



“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（高职）： 印制电路板设计与制作

DIANLU HUIZHI (GAOZHI) :
YINZHI DIANLUBAN SHEJI YU ZHIZUO

左翠红 龙海燕◎主 编
张丽燕 徐进强◎副主编

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（高职）： 印制电路板设计与制作

左翠红 龙海燕 主 编
张丽燕 徐进强 副主编

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高职专业教材。本教材按照 PCB 设计制作的实际过程, 设置了 9 个项目。包括 Protel DXP 初识、简单原理图设计、原理图元器件库元器件制作、复杂原理图设计、PCB 自动设计、PCB 元器件封装制作、手动设计 PCB 图、电路仿真、PCB 制作工艺。针对工业和信息化部全国电子专业人才考试 PCB 设计应用工程师要求, 遵循学生的认知规律, 每个项目设计有教学任务, 分别定位于“学中做”、“做中学”、“实战训练”, 层层递进, 学习和巩固工作过程化的专业知识与技能, 突显工学结合、行动导向的教材编写特点。在内容的选择上, 突出电子开发岗位、制造岗位中实用的新知识、新技术与新工艺, 融入 PCB 设计中应注意的电磁兼容、PCB 制作工艺等内容, 注重学生实用 PCB 设计能力的培养。

本书结构体系新颖, 图文并茂, 可作为高职院校电子技术应用专业和相关专业教材, 也可供相关领域的工程技术人员参阅。

图书在版编目 (C I P) 数据

电路绘制: 印制电路板设计与制作: 高职 / 左翠红, 龙海燕主编. -- 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 - 0386 - 7

I. ①电… II. ①左… ②龙… III. ①印刷电路—电路设计—高等职业教育—教材②印刷电路—制作—高等职业教育—教材 IV. ①TN41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 295810 号

电路绘制 (高职): 印制电路板设计与制作
DianLu Huizhi (Gaozhi): Yinzhi 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: 18.25

字数: 433 千字

印数: 1—3000

定价: 39.00 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长
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”工学结合的工程建设模式，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，在中国高等教育培训中心、人力资源和社会保障部职业技能鉴定中心等单位联合成立的“职业院校电子专业课程与国家职业标准对接”课题组指导下，从电子企业开发岗位 PCB 设计工程师人才需求出发，对接工业和信息化部全国电子专业人才考试 PCB 设计应用工程师要求，遵循学生的认知规律，利用“学中做”、“做中学”、“实战训练”三个教学环节，通过任务教学，实现知识与技能、过程与方法的统一而编写的教材。

本教材在编写上力求达到以下特点：

1. 传统章节与任务教学形式兼顾，增强实用性

本教材根据电子行业 PCB 设计工程师的岗位任务并遵循学生的认知规律设置了 Protel DXP 初识、简单原理图设计、原理图元器件库元器件制作、复杂原理图设计、PCB 自动设计、PCB 元器件封装制作、手动设计 PCB 图、电路仿真、PCB 制作工艺 9 个学习项目，并依照工作流程进行排序。在教学实施上实现了做中学，同时选用传统章节形式方便查询、阅读。

2. 对接国家职业标准，突出实用的新知识、新技术与新工艺

教材在各项目前穿插与本项目内容相关的 PCB 设计应用工程师考试大纲内容，对照考试要求，做好项目课程内容、教学重点、能力结构以及评价标准的衔接。同时，突出电子开发岗位、制造岗位中实用的新知识、新技术与新工艺，融入 PCB 设计中应注意的电磁兼容、生产与维修过程中的可行性及 PCB 制作工艺等内容，重点培养利用软件设计实用印制电路板的岗位特定能力。

