

计算机辅助设计绘图员中/高级技能鉴定参考教材

Protel DXP 实训教程

杨旭方 主 编

匡忠辉 杨 亭 副主编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

Protel DXP 作为基于电路级设计的 EDA 软件, 因其功能强大、使用简单, 在计算机辅助设计领域得到广泛应用, 是计算机辅助设计绘图员中/高级技能鉴定必须掌握的知识和技能。

本书以“任务驱动”为主线, 结合考证需要精心设计“任务”; 以“必需、够用”为原则, 注重工程实践, 强化动手能力培训; 附有多套中级、高级考证样题分析, 适合不同层次读者的需求。

全书共 10 章, 包括了单管放大电路原理图和 PCB 板、洗衣机控制电路原理图和 PCB 板, 以及数码管原理图和 PCB 元件库的制作等。

本书适合中等职业学校和专业培训班作为教学和考证的教材, 也适合工程技术人员阅读。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有, 侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

Protel DXP 实训教程 / 杨旭方主编. —北京: 电子工业出版社, 2007.5

ISBN 978-7-121-04322-2

I. P… II. 杨… III. 印制电路—计算机辅助设计—应用软件, Protel DXP—资格考核—教材 IV. TN410.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 064272 号

策划编辑: 谭佩香

责任编辑: 陆伯雄

印 刷: 河北省邮电印刷厂

装 订: 河北省邮电印刷厂

出版发行: 电子工业出版社出版

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 14.5 字数: 353 千字

印 次: 2007 年 5 月第 1 次印刷

印 数: 6000 册 定价: 24.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

序 言

随着现代电子工业的迅速发展,尤其是大规模、超大规模集成电路的广泛应用,印制板电路日趋复杂,传统手工制板已经不能满足复杂印制板电路设计,因此,熟练应用 EDA 工具已成为印制板设计人员的基本要求。

目前,市面上电子线路 CAD 教材鱼龙混杂,因此,为了适应社会发展需要,我们必须编写一本浅显易懂、适合中职学生学习和考证的电子线路 CAD 教材。

中职电子线路 CAD 教材主要特点体现于实践功能、任务功能和考证功能。实践功能要求学生要通过实际操作来理解与掌握相关知识和技能;任务功能要求教师以“布置任务”、“分析任务”和“完成任务”的方式让学生主动掌握新知识,同时培养发现问题、分析问题和解决问题的能力;考证功能则要求在降低学习难度的同时,满足计算机辅助设计(电子类)中/高级考证要求。

本书作者长期从事“电子线路 CAD”教学工作,具有丰富的教学和科研经验,能较好地将理论与实践相结合。本书内容丰富,针对性强,是一本难得的电子线路 CAD 教材。

韩广兴
2007 年 3 月

韩广兴 天津广播电视大学教授
信息产业部电子行业职业技能鉴定专家委员会专家
家电产品职业技能专家组组长
教育部信息产业职业教育教学指导委员会委员
中国电子学会数码技术推进联盟专业委员会副主任

前 言

本书融进了作者多年教学实践和科研工作的经验积累，是作者多年课程教学改革成果的体现，本书编写特色如下：

一、全书以“任务驱动”为主线，通过“任务”带动教学

本教材编写以“布置任务”、“分析任务”、“探索知识”和“完成任务”为主线，将知识点融入到生动实用的“任务”中，让读者在完成“任务”的过程中掌握知识，并培养发现问题、分析问题和解决问题的能力。

二、结合考证需要，精心设计“任务”

本书结合计算机辅助设计（电子类）中/高级考证需要和实际教学要求，精心设计“任务”，力求“任务”满足考试大纲要求。同时，为了减低学习难度，将学习重点、难点巧妙地隐含在各个小“任务”中，力求一个“任务”解决2~3个重点和难点问题。

三、以“必需、够用”为原则，注重工程实践

全书以“任务”为主线，以考证、工程实际需要为目的组织、安排章节内容，以“必需、够用”为原则，摒弃过时、应用不多且难度较大的内容，力求内容能满足上岗、教学和生产需要，真正做到学习与就业无缝对接。

