

# 8 位 OTP 单片机芯片 BL35P02R

用户手册 v1.0 (2010-4-16)



上海贝岭股份有限公司

Shanghai Belling Co., Ltd.

# 8 位 OTP 单片机芯片 BL35P02R

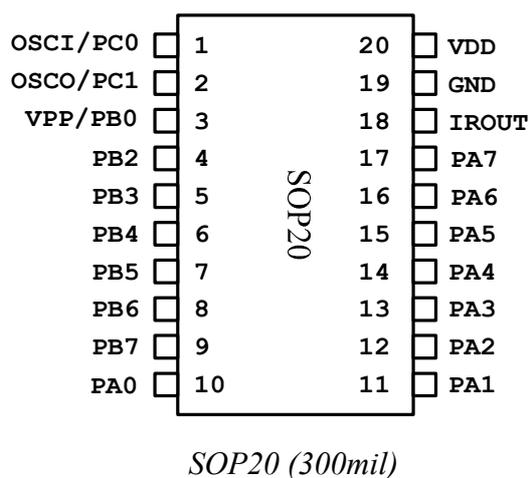
## 1. 概述

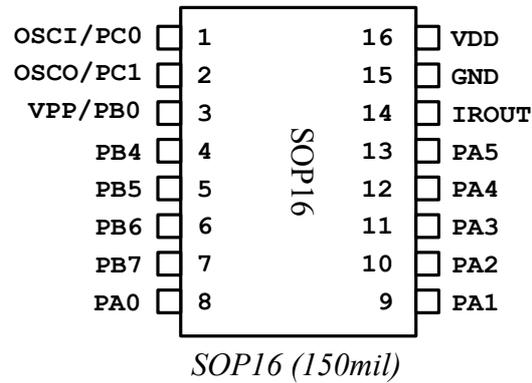
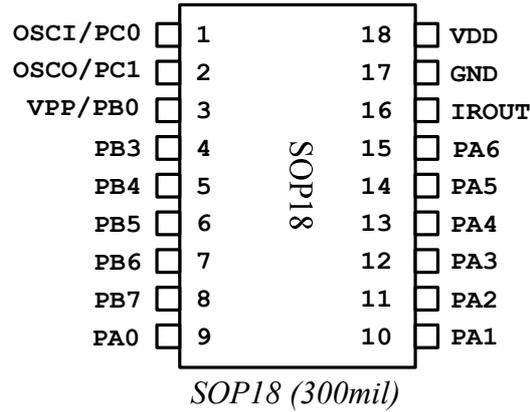
BL35P02R 是一款低功耗 8 位 OTP 型微控制器单元(MCU)，并带有内置高精度振荡器，及一个可直接驱动红外发射管的遥控码输出口，适用于各类家电（如电视、VCD 机等）的红外遥控器。

## 2. 主要特点

- 8 位 CISC 结构 CPU (Motorola HC05 兼容)
- 最多可支持 16 个通用 I/O 口和 1 个输入口
- 1 个 8 位定时/计数器
- 9 路键盘中断 (KBI)
- 1 路遥控码输出口 (IROUT)，8 种载波频率可选 (1/3 占空比)，驱动能力强 (>300mA)
- 外接晶振 32.5K-8MHz/内置 RC 振荡 4MHz (偏差 ≤ 5%，0-40℃，2.0-3.6V 工作电压范围内)
- 低功耗设计 (待机功耗 < 1uA@3V)
- 32 byte RAM (含堆栈)
- 2K\*8 bit OTP ROM
- OTP 数据加密功能
- 工作电压 2.0-5.5V
- 封装形式：SOP20 (300mil)/SOP18 (300mil)/SOP16 (150mil)

