

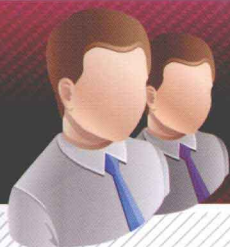


卓越工程师培养计划

▪ EDA ▪

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

穆秀春 宋婀娜 房俊杰 编著



Altium Designer

电路设计入门 与应用实例



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY



卓越工程师培养计划

■ EDA ■

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

穆秀春 宋婀娜 房俊杰 编著



Altium Designer

电路设计入门 与应用实例

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书结合实例介绍使用 Altium Designer 软件进行电路设计的整个过程, 以及电路设计的基本原则和方法, 可使初学电路设计的读者迅速入门。在内容的编排上采用循序渐进的顺序, 在讲述理论知识的同时结合了大量的实例。全书共分为三篇。第一部分基础篇, 介绍 Altium Designer 的基本知识, 设计环境, 以及进行原理图与 PCB 设计的流程; 第二部分结合篇, 以应用实例为背景讲解 Altium Designer 原理图与 PCB 设计过程, 包括原理图编辑器与 PCB 编辑器的使用, 以及 Altium Designer 的设计功能仿真; 第三部分职场篇, 主要介绍面向行业应用开发的实用案例, 采用具有代表性的实例进一步介绍 Altium Designer 进行电路综合设计的方法。在书写上, 尽量做到深入浅出、图文并茂、通俗易懂。

本书结构清晰, 实例合理, 内容丰富, 适合从事电路设计的工程技术人员阅读使用, 也可以作为高等院校相关专业的教学用书。

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 电路设计入门与应用实例/穆秀春, 宋婀娜, 房俊杰编著. —北京: 电子工业出版社, 2012. 6
(卓越工程师培养计划)

ISBN 978-7-121-17244-1

I. ①A… II. ①穆… ②宋… ③房… III. ①印刷电路-计算机辅助设计-应用软件 IV. ①TN410.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 116503 号

策划编辑: 张 剑 (zhang@phei.com.cn)

责任编辑: 刘真平

印 刷:

装 订: 北京京科印刷有限公司

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: 787×1 092 1/16 印张: 19 字数: 486.4 千字

印 次: 2012 年 6 月第 1 次印刷

印 数: 4 000 册 定价: 49.00 元



凡所购买电子工业出版社的图书, 如有缺损问题, 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, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言

Altium Designer 是业界第一款一体化电子产品设计解决方案，它将设计流程、集成化 PCB 设计、可编程器件（如 FPGA）设计和基于处理器的嵌入式软件开发功能整合在一起，是一种同时进行原理图、PCB 和 FPGA 设计及嵌入式设计的解决方案，具有将设计方案从概念转变为最终产品所需的全部功能。

本书结合实例介绍使用 Altium Designer 软件进行电路设计的整个过程，以及电路设计的基本原则和方法，可使初学电路设计的读者迅速入门。在内容的编排上采用循序渐进的顺序，在讲述理论知识的同时结合了大量的实例。

全书共 11 章，分为三部分。

第一部分是基础篇（第 1 章～第 3 章）：主要介绍 Altium Designer 的基本知识、设计环境及进行原理图与 PCB 设计的流程。

第二部分是结合篇（第 4 章～第 9 章）：以应用实例为背景讲解 Altium Designer 原理图与 PCB 设计过程，包括原理图编辑器与 PCB 编辑器的使用，以及 Altium Designer 的设计功能仿真。

第三部分是职场篇（第 10 章～第 11 章）：主要介绍面向行业应用开发的实用案例，采用具有代表性的实例进一步介绍 Altium Designer 进行电路综合设计的方法。在书写上，尽量做到深入浅出、图文并茂、通俗易懂。

本书从实用角度出发，采用理论讲解与实例演示相结合的讲述方法，简明清晰、重点突出；在叙述上力求深入浅出、通俗易懂，相信会为读者的学习和工作带来一定的帮助。

本书面向的是电子电路工业领域的学生和工程技术人员，包括 Protel 系列软件的初中级用户、具有一定基础知识的电子线路设计爱好者，以及高等院校相关专业的大中专学生、研究生。

