

多层自动布线印制版的设计与实例

PROTEL (新编Tango 3.16版)



新编
Tango 3.16
版

北京希望电脑公司

多层自动布线印制版的设计与实例

PROTEL (新版 Tango 3.16 版)

胡万海 张 帆 编
龙 雷 胡红蕾

北京鑫望电脑公司

前言

PROTEL是大家早已熟悉并掌握的原TANGO软件包的版本升级产品，该软件包保持了TANGO“方便、易学、实用、快速”以及高速度高布通率的特点，同时保持了对TANGO的兼容性。PROTEL由一向注重为印制板设计者们开发软件产品的澳大利亚PROTEL TECHNOLOGY公司研制。PROTEL是该公司CAD软件的最新产品，并听取了世界各地数以千计PROTEL用户的宝贵意见，它的神奇功用将使您无需过多的技巧即可解决在设计印制板时的一切困难。

本书从实用角度出发，除了对PROTEL所做的全面说明外，对PROTEL的核心——AUTOTRAX（相当于TANGO的PCB设计）作了尤其详尽的介绍。此外，对于用户普遍关心的问题和一些涉及技术技巧的问题，诸如：如何提高布通率，怎样进行存储器型布线，如何处理地线与旁路电容，怎样用记录方式定义键盘宏指令，以及运行出错信息的详解，图上汉字的标注，对各类打印机的支持等等，也都作了尽可能细致的介绍。

本书编写过程中，得到希望公司秦人华经理的全力支持。

烟台电工仪表厂刘绪杏、刘仕贤同志阅读书稿后，提出许多改进建议。

胡万海 张 帆

目 录

第一章 系统简介	1
§ 1.1 PROTEL软件的有关内容	1
§ 1.1.1 PROTEL软件的特点	1
§ 1.1.2 实用程序	3
§ 1.2 PROTEL和Tango的比较	3
§ 1.3 PROTEL工作流程	9
§ 1.3.1 编辑原理图	10
§ 1.3.2 生成网络表	11
§ 1.3.3 自动连线	11
§ 1.3.4 自动布局及自动布线	11
§ 1.4 如何使用本书	11
§ 1.5 阅读前的注意事项	12
§ 1.5.1 按键的书面表示	12
§ 1.5.2 菜单选择的书面表示	12
§ 1.5.3 通用的操作约定	13
第二章 PROTEL的安装	14
§ 2.1 系统软硬件配置	14
§ 2.1.1 软件环境	14
§ 2.1.2 硬件环境	15
§ 2.2 安装PROTEL软件包	16
§ 2.2.1 PROTEL磁盘一览	16
§ 2.2.2 安装前的建议	17
§ 2.2.3 软件安装过程	17
§ 2.2.4 选择图形驱动程序	18
§ 2.2.5 安装鼠标器	19
§ 2.2.6 安装打印机	19
§ 2.2.7 安装绘图机	20
§ 2.3 启动PROTEL	20

第三章 初学者实验教程	21
§ 3.1 起步.....	21
§ 3.1.1 使用键盘.....	21
§ 3.1.2 启动印制板设计软件TRAXEDIT.....	22
§ 3.1.3 使用菜单.....	24
§ 3.1.4 一些特殊键.....	28
§ 3.1.5 菜单选择的单键触发.....	28
§ 3.2 PCB布局.....	28
§ 3.2.1 开始.....	29
§ 3.2.2 放置元件.....	29
§ 3.2.3 布线.....	31
§ 3.2.4 自动连线.....	3
§ 3.2.5 自动布线.....	32
§ 3.2.6 连接电源层和地线层.....	33
§ 3.3 构造一个新元件.....	34
§ 3.3.1 开始.....	3
§ 3.3.2 画线.....	35
§ 3.3.3 放置焊盘和使用Repeat选项.....	35
§ 3.3.4 绘制弧线.....	36
§ 3.3.5 向库内增添元件.....	37
§ 3.4 行编辑.....	38
§ 3.4.1 输入窗口.....	38
§ 3.4.2 行编辑命令.....	38
§ 3.5 键盘宏指令.....	39
§ 3.5.1 定义一个键盘宏指令.....	39
§ 3.5.2 使用记录方式定义宏指令.....	40
§ 3.5.3 键盘宏指令的嵌套使用.....	41
§ 3.5.4 使用键盘宏指令的注意事项.....	41
§ 3.6 印制板输软件TRAXPLOT.....	42
§ 3.6.1 启动TRAXPLOT.....	42
§ 3.6.2 打印草图.....	42
§ 3.6.3 绘图机绘图.....	44
第四章 原理图编辑SCHEDIT	45
§ 4.1 SCHEDIT初步.....	45

