

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| 1.概述 .....                    | 1  |
| 2.特性 .....                    | 2  |
| 3.封装和引脚定义 .....               | 3  |
| 3.1、芯片信息 .....                | 4  |
| 4.引脚描述 .....                  | 5  |
| 5.方框图 .....                   | 7  |
| 5.特殊功能寄存器 (SFR) .....         | 8  |
| 6.内存的组织与寻址 .....              | 10 |
| 6.1、数据存储器与程序内存的组织 .....       | 10 |
| 6.2、硬件选项设置 .....              | 11 |
| 6.3、数据存储器寻址 .....             | 11 |
| 7.定时器 0、定时器 1 和定时器 2 .....    | 14 |
| 7.1、定时器/计数器 .....             | 14 |
| 7.2、定时器 0 和定时器 1 的使用 .....    | 16 |
| 7.2.1、模式 0 .....              | 16 |
| 7.2.2、模式 1 .....              | 16 |
| 7.2.3、模式 2 .....              | 16 |
| 7.2.4、模式 3 .....              | 17 |
| 7.3、定时器 2 .....               | 17 |
| 7.3.1、捕获模式 (CP) .....         | 18 |
| 7.3.2、自动重载向上计数模式 (ARUO) ..... | 19 |
| 7.3.3、自动重载上下计数模式 (ARUD) ..... | 19 |
| 7.3.4、波特率发生器模式 (BRG) .....    | 20 |
| 7.4、UART (通用异步收发接口) .....     | 21 |
| 7.4.1、模式 0 .....              | 21 |
| 7.4.2、模式 1 .....              | 21 |
| 7.4.3、模式 2 .....              | 21 |
| 7.4.4、模式 3 .....              | 22 |
| 7.4.5、自动地址识别 .....            | 22 |
| 7.4.6、帧错误检测 .....             | 22 |
| 8.复位和省电模式 .....               | 24 |
| 8.1、复位 .....                  | 24 |
| 8.2、省电模式 .....                | 24 |
| 8.2.1、空闲模式 .....              | 24 |
| 8.2.2、掉电模式 .....              | 24 |
| 8.2.3、上电标志 (POF) .....        | 25 |
| 9.中断结构 .....                  | 26 |
| 10.看门狗定时器 .....               | 29 |
| 10.1、在线编程 (ISP) .....         | 30 |
| 10.2、在应用程序可编程 (IAP) .....     | 31 |

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| 11.系统振荡器.....                         | 32 |
| 11.1、外部晶振模式.....                      | 32 |
| 11.2、内部RC振荡器.....                     | 32 |
| 12.绝对最大额定参数.....                      | 33 |
| 13.直流特性.....                          | 34 |
| 13.1、MG87FE52 直流特性.....               | 34 |
| 13.2、MG87FL52 直流特性.....               | 35 |
| 14.封装尺寸.....                          | 36 |
| 14.1、40 引脚PDIP封装（ MG87FE/L52AE ）..... | 36 |
| 14.2、44 引脚PLCC封装（ MG87FE/L52AP ）..... | 37 |
| 14.3、44 引脚PQFP封装（ MG87FE/L52AP ）..... | 38 |
| 15.免责声明.....                          | 39 |
| 15.1、生命支援.....                        | 39 |
| 15.2、更改权.....                         | 39 |
| 16.修订记录.....                          | 40 |

# 1.概述

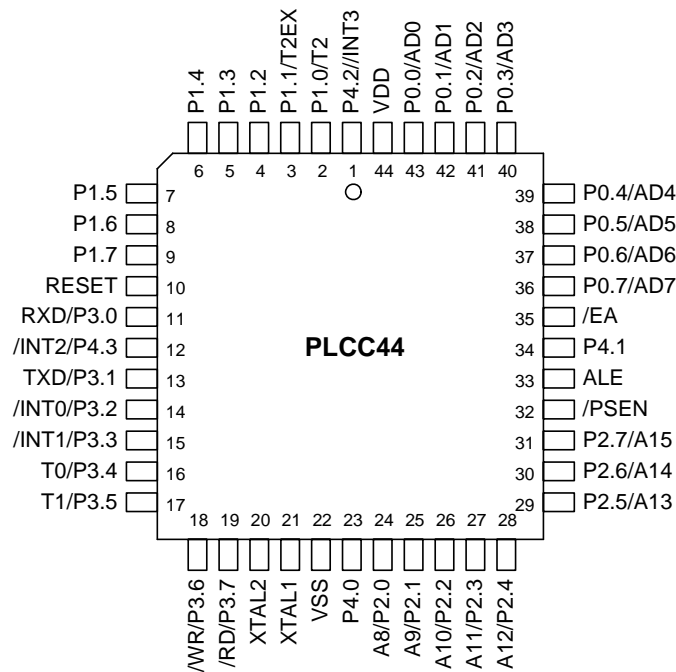
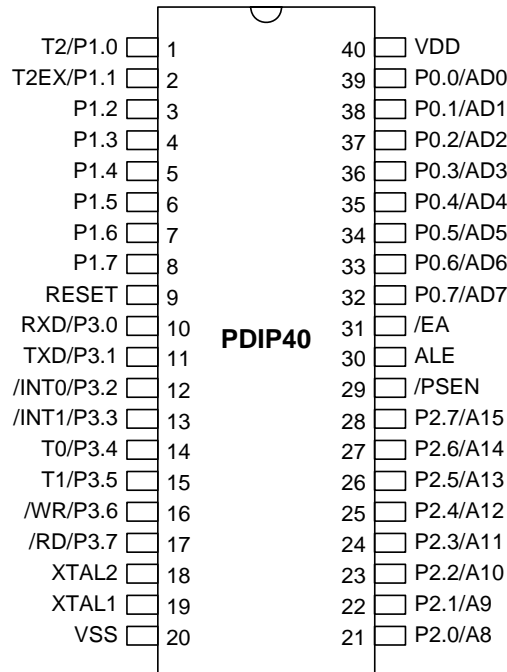
MG87FE/L52 是一颗 8 位的单片机，它的指令集完全兼容工业标准的 80C51 系列的单片机。有 8K 字节的闪存程序空间和 256 字节的数据存储空间，为芯片提供了广泛的应用领域。在线编程功能使用户更方便更新程序和数据。芯片的一个机器周期可以为 6 个或者 12 个机器周期。芯片有 36 个 IO 口（包括 4 组 8 位 IO 和 1 组 4 位 IO）、3 个 16 位的定时器/计数器、8 个 4 级优先级的中断源、一个增强型的 UART 以及一个内部 RC 振荡器。

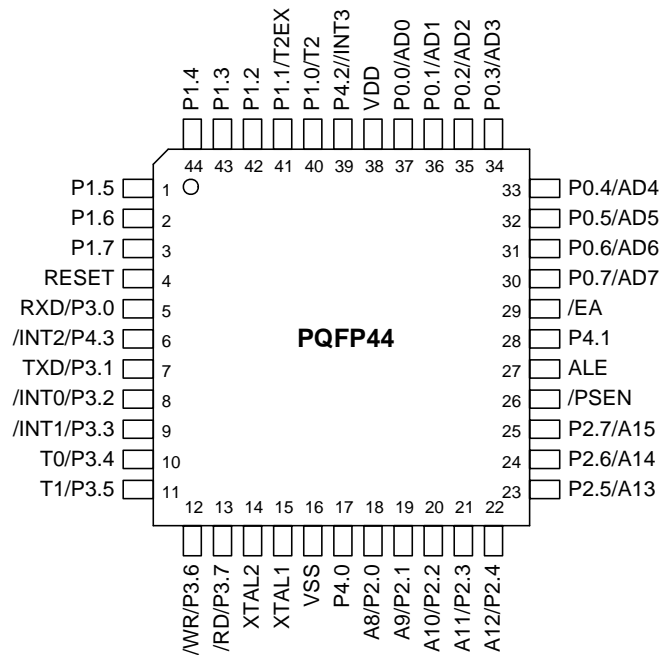
## 2.特性

- 80C51 中央处理单元
- 8K 程序存储空间用于存放用户程序、ISP 程序和 IAP 数据
- ISP 空间可以在 8K 的程序空间中进行自定义大小，可以为 0.5K/1K/1.5K~3.5K
- 片内有 256 字节的静态 RAM,芯片也可以外扩 RAM 到 64K
- 提供禁用 MOV<sub>C</sub> 指令、数据加密以及程序存储空间加锁 3 种代码安全机制
- 3 个 16 位定时器/计数器，定时器 2 可以设置为向上/向下计数器，并可在 P1.0 口进行可编程的时钟输出
- 8 个中断源，4 级优先中断功能
- 增强的 UART，提供帧错误检测和硬件地址识别
- 双 DPTR 寄存器可用于快速的访问数据存储空间
- 15 位的看门狗定时器，有 8 位预分频和一次性启用功能
- 可关闭 ALE 输出来降低 EMI
- 有空闲模式和掉电模式两种电源控制方式，空闲模式可由任意一个中断源唤醒，掉电模式下可由 P3.2/P3.3/P4.2/P4.3 外部中断唤醒
- 最多 36 个双向 IO
  - PDIP-40 (MG87FE/L52AE) 有 32 个 IO
  - PLCC-44 (MG87FE/L52AP) 有 36 个 IO
  - PQFP-44 (MG87FE/L52AF) 有 36 个 IO
- 片上闪存数据/程序存储空间
- 存储单元可反复擦写 20000 次
- 在 25℃ 的室温环境下，资料可保存 100 年
- 工作电压
- MG87FE52 的工作电压为 4.5V~5.5V
- MG87FL52 的工作电压为 2.4V~3.6V (闪存的写操作电压不得低于 2.7V)
- 内建低电压复位电路
- 工作温度范围为-40℃至+85℃
- 工作频率：
  - 12T 模式下最高为 48MHz
  - 6T 模式下最高为 24MHz
- 3 种封装类型

|                | 无铅封装         | 绿色封装         |
|----------------|--------------|--------------|
| <b>PDIP-40</b> | MG87FE/L52AE | MG87FE/L52GE |
| <b>PLCC-44</b> | MG87FE/L52AP | MG87FE/L52GP |
| <b>PQFP-44</b> | MG87FE/L52AF | MG87FE/L52GF |

### 3.封装和引脚定义





### 3.1、芯片信息

| Part Number | Package Type | Operating Voltage Range (x=E/L) | Temperature Range | Packing |
|-------------|--------------|---------------------------------|-------------------|---------|
| MG87Fx52yE  | PDIP-40      | E: 5.0V // L: 3.3V              | -40 ~ 85 °C       | Tube    |
| MG87Fx52yP  | PLCC-44      |                                 |                   |         |
| MG87Fx52yF  | PQFP-44      |                                 |                   |         |

Example: MG87FE52AE is PDIP-40 Pb-free package type & 5.0V operating voltage.

Example: MG87FL52GP is PLCC-44 Green package type & 3.0V operating voltage.

x = E/5V or L/3V application; y = A or G, A = Pb-free package, G = Green package.

