

天传播

世纪英才

高等教育**课改**系列规划教材

(电子信息类)

电子电路分析与 实践指导

樊利军 主编



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

世纪英才高等职业教育课改系列规划教材（电子信息类）

电子电路分析与实践指导

樊利军 主 编

人 民 邮 电 出 版 社
北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

电子电路分析与实践指导 / 樊利军主编. — 北京 : 人民邮电出版社, 2010.6

(世纪英才高等职业教育课改系列规划教材. 电子信息类)

ISBN 978-7-115-22662-4

I. ①电… II. ①樊… III. ①电子电路—电路分析—高等学校: 技术学校—教材 IV. ①TN710

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第051605号

内 容 提 要

本书是《电子电路分析与实践》的配套教材。本书由多年从事电子技术课程教学改革和实践的老师与合作企业的工程技术人员一起编写, 书中内容结合高职高专的办学定位、岗位需求、生源的具体水平等情况, 适合作为高职高专电子信息类专业的电子技术基础课程的配套教材使用。

本书主要内容包括教材中学习的要点、学习中存在的问题和意见的学习过程记录表单, 学生完成任务制定的计划、测试数据等完整的工作过程记录表单, 以及对学生在完成任务过程中的敬业精神、专业能力、方法能力、社会能力等方面的评价表单。任务评价采取自评、组内互评、教师对个人评价以及教师对小组评价相结合的方式, 全面、公正地对学生学习效果进行评价。

本书可作为高职高专院校通信技术、电子信息技术、电子测量技术与仪器、电气自动化技术专业的教材, 也可作为有关专业师生和工程技术人员的参考用书。

世纪英才高等职业教育课改系列规划教材 (电子信息类)

电子电路分析与实践指导

- ◆ 主 编 樊利军
责任编辑 丁金炎
执行编辑 郑奎国
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京昌平百善印刷厂印刷
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 8
字数: 179 千字 2010 年 6 月第 1 版
印数: 1—3 500 册 2010 年 6 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-22662-4

定价: 16.00 元

读者服务热线: (010)67129264 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

前言

Forward

本书是北京工业职业技术学院国家示范性高职院校建设项目成果之一,是由多年从事电子技术课程教学改革和实践的老师与合作企业的工程技术人员一起编写的,是结合高职高专的办学定位、岗位需求、生源的具体水平等情况,专门为高职高专电子信息类专业编写的一本与《电子电路分析与实践》教材配套使用的实践指导手册。这两本教材应配合使用。

本书主要内容包括教材中学习的要点、学习中存在的问题和意见的学习过程记录表单,学生完成任务制定的计划、测试数据等完整的工作过程记录表单,以及对学生在完成过程中的敬业精神、专业能力、方法能力、社会能力等方面的评价表单。任务评价采取学生自评、组内互评、教师对个人评价以及教师对小组评价相结合的方式,全面、公正地对学生学习效果进行评价。

本课程教学学时数为 152 学时,其各项目任务学时如下表所列,可供教师教学过程参考。

参考学时分配表

项 目	任 务 内 容	学 时
音频功率放大器的分析与调试	任务一:前置放大电路的分析与调试	18 学时
	任务二:负反馈放大电路的分析与调试	10 学时
	任务三:功率放大电路的分析与调试	10 学时
	任务四:音频功率放大器的分析与调试	10 学时
数字电路的分析与测试	任务一:数字电路基本元器件的功能测试	14 学时
	任务二:译码显示电路的分析与测试	6 学时
	任务三:计数电路的分析与测试	8 学时
	任务四:校时电路的分析与测试	8 学时
	任务五:振荡电路的分析与测试	8 学时
	任务六:数字钟电路的分析与调试	4 学时
简易数字温度计电路的分析与调试	任务一:直流稳压电路的分析与调试	6 学时
	任务二:温度测量电路的分析与调试	14 学时
	任务三:A/D 转换和显示电路的分析与调试	8 学时
调幅收音机的组装与调试	任务一:变频器电路的制作与测试	6 学时
	任务二:调谐放大器电路的制作与测试	8 学时
	任务三:检波器电路的制作与测试	8 学时
	任务四:调幅收音机整机的组装与调试	6 学时

