

任务一

单片机概述及其开发环境

本任务从介绍单片机的概况入手,逐步教读者如何建立起单片机的开发环境,并通过实际项目的建立步骤让读者体会开发环境的应用。

任务导入

单片微型计算机(single-chip microcomputer,SCM)简称为单片机。单片机是微型计算机的一个重要分支,它主要面向控制,因此又称为微控制器(micro controller unit,MCU)。它具有体积小、功能强、价格低、功耗低、抗干扰能力强等优点。单片机开发方便,研发周期短。一般的单片机系统都包括硬件电路和软件程序两大部分,通过这两部分的联合调试最终形成一个功能完善的系统。在调试的过程中,集成开发环境扮演着非常重要的角色,无论联合调试中的纠错、调试,还是程序运行中都有它的身影,对于集成开发环境的学习是单片机学习过程中必不可少的一步。本任务主要介绍单片机概况及其集成开发环境的应用。对于集成开发环境的应用,将主要介绍如何把 asm 格式文件导入 Keil 中以及如何编译的过程。

知识学习

一、认识单片机

一台能够工作的计算机要由这样几个部分构成:CPU(central processing unit)、随机存取存储器 RAM(random access memory)、只读存储器 ROM(read-only memory)、基本输入/输出(input/output,如串行口、并行输出口等)接口电路、定时/计数器和中断系统。在个人计算机上这些部分被分成若干块芯片,安装在一个被称为主板的印刷电路板上。而在单片机中,这些部分全部被集成到一块集成电路芯片中,所以就称为单片(单芯片)机,而且有一些单片机中除了上述部分外,还集成了其他部分如 A/D、D/A 等。单片机内部结构示意图



如图 1-1 所示。

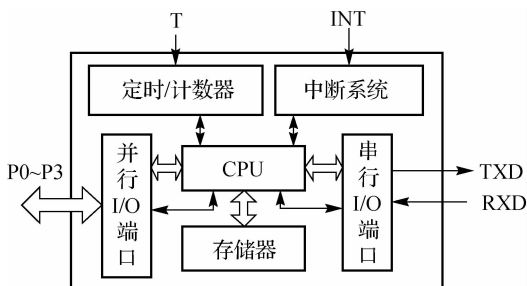


图 1-1 单片机内部结构示意图

目前市场上单片机有多种系列,本书主要介绍 MCS-51 系列单片机,而这种类型的单片机从外形上又有不同的区别,这里仅以 40 引脚双列直插式单片机为例进行介绍,其实物图如图 1-2 所示。本书以型号为 STC89C52RC 的单片机为载体进行介绍。



图 1-2 40 引脚双列直插式单片机实物图

二、单片机的开发环境

一个单片机应用系统从提出任务到正式投入运行的过程称为单片机的开发,单片机开发过程所用的设备称为开发工具。

虽然单片机造价低、功能强、简单易学、使用方便,可以用来组成各种不同规模的应用系统,但由于它的硬件与软件的支持能力有限,自身无调试能力,因此必须配备一定的开发工具。借助于开发工具来排除应用系统(或称为目标系统)样机中的硬件故障,生成目标程序,并排除程序错误。当目标系统调试成功后,还需要用开发工具把目标程序固化到单片机内部或外部的 EPROM 芯片中。

单片机开发系统在购买时一般包括单片机仿真器及其附件、支持软件工具盘等,它们必须同 PC 或兼容机连接起来使用,才能构成一个完整的开发系统,如图 1-3 所示。

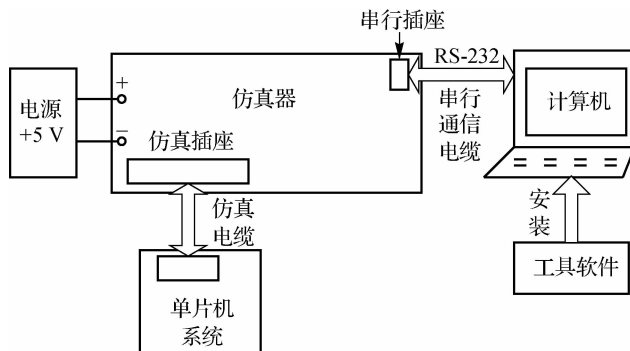


图 1-3 单片机开发系统连接图



仿真器通过 RS-232 串行通信电缆与计算机相连,通过扁平仿真电缆将仿真主机的仿真插座与实验板的单片机插座相连,将工具软件安装到计算机上。

仿真器有很多种,它是单片机开发中必不可少的一部分,但本书作为一本基础教程,不把仿真器列为讲解的对象,原因是它对初学者来说不易理解,并且本书主要以 STC 系列的单片机为载体,这个系列单片机可以通过串行通信接口直接把程序下载到单片机中,这样对于简单的程序可以不借助仿真器。

对于上面提到的“工具软件”在某种意义上指的就是单片机的开发环境。现在对于单片机的开发比较常用的开发环境是 Keil C51。

所有计算机只能识别和执行二进制代码,而不能识别我们熟知的语言,因此,对于已写好的单片机源程序汇编语言(或高级语言),必须翻译成单片机可识别的目标代码,然后转载到单片机的程序存储器中进行调试,这种翻译工具称为编译器。

本书推荐使用 Keil C51 中的编译软件 μ Vision2 作为编译器工具。

Keil C51 是美国 Keil Software 公司出品的 51 系列兼容单片机 C 语言软件开发系统。Keil C51 软件提供丰富的库函数和功能强大的集成开发调试工具,编译后生成目标代码的速率非常快,多数语句生成的汇编代码很紧凑,容易理解。

μ Vision for Windows 是一个标准的 Windows 应用程序,它是 C51 的一个集成软件开发平台,具有源代码编辑、project 管理、集成的 make 等功能,且人机界面友好,操作方便。 μ Vision2 集成开发环境集成了一个项目管理器,一个功能丰富、有错误提示的编辑器,以及设置选项、生产工具、在线帮助等。利用 μ Vision2 创建用户源代码并把它们组织到一个能确定用户目标应用的项目中去。 μ Vision2 自动编译,汇编,连接用户的嵌入式应用,并为用户的开发提供了环境。

