



强磁场对飞行炮弹影响的研究

罗友仁 阎秀莲 陈红 王志军

按照法拉第电磁感应定律和楞次定律,当某一回路中的磁通量发生变化时,回路中将出现感应电动势。如果回路是导体回路,则回路中将出现感应电流。感应电流的出现又将产生阻碍回路中磁通量的变化。

A 为圆柱形磁铁, B 为金属圆管。当磁铁沿着金属圆管轴线方向向下运动时,在圆管上垂直于轴线的回路内的磁通量将发生变化,因此在圆管内垂直于轴线的每一个回路中都会出现涡旋电流 i 。其大小可由法拉第电磁感应定律求得。

设圆管的平均截面积为 S , 圆管厚度为 d , 平均半径为 r , 圆管的总长度为 l 。圆管上离开上端距离为 x 处的磁感强度的大小为 B , 任一时刻通过该截面上回路所围面积的磁通量为 $\Phi_m = B \cdot S$ 。当磁体向下运动时,回路中产生的感应电动势为

$$\varepsilon_i = \frac{d\Phi_m}{dt} = \frac{d(B \cdot S)}{dt} = \frac{dB}{dt} \cdot S$$

设当磁体运动时,离开上端距离为 x 处的磁感强度随时间的变化率与磁体运动的速率成正比即

$$\frac{dB}{dt} = kv, \text{ 于是回路中的感应电动势为}$$

$$\varepsilon_i = \frac{dB}{dt} \cdot S = kvS$$

其中 v 为磁体下落的速率。

设圆管上任意一个高度为 dx 的圆环中的电阻为 $R = \rho \frac{2\pi r}{d \cdot dx}$, ρ 为金属圆管的电阻率。于是圆环中的感应电流为

$$i = \frac{\varepsilon_i}{R} = \frac{kvSd \cdot dx}{2\pi r \rho} \quad (1)$$

圆环中感应电流所受的安培力为

$$d_f = 2\pi r i B \quad (2)$$

将(1)式代入(2)式有

$$d_f = \frac{kvSd \cdot B}{\rho} dx$$

那么在某一时刻整个圆管上的感应电流给磁体

的反作用力的大小为

$$f_m = \int_0^l \frac{kvSdB(x)}{\rho} dx = \left(\frac{kSd}{\rho} \int_0^l B(x) dx \right) \cdot v$$

磁体在运动过程中既要受到重力的作用,同时还要受到安培力和空气阻力的作用,考虑到空气阻力一般远小于安培力。于是磁体的运动方程为

$$mg - \left[\frac{kSd}{\rho} \int_0^l B(x) dx \right] v = m \frac{dv}{dt} \quad (3)$$

将(3)式改写为

$$mg - \alpha v = m \frac{dv}{dt} \quad (4)$$

上式中的 α 被称为涡流阻尼系数。对于给定的磁体和圆管来说

$$\alpha = \frac{kSd}{\rho} \int_0^l B(x) dx \quad (5)$$

是一个常量。求解(4)式可以得到磁体运动的速度为

$$v = \frac{mg}{\alpha} (1 - e^{-\frac{\alpha}{m}t}) \quad (6)$$

利用光电测量装置可以测量磁体和非磁体在任意时刻的速率,从而可以计算出涡旋电流对磁性材料下落速度的影响。同时根据(6)式,利用数值计算的方法可求得 α 的值。

根据运动相对性原理,当磁场不动而导体相对于磁场运动时,导体内部各截面上的磁通量也会发生变化,因而导体内部将产生涡旋电流,从而影响导体的运动规律,并使导体发热。对于飞行中的炮弹,如果在其飞行路径上加上强磁场,由于炮弹金属壳内磁通量的变化而产生涡旋电流与磁场发生相互作用,从而改变炮弹的飞行方向,并由于温度过高而提前爆炸,无法命中目标。对于在大气层内高速飞行的各种导弹或飞行器与空气摩擦时,一般会大量的热量,使弹体或飞行器发热。为保护弹头和飞行器,设计者会在导弹和飞行器的外表涂有隔热材料以保护导弹和飞行器的飞行安全。但是,如果在导弹或飞行器飞经的路径上,加上一个

