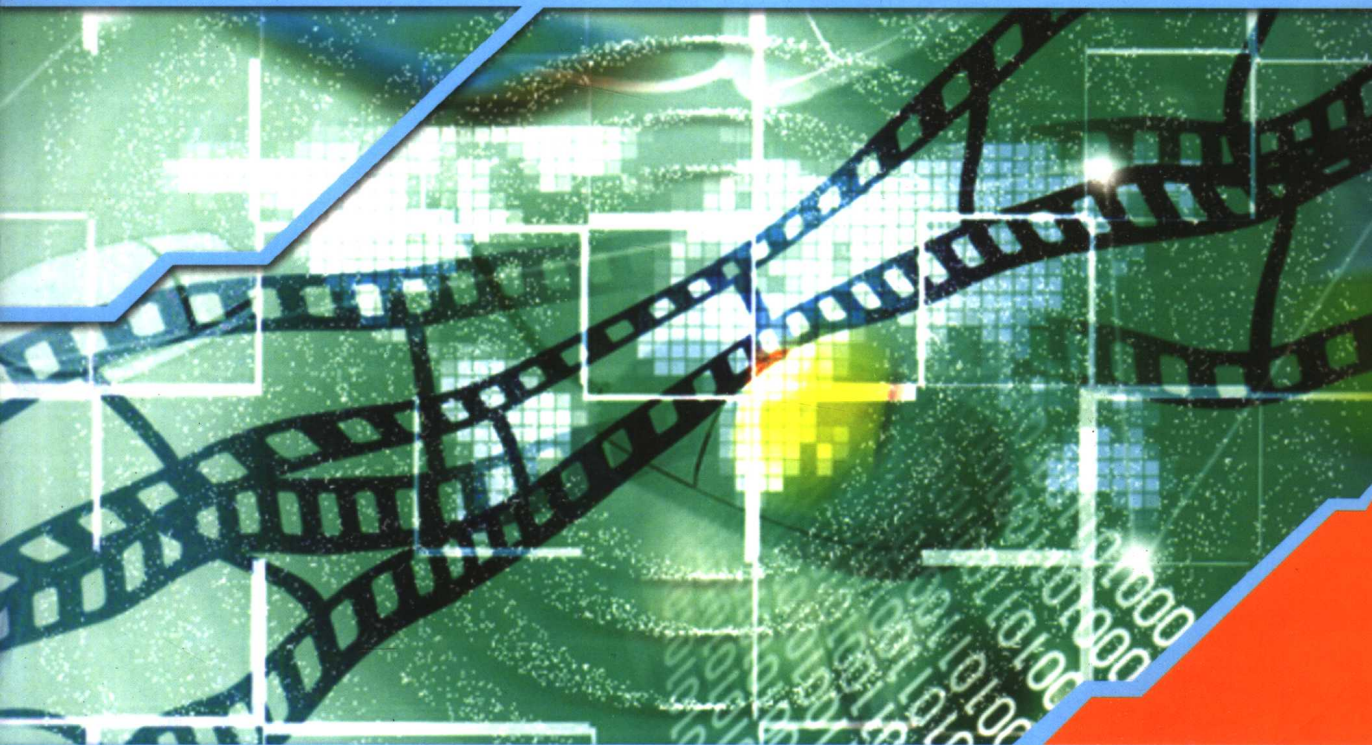




21世纪电气信息学科立体化系列教材

单片机课程设计

● 主编 蔡明文 冯先成



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>



21世纪电气信息学科立体化系列教材

单片机课程设计

主 编 蔡明文 冯先成
副主编 张建军 顾益民



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

图书在版编目(CIP)数据

单片机课程设计/蔡明文 冯先成 主编. —武汉:华中科技大学出版社,2007年3月
ISBN 978-7-5609-3959-9

I. 单… II. ①蔡… ②冯… III. 单片微型计算机-课程设计-高等学校-教材 IV. TP368.1-41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 020518 号

单片机课程设计

蔡明文 冯先成 主编

策划编辑:王红梅 孙基寿

责任编辑:余 涛

责任校对:周 娟

封面设计:秦 茹

责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:湖北金海印务有限公司

开本:787×960 1/16

版次:2007年3月第1版

ISBN 978-7-5609-3959-9/TP·629

印张:12 插页:2

印次:2007年3月第1次印刷

字数:236 000

定价:19.80 元

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)