本书由北京工业职业技术学院电子信息教学团队共同编写完成，其中项目一由李娜编写，项目二由刘莉宏和程一玮共同编写，项目三由樊利军、程韦和张小燕共同编写，项目四由魏昊编写。

在本书的编写过程中，先后得到了北京煤炭矿用机电设备技术开发公司、首钢自动化信息技术有限公司的工程技术人员和北京工业职业技术学院领导的大力支持，在此为本书的出版做出贡献的同志们表示衷心的感谢。

尽管我们在电子电路的分析与实践课程和教材的开发过程中做了许多努力，但由于编者水平有限，书中难免会存在缺点和错误，恳请读者批评、指正。

编 者

Contents 目录

项目一 音频功率放大器的分析与调试	1
项目描述	1
任务一 前置放大电路的分析与调试	1
第一部分 学习过程记录	1
第二部分 工作过程记录	3
任务评价	6
任务二 负反馈放大电路的分析与调试	9
第一部分 学习过程记录	9
第二部分 工作过程记录	10
任务评价	13
任务三 功率放大电路的分析与调试	15
第一部分 学习过程记录	15
第二部分 工作过程记录	16
任务评价	19
任务四 音频功率放大器的分析与调试	22
第一部分 学习过程记录	22
第二部分 工作过程记录	23
任务评价	27
项目二 数字电路的分析与测试	31
项目描述	31
任务一 数字电路基本元器件的功能测试	31
第一部分 学习过程记录	31
第二部分 工作过程记录	33
任务评价	38
任务二 译码显示电路的分析与测试	41
第一部分 学习过程记录	41
第二部分 工作过程记录	42
任务评价	44
任务三 计数电路的分析与测试	47
第一部分 学习过程记录	47
第二部分 工作过程记录	48
任务评价	50



任务四 校时电路的分析与测试	53
第一部分 学习过程记录	53
第二部分 工作过程记录	54
任务评价	57
任务五 振荡电路的分析与测试	60
第一部分 学习过程记录	60
第二部分 工作过程记录	60
任务评价	63
任务六 数字钟电路的分析与测试	65
第一部分 学习过程记录	65
第二部分 工作过程记录	66
任务评价	67
 项目三 简易数字温度计电路的分析与调试	 71
项目描述	71
任务一 直流稳压电路的分析与调试	71
第一部分 学习过程记录	71
第二部分 工作过程记录	72
任务评价	75
任务二 温度测量电路的分析与调试	77
第一部分 学习过程记录	77
第二部分 工作过程记录	78
任务评价	83
任务三 A/D 转换和显示电路的分析与调试	86
第一部分 学习过程记录	86
第二部分 工作过程记录	87
任务评价	91
 项目四 调幅收音机的组装与调试	 94
项目描述	94
任务一 变频器电路的制作与测试	94
第一部分 学习过程记录	94
第二部分 工作过程记录	95
任务评价	97
任务二 调谐放大器电路的制作与测试	100
第一部分 学习过程记录	100
第二部分 工作过程记录	100
任务评价	103

任务三 检波器电路的制作与测试	106
第一部分 学习过程记录	106
第二部分 工作过程记录	107
任务评价	109
任务四 调幅收音机整机的组装与调试	112
第一部分 学习过程记录	112
第二部分 工作过程记录	113
任务评价	116

项目一 音频功率放大器的分析与调试

本项目以音频功率放大器为载体，学习音频功率放大器的方案设计、各种功能电路（分立前置放大电路、负反馈放大电路、功率放大电路）的设计、分析和调试的方法，最后对音频功率放大器的整机电路进行组装与调试。



