



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
新编21世纪高等职业教育电子信息类规划教材·应用电子技术专业



EDA 技术应用 (第2版)

朱运利 主编



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材·应用电子技术专业

EDA 技术应用

(第 2 版)

朱运利 主编

马永军 黄蓉 陈思海 副主编

孙丽霞 主审

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本教材是《EDA 技术应用》的第 2 版,被教育部列为全国高职高专“十一·五”规划教材。

《EDA 技术应用》包括 Protel 99 SE 软件技术应用、Multisim V7 软件仿真技术应用和可编程逻辑器件技术。

本教材强调能力培养,注重理论联系实际,突出应用性,内容叙述深入浅出,将知识点和能力点有机结合,较全面地讲解了 EDA 技术的具体应用,在相关章节后安排相应的技能训练内容,使学生通过本课程的学习能对 EDA 技术应用有一个较全面的了解。

本教材适用于应用电子技术、电子信息、通信技术、工业自动化和计算机应用技术等相关高职专业,也可供相关专业技术人员使用参考。

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

EDA 技术应用 / 朱运利主编.—2 版.—北京:电子工业出版社,2007.12

新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材.应用电子技术专业

ISBN 978-7-121-04986-6

I. E… II. 朱… III. 电子电路—电路设计:计算机辅助设计—高等学校:技术学校—教材 IV. TN702

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 139098 号

策划编辑:陈晓明

责任编辑:宋兆武 王凌燕

印 刷:北京市铁成印刷厂

装 订:

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:14.5 字数:371 千字

印 次:2007 年 12 月第 1 次印刷

印 数:3000 册 定价:21.00 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。

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

版务热线:(010) 88258888。

新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材（第 2 版）

出版说明

2002 年 10 月,电子工业出版社组织 90 余所高职院校的优秀教师编写了“应用电子技术”、“机电一体化技术”、“电气自动化技术”和“通信技术”4 个专业的高职教材,从 2003 年 7 月第 1 本教材问世截至 2004 年 10 月,已经出版了 70 余种。时至今日已有 2 年多的教材使用时间,这批教材的大部分得到使用者的好评。随着教育的不断深入及社会用人单位对高职毕业生的更高要求,为使教材更好地适应高职毕业生的就业、使教材有益于培养高职毕业生的生产实践技能,2005 年 7 月,我们在杭州组织召开了教材研讨会,针对上述 4 个专业的大部分教材的内容的修订听取了到会老师的意见,明确了修订教材的编写思路和编写原则,确定了修订版教材的编写人员,计划在 2006 年底~2007 年上半年基本出版齐全修订版教材。为便于读者区分,这批修订版教材均标明“(第 2 版)”。教材的丛书名仍沿用“新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材”。

第 2 版教材的主要特点如下:

1. 内容更加突出“实用性、技能性、应用性”。
2. 实训内容的选择以技能为要素。
3. 适当拓展了教材的广度,其目的是为方便不同学校、不同专业的学生选用。
4. 专业课以目前企业主要设备为主线进行讲解。
5. 习题尽量避免问答式、叙述式,而多为技能型、解决问题型。
6. 配备电子教案,以便于老师教学和学术交流。

我们的初衷是希望第 2 版教材的问世能够弥补第 1 版教材的不足,使其内容更加贴近企业用人的需求,更加有利于学生就业,让学生能够真正掌握一些实际的生产技能。同时,我们亦深知:高等职业教育的改革不能一蹴而就,编写出适合高职教育的教材也是一个渐进的过程。我们期待和全国高职院校的老教师们一同努力,不断改进创新,为出版真正适合高职教育的好教材尽力。

在组织高职电子信息类教材的编写全过程近 4 年的时间内,我们结交了全国的许多优秀教师,他们的人品德行、人格魅力、学识水平均达到很高的水准。与他们的交往让我们受益匪浅,并且给我们以启迪:学校确是藏龙卧虎之地。我们愿意继续结交新的朋友,目的只有一个,那就是共同为高等职业教育的发展贡献我们大家的力量,在这个目标下达到学校、老师、出版社多赢。

