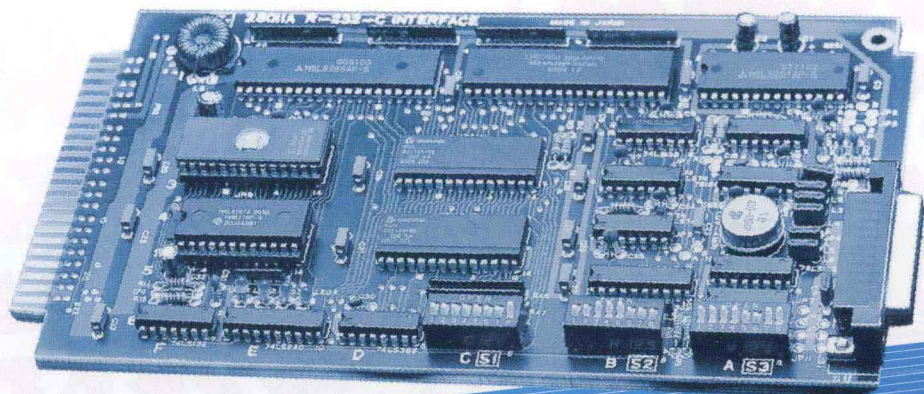


21世纪全国高职高专电子信息系列技能型规划教材



电子技术应用项目式教程

主 编 王志伟
主 审 金卫国



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国高职高专电子信息系列技能型规划教材

电子技术应用项目式教程

主 编 王志伟

副主编 徐江红 孙 玲 严 惠

主 审 金卫国



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书包括模拟电路、数字电路及电子 CAD(Protel 99SE)三个部分的内容。本书共分为两篇、15 个项目,其理论和实践内容主要围绕两个大项目展开,即模拟电路部分的音频放大电路和数字电路部分的数显电容计的制作,音频放大电路和数显电容计已包含了模拟电路和数字电路的绝大部分知识点,且教学内容遵循由易到难、由简单到复杂、理论结合实践的原则,按照理论教学内容和实践教学内容上 1:1 的安排方式,将总课题拆分为若干个子项目进行模块化的教学,同时内容中一些典型器件的测试,尽量选用项目中所用到的元件,以减小实践成本。电子 CAD 部分在教学中,可穿插在模拟电路的讲解中,其教学内容的安排围绕电子 CAD 中级考证的要求来展开。

本书还安排了一些可操作性强、教学成本低廉的项目以供学习和训练,既能让学生系统地掌握知识点,又能培养学生制作、调试电子电路以及分析故障、排除故障的实际操作能力。

本书适用于机电、电气自动化技术专业及相近专业三年制高等职业教育的教学,也可供相关专业的工程技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术应用项目式教程/王志伟主编. —北京:北京大学出版社, 2010.8

(21 世纪全国高职高专电子信息系列技能型规划教材)

ISBN 978-7-301-17712-9

I. ①电… II. ①王… III. ①电子技术—高等学校②技术学校—教材 IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 169150 号

书 名: 电子技术应用项目式教程

著作责任者: 王志伟 主编

策划编辑: 赖 青

责任编辑: 张永见

标准书号: ISBN 978-7-301-17712-9/TM · 0032

出 版 者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> <http://www.pup6.com>

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

电 子 邮 箱: pup_6@163.com

印 刷 者: 三河市北燕印装有限公司

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787mm×1092mm 16 开本 18.5 印张 423 千字

2010 年 8 月第 1 版 2010 年 8 月第 1 次印刷

定 价: 32.00 元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有 侵权必究

举报电话: 010-62752024

电子邮箱: fd@pup.pku.edu.cn

前 言

本书是根据高职高专机电、自动化等专业的培养目标，并参照相关行业的职业技能鉴定规范和高级技术工人等级考核标准，以及后续专业课程对电子技术知识点的需求而编写。为了适应新技术发展对电子技术课程的教学需要，并符合目前高职教育项目导向、任务驱动的课改方向，本书在编写过程中，坚持理论系统性、注重实践性的原则。

本书分为 15 个项目，其理论和实践内容主要围绕两大项目展开，即模拟电路部分的音频放大电路和数字电路部分的数显电容计的制作。音频放大电路和数显电容计的制作已包含了模拟电路和数字电路的绝大部分知识点，且教学内容遵循由易到难、由简单到复杂、理论结合实践的原则，按照理论教学内容和实践教学内容 1:1 的安排方式，将总课题拆分为若干个子项目进行模块化的教学。一些典型器件的测试，也尽量选用了项目中所用到的元件，以减小实践成本。电子 CAD 部分，在教学中可穿插在模拟电路的讲解中，其内容的安排围绕电子 CAD 中级考证的要求来展开。本书还安排了一些可操作性强、教学成本低的项目以供学习和训练，既能让学生系统地掌握知识点，又能培养制作、调试电子电路以及分析、排除故障的实际操作能力。

