



DIANZI XIANLUBAN SHEJI YU ZHIZUO

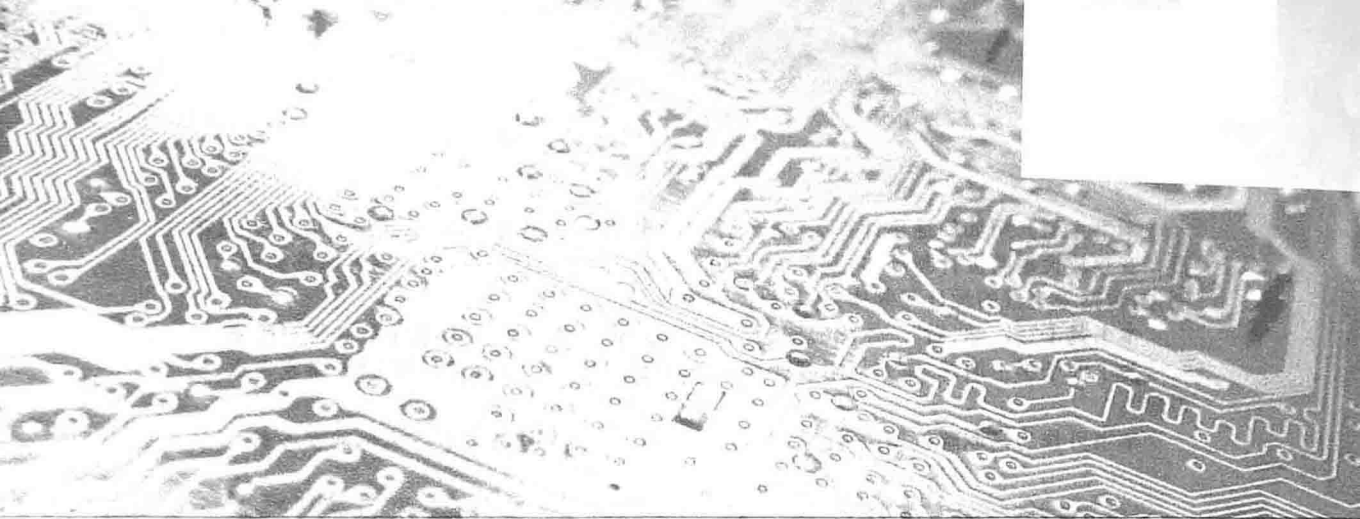
电子线路板 设计与制作

主 编◎朱彩莲

副主编◎熊丽萍



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS



DIANZI XIANLUBAN SHEJI YU ZHIZUO

电子线路板 设计与制作

主 编◎朱彩莲

副主编◎熊丽萍



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

内 容 提 要

本书主要介绍如何运用计算 EDA 软件辅助电子电路板的设计,主要包括五大项目。音频放大电路设计与制作;基于单片机的交通灯电路设计与制作;数字钟电路的设计与制作;数据采集器的设计与制作;单片机的开发板设计与制作。

本书基于“教、学、做”一体化的理念,采用“项目引导任务驱动”的教学方式编写而成。

为了便于学生演练,本书还附有计算机辅助制图绘图员“中级和高级技能、鉴定考点、模拟题”。

本书可作为高职院校相关专业的教学用书,也可作为相关工程技术人员参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电子电路板设计与制作 / 朱彩莲主编. —上海:上海交通大学出版社,2014

ISBN 978-7-313-11904-9

I. ①电… II. ①朱… III. ①印刷电路-计算机辅助设计-应用软件 IV. ①N410.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 187770 号

电子电路板设计与制作

主 编:朱彩莲

出版发行:上海交通大学出版社

邮政编码:200030

出 版 人:韩建民

印 刷:虎彩印艺股份有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

字 数:497 千字

版 次:2014 年 8 月第 1 版

书 号:ISBN 978-7-313-11904-9/N

定 价:35.00 元

副主编:熊丽萍

地 址:上海市番禺路 951 号

电 话:021-64071208

经 销:全国新华书店

印 张:20.75

印 次:2014 年 8 月第 1 次印刷

版权所有 侵权必究

告 读 者:如发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系

联系电话:0769-85252189

东莞职业技术学院校本教材编委会

主 任 贺定修

副主任 张玉昆 黄玲青

成 员 (按姓氏笔画为序)

王 毅 刘忠洋 朱彩莲 李小东 李龙根

何风梅 范明明 胡选子 郑继海 郭 洁

颜汉军



教育部《现代职业教育体系建设规划》(2014—2020年)明确提出:现代职业教育是服务经济社会发展需要,面向经济社会发展和生产服务一线,培养高素质劳动者和技术技能人才并促进全体劳动者可持续职业发展的教育类型。同时指出:改革职业教育专业课程体系为现代职业教育体系建设的重点任务之一,要建立产业技术进步驱动课程改革机制和真实应用驱动教学改革机制,按照真实环境真学真做掌握真本领的要求开展教学活动,即推动教学内容改革,按照企业真实的技术和装备水平设计理论、技术和实训课程;推动教学改革,依据生产服务的真实业务流程设计教学空间和课程模块;推动教学方法改革,通过真实案例、真实项目激发学习者的学习兴趣、探究兴趣和职业兴趣。为此,高等职业院校都在进一步推进教学改革工作以适应经济发展、产业升级和技术进步的需要,适应现代职业教育体系建设需要。