我们亦衷心欢迎各高职院校有意愿、有能力的老师参加我们的教材编写。具体专业范围如下:机电一体化技术,电气自动化技术,数控技术,模具技术,应用电子技术,通信技术。

电子工业出版社高等职业教育教材事业部

2006 年 3 月

**参加“新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材”
编写的院校名单（排名不分先后）**

桂林工学院南宁分院	广州大学科技贸易技术学院
江西信息应用职业技术学院	湖北孝感职业技术学院
江西蓝天职业技术学院	江西工业工程职业技术学院
吉林电子信息职业技术学院	西川工程职业技术学院
保定职业技术学院	广东轻工职业技术学院
安徽职业技术学院	西安理工大学
杭州中策职业学校	辽宁大学高职学院
黄石高等专科学校	天津职业大学
天津职业技术师范学院	天津大学机械电子学院
福建工程学院	九江职业技术学院
湖北汽车工业学院	包头职业技术学院
广州铁路职业技术学院	北京轻工职业技术学院
台州职业技术学院	黄冈职业技术学院
重庆工业高等专科学校	郑州工业高等专科学校
济宁职业技术学院	泉州黎明职业大学
四川工商职业技术学院	浙江财经学院信息学院
吉林交通职业技术学院	南京理工大学高等职业技术学院
连云港职业技术学院	南京金陵科技学院
天津滨海职业技术学院	无锡职业技术学院
杭州职业技术学院	西安科技学院
重庆职业技术学院	西安电子科技大学
重庆工业职业技术学院	河北化工医药职业技术学院

石家庄信息工程职业学院
三峡大学职业技术学院
桂林电子工业学院高职学院
桂林工学院
商京化工职业技术学院
湛江海洋大学海滨学院
江西工业职业技术学院
江西渝州科技职业学院
柳州职业技术学院
邢台职业技术学院
漯河职业技术学院
太原电力高等专科学校
苏州经贸职业技术学院
金华职业技术学院
河南职业技术师范学院
新乡师范高等专科学校
绵阳职业技术学院
成都电子机械高等专科学校
河北师范大学职业技术学院
常州轻工职业技术学院
常州机电职业技术学院
无锡商业职业技术学院
河北工业职业技术学院

天津中德职业技术学院
安徽电子信息职业技术学院
浙江工商职业技术学院
河南机电高等专科学校
深圳信息职业技术学院
河北工业职业技术学院
湖南信息职业技术学院
江西交通职业技术学院
沈阳电力高等专科学校
湛江职业技术学院
温州大学
广东肇庆学院
湖南铁道职业技术学院
宁波高等专科学校
南京工业职业技术学院
浙江水利水电专科学校
成都航空职业技术学院
吉林工业职业技术学院
上海新侨职业技术学院
天津渤海职业技术学院
驻马店师范专科学校
郑州华信职业技术学院
浙江交通职业技术学院

前 言

《EDA 技术应用》教材于 2004 年 8 月出版发行, 2006 年 10 月被教育部列为全国高职高专“十一五”规划教材, 本次再印是《EDA 技术应用》的修订版。在修订编写过程中, 作者在保留原来教材的主体风格的基础上, 每章增加“技能训练”单元内容, 加大实训力度和实践能力培养, 为学生提供一个有效的工作平台, 注重培养学生的 EDA 技术应用能力和解决实际问题的能力。

全书内容可分为 3 部分:

第一部分(第 1~3 章)是 Protel 99 SE 软件技术应用。以电路设计的基础知识为主, 同时结合实例将 Protel 99 SE 软件的各种功能菜单、工具的用途做了介绍, 使读者对 Protel 99 SE 软件有个全面的了解并达到熟练掌握。按照内容可分为电路设计的步骤、原理图的设计、层次原理图的设计、单面板的设计和双面板的设计等部分。

第二部分(第 4 章)是 Multisim V7 仿真技术应用。介绍 Multisim V7 系统概述、使用入门、虚拟仪表使用指南、分析功能使用指南和后处理功能等, 并通过电路分析原理实验实例、模拟电路实验实例和数字电路实验实例等内容进行了具体的仿真应用。

第三部分(第 5~7 章)是可编程逻辑器件技术应用。介绍可编程逻辑器件的分类、特点、基本结构、工作原理和完整设计流程, 介绍了硬件描述语言(VHDL)及其基本开发软件 Max+plus II, 并对其他可编程逻辑器件设计软件进行了简单介绍。

本书由北京电子科技职业学院朱运利担任主编, 九江职业技术学院马永军、北京电子科技职业学院黄蓉和绵阳职业技术学院陈思海担任副主编, 九江职业技术学院孙丽霞教授担任主审。

本教材总学时约 60 学时, 在教学中可结合具体专业情况对内容进行适当调整。

在本书编写过程中, 北京百科融创科技有限公司和北京掌宇金仪科教仪器设备有限公司提供了大力帮助, 在此表示感谢!

