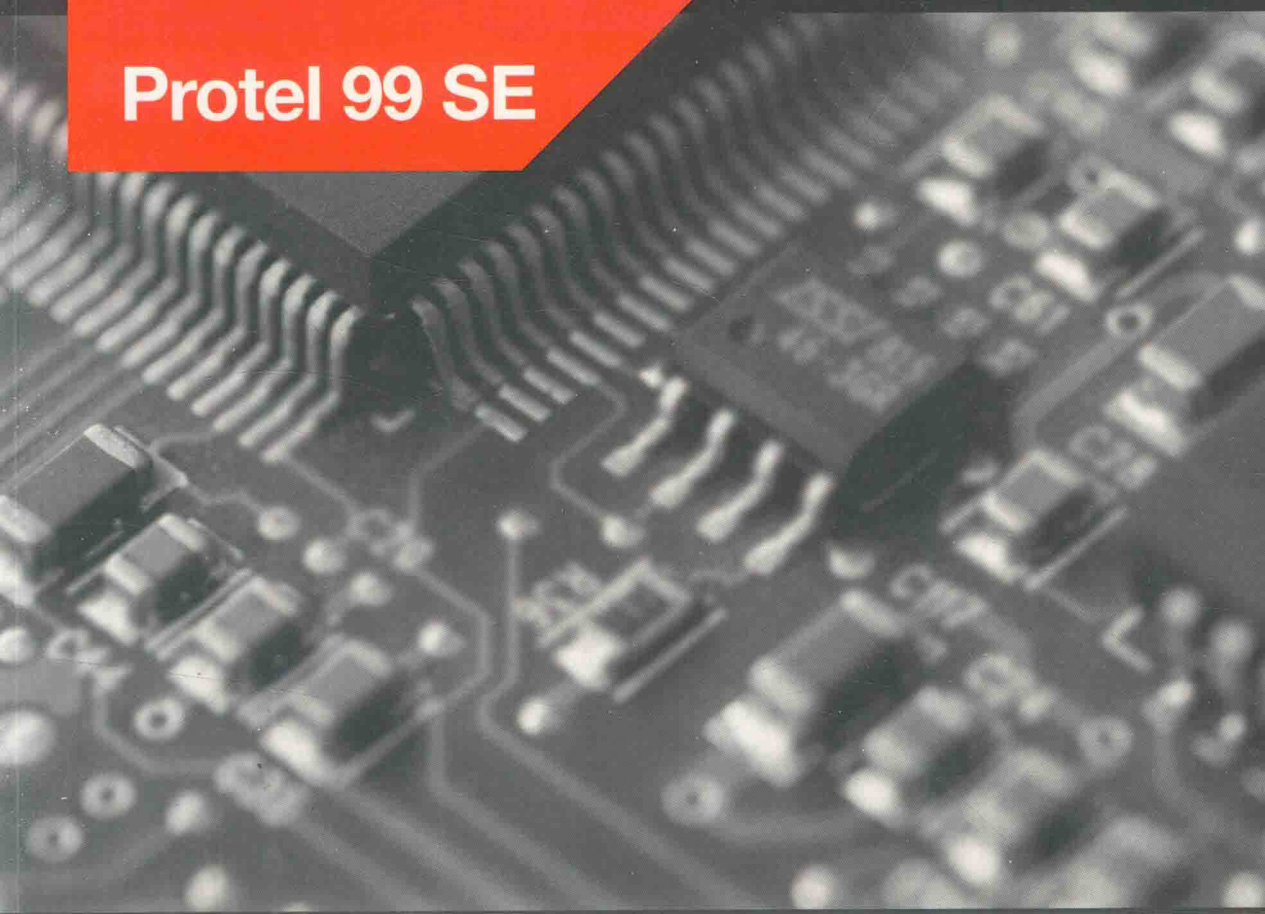




Protel 99 SE

Protel 99 SE

实用教程

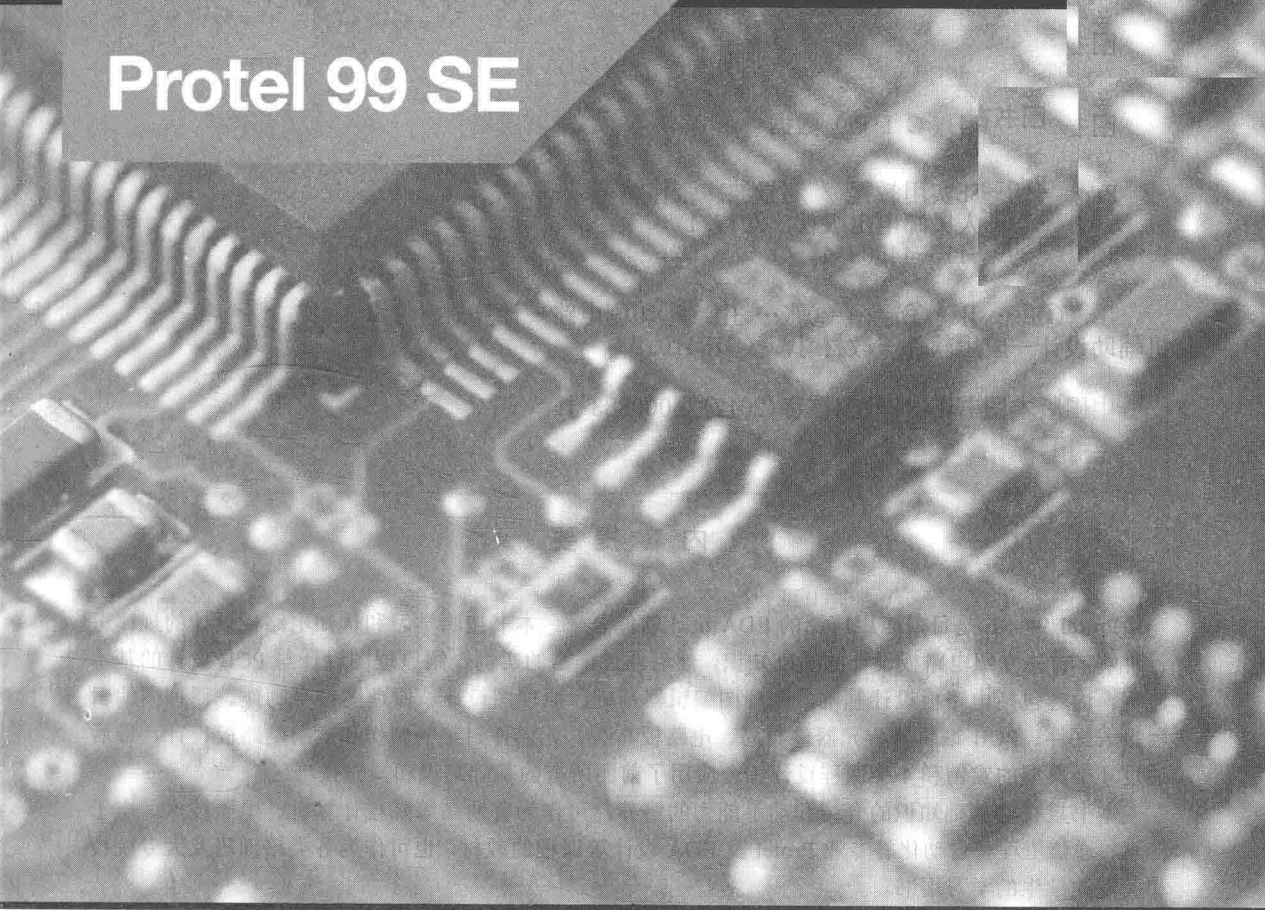
第3版

◎赵景波 张伟 编著

2
3
国工信出版集团



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



Protel 99 SE

Protel 99 SE

实用教程

第3版

◎赵景波 张伟 编著

人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (C I P) 数据

Protel 99 SE实用教程 / 赵景波, 张伟编著. — 3
版. — 北京: 人民邮电出版社, 2017. 1
ISBN 978-7-115-44509-4

I. ①P… II. ①赵… ②张… III. ①印刷电路—计算
机辅助设计—应用软件—教材 IV. ①TN410.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第000883号

内 容 提 要

Protel 99 SE 是目前应用广泛的 EDA 设计软件之一。本书按照学习和认知电路板设计的规律进行讲解, 首先介绍电路板设计的基础知识, 然后通过丰富的实例介绍原理图设计与 PCB 设计的基本流程, 内容包括电路板设计基础、原理图编辑器基础、原理图设计、原理图符号制作、原理图编辑器报表文件、PCB 编辑器、元器件布局、电路板布线、元器件封装的制作和多层电路板设计, 最后通过 4 个典型的实例和 4 个课程设计综合应用了前面所有的基础知识和操作技巧。

本书重视对基础知识的介绍和动手能力的培养, 可作为普通高等院校计算机、电子技术、电子信息、通信工程和自动化等专业 Protel 及 EDA 设计等课程的教材, 也可作为各类培训班及大专院校相关专业学生的学习用书。

-
- ◆ 编 著 赵景波 张 伟
责任编辑 吴 婷
责任印制 沈 蓉 彭志环
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路 11 号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 18.75 2017 年 1 月第 3 版
字数: 469 千字 2017 年 1 月河北第 1 次印刷
-

定价: 48.00 元

读者服务热线: (010)81055256 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

第3版前言

《Protel 99 SE 实用教程》第2版于2012年出版，至今已印刷上万册。为了适应教学改革的需要，同时为了让学生能参加由人力资源和社会保障部职业技能鉴定中心在全国统一组织实施的，全国计算机信息高新技术考试中的 Protel 模块考试，以及训练学生工程设计能力，本书进行了修订。

现就修订的具体情况做如下说明。

(1) 补充和修改了实例，增加了两个栏目——课堂实例和课堂练习，加强学生实训能力的培养。