§ 4.1.1	启动SCHEDIT	45
§ 4.1.2	命令的执行	47
§ 4.1.3	文件的加载	47
§ 4.1.4	文件的回存	48
§ 4.1.5	退出SCHEDIT	49
§ 4.1.6	SCHEDIT主菜单的功能分类	49
§ 4.1.7	几个通用的键操作	50
§ 4.2	Block命令	50
§ 4.2.1	块的定义	50
§ 4.2.2	块的移动	51
§ 4.2.3	块的拷贝	51
§ 4.2.4	块定义的取消	51
§ 4.2.5	块内和块外删除	51
§ 4.2.6	块的输入	52
§ 4.2.7	块的输出	52
§ 4.3	Current命令	52
§ 4.3.1	改变连线类型	53
§ 4.3.2	改变工作尺寸	53
§ 4.3.3	改变结点尺寸	54
§ 4.3.4	改变器件库设置	54
§ 4.4	DeleteM命令	54
§ 4.4.1	文字标注的删除	54
§ 4.4.2	器件的删除	55
§ 4.4.3	文字控制盒的删除	55
§ 4.4.4	连接点的删除	56
§ 4.4.5	连接线的删除	56
§ 4.4.6	网络标号的删除	57
§ 4.5	Edit命令	57
§ 4.5.1	文字标注编辑	58
§ 4.5.2	器件的编辑	59
§ 4.5.3	文字控制盒的编辑	61
§ 4.5.4	连接点的编辑	62
§ 4.5.5	连接线的编辑	63
§ 4.5.6	网络标号的编辑	63
§ 4.5.7	器件管脚的编辑	65
§ 4.6	File命令	68

§ 4.6.1	清除工作区	68
§ 4.6.2	DOS接口	68
§ 4.6.3	列举文件	68
§ 4.6.4	加载文件	69
§ 4.6.5	更改路径	69
§ 4.6.6	退出编辑	69
§ 4.6.7	回存文件	70
§ 4.7	Highlight命令	70
§ 4.8	Information命令	71
§ 4.8.1	工作区器件清单	71
§ 4.8.2	高亮网络管脚清单	71
§ 4.8.3	库器件清单	72
§ 4.8.4	当前工作状态信息	72
§ 4.9	Jump命令	73
§ 4.9.1	光标移动到器件	74
§ 4.9.2	光标移动到规定坐标	74
§ 4.9.3	光标移动到网络	74
§ 4.9.4	光标移动到原点	74
§ 4.9.5	光标移动到字符串	74
§ 4.10	Library命令	75
§ 4.10.1	库的浏览	75
§ 4.10.2	查阅库器件清单	76
§ 4.10.3	改变当前库的设置	77
§ 4.11	Move命令	77
§ 4.11.1	移动器件	77
§ 4.11.2	移动文字控制盒	78
§ 4.11.3	牵拉引线	78
§ 4.11.4	移动连接点	78
§ 4.11.5	移动连接线	79
§ 4.11.6	移动字符串	79
§ 4.12	Place命令	80
§ 4.12.1	放置文字标注	80
§ 4.12.2	放置器件	80
§ 4.12.3	放置文字控制盒	81
§ 4.12.4	放置连接点	81
§ 4.12.5	放置连接线	82

