

“十三五”职业教育规划教材
高职高专课程改革项目研究成果

Protel DXP 2004 印制 电路板设计与制作

(第2版)

主 编 张群慧 黄茂飞
副主编 刘红华 谭见君 许泓泉



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书详细介绍了 Protel DXP 2004 基本功能、操作方法和应用技巧。采用“项目+任务”的模式,重点讲解电路原理图、PCB 的基本设计方法和实用操作。全书主要介绍了电子电路设计工作准备、串联稳压电源 PCB 的设计、电子时钟的 PCB 板设计、U 盘的 PCB 板设计与制作、小功放 PCB 板的设计与简易制作和单片机实验板 PCB 板的设计等项目,便于读者操作练习。

本书内容全面、图文并茂、通俗易懂、实用性强,适合作为高职高专自动化、电子信息、通信工程、计算机等相关专业的教材,亦可作为从事电子工程技术人员的学习参考书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

Protel DXP 2004 印制电路板设计与制作 / 张群慧, 黄茂飞主编. —2 版. —北京: 北京理工大学出版社, 2017. 8 (2017. 9 重印)

ISBN 978-7-5682-4534-0

I. ①P… II. ①张… ②黄… III. ①印制电路—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 (2017) 第 190603 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京慧美印刷有限公司

开 本 / 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 / 17.5

字 数 / 406 千字

版 次 / 2017 年 8 月第 2 版 2017 年 9 月第 2 次印刷

定 价 / 45.00 元

责任编辑 / 高 芳

文案编辑 / 高 芳

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 李志强

图书出现印装质量问题, 本社负责调换

Protel DXP 2004 是 Altium 公司推出的支持中文操作系统的 EDA 软件,内容丰富,功能强大,使用灵活,将原理图、电路仿真、PCB 设计、FPGA 设计等完美结合,为用户提供全面的设计解决方案,是电子设计者的首选软件,在国内普及率很高,许多高校电子信息类专业开设了此课程。其主要任务是培养读者使用电子设计软件进行原理图和 PCB 绘制的基本能力,为适应将来电子设计与制作岗位奠定基础。

为了帮助读者熟练掌握 Protel DXP 设计软件的使用方法和技巧,本书精心挑选项目,全面介绍 Protel DXP 进行原理图、PCB 设计和制作的基本流程,以及使用 Protel DXP 实现电子产品开发的工艺知识与行业规范。

本书是作者多年教学实践和教学改革成果的体现,具有如下特色。

1. 任务驱动:以完成项目任务为目标精选内容,各项目和任务知识点分布由浅入深,从简到繁。
2. 案例导入:通过案例导入为读者快速上手量身定制。
3. 理实一体:理论和实践有机结合,读者可以按照书中操作完成任务,培养读者实际动手能力。
4. 结合考证需要,融入学习项目:结合国家计算机辅助设计(Protel 平台)中高级考证人员的需要,把国家职业鉴定的标准融入到学习项目中,读者在完成任务的同时,逐步达到中高级电子绘图员的工作水平。

本书各项目任务从简单到复杂,由浅入深,按照产品设计和制作的完整流程进行布局,通过具体项目的解剖与仿制,突出案例的实用性、综合性和先进性,使读者能迅速掌握软件的基本应用,具备进行原理图、PCB 设计和制作能力。项目包括电子电路设计工作准备、串联稳压电源 PCB 板的设计、电子时钟的 PCB 板设计、U 盘的 PCB 板设计与制作、小功放 PCB 板的设计与简易制作和单片机实验板 PCB 板的设计等,便于读者操作练习。

本书由湖南科技职业学院张群慧、湖南电子科技职业学院黄茂飞任主编,湖南涉外经济学院刘红华、湖南科技职业学院谭见君任副主编,张群慧编写项目四、项目五、项目六,黄茂飞编写项目二和附录,刘红华编写项目



前 言

一，谭见君编写项目三，湖南科技职业学院胡少云、刘民浩、湖南铁路科技职业技术学院韩雪、湖南信息学院马凌、曹远明、陈立奇、易晨晖参与资料搜集和整理工作。全书由张群慧负责编写思路与编写大纲的总体规划，并对本书进行整理、修改和定稿。在编写过程中参考了相关出版物，在此一并表示感谢。

由于编写时间仓促，加之编者水平有限，书中难免存在错误和疏漏之处，敬请广大读者批评指正，需要课件和素材的读者请发邮件至 js_zhhj@126.com 与作者联系。

