

黑盒问题小议

——兼对高中课本第二册(必修)习题答案的补充

河北泊头市第一中学(062150) 高江涛

电学黑盒问题是一种训练学生灵活运用学过的电路规律分析和解决问题的好形式. 解答者犹如“侦探”破案, 一会儿山重水复, 一会儿柳暗花明, 真是扑朔迷离, 盎然有趣. 等解答完毕, 回首一看, 盒内电路原来如此简单. 但其答案有时不止一个, 高兴得太早了难免有漏网之“鱼”. 这个问题很令“侦探”们头痛. 因此, 解决此类问题既要大胆想象, 又要周密、细致. 由简到繁, 并要因果兼顾, 反复推敲修改方可.

电阻的连接, 最简单的形式莫过于串联了. 因此, 我们可以先从电阻的串联入手, 画出一串联形式, 然后根据题目条件, 从电阻之间引出一些抽头, 调整后画入黑盒之内.

例 1. 已知盒子里有一电源和几个阻值相同的电阻组成电路, 盒外有四个接线柱, 以伏特表测量电压, 得到 $U_{12} = 5V$, $U_{34} = 3V$, $U_{13} = 2V$, $U_{42} = 0$. U_{12} , U_{34} , U_{13} , U_{42} 分别表示接线柱 1、2 间, 3、4 间, 1、3 间, 4、2 间的电压, 画出盒内电路.

分析与解答: 首先, 我们可将电阻连成最简单的串联形式, 由题目条件可看出 1、2 间电压为 3、4 间与 1、3 间电压之和, 且 $U_{13} : U_{34} = 2 : 3$, 再由串联电路的电压分配与电阻成正比这一特点, 可得出最简单的形式为五个等值的电阻的串联, 如图 1 所示, 若在 A、D 点各引一抽头为 1、2, 并令 $U_{12} = 5V$, 则在 B 点引一抽头应为 3, $U_{13} = 2V$; 在 C 点引一抽头为 4, $U_{34} = 3V$, $U_{42} = 0$. 将图 1 调整于黑盒之内, 如图 2.

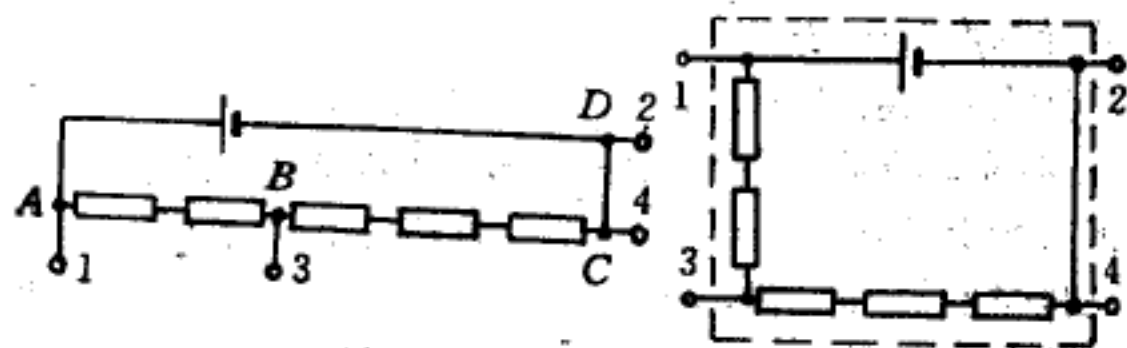


图 1

图 2

提请“侦探们”注意, 此案是否全部侦破了呢? 否! 注意题目条件为 $U_{13} : U_{34} = 2 : 3$, 若 1、3 间为一个电阻, 3、4 间为“1.5”个电阻, 则也具备题目条件. 但题目要求电阻必须是等值的, 这样, “半个”电阻可用两个等值电阻的并联来代替, 则盒内电路应如图 3 所示. 当然, 图 2 中 1、3 间为 4 个电阻, 3、4 间为 6 个电阻, 图 3

中, 1、3 间为 3 个电阻, 3、4 间为“4 个半”电阻也可以 (半个电阻可用两个等值电阻并联). 按此道理向下推, 答案应为无穷多个.

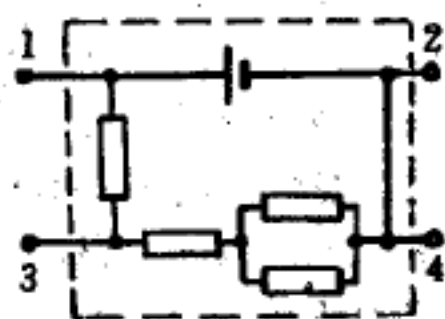


图 3

例 2. 一个盒子里装有导线和几个阻值相同的电阻组成的电路, 盒外有 4 个接线柱, 已知接线柱 1、3 间的电阻是 3、4 间电阻的 3 倍, 是 1、4 间电阻的 1.5 倍, 接线柱 2、4 没有明显电阻. 试画出盒内的电路图 (用最少的电阻).

此题为高中课本第二册(必修)p. 333 第 40 题.

分析与解答: 根据题目条件, 1、3 间电阻为 3、4 间的 3 倍, 我们可以假设 3、4 间有一个电阻, 则最简单的形式为 1、3 间有 3 个串联的等值电阻. 如图 4, 然后由题设条件, 在电阻连接处补上抽头 4. 因 2、4 间无明显电阻, 因此 2、4 是从同段导线上引出的. (见图 4) 将图 4 调整于盒内如图 5.

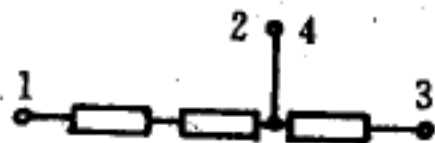


图 4

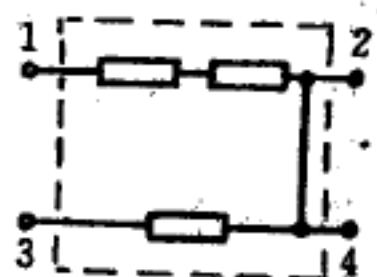


图 5

与例 1 比较, 本题对电阻个数加上了限制, 要求电阻个数最少. 因此, 课本上的答案只此一个, 在第 397 页. 满足了三个电阻为最少, 似乎很完善了. 但要注意, 若 1、2 间接一个电阻, 3、4 间连接“半个”电阻, 则可得到如图 6 所示的电路, 电阻仍为三个, 也完全具备题设条件, 因此, 课本上习题答案是不全面的, 还应加上图 6 才算完整.

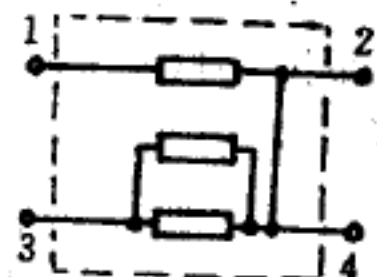


图 6

(收稿日期: 1993 年 4 月)