



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

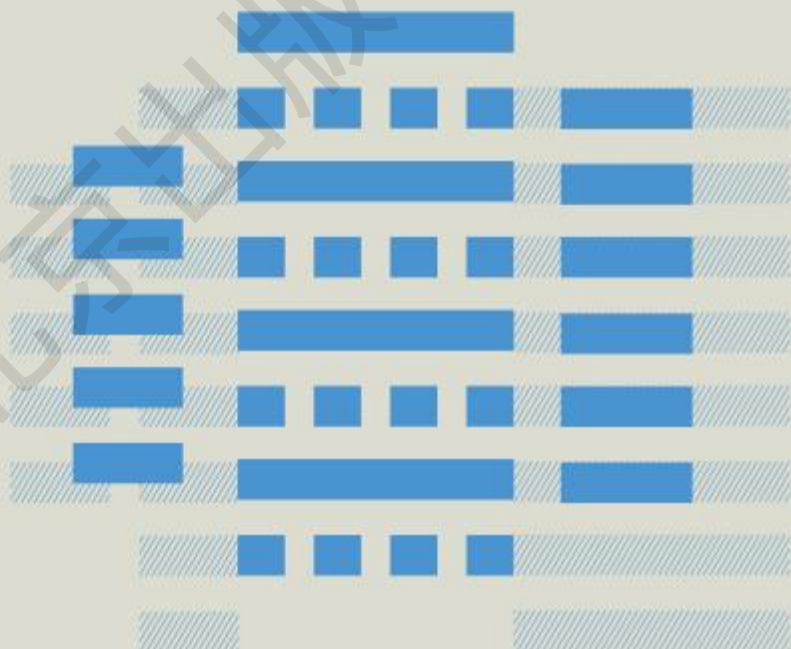
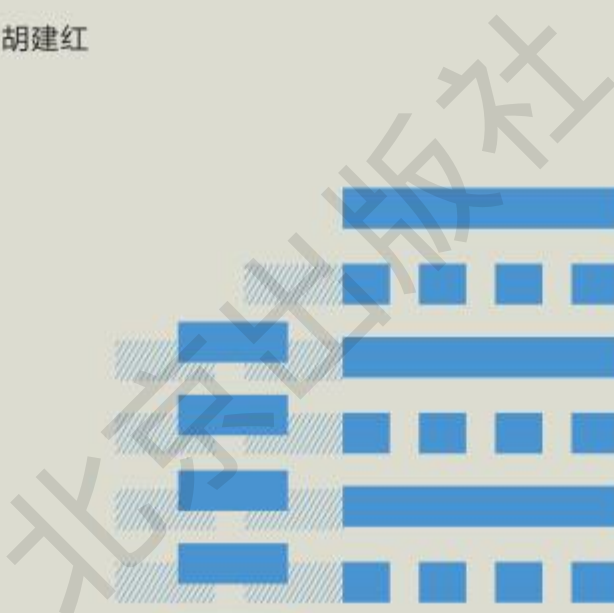
印制电路板设计与制作

YINZHI DIANLUBAN SHEJI YU ZHIZUO

印制
电路板
设计
与
制作

主
编
谢
晓
明
胡
建
红

主 编 谢晓明 胡建红



北京
出版
集团
公司
北
京
出
版
社

北京出版集团公司
北 京 出 版 社

图书在版编目(CIP)数据

印制电路板设计与制作 / 谢晓明, 胡建红主编. —
北京: 北京出版社, 2015.12 (2021 重印)
“十二五”职业教育国家规划教材. 2015
ISBN 978-7-200-11845-2

I. ①印… II. ①谢… ②胡… III. ①印刷电路—电
路设计—职业教育—教材②印刷电路—制作—职业教育—
教材 IV. ①TN41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 005378 号

印制电路板设计与制作

YINZHI DIANLUBAN SHEJI YU ZHIZUO

主 编: 谢晓明 胡建红
出 版: 北京出版集团公司
北 京 出 版 社
地 址: 北京北三环中路 6 号
邮 编: 100120
网 址: www.bph.com.cn
总 发 行: 北京出版集团公司
经 销: 新华书店
印 刷: 定州市新华印刷有限公司
版 次: 2015 年 12 月第 1 版 2021 年 8 月修订 2021 年 9 月第 4 次印刷
开 本: 787 毫米×1092 毫米 1/16
印 张: 17.5
字 数: 290 千字
书 号: ISBN 978-7-200-11845-2
定 价: 38.00 元

质量监督电话: 010-82685218 010-58572162 010-58572393

目 录

单元一 电路板设计基础入门	1
任务 1 基本电子元器件封装识别	2
任务 2 Protel DXP 软件基本操作	27
单元二 Protel 电路原理图设计	44
任务 1 原理图基本参数设置	45
任务 2 原理图绘制设计	67
任务 3 层次原理图设计	112
任务 4 原理图元件库制作管理	123
单元三 PCB 印刷电路板设计	153
任务 1 PCB 元件封装管理与制作	154
任务 2 PCB 规划设计基础	193
任务 3 PCB 规划方法及设计技巧	219
任务 4 警笛电路 PCB 设计实践操作	249
参考答案	270

单元一

电路板设计基础入门

本单元主要介绍电子产品中主要电子元件封装外形知识以及现在电路自动化设计（EDA）主流应用软件 Protel DXP 2004 的菜单组成结构。Protel DXP 2004 是 Altium 公司 2004 年推出的电路设计软件，该软件将电路设计、电路仿真、PCB 设计编辑、FPGA 设计和设计输出技术完美结合在一起，使用户可以轻松进行各种复杂电路的设计工作。

要学会使用该软件，基本元件封装知识是必须具备的。通过任务1基本电子元器件符号、封装的学习和实践操作，可以了解目前电子元器件的发展状况，了解常用元器件的封装规格。特别是目前电子产品越来越向小型化发展，对元器件的要求也越来越高，SMD 元器件的使用也越来越广泛，高集成化、低功耗、封装小型化是目前电子元器件的发展趋势。通过任务2的学习，让学生快速地了解 Protel DXP 2004 的菜单组成结构，通过上机练习，掌握 Protel DXP 2004 的基本操作方法，熟悉 Protel DXP 2004 的操作界面，学会一些简单的元件调用、查找知识，学会使用 Protel DXP 2004 中的一些快捷键，为后面的原理图设计学习打下良好的基础。

任务 1

基本电子元器件封装识别

任务描述 >>

随着电子信息技术的飞速发展，线路板设计制作技术的应用也越来越广泛，要学会设计制作一块合格的印刷线路板（PCB），首先要能认识电子元器件，电子元器件是组成电子产品的基础。常用的电子元器件有电阻、电容、电感、二极管、三极管、变压器、集成电路、传感器等，每一种元器件都有对应的符号表示，同时，每一个元器件根据电子产品性能要求的不同，可能有不同的电气特性和不一样的装配外形。电子元器件的装配外形，我们定义为元器件封装，如图 1-1 所示。电子元器件主要可根据安装方式进行分类，分别为传统安装（又称为通孔安装）和表面安装（贴片或 SMD），如图 1-2 所示。



图 1-1 电子元器件外形图

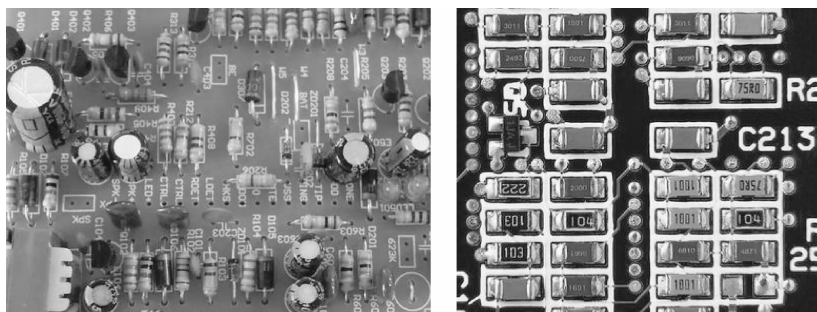


图 1-2 插件安装与表面贴装（SMD）

任务目标 >>

1. 能够识别基本电子元器件标准图形符号；
2. 能够掌握基本元器件封装定义；

- 3. 会测量、绘制常用元器件封装；
- 4. 会进行公制、英制单位换算；
- 5. 能看懂电路原理方框图并在绘图纸上绘制简单原理图。

任务分析 >>

常用电子元器件基本符号与封装识别是学习 PCB 设计的基础。

在电子行业中，常用电子元器件一般都用国际规定的符号来表示，电子元器件封装根据厂家及产品性能要求，也具有相应的规格要求。在本任务中，学生通过相关任务的学习，加强对电子元器件的基本认识，看懂原理方框图，绘制简单原理图，并能够学会电子元器件基本封装绘制，为后期的电路设计软件 Protel DXP 的学习打下基础。

任务实施 >>

一、任务准备

插件式电阻、电容、二极管、三极管、集成电路等元器件若干个，表贴式（SMD）电阻、电容、二极管、三极管、集成电路等元器件若干个，万能板一块，如图 1-3 所示，表贴焊接练习线路板一块，如图 1-4 所示，游标卡尺一把。

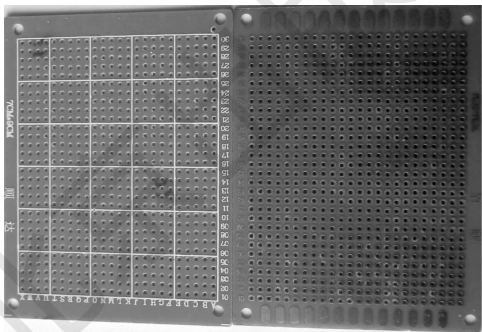


图 1-3 万能板顶部（元器件安装面）、底部（元器件引脚焊接面）

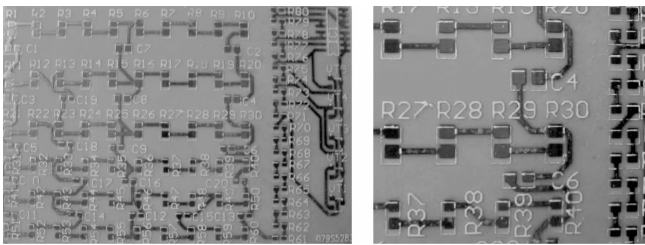


图 1-4 表贴焊接练习线路板

特别提示

- 1. 万能板是一种按照标准集成电路（IC）引脚间距（公制 2.54mm 或英制 100mil）布满焊盘，可按自己的意愿插装元器件及连线的印制电路板。mil（密尔）是线路板设计常用的度量单位。
- 2. 英制单位与公制单位换算：100mil = 2.54mm；1 英寸 = 1000mil。

二、任务实施 1—— 识别常用基本元器件符号

1. 任务派发

填写学习工作任务单，如表 1-1 所示。

表 1-1 电子元器件符号识别工作任务单

学习工作任务单			
单号： 1—01		任务名称： 电子元器件符号识别	
开单时间： 年 月 日 时 分		开单人： 接单人： 班 小组	
该栏由教师或管理人员填写		签名：	
以下由接单人填写			
任务名称		完成学时	4 学时
任务要求	1. 认真学习“相关知识”栏目的内容； 2. 能区分元器件类型； 3. 会制作元器件符号； 4. 能根据方框图提示绘制出对应电路原理图		
工作地点		工作接收	签名：
开始时间			年 月 日

