

应用型本科 电子及通信工程专业“十三五”规划教材

单片机原理及应用 技术实训教程 (Proteus 仿真)

主 编 戴峻峰 付丽辉
副主编 张宇林

- 内容新颖：新知识、新技术、新工艺
- 特色鲜明：突出“应用、实践、创新”
- 定位准确：面向工程技术型人才培养
- 质量上乘：应用型本科专家全力打造



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

应用型本科 电子及通信

材

单片机原理及应用技术实训教程

(Proteus 仿真)

主 编 戴峻峰 付丽辉

副主编 张宇林

参 编 孔庆霞 严 石 常 波 柏晓颖

西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

本书以实践教学为主导，是一本以单片机技术应用为主线编写的实训教材。全书共分三篇。第一篇介绍系统开发环境及相关软件的使用，包括第一、二章，重点讲解了 Proteus 设计与仿真平台的使用以及 Keil C51 集成开发环境的使用。第二篇为基础理论篇，包括第三章，介绍了单片机的基础理论及软硬件资源。第三篇为系统开发与实战训练篇，是本书的重点，包括第四至第六章。其中，第四章以模块化设计为基础讲解各种基本电路系统；第五章提出一些相当于课程设计难度的简单任务，主要包括交通灯控制器的设计、抢答器的设计、电子密码锁的设计、计算器的设计，并尽量利用第四章的各个模块搭建完成各个任务；第六章提出了相当于毕业设计难度的复杂任务，包括设计来电显示及语音自动播报系统，并给出任务的软件设计过程及具体电路。

本书既可独立作为教学用书，也可以作为辅助教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理及应用技术实训教程/戴峻峰,付丽辉主编.

—西安:西安电子科技大学出版社,2017.4

ISBN 978 - 7 - 5606 - 4431 - 8

I. ①单… II. ①戴… ②付… 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(2017)第 065685 号

策 划 马晓娟

责任编辑 王 蕾 阎 彬

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfxb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西天意印务有限责任公司

版 次 2017年4月第1版 2017年4月第1次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印张 13

字 数 303千字

印 数 1~3000册

定 价 25.00元

ISBN 978 - 7 - 5606 - 4431 - 8/TP

XDUP 4723001 - 1

* * * 如有印装问题可调换 * * *

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版

前 言



编写本书主要基于两个方面的考虑：一是单片机原理及应用课程对电类专业学生的毕业设计及增强学生就业竞争力具有非常重要的意义；二是当前单片机原理及应用课程教材实践环节欠缺，在一定程度上影响了学生对该课程知识的深入学习。

目前，很多学校的学生对该课程的学习状况不容乐观，在每年的毕业设计之际，很多同学都需要重新学习基础知识，这在很大程度上影响其毕业设计的效果和进度，也制约了学生自身就业竞争力的提高。笔者认为，造成这种现象的原因，一是基于传统教材的教学方法一般只注重课程本身的体系结构和前后的逻辑联系，忽略了“可学性”，致使学生学得吃力，老师教得辛苦，教学效果却没有显现出来；二是教学中多以理论教学为主，实训教学则多为验证性实验，而单片机实验室存在场地和时间的限制，学生除了上课，很难有机会接触仿真器、实验板等设备，因此，学生很难得到动手能力的训练和提升。为了改变这种现状，我们编写了本书。

本书的主要特点如下：

(1) 本书以 MCS-51 单片机实践教学为主导，是一本以单片机技术应用为主线编写的实训教材，既可作为独立教材用书，也可作为理论教学的有益补充，并且书中所涉及的大多数项目均来自于课题组成员的工程实践，具有原创性。

(2) 本书将尽量给出各主要设计任务的完整程序及电路，让学生们在学习及实践过程中获得有益的参考，同时本书还会配备相应的电子课件以方便专业教师的教学工作。

(3) 本书摒弃传统的设计理念，代之以一个个项目和模块，将整个理论体系进行有机的、覆盖性的分解后融入项目和模块的实现过程中。在每一个项目或模块的编写中，勾勒出本项目所涉及的理论基础，以方便教师组织学生进行必要的理论准备，且所有的项目均秉承由浅入深的原则，通过渐进式的学习逐步提高和完善学生的能力。

(4) 本书制作的项目具有独立性与延展性，从而为实施项目化教学奠定基础。书中设计的每个制作项目自成一体，具有相对的独立性，但每个项目之间又互相联系，即每个项目按照标准化、格式化的要求编写，前面编写的程序可以直接为后面的项目所用，后面的项目是前面项目的技术集成，通过选取前后不同项目的组合，可以满足不同专业实施相应的项目化教学。