编 者

Contents 目录

Contents

项目一 电子电路设计工作准备	1
任务1 认识印制电路板	1
1.1.1 印制板的组成	2
1.1.2 印制板的种类及材料	5
1.1.3 印制板的设计流程	6
任务2 安装 Protel DXP 软件	7
1.2.1 Protel DXP 的主要功能	7
1.2.2 Protel DXP 的安装、汉化	8
任务3 设置 Protel DXP 的系统参数	9
1.3.1 Protel DXP 2004 的主界面介绍	9
1.3.2 系统参数设置	19
任务4 Protel DXP 2004 文件的导入与输出	20
1.4.1 文件的导出	20
项目二 串联稳压电源 PCB 板的设计	24
任务1 原理图环境设置	26
2.1.1 创建项目工程和原理图文档	26
2.1.2 原理图图纸属性设置	28
2.1.3 案例：创建“串联稳压电源”设计数据库，设置原理图环境	29
2.1.4 技能训练：（职业技能鉴定考点一）	30
任务2 原理图元件的制作	30
2.2.1 原理图元件制作方法与步骤	31
2.2.2 案例：创建“My_Sch_Lib”原理图元件库，添加 My_ NPN、My_ T 等新原理图元件	39
2.2.3 技能训练：（职业技能鉴定考点二）	40
任务3 “串联稳压电源”原理图的绘制与设计	40
2.3.1 原理图绘制的基本原则	40
2.3.2 原理图绘制的基本操作	41
2.3.3 案例：绘制“串联稳压电源”原理图	47

目 录

2.3.4 技能训练：(职业技能鉴定考点三)	47
任务4 电气规则检查及生成网络表	48
2.4.1 原理图设计规则检查	48
2.4.2 网络表的基本操作	50
2.4.3 案例：“串联稳压电源”的设计规则检查与网络表生成	56
2.4.4 技能训练：(职业技能鉴定考点四)	56
任务5 “串联稳压电源”的电路仿真	57
2.5.1 仿真的基本知识	57
2.5.2 仿真设置	61
2.5.3 仿真运行	66
2.5.4 案例：“串联稳压电源”的仿真	66
任务6 PCB 板设计环境设置	67
2.6.1 系统参数的设置	67
2.6.2 案例：设置 PCB 板设计环境	76
2.6.3 技能训练：(职业技能鉴定考点五)	78
任务7 印制电路板 (PCB) 库操作	78
2.7.1 PCB 封装编辑器的基本操作	78
2.7.2 创建元件封装的操作	80
2.7.3 案例：创建 PCB 库，新增元件封装	86
2.7.4 技能训练：(职业技能鉴定考点六)	89
任务8 PCB 布局	89
2.8.1 PCB 布局应遵循的原则	89
2.8.2 规划 PCB 板	90
2.8.3 加载网络表及元件	97
2.8.4 PCB 板布局	98
2.8.5 案例：“串联稳压电源”的 PCB 板布局	103
2.8.6 技能训练：(职业技能鉴定考点七)	104
任务9 PCB 布线	105
2.9.1 PCB 布线规则	105
2.9.2 设计规则	105
2.9.3 PCB 布线	110
2.9.4 设计规则检查	113
2.9.5 案例：“串联稳压电源”的 PCB 布线	114
2.9.6 技能训练：(职业技能鉴定考点八)	114
项目三 电子时钟的 PCB 板设计	116
任务1 PCB 板设计流程	117

3.1.1 印制电路板的设计流程	117
3.1.2 电子时钟印制电路板的设计流程	119
任务2 电子时钟的 PCB 板设计	120
3.2.1 新建名为“电子时钟”的 PCB 项目	120
3.2.2 设计原理图	121
3.2.3 设计 PCB 板	130
3.2.4 生成报表与打印 PCB 版图	138
3.2.5 电子邮件 PCB 板设计文件给 PCB 生产厂家, 打样 PCB 板	142
任务3 实例训练	142
3.3.1 任务说明	142
3.3.2 任务要求	143
3.3.3 设计环境说明	143
3.3.4 主要参考资料	143
3.3.5 注意事项	144
3.3.6 实施步骤 (提示)	144
项目四 U 盘的 PCB 板设计与制作	145
任务1 PCB 板的设计	145
4.1.1 原理图设计	145
4.1.2 PCB 板设计	150
任务2 制作 PCB 的准备工作	159
4.2.1 PCB 制板检查	159
4.2.2 PCB 制板预处理	159
4.2.3 底片制作	164
4.2.4 PCB 工业制板各工艺环节	168
任务3 PCB 板制作	178
4.3.1 四种印制电路板制作工艺流程	178
4.3.2 热转印制作单面 PCB 板	182
4.3.3 小型工业制双面 PCB 板	188
项目五 小功放 PCB 板的设计与简易制作 (课程设计)	190
任务1 印制电路板设计流程	190
5.1.1 产品原理图设计	190
5.1.2 产品 PCB 设计	190
任务2 制作原理图元件并绘制原理图	192
5.2.1 制作原理图元件	192
5.2.2 绘制原理图	194
任务3 确定元件的 PCB 封装形式并自制特殊元件的 PCB 封装	194

