



高等院校信息与通信工程实验实训教材

Altium Designer 6.x

电路设计实用教程

鲁维佳 刘 毅 潘玉恒 主编



Altium Designer 6.x

DIANLU SHEJI SHIYONG JIAOCHENG



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

Altium Designer 6. x

电路设计实用教程

主 编 鲁维佳 刘 毅 潘玉恒



北京邮电大学出版社
[www. buptpress. com](http://www.buptpress.com)

内 容 简 介

本书共 9 章:第 1 章主要介绍了 Altium Designer 的发展、功能以及安装过程;第 2 章主要介绍了软件的界面、常规参数设置以及文件的管理;第 3 章主要介绍了原理图设计环境、工作菜单、工具栏等;第 4 章主要介绍了电路原理图的设计方法、元件库的使用、原理图的绘制方法等;第 5 章主要介绍了自上而下、自下而上的两种层次原理图设计方法以及层次性原理图的层次关系;第 6 章主要介绍了如何创建原理图库文件、制作原理图元件,创建 PCB 库文件、制作元件的 PCB 封装模型,如何生成元件集成库;第 7 章主要介绍了仿真元件库、仿真信号源以及仿真类型及参数设置;第 8 章主要介绍了 PCB 电路板设计基础,新建 PCB 文件以及 PCB 菜单和工具栏;第 9 章主要介绍了 PCB 电路板的设计流程,包括规划电路板、装载网络表与元器件、元件布局、布线规则的设置等。

本书内容循序渐进,叙述深入浅出,适合作为普通高等院校电气与电子信息类、计算机及相关专业本科学生的学习用书,也可以作为电子线路设计工作者的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

Altium Designer 6. x 电路设计实用教程 / 鲁维佳, 刘毅, 潘玉恒主编. -- 北京:北京邮电大学出版社, 2014. 9
ISBN 978-7-5635-4085-3

I. ①A… II. ①鲁… ②刘… ③潘… III. ①印刷电路—计算机辅助设计—应用软件—教材 IV. ①TN410.2
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 176107 号

书 名: Altium Designer 6. x 电路设计实用教程
著作责任者: 鲁维佳 刘 毅 潘玉恒 主编
责任编辑: 王丹丹
出版发行: 北京邮电大学出版社
社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号(邮编:100876)
发行部: 电话: 010-62282185 传真: 010-62283578
E-mail: publish@bupt. edu. cn
经 销: 各地新华书店
印 刷: 北京鑫丰华彩印有限公司
开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16
印 张: 16.25
字 数: 400 千字
印 数: 1~3 000 册
版 次: 2014 年 9 月第 1 版 2014 年 9 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5635-4085-3

定 价: 32.00 元

• 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 •

前 言

随着新型器件和集成电路应用越来越广泛,电路也越来越复杂,从而推动了电路设计自动化软件的不断发展。Altium Designer 是 Altium 公司开发的设计电路软件 Protel 的新版本,在沿袭前续版本强大的设计功能的基础上增加了一些功能模块,以适应当前电子线路高复杂度、高密度和信号高速度的设计要求。

本书是在参考了大量同类书籍的基础上,结合了作者多年的教学实践经验,进行了综合总结。以使用 Altium Designer 设计为核心,以能够进行常用电路板的设计为目的,引导读者全面学习 Altium Designer 软件,以达到快速入门和独立绘图的目的。

本书以英文版的 Altium Designer 6.9 为平台,从实用角度出发,针对学生在学习中的重点、难点进行了针对性的讲解。根据电路板的设计过程,结合典型实例,从实用的角度出发,系统地介绍了电路原理图的设计、电路原理图的仿真以及 PCB 电路板的设计方法。

本书共 9 章:第 1 章主要介绍了 Altium Designer 的发展、功能以及安装过程;第 2 章主要介绍了软件的界面、常规参数设置以及文件的管理;第 3 章主要介绍了原理图设计环境、工作菜单、工具栏等;第 4 章主要介绍了电路原理图的设计方法、元件库的使用、原理图的绘制方法等;第 5 章主要介绍了自上而下、自下而上的两种层次原理图设计方法以及层次性原理图的层次关系;第 6 章主要介绍了如何创建原理图库文件、制作原理图元件,创建 PCB 库文件、制作元件的 PCB 封装模型,如何生成元件集成库;第 7 章主要介绍了仿真元件库、仿真信号源以及仿真类型及参数设置;第 8 章主要介绍了 PCB 电路板设计基础,新建 PCB 文件以及 PCB 菜单和工具栏;第 9 章主要介绍了 PCB 电路板的设计流程,包括规划电路板、装载网络表与元器件、元件布局、布线规则的设置等。

