



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

电子线路CAD实用教程

——基于 Altium Designer 平台

(第六版)

潘永雄 沙河 编著 ©

DIANZI XIANLU CAD
SHIYONG JIAOCHENG



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

“十二·五”普通高等教育本科国家级规划教材

电子线路 CAD 实用教程

——基于 Altium Designer 平台

(第六版)

潘永雄 沙河 编著

西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

本书介绍了目前应用广泛的电子线路 CAD 软件包——Altium Designer 的主要功能(包括原理图编辑、电路仿真、印制板设计、元件库管理与维护)、安装和使用方法。

全书共分 9 章, 内容包括电子线路 CAD 与 Altium Designer 概述、电原理图编辑、元件电气图符号编辑与创建、层次电路原理图编辑、电路仿真测试、印制电路板设计初步、PCB 设计基础、PCB 元件封装图编辑与创建、双面印制板设计举例。

本书可作为高等学校及高职院校电子类专业“电子线路 CAD”课程的教材或教学参考书, 也可作为从事电子线路设计工作的工程技术人员的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

电子线路 CAD 实用教程: 基于 Altium Designer 平台/潘永雄, 沙河编著. —6 版.

—西安: 西安电子科技大学出版社, 2016.12

“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

ISBN 978-7-5606-4231-4

I. ① 电… II. ① 潘… ② 沙… III. ① 电子电路—计算机辅助设计—高等学校—教材

IV. ① TN702

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 276701 号

策 划 马乐惠

责任编辑 武翠琴 马乐惠

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西天意印务有限责任公司

版 次 2016 年 12 月第 6 版 2016 年 12 月第 30 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印 张 23.5

字 数 554 千字

印 数 196 001~199 000 册

定 价 43.00 元

ISBN 978-7-5606-4231-4/TN

XDUP 4523006-30

如有印装问题可调换

本社图书封面为激光防伪覆膜, 谨防盗版。

序

第三次全国教育工作会议以来，我国高等教育得到空前规模的发展。经过高校布局和结构的调整，各个学校的新专业均有所增加，招生规模也迅速扩大。为了适应社会对“大专业、宽口径”人才的需求，各学校对专业进行了调整和合并，拓宽了专业面，相应的教学计划、大纲也都有了较大的变化。特别是进入 21 世纪以来，信息产业发展迅速，技术更新加快。面对这样的发展形势，原有的计算机、信息工程两个专业的传统教材已很难适应高等教育的需要，作为教学改革的重要组成部分，教材的更新和建设迫在眉睫。为此，西安电子科技大学出版社聘请南京邮电大学、西安邮电大学、重庆邮电大学、吉林大学、杭州电子科技大学、桂林电子科技大学、北京信息科技大学、深圳大学、解放军电子工程学院等 10 余所国内电子信息类专业知名院校长期在教学科研第一线工作的专家教授，组成了高等学校计算机、信息工程类专业系列教材编审专家委员会，并且面向全国进行系列教材编写招标。该委员会依据教育部有关文件及规定，对这两大类的教学计划和课程大纲，对目前本科教育的发展变化和相应系列教材应具有的特色和定位以及如何适应各类院校的教学需求等进行了反复研究、充分讨论，并对投标教材进行了认真评审，筛选并确定了高等学校计算机、信息工程类专业系列教材的作者及审稿人。

审定并组织出版这套教材的基本指导思想是力求精品、力求创新、好中选优、以质取胜。教材内容要反映 21 世纪信息科学技术的发展，体现专业课内容更新快的要求；编写上要具有一定的弹性和可调性，以适合多数学校使用；体系上要有所创新，突出工程技术型人才培养的特点，面向国民经济对工程技术人才的需求，强调培养学生较系统地掌握本学科专业必需的基础知识和基本理论，有较强的本专业的基本技能、方法和相关知识，培养学生从事实际工程的研究能力。在作者的遴选上，强调作者应在教学、科研第一线长期工作，有较高的学术水平和丰富的教材编写经验；教材在体系和篇幅上符合各学校的教学计划要求。