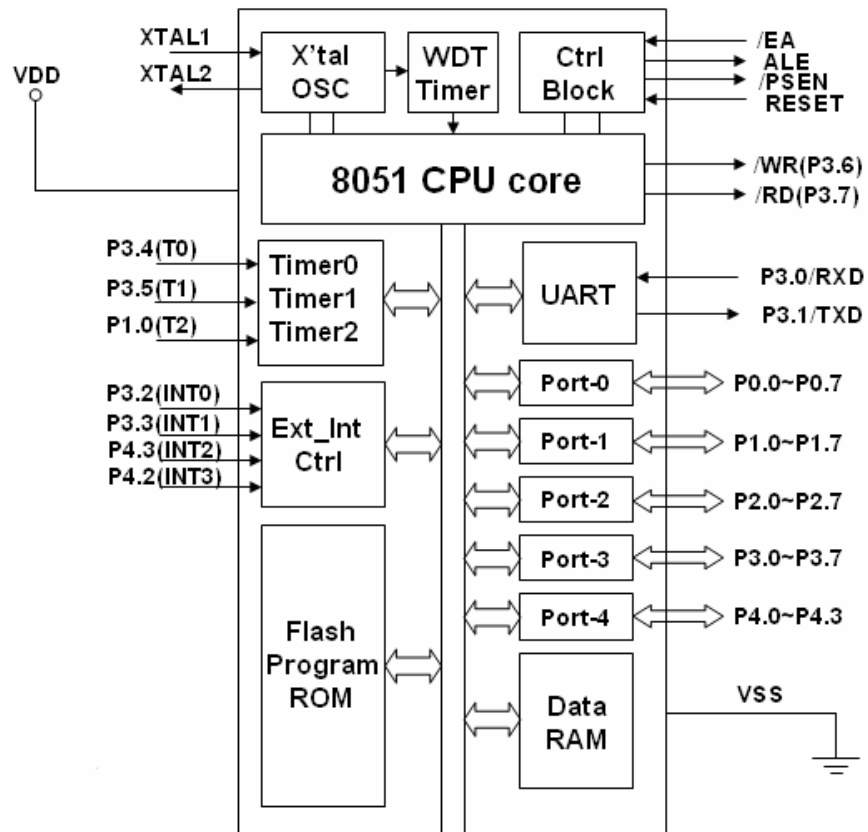
## 4. 引脚描述

| 引脚名称               | 引脚编号   |         |         | 类型  | 描述  |
|--------------------|--------|---------|---------|-----|---|
|                    | DIP-40 | PLCC-44 | PQFP-44 |     |   |
| <b>P0.0 (AD0)</b>  | 39     | 43      | 37      | I/O | P0 是一组 8 位开漏双向口，当输出“1”时，P0 为高阻抗输入。当 MCU 在访问外部数据时，P0 可复用为低地址信号和数据信号  |
| <b>P0.1 (AD1)</b>  | 38     | 42      | 36      |     |   |
| <b>P0.2 (AD2)</b>  | 37     | 41      | 35      |     |   |
| <b>P0.3 (AD3)</b>  | 36     | 40      | 34      |     |   |
| <b>P0.4 (AD4)</b>  | 35     | 39      | 33      |     |   |
| <b>P0.5 (AD5)</b>  | 34     | 38      | 32      |     |   |
| <b>P0.6 (AD6)</b>  | 33     | 37      | 31      |     |   |
| <b>P0.7 (AD7)</b>  | 32     | 36      | 30      |     |   |
| <b>P1.0 (T2)</b>   | 1      | 2       | 40      | I/O | P1 口是一组有内部上拉电阻的 8 位双向 IO 口，可用作输入口。当写“1”到 P1 口时，会使能 P1 口的内部上拉电阻，从而可读取外部信号。<br>P1.0 口也可用于定时器 2 的事件源或者定时器 2 的载波输出脚。<br>P1.1 也可用作定时器 2 的中断控制源 |
| <b>P1.1 (T2EX)</b> | 2      | 3       | 41      |     |   |
| <b>P1.2</b>        | 3      | 4       | 42      |     |   |
| <b>P1.3</b>        | 4      | 5       | 43      |     |   |
| <b>P1.4</b>        | 5      | 6       | 44      |     |   |
| <b>P1.5</b>        | 6      | 7       | 1       |     |   |
| <b>P1.6</b>        | 7      | 8       | 2       |     |   |
| <b>P1.7</b>        | 8      | 9       | 3       |     |   |
| <b>P2.0 (A8)</b>   | 21     | 24      | 18      | I/O | P2 用作通用 IO 口时与 P1 类似<br>除了用作通用 IO 口外，在 MCU 访问外部数据时，P2 可复用为高地址信号   |
| <b>P2.1 (A9)</b>   | 22     | 25      | 19      |     |   |
| <b>P2.2 (A10)</b>  | 23     | 26      | 20      |     |   |
| <b>P2.3 (A11)</b>  | 24     | 27      | 21      |     |   |
| <b>P2.4 (A12)</b>  | 25     | 28      | 22      |     |   |
| <b>P2.5 (A13)</b>  | 26     | 29      | 23      |     |   |
| <b>P2.6 (A14)</b>  | 27     | 30      | 24      |     |   |
| <b>P2.7 (A15)</b>  | 28     | 31      | 25      |     |   |

|                     |    |         |          |     |   |
|---------------------|----|---------|----------|-----|---|
| <b>P3.0 (RXD)</b>   | 10 | 11      | 5        | I/O | P3 用作通用 IO 口时与 P1 类似<br>P3 口同时还具有特殊功能<br>P3.0 和 P3.1 用于 UART 的数据接收和发送; P3.2 和 P3.3 为 INT0 和 INT1 的外部中断源; P3.4 和 P3.5 为定时器 0 和定时器 1 的事件源。P3.6 为访问外部数据的“写”信号,<br>P3.7 为访问外部资料的“读”信号 |
| <b>P3.1 (TXD)</b>   | 11 | 13      | 7        |     |   |
| <b>P3.2 (INT0)</b>  | 12 | 14      | 8        |     |   |
| <b>P3.3 (INT1)</b>  | 13 | 15      | 9        |     |   |
| <b>P3.4 (T0)</b>    | 14 | 16      | 10       |     |   |
| <b>P3.5 (T1)</b>    | 15 | 17      | 11       |     |   |
| <b>P3.6 (/WR)</b>   | 16 | 18      | 12       |     |   |
| <b>P3.7 (/RD)</b>   | 17 | 19      | 13       |     |   |
| <b>P4.0</b>         |    |         |          | I/O | P4 用作通用 IO 口时与 P1 类似<br>P4.2 和 P4.3 为 INT3 和 INT2 的外部中断源  |
| <b>P4.1</b>         |    | 23      | 17       |     |   |
| <b>P4.2 (/INT3)</b> |    | 34<br>1 | 28<br>39 |     |   |
| <b>P4.3 (/INT2)</b> |    | 12      | 6        |     |   |
| <b>RESET</b>        | 9  | 10      | 4        | I   | 至少两个机器周期的高电平将会使设备复位, 内置下拉电阻   |
| <b>ALE</b>          | 30 | 33      | 27       | O   | 在访问外部数据时, 输出波形来锁存低地址信号  |
| <b>/PSEN</b>        | 29 | 32      | 26       | O   | 用于选通外部程序存储设备, 低有效   |
| <b>/EA</b>          | 31 | 35      | 29       | I   | 当需要从外部获取程序代码时, 必须保持低电平。这一引脚内部有上拉电阻  |
| <b>XTAL1</b>        | 19 | 21      | 15       | I   | 外部晶振输入脚   |
| <b>XTAL2</b>        | 18 | 20      | 14       | O   | 外部晶振输出脚   |
| <b>VDD</b>          | 40 | 44      | 38       | P   | 电源脚   |
| <b>VSS</b>          | 20 | 22      | 16       | G   | 地线  |



## 5.方框图



## 5.特殊功能寄存器（SFR）

|    |       |       |        |          |        |      |      |        |
|----|-------|-------|--------|----------|--------|------|------|--------|
| F8 |       |       |        |          |        |      |      |        |
| F0 | B     |       |        |          |        |      |      |        |
| E8 | P4    |       |        |          |        |      |      |        |
| E0 | ACC   | WDTCR | IFD    | IFADRH   | IFADRL | IFMT | SCMD | ISPCR  |
| D8 |       |       |        |          |        |      |      |        |
| D0 | PSW   |       |        |          |        |      |      |        |
| C8 | T2CON | T2MOD | RCAP2L | RCAP2H   | TL2    | TH2  |      |        |
| C0 | XICON |       |        |          |        |      |      | CKCON  |
| B8 | IPL   | SADEN |        |          |        |      |      | CKCON2 |
| B0 | P3    |       |        |          |        |      |      | IPH    |
| A8 | IE    | SADDR |        |          |        |      |      |        |
| A0 | P2    |       | AUXR1  |          |        |      |      |        |
| 98 | SCON  | SBUF  |        |          |        |      |      |        |
| 90 | P1    |       |        | Reserved |        |      |      |        |
| 88 | TCON  | TMOD  | TL0    | TL1      | TH0    | TH1  | AUXR |        |
| 80 | P0    | SP    | DPL    | DPH      |        |      |      | PCON   |

| SYMBOL | ADDR | DESCRIPTION             | BIT ADDRESS & SYMBOL |       |       |       |       |       |       |       |    |  | INITIAL VALUE |  |  |             |
|--------|------|-------------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----|--|---------------|--|--|-------------|
| P0     | 80H  | Port 0                  |                      |       |       |       |       |       |       |       |    |  |               |  |  | 11111111B   |
| SP     | 81H  | Stack Pointer           |                      |       |       |       |       |       |       |       |    |  |               |  |  | 00000111B   |
| DPL    | 82H  | Data Pointer Low        |                      |       |       |       |       |       |       |       |    |  |               |  |  | 00000000B   |
| DPH    | 83H  | Data Pointer High       |                      |       |       |       |       |       |       |       |    |  |               |  |  | 00000000B   |
| PCON   | 87H  | Power Control           | SMOD                 | SMOD0 | x     | POF   | GF1   | GF0   | PD    | IDL   |    |  |               |  |  | 00x10000B   |
| TCON   | 88H  | Timer Control           | TF1                  | TR1   | TF0   | TR0   | IE1   | IT1   | IE0   | IT0   |    |  |               |  |  | 00000000B   |
| TMOD   | 89H  | Timer Mode              | GATE                 | C/T   | M1    | M0    | GATE  | C/T   | M1    | M0    |    |  |               |  |  | 00000000B   |
| TL0    | 8AH  | Timer Low 0             |                      |       |       |       |       |       |       |       |    |  |               |  |  | 00000000B   |
| TL1    | 8BH  | Timer Low 1             |                      |       |       |       |       |       |       |       |    |  |               |  |  | 00000000B   |
| TH0    | 8CH  | Timer High 0            |                      |       |       |       |       |       |       |       |    |  |               |  |  | 00000000B   |
| TH1    | 8DH  | Timer High 1            |                      |       |       |       |       |       |       |       |    |  |               |  |  | 00000000B   |
| AUXR   | 8EH  | Auxiliary               | POPUEN               | x     | x     | x     | x     | x     | x     | A0    |    |  |               |  |  | 0xxxxx0B    |
| P1     | 90H  | Port 1                  |                      |       |       |       |       |       |       | T2EX  | T2 |  |               |  |  | 11111111B   |
| SCON   | 98H  | Serial Control          | SM0/FE               | SM1   | SM2   | REN   | TB8   | RB8   | TI    | RI    |    |  |               |  |  | 00000000B   |
| SBUF   | 99H  | Serial Buffer           |                      |       |       |       |       |       |       |       |    |  |               |  |  | xxxxxxxxB   |
| P2     | A0H  | Port 2                  |                      |       |       |       |       |       |       |       |    |  |               |  |  | 11111111B   |
| AUXR1  | A2H  | Auxiliary 1             | P10FD                | x     | x     | x     | GF2   | x     | x     | DPS   |    |  |               |  |  | 0xxx0xx0B   |
| IE     | A8H  | Interrupt Enable        | EA                   | x     | ET2   | ES    | ET1   | EX1   | ET0   | EX0   |    |  |               |  |  | 0x000000B   |
| SADDR  | A9H  | Slave Address           |                      |       |       |       |       |       |       |       |    |  |               |  |  | 00000000B   |
| P3     | B0H  | Port 3                  | RD                   | WR    | T1    | T0    | INT1  | INT0  | TXD   | RXD   |    |  |               |  |  | 11111111B   |
| IPH    | B7H  | Interrupt Priority High | PX3H                 | PX2H  | PT2H  | PSH   | PT1H  | PX1H  | PT0H  | PX0H  |    |  |               |  |  | 00000000B   |
| IPL    | B8H  | Interrupt Priority Low  | x                    | x     | PT2   | PS    | PT1   | PX1   | PT0   | PX0   |    |  |               |  |  | xx000000B   |
| SADEN  | B9H  | Slave Address Mask      |                      |       |       |       |       |       |       |       |    |  |               |  |  | 00000000B   |
| CKCON2 | BFH  | Clock Control 2         | OSCDR                | EN6TR | XCKS5 | XCKS4 | XCKS3 | XCKS2 | XCKS1 | XCKS0 |    |  |               |  |  | xx001010B   |
| XICON  | C0H  | Ext. Interrupt Control  | PX3                  | EX3   | IE3   | IT3   | PX2   | EX2   | IE2   | IT2   |    |  |               |  |  | 00000000B   |
| CKCON  | C7H  | Clock Control           | x                    | x     | x     | x     | x     | SCKS2 | SCKS1 | SCKS0 |    |  |               |  |  | xxxxx000B   |
| T2CON  | C8H  | Timer 2 Control         | TF2                  | EXF2  | RCLK  | TCLK  | EXEN2 | TR2   | C/T2  | CP/RL |    |  |               |  |  | 00000000B   |
| T2MOD  | C9H  | Timer2 mode             | x                    | x     | x     | x     | x     | x     | T2OE  | DCEN  |    |  |               |  |  | xxxxxxxx00B |
| RCAP2L | CAH  | Timer2 Capture Low      |                      |       |       |       |       |       |       |       |    |  |               |  |  | 00000000B   |
| RCAP2H | CBH  | Timer2 Capture High     |                      |       |       |       |       |       |       |       |    |  |               |  |  | 00000000B   |
| TL2    | CCH  | Timer Low 2             |                      |       |       |       |       |       |       |       |    |  |               |  |  | 00000000B   |
| TH2    | CDH  | Timer High 2            |                      |       |       |       |       |       |       |       |    |  |               |  |  | 00000000B   |
| PSW    | D0H  | Program Status Word     | CY                   | AC    | F0    | RS1   | RS0   | OV    | x     | P     |    |  |               |  |  | 000000x0B   |

