

进入水处理的物理方法

曹昌年

(西北工业大学应用物理系, 西安 710072)

本文介绍了磁处理、静电处理等几种水处理物理方法,与化学方法相比,物理方法具有许多显著的优点,因此,对水处理物理方法的研究将有助于水处理工艺和设备的更新换代.水处理物理方法对水系统的一些物理化学性质有显著影响,从人类认识自然,揭示自然现象本质的角度出发,将水处理物理方法中所涉及到的电、磁、声、光等与异常复杂的水系统作用的微观机制进行深入地研究,已成为自然科学研究的一项重大课题.

工业的发展以惊人的速度消耗着自然界的宝贵财富——水.合理节约用水已成重大课题.工业用水节水措施之关键是改一次性直流水为循环水,而循环水必须进行处理,以适应工业生产对于水质及设备的要求.

多年来,人们对于水处理的研究一直没有超出化学方法的范畴,然而其效果并不理想,不仅要消耗大量的化学药品,占用人力,使生产成本提高,而且还会带来二次污染.因此,近年来,人们一直在寻找一种既经济简便,效果好,又无污染的水处理方法.于是,诸如磁处理、静电处理、高频电处理、超声处理、电子场^①处理等水处理物理方法便应运而生.

不敢说进入水处理的物理方法能代替化学方法,使水处理更新换代,但它确有其不可比拟的优点.它不但能避免化学方法的诸多缺点,而且设备简单,无需人工操作和专人管理,效果显著,此外还具有耗电少、无污染、使用寿命长、大幅度节约水处理费用等优点.正因为如此,水处理物理方法便很快被一些企业家所接受,走出水处理更新换代的第一步.

一、研究较为广泛的磁处理

对于水处理物理方法研究的最多而且处理量大的要算磁处理.磁处理的研究始于40年代.70年代,苏联、美国和日本曾掀起了“磁处理研究热”,学术和企业界竞相投入人力和资金

对磁处理进行研究.然而,由于企业界的急于应用,使磁处理的应用走在理论研究之前.在对异常复杂的水系统及磁处理的机理还很不清楚之前,便宣布了磁处理“低能”,使磁处理的研究一段时间处于低潮.

然而,问题并不是那么简单.水系统是一个开放系统,它不仅与外部介质交换能量,而且也交换物质,受到各种外界影响之后,水的性质会发生不同寻常的变化;水系统又是一个复杂的介稳系统,其性质并非单一地和累积地取决于许多尚未完全揭示的因素;同时,水系统又是一个微观多相系统,在许多情况下不能不考虑相间界面的大量存在及其影响.这正如伯纳尔所说:“正是水,这一最古老的自然力,使物理学家和化学家们一筹莫展.”

人们没有放松对水系统进行磁处理的研究.大量的实验研究表明^[1],磁处理对水的许多物理化学性质(如折射率、电导率、介电常数、表面张力、粘度、红外吸收光谱等)都有影响.这些影响说明磁处理会使水结构发生变化;磁处理对溶解、结晶、聚合、润湿、凝聚、蒸发、凝固及生物系统也发生影响;磁处理可使水系统显著活化,并能影响化学反应的动力学过程.例如,在钨酸钠存在的情况下,预磁化对过氧化氢分解有影响,结果表明,在磁场作用下,过氧化氢的分解速度有很大变化.长期给试验用动物饮用

^①“电子场”这一名词用于此处不一定恰当,因这种处理方法的机理还很不清楚,但在水处理行业的技术人员中已经这样用了,所以文中沿用了这一名词.

经过磁处理的水,发现这些动物的白细胞增加,甲状腺功能活性降低,血液动力学及各种机能发生变化.许多研究还表明,经磁处理过的水对动物血沉、动脉压力、溶解结石及心脏功能及生物生长过程都有显著影响.磁处理对杀菌、防垢、除垢作用等更为明显.

