



老虎工作室
www.laohu.net



附光盘
CD-ROM



从开始



Protel

基础培训教程

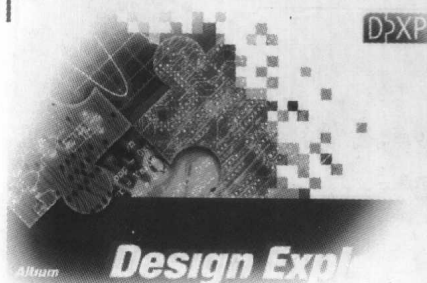
老虎工作室
张伟 编著

人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

从零开始

——Protel 基础培训教程

老虎工作室 张伟 编著



人民邮电出版社

图书在版编目(CIP)数据

从零开始——Protel 基础培训教程/老虎工作室编;张伟编著. —北京:人民邮电出版社,2004.4
ISBN 7-115-11725-X

I. 从... II. ①老...②张... III. 印刷电路—计算机辅助设计—应用软件, Protel—技术培训—教材 IV. TN410.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 024789 号

内 容 提 要

本书以精心选择的设计实例为主线,系统介绍了利用 Protel DXP 软件绘制原理图和设计电路板的方法及技巧。本书在内容安排上充分考虑到初学者的学习特点,由浅入深,从介绍电路板的基础知识开始,使读者能够在较短的时间内掌握电路板设计的一般方法和常用技巧,成为一个熟练的设计人员。

全书共有 12 章,第 1、2 章分别介绍了电路板和 Protel DXP 设计浏览器的基础知识;第 3~6 章详细介绍了原理图的绘制方法及报表文件的生成和使用方法;第 7~10 章详细介绍了电路板的设计方法和技巧;第 11 章介绍集成元器件库的生成和修改的方法;最后一章结合典型数模混合电路板设计的实例对本书学习的知识进行了全面总结。

书中每章的篇首都指出了本章的学习目标、重点和难点;文末有实例辅导和习题,并且在附盘中给出了习题答案。此外,附盘中还收录了书中的操作实例以及实例操作过程的动画演示。

本书特别适合初学者使用,对 Protel 有一定了解的读者也可以从中找到自己感兴趣的内容,本书也可以用做电路设计与制板人员的培训教材或大专院校相关专业师生的学习参考书。

从零开始——Protel 基础培训教程

◆ 编 著 老虎工作室 张 伟
责任编辑 李永涛

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
读者热线 010-67132692
北京汉魂图文设计有限公司制作
北京鸿佳印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 18.75
字数: 446 千字 2004 年 4 月第 1 版
印数: 1-8 000 册 2004 年 4 月北京第 1 次印刷

ISBN7-115-11725-X/TP · 3646

定价: 30.00 元 (附光盘)

本书如有印装质量问题,请与本社联系 电话: (010) 67129223



老虎工作室

主 编： 沈精虎

编 委： 许曰滨 黄业清 杜俭业 姜 勇 宋一兵
向先波 谭雪松 赵 晶 张 伟 吴红杰
徐海鹰 冯 辉 高长铎 詹 翔 宋雪岩
郭万军 周 锦 田博文 王海英 李 辉

内容和特点

利用 Protel DXP 进行电路板设计其实不难,只要学习方法适当,就能在短时间内掌握电路板的设计方法和操作技巧。根据笔者多年的电路板设计经验,结合 Protel DXP 软件的特点,我们总结出利用 Protel 进行电路板设计的过程。

- (1) 首先应该认识电路板。熟悉电路板的构成以及各图件的功能是进行电路板设计的前提。
- (2) 熟悉 Protel DXP 的工作界面,了解各编辑器之间的切换和联系,为电路板设计做准备。
- (3) 设计电路板。电路板的设计流程是:首先绘制原理图,在绘制原理图的过程中有时需要制作原理图符号,然后是编译原理图设计,接下来进入 PCB 编辑器进行元器件布局和电路板布线等工作,电路板设计完成后还应当进行 DRC 检验等。如果电路板上出现了系统中没有的元器件封装,则在元器件封装和网络表装入 PCB 编辑器之前还应当制作元器件封装。

本书根据上面介绍的学习过程,从“基础、实用、培训”的角度出发,以典型实例为主线,介绍了绘制原理图和印制电路板设计的基础知识,并结合数模混合电路设计的实战演练巩固了本书的学习内容。

