



“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

中高职衔接电子技术专业系列教材

# 电路绘制（中职）： 电路板设计与制作

DIANLU HUIZHI (ZHONGZHI) :  
DIANLUBAN SHEJI YU ZHIZUO

龙海燕 左翠红◎主 编

航空工业出版社



“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

中高职衔接电子技术专业系列教材

# 电路绘制(中职): 电路板设计与制作

龙海燕 左翠红 主 编

航空工业出版社

北 京

## 内 容 简 介

本书是一本为适应中高职衔接的电子技术专业课程体系需求而编写的中职专业教材。全书共分7个部分,对接电子设备装接工、电子CAD国家职业资格标准的考证要求,以能激发学生兴趣的典型、真实的电子小产品为载体,分解Protel 99SE的操作命令到教学项目中,序化应用性知识体系,实现培养学生PCB设计能力的目的。

本书结构体系新颖,图文并茂,将“教、学、做、评、思”一体化教学模式融入教材,是中职学校电子技术应用专业和相关专业的教材,也可供相关领域的工程技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

电路绘制:电路板设计与制作:中职/龙海燕,  
左翠红主编.--北京:航空工业出版社,2015.1

中高职衔接电子技术专业系列教材

ISBN 978-7-5165-0385-0

I. ①电… II. ①龙… ②左… III. ①印刷电路—电  
路设计—中等专业学校—教材②印刷电路—制作—中等专  
业学校—教材 IV. ①TN41

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第294478号

电路绘制(中职):电路板设计与制作  
Dianlu Huizhi (Zhongzhi): Dianluban Sheji yu Zhizuo

航空工业出版社出版发行

(北京市朝阳区北苑2号院 100012)

发行部电话:010-84936597 010-84936343

北京地质印刷厂印刷

全国各地新华书店经售

2015年1月第1版

2015年1月第1次印刷

开本:787×1092 1/16

印张:15.75

字数:378千字

印数:1—3000

定价:35.00元

# 《中高职衔接电子技术专业系列教材》总编委会

## 主任委员：

刘洪国 中国电子科技集团公司人力资源部副主任

## 副主任委员：

周明 工业和信息化部电子行业职业技能鉴定指导中心副主任、教育部工业和信息化行业职业教育教学指导委员会委员

滕伟 工业和信息化部通信行业职业技能鉴定指导中心副主任、教育部工业和信息化行业职业教育教学指导委员会委员

刘鑫 中航出版传媒有限责任公司总经理、总编辑

## 执行总主编：

李学锋 国家级教学名师、国家级示范院校成都航空职业技术学院高等教育研究所所长、电子专业课程与国家职业标准对接课题组执行组长

曲克敏 高职信息类专业国际合作组织秘书长、教育部工业和信息化行业职业教育教学指导委员会委员、电子专业课程与国家职业标准对接课题组

## 委员：（按姓氏笔画排序）

王乃国 苏州工业园区工业技术学校校长

王高军 四川省射洪县职业中专学校校长

卢兵 南京工业职业技术学院副院长

史晋蕾 中航出版传媒有限责任公司图书副总编辑

刘波 江苏省泗阳中等专业学校校长

刘建超 成都航空职业技术学院副院长

李苏楠 中航出版传媒有限责任公司编辑部主任

吴建新 中山职业技术学院院长

张秀玲 威海职业学院副院长

张学库 宁波职业技术学院原副院长

张惠仪 四川省宜宾市职业技术学校副校长

周尊登 四川省仁寿县职业教育中心校长

俞宁 淮安信息职业技术学院副院长

姜义林 淄博职业学院副院长

徐兵 苏州信息职业技术学院副院长

黄小平 成都纺织高等专科学校副校长

# 《中高职衔接电子技术专业系列教材》总编委会办公室

主任：

李苏楠

成员：（按姓氏笔画排序）

王 程 冯士斌 任源博 刘 希 安玉彦 李东南 李光耀 李志伟  
李金梅 吴 敏 陈东晓 邵 箭 姚丽瑞 郭倩旒 郭震震

# 序

构建现代职业教育体系是我国职业教育发展的重要战略，现代职业教育体系建设一个重要的基础性标志就是中、高等职业教育衔接。本套中职电子技术应用专业衔接高职应用电子技术专业系列教材（以下简称系列教材）的开发，以教育部《关于推进中等和高等职业教育协调发展的指导意见》为指导思想，致力于中等职业教育与高等职业教育在课程、教材衔接上的创新探索与实践。