(2) 本次修订为了让学生能很快适应职业资格考试，在习题中增加了标准化试题的选择题和填空题题型。

(3) 在第2版两个课程设计的基础上又增加了两个课程设计，以提高学生的工程分析和设计能力。

(4) 为方便教学和自学，免费提供课件。

本次修订工作由赵景波、张伟完成。参与本书编写、修改和整理的还有沈精虎、黄业清、宋一兵、谭雪松、冯辉、计晓明、董彩霞、滕玲、管振起等，在此对以上人员致以诚挚的谢意！

实用、易读、全面是本书的编写宗旨。限于编者水平，疏漏之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

2016年9月

目 录

第 1 章 电路板设计基础 1

1.1 电路板类型	1
1.2 电路板类型选择	2
1.3 常用工作层面、图件和电气构成	3
1.3.1 常用工作层面	3
1.3.2 认识电路板上的图件	5
1.3.3 电路板的电气连接方式	6
1.4 电路板设计基本步骤	6
1.5 常用的编辑器	7
1.5.1 原理图编辑器	7
1.5.2 原理图库编辑器	8
1.5.3 PCB 编辑器	8
1.5.4 元器件封装库编辑器	9
1.5.5 常用编辑器之间的关系	9
1.6 初识 Protel 99 SE	10
1.6.1 启动 Protel 99 SE	10
1.6.2 Protel 99 SE 设计浏览器	11
1.6.3 Protel 99 SE 的文件存储 方式	12
1.6.4 启动常用编辑器	12
1.7 课堂案例——认识电路板	16
1.8 课堂练习——快捷键的人性化 设置	17
习题	18

第 2 章 原理图编辑器基础 19

2.1 启动原理图编辑器	19
2.2 原理图编辑器管理窗口	21
2.2.1 载入/删除原理图库文件	23
2.2.2 查找元器件	24
2.2.3 查看原理图设计中的图件	28
2.3 原理图编辑器工具栏管理	29
2.3.1 工具栏的打开与关闭	29
2.3.2 工具栏的排列	31

2.4 原理图编辑器的画面管理	32
2.4.1 画面的移动	32
2.4.2 画面的放大	32
2.4.3 画面的缩小	33
2.4.4 选定区域放大	33
2.4.5 显示整个图形文件	34
2.4.6 显示所有图件	34
2.4.7 刷新画面	35
2.5 课堂案例——查找元器件	35
2.6 课堂练习——查找网络标号	37
习题	38

第 3 章 原理图设计 39

3.1 原理图设计基本流程	39
3.2 设置图纸区域工作参数	40
3.2.1 定义图纸外观	40
3.2.2 栅格参数设置	42
3.2.3 自定义图纸外形	43
3.3 载入原理图库	43
3.4 放置元器件	45
3.4.1 利用菜单命令放置元器件	45
3.4.2 利用快捷键 P/P 放置元器件	46
3.4.3 利用放置工具栏中的 □ 按钮 放置元器件	46
3.4.4 利用原理图符号列表栏放置元 器件	47
3.4.5 删除元器件	48
3.5 调整元器件的位置	49
3.5.1 移动元器件	50
3.5.2 元器件的旋转和翻转	51
3.5.3 图件的排列和对齐	52
3.6 编辑元器件属性	54
3.7 原理图布线	55
3.7.1 原理图放置工具栏	55
3.7.2 原理图布线	64



