

CAD 软件设计应用范例丛书

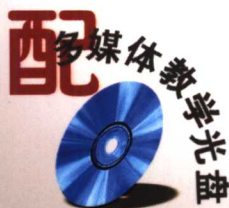
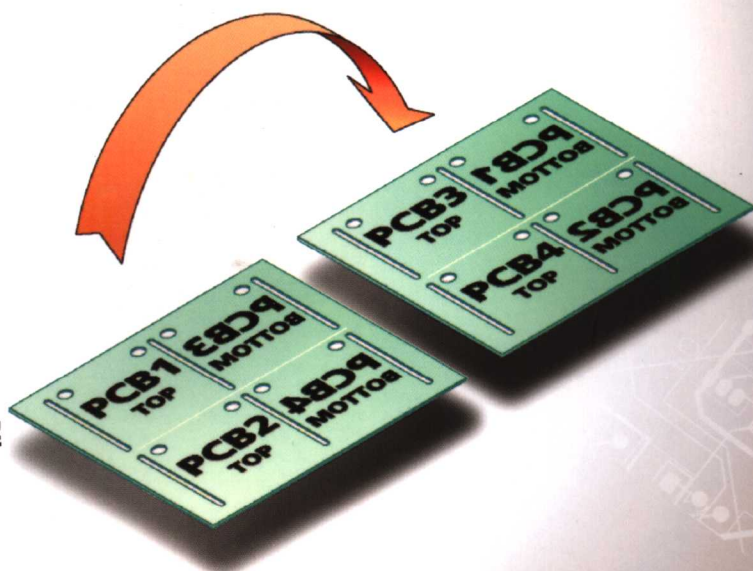


Protel 2004

电路设计应用范例

零点工作室 赵景波
薛 萍 等编著
赵景晖
王劲松

- ★专为工程师度身定做
- ★内容详实，分析透辟
- ★实例经典，源于实践
- ★多媒体教学光盘，语音讲解



清华大学出版社

CAD 软件设计应用范例丛书

Protel 2004 电路设计应用范例

零点工作室

赵景波 薛 萍 赵景晖 王劲松 等编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

Protel 2004 是 Altium 公司 (Protel Technology 公司) 开发的一款功能强大的电路设计自动化软件, 是电路 CAD 领域的主流产品。Protel 2004 是 Protel 系列软件的最新版本。本书采用讲解实例的写作风格, 每一章都详细讲解两个以上的实例, 每一个实例都是电路设计中的关键步骤, 通过练习使读者明确学习目标, 最后要求读者尝试完成一个与实例相关的练习, 并给出练习中的要点提示。通过这种讲解和练习, 不仅介绍了 Protel 2004 原理图、PCB 印制电路板、电路仿真、元件库、报表及信号完整性的绘制和使用, 而且分析了电路设计的基本思路, 并通过循序渐进的练习使读者真正掌握电路设计的技巧。书中选择的实例也是读者在电路设计和实际工作中经常会遇到的问题, 如电源电路的原理图设计、A/D 转换电路、单片机控制电路等。

本书特色鲜明, 典型实用, 适合于具有一定 Protel 2004 基础知识的电路设计人员使用, 也可以作为工程技术人员和大中专院校学生的自学教材。

版权所有, 翻印必究。举报电话: 010-62782989 13501256678 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签, 无标签者不得销售。

本书防伪标签采用特殊防伪技术, 用户可通过在图案表面涂抹清水, 图案消失, 水干后图案复现; 或将表面膜揭下, 放在白纸上用彩笔涂抹, 图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目 (CIP) 数据

Protel 2004 电路设计应用范例/赵景波, 薛萍, 赵景晖, 王劲松等编著. —北京: 清华大学出版社, 2006.5
(CAD 软件设计应用范例丛书)

ISBN 7-302-12659-3

I. P… II. ①赵… ②薛… ③赵… ④王… III. 印刷电路-计算机辅助设计-应用软件, Protel 2004
IV. TN410.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 018884 号

出 版 者: 清华大学出版社 地 址: 北京清华大学学研大厦
http://www.tup.com.cn 邮 编: 100084
社 总 机: 010-62770175 客 户 服 务: 010-62776969

