

静电水处理技术

柳 涛

(南京金陵职业大学基础部, 南京 210001)

吴秀芳

(南京师范大学物理系, 南京 210024)

工业循环用水必须进行处理, 使水质达到一定的要求。水处理技术有化学方法和物理方法之分。化学方法就是根据水质情况, 投加适量的水质稳定剂, 其优点是使用方便, 效果好。但缺点是生产成本低, 会带来二次污染。物理方法是利用磁场、静电场、超声波等方法对循环水进行处理。此种方法突出的优点可减少对环境的污染。本文主要介绍静电水处理技术。

利用静电使水阻垢、杀菌、灭藻的技术, 60年代末始于美国, 70年代末在日本又有所发展。我国第一台静电水垢控制器诞生于1975年, 到目前为止, 已生产500多台, 广泛用于化

工、制药、食品等行业的工业循环水冷却系统和游泳池水系统的阻垢、杀菌和灭藻, 效果显著。

一、静电水垢控制器的主要结构

静电水垢控制器由高压电源(又称高压发生器)和控制器组成。前者提供高压直流电, 后者是一个使水静电化的装置。高压发生器通过变压器将220V的交流电升压后, 经过整流达到所需要的高压直流电, 输出的直流电压可在4—5kV之间进行自动调整。

控制器的主体是一钢管, 其内部镀锌, 它的

表6 氮化物的内禀磁性

成分	$\sigma_s(\text{emu/g})$		$H_A(\text{kOe})$		易磁化方向	
	1.5K	293K	1.5K	293K	1.5K	293K
$\text{Y}_2\text{Fe}_{17}\text{N}_x$	181.56	164.63	/	/	易面	易面
$\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}\text{N}_x$	148.72	137.56	170	120	C轴	C轴
$\text{Y}_2\text{Fe}_{14}\text{BN}_x$	148.24	129.99	34	40	C轴	C轴
$\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{BN}_x$	152.95	132.17	/	80	易锥	C轴
$\text{YTiFe}_{11}\text{N}_x$	160.26	146.27	45	30	C轴	C轴
$\text{SmTiFe}_{11}\text{N}_x$	144.64	133.43	/	/	易面	易面

在软金属熔点附近进行热处理, 发现 Sn, Bi, Al等因与氮化物生成第二相, 磁性因之恶化, 只有 Zn 不发生反应, 从而使磁滞特性有所改进, 所得磁体的矫顽力为 6kOe, $(BH)_{\text{max}} = 84\text{kJ/m}^3(10.5\text{MGoe})$ 。值得注意的是, 用机械合金化制备的 $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}$ 粉末, 渗氮后形成纳米级的微晶粉末, 其室温矫顽力高达 30kOe。在 200℃ 时, $H_c = 11\text{kOe}$, 即可用于较高温度下。

杨应昌教授等对 R_2Fe_{17} 、 $\text{R}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ 和 RTiFe_{11} 等稀土-铁金属间化合物的渗氮进行了系统的研究, 取得了有意义的结果, 相应氮化物的内禀

磁性列于表 6。

会上还有以 Wallace 和 Hadjipanayis 为首的两组研究人员(均以中国学者为主要成员)报道了与 Sm-Fe-N 有关的研究结果, 罗阳在提问时顺便报道了三环公司新近得到的结果。据了解, 台湾学者金重勳等较早开展了对氮化物的研究, 并已向美国、日本、欧洲申请专利。

看来新一代磁体的问世不仅伴随着技术上的激烈竞争, 也伴随着专利权的争夺。第一代稀土永磁发明者的纯学者风度, 在当前的稀土永磁领域已荡然无存了!

外壳与高压电源的负极用导线相连。在钢管内部有一个直径小于钢管的铁芯线圈，它与高压电源正极用导线相连。铁芯线圈的外部用聚氟乙烯包裹。当水从钢管内壁与铁芯线圈之间的缝隙中流过时，经受高压静电处理。

二、静电水处理机理

用水设备所以会产生水垢，主要是由于水中含有矿物质，例如，钙和镁的硫酸盐和重碳酸盐等。当这些物质在水中溶解时，分解为钙与镁的阳离子和硫酸根、碳酸根阴离子。在用水设备与大地相连的情况下，设备器壁带负电，吸引水中的阳离子，一旦水中的阴离子再与器壁阳离子结合时就形成水垢。通常，水中矿物质的溶解和沉积(结垢)过程同时存在，而沉积速率大于溶解速率，因此，结垢便越来越厚。

为什么静电水垢控制器具有阻垢、溶垢作用呢？文献[1]指出：因为水是一种电偶极子，在强电场作用下，会发生极化现象，它们沿着电场方向能有序地排列起来。此时，水中含有的溶解的盐类正、负离子，也沿着电场方向有序地排列起来，由于分解后的盐类离子被水偶极子所包围，它们的运动速度以及彼此之间的有效碰撞次数大大地减少，因此，使器壁结垢的可能性大为减少。极化后的水分子趋向器壁，可使原有老垢龟裂、软化，进而可使其逐渐脱落。在静电场作用下，水中的悬浮微粒离子化，使新垢不能形成核心，对老垢破坏其核心，使其疏松脱落¹⁾。

静电杀菌的研究^[2]结果表明，第一，高压静电场(2 000—4 000V/cm)对模拟循环水中的

细菌具有先刺激生长，后加速其死亡的作用。这种作用与电场强度有关，作用的最终结果使循环水中的细菌数低于正常条件下水中的细菌数。第二，高压静电场是影响细菌生长代谢的一种物理因素。从根本上说，高压静电场对微生物很可能是一种伤害作用。

尽管国内外有关静电水处理技术的资料都对其机理作过不同程度的报道，但人们对其物理本质的认识尚不清晰，目前对静电水处理技术，主要停留在推广应用阶段。为了逐步弄清静电水处理技术的机理，可以先从实验着手。

我国静电水处理技术起步较晚，目前只有南京水垢控制器厂独家生产的一种规格的水垢控制器，远远不能满足生产发展的需要。像大、中型发电厂，化工厂，军工部门都急需每小时通过流量为上千吨、上万吨的大型水垢控制器。也有一些企业需要较小流量的水垢控制器。因此，发展静电水处理技术，使水垢控制器生产系列化，是当前及今后一段时间内的重要研究课题之一。这里也包括适应不同用户的需要而研制和生产专项产品。例如，生产专门用于游泳池杀菌灭藻的水垢控制器；生产供大型宾馆、饭店专门用于冬天取暖、夏天制冷的水垢控制器；生产专门用于茶水炉的水垢控制器，等等。

[1] 田笠卿、夏元复、徐延庭，化学世界，22(1981)，258。

[2] 曾兆瑛、林文娜、孙炳寅，工业水处理，No. 2 (1982)，24。

1) Perspective: Treating Water Electrostatically, No. 2 (1975), 3.