本书建议学时分配如下。

序 号	内 容	总 学 时	知识训练	技能训练
项目 1	常见电子元器件的认知及测量仪表的使用	6	3	3
项目 2	焊接技术	4	1	3
项目 3	制作晶体管直流稳压电源	6	4	2
项目 4	晶闸管的认知及调光器的制作	6	3	3
项目 5	晶体管及应用电路的制作	8	4	4
项目 6	集成运放、反馈的认知及应用电路的制作	8	4	4
项目 7	功率放大器的认知及应用电路的制作	8	4	4
项目 8	正弦波振荡器的认知及应用电路的制作	8	4	4
项目 9	利用 Protel 99SE 绘制电子电路原理图及 PCB 图	18	4	14
项目 10	数字电路基础	6	4	2
项目 11	门电路的认知及应用电路的制作	8	4	4
项目 12	组合逻辑电路的认知及数显电容计显示电路的制作	10	5	5
项目 13	时序逻辑电路及应用电路的制作	10	5	5
项目 14	集成 555 定时器的认知及应用电路的制作	6	3	3
项目 15	集成 A/D 及 D/A 转换器的认知及应用电路的制作	8	4	4
总 计		120	44	36

注：本书加入了电子 CAD 部分，且给这部分内容安排较多的学时，以达到中级考证的要求。读者可根据自己的实际条件和需要，选择合适的部分进行学习和教学，按照电子技术基本内容，本书建议学时范围为 64~120 个学时。

本书由江苏信息职业技术学院王志伟任主编，江苏信息职业技术学院徐江红、孙玲、严惠任副主编，江苏信息职业技术学院金卫国副教授任主审。

编写分工如下：王志伟编写项目 2~8，徐江红编写项目 13~15，孙玲编写项目 1、9，严惠编写项目 10~12。全书由王志伟统稿。

在编写过程中得到了洪雪峰高工、曹菁教授、焦振宇副教授、金卫国副教授、杨春生副教授的支持，在此表示衷心的感谢。

由于编者水平及编写时间所限，书中难免存在不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编者

2010年5月

北京大学出版社高职高专机电系列教材

序号	书号	书名	编著者	定价	出版日期
1	978-7-301-10464-2	工程力学	余学进	18.00	2006.1
2	978-7-301-10371-9	液压传动与气动技术	曹建东	28.00	2006.1
3	978-7-301-11566-4	电路分析与仿真教程与实训	刘辉珺	20.00	2007.2
4	978-7-5038-4863-6	汽车专业英语	王欲进	26.00	2007.8
5	978-7-5038-4864-3	汽车底盘电控系统原理与维修	闵思鹏	30.00	2007.8
6	978-7-5038-4868-1	AutoCAD 机械绘图基础教程与实训	欧阳全会	28.00	2007.8
7	978-7-5038-4866-7	数控技术应用基础	宋建武	22.00	2007.8
8	978-7-5038-4937-4	数控机床	黄应勇	26.00	2007.8
9	978-7-301-13258-6	塑模设计与制造	晏志华	38.00	2007.8
10	978-7-301-12182-5	电工电子技术	李艳新	29.00	2007.8
11	978-7-301-12181-8	自动控制原理与应用	梁南丁	23.00	2007.8
12	978-7-301-12180-1	单片机开发应用技术	李国兴	21.00	2007.8
13	978-7-301-12173-3	模拟电子技术	张琳	26.00	2007.8
14	978-7-301-09529-5	电路电工基础与实训	李春彪	31.00	2007.8
15	978-7-5038-4861-2	公差配合与测量技术	南秀蓉	23.00	2007.9
16	978-7-5038-4865-0	CAD/CAM 数控编程与实训(CAXA 版)	刘玉春	27.00	2007.9
17	978-7-5038-4862-9	工程力学	高原	28.00	2007.9
18	978-7-5038-4869-8	设备状态监测与故障诊断技术	林英志	22.00	2007.9
19	978-7-301-12392-8	电工与电子技术基础	卢菊洪	28.00	2007.9
20	978-7-5038-4867-4	汽车发动机构造与维修	蔡兴旺	50.00(1CD)	2008.1
21	978-7-301-13260-9	机械制图	徐萍	32.00	2008.1
22	978-7-301-13263-0	机械制图习题集	吴景淑	40.00	2008.1
23	978-7-301-13264-7	工程材料与成型工艺	杨红玉	35.00	2008.1
24	978-7-301-13262-3	实用数控编程与操作	钱东东	32.00	2008.1
25	978-7-301-13261-6	微机原理及接口技术(数控专业)	程艳	32.00	2008.1
26	978-7-301-12386-7	高频电子线路	李福勤	20.00	2008.1
27	978-7-301-13383-5	机械专业英语图解教程	朱派龙	22.00	2008.3
28	978-7-301-12384-3	电路分析基础	徐锋	22.00	2008.5
29	978-7-301-13572-3	模拟电子技术及应用	刁修睦	28.00	2008.6
30	978-7-301-13575-4	数字电子技术及应用	何首贤	28.00	2008.6
31	978-7-301-13574-7	机械制造基础	徐从清	32.00	2008.7
32	978-7-301-13657-7	汽车机械基础	邵茜	40.00	2008.8
33	978-7-301-13655-3	工程制图	马立克	32.00	2008.8
34	978-7-301-13654-6	工程制图习题集	马立克	25.00	2008.8
35	978-7-301-13573-0	机械设计基础	朱凤芹	32.00	2008.8
36	978-7-301-13582-2	液压与气压传动	袁广	24.00	2008.8
37	978-7-301-13662-1	机械制造技术	宁广庆	42.00	2008.8
38	978-7-301-13661-4	汽车电控技术	祁翠琴	39.00	2008.8
39	978-7-301-13658-4	汽车发动机电控系统原理与维修	张吉国	25.00	2008.8
40	978-7-301-13653-9	工程力学	武昭晖	25.00	2008.8
41	978-7-301-14139-7	汽车空调原理及维修	林钢	26.00	2008.8
42	978-7-301-13652-2	金工实训	柴增田	22.00	2009.1
43	978-7-301-14656-9	实用电路基础	张虹	28.00	2009.1

