



电子电路设计丛书

# Altium Designer 15

## 应用与PCB设计实例

Altium Designer 15

YINGYONG YU PCB SHEJI SHILI

王伟 张建兵 王建农 编著



國防工業出版社

National Defense Industry Press

# Altium Designer 15 应用与 PCB 设计实例

王 伟 张建兵 王建农 编著

国防工业出版社

· 北京 ·

## 内 容 简 介

本书基于 Altium Designer 15 的设计环境,从实用的角度出发,介绍原理图绘制与 PCB 设计的知识及 PCB 设计实例,内容包括基础、提高、实例三部分,共 18 章。基础部分主要介绍 Altium Designer 15 的安装和启动、使用初步、PCB 设计基础、PCB 工程文件的创建、特殊元器件的设计(原理图元件和 PCB 封装)、原理图绘制、PCB 布局、布线等;提高部分主要介绍原理图绘制和 PCB 设计的实用功能和技巧;实例部分给出 10 个典型的 PCB 设计实例(ISD1420 语音模块、串行显示模块、RFID 模块、CPLD 简易实验板、MSP430 电子锁控制板、ARM 简易实验板、PCI 简易实验卡、完全相似性多通道电路、局部差异化多通道电路、BLDC 电调),详细介绍了应用 Altium Designer 15 进行 PCB 设计的流程、包括特殊元件的设计、原理图绘制和 PCB 设计等内容。

本书可以作为电子设计人员的自学和参考用书,也可以作为高等院校电子、电气、自动化、计算机等相关专业的培训教材。

### 图书在版编目(CIP)数据

Altium Designer 15 应用与 PCB 设计实例/王伟,张建兵,王建农编著.

—北京:国防工业出版社,2016.8

ISBN 978-7-118-10864-4

I. ①A… II. ①王… ②张… ③王… 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(2016)第 175197 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

涿中印刷厂印刷

新华书店经售

\*

开本 787×1092 1/16 印张 27 $\frac{1}{4}$  字数 692 千字

2016 年 8 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—2000 册 定价 79.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010) 88540777

发行邮购:(010) 88540776

发行传真:(010) 88540755

发行业务:(010) 88540717

# 前 言

Altium 公司致力于 EDA 新产品开发, 每年推出 1~2 个版本的更新, 提升 Altium 在 EDA 市场的占有率。随着电子设计新概念和新技术不断地更新, 可以为设计人员提供相应电子产品、电子系统的设计工具, 帮助电子工程师更快、更好地实现将设计转化成产品, 缩短开发周期。其发布的 Altium Designer 系列将设计流程、原理图设计、PCB 设计、可编程逻辑器件设计和嵌入式软件开发功能整合在一起, 拓宽了板级设计的传统界限, 允许电子工程师将系统设计中的 FPGA 与 PCB 设计集成在一起, 是可以解决一体化电子设计的 EDA 软件。Altium Designer 15 除了全面继承之前一系列版本的功能和优点以外, 还增加了高速信号引脚对功能、对 IPC-2581 和 Gerber X2 支持、开发环境更加友好、更加合理的自动布线算法。Altium Designer 功能强大、设计高效、操作简便, 已被越来越多的电子设计人员所熟悉和喜爱, 成为广大初学者首选的 EDA 软件。

本书以大量实例为基础, 内容由浅入深, 力求使读者能尽快了解 Altium Designer 15 的功能特性、熟悉 Altium Designer 15 的设计环境、掌握 Altium Designer 15 的基本应用。为便于阅读, 软件中拷贝一词在本书中均改为复制。全书分为三部分, 共 18 章, 基础部分 (1~6 章) 以电子产品设计的流程为主线, 介绍 PCB 工程文件的创建、特殊元件的设计 (原理图元件和 PCB 封装)、原理图绘制、PCB 布局、布线等基础知识; 提高部分 (7、8 章) 介绍在绘制原理图和 PCB 设计中经常使用的实用功能和技巧; 实例部分 (9~18 章) 给出了 10 个典型的 PCB 设计实例, 介绍在 Altium Designer 15 环境下, 如何完成原理图绘制和 PCB 设计, 为读者全面梳理 PCB 设计的流程、PCB 设计方法, 拓宽设计思路。本书内容连贯, 基础篇、提高篇、实例篇的内容相对独立, 通过阅读本书, 读者可以对 Altium Designer 15 和 PCB 设计有一个较为全面、系统的了解, 各章主要内容如下。

第 1 章 Altium Designer 概述: 介绍 Altium Designer 的发展历程、Altium Designer 15 的安装和启动、本书所用环境介绍等。

