

# EDA

EDA工具应用丛书

# Altium Designer 6 设计教程

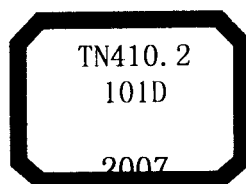
北京三恒星科技公司 编著



电子工业出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

EDA 工具应用丛书



# Altium Designer 6 设计教程

北京三恒星科技公司 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

本书是经 Altium 公司授权的学习 Altium Designer 的培训教材, 主要介绍 Altium 公司 Protel 最新版本 Altium Designer 6 的基本知识, 包括工程项目的建立、绘制原理图、PCB 图、创建元器件库、仿真及 FPGA 设计等知识。

本书涵盖了 Altium Designer 6 关于制作 PCB 板以及 FPGA 的基本知识, 结构清晰、语言简练, 可作为各大中专院校相关专业和培训班的教材, 也可以作为电子、自动化设计等相关专业人员的学习和参考用书, 本书配套光盘为 Altium 公司授权的 Altium Designer 6 试用版光盘。

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 6 设计教程 / 北京三恒星科技公司编著. —北京: 电子工业出版社, 2007.2

(EDA 工具应用丛书)

ISBN 978-7-121-03872-3

I. A… II. 北… III. 印刷电路—计算机辅助设计—应用软件, Altium Designer 6—教材 IV. TN410.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 021215 号

责任编辑: 窦 昊

印 刷: 北京市天竺颖华印刷厂

装 订: 三河市金马印装有限公司

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: 787×1092 1/16 印张: 31 字数: 794 千字

印 次: 2007 年 2 月第 1 次印刷

定 价: 56.00 元 (含光盘 2 张)

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, 联系电话: (010) 68279077; 邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 [zltz@phei.com.cn](mailto:zltz@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。

## 序

经济学原理告诉我们，无论在任何市场，只要面向大众的技术或产品不断进步和革新，就会使得其成为市场的主流，这已经被计算机硬件领域的变化、CAD/CAM 及 ECAD 工具的变化所验证。

在中国逐渐成为制造业大国并向自主设计型国家的演变中，设计工具市场发生了颠覆性变化，即所谓的中低端工具产品随着技术的革新成为广泛应用的主流工具，而所谓的高端工具，将不可避免地成为非常专业的应用软件，在整个市场中占有极小的份额。

在今天的市场中，包括在电子行业的产品研发中，厂商必须综合平衡影响其实现商业目标的各种因素。随着科学技术和电子工业的飞速发展，电子产品也越来越智能化，因此设计人员的产品开发方式也必须更加“智能”。在一个预定的时间和预算内，如何充分利用新技术，是厂商必须面临的挑战，也对设计工具提出了更高的要求。

微处理器开创了电子产品开发的革命，因为可以把设计问题的各个部分转移到高度灵活、易于升级的软件领域。把功能实现转移到“软”领域给设计过程带来了无穷无尽的好处。可以在晚些时候做出关键的设计决定，产品可以更快推向市场并在现场升级，各种功能可以用软件加入到产品中，并且不会增加整体产品成本。所以在当今典型的电子产品中，产品的很多“智能”都建立在运行于微处理器上的嵌入式软件及大量分立器件连接到一起的板卡的功能之上。软件很容易升级，而 PCB 上硬连接的分立器件，则在定义物理平台时就固定了。

随着 FPGA 在容量性能和价格上的变化，这种器件广泛地应用在各种电子产品中。在这些大容量的 FPGA 中不但可以实现数字逻辑电路，而且可以构成包含以各种软 CPU 核为中心的电路系统。这些新的技术和实现方式的改变，模糊了软件和硬件间的界线，改变了我们在产品中实现智能化设计的方法。这些器件和技术的发展，使设计的智能部分不仅包括了传统意义上的嵌入式软件设计，而且也延伸到了用 FPGA 实现的硬件设计。

当产品的更多功能转移到可编程领域后，三个主要的设计流程——板级设计、可编程逻辑设计和嵌入式软件开发——相互依存度日益增加。

随着设计流程的融合，工程师开发产品所借助的设计系统也需要融合，以保证较高的设计效率。


Altium Designer 6 将产品的板级设计、可编程逻辑设计及嵌入式软件开发融合在一起，可在单一的设计环境中完成电子产品的设计。Altium Designer 和 Nanoboard 的结合为电子产品的开发测试提供了完整有效的平台，而 LiveDesign 设计方法加速了产品的开发调试和验证，对产品的快速面市具有重要意义。

Altium Designer 6 以强大的设计输入功能为特点，在可编程硬件逻辑设计和板级设计中，提供丰富的 IPcore 和集成元件库、支持嵌入式软件开发、产品在线测试，同时将完整的 CAM 编辑和输出功能结合在一起，可以帮助用户快速应对复杂高智能电子产品的设计需求，并且还能在设计中的任意阶段进行信息同步，是当今最有生产效率的电子产品开发系统。