组稿编辑: 陈韦凯

文稿编辑: 鲁秀敏

封面设计: 范华明

版式设计: 崔俊利

印 刷 者: 三河市春园印刷有限公司

装 订 者: 三河市新茂装订有限公司

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 185×260 印张: 20.75 彩插: 1 字数: 457 千字

版 次: 2006 年 5 月第 1 版 2006 年 5 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-12659-3/TN·313

印 数: 1~5000

定 价: 34.00 元 (附光盘 1 张)

多媒体教学光盘介绍

1. 使用说明



(1) 将光盘放入光驱中，光盘将自动运行，弹出左图所示画面。

(2) 用鼠标左键单击“进入”，画面将跳转到下面画面。

(3) 可直接单击该画面中箭头所指图标，下载播放插件 AVI-TSCC.EXE 并安装；也可在光盘根目录下双击直接安装 AVI-TSCC.EXE 应用程序。

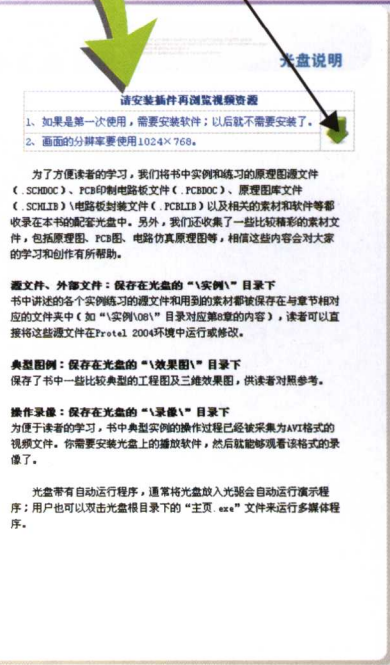


当前画面的右半部分

通过此按钮可浏览本书的各章目录

提供每一个案例最后效果图

(4) 用鼠标左键单击“操作示范”，画面将跳转到下面画面。

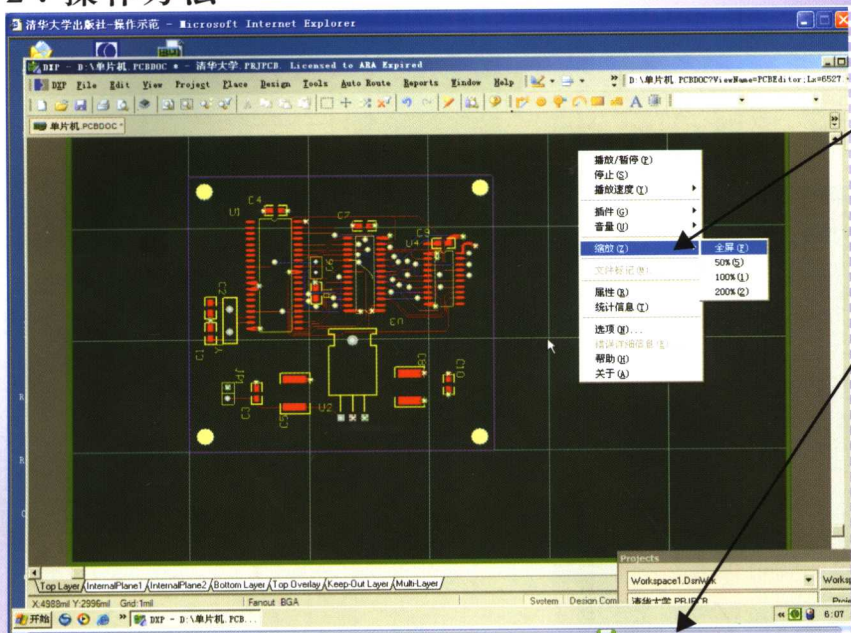


为本书所讲述案例的操作过程演示，每一个演示包括产品的制作过程和语音讲解，速度适中。

通过挪动滑块可以看到本配书盘所有演示范例。本配书盘所有演示范例清单见下页。

(5) 单击“播放”按钮，可观看相应内容的讲解。当前屏幕转向下页所示演示画面。

2. 操作方法



(1) 单击鼠标右键弹出菜单, 可以通过菜单来调整演示的状态及播放画面的大小。

(2) 通过移动进度条可以控制演示的进度。

(3) 本书所有语音讲解操作范例内容如下:

第1章 原理图设计 实例1-电源电路 播放 实例2-运算放大器电路 播放 实例3-555振荡电路 播放 实例4-AD转换电路 播放 实例5-单片机存储器电路 播放 小试身手 播放	第4章 层次原理图设计 实例1-自上而下层次原理图 播放 实例2-自下而上层次原理图 播放 实例3-层次报表输出 播放 小试身手 播放	第8章 电路仿真设计 实例1-555组成的双稳态电路的仿真 播放 实例2-带通滤波器仿真 播放 实例3-模拟放大电路仿真 播放 实例4-数模混合电路仿真 播放 实例5-扫描特性分析 播放 小试身手 播放
第2章 原理图库元件设计 实例1-NPN型晶体管 播放 实例2-变压器 播放 实例3-1-74LS373元件设计 播放 实例3-2-74LS373元件属性说明 播放 实例4-7段数码管 播放 小试身手 播放	第5章 PCB电路板设计 实例1-555电路PCB电路板 播放 实例2-单片机系统PCB电路板 播放 小试身手 播放	第9章 信号完整性分析 实例1-信号DRC检查 播放 实例2-信号完整性分析应用设计 播放 小试身手 播放
第3章 原理图输出 实例1-原理图编译 播放 实例2-原理图打印 播放 实例3-原理图网络表输出 播放 实例4-原理图元器件清单报表 播放 实例5-原理图元器件引用报表 播放 实例6-元件库报表 播放 小试身手 播放	第6章 PCB元件封装设计 实例1-接插件设计 播放 实例2-双列直插式元器件设计 播放 实例3-QFP元器件封装设计 播放 实例4-从Prote199SE中导入元器件库 播放 小试身手 播放	第10章 可编程器件设计 实例1-FPGA应用设计 播放 实例2-1-VHDL应用设计-原理图 播放 实例2-2-VHDL应用设计-测试与仿真 播放 小试身手-FPGA设计 播放 小试身手-VHDL设计 播放
	第7章 PCB报表输出 实例1-Gerber文件输出 播放 实例2-电路板信息及网络状态报表 播放 实例3-NC钻孔报表 播放 实例4-元器件清单报表 播放 实例5-交叉参考表 播放 实例6-PCB图打印输出 播放 实例7-生产加工文件输出 播放 小试身手 播放	第11章 综合实例 实例1-低纹波系数线性恒电位仪 播放 实例2-1-监控用采集器-原理图设计 播放 实例2-2-监控用采集器-PCB电路设计 播放 小试身手 播放

前 言

内容和特点

Protel 2004 是 Altium 公司最新一代桌面板级设计软件。Protel 2004 运行于优化了的设计浏览器的平台,因而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。通过设计输入方针、PCB 绘制编辑、拓扑自动布线和设计输出等技术的融合,Protel 2004 为用户提供了全新的设计解决方案,使得广大非专业人员可以快速地掌握使用,设计出漂亮的电路图和布线图。

本书的写作思想是立足于实际问题的应用设计,目标是使读者在掌握基础知识的同时,通过实例分析,开拓思路,掌握方法,提高对知识综合运用能力。在学习过程中,突出“设计理念”和“设计思路”两个重点,通过对一些应用实例的分析和讲解,不仅介绍了原理图、印制电路板、电路仿真及信号完整性的绘制和使用方法,而且说明了电路设计的基本思路,并通过循序渐进的练习使读者真正掌握电路设计的技巧。书中选择的实例也是读者在电路设计和实际工作中经常会遇到的问题,如电源电路设计、单片机控制电路设计等。

本书在策划和编写中,主要突出了以下特点:

- ❖ 重点突出,目的明确,每一章的每一个实例都具体提出了读者应该掌握的内容,使读者阅读后能够对自己应该掌握的知识心中有数。
- ❖ 强调逻辑性和循序渐进,符合读者的思维习惯,每一章的最后都有“小试身手”,便于读者巩固。
- ❖ 简单实例与综合性实例相结合,读者既能很快体验学习成果,又能将所学知识融会贯通。

全书共 11 章,结合了作者多年的实际创作经验和体会,特色鲜明,叙述上力求深入浅出、通俗易懂,相信会为读者的学习和工作带来一定的帮助。

读者对象

本书为学习 Protel 2004 的初中级读者而编写,主要包括:

- ❖ 需要进行电路板设计和制作的大学或职业学校的老师。
- ❖ 从事电路板制作的人员。
- ❖ 电子/自动化等专业的大中专院校学生。
- ❖ 负责进行企业电子产品设计及开发的人员。
- ❖ 对电路板设计感兴趣的电子爱好者。

配套光盘内容简介

为了方便读者的学习,我们将书中实例和练习的原理图源文件(.SCHDOC)、PCB 印制电路板文件(.PCBDOC)、原理图库文件(.SCHLIB)、电路板封装文件(.PCBLIB),以及相关的素材和软件等都收录在本书的配套光盘中。相信这些内容会对大家的学习和创作有所帮助。

下面是本书配套光盘内容的详细说明。

- ❖ 源文件、外部文件:保存在光盘的“\实例\”目录下。
书中讲述的各个实例练习的源文件和用到的素材都被保存在与章节相对应的文件夹中(如“\实例\08\”目录对应第8章的内容),读者可以直接将这些源文件在 Protel 2004 环境中运行或修改。
- ❖ 操作录像:保存在光盘的“\录像\”目录下。
为便于读者的学习,书中典型实例的操作过程已经被采集为 AVI 格式的视频文件。读者只需安装光盘上的播放软件,就能够观看该格式的录像了。
- ❖ 典型图例:保存在光盘的“\效果图\”目录下。
保存了书中一些比较典型的电路原理图及 PCB 图,供读者对照参考。

配套光盘的使用方法

1. 运行环境

- ❖ 硬件环境:奔腾 300MHz 以上多媒体计算机。
- ❖ 软件环境:Windows 98/2000/XP/2003。

2. 使用方法

光盘带有自动运行程序,通常将光盘放入光驱会自动运行演示程序。用户也可以双击光盘根目录下的“主页.exe”文件来运行多媒体程序。

本书主要由赵景波、薛萍、赵景晖、王劲松编写,参加编写工作的还有宋一兵、管殿柱、温建民、王玉新、张春丽、付本国、张忠林、周家庆、许龙、赵秋玲、周克媛、曲小源、赵景伟、周同、夏斐等。

最后感谢您选择了本书,希望我们的努力对您的工作和学习有所帮助,也希望您把对本书的意见和建议告诉我们。

零点工作室网站地址: www.zerobook.net

零点工作室联系信箱: gdz_zero@126.com

零点工作室

2006 年 3 月

目 录

第 1 章 原理图设计	1
1.1 原理图设计步骤.....	2
1.2 原理图设计分析.....	2
1.3 设置 Protel 2004 原理图的系统参数	2
1.4 Protel 2004 原理图的命令介绍	7
1.5 标题栏.....	9
1.6 元件排序.....	10
1.7 元件库.....	12
1.7.1 添加元件库.....	13
1.7.2 查找元件.....	14
1.7.3 放置元件.....	15
1.8 应用设计.....	16
实例 1——电源电路设计	16
实例 2——运算放大器电路设计	24
实例 3——555 振荡电路设计	27
实例 4——A/D 转换电路设计	31
实例 5——单片机存储器电路设计	34
1.9 小试身手——差动放大电路.....	38
第 2 章 原理图库元件设计	41
2.1 原理图库元件编辑器.....	42
2.2 添加元件.....	42
2.3 元件库编辑命令.....	43
2.4 创建元器件的原理图符号	45
2.5 元件应用设计.....	47
实例 1——NPN 型晶体管设计	47
实例 2——变压器设计	50
实例 3——74LS373 元件的设计	53
实例 4——7 段数码管设计	60
2.6 小试身手——发光二极管	63

