



# 静电及其应用

顾 勇

(南通师院物理系 江苏 226007)

建国以来,随着国民经济的迅速发展,我国静电科学研究已取得了很大的进展,并广泛应用于多个领域。如何进一步防止静电的危害、利用静电造福于人类社会对于我们具有十分重要的意义。

## 一、静电现象与研究

人们通常将运动的电荷或导体中的电流叫做动电,而把相对静止的电荷或者物体上处于相对平衡的电荷称做静电。静电现象在自然界,在我们的日常生活中广泛地存在着,如:当你拿起梳子梳头时,你会听到噼啪的声响;在炎热的夏季阴雨天气里,你会看到耀眼的闪电;如果你用一块绸子摩擦一根玻璃棒时,你会发现玻璃棒能够吸引许多小纸屑……这些奇妙的现象,就是静电。

早在公元前7世纪,即我国的周朝时期,古希腊有一位名叫塔利斯(Thales)的哲学家在海滩上偶然发现了一种美丽的石块,它能吸引麦秆的小碎渣和一些轻小的羽毛。他感到非常奇怪,又取了些线丝、绒毛,也用这块石头去吸,结果也被吸引了起来。这种透明的褐黄色石头就是现在所谓的“琥珀”。塔利斯当时解释不了这个有趣的现象,他把这个现象记载了下来,让后人揭开这个“琥珀之谜”。其实,这就

是现在我们所说的摩擦生电现象。

这种摩擦生电现象早在我国东汉时期,著名学者王充就在他的一本叫做《论衡》的书中记载了“顿牟掇芥”,“顿牟”就是琥珀,“掇”就是拾取的意思,而“芥”则是轻小的物体。王充的记载与塔利斯的一样都不能解释这种奇妙现象。可惜的是,这个极为重要的发现并没有引起人们的注意,被放置了2000多年。直到17世纪,英国物理学家吉尔伯特(William Gilbert)才又重新研究这个“琥珀之谜”。经研究他发现物体被摩擦之后能吸引轻小物体的现象,并不是琥珀所独有,像玻璃、火漆、胶木、宝石、水晶等等。虽然吉尔伯特也没有解释这种奇妙的“带电现象”,但却吸引了很多科学家们的兴趣。

1947年美国物理学家富兰克林(B. Franklin)经过许多实验后正式宣布两种电荷的存在,即正电荷和负电荷,他认为摩擦后的玻璃棒带正电,而树脂棒带负电。1745年,莱顿大学教授马森布罗克(P. Muss Chenbroek)发明了莱顿瓶,它能收集电荷,是电容器的一种原始形式。1775年,意大利物理学家伏打(A. Volta)发明了静电感应起电盘,他利用感应起电盘能使导体产生电压很高的静电。科学家法拉第

而让驱动系统与响应系统各自自由振荡,就可得到图8,从中可以看出在没有驱动变量 $y$ 的驱动时,两个系统无法达到同步。

混沌同步应用十分广泛,其中最主要的就是用于网络和通信

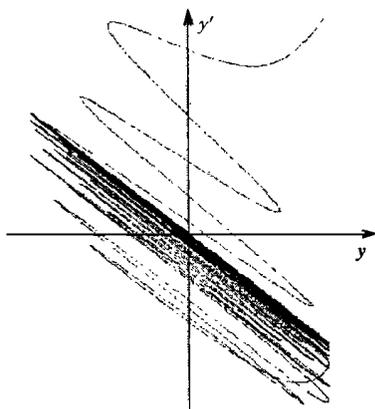


图7 混沌同步模拟图

保密,已经开发出了软、硬件产品。在发送端用混沌信号对有用信号进行调制,由于有用信号不改变混沌信号的“混沌”特性,所以接收到的信号是混沌的,这就实现了信息加密。当发送和接受系统是同步的,接受端就可以恢复与发送端同步的混沌信号,解调出信息。

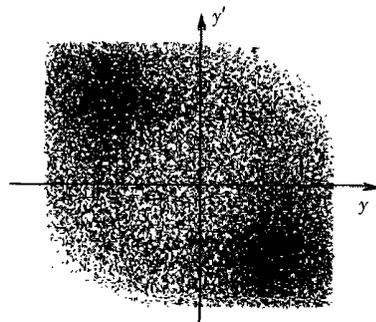


图8 两个系统自由振荡时的混沌图

引入了带电体周围电力线和电荷转移的概念,英国科学家普里斯特利(Priestley)提出两个电荷间的作用力与它们之间的距离的平方成反比。1800年伏打做成了第一个电池,他把电池串联起来,做成一个电流更强的电池组。人们可以获得连续的电流,这导致了許多新的发现,而在这之前,科学家普遍认为电与磁相互毫无关系。1820年7月奥斯特(Oersted)宣布他发现了电流的磁效应,打开了电应用的新领域。1820年9月安培发现了圆电流对磁针的作用,提出了分子电流假说。1837年,法拉第提出一种新的观点,认为带电体周围存在电场,电荷之间的相互作用是通过电场进行的。1839年高斯发表了“与距离平方成反比而作用着的引力和斥力的一般原理”的论文。至此,静电学的理论体系基本形成。

