

- [25] S. Tanemura and N. Kato, *Acta Cryst.*, **A28** (1972), 69.
- [26] W. L. Bragg, *Nature* **143** (1939), 678.
- [27] M. G. Buerger, *Proc. Nat. Acad. Sci.*, **25** (1939), 383.
- [28] N. Spielberg, *U. S. Patent* **3,393** (1968), 314.
- [29] G. A. Armstrong, *U. S. Patent* **3,407** (1968), 296.
- [30] N. Spielberg, G. Monsey, *U. S. Patent* **3,439** (1969), 164.
- [31] W. Lesslauer, G. K. Blasié, *Acta Cryst.*, **A27** (1971) 456.
- [32] 许顺生、姜小龙,《物理》, **3**, (1974), 108.
- [33] B. N. Taylor, W. H. Parker and D. N. Langenberg *Rev. Mod. Phys.*, **41** (1969), 375.
- [34] D. N. Langenberg and B. N. Taylor (Washington: NBS), *Precision Measurement and Fundamental Constants ed.*, (1971), 251—295.

磁化水试验与测试

磁化水试验小组

(第二研究设计院)

编者按: 近来磁化水在工业上的应用日益广泛,在农业和医疗上的应用也正在积极进行研究和探索,有的已经取得初步成果。磁化水为什么能有这么广泛的应用效果,它的作用机理是什么?搞清楚这个问题对于磁化水应用的推广,对于磁水器的设计、生产和使用都有重要的实际意义。这里发表第二研究设计院磁化水试验小组写的《磁化水的试验与测试》一文,为探索磁化水机理提供了一些有意义的实际资料。我们热情欢迎大家就磁化水的应用和机理问题积极进行研究和探索,并在本刊展开讨论。

利用磁场处理水(简称“磁化水”),以达到防止锅炉结垢,这一技术的应用,在我国已有十多年的历史了。经过无产阶级文化大革命,这一技术的试验和推广又有较快的进展,应用范围正在扩大,不仅在防止锅炉结垢上取得了良好效果,而且在循环冷却水的处理上也取得了良好效果。在农业、医疗等方面的应用,都在进行试验研究,有的获得了初步成果。

利用磁场处理水的方法,研究较早的是比利时、苏联及美国。其中,苏联在这方面的论文较多,应用较为广泛。比利时称他们的“CEPI”磁处理装置有几个国家的专利权,目前已有十万台在世界各地应用。日本、美国等国家对磁场处理水都在进行研究。

但是,磁化水的应用还处于试验研究阶段,磁化水的机理尚未成熟,这些仍是需要解决的课题。

为解决直流式冷却水系统结垢问题,我院同交通部上海船舶运输科所、上海市计量局等单位组成“磁化水试验小组”,在上海、北京许多兄弟单位协助下,从1973年初开始,在上海进行了两年多的试验和测试分析,认为磁化水是可以防止结垢的,现将试验及分析结果叙述如下。

一、磁化水的试验

磁化水的制备,就是使水流以一定流速垂直磁力线方向通过磁场而制成。其主要参数有:

磁场强度——即磁感应强度,单位为奥斯特。

流速——水流通过磁场的速度。

通过次数——水流通过磁场时切割磁力线的次数。

磁程——水流通过磁场时流经的距离,一般指磁极的长度。

防垢效果——未磁化水和磁化水生成水垢的数量差与未用磁化水而生成水垢数量的比值,以百分数计,本文按水垢厚度比较计算。

本试验的主要目的,就是寻找在防垢效果最好条件下的磁化参数,即最佳磁化参数。为磁水器(磁场处理水的装置)的设计、制造和应用提供数据。

1. 实验装置

小型蒸汽-水快速加热器 4—5 台,蒸汽管分碳钢及不锈钢两种材料,是用蒸汽将冷水加热的装置,从蒸汽管加热面考察结垢情况(见图 1),热交换器是平放安装。

磁水器——处理水的装置,立式安装,试验中采用了六台,其中三台磁极间隙可以调节,以获得不同强度的磁场。磁水器的形式分别如图 2、图 3、图 4、图 5、图 6 所示。

磁性过滤器——防止水中混有铁磁性物质如铁屑等堵塞磁水器的过滤装置,装在磁水器前的进水管道上,由磁环及不锈钢盒组成(见图 7)。

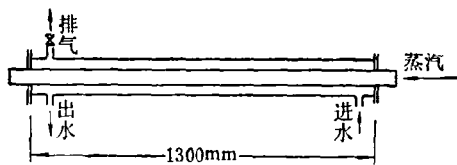


图1 试验用热交换器

(a) 碳钢热交换器: 外管直径 65 毫米, 壁厚 5 毫米; 内管直径 35 毫米, 壁厚 3.5 毫米 (b) 不锈钢热交换器: 外管直径 65 毫米, 壁厚 5 毫米; 内管直径 42 毫米, 壁厚 2 毫米。