东莞职业技术学院积极推行“政校行企协同,学产服用一体”人才培养模式改革。政府、学校、行业、企业共同参与高素质技能人才的培养,通过“学产服用四位一体”的育人机制,将人才培养置于多方参与的开放系统中,贯穿于教学、生产、服务、应用四位一体的全过程。与之相适应的课程模式体现了如下两个特点:一是教学内容和生产、服务、应用的内容对接,即课程以职业工作任务(生产任务、服务任务、应用任务)来实现。二是教学过程和生产、服务、应用过程对接,即在真实的或模拟的生产、服务、应用的过程中,让学生参与这些过程之中,完成典型的生产、服务、应用的任务,从而完成相应的教学任务,将教学、生产、服务、应用的过程一体化。

本系列教材作为“政校行企协同,学产服用一体”人才培养模式改革的一项重要成果,打破了传统教材按学科知识体系编排的体例,根据职业岗位能力需求以模块式、项目化的结构来重新构架整个教材体系,较于传统教材有以下创新之处:

一、凸显高职教育特色,注重创新性

本教材以社会生活及职业活动过程为导向,以项目、任务为驱动,按项目或模块体例编排。每个项目或模块根据能力、素质训练和知识认知目标的需要,设计若干任务,并进行了项目描述,为任务设定了具体事件或情境,充分体现了突出职业能力和职业素养培养的职业教育理念和先进的课程教学观,在理念和体例上均有创新,对教师的教和学生的学,具有良好的引导和指导作用。

二、兼顾教材内容的稳定与更新,注重实践性

教材内容以介绍成熟稳定的、在实践中广泛应用的技术和国家标准为主,同时介绍新知识、新技术、新方法、新设备,并与职业资格考试内容相对接,使学生能够适应社会生活和技术进步的需要。本教材注重理论与实践相结合,训练项目、训练素材及案例丰富,实践内容充足,尤其是实习实训教材具有很强的直观性和可操作性,对生产实践具有直接指导作用。

三、编著团队“双师”结合,注重针对性

每本教材的编写团队都是校内专任教师与行业专家、企业能工巧匠相结合,能够较为准确地把握行业的最新发展动向及教材内容的取舍,具有较强的实用性和针对性,从而保证教材编写的质量。

东莞职业技术学院校本教材编委会



电子设计自动化(Electronic Design Automation, EDA)技术是现代电子技术和信息技术发展的杰出成果,它的发展与应用正在引领着一场工业设计和制作领域的革命。EDA 技术为电子工程师提供了理想的设计工具,它是电子工程师和电子类专业学生必须掌握的一项基本技术。

EDA 技术涉及的内容非常广泛,广义上讲只要以计算机为工作平台,利用计算机技术辅助电子系统的设计都可以归类到 EDA 的范畴。目前 EDA 技术主要能辅助进行三方面的设计工作:集成电路(IC)设计、电子电路仿真设计以及电子线路板设计。

本教材内容是利用计算机 EDA 软件辅助电子线路板的设计。

世界上许多公司为了自己的 EDA 软件能在激烈的市场竞争中占有一席之地,纷纷推出具有自己公司特色的 EDA 软件,经过多年的实践检验、不断修改和完善,或优存劣汰,或收购兼并,或强强联合,使 EDA 技术日臻成熟。目前最常用的三款辅助电子线路板设计的软件是 Protel 软件、Cadence 软件和 PADS 软件。

Cadence 软件是 OrCAD 软件的升级产品。OrCAD 软件是 20 世纪 80 年代末推出的 EDA 软件,是世界上应用最广的 EDA 软件之一, OrCAD 软件功能强大,而且它的界面友好、直观,在国外使用广泛,欧美地区有相当数量的电子工程师都在使用它。Cadence 公司收购了 OrCAD 后,将 OrCAD 的强项原理图设计 capture CIS 和 Cadence 原来的原理图设计 concept HDL, PCB 工具 allegro 及其他信号仿真等工具集成一起推出 CADENCE SPB 软件。目前最新版本是 CADENCE SPB 16.5。

PADS 软件的前身就是 PowerPCB 软件,它是由美国 Mentor Graphics 公司推出的优秀 EDA 软件。其中, PADS Logic 是原理图绘制工具, PADS Layout 是手动布线工具, PADS Router 是 PCB 自动布线工具,强大的手动、自动布线工具,两者灵活结合,使得 PADS 的 PCB 功能强大,但其规则严谨,相对较难掌握。目前 PADS 的最新版本是 PADS9.5。

PROTEL 软件是 Altium 公司在 20 世纪 80 年代末推出的电子行业的 CAD 软件。国内用的比较多的就是 protel 软件,如 Protel 99 se, protel DXP, Altium designer,这些都是随着公司发展不断升级的软件。目前最新版本是 Altium Designer 14,简称 AD14 版本。由于软件入门快,集成度高,当之无愧地排在众多 EDA 软件的前面,是学习 PCB 设计的首选软件。本书使用的软件是比较成熟的 Protel DXP 2004 SP2 版本的 EDA 软件。

