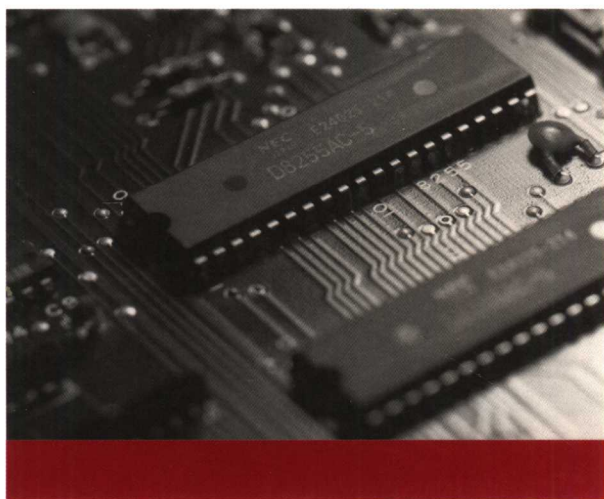


高等职业技能操作与实训教材

电路CAD实用教程

Protel DXP

田泽正 主编



Chemical Industry Press



化学工业出版社
教材出版中心

TN/02
49

高等职业技能操作与实训教材

电路 CAD 实用教程

Protel DXP

田泽正 主 编
郑竹林 副主编



化学工业出版社
教材出版中心

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

电路 CAD 实用教程 Protel DXP / 田泽正主编. —北京: 化学工业出版社, 2005.7

高等职业技能操作与实训教材

ISBN 7-5025-7443-3

I. 电… II. 田… III. 电路设计: 计算机辅助设计—应用软件—高等学校: 技术学院—教材 IV. TN702

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 076580 号

高等职业技能操作与实训教材
电路 CAD 实用教程 Protel DXP

田泽正 主 编

郑竹林 副主编

责任编辑: 张建茹 陈 丽

文字编辑: 宋 薇

责任校对: 王素芹

封面设计: 潘 峰

*

化学工业出版社 出版发行
教材出版中心

(北京市朝阳区惠新甲 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010) 64982530

(010) 64918013

购书传真: (010) 64982630

[http // www.cip.com.cn](http://www.cip.com.cn)

*

新华书店北京发行所经销

北京红光印刷厂 印装

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 9 1/4 字数 256 千字

2005 年 8 月第 1 版 2005 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-7443-3

定 价: 18.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

随着科学技术的发展, 计算机应用技术进入了各个领域, 从 1987 年美国 ACCEL Technologies 公司推出了第一个电子线路设计软件包 TANGO 起, 电子设计自动化技术 EDA (Electronic Design Automation) 就进入了一个崭新的年代。随后, 为适应时代的发展, Protel 公司在此基础上推出了 Protel for Dos、Protel for Windows 1.0、Protel 2.x、Protel 3.x 等版本, 使电子设计变得方便、易学、实用、快速, 因此它很快在世界范围内流行。

Protel DXP 是 Protel 软件的最新版本, 与前期的 Protel 软件相比, 自动化程度更高, 功能更完善、运行速度更快, 而且操作界面友好, 使用更方便。

本书详尽介绍了 Protel DXP 的基本功能、基本操作方法、各种常用编辑器及常用工具的使用等知识, 通过具体的设计实例向读者详细介绍了电路图绘制、元器件库的创建、单面双面 PCB 板的设计方法、实践步骤、操作技巧、电路仿真参数设置、波形分析及常见问题与解决办法等。

本书共分为 10 章, 内容安排如下。

第 1 章: 介绍 Protel DXP 的发展史、该软件对系统的基本要求及 Protel DXP 的新增功能。

第 2 章: 介绍 Protel DXP 的系统菜单、工作区面板及原理图环境设置, 包括图纸大小、方向、边框、格点及光标等相关参数设置。

第 3 章: 介绍原理图的编辑方法及技巧, 介绍了元器件的放置、移动、旋转、翻转、剪切、复制、粘贴、删除、排列、查找及参数更改等; 介绍了元器件批量修改的方法及技巧; 介绍了导线的放置、移动、删除、走线拐角方式、导线颜色与粗细更改及总线与支线的放置方法等; 介绍了屏幕的放大、缩小、移动、刷新及显示方式等; 介绍了原理图布局的调整技巧及文字的放置方法。

