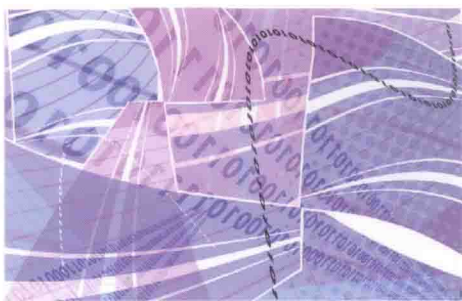




单片机原理与 接口技术

实验教程

陈春华 编著



东北大学出版社
Northeastern University Press

单片机原理与接口技术实验教程

陈春华 编著

东北大学出版社

· 沈 阳 ·

© 陈春华 2015

图书在版编目 (CIP) 数据

单片机原理与接口技术实验教程 / 陈春华编著. —沈阳: 东北大学出版社, 2015. 9
ISBN 978 - 7 - 5517 - 1072 - 5

I. ①单… II. ①陈… III. ①单片微型计算机—基础理论—高等学校—教材
②单片微型计算机—接口技术—高等学校—教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 206566 号

出 版 者: 东北大学出版社

地址: 沈阳市和平区文化路 3 号巷 11 号

邮编: 110819

电话: 024 - 83687331(市场部) 83680267(社务室)

传真: 024 - 83680180(市场部) 83680265(社务室)

E-mail: neuph@neupress.com

http: //www. neupress. com

印 刷 者: 沈阳市第二市政建设工程公司印刷厂

发 行 者: 东北大学出版社

幅面尺寸: 185mm × 260mm

印 张: 8.75

字 数: 202 千字

出版时间: 2015 年 9 月第 1 版

印刷时间: 2015 年 9 月第 1 次印刷

责任编辑: 李 佳 孙 锋

封面设计: 刘江旻

责任校对: 图 图

责任出版: 唐敏志

ISBN 978 - 7 - 5517 - 1072 - 5

定 价: 20.00 元

实践教学是高等教育不可缺少的重要组成部分，是巩固理论知识和加深对理论认识的有效途径，是培养具有创新精神和实践能力的高素质工程技术人员的重要环节。正确认识实践教学在整个高等教育教学工作中的地位，将对高校创新人才的培养起到推动性作用。

在全国高校贯彻落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要》（2010—2020）的大背景下，2010年教育部启动了“卓越工程师教育培养计划”（简称“卓越计划”）。“卓越计划”旨在以实际工程为背景，培养学生的工程意识、工程素养和工程实践能力，造就一大批具备较强创新能力，适应社会企业发展需要的高质量工程应用型人才。为促进电子信息领域应用型人才培养，提高工程教育人才培养质量，东北大学国家电子实验教学系统中心联合东北大学出版社组织编写了这套《高等院校电子信息系列实验教程》。

这套丛书的特点是：

（1）以培养学生实践能力、创新能力为宗旨，以培养和锻炼学生的实践动手能力为核心，编者将本套丛书的实验分为课前预习，实验指导和实验报告三部分内容。

课前预习部分将课堂已讲授过的理论或属于基础性实验的预习内容，以填空题、选择题或简答题等方式给出。学生需通过复习相关理论知识、扩展阅读及理解相关实验原理后，经过深入思考才能完成预习部分的题目。另外，这些预习题的得分将计入学生的实验成绩。

实验指导部分只将关键的步骤予以指导，而细节部分则需要学生在实践过程中自行摸索。编者根据多年的授课经验，只对一些容易错、耗费时间长且属于基础的部分进行了详细的解释说明，略去了具体实验过程的说明。除此之外，在一些理论和实际联系紧密之处设置了思考题，进一步帮助学生

理论联系实际。

实验报告部分以活页的形式，将实验目的、要求等基本信息直接印在其中，突出实验过程的实现和实验结果的分析，学生直接在预留位置填写相关内容。

(2) 实验内容新颖，淘汰陈旧过时的内容，融入新的先进实用的知识。

(3) 对学生分类设计实验内容，包括基础验证型实验、设计型实验、综合型实验和创新型实验，学生可以根据自己的实际情况，在完成必做的实验后，自主选择更高要求的实验。不同实验有不同的最高得分。

(4) 此系列实践教材几乎涵盖了电类专业的所有实践课程。

东北大学 李鸿儒

2014 年 4 月

《单片机原理与接口技术实验教程》是针对自动化、测控技术与仪器、电子信息、计算机、通信、机械自动化等专业学习微机原理、接口技术、单片机原理等课程而设计的“便携式学生自主微机原理实验装置”编写的实验教材。实验教材内容丰富、实用性强，本实验装置和教材适合于学习微机原理、接口技术、单片机原理课程相关专业的硕士生、本科生学习和使用，也适合高职高专相关专业学生和教师使用。