第 2 章 PCB 设计基础: 介绍 PCB 设计基本步骤、元器件的封装和一些 PCB 设计中基本概念等。

第 3 章 原理图设计基础: 介绍绘制原理图的原则及步骤、原理图编辑环境、绘制电路原理图、原理图绘制的技巧、绘制实例介绍等。

第 4 章 创建元件库: 介绍创建元件库的步骤、对元件库项目的操作、为原理图元件库文件添加元件、为 PCB 元件库添加元件、制作元件封装等。

第 5 章 PCB 设计基础: 介绍 PCB 设计环境、规划电路板及参数设置、载入网络表、PCB 布局、PCB 布线、设计规则检测等。

第 6 章 PCB 的输出: 介绍 PCB 报表输出、光绘及钻孔文件的导出、PCB 和原理图的交叉探针、智能 PDF 向导等。

第 7 章 原理图设计提高: 介绍原理图的优化、层次电路设计、原理图其他绘图技巧等。

第8章 PCB设计提高：介绍添加测试点、补泪滴、包地、铺铜、重编元件标号、在PCB板中添加新元件、阵列粘贴、密度分析、3D预览等。

第9章 ISD1420语音模块PCB设计实例：介绍SD1420语音模块PCB设计的全过程，包括新建有关文件、设计PCB封装、设计原理图元件、原理图的绘制和处理、PCB布局和布线等。

第10章 串行显示模块PCB设计实例：介绍串行（74LS164）显示模块PCB设计的全过程，包括新建有关文件、设计PCB封装、设计原理图元件、原理图的绘制和处理、PCB布局和布线、敷铜操作等。

第11章 RFID模块PCB设计实例：介绍RFID（FM1702SL）模块PCB设计的全过程，包括新建有关文件、设计PCB封装、设计原理图元件、原理图的绘制和处理、PCB布局和布线、敷铜操作等。

第12章 CPLD简易实验板PCB设计实例：介绍CPLD（XC95108）简易实验板PCB设计的全过程，包括新建有关文件、设计PCB封装、设计原理图元件、原理图的绘制和处理、PCB布局和布线、敷铜操作等。

第13章 MSP430电子锁控制板PCB设计实例：介绍MSP430（MSP430F123IDW）电子锁控制板PCB设计的全过程，包括新建有关文件、设计PCB封装、设计原理图元件、原理图的绘制和处理、PCB布局和布线、敷铜操作等。

第14章 ARM简易实验板PCB设计实例：介绍ARM（STM32F103RBT6）简易实验板PCB设计的全过程，包括新建有关文件、设计PCB封装、设计原理图元件、原理图的绘制和处理、PCB布局和布线、敷铜操作等。

第15章 PCI简易实验卡PCB设计实例：介绍PCI（CH365）简易实验卡PCB设计的全过程，包括新建有关文件、设计PCB封装、设计原理图元件、原理图的绘制和处理、PCB布局和布线、敷铜操作、放置焊盘阵列等。

第16章 完全相似性多通道电路设计实例：以一种多通道滤波器电路的设计为例，详细阐述Altium Designer软件在电路多通道设计中的应用及其实施过程。包括新建有关文件、设计PCB封装、设计原理图元件、原理图的绘制和处理、PCB布局和布线、敷铜操作、放置焊盘阵列等。

第17章 局部差异化多通道电路设计实例：以595串行LED显示电路的设计为例，说明多通道电路设计过程，存在差异化的电路设计，具体的处理及实施过程。包括新建有关文件、设计PCB封装、设计原理图元件、原理图的绘制和处理、PCB布局和布线、敷铜操作、放置焊盘阵列等。

第18章 BLDC电调设计实例：介绍一种基于ST控制器的BLDC电调设计的全过程。包括新建有关文件、设计PCB封装、设计原理图元件、原理图的绘制和处理、PCB布局和布线、敷铜操作、放置焊盘阵列等。

本书由常州工学院王伟、张建兵和王建农共同编著，全书由王伟统稿。本书可以作为电子设计人员的自学和参考用书，也可以作为高等院校电子、电气、自动化、计算机等相关专业的培训教材。由于作者水平有限、编著时间仓促，书中不足之处和错误在所难免，敬请广大读者批评指正，联系信箱：[wwei@czu.cn](mailto:wwei@czu.cn)。

作者

2016年5月

# 目 录

|       |                                 |    |
|-------|---------------------------------|----|
| 第 1 章 | Altium Designer 概述 .....        | 1  |
| 1.1   | Altium Designer 发展历程 .....      | 1  |
| 1.2   | Altium Designer 15 的新功能 .....   | 2  |
| 1.3   | Altium Designer 15 的安装和启动 ..... | 3  |
| 1.3.1 | 安装 Altium Designer 15 .....     | 3  |
| 1.3.2 | 激活 Altium Designer 15 .....     | 6  |
| 1.3.3 | 启动 Altium Designer 15 .....     | 7  |
| 1.4   | 切换英文到中文环境 .....                 | 9  |
| 1.5   | Altium Designer 15 使用初步 .....   | 12 |
| 1.5.1 | PCB 板设计的工作流程 .....              | 12 |
| 1.5.2 | 初识编辑环境 .....                    | 13 |
| 1.5.3 | 各类面板初识 .....                    | 15 |
| 1.5.4 | 绘制原理图操作提示 .....                 | 17 |
| 第 2 章 | PCB 设计基础 .....                  | 22 |
| 2.1   | PCB 概述 .....                    | 22 |
| 2.1.1 | PCB 的构成 .....                   | 22 |
| 2.1.2 | PCB 的功能 .....                   | 22 |
| 2.1.3 | PCB 的分类 .....                   | 23 |
| 2.1.4 | PCB 基本组件 .....                  | 30 |
| 2.2   | PCB 设计基本步骤 .....                | 31 |
| 2.2.1 | 前期准备 .....                      | 31 |
| 2.2.2 | PCB 结构设计 .....                  | 34 |
| 2.2.3 | PCB 布局 .....                    | 34 |
| 2.2.4 | PCB 布线 .....                    | 35 |
| 2.2.5 | 布线优化和丝印 .....                   | 35 |
| 2.2.6 | 网络和 DRC 及结构检查 .....             | 36 |
| 2.2.7 | 制版 .....                        | 36 |
| 2.3   | 元器件的封装 .....                    | 36 |
| 2.3.1 | 元器件的封装形式 .....                  | 36 |
| 2.3.2 | Altium Designer 15 的元件及封装 ..... | 37 |
| 第 3 章 | 原理图设计基础 .....                   | 44 |
| 3.1   | 绘制原理图的原则及步骤 .....               | 44 |
| 3.2   | 对原理图的操作 .....                   | 45 |

