

**WT51F516**  
**內建可編程 Flash**  
**8 位微控制器**

中文产品规格书

**Rev. 1.12**

**March, 2015**

### 目 录

1. 概述 .....	3
2. 特性 .....	3
3. 系统方框图 .....	4
3.1 系统时钟方块图 .....	5
4. 封装引脚配置 .....	6
4.1 引脚功能 .....	10
4.2 引脚描述 .....	12
4.3 端口结构 .....	14
5. 标准功能 .....	15
5.1 中央处理单元 (CPU) .....	15
5.2 随机数据存储器 (RAM) .....	15
5.3 闪控程序存储器 (Flash Memory) .....	16
5.4 内存映像 (Memory Mapping) .....	17
5.5 在线刻录 (ISP) .....	20
5.6 定时器 (Timer) .....	21
5.7 复位 (Reset) .....	26
6. 增强功能 .....	28
6.1 外部特殊功能缓存器 (XFR) .....	28
6.2 I/O 端口 .....	32
6.3 中断 .....	39
6.4 通用异步收发器 (UART) .....	46
6.5 外部中断要求 (IRQ) .....	53
6.6 脉冲宽度调制 (PWM) .....	54
6.7 电源管理 .....	60
6.8 12 MHz RC 振荡器校正 .....	68
6.9 看门狗定时器 (WDT) .....	70
6.10 消费性电子控制 (HDMI CEC) .....	72
6.11 实时时钟模块 (Real Time Clock) .....	75
6.12 红外线接收器 (Infra Red) .....	81
6.13 I <sup>2</sup> C 串行界面 .....	84
6.14 增强型计时/计数器 (Enhanced Timer/Counter) .....	90
6.15 SPI 串行界面 (SPI) .....	93
6.16 模/数转换器 (ADC) .....	101
6.17 比较器 (Comparator) .....	106
6.18 低压侦测 (LVD) .....	108
6.19 温度传感器 (Temperature Sensor) .....	109
6.20 仿真式 E <sup>2</sup> PROM .....	111

7. 电气特性 .....	115
7.1 极限参数 .....	115
7.2 推荐操作参数 .....	115
7.3 DC 电气特性 ( $V_{DD} = 5V, -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$ ).....	115
7.4 内部 12 MHz RC 振荡器温度误差表.....	116
7.5 低速内部 RC 振荡器.....	117
7.6 A/D 转换特性.....	117
7.7 石英晶体振荡器.....	119
8. 应用电路 .....	120
8.1 +5.0V power Supply.....	120
8.2 +3.3V power Supply.....	121
8.3 振荡器线路.....	122
8.4 RESET 线路.....	123
9. 产品命名规则 .....	124
10. 订购信息 .....	124
11. 封装尺寸 .....	125
11.1 48-Pin LQFP .....	125
11.2 QFN32 .....	126
11.3 SSOP20.....	127
11.4 SOP16 .....	128
11.5 Pad Diagram .....	129
12. 开发工具 .....	131
13. 版本更改记录 .....	131

## 1. 概述

WT51F516 是一颗高性能表现的 8 位 MCU 产品，除了采用先进的 1T 8052 微处理器内核 RC 内振 12 MHz 外，这颗单芯片内含 16Kx8 的闪控程序存储器、512x8 的随机数据存储器、8 信道 10 位模/数转换器(ADC)、1 组从机 I<sup>2</sup>C、1 组主/从机 SPI 串行接口、通用异步收发器(UART)、4 组 10 位脉冲宽度调制(PWM)、消费性电子控制(CEC)、红外线接收器(IR)、实时时钟模块(RTC)、比较器、温度传感器、看门狗定时器(WDT)、省电模式(Power Down mode)。这颗 MCU 的闪控程序存储器(Flash)也可提供给客户模拟 E<sup>2</sup>PROM(4k)使用。内建 ISP/ICE 功能让用户有良好的开发环境缩短开发时间。WT51F516 广泛的应用范围包含：无线应用如 Zigbee/RF4CE、消费性电子产品如飞机模型遥控/马达控制、家电产品、工业用产品、LED 灯光控制、医疗仪器、计算机外设控制产品等...

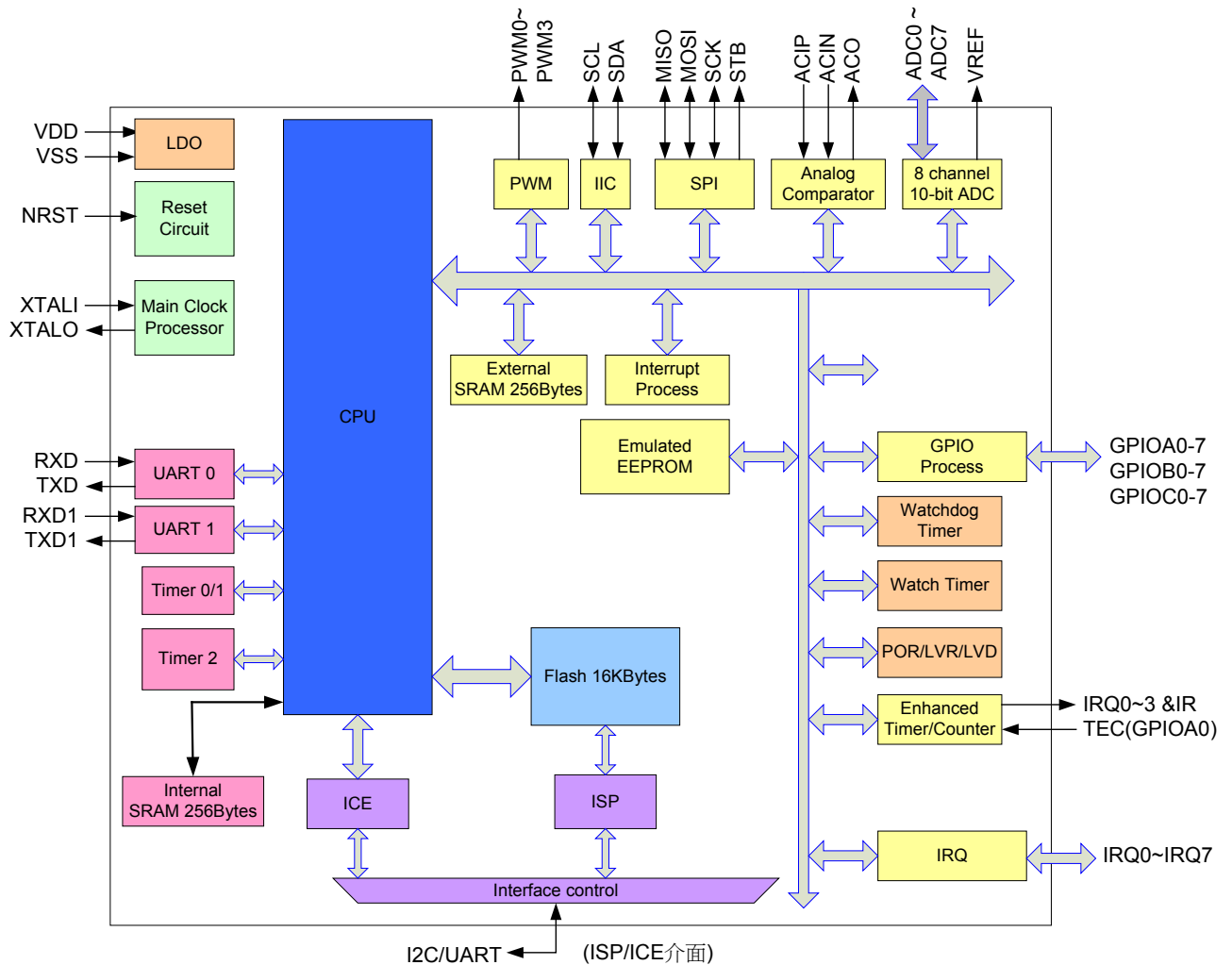
## 2. 特性

WT51F516 是一具备多种周边功能之增强型 8052 微控制器，拥有以下特点：

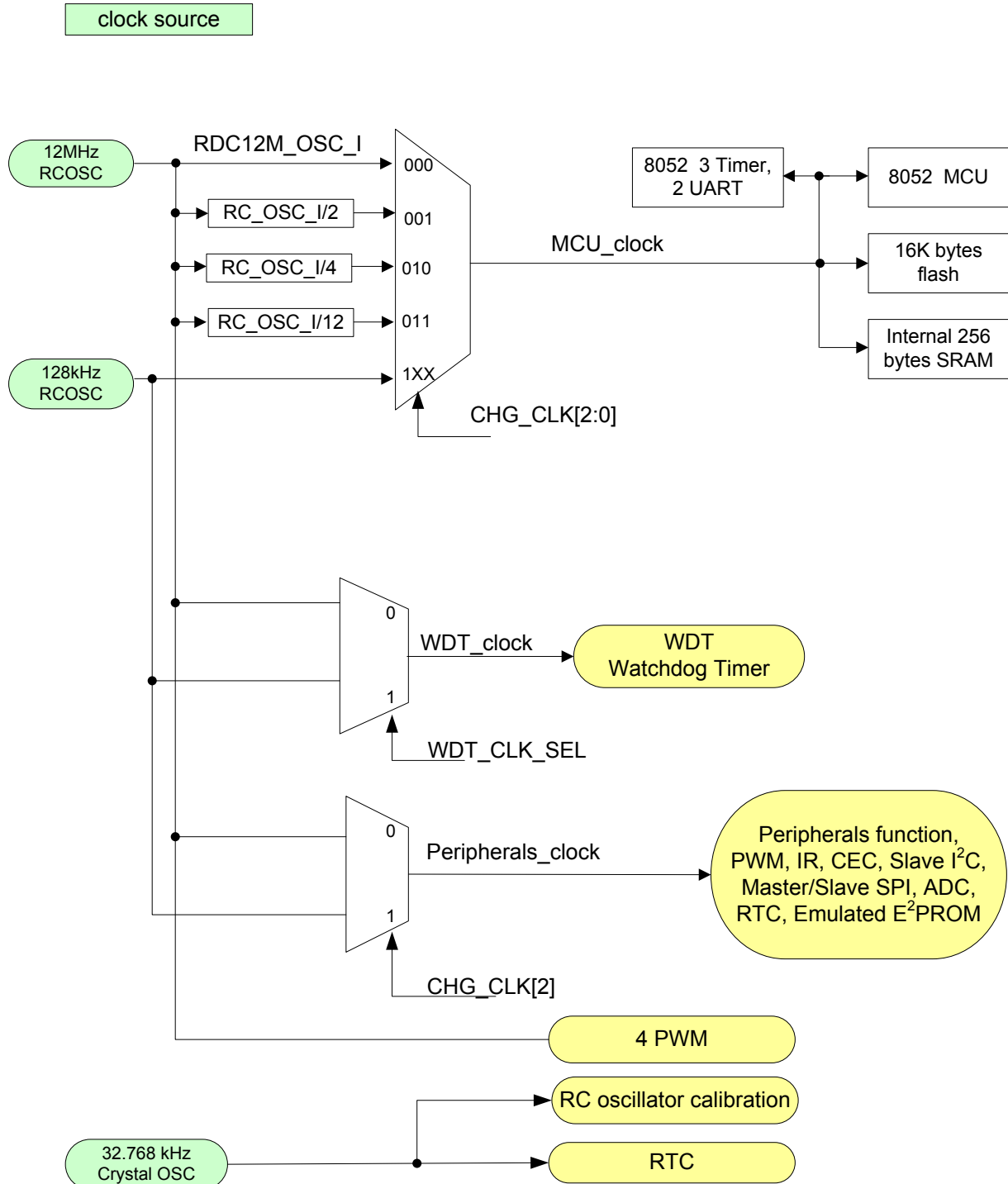
- 1T 8052 核心，指令设定兼容 MCS-51
- 最快指令运行时间: 83.3ns @12 MHz
- 512 字节之内存 (256 字节之标准 8052 内部数据内存 + 256 字节外部内存)
- 16K 字节闪控程序存储器可供储存程序
- 支援单晶振：
  - ◆ 主晶振: 内部 12 MHz RC 振荡器
- 双 16 位数据指针 (DPTR0 & DPTR1)
- 3 组 16 位定时器 (Timer0、Timer1、Timer2)
- 1 组看门狗定时器 (WDT)
- 1 组 16 位增强型计时/计数器 (Enhanced Timer)，内建捕捉功能
- 2 组通用异步收发器 (UART0、UART1)，可支持传输速率: 1200 bps ~ 230400 bps (工作于 12 MHz)
- 支援仿真式 E<sup>2</sup> PROM
- 1 组 SPI (支持主/从机模式)
- 1 组 I<sup>2</sup> C (支持从机模式)
- 实时时钟模块 (Real Time Clock)
- 红外线接收器 (IR)
- 消费性电子控制 (CEC)
- 温度传感器 (Temperature Sensor)
- 4 组 10 位脉宽调制 (PWM0、PWM1、PWM2、PWM3)
- 8 信道的 10 位模/数转换器 (ADC0 ~ ADC8)，内建精准参考电压源 (Band-Gap)
- 1 组比较器
- 支持 3 种省电模式: 睡眠模式 (Sleep mode)、省电模式 (Power-saving mode)与闲置模式 (Idle mode)
- 4 个外部中断脚位 (IRQ0 ~ IRQ3)
- 24 个可程序之双向输出/输入接脚，其中 4 根拥有高电流驱动能力 (10mA)
- 可程序化低压侦测 (LVD)
- 内建上电复位器 (POR) 与低压复位 (LVR)
- 内建仿真 (ICE) 与在线刻录 (ISP) 模式
- 工作电压: 2V ~ 5.5V

- 工作溫度: -40°C ~ +85°C
- 主力封裝: Dice, LQFP48, QFN32, SSOP20 及 SOP16

### 3. 系統方框圖



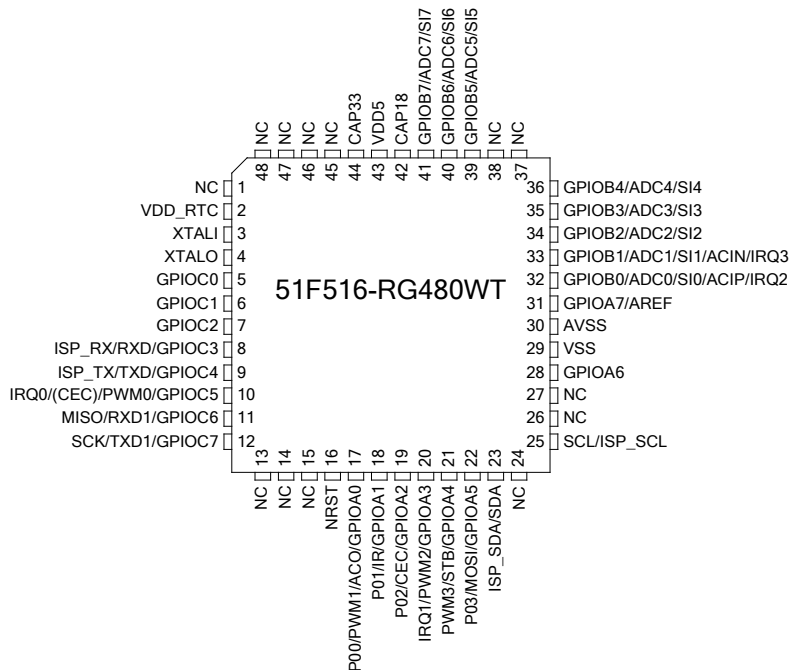
**3.1 系統時鐘方塊圖**



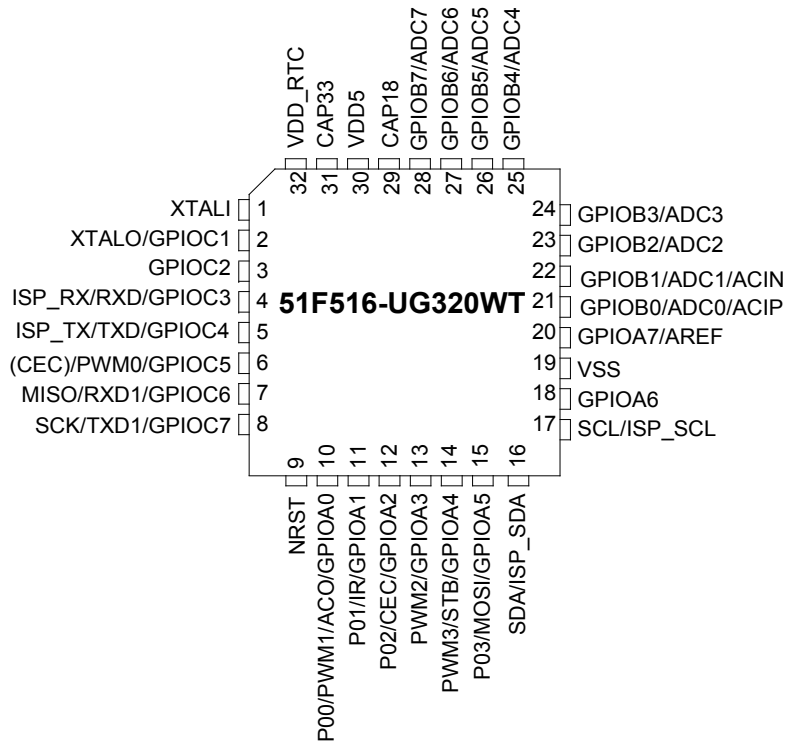
\* 使用外部石英晶體振盪器，必須根據石英晶體振盪器頻率選擇對映的驅動能力，請參考 **SYS** 系統控制緩存器 (外部內存地址: **0x01 0x02**)。

## 4. 封装引脚配置

### WT51F516-RG480WT 48-Pin LQFP

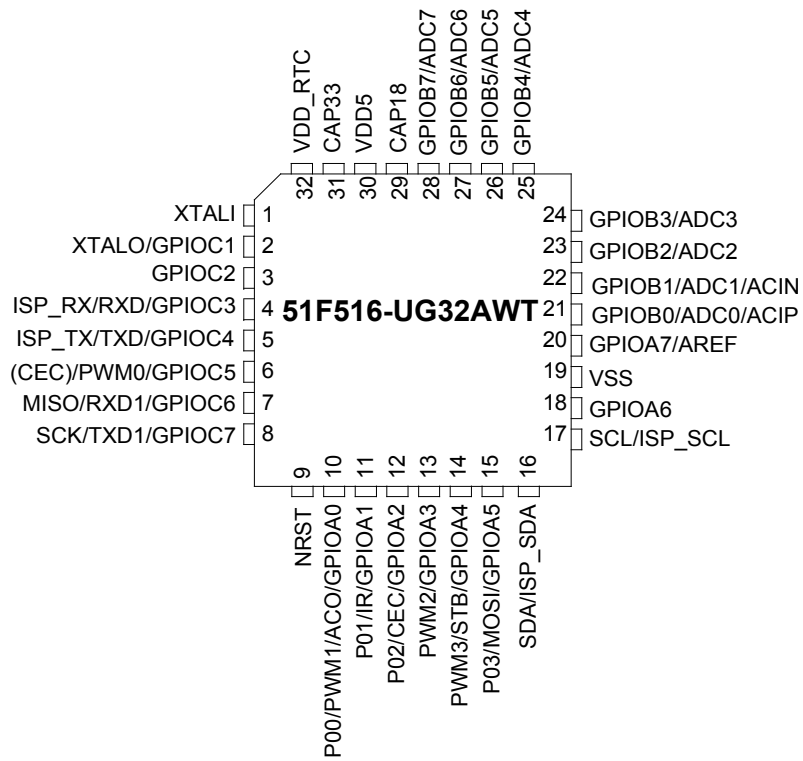


**WT51F516-UG320WT 32-Pin QFN**

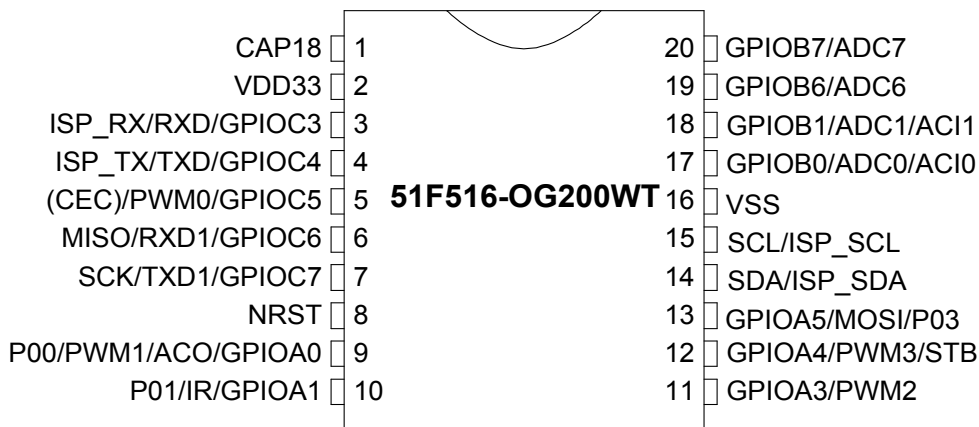




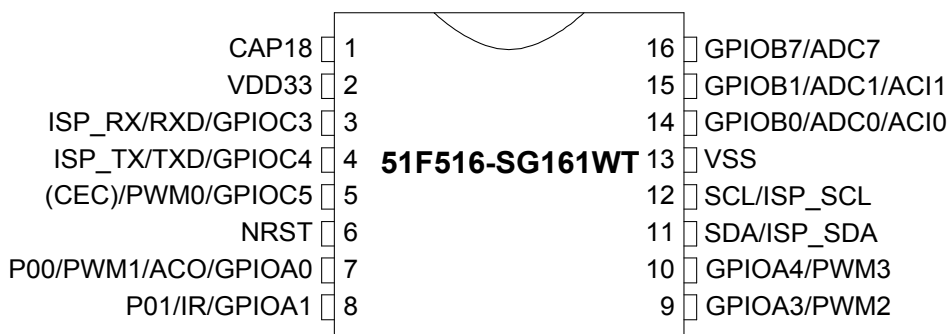
**WT51F516-UG32AWT 32-Pin QFN**



**WT51F516-OG200WT 20-Pin SSOP**



**WT51F516-SG161WT 16-Pin SOP**



## 4.1 引腳功能

### 4.1.1 48-Pin LQFP 之引腳介紹

引腳編號					引腳名稱		主要功能
RG480	UG320/32A	OG200	SG161	DIE		I/O	說明
3	1			2	XTALI	I/O	32768 振盪器輸入腳
4	2			3	XTALO	I/O	32768 振盪器輸出腳
5				4	GPIOC0	I/O	GPIOC0: 一般 I/O, 可程序規畫為大電流推拉式或開極
6	2			5	GPIOC1	I/O	GPIOC1: 一般 I/O, 可程序規畫為大電流推拉式或開極
7	3			6	GPIOC2	I/O	GPIOC2: 一般 I/O, 可程序規畫為大電流推拉式或開極
8	4	3	3	7	GPIOC3/ RXD/ ISP_RXD	I/O	GPIOC3: 一般 I/O, 可程序規畫為大電流推拉式或開極 RXD: 通用異步發射器接收腳 ISP_RXD: ISP RX 腳
9	5	4	4	8	GPIOC4/ TXD/ISP_TXD	I/O	GPIOC4: 一般 I/O, 可程序規畫為大電流推拉式或開極 TXD: 通用異步發射器傳送腳 ISP_TXD: ISP TX 腳
10	6	5	5	9	GPIOC5/ PWM0/ CEC/ IRQ0	I/O	GPIOC5: 一般 I/O, 可程序規畫為大電流推拉式或開極 PWM0: 脈衝寬度調製輸出腳 0 CEC: 消費性電子控制輸入腳 IRQ0: 外部中斷輸入腳 0
11	7	6		10	GPIOC6/ RXD1/ MISO	I/O	GPIOC6: 一般 I/O, 可程序規畫為大電流推拉式或開極 RXD1: 通用異步發射器接收腳 1 MISO: SPI 的 MISO 腳位
12	8	7		11	GPIOC7/ TXD1/ SCK	I/O	GPIOC7: 一般 I/O, 可程序規畫為大電流推拉式或開極 TXD1: 通用異步發射器接收腳 1 SCK: SPI 的 SCK 腳位
16	9	8	6	12	NRES	I	硬件重置腳位(active low)
17	10	9	7	13	GPIOA0/ PWM1/ ACO/ P00	I/O	GPIOA0: 一般 I/O, 可程序規畫為大電流推拉式或開極 PWM1: 脈衝寬度調製輸出腳 1 ACO: 比較器輸出腳 P00: 對映至 8052 之 P0.0
18	11	10	8	14	GPIOA1/ IR/ P01	I/O	GPIOA1: 一般 I/O, 可程序規畫為大電流推拉式或開極 IR: 紅外線接收腳

引脚编号					引脚名称		主要功能
RG480	UG320/32A	OG200	SG161	DIE		I/O	说明
							P01: 对映至 8052 之 P0.1
19	12			15	GPIOA2/ CEC/ P02	I/O	GPIOA2: 一般 I/O, 可程序规画为大电流推拉式或开 汲极 CEC: 消费性电子控制输入脚 P02: 对映至 8052 之 P0.2
20	13	11	9	16	GPIOA3/ PWM2/ IRQ1	I/O	GPIOA3: 一般 I/O, 可程序规画为大电流推拉式或开 汲极 PWM2: 脉冲宽度调制输出脚 2 IRQ1: 外部中断输入脚 1
21	14	12	10	17	GPIOA4/ STB/ PWM3	I/O	GPIOA4: 一般 I/O, 可程序规画为大电流推拉式或开 汲极 STB: SPI 的 STB 脚位 PWM3: 脉冲宽度调制输出脚 3
22	15	13		18	GPIOA5/ MOSI/ P03	I/O	GPIOA5: 一般 I/O, 可程序规画为大电流推拉式或开 汲极 MOSI: SPI 的 MOSI 脚位 P03: 对映至 8052 之 P0.3
23	16	14	11	19	SDA/ISP_SDA	I/O	SDA: 从机 I <sup>2</sup> C 资料脚位 ISP_SDA: ISP 资料脚位
25	17	15	12	20	SCL/ISP_SCL	I/O	SCL: 从机 I <sup>2</sup> C 时钟脚位 ISP_SCL: ISP 时钟脚位
28	18			21	GPIOA6	I/O	GPIO A6: 一般 I/O, 可程序规画为大电流推拉式或 开汲极
29	19	16	13	22	VSS	PWR	Ground
29	19	16	13	23	VSS	PWR	Ground
29	19	16	13	24	VSS	PWR	Ground
30	19	16	13	25	AVSS	PWR	Ground for ADC
31	20			26	GPIOA7/ AREF	I/O	GPIOA7: 一般 I/O, 可程序规画为大电流推拉式或开 汲极 AREF: ADC 参考电压输入脚
32	21	17	14	27	GPIOB0/ ADC0/ ACIP/ IRQ2	I/O	GPIOB0: 一般 I/O, 可程序规画为大电流推拉式或开 汲极 ADC0: 模/数转换器输入脚 0 ACIP: 比较器输入脚 (+) IRQ2: 外部中断输入脚 2
33	22	18	15	28	GPIOB1/ ADC1/ ACIN/ IRQ3	I/O	GPIOB1: ADC1: 模/数转换器输入脚 1 ACIN: 比较器输入脚 (-) IRQ3: 外部中断输入脚 3
34	23			29	GPIOB2/ ADC2	I/O	GPIOB2: 一般 I/O, 可程序规画为大电流推拉式或开 汲极 ADC2: 模/数转换器输入脚 2

引脚编号					引脚名称		主要功能
RG480	UG320/32A	OG200	SG161	DIE		I/O	说明
35	24			30	GPIOB3/ ADC3	I/O	GPIOB3: 一般 I/O, 可程序规画为大电流推拉式或开 汲极 ADC3: 模/数转换器输入脚 3
36	25			31	GPIOB4/ ADC4	I/O	GPIOB4: 一般 I/O, 可程序规画为大电流推拉式或开 汲极 ADC4: 模/数转换器输入脚 4
				32	NC		
39	26			33	GPIOB5/ ADC5	I/O	GPIOB5: 一般 I/O, 可程序规画为大电流推拉式或开 汲极 ADC5: 模/数转换器输入脚 5
40	27	19		34	GPIOB6/ ADC6	I/O	GPIOB6: 一般 I/O, 可程序规画为大电流推拉式或开 汲极 ADC6: 模/数转换器输入脚 6
41	28	20	16	35	GPIOB7/ ADC7	I/O	GPIOB7: 一般 I/O, 可程序规画为大电流推拉式或开 汲极 ADC7: 模/数转换器输入脚 7
				36	NC		
42	29	1	1	37	CAP18	PWR	1.8V LDO 滤波器
42	29	1	1	38	CAP18		
43	30	2	2	39	VDD5	PWR	5V 电源
44	31	2	2	40	CAP33		3.3V LDO 滤波器
44	31	2	2	41	CAP33	PWR	
				42	NC		
2	32	2	2	1	VDD_RTC	PWR	RTC 3.3V 电源

(a) 所有 GPIO 都使用史密特输入

(b) 当使用从机 I<sup>2</sup>C 或 UART, 外部线路需要 pull high 电阻

(c) GPIOA7、GPIOB7~0、GPIOC1 and XTALI 最大输入电压是+3.6V, 其它 GPIO 最大输入电压为+5.5V

(d) CEC 脚位可透过 CEC\_IO\_SLT 缓存器(Index02H-bit4)选择从 GPIOA2 或 GPIOC5 输入

## 4.2 引脚描述

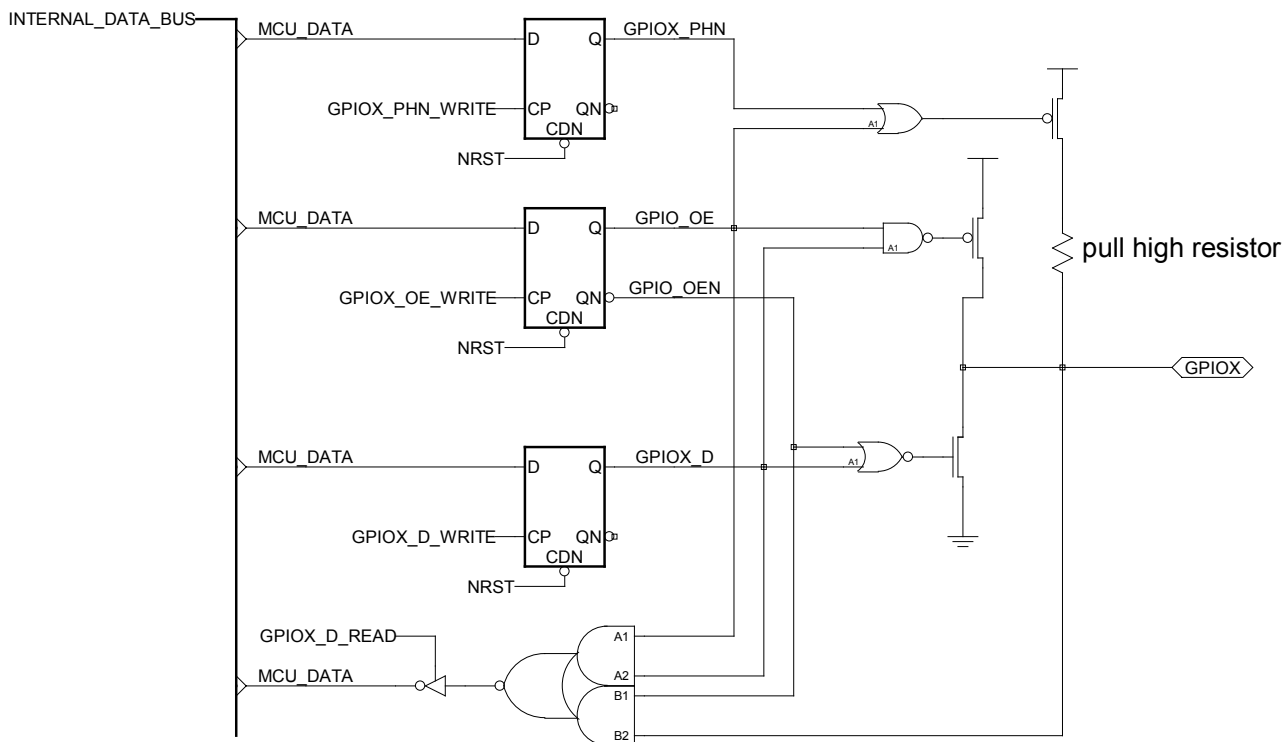
细部说明每支脚的功能:

引脚名称	类型	说明
<b>PORT</b>		
GPIOA0 ~ GPIOA7	I/O	8 位双向通用 I/O 端口
GPIOB0 ~ GPIOB7	I/O	8 位双向通用 I/O 端口
GPIOC0 ~ GPIOC7	I/O	8 位双向通用 I/O 端口
<b>IRQ</b>		
IRQ0 ~ IRQ3	I	4 根外部中断要求输入脚位

引脚名称	类型	说明
<b>PWM</b>		
PWM0	O	PWM 0 输出
PWM1	O	PWM 1 输出
PWM2	O	PWM 2 输出
PWM3	O	PWM 3 输出
<b>UART</b>		
RXD	I	UART0 接收
TXD	O	UART0 传送
RXD1	I	UART1 接收
TXD1	O	UART1 传送
<b>SPI</b>		
SCK	I/O	SPI 界面之 clock
MOSI	I/O	SPI 数据脚位 MOSI (主控端输出; 被控端输入)
STB	O	SPI 致能
MISO	I/O	SPI 数据脚位 MISO (主控端输入; 被控端输出)
<b>ADC</b>		
ADC0 ~ ADC7	I	8 个仿真转数字输入脚位
<b>ACOMP</b>		
ACIP	I	比较器之正极输入脚位
ACIN	I	比较器之负极输入脚位
ACO	O	比较器输出脚位
<b>I<sup>2</sup>C</b>		
SCL	I/O	I <sup>2</sup> C 界面之 clock
SDA	I/O	I <sup>2</sup> C 接口之数据
<b>VCC &amp; VSS</b>		
VDD	P	电源
VSS	P	接地
<b>OSC</b>		
XTALO	O	主振荡器输出
XTALI	I	主振荡器输入
<b>RESET</b>		
NRST	I	将 CPU 复位
<b>ISP &amp; ICE</b>		
I <sup>2</sup> C	I/O	ISP & ICE 界面

### 4.3 端口結構

#### I/O 結構



## 5. 标准功能

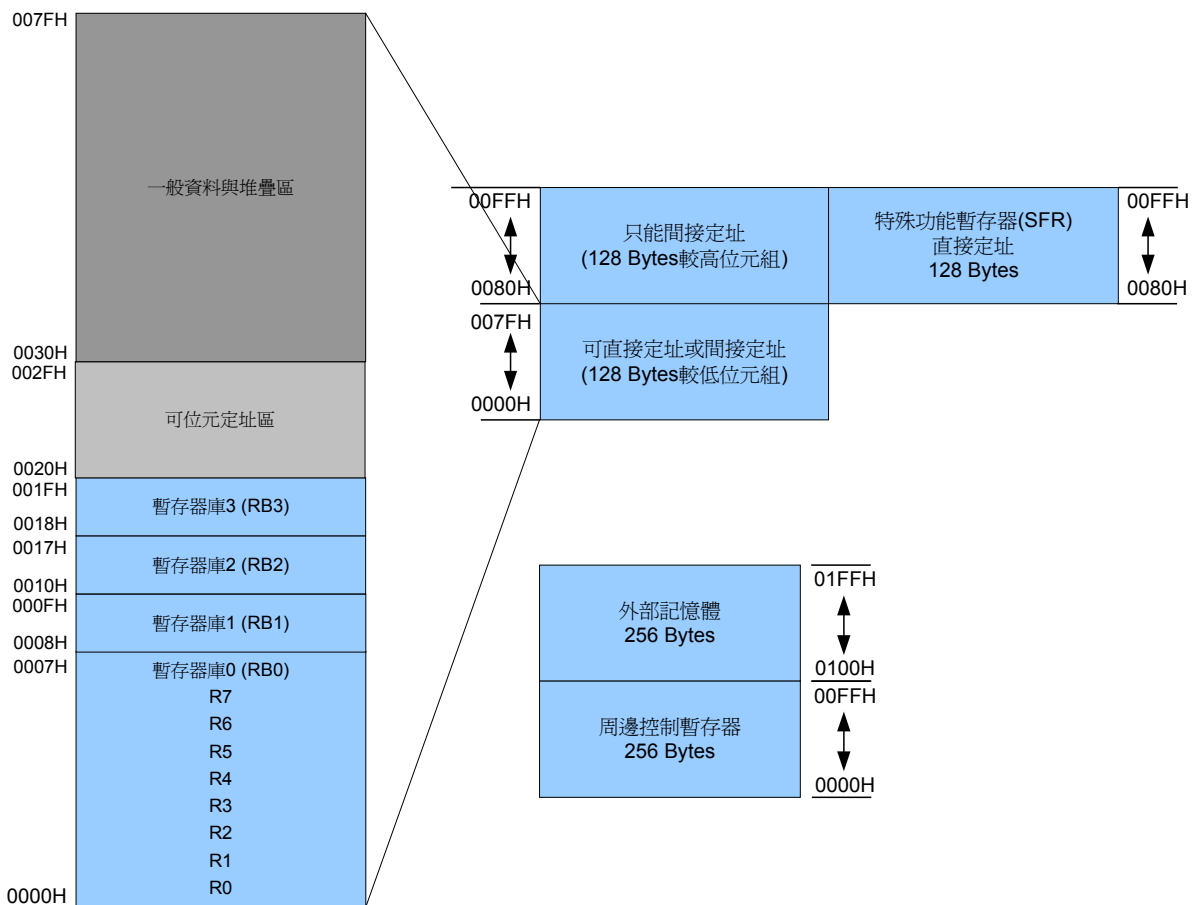
### 5.1 中央处理单元 (CPU)

內建一个八位 1T 之 8052 兼容之 CPU，具有 16 位地址寻址与 8 位数据存取功能，1T 8052 比传统 3T 8052 指令周期快 3 倍，比 12T 8052 指令周期快 12 倍，它的所有功能以及特殊功能寄存器(SFR)的详细定义将在以下章节说明。

### 5.2 随机数据存储器 (RAM)

WT51F516 具有 256+256 Bytes 的 SRAM，其中 256 Bytes 和通用的 8052 内部存储器结构一样，外扩 256 Bytes 的 SRAM，可以透过 MOVX 指令进行读取。

下图为随机数据存储器(RAM)空间分配图，有关周边控制寄存器请参考 6.1 章节。



内部之一般数据内存(SRAM)包含:

128 字节之内部 SRAM，地址于 0x0000H ~ 0x007FH (可直接或间接寻址)

128 字节之内部 SRAM，地址于 0x0080H ~ 0x00FFH (间接寻址)



256 字节之外部 SRAM，地址从 0x0100H ~ 0x01FFH (使用 MOVX 进行存取)

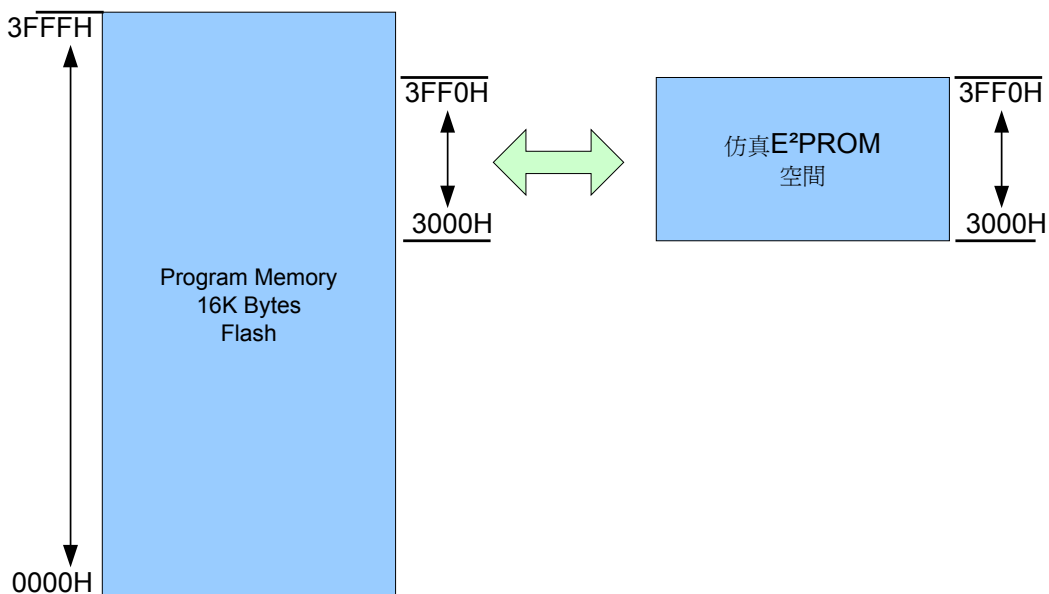
主要用途为担任程序中暂时存放数据的地方，所以也称为数据内存，WT51F516 的数据内存包含下面几部分：