本书第1章简单介绍了“便携式学生自主微机原理实验装置”，详细介绍了相关软件的安装和使用。第2章为验证性实验，目的是使学生进一步熟悉和掌握课堂学习的知识，巩固教学内容，提高教学效果，增长实践经验。第3章为综合性实验，安排了一些具有趣味性、实用性的实验内容，使学生进一步巩固课堂所学知识，学习灵活利用所学知识进行综合设计的方法，锻炼学生综合设计的能力。第4章为设计性实验，综合前面所学知识和实验内容，结合其他课程所学知识，创新性地进行一些较为复杂、较为综合性的实验，将微机原理知识应用到相关专业的学习中，相关内容可以作为课程设计的题目和内容。第5章为实验报告。

本书主要由陈春华老师编写，东北大学信息学院实验室相关老师参与了部分工作。

由于水平和时间有限，错误和不妥之处在所难免，欢迎读者批评指正。

编 者

2015年5月

第1章	便携式学生自主微机原理实验装置简介	1
1.1	实验装置简介	1
1.2	软件安装与说明	5
1.3	MCS-51 单片机头文件	25
第2章	验证性实验	29
2.1	键盘与 LED 实验	29
2.2	简单 I/O 实验	33
2.3	译码器实验	35
2.4	单片机 P1 口 I/O 实验	37
2.5	数据存储器扩展及单片机存储器分类实验	40
2.6	单片机定时器/计数器实验	44
2.7	单片机外部中断实验	47
2.8	可编程并行接口 (Intel 8255A) 实验	50
2.9	可编程定时/计数器 (Intel 8254) 实验	52
2.10	可编程串行接口 (Intel 8251A) 实验	54
2.11	步进电机实验	60
2.12	直流电机控制与测速实验	62
第3章	综合性实验	65
3.1	扬声器实验	65
3.2	RS232C 通信实验	66
3.3	RS485 通信实验	68
3.4	交通信号灯实验	70
3.5	信号放大与 A/D 转换实验	73

3.6	D/A 转换与驱动实验	80
第4章	设计性实验	84
4.1	高精度测量实验	84
4.2	高精度 D/A 转换实验	85
4.3	信号调理器实验	86
4.4	电位器—A/D 转换—D/A 转换—调速—测速—键盘—显示实验	88
4.5	单回路调节器实验	89
4.6	RS485 网络实验	89
4.7	总线接口扩展实验	92
第5章	实验报告	95
5.1	键盘与 LED 实验报告	95
5.2	单片机 P1 口 I/O 实验报告	97
5.3	单片机定时器/计数器实验	99
5.4	单片机外部中断实验	101
5.5	可编程并行接口 (Intel 8255A) 实验	103
5.6	可编程定时/计数器 (Intel 8254) 实验	105
5.7	可编程串行接口 (Intel 8251A) 实验	107
5.8	步进电机实验	109
5.9	直流电机控制与测速实验	111
5.10	交通信号灯实验	113
5.11	信号放大与 A/D 转换实验	115
5.12	D/A 转换与驱动实验	117
5.13	RS485 网络实验 (计算机与实验装置多机实验)	119
5.14	电位器—A/D 转换—D/A 转换—调速—测速—键盘—显示实验	121
5.15	信号调理器实验	123
5.16	单回路调节器实验	125
参考文献		127
附录: 常用集成电路简易资料		129

第1章 便携式学生自主微机原理实验装置简介

1.1 实验装置简介

1.1.1 装置概述

本实验装置采用 STC 公司的片内具有大容量程序存储器(32kbytes)且是 Flash 工艺的单片机作为主控芯片,该单片机支持串口程序烧写,对开发设备的要求很低,开发时间大大缩短。外围设计了多种外围接口芯片,极大地扩展了单片机的功能。学生通过实验,可以学习到单片机和外围接口电路的诸多知识,得到良好的锻炼。外围接口电路设计了诸多实用的电路,这些电路可以直接应用到实际的设计当中,使实验者得到很好的学习。

