

# 测量定值电阻阻值实验高频考点详析

吉玉婷

南京市栖霞区摄山初级中学

**摘要:**在初中物理中,“测量定值电阻阻值”实验因涉及内容多、要求高、综合性强,而成为近几年各地中考物理的热点。本文从连线改错、故障分析、替代测量三个高频考点出发,深度剖析试题,总结解题策略,提出教学建议。

**关键词:**电阻;中考物理;实验

【DOI】10.12252/j.issn.2096-627X.2022.02.105

在初中物理教学中,电学部分一直是最为重要的教学内容,其中用电流表和电压表测量电阻是学生必做实验之一,是中考试卷的重点和难点。从近五年南京市的中考试题来看,该实验每年都有出现,而且几乎位于整张试卷实验部分的压轴题,共有5~7个小问,难度从易到难,环环相扣,需要学生熟悉整个实验过程,理解每一个器材的作用,每一步操作的目的。试题往往不局限于教材原型实验的要求,会设计新的实验方案,这对学生的科学思维能力有着较高的要求。本文试图对连线改错、故障分析、替代测量三个高频易错考点逐一分析,以不变的策略来应万变的题目。

## 一、去电压走电流,完善电路连接

测量定值电阻阻值实验电路可以分为串联和并联两个部分,首先由电源、开关、滑动变阻器、待测电阻、电流表串联,再将电压表并联在待测电阻的两端。结合学情,大部分学生在解决这类问题时,都习惯去走电流路径,但由于电路中有错误的连线,单纯去标电流路径这种方法有局限性。教学中可以尝试先将电压表去掉,用箭头标出串联部分的电流路径,检查是否通路;之后再检查电压表是否能够测量出待测电阻两端的电压。下面结合一道例题看一下如何使用该方法。

例1(2021年江苏南京):图1中有一根导线连接错误,请在该导线上画“×”,并在图上改正。

分析:电路中有错误的连线,先将电压表及其接线柱所接的两根线去掉,如图2所示,发现剩下的串联部分中电流表并未串联在电路中,同时滑动变阻器和待测电阻并不是串联连接。很快判断出滑动变阻器和待测电阻之间的连线错误,以及需要在电流表和待测电阻之间补上一根连线,完善串联部分电路,如图3所示。最后我们也可以再加上电压表,检查它能否测量待测电阻两端电压。

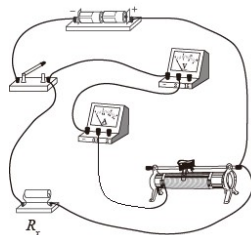


图1

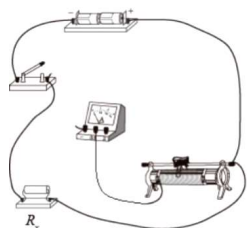


图2

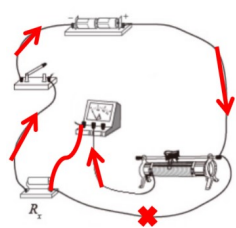


图3

初中阶段的几个电学实验,“测量定值电阻阻值”“探究电流与电压、电阻规律”“测量小灯泡电功率”等,这些实验电路组成很相似,都可以分为串联和并联两个部分,因此连线改错这一考点在各个实验试题中均可考察。从各地区的模拟真题和中考真题中也可看出,每一道电学实验的第一小问几乎都会考察电路的连接,可见其重要性。电路组成看似简单,但如果心中无电流,手里没方法,学生很难拿到分。在教学过程中,教师可教会学生使用“去电压走电流”的解题策略,去掉不走电流的电压表部分电路,可以将电路简化,降低了题目的难度,从而提高学生的得分率。

## 二、理解记忆口诀,精准找出故障

在初中阶段,电路故障基本上只有断路和短路两种类型,导致用电器不工作或电流表和电压表读数异常。但其对学生的分析、逻辑推理能力要求较高,学生答题找不到头绪,导致频频失分。在教学中,教师应引导学生通过逻辑推理判断逐渐缩小故障范围,找出故障点。测量定值电阻阻值该实验中,先根据电流表情况可判断出故障类型,若电流表无示数,可断定是断路故障,而若电流表有示数,则是短路造成。再根据电压表情况判断出故障位置,这样去缩小范围可以高效得出结论。对于串联电路的故障分析而言,解题策略可概括为两句话“无流断在有压处,有流短在无压处”。下面结合两道例题使用该策略。

