

21 世纪 高 职 高 专 规 划 教 材

电 气 、 自 动 化 、 应 用 电 子 技 术 系 列



EDA技术与实践

赵明富 主编

田泽正 石新锋 副主编

清华大学出版社



高职高专规划教材

电气、自动化、应用电子技术系列

EDA技术与实践

赵明富 主编

田泽正 石新锋 副主编

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

EDA 技术是将计算机技术应用于电子电路设计过程的一门崭新技术,给电子产品设计与开发带来了革命性的变化。本书以电子电路仿真设计、原理图绘制和印制板设计技术为主线,对电子产品的设计、制作过程做了全面介绍,包括 EDA 技术概述、EWB 基本操作、基本分析方法、高级分析功能、电子电路仿真设计、电路原理图设计、印制电路板设计、元件库的管理和可编程逻辑器件原理及应用。该书知识面广、实用性强、重点突出。

本教材可作为高等职业技术学院电子类、电气类、通信类专业学生的教材,亦可作为课程设计、电子产品制作、科技创新实践、毕业设计等实践活动的指导书,同时亦可供职业技术教育、技术培训及从事电子产品设计与开发的工程技术人员参考。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

本书防伪标签采用特殊防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

EDA 技术与实践/赵明富主编. —北京:清华大学出版社, 2005. 12

(21 世纪高职高专规划教材. 电气、自动化、应用电子技术系列)

ISBN 7-302-11908-2

I. E… II. 赵… 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(2005)第 112856 号

出 版 者: 清华大学出版社 地 址: 北京清华大学学研大厦
http://www.tup.com.cn 邮 编: 100084
社 总 机: 010-62770175 客户服务: 010-62776969

责任编辑: 刘 青

印 刷 者: 北京牛山世兴印刷厂

装 订 者: 北京国马印刷厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 185 × 230 印张: 28 字数: 571 千字

版 次: 2005 年 12 月第 1 版 2005 年 12 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-11908-2/TN · 280

印 数: 1 ~ 4000

定 价: 33.00 元

出版说明

高职高专教育是我国高等教育的重要组成部分,担负着为国家培养并输送生产、建设、管理、服务第一线高素质技术应用型人才的重任。

进入 21 世纪后,高职高专教育的改革和发展呈现出前所未有的发展势头,学生规模已占我国高等教育的半壁江山,成为我国高等教育的一支重要的生力军;办学理念上,“以就业为导向”成为高等职业教育改革与发展的主旋律。近两年来,教育部召开了三次产学研交流会,并启动四个专业的“国家技能型紧缺人才培养项目”,同时成立了 35 所示范性软件职业技术学院,进行两年制教学改革试点。这些举措都表明国家正在推动高职高专教育进行深层次的重大改革,向培养生产、服务第一线真正需要的应用型人才的方向发展。

为了顺应当前我国高职高专教育的发展形势,配合高职高专院校的教学改革和教材建设,进一步提高我国高职高专教育教材质量,在教育部的指导下,清华大学出版社组织出版“21 世纪高职高专规划教材”。

为推动规划教材的建设,清华大学出版社组织并成立“高职高专教育教材编审委员会”,旨在对清华版的全国性高职高专教材及教材选题进行评审,并向清华大学出版社推荐各院校办学特色鲜明、内容质量优秀的教材选题。教材选题由个人或各院校推荐,经编审委员会认真评审,最后由清华大学出版社出版。编审委员会的成员皆来源于教改成效大、办学特色鲜明、师资实力强的高职高专院校、普通高校以及著名企业,教材的编写者和审定者都是从事高职高专教育第一线的骨干教师和专家。

编审委员会根据教育部最新文件政策,规划教材体系,比如部分专业的两年制教材;“以就业为导向”,以“专业技能体系”为主,突出人才培养的实践性、应用性的原则,重新组织系列课程的教材结构,整合课程体系;按照教育部制定的“高职高专教育基础课程教学基本要求”,教材的基础理论以“必要、够用”为度,突出基础理论的应用和实践技能的培养。

本套规划教材的编写原则如下:

- (1) 根据岗位群设置教材系列,并成立系列教材编审委员会;
- (2) 由编审委员会规划教材、评审教材;
- (3) 重点课程进行立体化建设,突出案例式教学体系,加强实训教材的出版,完善教学服务体系;
- (4) 教材编写者由具有丰富教学经验和多年实践经历的教师共同组成,建立“双师