1.1.2 装置特点

本实验装置集成了大量的外围接口电路,实验内容丰富,可以满足微机原理、接口技术、单片机原理等课程教学和实验的全部需求,并且可以从事丰富的设计性、综合性、创新性实验。实验装置体积小(340mm×250mm×110mm)、重量轻(2.0kg)、所需外部资源极少(除实验装置外,只需要一根 USB 编程电缆和一台电脑或笔记本电脑),非常便于携带,可以在任何地方(只需一个 220VAC 电源插座)进行一个学生单独实验或多个学生一起探讨研究。

1.1.3 装置组成

本实验装置包含下列电路(如图 1-1 所示)。

- ① 电源电路: 220VAC 电源通过开关电源为系统提供所需电源。
- ② A/D 转换电路: 包含信号处理电路和一个 A/D 转换器。
- ③ D/A 转换电路: PWM 信号经光电隔离、积分、驱动后输出电流(或电压)信号。
- ④ 单脉冲、与非门电路: 为系统提供单脉冲信号和两个与非门。
- ⑤ RS232C、RS485 通信电路: 单片机的 TTL 电平信号转换为 RS232C 和 RS485 协议信号。
- ⑥ 单片机电路: 内含 32k 字节 ROM 的单片机、地址锁存器和 32k 字节数据存储器。
- ⑦ 译码电路: 两个一样的 GAL 电路提供 8 个译码输出。

- ⑧ 串行通信电路：单片机总线连接 8251A 串行接口。
- ⑨ 定时/计数器电路：单片机总线信号连接定时/计数器 8254。
- ⑩ 并行接口电路：单片机总线信号连接可编程并行接口芯片 8255。
- ⑪ 步进电机电路：步进电机及其控制电路。
- ⑫ 简单 I/O 输入输出电路：8 个开关输入、12 个 LED 发光二极管输出。
- ⑬ 直流电机与测速电路：包括直流电机、码盘和光电测速。
- ⑭ 扬声器电路：包括扬声器和音频放大电路。
- ⑮ 分频器电路：提供多种频率方波信号供实验使用。
- ⑯ 键盘与 LED 电路：16 个键盘输入和 8 位 LED 数码管输出。