- (1) 低位 128 个字节之内部 SRAM，地址从 0000H~007FH，可直接或间接寻址方式存取，其中包含：
  - ◆ 一般用途缓存器，地址从 0000H ~ 001FH，共 32 个字节，其中分成 4 个缓存器库，每个缓存器库包含 8 个一般用途缓存器，即 R0 ~ R7，可利用 PSW 程序状态字组缓存器的选择位 RS1 与 RS0 来切换此 4 个缓存器库
  - ◆ 可位寻址区，地址从 20H ~ 2FH，共 16 个字节，此 16 个字节即包含 128 个位(bit)，且每一个位皆可单独使用位寻址法来直接寻址存取
  - ◆ 一般数据储存区，地址从 0030H ~ 007FH，共 80 个字节可自由使用(包括堆栈区共享)
- (2) 高位 128 个字节之内部 SRAM，地址从 0080H ~ 00FFH，采用间接寻址方式存取，亦即需利用 R0 或 R1 来进行存取(\*)
- (3) 特殊功能缓存器(SFR)，地址从 0080H ~ 00FFH，采用直接寻址方式存取(\*)
- (4) 256 个字节之外部 SRAM，地址从 0100H ~ 01FFH，透过指令 MOVX 来间接存取
- (\*) 缓存器(SFR)虽然与高位 128 个字节之内部 SRAM 同样拥有地址 0080H ~ 00FFH，但实际上为不同的两块内存区块，MCU 会藉由两个不同的存取方式来自动判断所要存取的区块来进行切换

### 5.3 閃控程序存儲器 (Flash Memory)

WT51F516 有 16K 的嵌入式 flash，可做为通用的程序存储或仿真式 E<sup>2</sup> PROM (0x3000H ~ 0x3FFF0H) 用途，特色如下：

- ◆ FLASH 内存总共为 16K 字节
- ◆ 工作电压即 2V ~ 5.5V
- ◆ 支持在线刻录 (ISP)
- ◆ 数据保存 10 年以上
- ◆ 具仿真式 E<sup>2</sup> PROM 之功能



## 5.4 内存映像 (Memory Mapping)

WT51F516 内置 128 字节的直接寻址缓存器，WT51F516 的标准 SFR 有以下几种：

- CPU 内核缓存器: ACC、B、PSW、SP、DPL0、DPH0、DPL1、DPH1、DPS
- 中断系统缓存器: IP、IE、XICON
- I/O 端口缓存器: P0
- 定时器缓存器: TCON、TMOD、TL0、TH0、TL1、TH1、T2CON、T2MOD、TL2、TH2、RCAP2L、RCAP2H
- UART0 缓存器: SCON0、SBUF0、SBRG0H、SBRG0L、PCON
- UART1 缓存器: SCON1、SBUF1、SBRG1H、SBRG1L

特殊功能缓存器分布图如下所示：

	可位寻址	不可位寻址						
F8H								FFH
F0H	B							F7H
E8H								EFH
E0H	ACC							E7H
D8H	SCON1	SBUF1	SBRG1H	SBRG1L				DFH
D0H	PSW							D7H
C8H	T2CON	T2MOD	RCAP2L	RCAP2H	TL2	TH2		CFH
C0H	XICON							C7H
B8H	IP							BFH
B0H								B7H
A8H	IE							AFH
A0H								A7H
98H	SCON0	SBUF0	SBRG0H	SBRG0L				9FH
90H								97H
88H	TCON	TMOD	TL0	TL1	TH0	TH1		8FH
80H	P0	SP	DPL0	DPH0	DPL1	DPH1	DPS PCON	87H

下表为特殊功能缓存器(SFR)的内容说明：

缓存器名称	地址	复位值	说明
P0	80H	FFH	Port 0
SP	81H	07H	Stack Pointer
DPL	82H	00H	Data Pointer 0 low byte
DPH	83H	00H	Data Pointer 0 high byte
DPL1	84H	00H	Data Pointer 1 low byte
DPH1	85H	00H	Data Pointer 1 high byte
DPS	86H	00H	Data Pointer select
PCON	87H	40H	Power Control Register

缓存器名称	地址	复位值	说明
TCON	88H	00H	Timer 0/1 Counter Control
TMOD	89H	00H	Timer 0/1 Mode Control
TL0	8AH	00H	Timer 0, low byte
TL1	8BH	00H	Timer 1, low byte
TH0	8CH	00H	Timer 0, high byte
TH1	8DH	00H	Timer 1, high byte
SCON0	98H	00H	Serial Port 0, Control Register
SBUF0	99H	00H	Serial Port 0, Data Buffer
SBRG0H	9AH	00H	Serial Baud rate Generator, high byte
SBRG0L	9BH	00H	Serial Baud rate Generator, low byte
IE	A8H	00H	Interrupt Enable Register
IP	B8H	00H	Interrupt Priority Register 1
XICON	C0H	00H	Interrupt Enable Register (INT2/INT3)
T2CON	C8H	00H	Timer 2 Control
T2MOD	C9H	00H	Timer 2 Mode Control
RCAP2L	CAH	00H	Compare/Reload/Capture Register, low byte
RCAP2H	CBH	00H	Compare/Reload/Capture Register, high byte
TL2	CCH	00H	Timer 2, low byte
TH2	CDH	00H	Timer 2, high byte
PSW	D0H	00H	Program Status Word
SCON1	D8H	00H	Serial Port 1, Control Register
SBUF1	D9H	00H	Serial Port 1, Data Buffer
SBRG1H	DAH	00H	Serial Baud rate Generator 1, high byte
SBRG1L	DBH	00H	Serial Baud rate Generator 1, low byte
ACC	E0H	00H	Accumulator
B	F0H	00H	B Register

注：特殊功能缓存器的重置值，请参考 5.7 “复位”章节。

WT51F516 CPU 相关 SFR 介绍如下：

**B: Address: F0H**

复位值: 0x00

7	6	5	4	3	2	1	0
B.7	B.6	B.5	B.4	B.3	B.2	B.1	B.0

B 缓存器主要用来进行乘法与除法的运算，在乘法运算中用来存放乘数与运算结果的高字节；在除法运算中用来存放除数以及运算结果之余数。亦可当作一般缓存器来使用。

**ACC: Address: E0H**

复位值: 0x00

7	6	5	4	3	2	1	0
ACC.7	ACC.6	ACC.5	ACC.4	ACC.3	ACC.2	ACC.1	ACC.0

累加器，大部分之运算都需透过累加器。

**P0: Address: 80H**

复位值: 0xFF

7	6	5	4	3	2	1	0
				P0.3	P0.2	P0.1	P0.0

输出/输入端口 P0 的数据设定。

**PSW (Program Status Word): Address: D0H**

复位值: 0x00

7	6	5	4	3	2	1	0
CY	AC	F0	RS1	RS0	OV	F1	PARITY

程序状态字符, 含有程序运作时之相关讯息。

位编号	位符号	说明
7	CY	进位旗标(Carry Flag), 用来表示算术指令运算后的结果, 其数据的第 7 个位是否有进位或借位。 加法运算时(ADD)的结果: 有进位 C = 1, 没有进位 C = 0。 减法运算时(SUB)的结果: 有进位 C = 1, 没有进位 C = 0。
6	AC	半进位旗标(Aux Carry Flag), 用来表示算术后数据的第 3 个位是否有向第 4 个位进位或借位。 加法运算时(ADD)的结果: 有进位 C = 1, 没有进位 C = 0。 减法运算时(SUB)的结果: 有借位 C = 1, 没有借位 C = 0。
5	F0	一般用途旗标, 可作为一般的读/写位。
4	RS1	缓存器库选择(参考缓存器库选择表)
3	RS0	
2	OV	溢位旗标(Over Flag), 表示程序经算术或逻辑运算后的结果是否有溢位, 若是 OV = 1, 若不是 OV = 0。
1	F1	一般用途旗标, 可作为一般的读/写位。
0	P	同位旗标, 累加器(ACC)的内容若有奇数个 1 则此旗标为 1, 否则为 0。

**缓存器库选择表**

缓存器库	地址	RS1	RS0
0	00H-07H	0	0
1	08H-0FH	0	1
2	10H-17H	1	0
3	18H-1FH	1	1

**SP (Stack Point) Address: 81H**

复位值: 0x07

7	6	5	4	3	2	1	0
SP.7	SP.6	SP.5	SP.4	SP.3	SP.2	SP.1	SP.0

堆栈指针, 指向最后 PUSH 进入之堆栈地址。当使用 PUSH 操作时 SP 会自动先+1 再将值存入堆栈器内。

**DPL0 (DPTR0, low byte of the 16-bit data pointer) Address: 82H**

复位值: 0x00

7	6	5	4	3	2	1	0
DPL0.7	DPL0.6	DPL0.5	DPL0.4	DPL0.3	DPL0.2	DPL0.1	DPL0.0

为 DPTR0(数据指针)之低字节, 搭配 DPH0 进行存取数据时的地址指针使用。

**DPH0 (DPTR0, high byte of the 16-bit data pointer) Address: 83H** 复位值: 0x00

7	6	5	4	3	2	1	0
DPH0.7	DPH0.6	DPH0.5	DPH0.4	DPH0.3	DPH0.2	DPH0.1	DPH0.0

为 DPTR0(数据指针)之高字节, 搭配 DPL0 进行存取数据时的地址指针使用。

**DPL1 (DPTR1, low byte of the 16-bit data pointer 1) Address: 84H** 复位值: 0x00

7	6	5	4	3	2	1	0
DPL1.7	DPL1.6	DPL1.5	DPL1.4	DPL1.3	DPL1.2	DPL1.1	DPL1.0

为第二组数据指针(DPTR1)之低字节, 搭配 DPH1 进行存取数据时的地址指针使用。

**DPH1 (DPTR1, high byte of the 16-bit data pointer 1) Address: 85H** 复位值: 0x00

7	6	5	4	3	2	1	0
DPH1.7	DPH1.6	DPH1.5	DPH1.4	DPH1.3	DPH1.2	DPH1.1	DPH1.0

为第二组数据指针(DPTR1)之高字节, 搭配 DPL1 进行存取数据时的地址指针使用。

**DPS (Data point select) Address: 86H** 复位值: 0x00

7	6	5	4	3	2	1	0
							DPS

数据指针(DPTR)选择, 当 DPS = 0, 使用 DPTR0(DPH0, DPL0)

当 DPS = 1, 使用 DPTR1(DPH1, DPL1)

注: 其它的特殊功能缓存器将在后面的章节介绍。

## 5.5 在线刻录 (ISP)

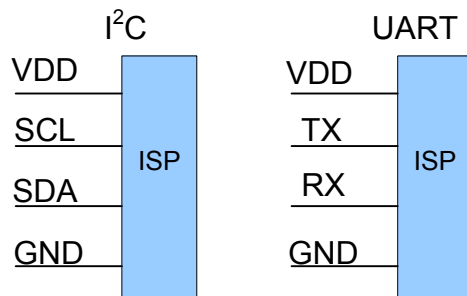
在线刻录 (In System Program) 即用户可以直接在系统目标板进行程序刻录。

ISP 界面可以采用:

4 线式: VDD、GND (VSS)、SCL、SDA

4 线式: VDD、GND (VSS)、TX、RX

下图为 ISP 界面接脚示意图:



注: 请参考 WT51F516 ISP/ICE 使用说明手册。

## 5.6 定时器 (Timer)

WT51F516 有三个 16 Bit 的定时器 (Timer0 ~ 2)，可以被设定为计时或计数功能。

### 5.6.1 定时器 0 与定时器 1 (Timer 0/1)

WT51F516 内部定时器 0 与定时器 1 可利用特殊寄存器 TMOD 中的 M11、M10 或 M01、M00 来选择 4 种不同的工作模式，说明如下：

**TMOD (8052 Timer0/1 Mode Control Register) Address: 89H**

7	6	5	4	3	2	1	0
GATE1	C1/T1	M11	M10	GATE0	C0/T0	M01	M00

位编号	位符号	说明
7	GATE1	GATE1 = 1, 无作用 GATE1 = 0, 设定为内部启动, 只要 TR1 = 1 即可启用 Timer1
6	C1/T1	计时切换开关 C1/T1 = 1, 无作用 C1/T1 = 0, 设定为内部定时器, 计数内部时钟源除 12 的信号
5-4	M11-M10	定时器 1 的模式选择位 00: 模式 0 为 13 位之定时器 01: 模式 1 为 16 位之定时器 10: 模式 2 为 8 位自动加载定时器 11: 模式 3 定时器 1, 此时停止计时
3	GATE0	GATE0 = 1, 无作用 GATE0 = 0, 设定为内部启动, 只要 TR0=1 即可启用 Timer0
2	C0/T0	计时切换开关 C0/T0 = 1, 无作用 C0/T0 = 0, 设定为内部定时器, 计数内部时钟源除 12 的信号
1-0	M01-M00	定时器 0 的模式选择位 00: 模式 0 为 13 位之定时器 01: 模式 1 为 16 位之定时器 10: 模式 2 为 8 位自动加载定时器 11: 模式 3 为 8 位之定时器 (TL0 由 TR0 启动, TH0 由 TR1 启动)

注: 当使用定时器 0 或定时器 1, Cx/Tx 必须为 0, 定时器才能正常工作。

**TCON (8052 Timer 0/1 Control Register) Address: 88H**

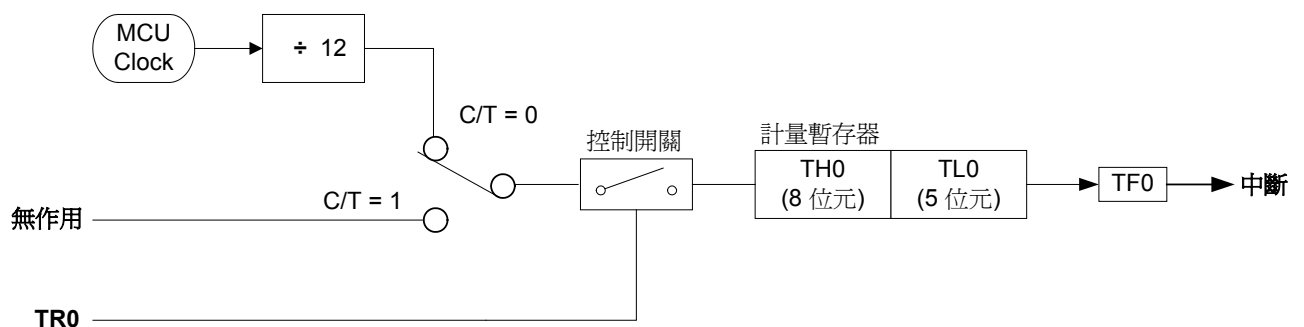
7	6	5	4	3	2	1	0
TF1	TR1	TF0	TR0	IE1	IT1	IE0	IT0

位编号	位符号	说明
7	TF1	定时器 1 之溢位旗标。当计时或计数产生溢位时, 会自动令 TF1 = 1。当 CPU 跳至定时器 1 的中断向量执行中断子程序时, 会自动令 TF1 = 0。
6	TR1	定时器 1 之致能位。当 TR1 = 1 时, 定时器 1 工作; 当 TR1 = 0 时, 定时器 1 停止工作。
5	TF0	定时器 0 之溢位旗标。当计时或计数产生溢位时, 会自动令 TF0 = 1。

位编号	位符号	说明
		当 CPU 跳至定时器 0 的中断向量执行中断子程序时, 会自动令 TF0 = 0。
4	TR0	定时器 0 之致能位。当 TR0 = 1 时, 定时器 0 工作; 当 TR0 = 0 时, 定时器 0 停止工作。
3	IE1	外部中断 INT1 显示旗标, INT1 中断成立时, IE1 = 1。中断执行完毕时, IE1 = 0。
2	IT1	外部中断 INT1 中断信号选择, IT1 = 1 为负缘触发输入; IT1 = 0 为低准位输入。
1	IE0	外部中断 INT0 显示旗标, INT0 中断成立时, IE0 = 1。中断执行完毕时, IE0 = 0。
0	IT0	外部中断 INT0 中断信号选择, IT0 = 1 为负缘触发输入; IT0 = 0 为低准位输入。

注: 定时器 1 之传输速率产生器, 请参考 6.4 章节。

模式 0:



THx

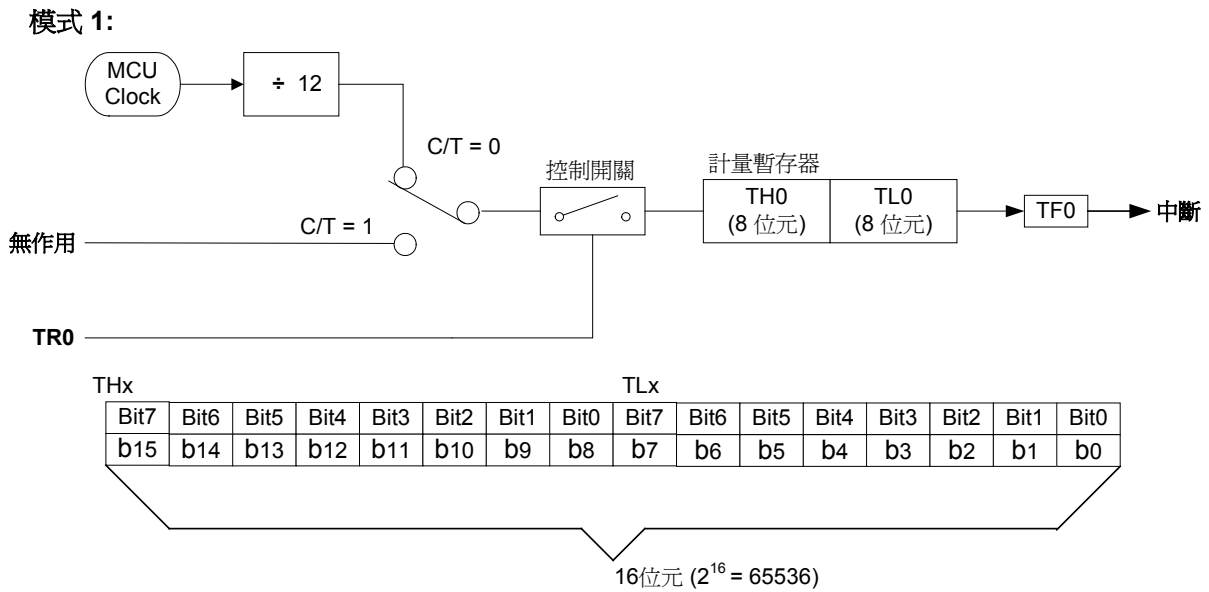
Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
b12	b11	b10	b9	b8	b7	b6	b5

Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
			b4	b3	b2	b1	b0

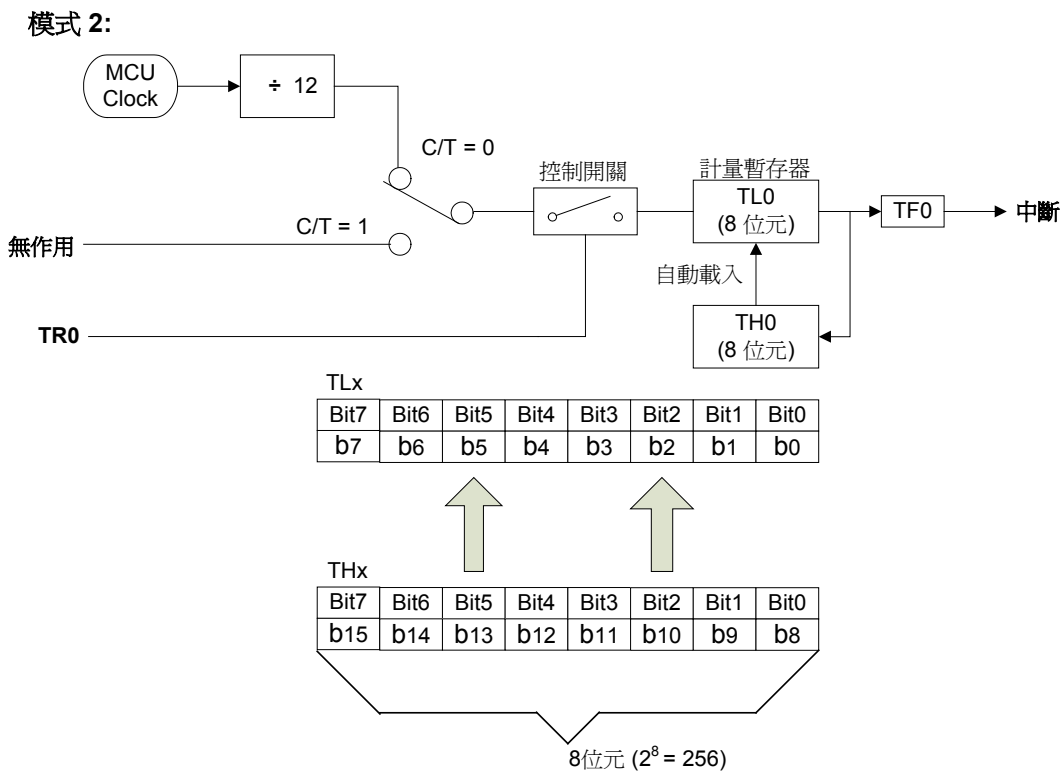
TLx

13位元 ( $2^{13} = 8192$ )

当定时器 0 及定时器 1 工作于模式 0 时, 两者的动作相同, 此时特殊功能缓存器 THx 与 TLx 组成 13 位之向上定时器, 当计数至 13 个位全为 1, 此时再加 1 后会令这 13 个位全变为 0, 同时计时之溢位旗标 TFx = 1 (TFx 位于特殊缓存器 TCON 中), 此时若有致能定时器中断则会产生中断。



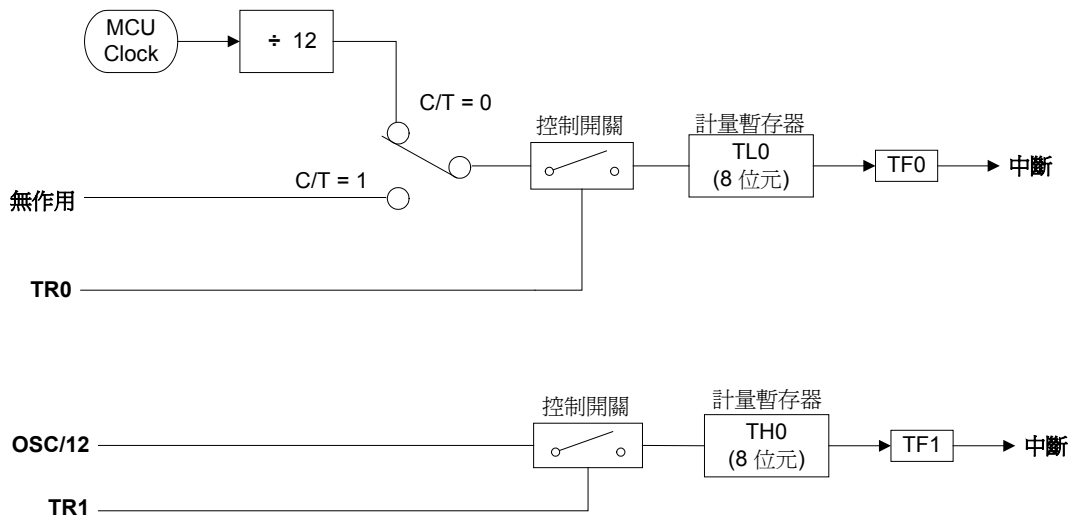
当定时器 0 及定时器 1 工作于模式 1 时，动作与模式 0 几乎一模一样，除了此时的 THx 与 TLx 是组成 16 位之向上定时器。



当定时器 0 及定时器 1 工作于模式 2 时，两者的动作相同，提供两个 8 位可自动加载的定时器(Timer0 及 Timer1)，其计时或计数的量放置在 TLx 缓存器里，当 TLx 发生溢位时，除了会令 TFx = 1 之外，并且会自动将 THx 的值再加载 TLx 中，以继续计数下去。



模式 3:



当计时计数器 0 及计时计数器 1 工作于模式 3 时，两者的动作完全不同，分别如下：

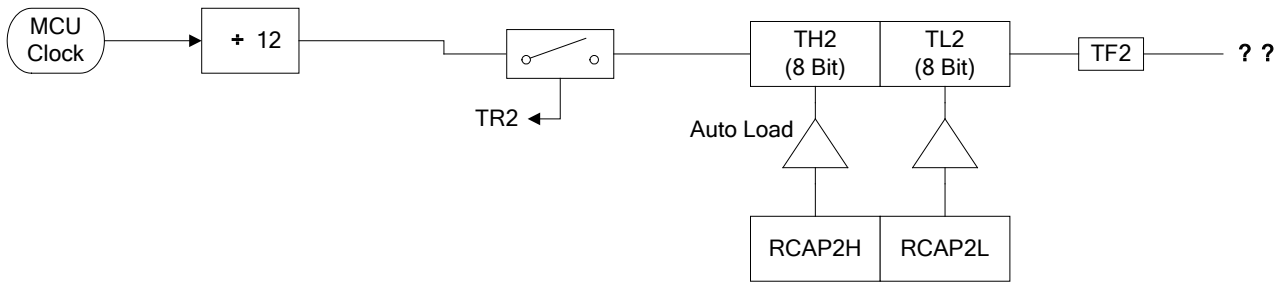
定时器 0 工作于模式 3 时，TLO 是一个 8 位之定时器，TH0 则为 TR1 控制之 8 元计数器，此时要注意的是 TH0 借用定时器 1 的溢位旗标，故其相对应的中断子程序地址是 001BH。

定时器 1 工作于模式 3 时，此时停止计时。

### 5.6.2 定时器 2 (Timer 2)

#### 定时器 2 之 16 位自动加载模式

自动加载模式 (Auto-Reload Mode)是自动将 RCAP2H 及 RCAP2L 缓存器的资料(16 位), 加载 TH2 与 TL2 缓存器, 其架构如图所示:



#### T2CON (8052 Timer 2 Control Register) Address: C8H

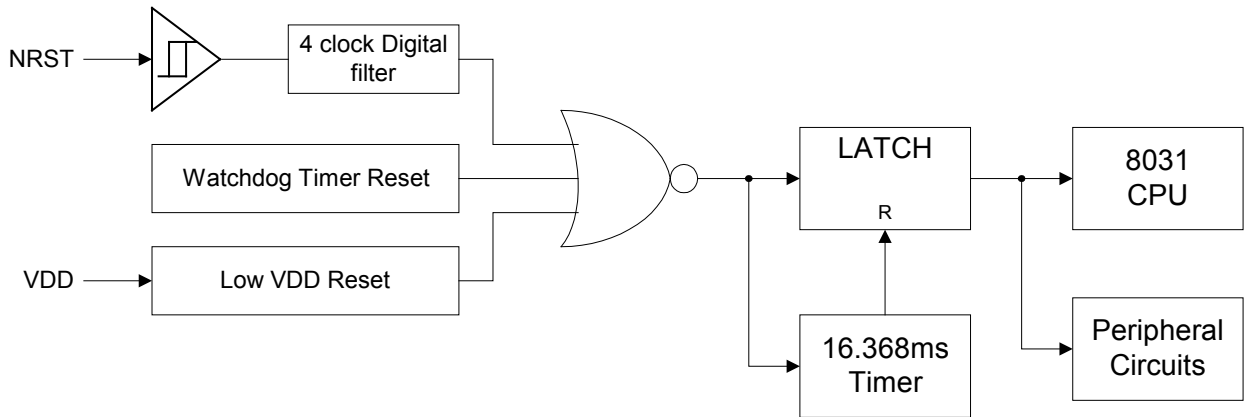
7	6	5	4	3	2	1	0
TF2	-	-	-	-	TR2	-	-

位编号	位符号	说明
7	TF2	本位元为 Timer 2 溢位旗标, 当 Timer 2 中断时, CPU 会将 TF2 位设定为 1; 结束 Timer 2 中断时, CPU 并不会将 TF2 恢复, 必须在程序中, 以「TF2 = 0;」指令将它恢复为 0。
6-3	保留	-
2	TR2	本位元为 Timer 2 的启动位, 当本位元为 1 时, 即可启动 Timer 2。若本位元为 0 时, 则停用 Timer 2。
1-0	保留	-

启动 Timer 2 后, Timer 2 即进行计数工作, 即启动自动加载信号, 将当时 RCAP2H 缓存器的内容, 将被复制到 TH2 缓存器、RCAP2L 缓存器的内容, 将被复制到 TL2 缓存器。Timer 2 的中断并不影响计数的动作, 待 Timer 2 计数溢位时, 则 TF2 位设定为 1, 并产生 Timer 2 中断。

## 5.7 复位 (Reset)

WT51F516 具有 5 种复位机制，包括上电复位(POR)、低压复位(LVR)、外部 NRST 脚位复位旗标、看门狗复位、ISP/ICE 命令复位。当 WT51F516 发生任何一种复位，则几乎所有的缓存器皆会回复至复位值。



### 上电复位 (POR)

当 VDD 电压低于复位电压(参考 DC 电气特性章节)，则发生上电复位。

### 低压复位 (LVR)

当 VDD 电压低于最低允许工作电压点时发生复位。

### 外部 NRST 脚位复位

当外部复位脚位(NRST)电压低于此脚位之 VIL(参考 DC 电气特性章节)时发生复位。

### 看门狗复位 (Watchdog Timer Reset)

当看门狗定时器设定之时间到达后则发生复位。

### ISP/ICE 命令复位

当传送复位命令，则发生 ISP/ICE 复位。

## 复位状态

当发生上述状况，所有的特殊缓存器皆会回到初始默认值，其中 SFR 的部分如下表，而 XFR 的部分请参考下一章。

特殊功能缓存器复位后的默认值，如下所示：

SFR	默认值	SFR	默认值
P0	11111111b	P2	11111111b
SP	0000111b	IE	0000000b
DPL0	0000000b	P3	1111111b

SFR	默认值	SFR	默认值
DPH0	00000000b	IP	xx000000b
DPL1	00000000b	T2CON	00000000b
DPH1	00000000b	T2MOD	xxxxxx00b
DPS	00000000b	RCAP2L	00000000b
PCON	00000000b	RCAP2H	00000000b
TCON	00000000b	TL2	00000000b
TMOD	00000000b	TH2	00000000b
TL0	00000000b	PSW	00000000b
TL1	00000000b	SCON1	00000000b
TH0	00000000b	SBUF1	00000000b
TH1	00000000b	SBRG1H	00000000b
P1	11111111b	SBRG1L	00000000b
SCON0	00000000b	ACC	00000000b
SBUF0	00000000b	B	00000000b
SBRG0H	00000000b	XICON	00000000b
SBRG0L	00000000b		

## 6. 增强功能

### 6.1 外部特殊功能缓存器 (XFR)

外部特殊功能缓存器(XFR)地址为 0x00 ~ 0xFF，必须使用指令 MOVX 来进行数据存取。

以下是外部特殊缓存器功能对照表:

外部内存地址	说明
0000H ~ 000FH	系统缓存器, 低压侦测及看门狗复位缓存器
0010H ~ 001BH	通用 I/O 端口缓存器
001CH ~ 001FH	复合功能缓存器
0020H ~ 0029H	唤醒来源设定缓存器
002AH ~ 002CH	内部振荡调整缓存器
0030H ~ 0035H	中断致能缓存器
003AH ~ 003BH	外部中断要求缓存器 (IRQ)
0050H ~ 005DH	脉冲宽度调制缓存器 (PWM)
0060H ~ 0063H	红外线接收器缓存器 (IR)
0070H ~ 0076H	消费性电子控制缓存器 (CEC)
0080H ~ 0083H	增强型计时/计数器缓存器
00A0H ~ 00ABH	I <sup>2</sup> C 串行接口缓存器
0038H.00B0H ~ 00BFH	实时时钟模块缓存器 (RTC)
00C0H ~ 00CBH	SPI 串行接口缓存器
00D0H ~ 00D7H	10 位模/数转换器缓存器
00D9H	比较器缓存器
00E0H ~ 00E8H	仿真式 E <sup>2</sup> PROM 缓存器

当发生 5.7 章节所提到的复位状况，外部特殊功能缓存器复位后的默认值，如下表所示:

外部特殊功能缓存器复位默认值对映表

缓存器名称	地址	复位默认值 (Hex)	参照章节
保留	-	-	-
SYS 系统控制缓存器 0	0x01	82	6.7
SYS 系统控制缓存器 1	0x02	20	6.7
SYS 系统控制缓存器 2	0x03	00	6.7
SYS 系统控制缓存器 3	0x04	00	6.7
看门狗定时控制缓存器 0	0x08	00	6.9
看门狗定时控制缓存器 1	0x09	00	6.9
看门狗定时控制缓存器 2	0x0A	00	6.9
低压侦测控制缓存器	0x0B	80	6.18
SYS 系统控制缓存器 4	0x0F	20	6.7
通用 I/O 端口 A 输出致能控制缓存器	0x10	00	6.2
通用 I/O 端口 B 输出致能控制缓存器	0x11	00	6.2
通用 I/O 端口 C 输出致能控制缓存器	0x12	00	6.2
通用 I/O 端口 A 数据缓存器	0x13	00	6.2
通用 I/O 端口 B 数据缓存器	0x14	00	6.2
通用 I/O 端口 C 数据缓存器	0x15	00	6.2

缓存器名称	地址	复位默认值 (Hex)	参照章节
通用 I/O 端口 A 致能内部上拉电阻缓存器	0x16	FF	6.2
通用 I/O 端口 B 致能内部上拉电阻缓存器	0x17	FF	6.2
通用 I/O 端口 C 致能内部上拉电阻缓存器	0x18	FF	6.2
通用 I/O 端口 A 输出型态控制缓存器	0x19	FF	6.2
通用 I/O 端口 B 输出型态控制缓存器	0x1A	FF	6.2
通用 I/O 端口 C 输出型态控制缓存器	0x1B	FF	6.2
复合功能设定缓存器 1	0x1C	00	6.3
复合功能设定缓存器 2	0x1D	00	6.3
复合功能设定缓存器 3	0x1F	00	6.3
SYS 唤醒控制缓存器 0	0x20	00	6.7
SYS 唤醒控制缓存器 1	0x21	00	6.7
SYS 唤醒控制缓存器 2	0x22	00	6.7
SYS 唤醒控制缓存器 3	0x23	00	6.7
SYS 唤醒触发缓存器 0	0x24	00	6.7
SYS 唤醒触发缓存器 1	0x25	00	6.7
SYS 唤醒触发缓存器 2	0x26	00	6.7
SYS 唤醒触发缓存器 3	0x27	00	6.7
SYS 触发清除控制缓存器	0x28	00	6.7
SYS 增强型计时/计数器唤醒控制缓存器	0x29	00	6.7
内部振荡计数数据高字节缓存器	0x2A	00	6.8
内部振荡计数数据低字节缓存器	0x2B	00	6.8
内部振荡校正控制缓存器	0x2C	40	6.8
8052 外部中断 0 控制缓存器 0	0x30	00	6.3
8052 外部中断 0 控制缓存器 1	0x31	00	6.3
8052 外部中断 1 控制缓存器 0	0x32	00	6.3
8052 外部中断 1 控制缓存器 1	0x33	00	6.3
8052 外部中断旗标缓存器 0	0x34	00	6.3
8052 外部中断旗标缓存器 1	0x35	00	6.3
RTC 控制缓存器	0x38	00	6.11
外部中断要求(IRQ)控制高字节缓存器	0x3A	00	6.5
外部中断要求(IRQ)控制低字节缓存器	0x3B	00	6.5
PWM 控制缓存器 0	0x50	00	6.6
PWM 控制缓存器 1	0x51	00	6.6
PWM 时钟源控制缓存器 0	0x52	00	6.6
PWM 时钟源控制缓存器 1	0x53	00	6.6
PWM 时钟源控制缓存器 2	0x54	00	6.6
PWM 时钟源控制缓存器 3	0x55	00	6.6
PWM 占空比低字节控制缓存器 0	0x56	80	6.6
PWM 占空比高字节控制缓存器 0	0x57	02	6.6
PWM 占空比低字节控制缓存器 1	0x58	80	6.6
PWM 占空比高字节控制缓存器 1	0x59	02	6.6
PWM 占空比低字节控制缓存器 2	0x5A	80	6.6
PWM 占空比高字节控制缓存器 2	0x5B	02	6.6

缓存器名称	地址	复位默认值 (Hex)	参照章节
PWM 占空比低字节控制缓存器 3	0x5C	80	6.6
PWM 占空比高字节控制缓存器 3	0x5D	02	6.6
红外线控制缓存器	0x60	00	6.12
红外线中断缓存器	0x61	04	6.12
红外线计数缓存器	0x62	00	6.12
红外线数字滤波缓存器	0x63	00	6.12
CEC 控制缓存器	0x70	00	6.10
CEC 启动装置缓存器	0x71	10	6.10
CEC 从者端缓存器	0x72	00	6.10
CEC 中断控制缓存器	0x73	00	6.10
CEC 清除中断缓存器	0x74	00	6.10
CEC 传送缓冲缓存器	0x75	FF	6.10
CEC 接收缓冲缓存器	0x76	00	6.10
增强型计时/计数器控制缓存器 1	0x80	00	6.14
增强型计时/计数器控制缓存器 2	0x81	00	6.14
增强型计时/计数器数据缓冲高字节缓存器	0x82	00	6.14
增强型计时/计数器数据缓冲低字节缓存器	0x83	00	6.14
从机 I <sup>2</sup> C 控制缓存器	0xA0	00	6.13
从机 I <sup>2</sup> C 中断缓存器	0xA1	00	6.13
从机 I <sup>2</sup> C 旗标清除缓存器	0xA2	00	6.13
从机 I <sup>2</sup> C 旗标缓存器	0xA3	00	6.13
从机 I <sup>2</sup> C 地址缓存器	0xA4	00	6.13
从机 I <sup>2</sup> C 索引清除控制缓存器	0xA8	00	6.13
从机 I <sup>2</sup> C TX FIFO 控制缓存器	0xA9	80	6.13
从机 I <sup>2</sup> C RX FIFO 控制缓存器	0xAA	00	6.13
从机 I <sup>2</sup> C 传送接收缓冲数据缓存器	0xAB	FF	6.13
RTC 秒数控制缓存器	0xB0	00	6.11
RTC 分钟数控制缓存器	0xB1	00	6.11
RTC 时数控制缓存器	0xB2	00	6.11
RTC 日期控制缓存器	0xB3	01	6.11
RTC 星期控制缓存器	0xB4	00	6.11
RTC 月份控制缓存器	0xB5	01	6.11
RTC 年控制缓存器	0xB6	00	6.11
RTC 备份控制缓存器 1	0xB8	00	6.11
RTC 备份控制缓存器 2	0xB9	00	6.11
RTC 备份控制缓存器 3	0xBA	00	6.11
RTC 备份控制缓存器 4	0xBB	00	6.11
RTC 控制缓存器 1	0xBC	00	6.11
RTC 控制缓存器 2	0xBD	00	6.11
RTC 控制缓存器 3	0xBE	81	6.11
RTC 控制缓存器 4	0xBF	62	6.11
SPI 控制缓存器 1	0xC0	00	6.15
SPI 中断控制缓存器	0xC1	00	6.15

