

# 第 1 篇

## 知识准备篇

本篇是单片机学习的入门篇，共4章，包括单片机概述、开发准备、硬件基础知识和单片机基本原理。其中单片机概述主要从单片机的概念、发展、分类、特点和用途几方面让读者对单片机有一个初步认识，并就如何学习单片机从多年教学经验积累给出了学习建议；开发准备包括开发环境的详细安装过程、开发流程及主要工具的使用说明、开发语言C51的常用数据类型讲解，并从实际项目开发的角度给出了一些注意事项说明；硬件基础知识主要介绍了LY-51S开发板的基本结构以及板载的几类常用器件；基本原理部分主要介绍了单片机的内部结构、外部引脚、时序、最小系统和存储器系统。

对于单片机的学习，一定要将理论与实践相结合，通过实践强化理解单片机的工作原理和使用方法。

通过本篇的学习，读者首先对硬件开发板有了初步认识，了解开发过程和开发工具的使用，为后续基础功能篇的学习做好软硬件准备。

- ◎ 单片机概述
- ◎ 开发准备
- ◎ 硬件基础知识
- ◎ 单片机基本原理



# 第 1 章 单片机概述

## [单元概述]

本章作为教材的第一单元,主要介绍了单片机的基本概况。通过本章的学习,读者将了解单片机的基本概念、主要发展阶段、单片机的特点和主要用途。同时就如何学习单片机,对于初学者给出了一些学习建议。

## [单元内容]

- (1)单片机的基本概念
- (2)单片机的发展阶段
- (3)单片机的特点
- (4)单片机的用途
- (5)单片机的学习方法

## [重点与难点]

**重点:**

- (1)单片机的基本概念。
- (2)单片机的学习方法。

**难点:**理解单片机与 CPU 的区别。

**学习指导建议:**作为开始学习单片机知识准备的第一章,本章主要是了解单片机并理解单片机与微机系统中 CPU 的区别。首先是学习兴趣。读者可以通过教材中介绍的单片机的一些主要用途,到网上自行查阅更多的资料,通过丰富的案例来发掘单片机的强大之处,激发对单片机的学习兴趣。其次是学习方法。教材中提到的三种学习方法,需要读者在整个学习过程中不断地应用,多看、多写、多实践。多看有助于理解,同时也能开阔眼界。践行“知行合一”,理论指导实践、实践加深理论理解,二者相辅相成。最后通过学习效果测评模块,检验学习效果。建议:画出本章知识的思维导图。

## 1.1 什么是单片机

单片机中文名字的全称叫“单芯片微型计算机”<sup>[1]</sup>。看到这里大家可能会想：一块芯片就相当于一台计算机吗？计算机大家都比较熟悉，下面通过对比计算机的硬件资源和单片机的资源，简单了解一下单片机。

如图 1-1 和图 1-2 对比所示，除去外围设备，一块单片机的资源几乎相当于一台计算器的硬件资源了。

本节内容先知道，  
请扫描下方二维码，  
观看本节慕课吧！

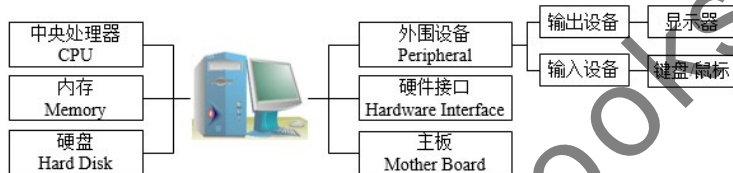


图 1-1 计算机硬件结构图

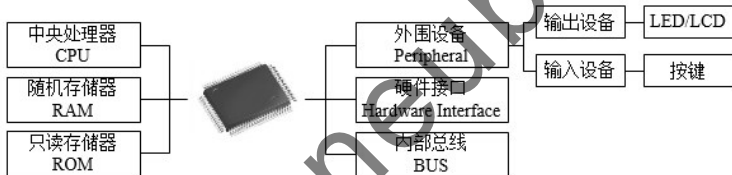


图 1-2 单片机系统结构图

把微型计算机中的微处理器、存储器、I/O 接口、定时/计数器、串行接口、中断系统等电路集成到一个集成电路芯片上形成的微型计算机，因而被称为“单片微型计算机”<sup>[2]</sup>，简称单片机，常用英文字母缩写 MCU 表示。形象表述单片机就是一个芯片，芯片内部的程序可以更改，不同的程序运行不同功能。它的体积小、质量轻、价格便宜，为学习、应用和开发提供了便利条件。同时，学习使用单片机是了解计算机原理与结构的最佳选择。

## 1.2 单片机的发展

可分为三个主要阶段：

### 1. 单芯片微机形成阶段

1976 年，Intel 公司推出了 MCS-48 系列单片机：8 位 CPU、1K 字节 ROM、64 字节 RAM、27 根 I/O 口线和 1 个 8 位定时/计数器。

特点：存储器容量较小，寻址范围小（不大于 4K），无串行接口，指令系统功能不强。

### 2. 性能完善提高阶段

1980 年，Intel 公司推出了 MCS-51 系列单片机：8 位 CPU、4K 字节 ROM、128 字节 RAM、4 个 8 位并口、1 个全双工串口、2 个 16 位定时/计数器。寻址范围 64K，并有控制功

能较强的布尔处理器。

特点:结构体系完善,性能已大大提高,面向控制的特点进一步突出。现在,MCS-51 已成为公认的单片机经典机种。

### 3. 微控制器化阶段

1982 年,Intel 公司推出了 MCS-96 系列单片机。芯片内集成:16 位 CPU、8K 字节 ROM、232 字节 RAM、5 个 8 位并口、1 个全双工串口、2 个 16 位定时/计数器。寻址范围 64K,片上还有 8 路 10 位 ADC、1 路 PWM 输出及高速 I/O 部件等。

特点:片内面向测控系统外围电路增强,使单片机可以方便灵活地用于复杂的自动测控系统及设备。“微控制器”的称谓更能反映单片机的本质。

单片机的发展趋势:

#### (1) 低功耗 CMOS 化

80C51 就采用了 HMOS(高密度金属氧化物半导体工艺)和 CHMOS(互补高密度金属氧化物半导体工艺)。更适合于在要求低功耗,比如电池供电的场合。

#### (2) 微型单片化

要求体积小、重量轻、具有多种封装形式,其中 SMD(表面封装)越来越受欢迎,使得由单片机构成的系统正朝微型化方向发展。

#### (3) 主流与多品种共存

在一定的时期内,以 C8051 为核心的单片机占据半壁江山,各品种单片机陆续侵占市场的情形将得以延续,将不存在某个单片机一统天下的垄断局面,走的是依存互补、相辅相成、共同发展的道路。

## 1.3 单片机的特点

MCS-51 系列单片机的基本组成和基本工作原理与一般的微型计算机相同,但在具体结构和处理过程上又有自己的特点,其主要特点如下:

### 1. 存储器结构

单片机的存储器采用哈佛(Harvard)结构。存储器结构一般有两种:冯·诺依曼结构[也叫普林斯顿(Princeton)结构]和哈佛(Harvard)结构。通用微型计算机一般采用冯·诺依曼结构,将程序和数据合用一个存储空间,取指令和取操作数都在同一总线上,通过分时复用的技术进行,缺点是在高速运行时,不能达到同时取指令和取操作数,从而形成了传输过程的瓶颈;单片机一般采用哈佛结构,将程序和数据存储在不同的存储空间,每个存储器独立编址、独立访问,目的是为了减轻程序运行时的访问瓶颈。

### 2. 芯片引脚

单片机的引脚大部分采用分时复用技术。单片机芯片内集成了较多的功能部件,需要的引脚信号较多。但由于工艺和应用场合的限制,芯片上引脚数目又不能太多。为解决实际的引脚数和需要的引脚数之间的矛盾,一根引脚往往设计了两个或多个功能。每根引脚在当前起什么作用,由指令和当前机器的状态来决定。

### 3. 内部资源访问

单片机对内部资源的访问采用特殊功能寄存器(SFR)的形式。单片机中集成了微型计算机的微处理器、存储器、I/O接口、定时/计数器、串行接口、中断系统等电路。用户对这些资源的使用是通过对相应的SFR进行访问来实现的。

### 4. 指令系统

单片机采用面向控制的指令系统。为了满足控制系统的要求,单片机有很强的逻辑控制能力。在单片机内部一般都设置有一个独立的位处理器,又称为布尔处理器,专门用于位运算。

### 5. 全双工串行接口

单片机的内部集成了一个全双工的串行接口。通过这个串行接口,可以方便地与其他外设进行通信,也可以与其他的单片机或微型计算机通信,组成计算机分布式控制系统。

### 6. 外部扩展能力

单片机有很强的外部扩展能力。在内部的各功能部件不能满足应用系统要求时,单片机可以方便地在外部扩展各种电路或模块,它能与很多通用的微机接口芯片兼容,以此来满足对单片机系统的资源需求。

## 1.4 单片机的用途

单片机是典型的嵌入式微控制器(Microcontroller Unit),是一种可通过编程控制的微处理器,它最早是被用在工业控制领域。

目前单片机渗透到生活的各个领域,几乎很难找到哪个领域没有单片机的踪迹。导弹的导航装置电路板,飞机上各种仪表的控制,计算机的网络通信与数据传输,工业自动化过程的实时控制和数据处理,广泛使用的各种智能IC卡,民用豪华轿车的安全保障系统,录像机、摄像机、全自动洗衣机的控制,以及程控玩具、电子宠物等等,这些都离不开单片机。更不用说自动控制领域的机器人、智能仪表、医疗器械以及各种智能机械了。因此,单片机的学习、开发与应用将造就一批计算机应用与智能化控制的科学家、工程师。

