



中等职业学校电子信息类教材 电气运行与控制专业

PROTEL电路设计 实用教程

王正谋 主编
张同苏 主审

10.2
64

电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

中等职业学校电子信息类教材(电气运行与控制专业)

PROTEL 电路设计

实用教程

王正谋 主编
张同苏 主审

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书是一本面向中等职业学校电子、机电、自动化及计算机类专业的教科书。主要介绍电子 CAD 软件 PROTEL 3.31 的使用方法和操作技巧。内容包括:电路原理图的绘制、后处理方法、印制板图的布局、布线设计方法、打印输出方法以及元件的电气图形和封装图形的编辑方法。本书每章后都给出小结和习题。附录中编入了多种常用元件库、封装库、键盘宏命令及热键,以便于读者在实际工作中查阅。

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 电路设计实用教程/王正谋主编. —北京:电子工业出版社,2003.6

中等职业学校电子信息类教材·电气运行与控制专业

ISBN 7-5053-8224-1

I. P… II. 王… III. 电路设计:计算机辅助设计—应用软件, PROTEL—专业学校—教材 IV. TN702

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 048977 号

责任编辑:陈晓明

印 刷:北京彩艺印刷有限公司

出版发行:电子工业出版社 <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×1 092 1/16 印张:13.5 字数:346 千字

印 次:2004 年 1 月第 2 次印刷

印 数:3 000 册 定价:18.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。联系电话:(010)68279077。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。

前 言

随着计算机技术向各技术领域的强力渗透,中等职业技术教育各专业开设与本专业相关的计算机应用技术课程,已属非常必要。本教材正是为适应工科电子类专业的这种教学需要而编写,主要介绍印刷电路板计算机辅助设计中最常用的 PROTEL 软件(3.31 版本)的功能及基本设计技巧。

目前,PROTEL Technology 公司已相继推出基于 Windows 9X/NT 操作平台的 PROTEL 98/99/99 SE 等版本,其功能日趋完善。然而庞大的系统、极其丰富的功能却往往令初学者眼花缭乱。对于课时紧张,以实用、够用为基准的中等职业教学体系来说,讲授实用、易学同时体现 PROTEL 软件的基本功能的 PROTEL FOR DOS 版本则是比较适合的。

本教材考虑了三种学时分配方案,适用于不同学校不同专业的课程设置。

方案	总学数	选用章节	学时数
I	(2 节/周) 以 36 学时计	第 2 章	10 学时
		第 3 章	20 学时
		第 7 章实验部分可选做	6 学时
II	(4 节/周) 以 72 学时计	绪论、第 1 章	2 学时
		第 2 章	8 学时
		第 3 章	18 学时
		第 4 章	4 学时
		第 5 章	14 学时
		第 6 章	18 学时
III	若正课安排不下,可安排在课程设计或毕业设计中边做边学。课程设计一般为一周时间,毕业设计有 4~6 周不等	可将本书作为参考手册使用,遇到问题查有关章节。视实际课题规模大小选用第 2 章、第 3 章或第 2、3、4、6 章	

本教材由广州市教育局教研室、广州市中等职业学校电气教研会组织编写。编写组成员及分工如下:组长:广州市教育局教研室中专科孔庆斌;副组长:广州市中等职业学校电气教研会理事长李乃失;主审:广州市冶金自动化研究所张同苏高级工程师;审稿:广州市无线电学校朱力恒;主编:广州市土地房产管理学校王正谋;编委是广州市建材学校陈文忠、刘少珍、何军玲和邓惠芹。本书绪论、第 1 章和第 7 章由王正谋编写,第 2 章和第 5 章由陈文忠编写,第 3 章和第 6 章由刘少珍编写,第 4 章由何军玲编写,实验和附录由邓惠芹编写。