3. 创新了更加情境化、形象化的教材形式

本套教材结构体系新颖，力求图文并茂，图中适当添加标注，增加直观性、可读性。各项目附有教学导图和导图分析，方便教师教学实施，努力达到想学、易学、会学的效果。

本教材的章节依据电子行业 PCB 设计工程师工作任务流程的先后顺序而设。从 Protel DXP 软件初识入手，让读者首先了解印制电路板设计的基本知识与设计流程，进而学习原理图的设计方法、新型元器件的制作方法、存储调用、复杂原理图的设计方法与各种报表生成、印制电路板的设计流程与设计规则、PCB 新型元器件封装制作、企业目前仍在实际使用的 PCB 的设计方法及布局、布线技巧、电磁兼容要求、软件的仿真功能与使用方法、相关电路板制作工艺，最后通过对设计的 PCB 进行制作，反馈

并修正 PCB 设计存在的问题。本书各项目选用了数个任务案例,全部章节完成后,即完成了至少 3 块电路板的设计与制作。通过任务的完成,将软件的使用方法与技巧、PCB 的设计和工艺要求融入到任务的完成过程中。建议参考课时为 86 学时左右。

本书由威海职业学院左翠红和成都航空职业技术学院龙海燕统一规划并担任总主编,左翠红负责全书的总体规划、全书统稿及项目 1、项目 2 的编写。威海职业学院张丽燕、徐进强老师担任副主编,编写项目 4、项目 5 并协助主编工作。项目 3 由山东科技职业学院王守顺编写,项目 6 由淄博职业技术学院冯泽虎编写。项目 7、项目 8、项目 9 由威海职业学院房明明、袁照刚、曹莉共同编写。本书由威海家和智能网络有限公司王旭修高级工程师主审。

在教材规划与编写过程中,曲克敏博士、李学锋教授、成都纺织高等专科学校的吴家砮教授、中山职业技术学院的刘洋高级工程师、南京工业职业技术学院戴娟教授给予了大力支持和帮助。

本教材在编写过程中,得到了威海家和智能网络有限公司、纬创资通中山有限公司、威海天力电源科技有限公司等许多企业的大力支持,并提供了很多企业实用案例素材。


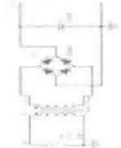
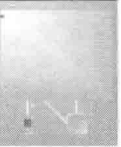
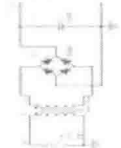
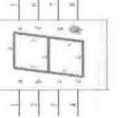
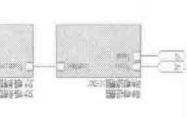
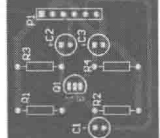

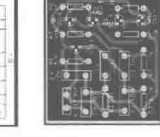
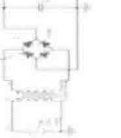
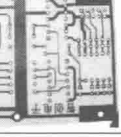


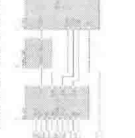
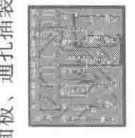
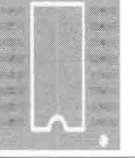

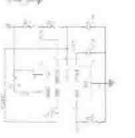




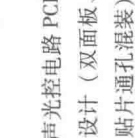

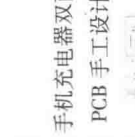
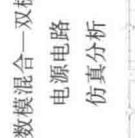

在此,向给予支持的相关企业、相关作者及评审人员表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,加之软件自身技术功能庞杂,书中错漏之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

本课程对应应用电子技术专业国家资源库建设平台“PCB 制作与调试”课程资源,链接地址 http://www.cchve.com.cn/hep/portal/schoolId_13,读者可在对应网站下载使用相关电子资源,如参考教案、教学课件、动画、虚拟仿真等动、静态资源。

