

学习资源  
见书中  
学习说明

电子系统EDA新技术丛书

# Altium Designer 17 一体化设计高级教程

从电路仿真、原理图与  
PCB设计、工艺实现到高级分析

◎ 何 宾 编著

**Altium**  
Designer 17.1.5



★ 本书从混合电路仿真、TI 的WEBENCH工具、原理图与PCB设计、信号完整性验证、PCB制造工艺的实现，以及Altium Designer高级分析工具等方面将新一代电子系统设计平台Altium Designer 17.1 融入具体设计中



中国工信出版集团



电子工业出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY  
<http://www.phei.com.cn>

ALUM DESIGNER 17

# Alcam Designer 17

## 一体化设计高级教程

ALUM DESIGNER 17 高级应用  
PCAD 设计、工程应用案例

李 强 编



本书以 Alcam Designer 17 软件为平台，结合工程应用案例，详细讲解 Alcam Designer 17 软件的高级应用。全书共分 10 章，主要内容包括：Alcam Designer 17 软件的高级应用、PCAD 设计、工程应用案例等。



机械工业出版社



www.cmpbook.com

电子系统 EDA 新技术丛书

# Altium Designer 17

## 一体化设计高级教程

从电路仿真、原理图与 PCB 设计、工艺实现到高级分析

何 宾 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

## 内 容 简 介

本书全面系统地介绍 Altium Designer 17.1 电子线路设计软件在电子线路仿真、电路设计、电路验证和高级分析方面的应用。全书分为 10 篇，共 26 章。主要内容包括 Altium Designer 17.1 基本原理图和 PCB 设计流程、电子线路的 SPICE 仿真、TI 的 WEBENCH 工具、电子元器件原理图封装和 PCB 封装、电子线路原理图设计、电子线路 PCB 设计、信号完整性验证、生成 PCB 相关的加工文件、PCB 制造工艺以及 Altium Designer 高级分析工具等，将 Altium 公司新一代电子系统设计平台 Altium Designer 17.1 融入具体设计之中。

通过本书内容的学习，读者不但能熟练掌握最新 Altium Designer 17.1 软件的设计流程和设计方法，而且还能系统地掌握电子系统设计完整的设计过程。

本书可以作为高等学校电子线路自动化设计相关课程的教学用书，也可作为使用 Altium Designer 17.1 进行电子系统设计的工程技术人员，以及 Altium 公司进行 Altium Designer 17.1 设计工具相关技术培训的参考用书。

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 17 一体化设计高级教程：从电路仿真、原理图与 PCB 设计、工艺实现到高级分析 / 何宾编著.

—北京：电子工业出版社，2018.1

(电子系统 EDA 新技术丛书)

ISBN 978-7-121-33479-5

I. ①A… II. ①何… 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 (2018) 第 006879 号

策划编辑：张 迪 (zhangdi@phei.com.cn)

责任编辑：张 迪

印 刷：北京京科印刷有限公司

装 订：三河市良远印务有限公司

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：46.25 字数：1184 千字

版 次：2018 年 1 月第 1 版

印 次：2018 年 1 月第 1 次印刷

定 价：158.00 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, 88258888。

质量投诉请发邮件至 zllts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式：(010) 88254469; zhangdi@phei.com.cn。

# 前 言

---

本书是在作者已经出版的《Altium Designer 15.0 电路设计、仿真、验证与工艺实现权威指南》的基础上，采用 Altium 公司新一代的 Altium Designer 17.1 集成开发环境修订而成。

与作者已经出版的 Altium Designer 13.0 和 Altium Designer 15.0 著作最大的不同之处，在于本书面对初学的读者提供了 Altium Designer 17.1 标准教程，而面对需要提高的读者提供了 Altium Designer 17.1 高级教程。本书与 Altium Designer 17.1 标准教程的区别在于，不但详细说明了工具的使用方法，而且加入了大量的设计理论知识，使得读者在学习完本书后可以理论与实践兼备。修订后的高级教程，其主要特色体现在以下几点：

(1) 为了进一步降低初学者的入门门槛，以及对 Altium Designer 17.1 集成开发环境有一个完整的认识，在本书最前面增加了 4 章内容，通过一个简单的晶体管电路的设计，帮助读者从整体上对 Altium Designer 17.1 的核心功能——原理设计和 PCB 设计有一个初步的了解和认识。