§ 4.12.6	放置网络标号	82
§ 4.13	Repeat命令	83
§ 4.13.1	执行重复操作命令	83
§ 4.13.2	重复放置设置	83
§ 4.14	Setup命令	84
§ 4.14.1	宏指令编辑	84
§ 4.14.1.1	修改宏指令定义	85
§ 4.14.1.2	清除当前内存中的宏指令	86
§ 4.14.1.3	清除某些宏指令	86
§ 4.14.1.4	编辑宏指令	87
§ 4.14.1.5	列举宏指令清单	87
§ 4.14.1.6	调入宏指令文件	87
§ 4.14.1.7	定义新的宏指令	87
§ 4.14.1.8	回存宏指令	88
§ 4.14.1.9	重新命名宏指令	88
§ 4.14.2	菜单颜色的设置	88
§ 4.14.3	工作环境的设置	89
§ 4.14.4	字符缺省显示尺寸设置	91
§ 4.14.5	工作区颜色设置	91
§ 4.15	UNDelete命令	92
§ 4.16	Zoom命令	92
§ 4.16.1	重画画面	92
§ 4.16.2	屏幕显示对中	93
§ 4.16.3	屏幕放大缩小	93
§ 4.16.4	选择画面显示比例	93
§ 4.16.5	显示整个设计	93

第五章 原理图输出SCHPLOT.....94

§ 5.1	启动SCHPLOT	94
§ 5.2	File命令	95
§ 5.2.1	暂时退回DOS	95
§ 5.2.2	调入原理图文件	95
§ 5.2.3	更改工作路径	96
§ 5.2.4	显示文件名	96
§ 5.2.5	退出SCHPLOT	96

§ 5.3 Options命令	97
§ 5.4 Setup命令	97
§ 5.4.1 串行口设置	97
§ 5.4.2 绘图仪设置	99
§ 5.4.3 打印机设置	101
§ 5.4.4 菜单颜色设置	103
§ 5.5 Plot命令	103
§ 5.6 Print命令	104

第六章 原理图应用程序.....106

§ 6.1 原理图标注程序ANNOTATE	106
§ 6.2 原理图编译POST	106
§ 6.3 网络表转换NETTRAN	114

第七章 原理图器件库编辑工作SLM..... 115

§ 7.1 SLM初步	115
§ 7.2 Path命令	116
§ 7.3 Files命令	117
§ 7.4 New命令	117
§ 7.5 List命令	117
§ 7.6 Edit命令	118
§ 7.6.1 库器件显示(List命令)	118
§ 7.6.2 定义新器件库(New命令)	118
§ 7.6.3 定义库中器件数(Size命令)	119
§ 7.6.4 器件编辑(Edit命令)	119
§ 7.6.4.1 定义器件显示类型	120
§ 7.6.4.2 拷贝点针图	120
§ 7.6.4.3 改变器件尺寸	120
§ 7.6.4.4 编辑点针图	121
§ 7.6.4.5 编辑管脚	122
§ 7.6.4.6 其它器件编辑命令	124
§ 7.6.5 库器件改名(Rename命令)	126
§ 7.6.6 库器件删除>Delete命令)	126
§ 7.6.7 库器件拷贝(Copy命令)	126