2. 前期工作

(1) 仔细阅读“相关知识”栏目的内容，了解常用电子元器件类型、图形符号及表示符号。

(2) 插件电子元器件若干，如图 1-5 所示；表贴电子元器件若干，如图 1-6 所示。

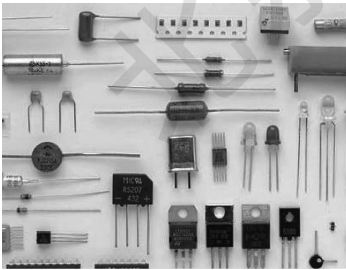


图 1-5 插件电子元器件

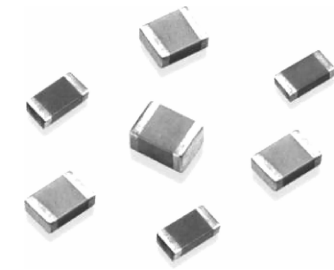


图 1-6 表贴电子元器件

(3) 准备相关绘图工具。

学生工具准备：三角尺、绘图橡皮擦、绘图铅笔。

3. 操作流程

(1) 示例：如图 1-7 所示，将电阻的图形符号、表示符号填入对应方框中。



图 1-7 电阻

(2) 如图 1-8 所示, 将瓷片电容的图形符号、表示符号填入对应方框中。

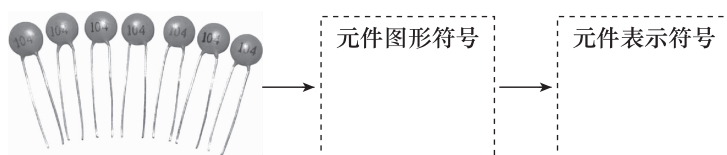


图 1-8 瓷片电容

(3) 如图 1-9 所示, 将铝电解电容的图形符号、表示符号填入对应方框中。

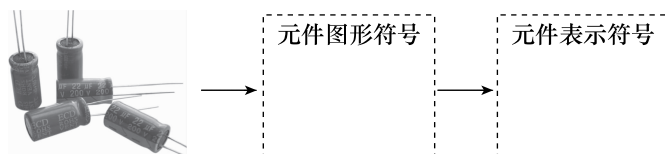


图 1-9 铝电解电容

(4) 如图 1-10 所示, 将表贴无极性电容的图形符号、表示符号填入对应方框中。



图 1-10 表贴无极性电容

(5) 如图 1-11 所示, 将表贴开关二极管的图形符号、表示符号填入对应方框中。

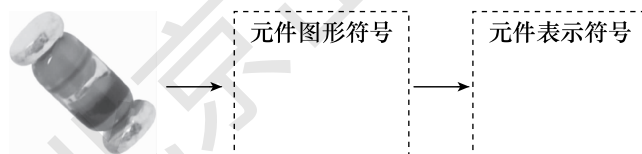


图 1-11 表贴开关二极管

(6) 如图 1-12 所示, 将发光二极管的图形符号、表示符号填入对应方框中。



图 1-12 发光二极管

(7) 如图 1-13 所示, 将开关二极管的图形符号、表示符号填入对应方框中。

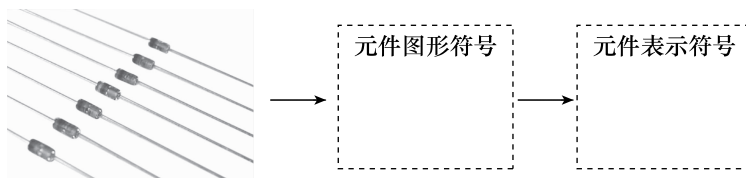


图 1-13 开关二极管

(8) 如图 1-14 所示, 将整流二极管的图形符号、表示符号填入对应方框中。

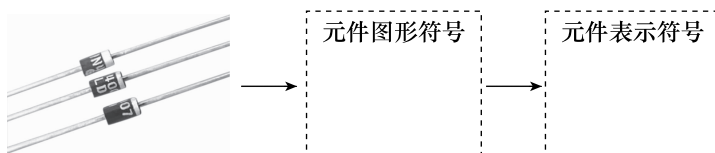


图 1-14 整流二极管

(9) 如图 1-15 所示, 将三端稳压器的图形符号、表示符号填入对应方框中。



图 1-15 三端稳压器

(10) 如图 1-16 所示, 将表贴二极管的图形符号、表示符号填入对应方框中。

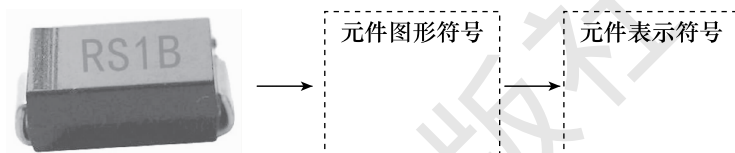


图 1-16 表贴二极管

(11) 如图 1-17 所示, 将涤纶电容的图形符号、表示符号填入对应方框中。

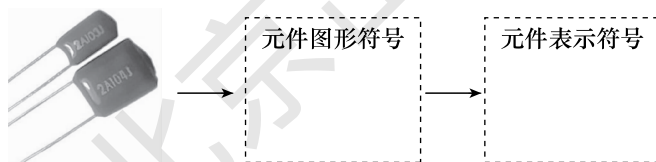


图 1-17 涤纶电容

(12) 如图 1-18 所示, 将表贴电解电容的图形符号、表示符号填入对应方框中。

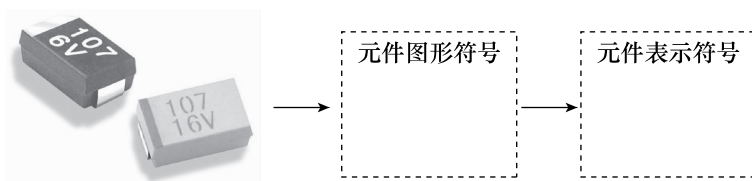


图 1-18 表贴电解电容

(13) 如图 1-19 所示, 将开关的图形符号、表示符号填入对应方框中。

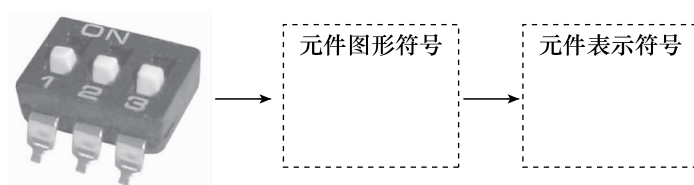


图 1-19 开关

(14) 如图 1-20 所示，将集成电路的图形符号、表示符号填入对应方框中。



图 1-20 集成电路

(15) 根据图 1-21 提示，将元器件图形符号填入对应虚线框中并在括号中填入正确数值。

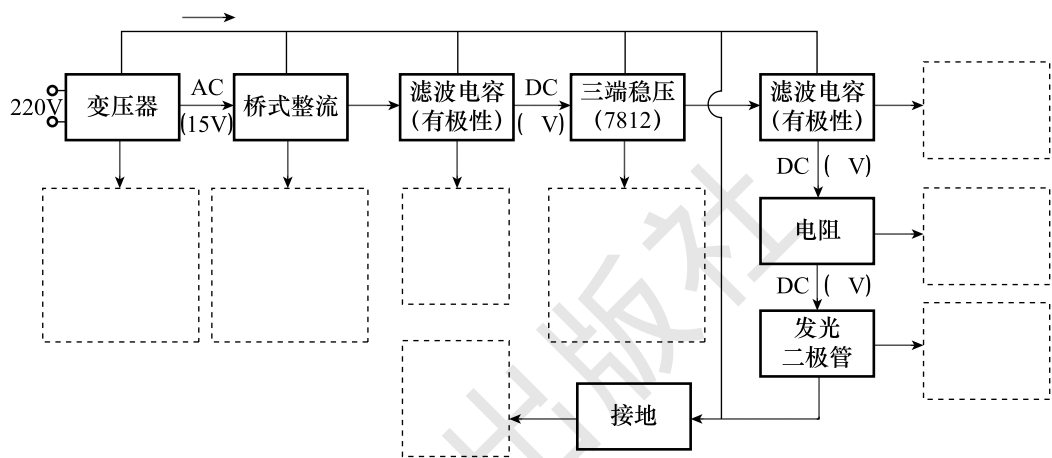


图 1-21 整流电源原理方框图

(16) 根据图 1-21，在如图 1-22 所示的空白原理图中，完成整流电源原理图绘制，并在原理图右下角标题栏中填写相关数据。

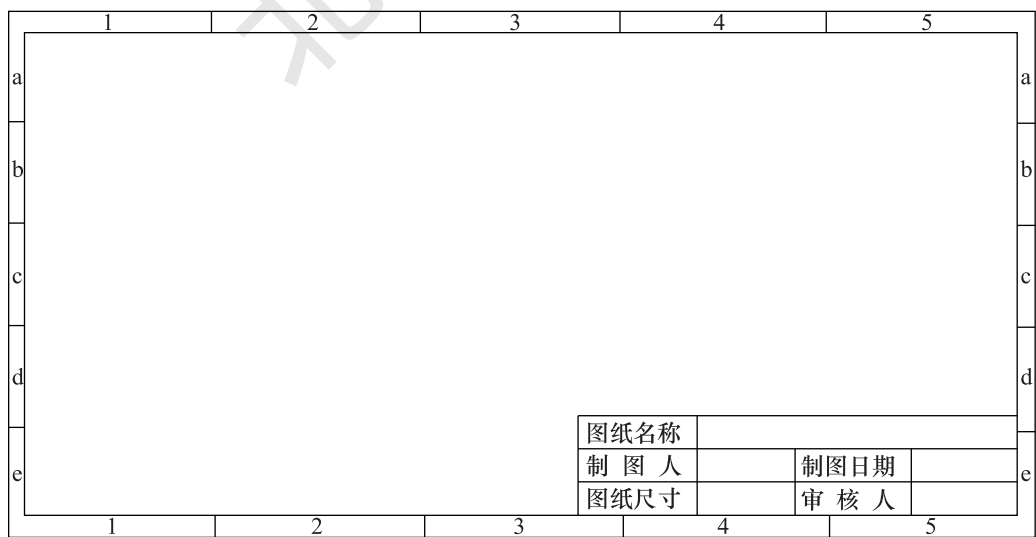


图 1-22 整流电源原理图

特别提示

原理图整体居中，元器件图形符号选用准确，线路连接清晰，元器件表示符号（标识符）定义正确，如 R1、R2 等，不能有重复标识。

三、任务实施 2—— 识别常用基本元器件封装

1. 任务派发

填写学习工作任务单，如表 1-2 所示。

表 1-2 电子元器件封装识别工作任务单

学习工作任务单			
单号： 1—02		任务名称： 电子元器件封装识别	
开单时间： 年 月 日 时 分		开单人： 班 小组	
该栏由教师或管理人员填写		签名：	
以下由接单人填写			
任务名称		完成学时	4 学时
任务要求	1. 认真学习“相关知识”栏目的内容； 2. 根据实物以及对应封装要求，制作符合安装规格的线路板（PCB）； 3. 会判断元器件封装规格、类型		
工作地点		工作接收	签名：
开始时间			年 月 日

2. 前期工作

(1) 仔细阅读“相关知识”栏目的内容，了解常用电子元器件封装外形。

(2) 准备相关焊接工具。

学生工具准备：电烙铁（35W 左右）、镊子、助焊剂、万能板、表贴焊接线路板、焊锡丝、斜口钳。

教师工具材料准备：插件电子元器件若干、表贴电子元器件若干。

3. 操作流程

(1) 如图 1-23 所示，将插件电阻安装在万能板对应位置，该焊盘间距为 300mil，对应元器件封装名为 AXIAL-0.3。

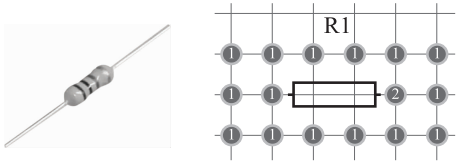


图 1-23 采用 AXIAL-0.3 封装安装指示图

(2) 如图 1-24 所示，将插件塑封二极管安装在万能板对应位置，该焊盘间距为 400mil，对应元器件封装名为 DIODE-0.4。

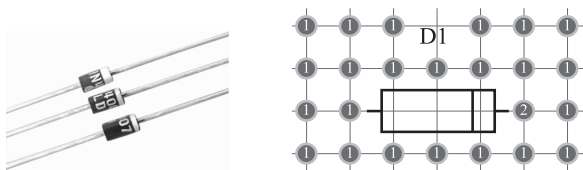


图 1-24 采用 DIODE -0.4 封装安装指示图

(3) 如图 1-25 所示, 将插件玻封二极管安装在万能板对应位置, 该焊盘间距为 300mil, 对应元器件封装名为 DI07.8-4.6x2。

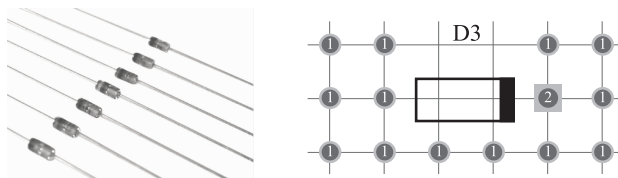


图 1-25 采用 DI07.8-4.6x2 封装安装指示图

(4) 如图 1-26 所示, 将插件三极管或可控硅安装在万能板对应位置。该封装规格为 BCY-W3、BCY-W3/B.8, 元器件实物引脚间距为 50mil, 需对引脚进行整形后再进行安装, 焊盘间距为 100mil。

