

AT8A513H1

8 位 EPROM-Based 6 I/O 单片机

Version 1.3

Nov. 28, 2025

ATW TECHNOLOGY CO. reserves the right to change this document without prior notice. Information provided by ATW is believed to be accurate and reliable. However, ATW makes no warranty for any errors which may appear in this document. Contact ATW to obtain the latest version of device specifications before placing your orders. No responsibility is assumed by ATW for any infringement of patent or other rights of third parties which may result from its use. In addition, ATW products are not authorized for use as critical components in life support devices/systems or aviation devices/systems, where a malfunction or failure of the product may reasonably be expected to result in significant injury to the user, without the express written approval of ATW.

改版记录

版本	日期	内 容 描 述	修正页
1.0	2025/04/02	新发布。	-
1.1	2025/06/09	1. 更新比较器部分。 2. 优化部分章节的文字。 3. 更新 VIH 值。	38 18, 19, 20, 21, 26, 31, 32 67, 68
1.2	2025/08/26	1. 更新工作电压。 2. 更新 Vref 硬件连接图与 LVD 框图。 3. 更新 F _{INST} 对 VDD（工作电压）的定义。 4. 更新建议工作电压。	6 39 67 73
1.3	2025/11/28	1. 更新比较器 / LVD 特性。 2. 更新建议工作电压。	69 73

目 录

1. 概述	6
1.1 功能	6
1.2 方框图	8
1.3 AT8A513H 与 AT8A513H1 与 AT8A513J 的主要差异	8
1.4 引脚图	9
1.5 引脚说明	9
2. 内存结构	10
2.1 程序内存	10
2.2 数据存储器	11
3. 功能概述	14
3.1 R页面特殊功能寄存器	14
3.1.1 <i>INDF</i> (间接寻址寄存器)	14
3.1.2 <i>TMR0</i> (定时器T0 寄存器)	14
3.1.3 <i>PCL</i> (<i>PC[9:0]</i> 低字节)	14
3.1.4 <i>STATUS</i> (状态寄存器)	15
3.1.5 <i>FSR</i> (数据指针寄存器)	15
3.1.6 <i>PortB</i> (<i>PortB</i> 数据寄存器)	16
3.1.7 <i>PCON</i> (电源控制寄存器)	16
3.1.8 <i>BWUCON</i> (<i>PortB</i> 唤醒控制寄存器)	16
3.1.9 <i>PCHBUF</i> (程序计数器的高字节)	17
3.1.10 <i>BPLCON</i> (<i>PortB</i> 下拉电阻控制寄存器)	17
3.1.11 <i>BPHCON</i> (<i>PortB</i> 上拉电阻控制寄存器)	17
3.1.12 <i>INTE</i> (中断使能寄存器)	17
3.1.13 <i>INTF</i> (中断标志寄存器)	18
3.2 <i>T0MD</i> 寄存器	19
3.3 F页面特殊功能寄存器	20
3.3.1 <i>IOSTB</i> (<i>PortB</i> I/O控制寄存器)	20
3.3.2 <i>PS0CV</i> (预分频器P0 计数器值寄存器)	20
3.3.3 <i>BODCON</i> (<i>PortB</i> 开漏极寄存器)	20
3.3.4 <i>CMPCR</i> (比较器电压选择控制寄存器)	21
3.3.5 <i>PCON1</i> (电源控制寄存器1)	21

3.4 S页面特殊功能寄存器	22
3.4.1 TMR1 (定时器T1 寄存器)	22
3.4.2 T1CR1 (定时器T1 控制寄存器 1)	22
3.4.3 T1CR2 (定时器T1 控制寄存器 2)	23
3.4.4 PWM1DUTY (PWM1 占空寄存器)	24
3.4.5 PS1CV (预分频器PS1 计数值寄存器)	24
3.4.6 BZ1CR (蜂鸣器BZ1 计数寄存器)	25
3.4.7 IRCR (IR控制寄存器)	25
3.4.8 TBHP (表格存取高字节地址指针寄存器)	26
3.4.9 TBHD (表格存取高字节数据寄存器)	26
3.4.10 OSCCR (振荡控制寄存器)	26
3.5 I/O端口	27
3.5.1 IO引脚结构框表	29
3.6 定时器T0	34
3.7 Timer1/PWM1/Buzzer1	35
3.8 红外线载波	37
3.9 比较器相关功能	38
3.9.1 功能概述	38
3.9.2 电压比较器	38
3.9.3 比较器参考电压 (Vref)	39
3.9.4 低电压检测 (LVD)	40
3.9.5 LVD中断	41
3.10 看门狗定时器 (WDT)	41
3.11 中断	42
3.11.1 Timer0 溢出中断	42
3.11.2 Timer1 借位中断	42
3.11.3 看门狗超时中断	43
3.11.4 PB输入状态改变中断	43
3.11.5 外部中断	43
3.11.6 LVD中断	43
3.12 振荡配置	43
3.13 工作模式	45
3.13.1 正常模式	46
3.13.2 慢速模式	46
3.13.3 待机模式	46

3.13.4 睡眠模式	47
3.13.5 唤醒稳定时间	47
3.13.6 工作模式概述	47
3.14 复位	48
4. 指令设置	50
5. 配置表	66
6. 电气特性	67
6.1 最大绝对值	67
6.2 直流电气特性	67
6.3 OSC特性	69
6.4 比较器 / LVD特性	69
6.5 特性图	70
6.5.1 频率与高速振荡电压	70
6.5.2 频率与高速振荡温度	70
6.5.3 频率与低速振荡电压	70
6.5.4 频率与低速振荡温度	71
6.5.5 上拉电阻与VDD	71
6.5.6 VIH/VIL与VDD	71
6.5.7 VIH/VIL与温度	72
6.6 建议工作电压	73
6.7 LVR与温度	74
6.8 LVD与温度	74
7. 封装尺寸	75
7.1 6-Pin Plastic SOT23-6 (63 毫寸)	75
7.2 8-Pin Plastic SOP (150 毫寸)	75
8. 订购信息	76

1. 概述

AT8A513H1 是以EPROM作为记忆体的 8 位微控制器，专为多IO产品的应用而设计，例如遥控器、风扇/灯光控制或是游戏机周边等等。采用CMOS制程并同时提供客户低成本、高性能等显著优势。AT8A513H1 核心建立在RISC精简指令集架构可以很容易地做编辑和控制，共有 55 条指令。除了少数指令需要 2 个时序，大多数指令都是 1 个时序即能完成，可以让用户轻松地以程式控制完成不同的应用。因此，非常适合各种中低记忆容量但又复杂的应用。

在I/O的资源方面，AT8A513H1 有 6 根弹性的双向I/O脚，每个I/O脚都有单独的寄存器控制为输入或输出脚。而且每一个I/O脚位都有附加的程式控制功能如上拉或下拉电阻或开漏极(Open-Drain) 输出。此外针对红外线摇控的产品方面，AT8A513H1 内建了可选择频率的红外载波发射口。

AT8A513H1 有两组计时器，可用系统频率当作一般的计时的应用或者从外部讯号触发来计数。另外AT8A513H1 提供 1 组 8 位解析度的 PWM 输出或者蜂鸣器输出，可用于驱动马达、LED、或蜂鸣器等等。

AT8A513H1 采用双时钟机制，高速振荡或者低速振荡都由内部RC振荡输入。在双时钟机制下，AT8A513H1 可选择多种工作模式如正常模式(Normal)、慢速模式(Slow mode)、待机模式(Standby mode) 与睡眠模式(Halt mode)可节省电力消耗延长电池寿命。

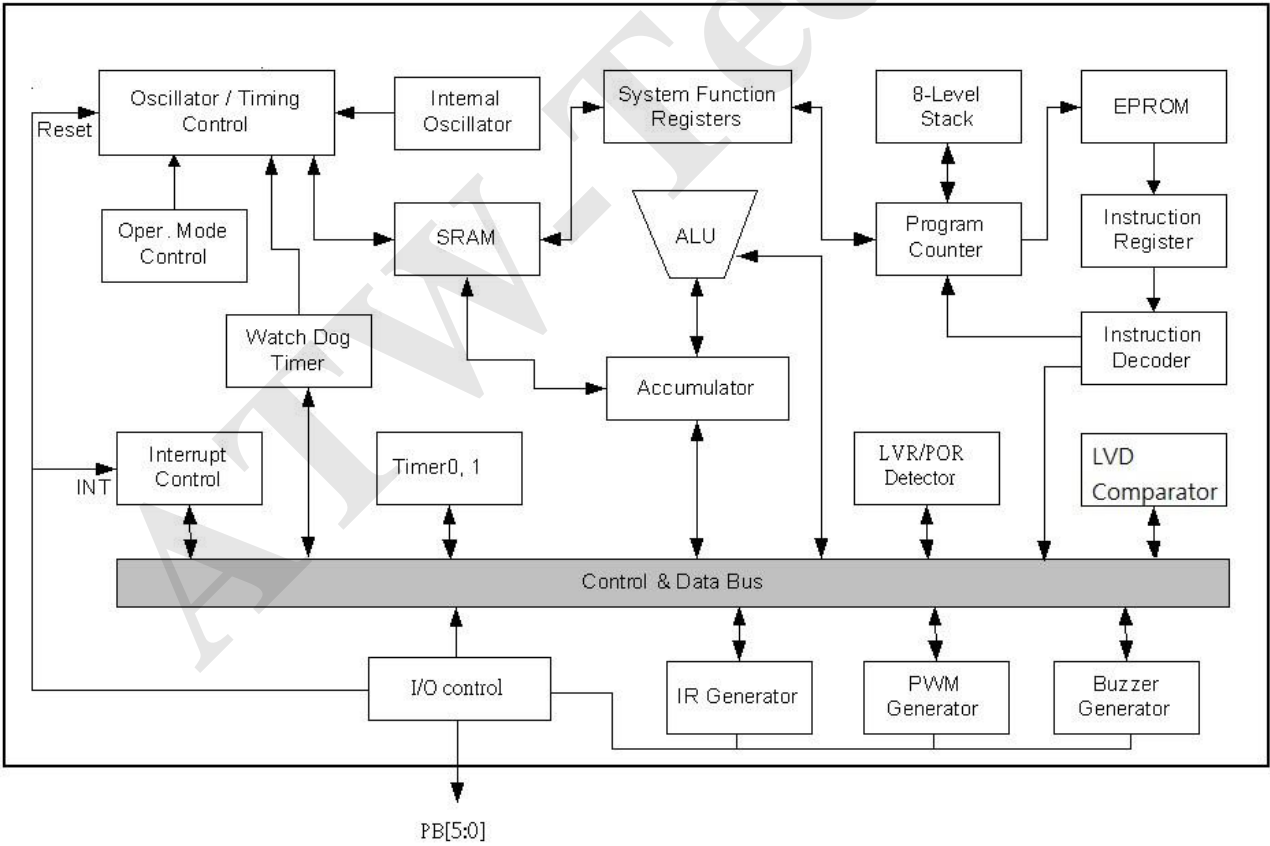
在省电的模式下如待机模式(Standby mode)与睡眠模式(Halt mode)中，有多种事件可以触发中断唤醒 AT8A513H1 进入正常操作模式(Normal) 或 慢速模式(Slow mode) 来处理突发事件。

1.1 功能

- 宽广的工作电压：
 - 3.3V ~ 5.5V @ 20MHz/2T。
 - 1.6V ~ 5.5V @ 4MHz/4T。
- 宽广的工作温度：-40°C ~ 85°C。
- 内建 14 阶准确的低电压侦测电路功能。
- 1Kx14 bits EPROM。
- 48 bytes SRAM。
- 6 根可分别单独控制输入输出方向的I/O脚(GPIO)、PB[5:0]。
- PB[3:0]可选择输入时使用内建上拉或下拉电阻。
- V_{IH} 输入有三种组态可选，分别为 0.8V_{DD}、0.6V_{DD}及 0.5V_{DD}(No Schmitt)； V_{IL} 输入有三种组态可选，分别为 0.3V_{DD}、0.2V_{DD}及 0.5V_{DD}(No Schmitt)。
- PB[3]内建上拉电阻及输出高推功能。
- PB[5:0]可选择上拉电阻或开漏极输出(Open-Drain)。
- 所有I/O脚输出可选择小灌电流(Small Sink Current)或一般灌电流(Normal Sink Current)。
- 所有I/O脚输出可选择小推电流(Small Drive Current)或一般推电流(Normal Drive Current)，除PB3 外。
- 8 层程序堆栈(Stack)。

- 存取数据有直接或间接寻址模式。
- 一组 8 位上数定时器(Timer0)包含可程序化的频率预除线路。
- 一组 8 位下数定时器(Timer1)可选重复载入或连续下数计时。
- 一个 8 位的脉冲宽度调变输出(PWM1)。
- 一个蜂鸣器输出(BZ1)。
- 38/57KHz红外线载波频率可供选择，同时载波的极性也可以根据数据作选择。
- 内建上电复位电路(POR)。
- 内建低压复位功能(LVR)。
- 内建看门狗计时(WDT)，可由程序软件控制开关。
- 双时钟机制，系统可以随时切换高速振荡或者低速振荡。
 - 高速振荡：I_HRC (内部 1~20MHz高速RC振荡)
 - 低速振荡：I_LRC (内部 32KHz低速RC振荡)
- 四种工作模式可随系统需求调整电流消耗：正常模式(Normal)、慢速模式(Slow mode)、待机模式(Standby mode) 与 睡眠模式(Halt mode)。
- 六种硬件中断：
 - Timer0 溢位中断。
 - Timer1 借位中断。
 - WDT 中断。
 - PB 输入状态改变中断。
 - 外部中断输入。
 - 低电压侦测中断。
- AT8A513H1 在待机模式(Standby mode)下的六种唤醒中断：
 - Timer0 溢位中断。
 - Timer1 借位中断。
 - WDT 中断。
 - PB 输入状态改变中断。
 - 外部中断输入。
 - 低电压侦测中断。
- AT8A513H1 在睡眠模式(Halt mode)下的三种唤醒中断：
 - WDT 中断。
 - PB 输入状态改变中断。
 - 外部中断输入。

1.2 方框图



1.3 AT8A513H 与 AT8A513H1 与 AT8A513J 的主要差异

项目	功能	AT8A513H	AT8A513H1	AT8A513J
1	PWM	1	1	3
2	比较器模拟输入引脚	PB0/PB1	PB0/PB1	PB0/PB1/ PB4/PB5
3	LVD 电压选择	16 级	14 级	14 级
4	定时器 1 w/o 预分频器	-	-	V

1.4 引脚图

AT8A513H1 提供两种封装类型：SOP8 及SOT23-6。

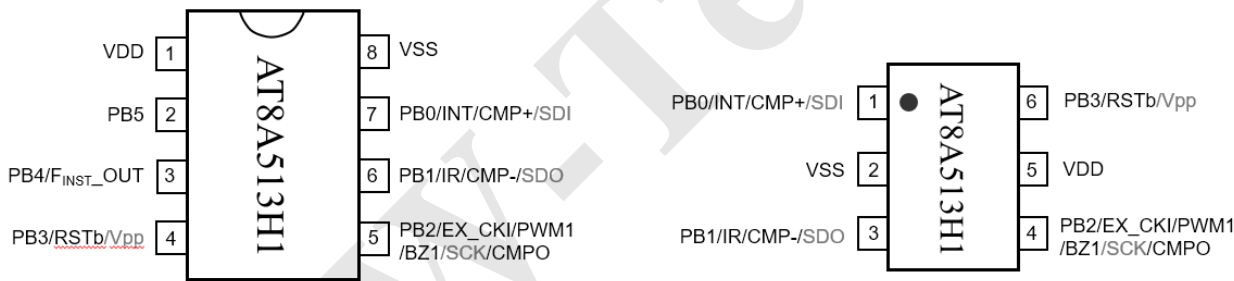


图 1 封装引脚图

1.5 引脚说明

引脚名	I/O	描述
PB0 INT CMP+ SDI	I/O	PB0 是一个双向I/O引脚，且可以当作比较器模拟输入引脚。 当EIS=1 & INTIE=1 时，PB0 是外部中断的输入引脚。 PB0 可当作比较器正向输入。 PB0 可当作编程脚SDI。
PB1 IR CMP- SDO	I/O	PB1 是一个双向I/O引脚，且可以当作比较器模拟输入引脚。 如果启用红外模式，该引脚为红外载波输出。 PB1 可当作比较器反向输入。 PB1 也可当作编程脚SDO。
PB2 EX_CKI PWM1 BZ1 SCK Comparator	I/O	PB2 是一个双向I/O引脚，且可以当作比较器模拟输出引脚。 PB2 可当作定时器频率来源EX_CKI。 PB2 可提供PWM输出。 PB2 可当作蜂鸣器输出。 PB2 也可当作编程脚SCK。 PB2 也可当作比较器输出。
PB3 RSTb Vpp	I/O	PB3 是一个双向I/O引脚。 PB3 可作复位引脚RSTb，若RSTb是低的，PB3 将重置AT8A513H1。 PB3 也可当作编程脚 Vpp。
PB4 F _{INST_OUT}	I/O	PB4 是一个双向I/O引脚。 PB4 也可当作指令时钟输出。
PB5	I/O	PB5 是一个双向I/O引脚。
VDD	-	电源正端。
VSS	-	电源负端。

2. 内存结构

AT8A513H1 存储器分为两类：分别是程序存储器和数据存储器。

2.1 程序内存

AT8A513H1 程序存储器空间是 1K。因此，程序计数器（PC）是 10 位宽，以解决程序存储器的任何位置。

程序存储器的某些位置保留为中断入口。上电复位向量位于 0x000，软件中断向量位于 0x001，内部和外部硬件中断向量位于 0x008。

AT8A513H1 提供CALL、GOTOA和CALLA等指令去处理程序空间的 256 个位置。还提供GOTO指令去解决程序空间 512 个位置，LCALL和LGOTO指令解决程序空间的任何位置。

当发生调用或中断情况时，下一个ROM地址写入堆栈的顶部。而当执行RET、RETIA或RETIE指令，堆栈数据的顶部会被读取并加载到程序计数器。

AT8A513H1 程序只读存储器地址 0x3FE~0x3FF是预留空间。如果用户试图在这些地址写代码会得到意想不到的假函数。

AT8A513H1 程序只读存储器地址 0x00E~0x00F是预设的滚动代码，可以释放并作为正常程序空间使用。

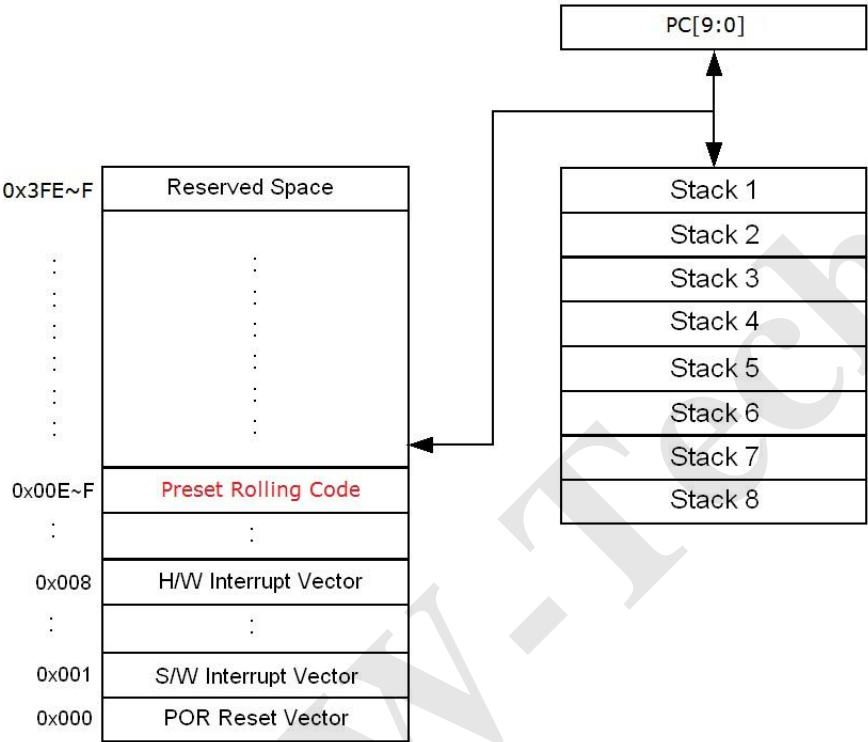


图 2 程序内存对映地址

2.2 数据存储

根据用于存取数据存储器的指令，数据存储器可分为三类：R-page特殊功能寄存器(SFR)和通用寄存器(GPR)、F-page特殊功能寄存器、S-page特殊功能寄存器。GPR是由静态存储器组成，用户可以使用它们来存储变量或中间结果。

R-page数据存储器分为 4 组存储页面，可直接或间接通过SFR寄存器（亦为文件选择寄存器FSR）使用。FSR[7:6]作为存储页面寄存器BK[1:0]从 4 个存储页面中选择一个。

R-page寄存器可分为直接寻址方式和间接寻址方式。

数据存储使用的间接寻址方式如下图所描述，这种间接寻址方式包含使用INDF寄存器。存储页面选择是由 FSR[7:6]决定，区位选择则是由FSR[5:0]而定。

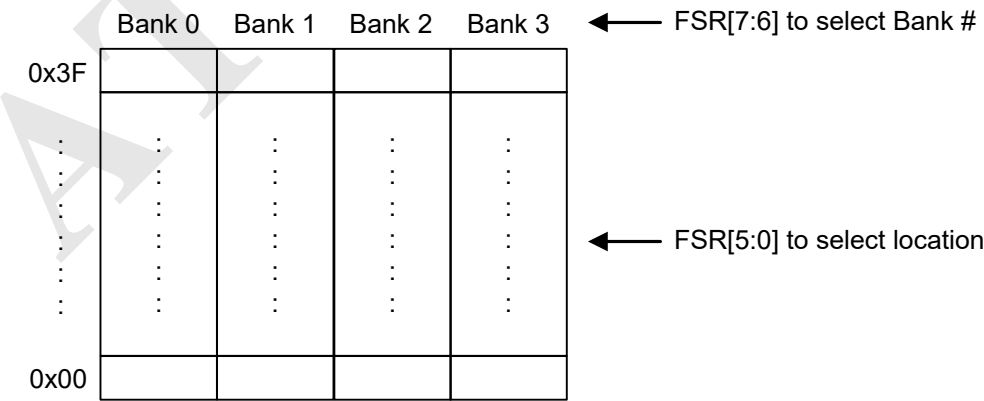


图 3 数据存储器存取的间接寻址方式

下面描述了数据存储使用的直接寻址方式。存储页面选择是由FSR[7:6]决定，而区位选择则是由op-code[5:0]指令直接决定。

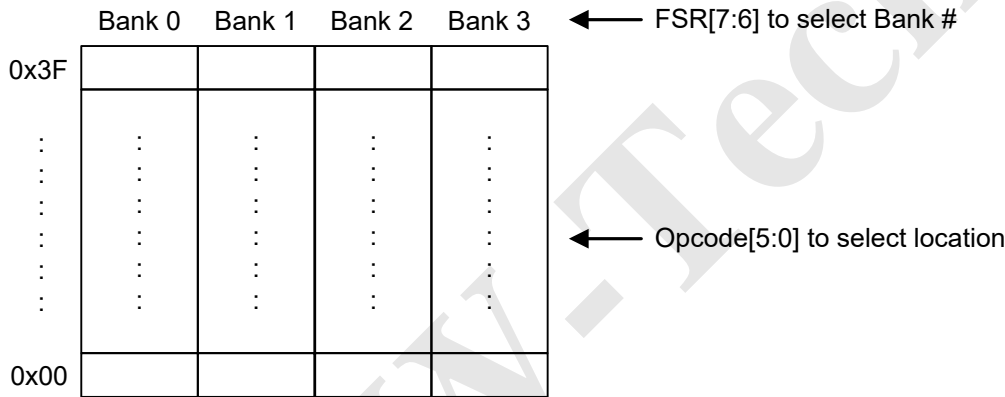


图 4 数据存储器存取的直接寻址方式

特殊功能寄存器R-page可以通过一般的指令使用，如算术指令和数据移动指令。R-page占用了从 0x0 到Bank 0 的 0xF。然而，Bank 1、Bank 2 和Bank 3 的相同地址会映射回Bank 0。换句话说，R-page完全存在于Bank 0。GPR完全占用了存储页面的 0x10 到 0x3F和其他存储页面 0x10 到 0x3F映射后的表 1 所示。

