

湖南凡亿智邦电子科技有限公司 组织编写

凡亿教育·PCB设计速成系列

Altium Designer 19 (中文版)

电子设计速成实战宝典

★赠送超大容量实战教学视频★
(总时长超15小时)

◆ 由一线电子工程师编著的以 Altium Designer 19 (中文版) 为基础的电子设计速成实战宝典

◆ 2层、4层、6层电路板设计实例，助你快速入门及进阶电子设计

◆ 以实际项目流程化的方式讲解，分享电子设计和PCB设计的思路、方法、软件高级应用、使用技巧心得等

◆ 一本有技术支持的EDA书籍，不懂就问及时解决难题，读者交流QQ群：715810593

◎ 郑振宇 黄勇 刘仁福 编著



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>

凡亿教育·PCB设计速成系列

Altium Designer 19 (中文版)

电子设计速成实战宝典

郑振宇 黄 勇 刘仁福 编著



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书以 2019 年正式发布的全新 Altium Designer 19 电子设计工具为基础, 全面兼容 18 及 19 各版本。全书共 16 章, 系统地介绍了 Altium Designer 19 全新功能、Altium Designer 19 软件及电子设计概述、工程的组成及完整工程的创建、元件库开发环境及设计、原理图开发环境及设计、PCB 库开发环境及设计、PCB 设计开发环境及快捷键、流程化设计 (PCB 前期处理、PCB 布局、PCB 布线)、PCB 的 DRC 与生产输出、Altium Designer 高级设计技巧及应用、2 层 STM32 开发板的设计、4 层核心板的 PCB 设计、RK3288 平板电脑的设计、常见问题解答集锦。本书以实战的方式进行图文描述, 实例丰富、内容翔实、条理清晰、通俗易懂, 最后部分详细介绍 3 个实战案例, 让读者将理论与实践相结合, 先简后难, 不断深入, 适合读者各个阶段的学习和操作。全书采用了汉化的中文版本进行讲解, 目的在于使读者看完本书后, 按照操作方法就能设计出自己想要的电子图纸, 学习电子设计, 一本书就够了。

本书可作为高等院校电子信息类专业的教学用书, 还可作为大学生课外电子制作、电子设计竞赛的实用参考书与培训教材, 并可作为广大电子设计工作者快速入门及进阶的参考用书。随书赠送了 15 小时以上的超长基础视频教程, 可以在本书封底扫描二维码或者进入 PCB 联盟网 (www.pcbbar.com) 直接获取链接下载学习。

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 19 (中文版) 电子设计速成实战宝典 / 郑振宇等编著. —北京: 电子工业出版社, 2019.6
ISBN 978-7-121-35983-5

I. ①A… II. ①郑… 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 (2019) 第 021753 号

策划编辑: 曲 昕

责任编辑: 韩玉宏

印 刷: 三河市良远印务有限公司

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: 25 字数: 640 千字

版 次: 2019 年 6 月第 1 版

印 次: 2019 年 6 月第 1 次印刷

定 价: 98.00 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 zltz@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) 88254468, quxin@phei.com.cn。

前 言

面对功能越来越复杂、速度越来越快、体积越做越小的电子产品，各种类型的电子设计需求大增，学习和投身电子产品设计的工程师也越来越多。但是，由于电子产品设计领域对工程师自身的知识和经验要求非常高，大部分工程师很难做到真正得心应手，在遇到速度较快、功能复杂的电子产品设计时，各类 PCB 设计问题涌现，造成很多项目在后期调试过多，甚至报废，浪费了人力、物力，延长了产品研发周期，从而影响产品的市场竞争力。

作者通过大量调查和实际经验得出，电子工程师的设计难点有以下几种情况。

- (1) 刚毕业没有实际经验，对软件工具也不是很熟，无从下手。
- (2) 做过简单的电子设计，但是没有系统设计思路，造成设计后期无法及时、优质地完成。
- (3) 有丰富的电路设计经验，但是无法契合设计工具，因而不能得心应手。

