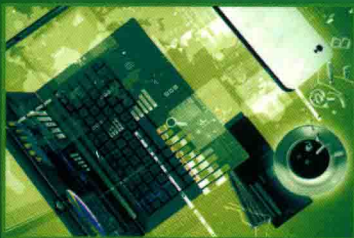


❖ 普通高等教育电子信息类规划教材 ❖

电路基础实验

FUNDAMENTALS
OF ELECTRIC CIRCLE EXPERIMENT



龚晶 孙梯全 卢娟 许凤慧 娄朴根 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育电子信息类规划教材

电路基础实验

	龚 晶	孙梯全	编 著
卢 娟	许凤慧	娄朴根	
	刘舒帆	主 审	



机械工业出版社

本书共分为4章：第1章主要介绍了电路基础实验的基础知识；第2章介绍了6种电路基础常用仪器的原理与使用；第3章设计了12个电路基础的基本实验；第4章安排了5个设计性实验。

本书适合高等院校通信、电子信息类、计算机类相关专业师生使用，建议学时数为20~30学时。

图书在版编目（CIP）数据

电路基础实验/龚晶等编著. —北京：机械工业出版社，2017.1
普通高等教育电子信息类规划教材
ISBN 978-7-111-55812-5

I. ①电… II. ①龚… III. ①电路—实验—高等学校—教材
IV. ①TM13—33

中国版本图书馆CIP数据核字（2016）第323556号

机械工业出版社（北京市百万庄大街22号 邮政编码100037）

策划编辑：李馨馨

责任编辑：李馨馨 责任校对：张艳霞

封面设计：鞠 杨 责任印制：李 洋

北京京师印务有限公司印刷

2017年1月第1版·第1次印刷

184mm×260mm·9.5印张·223千字

0001—2500册

标准书号：ISBN 978-7-111-55812-5

定价：29.80元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线：(010)88379833

机工官网：www.cmpbook.com

读者购书热线：(010)88379649

机工官博：weibo.com/cmp1952

教育服务网：www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

金书网：www.golden-book.com

前 言

电路基础实验是通信、电子类以及相关专业的必修课程。该实践课程以电路分析基础理论课程为依据编排内容,以培养学生掌握基本的电子测量技术,提高学生的实际动手能力,启迪学生的创新思维为教学目的。

全书共分为4章,能够满足20~30学时的电路基础实验教学的要求。书中“*”代表选做与选学内容。

第1章主要介绍了电路基础实验中的基础知识。包括课程开设的目的要求;测量误差与数据处理;实验常见故障及排除方法;常用元器件的识别与检测;Multisim在电路基础实验中的应用等部分。通过本章的学习,学生可以学会正确地处理测量数据、正确地选择和检测元件,初步学会使用Multisim电子设计仿真软件的方法,建立测量的概念。

第2章介绍了6种电路基础常用仪器的原理与使用。包括万用电表、直流稳压电源、函数信号发生器、交流电压表、双踪示波器、选频电平表。对每一种仪器都进行了典型型号的重点分析,不但有利于学生掌握基本的电子测量仪器,而且有利于加深对电路基础理论在仪器中实际应用的理解。

第3章介绍了12个电路基础的基本实验。这些实验涵盖了电路基础课程中的经典教学内容,可以作为理论教学的有力支撑。对每个实验的基本原理都进行了简明扼要的介绍,而且很多实验中都包括Multisim仿真分析部分的内容,教师可根据实际情况自行选择。如果学时有限,建议教师演示仿真分析部分,并鼓励学生利用仿真软件边学边做,完成有关理论值的计算。

第4章介绍了5个设计性实验。通过这些实验的训练,学生可以深入理解仪表的使用原理和电路基础知识在工程实践中的应用,增强学生自主创新的意识,有助于他们开拓思路,勇于实践,提高认识问题和解决问题的能力,更好地理解 and 掌握电路基础的相关理论。

本书最大的特点是在以实际操作为主、扎实完成基本训练的基础上,把Multisim仿真引入电路基础实验中,使学生既能通过基本实验掌握电子测量的基本技能,又能利用仿真软件完成实验的设计计算。在仿真与实测的对比中发现“理论与实际”的差别,从而培养学生的工程意识。