本书在编写过程中打破了传统以软件的使用为主线来展开编写的方式,抓住软件的学习是辅助 PCB 板的设计这一主要思路,采用基于“项目引导、任务驱动”的项目化教学方式编写而成,体现了“基于工作过程”、“教、学、做”一体化的教学理念。全书围绕电子线路板的原理图设计、PCB 设计、电子线路板的制作与调试的真实工作任务及其工作过程,设计了 5 个由简单到复杂成螺旋式递进关系的教学项目。

项目一是音频放大电路设计与制作,项目二是基于单片机的交通灯电路设计与制作,项目三是数字钟电路的设计与制作,项目四是数据采集器的设计与制作,项目五是单片机开发板设计与制作,每个项目都是经过实践验证的完整的工作过程,内容由浅入深,知识层层递进,螺旋上升;项目的设计和任务设置综合考虑了当前 PCB 设计与制作领域的主流技术以及企业岗位能力的需求,突出了电子线路板设计与制作实用能力的培养,与企业实际需求密切结合。

教材编写中结合了与课程对应的职业技能鉴定能力的培养,体现了“课证融合”,在教学项目的任务要求中涵盖了“计算机辅助制图绘图员(电子)”中级和高级技能鉴定的考试要点、知识点和操作技能,使学生逐步掌握并提高电子线路板设计能力。并以“计算机辅助制图绘图员(电子)”中级和高级技能鉴定考点、模拟题作为附录,便于学生演练。

本书由东莞职业技术学院朱彩莲担任主编,熊丽萍担任副主编。朱彩莲提出了本书的编写思路,设计了本书的总体结构,规划了本书编写的项目,并担任了项目一中任务一、任务二、任务三、任务四的编写及全书的统稿工作;熊丽萍担任了项目三中任务一、任务二、任务三、任务四、任务五的编写并担任全书的统稿工作;参与教材编写的有鲍晶晶、魏海红、徐治根,鲍晶晶担任了项目二中任务一、任务二、任务三、任务四的编写和附录部分技能鉴定模拟题的编辑工作;魏海红担任了项目四中任务一、任务二、任务三,任务四和项目五中任务一、任务二、任务三、任务四的编写;徐治根担任了项目一中任务五、项目二中任务五、项目三中任务六、项目四中任务五的编写。项目五是在卞建勇老师编写的实训指导书项目的基础上改编而成,本书在编写过程中,得到东莞生益电子有限公司和深圳市嘉立创科技发展有限公司的大力支持,同时还得到了深圳职业技术学院宋荣教授和广东轻工职业技术学院秦文胜教授的指导,编者还参阅了许多同行专家的编著文件,在此一并表示真诚感谢!

由于编者水平有限,书中存在的不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者

2014 年 3 月

目 录

项目一	音频放大电路设计与制作	1
项目描述		1
项目分析		2
知识目标		2
能力目标		2
任务一 认识电子线路板(PCB)		2
任务二 Protel DXP 2004 SP2 软件的安装与使用		9
任务三 音频放大电路原理图绘制		21
任务四 音频放大电路 PCB 的设计		40
任务五 热转印法制作 PCB		65
项目小结		71
实践训练		72
项目二	基于单片机的交通灯电路设计与制作	74
项目描述		74
项目分析		75
知识目标		75
能力目标		76
任务一 原理图元件的制作		76
任务二 PCB 封装元件的制作		83
任务三 基于单片机的交通灯电路原理图的绘制		93
任务四 基于单片机的交通灯电路 PCB 的设计		112
任务五 雕刻法制作单面板		125
项目小结		135
实践训练		136
项目三	数字钟电路的设计与制作	138
项目描述		138
项目分析		139
知识目标		139
能力目标		140
任务一 多组件原理图元件的制作		140
任务二 表面贴封装元件的制作		151

任务三	原理图模板的设计与调用	158
任务四	数字钟电路原理图的绘制	163
任务五	数字钟电路的 PCB 设计	170
任务六	数字钟电路 PCB 板厂加工	187
项目小结	.....	194
实践训练	.....	194
项目四	数据采集器	197
项目描述	.....	197
项目分析	.....	198
知识目标	.....	198
能力目标	.....	198
任务一	层次原理图设计概念	199
任务二	数据采集器层次原理图绘制	201
任务三	数据采集器 PCB 封装库设计	224
任务四	数据采集器 PCB 设计	227
任务五	PCB 生产工艺流程介绍	236
一、	线路板的分类	237
二、	双面线路板的制造工艺流程	238
三、	四层板的工艺简介	244
项目小结	.....	245
实践训练	.....	245
项目五	单片机开发板设计与制作	246
项目描述	.....	246
项目分析	.....	249
知识目标	.....	249
能力目标	.....	249
任务一	制作原理图元件	250
任务二	制作 PCB 元件封装	255
任务三	原理图设计	261
任务四	单片机开发板 PCB 设计	270
项目小结	.....	275
实践训练	.....	276
附录 A	计算机辅助设计中级绘图员技能鉴定样题	278
附录 B	计算机辅助设计高级绘图员技能鉴定样题	297
附录 C	Protel DXP 2004 SP2 快捷键	317
参考文献	.....	320

