

问题讨论

磁化水防垢机理的探索

刘甦 严申生 丁昕生 胡毓慧 袁国英

(上海市测试技术研究所)

磁化水防垢效果与磁场处理条件有一定的关系,但并不是唯一决定的因素,水质也起了重要作用。

一、水质分析

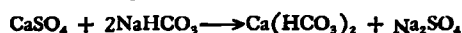
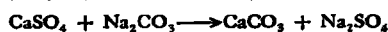
各种天然水内都溶解有一定数量的杂质,其主要成份是钙、镁等盐类。所谓硬度就是指这两种盐类的含量。它们在水中常以两种形式存在:

(1) 钙、镁的碳酸盐:有碳酸钙(CaCO_3)、碳酸镁(MgCO_3)、重碳酸钙 $[\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2]$ 和重碳酸镁 $[\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2]$ 等。这些盐形成的硬度叫做碳酸盐硬度。

(2) 钙、镁的非碳酸盐:有硫酸钙(CaSO_4)、硫酸

镁(MgSO_4)、氯化钙(CaCl_2)、氯化镁(MgCl_2)和硅酸钙 CaSiO_3 等。这些盐形成的硬度叫做非碳酸盐硬度。

有的天然水中还含有碳酸钠(Na_2CO_3)和碳酸氢钠(NaHCO_3)。如果水中有碳酸钠盐存在的话,它就不可能同时存在非碳酸盐硬度,因为



水中的碳酸盐都是碱性盐。因为一般水源中不可能含有氢氧根碱度,所以水中的碱度主要是碳酸根(CO_3^{2-})和碳酸氢根(HCO_3^-)离子的总和。

近年来,我们对上海地区的地面水(以自来水为样品)和地下水(以深井水为样品)进行了分析,得表1。

表 1 水质分析表*

含 量 (毫 克 当 量 / 升) 项 目 样 品	硬 度	碱 度	碳酸盐硬度	非碳酸盐硬度	钠盐碱度
深 井 水	4.8	7.8	4.8		3.0
自 来 水	2.5	2.0	2.0	0.5	

* 因天然水中杂质含量随季节变化而有波动,故表中数据为11月份的平均值。

由表1可知:(1)深井水的碱度大于硬度,所以水中没有非碳酸盐硬度而有钠盐碱度;(2)自来水的硬度大于碱度,所以含有非碳酸盐硬度,而没有钠盐碱度。

二、水的磁化效应与水质的关系

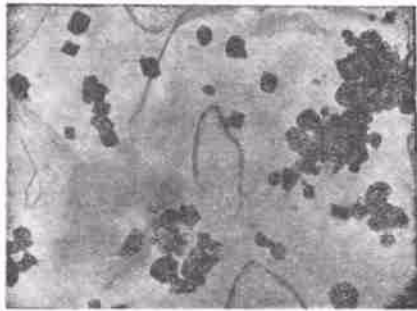
当用磁场处理水流时,磁场不仅作用于水分子,而且也作用于水中的杂质,使水分子的电子能级和杂质的析出形态发生变化。这种变化,我们称为水的磁化效应。不同的水质,其磁化效应也是有区别的。

1. 磁化前后水中杂质析出形态的变化

磁化前水中杂质的析出形态都比较规则(见图1a和c);磁化以后水中杂质的析出形态就显得不规则,且有一些细小的颗粒产生(见图1b和d)。同时深井水磁化前后杂质析出形态的变化和自来水是不一样的。

