



教育科学“十五”国家规划课题研究成果

电子设计自动化应用技术

路而红 主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

TN702

129

教育科学“十五”国家规划课题研究成果

电子设计自动化应用技术

路而红 主编

高等教育出版社

内容简介

全书分为三部分。第一部分是 EDA 技术的软件篇,主要内容有 MAX + plus II 和 Quartus II 软件工具的基本结构、主要功能以及工具的使用;综合工具 FPGA Compiler 和 Synplify 的使用;VHDL 语言及其应用实例。第二部分是 EDA 技术的硬件篇,书中有所侧重地介绍了常用可编程逻辑器件的结构及其性能特点;几种主要的可编程逻辑器件的性能指标。第三部分是 EDA 技术的应用篇,通过不同领域的应用实例介绍了使用 PLD 器件解决实际问题的方法;书中还介绍了 PLD 器件配置的原理及其电路连接;高速电路板的设计、焊接及其抗干扰等。

编者根据几年的教学实践和科研实践的体会,从实际应用的角度出发,以培养能力为目标,通过大量的、覆盖面广的实例,突出了本书的实用性。本书可作为高等学校计算机、电子类专业的本科生教材,也可以供从事电子设计的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电子设计自动化应用技术/路而红主编. —北京:
高等教育出版社,2004.11
ISBN 7-04-015601-6

I. 电... II. 路... III. 电子电路-电路设计:
计算机辅助设计-高等学校-教材 IV. TN702

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 099216 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	010-58581000		http://www.hep.com.cn
经 销	新华书店北京发行所		
印 刷	化学工业出版社印刷厂		
开 本	787×960 1/16	版 次	2004 年 11 月第 1 版
印 张	24.5	印 次	2004 年 11 月第 1 次印刷
字 数	460 000	定 价	30.50 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

物料号:15601-00

总 序

为了更好地适应当前我国高等教育跨越式发展需要,满足我国高校从精英教育向大众化教育的重大转移阶段中社会对高校应用型人才培养的各类要求,探索和建立我国高等学校应用型人才培养体系,全国高等学校教学研究中心(以下简称“教研中心”)在承担全国教育科学“十五”国家规划课题——“21世纪中国高等教育人才培养体系的创新与实践”研究工作的基础上,组织全国100余所培养应用型人才为主的高等院校,进行其子项目课题——“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”的研究与探索,在高等院校应用型人才培养的教学内容、课程体系研究等方面取得了标志性成果,并在高等教育出版社的支持和配合下,推出了一批适应应用型人才培养需要的立体化教材,冠以“教育科学‘十五’国家规划课题研究成果”。

2002年11月,教研中心在南京工程学院组织召开了“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”课题立项研讨会。会议确定由教研中心组织国家级课题立项,为参加立项研究的高等院校搭建高起点的研究平台,整体设计立项研究计划,明确目标。课题立项采用整体规划、分步实施、滚动立项的方式,分期分批启动立项研究计划。为了确保课题立项目标的实现,组建了“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”课题领导小组(亦为高校应用型人才培养立体化教材建设领导小组)。会后,教研中心组织了首批课题立项申报,有63所高校申报了近450项课题。2003年1月,在黑龙江工程学院进行了项目评审,经过课题领导小组严格的把关,确定了首批9项子课题的牵头学校、主持学校和参加学校。2003年3月至4月,各子课题相继召开了工作会议,交流了各校教学改革的情况和面临的具体问题,确定了项目分工,并全面开始研究工作。计划先集中力量,用两年时间形成一批有关人才培养模式、培养目标、教学内容和课程体系等理论研究成果报告和研究报告基础上同步组织建设的反映应用型人才培养特色的立体化系列教材。

与过去立项研究不同的是;“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”课题研究在审视、选择、消化与吸收多年来已有应用型人才培养探索与实践成果基础上,紧密结合经济全球化时代高校应用型人才培养工作的实际需要,努力实践,大胆创新,采取边研究、边探索、边实践的方式,推进高校应用型人才培养工作,突出重点目标,并不断取得标志性的阶段成果。

