

印制电路板设计者必读

PROTEL 3.31

实用技术精解

宁耘 李建昌

西安电子科技大学出版社

PROTEL 3.31

实用技术精解

宁 耘 李建昌

西安电子科技大学出版社

1998

内 容 简 介

本书从实用角度出发,详细介绍了目前国内最为流行的电子CAD软件——PROTEL的使用方法和操作技巧,主要内容包括:PROTEL的安装,电路原理图的绘制,印制板版图的设计,改造、新建元器件库和封装模块库,各种实用输出程序和后处理程序的使用,印制电路板设计技巧,PROTEL图形文件的存储格式以及PROTEL主要操作命令索引和简要注解等。

本书内容结合实例,面向任务,既便于读者快速、系统地入门,又能帮助读者理解、掌握PROTEL的实用技巧。

PROTEL 99 SE实用技术精解

中 耘 李建昌

责任编辑 毛红兵

西安电子科技大学出版社出版发行

空军电讯工程学院印刷厂印刷

各地新华书店经售

开本 787×1092 1/16 印张 25 字数 583 千字

1998年4月第1版 1998年4月第1次印刷 印数 1—6 000

ISBN 7-5606-0566-4/TP·0282

定价: 32.50 元

前 言

在 Windows 操作系统占据统治地位,各种基于 Windows 的应用软件铺天盖地而来的今天,却有一种基于 DOS 的电子 CAD 软件历久而弥新,始终为广大用户所喜爱,这就是本书要介绍的 PROTEL。

PROTEL 软件之所以好,并不是因为它的功能比其它软件强劲,而是因为它实用、易学、小巧玲珑,特别贴近中国国情。曾经见过不少用户在换用了其它功能更强的电子 CAD 软件之后,觉得难学、难用,远不及 PROTEL 得心应手,于是纷纷吃“回头草”。PROTEL 现已成为国内大多数印制电路板加工厂家都能接受的一种标准,所以使用 PROTEL 软件一般不会碰到“设计得出来,加工不出来”的情形。当前,各种新型电子元器件层出不穷,而 PROTEL 由于具有较完备的元器件图形符号库和封装库的改造新建功能,因此在可以预见的将来 PROTEL 软件仍然能够胜任大多数设计任务。由上述可见,PROTEL 不愧为一种“适用、够用、好用”的优秀软件。

PROTEL 软件确实好学,如果学习方法得当,一般两、三天即可入门进行基本操作。但要用好、用精 PROTEL 软件,充分发挥它的优点,则需要付出一定的努力。编写本书的目的,一是帮助 PROTEL 的初学者快速入门,二是帮助那些尚未完全掌握 PROTEL 的使用者用好、用精 PROTEL。

本书在内容编排和写作风格上不同于其它同类书籍,本书是从实用的角度出发介绍 PROTEL 软件及设计技巧,对 PROTEL 的命令不是逐条孤立、机械地解释,而是放在一个具体任务的背景下,使读者在按照本书的指引完成操作的同时理解掌握 PROTEL 的使用技巧。

本书主要内容分为四个部分。

第一部分:基础(含第 1~5 章)。介绍 PROTEL 的安装、组成与工作流程,并以一个简单电路为例,完成从绘制原理图到设计印制板版图等一系列任务,使读者掌握 PROTEL 的基本操作。

第二部分:提高(含第 6~7 章)。通过一个较复杂电路的原理图绘制到印制板版图设计的全过程来指导读者使用 PROTEL 的高效操作命令,并掌握具有一定难度的操作过程,使读者能够熟练运用 PROTEL 来进行设计。