本书由鲁维佳、刘毅、潘玉恒共同编写完成。其中第 1~4 章由潘玉恒编写,第 5、6 章由刘毅编写,第 7~9 章由鲁维佳编写。在编写的过程中查阅、参考了许多参考文献,得到了很多启发,在此向参考文献的作者致以诚挚的谢意。本书在编写过程中还得到了北京邮电大学出版社的大力支持和帮助,在此亦表示衷心感谢。由于时间仓促,作者水平有限,书中错误和不妥之处在所难免,欢迎广大读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 概述	(1)
1.1 Altium Designer 的发展史	(1)
1.2 Altium Designer 的功能及特点	(2)
1.3 Altium Designer 的配置要求	(4)
1.4 安装过程	(4)
1.4.1 Altium Designer 的安装	(4)
1.4.2 Altium Designer 的认证	(7)
课后习题	(9)
第 2 章 电路原理图设计基础	(10)
2.1 软件界面	(10)
2.1.1 主菜单和工具栏	(10)
2.1.2 工作面板和窗口管理	(12)
2.2 系统常规参数设置	(14)
2.2.1 常规参数	(14)
2.2.2 其他参数设置	(15)
2.3 文件组织管理	(18)
2.3.1 文件类型	(18)
2.3.2 建立新工程、原理图文件	(19)
2.3.3 工程打开、关闭、添加文件	(22)
课后习题	(25)
第 3 章 电路原理图设计环境	(26)
3.1 原理图设计环境	(26)
3.2 原理图菜单	(27)
3.2.1 File 菜单	(27)
3.2.2 Edit 菜单	(29)
3.2.3 View 菜单	(30)
3.2.4 Project 菜单	(33)
3.2.5 Place 菜单	(34)
3.2.6 Design 菜单	(34)

3.2.7	Tools 菜单	(37)
3.2.8	Reports 菜单	(38)
3.3	原理图设计工具栏	(39)
3.4	绘图工具栏	(41)
3.4.1	直线	(41)
3.4.2	多边形	(42)
3.4.3	椭圆弧	(43)
3.4.4	贝塞尔	(43)
3.4.5	文字注释	(43)
3.4.6	文本框	(44)
3.5	原理图标准工具栏	(45)
	课后习题	(46)
第 4 章	原理图设计进阶	(47)
4.1	设计电路原理图	(48)
4.1.1	原理图的参数设置	(48)
4.1.2	图纸设置	(54)
4.2	元件库使用	(56)
4.2.1	加载元件库	(56)
4.2.2	放置元件	(60)
4.2.3	编辑元件	(62)
4.3	原理图的绘制	(65)
4.3.1	元件的复制、剪切、粘贴和删除	(65)
4.3.2	元件的移动、排列和对齐	(68)
4.3.3	布线工具栏的使用	(77)
4.4	原理图设计实例	(84)
	课后习题	(86)
第 5 章	层次电路原理图	(90)
5.1	层次原理图的设计方法	(90)
5.2	自上而下的层次原理图设计方法	(92)
5.3	自下而上的层次原理图设计方法	(96)
5.4	层次原理图之间的切换	(99)
	课后习题	(100)
第 6 章	创建元件集成库	(102)
6.1	创建新的原理图库文件	(102)
6.1.1	SCH Library 面板	(103)
6.1.2	常用工具的使用	(104)

