# 68．安培力是磁场对电流的作用力吗？

安培力是磁场对通电导体的作用力，这里的通电导体指的是固体导体，最常见的是金属导体。不能说安培力是磁场对电流的作用力，因为电流是电荷的定向移动形成的，电流既可以在固体导体中流动，也可以在液体或气体中流动，甚至在真空中的带电粒子流也是电流。只有在固体导体中流动的电流，在磁场中受到的力才是安培力。

磁场对通电导体的作用力称为安培力，不能说磁场对电流的作用力是安培力，那么二者的区别在哪里呢？

## 一、什么是电流？

电荷的定向移动形成电流，如果在时间 Δ*t* 内通过某截面的电荷量为 *q*，则电流 *I* = 。如果电路的某个部分没有非静电力做功，那么这段电路中存在电流的必要条件是其两端要有电压。

电流一般情况是在导体内流动，最常见的是金属导体，也可以是液体导体，如电解质溶液，还可以是气体导体。

①金属导电。金属内部有自由电子，即带负电的载流子，它的载流子密度一般保持一定，电流与电压的关系遵守欧姆定律。

②液体导电。电解质溶液中的载流子是正、负离子，一般情况下，正离子和负离子带的总电荷量相等，呈电中性，两端有电压存在时，正、负离子向相反方向定向移动。

③气体导电。一般情况下气体中的自由电荷极少，是绝缘体，但在某些情况下，气体中的中性分子被电离，这些离子成为自由电荷，气体就成了导体。气体导电比较复杂，大致可以分为被激导电和自持导电两类。被激导电是指气体被外界因素激发而电离，例如被各种射线照射，包括紫外线、X 射线等，又例如被火焰加热等方式，都可以使气体电离，从而变成导电的气体，导电过程中如果使气体电离的外界因素撤除，气体导电也就会终止，因此称之为被激导电。当气体两端的电压很高，或者导电过程中电流增大到一定程度，即使外界激发气体电离的因素撤除，气体仍会继续导电，称为自持导电，如弧光放电、辉光放电等都属于此类。总之，气体导电比较复杂，参与导电的是气体中的中性分子电离后生成的正、负离子，它们在电场力作用下向相反方向移动形成电流，气体导电不遵守欧姆定律，其 *I*–*U* 曲线除了某些小段可以近似看作直线以外，整体上看都是曲线。

电流也可以脱离导体而存在于真空环境中，例如图 1 所示的中学实验室中用的阴极射线管，它的内部就是真空环境。把它的阴极、阳极分别与感应圈的负极、正极连接，在高压的作用下，有电子束从阴极射出，射向阳极，途中经过挡板中间的狭缝，成为一细束水平的电子射线，右面有一个荧光屏，它与纸平面不平行，而是左边靠里而右边靠外，这样在荧光屏上会出现一条光带，显示出电子束在纸平面内的径迹。从阴极到阳极这一段原来的真空地带，有一束电子射线通过，它虽然没有在导体中流动，但也是电流。

图 1 中学实验室用的阴极射线管

## 二、只有通有电流的固体导体在磁场中受到的力才是安培力

安培力是磁场对通电导体的作用力，这里的导体必须是固体导体，最常见的就是金属导体。

在液体中流动的电流在磁场中受到的作用力不是安培力而是洛伦兹力。如图 2 所示是中学教师经常在课堂上演示的一个实验：在一个圆形玻璃容器（例如蒸发皿）侧壁放置一圈金属薄片作为一个电极 D，在正中央放置一个金属柱体作为另一个电极 C，容器内倒入一些导电溶液，把两个电极分别与直流电源的正、负极连接成闭合电路，闭合开关后，有电流在液体中通过，电流方向从中心 C 放射形地指向周围。加上沿竖直向下的磁场，在导电液体表面撒上一些漂浮物，由上到下俯视时就可以看到导电的液体沿逆时针方向旋转。

图 2 通有电流的液体在磁场中旋转

B

C

D

在液体中的载流子是正、负离子，正离子在电场作用下的定向运动方向是从中心指向边缘，负离子则相反，是从边缘指向中心，它们在磁场中都要受到磁场的作用力，这是洛伦兹力而不是安培力，用左手定则可以判断出俯视时正、负离子都将沿逆时针方向旋转，但二者的运动轨迹是不同的：正离子沿径向的分运动是向外的，即转动半径逐渐加大；负离子沿径向的分运动是向里的，即转动半径逐渐减小。但由于电流流动过程中，导体中载流子的定向运动速度很小，即正、负离子沿径向的分运动速度很小，我们肉眼看不出来，感觉整个液体都沿逆时针方向旋转。

气体导电的情况与液体类似，参与导电的也是正、负离子，在磁场中受到的作用力也是洛伦兹力。

在如图 1 所示的阴极射线管上加一个垂直于纸面方向的磁场，会看到原来是一条直线的电子束径迹变成了一条曲线，这是运动的电子受到洛伦兹力作用而发生偏转造成的结果。

洛伦兹力的受力对象是运动电荷，洛伦兹力对运动电荷不做功，而安培力的受力对象是通电导体，安培力是可以做功的。

结论：安培力是磁场对通电导体的作用力，其中的通电导体必须是固体物质，不能说安培力是磁场对电流的作用力。