目 录

5.3.1 确定普通元件的 PCB 封装形式	194
5.3.2 自制特殊元件的 PCB 封装	194
任务4 PCB 板设计	195
5.4.1 生成网络表、载入 PCB 引脚封装	195
5.4.2 PCB 布局	196
5.4.3 PCB 布线	197
任务5 PCB 板制作	197
5.5.1 准备工作	197
5.5.2 制作 PCB 板流程	197
项目六 单片机实验板 PCB 板的设计	200
任务1 单片机实验板的介绍	200
6.1.1 层次原理图	200
6.1.2 层次原理图设计	201
任务2 PCB 板设计	211
6.2.1 确定元件封装	211
6.2.2 规划电路板	220
6.2.3 载入元件封装与网络	222
6.2.4 元件布局	227
6.2.5 元件布线	229
任务3 PCB 板的改进	236
6.3.1 布线规律检查和走线修改	236
6.3.2 添加覆铜区	242
6.3.3 补泪滴	244
任务4 多功能六位电子钟	245
6.4.1 原理说明	245
6.4.2 使用说明	246
附录	
附录 A 《计算机辅助设计 (Protel 平台) 绘图员职业技能鉴定大纲》	250
附录 B 《计算机辅助设计 (Protel 平台) 绘图员职业技能评分点》	251
附录 C 计算机辅助设计 (Protel 平台) 绘图员操作技能考核题	252
附录 D Protel DXP 快捷键汇总	254
附录 E 常用电子元器件与封装符号	257
附录 F 常用电子元器件与封装	266
参考文献	269

项目一

电子电路设计工作准备

电路设计的最终目的是生成印制电路板的 PCB 文件。根据原理图设计的结果将产生网络表文件，在 PCB 设计中引入网络表文件将引入电路元器件之间的连接。在设计印制电路板之前，首先要了解印制电路板的相关知识。因此本节的目的是讲解一些印制电路板的基本概念以便于以后章节的学习。

任务 1 认识印制电路板

什么是印制电路板？

PCB 是英文 Printed Circuit Board 的缩写，译为印制电路板，简称电路板或 PCB 板。为什么称为印制电路板呢？

印制电路板是用印制的方法制成导电路径和元件封装。它的主要功能是实现电子元器件的固定安装以及管脚之间的电气连接，从而实现电器的各种特定功能。制作正确、可靠、美观的印制电路板是电路板设计的最终目的，如图 1-1 所示。

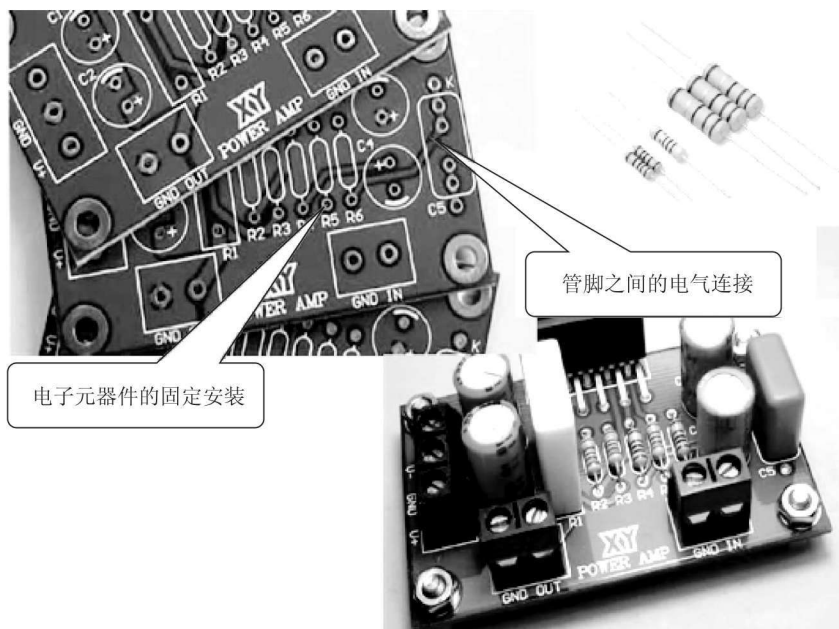


图 1-1 印制板的功能

如何实现印制电路板功能？

在电路板上如何实现元器件的固定安装和电气连接（例如直插晶振）？

项目一 电子电路设计工作准备

针对固定安装，在电路板上：①按元件管脚的距离和大小钻孔；②在钻孔的周围留出焊接管脚的焊盘。

针对电气连接，在电路板上：①在有电气连接管脚的焊盘之间必须覆盖一层导电能力较强的铜箔膜导线；②为了防止铜箔膜导线长期在的恶劣环境中使用而氧化，减少焊接、调试时短路的可能性，在铜箔导线上涂抹了一层绿色（或蓝色、黑色、红色等）阻焊漆。如图 1-2 所示。

