



普通高等教育应用技术型“十三五”规划系列教材

单片机原理及应用

DANPIANJI YUANLI JI YINGYONG

◎ 主 编 韩彩霞 邓明华

◎ 主 审 谢建群



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>

普通高等教育应用技术型“十三五”规划系列教材

单片机原理及应用

主 编 韩彩霞 邓明华

副主编 刘新竹 孔祥斌

张胜男 邹 静

主 审 谢建群

华中科技大学出版社

中国·武汉

内 容 简 介

本书以经典的 MCS-51 单片机为代表机型,全面介绍了单片机的内部资源及其工作原理。本书结合 KEIL 和 Proteus 仿真软件进行内容讲解及实例分析,使读者对单片机的理解、使用更加容易。书中所有例题程序都采用汇编和 C 两种语言编写。

本书强调理论与实践相结合,注重专业技能培训,可作为应用型普通高等院校电子信息类专业的教材或教学参考书,也可作为相关工程技术人员的业务参考书。

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理及应用/韩彩霞,邓明华主编. —武汉:华中科技大学出版社,2015.7

普通高等教育应用技术型“十三五”规划系列教材

ISBN 978-7-5680-1027-6

I. ①单… II. ①韩… ②邓… III. ①单片微型计算机-高等学校-教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 157627 号

单片机原理及应用

韩彩霞 邓明华 主编

策划编辑:范 莹

责任编辑:熊 慧

封面设计:原色设计

责任校对:祝 菲

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)81321913

录 排:武汉楚海文化传播有限公司

印 刷:武汉科源印刷设计有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:14

字 数:354 千字

版 次:2015 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

定 价:32.00 元



华中出版

本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

前 言

为了满足我国应用型本科教育对人才培养目标和教学体系、内容的要求,依据国家应用型本科“十三五”规划教材的编写精神,编委会经过大量的前期调研和策划,在广泛了解各高等院校的教学现状、课程体系的基础上,组织一批工作在教学一线、具有较高学术水平的骨干教师编写了本书。

本书在编写过程中,遵循学科体系的完整性原则,强调理论与实践相结合,注重培养专业技能,主要特点如下。

一是本书以经典的 8 位单片机 MCS-51 为代表机型,全面介绍了单片机原理及其接口技术,同时介绍了目前常用的其他类型单片机,如 AVR 单片机、PIC 单片机等,为读者后续深入学习奠定基础。

二是将单片机的 4 个并行 I/O 口单独列为一章重点讲解。单片机的开发实际就是对 4 个 I/O 口的使用,将其作为单独的一章重点、详尽地讲解,使读者更好地理解其结构及使用方法。

三是讲解单片机指令和寻址方式时,没有枯燥地给出单片机的指令和寻址方式,而是针对具体的实例通过仿真软件 KEIL 仿真,在仿真过程中详细讲解指令的用法及单片机的寻址方式,通过仿真过程使指令怎样使用、使用中需要注意哪些事项、单片机寻址方式之间的区别等知识点一目了然。

四是书中给出大量完整实例程序及其 Proteus 仿真结果图,通过对这些实例的分析、调试运行及独立动手实训,提升对单片机的资源使用及单片机应用系统的开发能力。

另外,书中所有例题程序都采用汇编和 C 两种语言编写。汇编语言虽然有助于读者理解单片机的内部结构及其工作原理,但现在常用的开发语言是 C 语言。因此,为了适应实际工作的需要,本书同时给出了相应的 C 语言程序。

全书共分为 10 章:第 1 章主要介绍单片机的发展概况、常用单片机的类型、单片机的应用领域和单片机系统开发常用软件 KEIL、Proteus 的使用方法;第 2、3 章讲述 MCS-51 单片机的结构、工作原理及其并行 I/O 口的使用;第 4、5 章讲解单片机的指令系统及其简单程序设计;第 6~10 章详细介绍单片机的内部资源及其扩展技术,包括中断系统、定时器/计数器、串行 I/O 口、人机交互系统等。

本书由江汉大学文理学院韩彩霞主编,并负责全书的结构设计、统稿、修改和定稿工作。本书第 1、2、3 章及附录 A 由江汉大学文理学院韩彩霞编写,第 4、5 章及附录 B 由武汉工商学院邓明华编写,第 6、7 章由武昌工学院刘新竹编写,第 8 章由武昌工学院邹静编写,第 9 章由武昌工学院张胜男编写,第 10 章由湖北工业大学工程技术学院孔祥斌编写。

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中难免有疏漏或不妥之处,在此敬请各位读者多提宝贵意见并批评指正。

