

为什么安培未能发现电磁感应

一、1822 年安培所做的实验

1832 年法拉第宣布他发现了电磁感应之后,安培声称,实际上他在 1822 年就已经发现了一个电流能够感应出另一个电流.事实确是如此. 1822 年的晚夏,安培在日内瓦重做了他在 1821 年 7 月做过的实验. 他的助手是他老朋友儿子奥古斯特·德莱里弗 (Auguste de la Rive), 实验装置如图 1 所示.

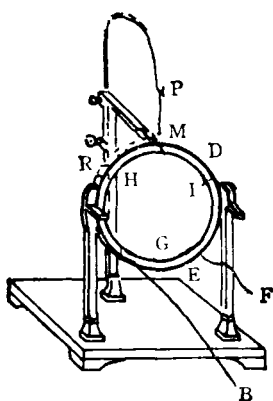


图 1 安培在 1821 年和 1822 年所做实验的装置

图 1 中, DRE 是一个固定在支架上的线圈,它是由很多匝绝缘导线绕成的; F 和 B 是线圈的引线,用来与伏打电堆相连; HIG 是一个由很细的铜条弯成的铜环,并利用一根穿过线圈的细线把铜环悬挂于 P, 且使铜环正好同心地悬挂在线圈里面. 1821 年的实验是将线圈与电池接通,再把一根磁棒移向铜环.在实验中他们没有观察到磁效应. 而 1822 年的实验与 1821 年的实验相比,唯一不同之处是用一个马蹄形强磁体代替了磁棒. 关于 1822 年的实验

究竟是怎样进行的,无论从安培的描述还是从奥古斯特·德莱里弗的描述看,都不是很清楚.但是安培确实说过:“在电流通过螺旋线圈以前,铜环和磁体之间没有相互作用.”这意味着在电流接通之前,磁体已经放在铜环附近了.在实验中,他们两人都已清楚地观察到由于感应引起的吸引和排斥,使铜环发生偏转,但是都没有指出铜环中电流的瞬时性.

实际上,安培和德莱里弗是无意中制成了一个过阻尼冲击电流计,所以铜环的偏转是很明显的,而且能持续一段时间.但他们两人都不清楚这实验现象可以用来说明什么.德莱里弗仅仅报告说:

“这个重要的实验表明:有些物质,虽然不能象铁、钢那样被电流永久地磁化,但是当它们受到这种影响时,至少能被暂时地磁化.”

这里,德莱里弗并没有明确指出一个电流感应出另一个电流.在这一方面安培就比德莱里弗讲得清楚.他说:

“如果不承认在铜环中存在着可以形成运动电流的少量铁的话,这个实验就无疑地证明了感应能够产生电流.”

但是,他们两人都没有意识到这个实验的极大的重要性.实际上,安培在他的报告中竟作出了如此令人惊讶的结论:“感应能够产生电流这一事实,尽管它本身是很有趣的,但它与电力作用的总体理论是无关的.”这一报告结论为我们了解安培对自己的实验发现所持的认识和态度提供了一个依据.

二、实验发现,未予重视,原因何在?

当时,法拉弟及其他研究者们正热切期望和努力探索着电磁感应效应,安培本应该对他的发现大加宣传,但是安培却没有这样做。那末安培为什么没有利用这一发现以获得他显然渴望得到的不朽声誉呢?在这一点上,各家众说纷纭。罗斯(Ross)把原因归结为德莱里弗的年轻和缺乏经验,以致于在描述这个实验时没有强调感应电流;以及安培的疏忽,没有将他的发现探究到底。而布伦特(Blondel)则简单地认为安培对1822年的实验结果不予考虑,说安培并没有改变他对分子电流说的态度。霍夫曼(Hofmann)则解释为:安培的感应发现,被他同时的关于同一导线上的电流元之间相互排斥的“发现”所掩盖,使得安培忽视了它。

其实,布伦特的陈述实质上是正确的,但又是难以理解的。因为她没有指出隐藏在安培行动背后的原因。

1821年9月,法拉第发现通电导线能绕磁铁旋转。不久,他又创制了著名的电磁旋转器,并发表了批评安培理论的论文。对于新的发现和法拉第的批评,安培不能无动于衷,因为两者似乎都触动了他的新学说的基础。此时,分子电流说对安培已变得极为重要,因此他决不能放弃它。这就导致了他对自己的电磁感应的发现极度轻视。实际上,当德莱里弗宣读安培对该实验的叙述时,安培就在日内瓦,当时他是完全能够修正它的,然而他未作修正。而对德莱里弗发表在《化学年鉴》上的文章他曾作过一些更改,但却没有修改对感应的叙述。这些事实为我们考察安培当时如何理解和对待感应实验提供了重要的线索。

在当时,安培为了保护他的分子电流理论,很想把同轴电流说否定掉。所以他把实验中由感应所产生的同轴电流也试图解释为分子电流。罗斯曾引用证据说明事实上,安培确实否定了同轴电流说。安培的这一指导思想,直到

1825年10月给赫谢尔(John Herschel)的信中,也仍旧可以看出来。在该信中,安培仍把他的实验解释为:在铜环中感应出了环绕着分子的电流。现把信中一段关键性的话转引如下:

“这些现象(指关于Arago所发现的对于一个磁体和一个金属圆盘,当其中的一个绕垂直轴发生振动或转动时所产生的现象)是由电流或磁体对小电流的作用所产生的。这种小电流先由酸的接触所产生,尔后又按照1822年我在日内瓦所做的实验,由磁体的感应产生。此实验结果当时由奥古斯特·德莱里弗发表……”。

