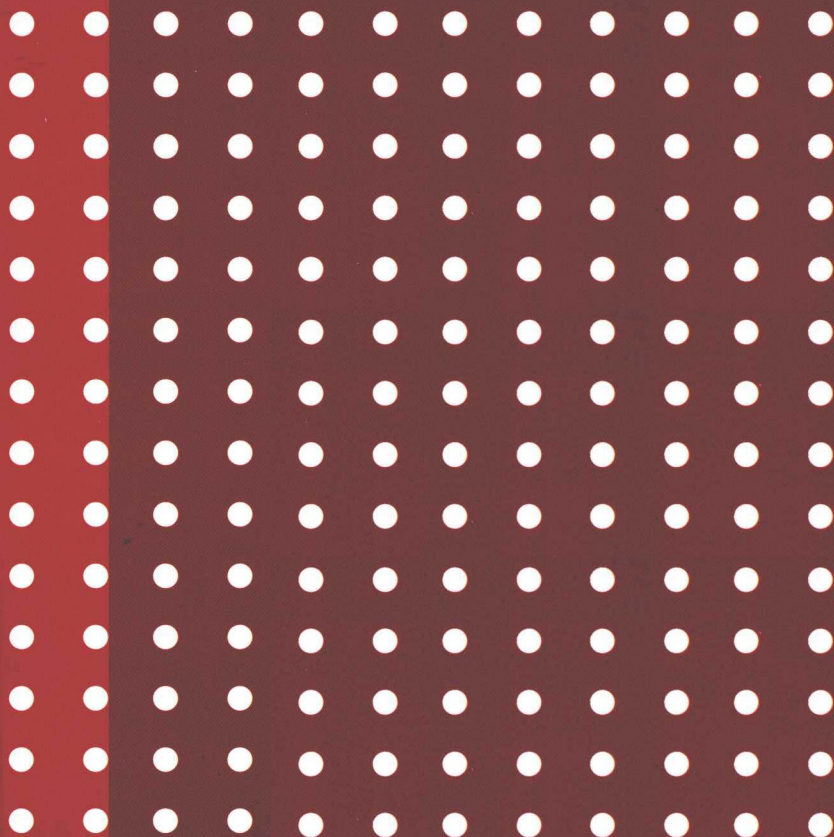


21世纪高等学校电子信息工程规划教材

可下载教学资料  
<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

# Altium Designer 电子设计应用教程

高歌 主编  
刘远贵 马聪 编著

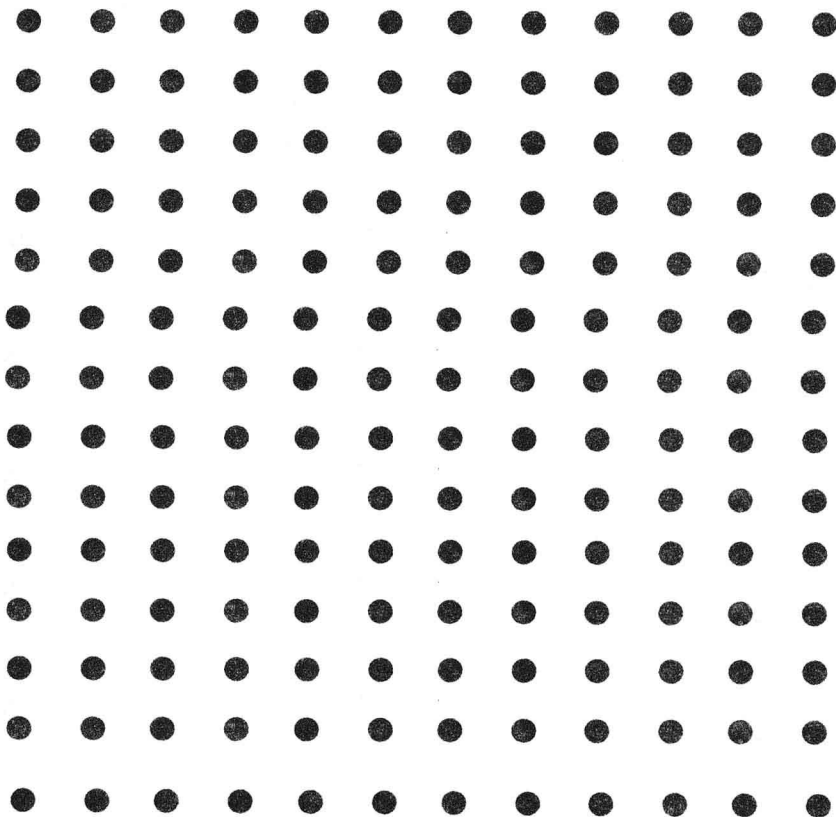


清华大学出版社

21世纪高等学校电子信息工程规划教材

# Altium Designer 电子设计应用教程

高歌 主编  
刘远贵 马聪 编著



清华大学出版社  
北京

## 内 容 简 介

本教材集电子电气设计理论、设计思想、设计方法及设计制造为一体, 兼顾理论与实用、基础与提高、教学与培训。主要内容包括 Altium Designer 简述、初识 Altium Designer 设计环境、电路原理图设计、印刷电路板设计、FPGA 设计基础、器件库管理、全局设置与编辑、复杂原理图设计、深入 PCB 设计、高级 FPGA 设计、资源调用与定制等。本书适合企业电气工程设计人员和高校电类专业大专以上的学生阅读和使用。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签, 无标签者不得销售。  
版权所有, 侵权必究。侵权举报电话: 010-62782989 13701121933

### 图书在版编目(CIP)数据

Altium Designer 电子设计应用教程/高歌主编. —北京: 清华大学出版社, 2011.6  
(21 世纪高等学校电子信息工程规划教材)  
ISBN 978-7-302-24228-4

I. ①A… II. ①高… III. ①印刷电路—计算机辅助设计—应用软件, Altium Designer  
Summer 09—教材 IV. ①TN410.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 245872 号

责任编辑: 梁 颖 李玮琪

责任校对: 焦丽丽

责任印制: 杨 艳

出版发行: 清华大学出版社

地 址: 北京清华大学学研大厦 A 座