## 1.5 如何学习单片机

当今单片机种类繁多,配套的教材和资料多不胜数,学习哪种单片机?如何学习单片机?成为初学者的选择难题。

作者多年来一直从事单片机及物联网领域的教学和实践指导,总结如下经验:

(1)51单片机是基础,最早投入实际应用,资料多、可借鉴产品广泛。

(2)学习单片机需要“三多”:多看、多写、多实践。

①多看。通过读别人的电路图和程序,可以学习他们的思路和设计方法。

②多写。能看懂电路和程序是第一步,下一步是独立编写程序。自己编写的程序可能

会出现诸多错误,通过检查、修改这些错误,积累足够的经验。

③多实践。开发板是学习和实践的最好工具,利用这个工具,让它帮助你更快地了解并掌握知识。单片机是硬件和软件结合的产品,所以不能忽略其中任何一个,程序一定要根据对应的硬件来写,不要随便从网上下载个程序直接下载到板子上运行,然后发现开发板上没有对应的效果就怀疑是硬件出了问题。单片机不是电脑主板,尤其是单片机开发板,它们的通用性并不高,对应的程序也是有差别的,但差别不大,需要根据硬件连线修改程序。一般的单片机芯片可以反复擦写上万次,有的数十万次,一个单片机芯片不过几元钱,所以不要担心芯片损坏而不敢去反复烧写程序,开发板就是帮助我们学习开发的工具。

单片机种类繁多,如何选择也成为困扰初学者的一个难题。一般来说,单片机的原理都是相通的,所以应该首先学习最基础的单片机类型。基础的单片机经过了长期的应用,其资料和应用案例较多,可以借鉴的范围广。比如 51 单片机,存在几十年,现在仍有多个厂家使用 51 核心,国内的 STC 公司是国产 51 的代表,近几年也取得长足的进步。这种单片机价格低廉、经济门槛低,是非常适合初学使用的。之后的学习扩展就需要根据实际需要,我们不可能也不需要学习所有单片机,在应用过程中根据自己的使用习惯和价格等因素选择合适的单片机进行专业学习和开发。一般每种单片机都有多种分类,它们的核心是相同的,功能、存储容量、引脚数量、电压等级可能会有差别,只要学会其中的核心部分,其他的举一反三就比较容易掌握了。

经典的 51 单片机适合小型的控制场合,由于其内存和闪存的容量限制,不能运行大型的程序,也不适合运行操作系统。当前比较流行的 ARM 核有几种高速 32 位单片机,比如 Cortex-M3、Cortex-M0 等,这种单片机自身集成的功能多,包括各种硬件端口,比如 I<sup>2</sup>C、SPI、SDIO、USB、CAN 等硬件接口;内存和闪存也有很大提升,可以运行一些剪裁的小型操作系统,比如  $\mu$ C/OS、 $\mu$ C/Linux 等。还有多种其他的 8 位、16 位、32 位单片机,比如 8 位的 AVR,由于 Arduino 使用该单片机做了二次应用,使得 AVR 在全球范围内又掀起了一股热潮。Arduino 是类似于 PLC 的二次应用,但比 PLC 可以自由支配的功能更多,没有任何单片机基础的朋友也可以很快学会并能应用。Arduino 针对创意和奇特产品的 DIY,所以在“玩”的圈子里占有极其重要的地位,感兴趣的读者可以去深入了解 Arduino。

## 1.6 本章小结

本章共分为 5 个小节。1.1 节采用类比的方式,通过对比计算机硬件结构与单片机结构,让读者理解什么是单片机。1.2 节介绍了单片机的三个主要发展阶段和发展趋势。1.3 节介绍了 MCS-51 系列单片机的主要特点。1.4 节简单介绍了单片机的主要用途。1.5 节介绍了单片机的学习方法。单片机是一款应用性很强的集成芯片,只有通过开发板多实践才能真正掌握如何应用单片机。

通过本章内容的学习,读者应理解到底什么是单片机,它都能做什么。

## 1.7 学习效果测评

### 1.7.1 测试题

#### 【1】选择题

- 单片机的中文全称是\_\_\_\_\_。  
 (A)单芯片微处理器 (B)单芯片微型计算机  
 (C)单芯片微控制器 (D)中央处理器
- 单片机的英文缩写是\_\_\_\_\_。  
 (A)CPU (B)MPU  
 (C)MCU (D)MDU
- 不属于单片机内部资源的是\_\_\_\_\_。  
 (A)单定时器/计数器 (B)中断系统  
 (C)串口 (D)数码管
- 不属于单片机常用外设接口设备的是\_\_\_\_\_。  
 (A)步进电机 (B)继电器  
 (C)蜂鸣器 (D)输入/输出接口
- 以下作品使用单片机能做出来的有哪些\_\_\_\_\_。(多选)  
 (A)智能避障车 (B)音乐播放器  
 (C)扫地机器人 (D)智能手杖

#### 【2】问答题

- 什么是单片机?
- 单片机的存储器与通用微型计算机的存储器有什么区别?
- 单片机芯片上的引脚数目不能太多,如何解决实际的引脚数和需要的引脚数之间的矛盾?
- 单片机中集成了存储器、I/O接口、定时/计数器等多种资源,用户如何访问这些资源?

### 1.7.2 评估表

本章重要知识点/技能点	掌握程度	已掌握内容	待加强内容	学习反思
单片机的基本概念				
单片机的特点				
单片机的用途				
单片机的学习方法				

## 第 2 章 开发准备

### [单元概述]

本章内容主要是为单片机的实践环节做准备。通过本章的学习,读者将了解单片机实践的开发环境,熟悉软件的安装方法和开发环境的使用,熟悉程序的开发流程以及编程语言 C51。

### [单元内容]

- (1)开发环境安装
- (2)开发流程介绍
- (3)开发语言 C51

### [重点与难点]

**重点:**

- (1)单片机的开发流程。
- (2)C51 的数据类型及常用头文件。

**难点:**

- (1)掌握 C51 中扩充数据类型 bit 和 sbit 的使用。
- (2)理解头文件 reg51. h/reg52. h。

**学习指导建议:**对于开发环境的安装,读者可以通过观看慕课视频自行安装,并结合视频演示,通过 Keil 软件完成工程创建的全过程,并下载运行一个样例程序,观看运行效果。关于开发语言 C51,主要的使用方法与传统 C 语言基本一样,在数据类型上多了 4 种扩充类型,读者可以通过教材中的案例加深理解。最后通过学习效果测评模块,检验学习效果。建议:画出本章知识的思维导图。

第一次使用单片机开发板,首先需要做一下概括的了解。

(1)单片机就是一个芯片,里面需要有程序才能运行,然后才能实现不同功能。因此需要一个可以运行的程序下载(烧写)到单片机里面。就像把歌曲拷贝到 MP3 随身听中,MP3 随身听才能播放歌曲。单片机和 MP3 随身听有以下相同点和不同点:

**相同点:**

- ①可以反复下载。想换首 MP3 音乐只需要再次下载;单片机也可以重复下载不同



程序。

②都有容量限制。只能下载小于容量的内容。

不同点：

单片机每次只能下载 1 个程序，下载第二个程序后第一个程序就自动被清除了。

(2)程序下载需要一个硬件工具，称之为下载器或烧写器。不同单片机有不同的下载器。能下载多种单片机程序的设备叫专用编程器。下载器类似于读卡器，通过读卡器可以把 MP3 文件经由 USB 口拷贝到 SD 卡或者 TF 卡里面，下载器需要专用的下载软件支持才能把可执行程序下载到单片机中。

(3)开发程序的软件叫 IDE(Integrated Development Environment, 集成开发环境)。IDE 软件是用于程序开发的应用程序，一般包括代码编辑器、编译器、调试器和图形用户界面工具，也就是集成了代码编写功能、分析功能、编译功能、调试功能等一体化的开发软件。绝大部分这种软件需要在 PC 机(电脑)上运行。