编 者

2015 年 5 月

目 录

第 1 章 概述	(1)
1.1 单片机的发展概况	(1)
1.2 常用单片机的类型	(2)
1.3 单片机的特点及应用领域	(4)
1.4 单片机系统开发常用软件介绍	(5)
本章小结	(20)
习题	(20)
第 2 章 MCS-51 单片机的基本结构	(21)
2.1 MCS-51 单片机的结构和引脚	(21)
2.2 MCS-51 单片机的 CPU	(23)
2.3 MCS-51 单片机的存储器结构	(25)
2.4 MCS-51 单片机的时钟电路及其时序	(33)
2.5 MCS-51 单片机的复位	(35)
本章小结	(36)
习题	(37)
第 3 章 MCS-51 单片机的并行 I/O 口	(38)
3.1 并行 I/O 口的内部结构及功能	(38)
3.2 I/O 口使用注意事项	(42)
3.3 并行 I/O 口编程实例	(42)
本章小结	(47)
习题	(47)
第 4 章 MCS-51 单片机的指令系统	(48)
4.1 汇编语言指令格式	(48)
4.2 MCS-51 单片机的寻址方式	(49)
4.3 数据传送类指令	(61)
4.4 算术运算类指令	(69)
4.5 逻辑运算类指令	(75)
4.6 循环移位类指令	(77)
4.7 控制转移类指令	(78)
4.8 位操作类指令	(81)
本章小结	(83)

习题	(83)
第5章 汇编语言程序设计	(86)
5.1 汇编语言及伪指令	(86)
5.2 程序编制步骤、方法和技巧	(87)
5.3 源程序的编辑与汇编	(89)
5.4 结构化程序设计	(89)
本章小结	(99)
习题	(99)
第6章 MCS-51 单片机的中断	(100)
6.1 中断的概念及中断处理过程	(100)
6.2 MCS-51 单片机的中断系统	(102)
6.3 与中断有关的寄存器	(104)
6.4 中断应用举例	(106)
本章小结	(112)
习题	(112)
第7章 MCS-51 单片机的定时器/计数器	(113)
7.1 定时器/计数器的结构及工作原理	(113)
7.2 与定时器/计数器有关的寄存器	(114)
7.3 定时器计数器的工作方式	(115)
7.4 定时器/计数器应用举例	(118)
7.5 中断、定时器/计数器综合应用举例	(124)
本章小结	(125)
习题	(125)
第8章 MCS-51 单片机串行 I/O 口	(127)
8.1 串行通信基础	(127)
8.2 MCS-51 单片机的串行口	(129)
8.3 串行口应用举例	(137)
本章小结	(150)
习题	(150)
第9章 模拟量输入、输出接口技术	(151)
9.1 ADC 及其接口	(151)
9.2 DAC 及其接口	(159)
本章小结	(171)
习题	(171)

第 10 章 单片机的系统扩展及人机交互技术	(172)
10.1 单片机的总线结构介绍	(172)
10.2 单片机的系统扩展技术	(173)
10.3 人机交互技术	(190)
习题	(207)
附录 A MCS-51 单片机指令表	(208)
附录 B Proteus 常用器件名称	(213)
参考文献	(215)

第 1 章 概 述

1.1 单片机的发展概况

1.1.1 微型计算机与单片机

微型计算机简称“微型机”或“微机”，由于其具备人脑的某些功能，因此也称其为“微电脑”。微型计算机是以微处理器(CPU)为基础，配以存储器(ROM、RAM)、输入/输出接口(I/O口)电路、相应的辅助电路和系统总线(包括地址总线(AB)、数据总线(DB)、控制总线(CB))构成的裸机。它的特点是体积小、灵活性大、价格便宜、使用方便。

在微型计算机中，各功能部件都是通过系统总线相连的。这是微型计算机在系统结构上最突出的特点。微型计算机的基本结构如图 1.1 所示。

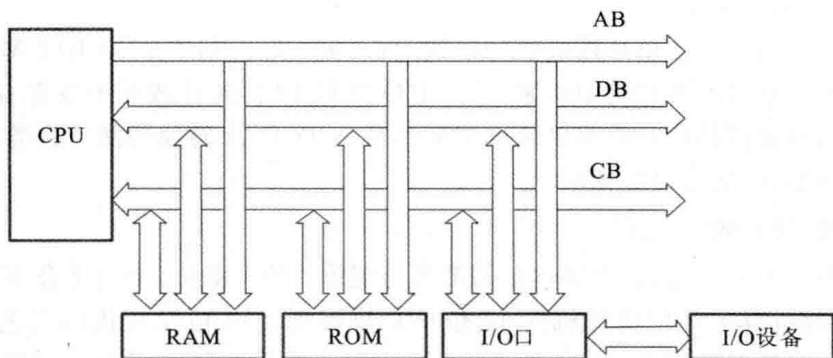


图 1.1 微型计算机的基本结构

把微型计算机集成在一个芯片(单硅晶片)上即构成单片微型计算机(single chip micro-computer)。简单地说,单片微型计算机就是在一个集成芯片内集成 ROM、RAM、Flash 存储器、定时器/计数器、输入/输出接口(I/O口)和其他多种功能器件及外部接口,突破了传统意义上的微型计算机结构。这样单片微型计算机就发展成 micro controller unit 的体系结构,缩写为 MCU,又称微控制器,简称单片机。图 1.2、图 1.3 所示的分别为单片机的内部结构图和外形图。