教材建设作为保证和提高教学质量的重要支柱和基础,作为体现教学内容和教学方法的知识载体,在当前培养应用型人才中的作用是显而易见的。探索、建设适应新世纪我国高校应用型人才体系需要的教材体系已成为当前我国高校教学改革和教材建设工作面临的十分重要的任务。因此,在课题研究过程中,各课题组充分吸收已有的优秀教学改革成果,并和教学实际结合起来,认真讨论和研究教学内容和课程体系的改革,组织一批学术水平较高、教学经验较丰富、实践能力较强的教师,编写出一批以公共基础课和专业、技术基础课为主的有特色、适用性强的教材及相应的教学辅导书、电子教案,以满足高等学校应用型人才的需要。

我们相信,随着我国高等教育的发展和高校教学改革的不断深入,特别是随着教育部“高等学校教学质量和教学改革工程”的启动和实施,具有示范性和适应应用型人才需要的精品课程教材必将进一步促进我国高校教学质量的提高。

全国高等学校教学研究中心

2003年4月

前 言

近年来,电子设计自动化(EDA)技术的发展给数字系统设计带来了革命性的变化。EDA 包含的应用技术有 EDA 软件设计工具、硬件描述语言、可编程逻辑器件(PLD)。这些技术的发展使 EDA 技术的应用走向普及。

本书是根据 EDA 包含的主要应用技术编写的,全书由 EDA 应用技术的软件篇、硬件篇和应用篇组成。

EDA 技术的软件篇由第 1~6 章组成。书中重点介绍 Altera 公司的 MAX + plus II 10. x 和 Quartus II 3.0 的主要功能及其使用,编者按照 FPGA/CPLD 的开发流程介绍工具中各功能模块,将会使读者更容易学习工具的使用。硬件描述语言越来越受到从事硬件设计,特别是从事数字系统设计的人们的关注,在软件篇中,作者详细介绍了国际标准化硬件描述语言 VHDL 及其应用实例。书中还介绍了第三方的综合工具,进一步提高设计效率。

EDA 技术的硬件篇由第 7 章和第 8 章组成。第 7 章介绍可编程逻辑器件的基本概念和基本原理,了解 Altera 公司、Xilinx 公司、Lattice 公司的 PLD 产品;第 8 章深入介绍了 Altera 公司典型 PLD 器件的结构组成、工作原理,希望读者在了解 PLD 基本原理的基础上,进一步学习实际 PLD 器件的结构组成、特点及其性能指标。

EDA 技术的应用篇由第 9~12 章组成。第 9 章列举了数字系统设计实例,通过这些应用实例使读者学习使用 PLD 器件解决实际问题的方法。第 10~12 章介绍了应用 PLD 过程中经常遇到的问题及其解决方法;器件配置的原理及其电路连接;高速电路板的设计、焊接及其抗干扰等。

本书第 1 章和第 7 章由孙建京编写,第 2 章、第 4~6 章由路而红编写,第 3 章由李雪梅编写,第 8 章由李莉编写,第 9 章由高有堂和徐源合作编写,第 10 章由高有堂编写,第 11~12 章由乔建良编写,全书由路而红教授负责统稿。

本书的写作与出版得到了全国高等学校教学研究中心“21 世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”项目的资助。

特别感谢本书的审稿人北京交通大学李哲英教授认真的审阅以及对书稿提出的修改建议。在本书的编写过程中,还得到了冼立勤副教授、高献伟副教授、北京电子科技学院电子信息工程系以及河南南阳理工学院电子工程系老师们的帮助和支持,在此表示感谢。

由于 EDA 技术发展快,各种可编程逻辑器件的产品更新更快,加之编者水平有限,难免有疏漏或错误之处,真诚地希望广大读者提出批评和建议(E-mail: luerhong@besti.edu.cn)。

