



# 以学习者视角运用教材 以审视者视角打破局限

——以新人教版交变电流的变化规律探究教学为例

王宇辰

(深圳市龙岗区华中师范大学龙岗附属中学 广东 深圳 518100)

(收稿日期:2022-05-27)

**摘要:**交变电流的变化规律是教学中的难点,教材从发电机矩形线圈在匀强磁场中做切割磁感线运动角度进行理论探究,但却无法解释线圈形状不规则情况下交变电流的变化规律.以学习者视角运用教材,设置链式递进问题,帮助学生自主得出交变电流的表达式;以审视者视角打破教材局限,回归物理规律本源,结合导数知识,推导出发电机电动势的变化规律,以期培养学生推理论证、质疑创新的科学思维.

**关键词:**教材;交变电流;规律;导数;核心素养

## 1 问题的提出

教材是教学内容和课程内容的中介,是学生获取知识的主要来源,是教师教学的主要依据<sup>[1]</sup>.普通高中新课程改革以核心素养为切入点,为了培养学生物理学科核心素养,教学中需要凭借教材而不依赖教材、运用教材而不拘泥教材,教师要将传统的“教教材”转变为“用教材教”.

本文以人教版选择性必修第二册第三章第1节中交变电流的变化规律探究教学为例,以学习者视角运用教材,分析教材设计思路,设置链式问题,从发电机矩形线圈在匀强磁场中做切割磁感线运动角度进行理论探究,得出发电机电动势的变化规律;以审视者视角打破教材局限,回归物理规律本源,运用法拉第电磁感应定律,结合高中数学的导数知识,推导发电机电动势的变化规律,探究过程中不仅有效地融入数学思想,而且培养了学生推理论证、质疑创新的科学思维.

## 2 以学习者视角运用教材

### 2.1 教材分析<sup>[2]</sup>

《普通高中物理课程标准(2017年版2020年修

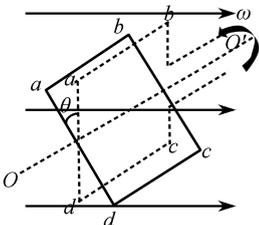
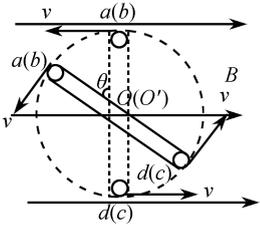
订)》要求:“能用公式和图像描述正弦交变电流.”<sup>[3]</sup>教材注重培养学生的模型分析和推理能力,运用法拉第电磁感应定律,从发电机矩形线圈在匀强磁场中做切割磁感线运动角度,推理得出矩形线圈旋转时所产生的感应电流(即交变电流)的表达式.这个推理过程有一定难度,教材通过“问题”“思考与讨论”等栏目,并结合相应的演示实验探究交变电流的变化规律,从定性感知过渡到定量计算,使学生建立正弦式交变电流的模型.

教材将线圈的结构简化为便于处理的模型,包括把磁极之间的磁场近似为匀强磁场,把 $n$ 匝线圈等效为1匝线圈,并在具体情境中运用右手定则判定感应电流的方向,运用导体棒切割磁感线运动产生的感应电动势公式 $E = Blv\sin\theta$ (适用条件是 $v$ 与 $l$ 垂直,其中 $\theta$ 是 $B$ 和 $v$ 的夹角)分析推理得出感应电动势的瞬时值和最大值的表达式,再根据闭合电路欧姆定律和部分电路欧姆定律推理得出电流和电压瞬时值与最大值的表达式.

### 2.2 教学设计

交变电流的变化规律教学设计如表1所示.