限于编者水平,书中不当之处难免,恳请读者批评指正。

编者

2003 年 2 月

目 录

绪论	(1)
第 1 章 PROTEL 系统简介与安装	(3)
1.1 PROTEL 系统简介	(3)
1.1.1 PROTEL 软件包的组成	(3)
1.1.2 PROTEL 软件的性能特点和技术指标	(4)
1.2 PROTEL 软件的安装	(6)
1.2.1 安装 SCHEMATIC	(6)
1.2.2 安装 AUTOTRAX	(8)
1.3 目录、启动方式和显示模式设置	(9)
1.3.1 目录设置	(9)
1.3.2 启动方式	(10)
1.3.3 显示模式设置	(10)
第 2 章 简单电路原理图的绘制	(12)
2.1 SCHEDIT 的基本操作	(12)
2.1.1 启动 SCHEDIT	(12)
2.1.2 光标的移动方法	(13)
2.1.3 菜单的操作方法	(13)
2.1.4 SCHEDIT 工作环境的设置	(14)
2.1.5 文件的保存与退出	(15)
2.2 装载和查阅元器件库	(15)
2.2.1 装载器件库的方法	(17)
2.2.2 查阅器件库的方法	(19)
2.3 器件的放置方法	(21)
2.3.1 放置集成器件	(21)
2.3.2 放置分立器件	(22)
2.3.3 移动器件	(24)
2.4 器件的编辑方法	(24)
2.4.1 修改器件型号	(24)
2.4.2 移动管脚	(26)
2.4.3 编辑管脚	(26)
2.5 器件的连接方法	(27)
2.5.1 布放电气连接线	(27)
2.5.2 放置电气连接点	(28)
2.6 调整完善原理图	(29)

2.6.1	放置注释字符	(31)
2.6.2	移动字符串	(31)
2.6.3	删除及恢复	(31)
2.7	原理图的后处理	(32)
2.7.1	连接网表文件	(33)
2.7.2	错误报告文件	(33)
2.7.3	连线表文件	(34)
2.7.4	元器件明细表文件	(34)
本章小结		(35)
习题 2		(35)
第 3 章	简单印制板图的设计	(38)
3.1	印制电路板设计的基本过程	(38)
3.2	印制电路板设计的基本概念	(39)
3.3	印制电路板布局、布线的一般原则	(40)
3.4	启动 TRAXEDIT	(42)
3.5	TRAXEDIT 中的设置	(43)
3.5.1	当前状态设置 Current	(43)
3.5.2	栅格尺寸的设置 Grid	(44)
3.5.3	环境的设置 Setup	(44)
3.6	封装模块库的装载和浏览	(47)
3.7	印制电路板图的布局操作	(48)
3.7.1	定义板的尺寸	(48)
3.7.2	设置活动的器件库	(48)
3.7.3	放置器件	(48)
3.7.4	编辑器件	(49)
3.7.5	印制板图和原理图中器件的匹配问题	(49)
3.7.6	调整布局	(50)
3.8	印制电路板的布线操作	(52)
3.9	线的编辑	(55)
3.10	检查核对连接关系	(57)
本章小结		(58)
习题 3		(59)
第 4 章	原理图与印制板图的输出	(60)
4.1	原理图的输出	(60)
4.1.1	打印机输出原理图的方法	(60)
4.1.2	绘图仪输出原理图的方法	(64)
4.2	印制板图的输出	(67)
4.2.1	打印机输出印制板图的方法	(68)
4.2.2	绘图仪输出印制板图的方法	(74)
本章小结		(76)

习题 4	(76)
第 5 章 复杂电路原理图的绘制	(77)
5.1 绘制电路原理图	(77)
5.1.1 放置器件	(77)
5.1.2 编辑器件	(82)
5.1.3 放置网络标号	(83)
5.2 总线的绘制方法	(85)
5.2.1 用 Repeat 命令绘制总线	(85)
5.2.2 用块操作命令 Block 复制总线	(87)
5.2.3 用 BUS 型线来连接总线	(89)
5.3 总图的拼接	(89)
5.3.1 对原理图进行后处理	(90)
5.3.2 总图的拼接	(90)
5.4 文件操作	(92)
5.4.1 暂时返回 DOS	(93)
5.4.2 设置工作路径	(93)
5.4.3 调用原理图文件	(93)
5.4.4 丢失文件的恢复	(94)
5.5 SCHEDIT 的其他功能	(94)
5.5.1 块移动	(94)
5.5.2 在图纸上添加大量注释	(95)
5.5.3 光标快速移动	(95)
5.5.4 显示当前工作信息	(95)
5.5.5 菜单和实体颜色设置	(96)
本章小结	(97)
习题 5	(97)
第 6 章 复杂印制板图设计	(98)
6.1 封装模块库的操作	(98)
6.1.1 建立新的封装模块库	(98)
6.1.2 新库的装载	(98)
6.1.3 编辑新的封装模块	(98)
6.2 自动布局	(100)
6.3 调整布局	(102)
6.3.1 单元电路的调整	(102)
6.3.2 调整各单元电路的相对位置	(104)
6.3.3 标注字符的调整	(105)
6.4 自动布线	(105)
6.4.1 自动布线设置	(105)
6.4.2 自动布线	(109)
6.5 手工调整布线	(109)

