

《电子系统设计实践》讲义

华东理工大学电子与通信工程系

2023.6

目 录

1.课程设计的目的与要求.....	2
1.1 课程设计的目的.....	2
1.2 课程设计的总体要求.....	2
2.系统硬件介绍.....	3
2.1 硬件总体框图.....	3
2.2 STC89C52 核心处理器.....	3
2.3 HD7279A 键盘显示模块.....	4
2.4 数据采集模块.....	4
2.5 电机控制模块.....	5
2.6 数据采集模块.....	6
2.7 串行通信模块.....	6
2.8 电源模块.....	7
3.软件设计要求.....	9
3.1 基本功能要求.....	9
3.2 平台整体功能要求.....	9
4. 程序下载方法.....	15
5. KeilC51 使用方法简介.....	18
5.1 KeilC51 概述.....	18
5.2 KeilC51 开发系统软件的方法与步骤.....	18
5.3 KeilC51 程序的一般结构.....	24

1. 课程设计的目的与要求

1.1 课程设计的目的与意义

《电子系统设计实践》是信息工程专业的必修实践课，是教学计划中理论联系实际的一个重要环节。学生在此门课程实践环节中，完成一整套电子综合设计实践平台的硬件原理分析、硬件焊接与调试、以及软件编程的工作。学生在微处理器平台上编程实现课题的主要性能要求，软件的具体细节功能由学生依据平台提供的硬件资源自主拓展完成。本环节能锻炼学生硬件分析能力和微处理器平台上的软件编程能力，有助于培养学生对系统整体概念的认识，激发学生对电子信息专业方向的学习兴趣，培养学生的创新意识。

在建设中国式现代化的新征程中，电子系统设计将发挥举足轻重的重要作用。

1.2 课程设计的总体要求

课程设计一人一组，自行完成硬件原理分析、硬件焊接以及软件编程的工作。课程设计的总体要求如下。

(1) 学习要求

学习态度端正，勤学好问，自主研发，不抄袭他人研究成果。

(2) 硬件要求

学习和分析电子综合设计实践平台的硬件原理图，理解掌握实践平台各功能模块的工作原理。

焊接电子综合设计实践平台一套。要求焊接质量良好，无虚焊点及漏焊点；要求器件摆放整齐、器件无错焊、漏焊现象。

(3) 软件要求

独立设计实践平台软件，完成键盘显示、温度采集、电机控制以及数据存储等基本功能。在实现平台基本功能的基础上，设计具备良好人机交互能力的软件菜单，完成工艺参数的设定与存储，并根据实测的温度对电机进行实时调速。

(4) 报告要求

设计报告采取现场开卷考试的方式进行。设计报告能正确叙述实践平台各部分的硬件工作原理；完整叙述软件主程序流程及各个子功能模块的设计思路与流程，回答关于程序设计方面的问题。

(5) 答辩要求

现场演示和解说平台能实现的各种功能，正确阐述其实现方法，并回答关于硬件工作原理与软件程序设计方法方面的问题。

2. 系统硬件介绍

2.1 硬件总体框图

实践平台硬件以 STC89C52 作为核心处理芯片，外扩 5 个功能模块：键盘和显示模块、温度采集模块、电机控制模块、数据存储模块和串行通信模块，实现温度实时采集、工艺参数的设定与存储、电机运行与调速、良好的人机交互等功能。

硬件总体框图如图 2-1 所示。

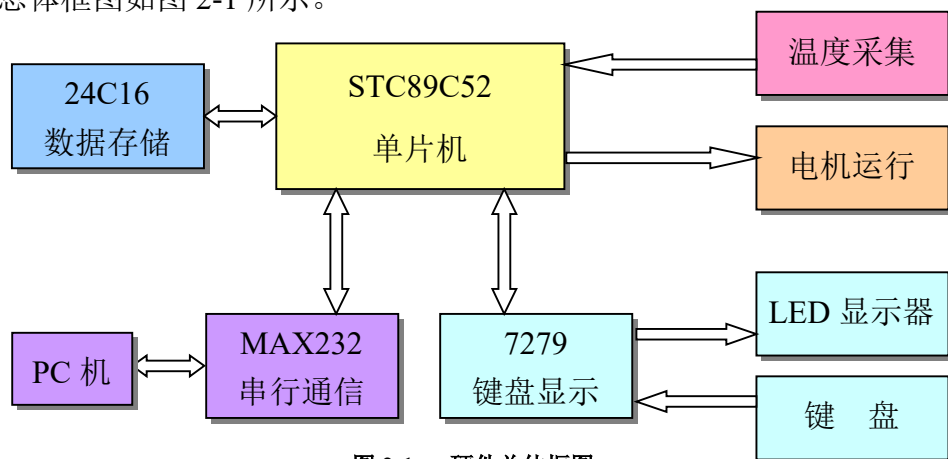


图 2-1 硬件总体框图

2.2 STC89C52 核心处理器

实践平台选用 STC89C52 芯片作为核心处理器，该单片机在电子行业有着广泛的应用。STC89C52 是一个低电压、高性能的 8 位单片机，片内含 8K 字节可反复擦写的 Flash 只读程序存储器和 256 字节的随机存取数据存储器（RAM），器件兼容 MCS-51 指令系统，内置通用 8 位中央处理器和 Flash 存储单元。核心处理器部分硬件原理图如图 2-2 所示。

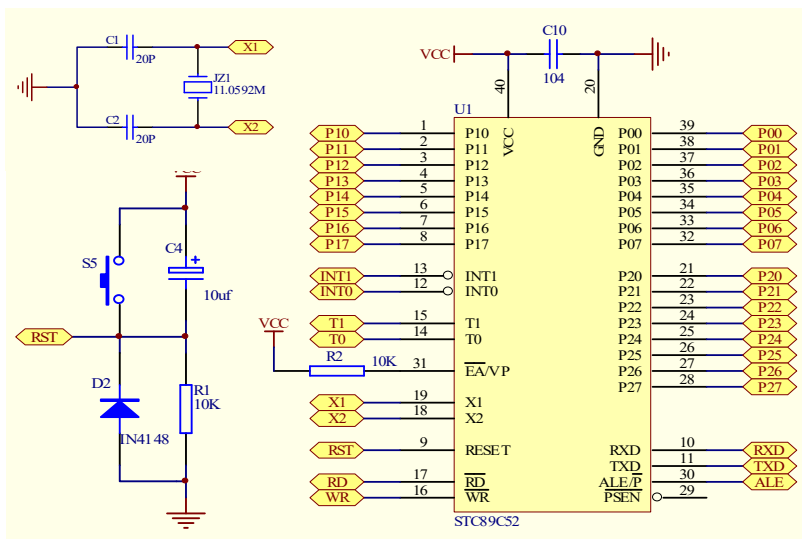


图 2-2 核心处理器部分硬件原理图

由于芯片采用内置程序存储器，所以 EA 引脚接高电平，芯片选用 11.0592MHz 晶振，采用按键复位电路。

2.3 HD7279A 键盘显示模块

HD7279A 是一片具有串行接口的，可同时驱动 8 位共阴极数码管的智能显示驱动芯片。该芯片可连接多达 64 个键的键盘矩阵，并含有去抖动电路。HD7279A 芯片内部有译码器，可以直接接受 16 进制码，并且具有 2 种译码方式和多种控制指令，如：消隐、闪烁、左移、右移、段寻址等。可以广泛应用在仪器仪表，工业控制，条形显示器，控制面板等领域。

实践平台通过 HD7279A 芯片外扩 8 位 LED 数码显示器及 4 个按键。HD7279A 的片选线 CS、时钟线 CLK、数据线 DATA 及键盘线 KEY 可通过短路跳子直接与 STC89C52 的 P1.4、P1.5、P1.7 及 P1.6 引脚连接。HD7279A 键盘显示部分硬件原理图如图 2-3 所示。

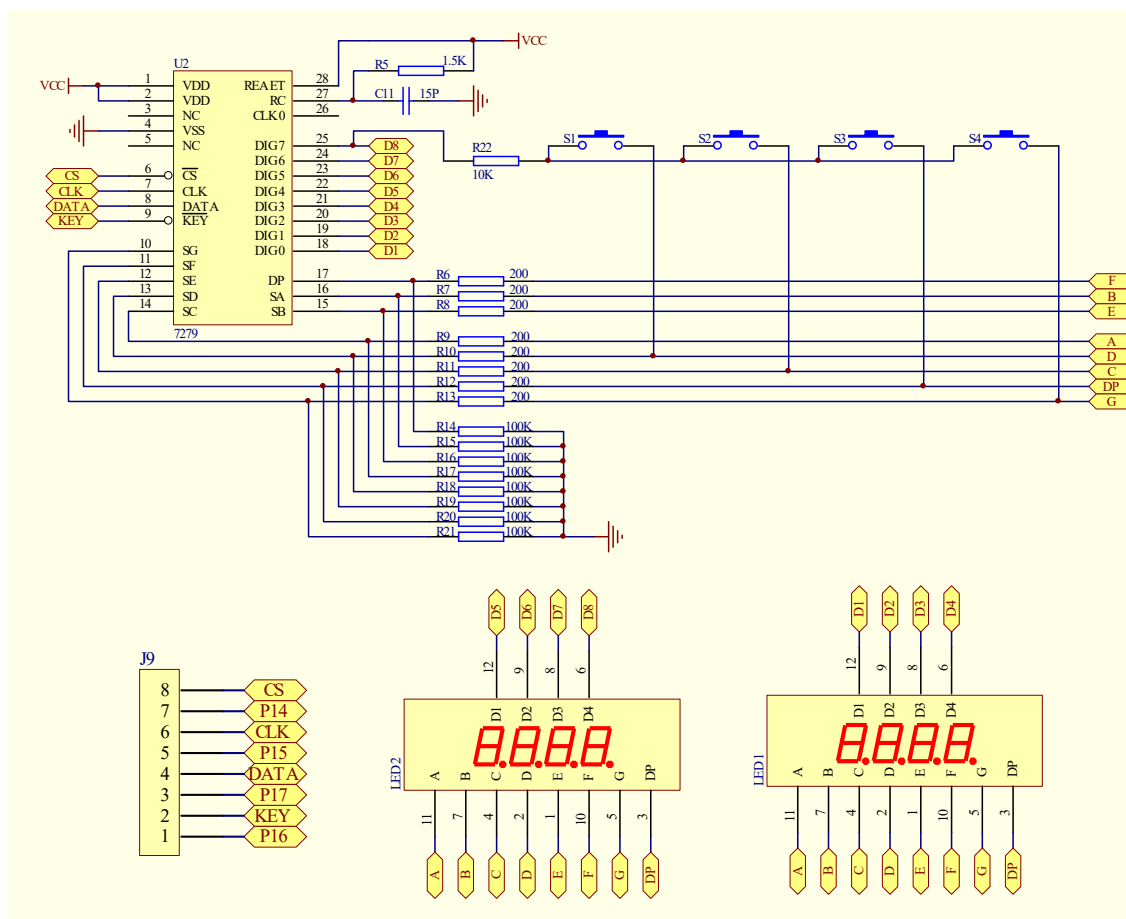


图 2-3 HD7279A 键盘显示模块硬件原理图

2.4 数据采集模块

美国 Dallas 半导体公司的数字化温度传感器 DS1820 是世界上第一片支持“一线

总线”接口的温度传感器，其内部使用了在板（ON-BOARD）专利技术，即全部传感元件及转换电路集成在形如一只三极管的集成电路内。一线总线独特而且经济的特点，使用户可轻松地组建传感器网络，为测量系统的构建引入全新概念。现在，新一代的 DS18B20 体积更小、更经济、更灵活。使你可以充分发挥“一线总线”的优点。

