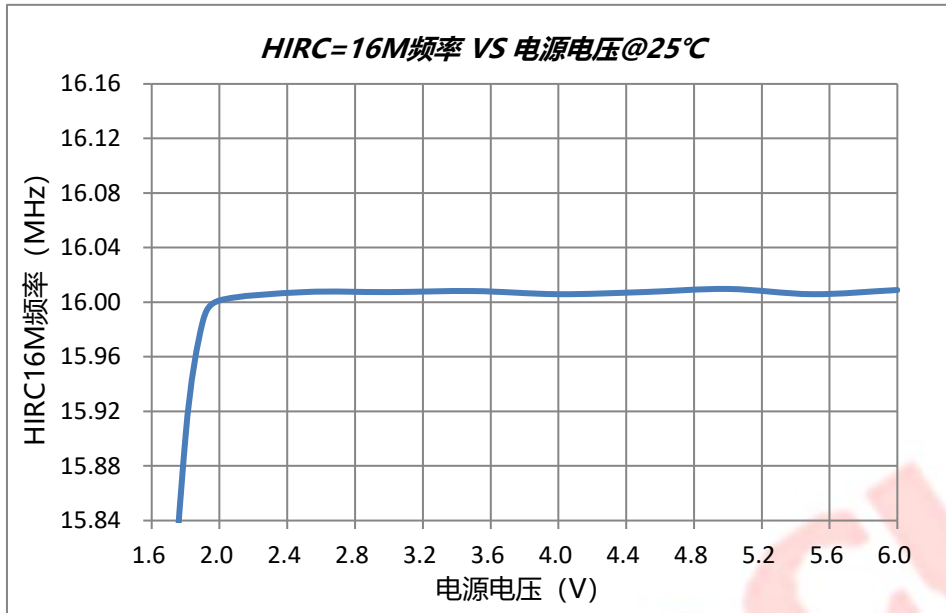
14.11 外部 32768Hz 静态功耗 VS 电源电压



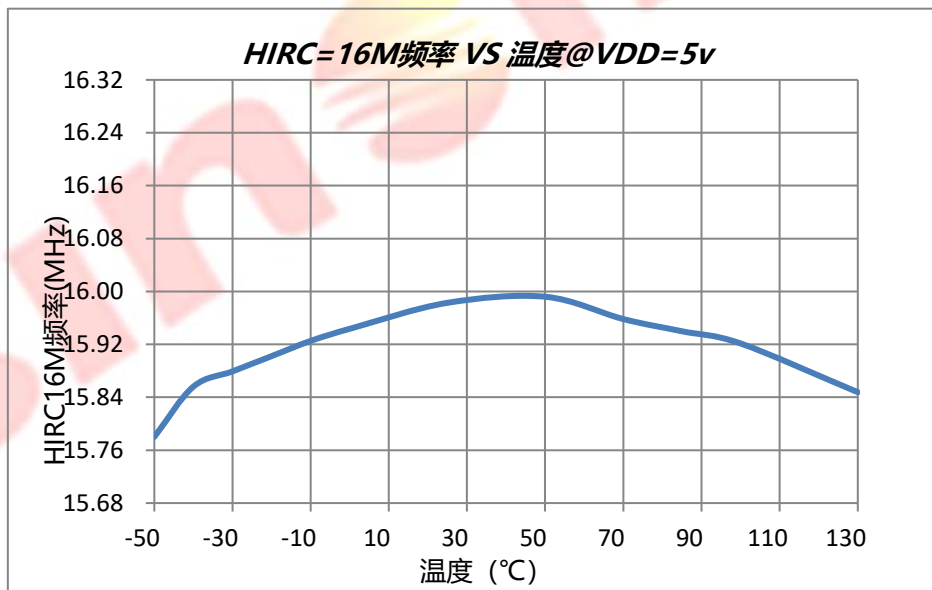
14.12 休眠模式功耗 VS 温度



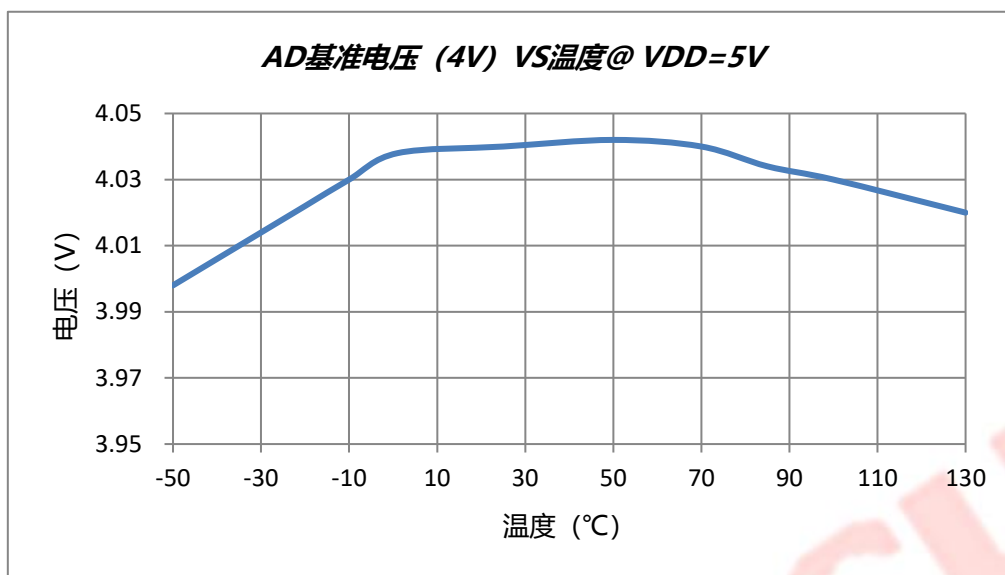
14.13 常温内部高频 HIRC 电压频率 VS 电源电压



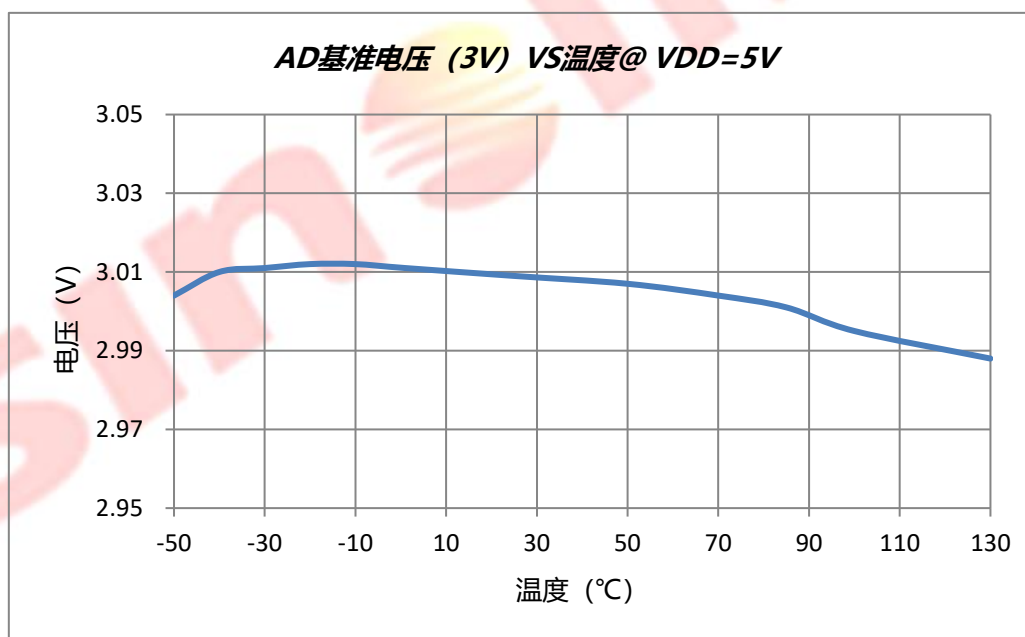
14.14 常压内部高频 HIRC 频率 VS 温度



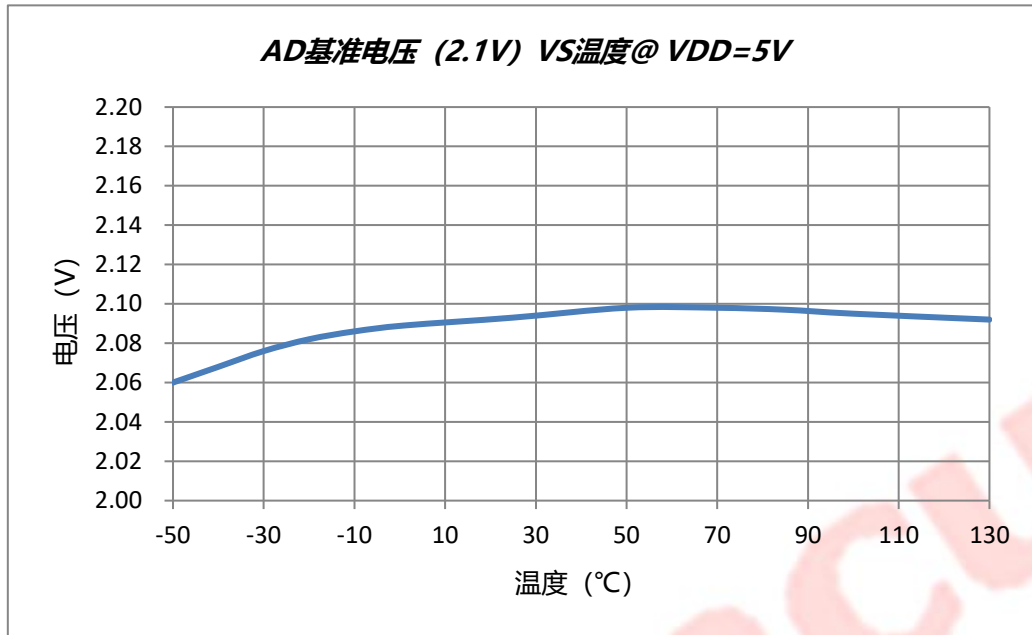
14.15 AD 内部 4V 基准电压 VS 温度



