

电 工 学 实 验

王耀光 主编



高等教育出版社

-33

本书是编者在多年电工学实验教学的基础上,参考1980年审订的高等工业学校《电工学教学大纲(草案)》实验项目和对实验的要求编写的。书中包括二十五个电工学实验(包括电路、电子技术、电机及控制等)。此外,对常用仪表、仪器也作了简单的介绍。考虑到各校实验设备的差异,本书编写时尽量注意通用性。

本书可供高等工业学校各非电类专业电工学实验教学参考。

责任编辑 王缉惠

高等学校教学参考书

电工学实验

西安交通大学电工学教研室 编

王耀光 主编

*

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

天桥胶印厂印装

*

开本 787×1092 1/16 印张 13.5 字数 308,000

1985年5月第1版 1985年5月第1次印刷

印数 00,001—24,200

书号 15010.0633 定价 2.30 元

前 言

本书主要参考 1980 年审订的高等工业学校《电工学教学大纲(草案)》所规定的实验项目编写,可作为电工学实验课程的教学参考书。

全书共有两篇:第一篇为实验指导书;第二篇为实验中常用仪表简介。书末有附录,摘录了目前实验中常用的电工元器件的特性以及异步电动机转速和转矩的测试方法。

全书共计实验廿五个,其中:仪表的使用练习实验两个;电路实验五个;电子技术实验十二个;变压器、电机及控制实验六个。上述实验可以使受到以下几方面的基本技能训练:一、电工仪表的使用及电工测量技术的基本练习;二、安排、组织实验的方法;三、电子线路的简单调试;四、半导体器件特性的测定及其应用;五、基本电工操作技术的训练。

本书是按 150 学时《电工学教学大纲》编写的,参考了 120 学时和 90 学时的《电工学教学大纲》。考虑到各类学校不同情况,还参考了部分兄弟院校的《电工学实验指导书》以及有关资料,适当地增加了一些内容,读者可根据具体情况选择使用。有的实验包括两个或三个实验项目,例如实验二包括三个项目,供选做。

《电工学教学大纲》规定:实验前学生必须认真预习,实验后学生必须认真编写实验报告。为此,我们除对实验原理和方法作了充分说明之外,还安排了预习问题或作业,而且对实验总结报告提出了明确的要求。

通过实验,要培养学生的基本技能,也要使学生学会组织和安排实验。为此,书中在“ RL 串联电路及其功率因数的提高”和“三相电路”两个实验中,安排了让学生自己组织实验,使学生在这方面得到初步的训练。

本书是在西安交通大学电工学教研室编写的《电工学实验指导书》和多年来电工学实验教学经验基础上编成的。由王耀光、王志如、浦华修三位同志分工执笔编写,相互审阅定稿;王耀光同志负责组织。此外庄由和郑家麟两位同志为编写此书提供了部分素材。在编写过程中西安交通大学电工学教研室全体同志经过多次讨论并提出修改意见,在各方面给以大力支持和帮助。本书是西安交通大学电工学教研室集体劳动的成果。

本书稿承南京工学院电工学教研室的殷立、刘馨媛、宋竦等同志主审,并于 1983 年 5 月在西安召开的审稿会议通过。主审的同志以及与会代表对书稿提出了宝贵的意见,编者在此谨致以深切的谢意。

限于我们的水平,书中不妥和错误之处可能不少,衷心欢迎使用本书的师生和其他读者批评指正。

编者

1984 年 8 月于西安交通大学

目 录

前言

安全用电常识	1
--------	---

电工学实验须知	2
---------	---

第一篇 电工学实验

实验一 万用表的使用练习	3	实验十 阻容耦合放大器	58
实验二 直流电路实验	11	实验十一 场效应管单级放大电路	63
(一) 叠加原理	11	实验十二 LC 振荡器	66
(二) 戴维南定理	13	实验十三 差动式放大器	69
(三) 电压源和电流源	16	实验十四 集成运算放大器及其应用	73
实验三 示波器的使用练习	19	实验十五 TTL 集成与非门电路	78
(一) SB-10 型普通示波器	19	实验十六 双稳态触发器	82
(二) SR-071 型双踪示波器	24	实验十七 计数、译码和显示电路	86
实验四 RLC 串联电路的频率特性及其测定	30	实验十八 半导体直流稳压电源	90
实验五 RL 串联电路及其功率因数的提高	34	实验十九 单相半波可控整流电路	96
实验六 三相电路	38	实验二十 变压器	100
实验七 RC 电路的时域响应及其应用	40	实验二十一 鼠笼式三相异步电动机	105
实验八 晶体三极管的特性	45	实验二十二 直流并励电动机	109
(一) 晶体三极管特性的测试	45	实验二十三 三相同步发电机	113
(二) 晶体三极管特性的观测	48	实验二十四 三相同步电动机	116
实验九 单管低频电压放大器	54	实验二十五 异步电动机的继电-接触控制线路	119

