

## ISP 型单片机实验板

学习单片机离不开实验，以往单片机的实验往往依赖于仿真机和单片机学习系统，价格昂贵，至使学习单片机的门槛很高，很多人不能跨入单片机学习的大门。近年来，随着 FLASH 型单片机的广泛应用，采用软件模拟加写片验证成为一种经济实用的实验方法，尤其是随着单片机技术的发展，很多单片机都具有了 ISP 功能，只要一根下载线即可以编程。STC 单片机更是将其 ISP 功能发挥极致，只要有 RS232 接口，不需任何其他电路即可实现 ISP 功能。。

多年前，本网站为单片机爱好者设计了实验电路板，并公开了全部的软、硬件资料，广受爱好者欢迎，很多人使用这块实验电路板学习并由此入门，同时网络上也出现了很多同类功能的实验电路板，为广大爱好者学习单片机创造了良好的条件。

随着技术的发展，本站在原实验电路板的基础上，开发了一块功能更强的实验电路板，该板除保留了原板广受好评的部分外，新增了更多的功能。最大的特点是具有仿真能力，不再需要昂贵的仿真机，即可使用 Keil 软件进行仿真调试，使得学习成本大为下降。板上安装了 6 位数码管（原板为 2 位数码管）；8 个发光二极管；四个按钮开关；一个简单的音响电路；一个用于计数实验的振荡器；At24CXXX 类芯片插座；X5045 芯片插座；RS232 串行接口。

### 一、简介

本实验板采用具有 ISP 功能的 STC89C52 单片机，采用“软件仿真+下载验证”的开发模式。实验板上安装了 6 位数码管；8 个发光二极管；四个按钮开关；一个简单的音响电路；一个用于计数实验的振荡器；At24C×××类芯片插座；X5045 芯片插座；RS232 串行接口；带有外接电源插座，可外接电池用以断电保持。电路板外形如图 1 所示。



图 1 ISP 型实验电路板外形图

使用这块实验板可以进行流水灯、人机界面程序设计、音响、中断、计数器等基本编程练习，还可以学习 I<sup>2</sup>C 接口芯片使用、SPI 接口芯片使用、与 PC 机进行串行通讯等目前较为流行的技术。

下面对实验板作一个详细说明。

## 一、硬件结构

### 1. 发光二极管

单片机的 P1 端口接了 8 个发光二极管，这些发光二极管的负极接到 P1 端口各引脚，而正极则通过一个排电阻接到正电源端，发光二极管亮的条件是 P1 口相应的引脚为低电平，即如果 P1 口某引脚输出为 0，相应的灯亮，如果输出为 1，相应的灯灭。

例：MOV P1, #0FH

该程序将使发光二极管 L1-L4 熄灭，而 L5-L8 点亮。

P1 口同时作为扩展接口引出，标号为 J1 的接口为 12 芯插座，除 P1 口 8 根线外，还扩展了 T1 计数器端和 INT1 外中断接口及电源端。

### 2. 数码管

单片机的 P0 口和 P2 口的部份引脚构成了 6 位 LED 数码管驱动电路，这里 LED 数码管采用了共阳型，共阳型数码管的笔段（即对应 abcdefgh）引脚是二极管的负极，所有二极管的正极连在一起，构成公共端，即片选端，对于这种数码管的驱动，要求在片选端提供电流，为此，使用了 PNP 型三极管作为片选端的驱动，共使用 6 只三极管，所有三极管的发射极连在一起，接到正电源端，基极则通过限流电阻分别接 P2.2~P2.7，集电极分别向 6 只数码管供电。

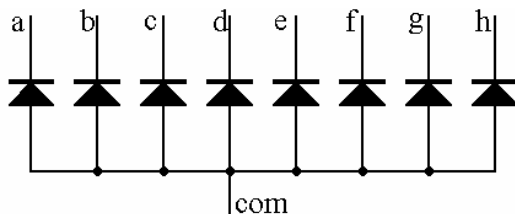


图 2 共阳型数 LED 显示器

以下是根据硬件连线而写的字形码：

字	0	1	2	3	4	5	6	7
字形码	0C0H	0F9H	0A4H	0B0H	99H	92H	82H	0F8H
字	8	9	A	B	C	D	E	F
字形码	80H	90H	88H	83H	0C6H	0A1H	86H	8EH

数码管显示程序请参考 Exam 文件夹中的 led 程序。

### 3. 串行接口

串行通讯功能是目前单片机应用中经常要用到的功能，80C51 系列单片机 P3.0 和 P3.1 引脚的第二功能是串行口 RXD 与 TXD，其内部的串行接口电路具有全双工异步通讯功能，但是单片机输出的信号是 TTL 电平，为获得电平匹配，实验板上扩充了一片 HIN232 芯片，利用该芯片进行电平转换，该芯片内部有电荷泵，只要单一的 5V 电源供电即可自行产生 RS232 所需的高电压，使用方便。

### 4. 按键输入

P3 口的 P3.2~P3.5 接了 K1~K4 共 4 个按钮开关，用作键盘。

## 5 . 计数源

本实验板有两路脉冲信号产生,其中一路由 555 集成电路及相关阻容元件构成典型的多谐振荡电路,输出方波,在输出端接有发光二极管,用于指示振荡器的输出。另一种由 PCF8563 集成电路提供,PCF8563 是实时钟芯片,通过编程可输出 1Hz、32Hz、1024Hz、32768Hz 的脉冲信号,在 PCF8563 的输出端接有发光二极管,用于指示振荡器的输出。通过 JP2 插针座可分别选择这两个脉冲信号之一用于单片机的计数信号。