打开 Keil C51 文件,然后双击 setup. exe 进行安装。在提示选择 Eval 或 Full 方式时,选择 Eval 方式安装,有 2 KB 大小的代码量限制;选择 Full 方式安装,代码量无限制。程序安装完成后桌面上会出现 Keil μ Vision2 图标,双击该图标便可启动程序,启动时的屏幕如图 1-4 所示,启动后的界面如图 1-5 所示。



图 1-4 Keil μ Vision2 启动时的屏幕

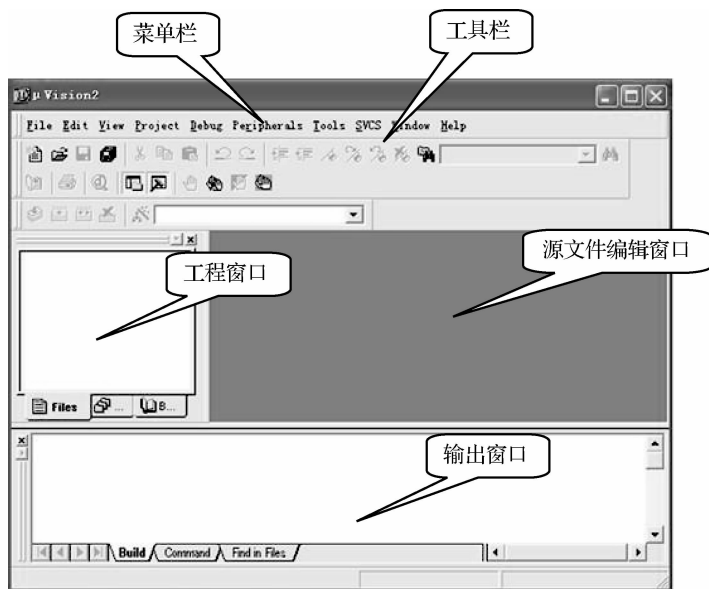


图 1-5 Keil μVision2 启动后的界面

任务实施

下面以如何把 asm 格式文件导入 Keil 中以及如何编译为例进行说明。

一、建立一个工程项目

如图 1-6 所示,执行 Project→New Project 命令,弹出如图 1-7 所示的对话框,在“文件名”文本框中输入一个项目名“流水灯”,选择保存路径,单击“保存”按钮。

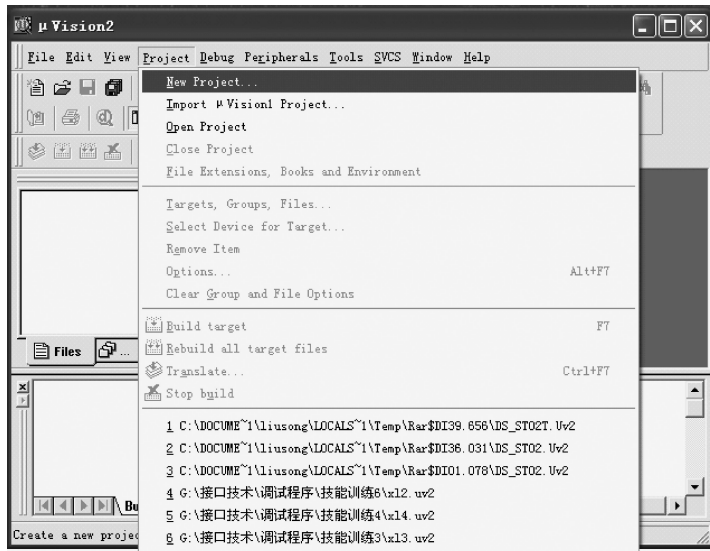


图 1-6 新建一个工程项目



图 1-7 保存工程项目

二、选择芯片

在弹出的 Select Device for Target 'Target 1'(为目标 target 选择设备)对话框中单击 Atmel 前面的“+”号,展开单片机型号清单,选择单片机芯片型号 89C52,如图 1-8 所示。单击“确定”按钮,系统将返回主界面。

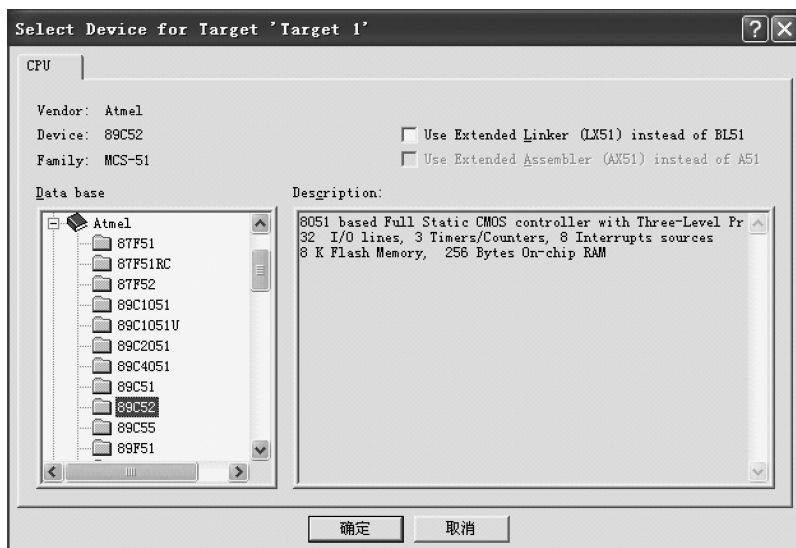


图 1-8 单片机芯片型号的选择

三、建立源程序文件

执行 File→New 命令,在弹出对话框的文件编辑窗口中输入源程序,如图 1-9 所示。命名该文件,命名时必须加上扩展名“.asm”,如“流水灯.asm”。



图 1-9 输入源程序

四、添加源程序文件到当前项目组中

要将源程序文件添加到项目组中，需单击工程窗口中 Target 1 前面的“+”号，出现 Source Group 1 后再单击，加亮后右击。在弹出的下拉列表中选择 Add Files to Group ‘Group Source 1’，如图 1-10 所示。在弹出的对话框中选择刚才以 asm 格式编辑的文件“流水灯.asm”，如图 1-11 所示。单击 Add 按钮，这时“流水灯.asm”文件已经添加到 Source Group 1 这个项目组中了。

