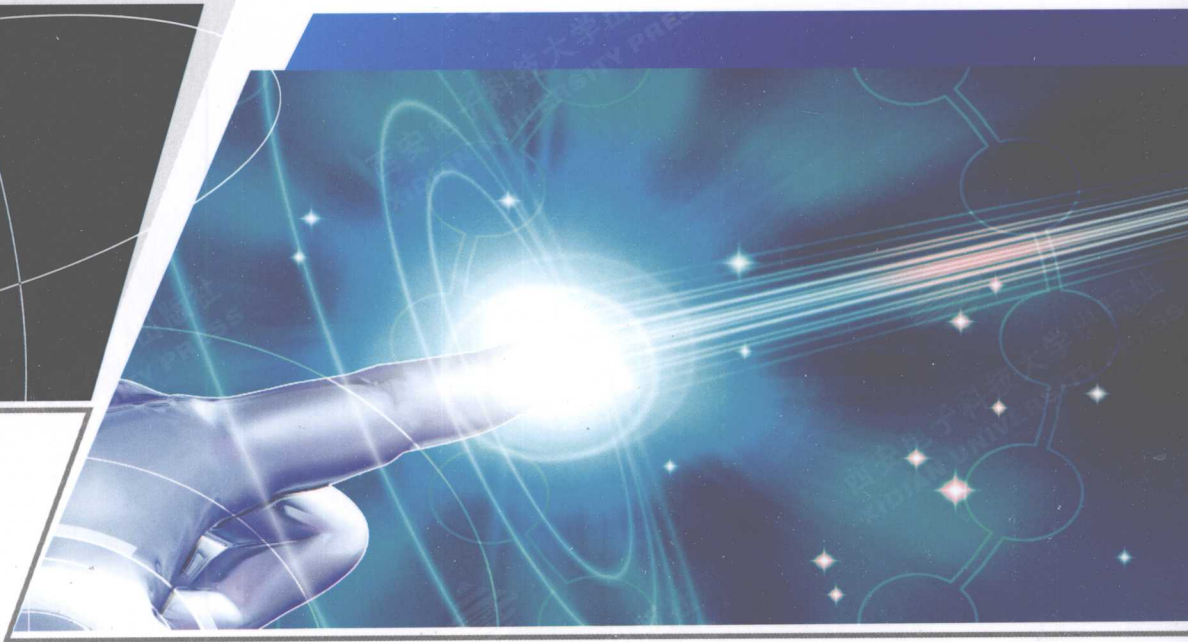




高职高专电子信息类“十一五”规划教材  
高职高专教育课程改革成果教材

# 电工基础

## — 电工原理与技能训练



主编 黎 炜  
主审 杨 勇



西安电子科技大学出版社  
<http://www.xduph.com>

高职高专电子信息类“十一五”规划教材

---

高职高专教育课程改革成果教材

# 电工基础

——电工原理与技能训练

主 编 黎 炜

副主编 芦 晶 戴曰梅

主 审 杨 勇

西安电子科技大学出版社

2009

## 内 容 简 介

本书是高职高专课程改革成果教材,依据教育部最新制定的《高职高专教育电工技术基础课程教学基本要求》和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》的精神指导编写而成。

全书共 10 章,内容包括电路的基本概念和基本定律、直流电阻性电路的分析、线性动态电路分析、正弦交流电路、三相正弦交流电路、谐振电路、互感耦合电路、磁路与铁芯线圈电路、非正弦周期信号电路、二端口网络等,并配有精选的例题、习题、练习题和技能训练项目。

本书可作为高等职业技术学院电气自动化、电子、通信、供用电、计算机、数控及机电类各专业电工基础课程的教材,也可供相关专业工程技术人员参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

电工基础: 电工原理与技能训练/黎炜主编. —西安: 西安电子科技大学出版社, 2009.2

高职高专电子信息类“十一五”规划教材

ISBN 978-7-5606-2177-7

I. 电… II. 黎… III. 电工学—高等学校: 技术学校—教材 IV. TM1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 197306 号

策 划 毛红兵

责任编辑 徐德源 毛红兵

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西天意印务有限责任公司

版 次 2009 年 2 月第 1 版 2009 年 2 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印 张 16.375