## 二、静电的应用

随着科学技术的发展,静电学从实验科学阶段走向实际应用阶段,在20世纪中叶以前,静电似乎不存在什么严重的问题。20世纪中叶以后,随着工业生产的高速发展,以及高分子材料迅速推广运用,静电问题日益显著。一方面,一些电阻率很高容易积累静电的材料,如塑料、橡胶等制品应用,以及生产过程的高度自动化,使静电能积累到很高的程度;另一方面,静电敏感材料的生产和使用,如轻质油、电子器件等,在有关领域造成相当严重的后果和损失。静电放电曾多次发生火灾和爆炸事故,它曾使得火箭和导弹发射失败、损坏电子器件,使得电子产品损失达上百亿美元。在太空飞行器中静电破坏电池组使其寿命缩短,干扰卫星的正常运行,造成失控,使各类航天飞行器与地面失去联系。在石油化工企业中,由于静电引起的火灾爆炸事故,屡见不鲜。荷兰、挪威、英国3艘20万吨超级油轮相继发生爆炸,损失巨大。我国油罐、煤罐等因静电引发的燃烧爆炸事故也触目惊心。静电已引起各国科学家们的关注。“静电”已不是传统意义上的静止电荷激发的静电场问题,而是与静电放电相关的电磁环境问题,如何认识静电发生的原理起因,做好生产、运输、储存中的静电防护,是我们科技工作者的当务之急,一旦我们掌握了静电产生机理,将不利因素转化为有利因素,就能为国民经济建设服务,为人类社会服务。在人们认识研究过程中,静电已逐渐变成人们手中的有力武器,正发挥着不可估量的作用。

### 静电防尘

图1为水泥厂回转窑使用的静电除尘器示意

图,整个装置由上、中、下3部分组成,含尘烟气由下部引入,下部主要包括气体均匀分布器、气流导流板、排灰装置,中部是由电晕极和沉淀极组成的电场室,(电晕极接到高压直流电源的负极,电压一般为6万伏,正极接地并与沉淀极相连接)上部则主要为震打装置,除尘后的烟气由上部排出。

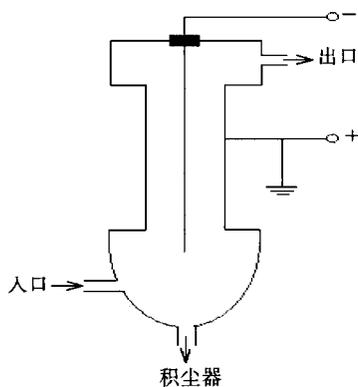


图1

含尘的烟气从入口进入后,由于风口扩大,使气流速度降低,经过导流板和均匀分布器,使气流均匀地进入中部电场室。在直流高压的作用下,其尖角附近的空气被强电场击穿而发生电晕放电,空气分子被电离成正离子和电子,由于电晕极接在负极,故电离出来的电子被排斥离开电晕极,离开的电子附在氧分子上成为带负电的负离子,这些负离子在电场的作用下,向沉淀极运动而形成微弱的电子流。当含有灰尘的烟气通过时,这些负离子附在灰尘上,使灰尘成为带负电的粒子,并被推向沉淀极,在上部震打装置作用下,使灰尘落入积尘器,而不致被上升的气流带走,下落的灰尘汇集到积尘器,被排灰机运走。净化后的烟气通过除尘器上部的出口排出大气中。

静电除尘器除用于水泥厂的回转窑之外,还可用于金属精炼炉、鼓风机、炼焦炉、锅炉、排烟等。

### 静电防腐

据统计,全世界每年因生锈而报废的钢铁设备,占世界钢产量的20%左右,有些国家因腐蚀而造成的损失,比水灾、火灾、台风、地震的损失总和还多。我们一般使用的钢材并不是纯金属,里面含有碳等许多杂质。任何两件不同的物体,只要直接接触,就会产生电位差。显然,钢铁腐蚀的原因就是因为里面存在着接触电位差,若设法消除这个电位差,也就消除了钢铁的生锈问题。

在钢铁里面被腐蚀的成分是铁而不是碳,铁失去自由电子处于高电位,即属于直流电路中的正极;碳是

负极并没有受到任何腐蚀。正极和负极的差别,仅在于电位的高低,而电位的高低与电子的多少有关,如果我们向电位高的正极注入电子,则正极电位就会降低,当电位降到与负极相等时,即电位差就等于零,则钢铁里面的铁成分就不会失去电子,即消除了腐蚀。

