从磁力线自身的身份号（ID）看磁场的作用

杨正瓴

天津大学 电气自动化与信息工程学院

天津市南开区卫津路 92 号，邮编: 300072，中国

Zheng-Ling YANG (Zhengling Yang, Yang Zhengling)

School of Electrical and Information Engineering, Tianjin University

Weijin Road Campus: No. 92 Weijin Road, Nankai District, Tianjin, CHINA. Zip: 300072

prai@tju.edu.cn

<http://blog.sciencenet.cn/u/zlyang>

2021-12-16 试贴。

摘要：在物理学里，均匀磁场里各处的磁感应强度矢量 B 是处处相同的，但是在 B 垂直方向上匀速运动的金属导线上会产生感生电势。这说明：磁感应强度矢量 B （或磁力线）带有自身特有的身份号 ID (identity) 等特定信息。因此运动的导线才能发现“磁场变化了”。与之有一定关系的另一个问题是：两个平行的载流金属导线，保持导线的几何形状相同（如直径相同不变），在电流大小和方向都相同时，如果导线采用了不同的金属材料，那么这两个导线之间的磁力也会不同吗？建议进行相应的物理实验加以判定。

关键词：物理学，磁感应强度，矢量，导线，平行，载流导线，材料，磁力，判定实验

据称伽利略曾经说：“科学的真理不应在古代圣人的蒙着灰尘的书上去找，而应该在实验中和以实验为基础的理论中去找。真正的哲学是写在那本经常在我们眼前打开着的最伟大的书里面的。这本书就是宇宙，就是自然本身，人们必须去读它。”

爱因斯坦 (Albert Einstein) 1933-06-10 在 the Herbert Spencer lecture at Oxford 《On the Method of Theoretical Physics 关于理论物理学的方法》里说：“Pure logical thinking cannot yield us any knowledge of the empirical world; all knowledge of reality starts from experience and ends in it. Propositions arrived at purely by logical means are completely empty as regards reality. Because Galileo saw this, and particularly because he drummed it into the scientific world, he is the father of physics —— indeed of modern science altogether. 纯粹的逻辑思维不能给我们任何关于经验世界的知识；一切关于实在的知识，都是从经验开始，又终结于经验。就现实而言，纯粹通过逻辑手段得出的主张是完全空白的。由于伽利略看到了这一点，特别是因为他将其强力引入了科学界，因此他是物理学的父亲 —— 完全代表了现代科学。”

均匀磁场里的各处的磁感应强度 $\vec{B}$ 是“全同的 identical”吗？平行导线之间的磁力，与其内部载流子（电子）的速度有关吗？

前者已经被实践确认为“不同”。后者建议进行相应的物理实验予以判定。

一、法拉第电磁感应定律

如下图：

$$e = Blv$$

引用自: <http://adi.eetrend.com/content/2020/100048962.html>

图 1 电磁感应的一个具体例子

外力驱动长度为 l 的导线在“均匀磁场”里以 v 做匀速运动，导线会产生感生电势 e 。

这应该说明：均匀磁场里的磁感应强度矢量 $\vec{B}$ ，本身是带有记号的，如每条磁力线都有自己的一个特有 ID (identity) 等特定信息。尽管在均匀磁场里的 $\vec{B}$ 没有变化，但是 $\vec{B}$ 的 identity 变化了。所以运动导线才知道磁场变化了，进而产生感生电势 e 。

因为假如 $\vec{B}$ 是“全同的 identical”，则导线就不会发现 $\vec{B}$ 变化了。

这是真的吗？到底什么是磁场？到底什么是运动 v ？到底什么是磁感应强度矢量 $\vec{B}$ ？

数学上的矢量，在空间里平移不会发生变化。但是，实际的磁场就不是这样了。

类似地，坡印廷矢量 (Poynting Vector) 是描述电磁场的最合适数学工具吗？

二、平行载流金属导线之间的磁力相互作用，与导线的材料有关吗？

下面图 2 是两个低速运动的宏观点电荷 Q_1 、 Q_2 ，即可以不考虑相对论和量子力学的作用。对于我们所在的惯性系，宏观点电荷 Q_1 以速度 v_1 匀速运动；类似地，宏观点电荷 Q_2 以速度 v_2 匀速运动。

图 2 两个相对静止的宏观电荷之间，会有磁力作用吗？

当 $v_1 \neq v_2$ 时，电荷 Q_1 、 Q_2 之间存在相对运动。因此， Q_1 、 Q_2 之间存在磁力作用。

第一个疑问是：保持速度差的绝对值 $|v_1 - v_2|$ 不变，在 $v_1 > v_2$ 、以及在 $v_1 < v_2$ 这两种不同情况下， Q_1 、 Q_2 之间的磁力作用严格相同吗？即：磁力严格满足空间对称性吗？