本书由龚晶、孙梯全、卢娟、许凤慧、娄朴根编写。刘舒帆、陆辉、赵红对本书的编写给予了大力支持,提出了很多宝贵意见,在此致以衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在错误和不足之处,敬请读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第 1 章 基础知识	1
1.1 课程目的与要求	1
1.1.1 课程目的	1
1.1.2 课程要求	1
1.1.3 实验课成绩评定	2
1.2 电子测量及误差	2
1.2.1 电子测量	2
1.2.2 测量数据的处理	5
1.2.3 测量方法及测量仪器简述	6
1.3 实验常见故障及排除方法	7
1.3.1 实验常见故障	7
1.3.2 排除方法	8
1.4 常用元件	8
1.4.1 电阻	8
1.4.2 电容	12
1.4.3 电感	13
1.5 Multisim 在电路基础实验中的应用	15
1.5.1 Multisim 的用户界面	15
1.5.2 用 Multisim 的元件工具建立仿真电路	16
1.5.3 Multisim 的虚拟仪器	18
1.5.4 Multisim 的仿真分析方法	24
第 2 章 常用仪器的原理与使用	31
2.1 万用表	31
2.1.1 模拟式万用表的原理与使用	31
2.1.2 数字万用表的原理与使用	39
2.1.3 UT39C 型数字万用表	40
2.2 直流稳压电源	43
2.2.1 直流稳压电源的组成及工作原理	43
2.2.2 DF1731SC3A 型直流电源	43
2.3 信号发生器	45
2.3.1 信号发生器的一般知识	45
2.3.2 EE1641D 型函数信号发生器/计数器	46



2.4	交流电压表	49
2.4.1	交流电压表的组成及工作原理	49
2.4.2	DF2175/DF2175A 型交流电压表	50
2.4.3	DF2170A 型交流电压表	51
2.5	电子示波器	52
2.5.1	通用示波器的组成及工作原理	52
2.5.2	示波器测量常用电参数	56
2.5.3	DF4321A 型双踪示波器	60
2.6	选频电平表	64
2.6.1	选频电平表的工作原理	64
2.6.2	HX-D21 型选频电平电压表	65
第3章	电路基础实验	69
3.1	元器件的检测与基尔霍夫定律的验证	69
3.1.1	实验目的	69
3.1.2	实验原理	69
3.1.3	实验内容与步骤	70
3.1.4	Multisim 仿真分析	72
3.1.5	实验要求与注意事项	73
3.1.6	实验设备	73
3.1.7	实验报告与思考题	73
3.1.8	实验预习	74
3.2	等效电源定理的研究	74
3.2.1	实验目的	74
3.2.2	实验原理	74
3.2.3	实验内容与步骤	75
3.2.4	Multisim 仿真分析	78
3.2.5	实验要求与注意事项	79
3.2.6	实验设备	79
3.2.7	实验报告与思考题	79
3.2.8	实验预习	80
3.3	线性电路特性的研究	80
3.3.1	实验目的	80
3.3.2	实验原理	80
3.3.3	实验内容与步骤	81
3.3.4	实验要求与注意事项	82
3.3.5	实验设备	83
3.3.6	实验报告与思考题	83
3.3.7	实验预习	83
3.4	交流信号参数的测量	83



3.4.1	实验目的	83
3.4.2	实验原理	83
3.4.3	实验内容与步骤	85
3.4.4	Multisim 仿真分析	87
3.4.5	实验要求与注意事项	88
3.4.6	实验设备	89
3.4.7	实验报告与思考题	89
3.4.8	实验预习	89
3.5	正弦稳态电路的研究	89
3.5.1	实验目的	89
3.5.2	实验原理	90
3.5.3	实验内容与步骤	91
3.5.4	实验要求与注意事项	92
3.5.5	实验设备	92
3.5.6	实验报告与思考题	93
3.5.7	实验预习	93
3.6	系统频率特性的测试	93
3.6.1	实验目的	93
3.6.2	实验原理	93
3.6.3	实验内容与步骤	95
3.6.4	Multisim 仿真分析	97
3.6.5	实验要求与注意事项	99
3.6.6	实验设备	99
3.6.7	实验报告与思考题	99
3.6.8	实验预习	100
3.7	互感耦合电路的研究	100
3.7.1	实验目的	100
3.7.2	实验原理	100
3.7.3	实验内容与步骤	102
3.7.4	实验设备	103
3.7.5	实验报告与思考题	103
3.7.6	实验预习	103
3.8	RLC 串联、并联谐振电路的研究	104
3.8.1	实验目的	104
3.8.2	实验原理	104
3.8.3	实验内容与步骤	106
3.8.4	实验设备	108
3.8.5	实验要求与注意事项	108
3.8.6	实验报告与思考题	109