序号	书号	书名	编著者	定价	出版日期
44	978-7-301-14655-2	模拟电子技术原理与应用	张虹	26.00	2009.1
45	978-7-301-14453-4	EDA 技术与 VHDL	宋振辉	28.00	2009.2
46	978-7-301-14470-1	数控编程与操作	刘瑞己	29.00	2009.3
47	978-7-301-14469-5	可编程控制器原理及应用(三菱机型)	张玉华	24.00	2009.3
48	978-7-301-12385-0	微机原理及接口技术	王用伦	29.00	2009.4
49	978-7-301-12390-4	电力电子技术	梁南丁	29.00	2009.4
50	978-7-301-12383-6	电气控制与 PLC(西门子系列)	李伟	26.00	2009.6
51	978-7-301-13651-5	金属工艺学	柴增田	27.00	2009.6
52	978-7-301-12389-8	电机与拖动	梁南丁	32.00	2009.7
53	978-7-301-12391-1	数字电子技术	房永刚	24.00	2009.7
54	978-7-301-13659-1	CAD/CAM 实体造型教程与实训 (Pro/ENGINEER 版)	诸小丽	38.00	2009.7
55	978-7-301-15378-9	汽车底盘构造与维修	刘东亚	34.00	2009.7
56	978-7-301-13656-0	机械设计基础	时忠明	25.00	2009.8
57	978-7-301-12387-4	电子线路 CAD	殷庆纵	28.00	2009.8
58	978-7-301-12382-9	电气控制及 PLC 应用(三菱系列)	华满香	24.00	2009.9
59	978-7-301-15692-6	机械制图	吴百中	26.00	2009.9
60	978-7-301-15676-6	机械制图习题集	吴百中	26.00	2009.9
61	978-7-301-16898-1	单片机设计应用与仿真	陆旭明	26.00	2010.2
62	978-7-301-15578-3	汽车文化	刘锐	28.00	2009.8
63	978-7-301-15742-8	汽车使用	刘彦成	26.00	2009.9
64	978-7-301-16919-3	汽车检测与诊断技术	娄云	35.00	2010.2
65	978-7-301-17122-6	AutoCAD 机械绘图项目教程	张海鹏	36.00	2010.5
66	978-7-301-17079-3	汽车营销实务	夏志华	25.00	2010.6
67	978-7-301-17148-6	普通机床零件加工	杨雪青	26.00	2010.6
68	978-7-301-16830-1	维修电工技能与实训	陈学平	37.00	2010.7
69	978-7-301-13660-7	汽车构造(上册)——发动机构造	罗灯明	30.00	2010.8
70	978-7-301-17398-5	数控加工技术项目教程	李东君	48.00	2010.8
71	978-7-301-17573-6	AutoCAD 机械绘图基础教程	王长忠	32.00	2010.8
72	978-7-301-17324-4	电机控制与应用	魏润仙	34.00	2010.8
73	978-7-301-17557-6	CAD/CAM 数控编程项目教程(UG 版)	慕灿	45.00	2010.8
74	978-7-301-17609-2	液压传动	龚肖新	22.00	2010.8
75	978-7-301-17569-9	电工电子技术项目教程	杨德明	32.00	2010.8
76	978-7-301-17679-5	机械零件数控加工	李文	38.00	2010.8
77	978-7-301-17608-5	机械加工工艺编制	于爱武	45.00	2010.8
78	978-7-301-17696-2	模拟电子技术	蒋然	35.00	2010.8
79	978-7-301-17707-5	零件加工信息分析	谢蕾	46.00	2010.8
80	978-7-301-17712-9	电子技术应用项目式教程	王志伟	32.00	2010.8

