

高等学校教材

电工技术基础

电子技术基础

实验指导书

电工·电子技术基础
实验指导书

西北

TM-33

版社

西北工业大学电工教研室 编

西北工业大学出版社

高等学校教材

电工技术基础

电子技术基础

实验指导书

西北工业大学电工教研室 编

主编 朱建堃

编者 朱建堃 张家喜
魏纯修 边江艳

西北工业大学出版社

1989年6月 西安

内 容 简 介

本书是理工科高等学校非电类专业电工学实验课通用教材。全书分上、下两篇及附录三个部分。上篇共13个实验，包括电路、电机及继电-接触控制等内容；下篇共10个实验，包括模拟及数字电子技术等内容；附录部分，包括常用电工仪表及电子仪器的原理、使用说明等。

本书的特点是实验理论和实验方法比较系统，而且突出工程实际应用，可供工程技术人员参考。

DR 16/67

高等学校教材
电工技术基础
电子技术基础
实 验 指 导 书
西北工业大学电工教研室 编
责任编辑 蒋相宗
责任校对 杨长照

*
西北工业大学出版社出版
(西安市友谊西路127号)
陕西省新华书店发行
西北工业大学出版社印刷厂印装
ISBN 7-5612-0175-3/TM·1(课)

*
开本 787×1092毫米 1/16 10印张 246千字
1989年6月第1版 1989年6月第1次印刷
印数 1—5000册 定价: 2.05元

前 言

本书是我校非电类专业“电工技术基础、电子技术基础”实验课的通用教材。该书根据国家教委高等学校工科电工课程教学指导委员会电工学课程教学指导小组拟定的课程基本要求，在我校1986年铅印的《电工技术基础、电子技术基础实验指导书》讲义基础上修订而成。本书总结了近十年来我们在电工学实验课教学改革中的经验，对实验课内容和体系作了较大改革，加强了对学生的实验技能培养。书中对电工技术和电子技术的基本实验理论和实验方法有较系统的阐述，便于学生进行实验研究。还比较详细地介绍了各种电量及电参数的测量方法，各种常用电工仪表、电机、电器及电子仪器的选择和使用方法，从内容上突出了工程实际应用，可供工程技术人员参考。

本书分上、下两篇及附录三个部分。上篇为“电工技术基础实验”，包括电路、电机及继电-接触控制等内容的13个实验；下篇为“电子技术基础实验”，包括模拟电子技术及数字电子技术等内容的10个实验；附录部分摘编了常用电工仪表及电子仪器的使用技术说明书等。为了适应两种不同学时类型班级使用的要求，除了在每个实验中安排了选作内容外（打*号者），异步电动机实验按不同要求编写了三个，供选择。指导教师应全面了解本书内容编排结构，精选实验内容，以保证教学基本要求。

全书由西北工业大学电工教研室责成朱建堃主编。其中实验十一、十二、十三由张家喜编写，实验十六、十八、二十一由魏纯修编写，实验二十、二十二、二十三及附录六、附录七由边江艳编写，其余14个实验及7个附录由朱建堃编写。本书由西北工业大学赵德闻负责审阅。

由于我们水平有限，书中难免有不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

1988.9.

目 录

上 篇 电工技术基础实验指导书

电工实验须知	1
实验一 常用电工仪表的使用	3
实验二 直流网络参数的测定	12
实验三 电感线圈参数的测定及功率因数的提高	18
实验四 阻抗与频率关系的测定	24
实验五 三相交流电的使用与测量	28
实验六 电子示波器的原理及使用	34
实验七 电路过渡过程的研究	41
实验八 三相异步电动机(供“少学时”及大专类型选用)	49
实验九 三相异步电动机工作特性研究(供“多学时”类型选用)	54
实验十 三相异步电动机的使用(供“多学时”类型选用)	58
实验十一 异步电动机的基本控制电路	63
实验十二 异步电动机的时间原则控制电路	66
实验十三 直流他激电动机	69