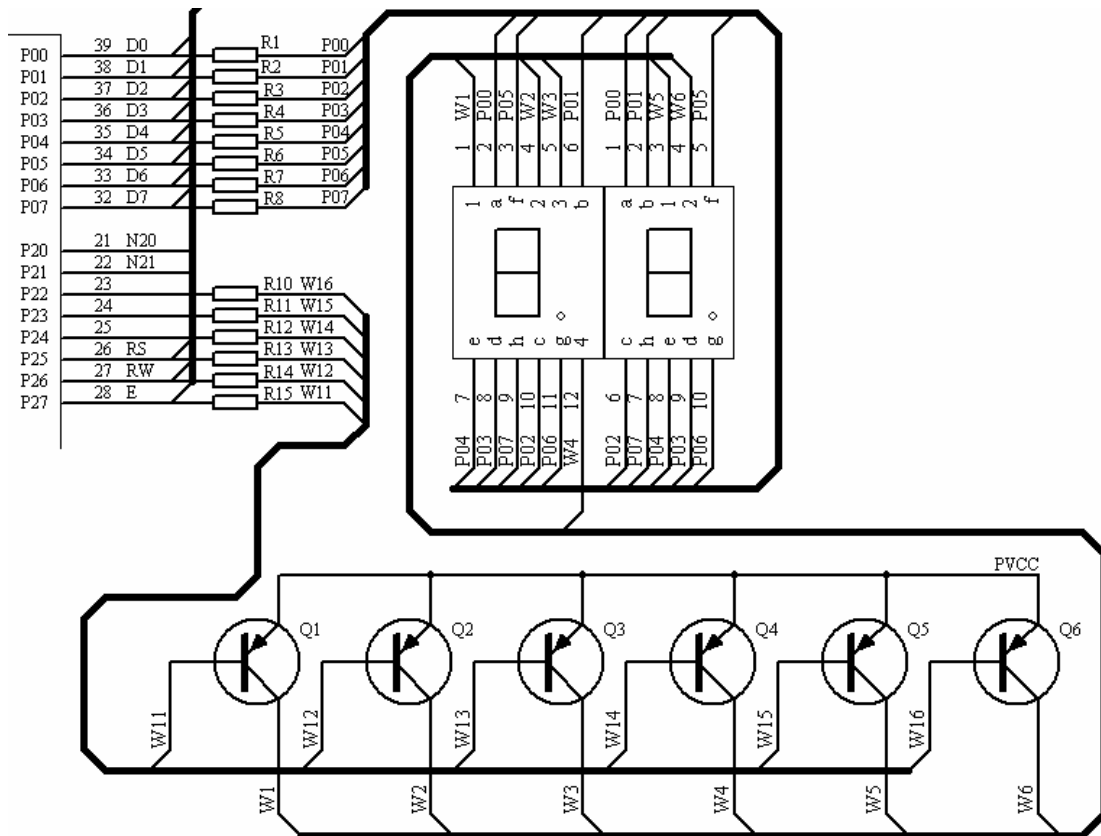


图 3 89 系列、AT90S8515 单片机实验板显示器接口电路原理图

## 6 . 音响接口

电路板上的三极管驱动一个无源蜂鸣器,构成一个简单的音响电路,该电路利用单片机的 P3.2 脚引脚作为音源,经三极管放大后发声。由于 P3.2 同时作为按键输入使用,为了避免按键操作对发声电路的影响,使用 JP3 插针,只在需要时才用短路子将两个引脚连起来,这时 P3.2 作为输出口来使用。

## 7 . AT24C × × × 芯片接口

在单片机应用中,经常会有一些数据需要长期保存,传统的方法是用 RAM 加后备电池的方法,但这种方法成本较高,电路也较复杂。近年来,非易失性存储器技术发展很快,EEPROM 就是其中的一种,和 RAM 相比,EEPROM 不能够无限多次地擦除和写入(一般可以做到 1000000 万次,也有可以做到 10000000 次的),这是它的缺点,但是断电之后,不需要特殊的断电保护措施,这是其优点。24 系列是 EEPROM 中应用广泛的一类,该系列芯片仅有 8 个引脚,采用 2 线制 I<sup>2</sup>C 接口。为学习该芯片的使用,设计了通用 I<sup>2</sup>C 接口电路,可进行 AT24C01A、AT24C02 等芯片的读写试验。

电路中 P3.6 引脚接串行时钟线，P3.7 接串行数据线。给出的例子中使用了何立民教授提供的 VIIC 软件包，有关定义如下：

VSCL BIT p3.6；串行时钟

VSDA BIT p3.7；串行数据

具体应用程序请参考 24C01.asm。

该例的功能描述如下：单片机从串行口接收命令，对实验板上的 AT24C××× 芯片进行读、写操作。

程序提供了 2 条命令，每条命令由 3 个字节组成，在第一条命令中，第一个字节是 0，表示向 EEPROM 中写入数据，第二个字节表示要写入的地址，第三个字节表示要写入的数据；在第二条命令中，第一个字节是 1，表示读 EEPROM 中的数据，第二位表示要读出的单元地址，第三位无意义，可以取任意值，但一定要有这么一个字节，否则命令不完整，不会被执行。如命令：0 10 22

表示将 22 写入 10 单元中。

而命令：1 12 1

表示将 12 单元中的数据读出并送回主机，最后一个数可以是任意值。

至于命令中的数究竟是什么数制，由 PC 端软件负责解释，写入或读出的数据会同时以十六进制的形式显示在数码管上。

## 8 . 实时钟 PCF8563 芯片接口

PCF8563 是目前常用的低功耗的 CMOS 实时时钟 / 日历芯片，它提供一个可编程时钟输出，一个中断输出和掉电检测器，所有的地址和数据通过 I<sup>2</sup>C 总线接口串行传递。板上已预留了接口位置，但是没有安装相关元件，如果需要，可以自行安装以使该板具有使用 PCF8563 芯片的功能。

## 9 . X5045 接口

X5045 是一片多功能的芯片，它具有以下的一些功能：上电复位、电压跌落检测、看门狗定时器、512 字节的 EEPROM。该芯片采用三线制 SPI 接口方式与单片机相连，这也是目前一个应用比较广泛的芯片，通过学习这块芯片与单片机接口的方法，还可以了解和掌握三线制 SPI 总线接口的工作原理及一般编程方法。

硬件电路上，P2.1 接 X5045 的 CS 端，P3.7 接 X5045 的 SI 和 SO，P3.6 接 X5045 的 SCK，P2.0 接 X5045 的 WP 端。有关定义如下：

cs bit P2.1

si bit P3.7

sck bit P3.6

so bit P3.7

wp bit p2.0

有关操作实例请参考 5045.asm，该程序中用的是作者根据平台原则自编的 VSPI 软件包，只要定义好有关硬件连线，即可进行操作，非常方便。

本例中为对 X5045 测试，设计了具有如下功能的一个程序。

1) 读指定地址的内容

开机后，LED 数码管以十六进制形式显示一个数字，按下 S1 键或 S2 键，LED 数码管上显示的数字加 1 或减 1，该数字表示的是待读的 X5045 中存储器单元的地址，按下 S4 键，读出该单元的内容，并且以十六进制的形式显示在 LED 数码管上。