|              |                         |           |
|--------------|-------------------------|-----------|
| 3.2.1        | 创建原理图文件 .....           | 45        |
| 3.2.2        | 原理图编辑环境 .....           | 46        |
| 3.2.3        | 原理图纸的设置 .....           | 48        |
| 3.3          | 对元器件的操作 .....           | 52        |
| 3.3.1        | 元器件的放置 .....            | 52        |
| 3.3.2        | 编辑元器件的属性 .....          | 53        |
| 3.3.3        | 调整元器件的位置 .....          | 58        |
| 3.4          | 绘制电路原理图 .....           | 59        |
| 3.4.1        | 原理图连接工具的介绍 .....        | 59        |
| 3.4.2        | 元器件的电气连接 .....          | 60        |
| 3.4.3        | 放置电气节点 .....            | 62        |
| 3.4.4        | 放置网络标号 .....            | 63        |
| 3.4.5        | 放置输入/输出端口 .....         | 64        |
| 3.4.6        | 放置电源或地端口 .....          | 65        |
| 3.4.7        | 放置忽略电气规则(ERC)检查符号 ..... | 66        |
| 3.4.8        | 放置 PCB 布局标志 .....       | 67        |
| 3.5          | 原理图绘制的技巧 .....          | 69        |
| 3.5.1        | 页面缩放 .....              | 69        |
| 3.5.2        | 工具栏的打开与关闭 .....         | 70        |
| 3.5.3        | 元件的复制、剪切、粘贴与删除 .....    | 70        |
| 3.6          | 实例介绍 .....              | 73        |
| 3.7          | 编译项目及查错 .....           | 79        |
| 3.7.1        | 设置项目选项 .....            | 79        |
| 3.7.2        | 编译项目同时查看系统信息 .....      | 82        |
| 3.8          | 生成原理图网络表文件 .....        | 83        |
| 3.9          | 生成和输出各种报表和文件 .....      | 85        |
| 3.9.1        | 输出元器件报表 .....           | 85        |
| 3.9.2        | 输出整个项目原理图的元器件报表 .....   | 88        |
| <b>第 4 章</b> | <b>创建元件库 .....</b>      | <b>89</b> |
| 4.1          | 创建元件库的步骤 .....          | 89        |
| 4.2          | 对元件库项目的操作 .....         | 89        |
| 4.2.1        | 创建元件库项目 .....           | 89        |
| 4.2.2        | 为元件库项目添加文件 .....        | 90        |
| 4.2.3        | 重命名元件库项目 .....          | 91        |
| 4.3          | 为原理图元件库文件添加元件 .....     | 92        |
| 4.3.1        | 原理图元件库文件编辑界面 .....      | 92        |
| 4.3.2        | 工具栏应用介绍 .....           | 94        |
| 4.3.3        | 为原理图元件库添加元器件 .....      | 96        |
| 4.4          | 为 PCB 元件库添加元器件 .....    | 111       |
| 4.4.1        | PCB 元件库文件编辑界面 .....     | 111       |

|              |                       |            |
|--------------|-----------------------|------------|
| 4.4.2        | 制作元件封装 .....          | 112        |
| 4.5          | 编译集成元件库 .....         | 125        |
| 4.6          | 对集成元件库的操作 .....       | 126        |
| 4.6.1        | 库面板 .....             | 126        |
| 4.6.2        | 加载和卸载元器件库 .....       | 127        |
| <b>第 5 章</b> | <b>PCB 设计基础</b> ..... | <b>133</b> |
| 5.1          | 创建 PCB 文件 .....       | 133        |
| 5.1.1        | 用电路板向导创建 PCB 文件 ..... | 134        |
| 5.1.2        | 自行创建 PCB 文件 .....     | 139        |
| 5.2          | PCB 设计环境 .....        | 139        |
| 5.2.1        | 主菜单栏 .....            | 140        |
| 5.2.2        | PCB 标准工具栏 .....       | 140        |
| 5.2.3        | 配线工具栏 .....           | 140        |
| 5.2.4        | 过滤工具栏 .....           | 141        |
| 5.2.5        | 导航工具栏 .....           | 141        |
| 5.2.6        | PCB 编辑窗口 .....        | 141        |
| 5.2.7        | 板层标签 .....            | 141        |
| 5.2.8        | 状态栏 .....             | 142        |
| 5.3          | 规划电路板及参数设置 .....      | 142        |
| 5.3.1        | 边框线的设置 .....          | 142        |
| 5.3.2        | 修改 PCB 形 .....        | 144        |
| 5.4          | 设置工作层 .....           | 146        |
| 5.5          | 设置网格及图纸页面 .....       | 147        |
| 5.6          | 设置工作层面颜色 .....        | 148        |
| 5.6.1        | 层面颜色设置 .....          | 148        |
| 5.6.2        | 系统颜色设置 .....          | 149        |
| 5.7          | 设置系统环境参数 .....        | 150        |
| 5.8          | 载入网络表 .....           | 153        |
| 5.8.1        | 设置同步比较规则 .....        | 153        |
| 5.8.2        | 准备设计转换 .....          | 153        |
| 5.8.3        | 网络与元器件封装的装入 .....     | 154        |
| 5.9          | PCB 布局 .....          | 157        |
| 5.9.1        | 手动布局 .....            | 157        |
| 5.9.2        | 自动布局 .....            | 159        |
| 5.10         | PCB 布线 .....          | 163        |
| 5.10.1       | 布线规则设置 .....          | 164        |
| 5.10.2       | 自动布线 .....            | 180        |
| 5.10.3       | 手动布线 .....            | 190        |
| 5.10.4       | 混合布线 .....            | 194        |
| 5.10.5       | 设计规则检测 .....          | 199        |

