

# 生物磁现象和磁效应及其应用

付梅

(安徽师范大学物电学院 芜湖 241000)

## 1. 磁性和磁现象的普遍性

一切物质都具有磁性,现代科学技术完全证实了这个科学论断;只不过不同物质的磁性有很大的差异,有的物质磁性强,有的物质磁性弱。物质的磁性将在其周围空间产生磁场,因此又可以进一步论断,任何空间都存在着磁场,只不过有的地方磁场强,有的地方磁场弱。这表明磁性和磁现象具有普遍性和极其丰富的内涵。正因为如此,磁性和磁现象得到极其广泛的应用。人类已进入科学技术高度发展的信息时代,磁现象和磁技术的应用变得越来越普遍,越来越重要,高能加速器、粒子探测器、高温等离子装置、热核聚变研究、磁共振成像以及现代通讯技术中的微波通讯、卫星通讯、光通讯都离不开磁技术和磁性材料,甚至连日常家庭生活中使用的电视、电话、电脑中的磁记录器和磁存储器也无一例外,有的还是其他材料所不能取代的。

人类对磁性和磁现象的认识经过了一个漫长的过程。我们的祖先最早发现了磁并利用它发明了指南针是举世公认的。物理学家总结了大量有关物质磁性和磁现象的研究,从磁的角度把物质分为三大类,即抗磁性物质、顺磁性物质及铁磁性物质,前两种称为弱磁性,后一种称为强磁性,它是从铁、镍、钴及其合金中首先观测到的。到了20世纪中叶,磁学的研究有了很大的发展,人类对磁性的认识扩展到

抗磁性、顺磁性、铁磁性、反铁磁性和亚铁磁性五大类,到了20世纪下半叶,人们又把磁学推向铁磁性以外的领域,如技术磁学、边缘(交叉)磁学、应用磁学等,进入当代磁学的新阶段。

关于物质磁性的来源,历史上曾有过几种不同的观点,当代磁学的发展已对这个问题有了更深入的认识。大家知道,根据物质结构理论,任何物质都是由分子组成的,而分子是由原子组成的,宏观物质的磁性正是来源于原子的磁性;而原子又是由原子核和核外电子组成的,但原子中电子的磁性比原子核的磁性要大得多,所以一般以电子磁性来代表原子磁性。自然界中的大多数物质都具有抗磁性,尤其是那些有机材料和生物材料都具有抗磁性,这种抗磁性就是来源于组成该物质的原子或离子的抗磁性。

## 2. 生物磁现象和磁效应的物理基础

自然界的磁现象是十分丰富的,有弱磁现象、强磁现象、介观磁现象、等离子体磁现象、地球磁现象、宇宙磁现象和生物磁现象等。近年来,这些磁现象的研究越来越受到人们的关注,例如,历来因磁性弱而被忽视的生物磁现象的研究,就是目前高新技术中活跃的领域之一。生物(包括人)在其生命过程中会产生微弱的磁场,因此生物体也具有弱磁性,这种生物体的磁性和磁现象即称为生物磁现象。

人们立即做出反应,纷纷关住车窗。可是,灰尘并没有被阻挡于窗外,行进时,车内的粉尘浓度越来越大,一段时间后,车内的粉尘浓度甚至超出外面的粉尘浓度。这是为什么呢?你听,车窗在不断地作响,这说明车窗在不断振动,车窗的振动意味着车窗边缘的缝隙在时而增大时而闭合,在车窗刚开始作从压紧缝隙到打开缝隙的运动的瞬间,在车厢内部,缝隙附近的气体处于稀疏状态,其压力小于外部气压,在压力差的作用下,外部粉尘进入车内,当车窗作反向运动,刚压紧缝隙时,在车内部,缝隙附近的气体处于稠密状态,此时,其压力尽管大于外部气压,但是,这时缝隙已经闭合,所以车内的粉尘还是难于出

去。可见,关闭车窗时,车内的粉尘基本上是只进不出逐渐积累的,所以车内的粉尘浓度会越来越大。事实上,只要路面上的尘土不是太厚,在汽车轮子扬起的灰尘还没有达到车窗处于的高度时,汽车已经向前运动了一段距离,所以,不关闭车窗,车内的灰尘浓度反而不会太高。

公共汽车内的值得研究的力学现象不止以上所述,如果你感兴趣,不妨作进一步的观察,进行更多的研究。科学现象的研究不是一蹴而就的,它往往比教科书上的大多数题目难得多。观察并且研究科学现象可以使你对科学规律有深刻的感受。

