



EDA 应用技术

<http://www.phei.com.cn>

# Altium Designer

## 原理图与PCB设计 (第2版)

周润景 郝媛媛 编著



电子工业出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

EDA 应用技术

# Altium Designer 原理图与 PCB 设计

## (第 2 版)

周润景 郝媛媛 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

本书以 Altium 公司最新开发的软件 Altium Designer 10 版本为平台, 以一个单片机应用实例为例, 按照实际的设计步骤讲解 Altium Designer 10 的使用方法, 详细介绍 Altium Designer 的操作步骤, 包括 Altium Designer 环境设置、原理图绘制、优化原理图方案、PCB 的基础知识、布局、布线规则、报表文件和光绘文件的输出等内容。读者可以在熟悉 Altium Designer 操作的同时体会电子产品的设计思路。本书配有电子资料包, 读者可从 [yydz.phei.com.cn](http://yydz.phei.com.cn) 的“资源下载”栏目下载。

本书适合从事 PCB 设计的工程技术人员阅读, 也可作为高等院校相关专业和职业培训的教学用书。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。  
版权所有, 侵权必究。

### 图书在版编目(CIP)数据

Altium Designer 原理图与 PCB 设计/周润景, 郝媛媛编著. —2 版. —北京: 电子工业出版社, 2012. 3  
(EDA 应用技术)

ISBN 978-7-121-15807-0

I. ①A… II. ①周… ②郝… III. ①印刷电路-计算机辅助设计-应用软件, Altium Designer IV. ①TN410.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 014580 号

策划编辑: 张 剑(zhang@phei.com.cn)

责任编辑: 徐 萍

印 刷: 北京京师印务有限公司  
装 订:

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 24 字数: 614.4 千字

印 次: 2012 年 3 月第 1 次印刷

印 数: 4 000 册 定价: 55.00 元



凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 [zlts@phei.com.cn](mailto:zlts@phei.com.cn), 盗版侵权举报请发邮件至 [dbqq@phei.com.cn](mailto:dbqq@phei.com.cn)。

服务热线: (010) 88258888。

# 前 言

Protel 是当今优秀的 EDA 软件之一，而 Altium Designer 是目前最新版本的 Protel 软件。为什么要将 Protel 升级到 Altium Designer 呢？主要有以下几点理由：① Altium Designer 提供了解决布线难题的新工具（差分对布线工具、灵巧交互式布线工具）；② Altium Designer 提供了更高级的元件库管理工具；③ Altium Designer 提供了更强大的电路仿真功能；④ Altium Designer 提供了一些更高效的操作技巧（智能粘贴、自动标注等）；⑤ Altium Designer 还提供了更多的和第三方分析工具的接口。

本书主要目的是使读者熟悉 Altium Designer 的设计环境，了解 Altium Designer 的功能特性，快速掌握并熟练使用 Altium Designer。全书分为 11 章，以电子产品设计的过程为主线，介绍原理图的绘制、PCB 的布局、布线、库元件的绘制、多通道设计等。本书内容连贯，尤其适合初学者阅读。通过阅读本书，读者可以对 PCB 设计有一个全面的了解。

本书内容结构如下。

第 1 章 Altium Designer 介绍：主要介绍 Altium Designer 的发展和特点。

第 2 章 绘制电路原理图：主要介绍原理图的绘制环境和如何实现设计到图形的转变。

第 3 章 原理图元器件库管理：主要介绍如何绘制系统中没有的元件。

第 4 章 电路原理图绘制的优化方法：主要介绍 4 种原理图优化的方法和信号输出、输入波形的绘制。

第 5 章 PCB 设计预备知识：主要介绍 PCB 的基础知识，包括层的管理、封装的定义和电路板的尺寸定义等。

第 6 章 PCB 设计基础：主要介绍 PCB 的编辑环境和一些必要的参数设置。

第 7 章 元件布局：主要介绍 PCB 布局的规则设置、如何进行 PCB 的布局和布局要求。

第 8 章 PCB 布线：主要介绍布线要求、PCB 布线的规则设置、布线策略、如何进行 PCB 的布局和设计规则检查等。

第 9 章 PCB 后续操作：主要介绍完成 PCB 布局、布线后还应该做的一些后续工作，包括测试点的设置、包地和敷铜等。

第 10 章 Altium Designer 多通道设计：主要介绍多通道设计的思想和方法。

第 11 章 PCB 的输出：主要介绍提供给 PCB 加工方的输出文件。

本书具有以下特色。

- 注重系统性：本书将软件操作与电路设计技术有机地结合在一起，使学生能够更全面地学习和掌握 PCB 设计的整个过程。
- 注重实用性：本书提供了具体的电路设计例子并做了详尽分析，克服了空洞的纯文