下 篇 电子技术基础实验指导书

实验十四 SB-14 型普通示波器的使用	72
实验十五 半导体直流稳压电源技术性能的测试	76
实验十六 单管电压放大器	80
实验十七 阻容耦合多级放大器研究	83
实验十八 直流差动放大器	87
实验十九 集成运算放大器的应用	90
实验二十 可控整流电路	95
实验二十一 应变电测系统	98
实验二十二 集成门电路	106
实验二十三 集成触发器	110

附 录

附录一 电工测量指示仪表结构原理简介	116
附录二 500 型万用表原理及使用	122

附录三	DT-860 型数字万用表使用方法简介	126
附录四	真空管毫伏表使用说明	130
附录五	PZ-8 型直流数字电压表使用说明	132
附录六	WQ-2-A 型直流稳压电源使用说明	137
附录七	低频信号发生器使用说明	139
附录八	SBD-6B 型超低频双束示波器使用说明	145
附录九	SB-14 型普通示波器使用说明	150

上篇 电工技术基础实验指导书

电 工 实 验 须 知

电工实验是应用电工学的基本理论进行基本实验技能训练的主要环节。除了介绍必要的实验理论和实验方法外，主要是通过学生自己的实践，学习基本的电量和非电量的电工测试技术，学习各种常用的电工仪器、仪表、电机、电器及电子仪器的使用方法，培养进行科学实验研究的基本技能，为专业学习和从事工程技术工作打下一定基础。

课程实施总则

为了保证课程达到预期的教学目的，学生必须遵循下列规定。

1. 开课前学生应在教师带领下，通过电视录像或现场教学方式，了解电工实验室工作的各项规定、安全实验守则。

2. 预习

每次实验前，学生应通过自学本《实验指导书》，掌握必要的实验理论和方法，明确本次实验的目的和任务，拟定实验线路、数据表格，选择仪器及仪表的类型和量程，做到任务明确、心中有数。没有预习者不得参加实验。

3. 课堂操作

(1) 学生应按规定时间按时到实验室参加实验，认真听取指导教师讲解。迟到超过10分钟者不得参加实验。

(2) 实验前应仔细查对电源及实验仪器、设备是否与实验要求相符并完好无损。按方便操作、便于读数 and 观测、保证安全的原则，合理布置好各种仪表设备。实验中因事故损坏设备者，应写出事故报告，交指导教师审阅。情节严重的责任事故要酌情赔偿经济损失。

(3) 电路接线前首先要用电压表或万用表检查实验桌上所提供的交、直流电源电压，并调整到实验设备所允许的数值。然后断开电源再连接线路。

(4) 连接多回路复杂电路时，可先接好一条主要回路，再逐条将并联支路接通。接好后应自己仔细检查。确认无误才能接通电源开关。若本人无把握者可请教师协助检查。

(5) 实验时应根据规定的（或自拟的）实验步骤独立操作和测量。遇有疑难问题或设备故障应举手请教师指导。要注意培养自己独立分析问题和解决问题的能力。

(6) 实验中要注意观察实验现象。对可能影响实验结果的现象作必要的记录。发生事故应立即切断电源。切不可惊慌失措，致使事故扩大。要保持事故现场，请教师共同查找原因。

(7) 学生应携带计算器参加实验。一项实验任务完成后应先切断电源，分析实验数据是否合理。发现数据异常应重新测量或请教师指导。获得正确结果后才能改接线路，继续实验。

(8) 实验完毕后要整理好实验数据，请教师审查。然后断开电源，拆除线路，整理好仪器设备，请教师验收，才能离开实验室。

(9) 实验室内不得高声喧哗，禁止吸烟，不得乱掷废纸杂物和随地吐痰。保持室内安静、整洁，注意人身及设备安全。

4. 实验报告

实验报告是理论联系实际，培养分析问题能力的重要环节之一。学生应认真编写实验报告，用学过的理论知识对自己实验所得数据和观察到的现象进行实事求是的分析、计算和讨论。报告应书写整洁，各种曲线要用方格纸认真描绘，不得抄袭书本或他人的报告。报告应在实验后三天内交指导教师评阅。

