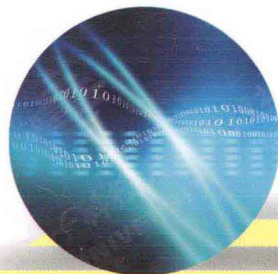


面向
21世纪

高等职业技术教育电子电工类专业“十一五”规划教材

电子设计自动化(EDA)

主编 朱晓红



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

高等职业技术教育电子电工类专业“十一五”规划教材

电子设计自动化(EDA)

主编 朱晓红

参编 范新龙 吕红娟 吕 昕

西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

本书采用教、学、做相结合的模式,深入浅出地介绍了如何使用 Multisim2001 进行电路仿真设计,使用 Protel 99 SE 进行电路图绘制和印制电路板设计以及使用 Lattice 公司的 ispLEVER 软件进行 PLD 设计。

本书实用性强,可作为高职高专院校电子工程类、工业自动化类、电气工程类、通信类、计算机应用类、仪器仪表类等有关专业的教材使用,也可作为相关专业技术人员的自学参考书。建议教学学时为 60 学时,其中理论教学 30 学时,上机实验 30 学时。

图书在版编目(CIP)数据

电子设计自动化(EDA)/朱晓红主编. —西安:西安电子科技大学出版社,2011.3

高等职业技术教育电子电工类专业“十一五”规划教材

ISBN 978-7-5606-2516-4

I. ① 电… II. ① 朱… III. ① 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. ① TN702

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 235249 号

策 划 马乐惠

责任编辑 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 2011 年 3 月第 1 版 2011 年 3 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印 张 13.875

字 数 322 千字

印 数 1~3000 册

定 价 20.00 元

ISBN 978 - 7 - 5606 - 2516 - 4/TN · 0585

XDUP 2808001-1

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。

高等职业技术教育电子电工类专业“十一五”规划教材

编委会名单

主任委员：唐政平

副主任委员：周 雪 白乃平 王 瑛 郭宗智 张慧玲

委 员：（按姓氏笔画排列）

马安良 方 彦 冯彦炜 毕恩兴 朱晓红

张凌云 肖志锋 吴生有 苏生荣 郭宗智

郭继文 程民利

前 言

本教材是根据高职高专院校培养目标,并结合教学实际编写的“理论+实验”型教材,可作为高职高专院校电子工程类、工业自动化类、电气工程类、通信类、计算机应用类、仪器仪表类等相关专业的教材使用,也可作为相关专业技术人员的自学参考书。

编写本教材遵循的原则是:强化工程实践训练,培养学生的创新意识,提高学生的综合素质,以适应当前市场对人才的需要。本书将 EDA 工具软件分为三大类:电子电路仿真软件、电路图和电路板设计软件、可编程逻辑器件开发软件,采用教、学、做相结合的教学模式,深入浅出地介绍了使用 Multisim2001 进行电路仿真设计,使用 Protel 99 SE 进行电路图绘制和印制电路板设计,使用 Lattice 公司的 ispLEVER 软件进行 PLD 设计的方法。

全书共分 6 章,主要内容有: Multisim2001 的基本操作,仿真仪器的使用,仿真电路的分析, Protel 99 SE 原理图编辑, PCB 印制电路板设计, PCB 印制电路板布线,可编程逻辑器件(PLD)设计等。本课程建议教学学时为 60 学时,其中理论教学 30 学时,上机实验 30 学时。有条件的院校建议安排一周的实训。

本教材由西安铁路职业技术学院的朱晓红担任主编,范新龙、吕红娟和吕昕参编。其中第 1 章、第 2 章、第 6 章由朱晓红编写,第 3 章由吕昕编写,第 4 章由吕红娟编写,第 5 章由范新龙编写。朱晓红对全书进行了修改和统稿。