实践平台选用 DS18B20 作为温度传感器，测量环境温度值。DS18B20 温度采集模块的硬件原理图如图 2-4 所示，该电路设计选用外部电源供电方式。外部电源供电方式是 DS18B20 最佳的工作方式，工作稳定可靠，抗干扰能力强，而且电路也比较简单。在外接电源方式下，可以充分发挥 DS18B20 宽电源电压范围的优点，即使电源电压 VCC 降到 3V 时，依然能够保证温度量精度。DS18B20 的输入输出引脚 DQ 可通过短路跳子直接与 STC89C52 的 P1.3 引脚连接。

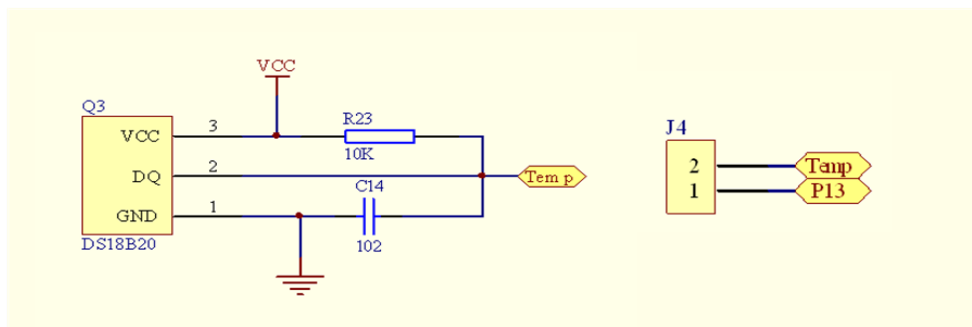


图 2-4 数据采集模块硬件原理图

2.5 电机控制模块

实践平台选用直流小风机作为电机控制对象，由单片机 P1 口引脚连接简单的三极管驱动电路驱动电机运转。电机调速由程序控制 P1 口引脚产生不同占空比的 PWM 波实现。电机控制模块如图 2-5 所示，电机控制端可通过短路跳子直接与 STC89C52 的 P1.2 引脚连接。

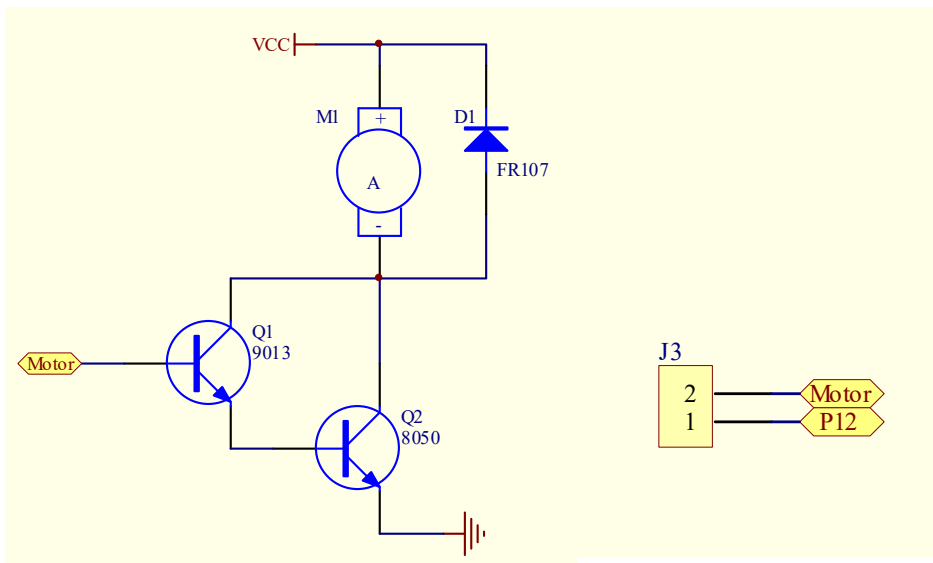


图 2-5 电机控制模块硬件原理图

2.6 数据采集模块

RAM 和 E2PROM 都可以进行数据的存储，RAM (random access memory) 是随机存储器，存储单元的内容可按需随意取出或存入，且存取的速度与存储单元的位置无关的存储器。这种存储器在断电时将丢失其存储内容，故主要用于存储短时间使用的程序。

E²PROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory) 不同于 RAM (random access memory) 随机存储器，是一种掉电后数据不丢失的存储芯片。24C16 是一个 16K 位串行 E²PROM，其内部有一个 8 字节页写缓冲器，器件通过 I²C 总线接口进行操作，有一个专门的写保护功能。即使在工作过程中 24C16 出现损坏，用户设置的存储信息也不会丢失，从而不会造成重要功能丢失以及工作的错误。

实践平台选用 24C16 芯片实现数据存储功能，芯片数据线 SDA 和时钟线 SCL 可通过短路跳子直接与 STC89C52 的 P1.0 和 P1.1 引脚连接。数据存储模块的硬件原理图如图 2-6 所示。

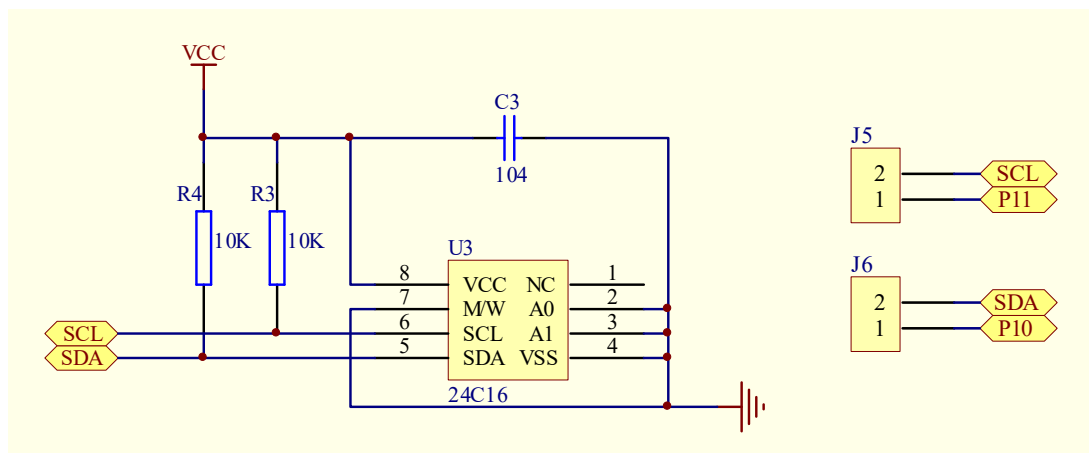


图 2-6 数据存储模块硬件原理图

2.7 串行通信模块

MAX232 芯片是美信公司专门为电脑的 RS-232 标准串口设计的单电源电平转换芯片。主要特点如下：1) 符合所有的 RS-232C 技术标准；2) 只需要单一 +5V 电源供电；3) 片载电荷泵具有升压、电压极性反转能力，能够产生+10V 和-10V 电压 V₊、V₋；4) 功耗低，典型供电电流 5mA；5) 内部集成 2 个 RS-232C 驱动器；6) 内部集成两个 RS-232C 接收器；7) 高集成度，片外最低只需 4 个电容即可工作。

实践平台选用 MAX232 接收/发送器作为串行通信接口芯片。串行通信模块主要负责程序下载和与上位机 PC 机的数据通信功能。串行通信模块硬件电路图如图 2-7 所示。MAX232 的接收信号输出引脚 R1OUT 连接至 STC89C52 的 RXD 引脚，发送信号输入引脚 T1IN 连接至 STC89C52 的 TXD 引脚，发送信号输出引脚 T1OUT 和接收信号输入引脚 R1IN 连接至标准 9 芯串口接插件。