5. 安全操作须知

为了保证学生实验时人身及设备的安全，实验操作还应注意下列各点：

(1) 接线、拆线或改接电路时均应首先断开电源开关，不得带电作业。

(2) 各种仪器、仪表和设备均应严格按照规定的操作方法使用。不得随意乱拉乱用，不得在仪器设备上乱涂乱画。

(3) 使用 500V 以上高压电源要注意高压危险。如兆欧计中有 500V 或 1000V 高压，切不可用以测量人身的绝缘电阻！

(4) 使用 36V 以下低压电源、信号发生器等，切不可因其电压低，不会对人身造成触电伤害而掉以轻心，以免因短路或过电压造成贵重仪器设备的损坏。

(5) 各种仪器设备的地线（ \perp ）应正确联接，以防止干扰。应与大地相接的应妥善接地。不允许接地的严禁接地，以免引起短路，造成不必要的事故。

(6) 进行各种旋转电机实验时，注意勿将导线、发辫、围巾、衣服等缠入电机转轴，造成意外事故。

(7) 各种负载的加载和卸载，电路的调节均应缓缓而行。不可操之过急，酿成事故。

(8) 凡学生自拟的实验内容，须经教师同意方可实验。

实验一 常用电工仪表的使用

一、实验目的

1. 复习常用电工仪表的使用方法，学习电工仪表的正确选择、测量电路的组织及测量结果的误差分析方法。
2. 学习变阻器、调压器及直流稳压电源的使用方法。

二、原理与说明

1. 常用电工仪表 一般指各种电流表、电压表和功率表等等。它们的基本构造和工作原理详见本书附录一。使用时电流表应与被测电路串联，电压表则应与电路并联。为了一表多用，电流表可用电流插销和插座（将在实验五中详细介绍），电压表则往往通过两根试棒跨接在电路两端，如图 1-1 所示。但决不应把试棒的导线接头接在被测电路两端，再用试棒去碰触电压表输入端，如图 1-2 所示，以免引起短路。也不允许将试棒接在电流表上使用！

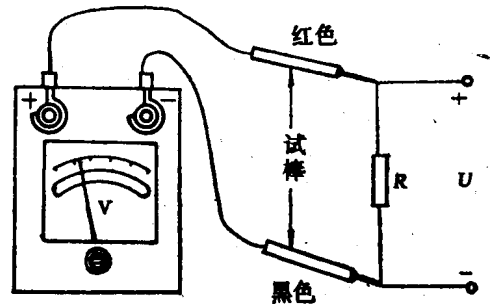


图 1-1 电压测量

各种仪表的构造型式、种类、准确度等等都用特定的符号标明在刻度盘上。常见符号的意义见本实验附录中表 1-1 所示。选择仪表的任务主要是确定仪表的种类、量程、准确度和灵敏度等等。其方法和原理以及对实验测量结果的数据处理与误差分析方法，详见本实验附录。学生实验前应仔细阅读。

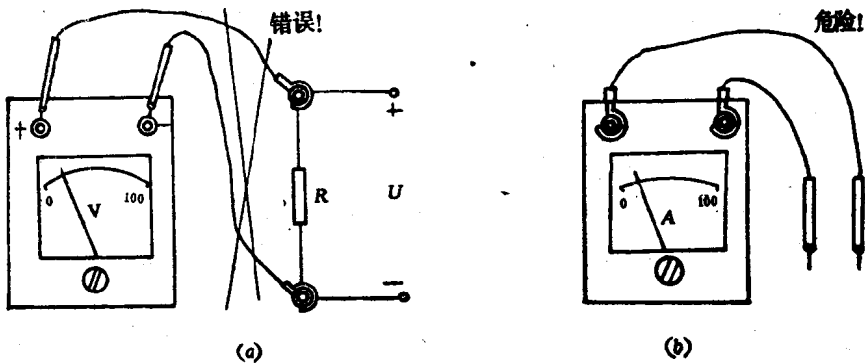


图 1-2 电压试棒的错误用法

2. 实验电源 电工实验所用电源大都是电压源。选用电源应保证不超过电路中各仪器设备的额定电压，且其功率（或电流）能满足电路的需要。例如一般家用电器的电源电压均

为 220V，频率 50Hz，称为市电。决不能将它们接到 380V 动力电源上。而单板计算机及各种数字集成电路元件一般使用 5V 直流稳压电源，决不可接到 220V 交流电源上使用。