Altium Designer 6 增加了版本控制和数据库链接功能，可以和企业的器件数据库链接，并且可以随时从数据库更新设计数据，一体化管理整个项目 and 设计流程以及所有的设计文档，非常适合设计或制造企业作为平台级电子系统开发环境。其版本控制系统、开放的数据管理方式，可以方便地与企业 ERP 系统或 PDM/PLM 系统集成！

正如 Altium LTD 公司创始人兼 CEO Nick Martin 先生所言，“长久以来，大多数高端的设计工具以其昂贵的价格，限制了工程师只能在少数公司中使用。而 Altium LTD 公司一贯的理念就是打破传统的价格束缚，以先进的技术为广大工程师及系统设计人员提供最适合的设计工具”。Altium LTD 公司致力于打破技术之间的壁垒，把最好、最新的技术带入到设计中来，为全球的主流工程师提供价位合理、方便易用、功能完备，同时兼顾您现在和将来技术应用需求的产品。

您的成功就是我们的成功，Altium 将和您一起走向未来！



Altium LTD 公司中国区总经理：曲刚

# 前 言

2005 年底，澳大利亚 Altium 公司推出了 Protel 系列的最新高端版本 Altium Designer 6.0（简称 Altium Designer 6）。它是完全一体化电子产品开发系统的一个新版本，是业界第一款也是唯一一款完整的板级设计解决方案。Altium Designer 是业界首例将设计流程、集成化 PCB 设计、可编程器件 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，一种同时进行 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成品所需的全部功能。

Altium Designer 6 除了全面继承包括 Protel 99se, Protel DXP 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 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，从而允许工程师将系统设计中的 FPGA 与 PCB 设计及嵌入式设计集成在一起。

Altium Designer 6 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 HDL 硬件描述输入模式；同时支持基于 VHDL 的设计仿真、混合信号电路仿真、布局前后信号完整性分析。Altium Designer 6 的布局布线采用完全规则驱动模式，并且在 PCB 布线中采用了无网格的 Situs™ 拓扑逻辑自动布线功能；同时，将完整的 CAM 输出功能的编辑结合在一起。

Altium Designer 6 极大地增强了对高密度板设计的支持，可用于高速数字信号设计，提供大量新功能和改进功能，改善了对复杂多层板卡的管理和导航，可将器件放置在 PCB 板的正反两面，处理高密度封装技术，如高密度引脚数量的球形网格阵列。

在器件库方面支持基于 ODBC 和 ADO 的数据库，可以使用 OrCAD 的器件库。完全兼容 Protel 98/Protel 99/Protel 99se/Protel DXP/Protel 2004，并提供对 Protel 99se 下创建的 DDB 文件导入功能，还增加了 P-CAD, OrCAD PADS PCB 等软件的设计文件和库的导入，OrCAD、PADS、AutoCAD 和其他软件的文件导入和导出功能。完整的 ODB++ / Gerber CAM-系统使得用户可以重新设计原有的设计，弥补设计和制造之间的差异。

Altium Designer 6 极大减少了带有大量管脚的器件封装在高密度板卡上设计的时间，简化了复杂板卡的设计导航功能，设计师可以有效处理高速差分信号，尤其是大规模可编程器件上的大量 LVDS 资源。Altium Designer 6 充分利用可得到的板卡空间和现代封装技术，以更有效的设计流程和更低的制造成本缩短上市时间。

Altium Designer 6 具有完美的向下兼容特性，以前 Protel 的所有版本的设计文件和资源都可以拿过来继续使用，而且 Altium Designer 6 的设计文件和资源也可以保存为以前的各种 Protel 版本的格式，具有较好的向上兼容特性。

我们公司年轻的工程师们对使用 Altium Designer 6 过程带来的方便深有体会！在过去，完成同样一块稍微复杂的电路设计需要半个月或更长的时间，而使用 Altium Designer 6.3 以上版本仅仅需要两天的时间。