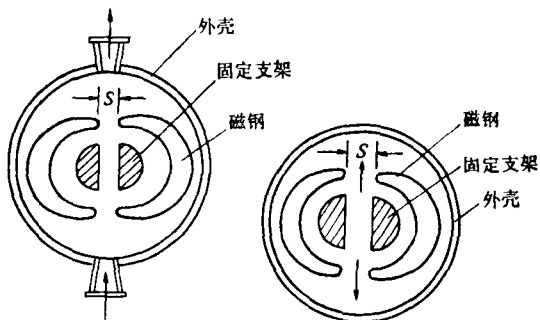


图2 I#磁水器(缝隙S可调,水流两次通过磁场)

图3 II#磁水器(缝隙S可调,水流一次通过磁场)

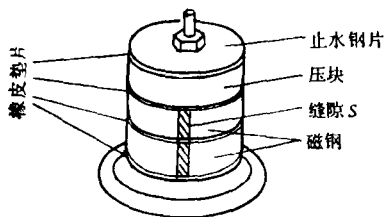


图4 III#磁水器(缝隙S可调,水流一次通过磁场)

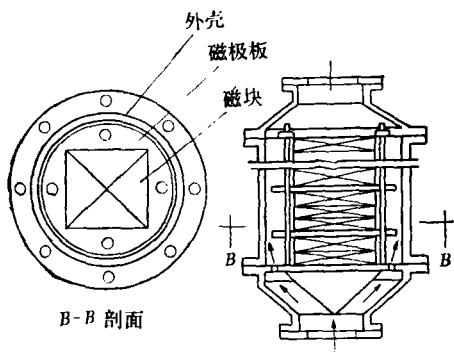


图5 IV#磁水器(V#磁水器)
(水流四次及八次通过磁场,磁块为钢铁氧体)

温度计——监测进出水温度及蒸汽温度。

水表——监测水量。

压力计——监测水压及蒸汽压力。

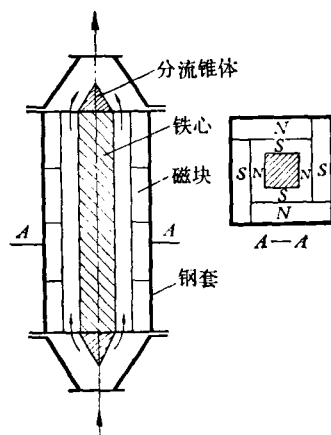


图6 VI#磁水器

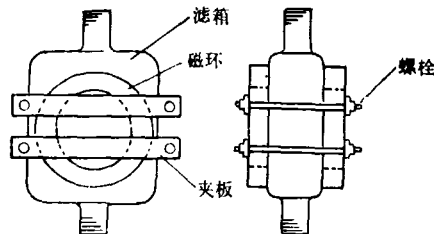


图7 磁性过滤器

2. 实验方法和流程

实验方法采用平行对比法。即把上述实验装置模拟工业冷却水工艺过程,组合成一套实验系统,叫小型实验台架;把磁化水及未磁化水在相同的实验条件下(如温度、压力、流量等),分别通过台架运行,实验终点时看出两种不同水的结垢情况,以进行对比。这种将磁化水同未磁化水的实验结果进行对比的方法,叫做平行对比法。

实验流程如图8所示。

水的流程以1#热交换器为例,待处理的冷水由总进水管进入,经磁性过滤器IV、进水阀门2、水表1,在磁水器I中经过磁场处理,进入热交换器1#。冷水将管内蒸汽管冷凝的同时即被加热,热水从出水阀门3排走。为调节流量设置了旁通阀门5或取样用。4#、5#热交换器未装磁水器,用来同磁化水防垢效果进行对比。热交换器和磁水器可分别串联运行,视实验需要进行改装。

蒸汽的流程也以1#热交换器为例,蒸汽经总进汽管、进汽阀门4进入热交换器,被冷水冷凝后通过总排汽管排出。

从温度计、压力计、水表的指示可看出运行情况,实验终点打开热交换器分析结垢情况,计算实验结果。

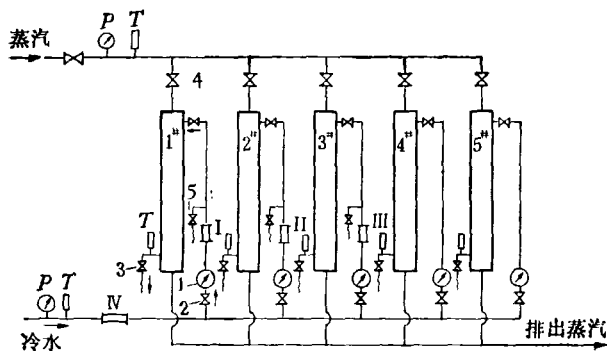


图8 台架试验流程示意图

I、II、III——磁水器；IV——磁性过滤器；P——压力表；
T——温度计；1——水表；2——进水阀门；3——出水阀门；
4——蒸汽进汽阀门；5——旁通阀门；1#—5#——热交换器