字 数 380 千字

印 数 1~4000 册

定 价 23.00 元

ISBN 978-7-5606-2177-7/TM·0055

**XDUP 2469001-1**

\*\*\* 如有印装问题可调换 \*\*\*

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。

西安电子科技大学出版社  
高职高专电子信息类“十一五”规划教材  
编审专家委员会名单

主任：杨勇

副主任：张小虹

成员：（按姓氏笔画排列）

马琳	王平	王宏军	丛迎九
卢庆林	李常峰	李德家	李文森
刘勇	张玉莲	张伟	郭亚红
战德刚	段智毅	祝瑞花	栾春光
曾照香	彭丽英	雷少刚	黎伟

项目策划：毛红兵

策划：曹昉 寇向宏

电子教案：马武装

# 前 言

电工原理与技能训练是电气类专业的专业基础课,主要讲述直流电路、交流电路、动态电路、电磁电路的相关概念和分析方法。目前较为流行的几种教材,偏重讲解理论,学生理解比较困难。因此,在本书编写中,一方面根据最新课程改革的要求,以项目为先导,从实际应用出发,用通俗、易懂的语言阐述相关的概念和方法;另一方面用典型例题将相关概念、方法和实际应用联系起来,使读者既能获得理性认识,又能获得印象很深的感性认识,从而真正掌握一门知识与技能。同时,尝试突破传统教材编写模式,考虑分层教学和分学期教学的方便,全书分为基础模块、选用模块;先直流电路、动态电路,后交流电路、电磁电路,便于组织教学。

全书共分 10 章,内容包括电路的基本概念和基本定律、直流电阻性电路的分析、线性动态电路分析、正弦交流电路、三相正弦交流电路、谐振电路、互感耦合电路、磁路与铁芯线圈电路、非正弦周期信号电路、二端口网络等。第 1~8 章为基础模块,第 9、10 两章为选用模块。书中用“\*”号标记的章节为选学内容。

本书突出技能训练内容,强调学生动手能力的提高,每章给出与内容相一致的技能训练项目供教学选用。这些实例体现了求解问题的方法和处理实际问题的技巧,体现了工学交替的人才培养模式。在教学组织中,既可以先进行技能训练,认识问题,再进行理论学习、总结提高,也可以先讲述电路相关概念和方法,再进行技能训练,让学生学以致用。

根据教材内容,对于电气类专业,建议教学时数为 120 学时,考核方式可采用“235”模式,即平时作业、回答问题、上课纪律等占 20%,技能训练考核占 30%,理论考试占 50%;对于非电气类专业,建议教学时数为 80 学时,技能训练项目可根据专业要求选用,第 9、10 两章内容选讲,考核方式可灵活掌握。

本书由陕西工业职业技术学院黎炜任主编(编写第 1、9、10 章),由陕西工业职业技术学院芦晶任副主编(编写第 6、7 章),陕西工业职业技术学院耿凡娜(编写第 4 章)、杨凌职业技术学院王兵利(编写第 3、5 章)、山东信息职业技术学院戴曰梅(编写第 2、8 章)等参编。

本书由西安航空技术高等专科学校杨勇教授主审,他提出了许多宝贵意见,在此表示衷心感谢。

本书编写过程中参考了多套电工基础理论和技能训练教材,在此对相关作者表示崇高的敬意和诚挚的感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在疏漏之处,恳请读者批评指正。

编 者

2008 年 8 月

# 目 录

## 基础模块

<b>第 1 章 电路的基本概念和基本定律</b> .....	3
技能训练一 电路基本元件的认识 .....	3
技能训练二 电路中电位、电压的测定 .....	6
技能训练三 基尔霍夫定律验证 .....	9
1.1 电路和电路模型 .....	10
1.2 电路的基本物理量 .....	11
1.2.1 电流 .....	11
1.2.2 电压 .....	12
1.2.3 电位 .....	13
1.2.4 电能和功率 .....	14
1.3 电路的基本元件 .....	15
1.3.1 电阻元件 .....	15
1.3.2 电容元件 .....	17
1.3.3 电感元件 .....	19
1.4 电源元件 .....	21
1.4.1 电压源 .....	21
1.4.2 电流源 .....	22
1.4.3 受控源 .....	23
1.5 基尔霍夫定律 .....	24
1.5.1 电路中的常用术语 .....	24
1.5.2 基尔霍夫电流定律 .....	25
1.5.3 基尔霍夫电压定律 .....	26
小结 .....	27
习题一 .....	28
<b>第 2 章 直流电阻性电路的分析</b> .....	31
技能训练四 分压器 .....	31
技能训练五 叠加定理的验证 .....	33
技能训练六 有源二端网络的研究 .....	35
2.1 电阻的串联、并联和混联电路分析 .....	38
2.1.1 等效网络的定义 .....	38
2.1.2 电阻的串联分析 .....	38
2.1.3 电阻的并联分析 .....	39