全书共 12 章,各章内容简单介绍如下。

- 第 1 章:介绍有关电路板的基础知识,目的是让初学者认识电路板。
- 第 2 章:介绍 Protel DXP 设计浏览器的基础知识。
- 第 3 章:介绍原理图编辑器的基本操作知识。
- 第 4 章:介绍绘制原理图的方法。
- 第 5 章:介绍在原理图库中制作原理图符号的方法。
- 第 6 章:介绍常用报表文件的生成和使用方法。
- 第 7 章:介绍 PCB 编辑器的使用方法。
- 第 8 章:介绍元器件交互式布局的方法。
- 第 9 章:介绍电路板交互式布线的设计方法。
- 第 10 章:介绍利用系统生成向导创建元器件封装的方法和手工创建元器件封装的方法。
- 第 11 章:介绍集成元器件库的生成和修改的方法。
- 第 12 章:详细介绍一种典型数模混合电路的设计过程,以巩固本书的学习内容。

读者对象

本书根据电路板设计的一般流程,结合典型的实例介绍了电路板设计的全过程及电路板的设计技巧,条理清晰,讲解透彻,易于掌握,可作为电路设计与制板人员的培训教材或大专院校相关专业师生的学习参考书,对 Protel 有一定了解的读者也可以从中找到自己感兴趣的内容。

附盘内容及用法

为了方便读者学习,本书附一张配套光盘,主要收录以下内容。

1. 设计实例

本书以“脉冲发生电路”实例为主线介绍了电路板设计的全过程,并且在最后一章中详细介绍了一种复杂的数模混合电路的电路板设计,以提高读者电路板设计的水平。这两个实例都收录在附盘的“实例”文件夹下。

2. 动画文件

本书所有实例的操作过程都录制成了“.avi”动画文件,并按章收录在附盘的“录像”文件夹下。读者在操作时有疑问,可以参考使用。

“.avi”是最常用的动画文件格式,读者用 Windows 系统提供的“媒体播放机”就可以播放“.avi”动画文件。单击【开始】/【程序】/【附件】/【娱乐】/【媒体播放机】选项即可打开“媒体播放机”。一般情况下,读者只要双击某个动画文件,就可以观看该文件所录制的实例操作过程。

注意:播放文件前要安装光盘根目录下的“avi_tscx.exe”插件,否则,可能导致播放失败。

3. 习题答案

为了方便读者学习 Protel DXP 并巩固所学的知识,本书第 1~11 章的结尾都附有习题和实例辅导的思考题,并按章将习题答案和实例辅导思考题答案收录在附盘的“实例辅导及习题参考答案”文件中。

感谢您选择了本书,也请您把对本书的意见和建议告诉我们。

老虎工作室网站 <http://www.laohu.net>, 电子函件 postmaster@laohu.net。

老虎工作室

2004 年 3 月

第 1 章 认识电路板	1
1.1 学习提示	1
1.2 常用术语	1
1.3 电路板的类型	2
1.4 电路板选型的原则	4
1.5 认识电路板上的图件	5
1.6 电路板的电气构成	6
1.7 实例辅导	6
1.8 小结	7
1.9 习题	7
第 2 章 Protel DXP 概述	9
2.1 学习提示	9
2.2 启动 Protel DXP	9
2.3 初识 Protel DXP	11
2.3.1 菜单栏	12
2.3.2 工具栏	16
2.3.3 状态栏和命令行	17
2.3.4 标签栏和工作窗口面板	17
2.3.5 工作窗口	21
2.4 Protel DXP 的文件组织结构	23
2.5 启动常用编辑器	23
2.5.1 创建一个印制电路板设计工程	24
2.5.2 启动原理图编辑器	25
2.5.3 启动印制板电路编辑器	26
2.5.4 不同编辑器之间的切换	26
2.6 实例辅导	27
2.7 小结	28
2.8 习题	28