字描述的缺点。

- 注重先进性：本书讲述的是 Altium Designer 公司开发的最新技术，并将其应用于电路的设计；借助其提供的相关新技术和新方法，用户可大大提高设计质量与设计效率。
- 注重全面性：本书附有习题及思考题，可使读者更容易学习和掌握课程的内容。

本书所给出的电路图均为在 Altium Designer 中绘制，其中涉及的元器件符号会有不符合国家标准之处，编辑时未做规范，主要是为了便于查阅。

本书第 1 章由郝媛媛编写，其余内容由周润景编写，全书由周润景负责统稿。参加本书编写的还有丁莉、王志军、胡训智、李琳、解倩倩、苏良碧、李彦龙、李可洋、任冠中、赵建凯、朱晓丽、刘煜、于佳。

由于作者水平有限，加之时间仓促，书中难免有错误和不足之处，敬请读者批评指正！

## 反侵权盗版声明

电子工业出版社依法对本作品享有专有出版权。任何未经权利人书面许可，复制、销售或通过信息网络传播本作品的行为；歪曲、篡改、剽窃本作品的行为，均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人应承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。

为了维护市场秩序，保护权利人的合法权益，我社将依法查处和打击侵权盗版的单位和个人。欢迎社会各界人士积极举报侵权盗版行为，本社将奖励举报有功人员，并保证举报人的信息不被泄露。

举报电话：(010) 88254396；88258888

传 真：(010) 88254397

E-mail: dbqq@phei.com.cn

通信地址：北京市海淀区万寿路 173 信箱

电子工业出版社总编办公室

邮 编：100036

# 目 录

<b>第1章</b>	<b>Altium Designer 介绍</b>	1
1.1	Protel 的产生及发展	1
1.2	Altium Designer 的优势及特点	2
1.3	PCB 设计的工作流程	3
1.4	Altium Designer 的安装	3
1.5	切换英文编辑环境到中文编辑环境	12
1.6	熟悉 Altium Designer 的各个编辑环境	14
1.7	Altium Designer 电路原理图绘制预备知识	17
<b>第2章</b>	<b>绘制电路原理图</b>	21
2.1	绘制电路原理图的原则及步骤	21
2.2	对原理图的操作	21
2.3	对元器件库的操作	31
2.4	对元器件的操作	34
2.5	绘制电路原理图	44
2.6	绘制电路原理图的相关技巧	52
2.7	实例介绍	56
2.8	编译项目及查错	59
2.9	生成原理图网络表文件	63
2.10	生成和输出各种报表与文件	64
	习题	68
<b>第3章</b>	<b>原理图元器件库管理</b>	69
3.1	原理图库文件介绍	69
3.2	绘制元器件	73
3.3	库文件输出报表	97
	习题	101
<b>第4章</b>	<b>电路原理图绘制的优化方法</b>	102
4.1	使用网络标号进行电路原理图绘制的优化	102
4.2	使用端口进行电路原理图绘制的优化	112
4.3	使用自上而下的层次电路设计方法优化绘制	118
4.4	使用自下而上的层次电路设计方法优化绘制	125