电子书(PDF 版)、电子课件和相关教学资源下载地址: <http://www.pup6.com/ebook.htm>, 欢迎下载。

欢迎免费索取样书, 请填写并通过 E-mail 提交教师调查表, 下载地址: <http://www.pup6.com/down/教师信息调查表 excel 版.xls>, 欢迎订购。

欢迎投稿, 并通过 E-mail 提交个人信息卡, 下载地址: <http://www.pup6.com/down/zhuyizhexinxika.rar>。

联系方式: 010-62750667, laiqingbeida@126.com, linzhangbo@126.com, 欢迎来电来信。

目 录

第 1 篇 模拟电路.....	1
项目 1 常见电子元器件的认知及测量仪表的使用.....	3
1.1 万用表的认知及使用.....	4
1.2 电阻元件的认知及测试.....	7
1.3 电容元件的认知及测试.....	10
1.4 电感元件的认知及测试.....	13
1.5 晶体管直流稳压电源的认知及使用.....	13
1.6 信号发生器的认知及使用.....	15
1.7 示波器的认知及使用.....	17
重点小结.....	20
习题.....	20
项目 2 焊接技术.....	22
2.1 焊接技术的认知.....	23
2.2 手工焊接技术及操作.....	25
重点小结.....	30
习题.....	30
项目 3 制作晶体管直流稳压电源.....	32
3.1 二极管的认知.....	33
3.2 测试二极管的单向导电性.....	35
3.3 直流稳压电源的制作.....	40
重点小结.....	46
习题.....	46
项目 4 晶闸管的认知及调光器的制作.....	50
4.1 晶闸管的认知.....	51
4.2 晶闸管的特性测试.....	52
4.3 制作调光台灯控制电路.....	55
重点小结.....	58
习题.....	58
项目 5 晶体管及应用电路的制作.....	60
5.1 晶体管的认知.....	61

5.2	单管共射极放大电路的特性测试	64
5.3	音频放大电路输入级的制作	71
5.4	多级放大电路的认知及测试	73
	重点小结	77
	习题	77
项目 6	集成运放、反馈的认知及应用电路的制作	81
6.1	集成运放的认知	82
6.2	反馈的认知	88
6.3	音频放大电路中间级的制作	91
	重点小结	93
	习题	93
项目 7	功率放大器的认知及应用电路的制作	97
7.1	功率放大电路的认知	98
7.2	音频放大电路功率输出级的制作	100
7.3	集成功率放大器的认知及运用	105
	重点小结	108
	习题	108
项目 8	正弦波振荡器的认知及应用电路的制作	110
8.1	正弦波振荡器的制作	111
8.2	LC 电容反馈式三点式振荡器的制作	113
8.3	石英晶体振荡器的认知	117
8.4	音箱分频器的制作	118
	重点小结	122
	习题	122
项目 9	利用 Protel 99SE 绘制电子电路原理图及 PCB 图	124
9.1	Protel 99SE 的认知	126
9.2	绘制电气原理图及创建新元件库	130
9.3	生成网络表及对象属性清单	143
9.4	添加/移除印制电路板库文件及创建新封装库	146
9.5	绘制音频放大电路直流电源 PCB 图	150
	重点小结	158
	习题	159
第 2 篇	数字电路	165
项目 10	数字电路基础	168
10.1	数字信号的认知	170
10.2	逻辑代数的认知	175





重点小结.....	182
习题.....	182
项目 11 门电路的认知及应用电路的制作.....	185
11.1 基本集成门电路的认知及测试.....	186
11.2 集成组合逻辑门电路的认知及测试.....	190
11.3 常用集成 TTL 及 CMOS 门电路的认知.....	193
11.4 数显电容计超量程指示电路的制作.....	204
重点小结.....	205
习题.....	206
项目 12 组合逻辑电路的认知及数显电容计显示电路的制作.....	208
12.1 三人表决电路的制作.....	209
12.2 常见集成组合逻辑电路的认知及测试.....	212
12.3 数显电容计显示电路的制作.....	221
重点小结.....	224
习题.....	224
项目 13 时序逻辑电路及应用电路的制作.....	227
13.1 常见集成触发器的认知及测试.....	228
13.2 集成计数器的认知及数显电容计计数电路的制作.....	236
重点小结.....	243
习题.....	244
项目 14 集成 555 定时器的认知及应用电路的制作.....	247
14.1 集成 555 定时器的认知及测试.....	248
14.2 利用 555 型集成定时器制作单稳态触发器.....	252
14.3 救护车变音警笛电路的制作.....	255
14.4 数显电容计 C-T 转换电路的制作.....	258
14.5 施密特触发器.....	260
重点小结.....	262
习题.....	263
项目 15 集成 A/D 及 D/A 转换器的认知及应用电路的制作.....	266
15.1 集成 A/D 转换器的认知及测试.....	267
15.2 简易型数字电压表的制作.....	272
15.3 D/A 转换器的认知及测试.....	274
15.4 运用 DAC0832 制作波形发生电路.....	279
重点小结.....	281
习题.....	281
参考文献.....	283

