

Protel DXP

电路设计入门与进阶

尹 勇 编著



科学出版社

www.sciencep.com

Protel DXP 电路设计

入门与进阶

尹 勇 编著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

Protel DXP 是 Altium 公司开发的一款基于 Windows 操作系统的电路辅助设计软件, 其功能非常强大, 是电路 CAD 领域的主流产品。Protel DXP 是最新版本。

本书以轻松易懂的语言进行讲解, 细致地介绍了 Protel DXP 操作的知识与方法, 通过实例说明了电路板设计所需的功能与技巧, 以及各种向导的应用。在深入探讨了元件结构及其编辑技巧的同时, 详细地介绍了电路原理图和电路板的设计方法以及电路仿真的操作技巧, 使读者轻松地掌握 Protel DXP。

本书可作为电路设计人员与制板人员的工具书及培训教材, 可供初学者自学, 也可作为高等学校相关专业师生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

Protel DXP 电路设计入门与进阶/尹勇编著. —北京: 科学出版社, 2004
ISBN 7-03-012991-1

I .P... II.尹... III.印刷电路—计算机辅助设计—应用软件, Protel DXP IV.IN410.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 014531 号

策划编辑: 吕建忠 / 责任编辑: 王日臣

责任印制: 吕春珉 / 封面制作: 飞天创意

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2004 年 4 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16
2004 年 4 月第一次印刷 印张: 28 1/4
印数: 1—5 000 字数: 649 000

定价: 40.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈环伟〉)

前 言

Protel DXP 是 Altium 公司最新一代桌面板级设计软件。Protel DXP 运行在优化了的设计浏览器的平台，并且具备所有当今先进的设计优点，可以处理各种复杂的 SCH 和 PCB 设计过程。通过设计输入仿真、PCB 绘制编辑、拓扑自动布线和设计输出等技术的融合，Protel DXP 为用户提供了全线的设计解决方案。

Protel DXP 软件的新增功能如下：

- (1) 支持层次化原理图设计，对图纸数和层数没有限制。
- (2) 新一代的 Situs 拓扑式逻辑自动布线器。
- (3) 支持 FPGA 设计，提供一套完整的 Xilinx 和 Alter 元件库和宏单元定义。
- (4) 可多样选择性的双向同步和强大的纠错功能，保障设计完整无错和易于更新工程变更。
- (5) 完善的集成零件库，包括原理图符号及 PCB 封装、SPICE 仿真模型和 SI 模型。
- (6) 集成 SPICE3f5 数模混合信号仿真。
- (7) 提供丰富的查询驱动筛选系统，自动放大或切换选择项目。
- (8) 支持使用 SCC 接口的第三方版本控制系统。
- (9) Altium 公司独特的设计浏览器技术提供给设计者一个直观和完全综合的设计环境。
- (10) 支持 32 个信号层、16 个内层和 16 个机械层，完全支持直孔和埋孔设计。
- (11) 提供完备的 CAM 编辑功能、打印和检查工具。
- (12) 输入或输出 ODB++，GERBER 文档。
- (13) 丰富的输入输出选项功能，可以导入导出 P-CAD、ORCAD、AUTOCAD 和 PADS 等文档。

本书的目的非常明确，让读者学会的知识不仅仅是使用 Protel DXP 进行电路设计的有关概念，更多的是与实际相结合的应用。本书由有多年实际 Protel 软件操作经验的博士撰写，书中所有的例子都经过上机操作和认真审核。本书语句通顺，版式明快，示例丰富，是一本入门与进阶的书。

本书由华中科技大学尹勇博士和尚会超博士执笔，连燕波硕士和彭向前硕士对书中实例进行了审核，参与本书编写的还有关荣锋博士、李洪杰博士、范良志博士、张超勇博士和朱传军博士。本书在编写过程中得到连燕波硕士的鼎力帮助，特表感谢。本书的出版得到科学出版社吕建忠编辑的大力支持，在此深表敬意。