第二个疑问是：当 $v_1 = v_2$ 时，电荷 Q_1 、 Q_2 之间相对静止。此时 Q_1 、 Q_2 之间还存在磁力作用吗？

换成两根平行的无限长的载流金属导线，如下面图 3。不妨假定两根导线的几何形状完全相同（如直径保持相同不变），并且 $I_1 = I_2$ ，即两个电流大小相等、方向相同。

图 3 两根载流金属导线之间的磁力，与导线的材料有关吗？

尽管 $I_1 = I_2$ ，但不同金属材料里的自由电子密度不同，这就意味着 I_1 、 I_2 对应的电子定向运动的平均速度不同。

于是从某种角度看，图 3 里的问题转化为了图 2 里的问题。平行载流金属导线之间的磁力相互作用，与导线的材料有关吗？

这是因为，在直径相同的不同金属导线里，自由电子密度越高，产生相同电流强度需要的“自由电子定向运动的速度”越低。假如磁场依赖于“自由电子定向运动的速度”，则不同金属导线之间的磁力：银 > 铜 > 铝。

自由电子密度，指的是单位体积导体中的自由电子数量。初步查找，自由电子密度数量（不排除查找错误的可能性，但这不影响本次思考的主要原理）：

银： $5.86 \times 10^{28}/\text{m}^3$

铜： $8.47 \times 10^{28}/\text{m}^3$

铝： $18.1 \times 10^{28}/\text{m}^3$

三、 结论

磁场真的是由电荷的运动产生的吗？两个相对静止的宏观点电荷之间会有磁力相互作用吗？平行载流金属导线之间的磁力相互作用，与导线的材料有关吗？

建议设计并进行相应的物理判定实验。

类似地，电场里的电场强度和电场线，也带有自身特有的 ID (identity) 等特定信息吗？

参考文献 REFERENCES:

- [1] 杨正瓴. SI 基本单位中安培定义的可能缺陷[EB/OL]. 中国科学院科学智慧火花, 2012-04-12.
<https://idea.cas.cn/viewdoc.action?docid=4681>
- [2] YANG, Zheng-Ling. 2021. “坡印廷矢量 (Poynting Vector): 数学抽象，还是物理实在？.” [EB/OL]. OSF Preprints. February 5. doi:10.31219/osf.io/eh3k4.
<https://osf.io/eh3k4/>
- [3] YANG, Zheng-Ling. 2021. “宏观点电荷激发出的磁场、电磁波判定实验原理.” [EB/OL].

- OSF Preprints. February 4. doi:10.31219/osf.io/6v5m4.
<https://osf.io/6v5m4/>
- [4] YANG, Zheng-Ling. 2021. “磁场和电磁波依赖参照系（坐标系）吗？.” [EB/OL]. OSF Preprints. April 14. doi:10.31219/osf.io/an9pm.
<https://osf.io/an9pm/>
- [5] YANG, Zheng-Ling. 2021. “建议用物理实验精确测量多平行导线之间的电磁作用力.” [EB/OL]. OSF Preprints. April 9. doi:10.31219/osf.io/473du.
<https://osf.io/473du/>
- [6] YANG, Zheng-Ling. 2021. “关于经典电磁理论里电场强度、运动速度具体含义的实验构想.” [EB/OL]. OSF Preprints. September 19. doi:10.31219/osf.io/nw5ag.
<https://osf.io/nw5ag/>
- [7] YANG, Zheng-Ling. 2021. “统一场与电磁场基本概念与定律的高精度高稳定性实验再验证.” [EB/OL]. OSF Preprints. October 10. doi:10.31219/osf.io/894dx.
<https://osf.io/894dx/>
- [8] YANG, Zheng-Ling. 2021. “物理学统一场与相对论：物理实质，还是数学形式？.” [EB/OL]. OSF Preprints. October 4. doi:10.31219/osf.io/fep6m.
<https://osf.io/fep6m/>
- [9] YANG, Zheng-Ling. 2021. “静电场和静止的引力场之间存在相互作用吗？.” [EB/OL]. OSF Preprints. October 1. doi:10.31219/osf.io/n7mdw.
<https://osf.io/n7mdw/>
- [10] 杨正瓴. 科学发展周期性的研究概况[J]. 科技导报, 2014, 32(35): 88-88.
<http://www.kjdb.org/CN/abstract/abstract12297.shtml>