21世纪电气信息学科立体化系列教材

编审委员会

顾问：

潘 垣（中国工程院院士，华中科技大学）

主任：

吴麟章（湖北工业大学）

委员：（按姓氏笔画排列）

王 斌（三峡大学电气信息学院）

余厚全（长江大学电子信息学院）

陈铁军（郑州大学电气工程学院）

吴怀宇（武汉科技大学信息科学与工程学院）

陈少平（中南民族大学电子信息工程学院）

罗忠文（中国地质大学信息工程学院）

周清雷（郑州大学信息工程学院）

谈宏华（武汉工程大学电气信息学院）

钱同惠（江汉大学物理与信息工程学院）

普杰信（河南科技大学电子信息工程学院）

廖家平（湖北工业大学电气与电子工程学院）

内容简介

本书在简单介绍 MCS8051 单片机工作原理的基础上,结合常见或常用的实际情况,以课程设计的方式对单片机相关外设的应用给出了相应的实例。书中每一实例都是完整而独立的,基本包括了 MCS8051 单片机在各个方面的应用。为了帮助读者更好地理解 MCS8051 单片机工作的原理,还增加了 LCD、红外编码解码、网络交换机、I²C 总线、ROM 及串行时钟等方面的应用。

本书实例较多,而且全部采用汇编语言编程,并给出调试成功的代码和非常详细的代码说明。为了方便读者采用其他的高级语言(比如 C 语言)编写程序代码,本书的全部应用实例都给出相应的程序流程图及编程思路。

为了方便读者有目的地进行实验,本书的所有程序都经过了测试,并在所附光盘中给出源程序,以便读者输入和调试。书中所有程序的注释都比较详尽,让读者能更快、更好地理解作者的意图。

本书适用于广大单片机爱好者,大中专院校,技校以及职业院校的电气类、电子类、机电类专业的师生,部分内容对进行其他类型单片机的开发也具有一定的参考价值。

本书主要包括如下内容。

第 1 章 单片机应用系统开发环境及流程;

第 2 章 单片机实用技术基础;

第 3 章 单片机课程设计实例。

第 1 章详细介绍了 MCS8051 的编程环境、开发工具及开发流程;第 2 章介绍了常用的 I²C 总线及 USB 接口技术;第 3 章共有 12 个应用实例,分别为:八段数码管的使用、简单交通灯控制系统的设计、步进电机控制系统的设计、简易波形发生器的设计、复杂的十字路口交通信号灯的控制系统、I²C 总线在单片机中的应用、电子时钟、串口通信设计、红外线家电遥控、模拟数据采集器、单片机控制的 LCD 应用、基于单片机控制的网络交换机的设计。

前 言

单片机的实际应用一直是单片机初学者难以掌握的问题。本书结合 12 个单片机应用实例设计程序,对单片机应用系统的设计方法进行了全面介绍。书中的程序设计方法也许不是最佳方案,但对帮助单片机初学者掌握单片机的实际应用设计方法具有很大的作用;本书对毕业班学生进行毕业设计也很有参考价值。读者可以参考给出的硬件电路及源程序进行实验设计,从而逐步掌握具体应用系统的设计方法。

本书的大部分应用实例都可以作为毕业班学生设计及完成毕业设计的参考,一个好的课程设计作品和一份优秀的报告可以让你在应聘工作时被优先录取。因此,毕业班的学生应该静下心来好好想想毕业设计应该做些什么?如何进行?整个设计过程,对于一般的学生而言是陌生的,特别是刚入门的初学者,从无到有地设计出较复杂、特殊的软硬件系统更是一件困难的工作。若设计者手上有了基本的软、硬件设计资源当作参考,只是在已有的基础上做功能扩充或系统集成,这样设计起来将会很方便,还可以省下设计者收集数据及测试源程序代码是否正确的时间。这些正是本书想提供给读者的。

本书是以单片机 MCS8051 当作平台来设计相关基本特殊接口的课程设计入门书,聪明的读者可以利用本书在短时间内设计出基本上能够实现的课题,再结合自己的创意来完成属于自己独一无二的课题,最重要的是加入自己的点子,才会与众不同。

本书提供给读者制作 MCS8051 课程设计所需的相关软、硬件工具及建议,包括程序汇编编译器、程序加载器及程序开发平台的介绍,特殊接口软、硬件设计资源及相关课程设计功能扩充建议,对初学者而言,可以省下许多宝贵的时间。

