

高等学校教材

电子设计

蔡明生 主编

蔡明生 黎福海 许文玉 编著



高等教育出版社

高等学校教材

电 子 设 计

蔡明生 主编

蔡明生 黎福海 许文玉 编著



高等教育出版社

内容简介

本书是“模拟电子技术”、“数字电子技术”课程的后续实践性教材,以提高电子技术,尤其是现代电子设计技术的应用和工程实践技能为目的,用大量应用实例深入介绍了电子设计自动化(EDA)技术,并对传统电子设计方法和常用基本集成电路进行了总结归纳。书中编写了大量具有典型性、实践性的设计课题供选做,并总结了全国大学生电子设计竞赛的历届赛题和知识点,剖析了若干有代表性的赛题。

本书共分8章,包括电子设计基础、用传统方法设计数字电路和模拟电路、可编程器件及VHDL语言在电子设计中的应用、EDA设计软件Foundation及MAX+Plus II的应用、电子分析软件OrCAD/Pspice的应用、电子综合系统设计课题选编、全国大学生电子设计竞赛的课题分析及指导等。

本书是在原国家教委“九五”规划教材《电子技术课程设计指导》(彭介华主编)的基础上编写的,2003年被评为湖南省高等教育21世纪教材。本书是培养学生工程实践能力、创新意识以及开展大学生课外科技活动的实践性教材,可作为高等学校电类、计算机类、物理类各专业以及相关专业学生的电子技术课程设计、EDA技术、开放性实验实习的指导教材以及大学生电子设计培训的指导教材,也可供相关专业技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

电子设计/蔡明生主编. —北京:高等教育出版社,
2004.1

ISBN 7-04-013027-0

I. 电… II. 蔡… III. 电子电路-电路设计-高等
学校-教材 IV. TN702

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第105952号

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-64054588
社 址	北京市西城区德外大街4号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100011	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010-82028899		http://www.hep.com.cn
经 销	新华书店北京发行所		
印 刷	北京铭成印刷有限公司		
开 本	787×960 1/16	版 次	2004年1月第1版
印 张	30.25	印 次	2004年1月第1次印刷
字 数	560 000	定 价	37.40元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

序

电子技术的迅猛发展推动着电子技术教材不断地更新换代。我们六年前编写的高校教材《电子技术课程设计指导》已到了全面改版的时候，应同事们之约，由我写几句作为本书改版之序言。

我作为一个在电子技术教学与科研战线上耕耘了近半个世纪的老教师，亲身经历过电子技术飞速发展和巨变的过程。电子器件由电子管到集成电路，由小规模集成电路到大规模和超大规模集成电路，再到可编程器件和高密度可编程器件；电子电路设计由传统的分立元件电路设计，到使用小规模集成电路的设计，再到使用可编程器件的电子电路设计。今天电子设计自动化（EDA）已成为现代电子设计的主体。这一切变化是如此迅猛，令人感慨万千。尽管一个人的经历是有限的，但技术的发展永远是无穷尽的。我祝愿在电子技术这个领域里耕耘的新一代人们永远与时俱进，推动电子技术不断向前发展。

本教材适应现代电子设计技术发展的新形势，在内容和结构上进行了全面修改与更新，并取名为《电子设计》。《电子设计》一书可概括如下几个特点：

(1) 内容先进 本书以可编程逻辑器件（CPLD/FPGA）为基础，运用 VHDL 语言和 EDA 设计软件（Foundation 和 MAX + Plus II）设计数字电路；以集成运放和可编程模拟器件（ispPAC）为基础，运用模拟电路软件（OrCAD/Pspice）设计与分析模拟电路，内容新颖，设计手段先进。同时，对固定功能器件和传统设计方法的应用也列举了许多有意义的设计实例，不失为现代设计方法和传统设计方法相结合的一个较好读本。

(2) 实践性强 本书突出主题，就是立足于提高学生电子系统的设计能力。大量的设计实例和设计题目选编，以及留给学生练习的综合性设计课题，既给出一定的参考电路，又留有学生较大发挥的空间。为顾及各层次的学校和学生使用本教材，本书在重点介绍先进的现代电子设计方法与实例的同时，也简明介绍传统的电子设计方法与实例。

(3) 结合全国电子设计竞赛 全国大学生电子设计竞赛每两年举行一次，这对于推动我国电子技术的发展，尤其是提高我国大学生的电子设计和实践动手能力起着积极的作用，深受全国各院校的重视和学生的欢迎。但涉及电子竞赛的书籍尚不多见。本书专门以一章介绍电子设计竞赛，归纳分类了历届电子设计课题，重点剖析了若干有代表性的设计课题，以及设计论文的撰写等，为参赛学生提供有益的借鉴。

深信本书的出版发行，能为广大读者成就事业提供有益的帮助，定将受到读者的好评。

仅作此序，谢谢。

Handwritten signature in black ink, consisting of stylized Chinese characters.