第二篇 实验室常用仪表和仪器简介

第一章 常用电工仪表	124	1-8 PZ-8 型直流数字电压表	142
1-1 基本知识	124	1-9 DT-830 型袖珍数字三用表	144
1-2 磁电式仪表	126	第二章 实验室常用电子仪器	146
1-3 电磁式仪表	128	2-1 SB-10 型普通示波器	146
1-4 电动式仪表	129	2-2 SBT-5 型同步示波器	148
1-5 兆欧表	133	2-3 SBE-20 型双踪示波器	154
1-6 万用表	134	2-4 ST-16 型示波器	157
1-7 GB-9B 型电子管毫伏表和 DA-16 型晶体管毫伏表	140	2-5 SR-8 型双踪示波器	159
		2-6 SR-071 型通用双踪示波器	161

2-7 XD-1 型低频信号发生器	163
2-8 XD-2 型低频信号发生器	165
2-9 XD-22 型低频信号发生器	167
2-10 XD-7 型低频信号发生器	169
2-11 XFD-6 型低频信号发生器	170
2-12 JW 系列直流稳压稳流电源	171
2-13 JT-1 型晶体管特性图示仪	173
附录一、常用的电路元件和器件	180

一、电阻器	180
二、电容器	183
三、常用半导体器件参数和特性选录	185
四、晶体管的简易测试	205
附录二、电动机转速和转矩的测量方法	207
一、电动机转速的测量	207
二、异步电动机转差率的测量	208
三、电动机转矩的测量	209

安全用电常识

为了防止触电事故发生,在实验前,应该熟悉安全用电常识。在实验过程中,必须严格遵守安全用电制度和操作规程。

人体是导体,当人体不慎触及电源或带电导体时,电流流过人体,因而使人受到伤害,这就是电击。这种电击对人的伤害程度与通过人体电流的大小、通电时间的长短、电流流过人体的途径、电流的频率、以及触电者健康状况等有关。

工频交流电是比较危险的。当人体有 1 mA 工频电流流过时就有不愉快的感觉; 50 mA 的电流流过时就可能发生痉挛,心脏麻痹;如果时间过长就会有生命危险。

实验中,如果实验者忽视安全用电制度或粗心大意,例如由于疏忽,未将电源闸刀开关拉开就接线或拆线,往往容易触电。如果是三相电源,就容易造成双线触电,实验者人体承受线电压,危险最大。

在测量电压时,测试笔必须接在电压表的接线柱上,不得接在电源板的接线柱上。将测试笔接在电源板的接线柱上是非常危险的:如果两支带电的测试笔相碰,会造成短路事故;如果拿着这带电的测试笔测电压,容易造成双线触电。

实验时,同组者必须配合默契,否则也容易造成触电事故。如一同学手持导线待接,而另一同学又去接通电源,这样就很容易造成单线触电。

电气设备(如电机或电子仪器等)在正常运行的情况下外壳不带电。一旦这些设备的绝缘性能不好,有漏电现象时,外壳就会带电。这时,如果人体接触了外壳也会触电,这属于单线触电。这样的触电事故是比较多的。

各种形式的短路都会产生很大的电弧,电弧会对人体灼伤,这也是触电的一种。

万一遇到触电事故时,首先应迅速切断电源,或用绝缘的器具迅速将电源线断开,使触电者脱离电源。

在电源中点接地的低压系统中,把电气设备的金属外壳部分与中线相连接称为保护接零。如果电气设备的绝缘性能下降或破坏,由于中线的电阻很小,所以短路电流很大,短路电流将使电路中的保护装置(如电流继电器、保险丝等)动作,切断电源。这时外壳不再带电,起到防止触电的作用。

实验开始接线时,先把实验设备、仪表之间的线路接好,而后再接通电源。实验完毕拆线时,首先断开电源开关,然后拆开电源线,再拆实验设备和仪表间的连线。这是接拆线的基本步骤,要养成习惯。