(2) 特别要提到的是，在本书前 4 章的元件调用中，突出体现 Altium Designer 17.1 的数据保险库功能。通过数据保险库，读者无须再像以前那样需要在本地安装元件库，而是可以通过云端直接调用元件，这些元件提供了大量读者需要的信息。这也是一种“互联网+”设计思想和协同设计思想的完美体现。

(3) 突出体现 Altium Designer 17.1 在对模拟电路、模拟行为、数字电路和数模混合电路执行 SPICE 仿真时的强大功能。读者在进行电路原理设计之前必须保证电路的原理是正确的，而其中重要的保证之一就是设计的电路执行 SPICE 仿真。

(4) 在讲授传统的原理图和 PCB 图设计内容时，侧重于以项目为导向，通过一个设计实例来介绍 Altium Designer 17.1 中的一些高级技巧，以帮助读者提高设计效率。

(5) 保留 PCB 制造工艺的内容，这样使得读者在学习 PCB 设计时能够知道它与 PCB 制造工艺之间的关系。

(6) 保留了 PCB 信号完整性验证的内容，这样可帮助读者分析在设计电路时所出现的问题，进一步积累电路的设计经验。

(7) 增加了 Altium Designer 高级分析工具的内容，包括 Xsignal 工具（用于指导高速信号的布局 and 布线）以及 PDN 工具（用于帮助读者分析电源分配网络）。

综上所述，无论是标准教程还是高级教程，本书作者想给读者传达的一个重要的信号就是：Altium Designer 是真正的一体化设计工具，可以实现电路的 SPICE 仿真、FPGA 的

HDL 代码设计、电路原理图和 PCB 图设计、高速电路的设计与分析，满足读者较为系统、完整地掌握 Altium Designer 17.1 设计工具的需要。

作者的学生毕研先帮助绘制了第 16 章的 PCB 图，王中正帮助绘制了第 14 张的原理图，汤宗美帮助整理了第 1~4 章的内容。书中部分电路图由软件生成，故部分元器件符号未进行规范处理。

相信本书的出版，将有助于广大读者深入理解和全面掌握 Altium Designer 17.1 强大的一体化设计功能，并进一步促进 Altium Designer 在国内教育界和工业界的普及和推广，提高电子设计自动化水平。由于作者水平有限，书中难免有不足之处，请读者不吝赐教。

作者

2017 年 12 月于北京

# 学习说明

---

## Study Shows

### 1. 本书配套教学资源，为读者提供学习服务

书中所提供的配套设计案例、教学课件和公开教学视频，可以通过作者的维基网站获取。

<http://www.edawiki.com>

### 2. 本书作者联络方式，为读者解答学习过程中遇到的问题

何宾的电子邮件：[hb@gpnewtech.com](mailto:hb@gpnewtech.com)

### 3. 课程的培训事宜由北京汇众新特科技有限公司负责，为企业和教师提供相关的培训课程服务

北京汇众新特科技有限公司网站：<http://www.gpnewtech.com>

市场及服务支持热线：010-83139076 010-83139176

电子邮件：[hb@gpnewtech.com](mailto:hb@gpnewtech.com)

### 4. Altium Designer 正版软件购买事宜由 Altium 授权代理商北京汇众新特科技有限公司授权提供服务，为企业和教师提供软件技术支持和软硬件设计一体化技术支持和服务。

北京汇众新特科技有限公司网站：<http://www.gpnewtech.com>

市场及服务支持热线：010-83139076 010-83139176

电子邮件：[hb@gpnewtech.com](mailto:hb@gpnewtech.com)