在这段话的前面一节中,安培还描述了一个电流怎样“产生一个非常小的闭合平面电流”,而这个小电流具有这样的行为,使得这种电流的组合能够代替一个永久磁体。这里,安培虽然没有说这些电流就是分子电流,但是这些电流具有分子电流同样大小的数量级,这一点是很清楚的。这表明,此时的安培,显然仍持有与1821年同样的思想。1822年的实验为他证明的只是电流是被感应出来了,但它们并不是与铜环同轴的电流。因此,安培并不想去确定电流方向,他对此是完全不在意的。

三、安培未能发现电磁感应的原因

安培未能发现电磁感应的原因是安培把他的分子电流理论看得极为重要,而电磁感应却是他最不愿意发现的事情。这是因为如果他承认他已经在实验中产生的同轴电流,那么他的宝贵的理论就无立足之地了。因此,他做了他不得不做的事。他把他原来用以在同轴电流和分子电流之间作出选择的(1821年完成的)实验变成了一项毫无意义的练习。他1822年写的实验报告的结论表明:无论他观察到什么,他都会坚持把它解释成分子电流,或者至少是分子样大小的电流存在的证据。他完全被他自己的理论囚禁起来了。从以上安培未能发现电磁感应的原因的分析中,人们是应该获得一些

有益启示的。

四、法拉第的努力探索和 电磁感应的最终发现

1822年夏, 安培的实验完成不久, 法拉第便得知了。他在写给奥古斯特·德莱里弗父亲盖斯派特·德莱里弗 (Gaspard de La Rive) 的信中说: “我认为你提到的安培的实验是非常重要的, 尤其是在一个仅仅和伏打电流邻近而没有与之接通的铜片中能够产生磁……。”这说明法拉第已经从中得出: 产生感应电流所需要的, 仅仅是一根载流导线与另一相邻导体。由于这一实验很容易重复, 我们相信法拉第从盖斯派特·德莱里弗那儿听说后马上就会进行试验。他20年代的日记是很粗略不全的, 所以这个实验的记录可能没有保存下来。有趣的是, 在他的第一集《电学实验研究》中转述这个实验时, 他弄错了。他没有使用铜圆环, 而是用了一个铜盘。正象门道泽 (E. Mendoza) 所指出的由于圆盘的转动惯量太大, 所以没有观察到安培所看到的效应。

法拉第怎么会出这样的差错呢? 这似乎与该实验的描述含糊不清有关。德莱里弗讲了“une lame de cuivre” (法文), 它可以译成“sheet of copper” (铜片)。尽管安培自己的叙述在法拉第逝世前没有发表过, 然而安培的朋友德门夫仑 (Demonferrand) 出版过一本介绍安培观点的书, 安培把它作为对他理论的极好总结, 并寄给了法拉第。在该书中“un cercle de cuivre” (法文), 即“copper circle” (铜圆环)。詹姆士·卡明 (James Cumming) 把该书译为英文时, 重复了这一名词。两书中都有一个示意图, 转引如图2。德门夫仑的图看上去有点象一根导线被弯成一个圆环, 尽管它也很容易与圆盘混淆; 而卡明的图看上去就是一个圆盘, 怪不得法拉第被引入了迷途。

自1824年起, 法拉第一直在努力探索电磁感应。当年, 他曾把磁铁放在接有检流计的线圈内, 结果没有发现检流计指针偏转。1825年,

物理

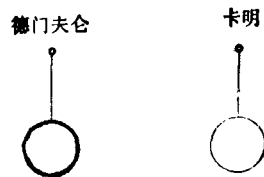


图 2

(在法拉第能够得到的图中, 显然铜环会被错当成铜盘, 看来法拉第确实这样把它们混淆了)

他将导线回路放在另一通电路附近, 期望在导线回路中能感应电流, 由于只观察了恒定电流对导体的作用, 也没有得到任何结果。1828年, 他又设计了专门的装置, 使导线和磁铁处于不同位置, 都仍然未见导线内产生电流。这些失败并没有动摇他的信心。经过反复思索和实验, 他终于在1831年8月29日第一次观察到感应效应。紧接着, 在9月24日, 10月17日, 10月1日和18日, 10月28日分别做了许多其他感应现象的实验。通过广泛的实验和精心的思索, 他终于揭开了电磁感应现象的奥秘。

最后我们可用一个有趣的猜想来结束全文了。如果安培把他的理论暂时放一下, 而将他1822年在日内瓦做的实验全部准确地公布出来, 那末法拉第肯定会重复这个实验, 而且凭着他的实验天资, 会马上从中探索出用电流产生感应电流的必要条件, 原电流和感应电流的方向, 以及其它所有的与他在1831年独立作出的电磁感应发现中得出的结果相似的结论。这样, 电磁感应有可能会提早七、八年发现, 世界科学技术进步的进程也可以加快, 而安培也就会得到“最早发现者”的荣誉, 用不着在1832年恳求分享这一荣誉。显然, 人们是可以从这里吸取重要的训诫的。

本文曾蒙王锦光教授和沈光年副教授仔细审阅和热情帮助, 徐华焜同志也曾协助翻译, 在此向他们表示衷心的感谢。

(何克明根据 American Journal of
Physics 1986年第54卷第4期第
306—311页编译)