相信这套精心策划、精心编审、精心出版的系列教材会成为精品教材，得到各院校的认可，对于新世纪高等学校教学改革和教材建设起到积极的推动作用。

系列教材编委会

高等学校计算机、信息工程类专业 规划教材编审专家委员会

主任：杨震（南京邮电大学校长、教授）

副主任：张德民（重庆邮电大学通信与信息工程学院前院长、教授）

韩俊刚（西安邮电大学计算机学院前院长、教授）

计算机组

组长：韩俊刚（兼）

成员：（按姓氏笔画排列）

王小民（深圳大学信息工程学院教授）

王小华（杭州电子科技大学计算机学院教授）

孙力娟（南京邮电大学计算机学院教授）

李秉智（重庆邮电大学计算机学院教授）

孟庆昌（北京信息科技大学教授）

周娅（桂林电子科技大学计算机学院教授）

张长海（吉林大学计算机科学与技术学院教授）

信息工程组

组长：张德民（兼）

成员：（按姓氏笔画排列）

王晖（深圳大学信息工程学院教授）

胡建萍（杭州电子科技大学信息教授）

徐祎（解放军电子工程学院教授）

唐宁（桂林电子科技大学教授）

章坚武（杭州电子科技大学教授）

康健（吉林大学通信工程学院教授）

蒋国平（南京邮电大学副校长、教授）

前 言

本书前五版以 Protel 99 SE 作为软件平台, 鉴于操作系统已从 Windows XP 全面升级到 Windows 7、Windows 8、Windows 10, 而 Protel 99 SE 在 Windows 7、Windows 8、Windows 10 环境下运行时某些功能会出现异常, 因此第六版将以 Altium Designer Winter 09 版作为 EDA 设计的操作平台, 尊重并吸收了使用该书前五版教师及读者提出的宝贵意见和建议, 依据近年来 PCB 生产工艺进步、电子产品小型化特征, 以电子工程技术人员必须具备的电子线路计算机辅助设计(CAD)知识、应掌握的操作技能为主线, 系统地介绍了 Altium Designer 软件的主要功能(包括原理图编辑、电路仿真、印制板设计、元件库管理与维护)及其使用方法。

本书共分 9 章: 第 1 章介绍了 CAD 软件的基本概念, 以及 Altium Designer 软件的基本功能、安装和文件管理操作; 第 2 章介绍了电原理图编辑操作; 第 3 章介绍了电气图形符号的编辑与创建; 第 4 章介绍了层次电路原理图编辑方法; 第 5 章介绍了电路仿真测试方法; 第 6 章介绍了 PCB 设计基本概念与操作方法; 第 7 章介绍了 PCB 设计基础知识与规则; 第 8 章介绍了 PCB 封装图的创建及管理; 第 9 章通过具体实例演示了双面 PCB 板的设计过程及设计环境。

虽然本书在内容上相对第五版做了全面修改, 但仍保留了第五版的基本布局架构。由于价格因素及 PCB 设计行业的特有规律, 在选择电子 CAD 软件版本时, 不一定非要用最新版的 CAD 软件, 其实 Protel 99 SE、Protel DXP 2004 等老版本在国内依然有大量用户, 操作者完全可通过修改、扩充、创建各类元件库方式来完善操作平台的元件库资料, 其实最新版的 CAD 软件也不能保证收录了用户所需的全部元件, 更不要说“非标”元件了——实际上一个有经验的电子工程师几乎不会直接使用电子 CAD 软件提供的元件库。如果不是因为 Windows 操作系统兼容问题, Protel 99 SE 依然有强大的生命力。事实上, 最近几年来计算机硬件、操作系统以及各类大型专业软件版本的更新换代已由早期的需求驱动蜕变为商业驱动, 电子 CAD 类软件也不例外, 高版本软件新增的某些功能对于许多用户, 尤其是初学者可能并不需要。在选择 CAD 软件版本时, 只要软件运行稳定, 不出现死机、设计文件丢失或损坏, 功能够用即可, 没有必要采用价格高昂的最新版 CAD 软件。

本书不是 Altium Designer 电子 CAD 软件的用户手册, 篇幅有限(受电子 CAD 课程学时限制), 在编写过程中不可能系统、全面地介绍软件所有的功能和操作方法, 重点放在电子线路计算机辅助设计基本概念、知识、设计规则及其运用上。毕竟 CAD 设计软件仅仅是实现设计思想的平台, 掌握了电子 CAD 基本设计规则、方法、注意事项后, 使用什么软件实现就不难了。

本书可作为高等学校及高职院校电子类专业“电子线路 CAD”课程的教材或教学参考书，也可作为从事电子线路设计工作的工程技术人员的参考资料。

尽管我们力求做到尽善尽美，但因水平有限，书中可能有不当之处，恳请读者批评指正。

编者
2016年8月

第一版前言

对电子线路设计人员来说,掌握电子线路计算机辅助设计(CAD)和计算机辅助制造(CAM)的基本概念,并能熟练运用有关 EDA(电子设计自动化)软件进行线路设计、仿真分析及印制电路板设计,将会极大地提高工作效率。本书系统、全面地介绍了目前最受欢迎的电子线路 CAD 软件之一—— Protel 99 的功能、安装和使用方法,重点介绍了该 CAD 软件包内的原理图编辑、模拟仿真分析、印制板编辑及信号完整性分析等方面的基本知识和操作技能。考虑到电子线路 CAD 设计者的实际工作需要,书中结合典型实例,尤其是对模拟仿真部分,作了较为详细的讲解。