(5) 本书主要以 C 语言形式给出各个示例的程序，只要学生们理解了各个模块的控制过程，完全可以通过汇编语言来实现各个模块的功能。

本书由戴峻峰编写第一章，张宇林编写第二章，付丽辉编写第三章，孔庆霞编写第四章，严石编写第五章，常波、柏晓颖编写第六章。全书由戴峻峰统稿。

由于编者水平有限，书中难免存在不妥之处，敬请读者批评指正。

编 者

2016年9月

目 录

第一篇 系统开发环境及相关软件的使用篇

第一章 Proteus 设计与仿真平台的使用	1
1.1 Proteus 概述	1
1.2 Proteus 安装	3
1.3 Proteus ISIS 原理图设计工作界面	6
1.3.1 工具箱	7
1.3.2 主菜单	8
1.3.3 主工具栏	9
1.4 Proteus ISIS 窗口	10
1.4.1 图形编辑窗口	10
1.4.2 预览窗口	11
1.4.3 对象选择器窗口	11
1.5 图形编辑的基本操作	12
1.5.1 Proteus ISIS 的编辑环境设置	12
1.5.2 Proteus ISIS 的对象操作	13
1.5.3 Proteus ISIS 的画线操作	18
1.6 电路原理图的设计流程	19
1.7 Keil C 与 Proteus 连接调试示例	20
1.7.1 电路图的绘制	21
1.7.2 Keil C 与 Proteus 连接调试	26
1.8 Proteus ISIS 的库元件	28
1.8.1 大类(Category)	28
1.8.2 各子类(Sub-category)	29
1.9 Proteus ARES 设计工作环境	35
1.9.1 Proteus ARES 设计窗口	36

1.9.2	Proteus ARES 基本布局/布线技术	37
1.9.3	Proteus ARES 布线编辑	42
1.9.4	封装库	44
1.10	Proteus ARES 从网络表绘制 PCB 完整设计过程示例	46
1.10.1	准备 PCB 设计对应原理图	46
1.10.2	放置元件	46
1.10.3	编辑放置的元件	47
1.10.4	飞线	48
1.10.5	手工布线	48
1.10.6	自动布线	48
1.10.7	连接规则检查	49
1.10.8	生成制板文件	49
第二章	Keil C51 集成开发环境使用及程序下载	50
2.1	Keil C51 软件包及其安装	50
2.1.1	Keil C51 软件简介	50
2.1.2	Keil 软件的安装	50
2.2	Keil C 软件的操作说明和调试范例	52
2.2.1	创建第一个 Keil C51 应用程序	52
2.2.2	程序文件的编译、连接	57
2.3	stc-isp 单片机下载程序介绍	59
	思考题	62

第二篇 基础理论篇

第三章	单片机基础理论及软硬件资源	64
3.1	单片机基本结构	64
3.1.1	MCS-51 单片机的内部基本结构	64
3.1.2	MCS-51 单片机的引脚功能	66
3.1.3	MCS-51 单片机的主要组成部分——存储器及 I/O 口	68
3.2	MCS-51 单片机 C 语言程序设计相关知识介绍	76
3.2.1	C51 的数据类型	76
3.2.2	C51 存储器类别	77
3.2.3	指针	78
3.2.4	中断服务	79

3.2.5 使用 C51 编程时的注意事项	80
3.3 MCS-51 单片机的定时/计数器	82
3.3.1 定时/计数器的控制	82
3.3.2 定时/计数器的工作方式	84
3.3.3 定时/计数器的应用	86
3.4 MCS-51 单片机串行接口及串行通信	86
3.4.1 单片机串行接口的结构	86
3.4.2 串行接口的控制	87
3.4.3 单片机串行接口的工作方式	88
3.4.4 单片机串行传输波特率	91
3.5 MCS-51 单片机的中断系统	91
3.5.1 中断的概念	92
3.5.2 中断响应过程	92
3.5.3 MCS-51 中断系统的结构及中断源的扩充方法	94
3.5.4 中断系统的应用控制过程	98
思考题	98

第三篇 系统开发与实战训练篇

第四章 模块设计	102
4.1 显示模块设计	102
4.1.1 单片机与发光二极管 LED 显示接口电路及程序设计	102
4.1.2 单片机与七段 LED 显示接口电路及程序设计	104
4.1.3 单片机与 LCD 显示接口电路及程序设计	106
4.2 键盘模块设计	112
4.2.1 键盘及按键简介	112
4.2.2 单片机与独立式键盘接口电路及程序设计	113
4.2.3 单片机与矩阵式键盘接口电路及程序设计	115
4.3 模数转换及数模转换模块设计	120
4.3.1 单片机与数模转换接口电路及程序设计	120
4.3.2 单片机与模数转换接口电路及程序设计	124
4.4 蜂鸣器模块设计	127
4.4.1 蜂鸣器简介	127
4.4.2 单片机与蜂鸣器接口电路及程序设计	127
4.5 温度测试模块设计	129