3. 实验情况

一九七三年做了四次台架试验，选用的磁化参数见表1。表1列出的实验结果仅有防垢效果一项。

实验基本条件如下：

水源为深井水，夏季曾用过井水与江水的混合水或江水。深井水取自某电厂，地面水取自黄浦江。使用井水时的温度：进水为26℃，出水为40℃；使用江水时的温度：进水为26—33℃，出水为40—45℃。水质情况：深井水硬度为4.7毫克当量/升，Ca⁺⁺为

52.16毫克/升；江水硬度为2.0毫克当量/升，Ca⁺⁺为31.44毫克/升。每次试验运行1—2个月，然后打开热交换器，观察结垢情况，分析防垢效果。

前三次试验时，热交换器材料均为碳钢，由于打开热交换器酸洗水垢等原因，碳钢管表面腐蚀，影响防垢效果的观察，从第四次试验开始换了三台不锈钢热交换器。第四次试验时，作对比通过未磁化水的热交换器，因碳钢腐蚀严重，难以对比防垢效果。

表1中的防垢效果按下式计算：

$$\text{防垢效果} = \frac{\left\{ \begin{array}{l} \text{未磁化水结垢厚度} \\ - \text{磁化水结垢厚度} \end{array} \right\}}{\text{未磁化水结垢厚度}} 100\%.$$

一九七四年也做了四次台架试验，以第七、八次试验效果最好。两次试验运行参数见表2和表3。

第七次试验，共运行1937小时。试验结束后打开热交换器看到：1#、2#热交换器表面仅有薄薄一层泥状物，用手一擦即露出不锈钢金属光泽，可见管壁未结水垢；3#、4#热交换器表面水垢厚度平均分别为0.55毫米和0.61毫米。可认为磁化效果基本达到不结垢。

第八次试验，共运行1776小时。试验结束后打开热交换器看到：1#进口端下部有极少量疏松薄片状水垢，厚度小于0.20毫米，断断续续不足10公分长，粘着力差，擦之易成粉末状；2#热交换器无水垢；3#、4#

表1 第1—4次试验磁化参数及防垢效果

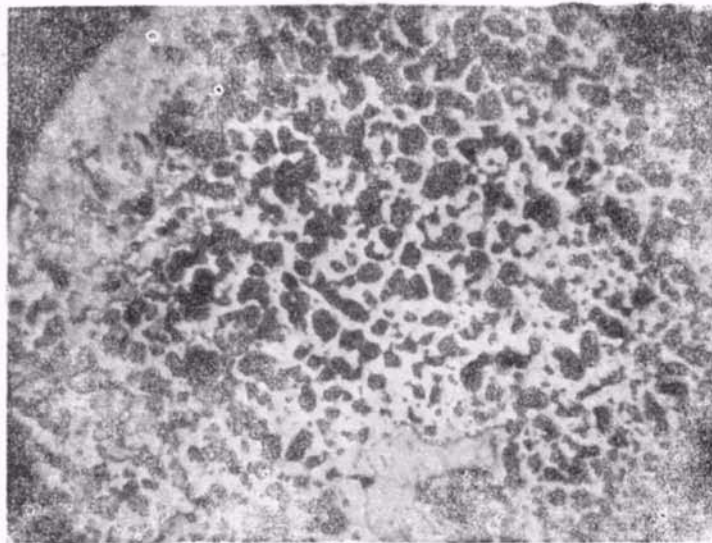
试验次序 选用数据	第一次			第二次			第三次		第四次		
	磁场强度(奥斯特)	7000	4000	6000	7000	4000	6000	7000	2500	7000	3000
水通过磁场流速(米/秒)	5	5	5	5	1	1	7	0.3	3.3	0.3	0.87
水流通过磁场次数	2	1	1	2	1	1	2	1	3		4
水源	深井水			深井水			深井水		前20天地面水，中间14天地下水，以后24天混合水		
防垢效果(%)	46.5	19.7	39.5	8.8	9.9	14.9	42.5	8.5	结垢厚1.0毫米		结垢厚0.2毫米
附注(联结磁水器)	I*	II*	III*	I*	II*	III*	I*	II*	I*+II* 两组串联		