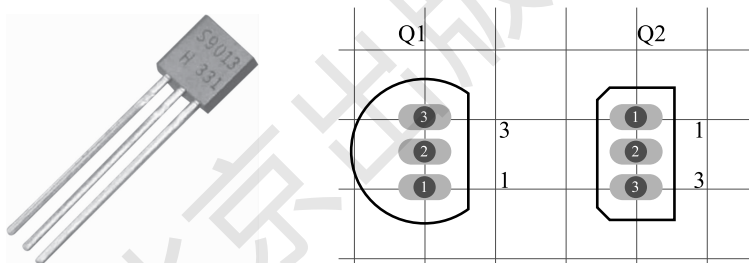


图 1-26 采用 BCY-W3、BCY-W3/B.8 封装安装指示图

(5) 如图 1-27 所示, 将插件无极性电容安装在万能板对应位置, 该焊盘间距为 100mil, 对应元器件封装名为 CAPR2.54-5.1x3.2。

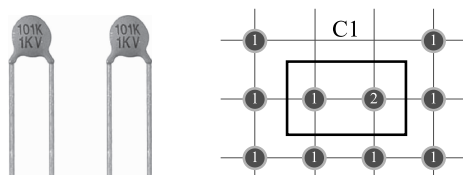


图 1-27 采用 CAPR2.54-5.1x3.2 封装安装指示图

(6) 如图 1-28 所示, 将插件有极性电解电容安装在万能板对应位置, 该焊盘间距为 2mm, 对应元器件封装名为 CAPPR2-5x6.8。

(7) 如图 1-29 所示, 将插件发光二极管安装在万能板对应位置, 注意元器件需整形后安装, 焊盘间距为 100mil, 对应元器件封装名为 LED-1。

(8) 如图 1-30 所示, 将 8 脚集成电路插座安装在万能板对应位置, 该焊盘间距为 100mil, 对应元器件封装名为 DIP-8。

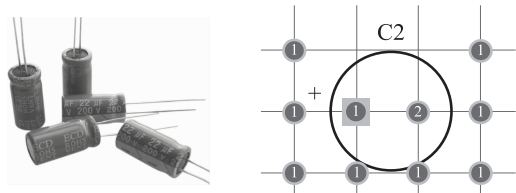


图 1-28 采用 CAPPR2-5x6.8 封装安装指示图

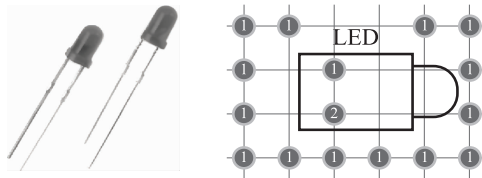


图 1-29 采用 LED-1 封装安装指示图

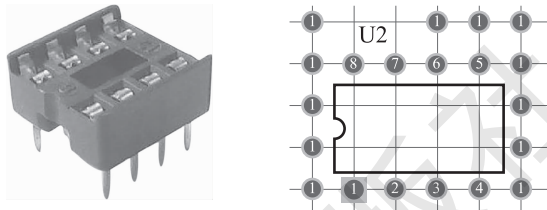


图 1-30 采用 DIP-8 封装安装指示图

(9) 如图 1-31 所示，将三端稳压集成电路安装在万能板对应位置，该焊盘间距为 100mil，对应元器件封装名为 SFM-T3/X1.6V。

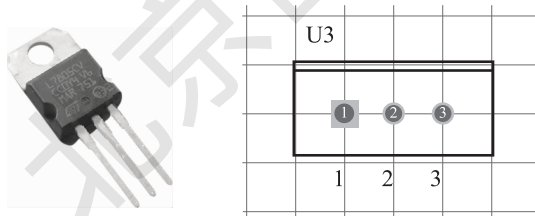


图 1-31 采用 SFM-T3/X1.6V 封装安装指示图

(10) 如图 1-32 所示，将表面贴装电容安装在表贴焊接线路板对应位置，对应封装名为 CC1608-0603、CC2012-0805，注意安装时焊盘间距选择。

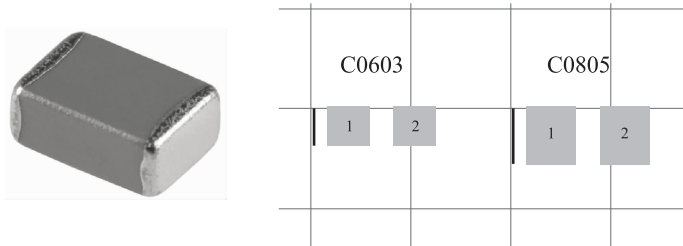


图 1-32 采用 CC1608-0603、CC2012-0805 封装安装指示图

(11) 如图 1-33 所示，将表面贴装电阻安装在表贴焊接线路板对应位置，对应封装名为 CR1608-0603、CR2012-0805，注意安装时焊盘间距选择。

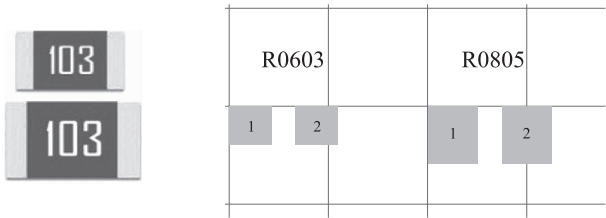


图 1-33 采用 CR1608 -0603、CR2012 -0805 封装安装指示图

(12) 如图 1-34 所示，将表面贴装二极管安装在表贴焊接线路板对应位置，对应封装名为 INDC2012 -0805、INDC3216 -1206，注意安装时焊盘间距选择。

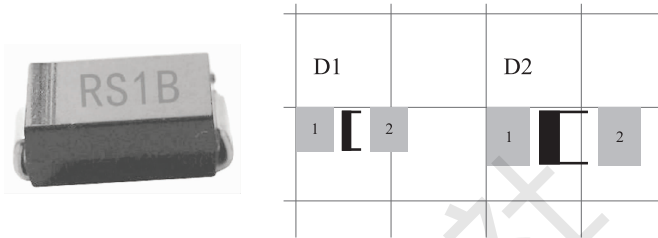


图 1-34 采用 INDC2012 -0805、INDC3216 -1206 封装安装指示图

特别提示

- 1. 图中网格间隔尺寸为 100mil (2.54mm)，通孔焊盘有内径和外径之分，此处不予讨论，表贴焊盘为元器件安装时所需要的面积，焊盘应与元器件实际引脚外形区分开。
- 2. 一般元器件封装单位分为公制和英制两种，读取封装命名时要注意区分。

四、任务实施3——手工绘制常用电子元器件封装

1. 任务派发

填写学习工作任务单，如表 1-3 所示。

表 1-3 电子元器件封装测量工作任务单

学习工作任务单			
单号： 1—03 任务名称： 电子元器件封装测量 开单人： _____			
开单时间： _____ 年 _____ 月 _____ 日 _____ 时 _____ 分 接单人： _____ 班 _____ 小组			
该栏由教师或管理人员填写 签名： _____			
以下由接单人填写			
任务名称		完成学时	4 学时
任务要求	1. 认真学习“相关知识”栏目的内容； 2. 会使用游标卡尺； 3. 会测量简单电子元器件，能进行复杂元器件测量； 4. 会根据元器件测量数据绘制元器件封装图		
工作地点		工作接收	签名： _____
开始时间			年 月 日

2. 前期工作

(1) 插件电子元器件若干、SMD 电子元器件若干。

(2) 准备相关绘图工具。

学生工具准备：三角尺、圆规、绘图橡皮擦、绘图铅笔。

教师工具准备：游标卡尺，如图 1-35 所示。

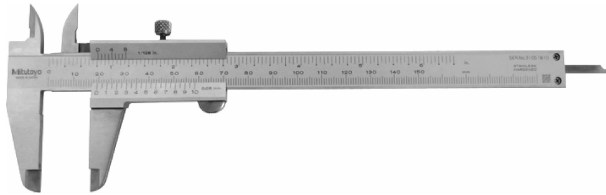


图 1-35 游标卡尺

特别提示

游标卡尺是一种常用的量具，具有结构简单、使用方便、精度中等和测量的尺寸范围大等特点，可以用它来测量电子元器件的外径、内径、长度、宽度、厚度、焊盘深度、焊盘内外径和引脚孔距等，是 PCB 设计中重要的辅助工具。

3. 操作流程

示例：利用游标卡尺测量图 1-36 中的元器件。将相关数值填入表 1-4 中，并在表格对应框中按比例绘制该元器件封装图形。

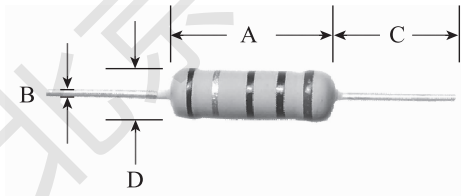


图 1-36 电阻外形尺寸

表 1-4 电阻外形尺寸及封装

测量对象	实际测量尺寸	拟给定封装尺寸	实际封装图形（焊盘间距设定为 400mil）
A（元器件轮廓长）	11.5mm(450mil)	11.5mm（450mil）	
B（元器件引脚直径）	0.6mm（24mil）	焊盘内径为 0.85mm（34mil） 焊盘外径为 1.4mm（55mil）	
C（元器件引脚长度）	20mm（800mil）	电阻需折弯整形后安装，实际保留尺寸为 2.5mm（100mil）左右	
D（元器件轮廓宽）	4.3mm（170mil）	4.3mm（170mil）	封装命名：RES-0.4

特别提示

- 1. 焊盘内径设计时应大于实际元器件引脚尺寸，如过小或相等，制作出来的PCB 会出现引脚无法插入焊盘的情况。
- 2. 焊盘外径设计时，应根据元器件的引脚尺寸及元器件散热需要进行考量，原则上发热量大的元器件焊盘外径设计的尽量大一些。
- 3. 电阻封装命名为 RES-0.4，其中，RES 表示该封装是为电阻设计的，0.4 表示该元器件焊盘引脚间隔为 0.4 英寸（400mil）。其他如设计二极管封装，引脚间隔为 0.5 英寸，可以命名为 DIODE-0.4，这种命名方式可以方便封装的查找和管理。
- 4. 切记：封装是元器件经适当整形后安装在 PCB 线路板上的位置尺寸图形上位置图形，同一种封装可以适用于不同的元器件。

（1）利用游标卡尺测量图 1-37 中的元器件，并参照图 1-36 进行标注。将相关数值填入表 1-5 中，并在表格对应框中按比例绘制该元器件封装图形。

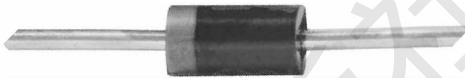


图 1-37 二极管外形尺寸

表 1-5 二极管外形尺寸及封装

测量对象	实际测量尺寸	拟给定封装尺寸	实际封装图形（焊盘间距设定为_____mil）
			封装命名：

说明：封装图形绘制时可按比例放大，但必须标注比例尺寸；测量尺寸标注可使用英制或公制单位。

（2）利用游标卡尺测量图 1-38 中的元器件，并参照图 1-36 进行标注。将相关数值填入表 1-6 中，并在表格对应框中按比例绘制该元器件封装图形。

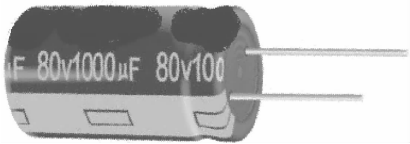


图 1-38 铝电解电容外形尺寸

表 1-6 铝电解电容外形尺寸及封装

测量对象	实际测量尺寸	拟给定封装尺寸	实际封装图形（焊盘间距设定为_____mil）
			封装命名：

说明：铝电解电容可选用不同参数的电解电容元器件；测量尺寸标注可使用英制或公制单位，注意单位换算。

（3）利用游标卡尺测量图 1-39 中的元器件，并参照图 1-36 进行标注。将相关数值填入表 1-7 中，并在表格对应框中按比例绘制该元器件封装图形。



图 1-39 三极管外形尺寸

表 1-7 三极管外形尺寸及封装

测量对象	实际测量尺寸	拟给定封装尺寸	实际封装图形（焊盘间距设定为_____mil）
			封装命名：

说明：封装图形绘制时可按比例放大，但必须标注比例尺寸；测量尺寸标注可使用英制或公制单位。

（4）利用游标卡尺测量图 1-40 中的元器件，并参照图 1-36 进行标注。将相关数值填入表 1-8 中，并在表格对应框中按比例绘制该元器件封装图形。

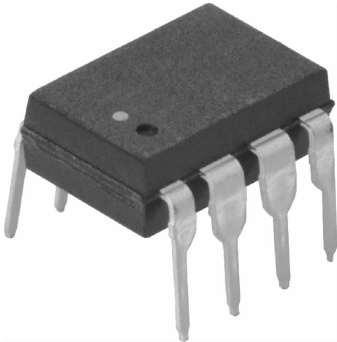


图 1-40 NE555 外形尺寸

表 1-8 NE555 外形尺寸及封装

测量对象	实际测量尺寸	拟给定封装尺寸	实际封装图形（焊盘间距设定为_____mil）
			封装命名：

说明：封装图形绘制时可按比例放大，但必须标注比例尺寸；测量尺寸标注可使用英制或公制单位。

（5）利用游标卡尺测量图 1-41 中的元器件，并参照图 1-36 进行标注。将相关数值填入表 1-9 中，并在表格对应框中按比例绘制该元器件封装图形。

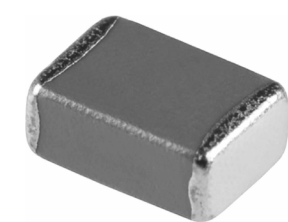


图 1-41 SMD 无极性电容外形尺寸

表 1-9 SMD 无极性电容外形尺寸及封装

测量对象	实际测量尺寸	拟给定封装尺寸	实际封装图形（焊盘间距设定为_____mil）
			封装命名：

说明：封装图形绘制时可按比例放大，但必须标注比例尺寸；测量尺寸标注可使用英制或公制单位。

任务评价 > >

表 1-10 元件符号、封装识别任务评价表

评价项目	评价要素	配分	评价分数		
			自评	互评	师评
职业素养 考核项目 35%	劳动保护穿戴整洁	5 分			
	安全意识、责任意识、服从意识	5 分			
	积极参加教学活动，按时完成教学任务	10 分			
	团队合作、与人交流能力	5 分			
	遵守劳动纪律	5 分			
	生产现场管理 6S 标准	5 分			
专业能力 考核项目 65%	元件符号、封装绘制（错一个扣 0.5 分）	40 分			
	会利用参考书籍、网络查找相关资料	10 分			
	元件图形绘制规范	5 分			
	工作效率（教师规定时间内完成不扣分）	10 分			
总 分					
总 评	自评(30%) + 互评(30%) + 师评(40%) =	综合评分	教师（签名）：		