本书在编写过程中得到了曹汉桥、张丙虎的大力支持,他们参编了第三章的 LCD 和 ADC 的部分内容,另外,郭铁成在排版过程中也做了大量工作,在此表示谢意。

由于编者水平有限,书中的错误及疏漏之处在所难免,敬请读者指正,也请读者多提宝贵意见。

21 世纪电气信息学科立体化系列教材编委会

《单片机课程设计》编写组

2007 年 1 月



1 单片机应用系统开发环境及流程	(1)
1.1 单片机的硬件开发环境	(1)
1.1.1 编程器	(1)
1.1.2 仿真机	(1)
1.2 单片机的软件开发环境	(2)
1.2.1 Keil 开发软件的介绍	(3)
1.2.2 Keil 软件开发的流程	(4)
1.2.3 Keil 软件的安装	(4)
1.2.4 Keil 软件的工作环境	(9)
1.2.5 uVision2 的应用实例	(15)
1.3 单片机应用系统开发流程	(26)
2 单片机实用技术基础	(29)
2.1 I ² C 总线及特点	(29)
2.2 I ² C 总线工作原理	(30)
2.2.1 总线的构成及信号类型	(30)
2.2.2 总线基本操作	(31)
2.2.3 串行 EEPROM 与 MCS-51 接口	(34)
2.2.4 应用实例	(34)
2.2.5 结束语	(40)
2.3 USB 总线接口技术	(40)
2.3.1 USB 简介	(40)
2.3.2 USB 出现的动因	(41)
2.3.3 适用的对象和目标	(42)
2.3.4 设计原则和特性	(42)
2.3.5 USB 性能	(44)
2.3.6 USB 2.0	(45)
2.3.7 全速 USB 总线接口控制器芯片简介	(47)

2.4	USB 1.1 规范概述	(48)
2.4.1	USB 总线体系结构	(48)
2.4.2	电气连接特性	(49)
2.4.3	数据的编码和解码	(51)
2.4.4	USB 总线传输协议	(52)
3	单片机课程设计实例	(53)
3.1	8 段数码管的使用	(53)
3.2	简单交通灯控制系统的设计	(59)
3.3	步进电机控制系统的设计	(65)
3.4	简易波形发生器的设计	(72)
3.5	复杂的十字路口交通信号灯控制系统	(79)
3.6	I ² C 总线在单片机中的应用	(86)
3.7	电子时钟	(102)
3.8	串口通信设计	(114)
3.9	红外线家电遥控	(121)
3.10	模拟数据采集器	(134)
3.11	单片机控制的 LCD 应用	(144)
3.12	基于单片机控制的网络交换机的设计	(158)
附录	HD44780 内置字符发生器的字符表	(179)
附录 A	HD44780 内置字符发生器的字符表	(179)
附录 B	常用芯片引脚图	(180)
参考文献		(183)

1

单片机应用系统开发环境及流程

1.1 单片机的硬件开发环境

单片机应用系统的设计以及软、硬件的调试统称为开发。单片机本身没有开发能力,必须借助开发工具即硬件开发环境才能进行开发。

单片机的硬件开发环境有 PC 机(电脑)、编程器和仿真机等。如果使用 EPROM 作为程序存储器,则还需要一台紫外线擦除器。其中最基本和必不可少的是 PC 机和编程器。仿真机和编程器通过串口 COM1 或 COM2 和 PC 机相连,借助电脑的键盘、监视器及其相应的软件完成人机的交流。

1.1.1 编程器

编程器又称写入器,由它将调试好的程序烧写到存储器(EPROM、EEPROM 或单片机内的程序存储器)中,不同档次的编程器价格相差很大,从 150 元到 7000 多元不等。编程器档次的差别在于烧写的可编程芯片类型、使用界面是否方便、是否具有智能防止芯片烧坏功能等,一般来说,可根据需要和自身的经济实力选择性价比合适的编程器。目前市面上常用的有中国台湾河洛生产的 AL1XX 通用和顶级万用系列、南京希尔特公司的 SP 系列、北京润飞的 RF 智能型系列、炜煌的 WH 系列、广州升洪的 TOP 系列、天津威磊的 VP 系列、深圳思泰佳的 Genuis 系列、中国台湾研仪的 LABTOOL 系列、FL 系列等,还有低档的 MEP-100 编程器。通用的编程器应具有的功能是:能对单片机(MCU)、E(E)PROM、FLASH ROM、PLD、FPGA 等进行读取、擦除、烧写、加密等操作,高档的编程器可独立于 PC 机运作。