本书共分 7 章。第 1 章简要介绍了电子线路 CAD 的基本概念, Protel 98/99 的功能、安装以及设计文件管理等方面的基本知识;第 2、3 章详细介绍了原理图编辑器 Schematic 99 的功能和原理图绘制方法;第 4 章详细介绍了 Sim99 的功能及原理图仿真分析方法;第 5、6 章介绍了印制板编辑器 PCB 99 的功能、印制板设计过程和技巧,以及信号完整性分析的原理、必要性和操作方法;第 7 章简要介绍了元件封装图编辑器 PCBLib 99 的功能及元件封装图的编辑过程和方法。

选择该书作为电子类专业“电子线路 CAD”教材时,建议先讲授“原理图编辑与模拟仿真”部分,时间安排上略滞后于“电子线路”课程 5~10 周,以便学生利用模拟仿真功能学习电子线路知识,这将激发出学生学习本课程和电子线路课程的浓厚兴趣,收到良好的效果;而“印制板设计”部分最好安排在“电子整机”课程后。

本书可以作为高等学校电子类专业“电子线路 CAD”课程的教材或教学参考书,也可作为从事电子线路设计工作的工程技术人员的参考资料。

由于我们水平有限,书中难免存在不当之处,恳请读者批评指正。

编者
2001年5月

目 录

第 1 章 电子线路 CAD 与 Altium Designer 概述..... 1	
1.1 电子线路 CAD 的概念..... 1	
1.2 Altium Designer 概述..... 2	
1.3 Altium Designer 的安装及启动..... 4	
1.3.1 Altium Designer 的安装..... 4	
1.3.2 Altium Designer 的启动..... 5	
1.3.3 Altium Designer 界面的汉化..... 5	
1.4 Altium Designer 文件管理..... 7	
1.4.1 项目文件概念与项目文件管理器..... 7	
1.4.2 项目文件的基本操作..... 8	
1.4.3 项目内设计文件的基本操作..... 12	
1.4.4 项目选项设置..... 13	
1.4.5 单一设计文件操作..... 14	
1.5 使用 Altium Designer 进行电子线路设计的流程..... 15	
习题一..... 16	
第 2 章 电原理图编辑..... 17	
2.1 电原理图概念及绘制规则..... 17	
2.1.1 电原理图概念..... 17	
2.1.2 集成元件库..... 18	
2.1.3 电原理图编辑操作步骤..... 19	
2.2 Altium Designer 原理图编辑器 (SCH) 的启动及界面认识..... 20	
2.2.1 原理图编辑器窗口组成..... 20	
2.2.2 图纸类型、尺寸、底色、标题栏等的选择..... 22	
2.2.3 设置 SCH 的工作环境..... 25	
2.2.4 图纸框及其使用..... 30	
2.3 元件库管理..... 30	
2.3.1 元件库面板..... 31	
2.3.2 从可用元件库中选定当前元件库..... 32	
2.3.3 元件库启用、装入及移出..... 33	
2.3.4 元件查找..... 34	
2.4 电原理图绘制..... 35	
2.4.1 放置元件..... 35	
2.4.2 连线操作..... 44	
2.4.3 放置手工电气节点..... 48	
2.4.4 放置电源和地线..... 49	
2.4.5 总线、总线分支、网络标号工具的使用..... 51	
2.4.6 I/O 端口..... 53	
2.4.7 元件模型管理..... 56	
2.5 利用画图工具添加说明性图形和文字... 59	
2.5.1 实用工具介绍..... 59	
2.5.2 常见图形绘制技巧..... 59	
2.6 原理图编辑技巧..... 61	
2.6.1 操作对象概念..... 61	
2.6.2 单个对象的编辑..... 61	
2.6.3 多个对象的标记、删除与移动..... 62	
2.6.4 利用“查找相似对象命令”与“Filter”面板标记多个操作对象..... 64	
2.6.5 在 Inspector(检查器)与 List(列表器)面板中修改标记对象的参数..... 68	
2.6.6 利用文本查找、替换功能修改文本类信息..... 71	
2.6.7 元件及图件自动对齐..... 71	
2.6.8 利用拖动功能迅速画一组平行导线..... 74	
2.6.9 画图工具内“阵列粘贴”工具的特殊用途..... 75	