4.5.1	温度传感器 DS18B20 简介	129
4.5.2	单片机与温度传感器 DS18B20 接口电路及程序设计	133
	思考题	138
第五章	系统开发与实战训练之基础训练	140
5.1	交通灯控制器的设计	140
5.2	抢答器的设计	147
5.3	电子密码锁的设计	150
5.4	计算器的设计	162
	思考题	175
第六章	系统开发与实战训练之应用系统开发	176
6.1	来电显示及语音自动播报系统的功能要求	176
6.2	来电显示及语音自动播报系统的设计方案	177
6.3	来电显示及语音自动播报系统的硬件设计	177
6.4	来电显示及语音自动播报系统的软件设计	185
附录 A	51 单片机汇编语言指令集	193
附录 B	常见芯片引脚图	198

第一篇 系统开发环境及相关软件的使用篇

第一篇 系统开发环境及相关软件的使用篇

本篇介绍系统开发环境及相关软件的使用，包括第一、二章。其中，第一章讲解 Proteus 设计与仿真平台的使用；第二章讲解 Keil 51 集成开发环境的使用及程序下载。通过对本篇的学习，学习者可以了解单片机设计完成的具体过程以及所用到的具体软件的使用方法，从而为今后实际项目的完成打下实践基础。

第一章 Proteus 设计与仿真平台的使用

本章主要介绍 Proteus 设计与仿真平台的使用方法,包括 Proteus 安装、Proteus ISIS 的原理图设计工作界面、Proteus ISIS 窗口、图形编辑的基本操作、电路原理图的设计流程、Keil C 与 Proteus 连接调试示例、Proteus ISIS 的库元件。通过对原理图设计方法的讲解,帮助学生学会如何利用 Proteus 完成单片机电路的绘制以及仿真调试。另外,本章第 9 节和第 10 节讲解了 Proteus ARES 设计工作环境、设计窗口、布线编辑、封装库等,并通过以网络表绘制 PCB 的 Proteus ARES 完整设计示例,来强化学习者对放置、编辑元件、飞线、手工布线、自动布线、连接规则检查的知识理解,从而真正掌握生成制板文件的完整过程,为单片机的后续开发工作打下一定基础。

1.1 Proteus 概述

单片机应用产品的传统开发过程一般可分为以下三步。

(1) 单片机系统原理图设计:选择、购买元器件和接插件并安装,进行电气检测等(简称硬件设计)。

(2) 单片机系统程序设计:调试、汇编、编译等(简称软件设计)。

(3) 单片机系统在线调试、检测:实时运行直至完成(简称单片机系统综合调试)。

传统开发调试过程中,硬件和软件的问题比较难于查找和修改。

基于 Proteus 仿真的单片机应用产品的开发的一般步骤是:

(1) 在 Proteus 平台上进行单片机系统电路设计,选择元器件、接插件,连接电路并进行电气检测等(简称 Proteus 电路设计)。

(2) 在 Proteus 平台上进行单片机系统源程序设计、编辑、汇编编译、调试,最后生成目标代码文件(*.hex)(简称 Proteus 软件设计)。

(3) 在 Proteus 平台上将目标代码文件加载到单片机系统中,并实现单片机系统的实时交互、协同仿真(简称 Proteus 仿真)。

(4) 仿真正确后,制作、安装实际单片机系统电路,并将目标代码文件(*.hex)下载到实际单片机中运行、调试。

基于 Proteus 仿真的单片机调试过程中,若出现问题,可与 Proteus 设计与仿真相互配合调试,直至运行成功,真正实现了虚拟物理原型功能,在目标板还未投产前,就可以对所设计的硬件系统的功能、合理性和性能指标进行充分调整,并可以在没有硬件电路的情况下,进行相应的程序设计与调试。Proteus 的设计方式是从原理图设计、单片机编程、系统仿真到 PCB 设计一气呵成,真正实现了从概念到产品的完整设计。实践证明:Proteus 是单片机应用产品研发的灵活、高效、正确的设计与仿真平台,明显提高了研发效率,缩短了研发周期,节约了研发成本。

Proteus 软件是由英国 Labcenter Electronics 公司开发的 EDA 工具软件。Proteus 软件功能强大,集电路设计、制板及仿真等多种功能于一身,不仅能够对电工、电子技术学科涉及的电路进行设计与分析,还能够对微处理器进行设计和仿真;不仅是模拟电路、数字电路、模/数混合电路的设计与仿真平台,更是目前世界上最先进的多种型号微控制器(单片机)应用系统的设计与仿真平台。Proteus 提供了众多的信号源,并提供了数字示波器、逻辑分析仪、I²C 调试器、SPI 调试器等十几种虚拟仪器。Proteus 可以仿真 51 系列、AVR、PIC 等常用的 MCU 及其外围电路(如 LCD、RAM、ROM、键盘、马达、LED、AD/DA、部分 SPI 器件、部分 I²C 器件等)。

Proteus 软件由 ISIS 和 ARES 两部分构成,其中 ISIS 是一款便捷的电子系统原理设计和仿真平台软件,ARES 是一款高级的 PCB 布线编辑软件,具体介绍见下一节。