2) 将值写入指定单元

开机后，P1.0 所接 LED 点亮，此时，可以按 K1 或 K2，使 LED 数码管显示至待写入单元的地址值，然后按下 K3 键，该地址值被记录，P1.1 所接 LED 亮，按 K1 或 K2，LED 数码管以十六进制形式显示待写入的数据，按下 K4 键，该数据被写入刚才指定的 EEPROM 单元中。

为更明确，现将各键功能单独列出并描述如下：

- K1：加 1 键，具有连加功能，按下该键，显示器显示值加 1，如果按着不放，过一段时间后，快速连加；
- K2：减 1 键，功能同 K1 类似；
- K3：切换键，按此键，将使 P1.0 和 P1.1 所接 LED 轮流点亮；
- K4：执行键，根据 P1.0 和 P1.1 所接 LED 点亮的情况分别执行读指定地址 EEPROM 内容和将设定内容写入指定的 EEPROM 单元中的功能。

## 10. 字符型液晶接口

液晶显示器由于体积小、重量轻、功耗低等优点，日渐成为各种便携式电子产品的理想显示器。从液晶显示器显示内容来分，可分为段式、字符式和点阵式三种。其中字符式液晶显示器以其价廉、显示内容丰富、美观、无须定制、使用方便等特点成为 LED 显示器的理想替代品。字符型液晶显示器专门用于显示数字、字母、图形符号并可显示少量自定义符号。这类显示器均把 LCD 控制器、点阵驱动器、字符存储器等做在一块板上，再与液晶屏一起组成一个显示模块，因此，这类显示器安装与使用都较简单。

字符型液晶一般均采用 HD44780 及兼容芯片作为控制器，因此，其接口方式基本是标准的。本板上带有 LCD 接口，可直接与字符型液晶相连。

本板上数据线被连到 P0 口，P2.5 接 RS 端，P2.6 接 RW 端，P2.7 接 E 端。有关定义如下：

```
RS bit P2.5
RW bit P2.6
E bit P2.7
DPORT EQU P0
```

Exam 文件夹中的 yj.asm 提供了作者编写的字符型液晶驱动程序，只要定义好有关连线即可使用，非常方便。

本电路板已预留了字符型液晶接口的位置，但是没有安装相关元件，如果需要，读者可以自行安装，以使本实验板具有使用字符型液晶显示器的能力。

## 二、使用

本实验板是面对的是入门者，因此在设计时充分考虑了可用性。

### 1. 电源提供

本板需外接电源。外接电源有两种方法，如果你手边已有 5V 稳压电源，那么可以通过右侧标号为 Power 的接口向实验板供电，极性已在板上标出，写有“+”的接正电源，另一端接负电源。如果你手边没有 5V 电源，但有供随身听、语音复读机等用的外接电源，那么可以通过插座 J5 向实验板供电，要求输出的直流电压为 9V 之间，电流不小于 300mA。一般外接电源上标称供电电压为 6V 及以上的即可使用，由于板上装有整流全桥，因此不必考虑电源的输出极性，直接将插头插入其中即可。

## 2 . 复位选择

本板提供了 2 种复位电路，即 RC 复位与外接芯片复位。JP1 用于复位选择，在该插针座下标有 Reset Select 字样，很容易辨认。在该插针座上方左侧标有 RC 字样，右侧标有 X5045 (3) 字样，如果用短路子插于左侧，即选择 RC 复位电路，避免刚开始对 X5045 芯片不熟悉而影响学习；短路子插于右侧，选择 X5045 复位，可用于测试 X5045 芯片的看门狗特性。不论短路子是否插于左侧，X5045 芯片内部的 EEPROM 存储器总是可用的。

**注意：**在使用 ISP 在线可编程功能时，必须将短路子拨除，既不选择 RC 复位，也不选择 X5045 复位，由下载线控制复位端。

AVR 单片机内部有上电复位电路，因此在做 AVR 单片机实验时，不需要插短路子，如果需要外接芯片复位，那么应该将 X5045 芯片拔出，换上一块 X5043 芯片（需自行购买，不随板提供），然后将短路子插于右侧。

## 3 . 计数源选择

本板提供了两个计数源，可供单片机做计数实验。第一个计数源由 555 电路提供，第二个由 PCF8563 提供，通过 JP2 选择。JP2 的下方标有 Count Select 字样，上方左侧标有“555”，右侧标有“8563”，分别代表选择这两个计数源。

**注意：**当 P3.3 作为输入端使用时，应将短路子取下，不接于任何一方。

当使用 PCF8563 作为时钟源时，需对 PCF8563 芯片编程，通过编程，可提供 1Hz、32Hz、1024Hz、32768Hz 等多个标准的信号源。

## 4 . 音响电路工作选择

JP5 用于选择 P3.2 究竟工作于输出方式还是输入方式，当需要将 P3.2 作为驱动音响电路工作的输出端时，应该短路子插于 JP5 的下方（插座旁印有“]”标志），反之应将短路子插于 JP5 的上方。

## 5 . 字符型 LCD 实验

做 LCD 实验时，需断开数码管的供电电路。JP4 用于选择显示器究竟选择哪一种，在 JP4 的下方标有：Disp Select 字样，在 JP4 插座的上方分别标有 LED 和 LCD 字样，将短路子插于 LED 一方，选择 LED 作为显示器，插于 LCD 一方，选择 LCD 作为显示器。

LCD 显示器需要自行购买，本板提供了供 LCD 使用的 16 针标准接线插座，标号为 J3，在 J3 下方注有 Lcd 字样，在 J3 的上方用数字写出了 1..... 16 的字样，标出了接线的序号，安装时注意与液晶显示模块上的引脚序号对应。