第三部分:深入(含第 8~13 章)。首先讨论与 PROTEL 软件有关的印制板设计技巧,然后介绍焊盘类型编辑、宏命令与热键编辑以及 SLM、SCHPLOT、

TRAXPLOT 等程序的应用,最后深入剖析 PROTEL 的原理图文件和印制板版图文件的存储格式。

第四部分:参考指南(含第 14~17 章)。提供 PROTEL 的主要操作命令的索引及简要注解,方便读者查阅,并介绍 PROTEL 的各种后处理程序的使用方法。

本书绪论、第一部分及附录由宁耘编写,第二部分由李建昌编写,第三部分、第四部分由宁耘、李建昌合写,宁耘统编全稿。

在本书写作过程中,得到贾新章教授的关心和支持,在此表示衷心的感谢,同时还要感谢西安电子科技大学出版社的大力支持。

限于我们的水平,书中不当之处在所难免,恳请读者批评指正。

作 者

1997 年 10 月

于西安电子科技大学

目 录

绪论	1
----------	---

第一部分 基 础

第 1 章 PROTEL 的运行环境及安装.....	10
1.1 软件配置	10
1.2 硬件配置	10
1.3 PROTEL 的安装	12
1.4 目录设置	15
1.5 图形驱动程序的安装	17
1.6 从软盘上调用 PROTEL	19
第 2 章 PROTEL 的组成及工作流程.....	20
2.1 系统组成	20
2.2 文件组成	20
2.3 工作流程	21
第 3 章 简单电路原理图的绘制	24
3.1 启动 SCHEDIT	24
3.2 如何移动光标	26
3.3 执行菜单选项的方法	26
3.4 设计一个小电路	27
3.5 SCHEDIT 中的设置	28
3.6 器件库的装载和查阅	30
3.7 如何放置器件	37
3.8 文件操作	43
3.9 如何连接器件	49
3.10 调整修改原理图	54
3.11 小练习	60
3.12 原理图的后处理	62
3.13 原理图输出	66
第 4 章 印制板设计前的准备工作	72
4.1 概述	72
4.2 启动 TRAXEDIT	73
4.3 栅格与实际尺寸	74
4.4 关于层的基本知识	76
4.5 几个基本概念	79

4.6 浏览封装模块库	81
4.7 编辑、修改原理图	83
4.8 自动布局、布线的优点与局限性	87
第5章 简单的印制板版图设计	89
5.1 TRAXEDIT 中的设置	89
5.2 放置封装模块	92
5.3 封装模块的调整移动	95
5.4 标注字符的调整	99
5.5 布线操作	100
5.6 调整、修改已布的线	104
5.7 检查核对连接关系	107
5.8 打印输出印制板版图	111

第二部分 提 高

第6章 复杂电路原理图的绘制	120
6.1 设计一个较复杂的电路	120
6.2 利用分图绘图	122
6.3 利用网络标号连接器件	122
6.4 总线的绘制	128
6.5 在图纸上添加大量注释	137
6.6 调整原理图	139
6.7 绘制库中没有的元器件图形符号	144
6.8 用 Repeat 命令复制器件	154
6.9 利用分图拼接一个总图	159
6.10 器件编号问题	160
6.11 光标跳转与屏幕显示的控制	161
6.12 充分利用信息	164
6.13 设置菜单和实体的颜色	164
第7章 复杂的印制板版图设计	167
7.1 添加封装模块	167
7.2 自动布局	170
7.3 调整布局	175
7.4 自动布线	181
7.5 手工调整布线	186
7.6 加注字符和调整字符	199
7.7 查阅信息	202
7.8 布放填充区和屏蔽层	203
7.9 设计规则检查	210

第三部分 深 入

第8章 印制电路板设计技巧与经验总结	214
8.1 概述	214

8.2 布局时应考虑的问题	216
8.3 布线时应考虑的问题	220
8.4 设计规则与实用资料	224
8.5 设计过程中的综合考虑	226
第9章 编辑焊盘	229
9.1 编辑焊盘	229
9.2 设置焊盘类型	232
9.3 以文本方式编辑焊盘类型	235
第10章 SLM 程序的应用	238
10.1 编辑多单元器件	238
10.2 文本编辑法	246
第11章 宏命令与热键	255
11.1 设置宏命令与热键	255
11.2 以文本方式编辑宏命令与热键	260
第12章 原理图与印制板版图的输出	262
12.1 原理图输出程序 SCHPLOT 的使用	262
12.2 印制板版图输出程序 TRAXPLOT 的使用	268
第13章 PROTEL 图形文件存储格式	275
13.1 SCHEMATIC 原理图文件存储格式	275
13.2 AUTOTRAX 版图文件存储格式	284

