

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应用技术

焦素敏 主编



清华大学出版社

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应用技术

焦素敏 主编

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书从 EDA 技术的应用角度出发,简明而系统地介绍了 EDA 技术的相关内容。包括 EDA 技术的概念及特点,EDA 技术的物质载体——可编程逻辑器件(PLD),EDA 技术的设计语言——硬件描述语言(如 VHDL),EDA 技术的开发设计流程和工具软件 MAX+plus II。书中还对大量常规的数字电路作了 VHDL 描述,详细阐述了几个典型数字系统的设计方法,并选取了多个实验实例。

全书在取材和编排上,力求理论联系实际,由浅入深,循序渐进。每章后面附有小结和习题,便于读者学习和教学使用。

本书可作为高等院校电子信息、通信、自控和计算机等专业的教材,也可作为上述学科或相关学科工程技术人员参考书。

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。

本书防伪标签采用清华大学核研院专有核径迹膜防伪技术,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 应用技术/焦素敏主编. —北京:清华大学出版社,2005.4

(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 7-302-10578-2

I. E… II. 焦… 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 015119 号

出 版 者: 清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

社 总 机: 010-62770175

地 址: 北京清华大学学研大厦

邮 编: 100084

客户服务: 010-62776969

责任编辑: 刘 青

印 刷 者: 北京密云胶印厂

装 订 者: 北京市密云县京文制本装订厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 185×230 印 张: 22.5 字 数: 464 千字

版 次: 2005 年 4 月第 1 版 2005 年 4 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-10578-2/TN·236

印 数: 1~4000

定 价: 26.00 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,属于机械类课程可以在“机械基础系列”选择,属于电子信息类课程可以在“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:gzzg@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 应用技术

EDA 技术是近几年迅速发展起来的计算机软件、硬件和微电子交叉的现代电子设计学科,是现代电子工程领域的一门新技术。它是以可编程逻辑器件(PLD)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(HDL)作为电子系统功能描述的主要方式,以电子系统设计为应用方向的电子产品自动化设计过程。

在当今以数字化和网络化为特征的信息技术革命大潮中,电子技术获得了飞速发展,现代电子产品几乎渗透到了社会的各个领域。现代电子产品的性能进一步提高,产品更新换代的节奏也越来越快。而且现代电子产品还正在向着功能多样化、体积小型化、功耗最低化的方向迅速发展。所有这些,都离不开 EDA 技术的有力支持。已有专家指出,现代电子设计技术的发展,主要体现在 EDA 工程领域。EDA 是电子产品开发研制的动力源和加速器,是现代电子设计的核心。因此,在大中专院校的电子、通信、自控、计算机等各类学科的教学引入 EDA 技术的内容,以适应现代电子技术的飞速发展是很有必要的。

本书是作者在从事多年 EDA 教学的基础上编写而成的。在内容的安排和取舍上,既考虑了 EDA 技术本身的系统性和完整性,又考虑了 EDA 技术教学时的可操作性,尽量做到理论与实践的有机结合。全书内容按照可编程逻辑器件—EDA 开发流程与工具软件—VHDL 语言—VHDL 程序设计—MAX + plus II 的使用—数字系统 EDA 设计举例—实验开发系统及实验的顺序编写。无论是器件的介绍,硬件描述语言(HDL)的讲解,还是 EDA 工具软件的使用,都以目前市场上应用广泛的主流内容来展开,力求重点突出,避免面面俱到,纷杂而不深入。此外,由于 EDA 是一门实践性很强的技术,不能仅仅停留在理论学习上,故本书特别注重对读者应用能力的培养,通过第 4、第 5、第 7 章大量的设计实例,可以帮助读者较好地掌握用 VHDL 语言进行电子系统设计的方法,而第 3 章 3.4 节和第 6 章的内容不仅可以作为学习 MAX + plus II 工具软件的学习指导,也可以作为初学者的实验项目,加上第 8 章的多项实验,读者完全可以通过这些实际操作,很好地掌握 EDA 的开发设计方法和 MAX + plus II 的使用技能。

本书第 1 章、第 3~7 章由河南工业大学(原郑州工业高等专科学校)焦素敏编写,第

8 章由马浩歌编写,第 2 章由辽宁省交通高等专科学校李源生编写,全书由焦素敏统稿。在编写过程中,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。

