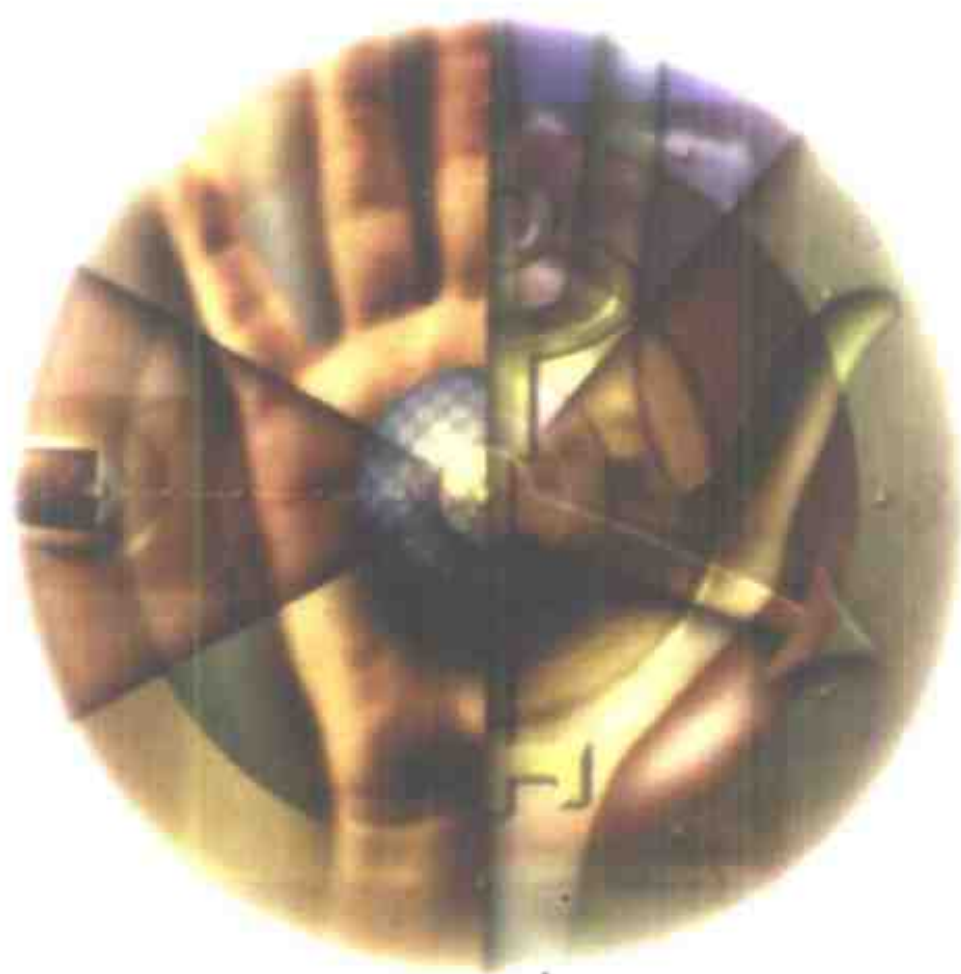


快学易用新软件丛书



Learn
them quickly
Apply
what you learn easily



华航Z0195640

快学易用

孙辉 编
张涛
张旭东

Protel 99



北京邮电大学出版社

www.buptpress.com

快学易用 Protel 99

孙辉 张涛 张旭东 编

北京邮电大学出版社
·北京·

内 容 提 要

本书介绍的 Protel 99 是 Protel Technology 公司系列软件的最新版本,它是一个基于 Windows 平台的 32 位电路设计自动化系统,具有丰富多彩、功能强大的编辑功能;迅速便捷的自动化设计能力;完善有效的检测工具;灵活有序的设计管理手段;庞大的原理图元件库、PCB 元件库和卓越的在线编辑元件功能;良好的开放性等等诸多特色。本书结合实例介绍软件使用方法的风格,使用户能够很快领会本书介绍的内容,轻而易举地体验到 Protel 99 的种种过人之处。按照本书实例的步骤,用户可以一步步学习使用 Protel 99 设计印刷电路板的全过程。

本书特别适合初学者使用,也适用于广大电路设计人员在设计电路时参考。

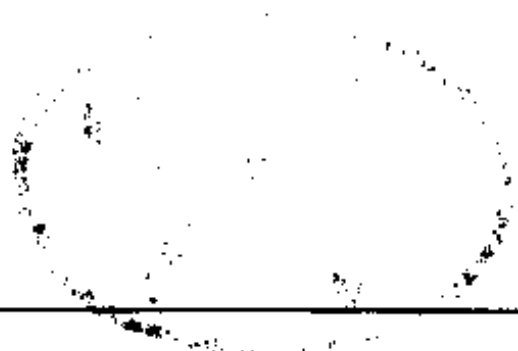
图书在版编目(CIP)数据

快学易用 Protel 99/孙辉,张涛,张旭东编. —北京:北京邮电大学出版社,2001.1

ISBN 7-5635-0478-8

I. 快... II. ①孙...②张...③张... III. 电路设计-应用软件, Protel 99 IV. TN702

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 80983 号



出版发行	北京邮电大学出版社	电话:(010)62282185(发行部)	传真:(010)62283578
社 址	北京市海淀区西土城路 10 号 邮政编码:100876 E-mail:publish@bupt.edu.cn		
经 销	各地新华书店		
印 刷	北京忠信诚胶印厂		
开 本	787 mm × 1 092 mm 1/16		
印 张	17.25		
字 数	415 千字		
版 次	2001 年 1 月第 1 版 2001 年 1 月第 1 次印刷		
书 号	ISBN 7-5635-0478-8/TP·42		
定 价	28.00 元		

前 言

随着科学技术的发展,电子工业也取得了长足的进步,大规模、超大规模电路的应用使印刷电路板的制作日趋复杂和精密,因此各类电路设计自动化软件应运而生,Protel 就是这类软件的杰出代表。

早在 1987,1988 年,美国的 ACCEL Technologies Inc.推出的 TANGO 软件包可以看作是 Protel 的前身,它考虑了当时设计人员的需求,可以提供令人满意的效果。随后几年,由于电子工业的飞速发展,TANGO 软件包逐渐不能满足需要,Protel Technology 公司推出了 Protel for DOS 作为 TANGO 的升级版本。1991 年,该公司又继续推出了 Protel for Windows 1.0,这是世界上第一个基于 Windows 操作系统的印刷电路板设计工具,随后,Protel Technology 公司又再接再厉,不断推出新的版本。

本书介绍的 Protel 99 是这个系列软件的最新版本。经过这几年来年的发展,Protel 系列电路设计软件已经从原来默默无闻的国外软件,变成电路设计自动化领域中举足轻重的领导软件。Protel 99 是一个基于 Windows 平台的 32 位电路设计自动化系统,具有丰富多彩、功能强大的编辑功能,迅速便捷的自动化设计能力,完善有效的检测工具,灵活有序的设计管理手段,庞大的原理图元件库、PCB 元件库和卓越的在线编辑元件功能,良好的开放性等等诸多特色。

全书共分 9 章,分别介绍了 Protel 99 的设计环境、原理图的设计方法和常用技巧、网络表和原理图元件的编辑、PCB 编辑器的界面环境和编辑技巧、印刷电路板的设计方法以及各种设计规则。结合实际设计印刷电路板的过程,全面展示了 Protel 99 的各种基本功能和常用的设计技巧。本书结合实例介绍软件使用方法的风格,使用户能够很快领会本书介绍的内容,轻而易举地体验到 Protel 99 的种种过人之处。按照本书实例的步骤,用户可以一步步学习使用 Protel 99 设计印刷电路板的全过程。

本书特别适合初学者使用,也适用于广大电路设计人员在设计电路时参考。

本书主要由孙辉、张涛、张旭东策划编写,杜吉祥、吴峰、郑伟、李训青、许瑞清、唐忠华、钟晓利、蒙新等参加了本书的编写工作。在编写过程中赵吉东、李晓明、刘笛、向平、朱曙光、蔡祥圆、蒋景宏、王寒风、李林给予了极大的帮助,向他们表示诚挚的感谢。

编 者

2000 年 11 月

目 录

第1章 Protel 99 入门

1.1	Protel 99 的特点	1
1.1.1	原理图设计的新特点	1
1.1.2	印刷电路板设计系统的新特点	3
1.2	Protel 99 的操作环境	4
1.3	启动编辑器	5
1.3.1	创建项目数据库	6
1.3.2	启动原理图编辑器	6
1.3.3	启动印刷电路板编辑器	8
1.4	电路板设计的基本步骤	9
1.5	团队编辑	10
1.6	使用帮助文件	13

第2章 绘制电路原理图

2.1	设置原理图设计系统的界面	15
2.1.1	浏览器的切换	15
2.1.2	定制工具栏	16
2.1.3	调整工作区的显示范围	17
2.2	设置原理图图纸	18
2.2.1	设置图纸的方向、尺寸	18
2.2.2	设置标题栏和边框	19
2.2.3	定义图纸的其他参数	21
2.2.4	设置图纸信息	22
2.3	向图纸中导入元件	23
2.3.1	导入元件库	23
2.3.2	将元件放置在图纸中	24
2.3.3	调整图纸中的元件	27
2.3.4	设置元件属性	30
2.4	绘制电路原理图	35
2.4.1	绘图工具和命令	35

2.4.2	绘制导线	36
2.4.3	放置电源及接地符号	39
2.4.4	选用元件	42
2.4.5	添加电路节点	43
2.4.6	设置网络标号	44
2.5	ERC 检验	46
2.5.1	进行 ERC 检验	47
2.5.2	放置 No ERC 符号	50

第3章 原理图设计技巧

3.1	绘制几何图形	52
3.1.1	Drawing Tools 工具栏	52
3.1.2	绘制直线	53
3.1.3	绘制多边形	55
3.1.4	绘制弧线	56
3.1.5	绘制贝赛尔曲线	59
3.1.6	绘制矩形和圆角矩形	61
3.1.7	绘制椭圆和扇形	63
3.2	文字标注和图像	65
3.2.1	添加文字标注	65
3.2.2	添加文本框	66
3.2.3	添加图像	69
3.3	管理和编辑对象	71
3.3.1	选择对象	71
3.3.2	拷贝、剪切、粘贴对象	72
3.3.3	调整对象的层次关系	74
3.3.4	对齐、排列对象	76
3.4	原理图编辑器的其他功能	78
3.4.1	创建项目元件库	78
3.4.2	整体编辑功能	79
3.4.3	使用标志功能	80
3.4.4	放置布线符号	81
3.4.5	在浏览器窗口编辑元件	82

第4章 层次原理图

4.1	层次原理图的总图	85
4.1.1	方块电路	86

4.1.2	电路端口	89
4.1.3	绘制连线	91
4.2	层次原理图子图的设计	93
4.2.1	由总图产生子图	93
4.2.2	完成子图	94
4.2.3	制作电路的 I/O 端口	98
4.3	自下而上设计层次原理图	100
4.4	层次原理图的层次关系	103
4.4.1	网络标号的有效范围	103
4.4.2	在层次原理图之间切换	105

第 5 章 报表和元件库

5.1	网络表	106
5.1.1	网络表的格式	106
5.1.2	根据原理图生成网络表文件	107
5.1.3	生成层次原理图的网络表文件	109
5.2	生成其他列表	110
5.2.1	设计组织列表	110
5.2.2	元件列表	111
5.2.3	引脚列表	114
5.2.4	交叉参考元件列表	116
5.3	原理图元件库编辑器	117
5.3.1	元件库编辑器的界面	117
5.3.2	IEEE 符号工具栏	118
5.3.3	SchLib Drawing Tools 工具栏	121
5.4	创建一个新元件	122

第 6 章 PCB 编辑器

6.1	进入 PCB 编辑器	130
6.1.1	进入 PCB 编辑器	130
6.1.2	Placement Tools 工具栏	131
6.2	电路板的工作层面	132
6.2.1	电路板	133
6.2.2	设置工作层面	133
6.3	设置工作参数	135
6.3.1	设置特殊功能	135
6.3.2	设置显示颜色	137

6.3.3	显示/隐藏	137
6.3.4	设置默认属性	139
6.3.5	设置信号完整性	140
6.4	PCB 浏览器的使用	140
6.4.1	PCB 浏览器窗口的布局	141
6.4.2	设置网络属性	142
6.4.3	设置节点(焊盘)属性	143
6.4.4	利用 PCB 浏览器编辑元件	144
6.4.5	用 PCB 浏览器管理元件库	147

第7章 绘制 PCB 图的基本技巧

7.1	放置对象并设置属性	151
7.1.1	放置元件并设置其属性	151
7.1.2	绘制导线	154
7.1.3	圆弧走线	156
7.1.4	放置焊盘	157
7.1.5	放置过孔	158
7.1.6	设置文字标注	160
7.1.7	放置位置坐标	162
7.1.8	放置尺寸标注	163
7.1.9	设置原点	164
7.1.10	放置矩形填充区	165
7.1.11	绘制多边形填充区	166
7.2	编辑 PCB 图	168
7.2.1	选取对象	168
7.2.2	移动对象	173
7.3	排列对象	176
7.4	剪切、复制与粘贴	178
7.5	跳转功能	182

第8章 电路板设计

8.1	布线前的准备工作	185
8.1.1	规划电路板	185
8.1.2	加载网络表	193
8.2	布置元件	198
8.2.1	自动布局	198
8.2.2	手动布局	200

8.3 电路板布线	201
8.3.1 自动布线	201
8.3.2 手动调整	206
8.4 创建 PCB 元件	213
8.4.1 元件编辑环境	213
8.4.2 创建新的元件	213

第 9 章 设计规则

9.1 布线设计规则	218
9.1.1 设置安全间距	218
9.1.2 设置转角方式	221
9.1.3 设置布线板层	223
9.1.4 设置布线优先顺序	224
9.1.5 设置走线方式	226
9.1.6 设置过孔形式	227
9.1.7 设置 SMD 元件与走线的距离	228
9.1.8 设置走线的粗细	229
9.2 电路板制作规则	231
9.2.1 设置走线与走线间的夹角	231
9.2.2 设置对象所在区域	232
9.2.3 设置铜环宽度	234
9.2.4 设置 SMD 焊盘的延伸量	235
9.2.5 设置铺铜与焊盘的连接方式	236
9.2.6 设置电源板层的安全间距	238
9.2.7 设置连接电源板层的方式	239
9.2.8 设置阻焊层中焊盘的延伸量	241
9.3 关于高频电路的设计规则	242
9.3.1 设置最长菊花链走线的支线长度	242
9.3.2 设置网络长度限制	243
9.3.3 设置网络等长走线规则	244
9.3.4 设置过孔的最多数目	245
9.3.5 设置平行走线规则	246
9.3.6 设置 SMD 焊盘下的过孔规则	247
9.4 自动布置元件的设计规则	248
9.4.1 设置最小元件间距	248
9.4.2 设置元件布置的方向	249
9.4.3 设置可忽略的网络	250

9.4.4	设置元件所放置的板层	251
9.5	关于信号分析的设计规则	252
9.5.1	设置下降沿信号的传输时间延迟	252
9.5.2	设置上升沿信号的传输时间延迟	253
9.5.3	设置阻抗限制	253
9.5.4	设置信号分析的板层	254
9.5.5	设置下降沿信号的向下振幅	254
9.5.6	设置上升沿信号的向上振幅	256
9.5.7	设置电平信号的最高电压限制	256
9.5.8	设置激励信号	257
9.5.9	设置高电平的最低电压	258
9.5.10	设置下降沿信号的延迟时间	258
9.5.11	设置上升沿信号的延迟时间	260
9.5.12	设置网络支持电压	260
9.5.13	设置下降沿信号振荡电压的幅度	260
9.5.14	设置上升沿信号振荡电压的幅度	262
9.6	其他设计规则	262
9.6.1	设置是否允许短路	262
9.6.2	设置测试未完成布线网络的限制	263

第 1 章 Protel 99 入门

Protel 作为一种相当成功的电子线路设计软件,已经发展了 10 多年的时间。在这一不断更新、不断进取的过程中,Protel 始终以其强大的功能和方便的操作,为广大电子设计人员所青睐。Protel 99 作为 Protel 家族的新成员,不但继承了早期版本的所有优点,而且增添了许多新功能,使它更能适应科技发展的需要。本书将全面、详尽地向读者介绍 Protel 99 的各种基本功能、使用原则和一些应用技巧。

在介绍 Protel 99 的使用方法之前,本章首先对它进行概括性的介绍,使读者对 Protel 99 的性能、特点有一个初步的了解。

1.1 Protel 99 的特点

Protel 99 作为 Protel 系列软件的最新产品,继续保持了 Protel Technology 公司的革新传统。与它的前一个版本 Protel 98 相比,Protel 99 在许多方面都有了更大的提高,它具有极为全面的工具、文档以及设计项目的组织功能,用户可以比以往更轻松地进行电子线路设计的工作。

Protel 99 主要分为两大部分:

(1) 原理图设计部分(Schematic 99):主要用于电路原理图的设计,为绘制印刷电路板提供蓝本,图 1-1 就是一幅用 Protel 99 设计的电路原理图。

(2) 印刷电路板设计部分(PCB 99):主要用于印刷电路板的设计,生成最终的 PCB 文件,提交给电路板制造厂家,制成电路板。图 1-2 所示的就是一幅用 Protel 设计的印刷电路板图。

相对于 Protel 98 来说,这两大部分添加了许多新内容,具有新的特点,下面分别论述。

1.1.1 原理图设计的新特点

Protel 99 的原理图设计系统可提供高效率、智能化的原理图设计、编辑手段,生成高质量的原理图输出效果。下面介绍 Protel 99 在原理图设计方面所具有的主要新特点。

1. 分层设计的思想

所谓分层次设计实际上是一种非常有效的统筹设计方法,采用自上而下或者自下而上的途径,将设计任务分成一个个子任务,子任务再分解成一个个功能模块,功能模块再分解成基本模块,然后分层逐级实现,进行设计。采用这种设计思想,有条理清晰、简单可靠、便于修改等优点。

在 Protel 99 中,用户可以同时编辑多张原理图,还可以在各个原理图之间灵活地进行

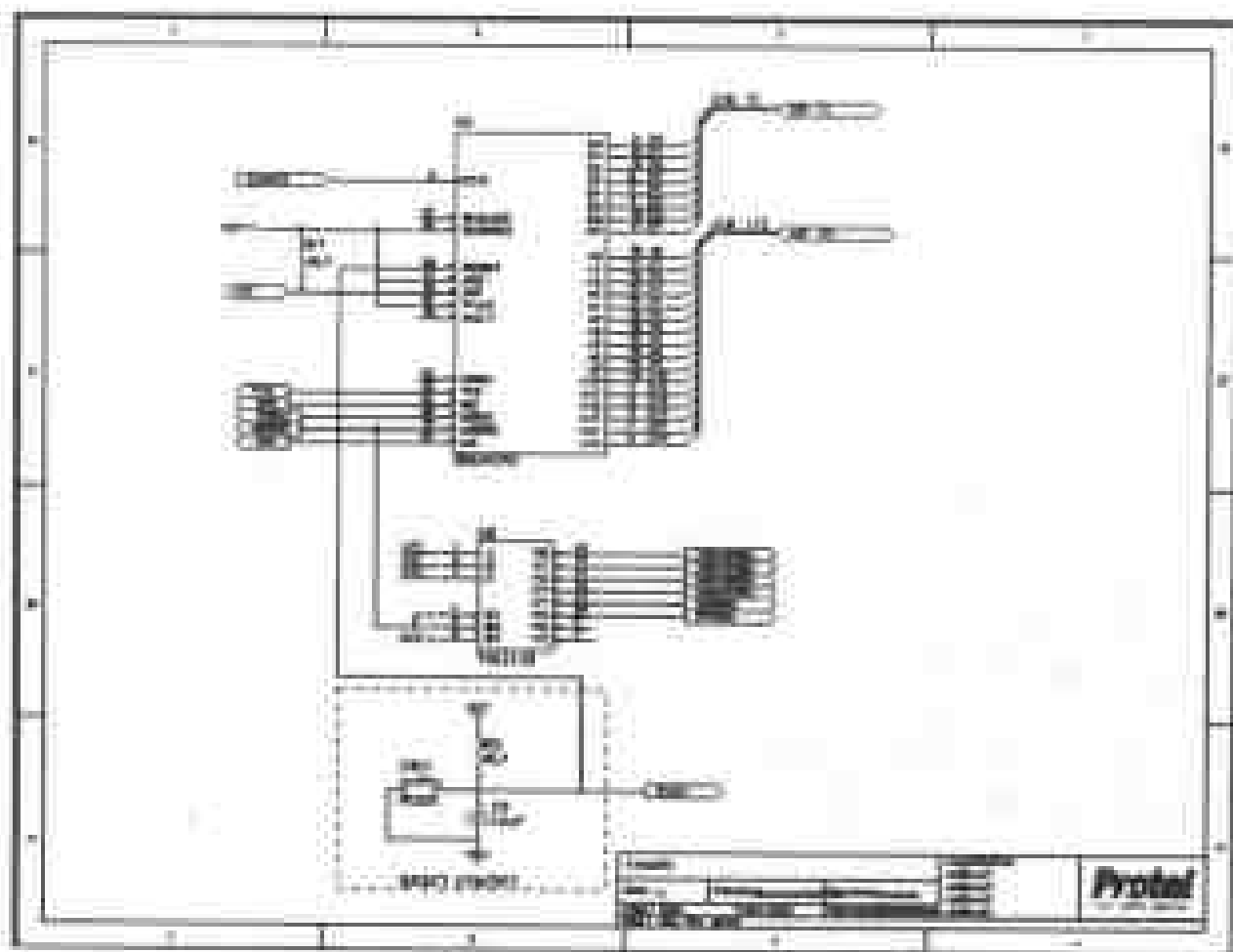


图 1-1 用 Protel 99 绘制的电路原理图

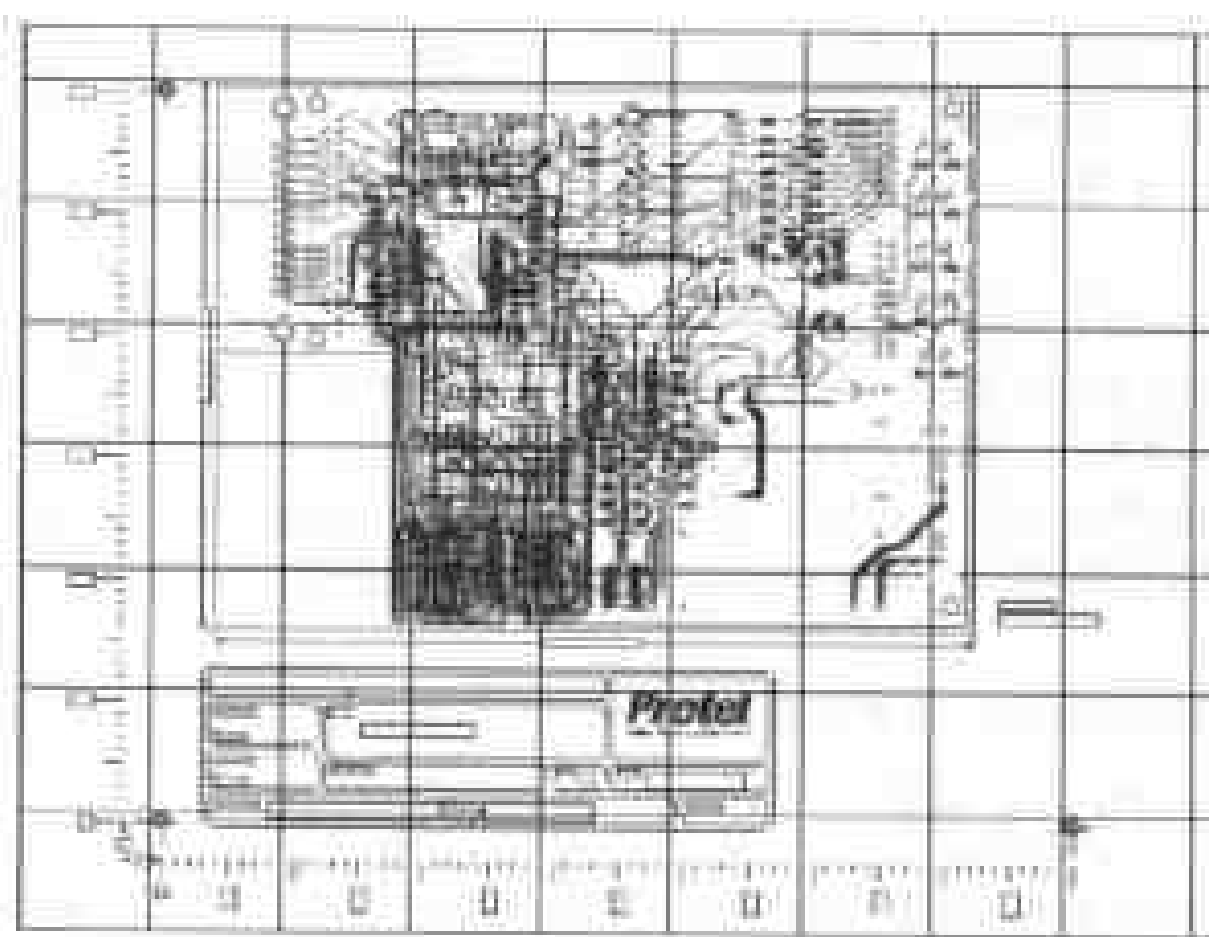


图 1-2 用 Protel 99 绘制的印刷电路版图

切换,而且 Protel 99 对同一设计项目中的原理图的数目和设计的层次深度都没有限制。

2. 强大的编辑功能

在 Protel 99 中编辑原理图是非常方便,非常灵活的,它采用图形化的操作界面,使用户能够很直观地控制整个编辑过程。在这种方便的操作环境下,用户可以专注于电子线路设计工作本身,而不必在界面操作上浪费时间。

在设计过程中,往往会推翻原有的设计重新来做,或者在原有设计方案上进行修改。在 Protel 99 中,提供了多层撤销/重做的功能,这就使用户在设计过程中可以随时进行修改,使设计方案精益求精,得到最令人满意的结果。Protel 99 还提供了整体编辑功能,这使得用户对多张原理图或者多个元件的修改工作变得轻而易举,就像对单个元件进行操作那样轻松自如。合理地使用整体编辑功能,巧妙地选取编辑范围,可以大大提高工作效率。

此外,用户还可以使用 Protel 99 提供的原理图模板功能,创建自定义的原理图模板,并将它作为自定义的元素应用于原理图中。

3. 方便易用的连线工具

Protel 99 的自动连接特性和布线栅格连线功能使原理图的连线工作变得非常容易。在连线时,被激活的电路连接点将引导光标到最近的有效连接点上,这就使得用户的连线效率大大提高,并有效地减少了连线错误。

4. 对元件和元件库的组织

除了 Protel 99 本身提供的庞大的元件库以外,它还提供了一个元件库编辑器,供用户自己创建元件库,并且可以在各个元件库之间移动或者拷贝元件,灵活地组织元件库的结构。此外,用户还可以利用 Protel 99 提供的强大的查询功能,在庞大的元件库中通过元件的名称和属性进行查询,灵活地设定查找范围,使查找工作迅速完成。

5. 设计检验

完成原理图设计后,需要仔细检查,确认原理图设计正确无误,然后才能进行印刷电路板的布线工作。利用 Protel 99 提供的 ERC 检测(电路连接关系检测)功能,可以对复杂的设计进行快速检验,它按照用户指定的物理或逻辑特性进行检查,比如未连接的电源、空的输入管脚等等,都能被检查出并做出标记。

6. 设计同步器

在旧的 Protel 版本中,完成原理图设计后,需要生成一个网络表文件,它描述的是整个电路中的各个元件以及它们之间的连接关系,是原理图设计与印刷电路板设计之间必不可少的连接纽带。而在 Protel 99 中,用户就不必理会网络表文件的输入输出工作,利用设计同步器,就可以将原理图中的信息传送到印刷电路板设计系统中。在从原理图设计系统向印刷电路板设计系统转化的过程中,设计同步器会自动地在 PCB 文档中加入元件的封装形式以及元件之间的连线信息,并向用户提示在转换过程中出现的问题。此外,设计同步器还将在整个设计过程中发挥作用,用户在原理图中添加或修改某个元件的属性,都将引起 PCB 图的相应变化;同样地,PCB 图中的变化也会反馈到原理图中来,这样就轻而易举地保持了原理图和 PCB 图的一致。

1.1.2 印刷电路板设计系统的新特点

Protel 99 的印刷电路板设计系统为用户提供了一条高效、方便的印刷电路板设计途径,它的图形化界面和交互式编辑环境,使手动设计和自动化设计完美地融合在一起,功能强大又便于控制。

1. 设计法则

要设计出一块高质量的电路板,需要考虑很多因素,比如电路板布局、走线宽度、反馈、干扰等等,而利用设计法则,用户就可以很好地解决这些问题。Protel 99 提供了多种设计法则类别,覆盖了电路板设计的方方面面,它们相互组合可以形成多方面控制的复合法则。通过对功能强大的设计法则的设置,可以有效地控制印刷电路板的设计过程。

2. 操作环境

Protel 99 的电路板设计系统采用图形化界面,使设计电路板的操作环境更加自然、直观,通过大量的命令、按钮,可以快捷地实现用户的设计意图。

3. 自动布线和手动布线

在设计电路板的时候,很多人会采用自动布线和手动布线相结合的方式,即先使用自动布线的功能进行布线,然后再手动进行调整。Protel 99 在印刷电路板的自动布线技术上取得了令人瞩目的成绩,它的自动布线功能相当强大,布线结果也达到了很高的水准。通过简单设置,Protel 99 的自动布线系统将分析用户的设计并选择最佳的布线方案。当然,自动布线有时不能满足设计者的要求,这时就需要利用手动布线功能进行调节,Protel 99 可以自动化地、智能化地删除多余的线段,使电路板的布线既实用又美观。

4. 封装形式的编辑

Protel 99 提供了丰富的封装形式库,并可以通过网络进行更新。此外,它还提供了相关的工具,供用户创建或者组织自定义的元件封装形式库。



5. 设计检验

通过 Protel 99 强大的设计法则检验和报告功能,可以随时确认电路板是否符合要求。系统将按照用户设定的设计法则对电路板进行全面检验,然后产生全面的检验报告,指出设计中与设计法则相矛盾的地方,并做出提示。

以上介绍了 Protel 99 的原理图设计和印刷电路板设计方面具有的主要的新特性,其中提到的内容在后面的章节中将详细介绍。原理图设计系统和印刷电路板设计系统联系紧密,用户的大部分工作都是在这两部分中完成的,因此这两部分是本书将要详细介绍的内容。

1.2 Protel 99 的操作环境

Protel 99 的安装与大多数 Windows 应用程序的安装没有什么区别,用户按照软件安装过程中的提示一步步进行下去就可以了。完成安装后,启动 Protel 99,初始界面如图 1-3 所示,下面分别介绍其中各个部分的名称和功能。

- 菜单栏——Protel 99 初始界面的菜单栏中只有 3 个菜单和 1 个  按钮。File 菜单中的命令主要用于文件管理,包括文件的新建、打开等等;View 菜单用于设计管理器、状态栏、命令行的打开与关闭,与界面的定制有关;Help 菜单用于打开帮助文件;而单击  按钮,也将弹出一个菜单,其中的各项命令提供了管理 Server 程序、定义环境、设定密码等功能。当打开不同的编辑器时,菜单栏中的内容也不同,这些将在后面的章节中

介绍。

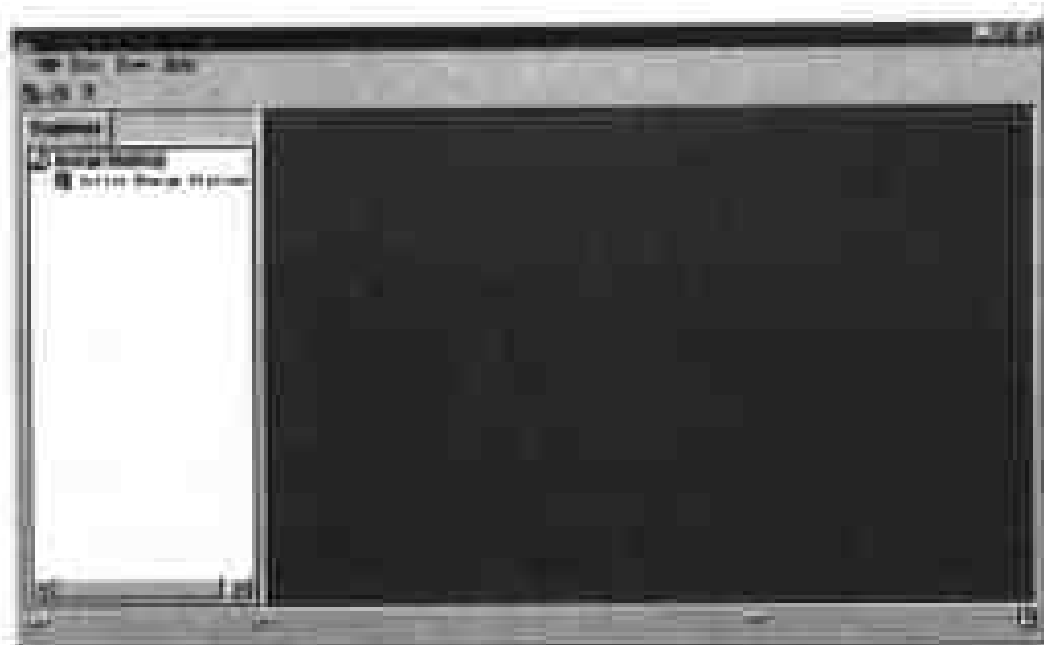





图 1-3 启动 Protel 99 后的初始界面

- 工具栏——工具栏位于菜单栏的下方,它的功能其实是各个菜单功能中的一部分,可以看作是一种快捷方式。初始界面的工具栏中包括 3 个按钮:  按钮用于打开或者关闭文件管理器;  按钮用于打开文件;  按钮用于打开帮助文件。

- 状态栏和命令行——用于提示当前的工作状态或者正在执行的命令,它们打开或者关闭均可在 View 菜单中进行设置。

- 浏览器——在这里用户可以浏览各个文件夹中所包含的各个文件。

- 工作区——工作区是程序的主要部分,也是我们进行设计的图纸。在初始界面中,工作区是灰色的。当打开不同的编辑器时,将呈现出不同的工作区。

以上介绍了刚刚进入 Protel 99 时的操作界面,随着设计工作的进行,打开不同的编辑器后,操作界面会相应地进行调整,将出现不同的选项,在后面的内容中将对此进行详细介绍。

1.3 启动编辑器

在 Protel 99 中集成了各种编辑工具,进行不同类型的设计工作时,可以在主工作界面中打开不同的编辑器。Protel 99 中主要包含以下编辑器:

- 文件夹编辑器(Document Folder);
- 原理图编辑器(Schematic Document);
- 原理图元件库编辑器(Schematic Library Document);
- 印刷电路板编辑器(PCB Document);
- 印刷电路元件库编辑器(PCB Library Document);
- 表格编辑器(Spread Sheet Document);
- 文字编辑器(Text Document);

- 波形编辑器 (Waveform Document)。

不同的编辑器将生成不同类型的文件,下面将着重介绍启动原理图编辑器和印刷电路板编辑器的方法。

1.3.1 创建项目数据库

在 Protel 99 中,以项目数据库文件为中心,在启动各种编辑器之前,必须首先创建一个项目数据库或者打开一个已经存在的项目数据库(后缀名为 .ddb)。要创建一个新的项目数据库,可以按照以下步骤进行:

(1) 在启动 Protel 99 后的初始界面中,选择 File > New,弹出如图 1-4 所示的对话框。在对话框中单击 Location 标签,显示设置项目数据库文件的相关选项。

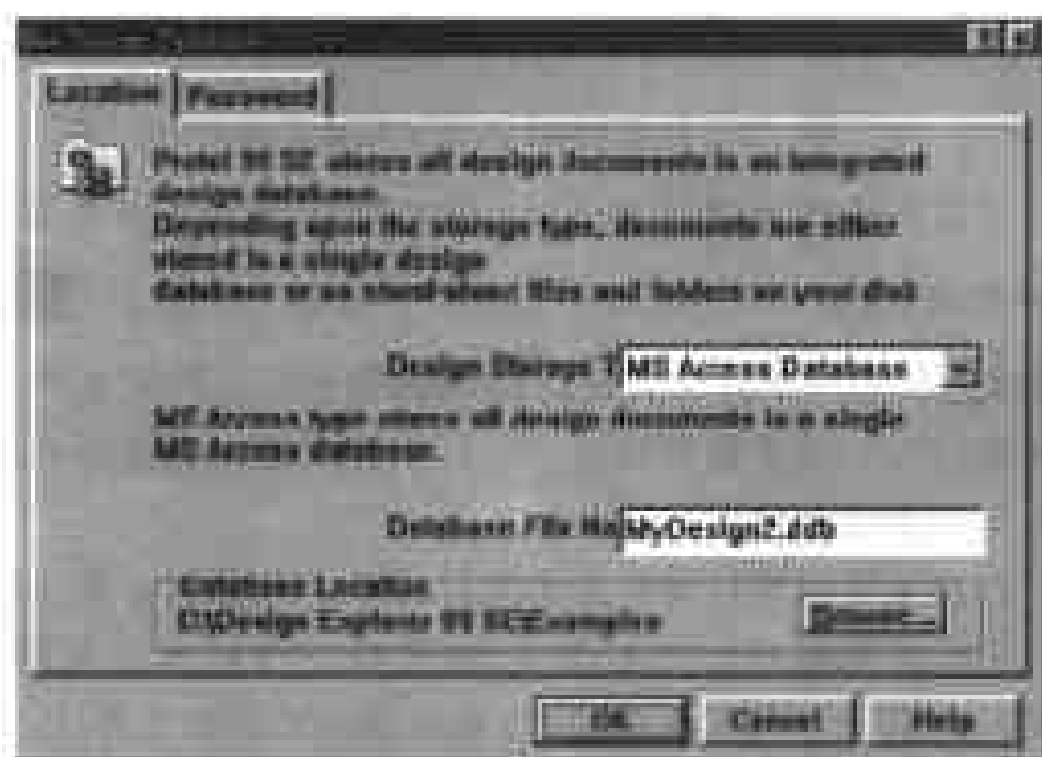


图 1-4 创建项目数据库文件

(2) 在对话框的 Database File Name 选项框中显示了系统默认的文件名,用户可以在此输入新的文件名 Design1.ddb,然后单击 Browse 命令按钮,在弹出的另一个对话框中重新指定文件的存储路径。

(3) 单击对话框底部的 OK 命令按钮,则 Protel 99 的主界面发生改变,如图 1-5 所示,这样就创建了一个名称为 Design1 的项目数据库。在工作区的窗口中包含 3 个文件夹,双击 Documents 文件夹,同时在窗口中添加了相应的标签,单击标签即可显示其中的内容。

这样就创建了一个新的项目数据库文件,以后与此设计项目有关的各种类型的文件和其他信息都将包含在这个数据库中。

注意: 在如图 1-4 所示的对话框中,单击 Password 标签,则在对话框中显示出设置密码的相关选项。单击 Yes 按钮,激活对话框右下角的两个输入框,在其中输入并确认密码,单击 OK 命令按钮,即可为新建的项目数据库文件设置密码。

1.3.2 启动原理图编辑器

创建了项目数据库文件后,就可以启动原理图编辑器,进而创建原理图文件。启动原

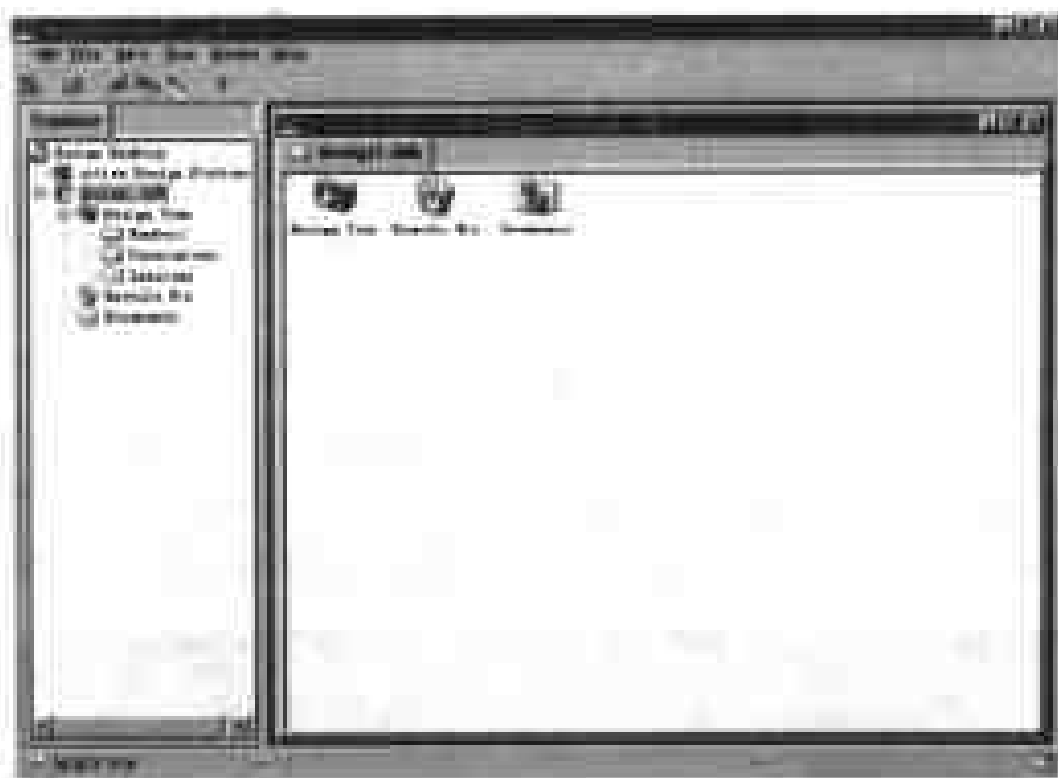


图 1-5 项目数据库文件的主界面

理图编辑器的操作方法如下：

(1) 在如图 1-5 所示的界面中选择 File > New, 弹出如图 1-6 所示的对话框。需要注意的是, 此时 File 菜单中包含的命令与图 1-3 中的 File 菜单中的命令有很大不同, 此时的 File 菜单中的命令主要是对此项目数据库中的文件进行管理和操作。



图 1-6 选择文件类型

(2) 在如图 1-6 所示的对话框中, 显示了此时用户可以创建的文件类型, 部分文件类型如下:

- Document Folder——创建新的文件夹;
- Schematic Document——创建原理图文件;
- Schematic Library Document——创建原理图元件库文件;
- PCB Document——创建印刷电路板文件;
- PCB Library Document——创建印刷电路板元件库文件;
- Text Document——创建文本文件;

- Spread Sheet Document——创建表格文件;
- Waveform Document——创建波形文件。

(3) 在对话框中单击 Schematic Document 图标,然后单击 OK 命令按钮,则在 Documents 文件夹窗口中出现一个图标,为它命名并双击此图标,打开新创建的原理图文件,此时在窗口中又添加了一个标签。

(4) 选择 View > Toolbars > Wiring Tools,在窗口中显示原理图工具栏,其中包含了绘制原理图所需的工具;选择 View > Toolbars > Drawing Tools,在窗口中显示图形工具栏;在浏览器窗口单击 Browse Sch 标签,使用原理图浏览器,此时得到的原理图编辑界面如图 1-7 所示。当然,用户还可以在窗口中打开其他工具栏,这些将在后面的内容中介绍。

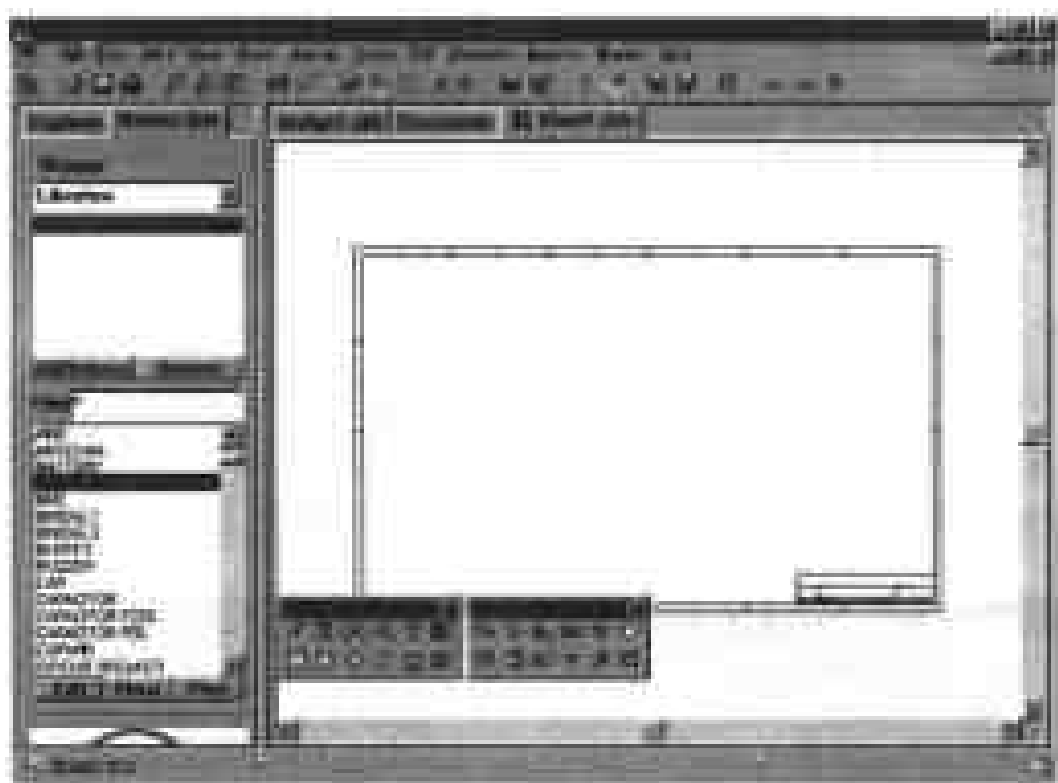


图 1-7 原理图编辑器界面

用户还可以打开已经存在的原理图进行编辑,操作方法也非常简单:选择 File > Open,在弹出的对话框中选择要打开的项目数据库文件,则在工作窗口中显示其中包含的各个文件;双击要打开的原理图文件,则要编辑的原理图就显示在工作窗口中;在工作窗口上方的工具栏中单击按钮,将原理图放大,得到如图 1-8 所示的效果。

1.3.3 启动印刷电路板编辑器

如果要进行印刷电路板设计,就需要启动印刷电路板编辑器,它的操作方法与启动原理图编辑器相似。

选择 File > New,弹出如图 1-6 所示的对话框,在其中显示了各种文件类型的图标,选中 PCB Document 图标,单击 OK 命令按钮,就创建一个新的印刷电路板文件。

要打开已经存在的印刷电路板文件,操作方法与打开已经存在的原理图文件的方法类似,这里就不赘述了。印刷电路板编辑器的界面如图 1-9 所示。

在 Protel 99 中可以同时打开不同的编辑器,创建不同类型的文件或者相同类型的不同文件,这时会在工作窗口上添加不同的标签,单击这些标签,用户就可以在打开的各个编辑器之间自由切换。

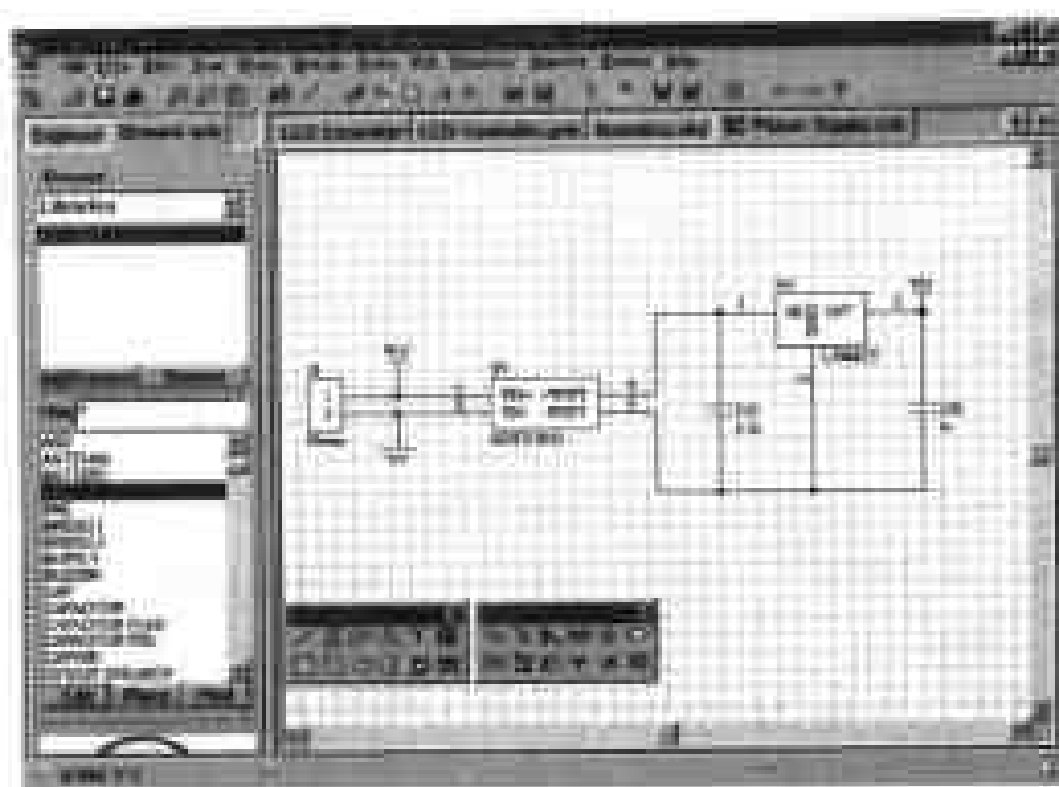


图 1-8 打开已经存在的原理图文件

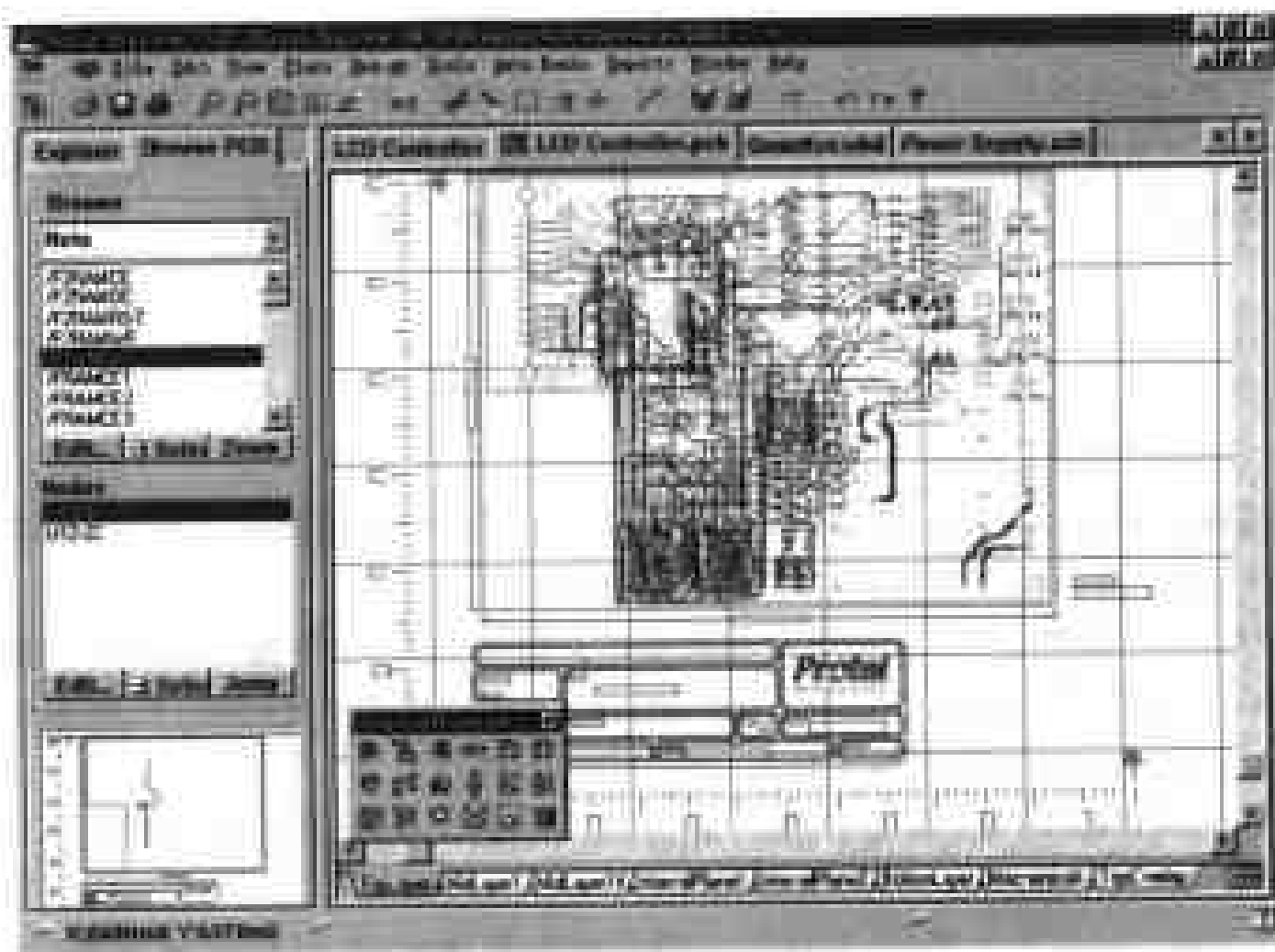


图 1-9 印刷电路板编辑器的界面

1.4 电路板设计的基本步骤

利用 Protel 99 提供的强大功能,可以高效率地完成电路板的设计工作。进行电路板设计与进行电路图设计有所区别,进行电路图设计时,注重的是电路的原理和器件的连接

关系;而进行电路板设计时,注重的是电路板的布局和走线。一般来说,电路板的设计可以分为三大步:设计原理图、产生网络表和设计印刷电路板。详细来说,设计一块电路板需经过以下步骤:

(1) 首先使用 Protel 99 的原理图编辑器设计电路图,同时确定元件排序,即电路的连接有没有问题,元件的封装是否已经全部定义了,并通过程序所提供的 ERC 检测。

(2) 得到原理图之后,利用原理图编辑器的 Create Netlist 功能创建网络表,为设计印刷电路板做准备。

(3) 启动 PCB 编辑器,定义板框、层数和电路板形状。

(4) 加载网络表,如果网络表有错误或者接口上有问题,系统会进行提示,这时就需要对电路原理图进行修改。

(5) 成功加载网络表之后,就可以在电路板上布置元件,这是最基本也是最繁琐的工作。

(6) 定义设计规则,设置自动布线的属性,并进行自动布线,如果有不满意的地方,则使用手动布线的功能进行调整。

(7) 完成布线后,进行保存,并输出设计结果。

简而言之,电路板的设计过程首先是绘制电路原理图,然后由电路原理图文件生成网络表,最后在 PCB 设计系统中完成布线工作,输出设计结果。除此之外,用户在设计过程中有时还需要进行一些其他工作,比如编辑新元件、创建元件库等等。

1.5 团队编辑

团队编辑是 Protel 99 的一项新设置,利用这一功能,可以在设计过程中,明确每一合作者的责任,便于团队工作的组织,利于提高工作效率。

前面的内容中提到,当打开一个项目数据库文件时,在该项目数据库的工作区里面包含 3 个图标,分别代表 Design Team, Recycle Bin 和 Documents 3 个文件夹,其中 Design Team 图标的功能就是进入团队管理的文件夹,进行团队编辑。

双击 Design Team 图标,即可打开此文件夹(如图 1-10 所示),其中包含 3 个图标:Members, Permissions, Sessions。它们的功能如下:

- Members——双击此图标,即可进入团队成员管理文件,可以对成员进行添加、删除、查看等操作。

- Permissions——双击此图标,即可进入团队成员权限管理文件夹,可以对成员的权限进行添加、删除、查看等操作。

- Sessions——双击此图标,即可查看团队状态,此时在工作窗口中可获得的信息包括:文件夹名称、文件夹的路径、管理员、文件夹所在的计算机名称、文件夹的识别码、状态等。

如果要在团队编辑器中添加成员并设置它的权限,可按照下面的操作步骤进行:

(1) 在如图 1-10 所示的窗口中双击 Members 图标,打开成员管理文件夹,此时看到的

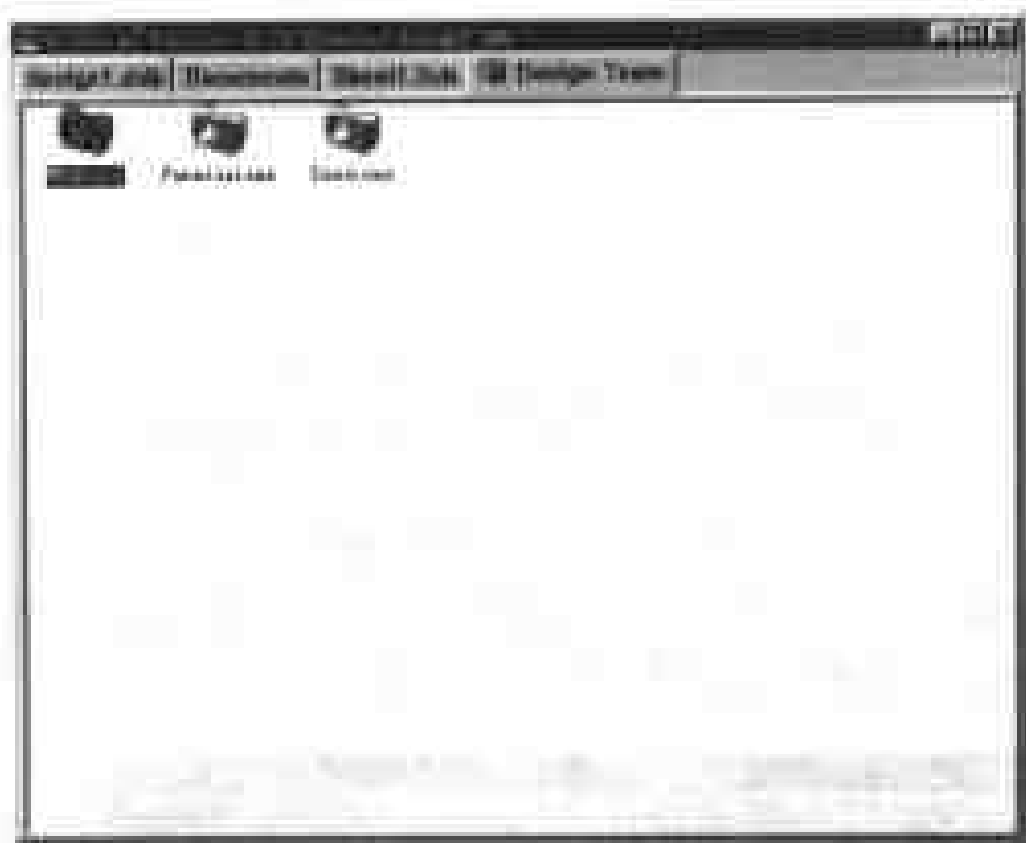


图 1-10 进入团队编辑文件夹

是一个全新的团队,其中只包括两个成员,如图 1-11 所示。



图 1-11 打开成员管理器文件夹

(2) 这两个成员中,Admin 是项目管理员,拥有完整的管理权限。在工作区中选中并右击,在弹出的菜单中选择 New Member 命令,弹出如图 1-12 所示的对话框。

(3) 在弹出的对话框中包含了 4 个输入框,在 Name 输入框中输入新成员的名称,然后在 Description 输入框中注明新成员的职责,在 Password 输入框中输入密码,并在 Confirm 输入框中确认。

(4) 在对话框中设置了各个输入框的内容后,单击 OK 按钮,将在如图 1-11 所示的文件夹窗口中显示出新成员。

(5) 设置新成员的权限。在如图 1-11 所示的工作窗口中右击 Members 标签,在弹出

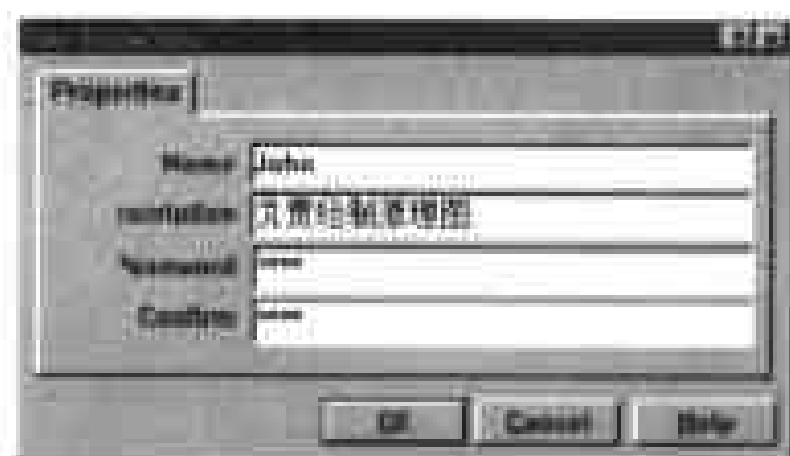


图 1-12 添加新的团队成员

的菜单中选择 Close 按钮, 关闭团队成员管理文件夹, 返回图 1-10 所示的窗口; 双击 Permissions 图标, 打开成员权限管理文件夹, 如图 1-13 所示。

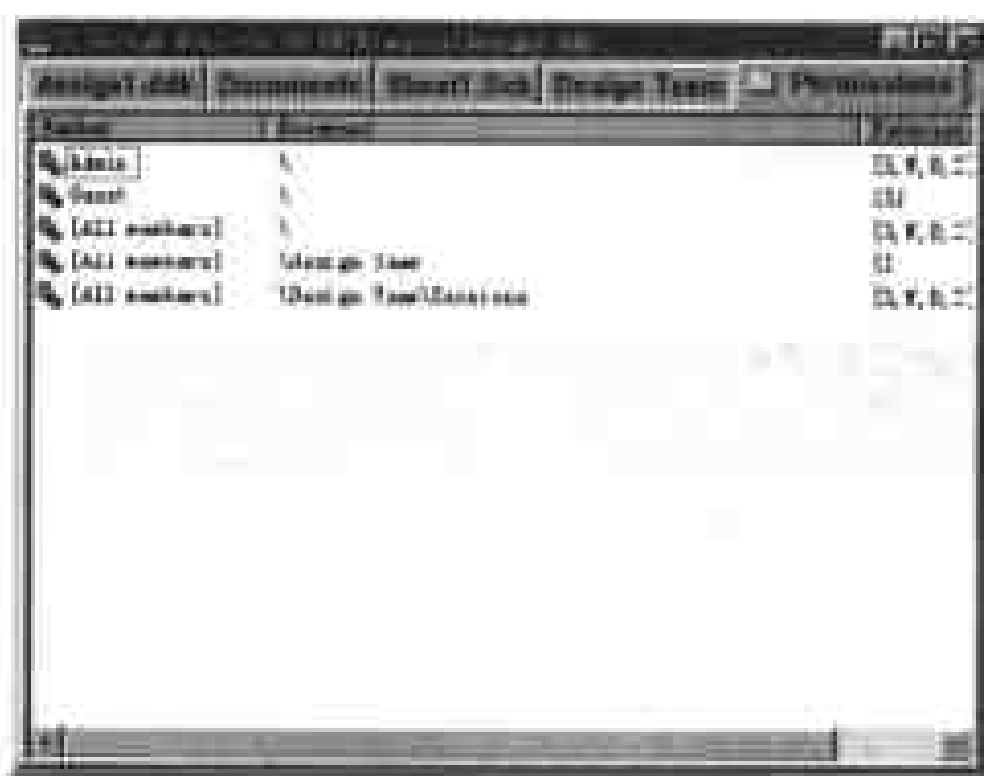


图 1-13 成员权限管理文件夹

(6) 在如图 1-13 所示的窗口中右击 Admin, 在弹出的菜单中选择 New Rule 命令, 弹出如图 1-14 所示的对话框。在对话框中单击 User Scope 选项的下拉列表框, 从弹出的下拉列表中选择 John, 指定要进行设定的成员。

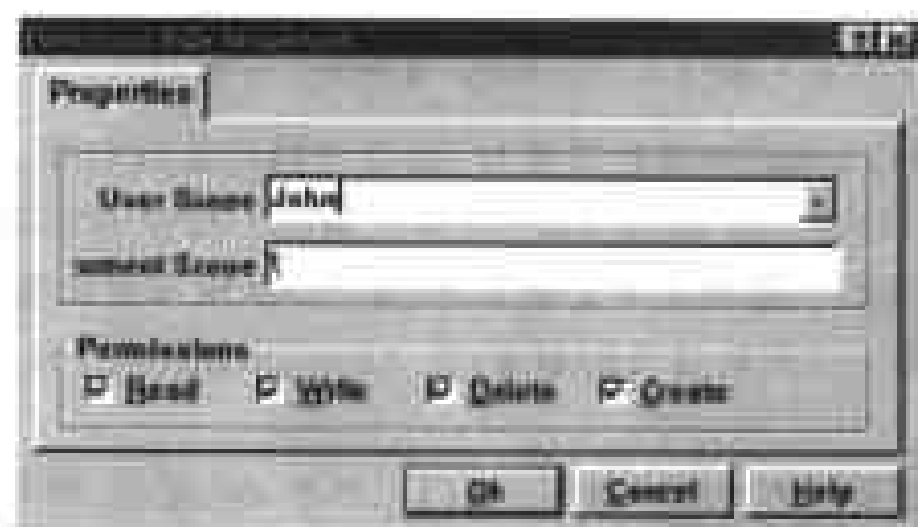



图 1-14 设置成员的权限

(7) Document Scope 输入框的功能是指定所要设定权限的适用范围,其中的斜杠代表这个项目数据库的根目录。在 Permissions 选区中包括了 4 个复选框,对应读、写、删除和创建 4 种权限,为选定的成员指定了相应的权限后单击 OK 命令按钮,则所设定的权限将在如图 1-13 的窗口中反映出来。

以上就是添加新成员并指定其权限的操作过程,删除和查看成员的操作方法也与之类似,这里就不赘述了。

1.6 使用帮助文件

使用软件提供的帮助文件,是我们在使用软件的过程中遇到不明之处时最直接的解决方法。Protel 99 提供了非常详细、使用方便的帮助文件,这就使得用户在对某一操作不解,或者需要进一步了解某个名词时,可以迅速得到满意的答案。

当用户需要使用帮助文件时,选择 Help,在弹出的菜单中包含了若干与使用帮助文件有关的命令,从中选择 Contents,或者在工作窗口上方的工具栏中单击  按钮,即可激活帮助文件,弹出如图 1-15 右边所示的窗口。

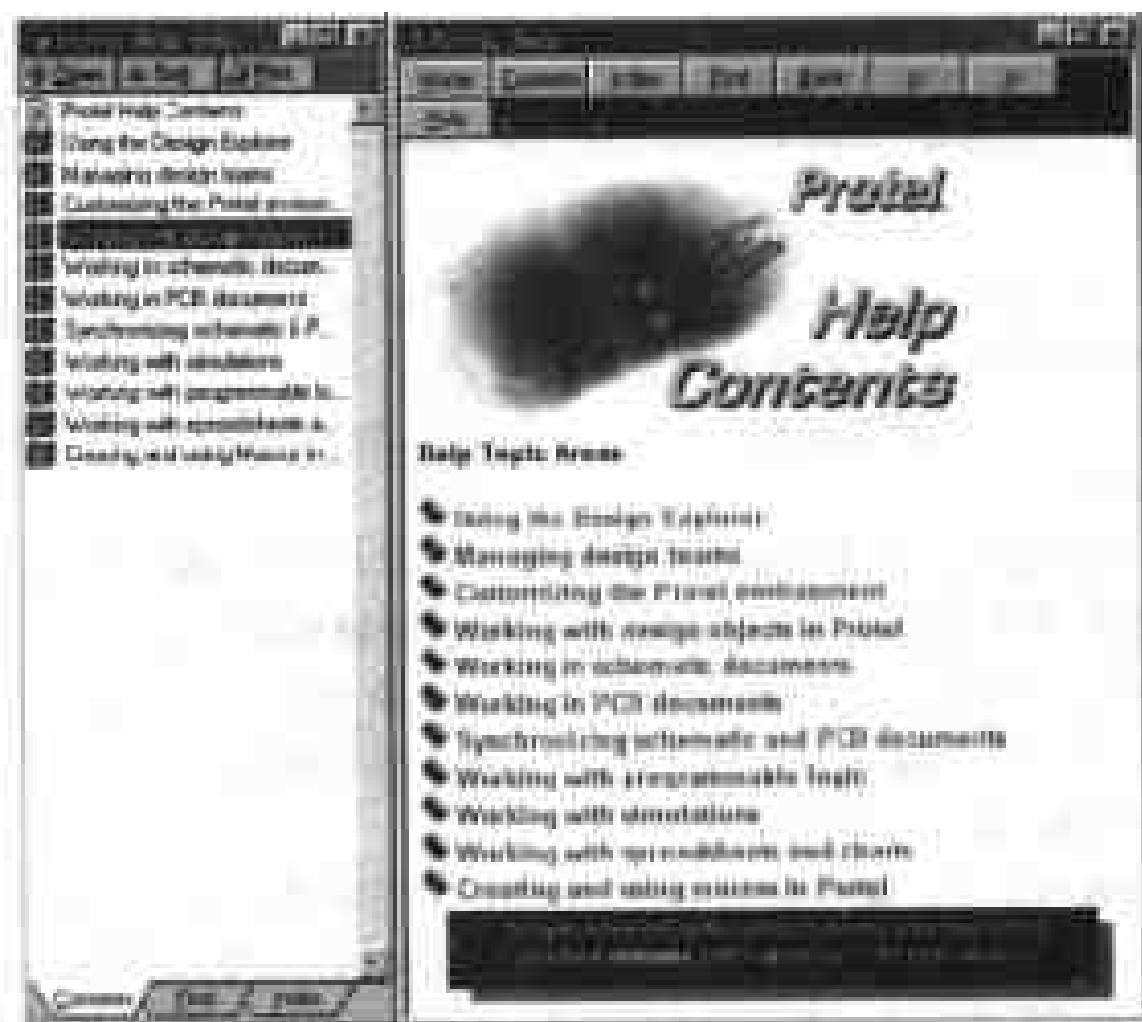


图 1-15 使用帮助文件的对话框

图 1-15 右边所示窗口的顶部包括 8 个按钮,单击其中的 Contents 命令按钮,即可在此对话框左边弹出如图 1-15 左边所示的辅助说明窗口。在辅助说明窗口中用鼠标选中某一条目,再单击辅助说明窗口顶部的 Open 命令按钮,将此条目打开,其中将包含若干子条目。单击某一子条目,单击顶部的 Open 命令按钮,将子条目打开,然后在显示出的内容中

选择要阅读的内容,或者再打开更深层次的内容。当用户双击要阅读内容的条目时,在右边的窗口中就显示出相关的内容,并且还提供了指向相关内容的链接,此时的帮助窗口如图1-16所示。

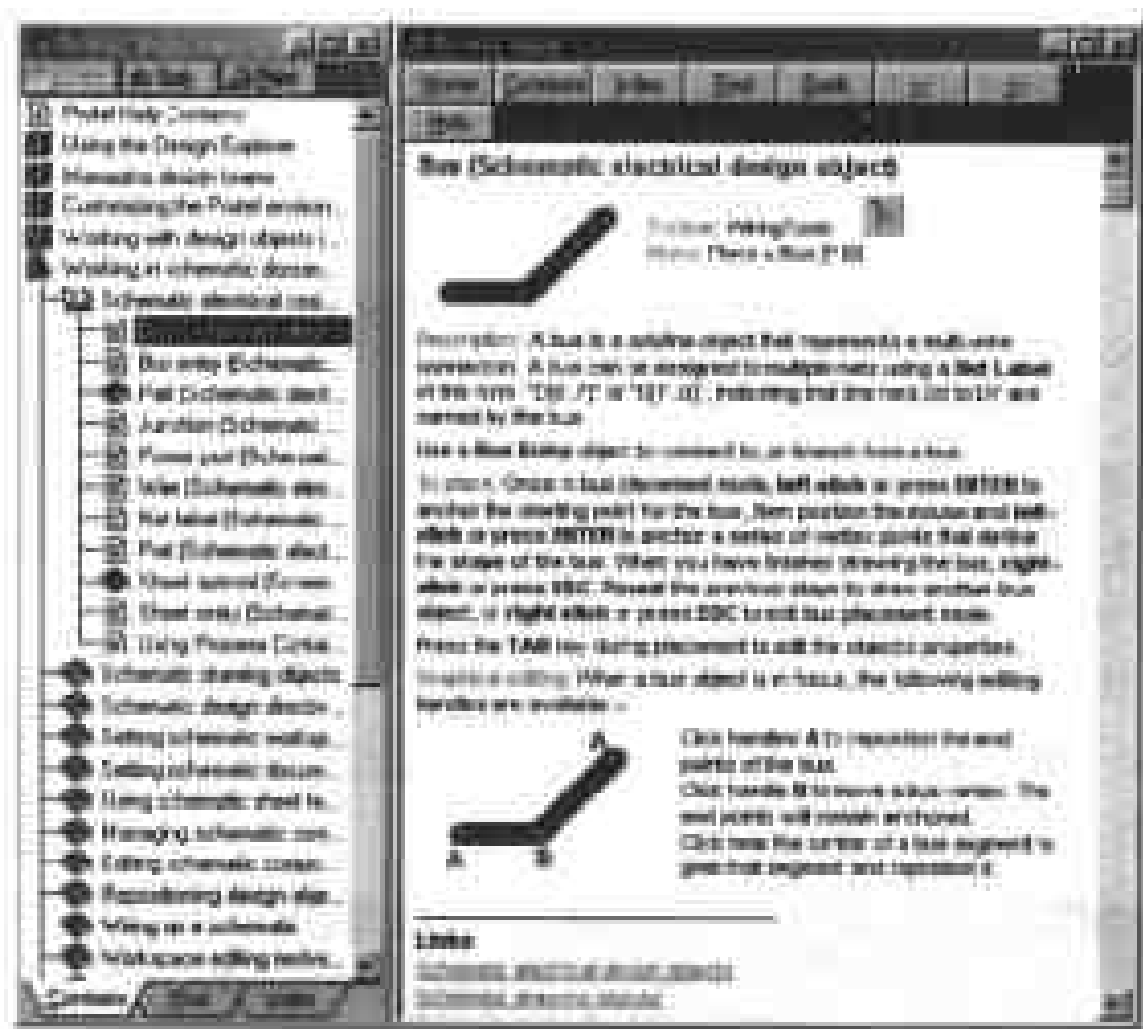


图 1-16 阅读帮助内容

细心的读者会注意到,在图 1-16 左边的辅助说明窗口底部有 3 个标签:Contents,Find 和 Index,对应着 3 种查询方式,它们的功能分别如下:

- Contents——目录式的查询索引方法。使用方法前面已经介绍过,与我们平时查阅参考书籍的方法类似。

- Find——查询方式。单击此标签时,辅助说明窗口顶部出现一个输入框,在其中输入要查询的关键词,单击顶部的 Result 命令按钮,即可在辅助说明窗口中显示出相关的内容,然后从中选择所需内容,在右边的窗口中阅览。这种查询方式还提供了 And,Or 两种逻辑查询功能,如果用户在输入框中输入两个或更多的关键词,并在输入时单击顶部的 And 或者 Or 命令按钮,即可对关键词进行逻辑查询。

- Index——索引方式。单击此标签时,辅助窗口顶部也出现一个输入框,在其中输入索引条目,或者在窗口中选择索引条目,即可在右边的窗口中阅览相关内容。

以上粗略介绍了帮助文件的使用方法,在进行设计工作的过程中,有效地利用软件提供的帮助,有助于迅速掌握软件的使用方法,提高工作效率。

第2章 绘制电路原理图

在设计电路板的工作流程中,首先就是要绘制电路原理图,这是非常重要的一个环节,将直接影响电路板的设计工作。本章将着重介绍如何利用 Protel 99 的原理图设计系统进行电路原理图的设计。

2.1 设置原理图设计系统的界面

前面已经介绍了如何进入原理图设计系统,下面将对原理图设计系统的界面设置进行简单介绍,即各种窗口的打开、关闭、切换;各种工具栏的打开、关闭;工作区域的显示等。这样用户可以根据设计需要,定制自己的工作界面。

2.1.1 浏览器的切换

在 Protel 99 中,所有浏览器都共用同一个窗口,称为“设计管理器”,选择 View > Design Manager,即可在工作窗口的左边打开设计管理器窗口,如图 2-1(a)所示。

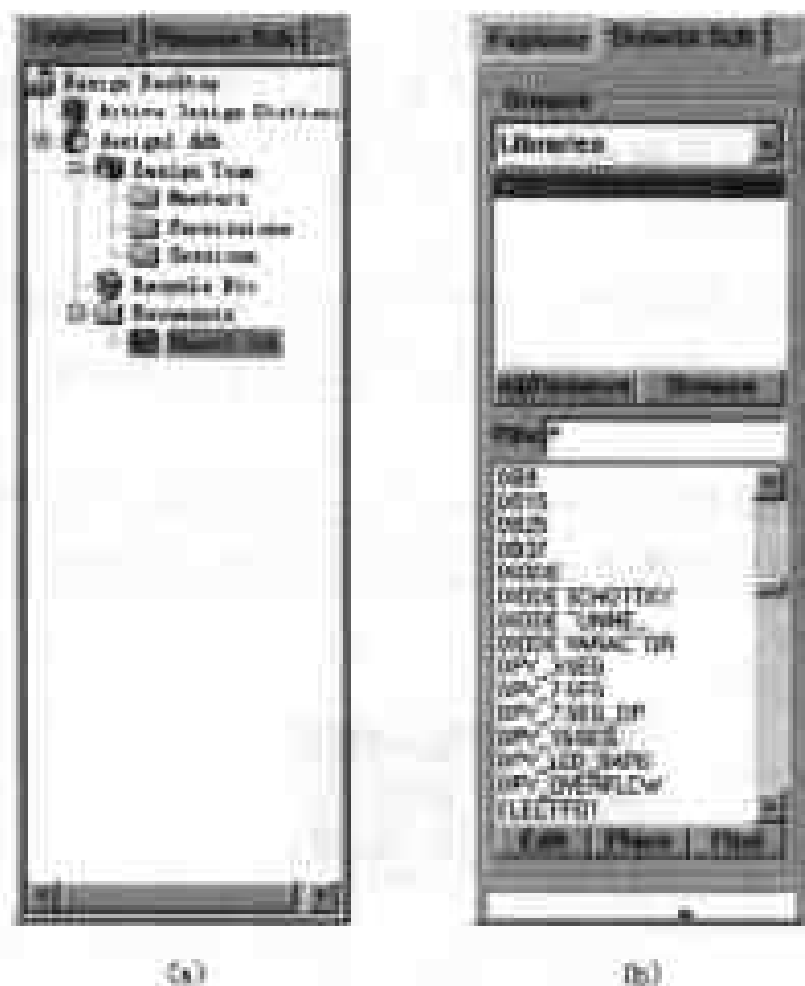


图 2-1 浏览器窗口

通常情况下,设计管理器窗口为 Explorer 和当前运行的编辑器的浏览器所共用。图 2-1(a)所示即为 Explorer 浏览器,图(2-1)(b)所示即为当前运行的原理图编辑器的浏览器。同时打开不同的浏览器时,在浏览器窗口中会出现各自对应的标签,通过这些标签,用户可以在不同的浏览器之间自由切换。

如果用户不需要在界面中显示设计管理器,再次选择 View > Design Manager,即可关闭设计管理器。

注意: Protel 99 的窗口管理普遍采用了这种共用窗口的形式,在工作窗口中,用户也同样可以同时打开多个编辑器,并通过工作窗口上方的标签来进行切换。当切换至不同的编辑器时,左边的设计管理器窗口也相应地发生变化,主窗口中的菜单栏也随之自动调整。

2.1.2 定制工具栏

Protel 99 提供了大量的工具,在进行设计工作的过程中,灵活地、有针对性地使用这些工具,可以使操作更加简单方便。使用 Protel 99 提供的命令,可以有选择地打开不同的工具组,即打开不同类型的工具栏,Protel 99 中包含以下 7 类工具栏:

- 主工具栏(Main Tools)——主工具栏位于工作窗口上方、菜单栏的下方,其中包含文件管理、功能管理、缩放等功能按钮,如图 2-2 所示。

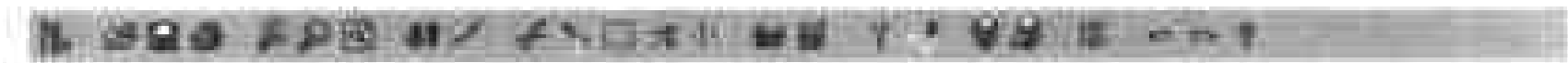




图 2-2 主工具栏

- 原理图工具栏(Wiring Tools)——在主工具栏中单击  按钮,或者选择 View > Toolbars > Wiring Tools,即可打开原理图工具栏(如图 2-3 所示),其中包含绘制原理图时所需的基本工具。

- 图形工具栏(Drawing Tools)——在主工具栏中单击按钮 ,或者选择 View > Toolbars > Drawing Tools,即可打开图形工具栏(如图 2-4 所示),其中包含绘制基本几何图形的工具。

- 电源及符号对象工具栏(Power Objects)——在菜单栏中选择 View > Toolbars > Power Objects,即可打开电源及符号对象工具栏(如图 2-5 所示),其中包含了添加电源符号、接地符号等符号对象的工具。



图 2-3 原理图工具栏



图 2-4 图形工具栏

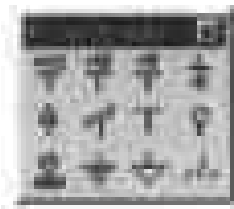


图 2-5 电源及符号对象工具栏

- 常用器件工具栏(Digital Objects)——在菜单栏中选择 View > Toolbars > Digital Objects,即可打开常用器件工具栏(如图 2-6 所示),其中包含了电阻、电容、运算器件、集成芯

片等常用的器件。

- 可编程逻辑电路工具栏(pld Tools)——在菜单栏中选择 View > Toolbars > pld Tools, 即可打开可编程逻辑电路工具栏(如图 2-7 所示), 其中包含了绘制可编程逻辑电路的工具。

- 模拟仿真信号源工具栏(Simulation Sources)——在菜单栏中选择 View > Toolbars > Simulation Sources, 即可打开模拟仿真信号源工具栏(如图 2-8 所示), 其中包含了常用的方波、正弦波信号源以及稳压电源等工具。

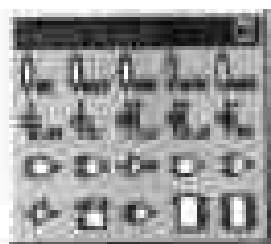


图 2-6 常用器件
工具栏



图 2-7 可编程逻辑
器件工具栏

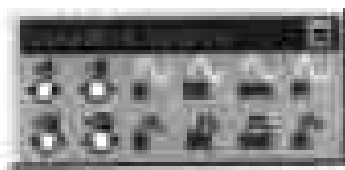


图 2-8 模拟仿真信
号源工具栏



在实际设计工作中,并不需要同时打开所有的工具栏,用户可以根据自己的需要进行选择。

注意: 这里提到了 View 菜单。这个菜单中包含的命令都是与工作界面中打开或者关闭某些功能有关的,比如,选择 View > Status Bar, 即可打开状态栏,而选择 View > Command Status, 即可打开命令行。

2.1.3 调整工作区的显示范围

在设计工作中,常常需要查看原理图的不同部分,有时需要将图纸放大,有时需要将图纸缩小。在 Protel 99 中,提供了多种多样的方法,供设计人员随时、方便地改变工作区域的显示状态。

1. 放大和缩小


这是调整工作区大小的最简单方法,即将绘制的原理图放大或者缩小,然后在放大或者缩小后的图纸上进行操作。在主工具栏中,每单击一次  按钮,即可将图纸放大一次;而每单击一次  按钮,即可将图纸缩小一次。

注意: 除了在主工具栏中进行操作,还可以选择 View > Zoom In, 或者按键盘上的 PageUp 键,将图纸放大;选择 View > Zoom Out, 或者按键盘上的 PageDown 键,将图纸缩小。

2. 调整显示比例

在菜单栏中单击 View 菜单,在弹出的下拉菜单中包含 50%, 100%, 200% 和 400% 4 种显示比例,通过单击它们,可以调整工作区的显示比例。

3. 工作区显示内容

当用户需要查看完整的原理图图纸时,有时通过放大、缩小或者调整比例得到的显示效果不能充满整个工作区,或者比工作区大,这时可以选择 View > Fit Document, 或者在主工具栏中单击  按钮,使原理图充满整个工作区。

当原理图充满整个工作区的时候,原理图中的空白处也占用了大量的显示空间,这时,可以选择 View > Fit All Objects,将原理图中所包含的所有对象显示在工作区中,这样更利于查看原理图的整体效果。

4. 放大指定区域

在设计过程中,有时用户需要查看原理图中的某一部分,这时可以在图纸中指定一个区域,然后将它放大,操作方法如下:

选择 View > Area,此时鼠标变成十字光标,将它移动到图纸中的适当位置,单击确定放大区域的起始顶点位置,拖动鼠标,移动到适当位置单击,确定放大区域的另一相对顶点的位置,则指定区域中的内容被放大显示,充满整个工作区。

注意:这里介绍的方法是确定放大区域的两个相对的顶点,如果选择 View > Around Point,则可以通过指定放大区域的中心和某一顶角来放大原理图的局部。具体操作方法与上文所介绍的方法类似,读者可以自己试一下。

2.2 设置原理图图纸

原理图编辑器界面的设置,是为了用户在设计过程中充分利用编辑器的功能,提高设计工作的效率。下面,将按照绘制一幅原理图的步骤,依次介绍相关的内容,并基本完成一幅原理图。首先,进行绘制原理图的准备工作,设计原理图图纸的各种参数。

2.2.1 设置图纸的方向、尺寸

设置电路原理图图纸的参数,首先需要设定图纸的大小和方向,具体操作步骤如下:

(1) 启动原理图编辑器,选择 Design > Options,弹出 Document Options 对话框,在对话框中单击 Sheet Options 标签,显示相关的选项,如图 2-9 所示。

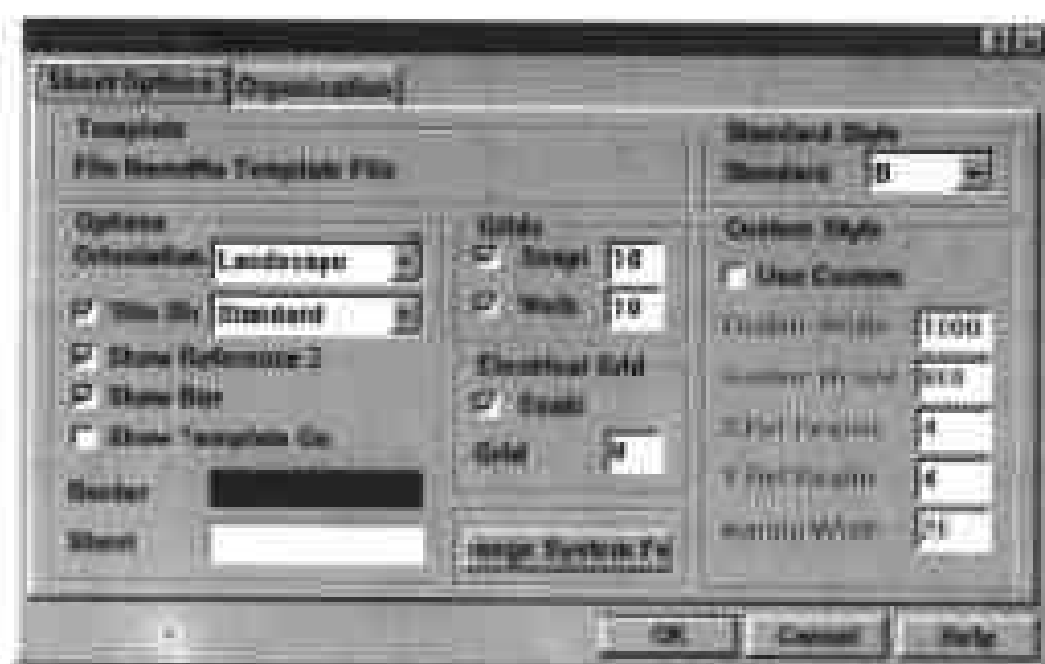


图 2-9 设置图纸参数的对话框

(2) 对话框中包含了设置图纸参数的大部分选项,下面先指定图纸尺寸。在对话框

右上角的 Standard Style 选区中,单击 Standard 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中给出了图纸的一系列标准尺寸:

- 公制:A0,A1,A2,A3,A4。
- 英制:A,B,C,D,E。
- Orcad 标准:OrcadA,OrcadB,OrcadC,OrcadD,OrcadE。
- 其他:Letter,Legal,Tabloid。

从中选择 A3,指定图纸的大小为 A3 图纸的标准尺寸。

(3) 在对话框的 Options 选区中包含了对图纸若干常用参数进行设置的选项,单击 Orientation 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中包括两个选项:

- Landscape——指定图纸方向为水平放置。
- Portrait——指定图纸方向为垂直放置。

(4) 从 Orientation 选项的下拉列表中选择 Landscape,设置图纸水平放置,单击 OK 命令按钮,返回工作窗口,完成对图纸尺寸和方向的设置。

注意:如果用户不想使用 Protel 99 规定的标准图纸尺寸,还可以自己定义图纸的大小。在如图 2-9 所示的对话框中,单击 Custom Style 选区中的 Use Custom 复选框,激活此选区中的另外 5 个选项,在它们的输入框中分别输入适当的数值,设置自定义图纸的高度、宽度等,单击 OK 命令按钮,即可在工作窗口中显示出用户自定义尺寸的图纸。

2.2.2 设置标题栏和边框

前面规定了图纸的大小和方向,下面设置图纸的标题栏和边框,这些操作也是在 Document Options 对话框中完成的,具体操作步骤如下:

(1) 选择 Design > Options,弹出 Document Options 对话框,在对话框中单击 Sheet Options 标签,显示相关的选项,如图 2-10 所示。由于我们已经设定了图纸的大小和方向,所以对对话框中的相应选项是已经设置好的取值。

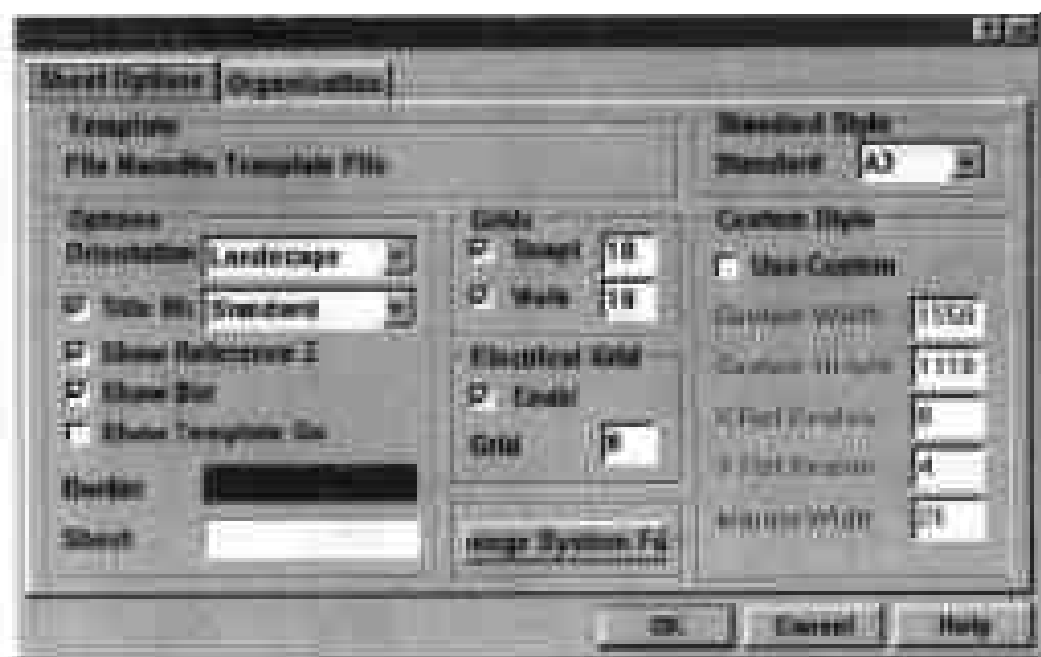


图 2-10 设置图纸的标题栏和边框

(2) 在对话框的 Options 选区中单击 Title Block 复选框,为图纸添加一个标题栏,然后

单击旁边的下拉列表框,在弹出的下拉列表中提供了两种选择:

- Standard——标准型标题栏。这种标题栏包含 Title,Size 等 8 项内容。
- ANSI——美国国家标准协会。这种标题栏包含 Size,Scale 等 6 项内容,且此种标题栏的宽度和高度均比标准型标题栏大。

为了图纸的显示效果更清晰,本例中从 Title Block 选项的下拉列表中选择 ANSI,采用美国国家标准协会模式的标题栏。

(3) 在对话框的 Options 选区中单击 Show Reference Zones 复选框,在图纸中显示参考图纸边框,即图纸的边缘轮廓;单击 Show Border 复选框,在图纸中显示图纸边框,即绘图边框。

(4) 在 Options 选区中单击 Border 选项的颜色框,弹出如图 2-11 所示的对话框,在这里可以设置图纸边框的颜色。在 Basic colors 列表框中单击黑色,再单击 OK 命令按钮,设置图纸边框的颜色为黑色。

(5) 在 Document Options 对话框的 Options 选区中单击 Sheet 选项的颜色框,也弹出如图 2-11 所示的对话框。在 Basic colors 列表框中单击第 214 号淡黄色,作为图纸底色,再单击 OK 命令按钮,返回 Document Options 对话框。



图 2-11 定义边框颜色

(6) 单击对话框底部的 OK 命令按钮,返回工作窗口,完成对标题栏和图纸边框的设置。

注意:在如图 2-11 所示的对话框中,除了选择系统提供的预置颜色以外,用户还可以自己定义颜色。单击 Define Custom Colors 命令按钮,弹出如图 2-12 所示的对话框。在此对话框中拖动竖直的颜色条上的三角形滑块,指定旁边的颜色框中的显示范围。在颜色框中单击,或者在下面的几个输入框中输入各个选项的取值,定义新的颜色,然后单击“添加到自定义颜色”命令按钮即可。

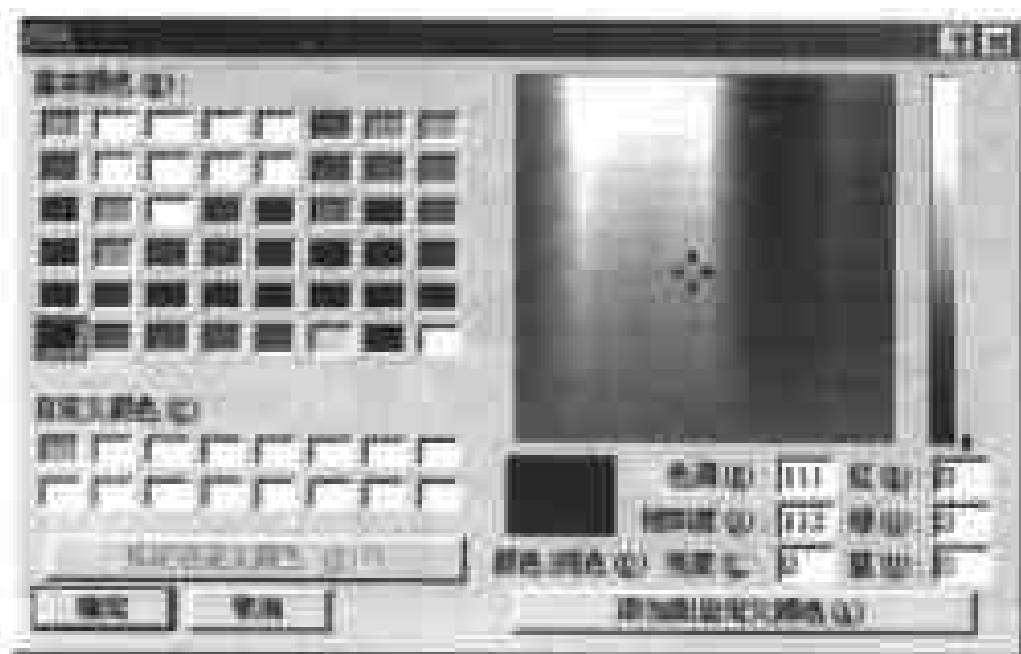


图 2-12 自定义新颜色

2.2.3 定义图纸的其他参数

前面介绍了设置图纸大小、边框、颜色、标题栏等参数的操作方法,除了这些参数以外,还需要对图纸的字体、栅格等参数进行设置,操作步骤如下:

(1) 选择 Design > Options,弹出 Document Options 对话框,在对话框中单击 Sheet Options 标签,显示相关的选项。在对话框中单击 Change System Font 命令按钮,弹出如图 2-13 所示的对话框。

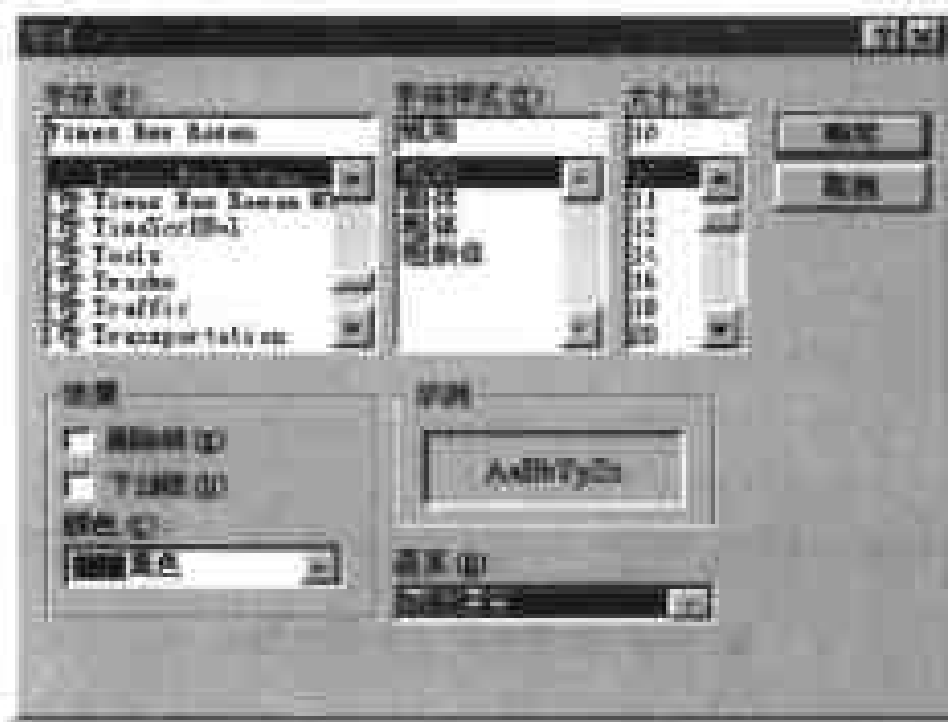


图 2-13 设置图纸的文字系统

(2) 在对话框中“字体”选项的列表框中提供了若干种字体供用户选择,从中选择 Times New Roman 字体,显示在列表框上方的输入框中;在“字体样式”选项的列表框中提供了 4 种类型,供用户设置文字在图纸上的显示样式,包括规则、斜体、粗体和粗斜体,从中选择“规则”样式,显示在列表框上方的输入框中。

(3) 在“大小”选项的列表框中提供了一系列的字号,供用户设置文字的大小,从中选择 10,或者直接在输入框中输入数值 10,设置文字大小。

(4) 在“效果”选区中单击“颜色”选项的下拉列表框,从弹出的下拉列表中选择“黑色”,设置图纸中文字的颜色;取消对“删除线”和“下划线”两个复选框的选择,消除文字中央横线和文字的下划线,单击确定命令按钮,完成对文字系统的设置,返回 Document Options 对话框。

(5) 在 Document Options 对话框的 Grids 选区中提供了两个选项,供用户设置图纸的栅格。栅格是指显示在图纸中的水平和垂直方向的直线,为用户放置元件、绘制图形等操作提供参考。

(6) 在对话框中单击 SnapOn 复选框,将栅格锁定,即规定光标在图纸中移动的间隔,以设定的数值为光标移动的基本单位。在旁边的输入框中输入数值 10,它的单位为 mil (1 mil = 0.025 4 mm,即 1/1 000 英寸),这样就规定了光标在图纸中移动时以 10 mil 为基本单位。

(7) 单击 Visible 复选框,在图纸上显示栅格,并在旁边的输入框中输入数值 10,设置

图纸中的栅格间距为 10 mil。

(8) 单击 OK 命令按钮,完成对图纸参数的设置,得到如图 2-14 所示的效果。(需要指出的是,图中为了显示出栅格,临时将 SnapOn 和 Visible 两个选项的取值设为 100,而在本书绘制原理图的过程中,这两个选项的取值均为 10。)

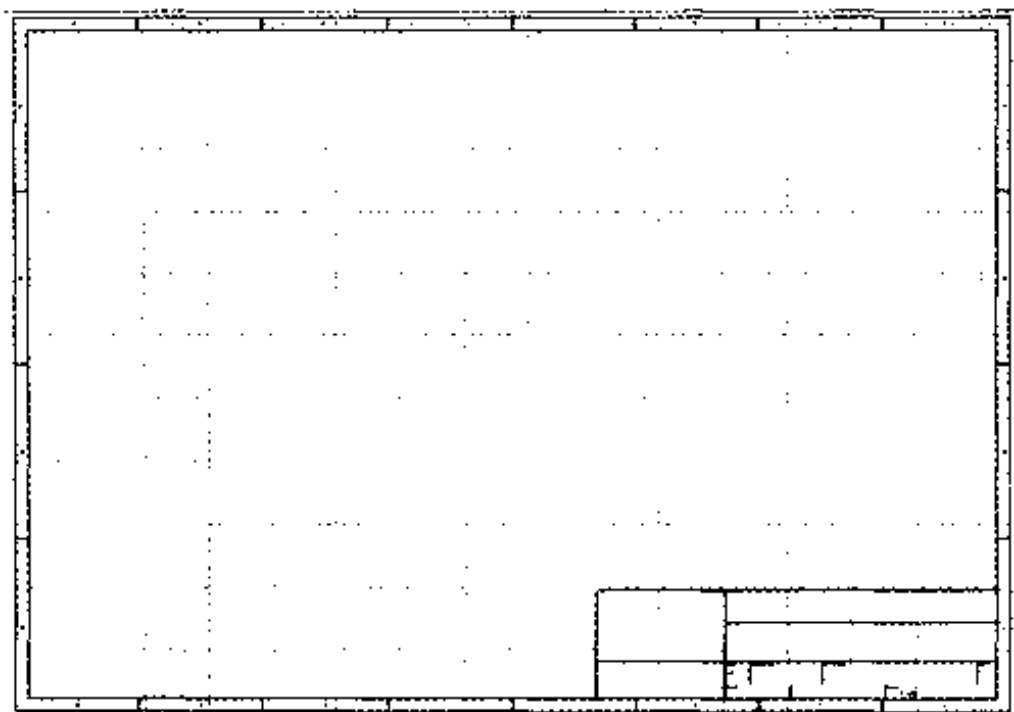


图 2-14 设置参数后得到的图纸

注意: 在 Document Options 对话框的 Electrical Grid 选区中单击 Enable 复选框,激活自动寻找电路节点的功能,然后在 Grid Range 选项的输入框中填入数值 8(单位为 mil)。这样,绘制导线的时候,系统将以 Grid Range 选项输入框中的数值为半径,以光标位置为中心,向周围搜寻电路节点,并将光标移动到找到的节点上,在节点上显示出一个圆点。这一功能将在绘制原理图的过程中,帮助用户减少连线的错误。

2.2.4 设置图纸信息

前面已经在图纸中设置了标题栏,标题栏中的内容是对图纸的说明文档,便于对图纸进行管理、整理和查找等。通过下面的操作,可在图纸的标题栏中填入相关的信息。

(1) 选择 Design > Options,弹出 Document Options 对话框,在对话框中单击 Organization 标签,在对话框中显示设置图纸相关信息的选项,如图 2-15 所示。

(2) 在 Organization 选项的输入框中输入有关图纸设计单位的信息,并在 Address 选项的输入框中输入关于地址的信息。

(3) 在 Sheet 选区中包含两个输入框,供用户设置图纸的编号。在 Total 输入框中输入 3,表示图纸的总数共有 3 张;在 No. 输入框中输入 1,表示当前的图纸是 3 张图纸中的第一张。

(4) 在 Document 选区的 Title 输入框中输入 Preamplifier,指定所绘制电路图的名称,单击 OK 命令按钮,完成对电路原理图相关信息的设置。在对话框中输入的信息,都将显示在图纸的标题栏中。

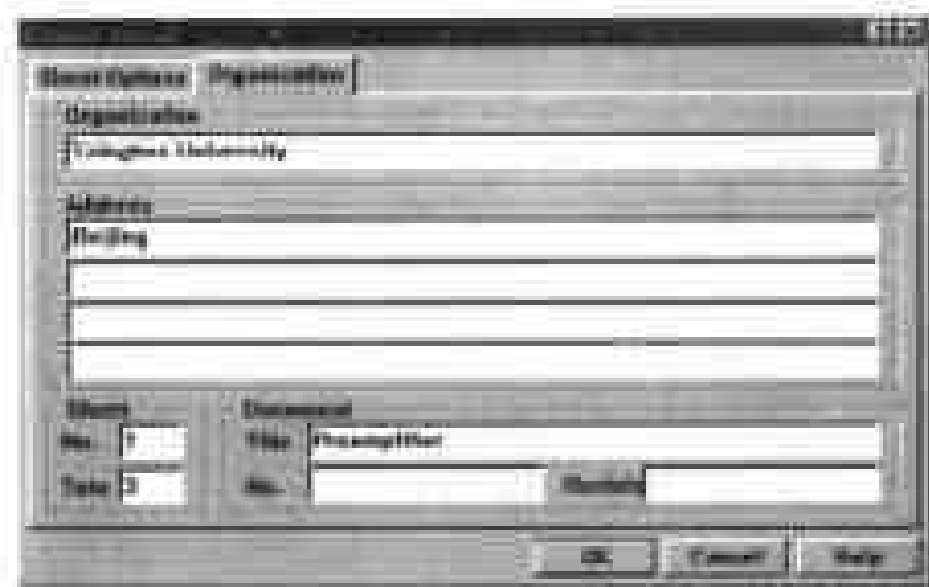


图 2-15 设置图纸相关信息

至此,完成了图纸的设置,做好了绘制电路原理图的准备工作,下面就可以着手绘制电路原理图了。

2.3 向图纸中导入元件

前面已经做好了准备工作,下面就可以绘制原理图了。首先向图纸中导入所需的电路元件,并设置它们的属性,调整它们的相对位置。

2.3.1 导入元件库

在 Protel 99 中,各种电路元件都放置在相应的元件库中,向图纸中导入电路元件之前,必须先搞清楚各个元件所在的元件库,并把相应的元件库载入原理图项目浏览器中。Protel 99 的库文件的后缀名是 .ddb,同一个库文件中可以包含一个或几个元件库。为了便于用户有针对性地进行查找,元件库是按照不同公司的产品进行分类的。导入元件库的操作方法如下:

(1) 选择 View > Design Manager,在工作窗口左边显示项目管理器窗口。如果此时已经打开了原理图编辑器,则在项目管理器窗口单击 Browse Sch 标签,即可打开原理图项目浏览器窗口。

(2) 在浏览器窗口中单击 Add/Remove 命令按钮,弹出如图 2-16 所示的对话框,在此可以进行添加、删除库文件的操作。单击“文件类型”下拉列表框,从弹出的下拉列表中选择 Protel Design file(*.ddb),指定文件类型。

(3) 在弹出的对话框顶部的“搜寻”下拉列表框中,将路径指向 Protel 99 的安装目录下的 Library/Sch,在对话框上部的列表框中显示出系统预置的库文件,从中选择 Miscellaneous Devices。

(4) 单击对话框底部的 Add 命令按钮,将选中的库文件添加到 Selected Files 列表框中,单击 OK 命令按钮,返回工作窗口,此时的浏览器窗口如图 2-17 所示。



图 2-16 添加、删除库文件的对话框

注意：在如图 2-16 所示对话框的 Selected Files 列表框中选中已经装入的库文件，然后单击对话框底部的 Remove 命令按钮，即可删除库文件；单击 OK 命令按钮，返回工作窗口。

2.3.2 将元件放置在图纸中

导入了元件库以后，就可以在图纸上放置元件了。放置元件有两种办法：一种是利用原理图项目浏览器来完成元件的摆放工作；另一种办法是使用菜单命令放置元件。下面对这两种办法分别进行介绍。

1. 使用原理图项目浏览器放置元件

将 Miscellaneous Devices.ddb 和 Protel DOS Schematic Libraries.ddb 两个元件库导入原理图项目浏览器以后，就可以从中选择适当的元件放置到图纸中了，操作方法如下：

(1) 在如图 2-17 所示的原理图项目浏览器中，单击 Browse Sch 标签，然后单击顶部的下拉列表框，从弹出的下拉列表中选择 Libraries，在下面的列表框中显示出已经导入的元件库文件。

(2) 在浏览器窗口上部的列表框中单击 Protel DOS Schematic Operational Amplifiers.lib，在浏览器下方的列表框中显示出此元件库文件中包含的元件列表。


(3) 拖动浏览器窗口下方列表框右边的滚动条滑块，在列表框中寻找所需要的元件名称，比如 HA-2500，单击选中此元件。

(4) 在列表框中双击选中的元件名称，或者单击列表框底部的 Place 命令按钮，此时



图 2-17 添加了库文件后的浏览器窗口

鼠标光标将带有选中元件的形状,将鼠标移动到图纸的适当位置上单击,即可将选中的元件放置在图纸中。

(5) 在主工具栏中单击若干次  按钮,将图纸放大,得到如图 2-18 所示的效果。这种方法是直接从原理图项目浏览器中选择元件,不进行编辑直接放置在图纸中的操作方法。

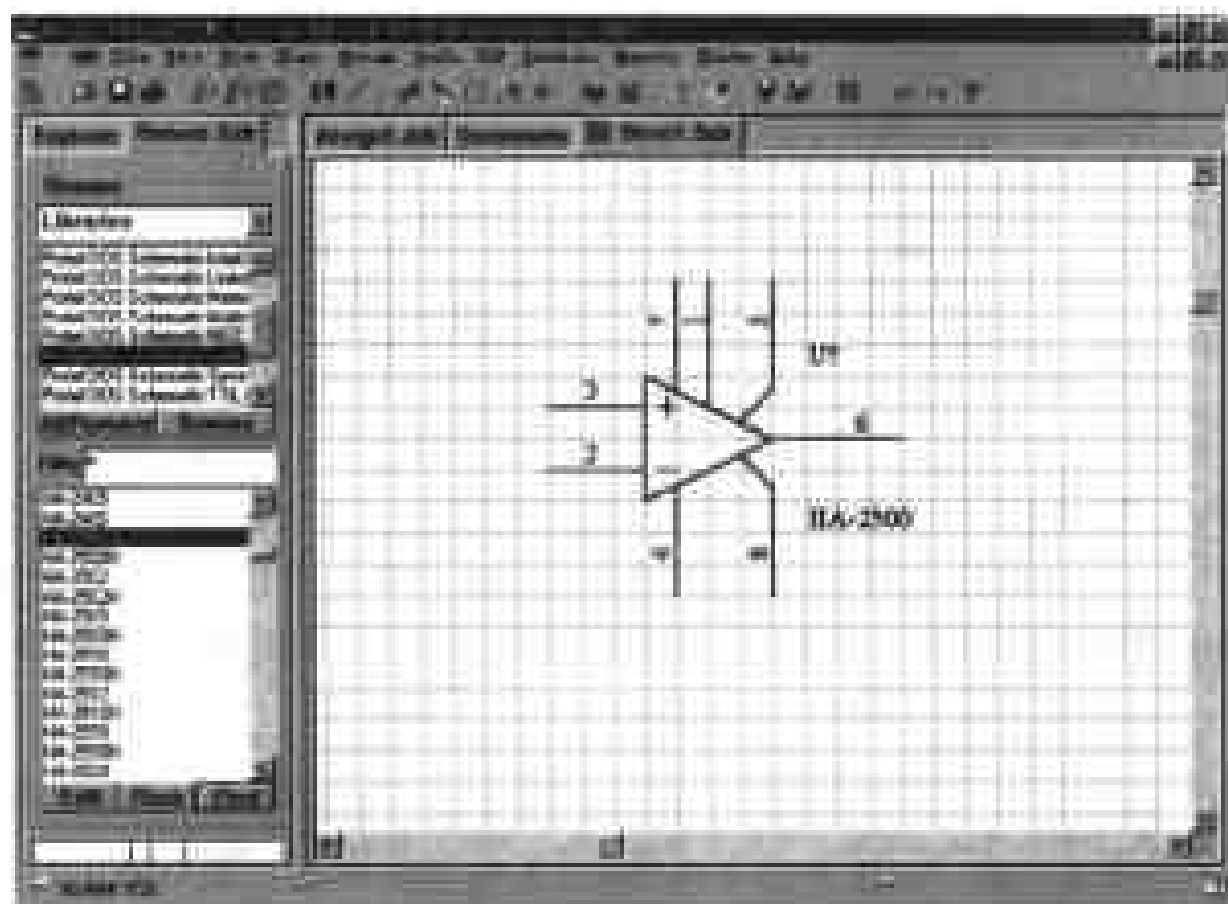


图 2-18 直接选择元件放置在图纸中

注意: 用户还可以首先在浏览器窗口中选中元件所在的元件库,然后在 Filter 选项的输入框中填入该元件的名称,按 Enter 键确认后,浏览器窗口底部的列表框中将只出现用户所输入的元件。这是快速寻找元件的一种方法,前提是用户已经知道元件的名称和所在的元件库。

2. 使用浏览库文件对话框放置元件

这种方法实际上也是利用原理图项目浏览器,从中选择所需的元件放置在图纸中,具体的操作方法如下:

(1) 导入库文件以后,在原理图项目浏览器窗口顶部单击 Browse 选区中的下拉列表框,从弹出的下拉列表中选择 Libraries,在下拉列表框下面的列表框中显示出已经导入的元件库文件。

(2) 在列表框底部单击 Browse 命令按钮,弹出如图 2-19 所示的对话框。在此对话框中,用户可以浏览库文件中所包含的各个元件,并将其放置在图纸中。

(3) 单击对话框顶部的 Libraries 选区中的下拉列表框,从弹出的下拉列表中选择 Miscellaneous Devices.lib 库文件,则对话框的 Components 选区的列表框中就显示出了此元件库中所包含的元件名称。

(4) 在 Components 选区中,拖动列表框右边滚动条上的滑块,在列表框中寻找需要的

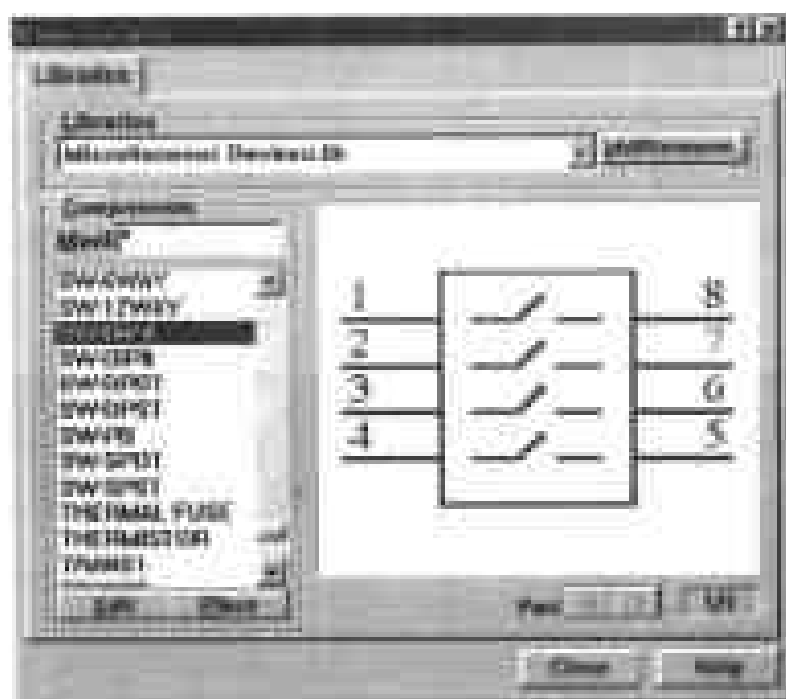


图 2-19 浏览元件库对话框

元件,单击 SW-DIP4,此时在对话框右边的预览框中就显示出了此元件的形状。

(5) 在 Components 选区中单击列表框底部的 Place 命令按钮,返回工作窗口,此时鼠标的光标带有选中的元件形状,在图纸上的适当位置单击鼠标,将选中的元件放置在图纸中。

注意: 用户在图纸中放置元件时,鼠标光标带有选中的元件形状,单击鼠标即可放置元件,将鼠标移动到其他位置,再次单击鼠标,则可以重复放置元件。

3. 使用菜单命令放置元件

下面介绍另一种向图纸中放置元件的方法,此种方法也需要事先导入库文件,并需要用户知道所要放置元件的名称。

(1) 选择 Design > Add/Remove Library,弹出如图 2-16 所示的对话框。在弹出的对话框中选择所需要的库文件,单击 Add 命令按钮,导入原理图项目浏览器中。

(2) 选择 Place > Part,弹出如图 2-20 所示的对话框,在此对话框中单击 Browse 命令按钮,即可弹出如图 2-19 所示的对话框。在弹出的对话框中,用户可以添加库文件、选择所需的元件,选中元件后单击 Close 命令按钮,即可返回如图 2-20 所示的对话框,此时对话框中将显示出选中元件的相关信息。

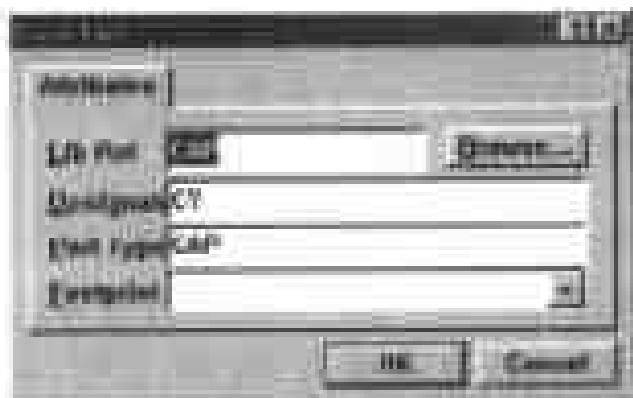


图 2-20 输入元件名称和符号

(3) 在图 2-20 所示对话框的 Lib Ref 选项输入框中输入 CAP,指定所需要的元件;在

Designator 选项输入框中输入“C?”,指定元件的序号。

(4) 在 Part Type 选项输入框中输入 CAP,设置元件类型,此输入框中的内容将显示在图纸中;对话框底部的 Footprint 选项是用来指定元件管脚类型的,本例中由于选择的元件是普通电容,所以不需要设置这一选项。

(5) 单击 OK 命令按钮,返回工作窗口,此时鼠标光标带有选定的元件形状,在图纸上的适当位置单击,将元件放置在图纸中。此时鼠标光标仍然带有元件形状,用户可以在图纸中重复放置元件,也可以按 Esc 键取消放置元件的操作。

以上介绍了在图纸中放置元件的方法,使用上述方法在图纸中放入所需的其他元件:电阻(分别选用 RES2 和 RESISTOR TAPPED)、普通电容(CAP)、运放(HA-2500)。最终结果如图 2-21 所示。

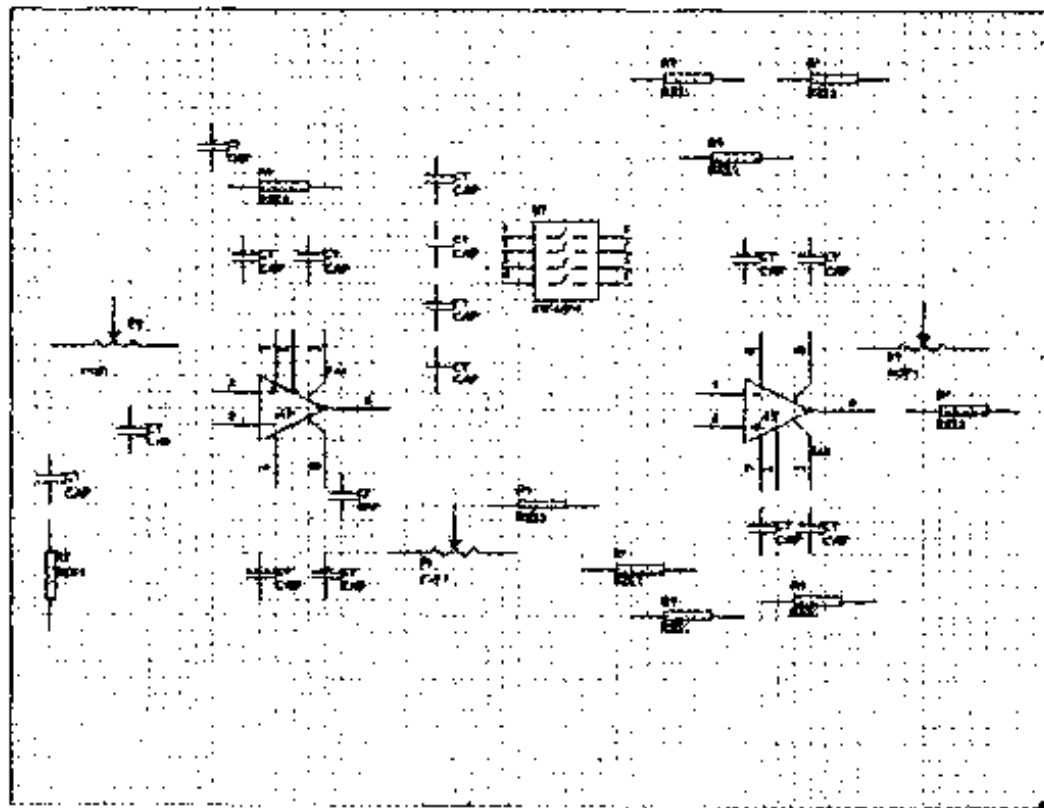


图 2-21 放置元件的最终结果

2.3.3 调整图纸中的元件

在图纸中放置了元件后,为了使绘制的原理图布局合理、线条简洁,需要对图纸中的元件位置进行调整。

1. 元件的选取

在图纸中要对元件进行操作,首先要将操作对象选中,在 Protel 99 中选中元件或者取消选中状态,均可以通过菜单命令来完成。

如果用户只需要选取图纸中的某一个元件,用鼠标在图纸中单击即可,元件周围会出现黑色的虚线框,如图 2-22 所示,表示此元件处于被选中的状态。如果要取消这个元件的选中状态,只要单击图纸的其他部分即可。

如果要同时选中图纸中的多个元件,可以用鼠标在图纸中的适当位置单击,按住鼠标左键,拖动鼠标到另一处释放左键,则鼠标划出的方框内的所有元件同时被选中,选中的元件周围出现黄色方框,如图 2-23 所示。需要取消这些元件被选中的状态时,选择 Edit >

DeSelect > Inside Area, 然后用鼠标在图纸中的适当位置单击, 再拖动鼠标到另一处再次单击, 则鼠标所划出的方框内的所有元件就被取消选中状态。

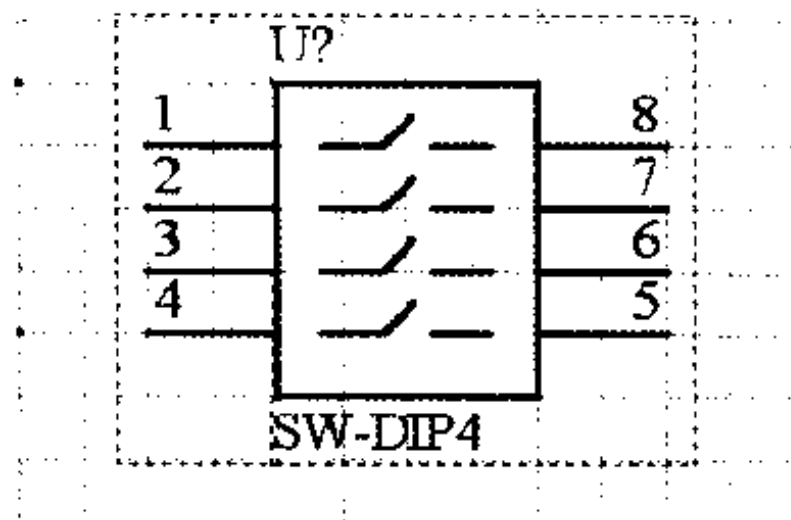


图 2-22 选中一个元件

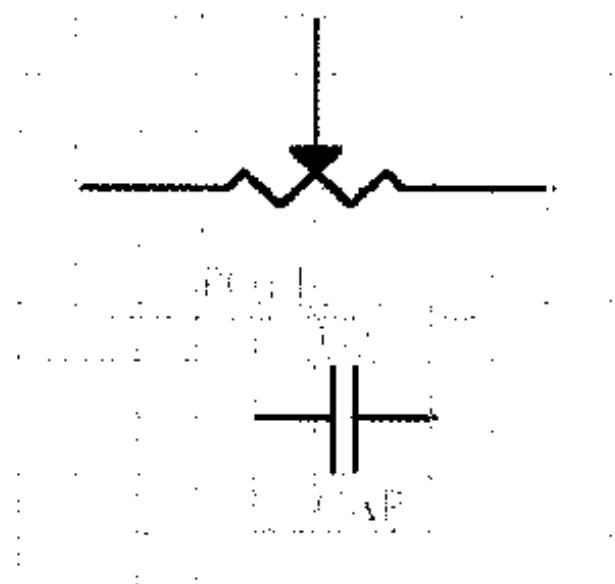


图 2-23 同时选中多个元件

关于元件的选取和取消选择的操作, 在本书后面的章节中还将详细介绍。

2. 元件的旋转

绘制电路原理图时, 为了布线方便、美观, 常常需要将元件旋转, 改变它的方向, 操作方法如下:

- (1) 在如图 2-21 的图纸中单击左下角的电阻, 如图 2-24(a)所示。
- (2) 单击电阻, 按住鼠标左键, 按 Space 键将选中的电阻逆时针旋转 90°。
- (3) 调整旋转后电阻的位置, 释放鼠标左键, 得到如图 2-24(b)的效果。

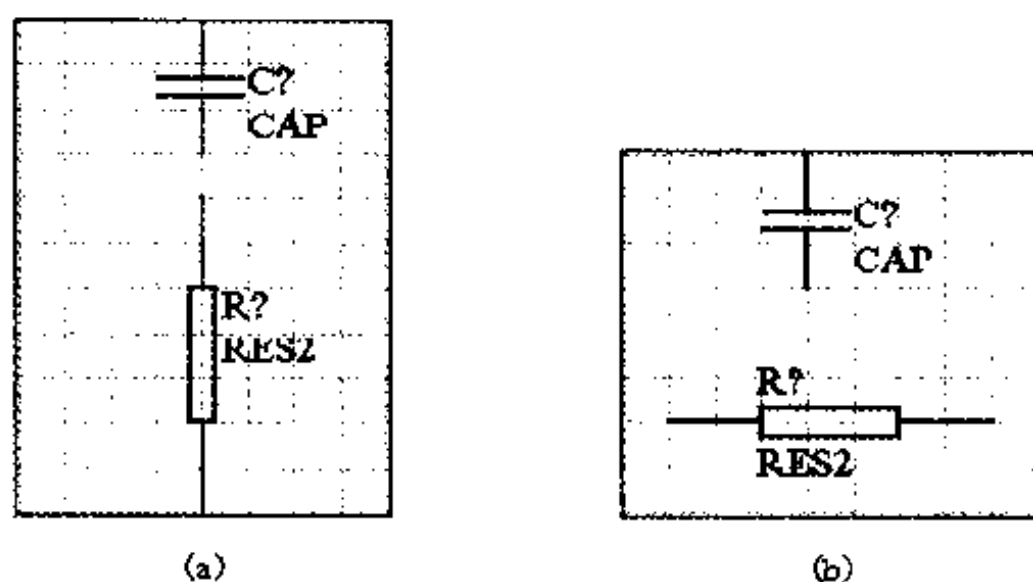


图 2-24 对元件进行旋转

由上所述, 旋转元件的操作非常简单, 事实上, 对元件的旋转操作主要利用以下 3 个快捷键:

- Space 键——每按一次 Space 键, 被选中的元件就逆时针旋转 90°。
- X 键——每按一次, 被选中的元件就左右翻转一次。
- Y 键——每按一次, 被选中的元件就上下翻转一次。

按照上述方法, 对图 2-21 中需要旋转、翻转的元件进行操作, 调整各个元件的方向。

3. 调整元件位置

调整了元件的方向后,还需要调整图纸中各个元件的位置,以使电路原理图布局合理、紧凑。移动元件的操作也是多种多样,下面粗略地加以介绍。

(1) 如果用户需要移动图纸中的某一个元件,有3种实现方法:

方法一:在图纸中单击需要移动的元件,按住鼠标左键,此时鼠标箭头变为十字光标,被选中元件的名称、序号消失而代之以虚线框;继续按住鼠标左键,拖动鼠标,被选中的元件也会随之移动,将鼠标移动到适当位置,释放鼠标左键,即可完成移动元件的操作。

方法二:在图纸中单击需要移动的元件,使元件周围出现虚线框,表示元件被选中;再次单击元件(注意不是双击元件,而是两次单击),此时鼠标箭头变为十字光标,拖动鼠标,选中的元件也会随着移动,将鼠标移动到适当位置,再次单击鼠标左键,将元件放置在当前位置。此时十字光标消失,但是元件周围的虚线框仍然存在,在图纸中的其他位置单击,取消对元件的选择,结束操作。

方法三:选择 Edit > Move > Move,此时鼠标箭头变为十字光标,移动光标到图纸中需要移动的元件上,单击元件,移动鼠标,则选中的元件也随着移动,移动鼠标到适当位置单击,放置元件。此时鼠标箭头仍然是十字光标,可以继续移动其他元件,按 Esc 键可以取消移动操作。

以上是移动单个元件的操作方法,移动导线、标注文字等的操作与此相同。

(2) 如果用户需要同时移动多个元件,有如下3种方法:

方法一:在图纸中单击,按住鼠标左键,拖动鼠标到另一处释放鼠标左键,划出一个方框,包含在方框中的所有元件同时被选中。单击被选中的元件组中的任何一个元件,按住鼠标左键,此时鼠标箭头变为十字光标,拖动鼠标将选中的多个元件移动到适当位置,释放鼠标左键,完成多个元件的移动操作。

方法二:在图纸中单击,按住鼠标左键,拖动鼠标划出一个方框,将需要移动的元件包含在方框中,释放鼠标左键,选中多个元件。选择 Edit > Move > Move Selection,此时鼠标箭头变为十字光标,单击元件,拖动鼠标将它们移动到图纸中的适当位置,再次单击鼠标左键,将元件放置在当前位置。

方法三:选择 Edit > Toggle Selection,此时鼠标箭头变为十字光标,依次将光标移动到需要移动的元件上单击,即可逐个选中元件,被选中的元件周围出现黄色方框。此命令可以重复执行,直到按 Esc 键取消命令。需要注意的是,Toggle Selection 命令具有开关特性,如果用户在此命令状态下单击已经选中的元件,则可以取消对元件的选取。选中了元件以后,单击被选中的元件,按住鼠标左键,此时鼠标箭头变为十字光标,拖动鼠标,将选中的元件移动到适当位置,释放鼠标左键,放置元件,完成移动元件的操作。

注意: 同时移动多个元件之前要将他们同时选中,可以通过 Edit > Select 子菜单中的命令来完成,具体的操作方法将在后面的内容中详细介绍。

4. 删除元件

如果在图纸中放置了多余的元件,需要将它们删除,既可以每次只删除一个元件,也可以同时删除多个元件。

(1) 如果用户只需要删除一个元件,有两种方法:

方法一:在图纸中单击要删除的元件,在元件周围显示虚线框,按 Delete 键即可删除选中的元件。

方法二:选择 Edit > Delete,此时鼠标箭头变为十字光标,将鼠标移动到要删除的元件上单击,即可将元件删除。删除元件后,鼠标箭头仍然保持为十字光标,此时可以继续删除其他元件,按 Esc 键可以取消删除命令状态。