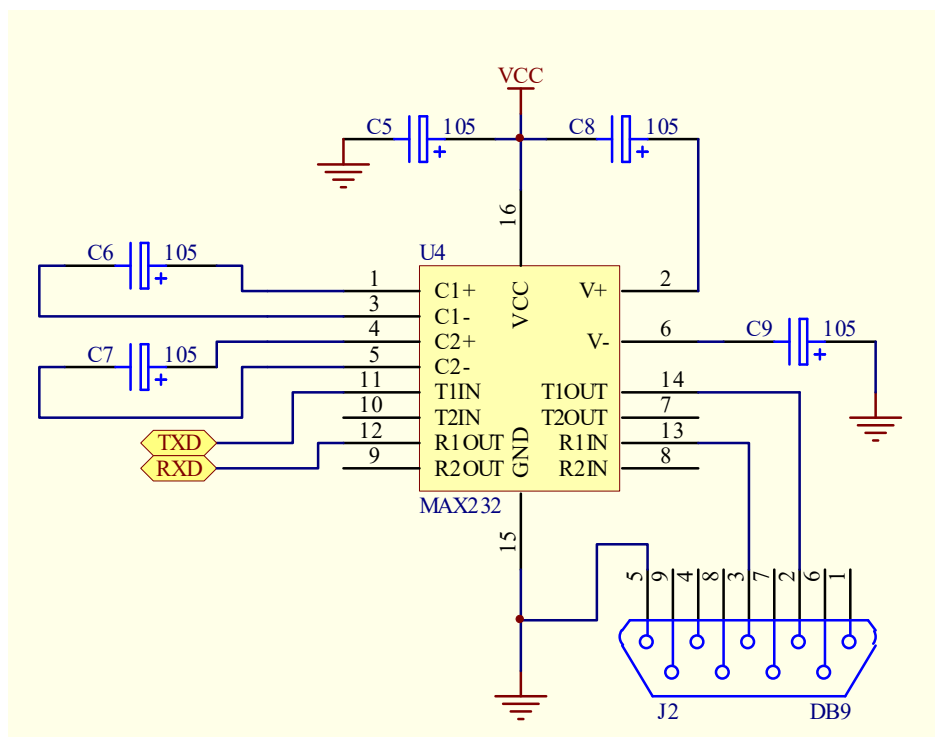


图 2-7 串行通信模块硬件原理图

2.8 电源模块

电源模块采用 LM2575-5V 芯片。电源模块部分的硬件原理图如图 2-8 所示。

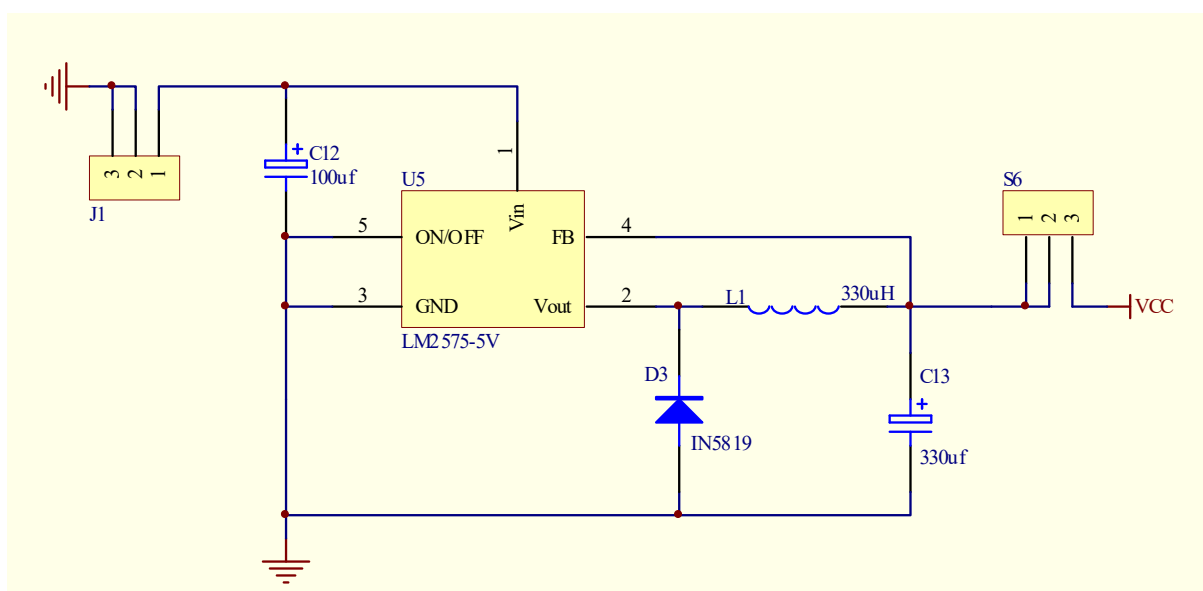


图 2-8 电源模块硬件原理图

LM2575 系列开关稳压集成电路是美国国家半导体公司生产的 1A 集成稳压电路，它内部集成了一个固定的振荡器，只须极少外围器件便可构成一种高效的稳压电路，可大大减小散热片的体积，而在大多数情况下不需散热片；内部有完善的保护电路，包括电流限制及热关断电路等，是传统三端式稳压集成电路的理想替代产品。

实际使用中，建议输入电压在 9~12V 之间。

3. 软件设计要求

3.1 基本功能要求

基本功能要求独立编程实现键盘和显示模块、温度采集模块、电机控制模块、数据存储模块的以下功能。

(1) HD7279A 键盘和显示模块

对 HD7279 芯片进行编程实现键盘和显示模块能，显示要求的菜单信息以及各种数据，响应键盘操作，完成设定的相应功能。

(2) 温度采集模块

对 DS18B20 温度传感器进行编程实现温度采集模块功能，完成温度的采集和滤波，显示实时采样的温度。

(3) 电机控制模块

编程实现在单片机 P1 口引脚输出 PWM 波，使电机能按照设定的 PWM 波占空比运行，实现电机调速功能。

(4) 数据存储模块

对 24C16 芯片进行编程完成数据存储模块功能，实现工艺参数的设定、保存和读取，验证系统掉电后数据仍然保存完好。

3.2 平台整体功能要求

课程设计要求在实践平台上完成温度测量及电机调速软件一套，软件有完整菜单提示，完成以下菜单功能：温度检测、电机测试、电机调速、工艺参数设置。

下面举例说明课程设计需要完成的各项功能。实际设计中可以自行修改菜单显示提示符和数据内容，也可以增加其他菜单功能，使设计更加完美。

实践平台提供 8 个 LED 数码显示管和 4 个按键，其中显示器和四个按键的功能定义如图 3-1 所示。

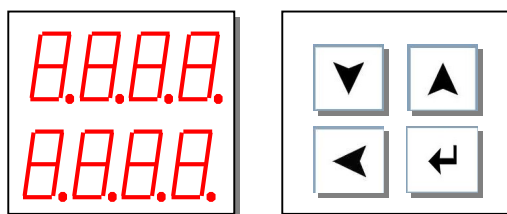


图 3-1 显示器和按键功能定义图

8 个显示器分两排摆放，即上排显示器和下排显示器。功能按键含义如下。



软件主菜单界面示例如图 3-2 所示。示例中，软件主菜单界面包括“tP-”、“run-”、“Con-”和“PA-”四个主菜单功能，分别对应“温度检测”、“电机测试”、“电机调速”和“参数设置”功能。主菜单提示符均在上排显示器显示，主菜单中，下排显示器全部熄灭。

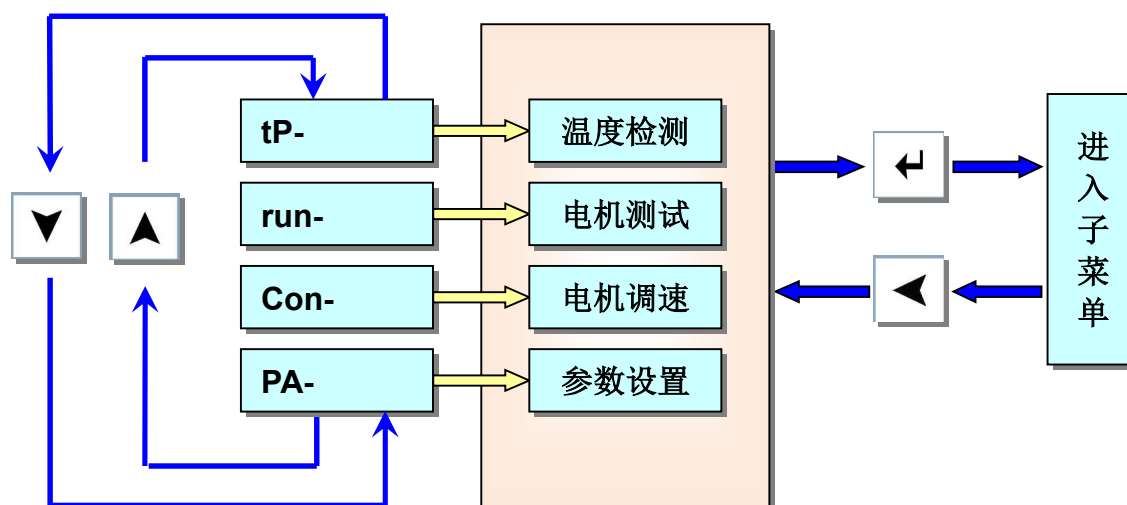




图 3-2 软件主菜单界面示例图

(1) 温度检测子菜单功能

温度检测主菜单界面如图 3-3(a)所示。在主菜单显示温度检测功能“tP-”时按下  键，即进入温度检测子菜单。进入子菜单后，上排显示器仍然显示“tP-”，下排显示器显示实测温度，显示的温度值可以精确到小数点后 2 位。按下  按键可以退出温度检测子菜单。比如，当前测量的温度值是 27.18° ，则显示如图 3-3(b)所示的界面。

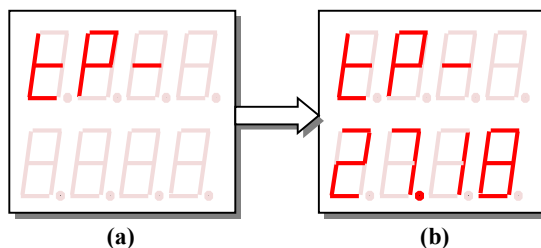







图 3-3 (a) 温度检测主菜单界面 (b) 温度检测子菜单界面

(2) 电机测试子菜单功能

电机测试主菜单界面如图 3-4(a)所示。在主菜单显示电机测试功能“run-”时按下  键，即进入电机测试子菜单。进入子菜单后，可以选择   按键循环显示预设的十种电机测试工艺单速度，这里用 0-100 的占空比表示。在上排显示器显示“r- 1”~“r-10”，下排显示对应的占空比值，范围是“0~100”。比如，3 号电机测试工艺单的占空比预设值为 74，那么，上排和下排显示器的显示值如图 3-4(b)所示。选择好电机测试工艺单号后，按下  键，即进入电机测试运行状态，此时显示如图 3-4(c)所示的显示界面。程序按照设定的 74%占空比输出 PWM 波，驱动电机运行。按下  按键可以退回上一级子菜单。

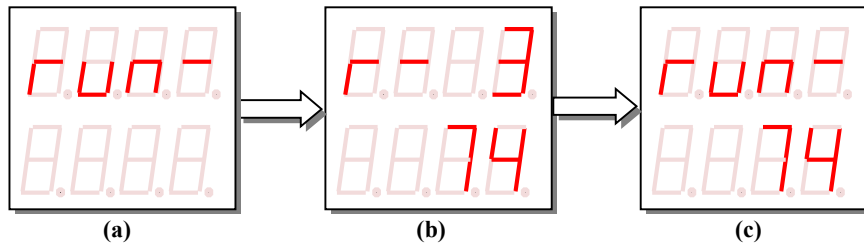




图 3-4 (a) 电机测试主菜单界面 (b) 电机测试工艺单选择界面 (c) 电机测试运行状态界面

(3) 电机调速子菜单功能

电机调速主菜单界面如图 3-5(a)所示。在主菜单显示电机调速功能“Con-”时按下  键，即进入电机调速子菜单。进入子菜单后，程序根据预先设定的控制下限温度值、上限温度值、以及当前温度值，计算当前电机运行所需的 PWM 波占空比值。比如，设定的控制下限温度值 T_{down} 是 26° ，上限温度值 T_{up} 是 30° ，当前采样温度值 T_{now} 是 28.41° 。有假设程序默认的电机运行占空比调节范围在 50%~100%之间，即到达下限温度值时电机运行的 PWM 波占空比为 50%，到达上限温度值时电机运行的 PWM 波占空比为 100%，那么通过程序的运算，得到当前占空比 PW_{now} 为 80%，其计算公式如式(3-1)所示。

$$PW_{now} = \begin{cases} 100 & T_{now} > T_{up} \\ \frac{1}{2} \left(\frac{T_{now} - T_{down}}{T_{up} - T_{down}} \right) \cdot 100 + 50 & T_{down} < T_{now} < T_{up} \\ 0 & T_{now} < T_{down} \end{cases} \quad (3-1)$$