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

邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175

邮 购: 010-62786544

投稿与读者服务: 010-62795954, [jsjic@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:jsjic@tup.tsinghua.edu.cn)

质 量 反 馈: 010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

印 装 者: 清华大学印刷厂

经 销: 全国新华书店

开 本: 185×260 印 张: 21.5 字 数: 524 千字

版 次: 2011 年 6 月第 1 版 印 次: 2011 年 6 月第 1 次印刷

印 数: 1~3000

定 价: 36.00 元

---

产品编号: 039930-01

# 序 言

当今世界国际国内的科技发展日新月异，技术创造推陈出新，但绝大多数行业都离不开电子设计基础，可以说电子电气设计制造技术是一个国家工业发展、经济振兴的强大技术基础和根本研发动力。如今电子电气元器件的集成度越来越密集，电子电气产品的复杂化、智能化程度要求越来越高，加工精度越来越精准，这要求设计工具和设计理念要跟上时代的发展，与时俱进。Altium Designer 电子设计工具正是目前行业中最领先的新技术，体现了电子电气设计行业的技术发展方向。Altium 设计工具与早期的电子设计版本相比，增加了对于 FPGA 和嵌入式设计的支持，将原理图设计、PCB 设计、基于 FPGA 设计的嵌入式系统设计以及现场调试、电路板的制造加工集于一体，为提升电子设计水平和工业制造能力提供了可能性和必要保证。


据了解，目前中国所有理工科高校基本都开设了电子电气相关专业，甚至机械、化工等学科也开设了电工电子课程。但国内的大多数电子电气专业的教学体系目前仍使用相对陈旧的 Protel 系列 EDA 设计工具教学，这样的课程安排和教材已经远远滞后于当今的技术发展速度，对学生走向社会、进入企业、加盟行业带来许多困惑。