以 Altium Designer 为工具进行原理图设计、PCB 设计是电子信息类专业的一门实践课程，Altium Designer 也是电子设计最常用的设计工具之一。

传统的理论性教材注重系统性和全面性，但实用性效果并不是很好。本书基于实战案例的教学模式进行讲解，注重学生综合能力的培养，在教学过程中以读者未来职业角色为核心，以社会实际需求为导向，兼顾了理论内容与实践技术内容，形成了课内理论教学和课外实践活动的良性互动。教学实践表明，该种教学模式对培养学生的创新思维和提高学生的实践能力有很好的作用。

本书由专业电子设计公司的一线设计总工程师和大学 EDA 教师联合编著，包含了作者对使用 Altium Designer 进行原理图设计、PCB 设计的丰富实际经验及使用技巧。本书作者以职业岗位分析为依据，以读者学完就能用、学完就能有竞争力地上岗就业为目标，秉持“真实产品为载体”“实际项目流程为导向”的教学理念，将理论与实践相结合，由浅入深，从易到难，按照电子流程化设计的思路讲解软件的各类操作命令、操作方法及实战技巧，力求给各阶段的读者带来实实在在的干货。

第 1 章 Altium Designer 19 全新功能。本章主要对 Altium Designer 19 的全新功能进行介绍，方便读者了解新功能的应用及与老版本的区别。

第 2 章 Altium Designer 19 软件及电子设计概述。本章对 Altium Designer 19 进行基本概括，包括 Altium Designer 19 的安装、激活、操作环境及系统参数设置，旨在让读者搭建好设计的平台并高效地配置好平台的各项参数。本章还向读者概述电子设计流程，使读者从整体上熟悉电子设计，为接下来的学习打下基础。

第 3 章 工程的组成及完整工程的创建。新一代 Altium Designer 集成了相当强大的开发管理环境，能够有效地对设计的各种文件进行分类及层次管理。本章通过图文的形式介绍工程的组成及完整工程的创建，有利于读者形成系统的文件管理概念。良好的工程文件管理，可以使工作效率得以提高，这是一名专业的电子设计工程师应有的素质。

第 4 章 元件库开发环境及设计。本章主要讲述电子设计开头的元件库的设计，先对元件符号进行概述，然后介绍元件库编辑器，接着讲解单部件元件及多子件元件的创建方法，并通过 3 个由易到难的实例系统性地演示元件的创建过程，最后讲述元件库的自动生成和元件的复制。

第5章 原理图开发环境及设计。本章介绍原理图编辑界面，并通过原理图设计流程化讲解的方式，对原理图设计的过程进行详细讲述，目的是让读者可以一步一步地根据本章所讲设计出自己需要的原理图，同时也对层次原理图的设计进行讲述，最后以一个实例教程结束，让读者可以结合实际练习，理论联系实际，融会贯通。

第6章 PCB库开发环境及设计。本章主要讲述PCB库编辑界面、标准PCB封装与异形PCB封装的创建方法、PCB封装的设计规范及要求，还介绍3D封装的创建方法，最后概述集成库的创建、离散、安装、移除，方便后期元件及封装的调用，让读者充分理解元件库、PCB库及它们之间的相互关联性。

第7章 PCB设计开发环境及快捷键。本章主要介绍Altium Designer的PCB设计工作界面、常用系统快捷键和自定义快捷键，让读者对各个面板及快捷键有一个初步的认识，为后面进行PCB设计及提高设计效率打下一定的基础。

第8章 流程化设计——PCB前期处理。本章主要描述PCB设计开始的前期准备，包括原理图的检查、封装的检查、网表的生成、PCB的导入、层叠结构的设计等。只有把前期工作做好了，才能更好地把握好后面的设计，保证设计的准确性和完整性。

第9章 流程化设计——PCB布局。PCB布局的好坏直接关系到板子的成败，根据基本原则并掌握快速布局的方法，有利于对整个产品的质量把控。本章讲解常见PCB布局约束原则、PCB模块化布局、固定元件的放置、原理图与PCB的交互设置及布局常用操作。