第3章 原理图编辑器	29
3.1 学习提示	29
3.2 原理图编辑器中的工作窗口面板 (Workspace Panel)	29
3.2.1 工程【Projects】面板	31
3.2.2 导航器【Navigator】面板的显示导航功能	32
3.2.3 库文件【Libraries】面板	39
3.3 工具栏的管理	44
3.3.1 工具栏的打开与关闭	44
3.3.2 工具栏的排列	46
3.4 原理图编辑器的画面管理	46
3.4.1 画面的移动	46
3.4.2 画面的放大	47
3.4.3 画面的缩小	47
3.4.4 选定区域放大	48
3.4.5 选定物体放大	48
3.4.6 显示整个图形文件	49
3.4.7 显示所有的图件	49
3.4.8 刷新画面	50
3.4.9 图纸区域栅格定义	50
3.5 打印输出原理图	51
3.5.1 页面设置	51
3.5.2 打印机设置	53
3.5.3 打印输出	54
3.6 实例辅导	54
3.7 小结	58
3.8 习题	58
第4章 绘制原理图	59
4.1 学习提示	59
4.2 原理图的设计流程	59
4.3 新建工程和原理图	62
4.4 设置系统参数	63
4.4.1 定义图纸外观	63
4.5 载入元器件库	67
4.6 放置元器件	69
4.6.1 利用库文件面板放置元器件	70
4.6.2 利用菜单命令放置元器件	71

4.6.3 删除元器件	72
4.6.4 调整元器件位置	74
4.6.5 编辑元器件属性	78
4.7 布线	80
4.7.1 布线工具栏和布线的方法	80
4.7.2 画导线	81
4.7.3 放置电源及接地符号	83
4.7.4 放置网络标号 (Net Label)	85
4.7.5 画总线	87
4.7.6 放置电路的输入/输出端口	87
4.7.7 放置线路节点 (Junction)	88
4.8 实例辅导	89
4.8.1 绘制脉冲发生电路	89
4.8.2 原理图绘制技巧	92
4.9 小结	93
4.10 习题	93

第5章 原理图元器件库的编辑..... 95

5.1 学习提示	95
5.2 常用术语解释	95
5.3 查找元器件	96
5.3.1 浏览原理图符号	96
5.3.2 查找元器件的方法	97
5.4 创建一个原理图库文件	99
5.5 画图工具栏	100
5.5.1 画图工具栏各工具的功能	100
5.5.2 绘制直线	101
5.5.3 绘制贝塞尔曲线	102
5.5.4 绘制椭圆弧	103
5.5.5 画多边形	104
5.5.6 添加文字注释	105
5.5.7 创建元器件	106
5.5.8 添加子件	107
5.5.9 绘制矩形	107
5.5.10 绘制椭圆或圆	108
5.5.11 放置图片	109
5.5.12 放置元器件的引脚	111
5.6 绘制原理图符号	112

5.7 实例辅导	114
5.7.1 绘制“SG3525A”的原理图符号	114
5.7.2 绘制一种接插件的原理图符号	119
5.8 小结	120
5.9 习题	120
第 6 章 认识各种报表文件	121
6.1 学习提示	121
6.2 编译工程及查错	121
6.2.1 设置工程选项	122
6.2.2 编译工程	123
6.2.3 使用编译工程信息报告	124
6.3 生成元器件报表清单	125
6.4 生成网络表文件	129
6.5 元器件自动编号	132
6.6 实例辅导	135
6.7 小结	137
6.8 习题	138
第 7 章 PCB 编辑器的常用功能	139
7.1 学习提示	139
7.2 创建 PCB 文件	139
7.3 PCB 编辑器的工作窗口管理	144
7.3.1 窗口管理	144
7.3.2 PCB 编辑器中各工具栏、状态栏、命令行的打开与关闭	147
7.3.3 PCB 编辑器中各种面板的打开与关闭	147
7.4 PCB 放置工具栏	148
7.4.1 绘制导线	149
7.4.2 放置焊盘	150
7.4.3 放置过孔	151
7.4.4 放置字符串	152
7.4.5 放置位置坐标	153
7.4.6 放置尺寸标注	154
7.4.7 设置坐标原点	155
7.4.8 放置元器件	155
7.4.9 绘制圆弧	157
7.4.10 放置矩形填充	157
7.4.11 放置多边形填充	158

7.5 PCB 编辑器的编辑功能	160
7.5.1 选择功能	160
7.5.2 取消选择功能	163
7.5.3 删除功能	164
7.5.4 更改图件属性	164
7.5.5 移动图件	165
7.5.6 跳转功能	168
7.6 其他操作命令	169
7.7 实例辅导	170
7.8 小结	171
7.9 习题	172