可喜的是上海工程技术大学的高歌教授编写的这本《Altium Designer 电子设计应用教程》，以缜密的构思、清晰的脉络，结合多年的教学经验，对最新的 EDA 设计工具 Altium Designer 进行了深入挖掘和梳理整编，翔实地介绍了设计工具的应用，呈现了软件的诸多实用功能。为学习 Altium Designer 应用技术作了由浅入深的介绍，为初学者和工程技术人员了解并掌握 Altium Designer 起到积极的推动作用。

深圳亿道电子有限公司是一家专注于嵌入式开发方案、嵌入式开发工具、嵌入式技术服务的高科技企业。公司总部设在深圳，并在北京、上海、成都、苏州及香港都设有办事处。深圳亿道电子有限公司经过几年的发展，已经成为 Altium 公司在亚太区最大代理商以及中国区大学计划唯一合作伙伴。公司在积极不断地推广 Altium Designer 最新设计理念和方法的过程中一直希望整理一部覆盖面广、通用性强、易学易用的指导性教材。如今高歌教授所做的辛勤工作使我看到了新世纪电子设计教材的未来，看到了有志于中国电子工程行业的学生及同仁们的希望，看到了先进技术应用推广的光明前途。作为电子行业的领军团队，亿道集团希望与高歌教授合作，在高校教学或企业培训中以本书作为学习教材，共同致力于开拓中国电子电气工程教育教学硬件研发新的辉煌时代。

与同仁共勉，是为序。

深圳亿道电子有限公司总经理



2011.1

## 编者的话

在飞速发展的现代科学技术的绝大多数领域中，都离不开计算机辅助设计和仿真分析。作为大多数学科技术发展前提的电子电气工程技术，更应充分利用计算机手段对电路进行设计和仿真分析。

Altium Designer 具有众多优势和强大的综合设计能力，替代 Protel 99 系列已是大势所趋。现今国内许多高校非常重视应用技术培养以切合市场对人才的需求，对于未来的电气设计工程人员，掌握 Altium Designer 工具也是必不可少的专业素质要求，而目前关于 Altium Designer 应用技术的书籍较少，市场急需。

作者参考了大量的技术资料，集纳了该软件工具的丰富功能，在精通该软件的高级工程师们的悉心指导下，通过亲自实践操作和分析验证，加之多年教学工作的体会和教材编写的经验，围绕学习重点的主脉络，力求准确把握学习软件的递增渐进层次，经过反复推敲，精心编写了《Altium Designer 电子设计应用教程》，用简明的文字语言和精练的图示对软件的使用和理解进行了详细叙述。希望本书成为学习 Altium Designer 首选教材和工程设计人员的得力助手，既是初学者的入门之路，也是提高者的攀登之梯。

本教材集电子电气设计理论、设计思想、设计方法及设计制造为一体，兼顾理论与实用、基础与提高、教学与培训。作为应用技术教程，主要学习对象是企业电气工程设计人员和高校电类专业大专以上的学生。

本教材具有如下特点：

- 软件操作命令中英文对照，便于读者使用和对软件中英文的理解。
- 对于软件的中文自动翻译的一些不确切用词，在照顾软件使用的同时，将根据专业含义有所修正。
- 书末附有中英文技术词汇对照表，便于查询。
- 书中有丰富的图例，便于理解体会文字叙述。
- 在学习软件的使用方法的同时，介绍电气性能的要求，使设计工作更具有实用价值。
- 体现模块化设计思路，使设计人员的工作能够共享、复用及深化。
- 通过对软件的深入介绍，使读者对不同的设计要求会有更多的选择。
- 书中的操作和示例都经过作者亲自验证，可靠性高。
- 文字叙述简明易读，详细易懂。
- 每一幅图都经过精心设计和仔细挑选，追求主题突出、信息丰富、画面简洁。
- 全书层次分明，主脉清晰，循序渐进，由浅入深。

本书共 11 章，分为基础篇（第 1 章～第 6 章）和提高篇（第 7 章～第 11 章），近 500 幅图。基础篇只能是“会”用软件，可以胜任制图员的工作。而提高篇则要求设计工程人员必须具备一定的电气专业知识，才能设计出真正实用的电气产品。

