

PADS 云课版 VX.2.2

电路设计与仿真 从入门到精通

李瑞 解璞 闫聪聪 编著



扫码看视频

简单方便
随时随地都能学

实例解析·148个源文件

实践出真知, 直接上手操作
动手会才是真学会

视频教学·41段同步指导视频

扫码看全书视频, 边看边操作
高效学习法助你快速上手

技术宝典·初中级读者的教程

一线工程师全面解读设计方法
助力工作效率的提高

 中国工信出版集团

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

PADS 云课版 VX.2.2

电路设计与仿真 从入门到精通

李瑞 解璞 闫聪聪 编著

人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (CIP) 数据

PADS VX.2.2 电路设计与仿真从入门到精通 / 李瑞, 解璞, 闫聪聪编著. — 北京: 人民邮电出版社, 2019.4
ISBN 978-7-115-50137-0

I. ①P… II. ①李… ②解… ③闫… III. ①印刷电路—电路设计—计算机辅助设计—应用软件 IV. ①TN410.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第263520号

内 容 提 要

全书以 PADS VX.2.2 为平台, 介绍了电路设计的方法和技巧。全书共 18 章, 第 1 章为绪论; 第 2 章介绍 PADS VX.2.2 的安装; 第 3 章介绍 PADS VX.2.2 的图形用户界面 PADS Logic VX.2.2; 第 4 章介绍 PADS Logic VX.2.2 原理图设计; 第 5 章介绍原理图高级编辑; 第 6 章介绍 PADS Logic VX.2.2 图形绘制; 第 7 章介绍 PADS VX.2.2 的印制电路板界面 PADS Layout VX.2.2; 第 8 章介绍 PADS Layout VX.2.2 的基本操作及常用命令; 第 9 章介绍 PADS Layout VX.2.2 初步设计; 第 10 章介绍系统参数和设计规则设置; 第 11 章介绍元件库的使用及 PCB 封装的制作; 第 12 章介绍 PADS VX.2.2 布局布线设计; 第 13 章介绍工程设计更改和覆铜设计; 第 14 章介绍自动尺寸标注; 第 15 章介绍设计验证; 第 16 章介绍 CAM 输出; 第 17 章介绍调试器设计实例; 第 18 章介绍多种印制电路板设计。

本书可以作为大中专院校电子相关专业课堂教学教材, 也可以作为各种培训机构培训教材, 同时适合电子设计爱好者作为自学辅导书。

-
- ◆ 编 著 李 瑞 解 璞 闫聪聪
责任编辑 俞 彬
责任印制 马振武
 - ◆ 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>
北京市艺辉印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 25 2019 年 4 月第 1 版
字数: 682 千字 2019 年 4 月北京第 1 次印刷

定价: 69.00 元

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

反盗版热线: (010)81055315

广告经营许可证: 京东工商广登字 20170147 号

前言

P R E F A C E

EDA（电子设计自动化，Electronic Design Automation）技术是现代电子工程领域的一门新技术，它提供了基于计算机和信息技术的电路系统设计方法。EDA技术的发展和推广极大地推动了电子工业的发展。EDA在教学和产业界的技术推广是当今业界的一个技术热点。EDA技术是现代电子工业中不可缺少的一项技术，掌握这种技术是通信电子类高校学生就业的一个基本条件。

电路及PCB设计是EDA技术中的一个重要内容，PADS是其中比较杰出的一款软件，在国内流行最早、应用面最宽。随着计算机技术的发展，从20世纪80年代中期起计算机开始大量进入各个领域。在这种背景下，美国Mentor Graphics公司推出了PADS软件。该软件的PADS VX.2.2版本是基于PC平台开发的，完全符合Windows操作习惯，具有高效率的布局、布线功能，是解决电路中复杂的高速、高密度互连问题的理想平台。PADS VX.2.2较以前版本PADS功能更加强大，它是桌面环境下以设计管理和协作技术（PDM）为核心的一个优秀的印制电路板设计系统。