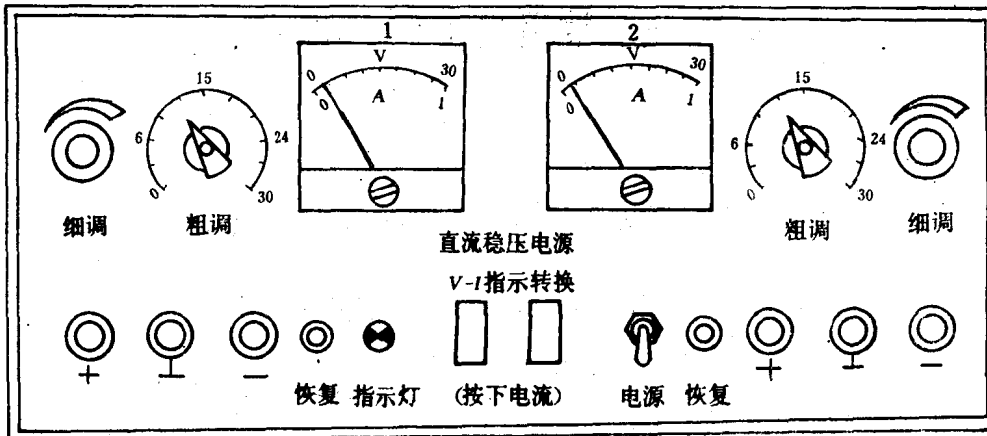


图 1-3 晶体管直流稳压电源面板图

本次实验除使用桌上 220V 交流电源（插座或三刀开关控制的接线柱 A、B、C 中任两点间）外，主要使用晶体管直流稳压电源，面板如图 1-3 所示。它采用 220V 市电作电源，经晶体管整流并稳压后输出两路 0~30V 可调直流稳定电压，可近似为恒压源，允许输出电流 1A。当负载电流超过 1A 或短路时，能自动立即切断输出以实现保护，输出指示值变为零。发生此类情况时，应首先查明电路故障加以排除，然后按下“恢复”按钮，即可继续供电。

3. 变阻器 变阻器的额定值有二：最大阻值 R_N 和额定电流 I_N 。

变阻器可作可变电阻用以调节电路中的电流，如图 1-4(a) 所示。注意：不管滑动头处于任何位置，电流 I 均不允许超过额定电流 I_N ，否则烧坏变阻器。

变阻器也可作电位器用以调节电路的端电压。如欲将稳压电源输出的 30V 恒定电压降低到 20V 使用，可按图 1-4(b) 接线。同样此时电路总电流应小于 I_N 。

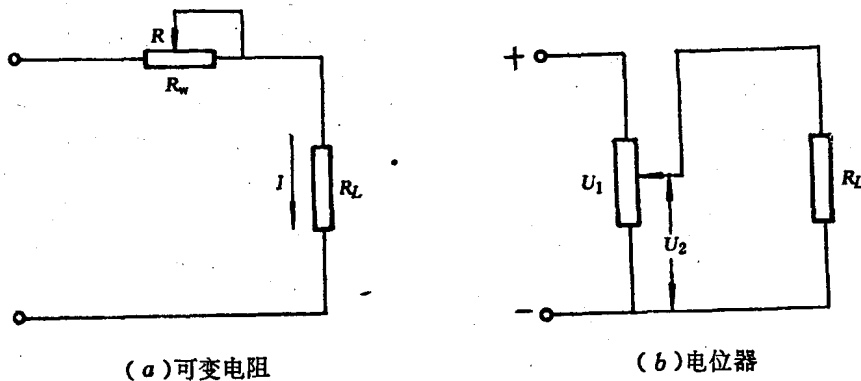


图 1-4 变阻器的使用

4. 调压器 也称自耦变压器，它是利用电磁感应原理制成的。可用来调节交流电压，其外形和原理图如图 1-5 所示。其中 A、X 为输入端，接 220V 交流电源。a、x 为输出端，用手轮可调节输出电压在 0~250V 间变化。调压器的额定值有二：额定电压 U_N ，一般为 220V/0~250V。额定视在功率（容量） S_N ，例如 1kVA。