本书主要由黑龙江科技学院的穆秀春、宋婀娜、房俊杰编写，全书由穆秀春统稿。另外，参加本书编写工作的还有管殿柱、李文秋、宋一兵、王献红、谈世哲、赵景波、赵景伟、初航、田绪东等。

Altium Designer Summer 09 系统功能非常强大，而且随着各种新技术的发展，该系统一直在不断地开发和更新，以保证用户能最大限度地使用最新的设计技术。由于编者水平有限，书中错误在所难免，敬请广大读者批评指正。

编 著 者

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；(010) 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

第一部分 基 础 篇

第 1 章 Altium Designer 基础知识	3
1.1 Altium Designer 的功能与特点	3
1.2 Altium Designer 的安装和升级	5
1.3 Altium Designer 的激活	10
1.4 思考与练习	14
第 2 章 Altium Designer 设计环境	15
2.1 Altium Designer 的环境设计	15
2.2 Altium Designer 的资源设置	20
2.3 Altium Designer 的工作面板和窗口管理	22
2.4 系统参数设置	26
2.5 思考与练习	39
第 3 章 Altium Designer 设计流程	40
3.1 电路设计流程	40
3.2 设计简单电路原理图	40
3.3 设计简单 PCB 文件	45
3.4 思考与练习	51

第二部分 结 合 篇

第 4 章 电路原理图设计	55
4.1 原理图编辑器界面	55
4.2 设置原理图编辑器系统参数	63
4.3 设置图纸参数	73
4.4 简单电路原理图的绘制	75
4.5 编辑电路原理图	87
4.6 层次原理图设计	92
4.7 多通道原理图设计	99
4.8 原理图报表和打印	102
4.9 思考与练习	108

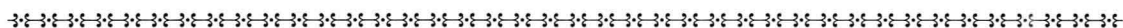
第 5 章 原理图元件库	109
5.1 原理图元件库的概念	109
5.2 原理图元件库编辑器	109
5.3 制作原理图元件	112
5.4 思考与练习	122
第 6 章 原理图设计功能仿真	123
6.1 电路仿真概述	123
6.2 元件的仿真模型及参数	124
6.3 放置电源及仿真激励源	128
6.4 仿真分析的参数设置	134
6.5 设计仿真原理图	144
6.6 电路原理图仿真实例	145
6.7 思考与练习	152
第 7 章 PCB 设计过程	153
7.1 PCB 编辑器界面	153
7.2 设置 PCB 编辑器系统参数	164
7.3 PCB 工作层面设置	184
7.4 简单 PCB 设计	188
7.5 PCB 报表生成和打印	200
7.6 PCB 设计的高级编辑功能	203
7.7 思考与练习	206
第 8 章 PCB 设计规则	207
8.1 PCB 设计规则介绍	207
8.2 导入/导出设计规则	209
8.3 电气规则	210
8.4 布线规则	212
8.5 SMT 规则	217
8.6 阻焊/助焊覆盖规则	219
8.7 内电层规则	220
8.8 测试点规则	222
8.9 制造规则	224
8.10 思考与练习	230
第 9 章 PCB 封装库	231
9.1 PCB 封装库的概念	231
9.2 PCB 封装库编辑器	231

9.3 制作 PCB 元件封装	233
9.4 思考与练习	238

第三部分 职 场 篇

第 10 章 电路原理图绘制实例	241
10.1 开关电源电路绘制实例	241
10.2 差分放大电路绘制实例	245
10.3 单片机实验板电路绘制实例	248
10.4 A/D 转换电路绘制实例	254
10.5 继电器控制电路绘制实例	261
10.6 RS232 电平接口电路绘制实例	263
10.7 游戏机层次电路绘制实例	265
10.8 思考与练习	273
第 11 章 PCB 设计实例	274
11.1 A/D 转换电路板设计实例	274
11.2 单片机实验板设计实例	285
11.3 RS232 接口电路板设计实例	290
11.4 思考与练习	294
参考文献	295

第一部分



基 础 篇

第1章 Altium Designer 基础知识

本章主要介绍 Altium Designer 的基础知识, 包括组成特点、安装、升级和激活等。



1.1 Altium Designer 的功能与特点

Protel 是目前 EDA 行业中使用最方便, 操作最快捷, 人性化界面最好的辅助工具, 深受电子设计工程师的喜爱。Protel 系列软件 (如 Protel 99 SE、Protel DXP、Protel DXP 2004 等) 作为印制电路板设计的主流软件, 也不断顺应潮流, 推陈出新。