编 者
2004 年 5 月

目 录

第 1 章 电子设计自动化综述	1
1.1 引言	1
1.2 EDA 技术发展历程	1
1.3 EDA 系统构成	4
1.4 EDA 及相关技术发展趋势	5
1.5 常用 EDA 工具	8
1.5.1 Altera 公司的 EDA 工具	8
1.5.2 Xilinx 公司的 EDA 工具	9
1.5.3 Lattice 公司的 EDA 工具	11
思考题和习题	12
第 2 章 MAX + plus II 软件及应用	13
2.1 MAX + plus II 软件概述	13
2.1.1 MAX + plus II 简介	14
2.1.2 MAX + plus II 安装	15
2.2 MAX + plus II 使用流程	16
2.2.1 建立项目	16
2.2.2 设计处理	18
2.2.3 设计检验	20
2.2.4 器件选择与引脚锁定	26
2.2.5 器件编程	28
2.3 图形文件输入	32
2.3.1 原理图文件的建立	32
2.3.2 原理图文件的编辑	34
2.3.3 原理图文件的处理	37
2.3.4 建立默认符号	37
2.4 文本文件输入	38
2.4.1 文本文件的建立	38
2.4.2 文本文件的编辑	39
2.5 层次化设计	41
2.5.1 层次化设计文件输入	42

2.5.2 层次化设计文件管理	43
2.6 参数化模块库的使用	44
2.6.1 参数化模块库	44
2.6.2 参数化模块库的使用	45
2.6.3 参数化 ROM 的使用	47
2.7 软件使用中常见错误及其排除	50
2.7.1 图形输入的错误及其排除	50
2.7.2 文本输入的错误及其排除	52
思考题和习题	53
第3章 Quartus II 软件及应用	55
3.1 Quartus II 概述	55
3.1.1 Quartus II 3.0 支持的第三方工具	55
3.1.2 Quartus II 3.0 的安装	56
3.2 Quartus II 使用流程	58
3.2.1 设计输入	58
3.2.2 设计处理	63
3.2.3 波形仿真	68
3.2.4 器件编程	70
3.3 图形文件输入	73
3.3.1 图形输入	73
3.3.2 图表模块输入	77
3.4 文本文件输入	80
3.5 层次化设计	82
3.6 LPM 的使用	85
3.6.1 LPM 设计宏功能模块	85
3.6.2 LPM 设计存储器模块	87
思考题和习题	89
第4章 硬件描述语言 VHDL	91
4.1 VHDL 概述	91
4.2 VHDL 程序结构	92
4.2.1 ENTITY 实体	93
4.2.2 ARCHITECTURE 结构体	95
4.2.3 配置、包和库	96
4.2.4 子程序	98
4.3 VHDL 语法规则	99
4.3.1 数据对象	99
4.3.2 数据类型	101

4.3.3	属性	104
4.3.4	基本运算符	106
4.4	VHDL 并行语句	107
4.4.1	信号赋值语句	108
4.4.2	PROCESS 语句	109
4.4.3	BLOCK 语句	110
4.4.4	COMPONENT 语句	111
4.4.5	GENERATE 语句	113
4.5	VHDL 顺序语句	114
4.5.1	变量赋值语句	114
4.5.2	IF 语句	114
4.5.3	CASE 语句	115
4.5.4	LOOP 语句	116
4.5.5	其他顺序语句	117
	思考题和习题	119
第 5 章	VHDL 应用实例	121
5.1	常用组合逻辑电路设计	121
5.1.1	编码器/译码器	121
5.1.2	数据选择器	124
5.1.3	运算器	126
5.1.4	总线缓冲器	128
5.2	常用时序逻辑电路设计	131
5.2.1	时钟和复位	131
5.2.2	触发器	132
5.2.3	寄存器	135
5.2.4	计数器	137
5.2.5	分频器	137
5.3	有限状态机设计	140
5.3.1	Moore 型状态机	141
5.3.2	Mealy 型状态机	143
5.4	存储器设计	146
5.4.1	随机存取存储器 RAM	146
5.4.2	只读存储器 ROM	148
	思考题和习题	150
第 6 章	第三方 EDA 工具	154
6.1	概述	154
6.2	FPGA Compiler	155

