



应用型本科院校“十三五”规划教材/电工电子类

主编 姜波

基于EDA技术的数字系统 设计与实践

Digital System Design and Practice
Based on EDA Technology

- 适用面广
- 应用性强
- 促进教学
- 面向就业



工業大學出版社



应用型本科院校“十三五”规划教材/电工电子类

内容简介

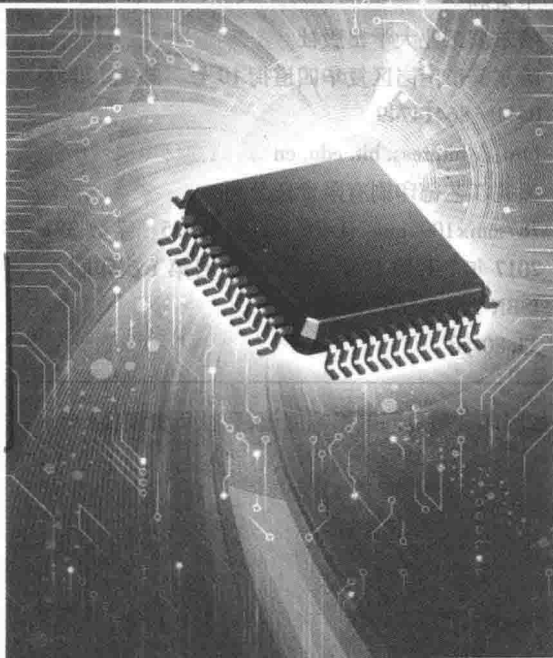
主 编 姜 波

副主编 佟巳刚 刘显忠 (王 鑫)

参 编 郭 宏 白亚梅 刘 芳

基于EDA技术的数字系统 设计与实践

Digital System Design and Practice
Based on EDA Technology



哈尔滨工业大学出版社

内容简介

根据应用型本科院校教学大纲,以提高学生实践能力和技能水平为目的,介绍基于 EDA 技术的数字系统设计与实践。全书分为基础篇和实战篇两大部分,基础篇主要包括:EDA 技术概述、可编程逻辑器件概述、Quartus II 开发软件设计指南、VHDL 语法基础、VHDL 主要描述语句、状态机的 VHDL 设计、常用单元电路的 VHDL 程序设计、Verilog HDL 编程基础;实战篇包括:数字系统设计仿真实验、数字系统设计硬件实训等。本书注重理论联系实际,突出应用能力的培养,简明扼要,易读易懂,书中给出了大量的 VHDL 设计实例源代码及仿真结果,从而将如何使用硬件描述语言进行硬件电路设计及分析设计结果有机结合在一起。本书重点培养学生熟练使用 EDA 开发工具进行分析、设计和应用开发的能力,使其符合高等院校转型发展的需求。

本书可作为应用型本科院校电子信息工程、通信工程、电气工程及其自动化、计算机科学与技术等专业的高年级本科生教学用书,也可作为广大从事硬件工作的技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

基于 EDA 技术的数字系统设计与实践/姜波主编. —哈尔滨:
哈尔滨工业大学出版社,2017.7

应用型本科院校“十三五”规划教材

ISBN 978-7-5603-6588-6

I. ①基… II. ①姜… III. ①数字系统-系统设计-
高等学校-教材 IV. ①TP271

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 088374 号

策划编辑 杜 燕

责任编辑 范业婷 高婉秋

封面设计 卞秉利

出版发行 哈尔滨工业大学出版社

社 址 哈尔滨市南岗区复华四道街 10 号 邮编 150006

传 真 0451-86414749

网 址 <http://hitpress.hit.edu.cn>

印 刷 黑龙江艺德印刷有限责任公司

开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 17.25 字数 394 千字

版 次 2017 年 7 月第 1 版 2017 年 7 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5603-6588-6

定 价 33.80 元

(如因印装质量问题影响阅读,我社负责调换)