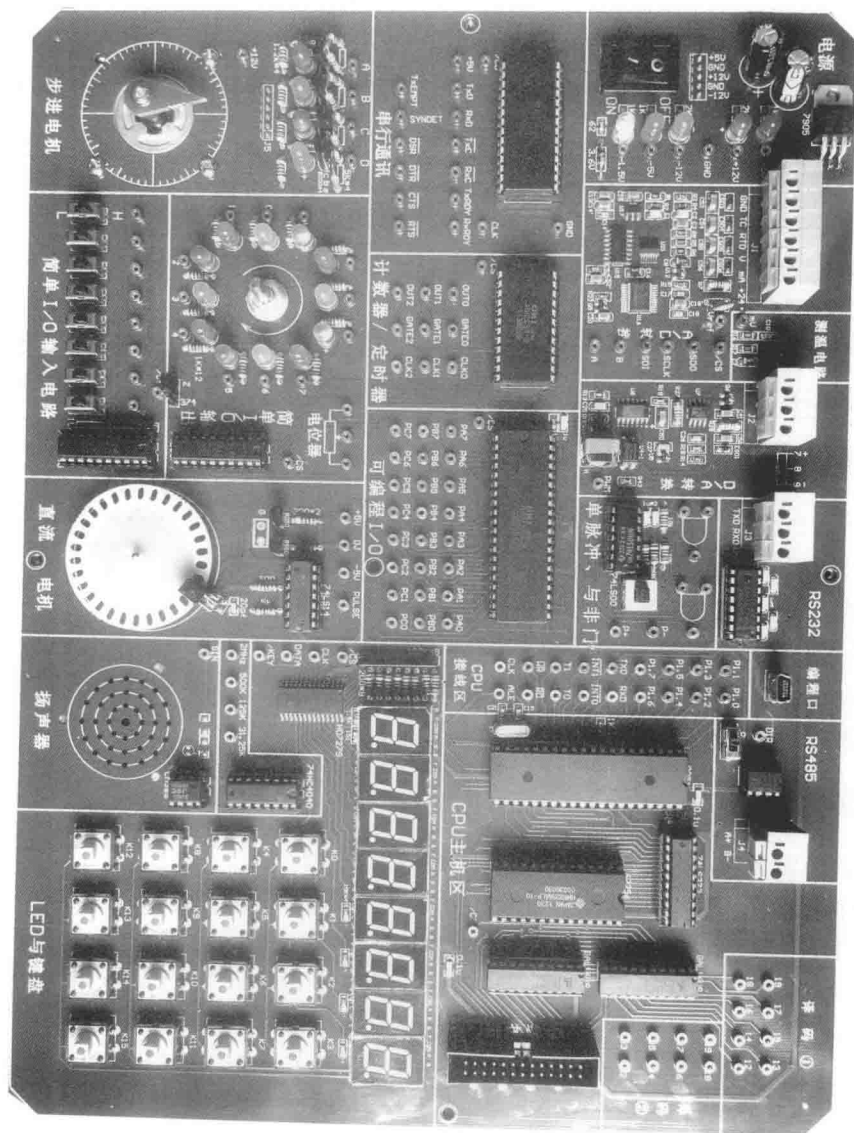


图 1-1 实验装置全图

1.1.4 通用外围电路

(1) 电源电路

本实验装置采用 220VAC 供电，由开关电源将 220VAC 转换为实验装置所需要的 +5VDC、 ± 12 VDC 电源，而 -12VDC 又通过三端稳压器 7905 转换为 -5VDC 电源，如图 1-2 所示。

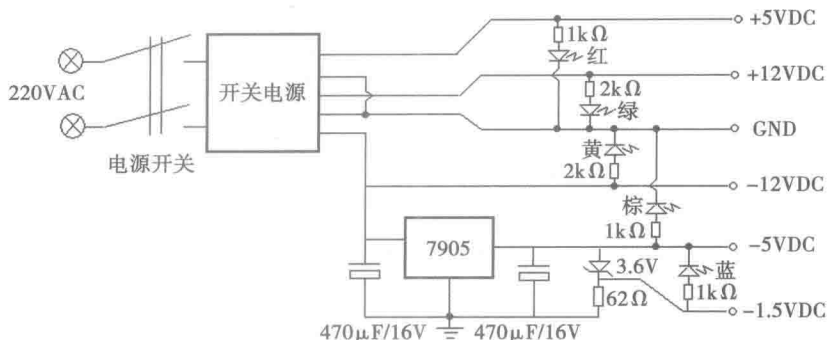


图 1-2 实验装置电源电路图

实验装置中，直流电机实验需要 ± 5 VDC 电源，实验时需要单独接线；步进电机实验需要 +12VDC 电源，实验时需要单独接线；A/D 转换实验需要 -1.5V、+5V 电源，实验装置已连好接线，无需单独接线；D/A 转换实验需要 +12VDC，实验装置已连好接线，无需单独接线；其他实验需要 +5VDC 电源，实验装置已连好接线，无需单独接线。在需要连接电源线时，切记使连接可靠，不要触碰到其他线路，尤其不能接错电源线（如将 +12VDC 接到 +5V 电源），否则容易引起线路板或元器件损坏，系统接线完毕检查后上电。

(2) 单脉冲、与非门

实验装置提供单脉冲和两个与非门，供定时/计数器 8254 和单片机定时/计数器实验和其他需要与非门的实验使用，实验原理图如图 1-3 所示。

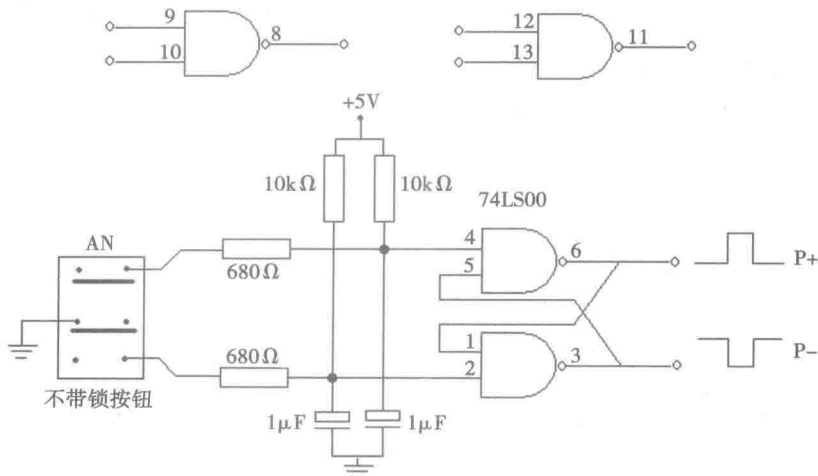


图 1-3 单脉冲和与非门电路原理图

(3) 分频器

实验装置上的分频器电路将来自单片机时钟输出 XTAL2 端的 4MHz 频率分频为 2MHz、500kHz、125kHz、31.25kHz 方波输出，供 8254 和单片机定时/计数器或其他需要方波的地方使用。分频器原理图如图 1-4 所示。