本书的编写是作者从事 EDA 技术应用工作的一个阶段总结, EDA 技术在不断发展和更新, 作者和读者一样也处在不断地学习之中。由于水平有限和时间仓促, 书中错误和不足之处在所难免, 恳请大家批评指正。

编 者

2007 年 5 月

目 录

第1章 绪论	1
1.1 关于本课程	1
1.2 Protel 99 SE 软件介绍	1
1.2.1 Protel 99 SE 的组成	2
1.2.2 Protel 99 SE 的特性	2
1.3 Multisim V7 软件介绍	3
1.4 可编程逻辑器件技术介绍	3
第2章 应用 Protel 99 SE 设计电路原理图	5
2.1 概述	5
2.1.1 Protel 99 SE 的主要功能和特性	5
2.1.2 Protel 99 SE 基础知识	6
2.2 Protel 99 SE 基本操作	6
2.2.1 Protel 99 SE 的启动	6
2.2.2 Protel 99 SE 的关闭	7
2.2.3 设计数据库文件操作	7
2.2.4 设计管理器	9
2.3 Protel 99 SE 原理图初步	10
2.3.1 新建原理图文件	10
2.3.2 进入 Protel 99 SE 原理图设计环境	11
2.3.3 设计环境设置	12
2.4 原理图设计（基础篇）	14
2.4.1 原理图设计对象	14
2.4.2 原理图设计流程	15
2.4.3 一些常用快捷键	26
2.5 原理图设计（提高篇）	26
2.5.1 层次电路图设计	26
2.5.2 元件库编辑	29
本章小结	34
技能训练	34
第3章 应用 Protel 99 SE 设计电路板图	46
3.1 概述	46
3.2 知识基础	47
3.2.1 进入 Protel 99 SE 电路板设计环境	47
3.2.2 电路板设计管理器	49

3.2.3 电路板设计环境设置.....	51
3.3 电路板设计步骤（基础篇）.....	51
3.3.1 规划电路板.....	51
3.3.2 网络表的调入与编辑.....	52
3.3.3 设计规则.....	53
3.3.4 元件自动布局.....	55
3.3.5 自动布线与清除布线.....	56
3.4 电路板设计步骤（提高篇）.....	58
3.4.1 电路板设计的一般原则.....	58
3.4.2 人工设计电路板.....	59
3.4.3 元件封装图的设计与修改.....	60
3.4.4 电路板后图处理.....	65
本章小结.....	65
技能训练.....	66
第4章 Multisim 电路仿真软件的应用	74
4.1 概述.....	74
4.2 知识基础.....	74
4.2.1 EWB 与 Multisim.....	74
4.2.2 Multisim V7 基本界面.....	75
4.3 电路原理图的建立.....	76
4.3.1 定制电路原理图工作界面.....	76
4.3.2 元件与元件库.....	78
4.3.3 创建电路原理图的基本操作.....	79
4.4 电路仿真与分析方法.....	84
4.4.1 虚拟仪器使用.....	84
4.4.2 基本分析方法.....	93
4.4.3 Multisim 分析结果的显示处理.....	96
4.5 Multisim 的后处理功能.....	98
4.5.1 后处理器的使用.....	98
4.5.2 报告.....	98
4.5.3 仿真信息的输出方式.....	99
4.6 Multisim V7 应用举例.....	99
4.6.1 在三相交流电路中的应用.....	100
4.6.2 在模拟电子技术中的应用.....	102
4.6.3 在数字电子技术中的应用.....	105
本章小结.....	108
技能训练.....	108
第5章 可编程逻辑器件	118
5.1 可编程逻辑器件概述.....	118