序

哈尔滨工业大学出版社策划的《应用型本科院校“十三五”规划教材》即将付梓,诚可贺也。

该系列教材卷帙浩繁,凡百余种,涉及众多学科门类,定位准确,内容新颖,体系完整,实用性强,突出实践能力培养。不仅便于教师教学和学生学

习,而且满足就业市场对应用型人才的迫切需求。

应用型本科院校的人才培养目标是面对现代社会生产、建设、管理、服务等一线岗位,培养能直接从事实际工作、解决具体问题、维持工作有效运行的高等应用型人才。应用型本科与研究型本科和高职高专院校在人才培养上有着明显的区别,其培养的人才特征是:①就业导向与社会需求高度吻合;②扎实的理论基础和过硬的实践能力紧密结合;③具备良好的人文素质和科学技术素质;④富于面对职业应用的创新精神。因此,应用型本科院校只有着力培养“进入角色快、业务水平高、动手能力强、综合素质好”的人才,才能在激烈的就业市场竞争中站稳脚跟。

目前国内应用型本科院校所采用的教材往往只是对理论性较强的本科院校教材的简单删减,针对性、应用性不够突出,因材施教的目的难以达到。因此亟须既有一定的理论深度又注重实践能力培养的系列教材,以满足应用型本科院校教学目标、培养方向和办学特色的需要。

哈尔滨工业大学出版社出版的《应用型本科院校“十三五”规划教材》,在选题设计思路上认真贯彻教育部关于培养适应地方、区域经济社会发展需要的“本科应用型高级专门人才”精神,根据黑龙江前省委书记吉炳轩同志提出的关于加强应用型本科院校建设的意见,在应用型本科试点院校成功经验总结的基础上,特邀请黑龙江省9所知名的应用型本科院校的专家、学者联合编写。

本系列教材突出与办学定位、教学目标的一致性和适应性,既严格遵照学科体系的知识构成和教材编写的一般规律,又针对应用型本科人才培养目标

及与之相适应的教学特点,精心设计写作体例,科学安排知识内容,围绕应用讲授理论,做到“基础知识够用、实践技能实用、专业理论管用”。同时注意适当融入新理论、新技术、新工艺、新成果,并且制作了与本书配套的PPT多媒体教学课件,形成立体化教材,供教师参考使用。

《应用型本科院校“十三五”规划教材》的编辑出版,是适应“科教兴国”战略对复合型、应用型人才的需求,是推动相对滞后的应用型本科院校教材建设的一种有益尝试,在应用型创新人才培养方面是一件具有开创意义的工作,为应用型人才的培养提供了及时、可靠、坚实的保证。

希望本系列教材在使用过程中,通过编者、作者和读者的共同努力,厚积薄发、推陈出新、细上加细、精益求精,不断丰富、不断完善、不断创新,力争成为同类教材中的精品。

马长利

前 言

基于 EDA 技术的数字系统设计是运用 EDA 技术解决数字系统设计的方式,电子设计自动化(Electronic Design Automation,EDA)是随着集成电路和计算机技术飞速发展应运而生的一种高级、快速、有效的电子设计自动化工具。基于 EDA 技术的数字系统设计是指以计算机为工作平台,以相关的 EDA 开发软件为工具,自动地完成电子产品电路设计、仿真分析的全过程,利用可编程逻辑器件来实现电子系统或专用集成芯片的设计。

EDA 技术发展的速度非常迅猛,高等院校在这方面的教学将面临越来越大的挑战。这主要表现在更多更新的知识有待传授、学生在该领域的自主创新能力有待进一步提高。对于电子、通信等信息类专业的学生而言,采用 EDA 技术解决数字系统的设计是一项必备的技能。为此,本书力争使读者尽快掌握这门技术——详细介绍了 Altera 公司的 Quartus II 工具软件的使用方法,verilog HDL 和 VHDL 硬件描述语言语法及应用编程,使读者全面掌握可编程逻辑器件的开发过程,为走上工作岗位打下坚实基础。

本书系统介绍了基于 Quartus II 9.0 的 FPGA/CPLD 数字系统设计,并在结构和内容上做了优化,增加了实验仿真与硬件实训两个环节,便于实践教学;重视基础,面向应用,紧密联系实际;全书分两篇:基础篇和实践篇。基础篇共有 8 章,第 1 章介绍了 EDA 技术的基础知识和数字系统设计的基本概念;第 2 章对可编程逻辑器件进行了概述;第 3 章介绍了 Quartus II 9.0 软件的开发流程和使用技巧;第 4 章、第 5 章和第 6 章介绍了 VHDL 的语法基础、VHDL 的描述语句,以及有限状态机的 VHDL 设计;第 7 章通过大量 VHDL 设计实例,描述了常用组合逻辑电路及时序逻辑电路的 VHDL 程序设计;第 8 章介绍了 Verilog HDL 编程基础,供读者在学习和实验过程中速查参考。实践篇共有 2 章,第 9 章介绍了 3 个数字系统设计仿真实验,可进行 12 学时的实验安排;第 10 章介绍了数字系统设计硬件实训,结合相关硬件实验系统深入浅出的介绍了基于 EDA 技术设计复杂数字系统的方法。阐述力求准确、简约,避免烦琐,以做到深入浅出;所有举例均经过综合工具或仿真工具的验证,许多实例给出了仿真波形,希望能够对读者能有所帮助。