型”编者体系。

本套规划教材涵盖了公共基础课、计算机、电子信息、机械、经济管理以及服务等大类的主要课程,包括专业基础课和专业主干课。目前已经规划的教材系列名称如下:

• 公共基础课

公共基础课系列

• 计算机类

计算机基础教育系列

计算机专业基础系列

计算机应用系列

网络专业系列

软件专业系列

电子商务专业系列

• 电子信息类

电子信息基础系列

微电子技术系列

通信技术系列

电气、自动化、应用电子技术系列

• 机械类

机械基础系列

机械设计与制造专业系列

数控技术系列

模具设计与制造系列

• 经济管理类

经济管理基础系列

市场营销系列

财务会计系列

企业管理系列

物流管理系列

财政金融系列

• 服务类

旅游系列

艺术设计系列

本套规划教材的系列名称根据学科基础和岗位群方向设置,为各高职高专院校提供“自助餐”形式的教材。各院校在选择课程需要的教材时,专业课程可以根据岗位群选择系列;专业基础课程可以根据学科方向选择各类的基础课系列。例如,数控技术方向的专业课程可以在“数控技术系列”选择;数控技术专业需要的基础课程,属于计算机类课程的可以在“计算机基础教育系列”和“计算机应用系列”选择,属于机械类课程的可以在“机械基础系列”选择,属于电子信息类课程的可以在“电子信息基础系列”选择。依此类推。

为方便教师授课和学生学习,清华大学出版社正在建设本套教材的教学服务体系。本套教材先期选择重点课程和专业主干课程,进行立体化教材建设;加强多媒体教学课件或电子教案、素材库、学习盘、学习指导书等形式的制作和出版,开发网络课程。学校在选用教材时,可通过邮件或电话与我们联系获取相关服务,并通过与各院校的密切交流,使其日臻完善。

高职高专教育正处于新一轮改革时期,从专业设置、课程体系建设到教材编写,依然是新课题。希望各高职高专院校在教学实践中积极提出意见和建议,并向我们推荐优秀选题。反馈意见请发送到 E-mail: gzgz@tup.tsinghua.edu.cn。清华大学出版社将对已出版的教材不断地修订、完善,提高教材质量,完善教材服务体系,为我国的高职高专教育出版优秀的高质量的教材。

高职高专教育教材编审委员会

前 言

EDA 技术与实践

进入 21 世纪以来,人类全面进入了信息时代和知识经济时代。作为信息技术的硬件载体,电子信息产品正在朝着功能越来越复杂、性能要求越来越严格、上市时间越来越紧迫、集成化智能化程度越来越高的趋势发展。随着行业竞争的日益加剧,开发风险性也越来越大。所有这一切,都给电子系统设计师们带来了前所未有的压力。面对这种压力,惟一的出路是熟练掌握电子设计自动化技术(EDA)。

EDA 技术是现代各种高新技术和理论发展的必然结果。它的出现,标志着人类在微电子技术领域又一次取得了里程碑式的重大突破,极大地促进了信息技术的发展,加快了人类社会信息化的进程。有专家预言,21 世纪将是 EDA 技术快速发展的时期,它将成为对本世纪产生重大影响的十大科学技术之一。

EDA 技术的基本思想是借助于计算机,在 EDA 软件平台上完成电子产品的电路设计、仿真分析以及印制板设计的全过程。而对于较复杂的电路,必要时可利用可编程逻辑器件来实现。EDA 技术不仅能对电子类课程的实验进行仿真和分析,解决实验室在元器件品种、规格和数量上不足的限制,避免学生在实验中损坏元件和仪器,激发学习兴趣,培养其分析、设计和开发电子产品的能力,同时也是电子工作者设计、开发电子产品的有力工具。

对于电类专业学生而言,EDA 技术无疑是一项必备的生存和工作技能。不懂 EDA 技术,就好比一个作家空有满腹奇思妙想却不会用笔写字一样,这是不可思议的。为了帮助读者尽快掌握这一重要设计方法,我们将 EWB、Protel 和 MAX+plus II 这三种最常用的 EDA 工具,在本书中做了系统介绍,力争使读者通过本书的学习,掌握最基本的 EDA 技能,为以后走上工作岗位打下坚实基础。