2.1.4 电阻的混联分析 .....	41
2.2 电阻的星形连接与三角形连接及其等效变换 .....	42
2.2.1 电阻的星形连接和三角形连接 .....	42
2.2.2 电阻的星形连接和三角形连接的等效变换 .....	42
2.3 实际电源模型的等效变换 .....	45
2.3.1 实际电源的模型 .....	45
2.3.2 两种实际电源模型的等效变换 .....	46
2.4 支路电流法和网孔电流法 .....	47
2.4.1 支路电流法 .....	47
2.4.2 网孔电流法 .....	48
2.5 节点电压法 .....	51
2.6 叠加定理 .....	54
2.7 戴维宁定理与诺顿定理 .....	56
2.7.1 戴维宁定理 .....	56
2.7.2 诺顿定理 .....	60
2.7.3 含受控源电路的分析 .....	61
2.8 最大功率传输定理 .....	62
小结 .....	63
习题二 .....	65
<b>第3章 线性动态电路分析</b> .....	<b>70</b>
技能训练七 RC一阶电路的零状态响应研究 .....	70
技能训练八 RC一阶电路的零输入响应研究 .....	72
3.1 线性动态电路及换路定律 .....	73
3.1.1 线性电路动态分析 .....	73
3.1.2 换路定律 .....	74
3.2 电路初始值与稳态值的计算 .....	75
3.2.1 电路初始值及其计算 .....	75
3.2.2 电路稳态值及其计算 .....	76
3.3 一阶电路的零输入响应 .....	77
3.3.1 RC电路的零输入响应 .....	77
3.3.2 RL电路的零输入响应 .....	78
3.4 一阶电路的零状态响应 .....	80
3.4.1 RC电路的零状态响应 .....	80
3.4.2 RL电路的零状态响应 .....	81
3.5 一阶电路的全响应和三要素法 .....	83
3.5.1 一阶电路的全响应 .....	83
3.5.2 一阶电路的三要素法 .....	84
3.6 微分电路与积分电路 .....	87
3.6.1 微分电路 .....	87
3.6.2 积分电路 .....	88
* 3.7 一阶电路的阶跃响应 .....	89
3.7.1 阶跃函数 .....	89

3.7.2 一阶电路的阶跃响应 .....	90
* 3.8 二阶电路的响应 .....	91
小结 .....	93
习题三 .....	94
<b>第4章 正弦交流电路</b> .....	<b>97</b>
技能训练九 示波器、信号发生器的认识 .....	97
技能训练十 交流电路元件( $R$ 、 $L$ 、 $C$ )电压与电流关系的测试 .....	100
技能训练十一 $RL$ 、 $RC$ 串联电路的研究 .....	102
技能训练十二 提高感性负载功率因数的研究 .....	104
4.1 正弦交流电的基本概念 .....	106
4.1.1 正弦交流电的特征参数 .....	106
4.1.2 正弦交流电的有效值 .....	109
4.2 正弦量的相量表示法 .....	110
4.2.1 复数及其运算规则 .....	110
4.2.2 正弦量的相量表示法及其运算规则 .....	111
4.3 单一参数正弦交流电路的分析 .....	113
4.3.1 电阻元件正弦交流电路的分析 .....	113
4.3.2 电感元件连接形式及其正弦交流电路的分析 .....	115
4.3.3 电容元件连接形式及其正弦交流电路的分析 .....	118
4.4 基尔霍夫定律的相量形式 .....	121
4.4.1 基尔霍夫电压定律的相量形式 .....	121
4.4.2 基尔霍夫电流定律的相量形式 .....	122
4.5 $RLC$ 串联电路及复阻抗 .....	123
4.5.1 $RLC$ 串联电路 .....	123
4.5.2 复阻抗 .....	125
4.6 $RLC$ 并联电路及复导纳 .....	126
4.6.1 $RLC$ 并联电路 .....	126
4.6.2 复导纳 .....	127
4.7 阻抗的串联与并联 .....	128
4.7.1 阻抗的串联 .....	128
4.7.2 阻抗的并联 .....	129
4.8 功率因数的提高 .....	131
小结 .....	133
习题四 .....	135
<b>第5章 三相正弦交流电路</b> .....	<b>137</b>
技能训练十三 三相负载的星形、三角形连接方式的研究 .....	137
技能训练十四 三相电路功率的测量 .....	139
5.1 三相电源及其连接 .....	141
5.1.1 三相电源的特征参数 .....	142
5.1.2 三相电源的星形连接 .....	143
5.1.3 三相电源的三角形连接 .....	144