表2 第七、八次试验磁化参数

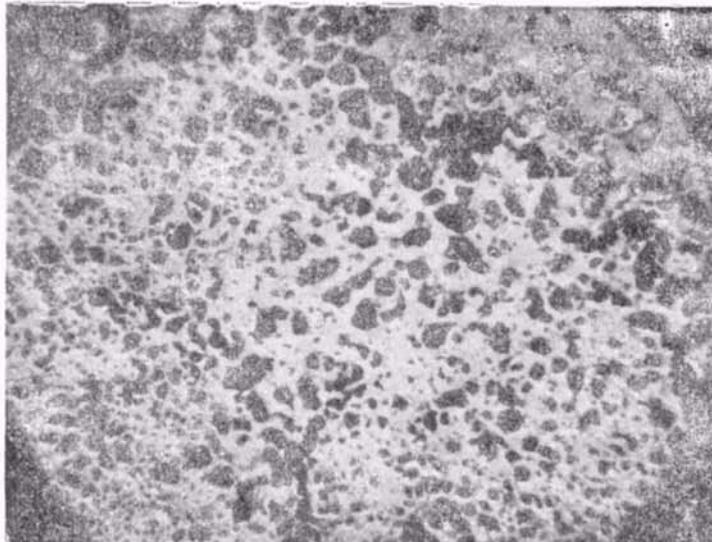
试验次序 选用数据	第七次			第八次		
磁水器编号	1#+4# (串联)			1#+4# (串联)		
磁场强度(奥斯特)	2000	2500	3000	2500	2700	4300
水通过磁场流速(米/秒)	2.1	3.1	0.42	2.28	3.31	0.47
水流通过磁场次数	2+4=6			2+4=6		
磁场间隙宽度(毫米)	9.58	6.56	3.00	9.8	6.7	3

表3 第七、八两次试验热交换器运行参数

试验次序 运行参数	第七次				第八次			
	磁化水		未磁化水		磁化水		未磁化水	
流量(米 ³ /时)	3.66		3.41		4.0		4.32	
热交换器编号	1#	2#	3#	4#	1#	2#	3#	4#
热交换器材料	不锈钢	不锈钢	不锈钢	碳钢	不锈钢	不锈钢	不锈钢	碳钢
水在热交换器中流速(米/秒)	1.03		0.96	0.67	1.12		1.21	0.85
进水温度(°C)	26—27		26—27		21—30		21—30	
出水温度(°C)	38—40		38—40		32—40		28—40	
水源	深井		井水		深井水和蒸沸液混合水,以江水为主			
防垢效果	无垢		结垢0.6毫米		微量		结垢0.7毫米	



(a) 经磁化处理的水结的水垢(磁化参数: 磁场强度 4000 奥斯特, 流速5米/秒)



(b) 未经磁化处理的水结的水垢

图9 水垢磨片照片(放大30倍)

热交换器水垢平均厚度 0.7 毫米。可认为磁化效果很好或不结垢。

4. 实验结论

从上述试验情况分析,可以认为:

(1) 用磁化水防止直流式冷却水系统结垢是可以达到的,这同防止锅炉结垢及防止循环冷却水结垢的效果一样明显。

(2) 采用不同的磁化参数,其防垢效果也不同。从表 2 所列数值来看,低磁场强度(如 3000 奥斯特左右)、低流速(如低于 3 米/秒)、多次通过磁场获得的防垢效果较好,即不结垢或很少结垢。

如果用铁氧体磁性材料组装磁水器,磁场强度以 3000 奥斯特、流速以低于 1 米/秒的防垢效果较好。

高磁场强度(如大于 6000 奥斯特)、高流速(如 5 米/秒),或低场强、高流速的参数,仍需进一步试验,以获得最佳磁化参数。

(3) 水流通过磁场的次数,对防垢效果是有影响的,从表 1 第一、三次试验看出,两次通过的比一次通过的效果好;从第七、八次试验看出,六次通过的效果普遍好。循环冷却水一次通过磁场,效果较好,实际循环使用也相当多次通过了。

磁程长短对防垢效果也有一定影响,第七、八次试验磁程比以前试验时大两倍多,效果较好。

但是,磁场强度和流速是主要作用因素。

(4) 磁化水可防止结垢,即使生成少量水垢也是比较疏松的,容易清除。取第二次试验中的水垢,制成虫胶磨片,用反光显微镜进行观察(见图 1),可以看出,经磁化处理后结的垢孔隙率约 44%,未经处理的约 33%。对水垢也进行了密度测定,经过磁化处理后结的水垢密度为 2.11—2.35 克/厘米³,未经处理的为 2.77—2.88 克/厘米³。水垢磨片照片如图 9 所示。