由于作者水平有限,书中难免存在错漏和不足之处,敬请读者批评指正。作者 E-mail:jiaosumin@163.com。

作 者

2005 年 1 月

目 录

EDA 应用技术

第 1 章 EDA 概述	1
1.1 EDA 技术及其重要性	1
1.1.1 什么是 EDA 技术	1
1.1.2 EDA 技术的重要性	2
1.2 EDA 技术的知识体系	3
1.2.1 可编程逻辑器件	3
1.2.2 硬件描述语言	4
1.2.3 EDA 工具软件	5
1.3 EDA 技术的特点和发展趋势	6
1.3.1 EDA 技术的主要特点	6
1.3.2 EDA 技术的发展趋势	8
1.4 专用集成电路 ASIC	9
1.4.1 ASIC 的概念和分类	9
1.4.2 可编程 ASIC 技术展望	10
小结	10
思考题与习题	11
第 2 章 可编程逻辑器件	12
2.1 概述	12
2.1.1 可编程逻辑器件的发展历程	12
2.1.2 可编程逻辑器件的分类	12
2.1.3 PLD 的基本结构	17
2.2 简单 PLD	17
2.2.1 PAL	18

2.2.2 GAL	23
2.3 CPLD 和 FPGA	30
2.3.1 CPLD 的结构与工作原理	31
2.3.2 FPGA 的结构与工作原理	34
2.4 在系统可编程逻辑器件	41
2.4.1 在系统可编程技术的特点	41
2.4.2 ispLSI 系列 1016 的结构	42
2.4.3 ispGDS 介绍	51
小结	53
思考题与习题	54
第 3 章 EDA 设计流程与开发工具	55
3.1 EDA 设计流程	55
3.1.1 设计输入	55
3.1.2 设计实现	57
3.1.3 设计仿真	58
3.1.4 编程或配置	59
3.2 CPLD 和 FPGA 的编程与配置方法	59
3.2.1 CPLD 的 ISP 方式编程	60
3.2.2 使用 PC 并行口配置 FPGA	61
3.2.3 用专用配置器件配置 FPGA	61
3.2.4 使用单片机配置 FPGA	63
3.3 常用的 EDA 开发工具软件	65
3.3.1 MAX+plus II 概述	66
3.3.2 Lattice 公司设计软件概述	67
3.4 MAX+plus II 的原理图输入设计示例	68
3.4.1 一位全加器的设计	68
3.4.2 2 位十进制计数译码电路的设计	79
3.4.3 总结与补充说明	83
小结	87
思考题与习题	87
第 4 章 VHDL 硬件描述语言	89
4.1 VHDL 概述	89

4.1.1	VHDL 的特点	89
4.1.2	VHDL 与 Verilog、ABEL 语言的比较	90
4.1.3	关于 VHDL 的学习	91
4.2	VHDL 程序结构	93
4.2.1	实体	94
4.2.2	结构体	96
4.2.3	库	102
4.2.4	程序包	105
4.2.5	配置	108
4.3	VHDL 语言要素	110
4.3.1	VHDL 文字规则	111
4.3.2	VHDL 数据对象	115
4.3.3	数据类型	118
4.3.4	类型转换	124
4.3.5	运算操作符	125
4.4	VHDL 的基本描述语句	130
4.4.1	顺序语句	130
4.4.2	并行语句	148
4.4.3	其他语句	162
4.4.4	属性语句	171
	小结	176
	思考题与习题	177
第 5 章	VHDL 程序设计基础	182
5.1	组合逻辑设计	182
5.1.1	门电路的设计	182
5.1.2	常用组合电路的设计	185
5.2	时序逻辑设计	190
5.2.1	触发器设计	191
5.2.2	移位寄存器设计	194
5.2.3	计数器设计	196
5.3	状态机设计	199
5.3.1	摩尔型状态机的设计	200
5.3.2	米里型状态机的设计	205