3.8 课堂案例——绘制指示灯显示电路	64	5.1.1 电气法则测试的具体步骤	101
3.9 课堂练习——单片机最小系统的原理图绘制	66	5.1.2 使用 No ERC 符号	103
习题	72	5.2 创建元器件报表清单	104
第 4 章 原理图符号制作	73	5.3 创建网络表文件	106
4.1 制作原理图符号基础知识	73	5.4 生成元器件自动编号报表文件 ...	108
4.1.1 概念辨析	73	5.5 电路原理图的打印输出	110
4.1.2 原理图符号的组成	73	5.6 课堂案例——根据 ERC 报告修改原理图设计	114
4.1.3 制作原理图符号的基本步骤	73	5.7 课堂练习——电气规则检查	115
4.2 新建原理图库文件	75	习题	116
4.3 原理图库编辑器管理窗口	76	第 6 章 PCB 编辑器	117
4.3.1 原理图符号列表栏	76	6.1 利用生成向导创建 PCB 设计文件	117
4.3.2 原理图符号操作栏	78	6.2 PCB 编辑器管理窗口	121
4.4 绘图工具栏	78	6.2.1 网络标号	121
4.4.1 绘图工具栏各工具的功能	79	6.2.2 元器件	123
4.4.2 绘制直线	79	6.2.3 元器件封装库	124
4.4.3 绘制贝塞尔曲线	80	6.2.4 设计规则冲突	125
4.4.4 绘制椭圆弧	81	6.2.5 浏览设计规则	127
4.4.5 绘制多边形	82	6.3 画面管理	127
4.4.6 添加文字注释	83	6.4 设置 PCB 编辑器的环境参数	128
4.4.7 新建元器件	84	6.5 PCB 放置工具栏	129
4.4.8 添加子件	84	6.5.1 绘制导线	129
4.4.9 绘制矩形	84	6.5.2 放置焊盘	130
4.4.10 绘制椭圆或圆	85	6.5.3 放置过孔	132
4.4.11 放置图片	86	6.5.4 放置字符串	132
4.4.12 放置元器件引脚	87	6.5.5 设置坐标原点	133
4.5 课堂案例	88	6.5.6 放置元器件	134
4.5.1 制作接插件的原理图符号	88	6.5.7 放置矩形填充	135
4.5.2 制作单片机 AT89C52 的原理图符号	90	6.5.8 放置多边形填充	135
4.6 课堂练习	91	6.6 编辑功能介绍	137
4.6.1 绘制 IGBT 模块	91	6.6.1 选择图件	137
4.6.2 制作带子件的原理图符号	98	6.6.2 取消选中图件	139
习题	100	6.6.3 删除功能	139
第 5 章 原理图编辑器报表文件 ...	101	6.6.4 修改图件属性	139
5.1 电气法则测试	101	6.6.5 移动图件	140
		6.6.6 快速跳转	142
		6.6.7 复制、粘贴操作命令	143



6.7 课堂案例——利用绘制导线的工具 绘制图案及复制粘贴多组图件	146	8.3 预布线	178
6.8 课堂练习——PCB 文件的导出 ...	147	8.4 自动布线	179
习题	148	8.4.1 自动布线器参数设置	179
第 7 章 元器件布局	149	8.4.2 自动布线的方式	181
7.1 电路板设计的基本流程	149	8.5 自动布线的手工调整	183
7.2 设置电路板类型	150	8.5.1 手工调整布线结果	183
7.3 规划电路板	153	8.5.2 利用拆线功能调整布线 结果	184
7.4 准备电路板设计的原理图文件和 网络表文件	154	8.6 覆铜	184
7.5 载入网络表文件和元器件封装 ...	155	8.7 设计规则检验	186
7.5.1 载入元器件封装库	155	8.8 电路板布线总结	187
7.5.2 利用原理图编辑器设计同步 器更新网络表文件和元器件 封装	156	8.9 课堂案例——指示灯显示电路的 布线	188
7.5.3 在 PCB 编辑器中载入网络表 文件和元器件封装	157	8.10 课堂练习——线性电源电路的 布线	189
7.6 元器件布局	158	习题	194
7.6.1 元器件布局基础知识	158	第 9 章 元器件封装的制作	195
7.6.2 关键元器件的布局	161	9.1 制作元器件封装基础知识	195
7.6.3 元器件的自动布局	162	9.2 新建元器件封装库文件	196
7.6.4 元器件布局的自动调整	166	9.3 元器件封装库编辑器	197
7.6.5 手工调整元器件布局	168	9.4 利用生成向导创建元器件 封装	198
7.6.6 网络密度分析	168	9.5 手工创建元器件的封装	200
7.6.7 3D 效果图	168	9.5.1 环境参数设置	200
7.7 课堂案例——指示灯显示电路的 布局	169	9.5.2 绘制元器件封装的外形	201
7.8 课堂练习——线性电源电路的 布局	172	9.5.3 调整焊盘的间距	201
习题	174	9.5.4 手工制作元器件封装	202
第 8 章 电路板布线	175	9.6 课堂案例——异形接插件 “CN8”的元器件封装	203
8.1 电路板布线基础知识	175	9.7 课堂练习——IGBT 模块封装 ...	204
8.2 设置布线设计规则	176	习题	209
8.2.1 设置安全间距限制设计规则 ...	176	第 10 章 多层电路板设计	210
8.2.2 设置短路限制设计规则	177	10.1 多层电路板设计基础知识	210
8.2.3 设置布线宽度限制设计 规则	178	10.2 浏览内电层	211
		10.3 设置内电层设计规则	213
		10.4 添加内电层	214
		10.5 分割内电层	214