电工学实验须知

1. 实验前必须认真预习, 阅读实验指导书, 明确实验目的、内容及实验步骤、方法, 并做好数据记录表格等准备工作。

在实验课上, 教师要对预习情况进行抽查提问。抽查通不过者暂不得参加本次实验。

2. 接线完毕后, 必须经教师检查同意, 方可接通电源进行实验。在改接线路之前, 必须关断电源, 不得带电操作。

实验过程中若发生事故, 应立即关断电源, 报告指导教师, 共同分析事故发生原因。

3. 实验完毕后, 先由本人检查实验数据是否符合要求, 然后再请教师检查, 经教师认可后再拆线, 并将所有设备放回原处, 离开实验室。

4. 仪器设备是国家财产, 必须倍加爱护, 若有损坏情况, 应立即报告指导教师检查处理。室内仪器设备, 不准任意搬动调换。

5. 遵守实验室规则, 实验时要严肃认真, 保持安静、整洁的学习环境。

第一篇 电工学实验

实验一 万用表的使用练习

一、实验目的

1. 学会万用表的基本使用方法。
2. 了解电压挡量程的选择及其误差分析。
3. 学习直流稳压电源(直流稳压器)的使用方法。

二、简述

万用表是一种多用途的电表,可以用来测量直流电流、直流电压、交流电压、电阻和音频电平
等。

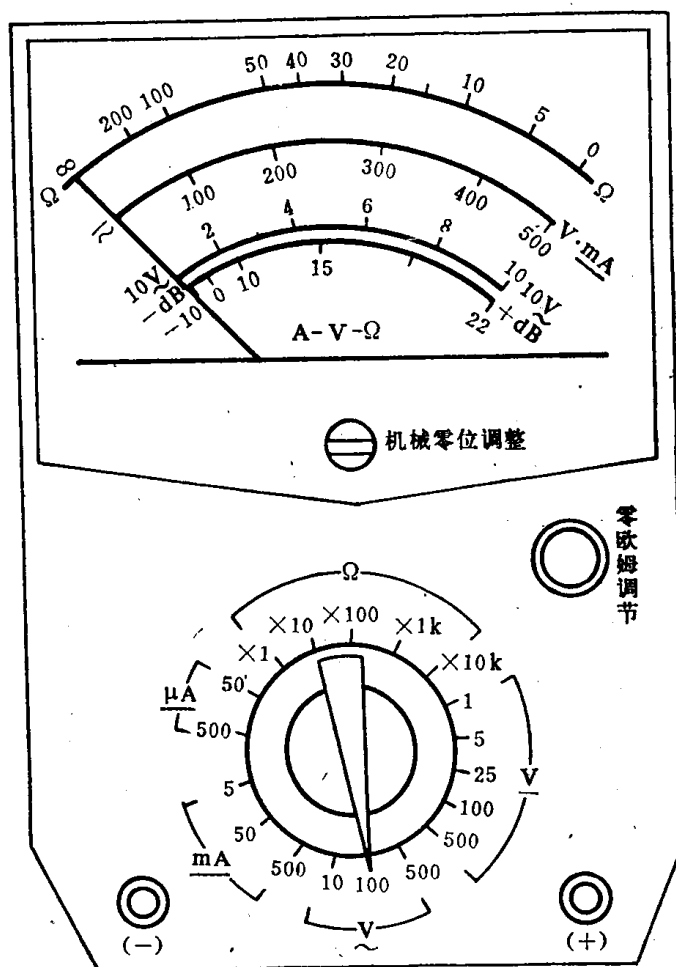


图 1-1-1 MF-30 型万用表面板图

万用表的类型很多,测量范围亦各有差异,因此面板上的布置也不尽相同。图 1-1-1 是 MF-30 型万用表的面板图。

大体上讲,万用表由磁电系测量机构(亦称表头)、测量电路和转换开关组成。切换面板上转换开关的挡位以改变测量电路的结构,即可把各种被测量分别转换成适合于表头测量的直流电流,通过表头指示出被测量的数值。由于直流电压、交流电压,直流电流等不同被测量共用一个表头,因此在表盘上有相应的几条标度尺。在转换开关的面板上有测量范围的刻度,用以表明各被测量挡位及其量限。

表面所标记符号的意义如表 1-1-1 所示。

表 1-1-1 万用表表面所标记符号的意义

标记符号	标记符号的含义
Ω	直流电阻刻度
$\sim V$	直流、交流电压刻度
dB(或 db)	输出电平刻度
	带半导体整流器的磁电式仪表
<u>2.5</u> 或 -2.5	测量直流电压、电流的准确度为 2.5
<u>4.0</u> 或 ~ 4.0	测量交流电压的准确度为 4.0
20000 Ω/V	直流电压挡的灵敏度为 20000 Ω/V
5000 Ω/V	交流电压挡的灵敏度为 5000 Ω/V
45~1000Hz	万用表可测正弦交流的频率
0dB=1mW; 600 Ω	用 600 Ω , 1 mW 作为 0dB
 或 2kV	电表导电部分与绝缘部分耐压试验电压为 2000 V
 或 	仪表应水平放置使用

1. 万用表的使用方法

虽然万用表的型式多种多样,但使用方法大体相同。在此以 MF-30 型万用表为例来说明万用表的使用方法。

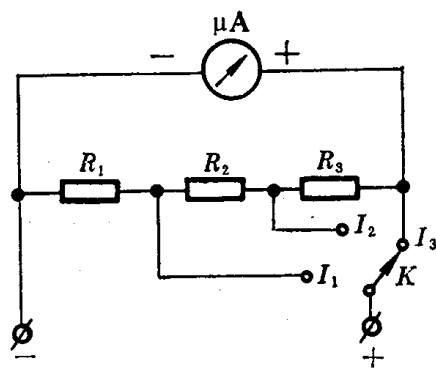
(1) 直流电流的测量:

一个表头与几个分流电阻并联,就可以构成一个多量限的直流电流表(图 1-1-2)。

测量前先估计被测量的大小,再将转换开关旋在适当量限的直流微安或毫安的挡位上。这时

万用表相当于一个直流微安(或毫安)表。假定转换开关旋在直流 5 mA 挡位上,读表盘上 0~500 V·mA 标度尺的数值,则被测电流的实际值 = 标度尺上的读数 ÷ 100。

在测量电流时,电表串联在被测的支路中,待测的电流通过电表。因此,电表的内阻会造成一定数值的电压降(一般在几十毫伏到几百毫伏)。此电压降将引起电路工作电流的变化,造成测量误差。万用表毫安(mA)挡量限愈小,内阻愈大。适当选择大一些的量限,可以减小由电表内阻造成的误差。



I_1, I_2, I_3 ——测量电流的量限; R_1, R_2, R_3 ——分流电阻。

图 1-1-2 多量限直流电流表原理电路图

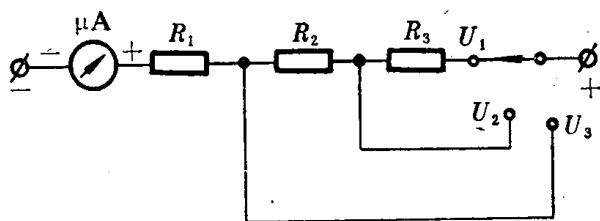
MF-30 型万用表各电流挡量限的电阻值和电压降值如表 1-1-2 所示。

表 1-1-2 MF-30 型万用表各电流挡量限的电阻值和电压降值

量 限	50 μ A	500 μ A	5mA	50mA	500mA
μ A 表支路的电阻	2k Ω	7.4k Ω	7.94k Ω	7.99k Ω	7.99k Ω
分流支路的电阻	6k Ω	0.6k Ω	60 Ω	6 Ω	0.6 Ω
电表总电阻	1.5k Ω	0.555k Ω	59.5 Ω	约 6 Ω	约 0.6 Ω
满量限时电表压降	75mV	277.5mV	约 300mV		

(2) 直流电压的测量:

几个不同阻值的附加电阻与一个表头相串联,就可构成多量限的直流电压表(图 1-1-3)。万用表的直流电压挡实质上就是一个多量限的直流电压表。



U_1, U_2, U_3 ——电压量限; R_1, R_2, R_3 ——附加电阻

图 1-1-3 多量限直流电压表原理电路图

测量时,先将转换开关旋在适当量限的直流电压的挡位上,然后进行测量。

电压表的内阻愈高,从被测电路取用的电流愈少,被测电路受到的影响愈小。万用表以电压挡的灵敏度 = $\frac{R_i}{V_N}$ (单位为 Ω/V) 来说明这个特征。其中 R_i 为电表总内阻; V_N 为电压量限。每伏欧姆值愈大,电表的灵敏度愈高。

MF-30 型万用表直流电压挡的灵敏度和总阻值见表 1-1-3。

表1-1-3 MF-30 型万用表直流电压挡的灵敏度和总阻值

量 程	1V	5V	25V	100V	500V
灵 敏 度	20kΩ/V			5kΩ/V	
总 阻 值	20kΩ	100kΩ	500kΩ	接近500kΩ	接近2500kΩ

例如：转换开关旋在直流电压 25 V 挡时，电表的灵敏度 = $20 \text{ k}\Omega/\text{V}$ ，所以，电表的总内阻 = $20 \times 25 = 500 \text{ k}\Omega$ 。

(3) 交流电压的测量：

图 1-1-4 是交流电压挡简化原理电路图。

当被测电压为正半周时，电流从(+)端流进，经二极管 D_1 和交流调整电位器后，部分电流经 μA 表从(*)端流出。负半周时，电流直接经二极管 D_2 从(+)端流出。可见，通过 μA 表的是半波电流，这时，表头的读数为该半波电流的平均值。但在工程技术中，交流电压或电流的数值一般都用有效值计量。因此，电表用交流调整电位器使半波电流分流，并改变表盘刻度，使表头的读数表示正弦电压的有效值。故万用表交流电压挡只能测正弦波电压。

普通万用表只适于测量频率为 45~1000Hz 的正弦交流电压。

万用表交流电压挡的灵敏度亦以 (Ω/V) 表示，但一般都比直流电压挡的灵敏度低。如 MF-30 型的万用表交流电压挡的灵敏度为 $5 \text{ k}\Omega/\text{V}$ 。

