



全国高等职业教育规划教材

电路板设计与制作

——Protel DXP 2004 SP2应用教程

主编 郭 勇

参编 张苏嘉 谢延凯 邓 华

主审 孙学耕

- 全书定位于产品仿制，解剖实际产品
- 采用练习、产品仿制及自主设计三阶段设计教学模式
- 项目覆盖范围广，包含单面、双面、低频、高频、双面贴片、高密度等PCB设计，并配有一个综合项目设计
- 针对不同类型的PCB产品，提供详细的PCB布局及布线规则说明
- 具有丰富的元器件图形及封装对照图
- 项目图例清晰，便于读者使用
- 实践性强，各章均提供详细的实训内容



电子教案下载网址www.cmpedu.com



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

全国高等职业教育规划教材

电路板设计与制作

——Protel DXP 2004 SP2 应用教程

主编 郭 勇

参编 张苏嘉 谢延凯 邓 华

主审 孙学耕



机械工业出版社

本书主要介绍了印制电路板设计与制作的基本方法,采用的设计软件为 Protel DXP 2004 SP2,包括印制电路板认知与制作,原理图标准化设计,原理图元器件和 PCB 库元器件设计,简单 PCB 设计,单、双面电子产品 PCB 仿制及有源音箱产品设计。全书采用练习、产品仿制和自主设计三阶段的模式逐步培养读者的设计能力,通过实际产品 PCB 的解剖和仿制,突出专业知识的实用性、综合性和先进性,使读者能迅速掌握软件的基本应用,具备 PCB 的设计能力。

全书案例丰富,每章之后均配备了详细的实训项目,内容由浅入深,配合案例逐渐提高难度,便于读者操作练习,提高设计能力。

本书可作为高等职业院校电子类、电气类、通信类、机电类等专业的教材,也可作为职业技术教育、技术培训及从事电子产品设计与开发的工程技术人员学习 PCB 设计的参考书。

本书配套授课电子教案,需要的教师可登录 www.cmpedu.com 免费注册、审核通过后下载,或联系编辑索取(QQ: 1239258369, 电话: 010-88379739)。

图书在版编目(CIP)数据

电路板设计与制作——Protel DXP 2004 SP2 应用教程/郭勇主编. —北京:机械工业出版社,2012.12
全国高等职业教育规划教材
ISBN 978-7-111-40357-9

I. ①电… II. ①郭… III. ①印刷电路—计算机辅助设计—应用软件—高等教育—教材 IV. ①TN410.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 266529 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:王 颖

责任印制:张 楠

北京圣夫亚美印刷有限公司印刷

2013 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·14.75 印张·362 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-40357-9

定价:29.90 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294

机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649

机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203

封面无防伪标均为盗版

全国高等职业教育规划教材

电子类专业编委会成员名单

主 任 曹建林

副 主 任 张中洲 张福强 董维佳 俞 宁 杨元挺 任德齐
华永平 吴元凯 蒋蒙安 祖 炬 梁永生

委 员 （按姓氏笔画排序）

于宝明	尹立贤	王用伦	王树忠	王新新	任艳君
刘 松	刘 勇	华天京	吉雪峰	孙学耕	孙津平
孙 萍	朱咏梅	朱晓红	齐 虹	张静之	李菊芳
杨打生	杨国华	汪赵强	陈子聪	陈必群	陈晓文
季顺宁	罗厚军	胡克满	姚建永	钮文良	聂开俊
夏西泉	袁启昌	郭 勇	郭 兵	郭雄艺	高 健
曹 毅	章大钧	黄永定	曾晓宏	谭克清	戴红霞

秘 书 长 胡毓坚

副秘书长 蔡建军

出版说明

根据《教育部关于以就业为导向深化高等职业教育改革的若干意见》中提出的高等职业院校必须把培养学生动手能力、实践能力和可持续发展能力放在突出的地位,促进学生技能的培养,以及教材内容要紧密结合生产实际,并注意及时跟踪先进技术的发展等指导精神,机械工业出版社组织全国近 60 所高等职业院校的骨干教师对在 2001 年出版的“面向 21 世纪高职高专系列教材”进行了全面的修订和增补,并更名为“全国高等职业教育规划教材”。

本系列教材是由高职高专计算机专业、电子技术专业和机电专业教材编委会分别会同各高职高专院校的一线骨干教师,针对相关专业的课程设置,融合教学中的实践经验,同时吸收高等职业教育改革的成果而编写完成的,具有“定位准确、注重能力、内容创新、结构合理和叙述通俗”的编写特色。在几年的教学实践中,本系列教材获得了较高的评价,并有多品种被评为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。在修订和增补过程中,除了保持原有特色外,针对课程的不同性质采取了不同的优化措施。其中,核心基础课的教材在保持扎实的理论基础的同时,增加实训和习题;实践性较强的课程强调理论与实训紧密结合;涉及实用技术的课程则在教材中引入了最新的知识、技术、工艺和方法。同时,根据实际教学的需要对部分课程进行了整合。