电机调速状态下，上排显示器实时显示采样温度，下排显示器实时显示当前电机运行的 PWM 波占空比值。电机调速状态显示界面如图 3-5(b)所示。按下  按键可以

退回上一级子菜单。

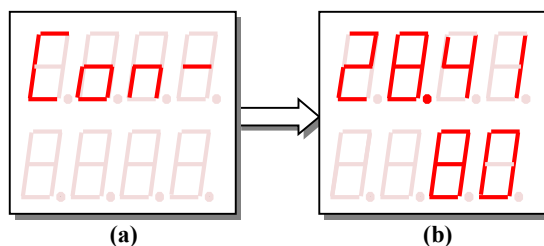













图 3-5 (a) 电机调速主菜单界面 (b) 电机调速状态显示界面

(4) 参数设置子菜单功能

参数设置主菜单界面如图 3-6(a)和图 3-7(a)所示。在主菜单显示电机调速功能“PA-”时按下  键，即进入参数设置子菜单。进入子菜单后，可以选择   按键循环提示设置电机测试工艺单或电机调速工艺单，如图 3-6(b)和 图 3-7(b)所示，选择  键，即进入相应的工艺单设置程序。

进入设置电机测试工艺单菜单后，选择   按键循环显示当前设定的十种电机测试工艺单速度，比如当前 3 号工艺单的设定速度是 74，则显示如图 3-6(c)所示的界面。此时，如果按下  键，即进入 3 号电机测试工艺单设置程序，比如，jiang 当前工艺单数值修改为 76 后，显示界面如图 3-6(d)所示。选择   按键可以修改该工艺单的数值，当按键一直保持按下不抬起时，数值将连续变化，且根据按键的时间长短调整数值变化的步长。此时选择  按键可以取消修改结果，返回原来的设定值。按下  按键可以确认设定的工艺值并退回上一级子菜单。

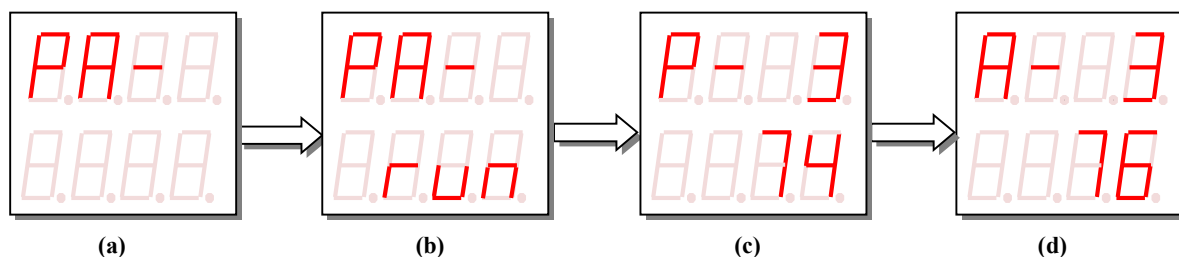









图 3-6 (a) 参数设置主菜单界面 (b) 参数设置—电机测试工艺单设置显示界面

(c) 参数设置—电机测试工艺单数据显示界面 (d) 参数设置—电机测试工艺单数据修改界面

进入设置电机调速工艺单菜单后，选择   按键循环显示当前设定的下限温度值和上限温度值。比如，当前下限温度值为 26° ，上限温度值为 30° ，则显示如图 3-7(c)、(e)所示的界面，界面中“PA-b”表示当前设置起始下限温度，“PA-F”表示

当前设置终止上限温度。此时，如果按下  键，即进入相应电机调速工艺单设置程序，显示界面如图 3-7(d)、(f)所示。选择   按键可以修改该工艺单的数值，当按键一直保持按下不抬起时，数值将连续变化，且根据按键的时间长短调整数值变化的步长。此时选择  按键可以取消修改结果，返回原来的设定值；按下  按键可以确认设定的工艺值并退回上一级子菜单。

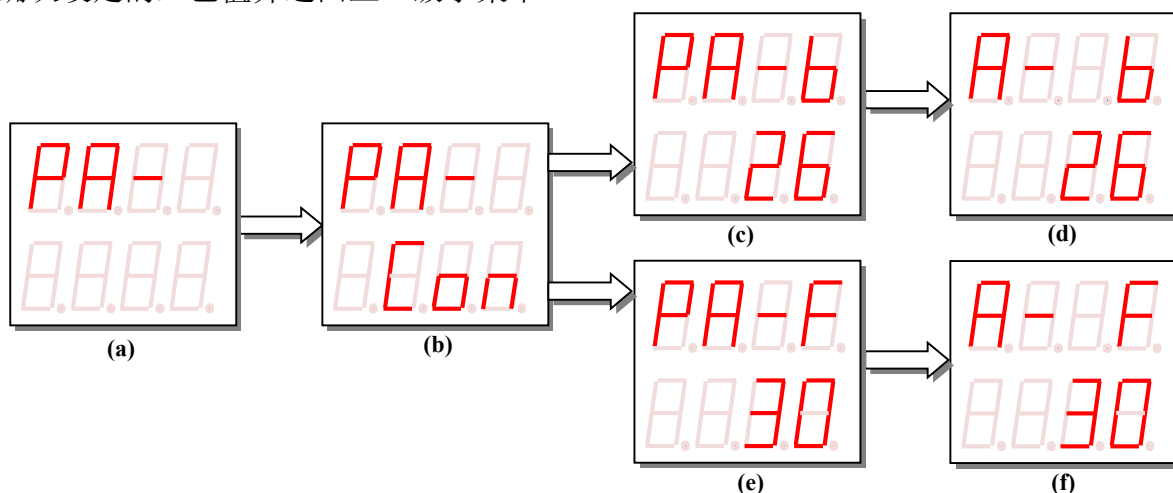


图 3-7 (a) 参数设置主菜单界面 (b) 参数设置—电机调速工艺单设置显示界面



(c) 参数设置—电机调速工艺单下限温度数据显示界面 (d) 参数设置—电机调速工艺单下限温度数据修改界面

(e) 参数设置—电机调速工艺单上限温度数据显示界面 (f) 参数设置—电机调速工艺单上限温度数据修改界面

(5) 恒温控制子菜单功能

恒温控制子菜单功能为此次课程设计的扩展功能，学有余力的同学可以在系统实践板上完成恒温控制功能。

首先，在主菜单增加恒温控制子菜单“Pid-”，然后在参数设置菜单中增加恒温温度的设定功能。具体要求如下。

恒温控制主菜单界面如图 3-8(a)所示。在主菜单显示恒温控制功能“Pid-”时，按下  键，即进入恒温控制子菜单。进入子菜单后，程序根据预先设定的恒温控制温度，进行数字 PID 运算，计算出电机 PWM 宽度的对应值，并用将此值用于电机转速的控制，达到温度调节的目的。恒温控制状态下，上排显示器实时显示采样温度，下排显示器实时显示当前电机运行的 PWM 波占空比值。其显示界面如图 3-8(b)所示。按下  按键可以退回上一级子菜单。

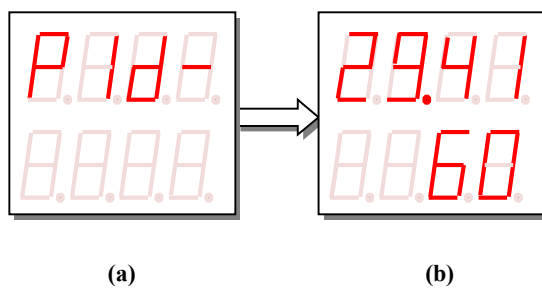


图 3-8 (a) 恒温控制主菜单界面 (b) 恒温控制状态显示界面

此外，应在参数设置功能中增加恒温参数设定功能。恒温参数设定值应精确到小数点后一位。恒温参数设定菜单显示界面如图 3-9 所示。



图 3-9 恒温参数设定显示界面

4. 程序下载方法

程序下载工具使用 STC-ISP. exe 软件实现。登录 <http://www.gxwmcu.com/> 网站，从“STC-ISP 下载编程烧录软件”专栏可下载 PC 端的 ISP 软件。

在程序下载前，先在 KeilC51 环境下输入程序文档，并通过编译、链接，生成程序的可执行代码文件，该文件的后缀名为*.hex。

打开 STC-ISP 软件，将看到如图 4-1 所示的软件界面。

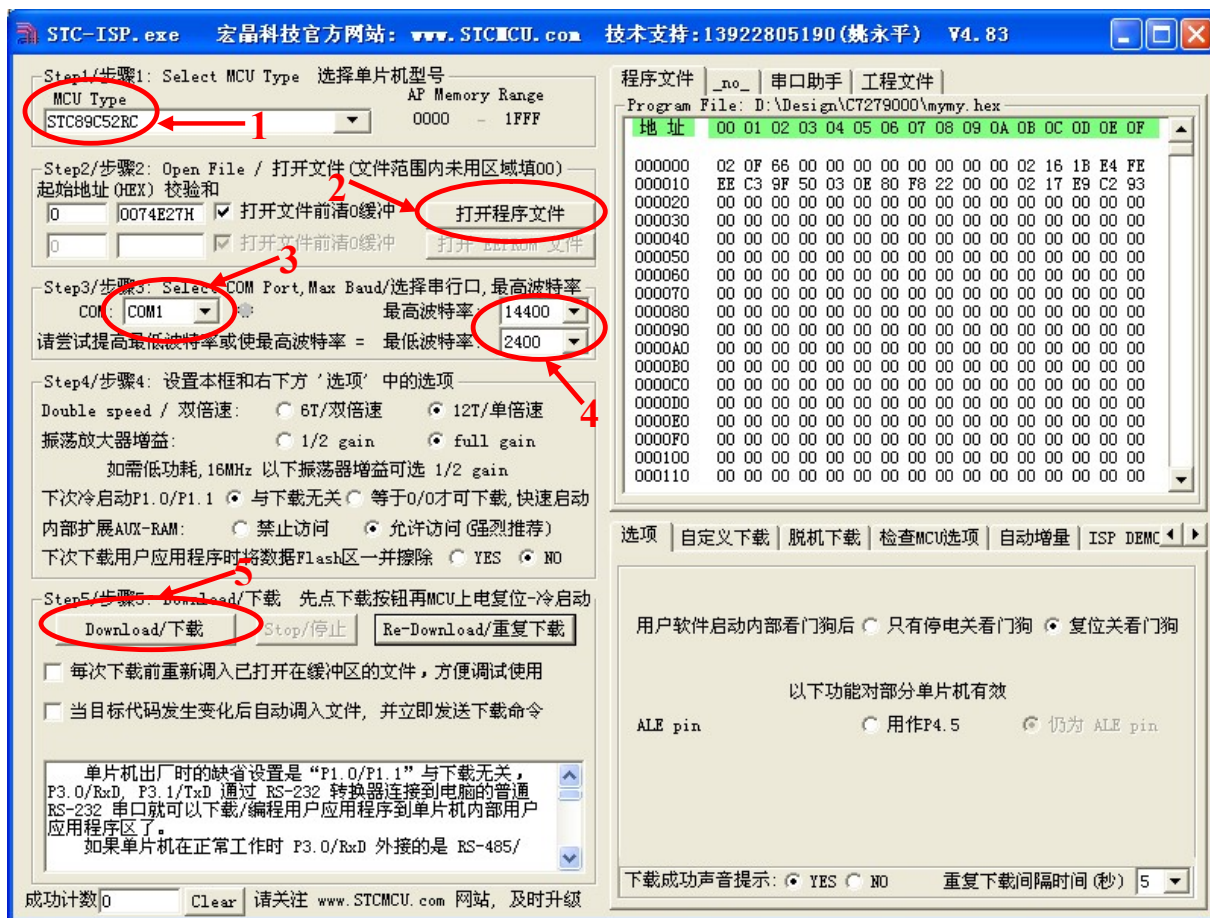


图 4-1 STC-ISP 下载软件界面

STC-ISP 软件使用方法及程序下载步骤如下。

- (1) 将 USB-RS232 串口转接线连接至 PC 机和系统板之间，给系统板供电，但启动开关此时拨到关的位置。
- (2) 按图 4-1 中步骤 1 指示的区域，选择正确的单片机型号。本系统使用 STC89C52RC 型号单片机。
- (3) 按图 4-1 中步骤 2 指示的区域装载程序执行代码，即程序编译链接生成的*.hex 文件。