第3章 原理图输出	65
3.1 原理图编译.....	66
3.1.1 编译工程设置.....	66
3.1.2 实例1——原理图编译应用.....	68
3.2 原理图打印输出.....	70
3.2.1 页面设置.....	70
3.2.2 打印机设置.....	71
3.2.3 实例2——原理图打印应用.....	72
3.3 实例3——原理图网络表输出.....	75
3.4 实例4——原理图元器件清单报表.....	78
3.5 实例5——原理图元器件引用报表.....	82
3.6 实例6——元件库报表.....	83
3.7 小试身手——A/D转换电路的打印及报表输出.....	85
第4章 层次原理图设计	87
4.1 层次原理图的设计方法.....	88
4.2 层次原理图间的切换.....	88
4.2.1 层次电路的信号.....	88
4.2.2 层次原理图之间的切换.....	89
4.3 层次原理图的应用.....	93
实例1——自上而下层次原理图设计.....	93
实例2——自下而上层次原理图设计.....	99
实例3——层次报表输出.....	105
4.4 小试身手——放大器调整电路的设计.....	106
第5章 PCB 电路板设计	109
5.1 PCB 的基本元素.....	110
5.2 设计 PCB 的流程.....	111
5.3 印制电路板设计的基本原则.....	112
5.3.1 PCB 电路板布局.....	112
5.3.2 PCB 电路板布线.....	113
5.3.3 PCB 电路板焊盘.....	113
5.3.4 电磁兼容性设计.....	113
5.3.5 去耦电容配置.....	114
5.3.6 高频电路中的电路板设计.....	114
5.4 PCB 电路板工具栏.....	116

5.5 PCB 电路板参数设置	117
5.5.1 设置工作层面及颜色	117
5.5.2 设置电路板的环境参数	118
5.6 自动布线参数设置	119
5.6.1 Electrical 规则	120
5.6.2 Routing 规则	123
5.6.3 SMT 封装规则	128
5.6.4 Mask 规则	129
5.7 实例 1——555 电路 PCB 电路板设计	131
5.8 实例 2——单片机系统 PCB 电路板设计	141
5.9 小试身手——放大电路 PCB 电路板设计	149
第 6 章 PCB 元器件封装设计	151
6.1 元器件封装	152
6.2 PCB 库放置工具栏命令	152
6.3 实例 1——接插件设计	153
6.4 实例 2——双列直插式封装的元器件	156
6.5 实例 3——QFP 元器件封装	159
6.6 实例 4——从 Protel 99 中导入元器件库	162
6.7 小试身手——集成电路元件设计	165
第 7 章 PCB 报表输出	167
7.1 实例 1——Gerber 文件输出	168
7.2 实例 2——电路板信息及网络状态报表	169
7.3 实例 3——NC 钻孔报表	180
7.4 实例 4——元件清单报表	185
7.5 实例 5——交叉参考表	187
7.6 实例 6——PCB 图打印输出	188
7.7 实例 7——生产加工文件输出	191
7.8 小试身手——单片机显示及通信电路设计	195
第 8 章 电路仿真设计	199
8.1 Protel 2004 仿真概述	200
8.2 Protel 2004 仿真的基本步骤	201
8.3 仿真激励源设置	202
8.3.1 直流电压源和直流电流源	202
8.3.2 正弦信号激励源	204

