

淮南师范学院实验报告

学院：电子工程学院 专业：物理学 班级:24 物理 1 班

学号:2414050120 姓名 缪雨轩 日期：2025.11.5

一、实验名称：单臂电桥测电阻

二、实验目的：

- 1. 了解惠斯通电桥（单臂电桥）测量中值电阻的原理。
- 2. 掌握 QJ47 型直流单臂电桥的使用方法。
- 3. 学会测量中值电阻，并能进行误差分析。

三、实验原理：

惠斯通电桥（或称单臂电桥）是一种用比较法精密测量中值电阻（ $1\Omega \sim 10^5\Omega$ ）的仪器。其原理如图所示：

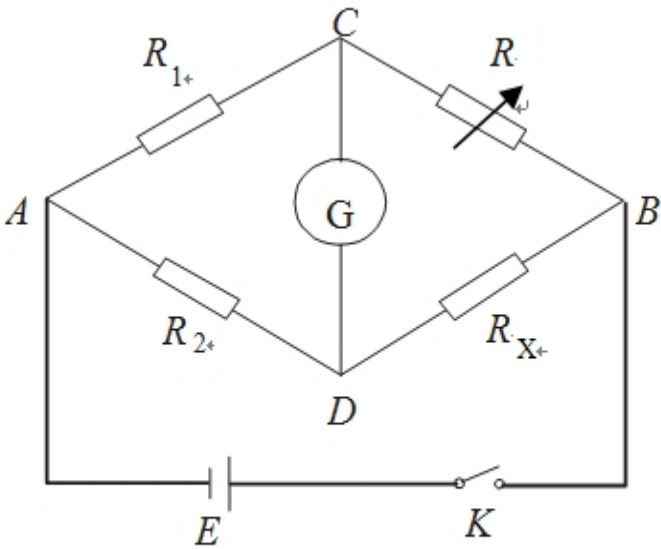


图 1 单臂电桥原理图

(示意图：四个电阻 R_a, R_b, R, R_x 组成一个四边形，检流计 G 跨接在 B、D 两点之间，电源 E 跨接在 A、C 两点之间)

电桥的四个臂 R_a 、 R_b 、 R 和 R_x 中， R_a 和 R_b 称为比率臂， R 是可调的标准电阻，称为比较臂， R_x 是待测电阻。

调节比较臂 R 的阻值，当 B、D 两点的电势相等（ $V_B = V_D$ ）时，检流计 G 中没有电流（ $I_g = 0$ ），称电桥达到平衡。

此时，流过 R_a 和 R_b 的电流为 I_1 ，流过 R_x 和 R 的电流为 I_2 。

根据欧姆定律：

$$V_{AB} = I_1 R_a$$

$$V_{AD} = I_2 R_x$$

$$V_{BC} = I_1 R_b$$

$$V_{DC} = I_2 R$$

因为 $V_B = V_D$ ，所以 $V_{AB} = V_{AD}$ 且 $V_{BC} = V_{DC}$ 。

$$I_1 R_a = I_2 R_x \text{ \#(1)}$$

$$I_1 R_b = I_2 R \text{ \#(2)}$$

用(1)式除以(2)式，消去 I_1 和 I_2 ，得：

$$\frac{R_a}{R_b} = \frac{R_x}{R}$$

解得待测电阻 R_x 的值为：

$$R_x = \frac{R_a}{R_b} \cdot R$$

令 $M = \frac{R_a}{R_b}$ 为比率值，则电桥的平衡条件为：

$$R_x = M \cdot R$$

通过在电桥上读取预设的比率 M 和调节得到的比较臂示值 R ，即可计算出待测电阻 R_x 。

四、主要仪器设备: QJ47 型直流单双臂电桥 (0.05 级)、待测电阻 (5 个，标称值分别为 3Ω , 47Ω , 200Ω , $2K\Omega$, $20K\Omega$)、导线若干。

五、实验步骤：

（一）熟悉电桥：

观察 QJ47 型电桥面板，熟悉电源开关、指零仪开关 K、"粗调"、"细调"按钮、比率臂 M 选择盘和比较臂R（ $R_1 \sim R_5$ ）调节盘的功能。

（二）指零仪调零：

将指零仪开关 K 打向"内接"，接通电源开关，调节指零仪的"调零"旋钮，使指针准确指向零刻度。

（三）选择比率 M：

根据待测电阻 R_x 的标称值，在比率盘 M 上选择一个合适的比率。选择原则是使比较臂R的读数尽可能利用其高位档（即R的读数尽可能大），以提高测量精度。

（四）连接电路：

将待测电阻 R_x 接入电桥的 R_x 接线柱上。

（五）调节平衡：

- （1）先按下"粗调"按钮不放，从 $R_1(\times 100)$ 开始，依次调节比较臂 $R_1 \sim R_5$ 旋钮，使指零仪指针接近零位。
- （2）"粗调"按钮保持按下，再按下"细调"按钮，继续精调 $R_1 \sim R_5$ 旋钮，使指零仪指针准确归零。
- （3）调节时遵循"先高位，后低位"的顺序。

（六）读取数据：

- （1）电桥平衡后，松开按钮。读取并记录比率值M和比较臂R的示值（ $R = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5$ ）。
- （2）计算 R_x ： 根据公式 $R_x = M \cdot R$ 计算待测电阻值。

（七）重复测量：

断开 R_x ，依次更换其他待测电阻，重复步骤 3 至 7。

（八）数据处理：

根据 QJ47 电桥的准确度等级和误差公式，计算各测量值的不确定度（允许误差极限）。

六、原始数据记录：

	3Ω	47Ω	200Ω	$2K\Omega$	$20k\Omega$
M	0.1	0.1	100/100	10	100
R（ Ω ）	30.66	465.94	200.20	197.97	204.21
R _x （ Ω ）	3.066	46.594	200.20	1979.7	20421

七、数据处理：

按照如下范式处理数据：

$R_x = 3.066\Omega$ (标称 3Ω)、 $M = 0.1$ ，对应量程 $10 \sim 10^2\Omega$ 。C = 0.05%， $R_N = 100\Omega$ 、 $E_{lim} = \pm 0.05\% \times (\frac{100}{10} + 3.066) = \pm 0.0005 \times (10 + 3.066) = \pm 0.00653\Omega \approx \pm 0.007\Omega$ ；测量结果： $R_{x1} = (3.066 \pm 0.007)\Omega$ 。

待测电阻标称值	测量结果 $R_x \pm E_{lim}(\Omega)$
3Ω	$(3.066 \pm 0.007)\Omega$
47Ω	$(46.59 \pm 0.03)\Omega$
200Ω	$(200.2 \pm 0.2)\Omega$
$2K\Omega$	$(1980 \pm 2)\Omega$
$20K\Omega$	$(20420 \pm 30)\Omega$

八、实验结果与讨论:

本实验通过使用 QJ47 型直流单臂电桥，基于惠斯通电桥平衡原理，成功测量了五个不同标称值的中值电阻。

实验过程验证了 $R_x = M \cdot R$ 的平衡公式，并通过合理的选择比率 M ，使比较臂 R 的读数具有较高分辨率，从而获得了较精确的测量结果。实验还包括了根据仪器等级指数计算测量不确定度（允许误差极限）的过程，使测量结果更加完整。