第四部分 参考指南

第14章 SCHEDIT 3.31 命令集	294
第15章 TRAXEDIT 1.57 命令集	319
第16章 SLM 3.32 命令集	355
第17章 实用后处理程序	367
附录 A PROTEL 的有关参数	373
附录 B 宏命令与热键索引	374
附录 C PROTEL 的窗口行编辑命令	377
附录 D DEVICE.LIB 库器件清单	378
附录 E TRAXSTD.LIB 库封装模块清单	382

绪 论

本书是关于印制电路板计算机辅助设计软件 PROTEL 的工具书。除了介绍 PROTEL 的用法外,主要结合设计实例,帮助读者系统地学习如何借助微机及 PROTEL 软件设计出所需要的印制电路板。本书虽以 PROTEL 最新普及版本 3.31 版为例,但同时适用于 DOS 环境下的所有 PROTEL 版本(即 SCHEMATIC 3.16~3.31, AUTOTRAX 1.10~1.61)。

本书从介绍最基本的概念入手,循序渐进,由浅入深,指导读者学习绘制原理图,印制板布局、布线,直到建立全套设计文件。此外,本书结合设计实例介绍了大量 PROTEL 软件的使用技巧及印制板设计方面的实用知识。读者在上机实践时也可以把本书作为操作手册来使用。

阅读本书不需要读者具备很多印制板设计和计算机方面的背景知识,非常适合初学者自学。对于 PROTEL 的老用户也一样能在本书中发现很多自己需要的东西。

一、印制电路板概述

印制电路板(Printed Circuit Board, 简称 PCB),通常又称为印刷电路板或简称为印制板。它是以绝缘板为基材,以铜箔为导电层,经特定工艺加工,将电路的连接关系用一层或若干层导电图形及设计好的孔(如元件孔、机械安装孔、金属化过孔等)来实现的。

1. 印制电路板的分类

按一块板上导电图形的层数,印制电路板可以分为:

单面板:仅一面有导电图形的印制板。

双面板:两面都有导电图形的印制板。

多层板:由交替的导电图形层及绝缘材料经过层层粘合而成的印制板,除两个表面有导电图形外,内部也有一层或多层相互绝缘的导电层,层间电气互连是通过金属化过孔实现的。

印制电路板按照其采用的绝缘基材是刚性的还是挠性的,又可分为:

刚性印制板:采用的基材坚硬,基本不能弯曲或弯曲度极小。这是我们见得最多,用得最广的一种印制板。

挠性印制板:采用挠性基材,电路板具有较好的可弯折性。这种板在一些特殊场合应用,它可以安装在扭曲的空间中。

2. 印制电路板的作用

印制电路板几乎存在于所有电子设备中,是电子设备中一种不可缺少的重要部件,它起着电气和机械的双重连接作用。不仅如此,印制板上的标注字符还有助于元器件的插装及电气维修。在高频及微波电路中,印制板本身还可充当电路元件,例如导电铜箔及绝缘基材(电介质)可以构成电容、微带线等。

印制电路板是从电子管时代的接线板演变而来的,并随着晶体管的应用正式登台。电子设备采用印制板可以缩小体积,减轻重量,降低成本,实现组装的规范化,提高装配密度和整机的可靠性,同时,印制板工艺可重复性好,适合流水线大规模生产。随着微电子技术的进展,电子设备不断向微小化发展,过去一块甚至多块印制板才能实现的功能,现在一块集成电路就可完成。虽然这种趋势还在继续,但印制板在电子设备整机中的地位丝毫没有下降,同时,印制板技术也在不断得到发展以适应形势的需要。可以肯定,在目前及今后相当长一段时间内,印制板的地位是不可动摇的,其作用是无法替代的。