- (4) 按图 4-1 中步骤 3、4 指示的区域选择串行口及通信波特率。串行口可以在系统设备管理器中查找；波特率可以选择 2400bps~14400bps。
- (5) 按图 4-1 中步骤 5 指示的区域点击“Download/下载”按钮。得到如图 4-2 所示的界面。

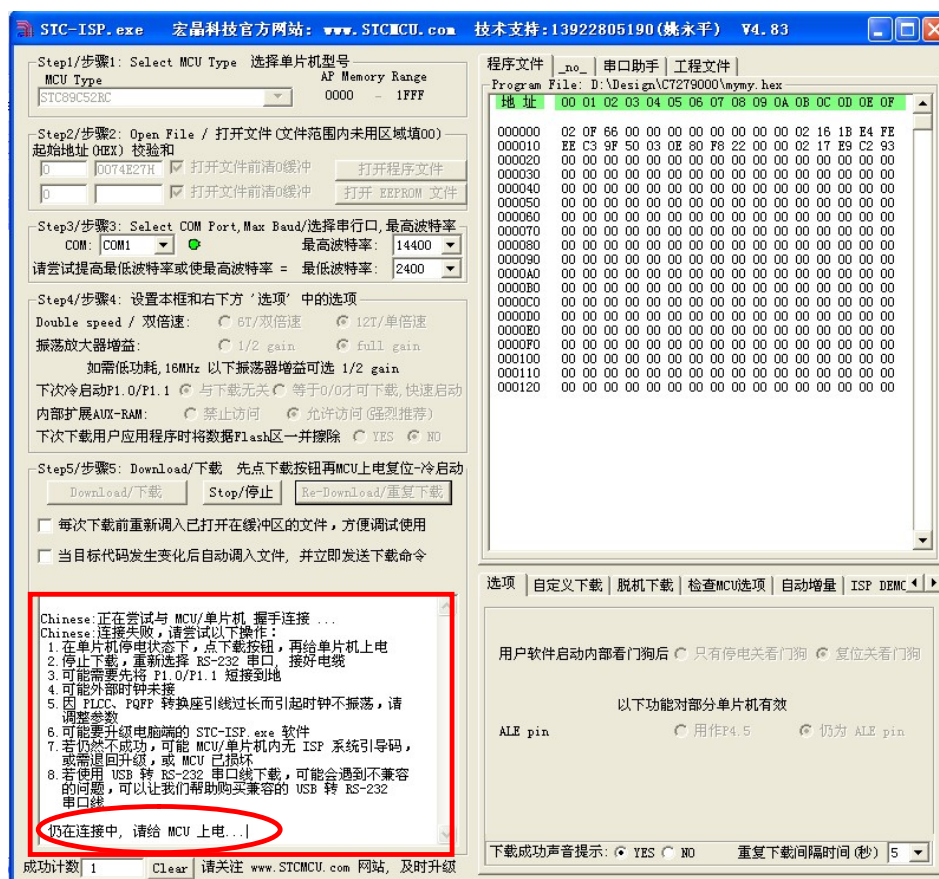


图 4-2 程序下载提示界面

- (6) 系统板上电。在如图 4-2 所示的软件界面的左下方，会显示一段提示下载程序的文字，在最下方会显示一句提示“仍在连接中，请给 MCU 上电.....”。此时，提示程序员软件正在等待系统板 MCU 上电。这时，开启系统板的电源开关，程序下载工作将自动执行。此时软件界面如图 4-3 所示。
- (7) 下载完成。下载完成后，软件将提示下载和加密完成，此时软件界面如图 4-4 所示。

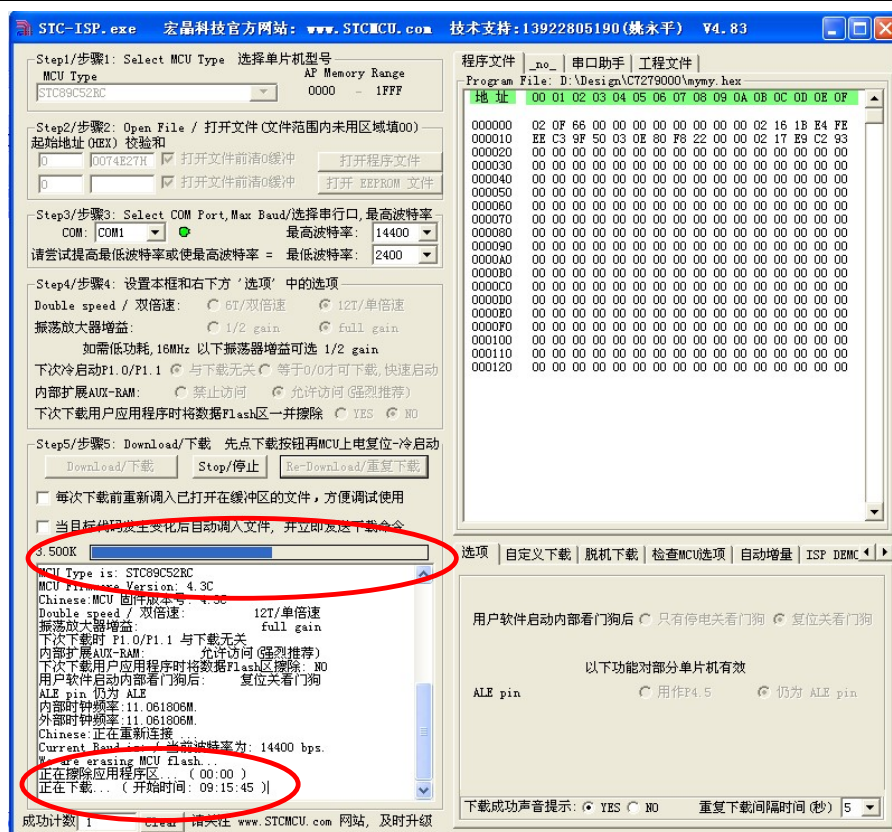


图 4-3 程序下载进行界面

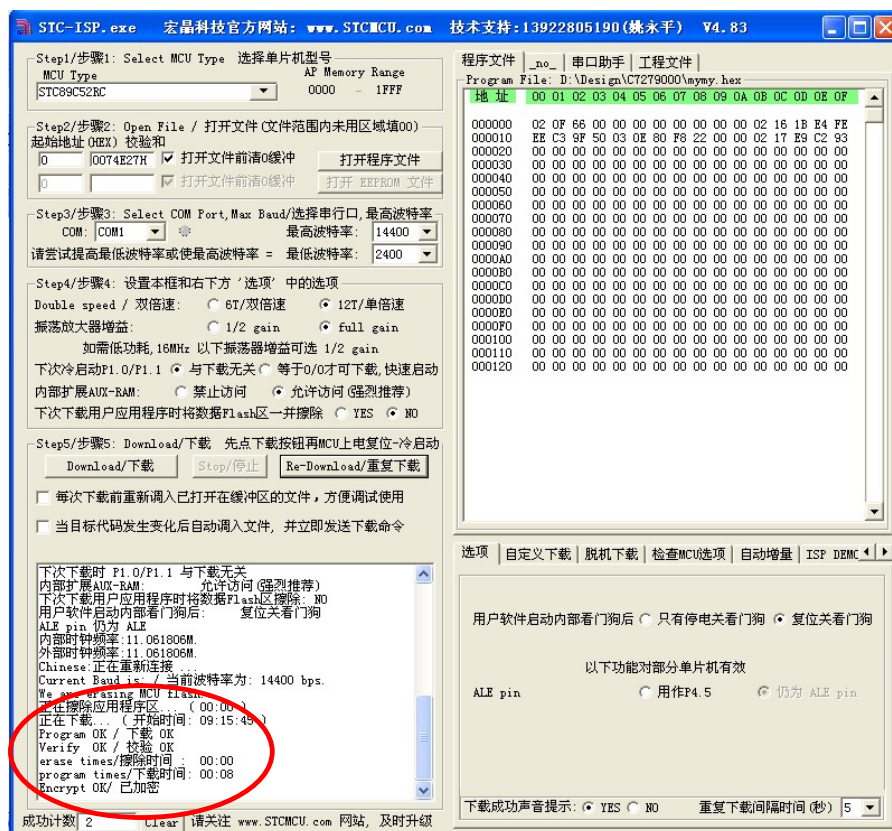


图 4-4 程序下载完成界面

5. KeilC51使用方法简介

5.1 KeilC51 概述

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。与汇编相比，C 语言在功能上、结构性、可读性、可维护性上有明显的优势，因而易学易用。用过汇编语言后再使用 C 来开发，体会更加深刻。

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，全 Windows 界面。另外重要的一点，只要看一下编译后生成的汇编代码，就能体会到 Keil C51 生成的目标代码效率非常之高，多数语句生成的汇编代码很紧凑，容易理解。在开发大型软件时更能体现高级语言的优势。