本书由姜波主编,佟已刚、刘显忠、王鑫任副主编,郭宏、白亚梅、刘芳参编。本书第 1 章和第 2 章由白亚梅编写,第 3 章由刘芳编写,第 4 章由郭宏编写,第 5 章和第 10 章由姜波编写,第 6 章和第 9 章由佟已刚编写,第 7 章由刘显忠编写,第 8 章由王鑫编写。姜波负责全书的统稿工作。本书在编写过程中得到了关晓冬、温海洋等领导的大力支持,并提

出了宝贵意见和建议,在此表示衷心感谢!

2017 年 6 月

目 录

基础篇

第1章 EDA 技术概述	1
1.1 EDA 技术的含义	1
1.2 EDA 技术的发展历程	2
1.3 EDA 技术的主要内容	3
1.4 EDA 设计流程	5
1.5 数字系统的设计	7
1.5.1 数字系统的设计模型	7
1.5.2 数字系统的设计方法	8
1.5.3 数字系统的设计准则	8
1.5.4 数字系统的设计步骤	8
1.6 EDA 技术的发展趋势	9
本章小结	11
习题	11
第2章 可编程逻辑器件概述	12
2.1 可编程逻辑器件简介	12
2.1.1 可编程逻辑器件发展过程	12
2.1.2 可编程逻辑器件的分类	13
2.2 可编程逻辑器件的硬件结构	14
2.2.1 可编程电路的基本结构	14
2.2.2 PLD 中阵列的表示方法	14
2.3 低密度可编程逻辑器件	15
2.3.1 可编程只读存储器(PROM)	15
2.3.2 可编程逻辑阵列(PLA)器件	17
2.3.3 可编程阵列逻辑(PAL)器件	17
2.3.4 通用阵列逻辑(GAL)器件	18
2.4 高密度可编程逻辑器件	19
2.4.1 复杂可编程逻辑器件(CPLD)	19
2.4.2 现场可编程门阵列 FPGA	23

2.5 Altera 公司的可编程逻辑器件	25
2.5.1 Altera 公司的 CPLD	25
2.5.2 Altera 公司的 FPGA	26
2.6 FPGA 和 CPLD 的开发应用选择	27
本章小结	29
习题	29
第 3 章 Quartus II 开发软件设计指南	30
3.1 Quartus II 软件综述	30
3.1.1 软件的功能简介及支持的器件	30
3.1.2 软件的安装与系统配置	31
3.2 Quartus II 的设计指南	32
3.2.1 Quartus II 的启动及工具按钮的使用	33
3.2.2 建立设计项目	35
3.2.3 新建设计文件	36
3.2.4 编辑设计文件	37
3.2.5 编译设计电路	39
3.2.6 设计仿真	41
3.2.7 器件编程/配置	44
本章小结	44
习题	45
第 4 章 VHDL 语法基础	46
4.1 VHDL 概述	46
4.1.1 VHDL 的起源	46
4.1.2 常用硬件描述语言比较	47
4.1.3 VHDL 的特点	47
4.1.4 VHDL 的编程思想	47
4.2 VHDL 的描述结构	48
4.2.1 实体	49
4.2.2 结构体	51
4.2.3 库说明	52
4.2.4 配置	54
4.3 标识符	55
4.4 VHDL 的数据对象	56
4.4.1 常数	56
4.4.2 变量	57
4.4.3 信号	57
4.5 VHDL 的数据类型	58