2005 年年底, Protel 软件的原厂商 Altium 推出了 Protel 系列的新高端版本 Altium Designer 6.0。Altium Designer 6.0 是业界第一款一体化电子产品设计解决方案, 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, 是一种能同时进行 PCB 和 FPGA 设计及嵌入式设计的软件, 具有将设计方案从概念转变为最终产品所需的全部功能。Altium Designer 6.0 的诞生推动了 Protel 软件向更高端 EDA 工具的迈进, 它新增的很多功能可以使工程师的工作更加便捷、更有效率、更轻松, 解决工程师在项目开发中遇到的各种挑战。

2006 年 5 月, Altium 公司发布了 Altium Designer 6.3 版本。作为当时业界唯一的统一化电子产品开发解决方案, Altium Designer 6.3 版本不仅提供了大量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 (如大容量可编程器件) 和统一开发环境所带来的新的设计可能性。

2008 年夏季, Altium 公司推出了 Altium Designer Summer 08, 将 ECAD 和 MCAD 两种文件格式结合在一起。Altium 在其最新版的一体化设计解决方案中为电子工程师带来了全面验证机械设计 (如外壳与电子组件) 与电气特性关系的能力, 还加入了对 OrCAD 和 PowerPCB 的支持能力。

2008 年冬季, Altium 公司推出了 Altium Designer Winter 09, 此版本引入新的设计技术和理念, 将原来已有的三维 PCB 设计功能提升到了一个更高速的新境界, 可以让工程师管理从产品设计到制造的过程转换, 尝试新的设计技术并得以深度挖掘可编程器件的潜力。该版本新增加的应用控制面板帮助工程师解决了 FPGA 测试上的难题, 并可以远程监控 FPGA 内的设计。

2009 年 7 月, Altium 公司在全球范围内推出 Altium Designer Summer 09。Altium Designer Summer 09 的诞生延续了连续不断的新特性和新技术的应用过程, Altium 的一体化设计结构将硬件、软件和可编程硬件集合在一个单一的环境中, 令用户自由地探索新的设计构想。Altium Designer Summer 09 提供了一款统一的电子产品开发软件, 综合了电子产品一体化开发的所有必需技术和功能。Altium Designer Summer 09 在单一设计环境中集成了板级和 FPGA

系统设计、基于 FPGA 和分立处理器的嵌入式软件开发及 PCB 版图设计、编辑和制造，并集成了现代设计数据管理功能，使得 Altium Designer Summer 09 成为电子产品开发的完整解决方案，一个既满足当前，也满足未来开发需求的解决方案。

Altium Designer Summer 09 从功能上分为以下几个部分：电子电路原理图（SCH）设计、电子电路原理图仿真、印制电路板（PCB）设计、电子电路实现前后的信号完整性分析和可编程逻辑器件（FPGA）设计等。

随着电子技术的飞速发展，电路板设计的需求也越来越大。作为目前世界上最大的板级设计系统集成商的 Altium 公司几年来不断更新产品，极大地增强了对高密度电路板设计的支持，可用于高速数字信号设计，提供大量新功能，改善了对复杂多层板卡的管理和导航，可将器件放置在 PCB 的正、反两面，处理高密度封装技术，如高密度引脚数量的球型网格阵列（BGA）、总线布线功能、器件精确移动、快速敷铜等功能。此外，Altium Designer Summer 09 版本解决了大量历史遗留的工具问题，其中就包括了增加更多的机械层设置、增强的原理图网络类定义。新版本中更关注于改进测试点的分配和管理、精简嵌入式软件开发、软设计中智能化调试和流畅的 License 管理等功能。