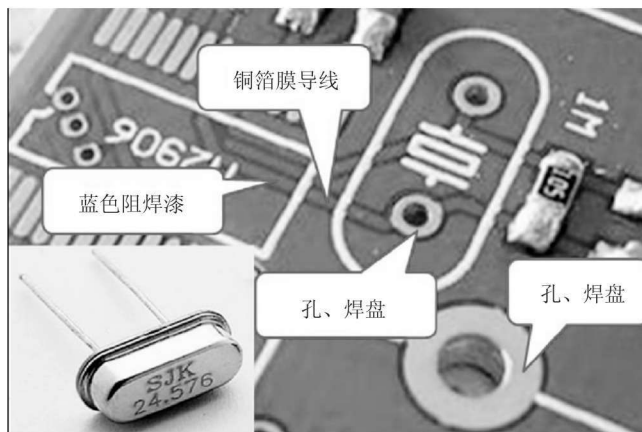


图 1-2 元器件的固定安装和电气连接

1.1.1 印制板的组成

一、印制电路板的结构

印制电路板的层与层之间由绝缘材料（玻璃纤维等材料）隔开。通过图 1-3 认识电路板的结构。

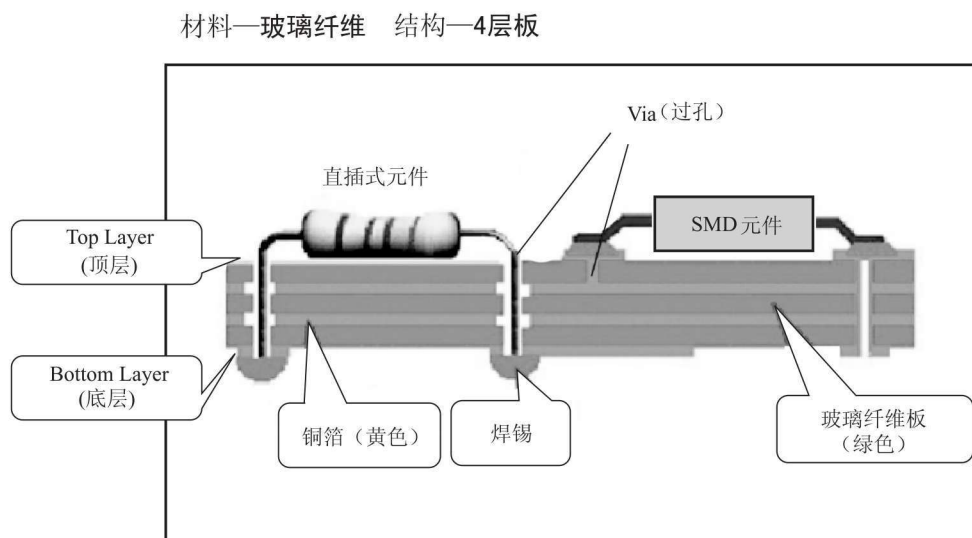


图 1-3 PCB 的材料和结构

层与层之间通过过孔（Via）相通或连接，如图 1-4 所示。

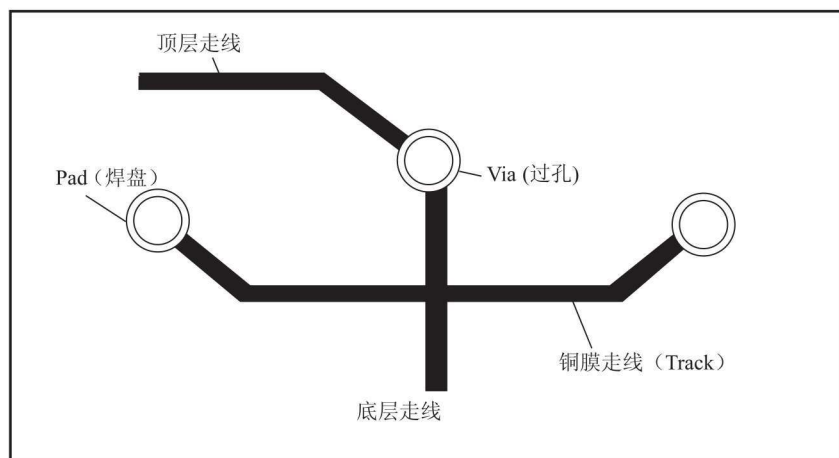


图 1-4 过孔 (Via)

二、印制电路板板层及板框

1. 板层

板层就是在印制电路板设计过程中可分层显示的电路板结构图。PCB 最多可以使用七十多个板层，其中可以有 32 个信号板层、16 个内层板层、16 个机械板层、2 个防焊板层、2 个锡膏板层、2 个丝印板层、2 个钻孔板层、1 个禁止板层、1 个多任务板层和多个显示用途板层。每一类有其具体的使用意义。例如信号板层（如顶层和底层）对应电路板实体铜膜走线的分布图；丝印板层没有电气性质，纯粹是为了在电路板上绢刻说明文字或用于屏幕窗口显示。下面就各类板层的作用做一个简单的介绍。