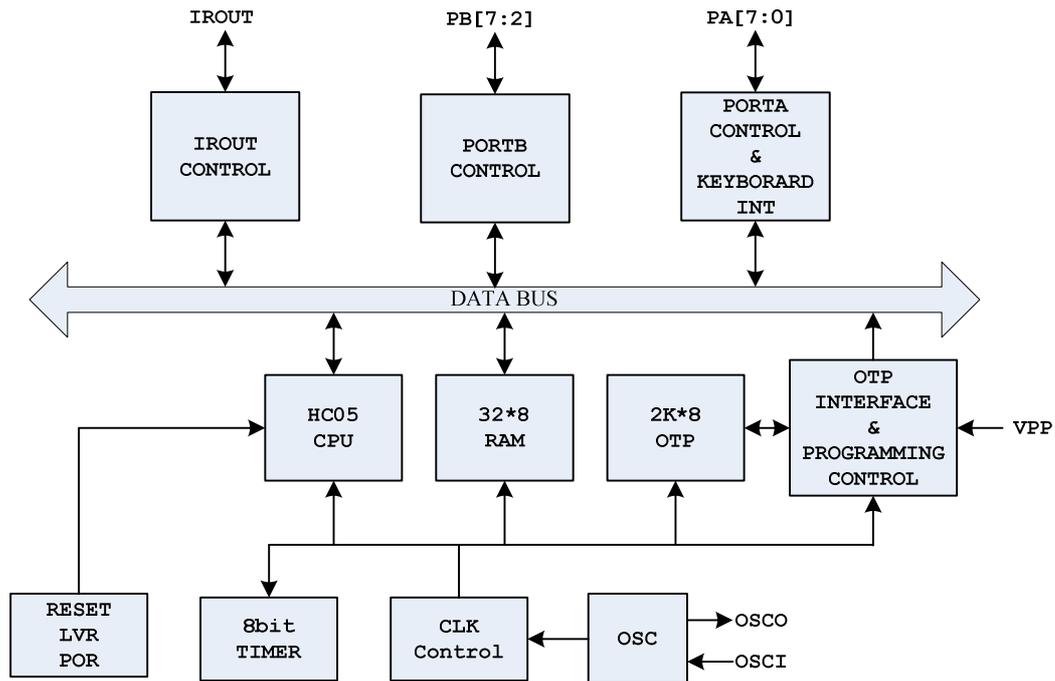
## 3. 引脚定义





引脚名	类型	功能
OSCI/PC0	I/O	晶振或通用 I/O 口（使用内部 RC 时）
OSCO/PC1	I/O	晶振或通用 I/O 口（使用内部 RC 时）
GND	SOURCE	地
VDD	SOURCE	电源
IROUT	OUTPUT	遥控码输出口
VPP/PB0	INPUT	OTP 烧写时作为高压输入；平时作为输入口，可触发键盘中断
PB2-PB7	I/O	通用 I/O 口，作输入口时可选上拉电阻
PA0-PA7	I/O	通用 I/O 口，作输入口时可选上拉电阻，可触发键盘中断

#### 4. 系统方块图





## 5. 电气参数

### 5.1 极限参数

参数	符号	值	单位
工作电压	Vdd	-0.3~6.5	V
输入电压	VIN	VSS-0.3 ~ Vdd+0.3	V
工作温度	TA	0 ~ 40	°C
储存温度	Tstg	-65 ~ 150	°C

### 5.2 直流特性参数

(VDD=3.0V, T=25°C)

特性	符号	引脚	条件	最小	典型	最大	单位
工作电压	VDD			2.0		5.5	V
输出高电平驱动电流	I <sub>oh</sub>	PA7~PA0 PB7~PB2 PC1~PC0 IROUT	V <sub>oh</sub> =2.7V	3	5		mA
输出低电平驱动电流	I <sub>o11</sub>	PA7~PA0 PB7~PB2 PC1~PC0	V <sub>o1</sub> =0.3V	10	14		mA
	I <sub>o12</sub>	IROUT	V <sub>o1</sub> =1.5V	300	400		mA
输入高电平	V <sub>ih</sub>	PA7~PA0 PB7~PB2 PB0 PC1~PC0		0.7Vdd		Vdd	V
输入低电平	V <sub>il</sub>	PA7~PA0 PB7~PB2 PB0 PC1~PC0		0		0.2Vdd	V
LVR 电压	V <sub>LVR</sub>		0-40°C	1.15	1.40	1.65	V
静态功耗	I <sub>st</sub>	VDD	进 STOP 模式		0.1	1	uA
上拉电阻	R <sub>p</sub>	PA7~PA0 PB7~PB2		10	25	50	Kohm

### 5.3 交流特性参数

(VDD=3.0V, T=25°C)

特性	符号	条件	最小	典型	最大	单位
主晶振频率	F <sub>osc</sub>		325K		8M	Hz
内部 RC 振荡频率	F <sub>rc</sub>	T=0-40°C Vdd=2.0-3.6V	3.88	4.0	4.12	Mhz
晶振起振时间	T <sub>oxov</sub>				20	ms



## 6. 功能说明

### 6.1 指令集

BL35P02R 采用 HC05 指令集。指令集详细资料见本公司手册《HC05 指令集》。

### 6.2 地址空间分配

- \$0000-\$000F: 控制寄存器
- \$0010-\$00DF: 未定义
- \$00E0-\$00FF: RAM
- \$0100-\$17FF: 未定义
- \$1800-\$1FFF: OTP ROM

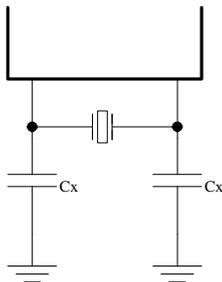
### 6.3 振荡电路

BL35P02R 可选用外接晶体振荡或内置 RC 振荡两种工作模式，通过配置 OPBIT 的第 3 位实现（参见 6.10）。

#### 6.3.1 外接晶振模式

当选用外部晶体振荡工作模式，连接方式见下图。晶体可选用 325KHz~8MHz，通常 Cx 是必须的（3.5M 以上的晶振可以不接电容 Cx）。在实际使用中，用户应使晶体离 OSCI、OSCO 引脚的距离尽可能短，这样有助于振荡器的起振和振荡的稳定性。