1.2 Proteus 安装

Proteus 能够运行于 Windows 98、Windows 2000 SP6、Windows XP、Windows 2003 Server 平台之上。以下为在 Windows XP 系统下安装单机版的步骤:

(1) 插入安装光盘,出现光盘自动运行界面,如图 1-1 所示(注意:安装时请勿插入加密狗,直到安装完全结束)。

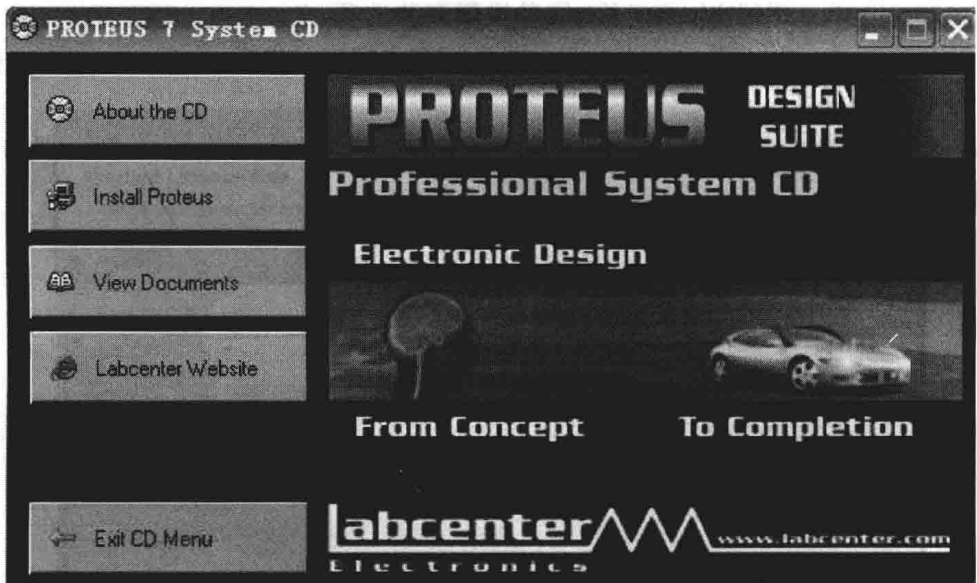


图 1-1 Proteus 安装界面

- ☆ About the CD: 介绍光盘内容;
- ☆ Install Proteus: 安装 Proteus;
- ☆ View Documents: 查看光盘中的说明文档;
- ☆ Labcenter Website: 访问公司网站。