二、磁化水的测试

目前磁化水的机理尚不完全清楚,磁化水效果的检验方法也很不简便,实际上仍是采用打开设备、观察结垢情况的办法来检验磁化水的效果。由于磁化水的防垢现象基本属于物理变化,所以在实验室中需要对磁化水的物理变化进行测试、分析,以找出磁化水的检验方法,这对了解磁化水的机理也是很有意义的。为此我们对磁化水的物理性能进行了测试。这方面的工作主要包括:(1)紫外吸收光谱的分析;(2)X 射线衍射定性相分析;(3)红外吸收光谱分析;(4)碳酸钙析出速度变化的测试;(5)电子显微镜观察;(6) pH 值变化的测量;(7)电导率变化的测量;(8)介电常数

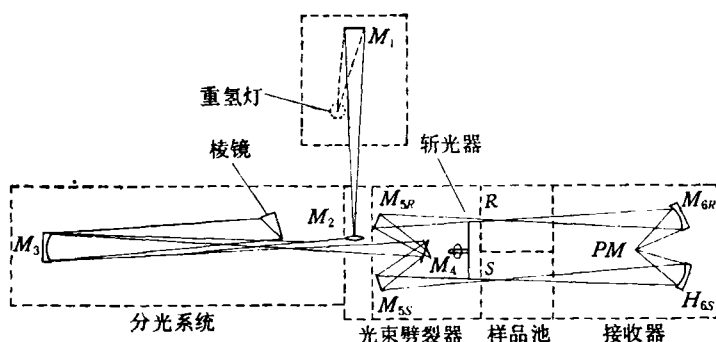


图 10 光路图

变化的测量。在上述各项工作中有的得到初步结果,有的没有什么变化,现分述如下:

1. 紫外吸收光谱分析

利用紫外分光光度法分析磁化水,主要是在波长 200m μ —333m μ 的范围内进行的。测试用的光路如图 10 所示,光源发出的连续紫外光谱经过分光系统进行色散,然后再进入光束劈裂器,把光束对半地分成两路。斩光器再使这两路光以 25 周/秒的频率交替地进入样品池 S 和 R。样品池 S 中放有磁化水的试验皿,样品池 R 中放有未磁化水的参考皿。试样皿和参考皿都是采用同样规格的石英比色皿。最后利用接收系统测出它们的吸收谱线。

为了摸索磁场强度、流速、水流通过磁场次数(切割磁力线次数)及水质等因素对磁化水光密度变化的影响,采用电磁铁及 U 型玻璃管制备磁化水(如图 11 所示,图中尺寸单位为毫米)。

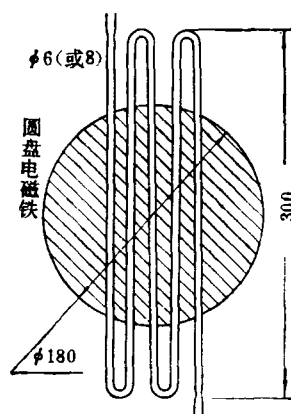


图 11 制备磁化水设备

使水以一定的流速,如 0.09(或 0.11, 0.13, 0.20, 0.40) 米/秒进入磁场,水流通过磁场 12 次,当改变磁场强度时,则水的光密度也随着发生变化。由此作出图 12,从图中可看出:

(1) 磁场强度对光密度的影响

(a) 当流速一定时,水的光密度是随磁场的变化而变化。当水流以不同流速通过磁场时,其最佳的磁场强度也是不同的。

(b) 磁场强度的选定并不是越高越好,也不是越低越好,而是随着磁场强度的增加水的光密度呈波浪

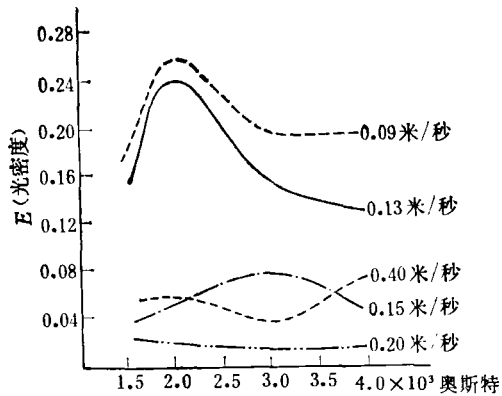


图 12 水流通过不同磁场强度时光密度 E 的变化形变化。

(2) 流速对光密度的影响

使水流以不同的流速，在一定的磁场强度下，如 4000（或 3000、2000、1500）奥斯特进入磁场，使水流 12 次通过磁场。当水的流速不同时，其光密度也随着发生变化。由此作出图 13，从图中可以看出：

当水的流速减低时，水的光密度就增加，特别是当流速低于 0.13 米/秒时，其光密度的增加更为显著。

(3) 水流通过磁场的次数对光密度的影响

使水流以一定流速，如 0.09（或 0.11、0.15、0.20）米/秒，进入强度为 2000 奥斯特的磁场，当水流通过磁场的次数发生变化时，则光密度也随着起变化。由此作出图 14，由图可以看出：