2.6.10 迅速恢复系统缺省设置	79	4.2 层次电路设计中不同原理图文件 之间的切换.....	114
2.7 利用 Navigator 导航器快速 浏览原理图	79	4.3 层次电路编辑方法.....	116
2.8 元件自动编号	81	4.3.1 自上而下方式建立层次电路 原理图.....	116
习题二	84	4.3.2 编辑模块电路.....	121
第 3 章 元件电气图形符号		4.3.3 自下而上编辑层次电路.....	122
编辑与创建	85	4.3.4 层次电路编译与 PCB 设计	124
3.1 原理图元件库文件编辑器启动与 界面认识.....	85	4.4 去耦电容画法.....	124
3.1.1 修改原理图元件库文件	85	习题四.....	125
3.1.2 原理图元件库面板 (SCH Library)的使用.....	88	第 5 章 电路仿真测试	126
3.1.3 修改原理图元件库元件	90	5.1 电路仿真操作步骤.....	127
3.1.4 批量更新原理图内元件	93	5.2 元器件仿真参数设置.....	129
3.1.5 创建原理图元件库文件	93	5.2.1 元件仿真模型.....	129
3.2 创建元件电气图形符号	94	5.2.2 物理量单位及数据格式.....	132
3.2.1 从头开始创建元件电气图形符号	94	5.2.3 元件参数设置操作.....	132
3.2.2 从当前库文件中复制元件 电气图形符号	98	5.2.4 仿真信号源及参数.....	138
3.2.3 从已有元件库文件中复制元件 电气图形符号	99	5.3 电路仿真操作初步.....	144
3.2.4 制作含有多个单元电路元件的 电气图形符号	102	5.3.1 编辑电原理图.....	144
3.3 创建原理图项目元件库	104	5.3.2 选择仿真方式并设置仿真参数.....	146
3.4 添加各类模型	104	5.3.3 仿真操作常见错误与纠正.....	150
3.4.1 添加电性能仿真分析模型	104	5.3.4 仿真结果观察及波形管理.....	153
3.4.2 添加 PCB 封装图.....	108	5.4 常用仿真方式及应用.....	156
3.5 元件库文件检查与编译	110	5.4.1 工作点分析.....	156
3.5.1 电气图形符号库检查	110	5.4.2 瞬态特性分析与傅立叶分析.....	157
3.5.2 电气图形符号库编译	110	5.4.3 参数扫描分析.....	158
3.5.3 集成元件库文件(.LibPkg)编译与 集成库文件(.IntLib)的生成	110	5.4.4 交流小信号分析.....	160
习题三	111	5.4.5 阻抗特性分析.....	165
第 4 章 层次电路原理图编辑	112	5.4.6 直流扫描分析.....	168
4.1 层次电路设计概念	112	5.4.7 温度扫描分析.....	169
4.1.1 单层次电路	112	5.4.8 传递函数分析.....	172
4.1.2 多层次电路	113	5.4.9 噪声分析.....	172
		5.4.10 极点-零点分析.....	173
		习题五.....	174
		第 6 章 印制电路板设计初步	176
		6.1 印制板种类及材料.....	176
		6.1.1 印制板材料.....	176

6.1.2 印制板种类及结构	178	7.4.4 元件间距	246
6.2 创建 PCB 文件启动 PCB 编辑器	180	7.4.5 布局原则	247
6.2.1 利用菜单命令创建 PCB 文件	180	7.4.6 在布局过程中合理调整原理图中 元件的连接关系	250
6.2.2 利用 PCB Document Wizard 创建 PCB 文件	180	7.5 焊盘选择	253
6.2.3 PCB 编辑器界面	184	7.5.1 穿透元件(THC)焊盘	253
6.2.4 PCB 面板	185	7.5.2 贴片元件焊盘	256
6.3 手工设计单面印制板——Altium Designer PCB 基本操作	190	7.5.3 过孔	259
6.3.1 工作层概念及颜色配置	190	7.5.4 测试盘	262
6.3.2 信号层及内电源层的管理	197	7.6 布线	263
6.3.3 可视栅格大小及格点锁定 距离设置	200	7.6.1 印制导线寄生参数及串扰	263
6.3.4 PCB 编辑器环境参数设置	201	7.6.2 最小线宽选择	264
6.3.5 元件封装库的装入	203	7.6.3 最小布线间距选择	267
6.3.6 画图工具的使用	205	7.6.4 印制导线走线控制	270
6.3.7 设置电路板尺寸	218	7.6.5 单面板中跨接线设置原则	274
6.3.8 编辑、修改丝印层上的元件序号、 注释信息	220	7.7 地线/电源线布局规则	274
6.4 沿圆弧均匀分布元件的放置	221	7.7.1 地线概念及地线分类	274
习题六	231	7.7.2 地线与电源线共阻抗干扰及 消除方式	276
第 7 章 PCB 设计基础	232	7.7.3 接地方式	277
7.1 PCB 设计操作流程	232	7.7.4 地线布线的一些基本原则	281
7.2 PCB 设计前准备	234	7.8 PCB 贴片功率元件散热设计	282
7.2.1 原理图编辑	234	7.9 PCB 工艺边设计与拼板	284
7.2.2 检查并完善原理图	234	7.9.1 工艺边设计	284
7.2.3 阅读并理解印制板加工厂家的 工艺水平	237	7.9.2 拼板设计	285
7.2.4 元件安装工艺的选择	238	7.10 定位孔与光学基准点设计	287
7.3 印制板层数选择及规划	240	7.10.1 定位孔及定位边	287
7.3.1 双面板结构及规划	241	7.10.2 光学基准点	289
7.3.2 四层面板结构及规划	241	习题七	291
7.3.3 六层面板结构及规划	242	第 8 章 PCB 元件封装图编辑与创建	292
7.4 PCB 布局	243	8.1 创建 PCB 封装图元件库文件	293
7.4.1 板尺寸与板边框	243	8.1.1 在用户集成库文件中创建 PCB 封装图元件库文件	293
7.4.2 布局方式的选择	244	8.1.2 在设计项目内创建 PCB 封装图 元件库文件	294
7.4.3 选定排版方向	245	8.1.3 创建项目 PCB 元件封装图库	295