PADS VX.2.2主要分三个部分：PADS Logic、PADS Layout、PADS Router。三个界面，三个模块，相互独立又互有联系，独立操作时互不干扰，相互传导时又一脉传承。本书的编写按模块分别编写，首先介绍PADS VX.2.2的特点、新功能及安装，然后讲解原理图部分，包括图形用户界面、原理图设计、原理图高级编辑和图形绘制。其次介绍PCB设计部分，包括印制电路板界面、基本操作及常用命令、初步设计、系统参数和规则设置、元件库的使用及PCB封装的制作、布局布线设计、工程设计更改和铺铜设计、自动标注尺寸、设计验证和CAM输出。其中，布线操作在PADS Layout或PADS Router中均可，书中详细介绍了两种不同方法。最后两章详细讲解电路板设计实例，包括调试器设计实例和多种印制电路板设计实例。

书中各部分在介绍的过程中，由浅入深，从易到难，各章节既相对独立又前后关联。作者根据自己多年的经验及学习的通常心理，及时给出总结和相关提示，帮助读者及时快捷地掌握所学知识。全书解说翔实，图文并茂，语言简洁，思路清晰，既可以作为初学者的入门教材，也可作为相关行业工程技术人员以及各院校相关专业师生的学习参考用书。

本书除利用传统的纸面讲解外，随书配送了丰富的学习资源。扫描“资源下载”二维码即可获得下载方式。资源包含全书实例操作过程视频文件和实例源文件。



资源下载

为了方便读者学习，本书以二维码的形式提供了全书视频教程，扫描“云课”二维码，即可播放全书视频，也可扫描正文中的二维码观看对应章节的视频。



云课

提示：关注“职场研究社”公众号，回复关键词“50137”，即可获得所有资源的获取方式。

本书由航天工程大学的李瑞老师、陆军工程大学石家庄校区的解璞老师和石家庄三维书屋文化传播有限公司的闫聪聪老师主编。胡仁喜、刘昌丽、康士廷、孟培、王培合、解江坤、王艳池、王玉秋、王义发、卢园、杨雪静、李亚莉、吴秋彦、王玮、王敏、井晓翠、王泽朋、卢思梦、张亭、秦志霞、刘丽丽、毛琰等也参加了部分章节的编写工作。

由于时间仓促，加上作者水平有限，书中不足之处在所难免，望广大读者发送邮件到 renruichi@ptpress.com.cn 批评指正，编者将不胜感激。

编者

2018年12月



目 录

CONTENTS

第1章 绪论	1
1.1 PCB的基本概念及设计工具	2
1.1.1 PCB技术的概念	2
1.1.2 PCB设计的常用工具	4
1.1.3 PCB技术的发展趋势	5
1.2 PCB设计的基础	7
1.2.1 PCB设计的基本步骤	7
1.2.2 PCB设计的基本要求	7
1.2.3 PCB设计的标准规范	12
1.3 PADS VX.2.2 简介	13
1.3.1 PADS的发展	13
1.3.2 PADS VX.2.2 的特性	14
1.4 思考与练习	16
第2章 PADS VX.2.2 的安装	17
2.1 PADS VX.2.2 的运行条件	18
2.1.1 PADS VX.2.2 运行的硬件配置	18
2.1.2 PADS VX.2.2 运行的软件环境	18
2.2 PADS VX.2.2 的安装步骤	18
2.2.1 PADS VX.2.2 的安装	18
2.2.2 PADS VX.2.2 的安装总结	25
2.3 思考与练习	25
第3章 PADS VX.2.2 的图形用户界面	26
3.1 PADS Logic VX.2.2 的启动	27
3.2 PADS Logic VX.2.2 整体图形界面	27
3.3 PADS Logic VX.2.2 界面简介	28

3.4	项目浏览器	28
3.5	菜单栏	30
3.5.1	“文件”菜单	30
3.5.2	“编辑”菜单	32
3.5.3	“查看”菜单	34
3.5.4	“设置”菜单	35
3.5.5	“工具”菜单	36
3.5.6	“帮助”菜单	37
3.6	工具栏	38
3.6.1	标准工具栏	38
3.6.2	原理图编辑工具栏	39
3.6.3	选择筛选条件工具栏	39
3.7	PADS Logic 参数设置	40
3.7.1	图页设置	41
3.7.2	颜色设置	42
3.7.3	优先参数设置	42
3.8	视图操作	48
3.8.1	PADS Logic 的交互操作过程	48
3.8.2	使用弹出菜单执行命令	48
3.8.3	直接命令和快捷键	48
3.8.4	键盘与鼠标使用技巧	49
3.8.5	缩放命令	50
3.8.6	状态窗口	50
3.9	思考与练习	51
第4章 PADS Logic VX.2.2 原理图设计		52
4.1	电路原理图的设计步骤	53
4.2	原理图的编辑环境	53
4.2.1	创建、保存和打开原理图文件	54
4.2.2	原理图图纸设置	56
4.3	加载元器件库	57
4.3.1	元器件库管理器	57
4.3.2	元器件的查找	59
4.3.3	加载和卸载元器件库	60
4.3.4	创建元器件库文件	61
4.3.5	生成元器件库元器件报告文件	61