P1 是用于调整对 LCD 对比度的电位器。

# 三、常用实验

以下列出了用该块实验板可以完成的部分实验：

### 1. 单灯闪烁实验

实验目的：通过该实验学习 I/O 口的基本知识，掌握 P1 口单个引脚作为输出口使用的方法，学习软件延时的编程方法。

### 2. 流水灯实验

实验目的：通过该实验进一步学习 I/O 口的知识，掌握 P1 口作为输出口使用的方法，学习移位指令的用法。

### 3. 按钮控制灯的实验

实验目的:通过该实验学习单片机引脚作为输入的使用方法,掌握 51 类单片机引脚“准”双向 I/O 口的特性。

### 4. 定时器控制的流水灯实验

实验目的:学习定时/计数器的结构,掌握定时器的使用。

### 5. 计数器实验程序

实验目的:学习 51 单片机计数器功能的应用,掌握计数方式编程的方法。

### 6. 用中断方式实现定时器控制的流水灯实验

实验目的:学习中断的概念,了解使用中断编程的一般方法,掌握采用中断方式进行定时器编程的方法。

### 7. 外中断实验

实验目的:学习外部中断的概念和编程方法。

### 8. 串行通讯实验

实验目的:学习串行通讯的有关原理,51 单片机串行口的结构、串行口编程的方法。

### 9. 键盘实验

实验目的:学习键盘知识,了解键盘编程的方法,掌握一种编程方法。

### 10. 显示器接口

实验目的:学习 LED 显示接口技术,掌握各种显示程序编制的方法。

### 11. LCD 接口实验

实验目的:学习字符型 LCD 显示器接口技术。

### 12. 音响实验

实验目的:了解发声的基本原理,学习一种音响程序的设计方法。

### 13. AT24C01A 的综合编程练习

实验目的:学习 I<sup>2</sup>C 总线接口技术的使用,掌握 AT24C01A 芯片的用法,提高编程能力。

### 14. X5045 的编程练习

实验目的:学习 X5045 芯片的特性,了解 SPI 接口的特点,掌握 X5045 芯片的用法,提高编程能力。

### 15. Rtx51 Tiny 的实验

实验目的:学习 RTOS 的基本概念,掌握利用 Rtx51 Tiny 操作系统编程的方法。

## 四、本板的其他特点

一块电路板的设计往往能从各个方面体现出设计者的思想,这虽是一块实验板,但同样也可以从中看到一些设计者的风格。这一点往往不为大家所注意,然而它对于初学者的影响却不可小视,一个人在刚开始学习时,往往会自觉或不自觉地学习他(她)所接触的东西的一切,包括那些设计者本无意让人学的东西。

本板在设计与制作中虽未刻意追求,也不敢自称该板是一种样板,但是自己的风格依然不自觉地被融入其中,体现在设计、元件的选择、制作等各个方面。如我们的双面线路板就是由为我们产品制作线路板的正规厂家制作;从上面关于使用的描述中也可以看出我们的设计一丝不苟,并没有因为是实验板而马马虎虎;发光管选用了 03 透明白发红的那种,虽然价格并不贵,但却是我们多年应用中认为最好的品种;用于 LCD 对比度调整的电位器则选用了 3362,工作非常稳定;发光管安装时也非贴底安装,而是按规定离板有一定高度;7805 的散热是设计印板时预留的两个覆铜面,安装时用螺丝拧紧,且加用弹簧垫片防止松脱;四周均设计好安装孔,在未有安装于机壳的情况下,安装了四个螺钉,同样平垫、弹簧垫安装

得规规矩矩;其他的元器件也按产品的要求来安装.....这些做法对于成熟的开发者并没有什么价值,因为他(她)们已形成了自己的风格,也可能根本不屑于这种做法,但相信对于初学者还是会有一些积极的影响的。

当然,这毕竟只是一块实验板,主要用来学习单片机的,不可能处处做到像正规的产品,我们知道,所谓设计就是折衷,工程师必须要在性能、价格等各种因素之间折衷,因此,希望大家带着“批判”的眼光来看,多找找这块板上你认为做得不好的部分,如果一开始你找不出来,那就多找一些其他成品板作比较,等到你能挑出毛病来时,说明你的水平有提高了。注意,毛病得要是你自己认识到的,不是别人告诉你的,或者别人告诉你而你能够理解的。

## 五、程序的下载

以下我们以流水灯的程序为例,介绍程序下载的方法。

### 5.1 获得 HEX 文件

打开任意字处理软件,输入以下源程序。

```

;*****
;   平凡单片机工作室
;   http://www.mcustudio.com
;   Copyright 2003 pingfan's McuStudio
;   All rights Reserved
;作者: 周坚
;lsd.asm
;流水灯程序
;*****
      ORG    0000H
      LJMP  START
      ORG    30H
START: MOV    A,#0FEH
LOOP:  MOV    P1,A
      RL  A
      LCALL DELAY
      LJMP LOOP
;以下子程序
DELAY: MOV    R7,#250
D1:    MOV    R6,#250
D2:    DJNZ  R6,D2
      DJNZ  R7,D1
      RET
      END

```

以 lsd.asm 为文件名存盘,注意,必须加上扩展名。

点击“Project->New Project...”菜单,出现一个对话框,要求给将要建立的工程起一个名字,你可以在编辑框中输入一个名字(设为 lsd),不需要扩展名。点击“保存”按钮,出

现第二个对话框，如图 4 所示，这个对话框要求选择目标 CPU（即你所用芯片的型号），Keil 支持的 CPU 很多，我们选择 Atmel 公司的 89C51 芯片。点击 ATMEL 前面的“+”号，展开该层，点击其中的 89C51，然后再点击“确定”按钮，回到主界面，此时，在工程窗口的文件页中，出现了“Target 1”，前面有“+”号，点击“+”号展开，可以看到下一层的“Source Group1”，这时的工程还是一个空的工程，里面什么文件也没有，需要手动把刚才编写好的源程序加入，点击“Source Group1”使其反白显示，然后，点击鼠标右键，出现一个下拉菜单，如图 5 所示。选中其中的“Add file to Group”Source Group1”，出现一个对话框，要求寻找源文件，注意，该对话框下面的“文件类型”默认为 C source file(\*.c)，也就是以 C 为扩展名的文件，而该文件是以 asm 为扩展名，所以在列表框中找不到 lsd.asm，要将文件类型改掉，点击对话框中“文件类型”后的下拉列表，找到并选中“asm Source File(\*.a51,\*.asm)”，这样，在列表框中就可以找到 lsd.asm 文件了。

