

高等职业教育专业教学资源库建设项目规划教材

高等职业教育
应用电子技术专业教学资源库



PCB 板设计与制作

陈光绒 主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

高等职业教育
应用电子技术专业教学资源库



高等职业教育专业教学资源库建设项目规划教材

PCB 板设计 与制作

PCB Ban Sheji yu Zhizuo

陈光绒 主 编
李小琴 副主编



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容简介

本书是高等职业教育专业教学资源库建设项目规划教材之一。

本书内容包括:Protel 99se 原理图绘制基本操作;Protel 99se 原理图元件符号制作;Protel 99se 原理图绘制高级操作;用 Protel 99se 自动设计单面 PCB 图;Protel 99se 元件封装制作与调用;用 Protel 99se 自动、手动混合设计双面 PCB 图;产品剖析、制作与调试;PCB 板制作工艺;同时在附录中介绍了目前较新的 Altium Designer 的快速入门。

根据高职教育的人才培养目标,本教材“以实际应用为线索,以实际电子产品为载体,以任务实施为导向”作为编写思想,突出应用性,重在任务的完成及技能训练,在完成任务中学习知识、训练技能,同时引入了企业常用的技术和最新的方法。

本教材可作为高职院校电子信息类专业的“Protel 99se 电路设计”、“电子 CAD”、“PCB 板设计”等课程的教材,也可作为相关专业的工程技术人员学习和参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

PCB 板设计与制作 / 陈光绒主编. -- 北京 : 高等教育出版社, 2013. 9
ISBN 978-7-04-038293-8

I. ①P… II. ①陈… III. ①印刷电路-计算机辅助设计-高等职业教育-教材 IV. ①TN410.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 199932 号

策划编辑 孙薇 责任编辑 孙薇 封面设计 于涛 版式设计 王艳红
插图绘制 尹莉 责任校对 刘莉 责任印制 朱学忠

出版发行	高等教育出版社	咨询电话	400-810-0598
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	网 址	http://www.hep.edu.cn
邮政编码	100120		http://www.hep.com.cn
印 刷	高教社(天津)印务有限公司	网上订购	http://www.landraco.com
开 本	787mm × 1092mm 1/16		http://www.landraco.com.cn
印 张	19.75	版 次	2013 年 9 月第 1 版
字 数	440 千字	印 次	2013 年 9 月第 1 次印刷
购书热线	010-58581118	定 价	33.80 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物料号 38293-00

高等职业教育应用电子技术专业教学资源库 建设项目规划教材编审委员会

主任:姚和芳

常务副主任:首珩

副主任(按姓氏笔画排列):

于宝明	邓木生	吴志荣	吴家礼	肖辽亮	陈卫
陈粟宋	易谷	林训超	唐亚平	秦益霖	聂开俊
龚永坚	傅大梅	曾照香			

委员(按姓氏笔画排列):

丁向荣	王璇	王臻	王瑞春	邓皓	邓延安
冯泽虎	卢庆林	左翠红	刘红兵	孙惠芹	朱相磊
余红娟	吴弋旻	宋玉宏	张晔	张志柏	李江雪
李朝林	杨黎	汪临伟	肖前军	陈必群	陈光绒
周遐	周国烛	金明	高芳	梁颖	梁长垠
黄邦彦	龚江涛	鲁杰爽	廖传柱	谭立新	戴娟

为落实《教育部 财政部关于实施国家示范性高等职业院校建设计划加快高等职业教育改革与发展的意见》(教高[2006]14号)精神,深化高职教育教学改革,加强专业与课程建设,推动优质教学资源共建共享,提高人才培养质量,2010年6月,教育部、财政部正式启动了国家高等职业教育专业教学资源库建设项目,应用电子技术专业是首批立项的11个专业之一。

项目主持单位——湖南铁道职业技术学院,联合浙江金华职业技术学院、南京工业职业技术学院、成都航空职业技术学院、宁波职业技术学院、芜湖职业技术学院、威海职业学院、深圳职业技术学院、常州信息职业技术学院、南京信息职业技术学院、重庆电子工程职业学院、淄博职业学院等33所高职院校和伟创力珠海公司、西门子(中国)有限公司、株洲南车时代电气股份有限公司等30家电子行业知名企业、中国电子元器件行业协会等2家行业协会、高等教育出版社等2家资源开发及平台建设技术支持企业组成项目联合建设团队。聘请电子通信系统及控制系统领域统帅人物中国科学院、中国工程院院士王越教授担任资源库建设的首席顾问,聘请行业先进技术的企业专家、深谙教育规律的教育教学专家组成“企、所、校结合”的资源库建设指导小组把握项目建设方向,确保资源建设的系统性、前瞻性、科学性。