由于作者水平有限，书中难免出现错误和不妥之处，恳请广大读者批评指正！

编 者

2003 年 11 月于喻园

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 EDA 软件介绍	1
1.1.1 EDA 常用软件	1
1.1.2 EDA 的应用	5
1.1.3 EDA 技术的发展趋势	6
1.2 Protel 系列软件介绍	7
1.2.1 Protel 系列软件的发展	7
1.2.2 Protel 系列软件简介	7
1.3 Protel DXP 软件的安装	14
1.3.1 Protel DXP 的运行环境	14
1.3.2 Protel DXP 的安装	14
1.4 初识 Protel DXP 集成环境	18
1.5 电路板总体设计流程	20
1.6 原理图的设计流程	21
1.7 PCB 图的设计流程	21
第 2 章 Protel DXP 的集成环境	23
2.1 Protel DXP 菜单栏	23
2.1.1 工作区无任何文档时的菜单栏	23
2.1.2 工作区打开 SCH 文档时的菜单栏	33
2.1.3 工作区打开 PCB 文档时的菜单栏	43
2.2 Protel DXP 工具栏	60
2.2.1 工作区打开原理图文件时的工具栏	60
2.2.2 工作区打开 PCB 图文件时的工具栏	64
2.3 Protel DXP 的状态栏和命令栏	67
2.4 Protel DXP 的工作面板	67
2.4.1 Inspect 面板	68
2.4.2 List 面板	68
2.4.3 Navigate 面板	68
2.4.4 Compiled、Compile error 和 Compiled object debugger 面板	69
2.4.5 Difference 面板	70
2.4.6 File 面板	70
2.4.7 Library 面板	71
2.4.8 Message 面板	71
2.4.9 Project 面板	72
2.4.10 Panel 面板	72

2.4.11	Help 面板	73
2.5	常用编辑器	74
2.5.1	原理图编辑器	74
2.5.2	印制板电路图编辑器	75
2.5.3	文本编辑器	76
第 3 章	一个完整的实例	77
3.1	创建一个新工程	77
3.2	绘制原理图	78
3.2.1	创建一个新的原理图图纸	78
3.2.2	设置原理图选项	79
3.2.3	绘制原理图	79
3.2.4	定位元器件和加载元器件库	79
3.2.5	在原理图中放置元器件	81
3.2.6	连接电路	84
3.2.7	设置网络	85
3.3	设置工程选项	86
3.3.1	设置错误报告	86
3.3.2	设置连接矩阵	86
3.3.3	设置比较器	87
3.4	编译工程	88
3.5	创建一个新的 PCB 文件	89
3.6	转换设计	93
3.7	设计 PCB	95
3.7.1	设置 PCB 工作区	95
3.7.2	在 PCB 中放置元器件	101
3.7.3	修改封装	102
3.7.4	手工布线	104
3.7.5	自动布线	105
3.8	验证 PCB 板的设计	107
3.9	设置工程输出	110
3.9.1	输出到 Windows 打印设备	111
3.9.2	生产输出文件	112
3.10	仿真设计	113
3.10.1	设置仿真	114
3.10.2	运行瞬态特性分析	115
第 4 章	简单原理图的设计	119
4.1	原理图设计的一般步骤	119
4.2	新建工程和原理图	119
4.3	图纸的设置	120

4.3.1	图纸的大小设置.....	120
4.3.2	图纸的方向和标题设置.....	123
4.3.3	图纸的颜色设置.....	124
4.3.4	图纸的字体设置.....	125
4.4	网格和光标的设置.....	125
4.5	绘制面的管理.....	127
4.6	加载元器件库.....	128
4.7	绘制原理图	129
4.7.1	放置元器件.....	129
4.7.2	元器件位置的调整.....	133
4.7.3	元器件的旋转.....	135
4.7.4	删除元器件.....	136
4.7.5	对齐元器件.....	136
4.7.6	编辑元器件属性.....	138
4.7.7	绘制导线.....	140
4.7.8	绘制总线.....	141
4.7.9	制总线分支.....	143
4.7.10	制电源及接地符号.....	144
4.7.11	放置网络标号.....	145
4.7.12	放置导线节点.....	147
4.7.13	放置忽略 ERC 测试点.....	148
4.8	绘图工具的使用	149
4.8.1	绘制直线.....	149
4.8.2	绘制椭圆弧.....	150
4.8.3	绘制圆弧线.....	152
4.8.4	绘制曲线.....	153
4.8.5	绘制多边形.....	154
4.8.6	绘制矩形.....	155
4.8.7	绘制圆角矩形.....	156
4.8.8	绘制椭圆和圆.....	158
4.8.9	绘制圆饼.....	159
4.8.10	添加文字.....	160
4.8.11	添加文本框.....	162
4.8.12	添加图像.....	164
第 5 章	原理图设计后处理	166
5.1	原理图的编译.....	166
5.2	原理图的打印输出.....	167
5.3	原理图的网络表输出.....	171
5.4	原理图的各种报表输出	174