(2) 如果用户需要同时删除多个元件,可以按照下述方法进行:在图纸中选中要删除的多个元件,选择 Edit > Clear,即可从图纸中删除选中的多个元件。

注意:删除选中的元件,也可以使用 Edit > Cut 命令,此命令将删除的元件保存到 Windows 的剪贴板中,供其他操作时使用,而不是彻底删除。

根据前面介绍的元件选取、移动、旋转元件的操作方法,对已经放置在图纸中的元件进行操作,调整各个元件的方向和位置,使电路原理图的布局更加合理,这是绘制原理图的必要准备工作。调整图 2-21 所示图纸中的各个元件后,得到如图 2-25 的效果。

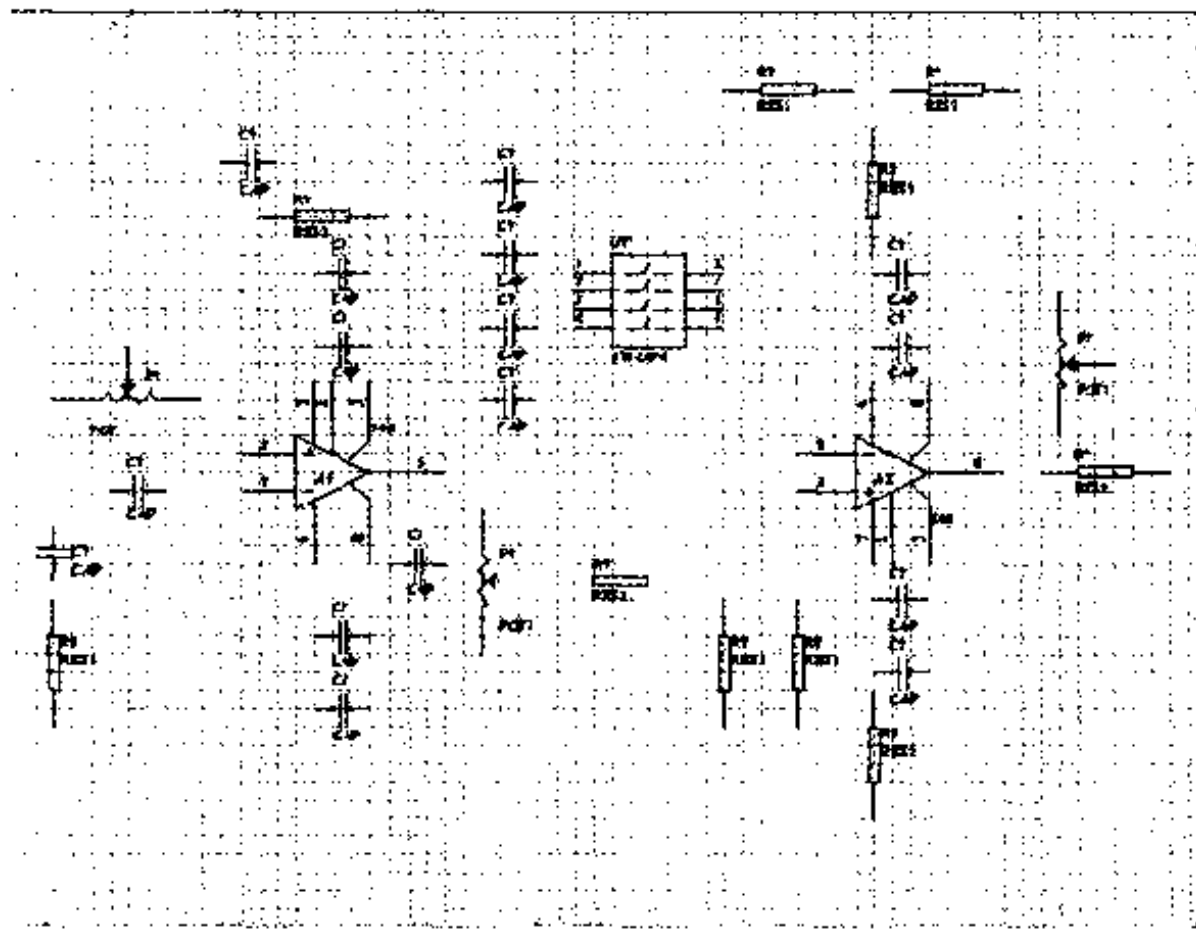


图 2-25 调整图纸中各个元件得到的效果

2.3.4 设置元件属性

将元件放置在图纸中,并调整它们的位置、方向,然后还要对各个元件的属性进行设置,规定它们的序号、封装形式、管脚号定义等等。

1. 利用 Part 对话框

下面以 HA-2500 为例,说明利用 Part 对话框设置元件属性的方法:

(1) 在图纸中双击 HA-2500,弹出如图 2-26 所示的对话框,其中包含 4 个标签,单击 Attributes 标签,显示出设置元件属性的选项。

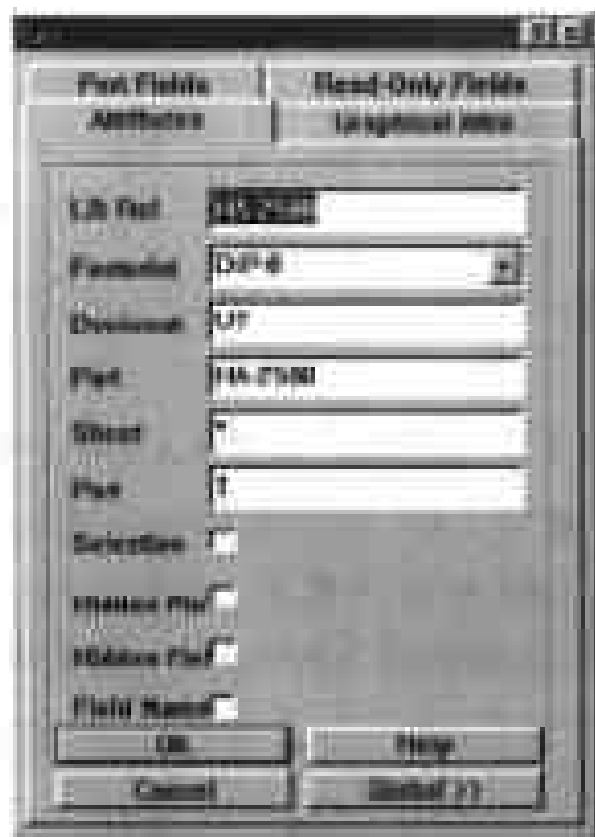


图 2-26 设置元件属性的对话框

(2) 在对话框的 Lib Ref 选项输入框中显示出了此元件在元件库中的型号,这个选项是不允许修改的;在 Footprint 选项输入框中输入 DIP-8,规定元件的封装形式。

(3) 在 Designator 选项的输入框中输入 A1,规定元件的序号,此选项输入框中的内容将在图纸中显示出来;在 Part 选项输入框中规定元件型号,此选项的内容也将在图纸中显示出来,这里为了图纸的表达需要,输入 744。

(4) 在 Sheet 选项输入框中可以设置图纸号,本例中暂时不填;Part 选项是用来设置功能块序号的,此选项用于设置含有多个相同功能块的元件,而对于其他元件无效。

(5) 单击对话框底部的 OK 命令按钮,返回工作窗口,用鼠标分别单击元件序号和元件型号,将它们拖动到适当的位置,编辑后的元件如图 2-27 所示。

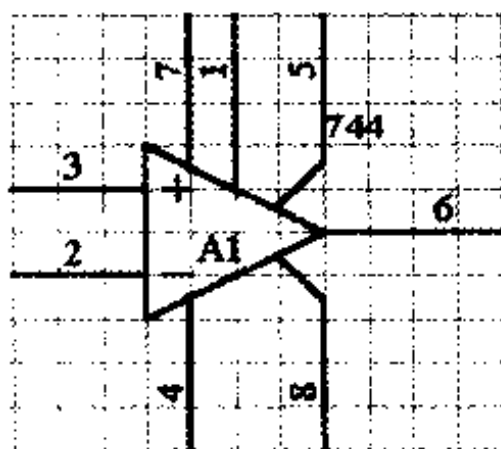


图 2-27 设置属性后的元件

注意:除了上述设置元件属性的方法以外,用户还可以使用菜单命令设置元件属性。选择 Edit > Change,此时鼠标箭头变成十字光标,移动鼠标到需要设置属性的元件上单击,即弹出如图 2-26 所示的对话框。

2. 直接在图纸中修改

除了激活如图 2-26 所示的对话框进行元件属性的设置以外,用户还可以直接在图纸中修改元件的序号和型号,操作方法如下:

(1) 在图纸中单击电容元件,在它的周围显示虚线方框。单击电容元件的元件序号“C?”,在它的周围显示虚线方框。

(2) 再次单击元件序号“C?”,在它的周围出现黑色实线方框,方框中的“C?”被蓝色覆盖,如图 2-28(a)所示。在实线方框中输入 C1,设置选中的电容元件的序号,得到如图

2-28(b)的效果。

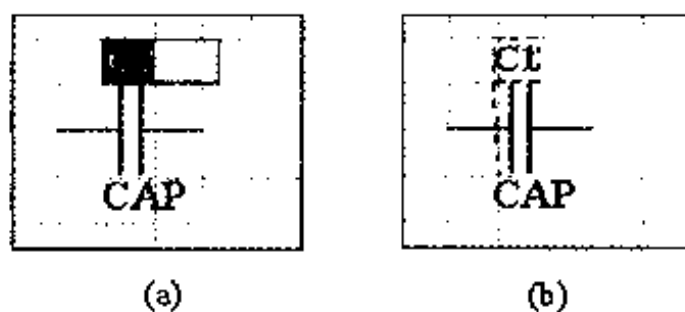


图 2-28 在图纸中直接修改元件序号

(3) 单击电容元件的元件型号 CAP, 在它周围显示虚线方框; 再次单击 CAP, 在它周围出现黑色实线方框, 其中的 CAP 被蓝色覆盖, 如图 2-29(a) 所示。在实线方框中输入 4000p/3kV, 作为对元件的说明, 得到如图 2-29(b) 所示的效果。

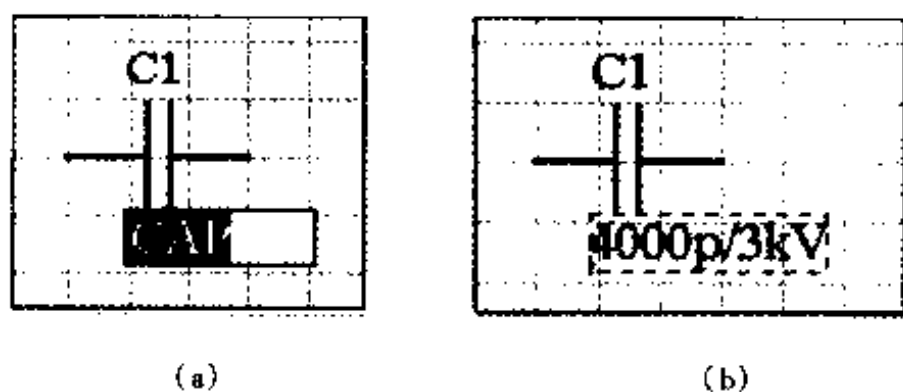


图 2-29 在图纸中直接修改元件型号

以上所述是直接在图纸中修改序号和型号的方法, 单击元件的序号或者型号时, 在元件序号或者型号周围显示虚线方框, 拖动此虚线框, 还可以调整元件序号或者型号在图纸中的位置。

3. 利用对话框分别修改元件序号和型号

除了直接在图纸中修改元件序号和型号以外, 用户还可以利用 Part Designator 和 Part Type 对话框, 分别修改元件序号和型号以及其他属性。

(1) 以图纸中的某个电阻元件为例, 在图纸中双击电阻元件的序号“R?”, 弹出如图 2-30 所示的对话框。

(2) 在弹出的对话框顶部的 Text 选项输入框中输入 R4, 设置元件序号; 在 X-Location 和 Y-Location 两个选项输入框中给出了元件序号的位置坐标, 修改其中的数值可以调整元件序号在图纸中的位置。

(3) 单击 Orientation 下拉列表框, 在弹出的下拉列表中给出了 0 Degrees, 90 Degrees, 180 Degrees 和 270 Degrees 4 个选项, 供用户设置元件序号在图纸中的方向。本例从下拉列表中选择 0 Degrees, 不对元件序号进行旋转。

(4) 单击 Color 选项的颜色框, 弹出如图 2-31 所示的对话框。在此对话框的 Basic colors 列表框中, 用户可以选择元件序号或者元件型号等元件标注文字的显示颜色, 单击 OK 命令按钮, 即可返回如图 2-30 所示的 Part Designator 对话框。

(5) 单击 Font 选项的 Change 命令按钮, 弹出如图 2-32 所示的对话框。在此对话框中用户可以设置元件序号或者元件型号等元件标注文字的字体、字体样式和大小等属性, 单击“确定”命令按钮, 即可返回如图 2-30 所示的 Part Designator 对话框。

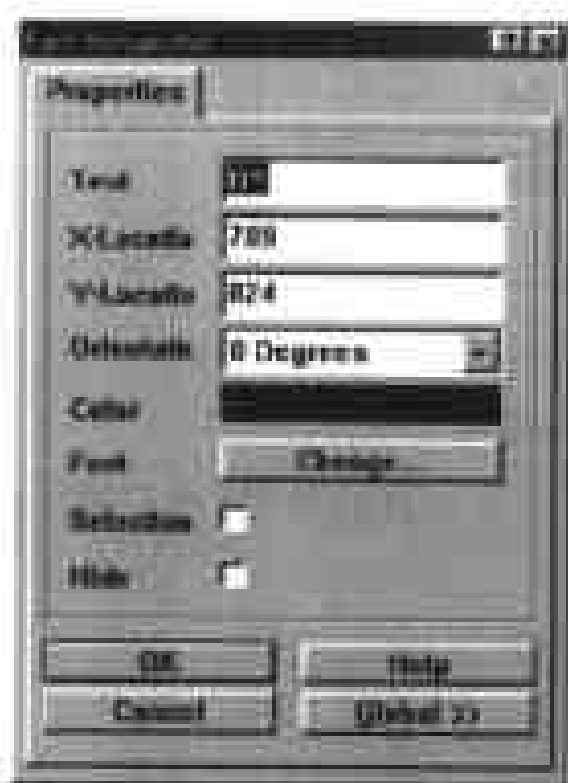


图 2-30 设置元件序号



图 2-31 设置元件标注的显示颜色

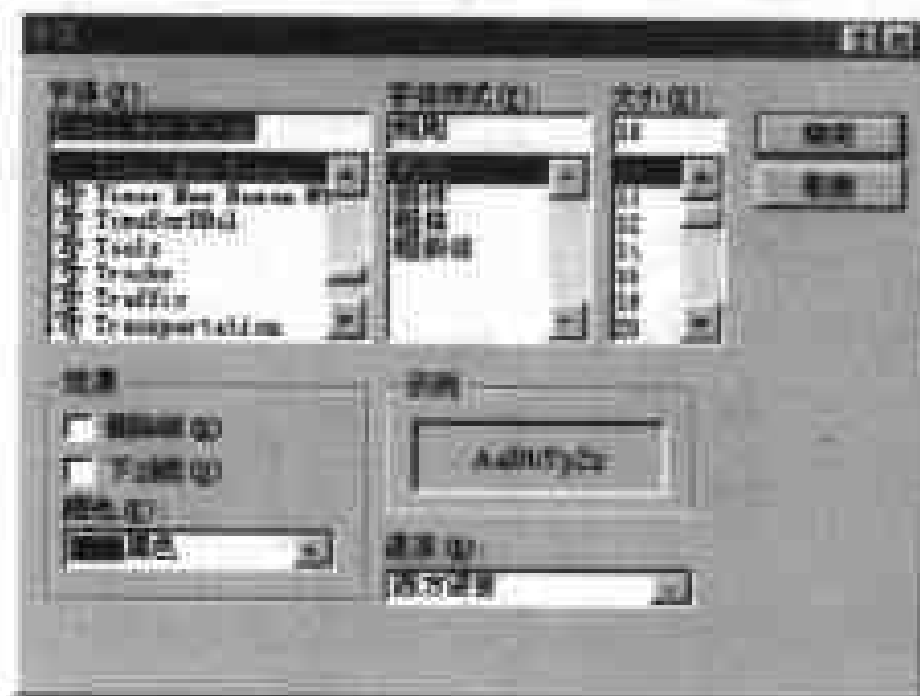


图 2-32 设置元件标注文字的字体

(6) 在如图 2-30 所示的对话框中设置好了元件序号之后,单击 OK 命令按钮,得到如图 2-33(a)所示的效果。

(7) 在图纸中双击电阻元件的元件型号,弹出 Part Type 对话框,此对话框与图 2-30 所示的对话框相似,只是对话框顶部的选项是 Type,用来设置元件型号,或者设置标注文字的内容。在 Type 选项的输入框中输入数值 300,对话框中其他选项的功能与前面叙述的相同。在此对话框中设置了标注文字后,单击 OK 命令按钮,得到如图 2-33(b)所示的效果。

注意: 这种方法只能对元件序号和元件型号进行设置,而对元件其他属性的设置则必须在图 2-26 所示的对话框中完成。

以上介绍了设置元件属性的方法,利用上述方法可以设置图纸中其他元件的属性,具

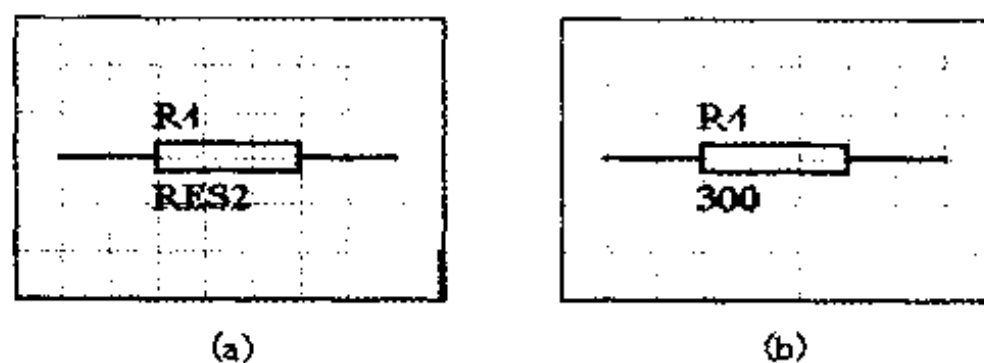


图 2-33 设置元件标注文字的效果

体操作过程就不一一表述了。表 2-1 中列出了图纸中各个元件的序号、型号等。设置元件属性后的原理图如图 2-34 所示。

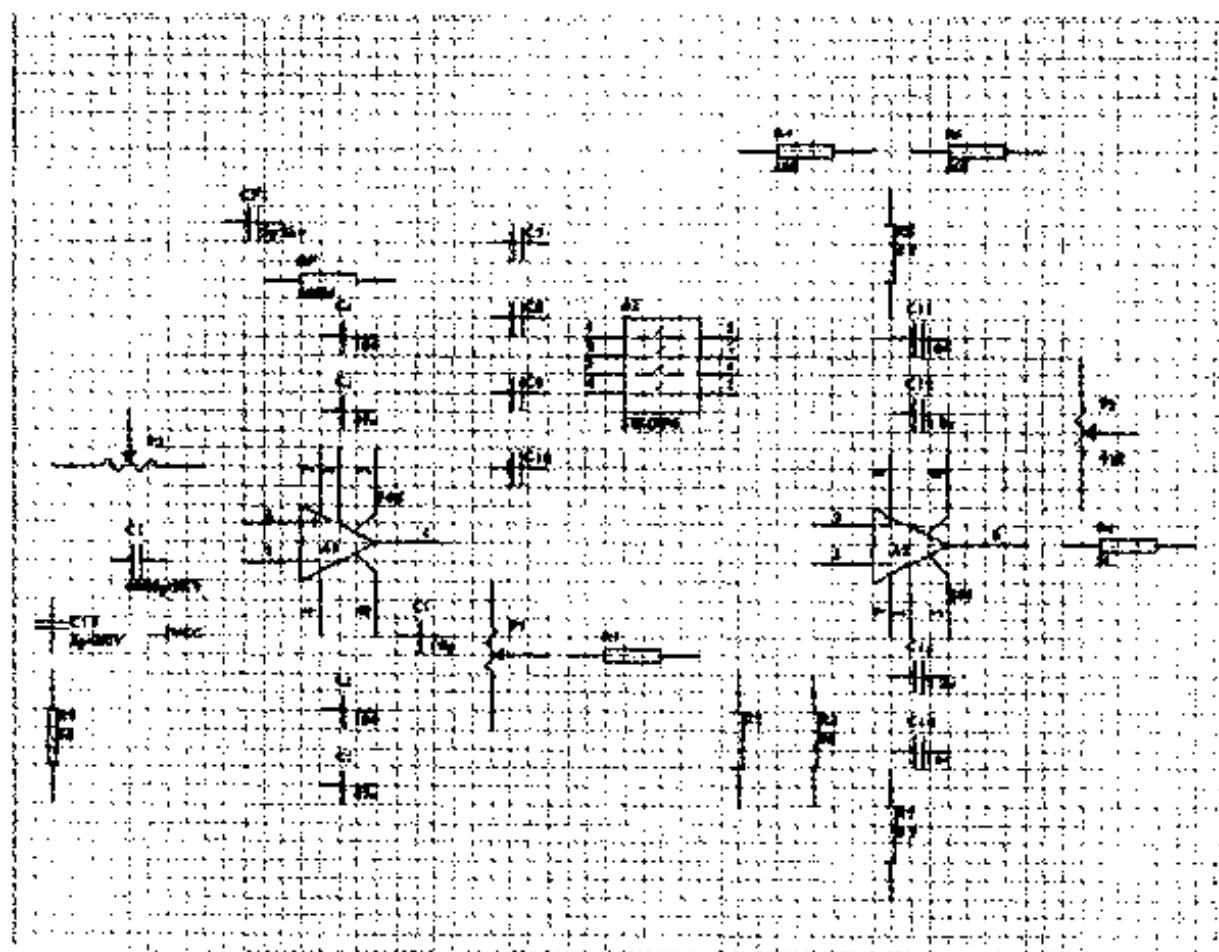


图 2-34 设置元件属性后的原理图

表 2-1 图纸中各个元件的属性设置

名 称	序 号	型 号	名 称	序 号	型 号
普通电容	C1	4000 p/3 kV	普通电容	C9	
普通电容	C2	10 p	普通电容	C10	
普通电容	C3	47 u	普通电容	C11	104
普通电容	C4	104	普通电容	C12	2.2 u
普通电容	C5	47 u	普通电容	C13	2.2 u
普通电容	C6	104	普通电容	C14	104
普通电容	C7		普通电容	C15	3 p/3 kV
普通电容	C8		普通电容	CF1	5 p/3 kV

续表

名 称	序 号	型 号	名 称	序 号	型 号
电阻	R1		电阻	R9	50
电阻	R2		电阻	RF	500 M
电阻	R3	50	电位器	P1	
电阻	R4	300	电位器	P2	20 k
电阻	R5	300	电位器	P3	
电阻	R6	50	线性放大器	A1	744
电阻	R7	4.7 k	线性放大器	A2	844
电阻	R8	4.7 k	开关	A3	SW-DIP4

2.4 绘制电路原理图

在前面的内容中,已经将所需的元件放置在图纸中,并设置了元件的属性,调整了元件的位置,下面要做的工作就是把各个相互独立的元件按照设计要求用线连接起来,使它们相互联系,并符合我们的设计要求。

2.4.1 绘图工具和命令

绘制电路原理图所依靠的是 Protel 99 提供的相关工具和命令,熟练掌握这些工具和命令,就可以在设计工作中提高效率,达到事半功倍的效果。

1. 绘制原理图的菜单命令

在 Protel 99 中绘制电路原理图时,操作方法非常灵活,既可以使用绘图工具,也可以使用菜单命令,在菜单栏的 Place 菜单中提供了一系列命令,供用户完成绘制原理图的工作。下面列出 Protel 99 提供的主要命令和所对应的功能:

- Bus——绘制总线。
- Bus Entry——绘制总线分支线。
- Part——选择此命令,即可在弹出的对话框中选用元件。
- Junction——放置电路节点。
- Power Part——选用电源和接地符号。
- Wire——绘制导线。
- Net Label——设置网络标号。
- Port——设置电路输入/输出端口。
- Sheet Symbol——设置方块电路盘。
- Add Sheet Entry——设置方块电路盘输入/输出端口。













菜单中的每个命令都有一个字母底部具有下划线,这表示用户可以使用快捷键来选取该命令,只要按下 Alt 键,同时按下这些具有下划线的字母就可以了。

2. 原理图工具栏

前面的章节中提到了这个工具栏,其中包含绘制原理图时常用的工具。选择 View > Toolbars > Wiring Tools,即可在工作窗口中弹出如图 2-35 的工具栏,单击此工具栏中的各个按钮,即可选择相应的工具,各个按钮所对应的功能如下:




图 2-35 Wiring Tools 工具栏


-  按钮——绘制导线。
-  按钮——绘制总线。
-  按钮——绘制总线分支线。
-  按钮——设置网络标号。
-  按钮——选用电源和接地符号。
-  按钮——选用元件。
-  按钮——设置方块电路盘。
-  按钮——设置方块电路盘输入/输出端口。
-  按钮——设置电路输入/输出端口。
-  按钮——放置电路节点。
-  按钮——取消电路 ERC 测试。
-  按钮——为 PCB 布线到网络。

以上给出了 Wiring Tools 工具栏中各个工具按钮的功能,在实际绘制电路原理图的过程中,有时并不只用到这个工具栏中的工具,其他工具栏将在后面用到的时候再进行介绍。

2.4.2 绘制导线

图纸中的各个元件,是通过导线相互连接的,绘制导线是绘制原理图过程中最基本的操作,下面以图 2-34 所示的图纸为基础进行布线,作为一个简单的例子,只连接其中的几个元件。

(1) 在主工具栏中单击若干次  按钮,将图纸放大,并拖动工作窗口下边和右边的滚动条上的滑块,调整工作窗口的显示范围,将要连接的几个元件放在窗口中央显示,如图 2-36 所示。

(2) 选择 Place > Wire, 或者在如图 2-35 所示的 Wiring Tools 工具栏中单击  按钮, 此时鼠标箭头变为十字光标。

(3) 将十字光标移动到普通电容元件 C7 左边的引脚上单击, 确定导线的起始点, 此时在元件的引脚上显示一个圆点, 表示导线起始点的位置, 但是拖动鼠标时这个圆点就会消失。

(4) 沿着图纸中的栅格线向下拖动鼠标, 随着鼠标的移动, 拖出一条直线。拖动鼠标到元件 C10 左边引脚下面两格的位置单击, 确定这条导线的终点。

(5) 此时移动鼠标, 十字光标仍然会拖出一条直线, 如果在另一处单击即可绘制出一条转折的导线, 右击鼠标或者按 Esc 键, 完成一条导线的绘制工作; 再次右击鼠标或者按 Esc 键, 取消绘制导线的工作状态, 得到如图 2-37 所示的效果。我们绘制的这条导线连接了 4 个电容的左边引脚, 图中 T 型线路的节点是程序自动放置的, 表示这 4 个元件连接在同一条导线上。

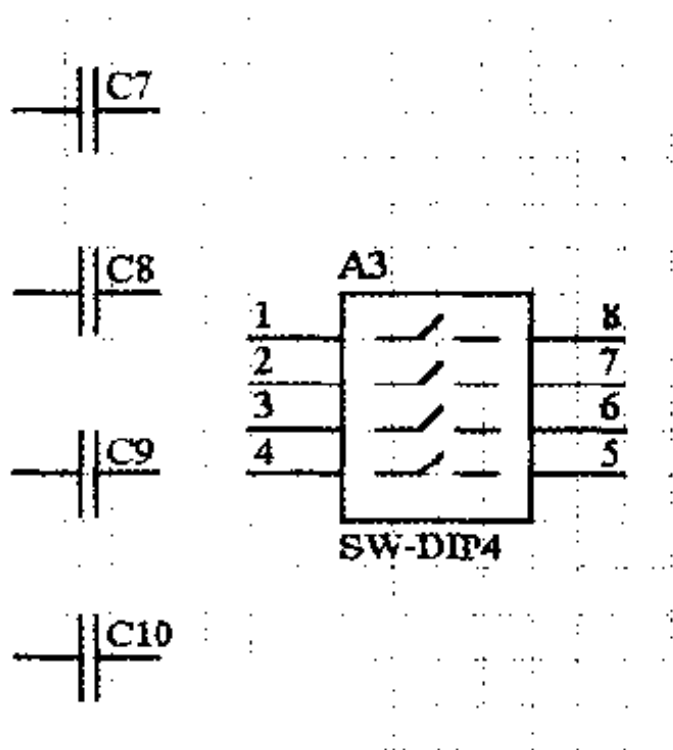


图 2-36 要进行连接的几个元件

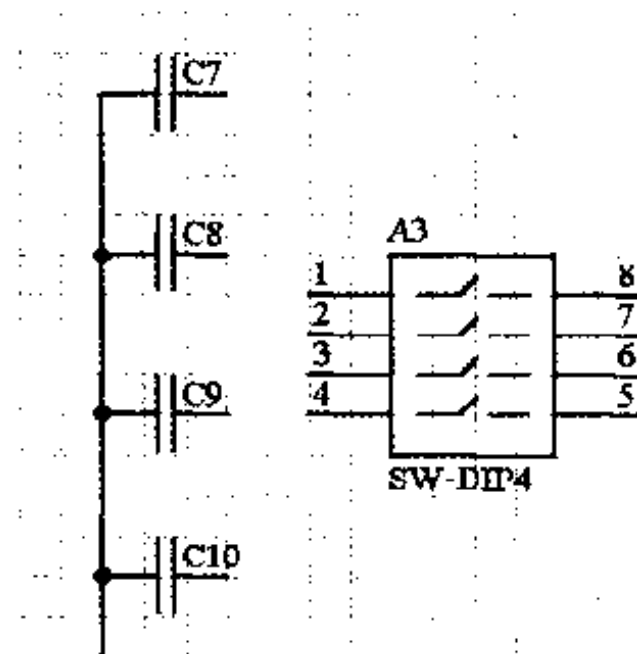



图 2-37 绘制一条直导线

(6) 在 Wiring Tools 工具栏中单击  按钮, 此时鼠标箭头变为十字光标。将光标移动到开关元件 A3 右边的 8 号引脚上单击, 确定导线起点, 向下拖动鼠标到适当位置再次单击, 绘制一条竖直方向的导线, 将 5, 6, 7, 8 四个引脚连接在一起。

(7) 右击鼠标, 结束一条导线的绘制, 此时鼠标光标仍然是十字光标。将光标移动到开关元件左边的 4 号引脚, 单击确定导线的起点; 然后将鼠标向下移动 4 个栅格单击, 确定导线的转折点; 继续向左拖动鼠标到电容元件 C10 右边的引脚上单击, 确定导线的终点, 按 Esc 键完成导线绘制, 得到如图 2-38 所示的效果。

(8) 此时鼠标光标仍然是十字光标, 用户可以继续绘制导线。按照前面介绍的方法, 将电容 C7, C8, C9 分别连接到开关元件的 1, 2, 3 号引脚上, 按两次 Esc 键, 取消绘制导线的工作状态, 得到如图 2-39 所示的效果。

本例中演示了绘制导线的方法, 用户既可以将导线绘制成直线, 也可以绘制成斜线、折线, 但是为了使原理图看上去更美观, 通常将导线绘制成直线或者折线, 当然, 直线、斜

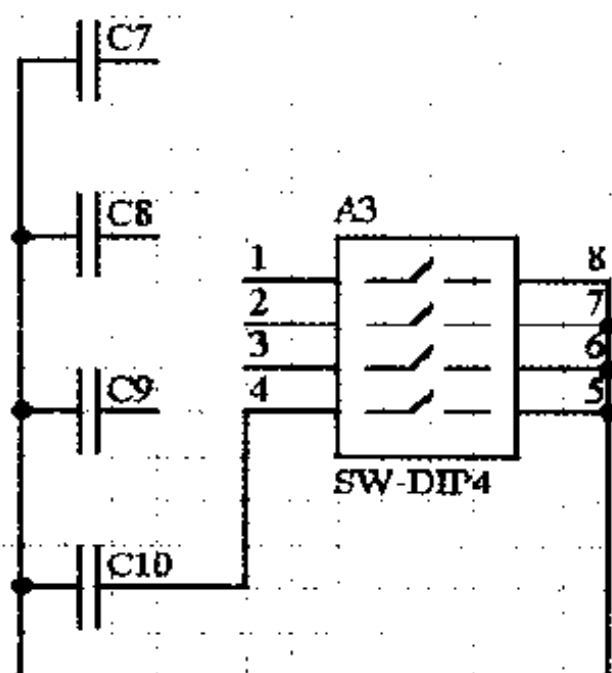


图 2-38 绘制转折的导线

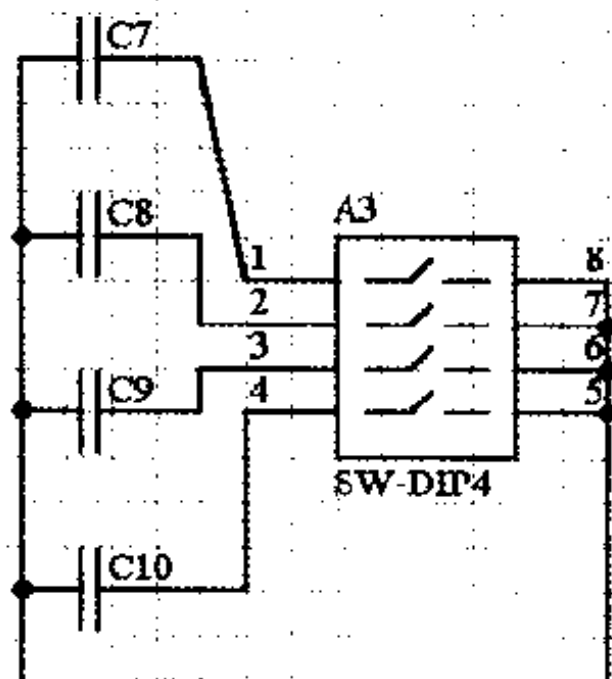


图 2-39 绘制其他导线

线在电路连接关系上是没有区别的。需要注意的是,一定要将导线和元件的引脚连接起来,否则导线和元件就不具有连接关系。

在图 2-39 中绘制了一条斜线,为了图纸的美观,下面将它修改为折线,其步骤如下:

(1) 在图纸中单击斜导线,导线的各个转折点上显示出了黑色的小方块,如图 2-40 所示。

(2) 单击需要改变位置的转折点上上的方块,移动鼠标,则选中的转折点也随着鼠标移动,将鼠标移动到适当的位置单击,确认转折点的新位置,改变了折线的形状。

(3) 单击图纸中的空白位置,取消对导线的选择,完成修改导线形状的操作。

注意: 如果用户对电路原理图中的某一段导线的外观不满意,只需要双击这段导线,即可弹出如图 2-41 所示的对话框。在对话框中单击 Wire 下拉列表框,在弹出的下拉列表中用户可以设置导线的宽度;单击 Color 选项的颜色框,可以在弹出的另一个对话框中设置导线的颜色。

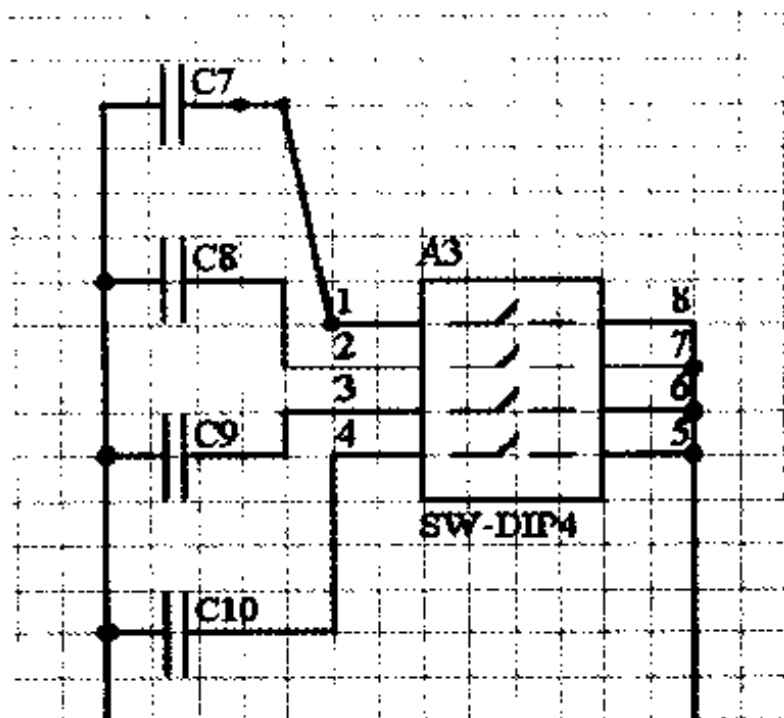


图 2-40 改变转折点位置




图 2-41 修改导线的属性


按照前面介绍的方法,在工作窗口中绘制导线,连接各个元件,得到如图 2-42 所示的效果图。

2.4.3 放置电源及接地符号

现在我们已经将图纸中的元件用导线连接在一起了,下面向图纸中放置电源和接地符号。Protel 99 提供了专门的电源及接地符号工具,供用户进行选择。放置电源及接地符号的操作方法如下:

(1) 选择 View > Toolbars > Power Objects,在工作窗口中显示如图 2-43 所示的 Power Objects 工具栏,其中包含 12 种不同形状的电和接地符号。

(2) 在工具栏中单击  按钮,此时在工作窗口中鼠标箭头变为十字光标,并且选中的符号粘在十字光标上,将光标移动到适当位置单击,将接地符号放置在图纸中。

(3) 在工具栏中单击  按钮,选择电源符号,在工作窗口中移动十字光标,将电源符号放置在图纸中的适当位置,得到如图 2-44 所示的效果(图中所示的是图纸中的一部分)。

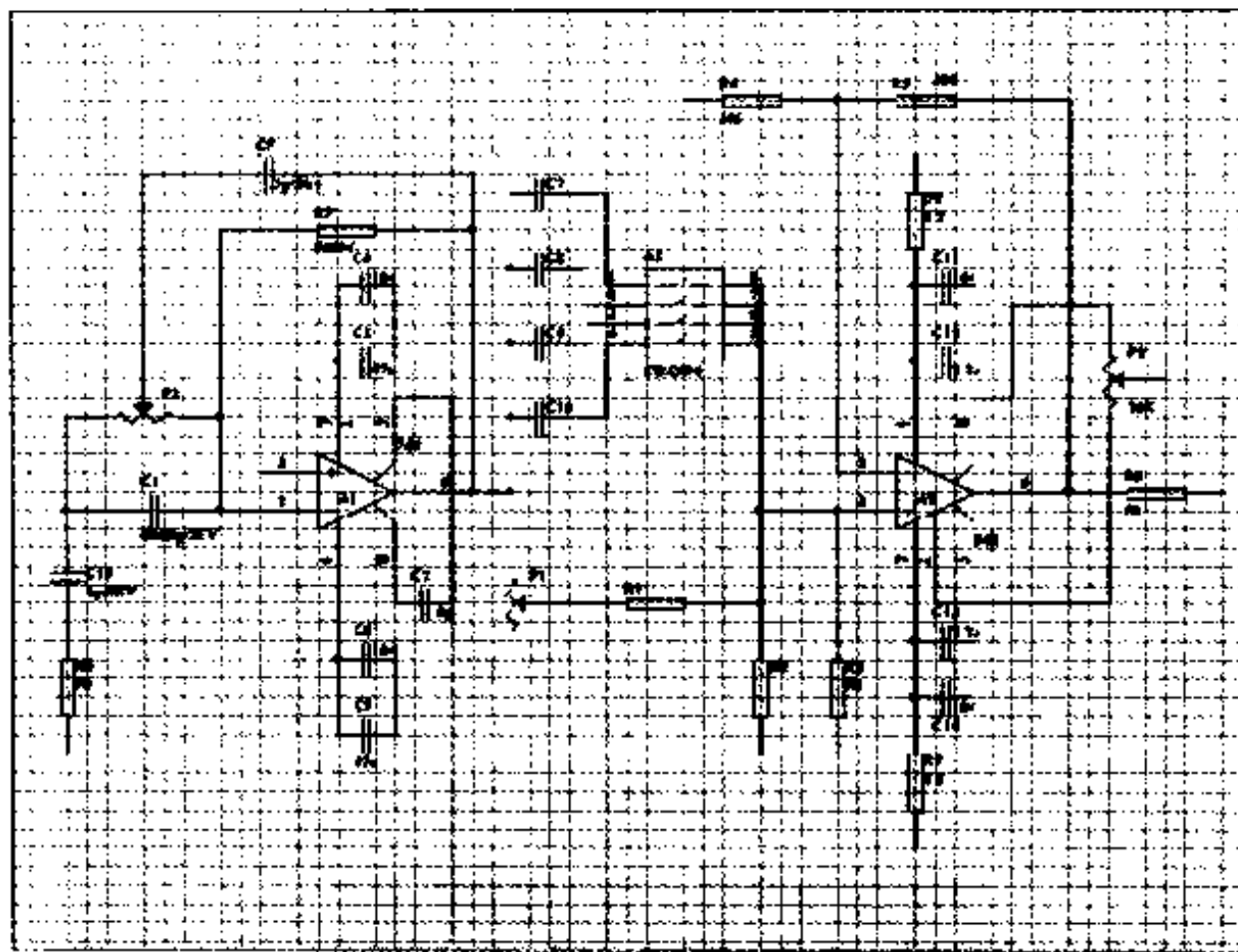


图 2-42 绘制导线连接图纸中的各个元件



图 2-43 Power Objects 工具栏

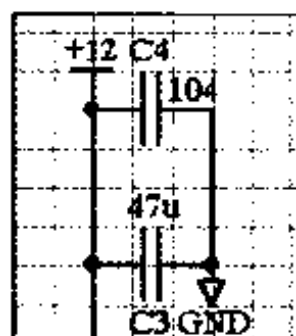



图 2-44 在图纸中放置电源和接地符号

(4) 按照第(2)步的方法,在图纸中的其他位置放置接地符号。

(5) 在工具栏中单击  按钮,再次选择电源符号,此时选中的符号粘在十字光标上,在键盘上按 Space 键,使粘在十字光标上的电源符号改变方向。调整好符号的方向后,将十字光标移动到图纸的适当位置单击,将符号放置在图纸中,得到如图 2-45 所示的效果。

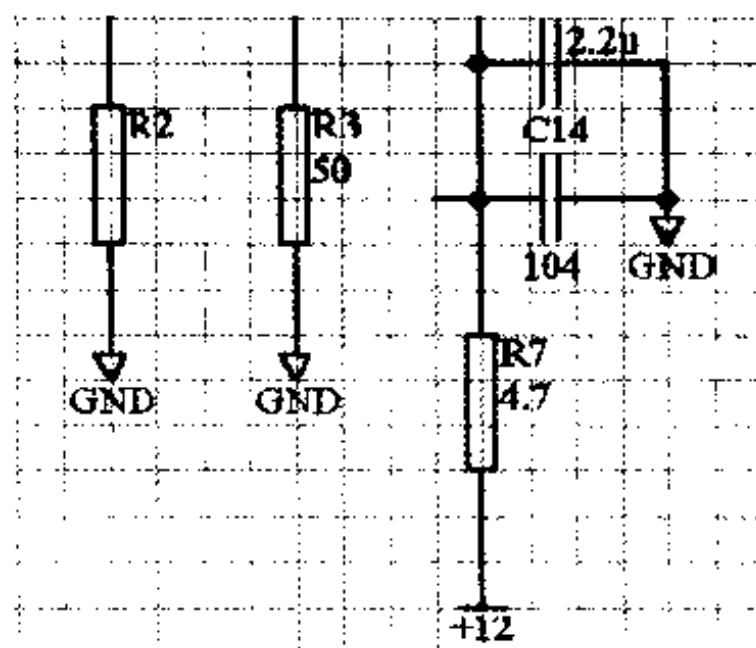



图 2-45 调整符号的方向后放置在图纸中

(6) 在工具栏中单击  按钮,选择电源符号,移动鼠标到图纸中的适当位置单击,将符号放置在图纸中。

(7) 在图纸中单击第(6)步放置的电源符号,在符号周围显示虚线框,表示符号被选中;再次单击符号(注意:是两次单击而不是双击),显示出一个方框,将其中的+12改为-12,确认后则图纸中符号的名称被修改,得到如图2-46所示的效果。

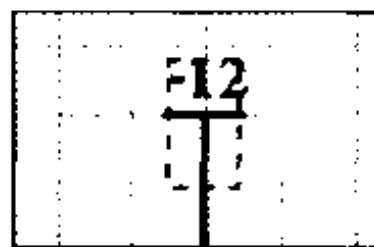


图 2-46 修改符号名称

(8) 按照上述方法,在图纸中放置其他电源及接地符号,调整各个符号的名称、方向等,得到如图2-47所示的效果。

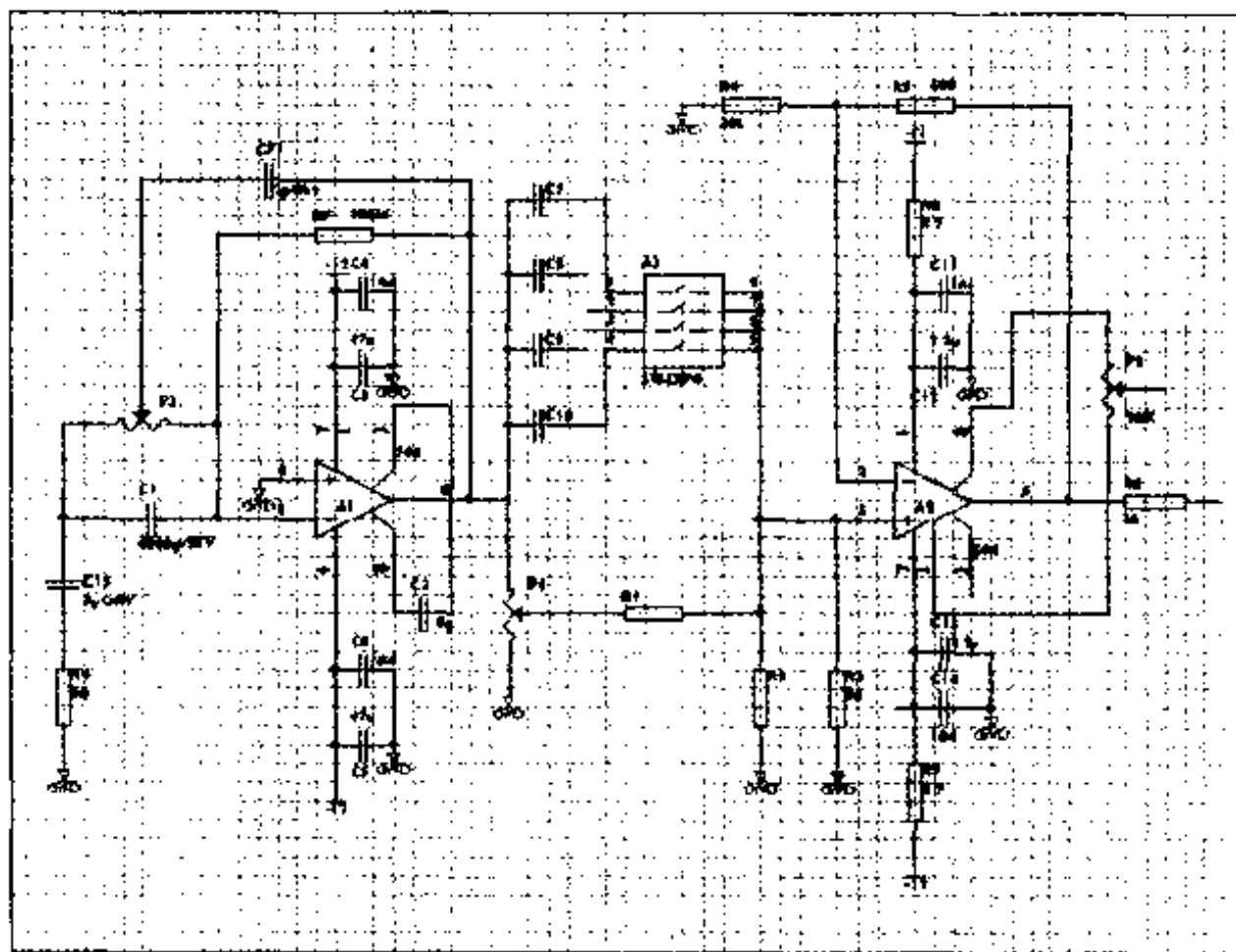


图 2-47 在图纸中添加电源及接地符号

如果用户需要对图纸中的电源或者接地符号进行修改,或者对符号的属性重新进行设置,可以按照以下步骤进行:

(1) 在图纸中双击要进行修改的电源或者接地符号,弹出如图2-48所示的对话框,在对话框中提供了多个选项,供用户对符号的各个属性逐一进行修改。

(2) 在 Net 选项的输入框中输入符号的名称,设置该符号所属的网络。需要注意的是,这里字母的大小写具有不同的含义。此外,千万不能把接地符号和电源符号弄混,否则会导致非常严重的后果。

(3) 单击 Style 下拉列表框,在弹出的下拉列表中提供了多个选项,可以设置符号的形状。

(4) X-Location 和 Y-Location 选项的输入框中显示出了符号在工作窗口中的位置坐标,通过这两个选项可以调整符号的位置,不过一般还是用鼠标在图纸中直接确定符号位置,以免出现符号与导线未连接的问题。

(5) 在 Orientation 选项的下拉列表框中提供了 0 Degrees, 90 Degrees, 180 Degrees 和 270 Degrees 4 个选项, 供用户设置电源或者接地符号的方向。

(6) 单击 Color 选项的颜色框, 可以在弹出的另一个对话框中设置符号的颜色; 而 Selection 复选框则用来设置符号是否被选中。设置了各个选项后, 单击 OK 命令按钮, 返回工作窗口, 完成对符号属性的修改。

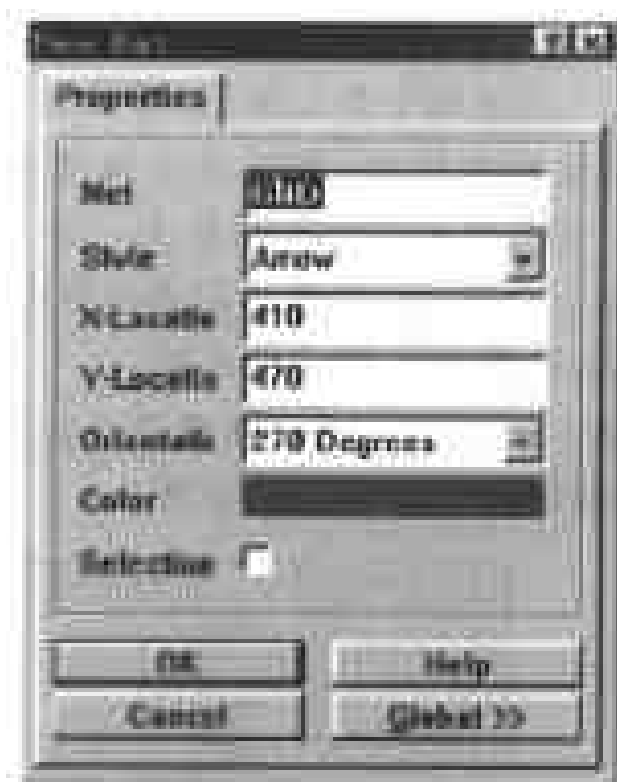


图 2-48 修改电源或者接地符号的属性

2.4.4 选用元件

如果用户在绘制电路原理图的过程中, 在连接元件、添加符号的时候, 发现还需要添加元件, 就可以利用 Wiring Tools 工具栏中的工具来进行添加元件的工作, 操作方法如下:


(1) 在 Wiring Tools 工具栏中单击  按钮, 弹出如图 2-49 所示的对话框。在此对话框的 Lib Ref 选项输入框中用户可以直接指定所需要的元件, 或者单击旁边的 Browse 命令按钮, 弹出如图 2-50 所示的对话框。



图 2-49 选用元件对话框

(2) 在弹出的对话框中单击 Libraries 下拉列表框, 从弹出的下拉列表中选择适当的库文件, 在 Components 选区的列表框中显示出此库文件中包含的元件名称。

(3) 在列表框中单击所需要的元件, 对话框右边的预览框中就显示出此元件的形状; 单击 Close 命令按钮, 返回如图 2-49 所示的 Place Part 对话框, 此时 Lib Ref 选项的输入框中显示出了选中的元件的名称 RCA。

(4) 在 Designator 选项的输入框中输入 VIN, 设置元件序号; 在 Part Type 选项的输入框中不输入任何字符, 设置元件型号为空。

(5) 单击 OK 命令按钮, 返回工作窗口, 此时鼠标箭头变为十字光标, 并且带有选中的元件, 移动鼠标到适当的位置单击, 将元件放置在图纸中, 同时又弹出如图 2-49 所示的对话框。

(6) 在对话框中重新设置 Designator 选项输入框中的内容, 单击 OK 命令按钮, 移动鼠

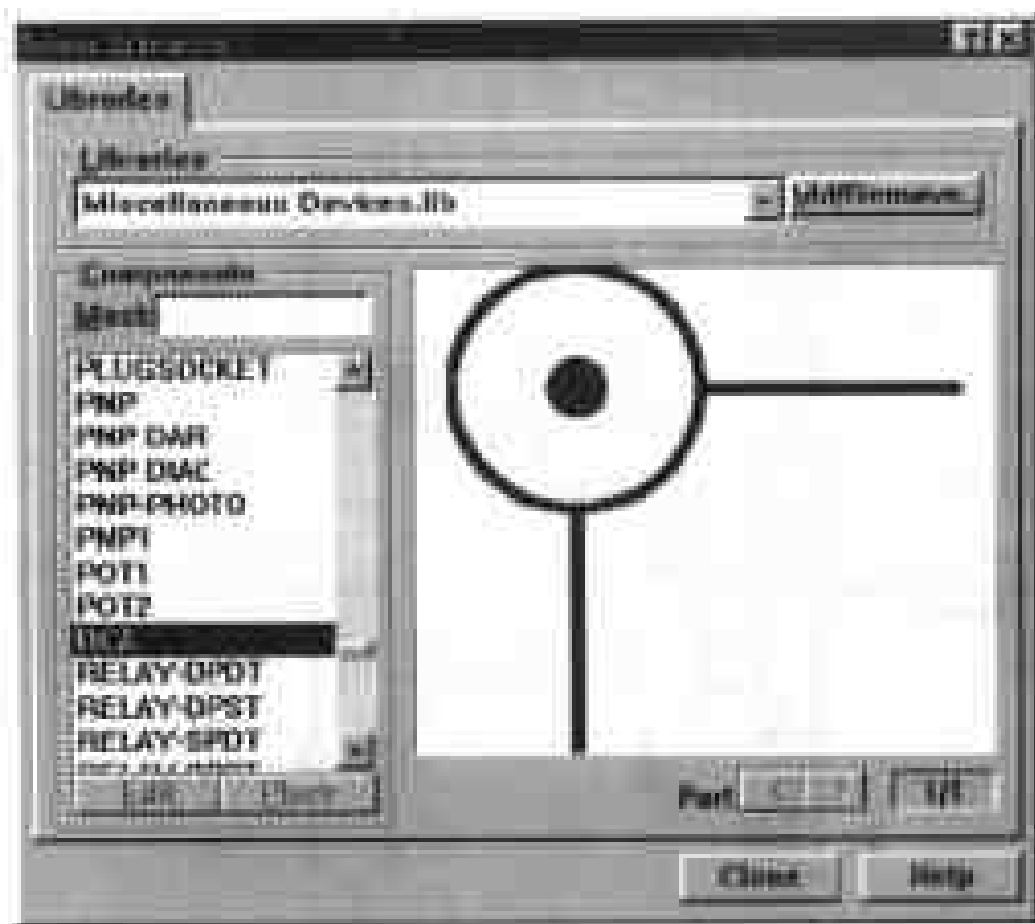



图 2-50 选择所需元件

标到适当的位置单击,放置第二个元件,同时又弹出如图 2-49 所示的对话框,在其中修改 Designator 选项输入框中的内容,单击 OK 命令按钮,返回工作窗口。


(7) 此时十字光标上带有选中的元件,在键盘上按 X 键,将元件左右翻转;在图纸中的适当位置单击,放置元件,在同时弹出的对话框中单击 Cancel 命令按钮,取消放置元件的状态。

(8) 经过以上操作,在图纸中添加了 3 个相同的元件。选择 View > Toolbars > Power Objects,在弹出的工具栏中单击  按钮,此时在工作窗口中鼠标箭头变为十字光标,并且选中的符号粘在十字光标上,将光标移动到适当位置单击,将接地符号放置在图纸中。

(9) 重复上一步的操作,在图纸中放置所需要的其他接地符号,得到如图 2-51 所示的效果。

2.4.5 添加电路节点

由于添加元件等操作,电路中的某些导线上可能缺少节点,这就需要利用放置节点的工具,在电路图中添加所需要的节点。电路节点是用来确定两条相交导线是否具有电路连接关系,在电路图中缺少必须的节点必将导致整个电路连接关系的错误。在电路图中放置电路节点可以按照以下操作进行:

(1) 选择 View > Toolbars > Wiring Tools,在工作窗口中弹出 Wiring Tools 工具栏,在工具栏中单击  按钮,选择添加节点的工具。

(2) 此时鼠标箭头变为十字光标,并且有一个电路节点粘在光标上,移动鼠标到适当的位置单击,将节点放置在图纸中;此时鼠标箭头仍然为十字光标,用户还可以继续放置节点,按 Esc 键完成放置节点的操作。

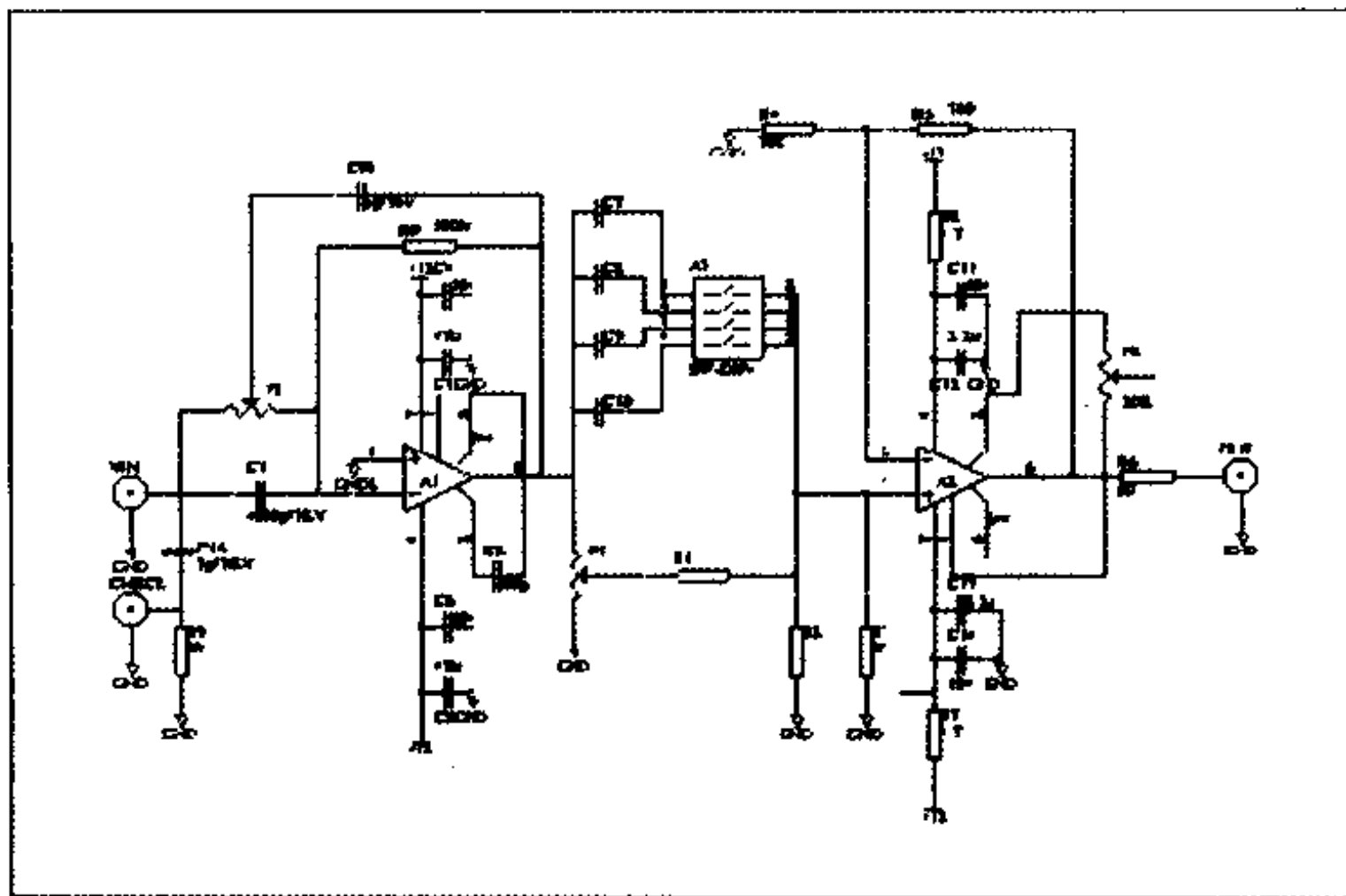


图 2-51 添加元件后的原理图

(3) 如果用户对放置在图纸中的节点不满意,可以双击它,弹出如图 2-52 所示的对话框,在这个对话框里可以修改节点的各个属性。

(4) 对话框顶部的 X-Location 和 Y-Location 选项输入框中显示出了电路节点的位置坐标,修改其中的数值,可以改变节点在图纸中的位置。

(5) 在对话框中单击 Size 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中提供了 4 个选项,供用户设置节点的大小。单击 Color 选项的颜色框,在弹出的对话框中可设置节点的颜色。

(6) 对话框底部的 Selection 和 Locked 复选框,供用户设置节点的选定状态和锁定状态,单击 OK 命令按钮,返回工作窗口。



图 2-52 设置电路节点的属性

注意: 前面提到过在图纸中绘制导线时,系统会在 T 导线交叉点自动放置一个节点,这一功能可通过设置属性来取消或者恢复。选择 Tools > Preferences,弹出如图 2-53 所示的对话框,在对话框中单击 Schematic 标签,然后在 Options 选区中选中 Auto-Junction 复选框,即可激活自动放置节点的功能。

2.4.6 设置网络标号

前面已经在图纸中添加了所需的元件,并且已经用导线连接了各个元件。有时由于

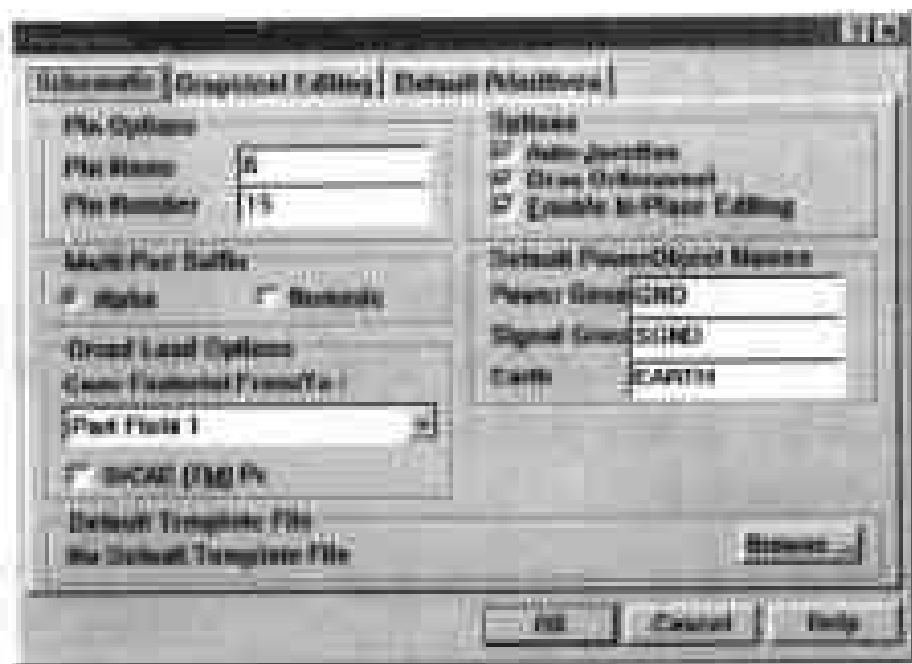




图 2-53 设置自动放置节点的功能

原理图中的元件太多,元件之间的连接关系比较复杂,会使得电路原理图中的导线错综复杂。为了使复杂的原理图看起来更清晰、简洁,可以利用网络标号来实现元件之间的电路连接。网络标号可以简单地看作是一个节点,具有相同网络标号的元件引脚、导线、符号等元件在电路连接关系上是连接在一起的。应用网络标号,除了可以减少图纸上的连线,使原理图更简洁以外,更主要的用途是用于多层电路中各个模块电路之间的连接,即通过命名为同一网络标号,使两个以上没有相互连接的网络在电路关系上发生联系。

下面通过在图纸中添加网络标号的操作,演示放置网络标号和设置其属性的方法。

(1) 首先选择 View > Toolbars > Wiring Tools,弹出 Wiring Tools 工具栏,单击工具栏中的  按钮,选择绘制导线的工具;然后在图纸中单击并拖动鼠标,在需要放置网络标号的位置绘制导线。

(2) 单击 Wiring Tools 工具栏中的  按钮,选择放置网络标号的工具,此时鼠标箭头变为十字光标,并出现一个随光标移动的虚线方框。

(3) 将光标移动到需要放置网络标号的位置单击,即可放置网络标号,此时鼠标箭头仍然是十字光标,可以继续在其他位置单击,放置网络标号。

(4) 在适当位置放置了所需要的网络标号后,按 Esc 键或者右击鼠标,即可退出放置网络标号的工作状态。放置在图纸中的网络标号如图 2-54 所示,此时网络标号的名称为默认值 NetLabel1, NetLabel2 等。

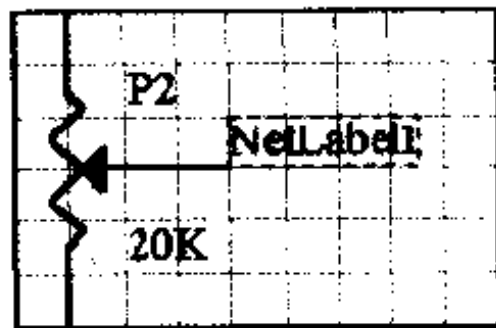


图 2-54 放置在图纸中的网络标号

(5) 下面对网络标号的属性进行修改,在图纸中双击网络标号,弹出如图 2-55 所示的对话框。首先在对话框顶部的 Net 选项输入框中输入 ADJ,设置网络标号的名称。

(6) 在 X-Location 和 Y-Location 选项的输入框中,显示出了网络标号的位置坐标,修改其中的数值,可以改变网络标号在图纸中的位置。

(7) 单击 Orientation 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中包含 0 Degrees, 90 Degrees, 180 Degrees 和 270 Degrees 4 个选项,供用户设置网络标号的方向。

路设计软件对设计好的电路进行测试,以便检查出设计者的疏漏。检查后,程序会生成可能存在的错误报表,并在电路图中有错误的地方做出标记,便于用户进行修改。

2.5.1 进行 ERC 检验

ERC 检验可以用于对复杂的电路图进行快速检测,它可以按照用户指定的物理、逻辑特性进行,输出相关的物理逻辑冲突报表,同时还会根据检测的结果在原理图中做出标记。下面对前面绘制的电路图进行 ERC 检验,其操作步骤如下:

(1) 在工作窗口中打开要进行检验的原理图,选择 Tools > ERC,弹出如图 2-57 所示的对话框。

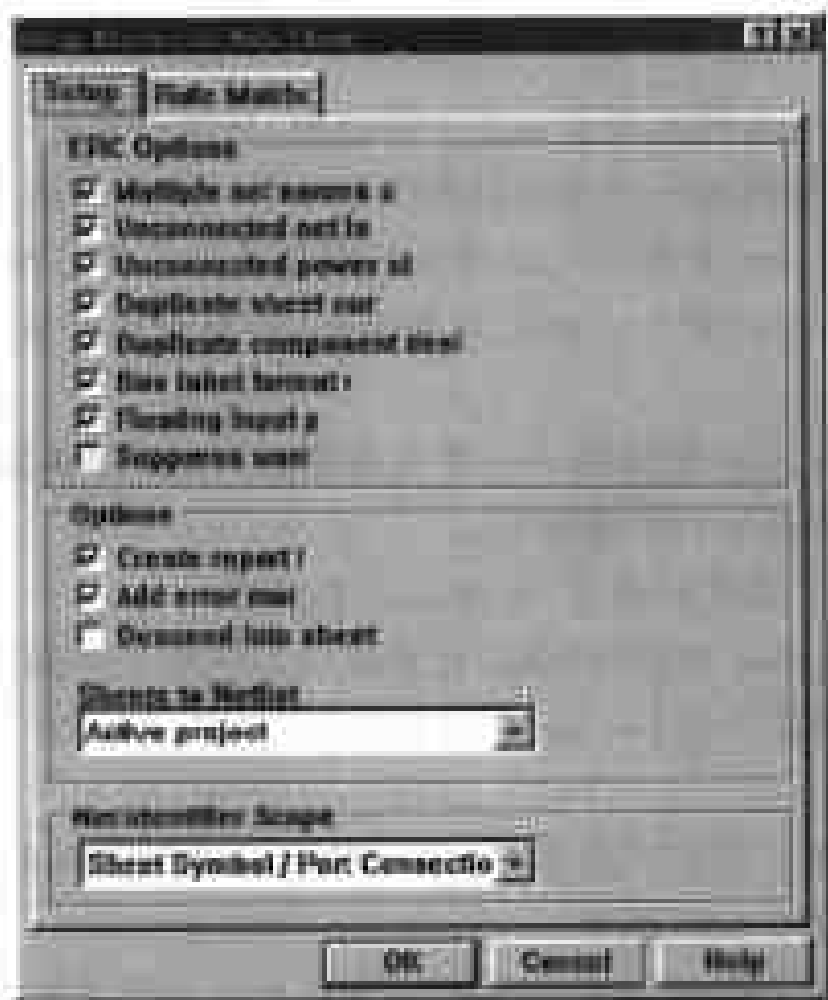


图 2-57 设置 ERC 检验的对话框

(2) 在对话框中单击 Setup 标签,显示出设置 ERC 检验属性的一系列选项。在 ERC Options 选区中包含了 8 个复选框,各个复选框的功能如下:

- Multiple net names on net 复选框——单击此复选框,使检验项目中包括检查“同一网络命名多个网络名称”的错误。
- Unconnected net labels 复选框——单击此复选框,检查电路图中是否存在“未实际连接的网络标号”错误。也就是说,如果电路图中包含有网络标号,则检查该网络是否已经连接到其他引脚或导线上,是否处于悬浮状态。
- Unconnected power objects 复选框——单击此复选框,在电路图中检查是否存在未实际连接的电源器件。
- Duplicate sheet numbers 复选框——单击此复选框,检查电路图编号是否重号。
- Duplicate component designator 复选框——单击此复选框,检查电路图中的元件编号是否重号。

- Bus label format errors 复选框——单击此复选框,检查电路图中总线标号格式是否正确。

- Floating input pins 复选框——单击此复选框,检查电路图中的各个输入引脚是否浮接,即是否虚焊或者未连接。

- Suppress warnings 复选框——单击此复选框,则 Protel 99 将忽略所有的警告性检测项,而不会显示带有警告性错误的检查报告。

依据上面介绍的各个选项的功能,选择适当的选项。

注意: Protel 99 中将检查出来的问题分为两类:一类是警告(Warning),属于不太严重的错误;另一类是错误(Error),属于比较严重的错误。一般不建议选中 Suppress warnings 复选框。

(3) 在对话框的 Options 选区中包含 3 个复选框,功能分别如下:

- Create report file 复选框——单击此复选框,使系统在完成 ERC 检验后,自动将检查结果保存在报告文件(.erc 文件)中,文件名与原理图的文件名相同。

- Add error markers 复选框——单击此复选框,使系统在完成 ERC 检验后,自动在错误位置放置错误符号。

- Descend into sheet parts 复选框——单击此复选框,在对多层原理图进行检查的时候,可以将检查结果分解到每个原理图中。

依据上面介绍的各个选项的功能,选择适当的选项。

(4) 单击 Sheets to Netlist 下拉列表框,在弹出的下拉列表中指定要进行检查的原理图的文件范围;单击对话框底部的 Net Identifier Scope 下拉列表框,在弹出的下拉列表中选择网络识别器的范围。

(5) 在对话框中设置了适当的选项后,单击对话框顶部的 Rule Matrix 标签,显示设置 ERC 检查矩阵的选项,如图 2-58 所示。

(6) 对话框左上角的 Legend 选区中给出了各种颜色所代表的含义:

- 绿色——No Report,表示不进行测试。
- 红色——Error,表示在发生红色所代表的情况时,检查报告中给出“错误”信息。
- 黄色——Warning,表示在发生黄色所代表的情况时,检查报告中给出“警告”信息。

(7) 在对话框中由颜色方块组成的矩阵中,单击需要改变的方格,该方格就会改变颜色,同时改变它的设置模式。

(8) 在对话框中调整矩阵中各个方格的状态,最后单击 OK 命令按钮,按照设置的规则对前面绘制的原理图进行检查,生成检查报告文件,如图 2-59 所示。

(9) 在报告文件中列出了原理图中的警告性错误,在工作窗口中单击 Sheet1.Sch 标签,切换到原理图中,可以看到在发生错误的地方放置了红色的符号,如图 2-60 所示。

通过进行 ERC 检验,发现了电路原理图中的错误,系统在发生错误的地方放置了红色的符号,用户可以根据系统的提示进行修改。

修改原理图之后,红色的错误符号不会自动消失,需要选中它,然后按 Delete 键将它删除。

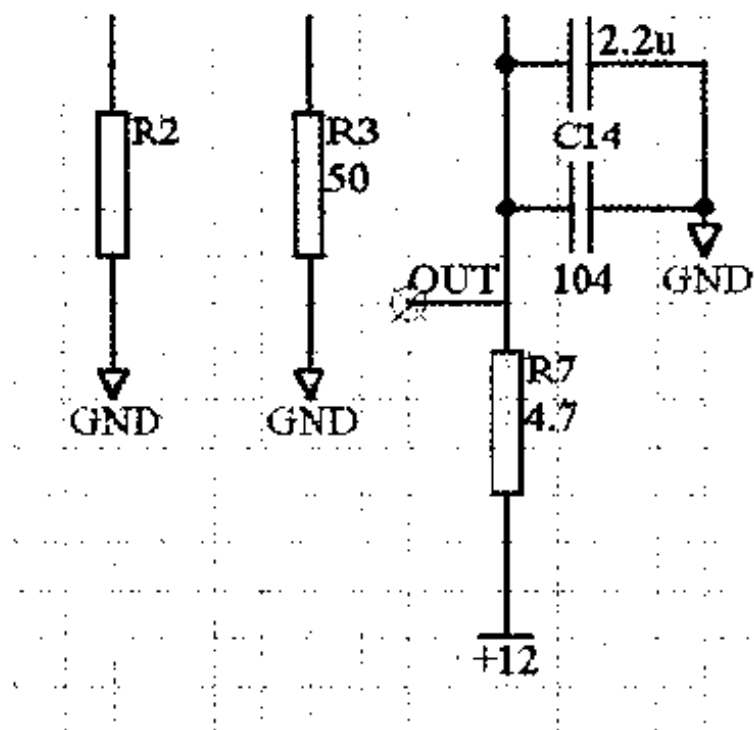



图 2-60 在原理图中放置红色的错误符号

2.5.2 放置 No ERC 符号

用户可以在原理图中的某处位置上放置 No ERC 符号,放置此符号的地方将不进行 ERC 检验。放置 No ERC 符号的操作方法如下:

- (1) 选择 View > Toolbars > Wiring Tools,在工作窗口中弹出 Wiring Tools 工具栏。
- (2) 在工具栏中单击  按钮,选择 No ERC 工具,此时鼠标箭头变为十字光标,并且在光标上带有一个红色的叉。
- (3) 将光标移动到需要放置 No ERC 符号的位置处单击,将 No ERC 符号放置在图纸中,此时鼠标箭头仍为十字光标,用户可以连续放置 No ERC 符号。
- (4) 右击鼠标,或者按 Esc 键,结束放置 No ERC 符号的工作。放置了 No ERC 符号的图纸,如图 2-61 所示。

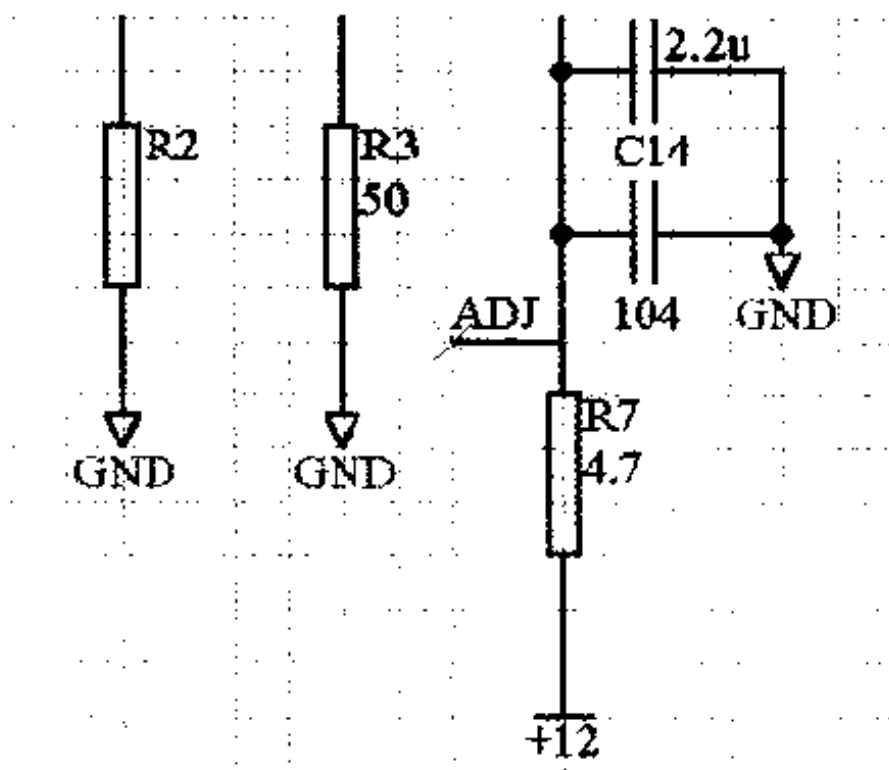


图 2-61 在图纸中放置 No ERC 符号

在图纸中放置了 No ERC 符号,或者修改了原理图中的错误之后,再次进行 ERC 检查。没有给出错误信息的检查报告,如图 2-62 所示。

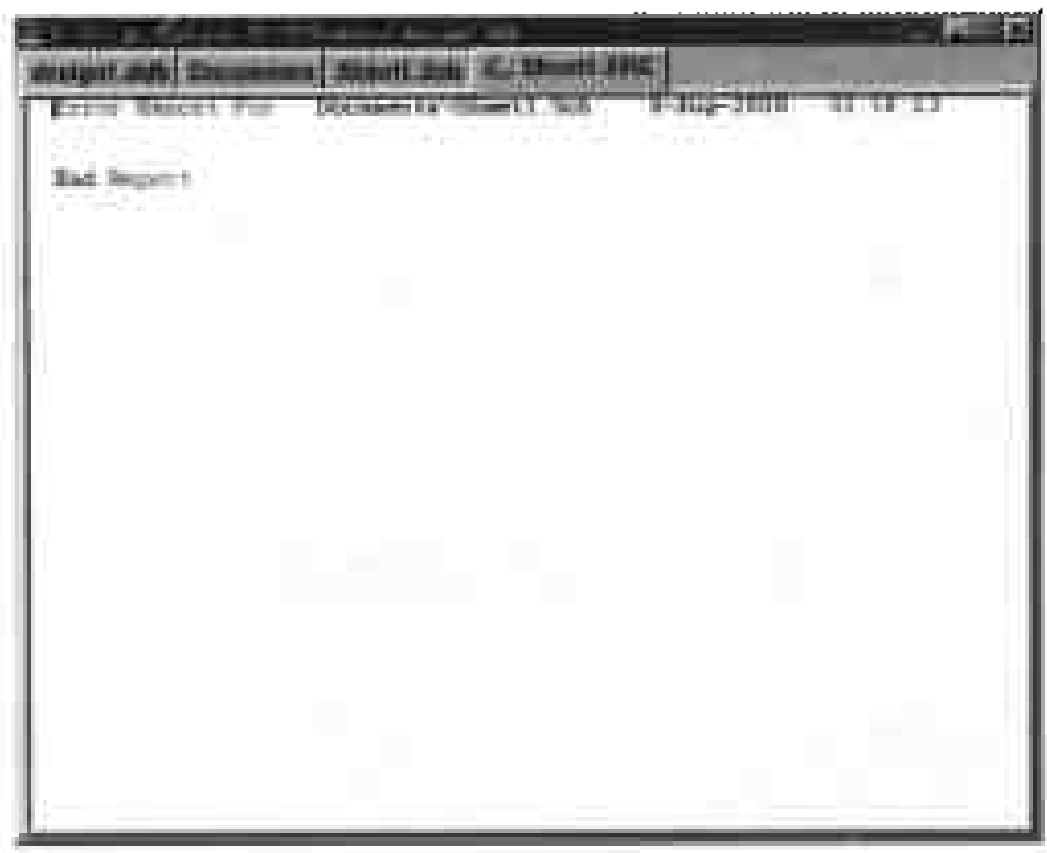


图 2-62 未给出错误信息的检查报告

本章通过绘制一幅电路原理图的实例,介绍了绘制一幅简单的电路原理图的基本步骤,以及一些常用工具、命令的使用方法。在后面的章节中,将对绘制电路原理图的各种操作技巧作详细介绍。

第3章 原理图设计技巧

通过上一章的学习,我们已经对绘制电路原理图的一般过程和基本操作有所了解,但是要使原理图更加美观、简洁,还需要掌握各种原理图的设计技巧和各种工具的使用方法,本章将对此进行详细介绍。

3.1 绘制几何图形

Protel 99 提供了功能强大的绘图工具,供用户在图纸中绘制线条、圆弧、矩形等几何形状,下面分别介绍这些几何图形的绘制方法。


3.1.1 Drawing Tools 工具栏


在介绍几何图形画法之前,首先介绍一下绘制几何图形所用到的工具,它们都集中在 Drawing Tools 工具栏中。选择 View > Toolbars > Drawing Tools,即可在工作窗口中弹出如图 3-1 所示的 Drawing Tools 工具栏。





图 3-1 Drawing Tools 工具栏


此工具栏中提供了 12 个工具按钮,可用于绘制不同的几何图形,功能分别如下:


 按钮——绘制直线。


 按钮——绘制多边形。


 按钮——绘制椭圆弧线。

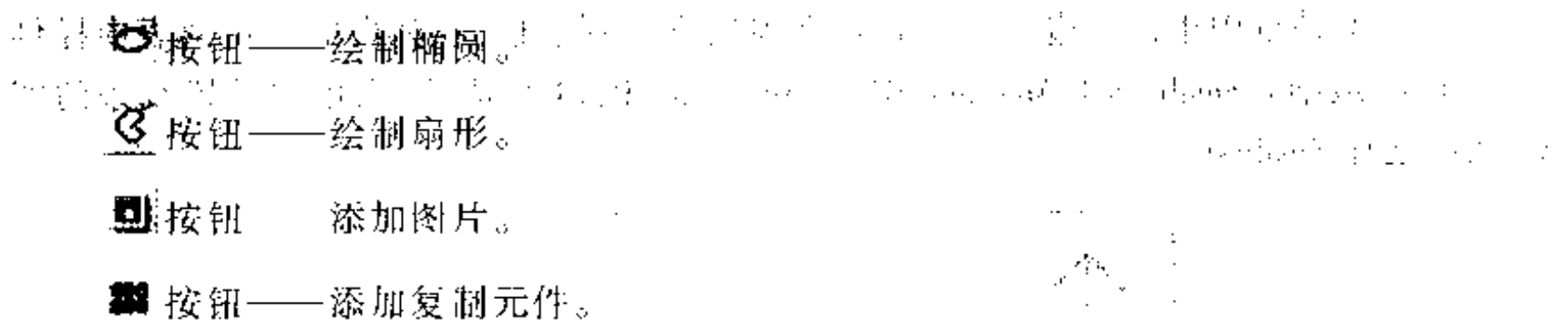
 按钮——绘制贝赛尔曲线。

 按钮——添加文字标注。

 按钮——添加文本框。

 按钮——绘制矩形。

 按钮——绘制带圆角的矩形。



以上是 Drawing Tools 工具栏中所包含的各种按钮的功能,使用它们所绘制的几何图形对电路关系没有任何影响,主要起标注的作用。在后面的内容中,将详细介绍各种几何图形的画法。

3.1.2 绘制直线

利用 按钮,用户可以在图纸中绘制直线,并由直线构成各种图形。下面使用 按钮在图纸中绘制一个坐标轴和虚线表格,步骤如下:

(1) 首先在工作窗口中打开一幅图纸,选择 View > Toolbars > Drawing Tools,在工作窗口中弹出如图 3-1 所示的工具栏,在工具栏中单击 按钮,选择绘制直线的工具。

(2) 此时鼠标箭头变为十字光标,在图纸中移动十字光标到适当的位置单击,确定线段的起始点;然后向右拖动鼠标到适当的位置单击,确定线段的折点;继续移动鼠标,向左下方拖动鼠标,移动一个栅格,单击确定折点,然后移动鼠标折回线段的端点;再向左上方拖动鼠标,移动一个栅格单击,确定线段的终点。

(3) 右击鼠标,完成直线的绘制,这样在图纸中通过鼠标向各方向的移动,绘制出一条带有箭头的直线,如图 3-2 所示。注意,图中直线上的箭头是由多条线段组成的。

图 3-2 绘制带箭头的直线

(4) 此时虽然完成了线条绘制工作,但是鼠标箭头仍然保持为十字光标,这时用户可以继续拖动鼠标,在图纸中单击,确定新的线段的起点,然后拖动鼠标,绘制另一条线段。仿照第(2)步的操作方法,在图纸中绘制一条竖直方向的带有箭头的直线,如图 3-3 所示。两条直线构成了坐标的横轴和纵轴。

(5) 继续使用绘制直线的工具,在图纸中绘制一横一竖两条直线,与横轴和纵轴围成一个封闭的正方形,按 Esc 键或者右击鼠标,退出绘制直线的状态,则鼠标的十字光标变为箭头。

(6) 在工具栏中再次单击 按钮,选择绘制直线的工具,使鼠标箭头变为十字光标,在键盘上按 Tab 键,弹出如图 3-4 所示的对话框。在这个对话框中可以改变所绘制的直线的属性。

(7) 在对话框中单击上边第一个 Line 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中提供了 Smallest(最细)、Small(细)、Medium(中等)和 Large(粗)4 个选项,供用户设置线条的宽度,从中选择 Smallest。

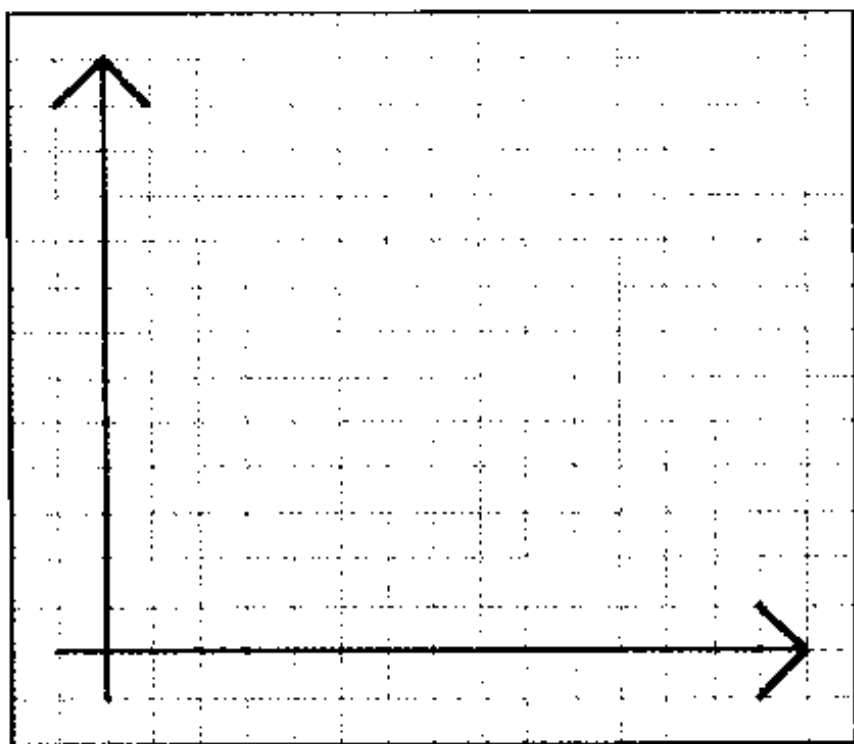


图 3-3 在图纸中绘制坐标的横轴和纵轴

(8) 单击上边第二个 Line 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中提供了 Solid(实线)、Dashed(虚线)和 Dotted(点线)3 个选项,供用户选择线形,从中选择 Dashed。

(9) 单击 Color 选项的颜色框,弹出如图 3-5 所示的对话框。在此对话框的 Basic Colors 列表框中选择红色,作为线条的颜色,单击 OK 命令按钮,返回如图 3-4 所示的对话框。



图 3-4 设置直线属性的对话框

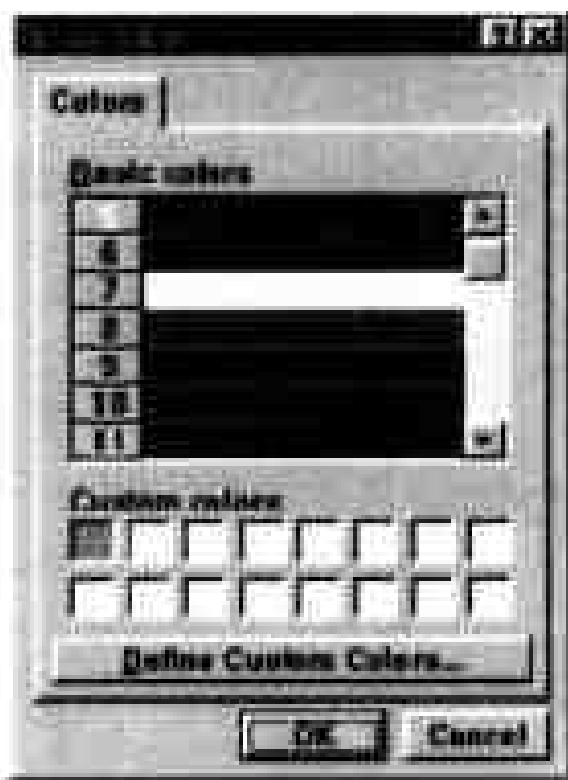


图 3-5 设置线条颜色

(10) 在如图 3-4 所示的 PolyLine 对话框中单击 OK 命令按钮,返回工作窗口,移动光标,在图纸中绘制两条水平虚线和两条垂直的虚线,然后按两次 Esc 键,退出绘制线条的工作状态,得到如图 3-6 所示的效果。

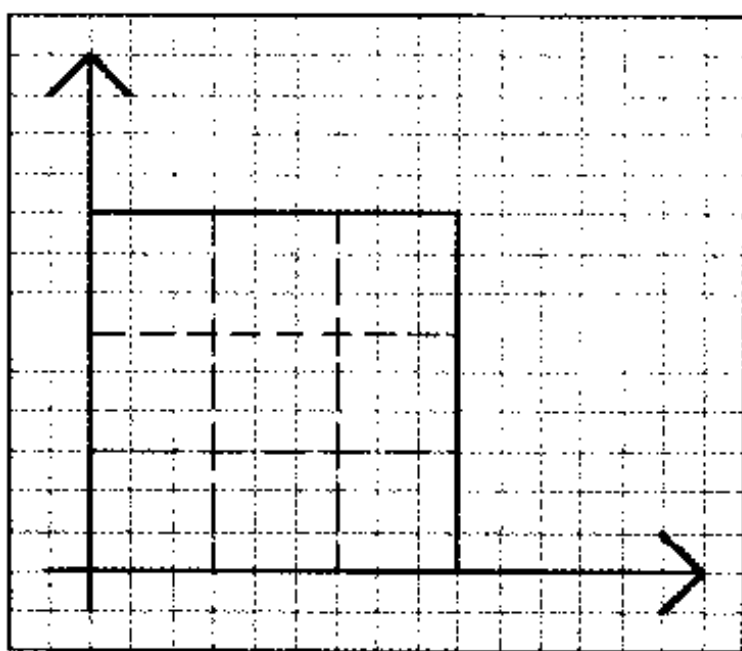



图 3-6 在图纸中绘制虚线

注意：用户还可以对图纸中的线条进行编辑。在图纸中单击线条，即可在线条的端点和转折点上显示出黑色方块，代表线条上的节点；拖动这些节点，即可调整线条的形状、长短，调整后单击图纸中的其他位置，即可取消对线条的选择。如果在图纸中两次单击线条（两次单击而不是双击），即可将线条粘到十字光标上，移动光标到适当的位置单击，即可调整线条的位置；或者在线条粘在十字光标上的时候，按 Tab 键，即可弹出如图 3-4 所示的对话框，供用户修改线条的属性。

3.1.3 绘制多边形

使用 Protel 99 提供的绘制多边形的工具，可以在图纸中绘制任意形状的多边形。下面利用这一工具绘制两个三角形，操作方法如下：

(1) 在 Drawing Tools 工具栏中单击  按钮，选择绘制多边形的工具，此时鼠标箭头变为十字光标，按 Tab 键弹出如图 3-7 所示的对话框。

(2) 单击对话框上边第一个 Border 选项的下拉列表框，在弹出的下拉列表中选择 Small，设置多边形轮廓线的宽度。

(3) 单击对话框上边第二个 Border 选项的颜色框，弹出如图 3-5 所示的 Choose Color 对话框。在此对话框的 Basic colors 列表框中，用户可以设定多边形轮廓线的颜色，然后单击 OK 命令按钮，返回如图 3-7 的 Polygon 对话框。

(4) 在 Polygon 对话框中取消对 Draw Solid 复选框的选择，设置多边形为空心的，即不用任何颜色填充。

(5) 单击 Polygon 对话框底部的 OK 命令按钮，返回工作窗口。移动十字光标到图纸

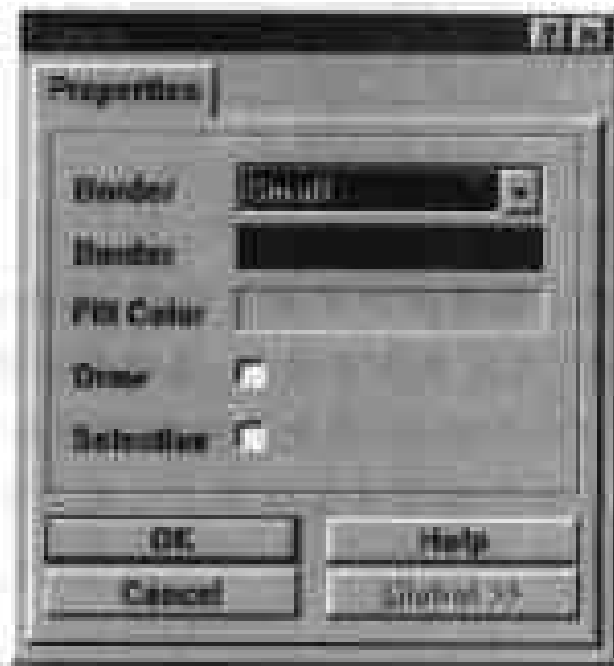


图 3-7 设置多边形属性的对话框

中的适当位置单击,确定多边形的第一个顶点;然后移动十字光标到适当位置单击,确定多边形的第二个顶点。以此类推,在图纸中确定多边形的所有顶点的位置,然后按 Esc 键或者右击鼠标,完成绘制多边形的工作。此时鼠标箭头仍为十字光标,用户可以继续绘制另一个多边形,再按 Esc 键或者再次右击鼠标,即可退出绘制多边形的工作状态。本例中只需在图纸中确定三角形的三个顶点,得到的三角形如图 3-8 所示。

(6) 在 Drawing Tools 工具栏中再次选择绘制多边形的工具,鼠标箭头变为十字光标,按 Tab 键弹出如图 3-7 所示的对话框。

(7) 在对话框中单击 Draw 复选框,令此工具绘制实心的多边形;单击 Fill Color 选项的颜色框,在弹出的 Choose Color 对话框中选择多边形的填充颜色。

(8) 保持对话框中其他选项的设置,单击 OK 命令按钮,返回工作窗口。在图纸中的适当位置分别单击鼠标,确定三角形的三个顶点,然后按两次 Esc 键,退出绘制多边形的工作状态,完成实心三角形的绘制,得到如图 3-9 所示的效果。

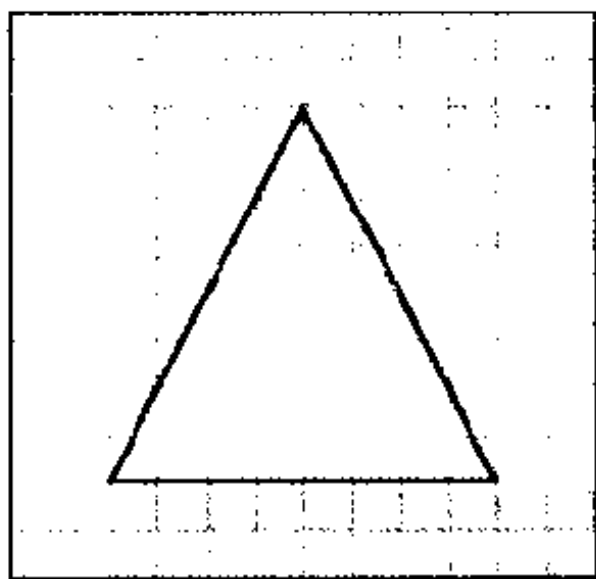


图 3-8 绘制空心的三角形

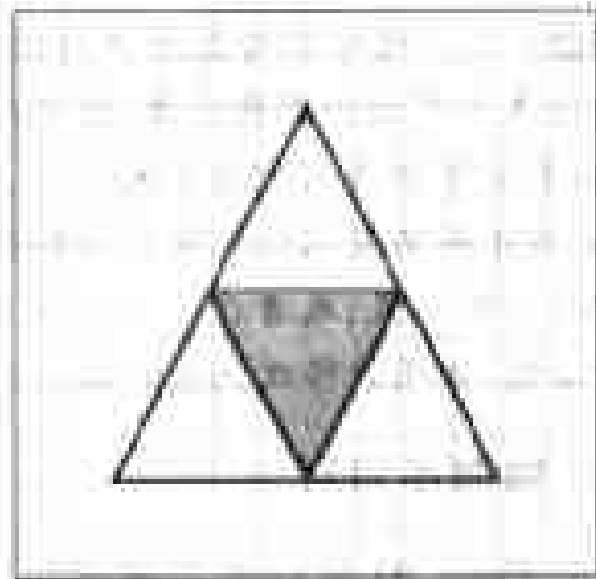



图 3-9 绘制实心三角形

注意: 在图纸中单击多边形,就会在多边形的各个顶点显示出黑色的方块,表示多边形被选中;再次单击多边形,鼠标箭头就变成十字光标,而多边形就粘在十字光标上,随着光标的移动而移动,将光标移动到图纸的适当位置单击,即可将多边形移到图纸中的任何地方。在多边形顶点显示黑色方块的时候,如果用户拖动黑色方块,即可调整多边形的形状。如果用户在图纸中双击多边形,可弹出如图 3-7 所示的对话框,可以修改多边形的各个属性。

3.1.4 绘制弧线

在 Protel 99 中,用户可以利用绘制椭圆弧线的工具,绘制椭圆形、圆形、椭圆弧、圆弧等,下面以绘制一个椭圆弧线为例,介绍此工具的使用方法。

(1) 在 Drawing Tools 工具栏中单击  按钮,选择绘制弧线的工具,此时鼠标箭头变为十字光标。

(2) 将十字光标移到图纸中的适当位置单击,确定椭圆或者圆形的圆心(弧线也是圆或椭圆的一部分);然后再移动十字光标,在适当的位置单击,确定椭圆横轴顶端的位置;

继续移动十字光标,在适当的位置单击,确定椭圆纵轴顶端的位置。

注意:本例中绘制的是椭圆弧线,如果用户设定的椭圆横轴和纵轴长度相等,那么绘制的就是一个圆弧形。

(3) 确定了椭圆的圆心和横轴、纵轴顶端的位置以后,十字光标自动移动到弧线的一个端点上,移动十字光标,调整弧线一端端点的位置,在适当的位置单击;然后十字光标自动移动到弧线的另一端的端点上,移动十字光标到适当的位置单击,确定弧线另一端的端点位置,这样就在图纸中绘制了一条椭圆弧线,如图 3-10 所示。

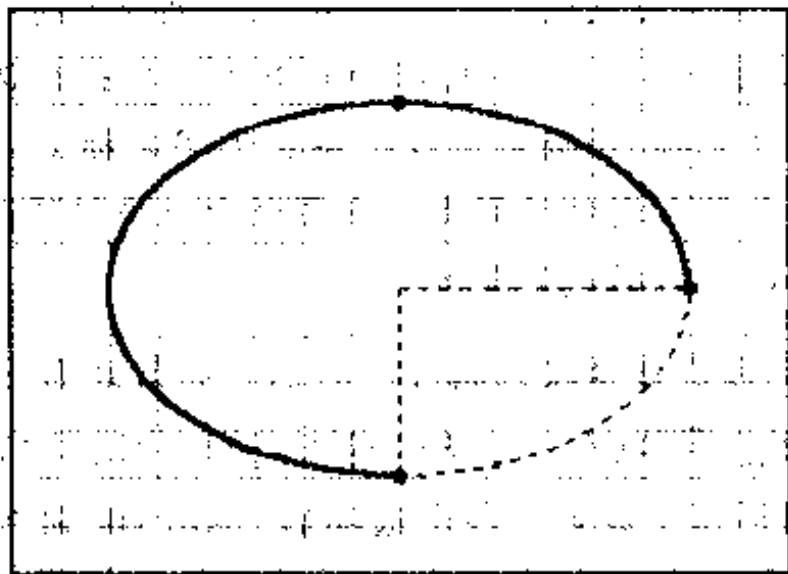


图 3-10 绘制椭圆弧线

(4) 此时十字箭头上会粘有一个与绘制好的弧线形状相同的弧线,移动十字光标到适当的位置单击,即可在图纸中放置另一条弧线。按 Esc 键或者右击鼠标,即可退出绘制弧线的工作状态。

注意:本例中绘制的是一段弧线,如果移动十字光标确定弧线两端的端点位置时,使两个端点重合,则绘制的就是完整的椭圆或者圆形。

(5) 如果用户需要调整椭圆弧线的形状,或者修改它的某些属性,可以在图纸中双击椭圆弧线,弹出如图 3-11 所示的对话框。

(6) 在对话框顶端的 X-Location 和 Y-Location 两个选项输入框中显示出了椭圆弧线的位置坐标,修改这两个输入框中的数值,即可调整椭圆弧线在图纸中的位置。

(7) 在 X-Radius 和 Y-Radius 两个选项输入框中,显示出了椭圆弧线的横轴和纵轴的长度,即横轴半径和纵轴半径,单位是 mil。调整这两个输入框中的数值,即可调整椭圆的宽度、高度。如果这两个输入框中数值相等,则绘制出的就是圆形或者圆弧线。

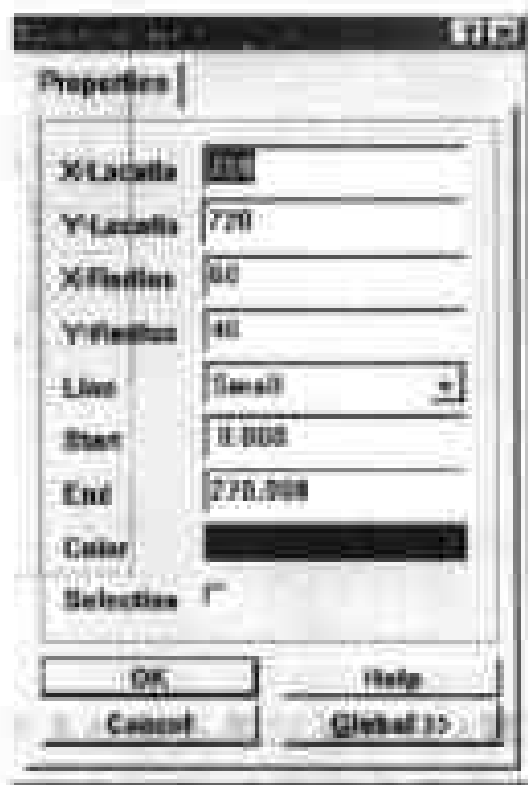



图 3-11 设置椭圆弧线的属性

(8) 单击 Line 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中提供了 Smallest, Small, Medium 和 Large 4 个选项,从中选择 Small,设置圆形或椭圆轮廓线(弧线)的宽度。

(9) 在 Start 和 End 选项输入框中的数值,显示的是弧线的起始角度和终止角度,修改这两个输入框中的数值,即可改变弧线端点到圆心的两条直线的夹角。

(10) 单击 Color 选项的颜色框,即可在弹出的 Choose Color 对话框中设置弧线的颜色。设置好对话框中的各个选项之后,单击 OK 命令按钮,返回工作窗口。

注意:在图纸中单击椭圆弧线,即可在弧线上显示出黑色方块,单击弧线某一端的黑色方块,按住鼠标左键,拖动鼠标到适当的位置再释放,即可调整弧线的两个端点与圆心的两条连线(图 3-10 中的两条指向圆心的虚线)的夹角。单击椭圆弧线后,再次单击椭圆弧线,则鼠标箭头变为十字光标,而椭圆弧线也粘在十字光标上,移动十字光标到适当位置单击,即可将椭圆弧线放置到新的位置上。在图纸中双击椭圆弧线,也可弹出如图 3-11 所示的对话框,供用户修改椭圆弧线的属性。

以上介绍了绘制椭圆弧线并修改其属性的方法。另外还有一种绘制弧线的方法:在 Drawing Tools 工具栏中单击  按钮,选择绘制弧线的工具,然后按 Tab 键,则弹出如图 3-11 所示的对话框。在对话框中设置了各个选项后,单击 OK 命令按钮返回工作窗口,此时鼠标箭头变为十字光标,并带有设置好各个属性后的弧线形状,在图纸中连续单击 5 次,将设置好属性的弧线放置在图纸中,右击鼠标,退出绘制弧线的工作状态。这种方法可以更精确地绘制弧线或者椭圆形、圆形,比如在如图 3-11 所示的对话框中设置 X-Radius 和 Y-Radius 两个选项的值为 50,设置 Start 和 End 选项中的数值为 0.000 和 360.000,其他选项取默认值,单击 OK 命令按钮,然后在图纸中连续单击 5 次,得到了如图 3-12 所示的圆形。

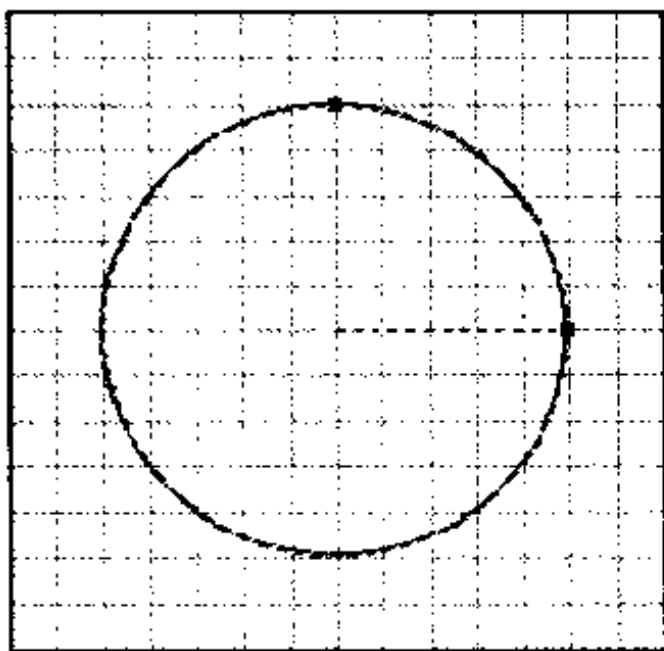


图 3-12 绘制圆形


注意:连续 5 次单击鼠标左键的时候,十字光标会自动移动到圆心、横轴端点、纵轴端点、弧线两个端点上,在这个过程中用户不需要移动鼠标。

以上介绍了绘制弧线工具的使用方法,其实绘制椭圆、圆形的不同之处只在于横轴长

度和纵轴长度是否相同,而绘制完整的圆形或椭圆与绘制弧线的不同之处只在于起始角度和终止角度是否正好相差 360° 。

3.1.5 绘制贝赛尔曲线

Protel 99 在 Drawing Tools 工具栏中还提供了绘制贝赛尔曲线的工具,使用这个工具,可以在图纸中绘制正弦波、抛物线等,能够获得很好的拟和效果。下面以绘制正弦波曲线为例,说明这一工具的使用方法。

(1) 在 Drawing Tools 工具栏中单击  按钮,选择绘制贝赛尔曲线的工具,此时鼠标箭头变为十字光标,在图纸中单击,确定曲线的起始点的位置。

(2) 向右上方移动十字光标,在光标移动的过程中,拖出一条黑色的虚直线和一条红色的实曲线,在适当位置单击,确定黑色的虚线的一个转折点;然后向右下方移动十字光标,继续拖出虚线和实线,在适当的位置单击确定黑色虚线的另一个转折点,此时已经可以看到正弦波的半个周期。

(3) 再次单击黑色虚线的第二个转折点,以它作为另一个拟和方向的起始点,继续向右下方移动十字光标,在适当的位置单击,确定黑色虚线的第三个转折点,然后继续向右上方移动十字光标,到适当的位置单击,确定黑色虚线的第四个转折点。此时用户还可以继续绘制曲线,但是此时已经可以看到正弦波的整个周期了,因此我们在黑色虚线的最后一个转折点上再次单击,结束拟和;然后右击鼠标,完成贝赛尔曲线的绘制,得到的正弦波曲线如图 3-13 所示。

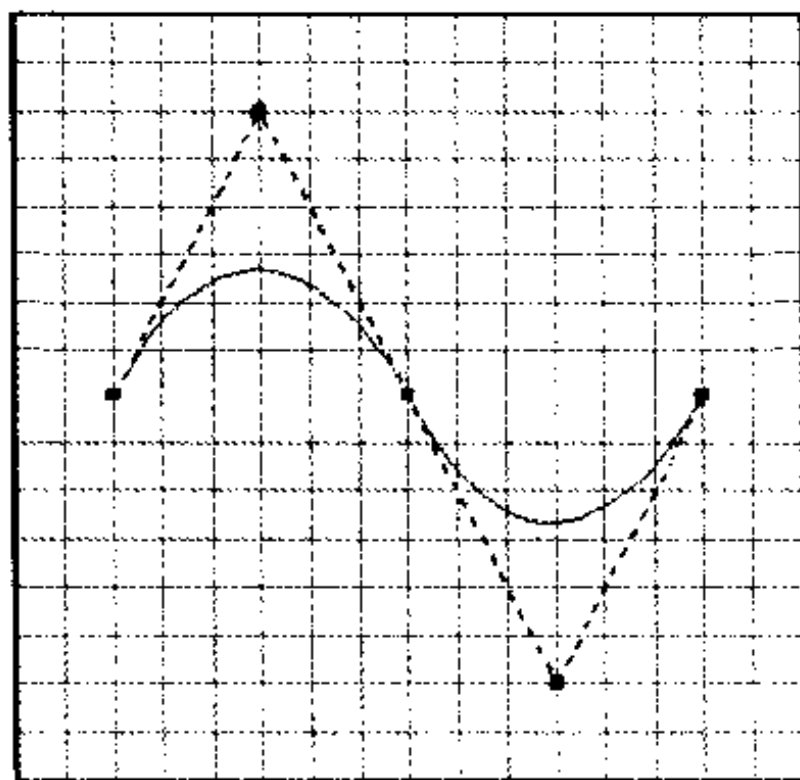


图 3-13 绘制正弦波曲线

(4) 在图纸中双击贝赛尔曲线,则弹出如图 3-14 所示的对话框,在此对话框中单击 Curve 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中提供了 4 个选项,供用户设置贝赛尔曲线的宽度,从中选择 Small。

(5) 单击对话框中 Color 选项的颜色框,即可在弹出的 Choose Color 对话框中设置曲线的颜色。

(6) 设置好对话框中的各个选项后,单击 OK 命令按钮,返回工作窗口。

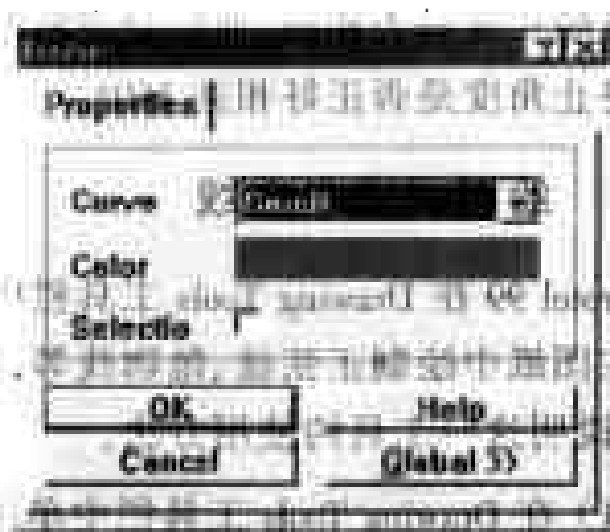


图 3-14 设置贝赛尔曲线的属性

注意: 在图纸中单击所绘制的贝赛尔曲线,即可在曲线上显示黑色方块,这是曲线上的节点,移动这些节点,即可调整曲线的形状。在上面的例子中,若在黑色虚线的第三个转折点处和最后一个转折点处各单击两下,则每一处都包含了两个节点,如果将重叠在一起的两个节点分开,并移动它们的位置,即可调整曲线的形状,图 3-15 便是将节点移动到某处特定位置时得到的曲线形状。

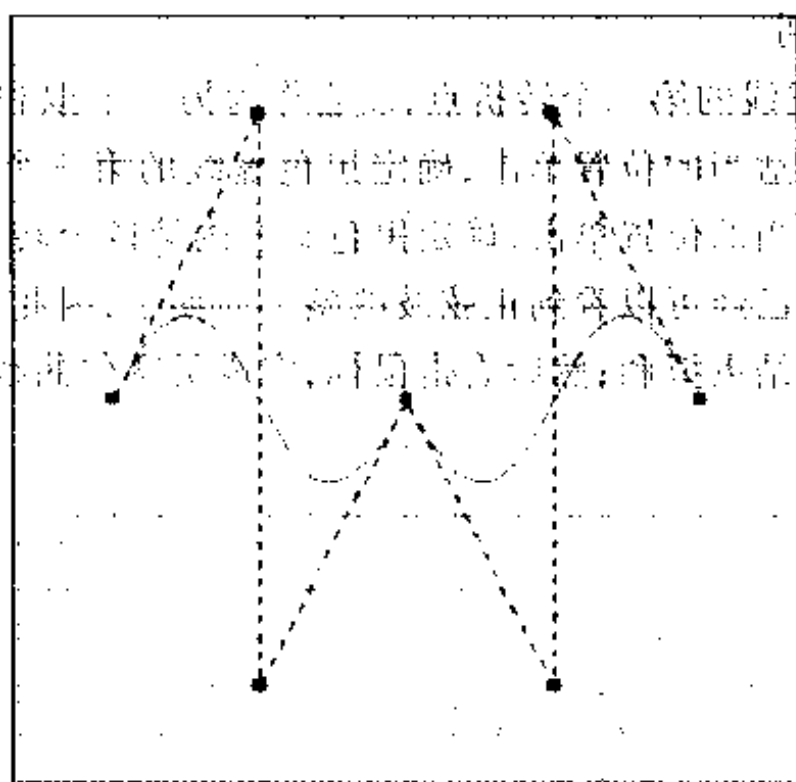


图 3-15 移动节点改变曲线形状

在上面的例子中,为什么在黑色虚线的第二个转折点处单击了两下呢?因为第二次单击是为了结束前一段曲线的拟和过程,然后再移动十字光标时就可以根据移动方向重新进行拟和。如果在第二个转折点处只单击一次,然后继续移动光标,在适当的位置单击,确定第三个转折点,然后右击鼠标,完成绘制曲线的工作,将得到如图 3-16 所示的效果。从中可见,曲线沿着原来的方向继续拟和,得到的形状并不是正弦波,而是一个抛物线。

贝赛尔曲线的表现力非常丰富,如果用户在图纸中单击所绘制的贝赛尔曲线,显示出曲线上的节点和黑色虚线,然后在黑色虚线上任意一处单击,则鼠标箭头变为十字光标,移动十字光标,则曲线上的节点和黑色虚线也随之移动,曲线的形状将发生很奇妙的变化。以前面所绘制的正弦波为例,在它的黑色虚线上单击,然后移动十字光标,得到如图 3-17 的曲线形状。

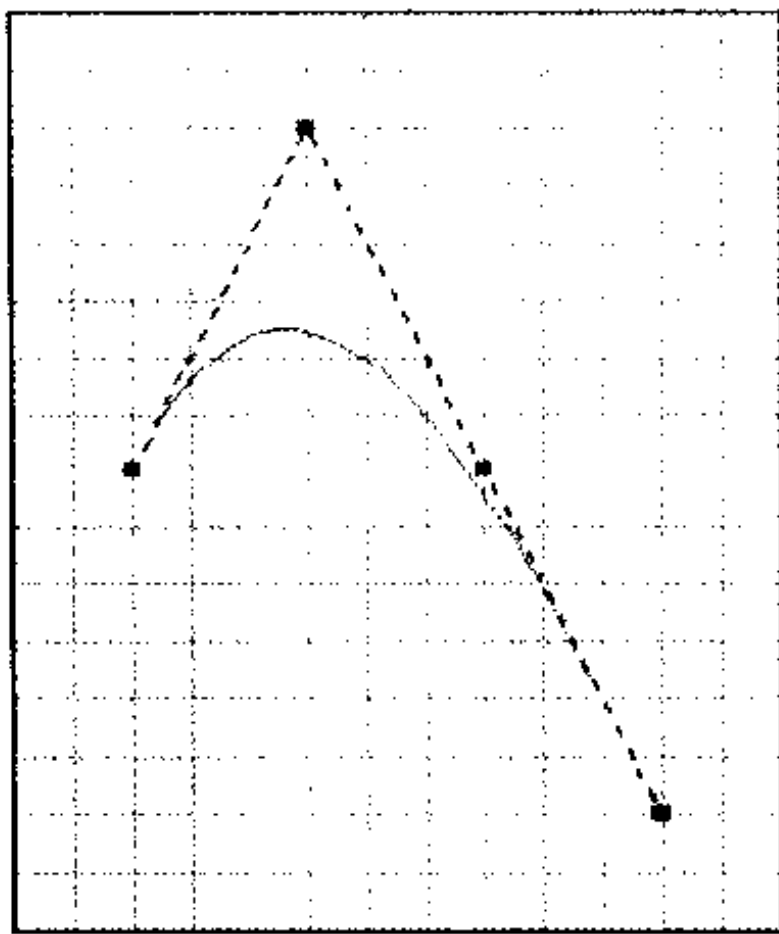


图 3-16 单击一次得到的曲线

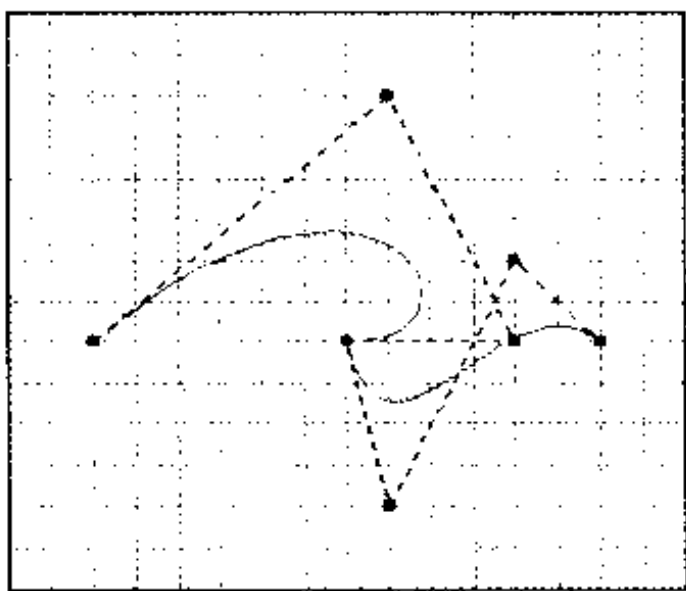



图 3-17 随意调整曲线形状

由此可见,充分利用贝赛尔曲线形状可随意调整的特性,用户可以绘制出形状各异、具有丰富表现力的曲线。

3.1.6 绘制矩形和圆角矩形

在 Drawing Tools 工具栏中除了绘制多边形的工具以外,还提供了可以直接用来绘制矩形和圆角矩形的工具,它们的用法也非常简单,绘制矩形的方法如下:

(1) 在 Drawing Tools 工具栏中单击  按钮,选择矩形工具,此时鼠标箭头变为十字光标。

(2) 在图纸中某处单击,确定矩形某一顶点的位置,移动十字光标,在适当的位置单击,确定矩形对角线上的另一顶点的位置,完成绘制矩形的操作,得到如图 3-18 所示的效

果。此时鼠标箭头仍为十字光标,用户可以继续绘制其他矩形,也可以右击鼠标,退出绘制矩形的工作状态。

(3) 如果用户对所绘制的矩形不满意,可以在图纸中双击矩形,弹出如图 3-19 所示的对话框。

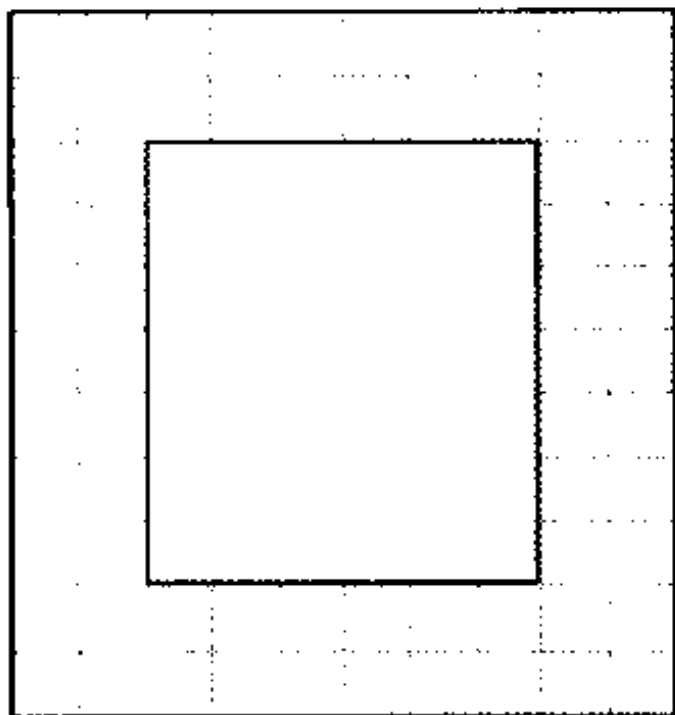


图 3-18 绘制矩形

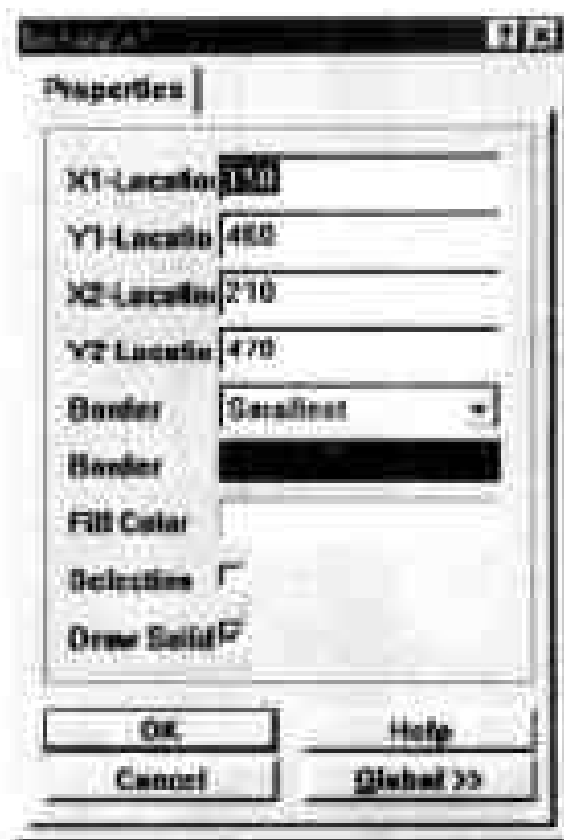


图 3-19 设置矩形的属性

(4) 在对话框的 X1-Location 和 Y1-Location 选项的输入框中,显示出了矩形左下角顶点的位置坐标,而在 X2-Location 和 Y2-Location 选项的输入框中,显示出了矩形右上角顶点的位置坐标,修改这 4 个选项的取值,即可调整矩形的位置和大小。


(5) 单击第一个 Border 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中设置矩形轮廓线的宽度;单击第二个 Border 选项的颜色框,在弹出的 Choose Color 对话框中设置矩形轮廓线的颜色。

(6) 如果选中 Draw Solid 复选框,再单击 Fill Color 选项的颜色框,并在弹出的对话框中设置矩形的填充颜色,则所绘制的矩形将被指定的颜色填充;如果没有选中 Draw Solid 复选框,则所绘制的矩形是空心的。

(7) 设置对话框中的所有选项后,单击 OK 命令按钮,返回工作窗口。

当用户在 Drawing Tools 工具栏中选择矩形工具时,按 Tab 键,则弹出如图 3-19 所示的对话框,在其中设置矩形的各个属性,然后在图纸中单击两次,确定矩形的两个顶点,即可完成绘制矩形的操作。这是绘制矩形的另一种方法。

注意: 在图纸中单击矩形,则在矩形的周围显示出 8 个节点。拖动矩形上边和下边上的节点,可以调整矩形的高度;拖动矩形左边和右边上的节点,可以调整矩形的宽度;拖动矩形顶角上的节点,即可同时调整矩形的高度和宽度。

绘制圆角矩形的方法与绘制矩形的方法大同小异。在 Drawing Tools 工具栏中单击  按钮,选择绘制圆角矩形的工具,然后在图纸中单击两次,确定矩形的两个顶点的位

置,即可绘制圆角矩形,如图 3-20 所示。由于矩形带有圆角,因此所谓顶点,指的是矩形的边引申出来以后相交的交点。

设置圆角矩形属性的对话框如图 3-21 所示,其中多了 X-Radius 和 Y-Radius 两个选项,用来设置矩形圆角的半径。这两个选项的值可以相同,也可以不同,用户可以根据需要来设置。对话框中的其他选项与图 3-19 所示的对话框中的选项功能相似,这里就不赘述了。

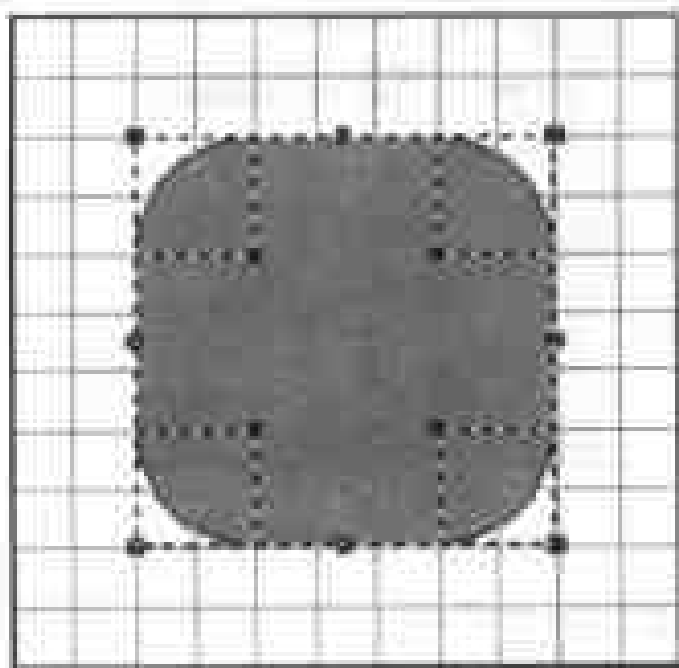


图 3-20 绘制圆角矩形

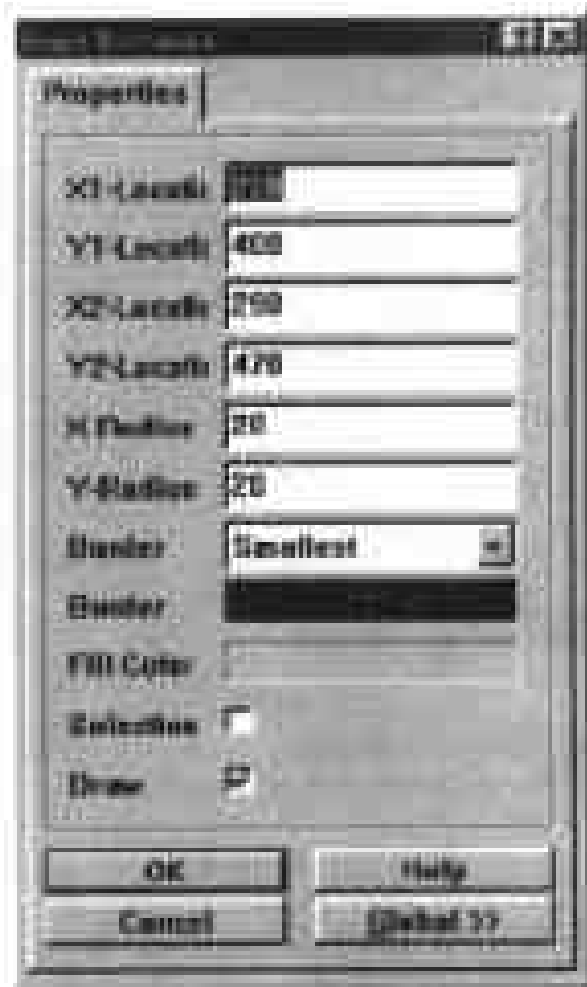


图 3-21 设置圆角矩形属性的对话框

注意: 在图纸中单击圆角矩形,则在圆角矩形上显示出 12 个节点。拖动矩形上边和下边上的节点,可以调整矩形的高度;拖动矩形左边和右边上的节点,可以调整矩形的宽度;拖动矩形顶角上的节点,即可同时调整矩形的高度和宽度;拖动矩形内部的节点,则可以调整矩形圆角的大小和弧度。

3.1.7 绘制椭圆和扇形

在 Drawing Tools 工具栏中同样提供了直接用来绘制椭圆和扇形的工具,使用方法也很简单。下面详细说明绘制扇形工具的操作步骤:

(1) 在 Drawing Tools 工具栏中单击  按钮,选择绘制扇形工具,此时鼠标箭头变为十字光标。

(2) 将十字光标移到图纸中的适当位置单击,确定扇形的中心位置,继续移动鼠标到适当的位置单击,确定扇形的半径大小。

(3) 此时十字光标自动移到扇形弧线的一端,移动鼠标在适当的位置单击,确定扇形的起始位置;然后十字光标自动移到扇形弧线的另一端,在适当的位置单击即可确定扇形

的终止位置。

(4) 右击鼠标,结束绘制扇形的工作,得到如图 3-22 所示的效果。

(5) 如果用户需要对扇形的属性进行修改,可以在图纸中双击扇形,即可弹出如图 3-23所示的对话框。

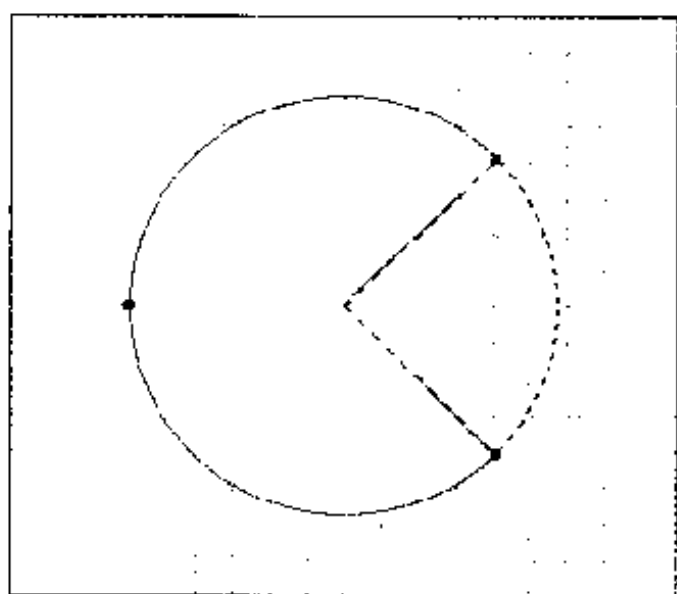


图 3-22 绘制扇形

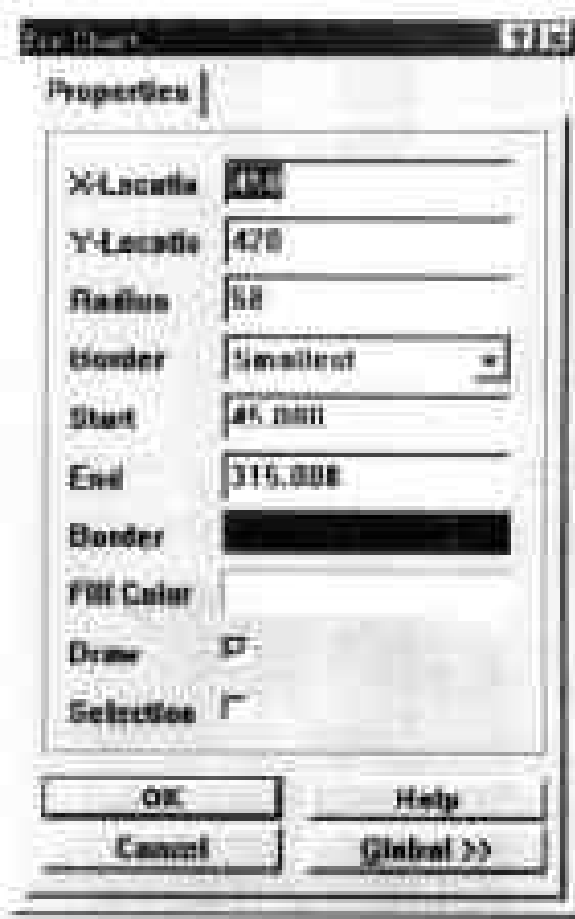


图 3-23 设置扇形的属性


(6) 在对话框的 X-Location 和 Y-Location 选项输入框中显示出了扇形中心的位置坐标,修改这两个输入框中的数值,就可以调整扇形在图纸中的位置。

(7) 在 Radius 选项输入框中填入数值,即可设置扇形的半径;在 Start 和 End 选项输入框中,用户可以设置扇形的起始和终止角度。

(8) 单击第一个 Border 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中提供了 4 个选项,供用户设置扇形轮廓线的宽度;单击第二个 Border 选项的颜色框,在弹出的 Choose Color 对话框中即可设置扇形轮廓线的颜色。

(9) 选中 Draw Solid 复选框,然后单击 Fill Color 选项的颜色框,在弹出的 Choose Color 对话框中选定颜色,即可用选定的颜色填充扇形。设置好对话框中的各个选项之后,单击 OK 命令按钮,返回工作窗口。

注意: 在图纸中单击扇形,即可在扇形上显示出它的 3 个节点,如图 3-22 所示。移动扇形弧线中央的节点,即可调整扇形的大小;拖动扇形弧线两端的节点,即可调整扇形的起始和终止角度。在图纸中再次单击扇形(两次单击而不是双击),则鼠标箭头变为十字光标,而且扇形粘在十字光标上,移动十字光标到适当位置单击,即可将扇形放置在新的位置上。

在 Drawing Tools 工具栏中单击  按钮,选择绘制椭圆的工具,在图纸中的适当位置单击,确定椭圆的中心位置、横轴端点、纵轴端点,即可在图纸中绘制椭圆,如图 3-24 所

示。在图纸中单击椭圆,在它上面显示两个节点,移动这两个节点,即可调整椭圆的宽度和高度。

如果用户在图纸中双击椭圆,即可弹出如图 3-25 所示的对话框。

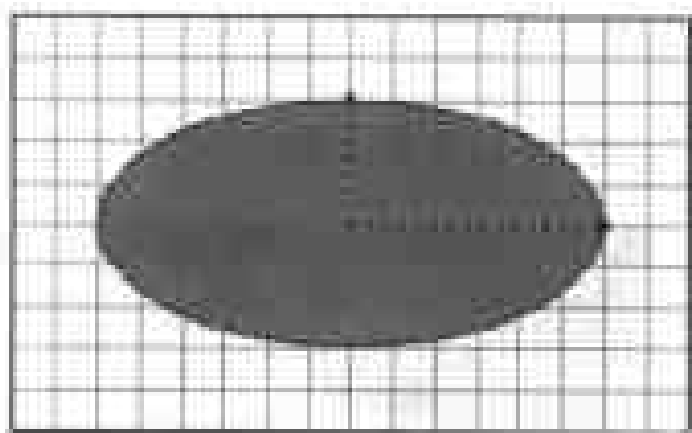


图 3-24 在图纸中绘制椭圆



图 3-25 设置椭圆属性的对话框


在此对话框的 X-Location 和 Y-Location 选项输入框中填入数值,可以设置椭圆中心的位置;调整 X-Radius 和 Y-Radius 选项输入框中的数值,即可设置椭圆横轴和纵轴的长度,调整椭圆的宽度和高度。对话框中的其他选项与图 3-23 所示的对话框中的同名选项功能相同,这里就不赘述了。

3.2 文字标注和图像

在电路原理图中,有时为了更清楚地解释电路中各个元件的关系,便于用户看图,需要在图纸中额外添加文字说明。在 Drawing Tools 工具栏中提供了在图纸中添加文字的工具,下面分别加以介绍。

3.2.1 添加文字标注

如果用户只需要在图纸中添加很短的说明文字,可以使用文字标注工具,它的使用方法如下:

- (1) 在 Drawing Tools 工具栏中单击  按钮,选择文字标注工具,此时鼠标箭头变为十字光标,并带有一个虚线框。
- (2) 在图纸中移动十字光标,在适当的位置单击,确定添加文字标注的位置,然后右击鼠标,即在图纸中放置了文字标注,其内容为默认 Text,如图 3-26(a)所示。
- (3) 在图纸中单击文字标注,在它的周围显示虚线框,表示文字已经被选中;再次单

击,则显示出实线框,如图 3-26(b)所示。在实线框中可以修改标注的内容,修改后单击图纸中的其他空白处,取消对文字标注的选择,得到如图 3-26(c)所示的效果。

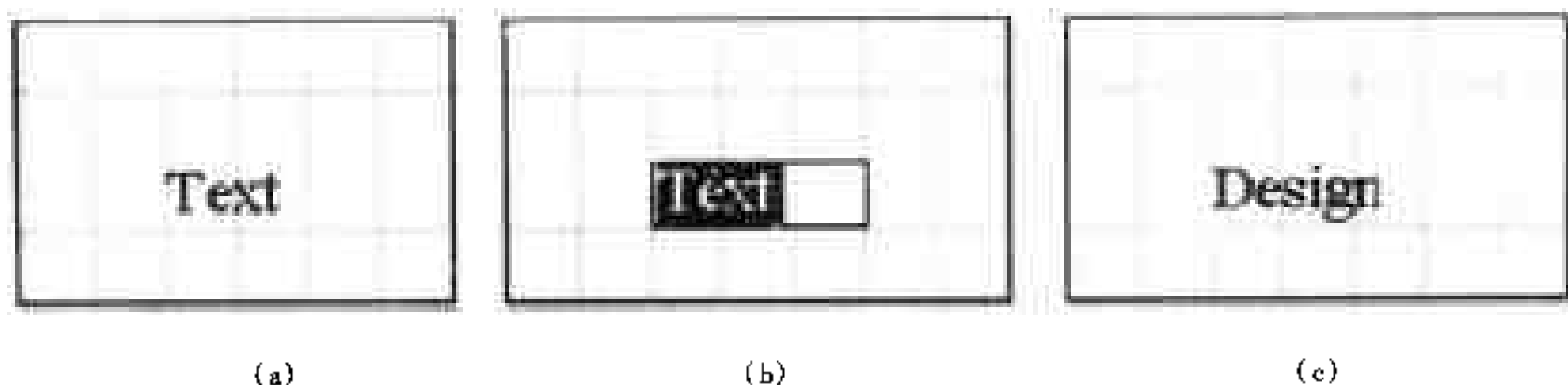


图 3-26 添加文字标注

(4) 如果用户需要对文字标注的其他属性进行编辑,可以在图纸中双击文字标注,弹出如图 3-27 所示的对话框。

(5) 单击对话框顶部的 Text 下拉列表框,可以在弹出的下拉列表中选择默认的标注内容或者在下拉列表框中单击,然后直接输入用户所需要的标注内容。

(6) 在 X-Location 和 Y-Location 选项输入框中给出了文字标注在图纸中的位置坐标,修改这两个选项的值,可以调整文字标注在图纸中的位置。

(7) 单击 Orientation 下拉列表框,在弹出的下拉列表中提供了 0 Degrees, 90 Degrees, 180 Degrees 和 270 Degrees 4 个选项,供用户设置文字标注的方向,即旋转角度。

(8) 单击 Color 选项的颜色框,即可在弹出的 Choose Color 对话框中设置文字标注的颜色。单击 Font 选项的 Change 命令按钮,即可弹出如图 3-28 所示的对话框,在此对话框中可以设置文字标注中文字的字体、字体样式和大小等属性。

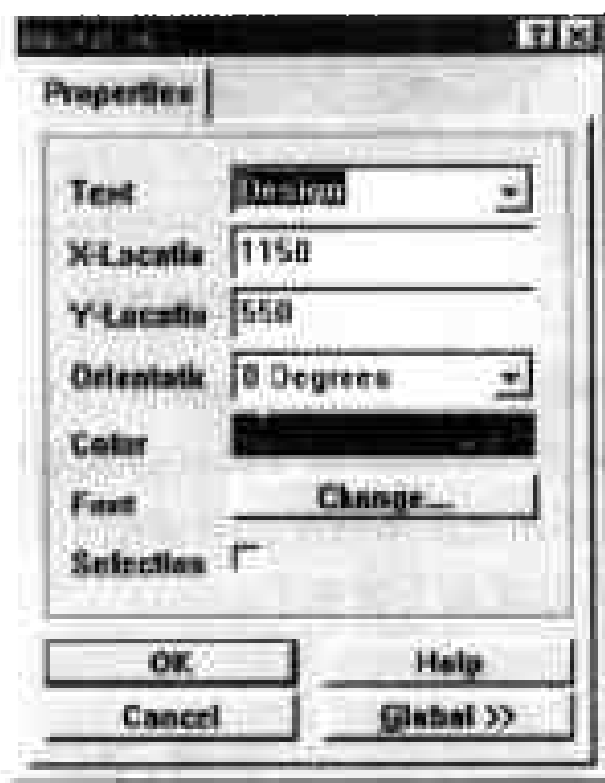



图 3-27 设置文字标注属性的对话框

注意: 在图纸中单击文字标注,按住鼠标左键,则鼠标箭头变为十字光标,并带有一个虚线框,移动十字光标到图纸中的任何地方,释放鼠标左键,即可将文字标注放置在新的位置上。

3.2.2 添加文本框

在 Drawing Tools 工具栏中除了提供文字标注工具,供用户在图纸中添加标注文字以外,还提供了—个文本框工具,供用户在图纸中添加大段的文字,它的使用方法如下:

(1) 在 Drawing Tools 工具栏中单击  按钮,选择文本框工具,此时鼠标箭头变为十

字光标。

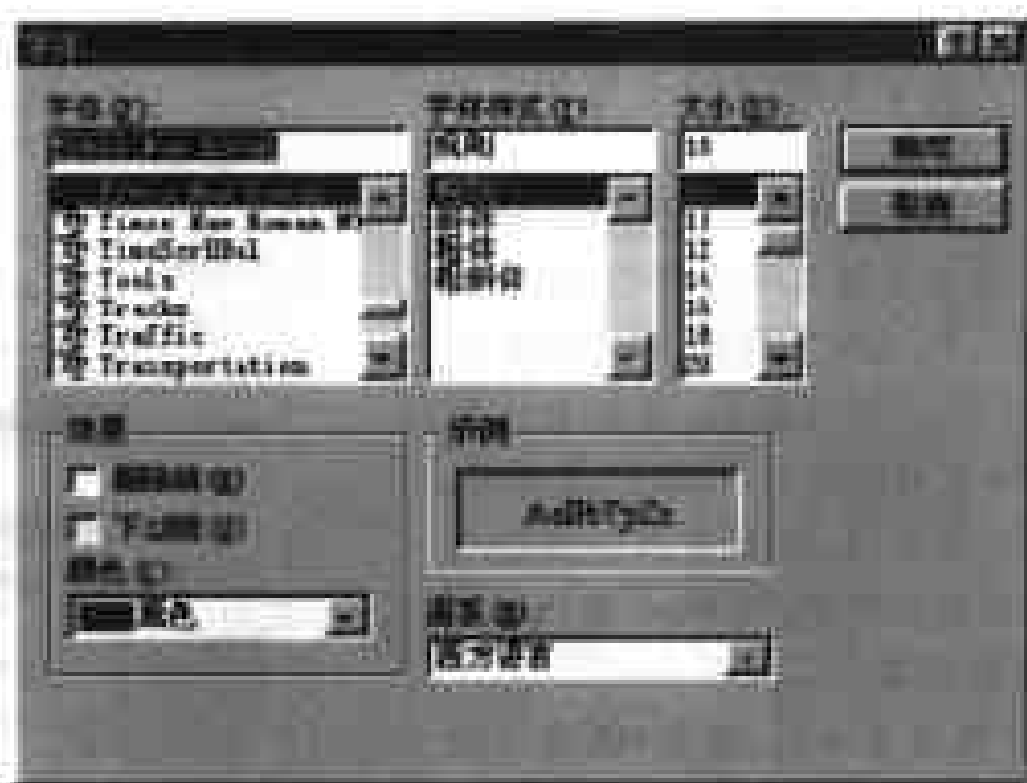


图 3-28 设置字体属性的对话框

(2) 将十字光标移动到图纸中的某处单击,确定文本框的一个顶点的位置;继续移动十字光标到图纸中的另一处单击,确定文本框对角线上的另一个顶点的位置,右击鼠标,结束文本的绘制工作,得到如图 3-29 所示的效果。

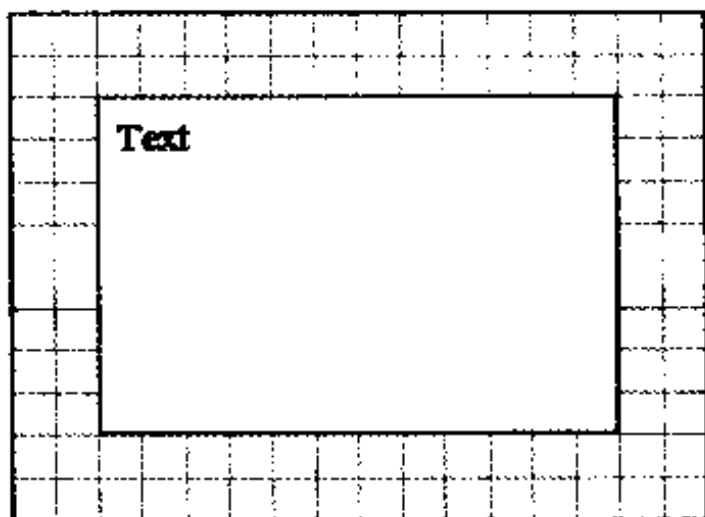


图 3-29 在图纸中绘制文本框

(3) 此时的文本框中还没有填入文本内容,如果用户需要在其中填入内容,或者修改文本框的属性,可以在图纸中双击文本框,即可弹出如图 3-30 所示的对话框。

(4) 在弹出的 Text Frame 对话框中,X1-Location 和 Y1-Location 两个选项输入框中给出了文本框左下角顶点的位置坐标,在 X2-Location 和 Y2-Location 两个选项输入框中给出了文本框右上角顶点的位置坐标,调整这 4 个选项输入框中的数值,就可以调整文本框的位置和大小。

(5) 单击对话框中的第一个 Border 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中包含 Smallest, Small, Medium 和 Large 4 个选项,供用户设置文本框轮廓线的宽度。

(6) 单击第二个 Border 选项的颜色框,即可在弹出的 Choose Color 对话框中指定文本框轮廓线的颜色。单击 Show 复选框,则在图纸中的文本框周围显示出它的轮廓线。

(7) 单击 Draw 复选框,使文本框为实心的方框,然后单击 Fill Color 选项的颜色框,在弹出的 Choose Color 对话框中指定文本框的填充颜色为红色。

(8) 单击第二个 Text 选项的颜色框,在弹出的 Choose Color 对话框中设置文字的颜色为白色。单击对话框顶部第一个 Text 选项的 Change 命令按钮,弹出如图 3-31 所示的对话框,在此对话框中输入要填入文本框中的内容。(需要注意的是,在这个对话框中输入文本时,不具有自动换行的功能。图中为了显示文本内容,用 Enter 键进行了换行,实际使用时不必须换行。)

(9) 在文本框中输入文本后,单击 OK 命令按钮,返回 Text Frame 对话框。单击 Font 选项的 Change 命令按钮,在弹出的对话框中设置文本框中文字的字体、字体样式和大小等属性。

(10) 单击 Alignment 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中提供了 Left, Center 和 Right 3 个选项,供用户设置文本框中文字的对齐方式,从中选择 Left 选项,设置文字左对齐。

(11) 单击 Word Wrap 复选框,使文字超出文本框的边界时,能够自动换行;单击 Clip To Area 复选框,使文本框中的文字与文本框的轮廓线之间留有一定的空隙。

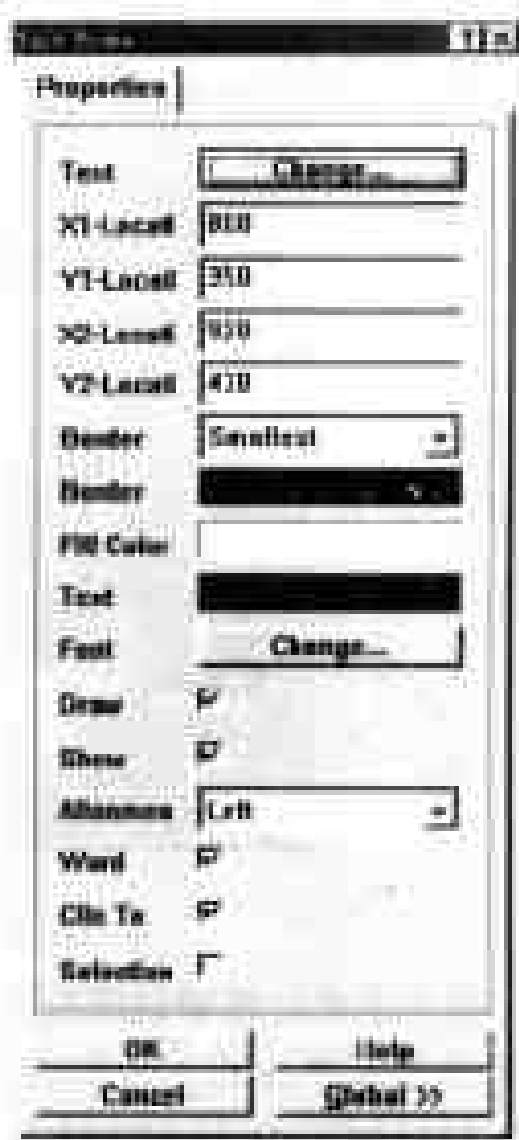


图 3-30 设置文本框的属性

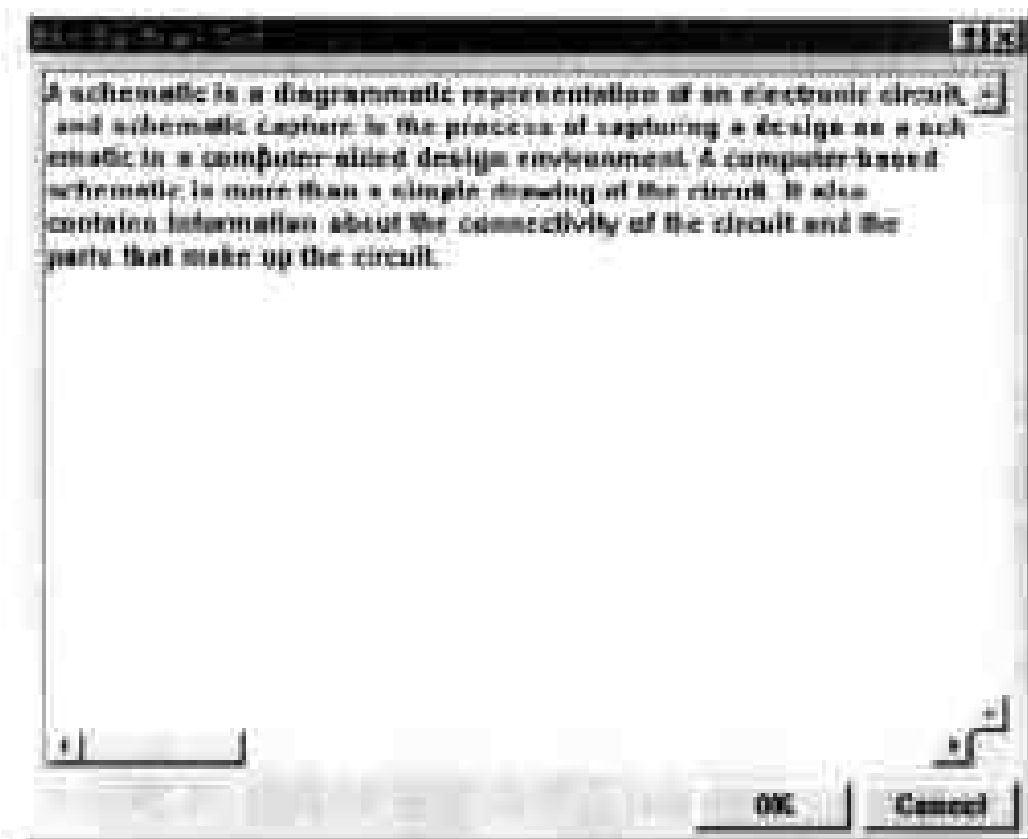


图 3-31 输入文本框中的文本内容

(12) 设置好对话框中的各个选项之后,单击 OK 命令按钮,返回工作窗口,得到如图 3-32 所示的效果。由于在图 3-31 中输入的文本过多,图纸中的文本框显示不完全,只显示出了文本的前一部分。

注意:除了在 Text Frame 对话框中通过设置文本框两个顶点的位置坐标来设置文本框的位置和大小以外,用户还可以直接在图纸中调整文本框的位置和大小。在图纸中单击文本框,在它的周围显示出 8 个节点,表示文本框被选中。移动文本框的节点,即可随意调整它的大小。如果文本框的尺寸变大,则原来没能显示在文本框中的文字将出现在文本框中,如图 3-33 所示;如果文本框尺寸变小,则原有的一部分文字将消失。单击文本框后,再次单击文本框,则鼠标箭头变为十字光标,移动十字光标,则文本框也随着移动,在适当的位置单击,即可将文本框放置在新的位置上。

3.2.3 添加图像

在 Drawing Tools 工具栏中还提供了一个添加图像的工具,利用它用户可以在图纸中添加图像,比如公司的标志等,具体操作方法如下:

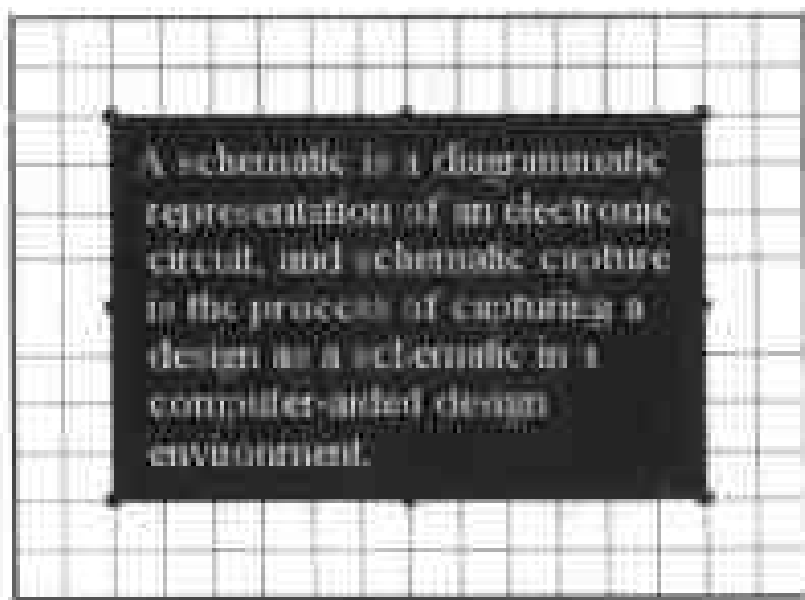


图 3-32 编辑后的文本框

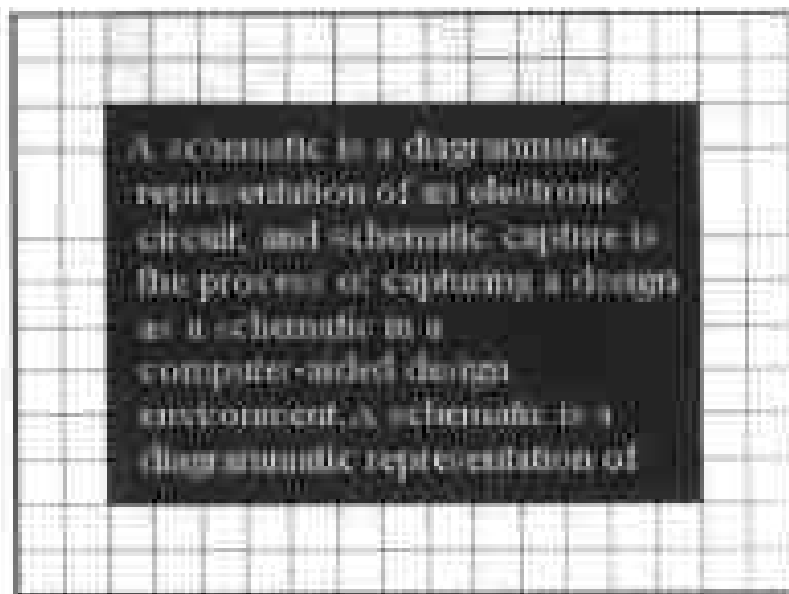


图 3-33 扩大的文本框

(1) 在 Drawing Tools 工具栏中单击  按钮,选择添加图像的工具,弹出如图 3-34 所示的对话框。



图 3-34 选择要导入图纸中的图像

(2) 在对话框中指定正确的路径,在文件类型下拉列表框中指定正确的文件类型,然后选择合适的图像文件,单击打开命令按钮,返回工作窗口。

(3) 此时鼠标箭头已经变为十字光标,移动十字光标在图纸中的适当位置单击,确定图像一个顶点的位置;然后移动鼠标到适当位置再次单击,确定图像另一顶点的位置,在图纸中放置图像。此时又弹出如图 3-34 所示的对话框,用户可以在图中继续导入图像,单击“取消”命令按钮,完成添加图像的操作,得到如图 3-35 所示的效果。

(4) 如果用户需要修改导入图纸中的图像的属性,可以在图纸中双击图像,弹出如图 3-36 所示的对话框。



图 3-35 在图纸中导入图像

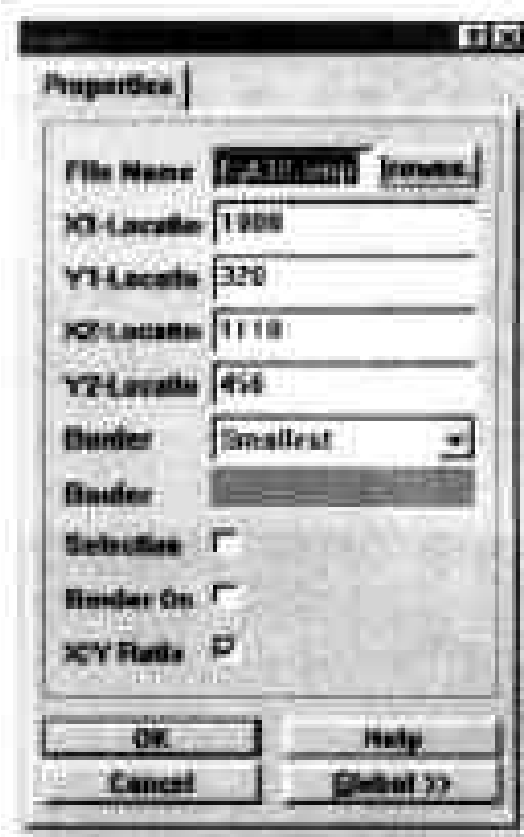


图 3-36 设置图像属性对话框

(5) 在对话框顶部的 File Name 选项的输入框中显示了导入的图形文件的文件名,单击旁边的 Browse 命令按钮,即可弹出如图 3-34 所示的对话框,供用户重新选择适当的文件。

(6) 对话框中的 X1-Location 和 Y1-Location 选项的输入框中显示出了图像在图纸中左下角顶点的位置坐标,X2-Location 和 Y2-Location 选项输入框中显示出了图像右上角顶点的位置坐标,调整这 4 个选项中的数值,可以调整图像在图纸中的位置。

(7) 单击对话框底部的 X:Y Ratio 复选框,锁定图像的长宽比。

(8) 对话框中的两个 Border 选项用来设置图像边框的宽度和颜色,取消对 Border On 复选框的选择,则图纸中不显示图像的边框。设置好对话框中的各个选项后,单击 OK 命令按钮,返回工作窗口。

以上介绍了在图纸中放置图像的方法,实际上,Drawing Tools 工具栏中的很多工具的使用方法有相似之处,很多属性的设置方法也相同,这些读者在实际使用中就能体会到。

3.3 管理和编辑对象

前面介绍了在图纸中添加几何图形、图像、文字标注等方法,下面将详细介绍在图纸中编辑各种图形、文字标注和元器件的方法。为了简便起见,下面的内容将各种图形、文字标注、元器件等统称为“对象”。掌握了管理和编辑对象的方法,就可以对原理图进行编辑、修改,得到更加清晰、布局更合理的图纸。

3.3.1 选择对象

要在图纸中对各个对象进行编辑,首先要选中它们,Protel 99 提供了多种选择对象的方法,用户可以根据实际情况,灵活使用。

1. 使用菜单命令

Protel 99 提供了菜单命令用来选择图纸中的对象,它们都集中在 Edit 菜单的 Select 子菜单中,具体功能如下:

- Inside Area——选择此命令,则鼠标箭头变为十字光标,在图纸中单击确定矩形方框的一个顶点,移动十字光标到另一处单击,确定矩形方框对角线上的另一个顶点,由此在图纸中划出一个矩形方框,方框内包含的所有对象都将被选中。被选中的对象周围将出现黄色方框,如果被选中的是文字,则该文字变为黄色,如图 3-37 所示。

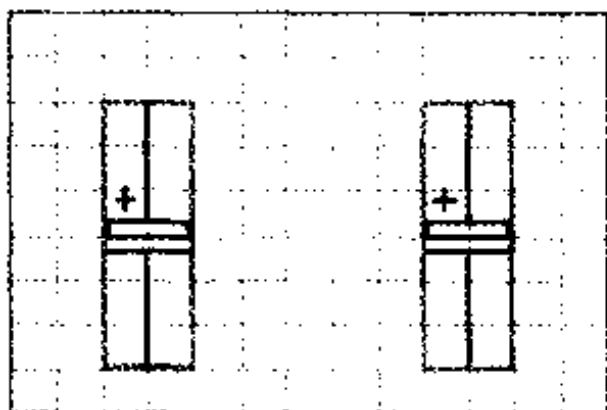


图 3-37 在图纸中选中两个对象

- Outside Area——选择此命令,然后用十字光标在图纸中单击两次,以确定矩形方框的两个顶点,划出一个矩形方框,则矩形方框以外的所有对象都将被选中。
- All——选择此命令,则原理图中的所有对象都被选中。
- Net——选择此命令,则鼠标箭头变为十字光标,移动光标在图纸中单击某一网络标号,则图纸中的所有同名网络都将被选中。
- Connection——选择此命令,鼠标箭头变为十字光标,使用十字光标在图纸中单击某一网络标号,选中此网络标号,而图纸中的其他同名网络标号不受影响。

2. 用鼠标直接选取

除了使用菜单命令以外,用户还可以使用鼠标直接在图纸中选取对象。在图纸中某一点单击,然后按鼠标左键,拖动鼠标到适当位置释放,这样在图纸中划出一个方框,该方

框中包含的所有元件都将被选中。

3. 逐一选取对象

除了在图纸中划一个方框对对象进行框选以外, Protel 99 还提供了一个命令, 供用户逐一选择图纸中的对象。选择 Edit > Toggle Selection, 使鼠标箭头变为十字光标, 然后移动十字光标, 在图纸中逐一单击想要选择的对象, 然后右击鼠标, 退出选择对象的工作状态。需要注意的是, 这个命令具有开关性质, 选择此命令后, 如果在图纸中单击某一对象两次, 就会取消对它的选择。

4. 取消选择

在图纸中选择了多余的对象后, 就需要取消对它们的选择, 在 Protel 99 中提供了专门的取消选择命令。选择 Edit > DeSelect, 在弹出的子菜单中包含了 3 个命令:

- Inside Area——选择此命令, 鼠标箭头变为十字光标, 在图纸中单击两次, 分别确定矩形方框的两个顶点, 划出一个矩形方框, 则方框内所有被选中的对象被取消选择。

- Outside Area——选择此命令, 然后在图纸中单击两次, 确定矩形方框的两个顶点, 划出一个矩形方框, 则方框外的所有被选中的对象将被取消选择。

- All——选择此命令, 则图纸中所有已经被选中的对象将被取消选择。

3.3.2 拷贝、剪切、粘贴对象

在图纸中进行编辑时, 有时需要移动对象, 有时则需要进行拷贝、剪切、粘贴的操作。拷贝和剪切对象的时候, 对象的副本都会被暂时保存在 Windows 剪贴板中, 供用户取用。打开在第 2 章中绘制的电路原理图, 以它为例, 分别介绍这 3 种操作。

1. 拷贝对象

剪切对象的操作使被剪切的对象在图纸中消失, 而拷贝对象的操作对图纸中的原对象则没有任何影响。拷贝对象的操作步骤如下:

- (1) 在图纸中选中要进行拷贝的对象, 在对象周围显示出黄色方框, 如图 3-38(a) 所示。

- (2) 选择 Edit > Copy, 此时鼠标箭头变为十字光标, 移动十字光标到被选中的对象的基准点单击, 完成拷贝操作, 此时图纸中的对象没有任何变化。

2. 剪切对象

在图纸中剪切对象, 则被剪切的对象将从图纸上消失, 它的副本将被保存在剪贴板中, 供用户取用。但是, 如果用户进行了新的剪切或拷贝操作, 剪贴板中的内容将被更新。剪切对象的操作步骤如下:

- (1) 首先在图纸中选中要进行剪切的对象, 在它的周围显示出黄色方框, 如图 3-38(a) 所示。

- (2) 在图中被选中的除了一个电容元件以外, 还有一个节点。选择 Edit > Cut, 鼠标箭头变为十字光标。

- (3) 移动十字光标到选中对象的基准点, 即用来确定对象位置的参考点处单击, 完成剪切操作, 此时被剪切的对象将从图纸中消失, 如图 3-38(b) 所示。

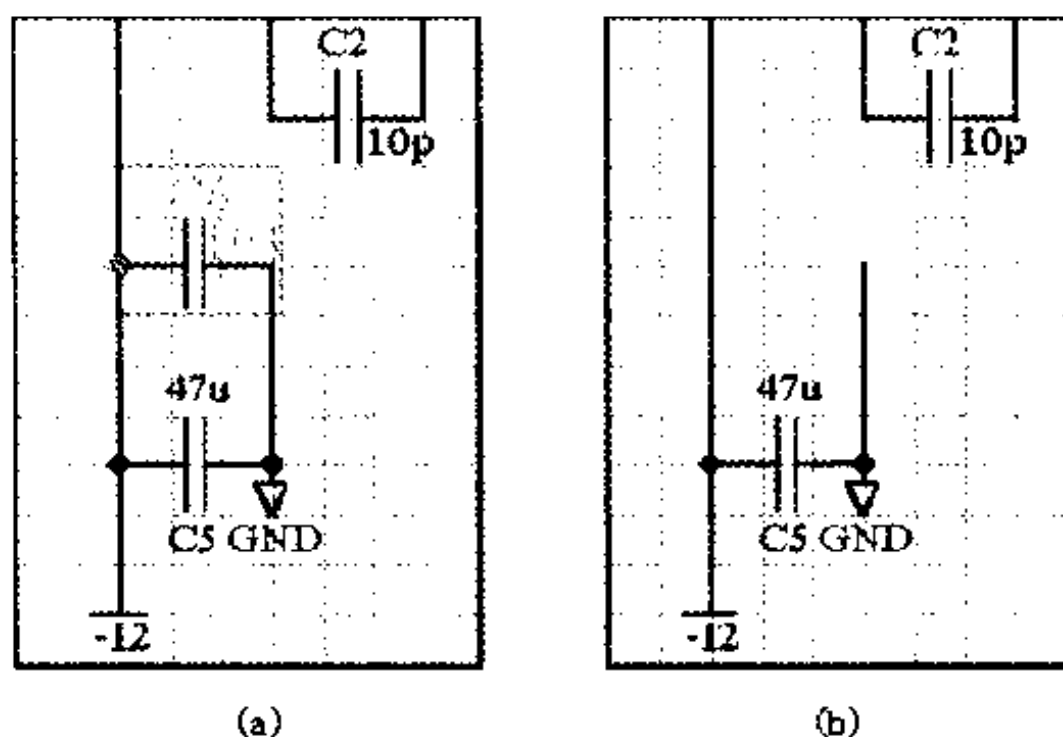


图 3-38 剪切对象后的效果

3. 粘贴对象

对被选中的对象进行了剪切或拷贝操作以后,被剪切或拷贝的对象的副本就保存在 Windows 的剪贴板中,然后进行粘贴操作,就可以将剪切或拷贝的对象粘贴在图纸中的任何地方。粘贴对象的步骤如下:

- (1) 进行拷贝或剪切工作后,选择 Edit > Paste,此时鼠标箭头变为十字光标。
- (2) 将十字光标移动到图纸中的适当位置单击,将剪贴板中的对象放置在图纸中,此时新放置的对象周围也显示出黄色方框,表示处于被选中的状态,如图 3-39 所示。

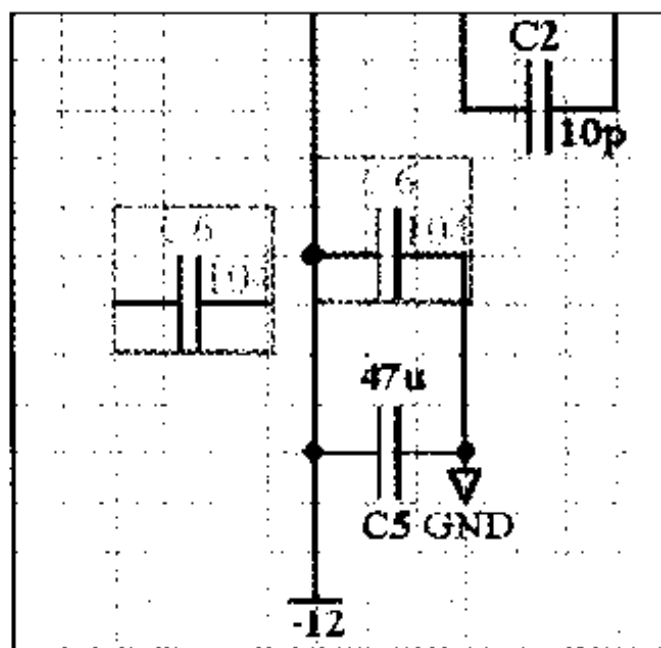


图 3-39 在图纸中粘贴对象

(3) 粘贴在图纸中的对象与剪切或拷贝的原对象具有相同的属性,如果要修改它的属性,只需要在图纸中双击该对象,即可弹出用来修改其属性的对话框。

在图纸中粘贴对象的操作非常简单,但是,按照以上步骤,每次只能在图纸中粘贴一个对象。如果用户需要在图纸中重复粘贴同一个对象,可以使用 Protel 99 提供的添加复制元件工具,它位于 Drawing Tools 工具栏中,使用方法如下:

- (1) 选择 View > Toolbars > Drawing Tools,在工作窗口中弹出 Drawing Tools 工具栏,单击


其中的  按钮,选择添加复制元件工具,弹出如图 3-40 所示的对话框。



图 3-40 添加复制元件工具的对话框

(2) 在对话框的 Placement Variables 选区中的 Item Count 选项输入框中输入数值 3,设置需要重复粘贴的对象数目。

(3) 调整 Text 选项输入框中的数值为 1,如果粘贴的对象名称是具有数字尾数的字符串,则这个选项的取值就是每次自动增加的数目。

(4) 在 Spacing 选区中调整 Horizontal 和 Vertical 两个选项输入框中的数值,设置粘贴对象的水平间距和垂直间距。设置 Horizontal 选项取值为 0, Vertical 选项取值为 30,则粘贴在图纸中的对象在垂直方向排成一行,间距为 30 mil。

(5) 设置好对话框中的各个选项后,单击 OK 命令按钮,返回工作窗口。此时鼠标箭头变为十字光标,在图纸中的适当位置单击,放置排成一行的粘贴对象,得到如图 3-41 所示的效果。

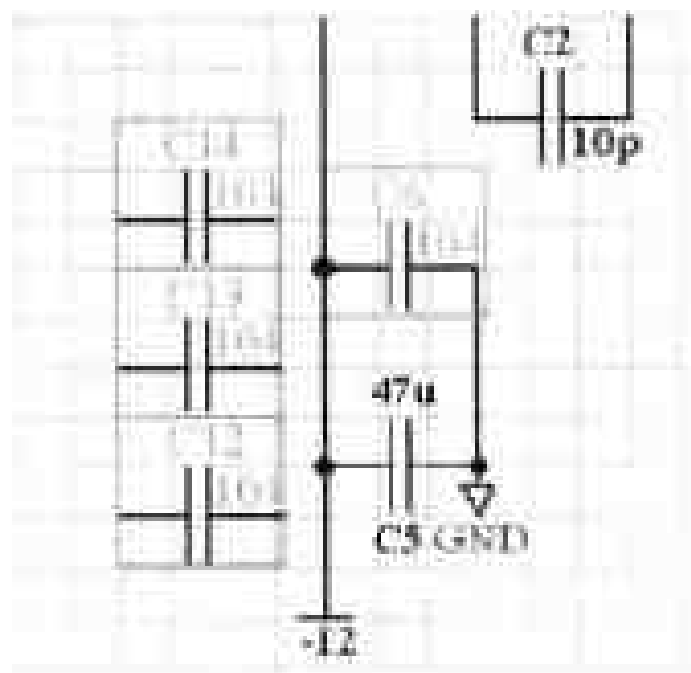


图 3-41 重复粘贴多个对象

3.3.3 调整对象的层次关系

在 Protel 99 中引入了图层的概念,也就是说在图纸中所绘制的对象,并不都处在同一图层中,先绘制的对象处于图纸的下层,最后绘制的对象处于图纸的最顶层。当绘制的对象不透明时,我们就可以看到,处于上层的对象会遮挡住处于下层的对象。在对原理图进行编辑时,有时需要调整对象的层次关系,Protel 99 提供了这方面的相关命令。

1. 移到顶层或底层

为了更好地说明问题,我们使用 Drawing Tools 工具栏中提供的工具,在图纸中绘制四个几何图形,如图 3-42 所示。它们具有不同的填充颜色,并且交叉重叠在一起。下面以图中的对象为例,说明调整对象层次关系的操作步骤。

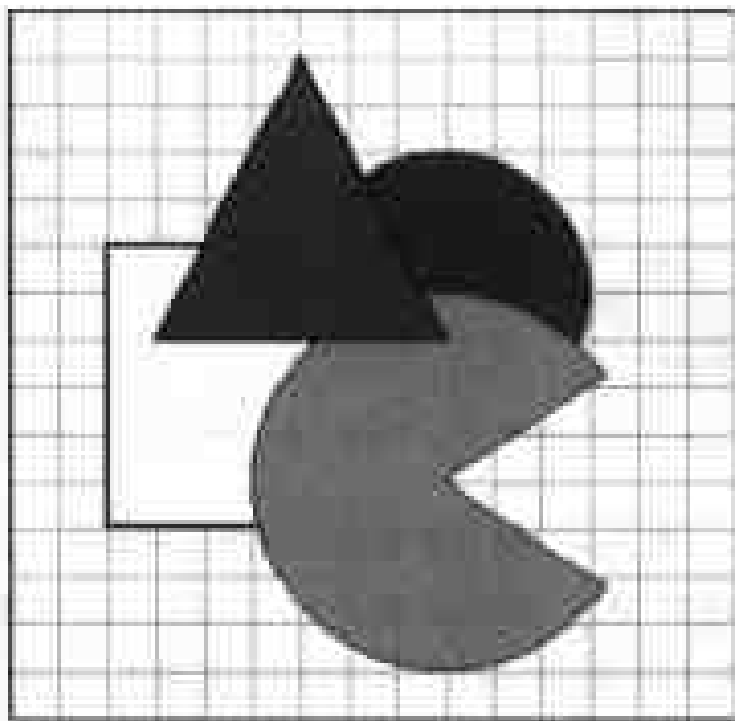


图 3-42 重叠在一起的几何图形

以红色的圆形对象为例,将它移动到图纸顶层的操作步骤如下:选择 Edit > Move > Bring To Front,此时鼠标箭头变为十字光标,在图纸中移动十字光标到红色圆形对象单击,则圆形对象就被移到图纸的最上层,遮住其他对象,右击鼠标,退出调整层次关系的工作状态,得到如图 3-43(a)所示的效果。

注意:在 Edit > Move 子菜单中,除了 Bring To Front 命令以外,还提供了一个 Move To Front 命令,使用它也可以将对象移到图纸的顶层,此外,还可以顺便调整对象在图纸中的位置。选择此命令后,用十字光标在图纸中单击对象,则对象就粘在十字光标上,移动十字光标到适当位置单击,将对象放置在新的位置上,并调整到图纸的顶层。

以图 3-42 中的绿色三角形对象为例,将它移到图纸底层的操作步骤如下:选择 Edit > Move > Send To Back,则鼠标箭头变为十字光标,在图纸中用十字光标单击绿色的三角形对象,即可将它移到图纸的底层,右击鼠标,得到如图 3-43(b)所示的效果。

2. 对象之间的层次关系

除了专门的将对象移到顶层或底层的命令以外,Protel 99 还提供了在对象之间调整层次关系的命令。我们仍然以图 3-42 中的 4 个对象为例,图中的红色圆形对象在矩形对象之上,在黄色扇形对象之下,而绿色三角形对象在最顶层。下面将红色圆形对象移到绿色三角形对象和黄色扇形对象之间,即颠倒圆形和扇形对象的层次关系,其操作步骤如下:

(1) 选择 Edit > Move > Bring To Front Of,此时鼠标箭头变为十字光标。

(2) 将十字光标移到红色圆形对象上单击,此时红色圆形对象暂时消失,如图 3-44(a)所示。

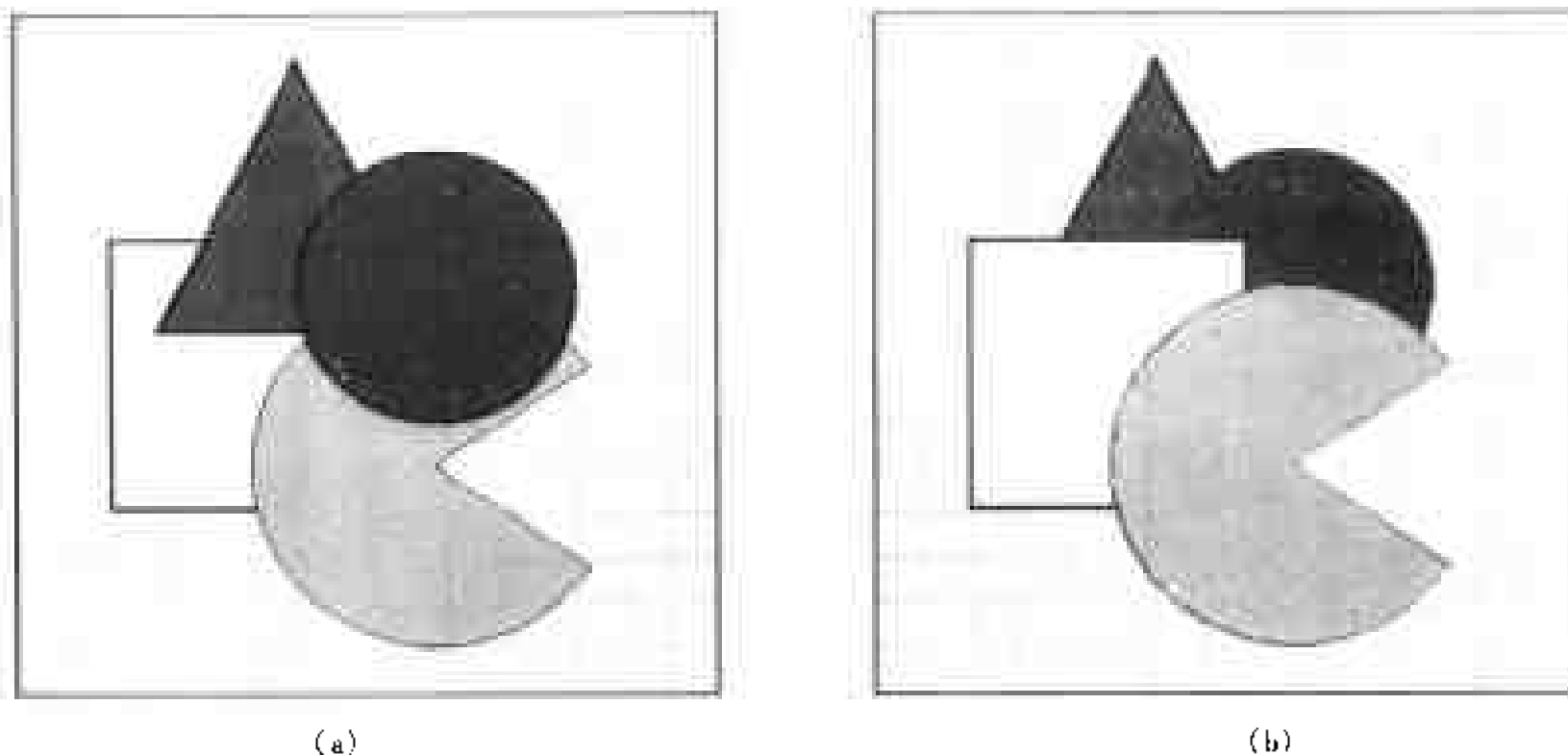


图 3-43 将对象分别移到顶层和底层

(3) 继续移动十字光标到黄色扇形对象上单击,则红色圆形对象显示在黄色扇形对象上面,此时鼠标箭头仍为十字光标,用户可以继续调整其他对象的层次关系。

(4) 右击鼠标,结束调整对象层次关系的操作,得到如图 3-44(b)所示的效果。图中各个对象的位置关系没有改变,但是层次关系改变了。

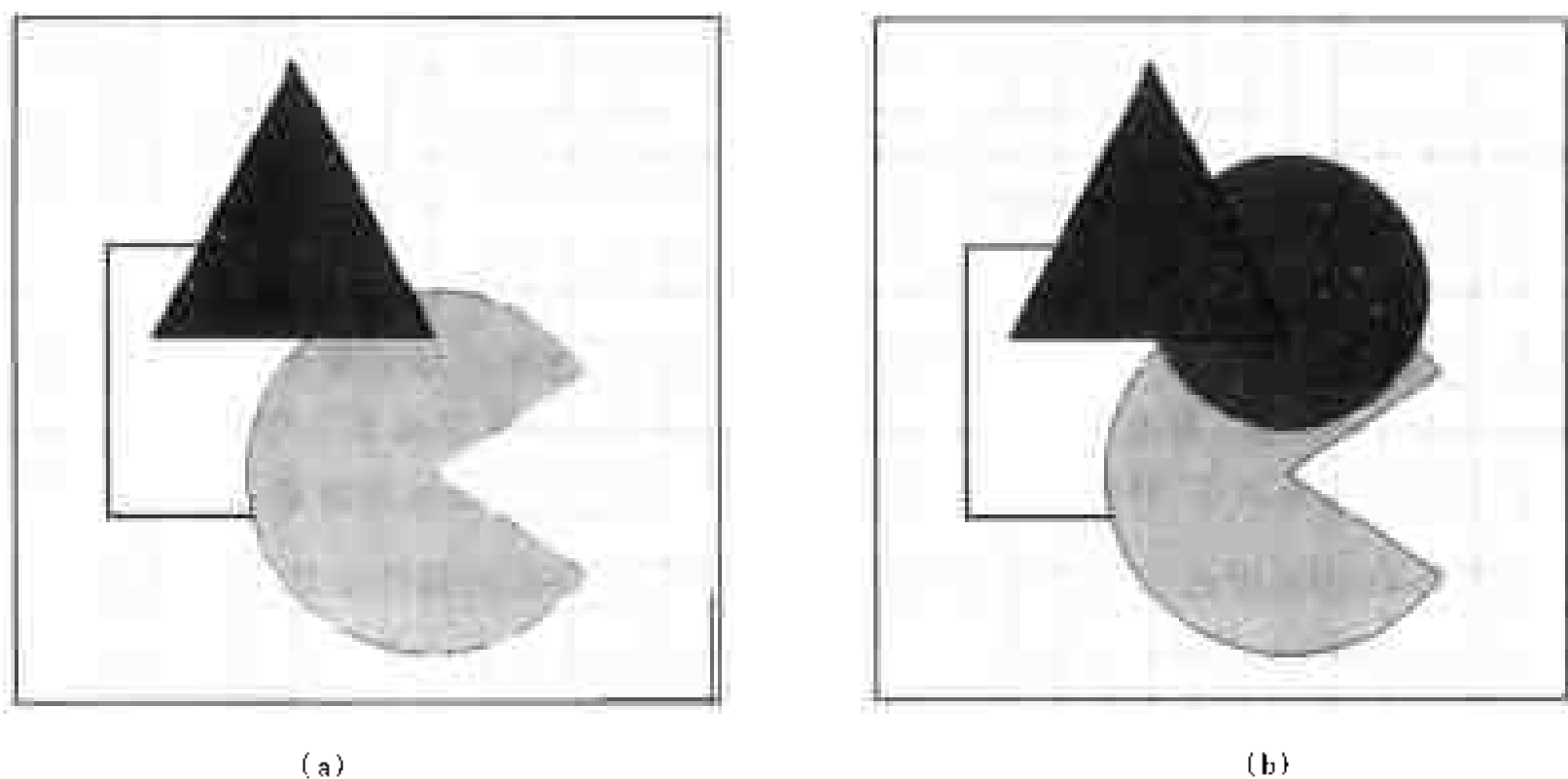


图 3-44 调整对象之间的层次关系

以上介绍的是将某一对象移到另一对象上层的步骤,如果需要将某一对象移到另一对象下层,可以选择 Edit > Move > Send To Back Of,此命令的使用方法与上述介绍类似,读者可以自己试一试。

3.3.4 对齐、排列对象

在设计电路原理图的时候,为了使图纸整齐、美观,往往需要将各个元件排列、对齐,如果仅仅依靠在图纸中放置元件时一个个的排列、对齐,要花费大量时间。Protel 99 提供

了一组用于排列、对齐对象的命令,使用这些命令,便可以轻而易举地完成大量对象的排列、对齐工作。

1. 对齐对象的菜单命令

Protel 99 提供了丰富的菜单命令,供用户进行各种方式的对齐操作。这些命令都集中在 Edit > Align 子菜单中,它们的功能如下:

- Align Left——选择此命令,可以使选中的各个对象左对齐。
- Align Right——选择此命令,使选中的各个对象右对齐。
- Center Horizontal——选择此命令,使选中的各个对象的水平中心点在垂直方向上中间对齐。
- Distribute Horizontally——选择此命令,使选中的各个对象在水平方向上等距离分布。
- Align Top——选择此命令,使被选中的各个对象顶端对齐。
- Align Bottom——选择此命令,使被选中的各个对象底端对齐。
- Center Vertical——选择此命令,使选中的各个对象的垂直中心点在水平方向上中间对齐。
- Distribute Vertically——选择此命令,使被选中的各个对象在垂直方向上等距离分布。

在图纸中选择了要进行对齐的对象后,从 Edit > Align 子菜单中选择适当的命令,可以一步完成对象的对齐和排列操作。实际操作中,为了使对象能够按照设计者的意图在正确的位置对齐,有时需要进行多次排列、对齐的操作,进行细致地调整。

2. 对齐命令的使用方法

有时,用户希望能够同时实现两种对齐或排列操作,比如使对象既能在垂直方向上均匀分布,又能使中心点在垂直方向上中间对齐。如果使用上述菜单命令,需要分两步进行,而使用 Protel 99 提供的 Align 命令,则只需一步即可,操作步骤如下:

(1) 使用鼠标在图纸中同时选中需要进行排列、对齐的对象,在每个对象的周围显示出黄色方框,表示它们处于被选中的状态,如图 3-45 所示。

(2) 选择 Edit > Align > Align,弹出如图 3-46 所示的对话框。

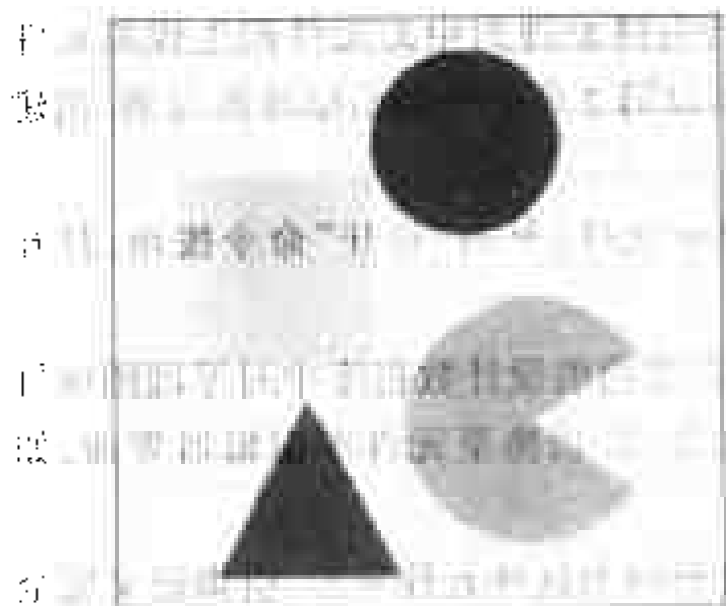


图 3-45 在图纸中选中对象

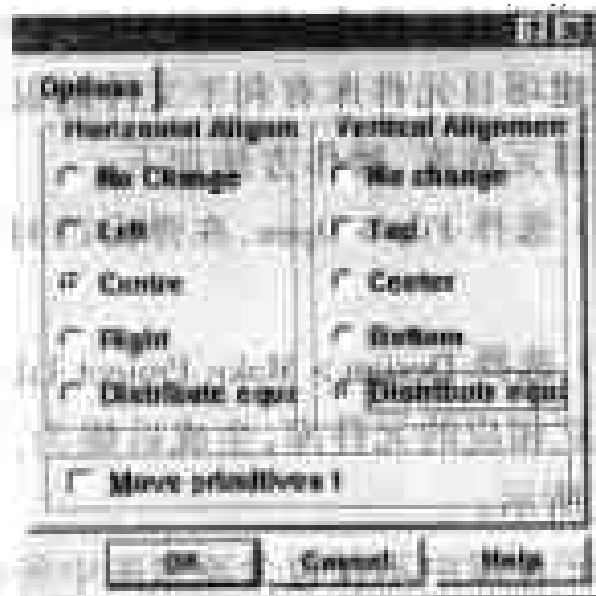


图 3-46 设置对齐的对话框

(3) 在对话框左边的 Horizontal Alignment 选区中, 包含 5 个单选钮, 供用户设置被选中的对象在水平方向上的排列与对齐操作, 如果不需要进行水平方向上的排列、对齐, 则单击 No Change 单选钮。本例中单击 Centre 单选钮, 令被选中的对象在水平方向的中心点在垂直方向上中间对齐, 功能与 Edit > Align > Centre Horizontal 命令相同。

(4) 在对话框右边的 Vertical Alignment 选区中, 也包含 5 个单选钮, 供用户设置被选中的对象在垂直方向上的排列与对齐操作。单击 Distribute equally 单选钮, 令被选中的对象在垂直方向上均匀分布, 其功能与 Edit > Align > Distribute Vertically 命令相同。

(5) 设计好对话框中的各个选项后, 单击 OK 命令按钮, 返回工作窗口, 得到如图 3-47 所示的效果。

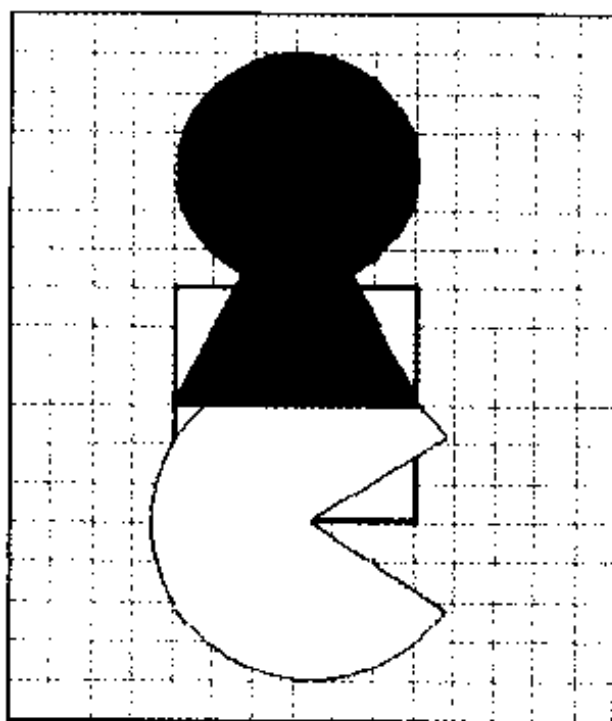


图 3-47 对齐后的效果

在如图 3-46 所示的 Align objects 对话框中, 通过选择不同的组合方式, 可以实现不同方式的对齐、排列操作。此对话框中各个单选钮的功能与 Edit > Align 子菜单中的命令相对应, 如果单击 No Change 单选钮, 则在此方向上不进行操作。

3.4 原理图编辑器的其他功能

原理图编辑器的功能十分强大, 充分地利用它提供的各种功能, 有助于我们更有效地管理设计项目、提高编辑原理图的效率。

3.4.1 创建项目元件库

所谓项目元件库, 是指根据设计项目中所包括的电路原理图中的元件而生成的元件库。创建项目元件库有利于文件的保存和交换, 下面以第 2 章中绘制的原理图为例, 创建它的项目元件库, 操作方法如下:

(1) 选择 File > Open, 在弹出的对话框中选择目标文件, 单击“打开”命令按钮, 打开文件。

(2) 选择 Design > Make Project Library, 系统自动在当前的设计数据库中对原理图项目文件建立相应的元件库, 生成后缀为 .lib 的元件库文件, 并切换至元件库编辑器界面, 如图 3-48 所示。

在元件库中不仅包含原理图所包含的元件, 还包括与这些元件外形、引脚定义完全相同的其他元件, 为用户提供了多种选择。元件库中的所有元件按照外形、引脚定义等被分成若干组, 同组中的元件可以相互替代, 便于文件交换。

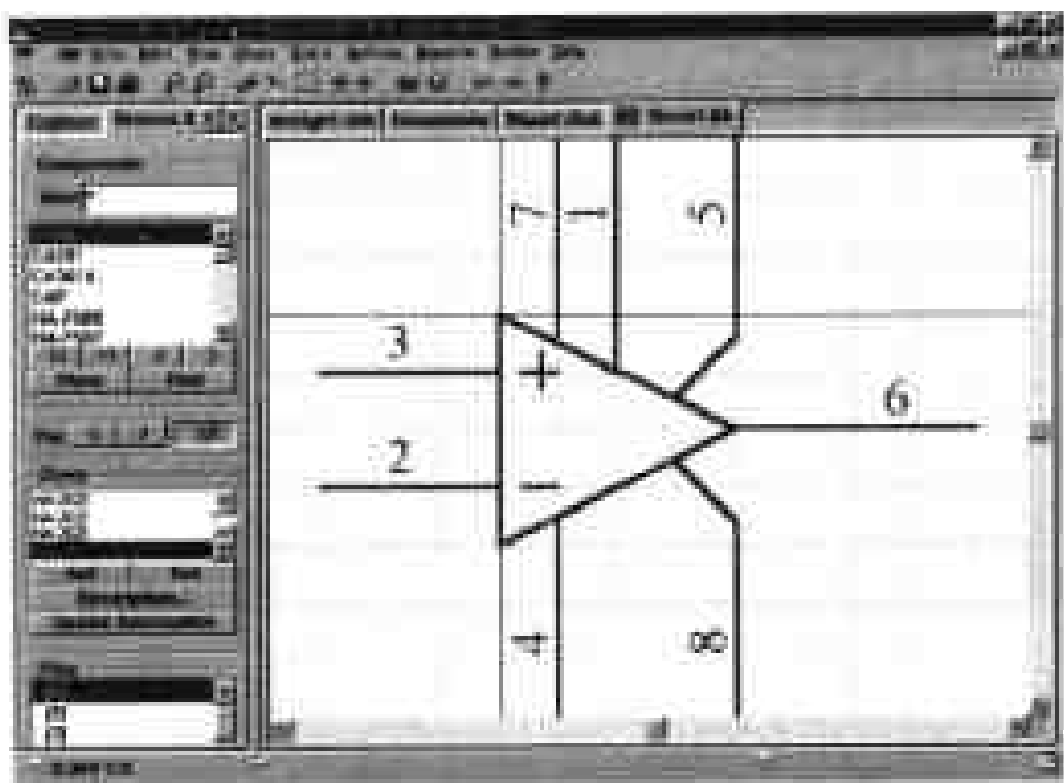


图 3-48 创建项目元件库后的界面

3.4.2 整体编辑功能

在编辑原理图时,有时需要对图中的多个相同元件进行相同的修改,这时可以利用 Protel 99 的整体编辑功能,同时修改多个元件。以第 2 章所绘制的电路原理图为例,修改其中的所有接地符号的形状,操作步骤如下:

(1) 打开电路原理图文件,在图纸中双击任意一个接地符号,弹出如图 3-49 所示的对话框。

(2) 对话框中各个选项的功能在前面的内容中已经介绍过了,这里就不赘述了。单击 Style 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中提供了系统预置的几种接地符号的形状,从中选择 Power Ground,更改被选中的接地符号的形状。

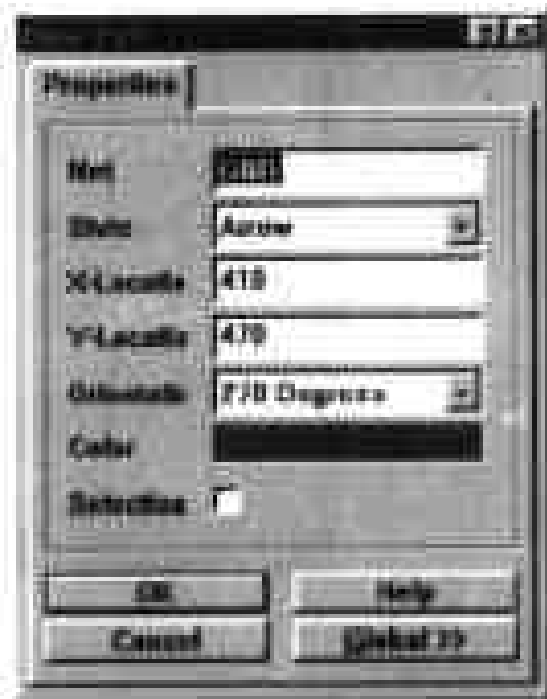


图 3-49 设置接地符号属性的对话框

(3) 在对话框底部单击 Global >> 命令按钮,打开对话框的隐藏部分,如图 3-50 所示。

(4) 在如图 3-50 所示的对话框中,单击 Attributes To Match By 选区中的 Style 下拉列表框,在弹出的下拉列表中选择 Same,对所选元件的这个属性进行整体编辑。

(5) 在 Copy Attributes 选区中单击 Style 复选框,改变其他相同元件的这一属性。

(6) 单击 Change Scope 下拉列表框,在弹出的下拉列表中选择 Change Matching Items In Current Document,对当前原理图文件中具有相同尺寸的节点进行相同的变换。

(7) 在对话框中设置了各个属性更改匹配选项之后,单击 OK 命令按钮,对原理图中的所有节点符号的形状进行更改,得到如图 3-51 所示的效果。为了能看清更改后的接地符号形状,图 3-51 中只给出了放大后的原理图的局部。

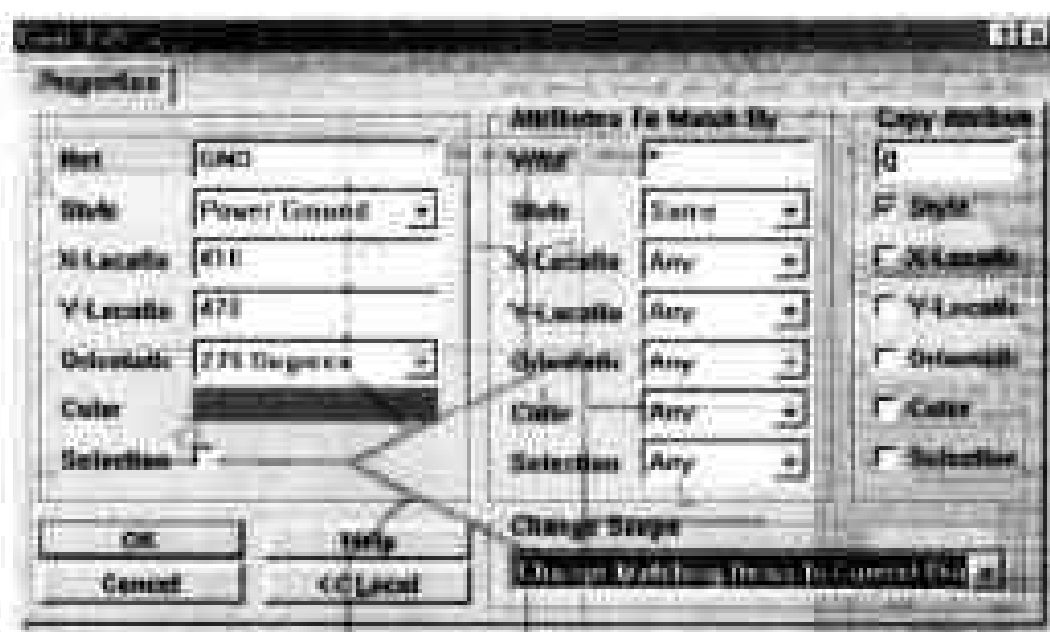


图 3-50 设置整体编辑属性的对话框

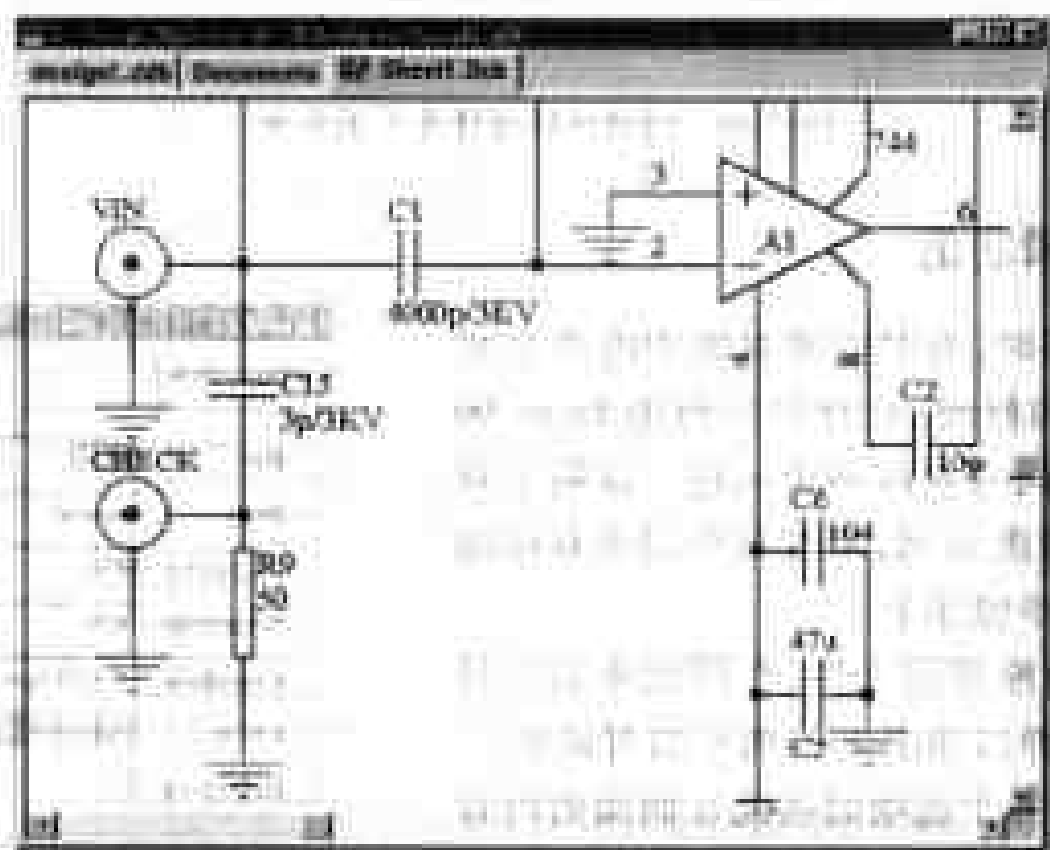


图 3-51 整体更改接地符号后的效果

对原理图中其他元件进行整体编辑的操作方法同上所述,读者可以在实际操作中自己试一试。

3.4.3 使用标志功能

在原理图中放置并使用标志,可以迅速将光标移动到图纸中放置标志的任何位置,其操作步骤如下(仍以第2章绘制的原理图为例):

- (1) 选择 Edit > Set Location Marks > Location Mark 1,此时鼠标箭头变为十字光标。
- (2) 将十字光标移到需要放置标志的地方,本例中是在电容 C1 右边的节点处单击,放置第 1 个标志,此时图纸中并不显示任何变化,作为标志只是一个坐标值的设定。
- (3) 重复选择 Edit > Set Location Marks 子菜单中的其他命令,在图纸中放置其他标志。注意在不同的位置放置标志时,应选用不同序号的命令。

(4) 在图纸中放置标志后,就可以迅速将光标从图纸中的任何位置移动到放置了标志的位置,选择 **Edit > Jump > Location Mark 1**,即可从图纸中的任意位置跳转到标志1所在的位置。

除了直接利用标志的序号进行跳转,还可以使用 Protel 99 提供的其他命令实现从图纸中的其他位置跳转到标志所在位置的功能。在 **Edit > Jump** 子菜单中,提供了3个可实现跳转功能的命令:

- **Jump To Error Marker**——前面介绍过 ERC 检验,进行 ERC 检验后,系统自动在有错误的位置处放置错误标志。选择此命令后,可迅速将光标移到图纸中的错误位置上,便于查找和修改错误。

- **Origin**——选择此命令,立即将光标移到图纸坐标的原点上,即图纸的左下角位置。

- **New Location**——选择此命令,弹出如图 3-52 所示的对话框。在对话框的 X 和 Y 选项输入框中填入位置坐标,单击 OK 命令按钮,则立即将光标移到用户指定的坐标处。




图 3-52 指定新的坐标位置

以上介绍了跳转命令的使用方法,在实际使用中,灵活运用各种方法在图纸中放置标志并跳转到标志上,有助于检查、编辑原理图,提高工作效率。

3.4.4 放置布线符号

绘制电路原理图往往是设计印刷电路板的第一步,为了使设计印刷电路板的工作更加方便,用户可以在电路原理图中放置印刷电路板布线符号,以便预先设定网络铜膜的宽度、布线策略、布线优先级等属性。放置布线符号的操作步骤如下:

(1) 选择 **View > Toolbars > Wiring Tools**,在工作窗口显示 **Wiring Tools** 工具栏,在工具栏中单击  按钮,选择放置布线符号的工具。

(2) 此时鼠标箭头变为十字光标,并带有一个红色的布线符号。在图纸中移动十字光标,在适当的位置单击,放置一个布线符号,如图 3-53 所示。

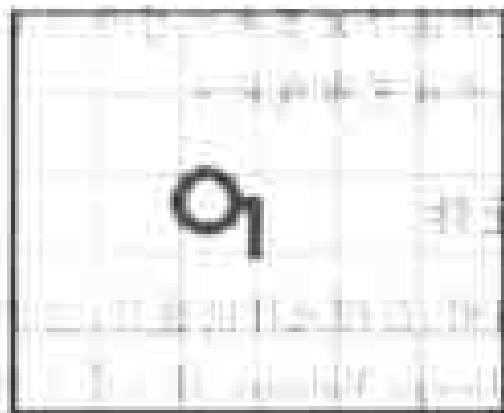


图 3-53 放置在图纸中的布线符号

(3) 如果用户需要对布线符号的属性进行设置,可以在图纸中双击布线符号,弹出如图 3-54 所示的对话框。

(4) 在对话框的 Track 选项输入框中,输入数值 100,设置布线时的铜膜宽度,它的单位是 mil。

(5) 在 Via Width 选项输入框中输入数值 200,设置布线时用到的过孔的直径,它的单位也是 mil。

(6) 单击 Topology 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中提供了 7 个选项,供用户设置布线时采用:

- X-Bias——偏向水平方向布线。
- Y-Bias——偏向垂直方向布线。
- Shortest——以最短路径布线。
- Daisy Chain——以菊花链方式布线。
- Min Daisy Chain——以小型菊花链方式布线。
- Start/End Daisy Chain——以起点和终点相接的菊花链方式布线。
- Star Point——以行星放射形状布线。

本例从下拉列表中选择 Shortest,以最短路径布线。

(7) 单击 Priority 下拉列表框,在弹出的下拉列表中提供了 5 个选项,供用户设置布线的优先级,从中选择 Medium。

(8) 单击 Layer 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中提供了 20 多个选项,供用户设置布线层面,默认值为 Undefined。

(9) 在 X-Location 和 Y-Location 选项输入框中显示出了布线符号的位置坐标,修改这两个选项的取值,可以调整布线符号在图纸中的位置。

(10) 单击 Color 选项的颜色框,在弹出的 Choose Color 对话框中即可设置布线符号的颜色。设置好对话框中的各个选项后,单击 OK 命令按钮,返回工作窗口。

注意: 在图纸中放置布线符号时,布线符号底部一定要与导线或者元件引脚相连。另外,除了在 Wiring Tools 工具栏中选择放置布线符号的工具以外,还可以选择 Place > Directives > PCB Layout,即可在图纸中放置布线符号。



图 3-54 设置布线符号属性的对话框

3.4.5 在浏览器窗口编辑元件

在 Protel 99 中提供了多种编辑、管理元件的途径,这里介绍如何利用原理图浏览器窗口管理、编辑元件。选择 View > Design Manager,即可在工作窗口左边显示浏览器窗口,在前面的内容中,我们谈到了如何利用它在图纸中放置元件。在绘制原理图的过程中,浏览器窗口可以一直打开,因此利用它来管理元件也是十分方便的。

单击浏览器窗口顶部的下拉列表框,在弹出的下拉列表中选择 Libraries,即可在窗口中显示导入的库文件,供用户选择并往图纸中放置元件。而如果在弹出的下拉列表中选

择 Primitives, 则浏览器窗口就切换成元件浏览窗口, 如图 3-55 所示。

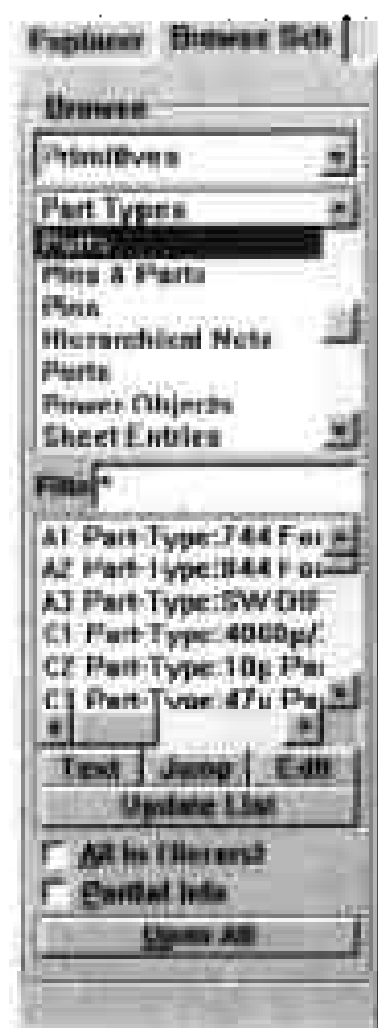


图 3-55 利用浏览器窗口管理元件

下面仍然以第 2 章中绘制的原理图为例, 介绍如何在浏览器窗口中查找、编辑原理图中的元件, 操作步骤如下:

(1) 打开原理图后, 将浏览器窗口切换至图 3-55 所示的窗口。在窗口上部的列表框中显示出了所有的元件类型, 单击 Parts。

(2) 此时在窗口下部的列表框中显示出了原理图中所包含的所有元器件, 用户可以对其中的任何一个进行编辑, 比如 C1。

(3) 在列表框中单击 C1, 再单击列表框底部的 Text 命令按钮, 弹出如图 3-56 所示的对话框, 在它的输入框中可以修改所选元件的序号(名称), 然后单击 OK 命令按钮, 返回工作窗口。

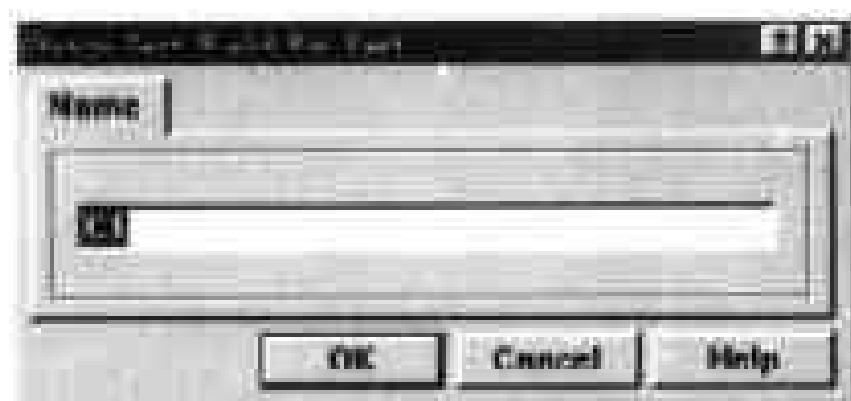


图 3-56 修改元件序号的对话框

(4) 在列表框中单击元件, 然后单击列表框底部的 Jump 命令按钮或者在列表框中双

击元件,则被选中的元件立即被显示在工作窗口的中心。

(5) 在列表框中单击元件 C1,再单击列表框底部的 Edit 命令按钮,弹出如图 3-57 所示的对话框,在此对话框中可以修改元件的各个属性。



图 3-57 设置元件属性的对话框

注意: 如果用户直接在原理图中修改了元件的属性,单击浏览器窗口底部的 Update List 命令按钮,则所作的修改就被反映在浏览器窗口的列表框中。另外,如果用户不能确定元件的具体类型,可以在浏览器窗口上部的列表框中选择 All,则原理图中的所有元件,不分类型,全部显示在浏览器窗口下部的列表框中。

本章介绍了 Protel 99 的原理图编辑器的一些基本功能,另外还有一些功能没有涉及到,读者可以在使用中参考软件自带的帮助文件或者查阅其他相关书籍。

Protel 99 SE 的原理图设计,将在后面的章节中详细讲解,希望读者在阅读本书时,能边学边练,使所学知识融会贯通。



图 3-58 放置元件对话框

本章讲解了 Protel 99 SE 的原理图设计,希望读者在阅读本书时,能边学边练,使所学知识融会贯通。

第4章 层次原理图

在第2章中我们绘制了一幅电路原理图,非常简单,元件数量也不多。但是,大多数情况下我们设计的原理图将包含数量繁多的元件,元件之间具有复杂的连接关系,这时就需要运用层次化设计方法,绘制多层原理图。

所谓层次化设计方法,通俗地说,就是将整个电路按照不同的功能分成若干个模块,分别画在若干张小电路图中,这样就使得复杂的电路变成几个功能模块的简单连接,结构清晰,便于检查修改。

4.1 层次原理图的总图

层次原理图(多层原理图)就是把整个设计项目分成若干个小项目,画在若干个小电路图中。Protel 99 提供了强大的绘制层次原理图的功能,对于原理图的张数没有限制,对于分层的深度也没有限制。

为了能够清晰地表达层次原理图的结构,必须定义一些概念、符号来标志各个原理图之间的连接关系。绘制层次原理图与绘制单层原理图没有太大的区别,不同之处就在于层次原理图中包含了各个原理图之间的连接关系,而这些连接关系和基本的概念、定义比较集中地体现在层次原理图的总图中。

图4-1所示的就是一幅总图,是一个4路串行接口电路。图中所包含的各种符号,将在后面的章节中逐一介绍。

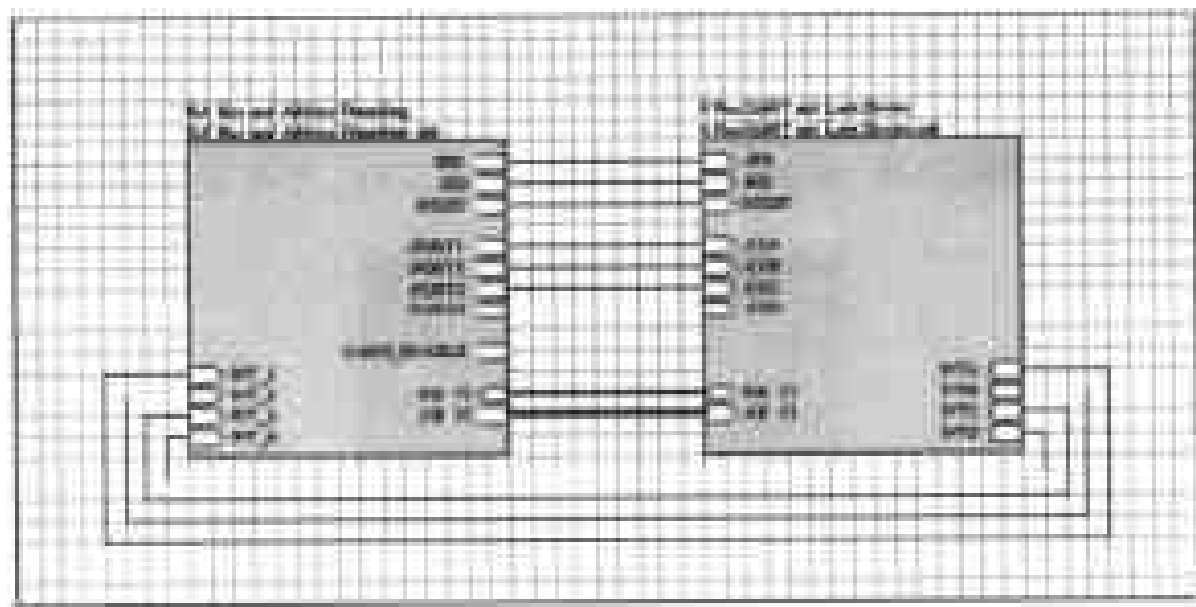


图 4-1 层次原理图的总图

设计层次原理图,有自上而下和自下而上两种方式,下面我们采用自上而下的方式设

计层次原理图。

4.1.1 方块电路

采用自上而下的方式设计电路原理图,首先要建立一张总图,在总图中用方块电路来代表它下一层的子系统,然后再一层层地分别设计每个方块电路所代表的子图,这样一层层地细化,直至完成整个电路的设计。

方块电路,是层次原理图特有的一个概念,代表了本图下一层的子图,每个方块电路都与特定的子图相对应,它相当于封装了子图中的所有电路,从而将一张原理图简化为一个符号。在总图中表现出的方块电路之间的联系,就是各个方块电路所代表的子电路之间的联系。

下面我们就开始建立一张总图,首先在图纸中绘制方块电路,操作步骤如下:

(1) 在 Protel 99 中创建一个新的项目数据库文件,选择 File > New,弹出如图 4-2 所示的对话框。在对话框中单击 Documents 标签,然后在列表框中单击 Schematic Document 图标,单击 OK 命令按钮,创建新的原理图文件。



图 4-2 建立新的原理图文件


(2) 选择 View > Toolbars > Wiring Tools,在工作窗口中弹出如图 4-3 的 Wiring Tools 工具栏,在工具栏中单击  按钮,选择绘制方块电路的工具,此时鼠标箭头变为十字光标。



图 4-3 Wiring Tools 工具栏

(3) 移动十字光标,在图纸中的适当位置单击,确定方块电路的左上角顶点,然后继续移动十字光标,到适当的位置单击,确定方块电路的另一个顶点,此时鼠标箭头仍为十字光标,用户可以继续绘制另一个方块电路。按 Esc 键退出绘制方块电路的工作状态,得

到如图 4-4 所示的效果。

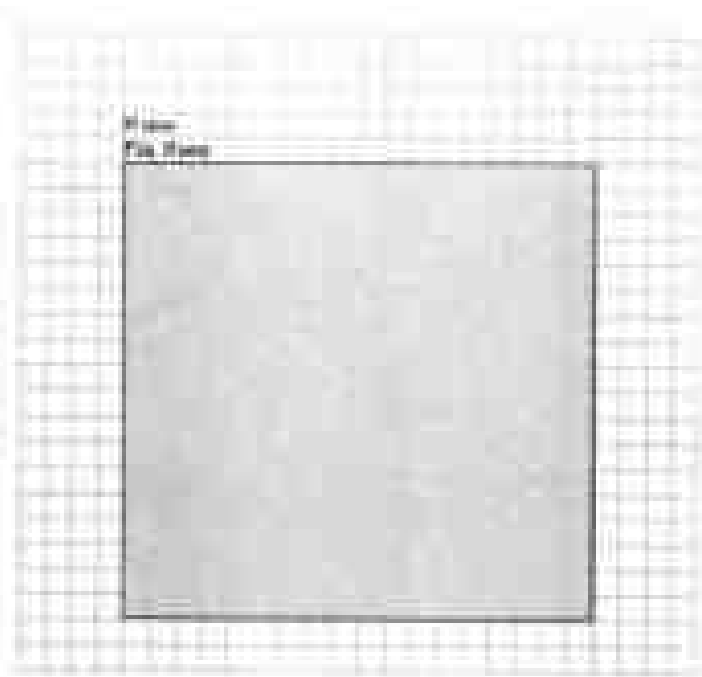


图 4-4 放置在图纸中的方块电路

(4) 现在已经在图纸中放置了一个方块电路,下面设置它的各个属性。在图纸中双击方块电路,弹出如图 4-5 所示的对话框。

(5) 在对话框的 X-Location 和 Y-Location 选项输入框中给出了方块电路左上角顶点的位置坐标,修改这两个选项的取值,可以调整方块电路在图纸中的位置。

(6) 在 X-Size 和 Y-Size 选项输入框中给出了方块电路水平方向和垂直方向上的长度,即方块电路的宽度和高度,单位是 mil。

(7) 单击第一个 Border 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中给出了 Smallest, Small, Medium 和 Large 4 个选项,供用户设置方块轮廓线的宽度;单击第二个 Border 选项的颜色框,在弹出的 Choose Color 对话框中即可设置方块轮廓线的颜色。

(8) 单击 Draw 复选框,然后单击 Fill Color 选项的颜色框,在弹出的 Choose Color 对话框中选择适当的颜色,用选中的颜色填充方块。

(9) 在 Filename 选项的输入框中输入 Sheet2.Sch,指定此方块电路所代表的下层原理图的文件名;在 Name 选项输入框中输入 Fir-Sheet,确定该方块电路的名称。

(10) 设置好图 4-5 所示的对话框中的各个选项后,单击 OK 命令按钮,返回工作窗口。如果用户对方块电路左上角的文字标注感到不满意,可以在图纸中双击文字标注,弹出如图 4-6 所示的对话框。

(11) 在如图 4-6 所示的对话框中,Name 选项输入框中给出了文字标注的内容,用户可以在此输入框中直接修改标注的内容。

(12) 在对话框的 X-Location 和 Y-Location 输入框中给出了文字标注的位置坐标,调整这两个选项的取值,可以调整文字标注在图纸中的位置。

(13) 单击 Orientation 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中给出了 0 Degrees, 90 Degrees, 180 Degrees 和 270 Degrees 4 个选项,供用户设置文字的方向。单击 Color 选项的颜色框,可以在弹出的 Choose Color 对话框中设置文字颜色。

(14) 单击 Font 选项的 Change 命令按钮,弹出如图 4-7 所示的对话框,在此对话框中可设置文字的字体、字体样式和大小等属性,在其中修改文字属性后,单击确定命令按钮,

返回如图 4-6 所示的对话框。

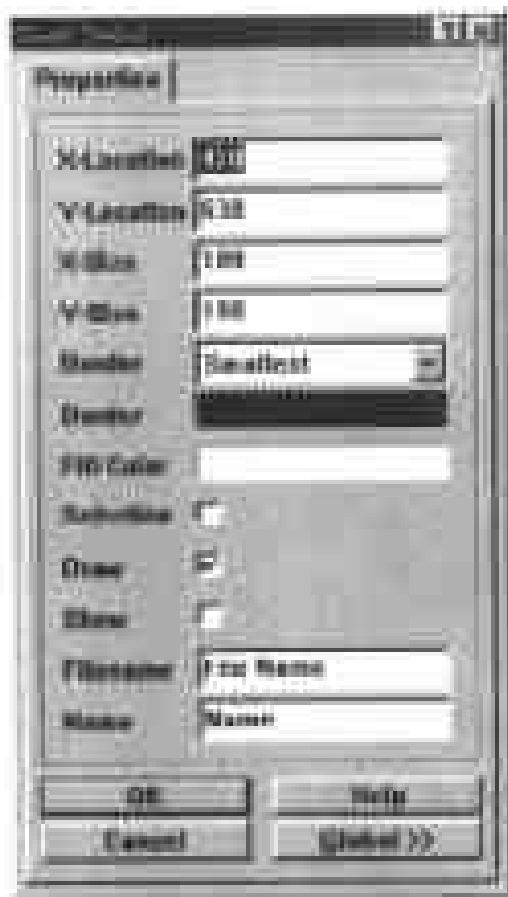


图 4-5 设置方块电路属性的对话框



图 4-6 设置文字标注的属性

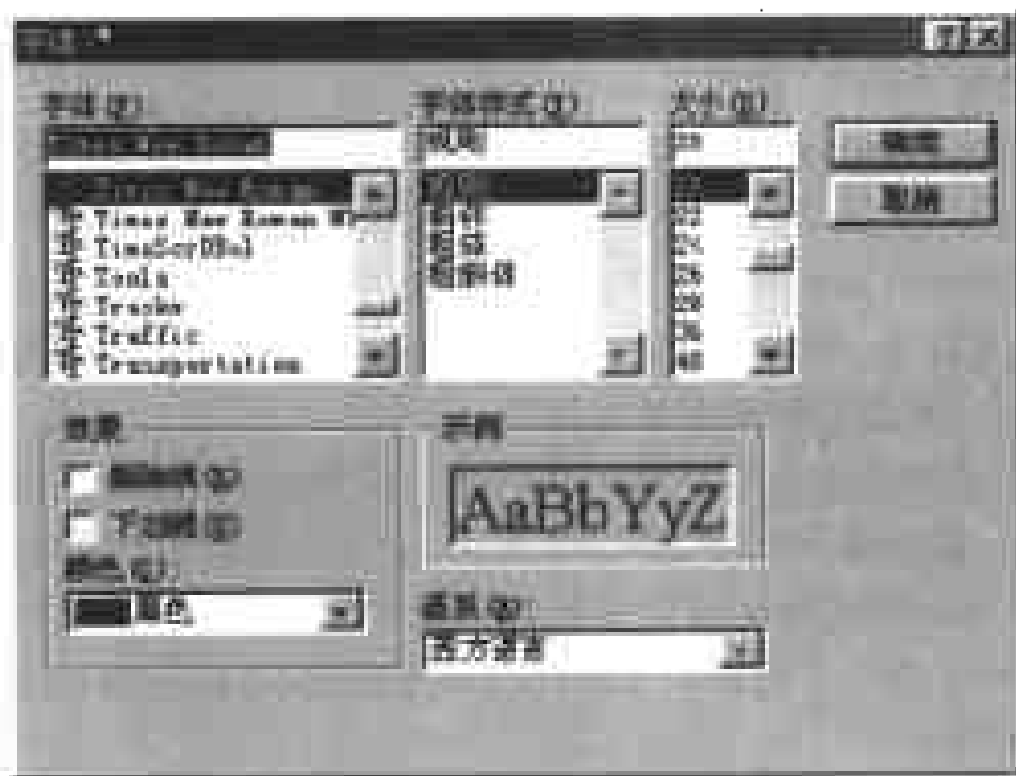


图 4-7 设置字体属性

(15) 在图 4-6 所示的对话框中设置文字标注的各个属性后,单击 OK 命令按钮,即可返回工作窗口。在图纸中分别修改方块电路左上角的两个文字标注,并调整它们的位置,得到如图 4-8 所示的效果。

按照上面介绍的操作步骤,在图纸中放置所需的其它方块电路并设置它们的属性,得到如图 4-9 所示的效果。在图纸中放置一个方块电路之后,鼠标箭头仍然保持为十字光标,此时可以继续放置在图纸中放置其他所需的方块电路,通常在图纸中放置了所有方块电路后,再逐一设置它们各自的属性。



图 4-8 修改文字标注后的方块电路

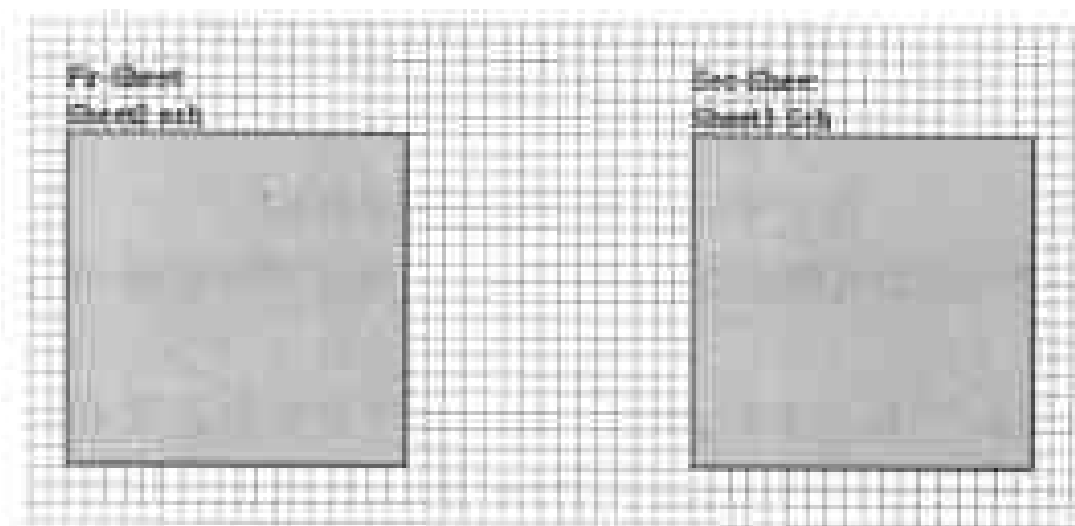



图 4-9 在图纸中放置所需的方块电路

在图纸中放置方块电路时,应充分考虑到它们之间的连线,尽量使方块电路的位置便于用户绘制出结构清晰的原理图。

注意:在图纸中单击方块电路,即可在方块电路周围显示出8个节点,拖动这些节点,可以调整方块电路的宽度、高度或者同时调整宽度和高度。如果在图纸中单击方块电路,同时按住鼠标左键,则鼠标箭头变为十字光标,移动此十字光标,方块电路也随着移动,在适当的位置释放鼠标左键,即可将方块电路移动到新的位置。

4.1.2 电路端口

电路端口是方块电路所代表的下一层子图与其他电路连接的端口。通常情况下,方块电路端口与和它同名的下层子图的 I/O(输入/输出)端口相连。在方块电路中添加电路端口的步骤如下:

(1) 选择 View > Toolbars > Wiring Tools,在工作窗口中弹出 Wiring Tools 工具栏,在其中单击  按钮,选择放置电路端口的工具,此时鼠标箭头变为十字光标。

(2) 将十字光标移动到图 4-9 中左边的方块电路中单击,此时十字光标上将带有一个方块电路端口的形状,并随着十字光标一起移动。

(3) 在方块电路右端的适当位置单击,放置一个电路端口,此时鼠标箭头仍为带有电

路端口形状的十字光标,用户可以在方块电路中连续放置电路端口。右击鼠标,取消放置电路端口的工作状态,得到如图 4-10 所示的效果。



图 4-10 在方块电路中放置电路端口

(4) 在方块电路中双击电路端口,弹出如图 4-11 所示的对话框,供用户设置电路端口的各项属性。

(5) 单击 I/O Type 下拉列表框,在弹出的下拉列表中提供了 Unspecified(不定义)、Output(输出)、Input(输入)和 Bidirectional(双向)4 个选项,供用户设置电路端口的输入/输出属性,从下拉列表中选择 Bidirectional(双向)。

(6) 单击 Side 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中提供了 Left, Right, Top 和 Bottom 4 个选项,供用户设置电路端口在方块电路上的位置。本例中已经用鼠标将电路放在了方块电路的右端,因此此选项的默认取值为 Right。在 Position 选项的输入框中给出了电路端口在方块电路上的位置,它的取值也由鼠标放置电路端口时确定,可不重新设置。

(7) 单击 Style 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中提供了 None, Left, Right 和 Left & Right 4 个选项,供用户设置电路端口符号的形状,从中选择 Left & Right,定义电路端口符号的形状为两端尖角。

(8) 对话框中的 Border, Fill Color, Text 选项分别用来设置电路端口符号轮廓线颜色、符号填充颜色、文字标注颜色,单击它们旁边的颜色框,均可弹出如图 4-12 所示的 Choose Color 对话框。在其中用户可以选择适当的颜色,然后单击底部的 OK 命令按钮,返回如图 4-11 所示的窗口。

(9) 在弹出的对话框中,在 Name 选项的下拉列表框中输入 D[0...15],设置电路端口的名称,这里我们定义的是从 D0 ~ D15,一共 16 个端口的总和,即用一个电路端口代表 16 个功能相近的电路端口。


(10) 单击 OK 命令按钮,这样就完成了一个电路端口的设置。在 Wiring Tools 工具栏中再次单击  按钮,选择放置电路端口的工具,在两个方块电路中放置所需的其它电路端口,并分别设置它们的属性,得到如图 4-13 所示的效果。



图 4-11 设置电路端口的属性



图 4-12 选择颜色的对话框

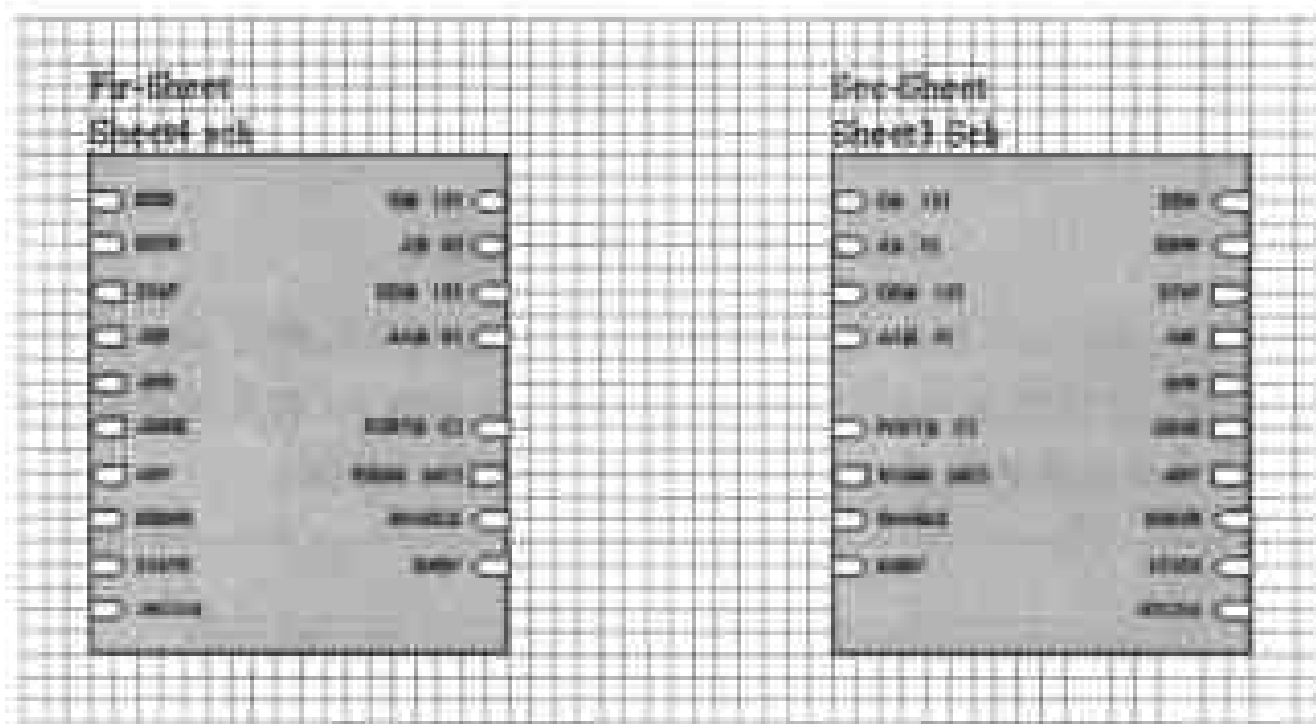



图 4-13 在方块电路中放置所有电路端口

注意：在方块电路中放置电路端口的时候，一般情况下根据端口的输入/输出性质选择端口的尖角方向，使图纸更加直观。

4.1.3 绘制连线

在图纸中放置了方块电路和电路端口以后，还要绘制导线，将各个电路端口连接起来，表达它们之间的连接关系，操作方法如下：

(1) 在 Wiring Tools 工具栏中单击  按钮，选择绘制总线的工具，此时鼠标箭头变为十字光标。

(2) 在图纸中移动十字光标到 D[0...15] 电路端口，由于它代表的是一组连接关系，所以用总线将两个方块电路中的对应电路端口连接起来。

(3) 在 D[0...15] 电路端口的右端单击，确定总线的起点；移动鼠标到另一方块电路

上的对应电路端口顶端,再次单击,确定总线的终点;然后右击鼠标,结束这一条总线的绘制。

(4) 此时鼠标箭头仍为十字光标,用户可继续在图纸中绘制总线,连接其他的电路端口。在图纸中绘制好所需的所有总线之后,右击鼠标,退出绘制总线的工作状态,得到如图 4-14 所示的效果。

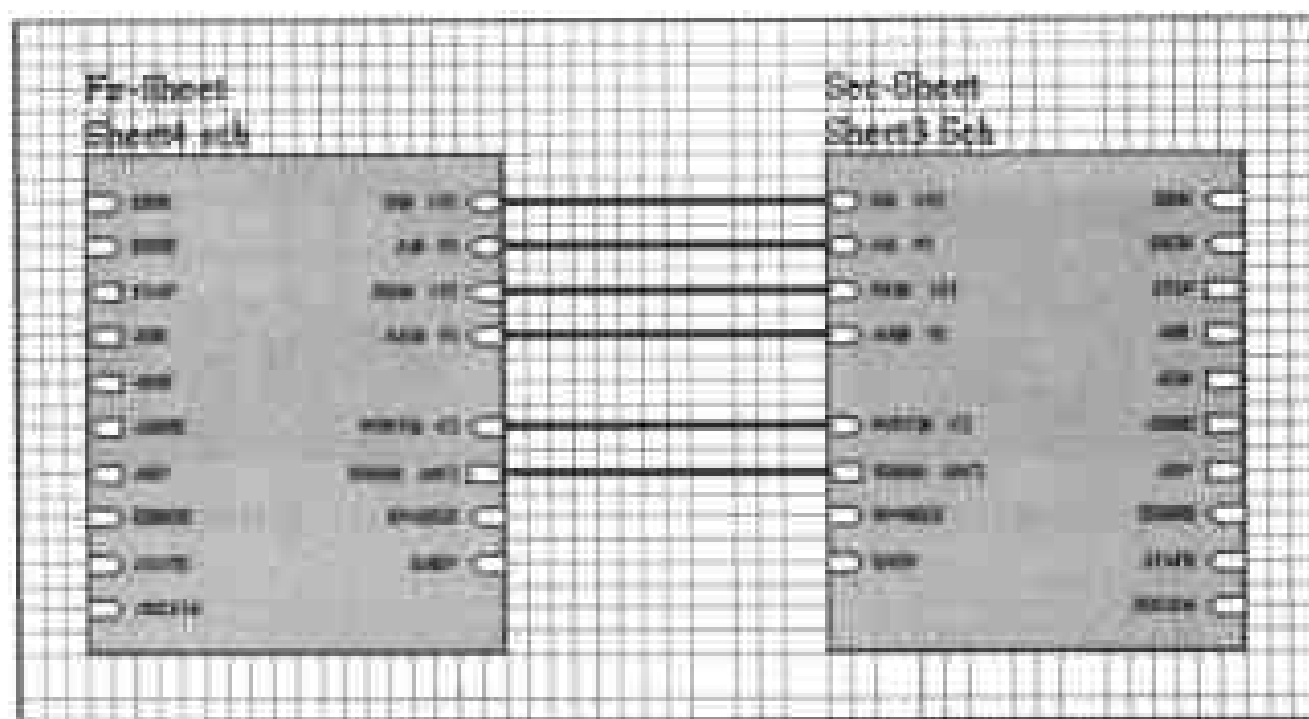



图 4-14 绘制总线连接电路端口

(5) 在 Wiring Tools 工具栏中单击  按钮,选择绘制导线的工具,在图纸中绘制导线,将方块电路中其他代表单一对应关系的电路端口连接起来(其具体操作办法前面章节中已经介绍过了),最终得到如图 4-15 所示的层次原理图的总图。

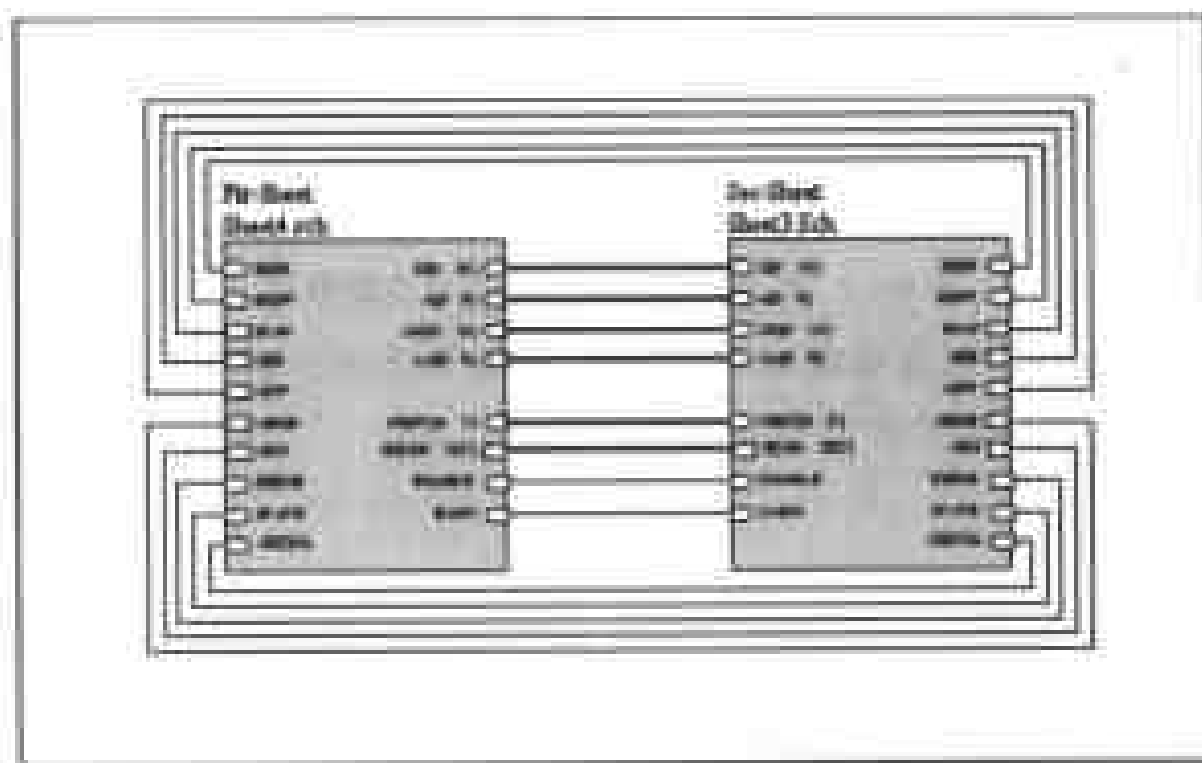


图 4-15 层次原理图的总图效果

在绘制总图的过程中,最重要的一步就是设定各个电路端口的属性,特别是设定输入/输出属性,这对整个电路原理图的电路连接关系有很重要的影响。

4.2 层次原理图子图的设计

通过以上操作,已经得到了一张完整的层次原理图的总图。下面要进行的工作就是把总图中的各个方块电路细化,即绘制各个方块电路所代表的层次原理图的子图。绘制子图的方法与第2章介绍的绘制单层原理图的方法大同小异,所不同的是绘制层次原理图的子图时,需要特别注意子图中包含的 I/O 端口,因为它通过这些 I/O 端口与上层图纸中的方块电路相对应的。保证子图的 I/O 端口与代表它的方块电路上的端口相对应,才能实现各层电路之间的正确关联。

4.2.1 由总图产生子图

这里所说的由总图产生子图,指的是由总图得到子图中所应该包含的 I/O 端口,这样可以大大提高工作效率。由总图得到子图中的 I/O 端口的操作步骤如下:

(1) 打开前面绘制的层次原理图的总图,如图 4-15 所示,然后选择 Design > Create Sheet From Symbol。

(2) 此时鼠标箭头变为十字光标,在总图图纸中移动十字光标,单击左边的方块电路,弹出如图 4-16 所示的对话框。

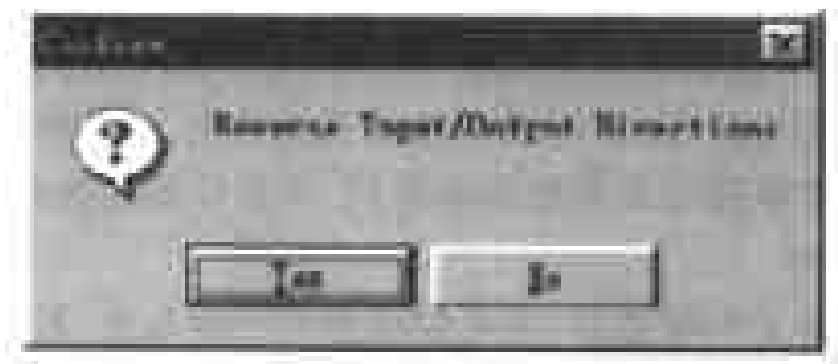


图 4-16 转换输入/输出方向的对话框

(3) 如果单击对话框中的 Yes 命令按钮,则新产生的原理图中 I/O 端口的输入/输出方向将与该方块电路中的相应端口相反,即输出变为输入,输入变为输出;如果单击 No 命令按钮,则新产生的原理图中 I/O 端口的输入/输出方向与该方块电路中的相应端口相同。

(4) 单击 No 命令按钮,这时 Protel 99 会根据所选的方块电路上方的文件名,生成一个同名的原理图文件。打开这个新文件,用户可以发现图纸中已经放置好了与方块电路相对应的 I/O 端口,并与相应的方块电路上的电路端口具有相同的名称和输入/输出方向,如图 4-17 所示。

图 4-17 中的 I/O 端口都是 Protel 99 自动放置的,这样比用手工绘制 I/O 端口节省了不少时间。

注意: 如果用户对图纸中自动生成的 I/O 端口不满意,可以在图纸中进行修改。单击任意一个 I/O 端口,即可选中它,并在它的周围显示带有节点的虚线方框,拖动节点,即

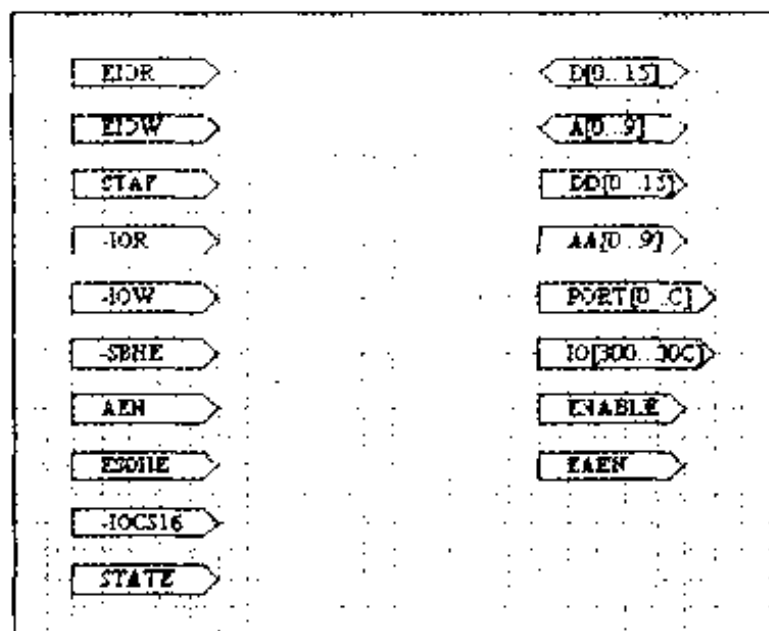


图 4-17 新生成的子图中的 I/O 端口

可调节 I/O 端口符号的长短;再次单击 I/O 端口(是两次单击而不是双击),即显示出一个方框,用户可以直接修改 I/O 端口符号上的文字标注。如果用户在图纸中单击 I/O 端口,并按住鼠标左键,则鼠标箭头变为十字光标,移动此十字光标,到适当位置释放鼠标左键,即可将 I/O 端口符号移动到新的位置。

4.2.2 完成子图

前面由总图得到了带有 I/O 端口符号的子图,下面在子图中继续添加元件,连接导线,将子图完成。在绘制子图的过程中,由于某些 I/O 端口代表了一组连接关系,因此在图中使用了总线及其分支导线,这样可以使图纸看起来更加清晰明了。绘制子图的步骤与第 2 章介绍的绘制单层原理图的步骤基本相同,下面作简要叙述。

1. 在图纸中放置元件

此时图纸中已经放好了 I/O 端口,将它们移到适当的位置,然后在图纸中导入其他元件,操作步骤如下:

(1) 在工作窗口左边的浏览器窗口中单击 Browse Sch 标签,显示出原理图浏览器窗口,单击其顶部的下拉列表框,从弹出的下拉列表中选择 Libraries,在下面的列表框中显示库文件。

(2) 单击库文件列表框底部的 Browse 命令按钮,弹出如图 4-18 所示的对话框,在对话框顶部单击 Add/Remove 命令按钮,然后在弹出的对话框中将所需要的库文件添加到原理图编辑器中。

(3) 单击 Libraries 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中选择适当的库文件。在 Components 选区的列表框中显示出了所选的库文件中包含的元件,在列表框中单击所需要的元件,则立即在预览框中显示出此元件的示意图。

(4) 单击列表框底部的 Place 命令按钮,回到工作窗口中,此时鼠标箭头变为十字光标,在图纸中移动十字光标,在适当的位置单击,将元件放置在图纸中。

(5) 重复以上步骤,在图纸中放置所需的其他元件,得到如图 4-19 所示的效果。

注意:除了使用图 4-18 所示的对话框以外,用户还可以直接在原理图浏览器窗口中

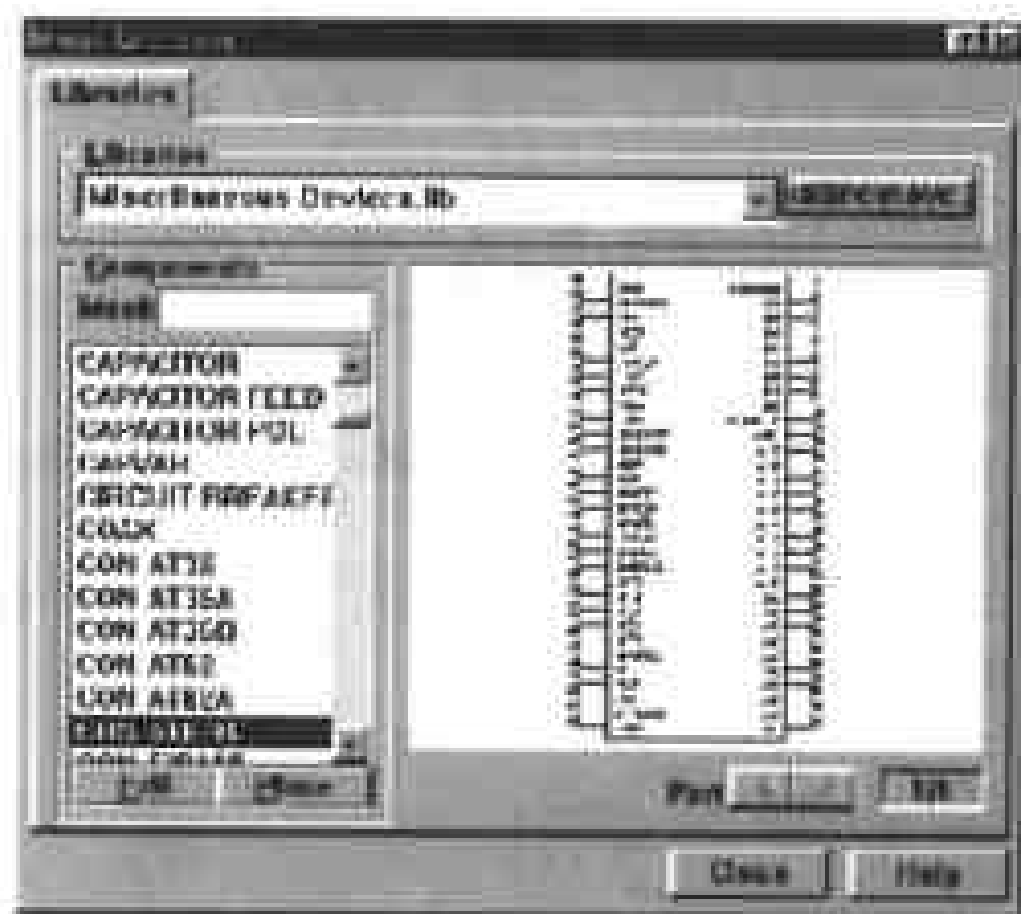


图 4-18 选择元件的对话框

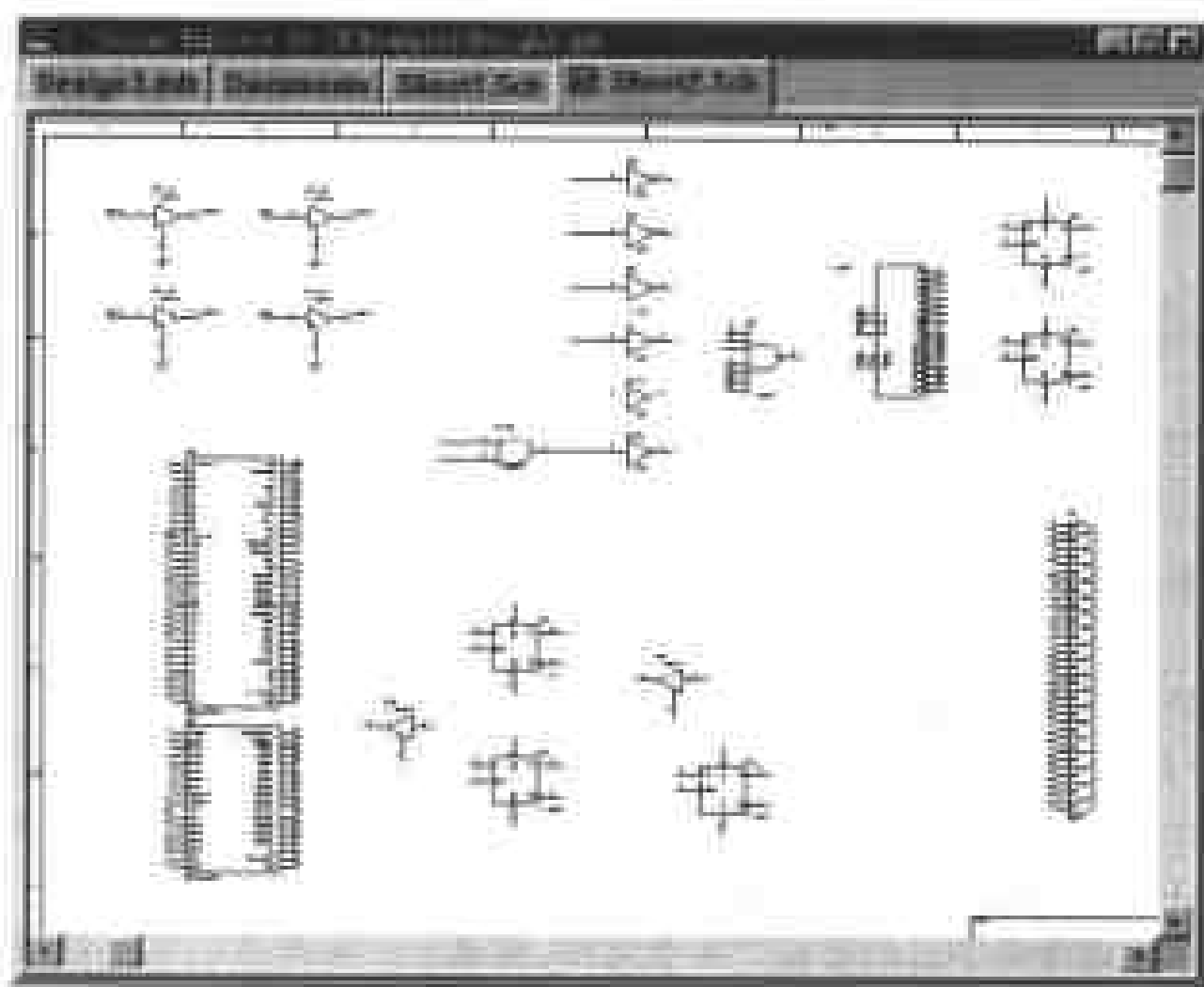



图 4-19 在图纸中放置所需的元件

选择元件并放置在图纸中。在原理图浏览器窗口上部的列表框中选择适当的库文件,在窗口下部的列表框中就显示出此库文件中包含的元件,双击元件的名称,然后将十字光标移到图纸中的适当位置单击,即可将元件放置在图纸中。在浏览器窗口中双击选择元件的好处是,用户可以在图纸中连续放置相同的元件,节省了宝贵的时间。

2. 连接元件并设置网络标号

在图纸中放置了所需要的元件之后,就要逐一设置每个元件的属性,然后在适当的位置添加网络标号。

首先在图纸中设置各个元件的属性,然后选择 View > Toolbars > Wiring Tools,在工作窗口中弹出 Wiring Tools 工具栏,在工具栏中单击  按钮,选择绘制导线的工具,在图纸中绘制导线,连接各个元件。


连接元件之后,在 Wiring Tools 工具栏中单击  按钮,在图纸中需要添加网络标号的元件引脚、导线端点处添加网络标号。

图 4-20 所示的是图纸中的一部分,其中元件之间以导线相连,并通过网络标号表示此局部网络与整个电路之间的连接关系。

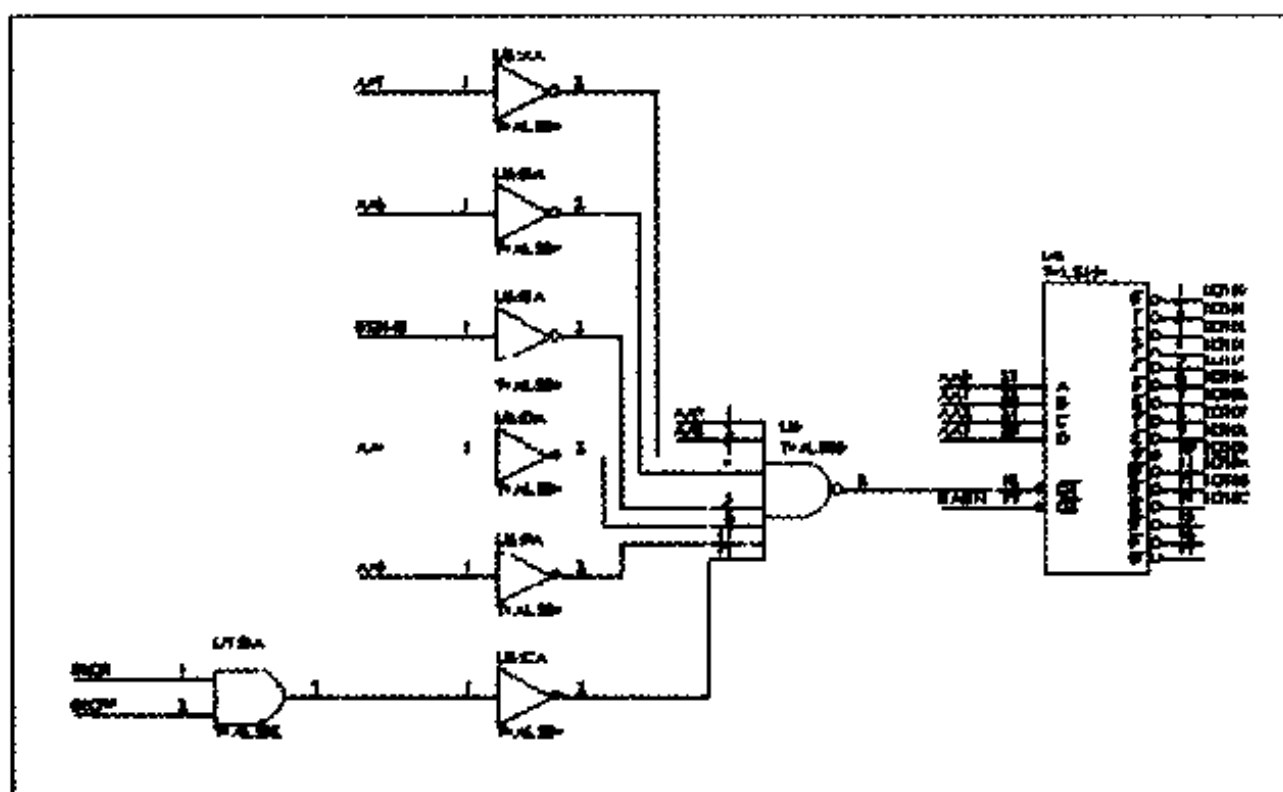


图 4-20 连接元件并设置网络标号

在图纸中调整各个元件的位置,使图纸的布局比较合理,便于绘制总线 and 用导线连接 I/O 端口。

图 4-21 所示的是用导线连接图纸中的所有元件,并设置了所有的网络标号后的效果(还没有连接 I/O 端口)。需要注意的是,图中所有与 I/O 端口相连的引脚或导线端点都设置了网络标号,这样表达各个元件的连接关系比较清晰,便于查找,但是不够直观。

3. 连接 I/O 端口

图 4-21 所示的图纸中已经连接了各个元件,构成了一幅基本的电路原理图,但是作为一个层次原理图的子图,它还没有连接 I/O 端口,也就是说,还没有建立与总图和其他子图之间的联系。

在图纸中将各个 I/O 端口移动到适当的位置,准备连接元件与 I/O 端口。为了简化原理图,可以在图纸中用一条比较粗的线来代替数条平行的导线,即绘制一条总线。通常,总线被用于元件的数据总线或地址总线的连接上。