限于编者水平,加之编写时间仓促,书中难免存在不足之处,敬请读者批评指正。

编 者

2010 年 5 月

欢迎选购西安电子科技大学出版社教材类图书

~~~~~“十一五”国家级规划教材~~~~~

计算机系统结构(第四版)(李学干)	25.00
计算机系统安全(第二版)(马建峰)	30.00
计算机网络(第三版)(蔡皖东)	27.00
大学计算机应用基础(陈建锋)	31.00
C++程序设计语言(李雁妮)	37.00
中文版3ds max 9室内外效果图精彩实例创作通	36.00
中文版3ds max9效果图制作课堂实训(朱仁成)	37.00
Internet应用教程(第三版)(高职 赵佩华)	24.00
网络信息安全技术(周明全)(第二版)	30.00
微型计算机原理(第二版)(王忠民)	27.00
微型计算机原理及接口技术(第二版)(裘雪红)	36.00
微型计算机组成与接口技术(高职)(赵佩华)	28.00
微机原理与接口技术(第二版)(龚尚福)	37.00
软件工程与开发技术(第二版)(江开耀)	34.00
单片机原理及应用(第二版)(李建忠)	32.00
单片机应用技术(第二版)(高职)(刘守义)	30.00
单片机技术及应用实例分析(高职)(马淑兰)	25.00
单片机原理及实验/实训(高职)(赵振德)	25.00
Java程序设计(第二版)(高职)(陈圣国)	26.00
数据结构——C语言描述(第二版)(陈慧南)	30.00
编译原理基础(第二版)(刘坚)	29.00
人工智能技术导论(第三版)(廉师友)	24.00
多媒体软件设计技术(第三版)(陈启安)	23.00
信息系统分析与设计(第二版)(卫红春)	25.00
信息系统分析与设计(第三版)(陈圣国)(高职)	20.00
传感器原理及工程应用(第三版)	28.00
传感器原理及应用(高燕)	18.00
数字图像处理(第二版)(何东健)	30.00
电路基础(第三版)(王松林)	39.00
模拟电子电路及技术基础(第二版)(孙肖子)	35.00
模拟电子技术(第三版)(江晓安)	25.00
数字电子技术(第三版)(江晓安)	23.00
数字电路与系统设计(第二版)(邓元庆)	35.00
数字电子技术基础(第二版)(杨颂华)	30.00
数字信号处理(第三版)(高西全)	29.00

电磁场与电磁波(第二版)(郭辉萍)	28.00
射频电路基础(赵建勋)	33.00
天线技术(第二版)(高职)(许学梅)	20.00
现代通信原理与技术(第二版)(张辉)	39.00
现代通信技术与网络应用(第二版)(张宝富)	33.00
移动通信(第四版)(李建东)	30.00
移动通信(第二版)(章坚武)	24.00
光纤通信(第二版)(张宝富)	24.00
光纤通信(第二版)(刘增基)	23.00
物理光学与应用光学(第二版)(石顺祥)	42.00
数控机床故障分析与维修(高职)(第二版)	25.00
液压与气动技术(第二版)(朱梅)(高职)	23.00
机械设计基础(第二版)(高职)(赵冬梅)	28.00