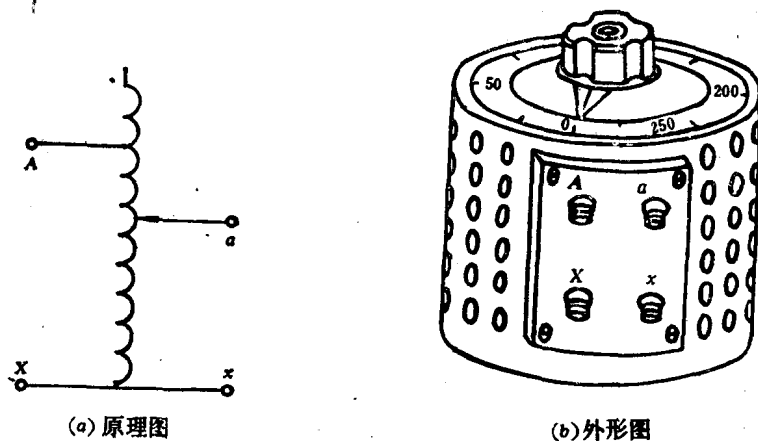


图 1-5 调压器

使用调压器应注意

- (1) 接线要正确, 切不可将输出端与输入端接反。也不可将直流电压输入调压器。
- (2) 选择调压器不仅要使输入电压与电源电压相符, 而且容量应满足负载要求。使用时不管输出电压为多大(或手轮处于任何位置), 输出电流均不应超过调压器的额定电流 I_N , $I_N = S_N / U_{2N}$, 如上述调压器 $I_N = 1\text{kVA} / 250\text{V} = 4\text{A}$ 。
- (3) 调压器本身是一个大电感, 接通或断开电源前均应将手轮置 0 位, 以防过渡过程产生过电流或过电压损坏电路中的其它仪表。

5. 500 型万用表 原理及使用方法请阅读本书附录二。

三、实验仪器及设备

- | | |
|---|----|
| 1. 直流稳压电源 输出 0~30V, 1A | 一台 |
| 2. 交流电源 220V, 50Hz, 实验桌上三刀开关控制。 | |
| 3. 变阻器 110Ω 左右, 2A (作电位器用) | 一只 |
| 4. 变阻器 50Ω 左右, 2.5A (作负载用) | 一只 |
| 5. 调压器 220V/0~250V, 1kVA | 一只 |
| 6. 电容箱 20μF 左右, 耐压 220V, (共四组并联) | 一只 |
| 7. 直流电压表 0.5 级, 0~30V, 内阻 6.3kΩ (供选用) | 一只 |
| 8. 交直流电压表 0.5 级, 0~30~75~150~300V (供选用) | 一只 |
| 9. 500 型万用表 (供选用) | 一只 |

四、实验任务

1. 用一只滑线变阻器 (110Ω 左右, 2A) 接成电位器, 将输出 30V 的直流稳压电源 (恒压源) 转换成空载输出 20V 的直流电压源, 如图 1-6 所示。测量此电压源的外特性 $U = f(I)$ 。并由此外特性计算出该电压源内阻 R_0 。分析实验结果及误差。

要求:

(1) 选择合适的电压表和电流表, 在实验线路图上标明其位置及量程。测出该电压源的外特性 $U = f(I)$ 。

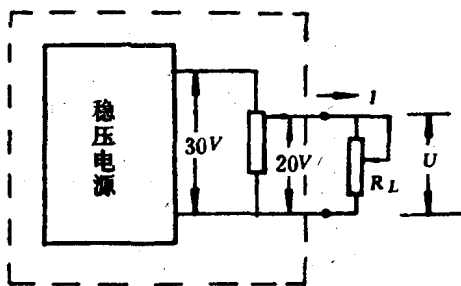


图 1-6 直流电压源

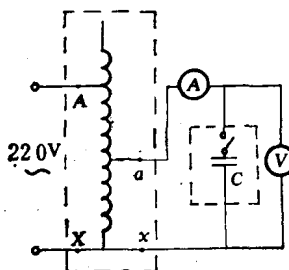


图 1-7 电容量测量

(2) 根据实验所用变阻器的实际值计算该电压源内阻的理论值。由所测外特性求出该内阻的测量值。分析比较其误差及产生误差的原因。

(3) 根据实验电路计算该电压源的最大输出功率。再由测出的外特性上求出该最大功率并比较之。

(4) 若以输出最大功率时的电流作为上述电压源的额定电流，则 R_L 的额定电流和额定电阻应如何选择？

2. 用调压器将桌上 220V 交流电压分别调到 20V、45V、100V，按图 1-7 电路测量一只 20 μ F 左右的电容器的电容量。根据所用电路的接线方法及各仪表的准确度、灵敏度和你的观察，分析产生误差的原因可能有哪些？

注意：

(1) 要正确选择仪表的种类和量程。

(2) 正确使用调压器。

* (3) 正确使用万用表。

(4) 注意观察测量中出现的各种现象。

*3. 用 500 型万用表检查电容箱中各个电容器是否完好。用测电阻档在电容器不通电情况下测电阻，若电阻由 0 逐渐增大到 ∞ ，则电容器是好的；若最后有较小的稳定电阻则是说明漏电过大，不能使用。

五、实验报告要求

1. 完成实验任务中规定的各项要求，报告形式参阅附页。

2. 若稳压电源是恒压源，试根据戴维宁定理画出用伏-安法测定实验任务 1. 中直流电压源内阻的实验电路图。能否将此恒压源输出端短路？

3. 简要总结仪表选择方法和误差分析方法。

注：凡打 * 者为选作内容，下同。

附页：实验报告基本格式

实验名称：

姓名 _____ 班级 _____ 组号 _____ 实验日期 _____

一、实验目的

二、实验线路 画出实际实验线路，标明实际元件、设备、及仪表的额定值、量程及种类等有关数据。

三、实验测量及计算的数据表格

四、有关计算公式及举例

五、实验曲线 用方格坐标纸画！

六、问题分析讨论及总结 回答“实验任务”和“实验报告要求”中的思考题。

六、附 录

常用电工仪表的选择和实验数据的误差分析

1. 常用电工仪表的选择 选择仪表包括下列任务。

(1) 根据被测电路所用电源、测量对象及数值范围,选择仪表的种类及量程;如欲测量直流电路中约1安以下的电流,可选用一只量程为1安的直流(或交直流)安培表;欲测量交流电路中约220伏的电压,可选用一只量程为250V的交流电压表等等。

(2) 根据测量要求的精度选择仪表的准确度等级;仪表的准确度取决于仪表在正常条件下(温度、湿度、外界电磁场影响等)工作时,由于本身制造上的原因所产生的基本误差。最大基本绝对误差 ΔA_m 与量程 A_m 之比的百分数称为相对额定误差;用来表征仪表的准确度:

$$\gamma = \frac{\pm \Delta A_m}{A_m} \times 100\%$$

仪表的准确度通常分为0.1、0.2、0.5、1.0、1.5、2.5、4.0七个等级。其中0.1级及0.2级常作为计量中心的标准表使用,实验室则常用0.5级及1.0级表,2.5级及4.0级则作为指示式监测仪表。

同样等级的仪表相对额定误差一定,被测量愈小而选用的量程愈大,则可能产生的相对误差愈大。例如准确度为1.0级的电压表,选量程为50V,用来测量10V和40V的电压,可能产生的相对误差分别为:

$$\gamma_{10} = \frac{\pm 1.0\% \times 50}{10} \times 100\% = \pm 5\%$$

$$\gamma_{40} = \frac{\pm 1.0\% \times 50}{40} \times 100\% = \pm 1.25\%$$

这里 $\Delta A_m = \pm 1.0\% \times 50V = \pm 0.5V$ 是仪表的最大基本绝对误差,它不受被测电压大小的影响,只取决于准确度等级和量程。