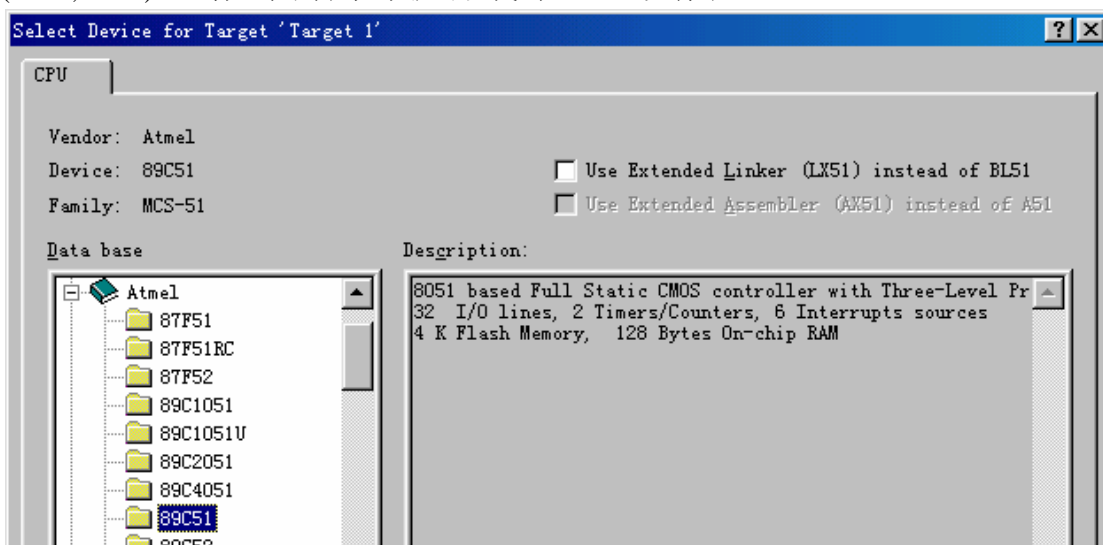


图 4 选择目标 CPU

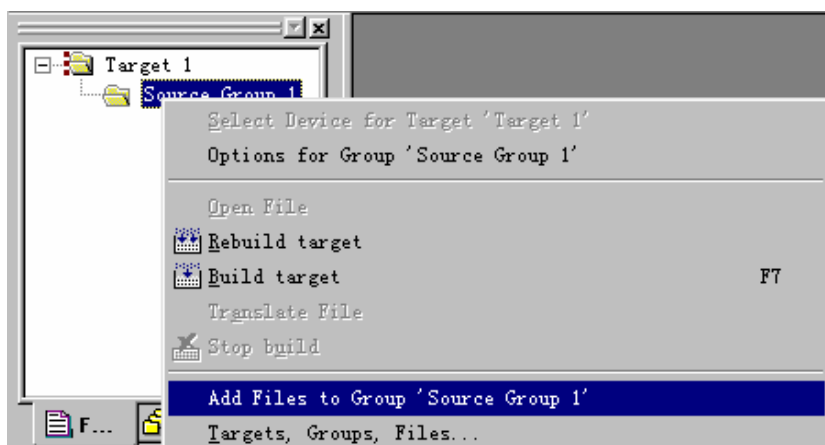


图 5 加入文件

双击 lsd.asm 文件，将文件加入项目，**注意：**在文件加入项目后，该对话框并不消失，等待继续加入其它文件，但初学时常会误认为操作没有成功而再次双击同一文件，这时会出现如图 6 所示的对话框，提示你所选文件已在列表中，此时应点击“确定”，返回前一对话框，然后点击“Close”即可返回主界面，返回后，点击“Source Group 1”前的加号，会发现 exam1.asm 文件已在其中。双击文件名，即打开该源程序。



图 6 重复加入源文得到的提示

工程建立好以后，还要对工程进行进一步的设置，以满足要求。

首先点击左边 Project 窗口的 Target 1，然后使用菜单“Project->Option for target ‘target1’”即出现对工程设置的对话框，这个对话框可谓非常复杂，共有 8 个页面，要全部搞清可不容易，好在绝大部份设置项取默认值就行了。

设置对话框中的 Target 页面，如图 7 所示，Xtal 后面的数值是晶振频率值，默认值是所选目标 CPU 的最高可用频率值，对于我们所选的 AT89C51 而言是 24M，该数值与最终产生的目标代码无关，仅用于软件模拟调试时显示程序执行时间。正确设置该数值可使显示时间与实际所用时间一致，一般将其设置成与你的硬件所用晶振频率相同，如果没必要了解程序执行的时间，也可以不设，这里设置为 12。

Memory Model 用于设置 RAM 使用情况，有三个选择项，Small 是所有变量都在单片机的内部 RAM 中；Compact 是可以使用一页外部扩展 RAM，而 Large 则是可以使用全部外部的扩展 RAM。Code Model 用于设置 ROM 空间的使用，同样也有三个选择项，即 Small 模式，只用低于 2K 的程序空间；Compact 模式，单个函数的代码量不能超过 2K，整个程序可以使用 64K 程序空间；Large 模式，可用全部 64K 空间。Use on-chip ROM 选择项，确认是否仅使用片内 ROM（注意：选中该项并不会影响最终生成的目标代码量）；Operating 项是操作系统选择，Keil 提供了两种操作系统：Rtx tiny 和 Rtx full，关于操作系统是另外一个很大的话题了，通常我们不使用任何操作系统，即使用该项的默认值：None（不使用任何操作系统）；Off Chip Code memory 用以确定系统扩展 ROM 的地址范围，Off Chip xData memory 组用于确定系统扩展 RAM 的地址范围，这些选择项必须根据所用硬件来决定，由于该例是单片应用，未进行任何扩展，所以均不重新选择，按默认值设置。