5.4.1	元器件清单输出	174
5.4.2	元器件交叉引用列表输出	178
5.4.3	设计层次报表输出	179
5.4.4	端口交叉参考输出	179
第 6 章	层次原理图的设计	182
6.1	层次原理图的有关概念	182
6.2	层次原理图总图和分图	183
6.3	自上而下的层次原理图设计方法	186
6.4	自下而上的层次原理图设计方法	192
6.5	层次原理图间的切换	194
6.5.1	层次电路的信号流程	194
6.5.2	层次原理图间的切换	195
第 7 章	原理图元器件库的编辑	197
7.1	Protel DXP 元器件原理图库概述	197
7.2	Protel DXP 原理图库元器件编辑器	197
7.2.1	打开原理图库元器件编辑器	198
7.2.2	原理图库元器件编辑器环境介绍	199
7.3	元器件编辑实例	204
7.3.1	创建新元器件实例一	204
7.3.2	创建新元器件实例二	212
7.3.3	创建新元器件实例三	218
7.4	元器件报表与错误检查	223
7.4.1	元器件报表	223
7.4.2	元器件库报表	225
7.4.3	元器件错误检查报表	226
第 8 章	Protel DXP 电路仿真	227
8.1	Protel DXP 仿真概述	227
8.1.1	Protel DXP 仿真的特点	227
8.1.2	Protel DXP 仿真电路图	228
8.2	Protel DXP 的仿真步骤	228
8.3	主要仿真元器件	229
8.3.1	查找仿真元器件	229
8.3.2	设置仿真元器件参数	231
8.3.3	主要仿真元器件	233
8.4	仿真信号源	242
8.4.1	直流信号仿真源	242
8.4.2	正弦信号仿真源	243
8.4.3	脉冲信号仿真源	245
8.4.4	分段线性信号仿真源	247

8.4.5 频率可变信号仿真源.....	249
8.4.6 指数函数信号源.....	251
8.5 仿真模式设置.....	253
8.5.1 General Setup 设置.....	253
8.5.2 工作点分析.....	254
8.5.3 瞬态特性分析和傅立叶分析.....	255
8.5.4 直流扫描分析.....	256
8.5.5 交流小信号分析.....	257
8.5.6 噪声分析.....	258
8.5.7 传递函数分析.....	259
8.5.8 温度扫描分析.....	259
8.5.9 参数扫描分析.....	260
8.5.10 蒙特卡罗分析.....	261
8.5.11 Advanced Options 设置.....	263
8.6 仿真显示窗口的设置.....	264
8.7 仿真实例.....	271
8.7.1 一个完整的简单电路仿真实例.....	271
8.7.2 单管放大电路仿真实例.....	278
8.7.3 晶体振荡电路仿真实例.....	285
8.7.4 差动放大电路仿真实例.....	287
第9章 印制电路板基础.....	298
9.1 PCB 基础知识.....	298
9.1.1 PCB 的种类.....	298
9.1.2 元器件封装技术.....	299
9.1.3 导线、飞线、焊盘与过孔.....	300
9.2 Protel DXP PCB 编辑器.....	301
9.2.1 PCB 文档管理.....	301
9.2.2 工作层面的管理.....	304
9.2.3 工作参数设置.....	304
9.2.4 PCB 图设计向导.....	305
9.3 PCB 图画面的管理.....	309
9.3.1 画面的移动.....	309
9.3.2 画面的放大和缩小.....	309
9.3.3 显示以光标为中心的区域.....	310
9.3.4 设定区域的放大.....	310
9.3.5 图形布满工作区.....	310
9.3.6 显示整个 PCB 图文件.....	311
9.3.7 显示整个 PCB 图图纸.....	311
9.3.8 显示或关闭栅格.....	312

9.4	绘制 PCB 图的基本技巧	312
9.4.1	放置元器件并设置其属性	312
9.4.2	绘制导线	317
9.4.3	绘制圆弧线	319
9.4.4	放置焊盘	320
9.4.5	放置过孔	322
9.4.6	放置文字标注	323
9.4.7	放置矩形填充区域	324
9.4.8	放置不规则多边形填充区域	325
9.4.9	放置位置坐标	327
9.4.10	放置尺寸标注	328
9.4.11	设置绝对原点	330
9.4.12	放置屏蔽导线	331
9.4.13	放置泪滴	332
9.5	PCB 图对象的编辑	333
9.5.1	选取对象	333
9.5.2	取消选择	335
9.5.3	移动对象	336
9.5.4	排列对象	337
9.5.5	复制、剪切与粘贴对象	339
9.5.6	快速跳转功能	342
第 10 章	印制电路板图的设计	345
10.1	准备原理图和网络表	345
10.2	规划电路板和电气定义	347
10.3	网络表与元器件的装入	349
10.3.1	装入元器件库	349
10.3.2	浏览元器件库	350
10.3.3	网络表与元器件的装入	351
10.4	元器件的自动布局	353
10.5	手工调整元器件的布局	355
10.5.1	移动元器件	355
10.5.2	旋转元器件	356
10.5.3	排列元器件	356
10.5.4	调整元器件标注	357
10.6	自动布线	358
10.6.1	自动布线参数的设置	358
10.6.2	自动布线预处理	380
10.6.3	自动布线	382
10.7	手工调整布线	385
10.7.1	手工调整布线	385

10.7.2	电源和地线的加宽	387
10.7.3	大面积地线覆铜	388
10.7.4	调整文字标注	390
第 11 章	PCB 图后处理	394
11.1	生成电路板信息报表	394
11.2	生成网络状态报表	400
11.3	生成设计层次报表	403
11.4	生成元器件报表	404
11.5	产生元器件交叉参考表	408
11.6	生成其他报表	408
11.7	各种测量数据的输出	409
11.7.1	两点间的距离输出	409
11.7.2	测量两个元素的间距	410
11.7.3	导线长度的测量	410
11.8	PCB 图的打印输出	411
11.8.1	打印页面设置	411
11.8.2	打印层面设置	413
11.8.3	打印机设置	414
11.8.4	打印预览	416
第 12 章	元器件封装库的编辑	417
12.1	元器件封装概述	417
12.1.1	元器件封装介绍	417
12.1.2	常用元器件的封装	418
12.2	元器件封装编辑器	421
12.2.1	创建 PCB 元器件封装库文件	421
12.2.2	元器件封装编辑器介绍	421
12.3	手工创建新的元器件封装	422
12.3.1	设置元器件封装参数	422
12.3.2	建新的元器件封装	424
12.4	利用向导创建元器件封装	427
12.5	PCB 元器件封装库管理	432
12.5.1	浏览管理器	432
12.5.2	向库中添加元器件封装	433
12.5.3	元器件封装重命名	433
12.5.4	删除元器件封装	434
12.5.5	放置元器件封装	434
12.5.6	编辑元器件封装引脚焊盘	434
12.6	创建项目元器件封装库	435
	主要参考文献	438

第 1 章 概 述

1.1 EDA 软件介绍

EDA 技术是在电子 CAD 技术基础上发展起来的计算机软件系统,它融合了应用电子技术、计算机技术、信息处理及智能化技术的最新成果,以计算机为工作平台,进行电子产品的自动设计。

利用 EDA 工具,电子设计师可以从概念、算法、协议等开始设计电子系统,大量工作可以通过计算机完成,并可以将电子产品从电路设计、性能分析到设计出 IC 版图或 PCB 版图的整个过程在计算机上自动处理完成。

在机械、电子、通信、航空航天、化工、矿产、生物、医学、军事等各个领域都有 EDA 的应用。EDA 技术已在各大公司、企事业单位和科研教学部门广泛使用。例如在飞机制造过程中,从设计、性能测试及特性分析直到飞行模拟都可能涉及到 EDA 技术。本文所指的 EDA 技术,主要针对电子电路设计、PCB 设计和 IC 设计。EDA 设计可分为系统级、电路级和物理实现级。

1.1.1 EDA 常用软件

EDA 工具层出不穷,目前进入我国并具有广泛影响的 EDA 软件有: EWB、PSPICE、OrCAD、PCAD、Protel、Viewlogic、Mentor、Graphics、Synopsys、LSIlogic、Cadence 和 MicroSim 等。这些工具都有较强的功能,一般可用于几个方面的设计。例如很多软件都可以进行电路设计与仿真,同时可以进行 PCB 自动布局布线,可输出多种网表文件与第三方软件接口。

按主要功能或主要应用场合,EDA 软件分为电路设计与仿真工具、PCB 设计软件、IC 设计软件、PLD 设计工具及其他 EDA 软件。下面分别进行简单的介绍。

1. 电子电路设计与仿真工具

电子电路设计与仿真工具包括 SPICE/PSPICE、EWB、MATLAB、SystemView 和 MMICAD 等。下面简单介绍前三个软件。

(1) SPICE。

SPICE (Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis) 软件是由美国加州大学推出的电路分析仿真软件,是 20 世纪 80 年代世界上应用最广的电路设计软件,1998 年被定为美国国家标准。1984 年,美国 MicroSim 公司推出了基于 SPICE 的微机版 PSPICE (Personal-SPICE)。现在用得较多的是 PSPICE 6.2,可以说在同类产品中,它是功能最为强大的模拟和数字电路混合仿真 EDA 软件,在国内普遍使用。最新推出了 PSPICE 9.1 版本。它可以进行各种各样的电路仿真、元器件建立、温度与噪声分析、模拟控制、波形输出、数据输出,并在同一窗口内同时显示模拟与数字的仿真结果。无论

对哪种器件哪些电路进行仿真，都可以得到精确的仿真结果，并可以自行建立元器件及元器件库。

(2) EWB。

EWB(Electronic Workbench)软件是 Interactive Image Technologies Ltd 在 20 世纪 90 年代初推出的电路仿真软件。目前普遍使用的是 EWB 5.2，相对于其他 EDA 软件，它是较小巧的软件（安装后只有 16M）；但它对模数电路的混合仿真功能却十分强大，几乎百分之百地仿真出真实电路的结果，并且它在桌面上提供了万用表、示波器、信号发生器、扫频仪、逻辑分析仪、数字信号发生器、逻辑转换器和电压表和电流表等仪器仪表。其界面直观，易学易用。其很多功能模仿了 SPICE 的设计，但分析功能比 PSPICE 稍少一些。

(3) MATLAB。

MATLAB 软件用来对图像信号处理、控制系统设计、神经网络等特殊应用进行分析和设计。它具有数据采集、报告生成和 MATLAB 语言编程产生独立 C/C++ 代码等功能。MATLAB 产品族具有下列功能：数据分析、数值和符号计算、工程与科学绘图、控制系统设计、数字图像信号处理、财务工程的建模、仿真和原型开发；应用开发；图形用户界面设计等。MATLAB 产品族被广泛地应用于信号与图像处理、控制系统设计、通讯系统仿真等诸多领域。开放式的结构使 MATLAB 产品族很容易针对特定的需求进行扩充，从而在不断深化对问题的认识同时，提高自身的竞争力。

2. 电路板设计软件

电路板设计软件类很多，如 Protel、OrCAD、Viewlogic、PowerPCB、Cadence PSD、Mentor Graphics 包中的 Expedition PCB、Zuken CadStart、Winboard/Windraft/Ivex-SPICE、PCB Studio 和 TANGO 等等。目前在我国用得最多应属 Protel，下面仅对此软件作一介绍。

Protel 是 Protel 公司在 20 世纪 80 年代末推出的 CAD 工具，是 PCB 设计者的首选软件。它较早在国内使用，普及率最高，有些高校的电路专业还专门开设 Protel 课程，几乎所在的电路公司都要用到它。早期的 Protel 主要作为印刷板自动布线工具使用，现在普遍使用的是 Protel 99 SE 或 Protel DXP，它是个完整的全方位电路设计系统，包含了电路原理图绘制、模拟电路与数字电路混合信号仿真、多层印刷电路板设计（包含印刷电路板自动布局布线），可编程逻辑器件设计、图表生成、电路表格生成、支持宏操作等功能，并具有 Client/Server（客户/服务器）体系结构，同时还兼容一些其他设计软件的文件格式，如 ORCAD、PSPICE、Excel 等。使用多层印制线路板的自动布线，可实现高密度 PCB 的百分之百的布通率。Protel 软件功能强大、界面友好、使用方便，但它最具代表性的是电路 SCH 图形设计和 PCB 图形设计。

3. IC 设计软件

IC 设计工具很多，其中按市场所占份额排行为 Cadence、Mentor Graphics 和 Synopsys，这三家都是 ASIC 设计领域相当有名的软件供应商。其他公司的软件相对来说使用者较少。中国华大公司也提供 ASIC 设计软件(熊猫 2000)；另外近来出名的 Avanti

公司,是原来在 Cadence 的几个华人工程师创立的,他们的设计工具可以全面和 Cadence 公司的工具相抗衡,非常适用于深亚微米的 IC 设计。下面按用途对 IC 设计软件做一些介绍。

(1) 设计输入工具。

这是任何一种 EDA 软件必须具备的基本功能。比如 Cadence 的 composer, viewlogic 的 viewdraw, 硬件描述语言 VHDL、Verilog HDL 是主要设计语言,许多设计输入工具都支持 HDL。另外像 Active-HDL 和其他的设计输入方法,包括原理和状态机输入方法等。设计 FPGA/CPLD 的工具大都可作为 IC 设计的输入手段,如 Xilinx、Altera 等公司提供的开发工具等。

(2) 设计仿真工具。

使用 EDA 工具的一个最大好处是可以验证设计是否正确,几乎每个公司的 EDA 产品都有仿真工具。Verilog-XL、NC-verilog 用于 Verilog 仿真,Leapfrog 用于 VHDL 仿真,Analog Artist 用于模拟电路仿真。Viewlogic 的仿真器有: viewsim 门级电路仿真器、speedwaveVHDL 仿真器和 VCS-verilog 仿真器。Mentor Graphics 有其子公司 Model Tech 出品的 VHDL 和 Verilog 双仿真器 Model Sim。Cadence 和 Synopsys 用的仿真器是 VSS(VHDL 仿真器)。现在的趋势是各大 EDA 公司都逐渐用 HDL 仿真器作为电路验证的工具。

(3) 综合工具。

综合工具可以把 HDL 变成门级网表。Synopsys 工具在这方面占有较大的优势,其 Design Compile 是作综合的工业标准;还有另外一种产品——Behavior Compiler,可以提供更高级的综合。另外最近美国又出了一种软件——Ambit,宣传比 Synopsys 的软件更有效,可以综合 50 万门的电路,速度更快。在 Ambit 被 Cadence 公司收购后,为此 Cadence 放弃了它原来的综合软件 Synergy。随着 FPGA 设计的规模越来越大,各 EDA 公司又开发了用于 FPGA 设计的综合软件,比较有名的有: Synopsys 的 FPGA Express、Cadence 的 Synplity、Mentor 的 Leonardo,这三家的 FPGA 综合软件占了市场的绝大部分。

(4) 布局 and 布线工具。

在 IC 设计的布局布线工具中, Cadence 软件是比较强的,它有很多产品,用于标准单元、门阵列,已可实现交互布线。最有名的布局 and 布线工具是 Cadence spectra,它原来是用于 PCB 布线的,后来 Cadence 把它用来作 IC 的布线。其主要工具有: Cell3、Silicon Ensemble (标准单元布线器)、Gate Ensemble (门阵列布线器) 和 Design Planner (布局工具)。其他各 EDA 软件开发公司也提供各自的布局布线工具。

(5) 物理验证工具。

物理验证工具包括版图设计工具、版图验证工具和版图提取工具等。这方面 Cadence 也是很强的,其 Dracula、Virtuso、Vampire 等物理工具有很多的使用者。

(6) 模拟电路仿真器。

前面所介绍的仿真工具主要是针对数字电路的,对于模拟电路的仿真工具,普遍使用 SPICE,这是大多数用户的选择。只不过是选择不同公司的 SPICE,比如 MiceoSim 的 PSPICE、Meta Soft 的 HSPICE 等 (HSPICE 现在被 Avanti 公司收购了)。在众多的 SPICE 中,功能比较齐全的是 HSPICE,作为 IC 设计,其模型最多,仿真精度也最高。

4. PLD 设计工具

PLD (Programmable Logic Device) 是一种由用户根据需要而自行构造逻辑功能的数字集成电路。目前主要有两大类型: CPLD(Complex PLD)和 FPGA(Field Programmable Gate Array)。它们的基本设计方法是借助于 EDA 软件, 用原理图、状态机、布尔表达式、硬件描述语言等方法, 生成相应的目标文件, 最后用编程器或下载电缆, 由目标器件实现。生产 PLD 的厂家很多, 但最有代表性的 PLD 厂家为 Altera、Xilinx 和 Lattice 公司。

PLD (可编程逻辑器件) 是一种可以完全替代 74 系列及 GAL、PLA 的新型电路, 只要有数字电路基础, 会使用计算机, 就可以进行 PLD 的开发。PLD 的在线编程能力和强大的开发软件, 使工程师可以在几天, 甚至几分钟内就可完成以往几周才能完成的工作, 并可将数百万门的复杂设计集成在一芯片内。PLD 技术在发达国家已成为电子工程师必备的技术。

PLD 的开发工具一般由器件生产厂家提供, 但随着器件规模的不断增加, 软件的复杂性也随之提高, 目前由专门的软件公司与器件生产厂家合作, 推出功能强大的设计软件。下面介绍主要器件生产厂家和开发工具。

(1) ALTERA。

20 世纪 90 年代以后 ALTERA 公司发展很快。主要产品有: MAX 3000/7000、FELX6K/10K、APEX20K、ACEX1K 和 Stratix 等。其开发工具 MAX+PLUS II 是较成功的 PLD 开发平台, 最新又推出了 Quartus II 开发软件。Altera 公司提供较多形式的设计输入手段, 同时绑定第三方 VHDL 综合工具, 如综合软件 FPGA Express、Leonard Spectrum 和仿真软件 ModelSim 等。

(2) XLINX。

XLINX 是 FPGA 的发明者, 其产品种类较全, 主要有 XC 9500/4000、Coolrunner (XPLA3)、Spartan、Vertex 等系列, 其最大的 Vertex-II Pro 器件已达到 800 万门。XLINX 相应的开发软件为 Foundation 和 ISE。通常来说, 在欧洲用 Xilinx 的人多, 在日本和亚太地区用 ALTERA 的人多, 在美国则是平分秋色。全球 PLD/FPGA 产品 60%以上是由 Altera 和 Xilinx 提供的, 可以说 Altera 和 Xilinx 共同决定了 PLD 技术的发展方向。

(3) Lattice-Vantis。

Lattice 是 ISP (In-System Programmability) 技术的发明者, ISP 技术极大地促进了 PLD 产品的发展, 与 ALTERA 和 XILINX 相比, 其开发工具比 Altera 和 Xilinx 略逊一筹。Lattice 公司的中小规模 PLD 器件比较有特色, 大规模 PLD 的竞争力还不够强 (Lattice 没有基于查找表技术的大规模 FPGA)。Lattice 公司 1999 年推出可编程模拟器件, 1999 年收购 Vantis (原 AMD 子公司), 成为第三大可编程逻辑器件供应商。2001 年 12 月收购 Agere 公司 (原 Lucent 微电子部) 的 FPGA 部门。主要产品有 ispLSI 2000/5000/8000 系列和 MACH 4x/5x/6x/8x 系列。

(4) ACTEL。

ACTEL 公司是反熔丝 (一次性烧写) PLD 的领导者, 由于反熔丝 PLD 抗辐射、耐高低温、功耗低、速度快, 所以在军工产品和宇航级上有较大优势。ALTERA 和 XILINX 则一般不涉足军工产品和宇航级市场。

(5) Quicklogic。

Quicklogic 公司是专业 PLD/FPGA 公司,以一次性反熔丝工艺为主,在中国地区销售量不大。

(6) Lucent。

Lucent 公司的产品的主要特点是有不少用于通讯领域的专用 IP 核,但 PLD/FPGA 不是 Lucent 的主要业务,在中国地区使用的人很少。

(7) ATMEL。

ATMEL 公司的中小规模 PLD 占有较大的市场份额。ATMEL 也做了一些与 Altera 和 Xilinx 兼容的芯片,但在品质上与原厂家还是有一些差距,在高可靠性产品中使用较少,多用在低端产品上。

(8) Clear Logic。

Clear Logic 生产与一些著名 PLD/FPGA 大公司兼容的芯片,这种芯片可将用户的设计一次性固化,不可编程,批量生产时的成本较低。

(9) WSI。

WSI 公司生产 PSD (单片机可编程外围芯片) 产品。这是一种特殊的 PLD,如最新的 PSD 8xx、PSD 9xx 集成了 PLD、EPROM、Flash,并支持 ISP (在线编程),集成度高,主要用于配合单片机工作。

5. 其他 EDA 软件

(1) VHDL 语言。

VHDL 语言是超高速集成电路硬件描述语言 (VHSIC Hardware Description Language, 简称 VHDL), 是 IEEE 的一项标准设计语言。它源于美国国防部提出的超高速集成电路 (Very High Speed Integrated Circuit, 简称 VHSIC) 计划, 是 ASIC 设计和 PLD 设计的一种主要输入工具。