归纳起来,本系列教材具有以下特点:

- 1) 围绕培养学生的职业技能这条主线来设计教材的结构、内容和形式。
- 2) 合理安排基础知识和实践知识的比例。基础知识以“必需、够用”为度,强调专业技术应用能力的训练,适当增加实训环节。
- 3) 符合高职学生的学习特点和认知规律。对基本理论和方法的论述要容易理解、清晰简洁,多用图表来表达信息;增加相关技术在生产中的应用实例,引导学生主动学习。
- 4) 教材内容紧随技术和经济的发展而更新,及时将新知识、新技术、新工艺和新案例等引入教材。同时注重吸收最新的教学理念,并积极支持新专业的教材建设。
- 5) 注重立体化教材建设。通过主教材、电子教案、配套素材光盘、实训指导和习题及解答等教学资源的有机结合,提高教学服务水平,为高素质技能型人才的培养创造良好的条件。

由于我国高等职业教育改革和发展的速度很快,加之我们的水平和经验有限,因此在教材的编写和出版过程中难免出现问题和错误。我们恳请使用这套教材的师生及时向我们反馈质量信息,以利于我们今后不断提高教材的出版质量,为广大师生提供更多、更适用的教材。

机械工业出版社

前 言

本书主要介绍了基于 Protel DXP 2004 SP2 的印制电路板设计与制作,通过实际产品的 PCB 解剖和仿制,突出专业知识的实用性、综合性和先进性,使读者能迅速掌握软件的基本应用,具备 PCB 的设计能力。

本书具有以下特点。

- 1) 采用练习、产品仿制和自主设计三阶段的模式逐步培养读者的设计能力。
- 2) 通过实际产品的解剖,介绍 PCB 的布局、布线原则和设计方法,重点突出布局、布线的原则说明,使读者能设计出合格的 PCB。
- 3) 采用低频矩形 PCB、高密度 PCB、高频 PCB、双面 PCB 和异形双面贴片 PCB 等实际产品案例全面介绍常用类型的 PCB 设计方法。
- 4) 全书案例丰富,内容由浅入深,案例难度逐渐提高,读者的设计能力也得到逐步提高。
- 5) 每章之后均配备了详细的实训项目,便于读者操作练习。

全书共分为 7 章,主要内容包括印制电路板认知与制作,原理图标准化设计,原理图元器件和 PCB 库元器件设计,简单 PCB 设计,单、双面电子产品 PCB 仿制和相关实训项目及一个综合项目产品设计。总学时建议为 60 学时,其中讲授 24 学时,实训 36 学时。

课程安排上建议安排在“计算机应用基础”、“电工基础”、“电子线路”之后讲授,采用一体化教学模式进行授课。

本书由郭勇担任主编,张苏嘉、谢延凯、邓华参编,由孙学耕担任主审。其中第 2 章由张苏嘉编写,第 3 章由邓华编写,第 4 章由谢延凯编写,其余各章由郭勇编写,全书由郭勇统稿。在本书的编写过程中,企业专家朱铭、林巧娥、王水仙等参与了项目选型工作,精品课程建设小组成员蒋建军、陈开洪、卓树峰、程智宾参加了项目研讨工作,在此表示感谢。

本书纳入“福建省高等职业教育教材建设计划”,在编写过程中得到了福建省教育厅的大力支持,在此表示衷心感谢。

本书可作为高等职业院校电子类、电气类、通信类、机电类等专业的教材,也可作为职业技术教育、技术培训及从事电子产品设计与开发的工程技术人员学习 PCB 设计的参考。

为了保持与软件的一致性,本书中有些电路图保留了绘图软件的电路符号,部分电路符号与国标不符,附录中给出了书中非标准符号与国标的对照表。按照 Protel DXP 2004 SP2 软件的设计和业内习惯,长度单位使用了非法定单位 mil, $1\text{mil} = 10^{-3}\text{in} = 2.54 \times 10^{-5}\text{m}$ 。