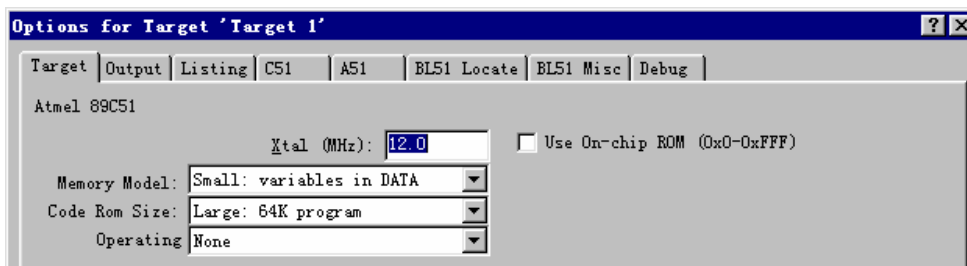


图 7 对目标进行设置

设置对话框中的 OutPut 页面，如图 8 所示，这里面也有多个选择项，其中 Creat Hex file 用于生成可执行代码文件（可以用编程器写入单片机芯片的 HEX 格式文件，文件的扩展名为.HEX），默认情况下该项未被选中，如果要写片做硬件实验，就必须选中该项，这一点是初学者易疏忽的，在此特别提醒注意。选中 Debug information 将会产生调试信息，这些信息用于调试，如果需要对程序进行调试，应当选中该项。Browse information 是产生浏览信息，该信息可以用菜单 view→Browse 来查看，这里取默认值。按钮“Select Folder for objects”

是用来选择最终的目标文件所在的文件夹，默认是与工程文件在同一个文件夹中。Name of Executable 用于指定最终生成的目标文件的名称，默认与工程的名字相同，这两项一般不需要更改。

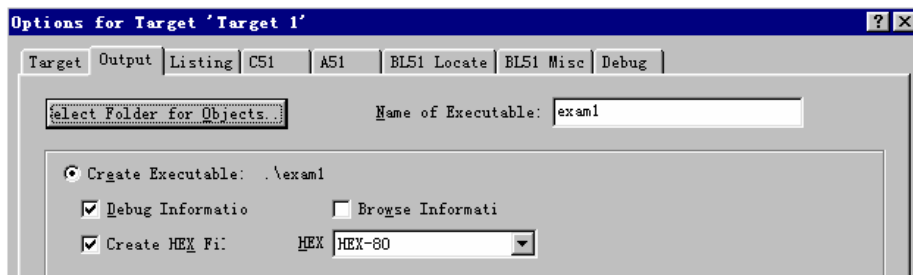


图 8 对输出进行控制

工程设置对话框中的其它各页面与 C51 编译选项、A51 的汇编选项、BL51 连接器的连接选项等用法有关，这里均取默认值，不作任何修改。以下仅对一些有关页面中常用的选项作一个简单介绍。

Listing 标签页用于调整生成的列表文件选项。在汇编或编译完成后将产生 (\*.lst) 的列表文件，在连接完成后也将产生 (\*.m51) 的列表文件，该页用于对列表文件的内容和形式进行细致的调节，其中比较常用的选项是“C Compile Listing”下的“Assamble Code”项，选中该项可以在列表文件中生成 C 语言源程序所对应的汇编代码。

C51 标签页用于对 Keil 的 C51 编译器的编译过程进行控制，其中比较常用的是“Code Optimization”组，如图 9 所示，该组中 Level 是优化等级，C51 在对源程序进行编译时，可以对代码多至 9 级优化，默认使用第 8 级，一般不必修改，如果在编译中出现一些问题，可以降低优化级别试一试。Emphasis 是选择编译优先方式，第一项是代码量优化（最终生成的代码量小）；第二项是速度优先（最终生成的代码速度快）；第三项是缺省。默认的是速度优先，可根据需要更改。

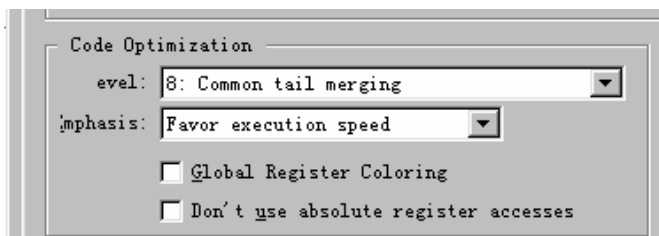


图 9 代码生成控制

设置好工程后，即可进行编译、连接。选择菜单 Project→Build target，对当前工程进行连接，如果当前文件已修改，软件会先对该文件进行编译，然后再连接以产生目标代码；如果选择 Rebuild All target files 将会对当前工程中的所有文件重新进行编译然后再连接，确保最终生产的目标代码是最新的，而 Translate ....项则仅对该文件进行编译，不进行连接。

以上操作也可以通过工具栏按钮直接进行。图 13 是有关编译、设置的工具栏按钮，从左到右分别是：编译、编译连接、全部重建、停止编译和对工程进行设置。

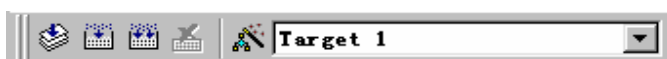


图 10 有关编译、连接、项目设置的工具条

编译过程中的信息将出现在输出窗口中的 Build 页中，如果源程序中有语法错误，会有错误报告出现，双击该行，可以定位到出错的位置，对源程序反复修改之后，最终会得到如图 11 所示的结果，提示获得了名为 exam1.hex 的文件，该文件即可被编程器读入并写到芯片中，同时还产生了一些其它相关的文件，可被用于写入芯片。