§ 7.6.8 退出	127
§ 7.7 Sort命令	127
§ 7.8 Graphics命令	127
§ 7.9 Compile命令	128
§ 7.10 Decompile命令	128
§ 7.11 Keys命令	128
§ 7.12 Quit命令	129
第八章 印制版图编辑TRAXEDIT	130
§ 8.1 TRAXEDIT初步	130
§ 8.1.1 启动TRAXEDIT	130
§ 8.1.2 命令得执行	131
§ 8.1.3 文件的加载	131
§ 8.1.4 文件的回存	132
§ 8.1.5 退出TRAXEDIT	132
§ 8.1.6 TRAXEDIT主菜单功能分类	133
§ 8.2 熟练的使用块	133
§ 8.2.1 定义块	134
§ 8.2.2 消隐块	134
§ 8.2.3 移动块	135
§ 8.2.4 复制块	135
§ 8.2.5 删除块	136
§ 8.2.6 读一个块	136
§ 8.2.7 保存线路图的一部分	136
§ 8.3 观察和改变当前的设置	137
§ 8.3.1 光标方式的设置	137
§ 8.3.2 浮动原点设置	138
§ 8.3.3 当前被选择层	138
§ 8.3.4 当前焊盘类型	138
§ 8.3.5 焊盘定位	138
§ 8.3.6 缺省的线宽	138
§ 8.3.7 检查字符尺寸	139
§ 8.3.8 检查字符串笔划宽度	139
§ 8.3.9 缺省的过孔尺寸	139
§ 8.3.10 缺省的内孔尺寸	139

§ 8.4 删除板上的部件·····	140
§ 8.4.1 删除一段弧·····	140
§ 8.4.2 删除一个元件·····	140
§ 8.4.3 删除一填充区·····	141
§ 8.4.4 删除高亮部分·····	141
§ 8.4.5 删除一焊盘·····	141
§ 8.4.6 删除一字符串·····	142
§ 8.4.7 删除一条线·····	142
§ 8.4.8 删除一过孔·····	142
§ 8.4.9 补充·····	142
§ 8.5 编辑印制线路板图的一部分·····	143
§ 8.5.1 编辑一个元件·····	143
§ 8.5.2 编辑一个焊盘·····	144
§ 8.5.3 编辑一条线·····	144
§ 8.5.4 编辑一字符串·····	145
§ 8.5.5 编辑一过孔·····	145
§ 8.6 管理文件·····	146
§ 8.6.1 清除内存·····	146
§ 8.6.2 使用DOS命令·····	146
§ 8.6.3 检查存贮在磁盘上的文件·····	147
§ 8.6.4 调用文件·····	147
§ 8.6.5 确定文件的路径名·····	148
§ 8.6.6 退出PROTEL-AUTOTRAX程序·····	148
§ 8.6.7 保存文件·····	148
§ 8.7 设置栅格尺寸·····	149
§ 8.7.1 改变捕获栅格·····	149
§ 8.7.2 改变可见栅格·····	149
§ 8.8 点亮网络·····	150
§ 8.8.1 点亮一连接线路·····	150
§ 8.8.2 复制网络·····	150
§ 8.8.3 点亮一网络·····	151
§ 8.8.4 生成一网络表·····	151
§ 8.9 得到关于板的信息·····	153
§ 8.9.1 求板的面积·····	153
§ 8.9.2 列出已放置的元件·····	153
§ 8.9.3 检查被点亮的管脚·····	153

§ 8.9.4	检查元件库的名字	154
§ 8.9.5	列出所有的网络	154
§ 8.9.6	列出电源层和地线层网络	154
§ 8.9.7	有关板的信息	154
§ 8.10	使用Jump功能项	155
§ 8.10.1	跳到一个元件	156
§ 8.10.2	跳到一指定位置	156
§ 8.10.3	跳到一网络	156
§ 8.10.4	跳到原点	157
§ 8.10.5	跳到焊盘	157
§ 8.10.6	跳到一字符串	157
§ 8.11	管理库	157
§ 8.11.1	向库里添加元件	158
§ 8.11.2	查阅元件库	158
§ 8.11.3	压缩库	159
§ 8.11.4	从库中删除一个元件	159
§ 8.11.5	释放一个元件	159
§ 8.11.6	选择不同的元件库	160
§ 8.11.7	列出元件库表	160
§ 8.11.8	库元件的合并	160
§ 8.11.9	生成一个新库	160
§ 8.11.10	改元件名	161
§ 8.12	移动板上的部件	162
§ 8.12.1	移动一段弧	162
§ 8.12.2	截断一条线	162
§ 8.12.3	移动一个元件	163
§ 8.12.4	牵引线的一端	164
§ 8.12.5	移动一填充区	164
§ 8.12.6	移动一焊盘	165
§ 8.12.7	重新走线	165
§ 8.12.8	移动字符串	165
§ 8.12.9	移动一条线	166
§ 8.12.10	移动过孔	166
§ 8.13	管理网络表	166
§ 8.13.1	自动布局	167
§ 8.13.2	清除网络表	170