3.8.7 实验预习	109
3.9 矩形脉冲通过一阶电路	109
3.9.1 实验目的	109
3.9.2 实验原理	109
3.9.3 实验内容与步骤	113
3.9.4 实验要求与注意事项	115
3.9.5 Multisim 仿真分析	115
3.9.6 实验设备	116
3.9.7 实验报告与思考题	116
3.9.8 实验预习	116
3.10 二阶电路的瞬态响应	117
3.10.1 实验目的	117
3.10.2 实验原理	117
3.10.3 实验内容与步骤	119
3.10.4 实验要求与注意事项	120
3.10.5 实验设备	120
3.10.6 实验报告与思考题	120
3.10.7 实验预习	120
3.11 矩形信号的频谱分析	121
3.11.1 实验目的	121
3.11.2 实验原理	121
3.11.3 实验内容	123
3.11.4 实验步骤与要求	126
3.11.5 Multisim 仿真分析	127
3.11.6 实验设备	129
3.11.7 实验报告与思考题	129
3.11.8 实验预习	129
3.12 正弦波信号与锯齿波信号的频谱	129
3.12.1 实验目的	129
3.12.2 实验原理	130
3.12.3 实验内容与步骤	130
3.12.4 实验要求及注意事项	132
3.12.5 实验设备	132
3.12.6 实验报告与思考题	132
3.12.7 实验预习	133
第4章 电路基础设计性实验	134
4.1 万用表的设计与检测	134
4.1.1 实验目的	134
4.1.2 实验原理	134



4.1.3	实验内容	136
4.1.4	实验要求与注意事项	138
4.1.5	实验设备	138
4.1.6	实验报告	138
4.2	电阻电路的设计	138
4.2.1	实验目的	138
4.2.2	实验原理	138
4.2.3	实验内容	139
4.2.4	实验报告	139
4.3	延时电路的设计	139
4.3.1	实验目的	139
4.3.2	实验原理	139
4.3.3	实验内容	139
4.3.4	实验报告	140
4.4	波形发生器电路的设计	140
4.4.1	实验目的	140
4.4.2	实验原理	140
4.4.3	实验内容	141
4.4.4	实验报告	141
4.5	仪表测试电路的设计	141
4.5.1	实验目的	141
4.5.2	实验原理	141
4.5.3	实验内容	142
4.5.4	实验报告	142
参考文献		143

第1章 基础知识

知识有两种，一种是理论知识，一种是实践知识。作为一名信息化条件下联合作战的初级指挥人才，在信息技术方面，不仅要有深厚扎实的理论基础，而且要有一定的实际动手能力，以及踏踏实实从事科学实验的优良作风。为此，必须通过实验逐步训练，在学习知识、提高技能的同时，培养分析问题和解决问题的能力。

1.1 课程目的与要求

1.1.1 课程目的

实验是一种实践的过程。在这一过程中应逐步树立实事求是的科学态度，严禁弄虚作假或照抄别人的实验结果，要以可靠的测试数据、形象的特性曲线、完善的结果分析等来描述实验的收获。

电路基础实验是一门专业基础实验课程，课程目的如下：

- 1) 学习电路基础实验及电子测量方面的基本知识。
- 2) 掌握电路基础常用仪表的使用方法、测量技术及实验技能。
- 3) 通过实验，巩固和加深对电路基础课程中重要理论的理解。
- 4) 培养理论联系实际学风、严肃认真的科学态度和良好的机务作风。

通过实验，学生在实际技能方面应能达到：

- 1) 基本掌握万用表、双踪示波器、选频电平表的使用方法，正确使用信号发生器、直流稳压电源、交流毫伏表等常用仪器。
- 2) 按电路图正确连接实际电路、合理布线。
- 3) 正确读取实验数据、书写实验报告和分析实验结果。

1.1.2 课程要求

为了达到教学目的，学生必须按照一定的程序及要求完成每一个实验的各个过程。实验教学共分三个阶段：

1. 课前预习

预习是顺利进行实验的重要保证，每一个学生在实验前必须做到：

- 1) 弄清本次实验目的、实验原理、实验内容以及所涉及的知识点。
- 2) 了解有关实验仪器的基本使用方法和注意事项。
- 3) 根据实验任务预先完成理论数据的计算，定性地画出有关曲线，阅读“实验预习”，对实验预习思考题进行准备。