4.4	元器件的放置	63
4.4.1	在原理图中放置元器件	63
4.4.2	元器件的删除	64
4.5	编辑元器件属性	65
4.5.1	编辑元器件流水号	65
4.5.2	设置元器件类型	66
4.5.3	设置元器件管脚	66
4.5.4	设置元器件参数值	67
4.5.5	交换参考编号	68
4.5.6	交换管脚	69
4.5.7	元器件属性查询与修改	70
4.6	元器件位置的调整	74
4.6.1	元器件的选取和取消选取	74
4.6.2	元器件的移动	76
4.6.3	元器件的旋转	77
4.6.4	元器件的复制与粘贴	78
4.6.5	实例——单片机原理图	79
4.7	元器件的电气连接	84
4.7.1	添加和编辑连线	84
4.7.2	添加和修改总线	89
4.7.3	放置页间连接符	93
4.7.4	放置电源和接地符号	95
4.7.5	放置网络符号	97
4.7.6	放置普通文本符号	100
4.7.7	添加字段	101
4.8	综合实例——绘制 LT1587CM 电路原理图	102
4.9	思考与练习	107
第5章	原理图高级编辑	108
5.1	层次化电路设计	109
5.1.1	层次电路简介	109
5.1.2	绘制层次化符号	109
5.1.3	绘制层次化电路	112
5.2	PADS Logic 报告输出	114
5.2.1	未使用情况报告	115
5.2.2	元器件统计数据报告	116
5.2.3	网络统计数据报告	116

5.2.4	限制报告	117
5.2.5	连接性报告	117
5.2.6	材料清单报告	118
5.3	打印输出	119
5.4	生成网络表	121
5.4.1	生成 SPICE 网络表	121
5.4.2	生成 PCB 网络表	123
5.4.3	网络表导入 PADS Layout	124
5.5	思考与练习	124
第 6 章 PADS Logic VX.2.2 图形绘制		125
6.1	PADS Logic 元器件库设计	126
6.1.1	元器件封装简述	126
6.1.2	元器件编辑器	126
6.1.3	CAM 封装信息	130
6.1.4	实例——新建逻辑封装 74LS244	131
6.2	进入图形绘制模式	134
6.3	绘制与编辑各种图形	134
6.3.1	绘制与编辑多边形	135
6.3.2	实例——绘制多边形	137
6.3.3	实例——编辑多边形	138
6.3.4	绘制与编辑矩形	138
6.3.5	绘制与编辑圆	139
6.3.6	绘制与编辑路径	140
6.4	图形与文字	141
6.4.1	合并 / 取消合并	141
6.4.2	保存图形	142
6.4.3	增加图形	142
6.4.4	图形的查询与修改	143
6.5	综合实例	143
6.5.1	复位芯片设计	143
6.5.2	晶振元器件设计	146
6.6	思考与练习	148
第 7 章 PADS VX.2.2 的印制电路板界面		149
7.1	PADS Layout VX.2.2 的启动	150