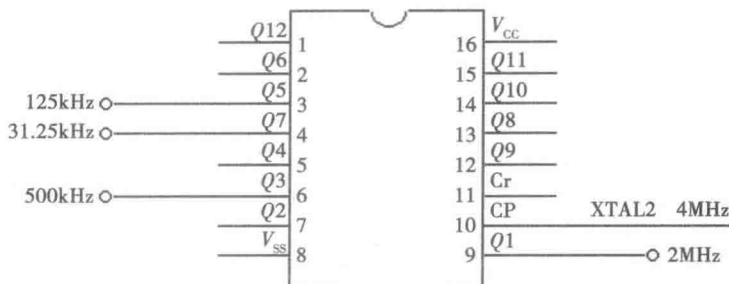


图 1-4 分频器原理图

(4) 译码器

实验装置上提供了两个一样的 GAL16V8 译码电路，分为译码区①和译码区②，两个区域译码方式完全一样，目的是其中译码区②的 GAL16V8 用户可以编程，这样不影响译码区①的使用。译码电路原理图如图 1-5 所示。

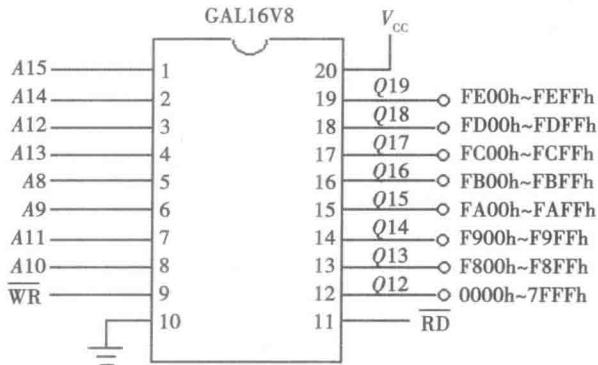


图 1-5 译码电路原理图

译码器程序如下：

PLD16V8 03/03/2015

FILENAME: GAL1&GAL2

AUTHOR: Chunhua chen

A15 A14 A12 A13 A8 A9 A11 A10 WR GND

RD Q12 Q13 Q14 Q15 Q16 Q17 Q18 Q19 VCC

/Q12 = /A15; "0000h ~ 7FFFh

/Q13 = A15 * A14 * A13 * A12 * A11 * /A10 * /A9 * /A8; "F800h

/Q14 = A15 * A14 * A13 * A12 * A11 * /A10 * /A9 * A8; "F900h

/Q15 = A15 * A14 * A13 * A12 * A11 * /A10 * A9 * /A8; "FA00h

```

/Q16 = A15 * A14 * A13 * A12 * A11 * /A10 * A9 * A8;      "FB00h
/Q17 = A15 * A14 * A13 * A12 * A11 * A10 * /A9 * /A8;      "FC00h
/Q18 = A15 * A14 * A13 * A12 * A11 * A10 * /A9 * A8;      "FD00h
/Q19 = A15 * A14 * A13 * A12 * A11 * A10 * A9 * /A8;      "FE00h
DESCRIPTION
END

```

1.2 软件安装与说明

在基本了解实验装置的系统配置以后,还需要建立一个良好的软件编程环境用来编辑和编译实验程序并把编译好的代码下载到实验装置中去。所以本节将就实验装置的各种配套软件的安装和使用加以说明。

1.2.1 开发环境的建立及使用

在单片机程序开发中,Keil Software 公司推出的 Keil μ Vision 系列软件是最为经典的单片机软件集成开发环境,目前比较常用的版本为 Keil μ Vision3。