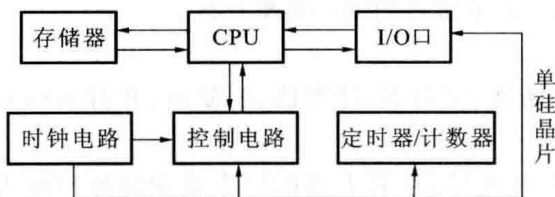


图 1.2 单片机的内部结构



图 1.3 单片机的外形

1.1.2 单片机的发展历史

自从 Intel 公司在 1971 年推出 4004 单片机后,单片机技术发展十分迅速,产品种类琳琅满目。世界上一些著名的公司,如 Motorola 公司、Philips 公司等也推出了自己的产品。整个单片机技术发展可以分为以下几个主要阶段。

1. 第一阶段:探索阶段

此阶段的典型代表产品为 Intel 公司在 1971 年 11 月推出的 4 位微处理器 4004,集成度为 2000 个晶体管。它集成有 RAM、ROM。其他公司也相继推出了 8 位处理器。此阶段的单片机主要用于家用电器、计算器等。

2. 第二阶段:形成阶段

此阶段典型的产品有 Intel 公司的 MCS-48 系列单片机,这是一个完整的 8 位单片机。它片内集成有 8 位 CPU、并行口、1 个定时器/计数器、64 B 的 RAM、1 KB 的 ROM 和 2 个中断源等功能部件。随后, Motorola 公司推出了 6800 系列单片机, Zilog 公司推出 Z8 系列单片机,等等,奠定了单片机的结构体系。此阶段的单片机基本可以满足一般工业控制和智能仪器仪表的需要。

3. 第三阶段:提高阶段

这一阶段也可称为 8 位单片机成熟的阶段,以 1980 年 Intel 公司推出的 MCS-51 系列单片机为主要代表。这时的单片机中断源、并行 I/O 口和定时器/计数器个数都有所增加,并且集成有全双工串行通信接口。有些单片机甚至还有 A/D、D/A 转换功能。这类高性能的单片机可用于智能终端、网络接口等领域。

4. 第四阶段:成熟阶段

这一阶段很多大电气公司、半导体公司都参与到单片机产业中,推出适合不同领域要求的单片机系列,单片机也从 8 位单片机向 16 位单片机发展。16 位单片机的工艺先进,集成度高,内部功能强,运算速度快,而且允许用户采用面向工业控制的专用语言。很多型号的单片机具有 4 个 16 位的定时器/计数器、8 个中断源、总线控制部件,片外寻址范围可达 64 KB。这类单片机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。

1.2 常用单片机的类型

1.2.1 MCS-51 单片机

Intel 公司的 MCS-51 系列及其兼容产品是目前最常用的一类单片机。

MCS-51 系列单片机的主要特点如下。

(1)片内集成度高:单片机内部集成有存储器、定时器/计数器、中断源、并行 I/O 口和串行 I/O 口等片内资源。

(2)控制功能强:采用面向控制的软件、硬件设计,具有丰富的指令集和位处理能力,I/O 口逻辑操作功能优于同等级 CPU 单片机的,单片机运行速度较高。

(3) 引脚功能复用较多:较多地采用了引脚功能复用的方法,引脚处于哪种功能,可由指令设置或由单片机的工作状态来区分。

(4) 产品类型多、功能扩展灵活:目前 MCS-51 系列单片机型号众多,可以根据不同需要选择不同的 I/O 口电路,对应用系统的设计和生产带来极大的便利。

MCS-51 系列单片机具有典型的结构、完善的总线、位操作系统和面向控制功能的丰富的指令系统,为单片机的发展奠定了良好的基础,其典型的芯片有 8031、8051 等。随后,许多 IC 制造厂商利用 8051 单片机的内核,融入自身的优势,开发出很多种功能各异的兼容产品,如 89C51 等。本教材主要讲解的是 MCS-51 系列的 8051 单片机。