第10章 流程化设计——PCB布线。PCB布线是PCB设计当中比重最大的一个部分，是学习重点中的重点。读者需要掌握设计当中的各类技巧，这样可以有效地缩短设计周期，也可提高设计的质量。

第11章 PCB的DRC与生产输出。本章主要讲述PCB设计的一些后期处理，包括DRC、丝印的摆放、PDF文件的输出及生产文件的输出。读者应该全面掌握本章内容，将其应用到自己的设计当中。对于一些DRC检查项，可以直接忽略，但是对于书中提到的一些检查项，则应引起重视，着重检查，相信很多生产问题都可以在设计阶段规避。

第12章 Altium Designer高级设计技巧及应用。Altium Designer除了常用的基本操作之外，还存在各种各样的高级设计技巧等待我们挖掘，需要的时候我们可以关注它，并学会它，平时在工作中也要善于总结归纳，加深对软件的熟悉程度，使电子设计的效率得到提高。

第13章 入门实例：2层STM32开发板的设计。本章选取一个大学期间或者说入门阶段最常见的STM32开发板的实例，通过这个简单2层板全流程实战项目的演练，让Altium Designer初学者能将理论和实践相结合，从而掌握电子设计的最基本操作技巧及思路，全面提升其实际操作技能和学习积极性。

第14章 入门实例：4层核心板的PCB设计。很多读者只会绘制2层板，没有接触过4层板或者更多层数板的PCB设计，这对读者从事电子设计工作将是一个门槛。为了契合实际需要，本章介绍一个4层核心板的设计实例，让读者对多层板设计有一个概念。本章对4层核心板的PCB设计进行讲解，突出2层板和4层板的区别。不管是2层板还是多层板，其原理图设计都是一样的，对此不再进行详细讲解，本章主要讲解PCB设计。

第15章 进阶实例：RK3288平板电脑的设计。本章选取一个进阶实例，是为进一步学习PCB技术的读者准备的。一样的设计流程、一样的设计方法和分析方法，让读者明白，其实高速PCB设计并不难，只要分析看懂每一个电路模块的设计，就可以像庖丁解牛一样，不管是什么产品、什么类型的PCB都可以按照“套路”设计好。

第16章 常见问题解答集锦。作者通过多年对网友问询的整理与搜集，重点列出设计中常

见的 42 个问题，以问答的形式展现给读者，借此让读者更加形象和生动地理解本书内容。

本书适合电子技术人员参考，也可作为电子信息工程、自动化、电气工程及其自动化等专业本科生和研究生的教学用书。如果条件允许，还可以开设相应的试验和观摩课程，以缩小书本知识与工程应用实践的差距。书中涉及电气和电子方面的名词术语、计量单位，力求与国际计量委员会、国家技术监督局颁发的文件相符。