~~~~~计 算 机 类~~~~~

计算机应用基础(Windows XP+Office 2007)(高职)	34.00
计算机科学与技术导论(吕辉)	22.00
网络信息检索(董守斌)	32.00
网络与TCP/IP协议(武奇生)	29.00
现代信息网技术与应用(赵谦)	33.00
计算机网络工程(高职)(周跃东)	22.00
计算机网络技术与应用(孙健敏)	21.00
信息安全理论与技术(李飞)	26.00
入侵检测(鲜永菊)	31.00
网页设计与制作实例教程(高职)(胡昌杰)	24.00
ASP动态网页制作基础教程(中职)(苏玉雄)	20.00
新编Dreamweaver CS3动态网页设计与制作教程	24.00
局域网组建实例教程(高职)(尹建璋)	20.00
Windows Server 2003组网技术(高职)(陈伟达)	30.00
综合布线技术(高职)(王趾成)	18.00
基于Java EE的电子商务网站建设(潘海兰)	31.00
新编电子商务实用教程(高职)(司爱丽)	20.00
数据结构(高职)(刘肖)	20.00
数据结构与程序实现(司存瑞)	48.00
离散数学(第三版)(方世昌)	30.00
软件体系结构实用教程(付燕)	26.00
软件工程——理论、方法与实践(吴军华)	26.00

~~~~~自动控制、机械类~~~~~		液压传动技术(高职)(简引霞)	23.00
控制工程基础(王建平)	23.00	发动机构造与维修(高职)(王正键)	29.00
现代控制理论基础(舒欣梅)	14.00	汽车典型电控系统结构与维修(李美娟)	31.00
过程控制系统及工程(杨为民)	25.00	汽车单片机与车载网络技术(于万海)	20.00
控制系统仿真(党宏社)	21.00	汽车故障诊断技术(高职)(王秀贞)	19.00
模糊控制技术(席爱民)	24.00	汽车使用性能与检测技术(高职)(郭彬)	22.00
运动控制系统(高职)(尚丽)	26.00	汽车电工电子技术(高职)(黄建华)	22.00
工程力学(项目式教学)(高职)	21.00	汽车电气设备与维修(高职)(李春明)	25.00
工程材料及应用(汪传生)	31.00	汽车空调(高职)(李祥峰)	16.00
工程实践训练基础(周桂莲)	18.00	现代汽车典型电控系统结构原理与故障诊断	25.00
工程制图(含习题集)(高职)(白福民)	33.00	~~~~~其 他 类~~~~~	
工程制图(含习题集)(周明贵)	36.00	移动地理信息系统开发技术(李斌兵)(研究生)	35.00
现代工程制图(含习题集)(朱效波)	48.00	地理信息系统及 3S 空间信息技术(韦娟)	18.00
现代设计方法(曹岩)	20.00	管理学(刘颖民)	29.00
液压与气压传动(刘军营)	34.00	西方哲学的智慧(常新)	39.00
液压与气压传动案例教程(高职)(梁洪洁)	20.00	实用英语口语教程(含光盘)(吕允康)	22.00
先进制造技术(高职)(孙燕华)	16.00	高等数学(高职)(徐文智)	23.00
机电一体化控制技术与系统(计时鸣)	33.00	电子信息类专业英语(高职)(汤瀚)	20.00
机械原理(朱龙英)	27.00	高等教育学新探(杜希民)(研究生)	36.00
机械设计(王宁侠)	36.00	国际贸易实务(谭大林)(高职)	24.00
机械 CAD/CAM(葛友华)	20.00	国际贸易理论与实务(鲁丹萍)(高职)	27.00
画法几何与机械制图(叶琳)	35.00	电子商务与物流(燕春蓉)	21.00
机械制图与 CAD(含习题集)(杜淑幸)	59.00	市场营销与市场调查技术(康晓玲)	25.00
机械设备制造技术(高职)(柳青松)	33.00	技术创业: 企业组织设计与团队建设(邓俊荣)	24.00
机械制造技术实训教程(高职)(黄雨田)	23.00	技术创业: 创业者与创业战略(马鸣萧)	20.00
机械制造基础(周桂莲)	21.00	技术创业: 技术项目评价与选择(杜跃平)	20.00
特种加工(高职)(杨武成)	20.00	技术创业: 商务谈判与推销技术(王林雪)	25.00
数控加工进阶教程(张立新)	30.00	技术创业: 知识产权理论与实务(王品华)	28.00
数控加工工艺学(任同)	29.00	技术创业: 新创企业融资与理财(张蔚虹)	25.00
数控机床电气控制(高职)(姚勇刚)	21.00	计算方法及其 MATLAB 实现(杨志明)(高职)	28.00
机床电器与 PLC(高职)(李伟)	14.00	网络金融与应用(高职)	20.00
电机与电气控制(高职)(冉文)	23.00	网络营销(王少华)	21.00
电机安装维护与故障处理(高职)(张桂金)	18.00	网络营销理论与实务(高职)(宋沛军)	33.00
供配电技术(高职)(杨洋)	25.00	企划设计与企划书写作(高职)(李红薇)	23.00