自项目启动以来,项目建设团队先后召开了20多次全国性研讨会议,以建设代表国家水平、具有高等职业教育特色的开放共享型专业教学资源库为目标,紧跟我国职业教育改革的步伐,确定了“调研为先、用户为本、校企合作、共建共享”的建设思路,依据“普适性+个性化”的人才培养方案,构建了以职业能力为依据,专业建设为主线,课程资源与培训资源为核心,多元素材为支撑的“四层五库”资源库架构。以应用电子技术专业职业岗位及岗位任务分析为逻辑起点开发了“电子电路的分析与应用”、“电工技术与应用”、“电子产品的生产与检验”、“单片机技术与应用”、“PCB板制作与调试”5门专业核心课程,“电子产品调试与检测”、“EDA技术应用”、“电子产品生产设备操作与维护”、“传感器应用”、“电气控制技术应用”、“电子仪器仪表维修”、“PLC技术应用”7门专业骨干课程;以先进技术为支撑建设了包括“课程开发指南”、“课程标准框架”等2个课程开发指导性文件在内的课程资源库;开发了虚拟电子产品生产车间、电子电路虚拟实训室、虚拟电路实验实训学习平台、“单片机技术应用”项目录像和仿真学习包、智能测控

电子产品实验系统、PCB 制板学习包、电子产品生产设备操作与维护学习包 7 个标志性资源;以企业合作为基础,开发了师资培训包、企业培训包、学生竞赛培训包 3 个培训资源库;还构建了为课程资源库、培训资源库、标志性资源服务的专业建设标准库、职业信息库、素材资源库等大量资源和素材。目前应用电子技术专业教学资源库已在全国范围内推广试用,对推动专业教学改革,提高专业人才的培养质量,促进职业教育教学方法与手段的改革都起到了一定的积极作用。

本套教材是“高等职业教育应用电子技术专业教学资源库”建设项目的重要成果之一,也是资源库课程开发成果和资源整合应用的重要载体。五年来,项目组多次召开教材编写会议,深入研讨教学改革、课程开发、资源应用等方面的成果及经验总结,并集合全国教学骨干力量和企业技术核心人员成立教材编写委员会,以培养高素质的技能型人才为目标,打破专业传统教材框架束缚,根据高职应用电子技术专业教学的需求重新构架教材体系、设计教材体例,形成了以下四点鲜明特色:

第一,针对 12 门专业课程对应形成 13 本主体教材,教材内容按照专业顶层设计进行了明确划分,做到逻辑一致,内容相谐,既使各课程之间知识、技能按照专业工作过程关联化、顺序化,又避免了不同课程内容之间的重复,实现了顶层设计下职业能力培养的递进衔接。

第二,遵循工作过程系统化课程开发理论,突出岗位核心技术的实用性。整套教材是在对行业领域相关职业岗位群广泛调研的基础上编写而成的,全书注重专业理论与岗位技术应用相结合,将实际的工作案例引入教学,淡化繁复的理论推导,以形象、生动的例子帮助学生理解和学习。

第三,有效整合教材内容与教学资源,打造立体化、自主学习式的新型教材。在教材的关键知识点和技能点上,通过 6 类图标(视频 ,动画 ,实训、案例 ,虚拟、仿真 ,文本 ,图片 ) 注释资源库中所配备的相应的特色资源,引导学习者依托纸质教材实现在线学习,借助多种媒体资源实现对知识点和技能点的理解和掌握。

第四,整套教材采用双色印刷,版面活泼、装帧精美。彩色标注,突出重点概念与技能,通过视觉搭建知识技能结构,给人耳目一新的感觉。

千锤百炼出真知。本套教材的编写伴随着资源库建设的历程,历时五年,几经修改,既具积累之深厚,又具改革之创新,是全国 60 余所高职院校的 200 余名骨干教师、40 余家电子行业知名企业的 20 多名技术人员的心血与智慧的结晶,也是资源库五年建设成果的集中体现。我们衷心地希望它的出版能够为中国高职应用电子技术专业教学改革探索出一条特色之路,一条成功之路,一条未来之路!

高等职业教育应用电子技术专业教学资源库项目组

2012 年 6 月

前 言

电路原理图绘制、印制板设计与制作、产品改进与设计是电子信息类学生必须掌握的重要技能。

本教材在相关岗位和职业能力要求调研基础上,以“实际应用入手,以真实项目为载体,以任务实施为导向”作为编写思想,改变了传统以软件、命令操作为线索的编写思路。教材整合了工作任务中涉及的专业知识与技能,以真实的产品为项目载体,通过完成实际工作任务的情景设计,改变了学与教的行为,同时通过实际产品的接触,体验企业实际岗位的要求。