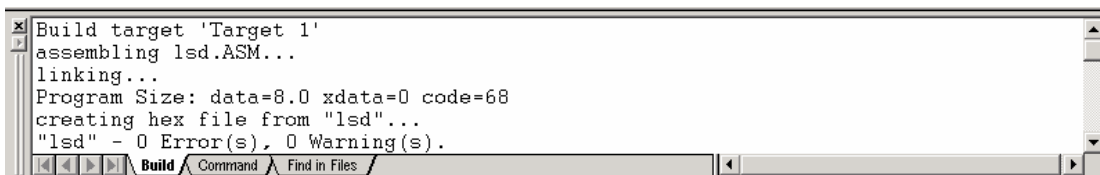


图 11 成功地编译、连接后的信息

有关 Keil 使用的更多知识，请参考光盘上带的《Keil 实例教程》。

## 5.2 将 HEX 文件写入单片机芯片中

在 <http://www.mcu-memory.com> 下载 stc-isp 软件，安装后启动该软件，显示如图 12 所示界面。

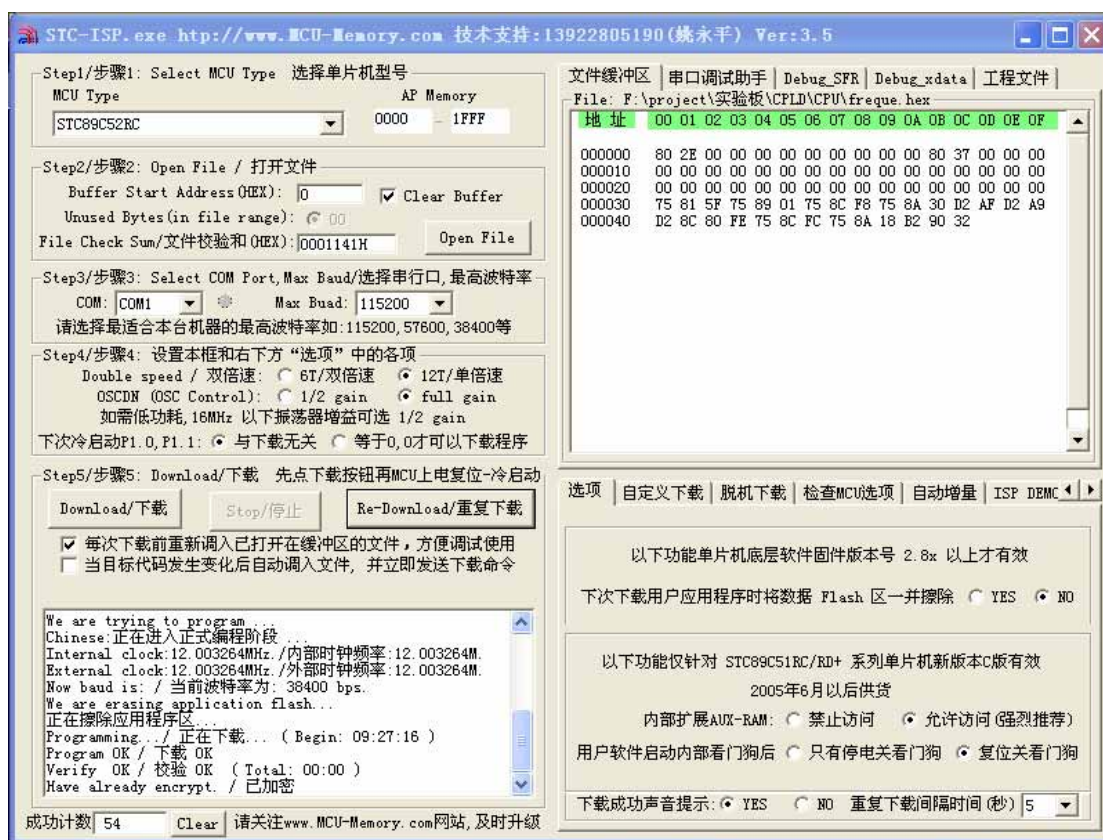


图 12 启动 stc-isp 软件

1、第一步是选择所用的单片机，这里我们选用 STC89C52RC，如图 13 所示。如果使用的是其他型号的单片机，可以根据所用单片机型号来选择。

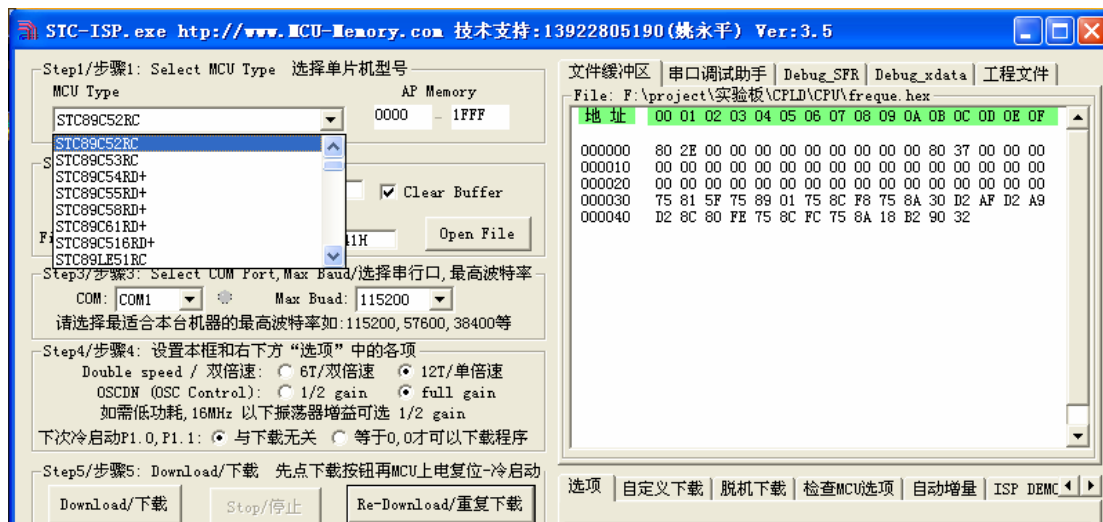


图 13 选择所用单片机型号

2、打开文件，如图 14 所示。

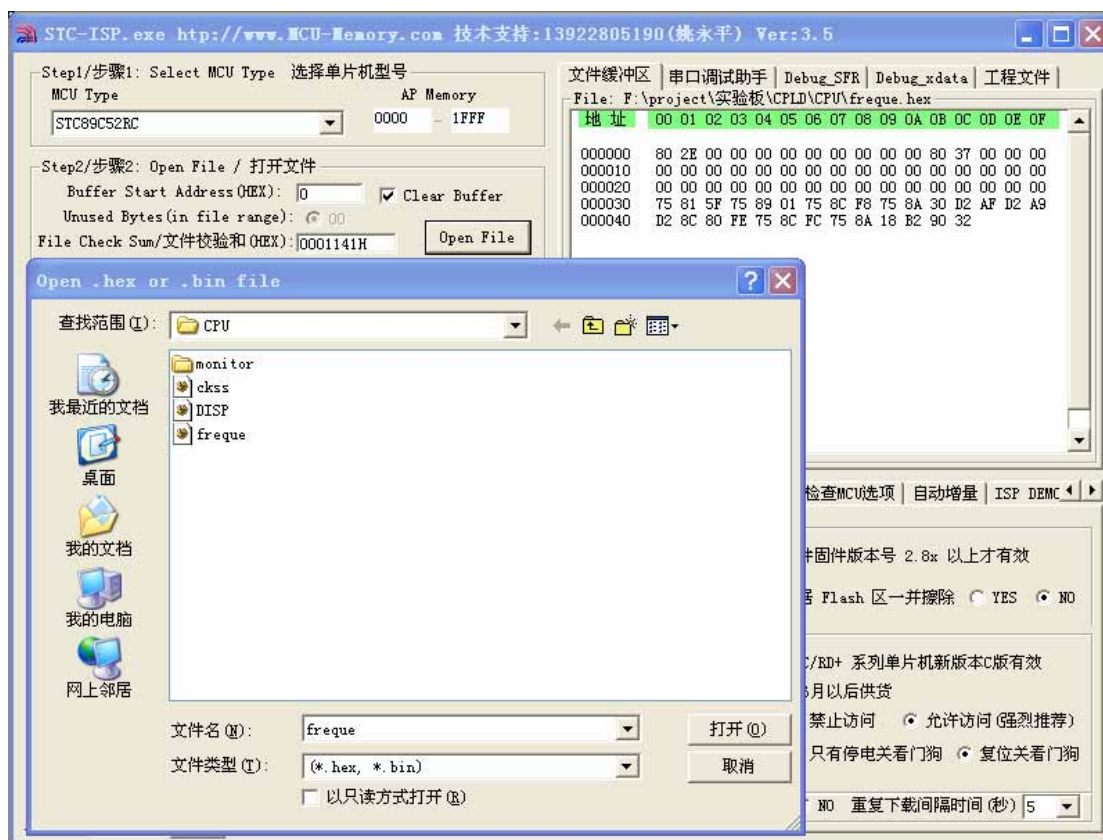


图 14 打开文件

3、选择所用的串行口，通常我们选择 COM1，如图 15 所示。如果你所用的 PC 机有多个串口，或者你使用 USB 到串口的转换装，就要根据实际情况来选择。

