



湖北高职“十一五”规划教材

HUBEI GAOZHI "SHIYIWU" GUIHUA JIAOCAI

湖北省高等教育学会高职专委会研制

总策划 李友玉
策划 屠莲芳

EDA技术及应用

EDA JISHU JI YINGYONG

王彦 胡进德 主编



湖北长江出版集团
湖北科学技术出版社



湖北高职“十一五”规划教材

HUBEI GAOZHI “SHIYIWU” GUIHUA JIAOCAI

湖北省高等教育学会高职专委会研制

总策划 李友玉

策划 屠莲芳

EDA 技术及应用

主 编 王 彦 胡进德

副主编 夏继军 刘竹林

主 审 徐国洪

湖北长江出版集团
湖北科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

EDA 技术及应用/王彦,胡进德主编. —武汉:湖北科学技术出版社,2009.1
湖北高职“十一五”规划教材
ISBN 978-7-5352-4230-3

I. E… II. ①王…②胡… 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(2009)第 002480 号

责任编辑: 李海宁	责任校对: 蒋 静
	封面设计: 喻 杨
出版发行: 湖北科学技术出版社	电话: 027-87679468
地 址: 武汉市雄楚大街 268 号	邮编: 430070
(湖北出版文化城 B 座 12-13 层)	
网 址: http://www.hbstp.com.cn	
印 刷: 武汉市科利德印务有限公司	邮编: 430071
787×1092 1/16	12.25 印张
2009 年 1 月第 1 版	281 千字
	2009 年 1 月第 1 次印刷
	定价: 22.00 元

本书如有印装质量问题 可找本社市场部更换

内 容 提 要

本书采用教、学、做相结合的教学模式,按照基于工作过程的学习情境来编写,以提高实际工程应用能力为目的。通过举例分析与实践,深入浅出地介绍 EDA 技术、VHDL 硬件描述语言、FPGA 开发应用及相关知识,并给出了丰富的 EDA 设计实例,使读者通过本书的学习并完成推荐的实训项目后,能初步了解和掌握 EDA 的基本内容及实用技术。全书的内容共分为七个不同的学习情境,依次是:EDA 技术的基本认知→可编程逻辑器件 CPLD 和 FPGA 的认知→VHDL 语言编程基础→EDA 开发软件的使用→常用数字电路的设计方法→案例分析与实践→NIOS 技术。在两个“认知”情境下,介绍 EDA 技术的发展及应用,介绍可编程器件结构、特点及开发流程;在“编程基础”情境下,结合案例介绍 VHDL 语言的基本语法及语句;在案例分析与实践学习情境下,强调工程实际中的 EDA 技术应用的技能训练;在软件的使用、设计方法的介绍,以及 NIOS 新技术情境下,培养学生的创新意识,提高学生的创新实践能力。本教材的使用能让“教、学、做”融于一体,这是当今高等职业技术教育培养高技能性人才的主要教学方法及教学手段。

书中给出的绝大部分 VHDL 设计实例和实验示例都在 EDA 实验系统上通过了硬件测试。本书实用性强,可作为高职高专院校电子工程、通信、工业自动化、计算机应用技术、仪器仪表等专业的教材,也可作为相关专业技术人员的自学参考书。

湖北省教育科学“十一五”规划

专项资助重点课题成果

湖北高职规划教材编审委员会

顾问:

姜大源 教育部职业技术教育中心研究所研究员

《中国职业技术教育》主编

委员:

马必学 湖北省高教学会副理事长
黄木生 湖北省高教学会高职专委会主任
刘青春 湖北省高教学会秘书长

李友玉 湖北省高教学会副秘书长
刘民钢 湖北省高教学会高职专委会副主任
蔡泽寰 湖北省高教学会高职专委会副主任
李前程 湖北省高教学会高职专委会副主任
彭汉庆 湖北省高教学会高职专委会副主任
陈秋中 湖北省高教学会高职专委会副主任
廖世平 湖北省高教学会高职专委会常务理事
张玲 湖北省高教学会高职专委会常务理事
魏文芳 湖北省高教学会高职专委会常务理事
杨福林 湖北省高教学会高职专委会常务理事
顿祖义 湖北省高教学会高职专委会常务理事
陈年友 湖北省高教学会高职专委会常务理事
陈杰峰 湖北省高教学会高职专委会常务理事
赵儒铭 湖北省高教学会高职专委会常务理事
李家瑞 湖北省高教学会高职专委会常务理事
屠莲芳 湖北省高教学会高职专委会常务理事
张建军 湖北省高教学会高职专委会理事
饶水林 湖北省高教学会高职专委会理事
颜永仁 湖北省高教学会高职专委会理事
杨文堂 湖北省高教学会高职专委会理事
王展宏 湖北省高教学会高职专委会理事
刘友江 湖北省高教学会高职专委会理事
韩洪建 湖北省高教学会高职专委会理事
盛建龙 湖北省高教学会高职专委会理事
黎家龙 湖北省高教学会高职专委会理事
王进思 湖北省高教学会高职专委会理事
郑港 湖北省高教学会高职专委会理事
杨仁和 湖北省高教学会高职专委会理事
李志 湖北省高教学会高职专委会理事
田巨平 湖北省高教学会高职专委会理事
张元树 湖北省高教学会高职专委会理事
梁建平 湖北省高教学会高职专委会理事

武汉职业技术学院院长
长江职业学院党委书记
湖北省教育科学规划
领导小组办公室主任
湖北省教育科学研究所所长
湖北省教科所高教中心主任
武汉船舶职业技术学院院长
襄樊职业技术学院院长
仙桃职业学院院长党委书记
湖北职业技术学院院长
荆州职业技术学院院长
武汉软件工程职业学院院长
武汉铁路职业技术学院院长
十堰职业技术学院院长
咸宁职业技术学院院长
恩施职业技术学院院长
黄冈职业技术学院院长
随州职业技术学院院长党委书记
湖北三峡职业技术学院院长
教学组组长
秘书长
湖北财税职业学院院长党委书记
鄂东职业技术学院院长党委书记
武汉工业职业技术学院院长
江汉艺术职业学院院长
武汉工程职业技术学院院长
武汉警官职业学院院长
湖北水利水电职业技术学院院长
武汉交通职业学院院长
湖北国土资源职业学院院长
湖北交通职业技术学院院长
武汉电力职业技术学院院长
湖北中医药高等专科学校副校长
湖北城市建设职业技术学院院长
鄂州职业大学校长
武汉商业服务学院院长
三峡电力职业学院院长



湖北高职“十一五”规划教材（电子信息类）

HUBEI GAOZHI “SHIYIWU” GUIHUA JIAOCAI

编委会

主 任 徐国洪 仙桃职业学院
李建新 武汉软件工程职业学院

副主任（以下按姓氏笔画排列）

王 臻 武汉职业技术学院
牟应华 恩施职业技术学院
沈鸿星 襄樊职业技术学院
黄国祥 黄冈职业技术学院

委 员

丁如春 鄂东职业技术学院
王 川 武汉职业技术学院
王 彦 武汉铁路职业技术学院
王 臻 武汉职业技术学院
王中林 武汉软件工程职业学院
邓宽林 十堰职业技术学院
刘 芬 荆州职业技术学院
朱 立 武汉商业服务学院
牟应华 恩施职业技术学院
吴 涛 咸宁职业技术学院
李建新 武汉软件工程职业学院
杨 凡 武汉交通职业学院
沈鸿星 襄樊职业技术学院
郑德龙 武汉电力职业技术学院
钟 立 湖北国土资源职业学院
徐国洪 仙桃职业学院
鲁杰爽 湖北职业技术学院
黄国祥 黄冈职业技术学院

编委会秘书

吕 刚 吴晓红

教材是教师教学的脚本,是学生学习的课本,是学校实现人才培养目标的载体。优秀教师研制优质教材,优质教材造就优秀教师,培育优秀学生。教材建设是学校教学最基本的建设,是提高教育教学质量最基础性的工作。

高职教育是中国特色的创举。我国创办高职教育时间不长,高职教材存在严重的“先天不足”,如中专延伸版、专科移植版、本科压缩版等。这在很大程度上制约着高职教育教学质量的提高。因此,根据高职教育培养“高素质技能型专门人才”的目标和教育教学实际需求,研制优质教材,势在必行。

