



物理

巧画等效电路图解决电路故障问题

北京市第一四二中学 贾全 薛珊珊

电路故障分析是初中物理电学部分的重难点，在初中学考中十分常见，也是考生丢分较多的一类问题。要解决电路故障问题，考生需要综合运用电路知识，采用一定的分析技巧，找到清晰的解题思路，从而顺利完成这一类型题目的解答。

一、实验直观感受

如果完全依靠教师的讲授，考生容易知识掌握不牢，只有通过亲身实践去感受短路和断路故障的现象，才能获得直接经验，将其应用于学习中来提高学习效果。所以，考生可以通过简单的小实验先来感受一下故障现象。考生可按电路图1将其正确地连接起来，然后闭合开关，小灯泡发光之后记录下电流表及电压表的示数。考生在记录好后，断开开关，轻轻拧松小灯泡，使得小灯泡断开电路，再次闭合开关，观察电表示数的变化，通过类似这样的简单小实验，考生可以先感受真实简单的电路故障问题。

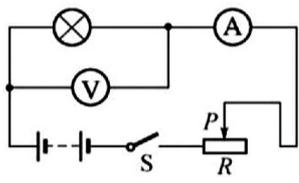


图1

二、常见的电路故障类型

常见的电路故障有两种：短路（电路中的局部短路）和断路。断路时，电路中的某处没有电流通过，导致用电器不工作，可能是因为接触不良、连接错误或者是用电器本身所引起的；而短路时，电路中某处电流异常增大，可能导致用电器损坏或过载。考生可以通过观察电压表和电流表的示数变化，结合电路元件的工作情况，来判断故障的性质和位置。

三、故障分析思路

考生要先了解电路的组成，包括电路中有哪些用电器、电表，复杂电路还要考虑多个开关的问题。当电路中的某部分出现断路时，电路中的用电器不工作，电流表的示数为零，电压表的示数是否为零，要看它的测量对象是谁；当电路中的某部分出现短路时，最明显的现象是电流表的示数突然变得较大，电压表的示数可能为零，还是要看它的测量对象是谁。具体分析如下。

（一）有电表类的电路故障问题

1. 电流表示数较大，电压表示数为零

如图2所示，某个小灯泡不亮，电流表有示数，说明电路中有电流，就一定不是断路问题。电压表的示数为零，由欧姆定律 $U=IR$ 可得出与电压表并联部分的电阻 $R=0$ ，这时就可以用导线代替电压表的并联对象，如等效电路图3，由此可得出结论：电路故障原因是小灯泡 L_1 发生短路。

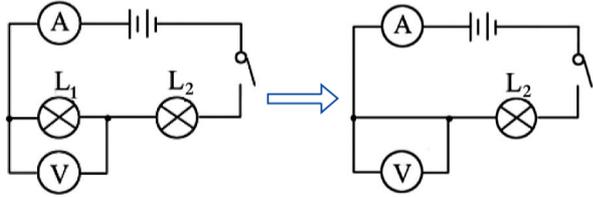


图2

图3

2. 电流表的示数较大，电压表示数也较大

由欧姆定律 $U=IR$ 及串联分压规律，电压表示数较大且接近电源两端的电压，可得出串联导体的分压接近为零，相当于一根导线，如等效电路图4，由此可得出结论：电路故障原因是小灯泡 L_2 发生短路。

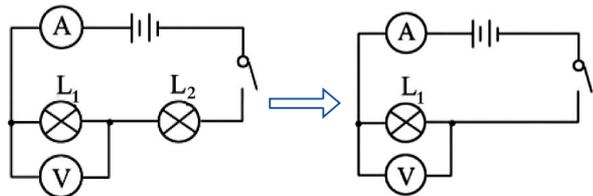


图2

图4

3. 电流表示数为零，电压表示数也为零

若电路中电流为零，就一定不是短路问题。电压表的示数为零，由欧姆定律 $U=IR$ 可得出与电压表并联部分的电阻 $R=0$ ，就可以用导线代替电压表的并联对象 L_1 ，如等效电路图5，由此可得出结论：电路故障原因是小灯泡 L_2 发生断路。