1.2.2 AVR 单片机

AVR 系列单片机是 Atmel 公司于 1997 年推出的 RISC(精简指令系统计算机)单片机。其主要特点如下。

(1) 内核采用 RISC 结构:AVR 单片机采用 RISC 结构,使其具备了 1 MIPS/MHz(每秒百万条指令/兆赫兹)的高速处理能力。

(2) 片内自带大容量存储器:AVR 单片机内嵌高质量的 Flash 程序存储器,擦写方便,支持 ISP 和 IAP,便于产品的调试、开发、生产、更新。单片机内嵌长寿命的 E²PROM 可长期保存关键数据,避免数据断电丢失。片内大容量的 RAM 不仅能满足一般场合的使用要求,同时也更有效地支持使用高级语言开发系统程序,并可像 MCS-51 单片机那样扩展外部 RAM。

(3) 低功耗:AVR 系列单片机工作电压为 2.7~6.0 V,可以实现耗电量最优化。

(4) 片内含 JTAG 接口:支持符合 JTAG 标准的边界扫描功能,用于芯片检测,也支持扩展的片内在线调试功能。

除此之外,AVR 单片机的 I/O 资源灵活、功能强大,片内具备多种独立的时钟分频器,分别供 URAT、I²C、SPI 使用。AVR 单片机还有自动上电复位电路、独立的看门狗电路、低电压检测电路 BOD、多个复位源、可设置的启动后延时运行程序,增强了嵌入式系统的可靠性。

1.2.3 PIC 单片机

PIC 单片机由美国 Microchip 公司设计生产,广泛应用于消费电子、汽车电子及工业控制等领域,是当前市场份额增长最快的单片机之一。其主要特点如下。

(1) 总线结构:PIC 单片机的总线结构采用哈佛结构,指令和数据空间是完全分开的,一个用于指令,一个用于数据,由于可以对程序和数据同时进行访问,因此提高了数据吞吐率。正因为在 PIC 单片机中采用了哈佛双总线结构,所以程序和数据总线可以采用不同的宽度,数据总线都是 8 位的,但指令总线位数分别为 12、14、16 位。

(2) 流水线结构:PIC 单片机的取指指令和执行指令采用双指令流水线结构。当一条指令被执行时,允许下一条指令同时被取出。这样就实现了单周期指令,运行速度较快。

(3) 寄存器组:PIC 单片机的所有寄存器,包括 I/O 口、定时器和程序计数器等都采用 RAM 结构形式,而且都只需要一个指令周期就可以完成访问和操作。

但该系列单片机的特殊功能寄存器分散在四个地址区间,在编程时要使用专用寄存器,编程较麻烦。

1.3 单片机的特点及应用领域

1.3.1 单片机的特点

1. 控制功能强、集成度高、可靠性高

单片机可以满足对不同控制对象的控制,其 CPU 可以对 I/O 口直接进行逻辑操作,位控制能力更是其他计算机无法比拟的。由于单片机将各功能部件如 CPU、存储器及 I/O 口集成在同一晶体芯片内,集成度很高,体积自然也较小。各部件间连接非常紧凑,数据在传送时不易受工作环境的影响,所以用单片机设计的产品可靠性较高。

2. 低电压、低功耗

为了使单片机可以广泛应用于便携式系统,许多单片机内的工作电压仅为 1.8~3.6 V,而工作电流仅为数百微安。

3. 方便扩展

单片机片内具有计算机正常运行必需的部件,芯片外部有许多供扩展用的三总线及并行、串行 I/O 管脚,很容易构成各种规模的计算机应用系统。

4. 体积小、价格低、易于产品化

每片单片机芯片即是一台完整的微型计算机,对于批量大的专用场合,一方面可以在众多的单片机品种间进行匹配选择,同时还可以专门进行芯片设计,使芯片功能与应用具有良好的对应关系。在单片机产品的引脚封装方面,有的单片机引脚已减少到 8 个或更少,从而使应用系统的印制板减小、接插件减少、安装简单方便。在现代的各种电子器件中,单片机具有良好的性能价格比。这正是单片机得以广泛应用的重要原因。

1.3.2 单片机的应用领域

单片机由于具有良好的控制能力、可靠性等优点,近年来在各个领域获得了广泛的应用,主要有以下几个方面。

1. 智能仪器、仪表

具体来说,单片机可应用于各种智能电气测量仪表、智能传感器、医疗器械等。单片机用于各种仪器仪表,既提高了仪器仪表的智能化,同时还简化了仪器仪表的硬件结构,促进仪表向数字化、智能化、综合化方向发展。

2. 机电一体化产品

机电一体化产品是集机械技术、微电子技术、自动化技术和计算机技术于一体,具有智能化特征的各种机电产品。单片机在机电一体化产品的开发中可以发挥巨大的作用。典型的机电一体化产品如机器人、数控机床、自动包装机、点钞机、医疗设备、打印机、传真机、复印机等。

3. 实时工业控制

单片机还可以用于各种物理量的采集与控制。电流、电压、温度、液位、流量等物理参数的采集和控制均可以利用单片机方便地实现。在这类系统中,利用单片机作为系统控制器,可以