## 2.1 开发环境

### 2.1.1 硬件连接

如图 2-1 所示，将 USB 线的方口端连接到单片机主板。该 USB 线有三个作用：主板供电、程序下载和串口通信(仅用于串口下载芯片，比如 STC 系列)。

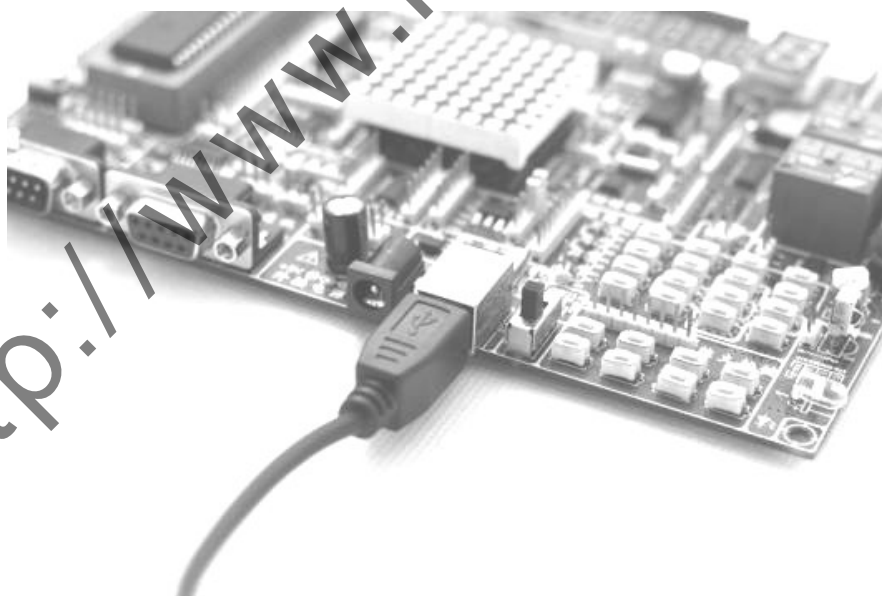


图 2-1 USB 线与主板连接

单片机的放置方向如图 2-2 所示。

如图 2-3 所示，锁紧插座的手柄抬起时处于锁松状态，此时可以取下或者安装芯片；手柄按下时处于锁紧状态，此时开发板可以正常使用。

本节内容先知道，  
请扫描下方二维码，  
观看本节慕课吧！





图 2-2 单片机放置方向

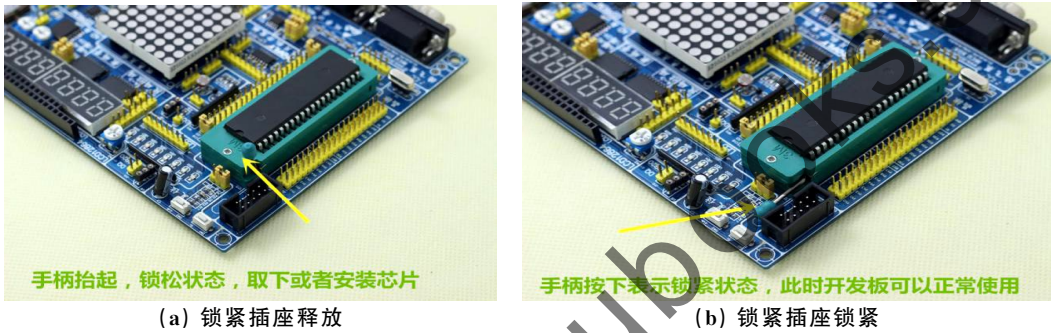


图 2-3 锁紧插座的释放与锁紧

### 2.1.2 下载器驱动安装

将 USB 线的另一端扁口端插入电脑的 USB 口, 出现如图 2-4 所示信息, 单击“取消”, 需要手动安装驱动程序。下面介绍两种手动安装方法。

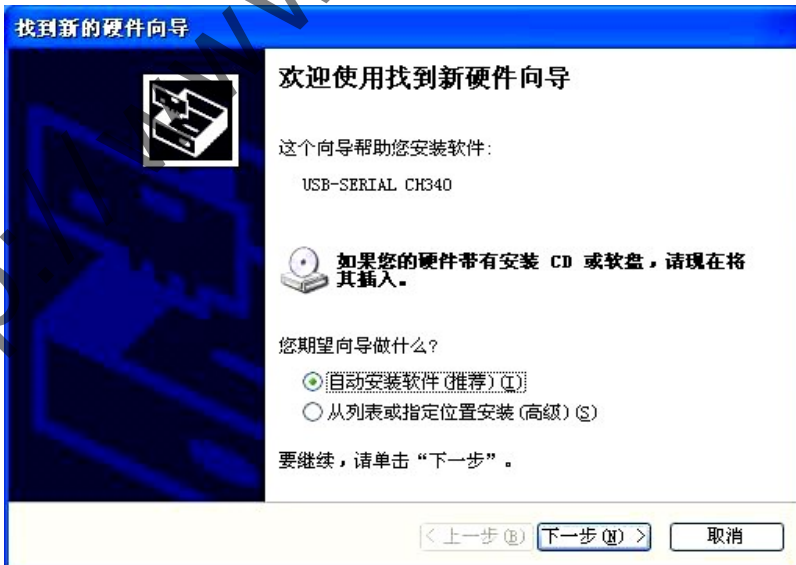


图 2-4 新硬件向导图

方法一: 打开 CH341 文件夹(驱动程序文件夹内), 双击安装驱动, 出现如图 2-5 所示界面, 单击左侧“安装”按钮。



图 2-5 驱动安装界面

驱动安装成功后,出现如图 2-6 所示界面。



图 2-6 驱动安装成功界面

方法二:右击“我的电脑”→“属性”→“设备管理器”,启动设备管理器对话框。驱动安装前,在设备管理器对话框的“其他设备”中出现黄色警告符号的端口提示,如图 2-7 所示。



图 2-7 PC 插入 USB 后驱动安装前

右击“USB2.0-Serial”→“更新驱动程序”→“浏览我的计算机以查找驱动程序软件”→

“浏览”，找到并选中驱动文件目录 CH341SER，单击“确定”完成驱动安装。具体操作步骤如图 2-8(1)~图 2-8(5)所示。



图 2-8(1) 选择更新驱动程序



图 2-8(2) 浏览我的计算机以查找驱动程序软件



图 2-8(3) 浏览找驱动程序文件



图 2-8(4) 选中驱动文件目录 CH341SER



图 2-8(5) 驱动安装成功界面

如何验证串口驱动安装是否正确呢？再一次打开“设备管理器”，在“端口”处显示 USB-SERIAL CH340(COM 口)字样，如图 2-9 所示，否则表明驱动不正确。其中 COM 后面的数字代表虚拟串口号，记住这个数字，后面进行程序下载时会使用到该 COM 口。

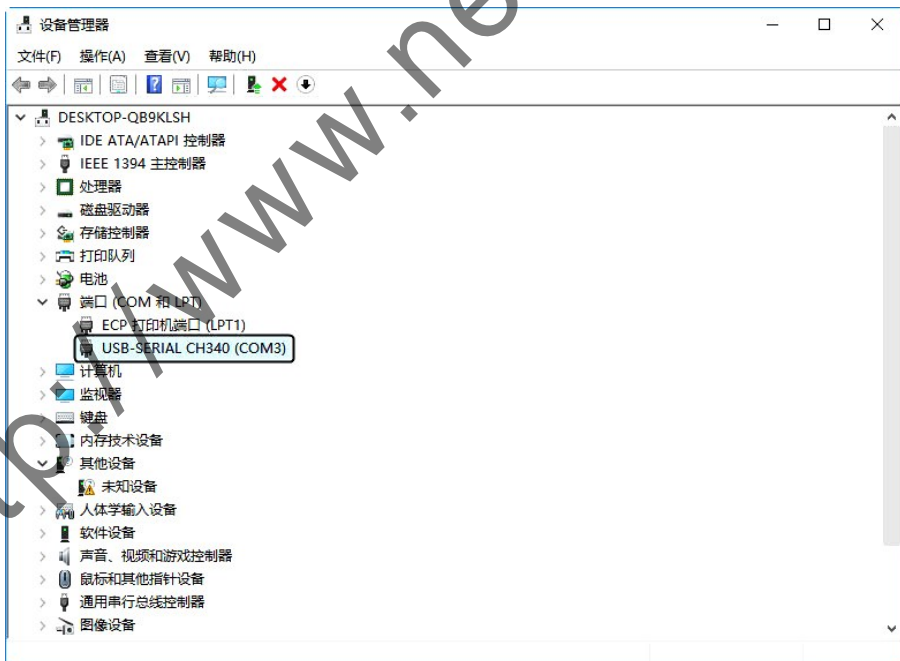


图 2-9 驱动安装后识别出虚拟串口号

**【注意】**Win7/Win8/Win10 操作系统会自动安装驱动程序，系统根据芯片型号自动上网搜索，前提是必须连接互联网。如果提示驱动未正确安装，按照上述手动安装方法操作即可。

有部分 Win7 以上系统不能正确安装驱动程序,一种是驱动版本低,不支持该系统,需要去芯片的官网下载最新驱动;另外一种系统是系统有管理权限,需要使用管理员权限进行安装。

## 2.1.3 程序下载软件安装与使用

### 1. 程序下载软件的安装

本教材使用的是德飞莱最新版 51 开发板,通过串口 ISP(In-System Programming,在线系统编程)方式下载程序,配套的下载软件版本是 stc-isp-15xx-v6.85I(或者更高版本)。找到可执行文件,以“管理员身份运行”即可启动软件,ISP 软件主界面如图 2-10 所示。

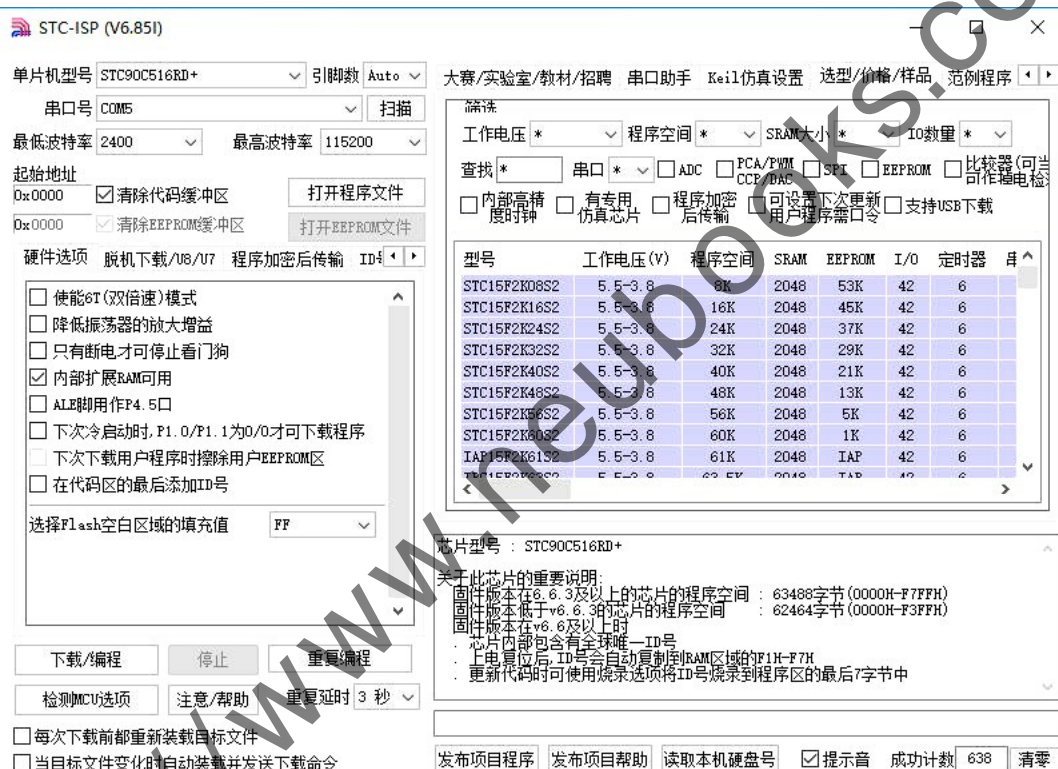


图 2-10 ISP 软件主界面

如果使用的是德飞莱低版本开发板,或者其他厂家的开发板,手里的下载软件是非安装版的压缩文件,安装方法是打开 STC-ISP 软件(如果不能正常打开请去官方网站 <http://www.stc89c.com/> 下载其他安装版本安装),双击安装图标(图 2-11),启动自解压界面(图 2-12)。