8.2 在 PCB 库文件中创建元件的 PCB 封装图举例	295	第 9 章 双面印制板设计举例	326
8.2.1 在 PCB 封装库文件中手工创建元件封装图	295	9.1 原理图文件的准备	326
8.2.2 利用 Component Wizard 制作元件封装图	299	9.1.1 设计环境创建与原理图准备	327
8.2.3 利用 IPC Footprint Wizard 制作表面贴装元件封装图	308	9.1.2 原理图的编译与检查	328
8.2.4 利用元件复制功能制作元件封装图	311	9.2 PCB 文件准备	331
8.2.5 极性元件封装图	315	9.2.1 PCB 文件创建	331
8.2.6 封装图库文件的检查	316	9.2.2 PCB 板边框设置	332
8.3 PCB 封装图库元件管理与维护	317	9.2.3 初步确定 PCB 工艺	333
8.3.1 PCB 封装图库元件批量修改	317	9.3 在原理图中更新 PCB 文件	334
8.3.2 PCB 封装图库元件管理操作	318	9.4 元件布局	335
8.3.3 PCB 封装图库元件与 PCB 文件的同步更新	320	9.4.1 元件间距设置及检查	335
8.4 添加 3D 模型	321	9.4.2 布局与布线前原理图的解读	339
8.4.1 3D 显示环境设置	321	9.4.3 元件分类	341
8.4.2 给元件封装图添加简易 3D 模型	322	9.4.4 元件手工布局	342
8.4.3 进入 3D 显示模式	323	9.5 PCB 板 3D 模型显示	345
习题八	325	9.6 布线操作	346
		9.6.1 设置布线规则	346
		9.6.2 手工布线	354
		9.6.3 自动布线	360
		9.6.4 布线后处理	360
		习题九	364

第1章 电子线路 CAD 与 Altium Designer 概述



1.1 电子线路 CAD 的概念

CAD 是计算机辅助设计(Computer Aided Design)的简称。早在 20 世纪 70 年代, 军工部门就开始利用计算机来完成飞机、火箭等航空航天器的设计工作, CAD 的特点是速度快、准确性高, 能极大地减轻工程技术人员的劳动强度, 但当时普及率不高, 主要原因是计算机价格昂贵, 商品化的 CAD 软件种类很少。然而, 随着计算机硬件技术的飞速进步以及价格的不断下降, 四十多年后的今天, CAD 软件种类繁多, 几乎所有的工业设计项目都有相应的 CAD 软件, 并向计算机辅助制造(Computer Aided Manufacturing, CAM)方向发展。可以说, CAD、CAM 的普及应用是计算机技术不断前进的动力之一, 而在计算机设计、制造领域广泛采用 CAD 与 CAM 技术后, 反过来又极大地缩短了计算机硬件系统的开发周期, 从而极大地促进了计算机技术的发展和进步。

电子线路 CAD 的基本含义是使用计算机来完成电子线路设计的过程, 包括了元件电气图形符号的创建、电原理图(逻辑电路图)的编辑、电路功能仿真、工作环境模拟、PLD 以及 FPGA 器件仿真与编程、印制板设计(自动布局、自动布线)与检测(布局、布线规则的检测和信号完整性分析)等。电子线路 CAD 软件还能迅速形成各种各样的报表文件, 如元件清单报表, 为元器件管理、采购及工程预决算等提供了方便。

目前电子线路 CAD 软件种类很多, 如早期的 TANGO、SmartWork、Auto Bord、EE System、PCAD、OrCAD、Protel 及其后续版本 Protel DXP 与 Altium Designer 等, 功能大同小异。其中 Protel 及其后续版本 Altium Designer 具有操作简单、方便、易学等特点, 自动化程度较高, 是目前较流行的电子线路 CAD 软件之一。

在计算机上, 利用电子线路 CAD 软件进行电路设计的过程大致如下:

(1) 编辑原理图。原理图编辑是电路 CAD 设计的前提和基础, 因此原理图编辑(Schematic Edit)、元件电气图形符号创建是电路 CAD 软件必备的基本功能。

(2) 必要时利用 CAD 软件的电路仿真功能, 对电路功能、性能指标进行仿真测试(如 Protel 99 SE、Protel DXP 2004、Altium Designer 的 SIM 仿真器)。电路功能、性能指标主要由原理图决定, 在仿真软件出现以前, 只能通过实验方法对电路性能指标进行测试, 但周期长、费用高、劳动强度大; 在仿真软件出现后, 可借助仿真软件对电路性能进行模拟, 既方便又快捷, 而且费用低廉。因此, 作为一个成熟的电路 CAD 软件, 必须具备功能完善、仿真结果可信的电路仿真功能。