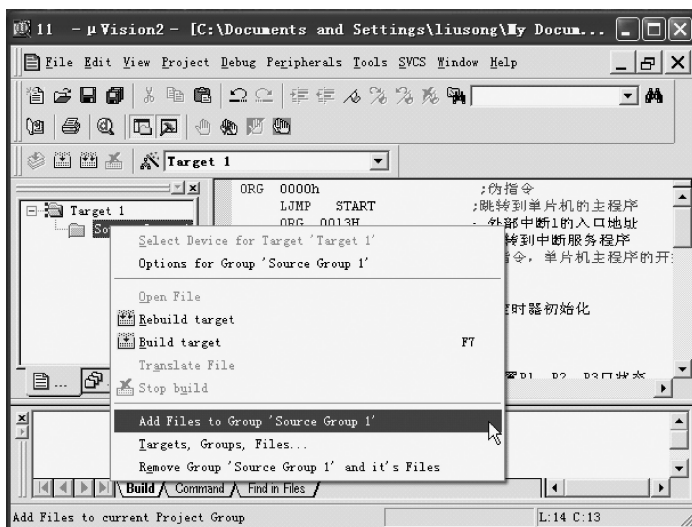


图 1-10 添加源程序文件到项目组中



图 1-11 选择要添加的文件

五、属性设置

执行 Project→Options for Target‘Target 1’命令,弹出如图 1-12 所示的对话框,在 Xtal(MHz)文本框中输入 11.0592,此处软件默认值为 24 MHz。

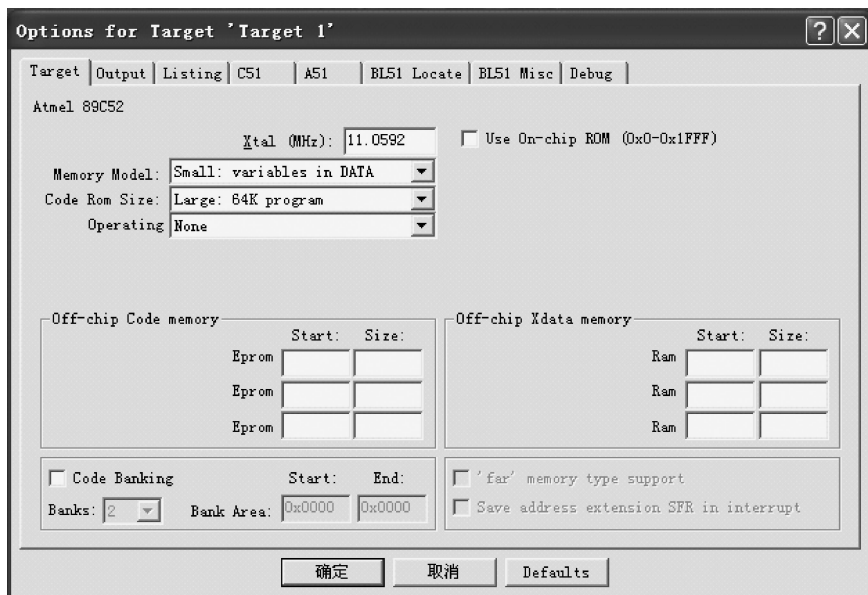


图 1-12 Options for Target‘Target 1’对话框

单击 Output 选项卡,勾选 Creat HEX File 复选框,如图 1-13 所示。其他选项采用默认设置,然后单击“确定”按钮。

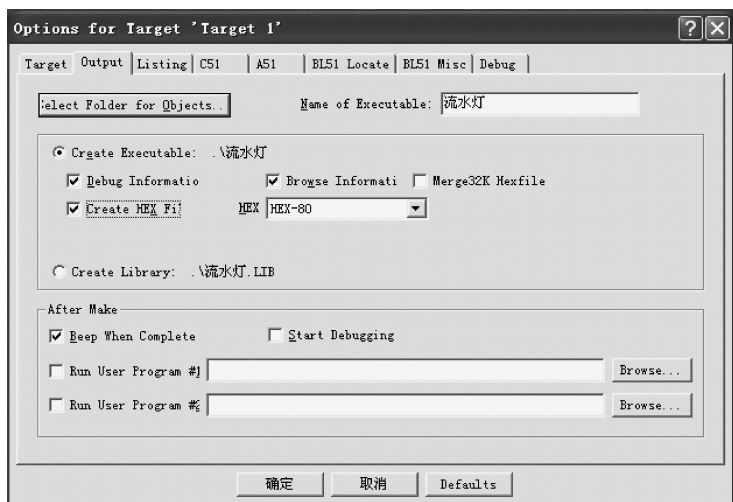


图 1-13 Output 选项卡

然后单击 Debug 选项卡,选中 Use 单选按钮,在其后面的下拉列表框中选择 Keil Monitor-51 Driver 选项,如图 1-14 所示,单击 Settings 按钮。