1.1.2 仿真机

仿真机又称为在线仿真机,英文名 ICE(in circuit emulator),它由被仿真的微处理器(MPU)或微控制器(MCU)为核心的一系列硬件构成。使用时拔下用户 MPU 或 MCU,换插 ICE 插头(又称仿真头),这样用户系统就成了 ICE 的一部分,原来的 MPU

或 MCU 执行的程序由仿真机来执行。利用仿真机的完整硬件资源和监控程序,实现对用户目标代码的跟踪调试,观察程序执行过程中单片机寄存器、存储器的内容,根据执行情况随时修改程序,来实现相应的功能。

仿真机软件提供集成环境,即将文件的编辑、汇编语言的汇编和连接、高级语言的编译和连接调试集于一体,能对汇编语言程序和高级语言程序仿真调试,利用窗口和下拉菜单操作。操作平台有 DOS 和 Windows 两种,熟悉 Turbo C 或 Windows 的用户,对这些操作方法不学自会。一般仿真机提供的集成软件,既可用于硬件仿真又可用于软件模拟仿真(仅用电脑,不用仿真机)。使用时,选择不同的工作模式或参数即可选择是硬件仿真还是软件仿真。

目前市面上的仿真机有南京万利的 SE-52P/L 单片机仿真开发系统;上海星研的 STAR51PH/S 系列仿真器、SUPER ICE51S 仿真器、STAR51S 系列 51 专用仿真器;上海航虹 AEDK-51W 专用仿真器;启东的 QTH-8052 系列仿真器;北京三环的 A-51 单片机仿真器、D-51 单片机仿真器、E-900 微型仿真器;南京伟福的 E6000 系列、H51 系列仿真器;武汉恒科 HK-KEIL 全功能仿真器;武汉鑫人达电子公司的 JY-E2X00 系列仿真器;金得通 JDT 系列仿真器;中国台湾义隆 EM78 系列单片机仿真系统等。

1.2 单片机的软件开发环境

单片机开发中除了要有必要的硬件外,也离不开软件。将编写的汇编语言源程序变为 CPU 可以执行的机器代码有两种方法:一种是手工汇编;另一种是机器汇编。目前已极少使用手工汇编的方法。机器汇编是通过汇编软件将源程序变为机器码。用于 MCS 8051 单片机的汇编软件有早期的 A51,随着单片机技术的不断发展,编程语言也从普遍使用汇编语言到逐渐使用高级语言发展。单片机的开发软件也在不断发展,目前用得比较多的是 C 语言和 Keil 软件。其中 Keil 软件是目前最流行的开发 MCS 8051 系列单片机的软件,这一点从近年各仿真机厂商纷纷宣布全面支持 Keil 的现象即可看出。Keil 软件提供包括 C 编译器、宏汇编、连接器、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(uVision2)将这些部分组合在一起。运行 Keil 软件需要 Pentium 或以上的 CPU,16 MB 或更大的 RAM,20 MB 以上的空闲硬盘空间,Windows 98、Windows NT、Windows 2000、Windows XP 等操作系统。掌握该软件对于使用 MCS 8051 系列单片机的爱好者来说是十分必要的,如果你使用 C 语言编程,那么 Keil 几乎是你不二的选择,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。

下面重点介绍 Keil uVision2 这一当前最流行的开发 MCS 8051 系列单片机的软件。

1.2.1 Keil 开发软件的介绍

Keil IDE(uVision2)集成开发环境是 Keil Software Inc/Keil Elektronik GmbH 开发的基于 MCS 8051 内核的微处理器软件开发平台,内嵌多种符合当前工业标准的开发工具,可以完成从工程建立和管理、编译、连接、目标代码的生成到软件仿真、硬件仿真等完整的开发流程。尤其是 C 语言编译工具在产生代码的准确性和效率方面达到了较高的水平,而且可以附加灵活的控制选项,在开发大型项目时是非常理想的工具。Keil 本身是一个纯软件工具,不能直接进行硬件仿真,必须挂接类似 TKS 系列仿真器的硬件才可以进行仿真。通过下面介绍可以看到,TKS 系列硬件仿真器如何无缝连接到 Keil 的调试环境中。