水流通过磁场的次数对光密度的影响是与流速有关的。流速越快，通过次数对光密度的影响就越小；流速越慢，通过次数对光密度的影响就越大。当通过次数达到一定程度时，水的光密度就开始急增。如流速为 0.09 米/秒，当通过次数达到 18 次以后，水的光密度就迅速上升。

以上测试分析都是用深井水作的。在实验分析过程中，发现磁场对深井水的作用要比去离子水（蒸馏水通过三级离子交换树脂混合床的处理）、蒸馏水、自来水反映明显。具体表现在同样磁

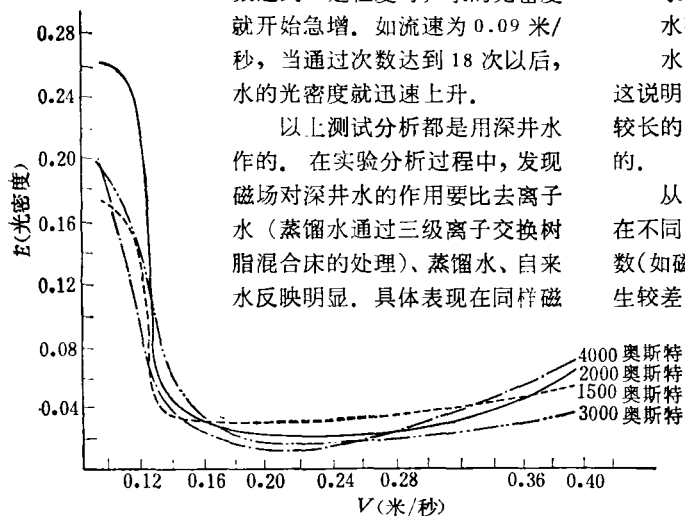


图 13 水流在一定场强下不同流速通过磁场后的消光值变化

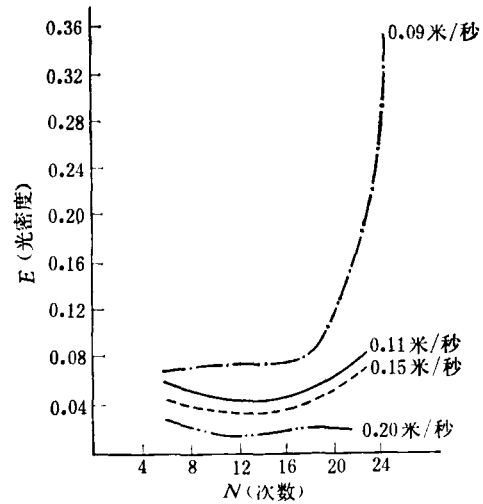


图 14 水在 2000 奥斯特磁场强度下通过磁场次数 N 和光密度 E 的关系

化条件下，深井水的光密度比其余三种水质的光密度变化大。

为什么磁场对深井水的作用比磁场对其余三种水质的作用显著呢？

我们认为，水流通过磁场时候，磁场不仅作用于水分子本身，而且也作用于水中所含的杂质离子。杂质离子越多，作用就越明显，引起水的光密度变化也就越大。去离子水、蒸馏水、自来水等所含杂质离子少，因此光密度变化不如深井水明显。

磁化水的效应能持续多长时间？我们作了这样的实验：在磁场强度为 2000 奥斯特，水流 24 次通过磁场，使水在磁场中约停滞五分钟后缓缓流出，然后测它的光密度，发现其磁化效果非常明显，而且随时间的延长效应减退也很缓慢，测得光密度数值 E 如下：

水磁化后立即测试， $E = 0.572$ ；

水磁化后放 5 天测， $E = 0.516$ ；

水磁化后放 7 天测， $E = 0.487$ 。

这说明水经磁处理后，一旦被磁化，其效应就可以保持较长的时间。这对贮藏及长距离输送磁化水是有意义的。

从以上实验看出：影响磁化水效果的因素很多，在不同地点不同水质的条件下，应选择最佳的磁化参数（如磁场强度、流速及通过磁场次数），不然，则会产生较差的效果。

以上实验仅局限在磁场强度为 1500—4000 奥斯特、流速为 0.09—0.4 米/秒、水流通过磁场 6—24 次范围内作的，其它参数正在摸索。

2. X 射线衍射定性相分析

由于 X 射线衍射和物质内部的晶体结构

有关,每一种结晶物质都有其特定的结构参数,因此事实上没有两种不同的结晶物质,可以给出完全相同的衍射花样,所以只有同一种结晶物质才能给出完全相同的衍射花样。这是我们进行物相分析的基础。