由于编者水平所限,书中难免存在不足之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

出版说明

前言

第 1 章 印制电路板认知与制作	1
1.1 认知印制电路板	1
1.1.1 印制电路板基本组成	2
1.1.2 印制电路板的种类	4
1.2 印制电路板生产制作	7
1.2.1 印制电路板制作生产工艺流程	7
1.2.2 采用热转印方式制板	8
1.3 实训 热转印方式制板	11
1.4 习题	11
第 2 章 原理图标准化设计	12
2.1 Protel DXP 2004 SP2 软件安装与设置	12
2.1.1 安装 Protel DXP 2004 SP2	12
2.1.2 激活 Protel DXP 2004 SP2	13
2.1.3 启动 Protel DXP 2004 SP2	14
2.1.4 Protel DXP 2004 SP2 中英文界面切换	16
2.1.5 Protel DXP 2004 SP2 的工作环境	17
2.1.6 Protel DXP 2004 SP2 系统自动备份设置	18
2.2 PCB 工程项目文件操作	18
2.3 单管放大电路原理图设计	20
2.3.1 新建原理图文件	21
2.3.2 图纸设置	22
2.3.3 设置栅格尺寸	23
2.3.4 设置元器件库	24
2.3.5 原理图设计配线工具	26
2.3.6 放置元器件	26
2.3.7 调整元器件布局	27
2.3.8 放置电源和接地符号	29
2.3.9 放置电路的 I/O 端口	30
2.3.10 电气连接	30
2.3.11 元器件属性调整	32
2.3.12 为元器件添加新封装	36
2.3.13 绘制电路波形	39

2.3.14	放置文字说明	40
2.3.15	文件的存盘与退出	41
2.4	采用总线形式设计接口电路	42
2.4.1	放置总线	42
2.4.2	放置网络标号	43
2.4.3	阵列式粘贴	44
2.5	有源功率放大器层次电路图设计	45
2.5.1	功放层次电路主图设计	45
2.5.2	功放层次电路子图设计	47
2.5.3	设置图纸标题栏信息	48
2.6	电气检查与网络表生成	50
2.6.1	项目文件原理图电气检查	50
2.6.2	生成网络表	52
2.7	原理图及元器件清单输出	53
2.7.1	原理图输出	53
2.7.2	生成元器件清单	54
2.8	实训	54
2.8.1	实训 1 Protel DXP 2004 SP2 基本操作	54
2.8.2	实训 2 原理图设计基本操作	55
2.8.3	实训 3 绘制接口电路图	56
2.8.4	实训 4 绘制有源功放层次电路图	57
※知识拓展※ 自定义标题栏设计		59
2.9	习题	61
第 3 章	原理图元器件设计	63
3.1	原理图元器件库编辑器	63
3.1.1	启动元器件库编辑器	63
3.1.2	元器件库编辑管理器的使用	64
3.1.3	元器件绘制工具	64
3.2	规则的集成电路元器件设计——ADC0803CN	66
3.2.1	设计前的准备	66
3.2.2	新建元器件库和元器件	67
3.2.3	绘制元器件图形与放置引脚	68
3.2.4	设置元器件属性	69
3.3	不规则分立元器件设计	72
3.3.1	PNP 型晶体管设计	72
3.3.2	行输出变压器设计	74
3.4	多功能单元元器件设计	76
3.4.1	DM74LS02 设计	76
3.4.2	利用库中的电阻设计双联电位器	78

3.5 实训 原理图库元器件设计	79
※知识拓展※ 网络收集信息设计元器件与元器件直接编辑	81
3.6 习题	84
第4章 简单 PCB 设计与元器件封装设计	85
4.1 PCB 编辑器	85
4.1.1 启动 PCB 编辑器	85
4.1.2 PCB 编辑器的管理	86
4.1.3 设置单位制和布线栅格	88
4.2 认知印制电路板的基本组件和工作层面	89
4.2.1 PCB 设计中的基本组件	89
4.2.2 印制电路板的工作层面	93
4.3 简单 PCB 设计——单管放大电路	95
4.3.1 规划 PCB 尺寸	95
4.3.2 放置焊盘、过孔和定位孔	97
4.3.3 设置 PCB 元器件库	99
4.3.4 放置元器件封装	100
4.3.5 元器件手工布局	102
4.3.6 3D 预览	104
4.3.7 手工布线	104
4.4 PCB 元器件封装设计	107
4.4.1 认知元器件封装形式	107
4.4.2 创建 PCB 元器件库	113
4.4.3 采用设计向导方式设计元器件封装	114
4.4.4 采用手工绘制方式设计元器件封装	118
4.4.5 元器件封装编辑	122
4.5 实训	123
4.5.1 实训 1 PCB 编辑器使用	123
4.5.2 实训 2 绘制简单的 PCB	123
4.5.3 实训 3 制作元器件封装	125
※知识拓展※ 使用制板向导创建 PCB 模板	126
4.6 习题	129
第5章 电子产品单面 PCB 仿制	130
5.1 PCB 布局、布线的一般原则	130
5.1.1 印制电路板布局基本原则	130
5.1.2 印制电路板布线基本原则	133
5.2 低频矩形 PCB 设计——电子镇流器	139
5.2.1 产品介绍	139
5.2.2 设计前准备	140
5.2.3 设计 PCB 时考虑的因素	142