10.6 课堂案例——多层板设计	215
10.7 课堂练习——4 层板电路设计	216
习题	222
第 11 章 电路板设计典型实例 ...	223
11.1 驱动电路及外接 IGBT 电路设计	
综合实例	223
11.1.1 准备电路原理图设计	223
11.1.2 创建一个 PCB 设计文件	224
11.1.3 PCB 设计的前期准备	224
11.1.4 将电路原理图设计更新到 PCB 中	225
11.1.5 元器件布局	225
11.1.6 电路板布线	232
11.1.7 设计规则检验	236
11.1.8 驱动电路及外接的 IGBT 电路的双面板的手工设计 ...	237
11.2 单片机最小系统的电路设计	
综合实例	240
11.2.1 双面板布线的准备工作	241
11.2.2 布线设计规则的设置	243
11.2.3 电路板的自动布线	244
11.2.4 手动调整布线	245
11.2.5 电路板的手动布线	247
11.2.6 电路板的交互式布线	248
11.2.7 覆铜	249
11.2.8 DRC 设计校验	253
11.3 原理图设计技巧实例	255
11.3.1 应用原理图模板创建原理图	255
11.3.2 全局编辑功能	257
11.3.3 放置 PCB 电路板布线规则符号	258
11.3.4 原理图的拼接打印	260
11.4 PCB 电路板设计技巧实例	262
11.4.1 放置不同宽度导线	262
11.4.2 放置屏蔽导线	264
11.4.3 放置泪滴	264
11.4.4 全局编辑功能	265
11.4.5 网络类的定义	268
11.4.6 设置图纸标记	269
习题	270
课程设计一 电源模块电路设计 ...	271
F1.1 设计目标	271
F1.2 解题思路	272
F1.3 绘制原理图符号	273
F1.4 原理图设计	273
F1.5 制作元器件封装	273
F1.6 电路板设计	274
F1.6.1 电路板设计准备工作	274
F1.6.2 电路板手工设计	274
F1.6.3 电路板覆铜	274
F1.6.4 DRC 设计校验	274
课程设计二 电子开关电路设计 ...	275
F2.1 设计目标	275
F2.2 解题思路	276
F2.3 绘制原理图符号	276
F2.4 原理图设计	277
F2.5 制作元器件封装	277
F2.6 电路板设计	277
F2.6.1 电路板设计准备工作	277
F2.6.2 电路板手工设计	277
F2.6.3 电路板覆铜	278
F2.6.4 DRC 设计校验	278
课程设计三 电动自行车控制器设计	279
F3.1 工作原理	279
F3.2 系统方框图	280
F3.3 控制器电气规格要求	280
F3.4 控制器功能介绍	280
F3.5 控制器的结构图	281
课程设计四 6 层电路板设计	283
F4.1 功能要求	283
F4.2 原理图设计	283
F4.3 电路板设计	287

在正式学习 Protel 99 SE 之前,有必要先对电路板设计有个粗略的了解,这对于提高学习效率是十分有帮助的。本章主要介绍电路板的分类、如何选择电路板、电路板设计的基本步骤、电路板设计过程中常用的编辑器以及 Protel 99 SE 的基础知识,目的是从感性上认识电路板、电路板设计和 Protel 99 SE。

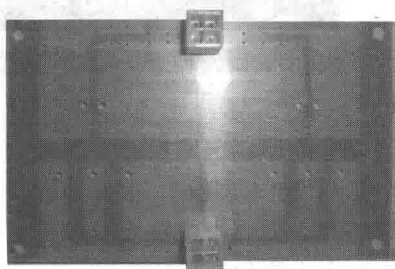
1.1 电路板类型

通常意义上说的电路板指的就是印制电路板,即完成了印制线路或印制电路加工的板子,包括印制线路和印制元器件或者由两者组合而成的电路。具体来讲,一个完整的电路板应当包括一些具有特定电气功能的元器件和建立起这些元器件电气连接的铜箔、焊盘及过孔等导电图件。

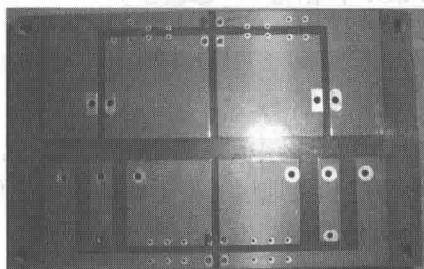
按照工作层面的多少,电路板可以分为单面板、双面板和多层板,下面对这几类电路板进行简要介绍。

1. 单面板

单面板是指仅在电路板的一面上有导电图形的印制电路板,如图 1-1 所示。



(a) 单面板顶层



(b) 单面板底层

图 1-1 单面板

一般在电路板的顶层 (Top Layer) 放置元器件,而在底层 (Bottom Layer) 放置导电图件 (元器件的焊盘、导线等)。但是,根据用户的具体设计要求,也可以将导电图件放置在顶层。元器件一般插在没有导电图件的一面以方便焊接。

单面板只需在电路板的一个面上进行光绘和放置导线等操作,因而其制造成本比其他类

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,使得单面板的布线相对来说比较困难。通常,单面板只适用于比较简单的电路设计。

2. 双面板

双面板是指在电路板的顶层和底层都有导电图件的印制电路板,如图 1-2 所示。

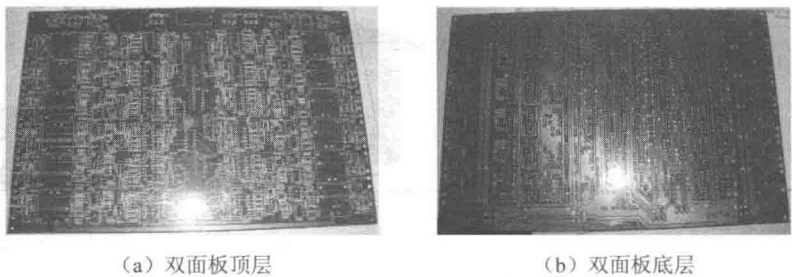


图 1-2 双面板

双面板是最常见、最通用的电路板。双面板在电路板的顶层和底层都可以进行走线,元器件通常放置在电路板的顶层,上下两层间的电气连接主要通过过孔或焊盘进行连接,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,因此是一种广泛采用的印制电路板。

3. 多层板

多层板是指由 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。目前,常用的是 4 层板,包括顶层、底层、内部电源层(简称“内电层”) 1 (+12V) 和内电层 2 (GND),其示意图如图 1-3 (a) 所示,图 1-3 (b) 所示为一设计好的多层板。