6.5.1	查阅自动布线结果	(109)
6.5.2	显示没有布通的网络飞线	(109)
6.5.3	手工调整布线	(113)
6.5.4	快速删除连线	(113)
6.5.5	复制高亮显示的连线	(113)
6.5.6	手动布线	(115)
6.5.7	单层调整走线	(115)
6.5.8	布电源线和地线	(116)
6.6	焊盘的编辑及字符的标注和调整	(118)
6.6.1	编辑焊盘	(118)
6.6.2	调整字符	(118)
6.7	查阅信息	(120)
6.8	设计规则检查	(121)
	本章小结	(123)
	习题 6	(124)
第 7 章	元件库编辑工具 SLM 的应用	(128)
7.1	SLM 的启动和命令功能介绍	(128)
7.1.1	SLM 的启动	(128)
7.1.2	命令功能介绍	(129)
7.2	SLM 应用实例	(131)
7.2.1	分立元件图形编辑方法之一	(132)
7.2.2	分立元件图形编辑方法之二	(136)
7.2.3	块状器件编辑方法	(137)
7.2.4	相同单元组合器件编辑方法	(141)
7.2.5	不同单元组合器件编辑方法	(145)
7.2.6	阵列类型器件编辑方法	(148)
	本章小结	(150)
	习题 7	(150)
附录		(152)
附录 A	分立元器件库 (DEVICE.LIB) 参照表	(152)
附录 B	印制板封装库注释 (TRAXSTD.LIB)	(157)
附录 C	宏命令与热键	(161)
附录 D	SCHEDIT 3.31 命令集	(164)
附录 E	TRAXEDIT 1.57 命令集	(167)
附录 F	SLM 3.32 命令集	(172)
实验		(174)
实验 1	SCHEDIT 的基本操作和放置器件	(174)
实验 2	编辑器件和连接器件	(176)
实验 3	原理图的完善和后处理	(177)
实验 4	TRAXEDIT 的启动、退出和封装模块的放置	(178)

实验 5 手工布局	(180)
实验 6 印制电路板的手工布线	(181)
实验 7 印制电路板的手工调整 and 检查核对连接关系	(182)
实验 8 原理图和印制板图的打印输出	(186)
实验 9 复杂电路原理图的绘制	(187)
实验 10 总线的绘制方法	(188)
实验 11 总图的拼接	(189)
实验 12 复杂印制板电路图的布局	(190)
实验 13 复杂印制板电路的布线	(191)
实验 14 复杂印制板电路设计规则检查	(192)
绘制电路图和印制板图的实验步骤小结	(193)
实验 15 用 SLM 添加分立器件	(199)
实验 16 用 SLM 添加块状器件和组合器件	(200)
参考文献	(203)

绪 论

在计算机技术飞跃发展的今天, 计算机辅助设计 (Computer Aided Design, CAD), 已渗透到工程设计的各个领域。事实上, 在一项工程设计中是否使用 CAD 已经成为了衡量工程设计水平高低的一项标准。而在 CAD 软件系列中, 以电子电路设计为主要任务的电子 CAD 软件, 占有十分重要的地位, 是 CAD 领域中的一朵奇葩。

目前, 虽然电子 CAD 软件包的功能有了多方面的加强, 但它的最基本功能仍然是根据电路原理图设计出能够进行批量、自动化生产的印制电路板 (Printed Circuit Board, PCB)。印制电路板, 又称印刷电路板, 简称印制板。它是根据电路原理图, 在以绝缘板为基材, 铜箔为导电层的板材 (称为复铜板) 上, 用特殊工艺蚀刻出元件的连线图形。印制板做好后, 只需将元件焊上, 就可实现元件之间的电气连接。由于印制板具有电气性能可靠, 适合批量生产而使产品成本降低等优点, 使印制板设计成为电子产品设计的一个重要环节。