7.2	PADS Layout VX.2.2 的用户界面简介	150
7.2.1	PADS Layout VX.2.2 的整体工作界面	151
7.2.2	PADS Layout VX.2.2 的项目浏览器	153
7.2.3	PADS Layout VX.2.2 的状态窗口	153
7.3	PADS Layout VX.2.2 的菜单系统	154
7.3.1	“文件”菜单	154
7.3.2	“编辑”菜单	155
7.3.3	“查看”菜单	156
7.3.4	“设置”菜单	157
7.3.5	“工具”菜单	158
7.4	PADS Layout VX.2.2 的工具栏	158
7.4.1	标准工具栏	159
7.4.2	绘图工具栏	159
7.4.3	尺寸标注工具栏	159
7.4.4	设计工具栏	160
7.4.5	ECO 工具栏	160
7.4.6	BGA 工具栏	160
7.5	思考与练习	161
第 8 章 PADS Layout VX.2.2 的基本操作及常用命令		162
8.1	PADS Layout VX.2.2 的基本操作	163
8.1.1	鼠标和键盘操作	163
8.1.2	文件操作	163
8.1.3	实例——创建一个启动文件	164
8.1.4	过滤器的操作	165
8.1.5	实例——选中对象	166
8.2	PADS Layout VX.2.2 的常用命令	167
8.2.1	无模命令	167
8.2.2	实例——查找对象	167
8.2.3	快捷键命令	168
8.3	思考练习	169
第 9 章 PADS Layout VX.2.2 初步设计		170
9.1	PADS Layout VX.2.2 的设计规范	171
9.1.1	概述	171
9.1.2	设计流程介绍	171

9.1.3	设计规范的概要内容	173
9.2	PADS Layout VX.2.2 设计快速入门	175
9.2.1	网络表的导入	175
9.2.2	设计规则的设置	176
9.2.3	元器件布局的设计	176
9.2.4	布线操作的准备	177
9.2.5	设计检查的验证	179
9.2.6	CAM 文件输出	179
9.3	PADS Layout 与其他软件的链接	181
9.4	思考与练习	181
第 10 章 系统参数和设计规则设置		182
10.1	系统参数设置	183
10.1.1	“全局”参数设置	183
10.1.2	“设计”参数设置	186
10.1.3	“栅格和捕获”参数设置	189
10.1.4	“显示”参数设置	191
10.1.5	“布线”参数设置	192
10.1.6	“热焊盘”参数设置	197
10.1.7	“分割/混合平面”参数设置	198
10.1.8	“绘图”参数设置	199
10.1.9	“尺寸标注”参数设置	201
10.1.10	“过孔样式”参数设置	204
10.1.11	“模具元器件”参数设置	205
10.2	层定义参数设置	206
10.2.1	板层的参数设置	206
10.2.2	实例——增加板层	208
10.2.3	板层颜色的参数设置	209
10.2.4	实例——多层电路板设计	210
10.3	焊盘的参数设置	213
10.4	钻孔对的参数设置	215
10.5	跳线的参数设置	215
10.6	工作区原点的设置	217
10.7	ECO 参数设置	217
10.8	设计规则设置	218
10.8.1	“默认规则”设置	218

10.8.2	“类规则”设置	223
10.8.3	“网络规则”设置	223
10.8.4	“组规则”设置	224
10.8.5	“管脚对规则”设置	225
10.8.6	“封装规则”和“元器件规则”设置	225
10.8.7	“条件规则”设置	226
10.8.8	“差分对”设置	227
10.8.9	“电气网络规则”规则设置	227
10.8.10	“规则报告”设置	228
10.9	思考与练习	228
第 11 章 元器件库的使用及 PCB 封装的制作		229
11.1	PADS 元器件库的使用	230
11.1.1	元器件库的操作	230
11.1.2	元器件库属性管理	231
11.1.3	理解元器件类型、PCB 封装和逻辑封装间的关系	232
11.2	使用向导制作 PCB 封装	232
11.2.1	制作 DIP20 的封装	233
11.2.2	制作 QUAD 型 PCB 封装	235
11.2.3	制作极坐标型 PCB 封装	236
11.2.4	制作 BGA/PGA 型 PCB 封装	238
11.2.5	实例——新建 BGA 封装元器件	238
11.3	手工建立 PCB 封装	239
11.3.1	启动元器件编辑器	239
11.3.2	增加元器件管脚焊盘	240
11.3.3	放置和定型元器件管脚焊盘	242
11.3.4	快速交换元器件管脚焊盘序号	243
11.3.5	增加 PCB 封装的丝印外框	244
11.3.6	保存建立的 PCB 封装	245
11.4	综合实例——建立元器件类型	245
11.5	建立 PCB 封装和元器件类型的问题与技巧	247
11.6	思考与练习	248
第 12 章 PADS VX.2.2 布局布线设计		249
12.1	PCB 布局设计	250