编者
2014 年 11 月

《电路绘制（高职）：印制电路板设计与制作》教材内容与知识结构

内容	项目1 Protel DXP 初识	项目2 简单原理 图设计	项目3 原理图元器件库 元器件制作	项目4 复杂原理图 设计	项目5 PCB 自动设计	项目6 PCB 元器件 封装制作	项目7 手动设计 PCB 图	项目8 电路仿真	项目9 PCB 制作 工艺
教学载体1 (学中做)	 整流滤波电路图  PCB 三维图 	整流滤波电路 原理图 设计 	七段数码管 元器件制作 	调制放大电路 原理图设计 	单管共射放大 电路 PCB 设计 (单面板、 通孔插装) 	贴片二极管元器 件封装制作 NES55 元器 件封装制作 	振荡器电路 PCB 手工设计 	整流滤波 电路仿真分析 	热转印制作 流程 
教学载体2 (做中学)	CPU 部分电路 原理图设计 	D 触发器 元器件制作 	Cable Modem 电路原理图设计 	声控变频电路 PCB 设计 (双 面板、通孔插装) 	ADC-8 元器 件的 SOP 封装制作 	分频器电路 PCB 手动设计 	单稳态触发器 电路仿真分析 	电路板雕刻机 制作单面 PCB 	
教学载体3 (实战训练)	计数器电路 接口电路 (扩展项目) 	变压器制作 	声光报警器电路 层次式原理图 设计 	声光控电路 PCB 设计 (双面板、 贴片通孔混装) 	SOP PCB 元器 件封装制作 	手机充电器双面 PCB 手工设计 	数模混合—双极 电源电路 仿真分析 	视频录像— 工业制板 	

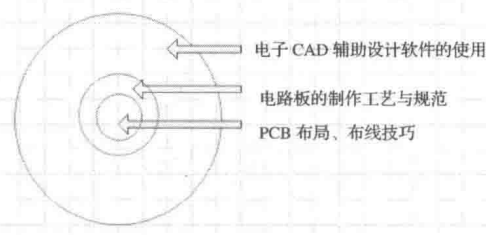
续表

内容	项目1 Protel DXP 初识	项目2 简单原理 图设计	项目3 原理图元器件库 元器件制作	项目4 复杂原理图 设计	项目5 PCB 自动设计	项目6 PCB 元器件 封装制作	项目7 手动设计 PCB 图	项目8 电路仿真	项目9 PCB 制作 工艺
关键技能点	<ol style="list-style-type: none"> 能打开、新建和保存文件, 熟练操作工作区面板 能打开、新建和保存项目 熟练操作工作区面板的显示方式 	<ol style="list-style-type: none"> 能使用软件绘制简单电路原理图 能使用画图工具栏 能设置原理图参数 能加载元器件, 能放置并编辑元器件 能放置并编辑元器件 能绘制导线, 使用总线及网络标号 	<ol style="list-style-type: none"> 能熟练创建原理图元器件库 能熟练制作普通元器件 能熟练制作多能单元元器件 熟悉 PCB 封装编辑器界面的组成 掌握创建元器件封装的方法。 	<ol style="list-style-type: none"> 掌握建立层次式原理图的设计步骤 掌握方块电路的绘制和端口的放置与属性设置 能由总图创建子图 能由子图创建总图 掌握双层电路文件之间的切换 能对项目进行编译、查错 能利用导航板快速定位元器件、浏览设计规则和网络分布生成、查看网络表 	<ol style="list-style-type: none"> 能创建 PCB 文件 能合理规划电路板、设置电路板层及参数 能加载元器件封装库、网络表及元器件 能根据电路板的规则进行自动布局、手动布局、单层层自动布线 能自动布线 能放置大面积覆铜 能根据设计规则查阅错误信息并找出错误的原因, 进行修改 能生成光绘文件、钻孔文件、元器件列表 能够设计较复杂印制电路板 	能制作普通 PCB 元器件、多能单元元器件	<ol style="list-style-type: none"> 能根据要求使用游标卡尺测量 PCB, 并手工绘制线路板边界与定位孔等 能根据电路板的规则进行手动布局、单层层自动布线 能熟练完成较为复杂的 PCB 手工设计 	<ol style="list-style-type: none"> 能设置元器件、信号源的仿真属性 熟练对电路进行工作点分析仿真 熟练对电路进行瞬态分析仿真 	<ol style="list-style-type: none"> 能根据热转印制作工艺制作简单 PCB 能利用雕刻机雕刻简单 PCB