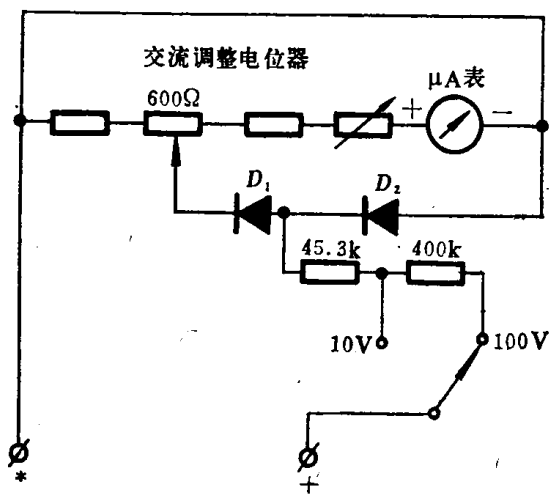


图 1-1-4 交流电压挡简化原理电路图

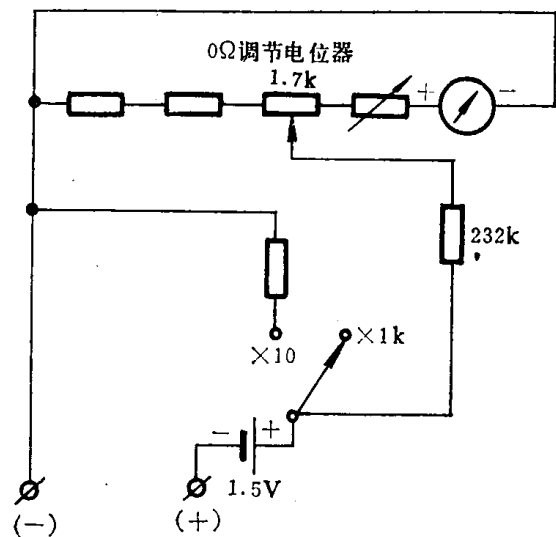


图 1-1-5 欧姆挡的简化原理电路图

(4) 电阻的测量：从原理上讲，欧姆挡电路主要由表头和电池等组成（见图 1-1-5）。假定转换开关旋至 $\Omega \times 1\text{k}$ 挡位置，若两根测试笔（或称量棒）分开，未与被测电阻相接，则两笔间的电阻值为 ∞ 。这时通过表头的电流为零，指针不动，表盘上欧姆刻度为“ ∞ ”。若将两根测试笔短接，则两笔间的电阻为零。这时通过表头的电流为最大值，指针偏转到满刻度，表盘上欧姆刻度为 0。当接入被测电阻 R_x 后，表头通过一定数量的电流，指针指在一定的电阻刻度上。所以用万用表测定电阻值，实质上是以测定在一定电压条件下，通过表头电流的大小来实现的。

由于通过表头的电流与被测电阻 R_x 不是正比关系, 所以表盘上的电阻标度尺是不均匀的。

图 1-1-6 为万用表表盘上的欧姆刻度。

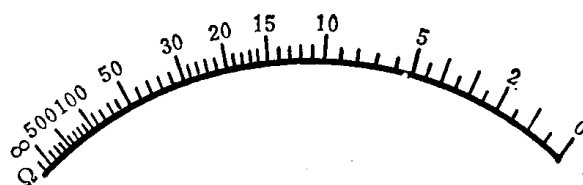


图 1-1-6 表盘上的欧姆刻度

万用表的 Ω 挡分为 $\times 1$ 、 $\times 10$ 、 $\times 1k$ 等几挡位置。刻度盘上 Ω 的刻度只有一行, 其中 1、10、1k

等数值即为电阻 Ω 挡的倍率。例如: 转换开关旋在 1k 位置, 测试笔外接一被测电阻 R_x , 这时指针若指着刻度盘上的 30 Ω , 则 $R_x = 30 \times 1k = 30 k\Omega$ 。

被测电阻的实际值 = 标度尺上的读数 $\times$ 倍率

由于电池的电动势会下降, 所以在测量之前, 先将两根测试笔短接, 转动调零电位器, 使指针指在 0 Ω 的位置, 而后再进行测量。

2. 根据仪表的准确度计算测量误差

在应用仪表进行测量时, 可根据仪表的准确度等级来计算测量结果的误差。对于常用的单向标度尺指示仪表, 它的准确度等级的百分数为:

$$\pm K\% = \frac{\Delta_m}{A_m} \times 100\%$$

式中: Δ_m 为绝对误差, A_m 为仪表的量限。

由上式可知, 测量时可能产生的最大绝对误差

$$\Delta_m = \pm K\% \cdot A_m$$

若读数为 A_x , 则测量结果可能出现的最大相对误差 γ 为:

$$\gamma = \frac{\Delta_m}{A_x} \times 100\% = \pm \frac{K\% \cdot A_m}{A_x} \times 100\%$$

例: 用量限为 50 V, 准确度为 0.5 级的电压表分别测量 50 V 和 20 V 的电压, 求可能出现的最大相对误差是多少?