5.4 存储器设计	207
5.4.1 只读存储器 ROM	207
5.4.2 静态随机存储器 SRAM	209
5.4.3 先入后出堆栈	209
小结	210
思考题与习题	211
第 6 章 MAX+plus II 使用进阶	212
6.1 MAX+plus II 的 VHDL 设计向导	212
6.1.1 创建源程序 cnt4.vhd	212
6.1.2 创建源程序 decl7s.vhd	217
6.1.3 完成顶层文件设计	218
6.1.4 顶层工程文件的处理	221
6.1.5 设计项目的其他信息和资源配置	224
6.2 LPM 的调用方法	229
6.2.1 LPM 的原理图调用方法	230
6.2.2 LPM 的 VHDL 文本方式调用	235
6.3 波形输入设计方法	246
6.4 用 MAX+plus II 优化设计	248
6.4.1 全局逻辑综合选项	248
6.4.2 局部逻辑综合选项	249
6.4.3 探针 Probe 的使用	252
6.4.4 打包	254
6.5 其他设置	255
6.5.1 编程文件转换	255
6.5.2 MAX+plus II 在 Windows 2000 上的安装设置	256
小结	257
思考题与习题	257
第 7 章 数字系统 EDA 设计举例	259
7.1 数字钟	259
7.1.1 数字钟的设计要求	260

7.1.2	数字钟的顶层结构	260
7.1.3	数字钟各模块的 VHDL 源程序设计	261
7.2	智力竞赛抢答器	269
7.2.1	抢答器的功能描述	269
7.2.2	抢答器的设计	270
7.3	交通灯控制器	274
7.3.1	交通灯控制器功能要求	274
7.3.2	交通灯控制器的设计	274
7.3.3	仿真波形	277
7.3.4	下载验证	277
7.4	8 路彩灯控制器	278
7.4.1	8 路彩灯控制器的功能要求	278
7.4.2	8 路彩灯控制器的设计	278
7.4.3	下载验证	283
7.5	简易数字频率计	283
7.5.1	设计任务	283
7.5.2	数字频率计的设计	283
	小结	288
	思考题与习题	288
第 8 章	EDA 实验	289
8.1	GW48-CK 实验开发系统的使用说明	289
8.1.1	GW48-CK 实验开发系统概述	289
8.1.2	实验电路结构图	295
8.1.3	GW48-CK 系统结构图信号名与芯片引脚对照表	306
8.2	EDA 实验	310
8.2.1	实验 1——用原理图输入法设计 4 位全加器	310
8.2.2	实验 2——计数译码显示电路设计	311
8.2.3	实验 3——计数器的设计	315
8.2.4	实验 4——简易彩灯控制器	318
8.2.5	实验 5——用原理图输入法设计 4 位十进制计数译码器	320
8.2.6	实验 6——用原理图输入法设计 2 位十进制频率计	320

8.2.7 实验 7——序列检测器设计	322
8.2.8 实验 8——用 LPM 设计 8 位数控分频器和 4 位乘法器	325
8.2.9 实验 9——脉宽可调的方波信号发生器设计	325
8.2.10 实验 10——VGA 显示器彩条信号发生器设计	329
8.2.11 实验 11——“梁祝”乐曲演奏电路	334
附录 常用 PLD 芯片引脚图	344
参考文献	347

EDA 概述

本章介绍 EDA 的有关概念、EDA 的知识体系、发展过程、涉及的学术领域、EDA 技术的物质基础 PLD 器件、硬件描述语言 VHDL、EDA 设计平台、EDA 与传统设计方法的比较以及 EDA 工程在电子学领域和集成电路设计领域起到的推动作用。

1.1 EDA 技术及其重要性

1.1.1 什么是 EDA 技术

EDA 是电子设计自动化(Electronic Design Automation)的缩写,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)、CAE(计算机辅助工程)的概念发展而来的。EDA 工程是近几年迅速发展起来的计算机软件、硬件和微电子交叉的现代电子设计学科,涉及计算机操作系统、数据库管理、编译原理、计算数学、人工智能、电路理论和微电子学等领域,其内容广泛,综合性强。EDA 工程包括半导体工艺设计自动化、可编程器件设计自动化、电子系统设计自动化、印制电路板设计自动化、仿真与测试故障诊断以及形式验证自动化,这是 EDA 工程广义的定义范围。