本教材系统介绍了原理图绘制方法、元件符号制作方法、单面 PCB 板自动设计方法、双面 PCB 板手动自动综合设计方法、元件封装制作以及调用方法,同时较为详细介绍了 PCB 热转印制板、雕刻制板、化学环保制板、小型工业制板的方法和技巧,为满足读者从 Protel 99se 向最新软件过渡,在附录中介绍了 Altium Designer 快速入门。

本教材第 7 章结合作者多年的实践提炼而成,具有较好的指导作用和参考价值。

本教材是高等职业教育专业教学资源库建设项目规划教材之一,读者可以根据提示,参考相关资源库素材,尤其是第 1~第 6 章的操作部分均有相应的现场视频资源。

本教材由陈光绒主编并统稿,李小琴任副主编并参与第 1、2 章部分内容的编写,清华大学阎捷与李小琴共同完成了 Altium Designer 快速入门部分编写,湖南科瑞特科技股份有限公司提供了 PCB 板制作工艺部分的素材。

本书在编写过程中得到宁波职业技术学院领导和高等教育出版社的大力支持,也得到教研室同事和企业界同仁的帮助,在此一同表示由衷的感谢!同时要感谢湖南科瑞特科技股份有限公司的大力支持!

限于编者的水平,书中难免有错误和疏漏之处,敬请广大读者批评指正,以使本教材更趋完美,也更加符合您的需要。

编者

2013 年 7 月

目 录

第 1 章 Protel 99se 原理图绘制	
基本操作	1
1.1 原理图分析	2
1.2 原理图绘制	5
1.2.1 建立设计(项目)文件	5
1.2.2 建立原理图文件	7
1.2.3 设置原理图绘制环境	9
1.2.4 加载元件库	13
1.2.5 元件提取、元件放置与属性 编辑	16
1.2.6 电气连线	25
1.2.7 检查完善	27
1.2.8 文件导出与导入	28
1.3 问题思考	30
1.4 拓展训练	30
第 2 章 Protel 99se 原理图元件	
符号制作	32
2.1 在原元件库中修改元件 符号	33
2.2 在原元件库中添加元件 符号	36
2.3 创建自己的元件符号库	41
2.4 新建元件符号的使用	46
2.5 问题思考	49
2.6 拓展训练	49
第 3 章 Protel 99se 原理图绘制	
高级操作	52
3.1 原理图分析	53
3.2 原理图绘制	55
3.2.1 制作元件符号	55
3.2.2 使用总线与总线分支	56
3.2.3 使用网络标号	59
3.2.4 使用端口符号	61
3.2.5 文本标注	63
3.2.6 添加图纸信息标注	65
3.2.7 生成 BOM 表	68
3.2.8 打印原理图文件	69
3.3 问题思考	70
3.4 拓展训练	70
第 4 章 用 Protel 99se 自动设计	
单面 PCB 图	74
4.1 PCB 相关知识	75
4.2 PCB 图自动设计	77
4.2.1 绘制/编辑电路原理图	77
4.2.2 生成网络表(Netlist)文件	82
4.2.3 建立 PCB 图设计文件	83
4.2.4 规划 PCB 板边框(尺寸)	84
4.2.5 调用网络表文件加载元件 封装	90
4.2.6 布局 PCB 图	95
4.2.7 设定焊盘参数	100
4.2.8 设定布线参数	102
4.2.9 自动布线	106
4.2.10 检查与修改	108
4.3 问题思考	110
4.4 拓展训练	110
第 5 章 Protel 99se 元件封装	

制作与调用	112	7.5 问题思考	181
5.1 在原元件封装库中修改元件封装	113	7.6 拓展训练	181
5.2 在原元件封装库中添加元件封装	116	第8章 PCB 板制作工艺	182
5.3 建立个性化元件封装库	123	8.1 热转印制板	183
5.4 调用其他 PCB 设计文件中元件封装	126	8.2 雕刻制板	184
5.5 设计现场修改元件封装	129	8.2.1 导出 Gerber 格式文件	184
5.6 关于封装的使用	132	8.2.2 雕刻机床参数的设定	188
5.7 问题思考	133	8.2.3 雕刻机床的操作	193
5.8 拓展训练	133	8.2.4 雕刻机软件的安装	195
第6章 用 Protel 99se 自动、手动混合设计双面 PCB 图	135	8.2.5 雕刻制板的操作步骤	198
6.1 任务说明	136	8.3 化学环保制板	205
6.2 任务实施	138	8.3.1 环保制板机结构	205
6.2.1 封装制作与填写	138	8.3.2 化学环保制板的操作步骤	206
6.2.2 生成网络表文件	140	8.3.3 环保制板机的操作说明	208
6.2.3 建立 PCB 图设计文件	140	8.3.4 操作注意事项	209
6.2.4 规划 PCB 板边框(尺寸)	140	8.4 小型工业制板	209
6.2.5 从网络表文件加载元件封装与错误修改	143	8.4.1 底片制作	209
6.2.6 布局 PCB 图(元件、固定孔)	146	8.4.2 金属过孔	223
6.2.7 设定焊盘参数	149	8.4.3 电路制作	234
6.2.8 设定布线参数	151	8.4.4 阻焊制作	253
6.2.9 手动布线	152	8.4.5 字符制作	254
6.2.10 敷铜	155	8.4.6 OSP 工艺	255
6.2.11 添加标注	157	8.5 项目小结	256
6.3 问题思考	158	8.6 问题研究	257
6.4 拓展训练	158	附录	258
第7章 产品剖析、制作与调试	161	附录1:Protel 99se 自带常用原理图元件符号	258
7.1 实物到原理图转换	162	附录2:Protel 99se 自带常用封装符号	263
7.2 实物到印制板转换	165	附录3:自制元件封装、文字、标志	265
7.2.1 手工测绘法	166	附录4:常用快捷键	267
7.2.2 扫描法	170	附录5:Protel 99se 使用技巧	269
7.3 技术报表生成	178	附录6:Altium Designer 快速入门	276
7.4 制作调试	180	参考文献	302