缓存器名称	地址	复位默认值 (Hex)	参照章节
SPI 中断清除缓存器	0xC2	00	6.15
SPI 旗标缓存器	0xC3	00	6.15
SPI 速度设定缓存器	0xC4	00	6.15
SPI FIFO 控制缓存器	0xC8	00	6.15
SPI FIFO 传送状态缓存器	0xC9	80	6.15
SPI FIFO 接收状态缓存器	0xCA	00	6.15
SPI 传送接收缓冲缓存器	0xCB	FF	6.15
模/数转换器控制缓存器	0xD0	80	6.16
模/数转换器转换数据高字节缓存器	0xD1	00	6.16
模/数转换器电压比较唤醒数据高字节缓存器	0xD2	80	6.16
模/数转换器信道控制缓存器	0xD3	00	6.16
模/数转换器转换数据低字节缓存器	0xD4	00	6.16
模/数转换器电压比较唤醒数据低字节缓存器	0xD5	00	6.16
模/数转换器温度感应控制缓存器	0xD6	00	6.16
模/数转换器设定控制缓存器	0xD7	04	6.16
温度传感器设定控制缓存器	0xD8	80	6.19
比较器控制缓存器	0xD9	C0	6.17
E <sup>2</sup> PROM 致能缓存器 1	0xE0	00	6.20
E <sup>2</sup> PROM 致能缓存器 2	0xE1	00	6.20
E <sup>2</sup> PROM 地址低字节缓存器	0xE2	FF	6.20
E <sup>2</sup> PROM 地址高字节缓存器	0xE3	0F	6.20
E <sup>2</sup> PROM 控制缓存器	0xE4	08	6.20
E <sup>2</sup> PROM 数据缓存器	0xE8	00	6.20



## 6.2 I/O 端口

### 6.2.1 特性

- ◆ 共 24 个可程序化 I/O，其中包含 GPIOA[7:0]、GPIOB[7:0]、GPIOC[7:0]
- ◆ 某些 I/O 具有特殊功能 (如 ADC、PWM 等)，可透过特殊缓存器进行设定

### 6.2.2 缓存器

WT51F516 的 I/O 相关缓存器分为以下几类:

- ◆ GPIOx\_OE: 控制输出/输入缓存器，用来设定 I/O 为输出或输入，当相对应的 GPIOx\_OE 位设为 1，则此 I/O 为输出埠，具有 4mA 之驱动能力
- ◆ GPIOx\_D: 数据缓存器，藉由此缓存器来读取 I/O 的数据或设定 I/O 的输出
- ◆ GPIOx\_PHN: 内部上拉电阻致能缓存器，当 I/O 设定为输入埠时 (透过 GPIOx\_OE)，此时此缓存器可以用来设定 I/O 是否具有上拉电阻，当相对应的 GPIOx\_PHN 位设为 0，则此 I/O 具有内部上拉电阻
- ◆ GPIOx\_TYP: 输出模式设定缓存器，用来设定 I/O 为推拉式 (Push-Pull) 或开汲极 (Open Drain)

#### 通用 I/O 端口 A 输出致能控制缓存器 GPIOA\_OE (外部内存地址: 0x10)

复位值: 00h

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	GPIOA_OE[7:0]							

位编号	位符号	说明
7-0	GPIOA_OE[7:0]	通用 I/O 端口 A 输出/输入设定 1: 输出 0: 输入 (默认值)

#### 通用 I/O 端口 B 输出致能控制缓存器 GPIOB\_OE (外部内存地址: 0x11)

复位值: 00h

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	GPIOB_OE[7:0]							

位编号	位符号	说明
7-0	GPIOB_OE[7:0]	通用 I/O 端口 B 输出/输入设定 1: 输出 0: 输入 (默认值)

#### 通用 I/O 端口 C 输出致能控制缓存器 GPIOC\_OE (外部内存地址: 0x12)

复位值: 00h

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	GPIOC_OE[7:0]							

位编号	位符号	说明
7-0	GPIOC_OE[7:0]	通用 I/O 端口 C 输出/输入设定 1: 输出 0: 输入 (默认值)

**通用 I/O 端口 A 数据缓存器 GPIOA\_D (外部内存地址: 0x13)**
**复位值: 00h**

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	GPIOA_D[7:0]							

位编号	位符号	说明
7-0	GPIOA_D[7:0]	通用 I/O 端口 A 输出/输入数据

**通用 I/O 端口 B 数据缓存器 GPIOB\_D (外部内存地址: 0x14)**
**复位值: 00h**

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	GPIOB_D[7:0]							

位编号	位符号	说明
7-0	GPIOB_D[7:0]	通用 I/O 端口 B 输出/输入数据

**通用 I/O 端口 C 数据缓存器 GPIOC\_D (外部内存地址: 0x15)**
**复位值: 00h**

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	GPIOC_D[7:0]							

位编号	位符号	说明
7-0	GPIOC_D[7:0]	通用 I/O 端口 C 输出/输入数据

**通用 I/O 端口 A 致能内部上拉电阻缓存器 GPIOA\_PHN (外部内存地址: 0x16)**
**复位值: FFh**

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	GPIOA_PHN[7:0]							

位编号	位符号	说明
7-0	GPIOA_PHN[7:0]	致能通用 I/O 端口 A 上拉电阻设定 1: 禁能上拉电阻 (默认值) 0: 致能上拉电阻

**通用 I/O 端口 B 致能内部上拉电阻缓存器 GPIOB\_PHN (外部内存地址: 0x17)**
**复位值: FFh**

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	GPIOB_PHN[7:0]							

位编号	位符号	说明
7-0	GPIOB_PHN[7:0]	致能通用 I/O 端口 B 上拉电阻设定 1: 禁能上拉电阻 (默认值) 0: 致能上拉电阻

**通用 I/O 端口 C 致能内部上拉电阻缓存器 GPIOC\_PHN (外部内存地址: 0x18)**
**复位值: FFh**

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	GPIOC_PHN[7:0]							

位编号	位符号	说明
7-0	GPIOC_PHN[7:0]	致能通用 I/O 端口 C 上拉电阻设定 1: 禁能上拉电阻 (默认值) 0: 致能上拉电阻

**通用 I/O 端口 A 输出型态控制缓存器 GPIOA\_TYP (外部内存地址: 0x19)**
**复位值: FFh**

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	GPIOA_TYP[7:0]							

位编号	位符号	说明
7-0	GPIOA_TYP[7:0]	通用 I/O 端口 A 输出型态设定 1: 输出型态为推拉式 (push-pull) (默认值) 0: 输出型态为开汲极 (open-drain)

**通用 I/O 端口 B 输出型态控制缓存器 GPIOB\_TYP (外部内存地址: 0x1A)**
**复位值: FFh**

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	GPIOB_TYP[7:0]							

位编号	位符号	说明
7-0	GPIOB_TYP[7:0]	通用 I/O 端口 B 输出型态设定 1: 输出型态为推拉式 (push-pull) (默认值) 0: 输出型态为开汲极 (open-drain)

**通用 I/O 端口 C 输出型态控制寄存器 GPIOC\_TYP (外部内存地址: 0x1B)**
**复位值: FFh**

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	GPIOC_TYP[7:0]							

位编号	位符号	说明
7-0	GPIOC_TYP[7:0]	通用 I/O 端口 C 输出型态设定 1: 输出型态为推拉式 (push-pull) (默认值) 0: 输出型态为开汲极 (open-drain)

### 6.2.3 端口共享

 主要用来设定 I/O 特殊使用之功能，如 SPI、I<sup>2</sup>C、PWM、ADC 等。

**复合功能设定寄存器 1 GPIO\_FUN1 (外部内存地址: 0x1C)**
**复位值: 00h**

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	EN_SIIC_IO	EN_SPI_IO	EN_CEC_IO	EN_UART0_IO	EN_PWM_IO[3:0]			

位编号	位符号	说明
7	EN_SIIC_IO	设定 GPIO 复合功能 1: 致能 I <sup>2</sup> C SDA 和 SCL 脚位，会强制将 GPIO 设定为 I <sup>2</sup> C SDA 和 SCL 脚位，而不是 GPIO 功能 0: GPIO (默认值)
6	EN_SPI_IO	设定 GPIO 复合功能 1: 致能 SPI MISO, MOSI, SCK 脚位，会强制将 GPIO 设定为 SPI MISO, MOSI, SCK 脚位，而不是 GPIO 功能 0: GPIO (默认值)
5	EN_CEC_IO	设定 GPIO 复合功能 1: 致能 CEC 脚位，会强制将 GPIO 设定为 CEC 脚位，而不是 GPIO 功能 0: GPIO (默认值)
4	EN_UART0_IO	设定 GPIO 复合功能 1: 致能 UART0 脚位，会强制将 GPIO 设定为 UART0 脚位，而不是 GPIO 功能 0: GPIO (默认值)
3-0	EN_PWM_IO[3:0]	设定 GPIO 复合功能 1: 致能 PWM 脚位，会强制将 GPIO 设定为 PWM 脚位，而不是 GPIO 功能 0: GPIO (默认值)

**复合功能设定寄存器 2 GPIO\_FUN2 (外部内存地址: 0x1D)**
**复位值: 00h**

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	EN_AD_IO[7:0]							

位编号	位符号	说明
7	EN_AD_IO[7:0]	设定 GPIO 复合功能 1: 致能 ADC7 脚位, 会强制将 GPIO 设定为 ADC7 脚位, 而不是 GPIO 功能 0: GPIO (默认值)
6		设定 GPIO 复合功能 1: 致能 ADC6 脚位, 会强制将 GPIO 设定为 ADC6 脚位, 而不是 GPIO 功能 0: GPIO (默认值)
5		设定 GPIO 复合功能 1: 致能 ADC5 脚位, 会强制将 GPIO 设定为 ADC5 脚位, 而不是 GPIO 功能 0: GPIO (默认值)
4		设定 GPIO 复合功能 1: 致能 ADC4 脚位, 会强制将 GPIO 设定为 ADC4 脚位, 而不是 GPIO 功能 0: GPIO (默认值)
3		设定 GPIO 复合功能 1: 致能 ADC3 脚位, 会强制将 GPIO 设定为 ADC3 脚位, 而不是 GPIO 功能 0: GPIO (默认值)
2		设定 GPIO 复合功能 1: 致能 ADC2 脚位, 会强制将 GPIO 设定为 ADC2 脚位, 而不是 GPIO 功能 0: GPIO (默认值)
1		设定 GPIO 复合功能 1: 致能 ADC1 脚位, 会强制将 GPIO 设定为 ADC1 脚位, 而不是 GPIO 功能 0: GPIO (默认值)
0		设定 GPIO 复合功能 1: 致能 ADC0 脚位, 会强制将 GPIO 设定为 ADC0 脚位, 而不是 GPIO 功能 0: GPIO (默认值)

**复合功能设定缓存器 3 GPIO\_FUN3 (外部内存地址: 0x1F)**
**复位值: 00h**

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	-	-	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	EN_ACOMP_IO	EN_UART1_IO	保留		EN_P0_IO[3:0]			

位编号	位符号	说明
7	EN_ACOMP_IO	设定 GPIO 复合功能 1: 致能 ACOMP 脚位, 会强制将 GPIO 设定为 ACOMP 脚位, 而不是 GPIO 功能 0: GPIO (默认值)
6	EN_UART1_IO	设定 GPIO 复合功能 1: 致能 UART1 脚位, 会强制将 GPIO 设定为 UART1 脚位, 而不是 GPIO 功能 0: GPIO (默认值)
5-4	保留	-
3-0	EN_P0_IO[3:0]	设定 GPIO 复合功能 1: 致能 8051 P0[x]脚位, 会强制将 GPIO 设定为 8051 P0[x]脚位, 而不是 GPIO 功能 0: GPIO (默认值)

-: 未能使用。

注:

- (a) EN\_P0\_IO[3:0]: 致能 P0[3:0] IO PAD, 可设定 GPIOx\_TYP[x]控制 IO type
- (b) UG320 GPIOC1 脚位, PIN#2 (GPIOC1/XTALO) 设定为 GPIO 时, PIN#1 (XTALI) 必须接地。
- (c) 在 20pin 和 16pin 包装里, 内部有一些 GPIO 没有拉出来, 为了减少耗电必须致能内部 pull high。

**ADC 复合功能设定表:**

ADC	缓存器设定	Shared with GPIO
ADC7	EN_AD_IO[7]	GPIOB7
ADC6	EN_AD_IO[6]	GPIOB6
ADC5	EN_AD_IO[5]	GPIOB5
ADC4	EN_AD_IO[4]	GPIOB4
ADC3	EN_AD_IO[3]	GPIOB3
ADC2	EN_AD_IO[2]	GPIOB2
ADC1	EN_AD_IO[1]	GPIOB1
ADC0	EN_AD_IO[0]	GPIOB0

**ADC VREF 复合功能设定表:**

ADC VREF	缓存器设定	Shared with GPIO
VREF	VREF_SEL[2:0]	GPIOA7

**SPI 复合功能设定表:**

SPI	缓存器设定	Shared with GPIO
SCK	EN_SPI_IO	GPIOC7
MOSI	EN_SPI_IO	GPIOA5
MISO	EN_SPI_IO	GPIOC6
STB	EN_SPI_IO	GPIOA4

**UART 复合功能设定表:**

UART	缓存器设定	Shared with GPIO
RXD	EN_UART0_IO	GPIOC3
TXD	EN_UART0_IO	GPIOC4
RXD1	EN_UART1_IO	GPIOC6
TXD1	EN_UART1_IO	GPIOC7

**I<sup>2</sup>C 复合功能设定表:**

I <sup>2</sup> C	缓存器设定	Shared with GPIO
SDA	EN_SIIC_IO	X
SCL	EN_SIIC_IO	X

比较器复合功能设定表:

ACOM	缓存器设定	Shared with GPIO
ACIN	EN_ACOMP_IO	GPIOB1
ACIP	EN_ACOMP_IO	GPIOB0
ACO	EN_ACOMP_IO	GPIOA0

PWM 复合功能设定表:

PWM	缓存器设定	Shared with GPIO
PWM0	EN_PWM_IO[0]	GPIOC5
PWM1	EN_PWM_IO[1]	GPIOA0
PWM2	EN_PWM_IO[2]	GPIOA3
PWM3	EN_PWM_IO[3]	GPIOA4

CEC 复合功能设定表:

PWM	缓存器设定	Shared with GPIO
CEC	EN_CEC_IO	GPIOA2

### 6.3 中断

WT51F516 提供 7 个 8052 向量中断源, 即 8052 外部中断 INT0、8052 外部中断 INT1、计时/计数器中断 TF0、计时/计数器中断 TF1、串行口中断(RI0/TI0)、计时/计数器中断 TF2、串行口中断(RI1/TI1)。

每个中断源都在特殊寄存器(SFR)中有自己的致能控制位, 透过特殊寄存器 IE 及 XICON 选择致能或禁能。

当中断发生时, CPU 将会由主程序跳至中断程序向量, 如下表所示, 一旦多个中断同时发生, 就从较高优先等级的中断先执行, 再由 RETI 指令返回主程序。倘若有中断旗标位被设定, 处理器将再进入中断处理程序。

**8052 的 7 个中断向量表与优先权顺序:**

中断源	中断向量地址	优先权顺序 (初始设定值)	开启中断设定
8052 外部中断 0	03H	1	IE.0 (EX0)
计时/计数器 0 中断	0BH	2	IE.1 (ET0)
8052 外部中断 1	13H	3	IE.2 (EX1)
计时/计数器 1 中断	1BH	4	IE.3 (ET1)
串行口 0 中断 (UART0)	23H	5	IE.4 (ES)
计时/计数器 2 中断	2BH	6	IE.5 (ET2)
串行口 1 中断 (UART1)	33H	7	IE.6 (ES1)

#### 中断致能寄存器 0

**IE0 (8052 interrupt enable register, 包括 INT0/INT1) Address: A8H**

复位值: 0x00

7	6	5	4	3	2	1	0
EA	ES1	ET2	ES	ET1	EX1	ET0	EX0

位编号	位符号	说明
7	EA	1: 致能所有中断功能 0: 禁能所有中断功能
6	ES1	1: 致能串行口 1 中断 0: 禁能串行口 1 中断
5	ET2	1: 致能计时/计数器 2 中断 0: 禁能计时/计数器 2 中断
4	ES	1: 致能串行口 0 中断 0: 禁能串行口 0 中断
3	ET1	1: 致能计时/计数器 1 中断 0: 禁能计时/计数器 1 中断
2	EX1	1: 致能 8052 外部中断 1 中断 0: 禁能 8052 外部中断 1 中断
1	ET0	1: 致能计时/计数器 0 中断 0: 禁能计时/计数器 0 中断
0	EX0	1: 致能 8052 外部中断 0 中断 0: 禁能 8052 外部中断 0 中断



## 中断优先级缓存器

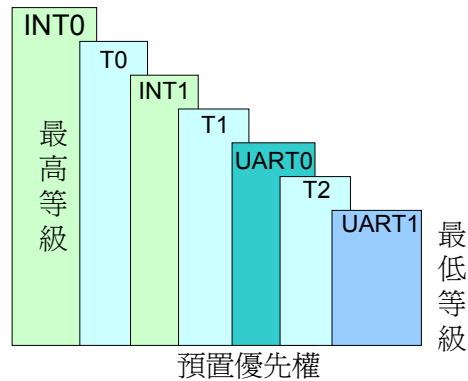
**IP (8052 interrupt priority register) Address: B8H**
**复位值: 0x00**

7	6	5	4	3	2	1	0
-	PS1	PT2	PS	PT1	PX1	PT0	PX0

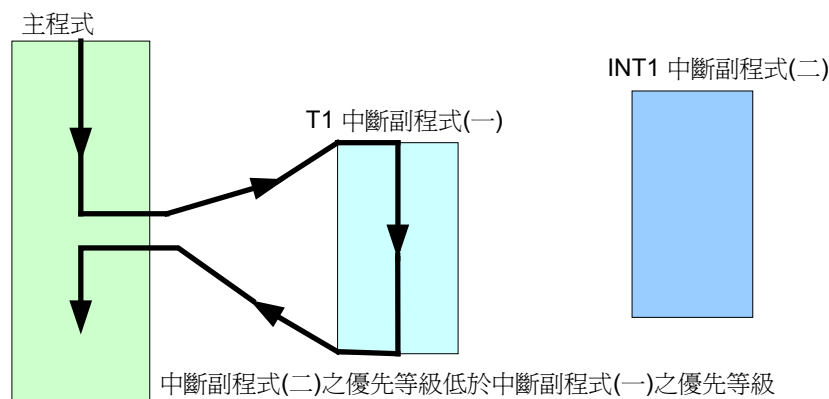
位编号	位符号	说明
7	保留	-
6	PS1	定义串行口 1 之中断优先级 1: 具有高优先级 0: 具有低优先级
5	PT2	定义计时/计数器 2 之中断优先级 1: 具有高优先级 0: 具有低优先级
4	PS	定义串行口 0 之中断优先级 1: 具有高优先级 0: 具有低优先级
3	PT1	定义计时/计数器 1 之中断优先级 1: 具有高优先级 0: 具有低优先级
2	PX1	定义外部中断 1 之中断优先级 1: 具有高优先级 0: 具有低优先级
1	PT0	定义计时/计数器 0 之中断优先级 1: 具有高优先级 0: 具有低优先级
0	PX0	定义外部中断 0 之中断优先级 1: 具有高优先级 0: 具有低优先级

-: 未能使用。

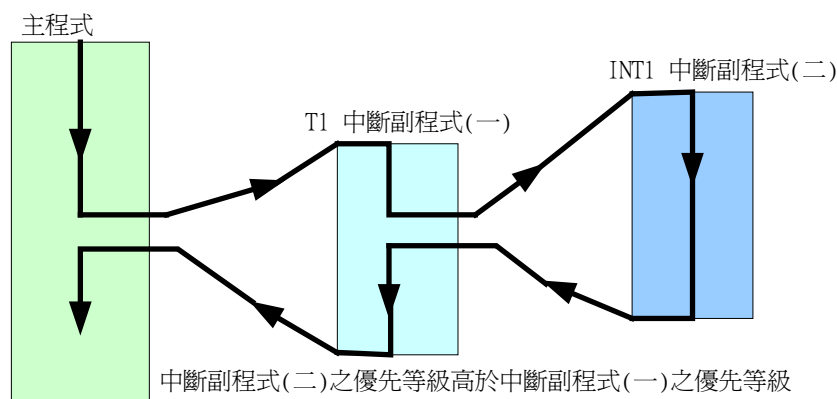
如下圖所示，若都沒有在中斷優先權緩存器(IP)裡設定優先等級，則中斷的優先等級為  
**[INT0 > T0 > INT1 > T1 > UART0 > T2 > UART1]**



若將其中任一個中斷設為高優先等級，例如讓  $PT1 = 1$ ，則中斷的優先等級變為  
**[T1 > INT0 > T0 > INT1 > UART0 > T2 > UART1]**



若讓  $PT1 = 1$ 、 $PX1 = 1$ ，則中斷的優先等級變為 **[INT1 > T1 > INT0 > T0 > UART0 > T2 > UART1]**，以此類推。  
 如下圖所示，分別是在不同優先等級下，程序執行的流程：

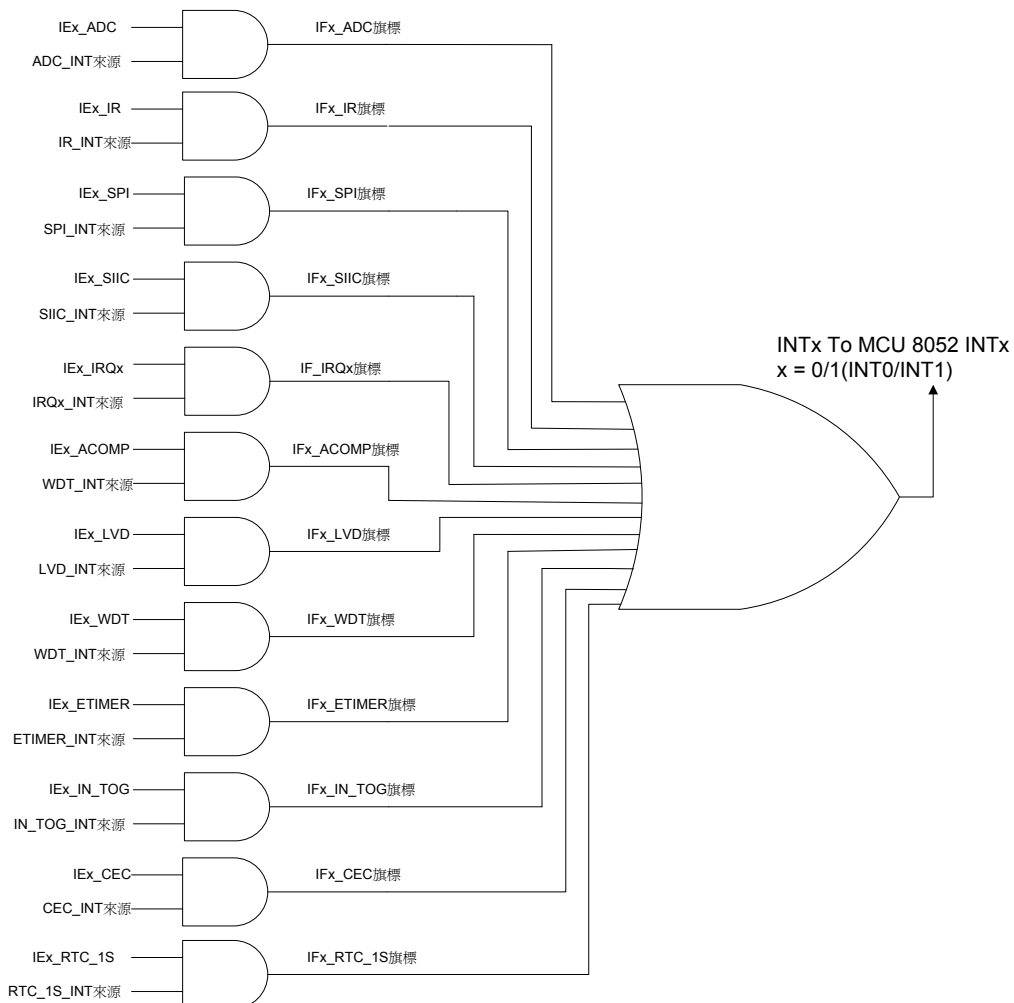


### 6.3.1 8052 外部中斷 0/1

WT51F516 從 8052 的外部中斷 0/1 衍生成 12 個周邊中斷如下：

1. SPI 中斷
2. I<sup>2</sup>C 中斷
3. 比較器 (ACOMP) 中斷
4. 低壓偵測 (LVD) 中斷
5. 實時計時器中斷
6. 增強型計時/計數器中斷
7. 通用 I/O 端口輸入觸發中斷
8. IR 中斷
9. CEC 中斷
10. IRQ 外部中斷
11. ADC 中斷
12. RTC 1S 中斷

下圖為 8052 外部中斷 0/1 的中斷來源示意圖：



**8052 外部中断 0 控制寄存器 0 IE0\_CTL0 (外部内存地址: 0x30)**

复位值: 00h

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	-	读/写	读/写
名称	IE0_ETM	IE0_IN_TOG	IE0_LVD	IE0_WDT	IE0_ACOMP	保留	IE0_SPI	IE0_SIIC

位编号	位符号	说明
7	IE0_ETM	1: 致能 Enhanced Timer 中断由 INT0 产生 0: 禁能 Enhanced Timer 中断由 INT0 产生
6	IE0_IN_TOG	1: 致能 All-Input Toggle 中断由 INT0 产生 0: 禁能 All-Input Toggle 中断由 INT0 产生
5	IE0_LVD	1: 致能 LVD 中断由 INT0 产生 0: 禁能 LVD 中断由 INT0 产生
4	IE0_WDT	1: 致能 Watch Timer 中断由 INT0 产生 0: 禁能 Watch Timer 中断由 INT0 产生
3	IE0_ACOMP	1: 致能 ACOMP 中断由 INT0 产生 0: 禁能 ACOMP 中断由 INT0 产生
2	保留	-
1	IE0_SPI	1: 致能 SPI 中断由 INT0 产生 0: 禁能 SPI 中断由 INT0 产生
0	IE0_SIIC	1: 致能 SPI C 中断由 INT0 产生 0: 禁能 SPI C 中断由 INT0 产生

-: 未能使用。

**8052 外部中断 0 控制寄存器 1 IE0\_CTL1 (外部内存地址: 0x31)**

复位值: 00h

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	IE0_IRQ[3:0]				IE0_RTC_1S	IE0_KADC	IE0_IR	IE0_CEC

位编号	位符号	说明
7-4	IE0_IRQ[3:0]	1: 致能 IRQ[3:0]中断由 INT0 产生 0: 禁能 IRQ[3:0]中断由 INT0 产生
3	IE0_RTC_1S	1: 致能 RTC1S 中断由 INT0 产生 0: 禁能 RTC1S 中断由 INT0 产生
2	IE0_KADC	1: 致能 ADC 中断由 INT0 产生 0: 禁能 ADC 中断由 INT0 产生
1	IE0_IR	1: 致能 IR 中断由 INT0 产生 0: 禁能 IR 中断由 INT0 产生
0	IE0_CEC	1: 致能 CEC 中断由 INT0 产生 0: 禁能 CEC 中断由 INT0 产生

**8052 外部中断 1 控制寄存器 0 IE1\_CTL0 (外部内存地址: 0x32)**

复位值: 00h

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	-	读/写	读/写
名称	IE1_ETM	IE1_IN_TOG	IE1_LVD	IE1_WDT	IE1_ACOMP	保留	IE1_SPI	IE1_SIIC

位编号	位符号	说明
7	IE1_ETM	1: 致能 Enhanced Timer 中断由 INT1 产生 0: 禁能 Enhanced Timer 中断由 INT1 产生
6	IE1_IN_TOG	1: 致能 All-Input Toggle 中断由 INT1 产生 0: 禁能 All-Input Toggle 中断由 INT1 产生
5	IE1_LVD	1: 致能 LVD 中断由 INT1 产生 0: 禁能 LVD 中断由 INT1 产生
4	IE1_WDT	1: 致能 Watch Timer 中断由 INT1 产生 0: 禁能 Watch Timer 中断由 INT1 产生
3	IE1_ACOMP	1: 致能 ACOMP 中断由 INT1 产生 0: 禁能 ACOMP 中断由 INT1 产生
2	保留	-
1	IE1_SPI	1: 致能 SPI 中断由 INT1 产生 0: 禁能 SPI 中断由 INT1 产生
0	IE1_SIIC	1: 致能 SPI C 中断由 INT1 产生 0: 禁能 SPI C 中断由 INT1 产生

-: 未能使用。

**8052 外部中断 1 控制寄存器 1 IE1\_CTL1 (外部内存地址: 0x33)**

复位值: 00h

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	IE1_IRQ[3:0]				IE1_RTC_1S	IE1_KADC	IE1_IR	IE1_CEC

位编号	位符号	说明
7-4	IE1_IRQ[3:0]	1: 致能 IRQ[3:0]中断由 INT1 产生 0: 禁能 IRQ[3:0]中断由 INT1 产生
3	IE1_RTC_1S	1: 致能 RTC1S 中断由 INT1 产生 0: 禁能 RTC1S 中断由 INT1 产生
2	IE1_KADC	1: 致能 ADC 中断由 INT1 产生 0: 禁能 ADC 中断由 INT1 产生
1	IE1_IR	1: 致能 IR 中断由 INT1 产生 0: 禁能 IR 中断由 INT1 产生
0	IE1_CEC	1: 致能 CEC 中断由 INT1 产生 0: 禁能 CEC 中断由 INT1 产生

**8052 外部中断标志寄存器 0 IF\_FLAG0 (外部内存地址: 0x34)**

复位值: 00h

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读	读	读	读	读	-	读	读
名称	IF_ETM	IF_IN_TOG	IF_LVD	IF_WDT	IF_ACOMP	保留	IF_SPI	IF_SIIC

位编号	位符号	说明
7	IF_ETM	1: Enhanced Timer 中断事件标志
6	IF_IN_TOG	1: All-Input Toggle 中断事件标志
5	IF_LVD	1: LVD 中断事件标志
4	IF_WDT	1: Watch Timer 中断事件标志
3	IF_ACOMP	1: ACOMP 中断事件标志
2	保留	-
1	IF_SPI	1: SPI 中断事件标志
0	IF_SIIC	1: S <sup>2</sup> C 中断事件标志

-: 未能使用。

**8052 外部中断标志寄存器 1 IF\_FLAG1 (外部内存地址: 0x35)**

复位值: 00h

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读	读	读	读	读	读	读	读
名称	IF_IRQ[3:0]				IF_RTC_1S	IF_KADC	IF_IR	IF_CEC

位编号	位符号	说明
7-4	IF_IRQ[3:0]	1: IRQ 中断事件标志, IRQ 中断清除
3	IF_RTC_1S	1: RTC 1S Toggle 中断事件标志, RTC_1S Toggle 中断清除
2	IF_KADC	1: ADC 中断事件标志, ADC 中断清除
1	IF_IR	1: IR 中断事件标志, IR 中断清除
0	IF_CEC	1: CEC 中断事件标志, CEC 中断清除

## 6.4 通用异步收发器 (UART)

WT51F516 有 2 个通用异步接收/传输器，即 UART0、UART1。

作为标准 8052 的 UART，其传输速率可通过 SFR 中的串行传输速率寄存器来选择。

特殊功能寄存器 SBUFx 在接收跟传输时，是对映到两个单独缓存器，即一个传输缓冲区和一个接收缓冲区。

传送数据: 写入数据到 SBUFx 缓存器并设定这些数据在串行输出缓冲区，并开始传输。

读取数据: 读取 SBUFx 缓存器的数据及从串行接收缓冲区读取数据，串行口可同时传输和接收数据，它也可在接收时缓存 1 字节，如 CPU 在第一个字节传输完成之前读取第二个字节，以防接收数据丢失。

### 通用异步收发器之相关缓存器:

特殊缓存器名称	地址	说明
PCON	87H	8052 电源控制缓存器
SCON0	98H	串行阜 0, 控制缓存器
SBUF0	99H	串行阜 0, 数据缓冲缓存器
SBRG0H	9AH	串行速率产生器, 高位
SBRG0L	9BH	串行速率产生器, 低位
SCON1	D8H	串行阜 1, 控制缓存器
SBUF1	D9H	串行阜 1, 数据缓冲缓存器
SBRG1H	DAH	串行速率产生器 1, 高位
SBRG1L	DBH	串行速率产生器 1, 低位

### UART0 相关缓存器

#### PCON (8052 Power Control Register) Address: 87H

7	6	5	4	3	2	1	0
SMOD	-	-	-	-	-	-	-

SMOD: 串行口 0(UART0)双倍传输速率位。

-: 未能使用。

#### SBUF0 (8052 UART0 buffer) Address: 99H

7	6	5	4	3	2	1	0
SBUF0.7	SBUF0.6	SBUF0.5	SBUF0.4	SBUF0.3	SBUF0.2	SBUF0.1	SBUF0.0

UART0 之串行数据缓冲区，用来存收从 UART0 所接收到的数据或等待传送之数据。

#### SBRG0H: Address: 9Ah

7	6	5	4	3	2	1	0
SBRG_EN	BRG_M[10]	BRG_M[9]	BRG_M[8]	BRG_M[7]	BRG_M[6]	BRG_M[5]	BRG_M[4]

用来规划 UART0 之传输速率，与 SBRG0L 搭配使用。

**SBRG0L: Address: 9Bh**

7	6	5	4	3	2	1	0
BRG_M[3]	BRG_M[2]	BRG_M[1]	BRG_M[0]	BRG_F[3]	BRG_F[2]	BRG_F[1]	BRG_F[0]

用来规划 UART0 之传输速率，与 SBRG0H 搭配使用。

**SCON0 (8052 UART0 Control Register) Address: 98H**

7	6	5	4	3	2	1	0
SM0_1	SM0_2	SM0_3	REN_0	TB8_0	RB8_0	TI_0	RI_0

位编号	位符号	说明
7-6	SM0_1, SM0_2	串行口 0 模式选择 00: 模式 0 01: 模式 1 10: 模式 2 11: 模式 3
5	SM0_3	多处理机通信致能位 模式 0 时，SM0_3 必须为 0；此时将禁能多重处理器通讯功能。 模式 1、模式 2 或模式 3 时，若 SM0_3 = 1，将可执行多重处理器通讯功能。
4	REN_0	本位元为串行接收致能位，须由软件清除禁止接收。 REN_0 = 1，开始接收。 REN_0 = 0，停止接收。
3	TB8_0	模式 2 或模式 3 传送资料时，本位元为第 9 传送位，可用软件来设定或清除。
2	RB8_0	模式 0 时，本位元无作用。 模式 1 时，若 SM0_3 = 0，则本位元为停止位。 模式 2 或模式 3 接收资料时，本位元为第 9 个接收位。
1	TI_0	本位元为传送中断旗标，当中断结束时，本位元并不会恢复为 0，必须由软件清除。 模式 0 时，若完成传送第 8 位，则本位元自动设定为 1，并提出 TI_0 中断。 模式 1、模式 2 或模式 3 时，若完成传送停止位，则本位元自动设定为 1，并提出 TI_0 中断。
0	RI_0	本位元为接收中断旗标，当中断结束时，本位元并不会恢复为 0，必须由软件清除。 模式 0 时，若完成接收第 8 位，则本位元自动设定为 1，并提出 RI_0 中断。 模式 1、模式 2 或模式 3 时，若完成接收到停止位，则本位元自动设定为 1，并提出 RI_0 中断。

串行接口 0 由以下 4 种模式可以设定

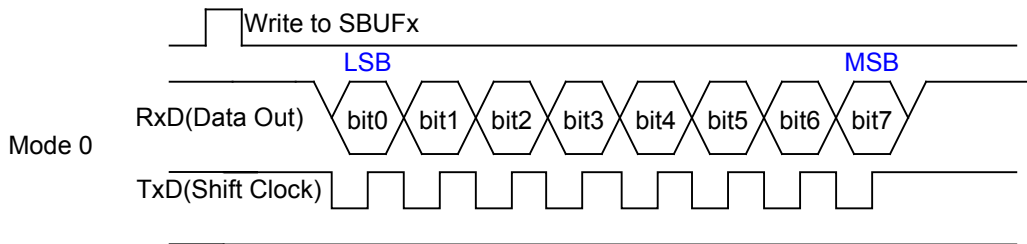
SM0_1	SM0_2	模式	功能	传输速率
0	0	0	移位寄存器	Fosc/12
0	1	1	8 位之 UART	软件规划
1	0	2	8 位之 UART	Fosc/32 或 Fosc/64
1	1	3	9 位之 UART	软件规划

\*Fosc = MCU clock



### 模式 0 (Mode 0)

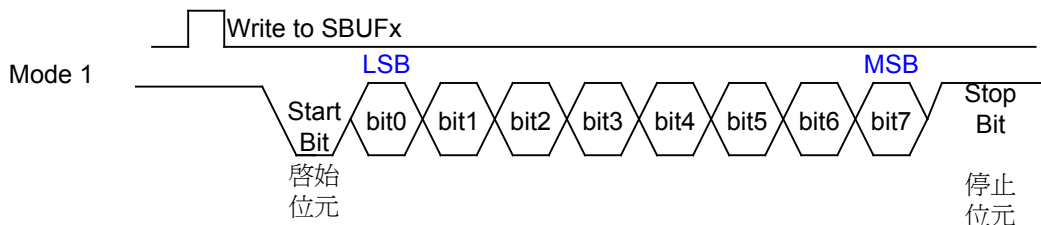
模式 0 是以固定速率之移位式資料傳輸，其速率為系統時鐘源的十二分之一(即  $f_{OSC}/12$ )，若在 12 MHz 下，則其速率為 1Mbps。在此模式下，不管是接收數據還是數據傳送，CPU 的 RxD 連接串行資料線，TxD 連接移位脈波。執行數據接收時，由 TxD 接腳送出移位脈波，而由 RxD 接腳收下串行資料；執行數據傳送時，也是依據 TxD 接腳所送出的移位脈波，而由 RxD 接腳送出串行資料。



### 模式 1 (Mode 1)

模式 1 是以可變的速率進行串行數據傳輸，其速率可由 Timer 1 來控制 (若是支持 UART1 還可使用 Timer 2 控制速率)。

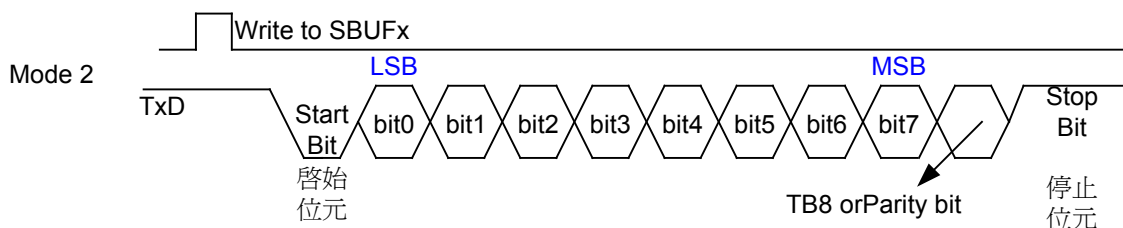
在此模式下，WT51F516 的 RxD 接腳連接目的地的 TxD 接腳、WT51F516 的 TxD 接腳連接目的地的 RxD 接腳。模式 1 的資料長度為 10 位，包括起始位(start bit)、8 個位的資料，以及停止位(stop bit)，其中第一個位就是低準位的起始位(start bit = 0)，緊接著是由 bit 0(即 LSB)開始的 8 位資料，而接續於 bit 7(MSB)之後的是高準位的停止位(stop bit = 1)。