5.2.4	从原理图加载网络表和元器件封装到 PCB	143
5.2.5	电子镇流器 PCB 手工布局	145
5.2.6	交互式布线参数设置	145
5.2.7	电子镇流器 PCB 手工布线及调整	147
5.2.8	覆铜设计	149
5.3	高密度圆形 PCB 设计——节能灯	150
5.3.1	产品介绍	151
5.3.2	设计前准备	152
5.3.3	设计 PCB 时考虑的因素	153
5.3.4	从原理图加载网络表和元器件到 PCB	154
5.3.5	节能灯 PCB 手工布局	154
5.3.6	节能灯 PCB 手工布线	156
5.3.7	生成 PCB 的元器件报表	157
5.4	实训	157
5.4.1	实训 1 电子镇流器 PCB 设计	157
5.4.2	实训 2 节能灯 PCB 设计	158
※知识拓展※	布线中的拉线技巧与快捷键使用	159
5.5	习题	160
第 6 章	电子产品双面 PCB 仿制	161
6.1	矩形双面 PCB 设计——单片机开发系统板 PCB 设计	161
6.1.1	产品介绍	161
6.1.2	设计前准备	164
6.1.3	设计 PCB 时考虑的因素	167
6.1.4	从原理图加载网络表和元器件到 PCB	167
6.1.5	PCB 自动布局及手工调整	168
6.1.6	元器件预布线	169
6.1.7	常用自动布线设计规则设置	170
6.1.8	自动布线	177
6.1.9	PCB 布线手工调整	179
6.2	高频 PCB 设计——单片调频发射器 PCB 设计	181
6.2.1	产品介绍	181
6.2.2	设计前准备	182
6.2.3	设计 PCB 时考虑的因素	184
6.2.4	PCB 自动布局及调整	184
6.2.5	地平面的设置	185
6.2.6	PCB 自动布线及调整	185
6.2.7	设计规则检查	186
6.3	贴片双面 PCB 设计——USB 转串口连接器 PCB 设计	188
6.3.1	产品介绍	188

6.3.2	设计前准备	189
6.3.3	设计 PCB 时考虑的因素	190
6.3.4	从原理图加载网络表和元器件到 PCB	190
6.3.5	PCB 双面布局	190
6.3.6	有关 SMD 元器件的布线规则设置	192
6.3.7	PCB 手工布线	193
6.4	贴片异形双面 PCB 设计——电动车报警器遥控电路设计	195
6.4.1	产品介绍	195
6.4.2	设计前准备	196
6.4.3	设计 PCB 时考虑的因素	197
6.4.4	PCB 布局	198
6.4.5	PCB 布线及调整	199
6.4.6	泪珠滴的使用	200
6.4.7	露铜设置	201
6.5	印制电路板打印输出	201
6.6	实训	204
6.6.1	实训 1 双面 PCB 设计	204
6.6.2	实训 2 高频 PCB 设计	206
6.6.3	实训 3 贴片双面 PCB 设计	206
6.6.4	实训 4 贴片双面异形 PCB 设计	208
※知识拓展※	多层板设置与内电层分割	209
6.7	习题	212
第 7 章	综合项目设计——有源音箱设计	215
7.1	项目描述	215
7.2	项目准备	216
7.2.1	功放芯片 TEA2025 资料收集	216
7.2.2	有源音箱电路设计	217
7.2.3	产品外壳与 PCB 定位	219
7.2.4	元器件选择、封装设计及散热片设计	219
7.2.5	设计规范选择	220
7.3	项目实施	220
7.3.1	原理图设计	220
7.3.2	PCB 设计	220
7.3.3	PCB 制板与焊接	221
7.3.4	有源音箱测试	221
7.4	课题答辩	222
附录	书中非标准符号与国标的对照表	223
	参考文献	224

第1章 印制电路板认知与制作

目标

- 认知印制电路板
- 了解印制电路板的分类
- 掌握印制电路板的热转印制板

1.1 认知印制电路板

图 1-1 为一块印制电路板的实物图，从图上可以看到电阻、电容、电感、晶体管、集成电路、接插件等元器件及 PCB 走线、焊盘、金属化孔、元器件孔等。这种上面有焊盘、元器件孔、PCB 走线等的板子即为印制电路板。