在图纸中使用总线,可以减少图中的导线,使图纸简化、美观,一般情况下,总线是与

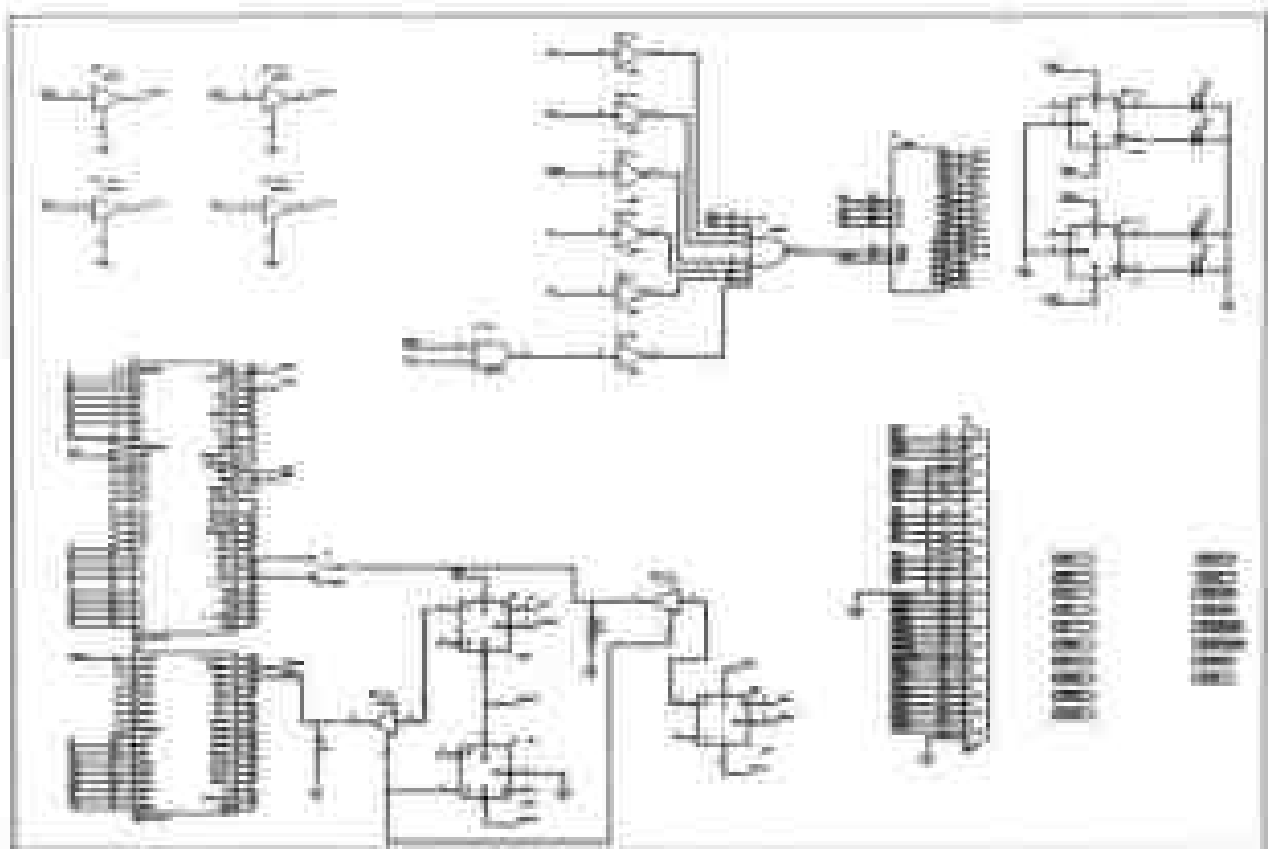



图 4-21 用导线连接各个元件


它的分支线配合使用的。

绘制总线的方法与绘制导线的方法完全一样,在 Wiring Tools 工具栏中单击  按钮,选择绘制总线的工具,此时鼠标箭头变为十字光标。首先在适当位置单击,确定总线的起点,然后移动光标开始画总线,在每一个转折处单击,确定转折点,在末尾处单击,确定总线的终点。绘制完一条总线后,鼠标箭头仍保持为十字光标,用户可以按照上述方法继续绘制总线,也可以右击鼠标,退出绘制总线的工作状态。

注意:如果用户需要对所绘制的总线进行编辑,可以在图纸中单击它,在总线上显示出节点,移动这些节点,就可以调整总线的长短、转折点位置、形状等。如果用户在图纸中双击总线,即弹出如图 4-22 所示的对话框,供用户修改总线的宽度、颜色等属性。



图 4-22 设置总线属性的对话框

绘制了总线后,还需要绘制总线分支线,以使总线与元件引脚或导线相连。Protel 99 提供了专门绘制分支线的工具,在 Wiring Tools 工具栏中单击  按钮,选择绘制总线分支线的工具。此时鼠标箭头变为十字光标,并带有总线分支线的形状,在图纸中的适当位置单击,即可放置总线分支线。放置一条分支线以后,鼠标仍然保持为十字光标,用户可以在其他位置继续放置分支线,直到右击鼠标,退出放置分支线的工作状态为止。在放置分支线时,在键盘中按 Space 键,即可调整分支

线的方向,使它满足用户的需要。在图纸中双击总线分支线,即可弹出如图 4-23 所示的对话框,供用户设置分支线的属性,包括位置坐标、宽度、颜色等。



图 4-23 设置总线分支线属性的对话框

如上所述,在图纸中放置元件并设置它们的属性,然后用导线连接元件,设置网络标号,再在图纸中将 I/O 端口放置在适当的位置,绘制总线和总线分支线,将元件引脚、导线与 I/O 端口连接在一起,最终得到如图 4-24 所示的层次原理图子图。

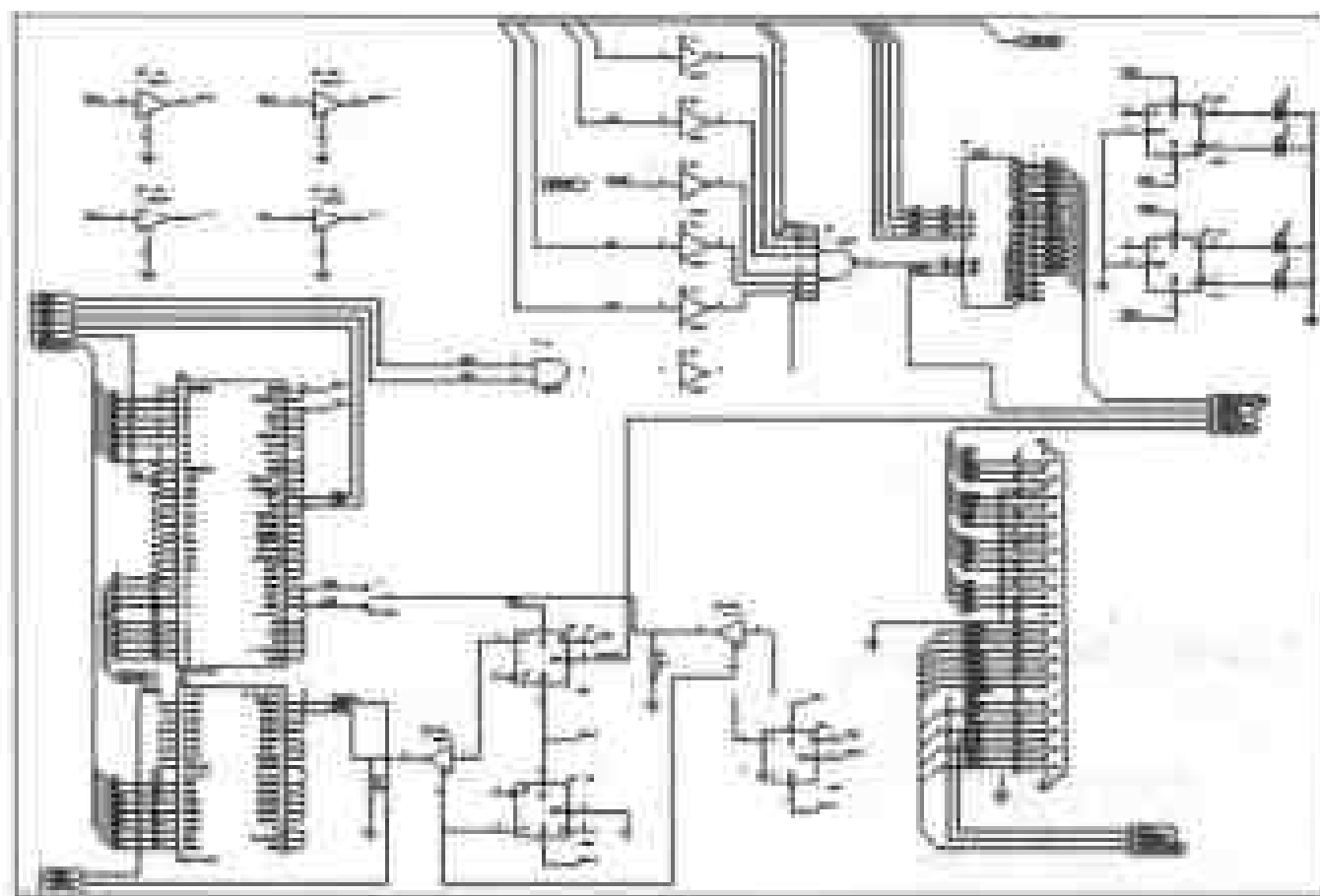



图 4-24 层次原理图子图

4.2.3 制作电路的 I/O 端口

前面通过 Protel 99 提供的命令,直接在子图中生成了 I/O 端口,下面介绍直接在子图中制作 I/O 端口的方法。事实上,可以使用两种方法将一个电路与另一个电路连接起来:一种方法是在元件引脚或导线处设置网络标号,具有相同网络标号的电路在电路连接关系上是连通的;另一种方法就是设置 I/O 端口,具有相同 I/O 端口名称的电路将被视为属于同一网络,即在电路连接关系上认为它们是连在一起的。在层次电路原理图中,I/O 端

口的应用更加频繁,能够清晰地表达各层原理图之间的输入/输出关系。在图纸中设置 I/O 端口的操作方法如下:

- (1) 选择 View > Toolbars > Wiring Tools,在工作窗口中弹出 Wiring Tools 工具栏。
- (2) 在 Wiring Tools 工具栏中单击  按钮,选择放置 I/O 端口的工具,此时鼠标箭头变为十字光标,并带有一个 I/O 端口的形状。
- (3) 在图纸中移动十字光标,在适当的位置单击,放置 I/O 端口,然后继续移动鼠标到适当的位置再次单击,确定 I/O 端口符号另一端的位置,即确定 I/O 端口的长度,得到如图 4-25 所示的效果。

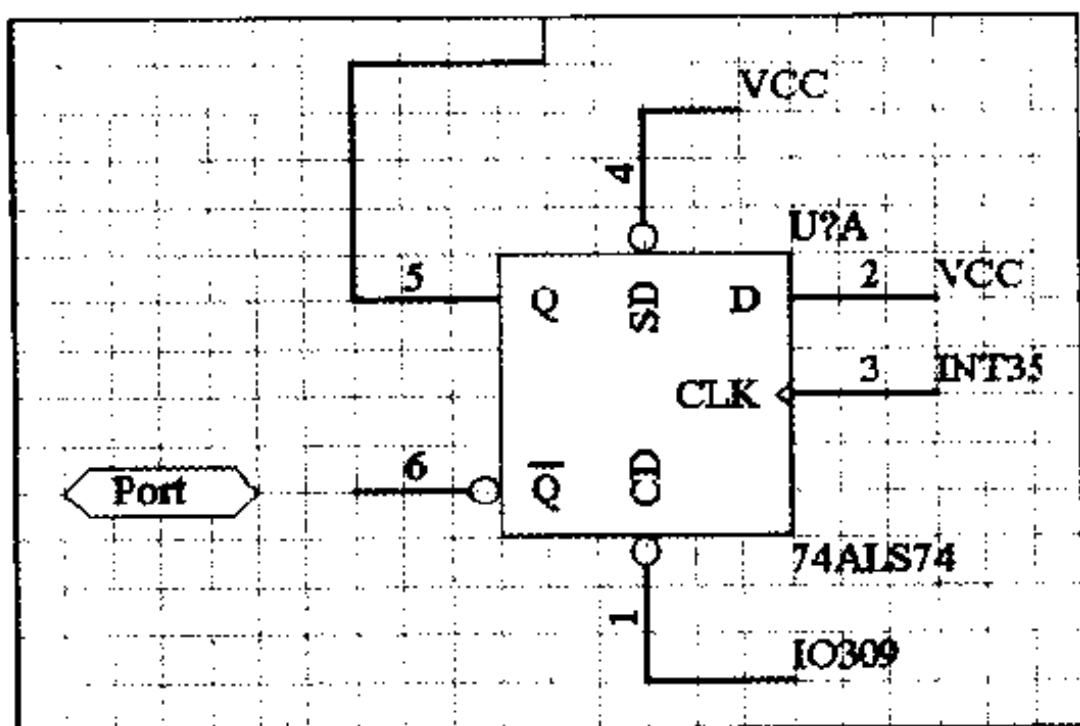


图 4-25 在图纸中放置 I/O 端口符号

(4) 此时得到的只是系统默认的 I/O 端口的形状,用户可以根据需要设置 I/O 端口的各个属性。在图纸中双击 I/O 端口符号,弹出如图 4-26 所示的对话框,供用户设置 I/O 端口的各个属性。

(5) 在对话框顶部的 Name 选项的输入框中输入 Input,设置 I/O 端口的名称,在图纸中具有相同名称的 I/O 端口在电路连接关系上是相通的。

(6) 单击 Style 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中给出了 8 个选项,供用户设置 I/O 端口的外形,也就是 I/O 端口的箭头方向。

(7) 在对话框中单击 I/O Type 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中选择 Input,设置此 I/O 端口的输入/输出属性。


(8) 单击 Alignment 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中给出了 Left, Center 和 Right 3 个选项,供用户设置 I/O 端口的名称在端口符号中的位置,这个选项不影响电路连接关系。



图 4-26 设置 I/O 端口形状的对话框

(9) 在对话框的 Length 选项输入框中显示出了 I/O 端口符号的长度,调整此输入框中的数值,即可调整图纸中的端口符号的长度。对话框的 X-Location 和 Y-Location 选项输入框中给出了 I/O 端口的位置坐标,修改这两个选项的取值,即可调整 I/O 端口在图纸中的位置。

(10) 分别单击 Border, Fill Color, Text 选项的颜色框,均可弹出 Choose Color 对话框,在其中选择适当的颜色,分别设置 I/O 端口符号的轮廓线颜色、填充颜色、文字颜色。

(11) 设置好对话框中的各个选项之后,单击对话框底部的 OK 命令按钮,返回工作窗口。在 Wiring Tools 工具栏中单击  按钮,在图纸中绘制导线,将 I/O 端口与元件引脚连接起来,得到如图 4-27 所示的效果。

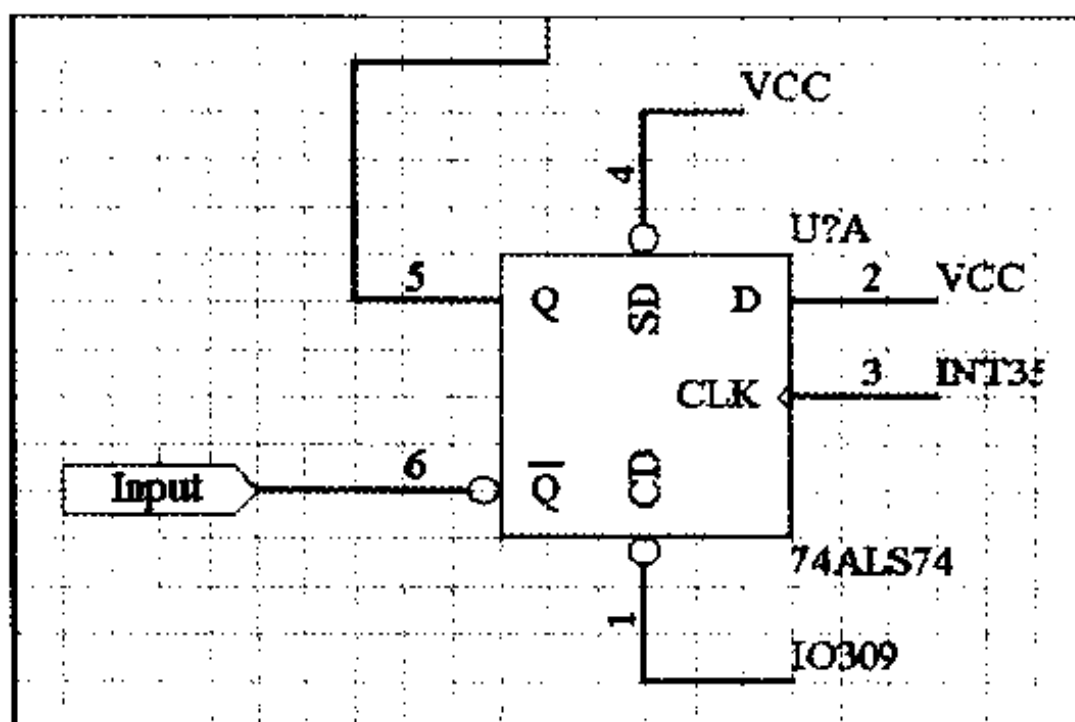


图 4-27 设置 I/O 端口的属性

注意: 在如图 4-26 所示的对话框中设置 I/O Type 选项的时候,设置的是 I/O 端口的输入/输出类型,它会影响到 ERC 检验的结果。比如当两个同为 Input 类型的 I/O 端口连接在一起的时候,ERC 检验就会认定为错误,并产生错误报告。

4.3 自下而上设计层次原理图

前面介绍了层次原理图总图的画法,还介绍了怎样由总图生成子图,怎样绘制子图,也就是介绍了如何按照自上而下的策略设计层次原理图。下面将简要介绍设计层次原理图的另一个策略,即自下而上的设计方法。

使用自上而下的策略设计层次原理图,前提是设计者对原理图的层次关系比较清楚,能够清晰地表达出总图与子图的结构关系。如果在设计层次原理图时,用户不能确定每个模块究竟有哪些端口,即对每个功能模块之间的连接关系不清楚,那么就可以采用自下而上的设计策略。

在自下而上的设计方法中,可以首先设计出下层模块的原理图(子图),然后再由这些

原理图产生方块电路,进而产生上层原理图,如此这般层层向上递推,最终得到层次原理图的总图。这种方法就像生产一台机器,先制作各个零件,然后再将这些零件组织在一起,组装成一台机器。

自下而上的方法和自上而下的方法,虽然过程相反,但是具体操作时仍有相似之处,因此下面只简单介绍一下自下而上方法的主要操作方法。

以前面绘制的层次原理图的子图为例(如图4-24所示),产生方块电路的操作方法如下:

(1) 按照前面介绍的绘制层次原理图子图的方法,在图纸中放置元件,设置各个元件的属性,连接导线,并在图纸中设置网络标号和 I/O 端口,得到完整的层次原理图子图,如图4-24所示。

(2) 在工作窗口中单击 Documents 标签,切换至项目数据库文件窗口,选择 File > New,弹出如图4-28所示的对话框,在此对话框中单击 Documents 标签,然后在显示出的列表框中单击 Schematic Document 图标,然后单击对话框的 OK 命令按钮,生成一个新的原理图文件,并在工作窗口中打开它。



图 4-28 生成一个新的原理图文件

(3) 选择 Design > Create Symbol From Sheet,弹出如图4-29所示的对话框,在此对话框中单击 Sheet2.Sch,指定 Protel 99 生成代表该原理图的方块电路。

(4) 在图4-29所示的对话框中单击 OK 命令按钮,弹出如图4-30所示的对话框,如果用户单击此对话框中的 Yes 命令按钮,则新产生的方块电路中 I/O 端口的输入/输出方向将与选中的原理图中的端口输入/输出方向相反,即输入变为输出,输出变为输入;如果用户单击 No 命令按钮,则新产生的方块电路中 I/O 端口的输入/输出方向将与选中的电路原理图中的相应端口相同。

(5) 本例中单击 No 命令按钮,则在前面新打开的名为 Sheet5.Sch 的原理图窗口中出现十字光标,并带有一个方块电路符号。

(6) 将十字光标移到工作窗口中的适当位置单击,放置方块电路,得到如图4-31所示的效果。此时方块电路的大小、名称等属性都是默认状态,用户可以在工作窗口中双击方块电路,在弹出的对话框中设置它的各个属性。



图 4-29 选择生成方块电路的原理图子图



图 4-30 转换端口输入/输出方向对话框

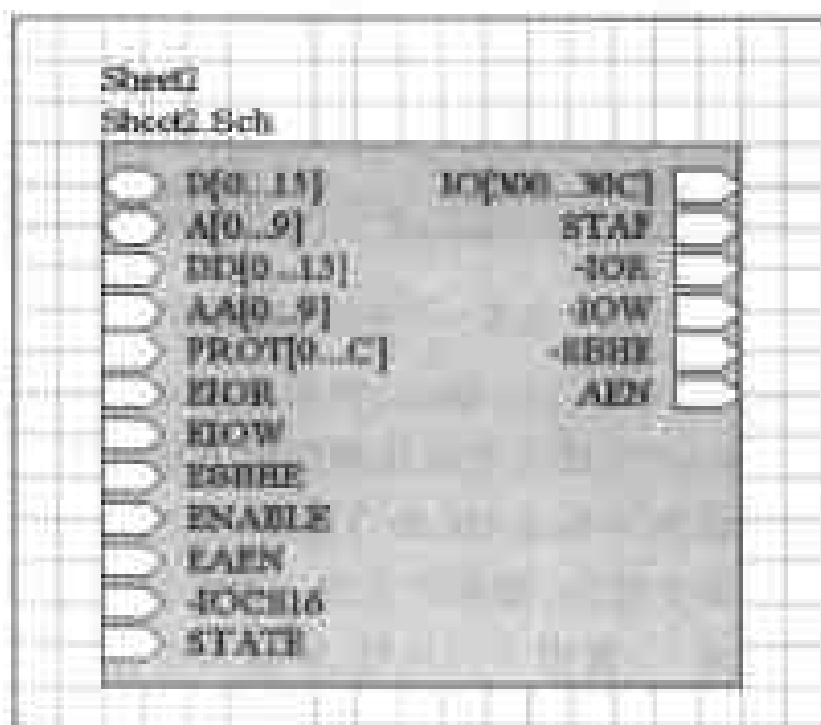


图 4-31 生成的方块电路

按照以上介绍的方法,使用另一幅子图,生成另一个方块电路,放置在图纸中。此时生成的方块电路中端口的位置具有随机性,在图纸中单击方块电路,在它的周围显示节点。移动节点,调整方块电路的大小,然后单击方块电路中的电路端口,按住鼠标左键,移动鼠标到适当的位置释放,调整端口的位置。最后用导线将两个方块电路上的具有连接

关系的端口用导线连接起来,就得到如图 4-32 所示的层次原理图总图。

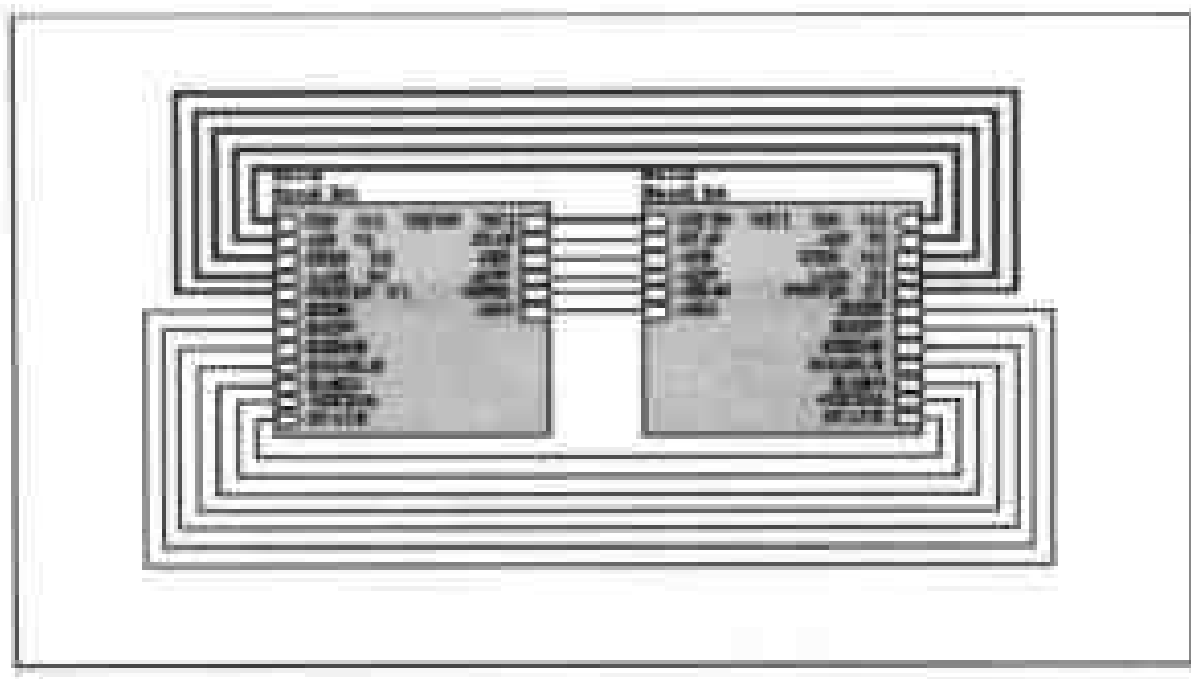


图 4-32 自下向上生成的层次原理图总图

4.4 层次原理图的层次关系

以上介绍了层次原理图的绘制方法,与绘制单层原理图不同的地方就是需要特别注意原理图的层次关系,即总图与子图的关系、子图与子图的关系。在进行较大规模的原理图设计时,所需的层次原理图是比较多的,下面围绕层次原理图的层次关系,介绍一些相关的内容。

4.4.1 网络标号的有效范围

在 Protel 99 中,网络标号和电路端口具有非常重要的作用,同名的网络标号或电路端口在电路连接关系上相通,可以使图纸看起来更加美观、清晰,而且便于表达不同层次原理图的连接关系。当用户对层次原理图进行以下操作时,如进行 ERC 检验、将层次原理图和 PCB 图之间同步、生成网络表、进行仿真、编译可编程逻辑电路的层次原理图等,都需要对网络标号的作用范围进行说明,即设置网络识别器作用范围。

在设计原理图之前,用户必须首先确定自己的层次原理图采用哪种形式,每一种层次原理图形式都对应了特定的网络标号作用范围,这些都将影响到用户对所有网络标号的命名和属性设置。

常用的层次原理图形式有以下几种:

1. I/O 端口全局有效

如果用户在层次原理图中设置 I/O 端口全局有效,则所有子图中同名的 I/O 端口相互连接,但是网络标号是局部连通的,也就是说,只有同一张原理图中的同名网络标号才相互连接。这是一种比较简单的层次原理图形式,在这种层次原理图中,所有的子图都是处在同一层面上,而总图中只包含代表下层子图的方块电路,不包含任何连线,所有子图之间的连接关系都靠 I/O 端口来表达。

在进行 ERC 检验、将层次原理图和 PCB 图之间同步、生成网络表、进行仿真、编译可编程逻辑电路的层次原理图等操作之前,用户都可以设置采用何种形式的层次原理图,比如在进行 ERC 检验时,要设置 I/O 端口全局有效,可按以下步骤进行:

(1) 选择 Tools > ERC,对打开的原理图进行 ERC 检验,弹出如图 4-33 所示的对话框,在此对话框中用户可以设置 ERC 检验的相关选项。

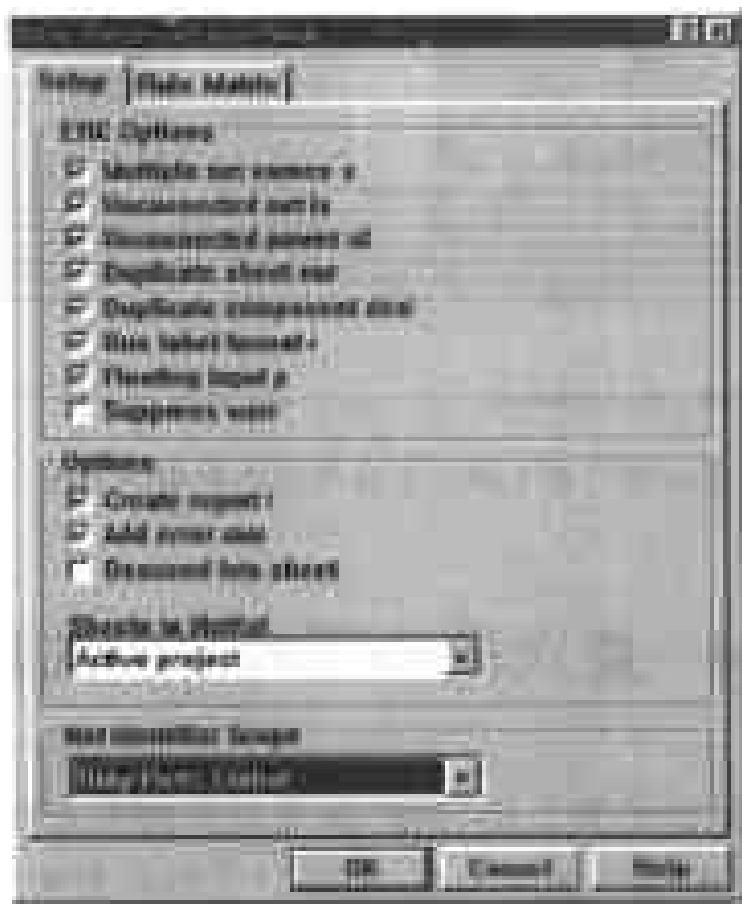


图 4-33 设置 I/O 端口全局有效

(2) 单击对话框底部的 Net Identifier Scope 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中包含 3 个选项:

- Only Ports Global——只设置 I/O 端口全局有效。
- Net Labels and Ports Global——设置网络标号和 I/O 端口全局有效。
- Sheet Symbol/Port Connections——设置方块电路和 I/O 端口相连。

(3) 从下拉列表中选择 Only Ports Global,设置 I/O 端口全局有效,单击 OK 命令按钮,返回工作窗口,对图纸进行 ERC 检验工作。

以上介绍的是在进行 ERC 检验之前设置 I/O 端口和网络标号有效范围的方法,进行其他操作时或者设置其他层次原理图形式时,设置方法也与此类似,后面就不再赘述了。

2. 网络标号和 I/O 端口全局有效

在这种形式的层次原理图中,所有子图的同名网络标号和同名 I/O 端口都是相连的,其设置方法与上述方法相似,只要选择 Net Labels and Ports Global 就可以了。

3. 简单的层次原理图

在分层简单的层次原理图形式中,层次原理图的层次关系可以用一个树状结构表示出来,即在上层的原理图上用方块电路代表下层的原理图,用方块电路之间的连接关系代表下层原理图之间的连接关系,而方块电路的每一个端口都与它所代表的子图的 I/O 端口相连。这种结构真正表达出了层次原理图之间的层次关系,用方块电路代表下一层原

理图,使我们在设计上层原理图时根本不必考虑下层原理图的具体构造,只要了解各个端口的连接关系就可以了。这种设计方法体现了模块化、层次化的设计原则。

此种层次原理图形式的设置方法与前面类似,只要选择 Sheet Symbol/Port Connections 即可。

4. 复杂的层次原理图

所谓复杂的层次原理图,指的是在同一设计项目中,代表功能模块的方块电路可以被重复放置,不论是在同一幅原理图中还是在同一项目的不同原理图中。这种复杂的层次关系更适合用在大规模的电路设计中,用户可以将某些多次使用的功能模块绘制成层次原理图子图,用方块电路代表之,然后在设计项目中重复调用此功能模块。

当用户对这种复杂的层次原理图进行 ERC 检验、将层次原理图和 PCB 图之间同步、生成网络表、进行仿真、编译可编程逻辑电路的层次原理图等操作之前,需要首先选择 Tools > Complex To Simple,将复杂分层的层次原理图转化为简单分层的层次原理图,在这一过程中,所有重复使用的子图都将被复制并重新命名。

将复杂分层的层次原理图转换为简单分层的层次原理图之后,就可以按照前面介绍的简单分层次原理图的设置方法设置网络标号和 I/O 端口的有效范围了。

4.4.2 在层次原理图之间切换

在进行大规模电路的设计时,往往涉及到数目众多的层次原理图,在编辑过程中常常需要在不同的图纸之间进行切换。对于简单的情况,用户可以在工作窗口中用鼠标单击打开的原理图文件的标签,在图纸之间进行切换,此外还可以使用 Protel 99 提供的命令在总图和子图之间进行切换。


1. 从总图切换到子图

从总图中的方块电路切换到此方块电路所代表的原理图子图上,可以按以下操作进行:

- (1) 打开层次原理图的总图,选择 Tools > Up/Down Hierarchy。
- (2) 此时鼠标箭头变为十字光标,在图纸中移动十字光标到某一方块电路上单击。
- (3) 此时在工作窗口中打开了选中的方块电路所代表的原理图,这时鼠标箭头仍保持为十字光标,右击鼠标,退出切换工作状态。

2. 从子图切换到总图

从子图切换到总图中,即切换到代表此子图的方块电路上,可以按以下操作进行:

- (1) 在工作窗口中打开层次原理图的子图,选择 Tools > Up/Down Hierarchy 或者在主工具栏中单击  按钮。
- (2) 此时鼠标箭头变为十字光标,在图纸中将十字光标移到某一 I/O 端口上单击。
- (3) 此时工作窗口自动切换到代表此原理图的方块电路上,并且十字光标停留在与用户单击的 I/O 端口同名的方块电路端口上,右击鼠标,退出切换的工作状态。

本章介绍了有关层次原理图的一些概念和操作,读者可以在实际应用中不断摸索,逐步掌握层次原理图设计的技巧。

第 5 章 报表和元件库

Protel 99 提供了丰富的报表功能,可以生成各种不同类型的报表文件,供设计者全面掌握设计项目中的各种重要信息。此外,Protel 99 还提供了庞大的元件库,其中包含了世界各著名公司的各种常用元器件 6 万余种,并且还提供了元件编辑器,供用户编辑自己所需要的元件。

5.1 网络表

在原理图绘制完成之后,除了要进行打印输出之外,另一项必要的工作就是生成网络表,它的作用是连接电路原理图和印刷电路板图。要生成网络表,可以在原理图编辑器中直接由原理图文件生成,也可以在文本编辑器中手动编辑,另外还可以在 PCB 编辑器中由已经布线的 PCB 图生成网络表。

5.1.1 网络表的格式

利用原理图生成网络表,是为了进行印刷电路板的自动布线和电路模拟,另外也可以将它与从印刷电路板中导出的网络表进行对比。

网络表文件分为元件声明和网络定义两部分,它们有各自固定的格式和固定的组成部分,缺少任何一部分都可能在 PCB 布线时导致错误。

下面将根据某一原理图生成一个网络表文件,截取其中的一部分说明网络表的格式。

1. 元件声明部分的格式

在网络表文件中截取元件声明部分的一段,字符说明如表 5-1 所示。

表 5-1 元件声明部分的字符说明

字 符	字 符 说 明	字 符	字 符 说 明
[元件声明起始标志	1K5	元件标注文字
R2	元件序号]	元件声明结束标志
AXIAL0.4	元件封装形式		

2. 网络定义部分的格式

在网络表文件中截取网络定义部分的两段,如表 5-2 所示。

以上列出的是网络表文件中元件声明和网络定义两部分的格式,用户可以根据此格式在文本文件编辑器中自行设定网络表文件,也可以在系统生成的网络表文件中进行修改,但是不管怎样,一定要注意保证元件定义和各个连接点的正确。

表 5-2 网络定义部分的字符含义

字 符	字 符 含 义	字 符	字 符 含 义
(网络定义起始标志	(网络定义开始标志
NetU1_49	网络名称(未设网络标号)	A0	网络名称(设置了网络标号)
U1-49	网络的连接点(元件 U1 的第 49 号引脚)	U1-34	网络连接点(元件 U1 的第 34 号引脚)
U11-13	网络的连接点(元件 U11 的第 13 号引脚)	P1-A31	网络连接点(元件 P1 的第 A31 号引脚)
)	网络定义结束标志)	网络定义结束标志

5.1.2 根据原理图生成网络表文件

绘制好原理图之后,必须要经过生成网络表文件这一步骤,才能继续绘制印刷电路板图。只有生成正确的网络表文件,才能在布线时避免错误。下面以第 2 章中绘制的电路原理图为例生成网络表文件,操作步骤如下:

(1) 打开第 2 章中绘制的原理图文件,选择 Design > Create Netlist,弹出如图 5-1 所示的对话框。

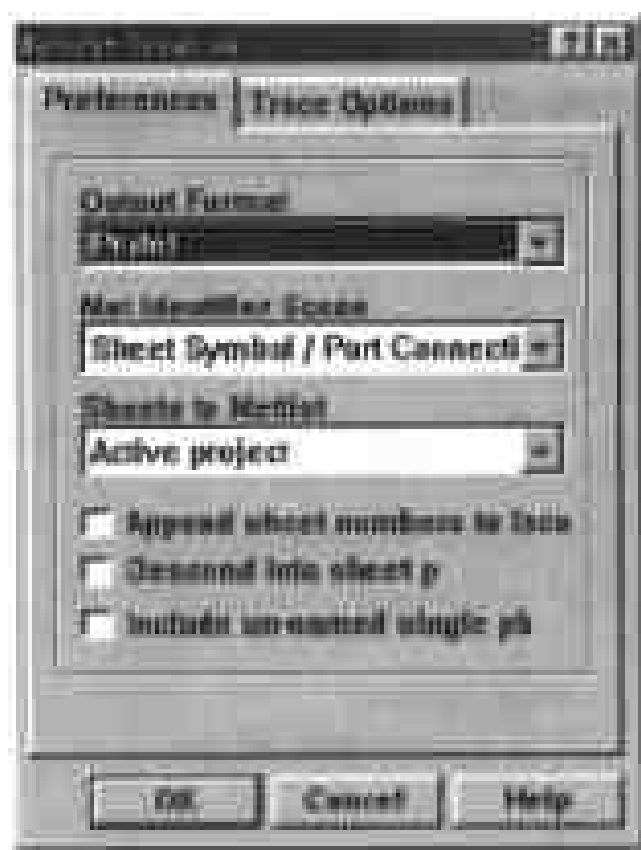


图 5-1 生成网络表的对话框

(2) 在弹出的对话框中单击 Preferences 标签,显示生成网络表之前所需设置的选项。

(3) 单击 Output Format 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中给出了几十个选项,供用户设置原理图的输出格式,从中选择 Protel。

(4) 单击 Net Identifier Scope 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中给出了 Net Identifier Scope, Only Ports Global 和 Sheet Symbol/Port Connections 3 个选项,用来设置网络标号和 I/O 端口的有效范围,它们各自的作用在上一章中已经介绍过了。本例中由于电路图是单层原理图,因此此选项不进行设置。

(5) 单击 Sheets to Netlist 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中给出了 3 个选项,

供用户设置根据哪些原理图生成网络表文件,各个选项的作用如下:

- Active Sheet——根据当前激活的图纸生成网络表。
- Active Project——根据当前激活的项目中所包含的所有图纸生成网络表。
- Active Sheet Plus Sub Sheets——根据当前激活的图纸及下层的子图生成网络表。

本例中选择 Active Project。

(6) 在如图 5-1 所示的对话框底部还提供了 3 个复选框,在默认情况下它们都没有被选中,这 3 个选项的功能如下:

- Append sheet numbers to local net name——单击此选项,可以将原理图编号添加到网络名称上。
- Descend into sheet parts——单击此选项,可以将网络表文件按照图纸部分进行细分。
- Include un-named single pin nets——单击此选项,将在生成的网络表文件中包含没有命名的单个引脚网络。

本例中这 3 个选项都不选中。

(7) 在对话框顶部单击 Trace Options 标签,在对话框中显示出设置跟踪功能的选项,如图 5-2 所示。

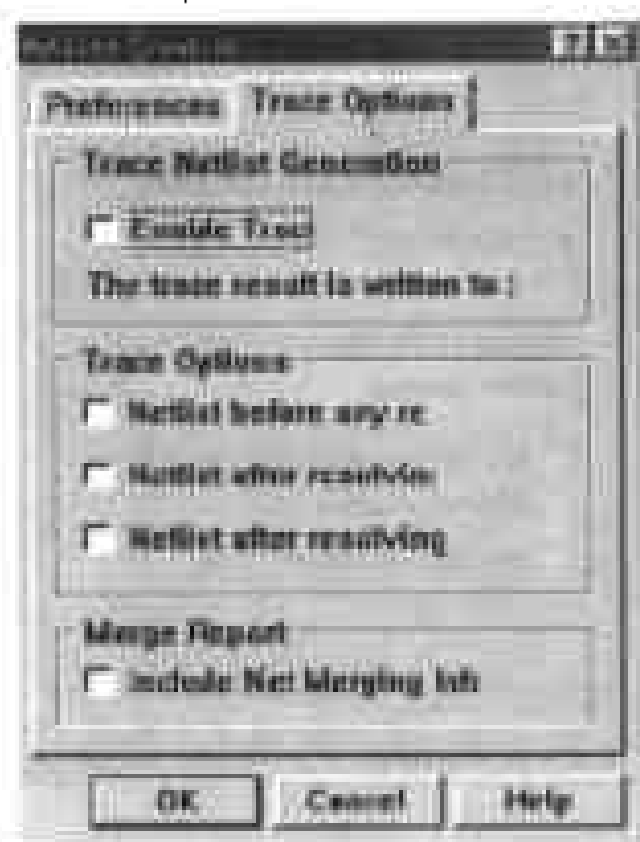


图 5-2 设置跟踪选项的对话框

(8) 在对话框中如果单击 Enable Trace 复选框,则跟踪结果会生成一个文件,其文件名与原理图文件相同,后缀为 .tng。

(9) 在对话框的 Trace Options 选区中包含了 3 个选项,供用户设置跟踪功能,它们的作用如下:

- Netlist before any resolve——单击此复选框,则在转换网络表时,对系统的任何动作都进行跟踪,并生成跟踪结果文件。
- Netlist after resolving sheets——单击此复选框,只在电路中的内部网络结合到项目

网络时才加以跟踪,并生成跟踪结果文件。

- Netlist after resolving project——单击此复选框,只当项目文件内部网络进行结合动作时才进行跟踪,并生成跟踪结果文件。

本例采用默认的设置,即不选中任何选项。

(10) 在对话框中进行了设置之后,单击 OK 命令按钮,系统自动生成与原理图文件同名的网络表文件,并在工作窗口中打开此文件,工作窗口左边的项目浏览器窗口也自动切换到文本浏览器,此时的界面如图 5-3 所示。

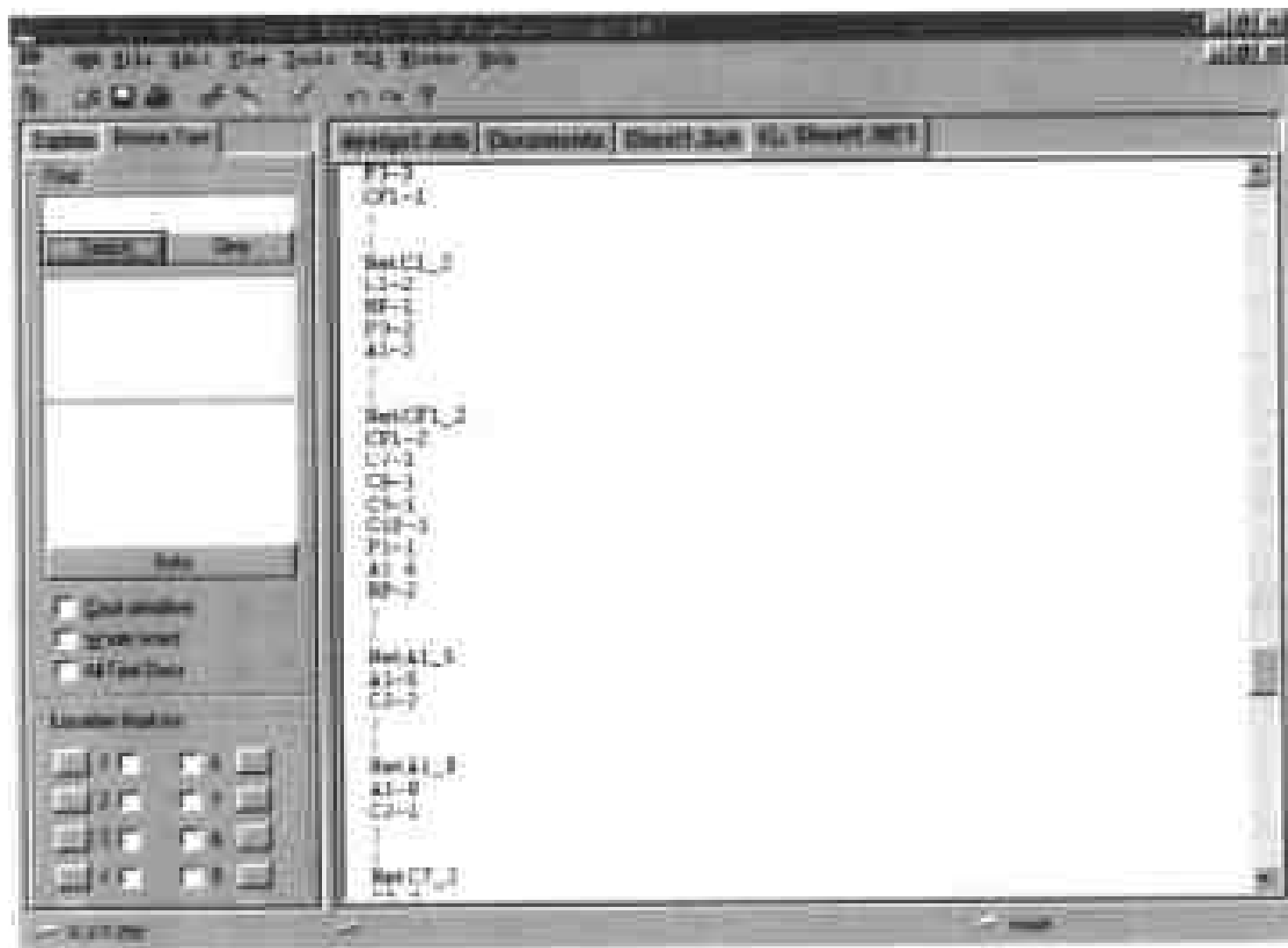


图 5-3 生成的网络表文件

5.1.3 生成层次原理图的网络表文件

前面介绍的是生成单层原理图的网络表文件的操作方法,如果用户要得到层次原理图的网络表文件,其操作步骤如下:

(1) 在工作窗口中打开层次原理图的总图,选择 Design > Create Netlist,弹出如图5-4所示的对话框。

(2) 在对话框中单击 Preferences 标签,在对话框中显示设置网络表属性的选项,供用户设置网络表文件的输出格式、网络标号和 I/O 端口的有效范围、网络表的范围等。

(3) 单击 Output Format 下拉列表框,在弹出的下拉列表中选择 Protel,设置网络表的输出格式。

(4) 单击 Net Identifier Scope 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中选择 Sheet Symbol/Port Connections,设置方块电路和 I/O 端口相连。

(5) 单击 Sheets to Netlist 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中选择 Active project,根据当前激活的项目文件中的所有原理图生成网络表。

(6) 单击 OK 命令按钮,程序将自动生成网络表,并在工作窗口中打开网络表文件。

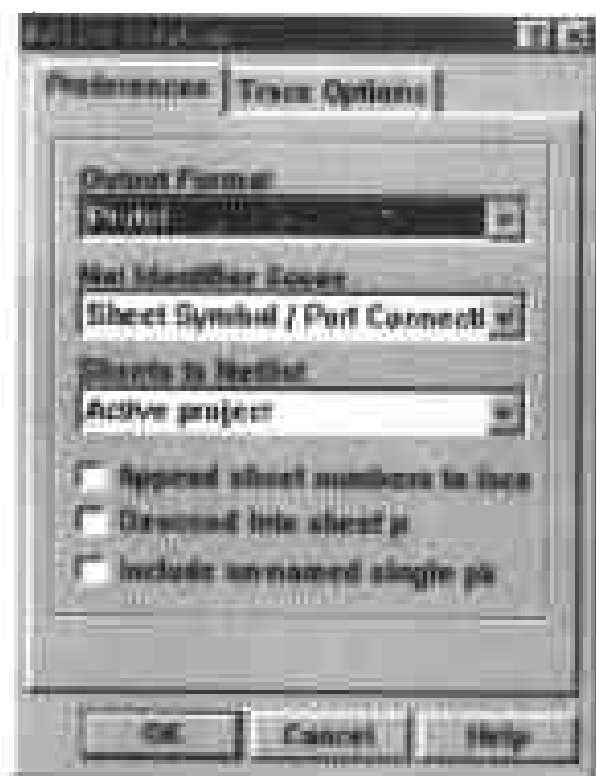


图 5-4 生成网络表的对话框

注意: 要生成层次原理图的网络表,特别要注意在对话框中设置 Net Identifier Scope 选项,根据需求选择适当的选项,设置网络标号和 I/O 端口的有效范围。

5.2 生成其他列表

在前面一节中,已经介绍了根据原理图生成网络表文件的操作过程。在 Protel 99 中,除了网络表文件以外,还可以根据原理图生成其他类型的报表文件,下面将逐一进行介绍。

5.2.1 设计组织列表

前面已经介绍了层次原理图的设计方法,根据层次原理图,可以生成设计组织列表,用来描述层次式原理图的项目文件中所包含的原理图文件和它们之间的层次关系。生成设计组织列表的操作过程如下:

(1) 选择 File > Open,在弹出的对话框中选择要打开的项目文件,单击对话框中的“打开”命令按钮,将文件打开。

(2) 选择 Reports > Design Hierarchy,系统将自动生成所选的设计项目的设计组织列表文件,它的文件名与该项目文件的文件名相同,后缀为 .rep。

(3) 同时生成的设计组织列表文件在工作窗口中打开,如图 5-5 所示。

以上是生成设计组织列表文件的操作过程。从图中可以看出,此项目文件所包含的



图 5-5 设计组织列表文件

各个图形文件被按照层次关系显示出来,便于设计者明确各个文件相互之间的联系。

5.2.2 元件列表

在 Protel 99 中可以根据原理图生成元件列表文件,其中包括了整个原理图或者整个设计项目中的所有元器件,并包含了元件名称、序号、封装形式等信息,使设计者对图纸中使用的元件一目了然。元件列表文件的生成方法如下所述:

(1) 以第 2 章所绘制的原理图文件为例,选择 File > Open,在工作窗口中打开原理图文件。

(2) 选择 Reports > Bill of Material,弹出如图 5-6 所示的对话框,在对话框中单击 Sheet 单选钮,指定生成元件列表的范围为当前激活的原理图。

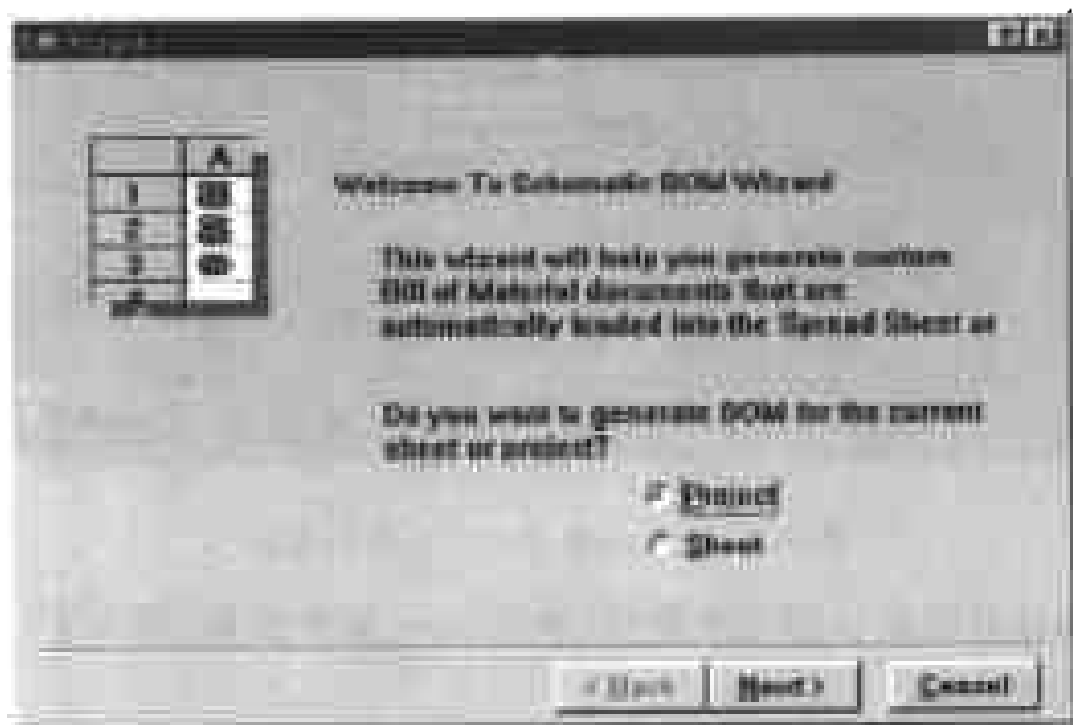


图 5-6 设置生成元件列表的范围

(3) 在如图 5-6 所示的对话框底部单击 Next 命令按钮,进入下一步操作,打开如图 5-7 所示的对话框。

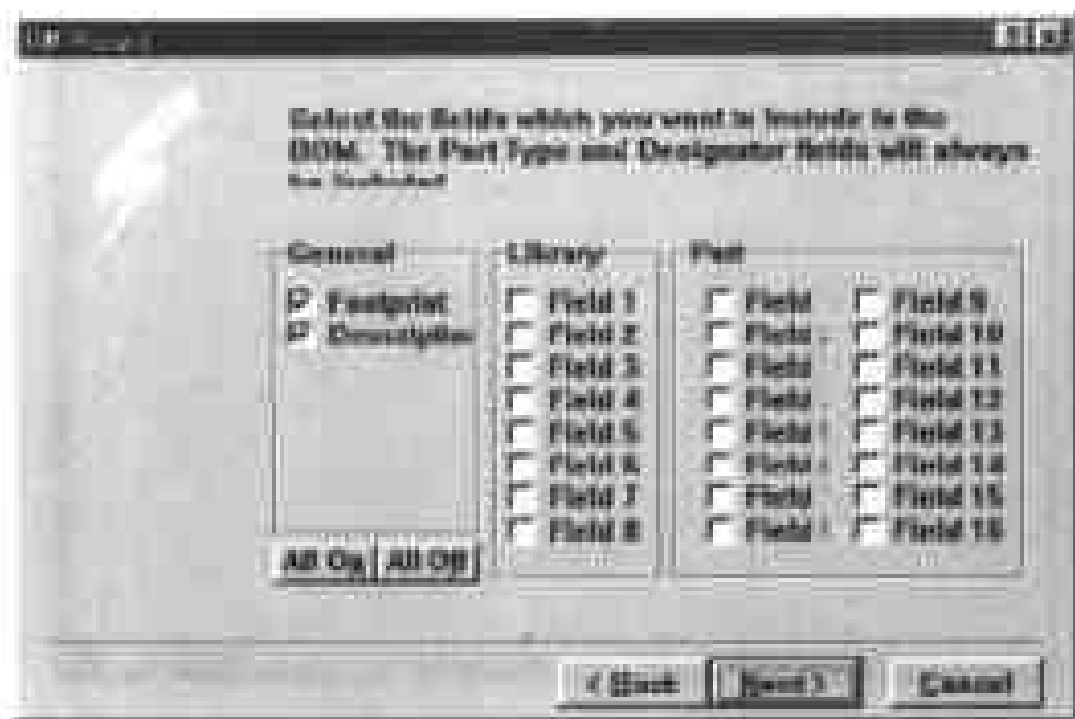


图 5-7 设置元件列表的内容

(4) 在如图 5-7 所示的对话框中,默认情况下 General 选区中的 Footprint 和 Description 两个复选框被选中,这两个选项的作用是供用户设置元件列表中的内容。

(5) 设置好元件列表中的内容之后,单击 Next 命令按钮,进入下一步操作,打开如图 5-8 所示的对话框,在此对话框中提供了 4 个选项,在它们的输入框中分别输入适当的内容,定义元件列表中各列的名称。

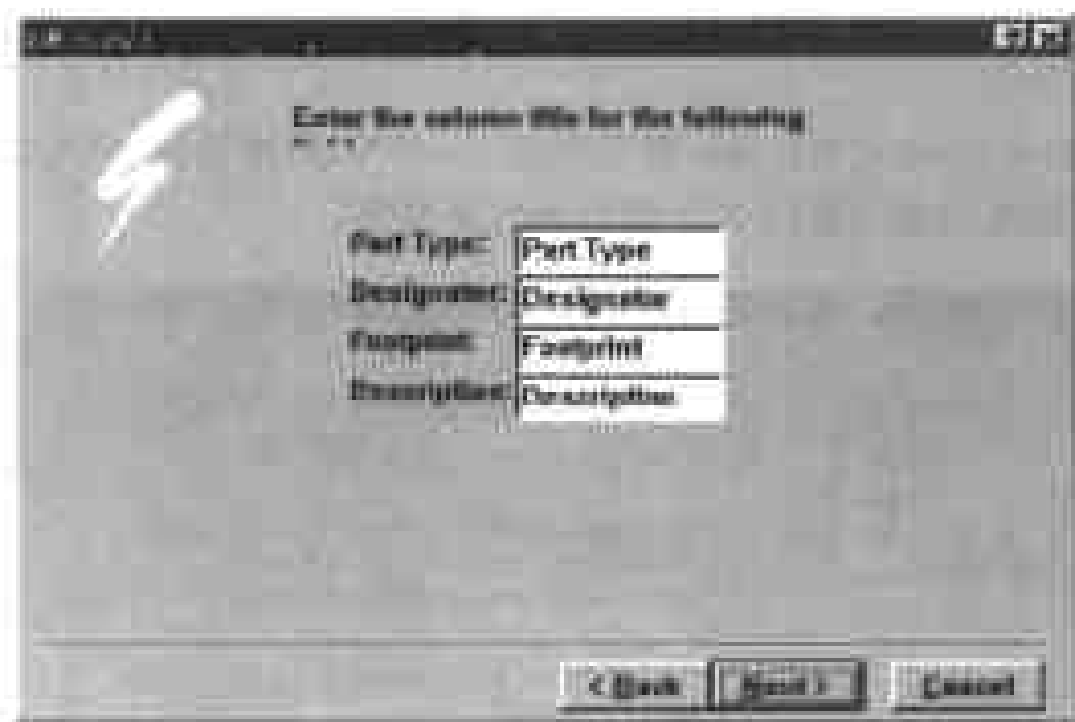


图 5-8 设置元件列表中各列的名称

(6) 设置好元件列表中各列的名称后,单击 Next 命令按钮,进入下一步操作,打开如图 5-9 所示的对话框。

(7) 在图 5-9 所示的对话框中包含 3 个复选框,供用户设置生成的元件列表文件的类型,这 3 个复选框的功能如下:

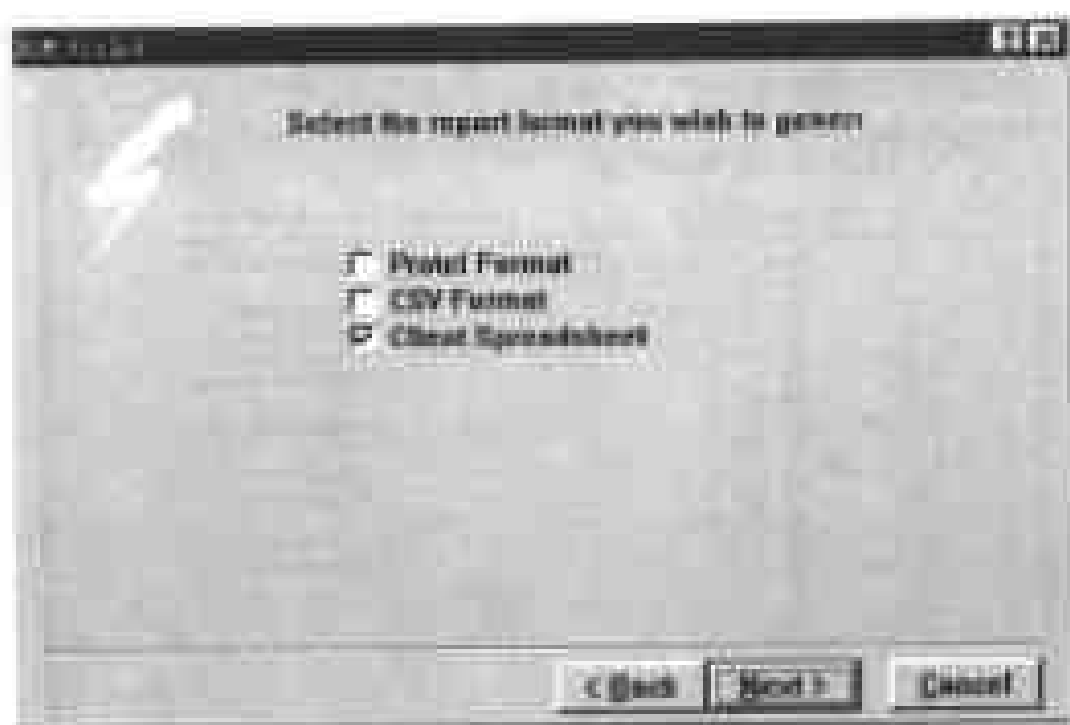


图 5-9 设置生成元件列表文件的类型

- Protel Format——单击此复选框,可以生成 Protel 格式的元件列表文件,后缀为 .bom。
- CSV Format——单击此复选框,可以生成“电子表格可调用”格式的元件列表文件,后缀为 .csv。
- Client Spreadsheet——单击此复选框,可以生成 Protel 99 表格格式的元件列表文件,后缀为 .xls。

(8) 本例中为了说明各种格式的元件列表,将 3 个复选框全部选中,单击 Next 命令按钮,进入下一步操作,打开如图 5-10 所示的对话框。在此对话框底部单击 Finish 命令按钮,

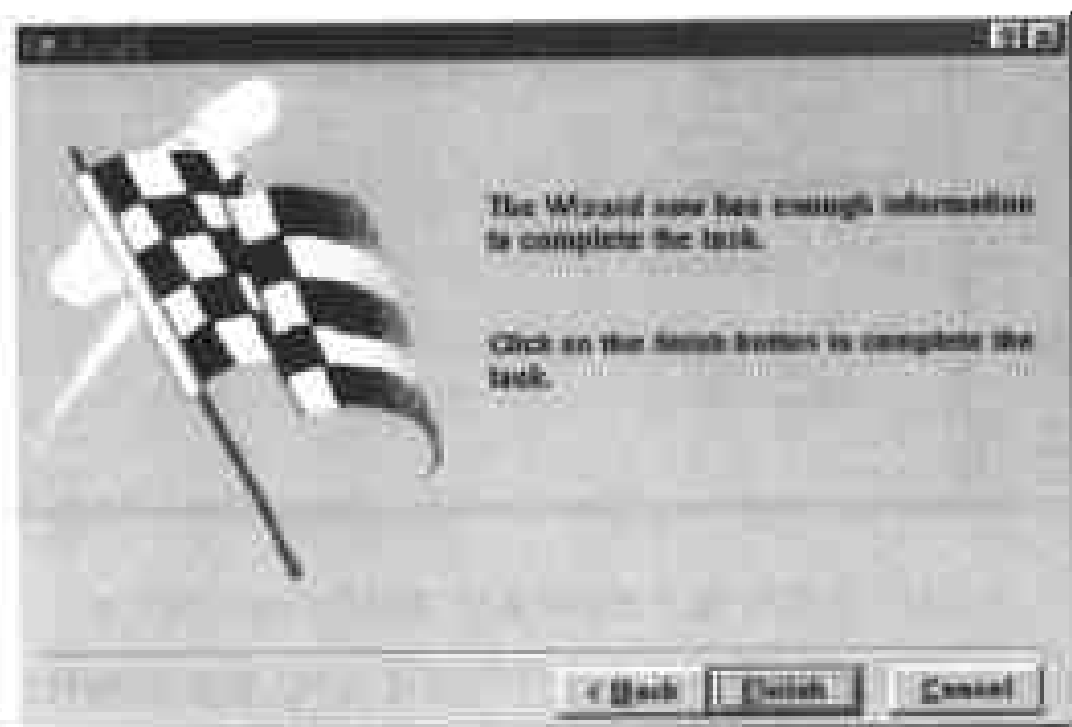


图 5-10 生成元件列表的对话框

结束元件列表文件的设置工作,生成元件列表,并依次在工作窗口中打开 3 个元件列表文

Part Type	Designator	Footprint	Description
P1	P1		Potentiometer
P2	P2		Potentiometer
P3	P3		Potentiometer
P4	P4		Potentiometer
P5	P5		Potentiometer
P6	P6		Potentiometer
P7	P7		Potentiometer
P8	P8		Potentiometer
P9	P9		Potentiometer
P10	P10		Potentiometer
P11	P11		Potentiometer
P12	P12		Potentiometer
P13	P13		Potentiometer
P14	P14		Potentiometer
P15	P15		Potentiometer
P16	P16		Potentiometer
P17	P17		Potentiometer
P18	P18		Potentiometer
P19	P19		Potentiometer
P20	P20		Potentiometer
P21	P21		Potentiometer
P22	P22		Potentiometer
P23	P23		Potentiometer
P24	P24		Potentiometer
P25	P25		Potentiometer
P26	P26		Potentiometer
P27	P27		Potentiometer
P28	P28		Potentiometer
P29	P29		Potentiometer
P30	P30		Potentiometer
P31	P31		Potentiometer
P32	P32		Potentiometer
P33	P33		Potentiometer
P34	P34		Potentiometer
P35	P35		Potentiometer
P36	P36		Potentiometer
P37	P37		Potentiometer
P38	P38		Potentiometer
P39	P39		Potentiometer
P40	P40		Potentiometer
P41	P41		Potentiometer
P42	P42		Potentiometer
P43	P43		Potentiometer
P44	P44		Potentiometer
P45	P45		Potentiometer
P46	P46		Potentiometer
P47	P47		Potentiometer
P48	P48		Potentiometer
P49	P49		Potentiometer
P50	P50		Potentiometer
P51	P51		Potentiometer
P52	P52		Potentiometer
P53	P53		Potentiometer
P54	P54		Potentiometer
P55	P55		Potentiometer
P56	P56		Potentiometer
P57	P57		Potentiometer
P58	P58		Potentiometer
P59	P59		Potentiometer
P60	P60		Potentiometer
P61	P61		Potentiometer
P62	P62		Potentiometer
P63	P63		Potentiometer
P64	P64		Potentiometer
P65	P65		Potentiometer
P66	P66		Potentiometer
P67	P67		Potentiometer
P68	P68		Potentiometer
P69	P69		Potentiometer
P70	P70		Potentiometer
P71	P71		Potentiometer
P72	P72		Potentiometer
P73	P73		Potentiometer
P74	P74		Potentiometer
P75	P75		Potentiometer
P76	P76		Potentiometer
P77	P77		Potentiometer
P78	P78		Potentiometer
P79	P79		Potentiometer
P80	P80		Potentiometer
P81	P81		Potentiometer
P82	P82		Potentiometer
P83	P83		Potentiometer
P84	P84		Potentiometer
P85	P85		Potentiometer
P86	P86		Potentiometer
P87	P87		Potentiometer
P88	P88		Potentiometer
P89	P89		Potentiometer
P90	P90		Potentiometer
P91	P91		Potentiometer
P92	P92		Potentiometer
P93	P93		Potentiometer
P94	P94		Potentiometer
P95	P95		Potentiometer
P96	P96		Potentiometer
P97	P97		Potentiometer
P98	P98		Potentiometer
P99	P99		Potentiometer
P100	P100		Potentiometer

图 5-13 生成的 Protel 99 表格格式的元件列表文件

在原理图中选择元件,生成元件引脚列表文件,便于查看图纸中元件的引脚号、名称等。生成引脚列表文件的操作步骤如下:

(1) 首先在工作窗口中打开要生成引脚列表文件的原理图,选择 Edit > Select > Connection,在图纸中逐一选取要生成列表的元件引脚,被选中的元件引脚用黄色显示,如图 5-14 所示。

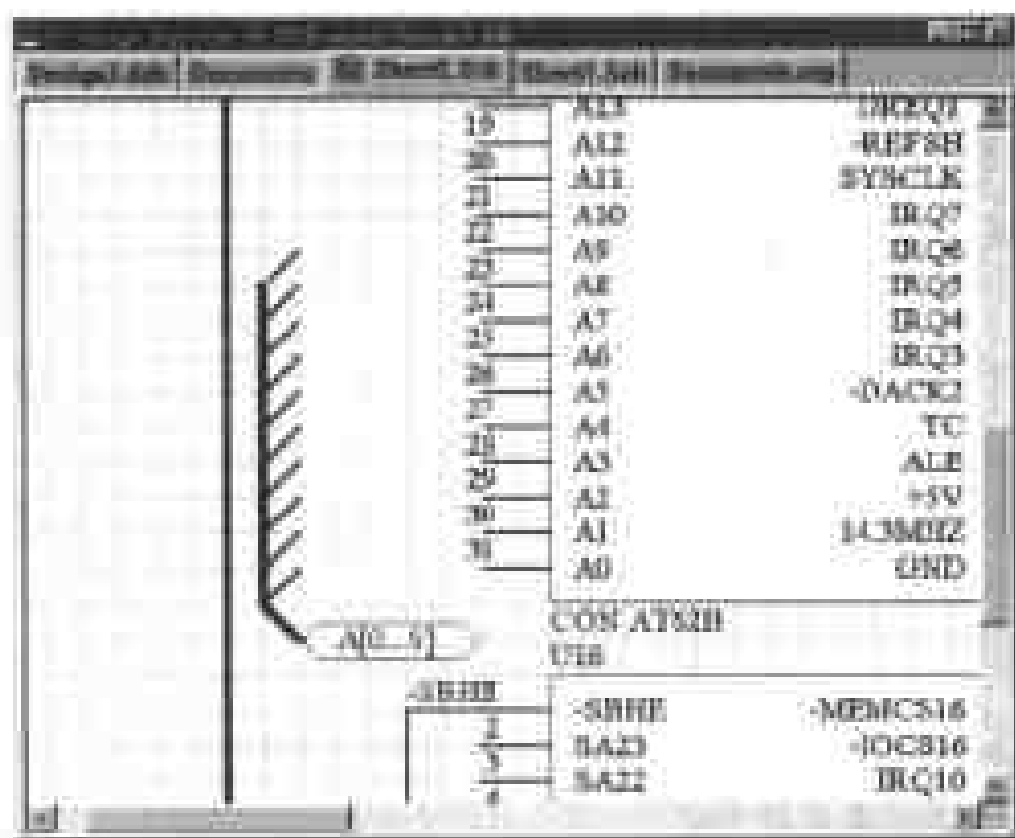


图 5-14 在原理图中选择要生成列表的引脚

(2) 选取了要生成列表的引脚之后,选择 Reports > Selected Pins,弹出如图 5-15 所示的

对话框,在此对话框的列表框中列出了选中的元件引脚的相关信息。



图 5-15 元件引脚列表

(3) 在列表框中可以方便地查看元件引脚的相关信息,比如引脚所属网络的网络标号。例如:U16-22[A9]表示元件 U16 的第 22 个引脚的网络标号为 A9。

(4) 查看元件引脚信息后,单击 OK 命令按钮,即可返回工作窗口,然后选择 Edit > DeSelect > All,取消图纸中对元件引脚的选取。

5.2.4 交叉参考元件列表

进行层次原理图设计时,可以生成交叉参考元件列表文件,供用户获得层次原理图中各个元件的序号、名称和所在的原理图文件,从而获得整个层次原理图项目中所有元件的信息。生成交叉参考元件列表文件的操作步骤如下:

(1) 打开层次原理图设计项目文件,并在工作窗口中打开此项目所包含的所有原理图文件。

(2) 在工作窗口中单击窗口上边的标签,在每一张原理图之间进行切换,首先将层次原理图的总图显示在工作窗口中,然后选择 Reports > Cross Reference。

(3) 此时系统将自动生成一个交叉参考元件列表文件,其文件名与项目文件名相同,后缀为 .xrf,并且在工作窗口中显示此文件。

(4) 切换到层次原理图的每一张子图,在工作窗口中显示每一张原理图的时候都选择一次 Reports > Cross Reference,系统自动将当前原理图的交叉参考元件列表增添到层次原理图的交叉参考元件列表文件中。

(5) 对每一张原理图都执行了一次 Reports > Cross Reference 以后,就得到一个完整的交叉参考元件列表文件,将它在工作窗口中打开,如图 5-16 所示。

Designator	Component	Library Reference Sheet
C1	0.1uF	4 Port UART and Line Drivers sch
C2	0.1uF	4 Port UART and Line Drivers sch
C3	0.1uF	4 Port UART and Line Drivers sch
C4	0.1uF	4 Port UART and Line Drivers sch
C5	0.1uF	4 Port UART and Line Drivers sch
C6	0.1uF	4 Port UART and Line Drivers sch
C7	0.1uF	4 Port UART and Line Drivers sch
C8	0.1uF	4 Port UART and Line Drivers sch
C9	0.1uF	4 Port UART and Line Drivers sch
C10	0.1uF	4 Port UART and Line Drivers sch
C11	0.1uF	4 Port UART and Line Drivers sch
C12	0.1uF	4 Port UART and Line Drivers sch
C13	10uF	4 Port UART and Line Drivers sch
C14	50uF	4 Port UART and Line Drivers sch
C15	10uF	4 Port UART and Line Drivers sch
C16	10uF	4 Port UART and Line Drivers sch
C17	10uF	4 Port UART and Line Drivers sch
D1	194004	4 Port UART and Line Drivers sch
D2	194004	4 Port UART and Line Drivers sch
J1	UD17	4 Port UART and Line Drivers sch
P1	CON AT420	4 Port UART and Line Drivers sch
R1	1K	4 Port UART and Line Drivers sch
R2	1K5	4 Port UART and Line Drivers sch
R3	10K	4 Port UART and Line Drivers sch
S1	BACK ADDRESS	4 Port UART and Line Drivers sch
S2	IN-INPUT SELECT	4 Port UART and Line Drivers sch
S3	TL6C594	4 Port UART and Line Drivers sch

图 5-16 生成的完整交叉参考元件列表文件

5.3 原理图元件库编辑器

虽然 Protel 99 为设计者提供了庞大的元件库,但是有时候设计者所需要的新型元件并没有被包含在元件库中,这时就需要使用原理图元件库编辑器,创建一个符合需要的新元件。下面将详细介绍创建新元件所需要的工具和操作技巧。

5.3.1 元件库编辑器的界面

创建新元件的工作将在原理图元件库编辑器中完成,要打开此编辑器,可以按照以下的步骤进行:

(1) 启动 Protel 99 后,选择 File > New,弹出如图 5-17 所示的对话框。在对话框的 Database File Name 选项输入框中输入新的项目数据库文件的文件名,其后缀为 .ddb。

(2) 单击 Browse 命令按钮,在弹出的对话框中指定文件保存的路径,然后返回如图 5-17 所示的对话框,单击对话框底部的 OK 命令按钮,生成一个新的项目数据库文件,并在工作窗口中打开。

(3) 此时在工作窗口中显示 3 个图标, 双击其中的 Documents 图标, 打开项目文件夹, 选择 File > New (此时的 File 菜单与第 (1) 步中的 File 菜单不同), 弹出如图 5-18 所示的对话框。

(4) 在对话框的列表框中单击 Schematic Library Document 图标,单击对话框底部的 OK 命令按钮,创建一个元件库文件,默认的文件名为 Schlib1。




图 5-17 生成新的项目库文件




图 5-18 创建元件库文件


(5) 在工作窗口中双击此元件库文件的图标,即可进入原理图元件库编辑器,此时的界面如图 5-19 所示,左侧是原理图元件库浏览器,右侧是元件库编辑器的工作窗口。


5.3.2 IEEE 符号工具栏


用户制作新元件的时候,通常会用到 Protel 99 提供的各种工具绘制元件的外观和引脚。下面首先介绍 IEEE 符号工具栏。选择 View > Toolbars > IEEE Toolbar,或者在主工具栏中单击  按钮,即可弹出如图 5-20 所示的 SchLib IEEE Tools 工具栏。


在这个工具栏中提供了 28 个按钮,供用户绘制各种符号,它们的具体功能如下:

 按钮——在图纸中放置小圆点,主要在负逻辑或者低态动作的场合使用。

 按钮——在图纸中放置箭头,表示从右到左的信号流,用来指明信号传输方向。

 按钮——在图纸中放置时钟信号符号,用来表示输入以正极触发。

 按钮——在图纸中放置低态动作输入符号。

 按钮——在图纸中放置类比信号输入符号。

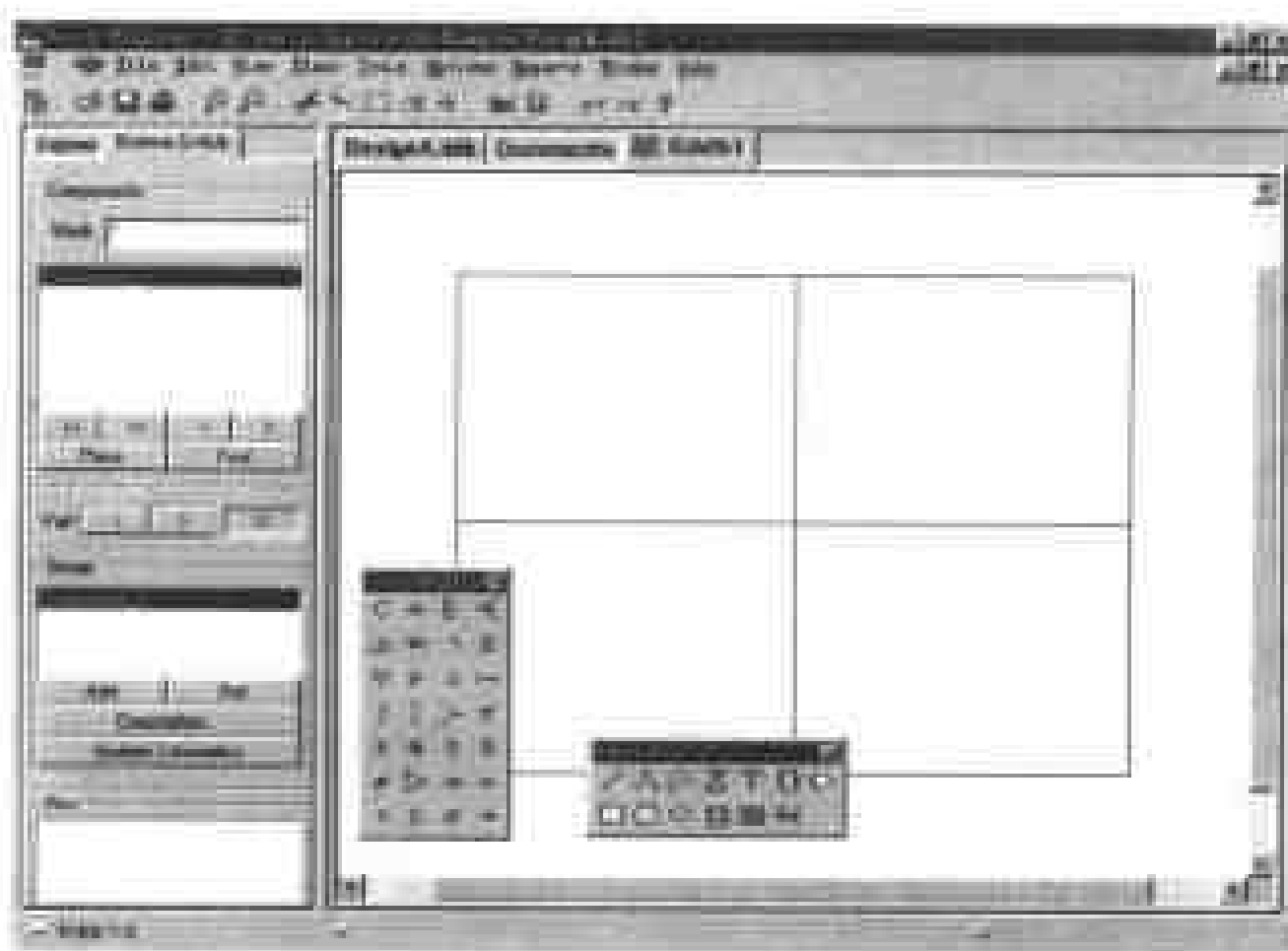




图 5-19 原理图元件库编辑器的界面





图 5-20 SchLib IEEE Tools
工具栏


- 按钮——在图纸中放置无逻辑性连接符号。
- 按钮——在图纸中放置具有延迟性输出的符号。
- 按钮——在图纸中放置具有开集极输出的符号。
- 按钮——在图纸中放置高阻抗状态符号。
- 按钮——在图纸中放置高扇出电流的符号,主要用于电流比较大的场合。
- 按钮——在图纸中放置脉冲符号,比如一些单晶态元件。
- 按钮——在图纸中放置延时符号。


 按钮——在图纸中放置多条 I/O 线组合符号,主要用来表示有多条输入与输出线的符号。


 按钮——在图纸中放置二进制组合的符号。


 按钮——在图纸中放置低态动作输出符号,与一般符号中用小圆点表示低态输出的含义相同。


 按钮——在图纸中放置 π 符号。


 按钮——在图纸中放置大于或等于符号。


 按钮——在图纸中放置具有提高电阻的开集极输出符号。


 按钮——在图纸中放置开射极输出符号,具有高阻抗低态和低阻抗高态两种输出状态。


 按钮——在图纸中放置具有电阻接地的开射极输出符号,具有高阻抗低态和低阻抗高态两种输出状态。


 按钮——在图纸中放置数字信号输入符号,常用在类比元件中某些引脚需要用数组信号做控制的场合。


 按钮——在图纸中放置反向器符号。


 按钮——在图纸中放置双向信号流符号,用来表示该引脚具有输入和输出两种功能。

 按钮——在图纸中放置数据向左移符号。

 按钮——在图纸中放置小于或等于符号。

 按钮——在图纸中放置加法的连加符号 Σ 。

 按钮——在图纸中放置施密特触发输入特性的符号。

 按钮——在图纸中放置数据向右移的符号。

注意:除了使用 IEEE Toolbs 工具栏中提供的工具在图纸中放置各种符号以外,选择 Place > IEEE Symbols 子菜单中的命令,也可以在图纸中放置各种符号。而该子菜单中的 Or Gate(或门)、And Gate(与门)和 Xor Gate(或非门)3 条命令在 IEEE Toolbs 工具栏中没有相对应的工具按钮。

在图纸中放置符号后,用户还可以根据需要修改它的属性,具体操作方法如下:

(1) 在 SchLib IEEE Tools 工具栏中单击某个符号的按钮,此时鼠标箭头变为十字光标,移动十字光标,在元件库编辑器的工作窗口中单击,将选中的符号放置在图纸中,然后右击鼠标,退出放置符号的工作状态。

(2) 在图纸中双击刚刚放置的符号,弹出如图 5-21 所示的对话框,供用户设置符号的各种属性。

(3) 在弹出的对话框中单击 Symbol 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中包含了前面介绍的所有符号的名称,用户甚至可以在这个对话框中改变已经放置在图纸中符号的类型。

(4) 在 Symbol 选项的下拉列表中选择 Pulse,将放置在图纸中的符号改为脉冲符号。

(5) 在 X-Location 和 Y-Location 选项的输入框中给出了放置在图纸中的元件的坐标,其单位是 mil。但需要注意的是,元件库编辑器工作窗口中的坐标与原理图编辑器工作窗口中的坐标的定义是不一样的。修改这两个选项的取值,即可改变符号在图纸中的位置。

(6) 在 Size 选项的输入框中输入数值 400,设置符号的大小,其单位为 mil。

(7) 单击 Orientation 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中提供了 0 Degrees, 90 Degrees, 180 Degrees 和 270 Degrees 4 个选项,供用户设置符号在图纸中的方向,从中选择 0 Degrees。

(8) 单击 Line 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中提供了 Smallest, Small, Medium 和 Large 4 个选项,供用户设置符号的轮廓线宽度,从中选择 Smallest。单击 Color 选项的颜色框,然后在弹出的 Choose Color 对话框中即可选择符号轮廓线的颜色。

(9) 设置好对话框中的各个选项之后,单击对话框底部的 OK 命令按钮,返回工作窗口,得到如图 5-22 所示的脉冲符号。



图 5-21 设置 IEEE 符号的属性

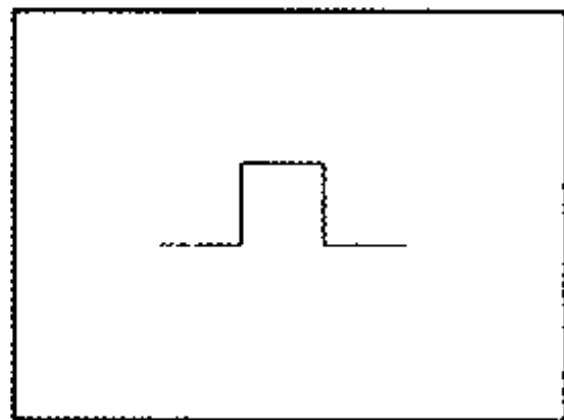



图 5-22 放置在图纸中的脉冲符号

注意: 如果用户在工作窗口中用鼠标单击脉冲符号,并按住鼠标左键,则鼠标箭头变为十字光标,脉冲符号粘在十字光标上,移动十字光标到适当的位置释放鼠标左键,即可将脉冲符号移动到新的位置上。如果用户在按住鼠标左键的同时,按键盘上的 Space 键,即可使符号改变方向,然后释放鼠标左键,符号就以新的方向被放置在图纸中。

5.3.3 SchLib Drawing Tools 工具栏

在原理图元件库编辑器的工作窗口中编辑元件,经常会使用到 SchLib Drawing Tools 工具栏中提供的工具。选择 View > Toolbars > Drawing Toolbar,或者在原理图元件库编辑器的主工具栏中单击  按钮,即可打开如图 5-23 所示的 SchLib Drawing Tools 工具栏。

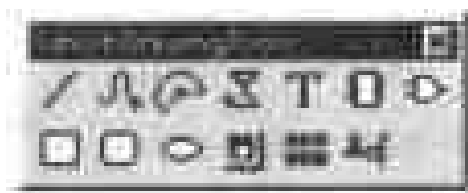















图 5-23 SchLib Drawing Tools 工具栏

在这个工具栏中提供了 13 个按钮,它们各自的功能如下:

-  按钮——绘制直线。
-  按钮——绘制贝赛尔曲线。
-  按钮——绘制椭圆弧线。
-  按钮——绘制多边形。
-  按钮——添加文字标注。
-  按钮——绘制新元件。
-  按钮——绘制部分元件。
-  按钮——绘制矩形。
-  按钮——绘制带圆角的矩形。
-  按钮——绘制椭圆。
-  按钮——粘贴图片。
-  按钮——进行数组式复制。
-  按钮——绘制元件引脚。

注意:除了使用 SchLib Drawing Tools 工具栏中的各个工具按钮以外,用户还可以选择 Place 菜单中的命令绘制元件。

5.4 创建一个新元件

前面我们已经了解了原理图元件库编辑器的基本情况,下面为了更好地熟悉元件库编辑器的使用方法,我们自己动手制作一个新的元件。以地址锁存器 74LS373 为例,虽然它已经存在于 Protel 99 的元件库中,但是为了说明创建新元件的操作方法,仍在这里重新制作地址锁存器 74LS373,其操作步骤如下:

(1) 按照 5.3 节的介绍,打开原理图元件库编辑器,并创建一个新的原理图元件库文件,当前默认的新元件名称为 Component_1。


(2) 选择 View > Toolbars > Drawing Toolbar,在工作窗口中打开如图 5-23 所示的 SchLib


Drawing Tools 工具栏。

(3) 选择 Tools > Rename Component, 弹出如图 5-24 所示的对话框, 在此对话框的 Name 输入框中输入 74LS373, 然后单击 OK 命令按钮, 设置元件的名称。



图 5-24 设置元件名称

(4) 为了便于操作, 在主工具栏中连续单击  按钮, 将工作窗口中的图纸放大到合适的比例。

(5) 在 SchLib Drawing Tools 工具栏中单击  按钮, 选择绘制矩形的工具, 此时鼠标箭头变为十字光标, 并带有一个矩形的形状。

(6) 在图纸中移动十字光标到适当的位置单击, 确定矩形的一个顶点, 然后继续移动十字光标到另一位置单击, 确定矩形的另一个顶点。此时十字光标仍然带有矩形的形状, 用户可以继续绘制其他矩形。

(7) 右击鼠标, 退出绘制矩形的工作状态。在图纸中双击矩形, 弹出如图 5-25 所示的对话框, 供用户设置矩形的属性。

(8) 在此对话框的 X1-Location 和 Y1-Location 两个选项输入框中给出了矩形左上角顶点的位置坐标, 在 X2-Location 和 Y2-Location 两个选项输入框中给出了矩形右下角顶点的位置坐标, 修改它们的取值, 即可调整矩形的位置和大小。


注意: 在图纸中单击矩形, 即可在矩形周围显示出它的节点, 拖动这些节点, 即可调整矩形的高度、宽度, 或者同时调整高度和宽度。

(9) 单击第一个 Border 选项的下拉列表框, 在弹出的下拉列表中选择 Smallest, 设置矩形轮廓线的宽度; 单击第二个 Border 选项的颜色框, 在弹出的 Choose Color 对话框中可以设置矩形轮廓线的颜色。



图 5-25 设置矩形属性的对话框

(10) 单击 Draw Solid 复选框, 然后单击 Fill Color 选项的颜色框, 在弹出的 Choose Color 对话框中选择适当的颜色, 填充矩形。设置矩形的属性之后, 单击 OK 命令按钮, 返回工作窗口。

(11) 在 SchLib Drawing Tools 工具栏中单击  按钮, 选择绘制元件引脚的工具。此时鼠标箭头变为十字光标, 并且十字光标上带有元件引脚的形状, 在图纸中移动十字光标, 在适当的位置单击, 放置元件引脚。

(12) 放置了一个元件引脚后, 鼠标箭头仍保持为十字光标, 用户可以在适当位置继续放置元件引脚。放置了所有需要的引脚之后, 右击鼠标, 退出放置引脚的工作状态, 此时得到的效果如图 5-26 所示。

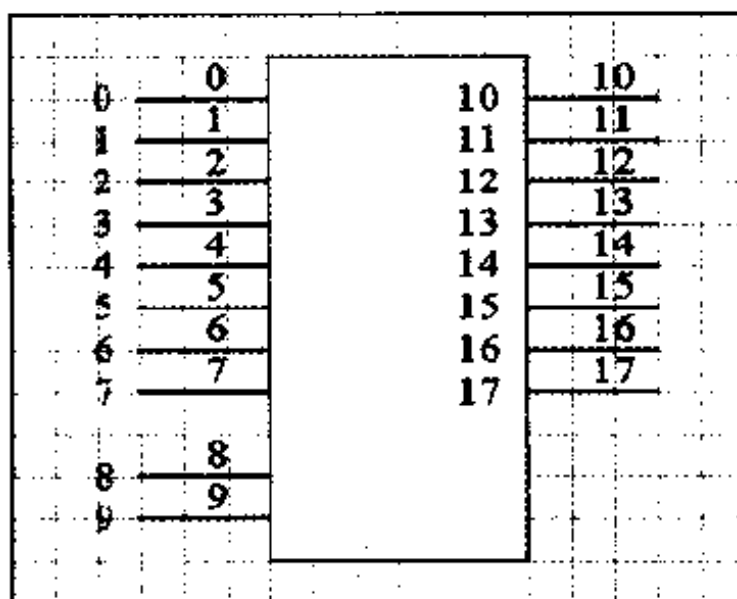


图 5-26 绘制矩形并放置元件引脚

(13) 在元件周围放置了引脚后, 需要设置引脚的属性。在图纸中双击序号为 10 的引脚, 弹出如图 5-27 所示的对话框。

(14) 在该对话框中单击第一个 Show 复选框, 使元件引脚的名称在图纸中被显示出来, 然后在 Name 选项的输入框中输入 Q0, 设置元件引脚的名称。

(15) 在对话框中单击第二个 Show 复选框, 使元件引脚的编号在图纸中被显示出来, 然后在 Number 选项的输入框中输入 2, 设置元件引脚的编号。

(16) 单击对话框的 Electrical 选项的下拉列表框, 在弹出的下拉列表中设置该引脚的类型, 本例中选择 Passive。

(17) 在对话框的 X-Location 和 Y-Location 选项的输入框中显示出了此引脚的位置坐标, 修改其中的数值即可调整引脚的位置。单击 Color 选项的颜色框, 即可在弹出的 Choose Color 对话框中设置引脚的颜色。

(18) 对话框底部的 Pin 选项的输入框中显示出了此元件引脚的长度 30, 其单位为 mil, 修改其中的取值, 即可调整引脚的长度。

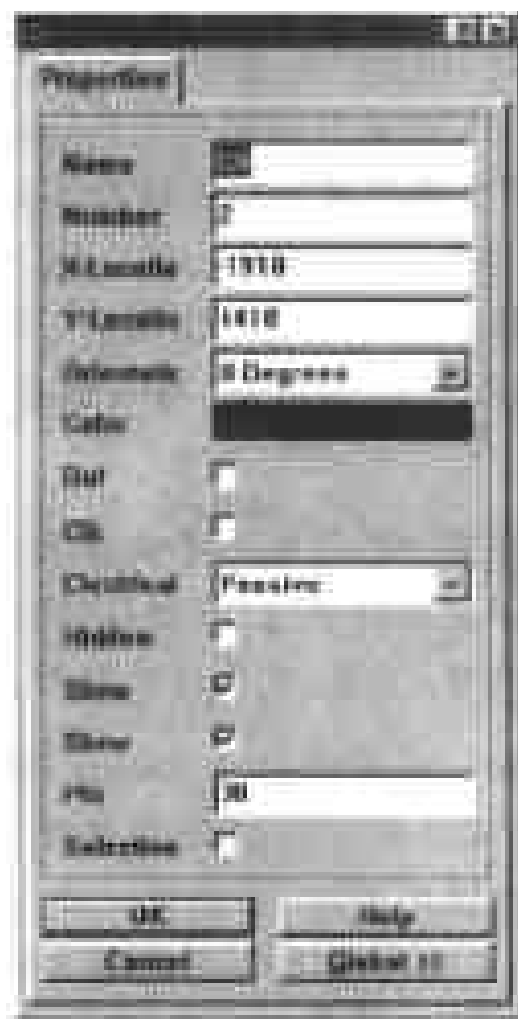


图 5-27 设置元件引脚属性的对话框

(19) 设置好元件引脚的属性后, 单击 OK 命令按钮, 返回工作窗口。按照上述步骤, 设置矩形右边的其他 7 个元件引脚的属性, 得到如图 5-28 所示的效果。

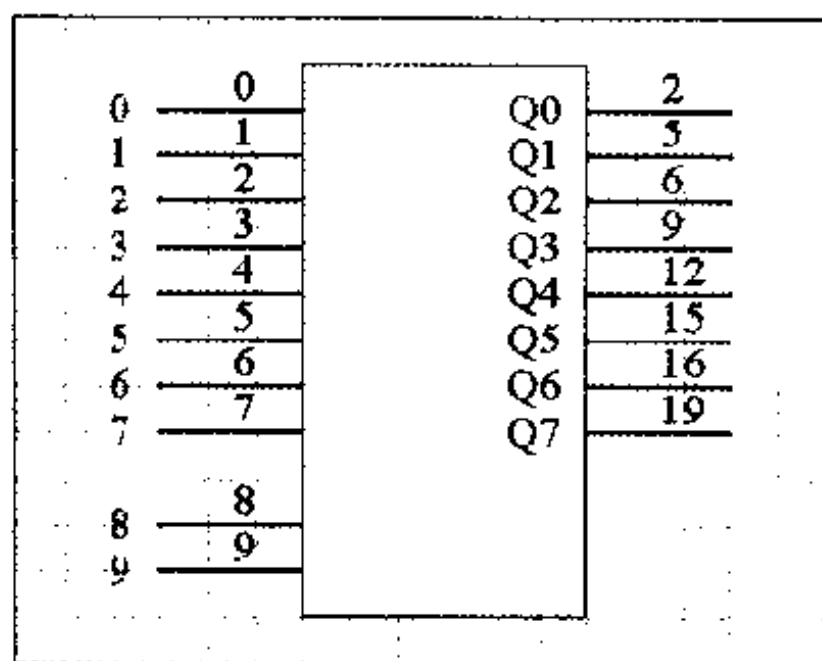


图 5-28 设置元件右侧引脚属性的效果

(20) 在图纸中双击元件左侧序号为 0 的引脚,在弹出的如图 5-27 所示的对话框中设置其属性。

(21) 根据所创建的元件的实际情况设置 Name 和 Number 选项输入框中的内容,即可设置元件引脚的名称和编号。单击 Electrical 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中选择引脚的类型为 Passive。

(22) 在对话框中单击 Orientation 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中提供了 4 个选项,供用户设置引脚的方向,从中选择 180 Degrees,将元件引脚反转,对话框中的其他选项取默认值,单击 OK 命令按钮,返回工作窗口。

(23) 元件引脚被反转后,与矩形之间出现了 30 mil(引脚长度)的间隙。在图纸中单击反转的引脚,按住鼠标左键,此时鼠标箭头变为十字光标,并且元件引脚粘在十字光标上,移动十字光标,使元件引脚与矩形相接,释放鼠标左键,将元件引脚放在新的位置上。

(24) 按照以上几个的步骤,设置元件左边前 8 个引脚的属性,并调整它们的位置,得到如图 5-29 所示的效果。

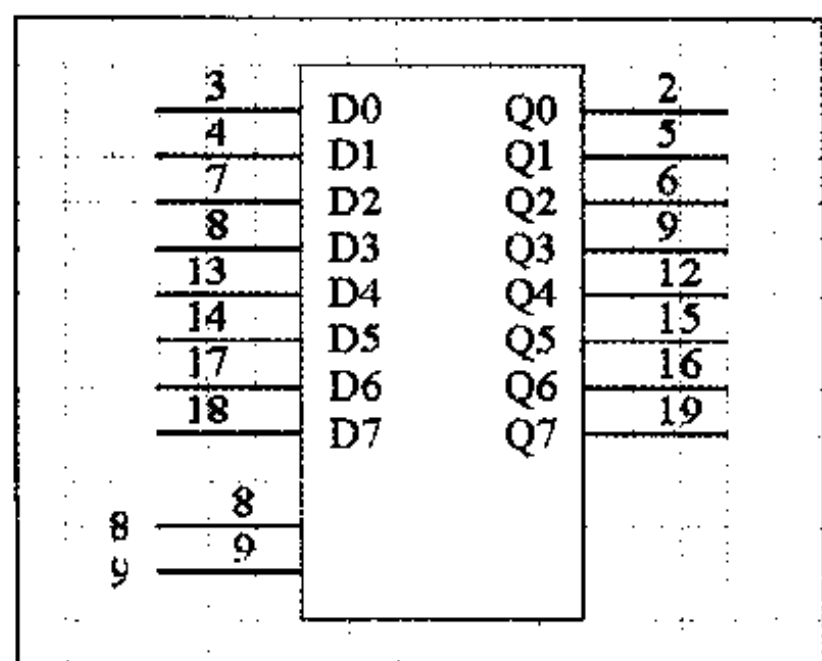


图 5-29 设置元件左侧引脚属性的效果

(25) 按照上述几个步骤,设置元件左侧最下面的元件引脚的属性,设置它的名称、编号,然后将它反转并调整到适当的位置。

(26) 在图纸中双击元件左侧从下向上的第二个元件引脚,在弹出的如图 5-27 所示的对话框中设置引脚的属性。在 Name 和 Number 选项的输入框中输入适当的内容,设置引脚的名称和编号。

(27) 单击 Orientation 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中选择 180 Degrees,将元件引脚反转。单击 Dot 选项,在元件引脚的顶端添加一个圆点(小圆圈)。设置好对话框中的其他选项,单击 OK 命令按钮,返回工作窗口。

(28) 在图纸中单击反转后的引脚,按住鼠标左键,移动鼠标到适当的位置,释放鼠标左键,确定它们的位置,得到如图 5-30 所示的效果。

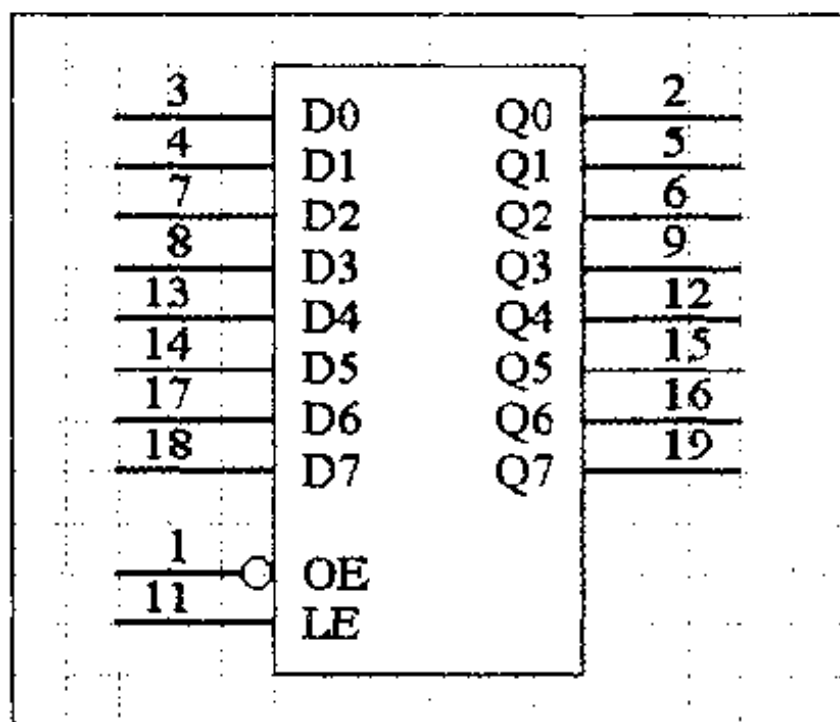



图 5-30 设置最后两个引脚属性的效果

(29) 如图 5-30 所示,我们已经完成了创建这个元件的大部分工作,下面还将在 1 号引脚的名称 OE 顶部添加一个横杠。在 SchLib Drawing Tools 工具栏中单击  按钮,选择绘制直线的工具。

(30) 此时鼠标箭头变为十字光标,移动十字光标,在图纸中的适当位置单击,确定直线的起点;然后沿着水平方向移动十字光标,到适当的位置单击,确定直线的终点。右击鼠标,完成绘制直线的工作,此时鼠标箭头仍为十字光标,用户还可以继续绘制直线,再次右击鼠标,退出绘制直线的工作状态。

(31) 在图纸中双击直线,弹出如图 5-31 所示的对话框,供用户设置直线的属性。在弹出的对话框中单击第一个 Line 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中选择 Small,设置直线的宽度。

(32) 单击第二个 Line 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中选择 Solid,设置直线的线型为实线。单击 Color 选项的颜色框,在弹出的如图 5-32 所示的对话框中选择黑色,作为直线的颜色。

(33) 设置直线的属性后,在如图 5-31 所示的对话框中单击 OK 命令按钮,返回工作

窗口,得到如图 5-33 所示的效果。



图 5-31 设置直线属性的对话框



图 5-32 选择直线的颜色

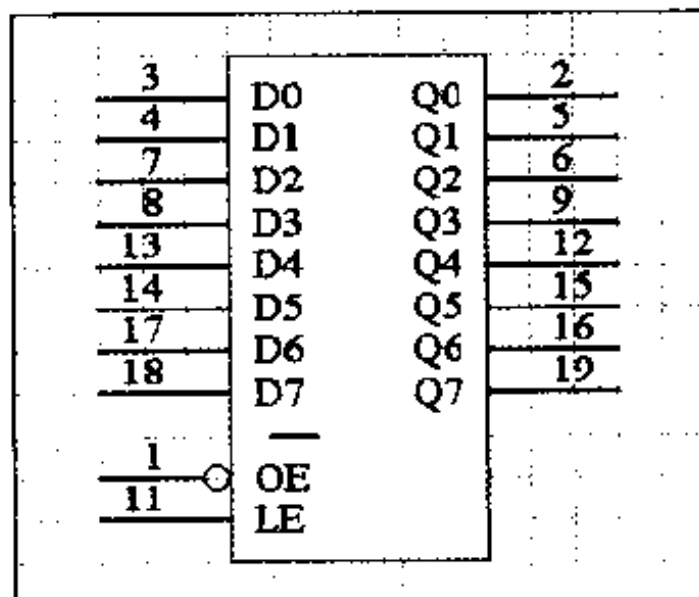


图 5-33 添加直线并设置属性

(34) 从图 5-33 中可以看到,直线和 OE 之间还有一定的距离。为了创建美观的效果,需要调整直线的位置,使它与引脚的名称 OE 之间有比较合适的间距,并且排列得比较整齐。这时就需要利用图纸中的栅格作为参考,来确定元件的位置和间距等属性,因此需要设置图纸中栅格的属性。

(35) 选择 Option > Document Option,弹出如图 5-34 所示的对话框。在对话框的 Grids 选区中单击 Snap 复选框,然后在它的输入框中输入数值 1,设置移动图纸中的对象时的单击距离为 1mil。

(36) 在 Grids 选区中单击 Visible 复选框,然后在它的输入框中输入数值 10,设置栅格之间的距离。设置好对话框中的其他选项,单击 OK 命令按钮,返回工作窗口。

(37) 在图纸中单击直线,按住鼠标左键,此时鼠标箭头变为十字光标,并且直线被粘在十字光标上。移动十字光标到适当的位置上,释放鼠标左键,将直线放置在新的位置上。调整直线的位置之后,得到如图 5-35 所示的效果。

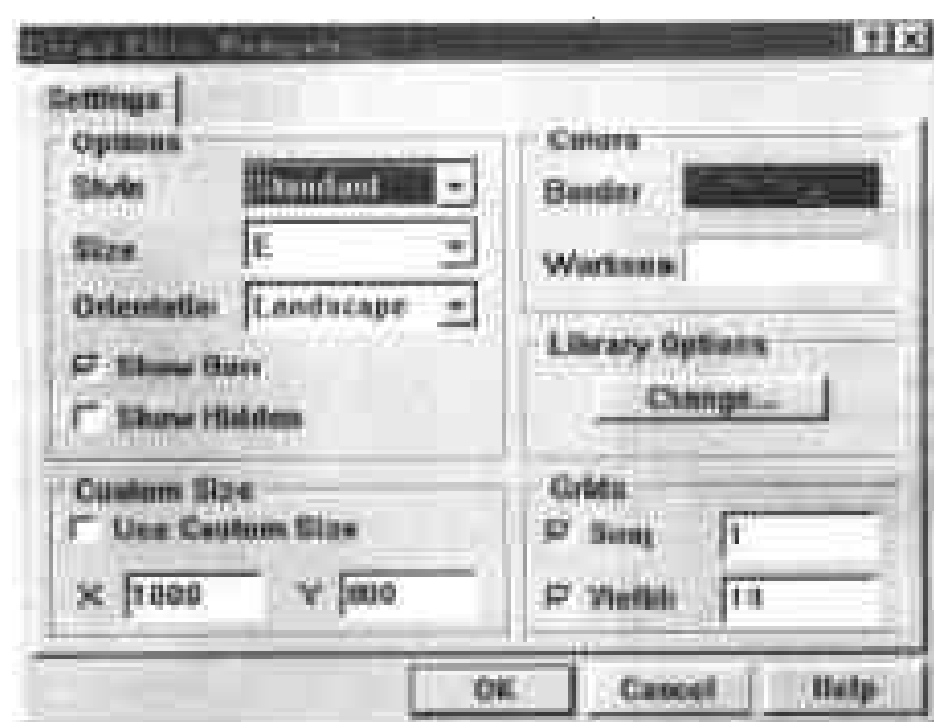


图 5-34 设置栅格属性

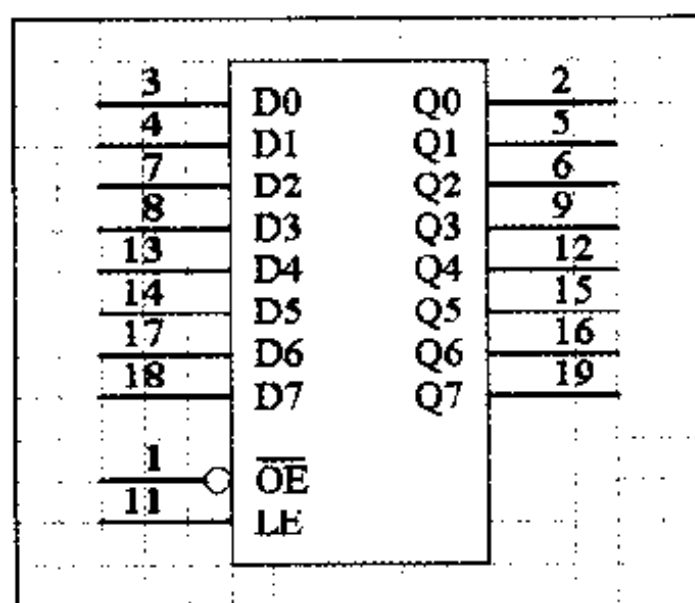


图 5-35 调整直线位置的效果

(38) 至此已经绘制好了一个元件,下面设置元件的说明信息。选择 Tools > Description,或者在工作窗口左边的浏览器窗口中单击 Description 命令按钮,弹出如图 5-36 所示的对话框。

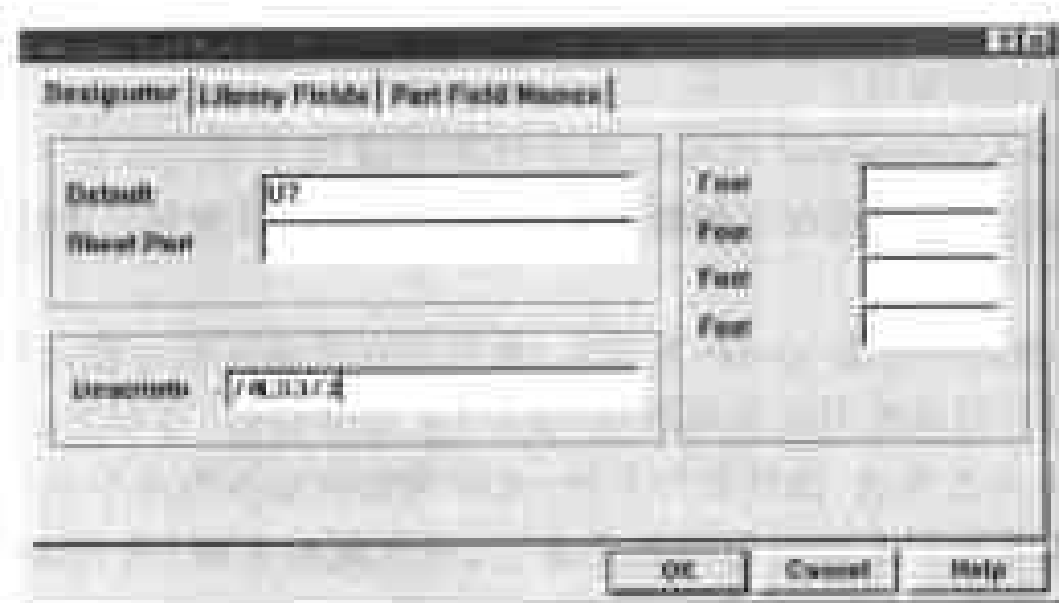



图 5-36 设置元件说明

(39) 在对话框的 Default 选项输入框中输入“U?”, 在 Description 选项输入框中输入 74LS373, 单击 OK 命令按钮, 返回工作窗口, 此时已经基本完成了创建元件的工作。

(40) 为了在元件库编辑器中更直观地查看元件, 可以在图纸中为元件添加文字标注, 但是这部分操作并不是创建元件所必需的, 只是为了在打开元件库文件时能够及时、方便地了解到此文件中包含的元件的信息。在 SchLib Drawing Tools 工具栏中单击  按钮, 选择添加文字标注的工具。

(41) 此时鼠标箭头变为十字光标, 并带有一个虚线方框, 在图纸中移动十字光标到适当位置单击, 放置文字标注。此时鼠标箭头仍为十字光标, 用户可以在图纸中继续放置文字标注, 放置了所有需要的文字标注后, 右击鼠标, 退出放置文字标注的工作状态。

(42) 在图纸中双击文字标注, 弹出如图 5-37 所示的对话框, 在对话框的 Text 选项输入框中设置文字标注的内容。单击 Font 选项的 Change 命令按钮, 在弹出的对话框中设置文字的字体、字体样式和大小等属性。

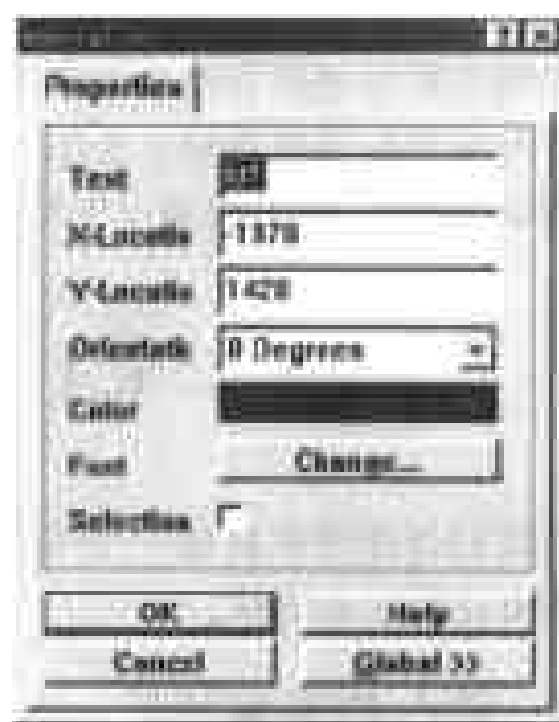


图 5-37 设置文字标注的属性

(43) 设置好文字标注的属性后, 单击 OK 命令按钮, 返回工作窗口, 得到如图 5-38 所示的效果。

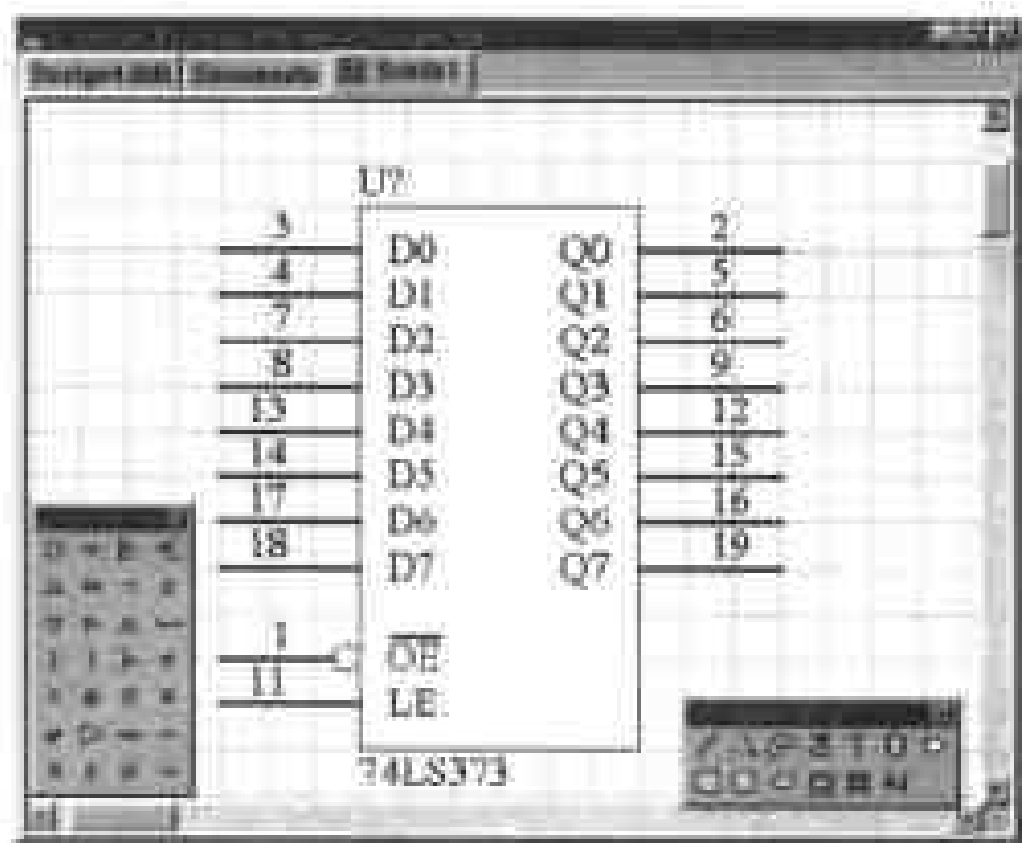


图 5-38 添加文字标注后的效果

这样就创建了一个元件, 将它保存在元件库文件中, 可以在以后的设计工作中使用。

第 6 章 PCB 编辑器

绘制电路原理图和设计印刷电路板(PCB)图是设计印刷电路板的两大工作环节,前面已经对原理图编辑器做了介绍,并详细描述了绘制电路原理图的全过程。下面将介绍 PCB 的设计方法,首先熟悉一下绘制印刷电路板图的工作环境——PCB 编辑器。

6.1 进入 PCB 编辑器

当我们打开或者新建一个 PCB 文件的时候,就可以进入 PCB 编辑器。本节将介绍 PCB 编辑器的主要结构。

6.1.1 进入 PCB 编辑器

在下面的内容中我们将根据第 2 章绘制的原理图设计印刷电路板图。现在,先创建一个 PCB 文件,并借此启动 PCB 编辑器,操作方法如下:

(1) 启动 Protel 99,选择 File > Open,在弹出的对话框中选择第 2 章所绘制的电路原理图所在的项目数据库文件,在工作窗口中打开。

(2) 在工作窗口中双击 Documents 图标,打开数据库文件夹,选择 File > New(此时的 File 菜单与上一步中的 File 菜单不同),弹出如图 6-1 所示的对话框。



图 6-1 选择文件类型的对话框

(3) 在对话框的列表框中单击 PCB Document 图标,然后单击对话框底部的 OK 命令按钮,即可创建一个 PCB 文件,默认的文件名为 PCB1。

(4) 在工作窗口的 Documents 文件夹中双击新创建的文件 PCB1,即可进入 PCB 编辑

器,如图 6-2 所示。

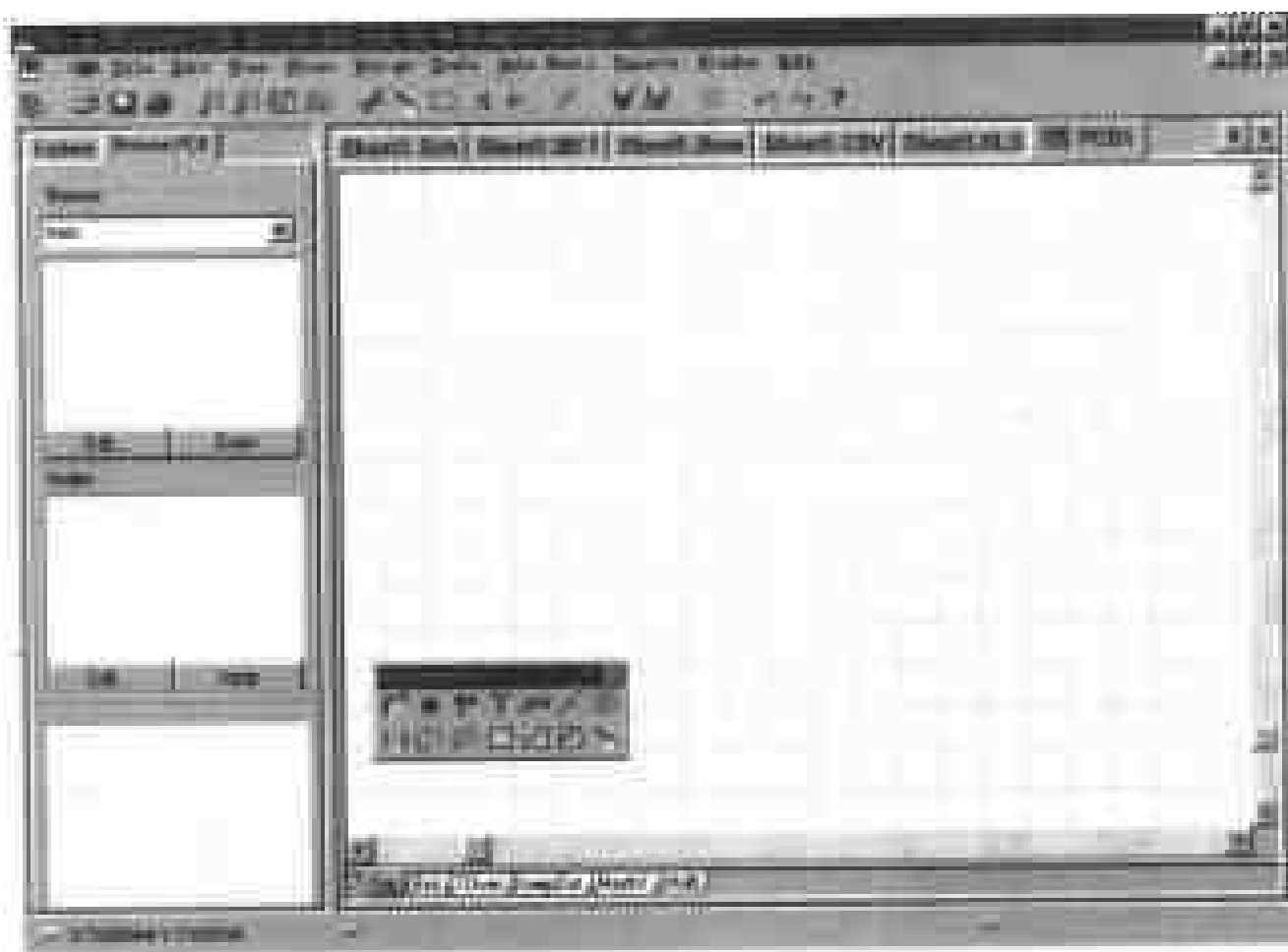


图 6-2 PCB 编辑器

从图中可以看到,主界面的左边是印刷电路板浏览器窗口,在窗口的顶部单击 Explorer 标签,即可切换至文件浏览器,供用户管理整个项目中的文件。单击 Browse PCB 标签,即可切换至印刷电路板浏览器,在这里用户可以获得工作窗口中的网络、元件、元件库、网络组、元件库组、与设计规则的符合状况等信息。选择 View > Design Manager,即可再次打开或者关闭印刷电路板浏览器窗口。PCB 浏览器窗口的使用方法在后面的内容中还将详细介绍。

主界面的右半部分是工作窗口,此时已经在工作窗口中打开了 PCB 文件,显示出了一幅图纸,供用户进行印刷电路板图的设计工作。需要特别注意的是,在工作窗口的底部提供了若干标签,供用户在电路板的各个板层之间进行切换,单击其中的某个标签,即可立即切换至此标签所代表的板层。

在介绍原理图编辑器的时候,已经介绍过了图纸的放大、缩小等操作。在印刷电路板编辑器中,放大、缩小、调整图纸显示比例的操作方法与原理图编辑器中类似,这里就不赘述了。















6.1.2 Placement Tools 工具栏

从图 6-2 中可以看到,进入 PCB 编辑器的时候,在工作窗口中自动打开了一个工具栏——Placement Tools 工具栏,其中包含了绘制 PCB 图时需要用到的各种工具,如图 6-3 所示。选择 View > Toolbars > Placement Tools,即可在工作窗口中打开或者关闭这个工具栏。

这个工具栏中包含了 14 个按钮,供用户在绘制 PCB 图时实现各种功能,各个按钮的功能如下:



图 6-3 Placement Tools 工具栏

-  按钮——绘制导线。
-  按钮——放置焊盘。
-  按钮——放置过孔。
-  按钮——添加文字标注。
-  按钮——放置位置坐标。
-  按钮——添加尺寸标注。
-  按钮——放置坐标原点。
-  按钮——放置元件。
-  按钮——使用边缘法绘制圆弧。
-  按钮——使用中心法绘制圆弧。
-  按钮——放置矩形填充。
-  按钮——放置多边形填充。
-  按钮——放置内部电源/接地层。
-  按钮——粘贴剪贴板中的内容。

注意：除了使用 Placement Tools 工具栏中的各个按钮实现上述功能以外，用户还可以使用 Place 菜单中提供的各种命令，这些命令与 Placement Tools 工具栏中的按钮相对应，实现同样的功能。

这里只简单介绍一下 Placement Tools 工具栏中各个按钮的功能，具体的使用方法将在后面的内容中详细介绍。

6.2 电路板的工作层面

进行电路板设计时，经常接触到的一个概念就是工作层面，Protel 99 提供了若干个不同类型的工作层面，不同的层面对应于不同的操作，因此在进行印刷电路板设计时，需要对工作层面进行设置。

6.2.1 电路板

对工作层面进行设置,首先要了解电路板的结构,不同结构的电路板对工作层面的设置是不一样的。

一般来说,电路板可以简单地分成单面板、双面板和多面板3种。

- 单面板——即玻璃纤维板(或其他材料的板),只有一面敷铜,另一面没有敷铜。进行单面板设计时,只需要在板子上放置元件和布线板,不需要设置过孔,但由于单层面的限制,在设计稍微复杂的电路时会遇到很多困难。

- 双面板——是最常用的一种电路板,包括顶层和底层,中间是绝缘板,两面敷铜。双面板两面都可以布线,用过孔连接,设计方法与单面板有很多相似之处,可用于设计比较复杂的电路。

- 多面板——在双面板的基础上增加了内部电源层、内部接地层和若干中间布线层,可用来解决更为复杂的布线问题。

对于电路板设计而言,层数越多,布线时可以选择的路径就越多,布线也就越容易。一般来说,元件都放置在电路板的顶层,而底层通常都是焊接用的,中间层则用于布线。元件被插在电路板上以后,与焊盘连在一起,连接于两个焊盘之间的,是铜膜走线。通常铜膜走线是两个焊盘之间的导线,而大部分焊盘上焊的是元件的引脚,当无法顺利连接两个焊盘时,就需要通过过孔连接到电路板的另外一个布线板层,在其中走线,进行连接。

通常为了对电路板进行编号、说明,会在电路板的顶层印上一些文字或图案,比如元件序号等,这些文字或图案都属于非布线层,是以油墨绢印上去的。这些文字或图案所在的层面称为丝引层,在电路板的顶层和底层都提供了丝引层。

通过以上介绍,相信读者已经对电路板的结构有了一个大致的认识,下面进行 PCB 编辑器的参数设置,为印刷电路板的设计工作做准备。

6.2.2 设置工作层面

Protel 99 提供了众多的工作层面,包括信号层、内部电源/接地层、机械层等,供设计者选择,但是在平常的设计工作中,往往只打开需要的层面,而关闭其他用不到的层面。选择、设置工作层面可以在专门的对话框中进行,具体步骤如下:

- (1) 进入 PCB 编辑器后,选择 Design > Options,弹出 Document Options 对话框,在弹出的对话框中单击 Layers 标签,显示设置工作层面的选项,如图 6-4 所示。

- (2) 在对话框中划分了若干个选区,将各种不同类型的工作层面分别集中在相应的选区中。

- Signal Layers——信号层。信号层主要是用来放置元件、导线等。在这个选区中有 16 个复选框,包括 Top Layer, Bottom Layer, Mid Layer1, Mid Layer2 等等。Top Layer 为顶层铜膜布线面,用来放置元件和导线;Bottom Layer 为底层铜膜布线面;Mid Layer1 至 Mid Layer14 均为中间布线层,用来布置信号线。

- Internal Planes——内部电源/接地层。内部电源/接地层用来布置电源线和地线,在这个选区中包含了 Plane1 至 Plane4 4 个复选框。

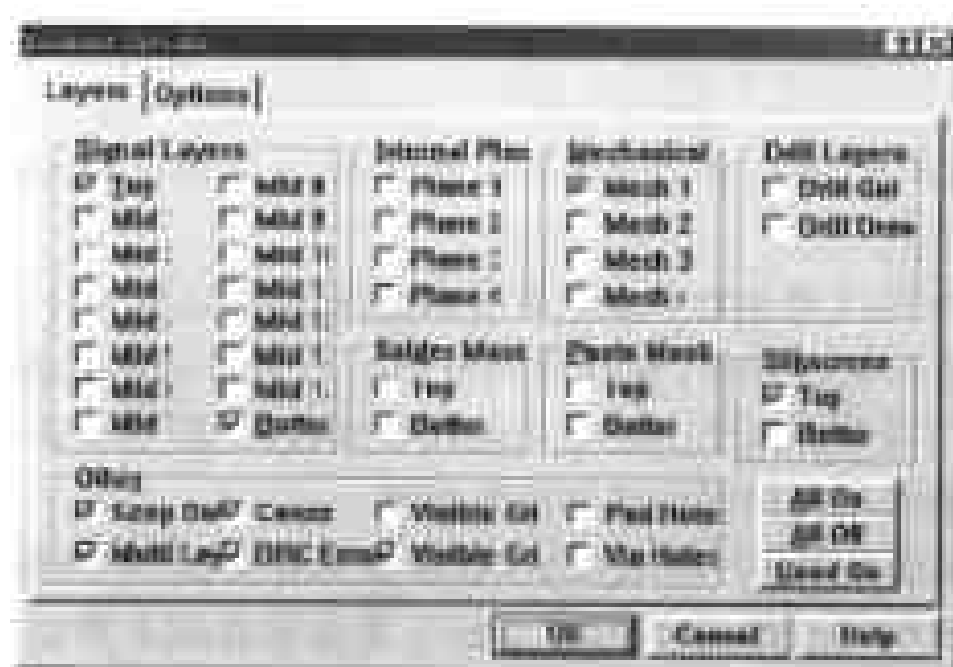


图 6-4 设置工作层面的对话框

- Mechanical Layers——机械层。在这个选区中提供了 Mech1 至 Mech4 4 个机械层。
- Drill Layers——钻孔位置层。钻孔位置层主要用来绘制钻孔图和钻孔的位置,此选区中包括 Drill Guide 和 Drill Drawing 两个复选框。
- Solder Mask——阻焊层。此选区中包括 Top 和 Bottom 两个复选框。
- Paste Mask——锡膏防护层。此选区中也包括 Top 和 Bottom 两个复选框。
- Silkscreen——丝印层。丝印层主要用来绘制元件的外形轮廓和文字标注,此选区中也包含了 Top 和 Bottom 两个复选框。
- Other——其他层。在对话框底部的 Other 选区中,Protel 99 还提供了 Keep Out, Connect, Multi Layer, DRC Error, Visible Grid, Pad Holes, Via Holes 等若干复选框,供用户选择禁止布线层、连接层等其他工作层面。

(3) 在如图 6-4 所示的对话框中每一个复选框都对应于一个工作层面,单击复选框,即可打开相应的工作层面,而没有被选中的复选框所对应的工作层面则处于关闭的状态。

注意:在如图 6-4 所示的对话框中还提供了 All On, All Off 和 Used On 3 个按钮。单击 All On 命令按钮,可以令 Protel 99 的所有工作层面都处于打开的状态;单击 All Off 命令按钮,可以令 Protel 99 的所有工作层面都处于关闭的状态;而单击 Used On 命令按钮,则可以打开常用的工作层面。

(4) 在对话框中选择打开所需要的工作层面,然后单击对话框顶部的 Options 标签,在对话框中显示设置栅格属性的选项,如图 6-5 所示。

(5) 在对话框的 Grids 选区中提供了设置栅格属性的各个选项。单击 Snap 选项的下拉列表框,从弹出的下拉列表中选择 20 mil,或者直接在下拉列表框中输入 20 mil,设置锁定栅格的间距。

(6) 分别单击 Visible 1 和 Visible 2 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中选择适当的选项,或者直接在下拉列表框中输入数值,设置两组可视栅格的数值。

(7) 单击 Visible Kind 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中提供了 Dots 和 Lines 两个选项,供用户选择可视栅格的形状。本例中选择 Lines,设置可视栅格为线状。