### 模式 2 (Mode 2)

模式 2 是以  $f_{OSC}/32$  ( $SMOD = 1$ ) 或  $f_{OSC}/64$  ( $SMOD = 0$ ) 的速率進行串行數據傳輸，而其線路的連接，也是 WT51F516 的 RxD 接腳連接目的地的 TxD 接腳、WT51F516 的 TxD 接腳連接目的地的 RxD 接腳。模式 2 的資料是由 11 位所組成，包括起始位(start bit)、8 個位的資料、同位位(parity bit)，以及停止位(stop bit)，其中第一個位就是低準位的起始位，緊接著是由 bit 0(即 LSB)開始的 8 位資料，而接續於 bit 7 之後的是同位位，最後則是高準位的停止位。

在傳送中，SCON0 中的 TB8\_0 輸出第 9 位；在接收中，SCON0 中的 RB8\_0 將被影響。



**模式 3 (Mode 3)**

模式 3 是以可變的鮑率進行串行數據傳輸，其鮑率可由 Timer 1 來控制(若是支持 UART1 還可使用 Timer 2 控制鮑率)。除此之外，模式 3 與模式 2 幾乎完全一樣。

**UART0 之串行傳輸速率表:**

SBRG_EN (SBRG0H.7)	SMOD1 (PCON.7)	Baud Rate for UART0
0	0	$\frac{1}{32} \times \frac{f_{osc}}{12 \times (256 - TH1)}$
0	1	$\frac{1}{16} \times \frac{f_{osc}}{12 \times (256 - TH1)}$
1	X	$\frac{f_{osc}}{16 * (BRG\_M[10:0] + \frac{BRG\_F[3:0]}{16})}$

當 SBRG\_EN (SBRG0H.7) = 1

$$\text{UART0 之傳送之速率} = \frac{f_{osc}}{16 * (BRG\_M[10:0] + \frac{BRG\_F[3:0]}{16})}$$

**傳輸速率支援表 :**

Bits/sec	12 MHz				
	Baud Rate Register	BRG_M	BRG_F	Actual	Error
600	1250	1250	0	600	0.0%
1200	625	625	0	1200	0.0%
2400	312.5	312	8	2400	0.0%
4800	156.25	156	4	4800	0.0%
9600	78.125	78	2	9600	0.0%
14400	52.083	52	1	14405	0.04%
19200	39.0625	39	1	19200	0.0%
38400	19.531	19	8	38461	0.16%
57600	13	13	0	57692	0.16%
115200	6.5	6	8	115384	0.16%
230400	3.25	3	4	230769	0.16%

**UART1 相关缓存器**
**SBUF1 (8052 UART1 buffer) Address: D9H**

7	6	5	4	3	2	1	0
SBUF1.7	SBUF1.6	SBUF1.5	SBUF1.4	SBUF1.3	SBUF1.2	SBUF1.1	SBUF1.0

串行端口 1 之串行数据缓冲区，用来存收从 UART 所接收到的数据或等待传送之数据

**SBRG1H: Address: DAh**

7	6	5	4	3	2	1	0
SBRG1_EN	BRG1_M[10]	BRG1_M[9]	BRG1_M[8]	BRG1_M[7]	BRG1_M[6]	BRG1_M[5]	BRG1_M[4]

用来规画 UART1 之传输速率，与 SBRG1L 搭配使用

**SBRG1L: Address: DBh**

7	6	5	4	3	2	1	0
BRG1_M[3]	BRG1_M[2]	BRG1_M[1]	BRG1_M[0]	BRG1_F[3]	BRG1_F[2]	BRG1_F[1]	BRG1_F[0]

用来规画 UART1 之传输速率，与 SBRG1H 搭配使用

**SCON1 (8052 UART1 Control Register) Address: D8H**

7	6	5	4	3	2	1	0
SM1_1	SM1_2	SM1_3	REN_1	TB8_1	RB8_1	TI_1	RI_1

串行端口 1 控制缓存器

位编号	位符号	说明
7-6	SM1_1, SM1_2	串行口 1 模式选择 00: 模式 0 01: 模式 1 10: 模式 2 11: 模式 3
5	SM1_3	多处理机通信致能位 模式 0 时，SM1_3 必须为 0；此时将禁能多重处理器通讯功能。 模式 1、模式 2 或模式 3 时，若 SM1_3 = 1，将可执行多重处理器通讯功能。
4	REN_1	本位元为串行接收致能位，须由软件清除禁止接收 REN_1 = 1，开始接收。 REN_1 = 0，停止接收
3	TB8_1	模式 2 或模式 3 传送资料时，本位元为第 9 传送位，可用软件来设定或清除。
2	RB8_1	模式 0 时，本位元无作用。 模式 1 时，若 SM1_3 = 0，则本位元为停止位。 模式 2 或模式 3 接收资料时，本位元为第 9 个接收位。
1	TI_1	本位元为传送中断旗标，当中断结束时，本位元并不会恢复为 0，必须

位编号	位符号	说明
		由软件清除。 模式 0 时，若完成传送第 8 位，则本位元自动设定为 1，并提出 TI_1 中断。 模式 1、模式 2 或模式 3 时，若完成传送停止位，则本位元自动设定为 1，并提出 TI_1 中断。
0	RI_1	本位元为接收中断旗标，当中断结束时，本位元并不会恢复为 0，必须由软件清除。 模式 0 时，若完成接收第 8 位，则本位元自动设定为 1，并提出 RI_1 中断。 模式 1、模式 2 或模式 3 时，若完成接收到停止位，则本位元自动设定为 1，并提出 RI_1 中断。

串行接口 1 由以下 4 种模式可以设定

SM1_1	SM1_2	模式	功能	传输速率
0	0	0	移位寄存器	Fosc/12
0	1	1	8 位之 UART	软件规划
1	0	2	8 位之 UART	Fosc/32 或 Fosc/64
1	1	3	9 位之 UART	软件规划

\*Fosc = MCU clock

串行接口 1 的 4 种模式，可参考前面串行接口 0。

UART1 之串行传输速率表:

SBRG1_EN (SBRG1H.7)	SMOD2 (PCON.6)	Baud Rate for UART1
0	0	$\frac{1}{32} \times \frac{f_{osc}}{12 \times (65536 - RCAP2)}$
0	1	$\frac{1}{16} \times \frac{f_{osc}}{12 \times (65536 - RCAP2)}$
1	X	$\frac{f_{osc}}{16 * (BRG\_M[10:0] + \frac{BRG\_F[3:0]}{16})}$

当 SBRG1\_EN (SBRG1H.7) = 1

$$\text{UART1 之传输速率} = \frac{f_{osc}}{16 * (BRG1\_M[10:0] + \frac{BRG\_F[3:0]}{16})}$$

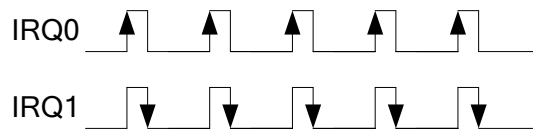
传输速率支援表:

12 MHz					
Bits/sec	Baud Rate Register	BRG_M	BRG_F	Actual	Error
600	1250	1250	0	600	0.0%
1200	625	625	0	1200	0.0%
2400	312.5	312	8	2400	0.0%
4800	156.25	156	4	4800	0.0%
9600	78.125	78	2	9600	0.0%
14400	52.083	52	1	14405	0.04%
19200	39.0625	39	1	19200	0.0%
38400	19.531	19	8	38461	0.16%
57600	13	13	0	57692	0.16%
115200	6.5	6	8	115384	0.16%
230400	3.25	3	4	230769	0.16%

## 6.5 外部中断要求 (IRQ)

- 支持 4 个输入中断
- 支持单边正缘、负缘触发、正负缘同时触发

单边触发:



正负缘同时触发:



外部中断要求(IRQ)控制高字节寄存器 **EN\_IRQ0** (外部内存地址: 0x3A)

复位值: 00h

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读	读	读	读	写	写	写	写
名称	EVT_IRQ[3:0]				CLR_IRQ[3:0]			

位编号	位符号	说明
7-4	EVT_IRQ[3:0]	外部中断要求状态, 每个位对应至相关的 IRQ 状态 1: 相对应之脚位发生中断触发 0: 相对应之脚位未发生中断触发
3-0	CLR_IRQ[3:0]	外部中断要求清除 1: 相对应位写 1 可清除此中断状态 0: 未动作

外部中断要求(IRQ)控制低字节寄存器 **EN\_IRQ1** (外部内存地址: 0x3B)

复位值: 00h

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	IRQ_CHG[3:0]				IRQ_EDGE[3:0]			

位编号	位符号	说明
7-4	IRQ_CHG[3:0]	外部中断要求触发设定 1: 双边触发 0: 单边触发 (根据 IRQ_EDGE[3:0] 设定正缘或负缘触发)
3-0	IRQ_EDGE[3:0]	外部中断要求触发缘设定 1: 负缘触发 0: 正缘触发

## 6.6 脈沖寬度調制 (PWM)

WT51F516 提供 4 組 10 位精度的脈沖寬度調制模塊，可以產生周期和占空比。

➤ 輸出頻率共有 1024 階；頻率範圍：

(a) 如果 EN\_PWM\_IO[3:0] = 00，禁能 PWM 輸出

(b) 如果 PWM 時鐘源 = 1 MHz = 1 us

PWM 周期調整值 = 1 MHz / ((PWMCx + 1) \* 1024) = **1024us \* (PWMCx+1)**

MAX 周期調整值 = 1024 us \* 1 = 1024 us = 0.975625 kHz

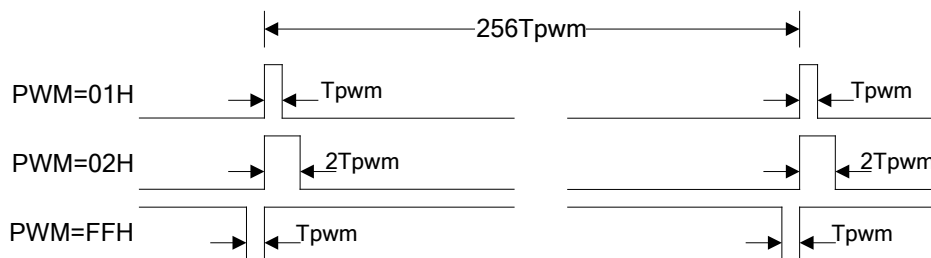
MIN 周期調整值 = 1024 us \* 128 = 13102 us = 7.629394531 Hz

PWM output clock (Min / Max)	12 MHz
PWM_BAS_CLK =00 (12 MHz)	91.55 Hz / 11.72 kHz
PWM_BAS_CLK =01 (6 MHz)	45.78 Hz / 5.86 kHz
PWM_BAS_CLK =10 (3 MHz)	22.89 Hz / 2.93 kHz
PWM_BAS_CLK =11 (1 MHz)	7.63 Hz / 0.98 kHz

➤ Duty、Period 和 Source clock 彼此間有密切的關係，關係如下：

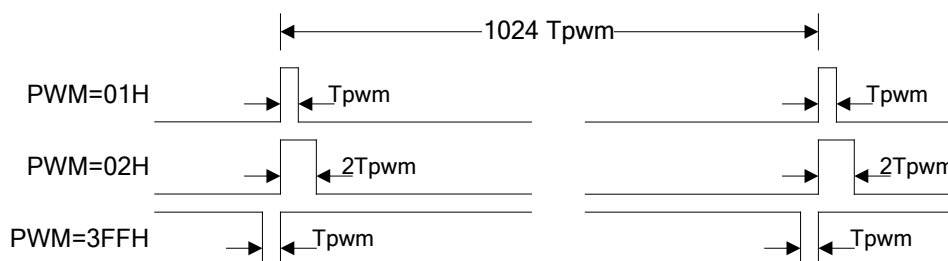
(a) 設定 8 bit PWM，PWM 占空比對應公式. PWM 占空比從 0/256 到 255/256.

PWM output clock = PWM\_BAS\_CLK / ((PWM\_CLKx + 1) \* 256)



(b) 設定 10 bit PWM，PWM 占空比對應公式. PWM 占空比 0/1024 到 1023/1024.

PWM output clock = PWM\_BAS\_CLK / ((PWM\_CLKx + 1) \* 1024)



➤ 舉例：Source clock 是 IRC 12 MHz，若 Duty 設為 10-bit 分辨率，則 Period 的範圍會在 11.7 kHz 以內。

➤ 輸出型態：推拉輸出 (push pull) 或開汲輸出 (open drain)，可透過緩存器 GPIOx\_TYP[x]來設定

**PWM 控制缓存器 0 PWM\_CTL0 (外部内存地址: 0x50)**

复位值: 00h

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	PWM_EN[3:0]				PWM_BIT_SEL[3:0]			

位编号	位符号	说明
7-4	PWM_EN[3:0]	1: 致能 PWM3 功能 0: 禁能 PWM3 功能
		1: 致能 PWM2 功能 0: 禁能 PWM2 功能
		1: 致能 PWM1 功能 0: 禁能 PWM1 功能
		1: 致能 PWM0 功能 0: 禁能 PWM0 功能
3-0	PWM_BIT_SEL[3:0]	1: PWM3 = 8 bit 0: PWM3 = 10 bit
		1: PWM2 = 8 bit 0: PWM2 = 10 bit
		1: PWM1 = 8 bit 0: PWM1 = 10 bit
		1: PWM0 = 8 bit 0: PWM0 = 10 bit

**PWM 控制缓存器 1 PWM\_CTL1 (外部内存地址: 0x51)**

复位值: 00h

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	-	-	-	-	-	-	读/写	读/写
名称	保留						PWM_BAS_CLK[1:0]	

位编号	位符号	说明
7-2	保留	-
1-0	PWM_BAS_CLK[1:0]	PWM 时钟源选择 00: 时钟源 = RC 12 MHz 01: 时钟源 = RC 12 MHz /2 10: 时钟源 = RC 12 MHz /4 11: 时钟源 = RC 12 MHz /12

-: 未能使用。

**PWM 时钟源控制缓存器 0 PWM\_CLK0 (外部内存地址: 0x52)**

复位值: 00h

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	-	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	保留	PWM_CLK0[6:0]						

位编号	位符号	说明
7	保留	-



位编号	位符号	说明
6-0	PWM0_CLK[6:0]	PWM_CLK0[6:0]是设定 PWM0 的周期调整值 PWM0 output clock = PWM_BAS_CLK/(( PWM_CLKX + 1) * 256), 时钟源透过 PWM_BAS_CLK[1:0]选择。

-: 未能使用。

**PWM 时钟源控制缓存器 1 PWM\_CLK1 (外部内存地址: 0x53)**
**复位值: 00h**

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	-	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	保留	PWM_CLK1[6:0]						

位编号	位符号	说明
7	保留	-
6-0	PWM1_CLK[6:0]	PWM_CLK1[6:0]是设定 PWM1 的周期调整值 PWM1 output clock = PWM_BAS_CLK/(( PWM_CLKX + 1) * 256), 时钟源透过 PWM_BAS_CLK[1:0]选择。

-: 未能使用。

**PWM 时钟源控制缓存器 2 PWM\_CLK2 (外部内存地址: 0x54)**
**复位值: 00h**

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	-	PWM_CLK2[6:0]						

位编号	位符号	说明
7	保留	-
6-0	PWM2_CLK[6:0]	PWM_CLK2[6:0]是设定 PWM2 的周期调整值 PWM2 output clock = PWM_BAS_CLK/(( PWM_CLKX + 1) * 256), 时钟源透过 PWM_BAS_CLK[1:0]选择。

-: 未能使用。

**PWM 时钟源控制缓存器 3 PWM\_CLK3 (外部内存地址: 0x55)**
**复位值: 00h**

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	-	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	保留	PWM_CLK3[6:0]						

位编号	位符号	说明
7	保留	-
6-0	PWM3_CLK[6:0]	PWM_CLK3[6:0]是设定 PWM3 的周期调整值 PWM3 output clock = PWM_BAS_CLK/(( PWM_CLKX + 1) * 256), 时钟源透过 PWM_BAS_CLK[1:0]选择。

-: 未能使用。

**PWM 占空比控制低字节寄存器 0 PWM\_DUTYL0 (外部内存地址: 0x56) 复位值: 80h**

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	PWM0_DUTY[7:0]							

位编号	位符号	说明
7-0	PWM0_DUTY[7:0]	设定 PWM0 的占空比输出 PWM0_DUTY[7:0]是设定 PWM0 的占空比, 搭配 PWM0_DUTY[9:8]组成 10 位的占空比调整值。

**PWM 占空比控制高字节寄存器 0 PWM\_DUTYH0 (外部内存地址: 0x57) 复位值: 02h**

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	-	-	-	-	-	-	读/写	读/写
名称	保留						PWM0_DUTY[9:8]	

位编号	位符号	说明
7-2	保留	-
1-0	PWM0_DUTY[9:8]	设定 PWM0 的占空比输出 PWM0_DUTY[7:0]是设定 PWM0 的占空比, 搭配 PWM0_DUTY[7:0]组成 10 位的占空比调整值。

-: 未能使用。

**PWM 占空比控制低字节寄存器 1 PWM\_DUTYL1 (外部内存地址: 0x58) 复位值: 80h**

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	PWM1_DUTY[7:0]							

位编号	位符号	说明
7-0	PWM1_DUTY[7:0]	设定 PWM1 的占空比输出 PWM1_DUTY[7:0]是设定 PWM1 的占空比, 搭配 PWM1_DUTY[9:8]组成 10 位的占空比调整值。

**PWM 占空比控制高字节寄存器 1 PWM\_DUTYH1 (外部内存地址: 0x59) 复位值: 02h**

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	-	-	-	-	-	-	读/写	读/写
名称	保留						PWM1_DUTY[9:8]	

位编号	位符号	说明
7-2	保留	-

位编号	位符号	说明
1-0	PWM1_DUTY[9:8]	设定 PWM1 的占空比输出 PWM1_DUTY[7:0]是设定 PWM1 的占空比, 搭配 PWM1_DUTY[15:8]组成 10 位的占空比调整值。

-: 未能使用。

**PWM 占空比控制低字节寄存器 2 PWM\_DUTYL2 (外部内存地址: 0x5A)**
**复位值: 80h**

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	PWM2_DUTY[7:0]							

位编号	位符号	说明
7-0	PWM2_DUTY[7:0]	设定 PWM2 的占空比输出 PWM2_DUTY[7:0]是设定 PWM2 的占空比, 搭配 PWM2_DUTY[9:8]组成 10 位的占空比调整值。

**PWM 占空比控制高字节寄存器 2 PWM\_DUTYH2 (外部内存地址: 0x5B)**
**复位值: 02h**

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	-	-	-	-	-	-	读/写	读/写
名称	保留						PWM2_DUTY[9:8]	

位编号	位符号	说明
7-2	保留	-
1-0	PWM2_DUTY[9:8]	设定 PWM2 的占空比输出 PWM2_DUTY[7:0]是设定 PWM2 的占空比, 搭配 PWM2_DUTY[15:8]组成 10 位的占空比调整值。

-: 未能使用。

**PWM 占空比控制低字节寄存器 3 PWM\_DUTYL3 (外部内存地址: 0x5C)**
**复位值: 80h**

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	PWM3_DUTY[7:0]							

位编号	位符号	说明
7-0	PWM3_DUTY[7:0]	设定 PWM3 的占空比输出 PWM3_DUTY[7:0]是设定 PWM3 的占空比, 搭配 PWM3_DUTY[9:8]组成 10 位的占空比调整值。

**PWM 占空比控制高字节寄存器 3 PWM\_DUTYH3 (外部内存地址: 0x5D)**

复位值: 02h

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	-	-	-	-	-	-	读/写	读/写
名称	保留						PWM3_DUTY[9:8]	

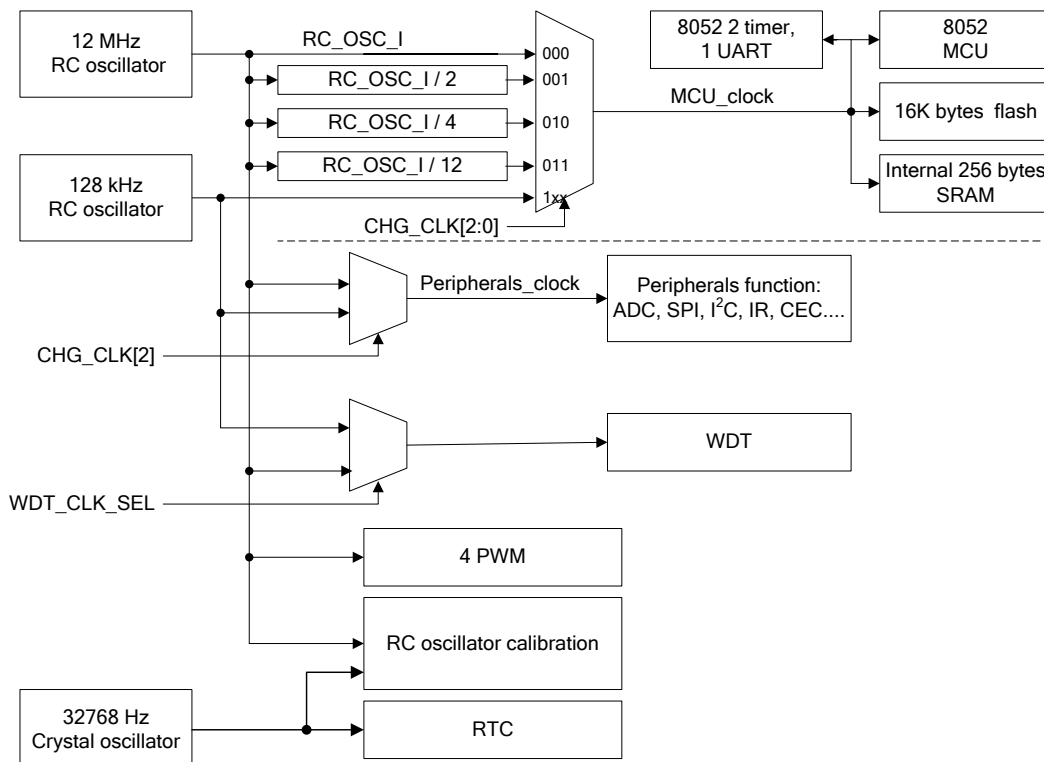
位编号	位符号	说明
7-2	保留	-
1-0	PWM3_DUTY[9:8]	设定 PWM3 的占空比输出 PWM3_DUTY[7:0]是设定 PWM3 的占空比, 搭配 PWM3_DUTY[15:8]组成 10 位的占空比调整值。

-: 未能使用。

## 6.7 电源管理

WT51F516 提供四种操作模式，如下：

- 高速正常模式 (Normal mode)
- 闲置模式 (Idle mode): MCU\_OFF
- 睡眠模式 (Sleep mode): OSC\_OFF
- 省电模式 (Power-saving mode): PWR\_SAVE



### OFF mode

PWR_SAVE	OSC_OFF	MCU_OFF	RC12M_OSC_I	MCU_clock	Peripherals_clock	Wake up wait MCU clock
0	0	0	ON	ON	ON	-
0	0	1	ON	OFF	OFF	4 clock
0	1	0	OFF	OFF	OFF	256 clock
1	0	0	OFF	OFF	OFF	$\Delta T + 256$ clock (*)

\* 省电模式 (Power-saving mode) 唤醒后需等待 LDO 100ms + 256 RCOSC MCU 才会回到 Normal mode。

**SYS 系统控制寄存器 0 SYS\_CTL0 (外部内存地址: 0x01)**

复位值: 82H

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	读/写	读/写	-	-	读/写	读/写
名称	RST_NDF	OSC_OFF	OSC_OFF2	MCU_OFF	保留		OSC32K_EN	PWR_SAVE

位编号	位符号	说明
7	RST_NDF	1: 致能"NRST"脚位数位滤波 (默认) 0: 禁用"NRST"脚位数位滤波
6	OSC_OFF	1: Power down mode, 关闭 RC 时钟源和系统时钟源 (唤醒后 256 RC OSC clock, MCU 才会正常动作) 0: 普通模式
5	OSC_OFF2	1: Power down mode, 关闭 RC 时钟源和系统时钟源 (唤醒后 8 RC OSC clock, MCU 才会正常动作) 0: 普通模式
4	MCU_OFF	1: MCU OFF mode, 关闭系统时钟源, 只开启 RC 时钟源 (唤醒后 4RC OSC clock, MCU 才会正常动作) 0: 普通模式
3-2	保留	-
1	OSC32K_EN	1: 开启外部 32K 振荡器, 如果系统无外部 32K 振荡器, 务必将此 bit 设定为 0 0: 关闭外部 32K 振荡器
0	PWR_SAVE	1: Power-saving mode 0: 一般模式

-: 未能使用。

**SYS 系统控制寄存器 1 SYS\_CTL1 (外部内存地址: 0x02)**

复位值: 20H

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	-	读/写	读/写	读/写	-	读/写	读/写	读/写
名称	保留	OSCOFF2_CLK_CTL	FLASH_POWER_CTL	CEC_IO_SEL	保留	CHG_CLK[2:0]		

位编号	位符号	说明
7	保留	-
6	OSCOFF2_CLK_CTL	1: 等待 32 RC OSC clock 0: 等待 8 RC OSC clock
5	FLASH_POWER_CTL	1: 减少 flash 电源分配时间
4	CEC_IO_SEL	1: 设定 CEC 输入脚位分配至 GPIOC5 0: 设定 CEC 输入脚位分配至 GPIOA2
3	保留	-
2-0	CHG_CLK[2:0]	000: MCU clock = 12 MHz RC oscillator clock (默认值) 001: MCU clock = 12 MHz RC oscillator clock/2 010: MCU clock = 12 MHz RC oscillator clock/4 011: MCU clock = 12 MHz RC oscillator clock/12 1XX: MCU clock = 128 kHz RC oscillator clock

-: 未能使用。

**SYS 系统控制寄存器 2 SYS\_CTL2 (外部内存地址: 0x03)**

复位值: 00H

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	-	-	-	-	-	-
名称	DIS_GPC1_SMT	DIS_GPA7_SMT	保留					

位编号	位符号	说明
7	DIS_GPC1_SMT	GPIOC1 SMT 输入寄存器控制 (减少耗电) 1: 禁能 GPIOC1 SMT 输入 0: 致能 GPIOC1 SMT 输入
6	DIS_GPA7_SMT	GPIOA7 SMT 输入寄存器控制 (减少耗电) 1: 禁能 GPIOA7 SMT 输入 0: 致能 GPIOA7 SMT 输入
5-0	保留	-

-: 未能使用。

**SYS 系统控制寄存器 3 SYS\_CTL3 (外部内存地址: 0x04)**

复位值: 00H

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	Flash_Protected			OSC12MRC_PD	OSC128KRC_PD	PD_BPLDO33	PD_LPLDO33	

位编号	位符号	说明
7-4	FLASH_PRO	写入保护控制位 FLASH_PRO[7:4] = 5: 允许写入 FLASH_PRO[7:4] = 其它: 无法写入
3	OSC12MRC_PD	1: 禁能 12 MHz RC 振荡器 0: 致能 12 MHz RC 振荡器
2	OSC128KRC_PD	1: 禁能 128 kHz RC 振荡器 0: 致能 128 kHz RC 振荡器
1	PD_BPLDO33	1: 关闭 LDO33 (BIG LDO18) 0: 普通模式
0	PD_LPLDO33	1: 关闭 LPLDO33 (Low power LDO33) 0: 普通模式

**SYS 系统控制寄存器 4 SYS\_CTL3 (外部内存地址: 0x0F)**

复位值: 20H

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	PD_LVR	TEST[6:0]						

位编号	位符号	说明
7	PD_LVR	1: 禁能 LVR 0: 致能 LVR
6-0	TEST[6:0]	内部测试使用, 必须设定为 0x20h

**SYS 唤醒控制寄存器 0 WAKEUP\_EN0 (外部内存地址: 0x20)**

复位值: 00H

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	I2C_WAKE	WDT_WAK E	ACOMP_WAK E	RTC_500MS_WAKE	LVD_WAKE	保留		IR_WAKE

位编号	位符号	说明
7	I2C_WAKE	1: 致能 I <sup>2</sup> C 唤醒功能 0: 禁能 I <sup>2</sup> C 唤醒功能
6	WDT_WAKE	1: 致能看门狗计数唤醒功能 0: 禁能看门狗计数唤醒功能
5	ACOMP_WAKE	1: 致能比较器唤醒功能 0: 禁能比较器唤醒功能
4	RTC_500MS_WAKE	1: 致能 RTC 500ms 唤醒功能 0: 禁能 RTC 500ms 唤醒功能
3	LVD_WAKE	1: 致能低电压侦测唤醒功能 0: 禁能低电压侦测唤醒功能
2-1	保留	-
0	IR_WAKE	1: 致能红外线接收器唤醒功能 0: 禁能红外线接收器唤醒功能

-: 未能使用。

**SYS 唤醒控制寄存器 1 WAKEUP\_EN1 (外部内存地址: 0x21)**

复位值: 00H

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	GPIOA_WK[7:0]							

位编号	位符号	说明
7-0	GPIOA_WK[7:0]	1: 致能 GPIOA PORT 引脚唤醒功能 0: 禁能 GPIOA PORT 引脚唤醒功能

**SYS 唤醒控制寄存器 2 WAKEUP\_EN2 (外部内存地址: 0x22)**

复位值: 00H

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	GPIOB_WK[7:0]							

位编号	位符号	说明
7-0	GPIOB_WK[7:0]	1: 致能 GPIOB PORT 引脚唤醒功能 0: 禁能 GPIOB PORT 引脚唤醒功能



**SYS 唤醒控制寄存器 3 WAKEUP\_EN3 (外部内存地址: 0x23)**

复位值: 00H

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	GPIOC_WK[7:0]							

位编号	位符号	说明
7-0	GPIOC_WK[7:0]	1: 致能 GPIOC PORT 引脚唤醒功能 0: 禁能 GPIOC PORT 引脚唤醒功能

**SYS 唤醒触发寄存器 0 WAKEUP\_TOGGLE0 (外部内存地址: 0x24)**

复位值: 00H

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读	读	读	读	读	-	-	读
名称	I2CPIN_TOG	WDT_EVT	ACOMP_TOG	RTC_500MS_TOG	LVD_EVT	保留		IR_TOG

位编号	位符号	说明
7	I2CPIN_TOG	1: I <sup>2</sup> C 唤醒功能触发旗标
6	WDT_EVT	1: 看门狗计数唤醒功能触发旗标
5	ACOMP_TOG	1: 比较器唤醒功能触发旗标
4	RTC_500MS_TOG	1: RTC 500ms 唤醒功能触发旗标
3	LVD_EVT	1: 低电压侦测唤醒功能触发旗标
2-1	保留	-
0	IR_TOG	1: 红外线接收器唤醒功能触发旗标

-: 未能使用。

**SYS 唤醒触发寄存器 1 WAKEUP\_TOGGLE1 (外部内存地址: 0x25)**

复位值: 00H

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读	读	读	读	读	读	读	读
名称	GPIOA_TOG[7:0]							

位编号	位符号	说明
7-0	GPIOA_TOG[7:0]	1: GPIOA PORT 引脚唤醒功能触发旗标

**SYS 唤醒触发寄存器 2 WAKEUP\_TOGGLE2 (外部内存地址: 0x26)**

复位值: 00H

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读	读	读	读	读	读	读	读
名称	GPIOB_TOG[7:0]							

位编号	位符号	说明
7-0	GPIOB_TOG[7:0]	1: GPIOB PORT 引脚唤醒功能触发旗标

**SYS 唤醒触发缓存器 3 WAKEUP\_TOGGLE3 (外部内存地址: 0x27)**

复位值: 00H

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读	读	读	读	读	读	读	读
名称	GPIOC_TOG[7:0]							

位编号	位符号	说明
7-0	GPIOC_TOG[7:0]	1: GPIOC PORT 引脚唤醒功能触发旗标

**SYS 触发清除控制缓存器 WAKEUP\_CLR (外部内存地址: 0x28)**

复位值: 00H

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	写	-	-	-	-	-	-	读
名称	CLR_IN_TOG	保留						IN_TOG

位编号	位符号	说明
7	CLR_IN_TOG	1: 清除所有触发旗标
6-1	保留	-
0	IN_TOG	1: 所有触发旗标

-: 未能使用。

**SYS 增强型计时/计数器唤醒控制缓存器 WAKEUP\_ETM (外部内存地址: 0x29)**

复位值: 00H

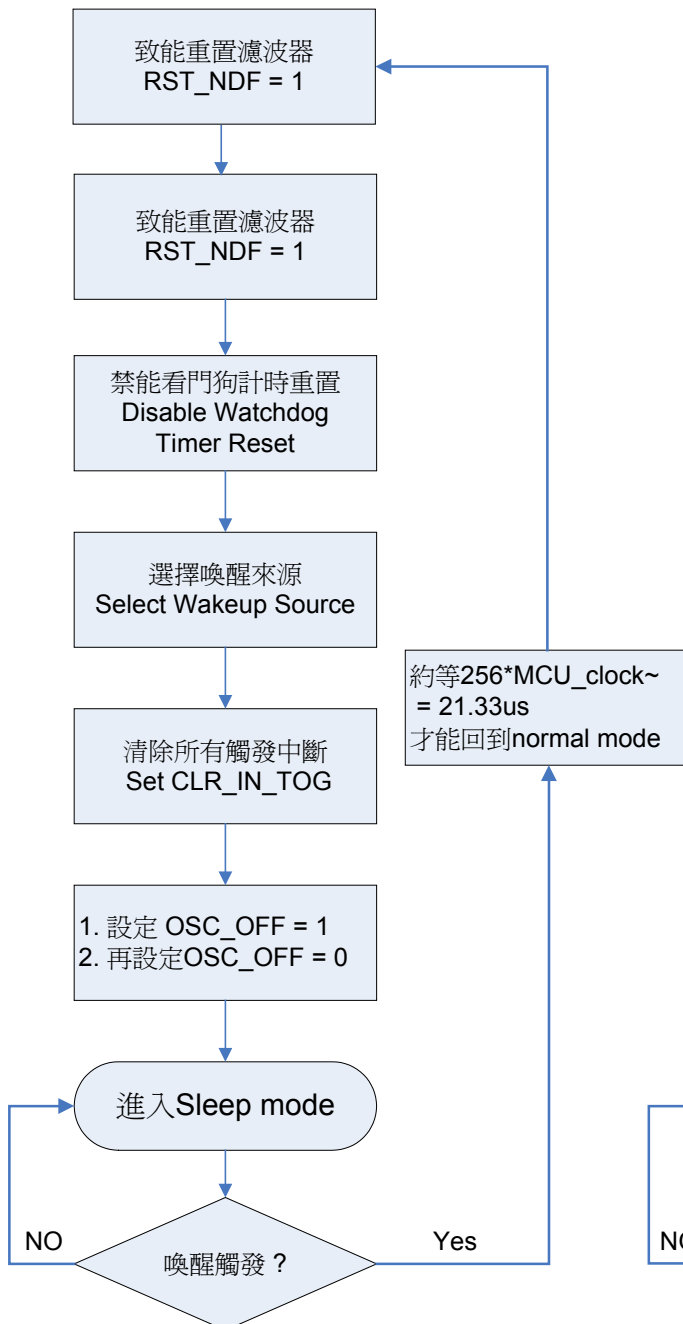
位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	-	-	-	读/写	-	-	-	读
名称	保留			ETM_WAKE	保留			ETM_TOG

位编号	位符号	说明
7-5	保留	-
4	ETM_WAKE	1: 致能增强型计数器唤醒功能
3-1	保留	-
0	ETM_TOG	1: 增强型计数器触发旗标

-: 未能使用。

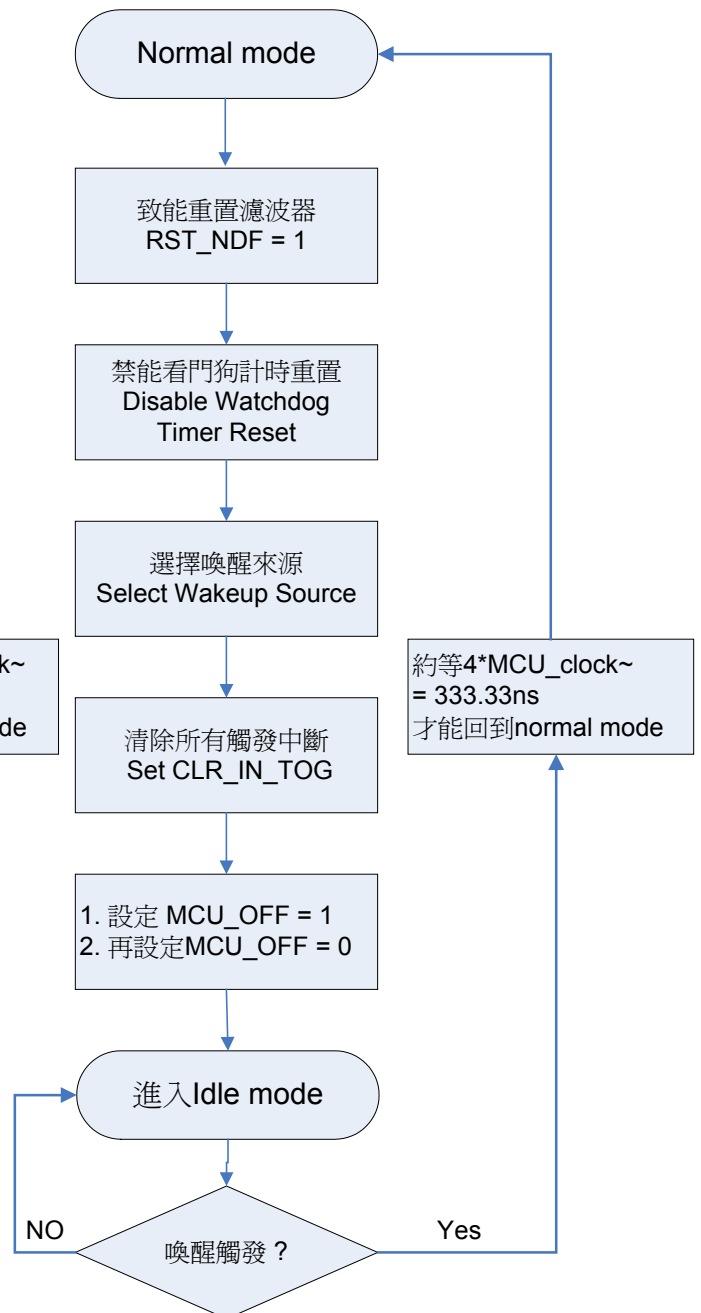
WT51F516

進入Sleep mode 與喚醒流程



WT51F516

進入Idle mode 與喚醒流程



**进入睡眠模式设定方式与唤醒的流程:**

(a) OSC\_OFF 唤醒来源包含 I<sup>2</sup>C、WDT、ACOMP、RTC、LVD、GPIOA、GPIOB 和 GPIOC; 睡眠程序:

- (1) 设定 RST\_NDFILT = 1
- (2) 禁能看门狗定时器重置
- (3) 选择唤醒来源
- (4) 设定 CLR\_IN\_TOG 清除中断旗标
- (5) 设定 OSC\_OFF = 1, 再设定 OSC\_OFF = 0
- (6) 进入睡眠模式, 等待唤醒触发
- (7) 信号触发后, MCU 需等待 256\* MCU\_clock 时间才能正常工作

如果 XTAL clock 是 12 MHz, 则需等待 21.33us

**进入闲置模式设定方式与唤醒的流程:**

(b) MCU\_OFF 唤醒来源包含 I<sup>2</sup>C、WDT、ACOMP、RTC、LVD、IR、GPIOA、GPIOB、GPIOC 和 Enhanced Timer; 睡眠程序:

- (1) 设定 RST\_NDFILT = 1
- (2) 禁能看门狗定时器重置
- (3) 选择唤醒来源
- (4) 设定 CLR\_IN\_TOG
- (5) 设定 MCU\_OFF = 1, 再设定 MCU\_OFF = 0
- (6) 进入睡眠模式, 等待唤醒触发
- (7) 信号触发后, MCU 需等待 4\*MCU\_clock 时间才能正常工作