2. 进行实验

- 1) 实验按指定编组进行。

2) 实验开始前, 首先按教材中的实验设备清单清点仪器、设备及元器件。如有短缺或损坏, 应及时报告教员, 不得擅自处理。

3) 实验过程中, 要正确放置仪器设备, 合理布局, 连接实验电路, 以便观察、调试、读取实验数据。

4) 正确读取数据。测试时, 对仪表指针介于两刻度之间的数值, 应根据指针位置进行估读, 通常测量数据应尽量保留三位有效数字。实验数据应如实记录在事先准备好的表格中, 零乱、无序的记录常会造成错误, 原始数据不经再次测试, 不应随意修改。

5) 测试完毕, 应认真检查实验数据, 确认数据基本合理和无遗漏时, 交教师审阅后方可拆除电路。

6) 实验完毕, 应按仪器、仪表操作规程的要求, 将有关旋钮放置在规定的位罝, 整理好器材、连接导线等, 经教师允许方可离开实验室。

7) 注意实验安全。

- 实验操作者应养成不徒手触及任何带电部分, 不带电改接线路的习惯。
- 实验操作过程中, 无论发生任何断路、短路、异味、火险, 均应果断切断电源, 及时排除故障和险情, 以保证人身及设备的安全。
- 应事先了解各种仪表的使用场合、环境条件、测量范围, 以及各种元器件的额定值。

3. 完成实验报告

实验报告应是在整理实验数据的基础上, 结合理论进行总结、分析后写出。实验报告内容应包括:

- 1) 实验人姓名、队别、桌号、学号和实验日期。
- 2) 实验名称、实验目的和基本内容。
- 3) 实验主要仪器和器材。
- 4) 主要实验电路图及参数。
- 5) 经过整理的实验数据及表格、必要的设计计算、实验曲线、图形、理论分析及结论。
- 6) 思考题解答。
- 7) 心得体会。

1. 1. 3 实验课成绩评定

实验课成绩由平时成绩和考查成绩综合评定。

平时成绩由每次实验预习、实验过程和实验报告的情况综合评定。因故缺课的学员应主动与教师联系补课。

实验课程结束时组织实验理论和实际操作情况的考查, 评定实验考查成绩。

1. 2 电子测量及误差

1. 2. 1 电子测量

测量是人类对客观事物取得数量观念的认识过程。为获取各种有关信息在测量中采用的
此为试读, 需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

一系列方法及手段称为测量技术。在这个认识过程中，如果利用电子技术来取得客观事物的数量观念，则称为电子测量。

在测量中我们获取的信息通常为两种。一种是必需的或者是本就期望得到的；一种是隐含在当前获取到的信息中，尚需进一步处理及提取的。

测量的原理在于比较，即将被测量与相同性质的标准量进行比较，以获取两者之间的数量关系。

1. 单位制

目前，我国均采用国际单位制。表 1-1 列出了电路分析中常用的国际制单位。

在实际应用中，有时感到这些单位太小或太大，便在这些单位上加上表 1-2 所示词头，用于表示这些单位被一个以 10 为底的正次幂或负次幂相乘后所得的词头。

表 1-1 电路分析中常用的国际制单位

物理量名称	单位名称	代 号	
		单位简称	单位符号
电流	安培	安	A
电压	伏特	伏	V
功率	瓦特	瓦	W
频率	赫兹	赫	Hz
电阻	欧姆	欧	Ω
电感	亨利	亨	H
电容	法拉	法	F
时间	秒	秒	s

表 1-2 常用词头

词头名称	代 号		因数
	词头简称	词头符号	
吉咖 (giga)	吉	G	10^9
兆 (mega)	兆	M	10^6
千 (kilo)	千	k	10^3
毫 (milli)	毫	m	10^{-3}
微 (micro)	微	μ	10^{-6}
纳诺 (nano)	纳	n	10^{-9}
皮可 (pico)	皮	p	10^{-12}

2. 电子测量的基本内容

电路基础实验所要测量的基本量包括：

- 1) 与电能有关的电量，如电压、电流、电功率。
- 2) 电路参数，如电阻、电感、电容、品质因数等。
- 3) 电信号的特性，如信号的波形、周期、频率、相位、频谱等。
- 4) 电路的特性，如电路的频率特性、暂态特性等。

