

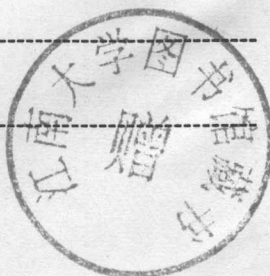
电路实验指示书

清华大学基本电工实验室

2004 年 2 月

目 录

基本电工电路原理实验室学生守则	-----	1
实验的基本技能及要求	-----	2
✓ 实验一 三端变阻器	-----	4
实验二 万用表电路的计算与校验	-----	9
✓ 实验三 含有非独立电源的电路的研究	-----	17
实验四 交流电路参数的测定	-----	23
实验五 RLC 串联电路的幅频特性和谐振现象	-----	30
✓ 实验六 RC 电路频率特性的研究	-----	33
✓ 实验七 星形负载三相电路	-----	39
实验八 电路过渡过程的研究	-----	44
✓ 实验九 用模拟计算机求电路方程的解	-----	49
附录 1: EM1715 直流稳压电源使用说明书	-----	58
附录 2: NY4520 型双通道交流毫伏表使用说明书	-----	61
附录 3: EM1643 型函数发生器使	-----	65
附录 4: 48952CJ 数字电参数测量仪简易说明	-----	68
附录 5: HG4181 型数字相位计简易说明书	-----	72
附录 6: DMM-8245 型数字多用表	-----	75



电路原理实验室学生守则

实验时保证人身安全、设备安全、爱护国家财产、培养良好的科学作风。为此，应遵守下列守则：

- (一) 严守纪律，按时开始实验。做完实验在得到教师许可后方可离开实验室。
- (二) 接通电源前必须请教师检查电路。
- (三) 严禁带电拆线、接线。
- (四) 非本次实验用的设备器材，未经教师允许不得动用。
- (五) 发生事故要保持镇定，迅速切断电源，并向教师报告。
- (六) 若自己增加实验内容，须事先征得教师同意。
- (七) 保持实验室整洁、安静，实验室内不得吸烟、喧哗、乱扔杂物。
- (八) 实验如未通过，必须补做。

实验基本技能及要求

实验课是培养科学技术人员的重要环节。通过实验应提高实验的基本技能和解决实际问题的能力,巩固所学的理论知识,培养良好的科学作风。

一、实验目的

1. 巩固和扩展所学的理论知识,培养分析和解决实际问题的能力。
2. 进行实验技能的训练,掌握常用电工仪器设备的原理及使用方法。
3. 对实验结果进行合理的分析与处理。
4. 养成良好的实验习惯,培养严谨的科学作风。

二、安全操作训练和科学作风培养

1. 估算实验中使用的电气设备,如变压器、调压器等,容量是否满足实验所需量。

2. 注意各种仪表的保护措施:如检流计、磁通计用毕要短路;多量程电表如万用表用毕应将量程放在最安全处,即交流电压最大量程挡上。

3. 接线:最后接电源部分,接完后要仔细复查。拆线时则应先拆电源部分。

4. 接完线路开始实验前应作如下的准备工作:

(1) 应使整个电路处在最安全状态。例如,稳压电源、调压器或三端变阻器应放在无输出电压的位置上,或放在使线路中电流最小的位置上。

(2) 电压表、电流表的量程应放在经过估算的一挡或最大量程挡上。

5. 接通电源前要得到教师 and 同组人的允许。每次开始操作前应同组人打招呼。

6. 要养成预操作习惯(在实验前先操作和观察一下),其目的在于:

- (1) 观察电路的运行状况,如仪表指示是否正常。
- (2) 观察所测电量的变化趋势,以便确定实验曲线的取点。
- (3) 找出变化的特殊点,作为取数据时的重点。
- (4) 熟悉操作步骤。

7. 重视原始记录,同组者要复写。记录者要成为本实验小组的组织者,负责画表记录。原始记录应包括:实验名称、被测量的数据、单位;仪器名称、型号、实验室编号;实验者及同组者姓名、日期等。记录数据要有适当的有效数字,错记要按规定的方法修改。

三、实验的基本技能及要求

1. 实验前的预习

- (1) 了解有关实验的目的、原理、接线,明确实验步骤及注意事项。
- (2) 对实验所用的仪器设备和使用方法作初步了解。
- (3) 对实验结果进行预估,明确测量项目,设计原始记录表格等。
- (4) 做出预习报告。

预习报告主要包括下列内容:

- (a) 实验目的;
- (b) 实验内容;
- (c) 实验线路图;
- (d) 必要的预习计算。

2. 实验的进行

(1) 接线

(a) 合理安排元器件、仪表的位置,接线该长则长、该短则短,达到接线清楚、容易检查、操作方便的目的。

(b) 接线要牢固可靠。

(c) 先按电路图的主回路接线,再接并联支路。

(2) 合理取点。应通过预操作先掌握被测曲线趋势并找出特殊点,再合理取点,使曲线能真实反映客观情况。

(3) 正确、准确地读取电表的指示值。

(a) 合理选择量程。应力求使电表的指针偏转大于 $2/3$ 满量程。因为在同一量程中,指针偏转越大读数越准确。

(b) 在电表量程与表面分度一致时,可以直读。如不一致时,可读分度数,即记下指示的格数,再进行换算。在读表时要读出足够的有效数字,不要少读,但也不要多读。

3. 实验报告

实验报告分预习报告和终结报告。其中预习报告在实验前完成,终结报告在实验后完成。终结报告应包括下列内容:

(1) 实验数据整理(一般采用表格形式)及计算举例。

(2) 作出实验曲线、相量图等。实验曲线应配合实验结果的有效数字,合理选择曲线坐标的比例尺,避免夸大或淹没实验结果的误差。

(3) 给出实验结论,并讨论回答有关问题,总结收获体会。

以上说明是一份较完整的实验报告内容的大致范围。同学们不一定拘泥于一定的格式,但必须包括以下三个方面:

(a) 为什么做此实验。

(b) 怎样进行实验,要指明关键问题所在。

(c) 实验得到了怎样的结果。

实验报告规定一律用 16 开纸张,前面应有专用的实验报告封皮,最后附有实验原始数据(原始记录上应有教师签字)。实验报告必须装订好以免散失、脱落,并按要求时间交给教师。

实验一 三端变阻器

一、实验目的

1. 以三端变阻器的调节特性为例, 了解在使用变阻器时如何进行综合考虑。
2. 实验研究三端变阻器的分压特性。
3. 学习分析和处理实验数据的方法。
4. 学习画实验曲线。

二、实验说明

1. 三端变阻器的技术规格

在实验电路和仪器设备中经常用到带有可动端的三端变阻器, 用以调节负载电压、电流。

常用的三端变阻器有滑线电阻、三端十进电阻单元以及仪器中常用的电位器等。它们的共同特点是有三个接线端, 其中一端是可动端。图 1.1 是三端变阻器的电路符号。

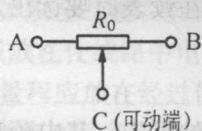


图 1.1 三端变阻器的电路符号

三端变阻器的技术规格有两个参数: (1) 阻值 R_0 , (2) 电流容量 I_0 或允许功率 P_0 。电流容量表示该三端变阻器在工作时各部分允许通过的最大电流。如超过此值, 变阻器就要过热甚至烧毁。允许功率 P_0 和电流容量 I_0 的意义类似, 这是因为 R_0 、 I_0 和 P_0 之间有下列关系

$$I_0^2 R_0 = P_0 \quad \text{或} \quad I_0 = \sqrt{\frac{P_0}{R_0}}$$

即由 R_0 和 P_0 可求得 I_0 。

2. 三端变阻器的联接方式

通常有如下联接方式:

(1) 如果电源是电压源, 常采用图 1.2 的两种接法, 即分压器式和变阻器式。后者是两端接法。

图 1.2 中 U_S 是电压源, I_0 是电源供出的电流, R_0 是三端变阻器的总电阻值, R_1 、 R_2 分别是可动端与两固定端间的电阻值, 即 $R_1 + R_2 = R_0$ 。 U_L 是负载电压, R_L 是负载电

阻, I_{fz} 是负载电流。

接法的选择取决于需要, 图 1.2(a)多用于负载电流远小于 I_0 , 且要求有较宽的负载电压调节范围, 特别是要求从零伏开始的情况。图 1.2(b)是作两端变阻器使用, 这时变阻器中流过的电流就是负载电流 I_{fz} , 因此可充分利用变阻器的电流容量。但可能调节的电压范围较窄。