1. uVision2

uVision2 包括一个工程管理器、一个功能丰富并有交互式错误提示的编辑器、选项设置、生成工具以及在线帮助等。uVision2 可以创建源文件,并组成应用工程加以管理。uVision2 可以自动完成编译、汇编、链接程序的操作,使您可以只专注开发工作的效果。

2. C51 编译器和 A51 汇编器

由 uVision2 创建的源文件,可以被 C51 编译器或 A51 汇编器处理,生成可重定位的 object 文件。Keil C51 编译器遵守 ANSI C 语言标准,支持 C 语言的所有标准特性。另外,还增加了几个可以直接支持 MCS 8051 结构的特性。Keil A51 宏汇编器支持 MCS 8051 及其衍生系列的所有指令集。

3. LIB51 库管理器

LIB51 库管理器可以从由汇编器和编译器创建的目标文件建立目标库。这些库是按规格格式排列的目标模块,在以后可被链接器所使用。当链接器处理一个库时,仅仅使用库中程序的目标模块而不是全部加以引用。

4. BL51 链接器/定位器

BL51 链接器使用从库中提取出来的目标模块和由编译器、汇编器生成的目标模块,创建一个绝对地址目标模块。绝对地址目标文件或模块包括不可重定位的代码和数据。所有的代码和数据都被固定在具体的存储器单元中。绝对地址目标文件可以用于如下几个方面:

- ① 编程 EPROM 或其他存储器设备;
- ② 由 uVision2 调试器对目标进行调试和模拟;
- ③ 使用在线仿真器进行程序测试。

5. uVision2 软件调试器

uVision2 软件调试器能十分理想地进行快速、可靠的程序调试。调试器包括一个高速模拟器,您可以使用它模拟整个 MCS 8051 系统,包括片上外围器件和外部硬件。当

您从器件数据库选择器件时,这个器件的属性会被自动配置。

6. uVision2 硬件调试器

uVision2 硬件调试器提供了几种在实际目标硬件上测试程序的方法。

- ① 安装 MON51 目标监控器到您的目标系统,通过 Monitor-51 接口下载您的程序;
- ② 使用高级 GDI 接口,将 uVision2 调试器同类似于 TKS 系列仿真器的硬件系统相连接,通过 uVision2 的人机交互环境指挥连接的硬件完成仿真操作。

7. RTX51 实时操作系统

RTX51 实时操作系统是针对 MCS 8051 微控制器系列的一个多任务内核。RTX51 实时内核简化了一些复杂应用(对实时事件进行反应)的系统设计、编程和调试。这个内核完全集成在 C51 编译器中,使用非常简单。任务描述表和操作系统的一致性由 BL51 链接器/定位器自动进行控制。

1.2.2 Keil 软件开发的流程

对于刚刚使用 Keil 的用户来讲,开发时,一般可按照下面的流程来完成开发任务。

- ① 建立工程;
- ② 为工程选择目标器件,例如选择 Philips 公司的 P89C58;
- ③ 设置工程的配置参数;
- ④ 打开/建立程序文件;
- ⑤ 编译和连接工程;
- ⑥ 纠正程序中的书写和语法错误并重新编译、连接;
- ⑦ 对程序中某些纯软件的部分使用软件仿真验证;
- ⑧ 使用 TKS 硬件仿真器对应用程序进行硬件仿真;
- ⑨ 将生成的 hex 文件烧写到 ROM 中运行测试。

上面的流程只是一个标准的开发流程,实际中用户可能会重复一个或几个步骤。

1.2.3 Keil 软件的安装

下面介绍如何设置操作环境以及如何将软件安装到您的硬盘上。

1. 系统要求

必须满足最小的硬件和软件要求才能确保编译器以及其他程序功能正常运行。您的机器必须具有:

- ① Pentium、Pentium-Ⅱ 或兼容处理器;
- ② Windows 98、Windows 2000、Windows XP、Windows NT4.0;
- ③ 至少 16 MB RAM 和至少 20 MB 硬盘空间。