第 1 篇

模拟电路

模拟电路部分将重点制作用于放音的音频放大电路，分为 4 个子项目，即稳压电源、输入级、中间级和输出级，其总电气原理图及 PCB 板图如图 1 和图 2 所示。

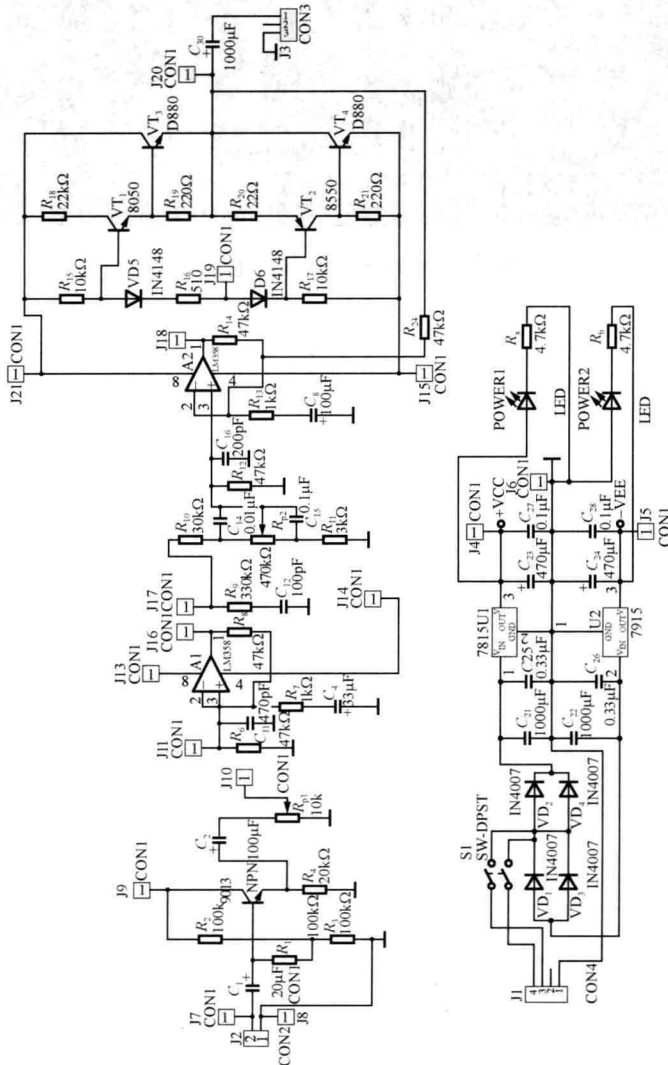


图 1 音频放大电路的电气原理图

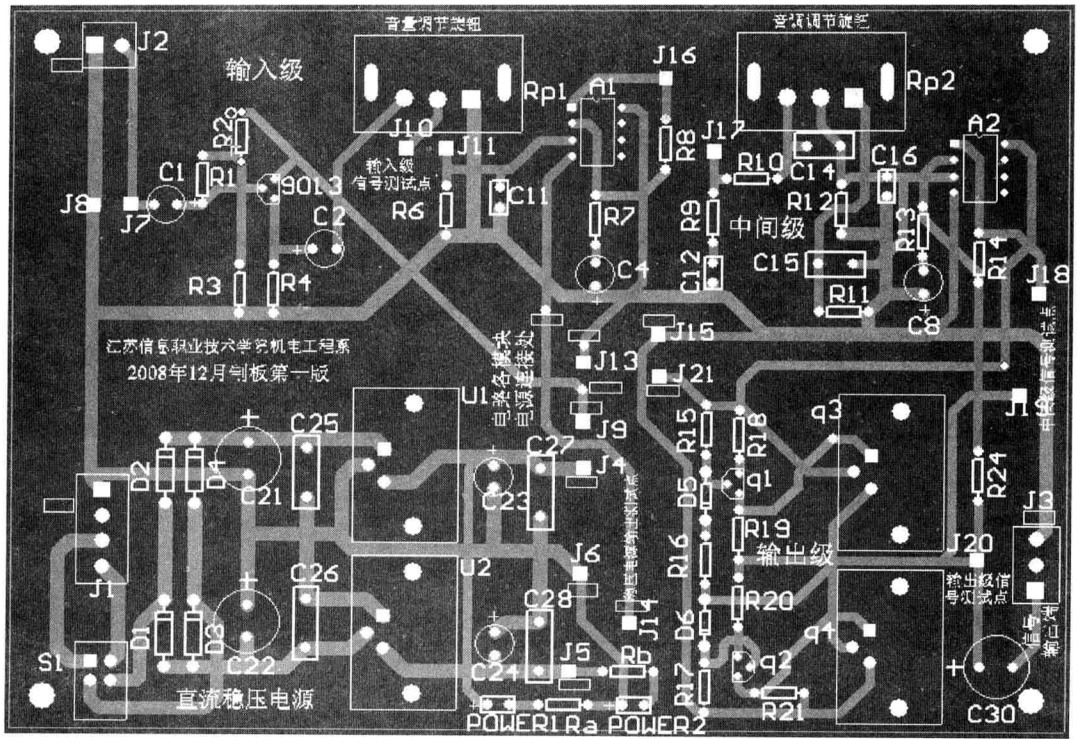


图2 音频放大电路的PCB板图

项目 1

常见电子元器件的认知 及测量仪表的使用

学习目标

1. 知识目标

- (1) 了解常用元器件的概况。
- (2) 掌握常见电阻、电位器元件的基本特性：电阻及电位器的结构与符号、电阻及电位器的分类及特点、电阻及电位器的使用及选用原则、电阻及电位器的特性测试等。
- (3) 掌握常见电感元件的基本特性：电感的结构与符号、电感的分类及特点、电感的使用及选用原则等。
- (4) 掌握常见电容元件的基本特性：电容的结构与符号、电容的分类及特点、电容的使用及选用原则等。
- (5) 掌握常用测量仪表(万用表、直流稳压电源、波形发生器、示波器等)的使用，了解各种测量仪器的特点、分类和工作原理。

2. 技能目标

- (1) 掌握利用万用表测量电压、电流、电阻、电容等特性参数的方法。
- (2) 掌握直流稳压电源、信号发生器、示波器的使用。
- (3) 掌握利用信号发生器输出相应幅值和频率的波形的的方法，以及利用示波器测试信号发生器输出波形的特性参数的方法。

生活提点

生活中经常用到各种电器，如计算机、手机、随身听、剃须刀等，包括将要制作的音频放大器，不管这些电器的电路是简单还是复杂，都是由各种各样的电子元器件组成的，这些器件的识别和选用，以及如何运用各种测量仪表对电路进行特性测量，都是学习电子技术必须掌握的内容。