4.5	层次设计电路的特点	129
4.6	在电路中标注元件其他相关参数优化绘制	129
4.7	使用画图工具栏在电路中标注输入/输出信号	132
	习题	142
<b>第 5 章</b>	<b>PCB 设计预备知识</b>	143
5.1	印制电路板的构成及其基本功能	143
5.2	PCB 制造工艺流程	145
5.3	PCB 中的名称定义	145
5.4	PCB 板层	146
5.5	元件封装技术	153
5.6	电路板形状及尺寸定义	161
5.7	印制电路板设计的一般原则	162
5.8	电路板测试	165
	习题	165
<b>第 6 章</b>	<b>PCB 设计基础</b>	166
6.1	创建 PCB 文件	166
6.2	PCB 设计环境	171
6.3	元器件在 Altium Designer 中的验证	172
6.4	制作元件封装	180
6.5	电路板规划及参数设置	194
6.6	电路板工作层的设置	196
6.7	电路板网格及图纸页面的设置	197
6.8	电路板工作层面颜色及显示的设置	199
6.9	电路板系统环境参数的设置	200
6.10	载入网络表	207
	习题	211
<b>第 7 章</b>	<b>元件布局</b>	212
7.1	自动布局	212
7.2	手动布局	222
7.3	密度分析	226
7.4	三维预览	227
7.5	PCB 布局注意事项	231
	习题	233
<b>第 8 章</b>	<b>PCB 布线</b>	234
8.1	布线的基本规则	234





8.2	布线前的规则设置	235
8.3	布线策略的设置	251
8.4	自动布线	253
8.5	手动布线	262
8.6	混合布线	268
8.7	差分对布线	275
8.8	设计规则检测	283
	习题	286
<b>第9章</b>	<b>PCB 后续操作</b>	287
9.1	添加测试点	287
9.2	补泪滴	296
9.3	包地	298
9.4	敷铜	300
9.5	添加过孔	307
9.6	PCB 的其他功能	309
	习题	331
<b>第10章</b>	<b>Altium Designer 多通道设计</b>	332
10.1	实例电路	332
10.2	对重复通道的操作	338
	习题	352
<b>第11章</b>	<b>PCB 的输出</b>	353
11.1	PCB 报表输出	353
11.2	创建 Gerber 文件	361
11.3	创建钻孔文件	367
11.4	用户向 PCB 加工厂商提交的信息	370
11.5	PCB 和原理图的交叉探针	371
11.6	智能 PDF 向导	373
	习题	375

# 第1章 Altium Designer 介绍

随着计算机业的发展，到 20 世纪 80 年代中期，计算机在各个领域得到广泛的应用。在这种背景下，1987 年、1988 年由美国 ACCEL Technologies Inc 公司推出了第一个应用于电子线路设计的软件包 TANGO，开创了电子设计自动化（EDA）的先河。这个软件包现在看来比较简陋，但在当时给电子线路设计带来了设计方法和方式的革命，人们纷纷开始用计算机来设计电子线路，直到今天在国内许多科研单位还在使用这个软件包。

## 1.1 Protel 的产生及发展

随着电子业的飞速发展，TANGO 日益显示出其不适应时代发展需要的弱点。为了适应电子业的发展，Protel Technology 公司以其强大的研发能力推出了 Protel For DOS 作为 TANGO 的升级版本，从此 Protel 这个名字在业内响亮起来。

20 世纪 80 年代末期，Windows 系统开始盛行，Protel 相继推出 Protel For Windows 1.0、Protel For Windows 1.5 等版本来支持 Windows 操作系统。这些版本的可视化功能给用户设计电子线路带来了很大的方便，设计者不用记一些烦琐的操作命令，大大提高了设计效率，并且体会到了资源共享的优势。

20 世纪 90 年代中期，Windows 95 系统开始普及，Protel 也紧跟潮流，推出了基于 Windows 95 的 3. x 版本。Protel 3. x 版本加入新颖的主从式结构，但在自动布线方面却没有出众的表现。另外，由于 Protel 3. x 版本是 16 位和 32 位的混合型软件，所以其稳定性比较差。

1998 年，Protel 公司推出了给人全新感觉的 Protel 98。Protel 98 这个 32 位产品是第一个包含 5 个核心模块的 EDA 工具，其以出众的自动布线功能获得了业内人士的一致好评。

1999 年，Protel 公司又推出了新一代的电子线路设计系统——Protel 99，它既有原理图逻辑功能验证的混合信号仿真，又有 PCB 信号完整性分析的板级仿真，构成了从电路设计到真实板分析的完整体系。

2005 年年底，Protel 软件的原厂商 Altium 公司推出了 Protel 系列的高端版本 Altium Designer。Altium Limited 宣布发布 Altium Designer，它是完全一体化电子产品开发系统的下一个版本。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。