6.2.1	快捷方式的综合流程	155
6.2.2	约束条件的综合流程	159
6.2.3	综合选项及分析	162
6.3	Synplify	163
6.3.1	Synplify 主界面	164
6.3.2	建立工程文件	164
6.3.3	添加源文件	165
6.3.4	编译源文件	165
6.3.5	设置综合约束	167
6.3.6	综合及其分析	171
	思考题和习题	173
第 7 章	可编程逻辑器件综述	174
7.1	引言	174
7.2	PLD 的分类	176
7.2.1	按编程技术分类	176
7.2.2	按集成度分类	177
7.2.3	按逻辑单元分类	179
7.2.4	按阵列可编程分类	179
7.3	PLD 的基本结构	182
7.3.1	PAL 器件	182
7.3.2	GAL 器件	185
7.4	PLD 产品简述	191
7.4.1	Altera 公司的 PLD	192
7.4.2	Xilinx 公司的 PLD	192
7.4.3	Lattice 公司的 PLD	196
7.5	PLD 的发展趋势	199
	思考题和习题	201
第 8 章	Altera 可编程逻辑器件	202
8.1	引言	202
8.2	MAX 系列	203
8.2.1	MAX7000 系列器件	205
8.2.2	MAX7000S 器件结构	206
8.3	FLEX 系列	211
8.3.1	FLEX10K 器件结构	214
8.3.2	嵌入式阵列块 EAB	215
8.3.3	逻辑阵列块 LAB	218
8.3.4	逻辑单元 LE	219

8.3.5	快速互连通道	224
8.3.6	I/O 单元 IOE	224
8.4	ACEX1K 系列	227
8.4.1	ACEX1K 器件结构	228
8.4.2	嵌入式阵列块 EAB	230
8.4.3	逻辑阵列块 LAB	231
8.4.4	快速互连通道	232
8.4.5	I/O 单元 IOE	232
8.4.6	时钟锁定和自举	233
8.4.7	I/O 配置	233
8.5	APEX 系列	234
8.5.1	APEX20K 器件结构	237
8.5.2	MegaLAB 结构	238
8.5.3	逻辑阵列块 LAB	238
8.5.4	乘积项 Product	242
8.5.5	嵌入系统块 ESB	243
8.5.6	快速互连通道	245
8.5.7	I/O 单元 IOE	246
8.5.8	时钟锁定和时钟引擎	248
8.6	Altera 的其他系列	248
8.6.1	Classic 系列	248
8.6.2	Stratix 系列	249
8.6.3	Mercury 系列	250
8.6.4	Excalibur 系列	250
	思考题和习题	251
第 9 章	数字系统设计与实现	252
9.1	时钟电路的设计与实现	252
9.1.1	模 24 计数器的 VHDL 设计	252
9.1.2	模 60 计数器的原理图设计	254
9.1.3	顶层文件设计	254
9.2	UART 数据接收发送电路设计与实现	256
9.2.1	UART 程序设计	259
9.2.2	UART 程序仿真	267
9.3	人机接口电路的设计与实现	268
9.3.1	接口电路的分析	268
9.3.2	接口电路的设计	269
9.4	8255 并行接口电路的设计与实现	273