本书由郑振宇、黄勇、刘仁福共同编著，期间得到了湖南凡亿智邦电子科技有限公司郑振凡的大力支持，在此表示衷心的感谢。

由于科学技术发展日新月异，作者水平有限，加上时间仓促，书中难免存在瑕疵，敬请读者予以批评指正。

编著者

目 录

第 1 章 Altium Designer 19 全新功能	(1)
1.1 全新功能概述	(2)
1.2 主题切换	(2)
1.3 ActiveRoute 的重大改进	(3)
1.3.1 扩展的 PCB ActiveRoute 面板	(3)
1.3.2 Route Guide 中的线到线间距	(4)
1.3.3 Meander 控制	(4)
1.3.4 长度调整	(4)
1.3.5 支持管脚交换	(4)
1.3.6 其他改进	(4)
1.4 焊盘或过孔连接方式的局部单独设置	(5)
1.5 布线的改进	(5)
1.5.1 主动防止出现锐角及避免环路	(6)
1.5.2 对差分对的走线优化	(6)
1.5.3 布线跟随模式	(7)
1.6 Draftsman 功能的改进	(7)
1.7 无限制地增加机械层	(8)
1.8 微孔的设计	(8)
1.9 元器件的回溯功能	(9)
1.10 多板的 PCB 设计	(9)
1.10.1 多板设计 2.0 的特点	(9)
1.10.2 具体操作方法	(9)
1.11 高级的层叠管理器	(10)
1.12 本章小结	(11)
第 2 章 Altium Designer 19 软件及电子设计概述	(12)
2.1 Altium Designer 19 的系统配置要求及安装	(12)
2.1.1 系统配置要求	(12)
2.1.2 Altium Designer 19 的安装	(12)
2.2 Altium Designer 19 的激活	(14)
2.3 Altium Designer 19 的操作环境	(15)
2.4 常用系统参数的设置	(16)
2.4.1 中英文版本切换	(16)
2.4.2 高亮方式及交叉选择模式设置	(16)
2.4.3 文件关联开关	(17)
2.4.4 软件的升级及插件的安装路径	(17)

2.4.5	自动备份设置	(18)
2.5	原理图系统参数的设置	(18)
2.5.1	General 选项卡	(18)
2.5.2	Graphical Editing 选项卡	(20)
2.5.3	Compiler 选项卡	(21)
2.5.4	Grids 选项卡	(21)
2.5.5	Break Wire 选项卡	(22)
2.5.6	Defaults 选项卡	(22)
2.6	PCB 系统参数的设置	(23)
2.6.1	General 选项卡	(23)
2.6.2	Display 选项卡	(24)
2.6.3	Board Insight Display 选项卡	(24)
2.6.4	Board Insight Modes 选项卡	(25)
2.6.5	Board Insight Color Overrides 选项卡	(26)
2.6.6	DRC Violations Display 选项卡	(26)
2.6.7	Interactive Routing 选项卡	(27)
2.6.8	True Type Fonts 选项卡	(28)
2.6.9	Defaults 选项卡	(29)
2.6.10	Layer Colors 选项卡	(30)
2.7	系统参数的保存与调用	(30)
2.8	Altium Designer 导入导出插件的安装	(31)
2.9	电子设计流程概述	(32)
2.10	本章小结	(33)
第 3 章	工程的组成及完整工程的创建	(34)
3.1	工程的组成	(34)
3.2	完整工程的创建	(35)
3.2.1	新建工程	(35)
3.2.2	已存在工程文件的打开与路径查找	(36)
3.2.3	新建或添加元件库	(36)
3.2.4	新建或添加原理图	(37)
3.2.5	新建或添加 PCB 库	(38)
3.2.6	新建或添加 PCB	(38)
3.3	本章小结	(38)
第 4 章	元件库开发环境及设计	(39)
4.1	元件符号概述	(39)
4.2	元件库编辑器	(39)
4.2.1	元件库编辑器界面	(39)
4.2.2	元件库编辑器工作区参数	(43)
4.3	单部件元件的创建	(43)

4.4	多子件元件的创建	(46)
4.5	元件的检查与报告	(47)
4.6	元件库创建实例——电容的创建	(48)
4.7	元件库创建实例——ADC08200 的创建	(49)
4.8	元件库创建实例——放大器的创建	(50)
4.9	元件库的自动生成	(52)
4.10	元件的复制	(52)
4.11	本章小结	(53)
第 5 章	原理图开发环境及设计	(54)
5.1	原理图编辑界面	(54)
5.2	原理图设计准备	(55)
5.2.1	原理图页大小的设置	(55)
5.2.2	原理图栅格的设置	(56)
5.2.3	原理图模板的应用	(57)
5.3	元件的放置	(59)
5.3.1	放置元件	(59)
5.3.2	元件属性的编辑	(60)
5.3.3	元件的选择、移动、旋转及镜像	(61)
5.3.4	元件的复制、剪切及粘贴	(64)
5.3.5	元件的排列与对齐	(64)
5.4	电气连接的放置	(65)
5.4.1	绘制导线及导线属性设置	(65)
5.4.2	放置网络标签	(66)
5.4.3	放置电源及接地	(67)
5.4.4	放置网络标识符	(68)
5.4.5	总线的放置	(69)
5.4.6	放置差分标识	(72)
5.4.7	放置 No ERC 检查点	(72)
5.5	非电气对象的放置	(73)
5.5.1	放置辅助线	(73)
5.5.2	放置字符标注、文本框、注释及图片	(75)
5.6	原理图的全局编辑	(77)
5.6.1	元件的重新编号	(77)
5.6.2	元件属性的更改	(79)
5.6.3	原理图的跳转与查找	(80)
5.7	层次原理图的设计	(81)
5.7.1	层次原理图的定义及结构	(81)
5.7.2	自上而下的层次原理图设计	(81)
5.7.3	自下而上的层次原理图设计	(84)
5.8	原理图的编译与检查	(85)