## 本书的内容

第 1 章“Altium Designer 6 概述”，概要介绍 Altium Designer 的基本知识；

第 2 章“Altium Designer 6 的设计环境与管理”，主要介绍从集成开发环境中启动原理图

编辑器、PCB 印制电路板编辑等工作环境，以及工作面板和窗口的管理；

第 3 章“电路原理图设计基础”，主要介绍 Altium Designer 原理图编辑环境中的各个菜单命令的作用和各个工具条中命令的作用；

第 4 章“原理图设计提高”，主要介绍原理图的设计及绘制。

第 5 章“层次原理图设计和多通道技术”，主要介绍把复杂的原理图分层次设计的方法。

第 6 章“原理图编译与输出”，主要介绍进行设计的过程中，对工程进行编译的方法；

第 7 章“创建元器件集成库”，主要介绍元器件库的封装和使用；

第 8 章“PCB 设计基础”，介绍 PCB 印制电路板设计过程的前期准备；

第 9 章“PCB 设计提高”，介绍 PCB 印制电路板设计实现的过程；

第 10 章“综合实例”，以一个完整的实例来回顾整个 PCB 设计的过程和方法；

第 11 章“电路仿真”，主要介绍通过软件来实现检验所设计电路的功能的过程；

第 12 章“信号完整性分析”，主要介绍 Altium Designer 6 的信号完整性分析的工具；

第 13 章“FPGA 项目设计”，主要介绍 Altium Designer 6 高端功能之一的 FPGA 项目设计。

## 致谢

在本书的编写过程中，得到了澳大利亚 Altium 公司中国办事处的大力支持，他们提供了很多珍贵的资料，对书稿进行全部审查，并提出许多宝贵的意见和建议。在图书的创作过程中，澳大利亚 Altium 公司中国办事处的刘景伯工程师付出了极大的热情和精力；在对书稿的审核过程中，刘景伯工程师对书稿的每一段文字都仔细地进行推敲，他的敬业精神和严谨的态度也正反映了 Protel 系列软件在业界长期一支独秀的原因所在。在此，我们表示深深的敬意和谢意！

北京三恒星科技公司 赵文博

# 目 录

|                                               |      |
|-----------------------------------------------|------|
| <b>第 1 章 Altium Designer 6 概述</b> .....       | (1)  |
| 1.1 Altium Designer 6 的发展历史 .....             | (1)  |
| 1.2 Altium Designer 6 的特点 .....               | (2)  |
| 1.2.1 设计环境的优越性 .....                          | (2)  |
| 1.2.2 输入/输出设计 .....                           | (3)  |
| 1.2.3 工程分析与验证 .....                           | (5)  |
| 1.3 Altium Designer 6 的新增特性 .....             | (7)  |
| 1.3.1 环境设置提高 .....                            | (7)  |
| 1.3.2 原理图设计提高 .....                           | (9)  |
| 1.3.3 元件库设计提高 .....                           | (10) |
| 1.3.4 PCB 印制电路板设计提高 .....                     | (12) |
| 1.3.5 嵌入式设计的提高 .....                          | (19) |
| 1.4 Altium Designer 6 的安装、激活与升级 .....         | (19) |
| 1.4.1 安装过程与启动 .....                           | (19) |
| 1.4.2 Altium Designer 的激活 .....               | (22) |
| 1.4.3 Altium Designer 的升级 .....               | (23) |
| 1.4.4 Altium Designer 系统精简 .....              | (25) |
| <b>第 2 章 Altium Designer 6 的设计环境与管理</b> ..... | (27) |
| 2.1 Altium Designer 6 的开发环境 .....             | (27) |
| 2.1.1 Altium Designer 6 的工作环境 .....           | (27) |
| 2.1.2 Altium Designer 6 的管理类型 .....           | (28) |
| 2.1.3 Altium Designer 6 的环境与资源设置 .....        | (37) |
| 2.1.4 各编辑器之间的切换 .....                         | (39) |
| 2.2 工作面板和窗口的管理 .....                          | (40) |
| 2.2.1 工作面板管理 .....                            | (40) |
| 2.2.2 窗口的管理 .....                             | (43) |
| 习题 .....                                      | (45) |
| <b>第 3 章 电路原理图设计基础</b> .....                  | (47) |
| 3.1 进入原理图的设计环境 .....                          | (47) |
| 3.1.1 新建一个印制电路板工程 .....                       | (47) |
| 3.1.2 新建电路原理图文件 .....                         | (47) |
| 3.2 原理图菜单 .....                               | (48) |
| 3.2.1 Edit 菜单 .....                           | (48) |
| 3.2.2 View 菜单 .....                           | (50) |