AT8A513H1 寄存器名称和特殊功能寄存器R-page的映射地址说明如下表：

FSR[7:6] Address	00 (Bank 0)	01 (Bank 1)	10 (Bank 2)	11 (Bank 3)
0x0	INDF	与Bank 0 相同的映射		
0x1	TMR0			
0x2	PCL			
0x3	STATUS			
0x4	FSR			
0x5	-			
0x6	PORTB			
0x7	-			
0x8	PCON			
0x9	BWUCON			
0xA	PCHBUF			
0xB	BPLCON			
0xC	BPHCON			
0xD	-			
0xE	INTE			
0xF	INTF			
0x10 ~ 0x1F	通用寄存器	未使用		
0x20 ~ 0x3F	通用寄存器	未使用		

表 1 特殊功能寄存器R-page地址映射表

特殊功能寄存器F-page只能被指令IOST和IOSTR使用，特殊功能寄存器S-page只能被指令SFUN和SFUNR使用。当F-page和S-page寄存器被使用时，FSR[7:6]存储页面选择位会被忽略。寄存器名称和F-page、S-page的映射地址说明如下表。

特殊功能寄存器 种类 地址	F-page SFR	S-page SFR
0x0	-	TMR1
0x1	-	T1CR1
0x2	-	T1CR2

特殊功能寄存器 种类 地址	F-page SFR	S-page SFR
0x3	-	PWM1DUTY
0x4	-	PS1CV
0x5	-	BZ1CR
0x6	IOSTB	IRCR
0x7	-	TBHP
0x8	-	TBHD
0x9	-	-
0xA	PS0CV	-
0xB	-	-
0xC	BODCON	-
0xD	-	-
0xE	CMPCR	-
0xF	PCON1	OSCCR

表 2 特殊功能寄存器F-page和S-page地址映射表

3. 功能概述

本章节将详细描述AT8A513H1 的操作方式。

3.1 R页面特殊功能寄存器

3.1.1 INDF（间接寻址寄存器）

名称	SFR类型	地址	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
INDF	R	0x0	INDF[7:0]							
读/写属性			读/写							
初始值			XXXXXXXX							

寄存器INDF并非实际存在，而是被用作间接寻址模式。任何访问INDF的指令实际上都是访问寄存器FSR所指向的寄存器。

3.1.2 TMR0（定时器 T0 寄存器）

名称	SFR类型	地址	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
TMR0	R	0x1	TMR0[7:0]							
读/写属性			读/写							
初始值			XXXXXXXX							

当读取定时器T0 寄存器时，实际上读取Timer0 目前运行数值。

写入定时器T0 寄存器会改变Timer0 目前的数值。

通过T0MD与配置字节设定，Timer0 时钟源可以从指令时钟FINST、外部脚位EX_CKl或低振荡频率中择一。

3.1.3 PCL（PC[9:0]低字节）

名称	SFR类型	地址	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
PCL	R	0x2	PCL[7:0]							
读/写属性			读/写							
初始值			0x00							

程序计数寄存器是最显著的 10 位PC字节（LSB）。在指令一一被执行后，PCL会增加，除了某些指令会直接改变PC。PC的高字节如PC[9:8]并不能直接存取。更新PC[9:8]必须通过PCHBUF寄存器完成。

以GOTO指令来说，PC[8:0]是从指令值取得，而PC[9]是从PCHBUF[1]加载而得。CALL指令的PC[7:0]是从指令值取得，而PC[9:8]是从PCHBUF[1:0]加载而得。下一个PC地址如PC+1 时，将会存到堆栈的顶部。LGOTO指令的PC[9:0]是从指令值取得。

LCALL指令的PC[9:0]是从指令值取得；当下一个PC地址如PC+1 时，将被存到堆栈的顶部。

3.1.4 STATUS（状态寄存器）

名称	SFR类型	地址	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
STATUS	R	0x3	GP7	GP6	GP5	/TO	/PD	Z	DC	C
读/写属性			读/写	读/写	读/写	读/写(*2)	读/写(*1)	读/写	读/写	读/写
初始值			0	0	0	1	1	X	X	X

状态寄存器包含算术指令的结果和导致复位的原因。

C: 进位/借位标志位

C=1 时，加法指令或减法指令不借位都会导致进位。

C=0 时，加法指令或减法指令不借位都不会导致进位。

DC: 半进位/半借用标志位

DC=1 时，加法指令或第四个LSB的减法指令不借位都会导致第四个LSB的进位。

DC=0 时，加法指令或第四个LSB的减法指令不借位都不会导致第四个LSB的进位。

Z: 零位

Z=1 时，逻辑运算的结果是零。

Z=0 时，逻辑运算的结果不为零。

/PD: 掉电标志位

/PD=1 时，上电或执行CLRWDWT指令后。

/PD=0 时，执行SLEEP指令后。

/TO: 时间上溢标志位

/TO=1 时，上电或执行CLRWDWT或SLEEP指令后。

/TO=0 时，发生WDT超时。

GP7、GP6、GP5: 通用读/写寄存器。

(*1): 可以被SLEEP指令清除。

(*2): 可以由CLRWDWT指令设定。

3.1.5 FSR（数据指针寄存器）

名称	SFR类型	地址	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
FSR	R	0x4	BK[1:0]		FSR[5:0]					
读/写属性			读/写							
初始值			0	0	X	X	X	X	X	X

FSR[5:0]: 从特定存储区的 64 个寄存器中选择一个。

BK[1:0]: 以AT8A513H1 为例，存储区寄存器并不会被使用，因为AT8A513H1 仅有一个存储区。

3.1.6 PortB（PortB 数据寄存器）

名称	SFR类型	地址	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
PortB	R	0x6	GP7	GP6	PB5	PB4	PB3	PB2	PB1	PB0
读/写属性			读/写							
初始值			数据锁存值是xxxxxx，读取值则是xxxxxx端口值（PB5~PB0）							

取PortB时，若特定脚位被配置为输入脚，将得到该状态。然而，若该脚位被配置为输出脚，不论是得到该脚位的状态或相对应的输出数据锁存值，都是依据配置字RD_OPT。当写入PortB时，数据是被写入PortB的输出数据锁存器中。

GP7，GP6：通用读/写寄存器。

3.1.7 PCON（电源控制寄存器）

名称	SFR类型	地址	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
PCON	R	0x8	WDTEN	EIS	LV DEN	GP4	LVREN	CMPEN	GP1	GP0
读/写属性			读/写							
初始值			1	0	0	0	1	0	0	0

GP5~0：一般通用读/写寄存器。

CMPEN：打开/关闭CMP。

CMPEN=1 时，打开CMP。

CMPEN=0 时，关闭CMP。

LVREN：打开/关闭LVR。

LVREN=1 时，打开LVR。

LVREN=0 时，关闭LVR。

LV DEN：打开/关闭LVD。

LV DEN=1 时，打开LVD。

LV DEN=0 时，关闭LVD。

EIS：外部中断选择位。

EIS=1 时，PB0 是外部中断。

EIS=0 时，PB0 是通用读/写寄存器。

WDTEN：打开/关闭WDT。

WDTEN=1 时，打开WDT。

WDTEN=0 时，关闭WDT。

3.1.8 BWUCON（PortB 唤醒控制寄存器）

名称	SFR类型	地址	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
BWUCON	R	0x9	-	-	WUPB5	WUPB4	WUPB3	WUPB2	WUPB1	WUPB0
读/写属性			-	-	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
初始值			X	X	1	1	1	1	1	1

WUPBx: 打开/关闭PBx唤醒功能, $0 \leq x \leq 5$ 。

WUPBx=1 时, 打开PBx唤醒功能。

WUPBx=0 时, 关闭PBx唤醒功能。

3.1.9 PCHBUF (程序计数器的高字节)

名称	SFR类型	地址	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
PCHBUF	R	0xA	-	-	-	-	-	GP5	PCHBUF[1:0]	
读/写属性			-	-	-	-	-	读/写	写	
初始值			X	X	X	X	X	0	00	

PCHBUF[1:0]: 程序计数器PC的 bit9 ~ bit8。

GP5: 通用读/写寄存器。

3.1.10 BPLCON (PortB 下拉电阻控制寄存器)

名称	SFR类型	地址	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
BPLCON	R	0xB	/PLPB3	/PLPB2	/PLPB1	/PLPB0	-	-	-	-
读/写属性			读/写	读/写	读/写	读/写	-	-	-	-
初始值			1	1	1	1	X	X	X	X

/PLPBx: 关闭/开启PBx下拉电阻, $0 \leq x \leq 3$ 。

/PLPBx=1 时, 关闭PBx下拉电阻。

/PLPBx=0 时, 开启PBx下拉电阻。

3.1.11 BPHCON (PortB 上拉电阻控制寄存器)

名称	SFR类型	地址	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
BPHCON	R	0xC	-	-	/PHPB5	/PHPB4	/PHPB3	/PHPB2	/PHPB1	/PHPB0
读/写属性			-	-	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
初始值			X	X	1	1	1	1	1	1

/PHPBx: 关闭/开启PBx上拉电阻, $0 \leq x \leq 5$ 。

/PHPBx=1 时, 关闭PBx上拉电阻。

/PHPBx=0 时, 开启PBx上拉电阻。

3.1.12 INTE (中断使能寄存器)

名称	SFR类型	地址	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
INTE	R	0xE	-	WDTIE	-	LVDIE	T1IE	INTIE	PBIE	T0IE
读/写属性			-	读/写	-	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
初始值			X	0	X	0	0	0	0	0

T0IE: 定时器T0 溢出（overflow）中断使能位。

T0IE=1 时，打开定时器T0 溢出中断。

T0IE=0 时，关闭定时器T0 溢出中断。

PBIE: PortB输入改变中断使能位。

PBIE=1 时，打开PortB输入改变中断。

PBIE=0 时，关闭PortB输入改变中断。

INTIE: 外部中断使能位。

INTIE=1 时，打开外部中断。

INTIE=0 时，关闭外部中断。

T1IE: 定时器T1 溢出中断使能位。

T1IE=1 时，打开定时器T1 溢出中断。

T1IE=0 时，关闭定时器T1 溢出中断。

LVDIE: LVD中断使能位。

LVDIE=1 时，打开LVD中断。

LVDIE=0 时，关闭LVD中断。

WDTIE: WDT超时中断使能位。

WDTIE=1 时，打开WDT超时中断。

WDTIE=0 时，关闭WDT超时中断。

3.1.13 INTF（中断标志寄存器）

名称	SFR类型	地址	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
INTF	R	0xF	-	WDTIF	-	LVDIF	T1IF	INTIF	PBIF	T0IF
读/写属性			-	读/写	-	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
初始值（注意*）			X	0	X	0	0	0	0	0

T0IF: 定时器T0 溢出中断标志位。

T0IF=1 时，发生定时器T0 溢出中断。

T0IF必须被程序清零。

PBIF: PortB输入改变中断标志位。

PBIF=1 时，发生PortB输入改变中断。

PBIF必须被程序清零。

INTIF: 外部中断标志位。

INTIF=1 时，发生外部中断。

INTIF必须被程序清零。

T1IF: 定时器T1 下溢中断标志位。

T1IF=1 时，发生定时器T1 下溢中断。

T1IF必须被程序清零。

LVDIF: LVD中断标志位。

LVDIF=1 时，发生LVD中断。

LVDIF必须被程序清零。

WDTIF：WDT超时中断标志位。

WDTIF=1 时，发生WDT超时中断。

WDTIF必须被程序清零。

注意：当对应的**INTE bit**未使能，读取中断标志是**0**。

3.2 T0MD寄存器

T0MD是可读/写寄存器但只能由指令T0MD / T0MDR存取。

名称	SFR类型	地址	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
T0MD	-	-	LCKTM0	INTEDG	T0CS	T0CE	PS0WDT	PS0SEL[2:0]		
读/写属性			读/写							
初始值（注意*）			0	0	1	1	1	111		

PS0SEL[2:0]：选择预分频器P0 分配比。分配比是根据预分频器P0 分配给定时器T0 或WDT决定。当预分频器P0 被分配给WDT，分配比取决于选择哪种超时机制。

PS0SEL[2:0]	分配比		
	PS0WDT=0 (定时器T0)	PS0WDT=1 (WDT复位)	PS0WDT=1 (WDT中断)
000	1:2	1:1	1:2
001	1:4	1:2	1:4
010	1:8	1:4	1:8
011	1:16	1:8	1:16
100	1:32	1:16	1:32
101	1:64	1:32	1:64
110	1:128	1:64	1:128
111	1:256	1:128	1:256

表 3 预分频器P0 分配比

PS0WDT：预分频器P0 分配。

PS0WDT=1 时，预分频器P0 被分配到WDT。

PS0WDT=0 时，预分频器P0 被分配到定时器T0。

注意：在使能看门狗或时间中断前，要设定**PS0WDT**和**PS0SEL[2:0]**，否则复位或中断可能导致错误触发。

T0CE：定时器T0 外部时钟沿选择。

T0CE=1时，当高到低转换发生在EX_CKI脚时，定时器T0加一。

T0CE=0 时，当低到高转换发生在EX_CKI脚时，定时器T0 加一。

注意：**T0CE**也应用在内部低速振荡频率作为定时器T0 时钟源条件。

T0CS：定时器T0 时钟源选择。

T0CS=1 时，选择EX_CKI脚的外部时钟或内部低速振荡频率。

T0CS=0 时，选择指令时钟F_{INST}。

INTEDG: 外部中断的边沿选择。

INTEDG=1，当上升沿发生在PB0 脚时，INTIF将被设定。

INTEDG=0，当下降沿发生在PB0 脚时，INTIF将被设定。

LCKTM0: T0CS=1 时，内部低速振荡频率被选择当作定时器T0 时钟源。

T0CS=0 时，指令时钟F_{INST}被选择当作定时器T0 时钟源。

T0CS=1 时，LCKTM0=0 时，EX_CKI脚的外部时钟被选择当作定时器T0 时钟源。

T0CS=1 时，LCKTM0=1 时，内部低速振荡频率被选择当作定时器T0 时钟源。

注意：有关定时器T0 时钟源选择的详细说明，请参考定时器T0 章节。

3.3 F页面特殊功能寄存器

3.3.1 IOSTB (PortB I/O 控制寄存器)

名称	SFR类型	地址	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
IOSTB	F	0x6	-	-	IOPB5	IOPB4	IOPB3	IOPB2	IOPB1	IOPB0
读/写属性			-	-	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
初始值			X	X	1	1	1	1	1	1

IOPBx: PBx I/O 模式选择， $0 \leq x \leq 5$ 。

IOPBx=1 时，PBx是输入模式。

IOPBx=0 时，PBx是输出模式。

3.3.2 PS0CV (预分频器 P0 计数器值寄存器)

名称	SFR类型	地址	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
PS0CV	F	0xA	PS0CV[7:0]							
读/写属性			读取							
初始值			1	1	1	1	1	1	1	1

读PS0CV时，会得到预分频器P0 计数器的目前数值。

3.3.3 BODCON (PortB 开漏极寄存器)

名称	SFR类型	地址	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
BODCON	F	0xC	-	-	ODPB5	ODPB4	ODPB3	ODPB2	ODPB1	ODPB0
读/写属性			-	-	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
初始值			X	X	0	0	0	0	0	0

ODPBx: 打开/关闭PBx的开漏极， $0 \leq x \leq 5$ 。

ODPBx=1 时，打开PBx的开漏极。

ODPBx=0 时，关闭PBx的开漏极。

3.3.4 CMPCR（比较器电压选择控制寄存器）

名称	SFR类型	地址	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
CMPCR	F	0xE	GP7	RBIAS_H	RBIAS_L	CMPF_INV	PS1	PS0	NS1	NS0
读/写属性			读/写							
初始值			0	0	0	0	1	1	0	0

NS[1:0]: 比较器反向输入选择。

NS[1:0]	反向输入
00	PB1
01	--
10	Bandgap (0.65V)
11	Vref

PS[1:0]: 比较器正向输入选择。

PS[1:0]	正向输入
00	PB0
01	--
10	Vref
11	--

CMPF_INV: 比较器输出反向控制位。

CMPF_INV = 1, 反向比较器输出。

CMPF_INV = 0, 正向比较器输出。

RBIAS_L, RBIAS_H: 设置相应的电压参考电平。

(请参考章节 3.10.1)

3.3.5 PCON1（电源控制寄存器 1）

名称	SFR类型	地址	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
PCON1	F	0xF	GIE	LVDOUT	LVDS3	LVDS2	LVDS1	LVDS0	GP1	T0EN
读/写属性			读/写(1*)	读	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
初始值			0	X	1	1	1	1	0	1

T0EN: 打开/关闭定时器T0。

T0EN=1 时, 打开定时器T0。

T0EN=0 时, 关闭定时器T0。

GIE: 全局中断使能位。

GIE=1 时, 打开所有未标记中断。

GIE=0 时, 关闭所有的中断。

LVDOUT: 低电压检测输出, 只读。

LVDS3~0: 从 14 种LVD电压中选择其中一个。

RBIAS[H:L]	LVDS[3:0]	LVD Voltage (V)
00	0001	2.20
00	0010	2.40
00	1011	2.60
00	0011	2.80
00	0100	2.90
00	0101	3.00
00	1101	3.15
00	0110	3.30
00	1110	3.45
00	0111	3.60
00	1111	3.75
00	1000	3.90
00	1010	4.05
00	1100	4.15

表 4 LVD 电压选择

LVDL表示VDD电压从高过渡到低，LVDH表示VDD电压由低过渡到高。

GP1: 通用读写寄存器。

(1*): 由指令 ENI 所设定、指令 DISI 清除、指令 IOSTR 读取。

3.4 S页面特殊功能寄存器

3.4.1 TMR1（定时器 T1 寄存器）

名称	SFR类型	地址	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
TMR1	S	0x0	TMR1[7:0]							
读/写属性			读/写							
初始值			XXXXXXXX							

当读取TMR1 寄存器时，会得到目前 8-bit递减计数定时器T1 的目前数值。当写入TMR1 寄存器时，数据将写入定时器T1 寄存器并更新定时器T1 目前内容。

3.4.2 T1CR1（定时器 T1 控制寄存器 1）

名称	SFR类型	地址	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
T1CR1	S	0x1	PWM1OEN	PWM1OAL	-	-	-	T1OS	T1RL	T1EN
读/写属性			读/写	读/写	-	-	-	读/写	读/写	读/写
初始值			0	0	X	X	X	0	0	0

此寄存器用于配置定时器T1 功能。

- T1EN:** 开启/关闭定时器T1。
T1EN=1 时，开启定时器T1。
T1EN=0 时，关闭定时器T1。
- T1RL:** 当不停止模式被选择（T1OS=0），配置定时器T1 递减计算机制。
T1RL=1 时，初始值从TMR1 寄存器被重新加载。
T1RL=0 时，发生溢出后继续从 0xFF计数递减。
- T1OS:** 当达到溢出时，配置定时器T1 操作模式。
T1OS=1 时，单次模式。定时器T1 会从初始值到 0x00 计数一次。
T1OS=0 时，不停止模式。溢出后，定时器T1 会持续递减计数。

T1OS	T1RL	定时器T1 递减计数功能
0	0	定时器T1 从重载的数值倒数到 0x00。 当达到溢出，0xFF被重载并继续递减计数。
0	1	定时器T1 从重载的数值倒数到 0x00。 当达到溢出，再次重载数值并继续递减计数。
1	x	定时器T1 从初始值倒数到 0x00。 当达到溢出，定时器T1 停止计数。

表 5 定时器T1 功能

- PWM1OAL:** 定义PWM1 输出活动状态。
PWM1OAL=1 时，PWM1 输出为低电平。
PWM1OAL=0 时，PWM1 输出为高电平。
- PWM1OEN:** 打开/关闭PWM1 输出。
PWM1OEN=1 时，PB2 会输出PWM1。
PWM1OEN=0 时，PB2 是通用IO。

3.4.3 T1CR2（定时器 T1 控制寄存器 2）

名称	SFR类型	地址	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
T1CR2	S	0x2	-	-	T1CS	T1CE	/PS1EN	PS1SEL[2:0]		
读/写属性			-	-	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
初始值			X	X	1	1	1	1	1	1

该寄存器用于配置定时器T1 功能。

PS1SEL[2:0]: 预分频器PS1 分配比选项。

PS1SEL[2:0]	分配比
000	1:2
001	1:4
010	1:8

PS1SEL[2:0]	分配比
011	1:16
100	1:32
101	1:64
110	1:128
111	1:256

表 6 预分频器PS1 分配比

注意：须设定PS1SEL[2:0]在PS1EN=1，否则中断可能会被误触发。

/PS1EN：关闭/打开预分频器PS1。

/PS1EN=1 时，关闭预分频器PS1。

/PS1EN=0 时，开启预分频器PS1。

T1CE：定时器T1 外部时钟边沿选项。

T1CE=1 时，当高到低转换发生在EX_CKI脚时，定时器T1 会减一。

T1CE=0 时，当低到高转换发生在EX_CKI脚时，定时器T1 会减一。

T1CS：定时器T1 时钟源选项。

T1CS=1 时，选择在EX_CKI脚的外部时钟。

T1CS=0 时，选择指令时钟。

3.4.4 PWM1DUTY (PWM1 占空寄存器)

名称	SFR类型	地址	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
PWM1DUTY	S	0x3	PWM1DUTY[7:0]							
读/写属性			写入							
初始值			XXXXXXXX							

此寄存器仅能写入。当定时器T1 被开启并开始计时后，PWM1 输出会保持在非活动状态。当定时器T1 数值等同PWM1DUTY，PWM1 输出会进入活动状态直到发生溢出。

定时器T1 重加载的数值储存在TMR1 寄存器，用于定义PWM1 帧率，PWM1DUTY寄存器用于定义PWM1 的占空比。

3.4.5 PS1CV (预分频器 PS1 计数值寄存器)

名称	SFR类型	地址	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
PS1CV	S	0x4	PS1CV[7:0]							
读/写属性			读取							
初始值			1	1	1	1	1	1	1	1