模具制造技术(高职)(刘航)	24.00	现代公关礼仪(高职)(王剑)	30.00
塑料成型模具设计(高职)(单小根)	37.00	布艺折叠花(中职)(赵彤凤)	25.00

欢迎来函来电索取本社书目和教材介绍! 通信地址: 西安市太白南路 2 号 西安电子科技大学出版社发行部  
 邮政编码: 710071 邮购业务电话: (029)88201467 传真电话: (029)88213675。



# 目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 电子设计自动化	1
1.2 常用 EDA 软件	3
1.2.1 电子电路设计与仿真软件	3
1.2.2 PCB 设计软件	4
1.2.3 PLD 设计工具	5
1.3 本书使用的主要软件安装	6
1.3.1 Multisim2001 软件的安装	8
1.3.2 Protel 99 SE 软件的安装	12
1.3.3 ispLEVER 软件的安装	14
上机操作	15
课后练习	15
第 2 章 Multisim2001 仿真电路	16
2.1 Multisim2001 仿真电路的创建	16
2.1.1 Multisim2001 基本界面	16
2.1.2 电路仿真的基本操作	19
2.1.3 子电路的使用	29
上机操作	33
操作 1 Multisim2001 基本操作练习	33
操作 2 子电路的使用练习	34
课后练习	34
2.2 Multisim2001 虚拟仪器的使用	35
2.2.1 仪器仪表的基本操作	35
2.2.2 常用仪器的使用	35
2.2.3 其他常用指示器件	45
2.2.4 运行仿真电路	47
上机操作	48
操作 1 单管共发射极放大电路的测试	48
操作 2 译码显示电路的测试	49
操作 3 四人表决电路的测试	50
课后练习	52
2.3 常用电路仿真分析	52



2.3.1 仿真分析的基本操作 .....	52
2.3.2 常用分析方法 .....	55
2.3.3 Multisim2001 后处理功能 .....	62
上机操作 .....	65
操作 1 功率放大电路的测试 .....	65
操作 2 计数器电路的测试 .....	67
操作 3 交通灯控制器的测试 .....	68
课后练习 .....	70
<b>第 3 章 Protel 99 SE 原理图编辑 .....</b>	<b>71</b>
3.1 Protel 99 SE 原理图编辑器 .....	71
3.1.1 启动 Protel 99 SE .....	71
3.1.2 启动原理图编辑器 .....	73
3.1.3 原理图编辑器简介 .....	74
3.1.4 原理图编辑器的管理 .....	75
上机操作 .....	77
操作 启动 Protel 99 SE 和原理图编辑器练习 .....	77
课后练习 .....	78
3.2 绘制原理图 .....	78
3.2.1 新建原理图 .....	79
3.2.2 图纸格式设置和工作环境 .....	79
3.2.3 加载元件库 .....	83
3.2.4 放置元件 .....	85
3.2.5 放置电源和接地符号 .....	88
3.2.6 电气连接 .....	89
3.2.7 原理图的编辑技巧 .....	90
3.2.8 元件属性调整 .....	92
3.2.9 总线和网络标号的使用 .....	93
上机操作 .....	95
操作 1 原理图绘制操作练习 .....	95
操作 2 总线绘制操作练习 .....	96
课后练习 .....	97
3.3 原理图的完善 .....	97
3.3.1 基本图形的绘制 .....	97
3.3.2 电气规则检查与生成网络表 .....	99
3.3.3 层次电路设计 .....	102
3.3.4 放置文字说明 .....	105
3.3.5 生成元件清单 .....	106
3.3.6 文件的存盘与退出 .....	107
上机操作 .....	107

操作 1 绘制接口电路 .....	107
操作 2 层次电路的绘制练习 .....	108
课后练习 .....	110
3.4 元件库编辑 .....	110
3.4.1 启动元件库编辑器 .....	110
3.4.2 元件库管理器的使用 .....	111
3.4.3 绘制元件工具介绍 .....	112
3.4.4 绘制新元件 .....	113
3.4.5 库元件制作实例 .....	115
上机操作 .....	118
操作 1 制作元件 P89C51RD2 .....	118
操作 2 制作元件 74LS160 .....	118
课后练习 .....	119
<b>第 4 章 印制电路板的设计</b> .....	<b>120</b>
4.1 印制电路板设计基础 .....	120
4.1.1 印制电路板的基本知识 .....	120
