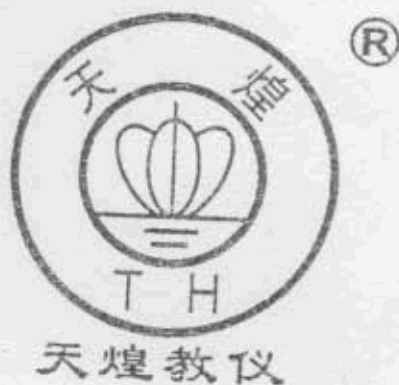


THMV-1 型直流电位差计实验箱

# 实验指导书



浙江天煌科技实业有限公司

杭州天科技术有限公司

## 直流电位差计的原理和使用

电位差计是电磁学测量中用来直接精密测量电位差的主要仪器之一。它不但用来精确测量电动势、电压、电流、电阻等，还可用来校准精密电表和直流电桥等直读式仪表，在非电参量（如温度、压力、位移和速度等）的电测法中也占有重要地位。

### 实验目的

1. 掌握电位差计的工作原理、结构和特点；
2. 学习用线式电位差计测电动势或点位差的方法。

### 实验仪器

直流电位差计实验仪，实验仪集成了 4.5V 直流稳压电源；1.0186V 标准电动势；两个  $E_{x1}$ 、 $E_{x2}$  待测电动势；数字检流计；0~999 $\Omega$  可调变阻器等。滑线式十六线电位差计。

### 实验原理

#### 1. 补偿原理

补偿原理就是利用一个电压或电动势去抵消另一个电压或电动势，其原理可用图 1 来说明。两个电源  $E_N$  和  $E_x$  正极对正极、负极对负极，其中  $E_N$  为可调标准电源，中间串联一个检流计  $G$  接成闭合回路。如果要测电源  $E_x$  的电动势，可通过调节电源  $E_N$ ，使电路没有电流，此时表明  $E_x = E_N$ ，这时电路处于补偿状态。若已知补偿状态下  $E_N$  的

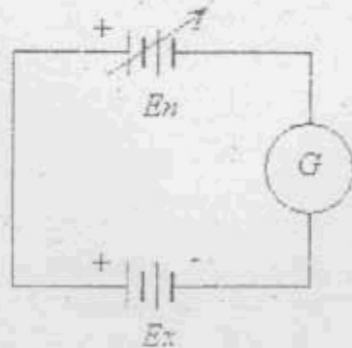


图 1 补偿原理

大小，就可确定  $E_x$ ，这种利用补偿原理测电位差的方法叫补偿法。

#### 2. 电位差计原理

根据补偿法测量电位差的实验装置称为电位差计，其测量原理可分别用图 2 和图 3 来说明。图 2 为电位差计定标原理图，其中 ABCD 为工作回路，由电源  $E$ 、限流电阻  $R$ 、均匀电阻丝  $AB$  串联成一闭合回路。电阻箱  $R$  用来调节回路工作电流  $I$  的大小，通过调节  $I$  可以调整每单位长度电阻丝上电位差  $V_0$  的大小。M、N 为电阻丝  $AB$  上的两个活动触点，可以在电阻丝上移动，以便从  $AB$  上取适当的电位差来与测量支路上的电位差补偿。它相当于补偿电路 1 图中的  $E_n$ ，提供了一个可变电源。要测量电动势（电位差） $E_x$ ，必须分两步进行：

### (1) 定标

利用标准电池  $E_n$  高精度的特点，使得工作回路中的电流  $I$  能准确地达到某一标称值  $I_0$ ，这一调整过程叫电位差计的定标。

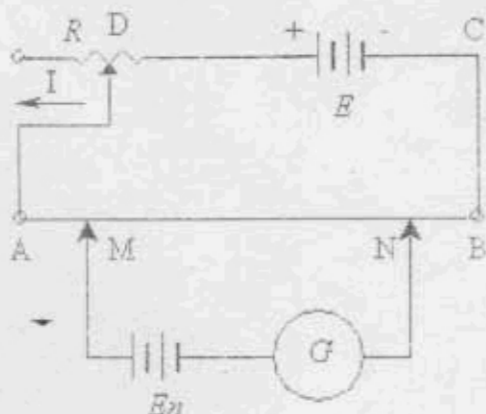


图 2 电位差计定标原理图

本实验采用滑线式十六线电位差计，电阻  $R_{16}$  是 16m 长均匀电阻丝。根据定标原则，按图 2 连线，移动滑动头 M、N，将 M、N 之间的长度固定在  $L_{mn}$  上，调节工作回路中的电阻  $R$ ，使补偿回路中的定标回路达到平衡，即流过检流计  $G$  的电流为零，此时