项目任务

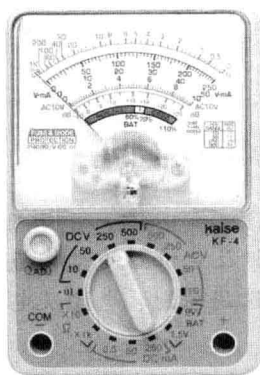
- (1) 掌握万用表、信号发生器、示波器以及晶体管稳压电源的使用。
- (2) 掌握应用直标法以及测试仪表测试各种元器件的特性参数的方法。
- (3) 熟练使用各种常用测量仪表。



项目实施

1.1 万用表的认知及使用

万用表实物如图 1.1 所示。从万用表实物的面板可看到，万用表可测试电阻、交直流电压与电流、电容量及三极管的极性等参数。



(a) 指针式万用表



(b) 数字式万用表

图 1.1 万用表实物

1.1.1 指针式万用表

1. 结构组成

万用表主要由测量机构(习惯上称为表头)、测量线路、转换开关和刻度盘四部分构成。万用表的面板上有多条标度尺的刻度盘、转换开关旋钮、调零旋钮和接线插孔等。

(1) 表头。万用表的表头通常采用灵敏度高、准确度好的磁电系测量机构，它是万用表的核心部件，其作用是指示该测电量的数值。万用表性能的好坏很大程度上取决于表头性能的好坏。灵敏度和内阻是表头的两项重要的技术指标。表头的灵敏度是指指针达到满刻度时，流过表头的直流电流的大小，简称为满度电流。满度电流越小，灵敏度就越高。一般情况下，万用表只有几微安到几百微安满偏电流值。表头的内阻是指磁电系测量机构中线圈的直流电阻，这个值越大，内阻越高，万用表性能越好。

(2) 转换开关。转换开关用来选择不同的量程和被测量的电量，它由固定触点和活动触点两大部分组成。

转换开关旋钮周围有几种符号，其作用和含义如下。



“ Ω ”表示测量直流电阻挡,以欧(姆)为单位。“ \times ”表示倍率;“k”表示1 000;“ \times k”表示表盘上 Ω 刻度线读值乘以1 000,如刻度指示为4,则所测阻值为4 000 Ω ,即4k Ω 。