5.1.1 可编程逻辑器件的发展历程.....	118
5.1.2 可编程逻辑器件的分类.....	118
5.2 复杂可编程逻辑器件 (CPLD)	119
5.2.1 Altera 公司 MAX7000 系列	119
5.2.2 MAX7000 系列器件编程	121
5.3 现场可编程门阵列 (FPGA)	122
5.3.1 Altera 公司 FLEX10K 系列.....	122
5.3.2 现场可编程门阵列的配置.....	123
本章小结	124
第 6 章 MAX+plus II 设计软件的应用	125
6.1 软件功能简介.....	125
6.2 知识基础.....	125
6.2.1 设计输入.....	126
6.2.2 项目编译与匹配.....	126
6.2.3 项目的仿真和定时分析.....	127
6.2.4 器件编程下载.....	127
6.3 可编程逻辑常用设计输入法介绍.....	127
6.3.1 原理图设计输入法.....	127
6.3.2 文本设计输入 (VHDL) 法简介.....	131
6.3.3 波形输入法简介.....	133
6.3.4 层次化设计输入法简介.....	136
6.4 基本应用	137
6.4.1 项目设计输入.....	137
6.4.2 项目编译与适配.....	138
6.4.3 项目功能仿真与时序分析.....	139
6.4.4 引脚重新分配与定位.....	146
6.4.5 器件下载编程与硬件实现.....	147
本章小结	149
技能训练	149
第 7 章 硬件描述语言 VHDL	165
7.1 概述	165
7.2 VHDL 语言的基本结构.....	165
7.2.1 VHDL 程序结构.....	165
7.2.2 实体.....	166
7.2.3 结构体.....	167
7.3 VHDL 的基本知识.....	168
7.3.1 关键字 (保留字)	168
7.3.2 标识符.....	169
7.3.3 数据对象.....	169

7.3.4	数据类型.....	170
7.3.5	运算符.....	171
7.3.6	属性.....	172
7.4	VHDL 的主要描述语句.....	172
7.4.1	顺序语句.....	172
7.4.2	并行语句.....	177
7.5	子程序、程序包、库和配置.....	181
7.5.1	子程序.....	181
7.5.2	程序包.....	182
7.5.3	库.....	182
7.5.4	配置.....	183
7.6	VHDL 的设计举例.....	183
7.6.1	VHDL 的结构描述方法.....	183
7.6.2	组合逻辑电路的设计.....	184
7.6.3	时序逻辑电路的设计.....	188
7.6.4	数字系统的层次化设计.....	192
7.7	Quartus II 软件介绍.....	198
7.7.1	概述.....	198
7.7.2	Quartus II 设计流程介绍.....	199
7.7.3	应用实例.....	205
	本章小结.....	207
	技能训练.....	207
	参考文献.....	222

第1章 绪 论

1.1 关于本课程

电子设计自动化(EDA)技术是以计算机科学和微电子技术发展为先导,汇集了计算机图形学、拓扑逻辑学、微电子工艺与结构等多种学科的先进技术,它是在计算机工作平台上产生的电子系统设计的应用技术。

EDA技术随着计算机、集成电路和电子系统设计的发展,经历了计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助工程设计(CAE)和电子设计自动化(EDA)三个发展过程。

随着EDA技术的不断发展,其内涵也发生了两个方面的变化:一方面是以Protel, EWB等软件为标志的板级EDA技术,这种技术限于电路元器件与元器件之间,即芯片外部设计自动化;另一方面是以FPGA/CPLD技术为标志的芯片内部设计自动化。随着微电子技术的不断发展,当今EDA技术多指可编程逻辑器件的设计技术。如果Protel的问世是电子设计领域的一次革命,那么CPLD/FPGA技术则是电子设计领域的第二次革命。

EDA软件工具种类繁多,如Protel, Pspice, Max+plus II和Foudation Series等,本教材将重点介绍常用的EDA技术软件,如Protel 99 SE, Multisim V7和Max+plus II等,教材中注意到以下问题。

1. 宽和新

知识内容包括流行的各种开发软件,如Protel 99 SE, Max+plus II和Multisim等基本部分,同时也涵盖目前市场流行的典型EDA器件。在知识内容、技术方法和工艺水平等方面力图反映当前的先进水平。