9.4.1	8255 接口电路的分析	273
9.4.2	8255 接口电路的设计	275
	思考题和习题	310
第 10 章	提高电路设计效率的常用方法	313
10.1	引言	313
10.2	EAB 单元的使用	313
10.2.1	EAB 单元的基本应用	314
10.2.2	EAB 单元的灵活应用	316
10.3	优化系统运行速度	319
10.3.1	修改底层布局	319
10.3.2	EAB 资源的合理使用	319
10.3.3	软件综合的合理设置	321
10.4	使用 LPM 宏单元库	322
10.5	提高设计效率的综合应用	323
10.5.1	提高硬件描述效率	324
10.5.2	数据类型与端口定义	328
	思考题和习题	330
第 11 章	CPLD/FPGA 器件配置	331
11.1	概述	331
11.2	ByteBlaster 配置	331
11.2.1	原理与功能描述	331
11.2.2	被动串行(PS)模式	334
11.2.3	JTAG 模式	337
11.2.4	编程和配置步骤	338
11.3	ByteBlasterMV 并口下载电缆	341
11.3.1	原理与功能描述	341
11.3.2	编程和配置步骤	343
11.4	MasterBlaster 串行/USB 通信电缆	344
11.4.1	特点	344
11.4.2	功能描述	344
11.4.3	被动串行(PS)模式	347
11.4.4	JTAG 模式	348
11.5	BitBlaster 串行下载电缆	351
11.5.1	特点	351
11.5.2	功能描述	351
11.6	MCU 配置方案设计	353
11.6.1	概述	353

11.6.2 硬件设计	353
11.6.3 软件设计	355
思考题和习题	359
第 12 章 PLD 应用系统设计技术	361
12.1 PLD 系统板的抗干扰设计	361
12.1.1 系统板电源与地线的设计	362
12.1.2 系统板元器件的分配原则	362
12.2 毛刺现象的产生及消除	363
12.2.1 毛刺现象的产生	363
12.2.2 毛刺现象的消除	364
12.3 系统下载/配置电路的设计与实现	367
12.3.1 下载/配置电路的设计	367
12.3.2 下载/配置电路的焊接	368
12.3.3 下载/配置电路的调试	370
思考题和习题	373
参考文献	375

第 1 章 电子设计自动化综述

1.1 引 言

电子设计自动化,简称 EDA(Electronic Design Automation),是一门迅速发展起来的新技术,涉及面广,内容丰富,目前尚无统一严格的定义。

从理论角度理解 EDA 技术,可以认为 EDA 技术是以计算机和微电子技术为先导,汇集了数据库、计算机图形学、图论与拓扑逻辑、计算数学、优化理论以及微电子工艺与结构学等多种学科最新成果的先进技术。

从技术应用角度理解 EDA 技术,可以认为 EDA 技术是以大规模集成电路为设计载体,以硬件描述语言为描述系统的主要表达方式,以计算机为设计环境,利用软件开发工具自动完成设计系统的编译、化简、综合、仿真、布局布线、优化,直至完成对特定芯片的适配、映射、编程下载,最终将设计系统集成到特定的芯片中,完成专用集成电路芯片的设计。

EDA 技术以计算机为工具,硬件设计者只需用软件语言完成对系统的描述,其他工作都交给计算机及其软件开发工具处理。硬件设计与传统的手持电烙铁,面对电路图、成片元器件的方式已经完全不同,今天的硬件设计如同软件设计,面对的是计算机屏幕和程序,硬件方案的修改如同软件方案的修改一样方便、快捷,人们已经很难对硬件设计与软件设计进行严格的区分。

本章将从 EDA 技术的发展、系统构成、发展趋势以及常用 EDA 开发工具等多个方面,全面介绍 EDA 技术,使读者对 EDA 技术有较为全面的了解。

1.2 EDA 技术发展历程

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 3 个发展阶段。

1. CAD 阶段(20 世纪 60 年代中期—20 世纪 80 年代初期)

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,做成板级电子系统,对电子系统的调试是在组装好的 PCB(Printed Circuit Board)板上进行的。与以分立元件为基础的早期设计阶段不同,初级阶段硬件设计的器件选择的是各种逻辑门、触发器、寄存器和编码译码器等集成电路,设计师只要熟悉各种集成电路制造厂家提供的标准电路产品说明书,并掌握 PCB 布图工具和一些辅助性的设计分析工具,就可以从事设计活动。