“DCV”表示测量直流电压挡,以V(伏)为单位,各分挡上的数值是该挡允许实测电压的上限值,万用表的表针会满偏出刻度线。

“ACV”表示测量交流电压挡,以V(伏)为单位。各分挡上的数字含义与DCV挡相同。

“DCmA”和“A”表示测量直流电流,分别以 μ A(微安)和mA(毫安)为单位。它由若干个表示测量允许上限值的分挡组成。

万用表刻度线分为均匀和非均匀两种,其中电流和电压的刻度线为均匀刻度线,欧姆刻度线为非均匀刻度线。

2. 指针式万用表工作原理

指针式万用表是把被测量电量转换为指针的偏转角,并使两者之间保持一定的比例关系。这样,偏转角的大小就反映了被测电量的数值,而表头就是用来实现这一转换的核心部件。因此,万用表的工作原理实际上就是表头的工作原理。

3. 指针式万用表的性能指标

(1) 准确度。万用表的准确度通常称为精度,它反映了万用表在测量中的基本误差的大小。基本误差是指万用表在规定正常温度和放置方式不存在外界电场或磁场影响的情况下,由于活动部分的摩擦、标尺刻度的不准确、结构工艺的不完善等原因造成的误差,它是仪表固有的一种误差。基本误差越小,仪表的准确度越高。根据国家标准,仪器的准确度可分为7个等级,即0.1、0.2、0.5、1.0、1.5、2.5和5.0级。万用表的等级一般在1.0~5.0级之间。MF368型万用表直流电流挡和电阻挡的准确度为2.5级。交流电压挡的准确度为5.0级。

(2) 电压灵敏度。电压灵敏度为电压内阻与该挡量程电压的比值,即

$$\text{电压灵敏度} = \frac{\text{电压表内阻}}{\text{电压挡量程}}$$

国产万用表中,电压灵敏度最高的可以达到100k Ω /V,而一般的万用表电压灵敏度为20k Ω /V。在测量电压时,万用表要与被测电路并联,这样会产生分流,从而使测量产生误差。而电压灵敏度高时,万用表的内阻比较大,对被测电路的分流小,电压的测量误差较小。同时,电压灵敏度越高,万用表消耗的功率也越小。

(3) 测量范围。万用表的测量种类和测量范围也是万用表的重要性能。不同型号的万用表,测量的种类和范围也不相同。下面以MF368型万用表为例来介绍测量种类和范围。

直流电压挡: 0~0.5V~10V~50V~250V

0~500V~1 500V

直流电流挡: 0~50 μ A~2.5mA~25mA~0.25A

0~2.5A

交流电压挡: 0~2.5V~10V~50V~250V

0~500V~1 500V

直流电阻挡: $\Omega \times 1$ 挡: 0.2 Ω ~2k Ω (150mA)

$\Omega \times 10$ 挡: 2 Ω ~20k Ω (15mA)

$\Omega \times 100$ 挡: $20 \Omega \sim 200k \Omega (1.5mA)$

$\Omega \times 1k$ 挡: $200 \Omega \sim 2M \Omega (150 \mu A)$

$\Omega \times 10k$ 挡: $2k \Omega \sim 20M \Omega (60 \mu A)$

音频电平: $-10dB \sim +22dB$

放大倍数: $0 \sim 1\ 000$

负载电流: $0 \sim 150mA \sim 15mA \sim 1.5mA \sim 150 \mu A$

负载电压: $0 \sim 3V$

4. 万用表的使用方法及注意事项

(1) 正确地进行被测电量和量程的选择。

万用表是一个多电量、多量程的测量仪表,在测量中应首先选择相应的电量和量程。如,测量 220V 交流电时,转换开关应置于交流电压挡,并选择量程 250V 或 500V。万用表被测电量子程的选择有两种方法:一种是同时选择,即一个转换开关在选择量程的同时,还用来选择电量;另一种是分别选择,即使用两个转换开关,可先选择被测电量的种类,另一种用来选择量程。

在选择万用表量程时,一般要使指针指示在满刻度的 $1/2$ 或 $2/3$ 以上的位置,这样便于读数,测量结果比较准确。如果不知道被测电量的范围,可先选择最大的量程,若指针偏转很小,则逐步减小量程。

(2) 正确读数。

一般在万用表盘上有多条标度尺,它们分别在测量不同电量时使用。在选好被测电量种类和量程后,还要根据相应的标度尺去读数。如:标有“DC”或“—”的标度尺可用来读取直流量;标有“AC”或“~”的标度尺可以用来读取交流量;等等。在读数时,眼睛应位于指针的正上方,对于有反射镜的万用表,应使指针和镜像中的指针相重合,这样可以减小读数误差,提高读数准确性。在测量电流和电压时,还要根据所选择的量程,来确定刻度线上每一个小格所代表的值,从而确定最终的读数。