特别提示

生产现场管理 6S 标准：

整理（SEIRI）、整顿（SEITON）、清扫（SEISO）、清洁（SEIKETSU）、素养（SHITSUKE）、安全（SECURITY）。

相关知识 >>

一、基本电子元器件符号识别

(1) 电阻类元器件图形符号，如图 1-42 所示。

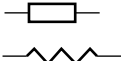
			
电阻 表示符号：R	可变电阻器 表示符号：VR、PR	滑动电阻器 表示符号：VR、PR	热敏电阻 表示符号：RT

图 1-42 电阻类元器件

(2) 电容类元器件图形符号，如图 1-43 所示。

			
无极性电容 表示符号：C	有极性电容 表示符号：C	有极性电容 表示符号：C	可调电容 表示符号：C

图 1-43 电容类元器件

(3) 电感类元器件图形符号，如图 1-44 所示。

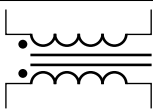
			
空芯电感 表示符号：L	带铁芯电感 表示符号：L	可变电感 表示符号：L	变压器 表示符号：T

图 1-44 电感类元器件

(4) 半导体类元器件图形符号，如图 1-45 ~ 图 1-48 所示。

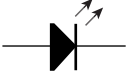
			
二极管 表示符号：D	稳压二极管 表示符号：D、DZ	变容二极管 表示符号：D	发光二极管 表示符号：LED

图 1-45 二极管类元器件

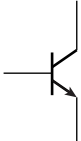
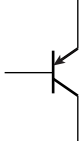
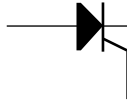
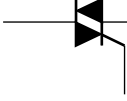
			
NPN型三极管 表示符号：Q、VT	PNP型三极管 表示符号：Q、VT	可控硅 表示符号：Q、SCR	双向可控硅 表示符号：Q

图 1-46 三极管、可控硅极管类元器件

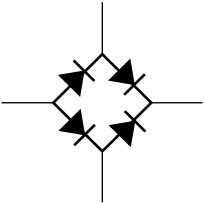
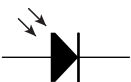
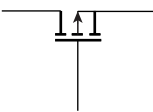
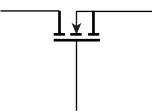
			
桥式整流二极管 表示符号: D	光敏二极管 表示符号: D	P沟道场效应管 表示符号: Q	N沟道场效应管 表示符号: Q

图 1-47 场效应管、整流桥类元器件

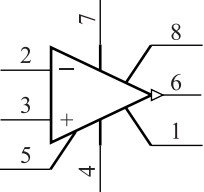
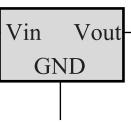
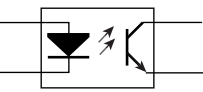
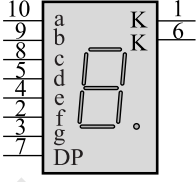
			
集成电路 表示符号: U	三端稳压管 表示符号: D、VR	光电耦合器 表示符号: N、IC	数码管 表示符号: DS

图 1-48 IC、数码管类元器件

(5) 电源、开关类元器件图形符号, 如图 1-49 ~ 图 1-51 所示。

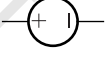
			
直流电源 表示符号: E、BAT	信号源 表示符号: V	电源 表示符号: V	信号接地 表示符号: GND

图 1-49 电源类元器件符号

			
直流正极性电源 表示符号: VCC	公共接地 表示符号: GND	交流电源 表示符号: AC	直流电源 表示符号: DC

图 1-50 电源类元器件符号

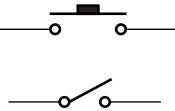
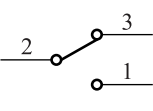
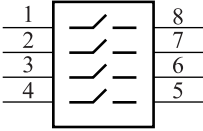
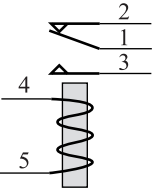
			
单开开关 表示符号: S、SW	双开开关 表示符号: S、SW	多开开关 表示符号: S、SW	继电器 表示符号: K

图 1-51 开关类元器件符号

(6) 其他元器件图形符号，如图 1-52 所示。

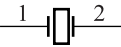
			
晶振 表示符号：X、Z	天线 表示符号：A、ANI	保险管 表示符号：F	话筒或麦克风 表示符号：Mic

图 1-52 其他元器件符号

二、基本电子元器件中英文名称对照

基本电子元器件中英文名称对照如表 1-11 所示。

表 1-11 电子元器件中英文对照表

序号	元器件名称	英文名称	英文简写	序号	元器件名称	英文名称	英文简写
1	电容器	Capacitor	C、CAP	10	开关元器件	Switch	SW
2	电阻	Resistor	R、RES	11	稳压器	Regulator	
3	二极管	Diode	D	12	扬声器	Loudspeaker	
4	发光二极管	LED	LED	13	话筒	Microphone	Mic
5	蜂鸣器	Buzzer	B	14	变压器	Transformer	T
6	继电器	Relay		15	电感	Inductor	L
7	热敏电阻	Thermistor	NTC	16	连接器	Connector	
8	保险丝	Fuse	F	17	三极管	Rriode	NPN、PNP
9	可变电阻	Potentiometer	RP	18	集成电路	Integrated Circuit	IC

三、常用通孔元器件外形封装识别

元器件的封装类型是指电子元器件的安装尺寸和外观形状的集合，它是 PCB 设计中元器件的重要属性之一。相同电子参数的元器件可能有不一样的封装形式。在 PCB 设计中，应根据产品性能要求给元器件赋予相适应的封装规格。

通孔直插式元器件封装简称 PTH（Plating Through Hole），是电子行业对通孔直插式元器件的统称。

1. 电阻外形尺寸及封装规格

如图 1-53 所示，该电阻封装规格为 AXIAL-0.4，定义为轴向封装，焊盘间距为 0.4 英寸（400mil）。

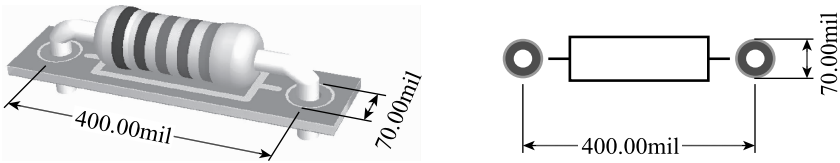


图 1-53 电阻外形尺寸、封装规格

2. 无极性电容外形尺寸及封装规格

如图 1-54 所示, 该电容封装规格为 RAD0.1, 定义为直插式电容封装, 焊盘间距为 0.1 英寸 (100mil)。

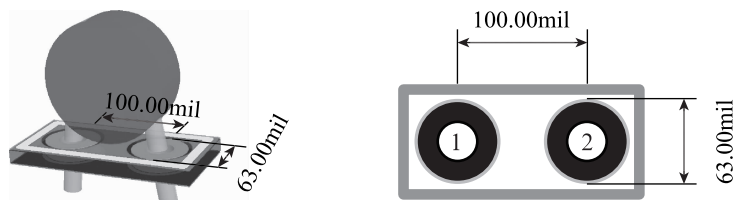


图 1-54 无极性电容外形尺寸、封装规格

3. 有极性电容外形尺寸及封装规格

如图 1-55 所示, 该电容封装规格为 CAPPR5-13×13, 定义为扁平的径向电容封装, 焊盘间距为 5mm, 13×13 表示扁平轮廓的矩形长、宽, 此处使用的计量单位为公制 mm。

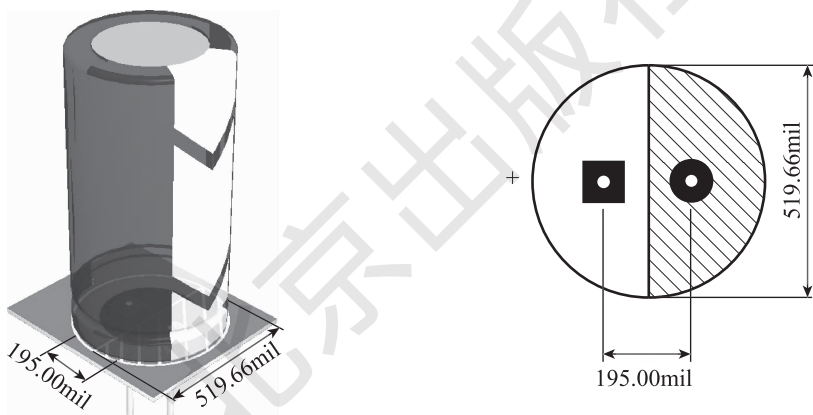


图 1-55 有极性电容外形尺寸、封装规格

4. 塑封型二极管外形尺寸及封装规格

如图 1-56 所示, 该塑封型二极管封装规格为自定义封装, 命名为 Diode-0.3。其中 Diode 为二极管英文名称, 0.3 代表焊盘间距为 0.3 英寸 (300mil)。

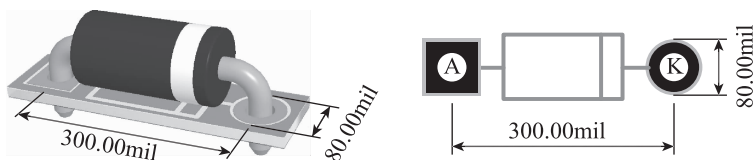


图 1-56 塑封型二极管外形尺寸、封装规格

5. 三端稳压器外形尺寸及封装规格

如图 1-57 所示, 该三端稳压器封装规格为 SFM-T3/A12V。

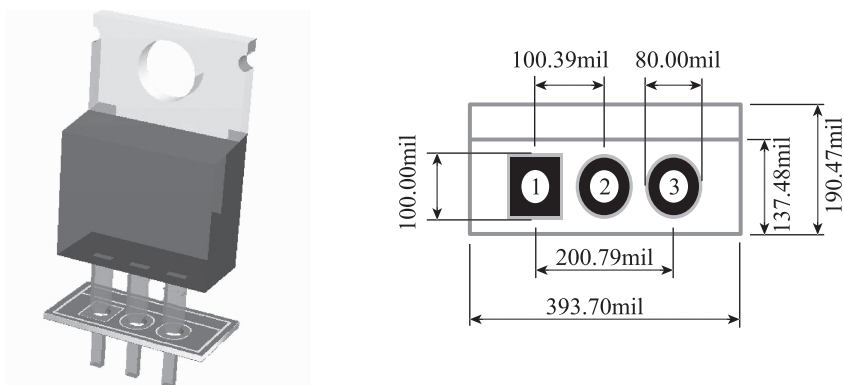


图 1-57 三端稳压器外形尺寸、封装规格

6. 集成电路外形尺寸及封装规格

如图 1-58 所示,该集成电路封装规格为 DIP-14,其中 DIP 是双列直插式封装技术的简称,也称为双入线封装。绝大多数中小规模集成电路均采用这种封装形式,其引脚数一般不超过 100 脚。DIP-14 中的数值 14 是指该集成电路的引脚数量。

一般在没有特殊说明的情况下,采用 DIP 封装技术的引脚焊盘中心点间距均为 100mil。

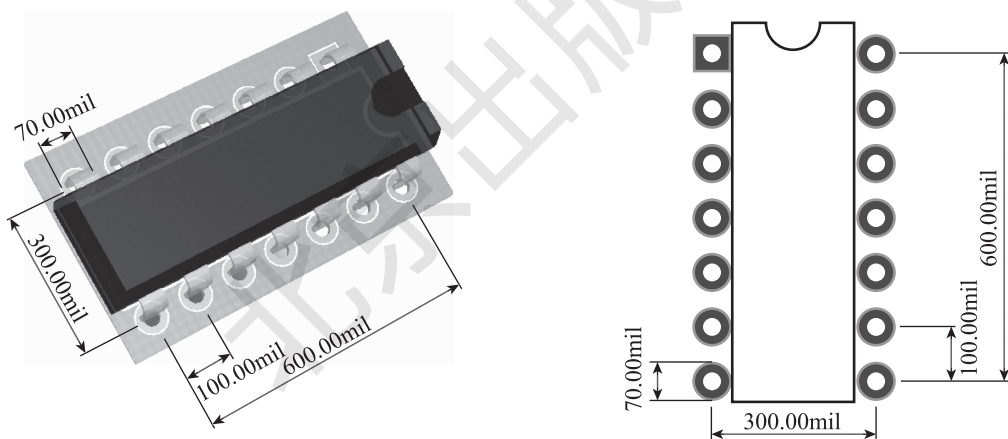


图 1-58 集成电路外形尺寸、封装规格

四、常用表贴（SMD）元器件基本定义

表面贴装元器件（SMD）是新一代的电子元器件,它将传统的电子元器件体积压缩到只有原尺寸的十几分之一。SMD 具有以下特点:

- (1) 尺寸小、重量轻,可进行高密度安装,可以实现电气设备小型化、轻量化、微型化。
- (2) 外形简单、结构牢固、性能可靠,由于紧贴在线路板（PCB）上安装,可抗击高强度震动冲击。
- (3) 尺寸和形状（封装）标准化,可以采用自动贴片机安装,适合大批量生产,

综合成本较低。

(4) 无引脚或短引脚，减少了寄生电容和电感影响，高频特性好，有利于提高设计电路频率范围。

(5) 表面贴装元器件（SMD）封装尺寸，如表 1-12 所示。

表 1-12 常用 SMD 封装尺寸换算表

公制封装代码	4832	3216	2012	1608	1005	0603
公制尺寸（mm）	（焊盘中心点间距）4.8/ （焊盘宽）3.2	3.2/1.6	2.0/1.2	1.6/0.8	1.0/0.5	0.6/0.3
英制封装代码	1812	1206	0805	0603	0402	0201
英制尺寸（mil）	（焊盘中心点间距）180/ （焊盘宽）120	120/60	80/50	60/30	40/20	24/12

特别提示

公制封装尺寸与英制封装尺寸有同名的，例如英制的 0603 表示该元器件尺寸为焊盘中心点间距 60mil、焊盘宽 30mil；对应的公制封装为 1608，表示该元器件尺寸为焊盘中心点间距约为 1.6mm、焊盘宽约为 0.8mm。而公制的 0603 表示该元器件尺寸为焊盘中心点间距 0.6mm、焊盘宽 0.3mm；转换成英制单位进行计算，该元器件尺寸为焊盘中心点间距约为 24mil、焊盘宽约为 12mil，对应的英制封装定义为 0201。

(6) 常规贴片电阻、电容类元器件封装定义如下：

- ①CC1005-0402：用于贴片电容，公制为 1005、英制为 0402 的封装；
- ②CC1310-0504：用于贴片电容，公制为 1310、英制为 0504 的封装；
- ③CC1608-0603：用于贴片电容，公制为 1608、英制为 0603 的封装；
- ④CR1608-0603：用于贴片电阻，公制为 1608、英制为 0603 的封装，与 CC1608-0603 尺寸是一样的，只是方便识别。

五、常用表贴（SMD）元器件外形封装识别

不同的 SMD 电子元器件具有不同的外形特征，以下几种为常见电子元器件 SMD 封装。

(1) 表面贴装电阻外形尺寸及封装规格，如图 1-59 所示。

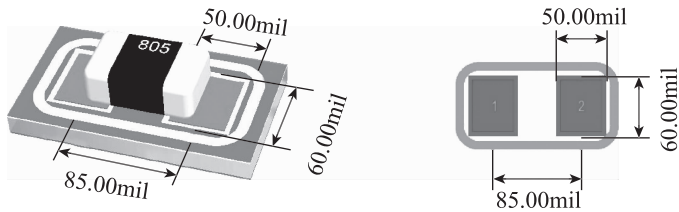


图 1-59 贴片电阻外形尺寸、封装规格

该电阻封装规格为 CR2012-0805，用于贴片电阻，2012 为公制封装规格，0805 为英制封装规格，表示该元器件尺寸焊盘中心点间距 2mm、焊盘宽 1.2mm（公制）或焊

盘中心点间距 80mil、焊盘宽 50mil（英制），0805、0603 顶部封装尺寸示意图如图 1-60 所示。仔细观察发现，元器件定义封装与实际测量尺寸有一定误差，这是允许存在的。贴片电阻最常见的两类封装分别为 0805、0603。

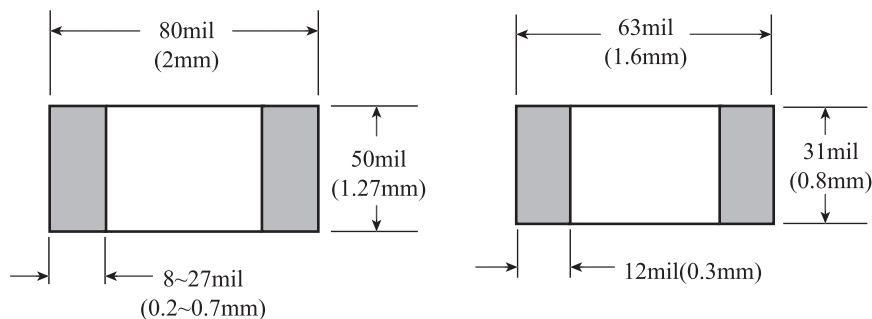


图 1-60 0805、0603 顶部封装尺寸示意图

(2) 表面贴装电容外形尺寸及封装规格，如图 1-61 所示。

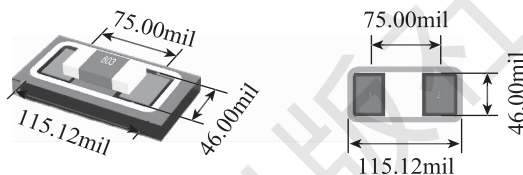


图 1-61 贴片电容外形尺寸、封装规格

该电容封装规格为 CC2012-0805，用于贴片无极性电容，2012 为公制封装规格，0805 为英制封装规格，表示该元器件焊盘中心点间距 2mm、焊盘宽 1.2mm（公制）或焊盘中心点间距 80mil、焊盘宽 50mil（英制）。同样，贴片电容定义封装与实际测量尺寸也存在一定的误差。

无极性贴片电容最常见的两类封装分别为 0805、0603，0805、0603 顶部封装尺寸示意图如图 1-60 所示。

(3) 表面贴装极性电容外形尺寸及封装规格，如图 1-62 所示。

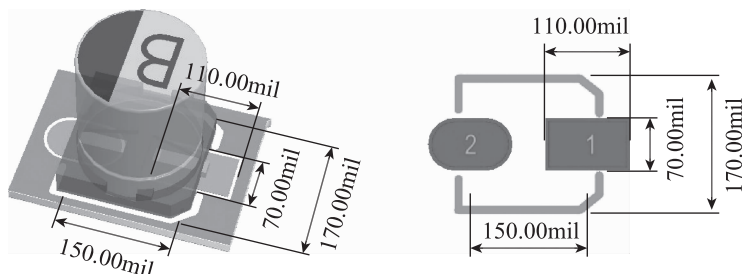


图 1-62 贴片有极性电容外形尺寸、封装规格

表面贴装极性电容又称电解电容，多指铝电解电容。但铝电解电容温度稳定性和精度不高，而贴片元器件紧贴线路板，受温度影响较大，所以，贴片有极性电容一般采用钽电容，根据其耐压和封装的不同，有多种封装形式，这里主要介绍 A、B、C、

D、E、V 六个系列，具体封装尺寸参数如表 1-13 所示。

表 1-13 表面贴装钽电容封装规格

封装代码	封装规格	L (长)	W (宽)	H (高)	误差	备注
A	3216—18	3.20	1.6	1.6	±0.2	
B	3528—21	3.5	2.8	1.9	±0.2	
C	6032—28	6.0	3.2	2.6	±0.2	
D	7343—31	7.3	4.3	2.9	±0.2	
E	7343—43	7.3	4.3	4.1	±0.2	标示有斜角为正极
V	7361—38	7.3	6.1	3.45	±0.2	

备注：封装规格使用单位为公制，计量单位为 mm。

(4) 常用表面贴装二极管外形尺寸及封装规格，如图 1-63 所示。

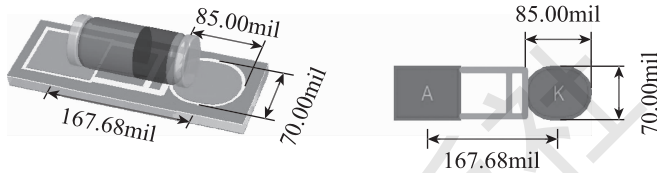


图 1-63 贴片二极管外形尺寸、封装规格

该贴片二极管封装规格为 LL-41，1N4148、1N4448 类二极管常用封装一般为 LL-41、LL-34，顶部封装尺寸示意图如图 1-64 所示，详细尺寸如表 1-14 所示。

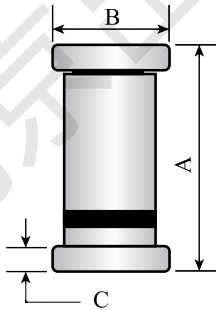


图 1-64 顶部封装尺寸示意图

表 1-14 LL-41、LL-34 封装尺寸规格

封装规格	LL-34		LL-41	
尺寸范围 编号	min	max	min	max
A	3.302mm	3.505mm	4.8mm	5.2mm
B	1.397mm	1.499mm	2.39mm	2.66mm
C	0.35mm	0.5mm	0.41mm	0.55mm

(5) 常用表面贴装二极管外形尺寸及封装规格，如图 1-65 所示。

该贴片二极管封装规格为 SMA，为 1N4001 ~ 1N4007 类二极管常用封装，该类封装类型还包括 SMB、SMC、SOD-123、SOD-323、SOD-523 等。

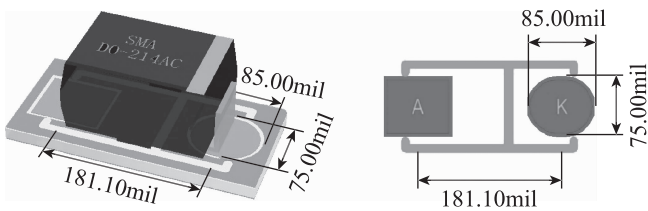


图 1-65 贴片二极管外形尺寸、封装规格

SMA、SMB、SMC 封装尺寸示意图如图 1-66 所示。

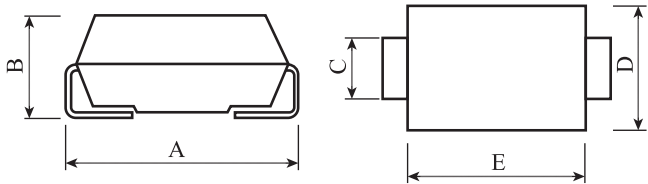


图 1-66 SMA、SMB、SMC 封装尺寸示意图

SMA、SMB、SMC 详细封装尺寸规格如表 1-15 所示。

表 1-15 SMA、SMB、SMC 封装尺寸规格

封装规格	SMA		SMB		SMC	
尺寸范围 编号	min	max	min	max	min	max
A	4.93mm (194mil)	5.28mm (208mil)	5.21mm (205mil)	5.59mm (220mil)	7.75mm (305mil)	8.13mm (320mil)
B	1.98mm (78mil)	2.29mm (90mil)	2.13mm (84mil)	2.44mm (96mil)	2.06mm (79mil)	2.63mm (103mil)
C	1.25mm (49mil)	1.68mm (65mil)	1.95mm (77mil)	2.20mm (86mil)	2.90mm (114mil)	3.20mm (126mil)
D	____mm (100mil)	____mm (110mil)	____mm (130mil)	____mm (155mil)	____mm 220mil	____mm (245mil)
E	3.99mm (157mil)	4.50mm (177mil)	4.06mm (160mil)	4.57mm (180mil)	6.60mm (260mil)	7.11mm (280mil)

注：请在表格中下画线处填入相应数值，保留小数点后两位。

表贴二极管封装 SOD-123、SOD-323、SOD-523 结构图如图 1-67 所示。

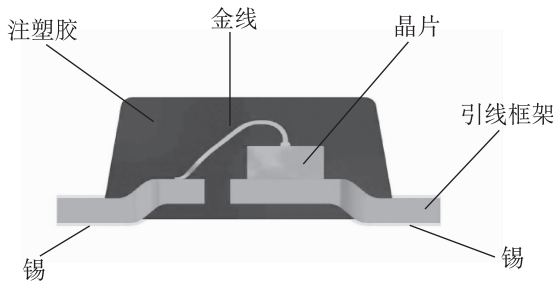


图 1-67 SOD-123/323/523 结构图

表贴二极管封装 SOD - 123、SOD - 323、SOD - 523 顶部封装尺寸示意图如图 1 - 68 所示。

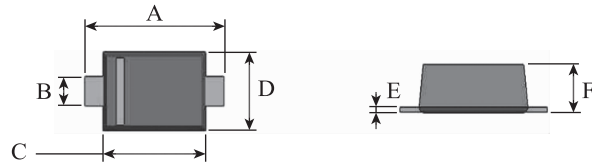


图 1 - 68 SOD - 123/323/523 顶部封装尺寸示意图

SOD - 123、SOD - 323、SOD - 523 详细封装尺寸规格如表 1 - 16 所示。

表 1 - 16 SOD - 123、SOD - 323、SOD - 523 封装尺寸规格

封装规格	SOD - 123		SOD - 323		SOD - 523	
尺寸范围 编号	min	max	min	max	min	max
A	3.30mm (130mil)	3.70mm (mil)	2.30mm (mil)	2.70mm (mil)	1.50mm (mil)	1.70mm (mil)
B	0.50mm	0.70mm	0.25mm	0.40mm	0.25mm	0.35mm
C	2.50mm	2.70mm	1.60mm	1.80mm	1.10mm	1.30mm
D	1.50mm	1.70mm	1.15mm	1.35mm	0.70mm	0.90mm
E	0.05mm	0.20mm	0.05mm	0.25mm	—	0.20mm
F	0.80mm	1.0mm	0.80mm	1.0mm	0.50mm	0.70mm