第 8 章 元器件的交互式布局 173

8.1 学习提示	173
8.2 PCB 电路板的设计流程	173
8.3 电路板工作层面的设置	175
8.3.1 电路板的类型	175
8.3.2 工作层面类型说明	176
8.3.3 设置工作层面	178
8.4 设置工作窗口的环境参数	180
8.5 规划电路板	181
8.6 准备电路原理图和网络表	184
8.7 网络表与元器件封装的装入	185
8.7.1 载入元器件封装库	186
8.7.2 利用原理图编辑器的设计同步器载入网络表和元器件封装	187
8.7.3 利用 PCB 编辑器的同步功能载入网络表和元器件封装	189
8.8 元器件布局	190
8.8.1 核心元器件的布局	191
8.8.2 元器件的自动布局	193
8.8.3 手工调整元器件布局	197
8.8.4 元器件序号的调整	200
8.8.5 元器件布局的自动调整	201
8.8.6 元器件的手工布局	203
8.8.7 网络密度分析	203
8.8.8 3D 效果图	204
8.9 实例辅导	205
8.10 小结	208
8.11 习题	208

第 9 章 电路板的交互式布线	209
9.1 学习提示	209
9.2 电路板交互式布线的步骤	209
9.3 电路板布线设计规则的设置	210
9.3.1 各设计规则中的适用范围	211
9.3.2 多项设计规则产生竞争时的解决办法	211
9.3.3 设置布线设计规则	212
9.4 预布线	217
9.5 自动布线	217
9.5.1 自动布线器 (Auto Route) 参数设置	217
9.5.2 自动布线	218
9.6 手工调整自动布线的结果	222
9.6.1 利用编辑功能修整	222
9.6.2 拆线功能简介	224
9.7 覆铜	224
9.8 设计规则检验 (DRC)	227
9.9 实例辅导	230
9.10 小结	235
9.11 习题	235
第 10 章 创建 PCB 元器件封装	237
10.1 学习提示	237
10.2 概念解析	237
10.3 查找元器件封装	237
10.4 创建一个元器件封装库文件	238
10.5 元器件封装库编辑器	239
10.6 利用生成向导创建元器件封装	241
10.7 手工创建元器件的封装	243
10.8 实例辅导	246
10.9 小结	248
10.10 习题	248
第 11 章 集成元器件库	249
11.1 学习提示	249
11.2 概念辨析	249
11.3 创建集成元器件库的基本步骤	249
11.4 创建集成元器件库	250

11.4.1	创建一个集成元器件库文件包.....	250
11.4.2	添加原理图库源文件.....	251
11.4.3	添加元器件封装库源文件.....	252
11.4.4	为原理图符号添加元器件封装信息.....	253
11.4.5	编译集成元器件库.....	256
11.5	编辑集成元器件库.....	258
11.6	小结.....	260
11.7	习题.....	260
第 12 章	电路板设计实战演练.....	261
12.1	学习提示.....	261
12.2	了解电路板的电气和机械功能.....	261
12.3	芯片选型.....	262
12.3.1	CPU 电路.....	262
12.3.2	数模 (A/D) 转换器.....	263
12.3.3	线性光电隔离电路.....	263
12.3.4	开关量输入电路.....	263
12.3.5	485 电平转换芯片.....	264
12.3.6	接插件.....	264
12.4	创建原理图符号.....	265
12.5	绘制原理图.....	265
12.5.1	绘制原理图的技巧.....	265
12.5.2	绘制原理图.....	266
12.6	创建元器件封装.....	270
12.7	电路板设计.....	271
12.8	DRC 设计校验.....	280
12.9	输出元器件明细表.....	282
12.10	小结.....	284

第1章 认识电路板

Protel DXP 是 Altium 公司最新一代的板级电路设计系统。Protel DXP 继承了 Protel 系列产品的优点，与 Protel 99 SE 相比，它在许多方面均有大幅度的提高。

- Protel DXP 各种设计工具无缝集成，同步化程度更高。
- Windows XP 的界面风格更加人性化。
- 整体的设计概念，支持自然的非线性设计流程——真正双向同步设计。
- 支持 VHDL 设计和混合模式设计（如 FPGA、SITUS 拓扑布线技术）。

这些新技术使读者能够在简捷明快的环境里轻松完成电子线路设计的全过程。

在正式进入 Protel DXP 的学习之前，先让读者对电路板有个粗略的了解，对后面的学习是十分有帮助的。本章主要向读者介绍电路板中的常用术语、电路板的类型、电路板的选型以及电路板的电气构成等知识。通过本章的学习，读者将从感性上认识电路板。