5.8.1	原理图编译的设置	(85)
5.8.2	原理图的编译	(86)
5.9	BOM 表	(87)
5.10	原理图的打印输出	(89)
5.11	常用设计快捷命令汇总	(90)
5.11.1	常用鼠标命令	(90)
5.11.2	常用视图快捷命令	(91)
5.11.3	常用排列与对齐快捷命令	(91)
5.11.4	其他常用快捷命令	(91)
5.12	原理图设计实例——AT89C51	(92)
5.12.1	工程的创建	(92)
5.12.2	元件库的创建	(92)
5.12.3	原理图的设计	(93)
5.13	本章小结	(95)
第 6 章	PCB 库开发环境及设计	(96)
6.1	PCB 封装的组成	(96)
6.2	PCB 库编辑界面	(97)
6.3	2D 标准封装创建	(99)
6.3.1	向导创建法	(99)
6.3.2	手工创建法	(101)
6.4	异形焊盘封装创建	(105)
6.5	PCB 文件生成 PCB 库	(106)
6.6	PCB 封装的复制	(107)
6.7	PCB 封装的检查与报告	(107)
6.8	常见 PCB 封装的设计规范及要求	(108)
6.8.1	SMD 贴片封装设计	(108)
6.8.2	插件类型封装设计	(111)
6.8.3	沉板元件的特殊设计要求	(112)
6.8.4	阻焊层设计	(112)
6.8.5	丝印设计	(113)
6.8.6	元件 1 脚、极性 & 安装方向的设计	(113)
6.8.7	常用元件丝印图形式样	(114)
6.9	3D 封装创建	(115)
6.9.1	常规 3D 模型绘制	(116)
6.9.2	异形 3D 模型绘制	(118)
6.9.3	3D STEP 模型导入	(120)
6.10	集成库	(122)
6.10.1	集成库的创建	(122)
6.10.2	集成库的离散	(123)
6.10.3	集成库的安装与移除	(124)

6.11 本章小结	(125)
第7章 PCB设计开发环境及快捷键	(126)
7.1 PCB设计工作界面介绍	(126)
7.1.1 PCB设计交互界面	(126)
7.1.2 PCB对象编辑窗口	(126)
7.1.3 PCB设计常用面板	(126)
7.1.4 PCB设计工具栏	(128)
7.2 常用系统快捷键	(129)
7.3 快捷键的自定义	(130)
7.3.1 菜单选项设置法	(131)
7.3.2 Ctrl+左键单击设置法	(132)
7.4 本章小结	(133)
第8章 流程化设计——PCB前期处理	(134)
8.1 原理图封装完整性检查	(134)
8.1.1 封装的添加、删除与编辑	(134)
8.1.2 库路径的全局指定	(136)
8.2 网表及网表的生成	(138)
8.2.1 网表	(138)
8.2.2 Protel网表的生成	(139)
8.2.3 Altium网表的生成	(140)
8.3 PCB的导入	(141)
8.3.1 直接导入法(适用Altium Designer原理图)	(141)
8.3.2 网表对比导入法(适用Protel、OrCAD等第三方软件)	(142)
8.4 板框定义	(143)
8.4.1 DXF结构图的导入	(144)
8.4.2 自定义绘制板框	(145)
8.5 固定孔的放置	(146)
8.5.1 开发板类型固定孔的放置	(146)
8.5.2 导入型板框固定孔的放置	(146)
8.6 层叠的定义及添加	(147)
8.6.1 正片层与负片层	(147)
8.6.2 内电层的分割实现	(148)
8.6.3 PCB层叠的认识	(148)
8.6.4 层的添加及编辑	(152)
8.7 本章小结	(153)
第9章 流程化设计——PCB布局	(154)
9.1 常见PCB布局约束原则	(154)
9.1.1 元件排列原则	(155)