|              |                  |     |
|--------------|------------------|-----|
| <b>第 6 章</b> | <b>PCB 的输出</b>   | 202 |
| 6.1          | PCB 报表输出         | 202 |
| 6.1.1        | PCB 信息报表         | 202 |
| 6.1.2        | 元件报表             | 204 |
| 6.1.3        | 元器件交叉参考报表        | 206 |
| 6.1.4        | 网络状态表            | 208 |
| 6.1.5        | 测量距离             | 209 |
| 6.2          | 创建 Gerber 文件     | 209 |
| 6.3          | 创建钻孔文件           | 211 |
| 6.4          | 光绘及钻孔文件的导出       | 213 |
| 6.4.1        | 光绘文件的导出          | 214 |
| 6.4.2        | 钻孔数据文件的导出        | 215 |
| 6.5          | PCB 和原理图的交叉探针    | 215 |
| 6.6          | 智能 PDF 向导        | 216 |
| <b>第 7 章</b> | <b>原理图设计提高</b>   | 221 |
| 7.1          | 原理图的优化           | 221 |
| 7.1.1        | 用网络标号进行原理图的优化    | 221 |
| 7.1.2        | 用 I/O 端口进行原理图的优化 | 225 |
| 7.2          | 层次电路设计           | 228 |
| 7.2.1        | 自上而下设计原理图        | 228 |
| 7.2.2        | 自下而上设计原理图        | 234 |
| 7.3          | 原理图其他绘图技巧        | 236 |
| 7.3.1        | 用画图工具标注信号及说明文本   | 236 |
| 7.3.2        | 原理图连线技巧          | 236 |
| <b>第 8 章</b> | <b>PCB 设计提高</b>  | 240 |
| 8.1          | 添加测试点            | 240 |
| 8.1.1        | 设置测试点设计规则        | 240 |
| 8.1.2        | 自动搜索并创建合适的测试点    | 242 |
| 8.1.3        | 放置测试点后的规则检查      | 243 |
| 8.2          | 补泪滴              | 244 |
| 8.3          | 包地               | 246 |
| 8.4          | 敷铜               | 247 |
| 8.4.1        | 规则敷铜             | 248 |
| 8.4.2        | 删除敷铜             | 252 |
| 8.5          | PCB 的其他功能        | 253 |
| 8.5.1        | 重编元件标号           | 253 |
| 8.5.2        | 放置文字标注           | 255 |
| 8.5.3        | 在 PCB 中添加新元件     | 256 |
| 8.5.4        | 阵列粘贴             | 261 |
| 8.5.5        | 使用鼠标滑轮选择层        | 262 |