又如选用准确度1.0级的电流表测量0.4安的电流,若用1安和0.5安两个不同量程测量,则可能产生的相对误差分别为:

$$\gamma_{1.0} = \frac{\pm 1.0\% \times 1}{0.4} \times 100\% = \pm 2.5\%$$

$$\gamma_{0.5} = \frac{\pm 1.0\% \times 0.5}{0.4} \times 100\% = \pm 1.25\%$$

因此要获得准确的测量结果,不仅要选用准确度高于测量要求精度的仪表,还应选择适当的量程。如测量要求误差小于 $\pm 5\%$,考虑到仪表的其它附加误差,那么应选用1.0级的仪表,且量程应小于被测量的二倍,或被测量应大于量程的一半。通常选用仪表量程时,应使指针能偏转到满刻度的1/3以上。

(3) 根据被测电路输入阻抗的大小,选择适当的仪表灵敏度及相应的测量电路;仪表的灵敏度通常与仪表的内阻有关,电流表的内阻愈小,其灵敏度愈高;电压表的内阻愈大其灵敏度愈高。电压表的灵敏度常用 Ω/V 来表示。如一只直流电压表的内阻为 $6,300\Omega$,量程为30V,则其灵敏度为 $6,300\Omega/30V = 210\Omega/V$ 。另一只表的灵敏度为 $20,000\Omega/V$,若量程为10V,则内阻为 $200k\Omega$;若量程为50V,则内阻为 $1M\Omega$ 。

仪表的灵敏度越高,对被测电路影响愈小,测量愈准确。但对仪表灵敏度提出过高的要求将增加制造成本。在灵敏度一定的条件下,适当选择测量电路的连接方法,也能提高测量精度。例如用伏-安法测量某电路的输入电阻可采用图 1-8 所示两种电路。

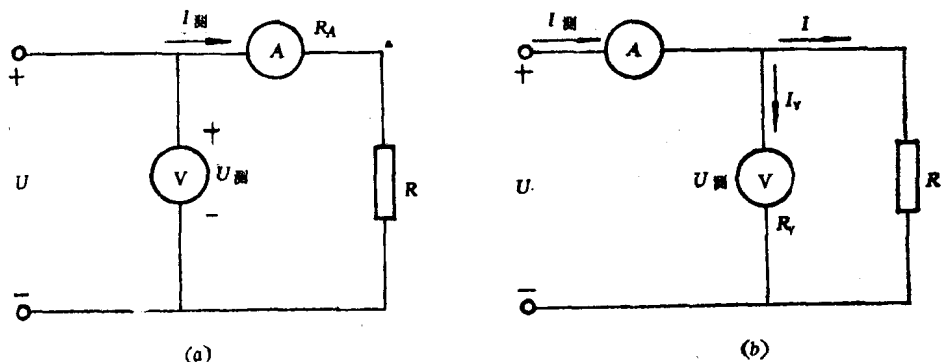


图 1-8 两种测量电路

在物理学中我们知道,对图(a)产生的误差为:

$$\Delta R\% = \frac{R_{\text{测}} - R}{R} \times 100\% = \frac{R_A}{R} \times 100\%$$

式中 $R_{\text{测}} = \frac{U_{\text{测}}}{I_{\text{测}}} = R_A + R$ 为测量值, R 为理论值, R_A 为电流表内阻。可见影响测量准确度的

是电流表的内阻,而与电压表无关。当被测电路为高阻抗时,采用此电路较准确。

对图(b),产生的误差为

$$\Delta R\% = \frac{R_{\text{测}} - R}{R} \times 100\% = -\frac{1}{1 + R_V/R} \times 100\%$$

式中 $R_{\text{测}} = \frac{U_{\text{测}}}{I_{\text{测}}} = R // R_V$, R_V 为电压表内阻。可见测量误差主要取决于电压表内阻,与电流表无关。当被测电路为低阻抗时,采用此接法较准确。






在交流电路中进行测量时,仪表内阻应包括内电阻和内电感,并按交流电路进行分析和计算。

最后,仪表读数所造成的误差还包括附加误差和偶然误差。附加误差是由于外界电磁场干扰及环境温度变化等因素造成的,通常与仪表的基本误差具有相同的数量级,如 0.5 级表的附加误差为 $\pm 0.5\%$ 等等。偶然误差是由于读数时视差等等人为因素造成的,因人因地而异。