二、印制电路板设计概述

印制板设计得好坏直接影响电路的功能指标、工作的稳定性及可靠性。一个理论上设计良好的电路,如果印制板设计不合理将会影响电路的性能,以至不能工作。例如,设计不合理的印制板上会耦合干扰与噪声,对精度要求较高的电路来说会降低性能指标。若干扰与噪声较大,将导致小信号处理电路不能正常工作,控制电路出现误动作等。印制板上的发热器件如果放置不当,散热困难,将直接影响器件性能参数的稳定性,严重时甚至损坏器件。印制板设计得好坏对高频及微波电路的影响就更为突出了,因为当电路工作频率高到一定程度时,印制板上各处都存在着分布参数的影响,所以对导电层走线的形状、走向,元器件放置的方位均有严格的要求或限制。绝缘基材的厚度、相对介电常数、介质损耗角等参数对电路性能也有很大的影响。

印制电路板设计涉及到的技术内容是十分广泛的,它不仅要求设计者熟悉电路工作原理、元器件性能,还要求了解一定的印制板制作工艺。要设计性能优良的印制板,还要将电磁兼容性设计(电磁屏蔽、减小寄生耦合、消除共地干扰等)、热设计、可维修性设计、整机结构设计等与印制板设计融为一体综合考虑。但是,本书并不要求读者事先具备这么多知识,也不打算详尽介绍这么广泛的技术,只是在与印制板设计相关的地方作一些必要的介绍,目的是希望读者阅读完本书后,不仅学会使用 PROTEL 软件来设计印制板,而且还能从提高电子设备性能的角度出发,在印制板设计过程中适当考虑电磁兼容、热设计等问题。

有关印制板设计方面的问题很多,而且没有统一、固定的模式可以套用,很多要求或者规定都是灵活的,只能结合具体情况,不断摸索,积累经验,并向懂行的人请教,才能逐步提高自己的设计水平。

通常所说的印制板设计是指印制板版图的设计。完整的印制板设计内容不仅包括版图设计,还有绝缘基材的特性参数的确定以及工艺设计等。本书主要讲述应用 PROTEL 软件辅助设计印制板版图,对于基材选择、工艺设计等问题则不涉及。这里的版图包括导电层版图、字符层版图、阻焊层版图、钻孔定位版图等。当然,简单的印制板不一定需要这么多版图。

三、印制板 CAD 软件现状简介

随着计算机技术的飞速发展,计算机辅助设计(Computer Aided Design,简称 CAD)技术已经渗透到电路与系统设计的各个领域。印制板设计采用 CAD 技术可以协助用户完成从绘制电路原理图,印制板布局、布线,直至输出印制板版图等一系列工作,可以极大地

提高设计效率和设计质量,降低成本,改善电子设备的整机电气性能。目前,印制板 CAD 技术已经广泛应用于科研、技术开发及生产等部门。

当前流行的印制板 CAD 软件种类很多,它们各有长短,各具特色。下面对国内流行的常见印制板 CAD 软件作一简单介绍:

- SMARTWORK: 能设计单面板及双面板,操作简单易学,对硬件配置要求很低,可以单根线自动布线,只有两种线宽、两种焊盘可供选择,最小布线栅格只能是 1.27 mm。

- PC-ROUTER: 为双面板 CAD 软件包,具有较强的自动布线功能,有 4 种焊盘、6 种线宽,栅格可小到 0.16 mm。对硬件配置要求与 SMARTWORK 相当,但版图只能用绘图仪输出,不能驱动打印机。

- TANGO: 美国 ACCEL 科技公司 1987 年推出,分为原理图绘制和印制板设计两部分,有自动布局、自动布线功能,自动布线可达 4 层,手工布线可达 8 层,具备丰富的元器件库,能自动检查核对,可支持多种打印机、绘图仪、光绘机。这种软件具有方便、实用、快速、易学等特点,前几年在国内得到极为广泛的应用。美中不足的是人机界面过于简单,用户需要记忆命令键,某些功能也不够完善。TANGO 软件的改进型 PROTEL 全面继承了 TANGO 的优点,而且功能又有了增强与扩展,是目前最流行的印制板 CAD 软件。

- OrCAD: 具有良好的人机界面,功能较强,尤其是它的原理图绘制部分 SDT,由于可以生成 30 多种满足不同电子 CAD 软件格式要求的连接网表,因而非常流行。OrCAD 的印制板设计部分 PCB II 可以自动布局,自动布线,最大设计层数为 16 层,但是软件功能设计欠灵活,使用不便,自动布线的效果不太理想。