6.1.3 制作原理图元件	(105)
6.2 创建 PCB 库文件	(113)
6.2.1 PCB Library 面板	(114)
6.2.2 绘制元件 PCB 封装的工具栏	(115)
6.2.3 制作元件的 PCB 封装模型	(115)
6.2.4 利用向导制作元件 PCB 封装模型	(117)
6.3 生成元件集成库	(121)
6.4 元件制作实例	(124)
课后习题	(130)
第 7 章 电路仿真	(131)
7.1 仿真元件库简介	(132)
7.2 常用元件库	(132)
7.3 仿真信号源	(140)
7.4 设置仿真初始状态	(146)
7.5 仿真分析类型及参数设置	(147)
7.5.1 常规设置	(148)
7.5.2 工作点分析	(150)
7.5.3 瞬态/傅里叶分析	(150)
7.5.4 直流扫描分析	(151)
7.5.5 交流小信号分析	(152)
7.5.6 噪声分析	(153)
7.5.7 极点-零点分析	(154)
7.5.8 传递函数分析	(155)
7.5.9 温度扫描分析	(155)
7.5.10 参数扫描分析	(156)
7.5.11 蒙特卡罗分析	(157)
7.6 设计仿真原理图	(158)
课后习题	(171)
第 8 章 PCB 电路板设计基础	(172)
8.1 印制电路板基础	(172)
8.1.1 印制电路板的结构和种类	(172)
8.1.2 PCB 板常见术语	(173)
8.1.3 元件封装	(174)
8.1.4 PCB 设计流程	(175)
8.2 新建 PCB 文件	(177)
8.2.1 利用向导生成 PCB 电路板	(177)
8.2.2 利用现有模板生成 PCB 文件	(183)

8.3 PCB 菜单	(184)
8.3.1 Place 菜单栏	(184)
8.3.2 Design 菜单	(190)
8.4 PCB 工具栏	(191)
8.5 PCB 的工作层面	(193)
课后习题	(195)
第 9 章 PCB 设计进阶	(197)
9.1 绘制原理图及生成网络表	(197)
9.2 规划 PCB 电路板	(199)
9.2.1 工作层设置	(199)
9.2.2 PCB 电路参数设置	(202)
9.3 装入网络表与元器件	(204)
9.4 元件布局	(207)
9.5 布线规则	(212)
9.5.1 Electrical 规则	(213)
9.5.2 Routing 规则	(216)
9.5.3 SMT 规则	(220)
9.5.4 Mask 规则	(222)
9.5.5 Plane 规则	(224)
9.5.6 High Speed 规则	(226)
9.5.7 规则设置向导	(230)
9.6 自动布线	(232)
9.6.1 全局布线	(232)
9.6.2 局部布线	(233)
9.6.3 手工调整布线	(235)
9.7 PCB 设计中常用的其他操作	(235)
9.8 PCB 设计实例	(239)
课后习题	(246)
参考文献	(249)

第 1 章

概 述

随着电子技术的迅速发展和芯片生产工艺的不断提高,进一步推动了信息社会的飞速发展。电子产品的更新换代的速度越来越快,越来越趋于小型化、平面化,电路板的尺寸越来越小,电路板上的芯片越来越小,布线的密度越来越高,电路越来越复杂。传统的单面板已经不能满足现代电子产品的设计,双面板、多层板已经成为主流,电子工程师通过手工方式设计电子线路板的时代已经过去了。计算机辅助设计/制造(CAD/CAM)等电子设计工具辅助设计已经成为必然趋势,越来越多的设计人员使用快捷、高效的 CAD 设计软件来进行辅助电路原理图、印制电路板图的设计,打印各种报表。在电子线路自动设计工具中影响最大的有 Protel、PowerPCB、AutoCAD、Cadence 等设计软件。这几种软件各有各的特点,但是在中国由于早期 Protel 99SE 的风靡,所以基本上国内的电子线路设计工具基本上被 Protel 所垄断。

Altium Designer 是 Altium 公司于 2006 年年初开发的一种电子设计自动化(Electronic Design Automation, EDA)设计软件,也是 Altium 公司(Protel 软件原厂商)继 Protel 2004 后推出的 Protel 系列的高端版本。Altium Designer 是目前使用最多的电子线路设计软件之一,它能够协助用户完成电子产品的电路设计工作,把原理图设计、电路仿真、PCB 绘制编辑、拓扑逻辑自动布线、信号完整性分析和设计输出等技术的完美融合,为设计者提供了全新的设计解决方案,极大地提高了电子线路的设计效率 and 设计质量,有效减轻了设计人员的劳动强度和工作的复杂度,为电子工程师们提供了便捷的工具。