实验证明,水垢的主要成分为 CaCO_3 。它有两种主要结晶形态:纹石(正交晶系)和方解石(六方晶系)。

取同样水量的磁化水和未磁化水,置于 400 毫升的烧杯内,杯内分别斜插入两块 $50 \times 20 \times 2$ 毫米的玻璃片,然后在恒温箱内保持水温 70°C 三小时,发现在玻璃片上结有白色结晶,同时在水面上也漂浮一层结晶物。这些结晶经分析均以 CaCO_3 为主,用 X 衍射分析,无论是磁化水还是未磁化水浮在水面一层的结晶均为 CaCO_3 的纹石结晶,而结在玻璃片上的结晶均为 CaCO_3 的方解石结晶。观察磁化水和未磁化水浮在水面上的纹石结晶数量,发现磁化水的比未磁化水的要多一些,不同磁化参数的浮在水面上的纹石结晶数量也不同。

上海铁合金厂在使用磁水器前,冷却水结垢严重,取原来水垢样品,用 X 光衍射分析, CaCO_3 结晶均为方解石。使用磁化水后,系统内不结水垢了,取其水样静止一段时间,取沉淀物分析,发现皆为 CaCO_3 的纹石结晶。取循环冷却水池池底沉积物进行化学分析,发现大部分皆为 CaCO_3 ,用 X 光衍射分析也均为纹石结晶。

以上各种实验表明:水加热后析出的碳酸钙结晶,未磁化水以方解石结晶为主,磁化水由于受了磁场作用,改变了 Ca^{++} 离子的结晶条件,生成的碳酸钙呈纹石结晶。从实验分析可知,方解石结晶容易沉淀生成坚硬的水垢,而纹石结晶不易沉淀,浮在水中,被水流带走,因而具有防垢效果。

这样,解决纹石和方解石的生成条件和在怎样磁化条件下,使 CaCO_3 结晶都呈纹石,对指导寻找磁化水的最佳参数及搞清磁化水的机理都有一定意义,在这方面还需要做很多工作。

3. 红外吸收光谱分析

根据有关实验资料报导,液态水受恒定磁场影响的红外光谱,在强度 ≤ 5000 奥斯特时没有变化,高于此值吸收峰,位移就有变化,而且红外光谱不受水中杂质或溶解的铁质影响。我们对重蒸馏水、自来水及上海铁合金厂磁化水作了近红外光谱和红外光谱分析,与有关实验资料报导基本符合。

在紫外分光光度仪上进行的近红外光谱分析,发现在 $5100, 6800 \text{ cm}^{-1}$ 波段上有水的特征峰,对自来水、磁化处理自来水、上海铁合金厂的源水、循环水池水、磁化水都进行了测试分析,吸收峰一致,重复性好,结果见表 4 和表 5。

表 4 实验室近红外光谱分析

磁场强度 (奥斯特)	流 速 (米/秒)	吸 收 峰 变 化 情 况	
		波峰位置(厘米^{-1})	波峰高度(厘米)
0	0.5	5100, 6800	8.1, 14.2
1000	0.5	5100, 6800	8.1, 14.2
2000	0.5	5100, 6800	8.1, 14.2
3000	0.5	5100, 6800	8.1, 14.2
4000	0.5	5100, 6800	8.1, 14.2
5000	0.5	5000, 6700	8.0, 14.5
10,000	0.5	5000, 6700	8.0, 14.5

表 5 上海铁合金厂磁化水近红外光谱分析

水 质	参 数		吸 收 峰 变 化 情 况	
	强 度 (奥斯特)	流 速 (米/秒)	波峰位置 (厘米^{-1})	波峰高度 (厘米)
水 源 水			5100, 6800	8.0, 14.65
循 环 水 池 水			5100, 6800	8.0, 14.65
磁 化 水	1650	0.58	5100, 6800	8.0, 14.70

红外光谱分析

据有关资料报导,磁化水在红外光谱上有特征峰出现,指出 2200, 9100 奥斯特条件为最佳值。我们在磁场强度 0—9100 奥斯特、流速 0.5 米/秒磁化条件下,用重蒸馏水进行了分析,结果在 $1.25-4.2\mu$ 波段有吸收峰,但没有什么变化。

一般认为,红外光谱分析做为紫外光谱分析的补充手段,是较为准确的。

4. 碳酸钙析出速度的变化

取磁化水和未磁化水各 200 毫升,分别盛入 500 毫升烧杯中,在恒温箱中加热到 $70-80^\circ\text{C}$ 恒温二小时,取出后用定量滤纸过滤,测定滤液硬度,计算暂时硬度分解百分数,见表 6。