读取PS1CV时，将会得到预分频器PS1 计数器的目前数值。

3.4.6 BZ1CR（蜂鸣器 BZ1 计数寄存器）

名称	SFR类型	地址	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
BZ1CR	S	0x5	BZ1EN	-	-	-	BZ1FSEL[3:0]			
读/写属性			写入	-	-	-	写入			
初始值			0	X	X	X	1	1	1	1

BZ1FSEL[3:0]: BZ1 输出的频率选项。

BZ1FSEL[3:0]	BZ1 频率选项	
	时钟源	时钟源
0000	预分频器PS1 输出	1:2
0001		1:4
0010		1:8
0011		1:16
0100		1:32
0101		1:64
0110		1:128
0111		1:256
1000	定时器T1 输出	定时器T1 bit 0
1001		定时器T1 bit 1
1010		定时器T1 bit 2
1011		定时器T1 bit 3
1100		定时器T1 bit 4
1101		定时器T1 bit 5
1110		定时器T1 bit 6
1111		定时器T1 bit 7

表 7 蜂鸣器 1 输出（PB2）频率选项

BZ1EN: 打开/关闭BZ1 输出。

BZ1EN=1 时，开启蜂鸣器 1。

BZ1EN=0 时，关闭蜂鸣器 1。

3.4.7 IRCR（IR 控制寄存器）

名称	SFR类型	地址	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
IRCR	S	0x6	-	-	-	-	-	IRCSEL	IRF57K	IREN
读/写属性			-	-	-	-	-	写入	写入	写入
初始值			X	X	X	X	X	0	0	0

IREN: 打开/关闭IR载波输出。

IREN=1 时，开启IR载波输出。

IREN=0 时，关闭IR载波输出。

IRF57K: 选择IR载波频率。

IRF57K=1 时, IR载波频率是 57KHz。

IRF57K=0 时, IR载波频率是 38KHz。

IRCSEL: 选择IR载波极性。

IRCSEL=0, 且I/O脚数据是 1 时, 产生IR载波。

IRCSEL=1, 且I/O脚数据是 0 时, 产生IR载波。

注意:

1. 仅有高振荡 (F_{Hosc}) (详见章节 3.12) 可以当作 IR 时钟源。

2. 不同振荡类型的分配比。

OSC. Type	57KHz	38KHz	条件
High IRC	64	96	HIRC 模式 (不论系统频率是多少, IR 模块的输入都设定为 4MHz)

表 8 不同振荡类型的分配比

3.4.8 TBHP (表格存取高字节地址指针寄存器)

名称	SFR类型	地址	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
TBHP	S	0x7	-	-	-	-	-	-	TBHP1	TBHP0
读/写属性			-	-	-	-	-	-	读/写	读/写
初始值			X	X	X	X	X	X	X	X

当指令CALLA、GOTOA或TABLEA被执行时, 目标地址是由TBHP[1:0]与ACC组成。ACC是PC[9:0]的低字节, TBHP[1:0]是PC[9:0]的高字节。

3.4.9 TBHD (表格存取高字节数据寄存器)

名称	SFR类型	地址	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
TBHD	S	0x8	-	-	TBHD5	TBHD4	TBHD3	TBHD2	TBHD1	TBHD0
读/写属性			-	-	读	读	读	读	读	读
初始值			X	X	X	X	X	X	X	X

当指令TABLEA被执行, 寻址ROM的高字节内容被加载到TBHD[5:0]寄存器。寻址ROM的低字节内容则被加载到ACC。

3.4.10 OSCCR (振荡控制寄存器)

名称	SFR类型	地址	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
OSCCR	S	0xF	-	CMPOEN	-	-	OPMD[1:0]	STPHOSC	SELHOSC	
读/写属性			-	读/写	-	-	读/写	读/写	读/写	
初始值			X	0	X	X	00	0	1	

SELHOSC: 系统振荡选项 (F_{OSC})

SELHOSC=1 时, F_{OSC} 是高频率振荡 (F_{HOSC})。

SELHOSC=0 时, F_{OSC} 是低频率振荡 (F_{LOSC})。

STPHOSC: 关闭/打开高频率振荡 (F_{HOSC})。

STPHOSC=1 时, F_{HOSC} 会停止振荡并被关闭。

STPHOSC=0 时, F_{HOSC} 保持振荡。

CMPOEN: 打开/关闭比较器输出。

CMPOEN=1 时, 比较器输出打开。

CMPOEN =0 时, 比较器输出关闭。

OPMD[1:0]: 选择操作模式。

OPMD[1:0]	操作模式
00	正常模式
01	睡眠模式
10	待机模式
11	保留

表 9 选择OPMD[1:0]的操作模式

注意: STPHOSC不能跟着 SELHOSC 或 OPMD 同时更改。在 SELHOSC=1 时, STPHOSC不能跟 OPMD 同时更改。

3.5 I/O端口

AT8A513H1 提供 6 个 I/O 脚位 ($PB[5:0]$)。用户可以通过寄存器PortB读写这些脚位。每个 I/O 脚位都有一个对应的寄存器位以定义该脚位是输入或输出脚。寄存器IOSTB[5:0]定义 $PB[5:0]$ 输入/输出方向。

当一个 I/O 脚位被配置为输入脚, 它可以通过寄存器开启或关闭上拉或下拉电阻。寄存器BPHCON[5:0]用于开启或关闭 $PB[5:0]$ 的上拉电阻。寄存器BPLCON[7:4]则是用于开启或关闭 $PB[3:0]$ 的下拉电阻。

当一个 I/O 脚位被配置为输出脚, 相对应的个别寄存器会选择开漏极输出脚。寄存器BODCON[5:0]决定 $PB[5:0]$ 是否为开漏极。

I/O功能摘要如下表：

功能		PB[3:0]	PB[5:4]
输入	上拉电阻	V	V
	下拉电阻	V	X
输出	开漏极	V	V

表 10 I/O功能摘要

电平变化在PB的每个I/O脚可能会产生中断。寄存器BWUCON[5:0]会在选择PB任一I/O脚位时产生中断。只要选择到对应到BWUCON的任一PB脚位，且电平变化发生在任一已选择的脚位时，寄存器 PBIF (INTF[1])就会设定为 1。如果寄存器 PBIE (INTE[1])与GIE (PCON1[7])同时设定为 1，将发生中断要求并执行中断服务程序。

AT8A513H1 仅提供一个外部中断，当寄存器 EIS (PCON[6])设定为 1，PB0 则被当作外部中断的输入脚。

注意：当 PB0 同时设定成电平变化触发与外部中断时，外部中断有较高的优先权，而 PB0 电平变化触发则会被关闭，但PB5~PB1 电平变化触发不会被影响。

AT8A513H1 提供IR载波生成器。IR载波生成器是由寄存器 IREN (IRCR[0])使能，脚位PB1 会输出载波。

PB3 可当作外部复位输入，由配置字节决定。当PB3 接收到低电平信号时，AT8A513H1 进入复位程序。

当AT8A513H1 处于正常模式或待机模式并打开配置字节，用户可以在PB4 观察指令时钟。

如果T0MD T0CS=1 和LCK_TM0=0，PB2 可以当作定时器T0 外部时钟源EX_CK1。如果T1CS=1，PB2 可以当作定时器T1 外部时钟源。

如果T1CR1[7] PWM1OEN=1 并且对应到PB2 字节，PB2 也可以当作脉冲宽度调制输出。若BZ1CR[7] BZ1EN=1 并对应到PB2 配置字节，PB2 也可以当作蜂鸣器输出。

3.5.1 IO 引脚结构框表

IO_SEL: 设定引脚的属性为输入或输出。

WRITE_EN: 将资料写入引脚。

READ_EN: 读取引脚。

OD_EN: 打开开漏极。

PULLUP_ENB: 打开Pull-High。

PULLDOWN_EN: 打开Pull-Low。

RD_TYPE: 选择读取脚位或锁存器。

EIS: 打开外部中断功能。

INTEDGE: 选择外部中断边沿。

EX_INT: 外部中断信号。

WUB: 打开port B唤醒。

SET_PBIF: port B 唤醒标志。

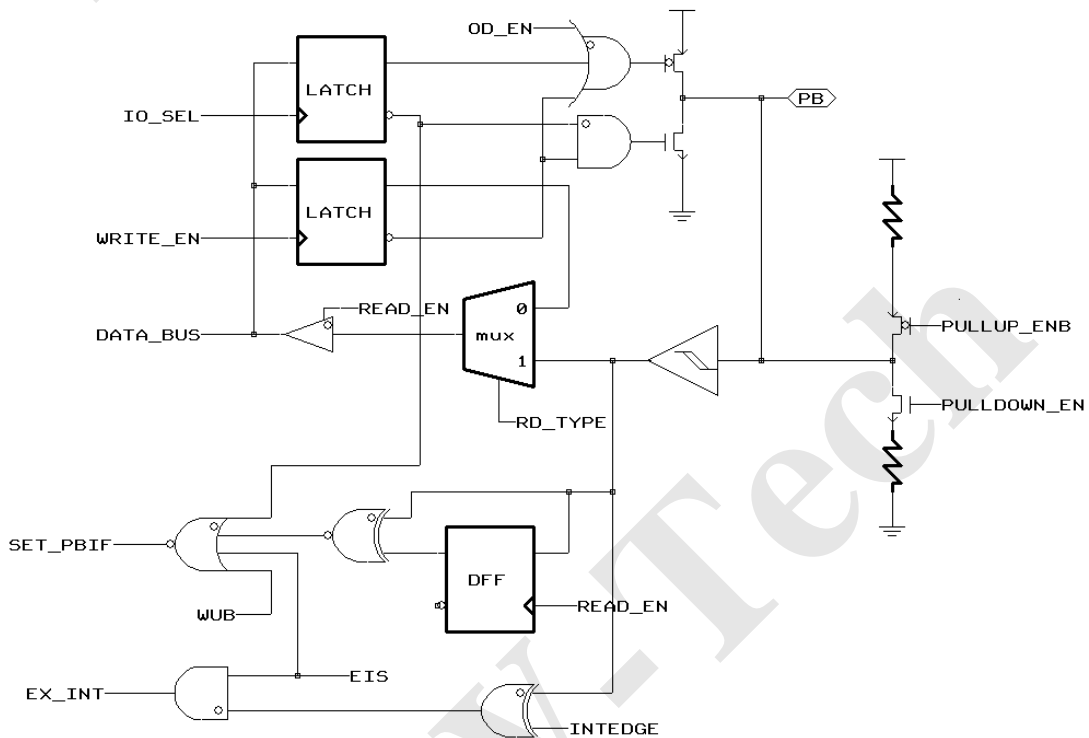


图 5 PB0 结构框图

关于 R_{PH} 和 R_{PL} , 请参阅第六章的电气特性

IO_SEL: 设定引脚属性为输入或输出。

WRITE_EN: 将资料写入引脚。

READ_EN: 读取引脚。

OD_EN: 打开开漏极。

PULLUP_ENB: 打开Pull-High。

PULLDOWN_EN: 打开Pull-Low。

RD_TYPE: 选择读取脚位或锁存器。

IREN: 打开IR功能。

IRDT: IR资料。

WUB: 打开port B唤醒。

SET_PBIF: port B唤醒标志。

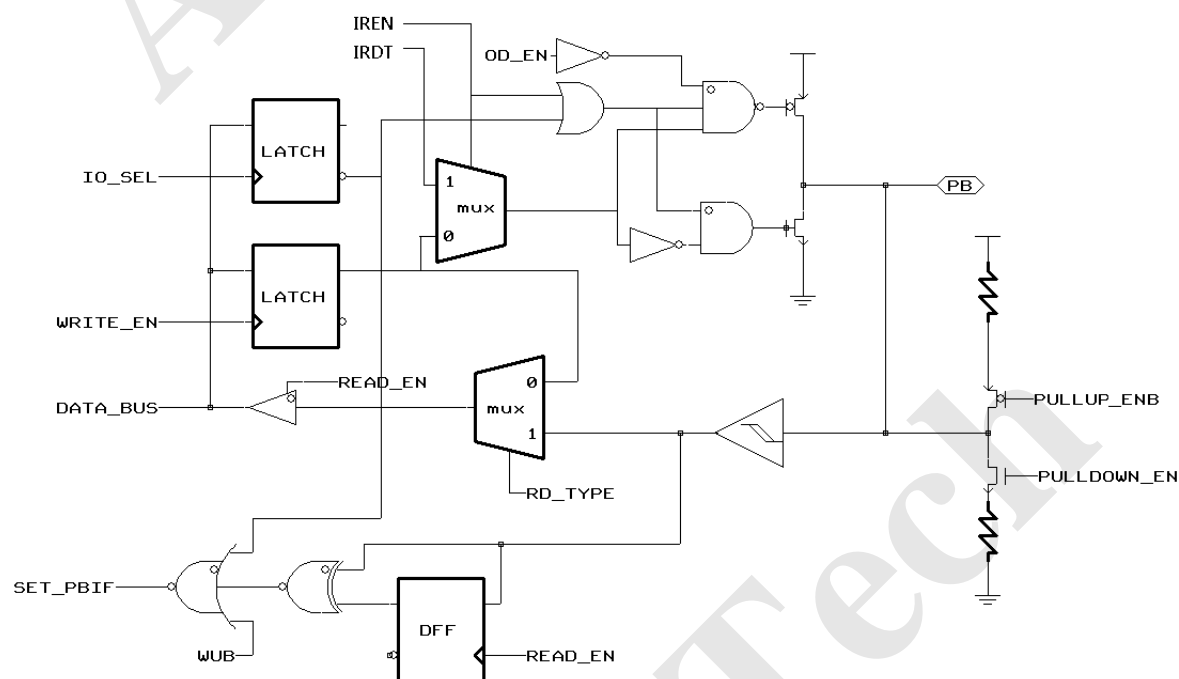


图 6 PB1 结构框图

关于 R_{PH} 和 R_{PL} ，请参阅第六章的电气特性

IO_SEL: 设定引脚属性为输入或输出。

WRITE_EN: 将资料写入引脚。

READ_EN: 读取引脚。

OD_EN: 打开开漏极。

PULLUP_ENB: 打开Pull-High。

PULLDOWN_EN: 打开Pull-Low。

RD_TYPE: 选择读取脚位或锁存器。

PBEN: 打开PWM/BUZZER。

PBDT: PWM/BUZZER资料。

WUB: 打开port B唤醒。

SET_PBIF: port B 唤醒标志。

EX CKI: 外部时钟输入。

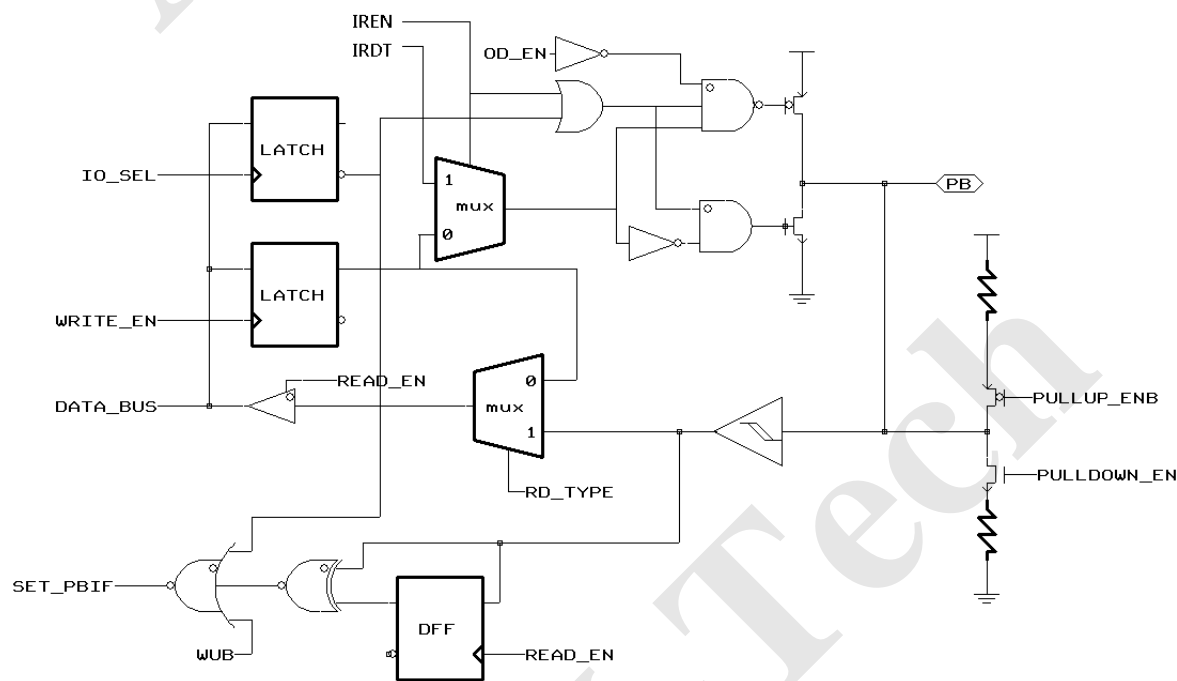


图 7 PB2 结构框图

关于 R_{PH} 和 R_{PL} ，请参阅第六章的电气特性

IO_SEL: 设定引脚属性为输入或输出。

WRITE_EN: 将资料写入引脚。

READ_EN: 读取引脚。

OD_EN: 打开开漏极。

PULLUP_ENB: 打开Pull-High。

PULLDOWN_EN: 打开Pull-Low。

RD_TYPE: 选择读取脚位或锁存器。

PBEN: 打开PWM/BUZZER。

PBDT: PWM/BUZZER资料。

WUB: 打开port B唤醒。

SET_PBIF: port B唤醒标志。

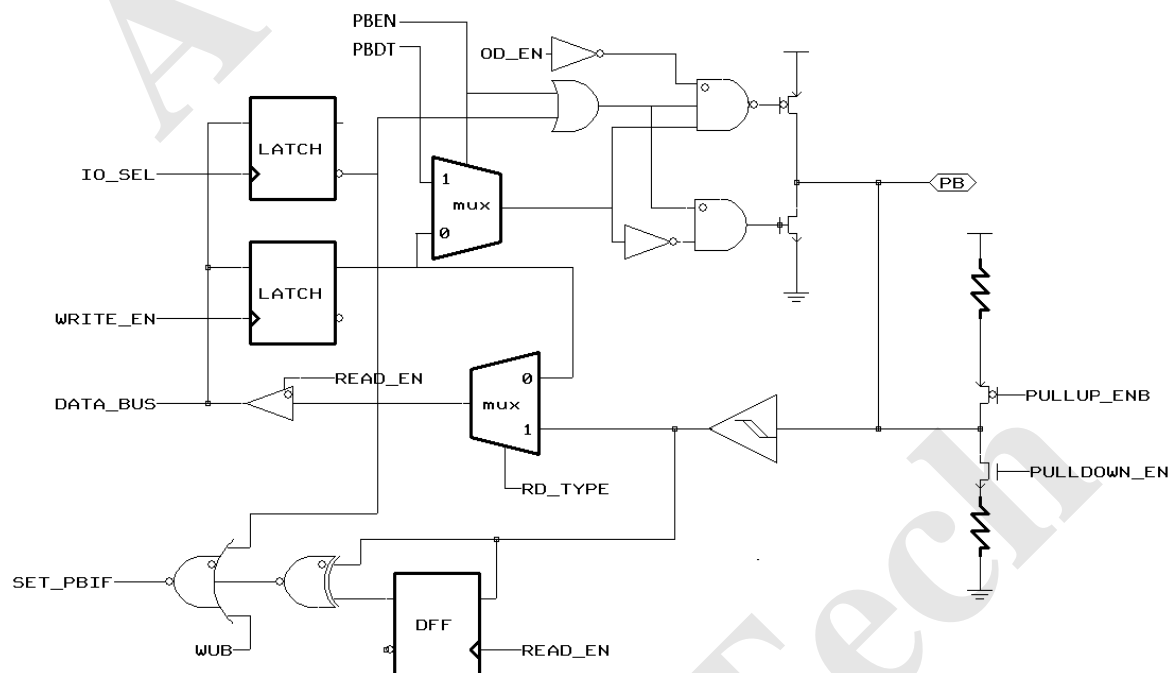


图 8 PB3 结构框图

关于 R_{PH} 和 R_{PL} , 请参阅第六章的电气特性

IO_SEL: 设定引脚属性为输入或输出。

WRITE_EN: 将资料写入引脚。

READ_EN: 读取引脚。

OD_EN: 打开开漏极。

PULLUP_ENB: 打开Pull-High。

RD_TYPE: 选择读取脚位或锁存器。

WUB: 打开port B唤醒。

SET_PBIF: port B唤醒标志。

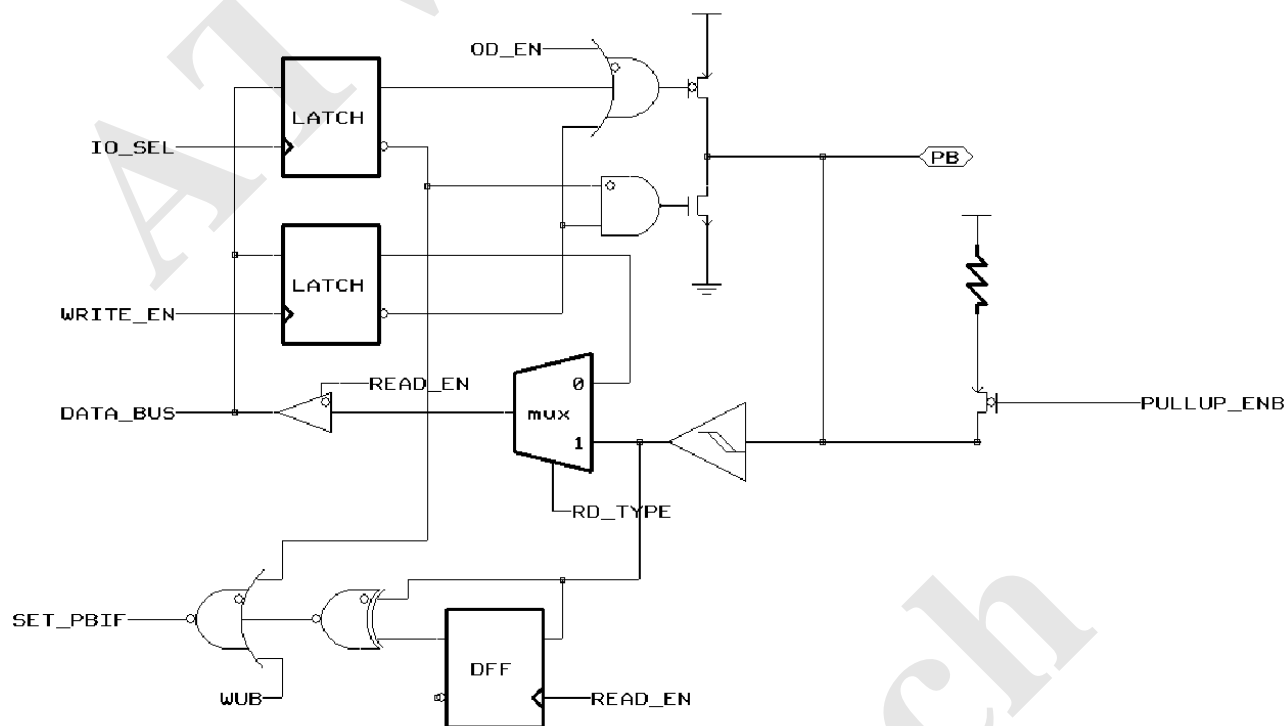


图 9 PB4/PB5 结构框图

关于R_{PH}和R_{PL}, 请参阅第六章的电气特性

3.6 定时器T0

定时器T0 是 8 位递增定时器，通过寄存器T0EN (PCON1[0]) 打开操作。写入定时器T0 将会设定其初始值；读取定时器T0 时则会显示目前的计数值。

定时器T0 的时钟源根据寄存器T0CS、LCK_TM0 (T0MD[5]与T0MD[7]) 可以从指令时钟、外部脚位EX_CKI或低速时钟低振荡器频率中选择。当T0CS为 0，指令时钟会被选择当作定时器T0 时钟源。当T0CS是 1 且LCK_TM0 为 0，EX_CKI 会被当作定时器T0 时钟源。当T0CS是 1 且LCK_TM0 为 1 (定时器T0 来源必须设定为 1)，会选择低振荡器频率 (I_LRC)输出。汇总成表格如下。(也请参考图 10)