- 电路板设计增强了图形化 DRC 违规显示：Altium Designer Summer 09 版本改进了在线实时及批量 DRC 检测中显示的传统违规的图形化信息，它涵盖了主要的设计规则。利用与一个可定义的指示违规信息掩盖图形的合成，用户现在已经可以更灵活地解决出现在设计中的 DRC 错误。
- 用户自定义 PCB 布线网络颜色：Altium Designer Summer 09 版本允许用户在 PCB 文件中自定义布线网络显示的颜色。现在，用户完全可以使用一种指定的颜色替代常用的当前板层颜色，作为布线网络显示的颜色。并将该特性延伸到图形叠层模式，进一步增强了 PCB 的可视化特性。
- PCB 机械层设定增加到 32 层：Altium Designer Summer 09 版本为板级设计新增了 16 个机械层定义，使总的机械层定义达到了 32 层。
- 改进了 DirectX 图形重建速度：Altium Designer Summer 09 的 PCB 应用中增强了 DirectX 图形引擎的功能，直接关系到图形重建的速度。由于图形重构是不常用到的，如果不是非常必要，将不再执行重构的操作；同时也优化了 DirectX 数据填充特性。经过测试，Altium Designer Summer 09 将在原版本的基础上提升 20% 的图形处理功能。
- 前端设计按区域定义原理图网络类功能：Altium Designer Summer 09 现在可以允许用户使用网络类标签功能在原理图设计中将所涵盖的每条信号线纳入到自定义网络类中。当从原理图创建 PCB 时，就可以将自定义的网络类引入到 PCB 规则。使用这种方式定义网络的分配，将不再需要担心耗时间、原理图中网络定义的混乱等问题。Altium Designer Summer 09 版本将提供更加流畅、高效和整齐的网络类定义的新模式。
- 装配变量和板级元件标号的图形编辑功能：Altium Designer Summer 09 版本提供了装配变量和板级元件标号的图形编辑功能。在编译后的原理图源文件中就可以了解装配变量和修改板级元件标号，这个新的特性将使你从设计的源头就可以快速、高效完成设计的变更；对于装配变量和板级元件标号变更操作，更重要的是这将提供一种更快捷、更直观的变通方法。
- 软设计支持 C++ 高级语法格式的软件开发：由于软件开发技术的进步，使用更高级、更抽象的软件开发语言和工具已经成为必然。从机器语言到汇编语言，再到过程化语言和面向对象的语言，Altium Designer Summer 09 版本现在可以支持 C++ 软件开发语言，包括软件的编译和调试功能。
- 基于 Wishbone 协议的探针仪器：Altium Designer Summer 09 新增了一款基于 Wishbone 协议的探针仪器（WB_PROBE）。该仪器是一个 Wishbone 主端元件，因此允许用户利用探针仪器与 Wishbone 总线相连去探测兼容 Wishbone 协议的从设备。通过实时运行的调试面板，用户就可以观察和修改外设的内部寄存器内容、存储器件的内存数据区，省却了调用处理器仪器或底层调试器。对于无处理

器的系统调试尤为重要。

- 为 FPGA 仪器编写脚本：Altium Designer Summer 09 已经为用户提供了一种可定制虚拟仪器的功能，在新的版本中还将看到 Altium 新增了一种在 FPGA 内利用脚本编程实现可定制虚拟仪器的功能。该功能将为用户提供一种更直观、界面更友好的脚本应用模式。
- 虚拟存储仪器：在 Altium Designer Summer 09 版本中，用户将看到一种全新的虚拟存储仪器（MEMORY_INSTRUMENT）。在虚拟仪器内部，可以提供一个可配置存储单元区。利用这个功能可实现从其他逻辑器件、相连的 PC 和虚拟仪器面板中观察及修改存储区数据。
- 系统级设计按需模式的 License 管理系统（On-Demand）：Altium Designer Summer 09 版本中增加了基于 Web 协议和按需 License 的模式。利用客户账号访问 Altium 客户服务器，无须变更 License 文件或重新激活 License，基于 Web 协议的按需 License 管理器就可以允许一个 License 被用于任意一台计算机。就好比一个全球化浮动 License，而无须建立用户自己的 License 服务器。
- 增强了供应商数据：Altium Designer Summer 09 版本中新增了两个元件供应商信息的实时数据连接，这两个供应商分别为 Newark 和 Farnell。通过供应商数据查找面板内的供应商条目，用户现在可以向目标元件库（SchLib、DbLib、SVNDbLib）或原理图内的元件中导入元件的参数、数据手册链接信息、元件价格和库存信息等。另外，用户还可以在目标库内从供应商条目中直接创建一个新的元件。



1.2 Altium Designer 的安装和升级

1. Altium Designer 的安装

Altium Designer Summer 09 系统软件是基于 Windows 的应用程序，其安装或卸载过程与其他 Windows 操作系统下的应用软件基本相同。

