

磁水器及其应用

徐州磁性材料厂

乌鲁木齐市规划设计管理处

磁水器就是用恒磁场处理水的一种器件，有人亦称为永磁软水器，永磁处水器。国外称为“CEPI”（即磁感应加工器），或“MΦ”（永磁滤水器）。

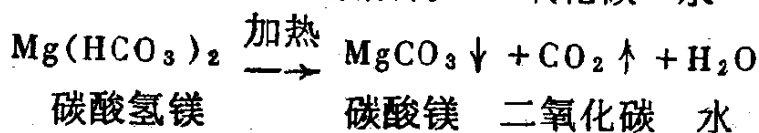
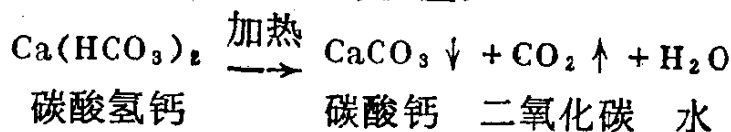
磁水器的主要功能是防止在金属受热面上沉结水垢和防止腐蚀，保证热交换设备正常运转。

磁水器是水处理中的一项新技术。它与目前常用的离子交换软水设备相比，具有结构简单、制造容易、占地少、操作简便、无需耗用电力和药物等优点；这些优点在小型锅炉上更为显著。

磁水器是我国1970—1971年间科学研究新成就之一。经过几年的使用实践，磁水器的结构性能不断改进和提高，应用范围逐步扩大，使用效果也日益显著。

一、作用原理

水垢的产生是一个复杂的物理化学过程，水中常含有重碳酸盐（碳酸氢钙和碳酸氢镁）以及硫酸盐（硫酸钙和硫酸镁）在常温下，这些盐类是以正负离子的状态溶介于水中。但受热时便会发生如下的化学反应：



由于水在锅炉内不断蒸发，水中各种盐类便不断浓缩，当达到过饱和后便析出晶体，形成难溶的碳酸盐沉淀物，这是形成水垢的主要原因。另一方面，某些盐类的溶解度随着温度的升高而下降。在锅炉运行时，炉壁的温度常高于水温，因而上述盐类在炉壁附近的溶解度发生显著下降，于是析出晶体聚结在炉壁主要受烈面上，炉温愈高的地方，水垢也聚结的愈厚愈坚牢。

磁水器为什么能够破坏水垢呢？概况起来说，磁水器能够改变水的荷电状态、缔合形式和结晶状态，从而使水中钙镁离子受热时形成泥垢沉于炉底，或附于炉壁结成松软易于清除的水垢，以达到防除水垢的目的。

磁水器改变水的荷电，缔合和结晶过程以水中含量最多的碳酸氢钙为例加以说明。根据溶介理论， $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 可分介为 Ca^{++} 和 $(\text{HCO}_3)^{-}$ 离子，这些 Ca^{++} 和 $(\text{HCO}_3)^{-}$ 离子的周围被极性很强的水分所包围。当水通过磁水器，水分子中电子的自旋运动和在绕核轨道上运动受到磁场的影响，改变其角速度，由于电子运动的改变使所形成的分子正负极性发生了变化，影响了水的荷电状态。

水分子间的缔合与范德华力有关。范德华力包括氢键作用力和偶极作用力。水分子间氢键作用力很强，用磁水器的磁场是破坏不了它的。但现有磁水器的磁场是以影响偶极作用力，特别是能影响永久偶极作用力的，因而使水分子间的缔合形态，从长链离子综合体被折散为短链的离子综合体，从而在水中增加了结晶中心，使绝大部分的钙镁离子在水中相遇，形成泥垢沉于炉底。

由于荷电状态和缔合形式的变化，造成结晶状态的变化。用显微镜观察，从水垢结晶来看，自然水水垢的晶构是针状文石结构，磁化水的晶构呈现无定形的方介石结构。直

观上来说未处理水的水垢厚而坚硬，磁场处理水的水垢薄而松软，易于清除。

磁水器的工作原理可以与发电机相比拟，把磁水器的磁钢看作发电机的定子，水中钙镁离子看成是发电机的转子。水以一定的速度切割磁力线，溶解于水中的钙镁离子在磁场作用下，获得感应能，这种感应能使荷电状态、缔合形式和晶体结构发生了变化，从而破坏了钙镁盐类的结垢能力。

经磁水器处理的水不仅起了上述的物理变化，同时也伴随着发生化学变化。例如：有时发现PH值略有提高，徐州磁性材料厂还多次发现经磁化后的水总硬度自7毫克一当量/升降为6毫克一当量/升。

必须指出关于磁水器工作原理的研究还未能赶上实践的需要，磁化过程中水的变化说法还不一致，几个主要参数（工作磁场强度、水质硬度、水流速度、水温等）之间的关系式也尚未得到较满意的结果。

二、结构型式

磁水器的型式甚多，按磁钢型式有用环型磁钢及用矩型磁钢（一般尺寸为 $85 \times 65 \times 20$ 毫米）、按放磁方式来说有平面放磁和线型放磁。按磁钢排列可分为纵列式、横列式、环列式等。