项目一 音频放大电路设计与制作

项目描述

本项目要求设计者完成音频放大电路原理图的绘制和该电路印制电路板的设计与制作。音频放大电路原理图如图 1-1 所示,PCB 设计参考电路板如图 1-2 所示。

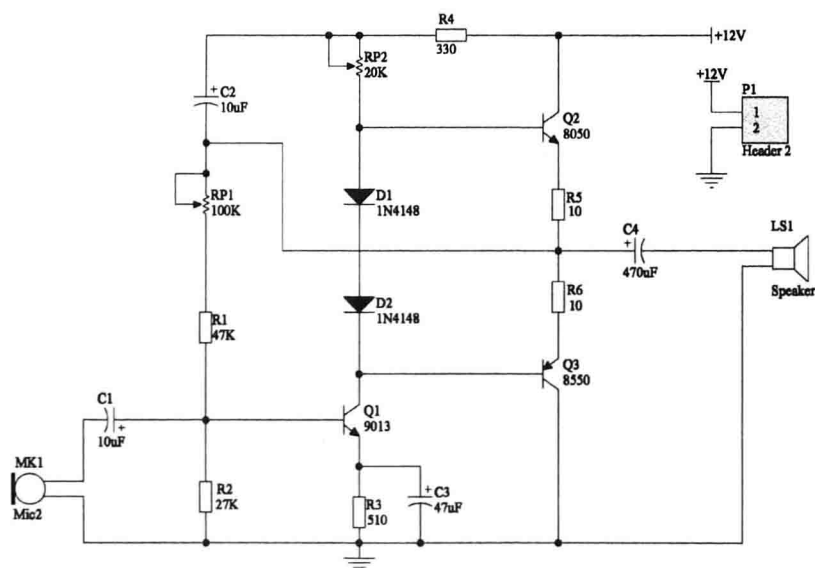


图 1-1 音频放大电路原理图

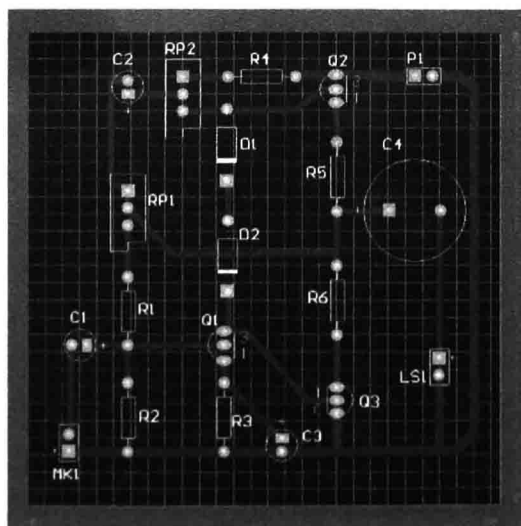


图 1-2 PCB 设计参考电路板

本项目是一个 OTL 功率放大电路,可作为一个简单的音频放大电路,信号源可以用手机或者 MP3 音频输出口信号,通过功放电路获得较大能量,驱动扬声器发出声音。

项目分析

本项目的任务是利用电子 CAD 软件 Protel DXP 2004 SP2 完成音频放大电路原理图的绘制和 PCB 板的设计与制作。要完成本项目,首先要在计算机上安装 Protel DXP 2004 SP2 设计软件,然后完成电路原理图的绘制和 PCB 的设计与制作。本项目电路较简单,主要要求掌握利用专业软件辅助设计 PCB 板的流程。

任务分解:

任务一 认识电子线路板

任务二 Protel DXP 2004 SP2 软件的安装与使用

任务三 音频放大电路原理图绘制

任务四 音频放大电路 PCB 设计

任务五 热转印法制作 PCB

知识目标

- (1) 理解电子线路板的相关概念。
- (2) 掌握原理图的绘制过程。
- (3) 掌握 PCB 的设计制作流程。
- (4) 理解元件和封装、原理图和 PCB 图之间的对应关系。

能力目标

- (1) 会安装使用专业软件 Protel DXP 2004 SP2。
- (2) 能绘制简单电路原理图。
- (3) 能设计简单 PCB 板电路。
- (4) 能用热转印法制作 PCB 板实物。

任务一 认识电子线路板(PCB)

一、电子线路板概述

电子产品设计流程如图 1-3 所示。从流程图中可知,硬件开发和样机制作是电子产品设计开发中必不可少的环节,也是很重要的环节。硬件开发主要包含原理图设计和 PCB 设计,其中原理图设计必须具备扎实的专业知识和与所开发产品相关的丰富经验,原理图的设计解决了电路中元件的逻辑连接,要制作产品实物,还要进行 PCB 设计,实现元件的安装和元件的物理连接。PCB 是 Printed Circuit Board 的英文简写,中文名称为印制电路板,又称电子线路板,是电子产品的重要的部件。

