



## 通电的滑动变阻器和螺线管的磁效应缘何不同

朱木清 姜付锦

(武汉市黄陂区第一中学 湖北 武汉 430300)

(收稿日期:2015-03-05)

**摘要:**通电的滑动变阻器激发的磁场怎么检测不到? 文章从实验和理论上进行了探讨.

**关键词:**滑动变阻器 磁介质 磁路

如图 1 所示,在通电螺线管磁场分布演示实验中,用滑动变阻器替换螺线管,变阻器下面两个接线柱(全电阻)接入电路,并在滑动变阻器端头附近放置小磁针.实验显示,小磁针指向不再是图 1 所示情形,好像只受地磁场作用,大致都沿南北向.实验所用螺线管电阻约  $2\ \Omega$ ,绕制导线  $9\text{ 股} \times 10\text{ 匝/股} = 90\text{ 匝}$ ;滑动变阻器全电阻  $20\ \Omega$ ,电阻丝线圈 130 匝.滑动变阻器和螺线管绕线类似,通电怎不见磁效应? 还是因为变阻器的阻值比螺线管大,相同电压下获得的电流较小,产生的磁场比地磁场弱很多?

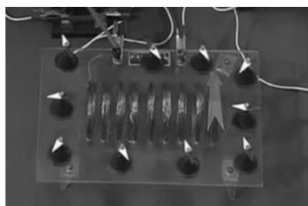


图 1 通电螺线管磁场分布的演示实验

为此,将滑动变阻器和螺线管组成串联电路,如图 2 所示,保证电流相同.再用小磁针检验,结果是:螺线管周围小磁针偏转明显,滑动变阻器周围小磁针好像还是只受地磁场左右.提高供电电压,增大电流,在开关合上时,螺线管周围小磁针偏转显示更有力,滑动变阻器端头处小磁针出现微小的颤动或摆动.电流相同,二者端头处的小磁针表现反差为何如此之大? 有可能这个“微小的颤动或摆动”不是滑

动变阻器的电流所为,而是螺线管和干路导线较大的电流激发磁场的波及结果.

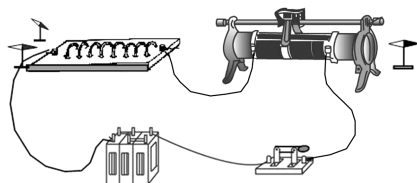


图 2 串联电路

理论上,根据毕奥-萨伐尔定律,借助半无限长直密绕螺线管电流磁场模型,近似估计变阻器轴线上管端处磁感应强度,即使电流取  $I = 0.5\text{ A}$ ,也有  $B = \frac{1}{2}\mu_0 nI = 4.1 \times 10^{-5}\text{ T}$ ,跟地磁场的磁感应强度  $B_{\text{地}} = (5 \sim 6) \times 10^{-5}\text{ T}$  相当,小磁针对地磁场反应如此灵敏,怎会对变阻器管端磁场没有感知? 通电的滑动变阻器不可能不激发磁场,原因很可能是螺线管和滑动变阻器构造上磁介质差异导致.

于是,再利用一个同规格的废旧滑动变阻器,将其绕线整体转移到硬纸筒上,用来置换原电路中的滑动变阻器,结果发现:变阻器端头处小磁针偏转摆动明显变大,跟螺线管周围小磁针偏转相比,不再像此前那么悬殊.这证实了我们的推测猜想.

查阅相关资料得知,滑动变阻器的氧化膜绝缘层的铜镍合金电阻丝密绕在瓷管上,瓷管是抗磁质材料,产生的附加磁场与外磁场相反,起着削弱空间

# 对导体棒在匀强磁场中极限速度的讨论

葛晓东 余杰成

(浙江省杭州第二中学 浙江 杭州 310053)

(收稿日期:2015-05-12)

**摘 要:**在中学物理教材中有这么一类变加速的问题,定性判断的结果是物体最终要做匀速运动,但是在通过对导体棒在磁场中运动情况进行严密的数学推导后得出了一个和常规理解不同的结论:匀强磁场中切割磁感线的导体棒有可能无法达到匀速的状态,对这一熟知的结论进行了修正,并且将该结论推广到高中其他类似的问题模型中去,比如在机车启动中的极限速度问题.

**关键词:**安培力 电磁感应 极限速度

## 1 题目

近日做到一道电磁感应方面的综合题:两条水平虚线之间有垂直于纸面向里,宽度为  $d$ ,磁感应强度为  $B$  的匀强磁场.质量为  $m$ ,电阻为  $R$  的正方形线圈边长为  $L(L < d)$ ,线圈下边缘到磁场上边界的距离为  $h$ .将线圈由静止释放,其下边缘刚进入磁场和刚穿出磁场时刻的速度都是  $v_0$ ,则在整个线圈穿过磁场的全过程中(从下边缘进入磁场到上边缘穿出磁场,如图 1 所示),下列说法中正确的是

- A. 线圈可能一直做匀速运动
- B. 线圈可能先加速后减速
- C. 线圈的最小速度可能是  $\frac{mgR}{B^2 L^2}$

D. 线圈的最小速度一定是  $\sqrt{2g(h-d+L)}$

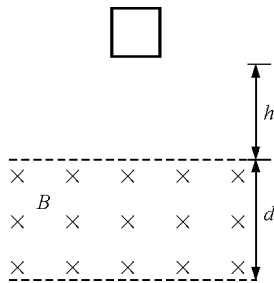


图 1

参考答案认为选项 C 也是正确的,理由是线圈的全程运动情况可以分为:进入磁场前自由落体,线圈下边缘进入后开始做加速度减小的减速运动,在线圈上边缘进入磁场前达到匀速,速度为  $\frac{mgR}{B^2 L^2}$ ,线

磁场作用. 变阻器的滑杆和支架是高磁导率的铁质材料,磁阻远低于空气磁阻,正好为电阻丝线圈电流产生的磁场提供磁路.  $20\ \Omega$  的滑动变阻器瓷筒内还有一根连接两端支架的铁杆,能更好地构成闭合磁路. 电阻丝线圈电流在其内部激发的磁场,一方面被瓷管产生的附加磁场抵消部分,另一方面磁场的磁感线在变阻器两端向金属支架汇聚,并通过金属滑杆形成磁通回路,这样“泄漏”到线圈外部空间的磁感线大幅减少,对电阻丝线圈电流的磁场进行了有

效“屏蔽”. 因此,一般通电滑动变阻器在外围空间产生的磁场比地磁场弱很多,放在变阻器端头的小磁针很难显示其存在.

## 参 考 文 献

- 1 赵凯华,陈熙谋. 电磁学(上册). 北京:人民教育出版社, 1980. 288 ~ 290
- 2 程守洙,江之永. 普通物理学(第 2 册). 北京:人民教育出版社,1982. 243 ~ 261