注：请在表格中括号内填入相应数值，数值取整。

(6) 表面贴装三极管外形尺寸及封装规格，如图 1 - 69 所示。

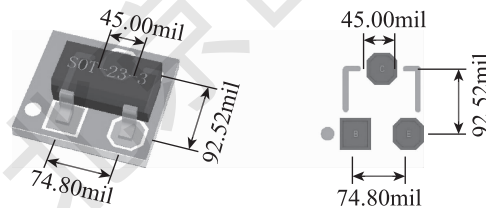


图 1 - 69 表面贴装三极管外形尺寸、封装规格

该三极管封装规格为 SO - G3/C2.5，用于贴片三极管、可控硅等元器件。

(7) 表面贴装集成电路外形尺寸及封装规格，如图 1 - 70 所示。

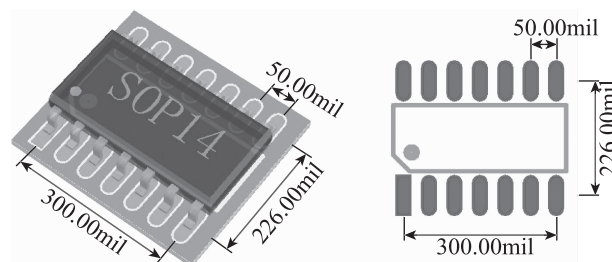


图 1 - 70 表面贴装集成电路外形尺寸、封装规格

该集成电路封装规格为 SOP14，用于贴片 14 脚同尺寸规格元器件，如排阻、集成电路等。

任务 2

Protel DXP 软件基本操作

任务描述 > >

Protel DXP 是一种电路设计工具软件，主要用于电路设计、PCB 制作及电路仿真。对于刚接触该软件的用户来说，了解 Protel DXP 的基本操作界面、文档组织结构以及参数设定是初学者探索该软件的第一步。Protel DXP 是采用类似 Windows XP 风格的操作界面，可以让初学者较快地适应其操作方法，同时，Protel DXP 软件将文件项目管理、原理图设计与 PCB 设计同步技术、自动布线以及电路仿真结合在一起，为电路设计者提供了强大的技术支持。

任务目标 > >

1. 会设置中、英文操作环境；
2. 会操作 Protel DXP 基本菜单功能；
3. 会使用 Protel DXP 快捷组合键；
4. 会进行基本元件库的安装、删除管理；
5. 能进行 Protel DXP 项目文件管理；
6. 会基本元件调用。

任务分析 > >

要使用 Protel DXP 软件，了解其基本操作菜单功能是学习的重点。

通过工作面板菜单的操作，初学者可以方便地实现打开、浏览、访问和编辑文件等各种功能。Protel DXP 软件引入了设计项目或文档的概念，通过对项目文件的管理，可以将原理图、PCB 等文件有效地关联在一起。同时，Protel DXP 软件具有强大的元件库系统，并采用了集成式的元件，每一个元件包含了元件符号（Symbol）、元件封装（Footprint）、SPICE 仿真用元件模型、SI 信号分析用元件模型。

任务实施 > >

一、任务准备

机房上机。计算机配置要求：Windows XP 或 Windows 7 操作系统；3GHz 奔腾处理器或同性能处理器；2GB 硬盘空间；32 位彩色、1280 × 1024 分辨率显示设备；64M 图形卡；预装 Protel DXP 2004 软件。

二、任务实施 1—— Protel DXP 基本菜单使用

1. 任务派发

填写学习工作任务单，如表 1-17 所示。

表 1-17 Protel DXP 基本菜单使用工作任务单

学习工作任务单			
单号: 1-04 任务名称: Protel DXP 基本菜单使用 开单人: _____			
开单时间: _____年____月____日____时____分 接单人: _____班____小组			
该栏由教师或管理人员填写 签名: _____			
以下由接单人填写			
任务名称		完成学时	4 学时
任务要求	1. 认真学习“相关知识”栏目的内容; 2. 会对 Protel DXP 软件进行中、英文界面转换; 3. 能进行项目文件建立管理以及文件的创建保存; 4. 会使用 Protel DXP 基本菜单功能		
工作地点		工作接收	签名: _____
开始时间			年 月 日

2. 前期工作

- (1) 熟悉 Windows 操作系统界面，掌握 Protel DXP 启动、关闭方法。
- (2) 仔细阅读“相关知识”栏目的内容，了解 Protel DXP 软件菜单基本操作方法。

3. 操作流程

Protel DXP 基本菜单操作练习，请上机并按照表格中的要求进行操作，完成表 1-18 的填写。

表 1-18 Protel DXP2004 菜单操作练习

步骤	任务要求	操作提示	完成请打√
1	将 Protel DXP 软件转换为中文界面		
2	将 Protel DXP 软件转换为英文界面		
3	取消显示启动屏幕、显示产品闪屏	点击菜单: DXP⇒优先设定⇒DXP System⇒General⇒闪屏（修改参数）	
4	在计算机 D 盘创建工作文件夹并更名	文件夹取名一般为班级 + 姓名，如 2015 张三	
5	设定系统自动保存位置为新建工作文件夹，自动保存时间为 15min	点击菜单: DXP⇒优先设定⇒DXP System⇒Backup⇒修改参数	
6	将 Projects 工作面板锁定在界面左边栏，并设定为自动收起状态	如果 Projects 工作面板被关闭、消失，请在工作界面右下角点击菜单: System⇒Projects	

续表

步骤	任务要求	操作提示	完成请打√
7	在 Protel DXP 中创建一个 PCB 项目并保存到工作文件夹中	(1) 点击菜单: 文件⇒创建⇒项目⇒PCB 项目; (2) 系统默认项目文件名为 PCB_Project1. PrjPCB; (3) 点击菜单: 文件⇒保存	
8	在新建的项目中创建原理图文件并保存到工作文件夹中	(1) 点击菜单: 文件⇒创建⇒原理图或将鼠标移动到 PCB_Project1. PrjPCB 文件位置, 点击鼠标右键⇒追加新文件到项目中⇒Schematic; (2) 系统默认原理图文件名为 Sheet1. Schdoc; (3) 点击菜单: 文件⇒保存	
9	在新建的项目中创建 PCB 文件并保存到工作文件夹中	(1) 点击菜单: 文件⇒创建⇒PCB 文件; (2) 系统默认 PCB 文件名为 PCB1. Pcbdoc; (3) 点击菜单: 文件⇒保存	
10	将刚建立的原理图文件、PCB 文件从项目文件中删除	删除后的文件会移动到项目文件目录外, 并不会消失, 还保存在原来的位置, 只表示被删除的文件不再由该项目进行管理	
11	将刚删除的原理图文件、PCB 文件重新添加到项目文件中	鼠标移动到 PCB_Project1. PrjPCB 文件位置, 点击鼠标右键⇒追加已有文件到项目中	
12	将项目文件更名为“整流电源. PrjPCB”	鼠标移动到 PCB_Project1. PrjPCB 文件位置, 点击鼠标右键⇒另存项目为...	
13	将原理图文件更名为“电源原理图. Schdoc”	鼠标移动到 Sheet1. Schdoc 文件位置, 点击鼠标右键⇒另存为 (A) ...	
14	将 PCB 文件更名为“电源 PCB. Pcbdoc”	鼠标移动到 PCB1. Pcbdoc 文件位置, 点击鼠标右键⇒另存为 (A) ...	
15	将工作文件夹中的 PCB_Project1. PCB、Sheet1. Schdoc、PCB1. Pcbdoc 文件删除		
16	保存文件后退出 Protel DXP 软件	请打开工作文件夹, 核对此时该文件夹中应包含有: 整流电源. PrjPCB、电源原理图. Schdoc、电源 PCB. Pcbdoc 三个文件以及一个命名为 History 的文件夹	

特别提示

Protel DXP 2004 的集成开发环境提供了丰富的组合键 (快捷键), 不同的编辑界面有不同内容的组合键, 本次任务中可以使用的组合键有: Ctrl + S (保存当前文件); Ctrl + O (打开已存在文件); Ctrl + F4 (关闭当前文件); Alt + F4 (退出 Protel DXP 2004 软件)。请尽量使用组合键进行操作, 有利于提高工作效率, 更快地熟悉 Protel DXP 2004 操作环境。

三、任务实施 2—— Protel DXP 元件库管理使用

1. 任务派发

填写学习工作任务单，如表 1-19 所示。

表 1-19 Protel DXP 元件库管理使用工作任务单

学习工作任务单			
单号: 1—05 任务名称: Protel DXP 元件库管理使用 开单人: _____			
开单时间: _____年____月____日____时____分 接单人: _____班____小组			
该栏由教师或管理人员填写 签名: _____			
以下由接单人填写			
任务名称		完成学时	4 学时
任务要求	1. 认真学习“相关知识”栏目的内容; 2. 知道 Protel DXP 软件中元件库安装位置; 3. 会元件库的添加、删除操作; 4. 会使用 Miscellaneous Devices. IntLib (常用元件库)、Miscellaneous Connectors. IntLib (常用接口库) 常用库; 5. 会对简单电子元器件进行调用、放置; 6. 知道元件的查找搜索、添加功能		
工作地点		工作接收	签名: _____
开始时间			年 月 日

2. 前期工作

- (1) 仔细阅读“相关知识”栏目的内容，了解 Protel DXP 软件元件库相关知识；
- (2) 查阅相关资料，了解常规电子元器件命名方法；
- (3) 查阅相关资料，了解常规电子元器件分类知识。

3. 操作流程

Protel DXP 元件库管理使用练习，请上机并按照表格中的要求进行操作，完成表 1-20 的填写。

表 1-20 Protel DXP 2004 元件库管理使用

步骤	任务要求	操作提示	完成请打√
1	在计算机 D 盘创建工作文件夹，并命名为班级 + 姓名	如在 D 盘有相同名文件请更名或删除	
2	在 Protel DXP 中创建一个 PCB 项目并保存到工作文件夹中	(1) 点击菜单：文件⇒创建⇒项目⇒PCB 项目； (2) 项目文件命名为“元件库练习.PrjPCB”	
3	在新建的项目中创建原理图文件并保存到工作文件夹中	(1) 点击菜单：文件⇒创建⇒原理图； (2) 原理图文件命名为“元件库练习.Schdoc”	

续表

步骤	任务要求	操作提示	完成请打√
4	将已加载元件库清空	点击菜单：DXP⇒优先设定⇒DXP System⇒Installed Libraries⇒删除所有已加载元件库	
5	打开工作面板右边栏“元件库”标签，确认“元件库”工作栏中已无任何元件	如果右边栏“元件库”标签被关闭或消失，请在工作界面右下角点击菜单：System⇒“元件库”找回	
6	重新加载常用元件库 Miscellaneous Devices. IntLib（常用电子元器件库）、Miscellaneous Connectors. IntLib（常用电路接口库）	（1）点击：右边栏“元件库”标签⇒元件库⇒安装⇒计算机（我的电脑）⇒本地磁盘 C：⇒Program Files⇒Altium2004⇒Library⇒选中 Miscellaneous Devices. IntLib、Miscellaneous Connectors. IntLib 两个文件（在 Library 文件夹中最后位置）； （2）点击菜单：DXP⇒优先设定⇒DXP System⇒Installed Libraries... 进行操作，与上面的结果一致	
7	在 Miscellaneous Devices. IntLib 库中查找元器件“1N4007”	点击：右边栏“元件库”标签⇒确认正在使用 Miscellaneous Devices. IntLib 库⇒屏蔽栏输入“* 1N4007”⇒查看结果	
8	放置元器件“1N4007”	点击：右边栏“元件库”标签⇒Place 1N4007⇒移动鼠标至原理图合适位置⇒点击鼠标左键⇒放置成功（同一元件可连续放置，直到点击鼠标右键结束）	
9	请依次将元器件 Res1、Res2、Cap、Cap 2、Cap pol2、2N3906、1N4001、LED0、Speaker、SW - PB、Trans、Mic2、Inductor、Fuse 放置在原理图中	（1）利用屏蔽栏查找放置新元件时，注意将屏蔽栏中原有文字清空； （2）注意记录元件在元件库中的全称，方便今后查找，灵活应用“*”键（*表示未知参数）； （3）使用“空格键”可以将选中元件进行 90°翻转，使用“X”、“Y”键可以将选中元件左右或上下翻转。 注意：请关闭输入法	
10	保存文件后退出 Protel DXP 软件		