一、系列教材总体设计与中高职课程衔接创新。系列教材围绕国家示范院校改革创新成果、中德比较职业教育课程建设案例分析、国家职业资格认证三大主线，以促进中高职院校主动服务电子行业创新发展为根本出发点，以提高教学质量为目的，以“横对接，竖衔接”中高职衔接的创新理念梳理和贯通课程衔接的脉络，注重中等职业技能操作与高等职业技能技术应用的内在衔接，基于工作过程系统化开发工学结合、能力本位、系统化的“3+3”中高职衔接人才培养方案。

二、系列教材资源整合创新。体现在行业和企业专家、德国职业教育专家以及来自高职示范院校和中职示范学校教师的高度集合；富有建设性地把反映国家职业标准、中职专业课程教学大纲和高职专业教学标准、行业和企业相应职业生产标准和国际职教课程五个方面的元素进行了成功的资源整合。系列教材开发采用先进的“TTAA”工学结合的课程建设模式，在实现中高职系列教材衔接的同时，保持了中等职业教育教材、高等职业教育教材的独立性，各院校可根据自己的需求灵活选用。

三、系列教材结构创新。对接国家职业标准，基于电子专业中高职毕业生就业岗位群的职业能力的衔接、工作任务的衔接，用工作过程的动态结构把技能与知识紧密结合起来；基于职业成长规律序化职业能力，基于认知规律和工作程序化应用性知识，以完成任务的教学程序化知识体系，形成中职技能操作衔接高职技能技术应用的教学内容结构。

四、系列教材内容创新。对接电子信息产业，及时反映产业发展的新技术、新工艺以及新的管理模式；基于生产案例开发系列化的教学项目，开发具有关联性的、承载知识和技能的教学载体，实现了中高职课程内容的有机衔接；剖析和借鉴德国电气技术人员认证远程教育课程的教材体系，以其中合理部分作为拓展或引申性阅读材料。

五、系列教材形式创新。对接岗位职业能力，考虑学生实际情况，选择教学资源；将活动体验、生动形式与自主学习相结合，尝试以实训场景对话方式或借用游戏的形式等引导教学内容，减少文字堆砌，用新的构图形式引入学生的生活经验，调动自主

学习积极性;以可视化技术,再现实际工作情境,用行动导向的教学方法组织教学活动,并物化教学方法于教材中;采用讨论、活动、体验、小组工作等形式实现“学中做”和“做中学”,激发学生学习兴趣。

系列教材由中国电子科技集团、工业和信息化部电子行业职业技能鉴定指导中心、工业和信息化部通信行业职业技能鉴定指导中心、教育部工业和信息化职业教育教学指导委员会的专家以及职业教育专家联合组成中高职衔接电子技术专业系列教材总编委会,负责教材编写工作的全局性统领和审核。系列教材各分册主编为高职或中职业院校的教学专家,副主编是企业专家。

系列教材充分体现了职业教育新理念、新模式与新技术,能让学生更好地掌握知识、发展能力、发展智力和提高素质;也是教学过程令人耳目一新的剧本,可以引领教师更加主动地进行教学模式创新。相信这套历时三年,凝聚着众多编者心血的系列教材必定不会辜负“十二五”职业教育国家规划教材的殊荣,成为中、高职院校电子技术专业学生易学、想学、会学的得力帮手。

《中高职衔接电子技术专业系列教材》总编委会  
2014年11月

# 前 言

本教材是贯彻《教育部关于推进高等职业教育改革创新，引领职业教育科学发展的若干意见》（教职成〔2011〕12号）文件精神，根据中职学生“坐不住、好动”的特点，采取让学生在真实工作情境中“动手做”，在任务和工作过程中感悟和思考，实现知识与技能、过程与方法的统一而编写。