2. 磁化前后水分子的变化

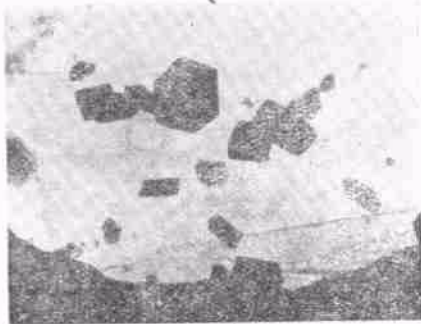
由于多原子分子价电子的跃迁而产生的分子光谱称为电子光谱。在紫外及可见区的电子光谱统称为紫外及可见光谱。对水分子而言,其价电子就是氢氧键的成键 σ 电子和氧上的两对孤对电子,即 $\text{H} \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{O}}} \text{H}$, σ 为 σ 电子, $\cdot\cdot$ 为孤对电子。 σ 键电子最不易激发,因此它们的吸收光谱在远紫外区($\lambda < 1500 \text{ \AA}$),而远紫外区由于实验技术的困难,目前研究得还不多。孤对电子比 σ 键电子容易激发。因此可以利用紫外分光光度法在2000—3000 \AA 的范围内研究水分子磁化以后的变化。从图2可以看到,在相同的磁处理条件下,深井水在紫外波段有一个明显的吸收峰,而自来水则不明显。这说明磁场对深井水的水分子的作用比自来水要大。根据深井水在 48000 cm^{-1} 的吸收峰位,可以计算出由于磁场力的作用,水分子从电子能级 E' 跃迁到高能级



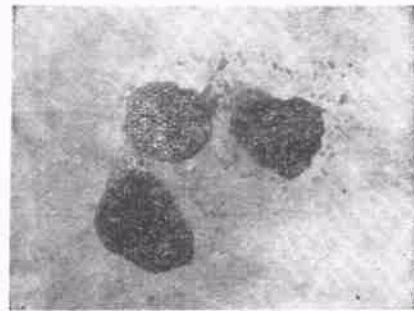
(a) 未磁化的自来水



(b) 磁化的自来水



(c) 未磁化的深井水



(d) 磁化的深井水

图1 水中杂质的析出形态(放大3000倍)

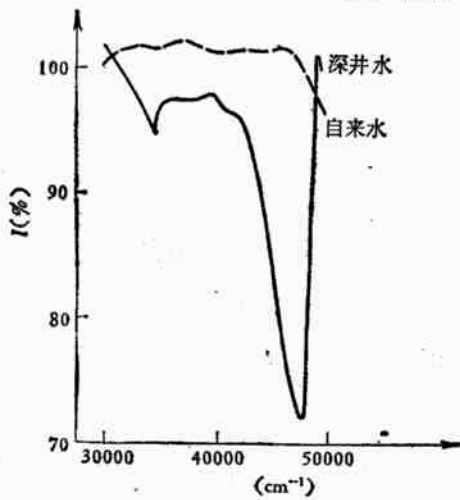


图2

E' 所需要的能量为

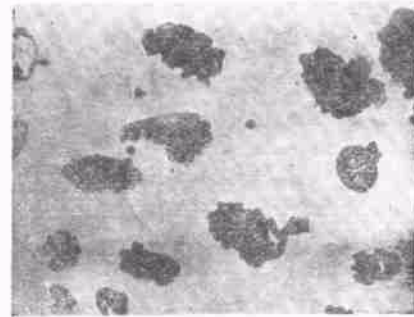
$$\Delta E = h \cdot c \cdot \bar{\nu} \approx 6eV.$$

三、水质、磁化效应与锅炉结构的关系

因为不同水质的水经过磁场处理以后所得的磁化效应是不同的,造成水中杂质的析出形态和水分子的变化也不相同,所以当它们进入锅炉后防垢效果也大不一样。含有钠盐碱度的深井水进入锅炉以后,经过

物理

高温沸腾,其杂质的析出形态就变得更不规则,且有许多细小的颗粒(见图3b)易于凝聚,从而加速了杂质的沉降速度,并通过排污把它们除去。即使有一些杂质



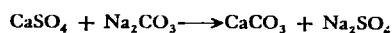
(a) 磁化后的自来水



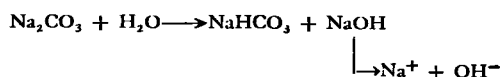
(b) 磁化后的深井水

图3 锅炉水杂质的析出形态(放大3000倍)