目前生物磁场研究最多的是人体的磁场,人体磁场的来源主要是人体组织的电流,如心脏电流产生的心磁场,脑电流产生的脑磁场等。另一个来源是人体组织中强磁物质(例如石棉工人和钢铁工人吸入肺部的强磁物质)的剩磁产生的肺磁场等。人体组织的磁场远低于地磁场和环境磁场,其磁感强度 $B$ 一般在 $10^{-13} \sim 10^{-8} \text{T}$ 之间,而地磁场约 $10^{-5} \text{T}$ ,环境磁场约 $5 \times 10^{-7} \text{T}$ (包括空间的电磁辐射和家用电器的磁场)。正因为如此,人体微弱磁场的测量需要极高灵敏度的检测仪器,并且实验要在消除地磁场和环境磁场干扰和影响的条件下进行。

除了人体磁场以外,其他一些生物体也都具有不同程度的弱磁现象,构成这些生物体的材料都是弱磁材料;但也不排斥有少数生物体内含有微量的强磁材料,例如信鸽、美洲褐蝶、太平洋海豚都有不同程度的辨别方向和导航的能力,研究发现它们的体内都有 $\text{Fe}_3\text{O}_4$ 微粒的存在;研究还发现,一些动物和植物的细胞、组织和叶绿体在强磁场的作用下,将发生不同程度的变化,不同的生物(如微生物、植物、动物和人)及不同生物层次(如生物分子、细胞、组织和活体)对外磁场的反映也各不相同,这便是人们通常所说的生物磁效应。

生物磁现象和生物磁效应其实质是物质高级运动生命现象的一种属性,严格来说,不能将其简单地归结为低级运动形态的物理过程,但是它们之间是有联系的;譬如生物体中电子和离子的传递,外磁场强度、方向、均匀性对生物磁场的影响,生物体内的自由基活动,生物体的磁水效应和半导体效应等都是这种联系的直接证明。因此,物理学中的某些基本规律是研究生物磁现象和磁效应的重要基础,这些规律主要是:

(1) 安培力公式 生物体在磁场中将受到与磁场强度、磁场梯度、磁化率成比例的磁场力的作用。

(2) 洛仑兹力公式 磁场对生物体内的带电运动微粒产生力的作用,力的大小与运动微粒的速度及作用磁场的强度成正比。

(3) 电流的磁场 生物体内的电流(如心电流、脑电流等)将产生磁场,其强度与电流成正比,与距离平方成反比。

(4) 电磁感应 磁场的变化将在生物体内的某些器官中产生微弱的电流。

(5) 霍耳效应 外加磁场将在生物体内与磁场

和电流相垂直的方向上产生霍耳电势差。

(6) 磁共振效应 生物体内的原子核系统和电子系统将在恒定磁场和高频电磁场的作用下发生磁共振现象。

### 3. 生物磁现象和磁效应的应用

随着生物磁场和磁效应研究的不断深入,以及众多磁学方法和磁技术(如磁共振、磁共振成像、穆斯堡尔效应、磁谱等)在生物磁学中的应用,生物磁现象和磁效应的应用也相应有了很大的发展。

#### (1) 生物磁现象和磁效应在医学上的应用

生物体在生命过程中产生的弱磁场,在不同的生理状态和病理状态下会发生变化;因此可利用这些变化来进行生理和病理方面的研究以及一些疾病的诊断,当前的应用主要是磁诊断、磁医疗器械、磁疗和磁性药物等。譬如绝大多数化学元素都具有带核磁矩的同位素,这样就可以利用磁共振技术来进行生物化学分析和医学分析;目前心磁图、心电图、脑磁图、CT、核磁共振成像等都已成为当代医疗诊断的重要手段。

#### (2) 生物磁现象和磁效应在农业上的应用

研究表明,某些农作物在浸种、发芽、育苗和生长阶段,如经过磁场处理,可以促进发芽、出苗和生长,起到增产的效果。灌溉水如经磁场处理也会产生一种磁水效应。科学家正在研究把某些磁学方法和磁技术应用在农业上,如利用核磁共振方法检查种子潜伏的病虫草害;分析农产品的蛋白质和脂肪的养分含量,利用磁分离技术来清除饲料中的磁性异物等。

#### (3) 生物磁现象和磁效应在环境保护中的应用

人们通过大量的观测发现,在发电厂排出的尘埃及厂房密集的工厂区的空气中,存在着高磁化率的颗粒,这启示了我们,可以把某些磁技术应用来监测环境。譬如用一种强磁场高梯度的磁分离器可以清除煤中含有的顺磁性硫化物在燃烧中产生的氧化硫;在水中加入微量的 $\text{Fe}_3\text{O}_4$ 等强磁性粉末,可清除水中99%以上的细菌等污染物。

以上的讨论表明,当代生物磁现象和磁效应的应用领域已十分广泛,不少是当今高新技术发展的重要成果。生物磁场是个既古老又年轻的学科,磁现象的宏观特征和微观机制仍在不断的开发研究中。可以预见,未来的生物磁现象和磁效应将会得到越来越广泛的应用。