本教材编写特点：①整体化设计课程教学内容，以项目的工作过程序化知识体系。PCB设计是一个综合过程，本教材基于相关的电路知识、工艺知识和装配、焊接、调试知识，以激发学生兴趣的典型真实的电子小产品为载体，以完成项目的工作过程序化知识体系，设计符合要求的PCB图。②图文并茂、借用游戏的概念提高学生的学习兴趣。为了让学生易学、想学、会学，激发学生学习兴趣，用丰富的图片和游戏通关的概念，串联知识和任务。让学生在轻松愉快中收获知识，掌握技能。③教学内容对接国家职业标准。对接相应的国家职业标准，将国家职业标准中应知、应会的相关知识点和技能点分别融入教材的相关内容之中。④将职业综合能力和素质的培养贯穿于课程教学内容中。项目1的教学中引入“解决问题的方法——头脑风暴法和因果分析图（石川图）”，在各个教学内容中设计“小组讨论”、“头脑风暴法、因果分析图讨论”、“经验分享”等板块，通过合作学会交流与沟通，融入对学生职业素质和职业综合能力的培养。

本教材七个部分共六个训练项目，每个项目从开始到完成都是一个完整的设计过程。在每个过程中，每个重要环节均有详细的操作步骤。PCB设计时，针对不同的电路结合工程实践提出了优化布局、布线的一般方法。项目1“学习双电子闪光灯制作与绘制”是本书的第一个实例，对电路原理图绘制与PCB绘制流程进行了较详细介绍。项目2通过“学习LED心形闪光灯制作与绘制”，巩固电路设计的各个流程。项目3以5V稳压电源模块为载体，详细介绍了元器件库与封装的制作方法。项目4“学习立体声功放制作与绘制”，介绍布线规则的设置方法、步骤，模拟电路布局与布线的优化方法。项目5“基于51单片机数字电压表的制作与绘制”介绍了数模混合电路的设计要点。项目6“学习磁控闪光防盗报警器制作与绘制”介绍了磁性元件的布线规则。项目7简要介绍了双面PCB干膜工艺生产流程及业余条件下感光法制作PCB的方法。每个项目从开始到结束都是一个完整的设计过程。在这一过程中，既有软件操作，也有具体的操作步骤。融入了实际制作电路板时对电路原理和工艺要求进行布局和布线方面的考虑，还有针对特殊要求在实际中所采用的特殊方法。

电路绘制中高职教材由成都航空职业技术学院龙海燕和威海职业学院左翠红统一



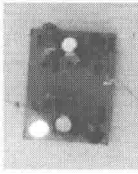
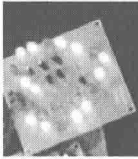
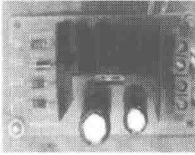
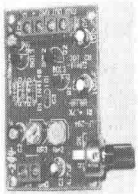
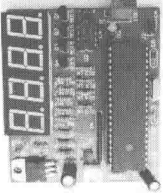
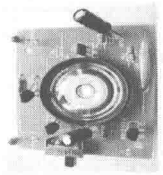

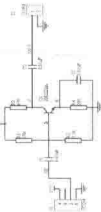
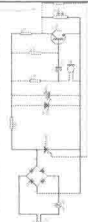
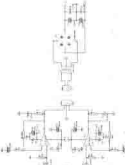
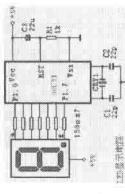
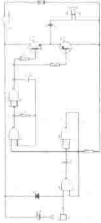

规划并担任总主编,龙海燕负责总体规划、全书统稿及编写项目1,项目2由仁寿第二高级职业中学王正伟编写,项目3和项目6由成都航空职业技术学院蒲虹桥编写,项目4和项目7由成都航空职业技术学院蔡昌勇编写,项目5由成都航空职业技术学院蒲虹桥和蔡昌勇共同编写。成都航空职业技术学院学生曾凡杰、杨彦强、雷天恒、马天骥参与了本书实训项目的验证。纬创资通中山有限公司石开富工程师、成都技师学院罗悠燕担任主审。

本书编写过程中参考了许多国内外的文献资料,谨向文献作者表示深深的谢意。在编写过程中得到了曲克敏博士、李学锋教授的大力支持和帮助,此外,在项目7的编写过程中深圳市嘉立创科技发展有限公司给予了大力支持并无偿提供了“双面PCB干膜工艺生产流程”的图片素材,在此表示诚挚的谢意。





由于编者水平有限,书中难免存在一些错误和不足,殷切希望读者批评指正。

编者  
2014年11月


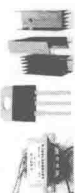
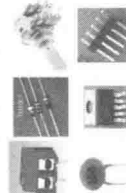