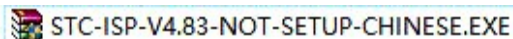


图 2-11 ISP 安装图标

将 ISP 下载软件解压到指定文件夹(记住文件夹路径),进入文件夹找到对应的 exe 文件,如图 2-13 所示,双击打开 STC\_ISP\_V483.exe 可执行文件(或者右键以“管理员身份运行”),ISP 启动界面如上图 2-10 所示。一般为了使用方便,单击右键→发送到→桌面快捷方式,建立桌面快捷图标。

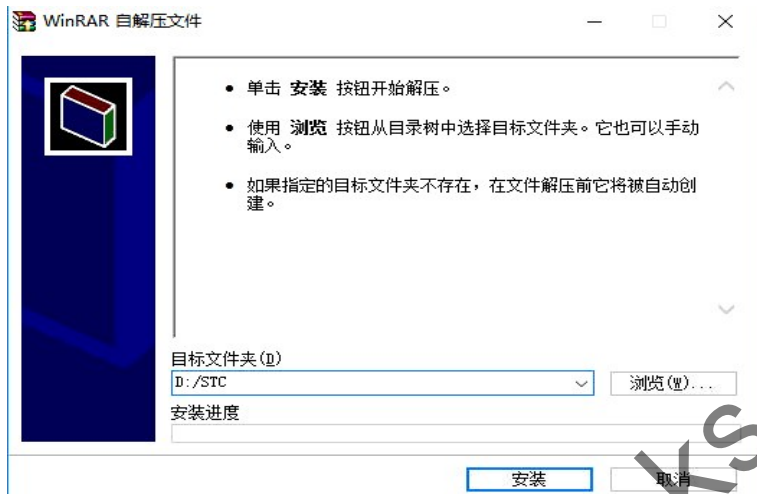


图 2-12 ISP 自解压界面



图 2-13 ISP 软件位置

如果此时你的软件不能打开或者提示缺少插件,说明电脑系统不能兼容,请去 STC 官方网站下载安装版本,或者参考 STC 官方声明下载缺少的插件。Win7/Win8/Win10 系统如果提示缺少“XXXX 插件”,只需要在软件图标上单击右键→使用管理员身份打开即可,以后就能正常模式打开软件了。

## 2. 程序下载软件的使用

如图 2-14 所示,按照第①~④的顺序进行操作,具体操作如下。

**【注意】**在单击“下载/编程”按钮之前,第①~③的操作顺序没有影响。第一次设置好之后,一般第①步的设置在下一次启动软件时会默认记住。由于每次下载线可能插入的 PC 机 USB 端口不同,要检查第③步的串口号是否正确,否则下载失败。





②加载可执行文件。打开需要烧写到单片机里的可执行文件,即“.hex”文件(例如:LY-51S 开发板配套资料→5、配套程序→LY-51S C 语言程序→14-花样灯→obj 文件夹→花样灯.hex),文件位置如图 2-16 和图 2-17 所示。

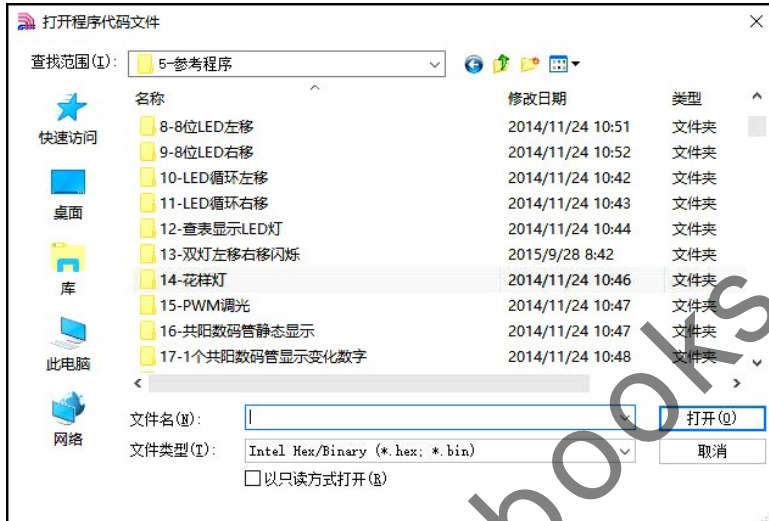


图 2-16 程序所在文件夹



图 2-17 打开 .hex 烧录文件

③选择 COM 口。安装驱动程序时虚拟出来的 COM 口(到电脑设备管理器里查看,本例为 COM3,如图 2-18 所示)。

④程序下载。单击“下载/编程”,先关掉电源,稍等片刻打开电源,等待下载完成,这个过程称为“冷启动”。下载过程如图 2-19~图 2-21 所示,也有不同版本的下载软件在下载过程中显示蓝色下载进度条。



图 2-18 选择串口

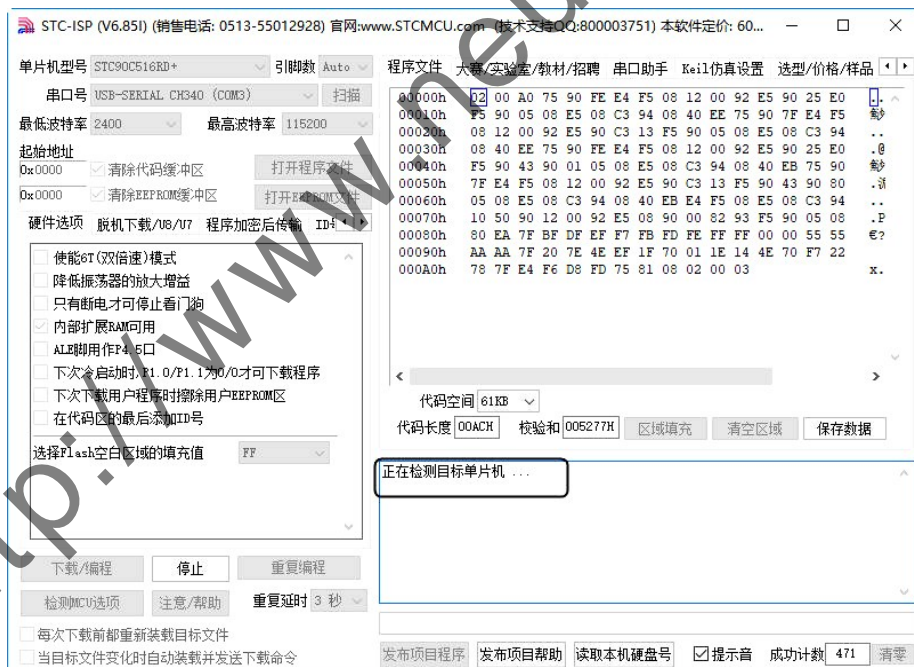


图 2-19 等待硬件冷启动(关闭再打开电源)

注意:上述第④步的操作顺序非常重要。

**【冷启动】**单击“下载/编程”按钮前开发板电源是关闭的,单击“下载/编程”按钮后,大概1秒钟,打开开发板电源,右下角下载窗口显示进度状态或蓝色进度条,并有提示音表示下载成功。



图 2-20 程序下载中

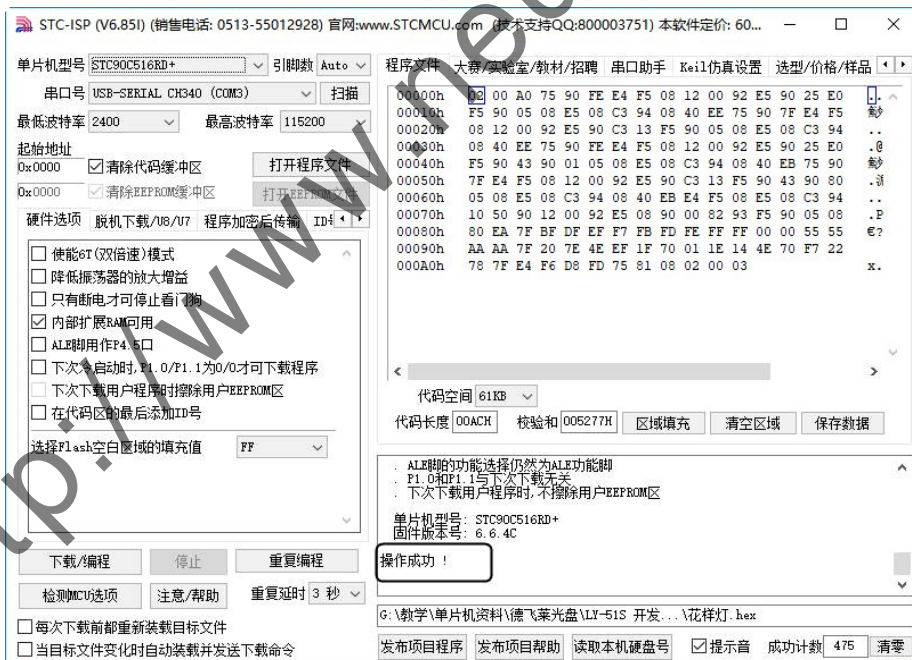


图 2-21 程序下载成功

如果右下角下载窗口提示“仍在连接中,请给 MCU 上电……”,ISP 软件出现长期不动作现象,请检查以下几点:

- ①第④步开关顺序不正确;
- ②串口没有选择正确;

- ③ 串口线或者 USB 线没有连接好；
- ④ 晶振没有插紧(主板左下角)；
- ⑤ 单片机芯片没有放置端正(不要放偏)；
- ⑥ 软件不兼容,去 STC 官网下载最新版本；
- ⑦ 最低波特率调至 1200；
- ⑧ P1.0、P1.1 引脚用杜邦线接地(GND,电源负极)重新下载。

## 2.1.4 集成开发环境安装与使用

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 提供了包括 C 编译器、宏汇编、链接器、库管理和一个功能强大的仿真调试器等在内的完整开发方案,通过一个集成开发环境( $\mu$ Vision)将这些部分组合在一起。如果你使用 C 语言编程,那么 Keil 几乎就是你的不二之选,即使不使用 C 语言而仅用汇编语言编程,其方便易用的集成环境、强大的软件仿真调试工具也会令你事半功倍。

关于集成开发环境 Keil  $\mu$ Vision 的版本,Keil 公司目前发布的最高版本是 Keil  $\mu$ Vision5。具体使用哪个版本读者可以依据自己的喜好选择,本教材使用 Keil  $\mu$ Vision2。

### 1. Keil C51 的安装

读者自行下载 Keil 软件,找到 Setup.exe 可执行安装文件,安装欢迎界面如图 2-22 所示,三个按钮:安装、更新、卸载,选择第一个“安装”。

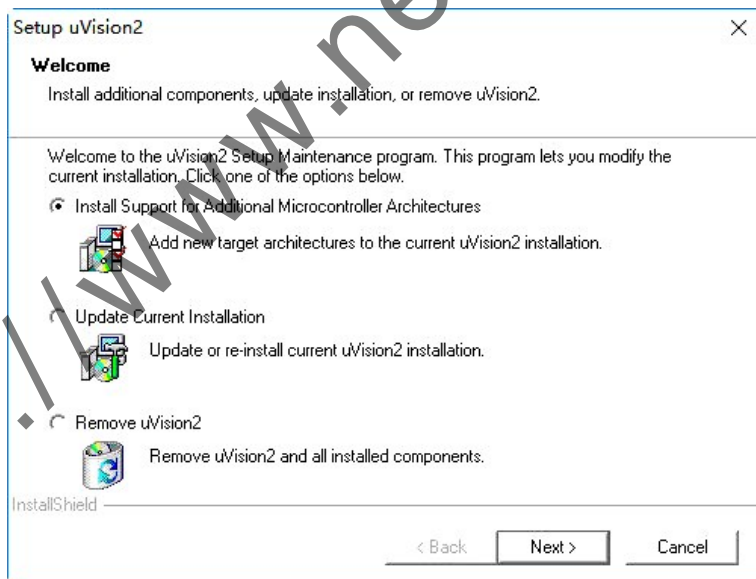


图 2-22 程序下载成功

安装版本选择如图 2-23 所示,有两个版本供选择:Eval(评估版)和 Full(完整版)。Eval 版本有 2K 代码限制,这里选择“Full”版本安装。

单击“Browse”按钮选择安装路径,如图 2-24 所示。这里选择 D:\Keil,然后单击“Next”。

**【注意】**安装路径读者可以选择自己习惯放置的位置,建议安装到非中文路径下。



图 2-23 安装版本选择界面

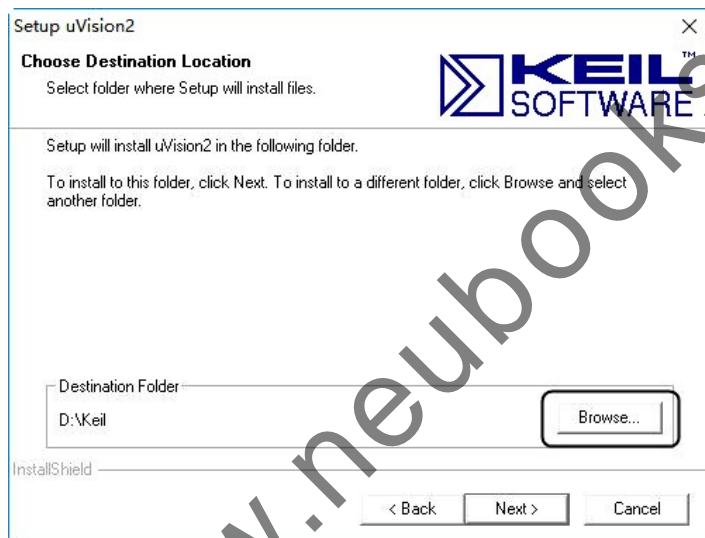


图 2-24 安装路径选择界面

安装过程如图 2-25 和图 2-26 所示,安装完成界面如图 2-27 所示。

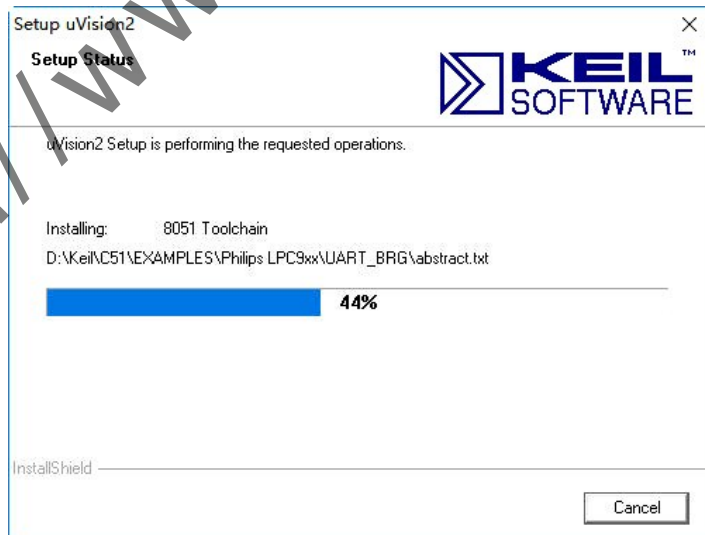


图 2-25 安装过程 1



图 2-26 安装过程 2

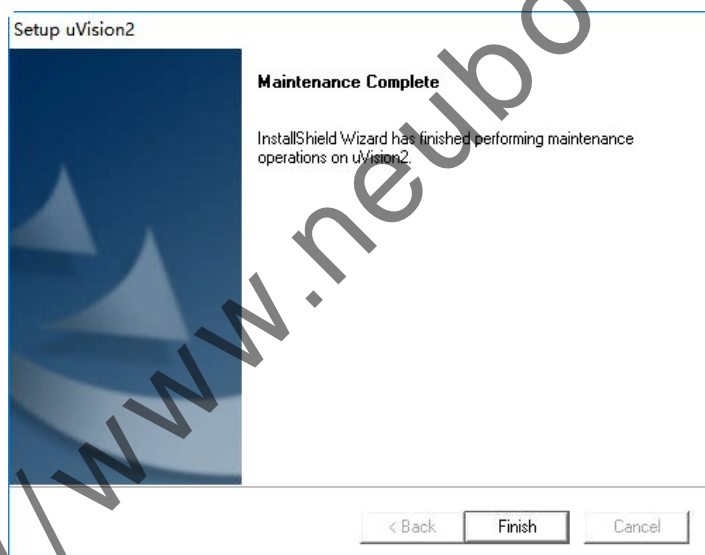



图 2-27 安装完成

## 2. Keil C51 的使用

### (1) 软件启动

双击打开桌面上  图标,或者右击图标→以管理员身份运行,Keil 启动界面如图 2-28 所示。

### (2) 窗口分区

如图 2-28 所示,Keil 软件主要分为 5 个区:菜单栏,工具栏,项目管理器窗口,编辑窗口,信息输出窗口。

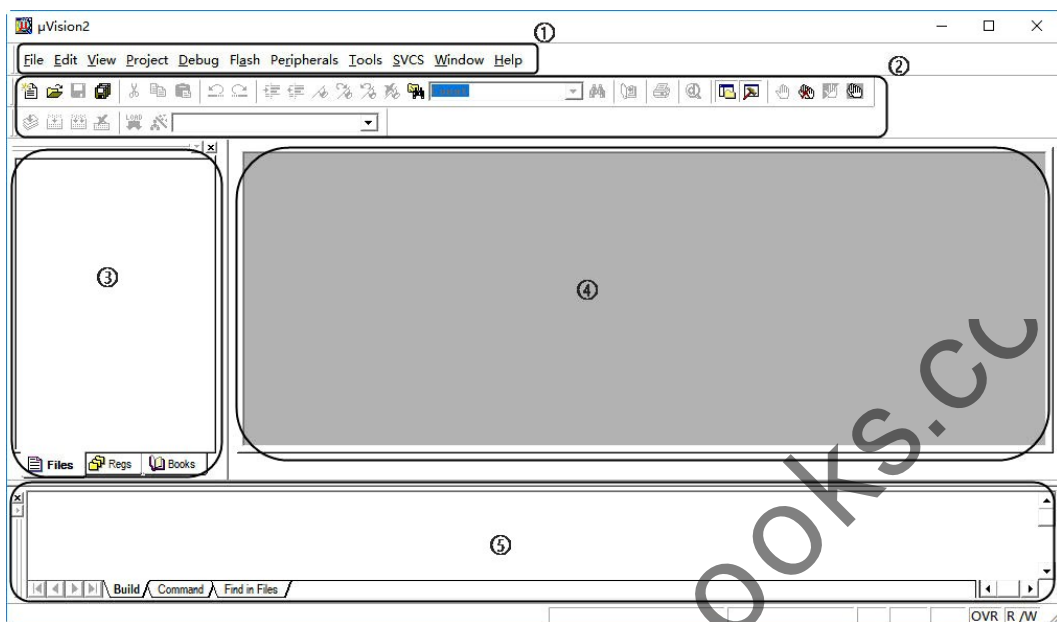



图 2-28 Keil 启动界面


### (3) 常用按钮

#### ① 窗口的显示或隐藏


 按钮:显示或隐藏项目管理窗口。重复单击该按钮,观察窗口变化情况。