特别提示

1. Miscellaneous Devices. IntLib、Miscellaneous Connectors. IntLib 都是集成元件库，其中的每一个元件中均包含了该元件的原理图符号以及对应的 PCB 封装。
2. Miscellaneous Devices. IntLib 集成元件库中包含了一般常用的电子元器件。如三极管（NPN、PNP）、二极管、电阻、电容、变压器、电感等。
3. Miscellaneous Connectors. IntLib 集成元件库中包含了一般元件接口符号。

任务评价 >>

表 1-21 Protel DXP 2004 基本菜单学习任务评价表

评价项目	评价要素	配分	评价分数		
			自评	互评	师评
职业素养 考核项目 35%	劳动保护穿戴整洁	5 分			
	安全意识、责任意识、服从意识	5 分			
	积极参加教学活动，按时完成教学任务	10 分			
	团队合作、与人交流能力	5 分			
	遵守劳动纪律	5 分			
	生产现场管理 6S 标准	5 分			
专业能力 考核项目 65%	常用元器件查找（错一个扣 2 分）	20 分			
	接口元器件查找（错一个扣 2 分）	20 分			
	元件调用、摆放规范	5 分			
	文件夹、项目建立正确	10 分			
	工作效率（教师规定时间内完成不扣分）	10 分			
总 分					
总 评	自评(30%) + 互评(30%) + 师评(40%) =	综合评分	教师（签名）：		

相关知识 >>

一、Protel DXP 2004 中文操作环境设置

Protel DXP 2004 默认的操作界面是英文，Protel DXP 2004 SP4 版本提供了资源本地化的方法，我们可以通过本地语言设定显示翻译后的对话框和菜单。下面是具体的操作步骤：

(1) Protel DXP 软件的启动，双击桌面图标 DXP.exe 启动 Protel DXP 软件，如图 1-71 所示。进入 Protel DXP 工作界面，如图 1-72 所示。

(2) 选择左上角菜单：DXP⇒Preferences（优先设定）⇒Preferences 对话框，如图 1-73 所示。

(3) 单击菜单 DXP System⇒General⇒Localization 选项栏⇒勾选 Use localized resources 复选框，如图 1-74 所示。

(4) 自动弹出 Warning 对话框，如图 1-75 所示，要求重新启动软件设置才能生效，单击 OK 按钮，返回 Preferences 对话框。

(5) Localization 选项栏中，Display localized dialogs 表示显示翻译过的对话框，Display localized hints only 表示只显示翻译过的提示，Localized menus 表示显示翻译过的菜单。这里我们选择 Display localized dialogs 和 Localized menus，如图 1-74 所示。单击 OK 按钮，退出参数设置。



图 1-71 桌面 Protel DXP 2004 启动图标



图 1-72 Protel DXP 2004 工作界面

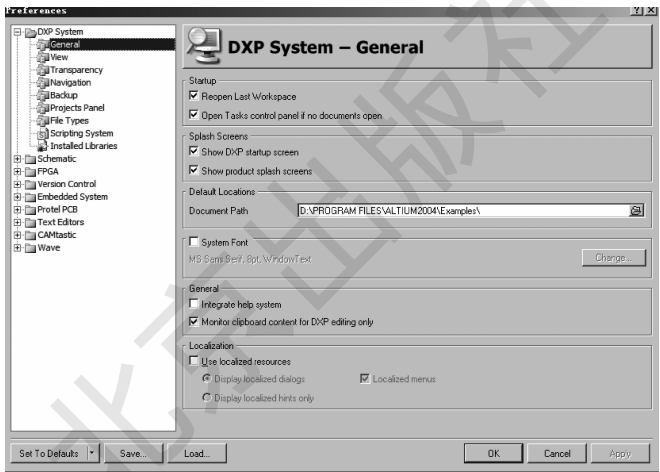


图 1-73 Preferences 对话框界面

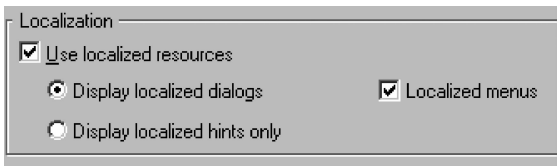


图 1-74 Localization 选项栏界面

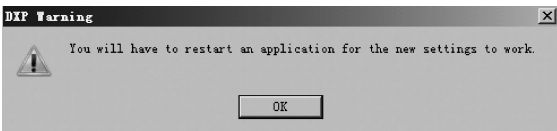


图 1-75 Warning 对话框界面

(6) 关闭 Protel DXP 2004 软件，重新启动 Protel DXP 2004。此时，可以看到工作界面已经变为中文操作界面，如图 1-76 所示。

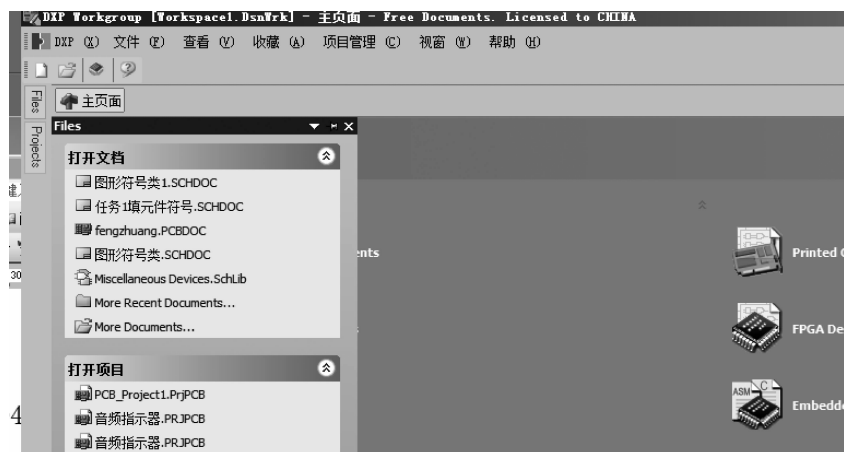


图 1-76 Protel DXP 2004 中文工作界面

二、Protel DXP 2004 工作面板功能介绍

Protel DXP 2004 工作面板上划分了不同的功能区,方便在进行电路设计时进行操作,如图 1-77 所示。

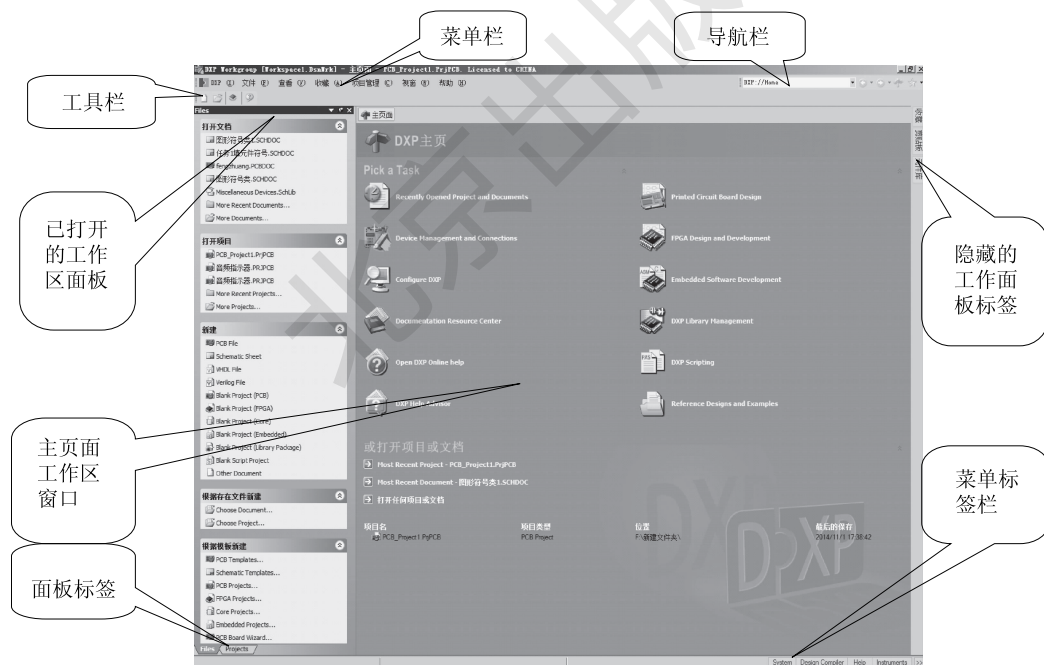


图 1-77 工作面板功能区域划分

三、Protel DXP 2004 基本菜单介绍

(1) “DXP” 菜单功能,如表 1-22 所示。“DXP” 菜单是 Protel DXP 2004 中比较特殊的一个菜单,它提供各项命令来管理整个软件的工作环境。

表 1-22 “DXP” 菜单功能

命令	功能
“用户自定义”	管理菜单栏和工具栏
“优先设定”	设置 Protel DXP 2004
“系统信息”	管理 Protel DXP 2004 EDA 服务器
“运行进程”	用于执行特定的服务进程
“使用许可”	管理当前用户的许可文件
“执行脚本”	执行特定的脚本

(2) “文件” 菜单功能，如表 1-23 所示。“文件” 菜单主要用于 Protel DXP 2004 的文件管理，包括工作区、工程项目与文件的打开、新建和保存等。

表 1-23 “文件” 菜单功能

命令	功能
“创建”	新建各种文档
“打开”	打开各种文档
“打开项目”	打开各种项目文件
“打开设计工作区”	打开设计工作区
“保存项目”	保存当前工程项目
“另存项目为”	另存当前工程项目
“保存设计工作区”	保存当前设计工作区
“另存设计工作区为”	另存当前设计工作区
“全部保存”	保存当前打开的所有文件
“智能生成 PDF”	将当前项目中的文档输出到 PDF 文件中
“99 SE 导入向导器”	用于导入 Protel 99 SE 中的设计文件
“最近使用的文档”	显示最近打开使用过的文档
“最近使用的项目”	显示最近打开使用过的工程项目
“最近使用的工作区”	显示最近打开使用过的设计工作区
“退出”	退出 Protel DXP 2004 工作环境

(3) “查看” 菜单功能，如表 1-24 所示。“查看” 菜单主要用于查看及显示/隐藏工具栏、工作区面板、状态栏和命令行等。

表 1-24 “查看” 菜单功能

命令	功能
“工具栏”	用于显示/隐藏各个工具栏
“工作区面板”	用于显示各个工作区面板
“桌面布局”	用于控制集成开发环境的窗口布局方式
“器件视图”	在 FPGA 系统设计中用于打开器件视图页面
“主页”	用于集成开发环境的设计主页
“状态栏”	用于显示/隐藏状态栏
“显示命令行”	用于显示/隐藏命令行

(4) “项目管理”菜单功能，如表 1-25 所示。“项目管理”菜单主要用于整个工程项目管理，包括添加已存在项目、新建项目、项目中文件调用和项目保存等。

表 1-25 “项目管理”菜单功能

命令	功能
“Compile”	编译选定项目
“显示不同点”	对照上层项目的设计层次比较当前文件
“追加已有文件到项目中”	追加已有文件到选定的项目中
“从项目中删除”	从项目中删除选定的文件
“追加已存在项目”	打开已存在项目
“追加新项目”	创建一个新项目
“打开项目中的文件”	打开项目中的指定文件
“版本控制”	确认各个版本
“档案”	将项目或工作区存档
“项目管理选项”	配置当前项目的选项

(5) “视窗”菜单功能，如表 1-26 所示。“视窗”菜单主要用于进行窗口的管理。

表 1-26 “视窗”菜单功能

命令	功能
“水平排列视窗”	水平排列全部视窗
“垂直排列视窗”	垂直排列全部视窗
“全部关闭”	关闭全部项目及文件

四、工程项目创建及相关文件管理

Protel DXP 2004 引入了工程项目的概念，所有的设计文件均以独立的文件格式保存，如表 1-27 所示。

表 1-27 文件格式

设计文档名称	扩展名
原理图	Schdoc
原理图元件库	Schlib
PCB 工程（项目）	PrjPCB
FPGA 工程（项目）	PrjFpg
PCB 图	Pcbdoc
集成元件库	IntLib
PCB 封装库	PcbLib
输出报表文件	Rep
设计工作区文件	DsnWrk

Protel DXP 2004 的文档结构框架包括设计工作区、工程项目和文档三部分。

工程项目是一个具体电路设计的主体框架，与该电路设计相关的文件等都是独立文档的形式保存的，例如具体电路设计产生的原理图文件、PCB 文件、各种报表等。工程项目的作用就是将这些文件组织在一起，只要打开该工程项目，便可以将项目下的所有相关文件打开。

如图 1-78 所示，这是一个典型的电路设计任务的文档结构。从图中可以看出一个设计工作区可以包含多个工程项目，而一个工程项目可以包含多个设计文件。

工程项目创建及相关文件管理步骤：

- (1) 在计算机 D 盘分区创建一个以班级 + 姓名命名的工作文件夹；
- (2) 打开 Protel DXP 2004，点击菜单：文件→创建→项目→PCB 项目，如图 1-79 所示。