2. 浅和用

体现高等职业教育注重技能培养的特色,以“必需”和“够用”为前提,删除不必要的理论叙述,重视对学生各种实际能力的培养,多方面组织以学生为主的教学活动,让学生在主动参与的自主思考中学习,从被动学习转为主动学习,尽量给学生留下更多的自主思考空间,只讲述最本质和最基本的知识和方法,然后由学生在教学活动中举一反三,直至能独立实际问题。

在本教材中,以若干实际应用模型为例进行讲述,体现出了真实的应用过程,通过教学活动培养学生处理实际生产问题的能力,体现从职业教育到实际应用的“无缝过渡”。

1.2 Protel 99 SE 软件介绍

随着电子技术的发展和新型器件的不断出现,电路板的设计变得日益复杂,采用计算机辅

助设计方法取代传统的电路板手工设计方法已经成为必然趋势。从 1987 年美国推出的 TANGO 软件开始, 电路板设计软件经历了迅猛发展, 最后 Protel 公司以 Protel 99 SE 软件走到了行业的前列。

1.2.1 Protel 99 SE 的组成

Protel 99 SE 电路设计软件具有快捷实用的操作界面和良好的开放性, 同时具有 PDM 功能的强大综合设计环境。该软件主要由两大部分组成, 每一部分又分别具有三个模块。

1. 电路设计部分

电路设计部分包括以下三个模块。

(1) 用于原理图设计的 Advanced Schematic 99 模块, 该模块主要包括原理图编辑器、零件库编辑和报表的生成器。

(2) 用于电路板设计的 Advanced PCB 99 模块, 该模块主要包括用电路板编辑器、零件封装编辑器和电路板组件管理器。

(3) 用于 PCB 自动布线的 Advanced Route 99 模块。

2. 电路仿真与 PLD 设计部分

电路仿真与 PLD 设计部分包括以下三个模块。

(1) 用于可编程逻辑器件设计的 Advanced PLD 99 模块, 该模块主要包括文本编辑器、用于编译和仿真设计结果的 PLD 和用来观察仿真波形的 Wave。

(2) 用于电路仿真的 Advanced SIM 99 模块, 该模块主要包括一个功能强大的数/模混合信号电路仿真器。

(3) 用于高级信号完整性分析的 Advanced Integrity 99 模块, 该模块主要包括一个高级信号完整性仿真器。

1.2.2 Protel 99 SE 的特性

Protel 99 SE 电路设计软件是桌面环境下第一个以独特的设计管理和协作技术 (PDM) 为核心的全方位印制电路板设计系统, 是基于 Windows 95/98/2000/NT 的完全 32 位 EDA 设计系统, 其具有以下三个技术特性。

(1) SmartDoc 技术。SmartDoc 技术是将原理图、PCB、输出文件和材料清单等所有文件都存储在一个综合设计数据库中, 以便进行有效管理。

(2) SmartTool 技术。SmartTool 技术是把原理图设计、电路仿真、PLD 设计、自动布线、信号完整性分析和文件管理器设计工具都集中到一个独立直观的设计管理器界面上。

(3) SmartTeam 技术。SmartTeam 技术是使设计组的所有成员可以同时访问同一个设计数据的综合信息, 更改通告及文件锁定保护, 确保整个设计组的工作协调配合。

Protel 99 SE 电路设计软件大大提高了电子线路的设计效率, 已经成为电路设计者首选的计算机辅助电路设计的软件工具。

1.3 Multisim V7 软件介绍

随着 EDA 技术的发展,电子线路的设计人员能够在计算机上完成电路的功能设计、逻辑设计、性能分析、时序测试和印制电路板的自动设计。电子工作平台(Electronics Workbench, EWB)软件是加拿大 Interactive Image Technologies 公司(简称 IIT 公司)推出的电子仿真工作软件,具有界面形象直观、操作方便、分析功能强大和易学易用等突出优点,引起了广大电子设计工作者的关注,并且在使用中得到了迅速的发展。IIT 公司从 EWB 6.0 版本开始,将专用于电路级仿真与设计的模块更名为 Multisim,在保留原来软件优点的基础上,大大增强了软件的仿真测试和分析功能,也扩充了元件库中仿真元件的数目,特别是增加了若干个与实际元件相对应的现实性仿真元件模型,使得仿真设计的结果更精确、更可靠。该软件在一个程序包中汇总了框图输入、Spice 仿真、HDL 设计输入和仿真、可编程逻辑综合和其他设计能力,可以协同仿真 Spice、Verilog 和 VHDL,并且添加了 RF 设计模块。它具有以下特点:

(1) 采用直观的图形界面创建电路。在计算机屏幕上模仿实验室的工作台,绘制电路图需要的元器件、电路仿真需要的测试仪器均可直接从屏幕上选取。

(2) 软件仪器的控制面板外形和操作方式都与实物相似,可以实时显示测量结果。

(3) 带有丰富的电路元件库,提供多种电路分析方法,作为设计工具可以同其他流行的电路分析、设计和制板软件交换数据。

(4) 软件提供的虚拟仪器可以用比实验室中更灵活的方式进行实验仿真电路的实际运行情况,熟悉常用电子仪器的测量方法。

本教材将针对 Multisim V7 软件介绍各种仿真设计功能、基本操作方法和典型的分析方法。

1.4 可编程逻辑器件技术介绍

可编程逻辑器件技术是开发人员通过设计定制芯片内部的电路功能,使芯片成为设计者专用的电路芯片,从简单的逻辑电路、时序电路设计到复杂的数字系统设计均得以体现和应用,被广泛应用在通信、数字信号处理、嵌入式系统和各种 IP 内核等领域。

随着可编程逻辑器件技术的不断发展和崛起,设计灵活、仿真调试方便、体积小、容量大、I/O 口丰富、成本低廉、易编程和加密等优点使其得到业内的普遍认可。系统可编程逻辑技术(ISP 技术)是可编程逻辑器件技术的又一个突出特点,ISP 技术的工作电路集成在芯片内部,不需要配置编程器,直接将芯片安装到目标系统上实现对芯片的直接编程。由于 ISP 技术的应用,可以先装配后编程,打破了产品开发时必须先编程后装配的惯例,成为产品后还可以在系统内反复编程和修改,ISP 技术使系统的升级和维护变得更容易和方便,实现了硬件的“软件化”自动设计。

可编程逻辑器件可分为数字可编程逻辑器件和模拟可编程逻辑器件两类。数字可编程逻辑器件技术的发展已经相当成熟并得到了广泛应用,模拟可编程逻辑器件发展要晚一些,现有的芯片功能也比较单一。数字可编程逻辑器件按其密度可分为低密度 PLD 和高密度 PLD 两种。低密度 PLD 器件,如早期的 PAL 和 GAL 等,需要专用的编程器进行芯片编程,属半定制 ASIC 器件;高密度 PLD 又称复杂可编程逻辑器件,如市场上十分流行的 CPLD 和 FPGA 器件,属

于全定制 ASIC 芯片，编程时仅需将 JTAG 方式的下载电缆与计算机并口相连即可。本教材主要对数字可编程逻辑器件的设计与应用进行描述，对模拟可编程器件只做简单的介绍。

CPLD/FPGA 属于高密度用户可编程逻辑器件，芯片门数（容量）等级从几千门、几万门、几十万门到几百万门以上不等，适合于时序和组合逻辑电路应用场合，可以替代几十块甚至上百块通用 IC 芯片。CPLD/FPGA 的电路设计和仿真方法都完全一样，只是芯片编译或适配时生成的下载文件存在差别，CPLD 适合进行各种算法和组合逻辑电路设计，FPGA 更适合完成时序比较复杂的逻辑电路功能。由于 FPGA 芯片采用 RAM 结构，掉电以后内部程序将丢失，在形成产品时一般都与专用程序存储器配合使用，程序存储器中放置 FPGA 芯片的电路文件，所以在 FPGA 芯片及其外围电路保持不动的情况下，换一块存储器芯片就能实现新的电路功能。

CPLD/FPGA 厂商如 Altera、Lattice、Xilinx 和 Actel 等公司，几家公司推出的芯片均配有功能强大的开发软件，不仅支持多种电路设计方法，如电路原理图和硬件描述语言 VHDL 等，而且还支持电路仿真和时序分析等功能，为用户开发和调试产品提供了极大的方便，有关可编程器件设计软件的具体使用将在后续章节中做出详细介绍。