(2) 点击第二项 Install Proteus 安装软件。

(3) 进行安装类型的选择,如图 1-2 所示。

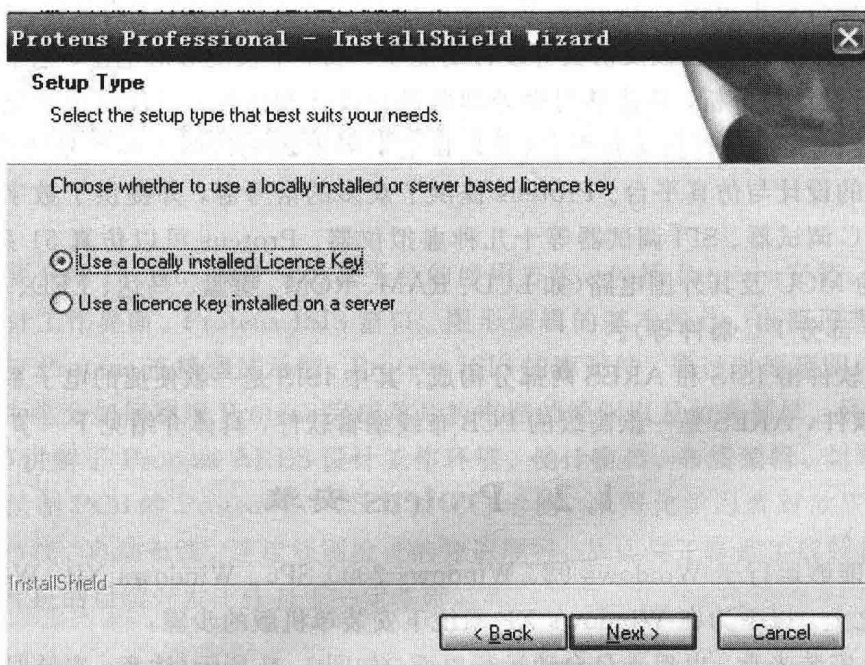


图 1-2 Proteus 安装类型选择界面

Use a locally installed Licence Key: 单机版安装选项。

Use a licence key install on a server: 网络版客户端安装选项。

(4) 单机版的安装。

① 进入 Product Licence Key 设置窗口，如果以前未安装过 Licence，则出现如图 1-3 所示界面。

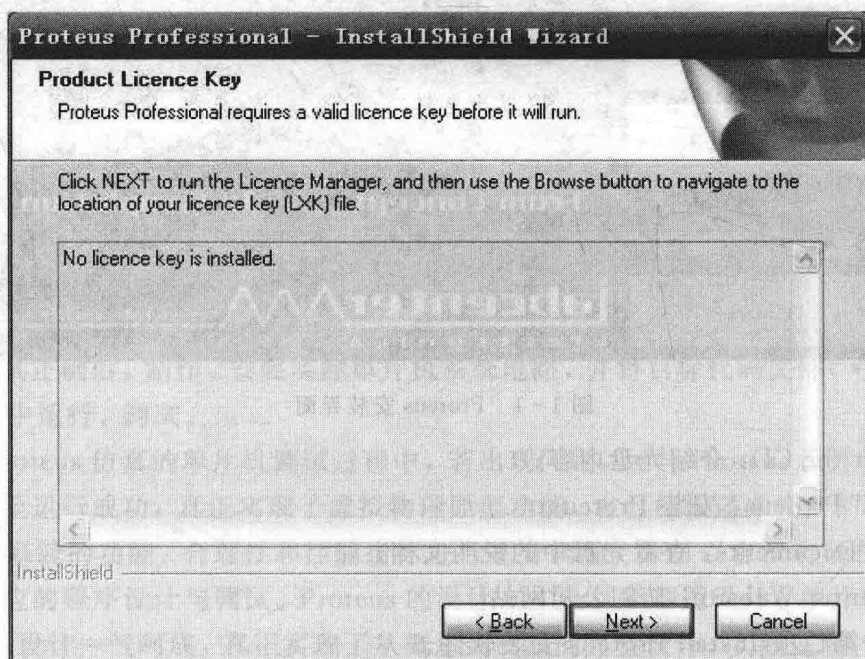


图 1-3 Proteus 安装 Licence 提示界面

② 点击“Next”进入 Licence Manager, 进行 Licence Key 的安装, 如图 1-4 所示。

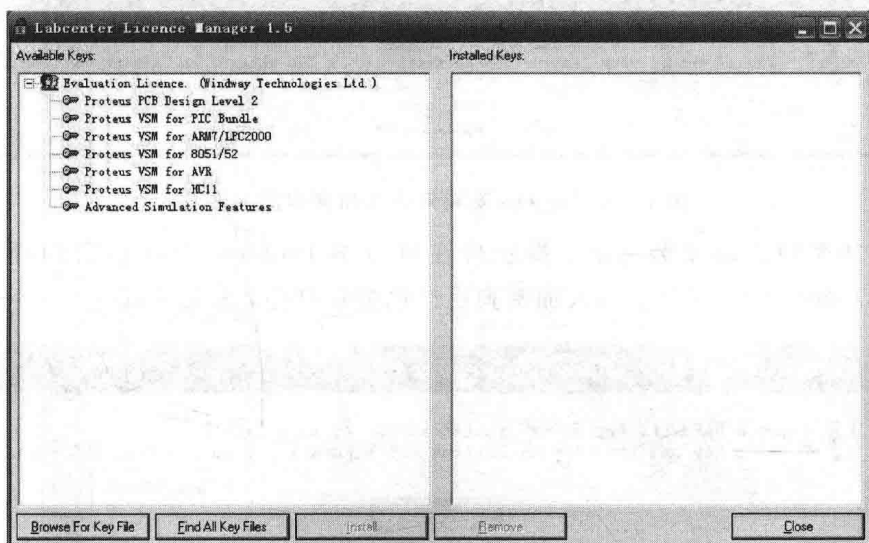


图 1-4 Proteus 安装 Licence Key 查找界面

点击“Browse For Key File”寻找 Licence Key(此 Licence Key 在光盘对应的 Licence 文件夹下), 选中对应 Licence Key, 单击 Install, 当 Licence Key 显示于右边视窗中时, 表示 Licence Key 安装完毕。点击“Close”, 系统弹出如图 1-5 所示对话框, 用于显示该 Licence Key 的相关信息。