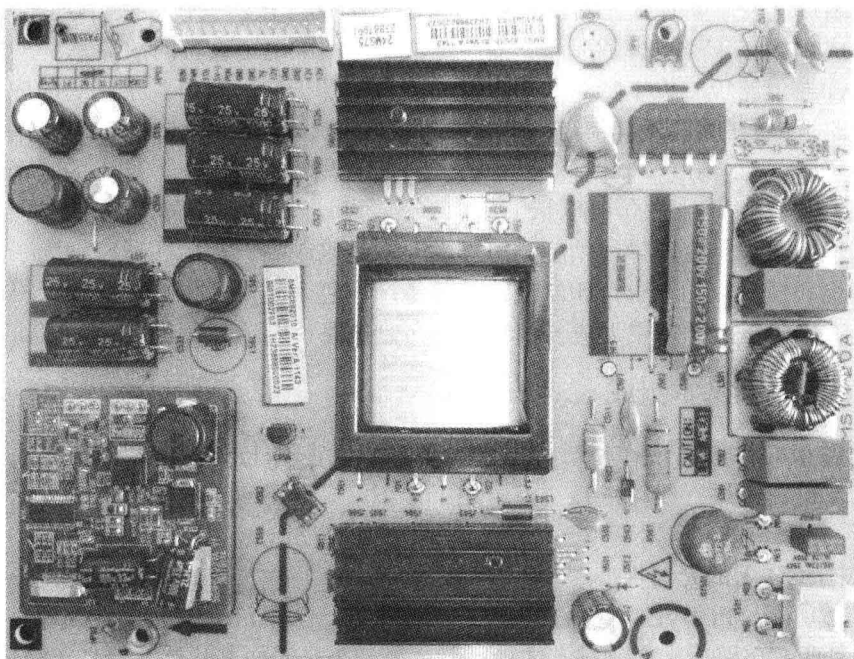


图 1-1 印制电路板的实物图

印制电路板（Printed Circuit Board，PCB）简称为印制板，是指以绝缘基板为基础材料加工成一定尺寸的板，在其上面至少有一个导电图形及所有设计好的孔（如元器件孔、机械安装孔及金属化孔等），以实现元器件之间的电气互连。

在电子设备中，印制电路板通常起 3 个作用。

- 1) 为电路中的各种元器件提供必要的机械支撑。
 - 2) 提供电路的电气连接。
 - 3) 用标记符号将板上所安装的各个元器件标注出来, 便于插装、检查及调试。
- 但是, 更为重要的是, 使用印制电路板有 4 大优点。

1) 具有重复性。一旦印制电路板的布线经过验证, 就不必再为制成的每一块板上的互连是否正确而逐个进行检验, 所有板的连线与样板一致, 这种方法适合于大规模工业化生产。

2) 板的可预测性。通常, 设计师按照“最坏情况”的设计原则来设计印制导线的长、宽、间距以及选择印制电路板材料, 以保证最终产品能通过试验条件。虽然此法不一定能准确地反映印制电路板及元器件使用的潜力, 但可以保证最终产品测试的废品率很低, 而且大大地简化了印制电路板的设计。

3) 所有信号都可以沿导线任一点直接进行测试, 不会因导线接触引起短路。

4) 印制电路板的焊点可以在一次焊接过程中将大部分焊完。

在实际电路设计中, 原理图的设计解决了电路中元器件的逻辑连接, 而元器件之间的物理连接则是靠 PCB 上的铜箔实现的, 最终需要将电路中的实际元器件安装并焊接在印制电路板上。

现代焊接方法主要有浸焊、波峰焊和回流焊接技术, 前两者主要用于通孔式元器件的焊接, 后者主要用于表面贴片式元器件 (SMD 元器件) 的焊接。现代焊接方法可以保证高速、高质量地完成焊接工作, 减少了虚焊、漏焊, 从而降低了电子设备的故障率。

正因为印制电路板有以上特点, 所以从它面世的那日起, 就得到了广泛的应用和发展, 现代印制电路板已经朝着多层、精细线条的方向发展, 特别是 20 世纪 80 年代开始推广的 SMD (表面封装) 技术是高精度印制板技术与 VLSI (超大规模集成电路) 技术的紧密结合, 大大提高了系统安装密度与系统的可靠性, 元器件安装朝着自动化、高密度方向发展, 对印制电路板导电图形的布线密度、导线精度和可靠性要求越来越高。与此相适应, 为了满足对印制电路板数量上和质量上的要求, 印制电路板的生产也越来越专业化、标准化、机械化和自动化, 如今已在电子工业领域中形成一门新兴的印制电路板制造工业。

1.1.1 印制电路板基本组成

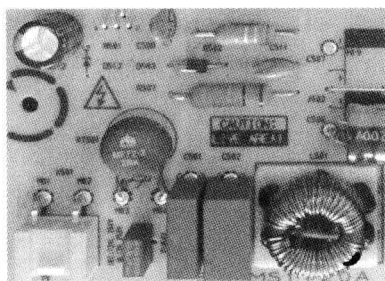
印制电路板几乎会出现在每一种电子设备当中, 在其上安装有各种元器件, 通过印制导线、焊盘及过孔等进行线路连接, 为了便于读识, 板上还印制丝网图, 用于元器件进行标识和说明。