定时器 T0 时钟源	T0CS	LCKTM0	定时器 T0 来源
Instruction clock	0	X	X
EX_CKI	1	0	X
		X	0
I_LRC	1	1	1

表 11 Timer0 时钟源控制概述

激活EX_CKI的边沿或低振荡器频率，寄存器T0CE (T0MD[4]) 可以增加定时器T0。当T0CE是 1，EX_CKI或低振荡器频率上的高到低转换将使定时器T0 增加。当T0CE是 0，EX_CKI或低振荡器频率上的低到高转换将使定时器T0 增加。

在定时器T0 时钟源被使用前，如果寄存器PS0WDT (T0MD[3]) 被清零，定时器T0 时钟源可以由预分频器P0 分频。当通过指令在PS0WDT写入 0，预分频器 P0 会被指定到定时器T0，且会在执行指令后被清除。预分频器P0 的分频比是由寄存器PS0SEL[2:0]决定，从 1:2 到 1:256 中确定。

进入定时器T0 之前，定时器T0 时钟源默认与指令时钟同步。如果EX_CKI或低振荡器频率被用来当作定时器T0 时钟源，用户必须注意他们的频率不能超过指令时钟，否则会导致错误计数。当低振荡器频率同时被当作定时器T0 时钟源与指令时钟，用户必须指定AT8A513H1 预分频器P0 到定时器T0，预分频器P0 的分频比不得少于 4。配置字 (EX_CKI到指令时钟) 可以减少这样的限制。当option选项设定为Async（异步）时，定时器T0 时钟源就不会与指令时钟同步，所以EX_CKI的输入频率可以高于指令时钟。EX_CKI能输入的频率最大值取决于过程变量。

当定时器T0 溢出，寄存器T0IF (INTF[0])将会设定为 1 以表明定时器T0 发生溢出。如果寄存器T0IE (INTE[0])与GIE都设定为 1，会发生中断的请求，并执行中断服务程序。直到程序写入 0 到T0IF，T0IF才会被清除。

定时器T0 的结构框图与WDT如下图：

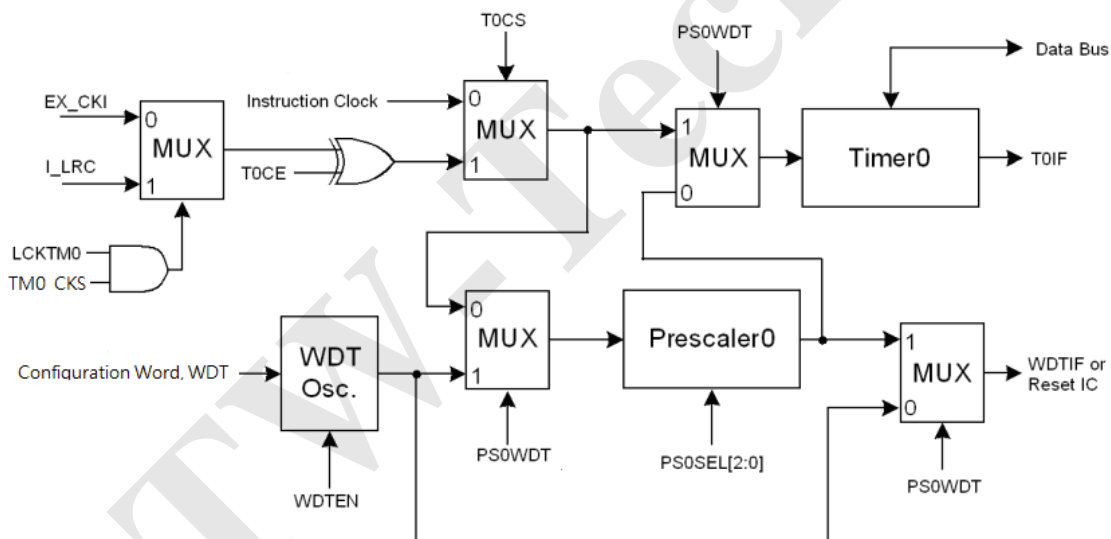


图 10 定时器T0 与WDT结构框图

3.7 Timer1/PWM1/Buzzer1

定时器T1是具有预分频器P1的8位递减定时器，其分频率是可编程的。定时器T1的输出可以被用于产生PWM1输出与Buzzer1输出。写入定时器T1时也会写入定时器T1重载寄存器(T1rld)与定时器T1计数器。读取定时器T1会显示定时器T1目前计数值的内容。

定时器T1的结构框图如下图所示：

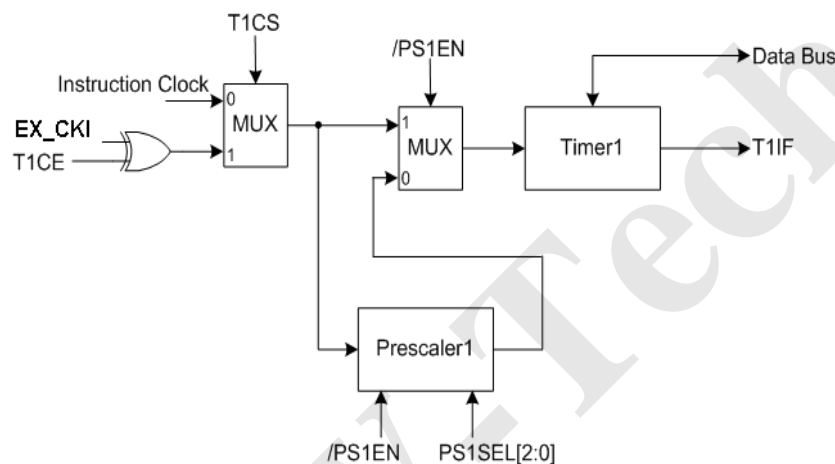


图 11 定时器T1 结构框图

定时器T1的操作方式可以通过寄存器T1EN (T1CR1[0])开启或关闭。定时器T1被打开后，它的时钟源是由寄存器T1CS (T1CR2[5])决定是指令时钟或EX_CKI脚位。当T1CS为1，EX_CKI会被选择当作时钟源。当T1CS为0，则是指令时钟当作时钟源。当EX_CKI被选取，能使定时器T1递减的有效边沿是由寄存器T1CE (T1CR2[4])决定。当T1CE为1，EX_CKI的下降沿传输将会使定时器T1递减。当T1CE为0，EX_CKI的上升沿传输将会使定时器T1递减。时钟源应用到定时器T1之前，预分频器P1可以进一步分配所选的时钟源。预分频器P1可通过写入0

到寄存器/PS1EN (T1CR2[3])打开, 并且从 1:2 到 1:256 之间的分频比是由寄存器PS1SEL[2:0] (T1CR2[2:0])来决定。预分频器P1 目前数值可以通过读取寄存器PS1CV取得。

定时器T1 提供两种操作模式：单触发模式与不停止模式。当寄存器T1OS (T1CR1[2]) 为 1, 即选择单触发。定时器T1 会从储存在寄存器TMR1 的初始值计数递减到 0x00, 例如下溢发生时。当寄存器T1OS (T1CR1[2])为 0, 表示选择不停止模式。当下溢发生, 寄存器T1RL (T1CR1[1])会决定下一个递减计数的开始。当T1RL为 1, 储存在寄存器TMR1 的初始值会被重新储存并从其初始值开始下一个递减计数。当T1RL为 0, 定时器T1 从 0xFF开始下一个递减计数。

当定时器T1 下溢, 寄存器T1IF (INTF[3])会被设定为 1 并表明定时器T1 发生下溢事件。如果寄存器T1IE (INTE[3])与GIE同时设定为 1, 会发生中断请求且执行中断服务程序。直到程序写入 0 至T1IF, T1IF才会被清除。

定时器T1 时序图如下图所示:

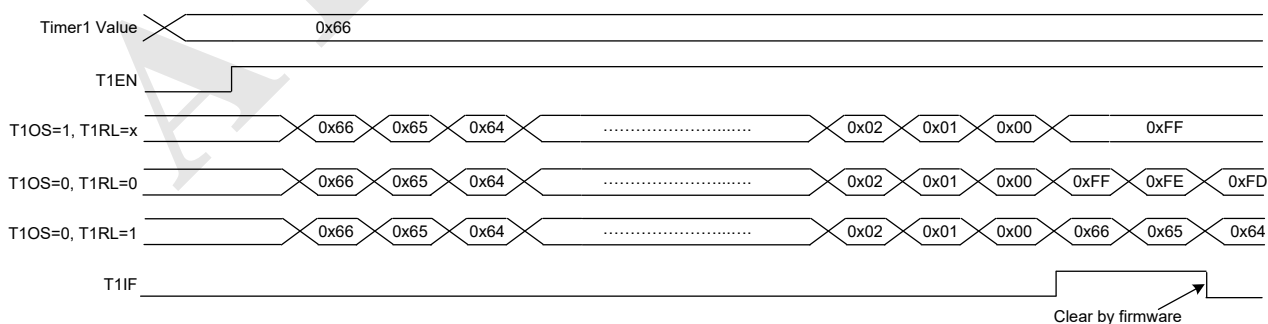


图 12 定时器T1 时序图

当寄存器PWM1OEN (T1CR1[7])被设定为 1 且配置字PB2 是PWM时, PWM1 由PB2 输出。当 PWM1OEN=1, PB2 会自动成为输出脚。PWM1 输出的有效状态是由寄存器PWM1OAL (T1CR1[6])决定。当PWM1OAL为 1, PWM1 输出是低有效; PWM1OAL为 0, PWM1 则是高有效。PWM1 的占空比与帧率都是可编程的。占空比是由寄存器PWM1DUTY决定。当PWM1DUTY为 0, PWM1 输出无效。当PWM1DUTY为 0xFF, PWM1 将会输出 255 个定时器T1 输入时钟。帧率是由TMR1 初始值所决定。因此, PWM1DUTY数值必须小于或等于TMR1。PWM1 的结构框图如下:

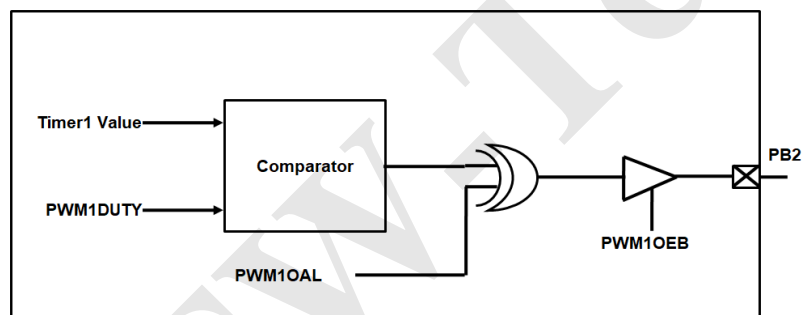


图 13 PWM1 结构框图

当寄存器BZ1EN (BZ1CR1[7]) 设定成 1 且对应的配置字PB2 是蜂鸣器时, Buzzer1 由PB2 输出。当BZ1EN设定为 1, PB2 将会自动成为输出脚。BZ1 的频率来源于定时器T1 输出或预分频器P1 输出, 且分频比是由寄存器BZ1FSEL[3:0] (BZ1CR[3:0])决定。当BZ1FSEL[3]为 0, 预分频器P1 输出被选为产生BZ1 输出。当BZ1FSEL[3]

为 1，定时器T1 输出被选为产生BZ1 输出。为了产生各种类型的频率，分频比的范围是 1:2 到 1:256。Buzzer1 结构框图如下所示：

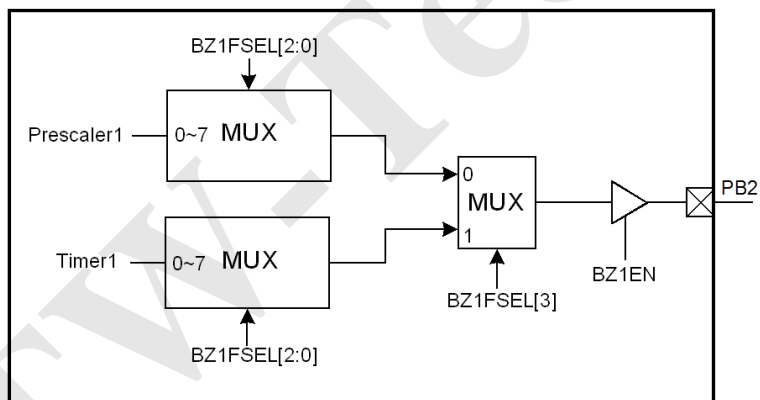


图 14 Buzzer1 结构框图

3.8 红外线载波

寄存器 IREN (IRCR[0]) 被设定为 1 后，会产生红外线载波，而 PB1 会自动成为输出脚。当 IREN 清零，PB1 将会如它被配置的一样，成为一般 I/O 脚。

红外线载波频率是由寄存器 IRF57K (IRCR[1]) 所选择。当 IRF57K 为 1，红外线载波频率是 57KHz；当 IRF57K 为 0，频率是 38KHz。

红外线载波的有效状态(极性)是根据 PB1 输出数据所选择。当寄存器 IRCSEL (IRCR[2]) 为 1 且 PB1 输出数据为 0 时，PB1 将输出红外线载波。当寄存器 IRCSEL (IRCR[2]) 为 0 且 PB1 输出数据为 1，PB1 将输出红外线载波。红外线载波的极性如下图所示：

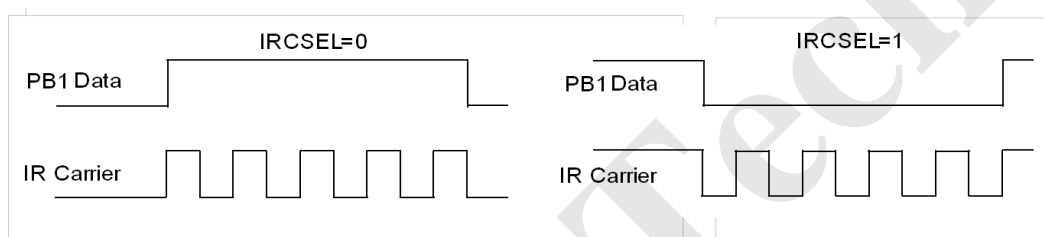


图 15 红外线载波的极性 vs. 输出数据

3.9 比较器相关功能

3.9.1 功能概述

- 电压比较器。
- 低压检测（LVD）。
- 内置电阻分压器模块与 VDD 一起作为参考电压。
- LVD 中断。

3.9.2 电压比较器

AT8A513H1 提供各种模拟比较方式的电压比较器和内部参考电压。比较器的正向和反向输入可以与GPIO共享。

CMPEN(寄存器PCON[2])用于启用和禁用比较器。当CMPEN=0(默认)时，比较器被禁用。当CMPEN=1 时，比较器启用。在睡眠模式下，比较器是自动禁用的。

比较器结构如下图所示：

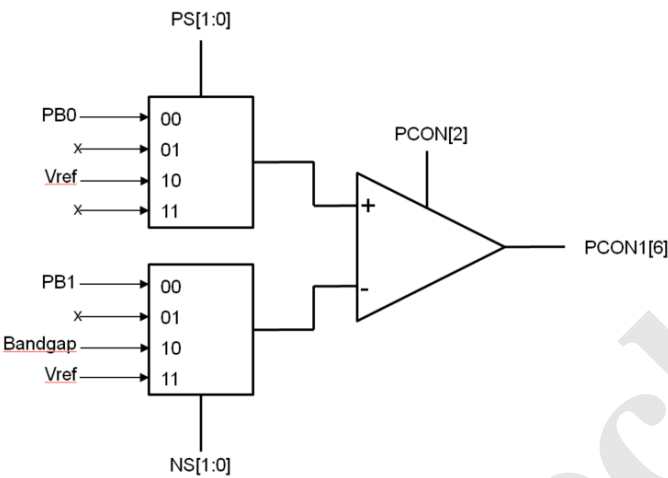


图 16 比较器结构图

比较器的正向输入由PS[1:0]确定(寄存器CMPCR[3:2])。

表格如下所示：

PS[1:0]	正向输入
00	PB0
01	--
10	Vref
11	---

表 12 正向输入选择

比较器的反向输入由NS[1:0]确定(寄存器CMPCR[1:0])。

表格如下所示:

NS[1:0]	反向输入
00	PB1
01	--
10	Bandgap (0.65V)
11	Vref

表 13 反向输入选择

有两种方法可以获得比较器的输出结果：一种是通过寄存器轮询，另一种是通过探测输出脚。

比较器输出可以通过LVDOOUT(寄存器PCON1[6])进行轮询。

为了探测输出脚上的比较器输出，设置CMPOE(寄存器OSCCR[6])为 1，然后PB2 将是比较器输出的实时状态。

3.9.3 比较器参考电压 (Vref)

内部参考电压 Vref 由串联电阻分压产生，用于提供不同等级的参考电压。通过 RBIAS_H 和 RBIAS_L 可选择 Vref 的最大值和最小值，而 LVDS[3:0] 可选择 64 个电压等级中的一个。当 VDD 电压下降到低于 Vref 时，LVD 标志位会由高变低，并将寄存器位 LVDIF 置为 1。

此外，当比较器的结果与先前值不同时，将产生比较器中断。若 LVDIE 和 GIE 置为 1，则该中断请求会被响应。

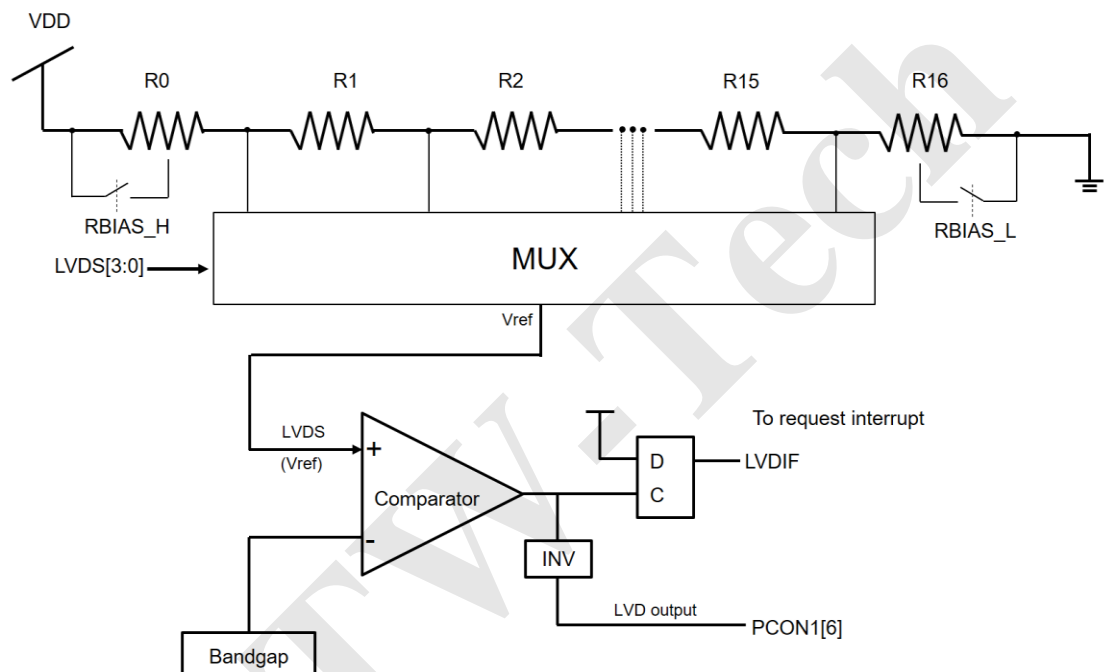


图 17 Vref硬件连接和LVD框图

Vref由RBIAS_H、RBIAS_L和LVDS决定[3:0]。LVDS[3:0]用于从 64 个参考电压中选择一个，如下表所示：

Condition				
	$V_{IN-} = V_{ref}(V)$			
LVDS[3:0]	RBIAS[H:L]=[0:0]	RBIAS[H:L]=[1:0]	RBIAS[H:L]=[0:1]	RBIAS[H:L]=[1:1]
1100	$0.161 * V_{DD}$	$0.257 * V_{DD}$	$0.075 * V_{DD}$	$0.127 * V_{DD}$
1010	$0.164 * V_{DD}$	$0.262 * V_{DD}$	$0.078 * V_{DD}$	$0.133 * V_{DD}$
1000	$0.170 * V_{DD}$	$0.271 * V_{DD}$	$0.084 * V_{DD}$	$0.143 * V_{DD}$
1111	$0.177 * V_{DD}$	$0.283 * V_{DD}$	$0.093 * V_{DD}$	$0.157 * V_{DD}$
0111	$0.183 * V_{DD}$	$0.292 * V_{DD}$	$0.099 * V_{DD}$	$0.168 * V_{DD}$
1110	$0.190 * V_{DD}$	$0.304 * V_{DD}$	$0.107 * V_{DD}$	$0.182 * V_{DD}$
0110	$0.199 * V_{DD}$	$0.318 * V_{DD}$	$0.117 * V_{DD}$	$0.199 * V_{DD}$
1101	$0.207 * V_{DD}$	$0.330 * V_{DD}$	$0.125 * V_{DD}$	$0.213 * V_{DD}$
0101	$0.216 * V_{DD}$	$0.345 * V_{DD}$	$0.135 * V_{DD}$	$0.230 * V_{DD}$
0100	$0.224 * V_{DD}$	$0.356 * V_{DD}$	$0.144 * V_{DD}$	$0.244 * V_{DD}$
0011	$0.231 * V_{DD}$	$0.369 * V_{DD}$	$0.152 * V_{DD}$	$0.258 * V_{DD}$
1011	$0.248 * V_{DD}$	$0.395 * V_{DD}$	$0.170 * V_{DD}$	$0.289 * V_{DD}$
0010	$0.268 * V_{DD}$	$0.427 * V_{DD}$	$0.192 * V_{DD}$	$0.327 * V_{DD}$
0001	$0.291 * V_{DD}$	$0.463 * V_{DD}$	$0.218 * V_{DD}$	$0.370 * V_{DD}$
0000	$0.317 * V_{DD}$	$0.505 * V_{DD}$	$0.246 * V_{DD}$	$0.419 * V_{DD}$
1001	$0.327 * V_{DD}$	$0.521 * V_{DD}$	$0.258 * V_{DD}$	$0.438 * V_{DD}$