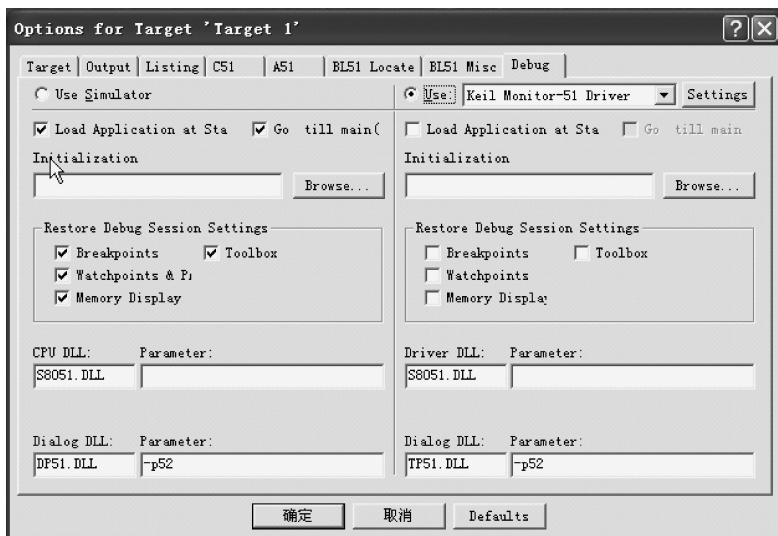


图 1-14 Debug 选项卡

六、编译文件

执行 Project→Rebuild all target files 命令,这时输出窗口出现源程序的编译结果,如图 1-15 所示。如果编译出错,将提示错误的类型和行号,可以根据输出窗口的提示修改源程序,直至编译通过为止。编译通过后将生成一个以“.HEX”为扩展名的目标文件,如“流水灯.HEX”。

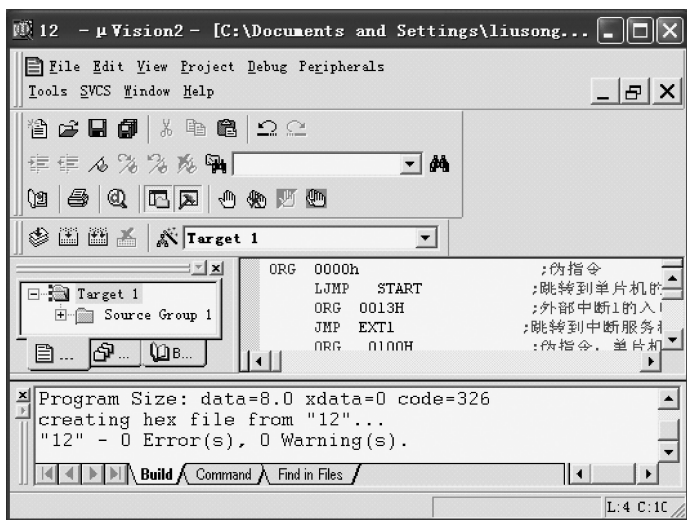


图 1-15 编译文件



知识拓展

一、Keil 程序调试时的常用窗口

Keil 软件在调试程序时提供了多个窗口,主要包括存储器窗口、工程窗口寄存器页和观察窗口等。进入调试模式后,可以通过主菜单 View 的相应命令打开或关闭这些窗口。

如图 1-16 所示为存储器窗口和观察窗口,各窗口的大小可以使用鼠标调整。

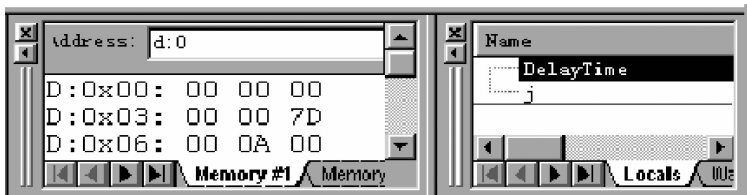


图 1-16 存储器窗口和观察窗口

1. 存储器窗口

如图 1-17 所示,存储器窗口中可以显示系统中各种内存中的值,通过在 Address 文本框内输入“字母:数字”即可显示相应内存值。

- (1)字母 C:代码存储空间。
- (2)字母 D:直接寻址的片内存储空间。
- (3)字母 I:间接寻址的片内存储空间。
- (4)字母 X:扩展的外部 RAM 空间。
- (5)数字:想要查看的地址。

例如,输入 D:0 即可观察到地址 0 开始的片内 RAM 单元值;输入 C:0 即可显示从 0 开始的 ROM 单元中的值,即查看程序的二进制代码。该窗口的显示值可以以各种形式显示,



如十进制、十六进制、字符型等。改变显示形式的方法是右击鼠标,在弹出的快捷菜单中选择,该菜单用分隔条分成三部分。

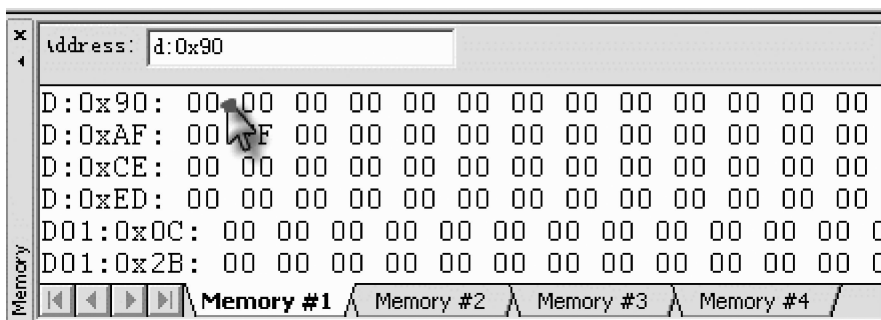


图 1-17 存储器窗口

第一部分的任一选项,内容将以整数形式显示,而选中第二部分的 Ascii 项将以字符形式显示,选中 Float 项将相邻四字节组成的浮点数形式显示,选中 Double 项将相邻 8 字节组成双精度形式显示。

此外,第一部分又有多个选择项,其中 Decimal 项是一个开关,如果选中该项,则窗口中的值将以十进制的形式显示,否则按默认的十六进制的形式显示。Unsigned 和 Signed 后分别有三个选项:Char、Int、Long,分别代表以单字节的形式显示、将相邻双字节组成整型数方式显示、将相邻四字节组成长整型数方式显示。在空白处右击即可修改指定空间的内容,如图 1-17 所示。