4.1.2 PCB 设计流程 .....	121
4.1.3 Protel 99 SE 印制版编辑器 .....	122
4.1.4 设计环境的设置 .....	123
4.1.5 印制电路板的工作层面 .....	125
4.1.6 规划电路板 .....	128
上机操作 .....	134
操作 PCB 99 SE 编辑器的使用 .....	134
课后练习 .....	136
4.2 印制电路板的布局 .....	136
4.2.1 引入网络表 .....	136
4.2.2 电路板的自动布局 .....	139
4.2.3 电路板的手工布局 .....	141
4.2.4 放置 PCB 组件 .....	143
4.2.5 布局后的 3D 效果图 .....	147
上机操作 .....	147
操作 彩灯循环电路 .....	147
课后练习 .....	150
4.3 印制电路板布线 .....	151
4.3.1 设置布线参数 .....	151
4.3.2 自动布线 .....	155
4.3.3 手工调整布线 .....	157
4.3.4 印制版输出 .....	161
上机操作 .....	164

操作 1 彩灯循环电路的单面布线 .....	164
操作 2 单面板的制作练习 .....	166
课后练习 .....	166
4.4 元件封装库的建立 .....	167
4.4.1 元件封装简介 .....	167
4.4.2 元件封装设计基础 .....	168
4.4.3 设计元件封装 .....	168
4.4.4 编辑已有元件封装 .....	171
4.4.5 元件封装的常见错误 .....	172
上机操作 .....	172
操作 制作元件封装 .....	172
课后练习 .....	174
<b>第 5 章 可编程逻辑器件 PLD</b> .....	175
5.1 PLD 概述 .....	175
5.2 VHDL 语言简介 .....	175
5.2.1 VHDL 程序设计基本结构 .....	176
5.2.2 VHDL 语言要素 .....	178
5.3 使用 ispLEVER 软件进行 PLD 设计 .....	184
5.3.1 ispLEVER 开发工具的原理图输入 .....	184
5.3.2 设计的编译与仿真 .....	187
5.3.3 硬件描述语言和原理图混合输入 .....	190
5.3.4 ispLEVER 工具中 VHDL 语言的设计方法 .....	194
上机操作 .....	197
操作 3×8 译码器的设计 .....	197
课后练习 .....	199
<b>第 6 章 实训</b> .....	200
6.1 鉴频器电路板的设计 .....	200
6.2 数字钟的电路设计 .....	202
6.3 交通信号灯的自动控制 .....	206
<b>参考文献</b> .....	212





# 第 1 章 绪 论

## 本章要点

- EDA 技术及其发展
- 常用的 EDA 工具
- Multisim2001 软件和 Protel 99 SE 软件的安装

## 1.1 电子设计自动化

人类社会已进入高度发达的信息化社会,信息社会的发展离不开电子产品的进步。现代电子产品在性能提高、复杂度增大的同时,价格却一直呈下降趋势,而且产品更新换代的步伐也越来越快,实现这种进步的主要因素是生产制造技术和电子设计技术的快速发展。生产制造技术以微细加工技术为代表,目前已进展到深亚微米阶段,可以在几平方厘米的芯片上集成数千万个晶体管。电子设计技术的发展则以电子设计自动化(EDA, Electronic Design Automatic)技术为代表。

传统的电子线路设计方法一般采用搭接实验电路的方式进行,这种方法费用高、效率低。随着计算机技术的发展,一些特殊类型电路的设计可以通过计算机来完成,但目前能实现完全自动化设计的电路类型并不多,大部分情况下要以“人”为主体,借助计算机来完成设计任务,这种设计模式称作计算机辅助设计(CAD, Computer Aided Design)。

### 1. EDA 技术的含义

EDA 技术就是以功能强大的计算机为工作平台,以专用 EDA 软件工具为开发环境,以硬件描述语言和电路图描述为设计入口,以可编程逻辑器件为实验载体的电子产品自动化设计技术。

利用 EDA 工具,电子设计师可以从概念、算法、协议等开始设计电子系统,大量工作可以通过计算机完成,并可以将电子产品从电路设计、性能分析到设计出 IC 版图或 PCB 版图的整个过程在计算机上自动处理完成。

电子产品从系统设计、电路设计到芯片设计、PCB 设计都可以用 EDA 工具完成,其中仿真分析、规则检查、自动布局和自动布线是计算机取代人工的最有效部分。利用 EDA 工具可以大大缩短设计周期,提高设计效率,减小设计风险。