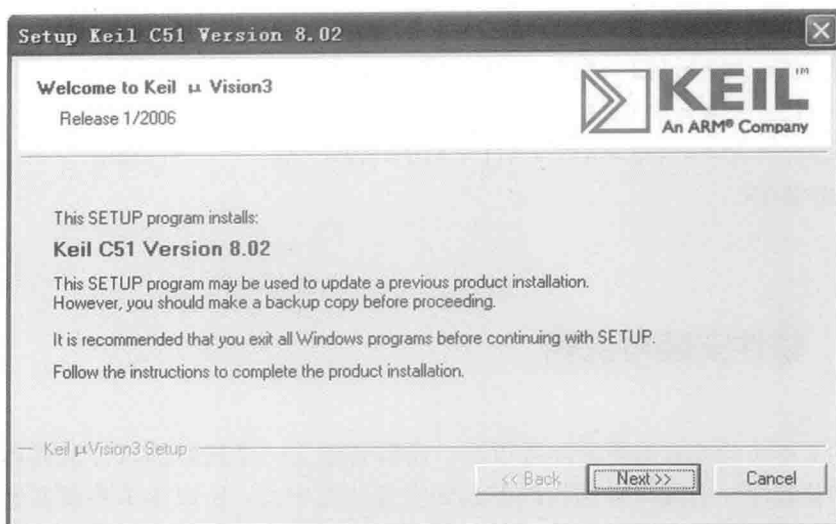
(1) Keil μ Vision3 简介

Keil μ Vision 系列是一个非常优秀的编译器,得到广大单片机设计者的广泛使用。其主要特点如下。

- ① 具有 Windows 风格的可视化操作界面,界面友好,使用极为方便。
- ② 支持汇编语言、C51 语言及混合编程等多种方式的单片机设计。
- ③ 集成了非常全面的单片机支持,能够完成 51 系列单片机和与 51 系列兼容的绝大部分类型单片机的程序设计和仿真。
- ④ 集成了丰富的库函数及完善的编译链接工具。
- ⑤ 提供了并口、串口、A/D、D/A、定时器/计数器及中断等资源的硬件仿真能力,能够帮助用户模拟实际硬件的执行效果。
- ⑥ 可以与多款外部仿真器联合使用,提供了强大的在线仿真调试能力。
- ⑦ 在一个开发界面中支持多个项目的程序设计。
- ⑧ 支持多级代码优化,最大限度地帮助用户精简代码体积。
- ⑨ 由于 Keil μ Vision 具有最广泛的用户群,因此相应的代码资源非常丰富,可以轻松找到各类编程资源以加速学习和开发过程。
- ⑩ 最新的 ARM 开发工具 RealVIEW MDK 依然采用 Keil μ Vision3 的开发环境和界面,为将来的升级带来极大的方便。

(2) Keil μ Vision 3 的安装

在安装包里找到 Keil μ Vision3 安装源文件 c51v802.exe,双击安装文件,弹出 Keil μ Vision3 安装的欢迎界面,如图 1-6 所示。

图 1-6 Keil μ Vision3 安装的欢迎界面

单击“Next”按钮，弹出“License Agreement”对话框，如图 1-7 所示。这里显示了一些用户安装的协议和许可的要求，选择“I agree to all the terms of the preceding License Agreement”同意该协议即可，否则无法进入下一步。

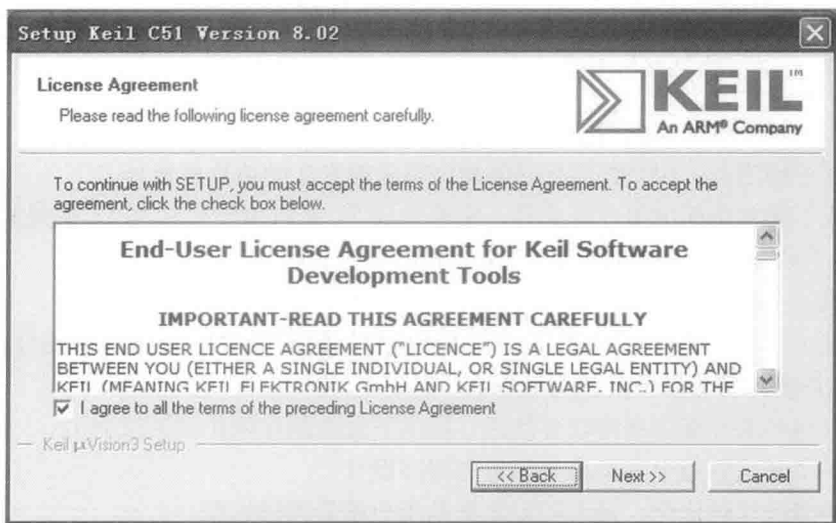


图 1-7 用户安装的协议和许可对话框

单击“Next”按钮，弹出“Folder Selection”对话框，如图 1-8 所示。系统默认安装在“C: \ Keil”文件夹下。在这里，单击“Browse”按钮，可以选择安装的目录。