2. 实验数据处理及误差分析 实验数据处理和误差计算的基本知识在物理实验课中已作过介绍,学生应复习上述知识在电工实验中加以应用。此处仅根据电工实验的特点作几点说明。

(1) 有效数字的选取 对常用电工仪表应根据仪表最小刻度再估计一位数来选取。如量程 1A 的电流表,满刻度为 100 格,估计值最小为 0.1 格,则为 0.001A。即精确到第三位,而只有前两位是准确的,第三位是估计的。对于数字式仪表则应根据其分辨力来确定。如 PZ-8 型数字电压表在量程为 20V 时,分辨力为 1mV,则可有五位有效数字,而第五位是不准确的。

表 1-1

符 号	意 义	符 号	意 义
— 或 =	直流表	A	安培表 (电流表)
~	交流表	mA	毫安表 (电流表)
$\frac{1}{2}$	交直流两用表	μA	微安表 (电流表)
Ⓢ	准确度 1.0 级	V	伏特表 (电压表)
3~ 或 $\frac{1}{3}$	三相电表	mV	毫伏表 (电压表)
→ 或 \square	仪表平放使用	W	瓦特表 (功率表)
↑	立放使用		磁电式
$\angle 30^\circ$	倾斜 30° 放置使用		电动式
2kV $\frac{1}{2}$	仪表绝缘试验电压		电磁式
30V, R = 600 Ω	30V 量程内阻 600 Ω		整流式
20,000 Ω/V	仪表灵敏度		铁磁电动式

(2) 实验结果的误差计算及原因分析 在物理实验中我们知道, 实验误差包括系统误差和随机误差 (或称偶然误差)。系统误差主要包括仪器、设备的固有误差、测量方法误差、外界条件影响产生的附加误差 (如温度、压力、电磁场等等外界因素的影响造成的误差) 和测量人员技术熟练程度、视力的差异等等引起的因人而异的, 但对一定人员则基本不变的误差等。随机误差或偶然误差则是同一个人在相同条件和设备的情况下多次测量同一数据时所产生的误差, 例如用电压表测量一个电压, 连续测量三次, 可能得到三个不同结果, 其原因可能是由于电源的波动, 电路接触情况不同等等无法预料的因素造成的。关于随机误差的计算在物理实验中有详尽的介绍, 多次测量求算术平均值可消除这种误差。但在电工实验中往往不可能也不必要作多次测量, 往往在计算时忽略这种误差, 以致会在实验数据中出现许多异常点。在实验过程中要注意观察实验现象, 尽可能减小随机误差。在绘制实验曲线和分析误差原因时应正确进行分析和适当加以处理。切不可将误差原因统统归咎于仪表精度等系统误差。

关于系统误差的分析计算, 除了前面在仪表的选择方法中介绍的: 正确选择仪表的精度、灵敏度、量程和正确选择测量方法, 并据此估算系统误差和附加误差外, 还要考虑到被测电路本身的理论计算方法和电路元件的固有误差。例如在测量由稳压电源供电的电路电压时, 往往认为稳压电源是恒压源, 而实际则不然, 因此理论值也是不准确的, 而稳压电源

在正常状态下工作，从工程上说又是可以作此近似的，它与其它系统误差相比可以忽略不计。

综上所述，要得到正确的实验结果应按下列步骤：

① 对同一被测量作多次测量，取算术平均值以消除偶然误差。每次测量均应正确选择有效数字。

② 根据仪表的接法计算方法误差，由实测值中扣除。再由所用仪表的精度等级及附加误差，根据误差传递公式求得被测量的真值及误差范围。

③ 当事先对被测量无理论值可依，则此真值即为所求。若事先已有理论值或估计值，则应将真值与之比较，分析误差原因。

(3) 关于实验曲线的绘制 实验数据不可避免地会有误差，因此描绘实验曲线不应点通过。在一般要求不高的情况下，可用曲线板或徒手绘制平均曲线，舍去异常点。在要求精确的情况下，可借助于数据处理科学中的“回归法”进行曲线的拟合。

绘制实验曲线时还应正确选择坐标比例尺。比例尺过大或过小都不能正确反映实验结果的规律性。一般情况下坐标原点应由(0, 0)开始。