- P-CAD: 是一种大型电子 CAD 软件,印制板设计部分具有完善的自动布局及自动布线功能,布线质量好,功能齐全,但是软件庞大,规则、定义繁琐,即使在电子 CAD 方面有经验的人也必须学习较长时间才能掌握和进入实际应用。器件库是分立式的,占用外存极大。

- PADS: 这也是一种大型软件,功能强大,具有以外形为基础的无栅格布线、动态布线、在线设计规则检查和元器件的自动簇布局等功能。

上述软件都是微机级的 CAD 软件。其中 SMARTWORK 和 PC-ROUTER 可以称为低档的印制板 CAD 软件,其共同特征是最多只能设计双面板,自动化程度低,功能有限,但使用简便,容易掌握。TANGO 和 OrCAD 作为中档软件,功能比低档软件有了很大提高,而且在一般的微机上就可以较好地运行。特别是 TANGO 及其改进型软件 PROTEL 由于功能实用,操作灵活,简便易学,普及率非常高。P-CAD 和 PADS 由于是高档大型软件,全部装在硬盘上需要占据几十 MB 空间,运行起来一般得有 8 MB 以上内存,而且功能复杂,学习困难,因而不易普及推广。

工作站上运行的印制板 CAD 软件与微机级 CAD 软件相比,无疑是另一个档次了。工作站级的印制板 CAD 软件不仅在功能上明显优于微机级软件,而且其设计处理规模也要大得多。更重要的差别在于工作站级的印制板 CAD 软件能够从版图中提取分布参数,分析所设计印制板的布线延迟、串扰及传输线效应,还可进行热性能模拟,这对设计高频及微波电路板尤为可贵,而一般的微机级 CAD 软件不具备这些功能。工作站级印制板 CAD 软件的典型代表是 Mentor Graphics 的 PCB 设计软件包 Board Station。

当然,工作站级 CAD 软件在硬件、软件方面投资较大,远不如微机级 CAD 软件普及,

目前主要在科研院所等大单位应用。

面对这么多印制板 CAD 软件,用户在选择时不能只看其功能强弱,还要看软件对运行环境要求如何,在经济上是否合算,软件是否易学、实用。对于广大印制板设计者来说,最佳选择是下面要介绍的 PROTEL。

四、PROTEL 简介

PROTEL 是澳大利亚 PROTEL TECHNOLOGY 公司研制的一种印制电路板 CAD 软件,它是大家早已熟知并且应用非常广泛的 TANGO 软件的改进型产品。

PROTEL 软件可分为原理图绘制 SCHEMATIC 和印制板设计 AUTOTRAX 两大部分。其中 SCHEMATIC 主要有 3 个可执行程序:原理图绘制程序 SCHEDIT.EXE,原理图元器件库管理程序 SLM.EXE,原理图输出程序 SCHPLOT.EXE。AUTOTRAX 主要有两个可执行程序:印制板设计程序 TRAXEDIT.EXE,印制板版图输出程序 TRAXPLOT.EXE。

PROTEL 软件的一般特点如下:

- 采用下拉窗口式菜单,人机界面优良。
- 支持 EMS(扩展内存)。
- 功能强大的键盘宏命令及宏命令编辑功能。
- 完善的块操作功能,可以定义、删除、移动、复制图形块。
- 可对各种实体进行平移、旋转、镜像等操作。
- 方便的建库功能,可以改造、扩充元器件库及封装模块库。
- 可以悬挂当前工作,执行 DOS 命令。
- 可以对以前版本的文件和图形进行格式转换。
- 输出支持多种打印机、绘图仪、光绘机。
- 显示窗口放大、缩小、对中等功能。
- 输入窗口采用行编辑方式,方便清楚。
- 高效率的重复操作功能。
- 恢复所有被删除实体的功能。
- 自动定时备份功能。
- 光标跳转和实体查找功能。
- 各种字符尺寸可以任选。

具体到 SCHEMATIC 部分,又有以下特点:

- 可选 A0, A1, A2, A3, A4, A, B, C, D, E 共 10 种图纸尺寸。
- 元器件库包括各种常见元器件,多达 3 000 余种,并可扩充。
- 支持 99 张分图。
- 可使用细线、粗线、总线、虚线 4 种线型。
- 对连接网络的高亮指示功能。
- 同时装载 3 个当前元器件库,并可随时更换。
- 原理图文件不受元器件库束缚。
- 由原理图生成的连接网表可以转换成其他 CAD 软件格式。

- 元器件库兼有正向编译、反向编译功能。
- 元器件库具有显示、添加、删除和命名等编辑功能。
- 采用屏幕绘图建库，直接编辑元器件的点阵图。
- 具有库与库之间的器件拷贝功能。
- 具有元器件与元器件之间的点阵拷贝功能。
- 具有元器件管脚的编辑功能。
- 具有元器件库的排序功能。

印制板设计部分 AUTOTRAX 具有以下特点：

- 最多可设计 8 层板，其中有 6 个信号层，1 个电源层，1 个地线层。
- 具有公制和英制两种制式单位。
- 最大印制板面积可为 $32 \times 32 \text{ in}^2$ (约 $80 \times 80 \text{ cm}^2$)。
- 可调的最小栅格为 1 mils (约 0.025 4 mm)。
- 在 1~255 mils 之间的可选任意线宽。
- 可根据原理图网络表及各种自选设置进行自动布局。
- 可进行多种策略的自动布线。
- 自动布线时线宽及间距可选。
- 允许预先对特殊线进行手工布线。
- 可检查核对手工布线的连接关系。
- 可使用设计规则检验布线。
- 高亮飞线指示功能。
- 可用屏幕绘图方式改造、扩充封装模块库。
- 可选择 6 大类，40 多种焊盘规格，并可改变焊盘尺寸。
- 可处理不在栅格上的元器件和管脚。
- 具有区域填充及设置屏蔽层功能。
- 可以生成各种版图及检查图。
- 支持各种常见针式、喷墨、激光打印机及绘图仪。
- 可以生成光绘机需要的 Gerber 格式文件。
- 可生成 Excellon 格式数控钻孔机驱动文件。
- 支持 PostScript 语言。

由以上特点可以看出，对于绝大多数印制板设计工作来说，使用 PROTEL 的功能已经足够了，然而 PROTEL 的优势并不在于它具有多种功能，而在于它易于掌握、实用、高效，对软硬件配置要求低。

PROTEL 软件的菜单设置得非常合理，层次分明，一目了然。初学者学起来很快，而且 PROTEL 的大部分命令都与 TANGO 兼容，TANGO 的老用户可以很容易转到 PROTEL 上来。

PROTEL 的各种编辑、修改、设置命令设计得非常灵活，用户享有极大的自由度。在印制板设计中，自动、半自动、手工设计方式可以交替使用，十分方便。

PROTEL 对微机软硬件配置要求很低，只需要有 640 KB 内存、DOS 2.0 以上版本、单色显示器和至少一个高密软驱。这里特别要指出，由于 PROTEL 软件本身短小精悍，其

印制板设计部分可以挑选主要文件,并将其集中到一片 1.2 MB 软盘上运行,因此,没有硬盘也可以运行。

正因为 PROTEL 具有这么多突出的优点,特别适合中国国情,所以被越来越多的人接受。许多印制板加工厂家都可接受 PROTEL 文件直接光绘、制版、加工。PROTEL 俨然已成为印制板设计、加工方面的一种非正式标准。据称,在中国电子 CAD 市场上,PROTEL 占有率高达 95%,真可谓大众化软件。

五、本书内容安排

本书以介绍 PROTEL 最新普及版本 3.31 版为主,同时适用于 DOS 环境下所有 PROTEL 版本。

本书在内容安排上遵循由浅入深、由易到难的原则,对 PROTEL 软件的使用进行了面向任务的系统介绍,立足于帮助读者解决实际问题,提高使用技巧。本书对 PROTEL 的每条命令不是逐条孤立地、机械地解释,而是放在一个具体任务的背景下,按照本书的指导,使读者在完成操作的同时轻松愉快地理解、掌握 PROTEL,并学会设计印制板的一整套方法。