本书所要讲述的 EDA 技术是指电子设计自动化技术,是面向电子设计工程师的,它是 EDA 工程狭义的定义范围。概括地说,EDA 技术就是以计算机为基本工作平台,以硬件描述语言为系统逻辑描述的主要表达方式,以 EDA 工具软件为开发环境,以大规模可编程逻辑器件为设计载体,以专用集成电路 ASIC(Application Special Integrated Circuit)、单片电子系统 SOC(System On Chip)芯片为目标器件,以电子系统设计为应用方向的电子产品自动化设计过程。在此过程中,设计者只需利用硬件描述语言 HDL(Hardware Description Language),在 EDA 工具软件中完成对系统硬件功能的描述,EDA 工具便会自动地完成逻辑编译、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,设计者就

可以得到最终形成的集成电子系统或专用集成芯片。尽管目标系统是硬件,但整个设计和修改过程如同完成软件设计一样方便和高效。

EDA 技术主要应用于数字系统的自动化设计,该领域软件和硬件方面的技术都比较成熟,应用的普及程度也比较高;模拟电子技术的 EDA 正在进入实用阶段,其初期的 EDA 工具不一定需要硬件描述语言。另外,从应用的广度和深度来说,由于电子信息领域的全面数字化,现代的电子设备,单纯用模拟电路已经很少了。通常情况只在微弱信号放大、高速数据采集和大功率输出等局部采用模拟电路,其余部分(如信号处理等)均采用数字电路。也就是说,大多数电子系统的主体部分是数字系统。因此,基于 EDA 的数字系统的设计技术具有更大的应用市场和更紧迫的需求性。现在,EDA 这个词用得很广,有将 PROTEL、pSPICE、EWB、POWERPCB 等都称为 EDA 软件,这或许是不恰当的。

如上所述,EDA 就是利用计算机,通过软件方式的设计和测试,达到对既定功能的硬件系统的设计和实现。为此,典型的 EDA 工具中必须包含两个特殊的软件包,或其中之一,即综合器和适配器。

综合器:将设计者在 EDA 软件平台上完成的针对某个系统项目的 HDL、原理图或波形图描述,针对给定的可编程逻辑器件,进行编译、优化、转换和综合,最终获得门级电路甚至更低层的电路描述文件。由此可见,综合器工作前,必须给定最后实现的硬件结构参数,它的功能就是将软件描述与给定的硬件结构用某种网表文件的方式联系起来。显然,综合器是软件描述与硬件实现的一座桥梁。综合过程就是将电路和高级语言描述转换成低级的、可与 FPGA/CPLD 或构成 ASIC 门阵列基本结构相映射的网表文件。综合器可由专业的第三方公司提供。

适配器:将由综合器产生的网表文件配置于指定的目标器件中,产生最终的下载文件,如 JEDEC 格式的文件。适配器由 FPGA/CPLD 供应商自己提供,因为适配器的适配对象直接与器件结构相对应。

1.1.2 EDA 技术的重要性

纵观人类社会发展的文明史,一切生产方式和生活方式的重大变革都是由于新的科学发明和新技术的产生而引发的。当今社会是信息社会,信息是客观事物状态和运动特征的一种普遍形式,它与材料和能源一起,是人类社会的三大资源之一。当前面临的信息革命是以数字化和网络化为特征的。数字化大大改善了人们对信息的利用,更好地满足了人们对信息的需求;而网络化则使人们更为方便地利用信息,使整个地球成为一个“地球村”。以数字化和网络化为特征的信息技术与一般技术不同,它具有极强的渗透性和基础性,可以渗透和改造一切产业和行业,改变着人类的生产和生活方式,改变着经济形态和社会、政治、文化等各个领域。

20 世纪末,电子技术获得了飞速发展,在其推动下,现代电子产品几乎渗透了社会的各个领域,有力地推动了社会生产力的发展和社会信息化程度的提高,同时也使现代电子

产品性能进一步提高,产品更新换代的节奏也越来越快。特别是进入 20 世纪 90 年代以后,EDA 技术的发展和普及给电子系统的设计带来了革命性变化,现代电子产品正在以前所未有的革新速度,向着功能多样化、体积最小化、功耗最低化迅速发展。集成电路设计在不断地向超大规模、极低功耗和超高速的方向发展。专用集成电路 ASIC 的设计成本不断降低,在功能上,现代的集成电路已能实现单片电子系统 SOC(System On Chip)的功能。