如果 XTAL clock 是 12 MHz, 则需等待 333.33 ns

**RTC\_500MS\_WAKE:** 唤醒时间选择需设定缓存器 RTC\_FS[2:0] (index BE-bit 2:0)

任何睡眠模式都可以使用 RTC\_500ms 唤醒

RTC_FS[2:0]	Wake up time
000	No
001	2s
010	500ms
011	62.5ms
100	7.8125ms
101	0.9765625ms
110	488.28125us
111	15.2587890625us

## 6.8 12 MHz RC 振荡器校正

WT51F516 内建 12 MHz RC 振荡器，可减少外挂石英晶体振荡器的成本，但如果要较精确的系统时钟，可使用 32.768 kHz (石英晶体振荡器) 来校正内部 RC 12 MHz 振荡器，也是一种较佳的选择 (校正可以达到 $\pm 1\%$  在 $-40^{\circ}\text{C}$  至  $+85^{\circ}\text{C}$ )。

内部振荡计数数据高字节寄存器 **RC\_CAL [9:2]** (外部内存地址: **0x2A**) 复位值: **00h**

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读	读	读	读	读	读	读	读
名称	RC_CAL [9:2]							

位编号	位符号	说明
7-0	RC_CAL[9:2]	内部 12 MHz RC 振荡器的计数值 RC_CAL [9:2]，搭配 RC_CAL [1:0]组成 10 位计数值

内部振荡计数数据低字节寄存器 **RC\_CAL [1:0]** (外部内存地址: **0x2B**) 复位值: **00h**

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	-	-	-	-	-	-	读	读
名称	保留						RC_CAL [1:0]	

位编号	位符号	说明
7-2	保留	-
1-0	RC_CAL [1:0]	内部 12 MHz RC 振荡器的计数值 RC_CAL [1:0]，搭配 RC_CAL [9:2]组成 10 位计数值

-: 未能使用。

内部振荡校正控制寄存器 **RC\_IADJ** (外部内存地址: **0x2C**) 复位值: **40h**

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	-	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	保留	RC_IADJ_C[2:0]			RC_IADJ_F[3:0]			

位编号	位符号	说明
7	保留	-
6-4	RC_IADJ_C[2:0]	内部 RC 振荡频率每一阶 8%粗调(默认值'100h')，共有 8 阶
3-0	RC_IADJ_F[3:0]	内部 RC 振荡频率每一阶 0.5%细调(默认值'0000h')，共有 16 阶

-: 未能使用。

注: 内部振荡调整寄存器 **RC\_IADJ\_C[2:0]**及 **RC\_IADJ\_F[3:0]**直接调整 IRC 12 MHz 的控制电路。



### 校正原理:

当外部采用 32.768 kHz 振荡器，可利用内部 RC 12 MHz 在一个精准的 32.768 kHz 的固定宽度计数个数，所得到的计数值，再经由控制内部振荡调整缓存器 RC\_IADJ\_C[2:0]及 RC\_IADJ\_F[3:0]去作补偿，达到  $\pm 1\%$  的标准。

### 校正粗调及细调的范围:

粗调: 目前内部 RC 频率  $\pm$  (内部 RC 频率 \* 0.08); RC\_IADJ\_C[2:0]共有 000h ~ 111h, 中间值为 100h。

细调: 目前内部 RC 频率  $\pm$  (内部 RC 频率 \* 0.005); RC\_IADJ\_F[3:0]共有 0000h ~ 1111h, 中间值为 1000h。

RC_CAL[9:0]	外挂 32.768 kHz 取样 (Hz)	目标值 (Hz)	误差%
360	11796480	12000000	+1.70
361	11829248	12000000	+1.42
362	11862016	12000000	+1.15
363	11894784	12000000	+0.88
364	11927552	12000000	+0.60
365	11960320	12000000	+0.33
366	11993088	12000000	+0.06
367	12025856	12000000	-0.22
368	12058624	12000000	-0.49
369	12091392	12000000	-0.76
370	12124160	12000000	-1.03

### 注:

- WT51F516 从睡眠中被唤醒时，RC 振荡器校正功能至少需要等待 83.3ns (在 12 MHz)，才可以正常工作。
- 当致能 RC 振荡器校正功能后，必须读取 RC\_CAL [9:2]及 RC\_CAL [1:0]缓存器 2 次，并且确认数据相同才可进行校正。
- 当 RC\_CAL [9:0] 内部振荡计数数据缓存器为 511(0x1FF)，表示没有外部振荡器或是没有致能外部振荡器。
- 当系统复位时，WT51F516 会自动加载 RC 12 MHz 振荡器的校正值得到内部振荡调整缓存器。

## 6.9 看门狗定时器 (WDT)

看门狗定时器可迅速发现 CPU 的故障，比如由噪声或、电源干扰，或断电等导致软件死循环，进而使 CPU 恢复正常状态。当看门狗定时器的内部计数器溢出时会产生复位讯号，并将 CPU 复位。

看门狗定时器不同于通用的 8052 的定时器 0/1/2，为了防止看门狗定时器产生复位，可以通过软件定时清除看门狗计数器。当不可预料的复位发生时，用户应该检查复位旗标缓存器的 WDT\_RST\_EVT 位，来判断上次是否是由看门狗产生的复位。

- 看门狗定时器的时钟来源: 内部 RC 12 MHz 或 内部 RC 128 kHz
- 重置时间: 32.77ms、65.54ms、1.05S、2.10S、8.23S

### 看门狗定时控制缓存器 0 WDT\_CTL0 (外部内存地址: 0x08)

复位值: 00h

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	-	-	-	-	-	读
名称	DIS_WDT	WDT_CLK_SEL	保留					WDT_RST_EVT

位编号	位符号	说明
7	DIS_WDT	看门狗定时器开关 1: 禁能看门狗定时器同时清除计数 0: 致能看门狗定时器
6	WDT_CLK_SEL	看门狗时钟来源选择 1: 看门狗定时器使用内部 12 MHz RC 振荡器 0: 看门狗定时器使用内部 128 kHz RC 振荡器
5-1	保留	-
0	WDT_RST_EVT	1: 复位的来源是看门狗 此位如果 RESET 会由 H/W 设定为 1, F/W 设定 DIS_WDT 为 1 会将此位清除为 0

-: 未能使用。

注意:

1. 内部 12 MHz/32K RC 振荡器的频率误差请参考电气特性章节说明
2. 设定 DIS\_WDT 位会清除 WDT\_DET\_EVT 位， WDT 重新设定时间

### 看门狗定时控制缓存器 1 WDT\_CTL1 (外部内存地址: 0x09)

复位值: 00h

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	-	-	-	-	-	读/写	读/写	读/写
名称	保留					WDT_RST[2:0]		

位编号	位符号	说明
7-3	保留	-

位编号	位符号	说明
2-0	WDT_RST[2:0]	看门狗复位时间设定 当看门狗使用内部 RC 12 MHz 振荡器: 000: 1.05s 001: 2.10s 010: 32.77ms 100: 65.54ms 1XX: 8.23s 当看门狗使用内部 RC 128 kHz 振荡器: 000: 1.02s 001: 2.05s 010: 32.0ms 100: 64.0ms 1XX: 8.13s

-: 未能使用。

**看门狗定时控制寄存器 2 WDT\_CTL2 (外部内存地址: 0x0A)**
**复位值: 00h**

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	-	-	-	-	-	读/写	读/写	读/写
名称	保留					WDT_DET[2:0]		

位编号	位符号	说明
7-3	保留	-
2-0	WDT_DET[2:0]	看门狗唤醒时间设定 当看门狗使用内部 RC 12 MHz 振荡器: 000: 1.05s 001: 2.10s 010: 32.77ms 100: 65.54ms 1XX: 5.24s 当看门狗使用内部 RC 128 kHz 振荡器: 000: 1.02s 001: 2.05s 010: 32.0ms 100: 64.0ms 1XX: 5.12s

-: 未能使用。



## 6.10 消费性电子控制 (HDMI CEC)

消费性电子控制(CEC)是 HDMI 规范中的一种可选择的规范，它可以简化数字家庭的操作，例如用遥控器可以控制所有支持 HDMI-CEC 的数字产品，现在市面上有很多不同品牌都可以看到 CEC，只是每个品牌都会给它一个不同的名称，如 Samsung 的 Anynet+，LG 的 SIMPLINK，Panasonic 的 VIERA Link，Sony 的 BRAVIA SYNC，Sharp 的 Fami Link 等，都是借着 CEC 信号让用户可控制 HDMI 接口上所连接数字产品。

MCU 硬件会将 CEC 数据存放于缓冲缓存器中(1 byte)，透过软件读取或写入缓冲缓存器，实现收送整个封包的 CEC 格式并除错，方便使用者定义客制化的 CEC 平台。

### CEC 控制缓存器 (外部内存地址: 0x70)

复位值: 00h

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	-	-	读	写	写	-	-
名称	EN_CEC	保留		CEC_BUSY	CEC_L_4800US	CEC_L_3600US	保留	

位编号	位符号	说明
7	EN_CEC	CEC 开关 1: 致能 HDMI-CEC 0: 禁能 HDMI-CEC
6-5	保留	-
4	CEC_BUSY	CEC 是否处于忙碌状态 1: CEC 忙碌，代表有讯号在传送 0: CEC 非忙碌，代表现在无讯号在传送
3	CEC_L_4800US	1: 强制 CEC 产生一个 4.8ms 的低信号，会自动清除为 0 0: 禁能 CEC 产生一个 4.8ms 的低信号
2	CEC_L_3600US	1: 强制 CEC 产生一个 3.6ms 的低信号，会自动清除为 0 0: 禁能 CEC 产生一个 3.6ms 的低信号
1-0	保留	-

-: 未能使用。

### CEC 启动装置缓存器 (外部内存地址: 0x71)

复位值: 10h

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	读	-	-	-	-	-
名称	CEC_TR	CEC_O_EOM	CEC_RXACK	保留				

位编号	位符号	说明
7	CEC_TR	1: 设定成启动装置，并且开始传送 CEC 信号 0: 设定成从者端，可接收 CEC 信号
6	CEC_O_EOM	1: 传送 EOM 位为 1，代表已传送完成 0: 传送 EOM 位为 0，代表后面还有数据要传送
5	CEC_RXACK	接收到 ACK 位的状态 1: 接收到 NACK 0: 接收到 ACK
4-0	保留	-

:- 未能使用。

**CEC 从者端缓存器 (外部内存地址: 0x72)**
**复位值: 00h**

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读	读	读/写	读/写	-	-	-	-
名称	CEC_I_STR	CEC_I_EOM	CEC_TXACK	CEC_NACK_INT	保留			

位编号	位符号	说明
7	CEC_I_STR	1: 接收到 CEC 的开始位 0: 未接收到 CEC 的开始位
6	CEC_I_EOM	1: 接收到 EOM 位的值为 1 0: 接收到 EOM 位的值为 0
5	CEC_TXACK	1: 传送 ACK 位的值 1, 即为 NACK 0: 传送 ACK 位的值 0, 即为 ACK
4	CEC_NACK_INT	1: 致能当传送 NACK, 则下一个 CEC 信号进来也会产生 CEC_RX_INT 的中断 0: 禁能当传送 NACK, 则下一个 CEC 信号进来也会产生 CEC_RX_INT 的中断
3-0	保留	-

:- 未能使用。

**CEC 中断控制缓存器 (外部内存地址: 0x73)**
**复位值: 00h**

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读	读	读	读	读	读	-	-
名称	CEC_INT	CEC_TX_INT	CEC_RX_INT	CEC_DLOSS	CEC_TM_OUT	CEC_LINE_ERROR	保留	

位编号	位符号	说明
7	CEC_INT	1: 有任何的 CEC 中断 0: 未发生 CEC 中断
6	CEC_TX_INT	1: 传送完数据而产生中断事件 (传送完一个 CEC 字节后) 0: 未发生传送中断
5	CEC_RX_INT	1: 接收数据而产生中断事件 (接收一个 CEC 字节后) 0: 未发生接收中断
4	CEC_DLOSS	1: 传送数据时, 因和其它 CEC 信号同时传送, 而发生数据遗失而产生中断事件 0: 未发生传送数据遗失的中断
3	CEC_TM_OUT	1: 接收数据时, 只有接收到某个位, 并无接收完整字节, 而产生中断事件 (某个位已超过 6.144ms 的时间) 0: 未发生中断
2	CEC_LINE_ERROR	1: 接收数据时, 接收到错误的位, 而产生中断事件 (位宽度小于 1.9ms) 0: 未发生中断
1-0	保留	-

:- 未能使用。

**CEC 清除中断缓存器 (外部内存地址: 0x74)**
**复位值: 00h**

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	-	写	写	写	写	写	-	-
名称	保留	CLR_TX_INT	CLR_RX_INT	CLR_DLOSS	CLR_TM_OUT	CLR_LINE_ERROR	保留	

位编号	位符号	说明
7	保留	-
6	CLR_TX_INT	1: 清除传送完数据而产生中断的事件 0: 无动作
5	CLR_RX_INT	1: 清除接收数据而产生中断的事件 0: 无动作
4	CLR_DLOSS	1: 清除传送数据时, 因和其它 CEC 信号同时传送, 而发生数据遗失而产生中断的事件 0: 无动作
3	CLR_TM_OUT	1: 清除接收数据时, 只有接收到某个位, 并无接收完整字节, 而产生中断的事件 0: 无动作
2	CLR_LINE_ERROR	1: 清除接收数据时, 接收到错误的位, 而产生中断的事件 0: 无动作
1-0	保留	-

∴ 未能使用。

1. 清除中断事件, 需写入 1
2. 如果 CEC\_DLOSS == 1
  - (a) Initiator 状态会变成 IDLE, 并且 CEC\_TR = 0。
  - (b) Initiator 若要传送下一笔 CEC 信息封包, 需要去等"signal free time"(参考 HDMI 规格书)并且重新设定 CEC\_TR
3. 如果 CEC\_LINE\_ERROR == 1 或是 CEC\_TM\_OUT == 1  
需要去设定 CEC\_L4800US = 1

**CEC 传送缓冲寄存器 (外部内存地址: 0x75)**
**复位值: FFh**

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	CEC_DTX[7:0]							

位编号	位符号	说明
7-0	CEC_DTX[7:0]	CEC 传送缓冲寄存器

**CEC 接收缓冲寄存器 (外部内存地址: 0x76)**
**复位值: 00h**

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读	读	读	读	读	读	读	读
名称	CEC_DRX[7:0]							

位编号	位符号	说明
7-0	CEC_DRX[7:0]	CEC 接收缓冲寄存器

## 6.11 实时时钟模块 (Real Time Clock)

RTC 在系统电源关闭的时候可以利用备份电池或静电容工作，并向 MCU 传送 8 位的 BCD 码数据，其所提供之时间数据有年、月、星期、日、时、分、秒等 7 种时间值数据，用户可利用此万年历时钟来做定时开关装置。

使用者可将想要设定的时间填入对应的缓存器中，只要开启 RTC 功能就会自动计时，只需再把对应的缓存器中的数值读取出来就可以知道现在的时间。

1. 如果 VDD\_RTC 有外接静电容，需等待 VDD\_RTC 电源充电稳定后，MCU 才能读取或写入 RTC 时间，用户可以将数据写入后再读取确认，如果一样代表 RTC 已经正常工作
2. 使用 RTC 功能前，MCU 需设定 RTC\_RESET register 重置 RTC 模块致能 RTC 流程：
  1. 设定 RTC\_RESET = 1 → 2. 设定 RTC\_RESET = 0 → 3. 设定 RTC\_EN = 1 致能 RTC 开始工作

### RTC 控制缓存器 0 RTC\_CTRL0 (外部内存地址: 0x38)

复位值: 00h

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读	读/写	读/写	读/写	-	-	-	写
名称	RTC_1S	RTC_CS	RTC_EN	RTC_RESET	保留			CLR_RTC_1S

位编号	位符号	说明
7	RTC_1S	1: RTC 1s 中断旗标
6	RTC_CS	1: 致能 RTC 允许读/写 0: 禁能 RTC 允许读/写
5	RTC_EN	1: 致能 RTC 允许读取数据 0: 禁能 RTC 允许读取数据
4	RTC_RESET	1: RTC 重置
3-1	保留	-
0	CLR_RTC_1S	1: RTC 1s 中断旗标清除

-: 未能使用。

### RTC 秒数控制缓存器 RTC\_SEC (外部内存地址: 0xB0)

复位值: 00h

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	-	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	保留	RTC_SEC[6:0]						

位编号	位符号	说明
7	保留	-
6-0	RTC_SEC[6:0]	秒数用 BCD 码表示，范围 0~59

-: 未能使用。

### RTC 分钟数控制缓存器 RTC\_MIN (外部内存地址: 0xB1)

复位值: 00h

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	-	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	保留	RTC_MIN[6:0]						

位编号	位符号	说明
7	保留	-
6-0	RTC_MIN[6:0]	分钟数用 BCD 码表示, 范围 0~59

-: 未能使用。

**RTC 时数控制寄存器 RTC\_HOUR (外部内存地址: 0xB2)**
**复位值: 00h**

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	-	-	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	保留		RTC_HOUR[5:0]					

位编号	位符号	说明
7-6	保留	-
5-0	RTC_HOUR[5:0]	时数值用 BCD 码表示, 范围 0 ~ 23

-: 未能使用。

**RTC 日期控制寄存器 RTC\_DAY (外部内存地址: 0xB3)**
**复位值: 01h**

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	-	-	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	保留		RTC_DAY[5:0]					

位编号	位符号	说明
7-6	保留	-
5-0	RTC_DAY[5:0]	日数值用 BCD 码表示, 范围 1 ~ 31

-: 未能使用。

**RTC 星期控制寄存器 RTC\_WEEK (外部内存地址: 0xB4)**
**复位值: 00h**

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	-	-	-	-	-	读/写	读/写	读/写
名称	保留					RTC_WEEK[2:0]		

位编号	位符号	说明
7-3	保留	-
2-0	RTC_WEEK[2:0]	000: 星期日 001: 星期一 010: 星期二 011: 星期三 100: 星期四 101: 星期五 110: 星期六

-: 未能使用。

**RTC 月份控制寄存器 RTC\_MONTH (外部内存地址: 0xB5)**

复位值: 01h

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	-	-	-	-	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	保留				RTC_MONTH[3:0]			

位编号	位符号	说明
7-4	保留	-
3-0	RTC_MONTH[3:0]	0000: 1 月 0001: 2 月 0010: 3 月 0011: 4 月 0100: 5 月 0101: 6 月 0110: 7 月 0111: 8 月 1000: 9 月 1001: 10 月 1011: 11 月 1100: 12 月

-: 未能使用。

**RTC 年控制寄存器 RTC\_YEAR (外部内存地址: 0xB6)**

复位值: 00h

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	RTC_YEAR[7:0]							

位编号	位符号	说明
7-0	RTC_YEAR[7:0]	年值用 BCD 码表示, 范围 0 ~ 99

**RTC 备份控制寄存器 1 RTC\_BAKUP1 (外部内存地址: 0xB8)**

复位值: 00h

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	RTC_BAKUP1							

位编号	位符号	说明
7-0	RTC_BAKUP1	备份数据寄存器 1

**RTC 备份控制寄存器 2 RTC\_BAKUP2 (外部内存地址: 0xB9)**

复位值: 00h

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	RTC_BAKUP2							

位编号	位符号	说明
7-0	RTC_BAKUP2	备份数据缓存器 2

**RTC 备份控制缓存器 3 RTC\_BAKUP3 (外部内存地址: 0xBA)**

复位值: 00h

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	RTC_BAKUP3							

位编号	位符号	说明
7-0	RTC_BAKUP3	备份数据缓存器 3

**RTC 备份控制缓存器 4 RTC\_BAKUP4 (外部内存地址: 0xBB)**

复位值: 00h

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	RTC_BAKUP4							

位编号	位符号	说明
7-0	RTC_BAKUP4	备份数据缓存器 4

**RTC 控制缓存器 1 RTC\_CTRL1 (外部内存地址: 0xBC)**

复位值: 00h

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	-	-	-	-	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	保留				AMP[3:0]			

位编号	位符号	说明
7-4	保留	-
3-0	AMP[3:0]	选择调整 32.768 kHz 的放大电流

-: 未能使用。

**RTC 控制缓存器 2 RTC\_CTRL2 (外部内存地址: 0xBD)**

复位值: 00h

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	RTC_CA[7:0]							

位编号	位符号	说明
7-0	RTC_CA[7:0]	校正位

**RTC 控制缓存器 3 RTC\_CTRL3 (外部内存地址: 0xBE)**

复位值: 81h

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	-	-	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	RTC_PDOSC	RTC_STOP	保留		RTC_PDOSCSU	RTC_FS[2:0]		

位编号	位符号	说明
7	RTC_PDOSC	1: 禁能 32.768 kHz 振荡器 0: 致能 32.768 kHz 振荡器
6	RTC_STOP	1: 禁能 RTC 0: 致能 RTC
5-4	保留	-
3	RTC_PDOSCSU	1: 关闭 32.768 kHz 起始振荡电路
2-0	RTC_FS[2:0]	输出频率 000: no output 001: 0.25 Hz 010: 1 Hz 011: 8 Hz 100: 64 Hz 101: 512 Hz 110: 1024 Hz 111: 32768 Hz

-: 未能使用。

**RTC 控制缓存器 4 RTC\_CTRL4 (外部内存地址: 0xBF)**

复位值: 62h

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	读/写	读/写	-	-	读/写	读/写
名称	RX[3:0]				保留		DRV2(*2)	DRV1

位编号	位符号	说明
7-4	RX[3:0]	Bias 电阻设定 0000: Don't use 0001: 300k 0010: 350K 0011: 400K 0100: 450K 0101: 500K 0110: 550K 0111: 600K 1000: 650K 1001: 700K 11XX: 750K
3-2	保留	-
1	DRV2	振荡器电流控制 1: 扩大电流



位編號	位符號	說明
0	DRV1	振盪器驅動放大控制 1: 放大驅動能力

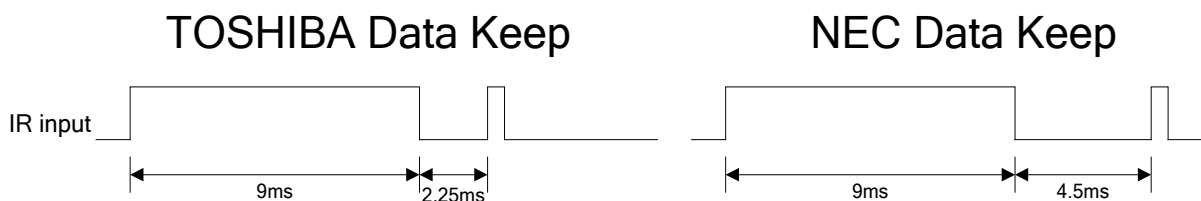
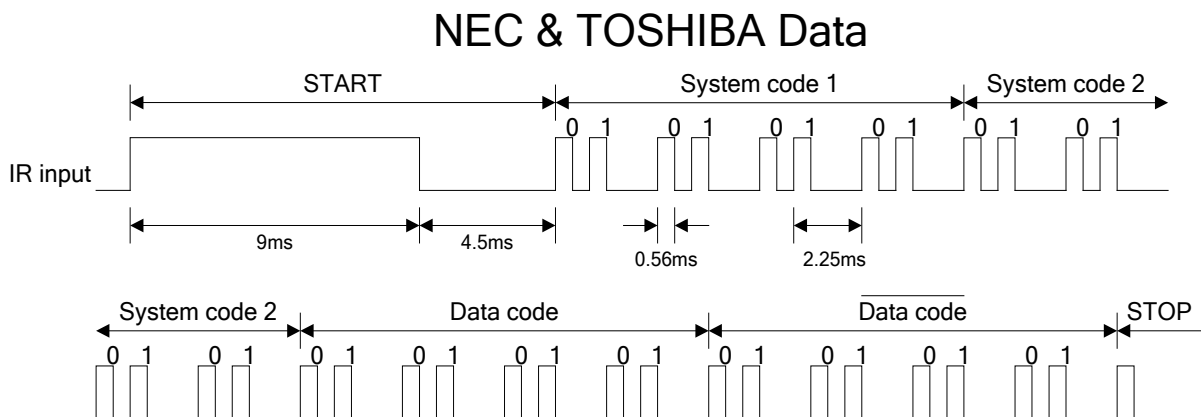
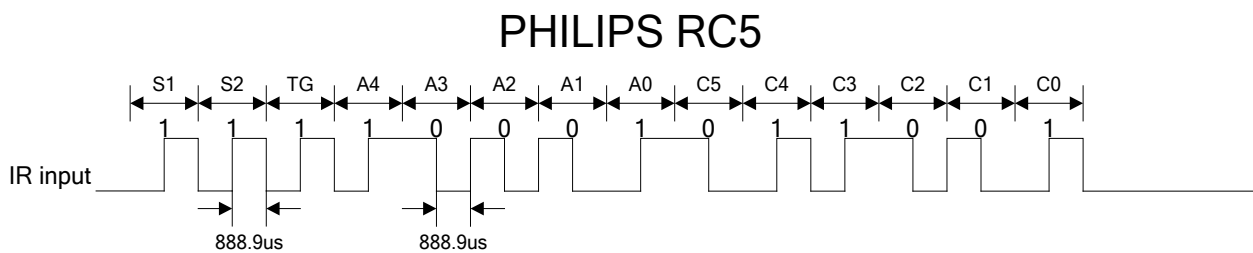
-: 未能使用。

- (1) 當振盪穩定後，MCU 可以設定 `RTC_PDOSCSU = 1` 減少功耗
- (2) 設定 `DRV2 = 1`，可以加速起振，當振盪穩定後，MCU 可以設定 `DRV2 = 0` 減少功耗

## 6.12 红外线接收器 (Infra Red)

红外线是一种常见的无线通信，普遍使用在家电产品上，如电视、音响、录放机、冷气机、DVD....等。在 Serial 通讯中常会提到 mark 和 space 状态。space 是红外线的默认讯号，Transmitter 处于 off 状态，这时 IR LED 不会发射光亮；而在 mark 状态 IR LED 会以特定的频率送出 on/off 脉冲(Pulse)。消费电子一般使用 30 kHz 到 60 kHz 的频率。目前 IR Protocol 有相当多种，如 NEC、RC5、RC6、Toshiba、Sharp.....等，接收到的波形如下图。

当 IR receiver 收到 IR 信号解调后，MCU 可设定内部计数时间，并透过 F/W 计算出每一个上升下降缘的间隔时间，利用此方式可以解出符合各厂商订出的 IR 格式。



**IR Timing Table**

		STARTH	STARTL	pulse	H period	L period
TC9290	data	9	4.5	0.56	2.25	1.125
(TC9243)	keep	9	4.5	0.56	2.25	
NEC uPD6P5	data	9	4.5	0.56	2.25	1.125
	keep	9	2.25	0.56		
Philips RC5	data	0.889	0.889	0.889	0.889	0.889

**红外线控制缓存器 IR\_EN0 (外部内存地址: 0x60)**

复位值: 00h

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	EN_IR	IR_SEDG	IR_RF	EN_OV_INT	PRE_SCAL[2:0]			CLR_IR_INT

位编号	位符号	说明
7	EN_IR	1: 致能红外线遥控 0: 禁能红外线遥控
6	IR_SEDG	外部中断要求触发设定 1: 双边触发 0: 单边触发 (根据 IRQ_EDGE[3:0] 设定正缘或负缘触发)
5	IR_RF	外部中断要求触发缘设定 1: 负缘触发 0: 正缘触发
4	EN_OV_INT	1: 致能溢位中断 0: 禁能溢位中断
3-1	PRE_SCAL[2:0]	红外线遥控取样时间设定 000: 1us 001: 8us 010: 32us 011: 64us 100: 128us 101: 256us 110: 512us 111: 1024us
0	CLR_IR_INT	红外线遥控中断清除 1: 相对应位写 1 可清除此中断状态 0: 未动作

**红外线中断缓存器 IR\_EN1 (外部内存地址: 0x61)**

复位值: 04h

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	-	-	-	-	-	读	读	读
名称	保留					IR_HL	IR_OVFLW	IR_INT

位编号	位符号	说明
7-3	保留	-
2	IR_HL	IR 脚位输入状态 1: 高准位 0: 低准位
1	IR_OVFLW	1: IR 溢位中断旗标
0	IR_INT	1: IR interrupt = edge trigger + over low 0: 无中断产生

-: 未能使用。

红外线计数缓存器 IR\_CNT2 (外部内存地址: 0x62)

复位值: 00h

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读	读	读	读	读	读	读	读
名称	IR_CNT[7:0]							

位编号	位符号	说明
7-0	IR_CNT[7:0]	IR 计数值

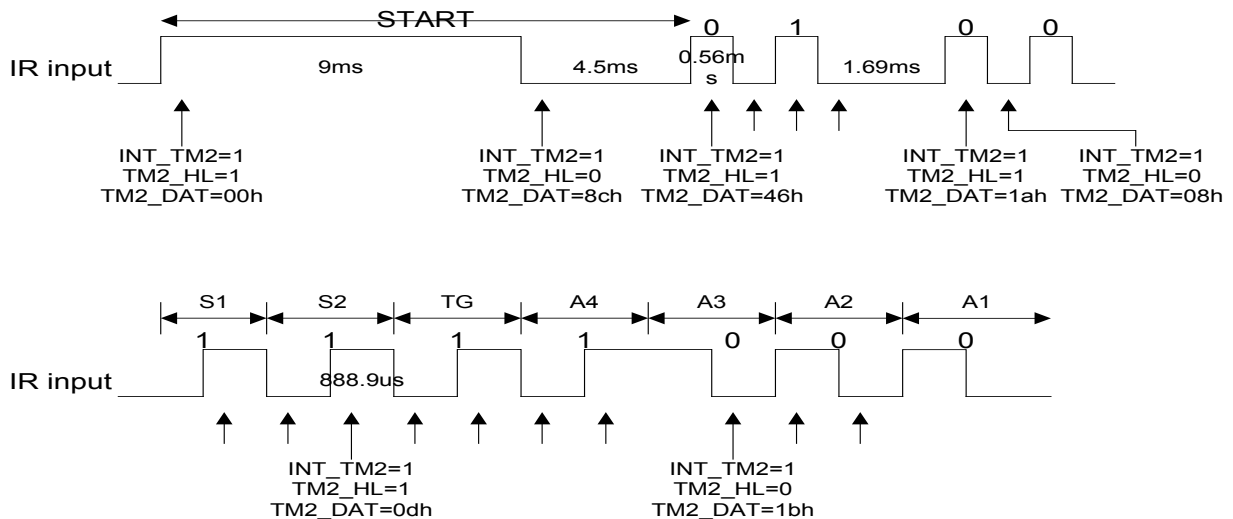
红外线数字滤波缓存器 IR\_FILTER[3:0] (外部内存地址: 0x63)

复位值: 00h

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	-	-	-	-	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	保留				IR_FILTER[3:0]			

位编号	位符号	说明
7-4	保留	-
3-0	IR_FILTER[3:0]	IR 数字滤波器 = 0h: 2 X 84 ns = 168 ns 数位滤波 = 1h: 1 X 32 us = 32 us 数位滤波 = Fh: 15 X 32 us = 480 us 数位滤波

∴ 未能使用。



### 6.13 I<sup>2</sup>C 串行界面

I<sup>2</sup>C 模块使用 SCL(时钟)和 SDA(数据)线来联系其它的 I<sup>2</sup>C 接口，其传输速度可以由软件设定特殊缓存器(XFR)中的 I<sup>2</sup>C\_CLK[1:0]，从而使其高达到 400 KBpS (最大值)。

I<sup>2</sup>C 模块可以提供从机模式。

从机 I<sup>2</sup>C 控制缓存器 I<sup>2</sup>C\_CTL (外部内存地址: 0xA0)

复位值: 00h

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	-	-	读/写
名称	SIIC_EN	EN_INT_RT	EN_INT_STOP	EN_INT_RST	SIIC_WAIT	保留		SIIC_TXNAK

位编号	位符号	说明
7	SIIC_EN	1: 致能 I <sup>2</sup> C 功能 0: 禁能 I <sup>2</sup> C 功能
6	EN_INT_RT	1: 致能 I <sup>2</sup> C 读/写位 0: 禁能 I <sup>2</sup> C 读/写位
5	EN_INT_STOP	1: 致能 I <sup>2</sup> C 传送停止位 0: 禁能 I <sup>2</sup> C 传送停止位
4	EN_INT_RST	1: 致能 I <sup>2</sup> C 传送开始位 0: 禁能 I <sup>2</sup> C 传送开始位
3	SIIC_WAIT	1: 致能 SCL 延长 (在第 9 个 SCL 后拉低 SCL 准位) 0: 禁能 SCL 延长 (在第 9 个 SCL 后拉低 SCL 准位)
2-1	保留	-
0	SIIC_TXNAK	从机模式下在接收下笔数据前的应答位 1: 回复 NACK 0: 回复 ACK

-: 未能使用。

从机 I<sup>2</sup>C 中断缓存器 I<sup>2</sup>C\_INT (外部内存地址: 0xA1)

复位值: 00h

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	-	-	-	-	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	保留				TX_INT_NUM[1:0]		RX_INT_NUM[1:0]	

位编号	位符号	说明
7-4	保留	-
3-2	TX_INT_NUM[1:0]	设定每次产生中断的传送字节数量 00: 1 个字节产生中断 01: 2 个字节产生中断 10: 4 个字节产生中断 11: 8 个字节产生中断
1-0	RX_INT_NUM[1:0]	设定每次产生中断的接收字节数量 00: 1 个字节产生中断 01: 2 个字节产生中断 10: 4 个字节产生中断

位编号	位符号	说明
		11: 8 个字节产生中断

-: 未能使用

**从机 I<sup>2</sup>C 旗标清除缓存器 I<sup>2</sup>C\_FLG\_CLR[7:0] (外部内存地址: 0xA2)**
**复位值: 00h**

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	读/写	-	-	-	-	-
名称	SIIC_CLR_RT	SIIC_CLR_STOP	SIIC_CLR_RST	保留				

位编号	位符号	说明
7	SIIC_CLR_RT	1: 清除传送及接收中断
6	SIIC_CLR_STOP	1: 清除从机模式停止状态中断
5	SIIC_CLR_RST	1: 清除从机模式开始状态中断
4-0	保留	-

-: 未能使用。

**从机 I<sup>2</sup>C 旗标缓存器 I<sup>2</sup>C\_FLG[7:0] (外部内存地址: 0xA3)**
**复位值: 00h**

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读	读	读	读	-	读	读	读
名称	SIIC_AL_RDY	SIIC_INT_RT	SIIC_INT_STOP	SIIC_INT_RST	保留	SIIC_FIRST	SII_ALRW	SII_RXNAK

位编号	位符号	说明
7	SIIC_AL_RDY	1: 接收/传输第 9 位或从机模式接收到停止位的中断发生
6	SIIC_INT_RT	1: 接收/传输第 9 位中断发生
5	SIIC_INT_STOP	1: 从机模式接收到停止位中断发生
4	SIIC_INT_RST	1: 从机模式接收到再开始位中断发生
3	保留	-
2	SIIC_FIRST	从机模式的接收第一个字节状态位 这是第一个字节从主机 I <sup>2</sup> C 与特定从机地址
1	SII_ALRW	从机模式的读/写模式状态位 (第一个字节的第 8 位) 1: 从机 I <sup>2</sup> C 为传送模式 0: 从机 I <sup>2</sup> C 为接收模式
0	SII_RXNAK	从机传输模式应答状态位 1: 主机回复 NACK 0: 主机回复 ACK

**从机 I<sup>2</sup>C 地址缓存器 I<sup>2</sup>C\_SADR (外部内存地址: 0xA4)**
**复位值: 00h**

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	-
名称	SIIC_SADR[6:0]							保留

位编号	位符号	说明
-----	-----	----

位编号	位符号	说明
7-1	SIIC_SADR[6:0]	从机的地址
0	保留	-

-: 未能使用。

**从机 I<sup>2</sup>C 索引清除控制缓存器 I<sup>2</sup>C\_INDEX\_CLR (外部内存地址: 0xA8)**
**复位值: 00h**

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	-	-	-	-	-	-
名称	CLR_IIC_TX_FIFO_INDEX	CLR_IIC_RX_FIFO_INDEX	保留					

位编号	位符号	说明
7	CLR_IIC_TX_FIFO_INDEX	清除 I <sup>2</sup> C 传送索引
6	CLR_IIC_RX_FIFO_INDEX	清除 I <sup>2</sup> C 接收索引
5-0	保留	-

-: 未能使用。

**从机 I<sup>2</sup>C TX FIFO 控制缓存器 I<sup>2</sup>C\_TXFIFO\_INDEX (外部内存地址: 0xA9)**
**复位值: 80h**

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读	-	-	-	读	读	读	读
名称	IIC_FIFO_TX_EMPTY	保留			IIC_FIFO_TX_INDEX[3:0]			

位编号	位符号	说明
7	IIC_FIFO_TX_EMPTY	I <sup>2</sup> C 传送 FIFO 清空旗标
6-4	保留	-
3-0	IIC_FIFO_TX_INDEX[3:0]	I <sup>2</sup> C 传送 FIFO 索引值

-: 未能使用。

**从机 I<sup>2</sup>C RX FIFO 控制缓存器 I<sup>2</sup>C\_RXFIFO\_INDEX (外部内存地址: 0xAA)**
**复位值: 00h**

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读	-	-	-	读	读	读	读
名称	IIC_FIFO_RX_FULL	保留			IIC_FIFO_RX_INDEX[3:0]			

位编号	位符号	说明
7	IIC_FIFO_RX_FULL	I <sup>2</sup> C 接收 FIFO 填满旗标
6-4	保留	-
3-0	IIC_FIFO_RX_INDEX[3:0]	I <sup>2</sup> C FIFO 索引值

-: 未能使用。

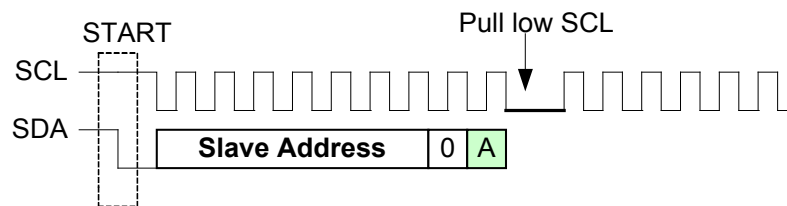
**从机 I<sup>2</sup>C 传送接收缓冲数据缓存器 I<sup>2</sup>C\_BUFF (外部内存地址: 0xAB)**
**复位值: FFh**

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	IIC_FIFO_DAT[7:0]							