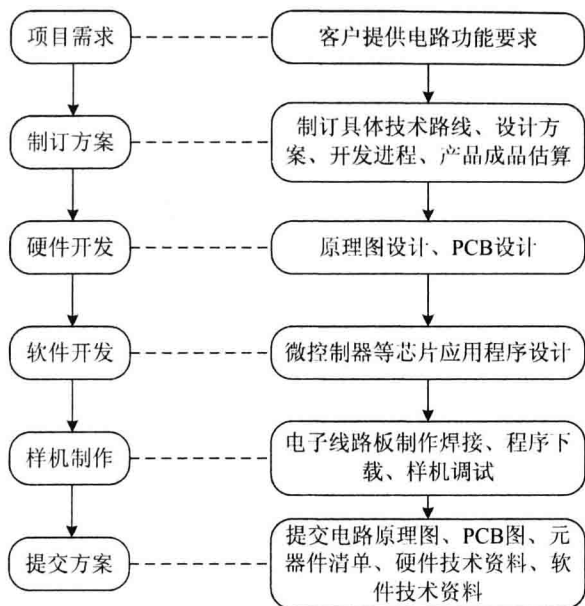


图 1-3 电子产品设计流程

图 1-4 为一块印制电路板实物图,左边是焊接了元件的印制电路板,右边是没有焊接元件的印制电路板。

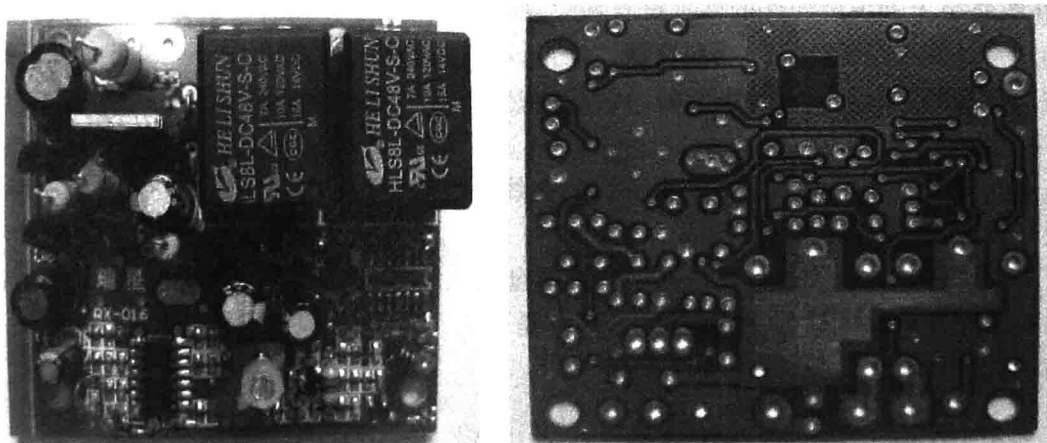


图 1-4 电子线路板实物图

电子线路板(印制电路板或 PCB 板)是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(如元件孔、过孔、安装孔等),可焊接元器件并实现元器件之间的电气互联。

电子线路板在电子设备中有以下几个功能:

- (1) 为电路中的各种元器件提供必要的机械支撑平台。
- (2) 实现电路中各元器件的电气连接。
- (3) 在丝印层将板上所安装的各个元器件标注出来,便于安装、检测电路。
- (4) 减少了人工走线的不一致和走线的出错率,提高了系统的稳定性和可靠性。

电子线路板按照导电板层的层数可以分为单面板、双面板和多层板。

①单面板:单面板是一面覆铜,另一面没用覆铜的电路板,元件集中在没用覆铜的一面,

线路集中在覆铜的一面。这种板造价低,制作简单,但无法应用于复杂的电子产品。

②双面板:双面板是双面都有覆铜的电路板,双面都有线路,元件主要集中安装在顶层,底层多用于焊接,通过过孔来连接两面的线路。这种板降低了布线的难度,日常应用中多采用这种电路板。

③多层板:多层板是由交替的导电图形层及绝缘材料层层压粘合而成的一块印制板,导电图形的层数在两层以上,层间电气互连通过过孔实现。这种板制作工艺复杂,是电子技术向着高速、轻薄、小巧发展的产物,多用于高频和复杂的电路板设计中。

二、电子线路板相关专业术语

1. 板层(Layer)

板层分为敷铜层和非敷铜层,平常所说的几层板是指覆铜层的层数。一般在敷铜层放置焊盘、铜膜导线等,在非敷铜层放置注释字符等其他信息。

2. 铜膜导线(Wire)

铜膜导线也称铜膜走线,简称导线,用于连接各个焊点,是印刷电路板最重要的部分,印刷电路板设计都是围绕如何布置导线来进行的。

3. 元件封装(Footprint)

元件封装是定义实际的电子元器件的外型尺寸、管脚的直径、间距等物理特性的元件模型,在线路板上表现为元件的外观符号和焊盘。

元件封装只是元件的外观和焊盘的位置,不同的元件可以使用同一种封装,同一种元件也可以有不同的封装。设计电路时,元件封装要和实际使用的电子元器件封装一致。

4. 焊盘(Pad)