### 2. EDA 技术的发展

EDA 技术发展迅猛,可以用日新月异来形容。自 20 世纪 70 年代以来,在计算机技术





和集成电路制造技术的推动下, EDA 技术水平不断提高, 应用越来越广泛, 现在已涉及到各行各业。EDA 技术发展至今, 经历了三个阶段。

### 1) CAD 阶段

20 世纪 70 年代是电子线路的计算机辅助设计(CAD, Computer Aided Design)阶段, 即 EDA 发展的初级阶段。它利用计算机的图形编辑、分析和存储等能力, 协助工程师进行电子系统的 IC(Integrated Circuit)版图编辑和 PCB(Printed Circuit Board)布局布线, 取代了手工操作。CAD 可以减少设计人员繁琐、重复的劳动, 但其自动化程度低, 因而需要人工干预整个设计过程。这类专用软件大多以计算机为工作平台, 易于学习和使用, 设计中小规模电子系统可靠有效。现仍有很多此类专用软件被广泛应用于工程设计。

### 2) CAE 阶段

80 年代被称为 CAE(Computer Aided Engineering)阶段, 与 CAD 相比, 除了纯粹的图形绘制功能外, CAE 阶段已具备了设计自动化的功能, 其主要特征是具备了自动布局布线和电路的计算机仿真、分析和验证功能, 同时又增加了电路功能设计和结构设计, 并且通过电气连接网络表将两者结合在一起, 以实现工程设计, 这就是计算机辅助工程的概念。CAE 的作用已不仅仅是辅助设计, 还可以代替人进行某种思维。CAE 的主要功能有: 原理图输入, 逻辑仿真, 电路分析, 自动布局布线, PCB 后分析。

### 3) EDA 阶段

90 年代至今是高级 EDA 阶段, 又称为电子系统设计自动化(ESDA, Electronic System Design Automation)阶段。传统的电子系统产品设计采用“自底而上”的顺序, 依照这种顺序, 设计者先对系统结构分块, 然后进行电路级的设计。这种设计方式使设计者不能预测下一阶段的问题, 而且每一阶段是否存在问题, 往往在系统整机调试时才确定, 也很难通过局部电路的调整使整个系统达到既定的功能和指标, 不能保证设计一举成功。EDA 技术高级阶段采用一种新的“自顶向下”的设计顺序和“并行工程”的设计方法。依照这种方法, 设计者的精力主要集中在所要设计系统的准确定义上, 用 EDA 系统来完成电子产品的系统级到物理级的设计。该阶段技术的基本特征是: 设计人员以计算机为工具, 按照“自顶向下”的设计方法, 对整个系统进行方案设计和功能划分; 然后再将划分后的各个模块用硬件描述语言等设计描述方法完成系统行为级设计, 再利用先进的开发工具自动完成逻辑编译、化简、分割、综合、优化、布局布线、仿真及特定目标芯片的适配编译和编程下载, 这也称为数字逻辑电路的高层次设计方法。

EDA 技术代表了当今电子设计技术的最新发展方向, 它是电子设计领域的一场革命。目前 EDA 的概念和技术应用得很广, 涉及机械、电子、通信、航空航天、化工、矿产、生物、医学、军事等各个领域。

目前, EDA 技术正以惊人的速度发展, 并已成为当今电子技术发展的前沿之一, 被世界上各大公司、企业和科研单位广泛使用。本书所指的 EDA 技术, 主要是针对电子电路设计和 PCB 设计的 EDA。

EDA 技术设计电子系统的简要流程图如图 1.1 所示。

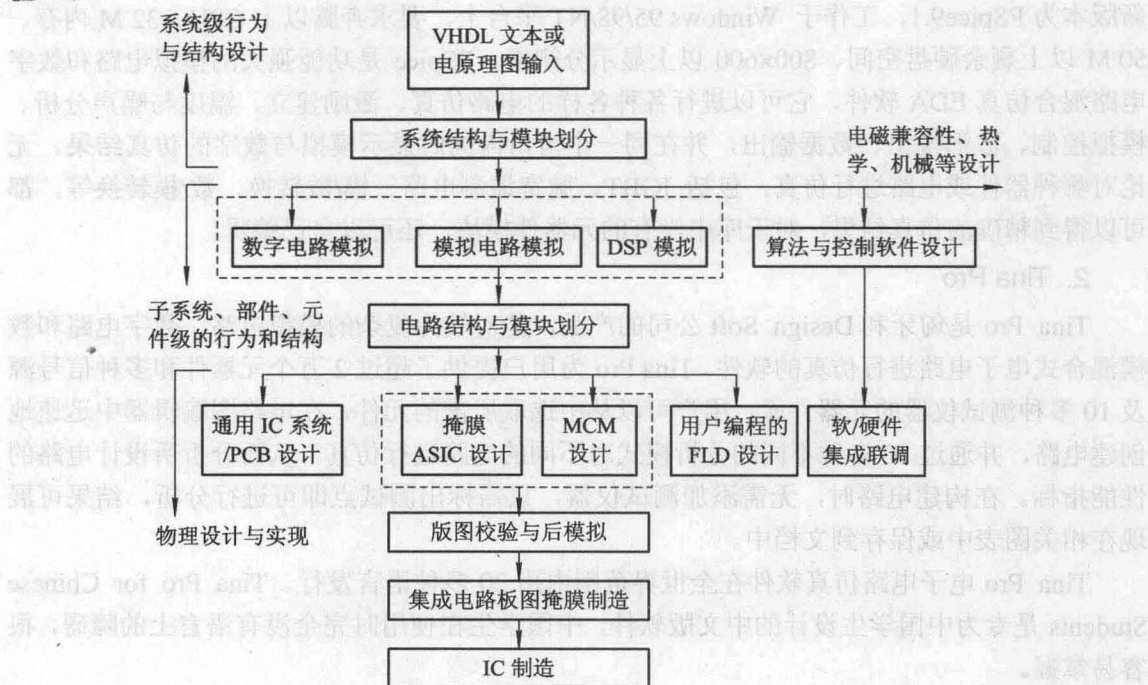


图 1.1 EDA 技术设计电子系统的简要流程图

## 1.2 常用 EDA 软件

掌握 EDA 技术的关键在于熟练使用 EDA 工具软件。电子设计自动化技术软件很多，有单一功能的，也有将电子设计方面的所有功能全部包括进去的集成软件环境，但大致可以分为：

- (1) 电子电路设计与仿真软件，主要完成电子电路和系统的设计与仿真。
- (2) PCB 设计软件，主要完成电原理图和印制电路板图的绘制。
- (3) 片上系统开发软件，主要完成复杂电子系统的设计、仿真、编译和下载，在芯片上实现电子系统。

### 1.2.1 电子电路设计与仿真软件

常用的电子电路设计与仿真软件有以下介绍的几种。

#### 1. PSpice

PSpice 是由 Spice 发展而来的通用电路分析程序。PSpice 是较早出现的 EDA 软件之一 (1985 年就由 MicroSim 公司推出)，它在电路仿真方面的功能最为强大，在国内被普遍使用。现在使用较多的是 PSpice6.2 (工作于 Windows 环境，占用硬盘空间 20 多兆)，整个软件由原理图编辑、电路仿真、激励编辑、元器件库编辑、波形图等几个部分组成。PSpice 发展至今，已被并入 OrCAD，成为 OrCAD-PSpice，但 PSpice 仍然单独销售和使用。PSpice 的最