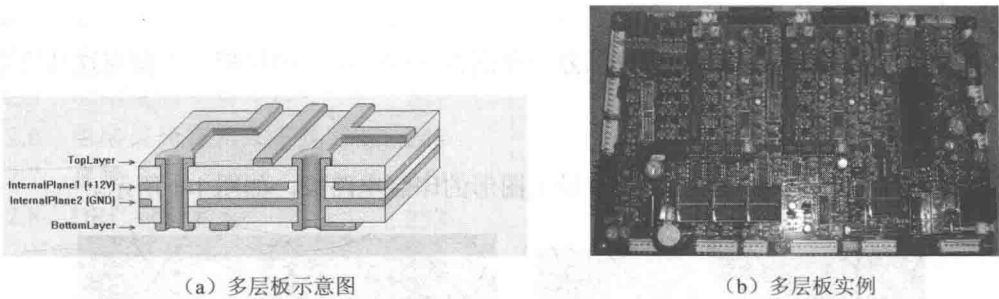


图 1-3 多层板

在电路设计中,多层板一般是指 4 层板或 4 层以上的印制电路板。多层板由于增加了内电层(包括电源层和接地层)甚至增加了内部信号层(比如 6 层板),很好地解决了芯片集成度越来越高所引起的电路板布线困难的问题,同时还大大提高了电路板的抗干扰性能。但是随着电路板层数的增加,电路板的制造难度和成本也大大增加。

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。

1.2 电路板类型选择

在设计电路板时,选择电路板的类型主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。从设计角度考虑,影响印制电路板可靠性的首要因素是所选印制电路板的类型,即印制电路板是选择单面板、双面板还是多层板。国内外长期使用这些类型印制电路板的实践证明,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,并且多层板的可靠性会随着层数的增加而降低。

在设计印制电路板的整个过程中,设计人员应当始终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可考虑设计成单面板或双面板,而在布线密度很高、制造困难较大且可靠性不易保证时,可考虑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,又要考虑制造和安装的工艺性。

印制电路板的设计人员也应当把产品的经济性纳入设计过程中,这在商品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、制造工艺方法和技术要求的内容密切相关。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的多层板,这样也可以降低成本。

1.3 常用工作层面、图件和电气构成

在设计电路板的过程中通常要用到许多工作层面,不同的工作层面具有不同的功能。比如顶层丝印层(Top Overlay)用来绘制元器件的外形、放置元器件的序号和注释等,顶层和底层信号层则用来放置导线,以构成一定的电气连接,多层面(MultiLayer)则用来放置焊盘和过孔等导电图件。

下面以常见的双面板为例介绍一下电路板的工作层面、图件以及电路板的电气构成等。

1.3.1 常用工作层面

双面板设计过程中常用的工作层面如图 1-4 所示。

在图 1-4 中,方框区域内复选框为选中状态的工作层面即为双面板设计中常用到的工作层面。下面以图 1-5 所示的双面电路板为例简单介绍一下电路板上的工作层面。

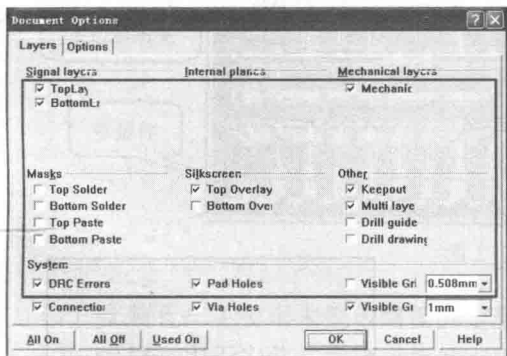


图 1-4 普通双面板包含的工作层面

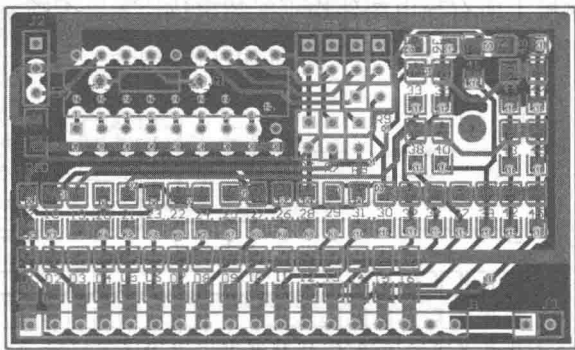


图 1-5 双面板示例

在 Protel 99 SE 的 PCB 编辑器中,按 **Shift+S** 快捷键,将电路板的显示模式切换到单层显示模式,即可逐层显示电路板的工作层面。



利用 **Shift+S** 快捷键将电路板切换到单层显示模式时, 应当将输入法设置成英文的输入方式。

(1) **【Top Layer】**(顶层信号层)。在双面板中, 顶层信号层用来放置铜箔导线, 以连接不同的元器件、焊盘和过孔等实现特定的电气功能, 如图 1-6 所示。

(2) **【Bottom Layer】**(底层信号层)。底层信号层的功能与顶层信号层的功能相同, 也是用来放置导线的, 如图 1-7 所示。

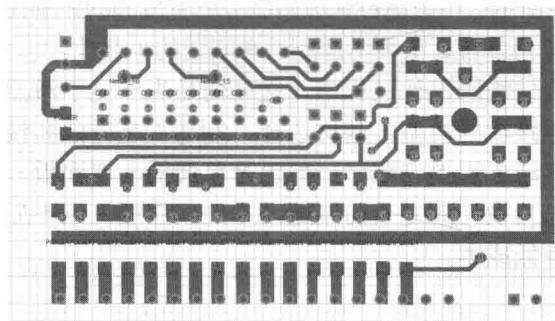


图 1-6 顶层信号层

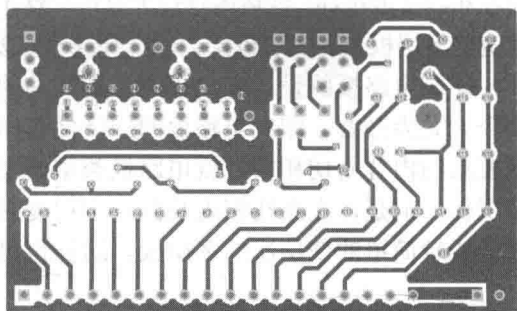


图 1-7 底层信号层



实用技巧

一般情况下, 顶层信号层的导线为红色, 底层信号层的导线为蓝色。在电路板布线时, 为了提高电路板抗干扰的能力, 顶层信号层布线横线居多, 而底层信号层布线竖线居多。

(3) **【Mechanical Layer】**(机械层)。机械层主要用来对电路板进行机械定义, 包括确定电路板的物理边界、尺寸标注和对齐标志等。然而在电路板设计过程中, 通常将电路板的物理边界等同于电路板的电气边界, 而不对电路板的物理边界进行规划。