2. 工程窗口寄存器页

图 1-18 所示为工程窗口寄存器页的内容,寄存器页包括了当前的工作寄存器组和系统寄存器组。系统寄存器组有一些是实际存在的寄存器,如 a、b、dptr、sp、psw 等,有一些是实际中并不存在或虽然存在却不能对其操作的寄存器,如 PC、states 等。每当程序中执行到对某寄存器的操作时,该寄存器会以反色(蓝底白字)显示,用鼠标单击然后按下 F2 键,即可修改该值。

3. 观察窗口

观察窗口是很重要的一个窗口。工程窗口中仅可以观察到工作寄存器和有限的寄存器,如 a、b、dptr 等。如果需要观察其他寄存器的值或者在高级语言编程时需要直接观察变量,就要借助于观察窗口。

二、各种窗口在程序调试中的用途

打开一个已经编译通过的单片机项目,执行 Debug→Start/Stop Debug Session 命令可以打开

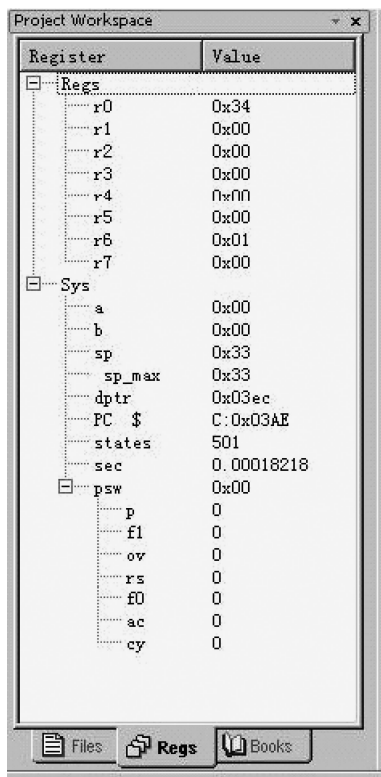


图 1-18 工程窗口寄存器页

或关闭调试,如图 1-19 所示。各窗口的详细说明如下。

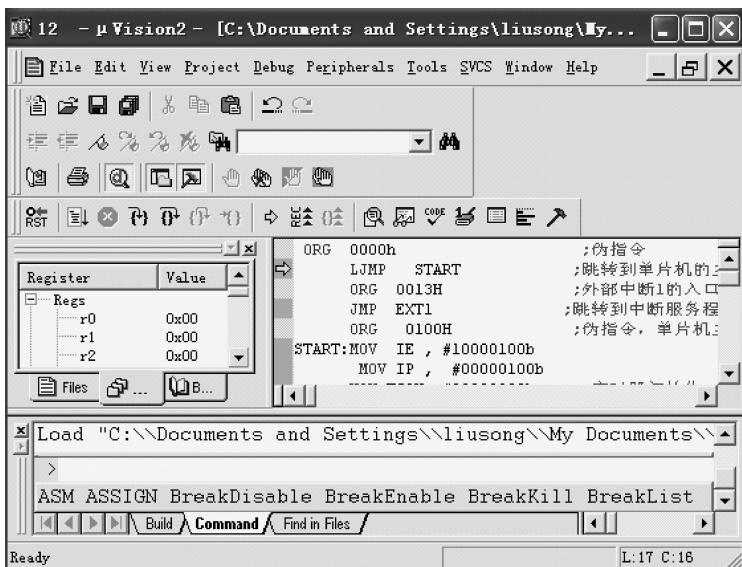


图 1-19 程序调试

1. 工程窗口

Regs 是片内内存的相关情况值, Sys 是系统的一些累加器、计数器等。

2. 端口的设置

虽然软件调试无法像硬件调试那样实现信号输出,但是可以通过软件窗口的模拟来实现监测输出信号的高低电平以及单片机相关端口的变化。

如图 1-20 所示, Port 0、Port 1、Port 2、Port 3 分别对应于单片机的四个口 P0、P1、P2、P3,共 32 个引脚。全部打开后的效果如图 1-21 所示,图中相应位如果被选中,则表示此位端口被设置为“1”,从图中可以看出 P0~P3 的所有位都被设置为“1”。



图 1-20 I/O 端口界面

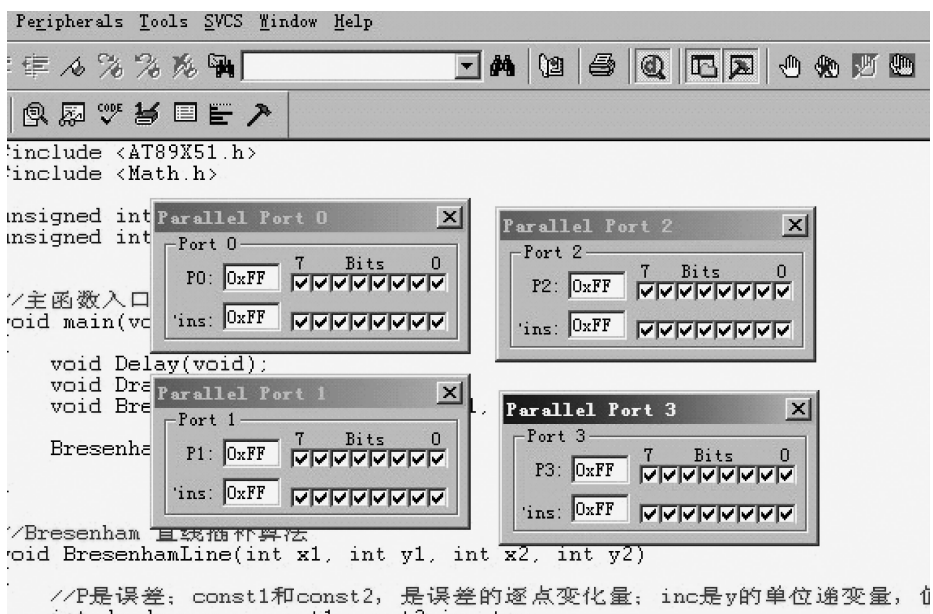


图 1-21 I/O 端口全部打开界面

3. 输入值的设置

执行 Peripherals→Interrupt 命令可以打开输入值预设窗口,如图 1-22 所示。



图 1-22 输入值预设窗口

这部分是用来设置系统的中断,选择不同的中断源(Int Source),会有不同的中断选择(Selected Interrupt)的变化,通过选择预赋值达到模拟输入的目的。如图 1-23 所示,图中选择了外部中断 0(P3. 2/Int0),就会有对应的 Selected Interrupt 的值“i”为 0。如果选择模拟输入为定时器 0,则选择“Timer 0”,那么对应的 Selected Interrupt 的值“i”会变为 1。以此类推,外部中断 1(P3. 3/Int1)对应的“i”值为 2,定时器 2 对应的值为 6。