2005年以来,湖北省高等教育学会高职高专教育管理专业委员会(简称“高职专委会”),高瞻远瞩,审时度势,深刻领会国家关于“大力发展职业教育”和“提高高等教育质量”之精神,准确把握高职教育发展之趋势,积极呼应全省高职院校发展之共同追求;大倡研究之风,大鼓合作之气,组织全省高职院校开展“教师队伍建设、专业建设、课程建设、教材建设”(简称“四个建设”)的合作研究与交流,旨在推进全省高职院校进一步全面贯彻党的教育方针,创新教育思想,以服务为宗旨,以就业为导向,工学结合、校企合作,走产学研结合发展道路;推进高职院校培育特色专业、打造精品课程、研制优质教材、培养高素质的教师队伍,提升学校整体办学实力与核心竞争力;促进全省高职院校走内涵发展道路,全面提高教育教学质量。

湖北省教育厅将高职专委会“四个建设”系列课题列为“湖北省教育科学‘十一五’规划专项资助重点课题”。全省高职院校纷纷响应,几千名骨干教师和一批生产、建设、服务、管理一线的专家,一起参加课题协同攻关。在科学研究过程中,坚持平等合作,相互交流;坚持研训结合,相互促进;坚持课题合作研究与教材合作研制有机结合,用新思想、新理念指导教材研制,塑造教材“新、特、活、实、精”的优良品质;坚持以学生为本,精心酿造学生成长的精神食粮。全省高职院校重学习研究,重合作创新蔚然成风。

这种以学会为平台,以学术研究为基础开展的“四个建设”,符合教育部关于提高教育教学质量的精神,符合高职院校发展的需求,符合高职教师发展的需求。

在湖北省教育厅和湖北省高等教育学会领导的大力支持下,在湖北省高等教育学会秘书处的指导下,经过两年多艰苦不懈的努力和深入细致的工作,“四个建设”合作研究初见成效。高职专委会与湖北长江出版集团、武汉大学出版社、复旦大学出版社等知名出版单位携手,正陆续推出课题研究成果:“湖北高职‘十一五’规划教材”,这是全省高职集体智慧的结晶。

交流出水平,研究出智慧,合作出成果,锤炼出精品。凝聚集体智慧,共创湖北高职教育品牌——这是全省高职教育工作者的共同心声!

湖北省高教学会高职专委会主任 黄木生
2009年1月

本书是湖北高职“十一五”规划教材,也是湖北省教育科学“十一五”规划专项资助重点课题成果。本教材的研制是在湖北省高职专委会组织领导下,多所职业院校骨干教师合作完成的。

EDA 技术是现代电子工程领域的一门新技术,融合了计算机软件技术、硬件技术和微电子技术。它是以可编程逻辑器件为物质基础,以计算机为工作平台,以 EDA 工具软件为开发环境,以硬件描述语言作为电子系统功能描述主要方式,以电子系统设计为应用方向的电子产品自动化设计过程。随着电子信息技术的飞速发展,EDA 技术发展也是日新月异,其使用越来越广泛和深入。

本教材在编写过程中,坚持以就业为导向,以学生为教学主体的指导思想,精选教学内容,理论知识以必需、够用、实用为原则,增强实践性教学项目。在内容安排和取舍上,既考虑了 EDA 技术本身的系统性和完整性,又考虑了学生认知知识的连贯性和创新性,同时还考虑了 EDA 技术教学的可操作性。

全书内容是按照基于工作过程的学习情境来编写,通过七个不同的学习情境学习知识和培养专项技能。七个学习情境依次是:EDA 技术的基本认知→可编程逻辑器件 CPLD 和 FPGA 的认知→VHDL 语言编程基础→EDA 开发软件的使用→常用数字电路的设计方法→案例分析与实践→NIOS 技术。在两个“认知”情境下,介绍 EDA 技术的发展及应用,介绍可编程器件结构、特点及开发流程;在“编程基础”情境下,结合案例介绍 VHDL 语言的基本语法及语句;在案例分析与实践学习情境下,强调工程实际中的 EDA 技术应用的技能训练;在软件的使用、设计方法的介绍,以及 NIOS 新技术情境下,培养学生的创新意识,提高学生的创新实践能力。本教材的使用能让“教、学、做”融于一体,这是当今高等职业技术教育培养高技能性人才的主要教学方法及教学手段。