§ 8.13.3	检查设计规则	170
§ 8.13.4	装入一网络表	170
§ 8.13.5	隐藏网络	171
§ 8.13.6	识别网络	171
§ 8.13.7	求出连接线路的长度	171
§ 8.13.8	列出网络名	171
§ 8.13.9	优化网络	172
§ 8.13.10	确定电源层和地线层网络	172
§ 8.13.11	为一个板布线	172
§ 8.13.12	显示高亮	172
§ 8.14	布线	173
§ 8.14.1	设置布线层	173
§ 8.14.2	设置布线操作的一些算法	174
§ 8.14.3	设置间隔	175
§ 8.14.4	设置布线操作的参数	175
§ 8.14.5	布线	176
§ 8.14.6	走一简单的连接关系	177
§ 8.14.7	人工走一连接关系	178
§ 8.14.8	为网络布线	178
§ 8.14.9	使用焊盘与焊盘之间的布线操作	178
§ 8.15	在板上放置元件	179
§ 8.15.1	放置一段弧	179
§ 8.15.2	放置一个元件	180
§ 8.15.3	生成一屏蔽层	180
§ 8.15.4	放置一填充区	181
§ 8.15.5	放置一焊盘	181
§ 8.15.6	放置一字符串	182
§ 8.15.7	放置线	182
§ 8.15.8	放置一过孔	183
§ 8.16	重复动作	184
§ 8.17	改变设置	184
§ 8.17.1	元件文字的调控	185
§ 8.17.2	选择层的颜色	185
§ 8.17.3	选择菜单颜色	186
§ 8.17.4	设置功能键	186
§ 8.17.5	设置菜单中的选项	188

§ 8.17.6	定义焊盘类型	190
§ 8.17.7	选择重画质量	191
§ 8.17.8	设置字符串尺寸缺省值	191
§ 8.17.9	打开和关闭层	191
§ 8.18	Un-delete 选项的使用	193
§ 8.19	屏幕的放大缩小显示	194
§ 8.19.1	重画屏幕	194
§ 8.19.2	Zoom-Pan选项	194
§ 8.19.3	放大显示	194
§ 8.19.4	缩小显示	194
§ 8.19.5	Zoom-All选项	194
§ 8.19.6	自定义图形象素比例	194
§ 8.19.7	自选放大系数	195
§ 8.19.8	Zoom-Window选项	195
第九章	印制板输出TRAXPLOT	196
§ 9.1	启动TRAXPLOT	196
§ 9.2	File命令	197
§ 9.2.1	暂时退回DOS	197
§ 9.2.2	调入印制板图文件	198
§ 9.2.3	更改工作路径	199
§ 9.2.4	显示文件名	199
§ 9.2.5	退出TRAXPLOT	199
§ 9.3	Information信息	199
§ 9.4	Options命令	200
§ 9.5	Setup命令	201
§ 9.5.1	串行口设置	202
§ 9.5.2	检查口设置	203
§ 9.5.3	绘图仪设置	205
§ 9.5.4	打印机设置	209
§ 9.5.5	光绘设置	212
§ 9.5.6	数控钻设置	213
§ 9.5.7	菜单颜色设置	213
§ 9.5.8	Plot命令	214
§ 9.5.9	Print命令	215