|               |                                    |            |
|---------------|------------------------------------|------------|
| 8.6           | 密度分析 .....                         | 262        |
| 8.7           | 3D 预览 .....                        | 263        |
| <b>第 9 章</b>  | <b>ISD1420 语音模块 PCB 设计实例 .....</b> | <b>267</b> |
| 9.1           | 新建 PCB 工程文件 .....                  | 267        |
| 9.2           | 新建原理图和 PCB 文件 .....                | 268        |
| 9.3           | 新建用户库文件 .....                      | 268        |
| 9.3.1         | 设计 PCB 封装 .....                    | 269        |
| 9.3.2         | 设计原理图元件 .....                      | 270        |
| 9.4           | 设计原理图 .....                        | 274        |
| 9.4.1         | 原理图的绘制 .....                       | 274        |
| 9.4.2         | 原理图的处理 .....                       | 277        |
| 9.5           | 设计 PCB 图 .....                     | 278        |
| 9.5.1         | 放置布线框 .....                        | 278        |
| 9.5.2         | 装入网络表 .....                        | 278        |
| 9.5.3         | PCB 布局 .....                       | 279        |
| 9.5.4         | PCB 布线 .....                       | 279        |
| 9.5.5         | 设计规则检查 .....                       | 280        |
| <b>第 10 章</b> | <b>串行显示模块 PCB 设计实例 .....</b>       | <b>281</b> |
| 10.1          | 新建 PCB 工程文件 .....                  | 281        |
| 10.2          | 新建原理图和 PCB 文件 .....                | 281        |
| 10.3          | 新建用户库文件 .....                      | 281        |
| 10.3.1        | 设计 PCB 封装 .....                    | 282        |
| 10.3.2        | 设计原理图元件 .....                      | 285        |
| 10.4          | 设计原理图 .....                        | 287        |
| 10.4.1        | 原理图的绘制 .....                       | 287        |
| 10.4.2        | 原理图的处理 .....                       | 289        |
| 10.5          | 设计 PCB 图 .....                     | 289        |
| 10.5.1        | 放置布线框 .....                        | 290        |
| 10.5.2        | 装入网络表 .....                        | 290        |
| 10.5.3        | PCB 布局 .....                       | 290        |
| 10.5.4        | PCB 自动布线 .....                     | 290        |
| 10.5.5        | PCB 后续处理 .....                     | 292        |
| <b>第 11 章</b> | <b>RFID 模块 PCB 设计实例 .....</b>      | <b>295</b> |
| 11.1          | 新建 PCB 工程文件 .....                  | 295        |
| 11.2          | 新建原理图和 PCB 文件 .....                | 295        |
| 11.3          | 新建用户库文件 .....                      | 295        |
| 11.3.1        | 设计 PCB 封装 .....                    | 296        |
| 11.3.2        | 设计原理图元件 .....                      | 299        |
| 11.4          | 设计原理图 .....                        | 302        |
| 11.4.1        | 原理图的绘制 .....                       | 302        |

|        |                        |     |
|--------|------------------------|-----|
| 11.4.2 | 原理图的处理                 | 304 |
| 11.5   | 设计 PCB 图               | 304 |
| 11.5.1 | 放置布线框                  | 304 |
| 11.5.2 | 装入网络表                  | 304 |
| 11.5.3 | PCB 布局                 | 305 |
| 11.5.4 | PCB 布线                 | 305 |
| 11.5.5 | PCB 后续处理               | 307 |
| 第 12 章 | CPLD 简易实验板 PCB 设计实例    | 309 |
| 12.1   | 新建 PCB 工程文件            | 309 |
| 12.2   | 新建原理图和 PCB 文件          | 309 |
| 12.3   | 新建用户库文件                | 309 |
| 12.3.1 | 设计 PCB 封装              | 310 |
| 12.3.2 | 设计原理图元件                | 314 |
| 12.4   | 设计原理图                  | 317 |
| 12.4.1 | 原理图的绘制                 | 317 |
| 12.4.2 | 原理图的处理                 | 320 |
| 12.5   | 设计 PCB 图               | 321 |
| 12.5.1 | 放置布线框                  | 321 |
| 12.5.2 | 装入网络表                  | 321 |
| 12.5.3 | PCB 布局                 | 321 |
| 12.5.4 | PCB 自动布线               | 322 |
| 12.5.5 | PCB 后续处理               | 323 |
| 第 13 章 | MSP430 电子锁控制板 PCB 设计实例 | 326 |
| 13.1   | 新建 PCB 工程文件            | 326 |
| 13.2   | 新建原理图和 PCB 文件          | 326 |
| 13.3   | 新建用户库文件                | 326 |
| 13.3.1 | 设计 PCB 封装              | 327 |
| 13.3.2 | 设计原理图元件                | 329 |
| 13.4   | 设计原理图                  | 333 |
| 13.4.1 | 原理图的绘制                 | 333 |
| 13.4.2 | 原理图的处理                 | 337 |
| 13.5   | 设计 PCB 图               | 337 |
| 13.5.1 | 放置布线框                  | 337 |
| 13.5.2 | 装入网络表                  | 338 |
| 13.5.3 | PCB 布局                 | 338 |
| 13.5.4 | PCB 自动布线               | 338 |
| 13.5.5 | PCB 后续处理               | 341 |
| 第 14 章 | ARM 简易实验板 PCB 设计实例     | 344 |
| 14.1   | 新建 PCB 工程文件            | 344 |
| 14.2   | 新建原理图和 PCB 文件          | 344 |