湖北省高等教育学会副秘书长、湖北省教育科学研究所高教研究中心主任李友玉研究员,湖北省高等教育学会高职专委会秘书长屠莲芳,负责本教材研制队伍的组建、管理和本教材研制标准、研制计划的制定与实施。

本书编写提纲由武汉铁路职业技术学院王彦、仙桃职业学院胡进德、黄冈职业技术学院夏继军三位老师共同研讨拟定,并广泛收集了大量的意见与建议。王彦负责组稿,并编写学习情境三;胡进德编写学习情境二及附录 1 和附录 2;夏继军编写学习情境六;十堰职业技术学院刘竹林编写学习情境五;武汉铁路职业技术学院陈晓明、张辉、程冲、孙晓云共同编写学习情境一、四、七。全书由王彦统编定稿。

参加本书校稿及编写的人员还有郑笔耕(荆门职业技术学院)、朱小祥(武汉工交职业技术学院)、田路(恩施职业技术学院)、陈子玉(武汉电力职业技术学院)。在编写过程中,我们得到了北京精益达胜科技有限公司、武汉恒科电子教学仪器有限公司、湖北省高职高专委员会的支持,也参考了许多学者和专家的著作及研究成果。在此,谨向他们表示诚挚的谢意。

限于编者水平,书中有疏漏、错误之处,欢迎广大师生和其他读者批评指正。

《EDA 技术及应用》研制组
2009 年 1 月

目 录

学习情境一 EDA 技术的基本认知	(1)
学习单元一 EDA 技术概况	(1)
一、EDA 技术的含义	(1)
二、EDA 技术在电子技术领域中的地位	(1)
三、EDA 技术进行电子设计的特点	(2)
四、EDA 技术的发展历程	(2)
五、EDA 技术发展的突出表现	(3)
六、EDA 技术实现目标	(4)
七、EDA 技术的主要内容	(4)
学习单元二 面向 FPGA/CPLD 的开发流程	(4)
一、FPGA/CPLD 设计输入	(5)
二、综合	(5)
三、布线布局(适配)	(6)
四、仿真	(6)
五、下载和硬件测试	(7)
学习单元三 常用的 EDA 工具	(7)
一、电子电路设计与仿真工具	(7)
二、PCB 设计软件	(8)
三、IC 设计软件	(9)
四、PLD 设计工具	(9)
思考与练习题	(10)
学习情境二 可编程逻辑器件 CPLD 和 FPGA	(11)
学习单元一 可编程逻辑器件 PLD 的发展历程及概述	(11)
一、PLD 的发展历程	(11)
二、FPGA/CPLD 概述	(12)
学习单元二 CPLD/FPGA 结构与原理	(13)
一、基于乘积项(Product-Term)的 CPLD 结构	(13)
二、查找表(Look-Up-Table)的原理与结构	(15)
三、CPLD 和 FPGA 的选用	(18)
学习单元三 ALTERA 公司 CPLD/FPGA 的配置	(19)
一、MAX7000 系列器件配置	(19)
二、FLEX8000 系列和 FLEX10K10 系列器件配置	(19)
思考与练习题	(21)
学习情境三 VHDL 语言编程基础	(22)
学习单元一 VHDL 语言的源文件结构	(22)
一、VHDL 程序的基本结构	(22)
二、实体(ENTITY)	(23)