本书正文分为四部分,共 17 章。

第一部分(第 1~5 章)首先介绍 PROTEL 的安装及工作流程,然后以一个具体的电路为例,完成从绘制原理图到设计印制板版图等一系列任务,使读者在阅读过程中能系统、快速地掌握 PROTEL 的基本概念、命令及功能,对 PROTEL 有一个全面的、初步的了解。

第 1 章:介绍 PROTEL 的运行环境及安装。

第 2 章:介绍 PROTEL 的系统组成、文件组成及工作流程。

第 3 章:结合实例讲述原理图绘制程序。SCHEDIT 的启动、设置、查阅器件库、放置器件、连接器件、调整、修改及输出等内容。

第 4 章:介绍有关印制板版图设计的一些基本概念、基本知识,以及如何对原理图作适当的编辑、修改,使之能适应后面印制板设计的需要。

第 5 章:结合实例讲述印制板设计程序。TRAXEDIT 的设置、手工布局、手工布线、连接关系检查及版图输出等内容。

第二部分(第 6~7 章)通过一个小系统的原理图绘制和印制板版图设计的全过程来指导读者使用 PROTEL 的高效操作命令,帮助读者解决设计中出现的一些实际问题,使读者能熟练运用 PROTEL 来完成各种电路的原理图绘制和印制板设计任务。

第 6 章:讲解重复操作(Repeat)、块操作(Block)、光标跳转(Jump)、窗口控制(Zoom)、信息查询(Information)等高效操作命令,介绍了绘制总线、添加大量注释字符、利用网络标号连接器件以及编辑新器件的方法,并且讨论了绘制总线时出现的问题及器件自动编号的问题。

第 7 章:介绍印制板版图设计中的各种高效操作以及如何添加封装模块、自动布局、布局调整、自动布线等内容。

第三部分(第 8~13 章):首先深入探讨印制电路的设计技巧,然后学习焊盘的编辑,原理图元器件库管理程序 SLM 的应用,宏命令及热键的设置,原理图输出程序 SCHPLOT 和印制板版图输出程序 TRAXPLOT 的使用等,最后让读者了解 PROTEL 图形文件的存

储格式。

第 8 章：讨论并介绍印制电路板的设计技巧。

第 9 章：介绍如何编辑焊盘及设置焊盘类型。

第 10 章：介绍原理图元器件库管理程序 SLM 的使用。

第 11 章：介绍宏命令及热键的设置、修改等。

第 12 章：介绍原理图输出程序 SCHPLOT 与印制板版图输出程序 TRAXPLOT 的使用。

第 13 章：介绍 PROTEL 的原理图文件和版图文件的存储格式。

第四部分(第 14~17 章)：对 PROTEL 软件的 3 个主要执行程序中的所有菜单选项做了简明扼要的介绍，使用户阅读后能迅速了解 PROTEL 最新版的全貌，以方便查阅，最后还介绍了 PROTEL 中其他应用程序。

第 14 章：SCHEDIT 3.31 命令集。

第 15 章：TRAXEDIT 1.57 命令集。

第 16 章：SLM 3.32 命令集。

第 17 章：介绍各种实用后处理程序。

本书附录有以下内容：

附录 A PROTEL 软件的有关参数。

附录 B 宏命令索引。

附录 C 窗口行编辑命令。

附录 D DEVICE.LIB 库。

附录 E TRAXSTD.LIB 库。

六、本书读者对象及使用方法

本书适合于那些将要或正在使用 PROTEL 软件设计印制电路板的读者。

对于初次接触 PROTEL 的读者来说，在读完本书引言之后，最好从第一部分看起，循序渐进。即便初学者对 PROTEL 软件及印制板设计一无所知也不要紧，因为本书内容是按数字由易到难、由浅入深的顺序而编写的。一些必要的概念、知识会陆续在适当的时候介绍给读者。PROTEL 的主要操作命令在本书中都是与设计实例相结合的，所以初学者最好能一边阅读本书，一边按照书里的实例上机实践，这样就能起到事半功倍的效果。读者在阅读本书第一部分时可能会发现有些操作命令没有讲到或没有讲全，这是考虑到初学者的需要，将一些较难的或不很常用的命令推后介绍，分散了难点，有助于初学者打好基础。