|               |                                 |            |
|---------------|---------------------------------|------------|
| 14.3          | 新建用户库文件 .....                   | 344        |
| 14.3.1        | 设计 PCB 封装 .....                 | 345        |
| 14.3.2        | 设计原理图元件 .....                   | 349        |
| 14.4          | 设计原理图 .....                     | 353        |
| 14.4.1        | 原理图的绘制 .....                    | 353        |
| 14.4.2        | 原理图的处理 .....                    | 357        |
| 14.5          | 设计 PCB 图 .....                  | 357        |
| 14.5.1        | 放置布线框 .....                     | 357        |
| 14.5.2        | 装入网络表 .....                     | 358        |
| 14.5.3        | PCB 布局 .....                    | 358        |
| 14.5.4        | PCB 自动布线 .....                  | 358        |
| 14.5.5        | PCB 后续处理 .....                  | 361        |
| <b>第 15 章</b> | <b>PCI 简易实验卡 PCB 设计实例 .....</b> | <b>364</b> |
| 15.1          | 新建 PCB 工程、原理图和 PCB 文件 .....     | 364        |
| 15.2          | 新建用户库文件 .....                   | 366        |
| 15.2.1        | 设计 PCB 封装 .....                 | 367        |
| 15.2.2        | 设计原理图元件 .....                   | 369        |
| 15.3          | 设计原理图 .....                     | 371        |
| 15.3.1        | 原理图的绘制 .....                    | 371        |
| 15.3.2        | 原理图的处理 .....                    | 373        |
| 15.4          | 设计 PCB 图 .....                  | 374        |
| 15.4.1        | 层堆栈设置 .....                     | 374        |
| 15.4.2        | 装入网络表 .....                     | 375        |
| 15.4.3        | PCB 布局 .....                    | 375        |
| 15.4.4        | PCB 自动布线 .....                  | 375        |
| 15.4.5        | PCB 后续处理 .....                  | 377        |
| <b>第 16 章</b> | <b>完全相似性多通道电路设计实例 .....</b>     | <b>381</b> |
| 16.1          | 新建 PCB 工程文件 .....               | 381        |
| 16.2          | 新建原理图和 PCB 文件 .....             | 381        |
| 16.3          | 新建用户库文件 .....                   | 383        |
| 16.3.1        | 系统元件库 .....                     | 383        |
| 16.3.2        | PCB 元件封装 .....                  | 384        |
| 16.3.3        | SCH 元件 .....                    | 385        |
| 16.4          | 设计原理图 .....                     | 385        |
| 16.4.1        | 原理图的绘制 .....                    | 385        |
| 16.4.2        | 原理图的处理 .....                    | 387        |
| 16.5          | 设计 PCB 图 .....                  | 388        |
| 16.5.1        | 设置 PCB 形状大小 .....               | 388        |
| 16.5.2        | 装入网络表 .....                     | 390        |
| 16.5.3        | PCB 布局 .....                    | 391        |

|               |                      |            |
|---------------|----------------------|------------|
| 16.5.4        | PCB 布线               | 392        |
| 16.5.5        | PCB 后续处理             | 392        |
| <b>第 17 章</b> | <b>局部差异多通道电路设计实例</b> | <b>395</b> |
| 17.1          | 新建 PCB 工程文件          | 395        |
| 17.2          | 新建原理图和 PCB 文件        | 395        |
| 17.3          | 新建用户库文件              | 396        |
| 17.3.1        | 设计 PCB 封装            | 397        |
| 17.3.2        | 设计原理图元件              | 399        |
| 17.4          | 设计原理图                | 402        |
| 17.4.1        | 原理图的绘制               | 402        |
| 17.4.2        | 多通道原理图上层设计           | 403        |
| 17.4.3        | 原理图的处理               | 404        |
| 17.5          | 设计 PCB 图             | 404        |
| 17.5.1        | 设置 PCB 形状大小          | 404        |
| 17.5.2        | 装入网络表                | 405        |
| 17.5.3        | PCB 布局               | 406        |
| 17.5.4        | PCB 自动布线             | 408        |
| 17.5.5        | PCB 后续处理             | 409        |
| <b>第 18 章</b> | <b>BLDC 电调设计实例</b>   | <b>412</b> |
| 18.1          | 新建 PCB 工程文件          | 412        |
| 18.2          | 新建原理图和 PCB 文件        | 412        |
| 18.3          | 新建用户库文件              | 413        |
| 18.3.1        | 设计 PCB 封装            | 413        |
| 18.3.2        | 设计原理图元件              | 417        |
| 18.4          | 设计原理图                | 419        |
| 18.4.1        | 原理图的绘制               | 419        |
| 18.4.2        | 原理图的处理               | 421        |
| 18.5          | 设计 PCB 图             | 422        |
| 18.5.1        | 设置 PCB 框形状大小         | 422        |
| 18.5.2        | 装入网络表                | 423        |
| 18.5.3        | PCB 布局               | 424        |
| 18.5.4        | PCB 布线               | 424        |
| 18.5.5        | PCB 后续处理             | 426        |
| <b>附录</b>     | <b>BLED 电调电路原理图</b>  | <b>430</b> |
|               | <b>参考文献</b>          | <b>431</b> |

# 第 1 章 Altium Designer 概述

Altium 公司致力于产品开发,持续在市场上推出一系列设计新概念和新技术,为设计人员提供电子产品、系统的最佳设计工具,帮助电子工程师更快、更好地实现将设计转化成产品,Altium Designer 已被越来越多的电子设计人员所熟悉和喜爱。

## 1.1 Altium Designer 发展历程

1987 年,由美国 ACCEL Technologies Inc 公司推出第一个应用于电子线路设计的软件包 TANGO,这个软件包开创了电子设计自动化(EDA)的先河。

1987 年,Protel Technology 公司以其强大的研发能力推出了 Protel For DOS 作为 TANGO 的升级版本,从此 Protel 成为最为流行的电子设计软件,是 PCB(Printed Circuit Board)设计者的首选软件。