本书共分为 3 篇:第 1 篇(第 1 章~第 5 章)介绍电子电路仿真与设计,第 2 篇(第 6 章~第 9 章)介绍电路原理图与印制电路板设计,第 3 篇(第 10 章~第 13 章)介绍可编程逻辑器件原理及应用。

在教学安排上,本课程可集中到 1 学期授课,也可分成 2~3 学期授课,本课程参考学时为 108 学时,建议授课学时为 30 小时,上机学时为 78 小时。

参加本书编写、调试工作的老师具有丰富的教学 and 实践经验,他们是河南科技学院的赵明富、田泽正老师,河南机电高等专科学校的石新锋、戚新波老师,河南省经济贸易职业技术学院的王爱琴老师等。赵明富编写了第 1、2、3 章和附录,王爱琴编写了第 4 章和第 5 章的第 1 节,董金娥编写了第 5 章的第 2、3 节,田泽正编写了第 6、7、8 章,宁欣编写了第 9 章,石新锋编写了第 10、12、13 章,戚新波编写了第 11 章。赵明富任主编并负责全书的统稿工作,田泽正和石新锋任副主编。

由于时间仓促,书中难免存在不妥之处,敬请读者指正,并提出修改意见。

作 者

2005 年 10 月

目 录

EDA 技术与实践

第 1 篇 电子电路仿真与设计

第 1 章 EWB 5.0C 的工作界面	3
1.1 EDA 技术概述	3
1.2 界面菜单介绍	4
1.2.1 EWB 的主窗口	4
1.2.2 EWB 的菜单栏	5
1.3 常用工具按钮	8
1.4 元件选取按钮	9
小结	13
习题	14
第 2 章 EWB 的基本操作	15
2.1 元件操作	15
2.2 导线操作	19
2.3 块操作	20
2.4 测量仪表	20
2.4.1 电压表与电流表	20
2.4.2 数字万用表	21
2.5 函数信号发生器	21
2.5.1 函数信号发生器的面板按钮	21
2.5.2 函数信号发生器的设置	22
2.5.3 函数信号发生器的使用	22
2.6 示波器	22

2.6.1	示波器的面板按钮	22
2.6.2	示波器的设置	23
2.6.3	示波器的使用	24
2.7	波特图仪(频率特性测试仪).....	26
2.7.1	波特图仪的面板按钮	27
2.7.2	波特图仪的设置	27
2.7.3	波特图仪的使用	27
2.8	字信号发生器.....	28
2.8.1	字信号发生器的面板按钮	28
2.8.2	字信号发生器的设置	29
2.8.3	字信号发生器的使用	30
2.9	逻辑分析仪.....	30
2.9.1	逻辑分析仪的面板按钮	30
2.9.2	逻辑分析仪的设置	31
2.9.3	逻辑分析仪的使用	32
2.10	逻辑转换仪	33
2.10.1	逻辑转换仪的面板按钮	33
2.10.2	逻辑转换仪的设置	33
2.10.3	逻辑转换仪的使用	33
2.11	子电路	34
2.11.1	子电路的创建	34
2.11.2	子电路的应用	35
2.12	创建自己的元件库	36
2.13	帮助功能的使用	36
2.14	转换网络表与印制电路板设计	37
2.14.1	转换网络表	38
2.14.2	印制电路板设计	39
小结		41
习题		42
第3章	基本分析方法	44
3.1	分析方法的参数设置.....	44
3.1.1	总体分析选项	45
3.1.2	直流分析选项	45

3.1.3 瞬态分析选项	46
3.1.4 器件分析选项	46
3.1.5 仪器分析选项	47
3.2 直流工作点分析	47
3.3 交流频率分析	49
3.4 瞬态分析	50
3.5 傅里叶分析	53
3.6 噪声分析	54
3.7 失真分析	57
小结	59
习题	59
第4章 高级分析功能	61
4.1 参数扫描分析	61
4.2 温度扫描分析	63
4.3 零-极点分析	64
4.4 传递函数分析	66
4.5 直流和交流灵敏度分析	68
4.6 最坏情况分析	69
4.7 蒙特卡罗分析	71
4.8 仿真中遇到的问题及解决办法	72
4.8.1 直流工作点分析失败时的解决办法	73
4.8.2 瞬态分析失败时的解决办法	73
4.9 仿真电路、仿真结果的存储	74
小结	75
习题	76
第5章 电子电路仿真与设计实践	77
5.1 模拟电路仿真实践	77
5.1.1 RC 电路分析	77
5.1.2 单级放大电路仿真实践	80
5.1.3 负反馈放大电路仿真实践	83
5.1.4 功率放大电路仿真实践	85
5.1.5 差动放大电路仿真实践	87