(4) **【Top Overlay】**(顶层丝印层)。顶层丝印层主要用来绘制元器件的外形和注释文字, 如图 1-8 所示。

如果在双面板的底层还放置有元器件, 则还应当激活 **【Bottom Overlay】**(底层丝印层)。

(5) **【KeepOut Layer】**(禁止布线层)。禁止布线层主要用来规划电路板的电气边界, 电路板上所有导电图件均不能超出该边界, 否则系统在进行 DRC 设计校验时汇报错误。图 1-9 所示为一块规划好的电路板的电气边界。

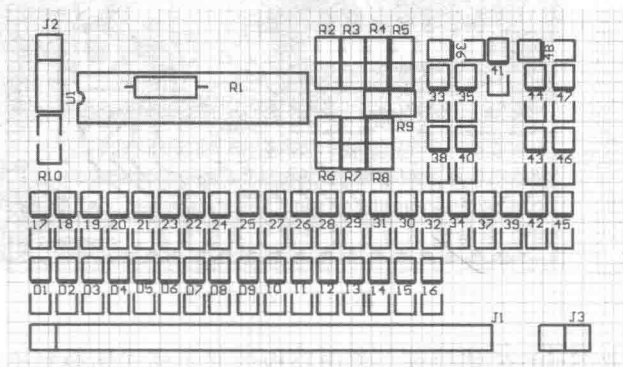


图 1-8 顶层丝印层

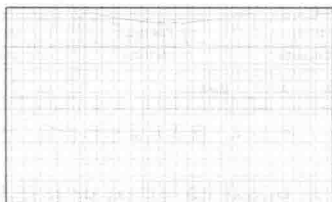


图 1-9 禁止布线层

(6) **【Multi Layer】**(多层面)。多层面主要用来放置元器件的焊盘和连接不同工作层面上的导电图件的过孔等图件,如图 1-10 所示。

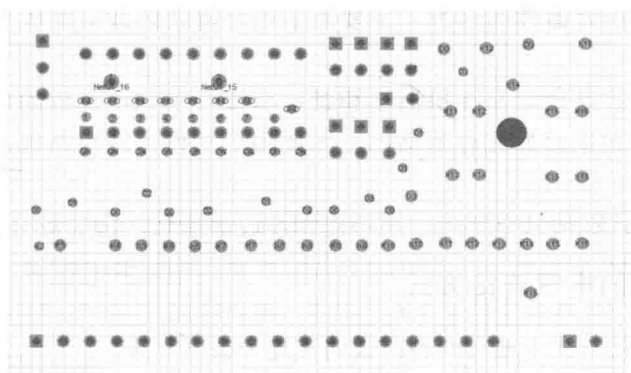


图 1-10 多层面



单面板只有一个信号层,通常选用底层信号层。而多层板,除了增加内部电源层外,对于层数较多的多面板可能还有多个信号层。

1.3.2 认识电路板上的图件

电路板上的图件包括两大类:导电图件和非导电图件。导电图件主要包括焊盘、过孔、导线、多边形填充、矩形填充等。非导电图件主要包括介质、抗蚀剂、阻焊图形、丝印文字、图形等。下面主要介绍一下导电图件。

图 1-11 所示为一块电路板的 PCB 文件,该电路板上的导电图件主要有焊盘、过孔、导线、矩形填充等。下面分别介绍这些图件的功能。

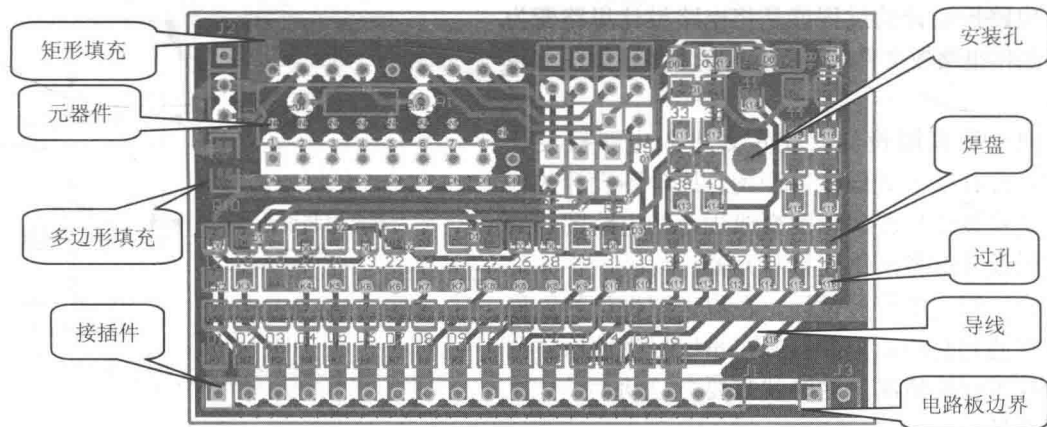


图 1-11 PCB 电路板

- (1) 安装孔: 主要用来把电路板固定到机箱上,图 1-11 中的安装孔是用焊盘制作的。
- (2) 焊盘: 用于安装并焊接元器件引脚的金属化孔。
- (3) 过孔: 用于连接顶层、底层或中间层导电图件的金属化孔。
- (4) 元器件: 这里是指元器件封装,一般由元器件的外形和焊盘组成。
- (5) 导线: 用于连接具有相同电气特性网络的铜箔。

(6) 矩形填充: 一种矩形的连接铜箔, 其作用同连接导线, 将具有相同电气特性的网络连接起来。

(7) 接插件: 属于元器件的一种, 主要用于电路板之间或电路板与其他元器件之间的连接。

(8) 电路板边界: 是指定义在机械层和禁止布线层上的电路板的外形尺寸。制板商最后就是按照这个外形对电路板进行剪裁的, 因此用户所设计的电路板上的图件不能超过该边界。

(9) 多边形填充: 在后续章节中, 还将提到多边形填充, 它主要用于地线网络的覆铜。

1.3.3 电路板的电气连接方式

电路板的电气连接方式主要有两种: 板内互连和板间互连。

电路板内的电气构成主要包括两部分, 电路板上具有电气特性的点 (包括焊盘、过孔以及由焊盘的集合组成的元器件) 和将这些点互连的连接铜箔 (包括导线、矩形填充、多边形填充等)。具有电气特性的点是电路板上的实体, 连接铜箔是将这些点连接到一起实现特定电气功能的手段。