(2) Verilog HDL。

Verilog HDL 是 Verilog 公司推出的硬件描述语言, 在 ASIC 设计方面与 VHDL 语言平分秋色。

(3) 其他 EDA 软件如专门用于微波电路设计和电力载波工具、PCB 制作和工艺流程控制等领域的工具, 在此不作介绍。

1.1.2 EDA 的应用

EDA 在教学、科研、产品设计与制造等各方面都发挥着巨大的作用。

在教学方面, 几乎所有理工科 (特别是电子信息、计算机和自控等专业) 类的高校都开设了 EDA 课程。主要是让学生了解 EDA 的基本概念和基本原理、掌握用 HDL 语言编写规范、掌握逻辑综合的理论和算法、使用 EDA 工具进行电子电路课程的实验并从事简单系统的设计。一般学习电路仿真工具 (如 EWB、PSPICE) 和 PLD 开发工具 (如 Altera/Xilinx 的器件结构及开发系统), 为今后工作打下基础。

科研方面主要利用电路仿真工具 (EWB 或 PSPICE) 进行电路设计与仿真、利用虚拟仪器进行产品测试、将 CPLD/FPGA 器件实际应用到仪器设备中、从事 PCB 设计和 ASIC 设计等。

在产品设计与制造方面,包括前期的计算机仿真,产品开发中的 EDA 工具应用、系统级模拟及测试环境的仿真,生产流水线的 EDA 技术应用、产品测试等各个环节。如 PCB 的制作、电子设备的研制与生产、电路板的焊接、ASIC 的流片过程等。

从应用领域来看,EDA 技术已经渗透到各行各业,包括在机械、电子、通信、航空航天、化工、矿产、生物、医学、军事等各个领域,都有 EDA 有应用。另外,EDA 软件的功能日益强大,原来功能比较单一的软件,现在增加了很多新用途。如 AutoCAD 软件可用于机械及建筑设计,也扩展到建筑装潢、各类效果图,以及汽车和飞机的模型、电影特技等领域。

1.1.3 EDA 技术的发展趋势

从目前的 EDA 技术来看,其发展趋势是行业重视、使用普及、应用广泛、工具多样、软件功能强大。

中国 EDA 市场已渐趋成熟,不过大部分设计工程师面向的是 PC 主板和小型 ASIC 领域,仅有小部分(约 11%)的设计人员开发复杂的片上系统器件。为了与台湾和美国的设计工程师形成更有力的竞争,中国的设计队伍有必要研究和发展一些最新的 EDA 技术。

在信息通信领域,要优先发展高速宽带信息网、深亚微米集成电路、新型元器件、计算机及软件技术、第三代移动通信技术、信息管理、信息安全技术,积极开拓以数字技术、网络技术为基础的新一代信息产品,发展新兴产业,培育新的经济增长点。要大力推进制造业信息化,积极开展计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助工程(CAE)、计算机辅助工艺(CAPP)、计算机辅助制造(CAM)、产品数据管理(PDM)、制造资源计划(MRP II)及企业资源管理(ERP)等。有条件的企业可开展“网络制造”,便于合作设计、合作制造,参与国内和国际竞争。开展“数控化”工程和“数字化”工程。自动化仪表的技术发展趋势的测试技术、控制技术与计算机技术、通信技术进一步融合,形成测量、控制、通信与计算机(M3C)结构。在 ASIC 和 PLD 设计方面,向超高速、高密度、低功耗、低电压方向发展。

外设技术与 EDA 工程相结合的市场前景看好,如组合超大屏幕的相关连接——多屏幕技术也有所发展。

中国自 1995 年以来加速开发半导体产业,先后建立了几所设计中心,推动系列设计活动以应对亚太地区其他 EDA 市场的竞争。

在 EDA 软件开发方面,目前主要集中在美国。但各国也正在努力开发相应的工具。日本、韩国都有 ASIC 设计工具,但不对外开放。中国华大集成电路设计中心,也提供 IC 设计软件,但性能不是很强。相信在不久的将来会有更多更好的设计工具在各地开花结果。据最新统计显示,中国和印度正在成为电子设计自动化领域发展最快的两个市场,年复合增长率分别达到了 50%和 30%。

EDA 技术发展迅猛,完全可以用日新月异来描述。EDA 技术的应用广泛,现在已涉及到各行各业。EDA 水平不断提高,设计工具趋于完美的地步。EDA 市场日趋成熟,但我国的研发水平沿很有限,需迎头赶上。