1. 认知 PCB 上的元器件

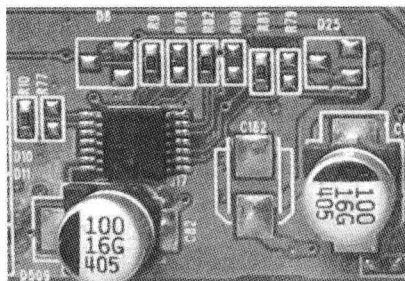
如图 1-2 所示, PCB 上的元器件主要有两大类, 一类是通孔式元器件, 通常这种元器件体积较大, 且印制电路板上必须钻孔才能插装; 另一类是表面贴片式元器件 (SMD), 这种元器件不必钻孔, 利用钢模将半熔状锡膏倒入电路板上, 再把 SMD 元器件放上去, 通过回流焊将元器件焊接在印制电路板上。

2. 认知 PCB 上的印制导线、过孔和焊盘

PCB 上的印制导线也称为铜膜线, 用于印制电路板上的线路连接, 通常印制导线是两个焊盘 (或过孔) 间的连线, 而大部分的焊盘就是元器件的引脚, 当无法顺利地连接两个焊盘时, 往往通过跨接线或过孔实现连接。过孔 (也称为金属化孔) 用于连接不同层之间的印制导线。



a)



b)

图 1-2 PCB 上的元器件

a) 通孔式元器件 b) SMD 元器件

图 1-3 为印制导线的走线图，图中所示为双面板，两层之间印制导线通过过孔连接。

3. 认知 PCB 上的阻焊与助焊

对于一个批量生产的电路板而言，通常在印制电路板上敷设一层阻焊，阻焊剂一般是绿色或棕色，所以成品 PCB 一般为绿色或棕色，这实际上是阻焊漆的颜色。

在 PCB 上，除了要焊接的地方外，其他地方根据电路设计软件所产生的阻焊图来覆盖一层阻焊剂，这样可以进行快速焊接，并防止焊锡溢出引起短路；而对于要焊接的地方，通常是焊盘，则要涂上助焊剂，以便于焊接，如图 1-4 所示。

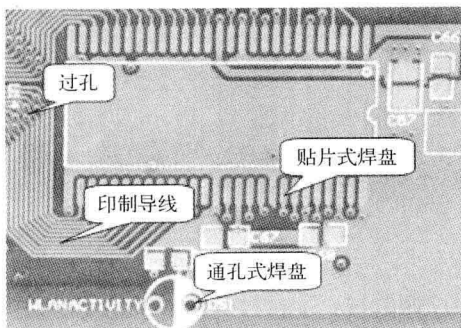


图 1-3 PCB 上的印制导线、过孔和焊盘

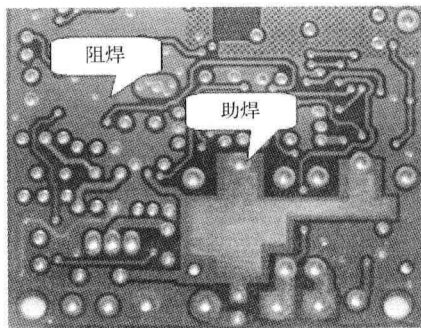


图 1-4 PCB 上的阻焊和助焊

4. 认知 PCB 上的丝网

为了让印制电路板更具有可看性，便于安装与维修，一般在 PCB 上要印一些文字或图案，如图 1-5 中的 C501、C502 等。用于标示元器件的位置或进行说明电路的，通常将其称为丝网。丝网所在层成为丝网层，在顶层的称为顶层丝网层（Top Overlay），而在底层的则称为底层丝网层（Bottom Overlay）。

双面以上的板中丝网一般印制在阻焊层上。

5. 认知 PCB 中的金手指

在 PCB 设计中有时需要把两块 PCB 相互连接，一般会用到俗称“金手指”的接口。

“金手指”由众多金黄色的导电触片组成，因其表面镀金而且导电触片排列如手指状，所以称为“金手指”。“金手指”实际上是在覆铜板上通过特殊工艺再覆上一层金，因为金的抗氧化性极强，而且传导性也很强，不过因为金昂贵的价格，目前较多采用镀锡来代替。

“金手指”在使用时必须要有对应的插槽，通常连接时，将一块 PCB 上的“金手指”插进另一块 PCB 的插槽上。在计算机中，独立显卡、独立声卡、独立网卡或其他类似的界面卡，都是通过“金手指”与主板相连的。