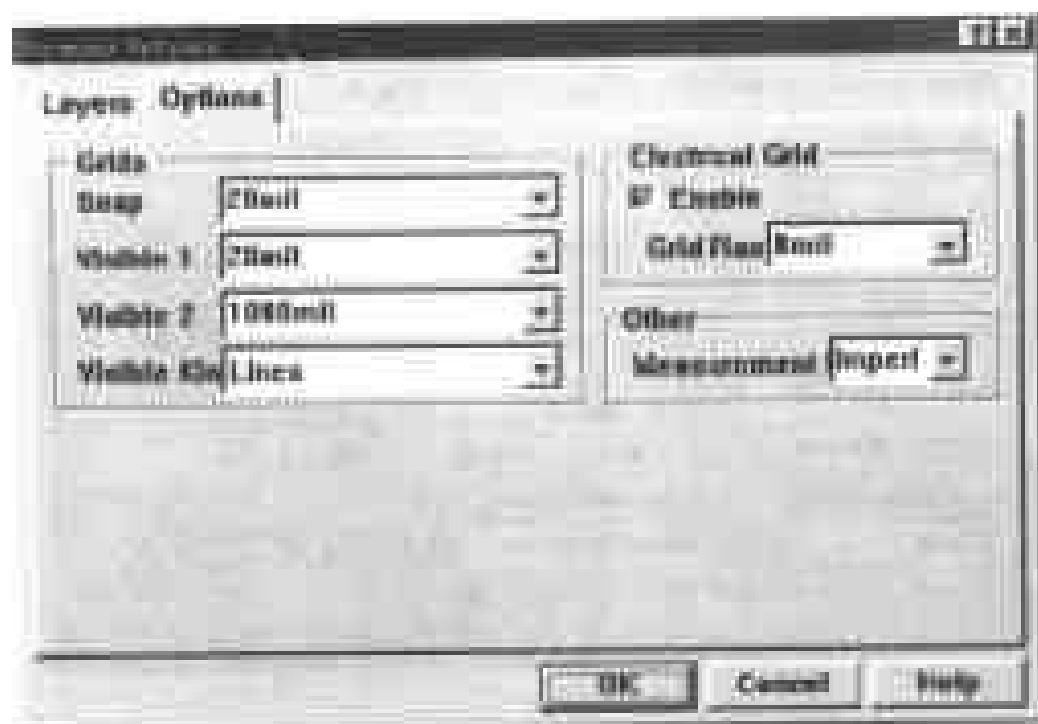


图 6-5 设置栅格等属性的对话框

(8) 在对话框的 Electrical Grid 选区中单击 Enable 复选框,激活布线栅格,并单击此选区中的 Grid Range 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中选择适当的数值,或者直接在下拉列表框中输入 8 mil,设置布线栅格的范围。

(9) 在 Other 选区中单击 Measurement 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中选择 Metric 和 Imperial 两个选项,供用户选择计量单位,这里选择默认的计量单位 Imperial,即英制单位。

(10) 设置好对话框中的各个选项后,单击 OK 命令按钮,返回工作窗口,完成对工作层面的设置。

6.3 设置工作参数

设置工作参数,实际上就是设置 Protel 99 的 PCB 编辑器的工作环境,包括对各种特殊功能、工作层面显示颜色、显示/隐藏、默认状态、信号完整性等参数的设置。下面对这些工作参数的设置进行逐一介绍。

6.3.1 设置特殊功能

在 Protel 99 中可以通过对特殊功能的设置,规定在绘制 PCB 图的过程中某些操作规则,设置特殊功能的操作方法如下:

(1) 选择 Tools > Preferences,弹出 Preferences 对话框,在弹出的对话框中单击 Options 标签,显示出设置各种功能参数的选项,如图 6-6 所示。

(2) 首先在 Editing 选区中提供了 4 个复选框,供用户设置编辑功能的属性参数,这 4 个复选框的功能如下:

- Snap To Center 复选框——单击此复选框,则当用户在图纸中用鼠标光标选中某个元件时,光标将自动移动到该元件的原点;而当用户在图纸中用鼠标光标选中某个文字标

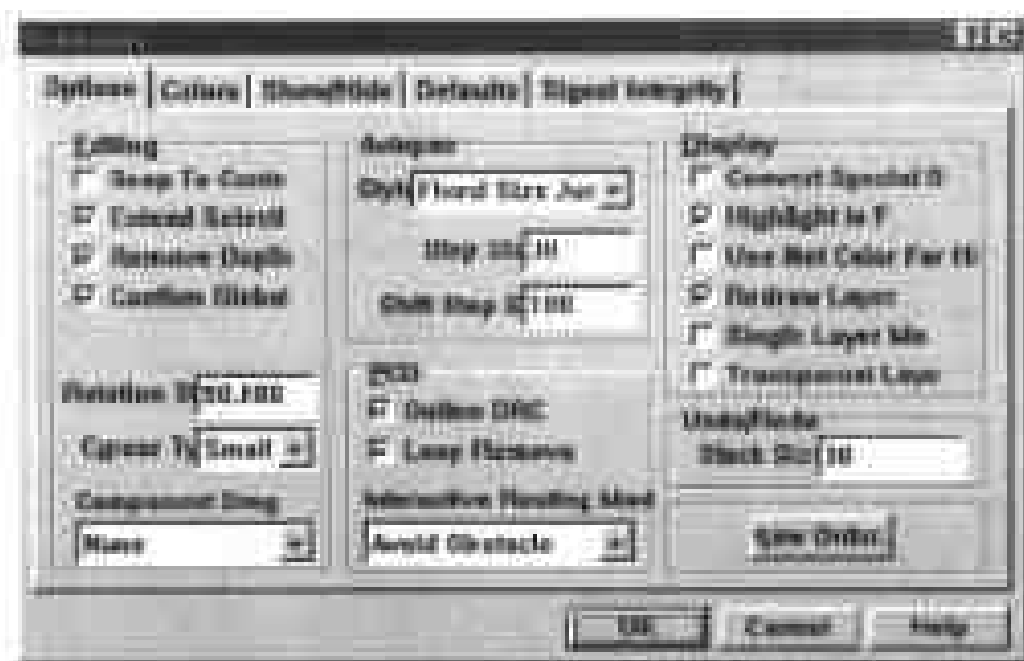


图 6-6 设置功能属性

注时,光标将自动移动到文字标注的左下角。

- **Extend Selection** 复选框——单击此复选框,则当用户对图纸中的某一区域进行了选择操作后,再继续对图纸中的另一区域进行选择操作时,可以使已经被选中的对象保持选中状态。

- **Remove Duplicate** 复选框——单击此复选框,则系统自动删除重复的对象。

- **Confirm Global Edit** 复选框——单击此复选框,则当用户编辑当前的对象时,弹出相应的整体编辑对话框。

(3) 除了这 4 个复选框以外,在 **Editing** 选区中还提供了其他选项。在 **Rotation Step** 选项输入框中输入数值 90.000,设置在图纸中改变对象方向时,一次旋转的角度为 90°。

(4) 单击 **Cursor Type** 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中提供了 Large 90, Small 90 和 Small 4 53 个选项,供用户选择工作窗口中光标的形状,默认的设置是 Small 90,即小十字光标。

(5) 单击 **Component Drag** 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中提供了两个选项:

- **None**——选择此选项,当用户在图纸中移动元件时,连接在元件上的导线不会随着移动。

- **Connected Tracks**——选择此选项,当用户在图纸中移动元件时,连接在元件上的导线将随着元件一起移动。

默认时,此选项的设置为 None。

(6) 在对话框的 **Autopan** 选区中单击 **Style** 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中提供了 6 个选项,供用户选择自动移动方式,默认的设置是 Fixed Size Jump。设定了 **Style** 选项以后,在此选区中的 **Step Size** 和 **Shift Step Size** 两个选项的输入框中填入数值,设置移动时的单步距离和移动步长。

(7) 在对话框的 **PCB** 选区中,单击 **Online DRC** 复选框,设置进行在线 DRC 的功能。单击 **Loop Removal** 复选框,使得用户在图纸中设置布线时,如果在两点间构成了回路,则将原布线被跨接的部分自动删除。

(8) 在 **PCB** 选区中单击 **Interactive Routing Mode** 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列

表中提供了 Ignore Obstacle(忽略模式)、Avoid Obstacle(避开模式)、Push Obstacle(强迫模式) 3 个选项,供用户设置相互作用布线模式,默认的设置是 Avoid Obstacle。

(9) 在对话框的 Display 选区中提供了 6 个复选框,供用户设置 PCB 编辑器的显示功能,它们的功能如下:

- Convert Special String——显示特殊功能文字标注。
- Highlight In Full——设置全部高亮度显示。
- Use Net Color For Highlight——当高亮度显示网络时使用网络颜色。
- Redraw Layer——刷新层面。
- Single Layer Mode——单层显示模式。
- Transparent Layer——透明层面显示。

用户可以根据需要选择上述的复选框,或者采用默认的设置。

(10) 在对话框 Undo/Redo 选区的 Stack Size 选项输入框中填入数值,设置 Undo/Redo 的次数,默认的设置是 30。

(11) 单击对话框右下角的 Draw Order 命令按钮,弹出如图 6-7 所示的对话框,在此对话框中用户可以根据需要调整绘制层面的顺序,设置完成后单击 OK 命令按钮,返回如图 6-6 所示的 Preferences 对话框中。

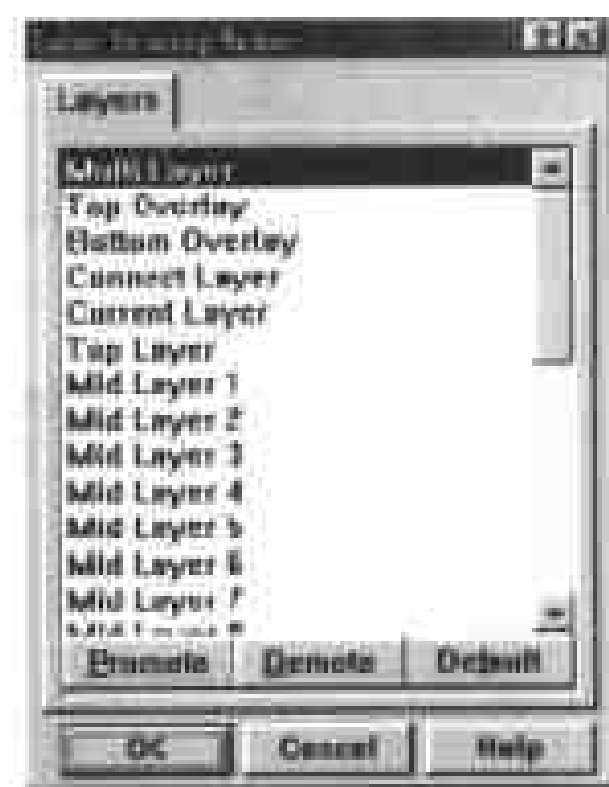


图 6-7 设置层面绘制顺序

(12) 在 Preferences 对话框中完成了 Options 页面选项的设置后,单击 OK 命令按钮,即可返回工作窗口。

6.3.2 设置显示颜色

设置工作层面显示颜色的操作方法比较简单,在如图 6-6 所示的对话框中单击顶部的 Colors 标签,即可在对话框中显示出设置颜色的选项,如图 6-8 所示。

比较图 6-8 和图 6-4 所示的两个对话框,可以看到这两个对话框中提供的选项基本相同,甚至在对话框中分布的位置也相同。所不同的是图 6-4 所示的设置工作层面的对话框中各个选项都是复选框,单击即可打开相应的工作层面,而图 6-8 所示的对话框中,各个选项旁边都是颜色框,显示出了相应的工作层面的显示颜色。

在对话框中单击选项旁边的颜色框,即可弹出如图 6-9 所示的对话框,在此用户可以选择所需的颜色。

6.3.3 显示/隐藏

选择 Tools > Preferences,弹出 Preferences 对话框,在弹出的对话框顶部单击 Show/Hide 标签,显示出设置对象显示/隐藏的选项,如图 6-10 所示。



图 6-8 设置工作区显示颜色的对话框

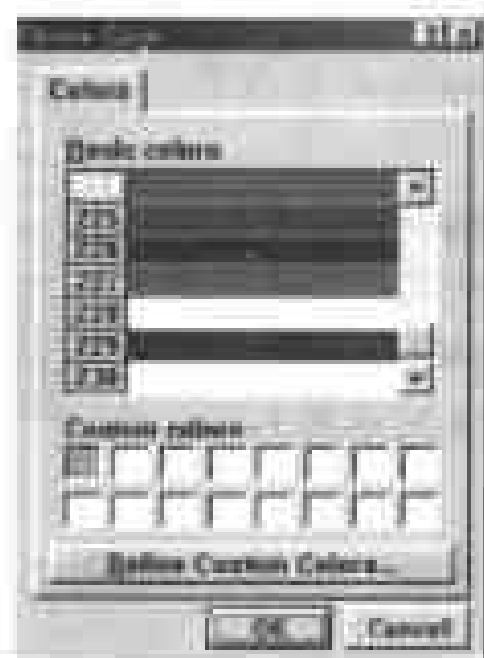


图 6-9 选择颜色的对话框



图 6-10 设置对象显示/隐藏的对话框

在对话框中, Protel 99 提供了 9 种类型的对象: Arcs(弧线)、Fills(填充区域)、Pads(焊盘)、Polygons(敷铜多边形)、Dimensions(尺寸标注)、Strings(字符串)、Tracks(铜膜线)、Vias

(过孔)、Coordinates(坐标),在每种类型的对象所对应的选区中,提供了3个单选钮,供用户选择不同的显示模式:

- Final——最终图纸的真实显示模式。
- Draft——草图显示模式。
- Hidden——隐藏显示模式。

在对话框中 Protel 99 还提供了 All Final, All Draft 和 All Hidden 3 个命令按钮,利用它们,用户可以直接将所有类型的对象统一设置成真实显示模式、草图显示模式或者隐藏模式。

在对话框右下角的 Other 选区中,还提供了3个复选框供用户选择,它们的功能如下:

- Show Pad Net——显示焊盘网络。
- Show Pad Number——显示焊盘序号。
- Show Origin Marker——显示原点标记。

注意:当用户在对话框中设置草图显示模式的时候,可以不必关心单线与双线的数值,采用默认值即可。在对话框的 Draft Thresholds 选区中提供了两个选项:当设置 Tracks 类型的对象为草图显示时,铜膜线以单线和双线表示粗细,可以在 Tracks 选项的输入框中进行设置,默认的数值为 2 mil;当设置 String 类型的对象为草图显示时,字符串以单线与双线表示粗细,可以在 String 选项的输入框中进行设置,默认的数值为 11 pixels。

6.3.4 设置默认属性

选择 Tools > Preferences,弹出 Preferences 对话框,在弹出的对话框顶部单击 Defaults 标签,即可在对话框中显示出设置默认属性的选项,如图 6-11 所示。

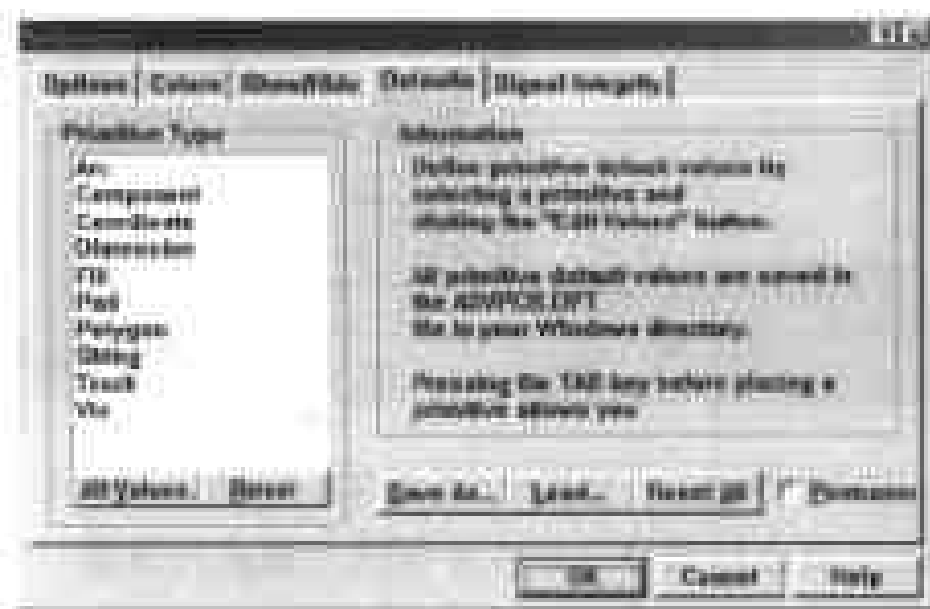


图 6-11 设置默认属性的对话框

在图 6-11 所示的对话框左边的列表框中,列出了可能出现在图纸中的各种对象的类型,在列表框中单击某种类型的对象,然后单击列表框底部的 Edit Values 命令按钮,或者直接在列表框中双击选中的对象类型,即可弹出如图 6-12 所示的对话框。

在这个对话框中用户即可对所选的对象类型的属性进行设置,这方面的内容将在后面的章节中结合实际操作进行介绍。



图 6-12 设置某种类型的对象属性的对话框

6.3.5 设置信号完整性

选择 Tools > Preferences, 弹出 Preferences 对话框, 在弹出的对话框顶部单击 Signal Integrity 标签, 即可在对话框中显示出设置信号完整性的选项, 如图 6-13 所示。

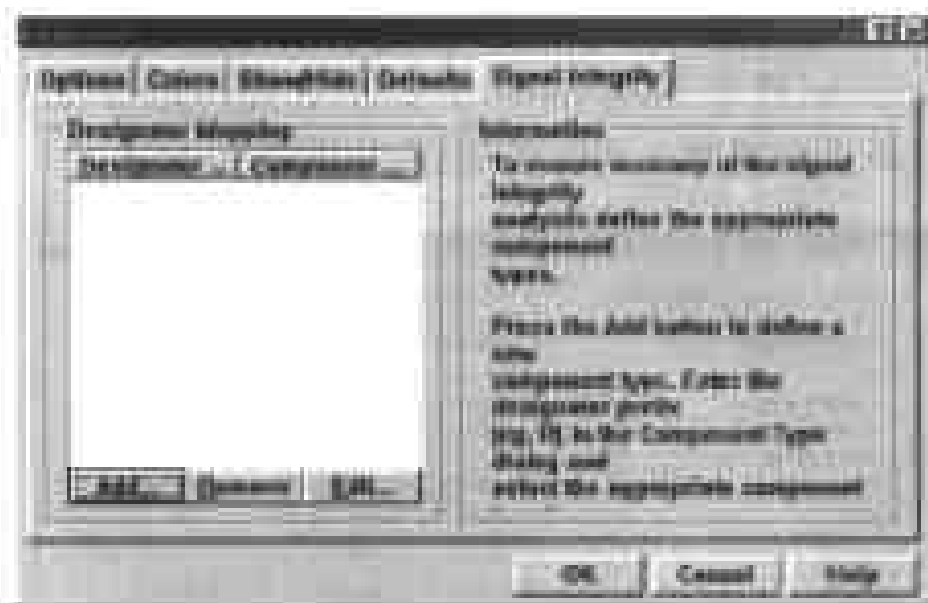


图 6-13 设置信号完整性的对话框

在这个对话框中即可对进行信号完整性分析的元件进行设置。

6.4 PCB 浏览器的使用


前面提到进入 PCB 编辑器之后, 选择 View > Design Manager, 或者在主工具栏中单击  按钮, 打开项目管理器窗口, 然后在窗口顶部单击 Browse PCB 标签, 即可在工作窗口左边打开 PCB 浏览器, 如图 6-14 所示。



图 6-14 PCB 浏览器

为了更好地说明 PCB 浏览器的使用方法,首先在工作窗口中打开一个 PCB 文件,这样在浏览器的各个列表框中才有内容。

6.4.1 PCB 浏览器窗口的布局

图 6-14 所示的 PCB 编辑器窗口从上到下可以分成 4 个部分,各个部分的功能如下:

1. 选择列表框

通过 PCB 编辑器顶部的下拉列表框和列表框,用户可以设置浏览项目的具体类型。单击 PCB 浏览器顶部的 Browse 下拉列表框,在弹出的下拉列表中提供了 6 个选项,供用户设置浏览项目的模式类型,这 6 个选项如下所示:

- Nets——在下拉列表框中选择此选项,则在下拉列表框下面的列表框中显示出当前打开的电路板中的所有网络,并允许用户对所选择的网络进行编辑,设置网络的属性,进行缩放等操作。

- Components——在下拉列表框中选择此选项,则在列表框中显示出当前电路板中的所有元件,并允许用户对所选中的元件进行编辑。

- Libraries——在下拉列表框中选择此选项,则可以在浏览器中处理 PCB 元件库,进行 PCB 元件库的载入和移出的操作,并可以预览元件外形,编辑元件属性。

- Net Classes——在下拉列表框中选择此选项,用户可以在浏览器中直接修改内部网络,可以将选中的引脚或焊点在选中的网络和其他网络之间进行转换。

- Component Classes——在下拉列表框中选择此选项,可以在下拉列表框下面的列表框中显示出当前电路板中所有的元件组,并可以对选中的元件组进行编辑。

- Violations——在下拉列表框中选择此选项,即可在 PCB 浏览器中对当前电路板中违反设计规则的元件进行设置。

2. 编辑列表框

当用户在 Browse 下拉列表框中指定浏览项目的类型后,在列表框中列出了当前电路板中所有此类型的项目,在其中选定项目,即可在编辑列表框中对其进行编辑、修改等操作。

3. 预览框

在图 6-14 中,PCB 浏览器下部的方框就是预览框,当用户在上方的列表框中选定了图纸中的某一部分以后,在预览框中就可以预览被选定部分在图纸中的具体位置和大致形状,并可以将图纸局部放大。

4. 工作层选择框

工作层选择框在 PCB 浏览器的最底端,单击 Current Layer 选项的下拉列表框,在弹出

的下拉列表中就可以选择工作层面。这一选项只有将计算机屏幕设置为 1024×768 分辨率时,才能显示在屏幕上。

6.4.2 设置网络属性

前面提到,在 PCB 浏览器中,用户可以修改网络的属性,完成网络的编辑、修改等工作。打开 Protel 99 自带的一个设计项目 LCD Controller,以它的 PCB 文件为例,在 PCB 浏览器中设置网络属性的操作步骤如下所示:

(1) 在工作窗口中打开 PCB 文件,然后在工作窗口左边的项目管理器窗口中单击 Browse PCB 标签,此时在 PCB 浏览器的窗口中显示出与打开的 PCB 文件相关的内容。

(2) 在 PCB 浏览器窗口顶部单击 Browse 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中选择 Nets,在下拉列表框下面的列表框中显示出当前打开的 PCB 文件中所有网络,如图 6-15 所示。

(3) 在 Browse 下拉列表框下面的列表框中单击要进行编辑的网络的名称,在 Nodes 列表框中显示出选中的网络中所包含的节点,而在预览框中则显示出选中的网络在整个电路板上的位置。

(4) 在 Browse 选区的列表框中选中要进行编辑的网络之后,在列表框底部单击 Zoom 命令按钮,即可在工作窗口中进行快速切换,将选中的网络放大显示在工作窗口中。

(5) 在列表框中双击选中的网络的名称,或者单击列表框底部的 Edit 命令按钮,则弹出如图 6-16 所示的对话框,用户可在这个对话框中修改网络属性。



图 6-15 选中要进行编辑的网络



图 6-16 设置网络属性的对话框



(6) 在 Net Name 选项的输入框中,显示出了当前选中的网络的名称。单击 Color 选项的颜色框,即可在弹出的 Choose Color 对话框中设置网络颜色。

(7) 设置好对话框中的选项后,单击 OK 命令按钮,返回工作窗口。如果用户还需要修改网络的其他属性,比如网络中包含的引脚,可以在 PCB 浏览器窗口顶部单击 Browse

下拉列表框,在弹出的下拉列表中选择 Net Classes,此时的 PCB 浏览器如图 6-17 所示。

(8) 此时在浏览器上方的列表框中单击 All Nets,则在下面的 Nets 列表框中列出了当前电路板中所有的网络名称,在其中单击 LCDCNT,然后单击列表框底部的 Focus 命令按钮,即可在工作窗口中将选中的网络加亮显示。

(9) 选中网络名称后,单击列表框底部的 Edit 命令按钮,弹出如图 6-18 所示的对话框,在这个对话框中用户可以对选中的网络进行编辑。例如在对话框的 Net Name 选项输入框中进行修改,可更改网络名称。

(10) 在对话框的 Pins in other Nets 列表框中给出了当前电路板中可以添加到选中网络的属于其他网络的引脚。单击列表框旁边的  按钮,即可将 Pins in other Nets 列表框中选定的引脚添加到 Pins In Nets 列表框中,即添加到指定网络中;而如果单击  按钮,则可以将 Pins in other Nets 列表框中所有引脚添加到指定网络中。

(11) 在对话框的 Pins In Nets 列表框中给出了属于用户选中的网络的所有引脚,用户可以在该列表框中单击某

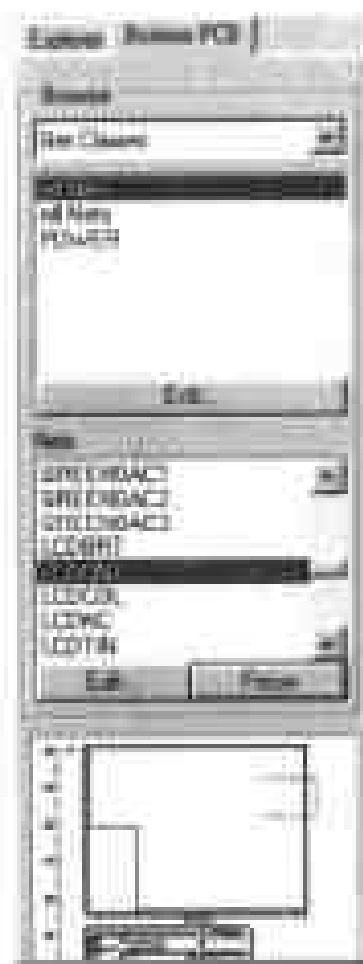


图 6-17 选择 Net Classes 时的 PCB 浏览器



个引脚,然后单击列表框旁边的  按钮,将选中的引脚从网络中移出到 Pins in other Nets 列表框中,即移出到指定网络列表中;如果用户单击  按钮,则可以将列表框中的所有引脚移动到指定网络列表中。



图 6-18 编辑网络的对话框

(12) 在对话框中修改了网络属性之后,单击 OK 命令按钮,返回工作窗口,完成编辑工作。

6.4.3 设置节点(焊盘)属性

网络上的节点在电路板中对应着一个焊盘,仍以打开的电路板图为例,详细说明设置

网络节点属性的操作步骤。

(1) 在工作窗口中打开电路板文件,然后在 PCB 浏览器中单击顶部的 Browse 下拉列表框,在弹出的下拉列表中选择 Nets,在下拉列表框下面的列表框中显示当前电路板中的网络名称,单击 LCDCNT,在下面的 Nodes 列表框中显示出此网络中包含的节点。

(2) 在 Nodes 列表框中单击某一个节点,然后单击列表框底部的 Jump 命令按钮,则该节点立即被放大显示在工作窗口中,如图 6-19 所示。

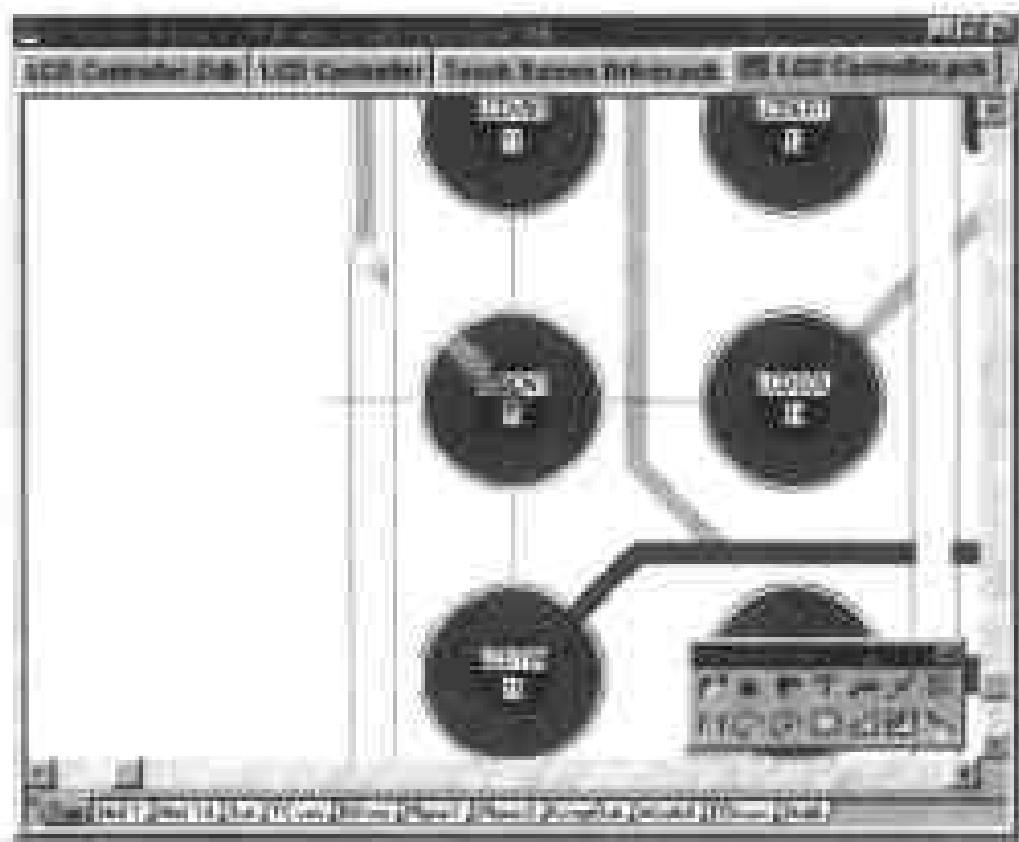


图 6-19 在图纸中快速查找节点

(3) 在 PCB 浏览器窗口中单击 Nodes 列表框底部的 Edit 命令按钮,或者在 Nodes 列表框中双击节点名称,则在工作窗口中弹出 Pad 对话框,在对话框中单击 Properties 标签,显示设置节点属性的选项,如图 6-20 所示。

(4) 关于焊盘属性的具体设置方法在后面章节中将有详细介绍,这里就不赘述了。设置好之后,单击对话框底部的 OK 命令按钮,返回工作窗口。

在如图 6-20 所示的对话框顶部有 3 个标签,除了 Properties 标签中包含的是设置焊盘属性的选项以外,其他两个标签的功能如下:

- Pad Stack 标签——单击此标签,在对话框中显示设置多层焊盘的选项,如图 6-21 所示。
- Advanced 标签——单击此标签,在对话框中显示设置网络名称和属性的选项,如图 6-22 所示。

6.4.4 利用 PCB 浏览器编辑元件

除了可以利用 PCB 浏览器管理网络、修改网络属性以外,用户还可以利用 PCB 浏览器编辑电路板中的元件。仍以 Protel 99 自带的 LCD Controller 为例,编辑元件属性的操作方法如下:

(1) 在工作窗口中打开 LCD Controller 项目中的 PCB 文件,然后在项目管理器窗口中

单击 Browse PCB 标签,进入 PCB 浏览器。

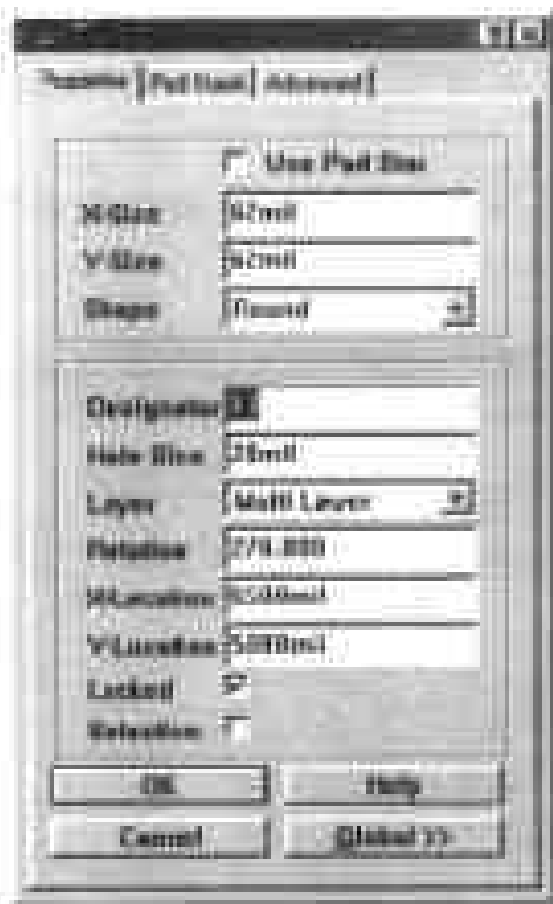


图 6-20 设置节点属性的对话框



图 6-21 设置多层焊盘时的对话框

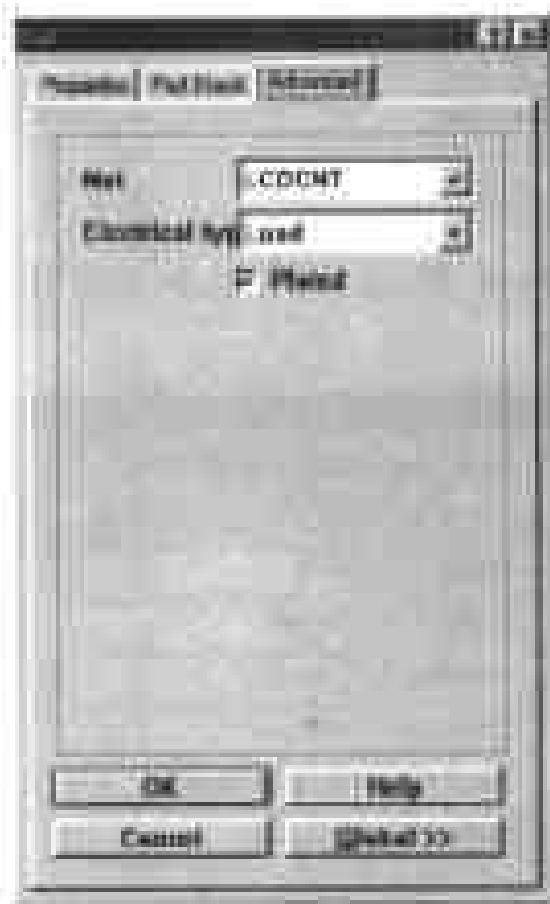


图 6-22 设置网络名称和属性时的对话框

(2) 单击浏览器窗口顶部的下拉列表框,在弹出的下拉列表中选择 Components,此时在下拉列表框下面的列表框中显示出了电路板中所包含的所有元件,在列表框中单击 C31,此时在下面的 Pads 列表框中显示出了选中的元件上的引脚。

(3) 在列表框中选中元件后,单击列表框底部的 Jump 命令按钮,则选中的元件在工作窗口中被高亮显示。双击元件名称,或者单击列表框底部的 Edit 命令按钮,即可弹出

如图 6-23 所示的对话框。

(4) 在此对话框中包含 3 个标签,各个标签中所包含的选项不同。

- Properties 标签——单击此标签,在对话框中显示设置元件属性的选项,如图 6-23 所示。
- Designator 标签——单击此标签,在对话框中显示设置元件标号属性的选项,如图 6-24 所示。



图 6-23 设置元件属性的对话框



图 6-24 设置元件标号属性的对话框

- Comment 标签——单击此标签,在对话框中显示设置元件注释属性的选项,如图 6-25 所示。



图 6-25 设置元件注释属性的选项

(5) 在对话框中按照用户的需要进行设置后,单击对话框底部的 OK 命令按钮,返回工作窗口,完成对元件属性的设置。在 PCB 浏览器窗口的 Pads 列表框中单击元件的某一个引脚,然后单击列表框底部的 Jump 命令按钮,在工作窗口中将选中的引脚高亮显示。

(6) 双击选中的引脚名称,或者单击对话框底部的 Edit 命令按钮,弹出如图 6-26 所示的对话框,在这个对话框中也包含 3 个标签,其中选项的作用与设置焊盘属性的选项作用相似,这里就不一一介绍了。

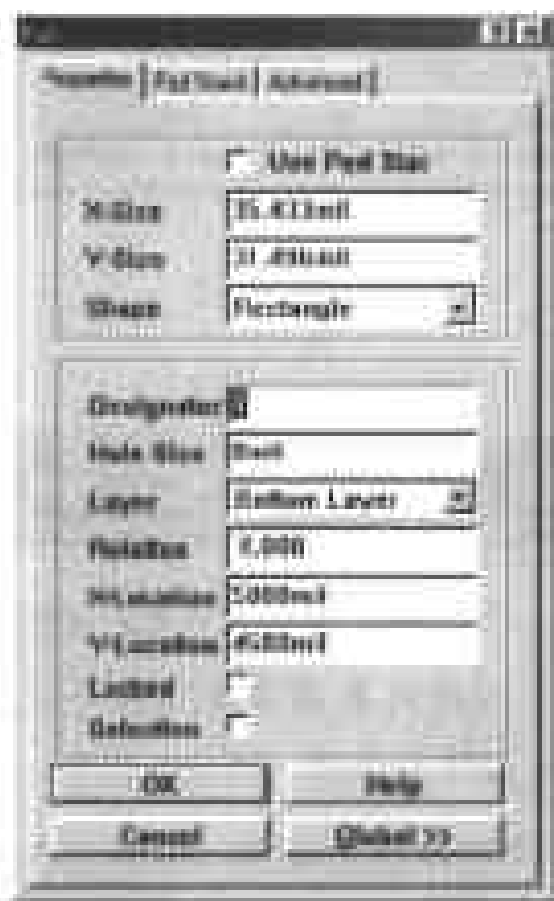


图 6-26 设置元件引脚属性的对话框

(7) 在对话框中设置了元件引脚的属性之后,单击 OK 命令按钮,返回工作窗口,完成对元件的编辑。

以上只是着重介绍如何在 PCB 浏览器中对元件、网络等进行编辑和设置,而编辑元件、网络的操作技巧将在后面的章节中详细进行介绍。

6.4.5 用 PCB 浏览器管理元件库

在 PCB 浏览器中,可以对元件库进行管理,包括载入和移出元件库、浏览并编辑元件库中的元件、在工作层面上放置元件等。下面详细介绍在 PCB 浏览器窗口中载入元件库并浏览其中的元件,然后对元件进行编辑,最后放置在工作层面中的全过程。

(1) 在 PCB 浏览器窗口中单击顶部的 Browse 下拉列表框,在弹出的下拉列表中选择 Libraries,对元件库进行操作。

(2) 此时由于还没有载入元件库,下拉列表框下面的列表框中是空白的,单击此列表框底部的 Add/Remove 命令按钮,弹出如图 6-27 所示的对话框。

(3) 在对话框中搜寻下拉列表框,在弹出的下拉列表中选择正确的路径,在对话框上部的列表框中显示出可选的 PCB 元件库,从中选择所需要的元件库,单击对话框底部的 Add 命令按钮,即可将选中的元件库添加到对话框下部的列表框中。



图 6-27 载入、移出元件库的对话框

注意：如果用户在对话框下部的列表框中单击某个元件库，然后单击对话框底部的 Remove 命令按钮，即可将选中的元件库移出。

(4) 载入了元件库之后，单击对话框底部的 OK 命令按钮，返回工作窗口，此时在 PCB 浏览器窗口上部的列表框中显示出了用户选中的元件库，在 Components 列表框中列出了此元件库中所包含的所有元件，如图 6-28 所示。



图 6-28 在浏览器窗口中显示出载入的元件库

(5) 在图 6-28 所示的浏览器窗口的上部列表框中单击某一个已经载入的元件库，然后单击列表框底部的 Browse 命令按钮，弹出如图 6-29 所示的对话框。

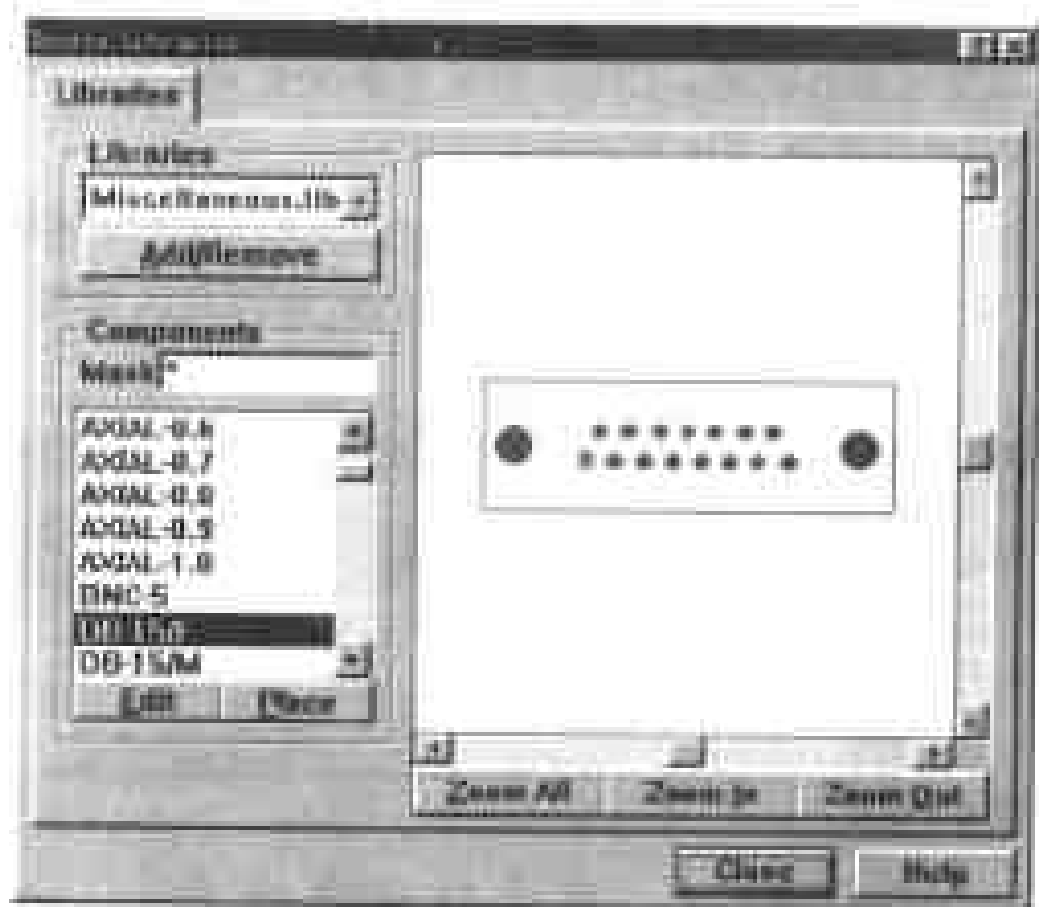


图 6-29 浏览元件库中的元件

(6) 在此对话框中单击 Libraries 下拉列表框,在弹出的下拉列表中选择已经导入的元件库,此时在 Components 选区的列表框中就显示出了此元件库中所包含的元件。

注意:单击 Libraries 下拉列表框下面的 Add/Remove 命令按钮,即可弹出如图 6-27 所示的对话框,供用户进行载入、引出元件库的工作。

(7) 在 Components 选区的列表框中单击某一元件,即可在对话框右边的预览框中显示出此元件的实际外形封装,利用预览框底部的 Zoom In, Zoom Out 和 Zoom All 命令按钮,可以在预览框中调整元件的显示比例。

(8) 通过浏览所选的元件库中的元件,选择需要放置在图纸中的元件,在 Components 选区的列表框中单击该元件的名称,然后单击列表框底部的 Place 命令按钮,此时鼠标箭头变为十字光标,并带有选中的元件形状。

(9) 在工作窗口中移动十字光标到适当的位置,按键盘上的 Space 键,调整元件的方向,然后单击鼠标左键,将元件放置在指定的位置,如图 6-30 所示。

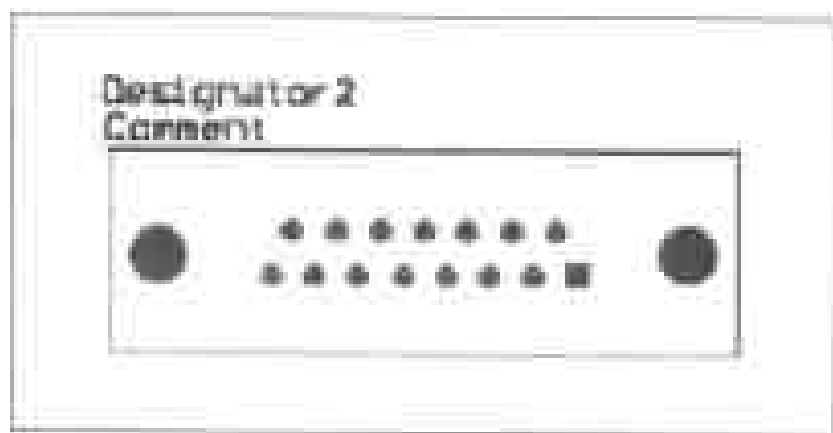


图 6-30 将元件放置在图纸中

注意：除了在图 6-29 所示的对话框中选定元件，单击 Place 命令按钮放置元件以外，用户还可以在 PCB 浏览器窗口的 Components 列表框中浏览并选中所需要的元件，然后单击列表框底部的 Place 命令按钮，将元件放置在图纸中。

(10) 如果用户对选定的元件不满意，还可以对其进行编辑，只需要在 Components 列表框中选定元件后，单击列表框底部的 Edit 命令按钮，即可进入编辑元件的界面，如图 6-31 所示。

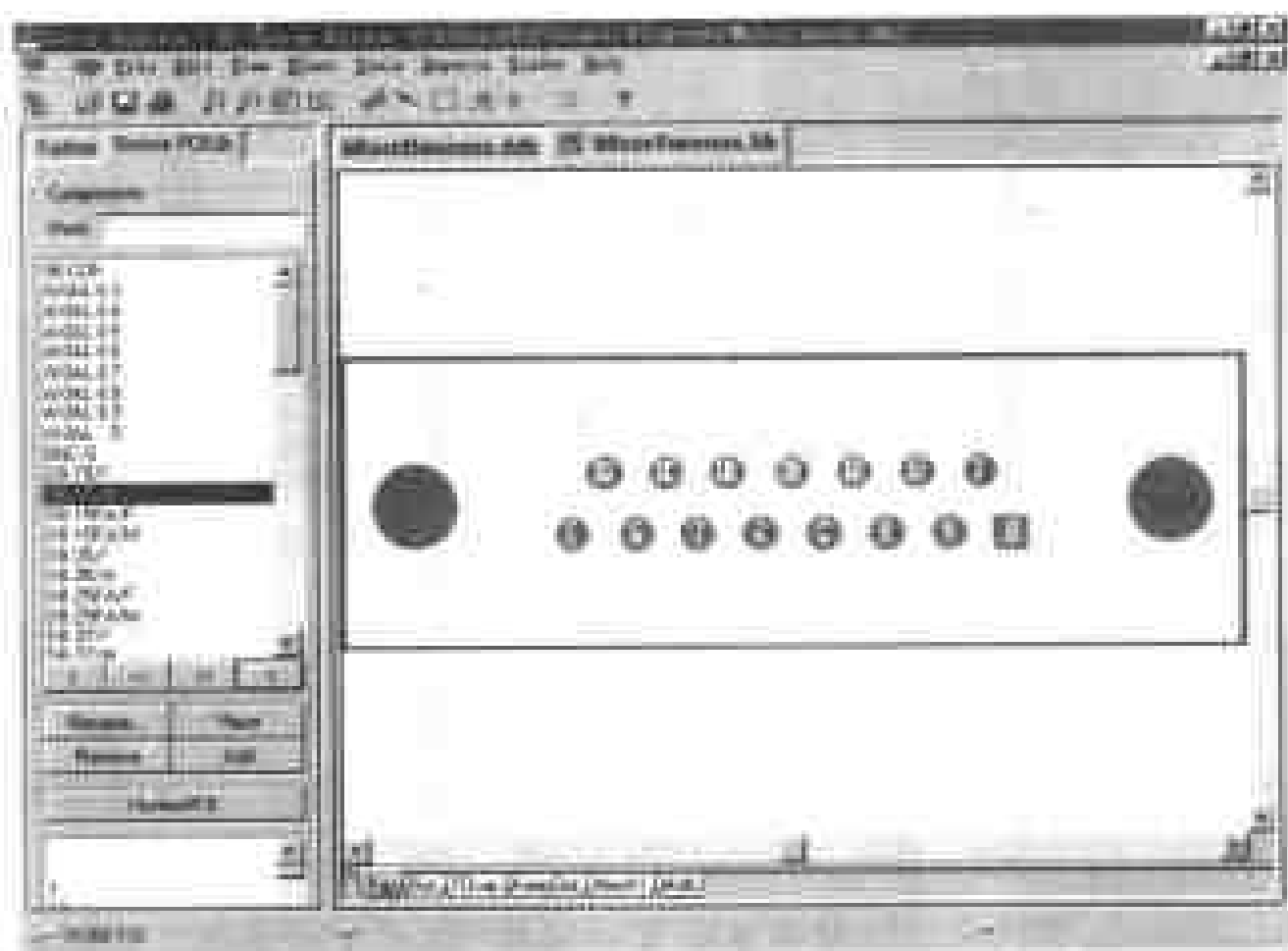


图 6-31 编辑元件时的操作界面

在上面的例子中，涉及了 PCB 浏览器的几个主要功能，熟练掌握这些功能，并在实际设计工作中充分运用，将使我们的设计工作更加高效。关于对元件进行编辑的操作，将在后面的内容中详细介绍。

第7章 绘制 PCB 图的基本技巧

通过前面绘制电路原理图的学习,已经对 Protel 99 的基本操作习惯有了一些了解,绘制 PCB 图的基本技巧只是在 Protel 99 操作习惯的基础上增加了一些 PCB 设计特有元件的编辑技巧。

7.1 放置对象并设置属性

在 PCB 图纸中,包括元件、铜膜走线、焊盘、过孔、文字标注、圆弧线等等若干个对象,每种类型的对象都具有相应的属性。这一节将介绍在图纸中放置各种对象并设置其属性的方法。


7.1.1 放置元件并设置其属性

当我们在 PCB 图中加载网络表的时候,元件也就随着加载了,而有的时候,需要在图纸中另外添加元件。前面介绍了使用 PCB 浏览器窗口浏览元件库、向图纸中放置元件的方法。下面我们使用另一种方法在图纸中放置元件,并了解设置其属性的选项。在图纸中放置元件的操作步骤如下:

(1) 选择 View > Toolbars > Placement Tools,在工作窗口中显示如图 7-1 所示的 Placement Tools 工具栏。



图 7-1 Placement Tools 工具栏

(2) 在 Placement Tools 工具栏中单击  按钮,或者选择 Place > Components,弹出如图 7-2 所示的对话框。

(3) 在弹出的对话框中提供了 3 个选项,用户可以分别在 Footprint 选项输入框中指定所需要元件的名称,然后在 Designator 选项输入框中输入元件序号,并在 Comment 选项输入框中输入注释文字。

(4) 如果用户对元件名称、封装形式等不熟悉,可以单击对话框中的 Browse 命令按钮,即可弹出如图 7-3 所示的对话框。

(5) 在对话框中单击 Add/Remove 命令按钮,然后在弹出的对话框中选择适当的元件库文件,单击 Add 命令按钮,将选中的元件库载入,然后单击 OK 命令按钮,返回如图 7-3



图 7-2 放置元件的对话框

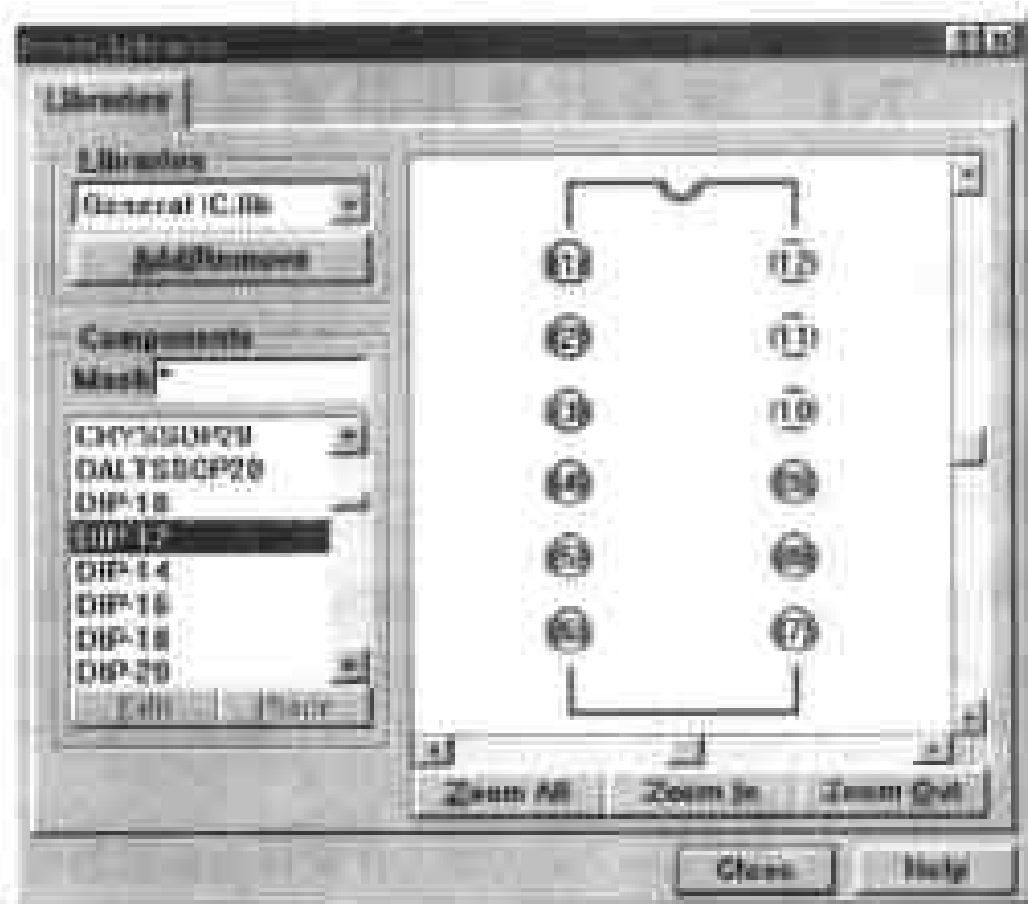


图 7-3 浏览元件库的对话框

所示的对话框中。

(6) 在如图 7-3 所示的对话框中单击 Libraries 下拉列表框,在弹出的下拉列表中选择适当的元件库,此时在 Components 选区的列表框中列出了选中的元件库包含的所有元件。

(7) 在 Components 列表框中单击所需的元件,则被选中的元件显示在对话框右侧的预览框中,单击 Close 命令按钮,返回图 7-2 所示的对话框。

注意:此时在如图 7-3 所示的对话框中,Components 选区的列表框下面的两个按钮——Edit 和 Place 命令按钮是灰色的,不可用。

(8) 在如图 7-2 所示的对话框中设置好各个选项之后,单击 OK 命令按钮,返回工作窗口,此时鼠标箭头变为十字光标,并带有选定的元件的形状。移动十字光标到图纸中的适当位置单击,将选定的元件放置在图纸中的适当位置,得到如图 7-4 所示的效果。

(9) 在图纸中放置了一个元件后,会自动再弹出一个如图 7-2 所示的对话框,供用户继续放置元件。如果不需要再放置元件,可以单击对话框底部的 Cancel 命令按钮,取消放

置元件的操作。

(10) 在图纸中双击元件,弹出 Component 对话框,在弹出的对话框中单击 Properties 标签,在对话框中显示设置元件属性的选项,如图 7-5 所示。其中各个选项的功能如下:

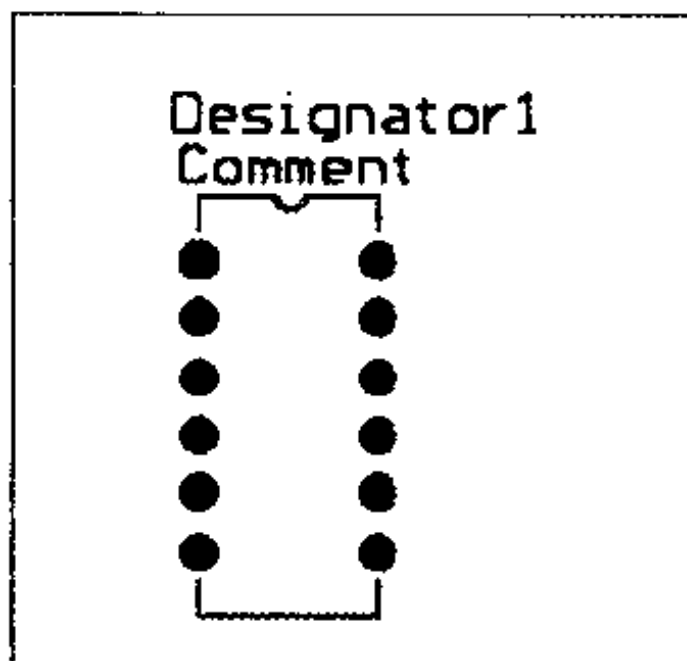


图 7-4 将元件放置在图纸中的效果

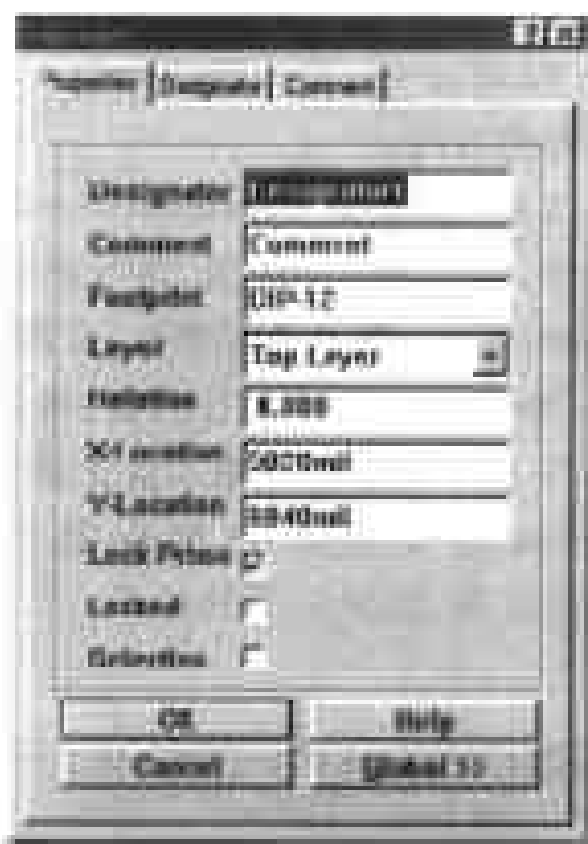


图 7-5 设置元件属性的对话框

- Designator——在此选项的输入框中可以设置元件的序号。
- Comment——在此选项的输入框中可以设置元件的说明文字。
- Footprint——在此选项的输入框中可以设置元件的封装形式,其中的内容将直接影响到图纸中的元件形状。
- Layer——单击此下拉列表框,用户可以在弹出的下拉列表中选择元件所在的层面,元件只能放在电路板的顶层(Top Layer)或者底层(Bottom Layer)。
- Rotation——在此选项的输入框中填入数值,可以修改元件的旋转角度,设置元件在图纸中的方向。
- X-Location 和 Y-Location——在这两个选项的输入框中显示出了当前元件在图纸中的位置坐标,修改其中的数值,即可调整元件在图纸中的位置。
- Lock Pairs——单击此复选框,可以设置当前元件为一个整体的对象,不能改变;否则该元件将被看作若干部分的组合体,可随意移动、编辑其中的任何一个组成部分。
- Locked——单击此复选框,则用户在图纸中移动元件时就需要进行确认,避免由于疏忽移动不该移动的元件。
- Selection——单击此复选框,则元件将处于被选中的状态。

(11) 在对话框中设置了以上选项之后,单击 Designator 标签,在对话框中显示设置元件序号的选项,如图 7-6 所示,其中各个选项的功能如下:

- Text——在此选项的输入框中可以设置元件的序号。
- Height——此选项输入框中的数值决定了元件序号的高度,单位是 mil。
- Width——此选项输入框中的数值决定了元件序号中字体的粗细,单位也是 mil。

- Font——单击此下拉列表框,在弹出的下拉列表框中提供了 Default, Sans Serif, Serif 3 个选项,供用户设置元件序号的字体。

- Layer——单击此下拉列表框,在弹出的下拉列表中列出了所有工作层面,供用户设置元件序号所在的板层。

- Rotation——在此选项的输入框中输入数值,可以设置元件序号的旋转角度,调整元件序号的方向。

- X-Location 和 Y-Location——在这两个选项的输入框中,显示出了当前元件序号的位置坐标,修改其中的数值,即可调整元件在图纸中的位置坐标。

- Hide——单击此复选框,在图纸中将不显示元件序号。

- Mirror——单击此复选框,将使元件序号在图纸中翻转。

(12) 在对话框中设置了以上选项后,单击 Comment 标签,在对话框中显示设置元件文字说明的选项,如图 7-7 所示,其中各个选项的功能与图 7-6 所示对话框中各个同名选项的功能相似,这里就不赘述了。



图 7-6 设置元件序号的对话框



图 7-7 设置元件说明文字的对话框

(13) 设置了对话框中的各个选项之后,单击对话框底部的 OK 命令按钮,返回工作窗口,完成放置元件并设置其属性的操作。

7.1.2 绘制导线

在绘制 PCB 板的时候,除了可以使用自动布线功能以外,用户还可以进行手动布线,这时就需要使用绘制导线的工具。在图纸中绘制导线并设置其属性的操作步骤如下:

- (1) 在 Placement Tools 工具栏中单击  按钮,选择绘制导线的工具,或者选择 Place > Track。

- (2) 此时鼠标箭头变为十字光标,将十字光标移到图纸中的适当位置单击,确定导线

的起点,移动十字光标到图纸中的适当位置单击,确定导线的转折点,继续移动十字光标,在导线的每一个转折点处单击确定。

(3) 移动十字光标,到适当的位置单击确定导线的终点,然后右击鼠标,完成导线的绘制工作。

(4) 此时鼠标箭头仍然保持为十字光标,用户还可以在图纸中绘制其他导线,右击鼠标,退出绘制导线的工作状态,得到的导线如图 7-8 所示。

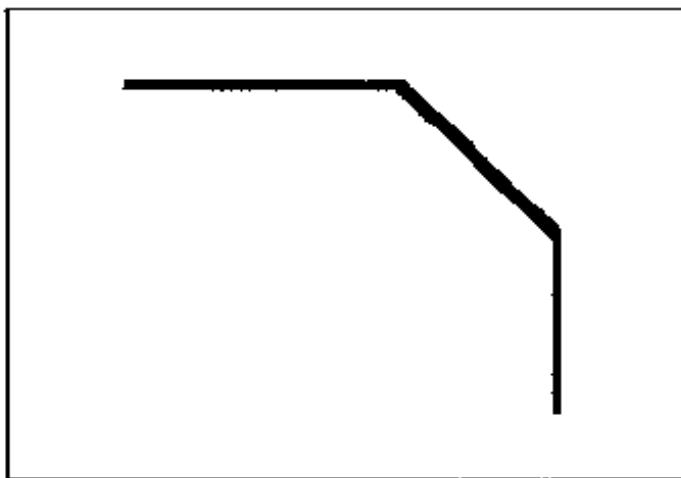


图 7-8 在图纸中绘制导线

(5) 在图纸中双击导线,即可弹出如图 7-9 所示的对话框,供用户设置导线的属性。



图 7-9 设置导线属性的对话框

需要注意的是,图纸中的导线如果包含转折点,则用户只能分别设置每一段导线的属性。

(6) 在弹出的对话框顶部的 Width 选项输入框中输入数值,即可指定导线的宽度,其单位为 mil。单击 Layer 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中选择 Top Layer,设置导线所在的板层。

(7) 单击 Net 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中选择此导线所连接的网络。如果用户单击 Locked 复选框,则此导线将被锁定,用户在图纸中移动此导线时需要进行确认。如果用户单击 Selection 复选框,则导线在图纸中将处于被选中的状态。

(8) 在对话框的 Start-X 和 Start-Y 选项输入框中显示出了当前选中的导线的起始点的位置坐标;在 End-X 和 End-Y 选项输入框中显示出了当前导线的终止点的位置坐标。修改这四个选项输入框中的数值,即可调整导线的位置和长短。

(9) 在对话框中设置好各个选项之后,单击 OK 命令按钮,返回工作窗口,完成绘制导线并设置属性的操作。


注意: 在图纸中移动十字光标改变导线走向时,还可以在键盘中同时按 Shift 键和 Space 键,来改变走线模式,每按一次 Shift 键和 Space 键,即可改变一种走线模式,顺序为

45°走线、90°走线、圆弧走线、任意角度走线。

7.1.3 圆弧走线

前面我们在图纸中绘制了导线,主要是绘制直线,下面介绍绘制圆弧走线的方法。圆弧走线一般情况下比较占面积,在设计 PCB 板的时候较少使用。在 Placement Tools 工具栏中提供了两个工具,供用户通过两种不同的方法绘制圆弧走线,一种是由圆周定义圆弧,另一种是由圆心定义圆弧。绘制圆弧走线的具体操作步骤如下:

1. 由圆周定义圆弧

(1) 在 Placement Tools 工具栏中单击  按钮,选择通过定义圆周来绘制圆弧的工具,或者选择 Place > Arc(Edge)。

(2) 此时鼠标箭头变为十字光标,并且在十字光标的中心带有一个节点,在图纸中移动十字光标,在适当的位置单击,确定圆弧的起始点;移动十字箭头,即可展开一个圆,同时也可以旋转该圆弧。

(3) 移动十字光标,调整圆弧直径的大小和方向,当它们都符合要求之后单击,确定圆弧的终点,然后右击鼠标,退出绘制圆弧的工作状态,得到如图 7-10 所示的效果。

2. 由圆心定义圆弧

(1) 在 Placement Tools 工具栏中单击  按钮,选择通过定义圆心来绘制圆弧的工具,或者选择 Place > Arc(Center)。

(2) 此时鼠标箭头变为十字光标,并且十字光标的中心带有一个节点,在图纸中的适当位置单击,确定圆弧的圆心,然后移动十字光标,展开一个圆。移动十字光标到适当的位置单击,确定圆的直径大小,将十字光标移到圆形上的某一点单击,确定圆弧的起点;再移动十字光标到另一处单击,确定圆弧的终点,右击鼠标,结束绘制圆弧的工作状态,得到如图 7-11 所示的效果。

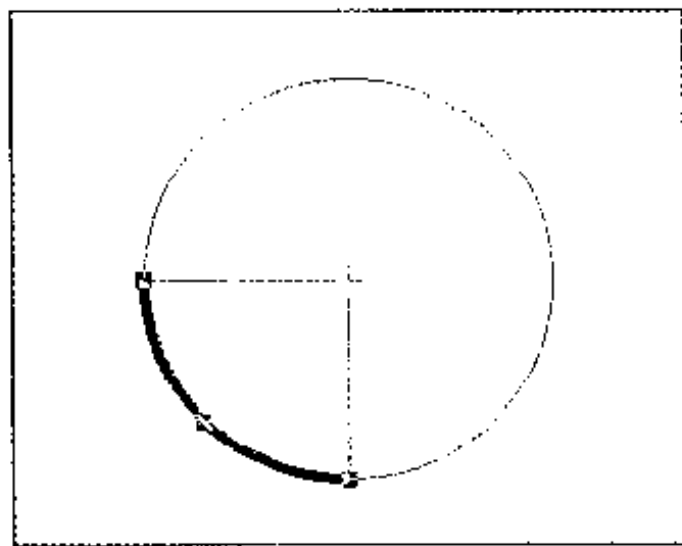


图 7-10 通过圆周定义圆弧

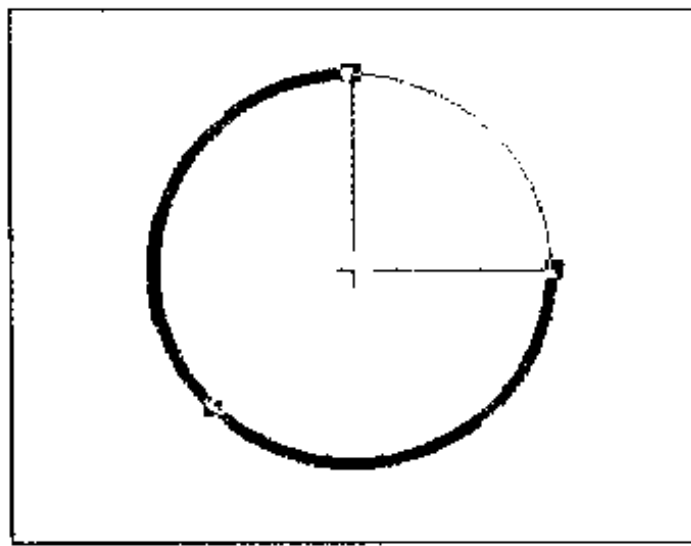


图 7-11 通过确定圆心的方法绘制圆弧

不论采用上述哪一种方法,绘制好圆弧后,在图纸中双击圆弧,即可弹出如图 7-12 所示的对话框,供用户设置圆弧的属性。

- 在对话框顶部的 Width 选项的输入框中填入数值,设置圆弧走线的宽度,其单位

为 mil。


- 单击 Layer 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中可以设置圆弧走线所在的工作层面;单击 Net 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中可以设置圆弧走线所连接的网路。
- 在对话框的 X-Center 和 Y-Center 两个选项输入框中显示出了该圆弧的圆心在图纸中的位置坐标,修改其中的数值,可以调整弧线在图纸中的位置。
- 在对话框的 Radius 选项输入框中输入数值,可以设置该圆弧线所在圆形的半径,单位也是 mil。而下面的 Start Angle 和 End Angle 两个选项输入框中的数值,决定了圆弧线的起始和终止角度。
- 如果用户单击对话框中的 Locked 复选框,即可在图纸中将圆弧线锁定;而如果单击 Selected 复选框,则图纸中的圆弧线将处于被选中的状态。
- 设置好对话框中的各个选项之后,单击 OK 命令按钮,返回工作窗口,完成设置圆弧线属性的操作。



图 7-12 设置圆弧走线的属性

7.1.4 放置焊盘

焊盘是 PCB 板中必不可少的元素,在 PCB 板图中放置焊盘的操作步骤如下:

- (1) 在 Placement Tools 工具栏中单击  按钮,选择放置焊盘的工具,或者选择 Place > Pad。
- (2) 此时鼠标箭头变为十字光标,并且带有一个焊盘的形状,将十字光标移到图纸中的适当位置单击,将焊盘放置在图纸中。此时鼠标箭头仍为十字光标,用户可以继续在图纸中放置焊盘,在图纸中再放置一个焊盘,然后右击鼠标,结束放置焊盘的操作,得到如图 7-13 的效果。

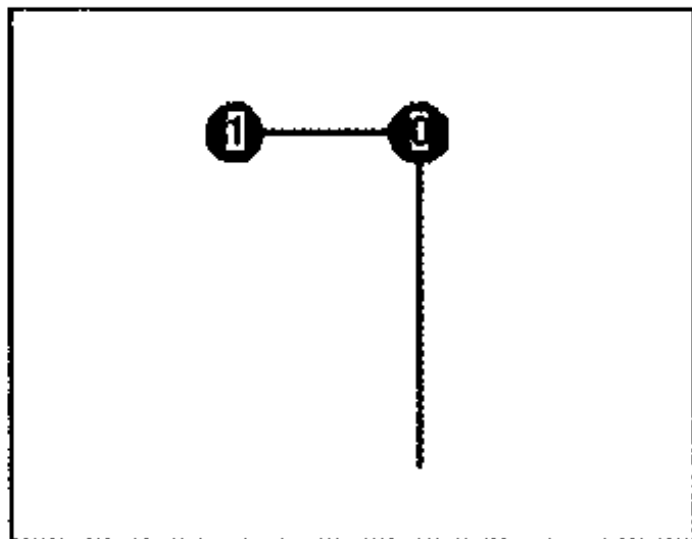


图 7-13 在图纸中放置焊盘的效果

(3) 在图纸中双击焊盘,即可弹出 Pad 对话框,供用户设置焊盘的各项属性;在弹出的对话框中单击 Properties 标签,显示出设置焊盘属性的选项,如图 7-14 所示。

(4) 在对话框顶部的 X-Size 和 Y-Size 选项的输入框中显示出了焊盘在水平方向和垂直方向上的尺寸,改变输入框中的数值,即可调整焊盘的大小。

(5) 单击 Shape 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中提供了 Round, Rectangle 和 Octagonal 3 个选项,供用户设置焊盘的形状。

(6) 在 Designator 选项的输入框中,用户可以设置焊盘的序号。在 Hole Size 选项的输入框中输入数值,即可设定焊盘上的钻孔的大小。

(7) 单击 Layer 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中指定焊盘所在的工作层面。在 Rotation 选项的输入框中输入数值,可设置焊盘的旋转角度,调整焊盘的方向。在对话框的 X-Location 和 Y-Location 选项的输入框中显示出了焊盘在图纸中的位置坐标,修改其中的数值,可以调整焊盘在图纸中的位置。

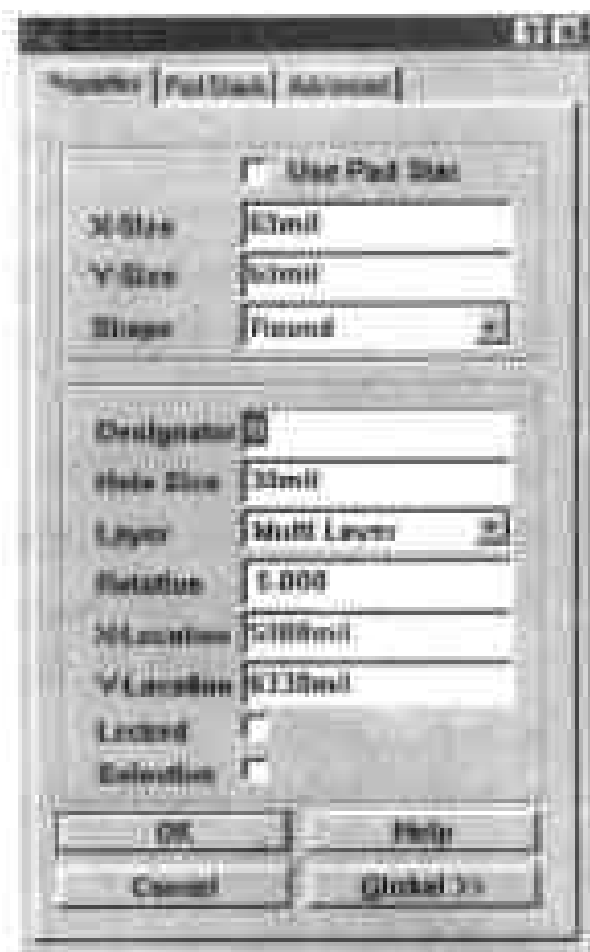


图 7-14 设置焊盘属性的对话框

(8) 设置了以上选项后,就设置了焊盘的大部分属性。如果用户绘制的是多层板,则还需要在对话框顶部单击 Use Pad Stack 复选框,然后单击 Pad Stack 标签,在对话框中显示出设置多层板焊盘的选项,如图 7-15 所示。

(9) 在如图 7-15 所示的对话框中,包含 Top, Middle, Bottom 3 个选区,供用户设置顶层、中间层和底层中的焊盘的大小和形状。每个选区中都包含 X-Size 和 Y-Size 两个输入框,供用户设置焊盘的大小;另外还包含一个 Shape 选项,供用户设置焊盘的形状。

(10) 如果用户所绘制的 PCB 板不是多层板,则 Pad Stack 标签中的各个选项均为灰色,不可用。单击 Advanced 标签,在对话框中显示设置焊盘高级属性的选项,如图 7-16 所示。

(11) 在如图 7-16 所示的对话框中单击 Net 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中指定焊盘所要连接的网络。单击 Electrical type 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中提供了 Source, Load 和 Terminator 3 个选项,供用户设定焊盘的类型。

(12) 如果用户单击 Plated 复选框,将设定焊盘被电镀导通。按照上述介绍设置了对话框中的选项后,单击 OK 命令按钮,返回工作窗口,完成放置焊盘的工作。

7.1.5 放置过孔

在绘制双层板或多层板时,常用过孔连接两个布线层板。通常在连接铜膜走线时,只要在布线板层之间切换,系统会自动放置一个过孔,另外,用户也可以自己在图纸中放置过孔,只需要按下列步骤进行:



图 7-15 设置多层板焊盘的对话框

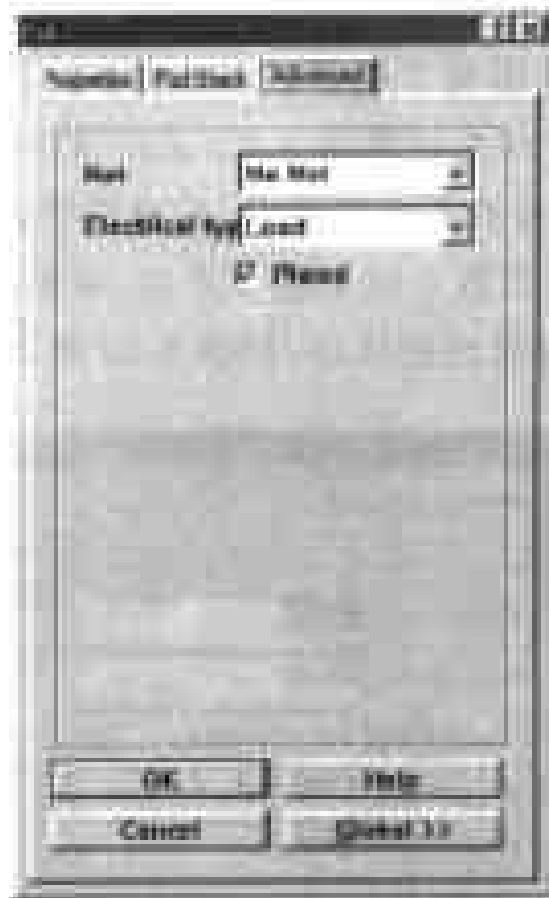



图 7-16 设置焊盘高级属性的对话框

(1) 首先在图纸的两个布线板层中绘制导线,然后在 Placement Tools 工具栏中单击  按钮,选择放置过孔的工具,或者选择 Place > Via。

(2) 此时鼠标箭头变为十字光标,并且在十字光标上带有一个过孔的形状,在图纸中移动十字光标,到适当的位置单击,在图纸中放置一个过孔;此时鼠标箭头仍保持为十字光标的形状,用户可以继续在图纸中放置过孔,右击鼠标,则可以退出放置过孔的工作状态,得到如图 7-17 的效果。

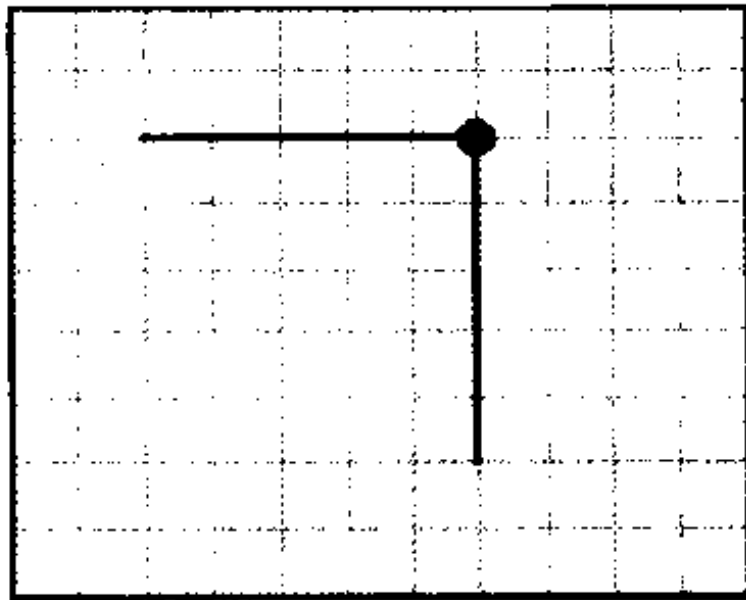


图 7-17 在图纸中放置过孔的效果

(3) 在图纸中双击过孔,即可弹出 Via 对话框,在对话框中单击 Properties 标签,显示出设置过孔属性的选项,如图 7-18 所示。

(4) 在对话框的 Diameter 选项的输入框中输入数值,设置过孔直径,单位为 mil。在 Hole Size 选项的输入框中输入数值,设置过孔中央钻孔的直径,其单位也是 mil。

(5) 单击 Layer Pair 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中选择 Top-Bottom,指定过孔要连接哪两个板层。

(6) 在对话框的 X-Location 和 Y-Location 选项的输入框中显示出了过孔在图纸中的位置坐标,修改其中的数值,即可调整过孔在图纸中的位置。

(7) 设置了以上选项之后,单击对话框顶部的 Advanced 标签,在对话框中显示出设置过孔高级属性的选项,如图 7-19 所示。

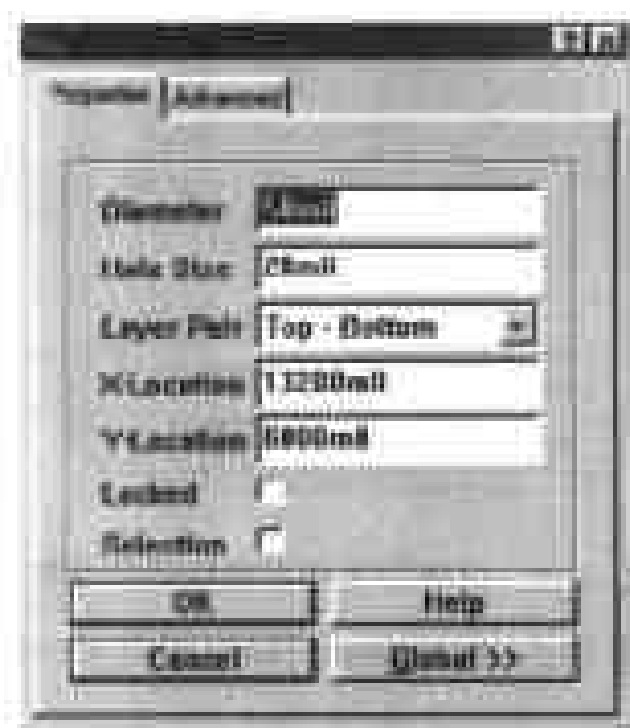


图 7-18 设置过孔属性的对话框

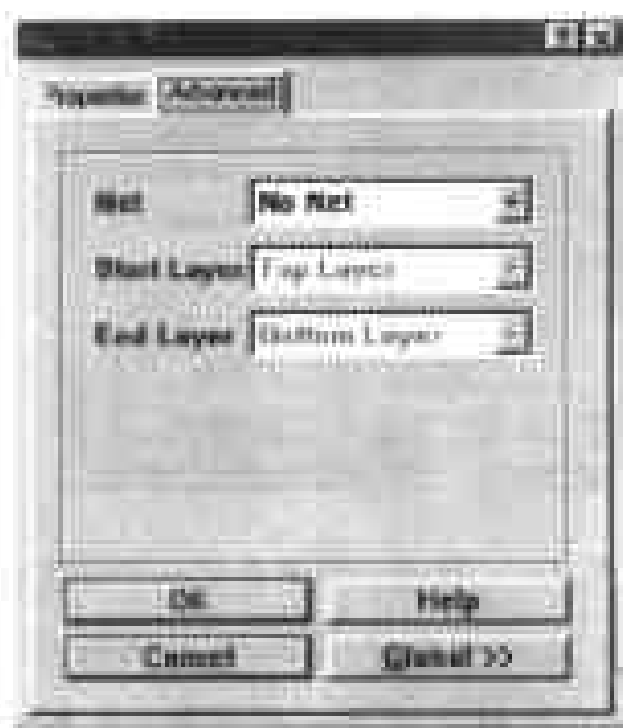


图 7-19 设置过孔高级属性的对话框


(8) 在对话框中单击 Net 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中可以设置当前选中的过孔所连接的电路网络。

(9) 分别单击 Start Layer 下拉列表框和 End Layer 下拉列表框,在弹出的下拉列表中进行选择,设置过孔所连接的起始板层和终止板层。当绘制的 PCB 板是双层板时,这两个选项默认为 Top Layer(顶层)和 Bottom Layer(底层)。

(10) 在对话框中设置了其中的所有选项之后,单击对话框底部的 OK 命令按钮,返回工作窗口。

7.1.6 设置文字标注

在 PCB 图中用户可以在适当的位置放置文字标注,对图纸进行说明。放置在图纸中的文字标注对电路的连接关系不会有任何影响。放置文字标注的步骤如下:

(1) 在 Placement Tools 工具栏中单击  按钮,选择放置文字标注的工具,或者选择 Place > String。

(2) 此时鼠标箭头变为十字光标,并且带有一个字符串,在图纸中移动十字光标到适当的位置单击,将文字标注放置在图纸中。此时鼠标箭头仍然保持为十字光标,用户还可以在图纸中继续放置文字标注,右击鼠标,退出放置文字标注的操作,得到如图 7-20 所示的效果。

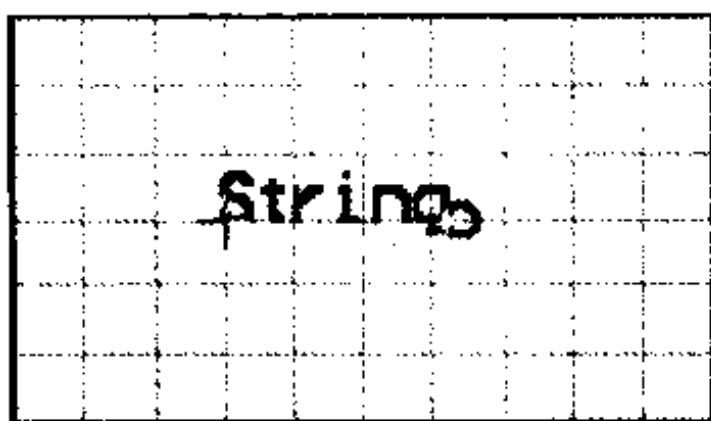


图 7-20 在图纸中放置文字标注

(3) 在图纸中双击文字标注,弹出如图 7-21 所示的对话框,供用户设置文字标注的各项属性。

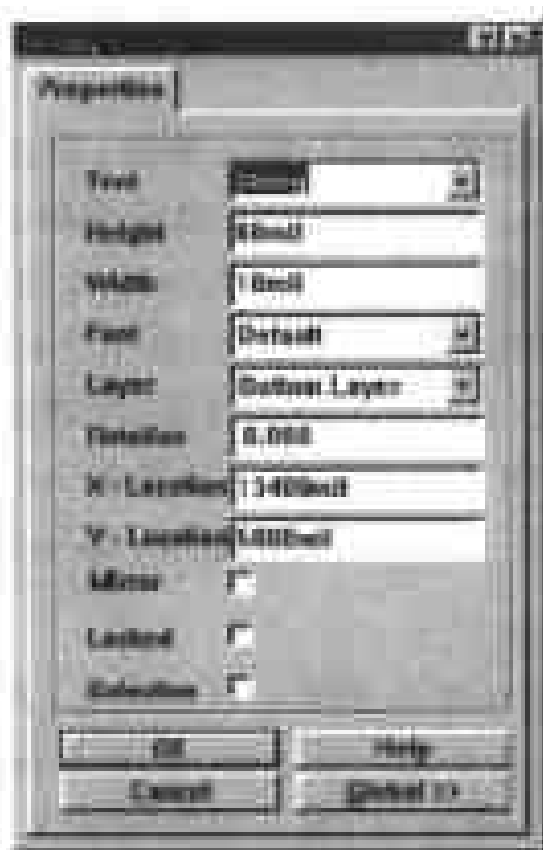


图 7-21 设置文字标注的对话框

(4) 在对话框顶部单击 Text 选项的下拉列表框中,可直接输入文字,设置文字标注的内容;或者单击此下拉列表框,在弹出的下拉列表中提供了若干选项,供用户选择特殊的字符串,各个选项对应的特殊字符如表 7-1 所示。

(5) 设置好文字标注的内容后,在 Height 选项输入框中输入数值,设置文字的高度;然后在 Width 选项的输入框中输入数值,设置文字线条的粗细,这两个选项的单位都是 mil。

(6) 单击 Font 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中提供了 Default, Sans Serif 和 Serif 3 个选项,供用户选择文字标注的字体。

(7) 单击 Layer 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中选择文字标注所在的板层。一般来说,如果文字放置在布线板层,则是铜膜文字;如果放置在丝印层,则是绢印的文字;而如果放置在结构层,则是给人看的图面说明文字。

表 7-1 Text 列表框中各选项对应的特殊字符

选 项	对应的特殊字符	选 项	对应的特殊字符
.Arc_Count	圆弧线总数	.Pad_Count	焊盘总数
.Comment	注释文字	.Pcb_File_Name	电路板文件名称
.Component_Count	元件总数	.Pcb_File_Name_No_Path	电路板文件路径
.Designator	序号	.Plot_File_Name	输出文件名称
.Fill_Count	填满区域总数	.Print_Date	打印日期
.Hole_Count	钻孔总数	.Print_Scale	打印比例
.Layer_Name	板层名称	.Print_Time	打印时间
.Legend	图例	.String_Count	字符串总数
.Net_Count	网络总数	.Track_Count	铜膜走线总数
.Net_Name_On_Layer	网络名称	.Via_Count	过孔总数

(8) 在对话框的 Rotation 选项输入框中输入数值,设置文字标注的旋转角度,调整文字的方向。在对话框的 X-Location 和 Y-Location 选项的输入框中显示出了当前文字标注在图纸中的位置坐标,调整其中的数值,即可调整文字标注在图纸中的位置。

(9) 如果用户在对话框中单击 Mirror 复选框,则文字标注将在图纸中左右翻转;如果单击 Locked 复选框,则图纸中的文字标注将被锁定,在移动它的时候需要进行确认;如果单击 Selection 复选框,则图纸中的文字标注将处于被选中的状态,被高亮显示。

(10) 设置了对话框中的各个选项之后,单击 OK 命令按钮,返回工作窗口,结束放置文字标注并设置属性的工作。

注意: 如果用户需要在图纸中移动文字标注的位置,只需要在图纸中单击文字标注,同时按住鼠标左键,此时鼠标箭头变为十字光标,且文字标注粘在十字光标上,随着光标的移动而移动。在图纸中移动十字光标,到适当的位置单击,将文字标注放置在新的位置上。

7.1.7 放置位置坐标

在 Protel 99 中,用户可以将光标当前所在位置的坐标放置在工作层面上,以供参考。它像文字标注一样,对电路连接关系没有任何影响,放置位置坐标的方法如下:

(1) 在 Placement Tools 工具栏中单击  按钮,选择放置位置坐标的工具,或者选择 Place > Coordinate。

(2) 此时鼠标箭头变为十字光标,并且带有当前鼠标的位置坐标,在图纸中移动十字光标,在适当的位置单击,将位置坐标放置在图纸上。此时鼠标箭头仍保持为十字光标的形状,用户还可以继续在图纸中放置位置坐标,右击鼠标,退出放置位置坐标的工作状态,得到如图 7-22 所示的效果。

(3) 在图纸中双击位置坐标,弹出如图 7-23 所示的对话框,供用户设置位置坐标的各项属性。

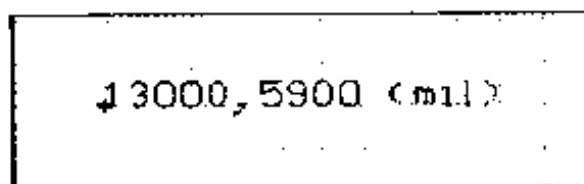


图 7-22 在图纸中放置位置坐标

(4) 在对话框顶部的 Size 选项的输入框中输入数值,设置坐标的高度,即规定坐标的大小;在 Line Width 选项的输入框中输入数值,设置位置坐标的粗细,这两个选项取值的单位均为 mil。

(5) 单击 Unit Style 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中提供了 None, Normal 和 Brackets 3 个选项,供用户选择位置坐标的样式,默认的选项是 Brackets。

(6) 在 Text Height 和 Text Width 选项的输入框中分别输入数值,设置坐标文字的高度和粗细。特别需要注意的是这两个选项与 Size, Line Width 的功能并不相同。

(7) 单击 Font 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中提供了 Default, Sans Serif 和 Serif 3 个选项,供用户选择位置坐标的字体。单击 Layer 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中选择位置坐标所在的板层。

(8) 在对话框的 X-Location 和 Y-Location 选项的输入框中显示出了当前位置坐标在图纸中的坐标,修改其中的数值,可以在图纸中调整位置坐标在图纸中的位置。

(9) 设置好对话框中的选项后,单击 OK 命令按钮,返回工作窗口。

注意: 在没有将位置坐标放置在图纸中之前,在如图 7-23 所示的对话框中设置坐标值是没有任何意义的。

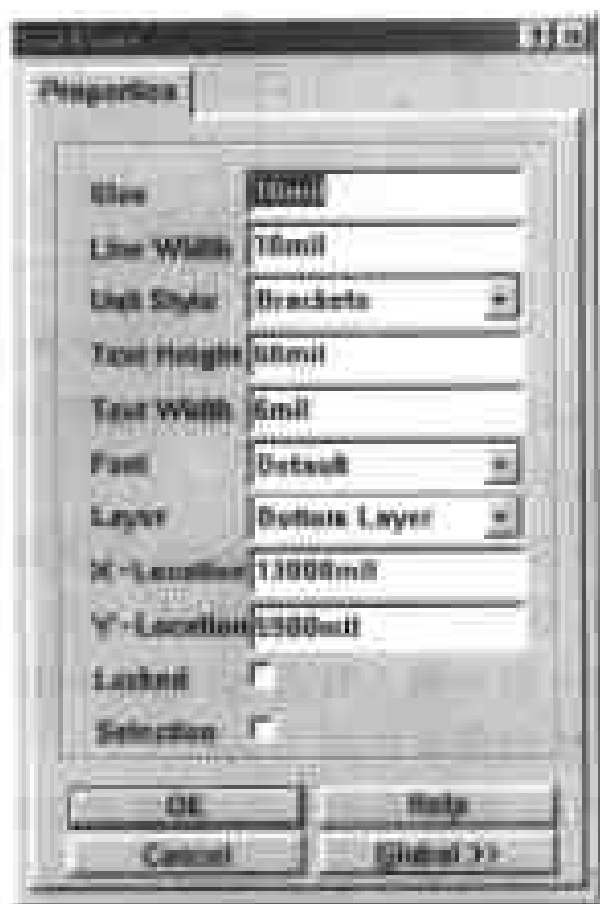


图 7-23 设置位置坐标属性的对话框

7.1.8 放置尺寸标注

在设计印刷电路板时,为了便于制版,常常需要标注某些尺寸的大小。与文字标注、位置坐标一样,尺寸标注也对电路连接关系没有任何影响。需要在图纸中进行尺寸标注时,可以按照下列步骤操作:

(1) 在 Placement Tools 工具栏中单击  按钮,选择放置尺寸标注的工具,或者选择 Place > Dimension。

(2) 此时鼠标箭头变为十字光标,在图纸中移动十字光标,在适当的位置单击,确定尺寸标注的起点,然后移动鼠标,即可展开一条尺寸线,到另一位置单击,确定尺寸标注的终点。此时鼠标箭头仍为十字光标,用户可以在图纸中继续进行标注。

(3) 在图纸中放置了所需要的所有尺寸线后,右击鼠标,退出进行尺寸标注的工作状

态,得到如图 7-24 所示的效果。

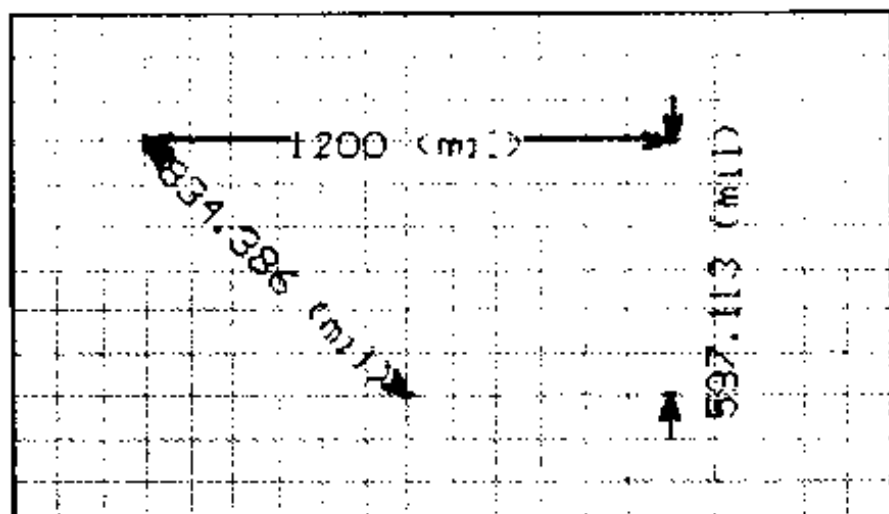


图 7-24 在图纸中进行尺寸标注的效果

(4) 在图纸中双击某一条尺寸线,即可弹出如图 7-25 所示的对话框,供用户设置尺寸标注的各项属性。

(5) 在对话框的 Height 选项的输入框中输入数值,设置尺寸线的高度;然后在 Line Width 选项的输入框中输入数值,设置尺寸线的粗细,这两个选项的取值单位均为 mil。

(6) 单击 Unit Style 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中包含 None, Default 和 Brackets 3 个选项,供用户设置尺寸的样式,默认的选项是 Brackets。

(7) 在对话框的 Text Height 和 Text Width 两个选项的输入框中分别填入数值,设置尺寸标注文字的高度和文字线条的粗细,单位也是 mil;然后单击 Font 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中提供了 Default, Sans Serif 和 Serif 3 个选项,供用户选择尺寸标注的字体。

(8) 单击 Layer 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中设置尺寸标注所在的板层。

(9) 在对话框的 Start-X 和 Start-Y 两个选项输入框中显示出了当前尺寸标注的起始点的位置坐标,在 End-X 和 End-Y 两个选项输入框中显示出了当前尺寸标注的终止点的位置坐标,调整这 4 个选项输入框中的数值,即可调整尺寸标注在图纸中的位置,同时尺寸标注显示的长度值也会随着改变。

(10) 在对话框中设置了以上选项之后,单击 OK 命令按钮,返回工作窗口,结束设置尺寸标注的工作。

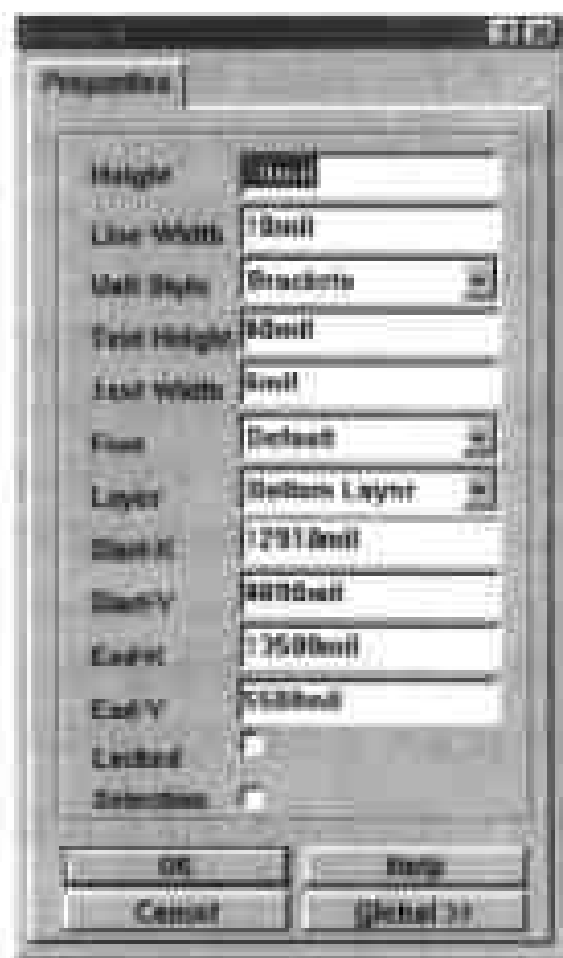



图 7-25 设置尺寸标注的属性

7.1.9 设置原点

在 Protel 99 的 PCB 编辑器中,系统提供了一套坐标系,其坐标原点称为绝对原点,位


于图纸的最左下角。但是,在编辑电路板时,往往根据需要在方便操作的地方就开始放置元件、走线,即便要参考坐标,也会由于原点位于图纸的最左下角,使得坐标值偏大,从而令人感到不便。

在 Protel 99 中新增加了一个设置原点的工具,用户可以利用它设定自己的坐标系,具体步骤如下:

- (1) 在 Placement Tools 工具栏中单击  按钮,选择设置原点的工具,或者选择 Edit > Origin > Set。
- (2) 此时鼠标箭头变为十字光标,在图纸中移动十字光标到适当的位置单击,即可将该点设置为用户坐标系的原点,此时再移动鼠标就可以从状态栏中了解到新的坐标值。
- (3) 如果需要恢复原来的坐标系,只要选择 Edit > Origin > Reset 即可。

7.1.10 放置矩形填充区

在设计电路板时,有时为了提高系统的抗干扰性,需要设置较大面积的电源或接地区域。如果需要在图纸中放置矩形的填充区域,可以按照以下步骤进行:

- (1) 在 Placement Tools 工具栏中单击  按钮,选择放置矩形填充区的工具,或者选择 Place > Fill。
- (2) 此时鼠标箭头变为十字光标,在图纸中的适当位置单击,确定矩形填充区的一个顶点;然后移动十字光标,到图纸中的另一位置单击,确定矩形填充区对角线上的另一个顶点,完成矩形填充区的绘制。
- (3) 此时鼠标箭头仍然保持为十字光标,用户还可以继续绘制其他的矩形填充区,右击鼠标,退出绘制矩形填充区的状态,得到如图 7-26 所示的效果。
- (4) 在图纸中双击矩形填充区,弹出如图 7-27 所示的对话框,供用户设置矩形填充区的各项属性。

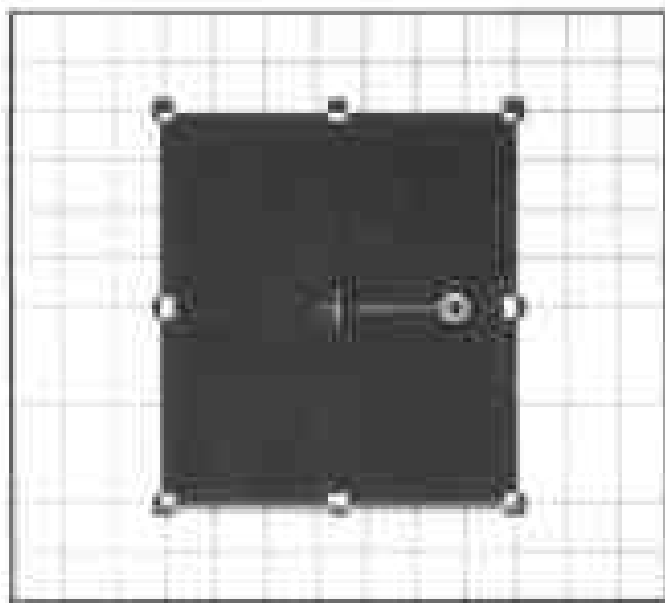


图 7-26 绘制矩形填充区的效果



图 7-27 设置矩形填充区属性的对话框

(5) 在对话框中单击 Layer 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中指定矩形填充区所在的板层;单击 Net 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中选择矩形填充区所连接的网络。


(6) 在 Rotation 选项的输入框中输入数值,设置矩形填充区的旋转角度,调整它在图纸中的方向。

(7) 在对话框的 Corner 1-X 和 Corner 1-Y 选项的输入框中显示出了矩形填充区左下角顶点在图纸中的位置坐标,在 Corner 2-X 和 Corner 2-Y 选项的输入框中显示出了矩形填充区右上角顶点的位置坐标,调整这 4 个选项的取值,即可调整矩形填充区的大小和位置。

(8) 在对话框中设置了以上选项后,单击 OK 命令按钮,返回工作窗口,完成绘制矩形填充区的操作。

7.1.11 绘制多边形填充区

有时在图纸中放置较大面积的电源或不规则形状的接地区域,这时就需要设置多边形的填充区,操作方法如下:

(1) 在 Placement Tools 工具栏中单击  按钮,选择设置多边形填充区的工具;或者选择 Place > Polygon Place,弹出如图 7-28 所示的对话框。

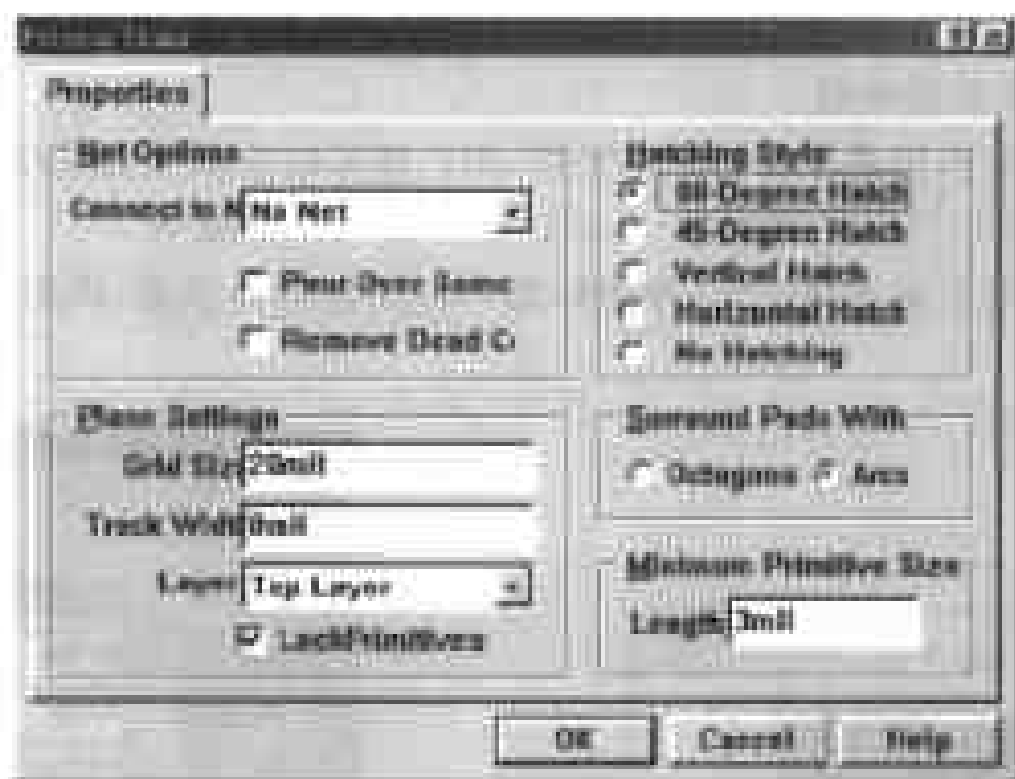


图 7-28 多边形填充区属性对话框

(2) 在对话框的 Net Options 选区中单击 Connect to Net 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中选择多边形填充区所连接的网络。

(3) 在 Plane Settings 选区的 Grid Size 选项的输入框中设置填充区域中格点的尺寸;在 Track Width 选项的输入框中输入数值,设置填充区的线宽。

(4) 在 Plane Settings 选区中单击 Layer 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中选择多边形填充区所在的板层。

(5) 在对话框的 Hatching Style 选区中提供了 5 个单选钮,供用户设置多边形填充区

的类型,选择不同的选项,可以得到不同类型的填充区。

(6) 在 Surround Pads With 选区中提供了两个单选钮:Octagons 和 Arcs,供用户设置多边形填充区环绕焊盘的方式。

(7) 在 Minimum Primitive Size 选区的 Length 选项的输入框中输入数值,设置最小原始尺寸。

(8) 设置好对话框中的各个选项之后,单击 OK 命令按钮,返回工作窗口。此时鼠标箭头变为十字光标,在图纸中移动十字光标,在适当的位置单击,确定多边形填充区的起点;然后移动十字光标到其他位置单击,确定多边形填充区的其他顶点。

(9) 在多边形填充区的最后一个顶点处右击鼠标,结束绘制多边形填充区的操作,系统会自动将多边形的起点与终点连接起来,并对封闭的多边形进行填充。

注意: 在图 7-28 所示的对话框中,选择 Hatching Style 选区中的不同选项,可以获得不同类型的多边形填充区,如图 7-29 所示。在图 7-28 所示的对话框中选择 Surround Pads With 选区中的不同选项,可以设置环绕焊盘的不同方式:八角形或圆形,如图 7-30 所示。

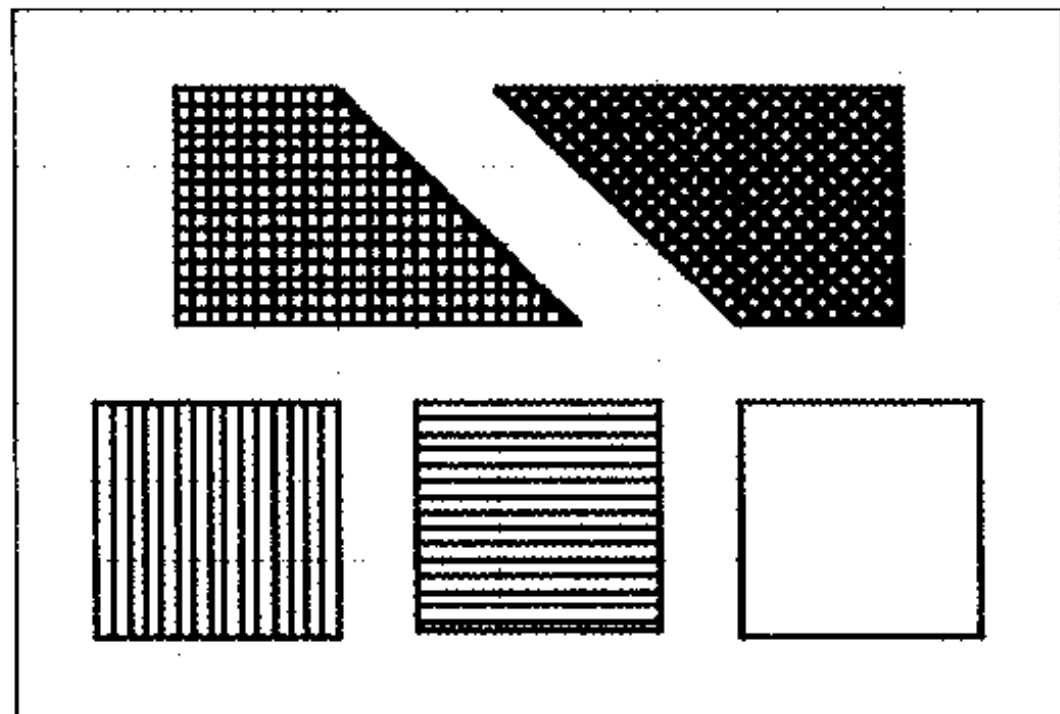


图 7-29 不同类型的多边形填充区

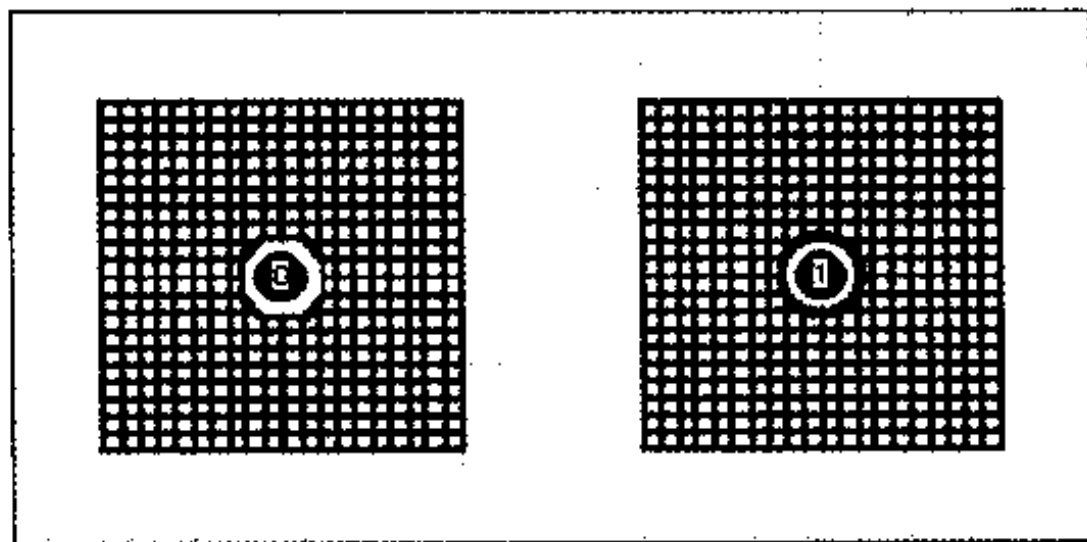


图 7-30 环绕焊盘的两种方式

7.2 编辑 PCB 图

前面已经介绍了在 PCB 图中放置各种元件并设置其属性的操作方法,在设计 PCB 图的过程中,还经常需要在图纸中不断调整元件的位置,改变元件之间的走线,做很多繁琐的工作。这就需要借助于 Protel 99 强大的编辑功能,完成对 PCB 图的修改和调整工作,得到令人满意的 PCB 图。

7.2.1 选取对象

Protel 99 提供了选取对象的多种方式,既可以在图纸中直接选取元件,也可以使用选取命令选择所需要的元件,下面逐一进行介绍。

1. 点击选取

所谓点取,就是在图纸中直接用鼠标单击元件,使元件处于被选中的状态,在选中的元件周围将出现节点。

在图纸中单击选取元件时,任何时间只能选取一个元件,当用户单击图纸中的另一个元件时,原先被选中的元件就自动解除被选中的状态。当用户想要取消对元件的选择时,只要在图纸中的空白区域单击鼠标,即可解除元件的被选中状态。

在图纸中单击某个元件之后,在元件周围显示出节点,拖动这些节点,即可调整元件的大小和形状。如果要删除某个元件,只要在图纸中单击它,然后在键盘上按 Del 键即可。

2. 框选对象

在图纸中某处单击,按住鼠标左键,拖动鼠标画出一个方框,释放鼠标左键,则方框中所包含的所有元件都被选中,在图纸中被高亮显示。这种方法比点取更加方便,可以用来选取某一个或多个元件。

3. 使用选取命令

在 Protel 99 的 Edit > Select 子菜单中提供了若干命令,灵活使用这些命令,用户可以在图纸中随意选取所需要的任何元件,下面逐一进行介绍。

- Inside Area——此命令的功能是选取用户定义区域内的对象。选择此命令之后,鼠标箭头变为十字光标,在图纸中移动十字光标到适当的位置单击,确定用户指定区域的一个顶点;移动十字光标,随着十字光标的移动,会在图纸中拖出一个虚线方框,代表所选区域的范围,移动十字光标到适当位置单击,确定所选区域对角线上的另一个顶点,这样包含在指定区域中的所有对象都将处于被选中的状态。

- Outside Area——此命令的功能是选取用户指定区域以外的所有对象。选择此命令之后,鼠标箭头变为十字光标,在图纸中的适当位置单击确定所选区域的一个顶点;然后移动十字光标拖出一个方框,到适当的位置再次单击鼠标,确定区域对角线上的另一个顶点,确定了指定区域之后,图纸中指定区域以外的所有对象都将处于被选中的状态。

- All——此命令的功能是选取页面中的所有对象。选择此命令之后,页面中的所有对象都将处于被选中的状态。

• **Net**——此命令的功能是选取网络。选择此命令之后,鼠标箭头变为十字光标,在图纸中将十字光标移动到所要选择的网络中的导线或焊盘上,然后单击鼠标左键,即可选中整个网络。如果用户在图纸中没有选中所要选择的网络,系统会自动弹出如图 7-31 所示的对话框。在对话框中输入所要选择的网络名称,然后单击 OK 命令按钮,即可选中该网络。



图 7-31 选择网络的对话框

• **Connected Copper**——此命令的功能是选取铜膜走线。选择此命令之后,鼠标箭头变为十字光标,将光标移动到所要选取的走线上单击,即可选取整条走线。选取了一条走线之后,鼠标箭头仍为十字光标,此时用户可以继续选取其他走线,如果右击鼠标则可退出选取状态。

• **Physical Connection**——此命令的功能是选取物理连接。选择此命令之后,鼠标箭头变为十字光标,在图纸中单击所要选取的走线,即可选中整个走线。此命令与 **Connected Copper** 命令类似,所不同的是,此命令选取的走线必须是含有网络的走线,而 **Connected Copper** 命令所选取的铜膜走线不一定要有网络。

• **All on Layer**——此命令的功能是选取工作层面上的所有对象。选择此命令后,当前工作层面上的所有对象都将处于被选中的状态。

• **Free Objects**——此命令的功能是选取不包括元件的其他所有对象。选择此命令后,图纸中除了元件以外的其他所有对象都处于被选中的状态。

• **All Locked**——此命令的功能是选取所有被锁定的对象。选择此命令后,图纸中所有被锁定的对象都处于被选中的状态。

• **Off Grid Pads**——此命令的功能是选取所有不在格点上的对象。选择此命令后,图纸中所有不在格点上的对象都处于被选中的状态。

• **Hole Size**——此命令的功能是按照孔径的大小来选取对象。选择此命令后,弹出如图 7-32 所示的对话框,在此对话框的 **Hole Size** 选区中右边的输入框中输入数值,指定孔径的大小;然后单击左边的下拉列表框,在弹出的下拉列表中提供了 6 个选项,供用户选择等于、不等于、大于、小于、大于或等于、小于或等于不同的比较方式。在对话框下面提供了 3 个复选框,供用户设定选取操作应用的范围:只针对过孔、只针对焊盘、不选取任何对象。在对话框中设置了所有选项后,单击 OK 命令按钮,则图纸中符合条件的对象处于被选中的状态。

• **Toggle Selection**——此命令的功能是逐次选取对象。选择此命令后,鼠标箭头变为十字光标,将十字光标移动到图纸中要选择的对象上单击选中对象。选取一个对象之后,用户还可以在图纸中继续选择其他对象;而如果再次单击已经被选中的对象,就可以取消此对象的被选中状态。选取了所需的对象后,右击鼠标,即可退出选取对象的工作状态。

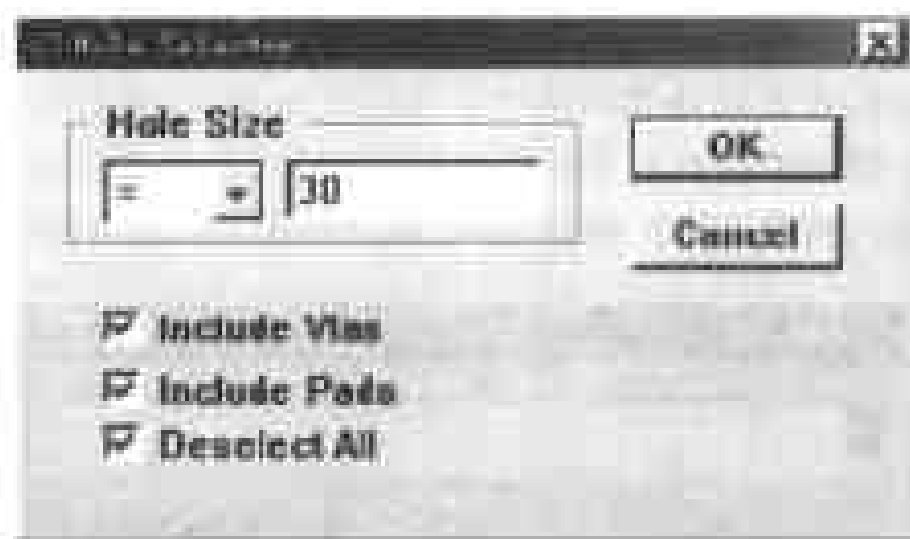


图 7-32 指定孔径范围的对话框

注意：Inside Area, Outside Area 和 Toggle Selection 命令的作用范围仅仅局限于当前处于显示状态的工作层面上的对象；而 All 命令则适用于所有的工作层面，不论此工作层面是否处于显示状态。

4. 取消选取

由于在图纸中选取新的对象时，原来处于被选中状态的对象仍然保持被选取状态，因此 Protel 99 专门提供了取消选取的命令，集中在 Edit > DeSelect 子菜单中。各个命令的功能和使用方法如下：

- Inside Area——此命令的功能是解除指定区域内对象的被选中状态。选择此命令之后，鼠标箭头变为十字光标，在图纸中移动十字光标到适当的位置单击，确定指定区域的一个顶点；然后拖动鼠标，在图纸中划出一个方框单击确定方框对角线上另一个顶点，则被包含在方框内的所有对象被解除选取状态。

- Outside Area——此命令的功能是解除指定区域外的所有对象的被选中状态。选择此命令后，鼠标箭头变为十字光标，在图纸中单击确定指定区域的顶点；然后移动十字光标到另一位置单击，确定指定区域对角线上的另一个顶点，则位于指定区域以外的所有对象都被取消选择。

- All——此命令的功能是解除所有对象的被选中状态。选择此命令后，图纸中所有被选中的对象都被解除选取状态。

- All on Layer——此命令的功能是解除当前工作层面内所有对象的被选中状态。选择此命令后，图纸中当前工作层面上的所有被选中的对象都被解除选取状态。

- Free Objects——此命令的功能是解除图纸中不包含元件的所有其他对象的被选中状态。选择此命令后，图纸中除了元件以外的所有被选中对象，都被解除选取状态。

- Toggle Selection——此命令的功能是逐一解除元件的被选中状态。选择此命令后，在图纸中单击被选中的对象，即可解除该对象的选取状态，而如果再次单击该对象，则可以再次选中它。

5. 选取向导

Protel 99 还提供了对象选取向导，利用这一功能，用户可以按照向导的提示，一步一步设定所要选择的对象的类型、选择规则等参数，最终选取所需要的对象。这一功能特别

适用于比较复杂的 PCB 图,具体使用方法如下:

- (1) 选择 Edit > Selection Wizard,弹出如图 7-33 所示的对话框。



图 7-33 Query Wizard 对话框

- (2) 在此对话框中显示了欢迎使用选择向导功能的欢迎词,单击 Next 命令按钮,打开下一个对话框,如图 7-34 所示。

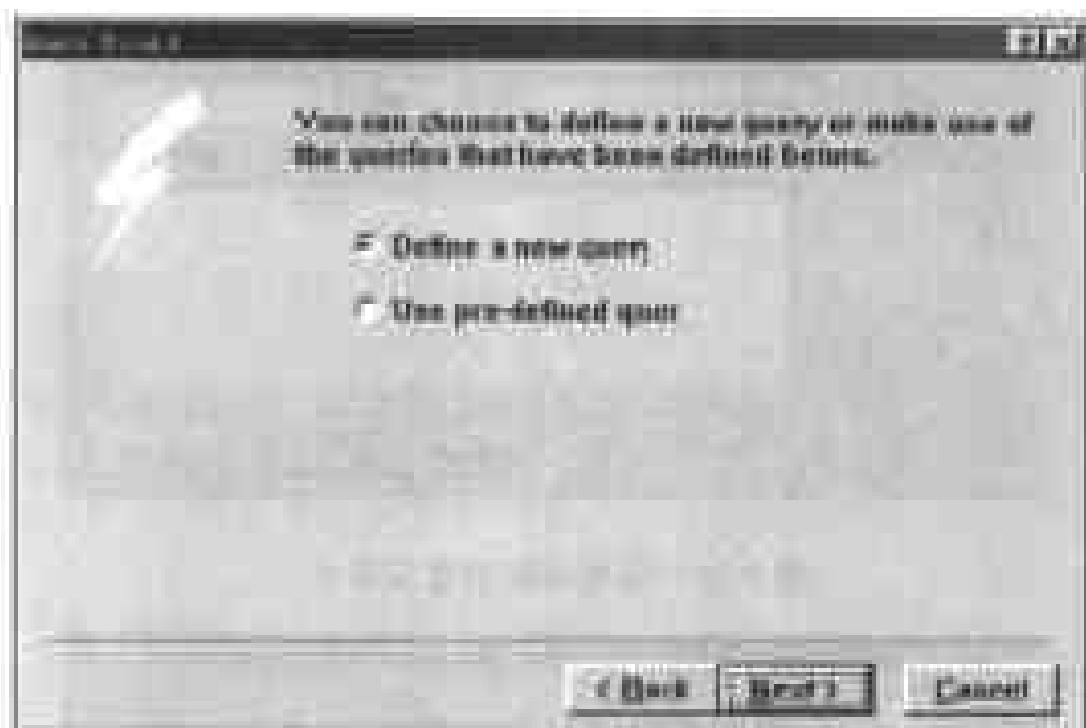


图 7-34 定义所要选取的对象的对话框

- (3) 在对话框中提供了两个单选钮,如果没有预先定义选取的对象,可单击 Define a new query 单选钮,然后单击 Next 命令按钮,打开下一个对话框,如图 7-35 所示。

- (4) 在此对话框的列表框中提供了 6 个复选框,供用户指定所要选取的对象类型,包括 arc, pad, via, track, text, fill,本例中单击 pad 复选框,指定要选取的对象类型为焊盘;然后单击 Next 命令按钮,打开下一个对话框,如图 7-36 所示。

- (5) 在对话框中单击 Attributes 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中提供了若干选项,供用户选择所要筛选的属性项目;然后单击 Operator 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表框中选择筛选所使用的逻辑操作类型;然后在 Value 选项的输入框中输入筛选

的参考值。设置好对话框中的各个选项后,单击 Next 命令按钮,打开下一个对话框,如图 7-37 所示。

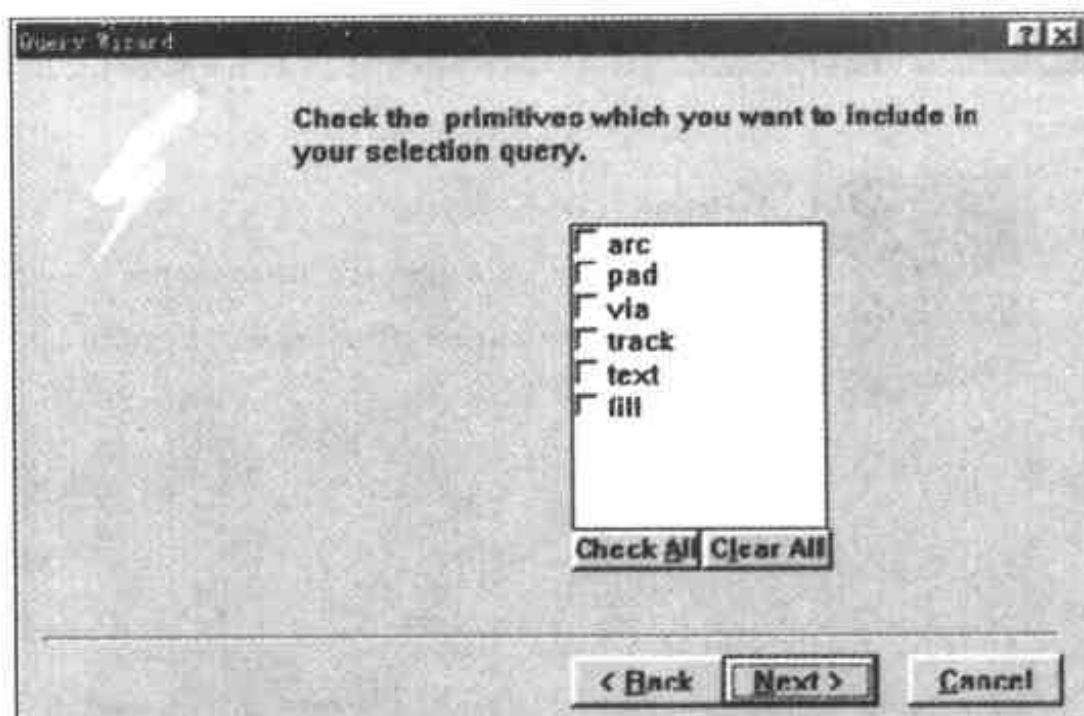


图 7-35 指定所要选取的对象

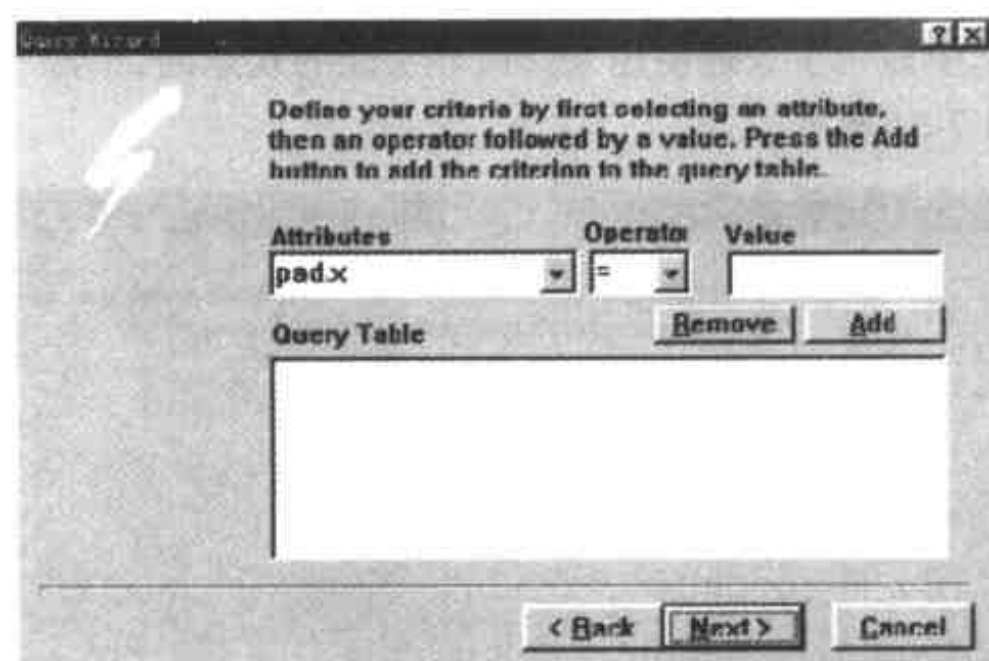


图 7-36 设置选取对象的条件

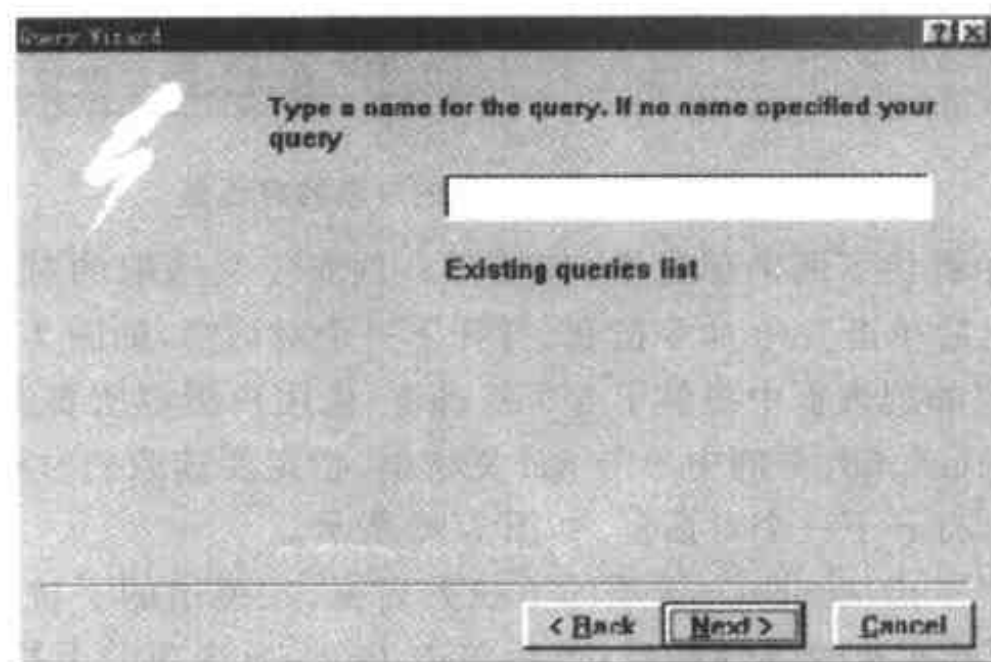


图 7-37 设置筛选条件的名称

(6) 在对话框的输入框中为刚才所设定的筛选条件指定名称,当然也可以不指定,然后单击对话框底部的 Next 命令按钮,打开下一个对话框,如图 7-38 所示。



图 7-38 结束筛选的对话框

(7) 在图 7-38 所示的对话框中单击 Finish 命令按钮,返回工作窗口,则图纸中符合上述筛选条件的对象将处于被选中的状态,被高亮显示。

以上介绍了在图纸中选取对象和取消选取对象的各种操作方法,用户可以根据实际需要,在设计过程中灵活运用。

7.2.2 移动对象

在进行 PCB 图设计时,不可避免地要用到大量的移动对象的操作,既可以使用鼠标在图纸中直接移动对象,也可以使用 Protel 99 提供的专门命令,下面逐一进行介绍。

1. 用鼠标直接移动对象

用鼠标在图纸中直接移动对象是在图纸中调整对象位置时常用的技巧,具有简单灵活的优点。当用户需要移动图纸中的某一对象时,只需要在图纸中单击要进行移动的对象,按住鼠标左键,此时鼠标箭头变为十字光标,在图纸中移动十字光标,则被选中的对象也随着移动,到适当的位置释放鼠标左键,则选中的对象就被移动到了新的位置。