信号板层最多可以有 32 层，32 层具体是顶层板层、底层板层和 30 个中间板层。信号板层通常用来定义 PCB 铜膜走线、焊点和导孔等具体的实体对象，是对应到实体电路板中最重要的板层，基本体现了整个电路的电气特性。本板层上放置的任何走线和对象都是代表电路板上有铺置铜膜的区域。

内层板层最多可以有 16 层，通常作为电源（VCC、VDD）或接地（GND）信号的板层，当然有些情况允许采用内层分割方式来连接一般信号。使用内层板层的优点是可以降低布线复杂度。本板层放置的走线与对象代表线路板上不铺铜膜的区域。只要将内层板层指定好网络名称，系统会自动地将相同名称的网络走线通过导孔与内层板层连接起来。

机械板层最多可以有 16 层，只是一些标示层，通常用来标示电路板在制造或组合时所需要的标记，如尺寸线、对齐标记、数据标记、螺丝孔、组合指示和其他电路板实体标示。

防焊板层可以有顶层与底层两层，是印制电路板对应电路板文件中的焊点和导孔数据自动生成出来的板层，主要用于涂刷阻焊漆。阻焊漆顾名思义就是一种无法在上面进行焊接操作的油漆材料，一般是绿色的。防焊板层上显示的焊点和导孔部分就是代表电路板上不铺阻焊漆的区域，也就是可以进行焊接的部分。

锡膏板层最多可以有顶层和底层两层。它和防焊板层很相似，不过它是用来对应表面粘着式元器件焊点的（何谓表面粘着式元器件在本章后面介绍）。

项目一 电子电路设计工作准备

丝印板层共有顶层和底层两层，不过底层并不常用。它们主要在于记录电路板上供人观看的信息。印刷线路板设计软件会自动地将 PCB 文件内的元器件外形符号、序号和批注字段的设置值送入这些板层内。

钻孔板层有两层，分别是钻孔指引板层和钻孔图板层。它们都是由印制电路设计软件自动生成的板层，记录了制作流程中所需要的钻孔数据。

禁止布线板层只有一层，通常用来定义板框，也就是规范元器件布置与布线的合法区域。我们可以使用板框向导来协助生成板框，也可以直接在该板层用铜膜走线绘制出封闭的板框区域。必要时，也可以生成或绘制出中心有封闭缺口的板框，如用来提供电线、马达之类的机械对象从电路板中穿过的信道。在后面章节具体介绍在禁制板层上设计板框。

多任务板层只有一层，放置在该板层中的对象在设计输出时将自动地附加到所有信号板层中。该板层最主要的用途是快速地将跨信号板层的对象（尤其是焊点和导孔）一次就放置妥当。

显示用途板层只供显示消息，不允许摆置 PCB 对象。下面简单介绍这些显示用途板层的使用目的：连接板层（Connect）主要显示对象间的预拉线情况；DRC 错误板层（DRC Errors）主要显示电路板上违反 DRC 的检查标记；可视格点板层（Visible Grid1&2）主要显示可视格点或网格线，共有 2 层，可同时显示，也可以分别显示；焊点板层（Pad Holes）与导孔板层（Via Holes）分别显示焊点与导孔的钻孔外观。

2. 板框

板框就是为了规范元器件自动布置、自动布线和设计规则、检查操作功能所定义出来的合法区域。对印制电路板而言，板框就是在禁制板层上用铜膜走线绘制出来的封闭区域。当然可以使用手工绘制的方式来定义板框，这样比较有灵活性。不过在大部分场合中，都是使用印制电路板设计软件提供的板框向导来定义板框。至于如何利用向导或直接人工定制板框会在后面章节介绍。

三、印制电路板上的元器件

印制电路板中所使用的电子元器件，根据其实体外观大致可分为针脚式元器件与表面粘着式元器件两大类。针脚式元器件的体积较大并带有直针式的接脚，这是比较常用的元器件，如实验室利用面包板接线做实验时使用的双列直插芯片、电阻和电容等，都属于针脚式元器件。制作针脚式元器件的电路板必须先板上钻孔才能够摆放电路元器件，但是可以方便地在普通的铜膜板上验证自己的设计是否正确。工业界利用锡炉或喷锡流程来完成针脚式元器件焊接操作，当然在学校或是个人开发制作方面，就得靠手工进行焊接操作。如图 1-5 所示的是一些常见针脚式元器件的例子。

表面粘着式元器件焊点只限于表面板层，可以是顶层也可以是底层，两层之间使用过孔连接实现电路的完整性。使用表面粘着式元器件的电路板不需要经过钻孔的手续，工业上焊接方法是将锡膏倒在电路板上，然后配合锡膏板层清理出焊点，接着倒上液体状的焊锡，再将元器件摆上去就可以完成焊接的步骤了。由于制作流程较简易，成本低廉，加上 SMD 元器件体积较小，电路板的密度可以提高，所以现在商品化产品几乎都是这种形式的电路板。