### 5. 作者的微信公众号



# 目 录

## 第 1 篇 Altium Designer 入门指南

<b>第 1 章</b>	<b>Altium Designer 的安装和概述</b>	<b>3</b>
1.1	Altium Designer 17.1 的安装和配置	3
1.1.1	下载 Altium Designer 17.1 安装文件	3
1.1.2	安装 Altium Designer 17.1 基本应用	5
1.1.3	注册 Altium Designer 17.1 集成开发环境	7
1.1.4	安装 Altium Designer 17.1 扩展应用	9
1.2	Altium Designer 17.1 集成设计平台功能	9
1.2.1	原理图捕获工具	10
1.2.2	印制电路板 (PCB) 设计工具	10
1.2.3	FPGA 集成开发工具	10
1.2.4	发布/数据管理工具	10
1.2.5	新增加的功能	11
1.3	Altium Designer 17.1“一体化”设计理念	11
1.3.1	传统电子设计方法的局限性	11
1.3.2	电子设计的未来要求	12
1.3.3	生态系统对电子设计的重要性	12
1.3.4	电子设计一体化	13
<b>第 2 章</b>	<b>Altium Designer 基本设计流程——原理图设计</b>	<b>15</b>
2.1	设计思路	15
2.2	创建 PCB 工程	15
2.3	在工程中添加一个原理图	17
2.4	设置文档选项	18
2.5	元件和库	19
2.5.1	访问元件	20
2.5.2	添加元件库	22
2.5.3	在库中找到元件	22
2.5.4	在可用的库中定位一个元件	24
2.5.5	使数据保险库可以用于访问元件	25
2.5.6	在数据保险库中查找元件	26



2.5.7	在数据保险库中工作	26
2.6	在原理图放置元件	28
2.6.1	放置元件的一些小技巧	28
2.6.2	改变元件位置的一些小技巧	28
2.7	连接原理图中的元件	30
2.7.1	连线的一些小技巧	30
2.7.2	网络和网络标号	30
2.7.3	网络标号、端口和供电端口	31
2.8	配置和编译工程	31
2.8.1	配置工程选项	31
2.8.2	编译工程	32
2.9	检查原理图的电气属性	32
2.9.1	设置 Error Reporting	33
2.9.2	设置连接矩阵	33
2.9.3	配置类产生	34
2.9.4	设置比较器	35
2.9.5	编译工程检查错误	36
<b>第 3 章</b>	<b>Altium Designer 基本设计流程——PCB 图设计</b>	<b>38</b>
3.1	创建一个新的 PCB	38
3.1.1	配置板的形状和位置	38
3.1.2	将设计从原理图导入 PCB 编辑器	40
3.2	设置 PCB 工作区	42
3.2.1	配置显示层	43
3.2.2	物理层和层堆栈管理器	46
3.2.3	单位的选择（公制/英制）	47
3.2.4	支持多重栅格	48
3.2.5	设置捕获栅格	49
3.2.6	设置设计规则	50
3.2.7	布线宽度设计规则	50
3.2.8	定义电气间距约束	51
3.2.9	定义布线过孔类型	52
3.2.10	设计规则冲突	53
3.3	PCB 元件布局	54
3.3.1	元件的放置和布局选项	54
3.3.2	放置元件	54
3.4	PCB 元件布线	55
3.4.1	准备交互布线	55

3.4.2	开始布线	57
3.4.3	交互布线模式	58
3.4.4	修改和重新布线	59
3.4.5	自动布线模式	60
<b>第4章</b>	<b>Altium Designer 基本设计流程——设计检查和输出</b>	<b>64</b>
4.1	验证 PCB 设计	64
4.1.1	配置规则冲突显示	64
4.1.2	配置规则检查器	66
4.1.3	运行设计规则检查	68
4.1.4	理解错误条件	69
4.1.5	解决冲突	72
4.2	查看 PCB 的 3D 视图	74
4.3	输出文档	76
4.3.1	可用的输出类型	76
4.3.2	单个输出和一个输出工作文件	77
4.3.3	配置 Gerber 文件	78
4.3.4	配置 BOM 文件	79
4.3.5	将设计数据映射到 BOM	80

## 第 2 篇 Altium Designer 原理图设计详解

<b>第5章</b>	<b>Altium Designer 设计环境基本框架</b>	<b>83</b>
5.1	Altium Designer 17.1 的工程及相关文件	83
5.2	Altium Designer 17.1 集成设计平台界面	84
5.2.1	Altium Designer 17.1 集成设计平台主界面	84
5.2.2	Altium Designer 17.1 工作区面板	86
5.2.3	Altium Designer 17.1 文件编辑空间操作功能	89
5.2.4	Altium Designer 17.1 工具栏和状态栏	90
<b>第6章</b>	<b>Altium Designer 单页原理图绘图功能详解</b>	<b>98</b>
6.1	放置元器件	98
6.1.1	生成新的设计	98
6.1.2	在原理图中添加元器件	99
6.1.3	重新分配原件标识符	101
6.2	添加信号线连接	105
6.3	添加总线连接	107