由于篇幅限制和作者本人的水平有限，还有很多 Altium Designer 的细节和更强大的功能没有讨论，同时也需要具备更多的相关知识。希望应用者在各自的使用中多多体会揣摩，使此软件的功能得到充分的发挥，为电子电气工程的设计工作带来更高的境界。

教材编写得到 Altium 公司在亚太地区最大代理商以及中国区大学计划唯一合作伙伴深圳市亿道信息技术有限公司的大力支持，书中突出了软件资格证的考试要求和重点。可以说，通过本教材的学习和使用，基本可以成为一名合格的电气工程设计人员。

亿道信息技术有限公司总经理钟景维先生特为本书撰序，对此项工作给予了充分的肯定和高度的赞扬；亿道信息技术有限公司技术总监刘远贵、技术支持工程师撒伟捷、马聪参与了部分章节的编选工作，西安理工大学教授林魁明先生对教材的规划工作予以指导。大家为此书的出版付出了辛勤的劳动，在此对他们的支持和帮助表示深深的感谢！

感谢家人的支持和鼓励，感谢朋友的帮助与合作！

本教程的编写工作受到教育部“使用信息技术工具改造课程”项目的资助。

编者于上海

2011.1

# 目 录

## 基 础 篇

<b>第 1 章 Altium Designer 简述</b> .....	3
1.1 Altium 公司简介.....	3
1.1.1 Altium 公司状况.....	3
1.1.2 Protel 系列软件发展历程.....	3
1.2 Altium Designer 09 软件最新特性介绍.....	4
1.2.1 管理库.....	4
1.2.2 原理图设计.....	4
1.2.3 PCB 设计.....	4
1.2.4 信号仿真与分析.....	5
1.2.5 FPGA 设计.....	5
1.2.6 CAM 输出制造.....	6
1.2.7 机电一体化设计.....	6
1.3 Altium Designer 的优越性.....	6
1.3.1 系统特征.....	6
1.3.2 元件库.....	6
1.3.3 信号完整性分析.....	7
1.3.4 电路仿真.....	7
1.3.5 设计图输入.....	7
<b>第 2 章 初识 Altium Designer 设计环境</b> .....	8
2.1 安装与注册 Altium Designer.....	8
2.1.1 安装软件.....	8
2.1.2 注册软件.....	8
2.1.3 申请注册文件.....	9
2.2 DXP 系统平台介绍.....	10
2.2.1 DXP 系统.....	10
2.2.2 操作界面.....	11
2.2.3 本地化语言设置.....	12
2.2.4 工程项目及工作区.....	13
2.2.5 鼠标与键盘操作.....	15
2.3 Altium Designer 设计环境.....	16

2.3.1	编辑器窗口	16
2.3.2	面板窗口	17
2.3.3	环境设置	19
2.3.4	版本历史管理	20
2.3.5	导航	21
2.4	创建工程与文档	21
2.4.1	文件形式	21
2.4.2	工程文件	22
2.4.3	文档	23
2.4.4	工作区	26
2.5	工程管理	26
2.5.1	工程类型	26
2.5.2	工程文件保存与输出	27
2.5.3	编译工程	28
2.5.4	工程参数设置	28
<b>第 3 章</b>	<b>电路原理图设计</b>	<b>29</b>
3.1	设计准备	29
3.1.1	栅格设置	29
3.1.2	工程项目中的文件类型	30
3.1.3	使用器件库	31
3.2	原理图设计	32
3.2.1	建立新工程	32
3.2.2	元器件	33
3.2.3	连接线	35
3.2.4	端口	37
3.2.5	网络标签	38
3.2.6	设计模板	38
3.2.7	设计完成	41
3.3	原理图编译	41
3.3.1	设置编译指示	41
3.3.2	编译	43
3.3.3	修改元件属性	43
3.4	原理图应用	44
3.4.1	原理图生成器件符号	44
3.4.2	图表符表示原理图	44
3.4.3	创建 PCB 设计文件	46
3.4.4	输出网络表文件	48
<b>第 4 章</b>	<b>印刷电路板设计</b>	<b>49</b>
4.1	PCB 基本操作	49