这款最新版本的 Altium Designer 除了全面继承包括 99 SE、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一些高端功能。Altium Designer 提供了生成 PCB 3D 视频文档的功能、功能性增强的多边形敷铜管理器对话框和统一的光标捕获系统等。Altium Designer 提供了涵盖整个设计与生产生命周期的器件数据管理方案，结构性的输出流程确保了输出信息的完整性。



## 1.2 Altium Designer 的优势及特点

与以前的 Protel 版本相比较, Altium Designer 具有以下几点优势。

1) **提供布线的新工具** 高速的设备切换和新的信息命令技术意味着需要将布线处理成电路的组成部分, 而不是“线的相互连接”。需要将全面的信号完整性分析工具、阻抗控制交互式布线、差分信号对发送和交互长度调节协调工作, 才能确保信号及时同步到达。通过灵活的总线拖动、引脚和零件的互换及 BGA 扇出逃逸布线, 可以轻松完成布线工作。

2) **为复杂的板间设计提供良好的环境** 在 Altium Designer 中, 具有 Shader Model3 的 DirectX 图形功能, 可以使 PCB 编辑效率大大提高。对于在板的底侧工作时, 只要从菜单中选择【翻转板子】命令, 就可以像在顶侧一样进行工作。通过优化的嵌入式板数组支持, 可完全控制设计中所有多边形的多边形管理器、PCD 垫中的插槽、PCB 层集和动态视图管理选项的协同工作, 提供更高效率的设计环境。它具有智能粘贴功能, 不仅可以将网络标签转移到端口, 还可以使用文件编辑和自动片体条目创建来简化从旧工具转移设计的步骤, 使其成为一个更好的设计环境。

3) **提供高级元件库管理** 元件库是有价值的设计源, 它提供给用户丰富的原理图组件库和 PCB 封装库, 并且为设计新的器件提供了封装向导程序, 简化了封装设计过程。随着技术的发展, 需要利用公司数据库对它们进行栅格化。当数据库连接提供从 Altium Designer 返回到数据库的接口时, 新的数据库就增加了很多功能, 可以直接将数据从数据库放置到电路图中。新的元件识别系统可管理元件到库的关系, 覆盖区管理工具可提供项目范围的覆盖区控制, 这样, 便于提供更好的元件管理的解决方案。

4) **增强的电路分析功能** 为了提高设计板的成功率, Altium Designer 中的 PSPICE 模型、功能和变量支持及灵活的新配置选项, 增强了混合信号模拟。在完成电路设计后, 可对其进行必要的电路仿真, 观察观测点信号是否符合设计要求, 从而提高了设计的成功率, 并大大缩短了开发周期。

5) **统一的光标捕获系统** Altium Designer 的 PCB 编辑器提供了很好的栅格定义系统, 通过可视栅格、捕获栅格、元件栅格和电气栅格等可以有效地放置设计对象到 PCB 文档中。Altium Designer 统一的光标捕获系统已达到一个新的水平。该系统汇集了三个不同的子系统, 共同驱动并完成将光标捕获到最优的坐标集: 用户可定义的栅格, 直角坐标和极坐标之间可按照需求选择; 捕获栅格, 可以自由地放置并提供随时可见的对于对象排列进行参考的线索增强的对象捕捉点, 使得放置对象时自动定位光标到基于对象热点的位置。按照合适的方式, 使用这些功能的组合, 可轻松地在 PCB 工作区放置和排列对象。

6) **增强的多边形敷铜管理器** Altium Designer 的多边形敷铜管理器对话框提供了更强大的功能, 并提供了关于管理 PCB 中所有多边形敷铜的附加功能。附加功能包括创建新的多边形敷铜, 访问对话框的相关属性和多边形敷铜删除等, 全面地丰富了多边形敷铜管理器对话框的内容, 并将多边形敷铜管理整体功能带到新的高度。

7) **强大的数据共享功能** Altium Designer 完全兼容 Protel 系列以前版本的设计文件, 并提供对 Protel 99 SE 下创建的 DDB 和库文件的导入功能, 同时还增加了 P-CSD、OrCAD 等软件的设计文件和库文件的导入功能。它的智能 PDF 向导可以帮助用户把整个项目或所选定