续表

内容	项目1 Protel DXP 初识	项目2 简单原理 图设计	项目3 原理图元器件库 元器件制作	项目4 复杂原理图 设计	项目5 PCB 自动设计	项目6 PCB 元器件 封装制作	项目7 手动设计PCB 图	项目8 电路仿真	项目9 PCB 制作 工艺
关键知识点	<ol style="list-style-type: none"> 印制电路板结构、种类 Protel DXP的功能及特点 Protel DXP主窗口的组成 Protel DXP文件管理方式 印制电路板设计流程 	<ol style="list-style-type: none"> 器件库的特点及结构 原理图设计的基本原则 原理图参数的设置方法 元器件属性的编辑方法 原理图的设计步骤 	<ol style="list-style-type: none"> 元器件库编辑器界面的组成 多功能单元元器件的含义 制作元器件封装的方法 	<ol style="list-style-type: none"> 层次式原理图电路绘制方法 原理图查错方法 采购报表、项目组织结构文件中内容的含义 	<ol style="list-style-type: none"> PCB 编辑环境 掌握印制电路板的设计方法 理解印制电路板的设计规则、布局、布线原则、检查方法 调整布线的的方法 修改元器件封装的方法 理解电路板完成后需输出的各种报表 	<ol style="list-style-type: none"> PCB 器件库的特点及结构 制作元器件封装的方法 	<ol style="list-style-type: none"> 掌握印制电路板的手动设计方法与技巧 熟悉布局、布线原则对电磁兼容的要求 熟悉PCB 手动与自动设计的区别 	<ol style="list-style-type: none"> Protel DXP 电路仿真的特点、功能 元器件、信号源仿真属性的设置方法 电路仿真的基本步骤 工作点分析、瞬态分析仿真方式 	<ol style="list-style-type: none"> 热转印制作流程和工艺 雕刻工艺及流程 小型工业制板流程 了解PCB 设计环节对制板质量的影响
经验与技巧	<ol style="list-style-type: none"> 只载入必要而且常用的元器件库，元器件只要一次载入，以后运行软件都会默认载入 注意常用快捷键的使用，以提高效率 注意英制与公制单位转换 	<ol style="list-style-type: none"> 注意绘制元器件的参考点 元器件绘制时对已有相似外形元器件的使用 常用元器件封装可集中到一个元器件库中 	总图、子图相互转换时的注意事项	实用PCB 设计时的注意事项	<ol style="list-style-type: none"> 元器件封装尺寸的获得方法 元器件封装绘制时对已有相似外形元器件的使用 	手动设计实用PCB 时的注意事项	软件仿真缺陷	PCB 设计环节对制板质量的影响分析	