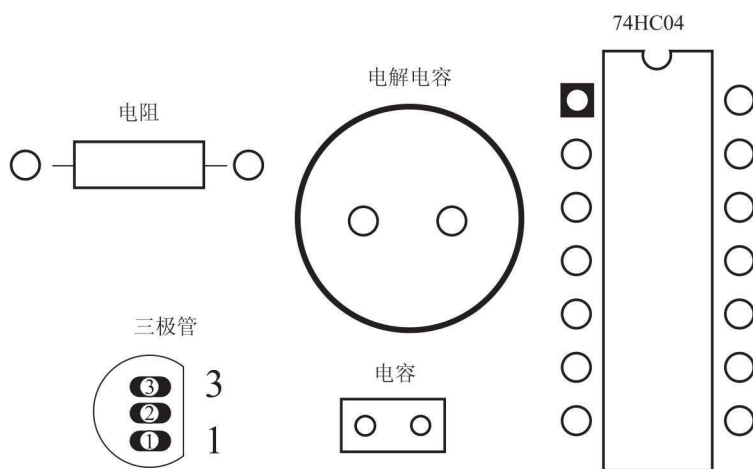


图 1-5 常见针脚式元器件

注意：Protel DXP 系统采用两种单位，公制和英制。英制用 mil 表示，单位是毫英寸；公制用 mm 表示，单位是毫米。 $1\text{mil} = 0.0254\text{mm}$ ， $1\text{mm} = 39.37\text{mil}$ 。在实际设计的时候有时会遇到元器件与元器件封装的搭配发生问题的情况，这些问题多数是由以下几种原因造成的：

(1) 并未设置元器件外形属性或是设置为不存在的元器件封装。Protel DXP 如果没有查找到相符合的元器件封装就会生成错误信息。

(2) 在进行电路板设计之前未加载对应的元器件封装库。必须先将可能用到的元器件封装数据库与对应的元器件封装库文件加载到内存中，否则会找不到该元器件封装。要找某个元器件外形所对应元器件封装库的名称，可以利用 Protel DXP 系统所提供的浏览功能。

(3) 新旧元器件外形的引脚名称或脚位号码不一致。通常发生在放置好 PCB 元器件外形之后，又去修改元器件的设置属性对话框中的 Footprint 属性的情况下。

(4) 元器件与元器件外形的引脚名称不一致。这是因为系统提供的封装的引脚名称未必与元器件外形相应的引脚名称定义完全吻合。设计人员必须特别注意元器件和元器件外形与系统提供的实体是否一致。

1.1.2 印制板的种类及材料

印制电路板是架构电路系统的基础，其作用是将电路中各元器件间的电气连接线做成铜膜走线，在一层或多层绝缘板上绘制信号板层，并在适当的位置放置元器件外形封装来安装各个电子元器件。简单地说，印制电路板按照结构划分为单面板、双面板和多面板 3 种。

1. 单面板 (Single Layer PCB)

单面板是指只有一面敷铜的电路板，即所有的铜膜走线都在一个板层上面，因此设计人员只能在其敷铜的一面进行电路设计和放置元器件。它的优点在于结构简单，成本低廉，适用于相对简单的电路设计。但是对于稍复杂的电路而言，由于其只能一面走线的局限性使得布线困难，容易造成无法布线的局面。

2. 双面板 (Double Layer PCB)

双面板顾名思义就是印制电路板的两面都可以布线，分为顶层 (Top Layer) 和底层

项目一 电子电路设计工作准备

(Bottom Layer) (如图 1-6 所示), 建议设计人员一般只在顶层放置元器件 (当然在顶层和底层都放置元器件也是可以的, 但尽量不要这样做, 只有在使用贴片元器件的时候建议采用)。底层一般为焊锡层面, 用于焊接元器件引脚。双面板的制作工艺比单面板的制作工艺复杂得多, 但采用双面板可以设计比较复杂的电路, 由于它的双面都可以走线, 所以铜膜走线的布通率可以达到 100%。双面板是使用最广泛的印制电路板结构。

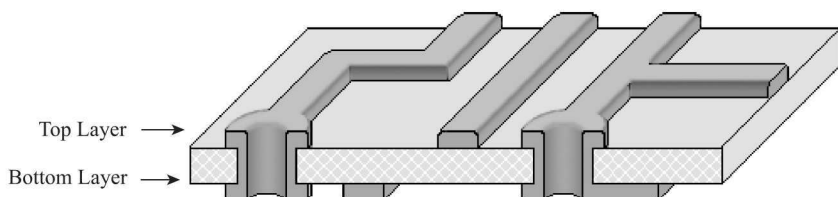


图 1-6 双面板结构

3. 多层板 (Multi Layer PCB)