焊盘用于焊接元器件引脚或用于引出连线、测试线等。它有圆形、方形等多种形状,还可设计成“泪滴状”。

焊盘可分为通孔式焊盘及表面贴片式焊盘两大类,其中通孔式焊盘须钻孔,设计中孔的大小要按元件引脚粗细分别编辑确定,原则是孔的尺寸比引脚直径大 $0.2\sim 0.4\text{mm}$ 。而表面贴片式焊盘无须钻孔。

5. 过孔(Via)

过孔也称金属化孔,在双面板和多层板中,为连通各层之间的导线,通常在各层需要连通的导线的交汇处钻上一个公共孔,这个孔就是过孔。在工艺上,过孔的孔壁圆柱面上用化学沉积的方法镀上一层金属,用以连通中间各层需要连通的铜箔,而过孔的上下两面做成圆形焊盘形状,可直接与上下两面的线路相通,也可以不导通。

过孔有三种,即从顶层通到底层的穿透式过孔、从顶层通到内层或从底层通到内层的盲过孔、内层间的隐藏过孔。

6. 安全距离(Clearance)

在进行印制板设计时,为了避免导线、焊盘、过孔等因为距离太小而形成电磁干扰等问题,在它们之间要设置适当的间隔间距,这个间距称为安全距离。

7. 丝印层(Silkscreen Layer)

即文字层,为了方便电路的安装和维修,在印刷板的上下两表面印刷上所需要的标志图案和文字代号等,例如元件标号和标称值、元件外廓形状和厂家标志、生产日期等。Protel

提供了 Top Overlay 和 Bottom Overlay 两个丝印层。一般,各种标注字符都在顶层丝印层,底层丝印层可关闭。

8. 网络(Net)和网络表(Netlist)

从一个元件的某一引脚到其他引脚的电气连接关系称为网络。每一个网络在 PCB 设计时均有唯一的网络名称,有的网络名是人为添加的,有的是系统自动生成的。系统自动生成的网络名由该网络内连接的引脚名称构成。

网路表是用来描述电路中所有元器件属性和所有网路的电气连接关系的,是原理图用表格的形式进行描述,通常可以从原理图生成网络表,它是原理图和 PCB 之间的纽带。

9. 飞线(Connection)

飞线也称预拉线。飞线是在引入网络表后,系统根据规则生成的,用来指引布线的一种连线。

飞线与导线有本质的区别。飞线只是一种形式上的连线,它只是形式上表示出各个焊点间的连接关系,没有电气的连接意义。导线则是根据飞线指示的焊点间连接关系布置的,具有电气连接意义的连接线路。

三、线路板上的元器件

1. 元器件的封装分类

线路板上的元器件根据封装不同可分为两大类:插针式封装元件(THT)和表面贴装式封装元件(SMT),通常表面贴装式封装的尺寸比插针式封装的尺寸小很多。

(1) 插针式封装元件(THT)。这类元件在焊接时要先将元件管脚插入焊盘导孔中,然后再焊接。通常元件安装在线路板顶层,焊接面在线路板底层,元件引脚贯穿整个电路板,由于焊点导孔贯穿整个电路板,所以焊盘属性中,其板层属性为 Multi Layer。图 1-5 为一个双列直插封装集成元件,左边是元件实物,右边是对应的元件封装,封装型号是 DIP-16。

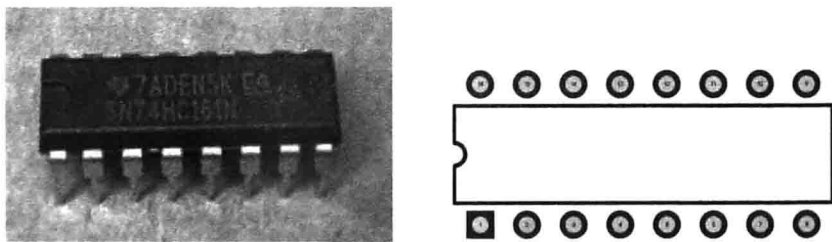


图 1-5 16 脚双列直插元件及元件封装

(2) 表面贴装式封装元件(SMT)。这类元件焊接时元件引脚和元件在同一层,只限于表面板层,即顶层(Top Layer)或底层(Bottom Layer),通常元件贴装在顶层(Top Layer),所以焊盘属性中板层属性通常是 Top Layer。图 1-6 所示为一个双排贴片封装集成元件,左边是元件实物,右边是对应的元件封装,封装型号是 SOL-14。

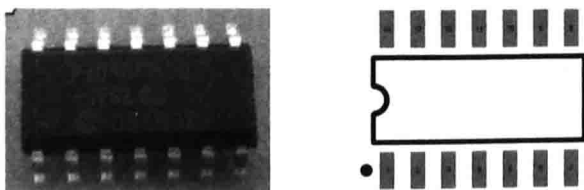


图 1-6 14 脚双排贴片封装元件及元件封装

2. 元件封装的命名原则

元件封装的命名原则为：元件类型+焊盘距离(或焊盘数)+元件外形尺寸。可以通过元件封装名来判断封装的规格，如上述封装 DIP-16 表示双列直插式元件封装，共有 16 个引脚，SOL-14 表示贴片双排元件封装，共有 14 个引脚，还有如 AXIAL-0.3，表示此元件封装为轴状，两焊盘间距为 0.3 英寸(1 英寸=1 000 mil=2.54cm)；焊盘间距是标准间距 100 mil(2.54mm)；RB7.6-15 表示极性电容类元件封装，焊盘间距为 7.6mm，元件直径为 15mm。