新版本为 PSpice9.1, 工作于 Windows 95/98/NT 平台上, 要求奔腾以上 CPU、32 M 内存、50 M 以上剩余硬盘空间、800×600 以上显示分辨率。PSpice 是功能强大的模拟电路和数字电路混合仿真 EDA 软件, 它可以进行各种各样的电路仿真、激励建立、温度与噪声分析、模拟控制、波形输出、数据输出, 并在同一个窗口内同时显示模拟与数字的仿真结果。无论对哪种器件或电路进行仿真, 包括 IGBT、脉宽调制电路、模/数转换、数/模转换等, 都可以得到精确的仿真结果, 对于库中没有的元器件模块, 还可以自己编辑。

## 2. Tina Pro

Tina Pro 是匈牙利 Design Soft 公司的产品, 能对较为复杂的模拟电路、数字电路和数模混合式电子电路进行仿真的软件。Tina Pro 为用户提供了超过 2 万个元器件和多种信号源及 10 多种测试仪器的元器件库。用户可以从选取所需的元件, 在电路图编辑器中迅速地创建电路, 并通过 20 多种不同的分析模式对不同的电路进行仿真, 从而分析所设计电路的性能指标。在构建电路时, 无需添加测试仪器, 只需标出测试点即可进行分析, 结果可展现在相关图表中或保存到文档中。

Tina Pro 电子电路仿真软件在全世界范围内用 20 多种语言发行。Tina Pro for Chinese Students 是专为中国学生设计的中文版软件, 中国学生在使用时完全没有语言上的障碍, 很容易掌握。

## 3. EWB/Multisim2001

EWB(Electronic Workbench)是加拿大交互图像技术有限公司(Interactive Image Technologies Ltd.)在 20 世纪 90 年代初推出的 EDA 软件。相对其他 EDA 软件而言, 它是个较小巧的软件, 只有 16 M, 功能也比较单一, 就是进行模拟电路和数字电路的混合仿真, 但其仿真功能十分强大, 几乎可以百分之百地仿真出真实电路的结果。该软件提供了上万种元器件和 7 种测试仪器, 设计者可以从选取所需的元件和仪器, 在电路图编辑器中迅速地创建电路, 并通过 10 多种不同的分析模式对不同的电路进行仿真, 从而分析所设计电路的性能指标。EWB 的兼容性也较好, 其文件格式可以导出能被 OrCAD 或 Protel 读取的格式, 该软件只有英文版, 在中文版 Windows 98 下它的一些图标会有偏移(在 Windows 95 下正常), 但不影响使用。

Multisim2001 是 EWB 的升级版, 它保留了 EWB5.0 的全部功能, 并增加了许多新功能, 不仅可以完成电路的瞬态分析和稳态分析、时域和频域分析、器件的线性和非线性分析、噪声分析、失真分析、离散傅立叶分析、电路零极点分析、交流灵敏度分析和电路容差分析等 19 种电路分析, 还可以实现故障模拟和数据存储等功能, 另外还提供了增强型 RF 设计功能, 能支持和模拟 Spice、VHDL/Verilog 模型等。

## 1.2.2 PCB 设计软件

常用的 PCB 设计软件有 Protel 和 OrCAD 两种。

### 1. Protel

Protel 是 Protel(现为 Altium)公司在 20 世纪 80 年代末推出的 CAD 工具, 是 PCB 设计者的首选软件。它较早在国内使用, 普及率最高, 几乎所有的电路公司都要用到它。早期





的 Protel 主要作为印刷版自动布线工具使用,其最新版本为 Protel DXP,现在普遍使用的是 Protel 99 SE,它是一个完整的全方位电路设计系统,包含了电原理图绘制、模拟电路与数字电路混合信号仿真、多层印刷电路板设计(包含印刷电路板自动布局布线)、可编程逻辑器件设计、图表生成、电路表格生成、宏操作等功能,并具有 Client/Server(客户/服务体系结构),同时还兼容一些其他设计软件的文件格式,如 OrCAD、PSpice、Excel 等。使用多层印制电路板的自动布线,可实现高密度 PCB 的 100%布通率。Protel 软件功能强大(同时具有电路仿真功能和 PLD 开发功能)、界面友好、使用方便,但它最具代表性的是电路设计和 PCB 设计功能。

## 2. OrCAD

OrCAD 是 OrCAD 公司于 20 世纪 80 年代末推出的 EDA 软件。它是世界上使用最广的 EDA 软件,每天都有上百万的电路工程师在使用它。相对于其他 EDA 软件而言,它的功能也是最强大的。由于 OrCAD 软件使用了软件狗防盗版,因此在国内并不普及,知名度也比不上 Protel,只有少数的电路设计者使用它。早年工作于 DOS 环境的 OrCAD 4.0 就集成了电原理图绘制、印制电路板设计、数字电路仿真、可编程逻辑器件设计等功能,而且它的界面友好且直观。OrCAD 的元器件库也是所有 EDA 软件中最丰富的,一直是 EAD 软件中的首选。