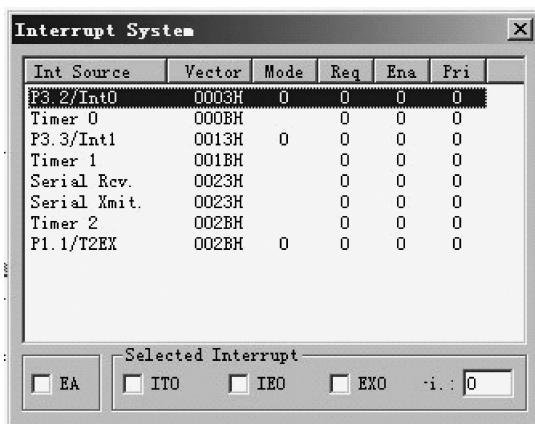


图 1-23 Interrupt System 窗口

4. 串口设置

串口是单片机系统中非常重要的通信接口,它能够实现的典型通信包括单片机与外设芯片之间、单片机与单片机之间以及单片机与 PC 之间的通信。执行 Peripherals→Serial 命令,如图 1-24 所示,弹出如图 1-25 所示的串口参数设置窗口。图 1-25 中的各个参数将在后续章节进行介绍。

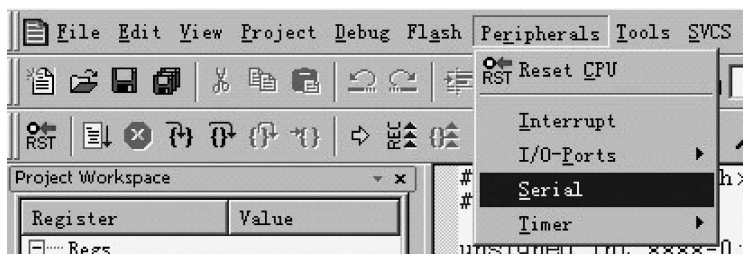


图 1-24 串口设置窗口



图 1-25 串口参数设置窗口

5. 定时器的设置

定时器的设置方法如图 1-26 所示。定时器是单片机的一个组成部分,用于定时和计数,在单片机系统中得到了广泛的应用。



图 1-26 定时器设置窗口

图 1-26 中有 3 个定时器与 1 个看门狗,设置定时器的数量与工程选择的单片机种类有关。如果是 8051 就只有 2 个定时器,如果选择 8052 则有 3 个定时器。选择图 1-26 中的 Timer 1 选项,弹出如图 1-27 所示的定时器参数设置窗口,窗口中各参数会在后续章节进行介绍。

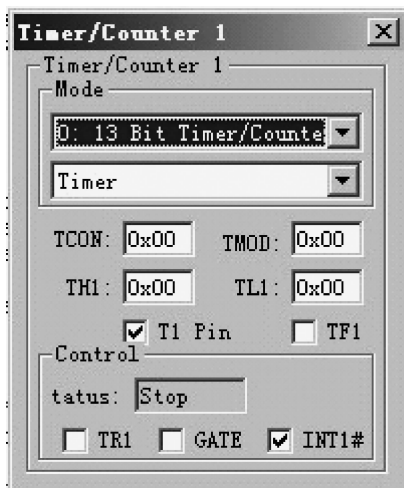


图 1-27 定时器参数设置窗口

6. 常用的调试按钮

常用的调试按钮如图 1-28 所示,各按钮的功能如下(从左到右)。



图 1-28 常用调试按钮

- (1) Reset, 相当于单片机系统的复位按钮, 按下后, 所有的系统状态将变为初始状态。
- (2) 全速运行, 相当于单片机的通电执行。
- (3) 停止全速运行的按钮。
- (4) 进入循环并单步执行。
- (5) 跳过循环并单步执行。
- (6) 跳出单步执行过程。
- (7) 执行到断点处。可以在代码所在窗口的最左边右击插入一个断点。利用这个功能, 可以控制监控要执行到某位置时系统的状态。

三、在系统可编程 (ISP) 软件

1. ISP 原理

本书所应用到的这款单片机, 拥有在系统可编程的功能, 即 ISP (In-System Programmable) 功能。这样可以省去购买通用编程器, 单片机在用户系统上即可下载/烧录用户程序, 而无须将单片机从已生产好的产品上拆下, 再用通用编程器将程序代码烧录到单片机内部。有些程序尚未定型的产品可以一边生产, 一边完善, 从而加快了产品进入市场的速度, 降低了新产品由于软件缺陷带来的风险。由于可以在用户的目标系统上将程序直接下载到单片机查看运行结果的对错, 故不需要仿真器。ISP 的原理如图 1-29 所示。