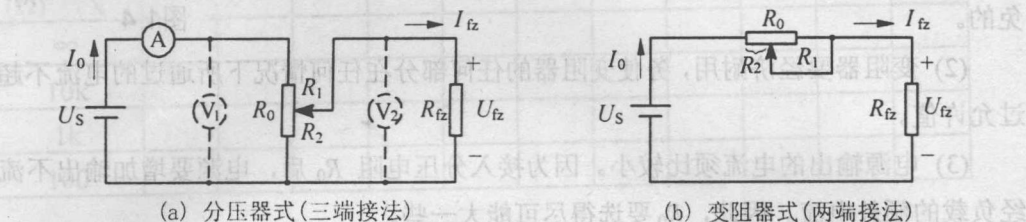


图 1.2 三端变阻器的联接方式

(2) 如果电源是电流源, 则常用图 1.3 的接法。图中 I_0 是电流源的电流值。由图

$$I_{fz} = \frac{R_2}{R_{fz} + R_0} I_0$$

可见这种接法的特点: 只要 R_{fz} 固定, 则 I_{fz} 与 R_2 成正比关系, 即可以线性地调节负载电流值。

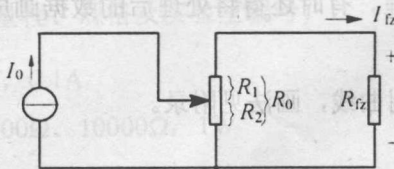


图 1.3

3. 三端变阻器采用分压器接法时的技术要求

由图 1.2(a), R_{fz} 上的电压为

$$U_{fz} = \frac{R_{fz} R_2}{R_0 (R_2 + R_{fz}) - R_2^2} U_s$$

可见除非 $R_{fz} \rightarrow \infty$ (即开路), 否则 U_{fz} 不会随 R_2 的改变作线性变化。此外, 变阻器各部分中流过的电流也不同, R_1 部分中流过的电流较大, 即电源电流 I_0 。

$$I_0 = \frac{R_{fz} + R_2}{R_0 (R_2 + R_{fz}) - R_2^2} U_s$$

因此, 对于图 1.2(a)的分压器接法在选择三端变阻器时要注意如下的技术要求:

(1) 对调压特性的一个基本要求是：通过调节 R_2 ，能很容易的调出某一需要的 U_{fz} (图 1.4 中的曲线 1)，但当 R_0 和 R_{fz} 的阻值配置不当时，会发生变阻器可动端在某些位置上移动一点时， U_{fz} 变化很大，甚至使电压很难调准(图 1.4 中曲线 2 的 AB 段)，这种情况是应该避免的。

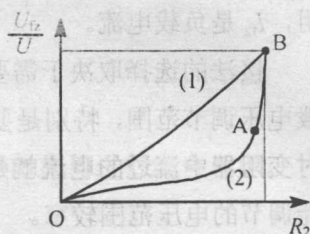


图1.4

(2) 变阻器要经济耐用，务使变阻器的任何部分在任何情况下所通过的电流不超过允许值。

(3) 电源输出的电流须比较小。因为接入分压电阻 R_0 后，电源要增加输出不流经负载的额外电流。因此， R_0 要选得尽可能大一些。

事实上这些要求常是相互矛盾的，使用变阻器时须综合考虑。

4. 实验要求

通过本实验，同学应能了解分压器的调压特性及调压特性与有关因素的关系，并利用所取的有限实验数据经处理后得出在普遍情况下供选择分压器用的有益结果。

为了充分发挥实验数据的作用，便于取得更一般的指导实践的结果，有必要对所取得的有限数据进行处理。有时还得将处理后的数据画成曲线以便一目了然，且便于比较。

本实验要求画一些通用曲线，画法见附录。

三、实验任务

1. 预习计算

采用图 1.2(a)的分压器电路， R_0 为 $10 \times 100\Omega$ 三端变阻器，即变阻器有十挡，每挡为 100Ω ，每挡允许的功率容量为 $1W$ 。负载 $R_{fz}=100\Omega$ ，允许功率为 $1W$ 。预习计算并校核分压器中的最大电流是否超过每挡允许值(电源电压为 $2V$)。

2. 实验课任务

(1) 对于图 1.2(a)的电路，令 $R_0=10 \times 100\Omega$ ，电源电压 $U_S=2V$ 。取四种不同负载情况下的数据(即改变变阻器的可动端，记下负载电压 U_{fz})，填入下列数据表格。四种负载情况分别为 $R_{fz}=\infty$ 、 $10k\Omega$ 、 $1k\Omega$ 、 100Ω 。实验时 U_{fz} 为电压表 V_2 的读数(实验时电压表 V_1 、 V_2 为同一块表)，电流表用以监视电流 I_0 。