2003年9月25日

前 言

本书是在原国家教育委员会 1991 ~ 1995 年高等学校工科基础教材建设规划《电子技术课程设计指导》(彭介华主编,蔡明生副主编)的基础上编写的,2003 年被评为湖南省高等教育 21 世纪教材。

针对当今电子技术及其实践环节在教学体系、内容、方法和手段等方面发生了很大变革的新情况,本版教材在内容和结构体系上较第一版做了很大调整,这就是将传统的电子设计方法与现代电子设计自动化(EDA)技术相结合;将电子技术基础教学内容与实践教学环节相结合,并落实到电子应用小系统的设计上;将实践教学环节与全国大学生电子设计这一大家普遍感兴趣的课题相结合;突出一个主题,就是将设计的电子小系统的主要内容制作成专用集成芯片(ASIC)。通过“三个结合、一个主题”的训练,力求使学生在熟悉传统设计方法的同时,能尽快掌握 EDA 技术,以具备知识的系统性和科学性,培养学生理论联系实际的能力,并具有工程设计能力和创新精神。鉴于上述目标和宗旨,本书取名为《电子设计》。

本教材主要有以下几个方面的特点:

1. 教材内容进行了重新取舍,教材体系进行了重新安排。如第 1 章除保留器件选择、安装调试、抗干扰技术的内容外,介绍了电子器件从功能固定到可编程、电子设计方法由传统到现代演变的特点,增加了可编程逻辑器件的原理和典型产品的内容。第 2 章归纳常用中规模集成电路的功能和应用电路设计。

2. 将传统电子设计方法与现代电子设计方法相结合。传统设计方法是电子设计的基础;现代设计方法是传统方法的发展和延伸,全程应用计算机,体现了信息时代的特点。本书第 3 章为 VHDL 语言基础,这是一种新的电子电路描述工具。在编写时,对许多知识点采用表格对比形式,并结合大量实例,力求通俗易懂,用较少学时掌握基本概念和语句规则;章末通过实例归纳,总结了如何利用 VHDL 设计组合电路、时序电路以及有限状态机电路。第 4 章讲述用 EDA 技术设计数字电路,其中详细介绍了目前应用广泛的两种 EDA 工具软件,即 MAX + Plus II 和 Xilinx Foundation,通过设计实例讲述了应用这些软件设计数字电路的全过程。第 5 章是模拟电路的传统设计,介绍了大量应用实例。接下来的第 6 章介绍模拟电路的计算机仿真方法和可编程模拟器件(ispPAC)及其应用。

3. 由于实际应用中的设计课题大多是模、数混合,对电子设计课题题目进行了整合,将原来分成模拟课题和数字课题的两部分合并为综合性电子设计课题。针对目前各课程学时相对紧缩、学生的知识基础水平差距相对拉大的情况,在安排设计课题任务中给出了部分参考电路,但不给出完整的分析和电路,以留给学生较大的发挥空间。

4. 鉴于全国大学生电子设计竞赛已成为电类师生的一项常规任务,而且历届电子设计竞赛的题目也就是电子技术应用的提高题,要求基础理论知识紧密结合工程实际,本书专辟了第8章电子设计竞赛,归类剖析了全国大学生电子设计竞赛的历届课题特点,对其中有代表性的获奖答卷的设计方案和器件应用的技巧进行了解析,对同一课题的几种设计方案进行了对比、分析。这些旨在启发学生的设计思路和创新意识,并引导如何针对严格的设计指标制定恰当的设计方案,突出电子设计的参数指标概念。当然,这些课题也可供本科生在课程设计中作提高题使用。