下表列出几种典型频率晶振选用电容 Cx 的推荐值。



晶体振荡

晶体频率	电容 Cx
8MHz	不接/15p
4MHz	不接/15p/30p
3.64MHz	不接/15p/30p
455KHz	100u-300u

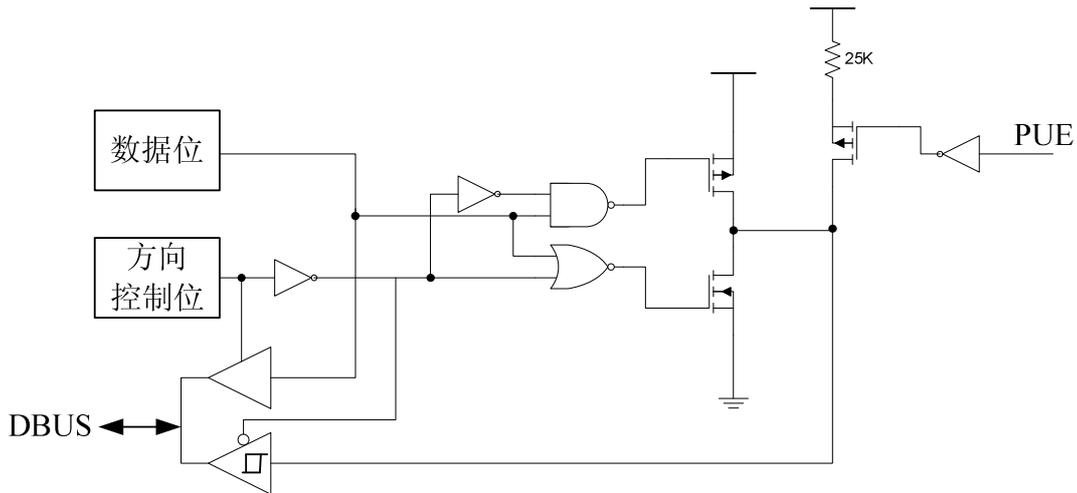
**注意：**因为振荡器的品牌很多，电容值仅为推荐值，具体参数请根据实际使用的晶振性能而定。

#### 6.3.2 内置 RC 振荡

当选用内置 RC 振荡时，OSCI、OSCO 引脚则可当作通用 IO 口（PC0、PC1）使用。

### 6.4 输入输出口

BL35P02R 有 16 个通用双向 IO 口（PA7-PA0、PB7-PB2、PC1、PC0）和一个输入口（PB0）。每一个双向 IO 口都可以通过方向寄存器（DDRA、DDRB、DDRC）的相应位设置成输入或输出；在作为输入口使用时，可通过 KBIM 或 MCR 的 PBP、PBP3、PBP2 选择是否内接 25KΩ 上拉电阻（PC1、PC0 不带上拉电阻）。下图是 IO 口电路结构示意图。



每一个 IO 口都是由相应的数据寄存器和方向寄存器控制的，功能如下表所示。

读/写	DDR	功能
写	0	IO 口处于输入状态；数据写到数据寄存器中，端口状态不受影响
写	1	IO 口处于输出状态；数据写到数据寄存器中，端口状态与数据寄存器同时改变
读	0	IO 口处于输入状态；端口状态被读出
读	1	IO 口处于输出状态；数据寄存器（与端口状态相同）被读出

PA 口可作为键盘中断的输入口，每一位可通过 KBIM 单独配置。当 KBIM 的  $KBEM_i=1$  ( $i=0\dots7$ ) 时， $PA_i$  就被设置为键盘中断口，同时内部  $25K\Omega$  上拉电阻被设置为有效。有关键盘中断的详细介绍，见 6.7.1 节。

PB2-PB7 在作为输入口时可设置内部  $25K\Omega$  上拉电阻是否有效（作输出时上拉电阻总是无效的），其中 PB2 的上拉电阻通过 MCR 的 PBP2 位控制，PB3 的上拉电阻通过 MCR 的 PBP3 位控制，PB4-PB7 的上拉电阻共用 PBP 作为控制位。

PB0 在烧写 OTP 时作为高压输入用，在平时应用时能作为输入口（带  $50K\Omega$  上拉电阻），并可配置为键盘中断口（由 DDRB 的  $KBEM_0$  控制）。详见 6.7.1 节。