第1章 Protel 99se 原理图绘制基本操作

学习目标

原理图绘制是电子助理工程师必备的基本技能,本章通过简单原理图的绘制,将带你进入 Protel 99se,熟悉 Protel 99se 的基本操作方法,并使你具备绘制简单电路原理图的能力。

学习完本章后,你将能够:

- 熟悉 Protel 99se 文件组织方式,熟悉原理图绘制环境,并根据需要进行相关设置
- 熟悉运算放大器组成的单元模块电路的功能判断
- 会创建设计项目、新建原理图文件和 PCB 设计文件
- 能根据绘图需要加载/卸载元件符号库文件
- 能较熟练进行元件符号的提取、属性设置、方向调整、位置调整等操作
- 能熟练完成简单电路图的电气连线
- 能熟练进行元件选中、删除等操作
- 能熟练进行文件导出、导入等操作
- 能分析常见的运算放大器组成的单元模块电路



1.1 原理图分析

研发助理是高职学生十分合适和普遍的岗位,他们在研发助理岗位中不是一个单纯的“绘图工”,而是技术研发团队的一分子,尤其在后期 PCB 图设计与样机制作调试中,如果一个技术人员不懂原理图,那么他就不可能设计出有价值的 PCB 图,不可能完成相关的样机制作与测试工作,鉴于此,我们先对绘图对象进行原理分析,并提炼出知识点以帮助大家提高识图和设计能力。【企业职业岗位描述】

图 1-1 是某产品的真实原理图,其中:【话筒放大器原理图视频】

(1) U1A、U1B 及其周边元件组成两路反相比例放大器,分别放大来自 MIC1、MIC2 的信号。放大倍数由 C1、R3、C3、R4 以及 C2、R5、C4、R6 决定,其中 C3、C4 具有抑制高频的作用(语言信号主要是中频信号,高频太多会产生刺耳感)。放大后的信号经过 W1、W2 组成的音量调节电路调节,然后混合并通过插座 2CZ4 输送到下一级电路。

(2) U2A、U2B 等组成信号的检测电路,来自 U1A 输出端 1 号脚的信号通过 C10 耦合后送到 U2A 等元件组成的反相比例放大电路中,放大后信号通过 U2A1 脚输出,经 C11、D1、D2、C12 组成的倍压整流电路处理,得到与信号幅度成比例的直流电压。当 MIC1 无信号时,因 U2A1 号脚无信号,所以整流后直流电压为 0 V,同相端(U2B 的 5 号脚)电压高于反相端(U2B 的 6 号脚),比较器输出(U2B 的 7 号脚)输出为高电平;反之,当 MIC1 有信号时,同相端(U2B 的 5 号脚)电压低于反相端(U2B 的 6 号脚),比较器输出(U2B 的 7 号脚)输出为低电平,这样就实现了 MIC1 是否有信号的检测。

(3) 根据以上分析,本电路的功能是完成话筒信号的放大、混合,同时具有话筒信号的检测功能,可以用来作为单片机等触发信号。

误区与提高

(1) 电路中 R1、R2 以及 R16、R17 是给运算放大器偏置的元件,这一点对没有从事过实际产品设计的读者来说经常会犯错误。他们往往会搬用教材上的反相比例放大器电路图,只有 R2、R17,没有 R1、R16,这样信号会严重失真,实际上一般教材讲的运算放大器原理图,其默认供电是采用正、负双电源,所以静态时同相端、反相端都是零电位,处于正、负电源的中间,可以获得最大动态范围。