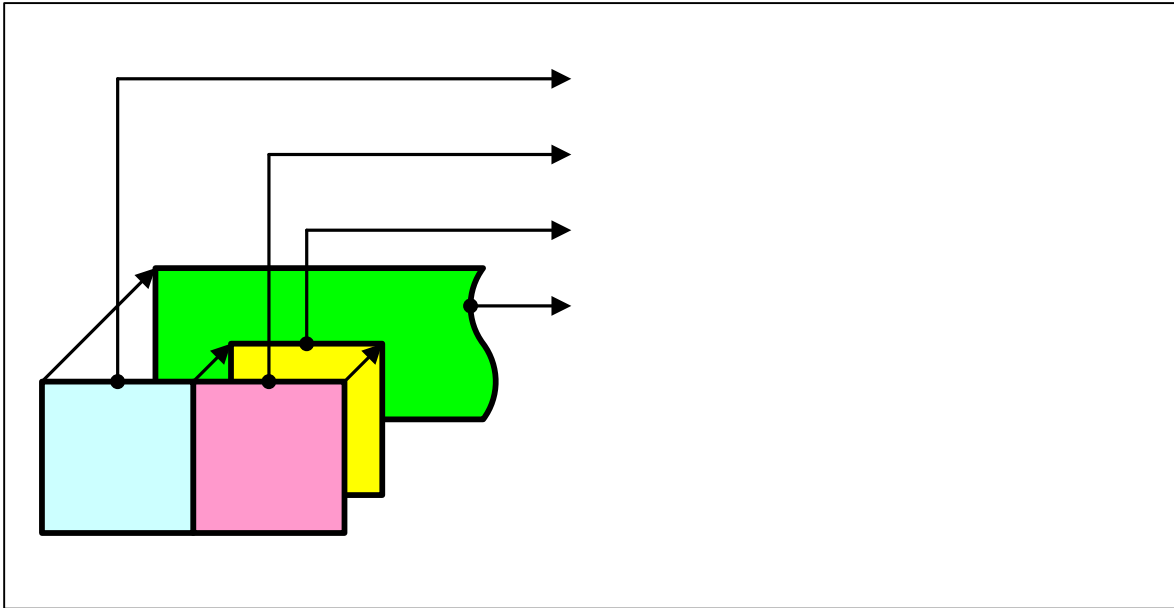
| SYMBOL | ADDR  | DESCRIPTION          | BIT ADDRESS & SYMBOL |    |      |       |     |     |     | INITIAL VALUE |           |
|--------|-------|----------------------|----------------------|----|------|-------|-----|-----|-----|---------------|-----------|
| ACC    | E0H   | Accumulator          |                      |    |      |       |     |     |     | 00000000B     |           |
| WDTCR  | E1H   | Watch-dog-timer      | WRF                  | —  | ENW  | CLW   | WDL | PS2 | PS1 | PS0           | xx000000B |
| IFD    | E2H   | ISP Flash data       |                      |    |      |       |     |     |     | 11111111B     |           |
| IFADRH | E3H   | ISP Flash Hi-Address |                      |    |      |       |     |     |     | 00000000B     |           |
| IFADRL | E4H   | ISP Flash Lo-Address |                      |    |      |       |     |     |     | 00000000B     |           |
| IFMT   | E5H   | ISP Mode Table       | —                    | —  | —    | —     | —   | MS2 | MS1 | MS0           | xxxxx000B |
| IAPLB  | Note1 | IAP Low Boundary     |                      |    |      |       |     |     |     | 11111111B     |           |
| SCMD   | E6H   | ISP Serial Command   |                      |    |      |       |     |     |     | xxxxxxxxB     |           |
| ISPCR  | E7H   | ISP Control Register | ISPEN                | BS | SRST | CFAIL | —   |     |     |               | 0000xxxxB |
| P4     | E8H   | Port 4               | x                    | x  | x    | x     | —   | —   | —   | —             | xxxx1111B |
| B      | F0H   | B Register           |                      |    |      |       |     |     |     | 00000000B     |           |

Note1: The register is addressed by IFMT and SCMD. Please refer to the IAPLB register description for more detail information.

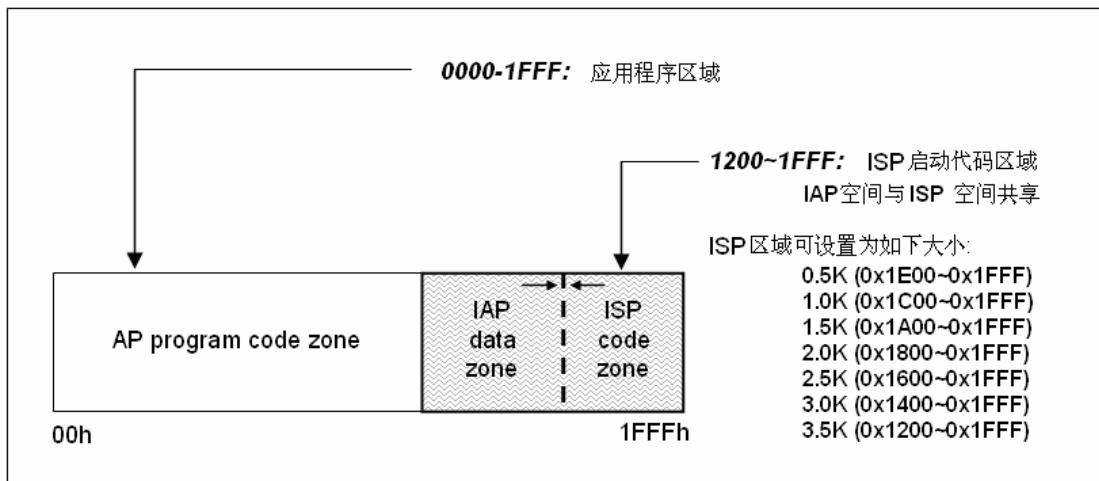
# 6.内存的组织与寻址

## 6.1、数据存储器与程序内存的组织

MG87FE/L52 的 RAM 地址空间



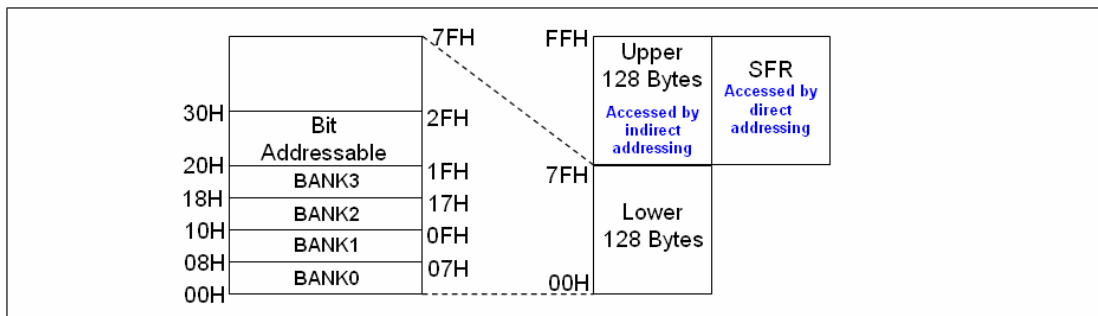
MG87FE/L52 的程序空间



## 6.2、硬件选项设置

|                |   |
|----------------|---|
| <b>LOCK</b>    | 对 ROM 区域加锁，外部工具不能对它进行读、写和擦除动作           |
| <b>SB</b>      | 多 ROM 区域的数据进行加密                         |
| <b>MOVCL</b>   | 当使能后，MOVC 指令在外部模式下将会被禁用                 |
| <b>HWBS</b>    | 上电时，如果 ISP 空间被配置，是否首先执行 ISP 代码          |
| <b>HWBS2</b>   | 如果 ISP 空间被配置，则在上电和按复位键复位时强制从 ISP 代码开始执行 |
| <b>EN6T</b>    | MCU 工作 6T/12T 模式选择，使能为 6T 模式            |
| <b>OSCDN</b>   | 用于设置晶振增益的驱动能力，当使能后可以减小 EMI，同时会减少耗电      |
| <b>FZWDTCR</b> | 但使能后，WDTCR 寄存器仅仅在上电时才被初始化               |

## 6.3、数据存储器寻址



MG87FE/L52 内部数据 RAM 被映像到三个独立的数据段。低地址的 128 个字节 RAM、高地址的 128 个字节 RAM 和 128 个字节特殊功能寄存器(SFR)。

低地址的 128 个字节 RAM (0x00~0x7F) 通过直接或间接寻址方式进行访问

高地址的 128 个字节 RAM (0x80~0xFF) 通过间接寻址方式 (使用 R0 或 R1) 进行访问  
特殊功能寄存器 (0x80~0xFF) 只能通过直接寻址访问。

当程序计数器超出 1FFFh 的范围时，设备将会从外部内存获取程序代码，并忽略/EA 的状态，此时，MCU 将不会再从内部空间取代码数据

### AUXR 寄存器 (0x8E)

| Bit7   | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|
| POPUEN | -    | -    | -    | -    | -    | -    | AO   |

|               |   |   |
|---------------|---|---|
| <b>AO</b>     | 0 | 在 12T/6T 模式下，ALE 恒定以晶振的 1/6 或者 1/3 频率输出信号 |
|               | 1 | ALE 仅仅在使用 MOVC 和 MOVX 指令访问外部内存才有效         |
| <b>POPUEN</b> | 0 | P0 在开漏模式下没有内部上拉电阻                         |
|               | 1 | P0 在开漏模式下有内部上拉电阻                          |

**AUXR1 寄存器 (0xA2)**

|       |      |      |      |      |      |      |      |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| Bit7  | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
| P10FD | -    | -    | -    | GF2  | -    | -    | DPS  |

|              |     |              |
|--------------|-----|--------------|
| <b>DPS</b>   | 0/1 | 用于切换两个 DPTR  |
| <b>GF2</b>   | 0/1 | 通用标准位        |
| <b>P10PD</b> | 0   | P10 为普通驱动能力  |
|              | 1   | P10 具有快速驱动能力 |

**CKCON 寄存器 (0xC7)**

|      |      |      |      |      |       |       |       |
|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2  | Bit1  | Bit0  |
| -    | -    | -    | -    | -    | SCKS2 | SCKS1 | SCKS0 |

| SCKS2 | SCKS1 | SCKS0 | 系统时钟(SYSCLK) |
|-------|-------|-------|--------------|
| 0     | 0     | 0     | CLKin        |
| 0     | 0     | 1     | CLKin/2      |
| 0     | 1     | 0     | CLKin/4      |
| 0     | 1     | 1     | CLKin/8      |
| 1     | 0     | 0     | CLKin/16     |
| 1     | 0     | 1     | CLKin/32     |
| 1     | 1     | 0     | CLKin/64     |
| 1     | 1     | 1     | CLKin/128    |

**CKCON2 寄存器 (0xBF)**

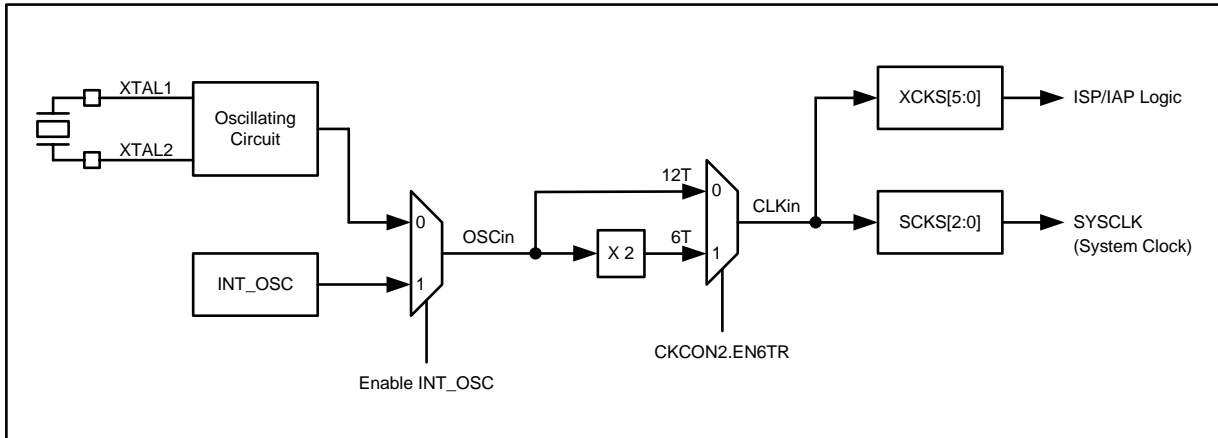
|       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Bit7  | Bit6  | Bit5  | Bit4  | Bit3  | Bit2  | Bit1  | Bit0  |
| OSCDR | EN6TR | XCKS5 | XCKS4 | XCKS3 | XCKS2 | XCKS1 | XCKS0 |

|                |   |                                 |
|----------------|---|---------------------------------|
| <b>OSCDR</b>   | 0 | 晶振增益可以足够大到 48MHz                |
|                | 1 | 减小晶振增益以降低 EMI(建议当方案不需要高频时钟时需使能) |
| <b>EN6TR</b>   | 0 | MCU 工作在 12T 模式小                 |
|                | 1 | MCU 工作在 6T 模式小                  |
| <b>XCKS5~0</b> | 0 | 为 ISP/IAP 的编程时基设置晶振频率值          |

| OScin@12T | OScin@6T | XCKS5~0 |
|-----------|----------|---------|
| 1MHz      | 0.5MHz   | 000000B |
| 2MHz      | 1MHz     | 000001B |
| 3MHz      | 2MHz     | 000010B |
| 4MHz      | 3MHz     | 000011B |
| ... ..    | ... ..   | ... ..  |
| 45MHz     | 22.5MHz  | 101100B |
| 46MHz     | 23MHz    | 101101B |
| 47MHz     | 23.5MHz  | 101110B |

|       |       |         |
|-------|-------|---------|
| 48MHz | 24MHz | 101111B |
|-------|-------|---------|

XCKS 的默认值为 001010B(OSCin=11MHz@12T)



# 7. 定时器 0、定时器 1 和定时器 2

## 7.1、定时器/计数器

MG87FE/L52 有三个 16 位定时器，T0、T1 和 T2。每一个都可以用作为下降沿信号的事件计数器

当 T0/T1/T2 用作“定时器”时，其时间单位是机器周期（即 12 或者 6 个时钟周期，取决于 6T 模式的设置）

当 T0/T1/T2 用作“计数器”时，它们所计的是 T0/T1/T2 事件口上下沿的个数，它们会在每个机器周期对事件口进行采样，只要信号有“1”到“0”的变化，计数器就会自动加 1。值得注意的是，T0/T1/T2 事件口上信号变化的周期不能小于一个机器周期

