

# 直流电动机工作时会产生感应电流吗

——对一道中考物理试题的思考

王 俊

(太和县第三中学 安徽 阜阳 236600)

(收稿日期:2017-03-05)

**摘 要:**直流电动机正常工作时,线圈中的电流不能认为是感应电流.所以,不能认为电动机工作过程中,线圈中也产生感应电流.

**关键词:**直流电动机 感应电流 电动势

中考是仅次于高考的全国性考试,受到社会和学生的高度重视.因此,中考试题大都是严谨、科学的,也正是每年中考试题的严谨、科学,任课教师和很多的学习资料也时常把中考试题作为典型例题讲解.平时学校各层次的考试中,也时常有中考试题“影子”的出现.因此,一旦中考试题中出现不严谨、不科学、不符合实际的试题出现,如果不能及时指正,会造成很大的遗患,会让学生获得错误的知识,形成错误的认识.也会对学生的进一步学习带来障碍.针对中考试题中的疑问,教师之间应该深入探讨,找到试题的最佳答案.本着对学生负责的态度,笔者针对2014年安徽省物理中考试题中的选择题第12题提出自己的疑问,希望与其他同行探讨.

**【题目】**如图1为直流电动机的工作原理图.以下相关的分析中正确的是( )

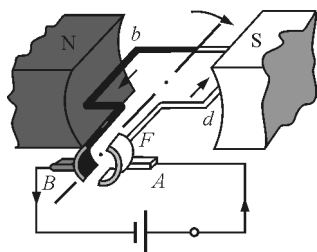


图1 直流电动机的工作原理图

- A. 电动机工作过程中,消耗的电能全部转化为内能
- B. 电动机工作过程中,消耗的电能全部转化为机械能
- C. 电动机工作过程中,线圈中也产生感应电流

D. 电动机工作过程中,线圈中的电流方向保持不变

当年试卷的标准答案中,本题的答案是C.在学校的教研活动中,教师们针对这个答案存在不同的观点.有教师认为答案C是错误的,也有教师认为答案不存在问题.认为答案正确的教师,其主要理由如下.

**理由1:**有教师认为,在新人教版九年级物理全一册教科书第二十章第5节“磁生电”这一节中,有这样一段叙述,“闭合电路的一部分导体在磁场中做切割磁感线运动时,导体中就产生电流”.部分教师就据此总结出产生感应电流的条件:(1) 闭合回路;(2) 部分导体在磁场中做切割磁感线运动.很多资料也都有这样的总结.本题中,电源、闭合的开关、导线、线圈构成闭合电路.当电动机工作时,线圈在磁场中做切割磁感线运动,所以,闭合电路中会产生感应电流.

**理由2:**在闭合开关后,线圈未转动的时候,电路中电流较强,当线圈转动后,线圈中的电流变弱,这种变化的原因,正是由于线圈转动时产生了与电源作用产生电流方向相反的感应电流,线圈中的电流是这两股电流“叠加”的总的表现.

笔者针对理由1的思考:把闭合回路和闭合回路的部分导体在磁场中做切割磁感线运动,作为产生感应电流的条件是否可行呢?答案是否定的.如果仔细阅读课本,我们会注意到课本的另外一段话,“这种由于导体在磁场中运动而产生电流的现象叫

做电磁感应,产生的电流叫做感应电流”。所以,教材在给“感应电流”下定义时,已经很明确了,“感应电流”是指由于电路中产生感应电动势而形成的电流。在“闭合电路的一部分导体在磁场中做切割磁感线运动,导体中就会产生感应电流”这句话的插图解释中也很明确,电路中并没有其他外加电源(比如“干电池”等)。所以,感应电流是指没有外接电源的回路中,由于电磁感应而产生的电流。课本总结感应电流产生条件时, (“闭合电路的一部分导体在磁场中做切割磁感线运动,导体中就会产生感应电流”)之所以没有强调不能有外接电源,是因为,在探究感应电流产生条件的前提下,不可能去外加电源。这样也会给初中生的学习带来麻烦。但是,课本还是在这段话附近的插图中体现了这一点。对于我们讨论的中考题,当电动机工作时,闭合电路中除存在线圈切割磁感线产生的感应电动势,还存在有外加电源电池的电动势,而不是只有感应电动势。所以,线圈中的电流并不是只有感应电动势存在而形成的电流。而且,线圈中电流方向与假想存在的感应电流方向是相反的。

笔者针对理由2的思考:同一根导线中,不可能同时出现两股相反方向的电流。认为线圈中的电流是这两股电流的“叠加”是错误的。试想,在一根电流为零的导线中,我们不可以把它等效为方向相反、大小相等的两股电流。否则,根据焦耳定律,这两股电流都会有相应的焦耳热。但,导线中电流为零,根据焦耳定律,导线又不会产生焦耳热,这是自相矛盾的。

在承认同一根导线中,不可能同时出现两股相反方向的电流的前提下,我们来分析前面提到的中考试题。如果线圈中只存在一个方向的电流,该电流的方向应是电源正极—线圈—电源负极,这一点可以由安培左手定则和线圈的转动方向判断出来。如果线圈中有感应电流(也只能存在感应电流),根据楞次定律可以判断出电流方向,电源负极—线圈—电源正极,根据安培左手定则判断,线圈不可能如题目中标志的转动方向。认为线圈中电流是电源产生电流与感应电流的整体表现,这是对叠加原理

的误解。叠加原理可以表述为:在线性电阻电路中,某处电压或电流都是电路中各个独立电源单独作用时,在该处分别产生的电压或电流的叠加。所以,当电路中出现多个电源时,并非每个电源都会在电路中形成各自的电流。叠加原理只是为了方便判断实际电路中电流的方向和大小简便方法。

根据试题中原理图制作的电动机在电路开关闭合后,电路中的电流是什么情况呢?

在电路开关闭合后,线圈中产生电流,由安培左手定则可知,线圈会在磁场中逆时针方向加速旋转,随着线圈转速的增加,线圈中产生的感应电动势也逐渐的增加,由右手定则可知,感应电动势和电源电动势的方向相反。所以,线圈中电流减小,线圈所受安培力变小,产生顺时针转动的力矩减小,但线圈转速仍在增加,线圈中的感应电动势继续增加,线圈中的电流继续减小。如果不考虑一切摩擦,当线圈的转速达到一定值时,感应电动势与电源电动势大小相等、方向相反,线圈中的感应电流为零,线圈会持续匀速转动。若考虑摩擦,则线圈中电流方向应与电池电动势的方向相同,只有这样线圈内安培力的力矩才与摩擦力产生的力矩平衡,维持线圈匀速转动。所以,线圈中不会产生与感应电动势相同方向的电流,也就是说,线圈中不会产生感应电流。

综上所述,题目中的电动机模型在转动的时候,线圈中并没有产生感应电流,只是产生了感应电动势。题目中电动机模型线圈中的电流是电源化学电动势和线圈感应电动势的共同作用结果。如果按照中考试卷答案来给学生讲解此题,会带给学生形成一种错误的认识——同一根导线中可以同时存在相反方向的两股电流。若认识到同一根导线中不可能同时存在相反方向的两股电流,学生会很容易把线圈中的电流看做感应电流,会给学生进入高中后学习楞次定律带来学习障碍。所以,笔者认为该题C选项不能作为标准答案。

### 参考文献

- 1 贾起民,郑永令,陈暨耀.电磁学.北京:高等教育出版社,2001.5
- 2 2014年安徽省初中毕业学业考试物理试题卷.