

静电危害及其防护

郭延生

静电是一种常见的自然现象;一方面静电现象可造福于人类,例如我们熟知的静电复印、静电除尘、静电分离、静电防腐、静电造纸、静电养殖……这些有关静电技术的应用,遍及人类生产、生活、科研的各个行业和领域;另一方面静电现象也会在极为广泛的范围内给人类带来各种各样的危害;因此,认识静电和防止静电危害对于我们是非常重要的。

静电基本知识

我们通常把相对观察者静止的电荷叫做静电。静电现象广泛地存在于自然界和我们日常生活之中,比如我们每时每刻呼吸的空气,每立方厘米就含有 100~500 个带电粒子,我们居住的地球就是一个巨大的带电体,地壳上带有 $5 \times 10^5 \text{C}$ 的电荷;再比如:当你在干燥的季节里用梳子梳头时,常常会听到噼啪的声响;在天空阴霾或暴雨降临的时刻,闪电总要划破长空并发出震耳欲聋的轰鸣……这一切都是静电现象。

就电性能而言,按电磁学理论,物质是由分子和原子构成的,原子可视为由带正电的原子核和带负

电的核外电子构成,且每个原子的正电量与负电量是相等的。故正常情况下,物质是电中性的。物质在一定外因作用下,如受到摩擦或外电场的作用,其上的一些电荷就可能会发生迁移现象。这时物质会因为失去电子而显正电性,称其带了正电;物质因为获得电子而显负电性,称其带了负电。

电荷在自身周围所激发的特殊物质形态叫做电场,电场的基本性质是:电荷的电量愈大,其电场愈强,其电位亦愈高(或愈低);对于处于其中的任何电荷或带电体都有力(电场力)的作用;当电场强到一定程度,电场中的其他电荷就会由于电场力作用而产生位移——称为放电现象。

静电的危害

通常我们把静电给人类带来的危害分作两大类,即静电灾害和静电障害。

静电灾害是指由于静电放电而引起的大火或爆炸事故,这类灾害往往是突发性的,一次性损失巨大。以石油工业为例,虽然石油部门经过数十年的科学研究和经验总结,采取许许多多的防范措施,但石

容丰富的数字化信息资源,是一种能为读者方便、快捷地提供信息的服务机制。D-Lib 不同于传统的图书馆。传统图书馆最主要的职能是收藏,并在对所收藏的图书资料保留、分类的基础上为读者提供服务。D-Lib 的收藏对象是数字化信息,但数字化收藏加上各类信息处理工具并不等于构成 D-Lib。D-Lib 是一个将收藏、服务和人集成在一起的一个环境,它支持数字化数据、信息和知识的整个生命周期(包括生成、发布、传播、利用和保存)的全部活动。

实际上,推动 D-Lib 研究的最主要的动力是 Internet 的发展。网络的互联使访问分散在各处的信息资源成为可能,但各处独立的信息存储(repositories)具有各自不同的组织、描述和检索方式,所收藏信息的质量也参差不齐。网络环境下跨区域的、统一的、高效的访问以及高质量信息的生成、组织和提取等技术是 D-Lib 的研究内容。如果把 Internet 看成是一个巨大的无墙图书馆,广义的 D-Lib 的目标就是要优化 Internet 的信息存储结构,提供一致的检

索接口,使整个网络成为一个虚拟的、单一的、有组织的、有结构的信息集合,实现跨仓储的有效查找。

数字图书馆这一概念最早出自欧美。在美国,数字图书馆是其“信息高速公路计划”的组成部分。并率先在这一领域进行工程性研究。目前,美国实施的“数字图书馆启动工程”的项目有 30 多个,涉及几十所大学及研究机构,并与 30 个学科和分支相关,主要有计算机科学、图书馆与信息科学、教育、生物信息、地理、电子工程、新闻与传播、心理学、医学信息、环境科学、语言学、机器人等。我国政府也非常重视数字图书馆工程的建设,2000 年启动了中国数字图书馆工程的建设,并将其列为国家科技创新重点工程之一。中国数字图书馆建设正在迅速发展。

随着数字电视的开播,及“一线进屋三网合一”等技术的启动,上述应用将更大程度上地进入百姓之家。

(江苏扬州教育学院物理系 225002)