3. 测量误差

被测量的真实数值叫真值。测量结果和被测量真值的差别叫测量误差。

测量误差按表示方法分为绝对误差和相对误差。按误差的性质特点分为系统误差、随机误差和粗大误差。

(1) 绝对误差

定义式
$$\Delta X = X - A_0$$

式中 ΔX ——绝对误差；
 X ——被测量的仪表指示值；
 A_0 ——真值。

真值：被测量的真值虽然是客观存在的，但是一般无法确切地给出。为了解决实际中的

计算问题, 下述一些值可以近似是真值。

1) 理论真值。如等边三角形中的一个角是 60° 就是真值。

2) 指定真值 (约定真值)。指定真值常指计量学方面的“基准”或“标准”。它代表了当代国家技术的标准值。

3) 实际值。它是指在一般性测量中, 由更高一级标准仪表所测量的值, 称为实际值, 用字母 A 表示并代替真值 A_0 , 则绝对误差可表示为

$$\Delta X = X - A$$

式中, $A \neq A_0$ 。但一般更高一级的仪表的误差与当前使用测量仪表的误差之比, 若小于 $1/3 \sim 1/20$, 就可认为其为真值。

绝对误差有数值大小、符号、单位, 它不能正确反映测量的精确度。

(2) 相对误差

1) 实际相对误差 γ_a

$$\gamma_a = (\Delta X / A) \times 100\%$$

2) 示值相对误差 γ_x , 即绝对误差与仪器测量的指示值之比, 用百分数表示为

$$\gamma_x = (\Delta X / X) \times 100\%$$

3) 满度相对误差 γ_m , 即绝对误差 ΔX 和仪表满度值 X_m 之比, 用百分数表示为

$$\gamma_m = (\Delta X / X_m) \times 100\%$$

常用电工仪表的等级就是按 γ_m 分级的。应该指出的是, 使用电工仪表测量电流、电压时, 应使指针尽可能接近于满偏转 (满刻度的 $2/3$ 以上)。而使用万用表欧姆档测试电阻时, 则应使指针尽可能接近于该档中心刻度线, 以使测量误差尽可能小。

(3) 系统误差

系统误差是按误差的特点分类的一种误差。它是指在测量过程中, 误差的数值恒定不变或遵循一定规律而变化的误差。

1) 恒定系差。如 1Ω 标准电阻实际值为 0.99Ω , 这 0.01Ω 差值为恒差。

2) 变值系差。它主要分累进性系统误差 (即表现为误差为逐次递增或递减)、周期性系统误差和其他按复杂规律变化的误差。

(4) 随机误差

随机误差也称偶然误差, 也是按误差特点分类的一种误差。它是指在单次测量中, 误差可大、可小, 可正、可负, 但多次测量, 其平均值趋于零的误差。

随机误差的特征是:

1) 有界性: 多次测量, 随机误差的绝对值不会超过一定的界限。

2) 单峰性: 绝对值小的误差出现的机会比绝对值大的误差出现的机会多。

3) 对称性: 它表现为绝对值相等的正负误差出现的机会是均等的。

4) 抵偿性: 随机误差就个体来说是无规律的, 但从整体来说服从统计规律。它的算术平均值随着测量次数的无限增多而趋近于零。

(5) 粗大误差

粗大误差也是按误差特点分类的一种误差。它是指明显歪曲测量结果的误差, 是应当尽量避免的。



1.2.2 测量数据的处理

1. 测试技术中常用的两个术语

- 1) 准确度。指测量结果与被测量真值的接近程度。反映了系统误差的影响程度。
- 2) 精密度。指在重复测量同一系统中所得结果相互一致的程度。它反映了随机误差的影响程度。

2. 测量数据的读数

测量数据的读数应注意以下几点:

- 1) 仪表应先进行预热和调零。
- 2) 选择合适的仪表,同时合理选择仪表的量程。
- 3) 注意读取数据的正确姿势。
- 4) 当仪表指针与刻度线不重合时,应凭目测估读一位欠准数字。

3. 有效数字

(1) 简单概念

如用 100 mA 量程的电流表测量某支路中的电流,读数为 78.4 mA,则前面两个数“78”是准确的、可靠的读数,称“可靠数字”;而最后一个数字“4”是估读的,称“欠准数字”,两者合起来称“有效数字”。它的有效数字为三位,如果对其运算,其结果也只应保留三位有效数字。