《电路板制（中职）：电路板设计与制作》对接《电路绘制（高职）： 印制电路板设计与制作》教材编写衔接点对照分析

衔接点		中职	高职
对应国家（行业）职业标准的中高级资格衔接——实现中高职应用电子专业培养目标衔接		国家工信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）一级、中级；反映行业个性和共性的行业通用技能（中职—电子 CAD 助理工程师、电子设备装接工）	国家工信部全国电子专业人才考试——计算机辅助设计（电子 CAD）高级；反映职业能力个性的职业特定能力（高职—PCB 设计应用工程师）
软件版本升级衔接		Protel 99SE 界面简单，重点突出，适用于中职学生	Protel 99SE 的升级版本——Protel DXP，功能更为完善，界面更适用于实际工程项目，元器件库丰富强大
内容衔接	体现在外围技能与布局、布线技巧核心技能的衔接	<p>电路辅助设计软件的应用是外围技能，布局、布线的方法与技巧是核心的内容，设计制作流程、设计制作工艺与规范则处于二者之间</p> 	
		中职的重点在外围，再从外围渐进深入到核心，重在软件应用层面	高职的重点在核心圆处
	体现载体的选择	采用双电子闪光灯、LED 心形闪光灯、5V 稳压电源等 6 个载体，体现趣味性、实用性、简单，提高学习兴趣，强调经验性知识与技能的习得，重点培养软件的基本应用和简单电子产品 PCB 设计与产品制作等行业通用技能	设计了 Protel DXP 认知、简单原理图设计、原理图元器件库元器件制作、复杂原理图设计、PCB 自动设计、PCB 元器件封装制作、手动设计 PCB、电路仿真、PCB 制作工艺 9 个学习项目，每个项目设计数个教学任务，分别定位于“学中做”、“做中学”、“实战训练”，通过层层递进，学习和巩固工作过程化的专业知识与技能，重点培养利用软件设计实用印制电路板的岗位特定能力。
	内容延伸的衔接	侧重于电路图绘制、单面板和双面板设计	涵盖中职内容，增加了具备岗位针对性、实用性的电路仿真、手工设计 PCB（融入 PCB 设计中应注意的电磁兼容、生产、维修过程中的方便性）、PCB 制作工艺模块
形式衔接：采用一致的排版风格		封面、内容简介、总编委会名单、序、前言（附教学内容与知识结构、中职对接高职教材衔接点对照分析）、目录、附录形式一致，每个项目设置了教学目标、职业标准鉴定要求、教学导图、小提示、习题思考等栏目	

目 录

项目 1 Protel DXP 初识	(1)
案例导入：整流滤波电路图与 PCB 图	(3)
1.1 Protel DXP 软件功能	(3)
1.2 电路原理图和 PCB 设计的基本知识	(4)
1.2.1 电路原理图的组成	(4)
1.2.2 印制电路板的组成	(4)
1.2.3 印制电路板的板层结构	(5)
1.2.4 印制电路板的工作层类型	(6)
1.3 Protel DXP 的诞生与发展	(7)
1.4 Protel DXP 的组成与新增功能	(7)
1.4.1 Protel DXP 的菜单栏的组成	(7)
1.4.2 Protel DXP 的新增功能与特性	(8)
1.5 Protel DXP 的运行环境	(8)
1.6 Protel DXP 启动和退出	(8)
1.6.1 启动 Protel DXP	(8)
1.6.2 退出 Protel DXP	(9)
1.7 Protel DXP 界面简介	(9)
1.7.1 标题栏	(11)
1.7.2 菜单栏	(11)
1.7.3 工具栏	(12)
1.7.4 状态栏与命令行	(13)
1.7.5 面板控制标签栏与工作窗口面板	(13)
1.8 不同编辑器的切换	(14)
1.9 PCB 的设计流程	(15)
本项目小结	(15)
习题思考	(16)
项目 2 简单原理图设计	(17)
学中做：整流滤波电路原理图设计	(19)
2.1 电路原理图设计的一般步骤	(19)
2.2 建立电路原理图文件	(19)

2.2.1	Protel DXP 的文件组织结构与管理	(19)
2.2.2	新建原理图文件	(20)
2.2.3	文件重命名与保存	(21)
2.2.4	文件的切换与删除	(25)
2.3	设置电路图纸	(26)
2.3.1	图纸大小与板面的设置	(27)
2.3.2	图纸方向的设置	(28)
2.3.3	标题栏的设置	(29)
2.3.4	图纸颜色的设置	(29)
2.3.5	图纸的视图管理	(30)
2.4	设置系统参数	(35)
2.4.1	设置系统字体	(35)
2.4.2	设置栅 (网) 格和光标	(35)
2.4.3	设置电气栅格	(40)
2.5	加载元器件库	(40)
2.5.1	加载元器件库	(41)
2.5.2	卸载元器件库	(47)
2.6	放置元器件与元器件属性编辑	(48)
2.6.1	放置元器件	(48)
2.6.2	编辑元器件属性	(52)
2.6.3	调整元器件位置	(54)
2.6.4	复制粘贴元器件	(58)
2.6.5	放置电源与接地元器件	(60)
2.6.6	元器件的删除	(62)
2.7	原理图布线	(64)
2.7.1	布线工具栏	(64)
2.7.2	绘制导线	(65)
2.7.3	绘制总线	(66)
2.7.4	绘制总线分支线	(67)
2.7.5	放置网络标号	(68)
2.8	调整和完善	(69)
2.9	保存文件	(70)
2.10	原理图打印输出	(70)
2.10.1	输出到打印机	(70)
2.10.2	输出到绘图仪	(73)
	做中学: CPU 部分电路原理图设计	(73)
2.11	布线工具栏其他按钮的应用	(74)
2.11.1	添加端口符号	(74)