解: 由上式得测量 50 V 时的最大相对误差:

$$\gamma = \pm \frac{K\% \cdot A_m}{A_x} = \frac{\pm 0.5\% \times 50}{50} = \pm 0.5\%$$

而测量 20 V 时的最大相对误差是:

$$\gamma = \pm \frac{K\% \cdot A_m}{A_x} = \frac{\pm 0.5\% \times 50}{20} = \pm 1.25\%$$

由上例可知, 测量结果的准确度不仅与仪表的准确度有关, 而且还与被测量的大小有关。当仪表的准确度等级给定时, 所选仪表的上量限越接近被测量值, 则测量结果的误差越小。

在万用表的表面上都标明了交、直流电压和电流以及欧姆等各挡的准确度等级。例如: MF-30 型万用表直流电压挡的准确度等级为 2.5, 在给定准确度等级的情况下, 所有各挡的量限越接近被测量值, 则测量结果的误差越小。但有些电路, 尤其是电子线路, 其等效电阻有时比万用表低电压量限挡的总电阻大得多, 测量时选择较高的电压量限反而比较准确。

3. 使用万用表时的注意事项

(1) 用一副红、黑测试笔分别插在表上的“+”、“-”(或“*”)插孔里, 每次测量前应预先选好待测的量限挡级。

(2) 测电路上两点间电压时, 黑色测试笔应接低电位点, 红色测试笔应接高电位点。

(3) 测直流电流时, 要把电表串入支路中, 所以必须先把被测支路断开。如果没有断开支路就把两支测试笔搭到支路的两端点上去, 实际上是用电流表去测电压, 电表即被烧毁。

(4) 测电阻前, 要进行零欧姆调节。测量时, 指针愈接近欧姆刻度中心读数, 测量结果愈准确, 所以要选择适当的倍率。每换一个量限, 都要重新调零。

绝对不能在带电电路上测量电阻。因为这样做实际上是把欧姆表当作电压表使用, 极易使电表烧坏。

电阻(或电流)测量完毕后, 应将转换开关旋至高电压(如 500 V)挡位, 这是防止误用欧姆挡(或电流挡)测电压的良好习惯。

(5) 利用欧姆挡来测试半导体元件时, 要记住红测试笔接着表内电池的负端, 表内电池的电流自黑色测试笔流出。

归纳起来, 使用万用表时要遵循一看、二扳、三试、四测四个步骤。

一看: 测量前, 看看仪表联接是否正确, 是否符合被测量的要求。要测电流时, 仪表必须串联在被测的支路中; 在测电阻前, 仪表要调零。

二扳: 按照被测电量的种类(如直流电压、电阻等)和估计的大小, 将转换开关扳到适当的挡位。

若不知被测量范围, 可先选较高的量限, 逐渐降低到适当的量限。

三试: 测量前, 先用测试笔触碰被测试点, 同时观看指针的偏转情况。如果指针急剧偏转并超过量限, 应立即抽回测试笔, 检查原因, 予以改正。

四测: 试测中若无异常现象, 即可进行测量, 读取数据。

测量时, 使用测试笔不要用力过猛, 以免测试笔滑动碰到其它电路, 造成短路或超压事故。

图 1-1-7 为实验原理电路图。

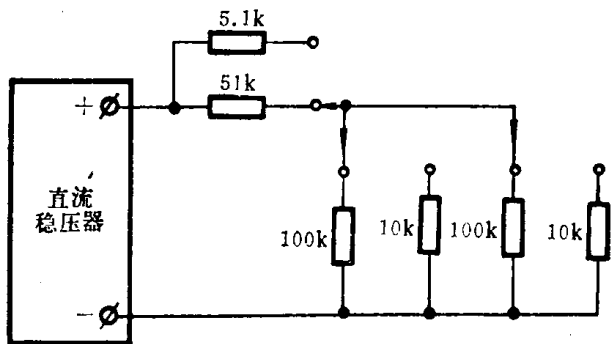


图 1-1-7 实验原理电路图

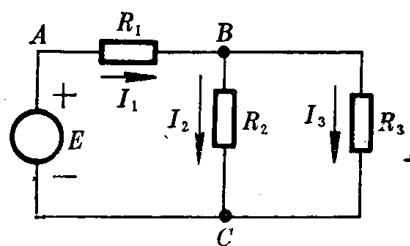


图 1-1-8 实验电路图

三、预习内容

1. 实验电路图如图 1-1-8。

已知:

$$E = 9 \text{ V} \quad R_1 = 5.1 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 = R_3 = 10 \text{ k}\Omega$$

求表内各项数值。

被 测 量	I, mA	I_1, mA	I_2, mA	U_{AB}, V	U_{BC}, V
数 值					

现知 MF-30 型万用表的直流电流挡和电压挡准确度为 2.5 级, 若选择适当的量限测量以上表中各量, 试求测量值可能出现的最大相对误差值。

2. 电路如图 1-1-8。若使: $E=9 \text{ V}$, $R_1=51 \text{ k}\Omega$, $R_2=R_3=100 \text{ k}\Omega$, 欲用万用表测电压 U_{AB} 、 U_{BC} 等值, 用哪一挡量限测量较为准确? 何故?