4.6 VHDL 的运算符	64
4.6.1 逻辑运算符	64
4.6.2 算术运算符	65
4.6.3 关系运算符	65
4.6.4 操作符的运算优先级	66
本章小结	67
习题	68
第5章 VHDL 主要描述语句	69
5.1 顺序描述语句	69
5.1.1 变量赋值语句和信号赋值语句	69
5.1.2 IF 语句	71
5.1.3 CASE 语句	73
5.1.4 LOOP 语句	76
5.1.5 NEXT 和 EXIT 跳出循环语句	78
5.1.6 NULL 语句	80
5.2 并行描述语句	80
5.2.1 并行信号赋值语句	81
5.2.2 进程语句	84
5.2.3 元件例化语句	86
5.2.4 生成语句	89
5.2.5 块语句	92
5.3 子程序	94
5.3.1 过程	95
5.3.2 函数	96
5.4 程序包	97
5.5 时钟信号的描述	101
5.6 复位、置位信号的描述	103
5.6.1 同步方式	103
5.6.2 异步方式	104
本章小结	105
习题	105
第6章 状态机的 VHDL 设计	107
6.1 有限状态机的基本概念	107
6.2 有限状态机的 VHDL 设计	109
6.3 Moore 型状态机设计	111
6.4 Mealy 型状态机设计	116
本章小结	120

习题	120
第 7 章 常用单元电路的 VHDL 程序设计	121
7.1 门电路	121
7.2 8-3 线编码器	123
7.3 译码器	125
7.3.1 二-十进制 BCD 译码器	125
7.3.2 显示译码器	126
7.4 多路选择器	128
7.5 比较器	132
7.6 加法器	134
7.7 触发器和锁存器	135
7.8 计数器和分频器	139
7.9 寄存器	155
7.10 顺序脉冲发生器	157
本章小结	158
习题	158
第 8 章 Verilog HDL 编程基础	160
8.1 Verilog HDL 概述	160
8.1.1 Verilog HDL 的特点	160
8.1.2 Verilog HDL 的基本结构	160
8.2 Verilog HDL 语言要素	162
8.2.1 Verilog HDL 的基本语法规则	162
8.2.2 数据类型	163
8.2.3 Verilog HDL 运算符	166
8.2.4 系统任务与系统函数	167
8.2.5 编译向导	170
8.3 Verilog HDL 基本语句	172
8.3.1 过程语句	172
8.3.2 赋值语句	174
8.3.3 块语句	177
8.3.4 条件语句	177
8.3.5 循环语句	179
8.3.6 任务与函数	182
本章小结	184
习题	184

实 践 篇

第 9 章 数字系统设计仿真实验	185
9.1 Quartus II 入门及原理图输入的设计	185
9.2 基于 VHDL 的文本输入法的设计	195
9.3 图形和 VHDL 混合输入的电路设计	198
本章小结	200
第 10 章 数字系统设计硬件实训	201
10.1 数字系统设计实验开发系统简介	201
10.2 图形输入设计实训	202
10.2.1 Quartus II 图形输入方式设计流程	202
10.2.2 实训项目 1——组合逻辑电路设计	205
10.2.3 实训项目 2——时序逻辑电路设计	208
10.2.4 实训项目 3——兆功能模块设计	214
10.2.5 实训项目 4——图形输入综合设计	218
10.3 VHDL 文本输入设计实训	226
10.3.1 Quartus II 文本输入设计流程	226
10.3.2 实训项目 1——基本门电路设计	226
10.3.3 实训项目 2——组合逻辑电路设计	227
10.3.4 实训项目 3——时序逻辑电路设计	237
10.3.5 实训项目 4——8 位数码管动态显示程序设计	242
10.3.6 实训项目 5——4×4 矩阵键盘设计	244
10.4 数字系统综合设计实训	247
10.4.1 16×16 点阵数码管显示设计	247
10.4.2 数字电子钟的设计	251
10.4.3 状态机实现花样灯设计	257
本章小结	260
参考文献	261

基础篇

第 1 章

EDA 技术概述

【内容提要】

本章主要介绍了 EDA 技术的含义、发展历程、EDA 技术的主要内容和设计流程,数字系统设计的方法以及 EDA 技术的发展趋势。

1.1 EDA 技术的含义

EDA 是电子设计自动化(Electronic Design Automation)的缩写,是 20 世纪 90 年代初从 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)的概念发展而来的。