Altium Designer 除了全面继承包括 Protel 99SE、Protel 2004 在内的先前一系列版本的功能和优点以外,还增加了许多改进和很多高端功能。Altium Designer 6.0 拓宽了板级设计的传统界限,全面集成了 FPGA 设计功能和 SOPC 设计实现功能,从而允许工程师能将系统设计中的 FPGA 与 PCB 设计以及嵌入式设计集成在一起。在一定程度上 Altium Designer 打破了传统的设计工具模式,提供了以项目为中心的设计环境,包括强大的导航功能、源代码控制、对象管理、设计变量和多通道设计等高级设计方法,使用户可以轻松地进行各种复杂的电子电路设计工作。

1.1 Altium Designer 的发展史

随着电子工业的飞速发展和电子计算机技术的广泛应用,促进了电子设计自动化技术

日新月异。尤其是 20 世纪 80 年代末期,由于电子计算机操作系统 Windows 的出现,引发了计算机辅助设计(Computer Aided Design, CAD)软件的一次大变革,纷纷臣服于 Microsoft 的 Windows 风格,并随着 Windows 版本的不断更新,也相应地推出新的 CAD 软件产品。在电子 CAD 领域,Altium 公司的前身 Protel 国际有限公司在 EDA 软件产品的推陈出新方面扮演了一个重要角色。

从 1991 年开始,Protel 公司先后推出了 EDA 软件版本有基于 Windows 的 Protel For Windows 1.0~2.0;基于 Windows 95 的 Protel 3.x 和 Protel 98;到 1999 年的 Protel 99 以及 2000 年的 Protel 99 SE,使得该软件成为集成多种工具软件的桌面级 EDA 软件。Protel 99 SE 也是近 10 年来大多数高校上课时所普遍采用的软件版本。

2001 年 8 月,Protel Technology 公司整合了多家 EDA 软件公司,更名为 Altium 公司,并于 2002 年推出了一套全新的 Protel DXP 电路板设计软件平台,简称 Protel DXP。

2004 年又推出了 Protel 2004 电路板设计软件平台,简称 Protel 2004。该软件提供了 PCB 与 FPGA 双向系统设计功能。每一次版本的更名,不仅仅是结构的变化,更是功能的完善。

2005 年年底,Altium 公司推出了 Protel 系列的最新高端版本 Altium Designer 6.0,这是一个完全一体化的电子产品开发系统的版本。Altium Designer 是业界首例将设计流程、集成化 PCB 设计、可编程器件(如 FPGA)设计和基于处理器设计的嵌入式软件开发功能整合在一起的产品。

2006 年 5 月,Altium 公司宣布发布 Altium Designer 6.3 版本。作为业界唯一的统一化电子产品开发解决方案,最新发行版本不仅提供了大量的新功能以加快设计流程,同时还对转换功能模块进行了升级,以便准确、高效、低成本地将其其他系统(如 OrCAD 和 PADS)的设计文件转换为 Altium Designer 的设计文件,从而确保所有工程师可以充分利用最新电子技术和统一开发环境所带来的新的设计。再次基础上,该公司又做了较大的 6 次更新和改进。

2008 年夏天,Altium 公司又推出了 Altium Designer 8 EDA 设计软件,它是 Altium Designer 6 的升级版本,它继承了 Altium Designer 6 的风格、特点,也包括了全部功能和优点,又增加了许多高端功能,使电子工程师的工作更加便捷、有效和轻松。解决电子工程师在项目开发中遇到的各种挑战,同时还推动了该软件向更高端的 EDA 工具的迈进。

本书将以 Altium Designer 6.9 版本软件为例,向读者介绍 Altium Designer 软件的组成、功能和操作方法。以下统称为 Altium Designer。

1.2 Altium Designer 的功能及特点

Altium Designer 功能主要有以下 5 个方面。

1. 原理图设计系统

原理图设计系统是整个 PCB 设计的第一步,也是最基础的一步,由电路原理图(SCH)编辑器、原理图元件库(SCHLib)编辑器和各种文本编辑器等组成。该系统的主要功能如下。

(1) 绘制和编辑电路原理图: Altium Designer 为用户提供了一套丰富的元件库, 与 Protel 以前版本相比更加人性化。新增加了“灵巧粘贴”功能, 支持分层组织的模块化设计方法, 多通道原理图, Altium Designer 可以通过原理图编辑器的设计同步器实现与 PCB 板的双向交互功能等。