2. 安装详细说明

所有的 Keil 产品都自带一个安装程序和安装说明,非常易于安装。您得到软件的

途径不同,软件的存放格式可能不同。

① 找到 Keil 软件所在的目录,如图 1-1 所示。

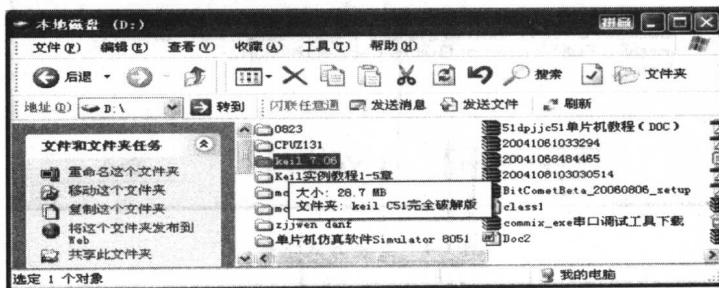


图 1-1 Keil 所在目录

② 进入到 Setup 文件夹里,如图 1-2 所示。

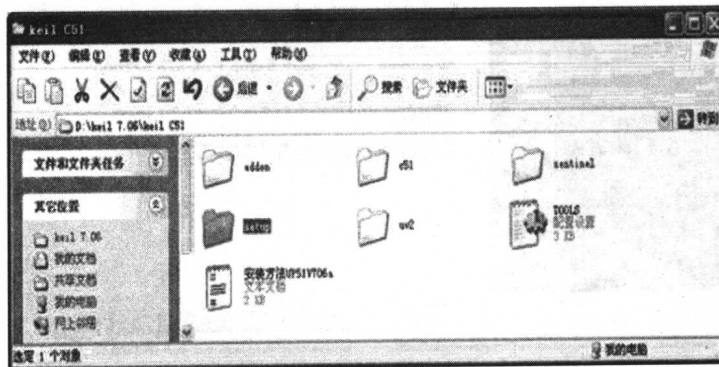


图 1-2 Setup 所在文件夹

③ 双击运行 Setup.exe 安装程序,如图 1-3 所示。



图 1-3 Setup.exe 所在目录

④ 选择 Full Version 完全版安装, 否则会有 2 KB 的代码限制, 如图 1-4 所示。

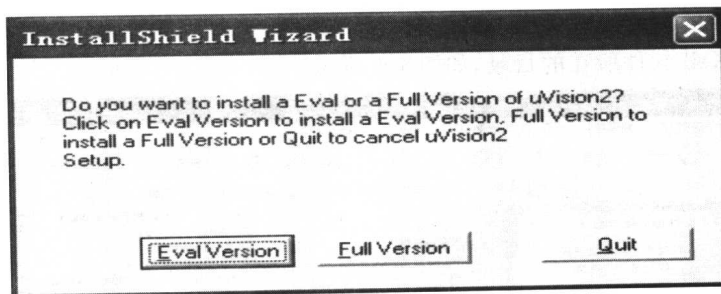


图 1-4 安装方式选择

⑤ 出现 Welcome to uVision2 Setup Release 5/2003 界面,单击 Next 按钮,如图 1-5 所示。