粘附在锅壁上问题也不大,因为其析出形态极不规则,便于水分子的渗入,从而破坏水垢与水垢及水垢与炉壁之间的结合力,成为疏松泥垢而易于清理,达到比较理想的防垢效果。而含有非碳酸盐硬度的自来水,则由于有相当部分的杂质变化不大(见图3a),就容易在锅炉壁上形成坚硬的水垢。这不仅浪费燃料,而且影响锅炉的正常运转。利用X光衍射对自来水的锅垢进行分析可知:它们是CaSO₄和CaCO₃的混合垢,其中CaSO₄的含量可高达50%。为了使含有非碳酸盐硬度的水经过磁场处理以后也能与含钠盐硬度的水一样达到比较理想的防垢效果,可以在使用磁水器前投放一定量的纯碱Na₂CO₃,以消除CaSO₄硬度,化学反应过程如下:



但是投放Na₂CO₃的量不能太大,因为Na₂CO₃是强碱性盐,在水中它要水解出OH⁻离子,使炉水碱度增加,即



因为锅炉的金属壁不是纯铁,所以金属化学成份的不均匀、局部变形或内应力过大以及表面不光滑等因素,都容易在纯铁与杂质之间,内应力大或内应力小

的地方产生电化学腐蚀。如果腐蚀的产物(如Fe⁺⁺⁺)积聚在阳极,或电子积聚在阴极未被除去,则两极间电位差减小而使腐蚀滞缓或停止,这时称为“极化”。如果能使阳极金属离子不断排至溶液中,或使阴极电子不断排除,这时称为“去极化”;“去极化”现象产生就会加速锅炉腐蚀。如果炉水碱度过大,OH⁻就成为阳极的去极化剂,Fe⁺⁺⁺ + 3OH⁻ → Fe(OH)₃↓,这样就加速了锅炉的腐蚀,使设备产生苛性脆化,甚至产生腐蚀化(见图4)。因此,投放Na₂CO₃的量不宜过大,一般可模拟深井水。

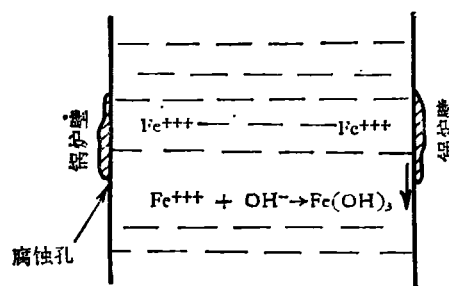


图4 锅炉壁上产生的腐蚀孔

全国第一次波谱学与原子分子物理学学术会议在北京召开

1980年3月5日至10日在北京召开了全国第一次波谱学与原子分子物理学学术会议。到会代表共70人。会议由中国科学院二局主持。

波谱学是一门基础学科。波谱学的研究导致了微波放大器研制成功,为量子电子学的发展奠定了基础,直接促进了激光器的产生。利用原子、分子谱线的恒定性,确定原子时间频率标准;精确地测量原子、分子的物理常数,不断地揭示了物理学理论和实验之间的矛盾,推动着理论的发展。例如辐射场和原子相互作用引起的原子内部结构变异的测定,为量子场论奠定了实验基础。

这次会议收到的磁共振及电子自旋共振的论文共42篇,反映了在固体物理、化学结构和晶体结构分析、催化、辐照、磁场、定量分析、波谱仪器及实验方法等方面的研究都取得了较好的成绩。在原子频率标准的研究中,我们在某些微波激光器的稳定度方面可与国际报导的较高水平相比拟,在理论和设计上也有我们的

特色。

原子和分子是组成宏观物质世界的基础。对其物理性质的研究是原子和分子物理学的主要内容。原子和分子物理学的发展直接影响着天体物理、近代化学、生物学和材料研究等重要学科的发展,也为空间科学的研究提供了实验数据和理论基础。

在我国,专门从事原子分子物理的研究组是1977年以后才建立起来的。在这次会议上提出的学术论文共23篇。这些论文讨论了原子碰撞现象和多种原子波函数的解析表达式、慢电子对原子的散射、强红外激光引起的分子可见发光现象、激波在碱金属蒸汽中的三次谐波和四次混合、激波管的离化现象、星际麦塞的契伦柯夫辐射机制等。与会代表对上述问题产生了很大兴趣,并认为这些论文初步反映了我国近年来在原子和分子物理学研究方面的努力和所取得的可喜成果。

(李满园)