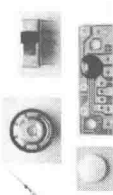
# 《电路绘制(中职):电路板设计与制作》框架结构

项目	载体一 双闪灯 (单层板设计)	载体二 心形灯 (单层板设计)	载体三 5V 稳压电源模块 (双面板设计)	载体四 功放设计 (双面板设计)	载体五 单片机数字电压表设计 (双面板设计)	载体六 磁控闪光防盗报警器 (选作)
教学载体 (跟我学)						
训练的项目 (学生绘制)	双音门铃电路板绘制 	单级放大器电路板绘制 	光控声控电路板绘制 	LM1875 集成运放 电路板绘制 	单片机数字钟 电路板绘制 	触模式防盗报警器 电路板绘制 
	<ol style="list-style-type: none"> <li>能识别电阻、发光二极管、三极管、电解电容元件外形、尺寸、参数及符号标识, 了解其作用、特性</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>能根据元器件清单, 正确选用所需的电阻、发光二极管、三极管、电解电容元件</li> <li>能正确使用测量仪器对元器件进行测量和检测</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>能识别变压器、稳压器、整流二极管、散热器等器件的实物、原理图符号</li> <li>能正确检测整流二极管、电容、变压器等器件。能正确使用测量仪器测量器件尺寸, 并确定器件封装形式</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>能识别带柄双联碳膜电位器、散热器、TDA2030A 功放集成块、磁片电容</li> <li>能正确检测碳膜电位器、散热器、磁片电容、TDA2030A 功放集成块</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>能识别纽扣电池、晶振、单片机、数码管 (AT89C2051)</li> <li>能够正确检测用纽扣电池、晶振、单片机、数码管</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>能识别音乐芯片、扬声器、干簧管、拨码开关、磁铁等元件实物; 掌握干簧管的功能特性</li> <li>能够正确检测音乐芯片、扬声器、干簧管、拨码开关、磁铁等元件实物</li> </ol>

续表

项目	载体一 双闪灯 (单层板设计)	载体二 心形灯 (单层板设计)	载体三 5V 稳压电源模块 (双面板设计)	载体四 功放设计 (双面板设计)	载体五 单片机数字电压表设计 (双面板设计)	载体六 磁控闪光防盗报警器 (选作)
	3. 能根据元件清单选用元件, 插装元件并正确组装双闪灯电子套件	3. 能正确插装元件并正确组装心形灯电子套件	3. 能根据元件清单选用元件, 插装元件并正确组装 5V 稳压电源模块套件	3. 能根据元件清单选用元件, 插装元件并正确组装功放套件	3. 能根据元件清单选用元件, 插装元件并正确组装单片机数字电压表套件	3. 能根据元件清单选用元件, 插装元件并正确组装磁控闪光防盗报警器套件
	4. 能使用电烙铁正确焊接双闪灯电路板	4. 能使用焊接工具正确焊接心形灯元器件	4. 能使用焊接工具正确焊接 5V 稳压电源模块元器件	4. 能使用焊接工具正确焊接功放元器件	4. 能使用焊接工具正确焊接单片机数字电压表元器件	4. 能使用焊接工具正确焊接磁控闪光防盗报警器元器件
	5. 能分析自激多谐振荡电路的构成及工作原理	5. 能分析电路结构并理解心形灯电路工作原理	5. 能分析整流桥电路的结构形式, 掌握稳压器在电路中的功能。能够分析并理解电路工作原理	5. 能分析电路结构并理解电子产品 (简单功放) 调试的一般步骤	5. 能分析电路结构并理解单片机数字电压表工作原理。掌握晶振、集成块、轻触按键开关内部结构。能选择合适的顺序进行硬件电路调试及软件联调	5. 能分析电路结构并理解磁控闪光防盗报警器工作原理
	6. 能应用 Protel 99SE 软件进行双闪灯原理图绘制与印制电路板设计 (单层板设计)	6. 能应用 Protel 99SE 软件进行心形灯原理图绘制与印制电路板设计 (单层板设计)	6. 能应用 Protel 99SE 软件进行 5V 稳压电源模块原理图绘制与印制电路板设计 (双面板设计)	6. 能熟练应用 Protel 99SE 软件进行功放设计 (双面板设计)	6. 能熟练应用 Protel 99SE 软件进行单片机数字电压表原理图绘制与印制电路板设计 (双面板设计)	6. 能熟练应用 Protel 99SE 软件进行磁控闪光防盗报警器原理图绘制与印制电路板设计 (双面板设计)