有专家指出,现代电子设计技术的发展,主要体现在 EDA 工程领域。EDA 是电子产品开发研制的动力源和加速器,是现代电子设计的核心。

1.2 EDA 技术的知识体系

EDA 技术内容丰富,涉及面广。但从教学和应用的角度出发,应了解和掌握以下几个方面的知识:

- (1) 可编程逻辑器件的原理、结构及应用。
- (2) 硬件描述语言(HDL),如 VHDL。
- (3) EDA 工具软件的使用。
- (4) 实验开发系统。

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。也就是说,设计师用硬件描述语言(HDL)描绘出硬件的结构和硬件的行为,用设计工具将这些描述综合映射成与半导体工艺有关的硬件工艺文件,半导体器件 FPGA、CPLD 等则是这些硬件工艺文件的载体。当这些 FPGA 器件加载、配置上不同的工艺文件时,这个器件便具有了相应的功能。随着现代电子技术的飞速发展,以 HDL 表达设计意图、FPGA 作为硬件载体、计算机为设计开发工具、EDA 软件为开发环境的现代电子设计方法日趋成熟。

近几年,硬件描述语言等设计数据格式的逐步标准化,不同设计风格和应用的要求导致各具特色的 EDA 工具被集成在同一个工具软件上,从而使 EDA 框架结构日趋标准化,集成设计环境日趋完善。

1.2.1 可编程逻辑器件

可编程逻辑器件(PLD),特别是现场可编程门阵列(FPGA)和复杂可编程逻辑器件(CPLD),是新一代的数字逻辑器件,也是近几年来集成电路中发展最快的品种之一。这种器件具有高集成度、高速度、高可靠性等最明显的特点,其时钟延迟可达纳秒级,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非常广阔的应用前景,在高可靠应用

领域,如果设计合理,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,实现所谓由大规模 FPGA 构成的片上系统 SOPC(System On Programmable Chip),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,所以设计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,在很短时间内即可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。美国 TI 公司认为,一个 ASIC 80% 的功能可用 IP(Intelligence Property)核等现成逻辑合成。而未来大系统的设计仅仅是各类再应用逻辑与 IP 核(core)的拼装,设计周期将更短。

与 ASIC 设计相比,FPGA/CPLD 显著的优势是开发周期短,投资风险小,产品上市速度快,市场适应能力强和硬件升级回旋余地大,而且当产品定型和产量扩大后,可在生产中达到充分检验的 VHDL 设计,迅速实现 ASIC 投产。

1.2.2 硬件描述语言

硬件描述语言(Hardware Description Language,HDL),是 EDA 技术的重要组成部分,是电子系统硬件行为描述、结构描述、数据流描述的语言。国外硬件描述语言的种类很多,如 VHDL、Verilog-HDL 和 ABEL-HDL 等。这些语言有的从 PASCAL 发展而来,也有一些从 C 语言发展而来。

VHDL 来源于美国军方,其英文全名是 Very High Speed Integrated Circuit Hardware Description Language,诞生于 1982 年。1987 年底,VHDL 被 IEEE(The Institute of Electrical and Electronics Engineers)和美国国防部确认为标准硬件描述语言。自 IEEE 公布了 VHDL 的标准版本(IEEE-1076)之后,各 EDA 公司相继推出了自己的 VHDL 设计环境,或宣布自己的设计工具可以和 VHDL 接口。此后 VHDL 在电子设计领域得到了广泛的接受,并逐步取代了原有的非标准硬件描述语言。1993 年,IEEE 对 VHDL 进行了修订,从更高的抽象层次和系统描述能力上扩展了 VHDL 的内容,公布了新版本的 VHDL,即 IEEE 标准的 1076—1993 版本。现在,VHDL 作为 IEEE 的工业标准硬件描述语言,又得到众多 EDA 公司的支持,在电子工程领域,已成为事实上的通用硬件描述语言。有专家认为,21 世纪,VHDL 与 Verilog 语言将承担起几乎全部的数字系统设计任务。

Verilog-HDL 是在 1983 年由 GDA 公司的 Phil Moorby 首创的。1989 年,Cadence 公司收购了 GDA 公司,并于 1990 年公开了 Verilog-HDL。基于 Verilog-HDL 的优越性,IEEE 于 1995 年制定了 Verilog-HDL 的 IEEE 标准,即 Verilog-HDL 1364—1995。