|              |                             |             |
|--------------|-----------------------------|-------------|
| 3.2.3        | Project 工程菜单 .....          | (53)        |
| 3.2.4        | Place 菜单 .....              | (54)        |
| 3.2.5        | Design 菜单介绍 .....           | (54)        |
| 3.2.6        | Tools 菜单 .....              | (56)        |
| 3.3          | 原理图设计工具栏 .....              | (59)        |
| 3.4          | 布线工具栏 .....                 | (60)        |
| 3.4.1        | 画导线 .....                   | (61)        |
| 3.4.2        | 画总线 .....                   | (62)        |
| 3.4.3        | 画总线分支 .....                 | (63)        |
| 3.4.4        | 设置网络标号 .....                | (64)        |
| 3.4.5        | 放置线路节点 .....                | (65)        |
| 3.4.6        | 电源及接地符号 .....               | (67)        |
| 3.4.7        | 放置电路方块图 .....               | (68)        |
| 3.4.8        | 放置电路方块图的端口 .....            | (69)        |
| 3.4.9        | 设置电路的输入/输出端口 .....          | (70)        |
| 3.5          | 绘制图形工具栏 .....               | (72)        |
| 3.5.1        | 绘制直线 .....                  | (72)        |
| 3.5.2        | 绘制多边形 .....                 | (74)        |
| 3.5.3        | 绘制椭圆弧 .....                 | (75)        |
| 3.5.4        | 绘制贝塞尔曲线 .....               | (77)        |
| 3.5.5        | 添加文字注释 .....                | (77)        |
| 3.5.6        | 添加文本框 .....                 | (78)        |
| 3.5.7        | 绘制矩形 .....                  | (80)        |
| 3.5.8        | 绘制圆角矩形 .....                | (81)        |
| 3.5.9        | 绘制椭圆或圆 .....                | (82)        |
| 3.5.10       | 绘制饼图 .....                  | (83)        |
| 3.5.11       | 放置图片 .....                  | (85)        |
| 3.6          | 原理图标准工具栏 .....              | (86)        |
| 3.7          | 设计电路原理图 .....               | (87)        |
| 3.7.1        | 设置原理图 Sheet Option 选项 ..... | (87)        |
| 3.7.2        | 填写图纸设置信息 .....              | (91)        |
|              | 习题 .....                    | (92)        |
| <b>第 4 章</b> | <b>原理图设计提高 .....</b>        | <b>(94)</b> |
| 4.1          | 装入元件库 .....                 | (94)        |
| 4.1.1        | 装入元件库 .....                 | (94)        |
| 4.1.2        | 查找元件 .....                  | (96)        |
| 4.2          | 放置元件 .....                  | (97)        |
| 4.2.1        | 放置元件 .....                  | (97)        |
| 4.2.2        | 编辑元件 .....                  | (100)       |

|              |                            |              |
|--------------|----------------------------|--------------|
| 4.3          | 元件的复制、剪切、粘贴和删除 .....       | (103)        |
| 4.3.1        | 元件的复制/剪切、粘贴 .....          | (103)        |
| 4.3.2        | 灵巧粘贴 (Smart Paste) .....   | (106)        |
| 4.3.3        | 元件的删除 .....                | (108)        |
| 4.4          | 元件的排列和对齐 .....             | (109)        |
| 4.4.1        | 元件的移动 .....                | (109)        |
| 4.4.2        | 元件的转动 .....                | (110)        |
| 4.4.3        | 元件的排列与对齐 .....             | (110)        |
| 4.5          | 元件的整体操作 .....              | (114)        |
|              | 习题 .....                   | (117)        |
| <b>第 5 章</b> | <b>层次原理图设计和多通道技术 .....</b> | <b>(119)</b> |
| 5.1          | 层次原理图的设计 .....             | (119)        |
| 5.1.1        | 层次原理图的设计结构 .....           | (119)        |
| 5.1.2        | 自上而下的层次原理图设计 .....         | (120)        |
| 5.1.3        | 自下而上的层次原理图的设计 .....        | (124)        |
| 5.1.4        | 层次原理图之间的切换 .....           | (126)        |
| 5.1.5        | 保留层次结构 .....               | (130)        |
| 5.1.6        | 支持多通道设计 .....              | (131)        |
| 5.1.7        | 在低层增加原理图空间 .....           | (132)        |
| 5.1.8        | 连接实例 .....                 | (133)        |
| 5.2          | 多通道的设计 .....               | (135)        |
| 5.2.1        | 创建多通道设计 .....              | (135)        |
| 5.2.2        | 设置空间和标志符的格式 .....          | (138)        |
| 5.2.3        | 编译设计的工程 .....              | (140)        |
| 5.2.4        | 查看多通道原理图 .....             | (140)        |
| 5.2.5        | 参数层级化设计 .....              | (141)        |
|              | 习题 .....                   | (143)        |
| <b>第 6 章</b> | <b>原理图编译与输出 .....</b>      | <b>(144)</b> |
| 6.1          | 编译工程及查错 .....              | (144)        |
| 6.1.1        | 设置工程选项 .....               | (144)        |
| 6.1.2        | 编译工程 .....                 | (146)        |
| 6.1.3        | 使用 Navigator 面板查看原理图 ..... | (150)        |
| 6.1.4        | 使用过滤器选择批量目标 .....          | (151)        |
| 6.1.5        | 使用 Inspector 进行全局编辑 .....  | (153)        |
| 6.1.6        | 系统及原理图优先选项设定 .....         | (154)        |
| 6.1.7        | 原理图的摘录与组合 .....            | (157)        |
| 6.1.8        | 封装管理器 .....                | (160)        |
| 6.2          | 生成各种报表 .....               | (163)        |
| 6.2.1        | 生成网络表 .....                | (164)        |