什么是 EDA 技术? EDA 技术,就是以大规模可编程逻辑器件(PLD)为设计载体,以硬件描述语言(HDL)为系统逻辑描述的主要表达方式,以计算机、大规模可编程逻辑器件的开发软件及实验开发系统为设计工具,通过有关的开发软件,自动完成用软件的方式设计的电子系统到硬件系统的逻辑编译、逻辑化简、逻辑分割、逻辑综合及优化、逻辑布局布线、逻辑仿真,直至完成对特定目标芯片的适配编译、逻辑映射、编程下载等工作,最终形成集成电子系统或专用集成芯片的一门新技术。

现代电子产品要求在性能提高、复杂度增大的同时,价格降低,因而产品更新换代的速度也越来越快,进一步促进了生产制造技术和电子设计技术的发展。

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。电子设计技术的核心就是 EDA 技术,EDA 是指以计算机为工作平台,融合了应用电子技术、计算机技术、智能化技术最新成果而研制成的电子 CAD 通用软件包,主要能辅助进行 3 方面的设计工作:IC 设计,电子电路设计以及 PCB 设计。

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 年代以来,国际上电子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,取得了巨大成功。在电子技术设计领域,可编程逻辑器件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。没有 EDA 技术的支持,想要完成超大规模集成电路的设计制造是不可想象的;反过来,生产制造技术的不断进步又必将对 EDA 技术提出新的要求。

1.2 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(Computer Assist Design, CAD)、计算机辅助工程设计(Computer Assist Engineering Design, CAE)和电子设计自动化(Electronic Design Automation, EDA)3 个发展阶段。

1. 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 PCB(Printed Circuit Board)板上进行的。

由于设计师对图形符号使用数量有限,传统的手工布图方法无法满足产品复杂性的要求,更不能满足工作效率的要求。这时,人们开始将产品设计过程中高度重复性的繁杂劳动,如布图布线工作,用二维图形编辑与分析的 CAD 工具替代,最具代表性的产品就是美国 ACCEL 公司开发的 Tango 布线软件。20 世纪 70 年代,是 EDA 技术发展初期,由于 PCB 布图布线工具受到计算机工作平台的制约,其支持的设计工作有限且性能比较差。

2. 计算机辅助工程设计(CAE)阶段

初级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、集成几十万甚至上百万存储单元的随机存储器和只读存储器。此外,支持定制单元电路设计的硅编辑、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(PAL 和 GAL)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提供了新天地。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。

伴随计算机和集成电路的发展,CAE 技术进入计算机辅助工程设计阶段。20 世纪 80 年代初推出的 CAE 工具则以逻辑模拟、定时分析、故障仿真、自动布局和布线为核心,重点解决电路设计没有完成之前的功能检测等问题。利用这些工具,设计师能在产品制作之前预知产品的功能与性能,并生成产品制造文件,在设计阶段对产品性能的分析前进了一大步。

3. 电子系统设计自动化(EDA)阶段

为了满足千差万别的系统用户提出的设计要求,最好的办法是由用户自己设计芯片,让他们把想设计的电路直接设计在自己的专用芯片上。微电子技术的发展,特别是可编程逻辑器件的发展,使微电子厂家可以为用户提供各种规模的可编程逻辑器件,使设计者通过设计芯片实现电子系统功能。EDA 工具的发展,又为设计师提供了全线 EDA 工具。

由于电子技术和 EDA 工具的发展,设计师可以在不太长的时间内使用 EDA 工具,通过一些简单标准化的设计过程,利用微电子厂家提供的设计库来完成数万门 ASIC 和集成系统的设计与验证。

20 世纪 90 年代,设计师逐步从使用硬件转向设计硬件,从单个电子产品开发转向系统级电子产品开发,即片上系统集成(System On A Chip)。因此,EDA 工具是以系统级设计为核心,包括系统行为级描述与结构综合,系统仿真与测试验证,系统划分与指标分配,系统决策与文件生成等一整套的电子系统设计自动化工具。这时的 EDA 工具不仅具有电子系统设计的能力,而且能提供独立于工艺和厂家的系统级设计能力,具有高级抽象的设计构思手段。

未来的 EDA 技术将向广度和深度两个方向发展,EDA 将会超越电子设计的范畴进入其他领域,随着基于 EDA 的 SOC(单片系统)设计技术的发展,软硬核功能库的建立,以及基于 VHDL 所谓自顶向下设计理念的确立,未来的电子系统的设计与规划将不再是电子工程师们的专利。有专家认为,21 世纪将是 EDA 技术快速发展的时期,并且 EDA 技术将是对 21 世纪产生重大影响的十大技术之一。

1.3 EDA 技术的主要内容

EDA 技术涉及面广,内容丰富,从教学和实用的角度看,究竟应掌握哪些内容呢?