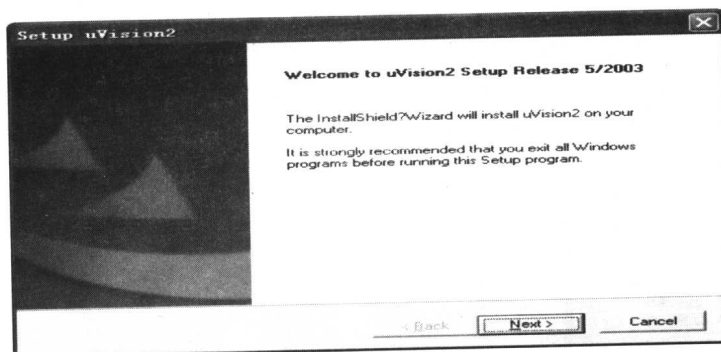


图 1-5 欢迎页面

⑥ 出现 License Agreement 界面,单击 Yes 按钮,如图 1-6 所示。

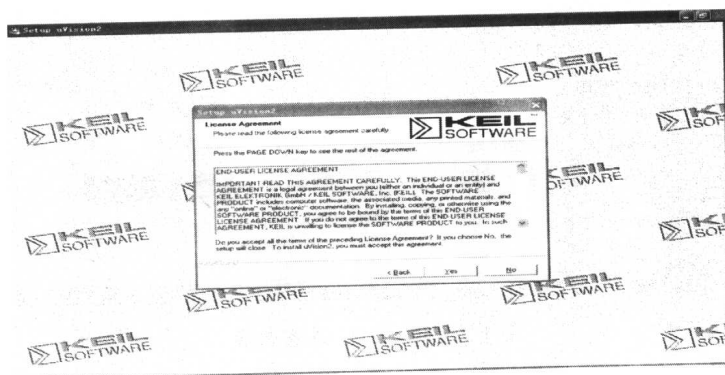


图 1-6 License Agreement 界面

⑦ 选择所需安装的目录,单击 Next 按钮,如图 1-7 所示。

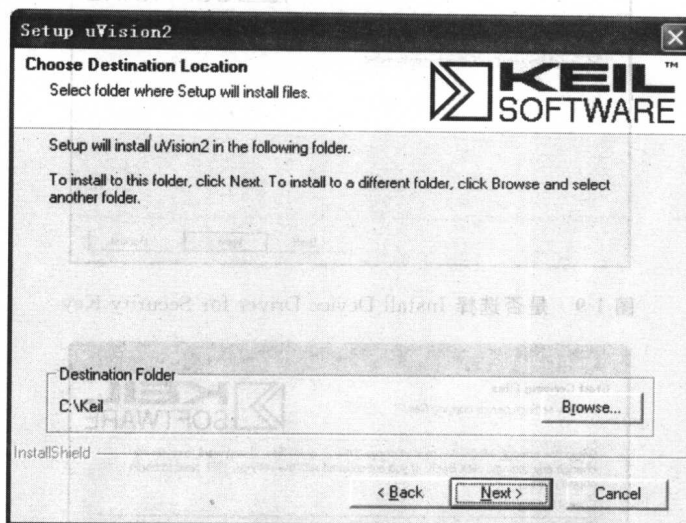


图 1-7 安装目录选择

⑧ 填入注册码和其他相关信息,如图 1-8 所示。

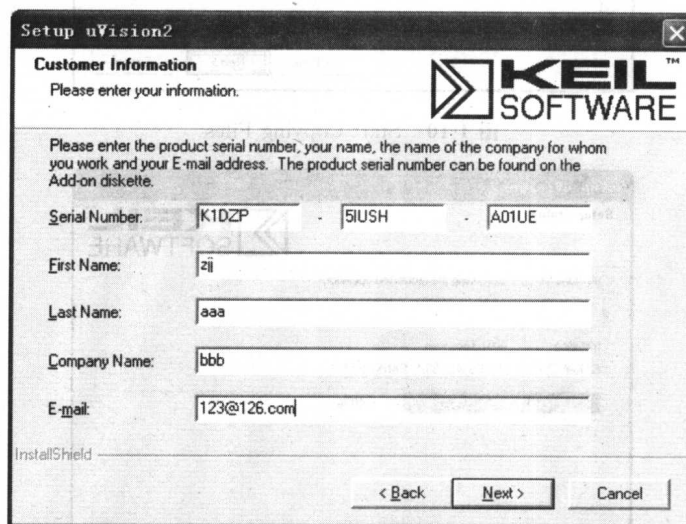


图 1-8 填写注册信息

⑨ 然后一直单击 Next 按钮,直到安装完成就可以了,如图 1-9~图 1-13 所示。

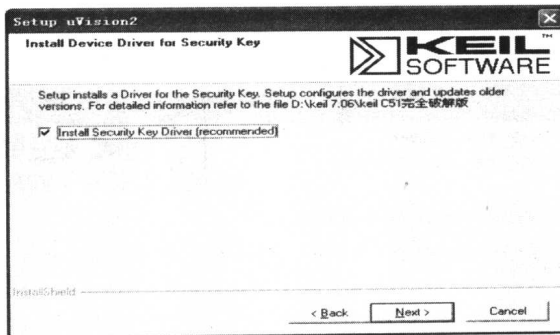


图 1-9 是否选择 Install Device Driver for Security Key