但对于单电源供电的运算放大器中,静态时同相端、反相端的电位要求在 $1/2 V_{cc}$ 才能达到最大的动态范围,所以必须加偏置电阻,如图 1-1 中,U1A、U1B、U2A 的同相端、反相端静态电压为其供电电源的一半,这样其工作就不会失真了。

(2) R9、C8、C9 组成退耦电路,用来消除电源中杂波,稳定电路工作,这一处理方法在产品设计中经常运用,而且有时“非它不可”,一般情况下,前置放大电路的电源越“干净”,则系统的噪声越小,为了防止后级或其他电路对前级信号放大电路的影响,前置放大器的供电必

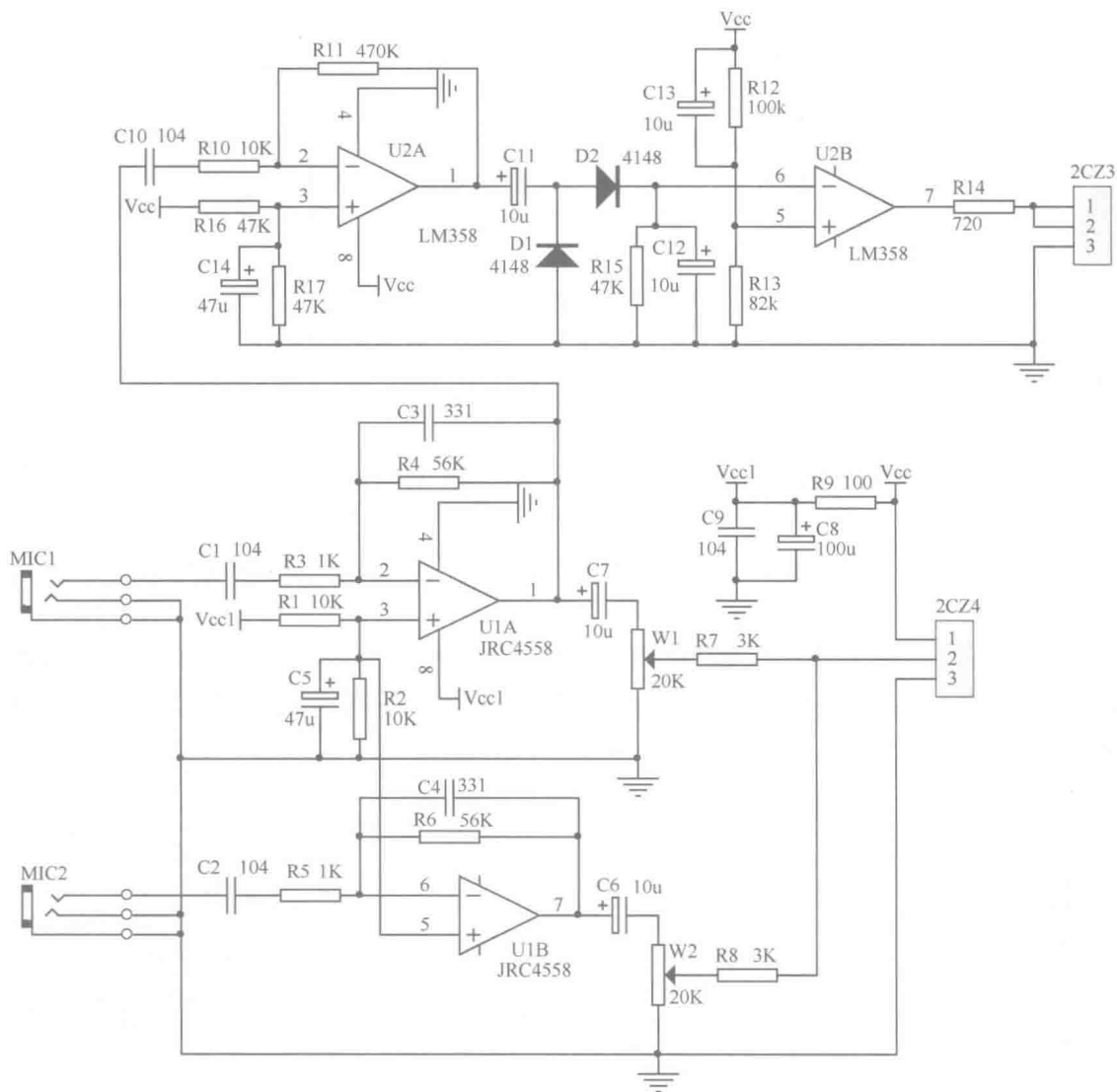


图 1-1

须进行特殊处理,退耦是常用的一种方法。

(3) 运算放大器电路在设计产品中应用极其广泛,但学生却常常搞不明白运算放大器组成的不同结构的电路到底是什么功能? 以下对运算放大器组成的常见单级电路做一结构和功能介绍,依次你可以方便地判断常见的电路功能。