---

4.1.1	印刷电路板基本概念	49
4.1.2	PCB 向导	50
4.1.3	进入 PCB 环境	53
4.1.4	文档同步更新	53
4.2	PCB 工作环境的设置	54
4.2.1	板参数设置	54
4.2.2	板层设置	57
4.2.3	其他功能	61
4.2.4	设计规则设置	63
4.2.5	测试点	64
4.3	PCB 板设计	65
4.3.1	布局	65
4.3.2	放置对象	68
4.3.3	自动布线	73
4.3.4	手动布线	76
4.4	查看设计	78
4.4.1	PCB 设计规则	78
4.4.2	输出设计文件	79
4.4.3	装配变量	84
4.5	添加器件三维模型	86
4.5.1	设置参数	86
4.5.2	添加三维模型	88
4.5.3	显示 3D 模型	89
4.5.4	三维视图的操作	90
<b>第 5 章</b>	<b>FPGA 设计基础</b>	<b>92</b>
5.1	FPGA 设计	92
5.1.1	建立 FPGA 工程	92
5.1.2	文本文件编辑	92
5.1.3	调用设计符号	93
5.2	编译、综合及构建	95
5.2.1	选择器件	95
5.2.2	配置及管理	96
5.2.3	约束文件	97
5.2.4	链接与配置	98
5.2.5	运行监控	101
5.3	VHDL 硬件描述语言基础	102
5.3.1	VHDL 的主要构件	102
5.3.2	实体	103
5.3.3	结构体	104
5.3.4	VHDL 库	105
5.3.5	数据类型	106

5.3.6	运算及运算符	108
5.3.7	结构体描述	110
<b>第 6 章</b>	<b>器件库管理</b>	<b>113</b>
6.1	器件库介绍	113
6.1.1	器件库	113
6.1.2	器件库分类	113
6.2	原理图符号库	114
6.2.1	原理图符号库编辑器	115
6.2.2	原理图器件库的建立与编辑	118
6.2.3	添加器件到库文件	119
6.2.4	为器件添加模型	121
6.2.5	添加和编辑器件库参数	125
6.2.6	创建多部件集成器件	127
6.2.7	器件库更新	130
6.3	PCB 器件库	130
6.3.1	PCB 库编辑器	131
6.3.2	PCB 封装库的建立	131
6.3.3	添加封装器件	132
6.3.4	标识和注释	137
6.3.5	封装库管理	139
6.4	3D 模型库	140
6.4.1	浏览 3D 模型库	140
6.4.2	建立 3D 库文件	140
6.4.3	导出 3D 模型	141
6.5	集成库	142
6.5.1	集成库的概念	142
6.5.2	创建集成库	144
6.5.3	集成库管理	145

## 提 高 篇

<b>第 7 章</b>	<b>全局设置与编辑</b>	<b>149</b>
7.1	工程全局规则设置	149
7.1.1	规则设置与创建	149
7.1.2	规则约束编辑器	150
7.1.3	设计规则检测	153
7.1.4	设计规则冲突	157
7.2	数据管理系统全局编辑	158
7.2.1	对象选择	158
7.2.2	同属性对象的编辑	161

7.2.3 异类对象的全局编辑 .....	162
7.3 全局管理器 .....	164
7.3.1 参数管理器 .....	164
7.3.2 封装管理器 .....	165
7.3.3 模型管理器 .....	166
7.3.4 用数据表编辑 .....	166
<b>第 8 章 复杂原理图设计 .....</b>	<b>168</b>
8.1 原理图设计工具的深入介绍 .....	168
8.1.1 设计图符 .....	168
8.1.2 智能粘贴 .....	170
8.1.3 选择存储器 .....	172
8.1.4 设计复用 .....	172
8.2 多图纸设计 .....	174
8.2.1 层结构 .....	174
8.2.2 上下层次设计 .....	175
8.2.3 图纸器件编号 .....	178
8.2.4 多图纸编译 .....	180
8.2.5 导航查看 .....	181
8.2.6 分层电路设计实例 .....	183
8.3 多通道设计 .....	183
8.3.1 多通道设计的概念 .....	183
8.3.2 多通道连接 .....	184
8.3.3 多通道设计方法 .....	185
8.3.4 设置 Room 命名 .....	187
8.3.5 编译工程 .....	189
8.3.6 查看通道标识符 .....	189
8.4 原理图仿真 .....	190
8.4.1 Altium Designer 的仿真工具 .....	190
8.4.2 仿真方法 .....	190
8.4.3 分析仿真数据 .....	194
8.4.4 分析类型 .....	195
8.4.5 创建仿真模型 .....	200
<b>第 9 章 深入 PCB 设计 .....</b>	<b>202</b>
9.1 PCB 设计要求 .....	202
9.1.1 传输线理论 .....	202
9.1.2 电磁干扰 .....	203
9.1.3 电源分布系统 .....	204
9.1.4 电流回路 .....	206
9.1.5 层叠结构设计 .....	207