PC1、PC0 在内置 RC 振荡模式时，可作为通用 IO 口使用（不带上拉电阻）。

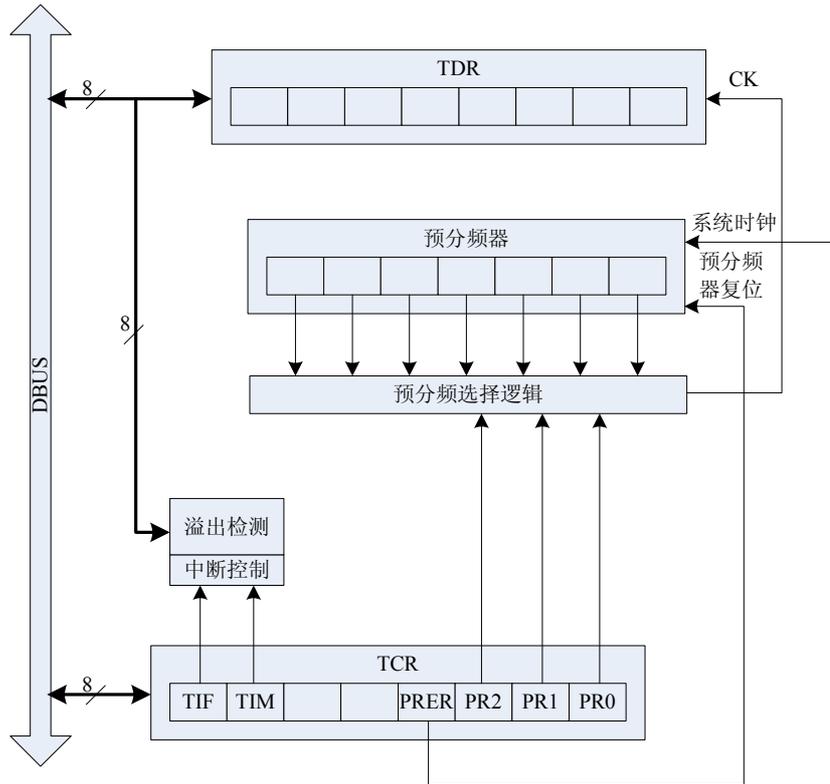
## 6.5 定时器 (TIMER)

BL35P02R 的定时器包括一个 8 位可编程计数器 TDR 和一个 7 位可编程预分频器组成。TDR 的初值由程序设定然后递减计数到零，当计数到零时，定时器中断标志位 TIF 置“1”。如果定时器中断未被屏蔽（即  $TIM=0$ ）且 CPU 的 I 标志为零，则产生中断。有关定时器中断的详细介绍，见 6.7.2 节。

定时器的 TDR 对系统内部时钟（经过预分频）不断进行循环计数，其计数值可随时读写。读 TDR 时，TDR 的计数不受影响，写 TDR 时，TDR 将从新的设定值开始计数。

7 位预分频器可实现 1、2、4、8、16、32、64、128 分频，系统时钟（频率是晶振频率的 1/2）经过预分频器分频后才送到 TDR 计数，分频系数通过 TCR 的 PR2、PR1、PR0 设置。预分频器不能被直接访问，但对 TCR 的 PRER 位写“1”可实现对预分频器的值清零。

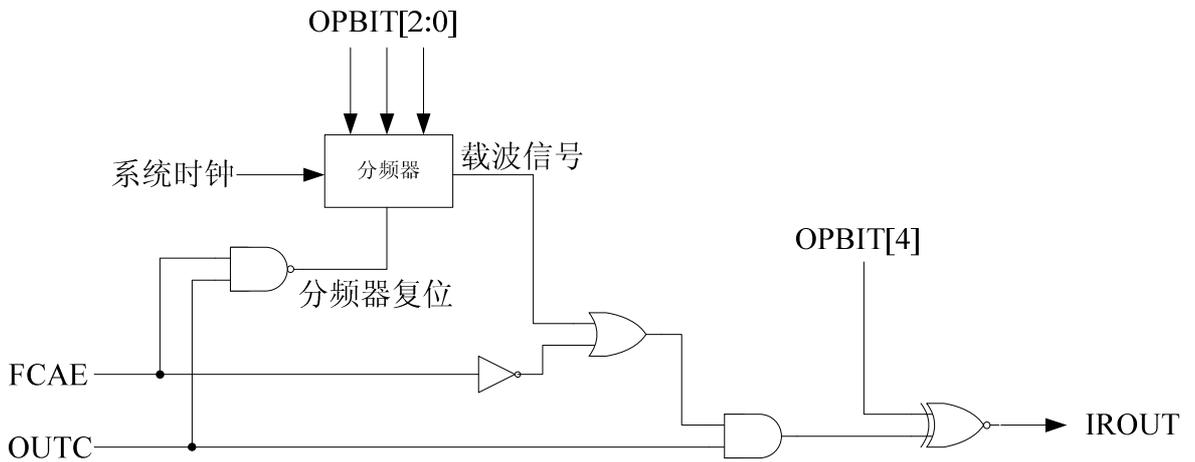
定时器的结构见下图。



## 6.6 遥控码输出口

遥控码输出口 **IROUT** 可用于输出带载波（占空比 1/3）的遥控编码信号，载波的频率有 8 种选择，通过 **OPBIT** 位在 OTP 烧写时进行配置。**OPBIT** 的第 4 位用于选择 **IROUT** 输出是正逻辑还是负逻辑。

**IROUT** 的控制逻辑见下图所示。



**FCAE** 和 **OUTC** 是 **MCR** 的两个控制寄存器位，分别用来控制载波的有无和遥控码输出的逻辑，**OPBIT[4]** 则会决定正负逻辑。需要指出的是，**FCAE** 和 **OUTC** 只要有一个为 0 就会对载波分频器复位，这样就能保证带载波的遥控码输出的第一个载波周期是完整的。**OPBIT[4]**、**OUTC**、**FCAE** 和 **IROUT** 的逻辑关系见下面的真值表。