续表

项目	载体一 双闪灯 (单面板设计)	载体二 心形灯 (单面板设计)	载体三 5V 稳压电源模块 (双面板设计)	载体四 功放设计 (双面板设计)	载体五 单片机数字电压表设计 (双面板设计)	载体六 磁控闪光防盗报警器 (选作)
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 建立设计数据库文件;</li> <li>2. 能用 Protel 99SE 软件进行原理图设计并进行 ERC 检查, 生成网络表等各种报表;</li> <li>3. 会用 Protel 99SE 软件建立 PCB 文档;</li> <li>4. 能进行简单的 PCB 设计环境设置;</li> <li>5. 掌握 PCB 尺寸规划;</li> <li>6. 掌握封装封装库;</li> <li>7. 学会如何导入网络表及修改错误;</li> <li>8. 能进行自动布局与自动布线规则的简单设置;</li> <li>9. 掌握简单电路自动布局与布线;</li> <li>10. 掌握简单电路板的手工布局;</li> <li>11. 掌握自动布线中布线设计规则中的必要参数设定与设计规则检查;</li> <li>12. 会将绘制好的印制电路板进行保存</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 能使用 Protel 99SE 软件绘制 PCB 元件封装;</li> <li>2. 能按照印制电路板绘制流程完成 5V 稳压电源双面印制电路板的绘制;</li> <li>3. 掌握 PCB 覆铜的步骤和方法</li> </ol>	<p>功放设计原理图绘制与印制电路板设计 (双面板设计)。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 熟练掌握原理图元件库的建立与使用;</li> <li>2. 能够熟练设置 PCB 设计环境;</li> <li>3. 掌握 PCB 自动、手动布线规则设置;</li> <li>4. 掌握 PCB 常规层的概念及作用;</li> <li>5. 会打印功放电路 PCB 图</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 能够自建集成电路、数码管的原件库及封装库;</li> <li>2. 能选择合适的顺序进行硬件电路调试及软硬件联调</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 能获取元件封装外形及尺寸并能熟练使用 Protel 99SE 软件绘制原理图中没有的元件符号;</li> <li>2. 能使用向导规划电路板</li> </ol>	
	能力逐渐提升					
元件的选择与检测	<p>基于项目教学的知识结构组成</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p>电池座、电阻、电解电容、三极管、发光二极管</p>  </div> <div style="width: 30%;"> <p>变压器、稳压器、接线柱、整流二极管、散热片</p>  </div> <div style="width: 30%;"> <p>带柄双联碳膜电位器、散热器、TDA2030A 功放集成块、磁片电容</p>  </div> <div style="width: 30%;"> <p>纽扣电池、稳压器、按键开关、晶振、IC 插座、单片机、数码管</p>  </div> <div style="width: 30%;"> <p>音乐芯片、干簧管、扬声器、拨码开关、磁铁</p>  </div> </div>					

续表

项目	载体一 双闪光灯 (单面板设计)	载体二 心形灯 (单面板设计)	载体三 5V 稳压电源模块 (双面板设计)	载体四 功放设计 (双面板设计)	载体五 单片机数字电压表设计 (双面板设计)	载体六 磁控闪光防盗报警器 (选作)
元器件的焊接	准备阶段	烙铁的使用注意事项	游标卡尺对元件进行测量的注意事项	相关生产性文件阅读的的注意事项	集成块 IC 焊接工艺注意事项	干簧管、电池触片安装与焊接的注意事项
	装配流程	按照元件种类的顺序完成装配与焊接	按照器件从低到高的顺序进行装配和焊接	按照功能模块电路焊接、调试	按照模拟数字混合电路焊接顺序完成装配与焊接	按照器件从低到高的顺序进行装配和焊接
原理图的绘制	电路分析	自激多谐振荡电路工作原理分析	桥式整流电路构成及工作原理分析及工作原理解析	1. 整流、滤波电路工作原理分析; 2. 功率放大电路工作原理解析	单片机数字电压表电路工作原理分析	1. 自激多谐振荡电路工作原理分析; 2. 音乐芯片工作原理分析
	设计数据库文件的建立基本步骤	设计心形闪光灯库文件的建立	设计 5V 稳压电源模块数据库文件的建立	设计功放设计模块数据库文件的建立	单片机数字电压表电路数据库文件的建立	磁控闪光防盗报警器数据库文件的建立
原理图的绘制	原理图绘制界面	设置原理图环境(标题栏的设置)	原理图元件库的建立步骤与原理图库文件编辑界面	1. 新建功放模块原理图库文件; 2. 新建功放模块元件并给新建元件命名	AT89C2051 及两位数码管元绘制	建立磁控闪光防盗报警器原理图元件库
	加载元件库基本步骤	调整元件位置(移动元件位置元件的旋转、复制粘贴元件、元件的删除)	库文件绘图工具	1. 新建元件库封装库文件; 2. 绘制复合器件、绘制集成电路	使用向导创建元件封装: AT89C2051 元件的封装	绘制干簧管、音乐芯片等元件的原理图符号