2.11.2	放置电气节点工具 	(75)
2.11.3	放置忽略 ERC 测试点工具 	(76)
2.11.4	放置 PCB 布线指示标记工具 	(77)
2.12	绘图工具栏的应用	(78)
2.12.1	绘制直线工具 	(78)
2.12.2	绘制多边形工具 	(79)
2.12.3	绘制椭圆弧线工具 	(80)
2.12.4	绘制贝赛尔曲线工具 	(80)
2.12.5	插入文字工具 	(81)
2.12.6	插入文本框工具 	(82)
2.12.7	绘制矩形工具 	(83)
2.12.8	绘制圆角矩形工具 	(84)
2.12.9	绘制椭圆与圆工具 	(84)
2.12.10	绘制饼图工具 	(85)
2.12.11	插入图片工具 	(86)
2.13	元器件的排列和对齐	(87)
2.13.1	元器件左对齐	(87)
2.13.2	元器件右对齐	(87)
2.13.3	元器件按水平中心线对齐	(88)
2.13.4	元器件水平平铺	(88)
2.13.5	元器件顶端对齐	(88)
2.13.6	元器件底端对齐	(88)
2.13.7	元器件按垂直中心线对齐	(88)
2.13.8	元器件垂直分布	(89)
2.13.9	综合排布和对齐	(89)
2.14	更新元器件流水号	(90)
2.15	报表文件的作用与生成	(94)
2.15.1	ERC 报告	(94)
2.15.2	网络表	(99)
2.15.3	元器件列表	(102)
	本项目小结	(103)
	习题思考	(104)
	实战训练	(106)
项目 3	原理图元器件库元器件制作	(108)
	学中做：七段数码管元器件制作	(110)

3.1	进入元器件库编辑器	(110)
3.1.1	加载元器件库编辑器	(110)
3.1.2	元器件库编辑器界面介绍	(111)
3.2	创建元器件	(112)
3.2.1	元器件管理器	(112)
3.2.2	创建一个元器件	(114)
做中学: D 触发器元器件制作		(122)
3.2.3	元器件管理	(122)
3.2.4	元器件绘图工具	(127)
3.3	IEEE 符号	(128)
3.4	生成元器件报表	(129)
3.4.1	元器件报表	(129)
3.4.2	元器件库报表	(129)
3.4.3	元器件规则检查报表	(129)
本项目小结		(132)
习题思考		(132)
实战训练		(133)
项目4 复杂原理图设计		(134)
学中做: 调制放大电路原理图设计		(136)
4.1	层次式原理图的设计方法	(136)
4.1.1	层次式原理图的结构	(136)
4.1.2	层次式原理图设计特点	(137)
4.1.3	层次式原理图设计方法	(137)
4.2	自底向上设计层次式原理图	(137)
做中学: Cable Modem 电路原理图设计		(142)
4.3	由顶向下设计层次式原理图	(143)
4.4	层次式原理图层次切换	(149)
4.4.1	编译项目	(149)
4.4.2	原理图切换	(151)
4.5	报表文件生成	(151)
4.5.1	网络表	(151)
4.5.2	生成项目总元器件列表	(152)
4.5.3	生成元器件交叉报表	(152)
4.5.4	生成项目结构组织文件	(152)
4.5.5	生成项目元器件库	(153)
本项目小结		(154)
习题思考		(155)
实战训练		(156)