四、强化动手能力培养，适合不同层次学习需求

全书所有“任务”制作步骤简捷明了，读者根据书中操作提示便可以完成“任务”，通过“任务”的解决，培养读者实际操作能力。

同时，书中章节内容均附有考证等级说明（中级、高级、非考证内容），方便不同层次读者阅读。

本书主编杨旭方，副主编匡忠辉、杨亭。李慧、邓保青参与编写，并得到了崔险峰、张锐、黄伟潜、叶德云等老师大力帮助，在此表示感谢！

资深电子行业职业技术教育专家韩广兴教授特为本书作序，深表谢意。

由于作者水平有限，书中难免有不妥之处，恳请读者批评指正。

联系方式: tan_peixiang@phei.com.cn

编 者

2007年3月

目 录

第 1 章 认识 Protel DXP	1
1.1 Protel 的发展	1
1.2 Protel DXP 的新特点	1
1.2.1 个性化的设计环境	2
1.2.2 完全集成的设计输入系统	2
1.2.3 可靠的工程分析和验证	2
1.2.4 完全控制的设计过程	2
1.2.5 灵活的输出设置	2
1.3 Protel DXP 的安装及卸载	2
1.3.1 Protel DXP 的运行环境	2
1.3.2 Protel DXP 的安装	3
1.3.3 Protel DXP 的卸载	7
1.4 PCB 设计流程	7
1.5 本章小结	7
第 2 章 绘制单管放大电路原理图——原理图设计基础	9
2.1 能力培养	9
2.2 任务分析	10
2.3 原理图设计基础	10
2.3.1 原理图设计步骤	10
2.3.2 创建原理图文件	11
2.3.3 原理图编辑器简介	13
2.3.4 主菜单	15
2.3.5 工具栏	15
2.3.6 工作面板	16
2.4 如何设置原理图图纸	17
2.4.1 原理图图纸的设置方法	17
2.4.2 自定义图纸格式	18
2.4.3 设置图纸参数	18
2.5 如何放置元件	19
2.5.1 装载元件库	19
2.5.2 查找元件	21
2.5.3 放置方法	22

2.5.4	设置元件属性.....	23
2.5.5	改变元件放置方向.....	26
2.6	如何放置导线.....	26
2.6.1	放置导线.....	26
2.6.2	设置导线属性.....	27
2.7	如何改变视窗操作.....	27
2.7.1	工作窗口的缩放.....	27
2.7.2	窗口的刷新.....	28
2.7.3	工具栏和工作面板的开关.....	28
2.8	如何编辑对象.....	29
2.8.1	选取对象.....	29
2.8.2	删除对象.....	30
2.8.3	移动对象.....	30
2.8.4	对齐对象.....	31
2.8.5	撤销与恢复对象.....	32
2.8.6	复制、剪切和粘贴对象.....	33
2.9	绘制单管放大电路原理图.....	34
2.9.1	新建项目文件.....	34
2.9.2	新建原理图文件.....	34
2.9.3	原理图图纸设置.....	35
2.9.4	装载原理图元件库.....	35
2.9.5	放置元件.....	36
2.9.6	放置导线.....	37
2.9.7	电源和接地符号.....	38
2.10	本章小结.....	39
第 3 章	绘制模数转换电路原理图——原理图设计进阶	41
3.1	能力培养.....	41
3.2	任务分析.....	42
3.3	如何放置网络标号.....	42
3.4	如何放置总线与分支线.....	44
3.5	如何放置输入/输出端口.....	48
3.6	如何使用绘图工具.....	51
3.6.1	绘图工具条简介.....	51
3.6.2	绘制图形.....	51
3.6.3	插入注释.....	60
3.6.4	阵列粘贴.....	63
3.7	如何查找错误.....	64
3.8	如何管理元件编号.....	67
3.9	如何在原理图中添加 PCB 设计规则	69