(2) 有效数字的正确表示

当按照测试要求确定了有效数字的位数后,每一测量数据只应有一位欠准数字,即最后一位是欠准数字,而它前面的各位数字必须是准确的“可靠数字”。

只与计量单位有关的“0”不计入有效数字。如 184 mA 可写成 0.184 A,两种写法的有效数字都是三位。

小数点后的“0”不能随意省略。例如某电阻值 15.00 Ω 和 15 Ω 两种写法差别极大。前者 15.00 Ω 中,表示小数点后第二位“0”是欠准数字,而后者 15 Ω 中,其个位“5”就是欠准数字,它可能是 14 Ω 或 16 Ω 。

当数字很大时,“0”也不能随意取舍。

(3) 四舍五入化整规则

测量技术中,当将有效数字修约时,应遵守规定“小于5舍,大于5入,等于5取偶。”例如对下列数字取三位有效数字:

18.23 $\rightarrow$ 18.2 (第四位数字小于5,舍去。)

18.28 $\rightarrow$ 18.3 (第四位数字大于5,入。)

18.25 $\rightarrow$ 18.2 (第四位数字等于5,舍去,因第三位数字为偶。)

18.15 $\rightarrow$ 18.2 (第四位数字等于5,入,因第三位数字为奇,应取偶。)

(4) 有效数字的运算法则

相加减的数字中,如有小数,则以小数点后面位数最少的那个数为标准,将其他数进行修约,使其他数的小数点后的位数仅比它多保留一位,计算结果也以它为标准相修约。

如三数相加： $222.1 + 0.777 + 2.34 = ?$

修约后应为： $222.1 + 0.78 + 2.34 = (225.22) = 225.2$

有效数字相乘应注意到乘积的误差总是大于任何一个乘数的误差。当几个数相乘时，应以其中有效数字最小的那个数为标准，对其他数进行修约，修约到比该数多一位有效数字，然后再进行运算。计算结果的有效数字的位数应与作为标准的那个数的位数相一致。

如： $8.5 \times 10.3 \times 102.4 = ?$

这时以 8.5 为标准对其余两数进行修约后为： $8.5 \times 10.3 \times 102$

计算结果为 8930.10，则根据上述法则，其结果应为 8900。

4. 曲线修匀

所谓曲线修匀就是对测量过程中所获取的数据点进行的一种图解处理方法。在许多测量中，测量的目的不单单是为获得一个或几个量值，而是要在测量数据的基础上得到某些量之间的关系曲线。由于实际测量中存在着误差，且有限次的测量所得到的数据只是关系曲线上的一些离散点，简单地将这些离散点连成一条折线是不行的，必须对此进行一定的处理即对曲线进行修匀。修匀中应注意以下事项：

1) 以被测量及相关量为坐标变量，选取合适的坐标系，常用的为直角坐标系。当变量变化范围很宽时，常采用对数坐标。

2) 测量的数据点必须足够。曲线的线性段数据可适当少，但非线性段测量数据点又应足够多。

3) 纵、横坐标分度比例可以不同，但比例分度要适当，一般应与测量的精确度相适应。

4) 绘制曲线应是靠近数据点的一条光滑而无斜率突变的曲线。有时可采用数据分组的办法，取各组几何重心连接成的平滑曲线。

1.2.3 测量方法及测量仪器简述

1. 测量方法

一个物理量的测量可以通过不同的方法来实现。在测试方案确定之后，选择合理的测量方法就是至关重要的了。我们可以选择直接测量法，也可采用间接测量法或是两者的组合。我们可以根据读取数据的方式不同选择直读测量或比较测量，也可根据条件选择自动或非自动测量。另外也可根据被测量的性质选择时域、频域、数字域的测量。

下面就本课程实验涉及的一些方法做简单介绍。

(1) 直接测量

它是指使用预先按已知标准定度的电工仪表或电子仪器对被测量直接进行的测量。如电压表测某元件两端的电压，电流表测某支路的电流。

(2) 间接测量

它是指利用当前直接测试的量与被测量之间的已知函数关系或某种约定关系所进行的测量。如测量电阻元件消耗的功率，可通过测量其端电压及其流过它的电流来测定元件消耗的功率。