从大数假设到人择宇宙学原理

薛凤家

我们知道,在物理量中有不少是物理常量,这些物理常量可分为两类。一类是物理常量,和物理性质有关,如比热、电阻率、折射率等,这些常量在一定条件下会随某一因素而改变;另一类是基本物理常量,是物理学中的普适量,如真空中的光速 c 、引力常量 G 、普朗克常量 h ,等等。对这些基本物理常量的测定和研究在物理学的发展中占有重要地位。由于现代物理理论所依据的基本假设是这些物理常量的不变性,因此大量的物理实验都是围绕这些基本物理常量进行的。另外基本物理常量间的协调还是检验物理理论的重要途径,因而一直受到人们的高度重视。

早在 1937 年英国狄拉克 (P. A. M. Dirac) 就发现,当把宇宙和微观粒子这两个极端领域联系在一起考虑时,会出现某种令人惊异的“巧合”。他注意到自然界存在一些由基本物理常量组成的无量纲数,即自然数,可以分为两组。一组是聚集在 1 附近的自然小数,如电子质子质量比 ($m_e/m_p \approx 1/1836$)、电磁精细结构常数 ($e^2/hc \approx 1/137$) 等;另一组是聚集在 10^{39} 附近的自然大数,如氢核与电子的电力和引力之比 ($e^2/Gm_p m_e \approx 10^{39}$) 等。而当以哈勃常量表示的宇宙年龄的数量级和以核子大小表示的现今可观测的宇宙的大小的数量级也是 10^{39} 。狄拉克认为,这些看来无关的自然大数在数量级上的一致并非纯粹的巧合,而是由某种物理规律在起作用。由此他提出:“这些由物理常量组成的自然数之间存在一定的物理关系,并且永远保持相等。”这就是著名的狄拉克大数假设。他还认为 10^{39} 这个无量纲大数是宇宙演化到现在所具有的特定值,是我们宇宙现在的根本特征。

强磁场,由于导弹和飞行器的飞行速度非常快,导弹或飞行器上的金属壳体内由于磁通量的高速变化将产生强大的涡旋电流,使导弹或飞行器的运动规律发生改变,并使壳体发热而导致导弹提前爆炸或使飞行器受到破坏。在战时则可以在一些重要的军事、政治和经济等目标的上空加上强磁

狄拉克提出的这些自然大数,它们由于和所选取的单位制无关而具有更普遍的意义,又由于它们是将宇宙参数与微观粒子参数进行比较而相等,这就说明至大无外的宇宙和至小无内的微观粒子之间实际是相通的。也意味着自然界中的物理常数与宇宙结构之间可能存在某种迄今尚不为人们所知的基本关系。然而,考查现在科学定律中包含的许多物理常量,如电子电荷以及质子、电子质量等,至少一直到现在我们还不能从理论上预言这些值,只能由实验测定。也许有一天,我们会发现一个完整而统一的物理理论来预言并解释这些数值,进而找到它们和宇宙结构之间的联系。

人们通过进一步研究,还找到了一些宇宙结构与微观粒子参数变化之间的关系。如电子质量的任何改变将会影响氢原子的寿命进而引起宇宙结构的不稳定;强相互作用耦合常数的微小变化,会引起氦核的不稳定从而使宇宙结构发生根本变化,弱相互作用耦合常数稍有变化,电子寿命就会大大改观并极大影响宇宙中氦或氢的比例,引力耦合常数的改变将会影响星系的形成,等等。也就是说,描述微观粒子特性的一些基本物理常量的微小改变,就能引起宇宙在结构组成上的巨大变化。而且人们还惊奇地发现,这些对物质世界结构具有关键意义的物理常量的数值,看来都被非常细致地调整到使生命和人类的存在发展成为可能。但是,毕竟人们对宇宙结构和其和谐性知之甚少,还需要进一步研究。

1961 年美国迪克 (R. H. Dicke) 在《狄拉克宇宙学和马赫原理》一文中首先对狄拉克大数假设中自然大数近似相等的这种巧合作出了哲学性很强的、别具一格的“人择”的解释。他认为不能把这种巧合

场来拦截敌方的各种导弹。甚至可以将强磁体通过导弹发射出去,在空中拦截敌方的导弹等进攻性武器。它可以在不接触敌方导弹等武器,在一定范围内将其击毁。同时也可以作为在基武器来拦截敌方的洲际导弹。

(山东济南陆军学院数理教研室 250029)