四、实验仪表和设备

名 称	型号或规格	数 量	备 注
万 用 表	MF-30	1	
万用表实验板		1	自 制
直流稳压器	1 A, 0~15 V	1	自 制

五、实验步骤

1. 检查交流电源插座的电压值: 将万用表转换开关旋至交流 500 V 挡位, 用测试笔插入交流电源插座的插孔内, 测出: 交流电压 $U = \underline{\hspace{2cm}} \text{ V}$

2. 调节稳压器输出电压: 将稳压器接通 220 V 交流电源, 调节输出电压粗调和微调旋钮, 使输出电压为 9 V (若为二路稳压器, 只用其中一路)。调毕后, 各旋钮位置不要再用, 关断稳压器电源开关, 待用。

3. 测电路各电压值:

(1) 按实验原理电路图接线, 使 $R_1=5.1 \text{ k}\Omega$, $R_2=R_3=10 \text{ k}\Omega$ 。经教师检查后接通直流电源, 用万用表的直流 5 V、25 V 挡分别测各电压值。

(2) 使 $R_1=51 \text{ k}\Omega$, $R_2=R_3=100 \text{ k}\Omega$ 。按实验原理电路图接线, 用万用表的直流 5V、25V 挡分别测各电压值。

将所测得的各电压值记录在表 1-1-4 中。

表 1-1-4

电阻值 \ 电压 单位	U_{AB}	U_{BC}	U_{AC}	备 注
	V	V	V	
$R_1=5.1 \text{ k}\Omega$			—	用 5V 挡测量
$R_2=R_3=10 \text{ k}\Omega$				用 25V 挡测量
$R_1=51 \text{ k}\Omega$			—	用 5V 挡测量
$R_2=R_3=100 \text{ k}\Omega$				用 25V 挡测量

4. 测各支路的电流值: 测出表 1-1-5 所列的各电流值。

表 1-1-5

电阻值	电 流	I	I_1	I_2
	单 位	mA	mA	mA
$R_1=5.1\text{k}\Omega, R_2=R_3=10\text{k}\Omega$				
$R_1=51\text{k}\Omega, R_2=R_3=100\text{k}\Omega$				

5. 在断开电源的条件下,用万用表 Ω 挡测量表 1-1-6 所列的各电阻值。

表 1-1-6

电 阻	R_1	R_2	R_3	R_{23}	R_g
单 位	k Ω	k Ω	k Ω	k Ω	k Ω
标 称 值	5.1	10	10	/	/
实 际 值				/	/
实 测 值					
标 称 值	51	100	100	/	/
实 际 值				/	/
实 测 值					

注: 1. R_{23} 为 R_2 与 R_3 并联后的电阻值。2. 实际值由实验室用电桥测得,标注在实验板上。

万用表用毕后,将转换开关旋至交流 500 V 位置。

六、实验报告

1. 根据万用表的直流电流和电压挡的准确度以及所选用的量限,试求测量表 1-1-7 中的各

表 1-1-7

测 试 条 件		$R_1=5.1\text{k}\Omega, R_2=R_3=10\text{k}\Omega$			$R_1=51\text{k}\Omega, R_2=R_3=100\text{k}\Omega$		
测试项目	单 位	计算值	实测值	误差	计算值	实测值	误 差
U_{AB}	V						
U_{BC}	V						
U'_{AB}	V						
U'_{BC}	V						
I	mA						
I_1	mA						
I_2	mA						

注: (1) U_{AB}, U_{BC} 是用 5 V 挡测得的数值, U'_{AB}, U'_{BC} 是用 25 V 挡测得的数据。

(2) 电压、电流的计算值用电阻的实际值(在实验板上注明)进行计算,并假设电源电压为 9 V。

电压、电流时可能出现的最大相对误差值。

2. 当电阻 $R_1=51\text{k}\Omega, R_2=R_3=100\text{k}\Omega$ 时,用 5 V 挡测电压 U_{AB}, U_{BC} , 其误差较大,为什么?