的设计文件打包成可移植的 PDF 文档，增强了团队之间的灵活合作。

8) **全新的 FPGA 设计功能** Altium Designer 与微处理器相结合，可充分利用大容量 FPGA 器件的潜能，更快地开发出更加智能的产品。其设计的可编程硬件元素不用经过重大改动即可重新定位到不同的 FPGA 器件中，设计师不必受特定 FPGA 厂商或系列器件的约束。它无须对每个采用不同处理器或 FPGA 器件的项目更换不同的设计工具，因此可以节省成本，保证设计师工作于不同项目时的高效性。

### 1.3 PCB 设计的工作流程

1) **方案分析** 方案分析决定电路原理图如何设计，同时也影响到 PCB 如何规划。方案分析的内容包括根据设计要求进行方案比较和选择，以及元器件的选择等。方案分析是开发项目中最重要的环节之一。

2) **电路仿真** 在设计电路原理图之前，有时会对某一部分电路的设计并不十分确定，因此需要通过电路仿真来验证。电路仿真还可以用于确定电路中某些重要器件的参数。

3) **设计原理图组件** Altium Designer 提供器件库，但不可能包括所有器件。在器件库中找不到需要的器件时，用户需动手设计原理图库文件，建立自己的器件库。

4) **绘制原理图** 找到所有需要的原理图器件后，即可开始绘制原理图。可根据电路的复杂程度决定是否需要使用层次原理图。完成原理图后，用 ERC（电气法则检查）工具检查，找到出错原因并修改电路原理图，重新进行 ERC 检查，直到没有原则性错误为止。

5) **设计器件封装** 和原理图器件库一样，Altium Designer 也不可能提供所有的器件封装，用户需要时可以自行设计并建立新的器件封装库。

6) **设计 PCB** 确认原理图没有错误之后，即可开始制作 PCB。首先绘出 PCB 的轮廓，确定工艺要求，如使用几层板等。然后将原理图传输到 PCB 中，在网络表（简单介绍各器件来历及功能）、设计规则和原理图的引导下完成布局和布线。设计规则检查工具用于对绘制好的 PCB 进行检查。PCB 设计是电路设计的另一个关键环节，它将决定产品的实用性能，需要考虑的因素很多，不同的电路有不同要求。

7) **文档整理** 对原理图、PCB 图及器件清单等文件予以保存，以便日后维护和修改。

### 1.4 Altium Designer 的安装

Altium Designer 安装后的文件大小约为 1.54GB。由于增加了新的设计功能，Altium Designer 与以前版本的 Protel 相比，对硬件的要求更高。

#### 1. 硬件环境需求

Altium Designer 对操作系统的要求比较高，最好采用 Windows XP、Windows 2000 或版本更高的操作系统，它不再支持 Windows 95、Windows 98 和 Windows ME 操作系统。