9.1.2	按照信号走向布局原则	(155)
9.1.3	防止电磁干扰	(155)
9.1.4	抑制热干扰	(155)
9.1.5	可调元件布局原则	(156)
9.2	PCB 模块化布局思路	(156)
9.3	固定元件的放置	(157)
9.4	原理图与 PCB 的交互设置	(157)
9.5	模块化布局	(158)
9.6	布局常用操作	(159)
9.6.1	全局操作	(159)
9.6.2	选择	(161)
9.6.3	移动	(163)
9.6.4	对齐	(163)
9.7	本章小结	(164)
第 10 章	流程化设计——PCB 布线	(165)
10.1	类与类的创建	(165)
10.1.1	类的简介	(165)
10.1.2	网络类的创建	(166)
10.1.3	差分类的创建	(167)
10.2	常用 PCB 规则设置	(169)
10.2.1	规则设置界面	(169)
10.2.2	电气规则设置	(169)
10.2.3	布线规则设置	(174)
10.2.4	阻焊规则设置	(177)
10.2.5	内电层规则设置	(177)
10.2.6	区域规则设置	(180)
10.2.7	差分规则设置	(181)
10.2.8	规则的导入与导出	(184)
10.3	阻抗计算	(185)
10.3.1	阻抗计算的必要性	(185)
10.3.2	常见的阻抗模型	(185)
10.3.3	阻抗计算详解	(186)
10.3.4	阻抗计算实例	(189)
10.4	PCB 扇孔	(191)
10.4.1	扇孔推荐及缺陷做法	(191)
10.4.2	BGA 扇孔	(191)
10.4.3	扇孔的拉线	(193)
10.5	布线常用操作	(195)
10.5.1	鼠线的打开与关闭	(195)
10.5.2	PCB 网络的管理与添加	(197)

10.5.3	网络及网络类的颜色管理	(199)
10.5.4	层的管理	(200)
10.5.5	元素的显示与隐藏	(201)
10.5.6	特殊粘贴法的使用	(202)
10.5.7	多条走线	(202)
10.5.8	泪滴的作用与添加	(203)
10.6	PCB 铺铜	(204)
10.6.1	局部铺铜	(204)
10.6.2	异形铺铜的创建	(205)
10.6.3	全局铺铜	(206)
10.6.4	多边形铺铜控空的放置	(207)
10.6.5	修整铺铜	(207)
10.7	蛇形走线	(208)
10.7.1	单端蛇形线	(208)
10.7.2	差分蛇形线	(210)
10.8	多种拓扑结构的等长处理	(212)
10.8.1	点到点绕线	(212)
10.8.2	菊花链结构	(212)
10.8.3	T 形结构	(213)
10.8.4	T 形结构分支等长法	(213)
10.8.5	From To 等长法	(214)
10.8.6	xSignals 等长法	(215)
10.9	本章小结	(219)
第 11 章 PCB 的 DRC 与生产输出		(220)
11.1	DRC	(220)
11.1.1	DRC 设置	(220)
11.1.2	电气性能检查	(221)
11.1.3	布线检查	(222)
11.1.4	Stub 线头检查	(222)
11.1.5	丝印上阻焊检查	(223)
11.1.6	元件高度检查	(223)
11.1.7	元件间距检查	(223)
11.2	尺寸标注	(224)
11.2.1	线性标注	(224)
11.2.2	圆弧半径标注	(225)
11.3	距离测量	(226)
11.3.1	点到点距离的测量	(226)
11.3.2	边缘间距的测量	(226)
11.4	丝印位号的调整	(227)
11.4.1	丝印位号调整的原则及常规推荐尺寸	(227)