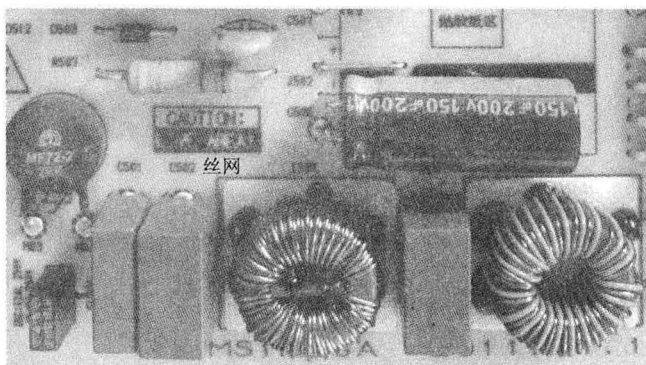


图 1-5 PCB 上的丝网

图 1-6 为显卡的“金手指”和计算机主板上的插槽。

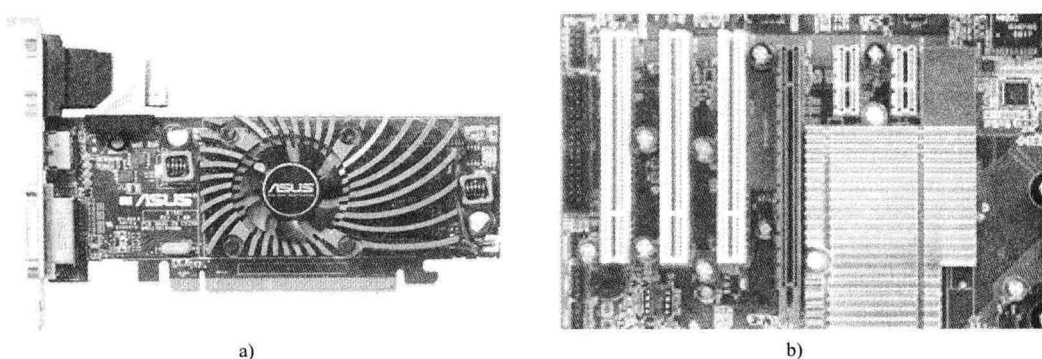


图 1-6 金手指与插槽

a) 金手指 b) 插槽

1.1.2 印制电路板的种类

目前的印制电路板一般以铜箔覆在绝缘板（基板）上，故通常称为覆铜板。

1. 根据 PCB 导电板层划分

1) 单面印制电路板（Single Sided Print Board）。单面印制电路板指仅一面有导电图形的印制电路板，板的厚度为 0.2~5.0mm，它是在一面敷有铜箔的绝缘基板上，通过印制和腐蚀的方法在基板上形成印制电路，如图 1-7 所示。它适用于一般要求的电子设备，如收音机、CRT 电视机等。

2) 双面印制电路板（Double Sided Print Board）。双面印制电路板指两面都有导电图形的印制电路板，板的厚度为 0.2~5.0mm，它是在两面敷有铜箔的绝缘基板上，通过印制和腐蚀的方法在基板上形成印制电路，两面的电气互连通过金属化孔实现，如图 1-8 所示。它适用

于要求较高的电子设备，如计算机、电子仪表等，由于双面印制电路板的布线密度较高，所以可以减小设备的体积。

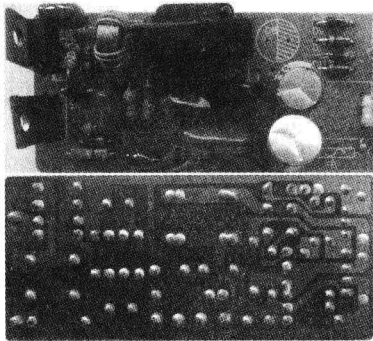


图 1-7 单面印制电路板样图

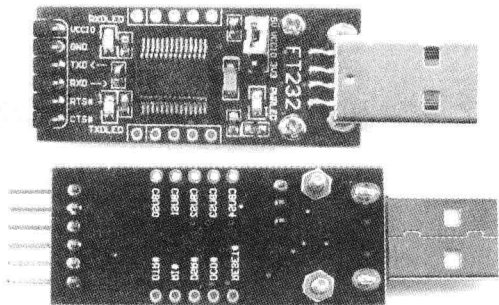


图 1-8 双面印制电路板样图

3) 多层印制电路板 (Multilayer Print Board)。多层印制电路板是由交替的导电图形层及绝缘材料层层压黏合而成的一块印制电路板，导电图形的层数在两层以上，层间电气互连通过金属化孔实现。多层印制电路板的连接线短而直，便于屏蔽，但印制电路板的工艺复杂，由于使用金属化孔，可靠性下降。它常用于计算机的板卡中，如图 1-9 和图 1-10 所示。