油静电事故仍然时有发生。这是因为石油及其蒸气是易燃易爆品,而在石油的生产、运输和贮存过程中,随时都会产生大量的静电。例如,当石油在管道中流动时,石油液体携带大量电荷,形成液流电流;而石油与管壁之间的摩擦,在管道上会积累静电,且电量与石油在管道中的流速成正比;当石油从管嘴喷出时,喷嘴与油之间产生静电,石油液体分离产生静电,石油冲击金属容器造成喷溅飞沫而产生静电;石油通过过滤网,石油在油罐车、油船中,石油液面上有漂浮物时,不同规格石油相遇时,都会产生静电。试验测定结果表明,在管道口径为 80mm 的金属管中,原油以 $5.2\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 速度流动时,其油面电位达 9600V。而另一项实验表明,300V 以上的火花放电,就足以引起含有汽油或煤油蒸气的空气燃烧爆炸。这也许就是近十年来我国石油企业发生 20 多起静电引发爆炸事故的主要原因。

除石油工业,静电灾害还常常出现在化工、海运、航空航天等工业部门。

静电灾害是指那些除火灾和爆炸之外,静电所带给人类生活、生产的一切麻烦与障碍。它虽不像静电灾害那般突然爆发,但它给人类财产造成的损失同样是很大的,有时竟是无法估量的。比如,汽车上的收音机,在炎热干燥的季节里常因轮胎和路面摩擦产生的静电干扰而无法接收;狂风卷起的砂砾携带着大量摩擦电荷,不仅能够中断无线电通讯的传输,有时还会引起铁路、航空等自动信号系统的信号错误,造成严重事故。很多生产过程中存在静电,严重妨碍生产和影响产品质量。例如在纤维和纺织工业,由于静电引起纤维的排斥和吸引,使轻细的纤维扩散或相互纠缠,造成纤维断线、难于集束、不易折叠等现象;在印刷和造纸工业,由于静电作用,纸张与纸张之间,纸张与纸粉废屑之间的吸附,以及因印刷机喷出的油墨带电而产生“溅墨”现象,致使印刷质量下降;还会由于纸张经过数道印刷工序后,在频繁摩擦中产生大量静电,足以使靠近纸张的操作工人受到静电电击,甚至会发生放电引燃油墨溶剂的事故。

在这里特别要指出的是,静电灾害对电子工业的影响。近年来,国内外电子工业的发展日新月异,突飞猛进,与此同时,静电灾害给电子工业造成的损失呈逐年上升趋势,竟已达到每年上百亿美元之巨。

从 1958 年人类研制成功第一片集成电路,至今

微型集成电路的生产发生了天翻地覆的变化。单就集成度而言,第一片集成电路只能在 6.45mm 硅片上集成 12 个元件,而今天同样大小的硅片上所能集成的元件数超过数十万个。根据脑神经细胞学的研究,一个人的脑神经细胞数为 140 亿个左右。资料表明,微电子器件的元件密度可以超过人神经脑细胞密度。伴随集成度的提高,微电子器件遇到的最大威胁就是来自各种原因所产生的静电。

微电子器件遇到的静电,其产生的原因主要有如下 4 个方面。其一,集成电路生产工艺要求环境超净。为此,除安装各种除尘净化设备外,还要求车间建筑和装修材料需采用不扬尘材料,如尼龙、硬塑料、聚乙烯、白瓷板、水磨石、玻璃、树脂、磁漆等。这些材料,大部分是高分子化合物或绝缘体,因而十分易于静电的积聚;其二,工作人员在绝缘良好环境中的活动,极易产生和积聚静电;其三,集成电路生产要求在 40%~50% 相对湿度的条件下进行,所以要实行空气调节。空气降湿后要经过初效、中效、高效三道过滤器,再由风管进入洁净车间。空气在风管以及过滤器中的运动,会因摩擦而出现静电。据实际测量结果显示,空气在这里一进一出的过程中,其电位有 300~500V 的变化;其四,集成电路成品中封装和运输过程中,器件与包装物之间的摩擦产生静电。实际测量结果表明,仅仅经过厂内搬运,静电电压就达 500~1200V;填充抗震材料装箱后,电压升至 2kV 左右;装箱后 1 小时,竟测得电压为 2.5kV。

集成电路的集成度愈高,其芯片的体积愈小,其抗静电的能力必然愈弱。当工作人员工作时,频繁的走动和运动,身体带有较多静电,当他接触集成块时,完全可能不知不觉中将集成电路击穿。美国某机构对一大型通讯系统装配中的集成电路进行测验,发现有故障的集成块中有 1/3 是被静电击穿的。

静电的防护

防止和消除静电的方法,一般是采取接地泄放静电、增加空气湿度、添加抗静电剂、使用消电器等。

接地泄放静电 所谓接地是将带电物体上的静电荷通过接地导线引入地下,避免电荷越积越多而对地产生高电位。例如,大型油罐、桥台、钢轨、码头等就都设有专门的接地装置,以保证与大地良好接触。