项目描述

学习目标	知识目标： (1) 基本放大电路的基本知识； (2) 放大电路的静态工作点的计算方法和动态性能指标的计算方法； (3) 负反馈的基本知识、类型和分析方法； (4) 功率放大器的基本知识、组成和类型； (5) 音频功率放大器电路的组成和工作原理； (6) 音频功率放大器各个组成部分的设计、分析以及调试过程 能力目标： (1) 能根据要求选用合适的模拟电子元器件，设计基本放大电路； (2) 熟练运用模拟电路主要专业知识与技能，分析和测试基本放大电路、负反馈放大电路、滤波电路、功率放大电路等； (3) 能列出元器件清单，询价，购买元器件，焊制电路，能正确地使用仪表检测涉及的元器件和电路； (4) 能对电路的状态、电路故障及提高电路性能做出定性或定量的分析及具体的调试； (5) 能编写文档记录制作过程和测试结果，并能制作 PPT 汇报工作成果
项目任务	任务一：前置放大电路的分析与调试； 任务二：负反馈放大电路的分析与调试； 任务三：功率放大电路的分析与调试； 任务四：音频功率放大器的组装与调试
建议学时	48 学时

任务一 前置放大电路的分析与调试

第一部分 学习过程记录

小组成员根据前置放大电路的分析与调试的学习目标，认真学习相关知识，并将学习过程的内容（要点）进行记录，同时也将学习中存在的问题和意见进行记录，填写表单 1-1-1。



表单 1-1-1

项目名称	音频功率放大器的分析与调试		任务名称	前置放大电路的分析与调试	
班级		组名		组员	
开始时间		计划完成时间		实际完成时间	
三极管的结构和工作状态					
放大电路的分类和结构原理图					
放大电路的静态工作点					
放大电路的性能指标					
放大电路的使用注意事项					
放大电路的分析和测试的步骤和方法					
固定偏置式和分压偏置式放大电路的特点					
静态工作点对放大电路输出波形的影响					
存在的问题及反馈意见					

第二部分 工作过程记录

每个学习小组根据任务表单进行分工合作，并制订工作计划，按要求填写表单 1-1-2 并做好记录。

表单 1-1-2

项目名称	音频功率放大器的分析与调试		任务名称	前置放大电路的分析与调试				
班级		组名		成员				
开始时间		计划完成时间			实际完成时间			
注意事项	(1) 电解电容的极性不能接错，以免造成电容器的损坏； (2) 电路装接好之后才可以接通电源； (3) 进行性能指标测试时，一定要注意测试条件； (4) 静态工作点调整合适之后再行性能指标的测试							
小组讨论，分工合作及工作计划的结果								

1.1.1 放大电路测试的准备

测试电路如图 1.1.1 所示，输入/输出电阻测量电路如图 1.1.2 所示。



参考电路图 1.1.1 填写表 1-1-1。

表 1-1-1

测 试 项 目	理论计算值	所需仪器仪表	备 注
静态工作点			
电压放大倍数			
输入电阻			
输出电阻			

1.1.2 所需仪器仪表的使用方法及步骤

1. 万用表
2. 信号发生器
3. 双踪示波器
4. 交流毫伏表

1.1.3 静态工作点的测试

接通直流电源前, 先将 R_w 调至最大, 函数信号发生器输出旋钮旋至零。接通 +12V 电

源, 调节 R_W , 使 $I_C=2.0\text{mA}$, 用直流电压表测量 U_B 、 U_E 、 U_C 及用万用表测量 R_{B2} 值。记录数据并进行分析, 填入表 1-1-2 中。

表 1-1-2

 $I_C=2.0\text{mA}$

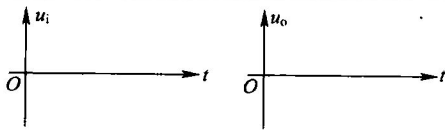
测 量 值					计 算 值		
U_B (V)	U_E (V)	U_C (V)	R_{B2} (k Ω)	I_E (mA)	U_{BE} (V)	U_{CE} (V)	I_B (mA)