5.2	负载星形连接的三相电路	144
5.3	负载三角形连接的三相电路	148
5.4	三相电路的功率	149
5.5	三相电路功率的测量	150
	小结	151
	习题五	151
<b>第 6 章 谐振电路</b>		154
	技能训练十五 串联谐振电路特性分析	154
6.1	串联谐振	156
6.1.1	串联谐振的条件	156
6.1.2	特性阻抗和品质因数	157
6.1.3	串联谐振的特点	157
6.1.4	谐振电路的频率特性	159
6.2	并联谐振	161
6.2.1	并联谐振电路	161
6.2.2	并联谐振的特点	161
6.2.3	电感线圈与电容器并联的谐振电路	162
	小结	164
	习题六	165
<b>第 7 章 互感耦合电路</b>		167
	技能训练十六 互感线圈电路的研究	167
7.1	互感	169
7.1.1	互感电压	169
7.1.2	互感系数和耦合系数	170
7.2	互感线圈的同名端	171
7.2.1	同名端	171
7.2.2	同名端的作用	172
7.2.3	同名端的测定	173
7.3	互感线圈的连接及等效电路	174
7.3.1	互感线圈的串联及等效	175
7.3.2	互感线圈的并联及等效	176
7.3.3	互感电路的计算	177
7.4	空芯变压器	179
7.4.1	空芯变压器的概念	179
7.4.2	空芯变压器的电路模型	179
	小结	181
	习题七	182
<b>第 8 章 磁路与铁芯线圈电路</b>		184
	技能训练十七 用示波器法测定铁磁材料的磁化曲线	184

8.1 磁场的基本物理量和基本定律 .....	188
8.1.1 磁通 .....	189
8.1.2 磁感应强度 .....	190
8.1.3 安培环路定律 .....	190
8.1.4 磁场强度 .....	190
8.1.5 磁导率 .....	191
8.2 铁磁性物质的磁化 .....	192
8.2.1 铁磁性物质的磁化 .....	192
8.2.2 铁磁性物质的分类 .....	192
8.2.3 磁化曲线 .....	193
8.3 磁路和磁路定律 .....	194
8.3.1 磁路 .....	194
8.3.2 磁路定律 .....	195
8.3.3 磁路的欧姆定律 .....	196
* 8.4 恒定磁通磁路的计算 .....	197
8.5 交流铁芯线圈 .....	199
8.5.1 交流铁芯线圈的电压、电流和磁通 .....	199
8.5.2 磁滞和涡流的影响 .....	201
8.6 电磁铁 .....	202
8.6.1 直流电磁铁 .....	202
8.6.2 交流电磁铁 .....	204
8.7 理想变压器 .....	205
8.7.1 理想变压器两个端口的电压、电流关系 .....	205
8.7.2 理想变压器阻抗变换的作用 .....	206
小结 .....	208
习题八 .....	209