第 4 章: 介绍了层次式电路自上向下与自下向上的绘制方法与层

次式电路之间的切换。

第 5 章: 介绍了元器件库的浏览、打开、保存、添加与去掉等基本操作方法; 介绍了创建自己的元器件库的方法及库与库之间元器件的复制、粘贴、删除、更名等操作; 介绍了库中制作新元器件的方法及技巧。

第 6 章: 介绍了 PCB 文档的新建、打开、保存等基本操作; 介绍了电路板参数设置的方法; 介绍了电路板的布线规则、设置方法等。

第 7 章: 介绍了由电路图到 PCB 板的转化过程; 自动布局、自动布线设置及自动布线过程; 手工布线、批量编辑的技巧以及距离测量、大面积铺铜、补泪滴、放置文字、导孔、填充等操作。

第 8 章: 介绍了 PCB 元器件库的创建方法及库与库之间元器件的复制与粘贴等操作; 库中制作新元器件的方法; 集成元器件库的创建方法。

第 9 章: 介绍了仿真模型、仿真激励源; 仿真节点、初始状态的设置; 仿真元器件的查找方法; 电路仿真参数设置、仿真波形分析等; 仿真过程中常见的问题及解决办法。

第 10 章: 介绍 Protel DXP 的高级操作, 包括主菜单、二级菜单及三级菜单的汉化, 将主工具栏图标及其他工具栏图标的英文提示改为中文提示, 自定义快捷键等。

本书结构严谨、内容翔实、图文并茂。书中每章都有相应的实例, 所举实例针对性强, 分析透彻, 突出了本书以实例为中心的特点。在每一章的后面都有小结与习题, 供读者复习和练习。本书对从事电子线路设计的科技人员和大中专院校相关专业的师生都有重要的参考价值。相信读者在学习本书后, 能轻松掌握 Protel DXP 的应用, 只要多练习, 定能成为电路图绘制及 PCB 板设计的高手。

本书由田泽正任主编, 郑竹林任副主编。编写分工如下: 郑竹林编写第 1 章~第 3 章, 田熙燕编写第 5 章、第 6 章, 孙用明编写第 7 章、第 8 章, 田泽正编写第 4 章、第 9 章、第 10 章及附表。

由于时间仓促, 编者水平有限, 书中疏漏之处在所难免, 欢迎广大读者和同行批评指正。

编者

2005 年 5 月

内 容 提 要

Protel 是目前国内最流行的通用 EDA 软件, 本书详细讲述了 Protel DXP 电路设计软件的各种应用; 电路图设计基础; 电路图绘图技巧, 层次式原理图的绘制方法; 元器件库的创建, 元器件的编辑与制作; PCB 板设计基础, PCB 板的手工布线、自动布线, PCB 板的高级编辑技巧; 集成元器件库的创建方法; 电路仿真的设置、仿真过程及波形分析等。

本书语言通俗易懂, 内容翔实, 突出以实例为中心的特点, 通过本书的学习与实践, 不仅可以使 Protel 的老用户很快适应新版本的要求, 而且可以使初学者在较短时间内尽快掌握 Protel DXP 的应用。

本书可作为全国各类高等院校电气类、电子类、自控类等相关专业的教材, 也可作为培训及从事电子技术工程技术人员参考用书。

目 录

第 1 章 Protel DXP 概述	1
1.1 Protel DXP 简介	1
1.2 Protel DXP 的系统要求	2
1.3 Protel DXP 的新增功能	3
小结	10
习题	11
第 2 章 电路原理图设计基础	12
2.1 Protel DXP 主窗口	12
2.2 原理图环境设置	21
小结	38
习题	38
第 3 章 原理图编辑	39
3.1 元器件的操作	39
3.2 元器件的批量编辑	49
3.3 元器件自动编号	56
3.4 导线的操作	58
3.5 屏幕显示的操作	63
3.6 原理图布局的调整	69
小结	75
习题	76
第 4 章 层次式原理图设计	77
4.1 自上向下设计	77
4.2 自下向上设计	84
4.3 层次原理图间的切换	86
小结	86