9.1.6	去耦措施 .....	207
9.1.7	地电平抖动 .....	208
9.2	布局布线 .....	209
9.2.1	布局 .....	209
9.2.2	定义设计规则 .....	209
9.2.3	交互式布线 .....	211
9.2.4	差分对布线 .....	215
9.2.5	扇出和逃逸式布线 .....	218
9.2.6	部分自动布线 .....	219
9.2.7	总线布线 .....	219
9.3	多通道设计 .....	220
9.3.1	多通道 PCB 复制 .....	220
9.3.2	Room 设计实例 .....	220
9.4	敷铜处理 .....	222
9.4.1	敷铜 .....	222
9.4.2	放置敷铜 .....	223
9.4.3	敷铜参数说明 .....	223
9.4.4	编辑敷铜 .....	224
9.4.5	多边形填充挖空 .....	226
9.4.6	切断敷铜区 .....	226
9.4.7	隐藏敷铜 .....	226
9.4.8	敷铜管理器 .....	226
9.5	内电层分割 .....	227
9.5.1	定义内电层分割 .....	227
9.5.2	在设计中使用内电层分割 .....	228
9.5.3	显示层结构 .....	229
9.5.4	内电层设计规则检测 .....	230
9.6	信号完整性分析 .....	231
9.6.1	分析对象 .....	232
9.6.2	分析过程 .....	233
9.6.3	分析实例 .....	234
9.6.4	修改设计 .....	239
9.7	CAM 设计 .....	240
9.7.1	CAMtastic 基础 .....	240
9.7.2	CAM 绘图与编辑 .....	242
9.7.3	导入与导出 .....	244
9.7.4	多层合成 .....	249
9.7.5	PCB 拼板 .....	249
<b>第 10 章</b>	<b>高级 FPGA 设计 .....</b>	<b>251</b>
10.1	OpenBus 设计 .....	251
10.1.1	创建 OpenBus 系统 .....	251

---

10.1.2	配置 OpenBus .....	253
10.1.3	管理内存映射 .....	255
10.1.4	与原理图链接 .....	256
10.1.5	顶层原理图设计 .....	257
10.1.6	绑定设计到器件 .....	258
10.2	嵌入式设计 .....	259
10.2.1	DSF 介绍 .....	259
10.2.2	建立嵌入式工程 .....	260
10.2.3	连接嵌入式工程 .....	261
10.2.4	代码文件 .....	261
10.2.5	编译与调试嵌入式工程 .....	262
10.2.6	嵌入式设计实例 .....	263
10.3	FPGA 设计在线调试 .....	266
10.3.1	JTAG .....	266
10.3.2	与 NanoBoard 交互 .....	268
10.3.3	总线连接 .....	270
10.3.4	虚拟仪器 .....	271
10.3.5	片上调试 .....	274
10.3.6	LiveDesign .....	277
10.4	设计文件同步 .....	278
10.4.1	从 FPGA 到 PCB 设计 .....	278
10.4.2	引脚交换同步 .....	280
10.4.3	从 PCB 到 FPGA 同步 .....	283
<b>第 11 章</b>	<b>资源调用与定制 .....</b>	<b>286</b>
11.1	公共数据库 .....	286
11.1.1	数据库简介 .....	286
11.1.2	创建关联数据库 .....	287
11.1.3	使用数据库 .....	290
11.1.4	关联库文件与链接文件同步更新 .....	293
11.1.5	有关数据库 .....	294
11.2	FPGA 预综合原理图 IP 元件 .....	296
11.2.1	处理器内核 .....	296
11.2.2	外围设备 .....	296
11.2.3	通用元件 .....	297
11.3	Protel 99 SE 文件转换为 Altium Designer 文件 .....	297
11.3.1	Protel 99 SE 与 Altium Designer 格式 .....	297
11.3.2	导入 Protel 99 SE 设计文件 .....	298
11.3.3	文件格式转换 .....	301
11.3.4	转换后的设置 .....	301
11.3.5	Altium Designer 文件转换为 Protel 99 SE .....	304
11.4	Altium Designer 资源定制 .....	304