5.1.6	有源滤波器仿真实践	89
5.1.7	振荡电路仿真实践	95
5.1.8	直流电源仿真实践	97
5.2	数字电路仿真实践	99
5.2.1	门电路测试	99
5.2.2	编码器仿真实践	102
5.2.3	译码器仿真实践	103
5.2.4	数据选择器仿真实践	105
5.2.5	触发器测试	107
5.2.6	波形发生器仿真实践	109
5.2.7	数模转换与模数转换仿真实践	112
5.3	创新电路仿真设计	114
5.3.1	循环彩灯控制电路仿真设计	114
5.3.2	电子琴电路仿真设计	115
5.3.3	温度测量电路仿真设计	115
5.3.4	路灯控制器电路仿真设计	116
5.3.5	心率测量电路仿真设计	117
5.3.6	电子密码锁电路仿真设计	118
5.3.7	多路防盗报警器仿真设计	119
5.3.8	多路数据采集系统仿真设计	120
5.3.9	臭氧发生器电路仿真设计	121
5.3.10	出租车计费器电路仿真设计	122
小结		123
习题		124

第 2 篇 电路原理图与印制电路板设计

第 6 章	电路原理图设计与实践	129
6.1	Protel DXP 概述	129
6.1.1	Protel DXP 简介	129
6.1.2	Protel DXP 的系统要求	130
6.2	Protel DXP 设计管理器及参数设置	131
6.2.1	Protel DXP 主窗口	131
6.2.2	新建和保存项目	133

6.2.3 新建和保存文件·····	134
6.3 原理图环境设置 ·····	139
6.3.1 图纸大小的设置·····	139
6.3.2 图纸方向、颜色、标题栏和边框的设置·····	140
6.3.3 格点和光标的设置·····	142
6.3.4 图纸属性设置对话框的其他设置·····	144
6.3.5 系统参数设置·····	145
6.4 元器件的操作 ·····	153
6.5 导线的操作 ·····	162
6.6 屏幕显示的操作 ·····	165
6.7 原理图布局的调整 ·····	170
6.7.1 元件不断线移动·····	170
6.7.2 电路块不断线移动·····	170
6.7.3 在电路图上放置文字·····	172
6.7.4 精确移动元件或文字的位置·····	173
6.7.5 原理图往 Word 或 WPS 等文档中复制与粘贴 ·····	174
6.8 层次式电路的绘制 ·····	175
6.8.1 自上向下设计·····	175
6.8.2 自下向上设计·····	180
6.8.3 层次原理图间的切换·····	182
6.9 快捷键的使用 ·····	183
小结·····	185
习题·····	186
第 7 章 电路板设计基础·····	187
7.1 PCB 文档的操作 ·····	187
7.1.1 新建 PCB 文档 ·····	187
7.1.2 保存 PCB 文档 ·····	188
7.1.3 打开 PCB 文档 ·····	190
7.2 电路板参数设置 ·····	190
7.2.1 默认选项卡设置·····	190
7.2.2 特殊功能选项卡设置·····	192
7.2.3 显示选项卡设置·····	193
7.2.4 显示/隐藏选项卡设置 ·····	195

7.2.5 格点、计量单位以及电气栅格设置	196
7.3 布线规则设置	197
7.3.1 设计规则设置	197
7.3.2 电气设计规则	198
7.3.3 布线设计规则	200
7.3.4 阻焊层设计规则	204
7.3.5 内层设计规则	205
7.3.6 测试点设计规则	206
小结	208
习题	208
第8章 电路板的布局与布线	209
8.1 由电路图更新到 PCB 板	209
8.1.1 装载 PCB 元件库	209
8.1.2 由电路图直接更新到 PCB 板	211
8.2 由菜单更新到 PCB 板	216
8.3 自动布局	220
8.3.1 自动布局参数设置	220
8.3.2 自动布局	221
8.3.3 调整布局	222
8.4 自动布线	223
8.5 PCB 验证和错误检查	226
8.5.1 设计规则检查 DRC	226
8.5.2 生成检查报告	228
8.6 PCB 的高级编辑技巧	229
8.6.1 放置坐标指示	229
8.6.2 距离标注	231
8.6.3 铺铜	232
8.6.4 补泪滴	234
8.6.5 包地	235
8.6.6 放置文字	235
8.6.7 放置导孔	236
8.6.8 放置焊盘	237
8.6.9 放置填充	239

