

永久磁体的环形电流及几何分布

郝永旺

教育局基地办 内蒙古呼伦贝尔扎兰屯市 021000

摘要: 提出论证了永磁体的环形电流理论: 通过分解磁体等实验方法, 证明了永磁体内部磁力相互作用的方向及几何分布特点。根据安培假说: “磁现象的根本是电流”。洛伦兹力作用下, 集中整合了微观原子核外的电子自旋和轨道运动产生的磁矩, 形成了宏观上的永磁体环形电流。通过观察实验、推导, 论证了永磁体的环形电流理论。依据永磁体环形电流的特点及规律, 以及笔者对地球环形电流的判断, 进行了关于球形磁体角动量与磁动量的实验, 论证了永磁体的几何比例关系并进行了相关计算。

关键词: 永磁体; 环形电流; 几何分布; 几何比例计算

磁和电是现代科技技术非常重要的一部分, 已经遍布了生产生活的各个领域, 探索其中的规律, 对天体运动、科技、医疗、军事、生产生活都存在深远的影响。笔者只是想把自己的一些观点、思路与科学人士共同分享讨论。

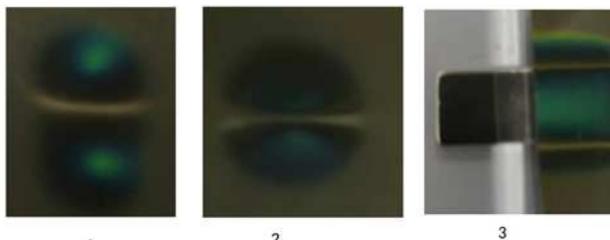
1. 曾经的疑问

儿时总是喜欢玩磁铁, 那时为分给玩伴会把一块磁铁分成两块, 不经意间发现被打碎的两块磁铁怎么也不能重新拼凑在一起, 每次按裂开的茬口拼在一起, 磁铁总是自动分开。当把其中一块转动一百八十度, 它们会自动吸合在一起。上学以后, 在课堂上学到了磁铁的基本知识: 磁铁有两极, 同极相排斥异极相吸引。那么被分解的磁铁难道会变极? 原来的一部分磁体的 N 极或 S 极被分解后变成了另外的 N 极和 S 极, 才会造成了同极排斥现象? 虽然没有理解其中的原由, 却留下了一个大疑问。为了能解开心中的疑问, 笔者找来了一部分永久磁体 (简称永磁体), 又找来了简单的工具, 开始了实验。

首先我们用磁力线观察片观察各种几何形状的磁体。很多科学前辈们当初研究永久磁体时, 没有磁力线观察片这种现代工具, 在对各种磁体观察时发现, 所有的磁体, 不论何种几何体, 在其 N、S 极中部都有一条十分明显的线, 并以这条线为分界, 磁体分成了 N 极和 S 极。在各种几何形状磁体的 N 极 S 极端面上几何面的外围, 如圆形、方形、球体等的周长也有十分明显的分布。

下面我们先对片状磁体分解, 片状磁体的分界线在其厚度中部, N、S 极都是分布在两侧。当磁体被分解成两块

以后, 发现其不能按原茬拼在一起, 互相排斥。用磁力线观察片观察, 新生成的两块磁体, 其 N、S 极分界线仍在厚度中部。检测了其 S 极和 N 极的方向也没有变化。按原分开的茬拼在一起时, 其相邻的磁体都是 N 极对 N 极, S 极对 S 极, 同极排斥, 所以不能拼接在一起。可能你会以为所有的磁体被分解以后都是这样, 其实不然! 当笔者把一块圆柱形永磁体分解成两块以后, 神奇地发现其按原分开的茬口自动吸合在一起, 为什么呢? 用磁力线观察片观察发现, 圆柱形磁体的 N、S 极分界线在其长度的中部, N、S 极在其圆形端面, 被分解时是按其平行于 N、S 极分界线分解开的, 其 N、S 极方向被分解后没变化, 其断面相邻的磁极是异极, 所以吸引。笔者又找来了正方体的永久磁体分别按垂直于 N、S 极分界线和平行于 N、S 极分界线分解磁体, 结果是垂直于 N、S 极分界线分解的磁体, 被分解后的两个磁体相排斥, 而平行于 N、S 极分界线分解的磁体, 分解后两块磁体相吸引。通过以上可以证明, 在永久磁体内部平行于 N、S 极分界线 (环形电流) 方向呈现互相排斥的磁力, 而垂直于 N、S 极分界线 (环形电流) 方向呈现相互吸引的磁力。