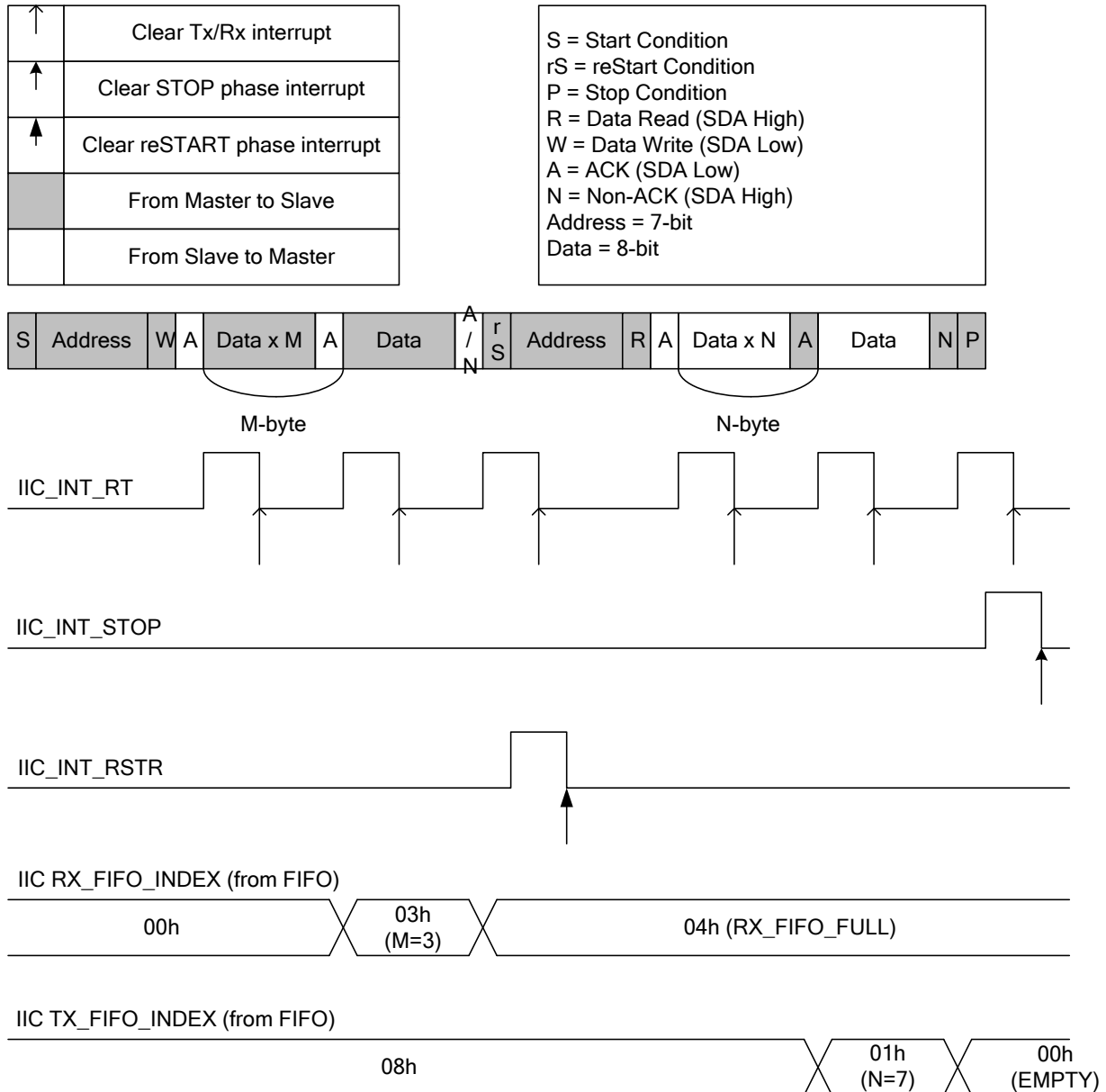
位编号	位符号	说明
7-0	IIC_FIFO_DAT[7:0]	R: 从 RX FIFO 读取数据 W: 写入资料至 TX FIFO

-: 未能使用

当韧体处理时间比 I<sup>2</sup>C 接收 9 个位的时间还慢时，韧体必须设定 MP<sup>2</sup>C\_WAIT，使 WT51F516 在第 9 个 SCL 后拉低准位，请主机等待它。

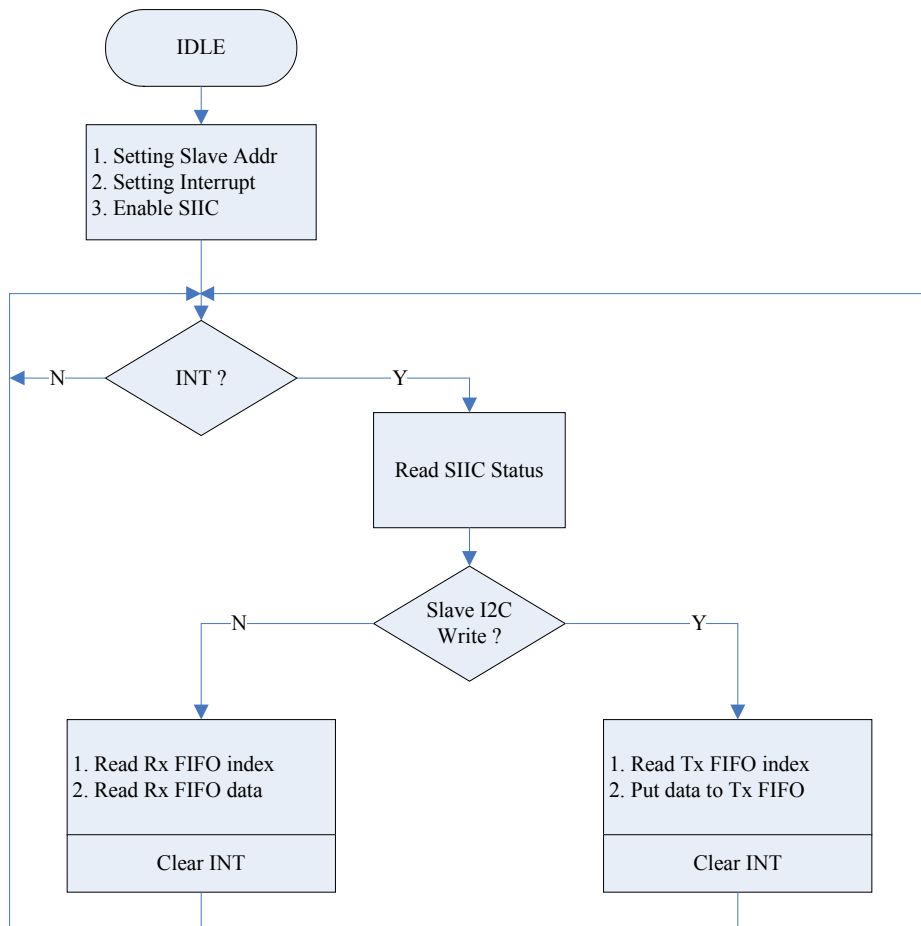




**WT51F516 Slave I<sup>2</sup>C Interrupt Timing**
**WT51F516 Slave I<sup>2</sup>C with 8-FIFO Interrupt Timing**


WT51F516 Slave I<sup>2</sup>C Flow Chart

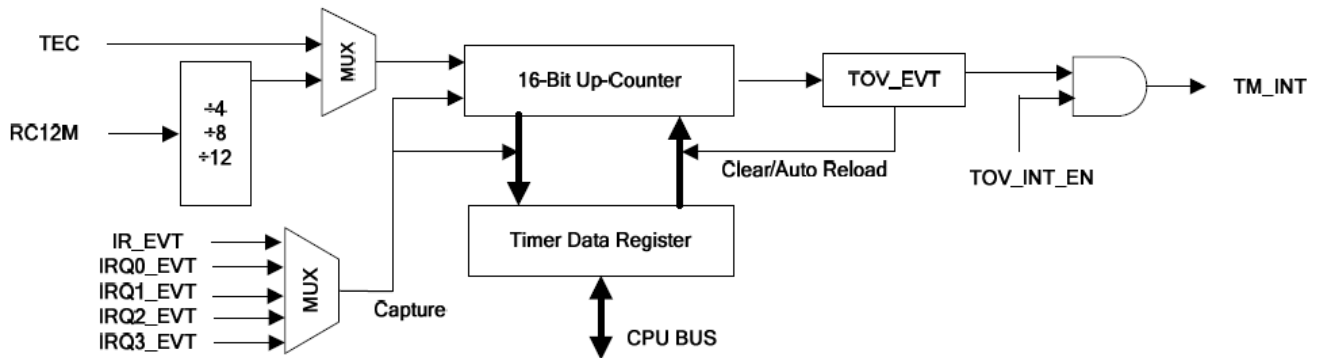
WT51F516 Slave I<sup>2</sup>C with 8-FIFO Flow Chart



## 6.14 增強型計時/計數器 (Enhanced Timer/Counter)

增強型計時/計數器的時鐘源有內部時鐘源或是由外部輸入，可由緩存器設定。

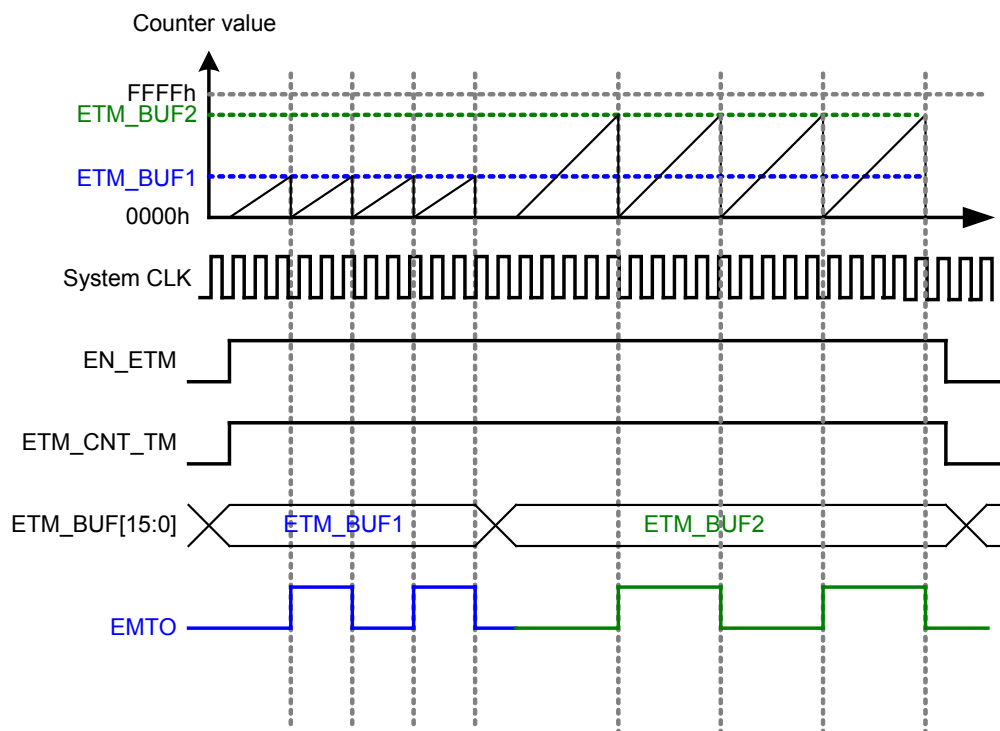
增強型計時/計數器主要可分 2 個模式: 1. 比較模式 2. 捕捉模式;且它也提供 3 種捕捉匹配條件的選擇: 高準位、低準位及週期的捕捉模式。



### 1. 比較模式:

增強型計時/計數器內部有一個 16 位計數器及一個 16 位增強型緩衝器(TCDR[15:0])，當致能增強型計時/計數器 (TC\_EN = 1) 並且設定為比較模式後(CAP\_RL\_SEL = 0)，計數器會依據時鐘源進行計數，當計數器與增強型緩衝器的數據匹配時會產生中斷。每次的匹配會觸發中斷，且會自動清除內部 16 位計數器的計數值，請參考下圖。

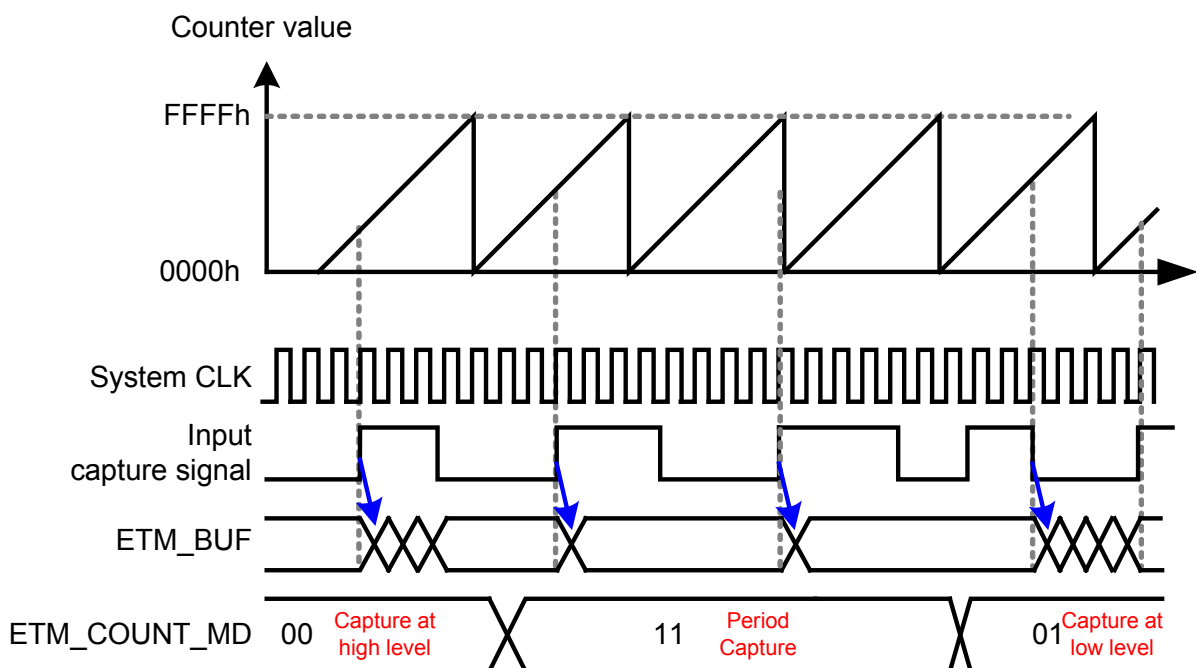
比較模式操作圖:



## 2. 捕捉模式:

增强型计时/计数器设定为捕捉模式(CAP\_RL\_SEL = 1), 然后致能增强型计时/计数器(TC\_EN = 1), 此时开始捕捉, 当输入端的状态变化与所设定的捕捉条件匹配时, 会清除内部 16 位计数器并重新计数后, 再将计数值自动载到 16 位增强型缓冲器(TCDR[15:0]), 此时软件可由增强型计时/计数器数据缓冲寄存器(缓存器 82H 及 83H)读取计数值, 同时会产生捕捉中断、捕捉旗标, 请参考下图。

### 捕捉模式操作图:



### 增强型计时/计数器控制缓存器 1 ETM\_CTL1 (外部内存地址: 0x80)

复位值: 00h

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	TC_EN	EXC_EN	TCC_SEL[1:0]		CAP_RL_SEL	CAP_SEL[2:0]		

位编号	位符号	说明
7	TC_EN	1: 致能增强型计时/计数器
6	EXC_EN	设定增强型计时/计数器时钟源 1: 外部时钟源, 可由 TEC(GPIOA0) 输入时钟源 0: 内部时钟源 (SOURCE clock)
5-4	TCC_SEL[1:0]	设定内部 16 位计数器之时钟源预除器 00: 增强型计时/计数器时钟源 = SOURCE clock 01: 增强型计时/计数器时钟源 = SOURCE clock / 4 10: 增强型计时/计数器时钟源 = SOURCE clock / 8 11: 增强型计时/计数器时钟源 = SOURCE clock / 12

位编号	位符号	说明
3	CAP_RL_SEL	1: 捕捉模式 (Capture) 0: 比较模式 (SOURCE clock = 12 MHz)
2-0	CAP_SEL[2:0]	设定增强型计时/计数器输入的捕抓通道输入来源 = 1XX, IR 边缘触发 = 000, IRQ0 触发 = 001, IRQ1 触发 = 010, IRQ2 触发 = 011, IRQ3 触发

-: 未能使用。

**增强型计时/计数器控制缓存器 2 ETM\_CTL2 (外部内存地址: 0x81)**
**复位值: 00h**

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	-	-	-	读/写	-	-	-
名称	TCOV_INT_EN	保留			ETM_IN_PSCAL[1:0]	保留		

位编号	位符号	说明
7	TCOV_INT_EN	1: 致能溢位旗标
6-4	保留	-
3	TCOV_EVT(1)	溢位旗标 1: 当内部 16 位计数器产生溢位时, TCOV_EVT = 1
2-0	保留	-

-: 未能使用。

**增强型计时/计数器数据缓冲高字节缓存器 ETM\_BUF[15:8] (外部内存地址: 0x82)**
**复位值: 00h**

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	TCDR[15:8]							

位编号	位符号	说明
7-0	TCDR [15:8]	搭配 ETM_BUF[7:0], 组成 16 位计数值 读取: 在捕捉模式下, 捕捉到输入讯号的计数值 写入: 在比较模式下, 作为与内部 16 位计数器的比较值

**增强型计时/计数器数据缓冲低字节缓存器 ETM\_BUF[7:0] (外部内存地址: 0x83)**
**复位值: 00h**

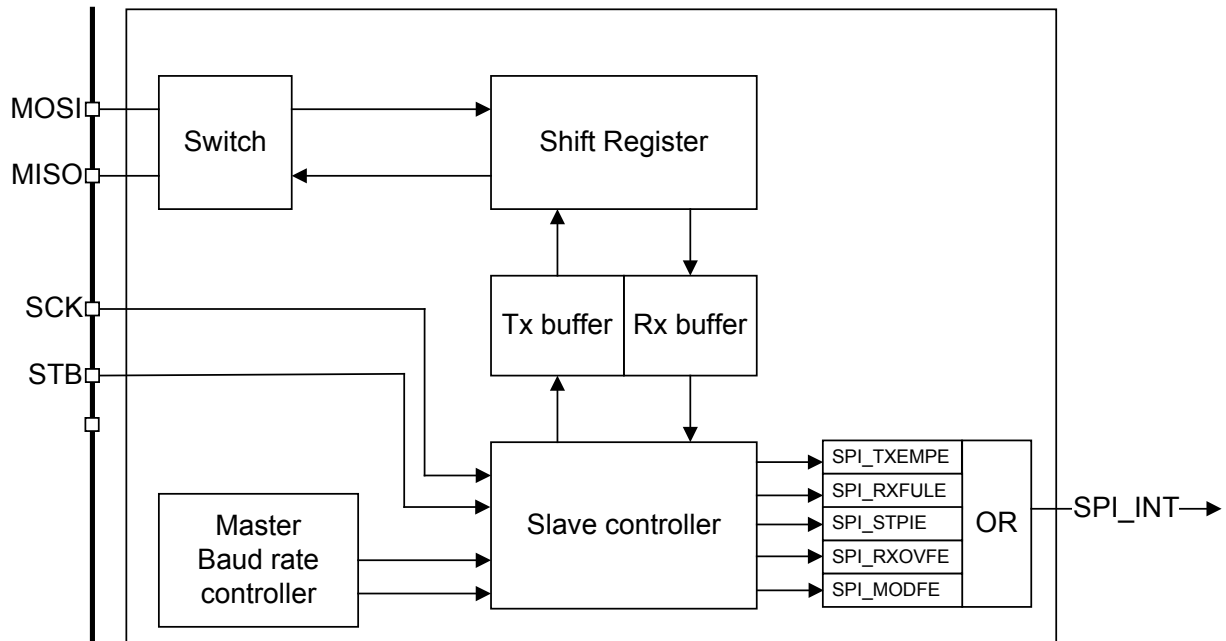
位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	TCDR[7:0]							

位编号	位符号	说明
7-0	TCDR [7:0]	搭配 ETM_BUF[15:8], 组成 16 位计数值 读取: 在捕捉模式下, 捕捉到输入讯号的计数值 写入: 在比较模式下, 作为与内部 16 位计数器的比较值

## 6.15 SPI 串行界面 (SPI)

SPI 是一個同步串行接口，允許主機和從機溝通，支持全雙工數據傳輸，及支持 3 線或 4 線訊號傳輸。

- SPI 支援：主機及從機模式
- 傳送的串行數據可選擇 LSB 或 MSB 優先傳輸
- SPI 串行接口傳輸速度，頻率範圍：2 MHz ~ 23.4375 kHz (Bit Rate)



SPI 通信使用 4 個引腳，分別為：

MOSI: 在主機模式中數據輸出；在從機模式中數據輸入。

MISO: 在主機模式中數據輸入；在從機模式中數據輸出。

SCK: 在主機模式中時鐘輸出；從機模式中時鐘輸入，達到數據同步。

STB: 在主機模式中為輸出；在從機模式中為輸入。

主機模式下，當作致能從機的 I/O 端口：

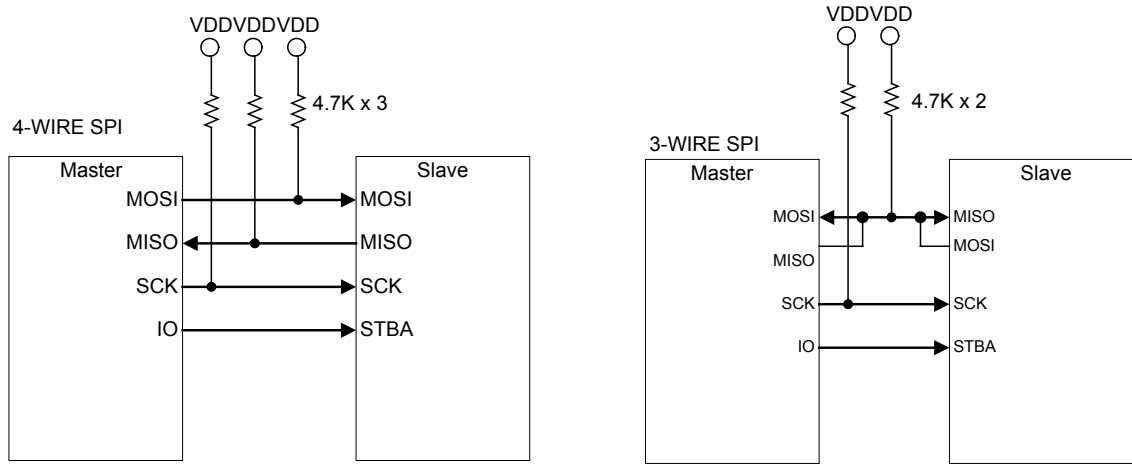
STB = 0: 主機致能從機

STB = 1: 主機禁能從機

使用 SPI 串行接口，須透過軟件設定 SPI 相關腳位為輸出或輸入狀態，如下圖所示：

4 線式 SPI	主機模式	從機模式	備註
MOSI (GPIOA5)	輸出 (Output)	輸入 (Input)	
MISO (GPIOC6)	輸入 (Input)	輸出 (Output)	
SCK (GPIOC7)	輸出 (Output)	輸入 (Input)	
STB (GPIOA4)	輸出 (Output)	輸入 (Input)	

四线式及三线式 SPI 连结图:



**SPI 控制缓存器 1 SPI\_CTL1 (外部内存地址: 0xC0)**

复位值: 0x00h

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	SPI_EN	SPI_MASTER	SPI_CPOL	SPI_CPHA	SPI_MODFEN	SPI_LSBFE	SPI_SPC	SPI_BIDIROE

位编号	位符号	说明
7	SPI_EN	1: 致能 SPI 模块 0: 禁能 SPI 模块
6	SPI_MASTER	SPI 主/从机模式选择 1: SPI 为主机模式 0: SPI 为从机模式
5	SPI_CPOL	SPI 频率极性位选择 1: 频率为低电压准位动作 0: 频率为高电压准位动作
4	SPI_CPHA	SPI 频率相位位选择 1: 在输入的时钟源偶数时取样数据 0: 在输入的时钟源奇数时取样数据
3	SPI_MODFEN	1: 致能 SPI 故障模式 (只限从机模式) 0: 禁能 SPI 故障模式 (只限从机模式)
2	SPI_LSBFE	起始位选择 1: 数据起始为最低有效位 0: 数据起始为最高有效位
1	SPI_SPC	SPI 串行脚控制设定 (3 线式) 1: 致能 SPI 双向传输设定 0: 禁能 SPI 双向传输设定
0	SPI_BIDIROE	当 SPI_SPC 设定为 1 此 bit 才有作用 (3 线式) 1: Slave: MISO 为 Output (Slave 时 MOSI 无作用) Master: MOSI 为 Output (Master 时 MISO 无作用) 0: Slave: MISO 为 Input (Slave 时 MOSI 无作用)

位编号	位符号	说明
		Master: MOSI 为 Input (Master 时 MISO 无作用)

**Note:**

模式	缓存器 SPI_CTL1[1]	缓存器 SPI_CTL1[0]	MISO 脚位状态	MOSI 脚位状态
Pin Mode	SPC0	BIDIROE	MISO	MOSI
操作在主机模式				
Normal	0	X	Master 输入	Master 输出
Bidirectional	1	0	MISO 无作用	Master 输入
		1		Master 输入/输出
操作在从机模式				
Normal	0	X	Slave 输出	Slave In
Bidirectional	1	0	Slave 输入	MOSI 无作用
		1	Slave 输入/输出	

**SPI 中断控制缓存器 SPI\_INT (外部内存地址: 0xC1)**

复位值: 0x00h

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	读/写	-	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	SPI_TXIE	SPI_RXIE	SPI_STPIE	保留	TX_INT_NUM[1:0]	RX_INT_NUM[1:0]		

位编号	位符号	说明
7	SPI_TXIE	1: 致能 SPI 传送数据缓冲区数据所产生的中断
6	SPI_RXIE	1: 致能 SPI 接收数据缓冲区数据所产生的中断
5	SPI_STPIE	1: 致能 SPI 传输序列完成中断旗标
4	保留	-
3-2	TX_INT_NUM[1:0]	设定每传送 n 个 byte 产生中断 00: 1-byte 产生中断 01: 2-byte 产生中断 10: 4-byte 产生中断 11: 8-byte 产生中断
1-0	RX_INT_NUM[1:0]	设定每接收 n 个 byte 产生中断 00: 1-byte 产生中断 01: 2-byte 产生中断 10: 4-byte 产生中断 11: 8-byte 产生中断

-: 未能使用。

**SPI 中断清除缓存器 SPI\_CLR (外部内存地址: 0xC2)**

复位值: 0x00h

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	写	写	写	-	-	-	-	-
名称	CLR_TXIF	CLR_RXIF	CLR_STPIF	保留				



位编号	位符号	说明
7	CLR_TXIF	1: 清除 SPI 传输中断旗标
6	CLR_RXIF	1: 清除 SPI 接收中断旗标
5	CLR_STPIF	1: 清除 SPI 序列完成中断旗标
4-0	保留	-

-: 未能使用。

**SPI 旗标缓存器 SPI\_FLG (外部内存地址: 0xC3)**

复位值: 0x00h

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读	读	读	读	-	-	-	-
名称	SPI_TXIF	SPI_RXIF	SPI_STPIF	SPI_MODF	保留			

位编号	位符号	说明
7	SPI_TXIF	SPI 传输数据缓冲器状态旗标*1 1: SPI 传输缓冲器已完成
6	SPI_RXIF	SPI 接收数据缓冲器状态旗标 1: SPI 接收缓冲器已完成
5	SPI_STPIF	SPI 传输/接收数据完成状态旗标 (SS pin goes high) 1: SPI 传输/接收完成
4	SPI_MODF	SPI 模式故障状态旗标 (只限从机模式) *3 1: SPI 模式故障
3-0	保留	-

-: 未能使用。

**SPI 速度设定缓存器 SPI\_BRS[7:0] (外部内存地址: 0xC4)**

复位值: 0x00h

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	SPI_BRS[7:0]							

位编号	位符号	说明
7-0	SPI_BRS[7:0]	SPI 位速率选择 (SPI 最高速度 = 2M) $SPI \text{ Bit Rate} = SCLK / (SPI\_BRS[7:0]+1) \times 2$ 如果 mcu_clk = 12 MHz BRS[7:0] = 0: SPI speed = 12 MHz/(255+1) x 2 = 23.4375 kHz BRS[7:0] = 1: SPI speed = 12 MHz/(255+1) x 2 = 23.4375 kHz BRS[7:0] = 2: SPI speed = 12 MHz/(2+1) x 2 = 2 MHz BRS[7:0] = 3: SPI speed = 12 MHz/(3+1) x 2 = 1.5 MHz . . . BRS[7:0]=0: SPI speed = 12 MHz/(255+1)x2 = 23.4375 kHz

**SPI FIFO 控制缓存器 SPI\_FIFO (外部内存地址: 0xC8)**

复位值: 0x00h

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	-	-	-	-	-	-
名称	CLR_SPI_TXFIFO_INDEX	CLR_SPI_RXFIFO_INDEX	保留					

位编号	位符号	说明
7	CLR_SPI_TXFIFO_INDEX	1: 清除 SPI 传输数据缓冲器索引
6	CLR_SPI_RXFIFO_INDEX	1: 清除 SPI 接收数据缓冲器索引
5-0	保留	-

-: 未能使用。

**SPI FIFO 传送状态缓存器 SPI\_TX\_FIFO (外部内存地址: 0xC9)**

复位值: 0x80h

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读	-	-	-	读	读	读	读
名称	SPI_FIFO_TX_EMPTY	保留			SPI_FIFO_TX_INDEX[3:0]			

位编号	位符号	说明
7	SPI_FIFO_TX_EMPTY	SPI 传输数据缓冲器清空状态旗标*1 1: SPI 传输缓冲器已清空
6-4	保留	-
3-0	SPI_FIFO_TX_INDEX[3:0]	SPI 传输数据缓冲器索引值

-: 未能使用。

**SPI FIFO 接收状态缓存器 SPI\_RX\_FIFO (外部内存地址: 0xCA)**

复位值: 0x00h

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读	-	-	-	读	读	读	读
名称	SPI_FIFO_RX_FULL	保留			SPI_FIFO_RX_INDEX[3:0]			

位编号	位符号	说明
7	SPI_FIFO_RX_FULL	SPI 接收数据缓冲器填满状态旗标 1: SPI 接收缓冲器已经填满
6-4	保留	-
3-0	SPI_FIFO_RX_INDEX[3:0]	SPI 接收数据缓冲器索引值

-: 未能使用。

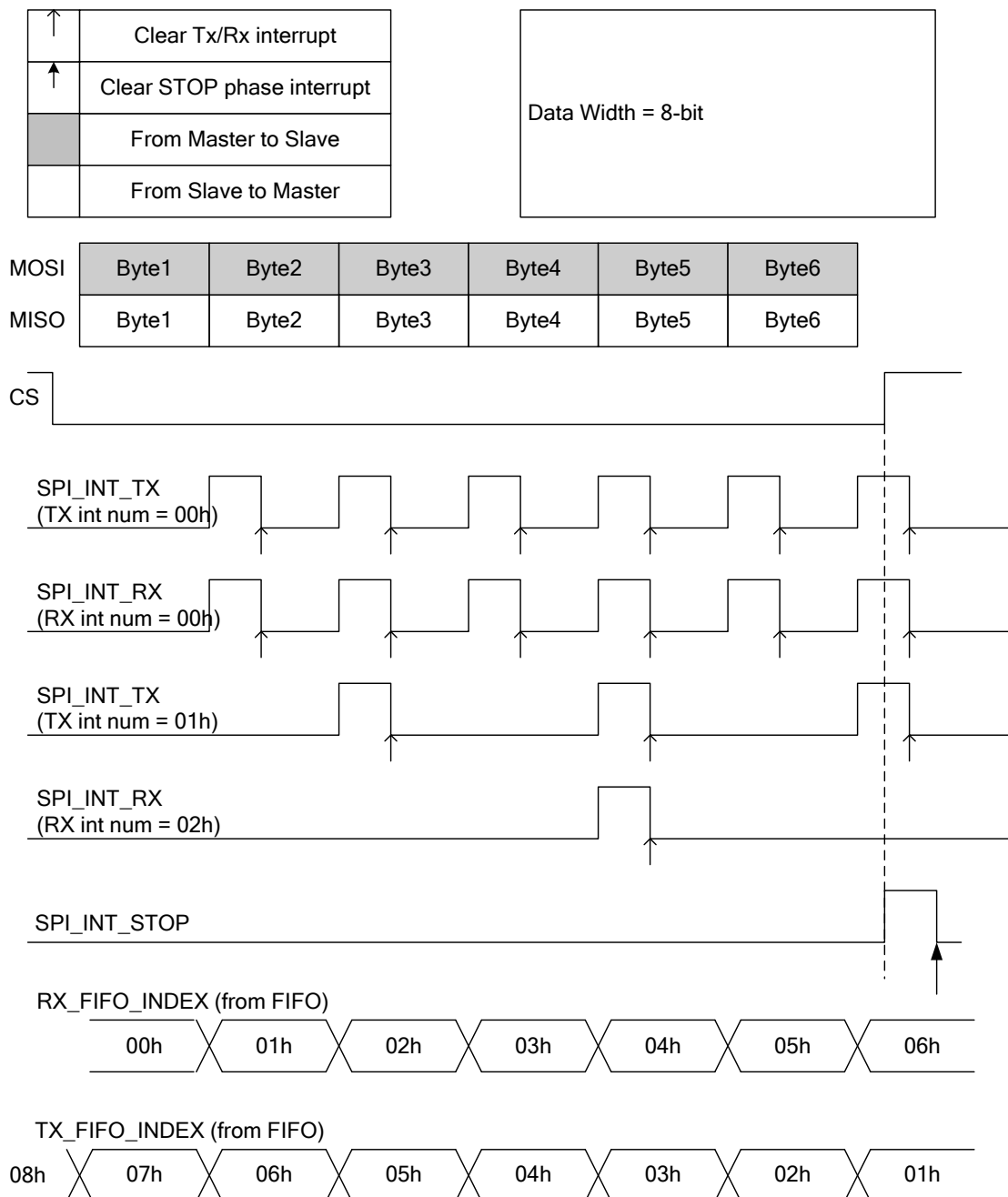
**SPI 传送接收缓冲缓存器 SPI\_DAT[7:0] (外部内存地址: 0xCB)**

复位值: 0xFFh

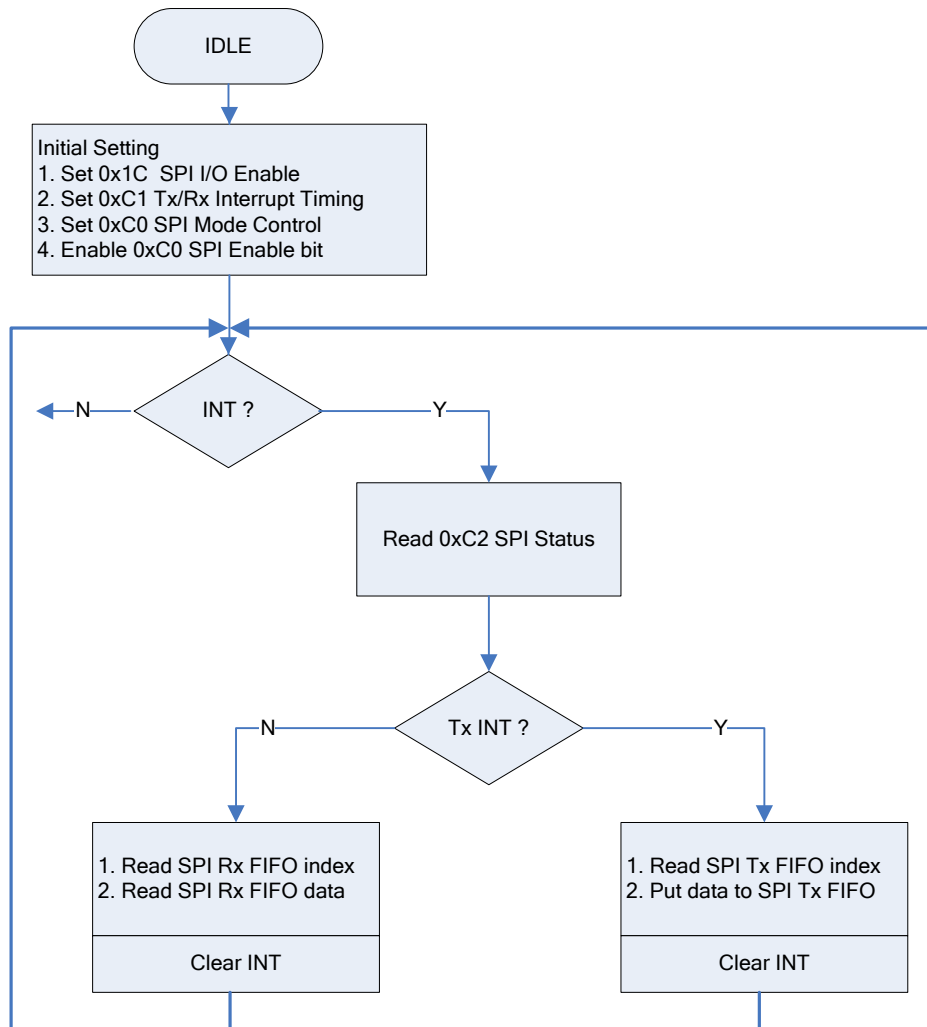
位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	FIFO_DAT[7:0]							

位编号	位符号	说明
7-0	FIFO_DAT[7:0]	读取: 从 SPI RX FIFO 读取数据 写入: 写入资料至 SPI TX FIFO

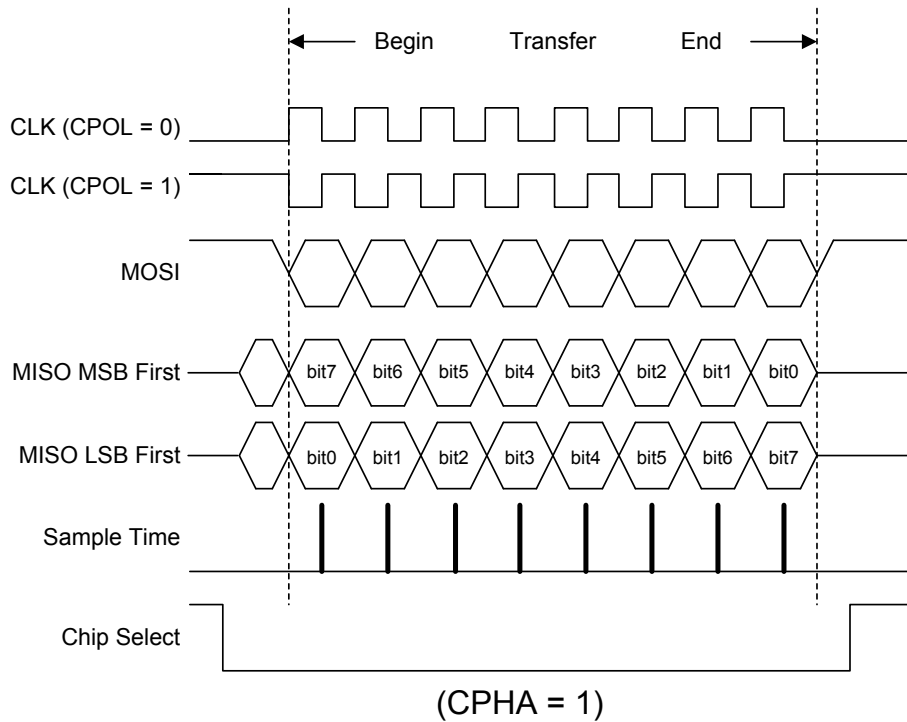
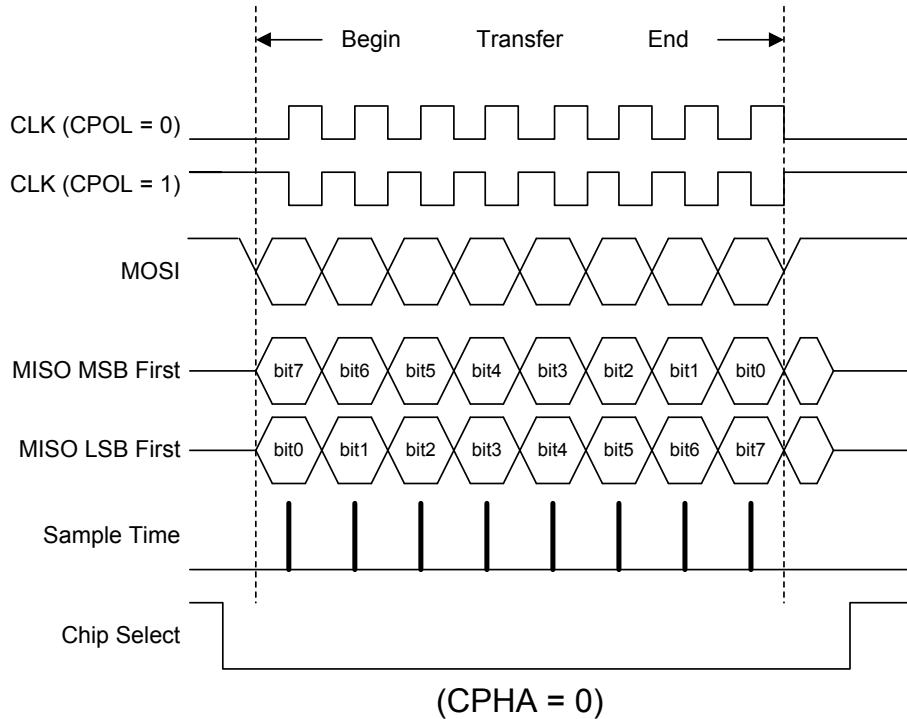
### WT51F516 SPI with 8-FIFO Interrupt Timing