8.3.3 其他信号激励源	205
8.4 仿真模式设置	206
8.4.1 General Setup 设置	207
8.4.2 Advanced Options 设置	208
8.4.3 工作点分析	208
8.4.4 瞬态特性分析和傅立叶分析	209
8.4.5 交流小信号分析	210
8.4.6 其他模式分析	211
8.5 电路仿真应用	212
实例 1——555 组成的双稳态电路的仿真	212
实例 2——带通滤波器仿真	217
实例 3——模拟放大电路仿真	220
实例 4——数模混合电路仿真	224
实例 5——扫描特性分析	226
8.6 小试身手——运算放大电路仿真	228
第 9 章 信号完整性分析	229
9.1 信号完整性分析概述	230
9.1.1 信号完整性分析概念	230
9.1.2 信号完整性分析工具	230
9.2 信号完整性分析规则设置	231
9.3 实例 1——信号 DRC 检查	235
9.4 实例 2——信号完整性分析应用设计	239
9.5 小试身手——单片机最小电路信号分析	243
第 10 章 可编程逻辑器件设计	245
10.1 可编程逻辑器件及其设计工具	246
10.2 PLD 设计概述	246
10.3 VHDL 设计语言	247
10.4 实例 1——FPGA 应用设计	248
10.5 实例 2——VHDL 应用设计	281
10.6 小试身手——FPGA 系统及 VHDL 文件设计	291
第 11 章 综合实例	293
11.1 实例 1——低纹波系数线性恒电位仪	294
11.1.1 基本工作原理	294
11.1.2 低纹波系数恒电位仪设计	295

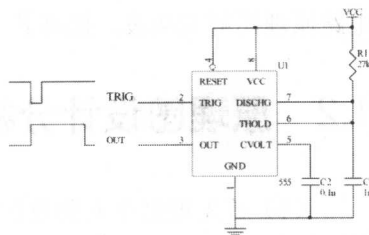
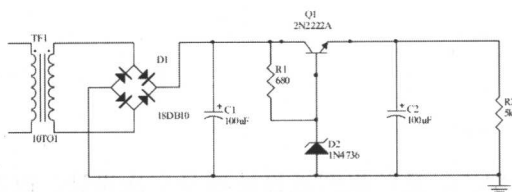
11.1.3 恒电位仪滤波器的设计	302
11.2 实例 2——监控用采集器设计	304
11.2.1 技术要求	304
11.2.2 监控用采集器设计	305
11.3 小试身手——理疗仪的设计	312
附录 Protel 2004 常用快捷键	315
参考文献	317

第1章



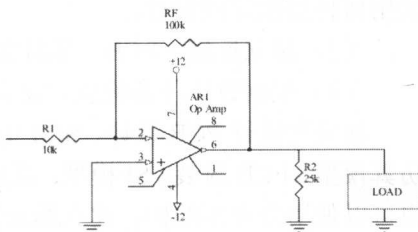
原理图设计

要想设计一块正确、实用的印制电路板，首先是要把该印制电路板的设计思想用工程语言表达出来，这就要绘制电路原理图。一张正确美观的电路原理图是整个印制电路板设计的基础和灵魂。本设计通过实例向读者介绍采用 EDA 工具软件 Protel 2004 进行电路原理图设计的一般方法与基本操作过程。



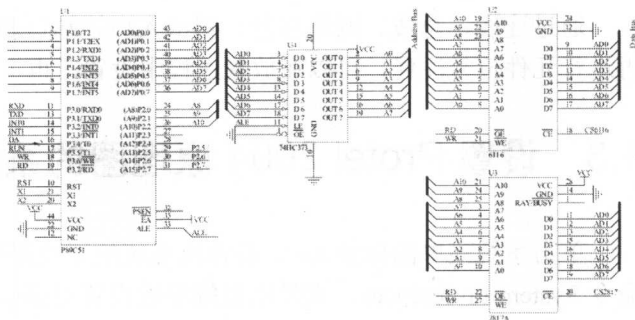
【本章主要内容】

- ✓ AutoCAD 点的定位捕捉
- ✓ 原理图设计步骤及设计分析
- ✓ Protel 2004 原理图的系统参数设置
- ✓ Protel 2004 原理图的设计命令及元件库使用
- ✓ 原理图应用电路设计



【本章精彩案例】

- ✓ 电源电路设计: 电源类型为串联稳压电源
- ✓ 运算放大器电路设计: 采用 Op Amp 运算放大器进行比例放大电路设计
- ✓ 555 振荡电路设计: 利用 555 定时器进行单稳态电路设计
- ✓ A/D 转换电路设计: 利用 ADC0809 完成 A/D 转换电路设计
- ✓ 单片机存储器电路设计: 采用锁存器 74HC373 实现 89C51 的程序与数据存储器的扩展