6.3.1	添加总线	107
6.3.2	添加总线入口	108
6.4	添加网络标号	109
6.5	添加端口连接	111
6.6	添加信号束系统	114
6.6.1	添加信号束连接器	114
6.6.2	添加信号束入口	116
6.6.3	查看信号束定义文件	118
6.7	添加 No ERC 标识	119
6.7.1	设置阻止所有冲突标识	119
6.7.2	设置阻止指定冲突标识	121
6.8	编译屏蔽	123
6.9	覆盖	123
<b>第 7 章</b>	<b>Altium Designer 多页原理图平坦式和层次化设计方法</b>	<b>125</b>
7.1	多页原理图绘制方法	125
7.1.1	层次化和平坦式原理图设计结构	125
7.1.2	多页原理图中的网络标识符	126
7.1.3	网络标号范围	127
7.2	平坦式原理图绘制	130
7.2.1	建立新的平坦式原理图设计工程	130
7.2.2	绘制平坦式设计中第一个放大电路原理图	130
7.2.3	绘制平坦式设计中第二个放大电路原理图	132
7.2.4	绘制平坦式设计中其他单元的原理图	135
7.3	层次化原理图绘制	138
7.3.1	建立新的层次化原理图设计工程	138
7.3.2	绘制层次化设计中第一个放大电路原理图	138
7.3.3	绘制层次化设计中第二个放大电路原理图	140
7.3.4	绘制层次化设计中顶层放大电路原理图	142

### 第 3 篇 Altium Designer 混合电路仿真

<b>第 8 章</b>	<b>Altium Designer 混合电路仿真功能概述</b>	<b>149</b>
8.1	Altium Designer 17.1 软件的 SPICE 仿真导论	149
8.1.1	Altium Designer 17.1 软件的 SPICE 构成	149
8.1.2	Altium Designer 17.1 软件的 SPICE 仿真功能	150
8.1.3	Altium Designer 17.1 软件的 SPICE 仿真流程	156



8.2	电子线路的 SPICE 描述	157
8.2.1	电子线路的构成	157
8.2.2	SPICE 程序的结构	158
8.2.3	SPICE 程序相关命令	162
<b>第9章</b>	<b>电子线路元件及 SPICE 模型</b>	<b>167</b>
9.1	基本元件	167
9.1.1	电阻	167
9.1.2	半导体电阻	167
9.1.3	电容	168
9.1.4	半导体电容	168
9.1.5	电感	169
9.1.6	耦合(互感)电感	169
9.1.7	开关	170
9.2	电压/电流源	170
9.2.1	独立源	171
9.2.2	线性受控源	175
9.2.3	非线性独立源	178
9.3	传输线	179
9.3.1	无损传输线	179
9.3.2	有损传输线	180
9.3.3	均匀分布的 RC 线	181
9.4	晶体管和二极管	182
9.4.1	结型二极管	182
9.4.2	双极结型晶体管	183
9.4.3	结型场效应管	186
9.4.4	金属氧化物半导体场效应管	187
9.4.5	金属半导体场效应管	190
9.4.6	不同晶体管的特性比较与应用范围	191
9.5	从用户数据中创建 SPICE 模型	194
9.5.1	SPICE 模型的建立方法	194
9.5.2	运行 SPICE 模型向导	194
<b>第10章</b>	<b>Altium Designer 模拟电路仿真实现</b>	<b>203</b>
10.1	直流工作点分析	203
10.1.1	建立新的直流工作点分析工程	203
10.1.2	添加新的仿真库	203
10.1.3	构建直流分析电路	205