（1）在 Windows XP 操作系统下，将 Altium Designer 安装盘放入光驱，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，则可直接单击安装盘中 Setup 文件夹中的“setup.exe”安装应用程序，就会弹出如图 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 选项，然后单击 按钮继续下一步。

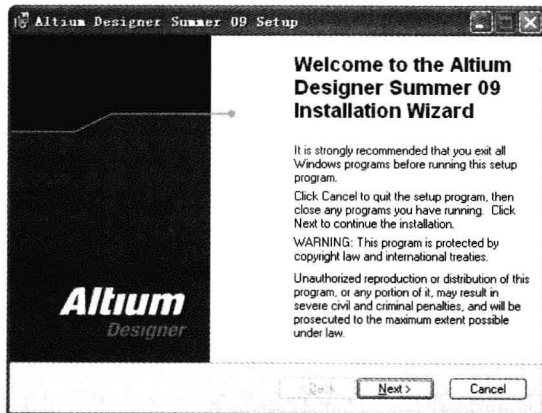


图 1-1 安装向导窗口

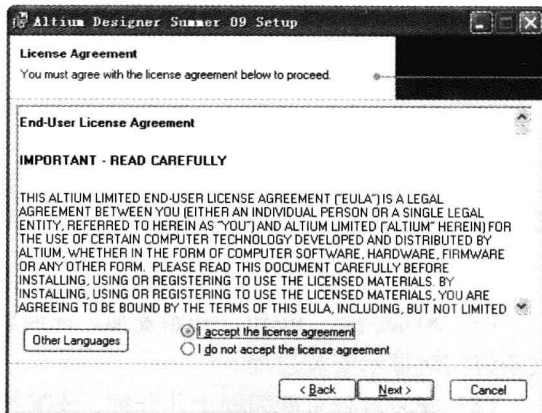


图 1-2 注册协议许可对话框

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

(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利用 **Browse** 按钮选择软件的安装路径。默认的安装路径为“C:\Program Files\Altium Designer Summer 09\”。当然,也可以将其安装在其他路径,单击 **Browse** 按钮选择其他安装路径。这里选择“C:\Program Files\Altium Designer Summer 09\”为安装路径,如图 1-4 所示。

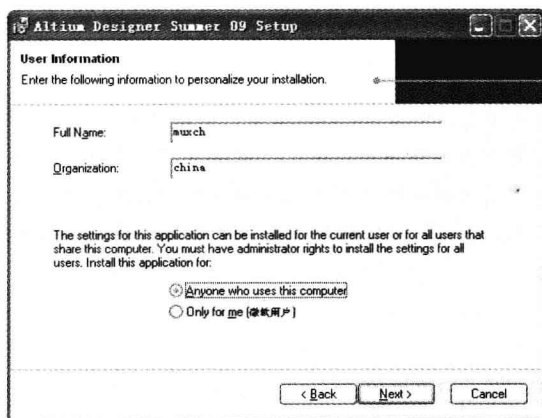


图 1-3 用户信息登记对话框

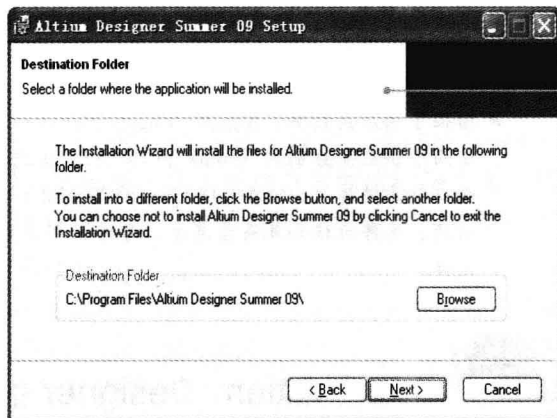


图 1-4 选择安装路径对话框

(5) 单击 **Next >** 按钮,继续下一步操作即可进入如图 1-5 所示的板层库安装对话框。在弹出的对话框中选中 Install Board - Level Libraries 前面的复选框,这样在安装程序的同时也将板层库进行了安装,这点与较早版本的 Altium Designer 程序不同。

(6) 单击 **Next >** 按钮,继续下一步操作即可进入如图 1-6 所示的准备过程就绪对话框。如果用户确定所有的准备工作已经完成,则可以单击 **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** 按钮返回上一步重新设置即可。