## 选用模块

---

<b>第9章 非正弦周期信号电路</b> .....	<b>213</b>
技能训练十八 非正弦周期电压的研究 .....	213
9.1 非正弦周期信号及其分解 .....	216
9.1.1 非正弦周期信号 .....	216
9.1.2 非正弦周期信号的分解 .....	217
9.2 非正弦周期信号的谐波分析 .....	218
9.2.1 非正弦周期信号的傅里叶级数表达式 .....	218
9.2.2 非正弦周期信号的频谱 .....	218
9.3 非正弦周期信号的有效值、平均值和平均功率 .....	220
9.3.1 非正弦周期信号的有效值 .....	220
9.3.2 非正弦周期信号的平均值 .....	220
9.3.3 非正弦周期信号的平均功率 .....	221
9.4 非正弦周期电压作用下的线性电路的分析计算 .....	221

小结 .....	224
习题九 .....	225
<b>第 10 章 二端口网络</b> .....	<b>226</b>
技能训练十九 二端口网络参数的测定 .....	226
* 技能训练二十 负阻抗变换器及其应用 .....	230
10.1 二端口网络的概念 .....	235
10.2 二端口网络的基本方程和参数 .....	236
10.2.1 阻抗方程和 Z 参数 .....	236
10.2.2 导纳方程和 Y 参数 .....	237
10.2.3 传输方程和 T 参数 .....	238
10.2.4 混合方程和 H 参数 .....	238
10.2.5 实验参数 .....	239
10.3 二端口网络的输入阻抗、输出阻抗和传输函数 .....	240
10.3.1 输入阻抗和输出阻抗 .....	240
10.3.2 传输函数 .....	241
10.3.3 二端口网络的特性阻抗和传输常数 .....	241
10.3.4 二端口网络应用简介 .....	243
小结 .....	243
习题十 .....	244
<b>附录 部分习题答案</b> .....	<b>245</b>
<b>参考文献</b> .....	<b>250</b>