图A: 磁力线观察片下的磁体, 1、2 是 NS 极分界线在其中部。3、是几何体边缘呈现的磁力线。

简单来说，横向排斥，纵向吸引。如果把一个完整的永磁体分解为无数份，不管分解得多么微小，它们每个都是很微小的永磁体。虽然很微小，却是完整的永久磁体个体。

2. 洛伦兹力作用产生了永磁体的环形电流

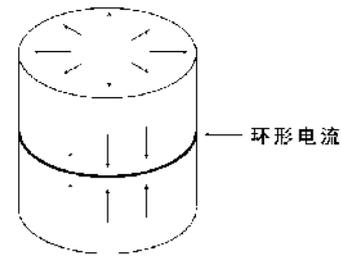
永磁体的根本是原子的核外电子的自转和轨道运行产生的磁偶极子的自旋磁矩和轨道磁矩。永磁体内部微观结构是由无数的磁偶极子组成。在原子中，电子的轨道运动是稳定的，因而这种运动与导体中的电流回路比较，在磁性上是等效的^[1]。因此就是说永磁体的根本是电流。而在永磁体内部，同样遵循洛伦兹力原则。前篇笔者已经论证了在永磁体内部平行于 N、S 极分界线（环形电流）方向由内向外呈排斥状态。受该洛伦兹力作用下，磁偶极子的电现象也由内向外被排斥在磁体的几何外围。同时垂直于 N、S 极分界线（环形电流）方向的磁力呈吸引状态。受该洛伦兹力作用，永磁体几何外围的电现象又被吸引至磁体中部，形成了环形电流^[2]。就是永磁体的 N、S 极分界线。而环形电流的方向，可以用安培右手定则来判断。那么为什么说是环形电流呢？笔者认为有以下几点：

(1) 环形电流的变化受洛伦兹力作用的原则证明它是电现象。用一个小磁体让它吸合在一个片状的磁体上，用磁力线观察片观察，侧面呈直线的环形电流，受磁场的作用发生了弯曲，同时也证明了磁体内部也适用洛伦兹力原则。

(2) 用磁力线观察片观察可以证实，虽然磁力线观察片看不到环形电流，却能看到环绕环形电流的磁力线分布，与通电环形线圈的磁力线分布一样。

(3) 磁化过程可以证明它是电流。原则上讲，所有的物质的核外电子都有自转和轨道运动，而永磁体是在磁化形成时形成了纵向吸引横向排斥的磁力，即磁化电流。永磁体的 N、S 极同样都能吸引铁质物体可以证明其与磁力线的方向没有关系，而是在其磁力作用形成的洛伦兹力引起了铁质物体内磁化电流的形成。

(4) 磁体被分解后的 N、S 极证明环形电流方向。垂直于环形电流或平行于环形电流的分解磁体，虽然改变了环形电流的几何分布，却不改变环形电流的电流方向，所以磁力线的方向也没改变。即环形电流的方向决定了永磁体的磁力线方向，符合安培右手定则，同时又证明了永磁体有保持环形电流方向（磁力线方向）的特性，这个特性在存储磁体中十分重要。



图B：永磁体内磁场洛伦兹力方向示意图

3. 地球环形电流的分布

根据环形电流的几何特点，它存在于磁体的几何外部，在磁体 N、S 极的中部。而地球同样是一个巨大的磁体。它的环形电流在地磁北极和地磁南极中部，环形电流赤道方向不完全与地球赤道重合。且应当在地球赤道的外围，应该就是我们大气电离层的赤道电喷流现象^[3]。笔者认为赤道上空电离层的双峰结构应该是环绕环形电流的磁力线。双峰结构^[3]的间距是地球环形电流的宽度。此观点仅是笔者的推测。

综上所述，笔者认为正是洛伦兹力把微观磁偶极子的电现象，集中整合形成了宏观的环形电流并具有以下特点：

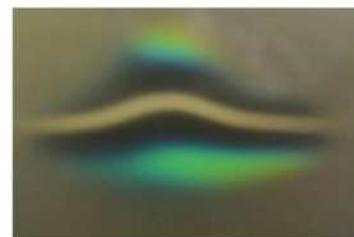
(1) 永磁体有保持磁力线方向的特性，环形电流方向因磁化形成后常温下不可改变，永磁体有保持持有环形电流方向的特性。