5. 删除了原书单独设置的单片机应用一章,将单片机作为电子设计应具备的基础,放在电子设计竞赛的具体课题中应用。

全书共8章,执笔分工如下:蔡明生编写第1、2、3、4、7章以及附录;黎福海编写第5、8章;许文玉编写第6章。由蔡明生担任主编。

本书在编写过程中得到原国家教委电子技术基础课程指导委员会成员彭介华教授的悉心指导,并为本书作序,在此谨致衷心感谢。

本书由浙江大学王小海教授主审,参加审稿工作的还有祁才君副教授。他们在繁忙的工作中抽时间认真审阅了全部书稿,提出了许多宝贵意见和修改建议。对于他们的赐教不胜感激,并致诚挚谢意。

在编写过程中,得到了湖南大学教务处的支持和资助,湖南大学电气与信息工程学院的领导以及电子信息系的同事们给予了热情关心和帮助,在此一并表示感谢。

限于我们的水平,加之时间较仓促,书中错误和不妥之处在所难免,恳请使用本书的师生及读者批评指正。

作者

2003年9月

策划编辑	韩颖
责任编辑	李葛平
封面设计	李卫青
责任绘图	朱静
版式设计	张岚
责任校对	存怡
责任印制	孔源

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581698/58581879/58581877

传 真：(010) 82086060

E - mail：dd@hep.com.cn 或 chenrong@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社法律事务部

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)64014089 64054601 64054588

目 录

第1章 电子设计基础	1
1.1 电子设计技术的发展	1
1.1.1 从功能固定的电子器件到可编程器件	1
1.1.2 从传统的电子电路设计方法到 EDA 技术	3
1.2 电子电路设计的几个基本问题	5
1.2.1 电子电路设计方案的选择	5
1.2.2 元器件的选择	7
1.2.3 单元电路之间的级联	12
1.3 电子电路的安装调试与抗干扰措施	14
1.3.1 电路安装布局的一般原则	14
1.3.2 电路的调试与抗干扰技术	16
1.3.3 设计指标及测量误差分析	21
1.3.4 电子设计报告	23
1.4 EDA 技术中使用的电子器件	24
1.4.1 可编程模拟器件	24
1.4.2 可编程逻辑器件	25
1.4.3 Xilinx 公司的 CPLD —— XC9500	28
1.4.4 Altera 公司的 FPGA —— FLEX 10K	34
1.5 FPGA/CPLD 产品及应用开发	41
1.5.1 FPGA/CPLD 产品概述	41
1.5.2 FPGA/CPLD 应用开发流程	44
第2章 用传统方法设计数字电路	48
2.1 数字电路设计方法	48
2.1.1 数字电路系统的组成	48
2.1.2 数字电路的设计步骤	49
2.2 中小规模数字集成电路的应用	51
2.2.1 常用中规模组合集成电路 (MSI) 的功能与应用	51
2.2.2 中规模时序逻辑电路的功能与应用	62
2.2.3 集成锁相环及其应用	69
2.2.4 常用 A/D 和 D/A 转换电路的功能与应用	74
2.2.5 常用集成稳压电路与稳压电源	84

2.3 数字电路小系统设计举例	88
2.3.1 出租车计费器设计	88
2.3.2 红外遥控发射、接收系统设计	95
第3章 VHDL 语言应用基础	102
3.1 VHDL 语言及其程序基本结构	102
3.1.1 硬件描述语言 VHDL	102
3.1.2 VHDL 程序的基本结构	103
3.1.3 VHDL 中的程序库、包和配置	115
3.2 VHDL 语言的基本要素	119
3.2.1 文字规则	119
3.2.2 数据类型	121
3.2.3 VHDL 的数据对象	124
3.3 VHDL 的操作符	126
3.3.1 逻辑操作符	128
3.3.2 算术运算符	128
3.3.3 关系运算符	130
3.4 VHDL 的基本语句解析	130
3.4.1 顺序语句 (Sequential Statements)	131
3.4.2 并行语句 (Concurrent Statements)	140
3.5 用 VHDL 语言设计数字电路	150
3.5.1 组合电路设计	150
3.5.2 时序电路设计	155
3.5.3 有限状态机设计	165
第4章 用 EDA 技术设计数字电路	172
4.1 用 Foundation 软件的原理图输入法设计	172
4.1.1 原理图编辑器的功能	173
4.1.2 原理图设计中的项目管理器	173
4.1.3 原理图编辑器	177
4.1.4 功能仿真和时序仿真	180
4.1.5 设计制作示例	188
4.2 用 Foundation 的文本输入法设计	201
4.2.1 为设计项目创建 “New Project”	201
4.2.2 创建 HDL 源文件 CNT.VHD	202
4.2.3 逻辑综合	203
4.2.4 功能仿真	206
4.2.5 CNT 设计实现	208
4.2.6 芯片编程	209