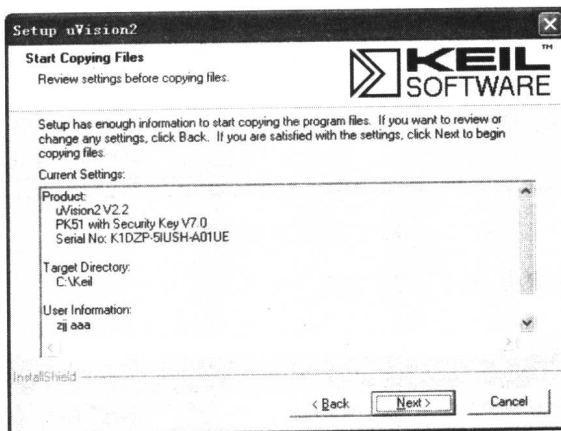


图 1-10 Start Copying Files

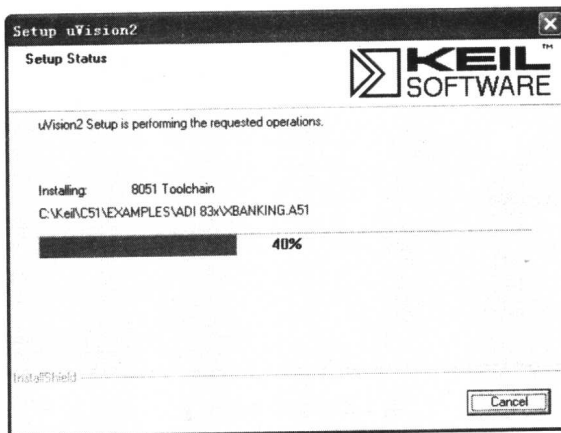


图 1-11 安装进程

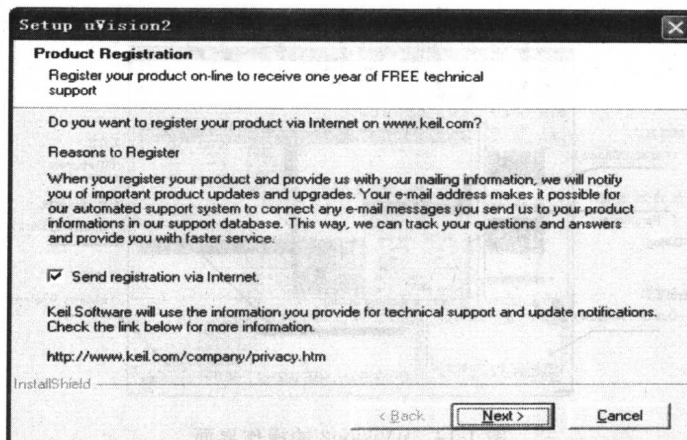


图 1-12 是否选择网上注册

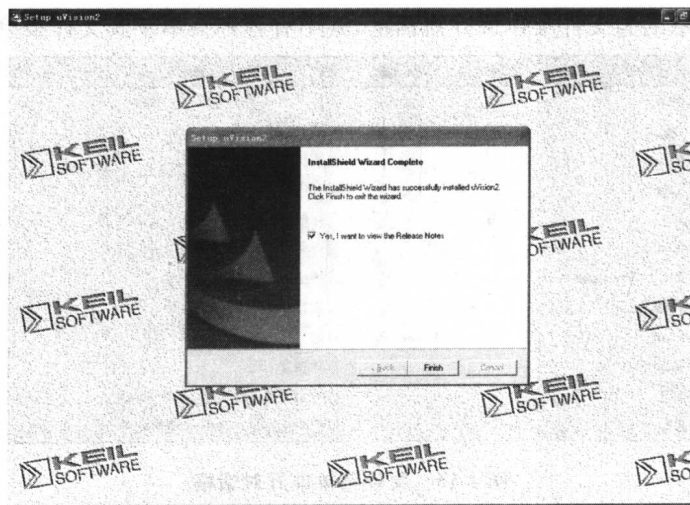


图 1-13 安装完成

1.2.4 Keil 软件的工作环境

安装完成后用户可以单击运行图标进入 uVision2 IDE 环境。

uVision2 界面有菜单栏、可以快速选择命令按钮的工具栏、一些源代码文件窗口、对话框窗口、信息显示窗口。uVision2 允许同时打开几个源程序文件。

菜单栏提供各种操作菜单,比如编辑器操作、工程维护、开发工具选项设置、程序调试、窗体选择和操作、在线帮助等。工具栏按钮可以快速执行 uVision2 命令。快捷键可以快速执行 uVision2 命令,也可以自己配置快捷键。图 1-14 所示的是 uVision2 的菜单