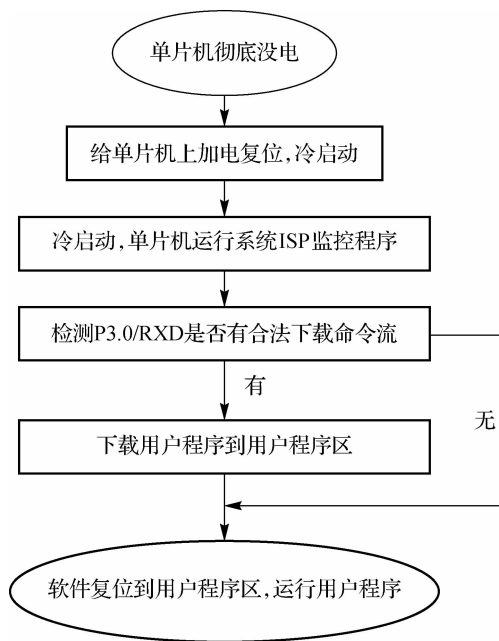


图 1-29 ISP 的原理

注意:

- (1) 外部手动复位和看门狗复位时单片机不会运行 ISP 程序。
- (2) 单片机运行 ISP 程序, 检测有无合法下载命令流, 耗时几十毫秒至几百毫秒。如果没有合法下载命令流, 则单片机会立即运行用户程序。

(3) PC 端的控制软件必须先下载命令流,再给单片机上电复位。

2. ISP 典型应用电路

ISP 典型应用电路如图 1-30 所示。

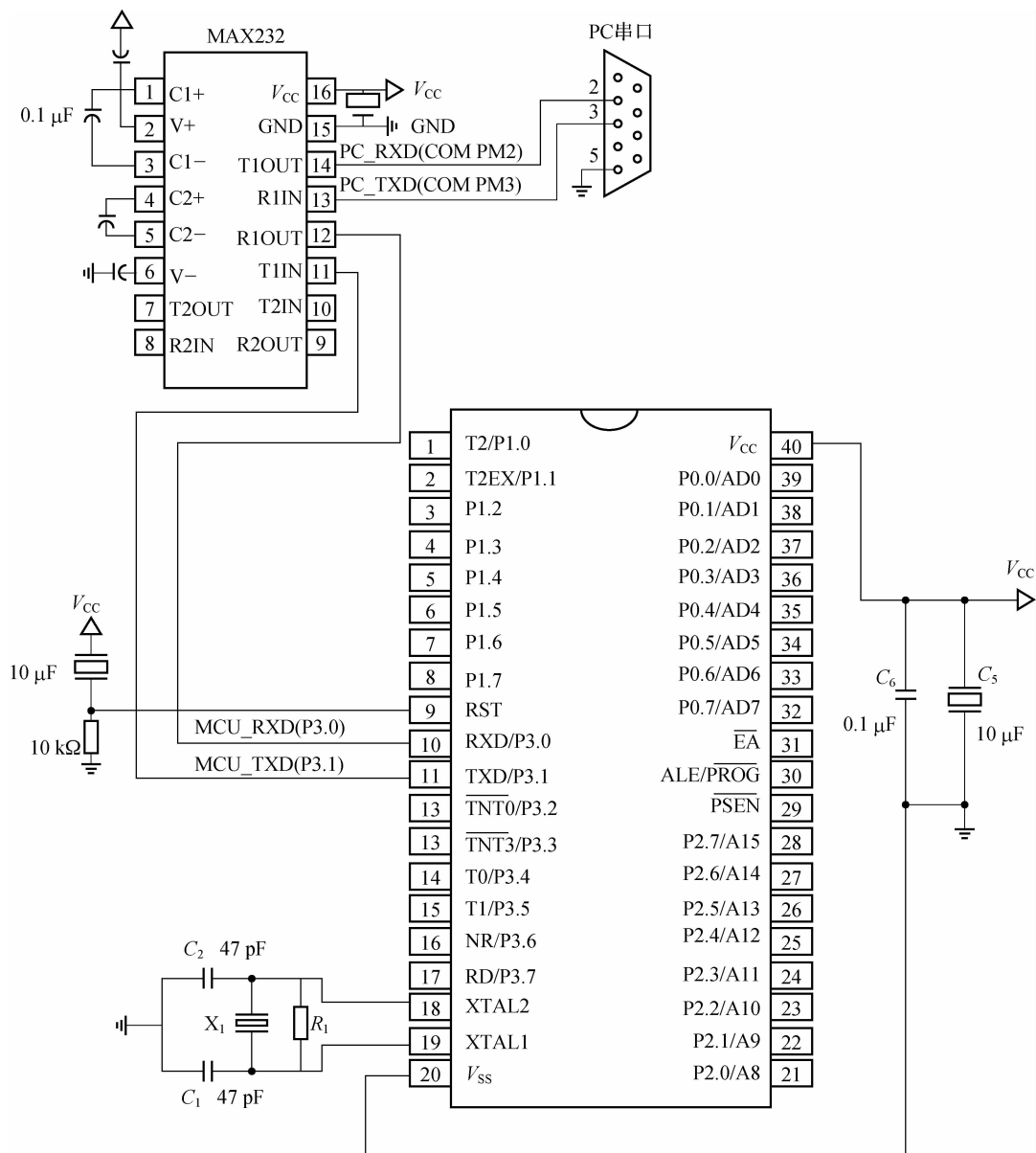


图 1-30 ISP 典型应用电路

从图 1-30 中可以看出,ISP 典型电路由电平转换电路、阻容复位电路、晶振电路和电源电路构成。这里要重点指出的是单片机的 RXD(P3.0)和 TXD(P3.1)分别与电平转换芯片 MAX232 的 R1OUT 和 T1IN 相连,MAX232 的 R1IN 和 T1OUT 分别与 PC 串口的 TXD 和 RXD 相连,单片机的 GND 与 PC 串口的 GND 相连。上述的连接方式是保证 ISP 功能的必要条件,所以一定要保证连接的准确性。



另外,STC89LE516AD/X2 系列单片机冷启动时需要 $P1.0=0, P1.1=0$;上电复位才进入 ISP 模式,下载完后释放 $P1.0, P1.1$,STC89LE516AD/X2 运行用户程序。STC89C51RC/RD+ 系列单片机不需要 $P1.0=0, P1.1=0$,STC89LE516AD, STC89LE516X2, STC89LE58AD, STC89LE54AD 必须要求 $P1.0=0, P1.1=0$ 。