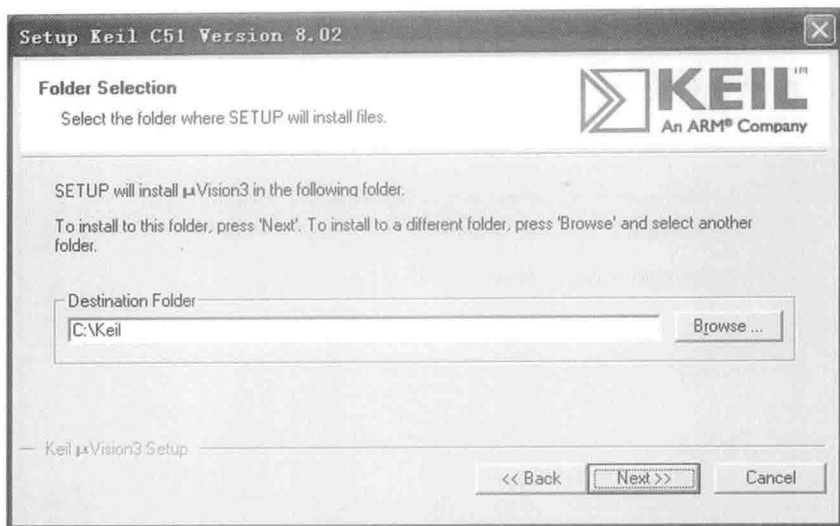


图 1-8 安装目录选择对话框

单击“Next”按钮，弹出“Customer Information”对话框，如图 1-9 所示。此时，用户需要输入用户名、公司名称和 E-mail，缺一不可。

填写好用户信息后，单击“Next”按钮，便开始自动安装。

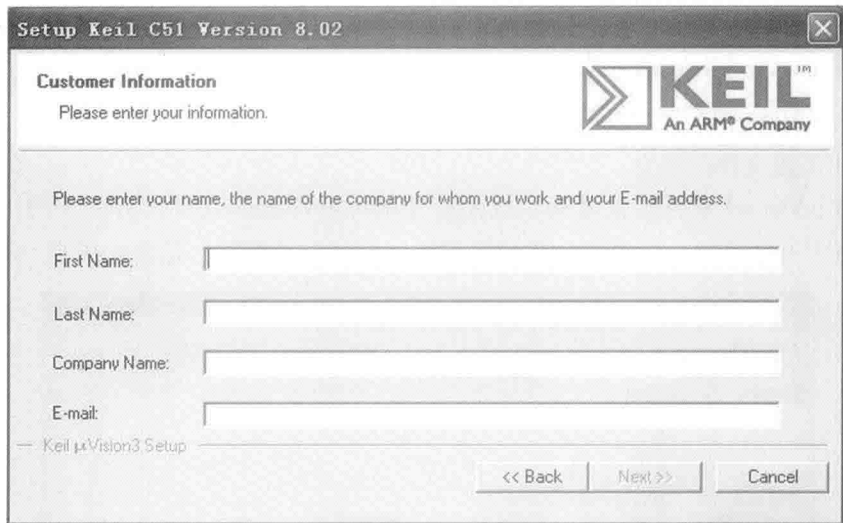


图 1-9 用户信息对话框

Keil μ Vision3 安装完成后，弹出安装完成对话框，如图 1-10 所示。这里的几个选项的含义如下。

Show Release Notes: 显示安装的版本注释信息。

Add example projects to the recently used project list: 添加一个示例程序到当前项目列表中。

最后，单击“Finish”按钮，便可以结束 Keil μ Vision3 集成开发环境的安装。

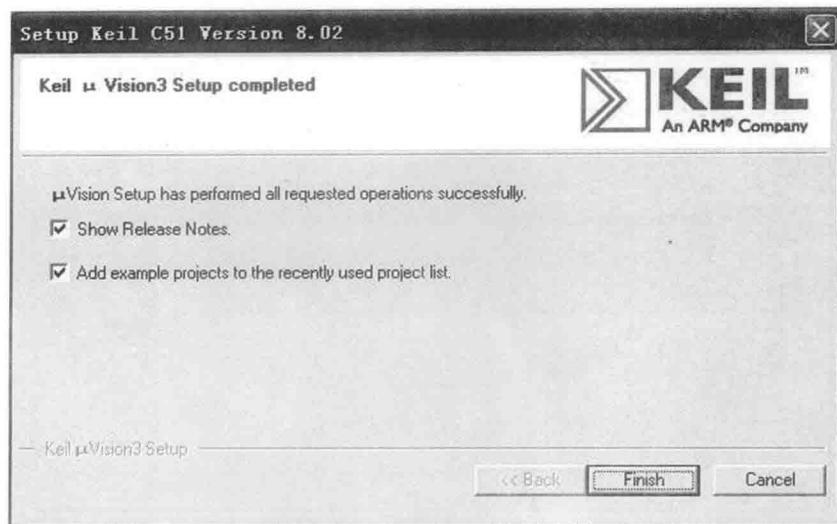


图 1-10 安装完成对话框

另外在安装包中还提供了 Keil μ Vision3 的汉化补丁、Bug 修复补丁和其他相关文件，安装包里提供了详细的说明，请根据需要自行参考安装，这里不再详细介绍。