 按钮:显示或隐藏输出信息窗口。进行程序编译时,在输出信息窗口可以查看被编译的文件有哪些、程序代码是否有错误(错误或警告个数、错误或警告提示)、编译是否成功、是否生成了单片机烧写文件、生成文件的大小等。重复单击该按钮,观察窗口变化情况。

#### ② 文件操作


 按钮:创建新文件。


 按钮:打开已经存在的文件。


 按钮:保存当前文件。如果是新建文件,单击保存之后,提示输入保存文件名和文件类型。注意:文件后缀需要手动输入,比如保存为 C 文件的写法:test.c。

 按钮:保存所有文件。

#### ③ 程序编译


 按钮:编译正在操作的文件,用于错误检测,不产生可执行文件。

 按钮:编译修改过的文件,并生成应用程序供单片机直接下载。

 按钮:重新编译当前工程中的所有文件,并生成应用程序供单片机直接下载。因为一个工程不止有一个文件,当有多个文件时,可使用此按钮进行编译。



#### ④工程设置

 按钮:打开【Options for Target】对话框,如图 2-29 所示,进行工程选项设置。要想生成能够直接下载的单片程序文件,需要在 Output 选项卡中选中“Create HEX File”。

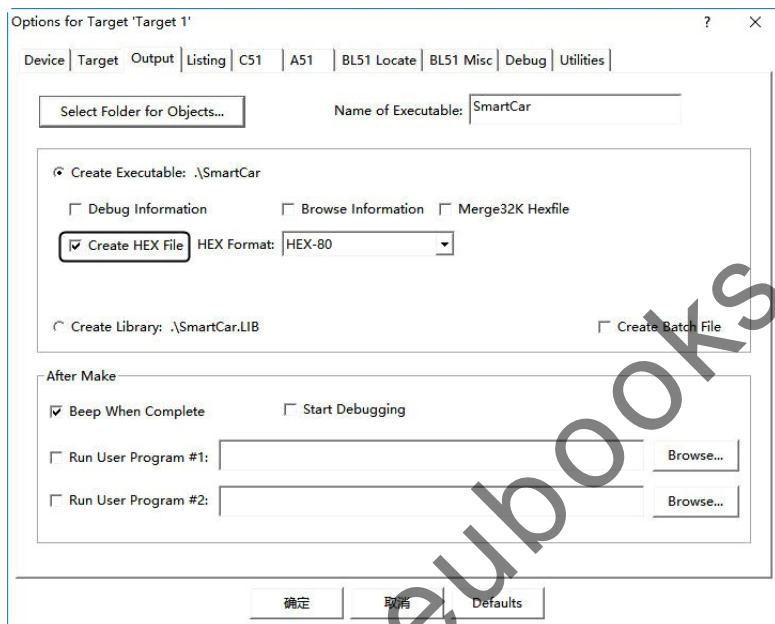



图 2-29 工程设置对话框

#### ⑤程序调式

 按钮:启动/停止调试模式。重复单击该按钮,观察窗口变化情况。

 按钮:设置/取消断点。将光标放置到可以设置断点的行,该按钮会生效,否则无效。反复单击该按钮,光标所在代码行首会有一个“红色”标记出现/消失。

 按钮:取消已经设置的所有断点。

以上是使用频率较多的几个按钮,这些按钮的功能也可以通过菜单栏启动,放到工具栏中方便使用。还有一些调试按钮具体用到时再介绍。

## 2.2 开发流程

### 2.2.1 Keil C51 工程创建及程序编译

#### 1. 新建工程

双击桌面 Keil 图标启动软件,单击菜单项 Project→New Project,如图 2-30所示操作。弹出新建工程对话框,如图 2-31 所示,①为工程存放位置,②为工程名。

本节内容先知道,  
请扫描下方二维码,  
观看本节慕课吧!



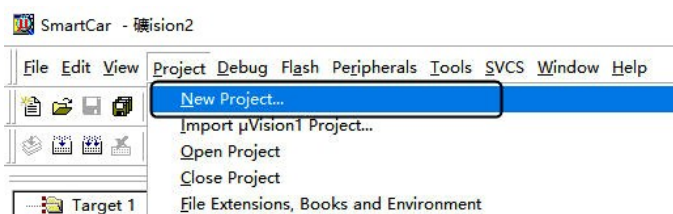


图 2-30 新建工程操作

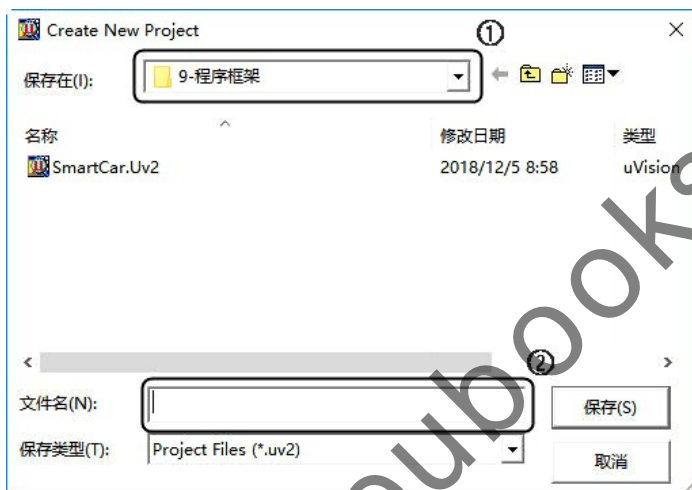


图 2-31 新建工程对话框

**【注意】**尽量单独建立一个文件夹存放一个工程,方便管理。本例中首先建立了 Keil Programme 文件夹,用于存放所有单片机程序。在其下面又建立了 test 文件夹,用于存放新建立的 test1 工程,如图 2-32 所示,单击“保存”。

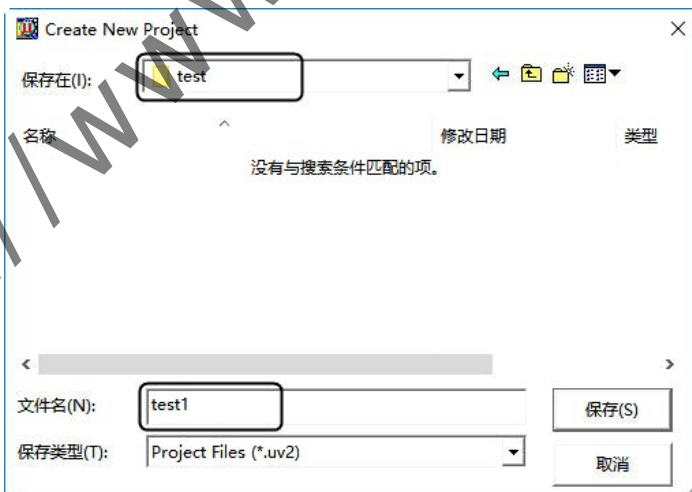


图 2-32 新建工程存放位置及文件命名

保存之后会弹出 CPU 选型对话框,如图 2-33 所示,显示的是各厂商的名字,这里选择 Atmel。点开“+”,会显示该厂商支持的各种具体型号的 CPU,如图 2-34 所示(右侧提示选定芯片的内部资源信息),这里选择 AT89S52,单击“确定”。