三、结构体(ARCHITECTURE)	(25)
四、库(LIBRARY) 和程序包(PACKAGE)	(26)
五、配置	(28)
学习单元二 编写 VHDL 源文件的预备知识	(28)
一、VHDL 语言的标识符	(28)
二、VHDL 标准操作符	(28)
三、数据对象	(30)
四、数据类型	(31)
五、属性	(33)
六、时钟信号的描述	(33)
学习单元三 VHDL 语言的基本语句——顺序语句	(35)
一、赋值语句	(35)
二、流程控制语句	(36)
三、等待语句(WAIT)	(40)
四、子程序调用语句	(41)
五、返回语句(RETURN)	(42)
六、空操作语句(NULL)	(43)
七、其他顺序语句	(43)
学习单元四 VHDL 语言的基本语句——并行语句	(43)
一、进程语句	(43)
二、并行信号赋值语句	(44)
三、块语句	(47)
四、并行过程调用语句	(50)
五、元件例化语句	(51)
六、生成语句	(53)
项目训练一 码型变换电路的设计	(55)
一、训练目的	(55)
二、设计要求	(55)
三、设计步骤	(56)
四、思考	(56)
项目训练二 译码器的设计	(57)
一、训练目的	(57)
二、设计要求	(57)
三、设计步骤	(57)
项目训练三 计数器的设计	(58)
一、训练目的	(58)
二、设计要求	(58)
三、设计步骤	(58)
思考与练习题	(58)
学习情境四 EDA 开发软件的使用	(59)
学习单元一 Quartus II 7.0 软件简介及安装	(59)
一、Quartus II 7.0 软件简介	(59)

二、Quartus II 7.0 集成软件的安装	(60)
学习单元二 新建工程项目	(65)
一、打开“创建新工程”对话框	(65)
二、向工程加入文件	(66)
三、选择目标芯片	(66)
四、选择 EDA 设计输入方式设置及设计工具	(68)
五、打开工程项目工作窗口	(69)
学习单元三 原理图输入设计	(70)
一、新建原理图文件	(70)
二、原理图输入方法简介	(71)
三、原理图输入设计步骤	(71)
学习单元四 VHDL 文本输入设计	(74)
一、新建 VHDL 文本文件	(74)
二、文本输入方法	(74)
三、保存 VHDL 文本文件	(76)
学习单元五 编译与仿真	(76)
一、编译过程说明	(77)
二、设计的功能仿真	(81)
学习单元六 引脚锁定和编程下载	(87)
一、打开已设计好的工程	(87)
二、PIN 适配	(87)
三、编译	(88)
四、SOF 文件下载	(88)
五、硬件测试	(89)
项目训练一 原理图输入设计	(90)
一、训练目的	(90)
二、设计要求	(90)
三、设计步骤	(90)
四、思考	(90)
项目训练二 VHDL 文本输入设计	(91)
一、训练目的	(91)
二、设计要求	(91)
三、设计步骤	(91)
四、思考	(91)
思考与练习题	(92)
学习情境五 常用数字电路的设计方法	(93)
学习单元一 组合逻辑电路的设计	(93)
一、组合逻辑电路的设计步骤	(93)
二、用 SSI 设计组合逻辑电路的例子	(94)
三、用 MSI 实现组合逻辑电路的设计	(96)
学习单元二 时序逻辑电路的设计	(99)
一、集成计数器(分频)的应用	(99)

二、顺序脉冲发生器	(102)
三、序列信号发生器	(102)
四、移存型序列信号发生器	(104)
五、一般时序逻辑电路的设计方法	(104)
项目训练一 智力竞赛抢答器的设计	(110)
一、实训目的	(110)
二、设计要求	(110)
三、设计步骤	(111)
四、思考	(112)
项目训练二 多功能数字钟的设计	(112)
一、实训目的	(112)
二、设计要求	(113)
三、设计步骤	(113)
四、思考	(113)
思考与练习题	(115)
学习情境六 案例分析与实践	(117)
学习单元一 设计四选一多路选择器	(117)
一、设计的目的及要求	(117)
二、设计步骤	(117)
学习单元二 译码器的设计	(121)
一、设计的目的及要求	(121)
二、设计步骤	(121)
学习单元三 加法器的设计	(124)
一、设计的目的及要求	(124)
二、设计步骤	(125)
学习单元四 编码器的设计	(127)
一、设计的目的及要求	(127)
二、设计步骤	(127)
学习单元五 计数器的设计	(130)
一、设计的目的及要求	(130)
二、设计步骤	(130)
学习单元六 7 段数码显示译码器	(132)
一、设计的目的及要求	(132)
二、设计步骤	(132)
项目训练一 数字时钟设计	(135)
一、训练题目	(135)
二、设计要求	(135)
三、设计原理	(135)
项目训练二 交通灯控制器	(136)
一、训练目的	(136)
二、设计要求	(136)
三、设计原理	(137)