## WT51F516 M/S SPI with 8-FIFO Flow Chart

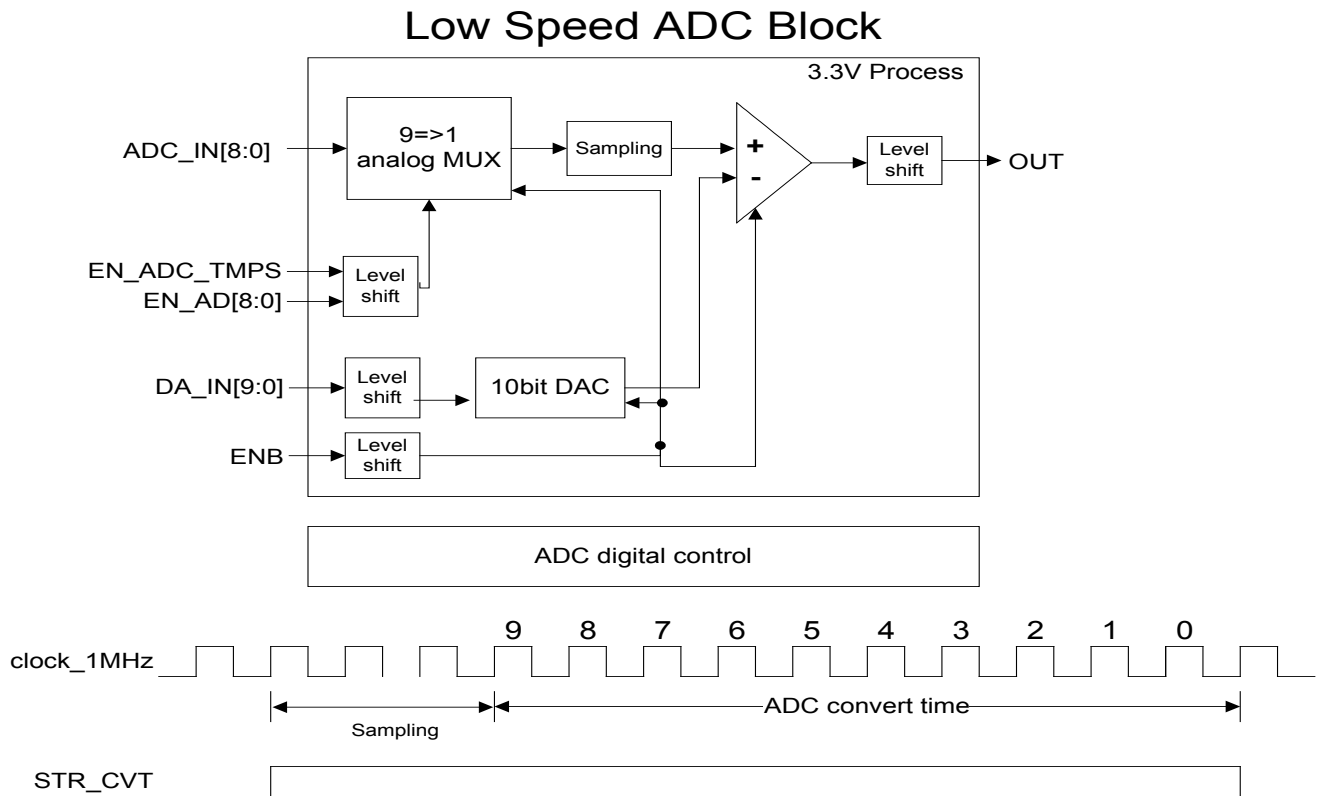


傳送與接收方式請參考 **SPI Mode Timing** 時序圖



## 6.16 模/数转换器 (ADC)

WT51F516 内建 8 信道 10 位模/数转换器，提供 2 种转换模式 (单一、电压比较) 与 4 种转换速率 (1 MHz、250 kHz、62.5 kHz、15.625 kHz) 的选择。



### 单一转换模式 (Single Mode):

首先要开启模/数转换器电源 (ADC控制缓存器中PD\_LADC = 0)，并且把模/数转换器控制缓存器STR\_CVT = 1 开始转换; STR\_CVT = 0 转换结束，每一个频道转换时间约16us。

### 电压比较模式 (Comparator Mode):

当开启模/数转换器电源 (ADC 控制缓存器中 PD\_LADC = 0)，且启动比较功能 (模/数转换器控制缓存器中 EN\_ADC\_WK = 1) 时，可以对模拟输入(ADC\_IN)进行 AD 转换并与电压比较数据缓存器(ADC\_WK\_V)中的数据比较。当相应的电压仿真输入的数字值大于 (ADC\_BIG = 0) 或小于 (ADC\_BIG = 1) 模/数转换器电压比较数据缓存器(ADC\_WK\_V)中的设定值时，会产生模/数转换器中断，模/数转换器集成数字电压比较功能，能在睡眠模式下工作，并且可以将 WT51F516 唤醒。

模/数转换器控制缓存器 **ADC\_CTL** (外部内存地址: 0xD0)

复位值: 0x80h

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	PD_LADC	STR_CVT	ADC_BIG	EN_ADC_WK	SLT_FLT_CVT	RDNOISE	ADC_CLK_SEL	

位编号	位符号	说明
7	PD_LADC	模/数转换器电源控制 1: 关闭模/数转换器电源 0: 开启模/数转换器电源
6	STR_CVT	模/数转换器开始转换位(单一转换模式) 1: 开始转换 1 => 0: 转换完成 (硬件会自动清除为"0")
5	ADC_BIG	模/数转换器数据比较旗标 1: 当 $V_{in} < ADC\_CMP\_V[9:0]$ 所设定数据 0: 当 $V_{in} > ADC\_WK\_V[9:0]$ 所设定数据 Vin: 由 EN_AD[3:0] 所选择的通道
4	EN_ADC_WK	1: 开启 ADC 唤醒模式 0: 关闭 ADC 唤醒模式
3	SLT_FLT_CVT	1: 开启 250ns 滤波器转换数据 0: 关闭滤波器
2	RDNOISE	1: 减低模/数转换器转换之噪声 (暂停 8052 clock 16 us) 0: 不减低模/数转换器转换之噪声
1-0	ADC_CLK_SEL	模/数转换器转换频率选择 00: 1 MHz 01: 250 kHz 10: 62.5 kHz 11: 15.625 kHz

**模/数转换器转换数据高字节缓存器 AD\_DATA[9:2] (外部内存地址: 0xD1)**
**复位值: 0x00h**

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读	读	读	读	读	读	读	读
名称	AD_DATA[9:2]							

位编号	位符号	说明
7-0	AD_DATA[9:2]	AD_DATA[9:2] 转换数据值设定, 搭配 AD_DATA[1:0] 组成 10 位数据

**模/数转换器电压比较唤醒数据高字节缓存器 ADC\_WK\_V[9:2] (外部内存地址: 0xD2)**
**复位值: 0x80h**

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读	读	读	读	读	读	读	读
名称	ADC_WK_V[9:2]							

位编号	位符号	说明
7-0	ADC_WK_V[9:2]	ADC_WK_V[9:2] 唤醒电压值设定, 搭配 ADC_WK_V[1:0] 组成 10 位数据

**模/数转换器信道控制缓存器 ADC\_ENCH (外部内存地址: 0xD3)**
**复位值: 0x00h**

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	EN_AD[7:0]							

位编号	位符号	说明
7-0	EN_AD[7:0]	模/数转换器通道选择 0000: 选择通道 CH0 0001: 选择通道 CH1 0010: 选择通道 CH2 0011: 选择通道 CH3 0100: 选择通道 CH4 0101: 选择通道 CH5 0110: 选择通道 CH6 0111: 选择通道 CH7

**模/数转换器转换数据低字节缓存器 AD\_DATA[1:0] (外部内存地址: 0xD4)**
**复位值: 0x00h**

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	-	-	-	-	-	-	读	读
名称	保留						AD_DATA[1:0]	

位编号	位符号	说明
7-2	保留	-
1-0	AD_DATA[1:0]	AD_DATA[1:0]转换数据值设定, 搭配 AD_DATA[9:2]组成 10 位数据

-: 未能使用。

**模/数转换器电压比较唤醒数据低字节缓存器 ADC\_WK\_V[1:0] (外部内存地址: 0xD5)**
**复位值: 0x00h**

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	-	-	-	-	-	-	读/写	读/写
名称	保留						ADC_WK_V[1:0]	

位编号	位符号	说明
7-2	保留	-
1-0	ADC_WK_V[1:0]	ADC_WK_V[1:0] 唤醒电压值设定, 搭配 ADC_WK_V[9:2]组成 10 位数据

-: 未能使用。

**模/数转换器温度感应控制缓存器 EN\_ADC\_TMPS (外部内存地址: 0xD6)**
**复位值: 0x00h**

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	-	-	-	-	-	-	-	读/写
名称	保留							EN_ADC_TMPS



位编号	位符号	说明
7-1	保留	-
0	EN_ADC_TMPS	1: 开启 ADC 对温度传感器传输的闸门 0: 关闭 ADC 对温度传感器传输的闸门

-: 未能使用。

模/数转换器设定控制寄存器 **ADC\_SEL** (外部内存地址: **0xD7**)

复位值: **0x04h**

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	-	-	-	-	-	读/写	读/写	读/写
名称	保留					VREF_SEL[2:0]		

位编号	位符号	说明
7-3	保留	-
2-0	VREF_SEL[2:0]	模/数转换器参考电压脚位选择 100: AVDD 010: AREF pin 001: 内部参考电压 1.262V (必须关闭 PD_TMPS, D8H-bit7) 其它: 不提供

-: 未能使用。

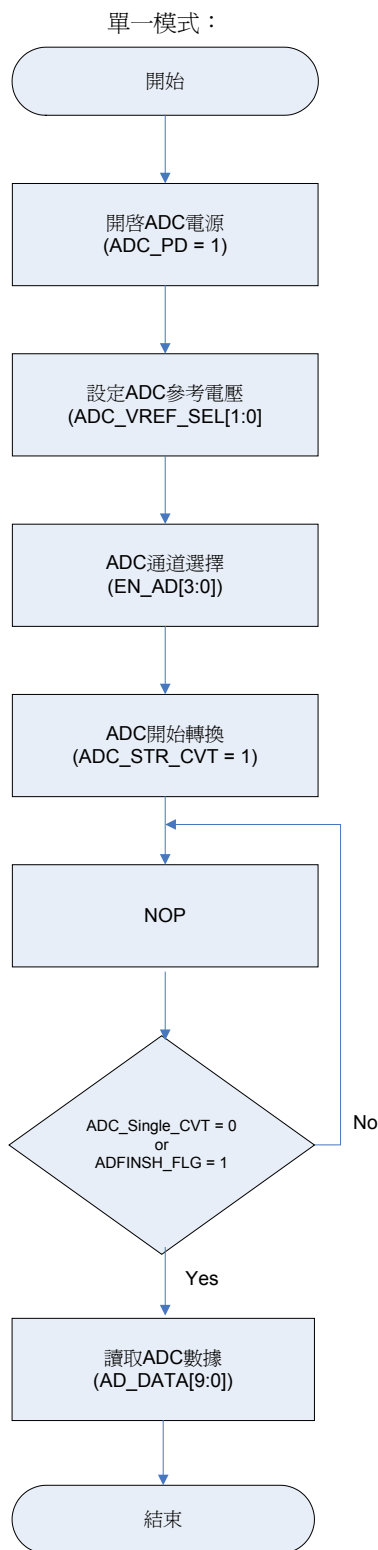
注:

- (a) 读取”D1h”可以清除 ADC 唤醒中断旗标
- (b) EN\_AD[7:0] & EN\_ADC\_TMPS 同时间只能致能一个频道
- (c) 当转换温度传感器电压时, 必须设定 ADC\_CLK\_SET = 10 或 11
- (d) 补偿电压值储存于 Flash memory XDATA 0xFFCH-bit[7:0], 取样的校正值 VREF\_D[7:0] (VREF 3.3V 10-Bit ADC)储存于这个地址, 低位 8 bit 值储存在 XDATA 0xFFCH-bit[7:0] 用来校正温度传感器, 高位 2 bit 为 3h。

举例: XDATA 0xFFCH = 2BH, the fully VREF\_D code is 32BH,

$$\text{Internal reference voltage} = \frac{1024}{VREF\_D} = \frac{1024}{32BH} = 1.263v$$

致能模/數轉換器轉換數據流程圖



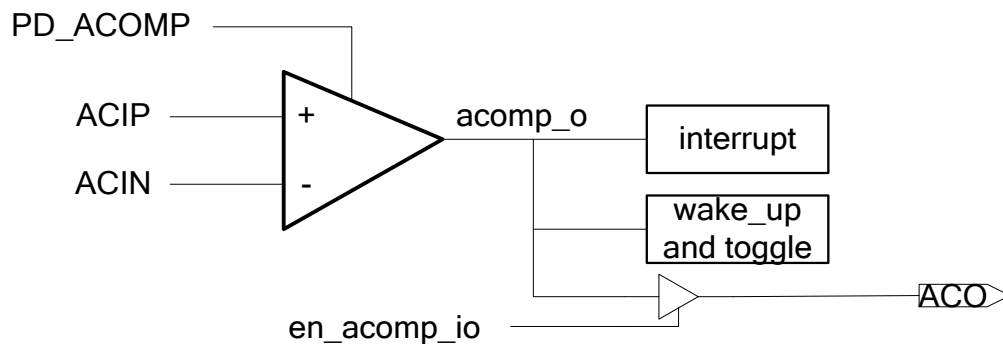
## 6.17 比较器 (Comparator)

WT51F516 内建 1 组仿真电压比较器，特点如下：

- 比较器可以被单独致能或禁能
- 比较器的正缘和负缘都可以产生中断

当致能比较器功能时，在外部内存地址: 0xD9 比较器控制寄存器 ACOMP\_CTL 的 ACOMP\_PD 位为 0，对模拟 ACIP 及 ACIN 进行比较，有三种应用方法如下：

1. 中断
2. 唤醒
3. 事件输出 (ACO)



比较器控制寄存器 ACOMP\_CTL (外部内存地址: 0xD9)

复位值: 0x80h

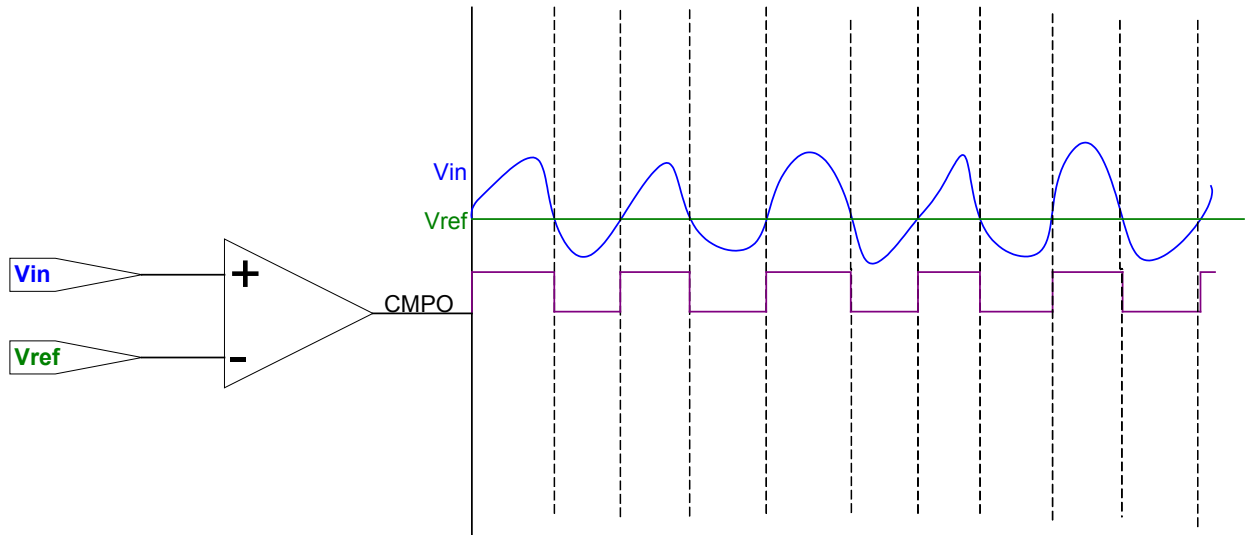
位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	读/写	-	读/写	-	-	-
名称	ACOMP_PD	ACOMP_EDGE	CLR_ACOMP_EVENT	保留	ACOMP_EVENT	保留		

位编号	位符号	说明
7	ACOMP_PD	1: 关闭比较器电源 0: 开启比较器电源
6	ACOMP_EDGE	1: 当 ACIP 电压 > ACIN 电压, 则 ACOMP_EVENT = 1 0: 当若 ACIP 电压 < ACIN 电压, 则 ACOMP_EVENT = 1
5	CLR_ACOMP_EVENT	1: 清除比较器旗标
4	保留	-
3	ACOMP_EVENT	1: 比较器旗标 0: 当 ACOMP_PD = 1, 则 ACOMP_EVENT = 0
2-0	保留	-

-: 未能使用。

(1) 在致能 ACOMP 后，由于电压还未稳定，所以必须设定 CLR\_ACOMP\_EVENT 清除旗标位

举例来说，下图显示比较器输入端经由增强型定时器进行 **Gating Timer** 捕捉低准位或高准位周期。



## 6.18 低压侦测 (LVD)

WT51F516 内置低压侦测电路，可以检测电源电压下降到软件设定范围值，而产生中断。

- 低压侦测功能的致能和禁能操作，可以由软件控制
- 低压侦测位准有四段电压可供选择: 2.50V、3.00V、3.50V 或 4V

低压侦测控制寄存器 LVD\_CTL (外部内存地址: 0x0B)

复位值: 80H

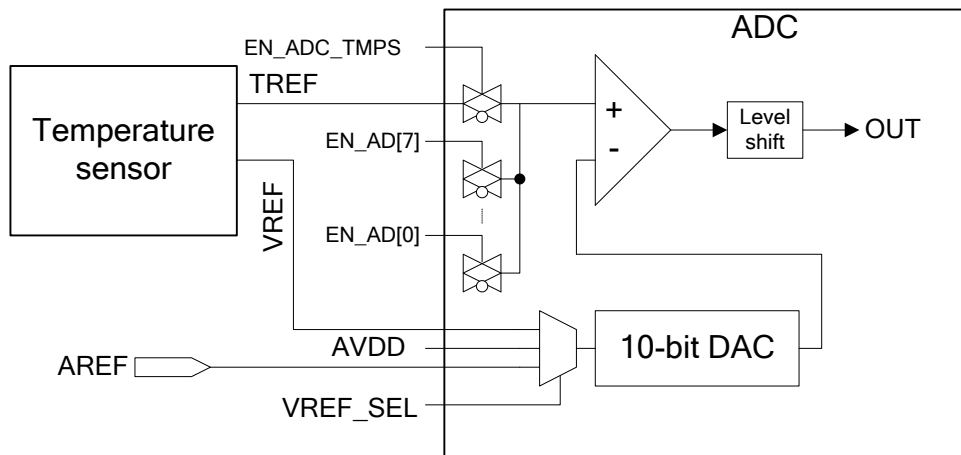
位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	-	-	-	-	读/写	读/写	-
名称	LVD_PD	保留			LVD_SEL[1:0]		保留	

位编号	位符号	说明
7	LVD_PD	1: 关闭低压侦测电源 0: 开启低压侦测电源
6-3	保留	-
2-1	LVD_SEL[1:0]	低压侦测范围: 00: < 2.5V 01: < 3V 10: < 3.5V 11: < 4V
0	保留	-

-: 未能使用。

## 6.19 溫度傳感器 (Temperature Sensor)

溫度傳感器可用於大型工業或小型家電的溫度感測，溫度感應組件可讀取 10 bit ADC 的值，利用公式轉換出目前 MCU 的周邊溫度。



溫度傳感器設定控制緩存器 **TS\_SEL** (外部內存地址: **0xD8**)

復位值: **0x80h**

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
狀態	讀/寫	-	-	-	-	-	讀/寫	讀/寫
名稱	PD_TMPS	保留					TMPS_GAIN[1:0]	

位編號	位符號	說明
7	PD_TMPS	1: 禁能溫度傳感器 (默認值) 0: 致能溫度傳感器
6-2	保留	-
1-0	TMPS_GAIN[1:0]	放大控制選擇 00: 0.9486 ~ 0.5600V (388.6 mV) 01: 1.5777 ~ 0.9338V (643.9 mV) 10: 2.2070 ~ 1.3040V (903.0 mV) 11: 2.8377 ~ 1.6783V (1159.4mV)

-: 未能使用。

轉換方式請參考下面公式:

- (a) 溫度傳感器補償電壓值儲存於 Flash memory XDATA 0xFFDH-bit[7:0]，出廠時會將室溫下取樣的溫度傳感器校正值 TS\_TREF\_D[7:0] (VREF 3.3V 10-Bit ADC) 儲存於這個地址，低位 8 bit 值儲存在 XDATA 0xFFDH-bit[7:0] 用來校正溫度傳感器，高位 2bit 為 2h，在室溫下的理想值是 2E7H。

舉例: XDATA 0xFFDH = DFH, the fully TREF\_D code 為 2DFH。

$$\text{Calibrated\_Temp} = \frac{(2E7H - 2DFH) * 3.223mV}{-0.0066} = -3.9067 \text{ } ^\circ\text{C}$$

TMPS_GAIN	Temp.( °C) - Equation	Note
00	$\frac{TS\_TREF\_Voltage - 0.85}{-0.00213} + Calibrated\_Temp$	ADC Vref > 1.2V
01	$\frac{TS\_TREF\_Voltage - 1.42}{-0.00375} + Calibrated\_Temp$	ADC Vref > 1.8V
10	$\frac{TS\_TREF\_Voltage - 1.98}{-0.0052} + Calibrated\_Temp$	ADC Vref > 2.4V
11	$\frac{TS\_TREF\_Voltage - 2.55}{-0.0066} + Calibrated\_Temp$	ADC Vref > 3.0V

TS\_TREF voltage 为 ADC 已经完成转换出的结果值。

举例: ADC VREF = 3.3V, TMPS\_GAIN = 11, 如果 ADC data 是 2AAH, TREF\_D[7:0] = DFH

$$TS\_TREF\ Voltage = \frac{AD\_DATA}{1024} * ADC\_VREF = \frac{2AAH}{1024} * 3.3V = 2.198V$$

$$Temperature = \frac{TS\_TREF\_Voltage - 2.55}{-0.0066} + Calibrated\_Temp = \frac{2.198 - 2.55}{-0.0066} + (-3.9067) = 49.43\ ^\circ C$$

\*在室温下取样的校正误差约 **25°C ±3°C**

## 6.20 仿真式 E<sup>2</sup>PROM

利用内部 Flash PROM 的空间来仿真 E<sup>2</sup>PROM，储存地址: 0x3000 ~ 0x3FF0。

### E<sup>2</sup>PROM 致能缓存器 1 EER\_EN1[3:0] (外部内存地址: 0xE0)

复位值: 0x00h

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	-	-	-	-	写	写	写	写
名称	保留				EER_EN1[3:0]			

位编号	位符号	说明
7-4	保留	-
3-0	EER_EN1[3:0]	当 EER_EN1[3:0] = '1010', 同时 EER_EN2[3:0] = '0101', 则致能 E <sup>2</sup> PROM 之功能

-: 未能使用。

### E<sup>2</sup>PROM 致能缓存器 2 EER\_EN2[3:0] (外部内存地址: 0xE1)

复位值: 0x00h

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	-	-	-	-	写	写	写	写
名称	保留				EER_EN2[3:0]			

位编号	位符号	说明
7-4	保留	-
3-0	EER_EN2[3:0]	当 EER_EN2[3:0] = '0101', 同时 EER_EN1[3:0] = '1010', 则开启 E <sup>2</sup> PROM 之功能

-: 未能使用。

### E<sup>2</sup>PROM 地址低字节缓存器 EER\_ADDR[7:0] (外部内存地址: 0xE2)

复位值: 0xFFh

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	EER_ADDR[7:0]							

位编号	位符号	说明
7-0	EER_ADDR[7:0]	EER_ADDR[7:0]地址设定, 搭配 EER_ADDR[11:8]组成 12 位地址

### E<sup>2</sup>PROM 地址高字节缓存器 EER\_ADDR[11:8] (外部内存地址: 0xE3)

复位值: 0x0Fh

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	-	-	-	-	读/写	读/写	读/写	读/写
名称	保留				EER_ADDR[11:8]			



位编号	位符号	说明
7-4	-	-
3-0	EER_ADDR[11:8]	EER_ADDR[11:8]地址设定，搭配 EER_ADDR[7:0]组成 12 位地址

∴ 未能使用。

**E<sup>2</sup>PROM 控制缓存器 EER\_TCTL[3:0] (外部内存地址: 0xE4)**
**复位值: 0x08h**

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	-	-	写	写	写	写	写	写
名称	保留	保留	EER_ERASE	EER_PROG	EER_TCTL[3:0]			

位编号	位符号	说明
7	保留	-
6	保留	-
5	EER_ERASE	1: E <sup>2</sup> PROM 进行 ERASE (256 Bytes)/页 0: 不进行 ERASE
4	EER_PROG	1: E <sup>2</sup> PROM 进行 PROGRAM (1 Byte) 0: 不进行 PROGRAM
3-0	EER_TCTL[3:0]	E <sup>2</sup> PROM ERASE/PROGRAM 时间设定 (请参考“注”)

∴ 未能使用。

**E<sup>2</sup>PROM 数据缓存器 EER\_DAT0[7:0] (外部内存地址: 0xE8)**
**复位值: 0x00h**

位	第 7 位	第 6 位	第 5 位	第 4 位	第 3 位	第 2 位	第 1 位	第 0 位
状态	写	写	写	写	写	写	写	写
名称	EER_DAT0[7:0]							

位编号	位符号	说明
7-0	EER_DATA[7:0]	E <sup>2</sup> PROM 数据缓存器

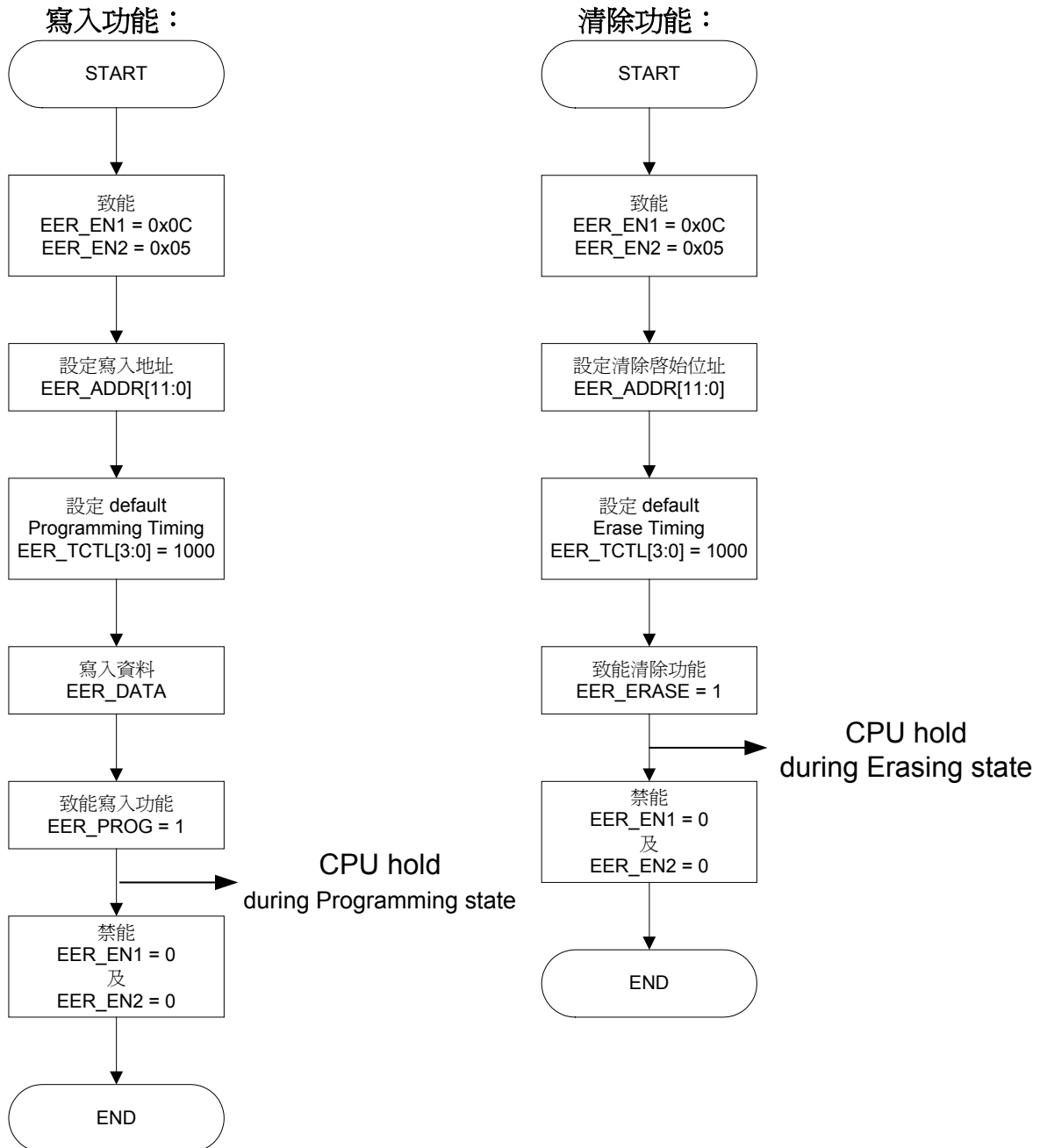
注:

- 当 WT51F516 在使用 E<sup>2</sup>PROM 功能时(写入数据、清除)，都会使 CPU 暂时停止工作。
- WT51F516 工作在 12 MHz 下，写入及清除 E<sup>2</sup>PROM 数据所需时间：  
默认值: EER\_TCTL[3:0] = 1000，写入数据所需时间为 28 μ sec ~ 32 μ sec  
及清除数据所需时间为 28 msec ~ 32 msec

**E<sup>2</sup>PROM 清除范围及地址设定 (清除后数据都是 0xFF)**

Flash 地址	EER_ADDR[11:8]	EER_ADDR[7:0]	清除范围	备注
0x3000	0000	0000 0000	0x3000 ~ 0x30FF	
0x3100	0001	0000 0000	0x3100 ~ 0x31FF	
0x3200	0010	0000 0000	0x3200 ~ 0x32FF	
0x3300	0011	0000 0000	0x3300 ~ 0x33FF	
0x3400	0100	0000 0000	0x3400 ~ 0x34FF	
0x3500	0101	0000 0000	0x3500 ~ 0x35FF	
0x3600	0110	0000 0000	0x3600 ~ 0x36FF	
0x3700	0111	0000 0000	0x3700 ~ 0x37FF	
0x3800	1000	0000 0000	0x3800 ~ 0x38FF	
0x3900	1001	0000 0000	0x3900 ~ 0x39FF	
0x3A00	1010	0000 0000	0x3A00 ~ 0x3AFF	
0x3B00	1011	0000 0000	0x3B00 ~ 0x3BFF	
0x3C00	1100	0000 0000	0x3C00 ~ 0x3CFF	
0x3D00	1101	0000 0000	0x3D00 ~ 0x3DFF	
0x3E00	1110	0000 0000	0x3E00 ~ 0x3EFF	

E<sup>2</sup>PROM 致能流程图:



## 7. 电气特性

### 7.1 极限参数

参数	最小值	最大值	单位
直流供电电压	-0.3	5.5	V
输入/输出电压	VSS -0.3	VDD +0.3	V
环境温度	-40	85	°C
存储温度	-60	125	°C

### 7.2 推荐操作参数

参数	符号	规格			单位
		最小值	典型值	最大值	
电源电压	V <sub>DD</sub>	2.0		5.5	V
主操作频率	F <sub>main</sub>		12		MHz
操作温度	T <sub>OPR</sub>	-40		85	°C

### 7.3 DC 电气特性 (V<sub>DD</sub> = 5V, -40°C to +85°C)

参数	符号	引脚/条件	规格			单位
			最小值	典型值	最大值	
施密特触发低到高(note 1)	V <sub>T+</sub>		1.9		5.5	V
施密特触发低到高(note 2)	V <sub>T+</sub>		1.9		3.6	
施密特触发高到低	V <sub>T-</sub>				1.2	V
输出高电压	V <sub>OH4mA</sub> (note 3)	I <sub>OH</sub> = 4mA	2.4			V
	V <sub>OH8mA</sub> (note 4)	I <sub>OH</sub> = 8mA	2.4			
输出低电压	V <sub>OL4mA</sub> (note 3)	I <sub>OL</sub> = 4mA			0.4	V
	V <sub>OL8mA</sub> (note 4)	I <sub>OL</sub> = 8mA			0.4	
输入漏电流	I <sub>OZ</sub>	V <sub>O</sub> = 0V 或 3.3V		±0.01	±1	μA
上拉电阻	R <sub>PH</sub>			50		KΩ
正常高速模式 At 12 MHz	I <sub>VDD12M</sub>	No load on output		4		mA
正常高速模式 At 6 MHz	I <sub>VDD6M</sub>	No load on output		2.5		mA
正常高速模式 At 3 MHz	I <sub>VDD3M</sub>	No load on output		1.5		mA
正常高速模式 At 1 MHz	I <sub>VDD1M</sub>	No load on output		1		mA
闲置模式 (Idle mode)	I <sub>VDDS1</sub>	No load on output		400		μA
睡眠模式 (Sleep mode)	I <sub>VDDS2</sub>	No load on output		100		μA
省电模式 (Power-saving)	I <sub>VDDS3</sub>	No load on output		5		μA

本文件为伟詮电子股份有限公司机密数据，未经许可不得擅自复印或备份。

参数	符号	引脚/条件	规格			单位
			最小值	典型值	最大值	
mode)						
RTC 模式	$I_{VDDRTC}$	No load on output		1		$\mu A$

Note 1: GPIOA0~A6, GPIOC0~C7 和 NRST pin, 输入最大电压为 +5.5v (= 5V+0.5V), GPIOC1 输入最大电压为+3.6V (在 UG320 包装)。

Note 2: GPIOA7, GPIOB0~B7 和 GPIOC1, XTALI 输入最大容许电压为 +3.6V (= 3.3V+0.3V)

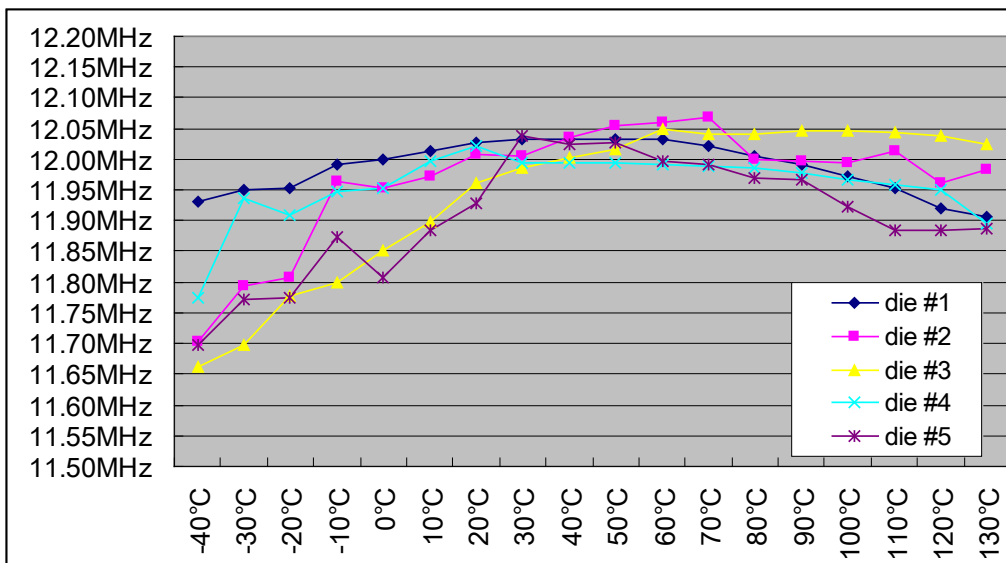
Note 3: 除了 GPIOA0, GPIOA3, GPIOA4 和 GPIOC5 外, 其它的 sink/source 电流为 10mA

Note 4: 这些脚位 GPIOA0, GPIOA3, GPIOA4, GPIOC5 最大 sink/source 电流为 20mA

### 7.4 内部 12 MHz RC 振荡器温度误差表

参数	符号	引脚/条件	规格			单位
			最小值	典型值	最大值	
RC 频率	$F_{RC}$	$V_{DD} = 5V$		12		MHz
频率误差范围 @VDD5 = 5V (固定)	$\Delta F_{RCH1}/F_{RCH}$	无外部石英晶体振荡器作校正 25°C		$\pm 1$		%
		0°C ~ 70°C		$\pm 2$		%
		-40°C ~ 85°C		$\pm 3$		%
频率误差范围 @VDD5 = 5V (固定)	$\Delta F_{RCH2}/F_{RCH}$	有外部石英晶体振荡器作校正 -40°C ~ -85°C			$\pm 1$	%

RC 振荡频率 vs. 温度对应表.