若只是单纯考虑向大地导走静电,由于静电电流强度为微安级(10^{-6}A),在保证接地导体造成的电位差小于 10V 的条件下,一般接地电阻在 $10^6\Omega$ 以下就可以。但是,接地往往不仅仅是要防止静电,为了防止设备漏电而造成人员的电击伤害以及兼作防雷保护等,则接地电阻应按防雷和漏电保护要求设置,即接地电阻应小于 10Ω 。

对于人体而言,因为普通鞋底的电阻均在 $10^9\Omega$ 以上,不能满足防静电要求,所以需穿用专门的防静电鞋。但这还不够,北京理工大学的实验结果表明,只有在穿防静电鞋、穿防静电衣、铺设防静电地板情况下,防静电才是有效的。对于防静电要求较高的场所,还要求工作人员必须佩带与地良好接触的导电镯套。

增加空气湿度 对于无法接地的非金属物,调节空气湿度是控制静电的简单而有效的方法。利用高湿空气发生器产生湿度较高的气体,均匀地喷射到带电物体的表面,使其上凝结成一层薄薄的水膜。因为带电物体表面的电导率被大大提高,所以静电荷随之迅速泄掉。

试验结果表明,装卸汽油过程中,如果空气相对湿度为 40% 或者更低时,极易发生火花放电现象,引发静电灾害;而在空气湿度较大,只要将其控制在 65% 或更高时就不会发生这种情况,这是因为:根据试验,空气相对湿度为 $35\%\sim 40\%$ 时,油罐电位达 1100V ;空气相对湿度为 50% 时,电位降至 $500\text{V}\sim 600\text{V}$;空气相对湿度为 $72\%\sim 75\%$ 时,电位基本消失。

添加抗静电剂 抗静电剂是以油脂为主要原料的表面活性剂,它具有很强的吸附性、离子性和表面活性,使绝缘物体表面吸附空气水分,形成水膜,不仅防止静电电荷的产生,还起到加快电荷泄放的作用。一般只需在生产原料中加入千分之几或万分之几的抗静电剂就能显著减少生产过程中的静电。但应注意,抗静电剂的添加不得影响材料的性能,而且,通常在不同工序中,需根据具体情况使用不同的抗静电剂,而且再进入下道工序时,头道工序使用的抗静电剂应能很容易地除去,只有在工序最后处理时才使用永久性抗静电剂。

使用消电器 消电器种类繁多,结构各异,但其基本原理都是产生离子束以消除由于摩擦而在加工材料上出现的静电荷。常用的消电器有感应式和

高压式两种。感应式消静电器是利用带电体自身所带静电在空间产生电场,使其附近的感应针排(或导电纤维)发生静电感应,引起针排尖端电晕放电,针排周围空气被击穿而产生正负离子。这些离子中与带电体所带电荷异号的离子趋向带电体,将带电体上的静电中和,从而达到消除静电的目的。感应式消电器的优点是无需电源、结构简单、使用安全,因而常见于纺织、橡胶、塑料、造纸等许多行业中。但它的缺点是消除静电不够干净彻底。高压式消静电器自身带有(直流或交流)高压电源,电源向针排供电,使针排周围发生空气电离,依靠正负离子而消除静电。只要电源电压输出合适,一般都能较彻底地消除带电体上的静电荷。高压式消静电器的缺点是:当其电源电压输出过低时,会消不净静电;而电源电压输出过高时,又会使带电体出现与原带电电荷符号相反的电荷。

(吉林长春工程学院基础部 130012)

科苑快讯

科学家破解
“落叶”之谜

美国康奈尔大学科学家证实,他们成功破解了一个半世纪以来一直使物理学家和数学家感到困惑的“落叶”问题。从高空抛落的纸片会具有最不可预知的特性,时而向上升起,时而翻转,时而又在无风情况下改变自己的方向。因此,在平静无风的秋天落叶不仅覆盖树木底下的区域,而且还落到离开树木几米远的地方。早在 1853 年苏格兰物理学家 J. C. 麦克斯韦就开始研究“落叶”效应现象,但是由于没有进行复杂模拟的计算机和编程全套仪器,麦克斯韦始终没有破解这一问题。

不过,现在这一难题似乎被破解,美国研究人员王杰英和乌姆贝托·佩萨韦托提出了能描述薄而轻物体下落时的数学模型,他们发现,树叶下落不能用经典的空气动力学理论来加以说明。科学家现已查明,反常的“俯冲”和起飞可以用平动与转动的合运动来解释。除此之外,纸片边缘产生的涡流也会对总的运动形式带来不小贡献。值得注意的是,“落叶”效应会对物体显示制动作用,这制动作用超过降落伞类似制动作用 2 倍。

(周道其译自俄《计算机在线》2004/10/23)