例2(2019年江苏南京):如图4,改正电路后,闭合开关,发现无论怎样移动滑片,两电表均无示数,其原因可能是\_\_\_\_\_ (填字母)。

A. 滑动变阻器断路 B. R断路 C. R短路

分析:根据题中有效信息“两电表均无示数”,结合“无流断在有压处”,首先排除C选项,待测电阻R两端无电压,则排除R断路,故选择A选项。

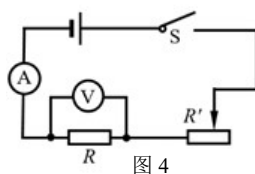


图4

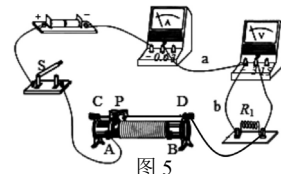


图5

例3:如图5,闭合开关,移动滑片P,发现电压表有示数,电流表无示数,故障可能是导线\_\_\_\_\_ (选填“a”“b”或“c”)内部断路。

分析:根据题目中条件“电压表有示数,电流表无示数”,同样运用“无流断在有压处”,待测电阻两端有电压,可迅速判断出导线b内部断路。

电路故障例题同样可以在电学其他实验中考察，“探究电流与电压、电阻关系”这一实验的电路结构和“测量定值电阻阻值”是一样的，“测量小灯泡电功率”的电路结构唯一的区别就是将电阻换为小灯泡。因此对于这两个实验试题中，故障分析也是高频考点，我们也可以运用“无流断在有压处，有流短在无压处”这句口诀来解决问题。

例4（2016年江苏南京）：在测量小灯泡电功率实验中，连接好电路后，闭合开关，小明发现移动滑动变阻器滑片P，电流表有示数，小灯泡不发光，电压表示数为零。进一步观察并检查电路，发现电压表、电流表、导线及其连接均完好。针对电路中出现的小灯泡不发光故障现象，他提出了如下猜想：①小灯泡短路；②小灯泡灯丝断了；③滑动变阻器断路。根据故障现象，则猜想\_\_\_\_\_是正确的。

分析：圈画出题中的条件“电流表有示数，电压表示数为零”，使用口诀“有流短在无压处”，电压表并联在小灯泡两端，小灯泡两端无电压，因此是小灯泡短路，猜想①是正确的。

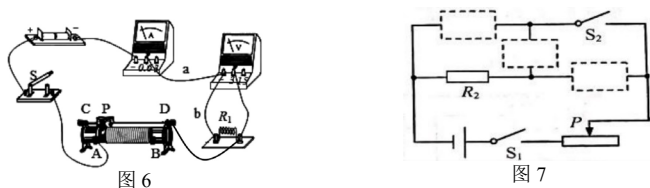
总而言之，故障分析这一高频考点同样值得教师们重点关注。在新课教学中，教师可以利用演示实验来制造“问题”，不能让实验一帆风顺，学生只有实际发现问题，才会对电路故障印象深刻。理解几种常见故障类型及其带来的现象后，教师对其总结概括，得出有效的解题策略，“无流断在有压处，有流短在无压处”这样的口诀通俗易懂，且容易记忆，对学生的解题能起到实际的作用。再在习题课上，训练学生的阅读素养，从题目中有效提取到两表的示数变化。

### 三、掌握替代思想，形成物理思维

质疑创新是科学思维的重要要素之一，从近几年真题中发现，试题往往在教材原型实验的基础上，加以创新和延伸。较常见的做法是在题目的最后一问中，设计一套全新的实验方案，进行新方案下的实验操作、根据所测量的物理量推导出最后的电阻表达式。题目的思维含金量较高，较前几问相比，难度上有了很大提升。学生通过分析和推理，正确表述科学探究的过程和结果，能够有效提高科学探究能力。除了基本的伏安法测电阻之外，其中考查最多的创新方案就是替代法测量。

#### （一）电表替代

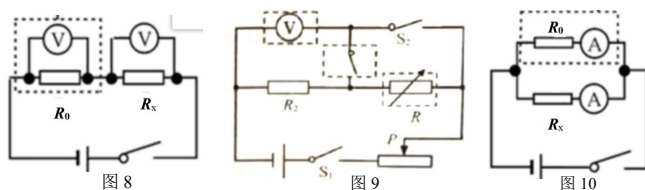
例5（2020年江苏南京）：待测电阻 $R_2$ 的阻值约为 $500\ \Omega$ ，小明从图6中的器材和电阻箱（规格“ $0\sim 9999\ \Omega$ ， $5A$ ”）、若干开关及导线中选择器材，连成图7所示的电路，测出了 $R_2$ 的阻值，请将所选元件符号填入虚线框内。



分析：本题中的待测电阻阻值较大，会导致电路中的电流较小，小于电流表的分度值，因此不可直接选用电流表，而应该想办法利用其他器材去替代电流表。那么如何替代电流表呢？根据欧姆定律，可以用电压表和已知阻值的电阻并联替代电流表。如图8所示，虚线框中的电压表和定值电阻 $R_0$ 可以替代电流表，根据欧姆定