实验二 直流电路实验

这里编写了叠加原理、戴维南定理以及电压源和电流源三个实验,可根据教学要求、实验时数和实验设备选做一个或两个实验。

(一) 叠加原理

一、实验目的

1. 通过实验加深理解叠加原理。
2. 正确使用万用表和直流稳压器。

二、简述

线性电路中,任一支路中的电流(或电压)等于电路中各个电源分别单独作用时在该支路内产生的电流(或电压)的代数和,这就是叠加原理。在应用叠加原理时,不能改变电路的结构。

实验中,在某一电源单独作用时,若其它电源的内阻不能忽略,则其他电源的内阻要用与之相等的电阻代替。本实验用晶体管稳压电源模拟内阻为零的理想电压源,所以可用短接线代替。

图 1-2-1 为实验原理电路图。

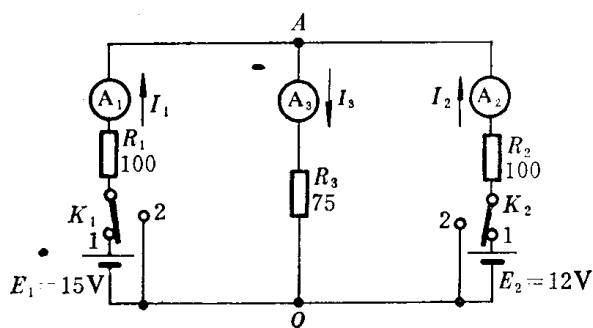


图 1-2-1 叠加原理实验原理电路图

注: 图中 A_1 、 A_2 、 A_3 为毫安表连接图,可用电流表插座代替,再用一个毫安表(或万用表电流挡)测量各支路电流。

电流表插座和插头的结构如图 1-2-2 所示。插座由两片接触着的弹簧铜片组成。接线时,将插座串联在待测电流的支路中。插头由中间绝缘的两片铜片构成,图中表明了它与电流表连接的方法。测电流时,将插头插入插座,座内接触的铜片分别与插头的铜片相接触,于是电流表被串接到待测电流的支路中去,就可测出该支路的电流。

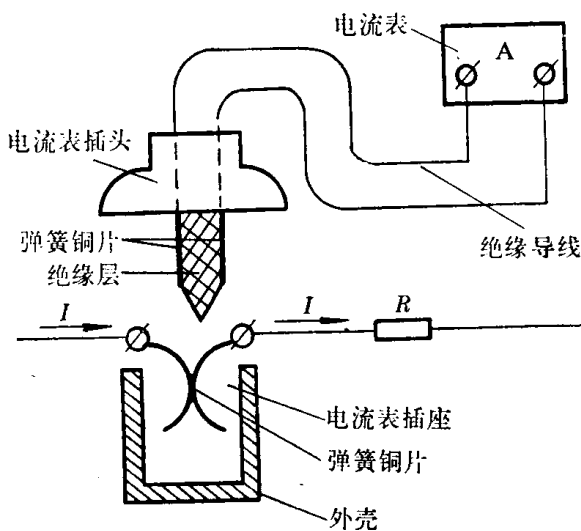


图 1-2-2 电流表插座与插头结构示意图

三、预习内容

1. 复习叠加原理。
2. 用叠加原理计算实验原理电路图中各支路电流以及 R_1 、 R_2 和 R_3 的端电压, 根据计算值试选择适当量程的仪表。
3. 复习万用表的使用方法及注意事项。

四、实验仪器和设备

名 称	规 格	数 量	备 注
叠加原理实验板		1	
直 流 电 流 表	0~50~100~500mA	1	或用万用表直流电流挡
万 用 表		1	
直 流 稳 压 器	双路, 1A, 0~15V	1	

五、实验步骤

1. 将稳压器接通交流 220 V 电源。调节输出电压旋钮, 使第一路输出端电压 $E_1 = 15\text{ V}$, 第二路输出端电压 $E_2 = 12\text{ V}$, 这些数值须用万用表直流电压挡测定。然后关断稳压器电源, 待用。
2. 按实验原理电路图接线。将开关 K_1 、 K_2 拨向“2”侧。经教师检查后接通稳压器电源。
3. 测量下列三种情况的各电流值和电压值, 并将数据填入表 1-2-1 中。
 - (1) 电源 E_1 和 E_2 同时作用于电路的情况($K_1 \rightarrow "1"$, $K_2 \rightarrow "1"$)。
 - (2) 电源 E_1 单独作用于电路的情况($K_1 \rightarrow "1"$, $K_2 \rightarrow "2"$)。
 - (3) 电源 E_2 单独作用于电路的情况($K_1 \rightarrow "2"$, $K_2 \rightarrow "1"$)。

表 1-2-1

		实 测 值						计 算 值					
项 目		I_1	I_2	I_3	U_{A_0}	U_{R_1}	U_{R_2}	I_1	I_2	I_3	U_{A_0}	U_{R_1}	U_{R_2}
单 位		A	A	A	V	V	V	A	A	A	V	V	V
数 值	E_1 与 E_2 同时作用												
	E_1 单独作用												
	E_2 单独作用												

4. 关断稳压器电源, 拆线, 然后再用万用表的欧姆挡测量各电阻的数值, 并记录在表 1-2-2 中。

表 1-2-2

	单 位	R_1	R_2	R_3
标 称 值	Ω			
实 测 值	Ω			