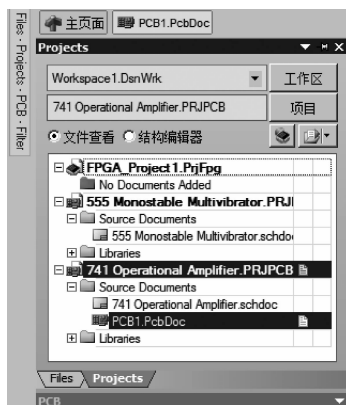


图 1-78 Protel DXP 文档结构示意图



图 1-79 PCB 工程项目创建

- (3) 将 PCB_ Project1. PrjPCB 保存到工作文件夹并更名为“项目 1”，如图 1-80 所示。



图 1-80 项目保存更名

(4) 点击菜单：文件→创建→原理图，系统在当前项目下新建了一个名为 Sheet1.SchDoc 的原理图文件，并在工作窗口中打开，如图 1-81 所示。

(5) 点击菜单：文件→创建→PCB，系统在当前项目下新建了一个名为 PCB1.PcbDoc 的 PCB 文件，并在工作窗口中打开，如图 1-82 所示。

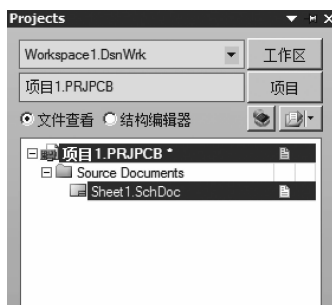


图 1-81 新建原理图文件

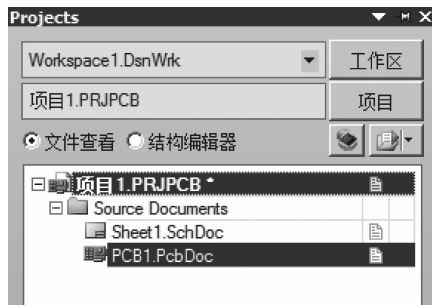


图 1-82 新建 PCB 文件

(6) 点击菜单：文件→创建→库→原理图库，系统在当前项目下新建了一个名为 SchLib1.SchLib 的原理图库文件，并在工作窗口中打开，如图 1-83 所示。

(7) 点击菜单：文件→创建→库→PCB 库，系统在当前项目下新建了一个名为 PcbLib1.PcbLib 的 PCB 库文件，并在工作窗口中打开，如图 1-84 所示。



图 1-83 新建原理图库文件



图 1-84 新建 PCB 库文件

(8) 点击菜单：文件→全部保存，即完成了一个电路设计工程项目的建立。

五、元件库管理

Protel DXP 2004 中引入了集成元件库的概念，集成元件库是指将原理图库文件和相应的 PCB 封装库、元件仿真模型、3D 模型集成到一起。这样在使用时，只要在元件库管理面板中单击元件名称，就会同时出现其原理图符号和 PCB 封装。使用集成元件库可以在放置元件原理图符号的同时完成元件 PCB 封装的指定，简化了电路设计过程。

1. 元件库删除

(1) 点击边栏标签：右边栏“元件库”标签⇒元件库，如图 1-85 所示。

(2) 打开“可用元件库”工作面板，选中想要删除的库文件，单击“删除”按钮，如图 1-86 所示。



图 1-85 “元件库”标签



图 1-86 元件库安装、删除管理面板

(3) 关闭“可用元件库”工作面板，查看元件库，所有元件已经消失，如图 1-87 所示。



图 1-87 没有库文件的元件库工作面板

2. 常用元件库添加

(1) 点击边栏标签：右边栏“元件库”标签⇒元件库⇒安装，如图 1-88 所示。



图 1-88 元件库安装目录选择

(2) 点击：计算机（我的电脑）⇒本地磁盘 C：（一般 DXP 默认安装在 C：盘）⇒Program Files⇒Altium2004⇒Library⇒选中 Miscellaneous Devices. IntLib（常用元器件库）、Miscellaneous Connectors. IntLib（常用接口库）两个文件（在 Library 文件夹中最后位置），如图 1-89 所示。



图 1-89 常用元件库、接口库文件位置

(3) 常用元件库添加完成，如图 1-90 所示。

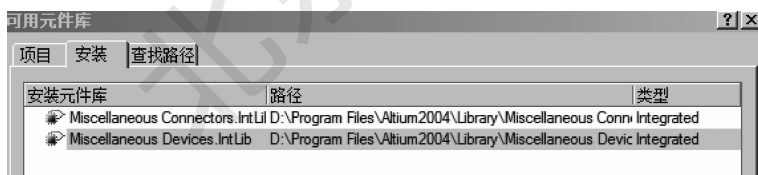


图 1-90 重新添加安装好的库文件

六、从元件库调用、放置元件

绘制原理图的第一步是放置元件，只有将需要放置的元件所在的元件库添加到可用元件库中，才能从元件库中查找到该元件，一般简单电路设计只需要用到 Miscellaneous Devices. IntLib（常用元件库）、Miscellaneous Connectors. IntLib（常用接口库）两个库文件。

1. 电阻调用、放置

(1) 点击：右边栏“元件库”标签⇒选择确认 Miscellaneous Devices. IntLib（常用元件库）⇒在屏蔽栏输入 Res2⇒选定电阻器件符号⇒点击 Place Res2（放置 Res2），如

图 1-91 所示。

(2) 移动鼠标将电阻符号移至原理图合适位置，通过点击“空格”键、“X”键或“Y”键可以调整元件摆放方向，点击鼠标左键放置元件，可连续放置同一元件，当点击鼠标右键时结束放置，如图 1-92 所示。

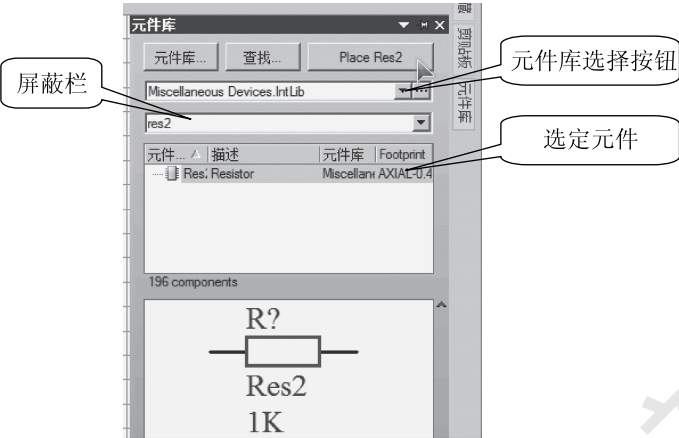


图 1-91 在 Miscellaneous Devices. IntLib 库中查找电阻

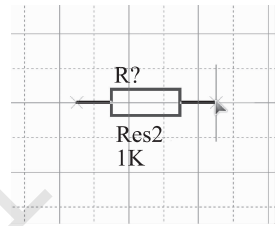


图 1-92 电阻移动及放置

2. 接口元件调用、放置

(1) 点击：右边栏“元件库”标签⇒选择确认 Miscellaneous Connectors. IntLib（常用接口库）⇒在屏蔽栏输入 Header 6⇒选定名为 Header 6 的接口符号⇒点击 Place Header 6（放置 Header 6），如图 1-93 所示。

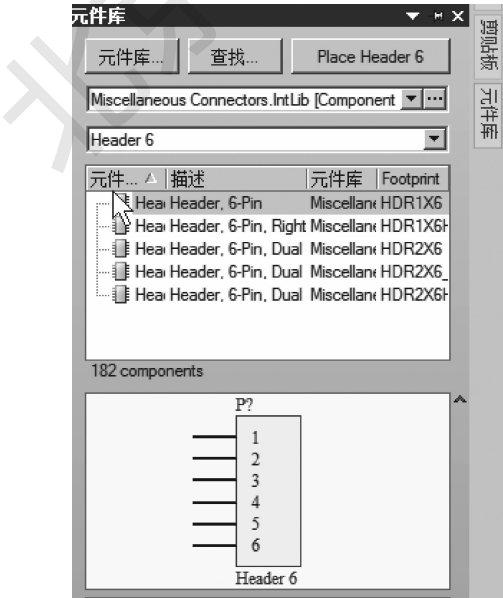


图 1-93 在 Miscellaneous Connectors. IntLib 库中查找接口

(2) 移动鼠标将接口符号移至原理图中合适位置。

单元小结

本单元系统地学习了基本电子元件符号、封装知识，了解了电路板设计软件 Protel DXP 2004 的基本菜单结构，掌握了工程项目文件的组织形式，为后面的原理图设计绘制打下了基础。本单元的学习结构导图，如图 1-94 所示。

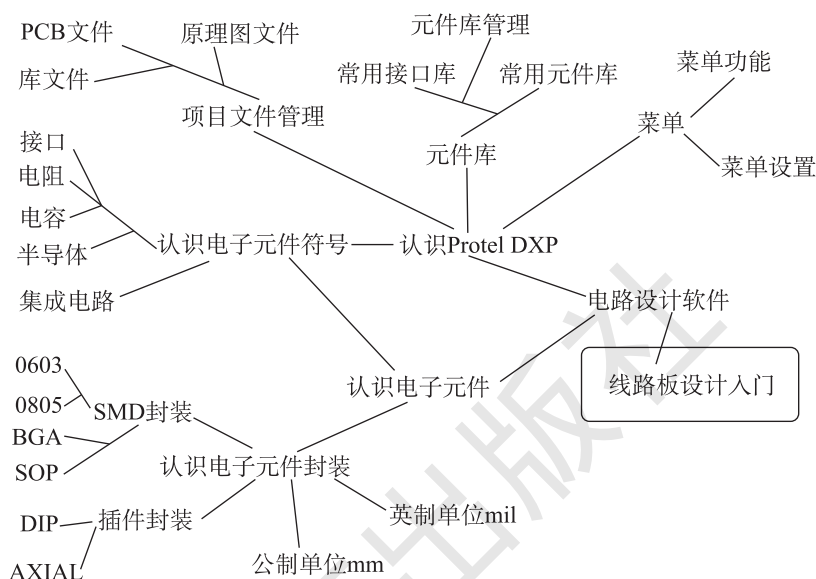


图 1-94 电路板设计入门学习结构导图

综合测试

一、填空题

- 500mil 换算成公制等于_____ cm。
- AXIAL-0.6 表示意义为_____。
- 常用元件库名称为_____，常用接口库名称为_____。
- 元件摆放时可以将元件上下翻转 180°的快捷键是_____。
- 项目管理菜单“Compile”的功能是_____。

二、选择题

- 已知一个瓷片电容的引脚间距为 300mil，适合的封装为（ ）。
A. AXIAL-0.3 B. DIODE-0.3 C. RAD-0.3 D. DIP-0.3
- 保存文件的快捷键是（ ）。
A. Ctrl+B B. Alt+A C. Ctrl+S D. Alt+B
- 复制对象的快捷键为（ ），粘贴对象的快捷键为（ ）。
A. Ctrl+B B. Alt+A C. Ctrl+V D. Ctrl+C

4. 原理图文件的扩展名是 ()。
- A. SchLib B. PrjPCB C. PcbDoc D. SchDoc
5. PCB 封装库文件的扩展名是 ()。
- A. PcbLib B. PrjPCB C. SchLib D. PcbDoc

三、简答题

1. 为什么说管理好工程项目文件是电路设计中的核心？
2. 简述元件符号与元件封装的区别。

四、操作题

熟悉 Protel DXP 2004 操作界面是进行电路设计制版的基础，请上机按照要求完成下列操作。

1. 在 Protel DXP 2004 中创建 PCB 项目“整流电源”并保存在计算机 D 盘工作文件夹“5V 电源”中。
2. 在“整流电源”项目中创建原理图“整流电源原理图”并保存。
3. 在“整流电源原理图”中依次放入图 1-95 中的元件，并将该元件在元件库中的系统默认名称记录在表 1-28 当中。

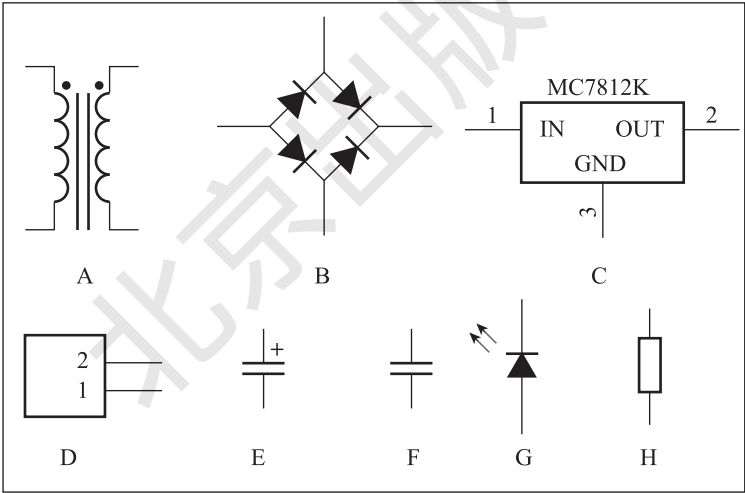


图 1-95 整流电源元件

表 1-28 整流电源电路元件库名称

编号	元件库名称	编号	元件库名称
A		E	
B		F	
C		G	
D		H	

4. 保存全部文件后退出 Protel DXP 2004。