律 $I = \frac{U_0}{R_0}$ 计算出电路中的电流，再利用公式 $R_x = \frac{U_x}{I}$ 计

算出待测电阻的阻值。回到例5这道题目，电阻箱可以起到已知电阻的作用，由于只有一个电压表，我们可以利用开关实现测量两次电压，分别是 $R_2$ 两端电压、 $R_2$ 和电阻箱两端总电压，电路如图9所示。

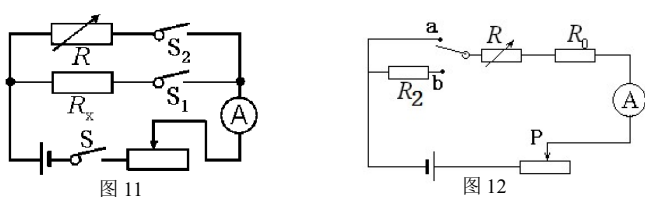


电表替代这种类型除了用电压表和电阻替代电流表，在实验中出现缺少电压表的情境中，还可以将电流表和电阻结合，替代电压表。如图10所示，虚线框中的电流表和定值电阻 $R_0$ 串联后，可以替代电压表，根据上面电流表示数 $I_0$ ，计算出两端电压 $U_0 = I_0 R_0$ ，读出下面待

测电阻所在支路电流为 $I_x$ ，则 $R_x = \frac{U_0}{I_x}$ 。

#### （二）电阻替代

在真题实测中也出现过电阻替代法，较普遍且较容易理解的就是电阻箱替代待测电阻，如图11所示，在操作中，先后闭合开关 $S_2$ 、 $S_1$ ，保持滑片位置不动，电流表示数不变，即可实现电阻箱和待测电阻之间的等效替代。



一个电阻可以替代，多个电阻也可达到等效的目的。

例6（2019江苏南京）：图12是能巧测 $R_2$ 的阻值的实验电路。图中 $R$ 为电阻箱， $R_0$ 为定值电阻（阻值未知）。要求仅利用电阻箱读数表达 $R_2$ 的阻值。请在空白处填上适当内容。

- ①将开关接a，调节电阻箱和滑动变阻器滑片P至适当位置，记下\_\_\_\_\_；
- ②将开关接b，调节\_\_\_\_\_，保持\_\_\_\_\_不变，记下\_\_\_\_\_；
- ③则 $R_2 =$ \_\_\_\_\_。

分析：单刀双掷开关先后连接a、b，滑动变阻器的滑片位置不变，调节电阻箱，使两次的电流表示数相同，就可达到等效替代的目的。如图13，接a时的电

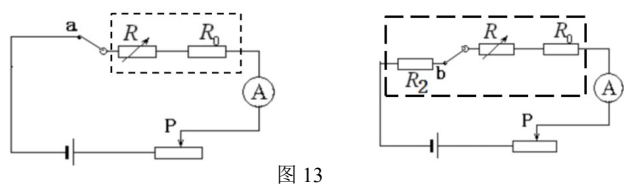


图13

阻箱示数为 $R_A$ ，接b时，电阻箱示数为 $R_B$ ，两图中的虚线框是等效替代的关系，则可得出 $R_0+R_A=R_2+R_B+R_0$ ，则 $R_2=R_A-R_B$ 。

替代思想在测量小灯泡电功率的实验中也有充分体现。在中考试题中，为了考查学生的知识迁移能力，训练学生的思维，往往会考查用特殊方法测量电功率，其中近几年最常见的就是用单电表测量电功率。单电表，顾名思义，是指只有电压表，或者只有电流表，只给出一只电表，将这只电表与定值电阻组合，就可以起到另一只电表的作用。当然，测量额定电功率需要知道额定电压和额定电流，题目中往往是已知其中一个。因此，单电表测量小灯泡电功率共可以分为四种类型。

类型一：已知额定电压，有电压表无电流表

有电压表，缺少电流表，可以用电压表和定值电阻并联来替代电流表，对定值电阻使用欧姆定律即可计算出电流值。已知额定电压，所以同时需要电压表与小灯泡并联，因此我们可以借助开关来实现电压表的双重作用，先使小灯泡正常发光，再测量定值电阻和小灯泡的总电压，两次数据的电压值。电路连接如图14所示。