$R_0=10 \times 100\Omega$, $U_S=2V$ (用电压表 V_1 保持)

$R_2 (\Omega)$ $U_{fz} (V)$ $R_{fz} (\Omega)$	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
∞											
10k											
1k											
100											

(2) 在图 1.2(a) 的电阻 R_1 上并联固定电阻 R , 令 $R=R_{fz}=100\Omega$ (图 1.5), $U_S=2V$, 记录 U_{fz} 随 R_2 变化的数值。

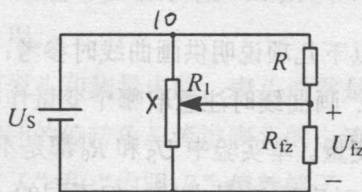


图1.5

四、实验设备(记下量程、规格及实验室编号)

变阻器	$10 \times 100\Omega$, 0.1A	1 个
负载电阻	100 Ω 、1000 Ω 、10000 Ω , 1W	各 1 个
稳压电源		1 台
电压表 (使用数字万用表直流电压档)		1 块
电流表 (使用数字万用表直流电流档)		1 块

五、注意事项

必须看清变阻器的固定端、可动端。接线时, 电源应接在两个固定端之间, 切勿接错线路导致电源被短路而烧毁。

六、思考题

1. 对于图 1.2a 及图 1.5 电路, 设 $y = \frac{U_{fz}}{U_S}$, $x = \frac{R_2}{R_0}$, $K = \frac{R_{fz}}{R_0} = 0.1$, 写出函数 $y=f(x)$, 求出导数 $\frac{dy}{dx}$, 算出 $x=0, 0.1, 0.2, \dots$ 各点的 $\frac{dy}{dx}$ 值, 画出曲线, 从而讨论图 1.5 电路相对于图 1.2a 电路的优缺点。

2. 对于图 1.2a 电路, 试说明为了得到实用的调压特性, 应如何选取 R_{fz}/R_0 的值?

七、终结报告要求

1. 在同一图上画出任务(1)中分压器在四种负载情况下的通用调压特性曲线,并作出结论:为使调压特性在 $R_2/R_0=0.5$ 时能有 $U_{fz}/U_S>0.4$, 比值 R_{fz}/R_0 应如何选取?
2. 绘出任务(2)中 U_{fz}/U_S 随 R_2/R_0 变化的曲线。与任务(1)中 $R_{fz}=100\Omega$ 的曲线相比较,说明新方案的优缺点(提示:比较两曲线在 $R_2/R_0=0、0.1、0.2、0.3、\dots$ 各点处的斜率的大小)。
3. 实验结论与收获。

八、附录 实验曲线作法简介

以下几项说明供画曲线时参考:

1. 画曲线时注意取哪个变量作横坐标,哪个变量作纵坐标;哪些是常量,哪些是参变量。本实验中 U_S 和 R_0 都是不变的常量; R_2 和 U_{fz} 是变量。所谓调压特性就是指 U_{fz} 对应于 R_2 的曲线。但不同的 R_{fz} 将给出不同的曲线,所以 R_{fz} 称作参变量。
2. 如将 $U_{fz}\sim R_2$ 曲线的两坐标分别除以 U_S 及 R_0 , 即用 U_{fz}/U_S 和 R_2/R_0 代替原来的两变量,可以获得三端变阻器通用调压特性曲线。新变量 U_{fz}/U_S 和 R_2/R_0 都是无量纲的量,都在 0 到 1 之间变化。注意:参变量也应改为 R_{fz}/R_0 。
3. 坐标的比例尺也要作适当选择。比例尺太大则作图的准确度将超过实验的准确度。太小又不能充分反映实验结果的准确度。对于本实验,建议用 16 开方格纸来画。
- 选比例尺时还应注意读数的方便,即要考虑以多少小格代表 1。如选得不当,在读 0.5 或 0.3 等时将可能发生困难。
4. 绘制曲线时应注意,不同曲线要分别注示,且数据点要用不同的记号标明。如:“*”、“。”、“•”、“ Δ ”等。曲线要连续光滑,遇点而止,过点而出,尽可能利用曲线板。由于实验中有各种误差,某些点不恰好落在平滑曲线上是正常的。个别点离曲线过远,应分析原因,可重测或在画曲线时舍去。
5. 坐标轴上应明确标出所代表的变量、数值、单位等。在图上的适当位置应标明曲线名称、绘者姓名、日期等。