拓展项目 设计一个数字式抢答器	(138)
一、训练目的	(138)
二、设计要求	(138)
三、设计原理	(138)
思考与练习题	(140)
学习情境七 NIOS 技术	(141)
学习单元一 认识 SOPC 技术	(142)
一、SOPC 技术的基本概念	(142)
二、SOPC 技术的特点	(142)
三、Altera 公司支持 SOPC 的 FPGA 芯片	(143)
四、构成 SOPC 的方案	(143)
五、SOPC 的前景	(145)
学习单元二 认识 NIOS 软核处理器	(145)
一、NIOS 处理器概述	(145)
二、NIOS CPU 指令系统的特点	(146)
三、NIOS CPU 硬件系统的特点	(146)
四、Avalon 总线	(147)
学习单元三 SOPC 的硬件开发	(148)
一、NiosII 硬件系统开发流程	(148)
学习单元四 SOPC 软件的开发	(160)
一、启动 NIOS II IDE	(160)
二、建立软件工程项目	(160)
三、编译程序	(162)
四、编译整个项目	(163)
五、下载与测试	(163)
项目训练一 设计一个 NIOS 核	(164)
一、训练目的	(164)
二、设计要求	(164)
三、设计原理	(164)
项目训练二 设计一个 NIOS 的运行软件	(165)
一、训练目的	(165)
二、设计要求	(165)
三、设计原理	(165)
思考与练习题	(165)
附录 1 常用 PLD 芯片引脚图	(166)
附录 2 可编程逻辑器件术语表	(168)
附录 3 EDA-VII 实验箱芯片引脚对照表	(173)
参考文献	(176)

学习情境一 EDA 技术的基本认知

现代电子设计技术的核心是 EDA 技术。EDA 技术在电子信息、通信、自动控制及计算机应用等领域的重要性日益突出。本学习情境主要学习目标：

- (1) 了解 EDA 技术及其发展概况；
- (2) 熟悉面向可编程逻辑器件的 EDA 开发流程；
- (3) 了解几种常用的 EDA 工具。

学习单元一 EDA 技术概况

一、EDA 技术的含义

EDA 是电子设计自动化(Electronic Design Automation)的缩写,在 20 世纪 90 年代初从计算机辅助设计(Computer Assist Design, CAD)、计算机辅助制造(Computer Assist Manufacturing, CAM)、计算机辅助测试(Computer Assist Testing, CAT)和计算机辅助工程(Computer Assist Engineering Design, CAE 或 CAED)的概念发展而来的。EDA 技术就是以计算机为工具,设计者在 EDA 软件工具平台上,用硬件描述语言(Hardware Description Language, HDL)完成设计文件,然后由计算机自动地完成逻辑编译、化简、分割、综合、优化、布局、布线和仿真,直至完成对于特定目标芯片的适配编译、逻辑映射和编程下载等工作。EDA 技术的出现,极大地提高了电路设计的效率和可靠性,减轻了设计者的劳动强度。20 世纪 90 年代,国际上电子技术和计算机技术较先进的国家,一直在积极探索新的电子电路设计方法,并在设计方法、工具等方面进行了彻底的变革,已取得了巨大成功。

在电子技术设计领域,可编程逻辑器件(如 CPLD、FPGA)的应用,已得到广泛的普及,这些器件为数字系统的设计带来了极大的灵活性。可编程逻辑器件可以通过软件编程而对其硬件结构和工作方式进行重构,从而使得硬件的设计可以如同软件设计那样方便快捷。这一切极大地改变了传统的数字系统设计方法、设计过程和设计观念,促进了 EDA 技术的迅速发展。