主要应掌握如下 5 个方面的内容:① 大规模可编程逻辑器件;② 硬件描述语言;③ 软件开发工具;④ 实验开发系统;⑤ 印制电路板设计。其中,大规模可编程逻辑器件是利用 EDA 技术进行电子系统设计的载体,硬件描述语言是利用 EDA 技术进行电子系统设计的主要表达手段,软件开发工具是利用 EDA 技术进行电子系统设计的智能化的自动化设计工具,实验开发系统则是利用 EDA 技术进行电子系统设计的下载工具及硬件验证工具。利用 PCB 软件不仅能打印一份精美的原理图,而且能自动生成网络表文件,可支持印制电路的自动布线及电路仿真模拟。

1. 大规模可编程逻辑器件

可编程逻辑器件(简称 PLD)是一种由用户编程以实现某种逻辑功能的新型逻辑器件。FPGA 和 CPLD 分别是现场可编程门阵列和复杂可编程逻辑器件的简称,现在,FPGA 和 CPLD 器件的应用已十分广泛,它们将随着 EDA 技术的发展而在电子设计领域扮演重要的角色。国际上生产 FPGA/CPLD 的主流公司,并且在国内占有市场份额较大的主要是 Xilinx、Altera、Lattice 3 家公司。

FPGA 在结构上主要分为 3 部分,即可编程逻辑单元,可编程输入/输出单元和可编程连线。

CPLD 在结构上主要包括 3 部分,即可编程逻辑宏单元,可编程输入/输出单元和可编程内部连线。

高集成度、高速度和高可靠性是 FPGA/CPLD 最明显的特点,其时钟延时可小至 ns 级,结合其并行工作方式,在超高速应用领域和实时测控方面有着非常广阔的应用前景。在高可靠应用领域,如果设计得当,将不会存在类似于 MCU 的复位不可靠和 PC 可能跑

飞等问题。FPGA/CPLD 的高可靠性还表现在几乎可将整个系统下载于同一芯片中,实现所谓片上系统,从而大大缩小了体积,易于管理和屏蔽。

由于 FPGA/CPLD 的集成规模非常大,可利用先进的 EDA 工具进行电子系统设计和产品开发。由于开发工具的通用性、设计语言的标准化以及设计过程几乎与所用器件的硬件结构没有关系,因而设计开发成功的各类逻辑功能块软件有很好的兼容性和可移植性。它几乎可用于任何型号和规模的 FPGA/CPLD 中,从而使产品设计效率大幅度提高。可以在很短时间内完成十分复杂的系统设计,这正是产品快速进入市场最宝贵的特征。

2. 硬件描述语言(HDL)

常用的硬件描述语言有 VHDL、Verilog 和 ABEL。

VHDL:作为 IEEE 的工业标准硬件描述语言,其在电子工程领域,已成为事实上的通用硬件描述语言。

Verilog:支持的 EDA 工具较多,适用于 RTL 级和门电路级的描述,其综合过程较 VHDL 稍简单,但其在高级描述方面不如 VHDL。

ABEL:一种支持各种不同输入方式的 HDL,被广泛用于各种可编程逻辑器件的逻辑功能设计,由于其语言描述的独立性,因而适用于各种不同规模的可编程器件的设计。

有专家认为,22 世纪,VHDL 与 Verilog 语言将承担几乎全部的数字系统设计任务。

3. 软件开发工具

目前比较流行的、主流厂家的 EDA 软件工具有 Altera 的 MAX+plus II、Quartus II、Lattice 的 ispEXPERT 和 Xilinx 的 Foundation Series。