由于设计师对图形符号使用数量能力有限,传统的手工布图方法又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计算机辅助设计 CAD(Computer Assist Design)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。EDA 技术发展初期,PCB 布图布线工具受到计算机工作平台的制约(PC 机问世才不久,从 1971 年的微处理器 4004 到 1979 年的 16 位微处理器 68000),能支持的设计工作有限且性能比较差。

20 世纪 80 年代初,随着集成电路规模的增大,EDA 技术有了较快的发展,许多软件公司,如 Mentor、Logic System 等公司进入市场,开始供应带电路图编辑工具和逻辑模拟工具的 EDA 软件。这个时期的软件主要是针对产品开发的不同阶段分别使用不同的开发软件,每个软件只能完成其中的一项工作。当时的 EDA 软件工具由于缺乏系统级的设计考虑,不能提供系统级的仿真与综合。

2. CAE 阶段(20 世纪 80 年代初期—20 世纪 90 年代初期)

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,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、掩模编程的门阵列,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设计。伴随计算机和集成电路的发展,EDA 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 EDA 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验等问题。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,能生成产品制造文件,在设计阶段对产品性能的分析前进了一大步。如果说 CAD 阶段的自动布局布线工具代替了设计工作中绘图的重复劳动,那么,到了 20 世纪 80 年代 CAE 阶段具有自动综合能力的 EDA 工具则代替了设计师的部分设计工作,对保证电子系统的设计、制造最佳的电子产品起着关键的作用。

20 世纪 80 年代计算机的发展,使得以科学计算为主要目的的计算机步入

辅助工程设计的工作站阶段。工作站平台不单只是计算机计算能力的增强,更主要的是人机图形界面标准的发展,三维图形造型、窗口技术、UNIX 操作系统、网络上的数据交换、数据库以及进程管理等一系列计算机科学最新成果的引入,进一步推动了 EDA 技术的发展。到了 20 世纪 80 年代中期工作站以每年性能提高一倍而价格下降一半的速度飞速发展,为 EDA 技术的不断改进提供了舞台。20 世纪 80 年代后期,EDA 的相关工具已经可以进行设计描述、综合与优化和设计结果验证,由于采用了统一数据管理技术,因此,能将各个软件工具集成为一个计算机辅助工程设计 CAE(Computer Assist Engineering Design)系统,实现从设计输入到版图输出的全程设计自动化。CAE 阶段的 EDA 工具不仅为成功开发电子产品创造了有利条件,而且为高级设计人员的创造性劳动提供了方便。但是,大部分从原理图出发的 EDA 工具仍然不能适应复杂电子系统设计的要求,而且具体化的元件图形制约着优化设计。

3. EDA 阶段(20 世纪 90 年代以来)

为了满足千差万别的系统设计提出的要求,最好的办法是由设计者自己设计芯片,允许他们把想设计的电路直接设计在芯片上,实现特定功能的专用集成电路设计。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设计者提供各种规模的可编程逻辑器件,通过设计芯片实现电子系统功能已经成为可能。

EDA 软件工具的进一步发展,为设计师提供了全线系统设计工具。这个阶段发展起来的 EDA 工具,目的是在设计前期将设计师从事的许多高层次设计由工具来做,如可以将用户要求转换为设计技术规范,有效地处理可用的设计资源与理想的设计目标之间的矛盾,按具体的硬件、软件和算法分解设计等。由于微电子技术和 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,从电路级电子产品开发转向系统级电子产品开发,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级综合,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。EDA 工具不仅具有电子系统设计能力,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。例如,提供方框图、状态图和流程图的编辑能力,具有适合层次描述和混合信号描述的硬件描述语言 VHDL 或 Verilog HDL,同时含有各种工艺的标准元件库。只有具备上述功能的 EDA 工具,才有可能使电子系统工程师在不熟悉各种半导体厂家和各种半导体工艺的情况下,完成电子系统的设计。这个阶段的 EDA 技术的主要特征如下: