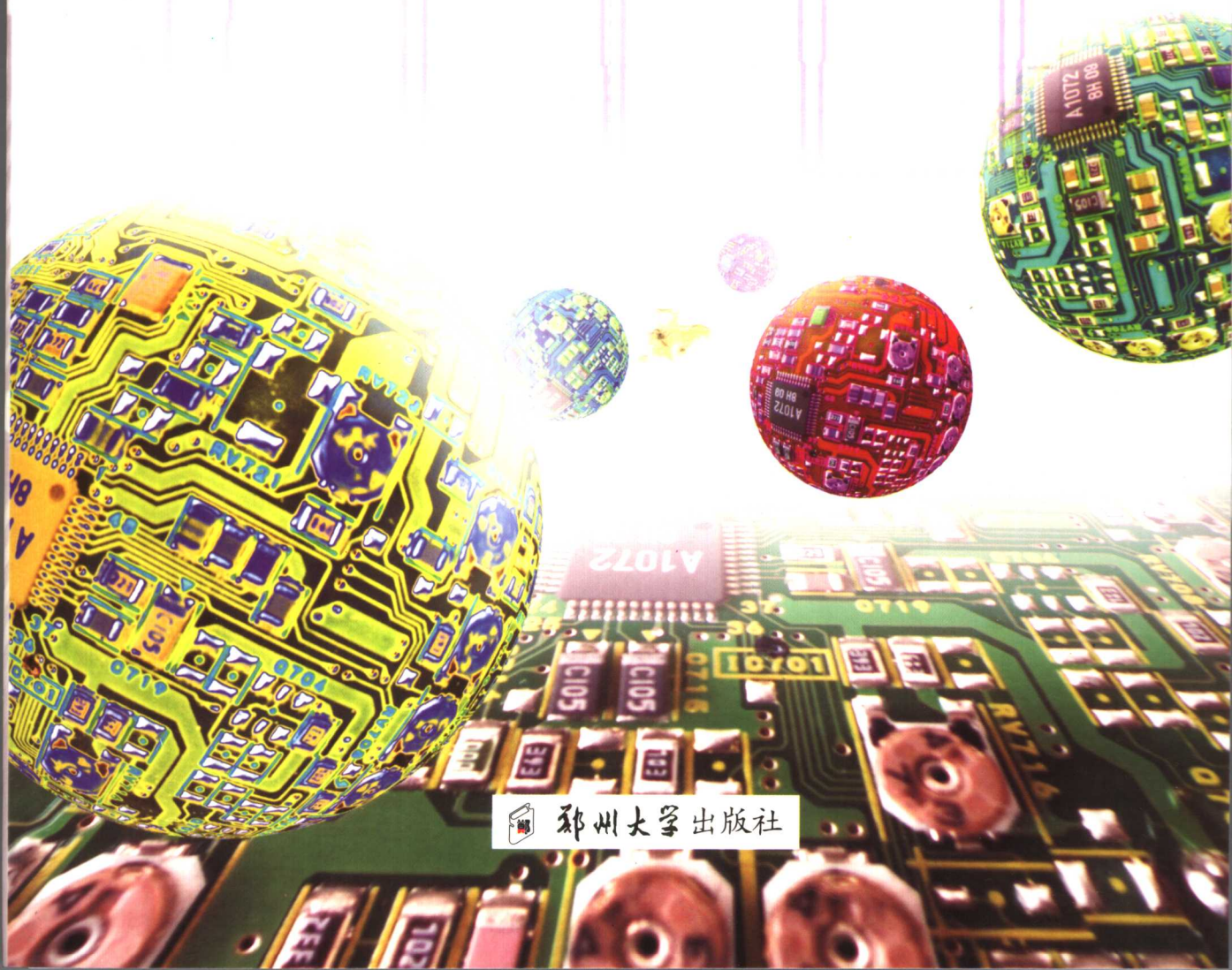


电子电路设计 制板与仿真

(PROTELDXP)

高有堂 编著



郑州大学出版社

电子电路设计 制板与仿真 (PROTELCAP)

第二版



电子电路设计制板与仿真

(PROTELDXP)

高有堂 编著

郑州大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

电子电路设计制板与仿真(PROTELDXP)/高有堂编著. —郑州:郑州大学出版社,2005.1

ISBN 7-81106-022-1

I. 电… II. 高… III. 印刷电路-计算机辅助设计-应用软件, Protel IV. TN410.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 006593 号

郑州大学出版社出版发行

郑州市大学路 40 号

出版人:邓世平

全国新华书店经销

郑州文华印务有限公司印制

开本:787 mm × 1 092 mm

印张:23.25

字数:537 千字

版次:2005 年 1 月第 1 版

邮政编码:450052

发行部电话:0371-6966070

1/16

印数:1~2000

印次:2005 年 1 月第 1 次印刷

书号:ISBN 7-81106-022-1/T·12

定价:30.00 元

本书如有印装质量问题,请向本社调换

内容简介

本书详细介绍了 Protel DXP 软件的结构及其实际设计应用,共分以下几个部分: SCH 原理图设计、PCB 印刷电路板设计(含 3D 视图)、电路仿真技术及 VHDL 设计与仿真(利用 DXP 实现 FPGA 设计)。每个部分都是从入门开始,由浅入深逐步展开,有利于读者轻松掌握 Protel DXP 的使用。书中对 Protel DXP 中最常用的 SCH 原理图设计、PCB 印制板设计进行了详细的讲解,展示了该软件在电子设计过程中的特点。同时,该书还以电路设计实际例子为主,将 Protel DXP 各项命令的功能及使用方法、对话框的设置与实际应用结合起来加以阐述,使读者快捷地掌握 Protel DXP。此外,本书中对一些设计者较少使用的功能,如 3D、基本电路仿真和 VHDL 设计与仿真等方面的增强功能做了讲解。

本书结构合理,内容翔实,实例丰富。每章节后配有“电子电路设计上机习题”,附录配有“电子电路设计实验”、“设计命令及快捷键汇总表”、“SCH 原理图设计库汇总表”和“PCB 设计封装汇总表”。对广大从事电子电路设计的科技人员和大专院校师生、应用型技术培训单位及全国 PCB 行业从业人员都有很高的参考价值。

前 言

Protel DXP 是 Altium 公司推出的 Protel 系列 EDA 软件的最新版本。

Protel DXP 的运行环境是 Windows2K/Windows NT 操作系统,它被列为电子信息工程类的 CAD 软件的范畴,是电路设计工作者首选的(SCH 原理图设计、PCB 印制板设计、3D 与仿真)设计应用软件。为了帮助电子电路工程设计人员及大专院校教师与学生的学习,快速掌握这一软件的开发与工程应用,特编写了这本书。

Protel DXP 不仅以全新的文件管理方式出现,而且还有网络设计机制,为网络化设计提供了极大的方便,涉及的内容不仅有软件应用知识,还包含电子专业综合设计知识。结合原理图层次化设计思想,可以真正实现 PCB 印制电路板电路的高效并行设计。

Protel DXP 具有以下特点及功能:

- 全新的文件管理方式;
- SCH 原理图设计及元器件封装;
- PCB 印制板设计及过孔、焊盘;
- 敷铜技术与 3D 视图功能;
- PCB 自动布线和信号完整性规则设计;
- 基本电路仿真技术;
- VHDL 硬件描述语言的导入、设计、仿真与应用。

Protel DXP 以其强大的功能,大大提高了电子电路的设计效率,今后必然成为广大电子电路设计工作者首选的计算机辅助电子电路设计软件。

本书主要介绍 Protel DXP 的三个重要部分,即原理图设计、印刷电路板设计、3D 视图与仿真技术。全书共有 14 章,第 1 章主要介绍 Protel DXP 的安装、配置和使用基础;第 2~6 章详细介绍了如何使用 Protel DXP 进行 SCH 设计;第 7~11 章详细介绍了如何使用 Protel DXP 进行 PCB 的设计;第 12~14 章详细介绍电路基本仿真与 FPGA 仿真技术。另外,附录 A、B、C、D 分别给出了“电子电路设计实验”、“设计命令及快捷键汇总表”、“SCH 设计库汇总表”、“PCB 设计封装汇总表”。

本书的整体规划工作由高有堂同志负责。每一章节的编写工作具体由以下人员完成:郑州大学的姬波老师完成第 1、2 章的编写,河南川光电子光学仪器公司的电子工程师杨军强同志和南阳理工学院万战争老师完成每章习题部分的编写,南阳理工学院的陈兰莉老师完成第 3 章和附录 A 的编写,张风蕊老师完成第 4、5 章的编写,徐源老师完成第 6、7 章的编写,陈华敏老师完成第 8 章的编写,田思老师完成第 9 章的编写,黄大勇老师完成第 10、11 章的编写,乔建良老师完成第 12 章的编写,高有堂老师完成第 13 章和附录 C 的编写,翟天嵩老师完成第 14 章和附录 B、D 的编写。本书结构合理、内容翔实、实例丰富,对从事电子电路设计的广大科技人员和大专院校师生有较大的参考价值,如果你对

印制电路板生产比较感兴趣的话,请你登陆中国印制电路协会网站<http://www.cPCA.com.cn>,了解详细情况。

这里特别要感谢清华大学博士后汤俊同志对该书进行了审阅,并提出了宝贵意见。南阳理工学院董豪、薛晓和高毅老师进行了文字校对与图片获取工作,在此表示感谢。

由于作者水平有限,加之编著时间紧促,书中不足之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

2005 年 1 月于南阳理工学院

目 录

第1章 Protel DXP 软件概述	(1)
1.1 Protel DXP 发展历史	(1)
1.1.1 Protel DXP 的组成	(1)
1.1.2 Protel DXP 的主要特性	(2)
1.1.3 印刷电路板设计系统	(7)
1.2 Protel DXP 运行、安装与启动	(11)
1.2.1 Protel DXP 运行	(11)
1.2.2 Protel DXP 的安装	(12)
1.2.3 Protel DXP 的启动	(15)
1.3 Protel DXP 的设计窗口与主菜单	(17)
1.3.1 Protel DXP 菜单栏	(17)
1.3.2 工具栏	(21)
1.3.3 工作窗口	(21)
1.3.4 工作窗口的转化	(23)
1.3.5 浮动显示方式变成自动隐藏或锁定显示方式	(24)
1.3.6 标签栏状态栏和命令行	(25)
第2章 Protel DXP 原理图设计基础	(28)
2.1 原理图设计流程	(28)
2.2 Protel DXP 的文件组织结构	(29)
2.3 认识 Protel DXP 主界面	(29)
2.3.1 新建项目工程	(29)
2.3.2 新建原理图文件	(31)
2.3.3 原理图编辑器界面简介	(32)
2.3.4 原理图文件的打开、关闭与转换	(34)
2.3.5 【View】菜单中的环境组件切换命令	(35)
第3章 Protel DXP 原理图设计	(38)
3.1 工具栏的管理	(38)
3.2 原理图编辑器显示状态调整	(38)
3.2.1 放大设计项目	(39)
3.2.2 缩小设计项目	(39)
3.2.3 移动显示位置	(39)

3.2.4	更新画面	(40)
3.2.5	不同显示比例	(40)
3.2.6	绘图区添满工作区	(40)
3.2.7	元件添满工作区	(41)
3.2.8	显示用户设定的选框域	(41)
3.3	设置图纸幅面	(41)
3.3.1	图纸设置环境	(41)
3.3.2	图纸大小的设置	(42)
3.3.3	图纸方向和颜色设置	(45)
3.3.4	图纸模板管理	(46)
3.3.5	栅格的设置	(49)
3.3.6	更改系统字体设置	(49)
3.3.7	填写图纸设计信息	(49)
3.4	参数设置	(51)
3.4.1	用右键快捷菜单快速进入参数对话框	(51)
3.4.2	通过菜单进入参数对话框	(52)
3.5	绘制原理图	(56)
3.5.1	差动放大电路原理图	(56)
3.5.2	放大电路的设计	(57)
3.5.3	PC 总线电路的设计	(58)
3.6	原理图设计使用技巧	(59)
3.6.1	元件命名的注意事项	(59)
3.6.2	接地和接电源	(59)
3.6.3	端口的有关知识	(60)
3.6.4	在库中查找元件	(60)
3.6.5	原理图的打印	(63)
第4章	层次电路图的设计	(66)
4.1	层次电路图的设计工具	(66)
4.2	层次图设计方法	(67)
4.2.1	自上而下的层次图设计方法	(70)
4.2.2	自下而上的层次图设计方法	(74)
4.3	重复性层次图的设计	(76)
4.4	层次图管理工具	(77)
第5章	原理图元件库的建立与使用	(80)
5.1	使用原理图库文件编辑器	(80)
5.1.1	启动原理图库文件编辑器	(80)
5.1.2	认识元件库编辑界面	(81)
5.1.3	绘制元器件原理图符号的常用工具	(82)

5.1.4 放置 IEEE 符号工具栏	(84)
5.2 新建原理图库和元器件	(87)
第 6 章 网络报表文件的生成	(94)
6.1 电气法则测试	(94)
6.1.1 设置项目选项	(94)
6.1.2 项目工程电气法则的检查	(96)
6.2 网络表	(98)
6.2.1 网络表的生成	(98)
6.2.2 网络表的格式	(98)
第 7 章 印制电路板设计基础	(101)
7.1 印制电路板概述	(101)
7.1.1 印制电路板结构	(101)
7.1.2 元件封装	(101)
7.1.3 铜膜导线	(102)
7.1.4 助焊膜和阻焊膜	(103)
7.1.5 板层	(103)
7.1.6 焊盘和过孔	(103)
7.1.7 丝印层	(104)
7.1.8 敷铜	(104)
7.2 印制电路板布线流程	(104)
7.3 印制电路板设计的基本原则	(105)
7.3.1 布局	(105)
7.3.2 布线	(106)
7.3.3 焊盘	(106)
7.3.4 印制电路板电路的抗干扰措施	(106)
7.3.5 去耦电容配置	(107)
7.3.6 各元件之间的接线	(107)
7.4 印制电路板设计编辑器	(108)
7.4.1 印制电路板编辑器界面缩放	(109)
7.4.2 工具栏的使用	(110)
7.5 设置电路板工作层	(111)
7.5.1 层的管理	(111)
7.5.2 定义层和设置层的颜色	(112)
7.5.3 印制电路板选项设置	(114)
7.6 印制电路板参数设置	(115)
7.6.1 【Options】选项卡的设置	(116)
7.6.2 【Display】选项卡的设置	(118)
7.6.3 【Show\Hide】选项卡的设置	(119)

7.6.4 【Defaults】选项卡的设置	(120)
第8章 印制电路板环境设置	(124)
8.1 印制电路板绘图工具	(124)
8.1.1 绘制导线	(124)
8.1.2 放置焊盘	(126)
8.1.3 放置过孔	(128)
8.1.4 补泪滴设置	(129)
8.1.5 放置字符串	(130)
8.1.6 放置坐标	(130)
8.1.7 放置尺寸标注	(131)
8.1.8 设置初始原点	(132)
8.1.9 绘制圆弧或圆	(132)
8.1.10 放置填充	(134)
8.1.11 放置敷铜(多边形平面)	(135)
8.1.12 分割多边形	(136)
8.2 单面板与多层板制作简介	(137)
8.3 规划电路板和电气定义	(138)
8.3.1 手动规划电路板	(138)
8.3.2 使用向导生成电路板	(140)
第9章 印制电路板设计	(146)
9.1 设计项目规划与原理图的准备	(146)
9.2 元件封装库的操作	(147)
9.2.1 装入元件库	(148)
9.2.2 浏览元件库	(148)
9.2.3 搜索元件	(150)
9.3 元件与网络的装入	(150)
9.4 元件的自动布局与调整	(153)
9.4.1 元件自动布局的操作步骤	(153)
9.4.2 手工编辑调整元件	(154)
9.4.3 旋转元件	(155)
9.4.4 移动元件	(156)
9.4.5 排列元件	(158)
9.4.6 调整元件标注	(160)
9.4.7 剪贴复制元件	(160)
9.4.8 元件的删除	(163)
9.5 添加元件与网络连接	(164)
9.6 设计规则的设置	(166)
9.6.1 布线基本知识	(166)

9.6.2 布线设计规则的设置	(167)
9.7 交互手动和自动布线	(174)
9.7.1 交互手动布线	(175)
9.7.2 自动布线	(177)
9.8 手工调整印制电路板	(180)
9.8.1 调整布线	(180)
9.8.2 对印制电路板敷铜	(182)
9.8.3 电源\接地线的加宽	(183)
9.8.4 文字标注的调整	(184)
9.8.5 印制电路板补泪滴处理	(187)
9.9 设计规则检查	(187)
9.10 文件的打印与输出	(189)
9.10.1 页面设置	(189)
9.10.2 打印设置	(190)
第10章 印制电路板 3D 图与报表	(193)
10.1 印制电路板的 3D 显示	(193)
10.1.1 【Browse Net】显示网络命令	(194)
10.1.2 【Display】视图显示命令	(194)
10.1.3 【Wire Frame】视图显示命令	(195)
10.2 印制电路板设计信息报表	(196)
10.2.1 生成电路板信息	(196)
10.2.2 生成网络状态报表	(203)
10.2.3 生成元件报表	(203)
第11章 PCBLIB 的使用	(209)
11.1 印刷电路板元件库与封装	(209)
11.1.1 启动元件封装对话框	(209)
11.1.2 PCB 元件封装对话框介绍	(209)
11.2 手工创建新的元件封装	(210)
11.2.1 元件封装参数设置	(211)
11.2.2 放置图元	(213)
11.3 利用向导创建元件封装	(215)
11.4 元件库管理器	(220)
11.4.1 认识 PCB 元件库管理器	(220)
11.4.2 元件封装管理器的应用	(223)
第12章 电路仿真初步	(225)
12.1 电路仿真的基本知识	(225)
12.1.1 电路仿真的基本步骤	(225)
12.1.2 电路仿真的基本概念	(226)

12.1.3	常用的电路仿真元件库	(228)
12.2	电路仿真元件的参数设置	(232)
12.2.1	添加常用的仿真元件库	(233)
12.2.2	设置仿真元件参数	(236)
12.2.3	放置激励源并观察波形	(242)
12.3	初始状态及仿真器的设置	(252)
12.3.1	节点电压(NS)设置	(252)
12.3.2	初始条件(IC)设置	(253)
12.3.3	特别初始状态定义符	(253)
12.3.4	仿真器的设置	(254)
第13章	基本电路仿真	(264)
13.1	电路仿真原理图的设计流程	(264)
13.1.1	电路仿真的一般流程	(264)
13.1.2	原理图的设计流程	(264)
13.2	基本电路的仿真实例	(266)
13.2.1	电工电路仿真实例	(266)
13.2.2	模拟电路仿真实例	(268)
13.2.3	数字电路仿真实例	(273)
13.2.4	加法器电路仿真实例	(274)
13.2.5	滤波器电路仿真实例	(278)
13.2.6	PID 调节器仿真实例	(281)
第14章	利用 DXP 实现 FPGA 设计与仿真	(284)
14.1	进入 FPGA 设计环境	(284)
14.1.1	创建一个 FPGA 设计文件	(284)
14.1.2	设置项目选项栏	(285)
14.1.3	创建原理图源文件	(286)
14.1.4	设置图纸选项	(287)
14.1.5	开始设计	(287)
14.1.6	设置库和元件	(287)
14.1.7	设计原理图	(288)
14.1.8	放置端口连接元件	(289)
14.1.9	建立连接	(289)
14.1.10	放置网络连接关系	(290)
14.1.11	使用母线	(290)
14.1.12	配置原理图	(291)
14.1.13	产生 EDIF - FPGA 网络表	(292)
14.1.14	反向注释 FPGA 文件	(293)
14.1.15	反向注释 PCB 设计	(293)

14.2 SCH 引入和 VHDL 仿真	(293)
14.2.1 开始 FPGA 项目	(293)
14.2.2 创建 VHDL 文件	(294)
14.2.3 创建顶层 VHDL 原理图文件	(295)
14.2.4 在项目中添加 VHDL 文件	(296)
14.2.5 放置元件	(298)
14.2.6 在原理图中放置端口	(298)
14.2.7 建立连接	(299)
14.2.8 添加总线	(299)
14.2.9 添加一个 VHDL 测试文件	(300)
14.2.10 创建新的 VHDL 测试文件	(300)
14.2.11 添加 VHDL 模板	(300)
14.2.12 生成一个新的 VHDL 模板文件	(300)
14.2.13 使用 VHDL 元件库	(301)
14.2.14 生成一个新的 VHDL 元件库文档	(301)
14.2.15 设置项目	(302)
14.2.16 编译设计项目	(303)
14.2.17 仿真设计	(304)
14.2.18 调试模式 (Debugging mode)	(305)
14.2.19 设置断点	(305)
14.2.20 运行仿真	(306)
14.2.21 添加查看窗口	(306)
14.3 软件环境与 ALTERA 接口	(307)
14.3.1 介绍	(307)
14.3.2 在 MAX + PLUS - II 中输入 EDIF	(308)
14.3.3 在 QUARTUS 中输入 EDIF	(309)
附录 A: 电子电路设计实验题	(312)
实验一 简单原理图制作	(312)
一、实验目的	(312)
二、实验内容	(312)
三、实验步骤	(313)
实验二 层次原理图制作	(313)
一、实验目的	(313)
二、实验内容	(313)
三、实验步骤	(313)
实验三 制作原理图元件	(314)
一、实验目的	(314)
二、实验内容	(314)

三、实验步骤	(314)
实验四 单面电路板制作	(316)
一、实验目的	(316)
二、实验内容	(316)
三、实验步骤	(316)
四、元件清单	(317)
实验五 双面板制作	(318)
一、实验目的	(318)
二、实验内容	(318)
三、实验步骤	(318)
四、元件清单	(319)
附录 B:设计命令及快捷键总汇表	(320)
一、原理图与 PCB 图通用的快捷键	(320)
二、原理图快捷键	(321)
附录 C:原理图设计库汇总表	(323)
附录 D:印制板设计常用封装及部分电子组件汇总表	(348)
参考文献	(358)

第 1 章 Protel DXP 软件概述

1.1 Protel DXP 发展历史

电子信息与工程技术的飞速发展依托于微电子技术的发展,集成电路的发展最具代表性。PCB 电路板的设计越来越复杂、精密,其设计和工艺水平直接影响到微电子技术的发展,只有通过 PCB 才能使所有的电子产品设计成为现实。因为手工设计已不能适应电子设计技术发展的需要,所以我们必须借助计算机来完成 PCB 电路板的设计工作,这就为 CAD 软件的发展提供了空间。

Protel 是几种 CAD 软件中的一种,它最开始的版本是 TANGO 软件包,后来发展为 Protel DOS 版、Protel Windows 版、Protel 98 版、Protel 99 版、Protel 99SE 版和 Protel DXP 版。随着版本的不断升级,Protel 的功能越来越强大,成为我们进行电路板设计的最佳助手。

Protel DXP(设计探索者)是 Altium 公司最新一代的板级电路设计系统。它采用优化的设计浏览器(Design Explorer),通过设计输入仿真、PCB 绘制编辑、拓扑自动布线、信号完整性分析和设计输出等技术的完美融合,为用户提供了全新的设计解决方案,使用户可以轻松进行各种复杂的电路板设计。Protel DXP 已经具备了当今所有先进的电路辅助设计软件的优点。

Protel DXP 继承了 Protel 系列产品的优点,与 Protel 99SE 相比,它在许多方面均有大幅度的提高。Protel DXP 的各种设计工具无缝集成,同步化程度更高,其窗口界面风格更加人性化,Protel DXP 具有整体的设计概念,支持自然的非线性设计流程——双向同步设计,支持 VHDL 设计和混合模式设计(如 FPGA、SITUS 拓扑布线技术),这些新技术使用户能够在简捷明快的环境里轻松完成电子电路设计的全过程。

1.1.1 Protel DXP 的组成

Protel DXP 主要由以下五个部分组成

1. 原理图设计系统 包括用于设计原理图的原理图编辑器 SCH 和用于修改、生成元件的原理图库文件编辑器 SCHlib。为印制电路板的制作做准备工作。
2. 印刷电路板设计系统 包括用于设计电路板的 PCB 编辑器,用于修改、生成零件封装的零件封装编辑器 PCBLib 和用于 PCB 自动布线。
3. 信号模拟仿真系统 是在原理图上进行信号模拟仿真的 Advanced SIM DXP 系统。
4. 可编程逻辑设计系统 是基于 CUPL 的集成于原理图设计系统中的 Advanced PLD 设计系统,它主要用于硬件的编程。

5. Protel DXP 内置编辑器 包括用于显示、编辑文本的文本编辑器 Text 和用于显示、编辑电子表格的电子表格编辑器 Spread。

1.1.2 Protel DXP 的主要特性

Protel DXP 的原理图编辑器为用户提供高速、智能的原理图编辑手段。在 Protel DXP 的原理图编辑器内,可以输出必需的网络表文件,可以设定设计 PCB 的电气法则,还可以根据用户的要求输出令用户满意的原理图设计图纸。同时 Protel DXP 的原理图编辑器提供了丰富的元件库,实现所见即所得的工作特点。通过一定的方法还可以将 Protel 99 的库文件转换成 DXP 的库文件。Protel DXP 的原理图编辑器采用了自动化的连线工具、智能化的电气法则检测(ERC)、人性化的设计界面、方便实用的查询功能和快捷的编辑方式,使原理图设计更加轻松自如。

1.1.1 多通道设计方法 多通道设计方法是一种非常有效、快捷的设计手段。使用这种方法,在 PCB 编辑器中同时绘制出多个相同的模块时,用户可以多次参考原理图编辑器中设计的同一份原理图。在整个操作过程中,Protel DXP 的符号管理器能够自动产生各个模块的电气连接图表,并且将之作为工程文件的一部分保存起来,用户不必担心会丢失网络标号,所要做的就是总图的入口处标上模块的数目。

图 1.1 给出了正在进行多通道设计的实例。

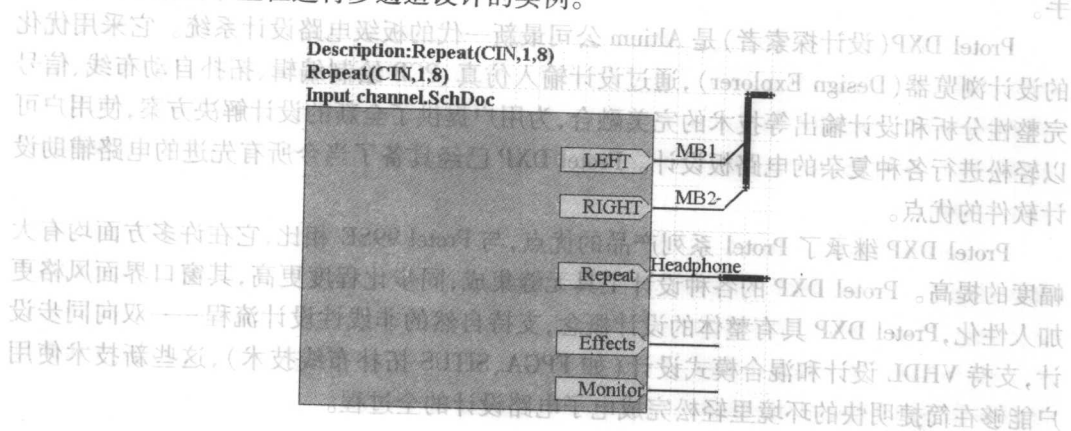


图 1.1 多通道设计实例

2. 元件库及库文件的集成化组织管理 Protel DXP 提供了丰富的元件库,覆盖了大部分电子元器件厂家所生产的元件种类。

在元件库的组织管理方面,Protel DXP 不但具备了 Protel 99 SE 的优点,而且还增加了图形显示功能。在 SCH 编辑器和 PCB 编辑器中,从元件库管理面板上能够同时查看到元件的原理图符号和封装形式。

在工具栏的【Libraries】面板中选中【Components】选项,图形显示区域将显示元件的原理图符号。如图 1.2 所示,图形显示区域显示的是电阻的原理图符号。