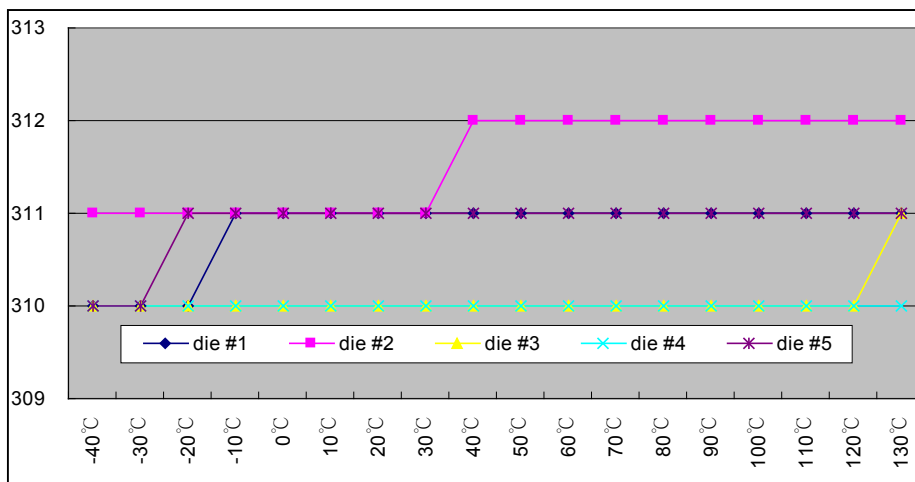
### 7.5 低速内部 RC 振荡器

参数	符号	引脚/条件	规格			单位
			最小值	典型值	最大值	
RC 频率 (@VDD5 = 5V)	$F_{RCL}$		110	128	145	kHz
	$\Delta F_{RCL}/F_{RCL}$	无外部石英晶体振荡器作校正 -40°C ~ -85°C			±5	5%

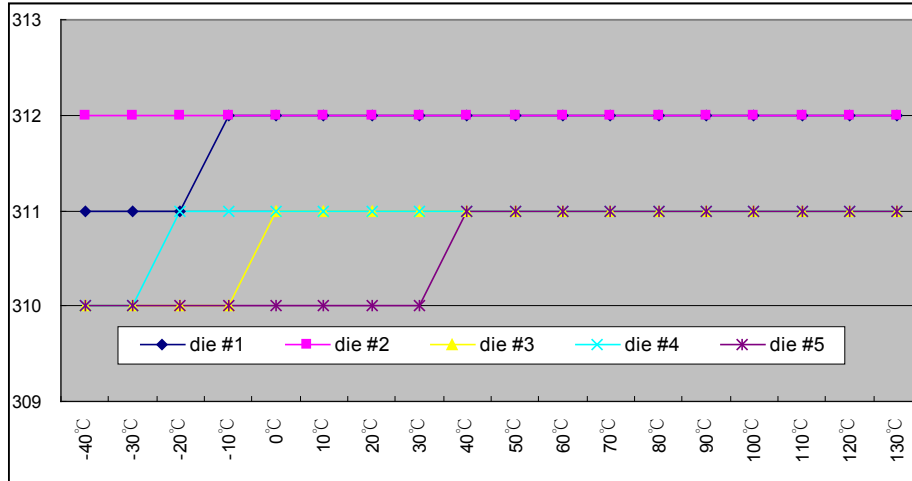
### 7.6 A/D 转换特性

参数	符号	引脚/条件	规格			单位
			最小值	典型值	最大值	
分辨率					10	bit
绝对精度	$E_{IL}$	AREF = 3.3V			±2	LSB
相对精度	$E_{DL}$	AREF = 3.3V			±1	LSB
补偿精度	$E_{OFS}$	AREF = 3.3V			±1	LSB
放大精度	$E_{GAN}$	AREF = 3.3V			±3	LSB
模拟输入电压范围	$V_{AN}$	VDD5 = 5V	VSS		CAP33 (AREF)	V
		VDD33 = 3.3V	VSS		VDD33 (AREF)	V
模拟参考电压	$V_{REF}$		2		CAP33 (VDD33)	V
转换时间	$T_{CT}$		16			μs
ADC 功耗	IADC1	VDD33=3.3V		600		μA

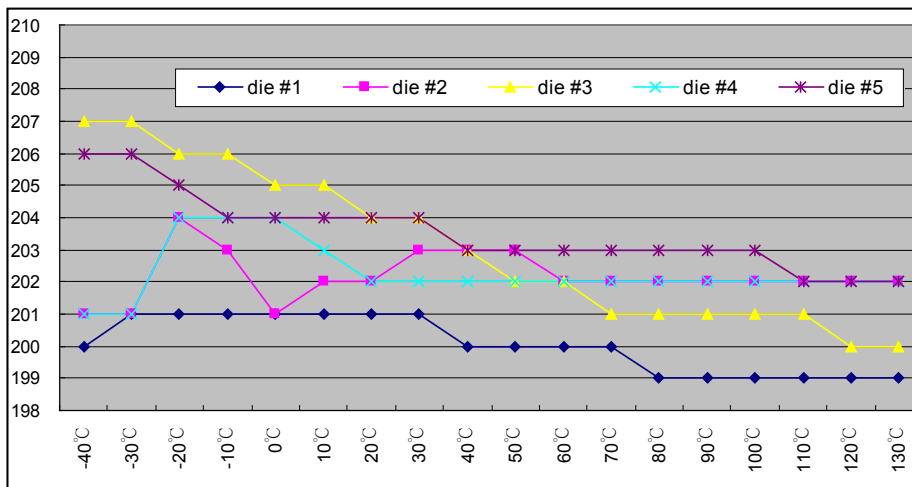
(a) AD 转换值 vs. 温度对应表, 当  $V_{AN}$  input = 1V, “ADC VREF voltage = CAP33/VDD33 power = 3.3V”



(b) AD 转换值 vs. 温度对应表, 当  $V_{AN}$  input = 1V at “ADC VREF voltage = AREF pin = 3.3V”



(c) AD 转换值 vs. 温度对应表, 当  $V_{AN}$  input = 1V, “VREF voltage = internal bandgap voltage”

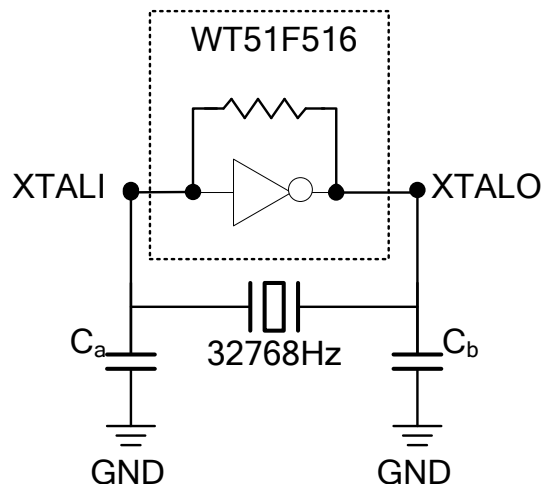


## 7.7 石英晶体振荡器

参数	符号	引脚/条件	规格			单位
			最小值	典型值	最大值	
频率范围	$F_0$			32.768		KHz
外部电容 <sup>(1)</sup>	$C_a/C_b$		10		68	pF

注:

1. 振荡器负载电容  $C_L = \frac{C_a * C_b}{(C_a + C_b)} + C_s$  ( $C_s$  为杂散电容值,  $C_L$  值请参考振荡器规格书), 建议的  $C_a$  和  $C_b$  电容值范围为 10pF ~ 68pF.

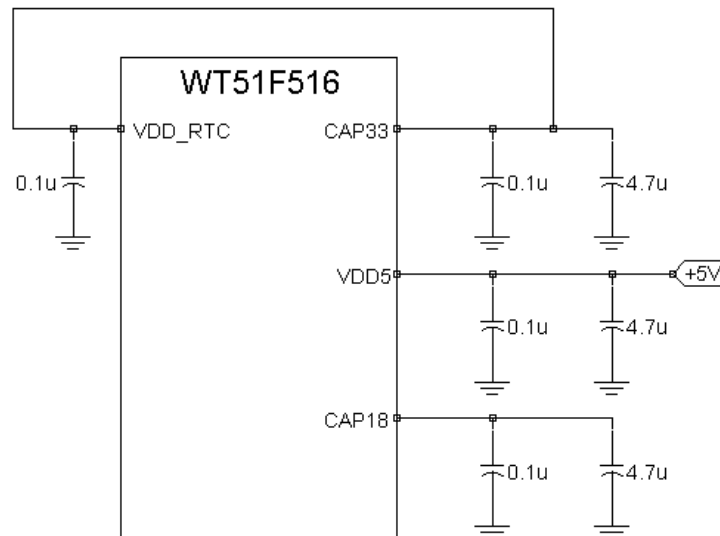




## 8. 應用電路

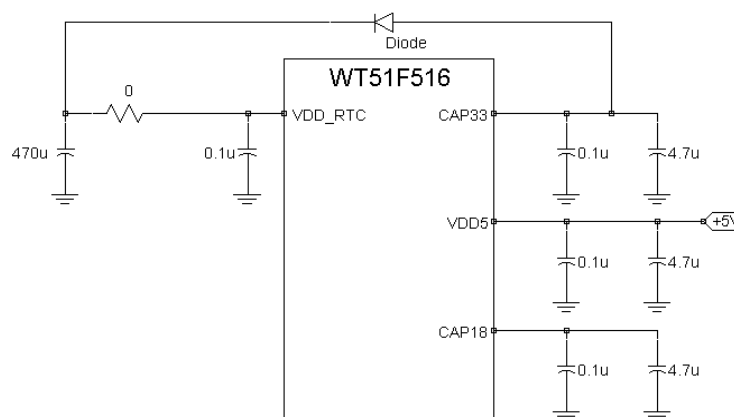
### 8.1 +5.0V power Supply

For 51F516-RG480WT/51F516-UG320WT



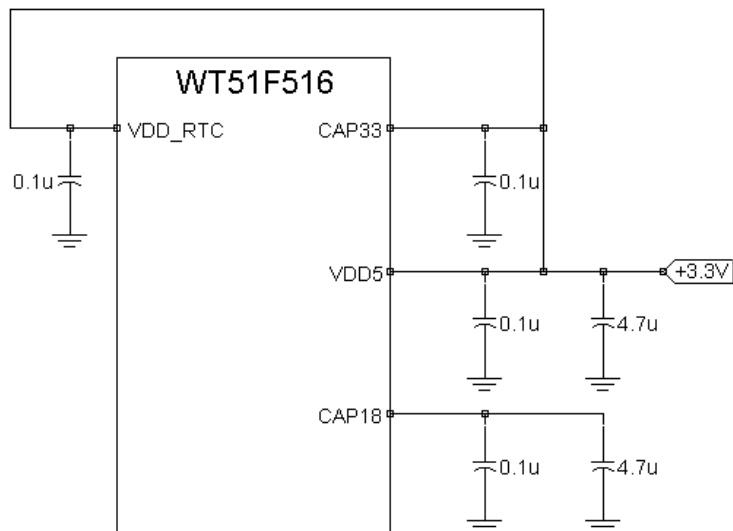
For 51F516-RG480WT/51F516-UG480WT

RTC 外接靜電容或電池參考線路

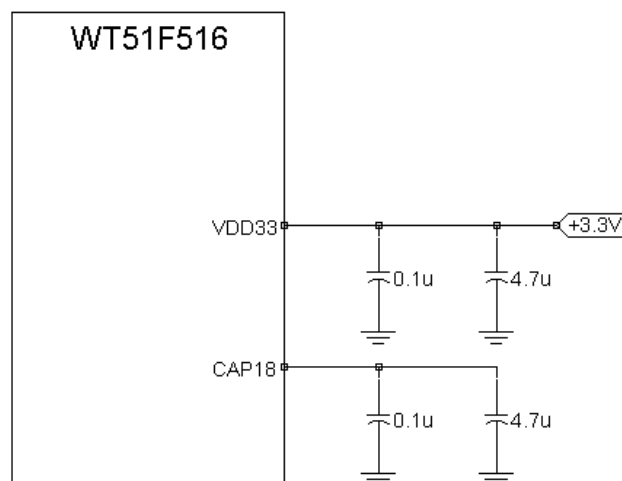


## 8.2 +3.3V power Supply

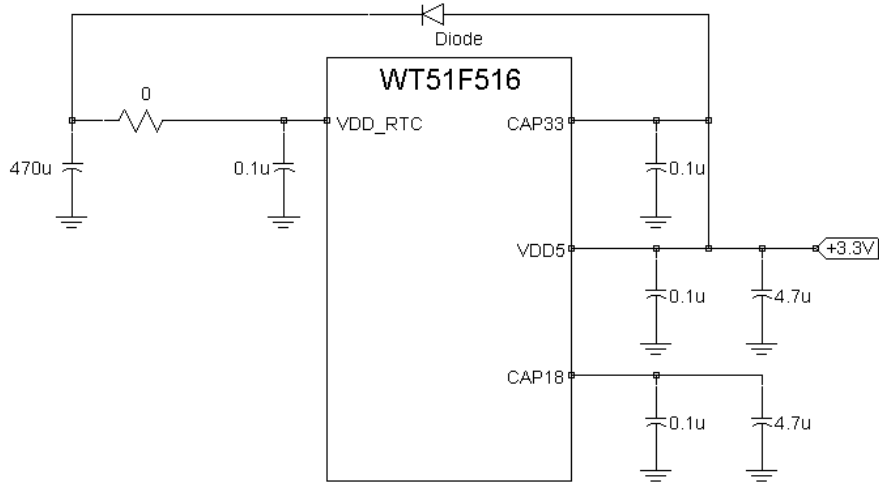
For 51F516-RG480WT/51F516-UG320WT



For 51F516-OG200WT/51F516-SG161WT

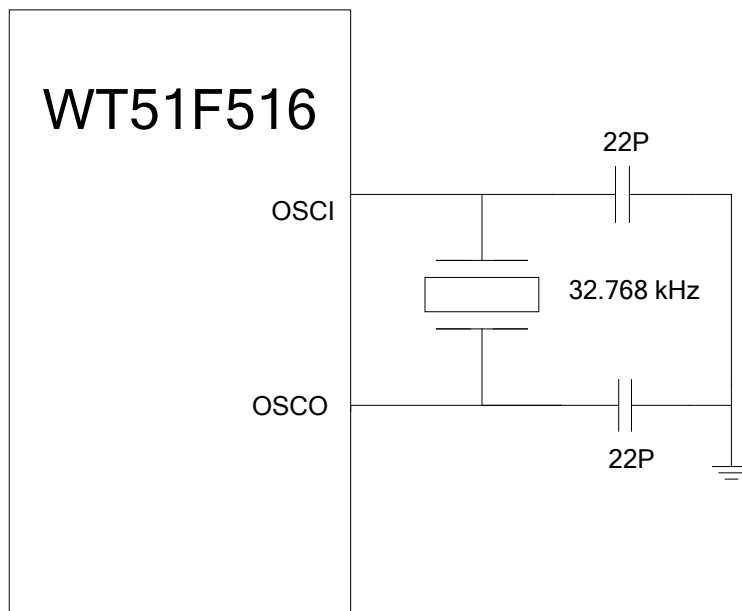


For 51F516-RG480WT/51F516-UG320/32AWT



## 8.3 振荡器线路

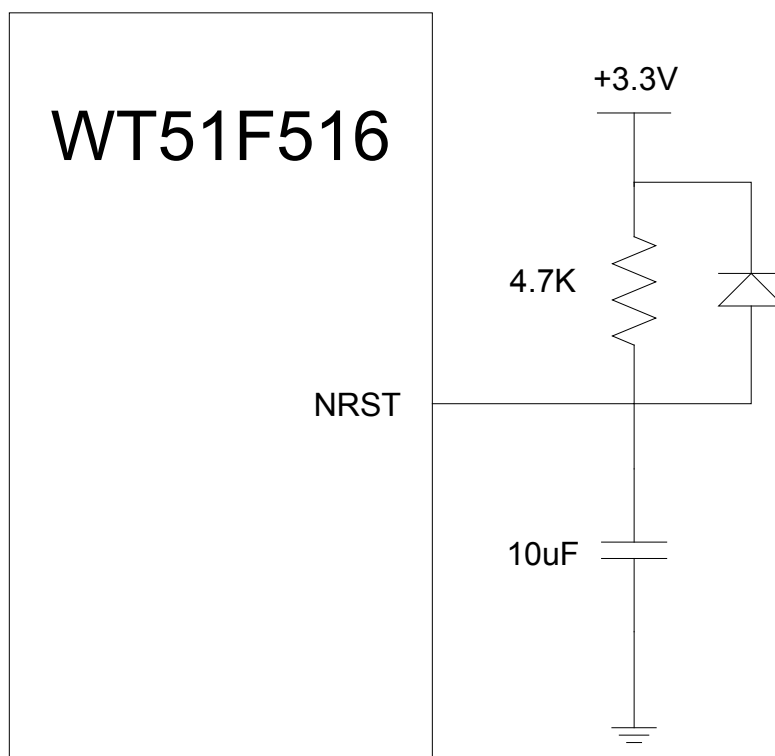
### 8.3.1 外挂 32.768 kHz 晶体振荡器



注: **WT51F516** 已提供内部 **RC** 振荡, 可以不需要外挂晶体振荡器, 但有需求更精准的应用可以外挂晶体振荡器。

\* Crystal load capacitance  $C_L = \frac{C_a * C_b}{(C_a + C_b)} + C_s$  ( $C_s$  is stray capacitances and Crystal load capacitance value to look for in the data sheet of the crystal is  $C_L$ .)

#### 8.4 RESET 线路



## 9. 产品命名规则

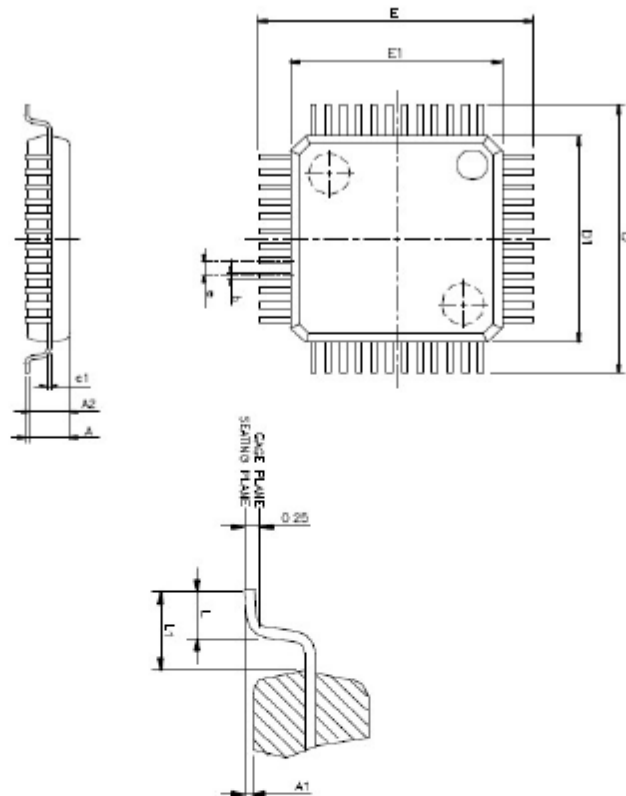
WT	消费性市场	LCD 功能	种子码 (家族)	Flash Size (K Bytes)		批注
WT	5	1F	1	0	4	5: 具 MCU/DSP, 使用在泛用型 或 消费性市场的相关产品 1X: 8-bit MCU 1F: Flash type 不带 LCD 功能的 8-bit MCU
			5	1	6	
WT	5	6F	1	0	8	5: 具 MCU/DSP, 使用在泛用型 或 消费性市场的相关产品 6X: LCD 背光模块控制器 6F: Flash type 带 LCD 功能的 8-bit MCU
			2	1	6	

## 10. 订购信息

包装型	包装外观尺寸	产品型号
LQFP48	7mm x 7mm	WT51F516-RG480WT
QFN32	5mm x 5mm	WT51F516-UG320WT
QFN32	5mm x 5mm	WT51F516-UG32AWT
SSOP20	150 mil	WT51F516-OG200WT
SOP16	150 mil	WT51F516-SG161WT
DIE	-	WT51F516-HXXXWT

## 11. 封裝尺寸

### 11.1 48-Pin LQFP

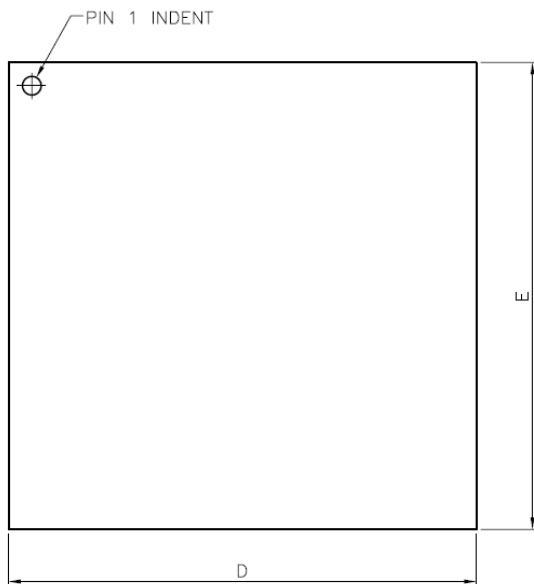
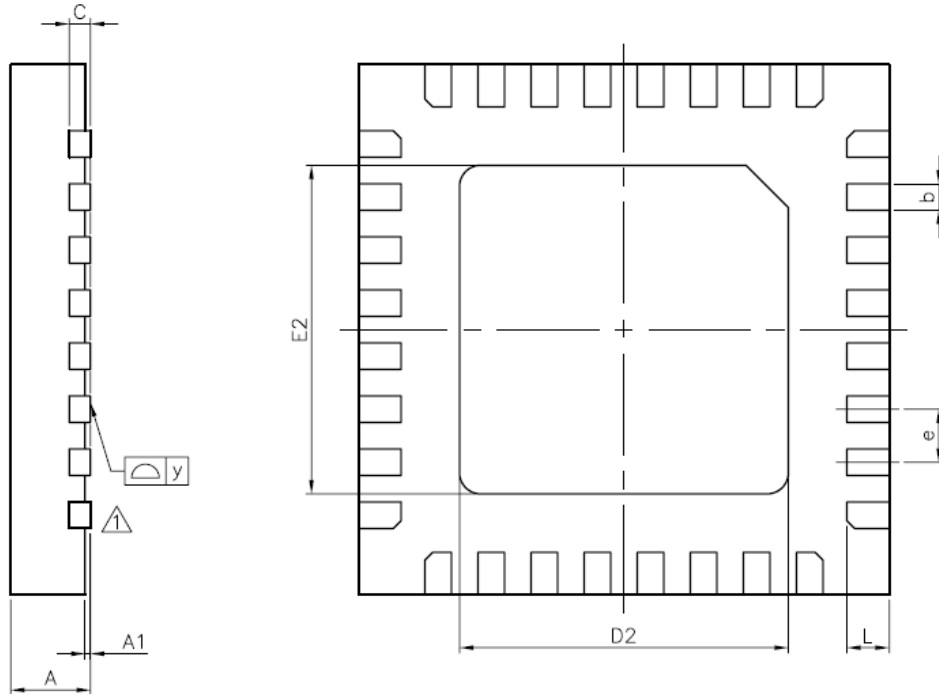


VARIATIONS (ALL DIMENSIONS SHOWN IN MM)

SYMBOLS	MIN.	MAX.
A	--	1.6
A1	0.05	0.15
A2	1.35	1.45
c1	0.09	0.16
D	9.00 BSC	
D1	7.00 BSC	
E	9.00 BSC	
E1	7.00 BSC	
φ	0.5 BSC	
b	0.17	0.27
L	0.45	0.75
L1	1 REF	

- NOTES:
1. JEDEC OUTLINE MS-026 BFC
  2. DIMENSIONS D1 AND E1 DO NOT INCLUDE MOLD PROTRUSION. ALLOWABLE PROTRUSION IS 0.25mm PER SIDE. D1 AND E1 ARE MAXIMUM PLASTIC BODY SIZE DIMENSIONS INCLUDING MOLD MISMATCH.
  3. DIMENSION b DOES NOT INCLUDE DAMBAR PROTRUSION. ALLOWABLE DAMBAR PROTRUSION SHALL NOT CAUSE THE LEAD WIDTH TO EXCEED THE MAXIMUM b DIMENSION BY MORE THAN 0.08mm.

11.2 QFN32

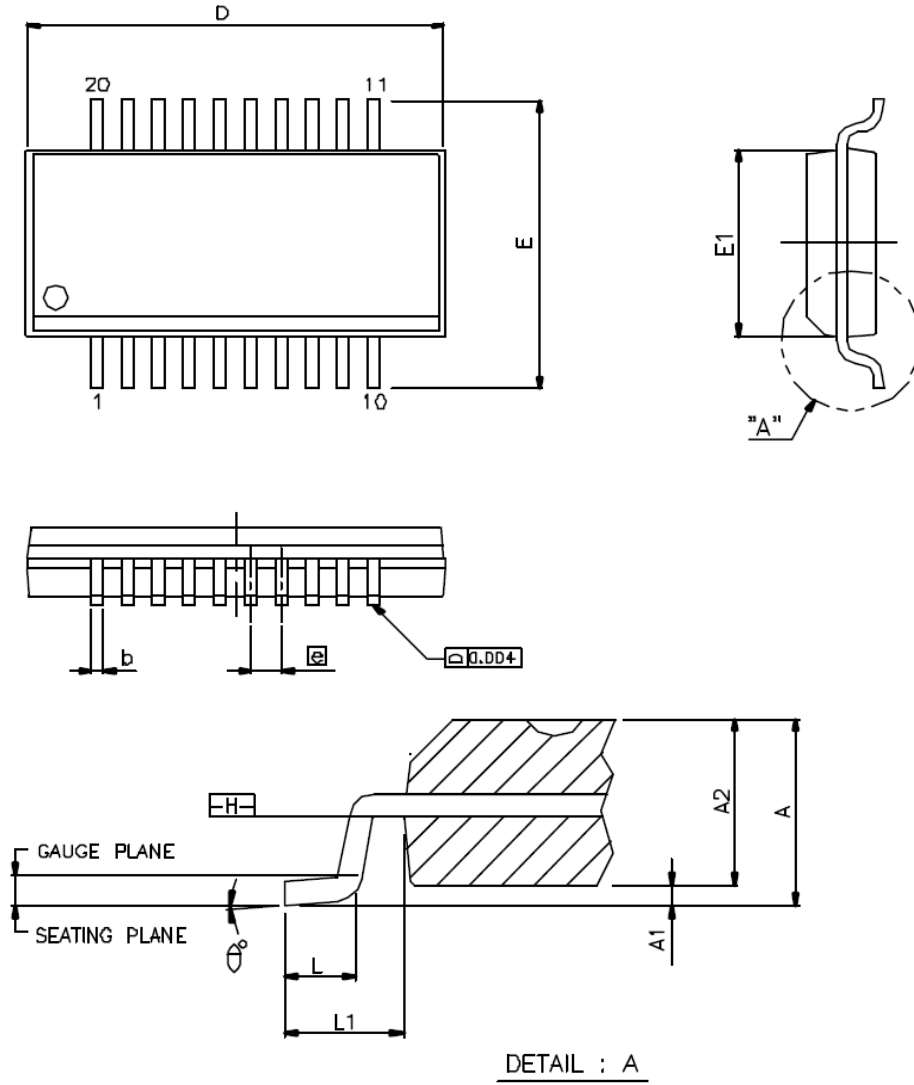


SYMBOLS	DIMENSIONS IN MILLIMETERS		
	MIN	NOM	MAX
A	0.70	0.75	0.80
A1	0.00	0.02	0.05
b	0.18	0.25	0.30
C	—	0.20 REF.	—
D	4.90	5.00	5.10
D2	3.05	3.10	3.15
E	4.90	5.00	5.10
E2	3.05	3.10	3.15
e	—	0.50	—
L	0.35	0.40	0.45
y	0.00	—	0.075

NOTE:

1. THE TERMINAL #1 IDENTIFIER IS A LASER MARKED FEATURE

**11.3 SSOP20**



SYMBOLS	MIN.	NOM.	MAX.
A	0.053	0.064	0.069
A1	0.004	0.006	0.010
A2	—	—	0.059
b	0.008	—	0.012
C	0.007	—	0.010
D	0.337	0.341	0.344
E	0.228	0.236	0.244
E1	0.150	0.154	0.157
$\square$	0.025 BASIC		
L	0.016	0.025	0.050
L1	0.041 BASIC		
$\theta^\circ$	0°	—	8°

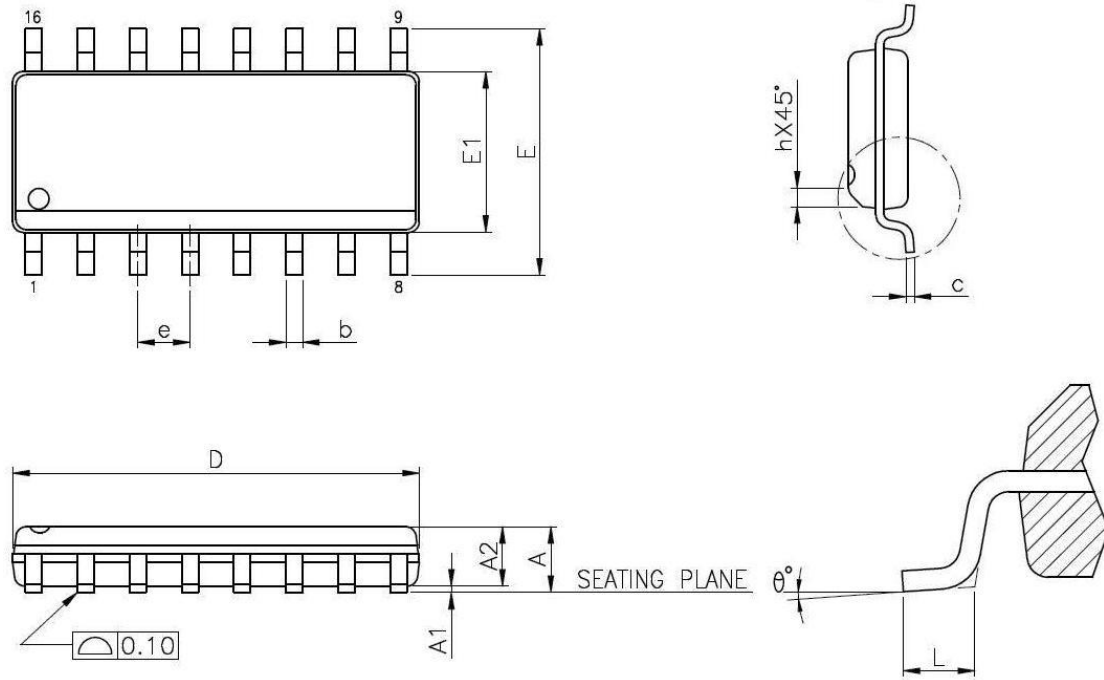
NOTES:

- 1 JEDEC OUTLINE : MO-137 AD
- 2 DIMENSION D DOES NOT INCLUDE MOLD PROTRUSIONS OR GATE BURRS  
MOLD PROTRUSIONS AND GATE BURRS SHALL NOT EXCEED 0.006" PER SIDE. DIMENSION E1 DOES NOT INCLUDE INTERLEAD MOLD PROTRUSIONS.  
INTERLEAD MOLD PROTRUSIONS SHALL NOT EXCEED 0.010" PER SIDE.
3. DIMENSION b DOES NOT INCLUDE DAMBAR PROTRUSION/INTRUSION.  
ALLOWABLE DAMBAR PROTRUSION SHALL BE 0.004" TOTAL IN EXCESS OF b DIMENSION AT MAXIMUM MATERIAL CONDITION DAMBAR INTRUSION SHALL NOT REDUCE DIMENSION b BY MORE THAN 0.002" AT LEAST

UNIT : INCH



**11.4 SOP16**



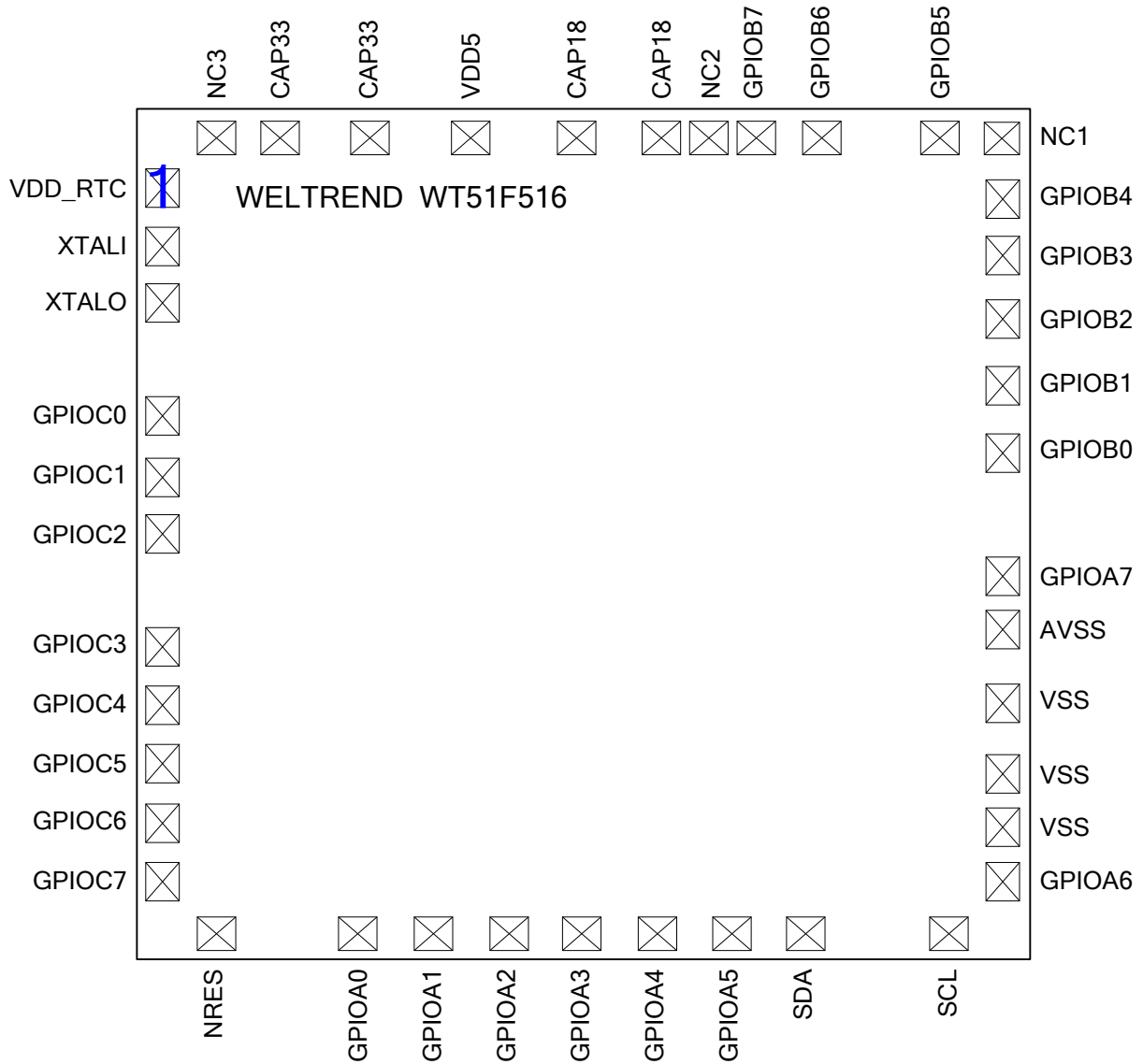
SYMBOLS	STANDARD	
	MIN.	MAX.
A	-	1.75
A1	0.10	0.25
A2	1.25	-
b	0.31	0.51
c	0.10	0.25
D	9.90 BSC	
E	6.00 BSC	
E1	3.90 BSC	
e	1.27 BSC	
L	0.40	1.27
h	0.25	0.50
$\theta^\circ$	0	8

UNIT: mm

**NOTES:**

- JEDEC OUTLINE:  
MS-012 AC REV.F (STANDARD)
- DIMENSIONS "D" DOES NOT INCLUDE MOLD FLASH, PROTRUSIONS OR GATE BURRS. MOLD FLASH, PROTRUSIONS AND GATE BURRS SHALL NOT EXCEED 0.15mm. PER SIDE
- DIMENSIONS "E1" DOES NOT INCLUDE INTER-LEAD FLASH, OR PROTRUSIONS. INTER-LEAD FLASH AND PROTRUSIONS SHALL NOT EXCEED 0.25mm PER SIDE

**11.5 Pad Diagram**



坐标表

No	Name	X	Y	*	No	Name	X	Y	*
1	VDD_RTC	46.18	1606.82	A	22	VSS	1803.82	268.53	A
2	XTALI	46.18	1487.12	A	23	VSS	1803.82	376.88	A
3	XTALO	46.18	1367.42	A	24	VSS	1803.82	528.05	A
4	GPIOC0	46.18	1129.69	A	25	AVSS	1803.82	681.95	A
5	GPIOC1	46.18	1006.99	A	26	GPIOA7	1803.82	795.61	A
6	GPIOC2	46.18	884.29	A	27	GPIOB0	1803.82	1055.415	A
7	GPIOC3	46.18	645.71	A	28	GPIOB1	1803.82	1192.735	A
8	GPIOC4	46.18	523.01	A	29	GPIOB2	1803.82	1330.055	A
9	GPIOC5	46.18	400.31	A	30	GPIOB3	1803.82	1467.375	A
10	GPIOC6	46.18	277.61	A	31	GPIOB4	1803.82	1587.185	A
11	GPIOC7	46.18	154.91	A	32	NC1	1805.32	1713.82	C
12	NRES	154.45	46.18	B	33	GPIOB5	1677.62	1713.82	B
13	GPIOA0	458.43	46.18	B	34	GPIOB6	1425.81	1713.82	B
14	GPIOA1	613.83	46.18	B	35	GPIOB7	1286.53	1713.82	B
15	GPIOA2	769.23	46.18	B	36	NC2	1188.79	1713.82	B
16	GPIOA3	924.63	46.18	B	37	CAP18	1091.79	1713.82	B
17	GPIOA4	1080.03	46.18	B	38	CAP18	913.595	1713.82	B
18	GPIOA5	1235.43	46.18	B	39	VDD5	696.225	1713.82	B
19	SDA	1390.83	46.18	B	40	CAP33	478.87	1713.82	B
20	SCL	1695.55	46.18	B	41	CAP33	291.68	1713.82	B
21	GPIOA6	1803.82	154.45	A	42	NC3	153.18	1713.82	B

注 1: 原点位置在 Die 的左下方。

注 2: PAD 尺寸.

**A: 66um x 73um**

**B: 73um x 66um**

**C: 63um x 66um**

注 3: 为了使电压稳定, 请在 CAP18/CAP33/VDD5/VDD\_RTC 和 VSS 之间加上旁路电容 0.1uF 和 4.7uF。

注 4: NC1,NC2,NC3 脚位一般应用不接线。

注 5: 全部的 VSS 脚位需要连接在一起。(No: 22, 23, 24, 25)

注 6: 全部的 CAP18 脚位需要连接在一起。(No: 37, 38)

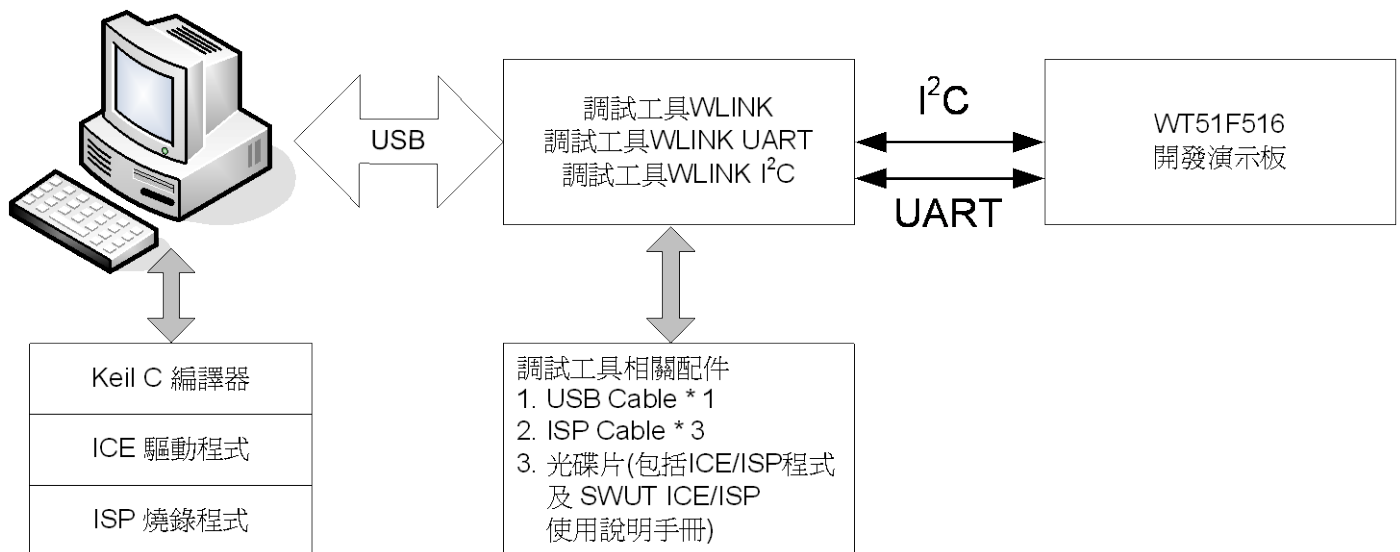
注 7: 部的 CAP33 脚位需要连接在一起。(No: 40, 41)

注 8: VDD\_RTC 脚位需要与 CAP33 连接, 除非 VDD\_RTC 独立供电。

## 12. 開發工具

WT51F516 可以与 Keil C51 搭配，调试工具与开发演示板、应用软件，都可以在计算机系统 Win98/2000/XP/Win7 完成在线仿真(ICE)与在线刻录(ISP)。

示意图如下：



注：详细请参考 ICE/ISP 使用说明手册及 WLINK 应用手册。

## 13. 版本更改记录

版本	记录	日期
1.1	初始版本	2012 年 4 月
1.12	增加 UG32A 包装	2015 年 3 月