(3) 使用注意事项。

① 在使用万用表之前,应先进行“机械调零”,即在没有被测量电量时,使万用表指针指在零电压或零电流的位置上,尤其是测量电阻时,在切换量程时,不同量程均必须调零。

② 在使用万用表过程中,不能用手去接触表笔的金属部分。这样一方面可以保证测量的准确,另一方面也可以保证人身安全。

③ 在测量某一电量时,不能在测量的同时换挡,尤其是在测量高电压或大电流时,更应注意。否则,会使万用表毁坏。如需换挡,应先断开表笔,换挡后再去测量。

④ 万用表在使用时,必须水平放置,以免造成误差。同时,还要注意避免外界磁场对万用表的影响。

⑤ 万用表使用完毕,应将转换开关置于交流电压的最大挡,如果长期不使用,还应将万用表内部的电池取出来,以免电池腐蚀影响表内其他器件。

1.1.2 数字式万用表

数字式万用表区别于指针式万用表的特点如下。

(1) 数字显示,直观准确。数字式万用表采用数字化测量和数字显示技术,通过 $18mm^2$

或 25mm^2 的液晶显示器把测量结果直接以数字的形式显示出来,一目了然,避免了指针式万用表中的读数误差。

(2) 准确度高。数字式万用表的准确度是测量结果中系统误差和随机误差的综合,它表明了测量结果与实际数值的一致程度,也反映了测量误差的大小。数字式万用表的准确度与显示位数有关,其性能远远优于指针式万用表。

(3) 分辨率高。分辨率是指数字式万用表对微小电量的识别能力,它要受到准确度的制约。数字式万用表中分辨率是以能显示的最小数(零除外)与最大数字的百分比来确定的,百分比越小,分辨率越高。例如: $3\times 1/2$ 数字式万用表可显示的最小数为1,最大数为1999,故分辨率为 $1/1999\approx 0.05\%$ 。

(4) 测量速率快。测量速率是指仪表在每秒内对被测电路的测量次数,单位为“次/s”。完成一次测量过程所需要的时间称为测量周期,单位为s。显然,这两者呈倒数关系。一般数字式万用表测量速率为 $2\sim 5$ 次/s,而有些数字式万用表可达每秒几十次,甚至几百或上千次。

(5) 输入阻抗高。数字式万用表具有很高的输入阻抗,这样可以减少对被测电路的影响。 $3\times 1/2$ 位的数字式万用表电压挡的输入电阻通常为 $10\text{M}\Omega$,而 $5\times 1/2\sim 8\times 1/2$ 位的数字式万用表输入电阻可达 $10\text{G}\Omega$ 。

(6) 集成度高,便于组装和维修。目前数字式万用表均采用中大规模集成电路,外围电路十分简单,组装和维修都很方便,同时也使万用表的体积大大缩小。

(7) 保护功能齐全。数字式万用表内部有过流、过压等保护电路,过载能力很强。在不超过极限值的情况下,即使出现误操作(如用电阻挡测量电压等),也不会损坏内部电路。

(8) 数字式万用表还具有功耗低、抗干扰能力强等特点。

1.2 电阻元件的认知及测试

电阻在电子产品中是必不可少的、使用最多的元件之一。它的种类繁多、形状各异,功率也各有不同,在电路中常用来控制电流、分配电压。

常用的电阻元件实物如图 1.2 所示。

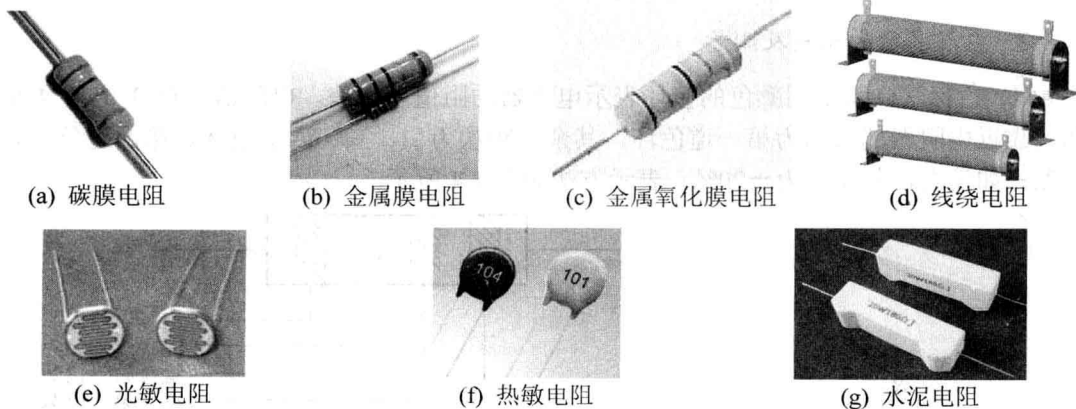


图 1.2 电阻实物