表 14 参考电压 Vref 选择表

基于由串联电阻分压器产生的内部参考电压（Vref），比较器可用于监控电源电压。当将反相输入端连接至内部带隙参考电压（0.65V），而同相输入端连接至内部电阻分压输出（Vref）时，比较器将电源电压与设定的阈值进行比较。图 17 显示了 Vref 硬件连接与 LVD 方块图。

- 电源电压低于阈值时，比较器输出为 0。
- 电源电压高于阈值时，比较器输出为 1。

3.9.4 低电压检测（LVD）

AT8A513H1 低电压检测器(LVD)内置精确的带隙基准，准确检测VDD电平。内建 14 段精密低电压检测电路，让用户直接选择所需的检测电压点。当LV DEN(寄存器PCON[5])=1，且VDD电压值低于LVDS[3:0]选择的LVD电压时，LVD输出会变低。如果LVD中断被启用，LVD中断标志将会变高，如果GIE=1，它将强制程序执行中断服务程序。此外，LVD实时状态输出可以通过寄存器PCON1[6]进行轮询。

LVD电压选择表如下：

RBIAS[H:L]	LVDS[3:0]	LVD Voltage (V)
00	0001	2.20
00	0010	2.40
00	1011	2.60
00	0011	2.80
00	0100	2.90
00	0101	3.00
00	1101	3.15
00	0110	3.30
00	1110	3.45
00	0111	3.60
00	1111	3.75
00	1000	3.90
00	1010	4.05
00	1100	4.15

表 15 LVD电压选择

低电压侦测操作流程：

- 第一步 由 RBIAS[H:L] 和 LVDS[3:0] 选择 LVD 电压
- 第二步 设置 CMPCR = 0x0A
- 第三步 设置 PCON[5]=1 (开启 LVD)
- 第四步 通过 PCON1[6] 检查 LVD 状态

注意：如果 LVDS[3:0]发生改变，用户需要等待至少 50us (@F_{HOSC})才能通过PCON1[6]得到正确的LVD状态值。

3.9.5 LVD 中断

当 VDD 电压低于 LVD 电压时，LVD 标志位将由高变低，并将寄存器位 LVDIF 置为 1。
此外，当比较器结果与先前值不同时，将产生比较器中断。若 LVDIE 和 GIE 置为 1，则该中断请求会被响应。

3.10 看门狗定时器（WDT）

AT8A513H1 中有一个单片的独立振荡器被WDT所使用。由于该振荡器与其它振荡电路无关，故在待机模式和睡眠模式中WDT仍能继续工作。
WDT能被配置字节使能或禁止。当WDT被配置字节使能时，在程序执行过程中，其操作仍然可以通过寄存器 WDTEN (PCON[7])来控制。此外，WDT超时后的机制可以复位AT8A513H1 或发出由另一个配置字节决定的中断请求。同时，在WDT超时后，寄存器/TO (STATUS[4])将被清除为 0。

WDT超时周期的基线由两个配置字决定，可以是 3.5 毫秒、15 毫秒、60 毫秒或 250 毫秒。如果将预分频器 0 分配给WDT，则可以延长超时周期。通过将 1 写入寄存器PS0WDT，预分频器 0 将分配给WDT。预分频器 0 对WDT的分频比由寄存器PS0SEL[2:0]决定，取决于WDT超时机制。分频比从 1:1 到 1:128，如果WDT超时，AT8A513H1 将会被复位。分频比从 1:2 到 1:256，如果WDT超时，AT8A513H1 将会被中断。

当预分频器 0 分配给WDT时，执行CLRWDW指令将清除WDT、预分频器 0 并且设置/TO标志位为 1。

如果用户选择中断WDT超时机制，在WDT失效后，寄存器WDTIF (INTF [6])将设置为 1。如果寄存器WDTIE (INTE [6])位和GIE都设置为 1，则可能产生中断请求。直到程序将 0 写入WDTIF，WDTIF才会被清除为 0。

3.11 中断

AT8A513H1 提供二种中断：一种是软件中断，另一种是硬件中断。软件中断由执行指令INT引起。硬件中断则有以下六种：

- Timer0 溢出中断。
- Timer1 借位中断。
- WDT中断。
- PB输入状态改变中断。
- 外部中断。
- LVD中断。

GIE是全局中断使能标志，必须为 1 才能打开硬件中断功能。GIE可以通过ENI指令设置，通过DISI指令清除为 0。

执行完指令INT后，无论GIE是置 1 还是清除为零，下一条指令都将从地址 0x001 取得。同时，GIE将由AT8A513H1 自动清除为零，这将防止嵌套中断的发生。软件中断的中断服务程序最后一条指令必须是RETIE。执行此指令将设置GIE为 1 并返回原始执行顺序。

当发生任何硬件中断时，中断标志寄存器INTF的相应位将被设置为 1。该位在程序将 0 写入该位之前不会清除为零。因此，用户可以通过轮询寄存器INTF获得哪个事件引起硬件中断的信息。需注意只有当中断使能寄存器INTE的相应位设置为 1 时，才会读取相应的中断标志。如果中断使能寄存器INTE的相应位设置为 1，GIE也为 1，将发生硬件中断，下一条指令将从 0x008 中读取。同时，AT8A513H1 将自动清除寄存器GIE为零。指令RETIE必须是中断服务程序的最后一条指令，它将GIE设置为 1 并返回原始执行序列。

3.11.1 Timer0 溢出中断

Timer0 溢出（从 0x00 到 0xFF）将设置寄存器T0IF。如果T0IE和GIE设置为 1，则将处理此中断请求。

3.11.2 Timer1 借位中断

Timer1 借位（从 0xFF到 0x00）将设置寄存器T1IF位。如果T1IE和GIE设置为 1，则将处理此中断请求。

3.11.3 看门狗超时中断

当WDT超时且配置字选择WDT超时产生中断请求时，它将设置寄存器WDTIF。如果WDTIE和GIE设置为 1，则将处理此中断请求。

3.11.4 PB 输入状态改变中断

当PBx ($0 \leq x \leq 5$) 配置为输入引脚且相应的寄存器WUPBx设置为 1 时，这些选定I/O引脚上的电平变化将设置寄存器PBIF。如果PBIE和GIE设置为 1，则将处理此中断请求。需注意当PB0 同时设置为电平变化中断和外部中断时，外部中断标志EIS将关闭PB0 电平变化操作。

3.11.5 外部中断

根据EIS=1 和INTEDG的配置，I/O引脚PB0 上选定的有效边沿将设置寄存器INTIF，如果INTIE和GIE设置为 1，则将处理此中断请求。

3.11.6 LVD 中断

当VDD电平低于LVD电压时，LVD标志位由高变低，寄存器LVDIF=1。如果LVDIE和GIE设置为 1，这个中断请求将被处理。

3.12 振荡配置

因为AT8A513H1 是双时钟IC，有高频振荡 (F_{HOSC}) 和低频振荡 (F_{LOSC}) 可选择作为系统振荡 (F_{OSC})。可用作 F_{HOSC} 的振荡器是内部高频RC振荡器 (I_HRC)。可用作 F_{LOSC} 的振荡器是内部低频RC振荡器 (I_LRC)。

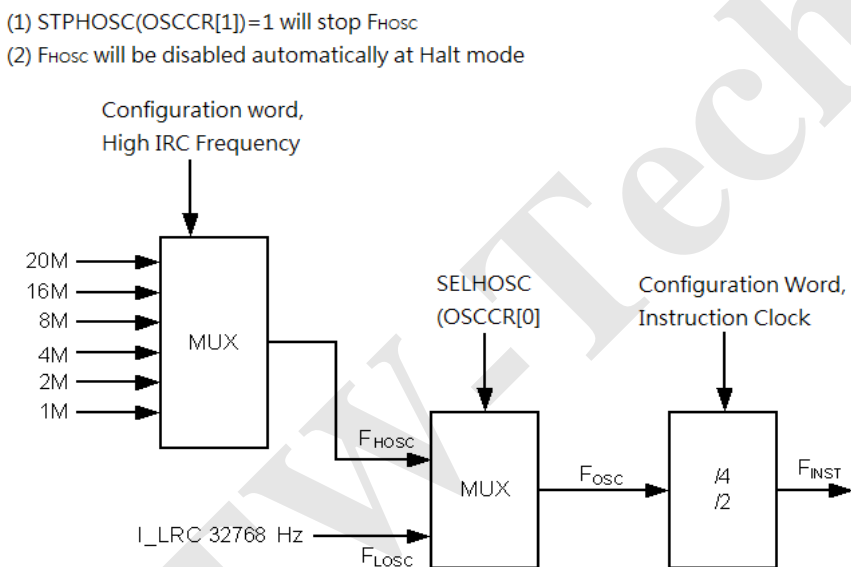


图 18 AT8A513H1 振荡配置结构图

I_HRC输出频率由三个配置字决定，可以是 1M、2M、4M、8M、16M或 20MHz。

当选择I_LRC时，其频率以 32768Hz为中心。

根据寄存器SELHOSC (OSCCR [0])的值，可以选择 F_{HOSC} 或 F_{LOSC} 作为系统振荡 F_{OSC} 。当SELHOSC为 1 时，选择 F_{HOSC} 作为 F_{OSC} 。当SELHOSC为 0 时，选择 F_{LOSC} 作为 F_{OSC} 。一旦确定 F_{OSC} ，根据配置字的值，指令时钟FINST可以是 $F_{OSC}/2$ 或 $F_{OSC}/4$ 。

3.13 工作模式

AT8A513H1 提供了四种工作模式来定制各种应用和节省电力消耗，分别是正常模式、慢速模式、待机模式和睡眠模式。正常模式被指定为高速运行模式，慢速模式被指定为低速模式，以节省功耗。在待机模式下，AT8A513H1 将停止几乎所有的运作，除了定时器T0/T1/看门狗定时器以定期唤醒。在睡眠模式下，AT8A513H1 将睡眠直到外部事件或WDT触发 IC 来唤醒。

四种工作模式如下图所示。

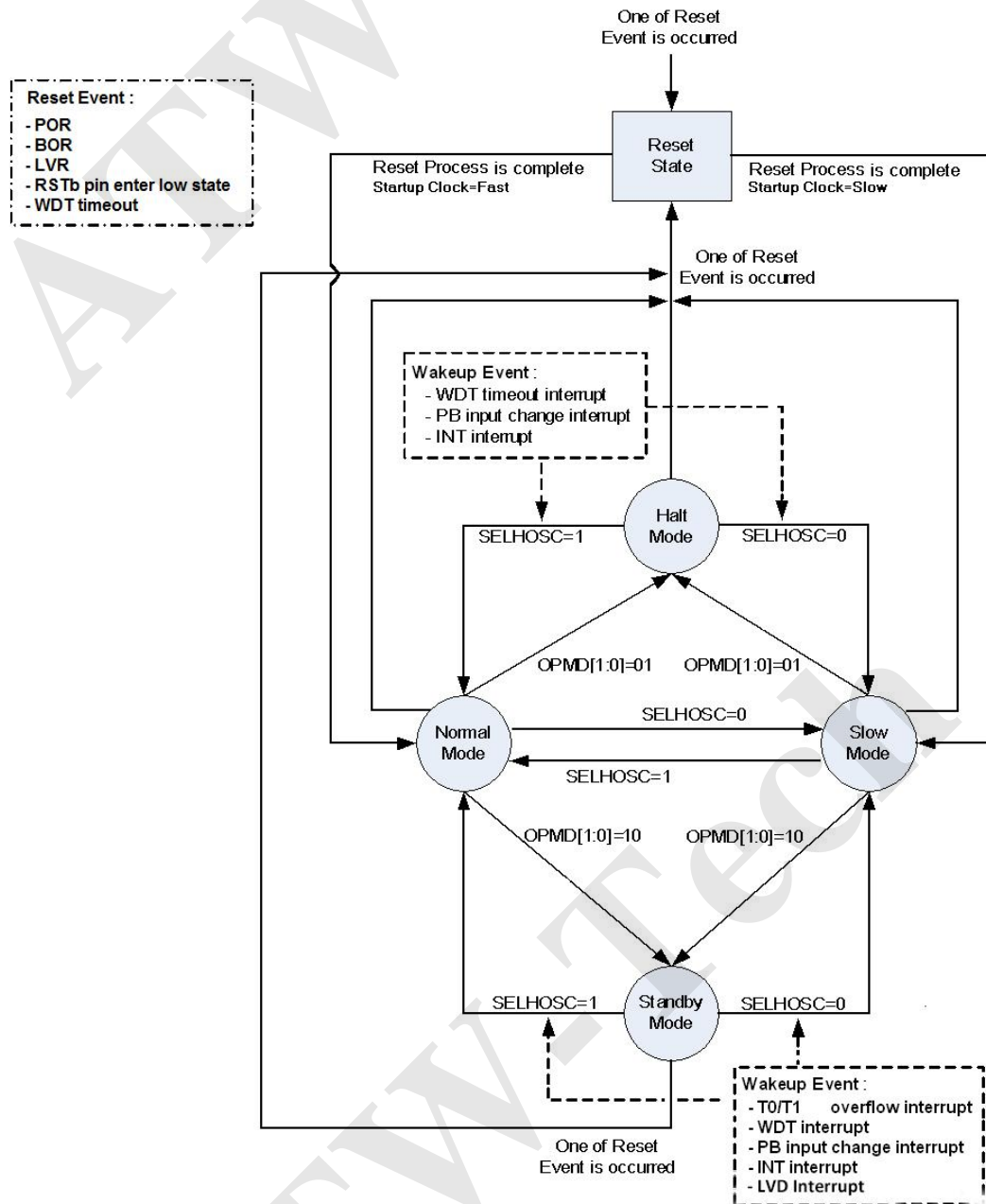


图 19 四种工作模式

3.13.1 正常模式

发生任何复位事件并且复位过程完成后，AT8A513H1 将在正常模式或慢速模式下开始执行程序。复位过程后选择的模式由启动时钟配置字决定。如果启动时钟为I_HRC，AT8A513H1 将进入正常模式，如果启动时钟为I_LRC，AT8A513H1 将进入慢速模式。在正常模式下，为提供最高性能而以F_{HOSC}作为系统振荡，其功耗在四种工作模式中将是最大的。在上电或任何复位触发器被释放后，待复位程序完成AT8A513H1 将进入正常模式。

- 基于F_{LOSC}和所有外围模块的执行指令，根据相应的模块使能位可能被激活。
- F_{LOSC}仍处于有效状态并运行。
- IC可通过写 0 至寄存器SELHOSC (OSCCR[0])切换为慢速模式。
- IC可通过编程寄存器OPMD[1:0] (OSCCR[3:2])切换为待机或睡眠模式。
- 关于实时时钟的应用，AT8A513H1 在运行正常模式可同时为低频时钟。低振荡频率连接到Timer0 时钟，这是通过设置LCKTM0 为 1 和相应的配置字Timer0 源设置为 1 来实现。

3.13.2 慢速模式

通过写 0 至寄存器SELHOSC，AT8A513H1 将进入慢速模式。在慢速模式下，为节省功耗，F_{LOSC}被选为系统振荡器但仍能保持IC运行。然而，F_{HOSC}将不会自动被AT8A513H1 关闭。因此在慢速模式下，用户可写 0 至寄存器STPHOSC (OSCCR[1])进一步降低功耗。但需注意的是，禁止进入慢速模式同时停止F_{HOSC}，必须先进入慢速模式，然后关闭F_{HOSC}，否则该程序可能会当机。

- 基于F_{LOSC}和所有外围模块的执行指令，根据相应的模块使能位可能被激活。
- 通过写 1 至寄存器STPHOSC，F_{HOSC}可以被关闭。
- IC可通过编程寄存器OPMD[1:0]切换为待机模式或睡眠模式。
- IC可通过写 1 至寄存器SELHOSC切换为正常模式。

3.13.3 待机模式

通过写入 10b至寄存器OPMD[1:0]，AT8A513H1 将进入待机模式。然而，在待机模式下，F_{HOSC}不会自动被AT8A513H1 关闭，用户必须进入低速模式并写入 1 至寄存器STPHOSC，以停止F_{HOSC}振荡寄存器。大部分AT8A513H1 的外围模块会被关闭，如T0EN/T1EN被设置为 1 则定时器仍可运作。因此Timer0/Timer1 失效后AT8A513H1 能唤醒，失效时间是由寄存器TMR0/TMR1、F_{INST}和用于Timer0/Timer1 的其他配置而定。

- 指令停止执行，一些外围模块根据相应的模块使能位可能被激活。
- 通过写入 1 至寄存器STPHOSC，F_{HOSC}可以被关闭。
- F_{LOSC}仍保持有效并持续运行。
- 如遇以下任一状况IC便能从待机模式唤醒：
(a)Timer0 溢出中断 (b)Timer1 借位中断 (c)看门狗超时中断 (d)PB输入状态改变中断 (e)发生INT外部中断 (f)LVD中断。
- 从待机模式唤醒后，如SELHOSC=1，IC将返回到正常模式，如SELHOSC=0 则IC将返回到慢速模式。
- 不建议改变振荡模式（正常到慢速/慢速到正常），并在同一时间进入待机模式。

3.13.4 睡眠模式

通过执行SLEEP指令或写入 01b至寄存器OPMD[1:0]，AT8A513H1 将进入睡眠模式。在进入睡眠模式后，寄存器/PD (STATUS[3])将清除为 0，寄存器/TO (STATUS[4])将被设置为 1 且WDT将清除但保持运行状态。

在睡眠模式下，所有周围模块是被关闭的，执行指令是停止的且AT8A513H1 只能通过一些特殊事件唤醒。因此，睡眠模式是AT8A513H1 所提供最省电的模式。

- 指令停止执行，所有外围模块关闭。
- F_{HOSC} 和 F_{LOSC} 两者都自动关闭。
- 如遇以下任一状况IC便能从睡眠模式中唤醒：
(a)看门狗超时中断 (b)PB输入状态改变中断 (c)发生INT外部中断。
- 从睡眠模式唤醒后，如SELHOSC=1，IC将返回到正常模式，如SELHOSC=0 则IC将返回到慢速模式。
注意：您可以在同一指令中更改STPHOSC并进入睡眠模式。
- 不建议改变振荡模式（正常到慢速/慢速到正常），并在同一时间进入待机模式。

3.13.5 唤醒稳定时间

睡眠模式的唤醒稳定时间为 $16 \cdot F_{osc}$ ，由于待机模式下 F_{HOSC} 或 F_{LOSC} 仍在运行，因此无需为待机模式唤醒稳定时间。

在AT8A513H1 进入待机模式或睡眠模式之前，用户可以执行指令ENI。在这种情况下，AT8A513H1 将跳转到地址 0x008，以便在唤醒后执行中断服务程序。如果在进入待机模式或睡眠模式之前执行DISI指令，则在唤醒后执行下一条指令。

3.13.6 工作模式概述

四种工作模式概述如下：

模式	正常模式	慢速模式	待机模式	睡眠模式
F_{HOSC}	使能	STPHOSC	STPHOSC	关闭
F_{LOSC}	使能	使能	使能	关闭
指令执行	执行	执行	停止	停止
计时器 0/1	T0 使能 / T1 使能	T0 使能 / T1 使能	T0 使能 / T1 使能	关闭
WDT	配置和WDT使能	配置和WDT使能	配置和WDT使能	配置和WDT使能
其它模块	模块使能位	模块使能位	模块使能位	关闭所有
唤醒源	-	-	- Timer0 上溢 - Timer1 下溢 - WDT超时 - PB输入状态改变 - 外部中断 - LVD	- WDT超时 - PB输入状态改变 - 外部中断

表 16 工作模式概述

3.14 复位

当以下任一复位事件发生时，AT8A513H1 将会进入复位状态并开始复位动作：

- 当VDD检测到上升沿时，出现上电复位。
- 当工作电压低于预设的电压时，出现低压复位（LVR）。
- RSTb引脚输入低电平。
- WDT超时复位。

此外，所有寄存器如果初始值未知时，寄存器将会被初始化为初始值或保持不变。状态位/TO和/PD可以根据复位事件来初始化。/TO和/PD的值及其相关的事件概述如下。

Event	/TO	/PD
POR, LVR	1	1
RSTb 从非睡眠模式复位	不变	不变
RSTb 从睡眠模式复位	1	0
WDT 从非睡眠模式复位	0	1
WDT 从睡眠模式复位	0	0
执行SLEEP指令	1	0
执行CLRWDT指令	1	1

表 17 /TO和/PD值和相关事件概述

复位事件发生后，AT8A513H1 将会开始复位进程。无论采用什么样的振荡器，它将等待一定的周期使振荡稳定。这个周期被称为上电复位时间，它由三位配置字节决定，这个时间可能是 140us，4.5ms，18ms，72ms或 288 ms。振荡器稳定后，AT8A513H1 将进一步等待 Fosc 的 16 个时钟周期 (OST，振荡器启动时间)，复位过程完成。

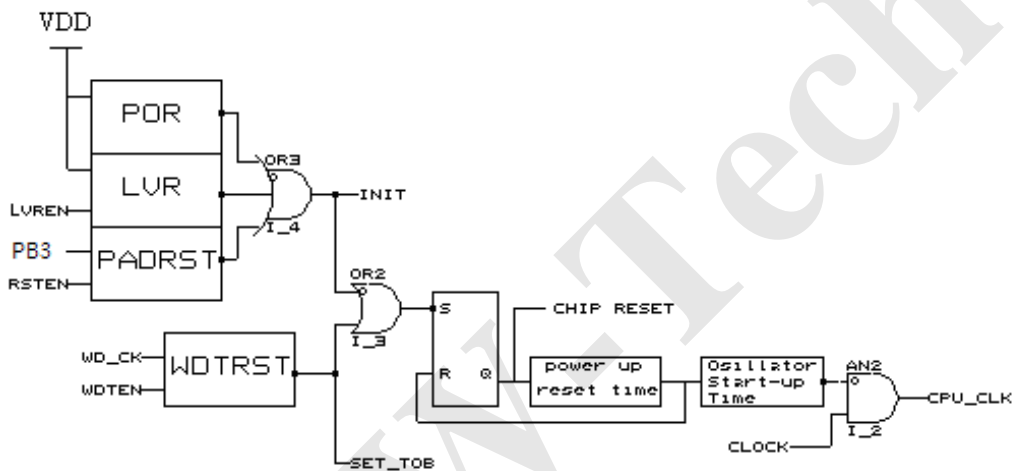


图 20 芯片复位电路框图

为缩短上电的时间，建议使用RSTb复位，如下图。

- 建议R阻值不大于 40kΩ。

- R1 值= $100\Omega \sim 1k\Omega$ 时，将阻止大电流、ESD或电气信号进入复位引脚。
- 二极管D 使电容C 能在VDD 掉电时快速放电。