根据被控对象的不同特征采用不同的智能算法,实现期望的控制指标,从而提高生产效率和产品质量。典型应用有电动机转速控制、温度控制、自动生产线等。

4. 智能家用电器

空调、电冰箱、洗衣机、电饭煲等各种家用电器都使用了单片机,对产品的功能增强和性能提高等方面都产生了很好的效果。

5. 多机应用和网络系统

利用单片机的多机通信,可以方便地实现分布式控制,在计算机监控系统中实现通信控制,构成监控系统的子系统等。

总之,单片机的用途十分广泛。在交通领域中,单片机在汽车、火车、飞机、航天器等产品中均有广泛应用。随着集成电器新技术的应用、单片机性能的不断提高和功能不断强大,它的应用势必越来越广泛。

1.4 单片机系统开发常用软件介绍

在开发单片机系统过程中,首先应该完成硬件系统设计,其次在硬件系统的基础上必须配备相应的应用软件,通过应用软件来实现硬件系统设计需要完成的功能,这样才能完整地实现单片机开发。下面我们详细介绍单片机开发中常用的软件 KEIL μ Vision 和 Protues。

1.4.1 KEIL μ Vision 集成开发软件介绍

1. KEIL μ Vision 开发环境

KEIL μ Vision 集成开发环境是德国 KEIL 公司针对 MCS-51 系列单片机推出的基于 Windows 环境,以 MCS-51 系列单片机为开发目标的集成开发环境,为软件开发提供了全新的汇编语言和 C51 语言开发环境。它支持众多 MCS-51 系列单片机,同时集编辑、编译、仿真等功能于一体,具有强大的软件调试功能,是目前单片机应用开发软件中最优秀的开发工具之一。

2. KEIL μ Vision 的启动、工作界面

双击桌面上的 KEIL μ Vision 3 图标或者单击屏幕左下方的“开始”菜单→“程序”→“KEIL μ Vision 3”,即可进入 KEIL μ Vision 3 的集成开发环境。KEIL μ Vision 3 的启动界面如图 1.4 所示。