多层板是指三层或三层以上的电路板, 它是在双面板的顶层和底层的基础上, 还包含若干中间层、电源层和地线层 (如图 1-7 所示)。多层板的制作工艺非常复杂, 因此成本较高。但采用多层板可以设计复杂电路。另外板层越多, 布线的区域也就越多, 布线就变得更加容易, 并且具有一定的保密能力。随着电子技术的快速发展, 电子产品越来越小巧精密, 电路板的制作也越来越复杂, 因此多层板的应用也日趋广泛。

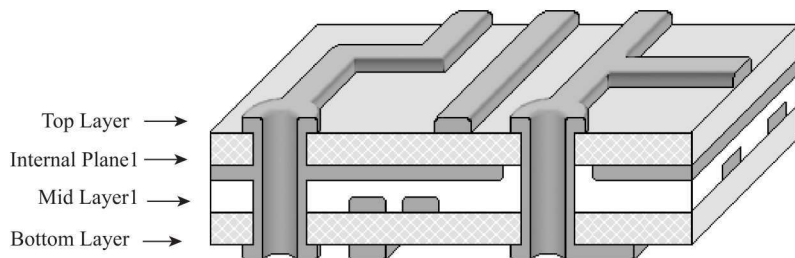


图 1-7 多层板结构

在电路板的各层中, 主要划分为信号层 (Signal Layer)、电源层 (Power Layer)、接地层 (Ground Layer) 和丝印层 (Silk Screen Layer)。其中信号层主要用于放置各种信号线和电源线; 电源层和接地层主要用于对信号线进行修正, 并为电路板提供足够的电力供应。各层电路板之间整体上相互绝缘, 并通过过孔连接信号线或电源线。

单层板和双面板没有专门的电源层和接地层, 多层板中可能含有多个信号层、多个电源层和 1 个接地层。通过专门的电源层和接地层, 可以扩大信号层的布线面积, 从而降低信号线的密度, 以防电磁干扰。例如, 在常见的 4 层电路板中, 最上和最下两层是信号层, 中间两层是接地层和电源层; 在常见的 6 层电路板中, 可能有 3 个或 4 个信号层, 1 个接地层, 以及 1 个或 2 个电源层。

1.1.3 印制板的设计流程

印制电路板图设计的一般步骤:

1. 绘制电路图

这是电路板设计的先期工作，主要是完成电路原理图的设计、绘制和逻辑检查，包括生成网络表等。在绘制完原理图并向 PCB 板导入连接信息后，有时在布线过程中会需要重新对电路原理图进行调整。一张好的原理图是整个电路设计成功的基础。（当所设计的电路图非常简单时，也可以不进行原理图的绘制，而直接进入 PCB 设计系统。）

2. 规划电路板

在绘制印制电路板之前，用户要对电路板有一个初步的规划，比如说电路板采用多大的物理尺寸，根据电路的复杂程度确定采用几层电路板（单面板还是双面板），各元件采用何种封装形式及其安装位置等。它是确定电路板设计的框架，合理规划电路板使整体的结构合理化及保证产品装配完成后正常工作。

3. 设置参数

主要是设置元件的布置参数、层参数、布线参数等。有些参数用其默认值即可，有些参数在 Protel 使用过以后，即第一次设置后，几乎无须再进行修改。

4. 装入网络表及元件封装

该步的主要工作就是将已生成的网络表装入，若前面没有生成网络表，则可以用手工的方法放置元件。封装就是元件的外形，对于每个装入的元件必须有相应的外形封装，才能保证电路板布线的顺利进行。

5. 元件布局

布局有自动布局和手工布局两种方式。规划好电路板并装入网络表后，可以让程序自动装入元件，并自动将元件布置在电路板边框内。也可以让用户手工布局，将元件封装放置在电路板的合适位置，才能进行下一步的布线工作。

6. 布线

布线就是完成元件之间的电路连接，也有自动布线和手工布线两种方式。若在之前装入了网络表，则在该步中就可采用自动布线方式。在布线之前，还要设定好设计规则。往往自动布线的效果难以令人十分满意，尤其对于一些有特殊要求的设计。因此，在完成设计之前，最后的手工调整一般是不可缺少的。

7. 文件保存及输出

完成电路板的布线后，保存完成的 PCB 图。然后利用各种图形输出设备（如打印机或绘图仪）输出电路板的布线图。

任务2 安装 Protel DXP 软件

1.2.1 Protel DXP 的主要功能

Protel DXP 2004 提供了一套完整的设计工具，可以使用户完成从概念到板卡级的设计，所有的软件设计模块都集成在一个应用环境中。Protel 集成应用环境的主要功能分为：原理图设计、印制电路板设计、FPGA 设计、VHDL 设计等。