Quartus II 是 Altera 公司新近推出的 EDA 软件工具。其设计工具完全支持 VHDL 和 Verilog 的设计流程,内部嵌有 VHDL、Verilog 逻辑综合器。第三方的综合工具,如 Leonard Spectrum、Synplify Pro 和 FPGA COMPILER II 有着更好的综合效果。Quartus II 可以直接调用这些第三方工具,因此通常建议使用这些工具来完成 VHDL/Verilog 源程序的综合。同样,Quartus II 具备仿真功能,也支持第三方的仿真工具,如 Modelsim。此外,Quartus II 为 Altera DSP 开发包进行系统模型设计提供了集成综合环境,它与 MATLAB 和 DSP Builder 综合可以进行基于 FPGA 的 DSP 系统开发,是 DSP 硬件系统实现的关键 EDA 工具。Quartus II 还可与 SOPC Builder 结合,实现 SOPC 系统开发。

ispEXPERT System 是 ispEXPERT 的主要集成环境。通过它可以进行 VHDL、Verilog 及 ABEL 语言的设计输入、综合、适配、仿真和在系统下载。ispEXPERT System 是目前流行的 EDA 软件中最容易掌握的设计工具之一,它界面友好,操作方便,功能强大,并与第三方 EDA 工具兼容良好。

Foundation Series 是 Xilinx 公司最新集成开发的 EDA 工具。它采用自动化的、完整的集成设计环境。Foundation 项目管理器集成了 Xilinx 实现工具,并包含了强大的 Synopsys FPGA Express 综合系统,是业界最强大的 EDA 设计工具之一。

4. 实验开发系统

提供芯片下载电路及 EDA 实验/开发的外围资源(类似于用于单片机开发的仿真器),供硬件验证用。一般包括:① 实验或开发所需的各类基本信号发生模块,包括时钟、脉冲、高低电平等;② FPGA/CPLD 输出信息显示模块,包括数码显示、发光管显示、声响

指示等;③ 监控程序模块,提供“电路重构软配置”;④ 目标芯片适配座以及上面的 FPGA/CPLD 目标芯片和编程下载电路。

5. 印制电路板设计

印制电路板设计是电子设计的一个重要部分,也是电子设备的重要组成部分。它的两个基本作用是进行机械固定和完成电气连接。

早期的印制电路板设计均由人工完成,一般由电路设计人员提供草图,由专业绘图员绘制黑白相图,再进行后期制作。人工设计是一件十分费事、费力且容易出差错的工作。随着计算机技术的飞速发展,新型器件和集成电路的应用越来越广泛,电路也越来越复杂、越来越精密,使得原来可用手工完成的操作越来越多地依赖于计算机完成。因此,利用计算机辅助电路设计成为设计制作电路板的必然趋势。

1.4 EDA 设计流程

完整地了解 EDA 技术的设计流程,对于正确选择和使用 EDA 软件、优化设计项目、提高设计效率十分有益。一个完整的 EDA 设计流程既是自顶向下设计方法的具体实施途径,也是 EDA 工具软件本身的组成结构。在实践中进一步了解支持这一设计流程的诸多设计工具,有利于有效地排除设计中出现的问题,提高设计质量及总结经验。

1. 设计输入

输入编辑器可以接受不同的设计输入表达方式、状态图输入方式、波形输入方式以及 HDL 的文本输入方式。在各 PLD 厂商提供的 EDA 开发工具中一般都含有这类输入编辑器,通常专业的 EDA 工具供应商也提供相应的设计输入工具,这些工具一般与该公司的其他电路设计软件整合,这一点尤其体现在原理图输入环境上。

常用的源程序输入方式有 3 种:原理图输入方式、HDL 程序的文本输入方式和状态图(波形图)输入方式。

(1) 原理图输入方式。

利用 EDA 工具提供的图形编辑器以原理图的方式进行输入。原理图输入方式比较容易掌握,直观且方便,所画的电路原理图与传统的器件连接方式完全一样,很容易被人接受,而且编辑器中有许多现成的单元器件可以利用,自己也可以根据需要进行设计元件。

(2) HDL 程序的文本输入方式。

HDL 程序的文本输入方式是最一般化、最具普遍性的输入方法,任何支持 HDL 的 EDA 工具都支持文本方式的编辑和编译。

这种方式与传统的计算机软件语言编辑输入基本一致,克服了上述原理图输入法存在的各种弊端,为 EDA 技术的应用和发展打造了一个广阔的天地。从一定程度上来说,正是由于 HDL 语言的应用才使 EDA 技术得到了极大的发展。

(3) 状态图(波形图)输入方式。

以图形方式表示状态图的输入。当填好时钟信号名、状态转换条件、状态机类型等要素后,就可以自动生成 VHDL 程序。这种设计方式简化了状态机的设计,比较流行。目前有一些 EDA 软件支持这种输入方式。