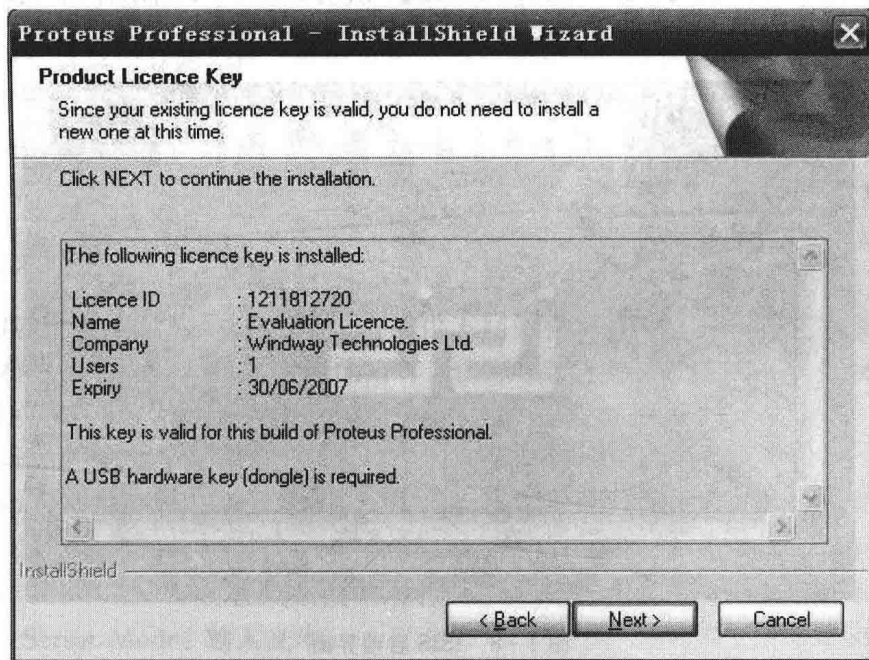


图 1-5 Proteus 安装 Licence 相关信息提示界面

③ 按照提示, 选好安装路径, 进行 Proteus 的安装。

④ 安装过程中, 出现 USB 硬件加密狗驱动安装的提示, 此时应确保加密狗未插在计算机上, 如图 1-6 所示。

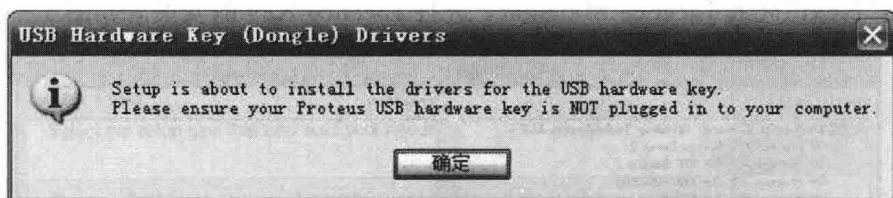


图 1-6 Proteus 安装未插入加密狗提示界面

⑤ 显示加密狗驱动安装完成，提示现在可以将 Proteus USB 加密狗插入到空闲的 USB 插槽中，如图 1-7 所示。插入加密狗后红色指示灯亮，安装完成。

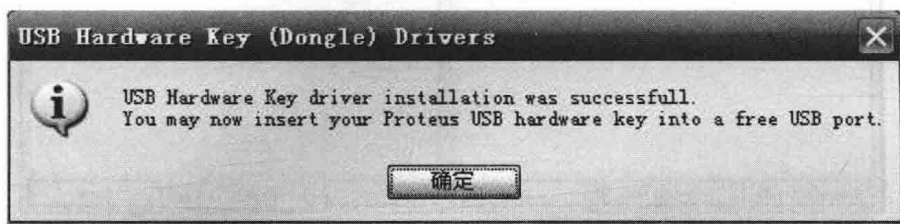


图 1-7 Proteus 安装插入加密狗提示界面

1.3 Proteus ISIS 原理图设计工作界面

双击桌面上的 ISIS 6 Professional 图标或者单击屏幕左下方的【开始】→【程序】→【Proteus 6 Professional】→【ISIS 6 Professional】，出现如图 1-8 所示界面，表明进入 Proteus ISIS 集成环境。

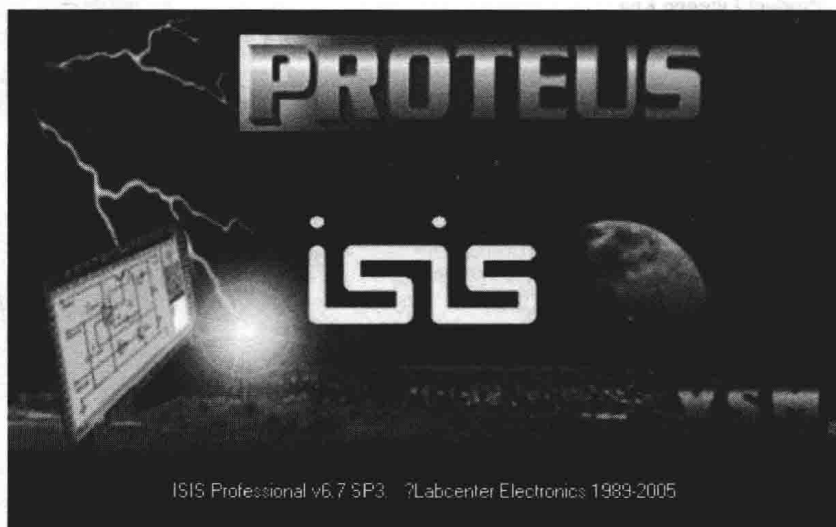


图 1-8 ISIS 启动界面

Proteus ISIS 的工作界面是一种标准的 Windows 界面，如图 1-9 所示。界面包括标题栏、主菜单、标准工具栏、绘图工具栏、状态栏、对象选择按钮、预览对象方位控制按钮、仿真进程控制按钮、预览窗口、对象选择器窗口、图形编辑窗口等。