如果你对 PROTEL 软件的使用已经稍有经验，那么对第一部分的内容也应大致阅读一下，毕竟这一部分都是 PROTEL 中最基本的东西，可以留意一下有没有自己不曾注意到的或者还不太清楚的东西，然后重点从第二部分读起。到第二部分结束时，PROTEL 的绝大部分操作命令都已涉及到了。阅读第二部分的重点在于掌握各种高效操作命令，学会解决设计中的一些实际问题。

本书第三部分介绍的不仅仅是关于使用 PROTEL 软件中较难的和一些综合性的问题，而且还有一些与 PROTEL 软件操作没有直接关系，但对设计印制板非常有用的一些技巧和知识。另外，第三部分也是全书关于印制板设计的技巧与经验的总结。仔细阅读这一部

分将有助于你全面、深入地掌握 PROTEL 软件和印制板设计技术。

本书第四部分参考指南既不同于繁琐的参考手册，也不同于简单的命令索引，而是介于两者之间，提供有关 PROTEL 简洁实用的资料。无论哪一类读者在阅读前几部分时都可以对照查阅，平时上机操作时也可以把这一部分做为操作手册。

书中给出的练习希望读者在阅读完相应内容后认真上机实践，这有助于读者检查学习的效果，加深理解软件的运用。

七、阅读前的注意事项

在阅读本书正文前，读者需要注意以下事项。

1. 关于书面表示

本书在键盘及菜单的书面表示上有如下约定：

① 凡是敲击后在屏幕上并不显示该按键上的字符，而是执行了某种操作时，键的名称一律用单书名号括起来，例如，<Enter>代表回车键，<Esc>代表退出(返回)键。在使用组合键时，例如先按住 Alt 键再敲 X 键，表示为<Alt - X>；先按住 Shift 键，再敲 F1 键，表示为<Shift - F1>；先按住 Ctrl 键，再敲 Q 键，表示为<Ctrl - Q>(有的书上不是这样表示的，而是表示为<^ Q>，两者意思是一样的，本书用单书名号括起来表示是为了不和“^”符混淆)。

② 在本书中，菜单选项的书面表示一般如下：

主菜单选项——一级子菜单选项——二级子菜单选项——……

例如，本书中出现的 File—Save 表示先选择主菜单中的 File 选项，然后选择 File 子菜单中的 Save 选项。

不过，在菜单层次很少，又不致于引起误会的情况下，本书也会简单地用某一子菜单选项表示。

2. 几点说明

① <Enter>键的作用是进入某一菜单、激活执行某项操作或确认输入有效。<Esc>键的作用是放弃当前操作、退出当前状态或返回前一状态。

② 鼠标左键相当于<Enter>键，鼠标右键相当于<Esc>键。

③ PROTEL 软件中，当实体处于待移动状态时，<Space>(空格键)、<X>、<Y>这三个键意义比较特殊，敲<Space>是执行旋转操作，敲<X>、<Y>键分别表示在 X 方向、Y 方向进行镜像翻转。

④ 蜂鸣器鸣叫时，通常是说明刚才的操作无效。

⑤ 很多情况下，当系统出现输入窗口期待你键入器件名称、文件名等字符时，如果不能确认输入内容，可以键入“?”，然后回车，则系统会打开一个选择窗口，列出所有可供选择的选项。

⑥ 通配符“*”及“?”在 PROTEL 软件的文件操作中所起的作用和在 DOS 中完全一致。

第一部分 基 础

为使初学者对 PROTEL 有一个感性认识，在第一部分中先介绍 PROTEL 的安装及工作流程，然后通过一个简单的例子描述用 PROTEL 设计印制板版图的全过程，同时也就介绍了一些基本的常用命令，使初学者对 PROTEL 有一个系统的了解，并能用一些基本的绘图命令绘制原理图和印制板版图。如果你是初次接触 PROTEL 的话，请不要跳过这一部分而急于进入下一部分的学习，因为这部分将给你以后的学习打下牢固的基础。