(3) 组合测量

兼用直接测量和间接测量的方法就是组合测量。

(4) 直读测量

直接从仪表、仪器刻度上读取测量结果称之为直读式测量。

(5) 比较测量

通过被测量与标准量进行比较后而获得测量结果称之为比较测量。如常见的电桥测量。

2. 测量仪器

测量仪器是指将被测量转换成可供直接观察或记录量值的装置。电路基础实验常用的测量仪器分为电工测量仪表和电子测量仪表两大类。

(1) 电工测量仪表

习惯上把应用电和磁的基本规律制作的用于测量基本电磁量如电流、电压、功率、电阻、电容、电感、磁通等的仪表称为电工测量仪表。电工测量仪表分为直读式和较量式两类。

(2) 电子测量仪表

电子测量仪表是指用各种电子元器件为核心制作的测量仪器。

与电工测量仪表相比,电子测量仪器可以确定的电参量丰富得多;可测电量的幅度范围广(如电压可从微伏级到几十千伏);可测量的频率范围大(从直流到几百千兆赫);可测波形多种多样(如正弦波、方波、脉冲波、三角波、调幅波、调频波);其测量准确度较高,并利于远距离测量。

电子测量仪器种类繁多,常见的分类有:

1) 按功能分类,可分为供给量仪器(如直流电源、信号发生器等)和测量仪器。测量仪器又分为电压测量仪(如电压表、万用表、毫伏表等)、时间频率测量仪器、信号波形测量仪、信号频谱测量仪等。

2) 按工作频段分类,可分为低频、高频、超高频等。

3) 按仪表的工作原理分类,有模拟式和数字式两大类。

1.3 实验常见故障及排除方法

实验中常常会出现一些故障,应冷静分析,找出故障的原因,排除故障。

1.3.1 实验常见故障

常见的实验故障大致分为以下三类:

1. 开路故障

开路故障表现为电路无电压、电流,仪表无指示等。

2. 短路故障

短路故障表现为电路中电流、电压急剧增大,电路跳火花,熔丝熔断,元件冒烟有焦味等。

3. 其他故障

其他故障可能是由于元件性能不佳或老化、电路接触不良或仪器设备工作不正常等造成

的,表现为测试数据与理论数据相差甚远。

1.3.2 排除方法

排除故障的方法很多,对于电路实验中的故障,一般采取以下方法检查排除。

1. 断电检查法

排除对仪器和实验装置有破坏性的严重故障时(一般为短路故障),首先应立即关掉电源,待通过断电检查法排除了故障后,方能加电实验。

断电检查法通常采用断电观察和测量电阻两种方法。

(1) 断电观察法

对于实验装置中严重的故障如电阻、变压器烧坏,电容炸裂,电表表针打弯等,其迹象比较明显,通过观察,往往能很快发现故障点,迅速排除。但是必须注意,在修理这类故障时,不能只简单地更换已损坏的元器件,应当对照电路图认真分析元器件损坏的原因及其可能波及的范围,查出导致故障的真正原因,并找出其他连带损坏的器件。否则,真正的故障原因没有找到,一旦加电,更换的器件又会损坏。

(2) 测量电阻法

可以按照实验电路图,利用万用表的电阻档逐个测量有关的元器件是否损坏、接插件接触是否良好、连接导线是否断线、电路中有无开短路等。如果发现某处的阻值与理论值偏差较大,即可由此入手,进一步检查分析,直至找到故障点。

2. 加电检查法

有些故障的检查,往往需要在一定工作条件下(如加一定的电压、输入一定的信号等)才能进行,即需要加电检查。加电检查的方法很多,这里仅介绍实验中常用的三种方法。

(1) 测量电压法

利用万用电表的电压档,根据实验电路图,按照先电源、后一般电路的顺序测量各点的电压,由测量出的电压数据正常与否,判断故障点。为了更准确地判断故障点,对用电压表测出的情况,还可断电用电阻表再校验一下。

(2) 信号寻迹法

使用适当频率和振幅的信号源作为测试信号,加在实验装置的输入端,然后利用示波器,由信号的输入端开始,从前至后,逐点观测其波形和幅度是否正常,最终找出故障点。

(3) 替代法

用完好的元器件、仪器、实验装置、连接导线,逐一替换被怀疑有故障的部件,直至找到真正的故障部件。需注意:更换的部件必须与保持正常工作时的部件型号一致或技术指标相同。

1.4 常用元件

1.4.1 电阻

电阻(Resistor)是电阻器的简称。在电路中起限流、分流、降电压、分电压及阻抗匹

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com