OrCAD 公司在与 CADENCE 公司合并后,成为世界上最强大的开发 EDA 软件的公司,它的产品 OrCAD 世纪集成版工作于 Windows 95 与 Windows NT 环境下,集成了电原理图绘制、印制电路板设计、模拟与数字电路混合仿真等功能;电路仿真元器件库达 8500 个,收入了几乎所有的通用型电路元器件模块。

### 1.2.3 PLD 设计工具

PLD(Programmable Logic Device, 可编程逻辑器件)是一种可由用户根据需要而自行构造逻辑功能的数字集成电路,可以完全替代 74 系列及 GAL、PLA 电路,只要有数字电路基础并会使用计算机的用户,就可以进行 PLD 的开发。PLD 的在线编程能力和强大的开发软件,使工程师可以在几天甚至几分钟内就完成以往几周才能完成的工作,并可将数百万门的复杂设计集成在一颗芯片内。目前 PLD 主要有两大类型: CPLD(Complex PLD)和 FPGA(Field Programmable Gate Array)。它们的基本设计方法是借助于 EDA 软件,用原理图、状态机、布尔表达式、硬件描述语言等方法生成相应的目标文件,最后用编程器或下载电缆,由目标器件实现。生产 PLD 的厂家很多,但最有代表性的是 Altera、Xilinx 和 Lattice 公司。

PLD 的开发工具一般由器件生产厂家提供,但随着器件规模的不断扩大,软件的复杂性也随之提高,目前由专门的软件公司与器件生产厂家推出了功能强大的设计软件。下面介绍几种主要器件生产厂家和开发工具。

#### 1. Altera

Altera 公司的主要产品有: MAX3000/7000、FELX6K/10K、APEX20K、ACEX1K、Stratix 等。其开发工具 MAX + PLUS II 是较成功的 PLD 开发平台,最新又推出了 Quartus II 开发





软件。Altera 公司提供较多形式的设计输入手段,可绑定第三方 VHDL 综合工具,如:综合软件 FPGA Express、Leonard Spectrum、仿真软件 ModelSim。

## 2. Xilinx

Xilinx 公司是 FPGA 的发明者。Xilinx 公司的产品种类较全,主要有:XC9500/4000、Coolrunner(XPLA3)、Spartan、Vertex 等系列,其最大的 Vertex-II Pro 器件已达到 800 万门。开发软件为 Foundation 和 ISE。通常来说,在欧洲用 Xilinx 的人多,在日本和亚太地区用 Altera 的人多,在美国则是平分秋色。全球 PLD/FPGA 产品 60%以上是由 Altera 和 Xilinx 提供的,因此可以说 Altera 和 Xilinx 共同决定了 PLD 技术的发展方向。

## 3. Lattice

Lattice 公司是 ISP(In-System Programmability)技术的发明者。ISP 技术极大地促进了 PLD 产品的发展,与 Altera 和 Xilinx 公司相比,其开发工具略逊一筹。该公司中小规模的 PLD 比较有特色,大规模 PLD 的竞争力还不够强(Lattice 没有基于查找表技术的大规模 FPGA)。1999 年 Lattice 公司推出可编程模拟器件,并收购了 Vantis(原 AMD 子公司),成为世界第三大可编程逻辑器件供应商;2001 年 12 月, Lattice 公司又收购了 Agere 公司(原 Lucent 微电子部)的 FPGA 部门。Lattice 公司的主要产品有 ispLSI2000/5000/8000 和 MACH4/5。

## 4. Actel

Actel 是反熔丝(一次性烧写)PLD 的领导者。由于反熔丝 PLD 抗辐射、耐高温、功耗低、速度快,所以在军品和宇航级市场上有较大优势。Altera 和 Xilinx 公司则一般不涉足军品和宇航级市场。

## 5. WSI

WSI 生产 PSD(单片机可编程外围芯片)产品。这是一种特殊的 PLD,如最新的 PSD8xx、PSD9xx 集成了 PLD、EPROM、Flash,并支持 ISP(在线编程),集成度高,主要用于配合单片机工作。

# 1.3 本书使用的主要软件安装

本书主要介绍电子电路仿真、印制版的设计和 PLD 设计,共选用了 3 个典型的软件。

## 1. Multisim2001

Multisim2001 是一个 32 位的电路仿真软件,是迄今为止使用最方便、最直观的仿真软件,它增加了大量的 VHDL 元件模型,可以仿真更复杂的数字元件,在保留了 EWB 形象直观等优点的基础上,增强了软件的仿真测试和分析功能,扩充了元件库中的元件的数目,特别是增加了大量与实际元件对应的元件模型,使得仿真设计的结果更精确、更可靠、更具有实用性。

Multisim2001 软件具有以下功能:

(1) 具有丰富的元件库。Multisim2001 主元件库提供了一个庞大的元件模型数据库,用户可以通过新增的元件编辑器建立自己的元件库。