12.1.1	PCB 布局规划	250
12.1.2	PCB 自动布局	251
12.1.3	PCB 手动布局	253
12.2	PCB 布线设计	257
12.2.1	PCB 布线的基本知识	258
12.2.2	PCB 布线的各种方式	260
12.2.3	实例——添加布线	263
12.2.4	实例——草图布线	264
12.2.5	PADS Router VX.2.2	265
12.3	PCB 的排版技巧	266
12.3.1	PADS Layout 的布局技巧	266
12.3.2	PADS Router 的布线注意	266
12.4	思考与练习	267
第 13 章 工程设计更改和覆铜设计		268
13.1	工程设计更改 (ECO)	269
13.1.1	ECO 参数设置	269
13.1.2	原理图驱动工程更改	269
13.1.3	ECO 工具栏进行设计更改	270
13.1.4	实例——增加连接	276
13.1.5	实例——增加元器件	276
13.1.6	实例——更改元器件	277
13.1.7	实例——更改网络名	277
13.2	覆铜设计	278
13.2.1	铜箔	278
13.2.2	实例——修改铜箔属性	279
13.2.3	覆铜	281
13.2.4	覆铜管理器	283
13.2.5	实例——删除灌铜的碎铜	284
13.3	思考与练习	285
第 14 章 自动尺寸标注		286
14.1	基本操作知识	287
14.1.1	抓取点的选择	287
14.1.2	两端点的边界模式	288

14.1.3	标注的基线	289
14.2	尺寸标注	290
14.2.1	水平尺寸标注	290
14.2.2	自动尺寸标注	291
14.2.3	对齐尺寸标注	291
14.2.4	旋转尺寸标注	292
14.2.5	角度尺寸标注	292
14.2.6	圆弧尺寸标注	293
14.2.7	引线尺寸标注	293
14.2.8	实例——利用基线标注	295
14.2.9	实例——“继续”标注法	296
14.3	思考与练习	296
第 15 章 设计验证		297
15.1	设计验证界面	298
15.2	安全间距验证	299
15.3	连接性验证	300
15.4	高速设计验证	300
15.5	平面层设计验证	304
15.6	测试点及其他设计验证	304
15.7	思考与练习	305
第 16 章 CAM 输出		306
16.1	CAM 输出概述	307
16.2	光绘 (Gerber) 文件输出	310
16.2.1	CAM 平面层 Gerber 文件输出	310
16.2.2	布线 / 分割平面层 Gerber 文件输出	312
16.2.3	丝印层 Gerber 文件输出	315
16.2.4	助焊层 Gerber 文件输出	315
16.2.5	阻焊层 Gerber 文件输出	316
16.3	打印输出	317
16.4	绘图输出	318
16.4.1	实例——输出平面层的 Gerber 文件	318
16.4.2	实例——输出走线层的 Gerber 文件	319
16.5	思考与练习	320

第 17 章 调试器设计实例	321
17.1 设计分析	322
17.2 原理图设计	322
17.3 PCB 设计	328
17.3.1 新建 PADS Layout 文件	328
17.3.2 PADS 的 OLE 链接	329
17.3.3 PADS Layout 的环境设置	331
17.3.4 PADS Layout 的布局设计	333
17.3.5 PADS Layout 的自动布局	335
17.3.6 PADS Layout 的电路板显示	337
17.3.7 PADS Router 的布线设计	338
17.3.8 PADS Layout 的覆铜设置	340
17.3.9 PADS Layout 的设计验证	342
17.4 文件输出	342
17.5 思考与练习	345
第 18 章 多种印制电路板设计	346
18.1 高速信号印制电路板设计	347
18.1.1 高速 PCB 设计简介	347
18.1.2 高速 PCB 设计经验	348
18.1.3 高速 PCB 的关键电路设计	350
18.1.4 高速 PCB 的布线设计	351
18.1.5 去耦电容设计	351
18.2 多层印制电路板设计	351
18.3 多层印制电路板设计实例	353
18.3.1 U 盘电路网表的导入	353
18.3.2 PCB 元器件的布局设计和自动尺寸标注	354
18.3.3 布线前的相关参数设置	363
18.3.4 PADS Router 的布线和验证	365
18.3.5 PCB 的 Gerber 光绘文件输出	369
18.4 混合信号印制电路板设计	383
18.5 思考与练习	385