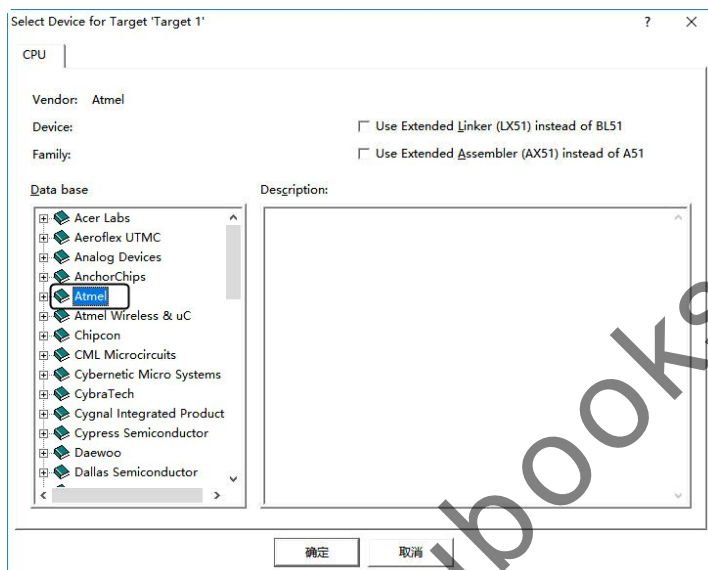


图 2-33 选择 CPU 厂商

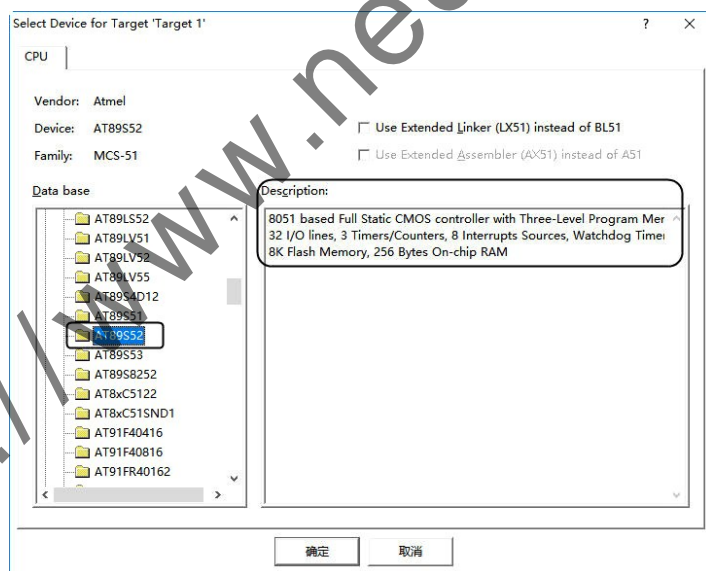


图 2-34 选择 CPU 型号

**【注意】**如果使用的是 STC 系列单片机,不管具体型号是什么,都可以选择 AT89S52 或者 AT89C52 代替,这个对编译没有影响。或者参考 STC 的建议,Keil 开发环境下请选择 Intel 的 8051、8052 等芯片型号进行编译。如果必须要选择 STC 对应的芯片型号,请到 STC 官方网站下载 Keil 对应的文件,并覆盖 Keil 安装文件下同名文件。

如图 2-35 所示,提示是否加载“标准启动文件”。刚开始学习可以不用加载,选择“否”。

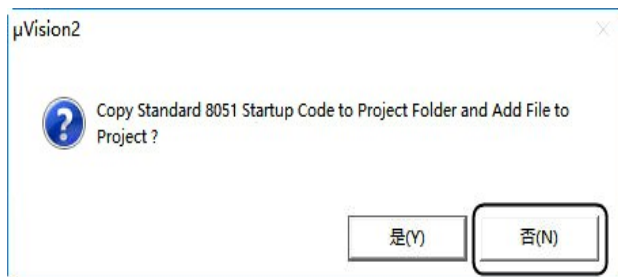


图 2-35 是否加载标准启动文件对话框

到这里工程就建立完成了,下一步需要建立一个 C 或者 ASM(汇编)类型的文件,并添加到该工程中,这里以 C 文件为例讲解。

## 2. 新建文件

单击菜单项 File→New(也可以单击工具栏中的快捷按钮),如图 2-36 所示操作,出现一个空白文本 Text1,如图 2-37 所示。

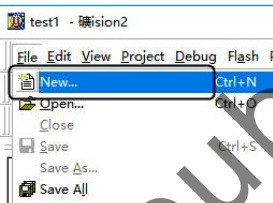


图 2-36 新建文件操作

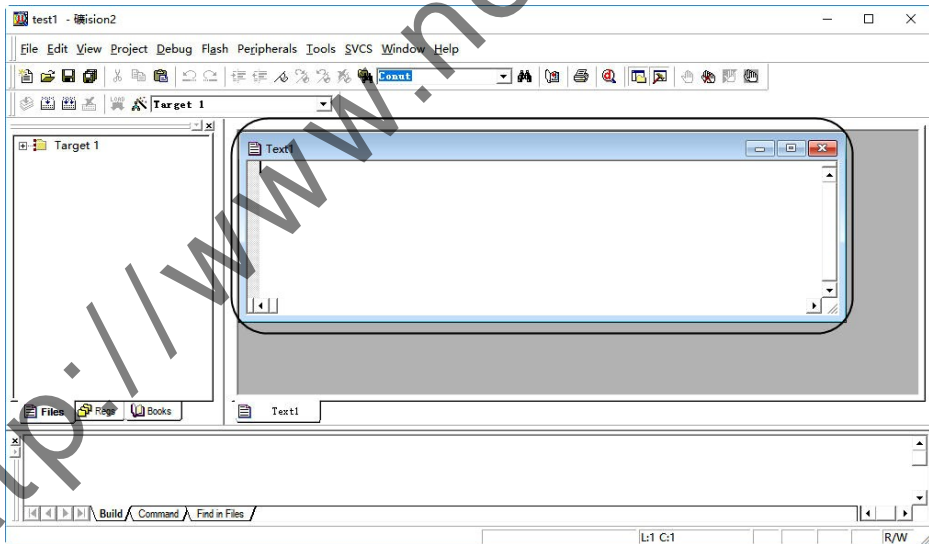


图 2-37 空白文件界面

单击菜单项 File→Save(也可以单击工具栏中的快捷按钮),如图 2-38 所示操作,弹出保存对话框,如图 2-39 所示,文件默认存储路径是当前 test 工程,输入文件名 Text1.c,单击“保存”。

**【注意】**文件默认的保存类型是 All Files,这里需要的类型是 C 文件,所以需要手动输入后缀为“.c”的文件名。

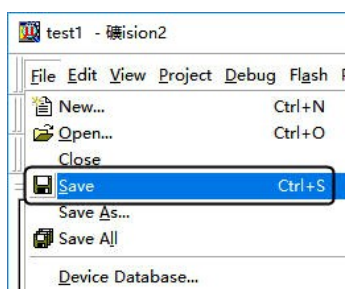


图 2-38 保存文本操作

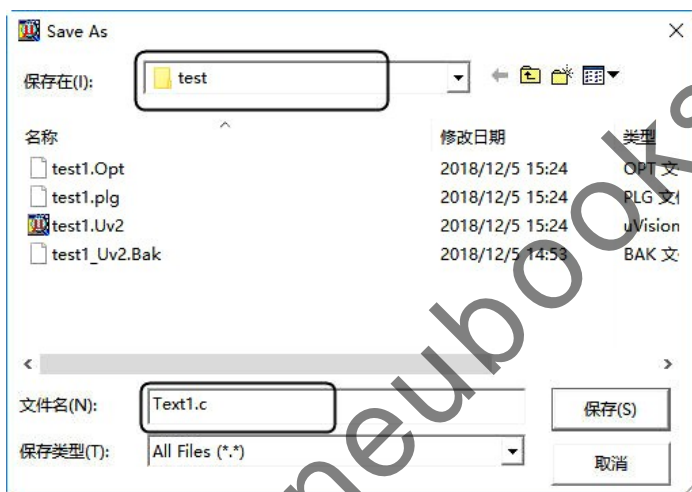


图 2-39 保存对话框

保存之后,可以看到文件名自动更新为带绝对路径的新命名,如图 2-40 所示。此时单击文件窗口右上角的“最大化”按钮(或者双击文件窗口的标题栏),全屏显示。

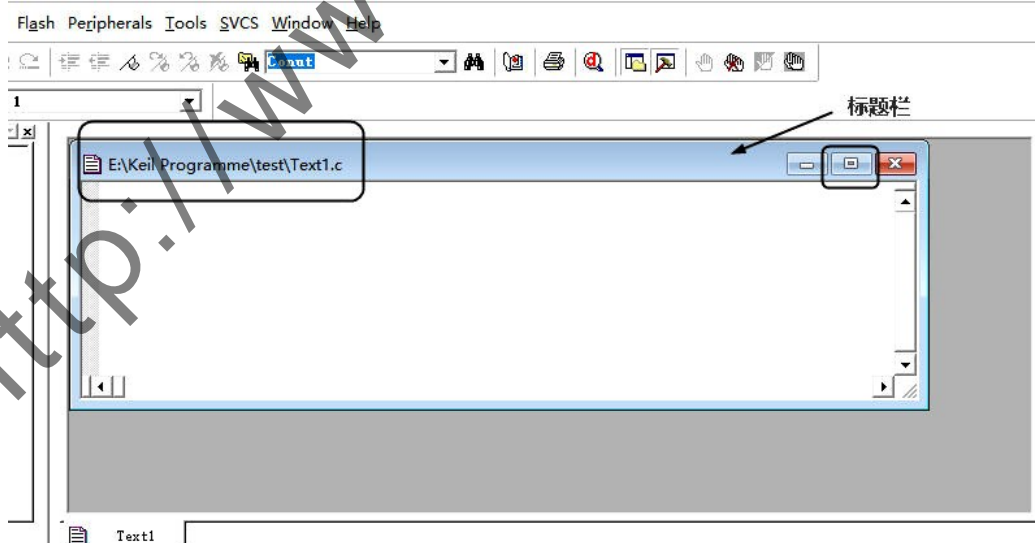


图 2-40 更新后的文件名

### 3. 加载文件

经过上述 1、2 两步,工程和 C 文件均已创建成功,但是两者是独立的,需要将 C 文件加载到工程中,才可以在工程中对文件进行编译等操作,以生成可以下载到单片机的执行文件。具体步骤操作如下:

单击 Target1 前面的“+”号,可以看到 Source Group 1 下面没有任务文件,如图 2-41 所示。

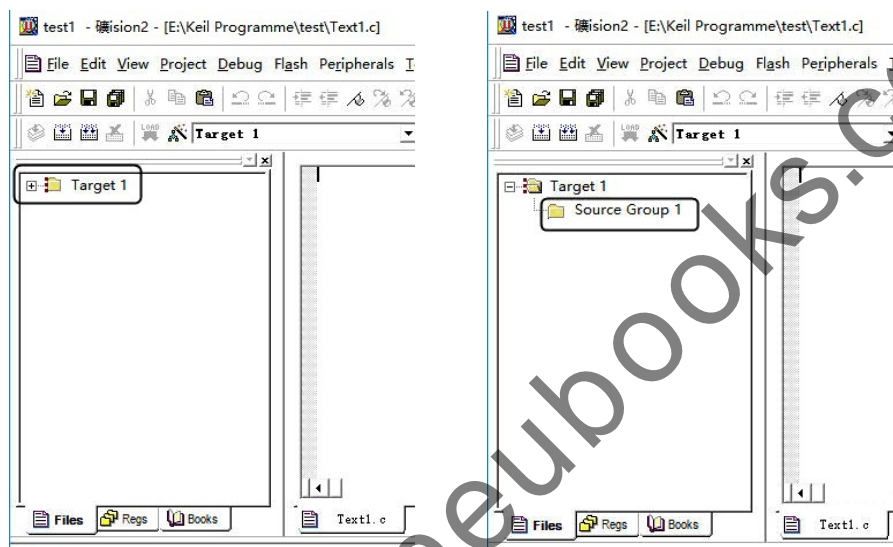


图 2-41 新建工程目录结构(无文件)

右键“Source Group 1”,如图 2-42 所示,单击添加文件选项“Add Files to Group”(添加文件到源程序组),弹出文件选择对话框,如图 2-43 所示。

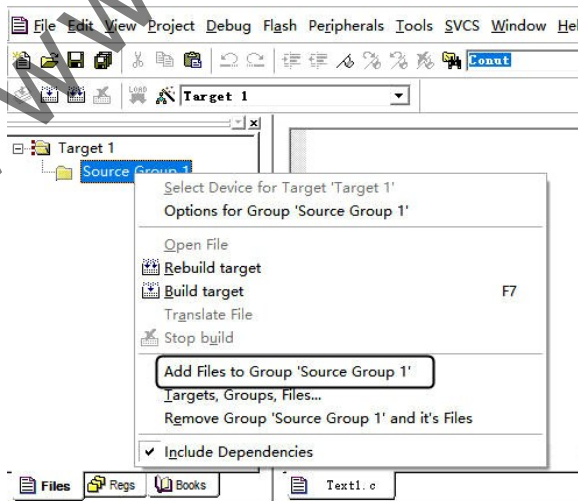


图 2-42 添加文件到源程序组

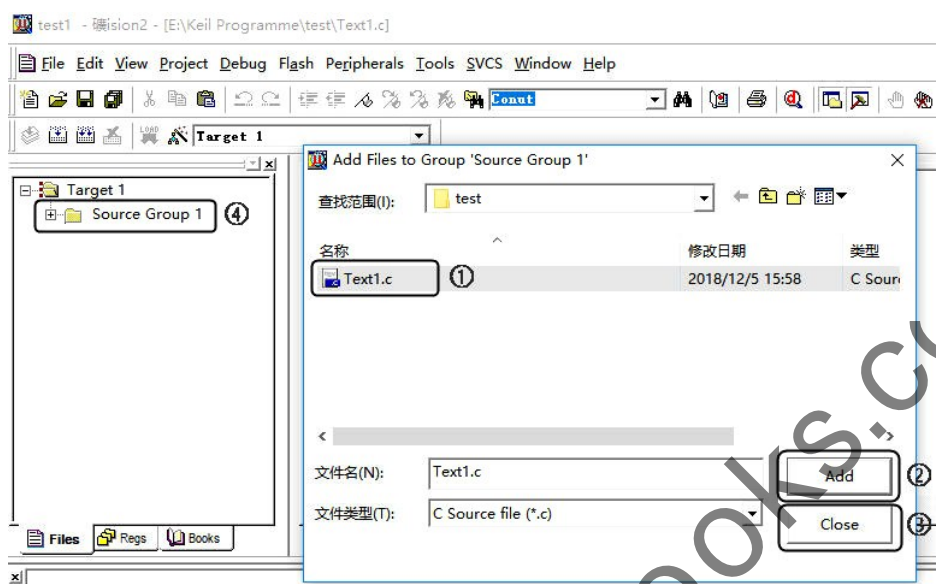


图 2-43 添加文件操作过程

选中刚才保存的 Text1.c 文件,单击 Add,然后单击 Close,文件添加完成。此时可以看到在 Source Group 1 前面出现了“+”号。单击“+”号,如图 2-44 所示,可以看到 C 文件已经添加到工程中了。

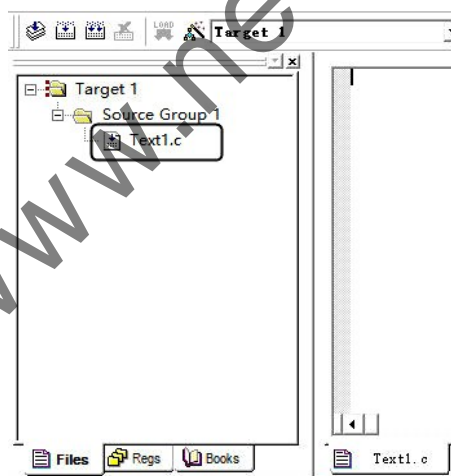


图 2-44 工程目录结构(文件加载完)

#### 4. 编辑文件

如图 2-45 所示,双击项目管理窗口中的 Text1.c,右侧编辑区打开该文件。可以通过编辑区下面的文件名确保打开的是要编辑的文件。此时可以在编辑区进行代码编辑,代码编辑好之后,单击“保存”。Keil C51 软件同其他集成开发环境相似,用颜色来提示不同属性的符号,比如关键字为蓝色、注释为绿色,当然也可以根据自己的喜好进行设置。

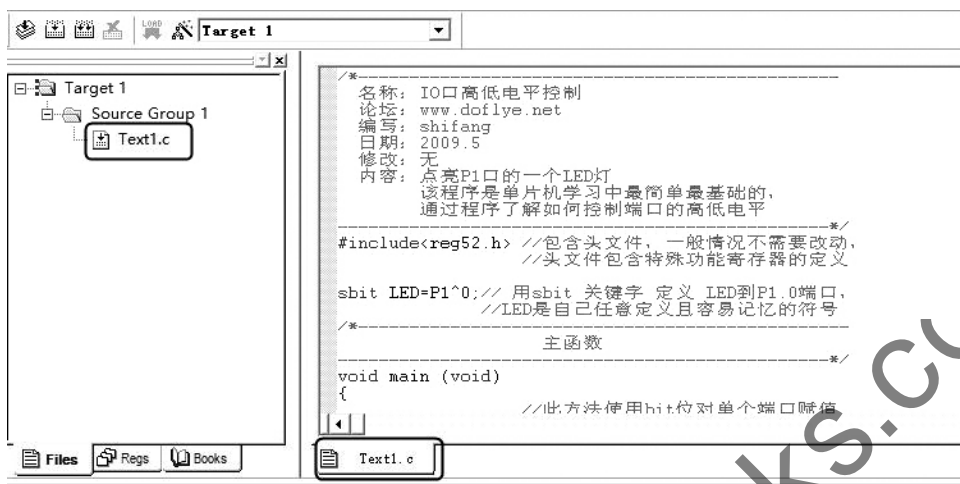



图 2-45 编辑文件

### 5. 编译、链接成目标文件

对文件进行编译的目的是通过 IED 来发现程序中的警告和错误,当然非语法性的逻辑错误是发现不了的。在编译之前还需要对工程进行设置,设置之后如果编译没有错误,才能生成单片机可以运行的程序。操作方法是单击工具栏的  按钮,打开工程参数设置对话框,如图 2-46 所示。

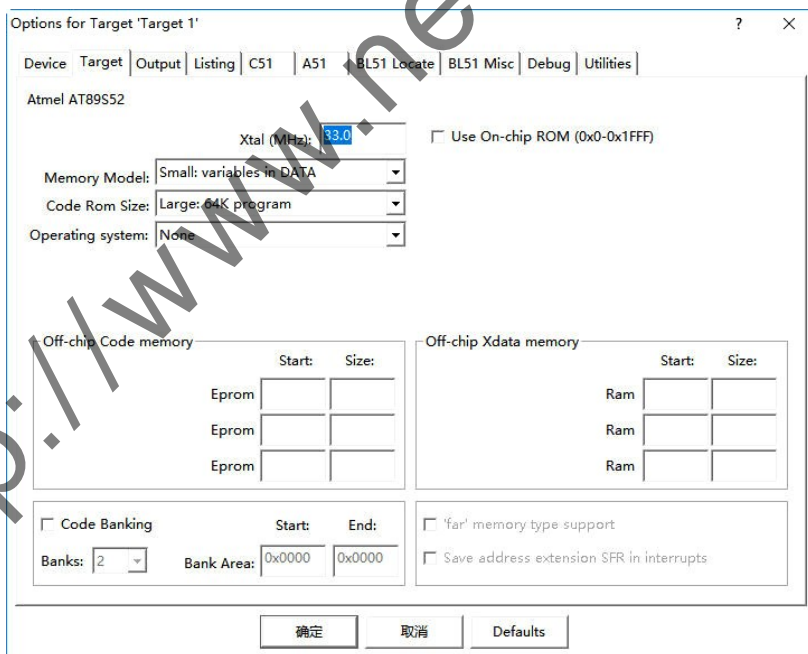


图 2-46 工程参数设置对话框

单击“Output”选项卡,如图 2-47 所示,在“Create HEX File”前打钩,表示编译需要产生十六进制文件,这个文件是烧写到单片机必需的文件,所以必须勾选此项,然后单击“确定”。