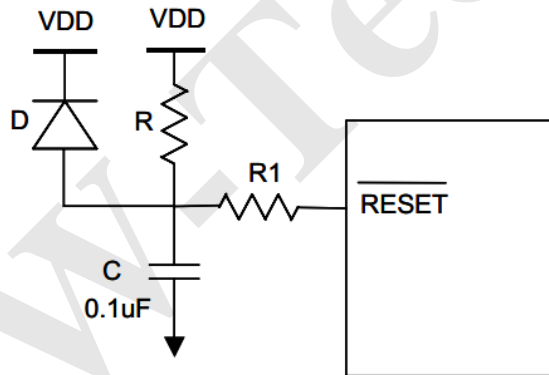


图 21 复位应用结构框图

4. 指令设置

AT8A513H1 为各种应用程序提供了 55 个强大的指令。

指令	操作符		操作	周期	标志
	1	2			
算术指令					
ANDAR	R	d	dest = ACC & R	1	Z
IORAR	R	d	dest = ACC R	1	Z
XORAR	R	d	dest = ACC ⊕ R	1	Z
ANDIA	i		ACC = ACC & i	1	Z
IORIA	i		ACC = ACC i	1	Z
XORIA	i		ACC = ACC ⊕ i	1	Z
RRR	R	d	Rotate right R	1	C
RLR	R	d	Rotate left R	1	C
BSR	R	bit	Set bit in R	1	-
BCR	R	bit	Clear bit in R	1	-
INCR	R	d	Increase R	1	Z
DECR	R	d	Decrease R	1	Z
COMR	R	d	dest = ~R	1	Z
条件指令					
BTRSC	R	bit	Test bit in R, skip if clear	1 or 2	-
BTRSS	R	bit	Test bit in R, skip if set	1 or 2	-
INCRSZ	R	d	Increase R, skip if 0	1 or 2	-
DECRSZ	R	d	Decrease R, skip if 0	1 or 2	-
数据传送指令					
MOVAR	R		Move ACC to R	1	-
MOVR	R	d	Move R	1	Z
MOVIA	i		Move immediate to ACC	1	-
SWAPR	R	d	Swap halves R	1	-
IOST	F		Load ACC to F-page SFR	1	-
IOSTR	F		Move F-page SFR to ACC	1	-
SFUN	S		Load ACC to S-page SFR	1	-
SFUNR	S		Move S-page SFR to ACC	1	-
T0MD			Load ACC to T0MD	1	-
T0MDR			Move T0MD to ACC	1	-
TABLEA			Read ROM	2	-

指令	操作符		操作	周期	标志
	1	2			
算术指令					
ADDAR	R	d	dest = R + ACC	1	Z, DC, C
SUBAR	R	d	dest = R + (~ACC)	1	Z, DC, C
ADCAR	R	d	dest = R + ACC + C	1	Z, DC, C
SBCAR	R	d	dest = R + (~ACC) + C	1	Z, DC, C
ADDIA	i		ACC = i + ACC	1	Z, DC, C
SUBIA	i		ACC = i + (~ACC)	1	Z, DC, C
ADCIA	i		ACC = i + ACC + C	1	Z, DC, C
SBCIA	i		ACC = i + (~ACC) + C	1	Z, DC, C
DAA			Decimal adjust for ACC	1	C
CMPAR	R		Compare R with ACC	1	Z, C
CLRA			Clear ACC	1	Z
CLRR			Clear R	1	Z
其它指令					
NOP			No operation	1	-
SLEEP			Go into Halt mode	1	/TO, /PD
CLRWDT			Clear Watch-Dog Timer	1	/TO, /PD
ENI			Enable interrupt	1	-
DISI			Disable interrupt	1	-
INT			Software Interrupt	3	-
RET			Return from subroutine	2	-
RETIE			Return from interrupt and enable interrupt	2	-
RETIA	i		Return, place immediate in ACC	2	-
CALLA			Call subroutine by ACC	2	-
GOTOA			unconditional branch by ACC	2	-
CALL	adr		Call subroutine	2	-
GOTO	adr		unconditional branch	2	-
LCALL	adr		Call subroutine	2	-
LGOTO	adr		unconditional branch	2	-

表 18 指令设置

ACC: 累加器。

adr: 即时寻址。

bit: 一个 8 位寄存器R的位寻址。

C: 进位/借位。

C=1, 加法指令发生进位, 减法指令不发生借位。

C=0, 加法指令不发生进位, 减法指令发生借位。

d: 目标

若d=“0”, 结果存入ACC。

若d=“1”, 结果存入R寄存器。

DC: 数字进位标记。

dest: 目标。

F: F 页面特殊功能寄存器, F 值为 0x5~0xF。

i: 8 位即时数据。

PC: 程序计数器。

PCHBUF: 程序计数器的高位缓冲器。

/PD: 电源中断标志位。

/PD=1, 电源升高或CLRWDT指令执行后。

/PD=0, SLEEP指令执行后。

Prescaler: 预分频器 0 分频率。

R: R页面特殊功能寄存器, R值为 0x00~0x3F。

S: S页面特殊功能寄存器, S值为 0x0 ~ 0xF。

T0MD: T0MD寄存器。

TBHP: ROM高位目标地址。

TBHD: ROM高位目标地址的存储数据。

/TO: 计时器溢出标志位。

/TO=1, 电压上升或执行 CLRWDT 或 SLEEP 指令后。

/TO=0, WDT 溢出。

WDT: 看门狗计时器。

Z: 清零标志。

ADCAR	Add ACC and R with Carry	ADDAR	Add ACC and R
语法	ADCAR R, d	语法	ADDAR R, d
操作数	$0 \leq R \leq 63$ $d = 0, 1.$	操作数	$0 \leq R \leq 63$ $d = 0, 1.$
操作	$R + ACC + C \rightarrow dest$	操作	$ACC + R \rightarrow dest$
状态影响	Z, DC, C	状态影响	Z, DC, C
说明	ACC和R带进位加法: 若d="0", 结果存入Acc; 若d="1", 结果存入"R"	说明	ACC和R加法: 若d="0", 结果存入ACC; 若d="1", 结果存入"R"
周期	1	周期	1
举例	ADCAR R, d 执行指令前: ACC=0x12, R=0x34, C=1, d=1. 执行指令后 R=0x47, ACC=0x12, C=0.	举例	ADDAR R, d 执行指令前: ACC=0x12, R=0x34, C=1, d=1. 执行指令后: R=0x46, ACC=0x12, C=0.

ADCIA	Add ACC and Immediate with Carry	ADDIA	Add ACC and Immediate
语法	ADCIA i	语法	ADDIA i
操作数	$0 \leq i < 255$	操作数	$0 \leq i < 255$
操作	$ACC + i + C \rightarrow ACC$	操作	$ACC + i \rightarrow ACC$
状态影响	Z, DC, C	状态影响	Z, DC, C
说明	ACC和 8 位立即数带进位加法, 结果存入ACC	说明	ACC和 8 位立即数加法, 结果存入ACC
周期	1	周期	1
举例	ADCIA i 执行指令前: ACC=0x12, i=0x34, C=1. 执行指令后: ACC=0x47, C=0.	举例	ADDIA i 执行指令前: ACC=0x12, i=0x34, C=1. 执行指令后: ACC=0x46, C=0.

ANDAR	AND ACC and R	BCR	Clear Bit in R
语法	ANDAR R, d	语法	BCR R, bit
操作数	$0 \leq R \leq 63$. $d = 0, 1$.	操作数	$0 \leq R \leq 63$ $0 \leq \text{bit} \leq 7$
操作	$\text{ACC} \& R \rightarrow \text{dest}$	操作	$0 \rightarrow R[\text{bit}]$
状态影响	Z	状态影响	--
说明	ACC和R做“与”运算；若d=“0”，结果存入ACC；若d=“1”，结果存入“R”	说明	将R寄存器的bit位(0~7)清 0
周期	1	周期	1
举例	ANDAR R, d 执行指令前： ACC=0x5A, R=0xAF, d=1. 执行指令后： R=0x0A, ACC=0x5A, Z=0.	举例	BCR R,B2 执行指令前： R=0x5A, B2=0x3. 执行指令后： R=0x52.

ANDIA	AND Immediate with ACC	BSR	Set Bit in R
语法	ANDIA i	语法	BSR R, bit
操作数	$0 \leq i < 255$	操作数	$0 \leq R \leq 63$ $0 \leq \text{bit} \leq 7$
操作	$\text{ACC} \& i \rightarrow \text{ACC}$	操作	$1 \rightarrow R[\text{bit}]$
状态影响	Z	状态影响	--
说明	ACC和 8 位立即数做“与”运算	说明	设置R寄存器的bit位
周期	1	周期	1
举例	ANDIA i 执行指令前： ACC=0x5A, i=0xAF. 执行指令后： ACC=0x0A, Z=0.	举例	BSR R,B2 执行指令前： R=0x5A, B2=0x2. 执行指令后： R=0x5E.

BTRSC	Test Bit in R and Skip if Clear	CALL	Call Subroutine
语法	BTRSC R, bit	语法	CALL adr
操作数	$0 \leq R \leq 63$ $0 \leq \text{bit} \leq 7$	操作数	$0 \leq \text{adr} < 255$
操作	Skip next instruction, if R[bit] = 0.	操作	PC + 1 → Top of Stack {PCHBUF, adr} → PC
状态影响	--	状态影响	--
说明	位测试指令，为“0”则跳过下一条指令	说明	子程序调用，首先将返回地址PC+1压入栈顶。然后将 8 位立即地址载入 PC[7:0]，将 PCHBUF[1:0] 载入 PC[9:8]
周期	1 or 2（跳过）	周期	2
举例	BTRSC R, B2 指令 1 指令 2 执行指令前： R=0x5A, B2=0x2. 执行指令后： 由于R[B2]=0，则指令 1 不执行，程序直接从指令 2 开始执行。	举例	CALL SUB 执行指令前： PC=A0. Stack pointer=1 执行指令后： PC=address of SUB, Stack[1] = A0+1, Stack pointer=2.

BTRSS	Test Bit in R and Skip if Set	CALLA	Call Subroutine
语法	BTRSS R, bit	语法	CALLA
操作数	$0 \leq R \leq 63$ $0 \leq \text{bit} \leq 7$	操作数	--
操作	Skip next instruction, if R[bit] = 1.	操作	PC + 1 → Top of Stack {TBHP, ACC} → PC
状态影响	--	状态影响	--
说明	位测试指令，为“1”则跳过下一条指令	说明	子程序调用。首先将返回地址PC+1压入栈顶，然后将TBHP[1:0] 赋值给 PC[9:8]，将ACC 赋值给PC[7:0]
周期	1 or 2（跳过）	周期	2
举例	BTRSS R, B2 指令 2 指令 3 执行指令前： R=0x5A, B2=0x3. 执行指令后： 由于R[B2]=1，则指令 2 不执行，直接从指令 3 开始执行。	举例	CALLA 执行指令前 TBHP=0x02, ACC=0x34. PC=A0. Stack pointer=1. 执行指令后： PC=0x234, Stack[1]=A0+1, Stack pointer=2.

CLRA	Clear ACC	CLRWDT	Clear Watch-Dog Timer
语法	CLRA	语法	CLRWDT
操作数	--	操作数	--
操作	00h → ACC 1 → Z	操作	00h → WDT, 00h → WDT预分频器（若开启） 1 → /TO 1 → /PD
状态影响	Z	状态影响	/TO, /PD
说明	ACC清零, Z标志位置“1”	说明	清WDT计数器和预分频器; /TO和 /PD标志位置“1”
周期	1	周期	1
举例	CLRA 执行指令前: ACC=0x55, Z=0. 执行指令后: ACC=0x00, Z=1.	举例	CLRWDT 执行指令前: /TO=0 执行指令后: /TO=1

CLRR	Clear R	COMR	Complement R
语法	CLRR R	语法	COMR R, d
操作数	$0 \leq R \leq 63$	操作数	$0 \leq R \leq 63$ $d = 0, 1.$
操作	00h → R 1 → Z	操作	$\sim R \rightarrow \text{dest}$
状态影响	Z	状态影响	Z
说明	寄存器R清零, Z标志位置“1”	说明	R寄存器取补, 结果存入d; d=“0”, 结果存入ACC; d=“1”, 结果存入R
周期	1	周期	1
举例	CLRR R 执行指令前: R=0x55, Z=0. 执行指令后: R=0x00, Z=1.	举例	COMR, d 执行指令前: R=0xA6, d=1, Z=0. 执行指令后: R=0x59, Z=0.

CMPAR	Compare ACC and R	DECR	Decrease R
语法	CMPAR R	语法	DECR R, d
操作数	$0 \leq R \leq 63$	操作数	$0 \leq R \leq 63$ $d = 0, 1.$
操作	$R - ACC \rightarrow$ (No restore)	操作	$R - 1 \rightarrow dest$
状态影响	Z, C	状态影响	Z
说明	ACC和R比较: 执行ACC-R, 不改变ACC和R的值, 只改变Z和C标志位	说明	R递减, 若d="0", 结果存入ACC; 若d="1", 结果存入R。
周期	1	周期	1
举例	CMPAR R 执行指令前: R=0x34, ACC=12, Z=0, C=0. 执行指令后: R=0x34, ACC=12, Z=0, C=1.	举例	DECR R, d 执行指令前: R=0x01, d=1, Z=0. 执行指令后: R=0x00, Z=1.

DAA	Convert ACC Data Format from Hexadecimal to Decimal	DECRSZ	Decrease R, Skip if 0
语法	DAA	语法	DECRSZ R, d
操作数	--	操作数	$0 \leq R \leq 63$ $d = 0, 1.$
操作	ACC(hex) \rightarrow ACC(dec)	操作	$R - 1 \rightarrow dest$, Skip if result = 0
状态影响	C	状态影响	--
说明	将累加器中的 16 进制数调整为十进制数, 该指令必须紧跟在加法指令后。	说明	R 先递减, 若d="0", 结果存入ACC; 若d="1", 结果存入R, 若结果为"0"则跳过下一条指令, 执行NOP指令, 因此这条指令要执行两个周期。
周期	1	周期	1 or 2 (跳过)
举例	ADDAR R,d DAA 执行指令前: ACC=0x28, R=0x25, d=0. 执行指令后: ACC=0x53, C=0.	举例	DECRSZ R, d 指令 2 指令 3 执行指令前: R=0x1, d=1, Z=0. 执行指令后: R=0x0, Z=1, 操作结果为 0, 指令 2 被跳过。

DISI	Disable Interrupt Globally	GOTO	Unconditional Branch
语法	DISI	语法	GOTO adr
操作数	--	操作数	$0 \leq \text{adr} < 511$
操作	Disable Interrupt, $0 \rightarrow \text{GIE}$	操作	$\{\text{PCHBUF}, \text{adr}\} \rightarrow \text{PC}$
状态影响	--	状态影响	--
说明	GIE设置为 0，关闭全局中断	说明	无条件短跳转指令，9位立即地址I装入PC<8:0>，PCHBUF[1]装入PC[9]
周期	1	周期	2
举例	DISI 执行指令前： GIE=1. 执行指令后： GIE=0.	举例	GOTO Level 执行指令前： PC=A0. 执行指令后： PC=address of Level.

ENI	Enable Interrupt Globally	GOTOA	Unconditional Branch
语法	ENI	语法	GOTOA
操作数	--	操作数	--
操作	Enable Interrupt, $1 \rightarrow \text{GIE}$	操作	$\{\text{TBHP}, \text{ACC}\} \rightarrow \text{PC}$
状态影响	--	状态影响	--
说明	GIE设置为 1，开启全局中断	说明	无条件跳转指令，ACC值装入PC PC<7:0>; TBHP[1:0] 值装入PC<9:8>
周期	1	周期	2
举例	ENI 执行指令前： GIE=0. 执行指令后： GIE=1.	举例	GOTOA 执行指令前： PC=A0. TBHP=0x02, ACC=0x34. 执行指令后： PC=0x234.

INCR	Increase R	INT	Software Interrupt
语法	INCR R, d	语法	INT
操作数	$0 \leq R \leq 63$ $d = 0, 1.$	操作数	--
操作	$R + 1 \rightarrow \text{dest.}$	操作	$PC + 1 \rightarrow \text{Top of Stack,}$ $001h \rightarrow PC$
状态影响	Z	状态影响	--
说明	R递增, 若d="0", 结果存入ACC; 若d="1", 结果存入R	说明	软中断指令。首先将返回地址 (PC+1) 压入栈顶, 然后将 001H 的地址装入PC[9:0]。
周期	1	周期	3
举例	INCR R, d 执行指令前: R=0xFF, d=1, Z=0. 执行指令后: R=0x00, Z=1.	举例	INT 执行指令前: PC=address of INT code. 执行指令后: PC=0x01.

INCRSZ	Increase R, Skip if 0	IORAR	OR ACC with R
语法	INCRSZ R, d	语法	IORAR R, d
操作数	$0 \leq R \leq 63$ $d = 0, 1.$	操作数	$0 \leq R \leq 63$ $d = 0, 1.$
操作	$R + 1 \rightarrow \text{dest,}$ Skip if result = 0	操作	$ACC R \rightarrow \text{dest}$
状态影响	--	状态影响	Z
说明	R先递增, 若d="0", 结果存入ACC; 若d="1", 结果存入R。若结果为"0"则 跳过下一条指令, 执行NOP指令	说明	ACC和R做或运算, 若d="0", 结果 存入ACC; 若d="1", 结果存入R
周期	1 or 2(skip)	周期	1
举例	INCRSZ R, d 指令 2 指令 3 执行指令前: R=0xFF, d=1, Z=0. 执行指令后: R=0x00, Z=1, 因结果为 0, 程序跳 过指令 2	举例	IORAR R, d 执行指令前: R=0x50, ACC=0xAA, d=1, Z=0. 执行指令后: R=0xFA, ACC=0xAA, Z=0.

IORIA	OR Immediate with ACC
语法	IORIA i
操作数	$0 \leq i < 255$
操作	$ACC \mid i \rightarrow ACC$
状态影响	Z
说明	ACC和 8 位立即数做或运算，结果存入ACC
周期	1
举例	IORIA i 执行指令前： i=0x50, ACC=0xAA, Z=0. 执行指令后： ACC=0xFA, Z=0.

IOSTR	Move F-page SFR to ACC
语法	IOSTR F
操作数	$0 \leq F \leq 15$
操作	F-page SFR \rightarrow ACC
状态影响	--
说明	将F页面特殊寄存器的F赋值给ACC
周期	1
举例	IOSTR F 执行指令前： F=0x55, ACC=0xAA. 执行指令后： F=0x55, ACC=0x55.

IOST	Load F-page SFR from ACC
语法	IOST F
操作数	$0 \leq F \leq 15$
操作	$ACC \rightarrow$ F-page SFR
状态影响	--
说明	将ACC的值赋给F页面特殊寄存器的F
周期	1
举例	IOST F 执行指令前： F=0x55, ACC=0xAA. 执行指令后： F=0xAA, ACC=0xAA.

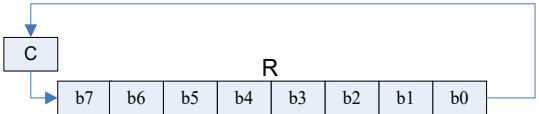
LCALL	Call Subroutine
语法	LCALL adr
操作数	$0 \leq \text{adr} \leq 1023$
操作	$PC + 1 \rightarrow$ Top of Stack, $\text{adr} \rightarrow PC[9:0]$
状态影响	--
说明	长调用子程序。首先将PC+1压入栈顶，然后将 10 位立即数载入PC[9:0]。
周期	2
举例	LCALL SUB 执行指令前： PC=A0. Stack level=1 执行指令后： PC=address of SUB, Stack[1]=A0+1, Stack pointer =2.

LGOTO Unconditional Branch		MOVIA Move Immediate to ACC	
语法	LGOTO adr	语法	MOVIA i
操作数	$0 \leq \text{adr} \leq 1023$	操作数	$0 \leq i < 255$
操作	$\text{adr} \rightarrow \text{PC}[9:0]$.	操作	$i \rightarrow \text{ACC}$
状态影响	--	状态影响	--
说明	无条件长跳转，10位立即数装入PC[9:0]	说明	8 位立即数赋值给ACC
周期	2	周期	1
举例	LGOTO Level 执行指令前： PC=A0. 执行指令后： PC=address of Level.	举例	MOVIA i 执行指令前： i=0x55, ACC=0xAA. 执行指令后： ACC=0x55.

MOVAR Move ACC to R		MOVR Move to ACC or R	
语法	MOVAR R	语法	MOVR R, d
操作数	$0 \leq R \leq 63$	操作数	$0 \leq R \leq 63$ $d = 0, 1$.
操作	$\text{ACC} \rightarrow R$	操作	$R \rightarrow \text{dest}$
状态影响	--	状态影响	Z
说明	ACC赋值给R	说明	R赋值给d, 若d="0", 结果存入ACC; 若d="1", 结果存入R。指令执行后, 通过状态标杆位Z检查R是否为0。
周期	1	周期	1
举例	MOVAR R 执行指令前： R=0x55, ACC=0xAA. 执行指令后： R=0xAA, ACC=0xAA.	举例	MOVR R, d 执行指令前： R=0x0, ACC=0xAA, Z=0, d=0. 执行指令后： R=0x0, ACC=0x00, Z=1.

NOP	No Operation	RETIA	Return with Data in ACC
语法	NOP	语法	RETIA i
操作数	--	操作数	$0 \leq i < 255$
操作	No operation.	操作	$i \rightarrow \text{ACC}$, Top of Stack $\rightarrow \text{PC}$
状态影响	--	状态影响	--
说明	空操作	说明	带参数返回：8 位立即数赋值给 ACC，栈顶地址载入PC，GIE标志 为 1
周期	1	周期	2
举例	NOP 执行指令前： PC=A0 执行指令后： PC=A0+1	举例	RETIA i 执行指令前： GIE=0, Stack pointer =2, i=0x55, ACC=0xAA. 执行指令后： GIE=1, PC=Stack[2], Stack pointer =1, ACC=0x55.

RETIE	Return from Interrupt and Enable Interrupt Globally	RET	Return from Subroutine
语法	RETIE	语法	RET
操作数	--	操作数	--
操作	Top of Stack $\rightarrow \text{PC}$ $1 \rightarrow \text{GIE}$	操作	Top of Stack $\rightarrow \text{PC}$
状态影响	--	状态影响	--
说明	中断返回，栈顶地址载入PC同时使 能中断	说明	子程序返回，栈顶载入PC
周期	2	周期	2
举例	RETIE 执行指令前： GIE=0, Stack level=2. 执行指令后： GIE=1, PC=Stack[2], Stack level =1.	举例	RET 执行指令前： Stack level=2. 执行指令后： PC=Stack[2], Stack level=1.

RLR	Rotate Left R Through Carry	SBCAR	Subtract ACC and Carry from R
语法	RLR R, d	语法	SBCAR R, d
操作数	$0 \leq R \leq 63$ $d = 0, 1.$	操作数	$0 \leq R \leq 63$ $d = 0, 1.$
操作	$R[7] \rightarrow C, R[6:0] \rightarrow \text{dest}[7:1],$ $C \rightarrow \text{dest}[0]$	操作	$R + (\sim \text{ACC}) + C \rightarrow \text{dest}$
		状态影响	Z, DC, C
		说明	R和ACC带借位减法，若d="0"，结果存入ACC；若d="1"，结果存入R
		周期	1
状态影响	C	举例	SBCAR R, d
说明	带进位R循环左移：若d="0"，结果存入ACC；若d="1"，结果存入R		(a) 执行指令前： R=0x05, ACC=0x06, d=1, C=0. 执行指令后： R=0xFE, C=0. (-2)
周期	1		(b) 执行指令前： R=0x05, ACC=0x06, d=1, C=1. 执行指令后： R=0xFF, C=0. (-1)
举例	RLR R, d 执行指令前： R=0xA5, d=1, C=0. 执行指令后： R=0x4A, C=1.		(c) 执行指令前： R=0x06, ACC=0x05, d=1, C=0. 执行指令后： R=0x00, C=1. (-0), Z=1.
			(d) 执行指令前： R=0x06, ACC=0x05, d=1, C=1. 执行指令后： R=0x1, C=1. (+1)
RRR	Rotate Right R Through Carry		
语法	RRR R, d		
操作数	$0 \leq R \leq 63$ $d = 0, 1.$		
操作	$C \rightarrow \text{dest}[7], R[7:1] \rightarrow \text{dest}[6:0],$ $R[0] \rightarrow C$		
			
状态影响	C		
说明	带进位R循环右移：若d="0"，结果存入ACC；若d="1"，结果存入R		
周期	1		
举例	RRR R, d 执行指令前： R=0xA5, d=1, C=0. 执行指令后： R=0x52, C=1.		