§ 9.5.10 Gerber命令	217
§ 9.5.11 NC Drill命令	218
第十章 PROTEL-AUTOTRAX 实用程序的使用	220
§ 10.1 PCB3CON实用程序	220
§ 10.2 PLIB3CON 实用程序	221
§ 10.3 BOM使用程序	221
第十一章 .KEY和.PAD文件的存贮格式	225
§ 11.1 键盘宏指令的存贮	225
§ 11.1.1 .KEY文件格式	225
§ 11.1.2 原理图宏指令设置(SCHEDIT.KEY)	236
§ 11.1.3 印制版图宏指令设置(TRAXEDIT.KEY)	237
§ 11.2 焊盘类型的存贮	239
§ 11.2.1 .PAD文件的格式	239
附录A 有关RS232-C接口的一些问题	243
A.1 并口和串口	243
A.2 连接用电缆	244
A.3 波特率及数据位	244
A.4 出现错误怎么办	245
附录B 错误信息	247
B.1 警告错误	247
B.2 致命错误	252
附录C 有关PROTEL的一些参数	254
附录D 有关的参考资料	256
D.1 参考书目(北京希望公司)	256

D.2	本书编者通讯录.....	256
D.3	TANGO/PROTEL系列最新实用软件开发概况.....	256
D.3.1	简介.....	256
D.3.2	Tango/Protel系列辅助实用软件.....	257
附录E TRAXSTD.LIB器件封装库图样.....		259
附录F PROTEL原理图符号图样.....		265
F.1	DEVICE.LIB原理图符号库图样.....	266
F.2	扩充的DEVICE.LIB原理图符号库图样示例(参见附录D).....	270

第一章 系统简介

恭喜你得到了PROTEL印制板设计软件包。PROTEL是大家早已熟悉并掌握的原TANGO软件包的版本升级产品，由一向注重为印制板设计者们开发软件产品的澳大利亚PROTEL TECHNOLOGY公司研制。PROTEL是该公司CAD软件的最新产品，并听取了世界各地数以千计PROTEL用户的宝贵意见，它的神奇功用将使您无需过多的技巧即可解决在设计印制板时的一切困难。

§ 1.1 PROTEL软件的有关内容

PROTEL软件包包括PROTEL-Schematic和PROTEL-AUTOTRAX两大部分。

如果你是TANGO的一个老用户，那么你一定很清楚地了解TANGO软件的三大部分，即原理图编辑TANGO-Schematic、印制板设计TANGO-PCB和印制板自动布线TANGO-Route。其中TANGO-Schematic的版本升级产品为PROTEL-Schematic，而PROTEL-AUTOTRAX则是TANGO-PCB和TANGO-Route两大部分综合后的版本升级产品。

PROTEL-Schematic软件用以产生各种用途的高质量电路原理图，与PROTEL-AUTOTRAX相结合构成一个较为完整的强大体系。PROTEL-Schematic生成一个原理图网络表，通过它，PROTEL-AUTOTRAX将实现自动布局、自动连线及利用笔式绘图机、光学绘图机、点阵打印机及激光打印机等产生高质量的制板用墨图等功能。此外，PROTEL-Schematic软件可以实现原理图的灵活输出，其具体内容我们将在以后的章节中作详细介绍。

§ 1.1.1 PROTEL软件的特性

■ PROTEL软件的共同特点

- 采用下拉窗口式菜单，层次分明。
- 支持EMS(扩展内存)。
- 可暂停操作执行DOS Shell命令。
- 具有功能强大的键盘宏指令。
- 输入窗口采用行编辑方式，方便清晰。
- 可任意次重复执行上一次操作。
- 具有块操作功能，可以标记、移动、删除、旋转和复制图形块。
- 具有方便的建库功能，用户可以扩充元件库或建立新库。
- 可浏览装载元件库中的所有元件。