1.1.4 电压放大倍数的测试

在放大器输入端加频率为 1kHz 的正弦信号 u_i , 调节函数信号发生器的输出旋钮使放大器输入电压 $u_i \approx 10\text{mV}$, 同时用示波器观察放大器输出电压波形 u_o , 在波形不失真的条件下用交流毫伏表测量下述三种情况下的 u_o 值, 计算电压放大倍数并用双踪示波器观察 u_o 和 u_i 的相位关系, 记录数据并进行分析, 填入表 1-1-3 中。

表 1-1-3

 $I_C=2.0\text{mA}$

R_C (k Ω)	R_L (k Ω)	u_o (V)	A_u	观察记录一组 u_o 和 u_i 的波形
2.4	∞			
1.2	∞			
2.4	2.4			

1.1.5 观察静态工作点对电压放大倍数的影响

置 $R_C=2.4\text{k}\Omega$, $R_L=\infty$, u_i 适量, 调节 R_W , 用示波器监视输出电压 u_o 波形, 在 u_o 不失真的条件下, 测量数组 I_C 和 u_o 值, 记录数据并进行分析, 填入表 1-1-4 中。

表 1-1-4

 $R_C=2.4\text{k}\Omega$ $R_L=\infty$ $u_i=10\text{mV}$

I_C (mA)			2.0		
u_o (V)					
A_u					

测量 I_C 时, 要先将信号源输出旋钮旋至零 (即使 $u_i=0\text{V}$)。

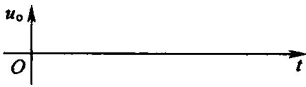
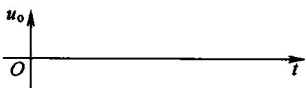
1.1.6 观察静态工作点对输出波形失真的影响

置 $R_C=2.4\text{k}\Omega$, $R_L=2.4\text{k}\Omega$, $u_i=0\text{V}$, 调节 R_W 使 $I_C=2.0\text{mA}$, 测出 U_{CE} 值, 再逐步加大输入信号, 使输出电压 u_o 足够大但不失真。然后保持输入信号不变, 分别增大和减小 R_W , 使波形出现失真, 绘出 u_o 的波形, 并测出失真情况下的 I_C 和 U_{CE} 值, 记录数据并进行分析, 填入表 1-1-5 中。



表 1-1-5

$R_C=2.4k\Omega$ $R_L=2.4k\Omega$ $u_i=0mV$

I_C (mA)	U_{CE} (V)	u_o 波形	失真情况	管子工作状态
				
2.0				
				

1.1.7 测量最大不失真输出电压

置 $R_C=2.4k\Omega$, $R_L=2.4k\Omega$, 同时调节输入信号的幅度和电位器 R_w , 用示波器和交流毫伏表测量最大不失真电压 U_{opp} , 记录数据并进行分析, 填入表 1-1-6 中。

表 1-1-6

$R_L=2.4k\Omega$ $R_C=2.4k\Omega$

I_C (mA)	U_{im} (mV)	U_{opp} (V)

1.1.8 测量输入电阻和输出电阻

置 $R_C=2.4k\Omega$, $R_L=2.4k\Omega$, $I_C=2.0mA$ 。输入 $f=1kHz$ 幅值较小的正弦信号, 在输出电压 u_o 不失真的情况下, 用交流毫伏表测出 u_s , u_i 和 u_o , 记录数据并进行分析, 填入表 1-1-7 中。

保持 u_s 不变, 断开 R_L , 测量输出开路电压 u_o , 记录数据并进行分析, 填入表 1-1-7 中。

表 1-1-7

$I_C=2.0mA$ $R_C=2.4k\Omega$ $R_L=2.4k\Omega$

u_s (mV)	u_i (mV)	R_i (k Ω)		u_{oc} (V)	u_o (V)	R_o (k Ω)	
		测量值	计算值			测量值	计算值

思考:

(1) 列表整理测量结果, 并把实测的静态工作点、电压放大倍数、输入电阻、输出电阻之值与理论计算值作比较 (取一组数据进行比较), 分析产生误差的原因。

(2) 总结 R_C , R_L 及静态工作点对放大器电压放大倍数、输入电阻、输出电阻的影响。

(3) 讨论静态工作点变化对放大器输出波形的影响。

(4) 分析讨论在调试过程中出现的问题。



任务评价

任务评价包括学生自评表、组内互评表、教师对个人评价表、教师对小组评价表, 分别如表单 1-1-3、表单 1-1-4、表单 1-1-5、表单 1-1-6 所示, 任务一评价成绩汇总表如表单 1-1-7 所示。

表单 1-1-3

学生自评表				
评价人签名:		评价时间:		
评价项目	具体内容	分值标准	得分	备注
敬业精神	(1) 不迟到、不缺课,不早退; (2) 学习认真,责任心强; (3) 积极参与完成项目的各个步骤	10		
专业能力	能用万用表确定三极管的管脚和类型,正确识别和检测电阻、电容	10		
	仪器仪表和各种工具的使用熟练,操作正确	10		
	能正确进行放大电路静态工作点的调整与测试	10		
	能按要求进行放大电路性能指标的测试,数据记录正确,能正确分析结果	10		
	能按要求记录放大电路的输入/输出波形,并能正确分析结果	10		
	能按工艺要求正确装接电路,布局合理,电路装接规范,走线美观	10		
方法能力	(1) 语言表达清晰,表达能力; (2) 信息、资料的收集整理能力; (3) 提出有效工作、学习方法的能力; (4) 组织实施能力	15		
社会能力	(1) 与人沟通能力; (2) 团队协作能力; (3) 互助能力; (4) 安全、环保、责任意识	15		
总分		100		

表单 1-1-4

组内互评表				
班级	组别			
小组成员				
小组长签名				
评价内容	评分标准	分值	得分	备注
目标明确程度	工作目标明确,工作计划具体、结合实际,具有可操作性	10		
情感态度	工作态度端正,注意力集中,能使用网络资源进行相关资料的收集	15		



续表

评价内容	评分标准	分值	得分	备注
团队协作	积极与组内成员合作，共同完成任务	15		
专业能力要求	(1) 能用万用表确定三极管的管脚和类型，正确识别和检测电阻、电容； (2) 仪器仪表和各种工具的使用熟练，操作正确； (3) 能正确进行放大电路静态工作点的调整与测试； (4) 能按要求进行放大电路性能指标的测试，数据记录正确，能正确分析结果； (5) 能按要求记录放大电路的输入/输出波形，并能正确分析结果； (6) 能按工艺要求正确装接电路，布局合理，电路装接规范，走线美观	60		
总分		100		

表单 1-1-5

教师对个人评价表				
责任教师		小组成员		教师签名
评价内容	分值	得分	备注	
目标认知程度	5			
情感态度	5			
团队协作	5			
资讯材料准备情况	5			
方案的制定	10			
方案的实施	45			
解决的实际问题	10			
安全操作、经济、环保	5			
技术文档分析	10			
总分	100			

表单 1-1-6

教师对小组评价表			
班级		组别	
责任教师		教师签名	
评价内容	分值	得分	备注
基本知识和技能水平	15		
方案设计能力	15		
任务完成情况	20		

续表

评价内容	分值	得分	备注
团队合作能力	20		
工作态度	20		
任务完成情况演示	10		
总分	100		

表单 1-1-7

任务一成绩汇总表					
班级		组别		组员	
评价方式	学生自评	组内互评	教师对个人评价	教师对小组评价	任务一 评价总分数
评价分数					
评价系数	10%	30%	30%	30%	
汇总分数					
责任教师、组长、个人签名					

任务二 负反馈放大电路的分析与调试

第一部分 学习过程记录

小组成员根据负反馈放大电路的分析与调试的学习目标,认真学习相关知识,并将学习过程的内容(要点)进行记录,同时也将学习中存在的问题和意见进行记录,填写表单 1-2-1。

表单 1-2-1

项目名称	音频功率放大器的分析与调试		任务名称	负反馈放大电路的分析与调试	
班级		组名		组员	
开始时间		计划完成时间		实际完成时间	
负反馈的基本知识及类型					
负反馈放大电路的结构图					