定时器 0 和定时器 1 使用 TMOD 和 TCON 两个 SFR 进行设置

### TMOD 寄存器（89H）

| 定时器 1 |      |      |      | 定时器 0 |      |      |      |
|-------|------|------|------|-------|------|------|------|
| Bit7  | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3  | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
| GATE  | C/T  | M1   | M0   | GATE  | C/T  | M1   | M0   |

|       |    |   |
|-------|----|---|
| GATE  | 0  | 当 TR0/1 为 1 时，定时器 0/1 开始工作  |
|       | 1  | 当 TR0/1 为 1 且 INT0/1 为高电平时，定时器 0/1 开始工作                                   |
| C/T   | 0  | 定时器模式（默认值）  |
|       | 1  | 计数器模式   |
| M1-M0 | 00 | 13 位定时器/计数器   |
|       | 01 | 16 位定时器/计数器   |
|       | 10 | 8 位自动重载定时器/计数器  |
|       | 11 | 对于定时器 0，TL0 是由定时器 0 控制的 8 位定时器/计数器，TH0 是由定时器 1 控制的 8 位定时器，定时器 1 在这种模式下被停止 |

### TCON 寄存器（88H）

| Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|
| TF1  | TR1  | TF0  | TR0  | IE1  | IT1  | IE0  | IT0  |

|     |   |
|-----|---|
| TF1 | 定时器 1 的溢出标志。当定时器 1 发生上溢时，由硬件置“1”，当 MCU 向量处理完中断事件后，硬件会自动清“0”，也可由软件清“0” |
| TR1 | 定时器 1 开始工作控制位，由软件设置   |
| TF0 | 定时器 0 的溢出标志。当定时器 1 发生上溢时，由硬件置“1”，当 MCU 向量处理完中断事件后，硬件会自动清“0”，也可由软件清“0” |
| TR0 | 定时器 0 开始工作控制位，由软件设置   |
| IE1 | 外部中断 1 跳变标志，当外部中断脚的电平发生跳变时，由硬件置“1”，中断事件                               |



|            |  |
|------------|--|
|            | 处理完成后，硬件会自动清“0”  |
| <b>IT1</b> | 外部中断 1 类型控制位，1:下降沿触发；0:低电平触发                           |
| <b>IE0</b> | 外部中断 0 跳变标志，当外部中断脚的电平发生跳变时，由硬件置“1”，中断事件处理完成后，硬件会自动清“0” |
| <b>IT0</b> | 外部中断 0 类型控制位，1:下降沿触发；0:低电平触发                           |

定时器 2 使用 T2MOD 和 T2CON 两个 SFR 进行设置

#### T2MOD 寄存器 (C9H)

| Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|
| -    | -    | -    | -    | -    | -    | T2OE | DCEN |

|             |   |                          |
|-------------|---|--------------------------|
| <b>T2OE</b> | 0 | 无输出                      |
|             | 1 | 定时器 2 在上溢时，自动翻转 P1.0 的电平 |
| <b>DCEN</b> | 0 | 定时器 2 向上递增               |
|             | 1 | 定时器 2 向下递减               |

#### T2CON 寄存器 (C8H)

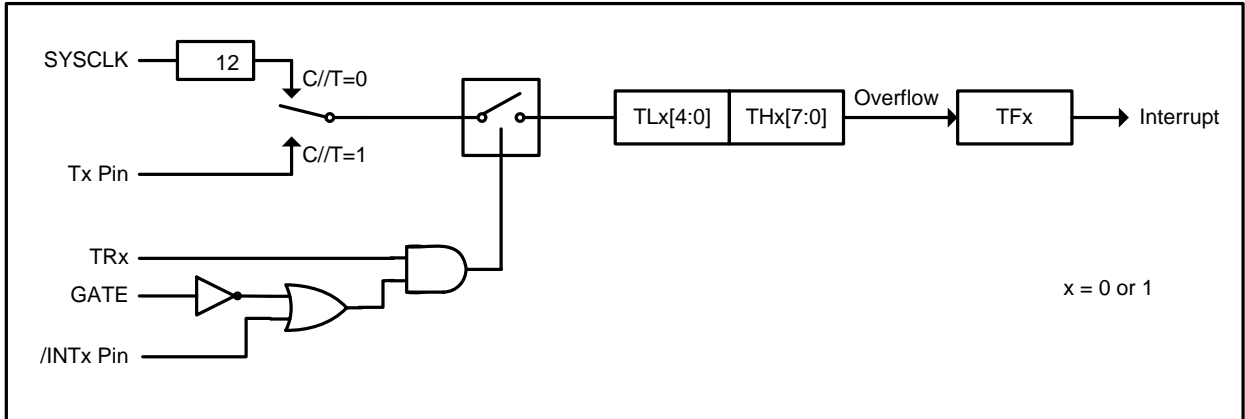
| Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3  | Bit2 | Bit1  | Bit0   |
|------|------|------|------|-------|------|-------|--------|
| TF2  | EXF2 | RCLK | TCLK | EXEN2 | TR2  | C//T2 | CP/RL2 |

|               |   |
|---------------|---|
| <b>TF2</b>    | 定时器 2 的溢出标志。当定时器 2 发生上溢时，由硬件置“1”，必须由软件清“0”，当 TCLK 或者 RCLK 为“1”时，TF2 不会被置“1”   |
| <b>EXF2</b>   | 定时器 2 的外部标志。当发生捕获或者由于 EXEN2 为 1 且 T2EX 引脚发生负跳变所导致的重载时，由硬件置“1”，必须由软件清“0”。在 ARUD 模式下 EXF2 不引发中断   |
| <b>RCLK</b>   | 当设置为“1”时，定时器 2 的上溢脉冲被用作串口在模式 1 和模式 3 的接收时钟  |
| <b>TCLK</b>   | 当设置为“1”时，定时器 2 的上溢脉冲被用作串口在模式 1 和模式 3 的发送时钟  |
| <b>EXEN2</b>  | 定时器 2 的外部中断使能标志，当置“1”时，允许在 T2EX 引脚发生负跳变时引发捕获和重载动作。当定时器 2 没有用于串口时，“EXEN2=0”将会使定时器 2 忽略 T2EX 信号   |
| <b>TR2</b>    | 开始/停止定时器 2  |
| <b>C//T2</b>  | 0:定时器模式；1:外部事件计数器   |
| <b>CP/RL2</b> | 捕获/重载标志。当置“1”时，在 EXEN=1 且 T2EX 产生负跳变时，发生捕获动作；若清“0”则，在 EXEN=1 且 T2EX 产生负跳变时或者定时器 2 产生上溢时发生重载动作，当 RCLK 或者 TCLK 为“1”时，这位被忽略，此时定时器 2 强制在上溢时产生重载 |

## 7.2、定时器 0 和定时器 1 的使用

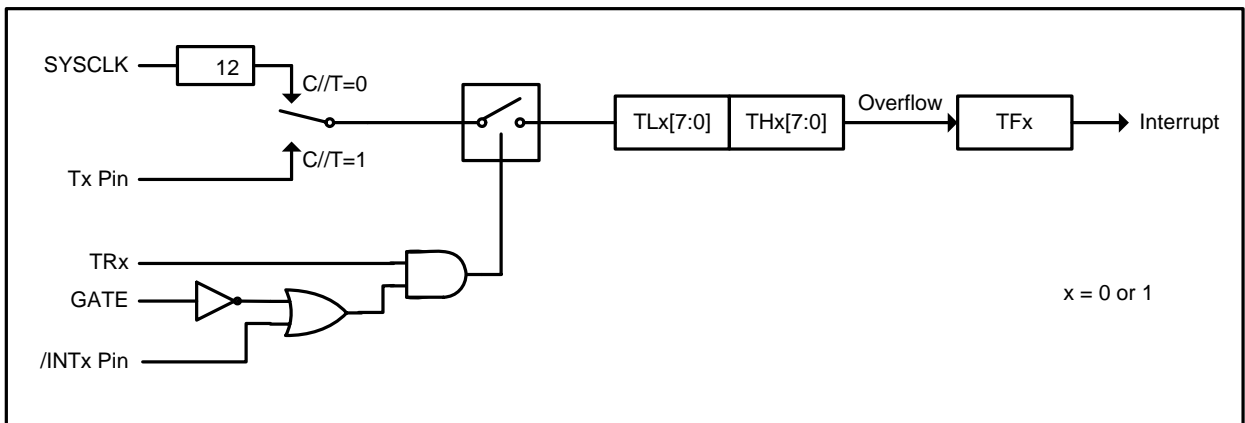
### 7.2.1、模式 0

定时器寄存器被设定为 13 位寄存器，当寄存器上溢时，会自动设置 TFX 自动标志位。定时器 0 和定时器 1 在模式 0 下的操作是相同的



### 7.2.2、模式 1

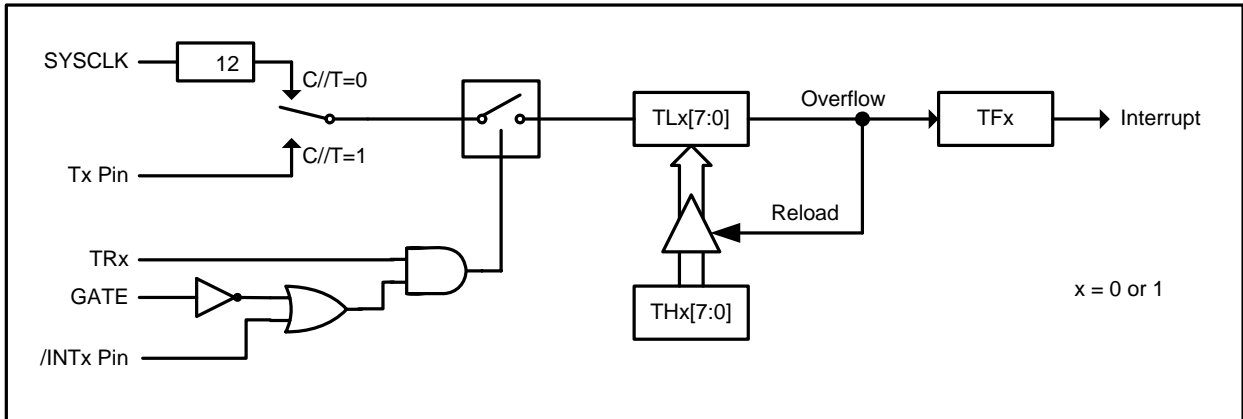
与模式 0 相比，除了采用 16 位计数外，其它操作是相同的



### 7.2.3、模式 2

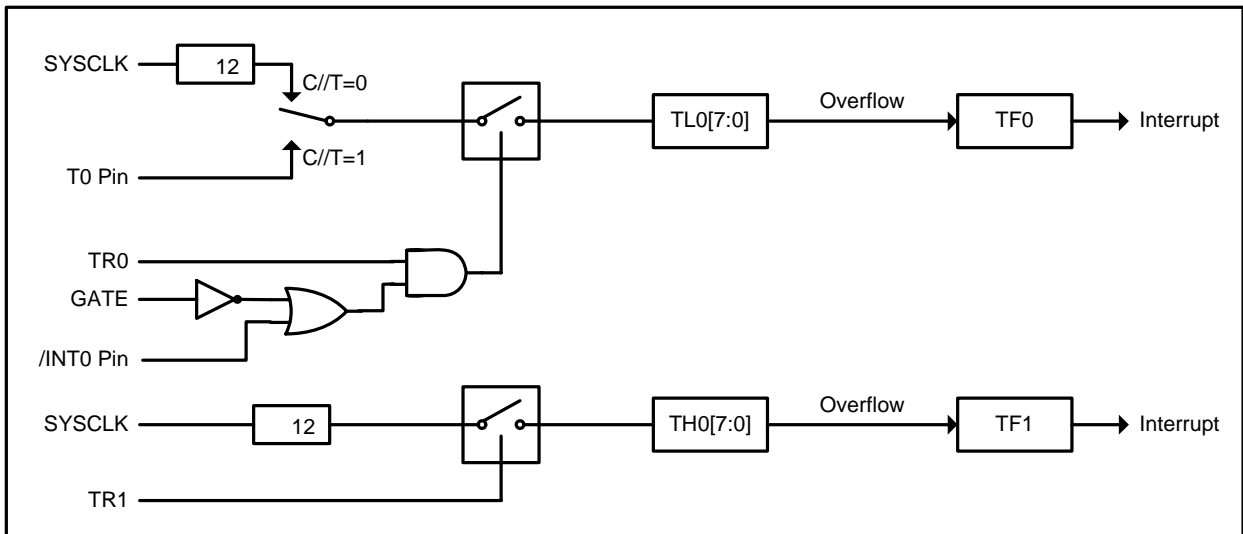
定时器被设置为可自动重载的 8 位计数器，当 TLx 上溢时，在置“TFx”位的同时，自动将 THx 的值

重载到 TLx 中，THx 的值不发生改变。定时器 0 和定时 1 在模式 2 的操作是相同的



### 7.2.4、模式 3

定时器 1 在模式 3 下停止工作。定时器 0 在模式 3 下被设置为 2 个独立的 8 位计数器，TL0 分配给定时器 0，可作定时器和计数器用；TH0 分配给定时器 1，只能用作定时器，不能对外部事件进行计数