|              |                                          |              |
|--------------|------------------------------------------|--------------|
| 6.2.2        | 生成元件报表 .....                             | (170)        |
| 6.2.3        | 生成设计工程组织文件 .....                         | (174)        |
| 6.2.4        | 生成网表 .....                               | (175)        |
| 6.3          | 打印输出 .....                               | (177)        |
| 6.3.1        | 页面设置 .....                               | (177)        |
| 6.3.2        | 打印输出 .....                               | (178)        |
| 习题           | .....                                    | (179)        |
| <b>第 7 章</b> | <b>创建元件集成库 .....</b>                     | <b>(180)</b> |
| 7.1          | 集成库的概述 .....                             | (180)        |
| 7.2          | 新建一个包装库项目 .....                          | (181)        |
| 7.3          | 新建一个原理图库 .....                           | (181)        |
| 7.3.1        | SCH Library 面板 .....                     | (182)        |
| 7.3.2        | 利用 Tools 菜单管理元件 .....                    | (183)        |
| 7.3.3        | 绘图工具 .....                               | (185)        |
| 7.3.4        | IEEE 符号工具 .....                          | (185)        |
| 7.3.5        | 制作原理图元件 .....                            | (186)        |
| 7.4          | PCB 库文件编辑器 .....                         | (190)        |
| 7.4.1        | PCB Library 面板 .....                     | (190)        |
| 7.4.2        | 绘制元件 PCB 封装工具栏 .....                     | (191)        |
| 7.4.3        | 制作元件 PCB 封装模型 .....                      | (191)        |
| 7.4.4        | 利用向导制作元件 PCB 封装模型 .....                  | (194)        |
| 7.5          | 生成元件集成库 .....                            | (196)        |
| 7.5.1        | 通过 SCH LIB 面板生成集成库 .....                 | (196)        |
| 7.5.2        | 通过添加原理图和 PCB 库及模型库生成集成库 .....            | (200)        |
| 7.5.3        | 通过 Make Integrated Library 命令生成集成库 ..... | (202)        |
| 7.6          | 分解集成库 .....                              | (202)        |
| 7.7          | 生成元件报表 .....                             | (202)        |
| 7.7.1        | 元件报表 .....                               | (202)        |
| 7.7.2        | 元件库报表 .....                              | (203)        |
| 7.7.3        | 元件规则检查表 .....                            | (204)        |
| 7.8          | 常用元件制作 .....                             | (204)        |
| 7.8.1        | 元件原理图制作 .....                            | (204)        |
| 7.8.2        | PCB 封装制作 .....                           | (209)        |
| 7.9          | 综合实例 .....                               | (212)        |
| 7.9.1        | 原理图库元件 .....                             | (213)        |
| 7.9.2        | PCB 元件封装 .....                           | (217)        |
| 7.10         | 将 Altium Designer 6 的库转成 99se 的格式 .....  | (219)        |
| 习题           | .....                                    | (222)        |

|                                      |       |
|--------------------------------------|-------|
| <b>第 8 章 PCB 设计基础</b> .....          | (224) |
| 8.1 进入 PCB 设计环境 .....                | (224) |
| 8.1.1 创建新的 PCB 文件 .....              | (224) |
| 8.1.2 打开一个 PCB 文件 .....              | (228) |
| 8.2 PCB 菜单 .....                     | (228) |
| 8.2.1 File 菜单 .....                  | (229) |
| 8.2.2 Edit 菜单 .....                  | (229) |
| 8.2.3 View 菜单 .....                  | (234) |
| 8.2.4 Project 菜单 .....               | (234) |
| 8.2.5 Place 菜单 .....                 | (236) |
| 8.2.6 Design 菜单 .....                | (245) |
| 8.3 PCB 工具栏 .....                    | (246) |
| 8.3.1 标准工具栏 .....                    | (246) |
| 8.3.2 布线工具栏 .....                    | (247) |
| 8.3.3 实用工具栏 .....                    | (247) |
| 8.4 智能标注 .....                       | (250) |
| 8.5 PCB 的工作层面 .....                  | (254) |
| 8.6 PCB 优先选项的设定 .....                | (256) |
| 8.6.1 General 设置 .....               | (256) |
| 8.6.2 Display 设置 .....               | (257) |
| 8.6.3 Board Insight Display 设置 ..... | (258) |
| 8.6.4 Board Insight Mode 设置 .....    | (259) |
| 8.6.5 Interactive Routing 设置 .....   | (260) |
| 习题 .....                             | (261) |
| <b>第 9 章 PCB 设计提高</b> .....          | (262) |
| 9.1 PCB 的设计流程 .....                  | (262) |
| 9.2 绘制原理图和生成网络表 .....                | (263) |
| 9.3 工作层面设置 .....                     | (267) |
| 9.3.1 图层管理 .....                     | (267) |
| 9.3.2 层集合管理器 .....                   | (269) |
| 9.3.3 工作层面 .....                     | (271) |
| 9.3.4 内电层分割 .....                    | (273) |
| 9.4 规划电路板 .....                      | (274) |
| 9.5 更新 PCB 文件 .....                  | (279) |
| 9.6 元件布局 .....                       | (285) |
| 9.6.1 设置自动布局约束参数 .....               | (285) |
| 9.6.2 元件的自动布局 .....                  | (290) |
| 9.7 自动布线及手动布线 .....                  | (293) |
| 9.7.1 布线参数设置 .....                   | (294) |