(2) 制作和修改原理图元件符号或元件库: 支持基于 ODBC 和 ADO 的数据库, 可以使用 OrCAD 的器件库, 完全兼容之前系列版本创建的库文件等。可版本控制的元件库管理, 可在线编辑元件, 随时修改元件的引脚。

(3) 强大的设计自动化功能: 可以生成原理图和元件库的各种报表, 以及更加方便快捷的查询功能。

2. 印制电路板设计

印制电路板设计系统是整个电路板设计的关键, 由印制电路板(PCB)编辑器、元件封装(PCBLib)编辑器和板层管理器组成等。该系统的主要功能如下。

(1) 印制电路板设计与编辑: Altium Designer 的 PCB 编辑器提供了元件的自动和交互布局, 可以大幅减少布局工作的负担, 适合不同情况的大量的设计法则。通过详尽全面的设计规则定义, 可以为电路板的设计符合实际要求提供保证, 并且采用了树形结构, 浏览更加方便。可实时阻抗控制布线, Situs 自动布线器, 差分对布线等新功能。

(2) 元件的封装制作与管理: 交互式全局编辑, 支持飞线编辑功能和网络编辑功能, PCB 可同时显示引脚号和网络号。

(3) 板型的设置与管理: 支持单层显示, 3D 格式输出。增强了对高密度板设计的支持, 可用于高速数字信号设计, 提供大量新功能和功能改进, 改善了对复杂多层板卡的管理和导航, 可将元件放置在 PCB 板的正反两面, 处理高密度封装技术。

3. 电路的仿真

Altium Designer 系统含有一个功能很强大的模拟数字仿真器。该仿真器的功能是: 可以对模拟电子电路、数字电子电路和混合电子电路进行仿真实验, 以便于验证电路设计的正确性和可行性。强大的前端将多层次、多通道的原理图输入、混合信号仿真、VHDL 开发和功能仿真及布线前信号完整性分析结合起来。在混合信号仿真部分, 提供完善的混合信号仿真、布线前后的信号完整性分析功能, 除支持 Xspice 标准之外, 还支持对 Pspice 模型和电路的仿真。

4. 可编程逻辑电路设计系统

可编程逻辑电路设计系统由一个具有语法功能的文本编辑器和一个波形发生器等组成。该系统的主要功能是: 对可编程逻辑电路进行分析和设计, 观测波形; 可以最大限度地精简逻辑电路, 使数字电路设计达到最简; 增强了基于 FPGA 的逻辑分析仪, 可支持 32 位和 64 位信号输入。Altium Designer 以强大的设计输入功能为特点, 在 FPGA 和板级设计中同时支持原理图输入和 VHDL 硬件描述语言输入模式; 基于 VHDL 的设计仿真、混合信号电路仿真和信号完整性分析。

5. 信号完整性分析

Altium Designer 系统提供了一个精确的信号完整性模拟器。可用来检查印制电路板设计规则和电路设计参数, 测量超调量和阻抗, 分析谐波等, 帮助用户避免设计中出现盲目性, 提高设计的可靠性, 缩短研发周期和降低设计成本。

1.3 Altium Designer 的配置要求

1. 推荐配置

(1) 操作系统: Windows XP, Windows 7。

(2) 硬件配置:

- CPU: P4, 主频 1.2 GHz 或者更高处理器;
- 内存: 1 GB;
- 硬盘空间: 2 GB;
- 最低显示分辨率: 1 280×1 024 像素, 32 位色, 显存 64 MB。

2. 最低配置

(1) 操作系统: Windows 2000 专业版。

(2) 硬件配置:

- CPU: 500 MHz;
- 内存: 512 MB;
- 硬盘空间: 1 GB;
- 最低显示分辨率: 1 280×768 像素, 16 位色, 显存 32 MB。

1.4 安装过程

1.4.1 Altium Designer 的安装

Altium Designer 软件是标准的基于 Windows 的应用程序, 它的安装或者卸载过程与其他 Windows 操作系统下的应用软件基本相同。

(1) 在 Windows 操作系统下, 将 Altium Designer 安装光盘放入光驱, 光盘自动运行后弹出安装向导窗口, 如图 1-1 所示。如果光盘未自动运行, 可以直接单击 Setup 文件夹中的“setup. exe”安装应用程序, 也会弹出如图 1-1 所示的安装向导窗口。