5.2 KeilC51 开发系统软件的方法与步骤

使用 KeilC51 开发系统软件的方法与步骤如下。

步骤 1：打开工具栏里的 Project，新建一个项目。

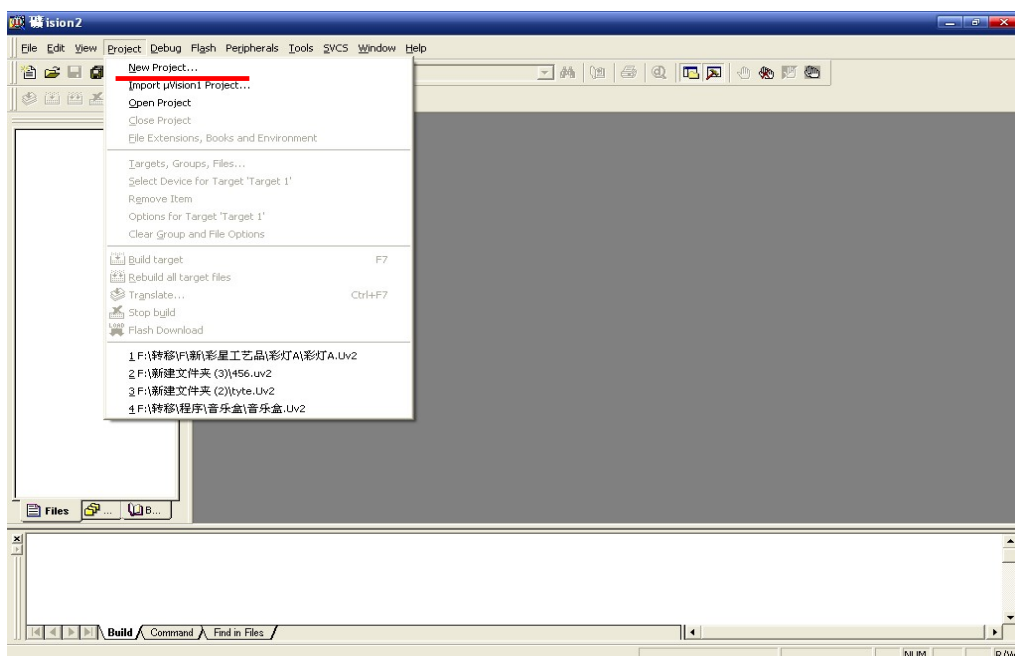


图 5-1 新建工程项目

如图 5-1 所示，点击 Project / New Project 选项，新建一个 C51 工程项目。

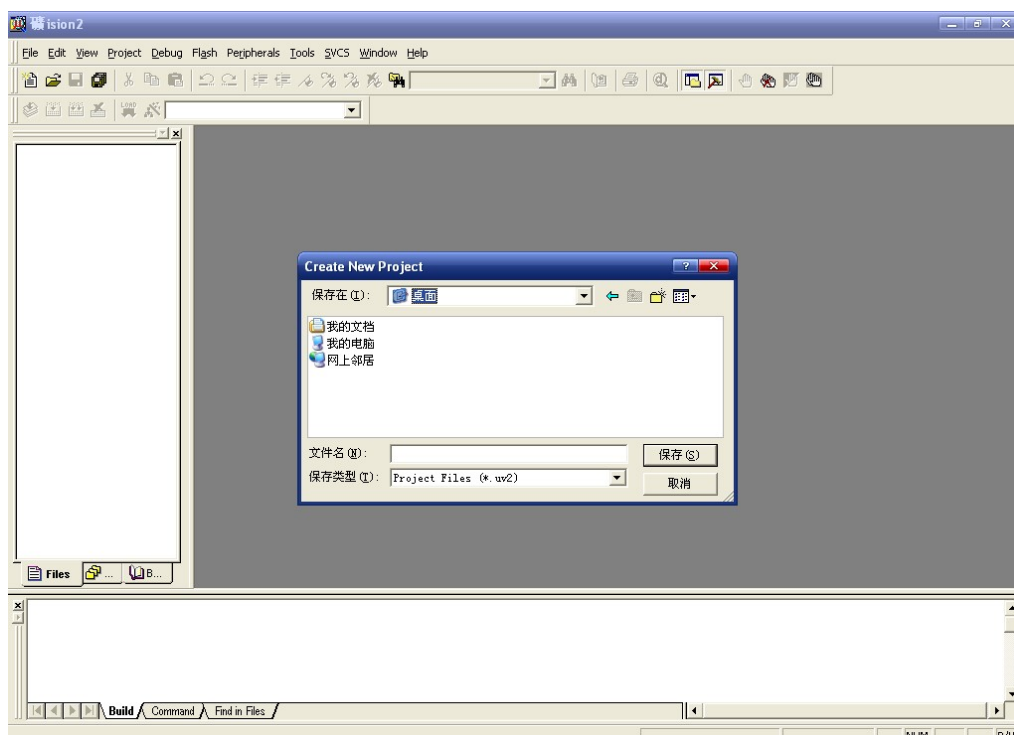
步骤 2：新建一个文件夹，存放所有工程文件。

图 5-2 新建工程项目文件夹及工程文件命名

选择一个存放工程文件的文件夹，并且为新建的工程文件取名，工程文件的后缀名是*.uv2。

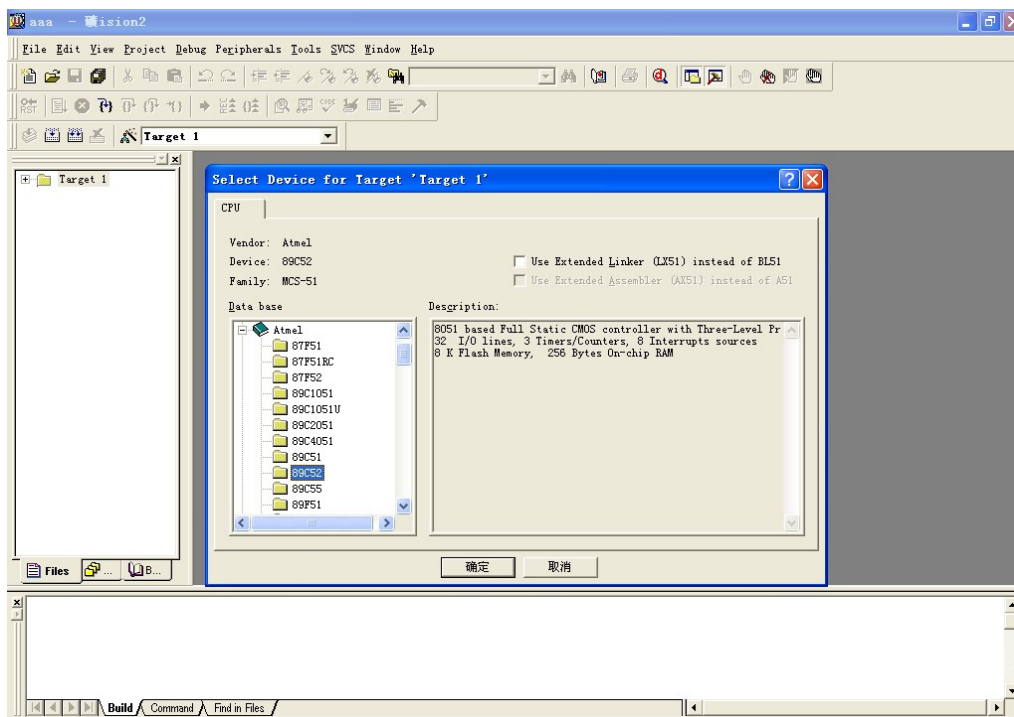
步骤 3：选择新建工程使用的芯片，完成项目新建。本设计选择 Atmel 中的 89S52。