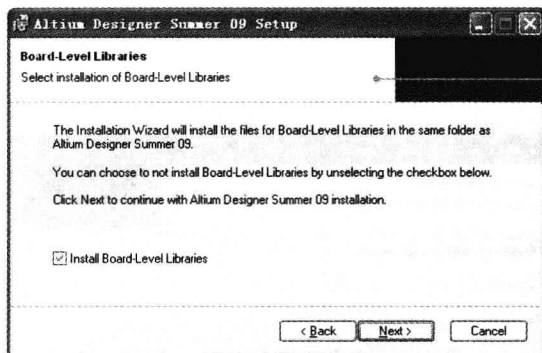


图 1-5 板层库安装对话框

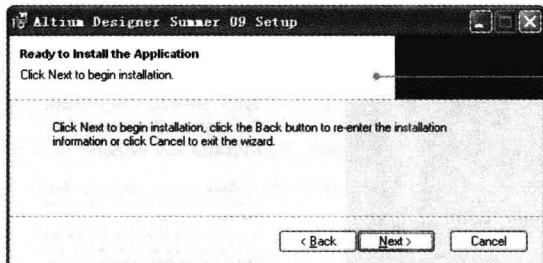


图 1-6 准备过程就绪对话框

(7) 单击 **Next >** 按钮,开始安装。此时将弹出如图 1-7 所示的安装进程窗口,安装进度条将实时显示安装过程。

(8) 安装过程可能需要十几分钟,安装结束后将会弹出对话框提示安装成功,即“Altium Designer Summer 09 has been successfully installed.”,如图 1-8 所示。单击 **Finish** 按钮,

即可完成 Altium Designer Summer 09 的安装过程。

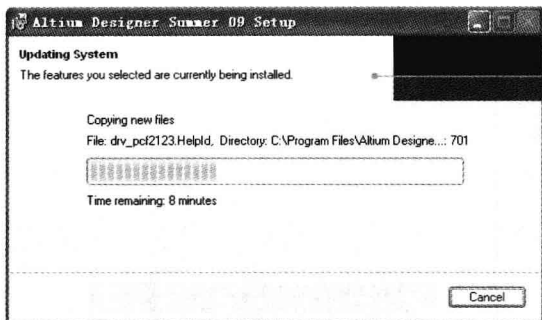


图 1-7 安装进程窗口

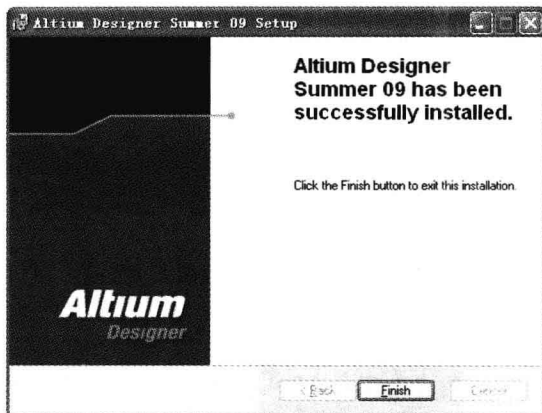


图 1-8 安装成功信息显示窗口

2. Altium Designer 的升级

Altium Designer Summer 09 不断有新的升级包，用户可以到公司网站下载升级补丁文件从硬盘升级，也可以在 Altium Designer Summer 09 界面下直接从网络升级。升级文件仅是一些个别功能上的补充和修改，主体结构并未改变。

1) 下载升级包进行升级 升级补丁文件包括两个部分：主程序升级补丁和库升级补丁。有时个别版本的升级补丁包未对库进行升级，如果用户需要连续升级几个版本，则补丁包必须按照版本顺序进行安装。升级补丁文件的格式一般如下（***** 表示版本序号）：

AltiumDesignerSummer9Update(***** to *****). exe

AltiumDesignerSummer9LibrariesUpdate(***** to *****). exe

(1) 初次升级时，执行 AltiumDesignerSummer9Update (***** to *****) . exe，弹出用户许可协议窗口，如图 1-9 所示。

(2) 选中 I accept the terms of the End-User License agreement and wish to CONTINUE 接受协议，弹出升级向导对话框，如图 1-10 所示。