① 运算放大器可以组成信号放大电路,如反相比例、同相放大、加法器、减法器,这类电路的特点就是必须要有负反馈电路(一般深度负反馈),不能有正反馈回路。如图 1-2(a)是典型的反相比例放大器,图 1-2(b)是同相比例放大器。【话筒放大器原理分析与绘制——教学课件】

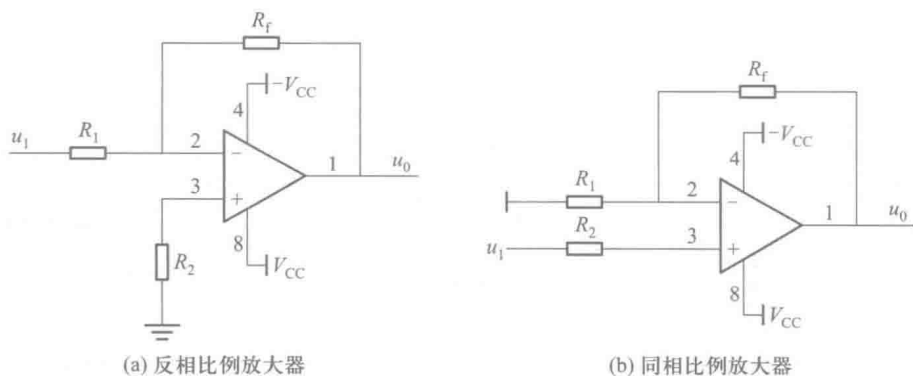


图 1-2

② 运算放大器可以组成比较电路(普通比较器),其电路特点是无任何反馈回路。如图 1-3(a)所示。

③ 运算放大器可以组成滞回比较器,这一电路的特点是具有正反馈回路(只有正反馈),反馈元件为电阻。如图 1-3(b)所示。

④ 运算放大器可以组成振荡电路,如文氏电桥等,其电路特点是同时具有正、负反馈,而且反馈电路中有电容器。除了文氏电桥,运放还可以组成其他结构的振荡电路,如图 1-3(c)所示。