OPBIT[4]	FCAE	OUTC	IROUT
0	0	0	H
0	0	1	L
0	1	0	H
0	1	1	L (带载波)
1	0	0	L
1	0	1	H
1	1	0	L
1	1	1	H (带载波)

IROUT 的载波是在系统时钟（频率是晶振频率的 1/2）的基础上分频得到的，通过 OPBIT[2:0]的配置，共有 8 种选择，见下表。

OPBIT[2:0]	相对于系统时钟的分频倍数	选用晶振频率	IROUT 载波频率
000	6	445K	37.91K
001	36	4M	55.56K
010	50	4M	40.00K
011	53	4M	37.74K
100	56	4M	35.71K
101	61	4M	32.78K
110	64	4M	31.25K
111	74	4M	27.03K

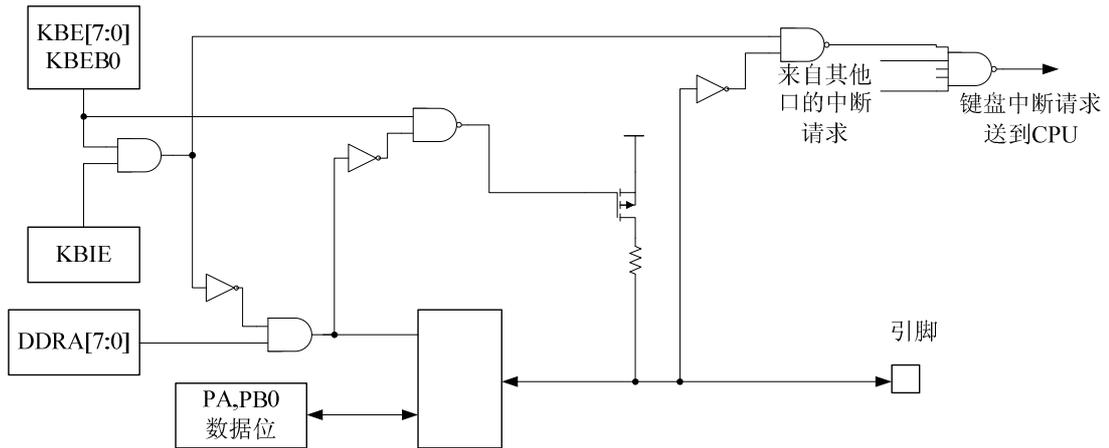
## 6.7 中断

BL35P02R 的中断有键盘中断（KBI）、定时器中断（TMI）和软中断（SWI）。键盘中断和定时器中断可被 CPU 状态寄存器 CCR 的 I 位屏蔽，软中断不受屏蔽位 I 的影响。软中断 SWI 属于指令系统的一部分，详细介绍见《HC05 指令集》。

### 6.7.1 键盘中断

BM35P02 的 PA0-PA7 及 PB0 可以作为键盘中断输入，这些键盘中断请求信号共用一个中断请求端和一个中断向量，因而在中断服务程序中通常还要读取 IO 数据寄存器来判断究竟是哪一个键盘输入口有中断请求。

键盘中断电路结构如下图所示。



注：PB0没有上拉电阻

键盘中断请求与三个因素有关。

(1) KBIE 位，这是 MCR 寄存器的一位。KBIE 是键盘中断允许位，当 KBIE=1 时，允许键盘中断，KBIE=0 时，不允许键盘中断。

(2) KBE[7:0] (对应 PA[7:0]) 和 KBEB0 (对应 PB0)，当 KBE<sub>i</sub>=1 (KBEB0=1) 时，表示 PA<sub>i</sub> (PB0) 的键盘中断功能打开，否则，键盘中断功能关闭。

(3) PA7-PA0、PB0 的状态，当引脚从高电平变成低电平时触发中断请求。

另外，MCR 还有一个控制位 KBIC 与键盘中断有关。当键盘中断请求产生并被响应后，需要对 KBIC 位写“1”，否则键盘中断请求会被锁存，也就是说，如不对 KBIC 写“1”，则键盘中断将不停地被响应。

### 6.7.2 定时器中断

定时器中断的产生由以下条件决定。

(1) 定时器中断屏蔽位 TIM。当 TIM=1 时，屏蔽定时器中断；当 TIM=0 时，允许定时器中断。

(2) 定时器中断标志位 TIF。定时器的 8 位计数器进行减法计数到零时，对 TIF 置“1”，表示有定时器中断发生。TIF 不会自动清零，必须通过软件对其清零。

### 6.7.3 中断响应过程

(中断响应过程属于指令系统的范畴，可参考《HC05 指令集》。这里稍作说明。)

当发生中断时，CPU 将相关状态寄存器的内容压栈保存，对中断屏蔽位 I 置“1”，禁止其他中断。与复位不同，硬件中断不停止当前指令的执行，而是暂时挂起中断直到当前指令执行完成。