4.2.7 Foundation 中的语言助手	209
4.3 用 MAX + Plus II 软件的原理图输入法设计	210
4.3.1 MAX + Plus II 概述	210
4.3.2 用原理图输入法设计举例	211
4.3.3 将原理图输入到 MAX + Plus II 软件中	212
4.3.4 选择目标器件并编译	215
4.3.5 时序仿真	216
4.3.6 引脚锁定	219
4.3.7 编程下载	220
4.3.8 设计顶层文件	221
4.3.9 设计过程中的其他信息	222
4.4 用 MAX + Plus II 的文本输入法设计	224
4.4.1 创建 VHDL 源文件	224
4.4.2 选择器件	225
4.4.3 编译	226
4.4.4 定义引脚	227
4.4.5 波形仿真	228
4.4.6 器件编程	229
4.5 用 PLD 设计专用集成电路芯片 (ASIC)	229
4.5.1 ASIC 设计方法	229
4.5.2 设计任务与要求	231
4.5.3 数字电压表的组成	233
4.5.4 VHDL 程序设计及仿真验证	234
4.5.5 数字电压表 ASIC 实验	241
第5章 模拟电路设计	244
5.1 模拟电路设计方法	244
5.1.1 运算放大器的分类及选择方法	244
5.1.2 基于集成运算放大器的基本电路	246
5.1.3 直流稳压电源的设计	249
5.1.4 波形产生电路的设计	252
5.1.5 有源滤波器的设计	255
5.2 模拟电路应用实例——微弱信号放大电路	259
5.2.1 任务与要求	259
5.2.2 电路设计	260
5.2.3 单元电路分析	261
5.3 实用的模拟电路参考模块	262
5.3.1 电源电路	262

5.3.2 信号放大器	264
5.3.3 信号产生电路	270
5.3.4 测量与控制电路	274
5.3.5 信号运算与处理电路	278
5.3.6 其他电路	284
第6章 模拟电路计算机辅助分析及可编程模拟器件	290
6.1 电路分析软件 OrCAD/Pspice 简介	290
6.1.1 OrCAD/Pspice 与 SPICE	290
6.1.2 PspiceA/D 的配套软件	290
6.1.3 电路基本模拟过程	291
6.1.4 Pspice 的有关规定	291
6.2 绘制电路图	292
6.2.1 启动电路图绘制软件 Capture	292
6.2.2 电路图编辑器 Page Editor	294
6.2.3 电路各元素属性参数的编辑	298
6.3 电路的基本分析	302
6.3.1 直流偏置计算 Bias Point	302
6.3.2 直流传输特性分析 (TF)	303
6.3.3 直流扫描分析 (DC Sweep)	304
6.3.4 频率特性分析 (AC Sweep)	307
6.3.5 瞬态分析 (TRAN)	309
6.3.6 参数扫描分析	312
6.4 应用举例	313
6.4.1 BJT 的输出特性	313
6.4.2 分压式偏置电路的基本分析	314
6.4.3 乙类互补对称功率放大器分析	317
6.4.4 用运算放大器构成的波形变换电路分析	320
6.4.5 用运算放大器构成线性整流电路分析	321
6.5 在系统可编程模拟器件 ispPAC 及其应用	322
6.5.1 在系统可编程模拟器件 ispPAC 简介	323
6.5.2 在系统可编程模拟器件 ispPAC 的应用举例	325
第7章 综合性电子系统设计课题	333
7.1 数字式竞赛抢答器设计	333
7.2 微波炉控制器设计	336
7.3 可编程时钟控制器设计	341
7.4 步进电机控制器设计	346
7.5 交通信号灯控制器设计	350