### 7.3、定时器 2

定时器 2 是一个 16 位的定时/计数器，定时或者计数的功能由 T2CON 中的 C//T2 进行选择。定时器 2 有 4 种工作模式：捕获模式(CP)，自动重载上下计数模式(ARUD)，自动重载向上计数模式(ARUO)和波特率发生器模式(BRG)。

定时器 2 工作模式表

| RCLK TCLK | CP/RL2 | TR2 | DCEN | 模式         |
|-----------|--------|-----|------|------------|
| x         | x      | 0   | x    | 关闭         |
| 1         | x      | 1   | 0    | 波特率发生器     |
| 0         | 1      | 1   | 0    | 捕获模式       |
| 0         | 0      | 1   | 0    | 自动重载向上计数模式 |
| 0         | 0      | 1   | 1    | 自动重载上下计数模式 |

定时器 2 也可以被设置为一个周期性的信号发生器。

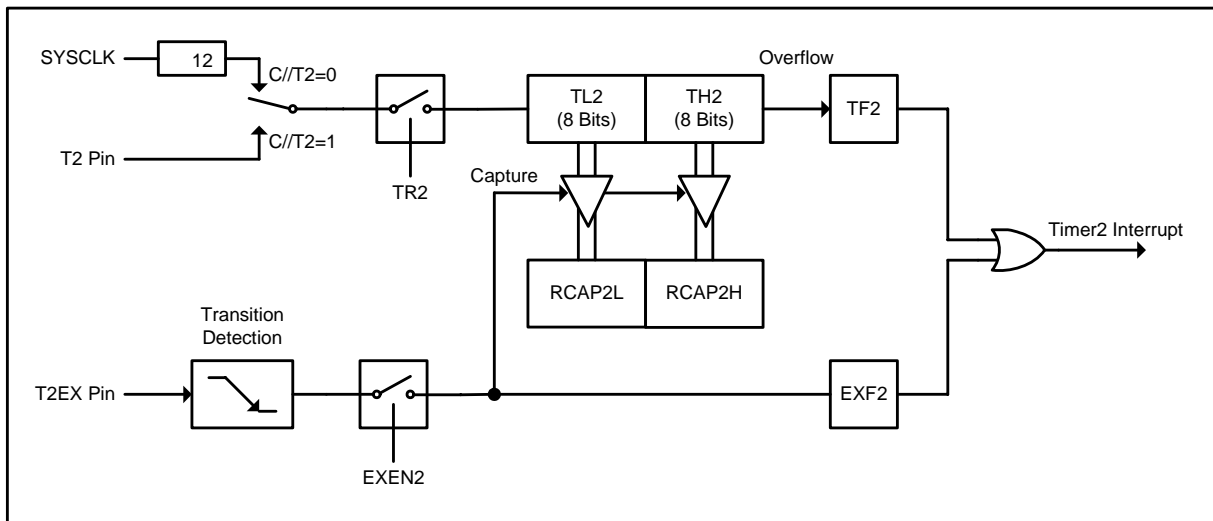
MG87FE/L52 能够从 P1.0 口输出一个可编程的时钟波形。当 T2OE 为“1”且 C//T2 为“0”时，定时器 2 的上溢脉冲将产生一个占空比为 50%的时钟波形由 P1.0 口输出，输出的时钟频率可由下面的公式进行计算：

$$\text{Clock-out Frequency} = \frac{\text{SYSCLK Frequency}}{4 \times (65536 - (\text{RCAP2H}, \text{RCAP2L}))}$$

在载波输出模式下，定时器 2 的上溢不会产生中断。

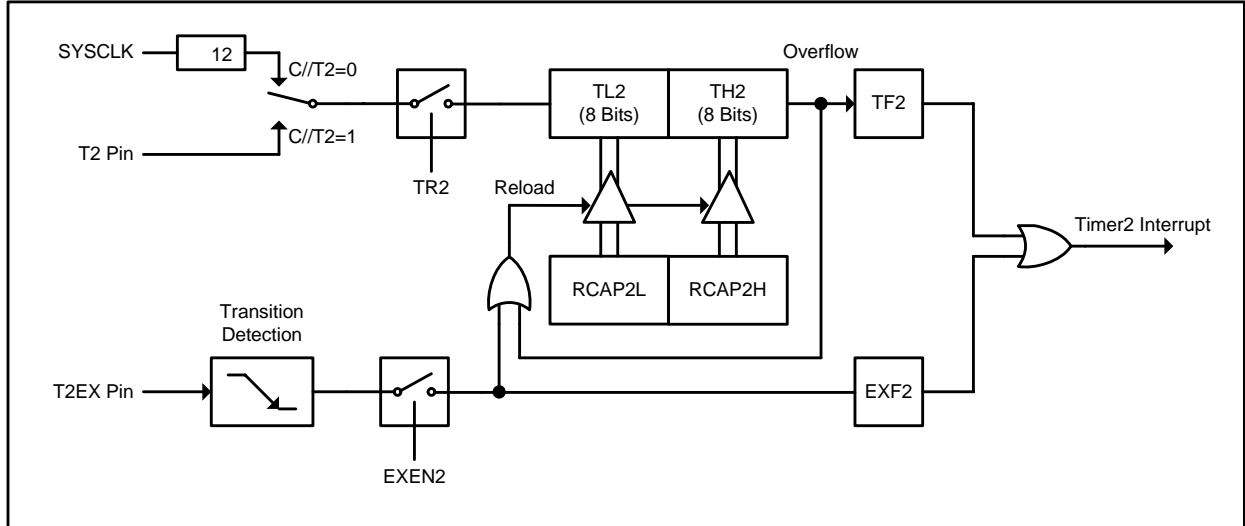
### 7.3.1、捕获模式 (CP)

在捕获模式下，定时器 2 的计数值在系统时钟 (CLKin) 或者外部事件口 (T2) 发生负跳变时，自动递增。TR2 控制定时器 2 的开始与停止，当 EXEN2 为 1 时，T2EX 的负跳变会将当前定时器 2 的计数值存放到 RCAP2H 和 RCAP2L 中。定时器 2 的上溢会置 TF2，EXEN2 为 1 且 T2EX 口发生负跳变时会置 EXF2。



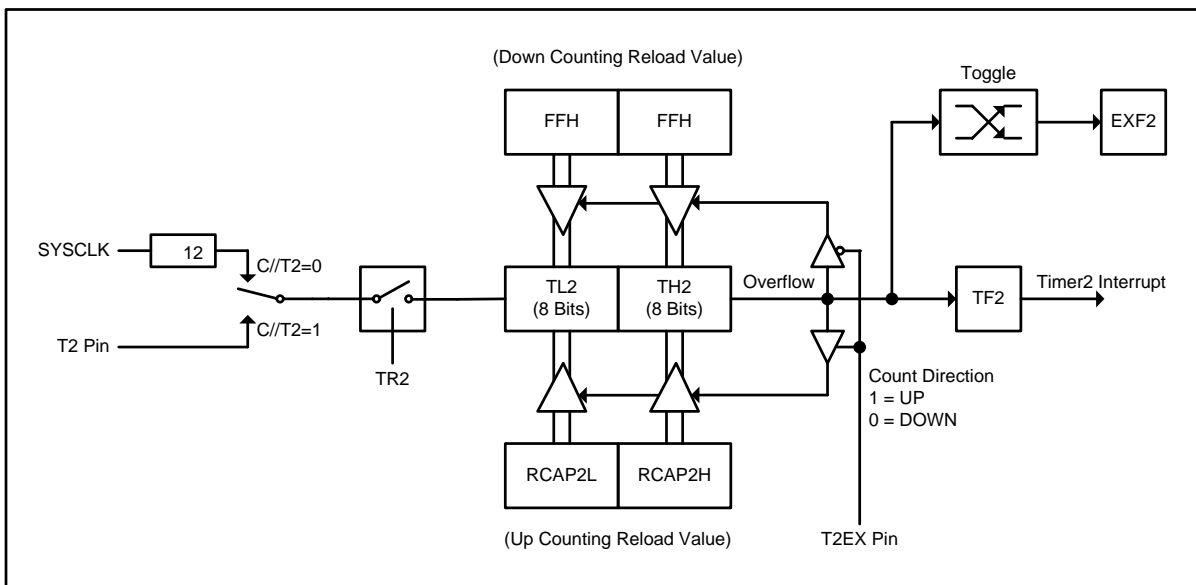
### 7.3.2、自动重载向上计数模式 (ARUO)

在 ARUO 模式下，定时器 2 被配置为向上计数器，并可重载用户通过软件定义的重载值。当定时器 2 计数上溢或者 EXEN2 为 1 且 T2EX 发生负跳变时，RCAP2H 和 RCAP2L 的值将会被重载到 TH2 和 TL2 中，并分别置相应的中断标志位



### 7.3.3、自动重载上下计数模式 (ARUD)

在 ARUD 模式下，定时器 2 被配置为向上或者向下计数器，计数的方向需要取检测 T2EX 引脚，如果 T2EX=1，定时器 2 向上计数，否则向下计数。当定时器 2 产生上溢时，TF2 被置位，同时会将 EXF2 取反，在这种模式下，EXF2 不会产生中断请求。当定时器 2 向下计数时，溢出后重载的置为 0xFFFF，若为向上计数，溢出后重载的值为 RCAP2H 和 RCAP2L 里面的值



### 7.3.4、波特率发生器模式（BRG）

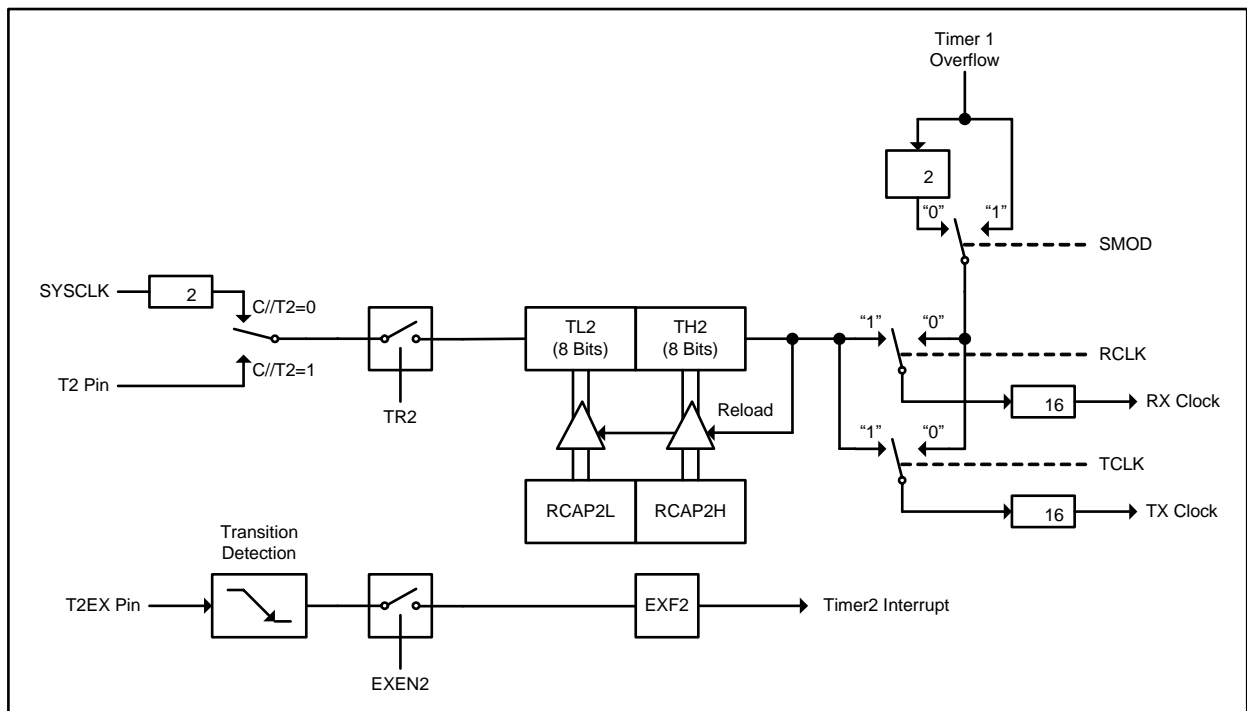
定时器 2 可被配置为不同的波特率的发生器。当 TCLK 为 0 时，定时器 1 为串口发送资料的波特率发生器，若 TCLK 为 1，则选择定时器 2 为串口发送数据的波特率发生器；当 RCLK 为 0 时，定时器 1 为串口接收数据的波特率发生器，若 RCLK 为 1，则选择定时器 2 为串口接收数据的波特率发生器

在 BRG 模式下，定时器 2 的工作方式与 ARUO 很相似，但是 T2EX 引脚的信号不会产生重载，当定时器 2 溢出时，重载 RCAP2H 和 RCAP2L，但不会置 TF2 中断标志。如果 EXEN2 为“1”且 T2EX 有负跳变是，EXF2 会被置位。

UART 模式 1 和模式 3 的波特率计算方法如下：

$$\text{Mode 1, 3 Baud Rate} = \frac{\text{Timer2 overflow rate}}{16} ; \text{counting T2EX pin}$$

$$\text{Mode 1, 3 Baud Rate} = \frac{\text{SYSCLK Frequency}}{32 \times (65536 - (\text{RCAP2H}, \text{RCAP2L}))} ; \text{as the timer}$$