原苏联学者 В·И·克拉辛综述了上千份研究论文及报告,指出:“从最普通的概念出发,可以把电磁场对水系统作用的机制同共振型的现象联系起来.根据这一假说,水分子,其缔合物,水合离子和杂质的微观颗粒,都进行着不间断的振动运动,并对应于一定的能级.当这一系统受到最佳频率场的作用时,就可能发生共振;同时产生的能量子能够使键变形^①,并改变系统的结构特性.”^[1]

目前看来,尽管磁处理的研究已有很大进展,而且在工业、农业、生物医学系统得到了广泛的应用,但是对水系统的磁处理进行理论解释却是很困难的,因为必须接触到液体状态一般理论中许多尚未解决的问题.而这些问题的解决与水系统的磁处理是相辅相成,互相促进,互相制约的.

磁处理从设备上来讲较为灵活多样,它可分为永磁设备及电磁设备两种,如图 1、图 2 所示.实际应用中往往是多层结构.水从图中所示的缝隙中流过便得到处理.磁场强度一般为几百 kA/m,处理量可达 10000m³/h.

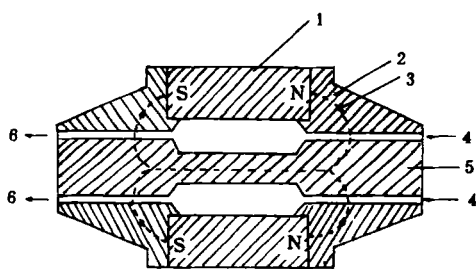


图 1 永磁设备示意图

1. 永磁; 2. 极尖; 3. 磁力线; 4. 入水口; 5. 铁芯;
6. 出水口

二、已获得稳定应用的静电处理

在磁处理出现以后,紧接着也出现了静电处理.如果说磁处理研究的大本营在原苏联,那么静电水处理研究的大本营却在美国.60年代末,由美国新泻华盛顿公司研制成功了第一台静电水垢控制器,主要用于冷却水管的防垢、除垢.此后仅几年,就有数百台为美国的某些一流企业所采用,对其实用效果评价很高.70年代末,该法在日本有所发展,他们将静电水处理器与给水槽、脱气装置组合,用于蒸汽锅炉或热水炉的给水处理,可完全取消炉内加防垢药剂(如防垢剂和脱氧剂的使用),达到防垢和缓蚀的目的^[2].我国在70年代中期也已开始进行静电水处理装置的研制,最初也仅限于冷却系统的防垢、除垢.80年代,静电水处理在我国许多企业得到广泛应用,其装置如图 3 所示.它是将接直流高压的正极棒用聚四氟乙烯绝缘起来,外壳作为负极.当水从正负极之间的空隙流过时便得到处理.一般情况下,其直流高压为 4—6kV,电场强度为 300kV/m 左右,目前的最大处理量为每小时 300 吨左右.

对于静电场防垢、除垢机理的研究,不管在美国、日本还是在我国均较少见.目前的认识是将水的有极分子中的正、负电荷的中心等效为一个偶极子,这种水偶极子在外电场作用下整齐排列,溶于水中的钙、镁等正离子及酸根负离子由于受水偶极子的吸引而加入其排列之中,形成偶极子团.这样,以这些正、负离子为中心形成的偶极子团体积较大,活动性差,且由于水偶极子的包围,钙、镁等离子不能直接与输水管壁接触,因此不结垢^[3].

这样解释静电场的防垢、除垢原理似乎较为妥当,但从目前的研究及应用来看,静电场对水系统的影响并不限于此.南京大学田笠卿教授的关于静电场对细菌生长和代谢的影响的研

^① 这句话可以理解为:当这一系统受到最佳频率场的作用时,就可能发生共振,改变分子的成键情况.