14.16 AD 内部 3V 基准电压 VS 温度

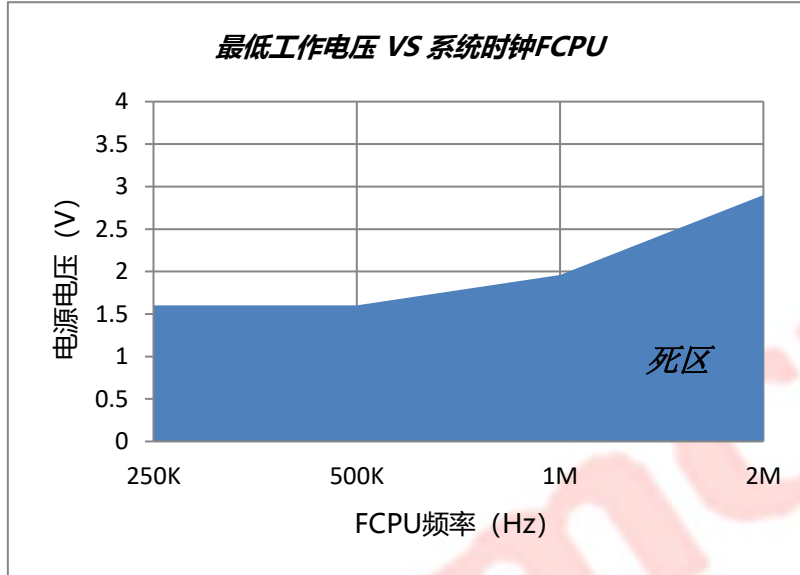


14.17 AD 内部 2.1V 基准电压 VS 温度



14.18 最低工作电压 VS 系统时钟 Fcpu 关系图

注：系统最低工作电压和系统工作频率 Fcpu 有关，不同的工作频率 Fcpu 最低工作电压不同。如下图所示，当工作频率提高时系统正常工作电压也随之提高，但由于 POR 电压固定（1.6V@25°C），在系统最低工作电压和 POR 电压之间就会出现一个电压区域，系统不能正常工作也不会产生 POR 复位，称之为死区，必须根据不同的工作频率设置合适的 LVR 电压避免死区。



FCPU 频率(Hz)	死区电压 (V)	LVR 电压值设定 (V)
2M	2.7	≥3.0
1M	1.8	≥2.2

15 版本修订记录

版本号	修订日期	修订内容
V1.0	2015-08-27	新建
V1.1	2015-10-08	(1) 增加指令集说明 (2) §7.4 Timer2 模块中关于 3 组感应振荡器修改为 2 组感应振荡器。
V1.2	2016-01-08	(1) 增加 DIP24 和 DIP20 的引脚排列图及封装尺寸图。
V1.3	2016-09-14	(1) 更新指令集。
V1.4	2017-10-09	(1) §2.5 修改 VLRS 配置项; (2) §12.4 修改 HIRC 电气参数;
V1.5	2018-05-10	(1) 修改 OEP2/T1CR/T2CR 中位命名的笔误。