20 世纪 80 年代末期,Windows 操作系统开始盛行,Protel 相继推出 Protel For Windows 1.0、Protel For Windows 1.5 等版本来支持 Windows 操作系统。这些版本的可视化功能给用户设计电子线路带来了很大的方便。设计者不用再去拼命记一些烦琐的操作命令,大大提高了设计效率,缩短了电子产品设计的周期,也可以说推动了电子工业的发展。

20 世纪 90 年代中期,Windows 95 操作系统开始普及,Protel 也紧跟潮流,推出了基于 Windows 95 的 3.X 版本。Protel 3.X 版本加入新颖的主从式结构,但在自动布线方面却没有出众的表现。另外由于 Protel 3.X 版本是 16 位和 32 位的混合型软件,所以其稳定性比较差。

1998 年,Protel 公司推出了给人全新感觉的 Protel 98。Protel 98 这个 32 位产品是第一个包含 5 个核心模块的 EDA 工具,并以其出众的自动布线功能获得了业内人事的一致好评。

1999 年,Protel 公司又推出了新一代的电子线路设计系统——Protel 99。其既有原理图的逻辑功能验证的混合信号仿真,又有 PCB 信号完整性分析的板级仿真,构成从电路设计到真实板分析的完整体系。

2001 年 8 月 6 日,为了更好地反映 Protel Technology 公司在嵌入式、FPGA 设计、EDA 领域拥有多个品牌的市场地位,Protel Technology 公司正式更名为 Altium 公司。

2002 年,Altium 公司重新设计了设计浏览器(DXP)平台,并发布第一个在新 DXP 平台上使用的产品 Protel DXP,Protel DXP 提供了一个全新的设计平台,并为广大的电子设计者接受,直到今天 Protel DXP 还具有很大的使用群体。

2005 年年底,Altium 公司发布了最新版本 Altium Designer 6.0,Altium Designer 6.0 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,是一体化电子设计解决方案 Altium Designer 的全新版本。

2006 年, Altium 公司发布了 Altium Designer 6.3 版。

2008 年夏季, Altium 公司发布了 Altium Designer summer 08 版。

2009 年冬季, Altium 公司发布了 Altium Designer Winter 09 版。

2010 年, Altium 发布了 Altium Designer 10 版。

2011 年, Altium 发布了 Altium Designer 11 版。

2012 年, Altium 发布了 Altium Designer 12 版。

2014 年 10 月, Altium 发布了 Altium Designer 15.0.7 版(本书所有实例使用的版本)。

这些最新高端版本 Altium Designer 除了全面继承包括 Protel 99、Protel2004 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 系列软件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 设计集成在一起。

## 1.2 Altium Designer 15 的新功能

Altium Designer 15 展示了 Altium 将继续致力于生产软件和解决方案, 提高生产力和在具有挑战性的电子设计项目过程中减少用户的压力。它反映了 Altium 的承诺, 通过提供客户都希望产品和需要的支持客户的成功。在符合这些目标时, Altium Designer 15 包含了设计下一代高速印制电路板, 并保持了领先的趋势。

### 1. 高速信号管脚对

现代设计要求的速率信号的传播达到每秒 100Gbit。设计这些规范在上一代的设计软件是具有挑战性的。这个过程通常需要手工返工和精心策划的信号设计工具之外, 通常在电子表格程序中造成额外的步骤, 并引入大量的空间误差。使用 Altium Designer 15 的新管脚对功能已被添加到:

- (1) 启用精确的长度和相位调整跨终端的组件。
- (2) 允许长度、相位和延迟调整遍历整个信号路径。

### 2. IPC-2581 和 Gerber X2 支持

作为计算机辅助制造格式, 传统的格柏 (Gerber) 有其标准的 RS-274D 发布的近 35 年前起源; 许多人认为“标准格柏”是过时的。Ucamco 最近更新的 RS-274X 格柏 X2 纳入关键制造数据之前失踪, 国际印制电路行业协会开发了一种全新的标准, IPC-2581。使用旧格式时遇到模棱两可或丢失的数据, 如格柏 RS-274X 的两个解决问题, 从而根据其设计的设计手段到制造, 完全描述 PCB:

- (1) 铜层的图像。
- (2) 电镀和未电镀孔、槽、路线、沟槽和微孔。
- (3) PCB 设计大纲和缺口的地区。
- (4) 复杂层堆栈区。
- (5) 刚性和柔性电路板领域。
- (6) 材料规范。

(7) 制作注释、公差和其他关键标准的合规性信息。

Altium Designer 15 引入了两种 IPC-2581 和 Gerber X2 支持, 使设计人员保持及时更新, 同时扩大他们 PCB 制造合作伙伴的选择。

随着客户反馈意见催生更多的新功能, 使得在日常维护时, Altium Designer 15 将不断地增强电子工程流程, 以减少设计师和制造商之间的通信瓶颈。

## 1.3 Altium Designer 15 的安装和启动

Altium Designer 15 由于增加了新的设计功能, 与以前版本相比, 对硬件的配置要求较高, 安装后的文件大小约为 2G, 因此, 应尽可能将 Altium Designer 15 安装在配置较高的电脑上, 从而保证设计的流畅性。

### 1.3.1 安装 Altium Designer 15

如果用户安装过其他 windows 应用软件, 就会感到安装 Altium Designer 15 十分简单。操作步骤如下。

首先将 Altium Designer 15 安装光盘放入光驱中, 正常情况下系统会自动进入安装初始界面。如果系统未执行自动安装模式, 则请双击 I:\ Altium Designer 15.0.7 Build 36915\AltiumDesignerSetup15\_0\_7.exe