$$E_n = V_{mn} = I_0 R_{mn} = I_0 \frac{\rho}{S} L_{mn}$$

因电阻  $R_{16}$  是均匀电阻丝，令

$$V_0 = \frac{\rho}{S} I_0 \quad (1)$$

那么有

$$E_x = V_0 L_{mn} \quad (2)$$

很明显  $V_0$  是电阻丝  $R_{16}$  上单位长度的电压降。在实际操作中，只要确定  $V_0$ ，也就

完成了定标过程。

(2) 测量  $E_x$

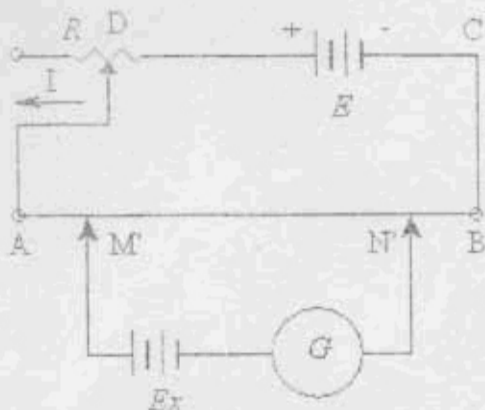


图3 电位差计测量原理图

当上面定标结束后, 按图3连线, 调节  $M'$ 、 $N'$  之间长度  $L_{m'n'}$ , 使  $M'$ 、 $N'$  点间电位差  $V_{m'n'}$  等于待测电动势  $E_x$ , 此时流过检流计  $G$  的电流为零, 达到补偿。即

$$E_x = V_{m'n'} = I_0 \frac{\rho}{S} L_{m'n'}$$

结合式(2)得

$$E_x = V_0 L_{m'n'} \quad (3)$$

下面用例子说明定标和测量过程, 标准电池  $E_n = 1.0186\text{V}$ , 取  $V_0 = 0.10000\text{V/m}$ 。

定标: 为了保证  $R_{AB}$  单位长度上的电压降  $V_0 = 0.10000\text{V/m}$ , 则要使电位差计平衡的电阻丝长度  $L_{mn} = \frac{E_n}{V_0} = 10.1860\text{m}$ , 调节能限流电阻  $R$  使  $V_{mn} = E_n$ , 即检流计  $G$  的电流为 0, 此时  $R_{AB}$  上的单位长度电压降就是  $0.10000\text{V/m}$  了。

测量: 经过定标的电位差计就可用来测量待测电位差, 调节  $L_{m'n'}$ , 使  $V_{m'n'}$  和  $E_x$  达到补偿, 即

$$E_x = V_{m'n'} = V_0 L_{m'n'}$$

若  $L_{m'n'} = 14.864\text{m}$ ,  $E_x = 0.10000 \times 14.864 = 1.4864 (\text{V})$

### 3. 电位差计的优缺点

优点:

(1) 准确度高 (仅依赖于标准电阻、检流计、标准电池), 故可作为标准器来校正

电表。

(2) 测量范围宽广，可测小电压或电压的微小变化。

(3) “内阻”高，不影响待测电路。它避免了伏特计测量电位差时总要从被测电路上分流的缺点。

缺点：

电位差计在测量过程中，其工作条件易发生变化，为保证工作电流标准化，每次测量都必须经过定标和测量两个基本步骤，且每次达到补偿都要进行细致的调节，所以操作繁琐、费时。

### 仪器介绍

本实验利用的是十六线电位差计，如图 4，它具有结构简单、直观、便于分析讨论等优点，适宜学生用来做实验。其中电阻丝 AB 长 16m，往复绕在木板的十六个接线插孔 1、2、…、16 上，每两个插孔间电阻丝长为 1m，插头 M 可选插入孔 1、2、…、16 中任一孔，电阻丝 BO 附在带有毫米刻度的米尺上，触头 N 可在它上面滑动。