CPU 执行中断时，首先到相应的中断向量中取出中断服务程序的入口地址，然后跳转到中断服务程序中执行。

每个中断服务程序都应有 RTI 指令，表示中断服务程序结束，这时，从堆栈取出状态寄存器的值，然后从中断发生时的那条指令的后一条指令继续执行。

### 6.7.4 中断向量

中断	中断向量
KBI	\$1FF4:\$1FF5
TMI	\$1FF6:\$1FF7
SWI	\$1FFC:\$1FFD
复位	\$1FFE:\$1FFF

## 6.8 低功耗工作方式

BL35P02R 有两种低功耗工作方式：STOP 模式和 WAIT 模式。

### 6.8.1 STOP 方式



STOP 指令可使 MCU 进入 STOP 低功耗工作方式，同时对 MCU 会产生以下影响：

- ✧ 停止振荡器振荡。
- ✧ 清状态寄存器 I 位，允许中断。
- ✧ RAM 内容保持不变。
- ✧ 所有的输入输出端口保持原态不变。
- ✧ 所有的内部操作全部停止。

以下情况使 MCU 退出 STOP 方式：

- ✧ 有键盘中断请求发生
- ✧ 系统复位

STOP 工作模式下，系统停止了所有的操作，所以整体功耗水平非常低，静态电流小于 1uA。

### 6.8.2 WAIT 方式

执行 WAIT 指令 MCU 使进入 WAIT 低功耗方式，同时对 MCU 产生以下影响：

- ✧ 停止 CPU 时钟。
- ✧ 停止所有的处理器和内部总线的活动。
- ✧ 定时器保持工作。
- ✧ 清状态寄存器 I 位，允许中断。
- ✧ RAM 内容保持不变。
- ✧ 所有的输入输出端口保持原态不变。
- ✧ WAIT 指令不影响其它任何寄存器。

以下条件将重新启动 CPU 时钟，使 MCU 退出 WAIT 方式，并进入正常工作方式：

- ✧ 键盘中断
- ✧ 定时器中断
- ✧ 系统复位

WAIT 工作模式下，CPU 停止工作，但晶振仍维持振荡，整体功耗水平有所降低，工作电流小于 100uA@3V。

### 6.9 控制寄存器详述

下面详述所有控制寄存器的功能。

控制寄存器列表

寄存器名	地址	R/W	缺省值
PA	\$00	R/W	0000 0000
PB	\$01	R/W	0000 00-0



DDRA	\$04	R/W	0000 0000
DDRB	\$05	R/W	0000 00-0
TDR	\$08	R/W	uuuu uuuu
TCR	\$09	R/W	01-- 0100
KBIM	\$0B	R/W	0000 0000
MCR	\$0C	R/W	00-0 0000
PC	\$0D	R/W	---- --00
DDRC	\$0E	R/W	---- --00

注：- 表示相应位未定义；u 表示相应位缺省值是不确定的值

### PA (\$00)：PA 口数据寄存器

.7-.0 PA[7:0]

PA 作为输出口时，PA 寄存器的值与 PA7-PA0 引脚的逻辑电平保持一致，寄存器可读写。

PA 作为输入口时，写 PA 寄存器依然有效，但不会影响引脚状态；读 PA 的值是引脚状态，而不是寄存器里的数据。

### DDRA(\$04)：PA 口方向寄存器

.7-.0 DDRA[7:0]

DDRA 用于选择 PA 口输入、输出的方向。可读写。

DDRA<sub>i</sub> 为 0 时，PA<sub>i</sub> 作为输入口使用；DDRA<sub>i</sub> 为 1 时，PA<sub>i</sub> 作为输出口使用。

### PB (\$02)：PB 口数据寄存器

.7-.2,.0 PB[7:2,0]

PB 作为输出口时，PB 寄存器的值与 PB7-PB2, PB0 引脚的逻辑电平保持一致，寄存器可读写。

PB 作为输入口时，写 PB 寄存器依然有效，但不会影响引脚状态；读 PB 的值是引脚状态，而不是寄存器里的数据。

### DDRB(\$05)：PB 口方向寄存器

.7-.2 DDRB[7:2]

DDRB 用于选择 PB 口输入、输出的方向。可读写。

DDRB<sub>i</sub> 为 0 时，PB<sub>i</sub> 作为输入口使用；DDRB<sub>i</sub> 为 1 时，PB<sub>i</sub> 作为输出口使用。