3.10	如何打印与报表输出.....	73
3.10.1	打印输出.....	73
3.10.2	生成网络报表.....	74
3.10.3	生成元件列表.....	75
3.10.4	生成工程层次结构表.....	76
3.11	绘制模数转换电路原理图.....	77
3.12	本章小结.....	80
第4章	绘制洗衣机控制电路原理图——层次原理图设计	83
4.1	能力培养.....	84
4.2	任务分析.....	84
4.3	层次原理图简介.....	84
4.4	自上而下绘制层次原理图.....	85
4.5	自下而上绘制层次原理图.....	90
4.6	绘制洗衣机控制电路原理图.....	92
4.7	本章小结.....	96
第5章	制作数码管原理图元件库——原理图元件库的制作.....	97
5.1	能力培养.....	97
5.2	任务分析.....	98
5.3	如何创建原理图元件库.....	98
5.3.1	新建原理图元件库.....	98
5.3.2	保存元件库.....	99
5.4	如何使用原理图元件库编辑器.....	99
5.4.1	主菜单.....	99
5.4.2	标准工具栏与绘图工具.....	100
5.4.3	工作面板.....	100
5.5	原理图元件库的调用.....	102
5.6	制作数码管原理图元件库.....	102
5.7	本章小结.....	108
第6章	制作单管放大电路 PCB 板——PCB 设计基础	109
6.1	能力培养.....	109
6.2	任务分析.....	109
6.3	PCB 板设计基础.....	110
6.3.1	印制板分类及组成结构.....	110
6.3.2	PCB 板的板层	111
6.3.3	PCB 板的设计流程	113
6.3.4	PCB 板设计界面	114
6.3.5	新建 PCB 板文件.....	115

6.4	如何设置 PCB 板图纸	123
6.4.1	控制图层显示	123
6.4.2	设置 PCB 板图纸上的栅格及测量单位	124
6.5	如何装载元件库和导入网络表	125
6.5.1	装载元件封装库	125
6.5.2	导入网络表	125
6.6	PCB 板如何布局	127
6.6.1	PCB 板自动布局	127
6.6.2	PCB 板手动布局	129
6.7	如何编辑元件	129
6.8	如何自动布线	129
6.8.1	如何设置自动布线规则	129
6.8.2	自动布线	131
6.9	制作单管放大电路 PCB 板	133
6.10	本章小结	138
第 7 章	制作洗衣机控制电路 PCB 板——PCB 板设计进阶	139
7.1	能力培养	139
7.2	任务分析	139
7.3	如何手动布线	140
7.3.1	拆除布线	140
7.3.2	手动布线	142
7.3.3	检查布线结果	143
7.4	添加安装孔	145
7.5	敷铜和补泪滴	146
7.5.1	敷铜	146
7.5.2	补泪滴	148
7.5.3	放置电路板注释	149
7.6	PCB 板层管理和内层建立	150
7.6.1	PCB 板层管理	150
7.6.2	建立内层	151
7.7	制作洗衣机控制电路 PCB 板	153
7.8	本章小结	157
第 8 章	制作数码管 PCB 元件库路原理图——PCB 元件库的制作	159
8.1	能力培养	160
8.2	任务分析	160
8.3	如何创建 PCB 元件库	160
8.3.1	新建原理图元件库	160
8.3.2	保存元件库	160

8.4	如何使用 PCB 元件库编辑器	161
8.4.1	菜单栏	162
8.4.2	主工具栏与绘图工具	162
8.4.3	工作面板	163
8.5	制作数码管 PCB 元件库	164
8.6	本章小结	172
第 9 章	单管放大电路仿真——电路仿真	173
9.1	能力培养	173
9.2	任务分析	174
9.3	仿真步骤	174
9.4	仿真概念	174
9.5	如何设置仿真元器件参数	175
9.5.1	常用仿真元器件参数设置	175
9.5.2	设置特殊仿真元件参数	182
9.6	如何设置仿真方式参数	188
9.6.1	通用参数设置	188
9.6.2	具体参数设置	189
9.7	仿真结果分析	196
9.8	单管放大电路仿真实例	196
9.9	本章小结	198
第 10 章	计算机辅助设计绘图员技能鉴定样题（电子类）分析	199
10.1	计算机辅助设计绘图员技能鉴定中级样题（电子类）	199
10.1.1	能力培养	199
10.1.2	任务分析	199
10.1.3	中级样题（电子类）分析	200
10.2	计算机辅助设计绘图员技能鉴定高级样题（电子类）	202
10.2.1	能力培养	202
10.2.2	任务分析	203
10.2.3	高级样题（电子类）分析	203
10.3	本章小结	206
附录 A	计算机辅助设计绘图员技能鉴定中级样题（电子类）	207
样题 1		207
一、抄画电路原理图（34 分）		207
二、生成电路板（50 分）		208
三、制作电路原理图元件及元件封装（16 分）		208
样题 2		210
一、抄画电路原理图（34 分）		210