本章的学习目标是：

- 掌握印制电路板中常用的基本名词术语。
- 熟悉印制电路板的结构类型。
- 掌握印制电路板选型的原则。
- 认识印制电路板上的图件。
- 熟悉印制电路板上的电气连接方式。

1.1 学习提示

1. 本章学习重点

本章的重点内容是电路板的类型、电路板的选型以及电路板的电气构成等，读者在学习过程中应了解电路板的类型有哪些，在实际的电路设计中怎样选择电路板的类型，其原则是什么，最后还要掌握构成电路板的图件有哪些、各起什么作用等。

2. 本章学习难点

本章学习的难点在于活学活用，如何根据电路板选型的原则来选择电路板。

下面将分节详细讲解有关电路板常用术语的解释、电路板类型的介绍、如何选择电路板的类型、认识电路板上的图件以及电路板的电气构成等知识。

1.2 常用术语

本节就电路板设计中经常遇到的基本名词术语加以简要介绍。

- 印制【Printing】：采用某种方法在一个表面上再现图形的工艺。



- 印制电路【Printed Circuit】: 在基材表面上按预定设计用印制方法得到的电路。它包括印制线路、印制元器件或者由二者组合而成的电路。
- 印制线路【Printed Wiring】: 附着于基材表面上的、提供元器件（包括屏蔽元件）之间电气连接的导电图形。它不包括印制元件。
- 印制电路板（印制线路板/印制电路板）【Printed Board (Printed Wiring Board/Printed Circuit Board)】: 完成了印制线路或印制电路加工的板子的统称。印制电路板按照板的基材可以分成刚性及挠性的印制电路板，根据印制电路板的工作层面来分，可以分为单面板、双面板和多层板。
- 单面板【Single Sided Board】: 仅一面上有导电图形的印制电路板。
- 双面板【Double Sided Board】: 两面上都有导电图形的印制电路板。
- 多层板【Multilayer Printed Board】: 由3层或3层以上的导电图形层与其间的绝缘材料层相隔离、层压后结合而成的印制电路板，其各层间导电图形按要求互连。
- 导电图形【Conductive Pattern】: 印制电路板的导电材料所构成的图案结构。它包括导线、连接盘、金属化孔和印制元件等。
- 非导电图形【Non-conductive Pattern】: 印制电路板的非导电材料（例如介质、抗蚀剂、阻焊图形等）所构成的图案结构。
- 金属化孔【Plated Through Hole】: 孔壁沉积有金属的孔，主要用于层间导电图形的电气连接。
- 连接盘【Land】: 导电图形的一部分，用来连接和焊接元器件。当用于焊接元器件时又称焊盘。
- 中继孔【Via Hole】: 用于导线转接的一种贯穿的金属化孔，俗称转接孔或过孔。

1.3 电路板的类型

电路板的分类一般是按照电路板层数的多少进行的，主要分为3类：单面板、双面板和多层板。

- 单面板【Single Sided Board】: 仅一面上有导电图形的印制电路板，如图 1-1 所示。单面板只有一个面需要进行光绘等制造工艺处理，根据用户具体的设计要求可能是顶层（Top Layer），也可能是底层（Bottom Layer）。元器件一般插在没有导电图形的一面以方便焊接。因此，单面板的制造成本比其他类型的电路板要低得多。然而，由于电路板的所有走线都必须放置在一个面上，所以单面板的布线相对来说比较困难，只适用于比较简单的电路设计。
- 双面板【Double Sided Board】: 两面都有导电图形的印制电路板，如图 1-2 所示。双面板是在电路板的两个面上进行布线，一个为顶层（Top Layer），另一个为底层（Bottom Layer），上下两层间的电气连接主要通过过孔进行连接，中间为绝缘层。因为双面都可以走线，大大降低了布线的难度，因此是一种广为采用的印制电路板。