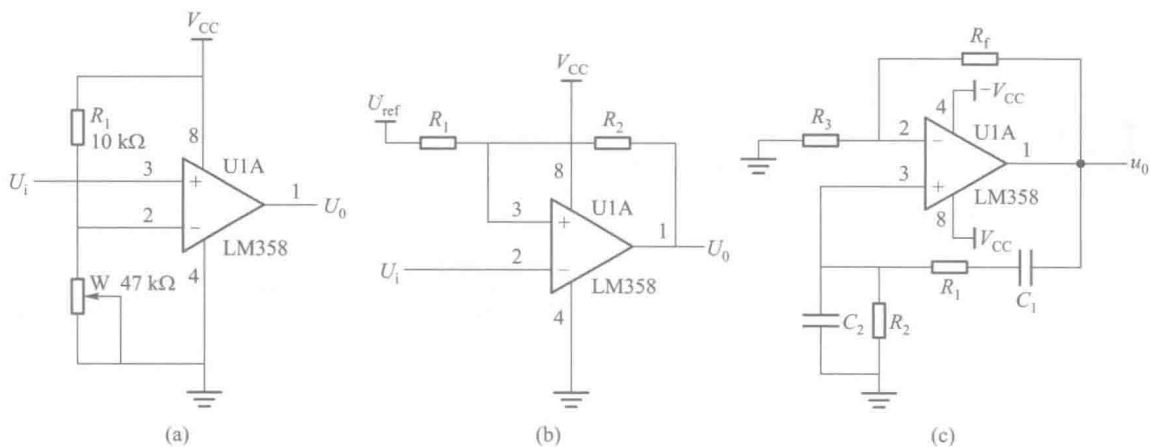


图 1-3

⑤ 运算放大器可以组成积分电路:如图 1-4(a)所示,当 $\tau(R_1 C_1) \geq T$ (输入信号周期) 时,电路对输入信号进行积分。

⑥ 运算放大器可以组成微分电路:如图 1-4(b)所示,当 $\tau(R_1 C_1) \leq T$ (输入信号周期) 时,电路对输入信号进行微分。

有关运算放大器的其他应用大家可以参阅相关其他资料,在此不做展开。

以上可以作为大家在接触实际产品电路图时的一个定性判断依据,从局部电路入手可

以帮助分析整机电路的功能。

下面开始绘制上面图 1-1 所示的电路图,为突出主题,暂时不讨论元件符号的新旧标准问题。

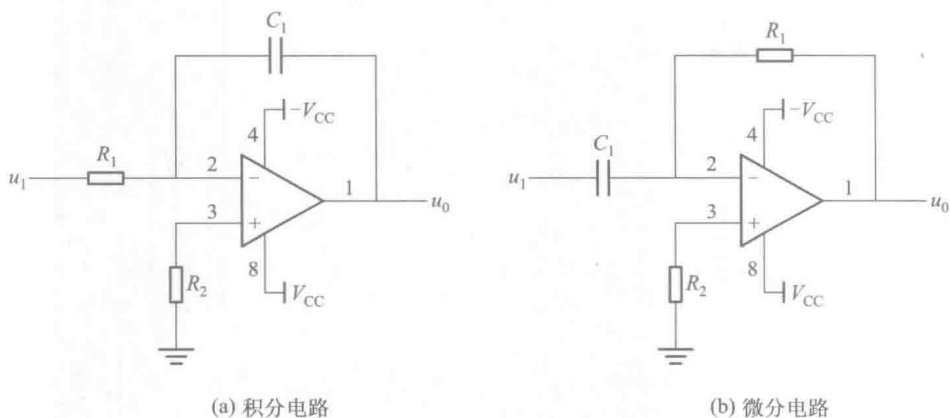


图 1-4

1.2 原理图绘制

1.2.1 建立设计(项目)文件【话筒放大器原理图】

在绘制电路之前,先来建立本任务的设计(项目)文件,并通过此操作了解 Protel 99se 软件文件管理的特点,熟悉其工作界面和环境。【话筒放大器原理分析与绘制——教学课件】

Protel 99se 的文件是以数据库的方式进行管理,对应某项设计任务所建立的设计(项目)文件实际是数据包,其扩展名是“*.ddb”,我们所要建立的各种文件(如原理图文件、印制板文件等)都将包含在这个数据库内,建立设计(项目)文件的方法如下:

启动 Protel 99 se 后出现界面如图 1-5 所示,在菜单 File 下选择 New Design... 命令,启动了设计(项目)文件的建立向导,如图 1-6 所示的 New Design Database(新设计)窗口。其中:

Design Storage Type(指数据库文件格式,由于系统默认设置关系,很多菜单中的后面英文单词只显示一部分,在附录 5 操作技巧中介绍如何将其全部显示)框一般选用默认 MS Access Database。

Database File Name(数据库文件名)框是要输入设计文件名称,扩展名是 .ddb,建议文件名按照任务名称来命名,以便日后管理,如本次任务取为“话筒放大器.ddb”。