(3) Keil μ Vision 3 的使用

因为后续章节实验设计的编程和调试都要在 Keil μ Vision3 集成开发环境中进行，所以这里有必要结合实验装置对 Keil μ Vision3 开发环境的使用作一个简单的介绍，帮助大家尽快地熟悉整个系统的使用和设置。

① Keil 工程文件的建立。

- Keil μ Vision3 软件开发界面。首先打开 Keil μ Vision3 软件，界面如图 1-11 所示。开发界面主要有菜单栏、工具栏、项目管理区、源代码编辑区、信息输出窗口等组成。

图 1-11 Keil μ Vision3 软件开发界面

• 建立新的工程文件。点击菜单栏：Project→New Project…，出现一个文件名对话框，输入工程名称（例如为 exam1），不需要扩展名，单击“保存”按钮。出现选择目标 CPU（即所用芯片的型号）对话框，如图 1-12 所示，本实验装置使用的是 STC12C5A60S2 系列的单片机，所以点击 STC 前面的“+”号，选择 STC 公司的 STC12C5A60S2 芯片，单击“确定”按钮，回到主界面，此时，在工程窗口的文件页中，出现了“Target1”，前面有“+”号，点击“+”号展开，可以看到下一层的“Source Group1”。芯片的选择也可以以后进行修改，可依次点击：Project→Select device for target 来进行设置。（如果 Keil 中没有 STC MCU 数据库，则需要先导入 STC MCU 数据库才能选择 STC 系列芯片，后面我们会介绍如何导入 STC MCU 数据库）。

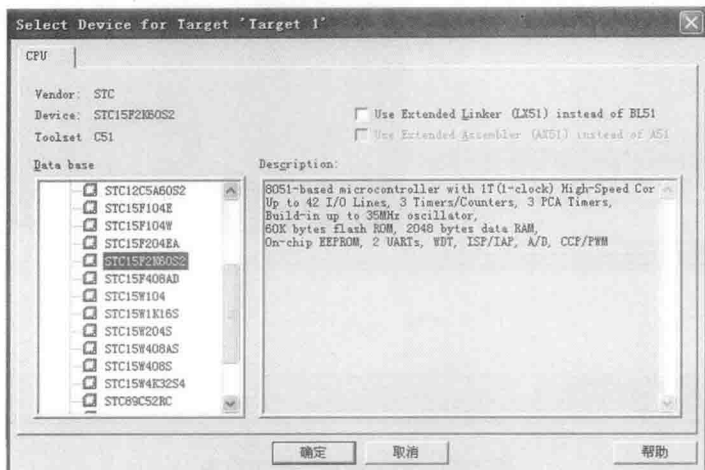


图 1-12 选择目标芯片对话框

• 添加源文件和头文件。源文件就是一般的文本文件，可以使用任意文本编辑器编写，不一定使用 Keil 软件编写，但在 Keil 下编写会用不同的颜色来显示不同的参数变量，比较便于观察。在 Keil 软件中的建立源文件的方法为：在空白的项目界面中，选择 File→New，则自动生成一个空白的页面，在该页面中可以进行程序的输入。如果使用的是 C 语言，则需要以 .c 为后缀保存该文件；如果使用汇编语言编程，文件的后缀应为 .asm，如图 1-13 所示。

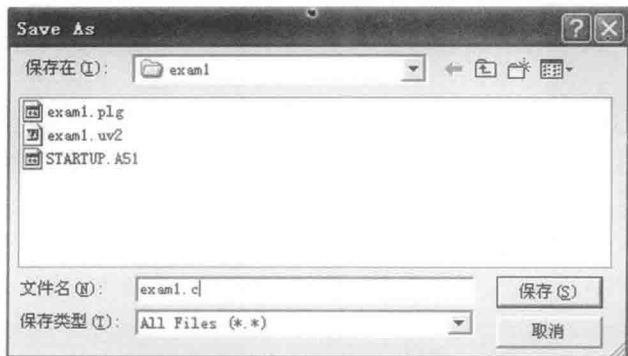


图 1-13 源文件保存