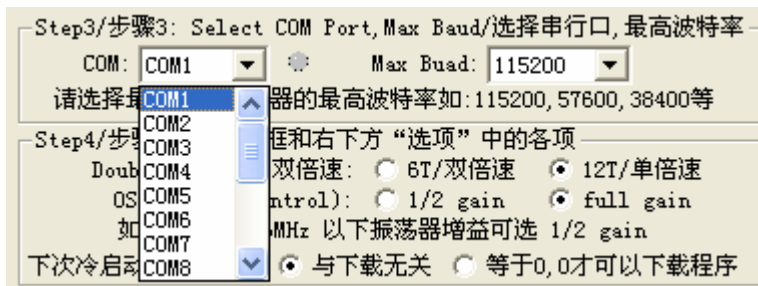


图 15 选择串行口

4、选择最高波特率，通常可以使用默认值，如图 16 所示。如果你所用的 PC 机较旧，可以选低一些的波特率试一试。

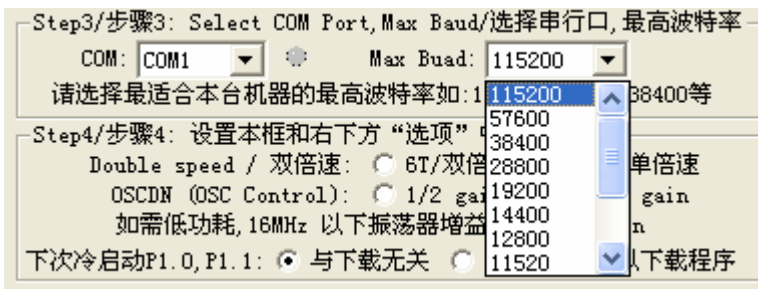


图 16 选择最高波特率

5、选择其他选项。STC 可工作于双倍速，这在写片时决定；写片时可以决定单片机内部的振荡电路增益是否减半；下次冷启动是时否需要交 P1.0 和 P1.1 置为低电平才能正常工作。这些都可以在写片时决定，如图 17 所示。

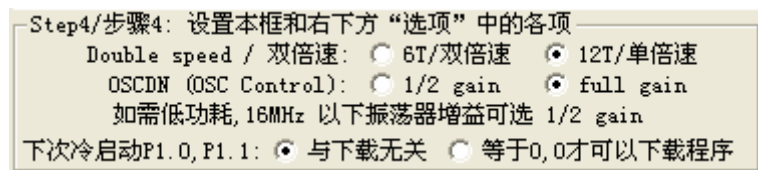


图 17 设定其他选项

6、点击 Download 按钮开始下载。注意一定要先点击 Download 按钮，然后再给单片机电路板通电，如果一切正常，那么将如图 18 所示不断提示工作进程，直至所有工作完成。

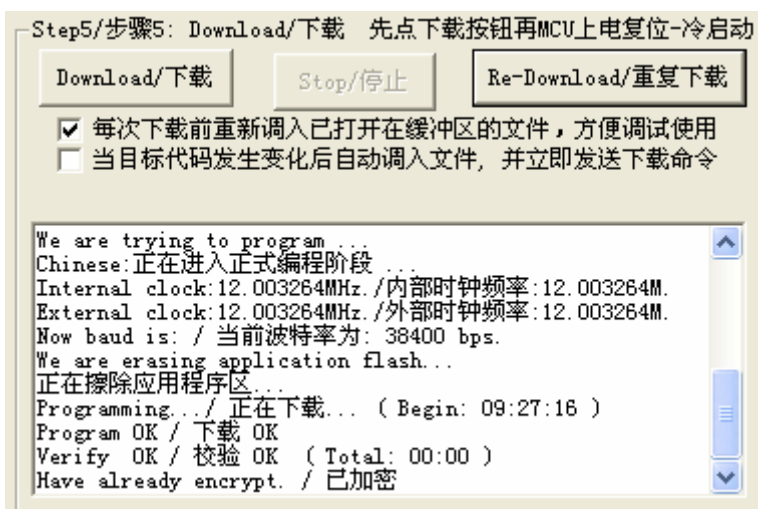


图 18 正常下载

注意：请将复位短路子置于 RC 一侧，以免 X5045 开门狗开启而造成无法正常下载。