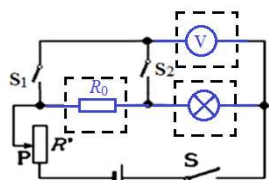


图 14

实验步骤：

- 1、闭合S、 $S_2$ ，调节滑动变阻器，使电压表示数为额定电压 $U_{额}$ ，此时小灯泡正常发光。
- 2、断开 $S_2$ ，闭合 $S_1$ ，读出此时电压表示数为U，则定值电阻R两端电压为 $U-U_{额}$ 。
- 3、对定值电阻使用欧姆定律，算出电流即为小灯泡的额定电流，再算出额定电功率。

类型二：已知额定电压，有电流表无电压表

将电流表与定值电阻串联可以起到电压表的作用，因此可以串联好之后再与小灯泡并联。实验中还需要去测出小灯泡的额定电流，所以同样借助开关，让电流表去测出总电流，减去定值电阻所在支路的电流值，即可得到小灯泡所在支路的电

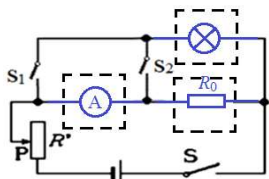


图 15

流，即为额定电流。电路连接如图15所示。

实验步骤：

- 1、闭合开关S、 $S_1$ ，调节滑动变阻器使小灯泡正常发光。此时定值电阻与小灯泡两端电压都为额定电压。
- 2、断开 $S_1$ ，闭合 $S_2$ ，电流表测量两条支路的总电流为I，与上一步骤中的电流表示数相减即可算出小灯泡的额定电流。
- 3、根据公式算出小灯泡的额定电功率。

类型三：已知额定电流，

有电流表无电压表

该类型与类型一相似，缺少的电压表用定值电阻和电流表串联而成，同时电流表需要与小灯泡串联来找到小灯泡正常发光的时刻。电路连接如图16所示。

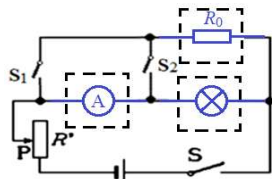


图 16

实验步骤：

- 1、闭合开关S、 $S_1$ ，调节滑动变阻器，使电流表示数为小灯泡的额定电流 $I_{额}$ ，此时小灯泡正常发光。
- 2、断开 $S_1$ ，闭合 $S_2$ ，电流表测量小灯泡和定值电阻的总电流，示数变大，变为I，根据并联电路电流特点，可算出通过定值电阻的电流为 $I-I_{额}$ 。
- 3、对定值电阻使用欧姆定律，可知其两端电压。因为小灯泡与其并联，此电压值即为小灯泡的额定电压。
- 4、算出小灯泡的额定电功率。

类型四：已知额定电流，有电压表无电流表

该类型与类型二相似，电压表与定值电阻并联后与小灯泡串联即可，同样用开关的变化，来改变电压表的作用，既能测得定值电阻两端的电压，也能测得小灯泡与定值电阻的总电压。电路连接如图17所示。

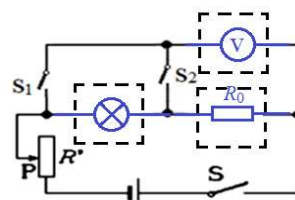


图 17

实验步骤：

- 1、闭合S、 $S_2$ ，调节滑动变阻器使小灯泡正常发光，电路中电流为额定电流。
- 2、断开 $S_2$ ，闭合 $S_1$ ，电压表测量小灯泡和定值电阻两端电压，示数为U，根据串联电路电压特点，可算出小灯泡两端的电压，也就是额定电压。
- 3、最后计算出额定电功率。

教师在讲解这四种类型时，要注重对比总结，四种类型的开关变化都不会影响电路的连接方式，同样小灯泡处于正常发光状态不受开关的影响，只会改变电表的作用。

回顾分析历年真题不难发现，本文的三个考点出现频率很高，更可以在多个实验中考察，教师在教学过程中，要重视方法的提炼和训练。授人以鱼不如授人以渔，学生若从会做一道题到会做一类题，定能不畏新题，在考试中得心应手。总之，教师要有意识地在课堂中对测量定值电阻阻值这一实验试题进行分考点讲解，教给学生真正有效的技巧和方法。透彻理解考点内容，掌握每一个考点的解决方法，以不变应万变，定能提高该试题的得分率。此外，由于该试题的覆盖面大，其实每一小问都是电学里面单独的一个考点，例如故障分析、器材选择等都可能以其他试题形式出现，那掌握了方法之后，也可以解决一系列的题目。讲透一道试题帮助学生复习到了电学的方方面面，如此划算的事情何乐而不为呢！

参考文献

- [1] 吴志明. 中考测量小电灯功率实验的拓展与启示, 物理之友, 2018, 34 (4): 1-9.
- [2] 刘国珍. 从“授人以鱼”到“授人以渔”——谈谈如何轻松应对中考中的单表测功率, 物理教学研讨, 2019, 37 (532).