## 附录 部分习题答案

1.1 .....	1.1
1.2 .....	1.2
1.3 .....	1.3
1.4 .....	1.4
1.5 .....	1.5
1.6 .....	1.6
1.7 .....	1.7
1.8 .....	1.8
1.9 .....	1.9
1.10 .....	1.10
1.11 .....	1.11
1.12 .....	1.12
1.13 .....	1.13
1.14 .....	1.14
1.15 .....	1.15
1.16 .....	1.16
1.17 .....	1.17
1.18 .....	1.18
1.19 .....	1.19
1.20 .....	1.20
1.21 .....	1.21
1.22 .....	1.22
1.23 .....	1.23
1.24 .....	1.24
1.25 .....	1.25
1.26 .....	1.26
1.27 .....	1.27
1.28 .....	1.28
1.29 .....	1.29
1.30 .....	1.30
1.31 .....	1.31
1.32 .....	1.32
1.33 .....	1.33
1.34 .....	1.34
1.35 .....	1.35
1.36 .....	1.36
1.37 .....	1.37
1.38 .....	1.38
1.39 .....	1.39
1.40 .....	1.40
1.41 .....	1.41
1.42 .....	1.42
1.43 .....	1.43
1.44 .....	1.44
1.45 .....	1.45
1.46 .....	1.46
1.47 .....	1.47
1.48 .....	1.48
1.49 .....	1.49
1.50 .....	1.50
1.51 .....	1.51
1.52 .....	1.52
1.53 .....	1.53
1.54 .....	1.54
1.55 .....	1.55
1.56 .....	1.56
1.57 .....	1.57
1.58 .....	1.58
1.59 .....	1.59
1.60 .....	1.60
1.61 .....	1.61
1.62 .....	1.62
1.63 .....	1.63
1.64 .....	1.64
1.65 .....	1.65
1.66 .....	1.66
1.67 .....	1.67
1.68 .....	1.68
1.69 .....	1.69
1.70 .....	1.70
1.71 .....	1.71
1.72 .....	1.72
1.73 .....	1.73
1.74 .....	1.74
1.75 .....	1.75
1.76 .....	1.76
1.77 .....	1.77
1.78 .....	1.78
1.79 .....	1.79
1.80 .....	1.80
1.81 .....	1.81
1.82 .....	1.82
1.83 .....	1.83
1.84 .....	1.84
1.85 .....	1.85
1.86 .....	1.86
1.87 .....	1.87
1.88 .....	1.88
1.89 .....	1.89
1.90 .....	1.90
1.91 .....	1.91
1.92 .....	1.92
1.93 .....	1.93
1.94 .....	1.94
1.95 .....	1.95
1.96 .....	1.96
1.97 .....	1.97
1.98 .....	1.98
1.99 .....	1.99
2.00 .....	2.00
2.01 .....	2.01
2.02 .....	2.02
2.03 .....	2.03
2.04 .....	2.04
2.05 .....	2.05
2.06 .....	2.06
2.07 .....	2.07
2.08 .....	2.08
2.09 .....	2.09
2.10 .....	2.10
2.11 .....	2.11
2.12 .....	2.12
2.13 .....	2.13
2.14 .....	2.14
2.15 .....	2.15
2.16 .....	2.16
2.17 .....	2.17
2.18 .....	2.18
2.19 .....	2.19
2.20 .....	2.20
2.21 .....	2.21
2.22 .....	2.22
2.23 .....	2.23
2.24 .....	2.24
2.25 .....	2.25
2.26 .....	2.26
2.27 .....	2.27
2.28 .....	2.28
2.29 .....	2.29
2.30 .....	2.30
2.31 .....	2.31
2.32 .....	2.32
2.33 .....	2.33
2.34 .....	2.34
2.35 .....	2.35
2.36 .....	2.36
2.37 .....	2.37
2.38 .....	2.38
2.39 .....	2.39
2.40 .....	2.40
2.41 .....	2.41
2.42 .....	2.42
2.43 .....	2.43
2.44 .....	2.44
2.45 .....	2.45
2.46 .....	2.46
2.47 .....	2.47
2.48 .....	2.48
2.49 .....	2.49
2.50 .....	2.50
2.51 .....	2.51
2.52 .....	2.52
2.53 .....	2.53
2.54 .....	2.54
2.55 .....	2.55
2.56 .....	2.56
2.57 .....	2.57
2.58 .....	2.58
2.59 .....	2.59
2.60 .....	2.60
2.61 .....	2.61
2.62 .....	2.62
2.63 .....	2.63
2.64 .....	2.64
2.65 .....	2.65
2.66 .....	2.66
2.67 .....	2.67
2.68 .....	2.68
2.69 .....	2.69
2.70 .....	2.70
2.71 .....	2.71
2.72 .....	2.72
2.73 .....	2.73
2.74 .....	2.74
2.75 .....	2.75
2.76 .....	2.76
2.77 .....	2.77
2.78 .....	2.78
2.79 .....	2.79
2.80 .....	2.80
2.81 .....	2.81
2.82 .....	2.82
2.83 .....	2.83
2.84 .....	2.84
2.85 .....	2.85
2.86 .....	2.86
2.87 .....	2.87
2.88 .....	2.88
2.89 .....	2.89
2.90 .....	2.90
2.91 .....	2.91
2.92 .....	2.92
2.93 .....	2.93
2.94 .....	2.94
2.95 .....	2.95
2.96 .....	2.96
2.97 .....	2.97
2.98 .....	2.98
2.99 .....	2.99
3.00 .....	3.00

# 基础模块





## 第1章 电路的基本概念和基本定律

### 【学习目标】

- 认识电路，建立电路模型。
- 掌握电路电压、电位、电流、功率等重要概念及其计算，深刻理解参考方向概念。
- 掌握电阻、电容、电感、电源元件及其伏安特性。
- 掌握基尔霍夫定律及其应用。

### 技能训练一 电路基本元件的认识

#### 1. 训练目的

- (1) 学会识别常用电路元件的方法。
- (2) 掌握线性、非线性电阻元件伏安特性的测试方法。
- (3) 熟悉实验台上直流电工仪表和设备的使用方法。

#### 2. 原理说明

电路元件的特性一般可用该元件上的端电压  $U$  与通过该元件的电流  $I$  之间的函数关系  $I=f(U)$  来表示，即用  $I-U$  平面上的一条曲线来表征，这条曲线称为该元件的伏安特性曲线。电阻元件是电路中最常见的元件，有线性电阻和非线性电阻之分。

万用表的欧姆挡只能在某一特定的  $U$  和  $I$  下测出对应的电阻值，因而不能测出非线性电阻的伏安特性。一般是用含源电路“在线”状态下测量元件的端电压和对应的电流值，进而由公式  $R=U/I$  求出所测电阻值。