10.1.4	设置直流工作点分析参数	207
10.1.5	直流工作点仿真结果的分析	207
10.2	直流扫描分析	209
10.2.1	打开前面的设计	209
10.2.2	设置直流扫描分析参数	210
10.2.3	直流扫描仿真结果的分析	210
10.3	传输函数分析	213
10.3.1	建立新的传输函数分析工程	213
10.3.2	构建传输函数分析电路	213
10.3.3	设置传输函数分析参数	215
10.3.4	传输函数仿真结果的分析	216
10.4	交流小信号分析	217
10.4.1	建立新的交流小信号分析工程	218
10.4.2	构建交流小信号分析电路	218
10.4.3	设置交流小信号分析参数	222
10.4.4	交流小信号仿真结果的分析	223
10.5	瞬态分析	225
10.5.1	建立新的瞬态分析工程	225
10.5.2	构建瞬态分析电路	225
10.5.3	设置瞬态分析参数	228
10.5.4	瞬态仿真结果的分析	229
10.6	参数扫描分析	230
10.6.1	打开前面的设计	230
10.6.2	设置参数扫描分析参数	230
10.6.3	参数扫描结果的分析	231
10.7	零点-极点分析	232
10.7.1	建立新的零点-极点分析工程	232
10.7.2	构建零点-极点分析电路	232
10.7.3	设置零点-极点分析参数	235
10.7.4	零点-极点仿真结果的分析	236
10.8	傅里叶分析	237
10.8.1	建立新的傅里叶分析工程	237
10.8.2	构建傅里叶分析电路	237
10.8.3	设置傅里叶分析参数	240
10.8.4	傅里叶仿真结果分析	241
10.8.5	修改电路参数重新执行傅里叶分析	242
10.9	噪声分析	244
10.9.1	建立新的噪声分析工程	246

10.9.2	构建噪声分析电路	246
10.9.3	设置噪声分析参数	249
10.9.4	噪声仿真结果分析	250
10.10	温度分析	251
10.10.1	建立新的温度分析工程	251
10.10.2	构建温度分析电路	251
10.10.3	设置温度分析参数	254
10.10.4	温度仿真结果分析	255
10.11	蒙特卡罗分析	256
10.11.1	建立新的蒙特卡罗分析工程	256
10.11.2	构建蒙特卡罗分析电路	256
10.11.3	设置蒙特卡罗分析参数	259
10.11.4	蒙特卡罗仿真结果分析	261
<b>第11章</b>	<b>Altium Designer 模拟行为仿真实现</b>	<b>262</b>
11.1	模拟行为仿真概念	262
11.2	基于行为模型的增益控制实现	263
11.2.1	建立新的行为模型增益控制工程	263
11.2.2	构建增益控制行为模型	263
11.2.3	设置增益控制行为仿真参数	265
11.2.4	分析增益控制行为仿真结果	266
11.3	基于行为模型的调幅实现	267
11.3.1	建立新的行为模型 AM 工程	267
11.3.2	构建 AM 行为模型	267
11.3.3	设置 AM 行为仿真参数	269
11.3.4	分析 AM 行为仿真结果	270
11.4	基于行为模型的滤波器实现	271
11.4.1	建立新的滤波器行为模型工程	271
11.4.2	构建滤波器行为模型	271
11.4.3	设置滤波器行为仿真参数	273
11.4.4	分析滤波器行为仿真结果	274
11.5	基于行为模型的压控振荡器实现	275
11.5.1	建立新的压控振荡器行为模型工程	275
11.5.2	构建压控振荡器行为模型	275
11.5.3	设置压控振荡器行为仿真参数	278
11.5.4	分析压控振荡器行为仿真结果	279
<b>第12章</b>	<b>Altium Designer 数模混合电路仿真实现</b>	<b>281</b>

12.1	建立数模混合电路仿真工程	281
12.2	构建数模混合仿真电路	281
12.3	分析数模混合电路实现原理	283
12.4	设置数模混合仿真参数	284
12.5	遇到仿真不收敛时的处理方法	286
12.5.1	修改误差容限	286
12.5.2	直流分析帮助收敛策略	286
12.5.3	瞬态分析帮助收敛策略	287
12.6	分析数模混合仿真结果	287
<b>第13章</b>	<b>Altium Designer 数字电路仿真实现</b>	<b>289</b>
13.1	数字逻辑仿真库的构建	289
13.1.1	导入与数字逻辑仿真相关的原理图库	289
13.1.2	构建相关的 mdl 文件	290
13.2	时序逻辑电路的门级仿真	291
13.2.1	有限自动状态机的实现原理	291
13.2.2	3 位八进制计数器实现原理	292
13.2.3	建立新的 3 位计数器电路仿真工程	293
13.2.4	构建 3 位计数器仿真电路	294
13.2.5	设置 3 位计数器电路的仿真参数	296
13.2.6	分析 3 位计数器电路的仿真结果	298
13.3	基于 HDL 语言的数字系统仿真及验证	298
13.3.1	HDL 功能及特点	298
13.3.2	建立新的 IP 核设计工程	299
13.3.3	建立新的 FPGA 设计工程	308