(2) 环形电流的几何特点：在永磁体 N、S 极中部，几何截面外围集中向 N、S 极减弱状态。

(3) 环形电流决定了永磁体的 N、S 极方向和体积比例。即 V_n 极 = V_s 极，当 V_n 或 V_s 极发生变化时，环形电流的位置也发生变化。

(4) 环形电流是闭合电流，永磁体的磁力线都是通过环形电流的内径向外呈辐射状态。

(5) 环形电流与磁力线呈垂直状态，即电与磁呈垂直状态。



图C：受磁场洛伦兹力影响而弯曲的环形电流

4. 永磁体的几何分布

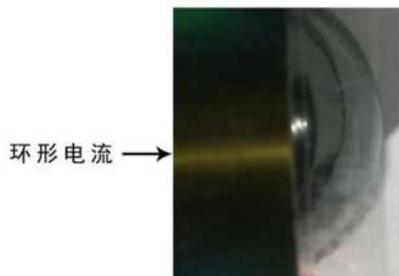
对于一个磁体，磁动量的大小与磁体的磁化强度 M 和

体积 V 有关： $\mu = MV$ 其中， M 是磁化强度， V 是磁体的体积。

对于一个电流环，磁动量的大小可以通过以下公式计算： $\mu = IA$ 其中， I 是电流， A 是电流环所围的面积， μ 是磁动量^[4]。

通过以上公式可以证明磁场感应强度 B 与磁体的体积 V 成正比，与磁体的面积 A 成正比。

我们用圆形片状磁体来实验（以计算长度），笔者一片一片地吸合或一片一片减少吸合来改变其总长度，然后测试其磁场感应强度。当磁体总长度被逐步加长时，其磁场感应强度与长度逐步增强，反之也随着磁体的长度减少而减弱。这时的磁场感应强度与磁体长度成正比。当笔者继续增加磁体的总长度，发现磁场感应强度达到一定值后不再随着磁体的长度增加而增强，此时若再增加磁体长度，会出现一个 N 、 S 极在两端，中部形成了一个没有磁性的“空白区”。笔者反复用铁质小球试验多次，而环形电流也被“挤出”了磁体的几何体外，因此笔者认为磁体的长度存在域值。将这个域值长度设为 L ，笔者不断地反复测试，并把部分磁体磨薄叠加在一起等方法，发现圆柱形磁体的长度 L 十分接近其圆截面的周长。也就是说磁体的长度 L 值等于环形电流的周长 $L=2\pi r$ 。因此笔者认为圆柱形永磁体的长度 L 值等于环形电流的周长时，其磁场感应强度成最佳比例。



图D: 围绕环形电流的磁力线

4.1 部分规则几何磁体的 L 值

以上论证了圆柱形永磁体的 L 值等于环形电流的周长。那么不同几何体的磁体的 L 值也等于其截面周长吗？笔者认为不是，因为磁力线是辐射的，用磁力线观察不同几何形状的磁体其磁力线远端都是圆形。环形电流又被磁力线所环绕。又因为磁矩 $\mu = IA$ 与面积 A 成正比，这时可以通过磁体截面面积 A 求得等效环形电流半径 $r = \sqrt{A/\pi}$ ，

$L=2\pi r$ 那么 $L = \sqrt{A/\pi} \times 2\pi$ ，简化 $L = \sqrt{AX} \sqrt{\pi}$ ，那么 $L = 2\sqrt{AX} \sqrt{\pi}$ ，式中 $\sqrt{\pi}$ 是常数。综上所述，不同几何形状的磁体可以通过 $L = 2\sqrt{AX} \sqrt{\pi}$ 关系式求得。其中不同几何形状截面的面积，可以通过不同的计算公式计算。

4.2 球形磁体的磁动量与角动量耦合

笔者做过这样的实验，首先找一个规则的球形磁体，给其 N 、 S 两极做好标记，再找一个水平光滑的平面，其周围没有铁器和磁场干扰，然后让标记好 N 、 S 极的球形磁体，在平面上旋转，顺时针逆时针方向都行，等球体静止以后，发现其总是 N 极或 S 极向上，不论初始转动球体自转轴是什么方向，其结果都一样。实验证明，磁场与角动量产生了耦合。这种耦合现象在天体的自转运动中尤为突出，很多有磁场的天体其自转轴都与其磁场 N 、 S 极连线十分接近^[5]，而由于天体自转又保持了天体的磁场方向。

笔者因为曾经的疑问开始了实际验证，实施的过程中收获了自己的判断和观点。如今笔者愿意把这些观点和推断与科学界借鉴参考，如果能对科学发展有参考价值，笔者觉得非常有意义，而同时笔者也能为参与科学研究而努力。

5. 总结

本文讨论了永磁体环形电流理论，指出永磁体内部磁力相互作用和分布特点，提出永磁体的环形电流由电子自旋和轨道运动产生，具有保持磁力线方向的特性。地球环形电流可能与电离层电喷流相关，不同形状的永磁体可以通过特定公式计算其环形电流等效长度。通过实验证实了永磁体分解现象符合熵增原理，球形磁体磁场与角动量耦合，对理解天体自转有重要意义。

参考文献：

- [1] Griffiths, D.J.(2017).University Press. “Introduction to
- [2]2023.[Online].Available:
- [3] 翁利斌,方涵先,杨升高等.基于 IRI 背景场的单站电离层 TEC 地图重构技术.空间科学学报,2011,31(4):453-458
- [4] Purcell, E. M.,& Morin, D.J.(2013). “Electricity and Magnetism.” CambridgeUniversity Press.
- [5] Stacey,F.D.,& Davis, P.M.(2008). “Physics of the Earth.” Cambridge University Press.