第2章 应用 Protel 99 SE 设计电路原理图

2.1 概述

Protel 99 SE 软件是澳大利亚 Protel Technology 公司于 2000 年推出的一个全 32 位的电子电路设计软件, 软件功能强大, 人-机界面友好, 易学易用, 可完整实现一个电子产品从概念设计到生成物理生产数据的过程, 在满足产品高可靠性的同时缩短了设计周期, 降低了设计成本, 得到电子系统设计者的普遍认可。

2.1.1 Protel 99 SE 的主要功能和特性

Protel 99 SE 软件包括电路原理图设计、印制板图设计、元器件库编辑、信号完整性分析与电路逻辑仿真和可编程逻辑设计 PLD 等功能, Protel 99 SE 软件的主要特性如下。

1. C/S 体系结构

在 Clint/Sever (客户机/服务器) 结构下开始只需运行 Clint99SE.exe 的应用程序, 提供一个基本框架窗口与 Protel 99 SE 组件 (内嵌多个服务程序) 之间的接口环境, 在需要时调用各服务程序, 大大加快了 Protel 99 SE 的启动速度及可扩展性。

2. 智能技术

Protel 99 SE 运用了智能文档技术、智能工具和智能设计组三个重要技术, 具体特点如下。

(1) 智能文档技术 (SmartDoc): 为便于系统管理, 将所有文件如原理图、PCB、输出文件和材料清单等各种文件都存放在一个统一的设计数据库中。

(2) 智能工具 (SmartTool): 所有设计工具 (原理图设计、电路仿真、PCB、PLD 和信号完整性分析等) 都集成到一个独立直观的设计管理器上。

(3) 智能设计组 (SmartTeam): 设计组的所有成员可同时访问同一设计数据库, 进行相应的操作, 确保整个设计组的工作协调配合。

3. 综合设计数据库

Protel 99 SE 将与同一设计的所有文档均保存在同一个综合设计数据库文件 (*.ddb) 中。在 Windows 中只能看到 DDB 库文件, 只有在 Protel 99 SE 的设计管理器中才可看到数据库文件中的文档, 该数据库文件与 VB 和 VF 中的项目文件相似, 因此设计产品时先建设计数据库文件后再新建各种文档。

4. 设计管理器

Protel 99 SE 的设计管理器窗口界面方便地联系设计工具和设计窗口, 其管理文档与

Windows 资源管理器功能类似,以树状结构图示了设计项目内部各文件之间的关系,可直接对文档进行更名、删除、打开和拖到回收站等操作。

5. 网络设计组及访问权限

Protel 99 SE 允许用户在一个设计组中进行协同设计,所有设计数据库和设计组特性均由设计组控制。

6. 同步设计

Protel 99 SE 同步设计使原理图和 PCB 图之间的一致性更加可靠,用户不经过网络表就可以直接从原理图传递修正信息到印制板图,同样也可以从印制板图传递信息到原理图中。

7. 帮助系统

与 Windows 帮助系统类似,Protel 99 SE 随时可得到系统帮助,为用户正确使用软件提供了保证。

2.1.2 Protel 99 SE 基础知识

1. Protel 99 SE 的运行环境

Protel 99 SE 的运行环境包括硬件环境和软件环境两种。

(1) 硬件环境。为充分发挥 Protel 99 SE 的强大功能,PC 性能指标越高越好,现在通用配置的 PC 一般都能满足要求。

(2) 软件环境。Protel 99 SE 要求运行在 Win9x,Windows 2000 和 Windows XP 等操作系统。

2. Protel 99 SE 的安装

Protel 99 SE 的安装很简单,用户只需根据安装过程中的提示操作即可完成安装工作。

3. Protel 99 SE 的文件组成

Protel 99 SE 的应用程序文件 client99SE.exe 放在安装目录下,在安装目录中包含以下五个文件夹。

(1) Backup: 文件备份。

(2) Examples: Protel 99 SE 自带设计实例。

(3) Help: 帮助文件。

(4) Library: 该文件夹下有 SCH,PCB,PLD,SignalIntegrity 和 SIM 等五个子文件夹,分别存放原理图元件库文件、PCB 元件封装库文件、PLD 库文件及信号完整性分析和仿真库文件。

(5) System: 存放 Protel 99 SE 各服务程序文件。

2.2 Protel 99 SE 基本操作

2.2.1 Protel 99 SE 的启动

Protel 99 SE 的启动操作如下(系统环境为 Windows XP,其他操作系统的界面会略有