|               |                      |              |
|---------------|----------------------|--------------|
| 9.7.2         | 自动布线器参数设置 .....      | (304)        |
| 9.7.3         | 自动布线 .....           | (305)        |
| 9.7.4         | 类约束等长线 .....         | (308)        |
| 9.7.5         | 手动布线 .....           | (310)        |
| 9.7.6         | 差分对布线 .....          | (311)        |
| 9.7.7         | 翻转并编辑板卡 .....        | (312)        |
| 9.7.8         | 放置泪滴 .....           | (312)        |
| 9.7.9         | 敷铜 .....             | (313)        |
| 9.7.10        | 元件的整体操作 .....        | (317)        |
| 9.8           | PCB 的多通道设计 .....     | (318)        |
| 9.9           | DRC 校验 .....         | (320)        |
| 9.10          | 3D 效果图 .....         | (321)        |
| 9.11          | 生产加工文件的输出 .....      | (322)        |
|               | 习题 .....             | (324)        |
| <b>第 10 章</b> | <b>综合实例 .....</b>    | <b>(325)</b> |
| 10.1          | 实例简介 .....           | (325)        |
| 10.2          | 新建工程 .....           | (325)        |
| 10.3          | 装入元件库 .....          | (327)        |
| 10.4          | 放置元件 .....           | (328)        |
| 10.4.1        | 利用选项板放置元件 .....      | (328)        |
| 10.4.2        | 利用菜单命令放置元件 .....     | (329)        |
| 10.4.3        | 编辑元件的属性 .....        | (330)        |
| 10.5          | 绘制电路图 .....          | (331)        |
| 10.5.1        | 绘制导线 .....           | (331)        |
| 10.5.2        | 放置电源符号 .....         | (331)        |
| 10.5.3        | 放置网络标号 .....         | (332)        |
| 10.5.4        | 绘制总线与总线分支 .....      | (332)        |
| 10.6          | 创建 PCB 图及规划电路板 ..... | (334)        |
| 10.7          | 装入网络表和元件封装 .....     | (335)        |
| 10.8          | 元件的布局 .....          | (337)        |
| 10.9          | 自动布线 .....           | (338)        |
| 10.10         | 放置泪滴及字符串 .....       | (339)        |
| 10.11         | 敷铜 .....             | (340)        |
| 10.12         | DRC 校验 .....         | (341)        |
|               | 习题 .....             | (342)        |
| <b>第 11 章</b> | <b>电路仿真 .....</b>    | <b>(344)</b> |
| 11.1          | 仿真概述 .....           | (344)        |
| 11.2          | 仿真元件库描述 .....        | (345)        |
| 11.2.1        | 仿真信号源元件库 .....       | (345)        |