续表

项目	载体一 双闪光灯 (单面板设计)	载体二 心形灯 (单面板设计)	载体三 5V 稳压电源模块 (双面板设计)	载体四 功放设计 (双面板设计)	载体五 单片机数字电压表设计 (双面板设计)	载体六 磁控闪光防盗报警器 (选作)
原理图的绘制	放置元器件基本步骤	放置元器件的其他方法： 1. 输入元件名称来选取元器件步骤； 2. 原理图设计工具栏选取元器件	5V 稳压电源模块元件绘制步骤与元件属性定义	制作功放模块元件封装步骤与方法	手工创建新的元件封装：数码管的封装	
	原理图设计工具的使用，原理图布线： 1. 启动原理图布线的工具方法； 2. 原理图布线中导线的设置	原理图设计工具的使用，原理图布线： 1. 启动原理图布线的工具方法； 2. 原理图布线中导线的设置	原理图绘制中整流桥电路的连接方法	设置原理图纸大小、加载功放模块原理图库文件、放置功放模块元件及连接导线		绘制自激多谐振荡电路、音乐芯片发声电路、电源控制电路
	原理图 ERC 错误检查报告与网络报表的生成基本步骤	心形灯元件清单生成步骤	5V 稳压电源模块元件清单生成步骤	电气规则检查； 为元件添加封装号； 生成网表文件； 网表文件的结构与作用		保存原理图； 进行错误检查和修改生成各种报表
PCB 的制作	原理图保存打印	心形灯原理图保存打印				
	创建 PCB 文档	启动 PCB 编辑的步骤	创建 5V 稳压电源模块 PCB 文档	新建功放模块 PCB 文件	创建单片机数字电压表电路 PCB 文档	建立磁控闪光防盗报警器 PCB 库文件
	PCB 设计环境设置 规划电路板：设置原点	PCB 编辑器界面环境介绍（工作层的介绍）、规划电路板具体步骤	绘制 5V 稳压电源模块 PCB 外形尺寸	绘制功放模块 PCB 外形尺寸	绘制单片机数字电压表电路 PCB 外形尺寸	采用向导规划印制电路板

续表

项目	载体一 双闪灯 (单面板设计)	载体二 心形灯 (单面板设计)	载体三 5V 稳压电源模块 (双面板设计)	载体四 功放设计 (双面板设计)	载体五 单片机数字电压表设计 (双面板设计)	载体六 磁控闪光防盗报警器 (选作)
PCB 的制作	载入元件封装库, 封装库的识别与编辑	加载 PCB 库文件步骤; 浏览库文件的步骤	元件封装的绘制; 元件封装参考点的设置及文件的保存	元件布局规划; 元件布局微调步骤与方法		绘制干簧管等各种元件 PCB 封装
	装载网络表基本步骤	装入网络表及元件步骤				添加封装库、导入网络表
	自动与手动布局(简单参数设置)	手动布局的常用的操作步骤		自动布线规则设置		PCB 布局步骤
	自动布线, 布线设计规则中的必要参数设定与设计规则检查	PCB 自动布线参数设置和操作步骤	PCB 设计环境、双面布线方法与布线网络线宽设置方法	布线手动调整步骤与方法	分层手动布线	PCB 布线及保存
经验与技巧	PCB 印制电路板保存		覆铜设置与覆铜步骤	PCB 的打印		
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 只载入必要而且常用的元件库;</li> <li>2. 记忆常用元件在原理图库中的名字以及在 PCB 库中的封装;</li> <li>3. 为了作图的方便快捷, 需要记住一些快捷键</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 英制与公制单位转换;</li> <li>2. 元件封装尺寸的获取方法;</li> <li>3. 绘制元件封装必须设置参考点</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 自制库文件的管理与使用;</li> <li>2. 元器件封装的全局修改方法;</li> <li>3. PCB 外形尺寸确定方法;</li> <li>4. 布局时对齐工具的使用</li> </ol>	通过通用资料获取直插式集成元件封装尺寸	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 干簧管的使用注意事项;</li> <li>2. 磁性元件的布线规则</li> </ol>	