(2) 单击  按钮, 进入如图 1-2 所示的注册协议许可对话框。在该对话框中, 用户如果对 Altium 公司提出的使用协议没有异议, 选中【I accept the license agreement】单选项, 然后单击  按钮继续下一步。

(3) 在弹出的用户信息对话框中, 用户可根据自身情况, 在用户信息登记对话框的【Full Name】文本中输入用户名, 在【Organization】文本框中输入单位名称, 如图 1-3 所示。除此之外, 在该对话框中用户还可以设定该软件的使用权限: 【Anyone who use this computer】和【Only for me】。

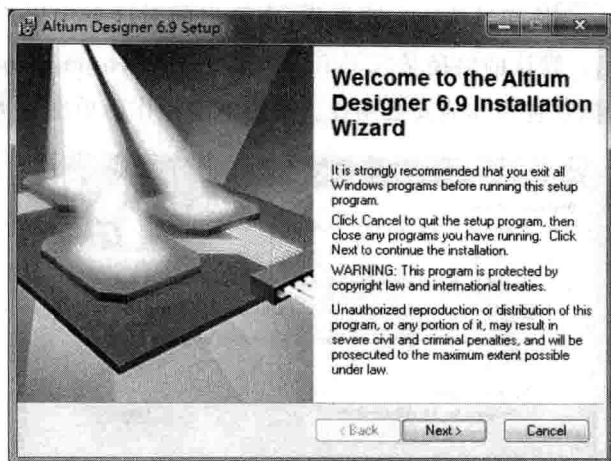


图 1-1 安装向导窗口

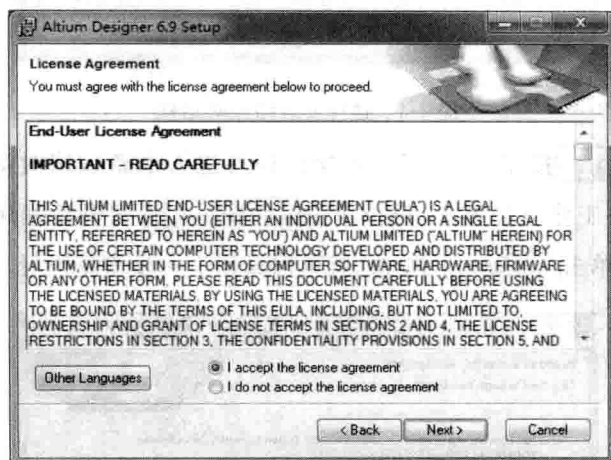


图 1-2 注册协议许可对话框

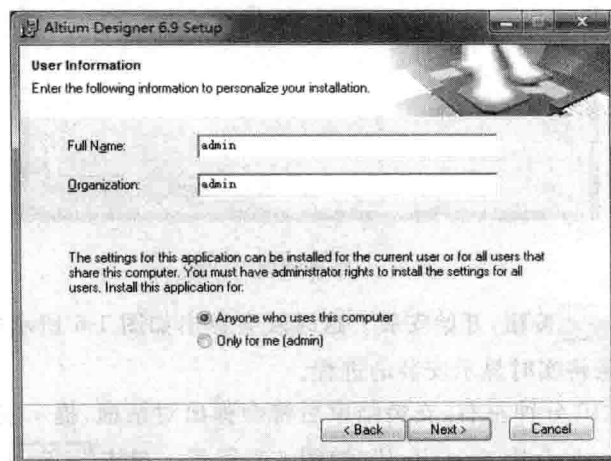


图 1-3 注册协议许可对话框

(4) 单击 **Next >** 按钮继续下一步操作,在弹出的对话框中用户可以选择软件的安装路径,如图 1-4 所示。默认的路径是“C:\Program Files\Altium Designer 6\”。也可以单击 **Browse** 按钮选择安装到其他安装路径。完成本步操作后单击 **Next >** 按钮继续。