习题	87
第 5 章 原理图库文件的管理	88
5.1 浏览元器件库	88
5.2 添加和去掉元器件库	89
5.3 创建自己的元器件库	91
5.4 库与库之间元器件的复制与粘贴	93
5.5 库内元器件的删除、复制、粘贴及元器件更名	96
5.6 库中制作新元器件	96
5.7 Protel 99SE 库元器件的利用	101
小结	104
习题	104
第 6 章 PCB 电路设计基础	105
6.1 PCB 文档的操作	105
6.2 电路板的参数设置	108
6.3 布线规则设置	116
小结	129
习题	130
第 7 章 电路板的布局与布线	131
7.1 由电路图更新到 PCB 板	131
7.2 由菜单操作更新到 PCB 板	138
7.3 自动布局	144
7.4 自动布线	148
7.5 手工布线	154
7.6 PCB 验证和错误检查	161
7.7 PCB 元器件批量编辑技巧	163
7.8 PCB 的其他编辑技巧	167
小结	180
习题	181
第 8 章 PCB 库文件的管理	182
8.1 PCB 元器件库的管理	182
8.2 创建集成元器件库	191

小结	198
习题	198
第 9 章 电路仿真	200
9.1 电路仿真概述	200
9.2 电路仿真模型	201
9.3 电路仿真激励源	214
9.4 电路仿真节点设置	223
9.5 电路仿真初始状态设置	224
9.6 仿真元器件的查找	225
9.7 电路仿真分析的设置	228
9.8 仿真波形分析器	243
9.9 电路仿真实例	254
9.10 仿真过程中常见问题分析	258
小结	261
习题	261
第 10 章 PROTEL DXP 的高级操作	262
10.1 Protel DXP 菜单汉化	262
10.2 将图标的指示变为汉字	265
10.3 给元器件板上添加元器件	269
10.4 移动菜单选项或图标的位置	274
10.5 给主菜单添加选项	276
小结	278
附表 A	280
附表 B	283
参考文献	286

第 1 章 Protel DXP 概述

1.1 Protel DXP 简介

随着集成电路向超大规模和高密度方向发展,EDA 软件已经成为人们进行电子设计不可缺少的工具。随着计算机技术的进步,EDA 技术不断地适应并促进电子技术的发展。Protel 以其卓越的功能和旺盛的生命力紧跟计算机操作系统和 EDA 技术的发展步伐。早在 1987~1988 年,美国 ACCEL Technologies Inc 推出了第一个电子线路设计软件包——TANGO,这个软件包开创了电子设计自动化的先河。这个软件包现在看来比较简陋,但当时却给电子线路设计带来了设计方法和方式上的革命,人们纷纷开始用计算机来设计电子线路。随着电子业的飞速发展,TANGO 日益显示出不适应时代发展需要的弱点。为了适应科学技术的发展,Protel 公司以其强大的研发能力推出了 Protel for Dos 作为 TANGO 的升级版本。Protel for Dos 软件以其方便易学等特点于 20 世纪 80 年代在中国得到广泛应用,从此 Protel 这个名字在业内日益响亮。

20 世纪 80 年代末至 90 年代初,微软开发了第一代视窗系统(Windows 系统),随着 Windows 系统日益流行,许多应用软件也纷纷开始支持 Windows 操作系统。Protel 也全面转向 Windows 系统平台上的软件开发,相继推出了 Protel for Windows 1.0, Protel for Windows 1.5 等版本,开创了 EDA Client/Server (C/S) 模式,方便地实现了各种 EDA 工具软件的相互连接。从这时起,Protel 成为新一代电气原理图工业标准。Protel 这些版本的可视化功能给用户设计电子线路带来了很大的方便,设计者再也不用记一些繁琐的命令,也让用户减少了设计电路所花费的时间。