## 7.4、UART（通用异步收发接口）

MG87FE/L52 的串口支持全双工传输，它可以同时进行发射和接收。串口接收和发射共享相同的特殊功能寄存器 SBUF，但实际上在芯片内部是有两个不同的 SBUF，一个用于发射，另外一个用于接收。串行可以在 4 个不同的模式下工作。

### 7.4.1、模式 0

串行数据通过 RXD（P3.0）输入/TXD（P3.1）输出，8 位串行数据均从最低位开始接收/发射。波特率固定为系统时钟的 12 分频。

$$\text{Mode 0 Baud Rate} = \frac{\text{SYSCLK Frequency}}{12}$$

### 7.4.2、模式 1

10 位的串口数据通过 RXD（P3.0）输入/TXD（P3.1）输出，每帧数据包括一个起始位（0）、8 个数据位和一个停止位（1）。对于一次接收，停止位的数据会保存在 SCON 的 RB8 中。波特率是可变的。

$$\begin{aligned} \text{Mode 1 Baud Rate} &= \frac{2^{\text{SMOD}}}{32} \times (\text{Timer1 overflow rate}) \\ \text{or} &= \frac{\text{Timer2 overflow rate}}{16} \end{aligned}$$

### 7.4.3、模式 2

11 位的串口数据通过 RXD（P3.0）输入/TXD（P3.1）输出，每帧数据包包括一个起始位（0）、8 个数据位、可编程的第 9 位和一个停止位（1），发射的第 9 个数据存放在 SCON 的 TB8 位中，接收的第 9 个数据存放在 SCON 的 RB8。波特率固定为系统时钟的 32 分频或者 64 分频。

$$\text{Mode 2 Baud Rate} = \frac{2^{\text{SMOD}}}{64} \times (\text{SYSCLK Frequency})$$

### 7.4.4、模式 3

其工作方式与模式 2 相同，但其波特率是可变的。

$$\text{Mode 3 Baud Rate} = \frac{2^{\text{SMOD}}}{32} \times (\text{Timer1 overflow rate})$$
$$\text{or} = \frac{\text{Timer2 overflow rate}}{16}$$

在上面的四种模式中，只要有指令将 SBUF 作为目标操作对象，发射动作就会启动，在模式 0 中，当 RI 为“0”且 REN 为“1”时，接收动作就会被启动，对于其它模式，接收动作只有在 REN 为“1”且检测到起始信号（RXD 发生负跳变）时才会启动。

### 7.4.5、自动地址识别

自动地址识别功能是通过硬件比较电路让串口确认某些地址的串行比特流。这个功能使得软件不需要检查每一个传入的地址。要启用此功能只需要设置 SCON 中的 SM2 位。在模式 2 和模式 3 中，当收到字节包含“Given”地址或“广播”地址时，串口接收中断标志位 RI 将自动置“1”。这两种模式中，要求获得第九位是“1”，表明收到的字节是一个地址，而不是数据。在模式 1 中，如果 SM2 被使能且一个有效的停止位后跟随的 8 位数据是“Given”地址或“广播”地址时，串口接收中断标志位 RI 将自动置“1”。模式 0 中 SM2 无意义。

### 7.4.6、帧错误检测

对于一帧数据，如果丢失位停止位，SCON 中的 FE 位将被置位。FE 与 SM0 公用 SCON 的第 7 位，当 SMOD0 (PCON.6) 为“1”时，SCON.7 为 FE 功能，否则为 SM0 功能。当用于 FE 功能时，标志必须由软件清除。



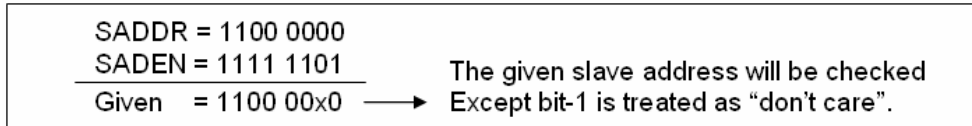
### SCON 寄存器 (98H)

|        |      |      |      |      |      |      |      |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|
| Bit7   | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
| SM0/FE | SM1  | SM2  | REN  | TB8  | RB8  | TI   | RI   |

|               |                                     |                |                |  |  |                      |  |
|---------------|-------------------------------------|----------------|----------------|--|--|----------------------|--|
| <b>FE</b>     | 帧错误检测，SMOD0 (PCON.6) 必须为“1”，才能启用此功能 |                |                |  |  |                      |  |
| <b>SM0SM1</b> | <b>SM</b><br>0                      | <b>SM</b><br>1 | 模式             |  |  | 波特率                  |  |
|               | 0                                   | 0              | 模式 0, 8 为移位寄存器 |  |  | CLKin/12             |  |
|               | 0                                   | 1              | 模式 1, 8 位串口    |  |  | Variable             |  |
|               | 1                                   | 0              | 模式 2, 9 为串口    |  |  | CLKin/64 或者 CLKin/32 |  |
|               | 1                                   | 1              | 模式 3, 9 为串口    |  |  | Variable             |  |
| <b>SM2</b>    | 自动地址识别                              |                |                |  |  |                      |  |
| <b>REN</b>    | 使能串口的接收功能                           |                |                |  |  |                      |  |
| <b>TB8</b>    | 模式 2 和模式 3 需发射的第 9 位数据              |                |                |  |  |                      |  |
| <b>RB8</b>    | 模式 2 和模式 3 接收的第 9 位数据               |                |                |  |  |                      |  |
| <b>TI</b>     | 发射完成中断标志                            |                |                |  |  |                      |  |
| <b>RI</b>     | 接收完成中断标志                            |                |                |  |  |                      |  |

### SADDR 和 SADEN 寄存器

当地址自动识别功能启用后，可用 SADDR 和 SADEN 来预置地址，事实上，SADEN 是 SADDR 的“屏蔽”寄存器，如下图所示



每个从对象的广播地址为 SADDR 和 SADEN 进行逻辑“或”的结果，结果中为“0”的位将被忽略。在系统复位后，SADDR 和 SADEN 都被初始化为 0，从而忽略“Given”地址的全部地址位和“广播”地址的全部地址位而导致自动地址识别功能无效。

# 8.复位和省电模式

## 8.1、复位

“Reset”脚是用来复位设备的。它连接该设备到施密特触发器缓冲，可得到良好的抗噪声性能。当复位脚上产生一个维持超过两个机器周期的正向脉冲时，均会是设备复位。

## 8.2、省电模式

MG87FL/E52 有两种省电模式

### 8.2.1、空闲模式

可以通过软件的方式置 PCON.0 位，使设备进入空闲模式。

在空闲模式下，系统不会给 CPU 提供时钟，但是中断、定时器和串口等硬件仍然处于工作状态。

有两种方式是设备从空闲模式唤醒，首先，将“复位”脚连接到高电平来产生一个内部硬件复位可以唤醒空闲模式中的设备，其次任何处于启动状态的中断源都将会清除 PCON.0 而使设备终止空闲模式，并同时进入中断服务程序，只有在中断返回后才会开始执行进入空闲模式指令之后的程序。

### 8.2.2、掉电模式

可以通过软件的方式置 PCON.1 位，使设备进入掉电模式。

在掉电模式下，片上振荡器被停止，整个系统处于停止状态，但片上 RAM 和同时功能寄存器的内容会保持不变。

掉电模式下的设备可以用硬件复位或者 /INT0、/INT1、/INT2 和 /INT3 外部中断唤醒，当由硬件复位唤醒时，程序将从地址 0x0000 开始执行程序，需注意“复位”脚上的电平须维持 10ms 以得到稳定的时钟信号，当由外部中断唤醒时，程序将会跳去执行相应的中断服务程序。如果需要使用外部中断唤醒，在设备进入掉电模式时，相应的中断必须使能。进入掉电模式指令之后，至少添加一个“NOP”指令。

省电模式中的引脚状态

| 模式   | 程序区 | ALE | PSEN | P0 | P1 | P2 | P3 |
|------|-----|-----|------|----|----|----|----|
| 空闲模式 | 内部  | 1   | 1    | 数据 | 数据 | 数据 | 数据 |
| 空闲模式 | 外部  | 1   | 1    | 高阻 | 数据 | 地址 | 数据 |
| 掉电模式 | 内部  | 0   | 0    | 数据 | 数据 | 数据 | 数据 |
| 掉电模式 | 外部  | 0   | 0    | 高阻 | 数据 | 数据 | 数据 |

### 8.2.3、上电标志（POF）

POF（PCON.4）仅仅在上电时为置“1”，其它复位动作都不会影响该位，这个数据位必须由软件清除。

## 9. 中断结构

### 中断使能 IE 寄存器 (A8H)

| Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|
| EA   | -    | ET2  | ES   | ET1  | EX1  | ET0  | EX0  |

|            |            |
|------------|------------|
| <b>EA</b>  | 全局中断使能标志   |
| <b>ET2</b> | 定时器 2 使能位  |
| <b>ES</b>  | 串口中断使能位    |
| <b>ET1</b> | 定时器 1 使能位  |
| <b>EX1</b> | 外部中断 1 使能位 |
| <b>ET0</b> | 定时器 0 使能位  |
| <b>EX0</b> | 外部中断 0 使能位 |

### 中断优先低位 IPL 寄存器 (B8H)

| Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|
| -    | -    | PT2  | PS   | PT1  | PX1  | PT0  | PX0  |

|            |                |
|------------|----------------|
| <b>PT2</b> | 定时器 2 优先级设置低位  |
| <b>PS</b>  | 串口中断优先级设置低位    |
| <b>PT1</b> | 定时器 1 优先级设置低位  |
| <b>PX1</b> | 外部中断 1 优先级设置低位 |
| <b>PT0</b> | 定时器 0 优先级设置低位  |
| <b>PX0</b> | 外部中断 0 优先级设置低位 |

### 中断优先高位 IPH 寄存器 (B7H)

| Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|
| PX3H | PX2H | PT2H | PSH  | PT1H | PX1H | PT0H | PX0H |

|             |                |
|-------------|----------------|
| <b>PX3H</b> | 外部中断 3 优先级设置高位 |
| <b>PX2H</b> | 外部中断 2 优先级设置高位 |
| <b>PT2H</b> | 定时器 2 优先级设置高位  |
| <b>PSH</b>  | 串口中断优先级设置高位    |
| <b>PT1H</b> | 定时器 1 优先级设置高位  |
| <b>PX1H</b> | 外部中断 1 优先级设置高位 |
| <b>PT0H</b> | 定时器 0 优先级设置高位  |
| <b>PX0H</b> | 外部中断 0 优先级设置高位 |

四级中断优先级设置方法

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| IPH | IPL | 优先级 |
|-----|-----|-----|

|   |   |       |
|---|---|-------|
| 1 | 1 | 1(最高) |
| 1 | 0 | 2(较高) |
| 0 | 1 | 3(较低) |
| 0 | 0 | 4(最低) |

### 外部中断控制 XICON 寄存器 (C0H)

| Bit7       | Bit6   | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|------------|--|------|------|------|------|------|------|
| PX3        | EX3  | IE3  | IT3  | PX2  | EX2  | IE2  | IT2  |
| <b>PX3</b> | 外部中断 3 优先级设置低位   |      |      |      |      |      |      |
| <b>EX3</b> | 外部中断 3 使能位   |      |      |      |      |      |      |
| <b>IE3</b> | 外部中断 3 跳变标志, 当外部中断脚的电平发生跳变时, 由硬件置“1”, 中断事件处理完成后, 硬件会自动清“0” |      |      |      |      |      |      |
| <b>IT3</b> | 外部中断 3 类型控制位, 1:下降沿触发; 0:低电平触发                             |      |      |      |      |      |      |
| <b>PX2</b> | 外部中断 2 优先级设置低位   |      |      |      |      |      |      |
| <b>EX2</b> | 外部中断 2 使能位   |      |      |      |      |      |      |
| <b>IE2</b> | 外部中断 2 跳变标志, 当外部中断脚的电平发生跳变时, 由硬件置“1”, 中断事件处理完成后, 硬件会自动清“0” |      |      |      |      |      |      |
| <b>IT2</b> | 外部中断 2 类型控制位, 1:下降沿触发; 0:低电平触发                             |      |      |      |      |      |      |

MG87FE/L52 有 8 个中断源, 每个中断源可以独立的使能或者禁用, 当 IE 寄存器中的 EA 位被清“0”时, 将会关闭所有中断。

每个中断源都有两个控制位设置其优先级, 分别位于 IPL 和 IPH 中。高优先级的中断不会低优先级的中断请求打断, 当两个中断同时发生时, 首先响应较高优先级的中断。若同时发生的两个中断具有相同的优先级, 系统会依据内部轮询检测顺序进行响应, 如下表

| 中断源    | 中断向量 | 轮询优先级 |
|--------|------|-------|
| 外部中断 0 | 03H  | 1(最高) |
| 定时器 0  | 0BH  | 2     |
| 外部中断 1 | 13H  | 3     |
| 定时器 1  | 1BH  | 4     |
| 串口     | 23H  | 5     |
| 定时器 2  | 2BH  | 6     |
| 外部中断 2 | 33H  | 7     |
| 外部中断 3 | 3BH  | 8     |

外部中断/INT0、/INT1、/INT2 和/INT3 均可以被设置为电平触发或者是边沿触发, 这要取决于 TCON 中的 IT0、IT1 和 XICON 中的 IT2、IT3, 这种中断产生的中断位为 TCON 中的 IE0、IE1 和 XICON 中的 IE2、IE3, 仅当中断方式为边沿触发时, 产生的中断标志位才会被硬件服务例程清除。