(3) 如果电路中使用了 PLD 以及 FPGA 器件,则必须对相应的 PLD 或 FPGA 器件进行编程设计,以便获得 PLD 或 FPGA 烧录数据文件。因此,作为一个成熟的电路 CAD 软件,最好能提供 PLD、FPGA 器件的开发功能(Protel 99/99 SE 提供了 PLD 设计功能;Protel DXP 2004 以及 Altium Designer 提供了 FPGA 器件的编程、仿真功能)。

(4) 创建一个空白的印制电路板(PCB)文件,并保存(注意:在 Altium Designer 中,创建空白 PCB 文件后未执行保存命令前,所创建的文件并未保存到磁盘上)。

(5) 执行 Altium Designer 原理图编辑器中“Design”菜单下的“Update PCB Document xxx.PcbDoc”命令,将原理图中的元件序号、封装形式以及电气连接关系装入到指定的 PCB 文件中。

(6) 如果结果不正确则返回(1),修改原理图。

(7) 设计、编辑 PCB 文件。PCB 设计是电路 CAD 设计的最终目的,因此 PCB 编辑功能的强弱,如自动布局、布线效果,以及操作是否灵活、方便、快捷是衡量电路 CAD 软件的关键性能指标之一。

(8) 对高速电路来说,完成印制板编辑后,可能还需要通过信号完整性分析,以确认信号传输过程中是否产生畸变及严重程度。

(9) 通过 3D 视图,检查 PCB 设计效果、元件高度,确认是否能安装到特定空间内。

(10) 在 PCB 中生成网络表文件,并与 SCH 编辑器中生成的网络表文件比较,以确认 PCB 设计过程中是否改变了原理图中元件的连接关系。

1.2 Altium Designer 概述

Altium Designer 是 Protel 的继承者。美国 ACCEL Technologies Inc 公司于 1988 年推出了在当时非常受欢迎的电路 CAD 软件包——TANGO,它具有“操作方便、易学、实用、高效”的特点,但随着集成电路工艺的不断进步,集成度越来越高,引脚数目越来越多,封装形式也趋于多样化,并以 SOT、SOP、QFP、PGA、BGA 等封装形式为主,使电子线路越来越复杂,TANGO 软件的局限性也就越来越明显。为此,澳大利亚 Protel Technology 公司推出了 Protel CAD 软件(简称 Protel),作为 TANGO 的升级版本。Protel 上市后迅速取代了 TANGO,成为当时影响最大、用户最广的电子线路 CAD 软件包之一。

早期的 Protel 属于 DOS 应用程序,只能通过键盘命令完成相应的操作,使用起来并不方便。随着 Windows 95/98 的普及,Protel Technology 公司先后推出了 Protel for Windows 1.0、Protel for Windows 1.5、Protel for Windows 2.0、Protel for Windows 3.0 等多个版本,1998 年推出了全 32 位的 Protel 98,1999 年推出了 Protel 99、Protel 99 Service Pack1、Protel 99 SE 等版本。

1999 年,Protel Technology 通过资本运作,筹集资金,先后收购了与电子 CAD 软件开发相关的多家企业,如 ACCEL Technologies、Metamor、Innovative CAD、Software、TASKING BV 等公司,获得了包括 FPGA、嵌入式系统软件设计在内的技术和市场,并正式更名为 Altium。

2002 年,Altium 公司重新设计了设计浏览器(DXP)平台,发布了在 Windows 2000、

Windows XP 操作系统下运行的第一个基于 DXP 平台的 Protel DXP 版本。Protel DXP 是电子设计自动化(EDA)行业内第一个可以在单个应用程序中完成电子 CAD 设计几乎全部工作的集成开发环境。

随后 Altium 公司又相继推出了基于 DXP 平台的多个升级版,如 Protel DXP 2004、Altium Designer xx(几乎每年推出一个新版本,目前主要版本有 Altium Designer 6.x、Altium Designer 09、Altium Designer 10、Altium Designer 13、Altium Designer 14、Altium Designer 15)等版本。

Protel DXP、Altium Designer 软件功能很强,将电原理图编辑、基于 Spice 3f5 的混合电路模拟仿真、PLD 与 FPGA 开发及仿真、嵌入式系统软件设计、印制电路板 PCB 编辑、信号完整性分析等功能融合在一起,从而实现了 EDA 各环节的无缝连接。Altium Designer 具有 Windows 应用程序的一切特性,继承了 Protel 软件早期版本,如 Protel 98/99/99 SE 引入的操作“对象”属性概念,使所有“对象”(如连线、元件、I/O 端口、网络标号、焊盘、过孔等)具有相同或相似的操作方式,实现了电子线路 CAD 软件所期望的“简单、方便、易学、实用、高效”的操作要求。