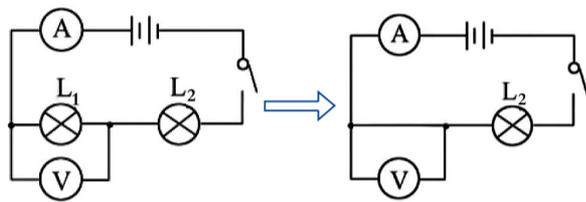


图2

图5

4. 电流表示数为零，电压表示数较大

电流表示数为零，电压表示数较大且接近电源两端的电压，相当于电压表直接连在电源的两端，测量值接近电源电压，这时就可以用导线代替 L_2 ，如等效电路图6，由此可得出结论：电路故障原因是小灯泡 L_1 发生断路。

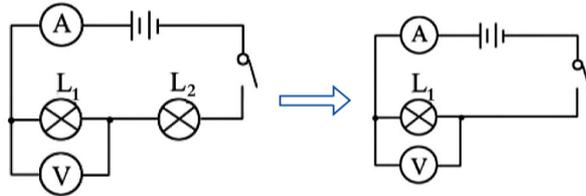


图2

图6

（二）无电表类的电路故障问题

如图7电路连接正确，闭合开关后发现两个灯泡都不亮，可以用以下方法排除故障原因。

1. 用小灯泡判断故障原因

用一个好的灯泡 L 和灯泡 L_1 并联，若发现灯泡 L 和灯泡 L_2 亮，则等效电路图如图8，电流流经灯泡 L 和灯泡 L_2 ，故障原因是 L_1 断路；若发现灯泡 L 和灯泡 L_2 仍不亮，再将灯泡 L 和灯泡 L_2 并联，发现灯泡 L 和灯泡 L_2 亮，则等效电路图如图9，电流流经灯泡 L 和灯泡 L_1 ，故障原因是 L_2 断路。

除了用小灯泡并联这一方法，还可以用电流表或导线并联其中一个小灯泡来判断故障原因，原理是一样的，如果并联后构成通路，则与之并联的用电器就是断路，若并联后仍不能构成通路，则电路中串联的用电器是断路。

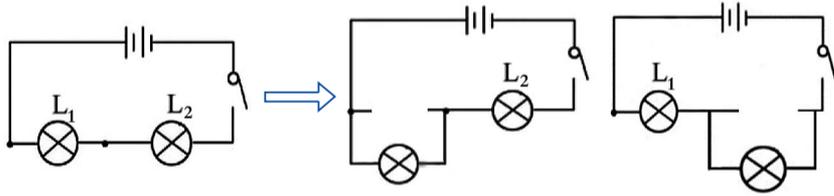


图7

图8

图9

2. 用电压表判断故障原因

用一个电压表和灯泡 L_1 并联（图7到图10），若发现电压表的示数为零，则等效电路图如图11， L_1 相当于一根直导线，故障原因是 L_2 断路，可以把电压表并联在 L_2 的两端，证明一下自己的猜想；若发现电压表的示数不为零，并接近电源两端的电压，则等效电路图如图12，灯泡 L_2 相当于一根直导线，电压表测量的是电源两端的电压，故障原因是 L_1 断路。

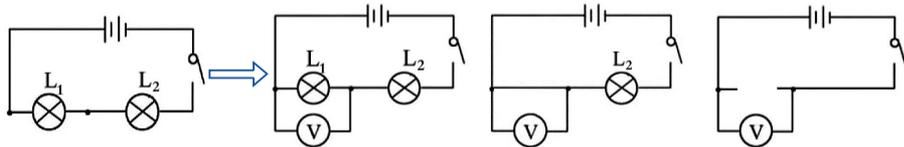


图7

图10

图11

图12

综上，解析电路故障问题需要采用分步探究的策略，先判断整个电路的连接方式，分析元件间的连接方式，即串联或并联，电表的测量对象是谁，画出等效电路图，然后根据现象，抽丝剥茧逐步解析问题并得出结论。除了上述分析方法外，考生还可以利用智能技术（如NB物理实验室）去模拟实验，增强实验现象的可视化和实验数据采集的实时化，还能培养自己独立处理和排除故障的能力。

总之，初中物理电路故障分析不仅是物理学科知识的应用，更是对考生科学素养的培养。考生要做到心中有知识，脑中有方法，巧用等效电路图解决电路故障问题，通过学习和实践更好地理解 and 运用物理知识，提高解决实际问题的能力。