印制电路板概念早在 19 世纪就已出现, 其前身是电气元件的接线板。为了电气产品的规模化生产, 这些接线板需要专门设计和制造工序加工, 这也是早期印制板的设计生产模式, 即由电气产品生产厂自行加工生产印制板, 印制板加工是产品生产线上中的一个生产环节。随着电子技术的不断发展, 晶体管的出现, 特别是后来集成电路的出现, 印制板线路更趋复杂, 由过去的单面板、发展到双面板和多层板, 布线也愈来愈精细。制造印制板的技术也更加专业, 设备也更加先进、昂贵。大部分电子产品生产厂家不可能专门购置设备来生产印制板, 这就促使了印制板的生产方式由过去的自家生产方式走向专业化、规模化和社会化生产方式, 出现了大大小小的印制板专业生产厂。电子产品生产商只需设计出产品的印制板图样, 交给印制板生产厂即可加工出合乎要求的印制板。

印制板在电子设备中的重要地位是不言而喻的。虽然过去几块 (甚至几十块) 印制板电路的功能, 现在用一块大规模或超大规模集成电路即可实现, 但这些集成电路与外围元器件的连接仍离不开印制板。印制板在电子设备中所起的骨架和元器件之间的信号桥梁作用是无法取代的。

印制板通常以导电层的层数来分类:

(1) 单面板: 仅一面有导电图形的印制板。适用于较简单的电路或元件分布密度不高的印制板, 如一般的小型电气产品, 小型家电产品电路等。

(2) 双面板: 板的顶、底两面上都含有导电图形的印制板。两面间的电气连接由金属化过孔实现, 适合于布线要求较高的复杂电路, 如一般工控机电路, 较复杂的电子产品, 家电产品电路等。

(3) 多层板: 由导电图形层和绝缘材料层交替层层压粘而成一块印制板。导电图形层数超过 2 层, 层间的电气连接由金属化过孔实现。多层板适用于含有超大规模集成电路, 布线精度要求很高, 元件排布密集, 电路板尺寸要求较小的电路系统, 如电脑主板, 内存条, 显示卡等采用的都是 4~8 层板。图 1 是一个典型的四层印制板结构图。

我们常见的印制板都是不能弯折的刚性印制板。此外, 还有使用挠性基材的可弯折印制板。

可使电路安装在狭小的弯曲空间中，适合特殊的使用场合。

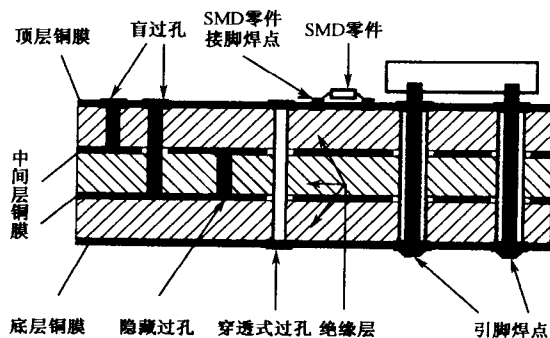


图1 典型四层印制板结构示意图

早期的印制板设计方法是手工方式的。技术人员根据电路原理图在纸上（或透明胶片上）绘制出印制板导电图形的墨图。再加工成印制板。显然这种方法电路修改不方便，精度也不高，效率很低，一般只能设计单面板。

20世纪60年代集成电路出现后，印制电路的布线密度大大提高。因此对导线、管脚的尺寸精度、电路的可靠性要求也愈来愈高。这时出现了使用印制板预切符号的设计方法。预切符号是一种用黑色胶布制成的PCB组件，如不同形状尺寸的焊盘与过孔、不同宽度的连线、总线片段、线路的45度（或圆弧）弯角、集成电路管脚排列图形等等。使用时将预切符号贴在透明胶片或白纸上，组成印制板的导电图形。这种方法设计出的电路图形比较规范，精度也较高。但电路检查修改不方便，设计工作效率仍较低，一般只能设计单面或双面板。