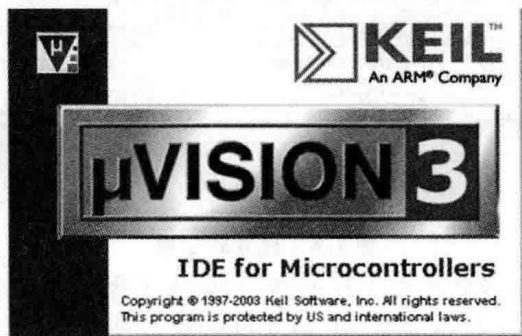


图 1.4 KEIL μ Vision 3 的启动界面

图 1.5 所示的为 KEIL μ Vision 3 的工作界面,它是标准的 Windows 界面。工作界面包括标题栏、菜单栏、工具栏和项目工作区等。

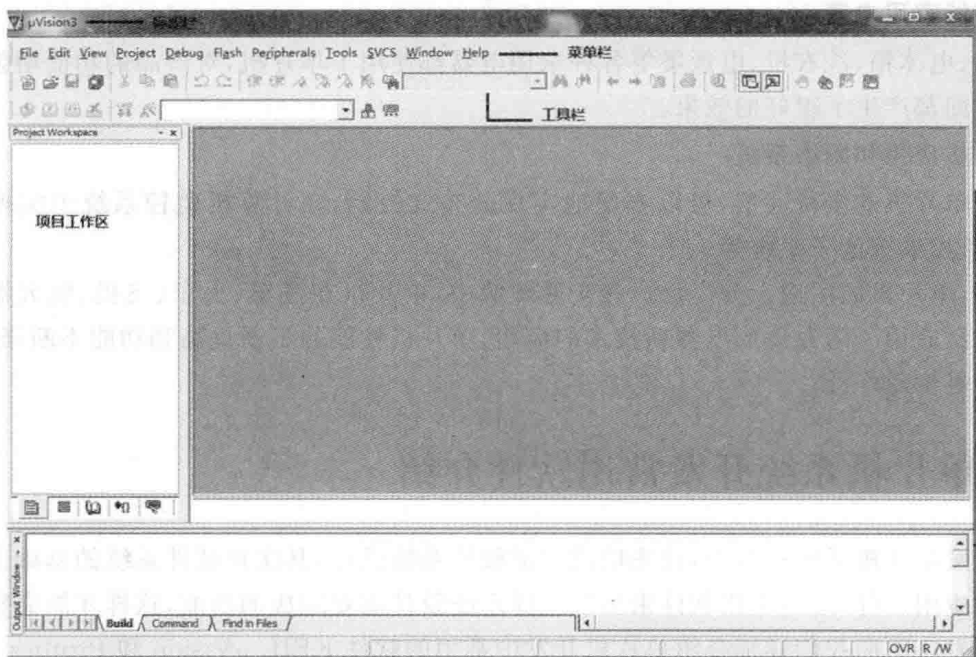


图 1.5 KEIL μ Vision 3 的工作界面

3. KEIL μ Vision 软件的使用

KEIL μ Vision 3 集成开发环境有很多功能,下面通过具体实例来说明其常用功能及单片机开发中软件的使用方法。

1) 建立新工程

KEIL μ Vision 3 把用户的每一个系统开发设计都看作一个工程项目文件。所以在使用 KEIL μ Vision 3 对编写的应用程序进行编辑、调试和编译之前,首先需要建立工程项目。在图 1.5 所示的 KEIL μ Vision 3 工作界面下,单击 Project 菜单,在弹出的下拉菜单中选择 New Project... 选项,如图 1.6 所示。

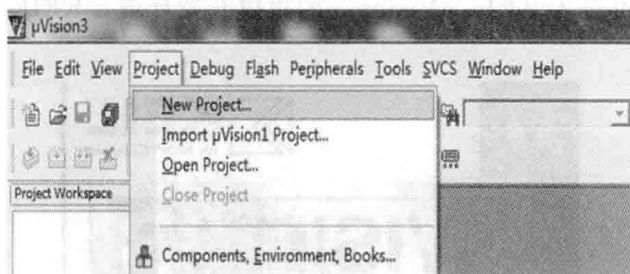


图 1.6 建立新工程

或在弹出的对话框中选择要保存工程的路径,输入工程文件的名字。此外所举例子中,工程文件保存到“闪烁的 LED 灯”目录里,工程文件的名字为“LED”,然后单击“保存”按钮,如图 1.7 所示。



图 1.7 Create New Project 对话框

2) 单片机型号选择

单击“保存”按钮后会弹出一个新的对话框 Select Device for Target ‘Target 1’, 如图 1.8 所示。KEIL μ Vision 3 支持很多类型的单片机, 要求选择单片机型号。我们这里讲解的是 MCS-51 单片机, 根据需要选择 Atmel 目录下的 AT89C51。

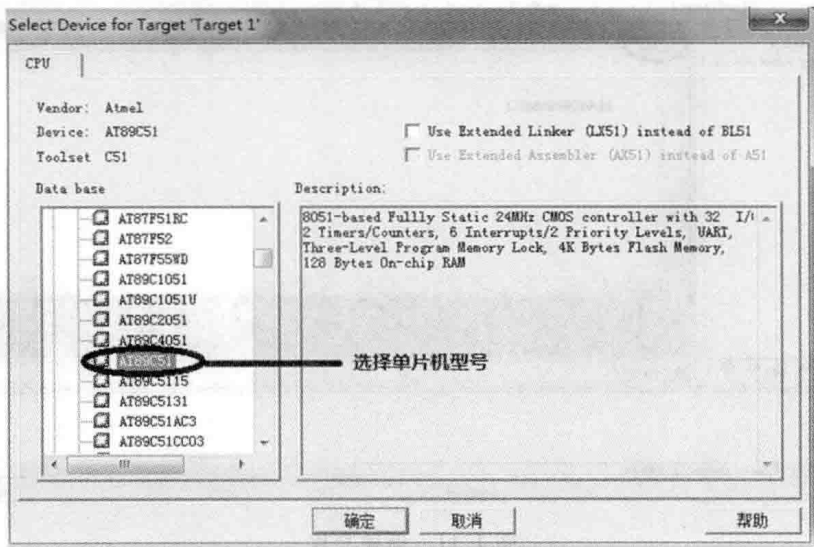


图 1.8 单片机型号选择

单击“确定”按钮后, 会出现如图 1.9 所示的对话框。如果需要复制启动代码到新建的工程中, 则单击“是”按钮; 如果不需要, 则单击“否”按钮。我们这里不需要复制启动代码, 单击“否”按钮后出现图 1.10 所示的窗口。到此工程创建完成。

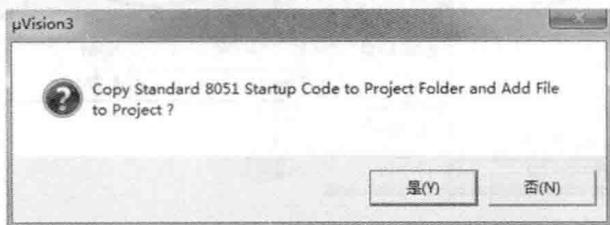


图 1.9 是否复制启动代码

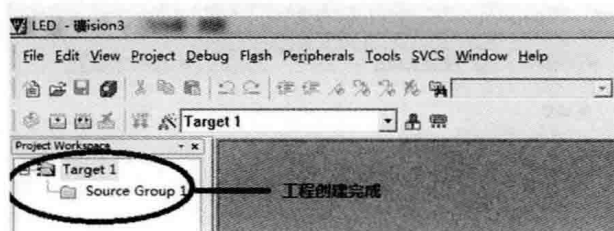


图 1.10 工程创建完成

4. 添加源文件到工程中

1) 新建文件

新工程创建完成后用户需要新建相应的 C 语言或汇编语言源文件,然后将文件添加到这个工程中。在图 1.10 所示界面中单击菜单 File,选择 New 选项,这时会出现如图 1.11 所示的窗口。这个 Text1 窗口就是用户用来编写程序代码的窗口。