总的来说, 通过连接铜箔将电路板上具有相同电气特性的点连接起来就可以实现一定的电气功能, 然后无数的电气功能的集合就构成了整块电路板。

以上介绍的电路板的电气连接是属于电路板内的互连, 还有一种电气连接是属于电路板间的互连。板间互连主要是指多块电路板之间的电气连接, 它们主要采用接插件或者接线端子进行连接。

1.4 电路板设计基本步骤

电路板设计的过程就是将电路设计思路变为可以制作电路板文件的过程, 其基本步骤如图 1-12 所示。

(1) 原理图设计。在正式进入电路板设计之前, 往往需要先设计原理图。原理图设计的任务就是将设计思路或草图变成规范的电路图, 为电路板设计准备网络连接和元器件封装。

(2) 原理图符号设计。在原理图设计的过程中常常遇到有的原理图符号在系统提供的原理图库中找不到的情况, 这时就需要自己动手设计原理图符号。

(3) PCB 电路板设计。在网络标号和元器件封装准备好后就可以进行 PCB 电路板设计了。电路板设计是在 PCB 编辑器中完成的, 其主要任务是对电路板上的元器件按照一定的要求进行布局, 然后用导线将相应的网络连接起来。

(4) 元器件封装设计。电路板设计经常会用到许多异形、不常用的元器件, 这些元器件封装在系统提供的元器件封装库中是找不到的, 也需要自己设计。

需要说明的是: 元器件封装和原理图符号是相互对应的。在一个电路板设计中, 一个原

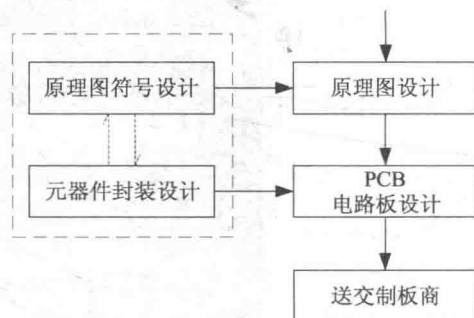


图 1-12 电路板设计的基本步骤

原理图符号一定有与之对应的元器件封装，并且该原理图符号中具有相同序号的引脚与元器件封装中具有相同序号的焊盘是一一对应的，它们具有相同的网络标号。

(5) 送交制板商。电路板设计好后，将设计文件导出并送交制板商即可制作出满足设计要求的电路板。

1.5 常用的编辑器

从电路板设计的基本步骤可以看出，电路板设计过程中常用的编辑器主要有原理图编辑器、原理图库编辑器、PCB 编辑器和元器件封装库编辑器。下面简要介绍一下这些常用编辑器的主要功能。如何启动这些常用的编辑器，将在 1.6.4 小节中进行介绍。

1.5.1 原理图编辑器

在介绍电路板设计的基本流程时提到，一个完整的电路板必须经过原理图设计和 PCB 电路板设计两个阶段。电路板设计第一阶段的原理图绘制就是在原理图编辑器中完成的。原理图编辑器的操作界面如图 1-13 所示。

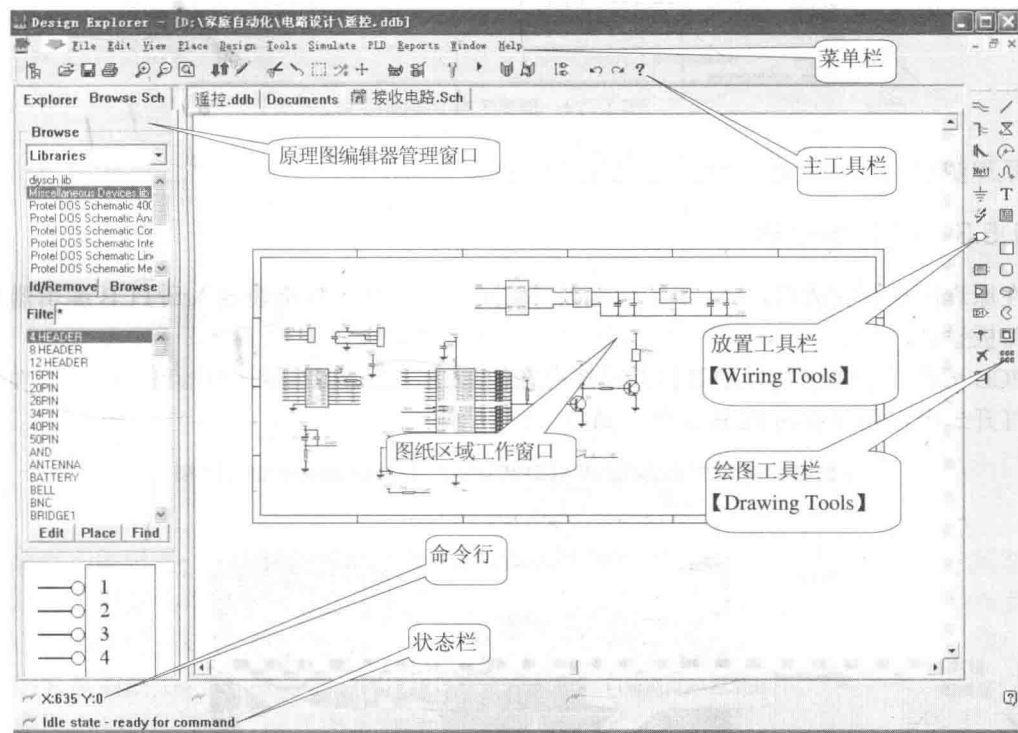


图 1-13 原理图编辑器

原理图编辑器的主要功能是设计原理图，为 PCB 电路板设计准备网络表文件和元器件封装。在原理图设计过程中，可以为每一个原理图符号指定元器件封装。在原理图设计完成后，执行菜单命令【Design】/【Create Netlist...】可以生成网络表文件。

此外，在原理图编辑器中利用原理图库提供大量原理图符号的优势，还可以快速绘制电子设备的接线图。

1.5.2 原理图库编辑器

在绘制原理图的过程中,经常需要自己动手制作原理图符号。在正式制作原理图符号之前,需要创建一个原理图库文件,以存放即将制作的原理图符号。新建一个原理图库文件或者打开已有的原理图库文件就可以激活原理图库编辑器。激活后的原理图库编辑器如图 1-14 所示。