如果用户在图纸中单击要进行移动的对象,按住鼠标左键,同时在键盘中按 Space 键,则可以在图纸中调整被选中对象的方向,每按一次 Space 键,对象就绕十字光标旋转 90°。如果在按住鼠标左键的同时,在键盘中按 X 键,即可在水平方向上翻转对象;而如果在按住鼠标左键的同时按 Y 键,即可在垂直方向上翻转对象。

2. 使用移动命令

Protel 99 还提供了多种移动命令,全都包括在 Edit > Move 子菜单中,供用户实现多种方式的移动功能,下面逐一进行介绍。

- Move 命令——此命令的功能是移动对象,且是单独移动一个对象。选择此命令后,鼠标箭头变为十字光标,在图纸中将十字光标移动到需要移动的对象上单击,然后移动十字光标,则所选的对象也随着一起移动,移动十字光标到适当的位置单击,将对象放

置在新的位置。此时鼠标箭头仍然保持为十字光标,用户还可以继续移动其他对象,如果右击鼠标,则可以退出 Move 命令的工作状态。需要注意的是,使用此命令移动一个对象时,与该对象相连的其他对象的位置不会变化,因此移动的对象将与原来连接的对象相互脱离,可能会使原来的连接关系发生改变。

- **Drag 命令**——此命令的功能也是移动一个对象,但是当使用此命令移动对象时,与该对象相连接的导线不会断开。选择此命令后,鼠标箭头变为十字光标,将十字光标移到需要移动的对象上单击,则所选对象将随着十字光标的移动而移动;移动十字光标,将对象拖动到适当的位置单击,即可将对象放置在新的位置上,而原来的连接关系没有变化。移动一个对象后鼠标箭头仍为十字光标,用户可以继续移动其他对象,右击鼠标,即可退出此命令的工作状态。

- **Component 命令**——此命令的功能是移动元件,用户可以进行设置,来决定移动元件时与之相连的导线是否断开。选择 Tools > Preferences,弹出如图 7-39 所示的对话框。

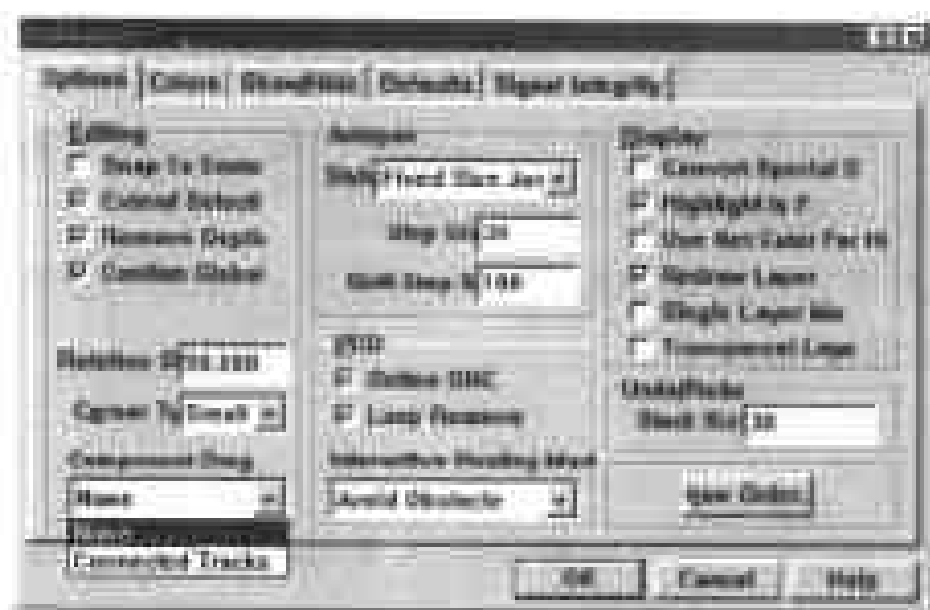


图 7-39 设置是否断开走线

在对话框中单击 Component Drag 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中提供了两个选项,选择 None 则移动元件时断开走线;选择 Connected Tracks 则不断开走线。在对话框中进行设置后,选择 Edit > Move > Component,鼠标箭头变为十字光标,在图纸中将十字光标移动到对象上单击,则该对象将随着十字光标的移动而移动,移动十字光标到适当的位置单击,将对象放置在新的位置上,然后右击鼠标,退出此命令的工作状态。

- **Re-Route 命令**——此命令的功能是增设节点,重新走线。选择此命令后,鼠标箭头变为十字光标,将十字光标移动到图纸中某条走线上单击,即可在十字光标所在的位置增加一个节点。移动十字光标,则该节点随着十字光标移动,且节点所在线段两端不动,与节点相连的走线不会断开;移动十字光标到适当位置单击,将节点固定,然后再以该点为节点,继续进行另一端走线。如果不想以该点为新的节点,右击鼠标,此时鼠标箭头仍为十字光标,可以继续在线段中设置新的节点,调整走线的形状,再次右击鼠标,即可退出此命令的工作状态。

- **Break Track 命令**——此命令的功能是拖动线段。选择此命令后,鼠标箭头变为十

字光标,在图纸中单击要进行拖动的线段,在单击的位置增加一个节点,移动十字光标,此时线段的两端不动,新增加的节点随着移动,线段的形状也随着变化,移动十字光标到适当位置单击,固定节点,确定导线的新的形状。此时鼠标箭头仍为十字光标,用户可以继续拖动导线,右击鼠标,即可退出此命令的工作状态。

- **Drag Track End 命令**——此命令的功能与上面两个命令相似。选择此命令后,鼠标箭头变为十字光标,在图纸中移动十字光标到需要移动的线段上单击,则十字光标自动指向附近的节点;移动十字光标,则该节点随之移动,线段的形状也随之改变,在适当的位置单击鼠标左键,确定线段形状,然后右击鼠标,即可退出此命令的工作状态。

- **Move Selection 命令**——此命令的功能是移动已被选取的对象。首先在图纸中选中若干对象,然后选择此命令,鼠标箭头变为十字光标,在图纸中移动十字光标到被选中的对象上单击;然后移动十字光标,此时被选中的对象也随着一起移动,到适当的位置再次单击,即可将选中的对象放置在新的位置上。

- **Rotate Selection 命令**——此命令的功能是旋转选中的对象。首先在图纸中选择对象,然后选择此命令,弹出如图 7-40 所示的对话框。在该对话框中输入数值,设置对象旋转的角度,然后单击 OK 命令按钮,返回工作窗口。此时鼠标箭头变为十字光标,移动十字光标在图纸中某处单击,确定旋转的参考点,则被选中的对象就按照用户设置的角度进行旋转。在对话框中输入正值,对象逆时针旋转;输入负值,对象顺时针旋转。

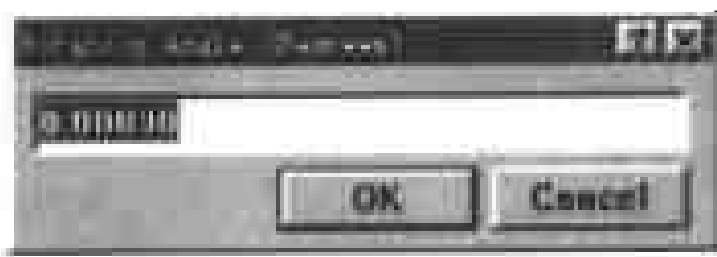


图 7-40 设置对象的旋转角度

- **Flip Selection 命令**——此命令的功能是将选中的对象左右翻转。首先在图纸中选择对象,然后选择此命令,则被选中的对象立即发生翻转。需要注意的是,如果所选取的对象中包括元件,则翻转后元件的管脚位置就不正确。

- **Polygon Vertices 命令**——此命令的功能是调整多边形填充区域的形状。选中此命令后,鼠标箭头变为十字光标,在图纸中将十字光标移动到多边形填充区域的边上单击,则该多边形填充区域进入编辑状态,各边出现节点。将十字光标移动到要进行编辑的边上单击确定一点,然后移动鼠标,则该点随着十字光标一起移动,在适当的位置单击,将该点固定。此时鼠标箭头仍为十字光标,用户还可以继续编辑多边形填充区域的其他边,如果要退出此命令的工作状态,只需右击鼠标,则弹出如图 7-41 所示的对话框;单击 Yes 命令按钮,即可完成编辑,得到如图 7-42 所示的效果。图 7-42 所示左边是未编辑的多边形填充区域,右边的是编辑后的效果。

- **Split Plane Vertices 命令**——此命令的功能是移动电源/接地层。此命令的使用方法与上一个命令一样,只是操作对象不同而已。



图 7-41 确认对话框

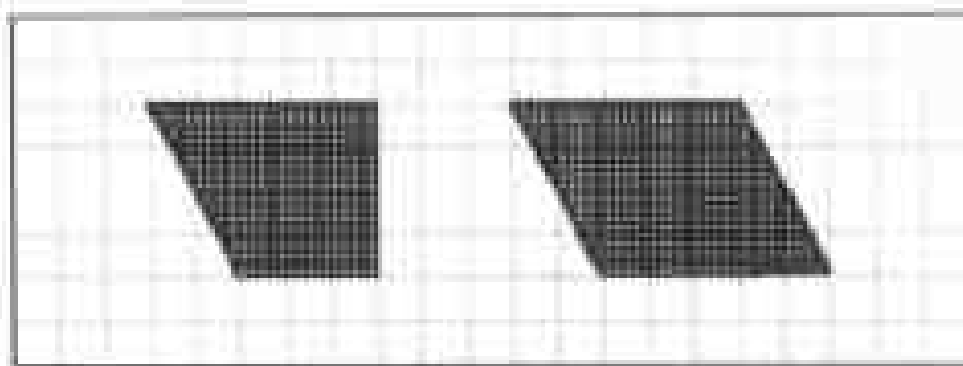


图 7-42 编辑多边形填充区域的效果

7.3 排列对象

在设计 PCB 图的过程中,将元件和其他对象排列整齐,可以使制作出的电路板更加美观。Protel 99 提供了对齐和排列对象的若干命令,包含在 Tools > Align Components 子菜单中,使用这些命令,可以对图纸中已经被选中的对象进行排列、对齐操作,得到美观实用的 PCB 图。各个命令的功能和使用方法如下:

- Sort and Arrange Components 子菜单——在这个子菜单中包含两个命令: All Components 和 Selected Components。它们的功能都是分类排列元件,所不同的是 All Components 命令是对所有元件进行分类排列,而 Selected Components 命令是对用户已经选中的元件进行分类排列。

- Align 命令——选择此命令,将弹出如图 7-43 所示的对话框。在这个对话框左边的 Horizontal 选区中包含了 No Change(不调整)、Left(左对齐)、Centre(中间对齐)、Right(右对齐)和 Distribute equally(水平等间距分布)5 个单选钮,供用户设置对象在水平方向上的对齐方式;在对话框右边的 Vertical 选区中包含了 No Change(不调整)、Top(顶端对齐)、Center(中间对齐)、Bottom(底端对齐)和 Distribute equally(垂直等间距分布)5 个单选钮,供用户设置对象在垂直方向上的对齐方式;

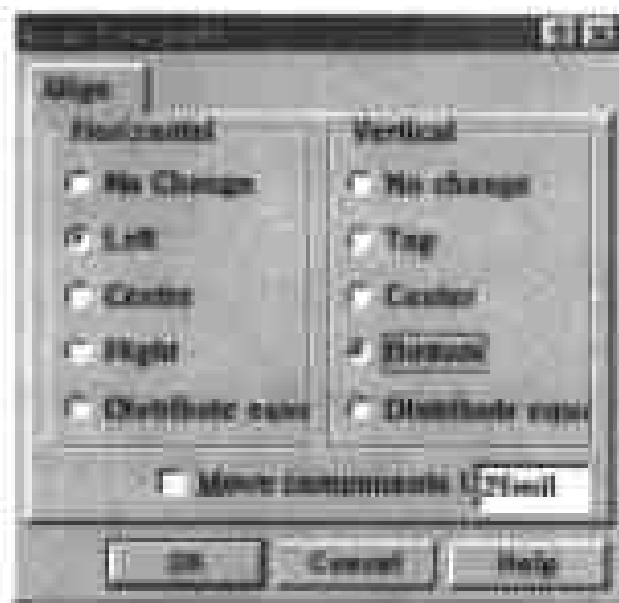


图 7-43 设置对齐排列方式的对话框

而如果用户在对话框底部单击 Move components to 复选框,则可以将图纸中被选中的元件移动到格点上,在此复选框右边的输入框中可以设置格点的距离。设置好对话框中的各个选项后,单击 OK 命令按钮,返回工作窗口,则图纸中被选中的对象就将按照用户的设置进行排列。

- Auto Align 命令——此命令的功能是自动对齐。选择此命令后,鼠标箭头变为十字光标,在图纸中将十字光标移动到某一元件上单击,则此元件将粘在十字光标的移动而移动。将十字光标移动到其他同组元件上单击,则该元件自动与十字光标上的元件对齐,同时也被粘住,随着十字光标移动。按鼠标左键,即可将这些已经对

齐的元件固定,右击鼠标,即可退出自动对齐状态。

- Auto Select 命令——此命令的功能是自动选取。选择此命令后,鼠标箭头变为十字光标,在图纸中将十字光标移动到要对齐的元件上单击,选取该元件,同时让附近同组的元件自动靠拢过来,且自动对齐。单击鼠标左键,即可将这些已经对齐的元件固定,右击鼠标,即可退出此命令的工作状态。

- Interactive 命令——此命令的功能是对所选取的元件进行交互式排列。首先在图纸中选中需要进行排列的元件,然后选择 Interactive 命令,则鼠标箭头变为十字光标,在图纸中单击元件,这些元件将结为一体,并且随着十字光标的移动而移动。此时在键盘中按 I 键,弹出如图 7-44 所示的菜单,其中包含了 Remould Square(按矩阵方式排列元件)、Remould

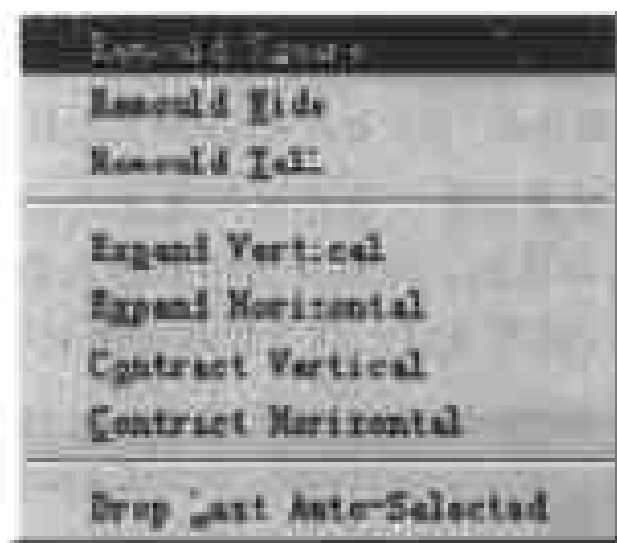


图 7-44 交互式排列的弹出式菜单

Wide(横向排列元件)、Remould Tall(纵向排列元件)、Expand Vertical(加大元件的垂直间距)、Expand Horizontal(加大元件的水平间距)、Contract Vertical(缩小元件的垂直间距)、Contract Horizontal(缩小元件的水平间距)、Drop Last Auto-Selected(恢复排列前的元件位置)这 8 个命令,供用户对选中的元件进行排列。作为例子,图 7-45(a)给出了元件排列之前的位置状态,在图 7-45(b)中给出了选择 Remould Tall 命令进行排列后的效果。

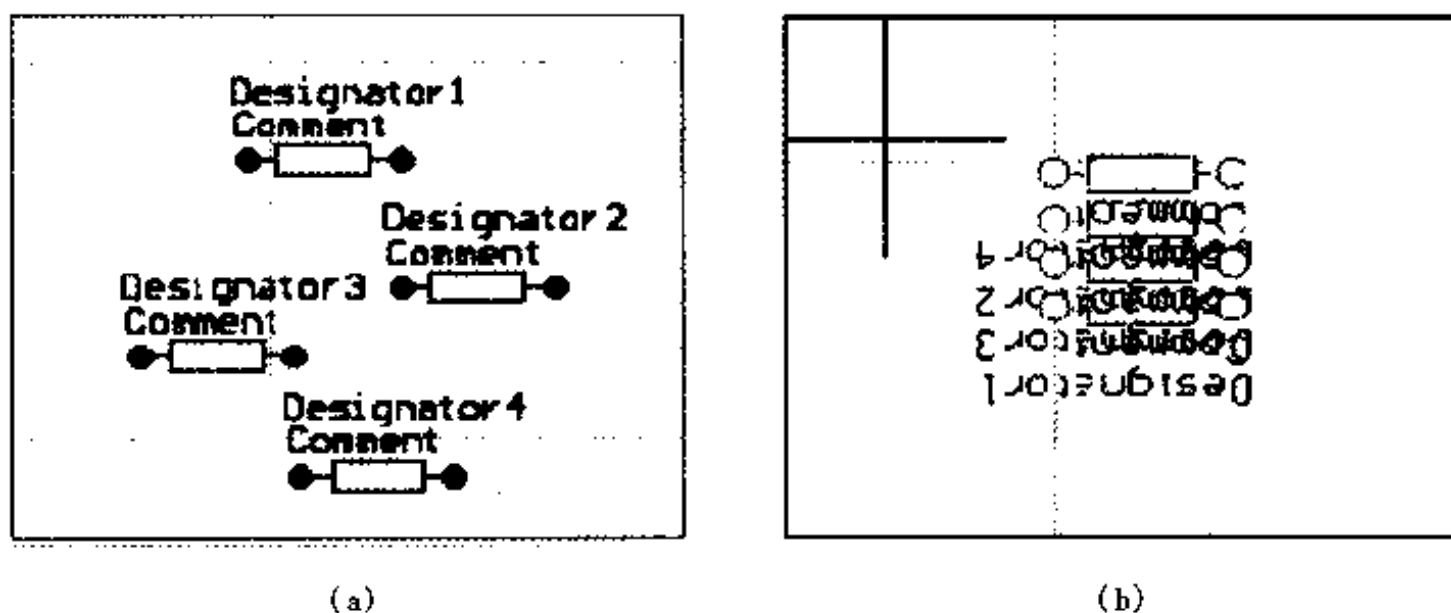


图 7-45 选择 Remould Tall 命令进行排列的效果

- Options 命令——选择此命令时,将弹出如图 7-44 所示的子菜单,其中的命令已经在上面进行了介绍,这里就不赘述了。

▪ Shove 命令——此命令的功能是将堆在指定元件上面的元件推开。选择此命令后,鼠标箭头变为十字光标,将十字光标移到指定元件上单击,即可将堆在此元件上面的元件推开,然后右击鼠标,退出此命令的工作状态。

▪ Setup Shove Depth 命令——此命令的功能是设置推开元件操作的次数。选择此命令后,弹出如图 7-46 所示的对话框,在此对话框中输入数值,即可指定推开元件操作的次数,取值范围为 1~1 000。

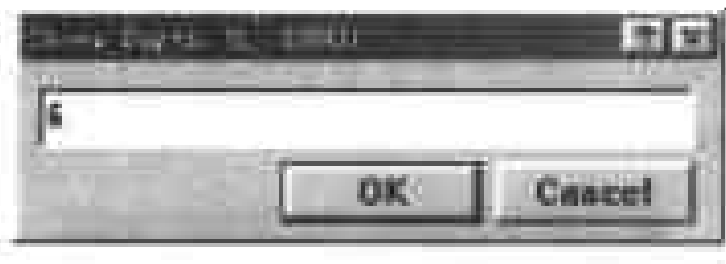


图 7-46 设置推开元件操作的次数

▪ Move to Grid 命令——此命令的功能是将所选的对象移到指定的格点上。选择此命令后,弹出如图 7-47 所示的对话框。在此对话框中输入数值,即可设置格点的间距,单击 OK 命令按钮返回工作窗口,则所选的元件立即移到最近的格点上。

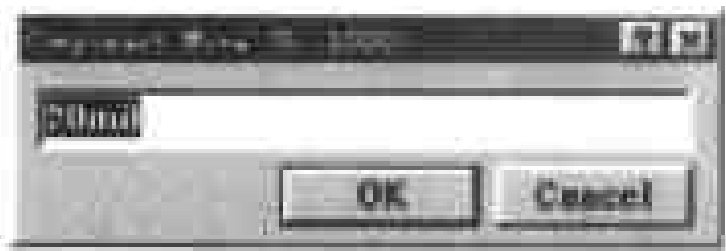



图 7-47 设置格点间距

7.4 剪切、复制与粘贴

在编辑 PCB 图时,往往需要对图纸中的对象进行剪切、复制、粘贴的操作。在 Protel 99 中,剪切、复制和粘贴的操作与其他 Windows 应用程序中的操作有一点区别,因此下面重点介绍这几种操作。


1. 剪切对象

当用户要在图纸中剪切对象时,首先按照前面介绍的选取对象的方法,在图纸中选取要进行剪切的对象,然后选择 Edit > Cut,或者在 PCB 编辑器的主工具栏中单击  按钮,此时鼠标箭头变为十字光标,在图纸中将十字光标移动到要剪切的对象上单击,则该对象从图纸中消失,被保存在剪贴板中。

2. 复制对象

当用户要在图纸中复制对象时,首先按照前面介绍的选取对象的方法,在图纸中选取要进行复制的对象,然后选择 Edit > Copy,此时鼠标箭头变为十字光标,在图纸中将十字光标移动到要复制的对象上单击,则该对象被保存在剪贴板中。

3. 粘贴对象

粘贴对象的操作实际上是与剪切和复制操作配合使用的,首先通过剪切和复制将对象放在剪贴板中,然后再通过粘贴操作将剪贴板中的对象放置在图纸中。要进行粘贴操作时,可以选择 Edit > Paste,或者在 PCB 编辑器的主工具栏中单击  按钮,然后在图纸中将十字光标移动到适当的位置单击,即可将剪贴板中的对象粘贴在图纸中。

4. 阵列式粘贴对象

阵列式粘贴对象是 Protel 99 有特色的粘贴操作。在绘制 PCB 图时,经常需要在图纸中放置大量相同的元件,比如电阻、电容等,使用阵列式粘贴就可以使我们一次完成粘贴多个对象的操作,极大地提高工作效率。下面以在图纸中粘贴若干电阻为例,说明进行阵列式粘贴的步骤。

(1) 首先打开 PCB 图纸,并在工作窗口中调整图纸的显示比例。选择 Place > Component,弹出如图 7-48 所示的对话框。



图 7-48 放置元件的对话框

(2) 在对话框的 Footprint 选项的输入框中输入要导入图纸中的元件的名称,如果用户不知道具体的名称,可以单击旁边的 Browse 命令按钮,在弹出的如图 7-49 所示的对话框中查找要导入的元件,然后单击 Close 命令按钮,返回如图 7-48 所示的对话框。

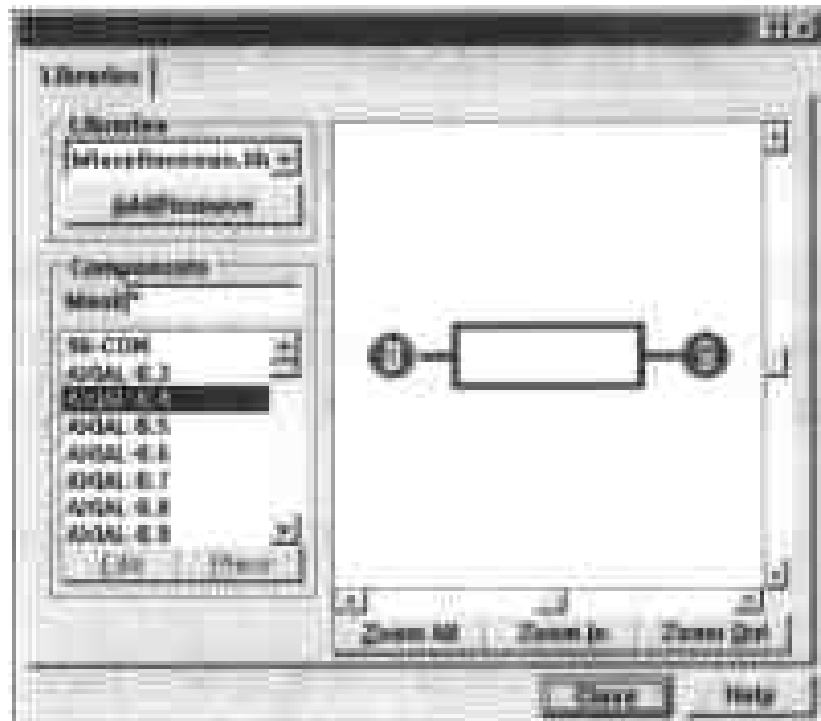


图 7-49 查找元件的对话框

(3) 单击图 7-48 所示的对话框底部的 OK 命令按钮, 返回工作窗口, 此时鼠标箭头变为十字光标, 将十字光标移到适当位置单击, 放置元件。此时又弹出一个如图 7-48 所示的对话框, 单击其底部的 Cancel 命令按钮, 取消继续放置元件的操作, 这样就在图纸中放置了一个电阻元件, 如图 7-50 所示。



图 7-50 在图纸中放置一个电阻元件

(4) 在图纸中拖动鼠标, 划出一个方框将电阻元件包括在内, 则电阻元件处于被选中的状态, 选择 Edit > Copy, 则该元件被复制。

(5) 选择 Edit > Paste Special, 弹出如图 7-51 所示的对话框, 其中包括 4 个复选框, 它们的功能如下:

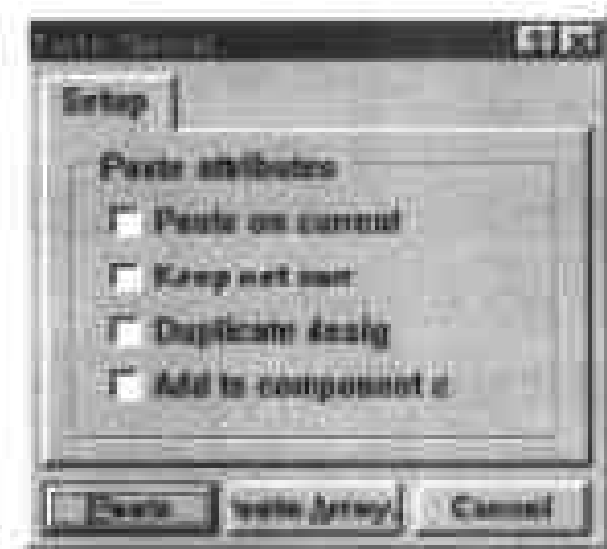


图 7-51 阵列式粘贴操作的对话框

- Paste on current layer 复选框——选中此复选框, 将剪贴板中的对象粘贴在当前工作层面上。
- Keep net name 复选框——选中此复选框, 可以保存网络名称。
- Duplicate designator 复选框——选中此复选框, 则复制元件序号, 即粘贴的元件序号将与原始的元件序号完全一样; 如果不选中此复选框, 则所粘贴的元件序号将被按顺序加上(Copy), 以示区别。
- Add to component class 复选框——选中此复选框, 则将所粘贴的元件纳入同一类元件。

(6) 在对话框中设置了以上选项后, 单击对话框底部的 Paste Array 命令按钮, 弹出如图 7-52 所示的对话框。

(7) 在对话框的 Placement Variables 选区的 Item Count 选项的输入框中输入数值 3, 设置要粘贴的元件个数; 在 Text Increment 选项的输入框中输入数值 1, 设置粘贴的元件的序

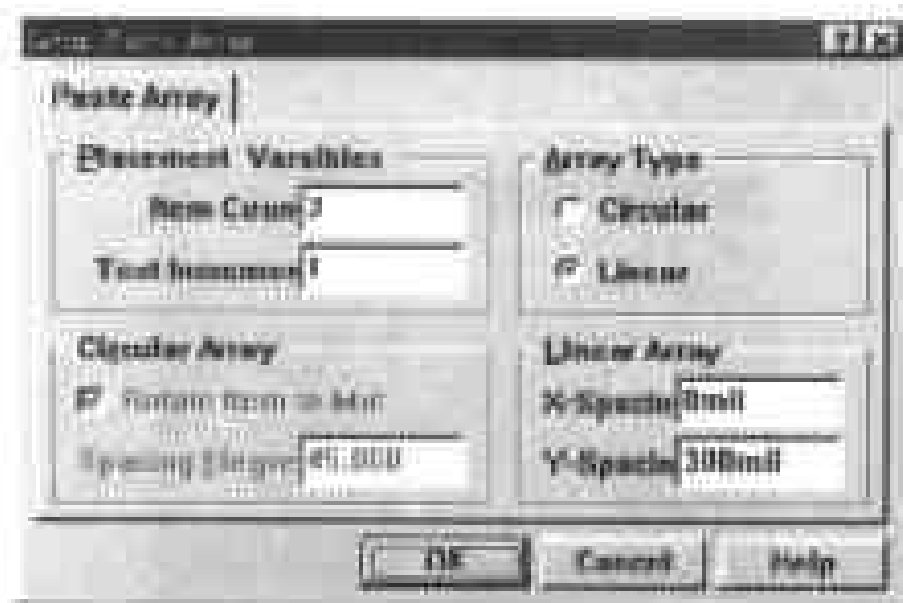


图 7-52 设置阵列式粘贴属性的对话框

号递增数值为 1。

(8) 在 Array Type 选区中提供了两个单选钮: Circular(圆形)和 Linear(直线), 供用户设置粘贴元件的布局, 本例中选择 Linear。

注意: 如果用户选择了 Circular 单选钮, 则将激活 Circular Array 选区中的选项, 供用户设置粘贴的对象是否随其角度而旋转, 并可以设置圆形布局时每个对象的角度。

(9) 在 Linear Array 选区的 X-Spacing 和 Y-Spacing 选项的输入框中分别输入数值, 设置每个对象的水平间距和垂直间距。X-Spacing 选项如果取正值, 则对象由左向右排列; 取负值, 则对象由右向左排列。Y-Spacing 选项如果取正值, 则对象由下向上排列; 取负值, 则对象由上向下排列。

(10) 设置好对话框中的选项之后, 单击 OK 命令按钮, 返回工作窗口, 此时鼠标箭头变为十字光标, 在图纸中的适当位置单击, 则剪贴板中的对象就被粘贴在图纸中, 得到如图 7-53(a) 的效果。

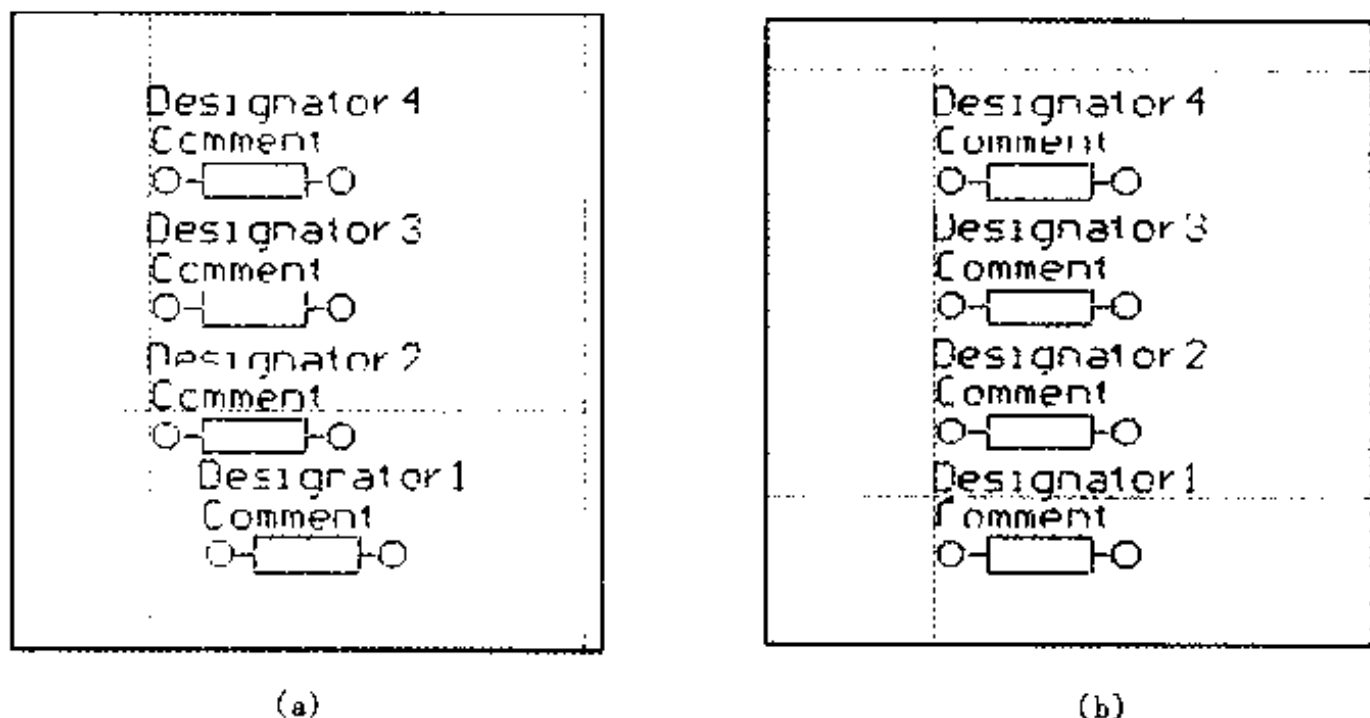


图 7-53 阵列式粘贴对象的效果

(11) 选择 Tools > Align Components > Align, 弹出如图 7-54 所示的对话框。在对话框的 Horizontal 选区中单击 Left 单选钮, 设置对象在水平方向上左端对齐; 在 Vertical 选区中单

击 Distribute equally 单选钮,设置对象在垂直方向上间距相等,单击 OK 命令按钮,返回工作窗口,得到如图 7-53(b)所示的效果。

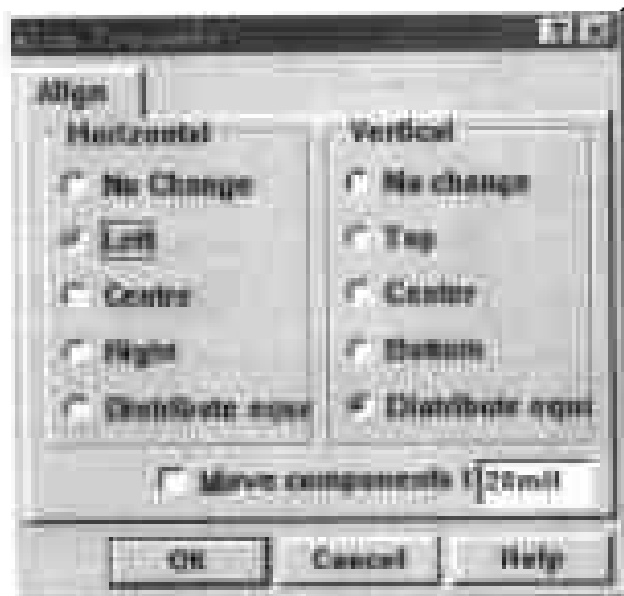


图 7-54 设置对象对齐的对话框

(12) 选择 Edit > DeSelect > All,取消图纸中所有对象被选中的状态。

7.5 跳转功能

当编辑 PCB 图的时候,经常会出现一时找不到要编辑的区域的情况。Protel 99 提供了自动平移和跳转的功能,使用户能够迅速找到要进行编辑的区域。

1. 自动平移

所谓自动平移就是当用户处于浮动状态,或者按住鼠标左键,再移至窗口边缘时,程序自动将图纸转移到附近的图面上,这是所有图形编辑环境都不可或缺的一项重要功能。在 Protel 99 中用户通过设置,也可以方便地使用自动平移功能,设置方法如下:

(1) 选择 Tools > Preferences,弹出如图 7-55 所示的对话框,在此对话框的 Autopan 选区中提供了设置自动平移的选项。

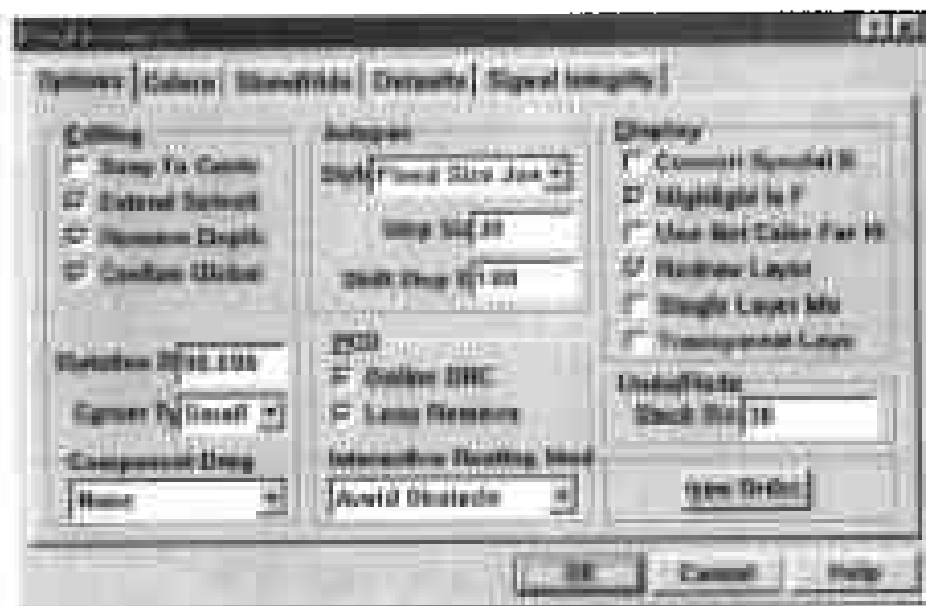


图 7-55 设置自动平移的对话框

(2) 在对话框的 Autopan 选区中单击 Style 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中提供了如下选项:

- Disable——选择此选项,则取消自动平移功能。
- Re-Center——选择此选项,则在自动平移时,以鼠标光标所在的位置为新窗口的中心位置。
- Fixed Size Jump——选择此选项,则用户可以在下拉列表框下面的 Step Size 选项的输入框中指定自动平移时所移动的距离。
- Shift Accelerate——选择此选项,用户可以在自动平移时按 Shift 键加速平移,加速平移时的位移量可以在 Shift Step Size 选项的输入框中设定。
- Shift Decelerate——选择此选项,用户可以在自动平移时按 Shift 键减速平移,减速平移时的位移量也可以在 Shift Step Size 选项的输入框中设定。
- Ballistic——选择此选项时,自动平移采用弹跳式平移的方式,即当鼠标移至窗口边缘时,超出边缘越多,跑得越快。

(3) 在下拉列表框中选择了适当的选项后,根据需要在 Step Size 和 Shift Step Size 选项的输入框中设置位移量。

(4) 设置好对话框中的各个选项后,单击 OK 命令按钮,返回工作窗口,完成自动平移功能的设置。

2. 跳转功能

在编辑 PCB 图的时候,如果能够快速指向需要编辑的区域,可以明显地提高设计者的工作效率。Protel 99 提供了专门的命令,以便使用户实现快速跳转的功能,这些命令都集中在 Edit > Jump 子菜单中,下面逐一进行介绍。

- Absolute Origin 命令——选择此命令,立即自动跳转到图纸左下角的绝对原点。
- Current Origin 命令——选择此命令,立即自动跳转到用户设置的相对原点。
- New Location 命令——选择此命令后,弹出如图 7-56 所示的对话框,在该对话框的 X-Location 和 Y-Location 选项的输入框中输入数值,即可指定跳转目标位置的坐标,单击 OK 命令按钮,即可立即跳转到用户指定的位置。



图 7-56 设置跳转目标位置的坐标

- Component 命令——选择此命令后,弹出如图 7-57 所示的对话框。在对话框的输入框中指定跳转操作的目标元件,然后单击 OK 命令按钮,即可立即跳转到用户指定的元件处。

- Net 命令——选择此命令,即弹出如图 7-58 所示的对话框。在该对话框的输入框

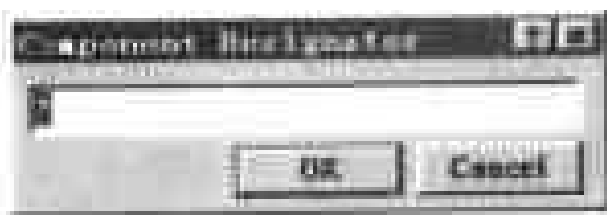


图 7-57 指定跳转的目标元件

中指定跳转操作的目标网络,然后单击 OK 命令按钮,立即跳转到用户指定的目标网络。

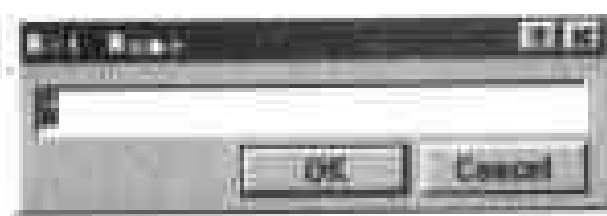


图 7-58 指定跳转的目标网络

- Pad 命令——选择此命令,弹出如图 7-59 所示的对话框。在该对话框的输入框中指定跳转操作的目标焊盘,然后单击 OK 命令按钮,立即跳转到用户指定的焊盘。

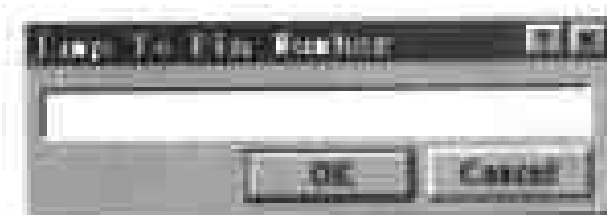


图 7-59 指定跳转的目标焊盘

- String 命令——选择此命令,即弹出如图 7-60 所示的对话框。在该对话框的输入框中指定跳转操作的目标文字,包括元件名称、元件序号、文字标注等,然后单击 OK 命令按钮,立即跳转到用户指定的目标文字上。

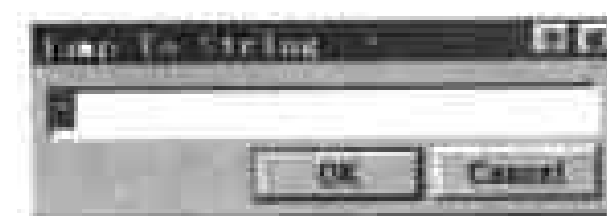


图 7-60 指定跳转的目标文字

- Error Marker 命令——选择此命令,即可跳转到图纸中的错误标记上。
- Selection 命令——选择此命令,即可立即跳转到用户在图纸中已经选取的对象上。
- Location Marks 命令——选择此命令,即可在弹出的子菜单中选择 1~10 的标号,然后跳转到 Protel 99 在图纸中提供的 10 个位置标记上。

- Set Location Marks 命令——选择此命令,即可弹出一个子菜单,其中包含 1~10 共 10 个号码,从中选择一个号码,然后将鼠标光标移到需要设置标记的位置单击,即可在该位置设置一个位置标记。

第 8 章 电路板设计

前面介绍了 Protel 99 PCB 编辑器的工作环境和一些重要参数的设置、在图纸中放置图件和设置其属性的方法,以及常用的编辑技巧。现在,仍以第 2 章中绘制的电路原理图为基础,设计此电路的 PCB 版图,并以此说明设计 PCB 图的全过程。

印刷电路板有单面板、双面板、多面板之分,其中单面板结构最简单,成本低廉,但是由于只能在面板的一面布线,因此在设计比较复杂的电路时有很大的局限性。双面板可以在面板的两面布线,中间利用过孔连接,这样交叉的电路可以在不同的板层通过而互不接触,因此在线密度容许的情况下双面板可以布下各种线路,从而具有方便简洁的特点,因此在目前的电路板制作中,使用最为普遍。当电路比较复杂而且对电路板的尺寸要求比较严格时,利用双面板就很可能无法实现理想的布线,这时就必须采用多层板了。多层板在顶层和底层的基础上,增加了内部电源层、内部接地层和若干中间布线层,它的制作工艺比较复杂,因此费用较高。

由于双面板在目前使用最广泛,本章着重介绍双面板的设计。单面板的设计比双面板要简单,相信读者在参考了双面板设计方法后,也能轻而易举地设计出单面电路板。而多面板的制作比较复杂,这里就不多作介绍了。

8.1 布线前的准备工作

在制作印刷电路板之前,首先要绘制电路原理图,并对其进行 ERC 检验,然后生成网络表,接下来就可以进行印刷电路板的设计了。

8.1.1 规划电路板


在设计电路板之前,首先要规划电路板,根据电路的规模和设计者的要求,确定所要制作的电路板的物理外形尺寸和布线边界。

1. 绘制物理边界和布线边界

电路板的物理边界,包括外部尺寸、参考孔位置、角标等,通常在 Protel 99 提供的 4 个机械层中的某一个上确定电路板的物理边界,而在其他机械层上放置尺寸、对齐标志等。规定了物理边界之后,还要规定电路板的布线边界,它是用来限制电路板上元件放置和布线的范围的,通过在禁止布线层(Keep Out Layer)绘制边界来实现。一般情况下,应该将布线边界的范围和物理边界的范围规划成一样大小。下面着重介绍规定电路板物理边界的操作步骤。

(1) 在 PCB 编辑器工作窗口底部单击 Mech1 标签,将当前工作层面切换为 Mech1,在

此层面中设定电路的物理边界。

(2) 首先确定下边界。选择 Place > Track, 或者在 Placement Tools 工具栏中单击  按钮, 选择绘制导线的工具, 此时鼠标箭头变为十字光标。

(3) 在图纸中移动十字光标, 同时注意工作窗口下面状态栏中显示的十字光标的位置坐标, 将十字光标移到 (5 000, 5 000) 的位置上单击, 确定电路板物理边界下边界的起点, 然后在水平方向上向右拖动鼠标, 拖出一条线。

(4) 将十字光标移到 (8 000, 5 000) 的位置上再次单击, 确定电路板物理边界下边界的终点。

(5) 此时鼠标箭头仍然保持为十字光标, 用户可以继续在图纸中绘制线条, 按照上述方法, 在图纸中绘制电路板的其他 3 条边界, 围出一个矩形的电路板形状, 它的 4 个顶点坐标分别为 (5 000, 5 000), (8 000, 5 000), (8 000, 7 000) 和 (5 000, 7 000), 然后右击鼠标, 退出绘制线条的工作状态, 此时图纸中的效果如图 8-1 所示。

(6) 使用鼠标绘制线段可能不太精确, 用户还可以通过设置它们的属性来修改它们的起始点和终止点的坐标。在图纸中双击绘制的线段, 即可弹出如图 8-2 所示的对话框, 供用户设置线条的属性。

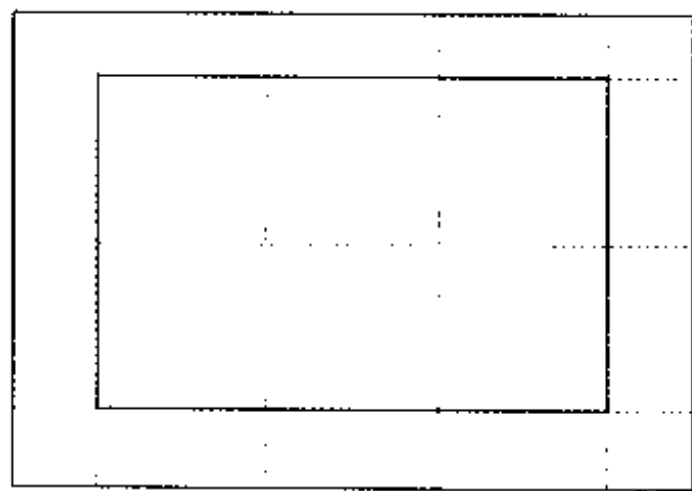


图 8-1 在图纸中绘制 4 条线段



图 8-2 设置线条属性的对话框

(7) 在对话框的 Width 选项输入框中输入数值, 即可设置线条的宽度; 单击 Layer 选项的下拉列表框, 在弹出的下拉列表中设置线条所在的工作层面; 在对话框底部的 Start-X, Start-Y, End-X 和 End-Y 4 个选项的输入框中即可指定线条起始点和终止点的位置坐标。设置好对话框中的各个选项后, 单击 OK 命令按钮, 返回工作窗口。

(8) 设置好电路板的物理边界之后, 再确定布线边界。单击工作窗口底部的 Keep Out Layer 标签, 切换到禁止布线层, 然后按照物理边界的大小, 绘制相同范围的布线边界。

设置了电路板的物理边界和布线边界之后, 就可以进行后面的操作了。

2. 使用板框向导

除了按照上述方法,直接设定电路板的物理边界和布线边界以外,用户还可以使用 Protel 99 提供的板框向导来建立板框。板框向导的使用方法如下:

(1) 进入 PCB 编辑器之后,选择 File > New,弹出 New Document 对话框,在此对话框中单击 Wizards 标签,此时的对话框如图 8-3 所示。



图 8-3 使用板框向导

(2) 在对话框中单击 Printed Circuit Board Wizard 图标,然后单击底部的 OK 命令按钮,弹出如图 8-4 所示的对话框。

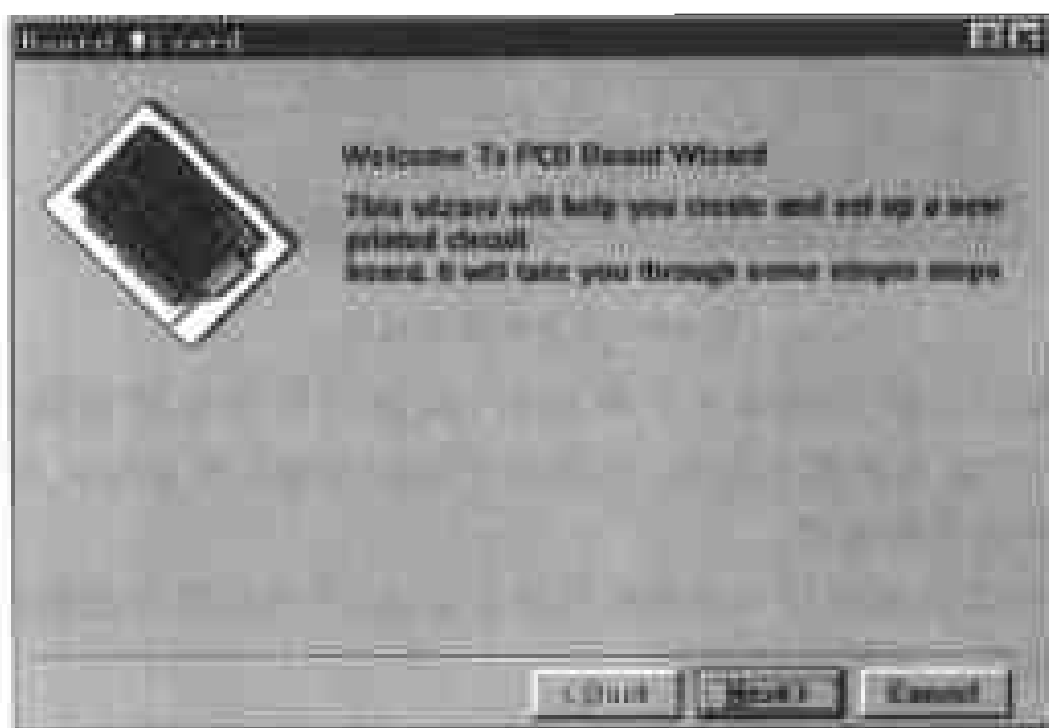


图 8-4 欢迎使用板框向导

(3) 单击对话框底部的 Next 命令按钮,打开下一个对话框,如图 8-5 所示。在此对话框的列表框中提供了 10 个选项,供用户选择 Protel 99 预置的标准板框,其中所列的除了第一项是用户自行定义的电路板以外,其他都是标准的适配卡。

(4) 在列表框中选择第一项 Custom Made Board,自定义电路板,然后单击对话框底部的 Next 命令按钮,打开下一个对话框,如图 8-6 所示。

(5) 在此对话框中提供了若干选项,供用户对电路板进行定义。在对话框右上角提

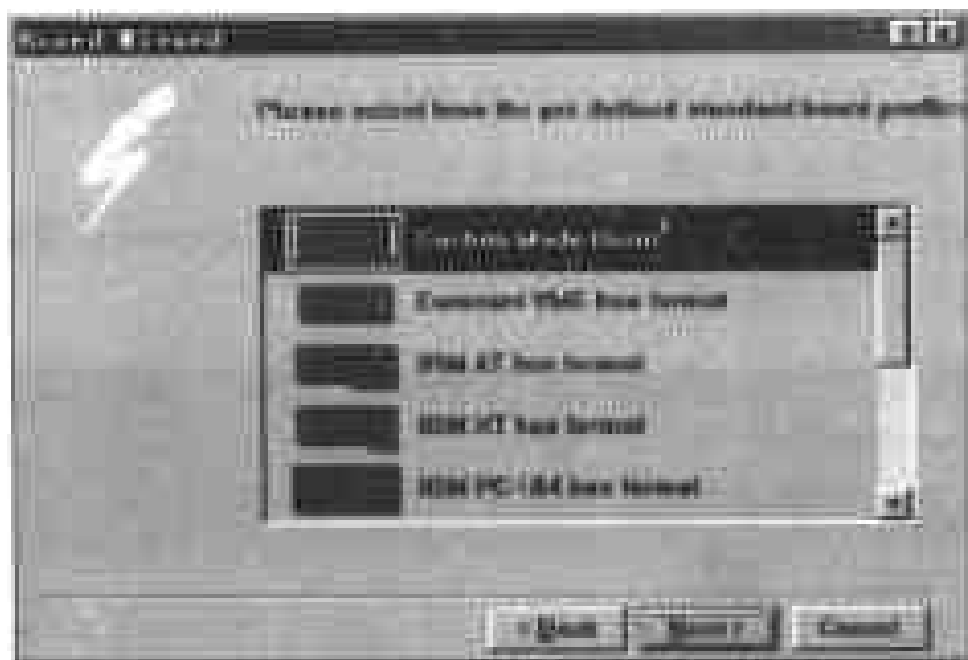


图 8-5 指定标准板框

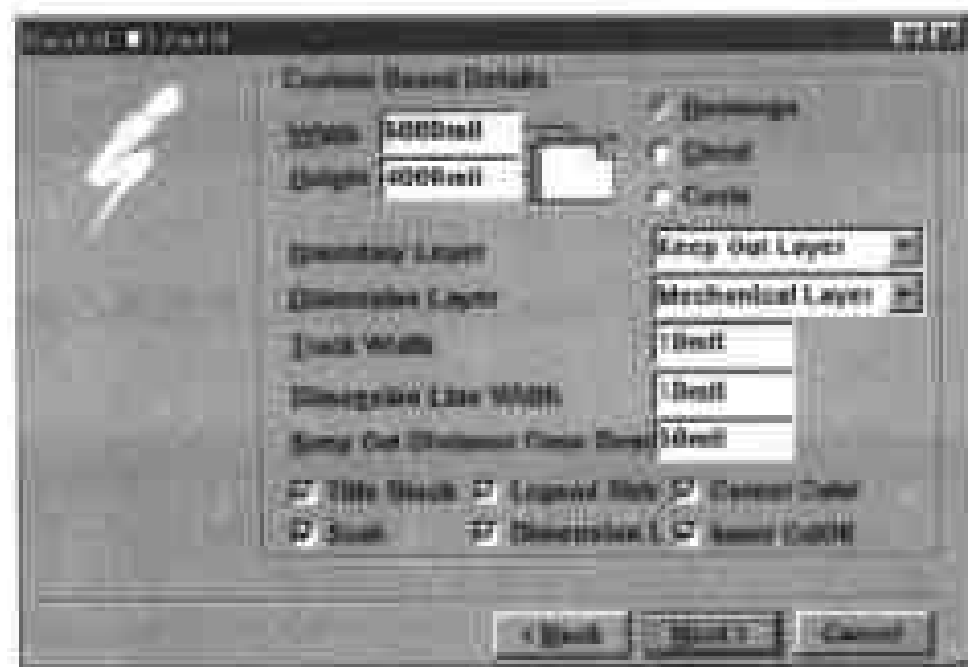


图 8-6 设置板框的属性

供了 Rectangular, Circular 和 Custom 3 个单选钮,供用户设置电路板的形状。这里选中 Rectangular 单选钮,设定电路板为矩形,然后在左边的 Width 和 Height 选项输入框中输入数值,设置电路板的宽度和高度。

(6) 对话框中的其他选项用来设置板框所在层面、布线边界所在层面、线条宽度等电路板的各个属性,基本上取默认值即可。

(7) 设置好对话框中的各个选项之后,单击 Next 命令按钮,打开下一个对话框。在此对话框中显示出了用户所设置的电路板的示意图,并标出了电路板的宽度和高度,单击 Next 命令按钮,打开下一个对话框,如图 8-7 所示。

(8) 在该对话框中显示出了电路板边角缩进的示意图,缩进的部分可以放置钻孔,以便在实际应用中固定电路板。在对话框中将鼠标指向标出的尺寸,即可在标注尺寸的位置显示一个输入框,用户可以在其中输入数值,更改边角缩进的尺寸。本例中将各个尺寸改为 200,然后单击 Next 命令按钮,打开下一个对话框,如图 8-8 所示。

(9) 在此对话框中显示出了位于用户定义的电路板中间的一个方框,这是电路板中不允许放置元器件的区域。对话框左边的两个数值代表此区域中心点的位置坐标,右边

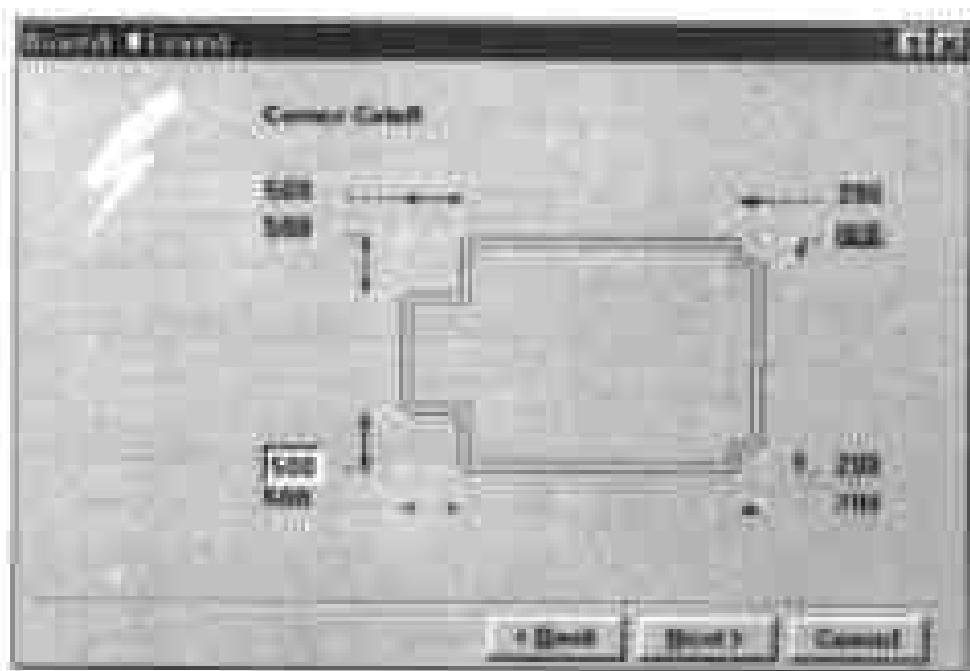


图 8-7 设置电路板边角缩进量

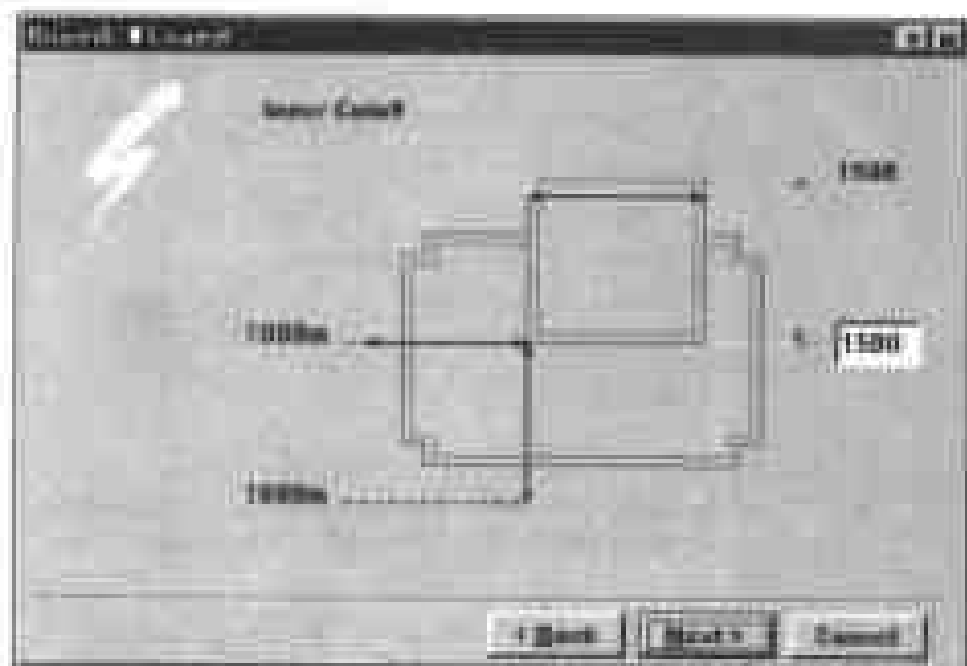


图 8-8 设置中间禁止区域的对话框

的两个数值代表此区域的宽度和高度,将鼠标指向某个数值,即在该处出现一个输入框,供用户进行修改。本例中将所有 4 个数值都设为 0,取消这一区域,然后单击 Next 命令按钮,打开下一个对话框,如图 8-9 所示。

(10) 在此对话框中提供了若干输入框,供用户输入注册信息,即该电路板的设计者、公司以及该电路板的资料等,这些资料将会放入电路板中。用户可以填写这些资料,也可不理睬,单击 Next 命令按钮,即可打开下一个对话框,如图 8-10 所示。

(11) 在该对话框的 Layer Stack 选区中提供了 6 个单选钮,供用户指定布线板层,各个单选钮的功能如下:

- Single Layer——设置电路板为单面板。
- Two Layer-Plated Through Hole——设置电路板为双面板(电镀过孔)。
- Two Layer-Non Plated——设置电路板为双面板(不电镀过孔)。
- Four Layer——设置电路板为四层板。
- Six Layer——设置电路板为六层板。
- Eight Layer——设置电路板为八层板。

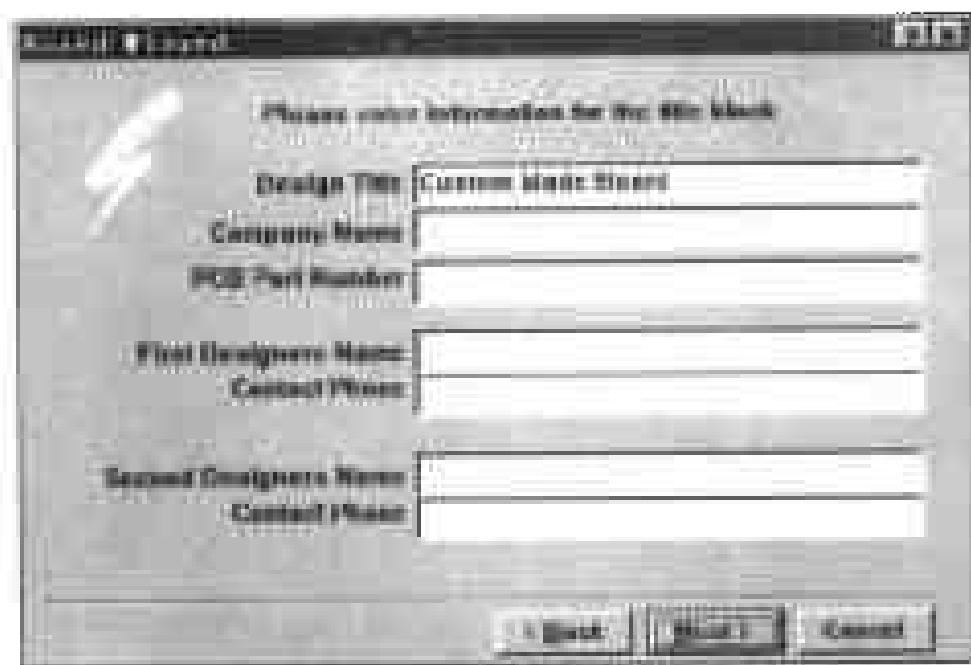


图 8-9 填写注册信息的对话框

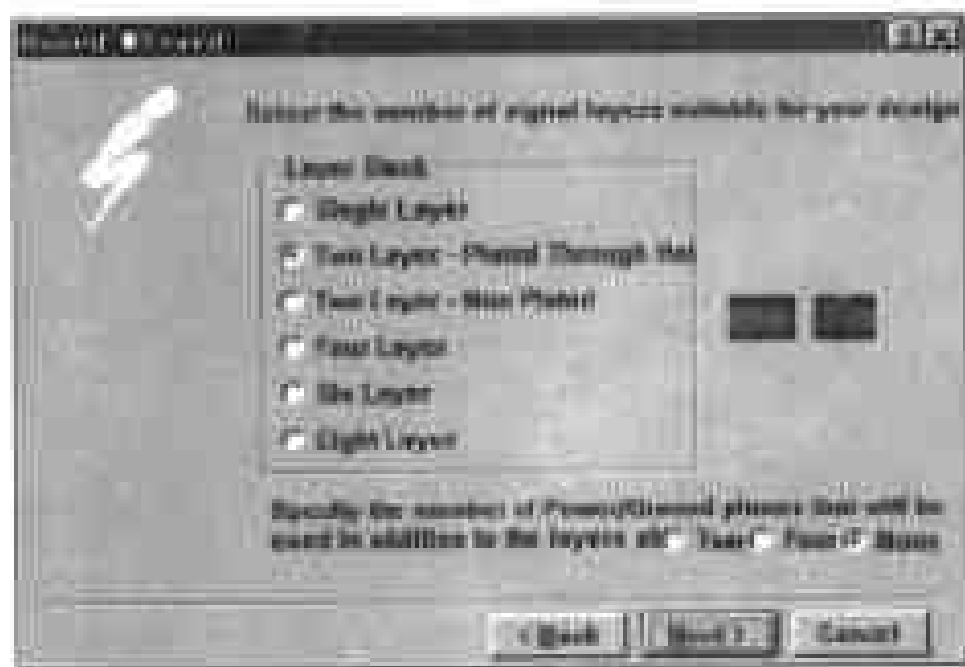


图 8-10 指定板层的对话框

单击 Two Layer-Plated Through Hole, 设置电路板为双层板。

(12) 除了设置布线板层外, 用户还可以在中间加几层电源板层。在对话框右下角还有 3 个单选钮, 分别是 Two(加两层电源板层)、Four(加四层电源板层)和 None(不加电源板层), 在本例中选择 None 单选钮, 不加电源板层。设置好对话框中的选项后, 单击 Next 命令按钮, 打开下一个对话框, 如图 8-11 所示。

(13) 因为设定的是双面板, 因此在此对话框中提供了两个单选钮: Thruhole Vias only(穿透式过孔)和 Blind and Buried Vias only(隐藏式或半隐藏式过孔), 供用户设置电路板上过孔的形式, 默认的设置是 Thruhole Vias only。单击 Next 命令按钮, 打开下一个对话框, 如图 8-12 所示。

(14) 在此对话框上半部分有两个单选钮: Surface-mount components(SMD 元件)和 Through-hole components(插针式元件), 供用户指定在电路中主要使用哪种形式的元件。一般情况下, 实验室使用的都是插针式元件, 因此选择 Through-hole components 单选钮, 此时对话框下半部分的选项也随着改变, 如图 8-13 所示。

(15) 此对话框下部提供了 3 个单选钮: One Track, Two Track 和 Three Track, 供用户设

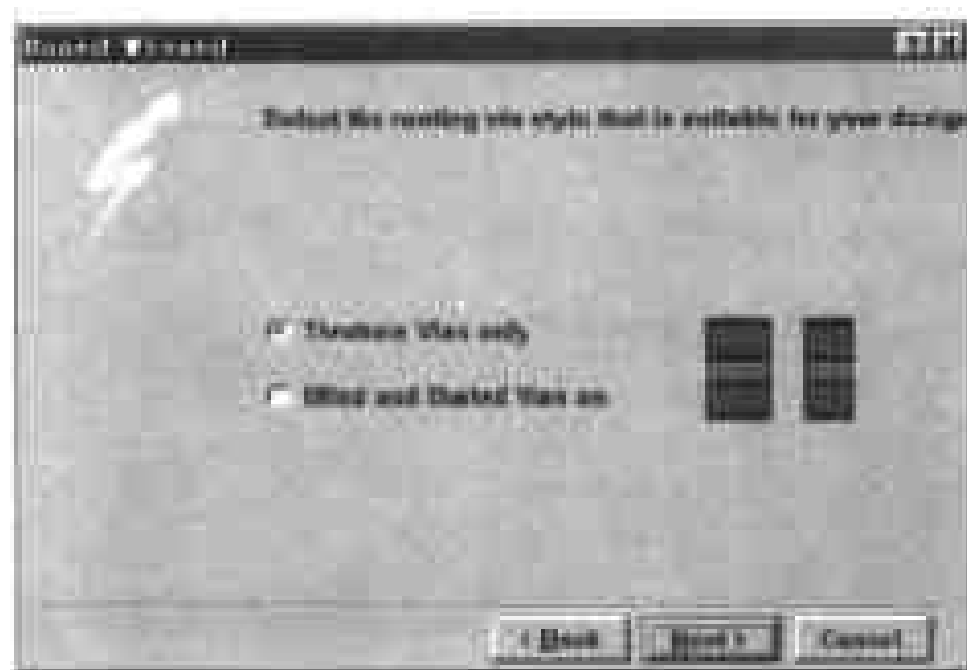


图 8-11 指定过孔形式的对话框

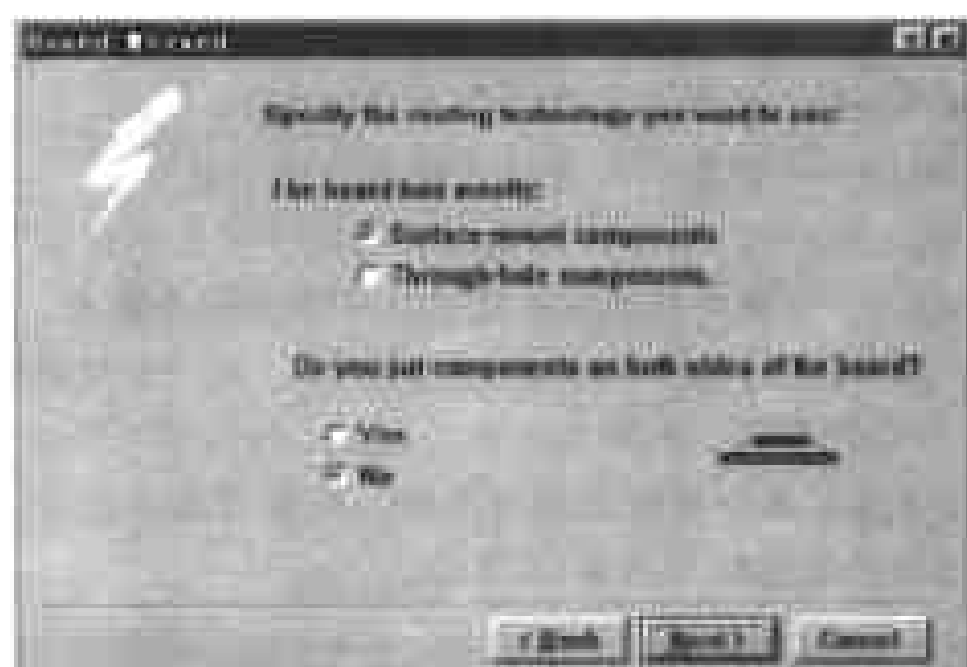


图 8-12 指定元件形式的对话框

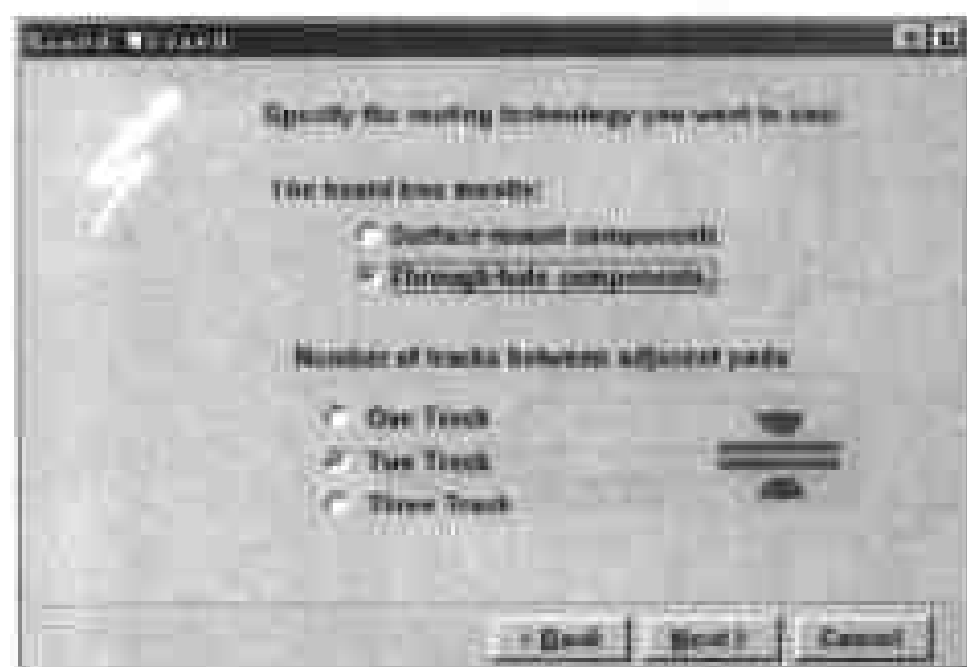


图 8-13 采用插针式元件时的对话框

置在两个焊盘之间允许几根走线通过,默认的选择是 Two Track。单击对话框底部的 Next 命令按钮,打开下一个对话框,如图 8-14 所示。

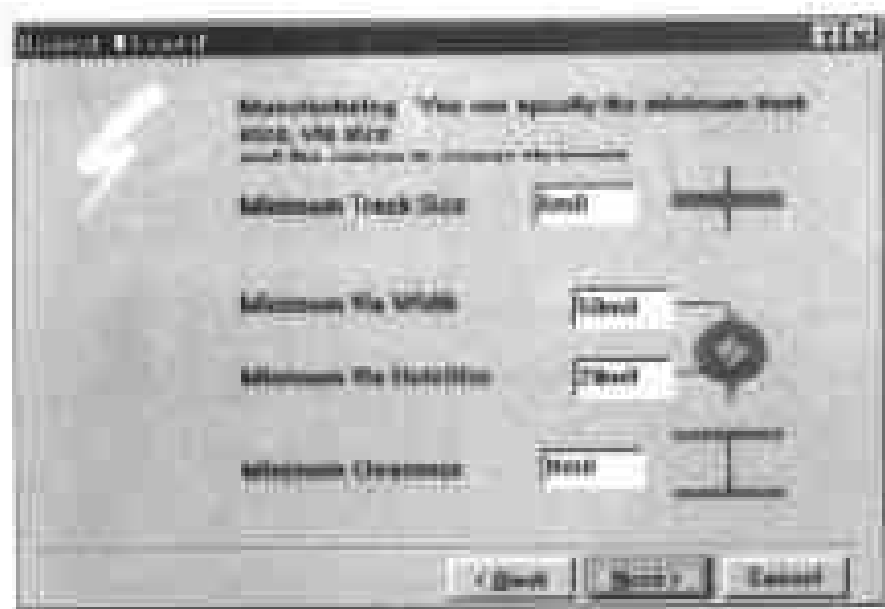


图 8-14 指定对象尺寸的对话框

(16) 在此对话框中提供了 4 个输入框,它们是设置电路板时几个常用的尺寸。这 4 个输入框的功能如下:

- **Minimum Track Size**——供用户设置最小走线宽度。
- **Minimum Via Width**——供用户设置过孔铜膜的最小宽度。
- **Minimum Via Hole Size**——供用户设置过孔的最小钻孔孔径。
- **Minimum Clearance**——供用户设置走线之间的最小安全距离。

(17) 设置了各个选项之后,单击 Next 命令按钮,打开下一个对话框,在此对话框中系统提示用户是否保存所做的设置,单击 Next 命令按钮,进入下一个对话框。在此对话框中系统给出提示,单击 Finish 命令按钮创建电路板。根据提示单击 Finish 命令按钮,结束定义电路板的操作,得到的电路板如图 8-15 所示。

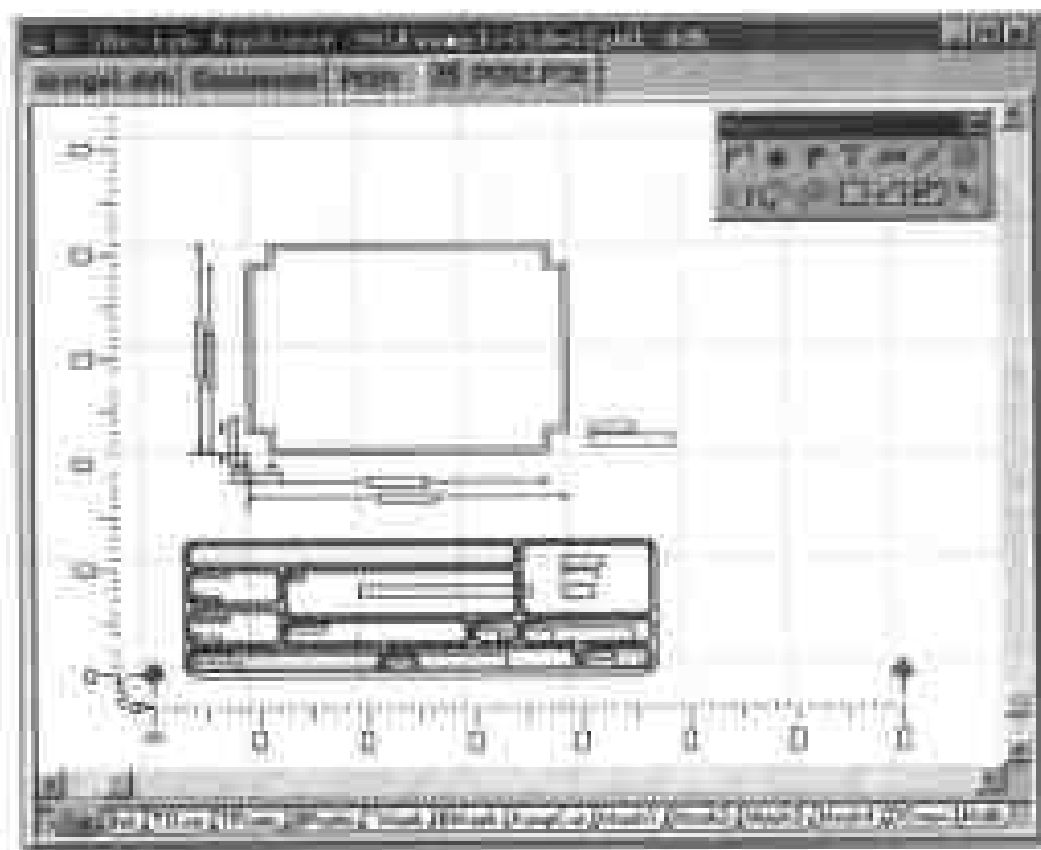


图 8-15 用户自定义的电路板

至此,使用 Protel 99 提供的板框向导定义了一个电路板,虽然这个过程稍微复杂了一

点,但是板框向导的操作界面还是很友好的,即使初学者也能在一步步的提示下得到合乎需要的电路板。

8.1.2 加载网络表

前面已经定义了电路板的板框,即电路板的外形、大小等属性。在后面的设计中,将使用通过板框向导得到的电路板,它的文件名为 PCB2.PCB。规划好电路板之后,向电路板中载入网络表和元件,这一过程实际上就是将原理图设计的数据装入到 PCB 编辑系统中,通过分析网络表文件和 PCB 系统内部的数据,可以自动生成网络宏,通过网络宏可以完成 PCB 设计系统中数据的所有变化。

1. 载入 PCB 元件库

网络表和元件是同时载入的,在载入网络表和元件之前,必须先将所用到的 PCB 元件库装入 PCB 编辑器;否则,系统就会在网络表和元件载入的过程中提示用户载入过程失败。装入 PCB 元件库的操作过程如下所述:

(1) 在工作窗口左边的项目管理器窗口中单击 Browse PCB 标签,切换到 PCB 浏览器,单击窗口顶部的 Browse 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中选择 Libraries。

(2) 在 PCB 浏览器窗口中单击 Add/Remove 命令按钮,或者选择 Design > Add/Remove Library,弹出如图 8-16 所示的对话框。



图 8-16 添加/删除元件库的对话框

(3) 在对话框中部单击“文件类型”选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中选择 Protel Design file(*.ddb),指定文件类型为设计数据库文件。

(4) 单击对话框顶部的“搜寻”选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表框中指定文件的路径,然后在对话框上部的列表框中选择所需要的文件,单击对话框底部的 Add 命令按钮,将选中的库文件添加到对话框底部的列表框中。

(5) 重复上一步,直到将所需要的库文件全都添加到对话框底部的方框中,单击 OK 命令按钮,返回工作窗口,则导入的元件库就出现在 PCB 浏览器窗口中,如图 8-17 所示。

注意: 原理图元件和 PCB 元件是两个完全不同的概念,二者的元件库也是完全不同的,PCB 元件对应着元件的封装形式。如果在载入网络表和元件之前没有载入所需要的元件库,则程序只能载入网络表而无法载入元件。

2. 利用网络表文件加载网络表和元件

将网络表和元件加载到规划好的电路板中,传统的办法是利用原理图生成的网络表文件来载入网络表和元件,具体操作步骤如下:

(1) 在 PCB 编辑器中带有已经规划好的电路板,选择 Design > Netlist,弹出如图 8-18 所示的对话框。

(2) 在此对话框的 Netlist File 选项输入框的右边单击 Browse 命令按钮,即可弹出如图 8-19 所示的对话框。



图 8-17 在 PCB 浏览器窗口中导入元件库



图 8-18 加载网络表的对话框

(3) 在图 8-19 所示的对话框中单击顶部的下拉列表框,从弹出的下拉列表中选择当前 PCB 文件所在的项目数据库文件,则在下面的列表框中列出了该项目数据库文件中包含的所有文本文件。

注意: 如果用户需要选用其他项目数据库文件中的网络表文件,只需在如图 8-19 所示对话框的右上角单击 Add 命令按钮,然后在弹出的对话框中选取所需的文件即可。

(4) 在如图 8-19 所示的对话框中单击所需的网络表文件 Sheet1.NET,然后单击对话



图 8-19 选择网络表文件的对话框

框底部的 OK 命令按钮,返回如图 8-18 所示的对话框中。

(5) 此时 Protel 99 自动生成相应的网络宏,在对话框的列表框中显示出一连串的宏指令。这个列表框中包含 3 部分:

- No.——这一栏中显示的是宏指令的编号。
- Action——这一栏中显示的是宏指令所要做的动作。
- Error——这一栏中显示的是错误信息。

(6) 在图 8-20 所示的对话框中,我们看到在 Error 栏中提示了错误信息,这在设计 PCB 板的过程中是常见的,毕竟设计电路板的工作是很复杂的,难免有疏漏。图 8-20 所示的对话框中在列表框底部显示 3 errors found,表示有 3 处错误。

(7) 按照错误提示信息,打开原理图文件进行修改,然后重新进行 ERC 检验、生成网络表文件、载入网络表,直到列表框底部显示 All macros validated,表示一切没有问题。单击 Execute 命令按钮,进行网络宏所指定的动作,在电路板中导入元件,得到如图 8-21 所示的效果。

注意:加载网络表的时候,如果在对话框显示了错误信息,建议读者在修改了这些错误之后再向电路板中导入元件。

比较常见的错误有:没有预先装入所需的全部正确的元件库,原理图中的元件没有定义封装形式而造成网络表文件内容不全等等。比如在本例中,图 8-20 的对话框中提示的错误信息指出元件 C10 没有定义封装形式,于是我们返回原理图文件,对元件 C10 的属性进行修改,重新指定它的封装形式,然后重新生成网络表文件,再重新载入,消除了错误之后,将元件导入电路板中。如果用户不理睬错误信息,在图 8-20 所示对话框底部单击 Execute 命令按钮,强行装入元件,则会弹出如图 8-22 所示的对话框,提示用户无法执行所有的网络宏,是否继续强行装入。

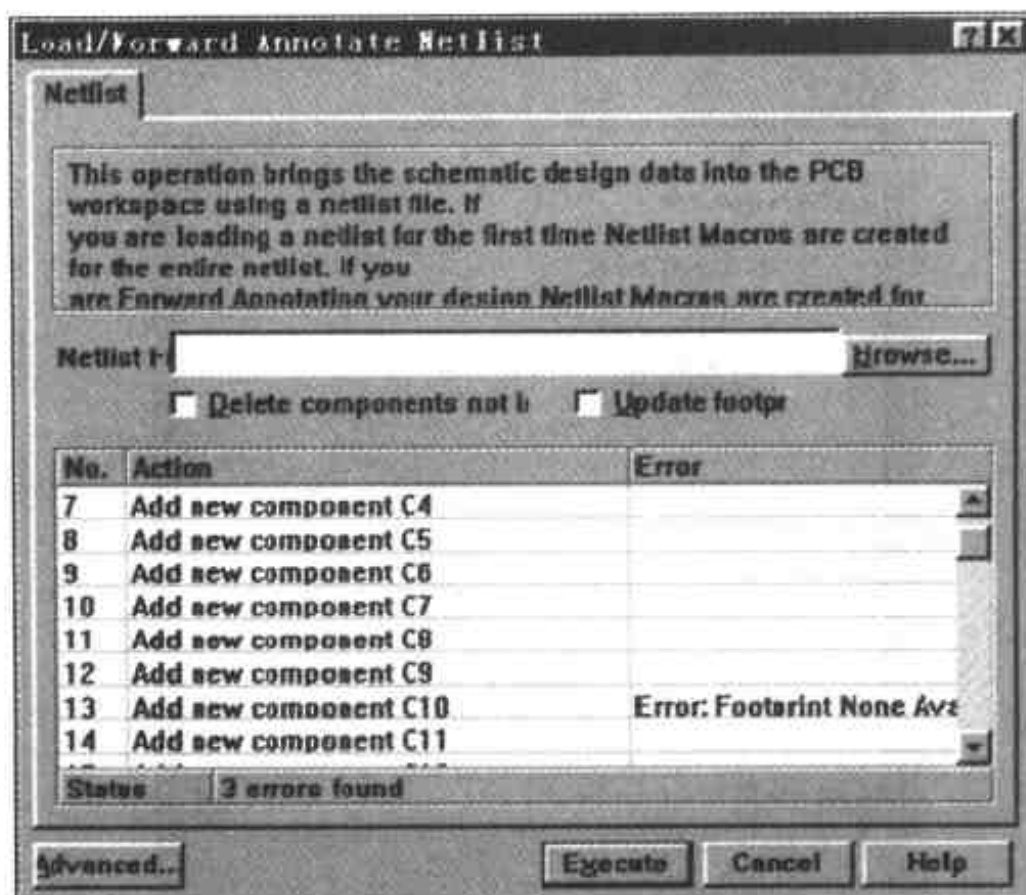


图 8-20 已经加载网络表的对话框

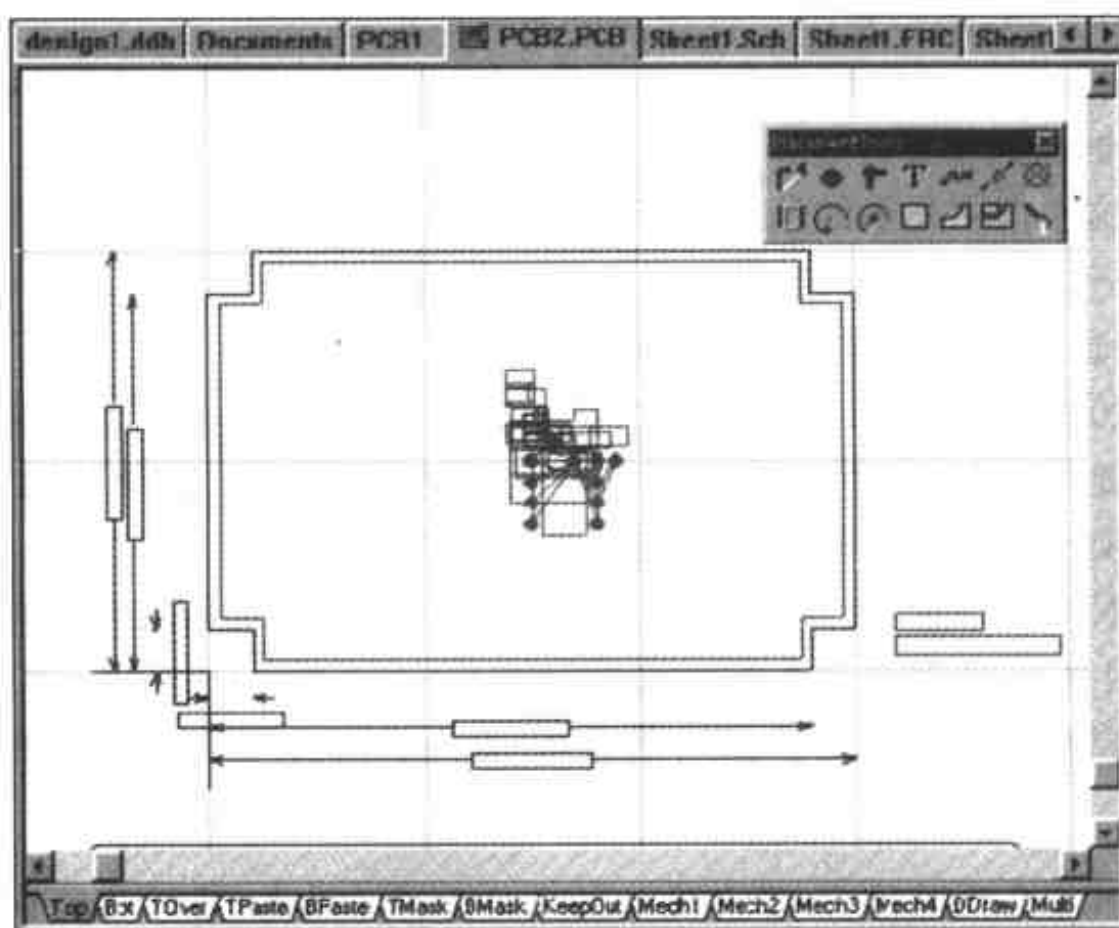


图 8-21 在电路板中导入元件

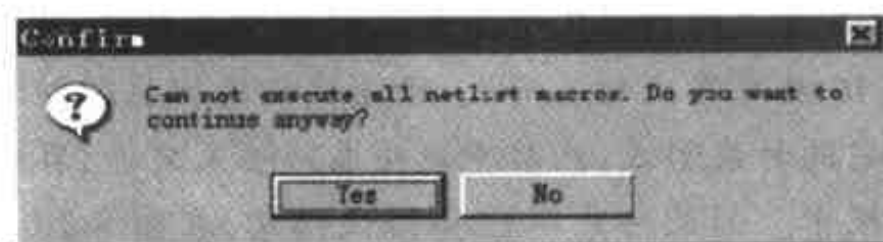


图 8-22 提示用户是否强行装入元件

3. 利用同步器装入网络表和元件

除了根据网络表文件装入网络表和元件以外,用户还可以利用同步器完成这一工作,具体操作步骤如下:

(1) 打开原理图文件,在原理图编辑器的界面中选择 Design > Update PCB, Protel 99 会自动生成一个 PCB 文件,并切换到 PCB 编辑器中,然后弹出如图 8-23 所示的对话框。

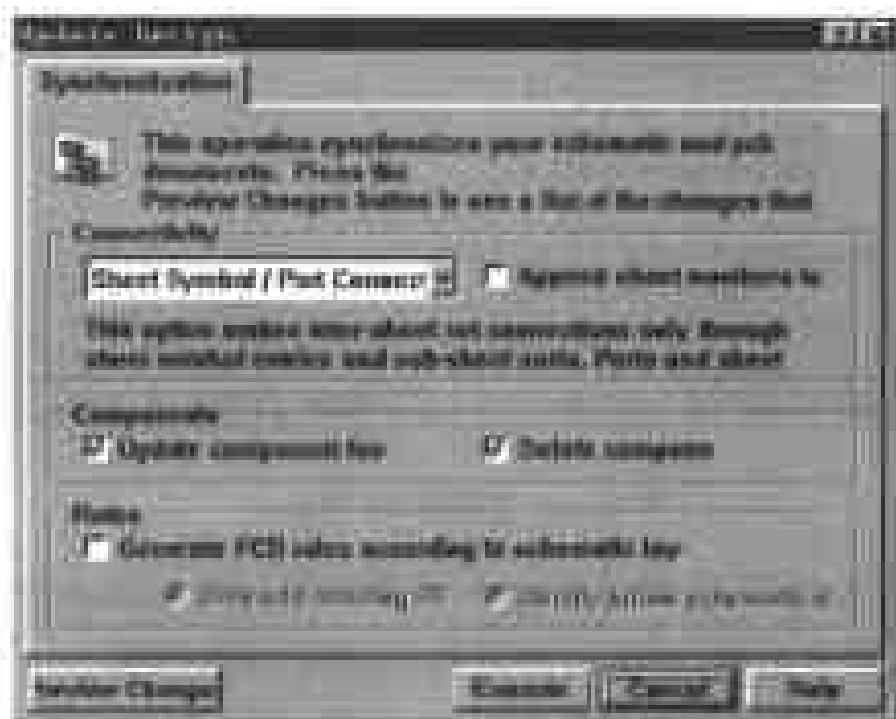


图 8-23 Update Design 对话框

注意: 如果在原理图文件所在的项目数据库文件中已经存在两个或者两个以上的 PCB 文件,选择 Design > Update PCB 之后,会弹出如图 8-24 所示的对话框。在该对话框中单击要导入网络表和元件的目标文件,单击对话框底部的 Apply 命令按钮,即可弹出如图 8-23 所示的对话框。

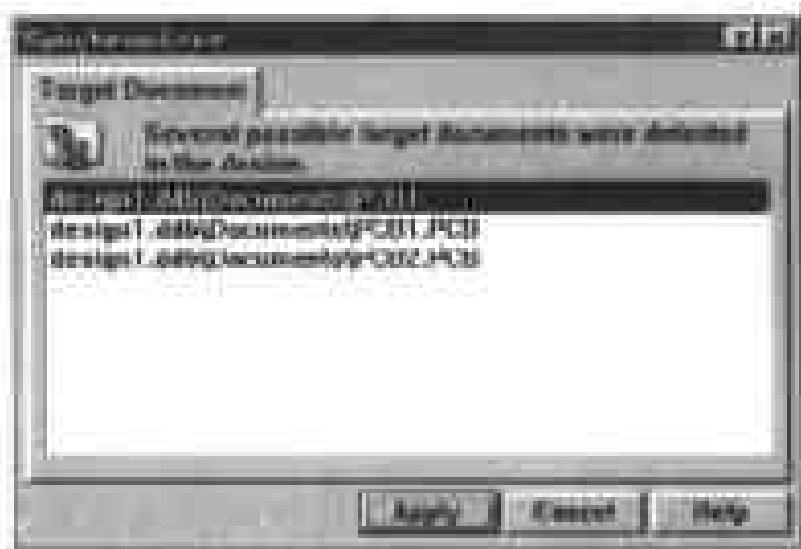


图 8-24 指定目标文件的对话框

(2) 在该对话框中提供了若干选项,一般情况下,均取默认值即可,单击对话框底部的 Preview Change 命令按钮,在对话框中显示 Change 标签中的内容,如图 8-25 所示。

(3) 在对话框的 Changes 标签显示出的列表框中,列出了此次数据更新后的网络宏指令的变动情况。察看列表框中是否提示了错误信息,如果有错误,即返回原理图中进行修改,直到列表框中不出现错误信息为止。

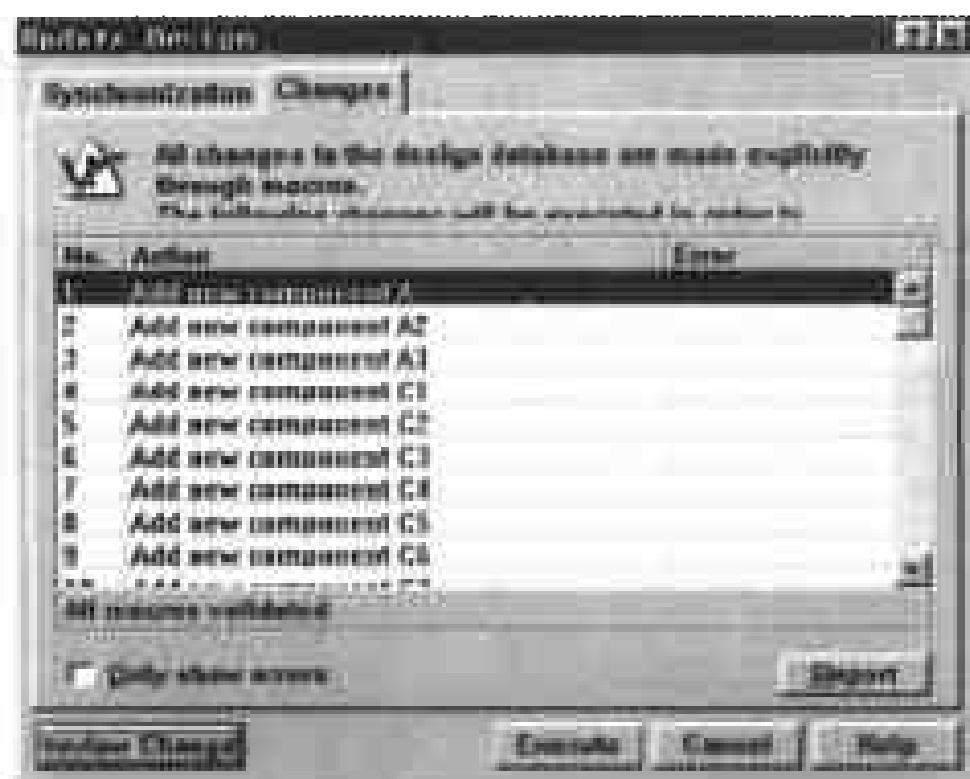


图 8-25 察看网络宏指令

(4) 如果用户在图 8-25 所示的对话框中单击右下角的 Report 命令按钮, Protel 99 立即自动生成同步文件, 文件名后缀为 .syn, 并且在工作窗口中打开。

(5) 在图 8-25 所示对话框的列表框中不提示错误信息以后, 单击对话框底部的 Execute 命令按钮, 即可将网络表和元件装入 PCB 板中。

注意: 此时虽然已经将网络表和元件装入了 PCB 板中, 但是装入的网络表和元件并不在用户规定的电路板边界范围内。

8.2 布置元件

通过前面的操作, 我们已经规划了电路板, 并向电路板中导入了网络表和元件, 此时元件在 PCB 板图中是堆在一起的, 需要用户调整它们的位置, 设计元件在电路板中的布局。

8.2.1 自动布局

用户既可以手动布局, 也可以使用 Protel 99 提供的自动布局功能。Protel 99 的自动布局功能可以自动将堆在一起的元件分开, 放置在用户规定的电路板布线边界内, 具体的操作步骤如下:

(1) 将网络表和元件导入电路板之后, 选择 Tools > Auto Place, 弹出如图 8-26 所示的对话框。

(2) 在该对话框上部提供了两个单选钮:

- Cluster Placer 单选钮——选中此单选钮, 即可选择成组布局的方式。这种方式可以根据元件的连接关系将它们划分成组, 然后按照几何关系放置元件组, 此方式比较适合

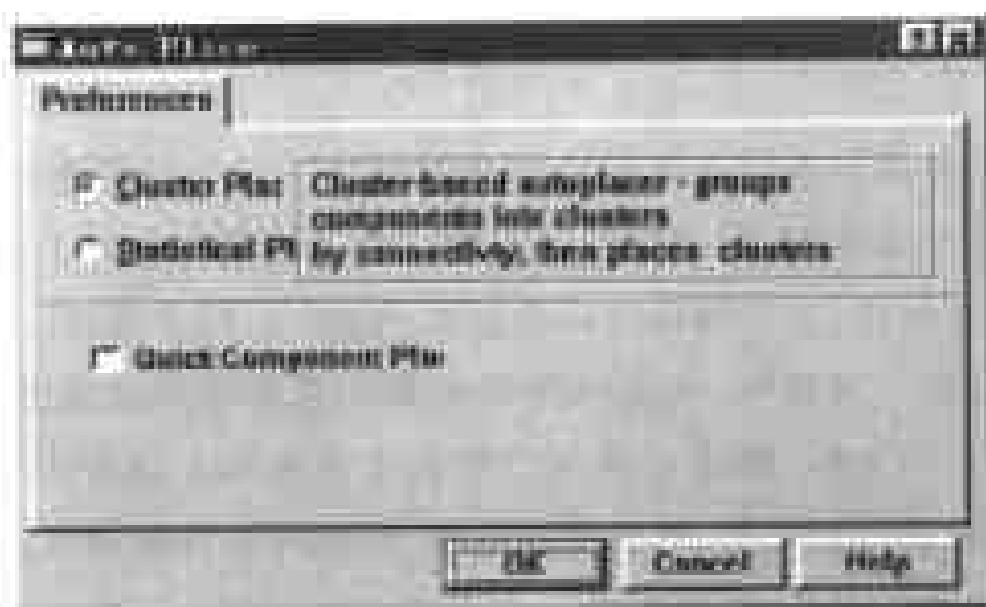


图 8-26 设置自动布局的对话框

原理简单、元件不多的电路。

- **Statistical Placer 单选钮**——选中此单选钮,即可选择统计布局方式。这种方式根据统计算法放置元件,使元件之间的连接长度最短,比较适合元件多的电路。

(3) 由于本例要设计的电路板比较简单,元件比较少,因此单击 Cluster Placer 单选钮,采用成组布局的方式;同时激活 Quick Component Placement 复选框,单击此复选框,使用快速元件布局功能。

(4) 单击对话框底部的 OK 命令按钮,返回工作窗口,元件将自动分布在电路板的布线范围之内,如图 8-27 所示。

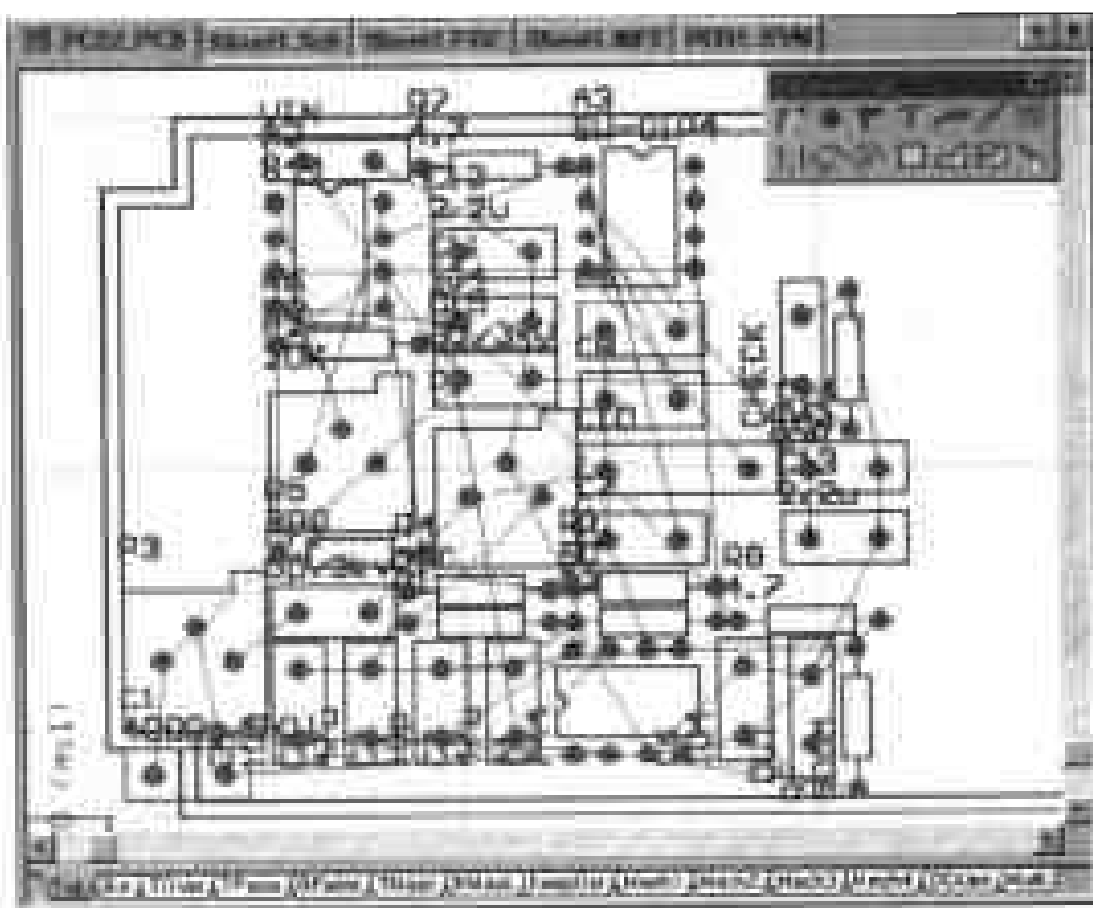


图 8-27 元件自动布局的结果

注意:即使是对同一个电路操作,进行自动布局得到的结果也经常是不一样的。有兴趣的用户可以多重复几次自动布局,选择一个比较满意的布局结果。如果没有十分满意的自动布局结果,用户还要进行手动布局,这是下面要讲到的内容。

8.2.2 手动布局

使用 Protel 99 的自动布线功能得到的元件布局并不是十分理想的。一般情况下,设计者还要对元件进行手工调整,即进行手动布局。对元件布局进行手工调整,主要用到了在图纸中移动、旋转等操作,这些编辑技巧在前面一章中已经介绍过。

当用户需要移动某一元件时,在图纸中单击某一需要移动位置的元件,按住鼠标左键,则鼠标箭头变为十字光标,被选中的元件粘在十字光标上随着十字光标的移动而移动,将十字光标移动到适当的位置,释放鼠标左键,将元件放在新的位置上。

如果需要调整元件的方向,在图纸中单击元件,按住鼠标左键,此时鼠标箭头变为十字光标,并且被选中的元件粘在十字光标上,此时在键盘中单击 Space 键,即可使选中的元件旋转,每单击一次 Space 键,元件逆时针旋转 90° 。

按照上述操作方法,在图纸中重新调整元件的位置和方向,经过细致而繁琐的工作后,得到如图 8-28 的效果。

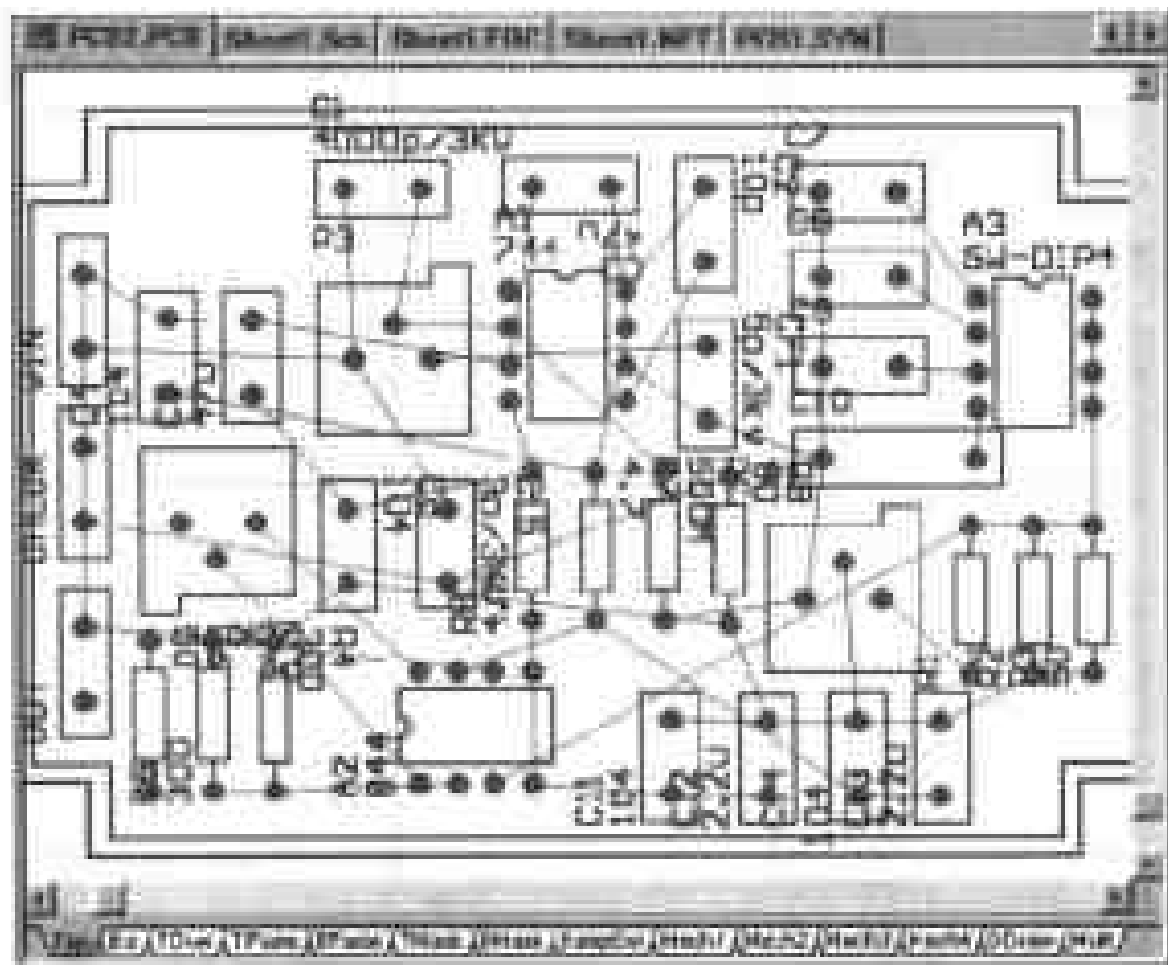


图 8-28 手工布置元件的效果

在调整元件位置的过程中,用户还可以利用上一章介绍的编辑命令,对元件进行对齐、排列,以使得到的电路板更加美观。

在图 8-28 中可以看到,由于元件位置的重新调整,元件标注的位置显得过于杂乱,不利于整块电路板的美观,因此,可再调整一下元件标注的位置,使它们相互不重叠。调整元件标注也是主要用到移动、旋转的操作,经过细致的调整后,得到的效果如图 8-29 所示。



8.3 电路板布线

调整好电路板中的元件布局之后,就可以开始布线了。在电路板中进行布线,可以使用 Protel 99 提供的自动布线功能,也可以手动布线,不过一般情况下使用最多的方法是自动布线与手动布线相结合,即先进行自动布线,然后再手动调整。

8.3.1 自动布线

Protel 99 提供了强大的自动布线功能,所谓自动布线,指的是系统根据用户定义的布线规则和参数,按照一定的算法,依据事先生成的网络宏,自动在电路板的各个元件之间进行连线,从而完成印刷电路板的布线工作。

1. 设置自动布线参数

在进行自动布线之前,首先要设置自动布线参数,包括布线层面、布线优先级、走线宽度、过孔孔径、尺寸等等,设定了布线参数之后,系统就会按照用户的设定进行布线。设置布线参数的步骤如下:

- (1) 选择 Design > Rules, 弹出如图 8-30 所示的对话框。

- (2) 在这个对话框中单击 Routing 标签,在这个标签中集中所有设置自动布线的参数,它们都在 Rule Classes 列表框中列出。

- (3) 在 Rule Classes 列表框中单击某一个布线参数,单击对话框底部的 Properties 命令按钮,即可弹出设置这项参数的对话框,供用户进行设置。比如在图 8-30 所示对话框的列表框中单击 Clearance Constraint,然后单击 Properties 命令按钮,即弹出如图 8-31 所示的对话框,供用户设置布线的安全间距。



图 8-30 设置自动布线参数

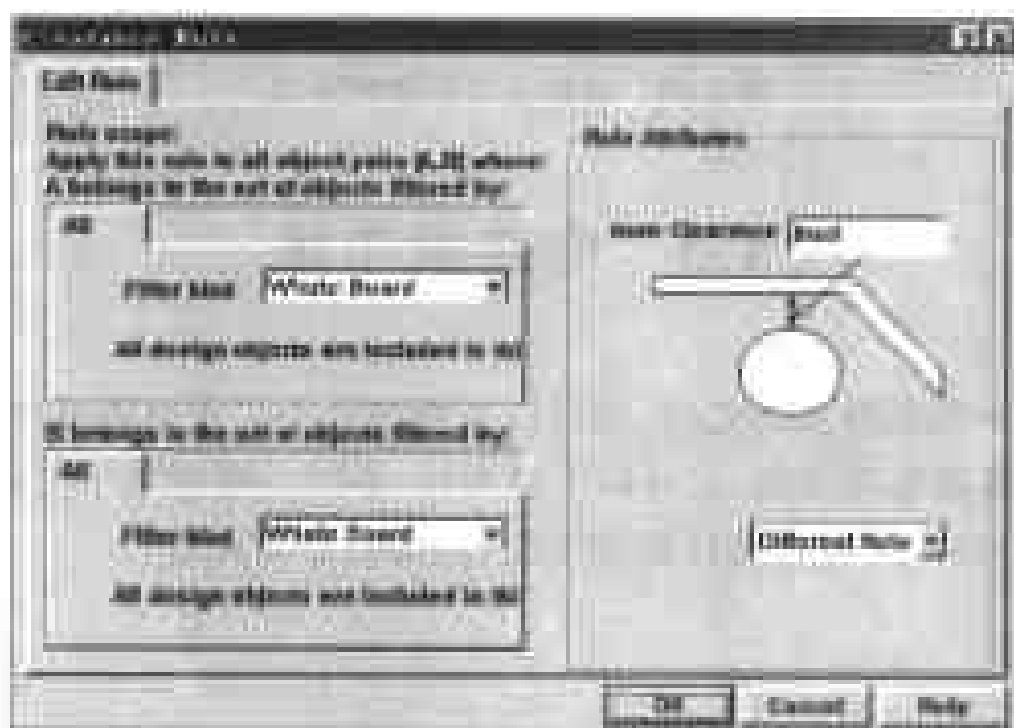


图 8-31 设置安全间距的对话框

(4) 在弹出的对话框中设置了所选的布线参数后,单击 OK 命令按钮,即可返回图 8-30 所示的对话框,设置了有关自动布线的参数之后,在此对话框底部单击 Close 命令按钮,即可返回工作窗口。

注意: 关于设置自动布线参数的内容,在本书的最后一章中还将详细介绍,这里就不赘述了。

(5) 设置好自动布线参数之后,就可以进行自动布线了。选择 Auto Routing > Setup,弹出如图 8-32 所示的对话框,供用户设置自动布线器的一些属性。

(6) 在对话框中单击 Routing Passes 标签,此时显示出的选项都是用来设置布线过程中的某些规则,这里对这些选项都取默认值。在对话框右下角的输入框中填入数值,设置布线格点值。

(7) 设置好各个选项后,单击 Testpoints 标签,在对话框中显示设置布线测试点的选

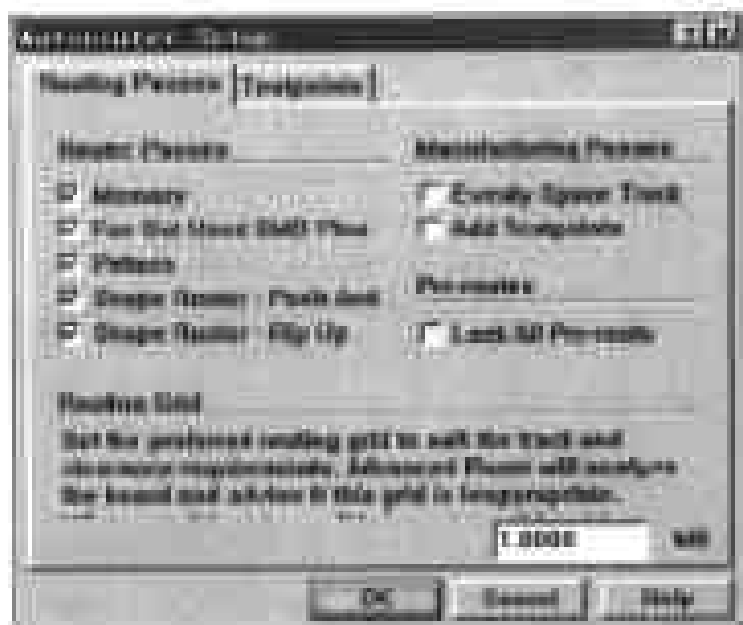


图 8-32 设置自动布线器的属性

项,单击对话框右下角的 Edit Testpoint Shapes 命令按钮,即可弹出如图 8-33 所示的对话框,供用户设置测试点的形状、大小等属性。

(8) 在对话框中设置好各个属性后,单击对话框底部的 OK 命令按钮,返回如图 8-34 所示的对话框;然后再单击该对话框底部的 OK 命令按钮,返回工作窗口,完成对自动布线器属性的设置。

2. 进行自动布线

设置自动布线的各项参数之后,就可以进行自动布线了。进行自动布线的命令主要集中在 Auto Routing 菜单中,使用其中的命令,可以进行不同方式的布线,各个布线命令的功能如下:

- Net 命令——网络布线命令。选择此命令后,鼠标箭头变为十字光标,在电路板中移动十字光标,将它放置在元件 R4 的一个引脚上单击,即可弹

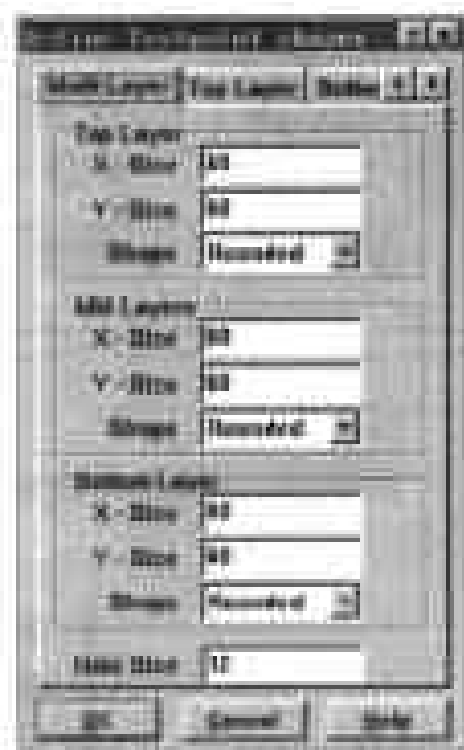


图 8-33 编辑测试点的对话框

出一个菜单,显示对该引脚的说明,从中确定所要自动布线的网络,则程序立即开始自动布线,得到如图 8-35 所示的效果。此时鼠标箭头仍为十字光标,用户还可以继续对其他网络进行布线,右击鼠标,即可退出网络布线状态。

- Connection 命令——连接点布线命令。选择此命令后,鼠标箭头变为十字光标,将十字光标移动到图中某两个连接点之间的预连线上单击,则程序立即在这两个连接点之间进行布线,得到如图 8-36 所示的效果。完成布线后鼠标箭头仍为十字光标,用户还可以继续对其他网络进行布线,右击鼠标,即可退出网络布线状态。

- Component 命令——元件布线命令。选择此命令后,鼠标箭头变为十字光标,将十字光标移动到图中某一元件上单击,则程序立即对此元件进行自动布线,得到如图 8-37 所示的效果。完成布线后鼠标箭头仍为十字光标,用户还可以继续对其他网络进行布线,右击鼠标,即可退出网络布线状态。

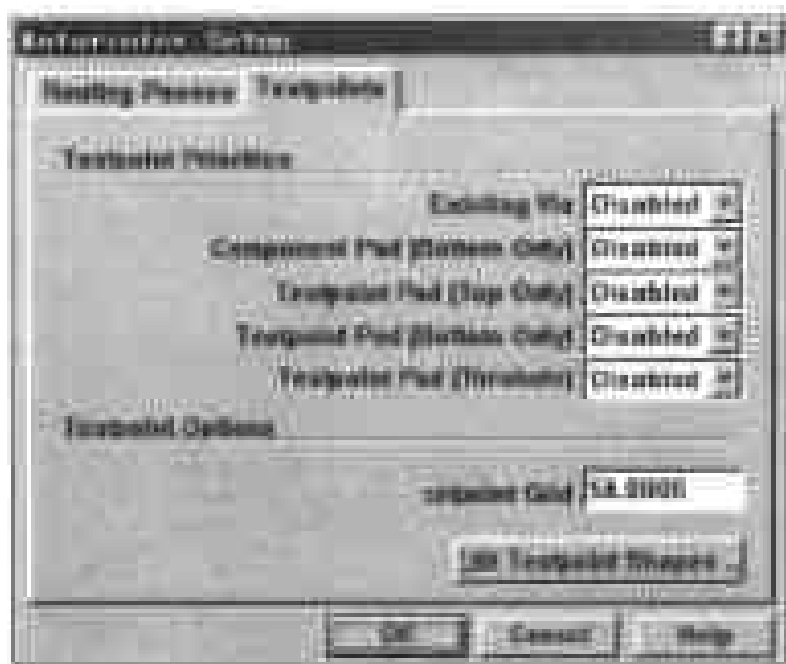


图 8-34 设置布线测试点

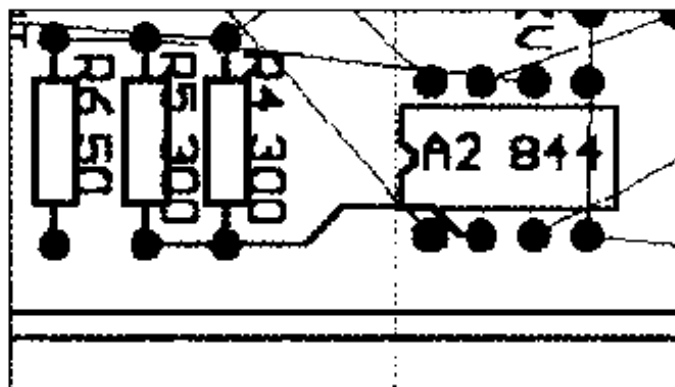


图 8-35 对指定网络布线

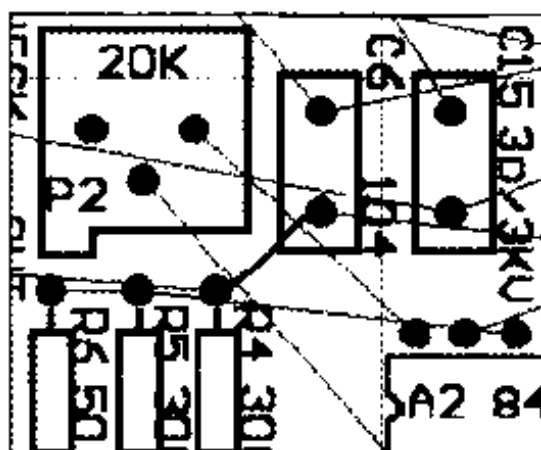


图 8-36 在指定连接点之间布线

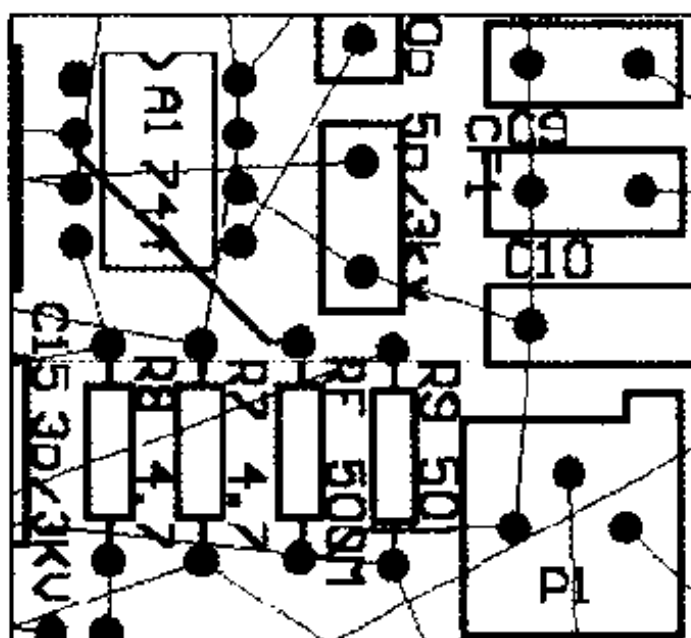


图 8-37 对指定元件进行布线

• Area 命令——区域布线命令。选择此命令后，鼠标箭头变为十字光标，将十字光标移动到图中某一位置单击，确定指定区域的一个顶点；然后继续移动十字光标，到图纸中另一处单击，确定指定区域的另一个顶点，则程序立即对该指定区域进行自动布线，即对该区域中包含的元件引脚进行布线，得到如图 8-38 所示的效果。完成布线后鼠标箭头仍为十字光标，用户还可以继续对其他网络进行布线，右击鼠标，即可退出网络布线状态。

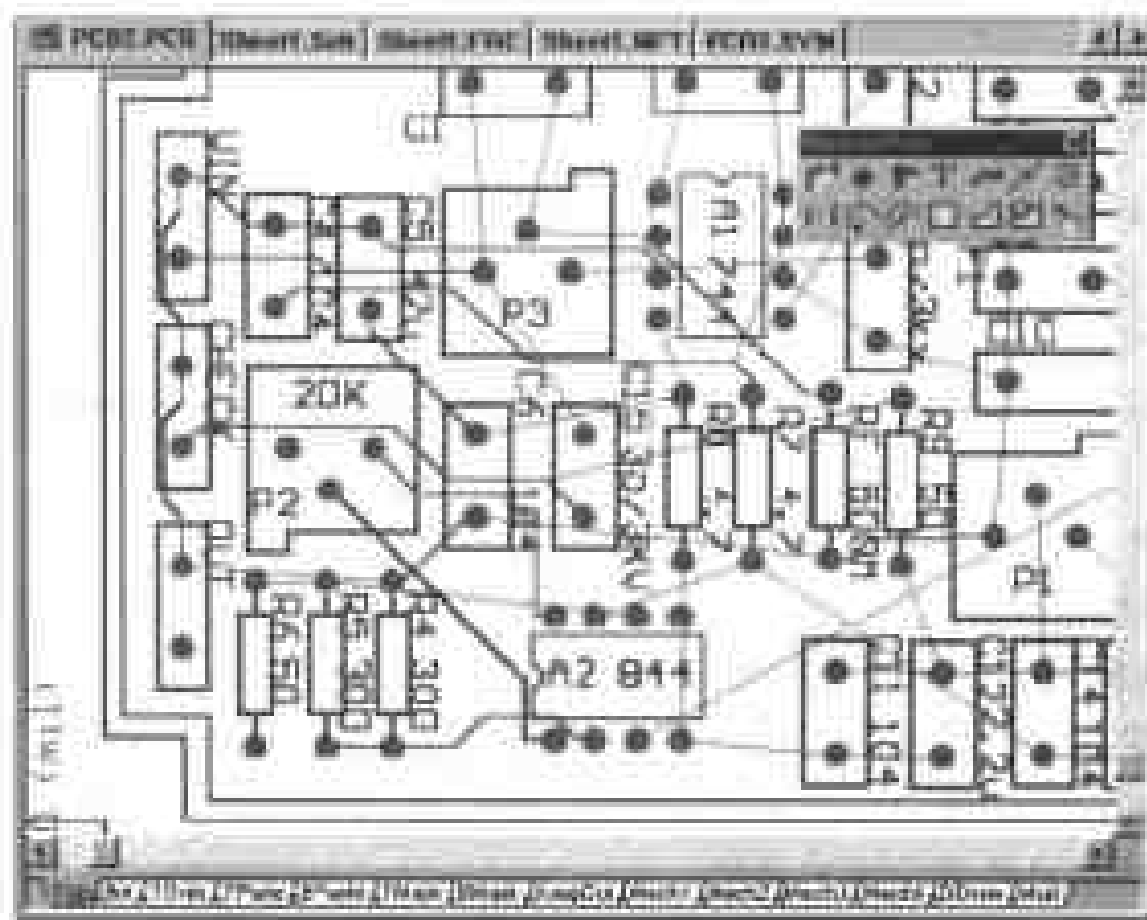


图 8-38 对指定区域布线

• All 命令——全局布线。选择此命令后, Protel 99 立即对整块电路板进行自动布线。布线完成后,按 End 键进行刷新,即可看到如图 8-39 所示的效果。

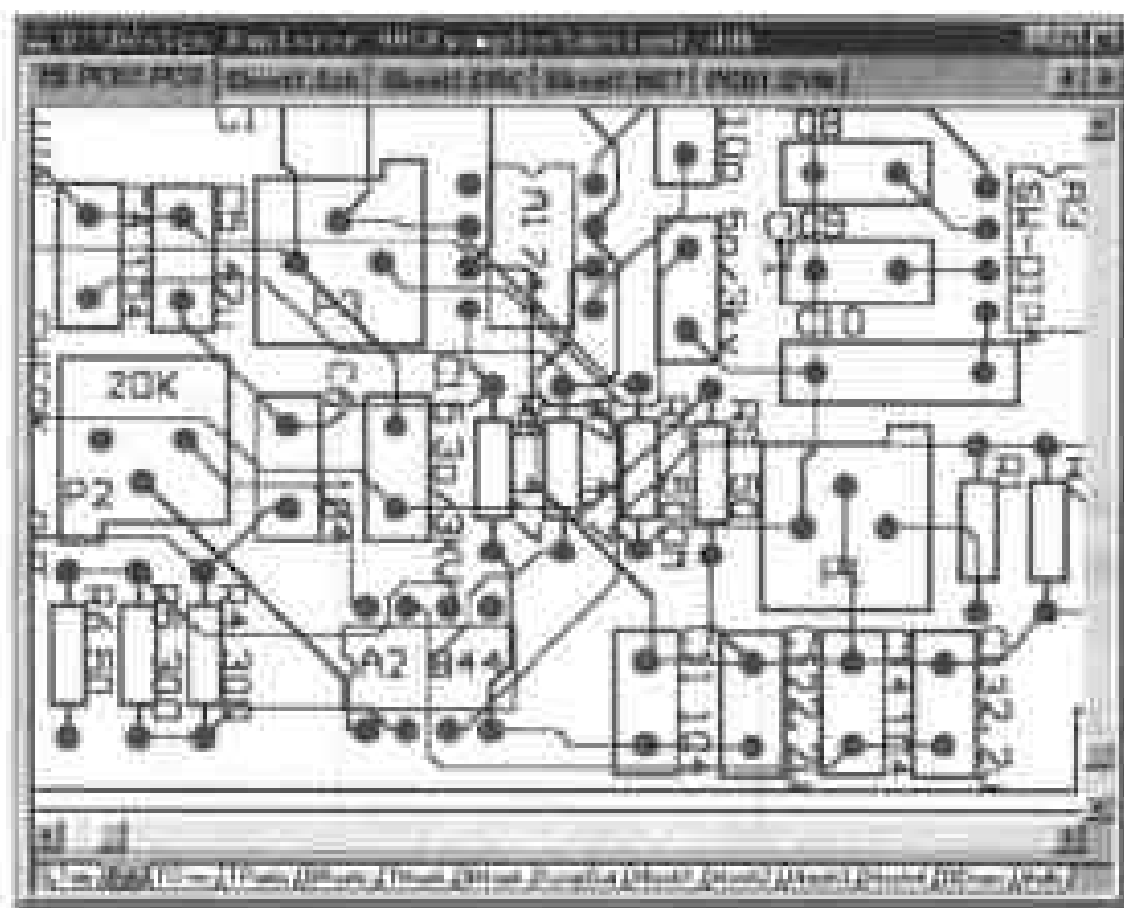


图 8-39 对整块电路板布线的效果

在 Auto Routing 菜单中除了上述 5 个自动布线命令以外,还有 3 个与自动布线有关的命令:

- Stop 命令——选择此命令,则立即停止自动布线。
- Pause 命令——选择此命令,则立即暂停自动布线。

- Restart 命令——选择此命令,则立即恢复已经暂停的自动布线。

8.3.2 手动调整

使用 Protel 99 的自动布线方式,可以快捷、方便地获得布线结果,但是自动布线的效果有时并不能令人满意,因此用户还要对布线后的电路板进行细致的检查,用手工的方法调整电路板的布线。在前面一章中,已经详细介绍了 Protel 99 的 PCB 画图工具的使用方法,以及 Protel 99 的各种编辑功能和技巧,在手工调整电路板布线的时候,会大量用到这些技能。