表 6 暂时硬度分解速度

磁 场 强 度 (奥斯特)	流 速 (米/秒)	分 析 结 果			
		暂 时 硬 度 分 解 百 分 数 (%)			
		0.5	1.0	1.67	2.95
0		32.3	38	43.5	43.75
1500		27.8	33.5	42.6	42.67
3000		31.0	28.6	42.6	42.47
4500		22.0	28.4	42.0	39.55
6000		27.3	27.7	41.7	38.35
7500		24.8	28.4	41.4	38.35
9000		26.9	32.5	41.7	38.35
原水硬度以 CaCO_3 计 (mg/l)		224.54	224.54	228.66	230.72

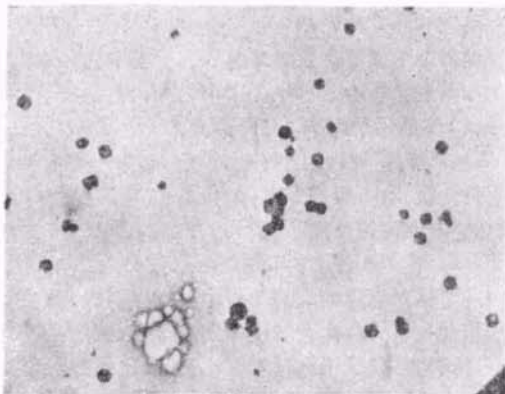
暂时硬度分解百分数

$$= \frac{\text{原水硬度} - \text{滤液硬度}}{\text{原水硬度}} \times 100\%$$

从表 6 中看出,磁化水的暂时硬度分解速度缓慢了,这可用水中析出的 CaCO_3 的结晶中心数的多少来解释。水加热过程中,磁化水中的结晶粒子长大速度慢,形成颗粒小,结晶中心就多,容易透过滤纸;而未磁化水中的结晶粒子长大速度快,颗粒大,结晶中心少,不易透过滤纸,所以磁化水比未磁化水滤液中的 Ca^{++} 浓度高,所以暂时硬度分解缓慢,这对防垢是有直接意义的。

5. 电子显微镜观察

为了更直观地反映水质通过磁化后的变化,我们利用电子显微镜进行观察。水样用实验室制备的磁化水、台架试验的磁化水及生产实用的磁化水,把水样滴在经过处理带有小孔的金属片上,在普通灯光下烘干,在电子显微镜下观察,发现磁化水中形成的颗粒比未磁化水中的颗粒要大,磁化效果好的更明显,如图 15



(a) 未磁化水



(b) 磁化水

图 15 电子显微镜照片(放大 3000 倍;水样为北京铁合金厂的井水及磁化后的井水)

所示。这显然同磁化处理以后,颗粒变细变小的说法不同,应作进一步解释。

从图 15 可以看出,原水中的杂质结晶状态比较细小而且分散,形态有正方体、长方体等。经过磁化以后,水中杂质结晶状态虽然仍是正方体、长方体等,但颗粒却显著增大且聚集一起。

6. pH 值变化

据有关资料介绍,水经磁场处理后 pH 值可提高 0.1—0.15 左右,经实验分析,基本一致,结果见表 7。

表 7 磁化水 pH 值变化

项目 流速(米/秒) 磁场强度(奥斯特)	pH 值					
	0.1	0.2	0.33	0.8	1.0	2.0
0	7.81	7.85	7.83	7.53	8.00	7.79
3000	7.9	8.0	7.9	7.63	8.15	7.91
6000	7.9	8.0	7.9	7.66	8.05	7.9
9000	7.82	8.0	8.02	7.63	8.11	7.81

7. 电导率的测定

据资料报导,磁化水的电导率下降,采用电导仪测定,发现略有下降,没找出规律性变化,测定数值从略。

8. 介电常数测定

据国外有关资料报导,磁场处理流动的自来水,其介电常数比一般水要高出四倍,而且给出了测定曲线,依此报导,我们用 SBT-5 同步示波器及电容电桥仪、偶极仪等仪表测试,但未见什么变化。据国外最近另一资料报导,他们对上述测定作了校验,介电常数变化只有 6/10,000;据国内有关单位理论计算,变化只有 3/10000。综合实测及文献报导,我们认为,应对国外报导的资料的正确性及实用意义作进一步分析研究,做出结论。

从上述实验室中对磁化水的测试和分析,可以认为:

(1) 磁场处理水,由于磁场对水中杂质离子及水分子的作用,改变了水合离子结构,用紫外光谱分析磁化水,可以反映它的磁化效应。这样,有可能用紫外光谱分析,作为磁化水的一个测试方法。

(2) 磁场处理水,加热析出的 CaCO_3 晶体,由于结晶条件改变,生成 CaCO_3 的纹石结晶,纹石结晶不易沉积生成水垢,可被水流带走而达到防垢效果。未磁化处理的水,加热析出的 CaCO_3 晶体为方解石结晶,方解石容易生成坚硬水垢。纹石结晶的条件和防垢机理尚须进一步研究。