11.4.2	丝印位号的调整方法	(227)
11.5	PDF 文件的输出	(228)
11.5.1	装配图的 PDF 文件输出	(229)
11.5.2	多层线路的 PDF 文件输出	(231)
11.6	生产文件的输出步骤	(233)
11.6.1	Gerber 文件的输出	(233)
11.6.2	钻孔文件的输出	(235)
11.6.3	IPC 网表的输出	(236)
11.6.4	贴片坐标文件的输出	(237)
11.7	本章小结	(237)
第 12 章	Altium Designer 高级设计技巧及应用	(238)
12.1	FPGA 管脚的调整	(238)
12.1.1	FPGA 管脚调整的注意事项	(238)
12.1.2	FPGA 管脚的调整技巧	(239)
12.2	相同模块布局布线的方法	(242)
12.3	孤铜移除的方法	(245)
12.3.1	正片去孤铜	(245)
12.3.2	负片去孤铜	(246)
12.4	检查线间距时差分间距报错的处理方法	(247)
12.5	如何快速挖槽	(248)
12.5.1	通过放置钻孔	(249)
12.5.2	通过板框层及板切割槽	(250)
12.6	插件的安装方法	(250)
12.7	PCB 文件中的 Logo 添加	(252)
12.8	3D 模型的导出	(254)
12.8.1	3D STEP 模型的导出	(255)
12.8.2	3D PDF 的输出	(256)
12.9	极坐标的应用	(257)
12.10	Altium Designer、PADS、OrCAD 之间的原理图互转	(260)
12.10.1	PADS 原理图转换成 Altium Designer 原理图	(260)
12.10.2	OrCAD 原理图转换成 Altium Designer 原理图	(261)
12.10.3	Altium Designer 原理图转换成 PADS 原理图	(263)
12.10.4	Altium Designer 原理图转换成 OrCAD 原理图	(265)
12.10.5	OrCAD 原理图转换成 PADS 原理图	(266)
12.10.6	PADS 原理图转换成 OrCAD 原理图	(267)
12.11	Altium Designer、PADS、Allegro 之间的 PCB 互转	(267)
12.11.1	Allegro PCB 转换成 Altium Designer PCB	(267)
12.11.2	PADS PCB 转换成 Altium Designer PCB	(270)
12.11.3	Altium Designer PCB 转换成 PADS PCB	(272)
12.11.4	Altium Designer PCB 转换成 Allegro PCB	(273)

12.11.5	Allegro PCB 转换成 PADS PCB	(274)
12.12	Gerber 文件转换成 PCB	(275)
12.12.1	方法 1	(275)
12.12.2	方法 2	(279)
12.13	本章小结	(280)
第 13 章	入门实例：2 层 STM32 开发板的设计	(281)
13.1	设计流程分析	(282)
13.2	工程的创建	(282)
13.3	元件库的创建	(283)
13.3.1	STM32F103C8T6 主控芯片的创建	(283)
13.3.2	数码管的创建	(285)
13.3.3	LED 的创建	(286)
13.4	原理图设计	(287)
13.4.1	元件的放置	(288)
13.4.2	元件的复制和放置	(288)
13.4.3	电气连接的放置	(288)
13.4.4	非电气性能标注的放置	(289)
13.4.5	元件位号的重新编号	(289)
13.4.6	原理图的编译与检查	(290)
13.5	PCB 封装的制作	(291)
13.5.1	LQFP48 PCB 封装的创建	(291)
13.5.2	LQFP48 3D 封装的放置	(293)
13.6	PCB 设计	(293)
13.6.1	元件封装匹配的检查	(293)
13.6.2	PCB 的导入	(295)
13.6.3	板框的绘制及定位孔的放置	(297)
13.6.4	PCB 布局	(298)
13.6.5	类的创建及 PCB 规则设置	(300)
13.6.6	PCB 扇孔及布线	(304)
13.6.7	走线与铺铜优化	(306)
13.7	DRC	(307)
13.8	生产输出	(307)
13.8.1	丝印位号的调整和装配图的 PDF 文件输出	(307)
13.8.2	Gerber 文件的输出	(308)
13.8.3	钻孔文件的输出	(311)
13.8.4	IPC 网表的输出	(311)
13.8.5	贴片坐标文件的输出	(311)
13.9	本章小结	(312)