1.1 原理图设计步骤

1. 构图

必须全面认识所要绘制电路的结构与组成元件的关系，哪些元件摆在哪里，如果忽略这一步，后面的工作有可能要重新做。

2. 元件布局

元件布局是绘制电路原理图最主要的步骤，而元件布局的好坏直接影响绘制电路原理图的效率与该电路原理图的可读性。

3. 线路连接

可以以导线、接点、总线分支线来连接线路。不过，有些线路很好走线，有些则不然，甚至会影响整张电路图的外观。在这种情况下，可以借助【网络标号】来做实际上的电气连接，而不须真正的走线。

4. 放置一些说明性的文字、图形或图片

放置一些说明性的文字、图形或图片，主要目的是突出显示该电路原理图的主题，使电路原理图鲜明活泼，提高其可读性。

1.2 原理图设计分析

(1) 首先根据个人的设计任务，规划设计层次，是单张图纸设计还是层次设计，以及采用何种层次完成设计。

(2) 建立板级 (PCB) 项目文件，建立原理图和连接图纸。

(3) 根据设计任务构想、建立和编辑所需要的库元件。

如果要进行 PCB 设计、SIM 仿真、SI 仿真，就不单要有原理图元件符号，还要有 SIM 仿真模型、PCB 封装、SI 模型。集成库中的元件可以带有这些相关信息。可以建立集成库，也可以使用分立库结构。建立的元件要经过校验，确认之后方可使用。

(4) 放置元件。

通过连线、总线、网络标号、图纸入口、端口和默认电源网络等连接方式建立连接，再进行元件位号注释，可以在放置过程中设置，也可以进行自动标注。

1.3 设置 Protel 2004 原理图的系统参数

单击系统菜单图标  DXP，将弹出系统的下拉菜单，如图 1-1 所示。然后选择系统参数命令 System Preferences，则弹出系统参数设置对话框，如图 1-2 所示。

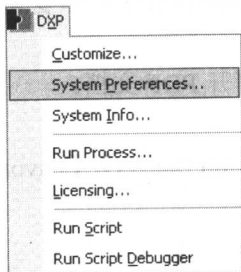


图 1-1 系统菜单

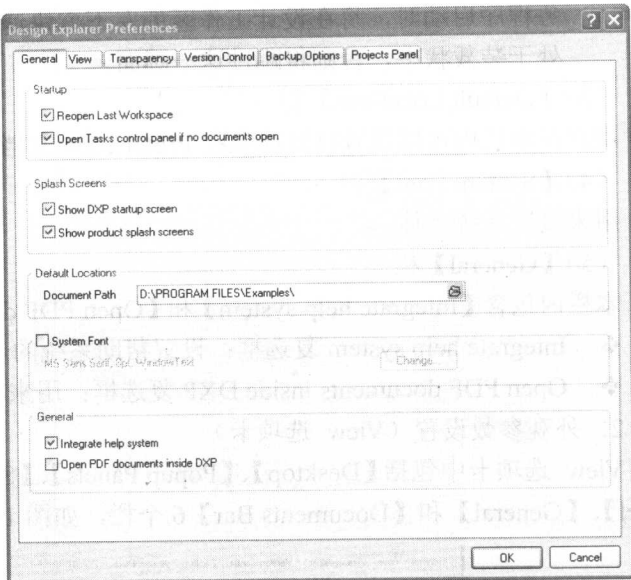


图 1-2 系统参数对话框

从图中可以看出,这个对话框包含 6 个选项卡,可以分别设置常规参数、外观参数、透明度参数、产品管理系统选项、备选选项及项目选项。

1. 常规参数设置 (General 选项卡)

常规参数主要用来设置系统或编辑器启动时的一些特性,具体可进行以下几个选项的设置,如图 1-2 所示。

(1) 【Startup】栏

本栏内包括【Reopen Last Workspace】和【Open Tasks control panel if no documents open】复选框。【Reopen Last Workspace】复选框用以选择在 Protel 2004 系统启动时是否自动打开上次打开的项目组,项目组是 Protel 2004 系统新出现的一种文档管理模式,是各种设计项目的一个总体,用来集中管理这些设计项目。【Open Tasks control panel if no documents open】复选框用以选择在没有打开文档的条件下打开任务控制面板。