实验二 万用表电路的计算与校验

一、实验目的

1. 了解万用表电流挡、电压挡及欧姆挡电路的原理与设计方法。
2. 了解欧姆挡的使用方法。
3. 初步掌握校验电表的方法。

二、实验说明

1. 万用表是测试工作中最常用的电表之一，用它可以进行电压、电流和电阻等多种物理量的测量；每种测量还有几个不同的量程。

万用表的内部组成从原理上分为两部分：即表头和测量电路。表头通常是一个直流微安表，它的工作原理可归纳为：“表头指针的偏转角与流过表头的电流成正比”。在设计电路时，只考虑表头的“满偏电流 I_m ”和“内阻 R_i ”值就够了。满偏电流是指表针偏转满刻度时流过表头的电流值，内阻则是表头线圈的铜线电阻。表头与各种测量电路联接就可以进行多种电量的测量。通常借助于转换开关可以将表头与这些测量电路分别联接起来，就可以组成一个万用表。本实验分别研究这些电路。

2. 电流挡电路

满偏电流为 I_m 的表头接上分流电路就可以扩展它的电流量程。例如在图 2.1 的电流表电路中，表头电阻为 R_i ，分流电阻为 R_s ，则量程由 I_m 扩展为

$$I_N = \frac{R_i + R_s}{R_s} I_m = n I_m \quad \left(n = \frac{R_i}{R_s} + 1 \right) \quad (1)$$

即扩大了 n 倍。 n 的大小取决于比值 R_i/R_s 。这时表头的刻度(本实验中为 $0-100\mu\text{A}$)就可以改按 $0-I_N$ 的电流量程来刻度了。

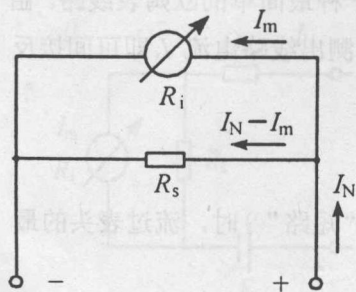


图 2.1

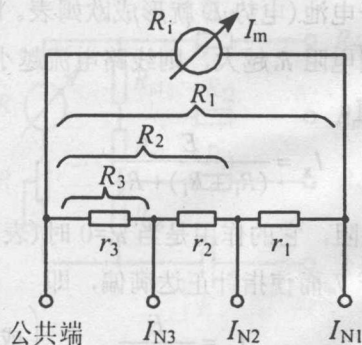


图 2.2

在多量程电流表中,用的是环形分流器电路(图 2.2)。如果要设计一个量程分别 I_{N1} 、 I_{N2} 、 I_{N3} 的三个量程的电流表,可以证明

$$R_1 I_{N1} = R_2 I_{N2} = R_3 I_{N3} \quad (2)$$

所以

$$R_3 = R_1 \frac{I_{N1}}{I_{N3}}, \quad R_2 = R_1 \frac{I_{N1}}{I_{N2}}, \quad R_1 = \frac{R_i I_m}{I_{N1} - I_m}$$

3. 电压挡电路

表头 (I_m , R_i) 串上电阻 R 就构成了直流电压表,如图 2.3 所示。该电压表的量程为: $U_N = (R_i + R) I_m$

电压量程 U 的数值由电阻 R 的大小决定。当被测电压 U 等于量程电压 U 时,流过表头的电流 I_x 刚好等于 I_m 使表头满偏,所以表头可改按 0- U 量程内的电压来刻度。配置多个不同的电阻就可以构成多量程电压表(图 2.4)。

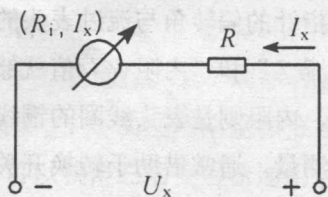


图 2.3

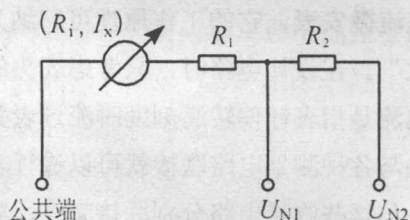


图 2.4

电压表的内阻越高,从被测电路取用的电流越少,则被测电路受到的影响越小。电压表的这种内阻性能习惯上用一个由总内阻除以量程电压 ($\frac{R_i + R}{U_N} = \frac{1}{I_m}$) 而得出的