3. ISP 控制软件

单片机的内部固化有 ISP 系统引导固件,配合 PC 端的控制程序即可将用户的程序代码下载到单片机内部,故无须编程器。

获得单片机 ISP 下载工具,可以登陆网站 www.stcmcu.com,从 STC 半导体专栏下载 PC 端的 ISP 程序,然后将其自解压,再安装即可。

使用 STC-ISP 下载工具,应随时注意更新,目前支持 bin 文件和 hex 文件(Intel 十六进制格式),少数不支持 hex 文件的可以转换成 bin 文件。STC-ISP 下载工具界面如图 1-31 所示。

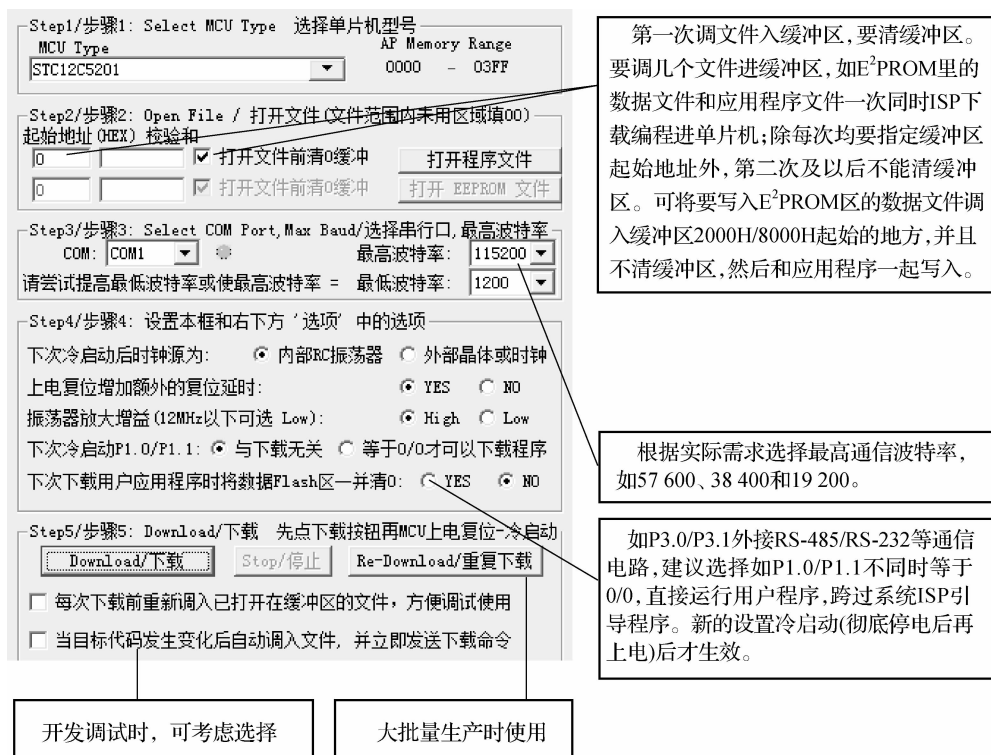


图 1-31 STC-ISP 下载工具界面

STC-ISP 下载工具操作步骤如下。

- (1) 选择所使用的单片机型号,如 STC89C58RD+、STC89LE516AD 等。
- (2) 打开文件,要烧录用户程序,必须调入用户的程序代码(*.bin, *.hex)。
- (3) 选择串行口,所使用的电脑串口,如串行口 1(COM1)、串行口 2(COM2),有些笔记本电脑没有 RS-232 串行口,可以购买 USB-RS232 转接器。
- (4) 设置是否双倍速,双倍速选中 Double Speed 即可。STC89C51RC/RD+ 系列单片机



可以反复设置双倍速/单倍速,新的设置掉电后重新冷启动后才能生效。STC89LE516AD 为单倍速,STC89LE516X2 为双倍速,用户自己无法指定双倍速/单倍速。一般使用缺省设置即可,无须设置。

(5)单击“Download/下载”按钮将用户的程序下载到单片机内部,可重复执行此步骤,也可单击“Re-Download/重复下载”按钮。

下载时注意看提示,主要看是否要给单片机上电或复位,下载速度比一般通用编程器快。一般先单击“Download/下载”按钮,然后再给单片机上电复位(先彻底断电),而不要先上电。




思考与练习

一、填空题

- _____是微控制器的英文缩写。
- 一般的单片机系统都包括_____和_____两个大部分,通过这两部分的联合调试最终形成一个功能完善的系统。
- 一台能够工作的计算机由这样几个部分构成:_____、_____、_____、_____和_____。
- 单片机内部结构包括_____、_____、_____、_____和_____。
- 一个单片机应用系统从提出任务到正式投入运行的过程,称为_____,这个过程所用的设备称为_____。

二、选择题

- 下列哪个选项不是单片机的优点? ()
 - 低功耗
 - 抗干扰能力强
 - 体积大
 - 价格低
- 下面对于 SCM 描述正确的是()。
 - 定时器
 - 单片机
 - 计数器
 - 中央处理器
- 按钮的含义是()。
 - 复位按钮
 - 单步执行按钮
 - 编译按钮
 - 运行按钮
- 下面对于 MCU 的含义描述正确的是()。
 - 微控制器
 - 存储器
 - 开发工具
 - 中断系统
- 下面对于 RAM 的含义描述正确的是()。
 - 单片机
 - 电脑
 - 显示器
 - 随机存取存储器
- STC-ISP 下载工具目前支持的文件格式为()。
 - *.doc、*.hex
 - *.bin、*.exe
 - *.doc、*.bin
 - *.bin、*.hex



三、简答题

1. 什么是单片机？
2. 绘制单片机开发系统连接图。
3. 单片机的开发系统由哪些部分构成？
4. 简述单片机软件 Keil 的开发过程。
5. 简述 Keil 中如何建立一个工程项目。