(2) 【Splash Screens】栏

本栏内包含【Show DXP startup screen】和【Show product splash screens】两个复选框,分别用来设置系统和各编辑器启动时是否显示启动画面。

- ❖ 【Show DXP startup screen】复选框: 用来选择 Protel 2004 启动时是否显示启动画面。如果选中该选项,则每次启动 Protel 2004 时,屏幕上将出现启动画面,该画面以动画形式显示系统版本信息,可提示操作者当前系统正在装载;若未选中该复选框,则 Protel 2004 系统启动时,将越过启动画面。
- ❖ 【Show product splash screens】复选框: 服务器程序(包括有原理图编辑系统模块、PCB 电路板文件及布线系统模块、类神经网络自动布线及推挤系统模块、模拟/数字混合式 Spice 电路仿真系统模块、可编程逻辑系统模块、CAMTastic DXP 专业 CAM 系统模块等)启动时,显示产品信息画面。若选中该复选框,则上述服

务程序启动时，将在设计工作区的左下方快速显示版本画面，指示当前服务器正处于装载状态，否则将跳过这一画面。

(3) 【Default Locations】栏

用户在本栏内可以设置打开或保存 Protel 2004 文档、项目及项目组时的默认路径。

(4) 【System Font】栏

用来设置系统字体。

(5) 【General】栏

本栏内包含【Integrate help system】和【Open PDF documents inside DXP】两个复选框。

❖ Integrate help system 复选框：设置帮助系统的一体化。

❖ Open PDF documents inside DXP 复选框：用来在 DXP 中打开 PDF 文档。

2. 外观参数设置 (View 选项卡)

View 选项卡中包括【Desktop】、【PopUp Panels】、【Show Navigation Bar As】、【Favorites Panel】、【General】和【Documents Bar】6 个栏，如图 1-3 所示。

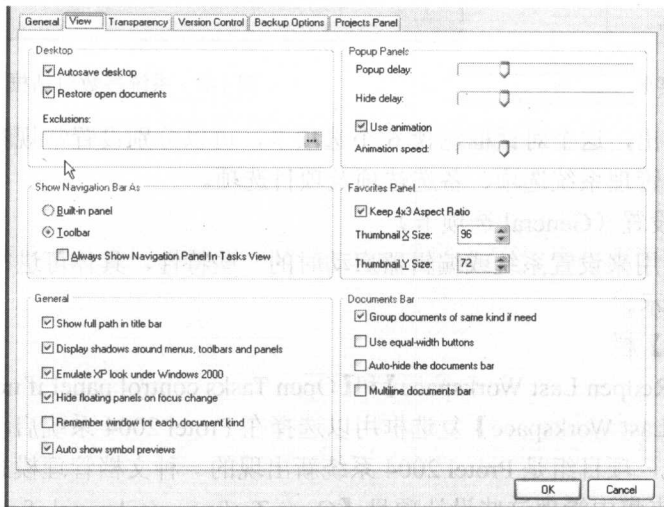


图 1-3 【View】选项卡

(1) 【Desktop】栏

用户在本栏中可以设定当系统关闭时，系统是否自动保存定制的桌面选项。若选中【Autosave desktop】复选框，则系统关闭时将自动保存自定义的桌面，以及文档窗口的位置和尺寸。若选中【Restore open documents】复选框，则系统将恢复打开文档。

(2) 【PopUp Panels】栏

用户在本栏中可以设置弹出式面板的弹出【PopUp】及消隐【Hide】过程的等待时间，还可以选择是否使用动画效果。

❖ 调节【PopUp delay】选项右边的滑块可改变面板显现时的等待时间。

❖ 调节【Hide delay】选项右边的滑块可改变面板隐退时的等待时间。

❖ 选中【Use animation】复选框，则面板显现或隐退时将使用动画效果。