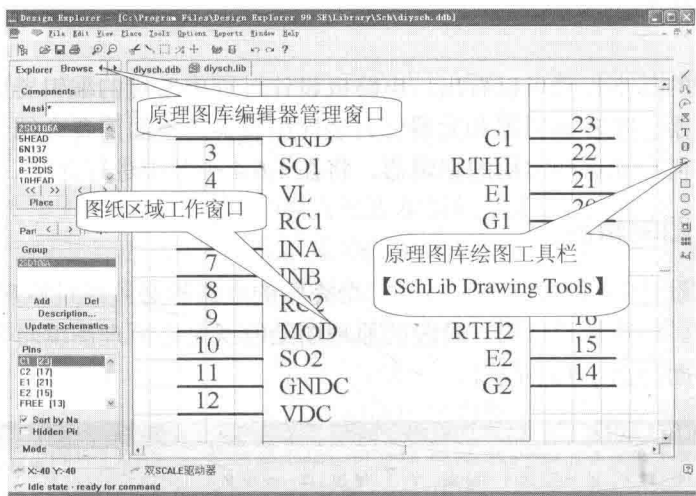


图 1-14 原理图库编辑器

原理图库编辑器的主要功能就是制作和管理原理图符号。

1.5.3 PCB 编辑器

在原理图绘制完成后,下一步工作就需要将元器件封装和网络表载入到 PCB 编辑器中进行电路板设计。

PCB 编辑器的激活可以通过打开已经存在的 PCB 文件或者通过创建新的 PCB 文件来完成。打开一个已经存在的 PCB 文件,如图 1-15 所示。

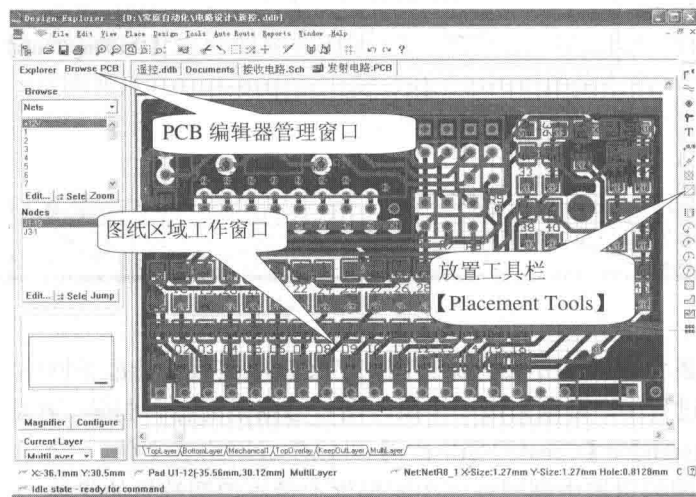


图 1-15 PCB 编辑器

在 PCB 编辑器中,将完成电路板设计第二阶段的任务,即根据原理图设计完成电路板设计。电路板设计主要包括电路板选型、规划电路板的外形、元器件布局、电路板布线、覆铜、设计规则校验等工作。

1.5.4 元器件封装库编辑器

在将元器件封装和网络表载入 PCB 编辑器之前,必须确保所有用到的元器件封装所在的元器件封装库都已经载入了 PCB 编辑器,否则将导致元器件封装和网络表载入的失败。

如果个别元器件封装在系统提供的元器件封装库中不能找到,解决的办法就是自己动手制作元器件封装。同制作原理图符号一样,在制作元器件封装之前,也应当创建一个新的 PCB 元器件封装库文件,或者是打开一个已经存在的元器件封装库。元器件封装库编辑器如图 1-16 所示。

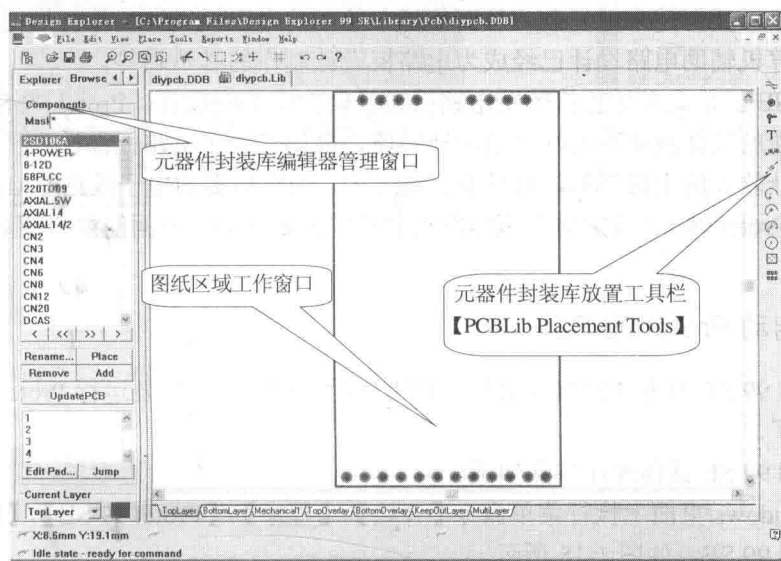


图 1-16 元器件封装库编辑器

1.5.5 常用编辑器之间的关系

原理图编辑器、原理图库编辑器、PCB 编辑器和元器件封装库编辑器贯穿了电路板设计的全过程。根据电路板设计不同阶段的要求,可以激活相应的编辑器来完成特定的任务。

在电路板的设计过程中,4 个常用编辑器之间的关系如图 1-17 所示。

由图 1-17 可以看出,原理图编辑器和 PCB 编辑器是进行电路板设计的两个基本工作平台,并且原理图和 PCB 电路板的更新是实时同步的。原理图库编辑器是根据原理图设计过程中的需求被激活的,并且修改完原理图符号后一定要存储修改结果和更新原理图中的原理图符号。同理,元器件封装库也是在需要制作或

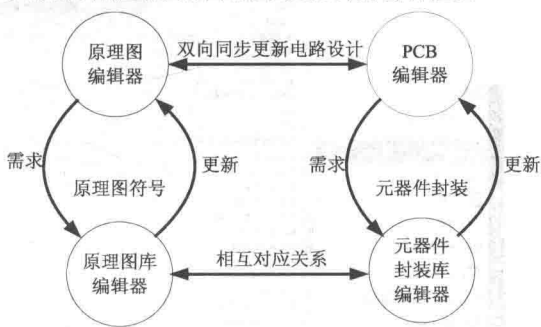


图 1-17 4 个常用编辑器之间的关系