20 世纪 90 年代中期, Windows 95 出现了, Protel 也紧跟潮流, 1996 年推出了基于 Windows 95 的 3.x 版本。3.x 版本的 Protel 是 16 位和 32 位的混合型软件, 但是自动布线功能平平, 软件不太稳定。

1998 年, Protel 公司推出了 for Windows 95/NT 的全新 Protel 98。Protel 98 将原理图设计、印刷电路板设计、自动布线和电路图模拟仿真等集成为一体, 以其出众的功能获得了业内人士的一致好评。

1999 年, Protel 公司又推出了最新一代的电子线路设计系统——Protel 99 和 Protel 99 SE 版。在 Protel 99 中加入了许多全新的特色, 如信号仿真技术和信号完整性分析技术。该软件目前成为业界使用最为广泛的软件版本。

进入 21 世纪后, 电子信息行业的发展更是突飞猛进。Protel 成功地整合多家重量级的电路软件公司, 正式更名为 Altium, 成为全世界一流的电路设计软件公司。Protel 公司在沉寂了两年后, 推出了全新版 Protel DXP, 为 21 世纪开创了电路设计新的一页。

Protel DXP 是一款基于 Windows NT/2000/XP 操作系统的全 32 位电子设计系统软件, 是 Altium 公司最新的板级 (board-level) 设计软件。它提供了一套完全集成的设计, 可以让设计者选择恰当的设计方案, 很容易地完成从设计概念形成到最终完成电路板设计的过程。Protel DXP 以项目的概念为中心, 便于整个设计所有文档的同步和整个项目的数据完整性。它整合了原理图设计、电路仿真、FPGA 设计、信号完整性分析等功能。此外, Protel DXP 还具有强大的管理功能、良好的设计平台、完全可自定义的用户环境, 因而使设计者更加灵活, 速度大大提高。

1.2 Protel DXP 的系统要求

安装并运行 Protel DXP, 最低的系统配置要求如下。

- 操作系统: Windows 2000 Professional 专业版。
- CPU: Pentium PC, 主频为 500MHz 以上。
- 硬盘: 620MB 可用硬盘空间。
- 内存: 128MB RAM。

- 显示器分辨率：1024×768，显卡支持 16 位真彩色，8MB 显存。

推荐系统配置如下。

- 操作系统：Windows XP（包括专业版和家庭版）。
- CPU：Pentium PC，主频为 1.2GHz 或者更高。
- 内存：512MB RAM。
- 硬盘：620MB 可用硬盘空间。
- 显示器分辨率：1024×768，显卡支持 32 位真彩色，32MB 显存。

Protel DXP 在用户界面上比以前的版本有了很大改进，更加个性化，并带有很多特效，因此系统要求较高。一般安装就要求占用硬盘空间大约 600MB。Protel DXP 配置越高运行效果越好。

如果用户是 Windows95/98/NT 操作系统的使用者，Altium 公司提供了 Protel 99SE 到 Protel DXP 的移植包，可以很方便地实现用户软件升级，用上 Protel DXP 的强大设计功能。

1.3 Protel DXP 的新增功能

1.3.1 新增功能

与前期版本 Protel 99 SE 相比，Protel DXP 新增和提高的功能如下。

(1) 全新的用户定制设计环境

① 完全集成化的交互式可配置用户设计环境，增强了用户接口。

- 协调一致的编辑器。
- 锁定式、浮动式和自动弹出式工作面板显示方式。
- 进行编辑工作时，浮动面板和工具栏可以自动隐藏。
- 完全的定制工具栏和可视工作环境。

② 强大的目标定位和编辑功能，交互式设计数据观察方式。

- 建立一个表达式以精确定位一组目标。
- 应用一个表达式保护、选择和缩放被定位的目标。
- 设计项目的 List View 数据表类型。
- 同时选中和编辑多个目标。