电路中标准电池  $E_n$  和检流计 G 都不能通过较大电流，但在测量时，可能因接头 MN 之间的电位差  $V_{mn}$  和  $E_n$  (或  $E_x$ ) 相差较大，而使标准电池和检流计中通过较大电流，因此在回路中串接一只大电阻  $R_p$ ，但这样就降低了电位差计的灵敏度，即可能接头 MN 之间电位差  $V_{mn}$  和  $E_n$  (或  $E_x$ ) 还没有完全平衡，由于大电阻  $R_p$  的存在而使检流计无明显偏转。因此，在电位差计平衡后，还应合上 K2 以提高电位差计的灵敏度，由于电阻  $R_p$  起保护标准电池和检流计的作用，故称保护电阻。

### 实验步骤

1. 按图 4 连接线路。R 用电阻箱，注意电池正负极的连接。

2. 定标。取  $V_0 = 0.1000\text{V/m}$ ，将 MN 间长度  $L_{mn}$  固定在  $10.186\text{m}$  处，断开 K2，合上 K，K1 倒向  $E_n$ 。调整 R 使检流计大致无偏转，合上 K2 并反复调 R，直到检流计无偏转。此时， $V_0 = 0.1000\text{V/m}$ 。

3. 测量未知电动势  $E_x$ 。将 K1 倒向  $E_x$ ，断开 K2，调整 MN 间长度，使检流计大致指零，合上 K2 并反复调 MN 之间距离，直到检流计再次指零，记下此时  $L_{mn}$ ，则待测电池电动势  $E_x = V_0 L_{mn}$ 。

4. 分别取  $V_0 = 0.2000\text{V/m}$ ，则取  $L_{mn} = 5.093\text{m}$ ；重复 2、3。

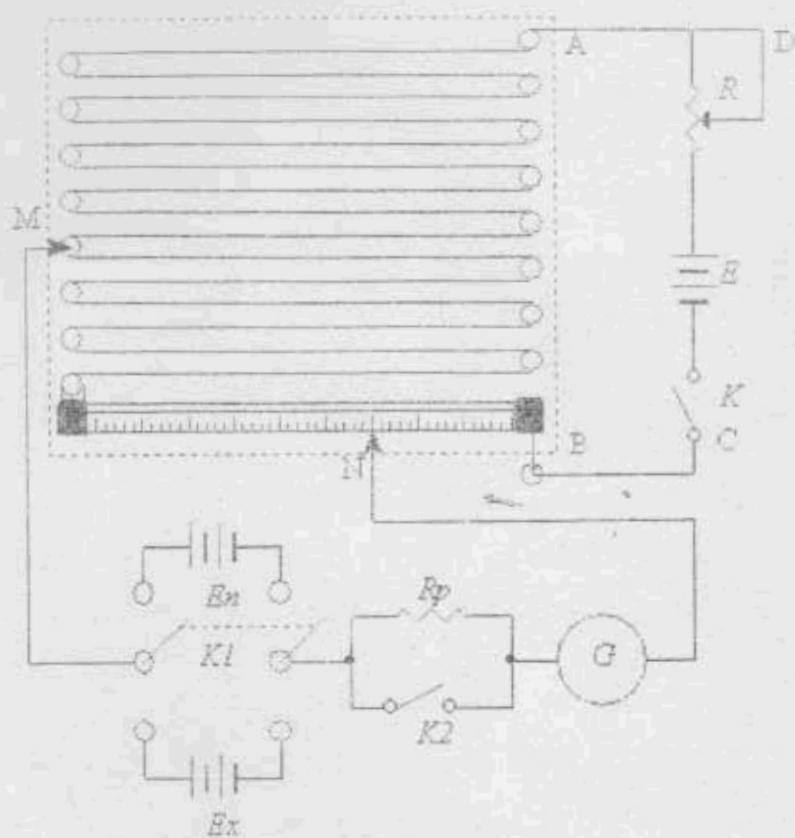


图 4 电位差计实验装置图