表1 交变电流的变化规律教学设计

教学环节	教师活动	学生活动	设计意图
设计链式递进问题, 引导学生自主探究	<p>师:如图1、2所示,设匀强磁场磁感应强度为<math>B</math>,单匝线圈从中性面开始,绕垂直于磁场方向的中心轴沿逆时针方向匀速转动,角速度为<math>\omega</math>,线圈<math>ab</math>、<math>dc</math>边长为<math>l_1</math>,<math>ad</math>、<math>bc</math>边长为<math>l_2</math>,经过时间<math>t</math>.</p>  <p>图1 立体图</p>  <p>图2 正视图</p> <p>师:请同学们思考以下问题,小组讨论交流,推导出发电机的电动势瞬时值表达式.</p> <p>问题1:线圈与中性面的夹角<math>\theta</math>为多大?</p> <p>问题2:<math>ab</math>边的线速度为多大?</p> <p>问题3:<math>ab</math>边的有效切割速度多大?</p> <p>问题4:<math>ab</math>边产生的感应电动势多大?</p> <p>问题5:<math>ab</math>边产生的感应电动势的高低如何?</p> <p>问题6:<math>ab</math>边产生的感应电动势与<math>dc</math>边产生的感应电动势大小关系如何?<math>dc</math>边产生的感应电动势方向如何?</p> <p>问题7:整个线圈产生的感应电动势多大?</p> <p>问题8:若实际的线圈匝数为<math>N</math>,整个线圈中的感应电动势多大?</p> <p>问题9:若整个线圈(总电阻为<math>r</math>)和外电阻(阻值为<math>R</math>)组成闭合电路,则电路中的感应电流<math>i</math>为多大?路端电压<math>u</math>为多大?</p> <p>师:请小组代表对以上问题进行讲解.</p> <p>师:根据学生出现的典型问题进行补充说明</p>	<p>生:理解问题情境,认真思考.</p> <p>生:小组讨论、交流,认真分析每个问题.</p> <p>生:小组代表一边板书、一边讲解,其他同学补充完善.</p> $\theta = \omega t, v = \omega \times \frac{l_2}{2}$ $v_{\text{有效}} = v \sin \theta$ $e_{ab} = \frac{1}{2} B l_1 l_2 \omega \sin \omega t$ <p><math>a</math>点电势高于<math>b</math>点电势,<math>dc</math>边产生的感应电动势大小与<math>ab</math>边相同;<math>c</math>点电势高于<math>d</math>点电势.</p> $e_1 = e_{ab} + e_{cd} = B l_1 l_2 \omega \cdot \sin \omega t$ $e = N B l_1 l_2 \omega \sin \omega t$ $i = \frac{N B l_1 l_2 \omega \sin \omega t}{R + r}$ $u = \frac{N B l_1 l_2 \omega \sin \omega t}{R + r} R$	<p>将教材中理论推导交变电流的变化规律转化为具体的问题情境.</p> <p>采用任务驱动策略设置链式递进问题,引导学生思考的方向,提高学生分析问题的能力.学生以小组为单位合作交流,促进组内成员共同进步,培养团队精神.</p> <p>学生经历分析论证、推理归纳、得出结论的过程,提升学生的科学思维能力,真正做到以学生为中心、以问题为中心</p>

## 2.3 教材应用与反思

根据学生现有的知识水平,深入分析教材内容,按一定的顺序设计贴近学生“最近发展区”的链式递进问题,培养学生独立思考和积极建构的能力.链式递进问题将较为复杂的推理过程进行分解,促使学生思维能力提升,推动学生理论分析能力进阶.教师在运用教材的过程中,需要充分发挥教育智慧,灵活地将学术结论生动地展示在学生面前,促进学生在理论探究中逐步形成科学思维,实现培养学生物理核心素养的目的.但遗憾的是,教材局限于研究矩形线圈,发电机线圈若为不规则的形状,那么从教材方法的角度分析将非常复杂.

## 3 以审视者视角打破局限

### 3.1 回归本源理解物理规律 创新方法打破教材局限

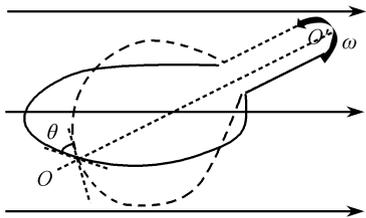
电磁感应现象是在变化、运动过程中出现的效应,教材从发电机矩形线圈在匀强磁场中做切割磁感线运动的角度推理得出交变电流的变化规律,而导线做切割磁感线运动只是电磁感应的一种情况,电磁感应现象的本质是穿过闭合电路的磁通量发生变化.从法拉第电磁感应定律的本源出发,结合导数的内涵和思想理解磁通量的变化率这一物理概念,可以快速推导出交变电流的变化规律,而且这一方

法打破了教材的局限,成功解决了发电机线圈形状不规则情况下交变电流的变化规律.