③ 项目级集成管理和设计完整性分析，强大的设计规则检查和调试。

- 项目级双向同步，错误检查，文件比较，多功能输出配置，项目级设计验证和调试。

- 比较器引擎保证了源文件和目标 PCB 文件之间的完全同步，消除了原来版本同步困难的问题。

- 用 SCC 标准接口支持常用的第三方文件版本控制系统。

- 使用一个项目文件保存项目文件和项目级设置的信息，便于管理所有的设计文件和项目级参数。

(2) 新的设计输入方式

① 原理图和 FPG A 应用设计入口支持 Xilinx 和 Altera 全系列的原形库和宏模型库。

② 直接从原理图中生成 EDIF 文件。

③ 多张分层的原理图输入。

④ 无限制的图纸数量和分层深度。

⑤ 全系列的元器件集成库包含原理图符号、PCB 封装、Spice 模型和信号完整性模型。

⑥ 分层和连贯性的导航方式，简单易用。

⑦ 通用的导入导出功能支持 OrCAD V9 和 V7 环境的原理图和库的直接导入，以及 AutoCAD R14 及以前版本文件的导入导出。

(3) 新的工程分析和验证功能

① 适应 Spice 3f5 模型的混合电路仿真器，实现混合信号电路仿真。

② 无缝集成的原理图编辑器在没有网络表导入导出的情况下，允许直接从原理图进行仿真。

③ 数字 Sim Code 描述语言扩展到 Xspice，允许数字器件传输延迟、输入和输出负载和受控源建模。

④ 全部的电子线路分析功能，包含 AC、小信号、传输特性、噪声及 DC 分析等。

⑤ 复杂的元器件扫描和蒙特卡罗分析模型，用于测试元器件变化和容差效果。

- ⑥ 集成波形观察器可以同时进行 4 级波形显示。
- ⑦ 完全支持仿真波形后处理。
- ⑧ 在布局布线之前利用原理图进行阻抗反射预仿真。
- ⑨ 对于选定的节点, 用振荡器类型显示结果进行反射和交调干扰快速仿真, 也是满幅和集成结果测量工具。

- ⑩ 强大的终止指导器, 扫描不同的条件终端选项。
- ⑪ 前端和后端的信号完整性分析, 实现过冲、下冲、阻抗和信号斜率等可以定义成标准的 PCB 设计规则。

- ⑫ 信号完整性模型可以连接到集成元器件中。

(4) 新的设计实现方式

- ① 32 个信号层、16 个布线层和 16 个机械层完全支持隐藏和掩埋过孔。

- ② 手动、交互和自动的布线功能通用的元器件布局特点如下。

- 功能强大的 ITUS 拓扑自动布线器。
- 实时布线规则。
- 支持所有的元器件封装技术。
- 推挤的交互式布线功能。
- 智能测量工具。

- ③ 完全的规则驱动设计如下。

- 49 个设计规则集。
- 精确的定位规则。
- 用户定义的设计规则级别。

- ④ 真正的多通道设计支持多层板变量, 不需要为每一层板变量保持多套文件。

- ⑤ 项目级双向同步、自动同步、更新源文件和目标板设计, 使得不同设计文件之间切换更加方便。

- ⑥ 强大的机械、电气文件格式导入导出方式可导入 OrCAD layout V9 的 PCB 文件和库文件, 并可导入导出 R14 版本的 AutoCAD DX 和 DWG 文件。

(5) 新的输出设置和生成方式

- ① 输出文件的项目级定义以项目形式保存的输出配置。

② 支持的输出类型如下。

- 装配图和拾取布局文件。
- 原理图和 PCB 制图。
- Gerber、NC 钻孔和 ODB++ 装配文件。
- EDIF、VHDL、Spice、Multi Wire 和 Protel 的网络表输出格式。

- 原料清单。
- 仿真报告。

③ 完全的计算机辅助制造 (CAM) 功能, 强大的 CAM 预览和编辑功能如下。

- 扩展打印和观察工具。
- ODB++ 或 Gerber 的导入导出功能。
- 制作参数设计规则检查。
- 平板化设计。
- NC 布线通路定义。

1.3.2 设计参数

(1) 原理图设计参数

- 最大幅面: 64in^① × 64in。
- 最大幅面分辨率: 0.1in。
- 每个项目的最大幅面: 无限制。
- 幅面分层: 无限制的深度。
- 字体支持: 所有 Windows 字体。
- 输出器件支持: 所有的 Windows 输出器件支持。
- 网表输出格式: Protel PCB 的 EDIF2.0、FPGA 的 EDIF2.0、PLD 的 CUPL、Multi Wire、Spice 3F5 以及 VHDL。
- 每个图纸的最大元器件数: 无限制。
- 每个元器件的最大引线端子数: 无限制。
- 每个库的最大元器件最大数: 无限制。

① 1in=0.0254m。

- 同时打开的库文件最大数：无限制。
- 电气绘图工具：总线、总线入口、元器件、连接点、电源端口、导线、节点、端口、图纸符号以及图纸入口。
- 非电气绘图工具：文本注释、文本盒、弧线、椭圆弧线、椭圆、圆形统计图表、线条、矩形、圆角矩形、多边形、4 点贝塞尔曲线以及图像。
- 可指定的元器件引线端子电气类型：输入、输出、输入/输出、集电极开路、无源、高阻、发射极、电源、VHDL 缓冲器以及 VHDL 端口。
- 用户定义元器件参数：库编辑器和原理图纸。
- 报告产生器：材料清单、项目分层和交叉参考。
- 导入文件格式：所有 Protel 原理图文件格式、AutoCAD2000 版本以前的 DXF/DWG 文件格式、P-CADASCII (V15&V16) 原理图文件格式以及 OrCADCaptureV7 和 V9 版本的原理图文件格式。
- 导出文件：格式：OrCADDOS 原理图、Protel 原理图、ProtelV4 原理图、ProtelASCII、Protel 原理图模板 ASCII 和库文件格式。

(2) PCB 编辑器参数

- 74 层：32 信号层、16 机械层、16 内部版层、两个焊接掩模层、两个粘贴掩模层、2 个丝网印刷层、2 个钻孔层（钻孔向导和钻孔绘图）、一个布线禁止层以及一个多用层（跨度和信号层）。
- 最大 PCB 尺寸：100in×100in。
- 最大分辨率：线性位移 0.001mil^①；旋转角度 0.001°。
- 导入文件格式：Protel 和 Tango 网表、全部 Protel PCB 格式、R14 以前版本的 AutoCAD DXF/DWG 格式、批量和单个的 Gerber 格式、P-CADPCBASCII (V15&V16) 格式、PADS PCB ASCII 格式 (3.5 以前的各种)、OrCAD Layout (V7) 格式以及 Specctra RTE 格式。
- 导出文件格式：AutoCAD DXF/DWG、Spectra DSN、Hyper

① 1mil=1×10⁻³in=0.254×10⁻⁴m。

Lynx、Protel 网表、Protel V2.8 ASCII、V3 binary、V4 binary，以及 V5 ASCII。

- 支持的输出设备：Gerber RS274X（内部驱动器，支持嵌入式孔径）和所有 Windows 兼容打印机和绘图仪。

- 测量单位：公制和英制。

- 最大节点数：不限制。

- 生成报告类型：信息摘要、材料清单、设计分层、信号完整性、NC 钻孔、取放情况以及创造网表。

- 焊点类型：圆形、矩形和八角形。

- 焊点尺寸：0.001~99999mil。

- 焊点栈型：简单（所有层相同）、顶中底（可定义顶部、底部和中部不同类型）及全部栈（每层单独定义）。

- 过孔类型：完全过孔、层间隐藏过孔和所有层之间的隐藏过孔。

- 走线宽度：0.001~99999mil。

- 走线转向形式：任意角度、45°、带圆弧 5°、90° 以及 90° 带圆弧。

- 交互式布线模型：忽略障碍、避开障碍和推挤方式。

- 多角平面样式：90° 带阴影、45° 带阴影、垂直开口、水平开口和实心。

- 平面连通性：可指定到任一节点。

- 电源平面：所有平面层都能到任何节点，所有平面层都能多次分割。

- 每个版层的最大元器件数：无限制。

- 每个元器件的最大引线端子数：无限制。

- 每个库的最大元器件数：无限制。

- 同时打开的最多库元器件数目：无限制。

（3）自动布线参数

- 布线方法：拓扑绘图。

- 布线通过：存储、散开、模型、推挤、取消、走线间距以及增加测试点。