“每伏欧姆 ($\frac{\Omega}{V}$) 数”来表征。对同一个电压表的各个量程而言,它们的“每伏欧姆数”都是一样的。

4. 欧姆挡电路

表头配上干电池(电势 E) 就形成欧姆表。图 2.5 是一种最简单的欧姆表线路。由下式可见,被测电阻 R_x 越大,则线路电流越小。用表头测出线路电流 I_x 即可间接反映电阻 R_x 的数值。

$$I_x = \frac{E}{(R_i + R_1) + R_x}$$

R_1 是一个限流电阻,它的作用是当 $R_x=0$ 时(表的外接端“短路”)时,流过表头的最大电流刚好等于 I_m 而使指针正达满偏,即

$$I_m = \frac{E}{R_i + R_1} \quad \left(\text{或} \quad R_1 = \frac{E}{I_m} - R_i \right)$$

在这种线路中，表头改按欧姆刻度时，具有图 2.6 所示的反向刻度特性，即 $R=0$ 时，刻度是指针的满偏位置； $R \rightarrow \infty$ 时，刻度是指针的零偏转位置。而 R 为从 0 到 ∞ 之间的任何值时，刻度都包含在上述刻度范围之内。

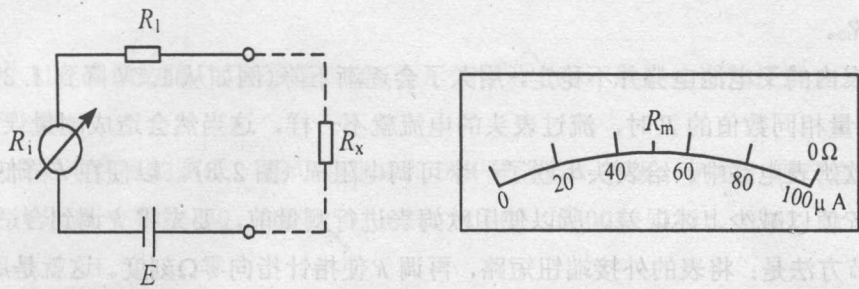


图 2.5

图 2.6

当被测电阻 R 等于 (R_1+R_i) 时， $I_x = \frac{I_m}{2}$ ，表针恰好指在正中间，所以就叫这个半偏处的刻度值为“中值电阻(R_m)”，它也就是从被测电阻两端往表内部看的欧姆表的内阻。

$$R_m = R_1 + R_i = \frac{E}{I_m}$$

从万用表欧姆刻度上可以看出，只在中值电阻附近 $\frac{2}{3}$ 的度盘范围内，刻度分布才比较合理，读数时易于准些。因此使用欧姆表时有必要选择合适的中值电阻，即所谓的选择量程，以保证测量的准确度。

设选择一个中值电阻 R_{m1} ，其值小于图 2.5 中的中值电阻 R_m ，则 $R=0$ 时的电流 $I_N (= \frac{E}{R_{m1}})$ 就大于表头的满偏电流 I_m ，因此必须给表头并上一个分流电阻 R_s (见图 2.7)，使表头的电流等于 I_m ，而串接的限流电阻 R_1 则必须满足欧姆表的内阻等于中值电阻 R_{m1} 的要求，即

$$R_1 = R_{m1} - \frac{R_i R_s}{R_i + R_s}$$

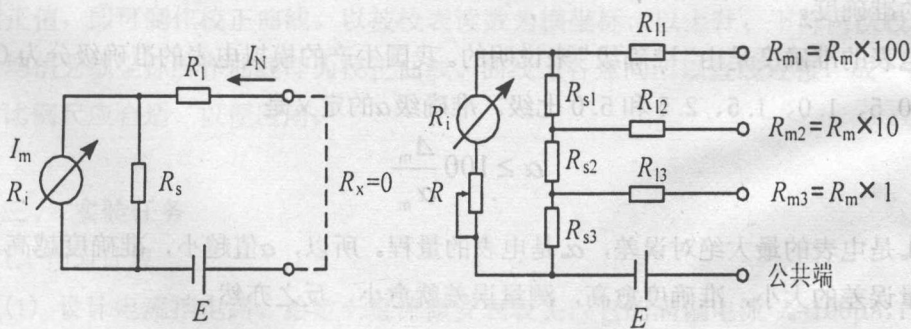


图 2.7

图 2. 图 2.7

实际上万用表的欧姆挡通常是设计成多量程的, 而各量程的中值电阻则成十倍地增减, 以便使用同一个欧姆刻度。图 2.8 是三量程的欧姆表电路。设计时给定 R_m 、 E 、 R_1 、 R 值, 先算出环形分流电阻器的三个电阻 R_{s1} 、 R_{s2} 、 R_{s3} , 再算出三个限流电阻 R_{l1} 、 R_{l2} 、 R_{l3} 。