小结.....	240
习题.....	240
第 9 章 元件库的管理	241
9.1 原理图元件库的管理	241
9.1.1 浏览元件库.....	241
9.1.2 添加和删除元件库.....	242
9.1.3 创建自己的元件库.....	243
9.1.4 库与库之间元器件的复制与粘贴.....	245
9.1.5 库内元件的删除、复制、粘贴及元件更名.....	246
9.1.6 库中制作新元件.....	249
9.2 PCB 元件库的管理	253
9.2.1 创建自己的 PCB 元件库	253
9.2.2 库与库之间元器件的复制与粘贴.....	255
9.2.3 库中制作新元件.....	256
9.3 创建集成元器件库	260
小结.....	266
习题.....	266

第 3 篇 可编程逻辑器件原理及应用

第 10 章 可编程逻辑器件概述	269
10.1 现代电子系统设计方法	269
10.1.1 现代电子技术的发展趋势	269
10.1.2 传统数字系统设计方法的缺点	269
10.1.3 可编程逻辑器件的原理及应用	270
10.2 可编程逻辑器件介绍	273
10.2.1 世界著名制造商简介	273
10.2.2 Altera 公司产品介绍	274
10.3 可编程逻辑器件编程语言与开发工具概述	291
10.3.1 可编程逻辑器件编程语言——硬件描述语言	291
10.3.2 可编程逻辑器件开发工具	293
小结	294
习题	294

第 11 章 VHDL 程序设计基础	295
11.1 VHDL 程序基本结构	295
11.1.1 实体	297
11.1.2 结构体	299
11.2 VHDL 语言要素	301
11.2.1 VHDL 标识符	301
11.2.2 数据对象	303
11.2.3 数据类型	305
11.2.4 VHDL 表达式与运算符	307
11.2.5 VHDL 的属性	309
11.3 VHDL 基本描述方法	310
11.3.1 顺序语句	310
11.3.2 并行语句	317
11.4 库与程序包	322
11.4.1 库	322
11.4.2 程序包	324
11.5 VHDL 的结构化设计	325
11.5.1 元件及元件例化	325
11.5.2 配置	328
11.6 VHDL 语言的三种描述风格	328
11.7 VHDL 编程注意事项	331
小结	332
习题	332
第 12 章 MAX+plus II 软件基本操作	333
12.1 MAX+plus II 概述	333
12.2 MAX+plus II 10.2 的安装	334
12.3 MAX+plus II 10.2 的设计过程	340
12.3.1 利用 CPLD/FPGA 开发设计的一般流程	340
12.3.2 设计能 12 小时计时并显示时、分、秒的时钟	341
小结	360
习题	360

第 13 章 电子设计实践	361
13.1 1 位全加器设计	362
13.1.1 设计原理	362
13.1.2 设计过程	363
13.2 8 位加法器设计	367
13.2.1 设计原理	367
13.2.2 设计过程	367
13.3 4 选 1 数据选择器设计	372
13.3.1 设计原理	372
13.3.2 设计过程	372
13.4 可同步清零的 16bit 可逆计数器设计	376
13.4.1 设计原理	376
13.4.2 设计过程	377
13.5 可预置/可同步清零/带使能端/128 进制可逆计数器设计	381
13.5.1 设计原理	381
13.5.2 设计过程	381
13.6 可预置/可同步清零/8 位双向循环移位寄存器设计	384
13.6.1 设计原理	385
13.6.2 设计过程	385
13.7 硬件音乐演奏电路设计	387
13.7.1 设计原理	387
13.7.2 设计过程	389
13.8 硬件电子琴电路设计	393
13.8.1 设计原理	393
13.8.2 设计过程	394
13.9 交通灯控制器设计	398
13.9.1 设计原理	398
13.9.2 设计过程	399
13.10 8 位数字频率计设计	402
13.10.1 设计原理	402
13.10.2 设计过程	404

小结	410
习题	410
附录 A 常用电子公司网址	411
附录 B GW48-CK 型 EDA 实验教学系统使用说明	412
参考文献	430