为了获得符合要求的软件运行速度和更稳定的设计环境，Altium Designer 对计算机的硬件要求也比较高。

### 1) 推荐的计算机最佳性能配置

- CPU: 英特尔® 酷睿™2 双核/四核 2.66GHz 或同等或更快的处理器。
- 内存: 2GB 或更大的内存。



图 1-1 选择【控制面板】命令

此时系统将出现如图 1-2 所示的【控制面板】窗口。

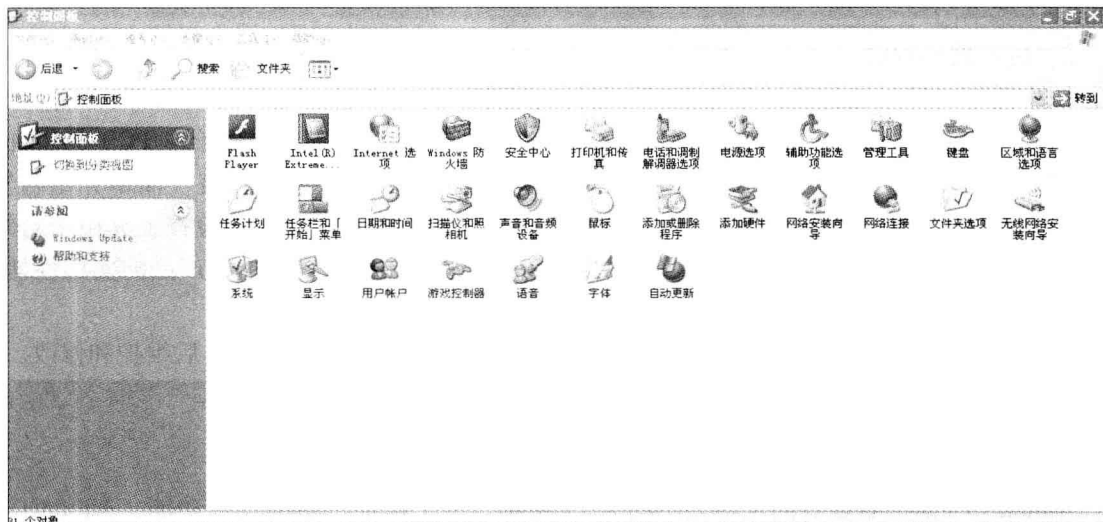


图 1-2 【控制面板】窗口

双击【添加或删除程序】图标, 系统弹出如图 1-3 所示的【添加或删除程序】对话框。单击【添加新程序】图标, 系统弹出【添加或删除程序】窗口, 如图 1-4 所示。