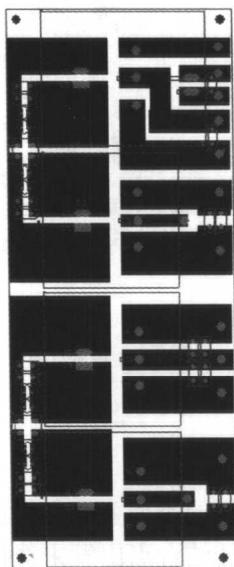
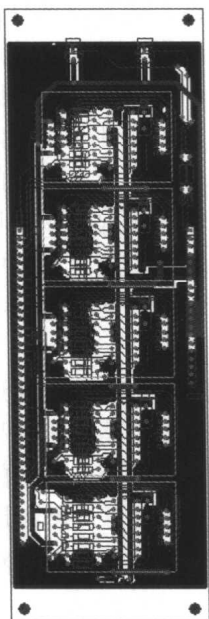
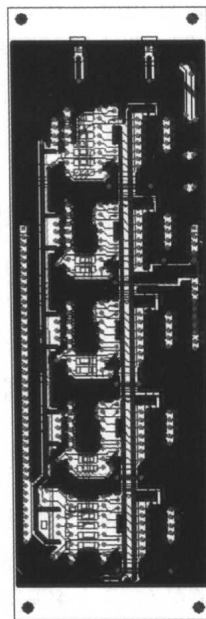


图1-1 单面板示意图



(a) 显示顶层



(b) 显示底层

图1-2 双面板示意图

- **多层板【Multilayer Printed Board】**: 由3层或3层以上的导电图形层与其间的绝缘材料层相隔离、层压后结合而成的印制电路板, 其各层间导电图形按要求互连, 其示意图如图1-3所示。在电路设计中, 多层板一般指的是4层板和4层以上的印制电路板。随着电子技术的飞速发展, 芯片的集成度越来越高, 多层板的应用也越来越广泛。

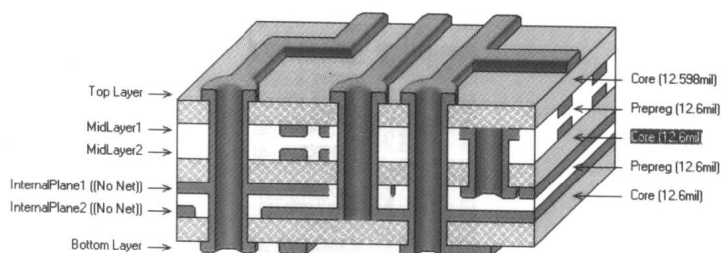


图1-3 多层板示意图

1.4 电路板选型的原则

用户在设计电路板时，选择电路板的类型要从电路板的可靠性、工艺性和经济性等方面进行综合考虑，尽量从这几方面的最佳结合点出发来选择电路板的类型。

印制电路板的可靠性是影响电子设备和仪器可靠性的重要因素。影响印制电路板可靠性的因素很多，从设计角度考虑，影响印制电路板可靠性的因素首先是所选择的印制电路板的类型，即印制电路板是选择单面板、双面板还是多层板。根据国内外长期使用这些类型印制电路板的实践证明，印制电路板的类型越复杂，可靠性越低。各类型印制电路板的可靠性由高到低的顺序是单面板、双面板、多层板，多层板层数增加则可靠性会相应降低。

在设计印制电路板时，设计人员应当在整个设计过程中考虑印制电路板的制造工艺要求和装配工艺要求，尽可能有利于制造和装配。在布线密度较低的情况下，应设计成单面或双面板，而在布线密度很高、制造困难较大且可靠性不易保证时，不应再设计成双面板，应设计成印制导线宽度和间距都比较宽的多层板。对多层板层数的选择同样既要考虑可靠性，又要考虑制造的工艺性。

印制电路板的设计人员在设计电路板时也应当把产品的经济性纳入设计过程中，这在商品性生产竞争激烈的今天尤为必要。印制电路板的经济性与印制电路板的类型、基材选择和制造工艺方法、技术要求的内容密切相关。在满足印制电路板各项性能要求的条件下，要选择合适的印制电路板类型。就电路板类型而言，其成本递增的顺序一般也是单面板、双面板、多层板。但是，在布线密度高到一定程度时，与其设计成复杂的制造困难的双面板，倒不如设计成较简单的低层次多层板，这样也可以降低成本。

根据可靠性、工艺性和经济性在选择电路板类型中的重要性，可以形象地将它们比喻成一座金字塔，如图1-4所示。

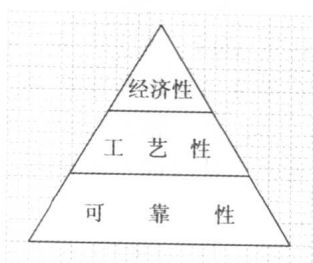


图1-4 选择电路板类型的原则