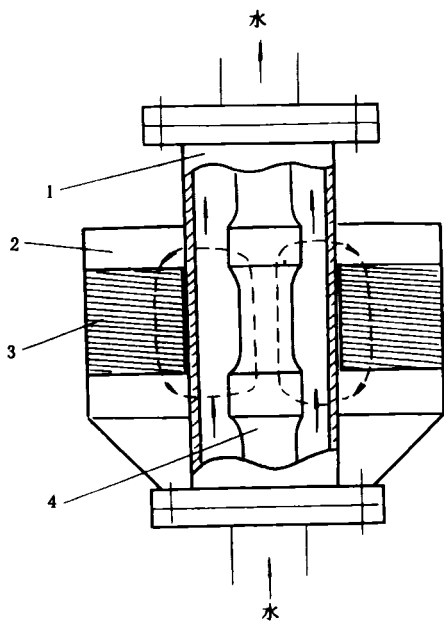


图2 电磁设备示意图
1. 钢管; 2. 电磁极; 3. 线圈; 4. 铁芯

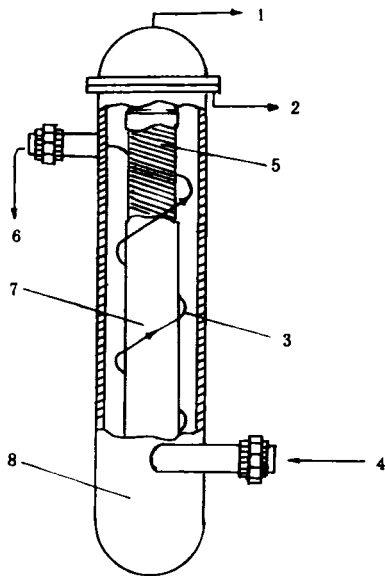


图3 静电水处理器示意图
1. 阳极引线; 2. 阴极引线; 3. 水流线;
4. 入水口; 5. 线圈; 6. 出水口; 7. 绝缘层; 8. 钢外壳

究取得了可喜的进展. 研究表明, 静电场具有先刺激细菌生长, 随后加速其死亡的作用^[4].

笔者及其研究小组在对静电场下水的物理性质的研究实验中, 曾对其折射率、电导率、红

物理

外吸收光谱等进行了测试. 结果表明, 经静电场处理的水, 其折射率、电导率及红外吸收光谱都有明显变化. 在移去电场后, 折射率和电导率的恢复服从指数衰减规律, 而且具有很好的重复性.

这一切说明, 静电场对水系统的影响可能改变水的一些物理化学性质及其结构. 虽然对水系统的静电处理不象磁处理那样研究得广泛和深入, 但是从电和磁的联系看, 二者应该具有较类似的特征. 在这一方面还应进行深入广泛的研究.

三、具有广阔前景的电子场处理

磁处理与静电处理均以强场作用于水系统, 与此相反, 电子场处理却是向水中直接通以微弱电流来达到水处理的目的. 电子场水处理是近年来由美国提出来的一个新课题, 对其研究工作报道非常少, 只在美国专利上偶有介绍, 尚未见到关于电子场水处理机理的研究论文. 最近在我国也出现了一种电子水处理器, 它是由核工业南京格林水处理设备厂及北京有色冶金设计研究总院研制成功的, 1991年已通过部级鉴定, 在全国一些企业使用, 效果良好. 这两种设备也主要用于冷却系统的防垢、除垢及一般工业用水的杀菌灭藻. 其控制器部分大致相同, 如图4所示, 它是由电源、钛棒阳极与镀锌钢板阴极外壳组成. 当水从入水口进入, 由下而上流过阳极与阴极之间的空隙便得到处理. 其电源部分略有差异. 这种水处理器制造的关键在于如何防止最终形成电解器.

从应用角度看, 电子场水处理与静电水处理一样具有杀菌灭藻等功能. 因此将这种处理对水系统的影响所涉及到的各个方面进行广泛深入的研究是非常必要的.

与磁处理和静电处理设备相比, 电子场处理设备更加简单、方便, 因为它既避免了磁处理的庞大复杂的结构, 又避免了静电处理中上千伏的直流高压, 因而避免了工艺上较困难的绝缘问题, 所以它的应用将更加广泛, 更受欢迎.