欧姆表内的干电池电势并不稳定, 用久了会逐渐下降(例如从 1.5V 降到 1.3V 以下), 在测量相同数值的 R_x 时, 流过表头的电流就不一样, 这当然会造成测量误差。为此, 在欧姆表电路中, 给表头串联了一个可调电阻 R (图 2.8), 以便在 E 降低时适当减小 R 值以减少上述误差。所以使用欧姆表进行测量前, 要先将 R 调到合适的数值。调节方法是: 将表的外接端钮短路, 再调 R 使指针指向零 Ω 刻度。这就是所谓的“欧姆挡调零”预操作。在使用欧姆表进行测量时, 都必须进行此项预操作。

5. 电表的校验

用电表进行测量总有一定的误差。电流表、电压表误差校验的线路分别如图 2.9、2.10 所示。图中 A_x 、 V_x 为被校表, A_0 、 V_0 为标准表。

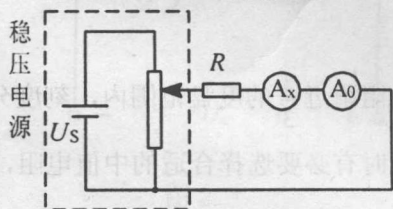


图 2.9

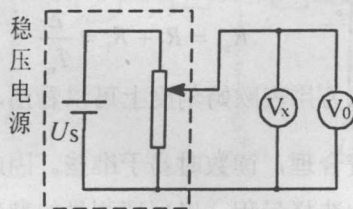


图 2.10

将被校表的指示值 α_x 与标准表指示的“实际值” α_0 之间的差值称为绝对误差 Δ ,

$$\Delta = \alpha_0 - \alpha_x$$

将绝对误差加一个负号, 就是所谓的校正值 c

$$c = -\Delta = \alpha_x - \alpha_0$$

在高准确度的电表中, 常附有校正曲线, 以便采取“加”校正值的方法来提高测量结果的准确度。

电表的准确度是由“准确级”来说明的。我国生产的模拟电表的准确级分为 0.1、0.2、0.5、1.0、1.5、2.5 和 5.0 七级。准确级 α 的定义是

$$\alpha \geq 100 \frac{\Delta_m}{\alpha_m}$$

其中 Δ_m 是电表的最大绝对误差, α_m 是电表的量程。所以, α 值越小, 准确度越高。反映测量误差的大小, 准确度愈高, 测量误差就愈小, 反之亦然。

数字电压表(DVM)及数字万用表(DMM)的准确度有二种表达方式:

$$\text{准确度} = \pm (\alpha \% \text{RDG} + b \% \text{fs})$$

$$\text{准确度} = \pm (\alpha \% \text{RDG} + n \text{ 个字})$$

式中, RDG 为读数值(即显示值), fs 表示满量程值, n 是量化误差反映在末位数字上的变化量。

根据准确度的高低, 还可将 DVM 和 DMM 分成若干等级。例如, 国产直流数字电压表共分 11 个等级: 0.0005、0.001、0.002、0.005、0.01、0.02、0.05、0.1、0.2、0.5、1.0。

以 0.001 级为例, 它表示当输入电压(VM)等于满量程电压(VM)时, 仪表的相对误差 $< \pm 0.001\%$, 余者类推。

2. 分辨力

数字仪表在最低量程上末位 1 个字所对应的数值称作分辨力, 它反映出仪表灵敏度的高低。分辨力随显示位数的增加而提高。

3. 分辨率

仪表所能显示的最小数字(零除外)与最大数字之比, 通常要用百分数表示。

校表要求:

(1) 标准表的准确度要比被校表的准确度高两级, 例如必须用 0.2 级标准表去校 1.0 级表, 用 1.5 级标准表校 5.0 级表等。

(2) 校验时要在指针偏转单向上上升, 然后单向下下降的条件下进行, 以便观察表头的摩擦情况。即上升时把被校表指针从零点调到正指主要分度(指有数字的分度), 若指针调过了头, 应退回到零点重新上升。从最大值下降也一样, 若调过了头, 应退回到最大点重新下降。在被校表的每一主要分度上读出标准表相应的度数, 计算出校正值, 即可制作校正曲线。以被校表读数为横坐标, 以上升、下降两次校正值的平均值为纵坐标所作曲线即为校正曲线。曲线上各点间应以直线连接, 成一折线。坐标比例尺应合适, 以便应用。

三、实验任务

1. 预习计算

(1) 设计电流挡电路。给定一直流微安表表头, 它的满偏电流 $I_g=100\mu\text{A}$, 内阻 $R_g=2\text{k}\Omega$ 。电流挡电路的量程为 1/5/10mA, 计算各电阻的数值。

(2) 设计电压挡电路。表头数据同上。电压表量程为 1/5V，计算各电阻的数值。

(3) 设计欧姆挡电路。表头数据同上。电源 $E=1.5\text{V}$ ，欧姆挡电路的中值电阻分别为 $R_m \times 1$ 、 $R_m \times 10$ 、 $R_m \times 100$ ($R_m=100\Omega$)，计算各电阻的数值。计算时，表头支路电阻规定为 $R_1+R=5\text{k}\Omega$ 。

(4) 计算欧姆表刻度。表头度盘共有 50 格 ($\alpha_m=50$)，为了改按欧姆刻度，要计算下列各欧姆值 (R_x) 应该刻在哪些分格上。计算公式为

$$\alpha = \frac{R_m}{R_m + R_x} \alpha_m \text{ (格)} \quad (R_m = 100\Omega)$$

$R_x (\Omega)$	0	10	20	40	60	80	100	150	200	300	500	1k	2k	10k	∞
α (格)							25.0								

按照上面的计算结果，将下面的表盘(图 2. 11)标上欧姆刻度。

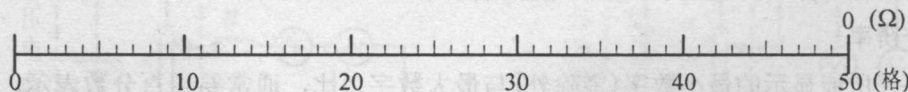


图 2. 11

2. 实验课任务

(1) 组成中值电阻分别为 100Ω 、 $1\text{k}\Omega$ 和 $10\text{k}\Omega$ 的欧姆表，并进行校验。

a. 按图 2. 8 组成欧姆挡电路，各挡测量前应分别调零。

b. 用已知的可变电阻箱校验各挡中值电阻(令 $E=1.5\text{V}$)。

		$R \times 1$	$R \times 10$	$R \times 100$
电阻箱电阻值 $R_{\text{中}} (\Omega)$		100	1k	10k
欧姆表读数	R (格)			
	R (Ω)			
相对误差 $\beta = \frac{R - R_{\text{中}}}{R_{\text{中}}} \times 100\%$				

c. 令 $E=1.3\text{V}$ ，重复上述测量。

d. 测量二极管的极性和正、反向电阻。

(2) 组成电流量程为 1/5/10mA 的电流表，并对 5mA 量程进行校验。

按图 2. 9 连接电流表的校验电路。其中，稳压电源输出 0-6V 可调电压，限流电

阻 $R=1k\Omega$ 。

电流表校验表格

	名 称	型 式	等 级	量 程	实验室编号
被校表					
标准表					

被校表读数 (mA)		1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
标准表读数 (mA)	读数渐增					
	读数渐减					
校正值 (mA)	读数渐增					
	读数渐减					
平均校正值 (mA)						



(3) 组成电压量程为 1/5V 的电压表，并对 5V 量程进行校验。

按图 2. 10 连接电压表的校验电路。稳压电源输出 0~6V 可调电压，电压表用 5V 量程进行校验。自行设计数据表格。

四、 实验设备

直流稳压电源	1 台
表头及电阻板	1 块
电流表 5mA （使用数字万用表直流电流档）	1 块
电压表 5V （使用数字万用表直流电压档）	1 块
可变电阻箱 $10\times(1k+100+10+1)\Omega$	1 个

五、思考题

若二极管的最大允许电流为 3mA，为防止烧毁二极管，应注意些什么？怎样用欧姆挡测量二极管的极性？（提示：欧姆挡的公共端为电流流出端）。