|               |                                       |              |
|---------------|---------------------------------------|--------------|
| 11.2.2        | 仿真专用函数元件库 .....                       | (351)        |
| 11.2.3        | 仿真数学函数元件库 .....                       | (351)        |
| 11.2.4        | 信号仿真传输线元件库 .....                      | (351)        |
| 11.2.5        | 常用元件库 .....                           | (352)        |
| 11.3          | 仿真元件的设置 .....                         | (352)        |
| 11.3.1        | 仿真元件库安装 .....                         | (352)        |
| 11.3.2        | 设置仿真元件的 Simulation 属性 .....           | (353)        |
| 11.3.3        | 设置仿真元件的参数 .....                       | (355)        |
| 11.3.4        | 放置激励源 .....                           | (361)        |
| 11.4          | 设置仿真方式 .....                          | (365)        |
| 11.4.1        | 选择仿真工作的一些宏观参数 .....                   | (365)        |
| 11.4.2        | 仿真方式简介 .....                          | (367)        |
| 11.5          | 设计仿真原理图 .....                         | (377)        |
| 11.6          | 电路仿真实例 .....                          | (378)        |
| 11.6.1        | 模拟电路仿真实例 .....                        | (378)        |
| 11.6.2        | 添加新波形显示 .....                         | (383)        |
| 11.6.3        | 波形的层叠显示 .....                         | (384)        |
| 11.6.4        | 调整波形的显示范围 .....                       | (385)        |
| 11.6.5        | 数字电路仿真实例 .....                        | (385)        |
|               | 习题 .....                              | (386)        |
| <b>第 12 章</b> | <b>信号完整性分析 .....</b>                  | <b>(388)</b> |
| 12.1          | 信号完整性概述 .....                         | (388)        |
| 12.1.1        | 基本概念 .....                            | (388)        |
| 12.1.2        | 信号完整性分析的意义 .....                      | (389)        |
| 12.1.3        | 工具简介 .....                            | (389)        |
| 12.2          | 信号完整性的模型添加 .....                      | (390)        |
| 12.2.1        | 信号完整性分析的环境 .....                      | (390)        |
| 12.2.2        | 信号完整性分析的前提条件 .....                    | (391)        |
| 12.2.3        | 利用 Model Assignment 对话框添加 SI 模型 ..... | (391)        |
| 12.2.4        | 手工添加元件的 SI 模型 .....                   | (394)        |
| 12.3          | 信号完整性的设计规则 .....                      | (397)        |
| 12.3.1        | 在原理图中信号完整性的设计规则 .....                 | (397)        |
| 12.3.2        | 在 PCB 中信号完整性的设计规则 .....               | (400)        |
| 12.3.3        | 设置 SI Setup Options .....             | (407)        |
| 12.3.4        | 使用 SI 面板进行设计的分析 .....                 | (408)        |
| 12.3.5        | 分析前的准备工作 .....                        | (412)        |
| 12.4          | 进行信号完整性的分析 .....                      | (416)        |
| 12.4.1        | 生成信号完整性分析波形 .....                     | (417)        |
| 12.4.2        | 信号完整性分析波形的编辑 .....                    | (418)        |
|               | 习题 .....                              | (422)        |

|               |                                  |       |
|---------------|----------------------------------|-------|
| <b>第 13 章</b> | <b>FPGA 项目设计</b>                 | (423) |
| 13.1          | 新建一个 FPGA 工程                     | (423) |
| 13.1.1        | 新建 FPGA 工程                       | (423) |
| 13.1.2        | 在 FPGA 工程中添加 VHDL 文件             | (424) |
| 13.1.3        | 在 FPGA 工程下添加原理图文件                | (427) |
| 13.1.4        | 放置新创建的元件                         | (428) |
| 13.2          | FPGA 系统参数优先设置                    | (429) |
| 13.3          | FPGA 项目原理图设计                     | (432) |
| 13.3.1        | 创建项目                             | (432) |
| 13.3.2        | 为项目添加 VHDL 文件                    | (433) |
| 13.3.3        | 创建项目的 VHDL 文件库                   | (433) |
| 13.3.4        | 编译库文件                            | (435) |
| 13.3.5        | 创建项目元件库                          | (435) |
| 13.3.6        | 根据 VHDL 创建图纸符号                   | (435) |
| 13.3.7        | 绘制原理图并放置网络标号                     | (437) |
| 13.4          | FPGA 项目仿真                        | (439) |
| 13.4.1        | 创建 VHDL 测试平台                     | (439) |
| 13.4.2        | 设计项目仿真                           | (440) |
| 13.4.3        | 运行仿真                             | (443) |
| 13.5          | 综合布线                             | (445) |
| 13.5.1        | 添加配置与约束文件                        | (445) |
| 13.5.2        | 编译、综合、布局布线及下载                    | (453) |
| 13.6          | FPGA 工程导入到 PCB 工程中               | (456) |
| 13.7          | FPGA 和 PCB 的管脚双向优化同步与更新 (自动管脚交换) | (457) |
|               | 习题                               | (460) |
| <b>附录 A</b>   | <b>Altium Designer 6 的导入导出功能</b> | (461) |
| <b>附录 B</b>   | <b>将设计关联到 EPR 系统</b>             | (465) |
| <b>附录 C</b>   | <b>生成 PRO-E 可以打开的 3D 文件</b>      | (472) |
| <b>附录 D</b>   | <b>定制公司的元件材料表</b>                | (473) |

# 第 1 章 Altium Designer 6 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，现在的电子电路板变得越来越复杂。电路板的尺寸越来越小，电路板上的芯片越来越小，布线密度越来越高，且封装形式也各有不同。电路板的层数也由原来的简单的单面板到实用的双面板及更复杂的多层板。随着可编程逻辑器件的发展，电子工程师只靠手工方式设计电子线路板已经被淘汰了。