### 静电复印

静电复印机的中心部件——硒鼓。硒是一种光电半导体材料,它在黑暗中不导电,是一种良好的绝缘介质,并能储存静电场能量;在光照射时,硒又能立即变成导电材料,把保存的电荷释放出去。把硒蒸镀在一个旋转的铝辊上,叫做硒鼓。

待复印的原本扣在玻璃台上,受到光源的扫描照射,从原本上反射回的光通过镜头落到充过电的硒鼓表面。原本中有字迹的部分吸收了照射光,在对应的硒鼓表面上形成字迹阴影;空白部分由于反光性好,光线反射到硒鼓表面,受光部分的硒膜变为导体,通过接地的铝辊放走了电荷,这样原本上的字迹、符号、图表等就保住了阴影上的正电荷。

复印机里的油墨是一种含有热融性树脂和色素的铁状物质,叫做润色粉,也叫墨粉。在墨粉中掺入经防氧化处理的铁粉,因铁粉和墨粉凝聚在一起有接触电位差,使墨粉带负电荷,铁粉带正电荷。铁墨混合物叫做显影剂,显影剂装在箱里,通过磁刷逸出,磁刷上的墨粉因带负电荷,遇到正电荷组成的字迹阴影就被吸附过去,而铁粉带正电荷,被同性电荷排斥回显影剂箱里,至于没有阴影的空白部分自然不会被墨粉涂上。

当硒鼓继续转动时,带动硒鼓表面与输纸机构送来的空白的转印纸接触,纸下面的转印电极在纸背后布满正电荷,形成一个静电场,把墨粉从硒鼓上反吸到纸上,在高温和红外线照射下融化,浸入纸上,从而形成牢固,耐久的字迹、图表。

### 静电植绒

应用静电原理把纤维绒毛一根根直地安在纺织品上的新工艺,称做静电植绒。绒毛等物质本身不带电,但在强电场的作用下,向一定的方向运动。静电植绒装置的上部金属网与振动平台相接,上面放着通过处理的纤维绒毛;下部有一块与它平行的金属板;中部由传动的待植纺织品构成。金属网接高压直流电源的负极,金属板接电源的正极并接地,当电源接通时,在金属网与金属板之间形成极强的电场,由于平行距离远小于两板面积,所以两板间的电力线几乎垂直于织物的表面。工作时,金属网有

规则的振动,使绒毛通过金属网眼均匀地落下并带上负电,又由于绒毛带有同种电荷,在强电场作用下使绒毛彼此平行沿电力线方向插入纺织品,被牢固地吸附到预先涂有胶合剂图像的纺织品上,而落在其他地方的绒毛和纺织品接触后带上正电,由于电荷的互相作用,又飞回金属网,重新带负电,周而复始,这样就可以得到所需的纺织品图案。静电植绒技术不仅可以应用在纺织品上,还可以应用在如橡胶、瓷器、玻璃、塑料、纸、金属等材料的植绒上。

### 静电分离

在长期的生产实践中,先后出现了浮力分离、风力分离、磁力分离、化学分离等方法,它们在不同的场合发挥着不可缺少的作用,然而,随着生产现代化的需要,对分离提出了越来越高的要求,便产生了一种新方法——静电分离技术。目前,常用的静电分离机有:油和水分离,不导电的混合粉粒分离,导电性能相差悬殊的混合粉粒分离,导电性能相差不大的混合粉粒分离。下面以不导电的混合粉粒分离为例来说明大致过程。

实践证明任何不同种类的物体之间都可以摩擦起电,一般来说,人们更多地用绝缘体来产生摩擦电,因为绝缘体能把电荷保存得更久些。传输带上的粉粒混合物平时并不带电,这是因为正负电荷混合在一起,没有实现电荷分离的缘故。如果使绝缘混合粉粒均匀地通过一个强电场,情况就不同了。带正电与带负电的粉粒在空中分开,带正电的粉粒被吸向电源的负极,带负电粉粒被吸向电源的正极,实现了混合物的分离任务。为使粉粒上的摩擦电荷增加,混合粉粒在进入电场之前,通过一个水平振动平台,平台选择摩擦起电效果好的材料,使粉粒与平台充分摩擦,产生不同的电荷,粉粒经过电场越长分离越清晰,纯度越高。

静电技术的应用十分广泛,除以上所述的应用外,还在农业的选种及喷药、人工受粉、人工降雨等方面发挥着极其重要的作用;在工业上也取得喜人的业绩,如采矿、喷涂、纺纱、原油脱水、淡化海水、水垢控制等已深入到工业生产很多部门。静电技术在科研领域也是贡献卓越,利用静电原理制成的种种仪器,已成为科学家们手中的有力武器,其中静电示波管的应用,被称为观察电波形的“眼睛”;在研究原子能时,常常利用静电加速器来加速带电粒子,产生千万伏的高电压。然而,静电技术中还有很多问题,有待于进一步研究探索,实际应用中有有些技术还有待于进一步完善提高。