第 14 章 入门实例：4 层核心板的 PCB 设计	(313)
14.1 实例简介	(313)
14.2 原理图的编译与检查	(314)
14.2.1 工程的创建与添加	(314)
14.2.2 原理图编译的设置	(314)
14.2.3 编译与检查	(315)
14.3 封装匹配的检查及 PCB 的导入	(315)
14.3.1 封装匹配的检查	(316)
14.3.2 PCB 的导入	(317)
14.4 PCB 推荐参数设置、层叠设置及板框的绘制	(317)
14.4.1 PCB 推荐参数设置	(317)
14.4.2 PCB 层叠设置	(318)
14.4.3 板框的绘制及定位孔的放置	(319)
14.5 交互式布局及模块化布局	(320)
14.5.1 交互式布局	(320)
14.5.2 模块化布局	(320)
14.5.3 布局原则	(321)
14.6 类的创建及 PCB 规则设置	(322)
14.6.1 类的创建及颜色设置	(322)
14.6.2 PCB 规则设置	(322)
14.7 PCB 扇孔	(325)
14.8 PCB 的布线操作	(326)
14.8.1 对接座子布线	(326)
14.8.2 SDRAM、Flash 的布线	(327)
14.8.3 电源处理	(329)
14.9 PCB 设计后期处理	(330)
14.9.1 3W 原则	(330)
14.9.2 修减环路面积	(330)
14.9.3 孤铜及尖岬铜皮的修整	(331)
14.9.4 回流地过孔的放置	(332)
14.10 本章小结	(332)
第 15 章 进阶实例：RK3288 平板电脑的设计	(333)
15.1 实例简介	(333)
15.1.1 MID 功能框图	(334)
15.1.2 MID 功能规格	(334)
15.2 结构设计	(335)
15.3 层叠结构及阻抗控制	(335)
15.3.1 层叠结构的选择	(336)
15.3.2 阻抗控制	(336)

15.4	设计要求	(337)
15.4.1	走线线宽及过孔	(337)
15.4.2	3W 原则	(337)
15.4.3	20H 原则	(338)
15.4.4	元件布局的规划	(339)
15.4.5	屏蔽罩的规划	(339)
15.4.6	铺铜完整性	(339)
15.4.7	散热处理	(340)
15.4.8	后期处理要求	(340)
15.5	模块化设计	(340)
15.5.1	CPU 的设计	(340)
15.5.2	PMU 模块的设计	(343)
15.5.3	存储器 LPDDR2 的设计	(346)
15.5.4	存储器 NAND Flash/EMMC 的设计	(349)
15.5.5	CIF Camera/MIPI Camera 的设计	(350)
15.5.6	TF/SD Card 的设计	(350)
15.5.7	USB OTG 的设计	(352)
15.5.8	G-sensor/Gyroscope 的设计	(353)
15.5.9	Audio/MIC/Earphone/Speaker 的设计	(353)
15.5.10	WIFI/BT 的设计	(355)
15.6	MID 的 QA 要点	(359)
15.6.1	结构设计部分的 QA 检查	(359)
15.6.2	硬件设计部分的 QA 检查	(359)
15.6.3	EMC 设计部分的 QA 检查	(360)
15.7	本章小结	(360)
第 16 章	常见问题解答集锦	(361)