7.6 简易数字频率计设计	354
7.7 数字温度表设计	360
7.8 多路远程数据采集系统设计	366
7.9 低频功率放大器设计	369
7.10 实用信号源设计	373
7.11 数字多用测量仪设计	376
7.12 字符显示控制电路设计	378
7.13 数字存储示波器控制电路设计	380
7.14 FPGA/CPLD 与单片机总线接口设计	383
7.15 数控直流电源设计	385
7.16 LED 大屏幕字符显示屏设计	387
7.17 洗衣机控制电路设计	389
7.18 可视可听汽车报站器设计	391
7.19 简易数字逻辑分析仪设计	393
7.20 数字式相位测量仪设计	395
第8章 电子设计竞赛	397
8.1 历届电子设计竞赛题分析	397
8.1.1 历届电子设计竞赛题目	397
8.1.2 竞赛题目归类	398
8.1.3 竞赛的知识点聚焦	399
8.2 电子设计竞赛典型题解析	399
8.2.1 简易数字存储示波器	399
8.2.2 高效率音频功率放大器	416
8.2.3 波形发生器	434
8.3 电子设计竞赛论文撰写	442
8.3.1 设计报告的评分标准	442
8.3.2 设计报告的格式、内容及注意事项	442
附录一 部分常用二极管、晶体管主要参数	445
附录二 常用半导体集成电路的引脚及功能	450
附录三 Xilinx Foundation 9500 系列元件库中的基本单元电路	458
附录四 SE - XC95108 型 ISP 数字实验系统使用说明书	463
参考文献	469

第 1 章

电子设计基础

1.1 电子设计技术的发展

1.1.1 从功能固定的电子器件到可编程器件

传统的电子元器件都是功能固定的，如各种二极管、三极管、集成芯片、电阻、电容等。传统的电子电路设计方法都是用“固定功能器件加连接线”，连接线包括导线、印制板、面包板、接插件等。用这些电子元件和连接线构成的电路系统体积大，可靠性低，设计安装不灵活、不方便。设计者在设计一个电路系统时，首先想到的是手头有哪些元器件，市场能买到哪些元器件，设计思路只能局限在已有的元器件范围内，即以器件为中心。一般情况下是不可能自己构思和制造元器件的。集成电路的设计和制造主要由半导体生产厂商完成，而广大电路设计者则使用他们生产的器件来设计和组装电路，这种制造和应用之间的分离无疑在一定程度上制约了电子设计技术的发展。

单片机及其相关接口电路的出现使电子电路的设计产生了一次飞跃，它能够通过执行程序获得各种运算功能，能通过写入控制字改变接口芯片的功能，使电子电路的设计灵活性得到了极大的提高，在电子电路的设计和应用中具有强大的生命力。但单片机是通过执行软件完成部分电子电路功能的，不可避免地具有软件的缺点，比如程序容易跑飞，抗干扰能力差，执行速度慢，无法与硬件电路相比较。

到 20 世纪末，微电子技术有了极大的发展，超大规模集成电路加工技术的工艺水平已经达到 $0.13\ \mu\text{m}$ 的线宽，并且不断缩小；在单位面积硅片上集成的晶体管个数越来越多，单个芯片集成的门的个数可以达到数百万个。除了超大规模外，还往超低电压、超低功耗、超高速方向发展。尤其重要的是可编程

器件进入高密度的时代,同时“在系统编程”技术走向成熟,使得各种可编程器件进入全面开发、应用的阶段,现场可编程门阵列(FPGA——Field Programmable Gate Array)和复杂可编程逻辑器件(CPLD——Complex Programmable Logic Device)就是在这个时代迅速成长起来的一对孪生姊妹。在可编程逻辑器件(PLD)迅速发展的同时,可编程模拟电路(PAC)也进入了开发和实用的阶段。

高密度、可编程器件的开发应用,使电子工程师们实现了多年的愿望,只要拥有一片FPGA/CPLD芯片,应用计算机及其开发软件就可将自己设计的电路系统做成专用集成电路芯片(ASIC),在实验室里或家里都能完成。而且,硬件的设计、修改和重构就如同设计软件一样灵活、方便。

可编程逻辑器件的发展经历了一个由低密度到高密度的过程。

最早的PLD器件出现在20世纪70年代,它作为存储器的PROM应用至今。然后是20世纪70年代中期出现的可编程逻辑阵列PLA,PLA器件由于编程工具和开发软件不甚理想而未能广泛应用。20世纪70年代末、80年代初推出了可编程阵列逻辑PAL和通用阵列逻辑GAL。PAL采用熔丝工艺;GAL采用先进的E²COM工艺,用电擦除方法在几秒钟内完成芯片的擦除和编程,并且可以反复改写上万次,逻辑设计也较灵活方便,因而得到较广泛的应用。