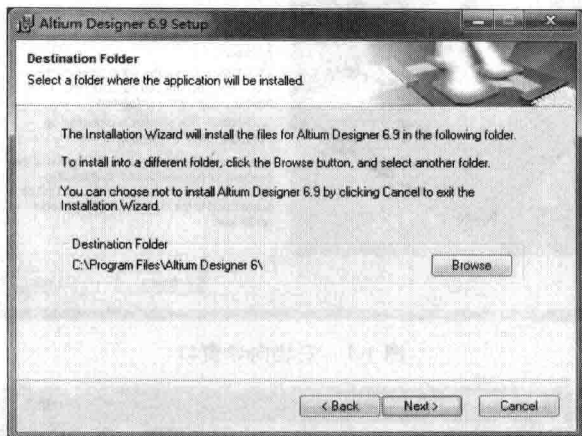


图 1-4 选择安装路径对话框

(5) 单击 **Next >** 按钮,继续下一步操作即可进入准备就绪对话框,如图 1-5 所示。如果确定所有的准备工作已经完成,可以单击 **Next >** 按钮开始程序的安装。如果仍要改变安装路径,只要单击 **< Back** 按钮,就可以返回上一步重新设置。

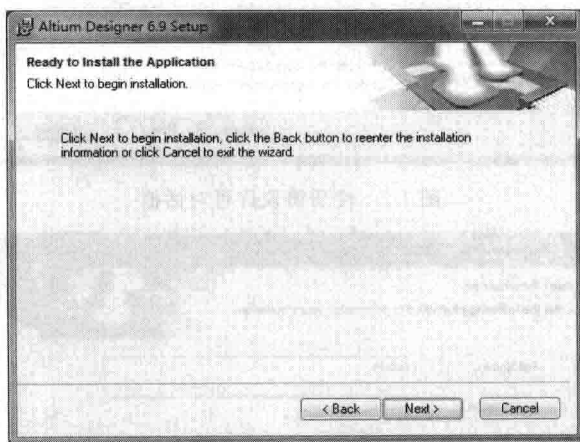


图 1-5 准备就绪对话框

(6) 单击 **Next >** 按钮,开始安装。这时候会弹出如图 1-6 所示的对话框,提示安装进程窗口,安装进度条将实时显示安装的进程。

(7) 安装过程要 10 分钟左右,安装结束后将会弹出对话框,提示安装成功,即“Altium Designer has been successfully installed”,如图 1-7 所示。单击 **Finish** 按钮,即可完成 Altium Designer 的安装过程。

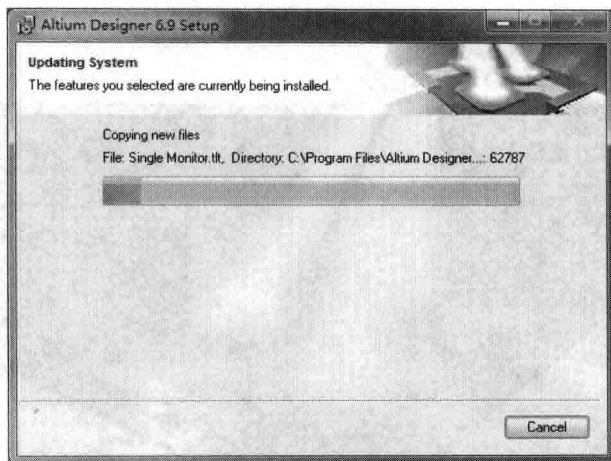


图 1-6 安装进程窗口

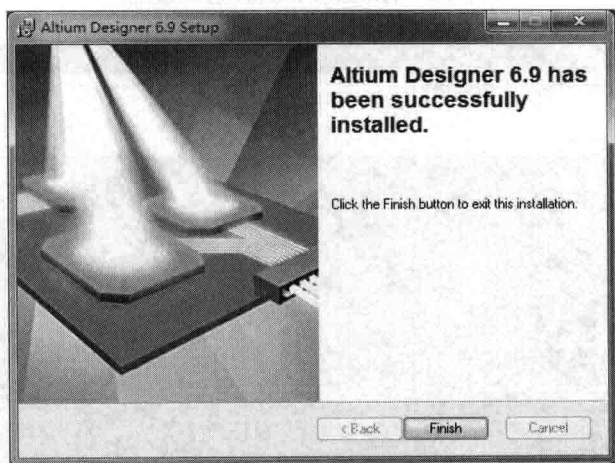


图 1-7 安装完毕对话框

1.4.2 Altium Designer 的认证

初次启动 Altium Designer 系统时,其启动画面就会提示用户添加许可协议,如图 1-8 所示。启动完成后会出现 Altium Designer 许可管理的画面,如图 1-9 所示。