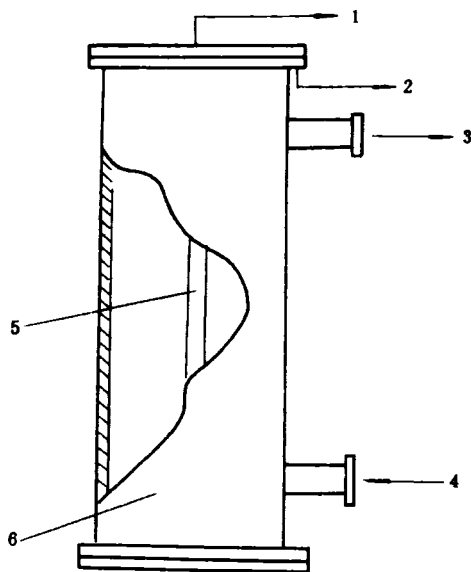


图4 电子场水处理器示意图
1. 阳极引线; 2. 阴极引线; 3. 出水口; 4. 进水口;
5. 钛棒(阳极); 6. 镀锌钢板(阴极)

四、水处理物理方法的研究方向

电子场水处理方法的出现,使我们看到了水处理物理方法向经济、简便、大流量、低能耗方面发展的广阔前景。尽管电子场水处理方法有其不可比拟的优点,但是从人类认识自然的角度出发,磁处理、静电处理、包括高频电处理、超声处理、甚至紫外线处理,都应进行广泛深入的研究。这不只是为了实际中的应用,而且是我们认识电、磁、声、光与电介质等物质之间联系的纽带,其研究的成果不但会进一步揭示电、磁、声、光等自然现象的本质,而且将对电介质微观结构及宏观特性研究提供新的依据。因此,水系统物理处理方法的研究不只是对设备的研究,研究工作还应该向其对水系统物理化学性

质(包括微观的、宏观的)的影响及生物效应等各个方向扩展,正如众所周知的,水本来就具有许多明显的反常性质,如冰在溶化时不象绝大多数物质那样膨胀,而是收缩;随温度升高水的密度也呈反常变化;水的比热容大的反常;水具有特别高的介电常数;与其他同族氢化物相比,熔点、沸点、熔化焓、蒸发焓都异常高。在电磁处理后其性质也有离奇的表现,如磁处理后,水性质所发生的一些改变,在温度提高到40—50℃时都消失了^[5]。这是一个重要的发现,可以说,在这样的温度下,水的结构发生了改变。

可以看出,将水系统与电的、磁的、甚至超声的、紫外的现象联系起来,便产生出如此多的异常现象。将这些复杂的现象归纳整理是件不容易的事情。然而正是这些复杂的现象中包含着我们尚未弄清楚的道理,有些甚至是我们急于想知道的,例如,电磁处理的各种生物效应,水对各种生物的巨大影响等,可以说任何生物没有水是不可能生存的,而水又是如此奇异地随外界因素变化,能否说生物的生存、死亡及各种疾病与水在不同情况下的不同性质有关呢?人们对于生物系统尚不清楚的许多问题进行专门研究,然而却忽视了水的巨大影响,忽视了水在外界多种多样的环境中的各种奇异特性。也许正是这些日常生活中既存在而又难以捕捉到的奇异特性,制约着一些目前尚不能解释清楚的现象。所有这些研究也许会导致关于水结构的新认识,导致人类生活的新局面。

- [1] В. И. 克拉辛著,王 鲁译,水系统的磁处理,宇航出版社,(1988),23.
[2] 纪永亮,工业水处理,10-6(1990),3.
[3] 池田稔久,化学装置(日),15-4(1973),99.
[4] 田笠卿等,工业水处理,11-1(1991),17.
[5] 周道其,物理,20(1991),552.

(上接第360页) 效果有一定的区别。如果将处理过的酒溶液从磁场中取出来后,自然存放一段时间,酒便会在新的环境中发生更接近自然老熟的变化。另外,本实验只是在一定磁场强度的作用下,得到酒的磁场处理效应与时间的关

系,而酒的磁场处理效应与磁场强度的关系需要开展进一步的实验研究。

- [1] 李国栋,物理通报, No. 4(1986), 1.
[2] 江洪声,黄晓春,食品科学, No. 10(1987), 6.
[3] 王信良等,物理, 21(1992), 113.
[4] 李金华,程华,化学世界, No. 2(1991), 55.