### 3.2 教学设计

发电机线圈形状不规则情况下交变电流的变化规律教学设计如表2所示.

表2 发电机线圈不规则情况下交变电流的变化规律教学设计

教学环节	教师活动	学生活动	设计意图
回归本源理解物理规律,创新方法打破教材局限	<p>师:如图3所示,如果发电机的线圈是不规则形状,如何推导出发电机所产生的感应电动势呢?其中线圈平面与中性面的夹角为<math>\theta</math>.</p>  <p>图3 不规则线圈立体图</p> <p>师:同学们,从中性面开始计时,<math>t</math>时刻,闭合回路的磁通量怎么表达呢?</p> <p>师:如何理解磁通量的变化率呢?</p> <p>师:同学们在数学选择性必修第二册学习了导数,请结合导数的内涵来感悟极限的思想,如何理解磁通量的变化率呢?</p> <p>师:非常棒!这里负号与磁通量的正负选取有关,仅代表电势的高低,可去除.现在我们成功地利用导数解决了任意形状的线圈绕垂直于磁场方向的轴匀速转动产生感应电动势的问题了.</p> <p>师:如图1所示,若线框以<math>ab</math>边为轴转动,仍从中性面开始计时,感应电动势的变化规律是否发生了改变呢?</p> <p>师:同学们非常棒!由此可以得出,只要保证线框面积不变,从中性面开始计时,绕着垂直于磁场方面的转轴匀速转动,得到的感应电动势的变化规律均相同!</p>	<p>生:小组合作、讨论交流.</p> <p>生:<math>\Phi = Bscos\theta = Bs \cdot cos\omega t</math></p> <p>生:在极短的时间<math>\Delta t</math>内,磁通量的变化量<math>\Delta\Phi</math>与<math>\Delta t</math>的比值.</p> <p>生:哇!磁通量的变化率就是磁通量<math>\Phi</math>对时间<math>t</math>求导,即</p> $e = N \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -NBs\omega \cdot sin\omega t$ <p>生:认真听讲.</p> <p>生:没有改变.</p> <p>因为<math>t</math>时刻,闭合回路的磁通量表达不变,故感应电动势的变化规律不变</p>	<p>由特殊的矩形线圈过渡到一般线圈,有效地突破了交流电变化规律具有普适性的认知难点.</p> <p>注重数学知识在物理学中的有效应用.</p> <p>从法拉第电磁感应定律的本源出发突破教学难点,培养学生的创造性思维能力和严谨求实的科学态度.</p>

## 4 结束语

教学思维和自然界中的物体一样也具有“惯性”,教师依据教材内容和多年教学经验而形成的思维框架往往会限制教学中创新方法的应用.爱因斯坦说过:“提出一个问题,往往比解决一个问题更重要,因为解决问题也许仅仅是一个数学上或实验上的技能而已,而提出新的问题、新的可能性,从新的角度看旧的问题,却需要有创造力和想象力.”<sup>[4]</sup>教学是对话、交流与知识建构的过程,需要基于事实证据和科学推理对不同观点和结论提出创造性见解,回归物理规律本源,打破教材局限和“惯

性思维”,才能实现培养学生物理学科核心素养的目的<sup>[5]</sup>.

### 参考文献

- [1] 邵瑞珍.教育心理学[M].上海:上海教育出版社,1997.
- [2] 人民教育出版社,课程教材研究所,物理课程教材研究开发中心.普通高中教科书物理·选择性必修第二册[M].北京:人民教育出版社,2020.
- [3] 中华人民共和国教育部.普通高中物理课程标准(2017年版2020年修订)[S].北京:人民教育出版社,2021.
- [4] 章小萍.突破学生惯性思维,回归物理理原本源[J].湖南中学物理,2015,30(11):59-60.
- [5] 王宇辰,胡正.基于情境意义建构,打破传统作业模式[J].物理通报,2022(11):72-75,81.