.0 KBEB0

KBEB0 用于选择 PB0 的键盘中断功能。可读写。

KBEB0=0 时，PB0 的键盘中断功能关闭；KBEB0=1 时，PB0 的键盘中断功能打开（PB0 与 PA 口相比，内部无上拉电阻）。

### TDR(\$08)：定时器数据寄存器

TDR 是一个可读写的 8 位寄存器，用于读取或设置定时器的当前值。定时器对系统时钟（经分频器）作减 1 计数，读、写该寄存器均不会影响定时器的工作。

### TCR(\$09)：定时器控制寄存器

.7 TIF

0: 定时器未溢出

1: 定时器溢出

写 0 清标志，写 1 无效

定时器的计数器一旦计数结果为“0”，则把 TIF 置“1”，表示有定时器中断请求。系统复位或对 TIF 写“0”可以将 TIF 清零。

.6 TIM



0: 定时器中断允许

1: 定时器中断禁止

系统复位时，会把 TIM 置“1”，从而屏蔽定时器中断，要允许定时器中断，必须用软件把 TIM 清零。TIM 只能用于屏蔽中断请求，不影响 TIF。

### .3 PRER

对 PRER 写“1”将对预分频器复位，对 TDR 的数据进行更新的时候有必要对预分频器清零。对该位读的结果总为“0”。

### .2-.0 PR[2:0]

PR[2:0]是预分频器分频率的选择位，系统复位时被置位“100”，也就是 16 分频。这 3 位的值和分频率的对应关系见下表。

PR2	PR1	PR0	分频率
0	0	0	1
0	0	1	2
0	1	0	4
0	1	1	8
1	0	0	16
1	0	1	32
1	1	0	64
1	1	1	128

## KBIM(\$0B): 键盘中断寄存器

### .7-.0 KBE[7:0]

KBIM 用于按位开关 PA 口键盘中断功能。可读写。

KBE<sub>i</sub> 为 0 时，PA<sub>i</sub> 的键盘中断功能关闭；KBE<sub>i</sub> 为 1 时，PA<sub>i</sub> 的键盘中断功能打开，并同时使内部上拉电阻有效（约 25Kohm），并自动将 PA<sub>i</sub> 置为输入状态。要使用键盘中断功能，还必须将 KBIE 位置 1。

## MCR(\$0C): 杂用寄存器

### .7 KBIE

0: 键盘中断禁止

1: 键盘中断允许

系统复位时，KBIE 清零。KBIE 和各个独立的键盘中断选择位 KBE<sub>x</sub> 执行“与”操作，从而决定是否产生键盘中断请求信号。

### .6 KBIC

0: 保留键盘中断锁存信号

1: 清除键盘中断锁存信号

系统复位时，KBIC 清零。在响应键盘中断后，键盘中断处理子程序中应对清键盘中断锁存信号，即对 KBIC 写“1”。任何时读 KBIC 的结果总为“0”。

### .5 保留

### .4 PBP

0: PB7-PB4 口 25Kohm 上拉电阻无效

1: PB7-PB4 口 25Kohm 上拉电阻有效

上拉电阻只有在相应的 IO 口设置为输入时才有效。

### .3 PBP3

0: PB3 口 25Kohm 上拉电阻无效



- 1: PB3 口 25Kohm 上拉电阻有效
- .2 PBP2
  - 0: PB2 口 25Kohm 上拉电阻无效
  - 1: PB2 口 25Kohm 上拉电阻有效
- .1 OUTC
  - 0: IROUT 输出逻辑 0
  - 1: IROUT 输出逻辑 1
- .0 FCAE
  - 0: IROUT 输出无载波
  - 1: IROUT 输出有载波

#### PC (\$0D): PC 口数据寄存器

- .2-.0 PC[1:0]

PC 作为输出口时, PC 寄存器的值与 PC1-PC0 引脚的逻辑电平保持一致, 寄存器可读写。

PC 作为输入口时, 写 PC 寄存器依然有效, 但不会影响引脚状态; 读 PC 的值是引脚状态, 而不是寄存器里的数据。

#### DDRC(\$0E): PC 口方向寄存器

- .2-.0 DDRC[1:0]

DDRC 用于选择 PA 口输入、输出的方向。可读写。

DDRC<sub>i</sub> 为 0 时, PA<sub>i</sub> 作为输入口使用; DDRC<sub>i</sub> 为 1 时, PC<sub>i</sub> 作为输出口使用。

### 6.10 OPTION BIT

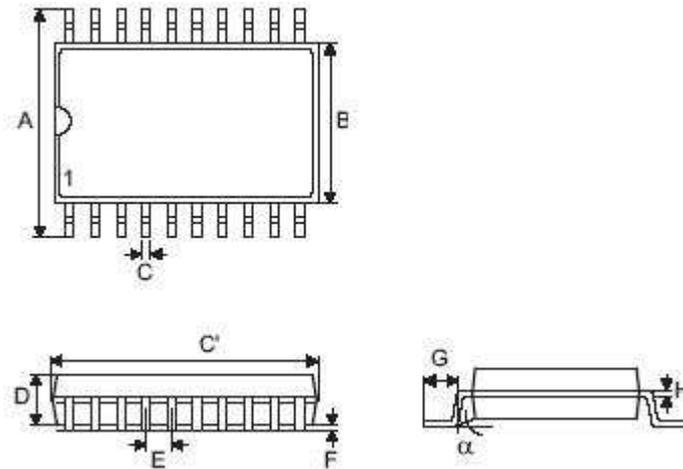
OPTION BIT (简称 OPBIT) 是 OTP 中的一个特殊字节, 用于对系统功能进行配置。OPBIT 在烧写用户程序时通过专用烧写器来设置。