## 电子设备装接工国家职业标准要求 (★表示与本课程相关)

鉴定工种

维修电工

分级：初级（一级）——中级（二级）——高级（三级）——技师（四级）——高级技师（五级）

技能鉴定点

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识
一、工艺准备	(一) 识读技术文件	1★. 能识读印制电路板装配图； 2. 能识读工艺文件配套明细表； 3. 能识读工艺文件装配工艺卡	1. 电子产品生产流程工艺文件； 2★. 电气设备常用文字符号
	(二) 准备工具	*能选用电子产品常用五金工具和焊接工具	1★. 电子产品装接常用五金工具； 2★. 焊接工具的使用方法
	(三) 准备电子材料与元器件	1. 能备齐常用电子材料； 2. 能制作短连线； 3★. 能备齐合格的电子元器件； 4. 能加工电子元件的引线	1. 装接准备工艺常识； 2. 短连线制作工艺； 3★. 电子元器件直观检测与筛选知识； 4★. 电子元器件引线成形与浸锡知识
二、装接与焊接	(一) 安装简单功能单元	1★. 能手工插接印制电路板电子元器件； 2★. 能插接短连线	1★. 印制电路板电子元器件手工插装工艺； 2★. 无源元件图形，晶体管、集成电路和电子管图形符号
	(二) 连线与焊接	1★. 能使用焊接工具手工焊接印制电路板； 2★. 能对电子元器件引线浸锡	*电子产品焊接知识
三、检验与检修	(一) 检验简单功能单元	1★. 能检查印制电路板元件插接工艺质量； 2★. 能检查印制电路板元件焊接工艺质量	1. 简单功能装配工艺质量检测方法； 2★. 焊点要求，外观检查方法
	(二) 检修简单功能单元	1★. 能修正焊接、插装缺陷； 2★. 能拆焊	1. 常见焊点缺陷及质量分析知识； 2. 电子元器件拆焊工艺； 3. 拆焊方法





国家信息产业部电子行业鉴定指导中心电子行业技能鉴定  
——计算机辅助设计（电子 CAD）考试大纲（★是与本  
课程相关的）

鉴定工种

电子 CAD 助理工程师

分级：初级（一级）——中级（二级）——高级

技能鉴定点

职业功能	技能要求
一★ 原理图库操作 (10分)	(1★) 原理图文件中的库操作：调入库文件，添加元件，给元件命名
	(2★) 库文件中的库操作：绘制新的库元件，创建新库
二★ 原理图设计 (20分)	(1★) 绘制原理图：利用画电路工具和画图工具以及现有的文件，按照要求绘制原理图
	(2★) 编辑原理图：按照要求对给定的原理图进行编辑、修改
三★ 原理图检查及 网络表生成 (8分)	(1★) 原理图检查：进行电气规则检查和检查报告分析
	(2★) 网络表生成：生成元件名、封装、参数及元件之间的连接表
四★ PCB 库操作 (12分)	(1★) PCB 文件中的库操作：调入或关闭库文件，添加库元件
	(2★) PCB 库文件中的库操作：绘制新的库元件，创建新库
五★ PCB 布局 (25分)	(1★) 元件位置的调整：按照设计要求合理摆放元件
	(2★) 元件编辑及元件属性修改：编辑元件，修改名称、型号、编号等
	(3★) 放置安装孔
六★ PCB 布线及 设计规则检查 (25分)	(1★) 布线设计：按照要求设置线宽、板层数、过孔大小、焊盘大小、利用 Protel 的自动布线及手动布线功能进行布线
	(2★) 板的整理及设计规则检查：布线完毕，对地线及重要的信号线进行适当调整，调整丝印层文字，并进行设计规则检查