二、生成电路板（50 分）	210
三、制作电路原理图元件及元件封装（16 分）	211
样题 3	213
一、抄画电路原理图（34 分）	213
二、生成电路板（50 分）	213
三、制作电路原理图元件及元件封装（16 分）	214
附录 B 计算机辅助设计绘图员技能鉴定高级样题（电子类）	217
第一题 原理图模板制作	217
第二题 原理图库操作	217
第三题 PCB 库操作	218
第四题 PCB 板操作	219

第 1 章 认识 Protel DXP

教学目的

掌握：Protel DXP 的安装；Protel DXP 的卸载。

理解：PCB 设计流程。

了解：Protel 的发展；Protel DXP 的特点。

随着电子技术的迅速发展，大规模、超大规模集成电路的应用使印制板电路的布线更加精密和复杂，因此，很多厂商都推出了自己的电子线路 CAD（Computer Aided Design，计算机辅助设计）软件。在众多厂商中，Protel Technology 公司推出的 Ptotel 系列软件因功能完善、使用简单、易学易用，在 EDA（Electronic Design Automation 电子设计自动化）领域得到广泛应用，深受广大用户喜爱，成为电子线路设计者的首选软件。这一章，我们将通过学习“Protel 的发展”、“Protel DXP 的新特点”、“Protel DXP 的安装及卸载”、“PCB 设计流程”来认识 Protel DXP。

1.1 Protel 的发展

1988 年，ACCEL Technologies Inc 公司推出了 TANGO 软件包，它考虑到了设计人员本身的愿望和要求，可以说在当时是一个令人满意的软件包。随后，Protel Technology 公司推出 TANGO 的升级版本 Protel for DOS，奠定了 Protel 家族的基础。20 世纪 90 年代后，随着 Windows 操作系统的广泛应用，Protel Technology 公司陆续推出了 Protel for Windows1.0、Protel for Windows2.0、Protel for Windows3.0、Protel 98 和 Protel 99 等系列软件。尤其是 Protel 99SE 版本，功能强大、操作简单、性价比高，成为国内最流行的 EDA 工具之一。

2002 年，Protel Technology 公司成功地整合了多家 EDA 软件公司，并命名为 Altium，从而成为业界名列前茅的巨无霸。与此同时，Alium 推出了 Protel 家族的新成员 Protel DXP。

1.2 Protel DXP 的新特点

作为 Protel 系列的最新版本，Protel DXP 继承了 Protel 旧版本操作简单、功能强大的特点，并在设计界面、输入/输出系统等方面作了很大改善，性能有了很大提高，能提供最高程度的工具集成能力。

1.2.1 个性化的设计环境

Protel DXP 为用户提供了一个集成的、用户可自定义的操作环境,实现操作环境个性化。例如,根据需要可将工作面板设置为固定、浮动或自动隐藏,也可以将工具条拖动到其他位置。

此外,Protel DXP 还提供了资源个性化功能,用户可以自行设定、修改、添加和删除菜单命令以及工具按钮。

1.2.2 完全集成的设计输入系统

Protel DXP 为 PCB 和 FPGA 应用程序提供了一个通用且完全集成的设计输入系统,不限制数据页面和层次设计深度,尤其是原理图编辑器更是为设计图纸和项目等级间提供了直接无缝的连接。

1.2.3 可靠的工程分析和验证

开发工程的最终目的是实际应用。如果在设计初始阶段就能找出产品缺陷,让大部分问题在 PCB (Printed Circuit Board 印制电路板) 成品之前解决,那么,开发者就可以节省成本和时间。为此,Protel DXP 提供了功能强大的模数混合电路设计及其仿真功能,通过观察仿真效果及时修改电路或元件参数。