双击 AltiumDesignerSetup15\_0\_7.exe 安装程序后, 便会出现如图 1-1 所示的安装界面。

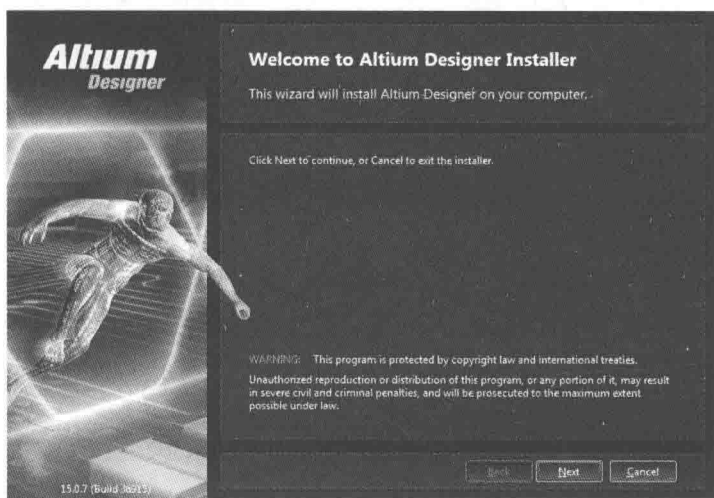


图 1-1 安装向导对话框

单击【Next】按钮, 系统进入【License Agreement】窗口, 如图 1-2 所示。

与 Altium Designer 老版本相比, Altium Desinger 15 在该界面中可以选择系统的语言形式, 支持中文环境。这里选用英文环境, 如何在进入系统后切换语言环境在后续章节中会有具体介绍。然后选中【I accept the agreement】单选按钮, 再单击【Next】按钮, 进入【Select Design Functionality】窗口, 如图 1-3 所示。

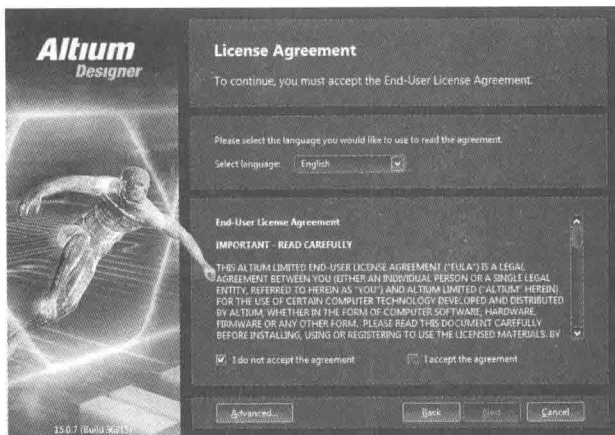


图 1-2 【License Agreement】窗口

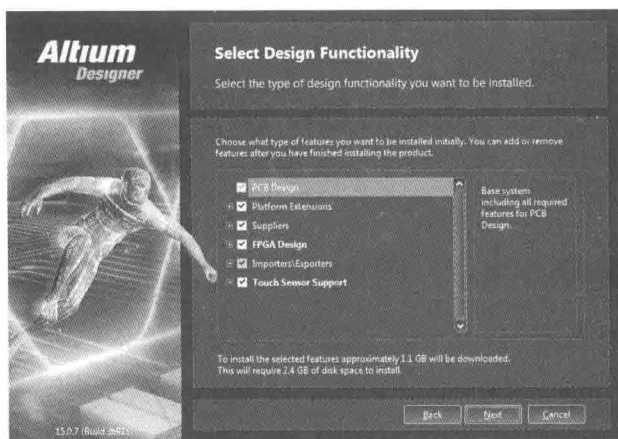


图 1-3 【Select Design Functionality】窗口

在【Select Design Functionality】窗口中，用户可以选择所需要的设计功能，可以看到在选择设计功能区域下方有一行小字，提供了安装所需要的磁盘空间，从图中可以看出安装完整功能所需要 2.4G 的磁盘空间。然后单击【Next】按钮，进入【Destination Folders】窗口，如图 1-4 所示。

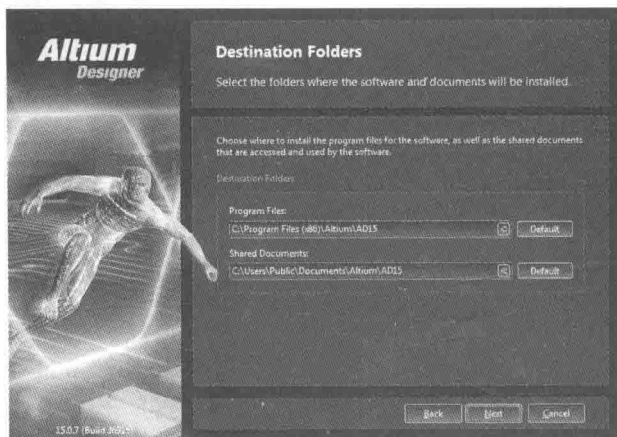


图 1-4 【Destination Folders】窗口