SBCIA Subtract ACC and Carry from Immediate

语法	SBCIA i
操作数	$0 \leq i < 255$
操作	$i + (\sim\text{ACC}) + C \rightarrow \text{dest}$
状态影响	Z, DC, C
说明	常数和ACC带借位减法, 结果存入ACC
周期	1
举例	<p>SBCIA i</p> <p>(a) 执行指令前: i=0x05, ACC=0x06, C=0. 执行指令后: ACC=0xFE, C=0. (-2)</p> <p>(b) 执行指令前: i=0x05, ACC=0x06, C=1. 执行指令后: ACC=0xFF, C=0. (-1)</p> <p>(c) 执行指令前: i=0x06, ACC=0x05, C=0. 执行指令后: ACC=0x00, C=1. (-0), Z=1.</p> <p>(d) 执行指令前: i=0x06, ACC=0x05, C=1. 执行指令后: ACC=0x1, C=1. (+1)</p>

SFUNR Move S-page SFR from ACC

语法	SFUNR S
操作数	$0 \leq S \leq 15$
操作	S-page SFR \rightarrow ACC
状态影响	--
说明	读S页面特殊函数寄存器
周期	1
举例	<p>SFUNR S</p> <p>执行指令前: S=0x55, ACC=0xAA.</p> <p>执行指令后: S=0x55, ACC=0x55.</p>

SFUN Load S-page SFR from ACC

语法	SFUN S
操作数	$0 \leq S \leq 15$
操作	ACC \rightarrow S-page SFR
状态影响	--
说明	写S页面特殊函数寄存器
周期	1
举例	<p>SFUN S</p> <p>执行指令前: S=0x55, ACC=0xAA.</p> <p>执行指令后: S=0xAA, ACC=0xAA.</p>

SLEEP Enter Halt Mode

语法	SLEEP
操作数	--
操作	<p>00h \rightarrow WDT, 00h \rightarrow WDT prescaler 1 \rightarrow /TO 0 \rightarrow /PD</p>
状态影响	/TO, /PD
说明	WDT和0分频器清零。/TO标志为0, /PD清零, IC进入睡眠。
周期	1
举例	<p>SLEEP</p> <p>执行指令前: /PD=1, /TO=0.</p> <p>执行指令后: /PD=0, /TO=1.</p>

SUBAR	Subtract ACC from R	SWAPR	Swap High/Low Nibble in R
语法	SUBAR R, d	语法	SWAPR R, d
操作数	$0 \leq R \leq 63$ $d = 0, 1.$	操作数	$0 \leq R \leq 63$ $d = 0, 1.$
操作	$R - ACC \rightarrow dest$	操作	$R[3:0] \rightarrow dest[7:4].$ $R[7:4] \rightarrow dest[3:0]$
状态影响	Z, DC, C	状态影响	--
说明	R 减去ACC, 若d="0", 结果存入ACC; 若d="1", 结果存入R	说明	寄存器半字节交换, 若d="0", 结果存入ACC; 若d="1", 结果存入R
周期	1	周期	1
举例	SBCAR R, d (a) 执行指令前: R=0x05, ACC=0x06, d=1. 执行指令后: R=0xFF, C=0. (-1) (b) 执行指令前: R=0x06, ACC=0x05, d=1. 执行指令后: R=0x01, C=1. (+1)	举例	SWAPR R, d 执行指令前: R=0xA5, d=1. 执行指令后: R=0x5A.

SUBIA	Subtract ACC from Immediate	TABLEA	Read ROM data
语法	SUBIA i	语法	TABLEA
操作数	$0 \leq i < 255$	操作数	--
操作	$i - ACC \rightarrow ACC$	操作	ROM data{ TBHP, ACC } [7:0] $\rightarrow ACC$ ROM data{TBHP, ACC} [13:8] $\rightarrow TBHD.$
状态影响	Z, DC, C	状态影响	--
说明	常数减ACC, 结果存入ACC	说明	ROM查表指令, 高字节存入TBH, 低字节存入ACC
周期	1	周期	2
举例	SUBIA i (a) 执行指令前: i=0x05, ACC=0x06. 执行指令后: ACC=0xFF, C=0. (-1) (b) 执行指令前: i=0x06, ACC=0x05, d=1. 执行指令后: ACC=0x01, C=1. (+1)	举例	TABLEA 执行指令前: TBHP=0x02, CC=0x34. TBHD=0x01. ROM data[0x234]= 0x35AA 执行指令后: TBHD=0x35, ACC=0xAA.

T0MD	Load ACC to T0MD	XORAR	Exclusive-OR ACC with R
语法	T0MD	语法	XORAR R, d
操作数	--	操作数	$0 \leq R \leq 63$ $d = 0, 1.$
操作	$ACC \rightarrow T0MD$	操作	$ACC \oplus R \rightarrow dest$
状态影响	--	状态影响	Z
说明	写T0 模式寄存器	说明	ACC和R做“异或”运算，若d=“0”，结果存入ACC；若d=“1”，结果存入R
周期	1	周期	1
举例	T0MD 执行指令前： T0MD=0x55, ACC=0xAA. 执行指令后： T0MD=0xAA.	举例	XORAR R, d 执行指令前： R=0xA5, ACC=0xF0, d=1. 执行指令后： R=0x55.
T0MDR	Move T0MD to ACC	XORIA	Exclusive-OR Immediate with ACC
语法	T0MDR	语法	XORIA i
操作数	--	操作数	$0 \leq i < 255$
操作	$T0MD \rightarrow ACC$	操作	$ACC \oplus i \rightarrow ACC$
状态影响	--	状态影响	Z
说明	读T0 模式寄存器	说明	Acc和常数做“异或”运算，若d=“0”，结果存入ACC；若d=“1”，结果存入R
周期	1	周期	1
举例	T0MDR 执行指令前： T0MD=0x55, ACC=0xAA. 执行指令后： ACC=0x55.	举例	XORIA i 执行指令前： i=0xA5, ACC=0xF0. 执行指令后： ACC=0x55.

5. 配置表

项目	名称	选项				
1	High IRC Frequency (IRC 高频率)	1. 1MHz 4. 8MHz	2. 2MHz 5. 16MHz	3. 4MHz 6. 20MHz		
2	Instruction Clock (指令时钟)	1. 2 oscillator period (2 个振荡周期)		2. 4 oscillator period (4 个振荡周期)		
3	WDT (看门狗定时器)	1. Watchdog Enable (Software control) (看门狗使能 (软件控制)) 2. Watchdog Disable (Always disable) (看门狗关闭 (永远关闭))				
4	WDT Event (看门狗定时器事件)	1. Watchdog Reset (看门狗复位)		2. Watchdog Interrupt (看门狗中断)		
5	Timer0 source (定时源)	1. EX_CKI		2. I_LRC		
6	PB.0	1. CMP analog input (CMP 模拟输入)		2. Digital input (数字输入)		
7	PB.1	1. CMP analog input (CMP 模拟输入)		2. Digital input (数字输入)		
8	PB.2	1. PB.2 is I/O (PB.2 是 I/O 脚)	2. PB.2 is PWM (PB.2 是 PWM 输出脚)	3. PB.2 is Buzzer (PB.2 是蜂鸣器输出脚)		
9	PB.3	1. PB.3 is I/O (PB.3 是 I/O 脚)		2. PB.3 is reset (PB.3 是复位脚)		
10	PB.4	1. PB.4 is I/O (PB.4 是 I/O 脚)		2. PB.4 is instruction clock output (PB.4 是指令输出脚)		
11	Startup Time (投产期)	1. 140us	2. 4.5ms	3. 18ms	4. 72ms	5. 288ms
12	WDT Time Base (看门狗定时器时基)	1. 3.5ms	2. 15ms	3. 60ms	4. 250ms	
13	LVR Setting (LVR 设定)	1. Register Control (寄存器控制) 3. Always On (一直)		2. Register Control + Halt mode Off (寄存器控制+睡眠模式关闭) 4. Operation mode On + Halt mode Off (工作模式开启+睡眠模式关闭)		
14	LVR Voltage (复位电压)	1. 1.6V 6. 2.7V	2. 1.8V 7. 3.0V	3. 2.0V 8. 3.3V	4. 2.2V 9. 3.6V	5. 2.4V 10. 4.2V
15	VDD Voltage (VDD 电压)	1. 3.0V		2. 4.5V	3. 5.0V	
16	Read Output Data (读取输出数据)	1. I/O port (I/O 端口)		2. Register (寄存器)		
17	EX_CKI to Inst. Clock	1. Sync (同步)		2. Async (不同步)		
18	Startup Clock (时钟源)	1. I_HRC (高速振荡)		2. I_LRC (低速振荡)		
19	Input High Voltage (VIH) (输入高电压 (VIH))	1. 0.8VDD		2. 0.6VDD		
20	Input Low Voltage (VIL) (输入低电压 (VIL))	1. 0.3VDD		2. 0.2VDD		
21	Input Voltage Schmitt Trigger (输入电压施密特触发)	1. Enable (depend on 17, 18)		2. Disable (17, 18 no use)		
22	Sink / Drive Current (灌/拉电流)	1. Small		2. Normal		

表 19 配置表

6. 电气特性

6.1 最大绝对值

符号	参数	额定值	单位
$V_{DD} - V_{SS}$	电源电压	-0.5 ~ +6.0	V
V_{IN}	输入电压	$V_{SS}-0.3V \sim V_{DD}+0.3$	V
T_{OP}	工作温度	-40 ~ +85	°C
T_{ST}	储存温度	-40 ~ +125	°C

6.2 直流电气特性

(所有参考 $F_{INST}=F_{HOSC}/4$, $F_{HOSC}=16MHz@I_HRC$, WDT 启用, 无特殊说明时, 环境温度 $T_A=25^{\circ}C$ 。)

符号	参数	V_{DD}	最小值	典型值	最大值	单位	条件
V_{DD}	工作电压	--	3.3	--	5.5	V	$F_{INST}=10MHz @ I_HRC 20MHz/2T$
			2.7				$F_{INST}=8MHz @ I_HRC 16MHz/2T$
			2.0				$F_{INST}=5MHz @ I_HRC 20MHz/4T$
			1.8				$F_{INST}=4MHz @ I_HRC 16MHz/4T \& 8MHz/2T$
			1.6				$F_{INST}=2MHz @ I_HRC 8MHz/4T \& 4MHz/2T$
			1.6				$F_{INST}=1MHz @ I_HRC 4MHz/4T$
			1.6				$F_{INST}=8KHz @ I_LRC 32KHz/4T$
V_{IH}	输入高电压	5V	4.0	--	--	V	RSTb 0.8VDD
		3V	2.4	--	--		
		5V	3.5	--	--	V	All other I/O pins, EX_CKI, INT 0.8VDD
		3V	2.1	--	--		
		5V	2.5	--	--	V	All other I/O pins, EX_CKI, INT 0.6VDD
		3V	1.5	--	--		
		5V	--	2.5	--	V	All other I/O pins, EX_CKI, INT No Schmitt Trigger (0.5VDD)
		3V	--	1.5	--		
V_{IL}	输入低电压	5V	--	--	1.0	V	RSTb (0.2VDD)
		3V	--	--	0.6		
		5V	--	--	1.5	V	All other I/O pins, EX_CKI, INT 0.3VDD
		3V	--	--	0.9		
		5V	--	--	1.0	V	All other I/O pins, EX_CKI, INT 0.2VDD
		3V	--	--	0.6		
		5V	--	2.5	--	V	All other I/O pins, EX_CKI, INT No Schmitt Trigger (0.5VDD)
		3V	--	1.5	--		
I_{OH}	高输出电流 (小电流)	5V	--	2.2	--	mA	$V_{OH}=4.0V$
		3V	--	1.2	--		$V_{OH}=2.0V$
	高输出电流 (正常电流)	5V	--	20	--	mA	$V_{OH}=4.0V$
		3V	--	12	--		$V_{OH}=2.0V$

符号	参数	V _{DD}	最小值	典型值	最大值	单位	条件
I _{OL}	低输出电流 (小电流)	5V	--	7.8	--	mA	V _{OL} =1.0V
		3V	--	4.5	--		
	低输出电流 (正常电流)	5V	--	42	--	mA	V _{OL} =1.0V
		3V	--	26	--		
I _{IR}	红外 吸收电流	5V	--	45	--	mA	V _{OL} =1.0V, Normal IR
		3V	--	26	--		
I _{OP}	工作电流	正常模式					
		5V	--	1.7	--	mA	F _{HOSC} =20MHz @ I _{HRC} /2
		3V	--	0.7	--		
		5V	--	1.4	--	mA	F _{HOSC} =20MHz @ I _{HRC} /4
		3V	--	0.5	--		
		5V	--	1.5	--	mA	F _{HOSC} =16MHz @ I _{HRC} /2
		3V	--	0.6	--		
		5V	--	1.3	--	mA	F _{HOSC} =16MHz @ I _{HRC} /4
		3V	--	0.5	--		
		5V	--	1.2	--	mA	F _{HOSC} =8MHz @ I _{HRC} /2
		3V	--	0.4	--		
		5V	--	0.9	--	mA	F _{HOSC} =8MHz @ I _{HRC} /4
		3V	--	0.3	--		
		5V	--	0.8	--	mA	F _{HOSC} =4MHz @ I _{HRC} /2
		3V	--	0.3	--		
		5V	--	0.7	--	mA	F _{HOSC} =4MHz @ I _{HRC} /4
		3V	--	0.2	--		
		5V	--	0.5	--	mA	F _{HOSC} =1MHz @ I _{HRC} /2
		3V	--	0.2	--		
		5V	--	0.5	--	mA	F _{HOSC} =1MHz @ I _{HRC} /4
		3V	--	0.2	--		
		慢速模式					
		5V	--	9.9	--	uA	F _{HOSC} 禁用, F _{LOSC} =32KHz @ I _{LRC} /2
		3V	--	4.9	--		
		5V	--	6.6	--	uA	F _{HOSC} 禁用, F _{LOSC} =32KHz @ I _{LRC} /4
		3V	--	3.6	--		
I _{STB}	待机电流	5V	--	3.5	--	uA	待机模式, F _{HOSC} 禁用, F _{LOSC} =32KHz @ I _{LRC} /4
		3V	--	2.5	--		
I _{HALT}	睡眠电流	5V	--	--	0.5	uA	睡眠模式, 禁用WDT
		3V	--	--	0.2		

符号	参数	V _{DD}	最小值	典型值	最大值	单位	条件
		5V	--	--	5.0	uA	睡眠模式，启用WDT
		3V	--	--	3.0		
R _{PH}	上拉电阻	5V	--	65	--	kΩ	上拉电阻（不包括PB3）
		3V	--	120	--		
		5V	--	85	--	kΩ	上拉电阻（PB3）
		3V	--	85	--		
R _{PL}	下拉电阻	5V	--	55	--	kΩ	下拉电阻
		3V	--	105	--		

6.3 OSC特性

(测量条件V_{DD}, T_A温度等于程序条件)

参数	最小值	典型值	最大值	单位	条件
烧录座的I _{HRC} 偏差			±1	%	烧录座直接安装在烧录器上。
烧录机台的I _{HRC} 偏差			±3	%	正确设置烧录机台的条件。
烧录机台的I _{LRC} 偏差			±5	%	

6.4 比较器 / LVD特性

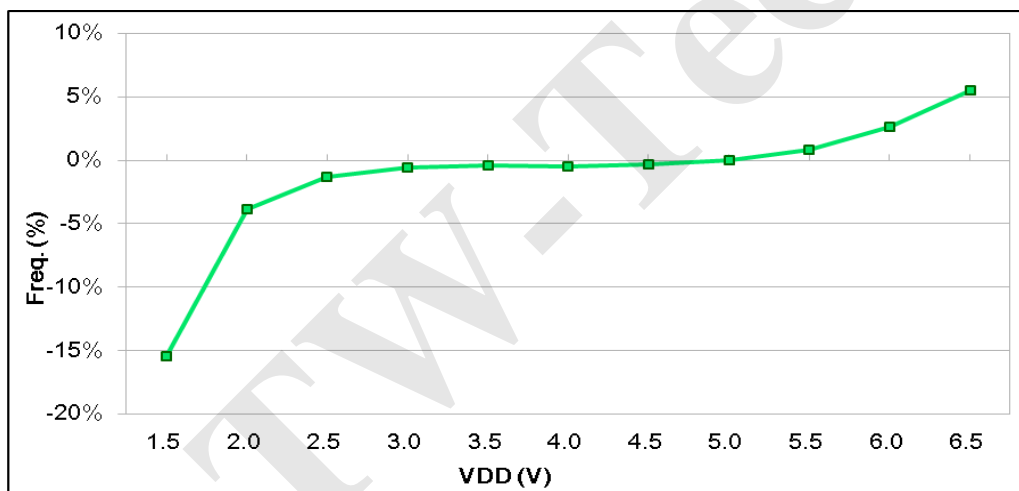
(V_{DD}=5V, V_{SS}=0V, T_A=25°C 除非另外说明.)

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位	条件
V _{IVR}	比较器输入电压范围	0	--	V _{DD} -1.5	V	F _{HOSC} =1MHz
T _{ENO}	比较器启用输出有效时间	--	20	--	us	F _{HOSC} =1MHz
I _{CO}	比较器工作电流	--	70	--	uA	F _{HOSC} =1MHz, P2V mode
I _{LVD}	LVD工作电流	--	85	--	uA	F _{HOSC} =1MHz, LVD=4.15V
E _{LVD}	LVD电压误差	--	3	--	%	F _{HOSC} =1MHz, LVD=4.15V
CP _{OS}	比较器补偿	--	10	20	mV	

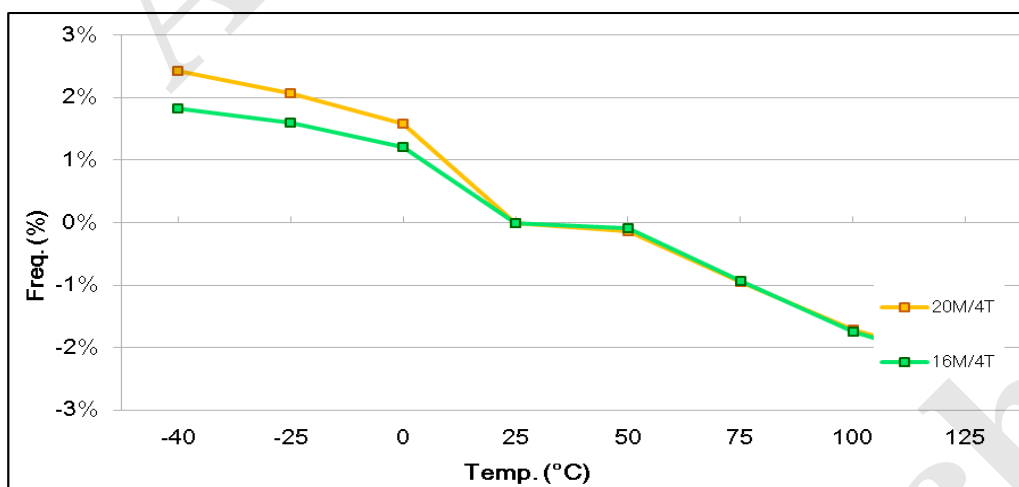
***注：这些参数仅供设计参考，并未针对每个芯片进行测试。**

6.5 特性图

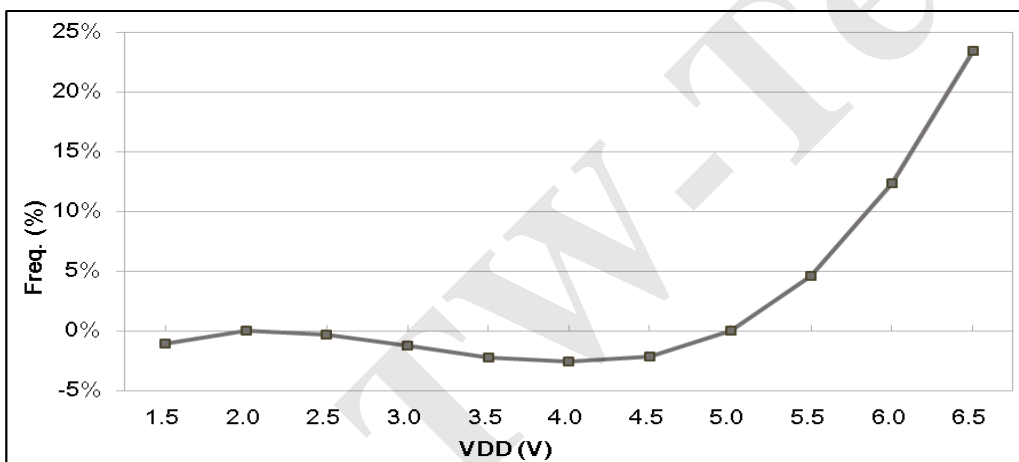
6.5.1 频率与高速振荡电压



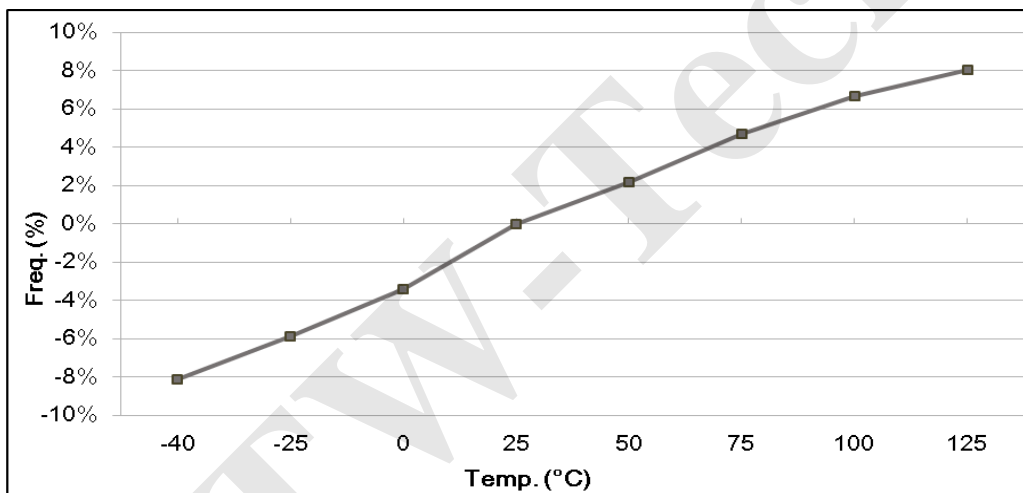
6.5.2 频率与高速振荡温度



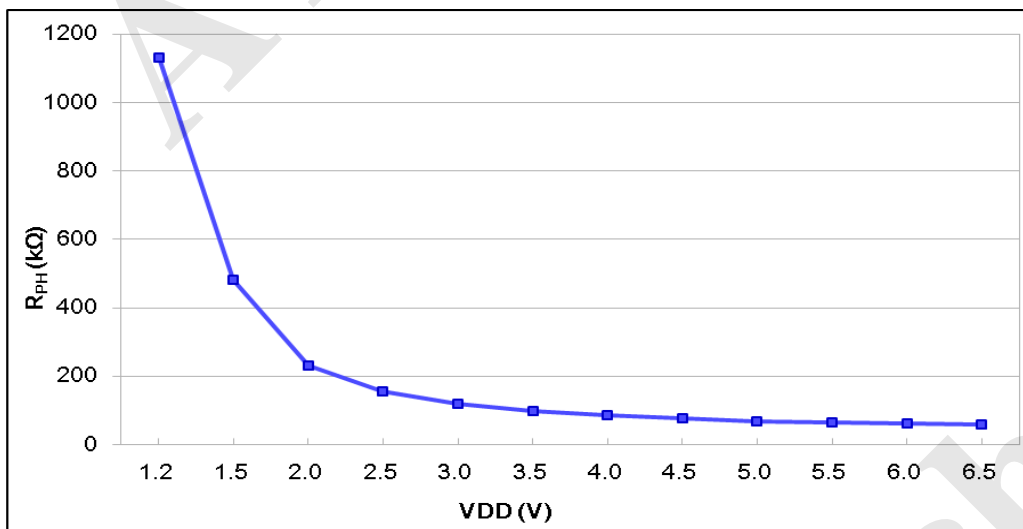
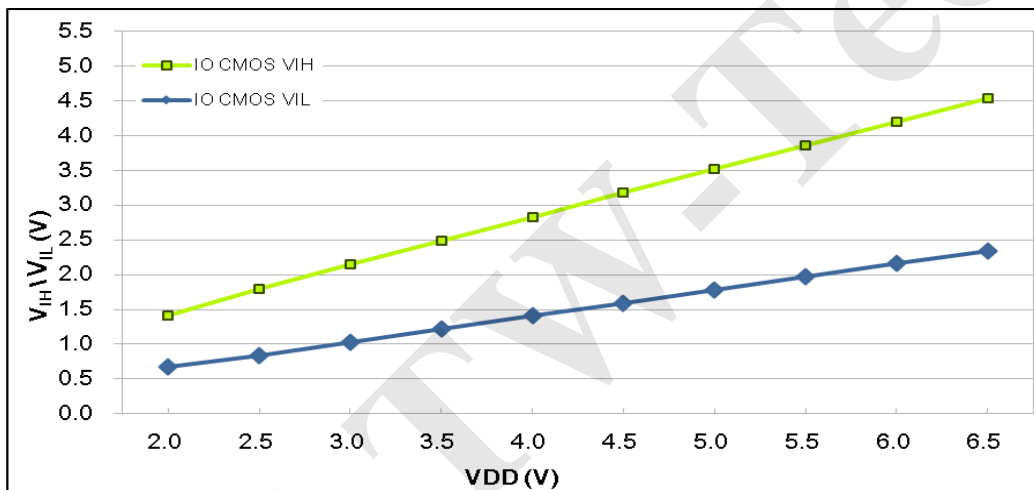
6.5.3 频率与低速振荡电压

