



“补偿法”在电阻测量中的特殊作用

沈志霞

(浙江省宁波市鄞州区姜山中学 315191)

中学物理电学实验中测量电阻的方法多种多样,有伏安法、替代法、半偏法、欧姆表直接测量等等,这些方法都有一定的系统误差.在实验设计时我们会选用不同的方法来尽可能减小系统误差,有时需要相当精确地测量电阻阻值,此时可以运用补偿法.

补偿法分为电压补偿法和电流补偿法,精确度很高.电流表、电压表、电源等实验器材都存在一定大小的内阻,这是电阻测量实验误差的来源.运用补偿法测电阻则可以避免由于实验器材内阻而引起的测量值误差.下面用一个具体的测量案例来分析补偿法的特殊作用.

实验目的 测量暗箱内电阻阻值.

实验器材 暗箱(面板如图1(a)所示,内部结构如图1(b)所示). a, b 间有一干电池 E_1 , b, d 间有一待测电阻 R_1 , a, c 间有一待测电阻 R_2 , c, d 间断开, d 端另接有一导线,可以用该导线把 d 端与 c 端相连,构成闭合回路,也可以不相连,形成开路).灵敏电流计 G 、毫安表 A 、保护电阻 R_0 、稳压电源 E_2 、变阻箱 R 、单刀单掷开关 S 、导线若干.

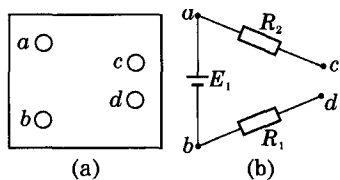


图1

实验原理和步骤

(1)把 d 端与 c 端相连,即为电压补偿法电路.

如图2所示,闭合开关 S ,调节变阻箱 R ,使灵敏电流计读数为零.此时,电池 E_1 、电阻 R_1 和 R_2 构成独立的闭合回路,稳压电源 E_2 、变阻箱 R 、毫安表也构成独立的闭合回路.电路中 P, Q 两点的电势相等,保护电阻 R_0 无电流通过, M, N 两点电势也相等,故电阻 R_1 和变阻箱 R 两端电压相等.设变阻箱 R 值为 R' ,毫安表读数为 I' ,则变阻箱 R 两端电压 $U_1 = I'R'$,即用电压补偿法测出了电池 E_1 、电阻 R_1 和 R_2

构成独立闭合回路时 R_1 两端电压.这个过程中电流表和电源内阻对测量结果均无影响.

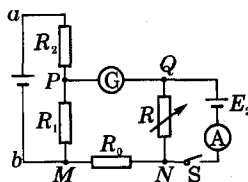


图2

(2)为了测出电池 E_1 、电阻 R_1 和 R_2 构成独立闭合回路时,流过电阻 R_1 的电流,断开面板上 c, d 间的连线,设计如图3所示的电流补偿法电路.

闭合开关 S ,调节变阻箱 R ,使灵敏电流计读数为零,说明从电池 E_1 流出的顺时针电流与稳压电源 E_2 流出的顺时针电流,在通过灵敏电流计

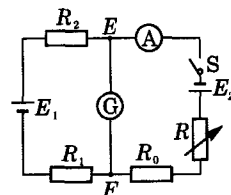


图3

因为等大反向而使灵敏电流计读数为零. E, F 两点电势相等,起到短路作用.电池 E_1 、电阻 R_1 、电阻 R_2 构成独立闭合回路,稳压电源 E_2 、变阻箱 R 、毫安表、保护电阻 R_0 也构成独立的闭合回路.设毫安表读数为 I_1 ,则电池 E_1 、电阻 R_1 和 R_2 构成的独立闭合回路电流大小也等于 I_1 .这一电流大小不受电源内阻、毫安表内阻等影响.

用上述电压补偿法、电流补偿法测出的电压、电流值都是在电池 E_1 、电阻 R_1 和 R_2 构成独立闭合回路时,即回路总电阻恒为 $R_1 + R_2 + r$ 时, R_1 两端电压和流过 R_1 的电流.故被测电阻 $R_1 = U_1 / I_1 = I'R' / I_1$.

同理,只要把电压补偿电路并联在待测电阻 R_2 两端,重复上述过程,即可得到 $U_2 = I''R''$,电流补偿电路与测 R_1 时相同,即 $I_2 = I_1$,故被测电阻 $R_2 = U_2 / I_2 = I''R'' / I_1$.

诚然,补偿法电路也有自身的局限性,电路结构比较复杂,设计理念高于中学物理实验的要求,对学生而言,有一定的难度,但是,它对电阻的精确测量奠定了它在电学实验中的特殊地位.