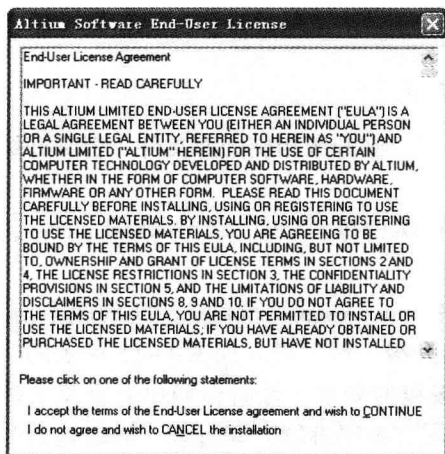


图 1-9 用户许可协议窗口

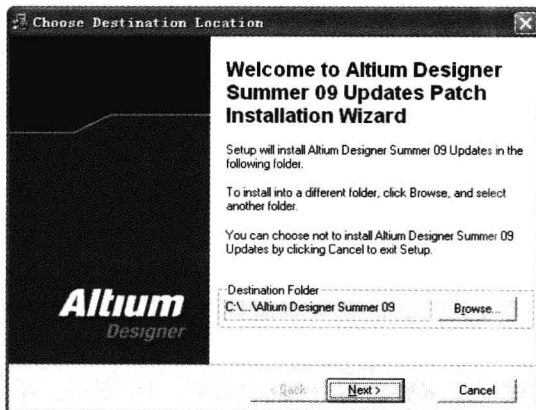


图 1-10 升级向导对话框

(3) 通常情况下, 升级向导会自动寻找到软件所安装的路径, 不必更改升级路径, 单击 **Next >** 按钮, 继续执行。弹出一个升级确认窗口, 提示将进行升级, 如图 1-11 所示。

(4) 单击 **Next >** 按钮, 开始执行软件主程序的升级, 升级进程窗口指示升级进度, 如图 1-12 所示。

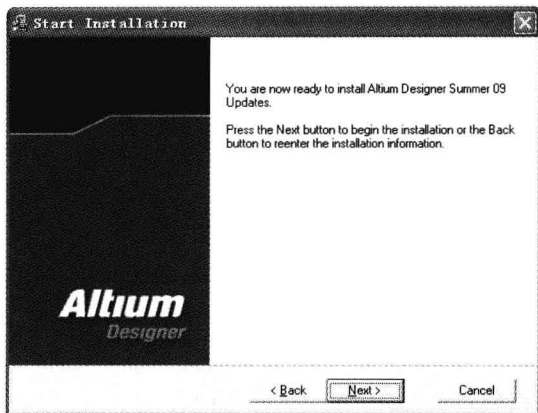


图 1-11 升级确认窗口

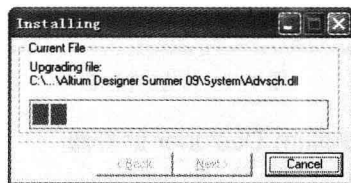


图 1-12 升级进程窗口

(5) 升级完成后, 弹出升级成功窗口, 如图 1-13 所示。单击 **Finish** 按钮, 完成主程序的升级。

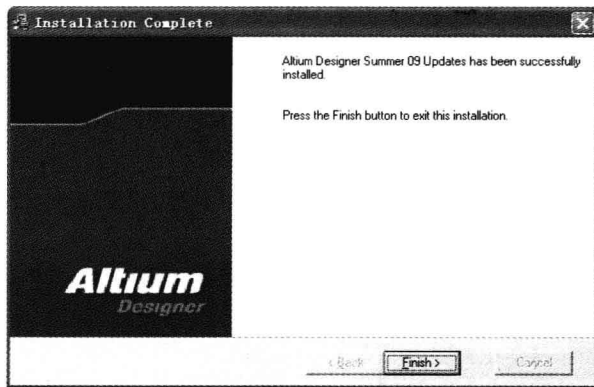


图 1-13 升级成功窗口

(6) 如果相应的升级版本同时还有库文件升级程序, 则升级相应的库文件, 否则升级下一个版本, 升级方法相同。

2) 从网络升级 在软件系统界面单击右上角的菜单命令 DXP: //CheckForUpdates, 进入如图 1-14 所示的 Altium Web Update 界面进行升级。