以上这些PLD均称之为低密度的可编程逻辑器件LDPLD(Live Density PLD)。随着Xilinx公司在1984年发明了第一片现场可编程门阵列FPGA后,PLD迅速发展,使其进入了高密度(HDPLD)的时代,高密度可编程逻辑器件目前广泛应用的主要有CPLD和FPGA两类。

(1) 20世纪80年代中期,Xilinx公司提出“现场可编程概念”,同时生产了世界上第一片FPGA器件。同一时期,Altera公司推出EPLD(Erasable PLD)器件,较GAL器件有更高的集成度,可以用紫外线或电擦除。

(2) 20世纪80年代末,Lattice公司又提出“在系统可编程”技术(In system program),并且推出了一系列具备在系统可编程功能的CPLD器件。

(3) 进入20世纪90年代后,可编程逻辑集成电路技术进入飞速发展时期。

HDPLD的集成规模要比低密度的典型芯片GAL大得多,功能强得多,应用灵活方便,可以实现将一个数字系统基本上集成到一个芯片上,成为系统级的集成芯片。如Altera公司生产的FPF10K100系列FPGA,每个芯片内含62 000~158 000个可用门、5 392个触发器、406条I/O线,可见规模之宏大。

在生产工艺方面,可编程逻辑集成电路的线宽从1990年的1 μm 发展到目前的0.13 μm ,甚至已经达到深亚微米级,在一块硅片上最多可以集成几百万个逻辑门。与此同时,器件速度指标也在飞速提高,到本世纪初,Xilinx公司

推出的 Virtex E 系统 FPGA 的集成规模为 100 万门级, 最高工作频率达到 200 MHz, 工作电压 2.5 V, 用 0.22 μm 的 CMOS 工艺生产。使 CMOS 工艺在速度上超过了双极型工艺 (Bipolar), 成为可编程逻辑器件主要的工艺手段, 在便携式计算机和移动电话等产品上使用的 (低电压) 3.3 V 器件的市场份额也越来越大。

在器件的编程和测试技术方面, 除传统的熔丝 (Fuse) 和紫外线工艺 (UVEPROM) 外, 出现性能更佳的反熔丝 (Antifuse) 和电擦写 (EEPROM) 工艺, EEPROM 有完全取代 UVEPROM 的趋势。FPGA 器件的现场可编程技术和 CPLD 器件的在系统可编程技术使可编程器件在使用上极为方便, 同时边界扫描测试技术大大加强了芯片、电路板和系统的可测试性。

1.1.2 从传统的电子电路设计方法到 EDA 技术

传统的电子电路设计方法是各种固定功能的集成电路芯片、晶体管、电阻、电容等电子元件, 通过引线或印刷电路板的连接构成电路系统。传统设计方法花费大量的时间和精力在元件选配和系统结构的可行性定位上。由于电路板一旦做成就无法修改, 所以要反复对设计的电路进行安装、测试、修改, 不仅过程繁杂, 而且还要使用各种测试仪器。做成的电路系统器件多、体积大, 性能也难以如愿。

现代电子设计方法以可编程器件为基片, 使用计算机, 通过软件编程对芯片的结构和数据进行构造, 还可以在线进行仿真、测试和编程下载, 这种技术称为电子设计自动化 (EDA) 技术。EDA 技术使得硬件的设计可以如同软件设计那样方便快捷。这种变革为电路系统, 尤其是数字电路系统的设计带来了极大的灵活性, 极大地改变了传统的电路系统设计方法、设计过程, 乃至设计观念。

电子设计自动化 EDA (Electronic Design Automation) 是一门综合技术, 是从 CAD (计算机辅助设计)、CAM (计算机辅助制造)、CAT (计算机辅助测试) 和 CAE (计算机辅助工程) 的概念发展起来的。EDA 技术是以计算机为工具, 通过 EDA 软件平台, 以原理图、状态图、硬件描述语言 (HDL) 进行电路描述, 软件自动完成逻辑编译、逻辑化简、逻辑综合和优化、布局布线、逻辑仿真, 直至对特定目标芯片的适配编译、逻辑映射和编程下载等工作, 将若干电路, 甚至一个系统制作在一个可编程逻辑器件上。尽管目标器件是硬件, 但整个设计和修改过程如同完成软件一样方便和高效。

与传统设计方法相比, EDA 技术有很大不同:

(1) 采用原理图、状态图和硬件描述语言 (HDL) 输入 用 HDL 对数字