Browse... 按钮是选择该设计(项目)文件保存的路径,建议为每个设计项目建立一个专门的文件夹,将各种与设计相关的文件集中在此,便于日后归档和管理。

单击图 1-6 中 按钮进入设计文件界面,如图 1-7 所示。

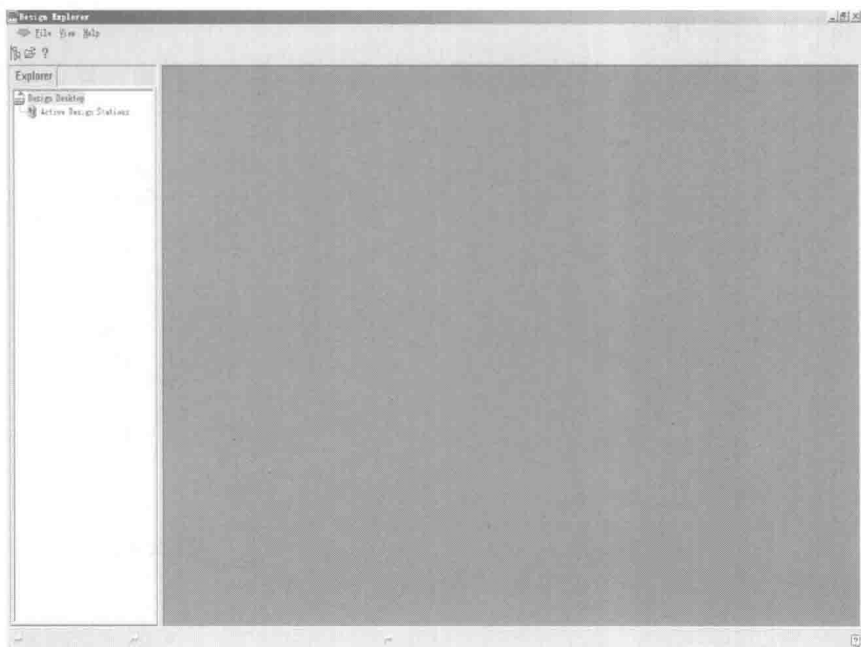


图 1-5

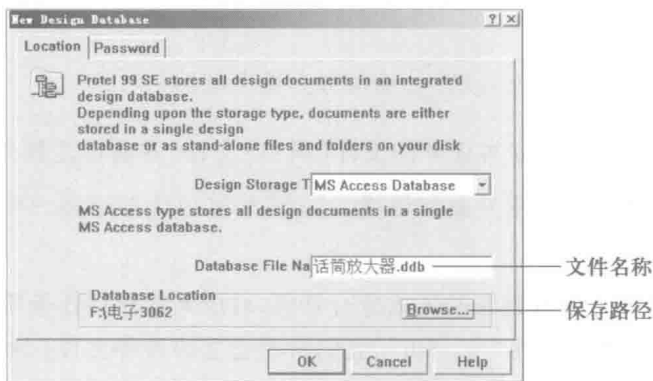


图 1-6

设计(项目)文件建立后,Protel 99se 自动为用户建立了三个图标,分别是:

(1) Design Team  :表示设计本任务的设计团队,可以用管理员身份或者是普通

用户身份,管理员具有所有的权限,而普通用户只能打开软件的某些功能,本项目默认为管理员,不需要修改。

(2) Recycle Bin  :文件回收站,设计过程删除的文件都存放在此,进入回收站,

在被“删”文件上单击右键,可以选择“Restore”命令恢复,也可以选择“Delete”真正删除。

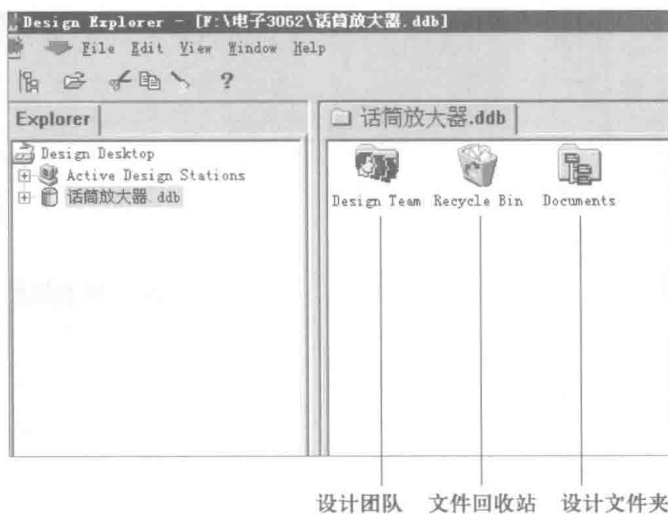


图 1-7

(3) Documents  : 表示设计文件夹, 所建立的各种文件都将放在此文件夹中。

1.2.2 建立原理图文件【话筒放大器原理图】

建立好设计(项目)文件后,除了 Design Team、Recycle Bin、Documents 外没有实质性的内容,接着可以建立原理图文件、印制板图文件等,这样一个设计(项目)文件才有了真正的内容。下面来建立本次任务的原理图文件。【话筒放大器原理分析与绘制——教学课件】

首先双击图 1-7 中的 Documents 图标,进入图 1-8 界面,第一次设计时,Documents 内部是空的。

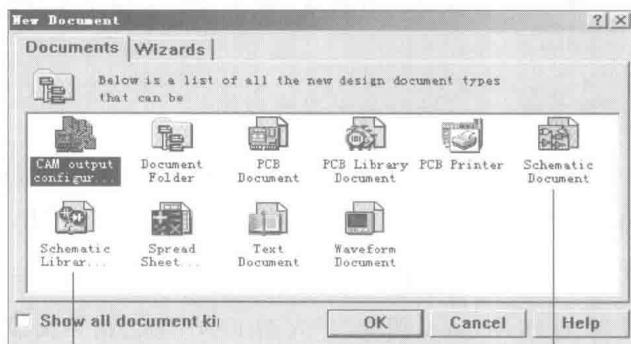


图 1-8

然后在右边 Documents 空白处单击鼠标右键,出现图 1-9 所示的菜单,选择 New... 命令,或者选择菜单 File 下的 New... 命令,进入文件建立向导,如图 1-10 所示。



图 1-9







原理图符号库文件

原理图文件

图 1-10

图 1-10 给出了建立各类文件的向导,包括原理图设计文件、印制板图设计文件等,与原理图绘制有关的是 Schematic Document(原理图文件)和 Schematic Library Document(原理图符号库文件),本次任务只涉及原理图文件,原理图符号库文件将在第 2 章中为大家介绍。

双击图 1-10 中 Schematic Document(原理图文件)图标 , 或者选中 Schematic Document(原理图文件)图标,然后单击  按钮进入图 1-11(a) 所示界面,这是系统默认的原理图文件名 ,为了便于管理,一般将其改名,如改成“话筒放大器.Sch” 。注意扩展名“Sch”必须保留,见图 1-11(b)。