目前仍在大量使用的 Protel 系列 CAD 软件有 Protel 99 SE、Protel DXP(包括 2002 版和 2004 版)、Altium Designer(内核依然基于 DXP 平台)等,不过基于 DXP 平台的 Protel 系列电子 CAD 软件的窗口界面、窗口内的菜单种类、菜单内的命令以及操作方法等基本相同,各版本之间差别并不大,甚至仅扩充、更新了元件集成库文件。本书将以 Altium Designer Winter 09 版为例,介绍 Altium Designer 的功能及基本使用方法。

Altium Designer 将原理图编辑(Schematic Edit)、电路模拟/仿真(Sim)、FPGA 开发、嵌入式系统软件设计、印制电路板(PCB)编辑、自动布线(Route)、信号完整性分析等电子产品设计过程所需要的全部软件有机地整合在一起,是真正意义上的 EDA 软件,智能化、自动化程度高。Altium Designer 具有如下特点:

(1) 支持本地化语言。安装后,对于不太熟悉英文的用户来说,可利用这一功能将菜单命令信息转化为本地语言。

(2) 改进了设计文件管理方式。在 Altium Designer 中,引入了项目文件概念,并通过项目管理器完成各类设计文件的组织和管理,而各类设计文件可以独立存放在磁盘上不同的文件夹内。

(3) 改进了库文件管理方式。在基于 DXP 平台的 Altium Designer 环境下,采用集成库文件(.LibPkg 或.IntLib)代替 Protel 99 SE 及早期 Protel 版本原理图库文件和 PCB 封装图库元件,方便了库文件的管理和维护。集成库文件本质上是原理图库文件(.SchLib)、PCB 封装图库元件(.PcbLib)、仿真模型库(.mdl 或.ckt)、PCB 3D 视图、信号完整性分析库文件等的集成。此外,在库文件中,也取消了“Group”(元件组)的概念,彼此相同的元件也有自己独立的电气图形符号、PCB 封装图。

(4) 取消了操作对象全局属性。取消了原理图及 PCB 编辑状态下的操作对象全局属性概念,增加了各类检查器、列表器等新的操作功能,致使早期版本用户有点不习惯。

(5) 提高了连线智能化程度。在原理图编辑及 PCB 编辑状态下,连线智能化程度很高。例如,在 SCH 编辑状态下,自动将电气相连的线段连接成一条完整的连线(直线或折线)。

1.3 Altium Designer 的安装及启动

1.3.1 Altium Designer 的安装

1. Altium Designer 的运行环境

Altium Designer 的系统文件很多,对微机硬件环境要求较高,典型配置为: Pentium 2.0 GHz(CPU 主频越高,运行速度越快),内存容量不小于 1 GB(最好是 2 GB 以上),硬盘空间必须大于 4 GB,显示器尺寸在 17 英寸或以上,分辨率不能低于 1024 × 768(对于 15 英寸显示器来说,当显示分辨率设为 1024 × 768 时,字体太小,不便阅读,因此 17 英寸显示器可能是 Altium Designer 的最低要求)。至于采用何种分辨率,如 1024 × 768、1280 × 768、1280 × 800、1280 × 1024 或其他,与显示器长宽比有关,原则上,在 Altium Designer 状态下,在屏幕上显示的图形(如圆)不应出现几何失真。

总之,硬件配置档次越高,运行速度越高,效果越好。

软件环境是 Windows XP SP2 或 Windows 7.0 及以上版本。

就目前来说,Altium Designer 对微机硬件配置要求不算高,一般容易满足。

2. Altium Designer Winter 09 的安装

Altium Designer xx 属于标准的 Windows 应用程序,只要运行其中的安装文件,如 Setup.exe,即可启动软件的安装进程。

例如,对于 Altium Designer Winter 09 版来说,双击 Autorun.exe 文件,选择“Install Altium Designer”选项,即可启动安装进程(或直接双击 SETUP 文件夹下的 Setup.exe 文件)。

又如,对于 Altium Designer 14 版来说,双击 AltiumDesigner14Setup.exe 文件即可启动安装进程。

在安装过程中,会要求用户确认某些选项信息,选择并确认后,安装程序自动进入下一安装进程。安装结束后,再进行激活操作,就完成了 Altium Designer 软件的安装过程。