1.2.4 完全控制的设计过程

Protel DXP 提供了灵活、方便、准确的设计过程。首先,Protel DXP 可预先建立各种不同要求的规则,应用时只需要套用相关规则即可满足用户的不同要求,将设计误差降到最小程度;其次,Protel DXP 提供了自动布局功能,大大节省了印制电路板布局的手工工作量;另外,Protel DXP 还采用了新型自动布线方法,提高了设计效率和质量。

1.2.5 灵活的输出设置

Protel DXP 提供了广泛和方便的输出途径。在打印原理图或其他图纸时,既可以直接打印,又可以复制到其他应用程序中打印;另外,Protel DXP 中的网络表和材料明细表都可以打印或转换成图片,为工程汇总和元件采购提供了方便。

1.3 Protel DXP 的安装及卸载

Protel DXP 软件有正式版和 30 天试用版两种,试用版软件可登录 <http://www.protel.com> 网站下载。

1.3.1 Protel DXP 的运行环境

Protel DXP 对计算机硬件要求比 Protel 99 SE 要高,特别是对显卡及显示器的要求更加严格,如表 1-1 所示。



通过本章学习，读者应掌握以下知识点：

- Protel DXP 的安装。
- Protel DXP 的卸载。
- PCB 板的设计流程。

考考自己：

- 1.1 安装 Protel DXP 软件时，对区域和语言选项设置有何要求？
- 1.2 请简述安装 Protel DXP 的基本过程。
- 1.3 请简述 PCB 板的设计流程。
- 1.4 Protel DXP 对系统配置有何要求？ 

第 2 章 绘制单管放大电路原理图

——原理图设计基础

教学目的

掌握：原理图设计步骤；原理图图纸设置方法。

理解：元件放置方法；元件属性设置方法；导线放置方法。

了解：导线属性设置方法；工作面板的基本使用。

一个完整的电路板设计最主要包括原理图和 PCB 板设计，其中原理图设计是在 Protel DXP 原理图编辑器中完成的。这一章，我们将通过完成“绘制单管放大电路原理图”任务来学习原理图设计的有关知识。单管放大电路原理图如图 2-1 所示。

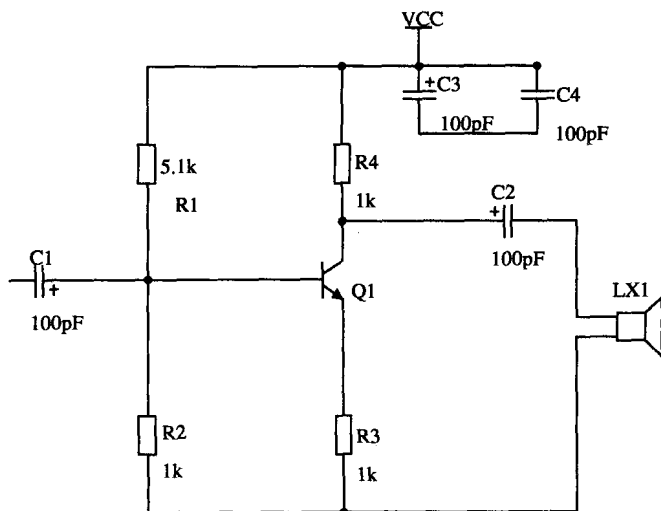


图 2-1 单管放大电路原理图

2.1 能力培养

学生通过完成“绘制单管放大电路原理图”任务，可以培养以下能力：

- (1) 能绘制简单的电路原理图。
- (2) 熟悉原理图编辑环境。
- (3) 能熟练使用原理图编辑工具。

2.2 任务分析

要完成此项任务，需要以下六方面知识：

- (1) 原理图设计基本知识。
- (2) 原理图图纸设置。
- (3) 放置元件及元件属性设置。
- (4) 放置导线及导线属性设置。
- (5) 视窗操作方法。
- (6) 编辑对象方法。