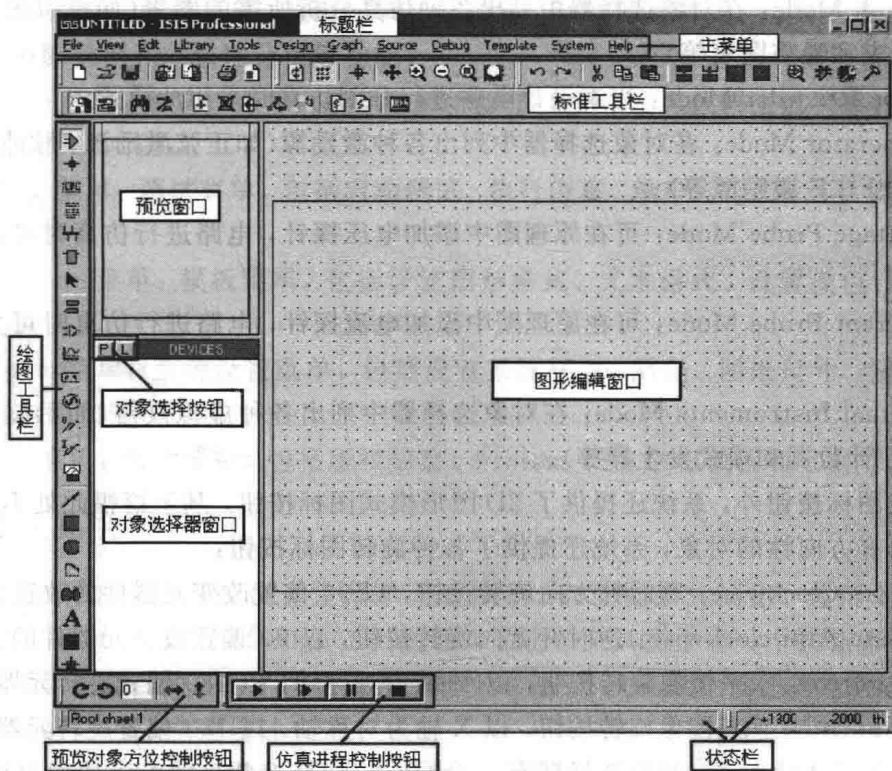


图 1-9 Proteus ISIS 的工作界面

其中，图形编辑窗口用于放置元器件，进行连线，绘制原理图；预览窗口可以显示全部原理图。在预览窗口中有两个框，蓝框表示当前页的边界，绿框表示当前编辑窗口显示的区域。当从对象选择器中选一个新的对象时，预览窗口可以预览选中的对象。在预览窗口上单击，Proteus ISIS 将会以单击位置为中心刷新图形编辑窗口。其他情况下，预览窗口显示将要放置的对象。在预览窗口下方是对象选择器，用来选择器件、符号和其他库对象。

1.3.1 工具箱

选择相应的工具箱图标按钮，系统将提供不同的操作工具。对象选择器根据选择的不同工具箱图标按钮决定当前状态显示的内容。显示对象的类型包括元器件、终端、引脚、图形符号、标注和图表等。工具箱中各图标按钮对应的操作如下：

- ☆ Selection Mode: 选择模式；
- ☆ Component Mode: 拾取元器件；
- ☆ Junction Dot Mode: 放置节点；
- ☆ Wire Label Mode: 标注线段或网络名；
- ☆ Text Script Mode: 输入文本；
- ☆ Buses Mode: 绘制总线；
- ☆ Subcircuit Mode: 绘制子电路；
- ☆ Terminals Mode: 在对象选择器中列出各种终端(输入、输出、电源和地等)；
- ☆ Device Pins Mode: 在对象选择器中列出各种引脚(如普通引脚、时钟引脚、反电压引脚和短接引脚等)；

☆ Graph Mode: 在对象选择器中列出各种仿真分析所需的图表(如模拟图表、数字图表、混合图表和噪声图表等);

☆ Tape Recorder Mode: 当对设计电路进行分割仿真时采用此模式;

☆ Generator Mode: 在对象选择器中列出各种激励源(如正弦激励源、脉冲激励源、指数激励源和 FILE 激励源等);

☆ Voltage Probe Mode: 可在原理图中添加电压探针, 电路进行仿真时可显示各探针处的电压值;

☆ Current Probe Mode: 可在原理图中添加电流探针, 电路进行仿真时可显示各探针处的电流值;

☆ Virtual Instruments Mode: 在对象选择器中列出各种虚拟仪器(如示波器、逻辑分析仪、定时/计数器和模式发生器等)。

除上述图标按钮外, 系统还提供了 2D 图形模式图标按钮, 基于篇幅此处不再介绍。

对于具有方向性的对象, 系统还提供了各种旋转图标按钮:

☆ Rotate Clockwise: 顺时针方向旋转按钮, 以 90° 偏置改变元器件的放置方向;