电子产品的开发是一项保持在设计中嵌入越来越多的智能模块与设计的创建、执行和测试所花费的时间之间平衡的艺术。电子工业的发展历史表明为了满足越来越复杂的设计要求，设计在持续不断地向更高的抽象层面的发展。微处理器与数字设计的结合允许部分设计问题被转移到具有高可变性和可升级性的领域——软件。这确保了一些复杂性可以在“软”环境中被处理，这种环境将灵活性和可更改的特点贯穿在设计过程中。因此计算机辅助设计/制造（CAD/CAM）等电子设计工具的出现，为电子工程师提供了良好的设计平台。在电子线路自动设计工具中影响最大的有 Protel、PowerPCB、AutoCAD 等设计软件。

作为目前世界上最大的板级设计系统集成商的 Altium 公司（前身的 Protel 国际有限公司），引入全部基于 DXP 设计系统的平滑平台的 Altium Designer 6。Altium Designer 6 提供了囊括电子产品开发所必要的全部功能并以组成单一的、集成化的应用提供给用户。

## 1.1 Altium Designer 6 的发展历史

进入 20 世纪 90 年代，随着计算机硬件技术水平的提高及 Windows 操作系统的推出，Protel Technology 公司及时推出了基于 Windows 的 Protel 软件——Protel for Windows 1.0 版。随后 Protel 公司又推出了 Protel for Windows 2.0 版，在 1997 年推出了 Protel for Windows 3.0 版。

1985 年，澳大利亚的 Altium 公司的前身 Protel 国际有限公司推出了第一个电子线路自动化设计软件——TANGO 软件包，彻底将电子工程师从艰苦、繁琐的电子线路设计工作中解放出来。随后不久又推出了 Protel for DOC，这是第一代基于 DOS 的 Protel PCB 软件。

到 1998 年，Protel 公司推出了 Protel 98，它是 32 位的 EDA 软件，极大地改进了自动布线技术，使得印制电路板自动布线真正走向了使用。在 1999 年又推出了 Protel 99，2000 年推出了 Protel 99se，使得该软件成为集成多种工具软件的桌面级 EDA 软件。

2001 年，Protel Technology 公司改名为 Altium 公司，整合了多家 EDA 软件公司，成为业内的巨无霸。与此同时，推出了 Protel DXP。2004 年，Altium 公司又推出了 Protel 2004，该软件提供了 PCB 与 FPGA 双向协同设计功能。

2005 年底，Altium 公司推出了 Protel 的最新版本 Altium Designer 6，Altium Designer 6 是业界第一款一体化电子产品设计解决方案；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。



## 1.2 Altium Designer 6 的特点

Altium Designer 6 是唯一一款将设计流程、集成化 PCB 设计、混合信号仿真、信号完整性分析、可编程器件（如 FPGA）设计和基于处理器设计等嵌入式软件开发功能整合在一起的产品；能够同时进行原理图、PCB、FPGA，以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的全部功能；包含了所有电控部分设计所需的所有功能。

这款最新版本的 Altium Designer 6，除了包含原有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 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 设计及嵌入式设计集成在一起。

作为一个涵盖了电子设计各个方面的集成的开发系统，它提供了完备的功能和接口，方便用户将其集成到企业的软件系统中。

### 1.2.1 设计环境的优越性

Altium Designer 6 在兼容性和可扩展性上，继承了 Protel 系列软件一贯的开放性和兼容性特性。Altium Designer 6 可以打开多种其他软件设计的文件，也可生成多种格式的文件便于其他软件打开，支持设计的双向互通。而很多其他软件则不具备这些功能。

下面将介绍一下 Altium Designer 6 在每个方面的优越性。

#### 1. 设计环境的高度集成

Altium Designer 6 是以模块化的方式来实现各部分的设计，如原理图设计、PCB 设计，FPGA 设计、器件模型和库设计、混合信号电路仿真、信号完整性分析等，它们由各个独立的程序来完成各个部分的功能，并和其他软件有完备的接口。设计管理器还允许 Altium Designer 6 中的每个功能模块在一起交互工作，各种设计工具之间无缝集成，同步化程度更高。最新的物理设计平台在核心性能上得到了增强，通过 Altium Designer 6 新的硬件图形加速引擎，能带来高达 20 倍的速度提升，具有更快、更平滑的平移和重画效果。

#### 2. 操作环境的自行设置

Altium Designer 6 提供了一个集成的、可以自定义的操作环境，无论是独自完成整个设计还是参与设计中的一部分工作，Altium Designer 6 都将在微软视窗平台下提供一种完整的板级系统设计解决方案。

在 Altium Designer 6 环境下，可以依据系统设计要求定制相应的开发工具包，包括原理图设计模块、PCB 设计模块、CAM 输出模块、混合信号仿真模块、信号完整性分析模块、嵌入式系统设计模块、系统验证板等部分。另外，Altium Designer 6 可以最大支持 3 个显示屏；标准的微软视窗操作功能；可定制的个性化工具界面。

#### 3. 集成的平台性

Altium Designer 6 保留了包括全面集成化的版本控制系统的图形化团队设计功能，例如：