单击窗口中的【CD 或软盘】按钮, 即可启动【从软盘或光盘安装程序】对话框, 如图 1-5 所示。

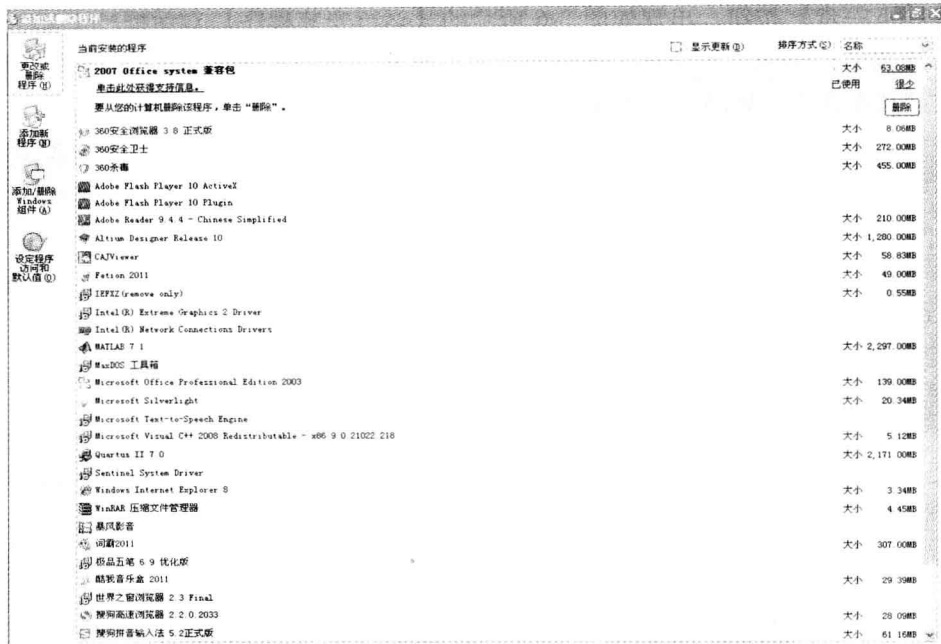


图 1-3 【添加或删除程序】对话框



图 1-4 【添加或删除程序】窗口

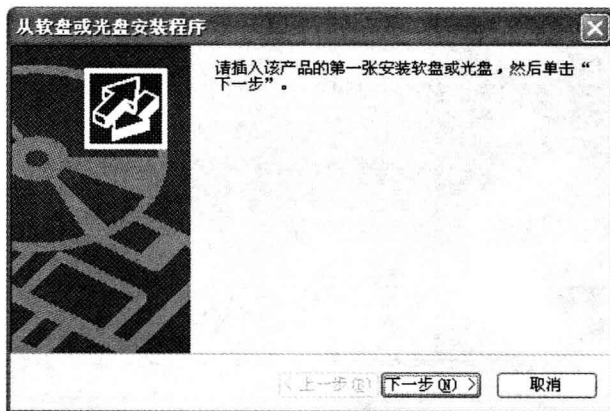


图 1-5 【从软盘或光盘安装程序】对话框

单击【下一步】按钮，出现如图 1-6 所示的【运行安装程序】对话框。

单击【浏览】按钮，找到安装程序的位置，然后单击【打开】按钮，便可将安装程序的位置放到文本框中，如图 1-7 所示。



图 1-6 【运行安装程序】对话框

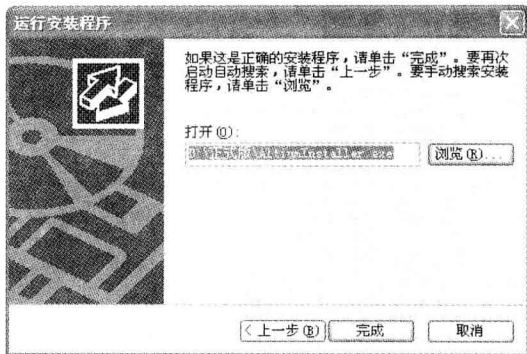


图 1-7 选择安装路径

单击【完成】按钮，出现如图 1-8 所示的安装向导对话框。

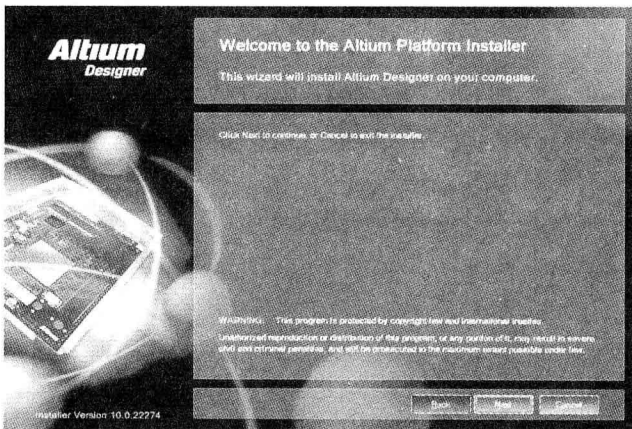


图 1-8 安装向导对话框

单击【Next】按钮，系统进入【License Agreement】窗口，如图 1-9 所示。



图 1-9 【License Agreement】窗口



选中【I accept the agreement】单选按钮，然后单击【Next】按钮，进入【Platform Repository and Version】窗口，如图 1-10 所示。

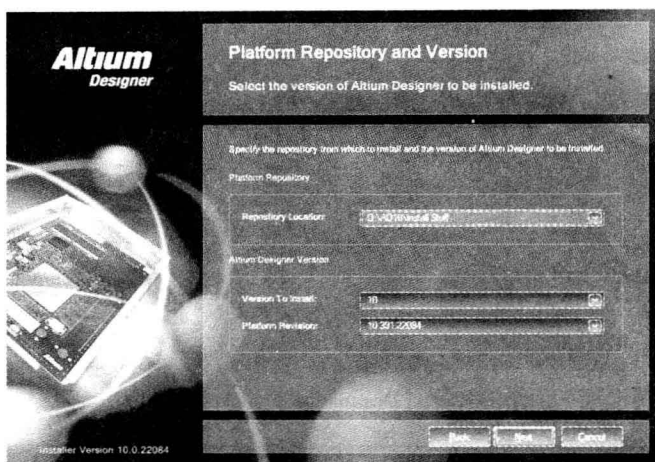


图 1-10 【Platform Repository and Version】窗口

在该窗口的【Repository Location】栏中，选择安装程序所在的文件夹。单击【Next】按钮，进入【Select Design Functionality】窗口，如图 1-11 所示。