图 5-3 选择新建工程中器件型号

步骤 4：为工程新建一个文件，选择 File/New 菜单。

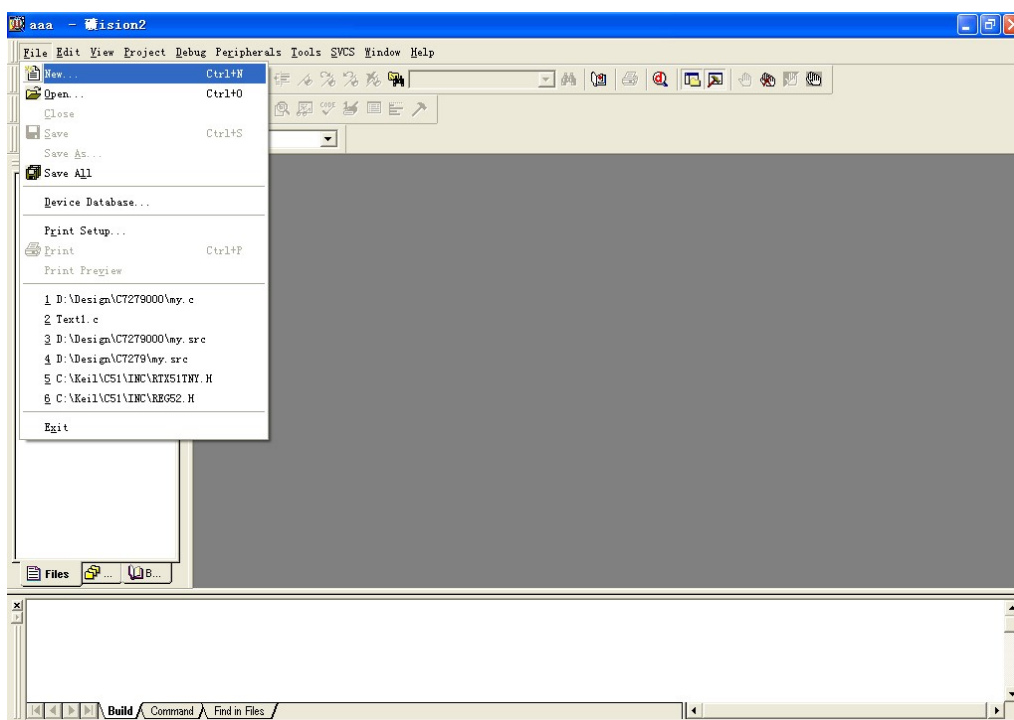


图 5-4 在工程中新建文件

步骤 5：将程序输入新文件，并保存新文件。

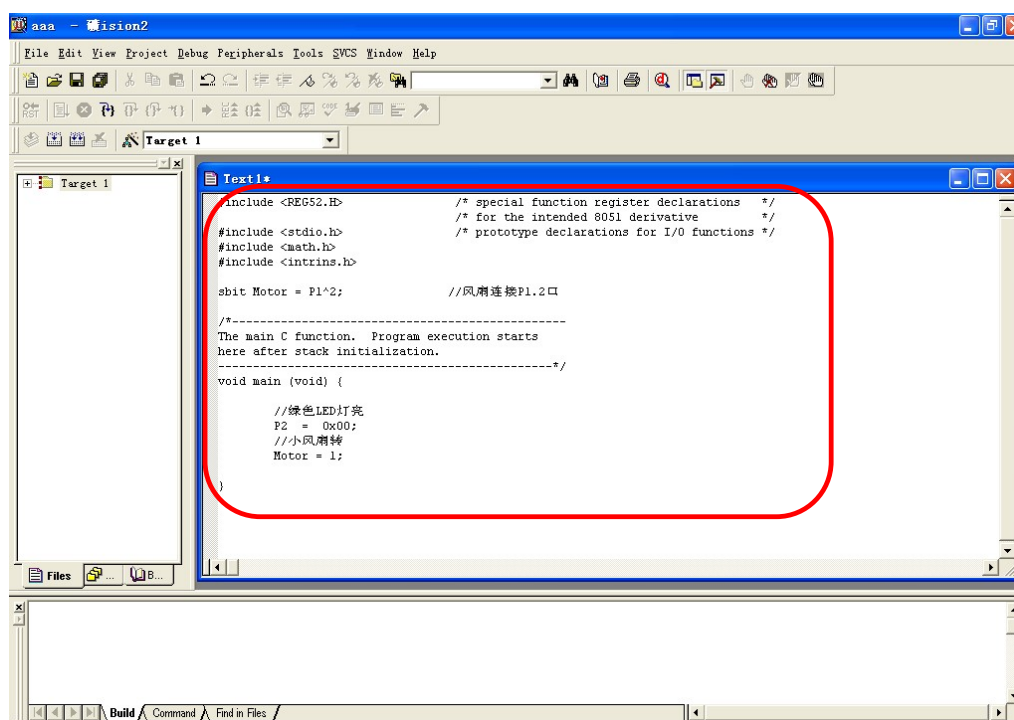


图 5-5 在文件中输入程序

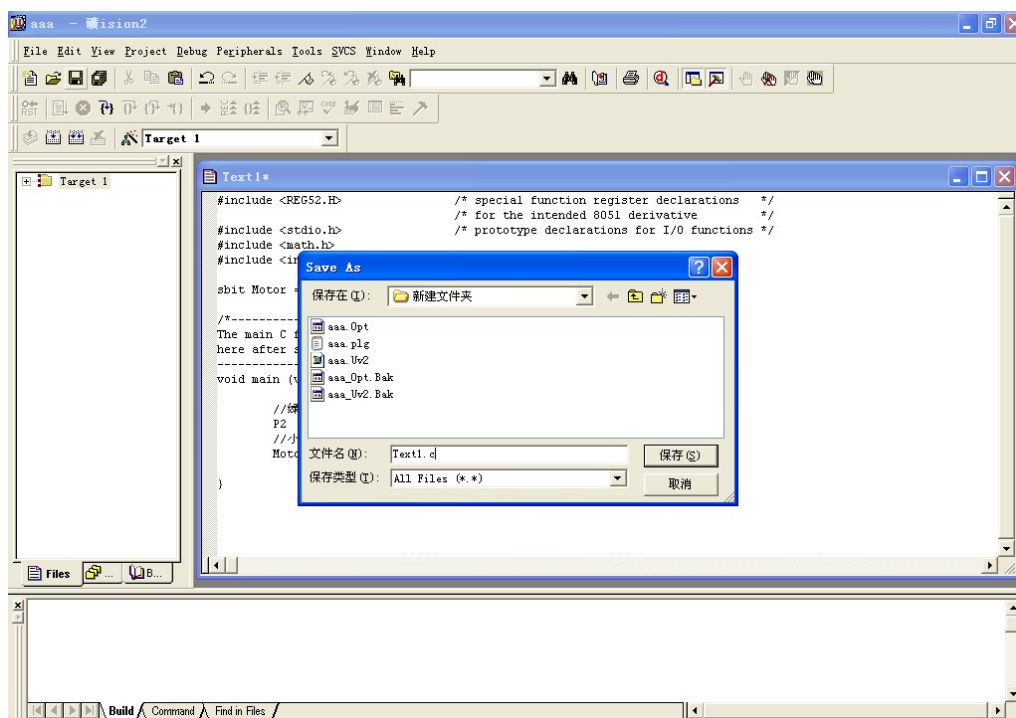


图 5-6 保存程序 c 文件

步骤 6: 将新建的 c 文件加载到工程中。右击 **Project window** 栏里的 **Source Group1**, 点击 **Add Files to Group 'Source Group1'**。