- .7 ENCR
  - 0: 数据加密
  - 1: 数据不加密
- .6-.5 保留
- .4 IRPO
  - 0: IROUT 输出负逻辑
  - 1: IROUT 输出正逻辑
- .3 RCEN
  - 0: 外接晶振模式
  - 1: 内置 RC 模式
- .2-.0 FC[2:0]
  - 000: 载波为系统时钟的 6 分频 (约 38KHz@455K OSC)
  - 001: 载波为系统时钟的 36 分频 (约 56KHz@4M OSC)
  - 010: 载波为系统时钟的 50 分频 (约 40KHz@4M OSC)
  - 011: 载波为系统时钟的 53 分频 (约 38KHz@4M OSC)
  - 100: 载波为系统时钟的 56 分频 (约 36KHz@4M OSC)
  - 101: 载波为系统时钟的 61 分频 (约 33KHz@4M OSC)
  - 110: 载波为系统时钟的 64 分频 (约 31.5KHz@4M OSC)
  - 111: 载波为系统时钟的 74 分频 (约 27KHz@4M OSC)



## 7. 封装尺寸

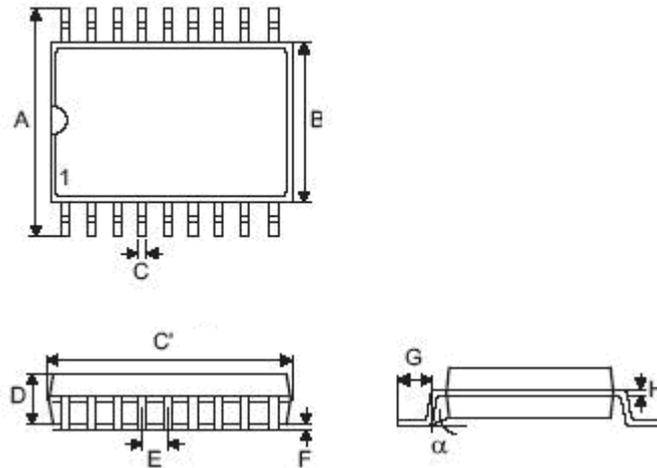
### SOP20 (300mil)



Symbol	Dimensions in mil			Dimensions in millimeter		
	Max.	Nom.	Min.	Max.	Nom.	Min.
A	394	-	420	10.01	-	10.67
B	290	-	300	7.37	-	7.62
C	14	-	20	0.36	-	0.51
C'	495	-	512	12.57	-	13.00
D	92	-	104	2.34	-	2.64
E	-	50	-	-	1.27	-
F	4	-	-	0.10	-	-
G	32	-	38	0.81	-	0.97
H	4	-	12	0.10	-	0.30
$\alpha$	0°	-	8°	0°	-	8°



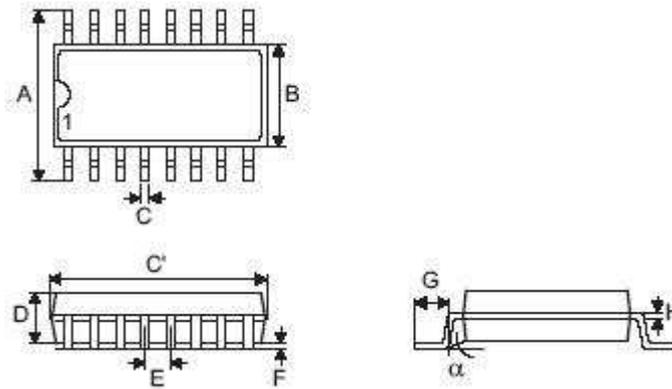
SOP18 (300mil)



Symbol	Dimensions in mil			Dimensions in millimeter		
	Max.	Nom.	Min.	Max.	Nom.	Min.
A	394	-	420	10.01	-	10.67
B	290	-	300	7.37	-	7.62
C	14	-	20	0.36	-	0.51
C'	445	-	462	11.30	-	11.73
D	92	-	104	2.34	-	2.64
E	-	50	-	-	1.27	-
F	4	-	-	0.10	-	-
G	32	-	38	0.81	-	0.97
H	4	-	12	0.10	-	0.30
$\alpha$	0°	-	8°	0°	-	8°



SOP16 (150mil)



Symbol	Dimensions in mil			Dimensions in millimeter		
	Max.	Nom.	Min.	Max.	Nom.	Min.
A	238	-	244	6.05	-	6.20
B	150	-	157	3.80	-	4.00
C	14	-	19	0.36	-	0.48
C'	386	-	398	9.80	-	10.10
D	53	-	62	1.35	-	1.57
E	-	50	-	-	1.27	-
F	4	-	-	0.10	-	-
G	22	-	32	0.56	-	0.82
H	4	-	12	0.10	-	0.30
$\alpha$	0°	-	8°	0°	-	8°