---

11.4.1	定制的作用 .....	304
11.4.2	创建新菜单 .....	305
11.4.3	创建新工具栏 .....	307
11.4.4	创建新命令 .....	307
11.4.5	恢复默认菜单和工具栏 .....	308
11.5	Altium 资源及帮助中心 .....	309
11.5.1	帮助工具 .....	309
11.5.2	网络支持 .....	311
11.5.3	网络更新 .....	314
<b>中英文技术词汇对照 .....</b>		<b>315</b>
<b>参考文献 .....</b>		<b>329</b>

# 基础篇

第 1 章至第 6 章介绍了 Altium Designer 软件的发展状况、特点优势以及电路设计软件及硬件实现的基本入门知识。希望学习后能了解 Altium Designer 工具的应用，完成一个电路从原理图设计到 PCB 板制作，直至实现一些简单电路功能的板级设计。同时对器件库的管理运用进行了初步介绍。





# 第 1 章 Altium Designer 简述

## 本章摘要

本章概要介绍 Altium Designer 的发展过程及特性和优势。Altium Designer 的强大功能必将成为电子设计的发展趋势，也是电子工程设计人员必须掌握的基本工具。

## 1.1 Altium 公司简介

### 1.1.1 Altium 公司状况

Altium 前身为 Protel 国际有限公司，由 Nick Martin 于 1985 年始创于澳大利亚塔斯马尼亚州霍巴特，致力于开发基于 PC 的软件，为印刷电路板提供辅助设计。公司总部位于澳大利亚悉尼，最初的 DOS 环境下的 PCB 设计工具在澳大利亚电子业界被广泛地接受。1986 年设计软件包出口到美国和欧洲，并在澳大利亚、美国、中国、日本及欧洲设有产品销售与技术支持办事处，在中国、英国、印度拥有代理销售网络。

由于 PCB 设计软件包的成功，Altium 将产品范围扩大，除了原理图输入、PCB 自动布线和 PCB 器件布局外，较之前期 Protel 系列产品增强了 FPGA 开发功能，将电子产品的板级设计、可编程逻辑设计和嵌入式设计开发融于一体，可在统一的设计环境中完成电子设计。Altium Designer 软件与开发板结合使得开发测试更加快捷有效。

### 1.1.2 Protel 系列软件发展历程

- 1985 年 DOS 版 Protel TANGO;
- 1991 年 Protel for Windows;
- 1998 年 Protel 98 32 位产品，第一个包含 5 个核心模块的 EDA 工具，这 5 种核心 EDA 工具包括原理图输入、可编程逻辑器件设计 (PLD)、仿真、板卡设计和自动布线;
- 1999 年 Protel 99 构成从电路设计到板级分析的完整体系;
- 2000 年 Protel 99 SE 性能进一步提高，可对设计过程有更大的控制力;
- 2002 年 Protel DXP 集成更多工具，引进“设计浏览器 (DXP)”平台，允许对电子设计的各方面（如设计工具、文档管理、器件库等）进行无缝集成，它是 Altium 建立涵盖所有电子设计技术的完全集成化设计系统理念的起点;
- 2004 年 Protel 2004 对 Protel DXP 进一步完善;
- 2006 年 Altium Designer 06 推出，集成更多工具，功能更强大;