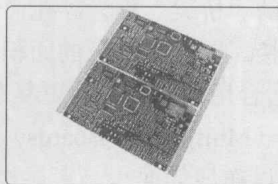
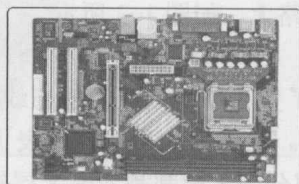
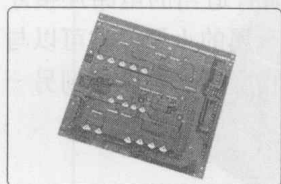
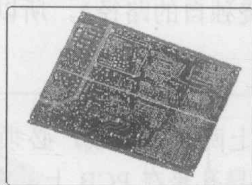
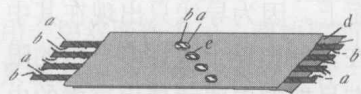
Chapter 1

第 1 章 绪论

本章主要介绍 PADS 的基本概念及特点, 包括 PCB 设计的一般原则、基本步骤、标准规范等。其次本章着重介绍了美国 Mentor Graphics 公司的 PCB 设计软件——PADS VX.2.2, 包括 PADS VX.2.2 的发展过程以及它的新特点。PADS VX.2.2 是一款非常优秀的 PCB 设计软件, 它具有完整强大的 PCB 绘制工具, 界面和操作十分简洁。

学习重点

- PCB 设计的标准和规范
- PADS VX.2.2 的新特点



1.1 PCB 的基本概念及设计工具

能见到的电子设备大都离不开 PCB，小到电子手表、计算器，大到计算机、通信电子设备、军用武器系统，只要有集成电路等电子元器件，它们之间电气互连就要用到 PCB。

1.1.1 PCB 技术的概念

1. PCB 概念及应用

PCB 是印制电路板 (Printed Circuit Board) 的英文缩写。通常把在绝缘基材上，按预定设计，制成印制电路、印制元器件或两者组合而成的导电图形称为印制电路。这样就把印制电路或印制电路的成品板称为印制电路板，亦简称印制板。

PCB 提供集成电路等各种电子元器件固定装配的机械支撑，实现集成电路等各种电子元器件之间的布线和电气连接或电绝缘，提供所要求的电气特性，如特性阻抗等。同时为自动锡焊提供阻焊图形，为元器件插装、检查、维修提供识别字符和图形。

2. PCB 发展及演变

印制电路基本概念在 20 世纪初已有人在专利中提出过，早在 1903 年 Mr. Albert Hanson 便首先将“电路”(Circuit) 概念应用于电话交换机系统。它是用金属箔予以切割成电路导体，将之黏贴于石蜡纸上，上面同样贴上一层石蜡纸，就成了现今 PCB 的结构雏形，如图 1-1 所示。



图 1-1 PCB 雏形图

至 1936 年，Dr Paul Eisner 真正发明了 PCB 的制作技术，也发表多项专利。而今天的 print-tech (photoimage transfer) 的技术，就是沿袭其发明而来的。

3. PCB 分类及制造

根据 PCB 材质、结构、用途的不同，可以对 PCB 进行多种分类，下面仅就 PCB 层数的不同，对 PCB 分类进行简单的介绍。

(1) 单面板 (Single-Sided Boards)

在最基本的 PCB 上，零件集中在其中一面，导线则集中在另一面上。因为导线只出现在其中一面，所以我们就称这种 PCB 为单面板 (Single-sided)。因为单面板在设计电路上有许多严格的限制 (因为只有一面，布线间不能交叉而必须绕独自的路径)，所以只有早期的电路才使用这类的电路板，如图 1-2 所示。

(2) 双面板 (Double-Sided Boards)

这种电路板的两面都有布线。不过要用上两面的导线，必须要在两面间有适当的电路连接才行。这种电路间的“桥梁”称为导孔 (via)。导孔是在 PCB 上，充满或涂上金属的小洞，它可以与两面的导线相连接。因为双面板的面积比单面板大了一倍，而且布线可以互相交错 (可以绕到另一面)，所以它更适合用在比单面板更复杂的电路上，如图 1-3 所示。

(3) 多层板 (Multi-Layer Boards)

为了增加可以布线的面积，多层板用上了更多单面或双面的布线板。多层板使用数片双面板，并在每层板间放进一层绝缘层后黏牢 (压合)。电路板的层数就代表了有几层独立的布线层，通常层数都是偶数，并且包含最外侧的两层。大部分的主板都是 4~8 层的结构，不过技术上可以做到