安装后,Altium Designer Winter 09 所在目录文件结构如图 1.3.1 所示。

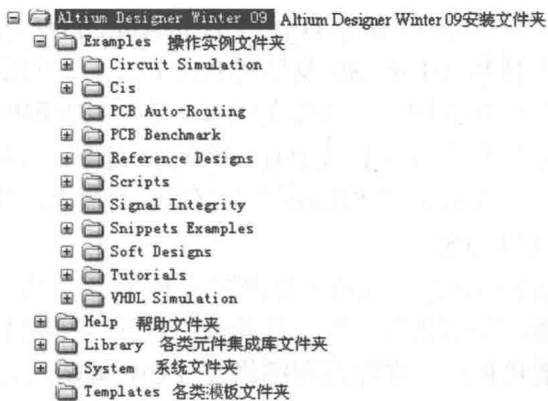


图 1.3.1 Altium Designer Winter 09 安装后的文件结构

1.3.2 Altium Designer 的启动

在 Altium Designer 安装过程中, 安装程序 Setup.exe 自动在 Windows XP 或 Windows 7 “开始”和“所有程序”菜单内建立了“Altium Designer Winter xx”快捷启动方式图标。因此, 启动 Altium Designer 非常简单, 单击“开始”菜单内或“所有程序”菜单内的“Altium Designer Winter xx”快捷启动方式, 即可进入 Altium Designer 的“Home”页面, 如图 1.3.2 所示。

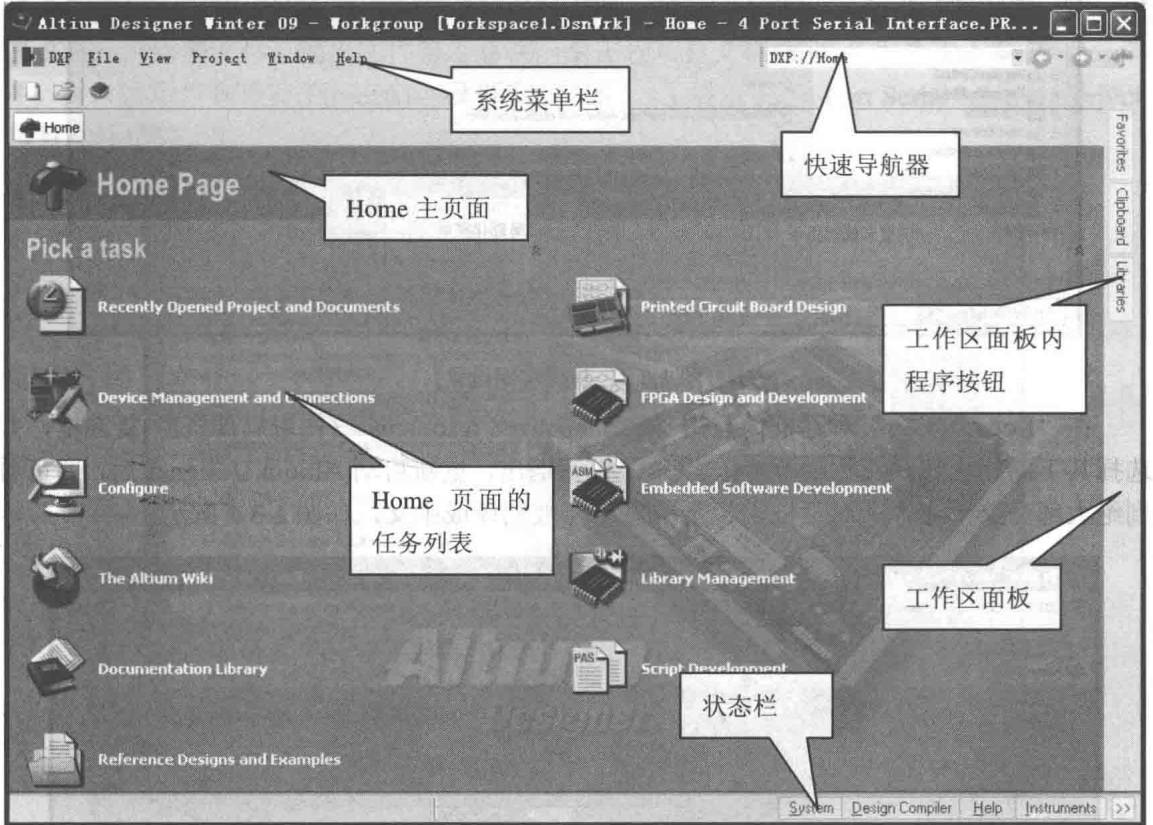


图 1.3.2 Altium Designer 的“Home”页面

当然, 直接运行安装目录下的 Dxp.exe 文件同样可以启动 Altium Designer, 实际上“开始”和“所有程序”菜单内的“Altium Designer Winter 09”就是 Altium Designer Winter 09 软件安装目录下 Dxp.exe 文件的快捷方式图标。

操作者可单击系统菜单栏内的“View”菜单, 重新规划 Altium Designer 页面显示信息。

1.3.3 Altium Designer 界面的汉化

Altium Designer 安装后处于英文状态, 所有菜单命令、提示均为英文信息。如果操作者希望在中文环境下操作, 可直接单击系统菜单栏内的“DXP”菜单下的“Preferences”命令, 选择“System”标签中的“General”选项, 进入图 1.3.3 所示常规设置界面。