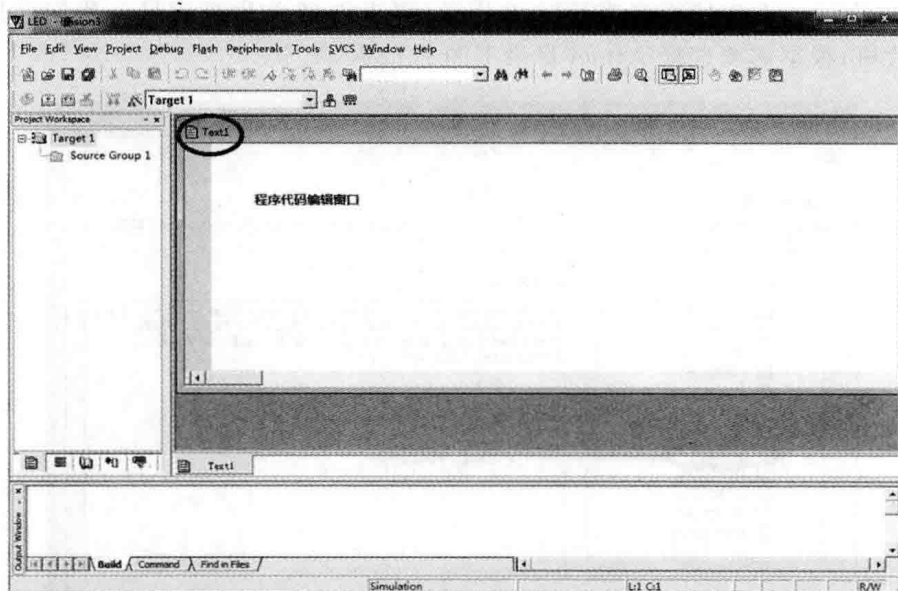


图 1.11 新建文件

单击 File 菜单,选择 Save 选项,将刚建立的文件保存到工程所在文件夹中。这里采用 C 语言来编程,所以选择文件名为“LED. c”,如图 1.12 所示(如果采用汇编语言编程,文件名的扩展名即为“. asm”)。完成上述步骤后单击“保存”按钮,新文件建立完成。

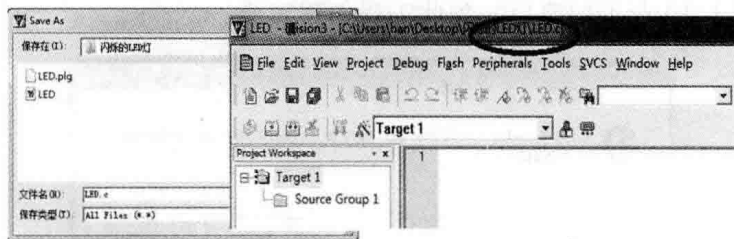


图 1.12 保存文件到工程所在文件夹中

2) 添加文件到工程中

把刚才新建的 LED.c 文件添加到工程中的方法如下:

(1) 在工程窗口中, 右击 Source Group 1, 选择 Add File to 'Source Group 1' 选项, 如图 1.13 所示。

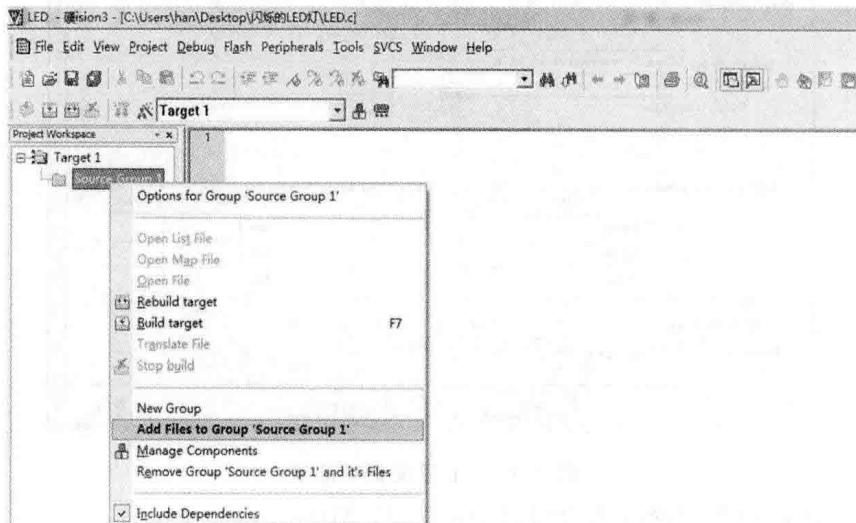


图 1.13 添加文件

(2) 完成上述操作后会出现如图 1.14 所示的 Add Files to Group 'Source Group 1' 对话框。在该对话框中选择刚刚建立的 LED.c 文件, 单击 Add 按钮, 再单击 Close 按钮, 完成文件添加。文件添加完成后工程窗口如图 1.15 所示。

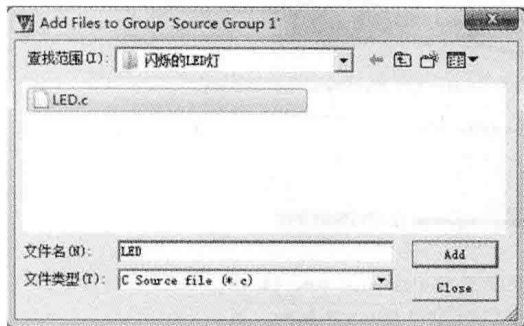


图 1.14 选择需要添加的文件

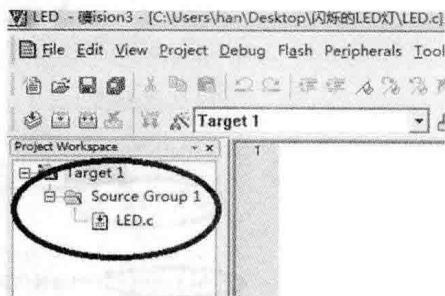


图 1.15 文件添加完成

5. 程序的编辑、编译和调试

文件添加到工程中后, 需要在编辑窗口输入 LED.c 程序, 还需要对文件进行编译和调试, 最后生成可执行文件(扩展名为 .hex), 具体步骤如下。

1) 对工程进行设置

右击 Target 1, 选择 Options for Target 'Target 1' 选项, 如图 1.16 所示。

选择 Options for Target 'Target 1' 选项后即出现工程设



图 1.16 工程调试的选择

置对话框,如图 1.17 所示。该对话框有很多选项,通常需要设置的有 Target、Output 和 Debug 三个选项卡中的选项。

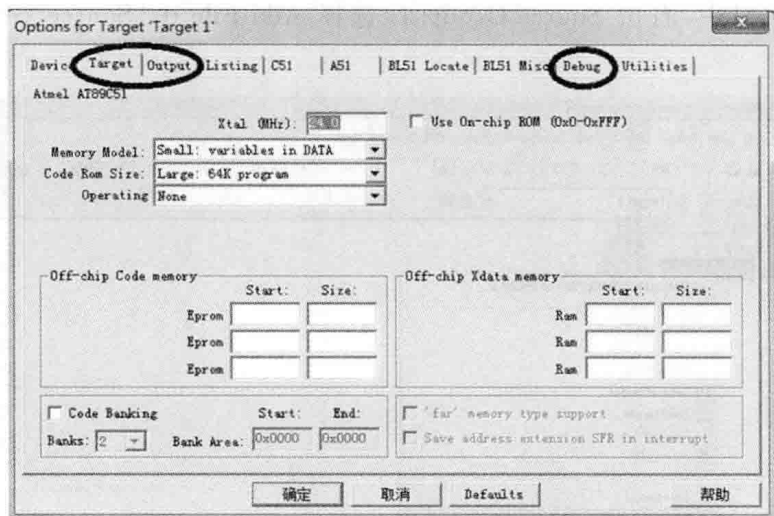


图 1.17 工程设置对话框

- (1)在 Target 选项卡中修改系统时钟频率为 12 MHz;
 - (2)在 Output 选项卡中勾选 Creat HEX File 选项,用于生成可执行文件;
 - (3)在 Debug 选项卡中选择 Use Simulator 选项,用于进行软件仿真。
- 具体设置如图 1.18 所示。



图 1.18 工程设置

2) 编辑、编译、链接和生成可执行文件

在编辑窗口输入 LED.c 程序,然后单击图 1.19 所示的编译按钮。程序编译没有错误后会在下方显示“creating hex”和“0 Error(s), 0 Warning(s)”,如图 1.19 所示。若源程序有错误,则需修改后重新编译。

3) 工程调试

源程序编译成功后就可以对工程进行调试。如图 1.20 所示,单击 Debug 菜单,选择 Start/Stop Debug Session 选项,或单击快捷菜单均可进入调试界面。