下面将从这六个方面进行学习。

2.3 原理图设计基础

原理图设计就是将设计人员的设计思路反映到原理图图纸上。Protel DXP 提供了强大的原理图编辑功能及友好的工作界面环境，使设计者能够完整地表达自己的意图。

2.3.1 原理图设计步骤

原理图是电路中元件电气连接关系的示意图，重在表达电路的结构和功能。利用 Protel DXP 提供的原理图元件库，可以快速绘制出清晰美观的原理图。通常，原理图设计流程如图 2-2 所示。

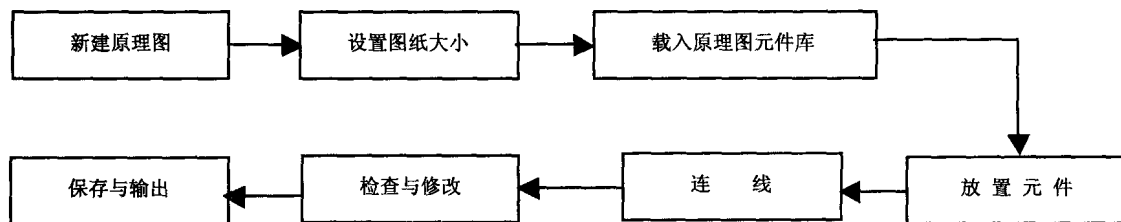


图 2-2 原理图设计流程

1. 新建原理图

在绘制原理图前，需新建原理图文件，以便绘制原理图。

2. 设置图纸大小

根据电路复杂度设置图纸大小。

3. 载入原理图元件库

在绘制原理图时，原理图中所有元件都来自原理图元件库，因此，在放置元件前，要先载入所需要的原理图元件库。



(2) Title Block: 标题栏显示开关(显示/关闭)和标题栏样式选择。

当选中 Title Block 左边的复选框时(框内出现“√”),将显示标题栏,反之,不显示标题栏。Protel DXP 提供了如下两种标题栏样式。

- Standard: 标准型标题栏。

- ANSI: 美国国家标准协会标题栏。

(3) Show Reference Zone: 图纸参考边框。

(4) Show Border: 图纸边框显示开关(显示/关闭)。

(5) Show Template Graphics: 图纸模板显示开关,选中该复选框时,将显示模板文件中的图形。

(6) Border Color: 选择图纸边框颜色。

(7) Sheet Color: 选择图纸背景颜色,默认为淡黄色。

3. 栅格(Grids)设置

(1) Snap: 捕捉栅格。

当选中捕捉功能时,光标将只能按设定距离移动,设定距离由 Snap 右边文本框内的数字来确定。例如,当 Snap 右边文本框设定为 10 时,光标将以 10 为基本单位移动,其目的是为了更方便对准目标或引脚。

(2) Visible: 可视栅格。

当该项复选框选中时,将显示网形栅格,图纸上显示的栅格间距由右边文本框内的数字确定,它不会影响光标的位移量,只会影响视觉效果。

4. 电气栅格(Electrical Grids)设置

选中该复选框,在画导线时将以箭头光标为圆心,以 Grid 栏中的设置值为半径,向四周搜索电气节点,如果找到了最近电气节点,就会把十字光标移到该节点上,并在该节点上显示出一个点;如果取消该功能,则无自动搜寻电气功能。

2.4.2 自定义图纸格式

如果标准图纸样式不能满足用户要求,可以自定义图纸大小。自定义图纸大小可以在 Custom Style 选项区域中设置,方法是选中 Custom Style 选项区域中的 Use Custom Style 复选项。自定义图纸各项设置的含义如下。

(1) Custom Width: 自定义图纸宽度,默认单位为 mil。

(2) Custom Height: 自定义图纸高度,默认单位为 mil。

(3) X Region Count: 为水平参考边框划分等分。

(4) Y Region Count: 为垂直参考边框划分等分。

(5) Margin Width: 设置边框宽度。

(6) Update From Standard: 更新用户设置。

2.4.3 设置图纸参数

在 Document Options 对话框中单击 Parameters 选项卡,可打开 Parameters(参数)选项对话框,如图 2-17 所示。