Protel DXP 环境下可以进行基于原理图的 FPGA 设计、基于 VHDL 语言的 FPGA 设计、原理图与 VHDL 的混合设计等。在 Protel DXP 环境下可以实现测试平台程序设计、设计仿

项目一 电子电路设计工作准备

真与调试、逻辑综合等。

1. 方便的工程管理

在 Protel 2004 中, 项目管理采用整体的设计概念, 支持原理图设计系统和 PCB 设计系统之间的双向同步设计。“工程”这一设计概念的引入, 也方便了操作者对设计各类文档的统一管理。

2. 统一、高效的设计环境

Protel DXP 使用了集成化程度更高、更加直观的设计环境, 它与 Microsoft Windows XP 相适应的界面风格更加美观、更加人性化。通过使用弹出式标签栏和功能强大的过滤器, 可以对设计过程进行双重监控。在 Protel DXP 中, 要编辑某类文件, 系统自动启动相应的模块。尽管模块的功能不同, 但其界面组成和使用方法完全一致, 读者只要熟悉了一个模块, 再使用其他模块就会变得非常容易了。

3. 丰富的元件库及完善的库管理

Protel DXP 为用户提供了丰富的元件库, 几乎包含了所有电子元件生产厂家的元件种类, 从而确保设计人员可以在元件库中找到大部分元件。同时, 利用系统提供的各种命令, 用户还可以方便的加载/卸载元件库, 以及在元件库中搜索和使用元件。

4. 强大的原理图编辑器

原理图编辑器是 Protel DXP 的主要功能模块之一, 主要用于电路原理图的设计, 从而为印制电路板的制作做好前期准备工作。原理图用于反映各电子元件和各种信号之间的连接关系。

此外 Protel DXP 信号模拟仿真系统包含了功能强大的数/模混合信号电路仿真器 Mixed Sim 和大部分常用的仿真元件, 用户可以根据设计出的原理图对电路信号进行模拟仿真。

5. 优秀的 PCB 编辑器

PCB 编辑器是 Protel DXP 的另一重要功能模块, 主要用于 PCB 图设计, 用户在设计好原理图并对电路板进行适当设置后, 可利用系统提供的自动布局和自动布线功能对电路板进行自动布局和布线。当然, 如果自动布局和自动布线结果无法满足要求, 用户还可以方便地对其进行手工调整。

6. VHDL 与 FPGA

VHDL 的英文全称是 VHSIC (Very High Speed Integrated Circuit) Hardware Description Language, 中文意思为超高速集成电路硬件描述语言, 利用它可进行硬件编程, 主要用于数字电路设计。在 Protel DXP 中, 创建 VHDL 文档后, 可直接使用该语言进行程序设计。

FPGA 的英文全称为 Field Programmable Gate Array, 中文意思为现场可编程门阵列。使用 Protel DXP 可以创建 FPGA 工程, 用以设计 FPGA 元件。设计完成后, 可以将生成的熔丝文件烧录到设计的逻辑元件中, 从而制作出符合设计功能的元件。

1.2.2 Protel DXP 的安装、汉化

一、Protel DXP 的安装

Protel DXP 2004 SP2 是一款功能强大、简单易学的印制电路板 (PCB) 设计软件, 它将常用的设计工具集于一身, 可以实现从最初的项目模块规划到最终的生产加工文件形成的整个设计过程, 是目前国内流行的电子设计自动化 (Electronic Design Automatic, EDA) 软件。

Protel DXP 2004 的安装步骤如下:

- (1) 单击 Setup. exe 开始安装 Protel DXP。出现“欢迎安装 DXP 2004 SP2”的安装界面, 单击 Next 继续。
- (2) 选择“I accept the license agreement”, 单击 Next 继续。
- (3) 设置安装路径, 单击 Next 继续。
- (4) 安装开始, 结束时单击 Finish。

二、Protel DXP 的使用和汉化

- (1) 拷贝 Protel 2004_ SP2-SP4_ Genkey. exe 到 Protel 2004 的安装目录“C: \ Program Files \ Altium2004 SP2”。
- (2) 单击运行 Protel 2004_ SP2-SP4_ Genkey. exe, 出现注册界面, 稍后会出现注册成功界面。
- (3) 注册成功后, 可以从 Start 栏启动 Protel DXP。这样就可以使用软件进行设计了。
- (4) 汉化。启动 Protel DXP 后, 单击(也就是靠近 File)最左边的 DXP 弹出下拉菜单, 选择第二项 (Preferences), 然后出现选项界面 (General), 勾选在 Localization 下面的框, 会弹出一个对话框, 单击 Ok, 关闭, 然后重启软件。这样就完成了软件的汉化。

任务3 设置 Protel DXP 的系统参数

1.3.1 Protel DXP 2004 的主界面介绍

Protel DXP 主窗口如图 1-8 所示。



图 1-8 Protel DXP 主窗口