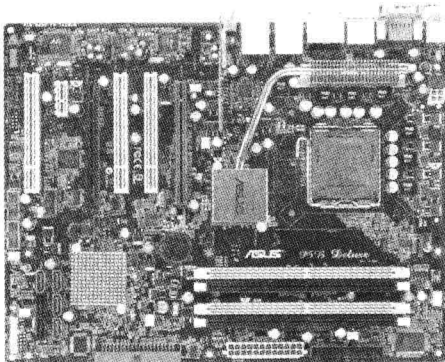


图 1-9 多层板样图

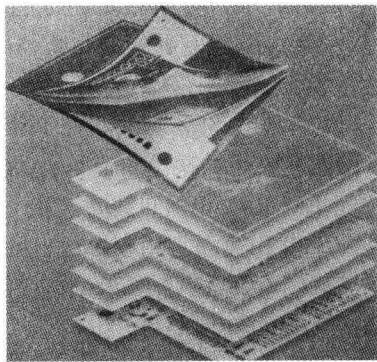


图 1-10 多层板示意图

对于印制电路板的制作而言，板的层数越多，制作程序就越多，废品率当然会增加，成本也相对提高，所以只有在高级的电路中才会使用多层板。目前以两层板最容易，市面上所谓的四层板，就是顶层、底层，中间再加上两个电源板层，技术已经很成熟；而六层板就是四层板再加上两层布线板层，只有在高级的主机板或布线密度较高的场合才会用到；至于八层板以上，制作就比较困难了。

图 1-11 为四层板剖面图。通常在印制电路板上，元器件放在顶层，所以一般顶层也称为元器件面，而底层一般是焊接用的，所以又称为焊接面。对于 SMD 元器件，顶层和底层都可以放元器件。图中的通孔式元器件通常体积较大，且印制电路板上必须钻孔才能插装；SMD 元器件，体积小，不必钻孔，通过回流焊将元器件焊接在印刷电路板上。SMD 元器件是目前商品化印制电路板的主要元器件，但这种技术需要依靠机器，采用手工插置、焊接元器件比较困难。

在多层板中,为减小信号线之间的相互干扰,通常将中间的一些层面都布上电源或地线,所以通常将多层板的板层按信号的不同分为信号层(Singal)、电源层(Power)和地线层(Ground)。

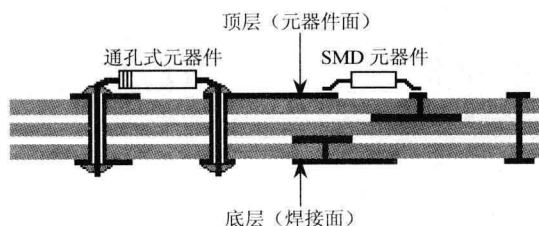


图 1-11 四层板剖面图

2. 根据 PCB 所用基板材料划分

1) 刚性印制电路板(Rigid Print Board)。刚性印制电路板是指以刚性基材制成的 PCB,常见的 PCB 一般都是刚性 PCB,如计算机中的板卡、家用电器中的印制电路板等,如图 1-7~图 1-9 所示。常用刚性 PCB 有以下几类。

- ① 纸基板:价格低廉、性能较差,一般用于低频电路和要求不高的场合。
- ② 玻璃布板:价格较贵,性能较好,常用做高频电路和高档家用电器产品中。
- ③ 合成纤维板:价格较贵,性能较好,常用做高频电路和高档家用电器产品中。
- ④ 当频率高于数百兆赫时,必须用介电常数和介质损耗更小的材料,如聚四氟乙烯和高温陶瓷做基板。

2) 挠性印制电路板(Flexible Print Board)。挠性印制电路板也称为柔性印制板、软印制板,是以聚四氟乙烯、聚酯等软性绝缘材料为基材的 PCB。由于它能进行折叠、弯曲和卷绕,在三维空间里可实现立体布线,它的体积小、重量轻、装配方便,容易按照电路要求成形,提高了装配密度和板面利用率,因此可以节约 60%~90%的空间,为电子产品小型化、薄型化创造了条件,如图 1-12 所示。它在笔记本电脑、手机、打印机、自动化仪表及通信设备中得到广泛应用。

3) 刚-挠性印制电路板(Flex-rigid Print Board)。刚-挠性印制电路板指利用软性基材,并在不同区域与刚性基材结合制成的 PCB,如图 1-13 所示。它主要应用于印制电路的接口部分。

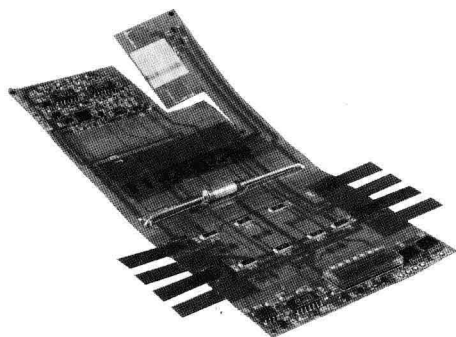


图 1-12 挠性印制电路板样图

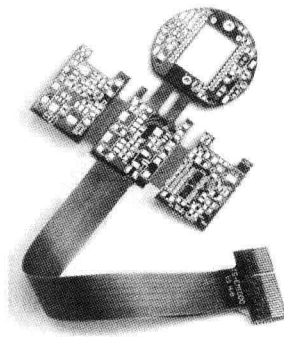


图 1-13 刚-挠性印制电路板样图