

# Protel DXP-2004

## 电路设计与制版实用教程

王振营 李满 杨君 等编著

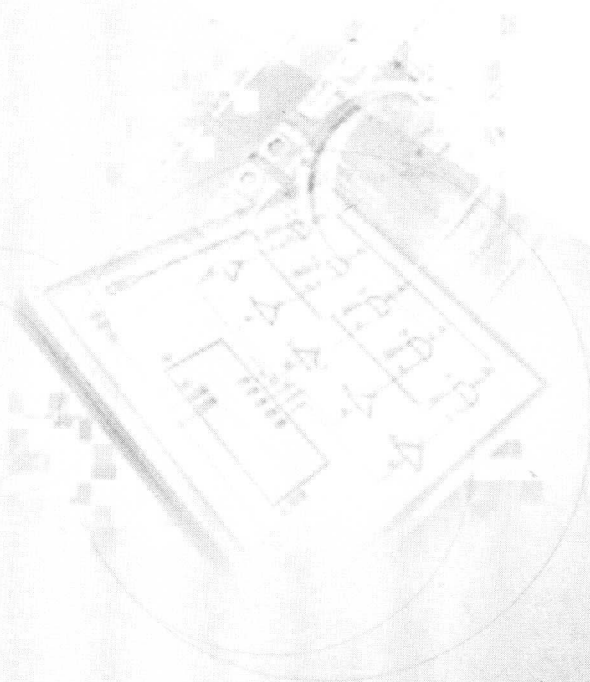


中国铁道出版社  
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

TN410.2  
84D

# Protel DXP 2004 电路设计与制版实用教程

王振营 李 满 杨 君 等编著



**中国铁道出版社**  
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

## 内 容 简 介

本书从实用的角度出发,主要介绍了利用 Protel DXP 2004 进行电路原理图设计和 PCB 设计的相关知识,内容主要包括原理图元件设计、原理图设计、印刷电路板设计、规则设置、元件布局、电路板布线、元件封装的制作、DRC 检测等,多通道电路设计作为一种特殊的层次电路设计方式,在本书得到了详细的介绍。

本书结合实例,使读者轻松掌握使用 Protel DXP 2004 设计印制电路板的精髓,其中还穿插介绍了很多利用 Protel DXP 2004 进行电路设计的实用技巧,对于提高设计效率很有帮助。此外书中还给出了很多重要的设计指导规则,对于使用 Protel DXP 2004 来设计高质量的印刷电路板有很好的指导作用。

本书内容翔实丰富,叙述简洁易懂,层次清晰严谨,适合从事电路设计人员阅读,也可供广大电路制作爱好者参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

Protel DXP 2004 电路设计与制版实用教程/王振营  
等编著. —北京:中国铁道出版社, 2006. 3

ISBN 7-113-07002-7

I. P... II. 王... III. 印刷电路—计算机辅助设计  
—应用软件, Protel DXP 2004—教材 IV. TN410.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 028713 号

书 名: Protel DXP 2004 电路设计与制版实用教程

作 者: 王振营 李 满 杨 君 等

出版发行: 中国铁道出版社(100054, 北京市宣武区右安门西街 8 号)

策划编辑: 严晓舟 郭毅鹏

责任编辑: 苏 茜 吴 楠 郑 双

封面设计: 薛 为

封面制作: 白 雪

责任校对: 王占清

印 刷: 北京市彩桥印刷有限责任公司

开 本: 787×1092 1/16 印张: 20.5 字数: 464 千

版 本: 2006 年 6 月第 1 版 2006 年 6 月第 1 次印刷

印 数: 1~5 000 册

书 号: ISBN 7-113-07002-7/TP·1770

定 价: 35.00 元(含盘)

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社计算机图书批销部调换。

# 前 言

Protel DXP 2004 全面继承了已往 Protel 软件的功能,优化了设计浏览器平台,并且具备了许多先进的设计特点,为用户提供了全新的电路设计解决方案。Protel DXP 2004 的最大特点就是采用整体设计概念,使各种设计工具无缝集成,同步化程度更高,并支持真正双向设计同步。此外,Protel DXP 2004 人性化设计程度更高,使用更方便,其 Windows XP 的界面风格更加轻松自如,令人耳目一新。

## 本书主要内容

本书主要介绍了 Protel DXP 2004 的各个方面,适合于具有一定基础的用户使用。主要内容共分 14 章。

第 1 章介绍 Protel DXP 2004 的特点、设计思路等知识。本章以一个方波发生电路为例,介绍了利用 Protel DXP 2004 进行电路设计的基本流程,使用户熟悉 Protel DXP 2004,可作为 Protel DXP 2004 的快速入门。

第 2 章介绍原理图元件库的编辑。通过几个实例介绍元件的制作方法,本章还提出一些比较有用的技巧,比如利用引脚排列的无关性针对特定的应用设计特定的元件等。

第 3 章介绍原理图设计的相关知识。本章结合大量的实例,介绍了原理图设计的方方面面,特别是层次原理图设计,是掌握大型电路设计所必需的,用户要好好掌握。另外还介绍了编译调试、报表输出等原理图设计的相关知识,要设计出正确美观的电路,需要系统地掌握这些知识。

第 4 章介绍有关网络报表的一些知识,包括网络报表的生成、对网络报表的操作等知识。网络报表可以说是给出了印刷电路板设计所需要的全部信息,虽然 Protel DXP 2004 支持从原理图到 PCB 板的同步设计,但是网络报表仍然具有重要的意义。

第 5 章介绍 PCB 的一些知识,包括印刷电路板材料,常规电路板的制作方法,还给出一个可以自己动手制作印刷电路板的方法,最后给出电路板的组装工艺。这些知识在其他书本上很难找到,但对于设计而言这些知识却是相当重要的。

第 6 章介绍 PCB 封装的相关知识,包括封装设计准则、选择封装的基本原则等,最后结合了几个典型的实例对利用向导、手动设计,以及两者相结合设计进行了阐述。

第 7 章介绍印刷电路板设计的基础知识,包括参数设置、利用向导创建 PCB 文件、手工创建 PCB 文件、元件库的导入等知识。这些知识是印刷电路板设计的基础。

第 8 章介绍元件布局的相关知识,包括元件布局的一些原则以及元件布局的方法步骤。要想有好的元件布局,需要读者在实践中总结经验,多多练习才能提高自己的水平,本章给出的布局原则,就是作者的经验总结。

第 9 章介绍 PCB 设计规则设置的相关知识,包括设计规则的设置、用智能语句定义规则等知识。之所以用大量的篇幅介绍规则设置,是因为在设计复杂的电路板时,电路规则的设置就显得非常重要,本章介绍的用智能语句定义规则,在其他书本中是不容易找到的。

第 10 章介绍布线的相关知识,包括布线的原则、自动布线、手工调整、DRC 检查等知识。本章结合实例,对知识点进行深入浅出的介绍。本章给出的布线的原则设计技巧等知识希望读者能认真体会。

第 11 章介绍报表生成的相关知识,包括电路板信息报表、网络状态表和测量相关的报表等内容。这些报表对设计过程和以后阅读存档文件都具有重要的参考价值。

第 12 章介绍可靠性设计的知识,包括 PCB 设计总则、电磁抗干扰、热设计等方面。本章内容可以说是作者的经验之谈,希望读者能够认真掌握。

第 13 章介绍多通道电路设计的知识,包括多通道电路设计的概念、多通道电路的设计方法、元件标识规则等知识。Protel DXP 2004 支持真正的多通道电路设计,作为一种特殊的层次电路设计方法,多通道电路设计可以大大方便设计者绘制重复电路。

第 14 章通过一个综合实例回顾了 Protel DXP 2004 的设计流程。从原理图元件库设计、原理图设计,到印刷电路板的设计、元件布局、布线等都进行了细致的讲述,通过这个实例读者能够对电路设计的全过程有一个深入地了解。

## 本书主要特点

本书特点鲜明,图文并茂,全书整体架构层次清晰严谨。各章知识的讲解过程实例丰富实用,讲解详细深入。对于每一步设计,都尽量给出相应实例,每个实例都有详细的步骤辅助学习,同时在介绍实例过程中穿插介绍一些设计技巧。本书特别注重知识的融会贯通,不是孤立地讲述某个操作命令,而是将多个命令结合在一起讲述。

本书在某些章节给出了一些重要的设计指导,对于使用 Protel DXP 2004 来进行设计的用户来说,是不可多得的材料,其中有关于焊盘设计、元件选取、布局布线和可靠性设计等方面的重要规则,这些规则对于用户设计高质量电路板来说将起到一个重要的指导作用。

除了设计指导外,本书还介绍了一些比较有用的内容,如板材、印刷电路板常规和手工制作的方法、印刷电路板的工艺流程、板层等,这些内容对于设计而言是相当重要的知识点,如果不了解工艺流程,那么往往设计出来的板子从电路上行得通却无法组装。

全书内容丰富实用、语言通俗易懂,层次清晰严谨,适合从事电路设计人员阅读,也可供广大电路制作爱好者参考。

## 结束语

本书的作者王振营、李满、杨君等长期从事印刷电路板设计工作,具有丰富的实践经验。本书凝聚了作者以及许多朋友的心血和汗水,在测试与验证书中所叙述的内容上花了相当多的时间,希望使本书具有更强的可操作性和实用性,深入浅出、多角度、全方位地将 Protel DXP 2004 的强大功能呈现在读者面前。参加本书资料整理、预读等工作的有:陈河南、于樊鹏、韦笑、姜真杰、贺军、贺民、王雷、龚亚萍、李志云、戴军、陈安南、李晓春、吴少波、陈安华、孙宏、赵成璧、纪红、侯佳宜、许伟、戴文雅、任世华、汤效平、裘蕾、陈占军、李季、梁彩隆等。

信息技术的发展十分迅速,EDA 技术更是如此,限于编者水平和时间,书中的疏漏和不足在所难免,敬请广大读者批评指正,如果读者在阅读本书的过程中遇到问题,或有其他意见和建议,请发电子邮件至:book\_service@126.com。我们将竭诚为您提供帮助,并努力改进今后的工作,奉献给读者高品质的图书。

编 者  
2006 年 4 月

# 目 录

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| 第 1 章 初识 Protel DXP 2004 .....        | 1  |
| 1.1 Protel DXP 2004 的特点和新增功能 .....    | 2  |
| 1.2 Protel DXP 2004 设计时的文件管理 .....    | 3  |
| 1.3 Protel DXP 2004 的设计思路 .....       | 5  |
| 1.3.1 项目的提出 .....                     | 5  |
| 1.3.2 整体设计规划 .....                    | 6  |
| 1.3.3 原理图设计 .....                     | 6  |
| 1.3.4 印刷电路板设计 .....                   | 15 |
| 1.3.5 DRC 检查 .....                    | 23 |
| 小 结 .....                             | 24 |
| 第 2 章 创建原理图元件 .....                   | 25 |
| 2.1 Protel DXP 2004 的元件库 .....        | 26 |
| 2.2 创建原理图元件 .....                     | 27 |
| 2.2.1 启动元件库文件编辑器 .....                | 27 |
| 2.2.2 在元件库中创建新的元件 .....               | 28 |
| 2.2.3 元件绘图工具简介 .....                  | 28 |
| 2.3 元件库的实用操作 .....                    | 30 |
| 2.3.1 复制原理图元件 .....                   | 30 |
| 2.3.2 阵列式粘贴 .....                     | 31 |
| 2.3.3 自动更新功能 .....                    | 32 |
| 2.4 模拟元件的制作 .....                     | 32 |
| 2.4.1 实例：制作三极管 .....                  | 32 |
| 2.4.2 实例：制作变压器 .....                  | 34 |
| 2.5 数字元件的制作 .....                     | 36 |
| 2.5.1 实例：绘制单片机芯片 AT89C2051 元件图 .....  | 36 |
| 2.5.2 实例：绘制 TTL 集成电路 74LS04 元件图 ..... | 38 |
| 2.6 库文件输出报表 .....                     | 39 |
| 2.6.1 元件报表 .....                      | 39 |
| 2.6.2 元件规则检查报表 .....                  | 40 |
| 2.6.3 元件库报表 .....                     | 42 |
| 2.7 创建集成库 .....                       | 42 |
| 2.7.1 创建元件库 .....                     | 43 |
| 2.7.2 为元件添加封装模型 .....                 | 43 |
| 2.7.3 创建集成库项目 .....                   | 47 |

|       |                                  |    |
|-------|----------------------------------|----|
| 2.7.4 | 添加库文件 .....                      | 47 |
| 2.7.5 | 编译集成库项目 .....                    | 48 |
| 2.8   | 注意事项与技巧 .....                    | 49 |
| 2.8.1 | 隐含引脚的处理 .....                    | 49 |
| 2.8.2 | 引脚排列无关性 .....                    | 49 |
| 小 结   | .....                            | 49 |
| 第 3 章 | 原理图设计 .....                      | 51 |
| 3.1   | 原理图设计流程 .....                    | 52 |
| 3.2   | 设置图纸环境 .....                     | 52 |
| 3.2.1 | 设置图纸尺寸 .....                     | 53 |
| 3.2.2 | 关于网格的设置 .....                    | 54 |
| 3.3   | 电路实例 .....                       | 54 |
| 3.3.1 | 连线工具栏介绍 .....                    | 54 |
| 3.3.2 | 设计一个四分频电路 .....                  | 55 |
| 3.3.3 | 设计 4×4 行列式键盘控制 .....             | 60 |
| 3.4   | 层次原理图设计 .....                    | 64 |
| 3.4.1 | 自顶向下的设计方法 .....                  | 65 |
| 3.4.2 | 自底向上的设计方法 .....                  | 66 |
| 3.4.3 | 实例：设计四端串行接口（自顶向下的设计） .....       | 67 |
| 3.4.4 | 实例：设计 8051 系统（自底向上的设计） .....     | 70 |
| 3.4.5 | 实例：设计通用的 USB 接口模块（自底向上的设计） ..... | 74 |
| 3.5   | 编译检测 .....                       | 76 |
| 3.5.1 | 设置错误报告选项 .....                   | 76 |
| 3.5.2 | 设置连接矩阵 .....                     | 79 |
| 3.5.3 | 设置比较器 .....                      | 80 |
| 3.5.4 | 设置同步更新 .....                     | 82 |
| 3.5.5 | 设置项目选项 .....                     | 85 |
| 3.5.6 | 设置默认输出选项 .....                   | 86 |
| 3.6   | 编译调试 .....                       | 87 |
| 3.6.1 | 典型的 ERC 错误原因 .....               | 87 |
| 3.6.2 | 编译调试方法 .....                     | 88 |
| 3.7   | 报表输出 .....                       | 89 |
| 3.7.1 | 输出层次报表 .....                     | 89 |
| 3.7.2 | 输出元器件报表 .....                    | 90 |
| 3.7.3 | 元件交叉参考报表 .....                   | 92 |
| 3.8   | 原理图设计常见问题和设计技巧 .....             | 93 |
| 3.8.1 | 元件命名注意事项 .....                   | 93 |
| 3.8.2 | 接地和电源 .....                      | 94 |
| 3.8.3 | 生成工程元件库 .....                    | 94 |



|       |                           |     |
|-------|---------------------------|-----|
| 3.8.4 | 为元件标号.....                | 94  |
| 3.8.5 | 层次原理图之间的切换.....           | 95  |
| 小 结   | .....                     | 96  |
| 第 4 章 | 网络报表.....                 | 97  |
| 4.1   | 网络报表的结构.....              | 98  |
| 4.1.1 | 元件的声明.....                | 98  |
| 4.1.2 | 网络的声明.....                | 98  |
| 4.2   | 网络报表的生成.....              | 99  |
| 4.2.1 | 输出单个文档的网络报表（自激多谐振荡器）..... | 99  |
| 4.2.2 | 输出项目的网络报表.....            | 101 |
| 4.3   | 编辑网络报表.....               | 101 |
| 4.3.1 | Find 命令.....              | 101 |
| 4.3.2 | Replace 命令.....           | 102 |
| 4.3.3 | Goto Line Number 命令.....  | 103 |
| 小 结   | .....                     | 103 |
| 第 5 章 | 印刷电路板基础.....              | 105 |
| 5.1   | 常用印刷电路板材料.....            | 106 |
| 5.1.1 | 印刷电路板的分类.....             | 106 |
| 5.1.2 | 常用的 PCB 材料.....           | 106 |
| 5.2   | 电路板层相关知识.....             | 107 |
| 5.2.1 | 印刷电路板结构.....              | 107 |
| 5.2.2 | 工作层面类型.....               | 108 |
| 5.2.3 | PCB 板设计制作术语.....          | 109 |
| 5.3   | 电路板制作方法.....              | 112 |
| 5.3.1 | 普通单面、双面及多层印刷电路板的制作工艺..... | 112 |
| 5.3.2 | 简易单面板制作.....              | 112 |
| 5.3.3 | 简易双面板制作.....              | 113 |
| 5.4   | 印刷电路板的组装形式和加工的工艺流程.....   | 114 |
| 5.4.1 | 表面组装.....                 | 114 |
| 5.4.2 | 表面混装.....                 | 114 |
| 5.4.3 | 再流焊和波峰焊.....              | 115 |
| 小 结   | .....                     | 116 |
| 第 6 章 | 创建 PCB 元件封装.....          | 117 |
| 6.1   | 封装概述.....                 | 118 |
| 6.1.1 | 分立元件封装概述.....             | 118 |
| 6.1.2 | IC 封装概述.....              | 121 |
| 6.2   | 封装设计准则.....               | 123 |
| 6.3   | 选择封装形式的基本原则.....          | 125 |
| 6.4   | 使用向导设计引脚封装——DIP24.....    | 126 |



|       |                                   |     |
|-------|-----------------------------------|-----|
| 6.4.1 | 新建元件封装库.....                      | 126 |
| 6.4.2 | 设计 DIP24 .....                    | 127 |
| 6.5   | 实例: 手动设计引脚封装——双刀双掷继电器 .....       | 129 |
| 6.5.1 | 手工建立元件封装前的参数设置 .....              | 129 |
| 6.5.2 | 手工绘制元件封装 .....                    | 130 |
| 6.6   | 元件封装设计实例——Multiwatt 15 元件 .....   | 132 |
| 6.7   | 元件封装设计实例——七段数码显示器 .....           | 136 |
| 6.8   | PCB 元件封装设计技巧 .....                | 137 |
| 6.8.1 | 引脚封装库的管理 .....                    | 137 |
| 6.8.2 | 在 PCB 文件中添加元件封装 .....             | 138 |
| 6.8.3 | 建立项目元件库 .....                     | 139 |
| 6.8.4 | 特别注意事项 .....                      | 139 |
| 小 结   | .....                             | 139 |
| 第 7 章 | 印刷电路板设计 .....                     | 141 |
| 7.1   | 印刷电路板设计流程 .....                   | 142 |
| 7.2   | 参数设置 .....                        | 143 |
| 7.3   | 利用向导建立 PCB 文件 .....               | 148 |
| 7.4   | 手工创建 PCB 文件 (实例: 驱动微型马达的板框) ..... | 151 |
| 7.5   | 元件库的导入 .....                      | 155 |
| 7.6   | 网络报表的导入 .....                     | 156 |
| 小 结   | .....                             | 157 |
| 第 8 章 | 元件布局 .....                        | 159 |
| 8.1   | 元件布局的原则 .....                     | 160 |
| 8.2   | 元件布局的方法步骤 .....                   | 162 |
| 8.2.1 | 手工预布局 .....                       | 162 |
| 8.2.2 | 自动布局 .....                        | 163 |
| 8.2.3 | 手工调整布局 .....                      | 165 |
| 8.2.4 | 网络密度分析 .....                      | 166 |
| 8.2.5 | 3D 效果图 .....                      | 166 |
| 8.2.6 | 文字标注的自动调整 .....                   | 168 |
| 小 结   | .....                             | 168 |
| 第 9 章 | PCB 板设计规则设置 .....                 | 169 |
| 9.1   | 设计规则的设置 .....                     | 170 |
| 9.1.1 | 电气规则 .....                        | 171 |
| 9.1.2 | 走线规则 .....                        | 173 |
| 9.1.3 | 表贴焊盘规则 .....                      | 180 |
| 9.1.4 | 阻焊层规则 .....                       | 182 |
| 9.1.5 | 电源层规则 .....                       | 184 |
| 9.1.6 | 测试点规则 .....                       | 186 |

|        |                                 |     |
|--------|---------------------------------|-----|
| 9.1.7  | 电路板制作规则 .....                   | 189 |
| 9.1.8  | 高频电路规则 .....                    | 191 |
| 9.1.9  | 图件布置规则 .....                    | 194 |
| 9.1.10 | 信号完整性规则 .....                   | 197 |
| 9.2    | 智能语句 .....                      | 202 |
| 9.2.1  | 智能约束语句介绍 .....                  | 202 |
| 9.2.2  | 用智能语句 (Query Helper) 定义规则 ..... | 203 |
| 9.3    | 利用规则设置向导定义规则 .....              | 207 |
| 9.4    | 设计规则检查 .....                    | 207 |
| 9.4.1  | 在线设计规则检查 .....                  | 208 |
| 9.4.2  | 批处理设计规则检查 .....                 | 208 |
| 9.5    | 规则设置技巧 .....                    | 209 |
| 9.5.1  | 类的使用 .....                      | 209 |
| 9.5.2  | PCB 面板的使用 .....                 | 214 |
| 9.5.3  | 规则的导入和导出 .....                  | 215 |
| 小 结    | .....                           | 216 |
| 第 10 章 | 布线 .....                        | 217 |
| 10.1   | 布线的原则 .....                     | 218 |
| 10.2   | 自动布线 .....                      | 219 |
| 10.2.1 | 设置自动布线的参数 .....                 | 219 |
| 10.2.2 | 自动布线 .....                      | 221 |
| 10.3   | 手动布线 .....                      | 222 |
| 10.3.1 | 手工修改布线 .....                    | 223 |
| 10.3.2 | 覆铜 (放置填充区)、包地和补泪滴 .....         | 224 |
| 10.3.3 | 内部电源层的使用 .....                  | 227 |
| 10.4   | DRC 检查 .....                    | 230 |
| 10.5   | 多层板实例: 设计 PCB 板 .....           | 232 |
| 10.5.1 | 电路原理图 .....                     | 232 |
| 10.5.2 | 生成 PCB 文件 .....                 | 233 |
| 10.5.3 | PCB 板规则设置 .....                 | 235 |
| 10.5.4 | 布局和布线 .....                     | 235 |
| 10.5.5 | 布线后的调整 .....                    | 238 |
| 10.5.6 | DRC 检查 .....                    | 239 |
| 10.6   | PCB 设计常见问题 .....                | 240 |
| 10.6.1 | PCB 完成后却发现原理图有误 .....           | 240 |
| 10.6.2 | 方便设计的交叉参考 .....                 | 240 |
| 10.6.3 | 开一个方孔 .....                     | 241 |
| 10.6.4 | 等宽导线增加载流能力 .....                | 241 |
| 10.7   | 单面板、双面板和多面板的选择 .....            | 241 |

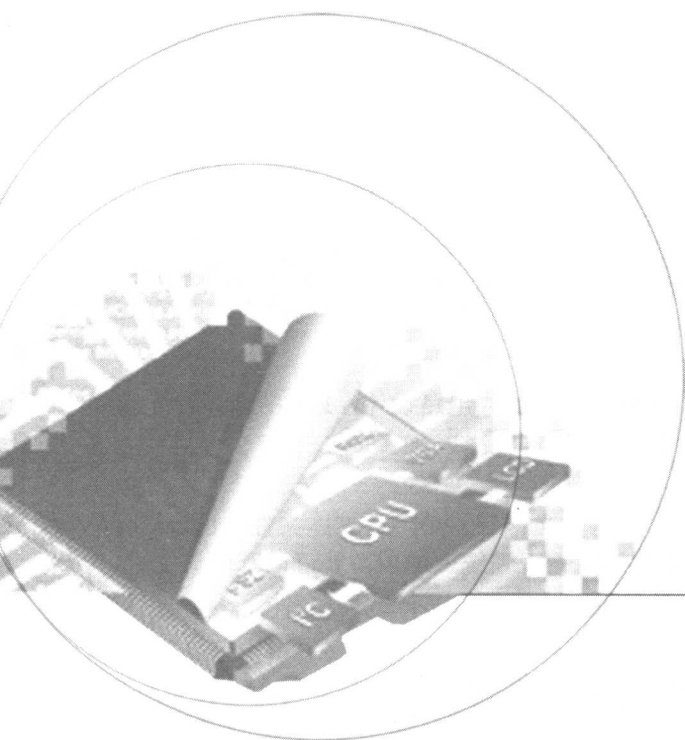
|        |                                     |     |
|--------|-------------------------------------|-----|
| 10.7.1 | 单面板.....                            | 241 |
| 10.7.2 | 双面板.....                            | 242 |
| 10.7.3 | 多面板.....                            | 242 |
| 小 结    | .....                               | 242 |
| 第 11 章 | 报表生成 .....                          | 243 |
| 11.1   | 电路板信息报表.....                        | 244 |
| 11.1.1 | General 标签 .....                    | 244 |
| 11.1.2 | Component 标签 .....                  | 245 |
| 11.1.3 | Nets 标签 .....                       | 245 |
| 11.1.4 | 电路板报表.....                          | 246 |
| 11.2   | 从 PCB 图生成网络报表.....                  | 247 |
| 11.3   | 网络状态表.....                          | 248 |
| 11.4   | 测量相关报表.....                         | 249 |
| 11.5   | 其他报表.....                           | 250 |
| 小 结    | .....                               | 250 |
| 第 12 章 | 可靠性设计 .....                         | 251 |
| 12.1   | PCB 设计总体原则 .....                    | 252 |
| 12.2   | 电磁抗干扰.....                          | 252 |
| 12.3   | 热设计.....                            | 255 |
| 12.4   | 数字电路抗干扰.....                        | 256 |
| 12.4.1 | 干扰产生的原因 .....                       | 256 |
| 12.4.2 | 数字电路抗干扰设计 .....                     | 256 |
| 小 结    | .....                               | 258 |
| 第 13 章 | 多通道电路设计 .....                       | 259 |
| 13.1   | 多通道电路设计的概念 .....                    | 260 |
| 13.2   | 多通道电路设计方法 .....                     | 261 |
| 13.2.1 | 创建 PCB 项目 .....                     | 261 |
| 13.2.2 | 绘制顶层原理图.....                        | 261 |
| 13.2.3 | 绘制底层原理图.....                        | 263 |
| 13.3   | 切换通道.....                           | 264 |
| 13.3.1 | 使用专用命令切换层次图并查看通道 .....              | 265 |
| 13.3.2 | 使用 Navigator 面板切换通道 .....           | 266 |
| 13.3.3 | 使用菜单命令 View Channels 查看通道 .....     | 266 |
| 13.4   | 多通道元件标志规则 .....                     | 267 |
| 13.4.1 | Room Naming Style 下拉列表框 .....       | 267 |
| 13.4.2 | Level Separator for Paths 编辑框 ..... | 270 |
| 13.4.3 | Designator Format 下拉列表框 .....       | 270 |
| 13.4.4 | Set To Defaults 按钮.....             | 271 |

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 13.5 多通道设计实例：混频电路 .....     | 272 |
| 13.5.1 绘制子电路图 .....         | 273 |
| 13.5.2 建立子图对应的图纸符号 .....    | 274 |
| 13.5.3 定义通道数量 .....         | 275 |
| 13.5.4 网络连接和多通道元件标号设置 ..... | 277 |
| 13.5.5 项目编译 .....           | 279 |
| 13.5.6 新建 PCB 文件 .....      | 280 |
| 13.5.7 对其中一个通道进行元件布局 .....  | 281 |
| 13.5.8 其他通道的布放 .....        | 282 |
| 13.5.9 检查各通道元件标号分配 .....    | 284 |
| 小 结 .....                   | 285 |
| 第 14 章 综合实例 .....           | 287 |
| 14.1 总体方案分析 .....           | 288 |
| 14.1.1 安装方式 .....           | 288 |
| 14.1.2 电气性能要求 .....         | 288 |
| 14.1.3 接口要求 .....           | 289 |
| 14.2 原理图设计 .....            | 289 |
| 14.2.1 原理图元件设计 .....        | 289 |
| 14.2.2 原理图设计 .....          | 293 |
| 14.2.3 层次原理图设计 .....        | 295 |
| 14.2.4 报表生成 .....           | 299 |
| 14.3 印刷电路板设计 .....          | 300 |
| 14.3.1 制作元件封装 .....         | 300 |
| 14.3.2 元件布局 .....           | 301 |
| 14.3.3 规则设置 .....           | 303 |
| 14.3.4 自动布线 .....           | 307 |
| 14.4 DRC 检查 .....           | 309 |
| 小 结 .....                   | 310 |
| 附录 快捷键一览 .....              | 311 |
| 附录 A 原理图设计快捷键速查表 .....      | 312 |
| 附录 B PCB 快捷键速查表 .....       | 314 |

# CHAPTER

# 1

## 初识 Protel DXP 2004



**Protel**DXP

本章将简要介绍 Protel DXP 2004 的一些特点, 并通过一个简单的设计实例让读者对 Protel DXP 2004 的整体设计有一个感性认识, 了解设计的全部轮廓和整体思路, 对 Protel DXP 2004 电路设计有一个宏观的全局的思想, 主要有以下几方面内容:

- Protel DXP 2004 的特点和新增功能
- Protel DXP 2004 设计时的文件管理
- Protel DXP 2004 的设计思路

## 1.1 Protel DXP 2004 的特点和新增功能

Protel DXP 2004 是一款基于 Windows XP/NT/2000 的全 32 位完整的电路板卡级设计系统, 真正实现了在单个应用程序中的集成。设计从一开始就是为了支持整个设计过程。在继承了前面 Protel 系列软件功能的基础上, 它又增加了许多功能。

### 1. Protel DXP 2004 的特点

Protel DXP 2004 是 Altium 公司最新一代全线的板卡级设计系统。Protel DXP 2004 运行在优化了的设计浏览器的平台, 它主要由原理图设计、原理图仿真、印刷电路板设计、自动布线器和 FPGA 设计组成。它具备了所有当今先进的设计特点, 以便处理各种复杂的 PCB 设计过程。通过把设计输入仿真、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融合, Protel DXP 2004 为用户提供了全线的设计解决方案。

其主要功能特点有:

- 各种设计工具无缝集成, 同步化程度更高。
- 人性化设计, 更易使用, Windows 风格。
- 支持自然的非线性设计流程——真正双向设计同步。
- 整体设计概念, 支持 VHDL 设计和混合模式设计, 如 FPGA。
- SITUS 拓扑布线技术——下一代的布线技术。

### 2. Protel DXP 2004 的新增功能

在兼容以前的 Protel 的各种版本功能的基础上, Protel DXP 2004 新增了如下功能:

#### ◆ 整合式的元件与元件库

Protel DXP 2004 采用整合式的元件, 在一个元件里整合了元件符号 (Symbol)、元件封装 (Footprint)、SPICE 元件模型 (电路仿真所使用的) 和 SI 零件模型 (信号完整性分析所使用的)。

#### ◆ 多通道电路设计

Protel DXP 2004 提供多通道电路设计, 类似重复阶层式电路设计, 只要设计其中一部分电路图即可多次使用该电路图, 就像有很多个相同的电路图一样。

#### ◆ 新文件管理模式

Protel DXP 2004 提供三种文件管理模式, 可将各文件导入单一数据库文件, 也可以存为 Windows 文件即一般的分离文件而不需要数据库管理系统 (ODBC) 就可以存取该文件, 此外新增了一个混合模式也就是在数据库文件外再存为独立的 Windows 文件。

#### ◆ 多屏幕显示模式

对于同一个文件设计者可开启多个窗口在不同的屏幕上显示。

## ◆ 双向同步设计

Protel DXP 2004 新增了超强的比较功能,该功能可以对两个相同格式的档案进行比较以得到其版本的差异性,也可以对不同格式的档案进行比较,例如电路板档案与网络报表档案等。进行比较后所产生的报告档案可作为更新设计的依据,从而达到设计工作的完全同步。

## ◆ 拓扑式自动布线

Protel DXP 2004 所提供的拓扑式完全顺应设计规则的规范,其内建的 BGA 布线策略对于高密度阶梯式 BGA 元件提供快速具有审美观的走线,并且提供自动修剪焊点连接线的功能,使自动布线后焊点连接更适切。

## ◆ 电路仿真

在 Protel DXP 2004 里可将仿真波形上各点资料输出(电子表格格式)以便其他程序使用,也可以输入其他程序所产生的波形资料。增强了波形窗口的绘图功能,例如放置标题栏卷标画线等,同时 Windows 的剪贴功能在此也可以应用。可以将不同的波形放置在一起,也可以同时使用多个不同的 Y 轴坐标。

## ◆ 信号完整性分析

在 Protel DXP 2004 里可直接在 PCB 编辑器中进行信号完整性分析,Protel DXP 2004 提供高度整合的元件库,元件属性里已包括信号完整性分析的模型(SI Model),使用者不必再烦恼元件问题。

## 1.2 Protel DXP 2004 设计时的文件管理

Protel DXP 2004 的文件管理是先建立一个后缀为 PrjGrp 的文件,然后以项目文件(后缀为 PrjPCB 或 PrjFpg)进行管理。

### 1. 建立项目文件

执行菜单命令 File | New, 新建立一个项目文件 PrjPCB 或 PrjFpg, 当建立项目文件后,所有的文件都在其目录下,如图 1-1 所示。



图 1-1 项目文件的建立

建立项目文件后,单击鼠标右键弹出快捷菜单,执行快捷菜单中的 Add New to Project, 命令,可以在当前打开的项目文件中添加新的原理图文件、PCB 文件或其他文件;对于不属于任何项目文件的自由文档(如独立的原理图文件、PCB 文件等),选中后单击鼠标右



键，执行快捷菜单中的 Add to Project 命令可以将该自由文档添加到指定的项目文件中。

## 2. Protel 99SE 的文件与 Protel DXP 2004 的转化

在 Protel DXP 2004 (包括 Protel DXP) 问世之前，许多电路板都是用 Protel 99SE 开发设计的，利用 Protel 99SE 设计时所有文件都集成在一个数据库文件中 (后缀为 .ddb)，这与 Protel DXP 2004 有较大不同。为了更好地加快开发，有必要把以前设计的文件在 Protel DXP 2004 里继续使用。下面简要介绍转化操作。

要将 Protel 99SE 的数据库文件导入 Protel DXP 2004，可以按照下面的操作步骤进行：

**step 1)** 首先执行菜单命令 File | Open，选中 Protel 99SE 的数据库文件，如图 1-2 所示。

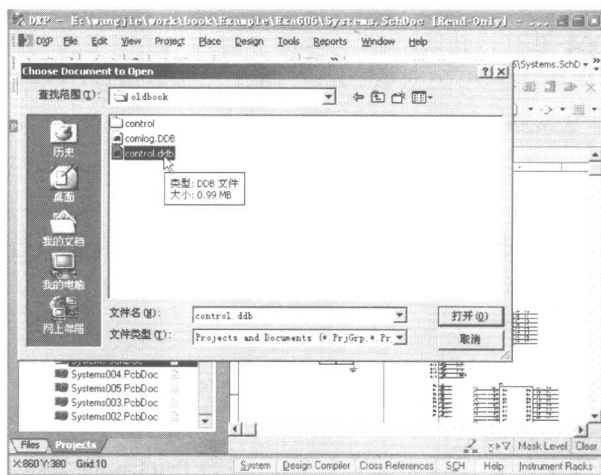


图 1-2 选中 Protel 99SE 的数据库文件

**step 2)** 双击选中的数据库文件，然后单击弹出的确认框上的 Yes 按钮，将会出现如图 1-3 所示的结果。

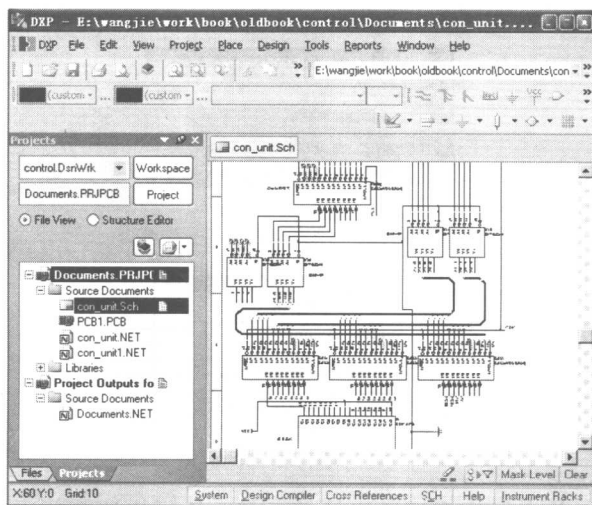


图 1-3 在 Protel DXP 2004 环境下打开 Protel 99SE 的数据库文件

**step 3)** 在图 1-3 中可以看到，Protel 99SE 的数据库文件完成了转化，转化后并没有破坏

Protel 99SE 的数据库文件构架。转化结果为\*.ddb 转化为\*.DsnWrk, \*.pcb 转化为\*.PRJPCB, \*.sch 转化为\*.schdoc。

### 3. 文件的导入

在设计过程中, 如果要用到已有的文件, 需要将该文件导入到当前的项目文件中, 这时只需先打开项目文件, 然后执行菜单命令 File | Import | AutoCAD DWG/DXF 命令, 选择要导入的文件即可。

## 1.3 Protel DXP 2004 的设计思路

本节将通过一个简单的设计实例让读者对 Protel DXP 2004 的整体设计过程有一个基本的了解, 通过本节实例, 用户将能基本使用 Protel DXP 2004 来进行简单的电路设计。本节是要给读者一个感性认识, 了解设计的全部轮廓和整体思路, 对 Protel DXP 2004 电路设计有一个宏观的全局的认识。本节将分以下几方面内容进行讲解:

- 项目的提出
- 整体设计规划
- 原理图设计
- 印制电路板设计
- DRC 检查

### 1.3.1 项目的提出

考虑到本章以学习整体的设计流程为主, 所以这里仅以一个简单的设计实验作为设计项目, 设计一个占空比可调的方波发生器, 该电路 DC 12V 供电, 简单可靠, 成本低。

这里选用 74HC14 高速施密特触发器作为设计的中心, 其电压传输特性如图 1-4 所示。

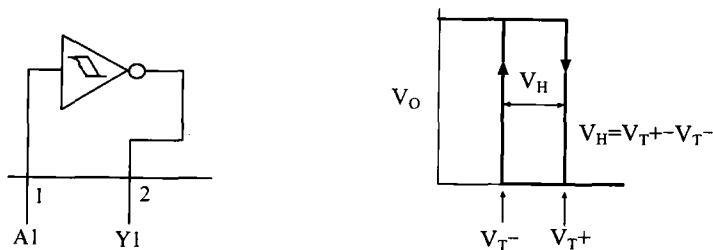


图 1-4 74HC14 电压传输特性

利用该电压传输特性搭成如图 1-5 所示电路, 2 端点输出即为一个方波信号。

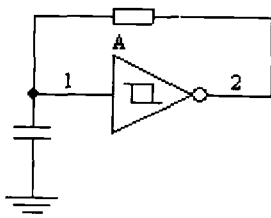


图 1-5 简单的方波原理图