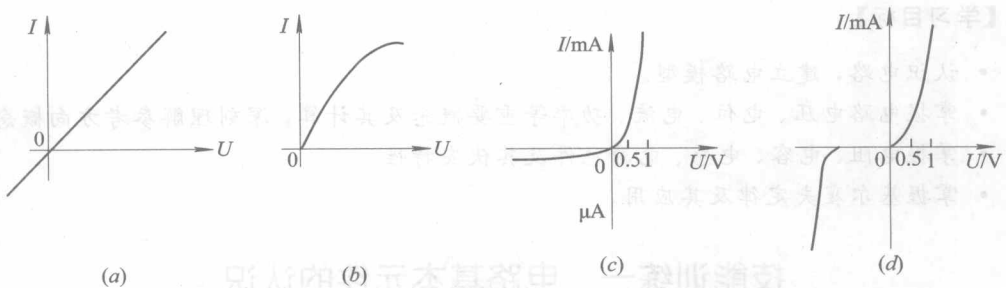
(1) 线性电阻器的伏安特性符合欧姆定律  $U=RI$ ，其阻值不随电压或电流值的变化而变化，伏安特性曲线是一条通过坐标原点的直线，如训练图 1-1(a) 所示，该直线的斜率等于该电阻器的电阻值。

(2) 白炽灯可以视为一种电阻元件，其灯丝电阻随着温度的升高而增大。一般灯泡的“冷电阻”与“热电阻”的阻值可以相差几倍至十几倍。通过白炽灯的电流越大，其温度越高，阻值也越大，即对一组变化的电压值和对应的电流值，所得  $U/I$  不是一个常数，所以它的伏安特性是非线性的，如训练图 1-1(b) 所示。

(3) 半导体二极管也是一种非线性电阻元件，其伏安特性如训练图 1-1(c) 所示。二极管的电阻值随电压或电流大小、方向的改变而改变。它的正向压降很小（一般锗管约为 0.2~0.3 V，硅管约为 0.5~0.7 V），正向电流随正向压降的升高而急剧上升，而反向电压从零一直增加到十几至几十伏时，其反向电流增加很小，粗略地可视为零。因此给二极

管加反向电压时,可以认为其阻值为 $\infty$ 。发光二极管正向电压在 $0.5\sim 2.5\text{ V}$ 之间时,正向电流有很大变化。可见二极管具有单向导电性,但反向电压加得过高,超过管子的极限值时,则会导致管子被击穿而损坏。

(4) 稳压二极管是一种特殊的半导体二极管,其正向特性与普通二极管类似,但其反向特性较特殊,如训练图 1-1(d)所示。给稳压二极管加反向电压时,其反向电流几乎为零,但当电压增加到某一数值时,电流将突然增加,以后它的端电压将维持恒定,不再随外加反向电压的升高而增大,这便是稳压二极管的反向稳压特性。实际电路中,可以利用不同稳压值的稳压管来实现稳压。



训练图 1-1 元件的伏安特性

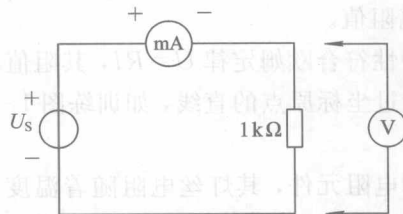
### 3. 训练设备

- |                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| (1) 可调直流稳压电源( $0\sim 30\text{ V}$ ); | (2) 万用表;                                    |
| (3) 直流数字毫安表;                         | (4) 直流数字电压表;                                |
| (5) 二极管;                             | (6) 稳压管;                                    |
| (7) 白炽灯;                             | (8) 线性电阻器( $1\text{ k}\Omega/1\text{ W}$ ). |