## 第 4 篇 Altium Designer 的 WEBENCH 设计工具

<b>第14章</b>	<b>WEBENCH 电源设计与实现</b>	<b>319</b>
14.1	激活 WEBENCH 工具包	319
14.2	WEBENCH 设计工具介绍	320
14.3	电源设计工具	321
14.3.1	电源设计背景	321
14.3.2	电源选型	322
14.3.3	单电源设计	324
14.3.4	电源结构设计	326
14.3.5	FPGA/处理器电源结构设计	330

14.3.6	LED 电源结构设计	331
14.3.7	电源仿真	333
14.3.8	原理图导出	339
14.4	开关电源参数之间的关系	341
14.4.1	开关频率和电感	341
14.4.2	开关频率和 MOS 管	343
14.5	Buck 开关电源设计实现	345
14.5.1	芯片选择优化	345
14.5.2	外围元件优化选择	347
14.5.3	三种优化方案对比	348
14.5.4	方案的仿真分析	349
14.6	Boost 开关电源设计实现	367
14.6.1	Boost 电路电流路径分析	368
14.6.2	开关电源波特图仿真	369
14.6.3	Boost 开关电源效率仿真	370
14.7	FPGA 电源设计实现	371
14.7.1	FPGA 芯片选择	372
14.7.2	供电芯片电源树设计	373
14.7.3	电源树优化设计	374
14.7.4	电源芯片优化选型	376
14.7.5	电源芯片外围电路优化	377
14.7.6	原理图输出	377

## 第 5 篇 Altium Designer 元器件封装设计

<b>第 15 章</b>	<b>常用电子元器件的物理封装</b>	<b>381</b>
15.1	电阻元件的特性及封装	381
15.1.1	电阻元件的分类	381
15.1.2	电阻值表示方法	383
15.1.3	电阻元件物理封装的表示	384
15.2	电容元件的特性及封装	386
15.2.1	电容元件的作用	386
15.2.2	电容元件的分类	387
15.2.3	电容值表示方法	389
15.2.4	电容器的主要参数	389
15.2.5	电容元件正负极判断	391
15.2.6	电容元件 PCB 封装的表示	391



15.3	电感器的特性及封装	393
15.3.1	电感器的分类	393
15.3.2	电感器电感值标注方法	394
15.3.3	电感器的主要参数	395
15.3.4	电感器 PCB 封装的标识	395
15.4	二极管的特性及封装	396
15.4.1	二极管的分类	396
15.4.2	二极管的识别和检测	399
15.4.3	二极管的主要参数	400
15.4.4	二极管 PCB 封装的表示	401
15.5	三极管的特性及封装	403
15.5.1	三极管的分类	403
15.5.2	三极管的识别和检测	403
15.5.3	三极管的主要参数	404
15.5.4	三极管 PCB 封装的表示	404
15.6	集成电路芯片的特性及封装	406
<b>第16章</b>	<b>Altium Designer 自定义元件设计</b>	<b>412</b>
16.1	自定义元件设计流程	412
16.2	打开和浏览 PCB 封装库	414
16.3	打开和浏览集成封装库	416
16.4	创建元件 PCB 封装	417
16.4.1	使用 IPC Footprint Wizard 创建 PCB 封装	418
16.4.2	使用 Component Wizard 创建元件 PCB 封装	425
16.4.3	使用 IPC Footprints Batch Generator 创建元件 PCB 封装	428
16.4.4	不规则焊盘和 PCB 封装的绘制	431
16.4.5	检查元件 PCB 封装	441
16.5	创建元件原理图符号封装	442
16.5.1	元件原理图符号术语	442
16.5.2	为 LM324 器件创建原理图符号封装	443
16.5.3	为 XC3S100E-CP132 器件创建原理图符号封装	447
16.6	分配模型和参数	455
16.6.1	分配器件模型	455
16.6.2	器件主要参数功能	459
16.6.3	使用供应商数据分配器件参数	460
<b>第17章</b>	<b>电子线路信号完整性设计规则</b>	<b>464</b>
17.1	信号完整性问题的产生	464