定时器 0 和定时器 1 中断由 TF0 和 TF1 产生, 当一个定时器中断产生时, 相应的中断标志位会在中断服务例程结束时由硬件清除。

串口中断由 RI 或者 TI 产生, 串口中断产生时, 需要用软件判断标志 RI 和标志 TI, 以确定是哪种类型的中断, 且中断标志位 RI 和 TI 必须由软件清除。

定时器 2 中断由 TF2 或者 EXF2 产生, 与串口中断一样, 这两个标志位也必须由软件清除。

所有的中断标志位与由硬件设置和清除一样，也都可以用软件进行设置和清除

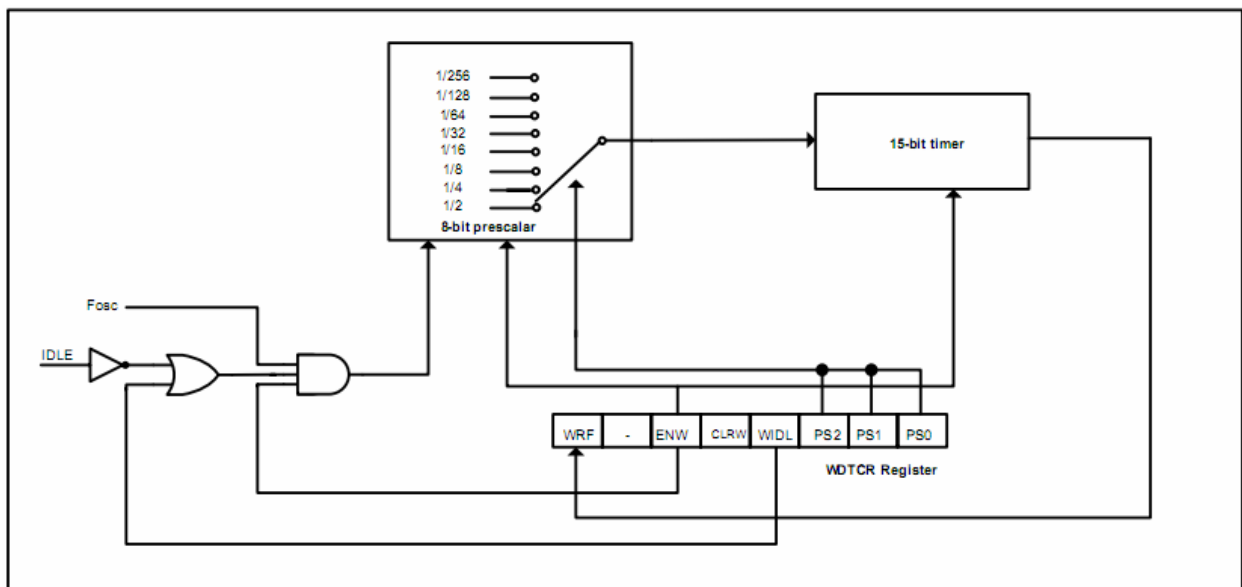
# 10.看门狗定时器

看门狗定时器控制寄存器 WDTCR (E1H)

|      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
| WRF  | -    | ENW  | CLRW | WIDL | PS2  | PS1  | PS0  |

|             |                                      |
|-------------|--------------------------------------|
| <b>WRF</b>  | 看门狗定时器溢出标志，当定时器溢出时，由硬件置位             |
| <b>ENW</b>  | 启用看门狗定时器，启用后不能用软件关闭                  |
| <b>CLRW</b> | 写“1”清看门狗定时器，硬件会自动清除这位                |
| <b>WIDL</b> | 这位写“0”时，当 MCU 在空闲模式时，定时器停止计时且关闭看门狗复位 |

| PS2 | PS1 | PS0 | 分频系数 |
|-----|-----|-----|------|
| 0   | 0   | 0   | 2    |
| 0   | 0   | 1   | 4    |
| 0   | 1   | 0   | 8    |
| 0   | 1   | 1   | 16   |
| 1   | 0   | 0   | 32   |
| 1   | 0   | 1   | 64   |
| 1   | 1   | 0   | 128  |
| 1   | 1   | 1   | 256  |



## 12.在线编程（ISP）和在应用程序可编程（IAP）

### 10.1、在线编程（ISP）

MG87FE/L52 中的 8K Flash 空间可被分为 3 个区，第一个区为 AP 空间，用于存放用户程序，第二个区为 LD 空间，用于存放 ISP 程序，第三个区为 OR 空间，用于存放硬件选项

芯片有 3 级代码保护机制，第一级为“LOCK”，当用编程器写“0”到“LOCK”位时，“LOCK”功能被启用，此时用通用烧录器读取出来的数据将全为“FF”；第二级为“SCRAMBLE”，它是对代码区的数据进行加密；第三级为“MOVCL”，当“MOVCL”启用后，从外部程序区将不能使用“MOVC”指令读取内部数据。

#### ISP Flash 资料寄存器 IFD（E2H）

|      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
| 数据   |      |      |      |      |      |      |      |

IFD 为 ISP/IAP 操作的数据寄存器，ISP/IAP 进行读写操作时，IFD 作为数据缓冲区。当用于访问 IAPLB 时，IFD 为 IAPLB 的值

#### ISP 地址高字节 IFADRH（E3H）

|      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
| 高位地址 |      |      |      |      |      |      |      |

IFADRH 存放 ISP/IAP 操作的目标地址的高位

#### ISP 地址低字节 IFADRL（E4H）

|      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
| 低位地址 |      |      |      |      |      |      |      |

IFADRL 存放 ISP/IAP 操作的目标地址的低位，在进行页擦除时，IFADRL 的值被忽略

#### ISP 模式表寄存器 IFMT（E5H）

|      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
| 保留   |      |      |      |      | 模式选择 |      |      |

|    |    |    |              |
|----|----|----|--------------|
| B2 | B1 | B0 | 模式           |
| 0  | 0  | 0  | 空闲状态         |
| 0  | 0  | 1  | 读 Flash 数据   |
| 0  | 1  | 0  | 写 Flash 数据   |
| 0  | 1  | 1  | 擦除 Flash 数据页 |
| 1  | 0  | 0  | 设置 IAPLB     |
| 1  | 0  | 1  | 读取 IAPLB     |

#### IAP 低边界寄存器 IAPLB（-）

|      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
| 数据   |      |      |      |      |      |      |      |



IAPLB 用于定义 IAP 空间的低边界，由于 Flash 的页面大小为 512 字节，所以 IAPLB 的值必须为偶数

读 IAPLB 的方法：

```
IFMT = 0x05;
ISPCR = 0x80;
SCMD = 0x46;
SCMD = 0xB9;
//此时 IFD 中保存的即为 IAPLB 的值
```

设置 IAPLB 的方法：

```
IFD = ??; //将 IAPLB 的默认值写入 IFD 中
IFMT = 0x04;
ISPCR = 0x80;
SCMD = 0x46;
SCMD = 0xB9;
```

IAP 区域由 IAPLB 和 ISP 起始地址共同决定

IAP 低边界 = IAPLB \* 256

IAP 高边界 = IAP 起始地址 - 1

需要注意的是 IAPLB 的值不能大于 ISP 的起始地址

#### ISP 顺序命令寄存器 SCMD (E6H)

| Bit7 | Bit6 | Bit5 | Bit4 | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 命令   |      |      |      |      |      |      |      |

ISP/IAP/IAPLB 的操作都需要用 SCMD 寄存器来触发，当 ISPCR.7 为“1”且 SCMD 顺序写入命令“0x46 0xB9”时，ISP 操作被触发。

#### ISP 控制寄存器 ISPCR (E7H)

| Bit7  | Bit6 | Bit5  | Bit4  | Bit3 | Bit2 | Bit1 | Bit0 |
|-------|------|-------|-------|------|------|------|------|
| ISPEN | SWBS | SWRST | CFAIL | 保留   |      |      |      |

|              |   |                |
|--------------|---|----------------|
| <b>ISPEN</b> | 0 | 禁用 ISP/IAP 操作  |
|              | 1 | ISP/IAP 操作使能   |
| <b>SWBS</b>  | 0 | 复位后从 AP 区域启动   |
|              | 1 | 复位后从 ISP 区域启动  |
| <b>SWRST</b> | 0 | 无操作            |
|              | 1 | 软件复位，启动后硬件自动清除 |
| <b>CFAIL</b> | 0 | ISP/IAP 操作成功   |
|              | 1 | ISP/IAP 操作失败   |

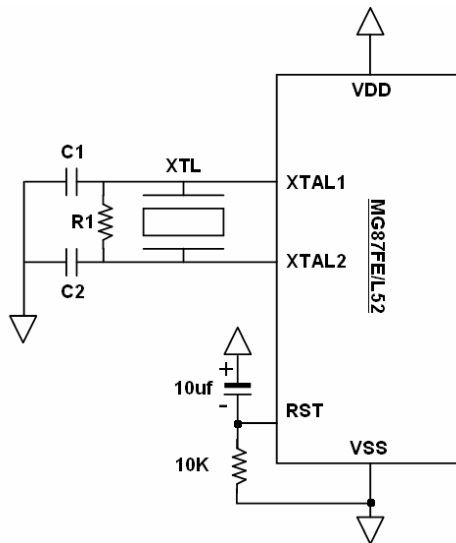
## 10.2、在应用程序可编程 (IAP)

AP 区域和 ISP 区域之间的空间为 IAP 区域，IAP 区域大小可通过设置 IAPLB 而改变。当 MG87FE/L52 从 ISP 区域启动时，AP 空间和 IAP 空间都会开放给 ISP

# 11.系统振荡器

## 11.1、外部晶振模式

MG87FE/L52 为 MCU 的系统时钟提供两种振荡器，第一种是外部的晶体振荡器，他可支持到 6MHz~48MHz@12T 或者 6MHz~24MHz@6T，参考下图



| VDD=5/3V | XTL       | C1      | C2      | R1   |
|----------|-----------|---------|---------|------|
| 1        | 6MHz      | 30p/15p | 30p/15p | NC   |
| 2        | 11.059MHz | 20p/10p | 20p/10p | NC   |
| 3        | 12MHz     |         |         | NC   |
| 4        | 22.118MHz | 12p/7p  | 12p/7p  | NC   |
| 5        | 24MHz     |         |         | NC   |
| 6        | 24.576MHz |         |         | NC   |
| 7        | 26~30MHz  | 8p/8p   | 8p/8p   | 6.8K |
| 8        | 31~35MHz  | 8p/8p   | 8p/8p   | 5.1K |

## 11.2、内部 RC 振荡器

MG87FE/L52 专门设计有内部 RC 振荡器，其频率漂移可被控制在 $\pm 4\%$ 以下。温度范围为  $-40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$ ，工作电压为  $4.5\text{V} \sim 5.5\text{V}$  (MG87FE52) 或者  $2.7\text{V} \sim 3.6\text{V}$  (MG87FL52)。当用户使用内部 RC 振荡器时，只须将 XTAL1 和 XTAL2 脚悬空，即可省掉一颗外部晶振。

内部振荡器的频率是可调的，支持 6MHz、11.059MHz、12MHz、22.118MHz、24MHz 和 24.576MHz，频率的调整需要用笙泉公司提供的名为“8051 Writer U1”的烧录工具进行设置。

## 12.绝对最大额定参数

### MG87FE52 (5.0V 应用)

| 参数            | 额定值            | 单位 |
|---------------|----------------|----|
| 环境温度偏差        | -55 ~ +125     | °C |
| 存储温度          | -65 ~ +150     | °C |
| IO 口和复位脚的对地电压 | -0.5 ~ VDD+0.5 | V  |
| VDD 脚的对地电压    | -0.5 ~ +6.0    | V  |
| 芯片总电流         | 400            | mA |
| IO 口的最大吸收电流   | 40             | mA |

### MG87FL52 (3.3V 应用)

| 参数            | 额定值            | 单位 |
|---------------|----------------|----|
| 环境温度偏差        | -55 ~ +125     | °C |
| 存储温度          | -65 ~ +150     | °C |
| IO 口和复位脚的对地电压 | -0.3 ~ VDD+0.3 | V  |
| VDD 脚的对地电压    | -0.3 ~ +4.2    | V  |
| 芯片总电流         | 400            | mA |
| IO 口的最大吸收电流   | 40             | mA |

注意：实际参数超过上述各项“绝对最大额定值”可能会对设备造成永久性损坏。这些参数是一个设备进行正常功能操作的应力额定值，任何超过上述各项的条件都不被建议，否则可能会影响设备运行的稳定性。