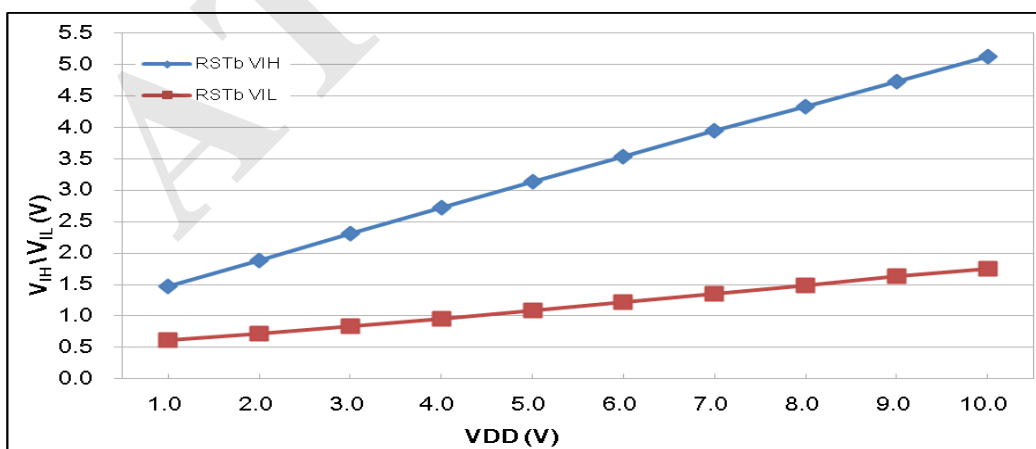
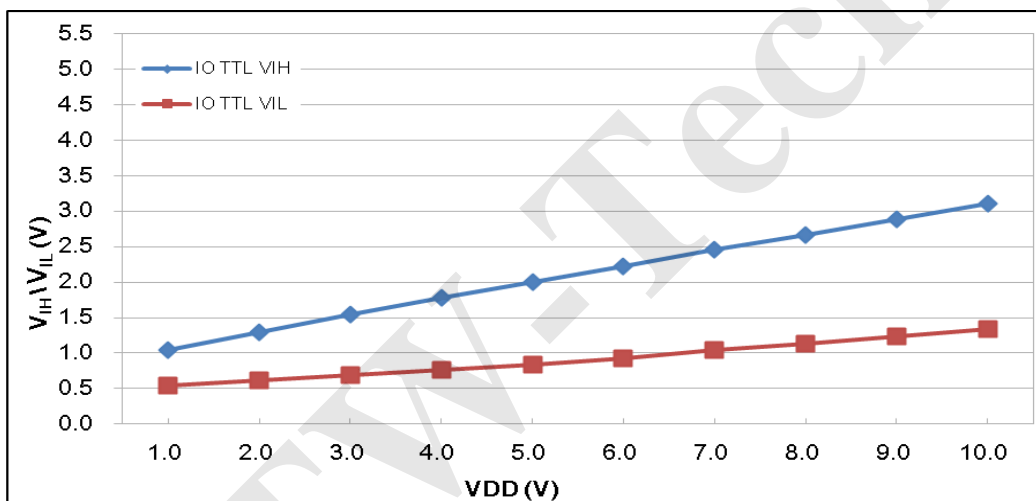


6.5.4 频率与低速振荡温度

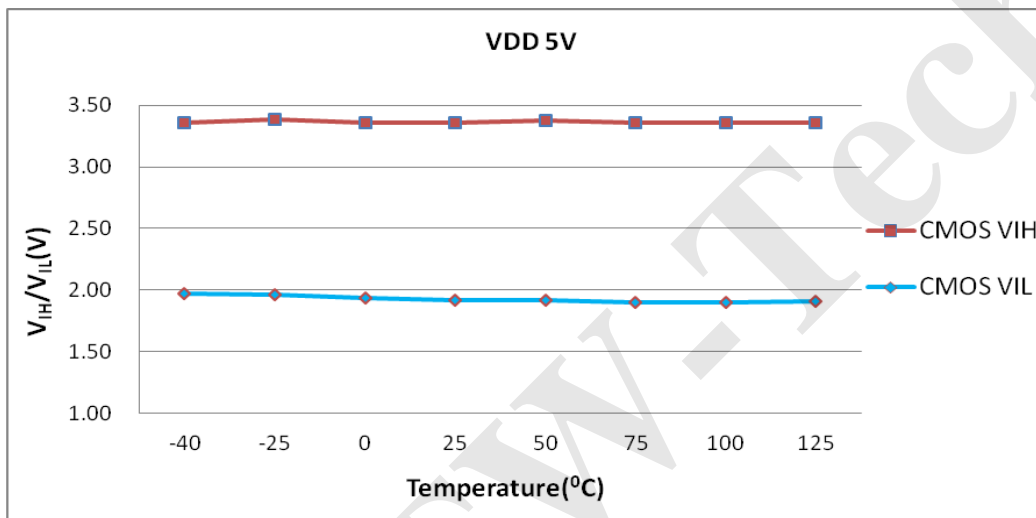


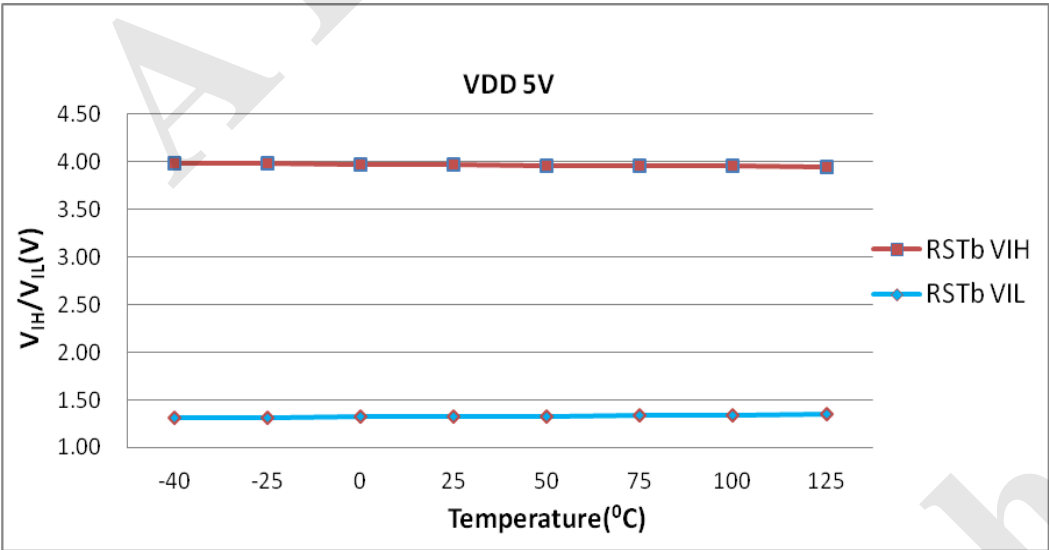
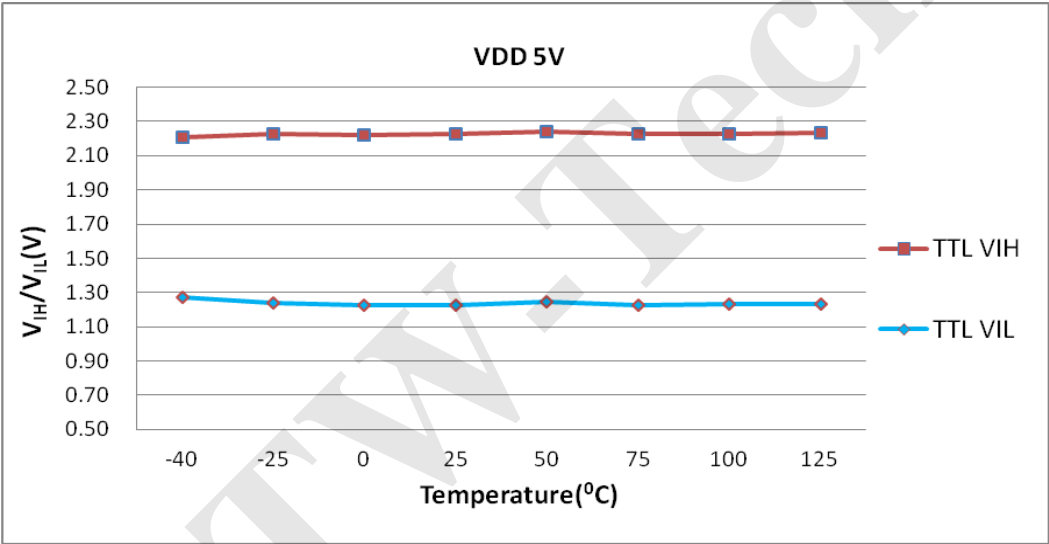
6.5.5 上拉电阻与 VDD

6.5.6 V_{IH}/V_{IL} 与 VDD



6.5.7 VIH/VIL 与温度



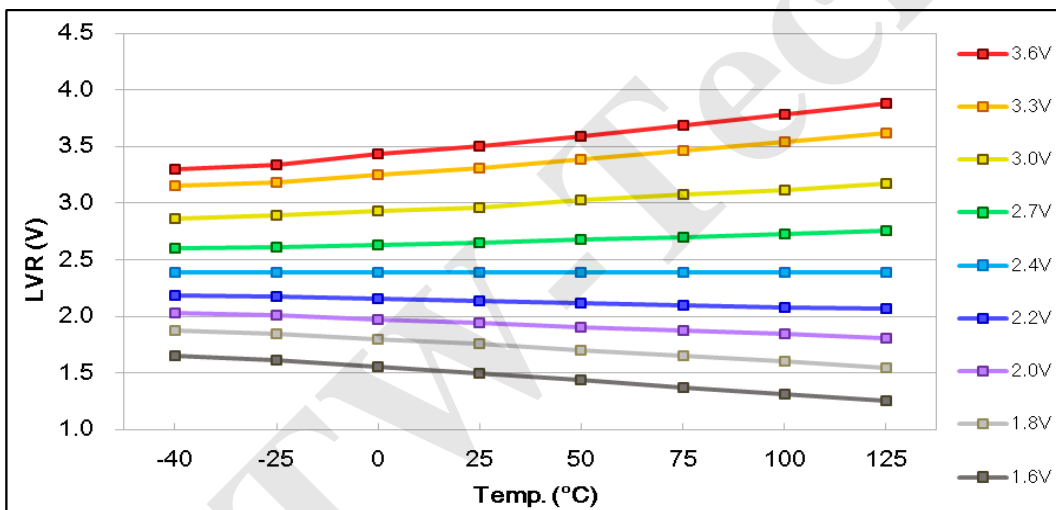


6.6 建议工作电压

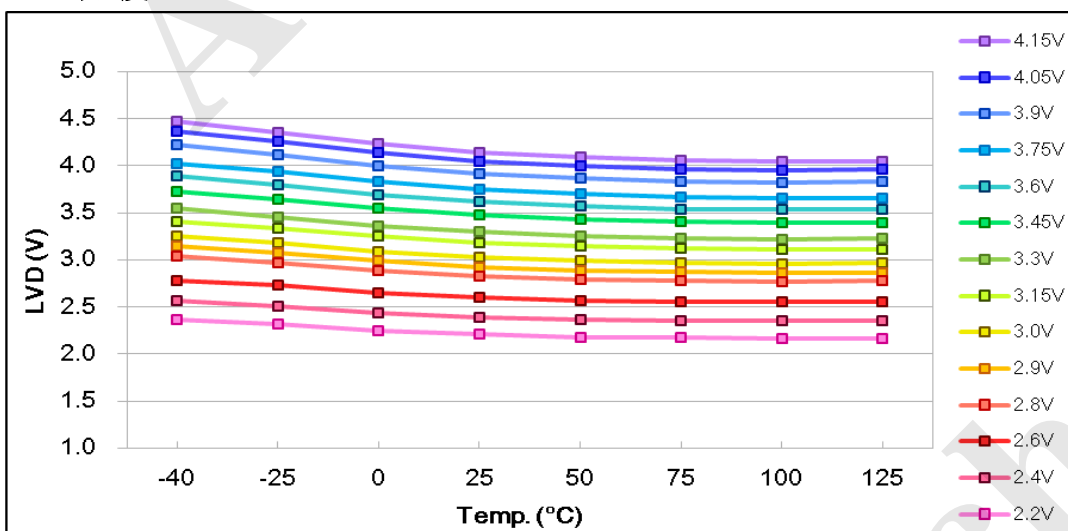
频率	LVR 默认设定值	LVR 设定值 (最小电压@ 25℃)
20M/2T	3.6V	3.3V
16M/2T	3.0V	2.7V
20M/4T	2.4V	2.0V
16M/4T	2.2V	1.8V
8M/4T	1.8V	1.8V
4M/4T	1.8V	1.8V

*注：这些参数仅供设计参考，并未针对每个芯片进行测试。

6.7 LVR与温度

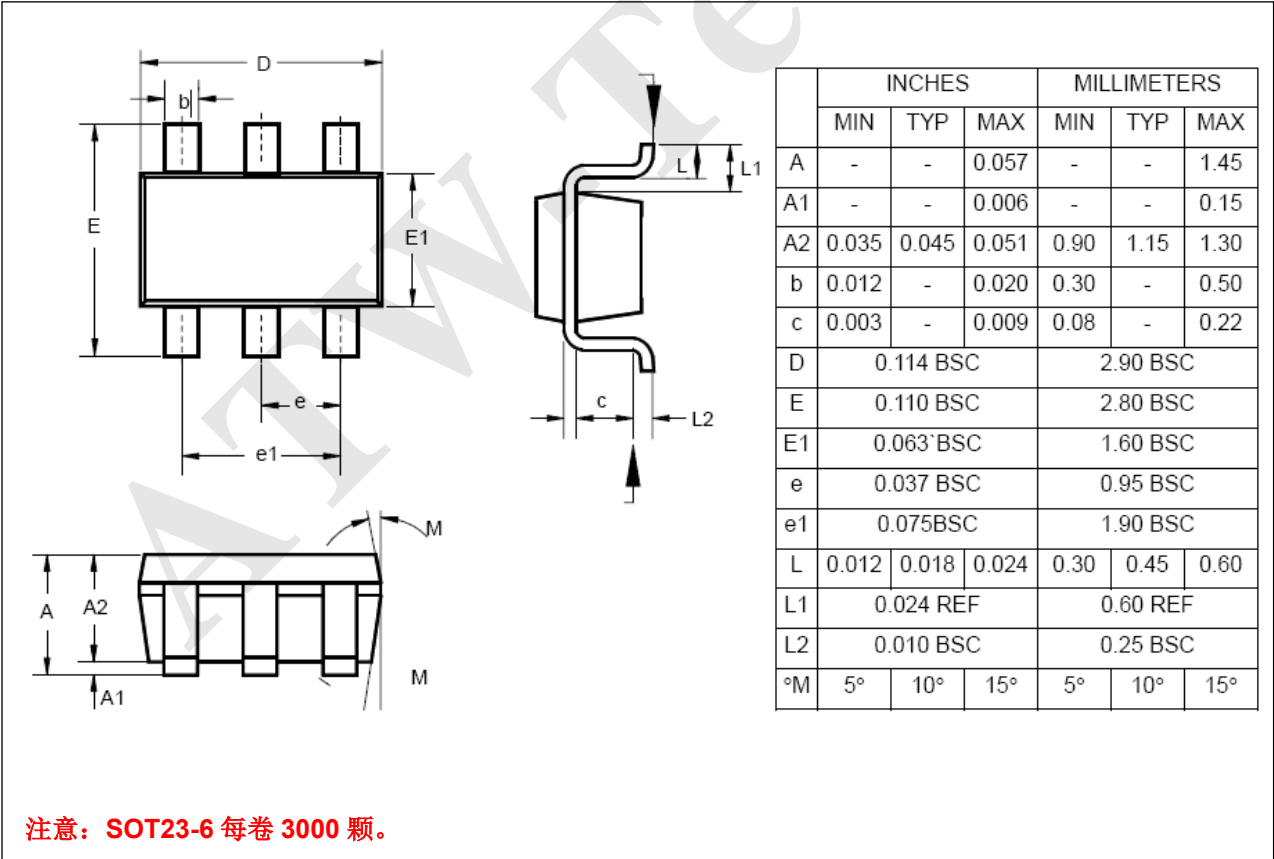


6.8 LVD与温度

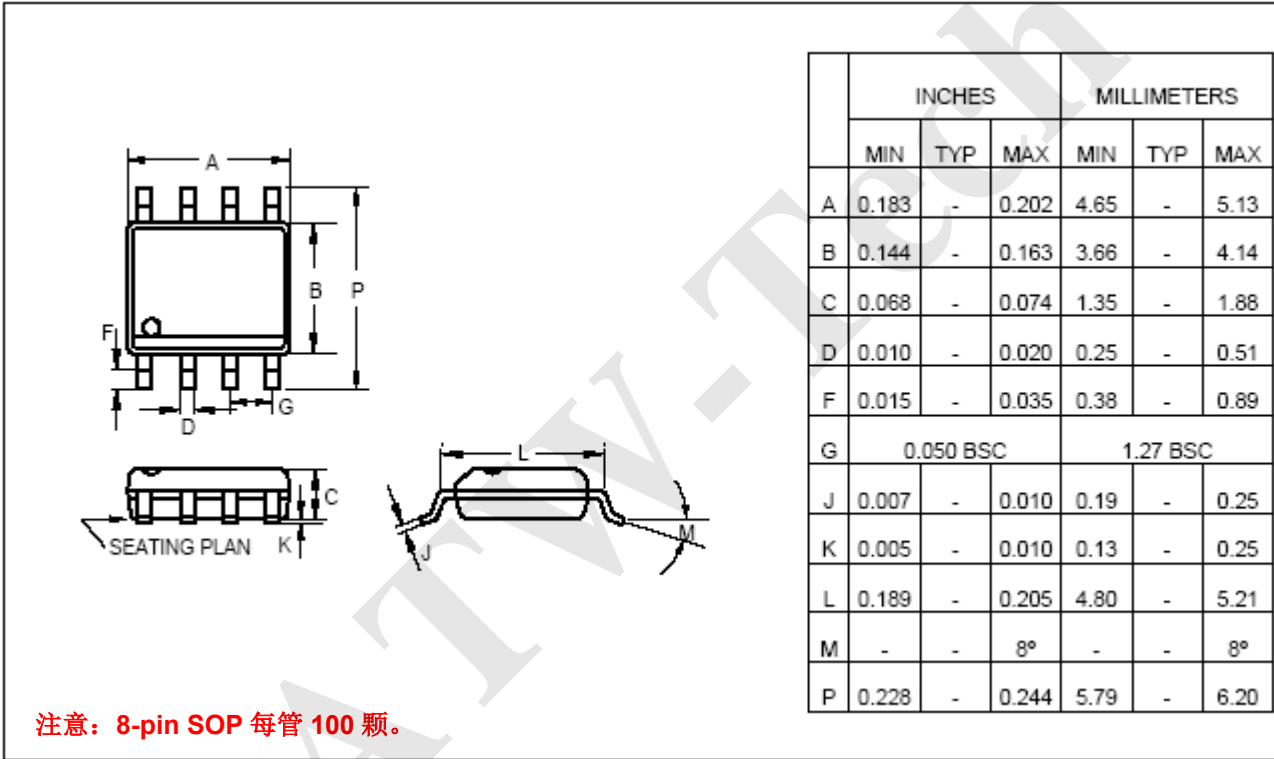


7. 封装尺寸

7.1 6-Pin Plastic SOT23-6 (63 毫寸)



7.2 8-Pin Plastic SOP (150 毫寸)



8. 订购信息

产品名称	封装类型	引脚数	封装尺寸	配送方式
AT8A513H1	Die	--	--	--
AT8A513H1S6	SOT23-6	6	63 mil	<u>卷装</u> : 每卷 3.0K颗
AT8A513H1S8	SOP	8	150 mil	<u>卷装</u> : 每卷 2.5K颗 <u>管装</u> : 每管 100 颗