EDA 技术的使用对象由两大类人员组成,一类是专用集成电路 ASIC(Application Specific Integrated Circuits, ASIC)的芯片设计研发人员;另一类是广大的电子线路设计人员,他们不具备专门的集成电路 IC(Integrated Circuit, IC)深层次的知识。本书所阐述的 EDA 技术是以后者为应用对象的。这样,EDA 技术可简单概括为以大规模可编程逻辑器件为设计载体,通过硬件描述语言输入给相应开发软件,经过编译和仿真,最终下载到设计载体中,从而完成系统电路设计任务的一门新技术。

二、EDA 技术在电子技术领域中的地位

EDA 技术在硬件实现方面融合了大规模集成电路制造技术、IC 版图设计技术、ASIC 测试和封装技术、FPGA/CPLD 编程下载技术、自动测试技术等;在计算机辅助工程方面融合了计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助制造(CAM)、计算机辅助测试(CAT)、计算机辅助工程设计(CAE)技

术以及多种计算机语言的设计概念;而在现代电子学方面则容纳了更多的内容,如电子线路设计理论、数字信号处理技术、数字系统建模、优化技术及长线技术理论等。因此,EDA 技术为现代电子理论和设计的表达与实现提供了可能性。在现代技术的所有领域中,得以飞速发展的科学技术多为计算机辅助设计,而非自动化设计技术。显然,最早进入设计自动化技术领域之一是电子技术,这就是为什么电子技术始终处于所有科学技术发展最前列的原因之一。由此看来,EDA 技术已不是某一学科的分支,或某种新的技能技术,它应该是一门综合性学科。它融合多学科于一体,又渗透于各学科之中,打破了软件和硬件间的壁垒,使计算机的软件技术与硬件实现、设计效率和产品性能合二为一,它代表了电子设计技术和应用技术的发展方向。

三、EDA 技术进行电子设计的特点

利用 EDA 技术进行电子系统的设计,具有以下几个特点:

- (1)用软件的方式设计硬件。
- (2)用软件方式设计的系统到硬件系统的转换是由有关的开发软件自动完成的。
- (3)设计过程中可用有关软件进行各种仿真。
- (4)系统可现场编程,在线升级。
- (5)整个系统可集成在一个芯片上,体积小、功耗低、可靠性高。因此,EDA 技术是现代电子设计的发展趋势。

四、EDA 技术的发展历程

EDA 技术伴随着计算机、集成电路、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)三个发展阶段。

1. 20 世纪 70 年代的计算机辅助设计(CAD)阶段

早期的电子系统硬件设计采用的是分立元件,随着集成电路的出现和应用,硬件设计进入到发展的初级阶段。初级阶段的硬件设计大量选用中小规模标准集成电路,人们将这些器件焊接在电路板上,做成初级电子系统,对电子系统的调试是在组装好的印制电路板图(Printed Circuit Board,简称 PCB)板上进行的。

在 CAD 阶段,由于受到计算机运行速度、存储量和图形功能等多方面的限制,电子 CAD 所使用的软件只能完成对简单电路的仿真和绘制 PCB 图。由于这些软件只有简单的人—机交互能力,处理的电路规模很小,绘制速度也很慢,各软件之间数据共享性差。而且其支持的设计工作有限,性能也比较差。因此,CAD 阶段又称为 EDA 技术发展的初期阶段。

2. 20 世纪 80 年代的计算机辅助工程设计(CAE)阶段

初期阶段的硬件设计是用大量不同型号的标准芯片实现电子系统设计的。随着微电子工艺的发展,相继出现了集成上万只晶体管的微处理器、集成几十万直到上百万储存单元的随机存储器 and 只读存储器。此外,支持定制单元电路设计的硅编程、掩膜编程的门阵列,如标准单元的半定制设计方法以及可编程逻辑器件等一系列微结构和微电子学的研究成果都为电子系统的设计开辟了新天地。因此,可以用少数几种通用的标准芯片实现电子系统的设计。

在 CAE 阶段,由于计算机技术和微电子技术的发展,在进行电子工程设计时,计算机能够对较大的模拟电路和数字电路进行仿真,绘制的电原理图(Schematic Diagram)可以通过电气网表的形式与相应的 PCB 图结合起来,重点解决电路设计完成之前的功能检测等问题。这样,设计师能在产品制造之前预知产品的功能与性能,能生成产品制造文件,在设计阶段对产