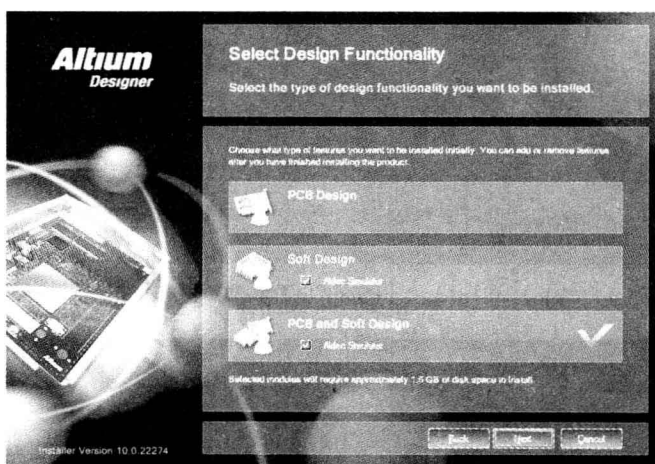


图 1-11 【Select Design Functionality】窗口

在该窗口可选择需要安装的功能，保持默认设置即可。单击【Next】按钮，进入【Destination Folders】窗口，如图 1-12 所示。

在【Destination Folders】窗口中，设定安装路径。然后单击【Next】按钮，进入【Ready to Install】窗口，如图 1-13 所示。

单击【Next】按钮，开始安装程序，如图 1-14 所示。

当程序安装完毕后，出现如图 1-15 所示的安装完成对话框。

单击【Finish】按钮，至此 Altium Designer 程序安装完毕。

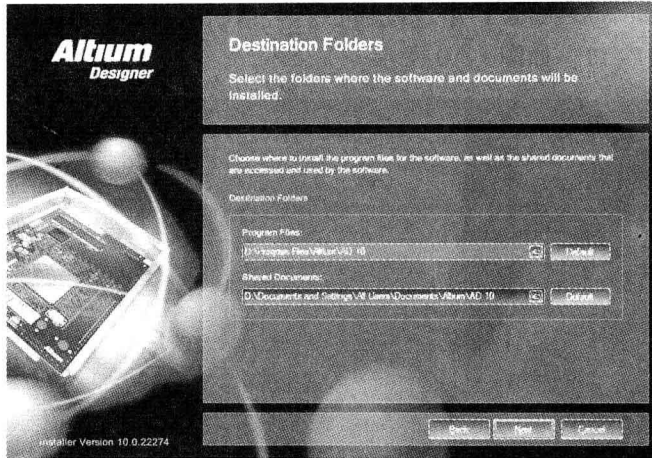


图 1-12 【Destination Folders】窗口

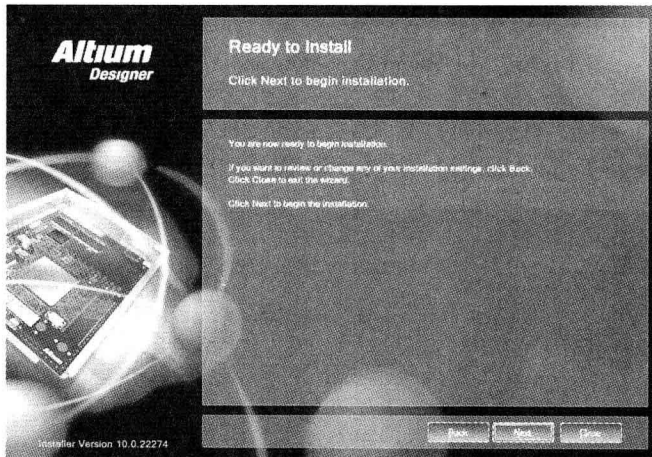


图 1-13 【Ready to Install】窗口

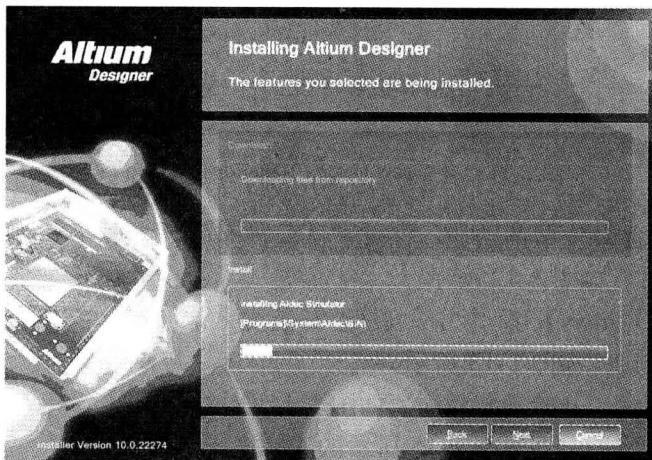


图 1-14 开始安装程序