Altium Web Update 界面中会列出目前所安装的 Altium Designer Summer 09 的版本信息, 以及可以升级的最新版本信息, 单击 **Update** 按钮开始升级。然后进入如图 1-15 所示的升级版本安装提示对话框, 单击 **Install** 按钮开始进行升级包的安装。此时会弹出升级安装确认对话框提示将要进行升级, 如图 1-16 所示, 单击 **Yes** 按钮继续升级过程。升级过程与下载升级包过程类似。

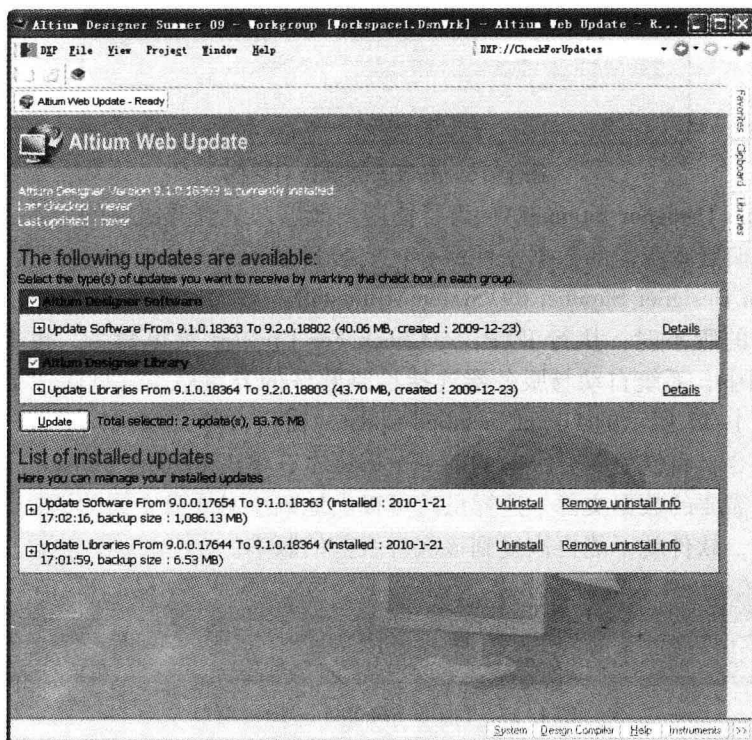


图 1-14 Altium Web Update 升级界面

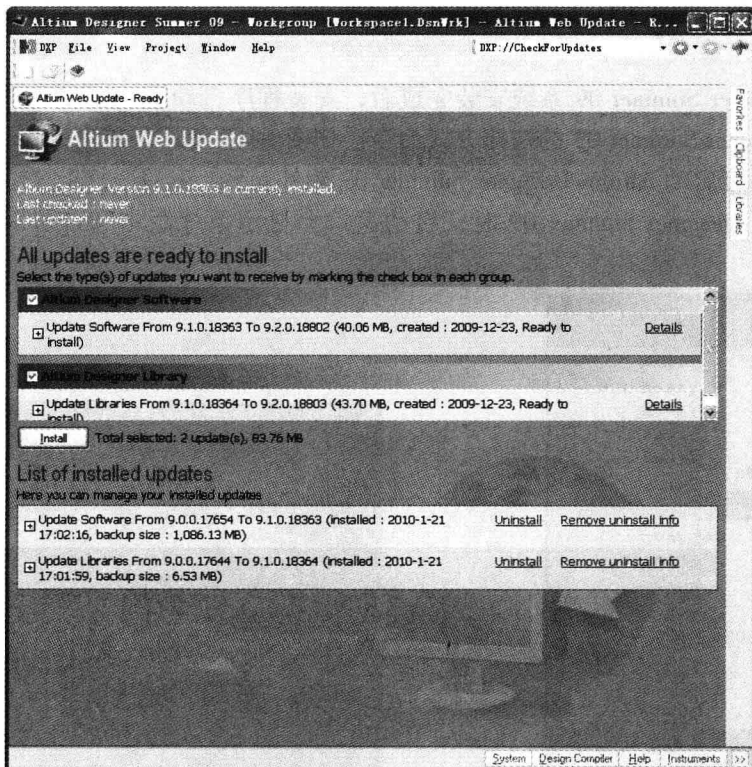


图 1-15 升级版本安装提示对话框