1. 调整布线

使用自动布线功能得到的布线结果有时还不能满足设计者的需要,因此利用 Protel 99 的编辑功能进行布线调整,是一项必要而又十分重要的任务。以图 8-39 所示的自动布线结果为例,其中某些走线不能令人满意,下面对其中的一条走线进行调整。

(1) 如图 8-40 所示,被选中的导线在中间分叉,由一条变成了两条,一般情况下这是不允许的,下面对此导线进行手工调整。

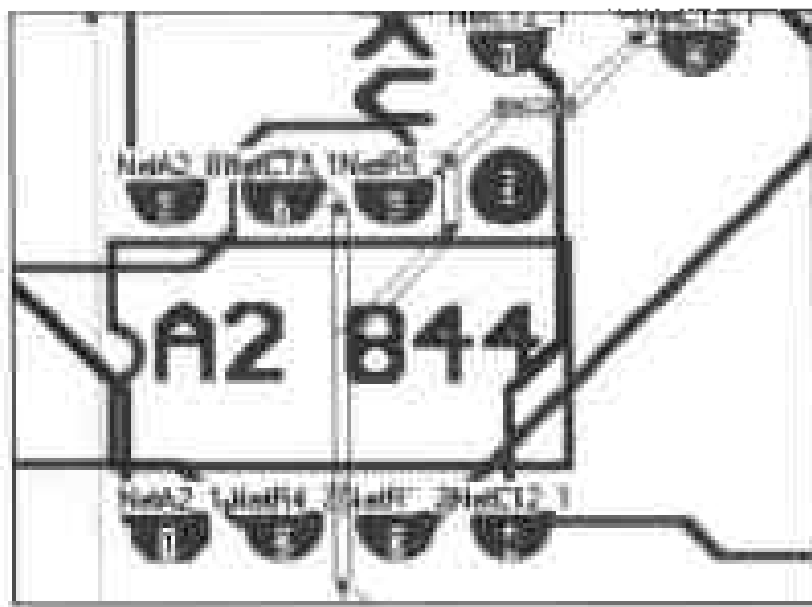



图 8-40 要进行调整的导线

(2) 选择 Tools > Un-Route > Connection, 此时鼠标箭头变为十字光标,在图纸中将十字光标移到要进行调整的导线上单击,拆除这条导线,然后右击鼠标,退出拆除导线的工作状态。

注意: 在 Tools > Un-Route 子菜单中提供了 4 条命令: All(拆除所有导线)、Net(拆除指定网络)、Connection(拆除指定连接线)和 Component(拆除指定元件的连线),供用户拆除不合理的导线。

(3) 考察电路板后,决定在电路板的底层走线,因此在工作窗口底部单击 Bot 标签,切换到底层。

(4) 选择 View > Toolbars > Placement Tools, 在工作窗口中弹出 Placement Tools 工具栏,在其中单击  按钮,选择绘制导线的工具,在图纸中绘制导线,得到如图 8-41 所示的效果。

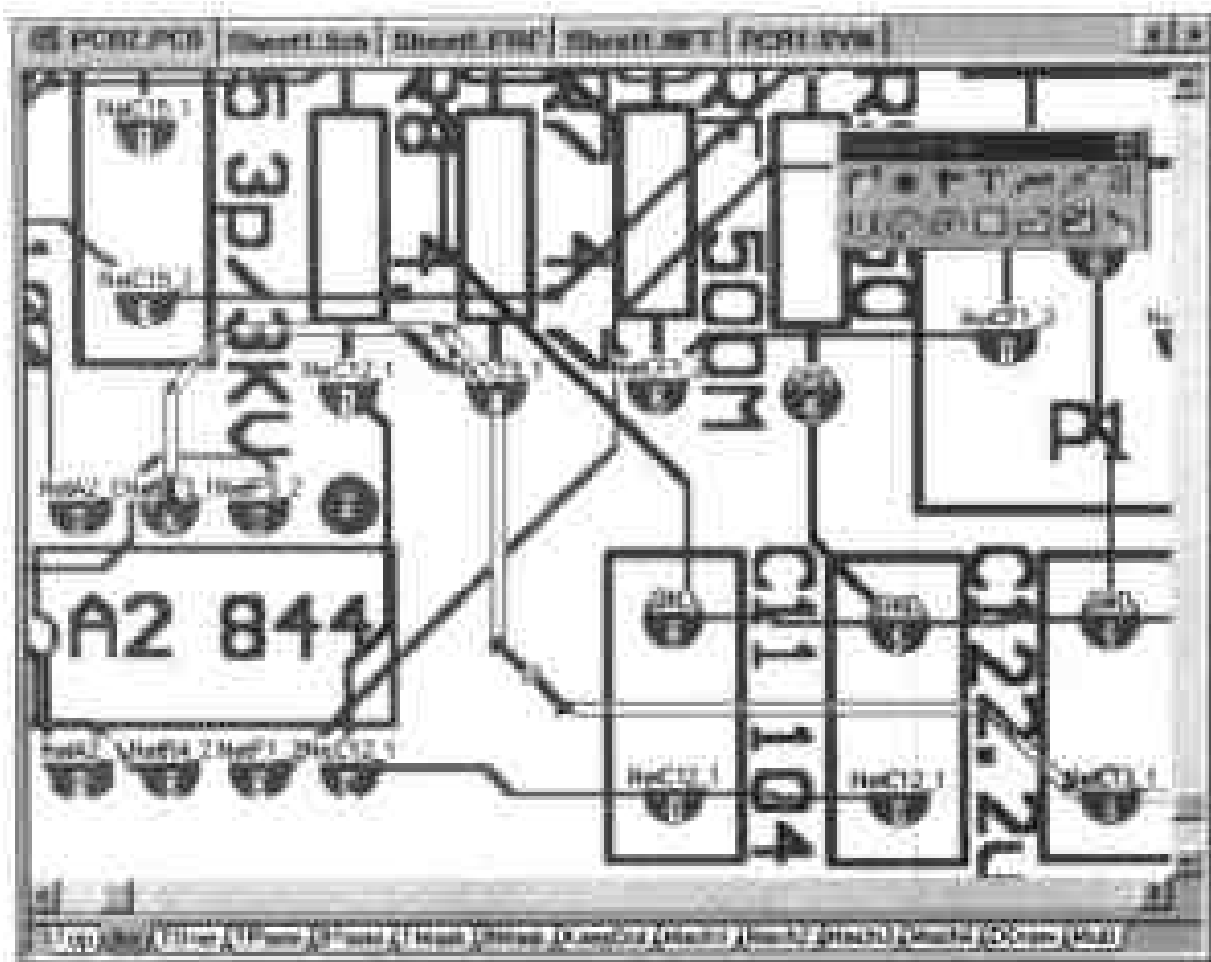


图 8-41 调整走线得到的效果

以上是修改电路板中的一条走线的过程,实际上用户往往需要对电路板中的很多条走线进行修改,这是一个很繁琐的过程,本书就不一一详述了。

2. 添加输入/输出接口

检查调整走线后的电路板,我们发现电路板中缺少 +12V, -12V, GND 的输入接口,下面在电路板中添加这 3 个接口(实际上是放置一个元件)。

(1) 在工作窗口底部单击 Bot 标签,将工作层面切换到底层,选择 View > Toolbars > Placement Tools,在工作窗口中弹出 Placement Tools 工具栏。

(2) 在 Placement Tools 工具栏中单击  按钮,选择放置元件的工具,弹出如图 8-42



图 8-42 放置元件的对话框

所示的对话框。在此对话框中的 Footprint 选项输入框中填入元件的封装形式,在 Designator 选项输入框中填入元件的序号,在 Comment 选项输入框中填入元件的文字说明,然后

单击 OK 命令按钮,即可将指定的元件放入电路板中。

(3) 如果用户不能确定要导入电路板中元件的具体封装形式,可以在此对话框中单击 Browse 命令按钮,弹出如图 8-43 所示的对话框,从中选择元件。

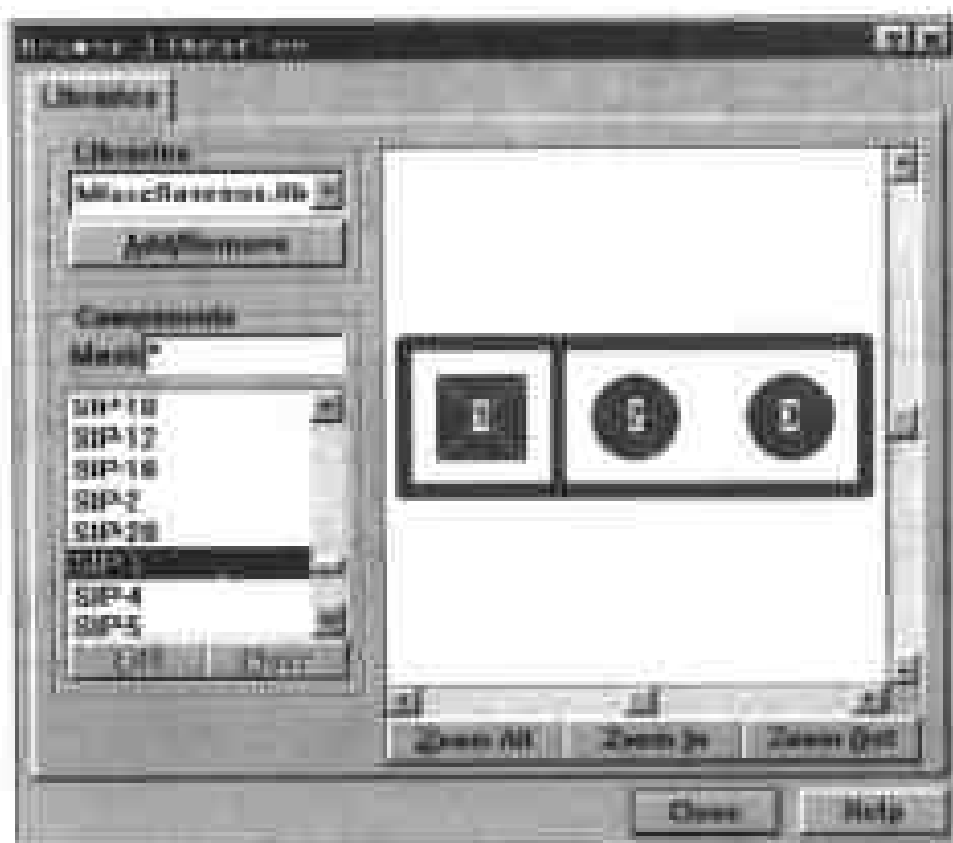


图 8-43 从元件库中选择元件

(4) 在弹出的对话框中单击 Libraries 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中显示出已经载入的元件库,从中选择 Miscellaneous.lib,在下面的 Components 选项的输入框中显示出了此元件库中所包含的元件。

(5) 在 Components 列表框中单击所需要的元件,这里选择的是 SIP-3,此时在对话框右边的预览框中显示出了此元件的封装形式。

(6) 单击对话框底部的 Close 命令按钮,返回图 8-42 所示的对话框,此时在对话框的 Footprint 选项输入框中显示出了元件的封装形式,在 Designator 选项输入框中填入元件序号 P4,而 Comment 选项输入框中不填,单击 OK 命令按钮,返回工作窗口。

(7) 在工作窗口中鼠标箭头变为十字光标,并带有用户选定的元件的形状,在键盘中按 Space 键调整元件的方向,然后移动十字光标到适当的位置单击,将元件放在电路板中,此时又弹出如图 8-42 所示的对话框,供用户继续放置元件。单击该对话框底部的 Cancel 命令按钮,取消放置元件的操作。

(8) 在电路板中单击元件序号 P4,按住鼠标左键,则鼠标箭头变为十字光标,移动十字光标,则元件序号也随着移动,将元件序号放在电路板中的适当位置,释放鼠标左键,完成元件序号的调整。

(9) 在图纸中双击该元件第 1 引脚的焊盘,弹出如图 8-44 所示的对话框,供用户设置此焊盘的属性。

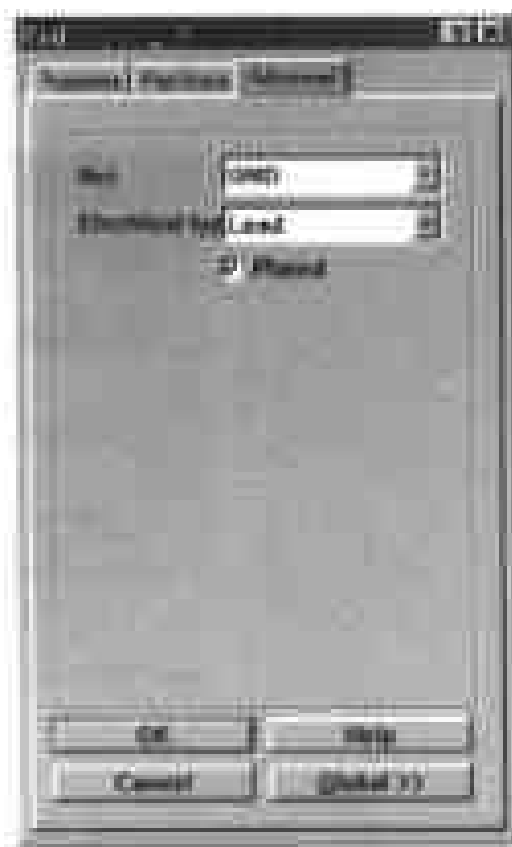


图 8-44 设置焊盘属性的对话框

(10) 在该对话框中单击 Advanced 标签,显示设置焊盘网络的选项。单击 Net 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中选择 GND,然后单击 OK 命令按钮,返回工作窗口。

(11) 按照上一步的操作,设置元件 P4 另外两个引脚的焊盘的属性,得到的效果如图 8-45 所示。

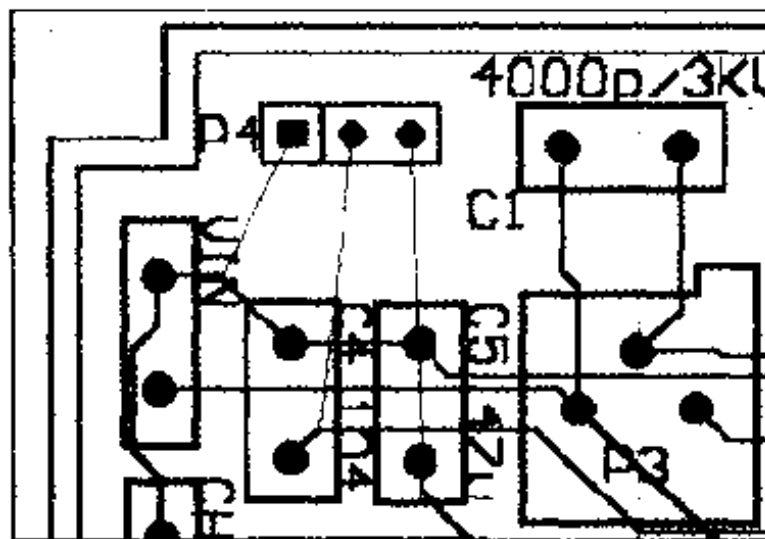



图 8-45 在电路板中放置元件并设置其属性

(12) 在 Placement Tools 工具栏中单击  按钮,选择绘制导线的工具,在图纸中将元件 P4 的 3 个引脚分别与其他网络相连,得到如图 8-46 所示的效果,从而完成添加电源输入/输出接口的工作。

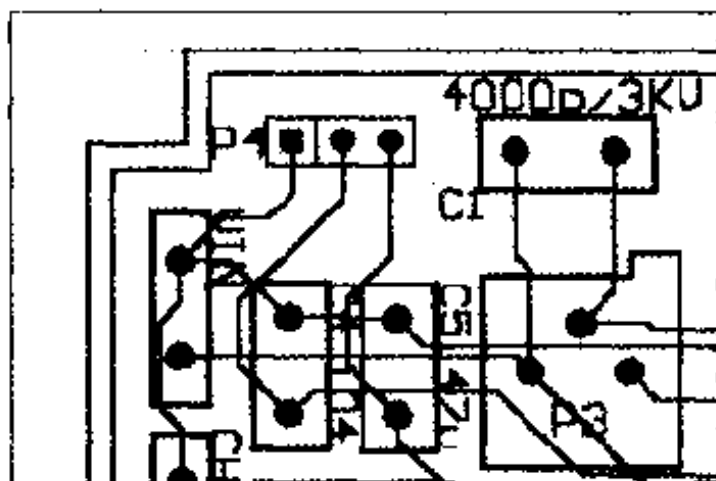



图 8-46 添加输入/输出接口的效果

3. 添加文字标注

为了便于使用,有时需要在电路板上添加一些说明性的文字,比如电路板的编号等。在电路板中添加文字标注的具体操作步骤如下:

(1) 选择 View > Toolbars > Placement Tools,在工作窗口中弹出 Placement Tools 工具栏,在其中单击  按钮,选择添加文字标注的工具,此时鼠标箭头变为十字光标。

(2) 在图纸中移动十字光标,在适当的位置单击,放置文字标注。此时鼠标箭头仍为十字光标,在图纸中继续放置其他文字标注,最后单击鼠标右键,退出放置文字标注的操作。

(3) 在图纸中双击放置在其中的文字标注,弹出如图 8-47 所示的对话框,供用户设置文字标注的属性。

(4) 在对话框的 Text 选项的下拉列表框中直接输入 GND, 设置文字标注的内容。单击 Layer 选项的下拉列表框, 在弹出的下拉列表中选择 Top Layer, 指定文字标注所在的工作层面。对话框中的其他选项取默认值, 单击底部的 OK 命令按钮, 返回工作窗口。

(5) 在图纸中双击其他两个文字标注, 在弹出的对话框中设置其属性, 编辑后的文字标注如图 8-48 所示。

4. 调整走线宽度

前面我们使用自动布线功能在电路板中进行布线, 然后又进行了手工调整, 下面再调整一下电路板中的走线宽度。一般情况下, 倾向于使用较宽的走线, 特别是电源和接地网络的走线。调整走线宽度的操作步骤如下:

(1) 首先在电路板的底层工作层面中双击需要编辑的走线, 即可弹出如图 8-49 所示的对话框。

(2) 在该对话框中将 Width 选项输入框中的数值调整为 20 mil, 设置线条的宽度, 但是这样只修改了一条走线的宽度。

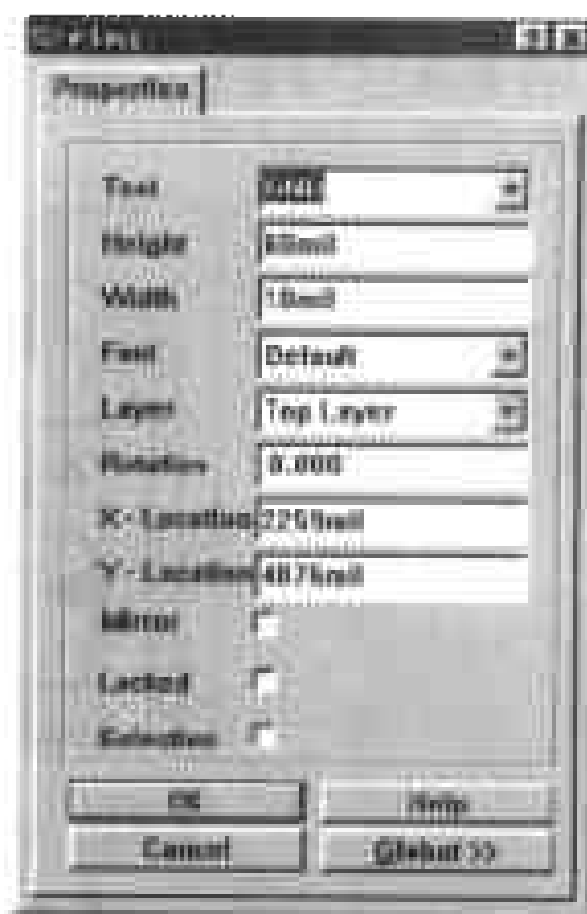


图 8-47 设置文字标注的属性

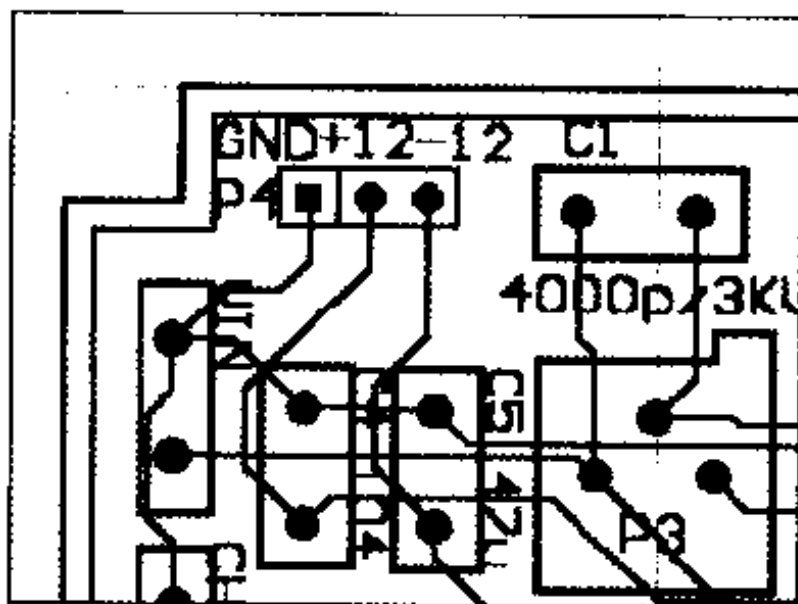


图 8-48 添加文字标注的效果

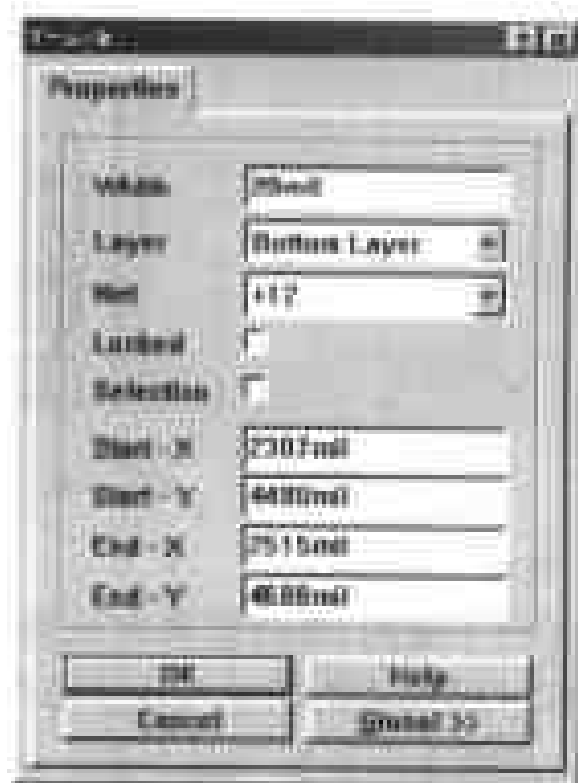


图 8-49 设置走线属性的对话框

(3) 在对话框底部单击 Global 命令按钮, 打开对话框的扩展部分, 如图 8-50 所示。在对话框的 Attributes To Match By 选区中单击 Layer 选项的下拉列表框, 在弹出的下拉列表中选择 Same, 改变相同工作层面中所有走线的宽度。

(4) 单击对话框底部的 OK 命令按钮, 返回工作窗口, 则用户选定的走线的宽度发生变化, 同时弹出如图 8-51 所示的对话框, 要求用户确定是否改变工作层面中其他走线的宽度。



图 8-50 设置整体编辑功能



图 8-51 确认对话框

(5) 单击 Yes 命令按钮,改变工作层面中其他走线的宽度。按照以上介绍的操作,将电路板顶层的走线宽度也改为 20 mil,得到如图 8-52 所示的效果。

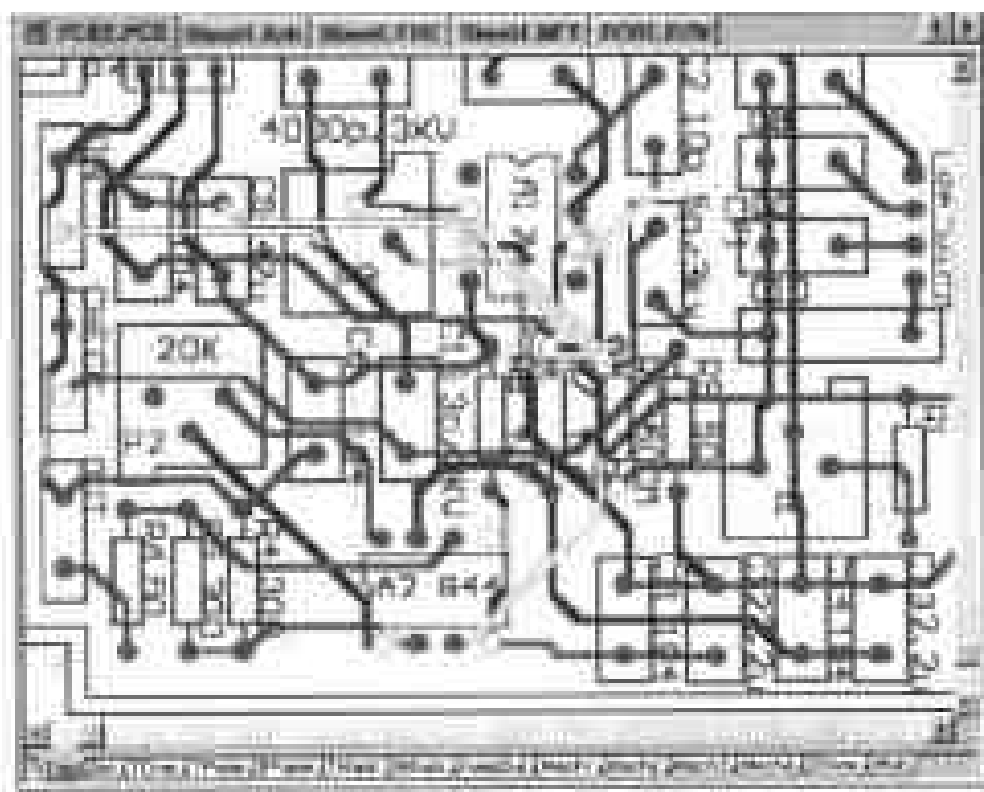


图 8-52 调整走线宽度的效果

(6) 为了提高电路的抗干扰能力,往往需要将电源、接地线再额外加宽。在图纸中双击接地线,弹出如图 8-49 所示的对话框,在该对话框的 Width 选项的输入框中将走线宽度改为 40 mil。

(7) 单击对话框底部的 Global 命令按钮,展开对话框,然后在 Attributes To Match By 选

8.4 创建 PCB 元件

在本章前面的内容中,演示了电路板图的设计过程,在印刷电路板图中,元件的一个重要属性就是它的封装形式。如果用户使用了比较特殊的元件,并且在 Protel 99 的元件库中找不到,那么就需要利用 Protel 99 提供的编辑 PCB 元件的功能,创建新的 PCB 元件。

8.4.1 元件编辑环境

Protel 99 为我们提供了功能强大的 PCB 元件编辑器,当用户创建一个新的元件库文件时,就自动进入了 PCB 编辑器的编辑环境,其操作步骤如下:

(1) 由于在 Protel 99 中 PCB 元件库是封装在项目数据库文件中的,因此首先在工作窗口中打开项目数据库文件,则在工作窗口中显示了 3 个图标,双击其中的 Documents 图标,打开此文件夹,则该项目数据库文件中包含的文件显示在工作窗口中。

(2) 选择 File > New,弹出如图 8-55 所示的对话框,在此对话框中用户可以创建不同类型的文件。



图 8-55 创建新的 PCB 库文件

(3) 在对话框中单击 PCB Library Document 图标,然后单击对话框底部的 OK 命令按钮,创建新的元件库文件,默认的文件名为 PCBLIB1,在工作窗口中打开此文件,即进入 PCB 元件编辑器,其操作界面如图 8-56 所示。

8.4.2 创建新的元件

在很多情况下,可以使用 Protel 99 提供的元件向导制作新元件。下面以制作一个 16 管脚的芯片为例,演示一下使用元件向导创建新元件的过程。

(1) 在 PCB 元件编辑器的界面中,左边是元件编辑浏览器窗口,在窗口中单击 Add 命令按钮,即可弹出如图 8-57 所示的对话框,激活元件向导。

(2) 在对话框底部单击 Next 命令按钮,进入下一个对话框,如图 8-58 所示。在此对话框的列表框中提供了若干元件模板,供用户根据需要选用。本例要制作的是一个 16 管脚的芯片,因此单击 Dual in-line Package [DIP],然后单击对话框底部的 Next 命令按钮,进



图 8-56 PCB 元件编辑器的界面



图 8-57 激活元件向导

入下一个对话框,如图 8-59 所示。

(3) 在这一对话框中,显示了焊盘各个方向上的尺寸,用户将鼠标移到某一尺寸上单击,就可以在该位置直接修改该尺寸。本例中我们将焊盘的 X 轴尺寸由 100 mil 改为 65 mil,将焊盘的 Y 轴尺寸改为 65 mil,而将焊盘中心焊孔的直径由 25 mil 改为 30 mil,然后单击对话框底部的 Next 命令按钮,进入下一个对话框,如图 8-60 所示。

(4) 在此对话框中显示了设置焊盘之间间距的选项,同样,当用户将鼠标移到相应的尺寸上单击,即可在该位置修改尺寸。这里我们将元件两列引脚之间的焊盘间距由 600 mil 改为 350 mil,而元件相邻两个焊盘之间的间距仍取 100 mil。设置之后,单击 Next 命令

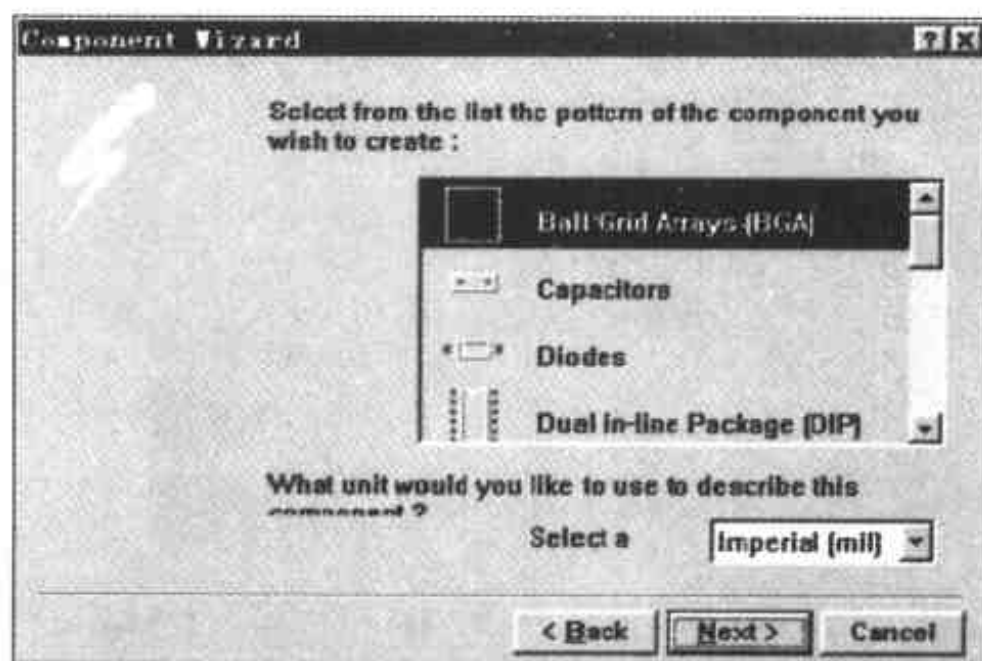


图 8-58 选择元件模板

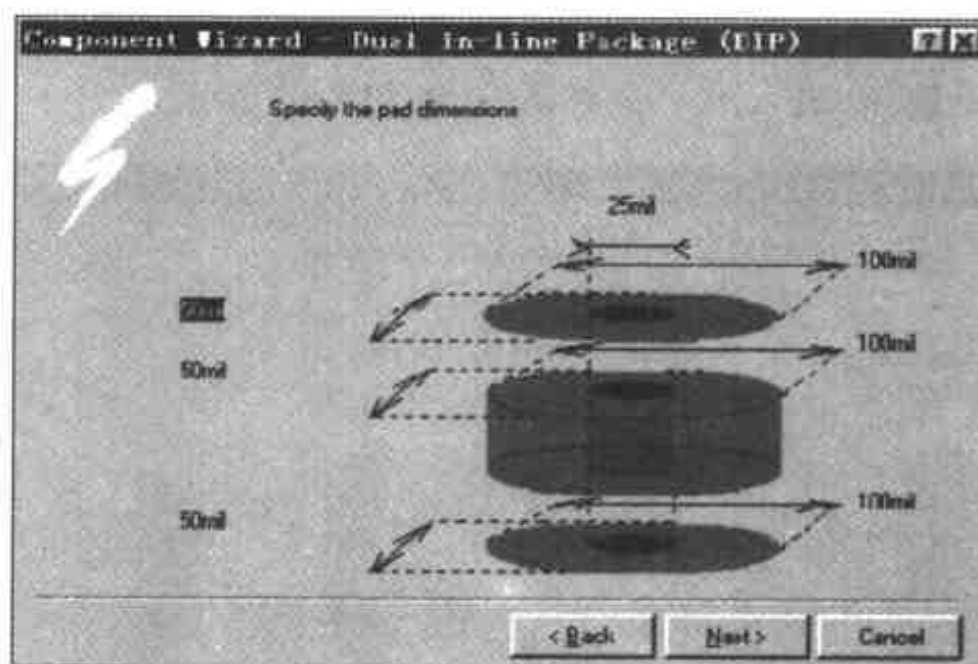


图 8-59 设定焊盘尺寸

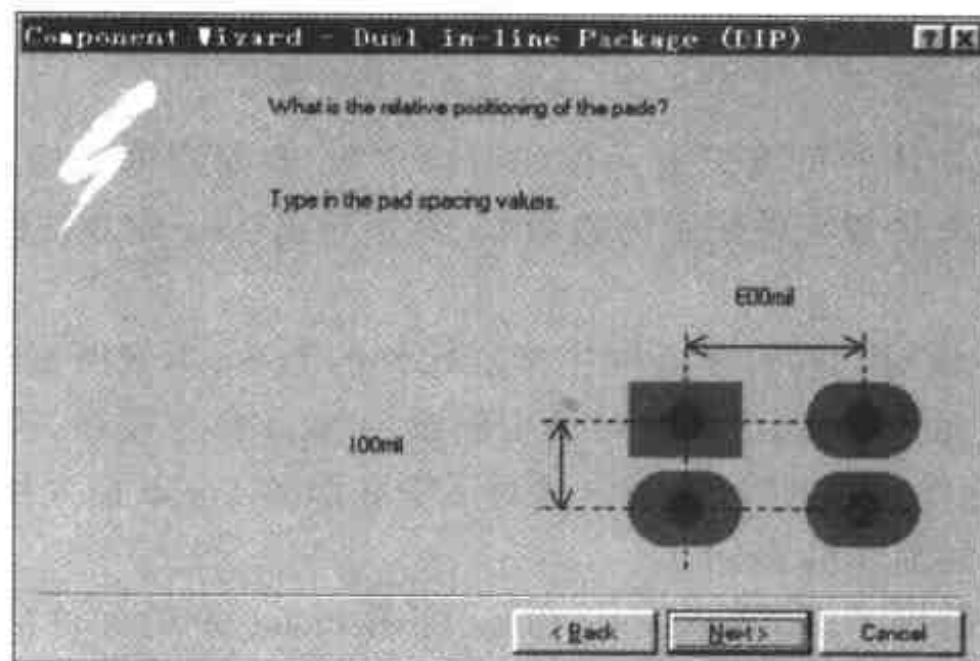


图 8-60 设定焊盘之间的间距

按钮,进入下一个对话框,如图 8-61 所示。

(5) 在此对话框中用户可以设置元件轮廓线条的宽度,只需将鼠标移到对话框中显

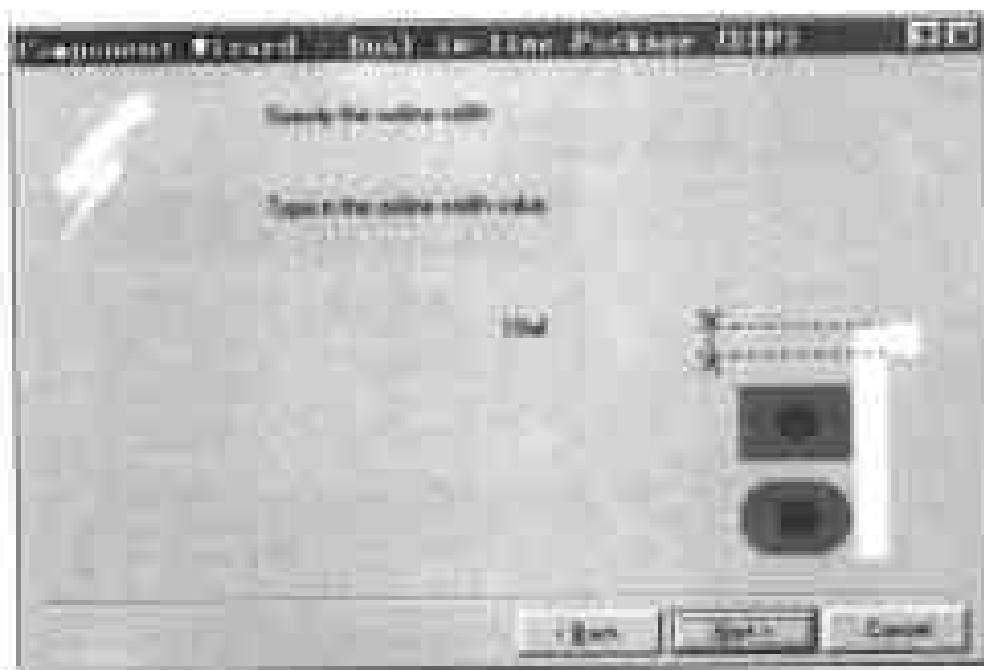


图 8-61 设定元件轮廓线条的宽度

示的数值上单击,即可在该处输入新的数值,本例中仍选用 10 mil 的宽度值。然后单击对话框底部的 Next 命令按钮,进入下一个对话框,如图 8-62 所示。

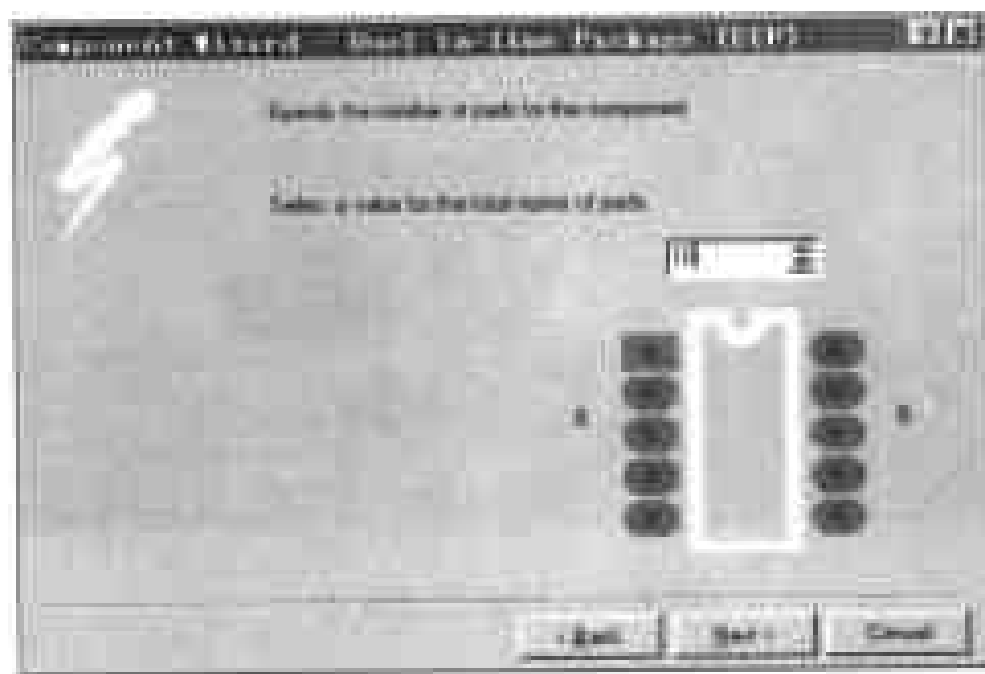


图 8-62 设置元件引脚个数

(6) 在此对话框中用户可以设置元件的引脚个数,在对话框中的元件示意图上方的输入框中输入数值 16,设置元件的引脚数为 16,然后单击 Next 命令按钮,进入下一个对话框,如图 8-63 所示。

(7) 用户可以在该对话框的输入框中指定元件的名称,本例所制作的元件的默认名称为 DIP16。指定了元件名称后,单击对话框底部的 Next 命令按钮,进入下一个对话框,即可看到已经完成元件制作的提示,单击该对话框底部的 Finish 命令按钮,即可结束元件制作,得到的新元件如图 8-64 所示。

通过以上操作,制作了一个新元件 DIP16。使用 Protel 99 的元件向导功能制作元件,非常方便快捷,并且用户可以选用的元件模板在网络上会时常更新,基本能够满足设计者的需要。如果用户对元件向导生成的元件不甚满意,还可以在 PCB 编辑器中对它进行编辑,直至得到令人满意的元件为止,有兴趣的读者可以自己尝试一下编辑元件的操作,这里就不介绍了。

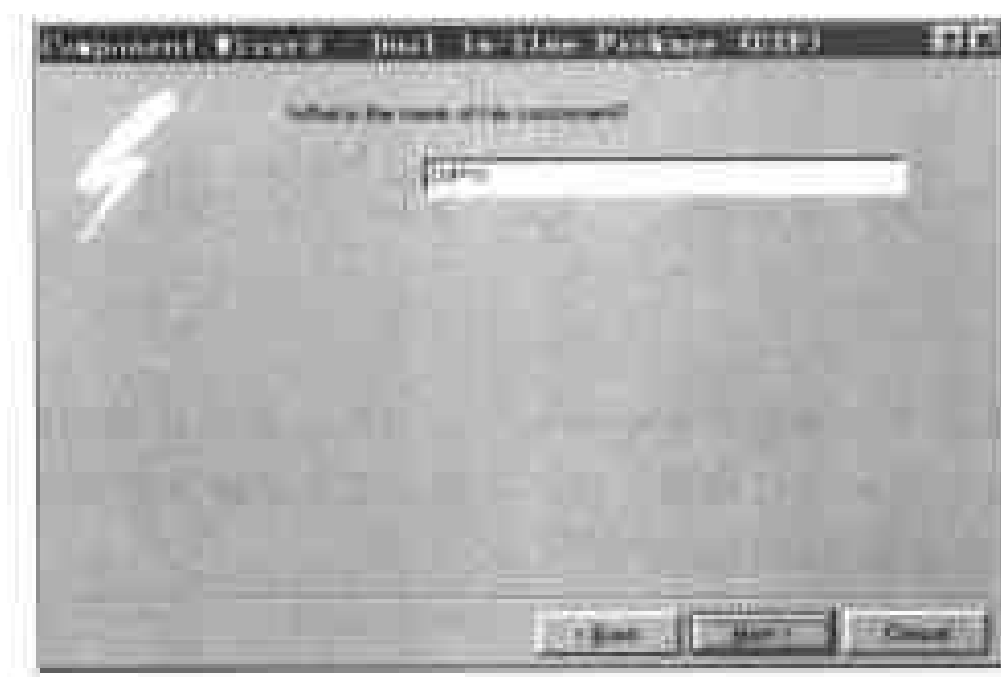


图 8-63 设置元件名称

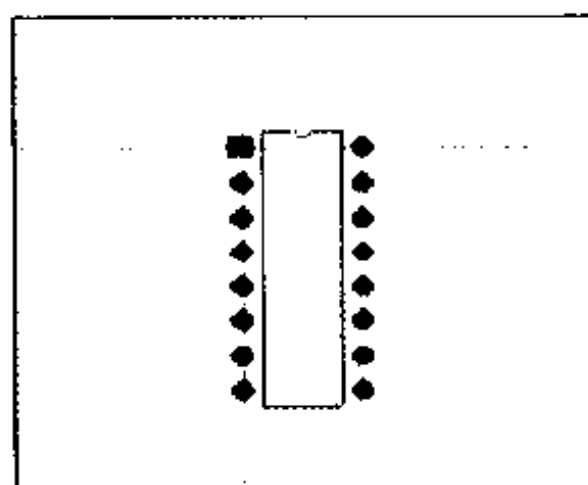


图 8-64 最后得到的新元件

第9章 设计规则

设计规则的作用,在于指导及限制电路板中的布线。前面在进行电路板设计的过程中,一直采用 Protel 99 预置的设计规则。这一章将详细介绍设计规则,以使读者能够更充分地利用 Protel 99 为自己的设计任务服务。

9.1 布线设计规则

布线设计规则是在进行 PCB 板设计的过程中,最常用也是最重要的设计规则。选择 Design > Rules,弹出 Design Rules 对话框,在弹出的对话框中单击 Routing 标签,即可在对话框中显示出设置布线设计规则的选项,如图 9-1 所示。



图 9-1 设置布线规则的对话框

在如图 9-1 所示对话框的 Rule Classes 列表框中,包含了 8 种类型的布线规则,下面逐一介绍。

9.1.1 设置安全间距

在图 9-1 所示的对话框中,单击 Rule Classes 列表框中的 Clearance Constraint,即可设置安全间距,也就是板中具有导电性质的对象之间的最小间距,比如导线与导线的间距、导线与过孔的间距、导线与焊盘的间距、焊盘与过孔的间距等等。

在对话框下部的方框中,将显示出 Protel 99 预置的有关安全间距的规定,而如果用户

定义了新的规则,也将显示在此区域中。其中包括4项内容:Scope1,Scope2,Connectivity,Gap。默认的情况下,在Scope1和Scope2两栏中显示Board,表示这项规则适用于整块电路板;在Connectivity栏中显示Different Nets,表示这项规则可用来约束不同的网络之间的安全间距;在Gap栏中显示10 mil,表示此规则规定的最小安全间距为10 mil。

除了采用Protel 99预置的布线规则以外,用户还可以根据自己的需要,定义新的规则,具体操作步骤如下:

(1) 选择Design > Rules,在弹出的Design Rules对话框中单击Routing标签,显示设置布线设计规则的选项,然后在Rule Classes列表框中单击Clearance Constraint,此时在对话框下部的方框中显示出系统预置的规则,如图9-1所示。

(2) 在对话框底部单击Add命令按钮,弹出如图9-2所示的对话框,在此对话框中用户即可设置新的安全间距的规则。

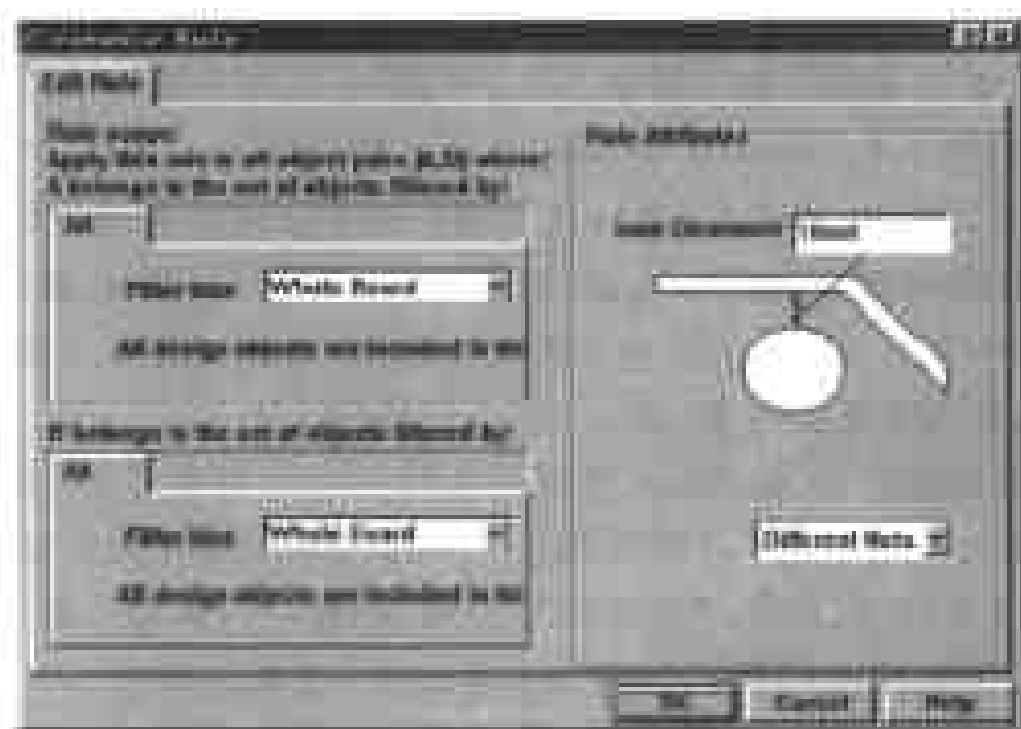


图 9-2 设置新安全间距规则的对话框

(3) 在如图9-2所示的对话框左边包括两个Filter kind选项,单击Filter Kind选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中包含如下选项,供用户设置最小安全间距规则所适用的对象。

- Whole Board——选择此选项,可设置整块电路板所适用的安全间距。
- Layer——选择此选项,可设置板层的安全间距,并在Filter kind下拉列表框的下方增加一个Layer选项,供用户指定所要设置安全间距的板层。
- Object Kind——选择此选项,可设置某一类对象的安全间距,并在Filter kind下拉列表框的下方增加若干个复选框,供用户指定所要设置安全间距的对象种类。
- Component Class——选择此选项,可设置元件分类的安全间距,并在Filter kind下拉列表框的下方增加一个Component Class下拉列表框,供用户指定需要设置安全间距的元件分类。
- Component——选择此选项,可设置某一元件的安全间距,并在Filter kind下拉列表框的下方增加一个Component下拉列表框,供用户指定需要设置安全间距的元件。
- Net Class——选择此选项,可设置网络分类的安全间距,并在Filter kind下拉列表

框的下方增加一个 Net Class 下拉列表框,供用户指定需要设置安全间距的网络分类。

- Net——选择此选项,可设置某一网络的安全间距,并在 Filter kind 下拉列表框的下方增加一个 Net 下拉列表框,供用户指定需要设定安全间距的网络。

- From-To Class——选择此选项,可设置节点对节点分类的安全间距,并在 Filter kind 下拉列表框的下方增加一个 From-To Class 下拉列表框,供用户指定需要设置安全间距的节点对节点的分类。

- From-To——选择此选项,可设置节点对节点的安全间距,并在 Filter kind 下拉列表框的下方增加一个 From-To 下拉列表框,供用户指定需要设置安全间距的节点对节点。

- Pad——选择此选项,可设置焊盘的安全间距,并在 Filter kind 下拉列表框的下方增加一个 Pad 下拉列表框,供用户指定要设置安全间距的焊盘。

(4) 在第一个 Filter kind 选项的下拉列表框中指定了要设置最小安全间距的对象类型后,单击第二个 Filter kind 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中也提供了上述的若干选项,供用户指定要对哪些对象设置最小安全间距。这两个选项的取值,在图 9-1 所示的对话框下部的方框中,对应 Scope1 和 Scope2 两栏中显示的内容。本例中在两个 Filter kind 下拉列表框中都选择 Component,然后在新增加的下拉列表框中分别选择 C16 和 C11。

(5) 在对话框右边的 Rule Attributes 选区的 Minimum Clearance 选项的输入框中输入数值,设置最小安全间距的大小,其单位为 mil。在图 9-1 所示对话框下部的方框中对应着 Gap 栏显示的内容,本例中取值为 30 mil。

(6) 在对话框右边的 Rule Attributes 选区的底部单击下拉列表框,在弹出的下拉列表中提供了 Different Nets Only(只针对不同网络)、Same Nets Only(只针对相同网络)和 Any Net(针对所有网络)3 个选项,供用户指定连接网络,此选项的取值反映在如图 9-1 所示的对话框下部方框的 Connectivity 栏中,本例中选择 Different Nets Only。

(7) 设置好此对话框中的所有选项后,单击 OK 命令按钮,返回如图 9-1 所示的对话框,得到如图 9-3 所示的效果,这样就完成了新的最小安全间距设计规则的定义。

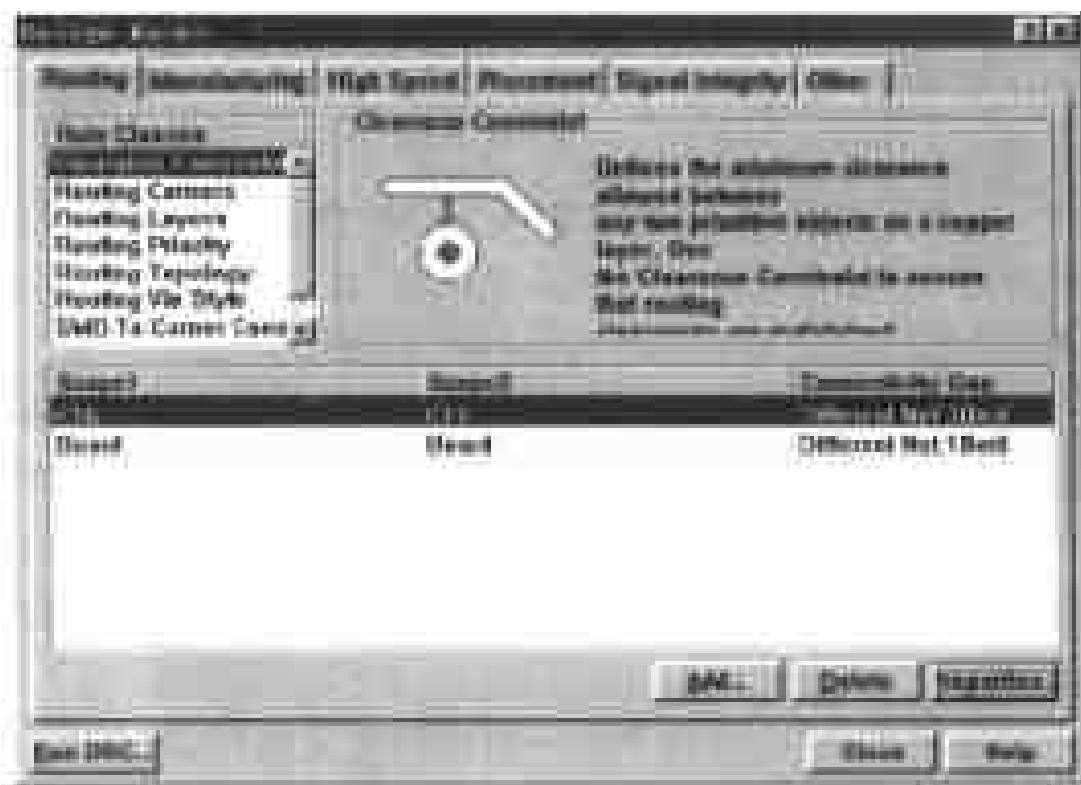


图 9-3 新定义的安全间距规则显示在对话框中

注意：如果用户想要删除某条设计规则，只需要在图 9-3 所示的对话框的方框中单击要删除的设计规则，然后单击 Delete 命令按钮即可。如果用户想要重新编辑设计规则，只需要在对话框的方框中选中设计规则，然后单击 Properties 命令按钮，即可在弹出的对话框中重新设置这条规则。

9.1.2 设置转角方式

为了在布线的时候尽量避免尖角，需要在板图中布线时设置导线的转角方式，操作步骤如下：

(1) 选择 Design > Rules，在弹出的对话框中单击 Routing 标签，在对话框中显示设置布线规则的选项，然后在 Rule Classes 选项的列表框中单击 Routing Corners，此时的对话框如图 9-4 所示。

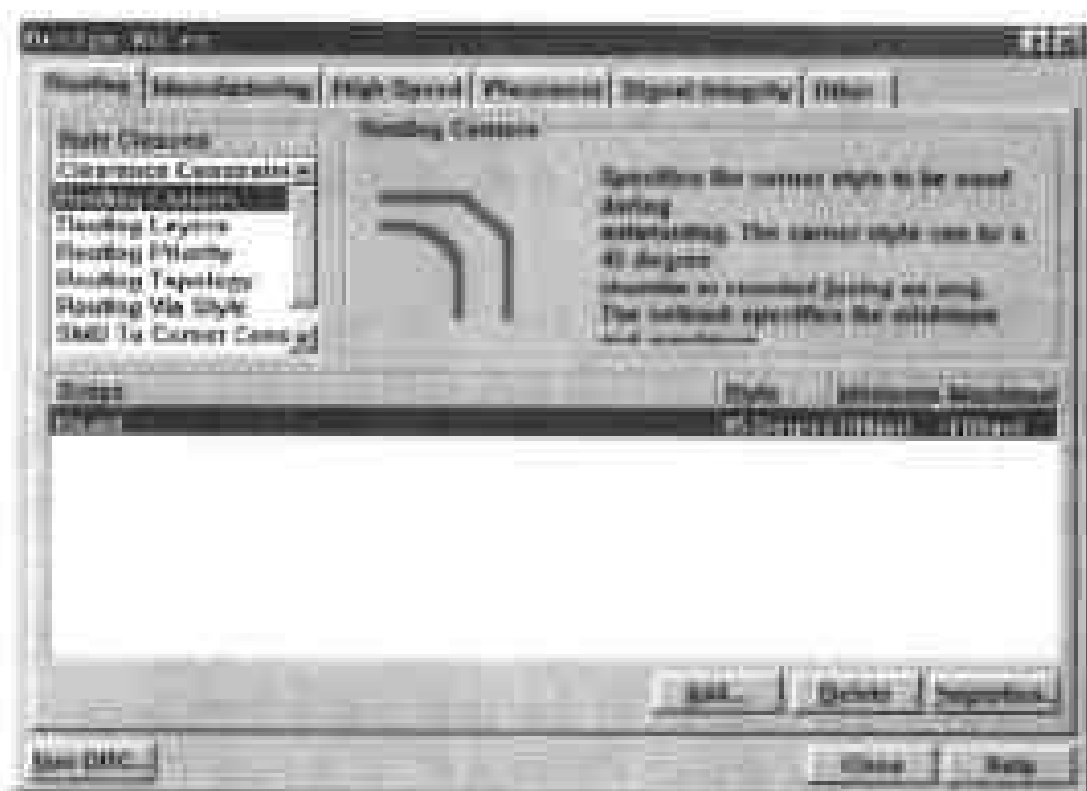


图 9-4 选择 Routing Corners

(2) 单击对话框底部的 Add 命令按钮，弹出如图 9-5 所示的对话框，供用户设置新的转角方式规则。

(3) 在对话框左边单击 All 小标签中的 Filter kind 选项的下拉列表框，在弹出的下拉列表中提供了若干选项，供用户决定要对哪种类型的对象设置转角规则，各个选项所对应的对象类型如下：

- Whole Board——选择此选项，则所设置的规则适用于整块电路板。
- Layer——选择此选项，则在 Filter kind 下拉列表框下面又出现一个 Layer 下拉列表框，供用户选择板层，所设置的规则将适用于用户指定的板层。
- Net Class——选择此选项，则在 Filter kind 下拉列表框下面又出现一个 Net Class 下拉列表框，供用户指定网络分类，用户所设置的转角方式将适用于指定的网络分类。
- Net——选择此选项，则在 Filter kind 下拉列表框下面出现一个 Net 下拉列表框，供用户指定网络，所设置的转角方式将适用于用户指定的网络。

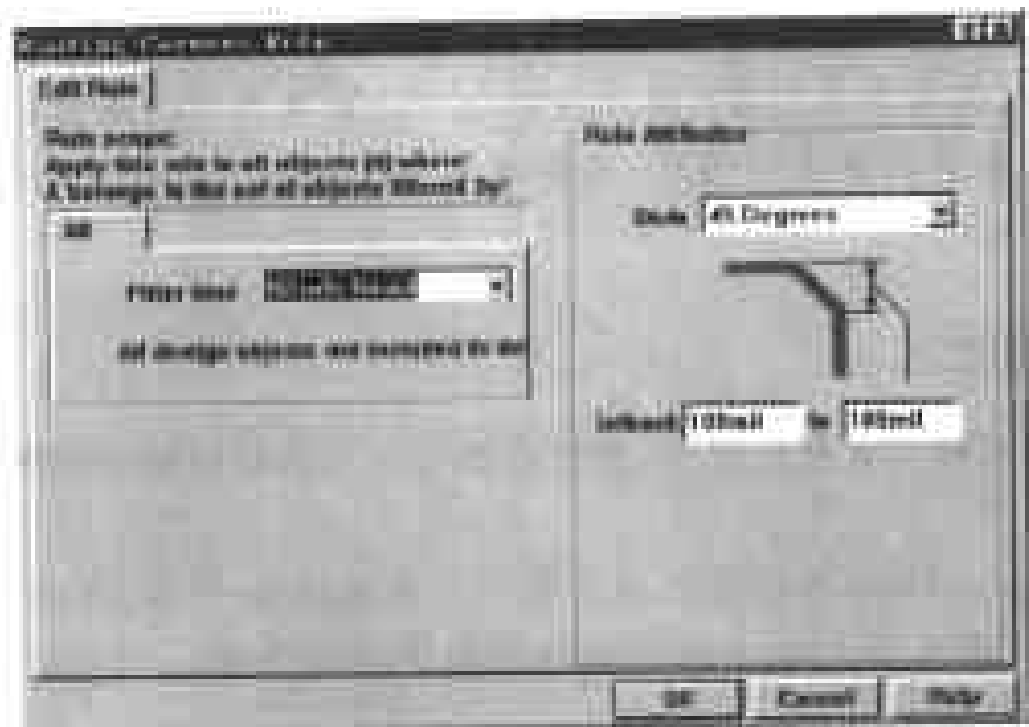


图 9-5 设置转角方式的对话框

• From-To Class——选择此选项,将在 Filter kind 下拉列表框下面显示一个 From-To Class 下拉列表框,供用户指定节点对节点分类,并且用户所设置的规则将适用于指定的节点对节点分类。

• From-To——选择此选项,将在 Filter kind 下拉列表框下面出现一个 From-To 下拉列表框,供用户指定节点对节点,则用户所设置的规则将适用于指定的节点对节点。

• Region——选择此选项,则在 Filter kind 下拉列表框下面显示 4 个输入框,在其中输入数值,确定所选区域的两个对角顶点的坐标,从而确定一个区域范围,用户所设置的转角方式将适用于这个指定的区域。

(4) 在 Filter kind 选项的下拉列表框中选择 Whole Board,指定转角方式规则适用于整块电路板,该选项的设置将反映在图 9-4 所示对话框下部方框的 Scope 栏中。

(5) 在对话框右边单击 Style 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中提供了 90 Degrees, 45 Degrees 和 Rounded 3 个选项,供用户设置转角形式。从下拉列表框中选择其中的任意一个选项时,在 Style 下拉列表框的下方将显示出对应的说明图案。

(6) 在 Style 选项的下拉列表框中选择 45 Degrees,该选项的设置将反映在图 9-4 所示对话框下部方框的 Style 栏中。

(7) 此时在说明图案的下方出现两个输入框,在 Setback 选项的输入框中输入数值,即可设置转角高度的最小值,此选项的设置对应于如图 9-4 所示对话框下部方框的 Minimum 栏。

(8) 在 to 选项的输入框中输入数值,即可设置转角高度的最大值,此选项的设置对应于如图 9-4 所示对话框下部方框的 Maximum 栏。

(9) 设置好对话框中的各个选项之后,单击 OK 命令按钮,返回如图 9-4 所示的对话框,在对话框下部的方框中显示出了用户设置的结果。

注意: 在如图 9-5 所示的对话框中单击 Style 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中选择 45 Degrees 和 Rounded 的时候,在对话框中就会显示出 Setback 和 to 这两个选项;而选择 90 Degrees 的时候,则不显示这两个选项。另外,当用户在 Style 下拉列表框中选择 45

Degrees 时,通过 Setback 和 to 选项设置的是转角的高度;而当用户选择 Rounded 时,通过 Setback 和 to 选项设置的是转角的半径。

9.1.3 设置布线板层

如果用户需要设计双面板或者两层以上的电路板,就要设置布线板层的规则,设置方法如下:

(1) 选择 Design > Rules,弹出 Design Rules 对话框,在对话框中单击 Routing 标签,显示设置布线设计规则的选项。在对话框的 Rule Classes 列表框中单击 Routing Layers,设置布线板层。

(2) 此时 Design Rules 对话框下部的方框中只有 Scope 和 Layers 两栏,如图 9-6 所示。

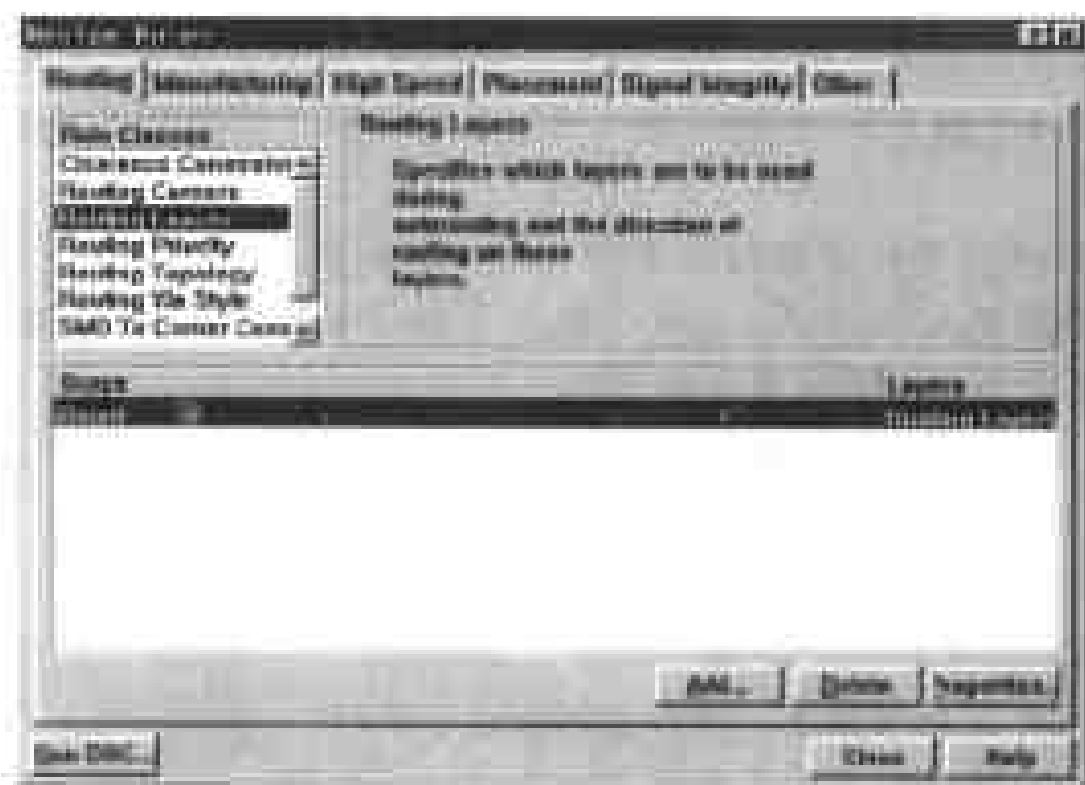


图 9-6 选择 Routing Layers

(3) 在对话框底部单击 Add 命令按钮,设置新的规则,弹出如图 9-7 所示的对话框。

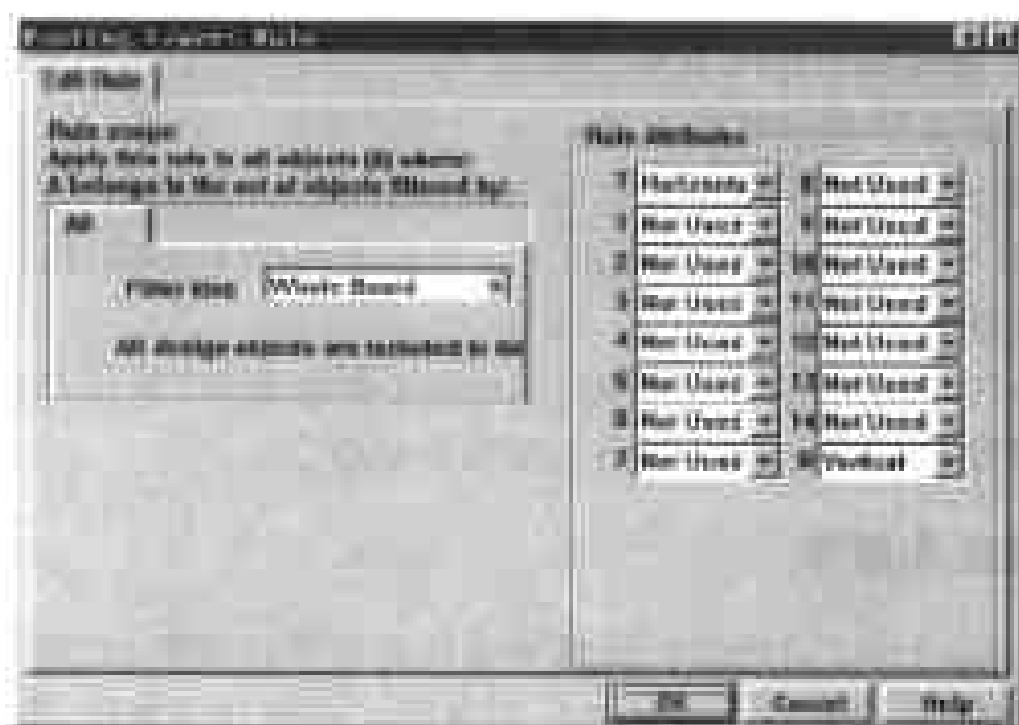


图 9-7 设置布线板层的对话框

在此对话框左边单击 Filter kind 下拉列表框,在弹出的下拉列表中包含以下选项:

- Whole Board——选择此选项,则整块电路板都适用此规则。
- Net Class——该选项可设定网络分类的布线板层,选择此选项后,在 Filter kind 下拉列表框下面出现一个 Net Class 选项,供用户指定所要设定布线板层的网络分类。
- Net——该选项可设定某网络的布线板层,选择此选项后,在 Filter kind 下拉列表框下面出现一个 Net 选项,供用户指定所要设定布线板层的网络。
- From-To Class——该选项可设定节点对节点分类的布线板层,选择此选项之后,在 Filter kind 下拉列表框下面将出现一个 From-To Class 选项,供用户指定布线本层的节点对节点分类。
- From-To——该选项可设定节点对节点的布线板层,选择此选项后,将在 Filter kind 下拉列表框下面出现 From-To 下拉列表框,供用户指定所要设定布线板层的节点对节点。
- Region——该选项可指定某一区域为适用范围,选择此选项后,将在 Filter kind 下拉列表框下面显示 4 个输入框,供用户输入所选区域的两个对角顶点的位置坐标,指定适用规则的区域。

(4) 在 Filter kind 选项的下拉列表框中选择 Whole Board,设置整块电路板适用此规则。在对话框右边的 Rule Attributes 选区中包含了 16 个选项,供用户设定布线板层,其中任何一个选项的下拉列表中都提供了如下的选项:

- Not Used——不使用该板层。
- Horizontal——该板层采用水平走线。
- Vertical——该板层采用垂直走线。
- Any——该板层采用任意走线。
- 10° Clock——该板层采用一点钟方向走线。
- 20° Clock——该板层采用二点钟方向走线。
- 30° Clock——该板层采用三点钟方向走线。
- 40° Clock——该板层采用四点钟方向走线。
- 45 Up——该板层采用向上 45°方向走线。
- 45 Down——该板层采用向下 45°方向走线。
- Fan Out——该板层采用扇出走线。

(5) 以设计双面板为例,单击 T 选项的下拉列表框,从弹出的下拉列表中选择 Horizontal;单击 B 选项的下拉列表框,从弹出的下拉列表中选择 Vertical;Rule Attributes 选区中的其他 14 个选项均设置为 Not Used。

(6) 设置好此对话框中的各个选项后,单击 OK 命令按钮,返回如图 9-6 所示的对话框,用户定义的设计规则将显示在对话框下部的方框中。

9.1.4 设置布线优先顺序

用户可以在 Design Rules 对话框中设置布线优先顺序的规则,此时对话框下部的方框中只包含 Scope 和 Priority 两栏。以设置某一网络的优先级顺序为例,操作步骤如下:

(1) 选择 Design > Rules,弹出 Design Rules 对话框,在对话框中单击 Routing 标签,显示

设置布线规则的选项,然后在 Rule Classes 列表框中单击 Routing Priority,此时的对话框如图 9-8 所示。

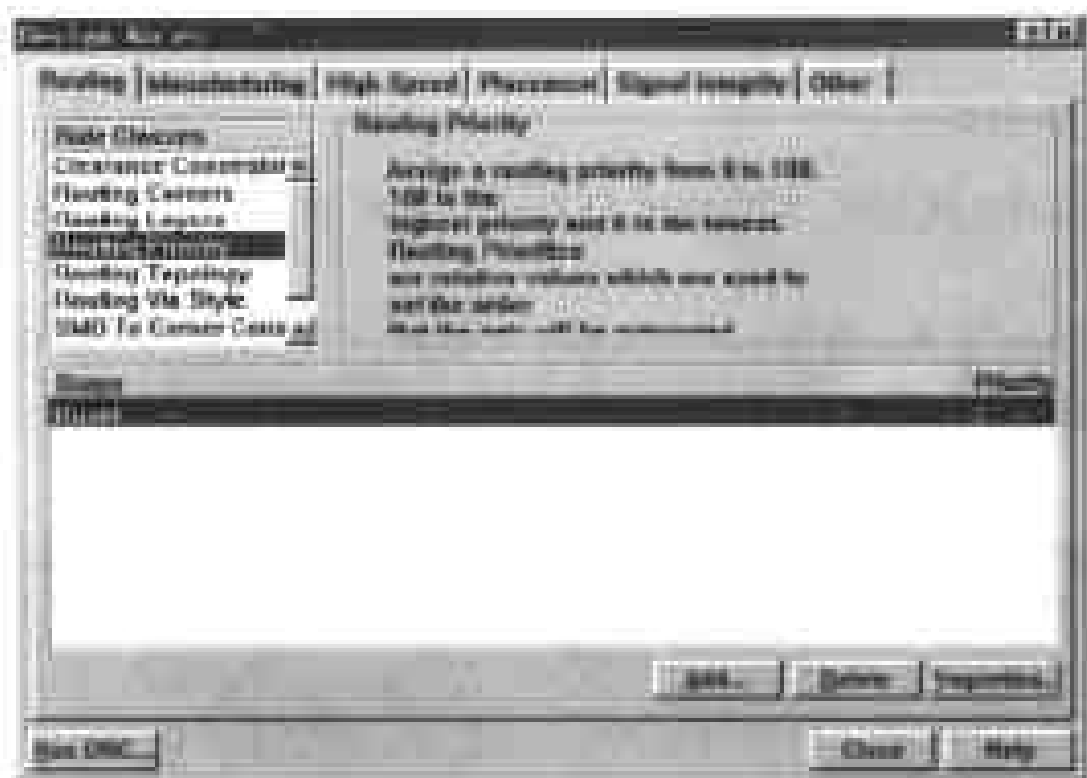


图 9-8 选择 Routing Priority

(2) 在对话框底部单击 Add 命令按钮,弹出如图 9-9 所示的对话框。在该对话框左边单击 Filter kind 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中提供了 5 个选项:Whole Board, Net Class, Net, From-To Class 和 From-To,供用户设定对哪种类型的对象设置布线优先等级,此选项的设置情况将在图 9-8 所示对话框下部方框的 Scope 栏中显示出来。

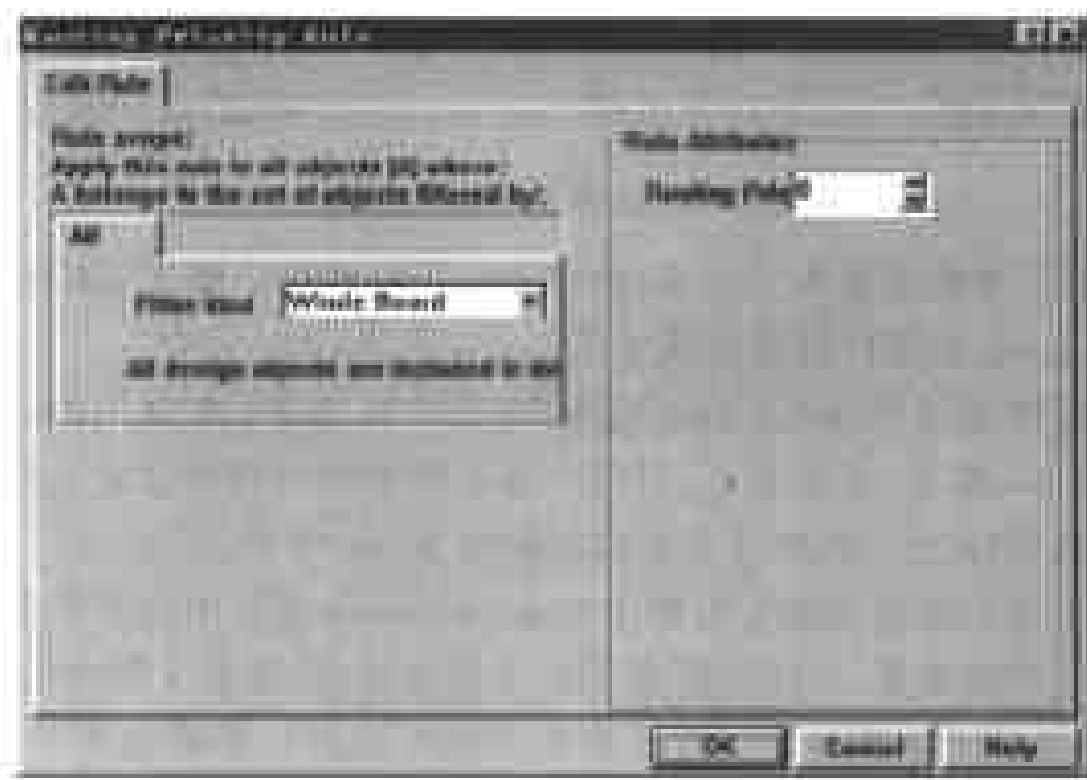


图 9-9 设置布线优先顺序的对话框

(3) 单击 Filter kind 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中选择 Net,然后在下面新出现的 Net 选项的下拉列表框中选择要进行设置的网络。

(4) 在对话框右边单击 Routing Priority 选项输入框中的微调按钮,即可设置布线的优先等级,此选项的取值范围为 0 ~ 100,0 为最低优先级,100 为最高优先级。此选项的设置

情况将反映在图 9-8 所示对话框下部方框的 Priority 栏中。

(5) 设置好对话框中的各个选项之后,单击 OK 命令按钮,返回如图 9-8 所示的对话框,此时用户的设置情况将显示在对话框下部的方框中。

9.1.5 设置走线方式

采用比较合理的走线方式,可以在进行自动布线时获得比较好的效果。设置走线方式的操作方法如下:

(1) 选择 Design > Rules,弹出 Design Rules 对话框,在对话框中单击 Routing 标签,显示设置布线规则的选项,然后在 Rule Classes 列表框中单击 Routing Topology,此时的对话框如图 9-10 所示。

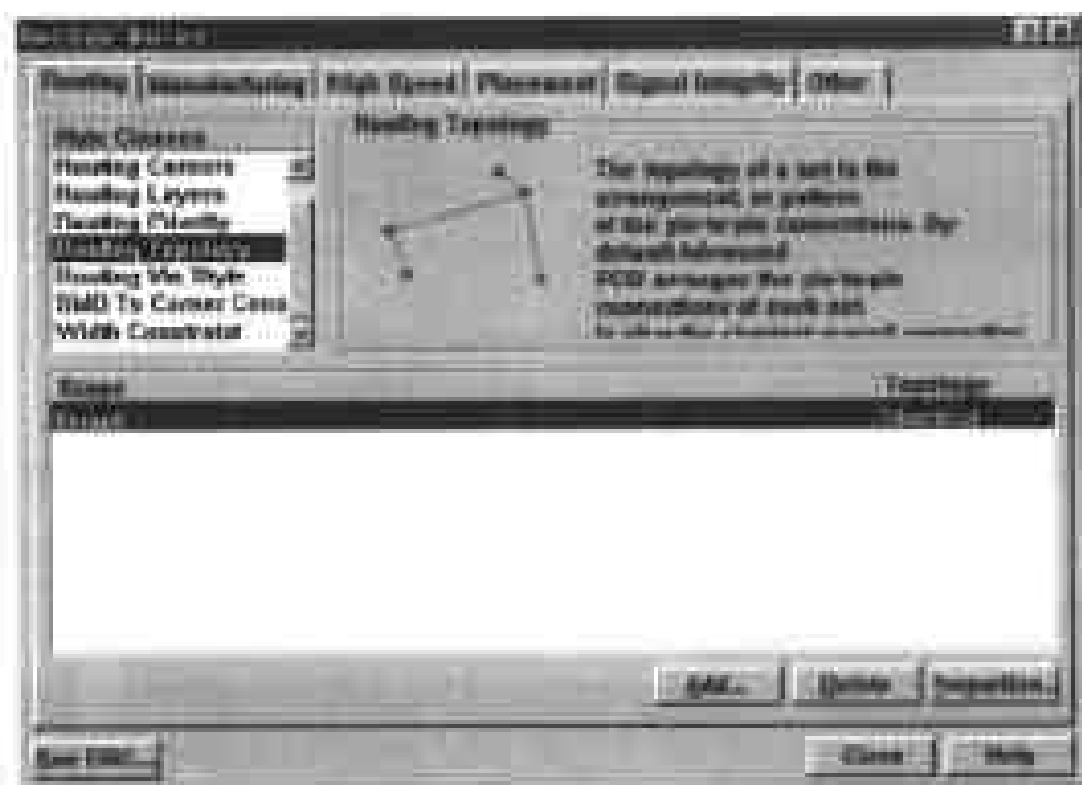


图 9-10 选择 Routing Topology

(2) 在对话框下部的方框中只有 Scope 和 Topology 两栏。单击 Add 命令按钮,弹出如图 9-11 所示的对话框,供用户设置走线方式。

(3) 单击对话框左边的 Filter kind 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中包含 Whole Board, Net Class 和 Net 3 个选项,供用户设定要对哪些网络设定走线模式,此选项的取值将反映在如图 9-10 所示的对话框下部方框的 Scope 栏中。

(4) 在图 9-11 所示的对话框右边单击 Rule Attributes 选区中的下拉列表框,在弹出的下拉列表中提供了 7 种选项,供用户设置不同的走线模式,选择了其中的某一种走线模式之后,在此下拉列表框下面就显示出对所选的走线模式进行说明的图案,如图 9-11 所示。这 7 个选项分别对应的走线模式如下:

- Shortest——采用最短路径走线。
- Horizontal——采用水平优先走线。
- Vertical——采用垂直优先走线。
- Daisy-Simple——采用简单的菊花链走线。
- Daisy-MidDriven——采用由中间向外的菊花链走线。

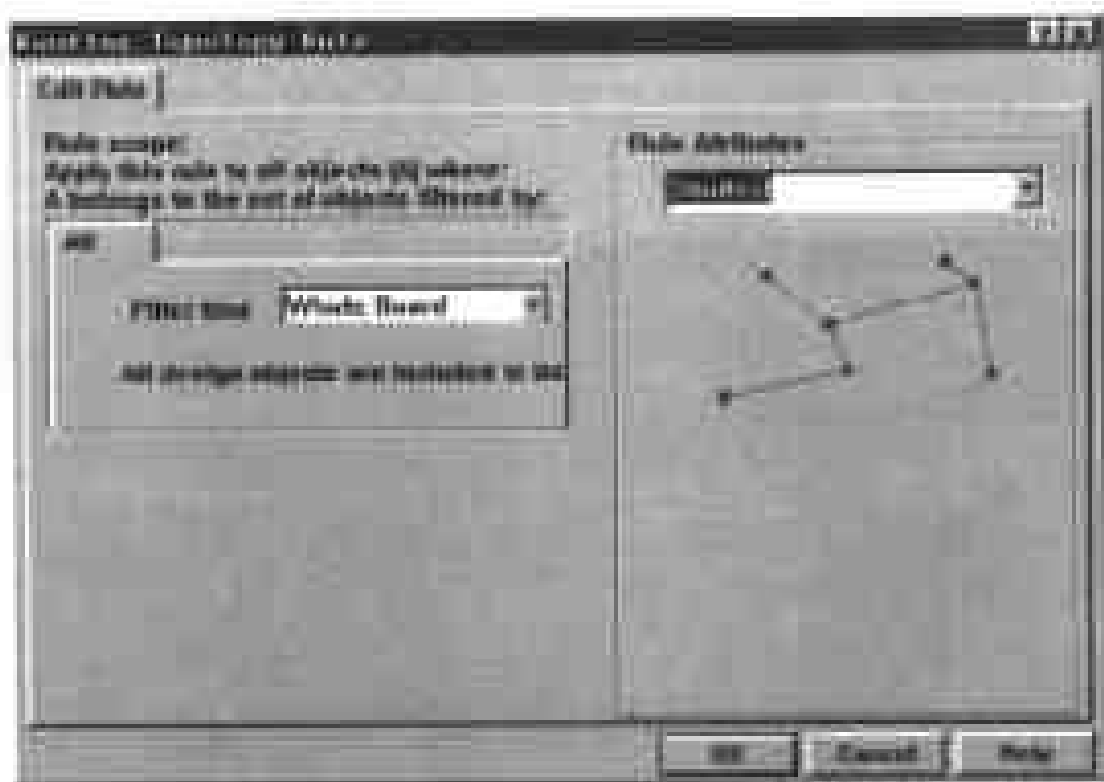


图 9-11 设置走线方式的对话框

- Daisy-Balanced——采用平衡式菊花链走线。
- Starburst——采用放射状走线。

(5) 在 Rule Attributes 选区的下拉列表框中指定了走线模式之后,单击 OK 命令按钮,返回 Design Rules 对话框,用户所做的设置将在此对话框下部的方框中显示出来。

9.1.6 设置过孔形式

在 Design Rules 对话框中用户还可以设置过孔形式,这一规则规定了过孔的宽度、钻孔孔径、过孔样式等属性,设置过孔形式规则的方法如下:

(1) 选择 **Design > Rules**, 弹出 **Design Rules** 对话框, 在对话框中单击 **Routing** 标签, 显示设置布线规则的选项, 然后在 **Rule Classes** 列表框中单击 **Routing Via Style**, 此时的 **Design Rules** 对话框如图 9-12 所示。

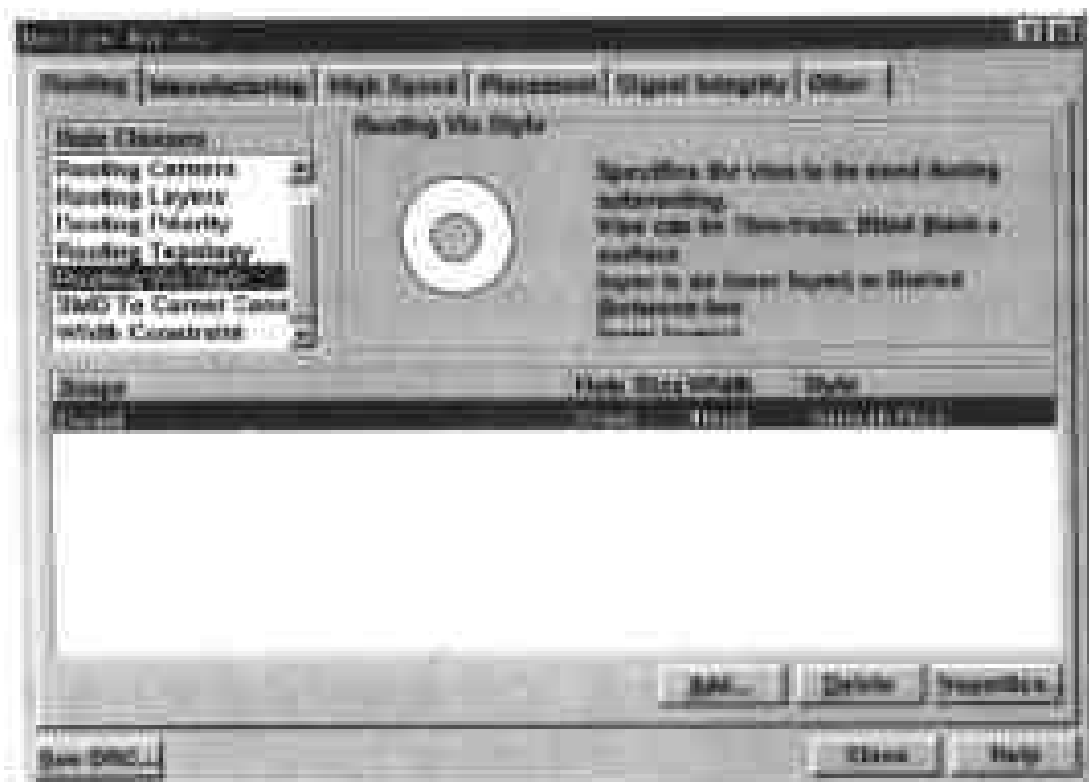


图 9-12 图例 Mounting Via Style

(2) 在这一对话框下部的方框中包含了 4 个选项,分别对应于此规则的适用范围、钻孔孔径、过孔宽度、过孔样式。如果用户需要设置新的规则,可以单击对话框底部的 Add 命令按钮,弹出如图 9-13 所示的对话框。

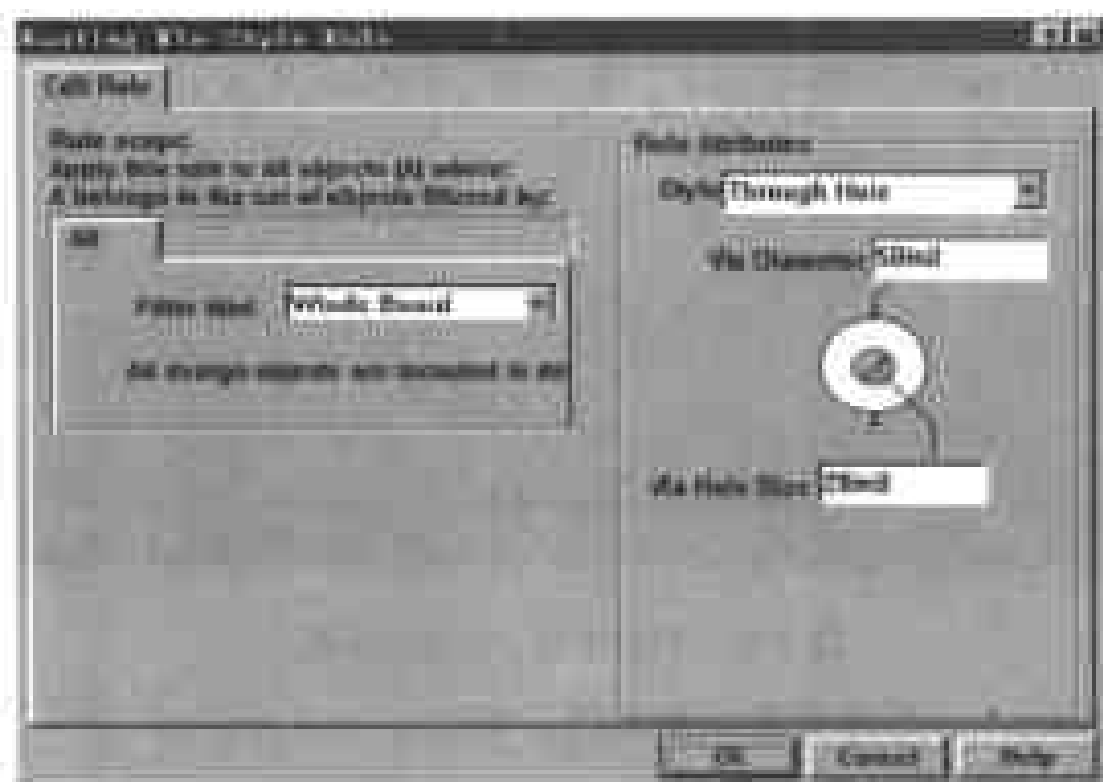


图 9-13 设置过孔形式的对话框

(3) 在对话框左边单击 Filter kind 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中提供了 Whole Board, Net Class, Net, From-To Class, From-To 和 Region 6 个选项,供用户设定要规范哪个范围内的过孔,此选项的取值将反映在 Design Rules 对话框下部方框的 Scope 栏中。

(4) 在对话框右边的 Rule Attributes 选区中单击 Style 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中提供了 3 个选项,供用户设置过孔形式:

- Through Hole——穿透式过孔。
- Blind Buried(Adjacent Layers)——半隐藏式过孔。
- Blind Buried(Any Layer Pair)——隐藏式过孔。

(5) 在 Style 选项的下拉列表框中选择 Through Hole,此选项的取值对应于 Design Rules 对话框下部方框的 Style 栏。

(6) 在 Via Diameter 选项的输入框中输入数值,设置过孔直径,单位是 mil,此选项的设置如图 9-12 所示对话框下部方框中对应着 Width 栏。

(7) 在 Via Hole Size 选项的输入框中输入数值,设置钻孔的直径,单位也是 mil,它的取值在图 9-12 所示对话框下部的方框中对应着 Hole Size 栏。

(8) 设置好各个选项后,单击 OK 命令按钮,返回 Design Rules 对话框,用户所设定的规则就显示在对话框下部的方框中。

9.1.7 设置 SMD 元件与走线的距离

在实际生产中,元件可以分为两大类,即传统的插针式元件和表面贴着式元件(SMD)。传统的插针式元件体积较大,必须在电路板上钻孔才能安置元件,钻好孔后,插入元件,再喷锡或者手焊,制作成本较高。而如果采用体积较小的 SMD 元件,则不必钻

孔,利用钢模将半熔状的锡膏倒在电路板上,再把 SMD 元件放上去就可以焊接在电路板上,但这种技术主要靠机器完成,不可能在实验室中使用。目前比较新的工业设计往往采用 SMD 元件,这样就需要在设计电路板的时候,设置布线规则,规定 SMD 元件到走线转角间的最小距离。设置此规则的步骤如下:

(1) 选择 Design > Rules,弹出 Design Rules 对话框,在对话框中单击 Routing 标签,显示设置布线规则的选项,然后在 Rule Classes 列表框中单击 SMD To Corner Constraint。

(2) 此时在 Design Rules 对话框下部的方框中只包含 Scope 和 Distance 两栏,并且没有显示任何系统预置的规则。

(3) 单击对话框底部的 Add 命令按钮,弹出如图 9-14 所示的对话框,供用户设置新的规则。

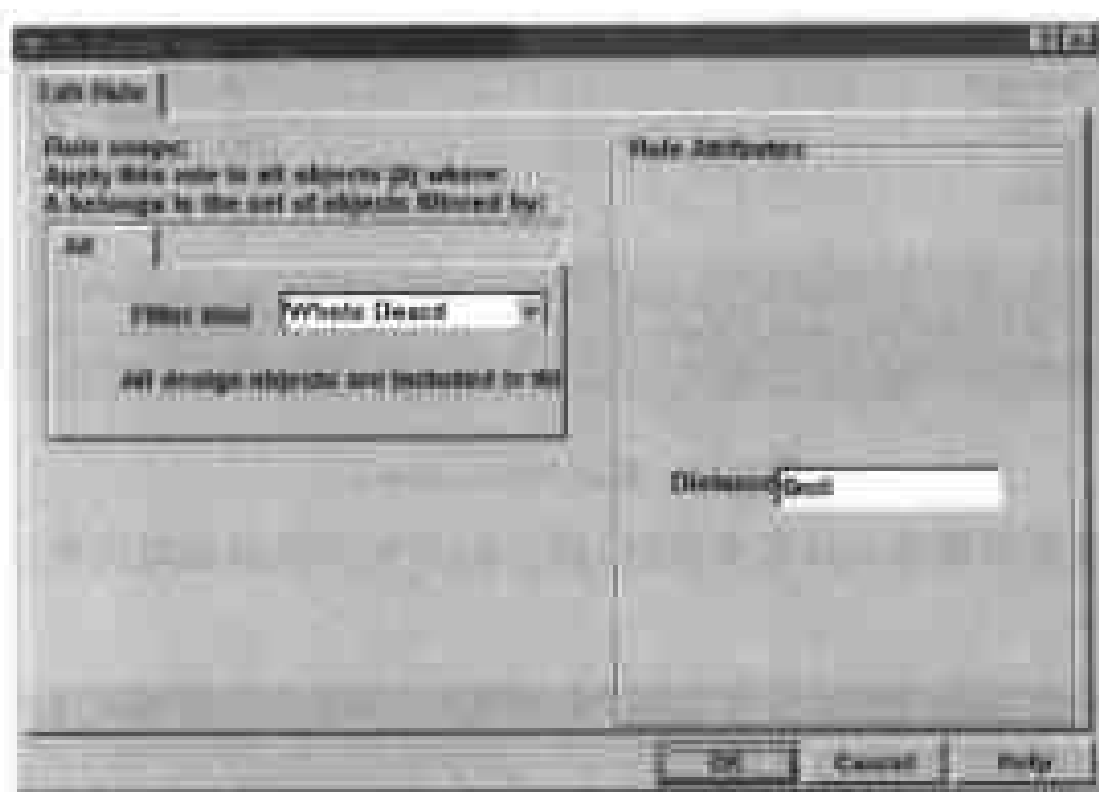


图 9-14 设置 SMD 元件与走线间距的对话框

(4) 在对话框左边单击 Filter kind 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中提供了 Whole Board, Layer, Net Class, Net, From-To Class, From-To 和 Region 7 个选项,供用户设定规范 SMD 元件到走线转角间的最小距离限制的适用范围,此选项的取值将反映在 Design Rules 对话框下部方框中的 Scope 栏中。

(5) 在对话框右边的 Distance 选项输入框中输入数值,即可指定 SMD 焊盘与走线转角之间的最小间距,它的单位为 mil,此选项的取值对应于 Design Rules 对话框下部方框的 Distance 栏。

(6) 在对话框中设置了各个选项后,单击 OK 命令按钮,返回 Design Rules 对话框,用户新设定的规则将显示在对话框下部的方框中,单击 Design Rules 对话框底部的 Close 命令按钮,返回工作窗口,完成这一布线设计规则的设置。

9.1.8 设置走线的粗细

设计电路板的时候,系统默认的线宽为 10 mil,这在大多数情况下太细了,因此用户有时需要重新设置走线粗细的规则,具体的操作方法如下:

(1) 选择 Design > Rules, 弹出 Design Rules 对话框, 在对话框中单击 Routing 标签, 显示设置布线规则选项, 然后在 Rule Classes 列表框中单击 Width Constraint。

(2) 此时的对话框如图 9-15 所示, 在对话框下部的方框中包含 Scope(适用范围)、Minimum(最小走线限制)、Maximum(最大走线限制)三栏。

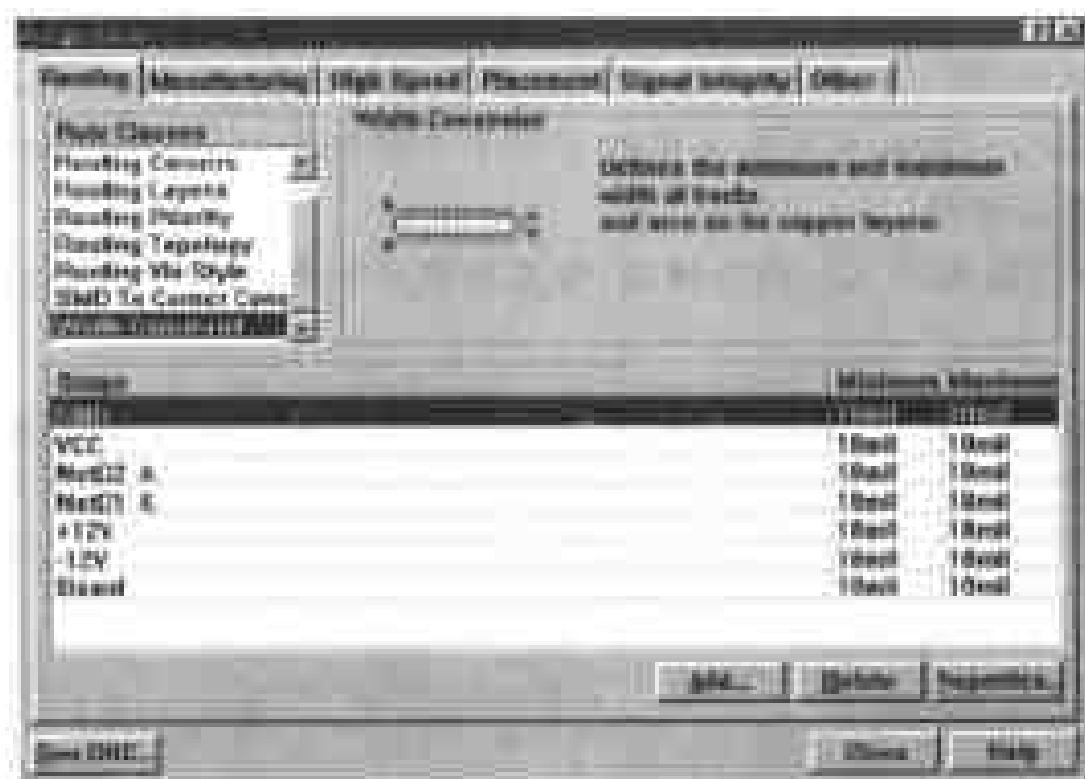


图 9-15 选择 Width Constraint

(3) 在对话框底部单击 Add 命令按钮, 弹出如图 9-16 所示的对话框, 供用户设置新的走线粗细的规则。

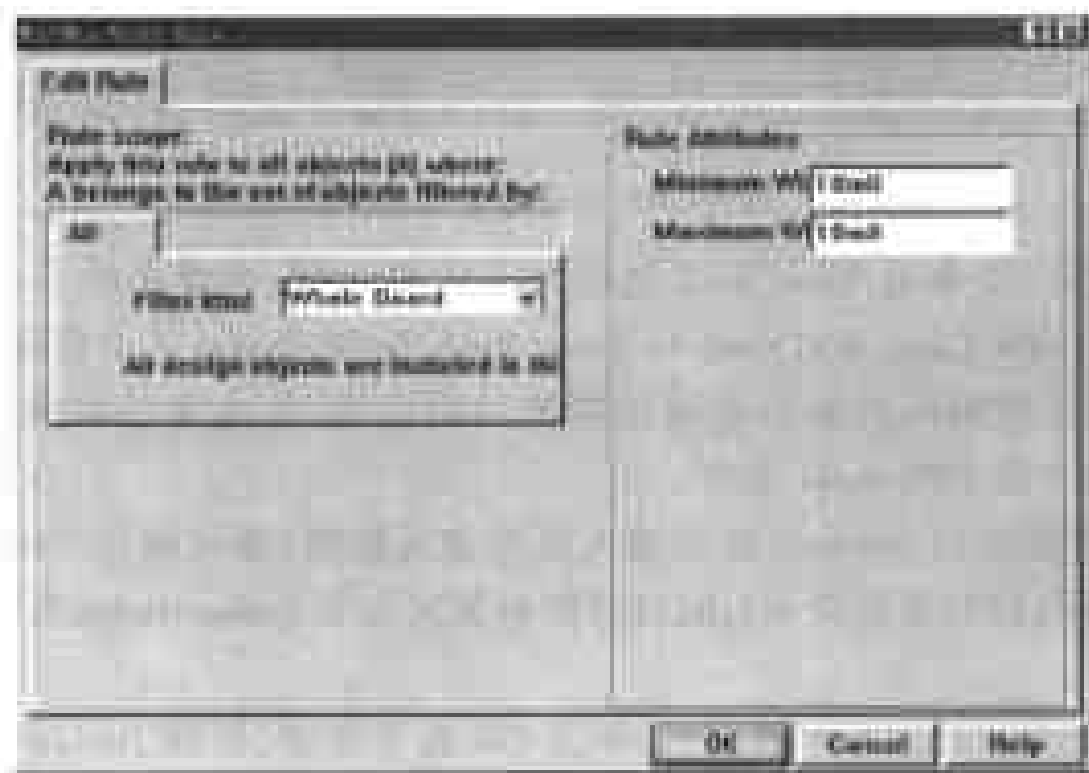


图 9-16 设置走线粗细的对话框

(4) 在对话框左边单击 Filter kind 选项的下拉列表框, 在弹出的下拉列表中提供了 Whole Board, Layer, Net Class, Net, From-To Class, From-To 和 Region 7 个选项, 供用户设定规范走线宽度的适用范围, 此选项的取值将反映在 Design Rules 对话框下部方框的 Scope 栏中。

(5) 在对话框右边的 Minimum Width 和 Maximum Width 选项的输入框中分别输入数值,设置导线的最小宽度和最大宽度,它们的单位都是 mil,这两个选项的取值将分别反映在 Design Rules 对话框下部方框的 Minimum 和 Maximum 栏中。

(6) 设置好对话框中的选项之后,单击 OK 命令按钮,返回 Design Rules 对话框,用户新设定的规则就显示在对话框下部的方框中,单击 Close 命令按钮,返回工作窗口,完成走线宽度的设置。

9.2 电路板制作规则

前面介绍了在布线设计时需要设定的规则,下面逐一介绍将会影响到电路板制作的设计规则。

9.2.1 设置走线与走线间的夹角

在制作电路板时,如果走线与走线之间的夹角小于 90° ,则在进行蚀刻时会使药剂残留在走线之间的夹角中,形成过度蚀刻。因此,用户可以设定规则来规范走线与走线之间夹角的大小,防止过度蚀刻的情况出现,设定这一规则的步骤如下:

(1) 选择 Design > Rules,在弹出的 Design Rules 对话框中单击 Manufacturing 标签,此时的对话框如图 9-17 所示。

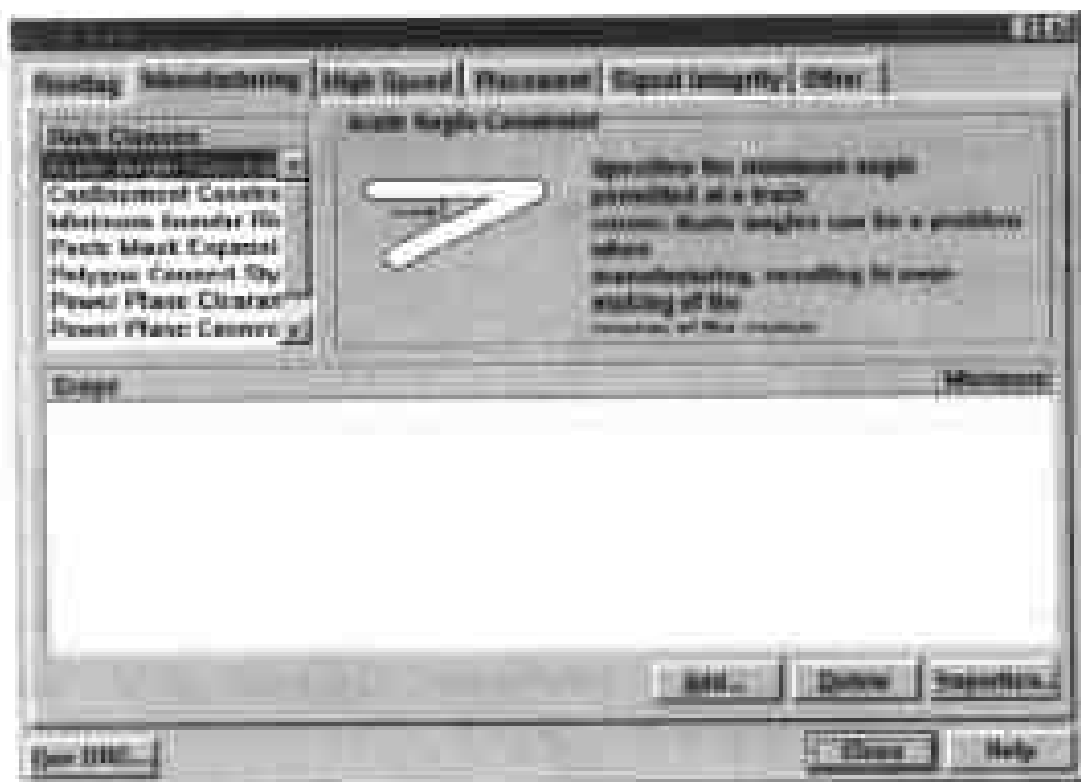


图 9-17 选择 Acute Angle Constraint

(2) 在对话框的 Rule Classes 选项的列表框中包含了所有能够影响电路板制作的设计规则,从中选择 Acute Angle Constraint,设置走线与走线之间的夹角。因为 Protel 99 没有提供预置的规则,因此对话框下部的方框中一片空白。

(3) 单击对话框底部的 Add 命令按钮,弹出如图 9-18 所示的对话框,在此对话框中用户可以设置新的走线与走线夹角的规则。

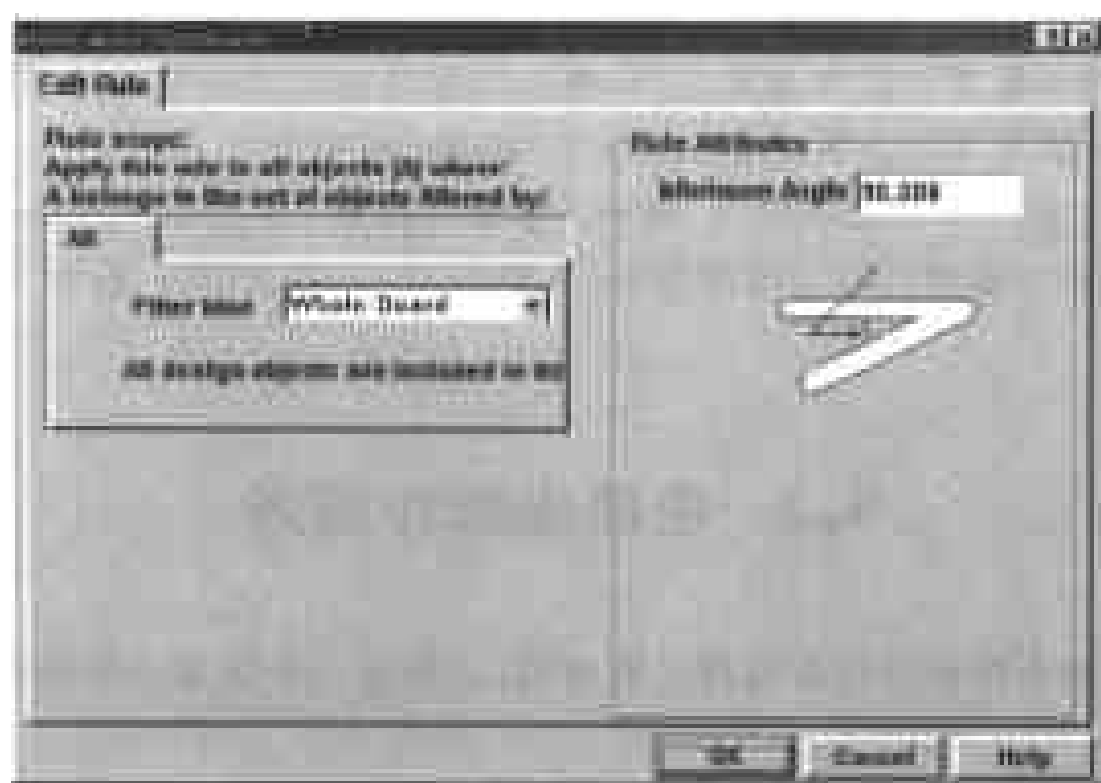


图 9-18 设置走线之间夹角的对话框

(4) 在对话框左边单击 Filter kind 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中包含 Whole Board, Layer, Net Class, Net, From-To Class, From-To 和 Region 7 个选项,供用户设定此规则的适用范围,此下拉列表框中的取值将反映在 Design Rules 对话框下部方框的 Scope 栏中。

(5) 在对话框右边的 Minimum Angle 选项的输入框中输入数值,即可指定走线与走线之间的最小夹角,默认的取值为 90° ,此选项的取值将反映在 Design Rules 对话框下部方框的 Minimum 栏中。

(6) 设置了对话框中的选项之后,单击 OK 命令按钮,返回 Design Rules 对话框,用户所设置的新规则将显示在对话框下部的方框中。单击 Close 命令按钮,返回工作窗口,完成走线之间夹角规则的设置。

9.2.2 设置对象所在区域

通过设置这一规则,可以规定 PCB 图中的对象在某一指定的区域内或区域外。设置这一规则的步骤如下:

(1) 选择 Design > Rules,在弹出的 Design Rules 对话框中单击 Manufacturing 标签,然后在对话框中的 Rule Classes 列表框中单击 Confinement Constraint,由于 Protel 99 并没有预置的设计规则,因此对话框下部的方框中是一片空白。

(2) 在对话框底部单击 Add 命令按钮,弹出如图 9-19 所示的对话框,供用户设置对象所在区域的规则。

(3) 在对话框左边单击 Filter kind 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中提供了若干选项,供用户设定此规则使用的范围,各个选项说明如下:

- Whole Board——选择此选项,可指定整块电路板都适用此规则。
- Layer——选择此选项,可在下面新出现的 Layer 下拉列表框中设定适用此规则的板层。

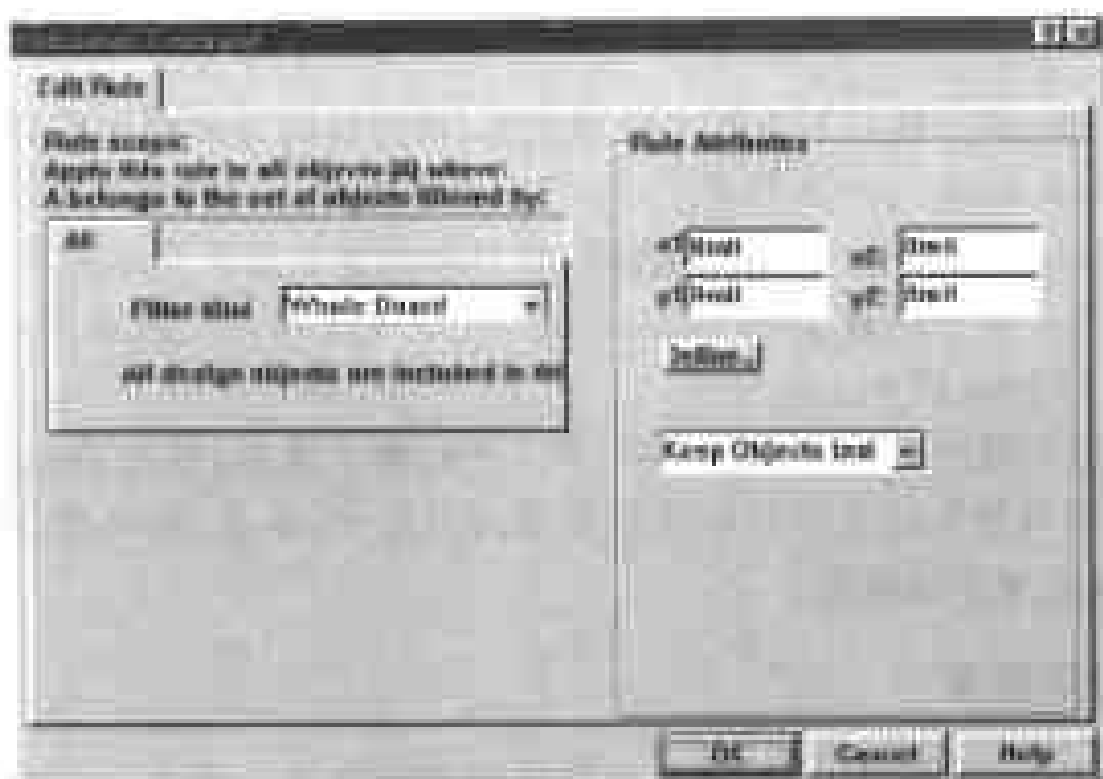


图 9-19 设置对象所在区域的对话框

- Object Kind——选择此选项,可在此下拉列表框下面显示出 5 个复选框,供用户选择适用此规则对象的类型。
- Component Class——选择此选项,可在此下拉列表框下面新出现的 Component Class 下拉列表框中指定适用此规则的元件分类。
- Component——选择此选项,可在此下拉列表框下面新出现的 Component 下拉列表框中指定适用此规则的元件。
- Net Class——选择此选项,可在此下拉列表框下面新出现的 Net Class 下拉列表框中指定适用此规则的网络分类。
- Net——选择此选项,可在此下拉列表框下面新出现的 Net 下拉列表框中指定适用此规则的网络。
- From-To Class——选择此选项,可在此下拉列表框下面新出现的 From-To Class 下拉列表框中指定适用此规则的节点对节点分类。
- From-To——选择此选项,可在此下拉列表框下面新出现的 From-To 下拉列表框中指定适用此规则的节点对节点。
- Pad——选择此选项,可在此下拉列表框下面新出现的 Pad 下拉列表框中指定适用此规则的焊盘。

(4) 在 Filter kind 下拉列表框中选择适当的选项,并在它下面新出现的选项中进行设置,指定此规则的适用范围,此设置将在 Design Rules 对话框下部方框的 Scope 栏中反映出来。

(5) 在对话框右边的 X1 和 Y1 选项的输入框中输入数值,设置指定区域的一个顶点的坐标,然后在 X2 和 Y2 选项的输入框中输入数值,设置指定区域对角线上的另一个顶点的坐标。用户所做的设置将反映在 Design Rules 对话框下部方框的 Region 栏中。

注意: 除了设置顶点坐标来定义区域以外,用户还可以在对话框中单击 Define 命令按钮,此时将切换到工作窗口中,而且鼠标箭头变为十字光标,用户在图纸中移动十字光

标,即可定义区域。

(6) 单击 Define 命令按钮下方的下拉列表框,在弹出的下拉列表中提供了两个选项:

- Keep Objects Inside——选择此选项,则对象放置在用户指定的区域之内。
- Keep Objects Outside——选择此选项,则对象放置在用户指定的区域之外。

(7) 在下拉列表框中选择 Keep Objects Inside,这一选项的设置将反映在 Design Rules 对话框下部方框的 Type 栏中。

(8) 设置好对话框中的各个选项之后,单击 OK 命令按钮,返回 Design Rules 对话框。用户所定义的新设计规则将显示在对话框下部的方框中,单击 Close 命令按钮,返回工作窗口,完成这一设计规则的设置。

9.2.3 设置铜环宽度

制作电路板时,如果铜环太小,钻孔时容易使铜环脱落。在 Protel 99 中,可以通过设计规则来限制过孔或焊盘的直径与其钻孔直径之间的最小值。设定铜环宽度的操作步骤如下:

(1) 选择 Design > Rules,在弹出的 Design Rules 对话框中单击 Manufacturing 标签,然后在对话框中的 Rule Classes 列表框中单击 Minimum Annular Ring,此时的对话框如图 9-20 所示。

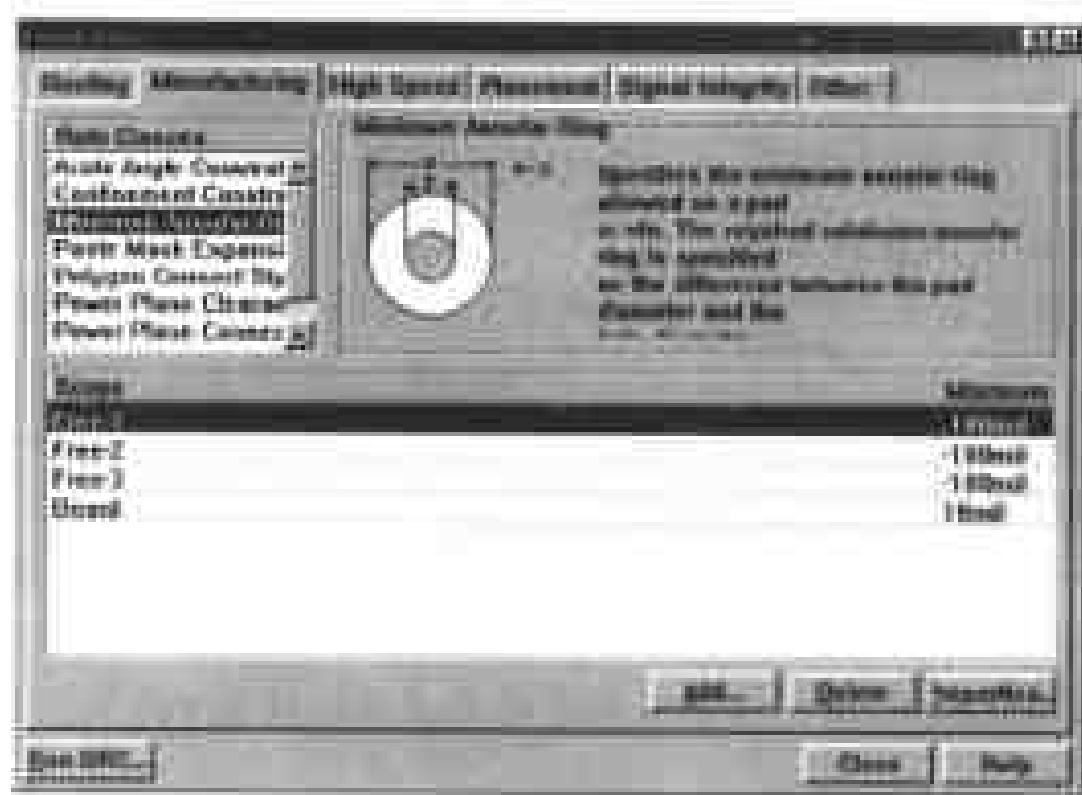


图 9-20 选择 Minimum Annular Ring

(2) 在对话框下部的方框中包含 Scope 和 Minimum 两栏,单击 Add 命令按钮,弹出如图 9-21 所示的对话框,供用户设置新的铜环宽度的设计规则。

(3) 在对话框左边单击 Filter kind 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中包含 Whole Board, Layer, Object Kind, Component Class, Component, Net Class, Net, From-To Class, From-To 和 Pad 这 10 个选项,供用户设置适用范围,它们的作用与前面介绍的相同,此选项的设置将反映在 Design Rules 对话框下部方框的 Scope 栏中。

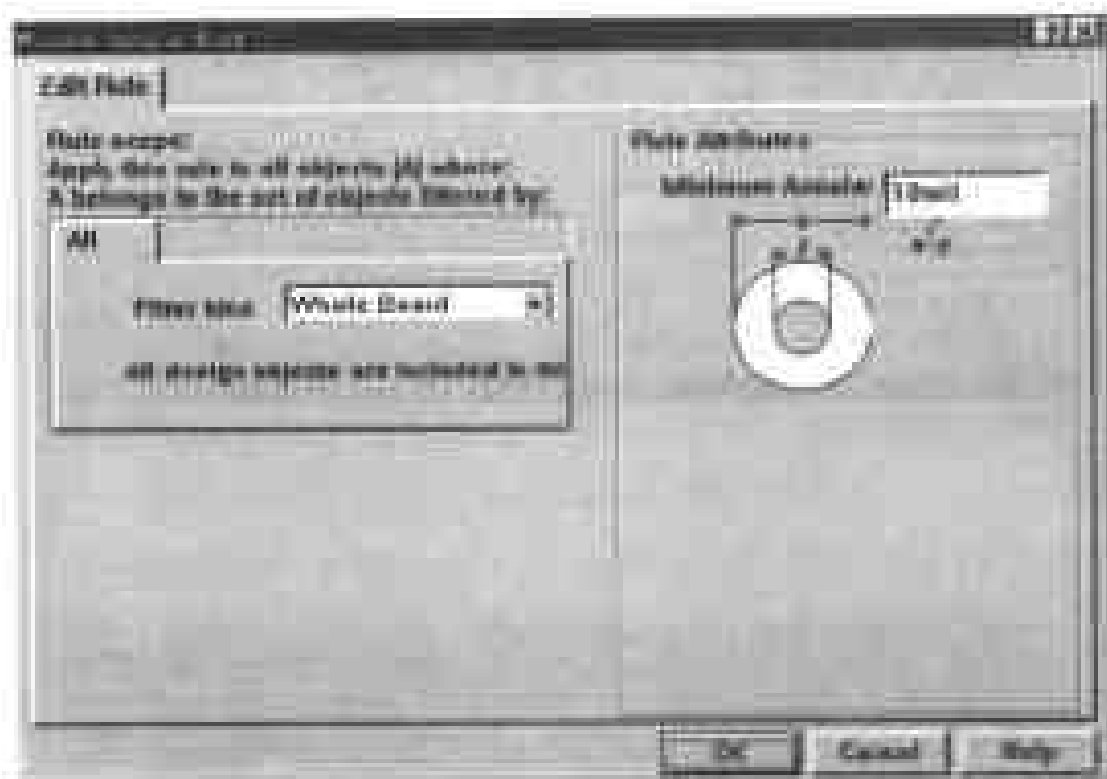


图 9-21 设置铜环的最小宽度的对话框

(4) 在对话框右边的 Minimum Annular Ring 选项的输入框中填入数值, 设置铜环的最小宽度, 单位为 mil, 此选项的取值将反映在 Design Rules 对话框下部方框的 Minimum 栏中。

(5) 设置好对话框中的各个选项之后, 单击 OK 命令按钮, 返回 Design Rules 对话框, 则用户所设置的新设计规则将显示在对话框下部的方框中。单击 Close 命令按钮, 返回工作窗口。

9.2.4 设置 SMD 焊盘的延伸量

SMD 焊盘的焊接方法与传统插针式焊盘的焊接方法不同, 进行 SMD 焊盘焊接时, 必须根据电路软件产生的锡膏层制成钢模, 而在钢模中, 挖空的部分就是 SMD 焊盘。焊接时先把钢模盖在电路板上, 然后将半熔状的锡膏倒入, 通过钢膜上挖空的部分附加于电路板上, 取下钢模后, 电路板上的焊盘即加上半熔状锡膏, 最后将 SMD 元件放上, 元件引脚吸收锡膏的残留温度, 使锡膏变成固态, 粘住引脚。而钢模上的 SMD 焊盘的大小与实际焊盘铜膜并不相同, 而是稍微小一点, 从而让锡膏有膨胀的空间。下面设置的就是这个空间的最小值, 操作步骤如下:

(1) 选择 Design > Rules, 在弹出的 Design Rules 对话框中单击 Manufacturing 标签, 然后在对话框中的 Rule Classes 列表框中单击 Paste Mask Expansion, 此时对话框如图 9-22 所示。

(2) 在对话框底部单击 Add 命令按钮, 弹出如图 9-23 所示的对话框, 供用户设置 SMD 焊盘延伸量的最小值。

(3) 在对话框左边单击 Filter kind 选项的下拉列表框, 在弹出的下拉列表中提供了 Whole Board, Layer, Object Kind, Component Class, Component, Net Class, Net 和 Pad 这 8 个选项, 供用户设定此规则的适用范围, 此选项的取值将反映在 Design Rules 对话框下部方框中的 Scope 栏中。这些选项的作用在前面都已经介绍过了, 这里就不赘述了。

(4) 在对话框右边的 Expansion 选项的输入框中输入数值, 设置 SMD 焊盘延伸量的最

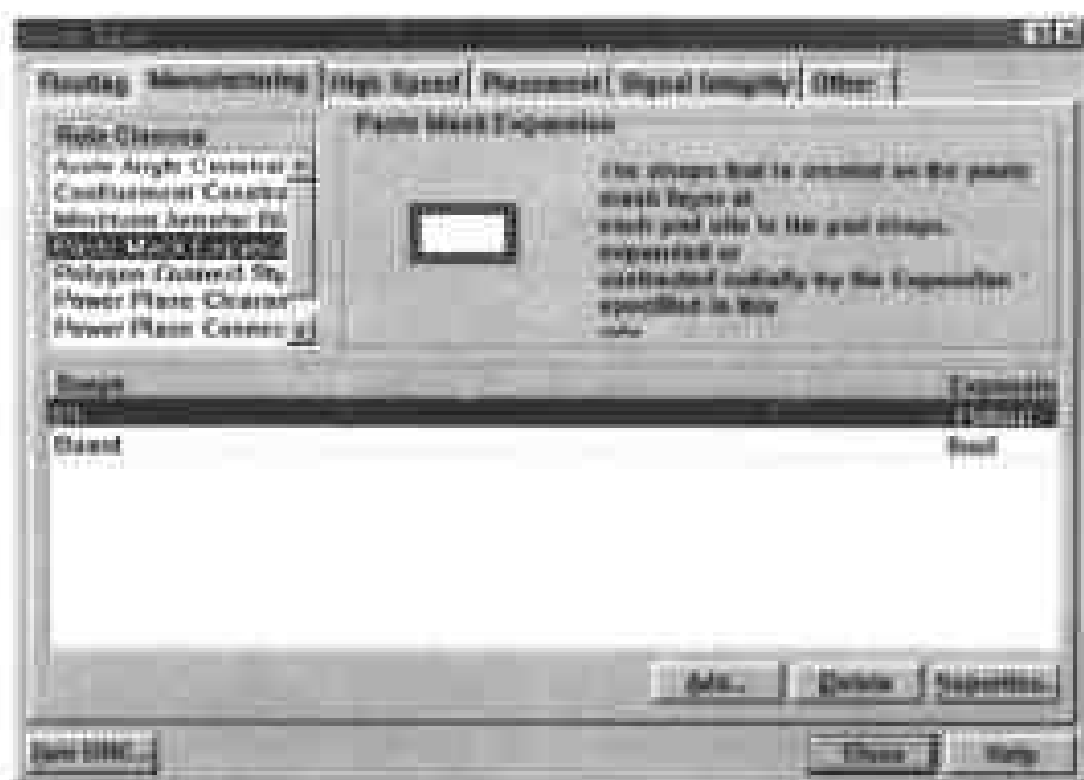


图 9-22 选择 Polygon Mask Expansion

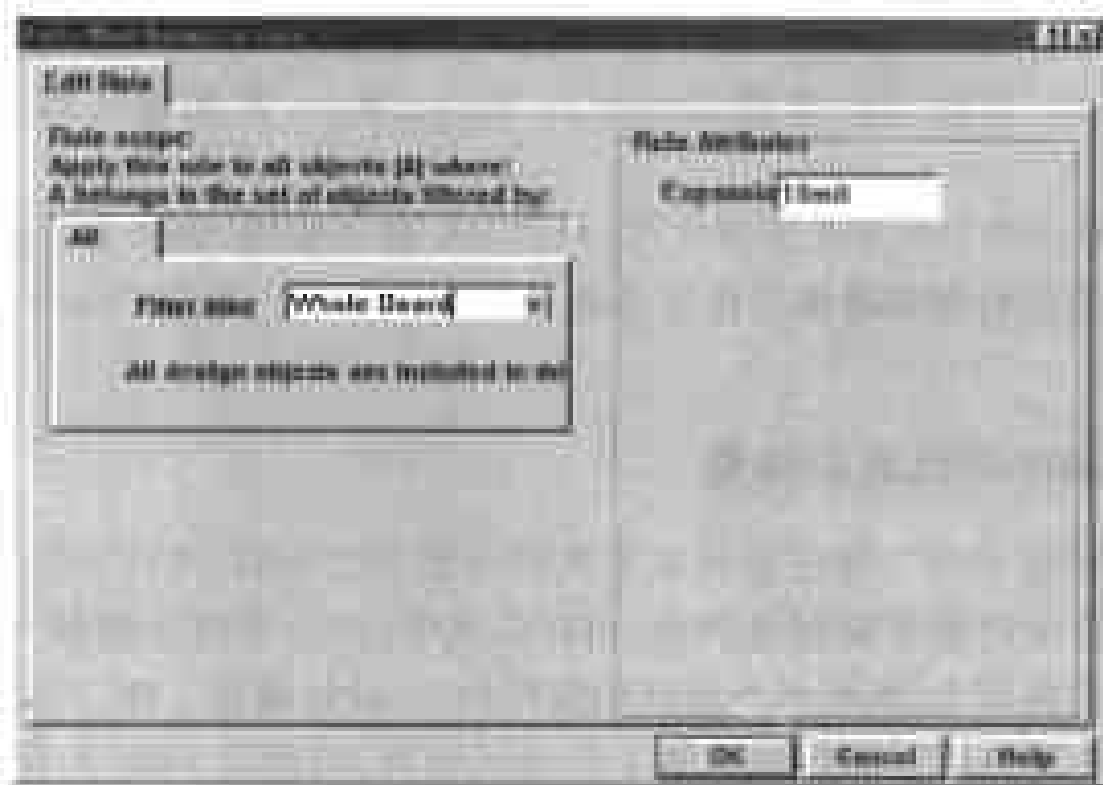


图 9-23 设置 SMD 焊盘延伸量的对话框

小值,此选项的取值将反映在 Design Rules 对话框下部方框中的 Expansion 栏中。

(5) 设置了对话框中的选项之后,单击 OK 命令按钮,返回 Design Rules 对话框,则用户所设置的新的设计规则将显示在对话框下部的方框中。单击 Close 命令按钮,返回工作窗口,完成对 SMD 焊盘延伸量规则的设置。