用户获得软件使用许可有两种方式,一种是通过 Internet 或销售商获得使用许可,按照要求注册后方可使用。另一种是可以选用添加文件的方式来获得许可。本例选用添加文件来获得软件使用许可。Altium Designer 的许可协议文件是一个扩展名为“alf”的文件,其添加方法是,单击  Add license file 按钮,在【打开】文件选择对话框中选择许可协议文件。



图 1-8 Altium Designer 启动画面

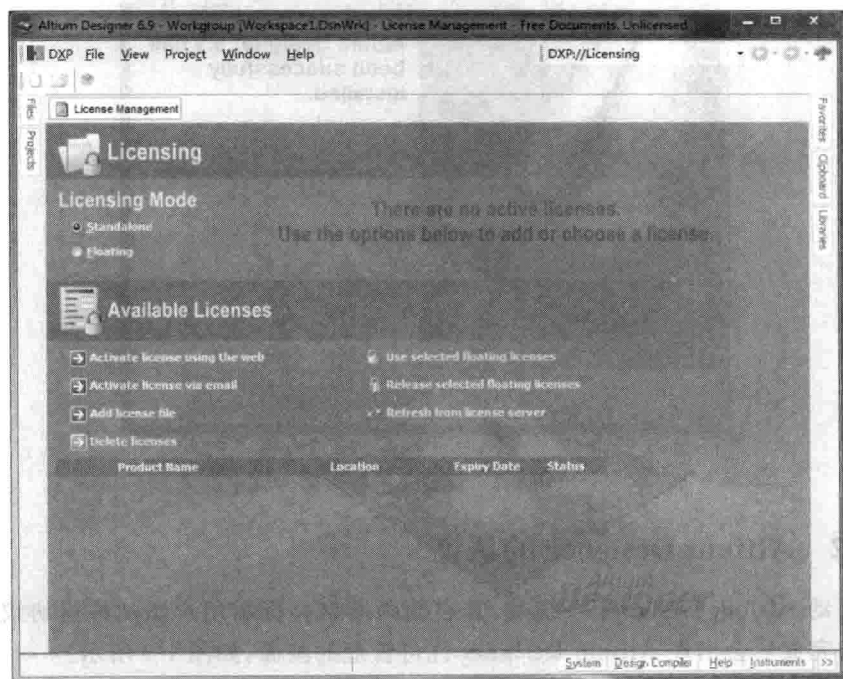


图 1-9 Altium Designer 许可管理

许可协议添加后,此时用户才有使用该软件全部功能的权利,同时许可管理窗口显示相应的内容,如图 1-10 所示。

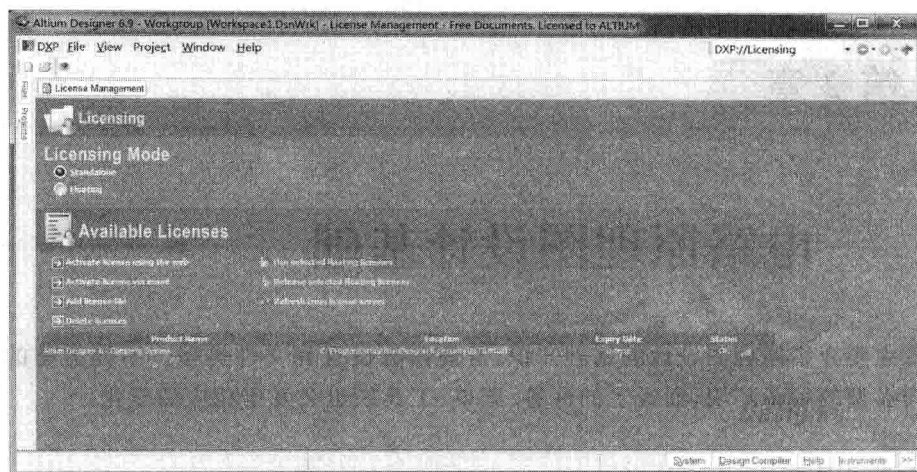


图 1-10 Altium Designer 获得认证

课后习题

- 1.1 Altium Designer 的主要功能是什么?
- 1.2 如何在计算机中安装 Altium Designer 软件?
- 1.3 了解 Altium Designer 的发展史。