# 13.直流特性

## 13.1、MG87FE52 直流特性

VDD=5.0V, VSS=0V, TA=25°C, 12T 模式

| 符号                | 参数                             | 条件                     | 范围  |     |     | 单位   |
|-------------------|--------------------------------|------------------------|-----|-----|-----|------|
|                   |                                |                        | 最小  | 标称  | 最大  |      |
| V <sub>IH1</sub>  | 输入高电压 (P0,P1,P2,P3,P4)         |                        | 2.0 |     |     | V    |
| V <sub>IH2</sub>  | 输入高电压 (复位脚)                    |                        | 3.5 |     |     | V    |
| V <sub>IL1</sub>  | 输入低电压 (P0,P1,P2,P3,P4)         |                        |     |     | 0.8 | V    |
| V <sub>IL2</sub>  | 输入低电压 (复位脚)                    |                        |     |     | 1.6 | V    |
| I <sub>IH</sub>   | 输入高的漏电流 (P0,P1,P2,P3,P4)       | V <sub>PIN</sub> =VDD  |     | 0   | 10  | uA   |
| I <sub>IL</sub>   | 输入低的电流 (P0,P1,P2,P3,P4)        | V <sub>PIN</sub> =0.4V |     | 20  | 50  | uA   |
| I <sub>H2L</sub>  | 输入下降沿的跳变电流<br>(P0,P1,P2,P3,P4) | V <sub>PIN</sub> =1.8V |     | 250 | 500 | uA   |
| I <sub>OH1</sub>  | 输出高的电流 (P0,P1,P2,P3,P4)        | V <sub>PIN</sub> =2.4V | 150 | 220 |     | uA   |
| I <sub>OH2</sub>  | 输出高的电流 (ALE,PSEN)              | V <sub>PIN</sub> =2.4V | 12  |     |     | mA   |
| I <sub>OL1</sub>  | 输出低的电流 (P0,P1,P2,P3,P4)        | V <sub>PIN</sub> =0.4V | 12  |     |     | mA   |
| I <sub>OL2</sub>  | 输出低的电流 (ALE,PSEN)              | V <sub>PIN</sub> =0.4V | 12  |     |     | mA   |
| I <sub>OP</sub>   | 工作电流                           | Fosc=12MHz             |     | 8   | 16  | mA   |
|                   |                                | Fosc=24MHz             |     | 10  | 20  |      |
| I <sub>IDLE</sub> | 空闲模式电流                         | Fosc=12MHz             |     | 4   | 8   | mA   |
|                   |                                | Fosc=24MHz             |     | 5   | 10  |      |
| I <sub>PD</sub>   | 掉电模式电流                         |                        |     | 1   | 10  | uA   |
| R <sub>RST</sub>  | 复位脚上的内部下拉电阻                    |                        |     | 100 |     | Kohm |

## 13.2、MG87FL52 直流特性

VDD=3.3V, VSS=0V, TA=25°C, 12T 模式

| 符号                | 参数                             | 条件                     | 范围  |     |     | 单位   |
|-------------------|--------------------------------|------------------------|-----|-----|-----|------|
|                   |                                |                        | 最小  | 标称  | 最大  |      |
| V <sub>IH1</sub>  | 输入高电压 (P0,P1,P2,P3,P4)         |                        | 2.0 |     |     | V    |
| V <sub>IH2</sub>  | 输入高电压 (复位脚)                    |                        | 2.8 |     |     | V    |
| V <sub>IL1</sub>  | 输入低电压 (P0,P1,P2,P3,P4)         |                        |     |     | 0.8 | V    |
| V <sub>IL2</sub>  | 输入低电压 (复位脚)                    |                        |     |     | 1.5 | V    |
| I <sub>IH</sub>   | 输入高的漏电流 (P0,P1,P2,P3,P4)       | V <sub>PIN</sub> =VDD  |     | 0   | 10  | uA   |
| I <sub>IL</sub>   | 输入低的电流 (P0,P1,P2,P3,P4)        | V <sub>PIN</sub> =0.4V |     | 7   | 30  | uA   |
| I <sub>H2L</sub>  | 输入下降沿的跳变电流<br>(P0,P1,P2,P3,P4) | V <sub>PIN</sub> =1.8V |     | 100 | 250 | uA   |
| I <sub>OH1</sub>  | 输出高的电流 (P0,P1,P2,P3,P4)        | V <sub>PIN</sub> =2.4V | 40  | 70  |     | uA   |
| I <sub>OH2</sub>  | 输出高的电流 (ALE,PSEN)              | V <sub>PIN</sub> =2.4V | 4   |     |     | mA   |
| I <sub>OL1</sub>  | 输出低的电流 (P0,P1,P2,P3,P4)        | V <sub>PIN</sub> =0.4V | 8   |     |     | mA   |
| I <sub>OL2</sub>  | 输出低的电流 (ALE,PSEN)              | V <sub>PIN</sub> =0.4V | 8   |     |     | mA   |
| I <sub>OP</sub>   | 工作电流                           | Fosc=12MHz             |     | 6   | 12  | mA   |
|                   |                                | Fosc=24MHz             |     | 8   | 16  |      |
| I <sub>IDLE</sub> | 空闲模式电流                         | Fosc=12MHz             |     | 2   | 4   | mA   |
|                   |                                | Fosc=24MHz             |     | 2.5 | 5   |      |
| I <sub>PD</sub>   | 掉电模式电流                         |                        |     | 1   | 5   | uA   |
| R <sub>RST</sub>  | 复位脚上的内部下拉电阻                    |                        |     | 200 |     | Kohm |

# 14.封装尺寸

## 14.1、40 引脚 PDIP 封装 ( MG87FE/L52AE )

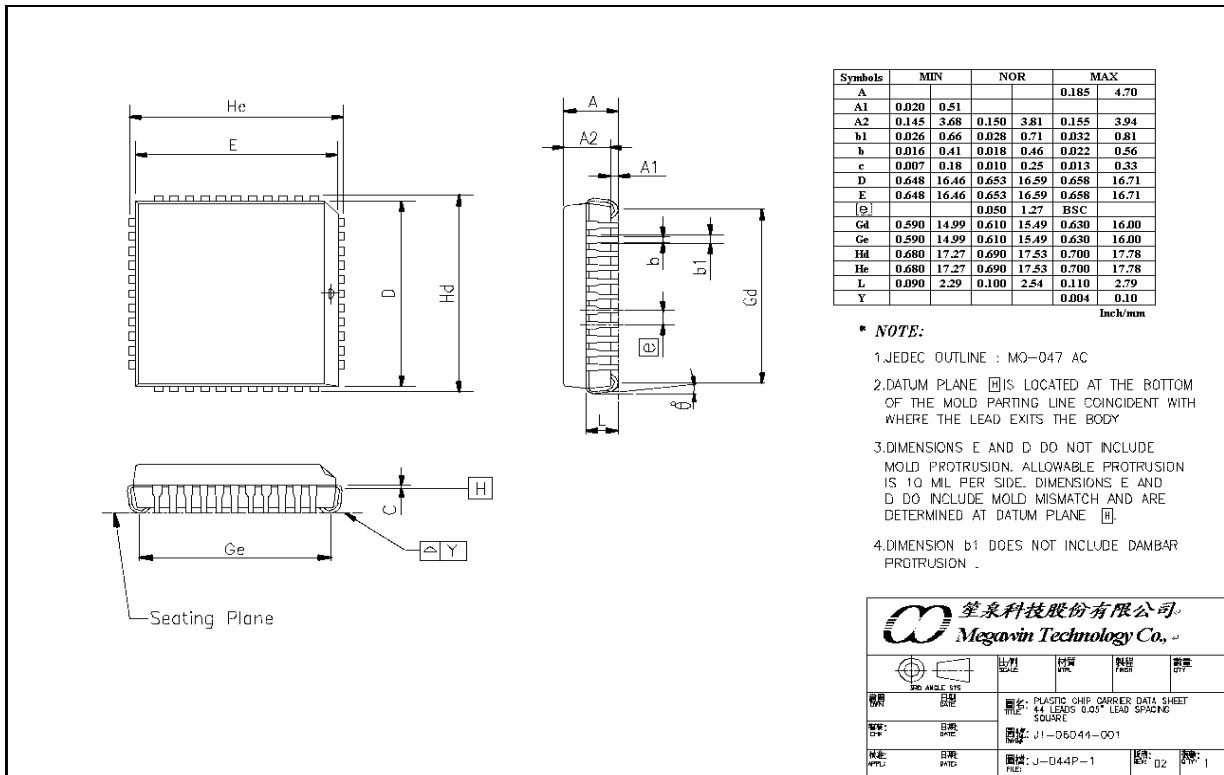
| Symbols | MIN   |       | NOR   |       | MAX   |       |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| A       |       |       |       |       | 0.220 | 5.59  |
| A1      | 0.015 | 0.38  |       |       |       |       |
| A2      | 0.150 | 3.81  | 0.155 | 3.94  | 0.160 | 4.06  |
| D       | 2.055 | 52.20 | 2.060 | 52.32 | 2.070 | 52.58 |
| E       |       |       | 0.600 | 15.24 | SBC   |       |
| E1      | 0.540 | 13.72 | 0.545 | 13.84 | 0.550 | 13.97 |
| L       | 0.115 | 2.92  | 0.130 | 3.30  | 0.150 | 3.81  |
| E3      | 0.630 | 16.00 | 0.650 | 16.51 | 0.670 | 17.02 |
| θ°      | 0     | 0     | 7     | 7     | 15    | 15    |

Inch/mm

NOTE:  
1.JEDEC OUTLINE : MS-011 AC

|  |              |   |                 |               |                |
|--|--------------|---|-----------------|---------------|----------------|
| <br>兆泉科技股份有限公司<br>Megawin Technology Co., Ltd. |              |   |                 |               |                |
| <br>3PD ANGLE, S15                             |              | 比例<br>SCALE   | 材質<br>MTRL      | 數量<br>FQNT    | 數量<br>QTY      |
| 名稱:<br>NAME:                                   | 日期:<br>DATE: | 圖名:<br>TITLE: DUAL INLINE PLASTIC DATA SHEET<br>P-DIP 40 LEADS (600mil) |                 |               |                |
| 製法:<br>MFG:                                    | 日期:<br>DATE: | 圖號:<br>DRAW: J1-0140P-001   |                 |               |                |
| 版本:<br>APPL:                                   | 日期:<br>DATE: | 圖檔:<br>FILE: J1-0140P-001-01  | 版數:<br>DVER: 01 | 狀態:<br>DSTAT: | 頁數:<br>DTPG: 1 |

## 14.2、44 引脚 PLCC 封装 ( MG87FE/L52AP )



### 14.3、44 引脚 PQFP 封装 ( MG87FE/L52AP )

| Symbols        | MIN   |       | NOR   |       | MAX    |       |
|----------------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|
| A              |       |       |       |       | 0.106  | 2.70  |
| A1             | 0.010 | 0.25  | 0.012 | 0.30  | 0.014  | 0.35  |
| A2             | 0.075 | 1.90  | 0.079 | 2.00  | 0.087  | 2.20  |
| b              |       |       | 0.012 | 0.30  | (TYP.) |       |
| D              | 0.512 | 13.00 | 0.520 | 13.20 | 0.528  | 13.4  |
| D1             | 0.390 | 9.90  | 0.394 | 10.00 | 0.398  | 10.10 |
| E              | 0.512 | 13.00 | 0.520 | 13.20 | 0.528  | 13.40 |
| E1             | 0.390 | 9.90  | 0.394 | 10.00 | 0.398  | 10.10 |
| L              | 0.029 | 0.73  | 0.035 | 0.88  | 0.037  | 0.93  |
| e              |       |       | 0.031 | 0.80  | (TYP.) |       |
| Ø <sup>a</sup> | 0     | 0     |       |       | 7      | 7     |
| C              | 0.004 | 0.10  | 0.006 | 0.15  | 0.008  | 0.2   |

Inch/mm

NOTES:

1. EPEC OUTLINE: MO-108 AA-1
2. DATUM PLANE  $\square$  IS LOCATED AT THE BOTTOM OF THE MOLD PARTING LINE COINCIDENT WITH WHERE THE LEAD EXITS THE BODY.
3. DIMENSIONS D<sup>\*</sup> AND E1 DO NOT INCLUDE MOLD PROTRUSION. ALLOWABLE PROTRUSION IS 0.25 mm PER SIDE. DIMENSIONS D1 AND E<sup>\*</sup> DO INCLUDE MOLD MISMATCH AND ARE DETERMINED AT DATUM PLANE  $\square$ .
4. DIMENSION b DOES NOT INCLUDE DAMBAR PROTRUSION.

|                           |                              |                        |                    |
|---------------------------|------------------------------|------------------------|--------------------|
|                           |                              |                        |                    |
|                           | 比例<br>SCALE                  | 材料<br>MFG              | 数量<br>QTY          |
| 名称<br>NAME<br>日期<br>DATE  | 图号<br>FIGURE<br>J1-0344Q-001 |                        |                    |
| 校核<br>CHECK<br>日期<br>DATE | 审核<br>APPV<br>日期<br>DATE     | 图号<br>FILE<br>J-QF'44' | 比例<br>SCALE<br>0.5 |



# 15.免责声明

在此，笙泉（Megawin）代表“*Megawin Technology Co., Ltd.*”

## 15.1、生命支援

此产品并不是为医疗、救生或维持生命而设计的，并且当设备系统出现故障时，并不能合理地预示是否会对人身造成伤害。因此，当客户使用或出售用于上述应用的产品时，需要客户自己承担这样做的风险，笙泉公司并不会对不当地使用或出售我公司的产品而造成的任何损害进行赔偿。

## 15.2、更改权

笙泉保留产品的如下更改权，其中包括电路、标准单元、与/或软件 – 在此为提高设计的与/或性能的描述或内容。当产品在大批量生产时，有关变动将通过工程变更通知（ECN）进行通知。

## 16.修订记录

| 版本       | 描述  | 日期         |
|----------|---|------------|
| Ver 1.00 | 创建文档                                      | 2008/10/17 |
| Ver 1.10 | 修改 I <sub>IDLE</sub> 和 I <sub>OP</sub> 电流 | 2008/11/24 |
| Ver 1.20 | 增加内部振荡器的描述                                | 2008/12/20 |
| Ver 1.30 | 增加外部晶振的电阻和电容的参考值                          | 2008/12/25 |