9.2.5 设置铺铜与焊盘的连接方式

在 Design Rules 对话框中,用户还可以规定铺铜与焊盘之间的连接方式,操作步骤如下:

(1) 选择 Design > Rules,在弹出的 Design Rules 对话框中单击 Manufacturing 标签,然后在对话框中的 Rule Classes 列表框中单击 Polygon Connect Style,此时的对话框如图 9-24

所示。

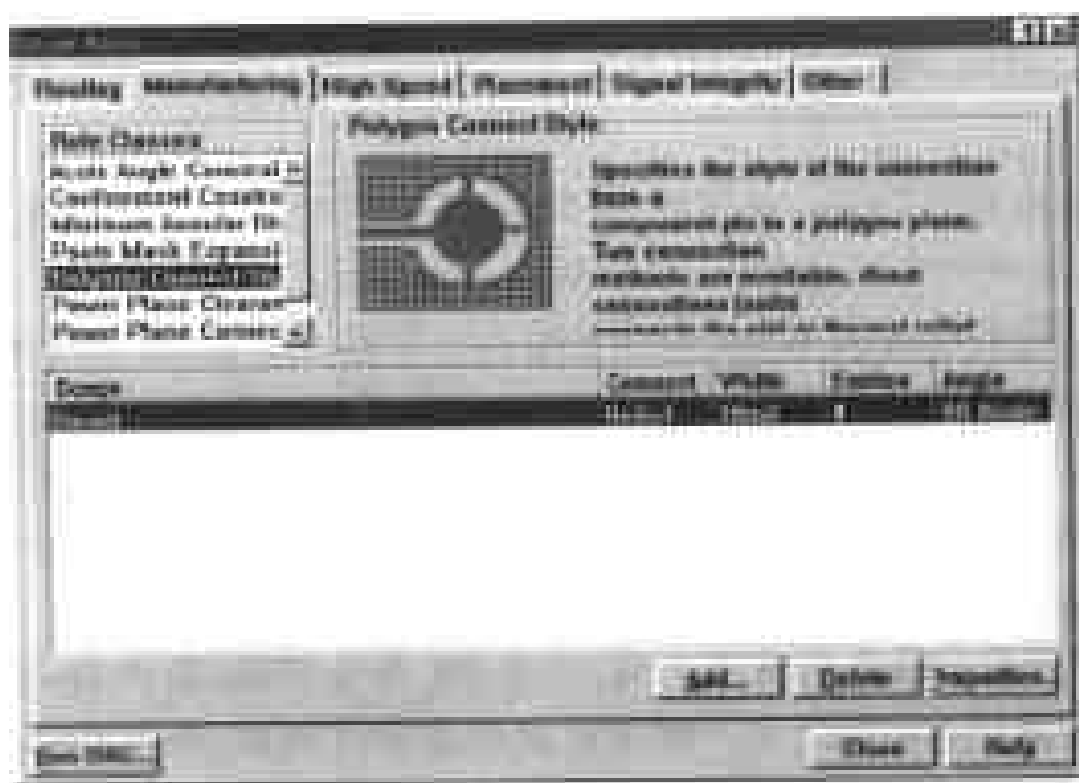


图 9-24 选择 Polygon Connect Style

(2) 在此对话框下部的方框中显示出了 Protel 99 预置的设计规则,其中包括 Scope, Connect Style, Width, Entries, Angle 5 栏内容。在对话框中单击 Add 命令按钮,弹出如图9-25所示的对话框,供用户设置铺铜与焊盘之间的连接方式。

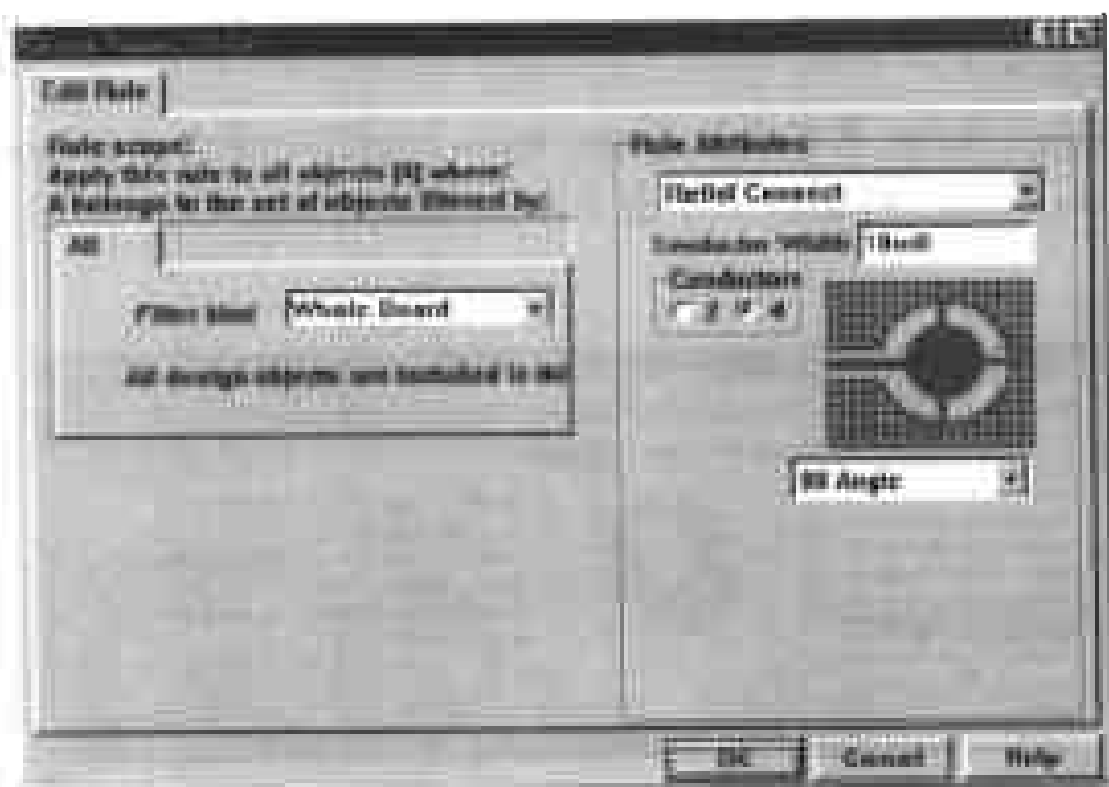


图 9-25 设置铺铜与焊盘连接方式的对话框

(3) 在图 9-25 所示的对话框中,单击对话框左边的 Filter kind 下拉列表框,在弹出的下拉列表中包含有 Whole Board, Object Kind, Component Class, Component, Net Class, Net 和 Pad 7 个选项,供用户设定此规则的适用范围。此选项的取值将反映在 Design Rules 对话框下部方框的 Scope 栏中。

(4) 在对话框右边的 Rule Attributes 选区中单击最上面的下拉列表框,在弹出的下拉列表中包含两个选项:

- Relief Connect——选择此选项,即可采用辐射方式连接,可避免铺铜上的热传到元件引脚上。

- Direct Connect——选择此选项,即可采用直接连接的方式,整个铺铜与其所连接的焊盘将全部连接。

(5) 本例中选择 Relief Connect 选项,采用辐射方式的连接,同时激活对话框中的其他选项,并且显示出此种方式的示意图,如图 9-25 所示。

(6) 在对话框的 Conductor Width 选项的输入框中输入数值,设置连接线的宽度,其单位为 mil,此选项的取值将反映在 Design Rules 对话框下部方框的 Width 栏中。

(7) 在 Conductors 选区中单击 4 单选钮,设置连接线的数量;然后单击示意图下面的下拉列表框,在弹出的下拉列表中包含 90 Angle 和 45 Angle 两个选项,从中选择 90 Angle,设置连接线的角度。

(8) 设置了对话框中的各个选项之后,单击 OK 命令按钮,返回 Design Rules 对话框,在对话框下部的方框中显示出了用户刚刚设置的新设计规则,单击 Close 命令按钮,返回工作窗口。

9.2.6 设置电源板层的安全间距

通常电源板层整面都是铜膜,当过孔或焊盘需要通过该板层而又不与之连接时,一般就在过孔或焊盘通过的位置挖一个足够大的孔位,让该过孔或焊盘通过,并避免电源板层与过孔或焊盘连接。设置电源板层的安全间距就是设置电源板层与穿过它的过孔或焊盘的间距,操作步骤如下:

(1) 选择 Design > Rules,在弹出的 Design Rules 对话框中单击 Manufacturing 标签,然后在对话框中的 Rule Classes 列表框中单击 Power Plane Clearance,此时的对话框如图 9-26 所示。



图 9-26 选择 Power Plane Clearance

(2) 在对话框下部方框中显示出了 Scope, Clearance 两栏内容, 用户新设置的规则也将显示在这个方框中, 单击对话框底部的 Add 命令按钮, 弹出如图 9-27 所示的对话框。

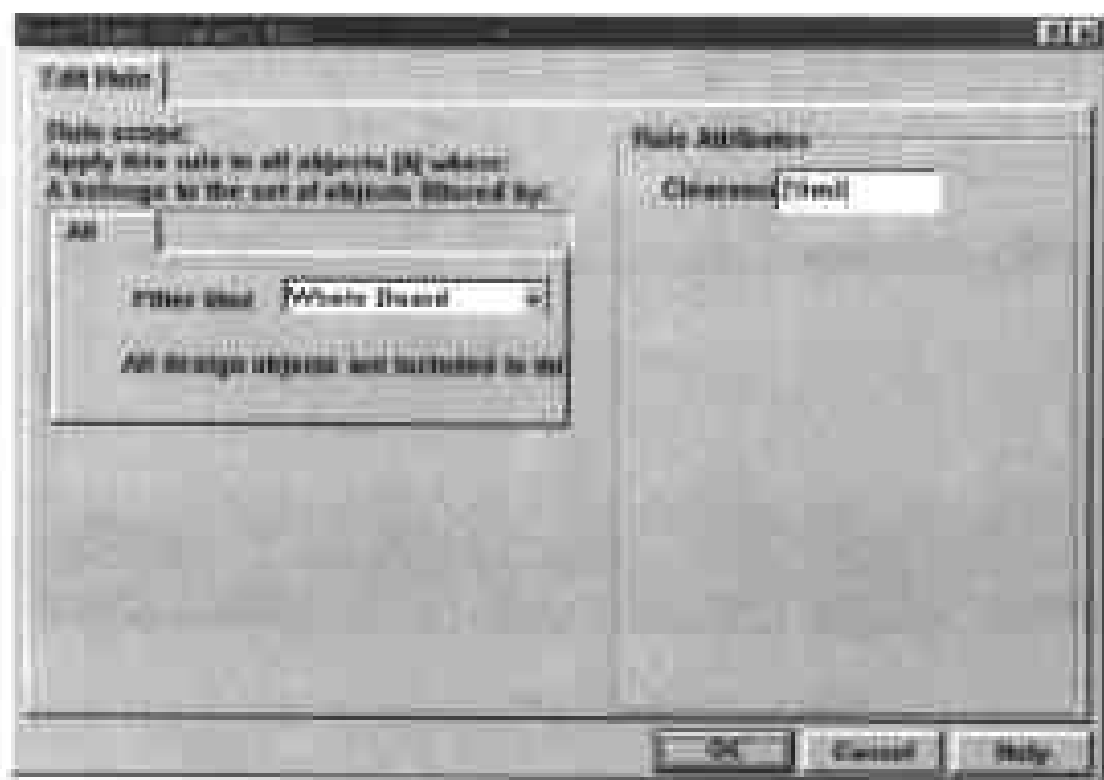


图 9-27 设置电源板层安全间距的对话框

(3) 在此对话框左边单击 Filter kind 选项的下拉列表框, 在弹出的下拉列表中包含 Whole Board, Object Kind, Component Class, Component, Net Class, Net 和 Pad 7 个选项, 供用户设定此规则的适用范围, 此选项的取值将对应于 Design Rules 对话框下部方框的 Scope 栏。

(4) 在对话框右边的 Clearance 选项的输入框中输入数值, 设置电源板层的最小安全距离, 其单位为 mil, 此选项的取值对应于 Design Rules 对话框下部方框的 Clearance 栏。

(5) 设置好对话框中的各个选项后, 单击 OK 命令按钮, 返回 Design Rules 对话框, 在对话框下部的方框中显示出用户新设置的规则。单击 Close 命令按钮, 返回工作窗口。

9.2.7 设置连接电源板层的方式

通常电路板层都是整面的铜膜, 如果穿过电源板层的过孔或者焊盘要与之连接, 可以采用辐射连接或者直接连接两种方式, 这一规则的设置过程如下:

(1) 选择 Design > Rules, 在弹出的 Design Rules 对话框中单击 Manufacturing 标签, 然后在对话框中的 Rule Classes 列表框中单击 Power Plane Connect Style, 此时的对话框如图 9-28 所示。

(2) 用户所设置的新规则将显示在对话框下部的方框中, 其中包含了 Scope(适用范围), Connect Style(连接方式), Expansion(延伸量), Width(宽度), Gap(间隙)和 Entries(连接线数)等内容。

(3) 单击对话框底部的 Add 命令按钮, 弹出如图 9-29 所示的对话框, 供用户设置新的规则。

(4) 在对话框左边单击 Filter kind 选项的下拉列表框, 在弹出的下拉列表中包含 Whole Board, Object Kind, Component Class, Component, Net Class, Net 和 Pad 7 个选项, 供用户设定此规则的适用范围, 此选项的取值将反映在 Design Rules 对话框下部方框的 Scope

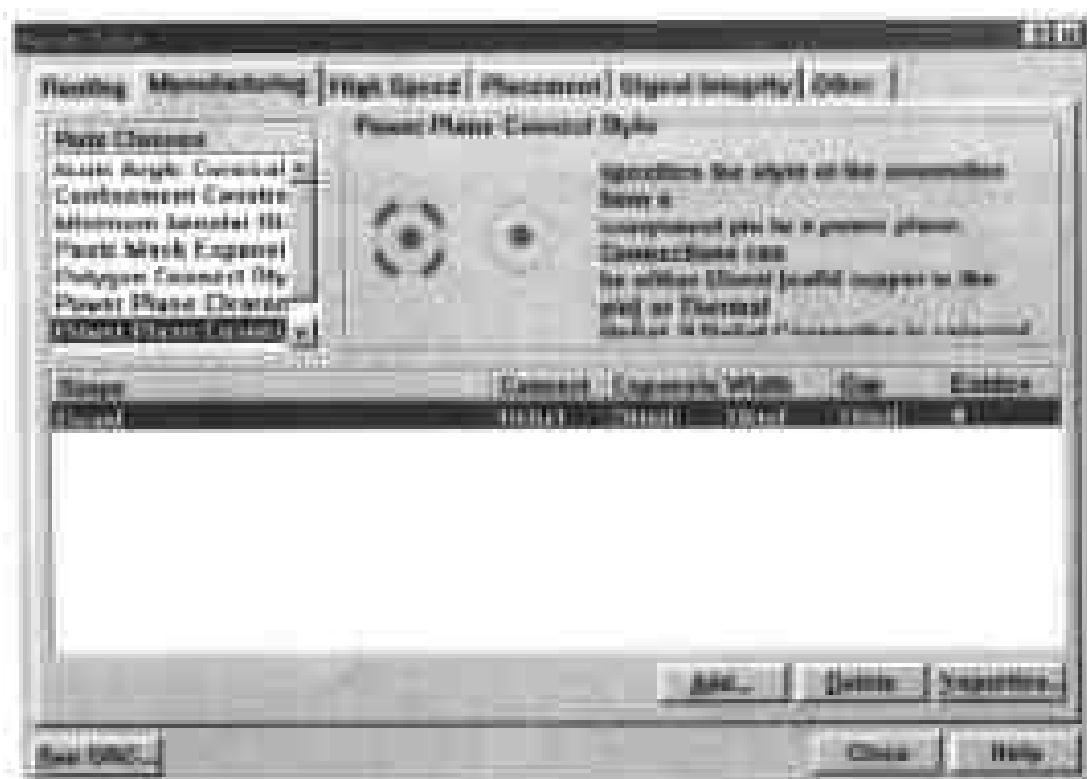


图 9-28 选择 Power Plane Connect Style

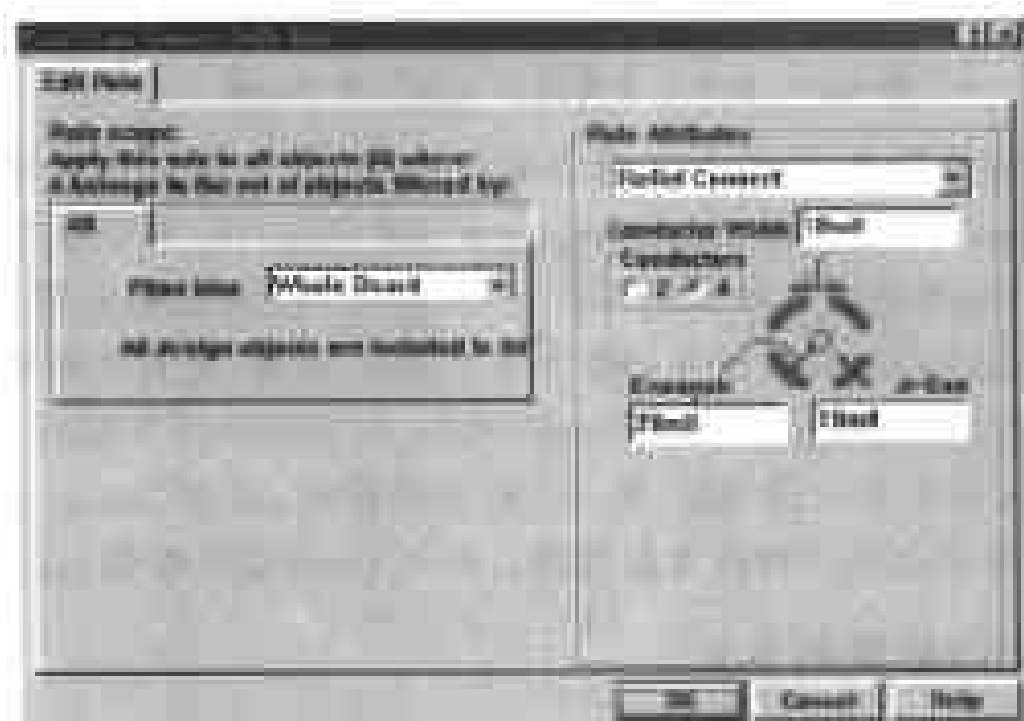


图 9-29 设置连接电源板层的方式

栏中。

(5) 在对话框右边单击 Rule Attributes 选区顶部的下拉列表框,在弹出的下拉列表中提供了 Relief Connect 和 Direct Connect 两个选项,供用户设置连接电源板层的方式。如果用户选择 Relief Connect,则激活对话框中的其他选项,如图 9-29 中所示。此选项的设置将反映在 Design Rules 对话框下部方框的 Connect style 栏中。

(6) 在 Conductor Width 选项的输入框中输入数值,设置连接线的宽度,其单位为 mil,此选项的取值将反映在 Design Rules 对话框下部方框的 Width 栏中。

(7) 在 Conductors 选区中单击“4”单选按钮,设置连接线的数量,此选项的取值将反映在 Design Rules 对话框下部方框的 Entries 栏中。

(8) 在 Expansion 选项的输入框中输入数值,设置中央圆孔与连接线之间空隙的距离,在 Air-Gap 选项的输入框中输入数值,设置连接线之间间隙的大小。这两个选项的取值将

反映在 Design Rules 对话框下部方框的 Expansion 和 Gap 栏中。

(9) 设置好对话框中的选项之后,单击 OK 命令按钮,返回 Design Rules 对话框,在对话框下部的方框中将显示出用户新设置的规则。单击 Close 命令按钮,返回工作窗口,完成这项规则的设置。

9.2.8 设置阻焊层中焊盘的延伸量

在阻焊层中,除了焊盘以外的地方,都将覆盖阻焊剂。阻焊层上预留的焊盘与实际焊盘并不一样,通常会比实际焊盘大一点。通过设置可以规定阻焊层中焊盘的大小,具体操作步骤如下:

(1) 选择 Design > Rules,在弹出的 Design Rules 对话框中单击 Manufacturing 标签,然后在对话框中的 Rule Classes 列表框中单击 Solder Mask Expansion,此时的对话框如图 9-30 所示。

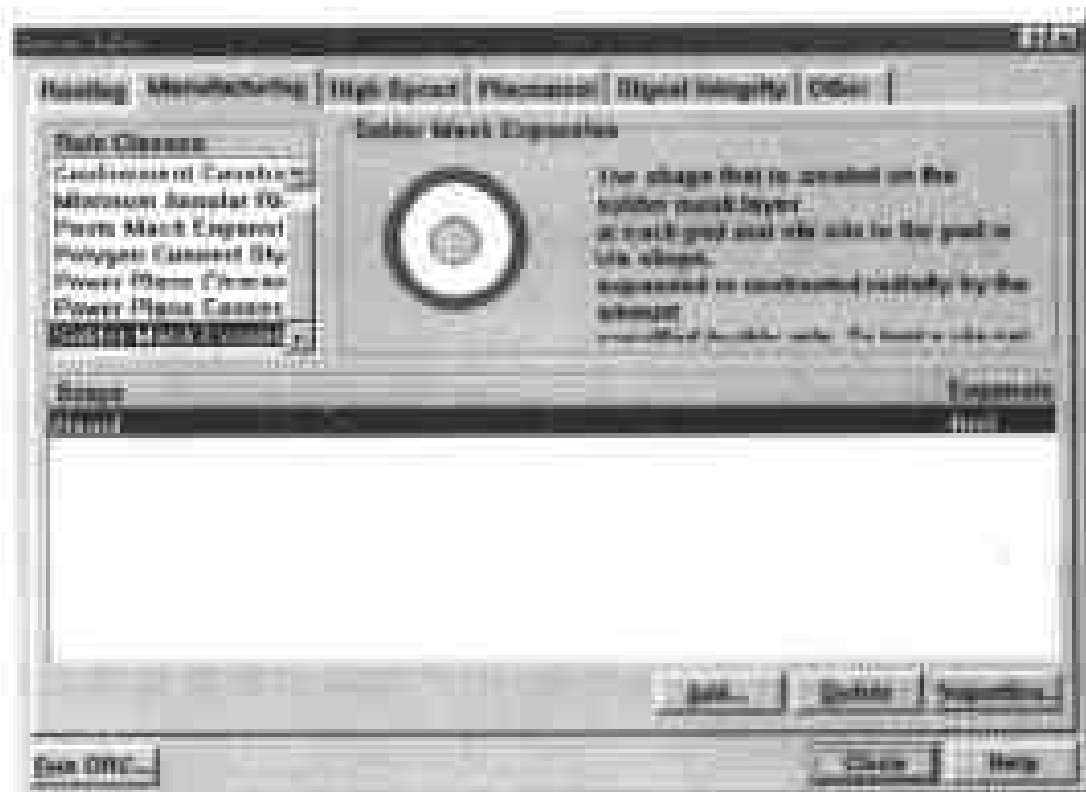


图 9-30 选择 Solder Mask Expansion

(2) 用户新设置的规则将显示在对话框下部的方框中,其中包括 Scope 和 Expansion 两项内容。单击 Add 命令按钮,弹出如图 9-31 所示的对话框,供用户设置新的规则。

(3) 在对话框左边单击 Filter kind 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中包含了 Whole Board, Layer, Object Kind, Component Class, Component, Net Class, Net 和 Pad 8 个选项,供用户设定此规则的适用范围,此选项的取值将反映在 Design Rules 对话框下部方框的 Scope 栏中。

(4) 在对话框右边的 Expansion 选项的输入框中输入数值,设置焊盘的最小延伸量,其单位为 mil,此选项的取值将反映在 Design Rules 对话框下部方框的 Expansion 栏中。

(5) 设置完对话框中的选项之后,单击 OK 命令按钮,返回 Design Rules 对话框,用户所设置的新规则就显示在对话框下部的方框中。单击 Close 命令按钮,返回工作窗口,完成此规则的设置。

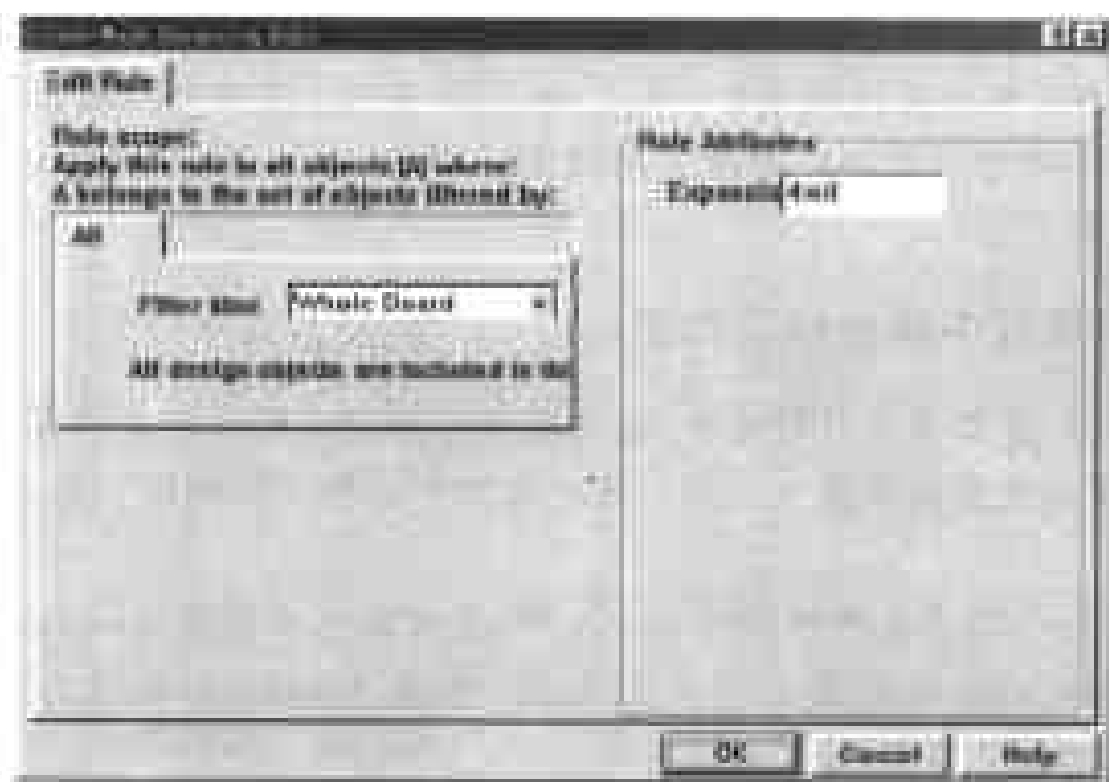


图 9-31 设置阻焊层中焊盘的延伸量

9.3 关于高频电路的设计规则

在 Design Rules 对话框中单击 High Speed 标签,在这里集中了与高频电路有关的设计规则,显示在 Rule Classes 列表框中,下面逐一介绍这些规则的设置。

9.3.1 设置最长菊花链走线的支线长度

在 Design Rules 对话框的 High Speed 标签,用户可以设置最长菊花链走线的支线长度,具体步骤如下:

(1) 选择 Design > Rules,在弹出的 Design Rules 对话框中单击 High Speed 标签,然后在对话框的 Rule Classes 列表框中单击 Daisy Chain Stub Length,此时的对话框如图 9-32 所示。

(2) 在对话框下部的方框中包含 Scope 和 Limit 两栏,由于 Protel 99 并没有提供预置的设计规则,因此方框中一片空白。在对话框下部单击 Add 命令按钮,弹出如图 9-33 所示的对话框,供用户设置新的规则。

(3) 在对话框左边单击 Filter kind 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中包含 Whole Board,Net Class 和 Net 3 个选项,供用户设定此规则的适用范围,此选项的取值将反映在 Design Rules 对话框下部方框的 Scope 栏中。

(4) 在对话框右边的 Maximum Stub Length 选项的输入框中输入数值,设置菊花链走线的支线长度的限制值,单位为 mil,此选项的取值将反映在 Design Rules 对话框下部方框的 Limit 栏中。

(5) 在对话框中设置了各个选项后,单击 OK 命令按钮,返回 Design Rules 对话框,则用户所设置的规则将显示在对话框下部的方框中。单击 Close 命令按钮,返回工作窗口,完成此规则的设置。

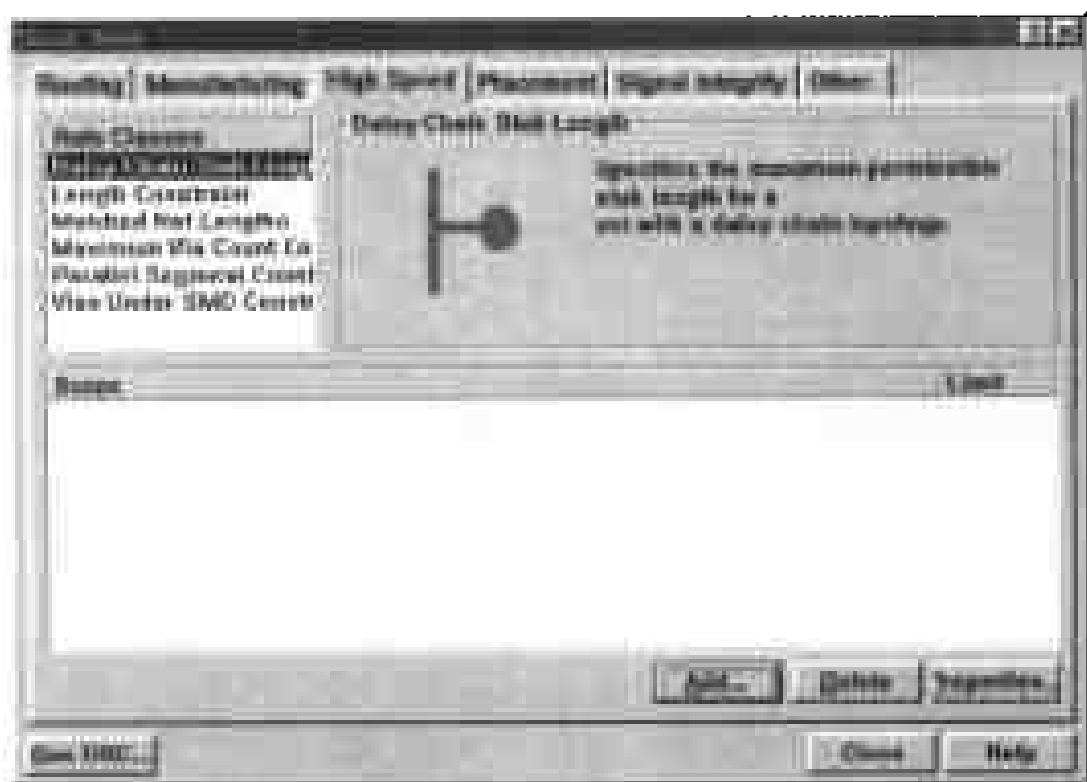


图 9-32 选择 Daisy Chain Stub Length

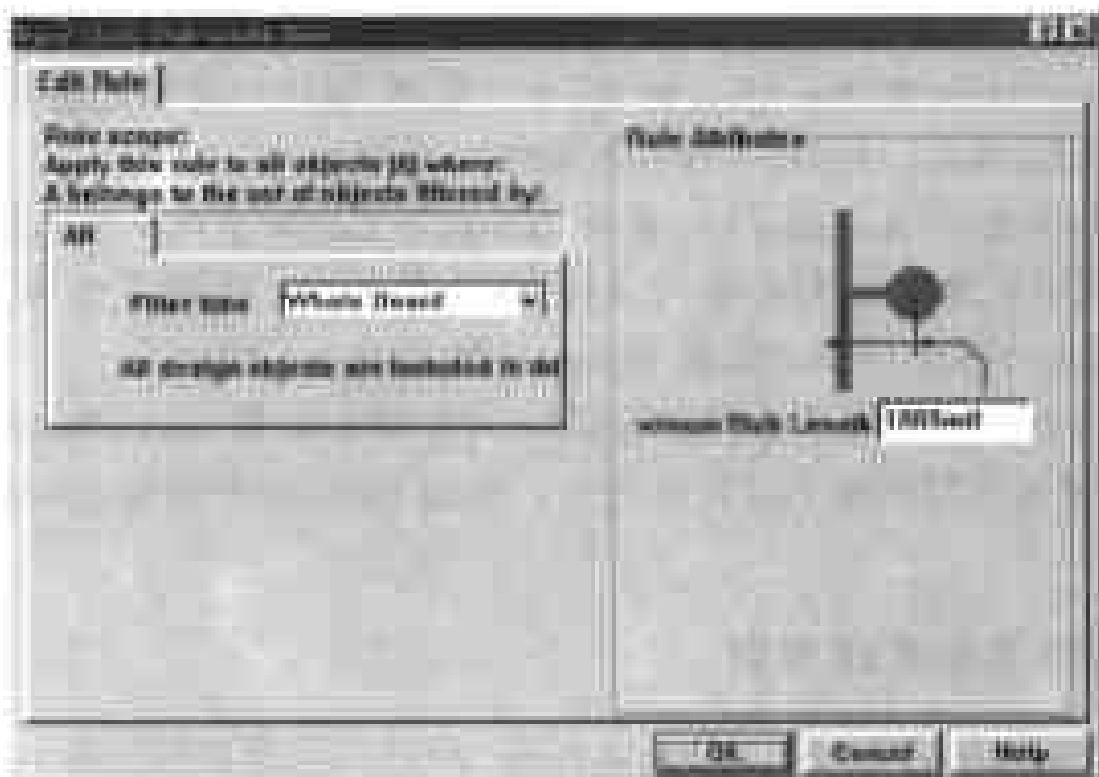


图 9-33 设置菊花链走线的支线长度

9.3.2 设置网络长度限制

单击 Design Rules 对话框的 High Speed 标签,用户可以设置网络的长度限制,具体操作步骤如下:

(1) 选择 Design > Rules,在弹出的 Design Rules 对话框中单击 High Speed 标签,然后在对话框的 Rule Classes 列表框中单击 Length Constraint。

(2) 由于 Protel 99 没有提供预置的规则,因此此时对话框下部的方框中也是一片空白,其中包含 Scope, Minimum 和 Maximum 三栏。

(3) 在对话框下部单击 Add 命令按钮,弹出如图 9-34 所示的对话框,供用户设置新的规则。

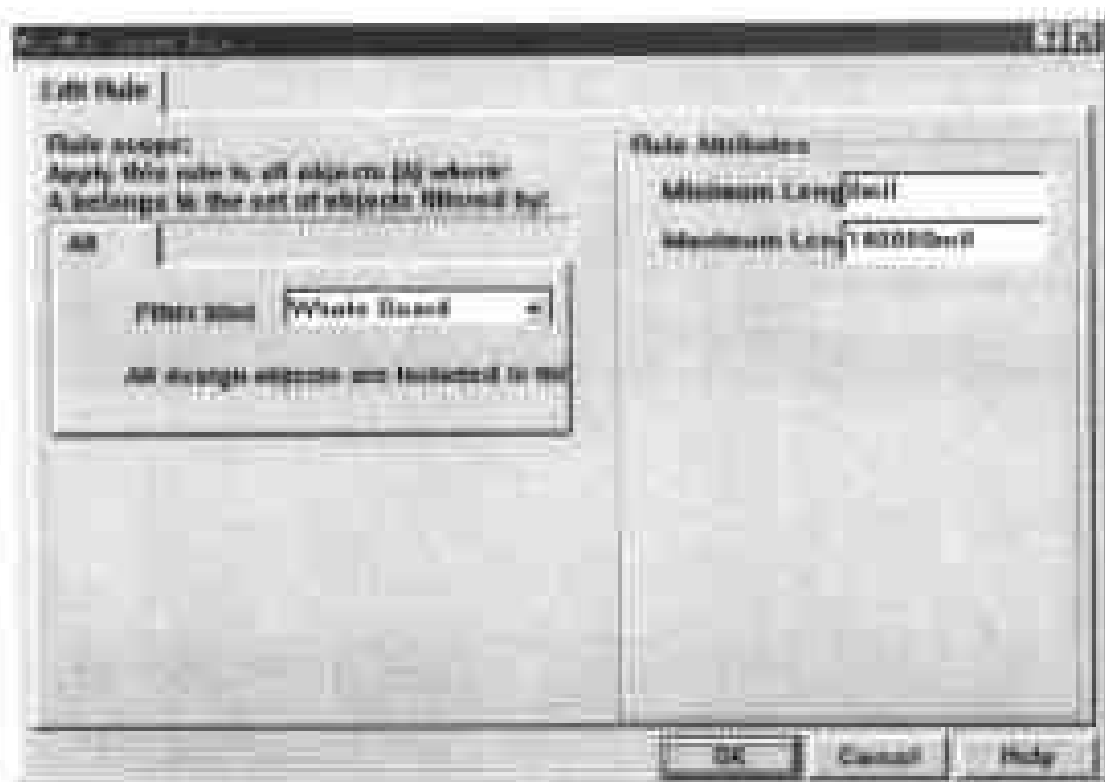


图 9-34 设置网络长度限制的对话框

(4) 在对话框左边单击 Filter kind 下拉列表框,在弹出的下拉列表中包含 Whole Board, From-To Class, From-To, Net Class 和 Net 5 个选项,供用户设置此规则适用的范围,此选项的取值在 Design Rules 对话框下部的方框中对应着 Scope 栏。

(5) 在对话框右边的 Minimum Length 和 Maximum Length 选项的输入框中分别输入数值,设置网络的最小长度和最大长度,它们的单位都是 mil,这两个选项的取值在 Design Rules 对话框下部的方框中分别对应着 Minimum 和 Maximum 栏。

(6) 设置好对话框中的各个选项之后,单击 OK 命令按钮,返回 Design Rules 对话框,新设置的规则就显示在对话框下部的方框中。单击 Close 命令按钮,返回工作窗口,完成这一规则的设置。

9.3.3 设置网络等长走线规则

单击 Design Rules 对话框的 High Speed 标签,用户可以设置网络等长走线的规则,具体操作步骤如下:

(1) 选择 Design > Rules,在弹出的 Design Rules 对话框中单击 High Speed 标签,然后在对话框的 Rule Classes 列表框中单击 Matched Net Lengths。

(2) 在对话框下部的方框中包含了 Scope, Tolerance, Style, Amplitude, Gap 几个栏目,由于 Protel 99 没有提供这方面的预置规则,因此此时方框中是一片空白。

(3) 单击对话框下部的 Add 命令按钮,弹出如图 9-35 所示的对话框,供用户设置新的规则。

(4) 在对话框左边单击 Filter kind 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中包含 From-To Class, From-To, Net Class 和 Net 4 个选项,供用户设定此规则的适用范围,此选项的取值将反映在 Design Rules 对话框下部方框的 Scope 栏中。

(5) 在对话框右边的 Tolerance 选项的输入框中输入数值,设置最大误差量,此选项的取值将反映在 Design Rules 对话框下部方框的 Tolerance 栏中。

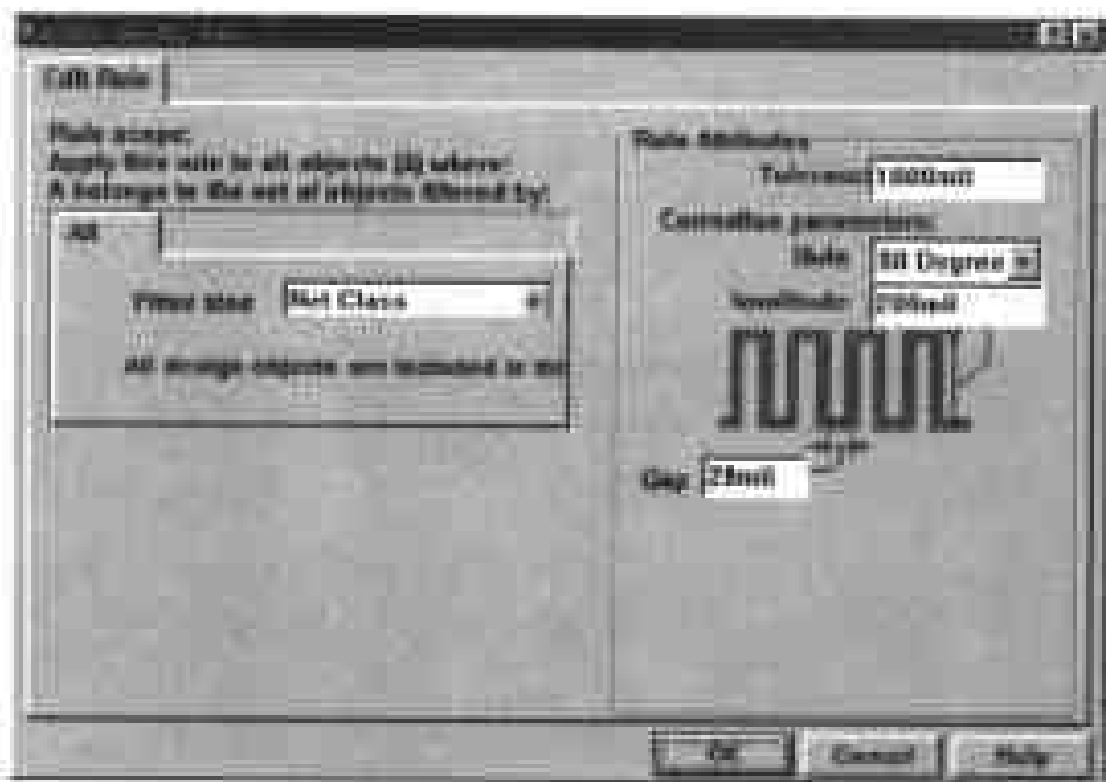


图 9-35 设置网络等长走线的对话框

(6) 单击 Style 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中包含 90 Degrees,45 Degrees 和 Rounded 3 个选项,供用户选择调整长度的方式,选择其中某一个选项后,则在对话框中显示出相应的说明图案。此选项的设置将反映在 Design Rules 对话框下部方框的 Style 栏中。

(7) 在 Amplitude 选项的输入框中输入数值,设置走线振幅的大小,此选项的取值将反映在 Design Rules 对话框下部方框的 Amplitude 栏中;在 Gap 选项的输入框中输入数值,设置走线的间隙,它的取值将反映在 Design Rules 对话框下部方框的 Gap 栏中。

(8) 在对话框中设置好选项之后,单击 OK 命令按钮,返回 Design Rules 对话框,用户所设置的新规则将显示在对话框下部的方框中。单击 Close 命令按钮,返回工作窗口,完成这一规则的设置。

9.3.4 设置过孔的最多数目

通过这一规则的设置,可以限制电路板中最多可以放置多少个过孔,设置这一规则的步骤如下:

(1) 选择 Design > Rules,在弹出的 Design Rules 对话框中单击 High Speed 标签,然后在对话框的 Rule Classes 列表框中单击 Maximum Via Count Constraint。

(2) 此时对话框下部的方框中只包含 Scope 和 Limit 两个栏目,由于 Protel 99 没有提供这方面的预置规则,因此方框中是一片空白。单击对话框下部的 Add 命令按钮,弹出如图 9-36 所示的对话框,供用户设置新的规则。

(3) 在对话框左边单击 Filter kind 下拉列表框,在弹出的下拉列表中包含 Whole Board,Region,From-To Class,From-To,Net Class 和 Net 6 个选项,供用户设置此规则的适用范围,此选项的设置将反映在 Design Rules 对话框下部方框的 Scope 栏中。

(4) 在对话框右边的 Maximum Via Count 选项的输入框中输入数值,设置电路板中允许的最大过孔数目,此选项的取值将反映在 Design Rules 对话框下部方框的 Limit 栏中。

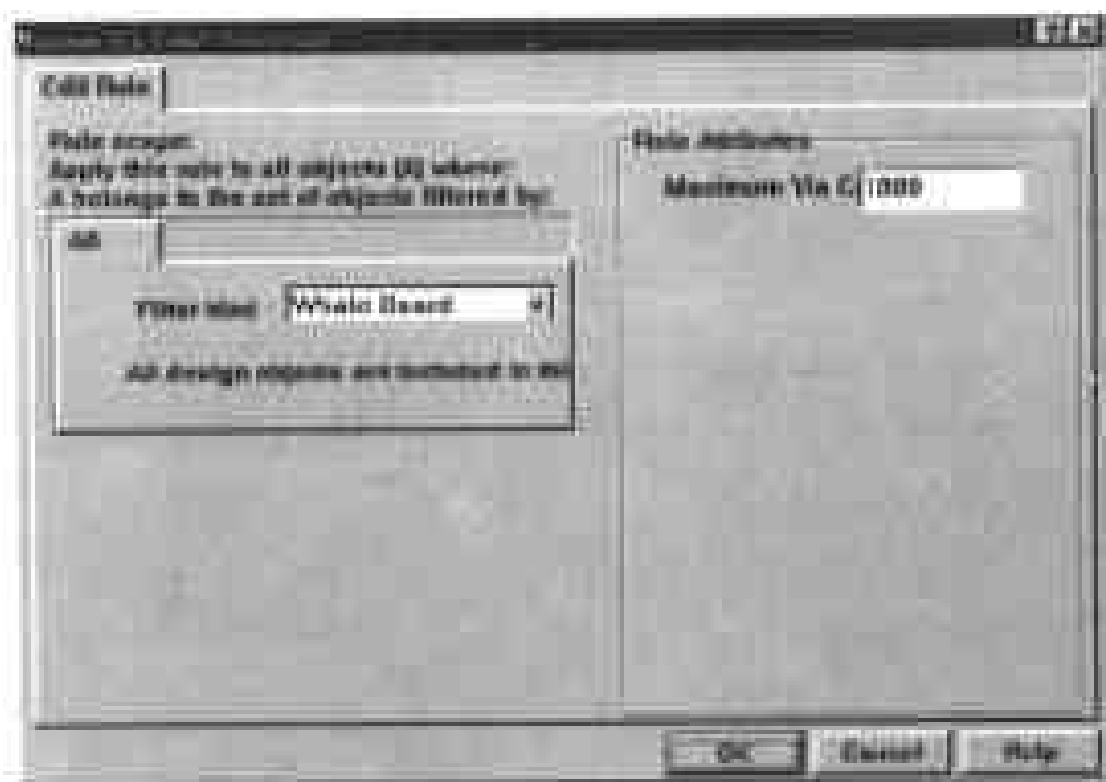


图 9-36 设置过孔最多数目的对话框

(5) 设置好对话框中各个选项后,单击 OK 命令按钮,返回 Design Rules 对话框,用户新设置的规则就显示在对话框下部的方框中。单击 Close 命令按钮,返回工作窗口。

9.3.5 设置平行走线规则

在 Design Rules 对话框中,用户可以设置两条平行走线的最小间距以及最长能保持平行的走线长度,此规则的设置方法如下:

(1) 选择 Design > Rules,在弹出的 Design Rules 对话框中单击 High Speed 标签,然后在对话框的 Rule Classes 列表框中单击 Parallel Segment Constraint。

(2) 此时对话框下部的方框中包含有 Scope1, Scope2, Limit, Gap 和 Layer 5 个栏目,由于 Protel 99 没有提供此规则的预置规则,因此方框中也是一片空白。

(3) 在对话框下部单击 Add 命令按钮,弹出如图 9-37 所示的对话框,供用户设置平行走线的规则。

(4) 在对话框左边单击第一个 Filter kind 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中包含 Whole Board, Region, From-To Class, From-To, Net Class 和 Net 6 个选项,供用户设置该规则的适用范围。

(5) 单击第二个 Filter kind 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中也包含这 6 个选项。设置了两个 Filter kind 选项的取值后,它们将分别对应于 Design Rules 对话框下部方框的 Scope1 栏和 Scope 2 栏。

(6) 在对话框右边的 For a parallel gap of 选项输入框中输入数值,设置两条平行线之间的最小间距,此选项的取值将反映在 Design Rules 对话框下部方框的 Gap 栏中。

(7) 在 the parallel limit is 选项输入框中输入数值,设置两条平行线保持平行的最远距离,此选项的取值将反映在 Design Rules 对话框下部方框的 Limit 栏中。

(8) 单击对话框右边的 Layer Checking 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中包含

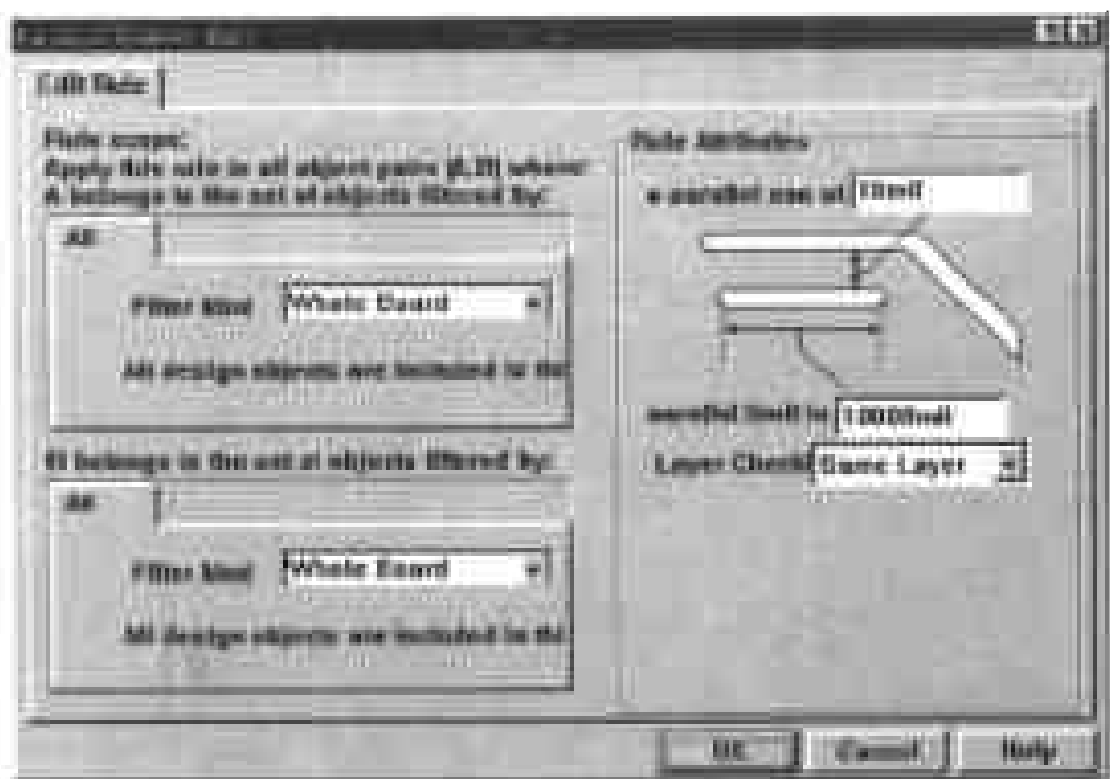


图 9-37 设置平行走线的对话框

Same Layer 和 Adjacent Layer 两个选项,供用户选择此规则适用于同一个板层还是其上下的板层,此选项的取值将反映在 Design Rules 对话框下部方框的 Layers 栏中。

(9) 设置好对话框中的各个选项之后,单击 OK 命令按钮,返回 Design Rules 对话框,在对话框下部的方框中将显示出用户设置的新规则。单击 Close 命令按钮,返回工作窗口,完成这一规则的设置。

9.3.6 设置 SMD 焊盘下的过孔规则

在 Design Rules 对话框中,用户还可以设置在 SMD 焊盘下是否可以放置过孔,此规则的设置方法如下:

(1) 选择 Design > Rules,在弹出的 Design Rules 对话框中单击 High Speed 标签,然后在对话框的 Rule Classes 列表框中单击 Vias Under SMD Constraint。

(2) 此时在对话框下部的方框中只包含 Scope 和 Allowed 两个栏目,由于 Protel 99 没有提供这方面的预置规则,因此方框中也是一片空白。

(3) 在对话框下部单击 Add 命令按钮,弹出如图 9-38 所示的对话框,供用户设置在 SMD 焊盘下放置过孔的规则。

(4) 在对话框左边单击 Filter kind 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中包含了 Whole Board, Region, From-To Class, From-To, Net Class, Net 和 Pad 7 个选项,供用户设定此规则的适用范围,此选项的取值对应于 Design Rules 对话框下部方框的 Scope 栏。

(5) 在对话框右边单击 Allow Vias under SMD Pads 复选框,允许在 SMD 焊盘中放置过孔,此选项的设置对应于 Design Rules 对话框下部的方框中对应于 Allowed 栏。

(6) 设置好各个选项后,在对话框下部单击 OK 命令按钮,返回 Design Rules 对话框,用户设置的新规则将显示在对话框下部的方框中。单击 Close 命令按钮,返回工作窗口,完成此选项的设置。

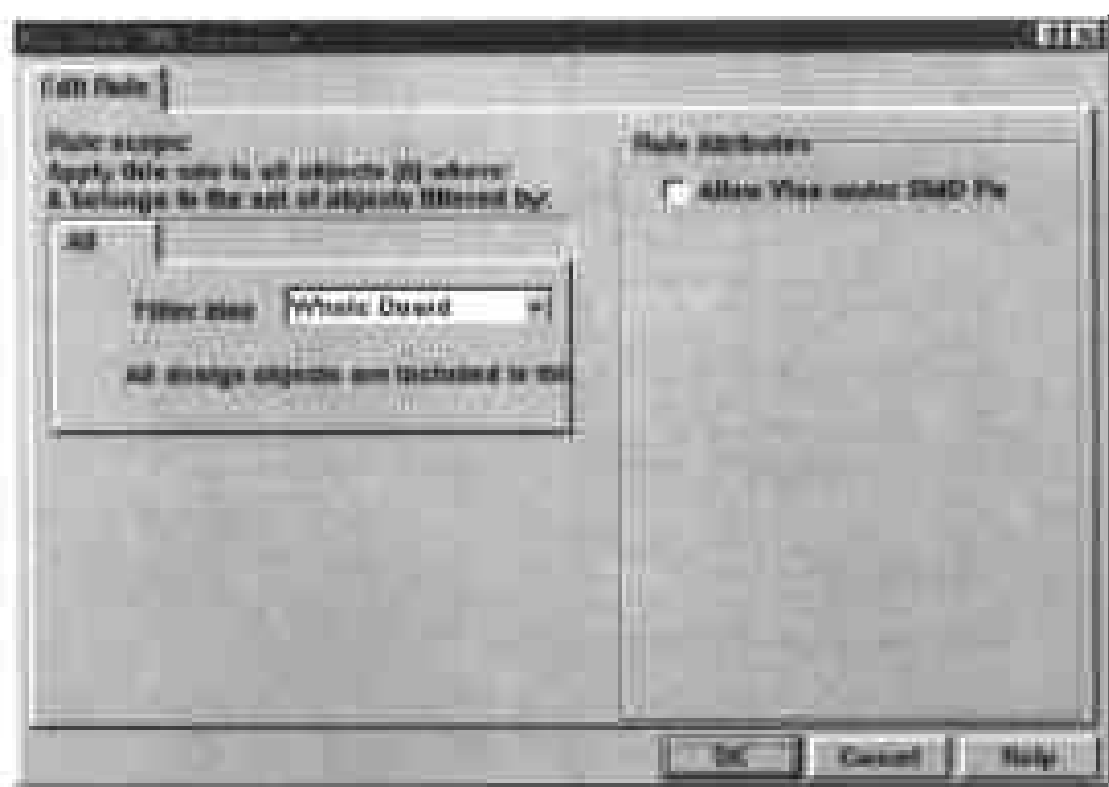


图 9-38 设置 SMD 焊盘下可否放置过孔的对话框

9.4 自动布置元件的设计规则

在 Design Rules 对话框中单击 Placement 标签,在这一页面中集中了与元件自动布置有关的设计规则,显示在 Rule Classes 列表框中,下面逐一介绍这些规则的设置。

9.4.1 设置最小元件间距

用户可以在 Design Rules 对话框中设置自动布置元件时所允许的最小元件间距,具体操作方法如下:

(1) 选择 Design > Rules,在弹出的 Design Rules 对话框中单击 Placement 标签,然后在对话框的 Rule Classes 列表框中单击 Component Clearance Constraint。

(2) 在对话框下部的方框中包含 Scope1, Scope2, Gap 和 Mode 4 个栏目,由于 Protel 99 没有提供这方面的预置规则,因此对话框下部的方框中一片空白。

(3) 单击对话框下部的 Add 命令按钮,弹出如图 9-39 所示的对话框,供用户设置新的规则,规定自动放置元件时的最小间距。

(4) 在对话框左边单击 Filter kind 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中包含 Whole Board, Component Class 和 Component 3 个选项,供用户设置此规则的适用范围,此选项的取值将反映在 Design Rules 对话框下部方框的 Scope1 栏中。

(5) 单击对话框左边的第二个 Filter kind 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中也提供了上述 3 个选项,用户在此指定的范围将反映在 Design Rules 对话框下部方框的 Scope 2 栏中。

(6) 在对话框右边的 Gap 选项输入框中输入数值,设置自动放置元件时,两个元件之间的最小间距,此选项的取值将反映在 Design Rules 对话框下部方框的 Gap 栏中。

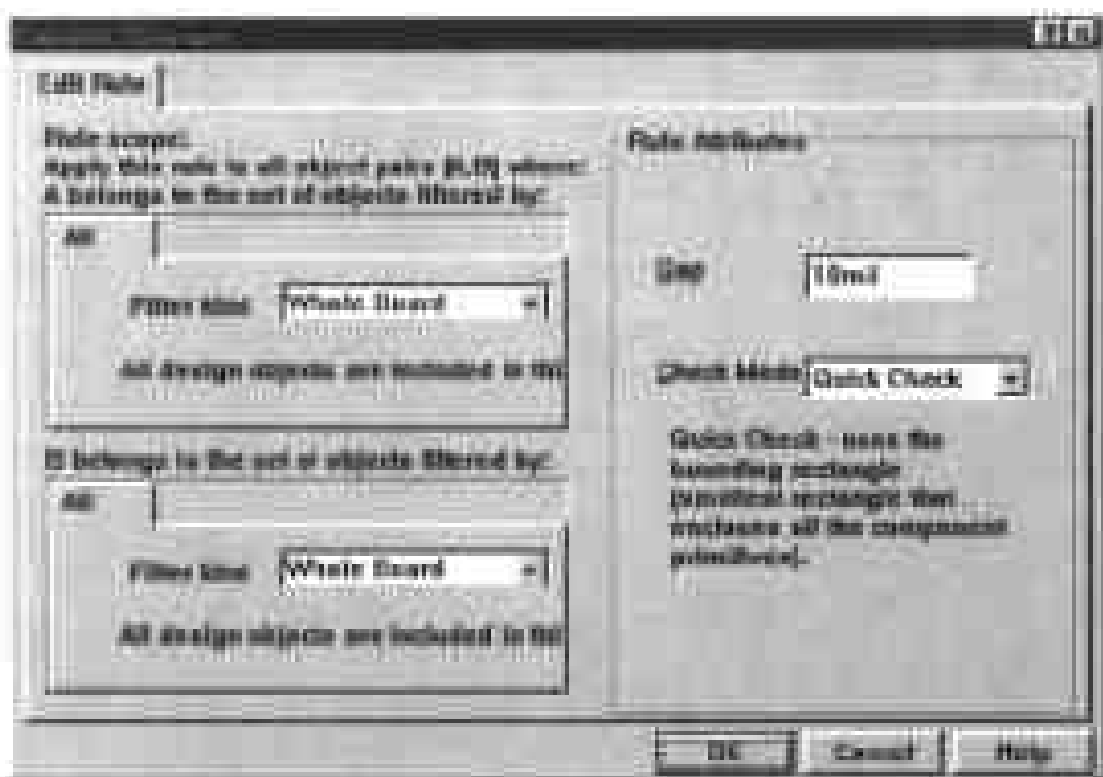


图 9-39 设置元件最小间距的对话框

(7) 单击对话框右边的 Check Mode 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中包括以下 3 个选项:

- Quick Check——快速检查模式。
- Multi Layer——各层检查模式,是针对双面都放置元件的 SMD 板。
- Full Check——完全检查模式。

(8) Check Mode 选项默认的设置是 Quick Check,此选项的设置将反映在 Design Rules 对话框下部方框的 Mode 栏中。

(9) 设置好对话框中的各个选项之后,单击 OK 命令按钮,返回 Design Rules 对话框,用户所做的设置将反映在对话框下部的方框中。单击 Close 命令按钮,返回工作窗口。

9.4.2 设置元件布置的方向

通过 Design Rules 对话框,用户还可以设置放置元件时元件布置的方向,设置此规则的操作步骤如下:

(1) 选择 Design > Rules,在弹出的 Design Rules 对话框中单击 Placement 标签,然后在对话框的 Rule Classes 列表框中单击 Component Orientations Rule,此时对话框下部方框中包含 Scope, Rotations 两个栏目。

(2) 在对话框下部单击 Add 命令按钮,弹出如图 9-40 所示的对话框,供用户设置新的规则。

(3) 在对话框左边单击 Filter kind 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中包含了 Whole Board, Component Class 和 Component 3 个选项,供用户指定此规则的适用范围,此选项的取值将对应于 Design Rules 对话框下部方框的 Scope 栏中。

(4) 在对话框右边的 Rule Attributes 选区中提供了 5 个复选框:0 Degrees, 90 Degrees, 180 Degrees, 270 Degrees 和 All Orientations,供用户指定元件的方向,此选项的设置将反映在 Design Rules 对话框下部方框的 Rotations 栏中。

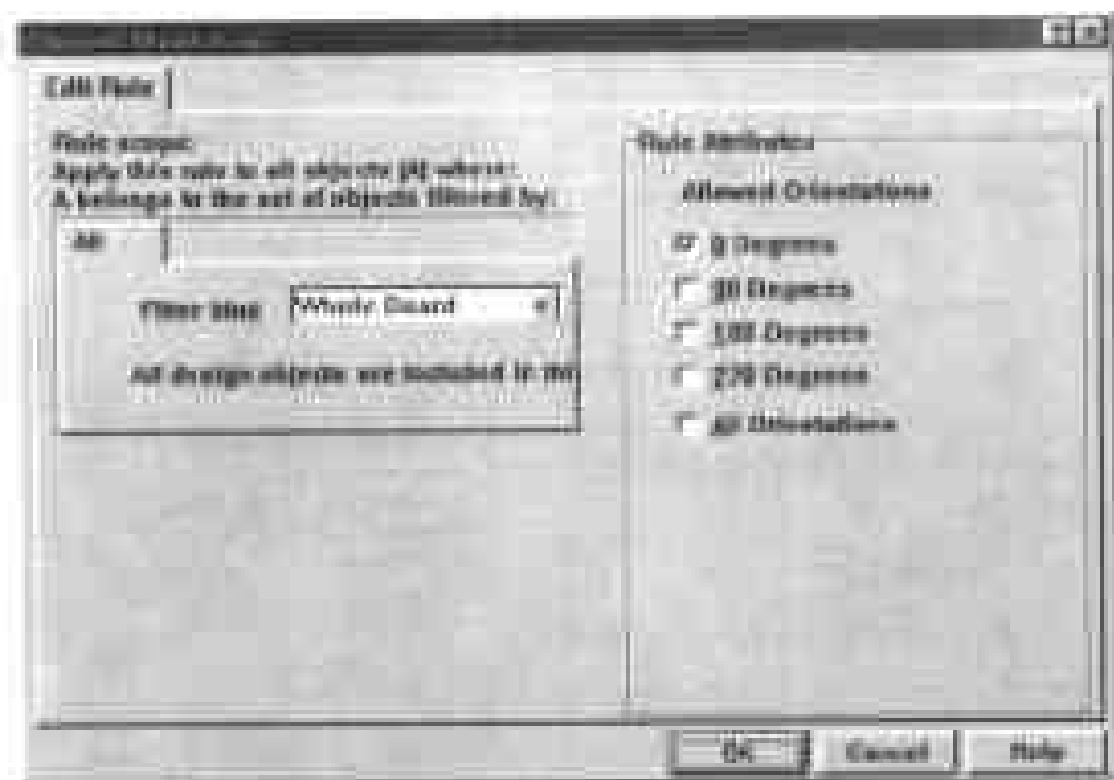


图 9-40 设置元件布置方向的对话框

(5) 在对话框中设置了各个选项之后,单击 OK 命令按钮返回 Design Rules 对话框,则用户所做的设置将显示在对话框下部的方框中。单击 Close 命令按钮,返回工作窗口。

9.4.3 设置可忽略的网络

在 Design Rules 对话框中,用户还可以设置自动布置元件时,可以被忽略的网络。这一规则的设置非常简单,方法如下:

(1) 选择 Design > Rules,在弹出的 Design Rules 对话框中单击 Placement 标签,然后在对话框的 Rule Classes 列表框中单击 Nets to Ignore,此时对话框下部方框中将只包含 Scope 一个栏目。

(2) 在对话框下部单击 Add 命令按钮,弹出如图 9-41 所示的对话框,供用户设置这一规则。

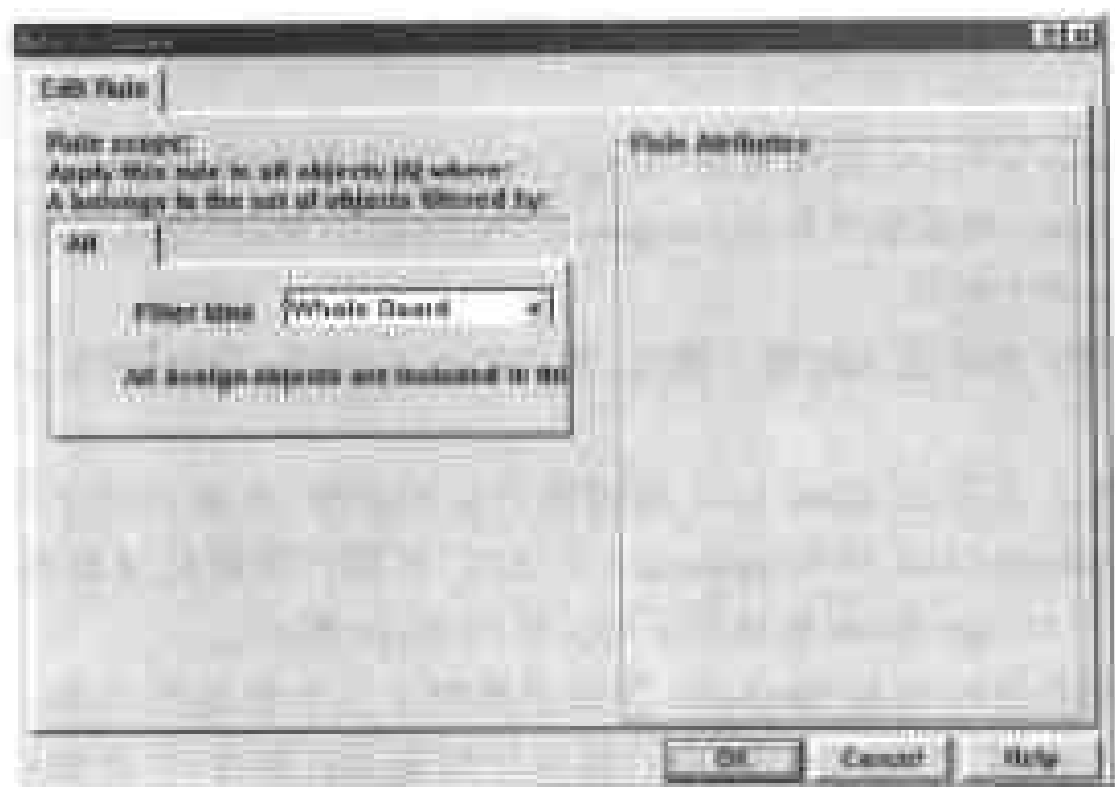


图 9-41 设置可忽略网络的对话框

(3) 在对话框中只有一个选项,单击 Filter kind 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中包含了 Whole Board, Net Class 和 Net 3 个选项,供用户设定此规则的适用范围,此选项的取值将反映在 Design Rules 对话框下部方框的 Scope 栏中。

(4) 设置好对话框中的选项,单击 OK 命令按钮,返回 Design Rules 对话框,在对话框下部的方框中显示出用户新设置的规则。单击 Close 命令按钮,返回工作窗口。

9.4.4 设置元件所放置的板层

在 Design Rules 对话框中,用户还可以规定元件所放置的板层,即规定元件放置在顶层还是底层,此规则的设置方法如下:

(1) 选择 Design > Rules, 在弹出的 Design Rules 对话框中单击 Placement 标签, 然后在对话框的 Rule Classes 列表框中单击 Permitted Layer Rule, 此时对话框下部方框中包括 Scope 和 Permitted Layers 两个栏目。

(2) 在对话框下部单击 Add 命令按钮,弹出如图 9-42 所示的对话框,供用户设置放置元件的板层。

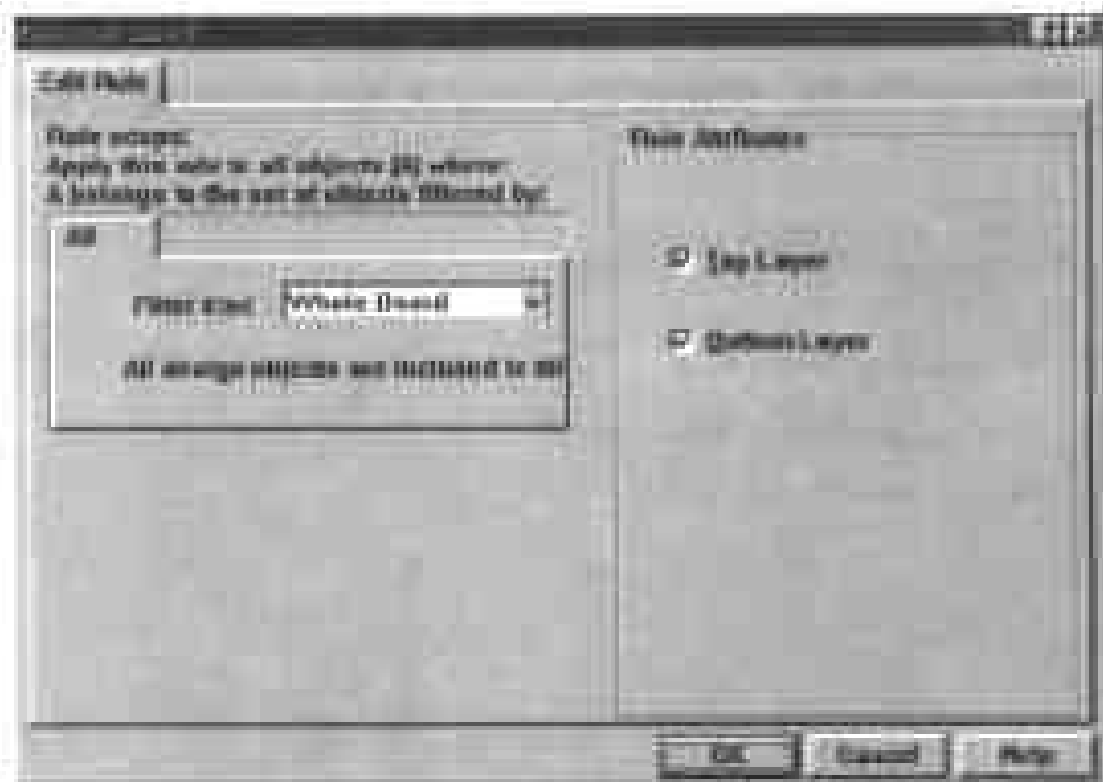


图 9-42 设置放置元件的板层的对话框

(3) 在对话框左边单击 Filter kind 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中包含了 Whole Board, Component Class 和 Component 3 个选项,供用户设置此规则的适用范围,此选项的取值在 Design Rules 对话框下部方框中对应着 Scope 栏。

(4) 在对话框右边提供了两个复选框: Top Layer 和 Bottom Layer, 供用户设定元件可放置的板层, 此设置将反映在 Design Rules 对话框下部方框的 Permitted Layers 栏中。

(5) 在对话框中设置了各个选项后,单击 OK 命令按钮,返回 Design Rules 对话框,在对话框下部的方框中显示出用户新设定的规则。单击 Close 命令按钮,返回工作窗口。

9.5 关于信号分析的设计规则

在 Design Rules 对话框中单击 Signal Integrity 标签,在这一页面中集中了用来设定信号分析的设计规则,显示在 Rule Classes 列表框中,下面逐一介绍这些规则的设置。

9.5.1 设置下降沿信号的传输时间延迟

在 Design Rules 对话框中,用户可以设置下降沿信号的传输时间延迟,此规则的设置方法如下:

(1) 选择 Design > Rules,在弹出的 Design Rules 对话框中单击 Signal Integrity 标签,然后在对话框的 Rule Classes 列表框中单击 Flight Time-Falling Edge,此时对话框下部的方框中只包含 Scope 和 Maximum 两个栏目。

(2) 在对话框下部单击 Add 命令按钮,弹出如图 9-43 所示的对话框,供用户设置新的规则。

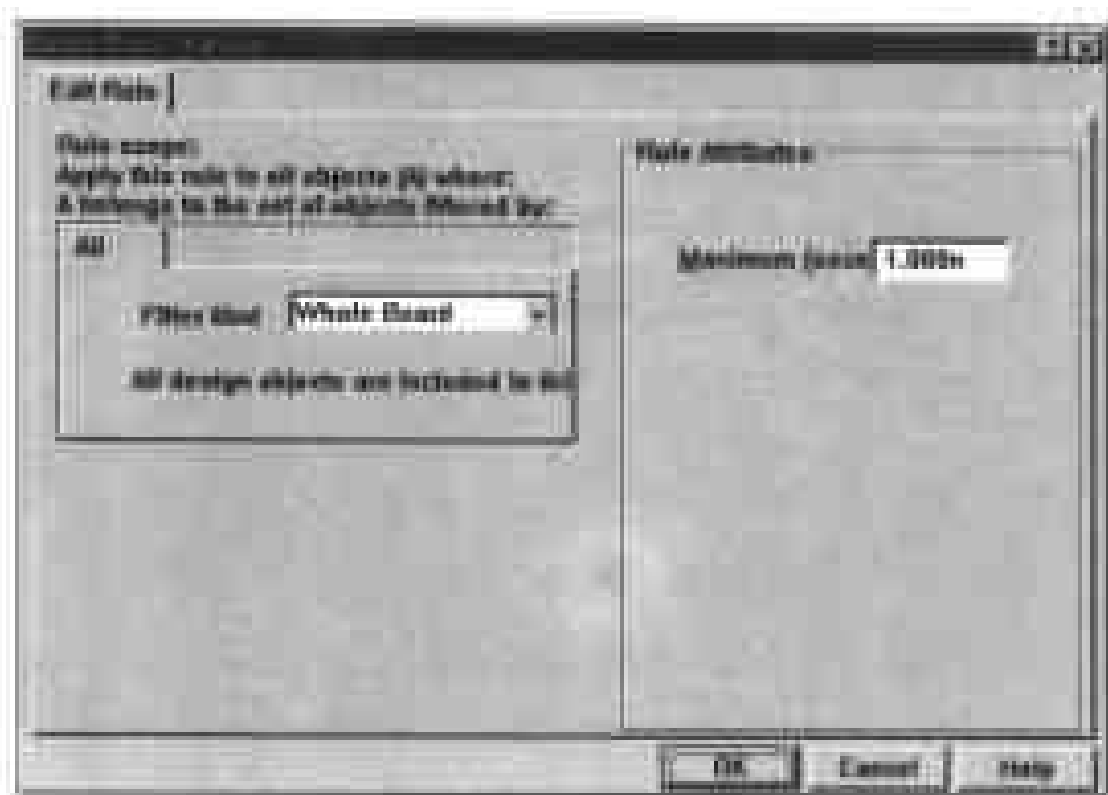


图 9-43 设置下降沿信号的传输时间延迟

(3) 在对话框左边单击 Filter kind 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中包含了 Whole Board, Net Class 和 Net 3 个选项,供用户设置此规则的适用范围,此选项的取值将反映在 Design Rules 对话框下部方框的 Scope 栏中。

(4) 在对话框右边的 Maximum(Seconds)选项输入框中输入数值,设置信号下降沿最大的延迟时间,单位为 ns(纳秒),此选项的取值将反映在 Design Rules 对话框下部方框的 Maximum 栏中。

(5) 设置好对话框中的选项后,单击 OK 命令按钮,返回 Design Rules 对话框,用户设置的新规则将显示在对话框下部的方框中,单击 Close 命令按钮,返回工作窗口。

9.5.2 设置上升沿信号的传输时间延迟

在 Design Rules 对话框中用户还可以设置上升沿信号的传输时间延迟,此规则的设置与下降沿信号传输时间延迟的设置相似(读者可以比较一下),具体步骤如下:

(1) 选择 Design > Rules,在弹出的 Design Rules 对话框中单击 Signal Integrity 标签,然后在对话框的 Rule Classes 列表框中单击 Flight Time-Rising Edge,此时对话框下部的方框中只包含 Scope 和 Maximum 两个栏目。

(2) 单击 Add 命令按钮,弹出如图 9-44 所示的对话框,供用户设置新规则。

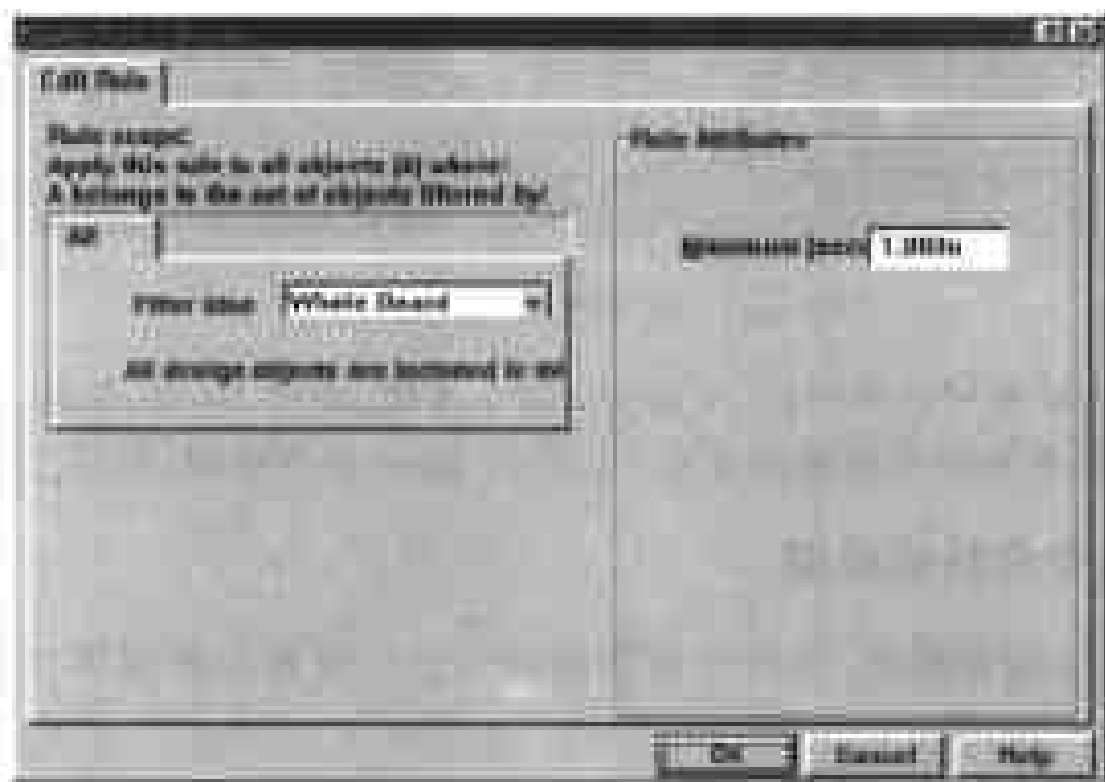


图 9-44 设置上升沿信号的传输延迟时间

(3) 此对话框中的选项与设置下降沿信号的传输延迟时间的对话框中的选项一样,仿照前面介绍的方法进行设置,然后单击 OK 命令按钮,返回 Design Rules 对话框,则用户新设置的规则显示在对话框下部的方框中。单击 Close 命令按钮,返回工作窗口。

9.5.3 设置阻抗限制

在 Design Rules 对话框中,用户还可以设置阻抗限制,具体步骤如下:

(1) 选择 Design > Rules,在弹出的 Design Rules 对话框中单击 Signal Integrity 标签,然后在对话框的 Rule Classes 列表框中单击 Impedance Constraint,此时对话框下部方框中包含有 Scope, Minimum 和 Maximum 3 个栏目。

(2) 在对话框下部单击 Add 命令按钮,弹出如图 9-45 所示的对话框,供用户设置新的阻抗限制规则。

(3) 在对话框左边单击 Filter kind 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中包含有 Whole Board, Net Class 和 Net 3 个选项,供用户设定此规则的适用范围。

(4) 在对话框右边的 Minimum(Others)选项输入框中输入数值,设置最低阻抗;然后在 Maximum(Seconds)选项的输入框中输入数值,设置最大阻抗,这两个选项的设置将反映在 Design Rules 对话框下部方框的 Minimum 和 Maximum 两栏中。

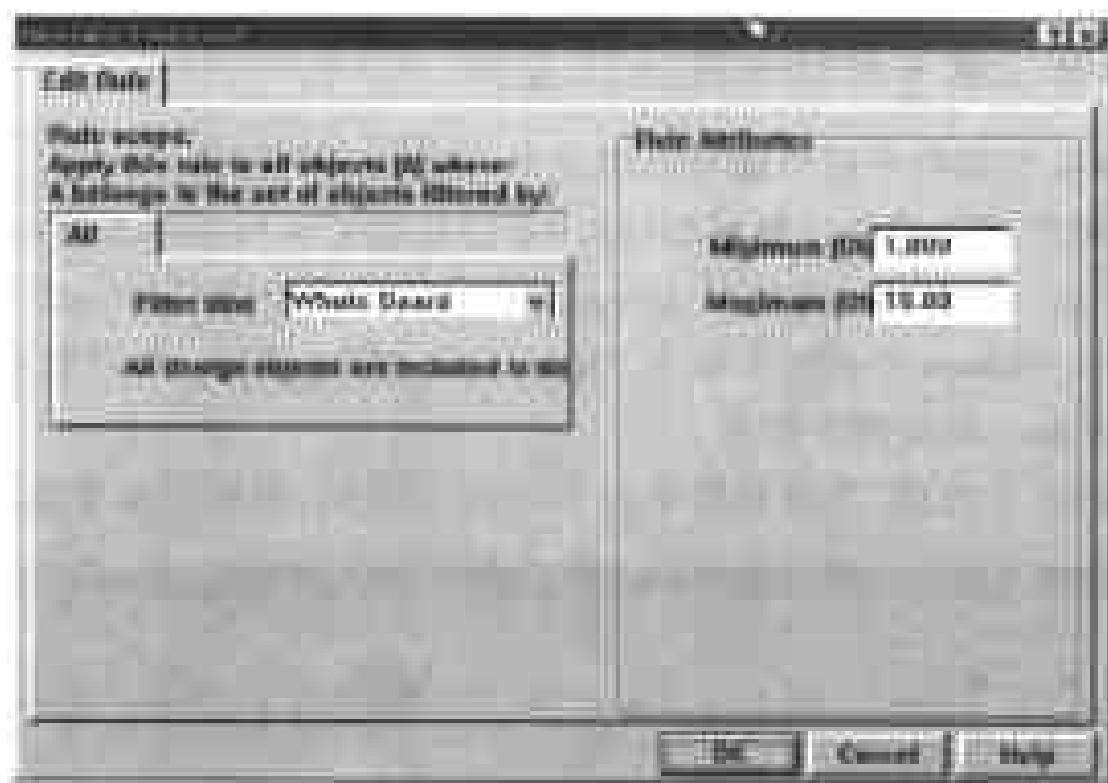


图 9-45 设置阻抗限制的对话框

(5) 设置了对话框中的选项后,单击 OK 命令按钮,返回 Design Rules 对话框,用户设置的新规则将显示在对话框下部的方框中。单击 Close 命令按钮,返回工作窗口。

9.5.4 设置信号分析的板层

在 Design Rules 对话框中,用户可以指定进行信号分析的板层属性,具体操作步骤如下:

(1) 选择 Design > Rules,在弹出的 Design Rules 对话框中单击 Signal Integrity 标签,然后在对话框的 Rule Classes 列表框中单击 Layer Stack,此时对话框下部的方框中将包含 Scope 和 Layers 两个栏目。

(2) 在对话框下部单击 Add 命令按钮,弹出如图 9-46 所示的对话框,用户可以在此进行设置。

(3) 在对话框左边单击 Filter kind 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中只有 Whole Board 一个选项可供选择,规定了此规则适用范围为整块电路板,并将反映在 Design Rules 对话框下部方框的 Scope 栏中。

(4) 在对话框右边的 Rule Attributes 选区中单击 Copper 标签,在列表框中显示出一系列复选框,供用户设定布线板层。如果单击 Dielectrics 标签,则在此选区中可设定非布线板层,如图 9-47(a)所示。单击 Solder 标签,显示出设定阻焊层的选项如图 9-47(b)所示。在 Rule Attributes 选区中设定了板层后,用户的设置将反映在 Design Rules 对话框下部方框的 Layers 栏中。

(5) 在对话框中设置了各个选项之后,单击 OK 命令按钮,返回 Design Rules 对话框,用户的设置将显示在对话框下部的方框中。单击 Close 命令按钮,返回工作窗口。

9.5.5 设置下降沿信号的向下振幅

在 Design Rules 对话框中,用户还可以设置下降沿信号在信号转换时,瞬间电压的最

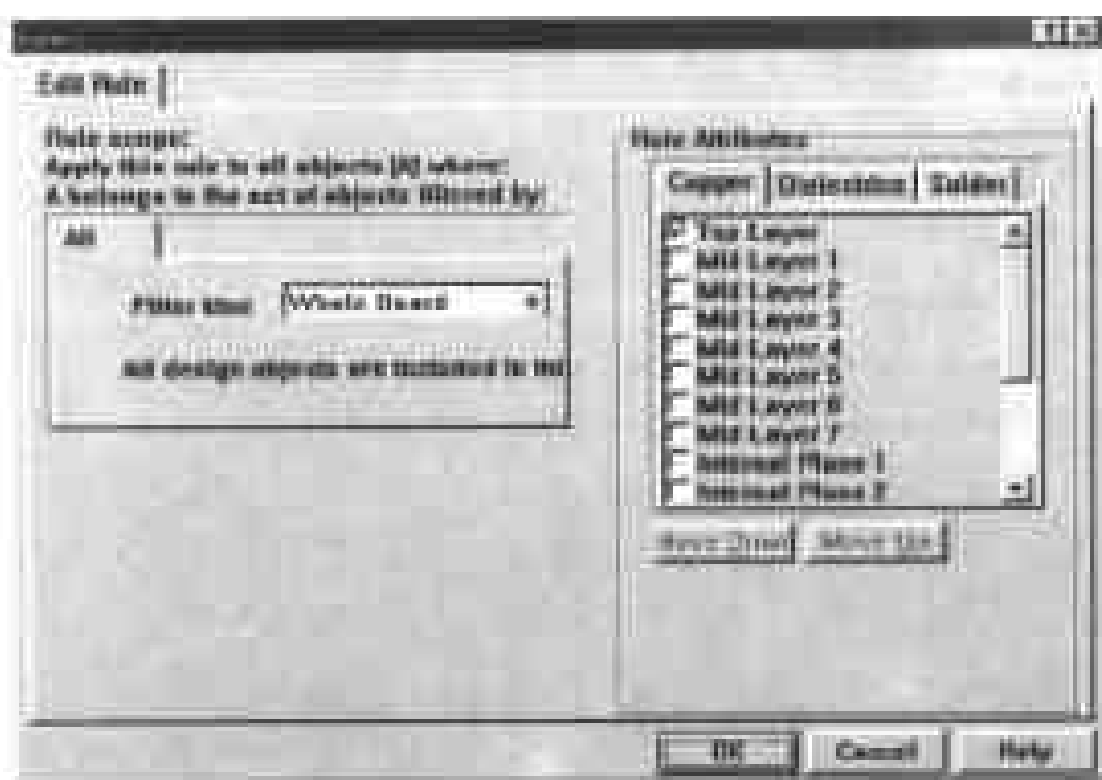
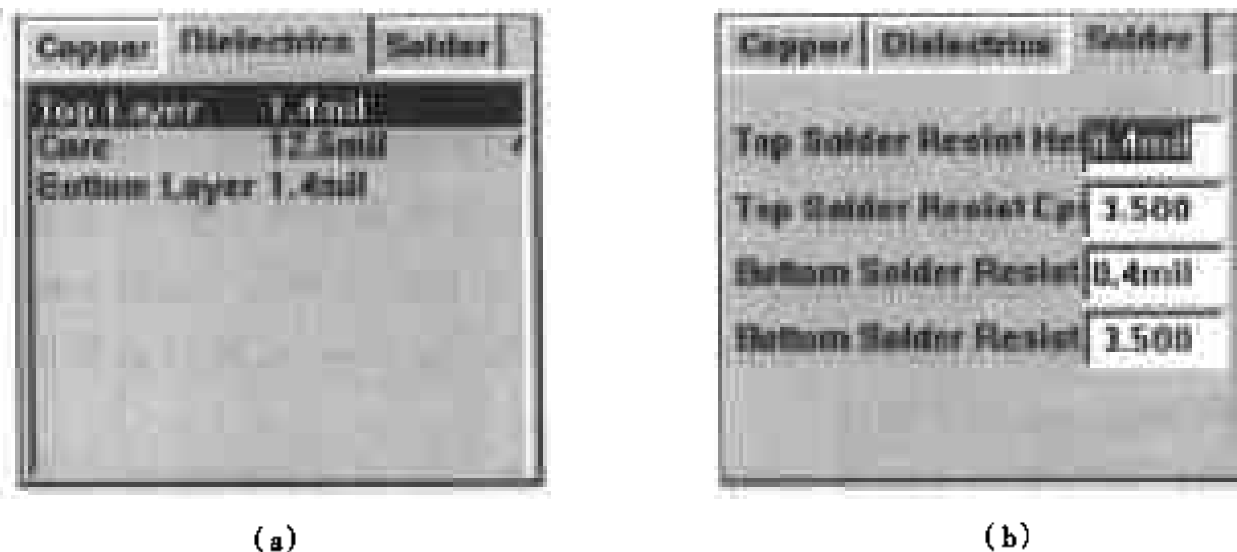


图 9-46 设置信号分析的板层



(a)

(b)

图 9-47 Rule Attributes 选区中的不同内容

大向下振幅,步骤如下:

(1) 选择 Design > Rules,在弹出的 Design Rules 对话框中单击 Signal Integrity 标签,然后在对话框的 Rule Classes 列表框中单击 Overshoot-Falling Edge,此时对话框下部的方框中包含 Scope 和 Maximum 两个栏目。

(2) 在对话框下部单击 Add 命令按钮,弹出如图 9-48 所示的对话框,供用户进行设置。

(3) 在对话框左边单击 Filter kind 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中包含了 Whole Board, Net Class 和 Net 3 个选项,供用户设定此规则的适用范围,此选项的取值将反映在 Design Rules 对话框下部方框的 Scope 栏中。

(4) 在对话框右边的 Maximum(Volts)栏中输入数值,设置瞬时电压的最大振幅,此选项的取值将反映在 Design Rules 对话框下部方框的 Maximum 栏中。

(5) 设置好对话框中的选项后,单击 OK 命令按钮,返回 Design Rules 对话框,新设定的规则将显示在对话框下部的方框中。单击 Close 命令按钮,返回工作窗口,完成此规则的设置。

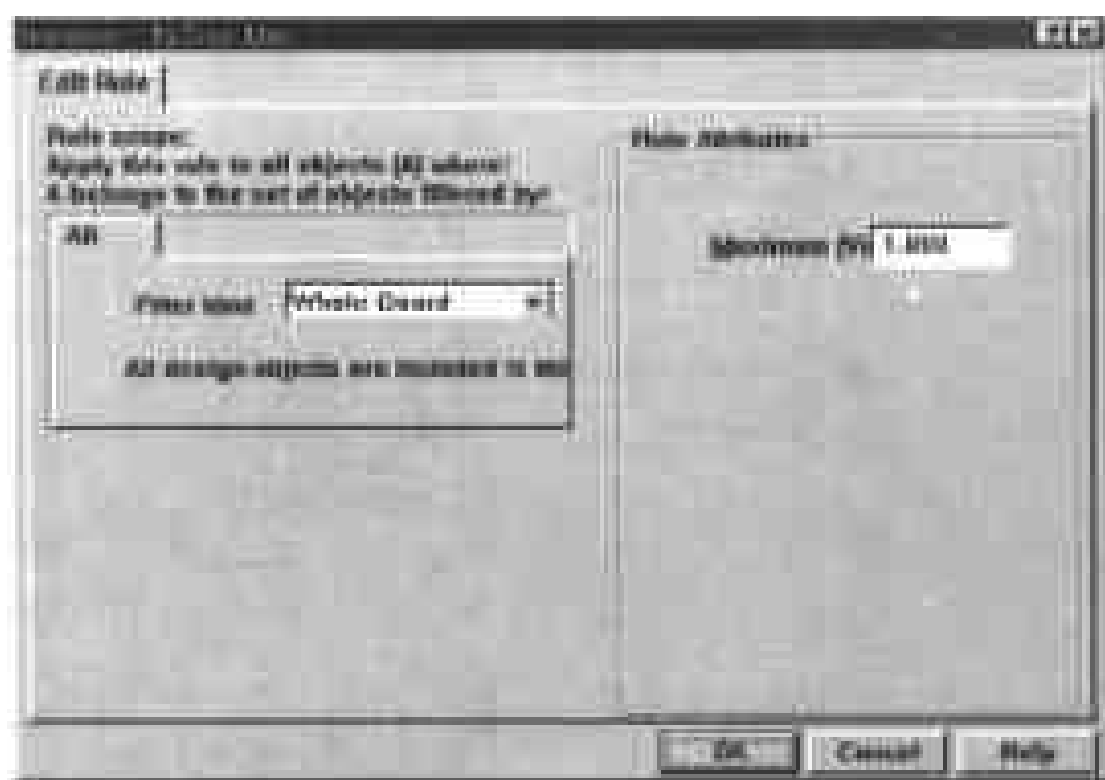


图 9-48 设置下降沿信号的最大向下振幅

9.5.6 设置上升沿信号的向上振幅

在 Design Rules 对话框中不仅可以设置下降沿信号在信号转换时瞬时电压的最大向下振幅,还可以设置上升沿信号在信号转换时瞬时电压的最大向上振幅,步骤如下:

(1) 选择 Design > Rules,在弹出的 Design Rules 对话框中单击 Signal Integrity 标签,然后在对话框的 Rule Classes 列表框中单击 Overshoot-Rising Edge,此时对话框下部的方框中将包含 Scope 和 Maximum 两个栏目。

(2) 单击对话框下部的 Add 命令按钮,弹出与图 9-48 基本相同的对话框,其中的选项设置方法也大体相同。

(3) 按照前面介绍的方法设置对话框中的选项,然后单击 OK 命令按钮,返回 Design Rules 对话框,新设定的规则将显示在对话框下部的方框中。单击 Close 命令按钮,返回工作窗口,完成此规则的设置。

9.5.7 设置电平信号的最高电压限制

在 Design Rules 对话框中用户还可以设置电平信号的最高电压限制,操作步骤如下:

(1) 选择 Design > Rules,在弹出的 Design Rules 对话框中单击 Signal Integrity 标签,然后在对话框的 Rule Classes 列表框中单击 Signal Base Value,此时对话框下部的方框中只包括 Scope 和 Maximum 两个栏目。

(2) 在对话框下部单击 Add 命令按钮,弹出如图 9-49 所示的对话框,供用户设置新的规则。

(3) 在对话框左边单击 Filter kind 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中提供了 Whole Board,Net Class 和 Net 3 个选项,供用户设置此规则的适用范围。

(4) 在对话框右边的 Maximum 选项的输入框中输入数值,设置低电平的最高电压限制,此选项的取值将反映在 Design Rules 对话框下部方框的 Maximum 栏中。

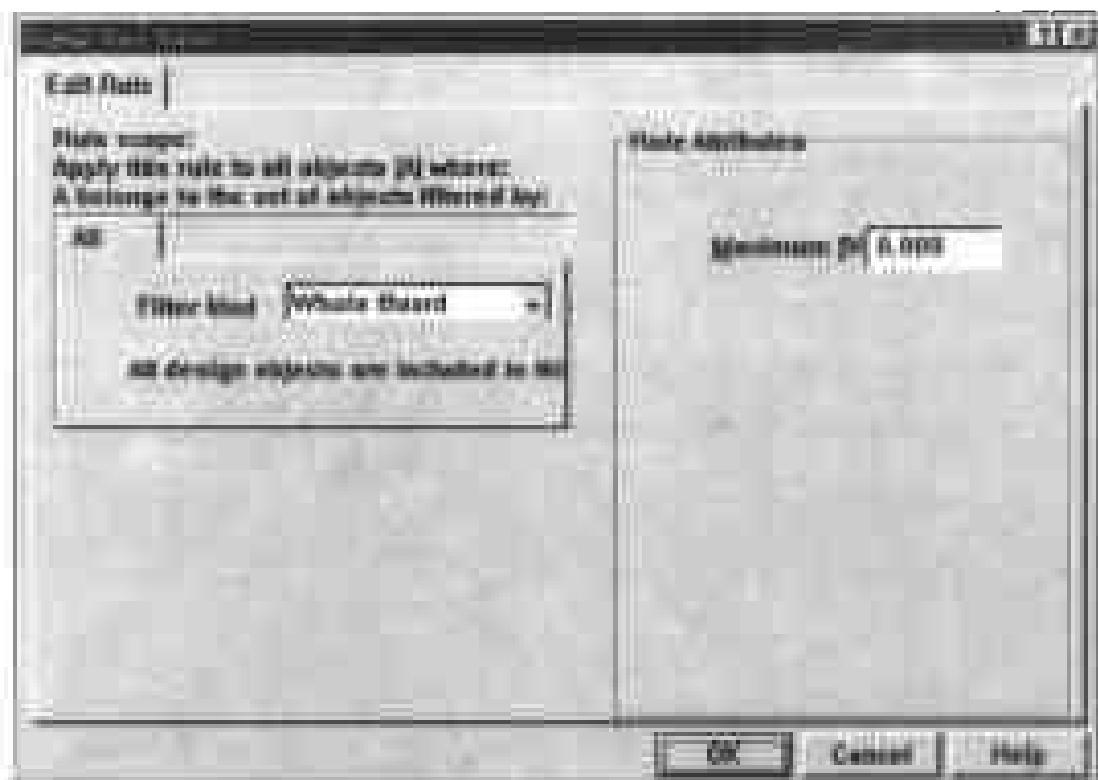


图 9-49 设置电平信号最高电压限制

(5) 设置好对话框中的选项之后,单击 OK 命令按钮,返回 Design Rules 对话框。单击 Close 命令按钮,返回工作窗口,完成这一规则的设置。

9.5.8 设置激励信号

在 Design Rules 对话框中,用户还可以设置进行信号分析时需要加入的激励信号,操作方法如下:

(1) 选择 Design > Rules,在弹出的 Design Rules 对话框中单击 Signal Integrity 标签,然后在对话框的 Rule Classes 列表框中单击 Signal Stimulus,在对话框下部的方框中将显示 Scope, Kind, Level, Start Time, Stop Time 和 Period Time 6 个栏目。

(2) 在对话框下部单击 Add 命令按钮,弹出如图 9-50 所示的对话框,供用户设置新的设计规则。

(3) 在对话框左边单击 Filter kind 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中包含了 Whole Board, Net Class 和 Net 3 个选项,供用户设置此规则的适用范围,此选项的取值在 Design Rules 对话框下部的方框中对应着 Scope 栏。

(4) 在对话框右边单击 Stimulus Kind 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中包含 3 个选项:

- Constant Level——采用固定电压的直流信号。
- Signal Pulse——采用单一的脉冲信号。
- Periodic Pulse——采用固定周期的脉冲信号。

此选项默认的设置是 Signal Pulse,在 Design Rules 对话框下部方框中对应着 Kind 栏。

(5) 单击 Start Level 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中提供了 Low Level(低电平)和 High Level(高电平)两个选项,供用户设置激励信号的起始状态,此选项的取值对应于 Design Rules 对话框下部方框的 Level 栏。

(6) 在对话框右边的 Start Time 选项、Stop Time 选项和 Period Time 选项的输入框中分

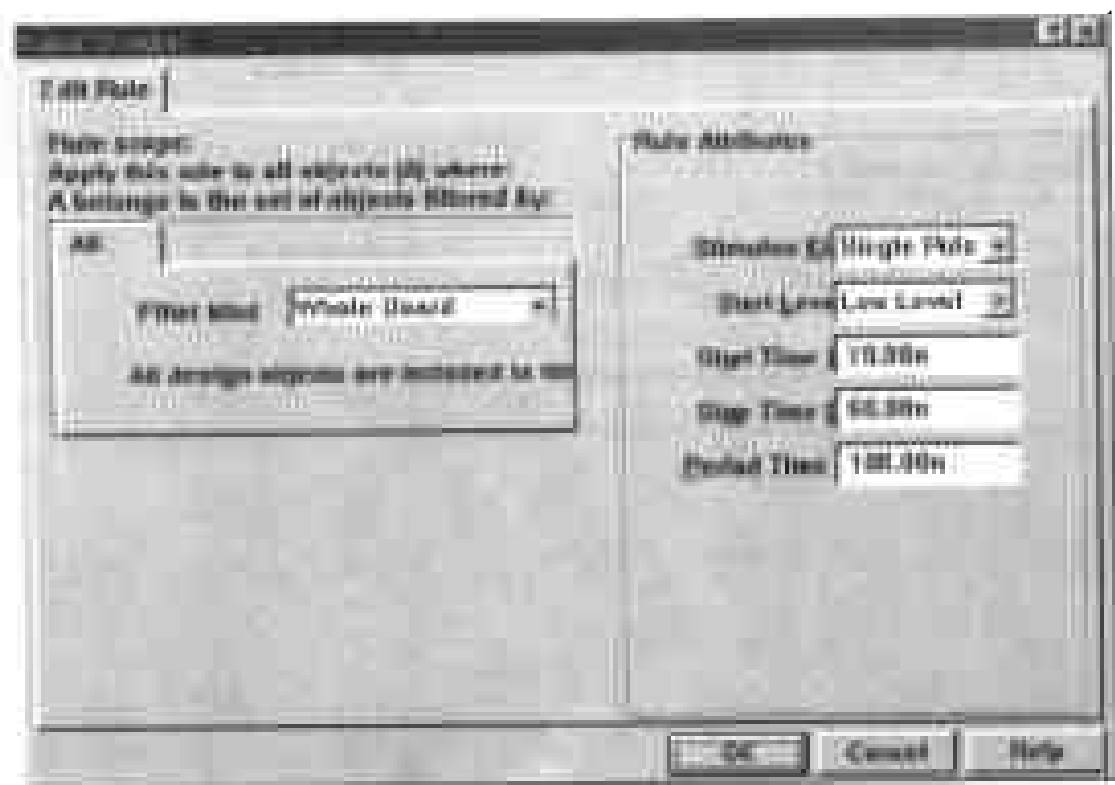


图 9-50 设置激励信号的对话框

别输入数值,设置激励信号的起始时间、截止时间和信号周期,这3个选项的取值在 Design Rules 对话框下部方框中分别对应着 Start Time, Stop Time 和 Period Time 栏。

(7) 在对话框中设置好各个选项,单击 OK 命令按钮,返回 Design Rules 对话框,则用户设置的新规则将显示在对话框下部的方框中。单击 Close 命令按钮,返回工作窗口,完成对这一规则的设置。

9.5.9 设置高电平的最低电压

在 Design Rules 对话框中,用户还可以设置高电平信号的最低电压,具体步骤如下:

(1) 选择 Design > Rules,在弹出的 Design Rules 对话框中单击 Signal Integrity 标签,然后在对话框的 Rule Classes 列表框中单击 Signal Top Value,此时对话框下部的方框中只有 Scope 和 Minimum 两个栏目。

(2) 单击对话框下部的 Add 命令按钮,弹出如图 9-51 所示的对话框,供用户设置新的规则。

(3) 在对话框中单击 Filter kind 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中包含有 Whole Board, Net Class 和 Net 3 个选项,供用户设置此规则的适用范围,此选项取值对应于 Design Rules 对话框下部方框的 Scope 栏。

(4) 在对话框右边的 Minimum (Volts) 选项的输入框中输入数值,设置高电平信号的最低电压,此选项的取值对应于 Design Rules 对话框下部方框的 Minimum 栏。

(5) 设置好各个选项后,单击 OK 命令按钮,返回 Design Rules 对话框,则用户所做的设置显示在对话框下部的方框中。单击 Close 命令按钮,返回工作窗口,完成此规则的设置。

9.5.10 设置下降沿信号的延迟时间

在 Design Rules 对话框中,用户还可以设置下降沿信号的延迟时间,即下降沿的延迟

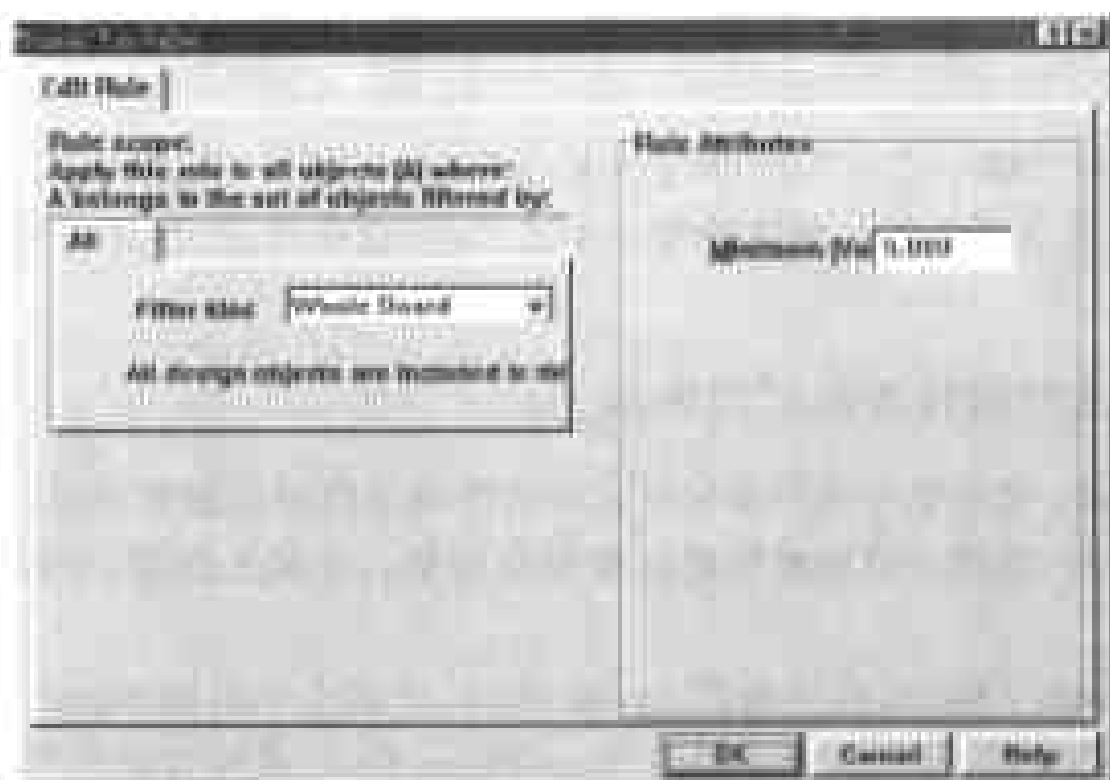


图 9-51 设置高电平信号的最低电压

时间,具体操作步骤如下:

(1) 选择 Design > Rules,在弹出的 Design Rules 对话框中单击 Signal Integrity 标签,然后在对话框的 Rule Classes 列表框中单击 Slope-Falling Edge,此时对话框下部的方框中只有 Scope 和 Maximum 两个栏目。

(2) 在对话框下部单击 Add 命令按钮,弹出如图 9-52 所示的对话框,供用户设置新的规则。

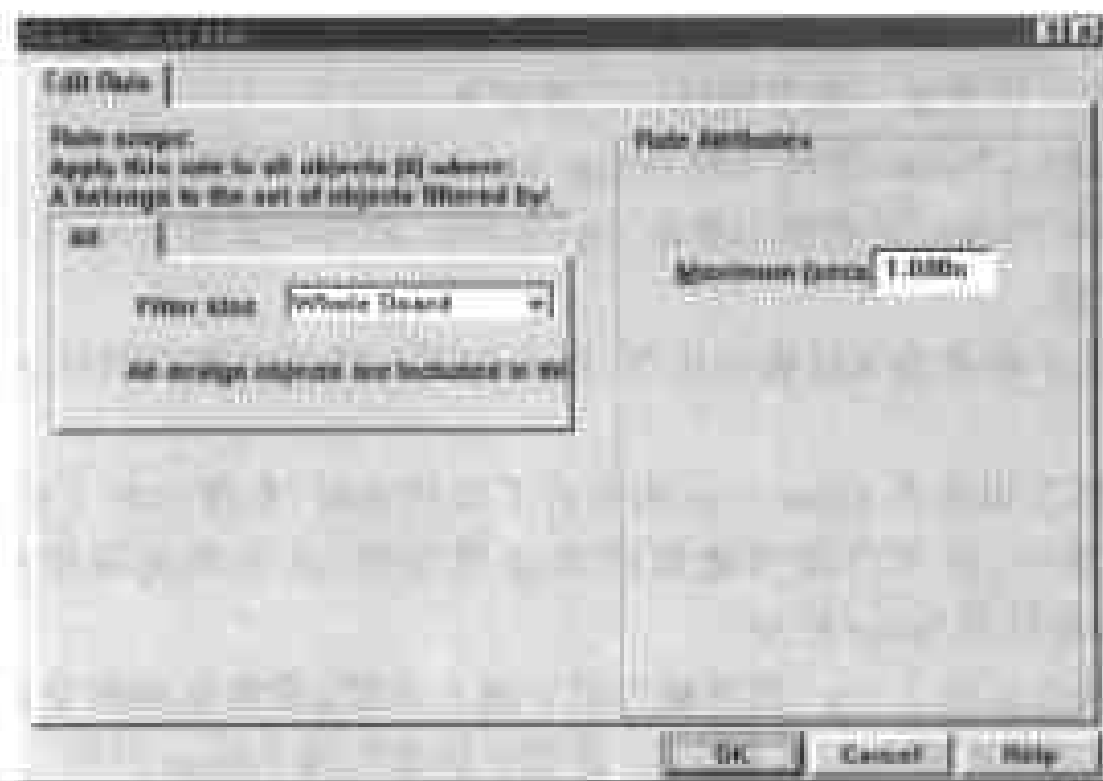


图 9-52 设置下降沿信号的延迟时间

(3) 在对话框中单击 Filter kind 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中包含 Whole Board, Net Class 和 Net 3 个选项,供用户设置此规则的适用范围,此选项的设置对应于 Design Rules 对话框下部方框的 Scope 栏。

(4) 在对话框右边的 Maximum(Seconds)选项的输入框中输入数值,设置下降沿信号

的下降沿的最大延迟时间,此选项的设置对应于 Design Rules 对话框下部方框的 Maximum 栏。

(5) 设置好对话框中的选项后,单击 OK 命令按钮,返回 Design Rules 对话框,在对话框下部的方框中显示出了用户的新设置。单击 Close 命令按钮,返回工作窗口,完成此规则的设置。

9.5.11 设置上升沿信号的延迟时间

在 Design Rules 对话框中用户不仅可以设置下降沿信号的延迟时间,还可以设置上升沿信号的延迟时间,这两个规则的设置过程非常相似。设置上升沿信号延迟时间的步骤如下:

(1) 选择 Design > Rules,在弹出的 Design Rules 对话框中单击 Signal Integrity 标签,然后在对话框的 Rule Classes 列表框中单击 Slope-Rising Edge,此时对话框下部的方框中只有 Scope 和 Maximum 两个栏目。

(2) 在对话框下部单击 Add 命令按钮,弹出一个与图 9-52 所示对话框基本相同的对话框,其中选项的设置也与设置下降沿信号延迟时间的设置方法相同。

(3) 设置好对话框的选项后,单击 OK 命令按钮,返回 Design Rules 对话框,此时用户设置的新规则就显示在对话框下部的方框中。单击 Close 命令按钮,返回工作窗口,完成此规则的设置。

9.5.12 设置网络支持电压

在 Design Rules 对话框中,用户还可以设置电路板中提供电源的网络及其电压值,比如 VCC、GND 等等。设置这一规则的操作步骤如下:

(1) 选择 Design > Rules,在弹出的 Design Rules 对话框中单击 Signal Integrity 标签,然后在对话框的 Rule Classes 列表框中单击 Supply Nets,此时对话框下部的方框中只有 Scope 和 Voltage 两个栏目。

(2) 在对话框下部单击 Add 命令按钮,弹出如图 9-53 所示的对话框,供用户设置新的规则。

(3) 在对话框左边单击 Filter kind 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中只有 Net Class 和 Net 两个选项,供用户设置此规则的适用范围,此选项的取值将反映在 Design Rules 对话框下部方框的 Scope 栏中。

(4) 在对话框右边的 Voltage 选项输入框中输入数值,设置电源网络或网络分类的电压,此选项的取值将反映在 Design Rules 对话框下部方框的 Voltage 栏中。

(5) 设置好各个选项后,单击 OK 命令按钮,返回 Design Rules 对话框,在对话框下部的方框中将显示出用户新设置的规则。单击 Close 命令按钮,返回工作窗口,完成此规则的设置。

9.5.13 设置下降沿信号振荡电压的幅度

在 Design Rules 对话框中,用户还可以设置下降沿信号振荡电压向上拉回的最大幅

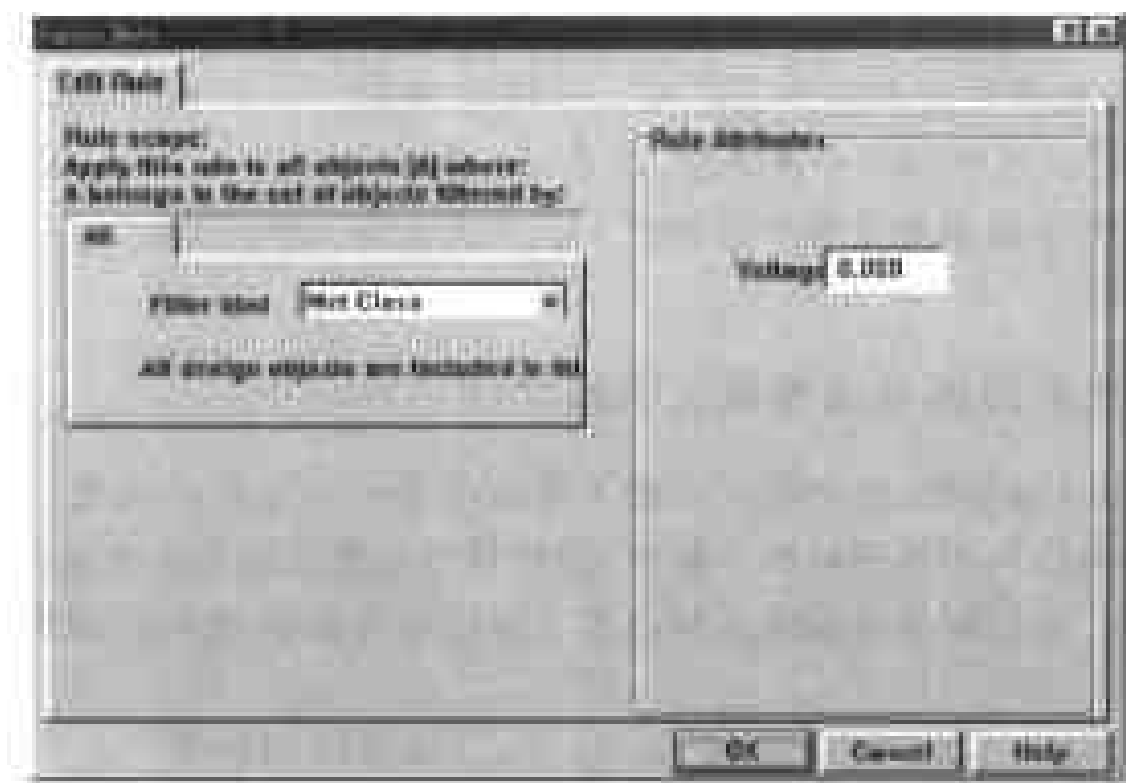


图 9-53 设置电源网络电压的对话框

度,即信号由高电压转为低电压时,产生的瞬时振荡的最大限度。设置这一规则的操作步骤如下:

(1) 选择 Design > Rules,在弹出的 Design Rules 对话框中单击 Signal Integrity 标签,然后在对话框的 Rule Classes 列表框中单击 Undershoot-Falling Edge,此时对话框下部方框中只有 Scope 和 Maximum 两个栏目。

(2) 在对话框下部单击 Add 命令按钮,弹出如图 9-54 所示的对话框,供用户设置新的规则。

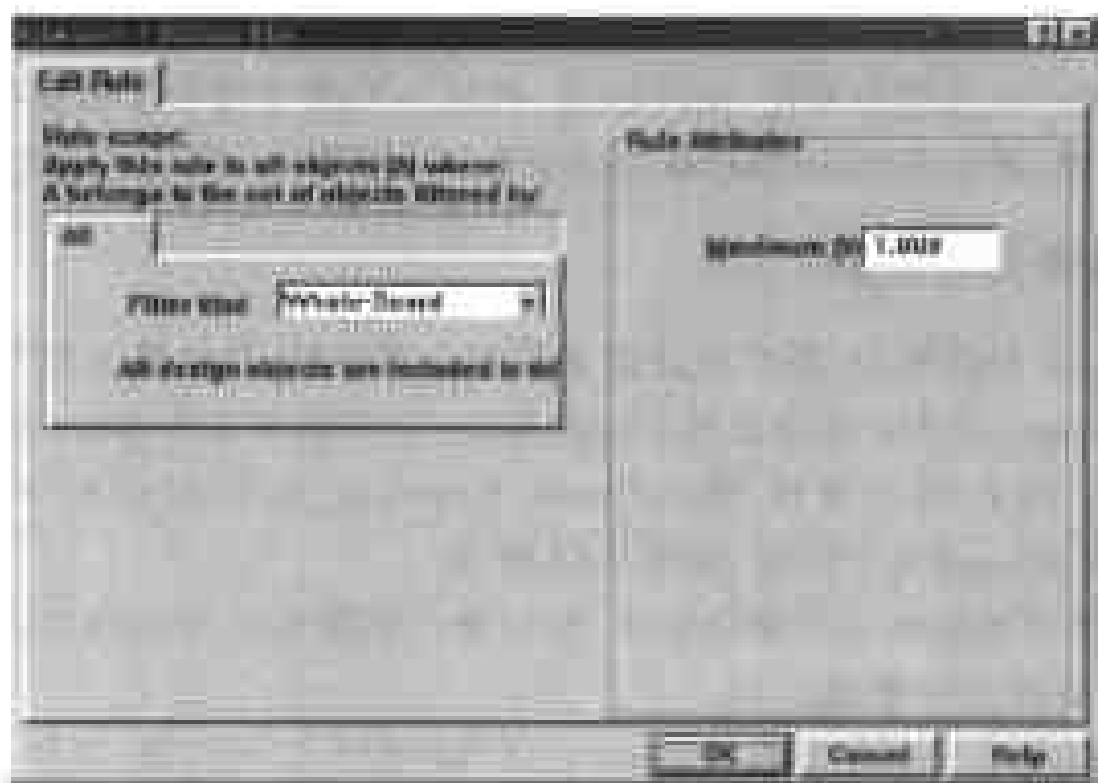


图 9-54 设置振荡电压的幅度

(3) 单击对话框左边的 Filter kind 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中包含 Whole Board, Net Class 和 Net 3 个选项,供用户设置此规则的适用范围,此选项的取值将反映在 Design Rules 对话框下部方框的 Scope 栏中。

(4) 在对话框右边的 Maximum(Volts)选项的输入框中输入数值,设置振荡电压振幅的最大值,此选项的取值将反映在 Design Rules 对话框下部方框的 Maximum 栏中。

(5) 设置好对话框中的各个选项后,单击 OK 命令按钮,返回 Design Rules 对话框,在对话框下部的方框中显示出了用户的新设置。单击 Close 命令按钮,返回工作窗口,完成此规则的设置。

9.5.14 设置上升沿信号振荡电压的幅度

在 Design Rules 对话框,用户除了设置下降沿信号振荡电压的幅度以外,还可以设置上升沿信号振荡电压向下拉回的最大幅度,即信号由低电压转为高电压时,所产生的瞬时振荡电压的下限。此规则的设置方法与设置下降沿信号振荡电压的幅度的方法类似,具体步骤如下:

(1) 选择 Design > Rules,在弹出的 Design Rules 对话框中单击 Signal Integrity 标签,然后在对话框的 Rule Classes 列表框中单击 Undershoot-Rising Edge,此时对话框下部方框中只有 Scope 和 Maximum 两个栏目。

(2) 单击对话框下部的 Add 命令按钮,弹出一个与图 9-54 基本相同的对话框,供用户设置上升沿信号振荡电压的幅度。

(3) 设置好各个选项后,返回 Design Rules 对话框,在对话框下部方框中显示出用户新设置的规则。单击 Close 命令按钮,返回工作窗口,完成此规则的设置。

9.6 其他设计规则

在 Design Rules 对话框中单击 Other 标签,在这一页面中集中了前面所没有提到过的其他特殊设计规则,显示在 Rule Classes 列表框中,下面逐一介绍这些规则的设置。

9.6.1 设置是否允许短路

在 Design Rules 对话框中,用户可以设置是否允许短路,具体做法如下:

(1) 选择 Design > Rules,在弹出的 Design Rules 对话框中单击 Other 标签,然后在对话框的 Rule Classes 列表框中单击 Short-Circuit Constraint,此时对话框下部方框中包含 Scope1, Scope 2 和 Allowed 3 个栏目,如图 9-55 所示。

(2) 在对话框下部单击 Add 命令按钮,即可弹出如图 9-56 所示的对话框,在此对话框中用户可以设定是否允许短路。

(3) 在对话框左边分别单击两个 Filter kind 选项的下拉列表框,在弹出的下拉列表中包含 Whole Board, Net Class 和 Net 3 个选项,供用户设置此规则的适用范围,这两个选项的取值将反映在 Design Rules 对话框下部方框的 Scope1 和 Scope 2 栏中。

(4) 在对话框右边单击 Allow Short Circuit 复选框,即可设定允许短路,此选项的设置将反映在 Design Rules 对话框下部方框的 Allowed 栏中。

(5) 在对话框中设置了各个选项之后,单击 OK 命令按钮,返回 Design Rules 对话框,

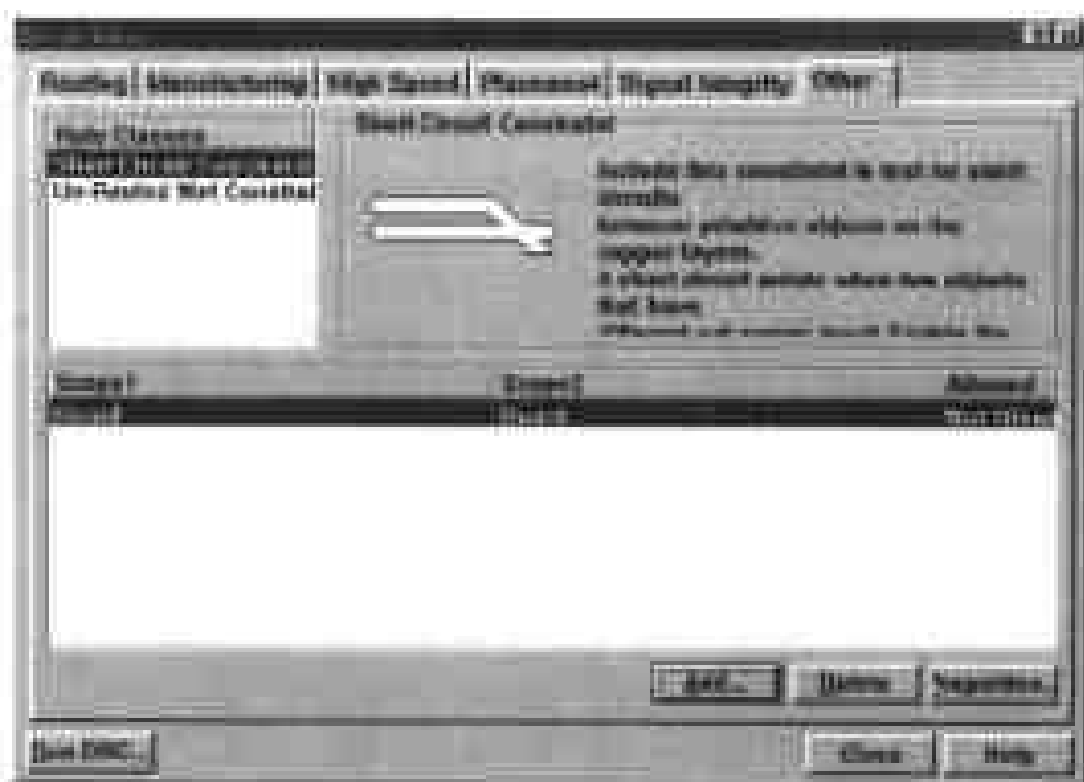


图 9-55 选择 Short-Circuit Constraint

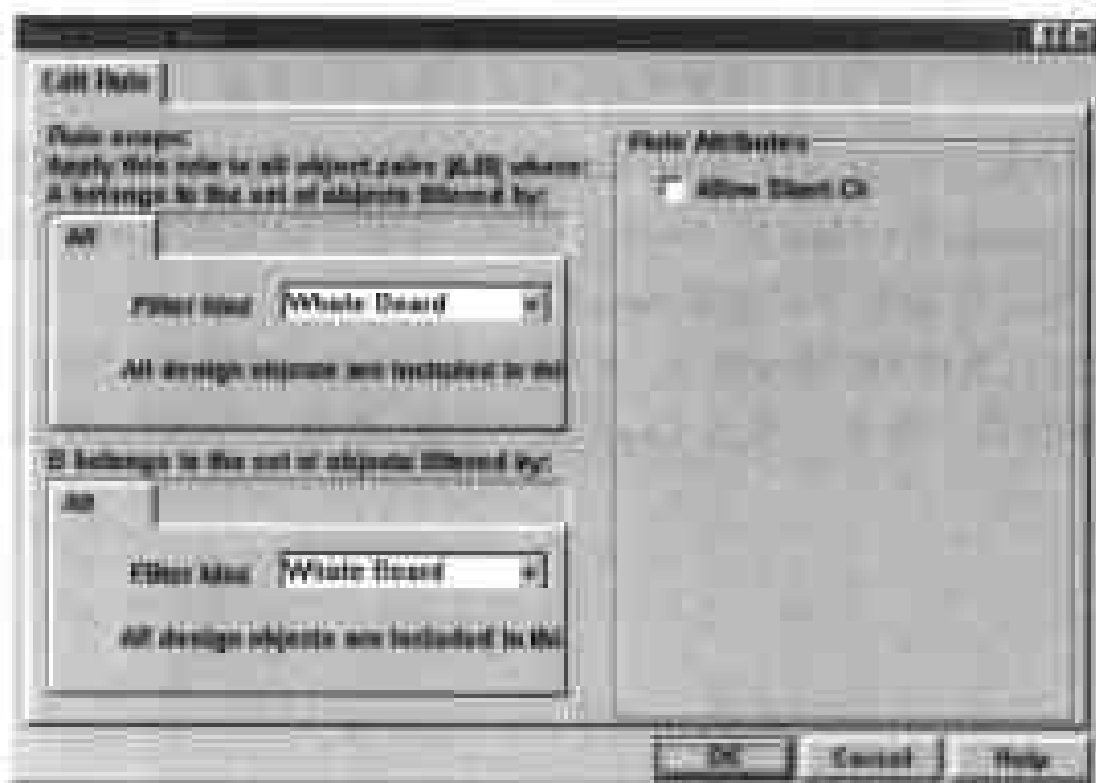


图 9-56 设置是否允许短路

在对话框下部的方框中显示出了用户设置的新规则。单击 Close 命令按钮,返回工作窗口,完成此规则的设置。

9.6.2 设置测试未完成布线网络的限制

在 Design Rules 对话框中,用户还可以设置测试未完成布线的网络的限制,通常系统表示布线状态的形式是“完成布线数/布线总数”。设置这一规则的操作非常简单,其步骤如下:

- (1) 选择 Design > Rules, 在弹出的 Design Rules 对话框中单击 Other 标签, 然后在对话框的 Rule Classes 列表框中单击 Un-Route Net Constraint, 此时对话框下部方框中只有一个 Scope 栏。

(2) 单击对话框下部的 Add 命令按钮,弹出如图 9-57 所示的对话框,供用户进行设置。

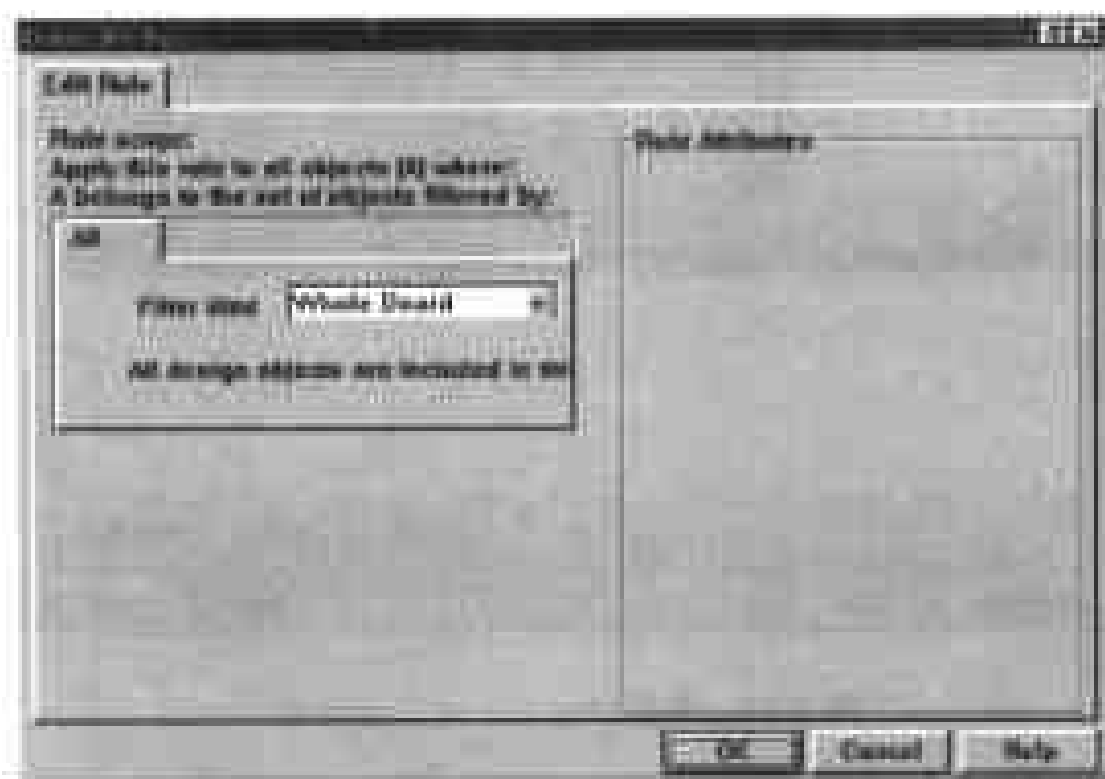


图 9-57 设置测试未完成布线网络的限制

(3) 在这个对话框中只有一个 Filter kind 选项,单击它的下拉列表框,在弹出的下拉列表中包含 Whole Board, Net Class 和 Net 3 个选项,供用户设置此规则的适用范围,该选项的取值在 Design Rules 对话框中对应着 Scope 栏。

(4) 设置好之后,单击 OK 命令按钮,返回 Design Rules 对话框,则用户设置的新规则就显示在对话框下部的方框中。单击 Close 命令按钮,返回工作窗口,完成此规则的设置。

[G e n e r a l I n f o r m a t i o n]

书名 = 快学易用

作者 =

页数 = 2 6 4

S S 号 = 0

出版日期 =