3. 常用元件的封装

电子元件种类繁多，对应的封装形式复杂多样。对于同种元件可以有多种不同的封装形式，不同的元件也可以采用相同的封装形式，因此在选用封装时要根据 PCB 的要求和实际使用的元件来进行选择。

(1) 电阻。电阻的封装尺寸主要取决于其额定功率及工作电压等级，这两项指标的数值越大，电阻的体积就越大，电阻常见的封装有插针式和贴片式两类，如图 1-7 所示。插针式电阻封装常用 AXIAL-0.3~AXIAL-1.0，贴片式电阻封装常用 CR1005-0402~CR6332-2512。

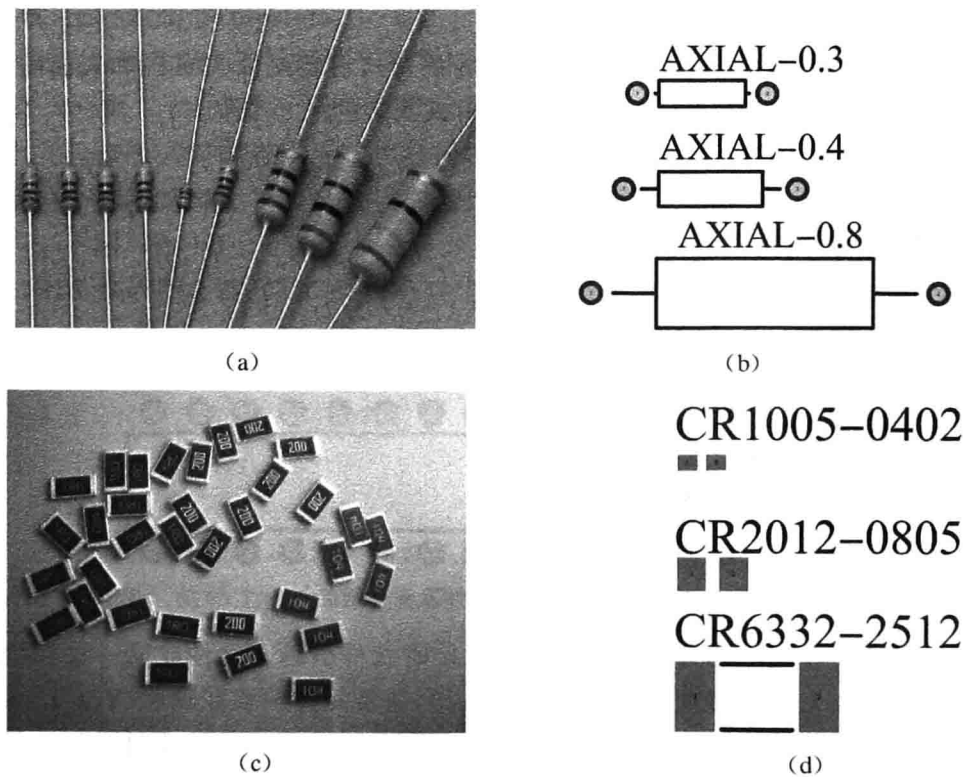
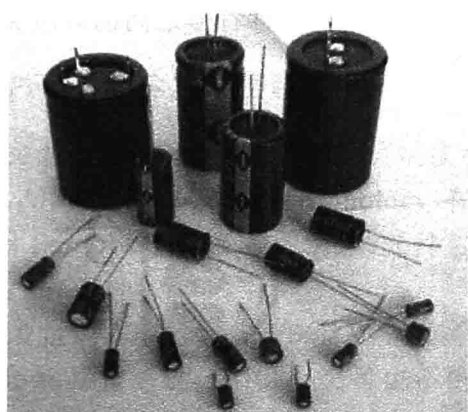


图 1-7 电阻元件实物图和元件封装

(a)插针式电阻 (b)插针式电阻封装 (c)贴片电阻 (d)贴片电阻封装

(2) 电容。电容主要参数为容量及耐压，对于同类电容而言，体积随着容量和耐压的增大而增大，常用的外观为圆柱形、扁平形和方形，常用的封装有插针式和贴片式两种。电容的实物图和封装如图 1-8 所示。圆柱形极性电解电容的封装常用 RB7.6-15、CAPPR1.27-1.7×2.8~CAPPR7.5-16×35。无极性电容(涤纶电容、陶瓷电容、云母电

容、独石电容等)的封装常用 RAD-0.1~RAD-0.4 等封装形式。贴片电容封装可以参考贴片电阻的封装。



(a)

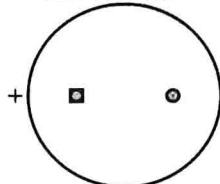
CAPPR1.5-4×5



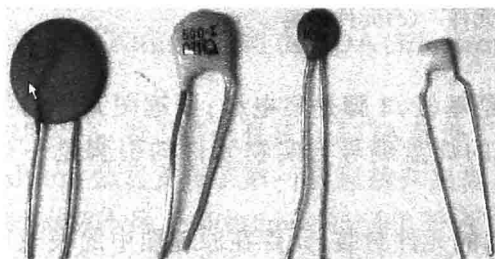
CAPPR5-5×5



RB7.6-15

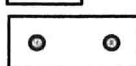


(b)

