

Protel DXP

原理图

与

PCB设计

Protel DXP YUANLITU
YU PCB SHEJI

姜立东 姜雪松 编著



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

Protel DXP 原理图与 PCB 设计

姜立东 姜雪松 编著

北京邮电大学出版社
·北京·

内 容 简 介

Protel DXP 设计系统是 Altium 公司推出的一套基于 Windows 2000/XP 环境下的桌面 EDA 开发工具,它是 Protel 设计系统的最新版本。

本书从实用的角度出发,全面系统地介绍了 Protel DXP 设计系统的基本操作环境,重点介绍了电路原理图和印制电路板的设计方法,同时对电路原理图仿真和信号完整性分析也进行了较为详细的讨论。本书不仅注重于具体操作的介绍,而且力求向读者系统地讲解 Protel DXP 的系统参数和环境参数的具体设置方法,目的是使读者能够从较高的层次上来掌握 Protel DXP 设计系统。

本书的特点是全面系统、易读易懂、由浅入深,能够使读者逐步掌握 Protel DXP 设计系统。它既可作为高等学校相关专业的参考书,同时也可以作为广大电路设计工程师必不可少的工具书。

图书在版编目(CIP)数据

Protel DXP 原理图与 PCB 设计/姜立东,姜雪松编著. —北京:北京邮电大学出版社,2004
ISBN 7-5635-0941-0

I . P . . . II . ①姜 . . . ②姜 . . . III . 印刷电路—计算机辅助设计—应用软件, Protel DXP IV . TN410.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 103275 号

书 名: Protel DXP 原理图与 PCB 设计

编 著: 姜立东 姜雪松

责任编辑: 张莉莉

出版发行: 北京邮电大学出版社

社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号(邮编:100876)

电话传真: 010-62282185(发行部) 010-62283578(FAX)

电子信箱: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京通州皇家印刷厂

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张: 21

字 数: 511 千字

印 数: 1—3 000 册

版 次: 2004 年 11 月第 1 版 2004 年 11 月第 1 次印刷

ISBN 7-5635-0941-0/TP·121

定 价: 33.00 元

· 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 ·

前 言

随着科学技术的迅速发展,电路设计工业界正经历着一场重要的变革。目前,集成电路的设计正朝着速度快、性能高、容量大、体积小和微功耗的方向发展,这种发展必然会导致电路系统的设计规模日益增大、复杂程度越来越高。在这种情况下,计算机辅助设计(CAD)已经成为不可逆转的潮流,它具有节省人力和物力、缩短项目开发周期等优点,因此目前得到了非常广泛的应用。

Protel 软件系统是一套建立在 IBM 兼容 PC 环境下的 CAD 电路集成设计系统,它是世界上第一套将 EDA 环境引入到 Windows 环境的 EDA 开发工具,具有高度的集成性和可扩展性。自从 1991 年 Protel Technology 公司发布了世界上第一个基于 Windows 操作平台的 PCB 系统软件包、高级原理图系统设计软件以及与其他工具平台的接口以来,Protel 软件系统几乎是广大电路设计人员的首选电路设计软件,成为了当今电子工业界影响最大、用户最多、应用最为广泛的一款电路设计软件。

2002 年 8 月,Altium 公司(原 Protel Technology)推出了一套基于 Windows 2000/XP 环境下的桌面 EDA 开发工具——Protel DXP。Protel DXP 不但兼容了以前所有版本的 Protel 软件,而且集成了更多的工具,从而在电路原理图设计、PCB 布局布线、电路仿真测试和 FPGA/CPLD 设计等方面较以前的版本有了极大的加强。相信不久的将来,Protel DXP 设计系统必将成为广大电路设计人员的首选电路设计软件。

鉴于目前介绍 Protel DXP 设计系统的书籍较少,并且大多数有关 Protel DXP 设计系统的书籍均以介绍基本的操作为主,因此有必要编写一本能够从较高层次上掌握 Protel DXP 设计系统的书籍。本书正是从这个角度出发,不但全面系统地介绍了 Protel DXP 设计系统的基本操作环境,而且还重点介绍了电路原理图和印制电路板的设计方法,同时对电路原理图仿真和信号完整性分析也进行了较为详细的讨论。

本书在介绍 Protel DXP 设计系统的过程中,不仅注重于设计系统基本界面、基本组成和常用设计工具等基础知识的介绍,而且非常注重于对系统中各种编辑器系统参数和环境参数的详细介绍。目前有关专业人士认为,读者仅仅掌握 Protel DXP 设计系统的基本操作方法是远远不够的,只有掌握了设计系统中各种编辑器系统参数和环境参数的真正意义,才能够从专业层面上真正掌握 Protel DXP 设计系统,从而完成各种大型复杂电路系统的设计工作。

本书共分 10 章,详细地介绍了 Protel DXP 中的原理图设计系统和印制电路板(PCB)设计系统两大部分,中间贯穿了电路原理图仿真和信号完整性分析的相关知识。其中,第 1 章概括介绍了 Protel DXP 设计系统;第 2 章介绍了 Protel DXP 设计系统的基本设计环境;第 3~5 章以实例详细地介绍了 Protel DXP 中的原理图设计系统;第 6 章重点讨论了电路原理图的仿真问题;第 7~9 章以实例详细地介绍了 Protel DXP 中的印制电路板设计系统并讨论了

信号完整性分析的有关知识;第 10 章主要介绍了原理图库、封装库和集成库的具体制作方法。本书的特点是全面系统、易读易懂、由浅入深,能够使读者逐步掌握 Protel DXP 设计系统。本书不仅注重对 Protel DXP 设计系统基础知识的介绍,而且还列举了一些较为典型的设计实例,力求使读者能够快速有效地掌握相关的知识。它既可作为高等学校相关专业的参考书,同时也可以作为广大电路设计工程师必不可少的工具书。

张凯、葛树涛、罗耀强参加了本书的编辑并做了大量的工作,夏钦东、渠丰沛、李小凯、李树毅完成了书中插图的绘制工作,蒋亮和丁海波完成全书的文字校对工作。在此对他们的辛勤劳动表示真心的感谢!

由于作者的水平有限,书中难免存在错误和不足之处,恳请读者批评指正。

作者
2004 年 9 月

目 录

第 1 章 Protel DXP 概述

1.1 Protel DXP 的发展历史	1
1.2 Protel DXP 的基本特点	2
1.2.1 原理图设计系统的特点	3
1.2.2 印制电路板(PCB)设计系统的特点	5
1.3 Protel DXP 对系统的配置要求	7
1.4 Protel DXP 的安装	7

第 2 章 Protel DXP 的基本设计环境

2.1 印制电路板设计的基本过程	9
2.2 启动 Protel DXP 以及系统参数的设置	10
2.2.1 启动 Protel DXP	10
2.2.2 系统参数的设置	11
2.3 Protel DXP 的主界面	18
2.3.1 系统菜单	18
2.3.2 菜单栏	19
2.3.3 工具栏	22
2.3.4 状态栏及命令行	22
2.3.5 标签栏	22
2.3.6 工作窗口面板	23
2.4 启动 Protel DXP 的各种编辑器	26
2.4.1 启动 Protel DXP 的原理图编辑器	26
2.4.2 启动 Protel DXP 的印制电路板编辑器	29
2.4.3 启动 Protel DXP 的其他编辑器	31
2.4.4 不同编辑器之间的转换	32
2.5 Protel DXP 的项目工作窗口面板	32
2.5.1 Protel DXP 的文件组织结构	33
2.5.2 项目工作窗口面板	34

第 3 章 原理图设计系统的工作环境

3.1 原理图设计的工作窗口面板	37
------------------------	----

3.1.1	文件工作窗口面板	37
3.1.2	项目工作窗口面板	39
3.1.3	导航器工作窗口面板	40
3.1.4	库文件工作窗口面板	43
3.1.5	面板控制工作窗口面板	45
3.2	原理图设计的窗口管理	45
3.2.1	工具栏的打开与关闭	45
3.2.2	绘图区域显示状态的放大与缩小	47
3.3	原理图设计的图纸设置	50
3.3.1	设置图纸尺寸和方向	50
3.3.2	设置图纸标题栏	52
3.3.3	设置图纸颜色	53
3.3.4	设置图纸栅格	54
3.3.5	设置电气栅格	54
3.3.6	其他各项设置	55
3.3.7	设置图纸设计信息	55
3.4	原理图设计的系统参数设置	56
3.4.1	原理图选择项设置	57
3.4.2	图形编辑选择项设置	59
3.4.3	默认初始值选择项设置	61

第 4 章 原理图设计

4.1	原理图设计的一般流程	64
4.2	装载元件库	66
4.3	元件的放置	69
4.3.1	利用库文件面板放置元件	70
4.3.2	利用菜单命令放置元件	71
4.3.3	利用绘图工具放置元件	72
4.3.4	三种放置元件方法的比较	73
4.4	元件的编辑	74
4.4.1	元件的选取	74
4.4.2	元件位置的调整	76
4.4.3	元件的删除	79
4.4.4	元件的复制、剪切和粘贴	80
4.4.5	元件的排列与对齐	82
4.4.6	编辑元件属性	85
4.5	绘制原理图	88
4.5.1	绘制原理图的三种方法	88
4.5.2	绘制导线	89

4.5.3	绘制总线	92
4.5.4	绘制总线分支	93
4.5.5	放置网络标号	94
4.5.6	放置电源和接地符号	96
4.5.7	放置电路 I/O 端口	97
4.5.8	放置电路节点	99
4.5.9	放置忽略 ERC 检查点	100
4.5.10	放置 PCB 布线规则指示	101
4.6	绘图工具的使用	102
4.6.1	绘制图形的三种方法	102
4.6.2	绘制直线	104
4.6.3	绘制多边形	105
4.6.4	绘制圆弧和椭圆弧	105
4.6.5	绘制贝塞尔曲线	107
4.6.6	添加说明文字	107
4.6.7	添加文本框	108
4.6.8	绘制矩形	110
4.6.9	绘制圆角矩形	111
4.6.10	绘制圆和椭圆	112
第 5 章 层次原理图设计、ERC 检查及报表		
5.1	层次原理图设计	113
5.1.1	层次原理图的基本概念和设计方法	113
5.1.2	采用自上而下的设计方法建立层次原理图	120
5.1.3	母原理图与子原理图之间的切换	129
5.1.4	由方块电路符号产生新原理图中的 I/O 端口	132
5.1.5	由原理图产生方块电路符号	133
5.2	ERC 检查	135
5.3	报表	137
5.3.1	网络报表	137
5.3.2	元件报表	140
5.3.3	层次项目组织报表	141
5.3.4	元件交叉参考报表	142
第 6 章 电路原理图仿真		
6.1	原理图仿真概述	143
6.2	仿真元件	145
6.2.1	查找仿真元件	145
6.2.2	仿真元件的参数设置	147

6.3 仿真的激励源描述	152
6.4 仿真初始状态的设置	159
6.5 仿真参数的具体设置	161
6.6 原理图仿真实例	170

第 7 章 PCB 设计系统的工作环境

7.1 PCB 设计基础	174
7.1.1 PCB 的结构	174
7.1.2 元件封装	175
7.1.3 铜膜导线	176
7.1.4 焊盘与过孔	177
7.1.5 安全间距	177
7.1.6 PCB 设计的一般流程	177
7.2 进入 PCB 编辑器	179
7.3 PCB 编辑器的画面管理	184
7.3.1 画面显示	184
7.3.2 窗口管理	187
7.3.3 工具栏、状态栏、命令行的打开与关闭	189
7.3.4 PCB 编辑器中面板的打开与关闭	191
7.4 PCB 设计系统的编辑功能	191
7.4.1 选择功能	192
7.4.2 撤销选择功能	195
7.4.3 删除功能	196
7.4.4 更改对象属性	196
7.4.5 移动对象	197
7.4.6 跳转功能	200
7.5 PCB 设计系统中的放置工具	201
7.5.1 进行放置操作的三种方法	201
7.5.2 放置导线	204
7.5.3 放置直线	206
7.5.4 放置焊盘	207
7.5.5 放置过孔	209
7.5.6 放置字符串	210
7.5.7 放置坐标	212
7.5.8 放置尺寸标注	213
7.5.9 放置相对原点	214
7.5.10 放置元件封装	215
7.5.11 放置圆弧和圆	218
7.5.12 放置矩形填充	219

7.5.13 放置多边形填充	220
第8章 PCB板设计	
8.1 PCB板设计的基本设置	222
8.1.1 工作层面的设置	222
8.1.2 环境参数的设置	227
8.1.3 电路板的规划设置	228
8.2 网络和元件封装的装入	231
8.2.1 装载元件库	231
8.2.2 装入网络和元件封装	231
8.3 元件的布局	235
8.3.1 元件布局设计规则	236
8.3.2 元件的自动布局	241
8.3.3 元件布局的手工调整	243
8.3.4 网络密度分析	249
8.3.5 3D效果图	250
8.4 自动布线	250
8.4.1 设置自动布线规则	251
8.4.2 自动布线的参数设置	259
8.4.3 自动布线	261
8.5 手工调整	262
8.5.1 调整布线	263
8.5.2 增加电源/接地线的宽度	265
第9章 DRC检查、报表生成和信号完整性分析	
9.1 设计规则检查(DRC)	267
9.2 报表生成	270
9.2.1 电路板信息报表	271
9.2.2 元件报表	273
9.2.3 元件交叉参考报表	274
9.2.4 层次项目组织报表	275
9.2.5 网络状态报表	276
9.2.6 NC钻孔报表	278
9.3 信号完整性分析	280
9.3.1 设置信号完整性分析规则	280
9.3.2 信号完整性分析工具	288
9.3.3 进行信号完整性分析	294
9.3.4 根据分析结果进行电路补偿	295

第 10 章 制作元件的原理图库、封装库和集成库

10.1 制作元件原理图库	298
10.1.1 制作元件原理图库的编辑环境	298
10.1.2 绘制元件原理图的工具栏	302
10.1.3 元件原理图库的管理命令	305
10.1.4 一个元件原理图的制作实例	308
10.2 制作元件封装库	311
10.2.1 制作元件封装库的编辑环境	312
10.2.2 制作元件封装的工具栏	315
10.2.3 手工制作新的元件封装	316
10.2.4 采用向导制作新的元件封装	320
10.3 制作元件集成库	323

第 1 章 Protel DXP 概述

1.1 Protel DXP 的发展历史

Protel 的发展历史可以追溯到 20 世纪 80 年代。1985 年, Protel Technology 公司在澳大利亚宣布成立, 该公司从一开始就致力于电路板 CAD 软件 Protel 的研究开发工作。1988 年, 美国 ACCEL Technologies Inc 公司推出了 TANGO 软件包, 虽然这个软件现在看起来比较简陋, 但是由于这个软件考虑到了当时电路设计人员的开发要求, 因而它成为了当时十分受欢迎的一款电路板 CAD 软件。虽然 TANGO 软件具有操作方便、易学和高效实用等特点, 但是随着电子工业的迅猛发展、集成电路技术的不断进步, 电路的集成度越来越高、引脚数目越来越多以及封装形式逐渐趋于多样化, TANGO 软件已经渐渐不能满足电路设计人员的要求了。在这种情况下, Protel Technology 公司适时地推出了 Protel for DOS 软件, 以作为 TANGO 软件的升级版本。Protel 软件上市以后迅速取代了 TANGO 软件, 并且逐渐取得了欧美等国家的认可, 成为当时影响最大、用户最多、应用最为广泛的一款电路板 CAD 软件。

20 世纪 90 年代初, Microsoft 公司开发了第一代视窗系统——Windows 系统, 这个操作系统省去了操作用户记忆 DOS 操作命令的烦恼, 而只需要采用鼠标来进行操作, 因此 Windows 操作系统迅速占领了几乎整个计算机行业。许多软件公司为了适应时代的潮流而纷纷支持 Windows 操作系统, 致力开发基于 Windows 操作系统平台的应用软件。Protel Technology 公司也不例外, 在 1990 年推出了基于 DOS 平台的版本, 即 Schematic3.31ND 和 Autotrax1.61 后, 便全面转向了 Windows 操作平台上软件的开发。1991 年, Protel Technology 公司发布了世界上第一个基于 Windows 操作平台的 PCB 系统软件包, 并于次年发布了基于 Windows 操作平台的高级原理图系统设计软件以及与其他工具平台的接口。1994 年期间, Protel Technology 公司又取得了重大突破, 首创了 EDA Client/Sever (客户/服务器, 简称 C/S) 框架的体系结构, 十分方便地实现了许多 EDA 软件工具的无缝连接, 代表了当今 EDA 软件的发展方向。1996 年, Protel Technology 公司又成功地收购了美国 Neuro CAD 公司, 成为世界上拥有 shape-base 布线技术的几家公司之一。接下来, 该公司又采取了一次巨大的收购行动, 收购了当时著名的 PLD 设计厂家 CUPL 公司, 获得了 CPLD 技术, 从而以新版本 Protel Advanced PLD 正式进入可编程逻辑器件设计领域。1997 年, Protel Technology 公司取得了与 Dolphin Technologies 公司达成一致的 OEM 协议, 开始全面支持混合电路的模拟仿真。同年发布了第一个真正规则驱动设计的桌面 EDA 软件包。

1998 年, Protel Technology 公司推出了真正 32 位的 EDA 软件——Protel 98, 它是第一个包含了五个核心模块的 EDA 工具, 是特别为 Microsoft 公司的 Windows NT 操作系统平台设计的。这五个核心模块分别为 Advanced SCH98 (电路原理图设计)、PCB98 (印制电路板设计)、Route98 (自动布线器)、PLD98 (可编程逻辑器件设计) 和 SIM98 (电路图模拟/仿真), 从而形成了一个功能十分强大的集成设计环境。1999 年, Protel Technology 公司将 MicroCode Engineering 公司的仿真技术和 Incases Engineering GmbH 公司的信号完整性分析技术引入到了 Protel 软件中, 从而形成了功能更为强大的 Protel 99 版本。Protel 98 和 Protel 99 功能很强, 将电路原理图设计、印制电路板设计、电路功能仿真测试以及可编程逻辑器件设计等功能融合在一起, 从而实现了真正意义上的电子设计自动化, 即 EDA。同时, 这两个版本具有 Windows 应用程序的一切特性。在 Protel 98 和 Protel 99 中, 引入了操作对象属性概念, 从而使得所有的对象 (例如元件、连线、I/O 端口、网络标号和焊盘等) 具有相同或者相似的操作方式, 实现了电路板 CAD 软件所期望的“简单、方便、易学、实用、高效”的操作要求。

1999 年 8 月, Protel Technology 公司成为美国上市公司, 进而为公司更大规模的发展奠定了坚实的基础。2000 年 1 月, 公司收购了著名的 ACCEL 公司, 标志着 Protel Technology 公司提供桌面 EDA 解决方案的领先地位得到了进一步的巩固。同年, 该公司又推出了集成各类工具并增加了设计组管理等新功能的 Protel 99SE。Protel 99SE 的目的是为了使电路设计人员对于电路的设计具有更大的管理能力和发挥空间, 能够真正地把全部精力集中在电路的设计工作上。

2000 年 8 月 6 日, Protel Technology 公司改名为 Altium 公司。2002 年 8 月, Altium 公司推出了一套基于 Windows 2000/XP 环境下的桌面 EDA 开发工具——Protel DXP。Protel DXP 不但兼容了以前所有版本的 Protel 软件, 而且集成了更多的工具, 从而在电路原理图设计、PCB 布局布线、电路仿真测试和 FPGA/CPLD 设计等方面较以前的版本有了极大的加强。相信不久的将来, Protel DXP 必定成为电路设计人员的首选。

1.2 Protel DXP 的基本特点

Protel DXP 作为一款功能强大的电路设计软件, 它具有以下基本特点:

(1) Protel DXP 包含电路原理图设计、电路原理图仿真测试、印制电路板设计、自动布线器和 FPGA/CPLD 设计, 覆盖了以 PCB 为核心的整个物理设计。因此, Protel DXP 是真正意义上的 EDA 软件, 它的智能化、自动化较以前版本有了极大的提高。

(2) Protel DXP 提供了进行层次原理图设计的环境, 支持“自上而下”和“自下而上”的层次电路设计, 能够完成更加大型、更为复杂的电路设计。层次化设计思想实际上就是一种模块化设计思想, 从而使得多名电路设计人员进行并行开发成为可能。

(3) Protel DXP 提供了丰富的元件原理图库和 PCB 封装库, 并且库的管理和编辑功能更加完善, 操作更加简便。电路设计人员通过 Protel DXP 提供的编辑工具, 可以方便地实现库中没有包含的元件原理图以及 PCB 封装的设计制作。

(4) Protel DXP 提供了元件集成库的概念。在 Protel DXP 的元件集成库中集成了元件的原理图符号、PCB 封装形式、SPICE 仿真模型和信号完整性分析,这使得设计人员调用元件时能够同时调用元件的原理图符号和 PCB 封装符号。

(5) Protel DXP 提供了电路原理图的混合仿真功能,可以十分方便地检查电路原理图中各个设计模块的正确性。同时,Protel DXP 也提供了丰富的仿真元件库,从而使得电路原理图的混合仿真成为可能。

(6) Protel DXP 提供了丰富的设计检查功能。它的设计检查功能主要包括电路原理图设计中的 ERC (电气规则检查) 和 PCB 设计中的 DRC (设计规则检查),它们能够使电路设计人员快速地查证错误,最大限度地减小设计差错。

(7) Protel DXP 全面兼容 TANGO 以及 Protel 的先前版本,即在 Protel DXP 中可以使用 TANGO 或者低版本 Protel 所建立的各个文件。同时,Protel DXP 提供了与 OrCAD 格式文件的转换功能。

(8) Protel DXP 中同一设计的电路原理图和 PCB 之间具有动态连接功能。和以前的版本相比,Protel DXP 的同步化程度更高,支持自然的非线性设计流程——双向同步设计,可以更加有效地保证电路原理图和 PCB 之间的一致性。

(9) Protel DXP 同样也提供了丰富的快捷键支持以及连续操作功能,使得电路设计人员能够快速有效地完成电路设计工作。

(10) Protel DXP 提供了全新的 FPGA/CPLD 设计功能,并且支持 VHDL 设计和混合设计模式(如 FPGA、SITUS 拓扑布线技术)。

1.2.1 原理图设计系统的特点

Protel DXP 中电路原理图设计系统的特点主要体现在以下几个方面:

1. 强大的编辑功能

(1) 自动连接功能:电路设计人员在进行电路原理图设计时,可以采用一些专门的自动化功能来加快电气件的物理连接。在 Protel DXP 中,电气栅格提供了电气件的真正“自动连接”。当电气栅格设置被激活时,一旦光标走进电气栅格的范围内,光标就会自动跳到最近的电气“热点”上,接着光标形状发生改变并且指示出连接点。这一特性与自动加入连接点特性配合使用时,会使连线工作变得十分轻松。

(2) 交互式全局编辑:在电路原理图中的任何对象(如元件、连线、网络标号等)上双击鼠标左键,就可以打开与对象对应的对话框。对话框显示出该对象的属性,设计人员可以在这里对对象的属性进行修改,并且可以将这一修改扩展到同一类型的所有其他对象,即进行全局修改。

(3) 丰富的对象编辑功能:Protel DXP 中的电路原理图编辑器采用标准化的图形编辑方式,不但支持选取、移动、剪切、复制、粘贴和清除等典型的 Windows 命令,而且还可以支持旋转、镜像以及阵列粘贴等功能。此外,Protel DXP 还可以支持元件在线编辑功能。

(4) 方便的查询功能:Protel DXP 支持语句查询功能。启动查询面板后,在查询面板中按照一定的语法规则输入查询语句,然后按回车键,此时查询面板的列表中就会显示相应的

查询结果，同时工作区中也会高亮显示查询对象。

(5) 快捷键和连续操作功能：Protel DXP 提供了丰富的快捷键和连续操作功能，极大地方便了电路设计人员的电路原理图设计工作。

2. 丰富的元件库以及库文件的集成化组织管理

(1) Protel DXP 提供了丰富的元件库，几乎覆盖了所有电子元件厂商的元件种类。同时，用户还可以通过在线更新功能，登陆到 Altium 公司的官方网站下载新的元件库。

(2) Protel DXP 允许设计人员打开任意数目的元件库，而且不需要离开原来的编辑环境就可以访问元件库。

(3) 元件库的组织管理方面增加了图形显示功能。在 Protel DXP 的电路原理图设计系统中，通过库文件管理面板能够同时查看到元件的原理图符号、PCB 封装形式、SPICE 仿真模型和信号完整性分析。

(4) 引进了集成元件库的概念。

3. 强大的自动化功能

(1) ERC (电气规则检查)：原理图设计系统提供了对大型复杂的电路原理图设计进行快速检查的功能。ERC 检查可以按照设计人员设定的物理、逻辑特性进行，并且可以输出各种物理、逻辑冲突的检查报告。最直观的一点是，原理图设计系统还可以将 ERC 检查的结果直接标记在电路原理图中，便于设计人员对电路原理图的查错和修改。

(2) 自动标注功能：在设计电路原理图的过程中，设计人员任何时候都可以使用“自动标注”功能，以保证电路原理图中的标号不重复、不遗漏。

4. 良好的开放性

(1) Protel DXP 的电路原理图设计系统除了接受 TANGO 或者低版本 Protel 的设计文件格式以外，还能够支持 OrCAD。它的网络表类型支持三十多种格式，包括 Mentor、Cadentix、PADs、OrCAD 以及 Eesof 等等。

(2) Protel DXP 的电路原理图设计系统还提供与符合工业标准的模拟、数字以及混合信号仿真软件的连接，例如 PSPICE、Dolphin SMASH 等。同时，对于 FPGA/CPLD 设计来说，设计人员可以通过电路原理图选择项 Xilinx 接口来提供强有力的可编程逻辑设计。

(3) Protel DXP 的电路原理图设计系统除了接受 TANGO 或者低版本 Protel 的库格式以外，还支持 OrCAD 的库格式。

5. 电路原理图与 PCB 的同步功能

(1) 电路原理图与 PCB 之间可以交叉查找元件、引脚以及网络等；元件标号可以正向注释（从电路原理图到 PCB），也可以进行反向注释（从 PCB 到电路原理图）。

(2) 在电路原理图的设计过程中，设计人员不但可以通过修改网络表文件来达到电路原理图与 PCB 板的同步，而且也可以通过电路原理图编辑器的设计同步器来实现与 PCB 板的同步。在 Protel DXP 的电路原理图设计系统中，设计人员根本不用处理网络表文件的输出与载入，而且在信息向 PCB 板的传递过程中，设计同步器会自动地在 PCB 板的文档中更新电气连接的信息，并且可以对修改过程中出现的错误提供报警信息。同样，在 Protel DXP 的 PCB 设计系统中，设计人员也可以通过 PCB 设计系统中的设计同步器来对电路原理图的设计进行更新。

6. 层次化原理图的设计功能

随着电子工业的迅猛发展,集成电路的日益复杂化,电子电路的设计也日益趋于层次化。当要设计的电路十分巨大复杂时,设计人员可以将设计任务分成若干个子部分,每一个子部分又可以分为若干个功能模块,而每个功能模块还可以细分为更小的基本模块。这样,设计人员就可以从最简单的电路原理图设计入手来进行电路设计。在设计完这些电路原理图子图和总图后,通过定义原理图以及各层次模块之间的关系即可完成整个电路的设计过程。Protel DXP 的电路原理图设计系统支持这种层次化原理图的设计,并且可以自动地生成电路原理图各个层次之间的连接关系。

1.2.2 印制电路板(PCB)设计系统的特点

Protel DXP 中 PCB 设计系统的特点主要体现在以下几个方面:

1. 32 位的 EDA 设计环境

(1) PCB 设计系统中的元件、网络以及连接的数量仅仅受限于计算机系统实际的物理内存。

(2) Protel DXP 的 PCB 设计系统支持的设计层数可以达到 72 层、板图大小可以达到 100 in×100 in (2 540 mm×2 540 mm)。

(3) PCB 板中的对象可以做任意角度的旋转,旋转的分辨率可以达到 0.001°。

(4) Protel DXP 的 PCB 设计系统支持水滴型焊盘和异型焊盘。

2. 丰富的设计规则设定

(1) Protel DXP 的 PCB 设计系统中的设计法则编辑对话框一改先前版本的界面风格,采用了 Windows 操作系统常用的树型结构,从而使得设计人员的浏览变得更加直观。

(2) Protel DXP 的 PCB 设计系统为设计人员提供了十大类四十九条设计法则,覆盖了元件位置、线宽设定、布线间距、过孔样式、网络阻抗、信号完整性和测试点样式等设计过程中的方方面面。这些设计法则可以单独或者复合作用于元件、网络标号、连线以及字符等编辑对象,从而能够更加有效地控制 PCB 板设计的全过程,使得设计人员轻松地完成印制电路板的设计工作。

3. 强大的编辑功能

(1) Protel DXP 的 PCB 设计系统与 Protel DXP 的电路原理图设计系统一样,具有强大的交互式全局编辑功能、对象编辑功能以及快捷键和连续操作功能。

(2) Protel DXP 的 PCB 设计系统支持飞线编辑功能和网格编辑功能,并且设计人员无须生成新的网络表就可以完成对电路设计的修改。

(3) Protel DXP 的 PCB 设计系统能够同时显示元件的引脚号和连接在引脚上的网络标号,从而给设计人员的工作带来极大的方便。

(4) 集成的 ECO (工程修改清单) 系统会自动记录下设计人员的每一步修改,并且将每一步修改写入到 ECO 文件中。设计人员可以根据该 ECO 文件修改电路设计。

(5) PCB 设计系统支持单层显示功能。在进行 PCB 的设计过程中,设计人员有时候希望屏蔽一些不用的图层,而只希望显示当前的工作图层。PCB 设计系统提供了方便的快捷方式,设计人员只需按下 **Ctrl+Shift** 快捷键,就可以只显示所希望的当前工作图层了。

(6) 同电路原理图设计系统一样, PCB 设计系统也支持语句查询功能。同样在查询面板中按照一定的语法规则输入查询语句, 然后按回车键, 此时查询面板的列表中就会显示相应的查询结果, 同时工作区中也会高亮显示查询对象。

(7) Protel DXP 的 PCB 设计系统提供了一项全新的设计技术——工作区间的过滤功能。在设计 PCB 板的过程中, 设计人员有时候只希望看到选中的对象, 而忽略其他所有的对象。Protel DXP 通过工作区间的过滤功能就可以实现设计人员的这一要求, 它不但可以过滤掉设计人员不希望看到的任何对象, 而且还可以将选中的对象以高亮显示。

4. 强大的自动化功能

(1) Protel DXP 的 PCB 设计系统在 PCB 板的自动布线上引入了人工智能技术。PCB 板编辑器内含有自动布线系统, 这个自动布线系统采用 SITUS 拓扑算法, 设计人员只需要进行直观简单的设置即可。这样, Protel DXP 的自动布线器在布线过程中就会根据设计人员设置的设计规则和自动布线规则来选择最佳的布线策略, 从而设计出性能最佳的 PCB 板。

(2) PCB 设计系统具有高精度、智能化覆铜功能, 并且可以直接对覆铜进行编辑, 例如移动、删除、接地和修改参数后重新覆铜等。

(3) DRC (设计规则检查): Protel DXP 的 PCB 设计系统提供了对设计的 PCB 板进行检查的功能。DRC 检查能够根据设计人员指定的设计规则对 PCB 板进行检查。DRC 检查结束后, 系统将会输出相应的检查报告, 分项列出 PCB 板设计中的错误信息, 并且会将错误在 PCB 板编辑器的工作区中高亮显示。有了 DRC 检查报告和这些高亮显示, 设计人员就可以很方便地对 PCB 板设计中出现的错误进行修改。

5. 封装库的编辑和组织

(1) Protel DXP 提供了丰富的元件封装库, 并且可以通过简单的元件库转换就可以将先前版本的库文件转换成 Protel DXP 的库文件。同时, 用户还可以通过在线更新功能, 登陆到 Altium 公司的官方网站下载新的元件封装库。

(2) Protel DXP 允许设计人员打开任意数目的元件封装库, 而且不需要离开原来的编辑环境就可以访问、浏览元件封装库。

(3) Protel DXP 的 PCB 设计系统提供了元件 PCB 封装的编辑器, 设计人员通过该编辑器可以方便对元件 PCB 封装库中所没有的元件 PCB 封装进行编辑制作。Protel DXP 提供了两种制作元件 PCB 封装的方法: 一种是采用手工方法进行编辑制作; 另一种是利用 Protel DXP 提供的向导进行编辑制作。

6. 良好的开放性

(1) Protel DXP 的 PCB 设计系统可以方便地调入 PCAD、PADS2000、PADSPCB、OrCAD PCB、TANGO 以及低版本 Protel 的设计文件, 并且也可以将这些设计文件转换成 Protel 二进制格式或者 AutoTrax 格式。

(2) 通过与 Hyperlynx 的连接, 设计人员能够实现 PCB 数字信号的仿真。

7. 图形堆栈管理功能

Protel DXP 的 PCB 设计系统采用了先进的图形堆栈管理器, 设计人员通过这个管理器增强了 PCB 板编辑器对设计图层的组织和管理。在 Protel DXP 的图形堆栈管理器中, 设计人员不但可以添加、删除信号层和内电层, 而且还可以根据 PCB 设计的需要编辑设计图层的先后顺序。