随着中、大规模集成电路的应用，电子电路的复杂程度日益提高，再沿用传统的印制板设计方法已无法胜任工作。迫切需要一种全新的设计方法，不但能设计出美观、高精度的印制板，而且能缩短设计周期，提高工作效率。这时，电子CAD软件就应运而生了。并且随着微型计算机应用的普及化，电子CAD软件已经成为了每个从事电子设备工艺设计的技术人员最常用的工具。

印制板设计采用CAD技术是这个领域里的一场技术革命，它打破了传统设计方法的局限性。可以从绘制电路原理图开始，自动地完成印制板布局、布线、输出版图等一系列工作；可以随时对电路原理图进行修改，并自动地对印制板图进行相应的修改；也可以方便地调整印制板图元件的布局，系统根据电路原理图自动地完成相应的布线，这就极大地提高了设计效率和设计质量，大大缩短了设计周期，降低了成本。而且线面整洁，精确可靠，从而大大改善了电子设备的整机电气性能。

适合于微机运行的电子CAD软件于20世纪80年代初出现，在国内流行过的软件包有SMARTWORK、Auto-Board、PCROUTER、OrCAD、TANGO、P-CAD、PADS、PROTEL等，它们的功能强弱有别，各具特色。这些年来，电子CAD软件领域经历了一个优胜劣汰的过程，经过有关软件开发商的不懈努力，广大用户对各类电子CAD软件的使用、比较和筛选，逐渐趋向于比较一致的选择。到目前为止，用户选用最多的电子CAD软件仍然是PROTEL。

第 1 章 PROTEL 系统简介与安装

1.1 PROTEL 系统简介

PROTEL 印制板设计软件包是澳大利亚 PROTEL Technology 公司于 1990 年推出的电子 CAD 产品, 具有方便、易学、实用、快速以及高速度、高布通率的特点。它采用了分层次下拉窗口菜单结构形式, 用户基本上不需记背太多键盘命令, 用鼠标点击菜单命令就能操作, PROTEL 有着很高的自动布线布通率。布通率是电子 CAD 产品的一项重要指标, 它反映电子元件在电路图中连接关系有多少能在印制板版图中实现。在设计常用的单、双面印制板时只要选择适当的元件布局和布线策略算法, PROTEL 就可轻易地达到 98%~100% 的布通率。对极少数不能布通的地方, PROTEL 可用“飞线”指示出来, 引导用户用手工方法连通。另外, PROTEL 有强大的宏命令设置功能, 利用宏命令功能所定义的热键可以大大提高操作速度。

PROTEL 对微机系统软硬件配置要求很低: CPU 在 8088 以上, DOS2.0 以上版本, 内存 640KB 以上, 双软驱 (或一个软驱一个硬盘), 单色显示器 (多层板设计时最好用彩显), 各种兼容打印机。也能在 Windows9X 平台的模拟 DOS 环境 (MS-DOS 方式) 下运行。

PROTEL 已成为印制板设计加工方面的工业标准。据初步统计 PROTEL 在 CAD 的市场占有率达 95% 以上, 成为电子产品制造业界的首选 CAD 软件。

1.1.1 PROTEL 软件包的组成

PROTEL 软件包由原理图编辑: SCHEMATIC、印制板编辑: AUTOTRAX、文件输出: SCHPLOT 及 TRAXPLOT、图形驱动程序库: GRAPHDRV 以及实用工具程序组成。当 PROTEL 安装成功后, 在磁盘根目录上就会有 SCHEMATIC、AUTOTRAX、SCHPLOT、TRAXPLOT 以及 GRAPHDRV 五个子目录。PROTEL 的全部文件包括实用工具程序文件就分布在这五个子目录中。

各部分功能如下:

- SCHEMATIC (电路原理图编辑)
- AUTOTRAX (印制板图编辑)
- SCHPLOT (电路原理图文件输出)
- TRAXPLOT (印制板图文件输出)
- GRAPHDRV (图形驱动程序)

在这五个子目录中存放的 PROTEL 文件共有八种类型, 包括:

- (1) *.EXE 和 *.COM (主程序文件)
- (2) *.OVR (覆盖文件)
- (3) *.LIB (库文件)
- (4) *.BAT (初始设置批处理文件)
- (5) *.KEY (键盘宏指令文件)
- (6) *.DRV (驱动程序)

(7) 其他文件:

- *.DFT (默认参数文件)
- *.MNU (菜单定义文件)
- *.APT (曝光孔参数文件)
- *.TOL (数控钻参数文件)
- *.PAD (焊盘定义文件)
- *.ABK (自动备份文件)
- *.TXT (系统帮助信息文件)
- *.DMP (数据暂存文件)

(8) 用户文件:

- *.S?? (电路原理图文件, 其中??为 01, 02...表示分图号)
- *.PCB (印制板图文件)
- *.REP (错误报告文件)
- *.NET (网络列表文件)
- *.BOM (元件列表文件)
- *.WIR (连线表文件)
- *.LOG (系统参数记录文件)
- *.SRC (库源文件)

除了进行原理图及印制板图设计外, PROTEL 软件包还提供了一些实用工具软件, 用户可根据需要选用, 包括:

POST.EXE 位于子目录\SCHEMATIC。该实用工具可以根据原理图文件 (*.S??) 生成网络表文件 (*.NET), 同时还生成连线表文件 (*.WIR), 错误报告文件 (*.REP) 和元件明细表文件 (*.BOM), 这些文件都是印制板自动布线时所必需的。

NETTRAN.EXE 位于子目录\SCHEMATIC。该实用工具可以将 PROTEL 原理图产生的网络表文件转换成其他公司电路 CAD 软件使用的格式, 以便用其他公司的 CAD 软件布线功能进行布线。

ANNOTATE.EXE 位于子目录\SCHEMATIC。该实用工具为原理图标注程序, 它可以扫描整个原理图, 并自动为原理图中的所有器件加标器件名称。

BOM.EXE 位于子目录\AUTOTRAX。该实用工具用于根据印制板图产生元件明细表文件 (*.BOM)。

PCB3CON.EXE 位于子目录\AUTOTRAX。该实用工具用于将 Tango-PCB 产生的印制板图文件转换成 PROTEL-AUTOTRAX 的印制板图文件。

PLIB3CON 位于子目录\AUTOTRAX。该实用工具用于将 Tango-PCB 的元件库转换成 PROTEL-AUTOTRAX 的元件库。

NETCHECK.EXE 位于子目录\AUTOTRAX。该实用工具用于比较原理图网络表文件和印制板图网络表文件, 是布线检查的重要工具。

1.1.2 PROTEL 软件的性能特点和技术指标

PROTEL 软件的一般特点如下:

- 采用下拉式多级菜单结构, 层次分明, 界面操作方便。

- 支持 EMS (扩充内存管理规范) 内存使用效率大大提高。
- 窗口下状态栏有常用操作项的快捷命令指示, 使操作更加简便。
- 完善的图形操作功能, 可进行图形实体的各种操作, 如插入、删除、移动、复制, 还可以将多个实体组成的图形定义为块, 进行块的删除、复制、移动, 极大地提高了操作效率。
 - 可任意重复执行上一次操作。在多次进行同一操作时速度大大提高。
 - 方便的建库功能, 用户可随时在元件库中加入新的元件电气符号图形和在封装库中加入新的元件封装图形, 也可以将一些常用元件放在一起组成新的元件库, 极大地方便元件的查找。
- 可浏览装载元件库中的所有元件图形。
- 具有光标跳转和实体查找功能, 可在大型电路图中快速将光标定位到指定元件上。
- 方便的文本编辑功能。采用窗口行编辑方式, 方便清晰。可选择不同的字符尺寸, 可进行字符的平移、旋转和镜面等操作。
- 可悬挂当前工作而进入 DOS 环境执行 DOS 命令, 执行完后可方便地回到 PROTEL 环境继续工作。

- 支持多种打印机, 绘图仪, 光绘机等。

具体原理图编辑软件 PROTEL-Schematic 部分有如下特点:

- 可选 A0, A1, A2, A3, A4, A, B, C, D, E 共十种图纸尺寸。
- 元器件库具有常用元器件图形, 多达 3000 余种并且可扩充。
- 支持多达 99 张分图, 可由打印机或绘图机输出。
- 可使用细线、粗线、总线、虚线四种线型。
- 可对连接网线进行高亮指示, 方便检查线路。
- 图纸工作区有栅格点显示, 可方便观察元件之间的相对位置, 栅格距离可设置, 最小值为 0.1in (约合 2.54mm)。

- 库元件图形及特性的浏览功能。
- 元件实体删除后仍可恢复。
- 由原理图生成的连接网络表可以转换成其他 CAD 软件格式。
- 键盘宏指令定义、编辑和执行功能。

原理图元件库编辑器 SLM 具有如下特点:

- 元器件库兼有正、反向编译功能。
- 元器件库具有显示、填加、删除和命名等功能。
- 可采用屏幕绘图建库, 直接编辑器件的点阵图形。
- 具有库与库之间的点阵拷贝功能。
- 具有器件与器件之间的点阵拷贝功能。
- 具有器件管脚的编辑功能。
- 具有器件库的排序功能。
- 键盘宏指令定义、编辑和执行功能。

印制板设计软件 PROTEL-AUTOTRAX 具有以下功能:

- 最多可设计 8 层板, 其中 6 个信号层, 1 个电源层和 1 个地线层。
- 最大印制板可达 32in×32in (80cm×80cm)
- 可调节最小光标栅格为 1mil (约 0.0254mm)。

- 具有公制和英制两种单位制。
- 可在 1~255mils 之间任意选择信号线宽度。。
- 可选择 6 大类, 40 多种焊盘规格, 并可改变焊盘尺寸。
- 可进行区域填充和设置屏蔽层。
- 可设计单面板并对其进行自动连线和自动布线。
- 多种策略的自动布线功能, 并可处理预布线。
- 可根据网络表及自选元件最小间距等要求按最短连线自动布局。
- 对手工布线可做自动检验。
- 对阵列元件可重复布线。
- 用户可选择布线算法。
- 允许对特殊线预先手工布线。
- 自动布线可选线宽和线距, 可任意定义布线时栅格尺寸。
- 具有高亮飞线指示功能, 方便检查布线情况。
- 可以实时显示布线过程, 并有布线过程中当前状态的信息提示。
- 具有焊盘对焊盘之间自动选择最佳路径连线的功能。
- 可以使用 DRC (设计规则检验) 来检查布线。
- 可以处理不在栅格上的元件和管脚。
- 提供元件封装图形库并可用屏幕绘图方式建库。
- 支持各种常见针式、喷墨、激光打印机及绘图仪。
- 可以生成光学绘图机需要的 Gerber 格式文件。
- 可以生成 Excellon 格式数控钻孔机驱动文件。

PROTEL 具有以上的功能特点, 可以满足绝大部分印制板设计任务。

1.2 PROTEL 软件的安装

PROTEL 安装盘是两张 1.44MB 的软盘, 其中, 一张是电路原理图绘制软件包 SCHEMATIC, 它包含原理图编辑软件 SCHMATIC、原理图输出软件 SCHPLOT 及图形驱动程序 GRAPHDRV 三部分, 称为 SCHEMATIC 安装盘。安装时要注意各部分的安装顺序, 依次是: SCHEMATIC 图形编辑程序部分、SCHEMATIC 的库文件部分、SCHPLOT 部分、最后是 GRAPHDRV 部分。每安装完一部分系统会暂停, 由用户选择“跳过下一部分”、“退出安装”或“继续安装下一部分”等操作。另一张是印制板设计软件包 AUTOTRAX。它包含印制板图编辑软件 AUTOTRAX、印制板图输出软件 TRAXPLOT 及图形驱动程序 GRAPHDRV 部分, 称为 AUTOTRAX 安装盘, 安装时也依照一定顺序安装各个部分。两张盘都有各自的安装程序文件 install.exe, 安装时随便先安装哪张盘都可以。

1.2.1 安装 SCHEMATIC

将 SCHEMATIC 安装盘插入 A 盘驱动器, 在 A 盘提示符下键入以下安装命令:

A: \>install 回车

屏幕出现如图 1-1 所示画面。由图 1-1 可以看到系统默认的源盘驱动器是 A 盘, 目标盘驱动器是 C 盘, 安装后文件所在的子目录为 \SCHMATIC。光标停在源盘 A 盘下闪烁, 如果认可这一

项，则直接按回车，光标从源盘驱动器这一行跳到下一行目标盘驱动器位置。如果准备安装在 C 盘，可以直接回车。如果要安装到其他逻辑驱动器，则先键入其盘符（如 D，E 等）然后回车。接着光标跳到第三项，如果不准备改变子目录名，则直接回车，这时屏幕下方出现以下提示信息：

Are these choices correct? Yes/No/Skip/Exit
要求用户确认以上设置。

Protel Installation Program	
Version 1.2(c)1990	
Schematic V3.31(1.2M)	
Set directory options for Schematic Program	
640 Kbytes Needed	
Source Drive	A
Destination Drive	C
Destination Path	\\SCHMATIC
Press Escape to Skip	

图 1-1 安装 SCHEMATIC 的编辑程序部分

其中四个选项 Yes、No、Skip、Exit 的第一个字母 Y、N、S、E 为高亮，选择时只需敲对应字母键即可。如果想修改刚才的设置，则敲 N 键，即可跳回到第一项源盘驱动器位置。可按顺序对这三项进行设置。如果不想安装这一部分，则敲 S 键，程序将进入下一部分安装；如果要退出安装程序，则敲 E 键，系统回到 DOS 状态；如果一切设置正确，希望安装这一部分，则敲 Y 键，这时屏幕下方出现如下提示：

Installing, Please Wait

表示正在安装，请等待。这一部分安装完毕后，提示变为：

Installation Successful

然后进行下一部分安装，屏幕出现如图 1-2 所示的画面。安装操作方法与前部分一致。

Protel Installation Program	
Version 1.2(c)1990	
Schematic V3.31(1.2M)	
Set directory options for Libraries	
700 Kbytes Needed	
Source Drive	A
Destination Drive	C
Destination Path	\\SCHMATIC
Press Escape to Skip	

图 1-2 安装 SCHEMATIC 的库文件部分

SCHMATIC 子目录安装完毕后, 安装程序接着安装原理图输出子目录 SCHPLOT 和图形驱动程序子目录 GRAPHDRV, 这时屏幕依次出现安装画面如图 1-3, 图 1-4 所示。

Protel Installation Program	
Version 1.2(c)1990	
Schematic V3.31(1.2M)	
Set directory options for Schplot & Drivers	
210 Kbytes Needed	
Source Drive	A
Destination Drive	C
Destination Path	\\SCHPLOT
Press Escape to Skip	

图 1-3 安装 SCHEMATIC 的 SCHPLOT 部分

Protel Installation Program	
Version 1.2(c)1990	
Schematic V3.31(1.2M)	
Set directory options for Graphics Drivers	
105 Kbytes Needed	
Source Drive	A
Destination Drive	C
Destination Path	\\GRAPHDRV
Press Escape to Skip	

图 1-4 安装 SCHEMATIC 的 GRAPHDRV 部分

GRAPHDRV 子目录安装完毕后, 会自动转入当前图形驱动程序, 屏幕显示如图 1-5 所示, 系统默认的显示方式是 CGA 4 Color 320×200, 这对目前常用显示器并不适合, 可选用其他显示方式, 如 VGA 640×400。设置方法是在图 1-5 中可以按 ↓ 和 ↑ 键将深色光条移动到所需选项 (如 VGA 640×400) 上, 回车确认后, 安装程序结束, 退回 DOS 状态下。

需要提醒的是以上设置图形驱动程序方法有时不能成功, 可用后面的 1.3.3 节提供的方法设置。

1.2.2 安装 AUTOTRAX

插入 AUTOTRAX 安装盘, 执行 install 命令, 具体步骤与安装 SCHEMATIC 类似。

安装 AUTOTRAX 软件包时, 第一个子目录 AUTOTRAX 也要分两次才能全部装完。接着安装印制板输出子目录 TRAXPLOT, 最后安装图形驱动程序子目录 GRAPHDRV 子目录 (如果前面安装 SCHEMATIC 时已安装了 GRAPHDRV 子目录则这一步可省略。敲 Esc 键, 然后