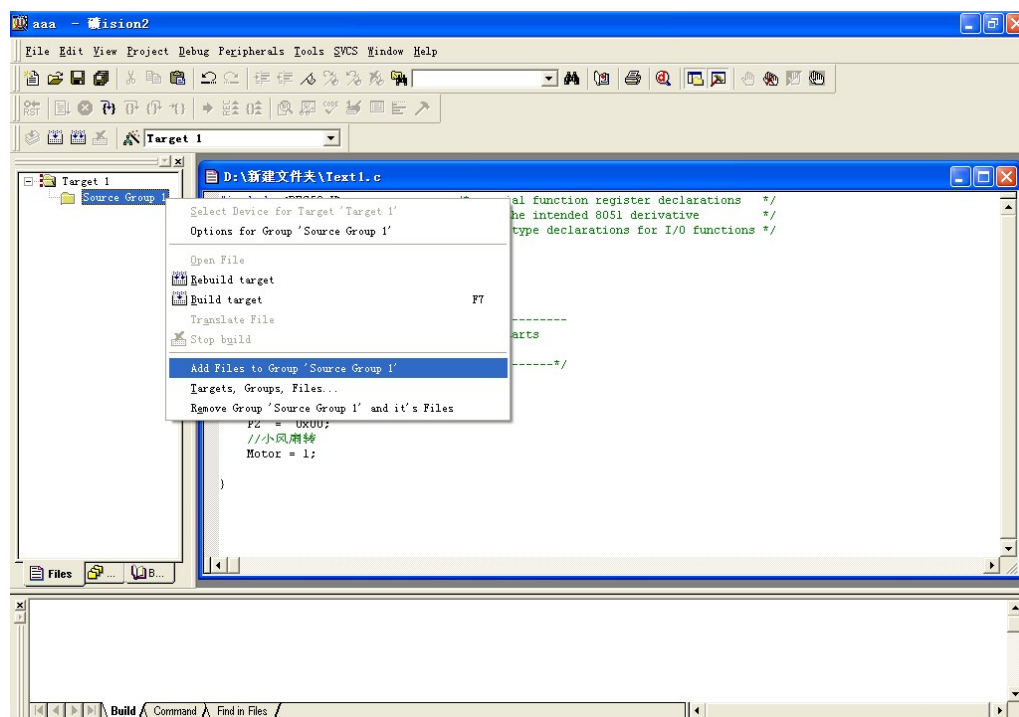


图 5-7 加载程序 c 文件至工程中

步骤 7: 设置项目参数。右击 Project window 栏里的 Target 1, 点击 Options for Target 'Target 1'。

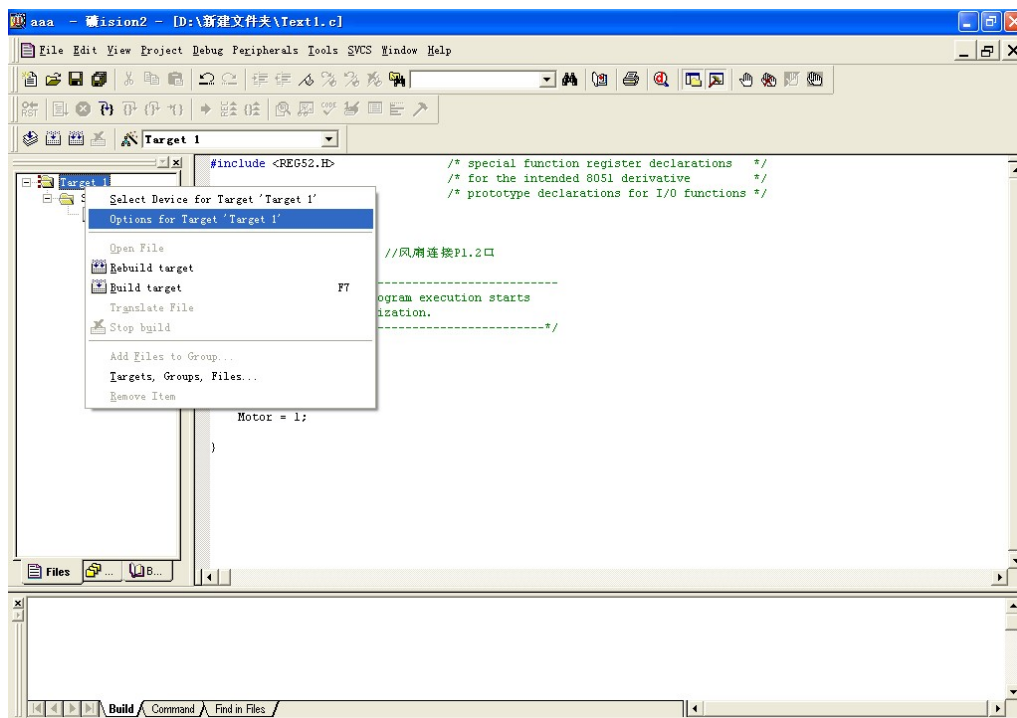


图 5-8 项目参数设置

步骤 8: 设置频率参数。在 Target 选项页设置系统频率为 11.0592MHz。

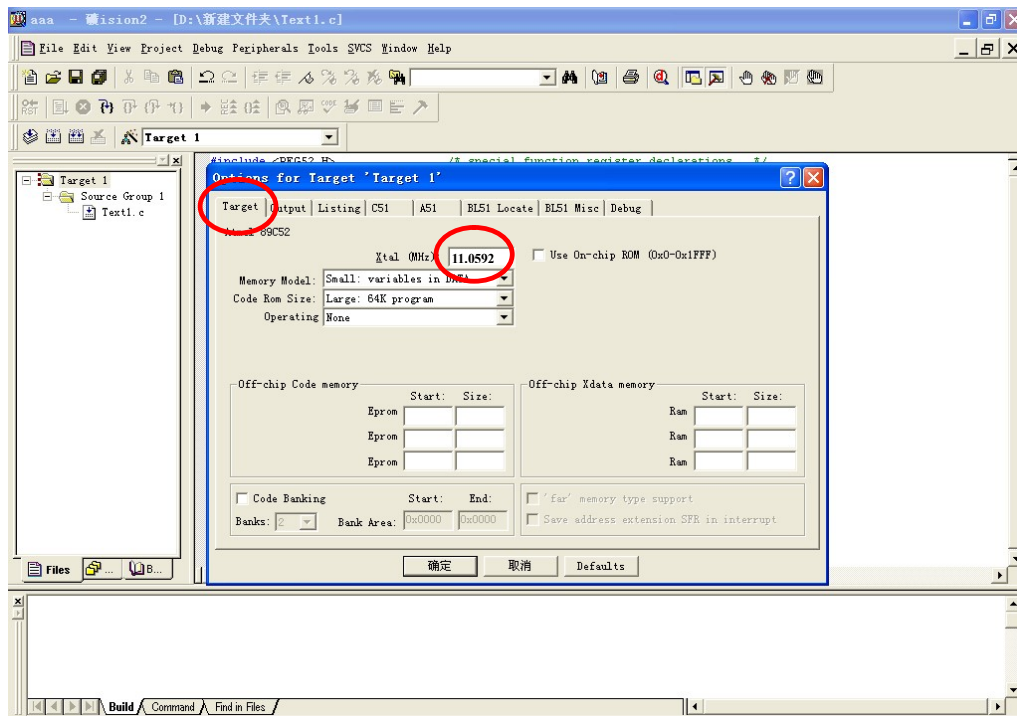


图 5-9 设置频率参数

步骤 9: 设置输出 hex 文件。在 Output 选项页选中 Create Hex Fi., 生成的 hex 文件用于 ISP 程序下载。

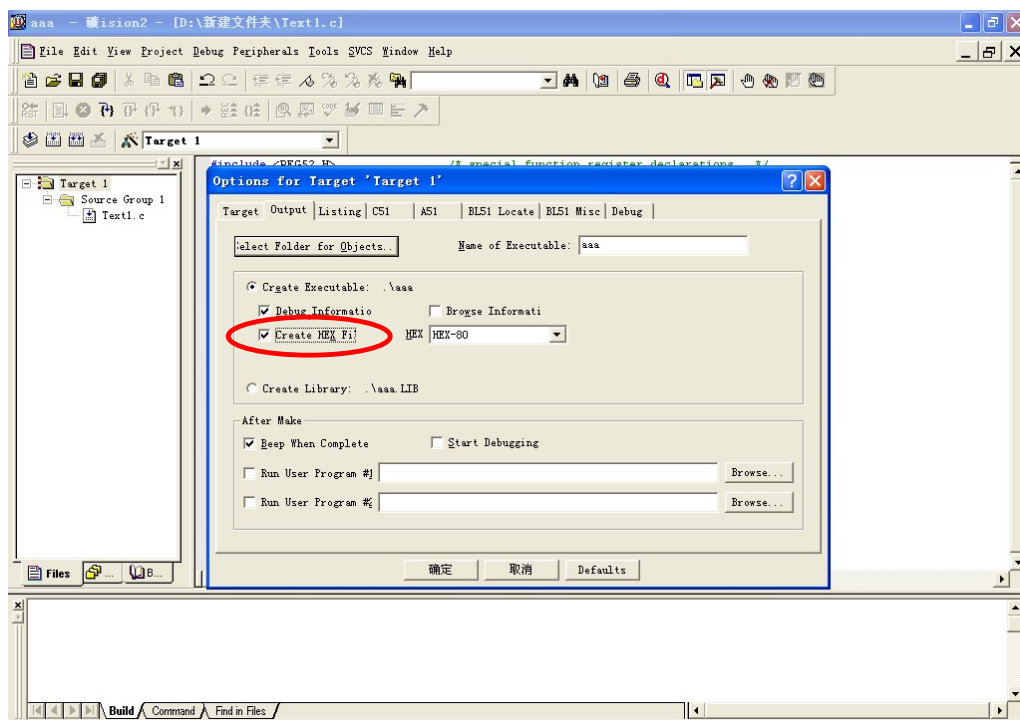


图 5-10 设置输出 hex 文件

步骤 10: 编译程序, 生成 hex 代码文件。保证程序正确编译, 没有错误和警告提示。

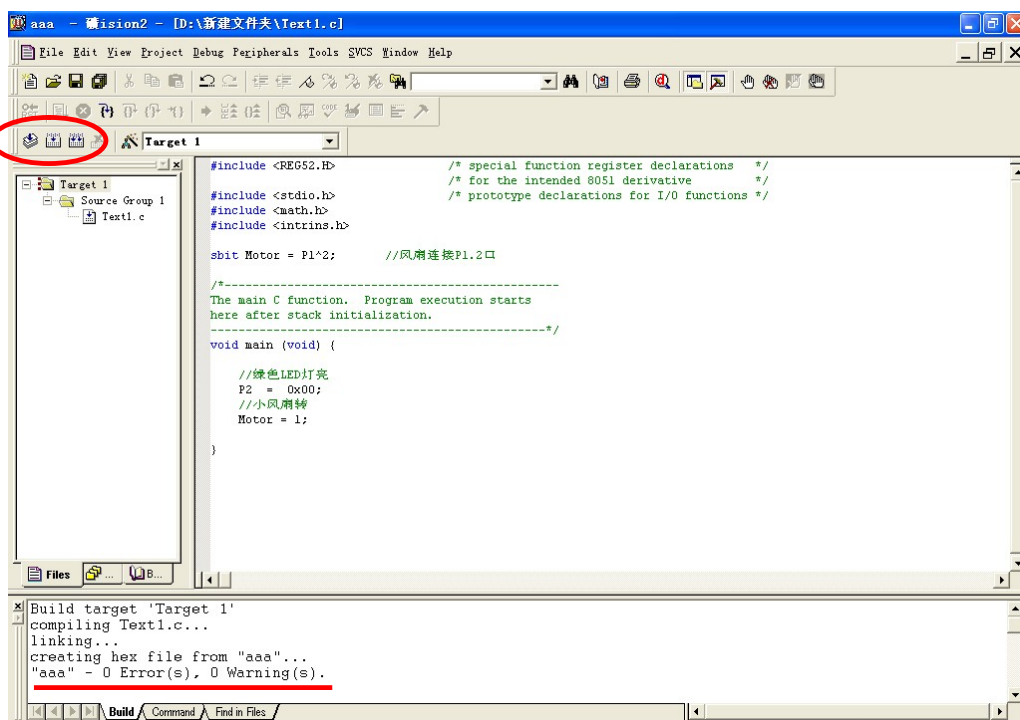


图 5-11 编译程序

5.3 KeilC51 程序的一般结构

(1) KeilC51 程序结构概述

与标准 C 语言相同, KeilC51 程序由一个或多个函数构成, 其中应至少包含一个 main 函数。一般结构如下。

```
/* **** */
预处理命令          /* 用于包含头文件等 */
全局变量说明        /* 全局变量可被本程序的所有函数引用 */
功能函数声明        /* 说明自定义函数, 以便调用 */
main(void)          /* 主函数 */
{
    局部变量说明; /* 局部变量只能在所定义函数内部引用 */
    执行语句;
    函数调用;
}
/* 其他函数定义 */

/* **** */
```

一下是一段程序范例, 通过范例, 可以更清楚地学习 C51 程序的结构。

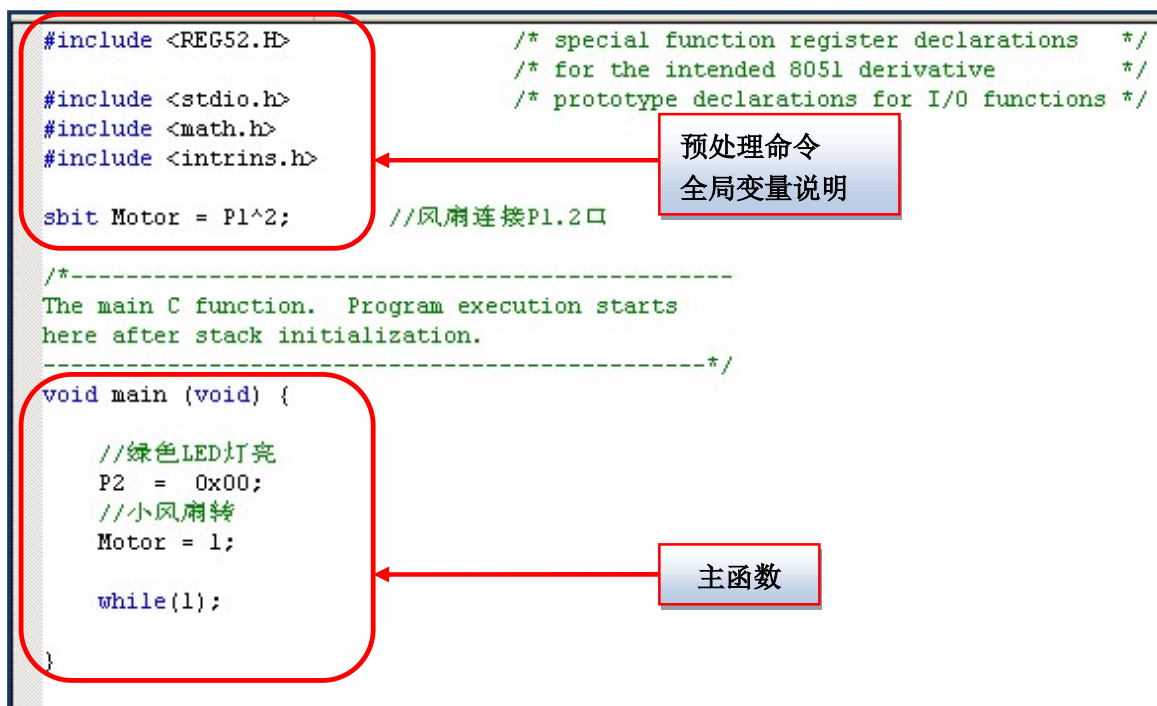


图 5-12 范例程序

(2) KeilC51 能够识别的数据类型

KeilC51 能够识别的数据类型如表 5.1 所示, 编程时应注意选择合适的数据类型, 否则在程序执行时可能会出错。

图 5.1 KeilC51 能够识别的数据类型

数据类型	长 度	值 域
unsigned char	单字节	0~255
char	单字节	-128~127
unsigned int	双字节	0~65536
int	双字节	-32768~32767
unsigned long	四字节	0~4294967295
long	四字节	-2147483648~2147483647
float	四字节	$\pm 1.175494\text{E}-38 \sim \pm 3.402823\text{E}+38$
*	1~3 字节	对象的地址
bit	位	0 或 1
sfr	单字节	0~255
sfr16	双字节	0~65536
sbit	位	0 或 1

(3) 中断服务函数与寄存器组定义

Keil C51 编译器支持在 C 语言源程序中直接编写 8051 单片机的中断服务函数程序, 一般形式如下。

函数类型 函数名(形式参数表) [interrupt n] [using n]

关键字 `interrupt` 后面的 `n` 是中断号, `n` 的取值范围为 0~31。编译器从 `8n+3` 处产生中断向量, 具体的中断号 `n` 和中断向量取决于 8051 系列单片机芯片型号。关键字 `using` 用来选择 8051 单片机中不同的工作寄存器组。`using` 后面的 `n` 是一个 0~3 的常整数, 分别选中 4 个不同的工作寄存器组。KeilC51 中常用中断号与中断向量如表 5.2 所示。

图 5.2 KeilC51 中常用中断号与中断向量

中断号 <code>n</code>	中 断 源	中断向量 <code>8n+3</code>
0	外部中断 0	0003 _H
1	定时器 0	000B _H
2	外部中断 1	0013 _H
3	定时器 1	001B _H
4	串行口	0023 _H