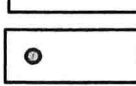


(c)

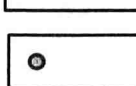
RAD-0.1



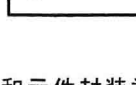
RAD-0.2



RAD-0.3



RAD-0.4

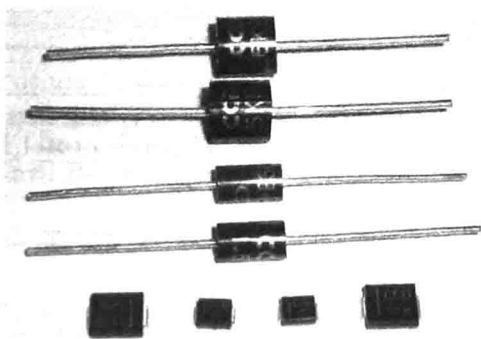


(d)

图 1-8 电容元件实物图和元件封装类型

(a) 电解电容 (b) 电解电容封装 (c) 无极性电容 (d) 无极性电容封装

(3) 二极管。常见的二极管的尺寸大小主要取决于额定电流和额定电压,从微小的贴片封装、玻璃封装、塑料封装到大功率的金属封装,尺寸相差很大,如图 1-9 所示。插针式二极管的封装常用 DIODE-0.4 和 DIODE-0.7,贴片二极管的封装常用 INDC 系列封装。

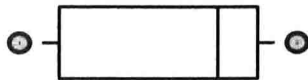


(a)

DIODE-0.4



DIODE-0.7



INDC3216-1206



INDC4510-1804



(b)

图 1-9 二极管实物图和元件封装类型

(a) 二极管 (b) 二极管封装

4. 元件封装和原理图元件的对应关系

在进行电路设计时要分清原理图和 PCB 板中元件的不同含义。原理图中的元件是指元件符号;PCB 设计中的元件是指元件封装。

原理图中的元件是一种电路符号,有统一的标准,而 PCB 板中的元件封装代表的是实际元件的物理尺寸和焊盘,元件封装要和实际使用的电子元器件封装一致。

下面用 9013 型号三极管说明设计时实际元件、元件封装、元件符号之间的对应关系。9013 三极管元件实物图、原理图元件和元件封装如图 1-10 所示。

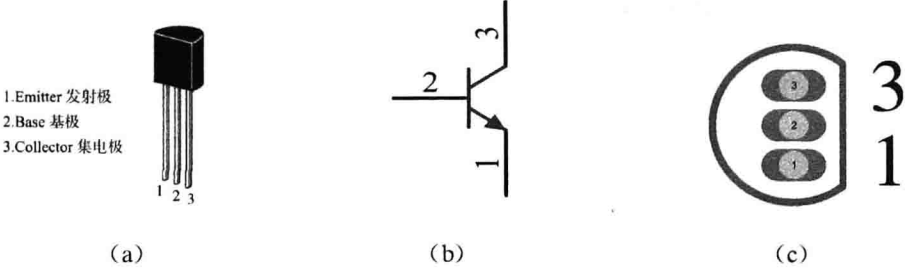


图 1-10 9013 三极管元件实物、原理图元件、元件封装图

(a)元件实物图 (b)原理图元件 (c)元件封装

从元件实物图可以知道:1 脚是发射极,2 脚是基极,3 脚是集电极;原理图元件的引脚编号与实物元件的引脚是一一对应的;元件封装的焊盘编号与实物元件的引脚是一一对应的。

PCB 设计时,要给每一个原理图元件设置合适的元件封装,元件在原理图中的表现形式是元件符号,在 PCB 板中的表现形式是元件封装,原理图元件的引脚编号与元件封装的焊盘编号是一一对应的,即引脚 1 对应焊盘 1,引脚 2 对应焊盘 2,……

虽然任何一款 PCB 设计软件都提供了大量的元件封装,但是元件封装的选用不能局限于软件提供的封装,实际应用时要根据实际元件和元件在电路板中的具体安装方式选用合适的封装,如果没有合适的封装,就要自行设计元件封装。设计的原则就是使元件封装和元件的实物以及原理图元件一一对应。

四、电子线路板设计流程

PCB 设计流程主要如下:

- (1) 绘制原理图。利用电子线路板计算机辅助设计软件,如本教材使用的 Protel DXP 2004 SP2,提供的原理图设计工具和各种编辑功能,完成原理图的绘制工作。
- (2) 产生网络表。网络表是联系原理图和 PCB 之间的纽带,一般在原理图绘制完毕后要产生网络表文件。它是原理图设计的结束,也是 PCB 设计的开始。
- (3) 设计 PCB。通过网络表调用原理图中元器件对应的封装元件以及各元器件之间的连接关系,将元器件合理地进行布局,并进行 PCB 布线,实现 PCB 设计。