### 4. 训练内容

#### 1) 测量电阻的伏安特性

线性电阻器伏安特性的测量按训练图 1-2 接线,调节稳压电源  $U_s$  的数值,测出对应的电压表和电流表的读数并记入训练表 1-1 中。



训练图 1-2

训练表 1-1 线性电阻器的伏安特性

$U_R/\text{V}$	0	2	4	6	8	10
$I/\text{mA}$						

## 2) 测量白炽灯泡的伏安特性

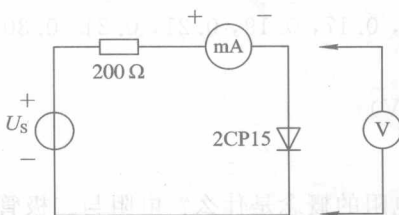
把训练图 1-2 中的电阻换成 12 V、0.1 A 的小灯泡, 重复训练内容 1) 的测试内容, 将数据记入训练表 1-2 中。 $U_L$  为灯泡的端电压。

训练表 1-2 白炽灯泡的伏安特性

$U_L/V$	0.1	0.5	1	2	3	4	5
$I/mA$							

## 3) 测量半导体二极管的伏安特性

按训练图 1-3 连接测量电路。200  $\Omega$  电阻为限流电阻。先测二极管的正向特性, 正向压降可在 0~0.75 V 之间取值。应在曲线的弯曲部分(0.5~0.75 之间)适当地多取几个测量点, 其正向电流不得超过 45 mA。将所测数据记入训练表 1-3 中。



训练图 1-3

训练表 1-3 二极管正向特性

$U_{D+}/V$	0	0.4	0.5	0.55	0.6	0.65	0.68	0.70	0.72	0.75
$I/mA$										

做反向特性实验时, 需将二极管反接, 其反向电压可在 0~30 V 之间取值, 将所测数据记入训练表 1-4 中。

训练表 1-4 二极管反向特性

$U_D/V$	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30
$I/mA$							

## 4) 测量稳压二极管的伏安特性

(1) 把训练图 1-3 中的二极管换成稳压二极管(2CW51), 重复训练内容 3), 将测量数据记入训练表 1-5 中。

训练表 1-5 稳压二极管正向特性

$U_{z+}/V$	
$I/mA$	

(2) 反向特性实验: 将训练图 1-3 中的 200  $\Omega$  电阻换成 1 k $\Omega$ , 2CW51 反接, 测 2CW51 的反向特性, 稳压电源的输出电压在 0~20 V 之间变化。测量结果记入训练表 1-6 中。



训练表 1-6 稳压二极管反向特性

U/V	
$U_{z-}/V$	
I/mA	

### 5. 训练注意事项

(1) 测二极管正向特性时, 稳压电源输出应由小到大逐渐增加, 应时刻注意电流表读数不得超过 25 mA, 稳压电源输出端切勿碰线短路。

(2) 进行上述训练时, 应先估算电压和电流值, 合理选择仪表的量程, 并注意仪表的极性。

(3) 如果要测 2AP9 的伏安特性, 则正向特性的电压值应取

0, 0.1, 0.13, 0.15, 0.17, 0.19, 0.21, 0.24, 0.30 (V)

反向特性的电压值应取

0, 2, 4, 6, 8, 10 (V)

### 6. 思考题

(1) 线性电阻与非线性电阻的概念是什么? 电阻与二极管的伏安特性有何区别?

(2) 若元件伏安特性的函数表达式为  $I=f(U)$ , 在描绘特性曲线时, 其坐标变量应如何放置?

(3) 稳压二极管与普通二极管有何区别, 其用途如何?

### 7. 训练报告内容

(1) 根据实验结果和表中数据, 分别在坐标纸上绘制出各自的伏安特性曲线(其中二极管和稳压管的正、反向特性均要求画在同一张图中, 正、反向电压可取为不同的比例尺)。

(2) 对本次实验结果进行适当的解释, 总结、归纳被测各元件的特性。

(3) 必要的误差分析。

(4) 总结本次实验的收获。

## 技能训练二 电路中电位、电压的测定

### 1. 训练目的

(1) 明确电位和电压的概念, 验证电路中电位的相对性和电压的绝对性。

(2) 掌握电路电位图的绘制方法。

### 2. 原理说明

#### 1) 电位与电压的测量

在一个确定的闭合电路中, 各点电位的高低视所选的电位参考点的不同而变, 但任意两点间的电位差(即电压)则是绝对的, 它不因参考点的选择而改变。据此性质, 我们可用一只电压表测量出电路中各点的电位及任意两点间的电压。