☆ Rotate Anti-clockwise: 逆时针方向旋转按钮, 以 90° 偏置改变元器件的放置方向;

☆ X-mirror: 水平镜像旋转按钮, 以 Y 轴为对称轴, 以 180° 偏置旋转元器件;

☆ Y-mirror: 垂直镜像旋转按钮, 以 X 轴为对称轴, 以 180° 偏置旋转元器件。

另外, 在某些状态下, 对象选择器有一个“Pick”切换按钮, 单击该按钮可以弹出 Pick Devices、Pick Port、Pick Terminals、Pick Pins 或 Pick Symbols 窗体, 通过不同窗体, 可以分别添加元器件端口、终端、引脚等到对象选择器中, 以便在今后的绘图中使用。

1.3.2 主菜单

Proteus ISIS 的主菜单栏包括 File(文件)、View(视图)、Edit(编辑)、Library(库)、Tools(工具)、Design(设计)、Graph(图形)、Source(源)、Debug(调试)、Template(模板)、System(系统)和 Help(帮助), 单击任一菜单后都将弹出其子菜单项。具体说明如下:

☆ File 菜单: 包括常用的文件功能, 如新建设计、打开设计、保存设计、导入/导出文件, 也可打印、显示设计文档, 以及退出 Proteus ISIS 系统等;

☆ View 菜单: 包括是否显示网格、设置格点间距、缩放电路图及显示与隐藏各种工具栏等;

☆ Edit 菜单: 包括撤销/恢复操作, 查找与编辑元器件, 剪切、复制、粘贴对象, 以及设置多个对象的层叠关系等;

☆ Library 菜单: 库操作菜单, 具有选择元器件及符号、制作元器件及符号、设置封装工具、分解元件、编译库、自动放置库、校验封装和调用库管理器等功能;

☆ Tools 菜单: 工具菜单, 包括实时注解、自动布线、查找并标记、属性分配工具、全局注解、导入文本数据、元器件清单、电气规则检查、编译网络标号、编译模型、将网络标号导入 PCB 以及从 PCB 返回原理设计等工具栏;

☆ Design 菜单: 工程设计菜单, 具有编辑设计属性、编辑原理图属性、编辑设计说明、配置电源、新建/删除原理图、在层次原理图中总图与子图以及各子图之间互相跳转和设计目录管理等功能;

☆ Graph 菜单：图形菜单，具有编辑仿真图形、添加仿真曲线、仿真图形、查看日志、导出数据、清除数据和一致性分析等功能；

☆ Source 菜单：源文件菜单，具有添加/删除源文件、定义代码生成工具、设置外部文本编辑器和编译等功能；

☆ Debug 菜单：调试菜单，包括启动调试、执行仿真、单步运行、断点设置和重新排布弹出窗口等功能；

☆ Template 菜单：模板菜单，包括设置图形格式、文本格式、设置颜色、连接点、图形等；

☆ System 菜单：系统设置菜单，包括设置系统环境、路径、图纸尺寸、标注字体、热键以及仿真参数和模式等；

☆ Help 菜单：帮助菜单，包括版权信息、Proteus ISIS 学习教程和示例等。

1.3.3 主工具栏

Proteus ISIS 的主工具栏位于主菜单下面两行，以图标形式给出，包括 File 工具栏、View 工具栏、Edit 工具栏和 Design 工具栏四个部分。工具栏中每一个按钮都对应一个具体的菜单命令，主要目的是为了快捷而方便地使用命令。主工具栏按钮功能对应菜单如下：

File→New Design 新建设计	File→Open Design 打开设计
File→Save Design 保存设计	File→Import Section 导入部分文件
File→Export Section 导出部分文件	File→Print 打印
File→Set Area 设置区域	View→Redraw 刷新
View→Grid 栅格开关	View→Origin 原点
View→Pan 选择显示中心	View→Zoom In 放大
View→Zoom Out 缩小	View→Zoom All 显示全部
View→Zoom to Area 缩放一个区域	Edit→Undo 撤销
Edit→Redo 恢复	Edit→Cut to clipboard 剪切
Edit→Copy to clipboard 复制	Edit→Paste from clipboard 粘贴
Block Copy(块)复制	Block Move(块)移动
Block Rotate(块)旋转	Block Delete(块)删除
Library→Pick Device/Symbol 拾取元器件或符号	
Library→Make Device 制作元器件	Library→Packaging Tool 封装工具
Library→Decompose 分解元器件	Tools→Wire Auto Router 自动布线器
Tools→Search and Tag 查找并标记	
Tools→Property Assignment Tool 属性分配工具	
Design→Design Explorer 设计资源管理器	
Design→New Sheet 新建图纸	Design→Remove Sheet 移去图纸
Exit to Parent Sheet 转到主原理图	View BOM Report 查看元器件清单
Tools→Electrical Rule Check 生成电气规则检查报告	
Tools→Netlist to ARES 创建网络表	