磁水器的流水间隙和磁场强度是结构设计中很重要的技术数据，它们又是相互制约的。如果流水间隙设计大了，流量虽大，但磁场强度就低了，除垢效率相对地降低。要磁场强度高，势必缩小流水间隙（提高磁钢性能也是一种有效措施），但流量就受到影响，国内所见磁水器间隙5—10毫米为多。水流通过磁水器的流速在1—3米/秒为适合，不应低于0.3米/秒。流速可根据过水断面面积和流量估算。流量用流量计测定或根据磁水器安装系统的阻力按水泵特性曲线推

算求得。

目前使用环型磁钢的有南京型（图1）工作磁场强度的2000—2500高斯。

使用矩型磁钢的组合方式很多，广泛采用的有北京矿冶研究院实验厂制成的（简称北京型，见图2）。这种型式曾在科学实验七二年第一期上介绍过，得到广泛的采用。山东冶金实验厂、阳泉广播磁性材料厂，丹东无线电十厂等均有生产，工作磁场强度约为1800高斯。

平行型是在北京型的基础上改进的（见图3）徐州磁性材料厂和山东冶金实验厂均有生产，工作磁场强度约为2100高斯。

邯郸型（见图4）是邯郸市磁水器三结合小组试制成功的，据报导其工作磁场强度达8000高斯，有徐州磁性材料厂和阳泉市广播磁性材料厂生产。

目前磁水器中尚要消耗一定数量的有色金属，虽然有一些生产厂开始用工程塑料代替铜铝作隔磁材料，但使用尚不够普遍。

三、安装运转

磁水器宜垂直安装，下端进水，上端出水。在磁水器前应安装磁性过滤器。磁水器和过滤器均应设旁通管，以便拆修。进锅炉或冷却设备一端应安装逆止伐，防止蒸气倒流。水泵安于磁水器前后均可。（参见图5）

磁水器安装位置说法不一，有的要求距锅炉（或冷却设备）仅1—3米，但有些单位的实践在50米到200米之内也不影响磁化效果。有的资料指出磁化水应密闭状态立即进入锅炉（或冷却设备）。但徐州磁性材料厂试验证明这一点不是必要的；只要在磁化后不经日光曝晒，即不会使磁化失效，而且在水箱中贮存一些时间后，反而对水分子缔合相对

稳定有好处。

过滤器形式无一定要求，只要能适当加大过水断面，排列磁块，加过滤网，使水流速减低，拦阻杂质（见图6）

在安装磁水器的管道上如接有电器设备或利用供水管道接地时，为了避免杂散电流对磁场的影响，应将磁水器两端短路（见图6）。

磁水器不应受到猛烈的撞击。使用时进水温度（进水温度各种资料说法不一，一般不应高于 80°C ）不应剧烈变化。上水压力亦不应大于8公斤/公分²，避免磁钢破裂。

通过磁化的水并未除去水中的成垢物质，只是使它们不致结成硬垢，而作为沉渣沉淀下来，所以使用磁水器后锅炉应加强排污，否则会使水垢大量聚积而使磁水器失效。排污视锅炉型式及水质硬度而定，一般4小时左右一次。最好用快速排污阀，迅速开关数次把沉垢激起充分排除。排污应为白色糊状物，如开始排污即为清水时应对锅炉及磁水器进行全面检查，找出原因，及时排除。

使用磁水器后老垢常能脱落，所以在已结垢锅炉上使用磁水器时应1—2月停炉清理，检查一次，防止老垢把管道堵死。

磁水器也应经常检查，如有铁锈附着可用3%的盐酸清洗。

检查磁水器效率的方法有以下几种：

（1）显微镜法——将玻璃片放入盛有自然水和磁化水的烧杯中，沸腾20—30分钟，取出烘干后使用一般生物显微镜观察。自然水水垢呈针状文石结构；而磁化水水垢呈现无定形方介石结构。针状文石结构愈少，磁水器除垢效率愈高。

（2）除垢率测定法——在烧杯内悬挂金属片或玻璃片，然后分别加入等量的磁化水和自然水始终保持沸腾五小

时，取出烘干，称量其试验前后重量按减量法计算出结垢重量。再按下式计算。

$$\text{除垢率计算式} = 1 - \frac{\text{磁化水结垢重量}}{\text{自然水结垢重量}} \times 100$$

(3) 观察法—在使用、排污过程，观察水位表玻璃管内有无混浊液体，排污管有否排出粉末状泥垢和薄片水垢，有上述现象的就说明磁水器已发挥了防除水垢的作用。

(4) 开炉检查法—根据检查过数百台锅炉使用磁水器处理锅水的情况，其处理效果大致分为下列一种：a) 使用效果良好的，表现在老水垢绝大部分掉光；炉壁有一层1—2毫米松软新水垢（也叫做浮渣）用水能冲掉。d) 使用效果较好的，表现在老水垢大部分脱落；炉壁有一层3—5毫米较松软新水垢，用较大压力的水也能冲掉。c) 使用效果不明显的，表现在老水垢脱落很少；炉壁有一层5毫米以上硬水垢，用水冲不掉，干时用锤也敲不掉。

(5) 比色计法：用比色计可测出自然水和磁化水不同的消光度，根据事先制成的曲线可得出水被磁化的程度。

四、磁水器的应用范围

1、锅炉除垢这是目前磁水器最主要的用途之一（实验成功的单位很多，徐州、青岛、邯郸各有十余例，不详细列举）。据报导如蒸发量在1—2吨/时的考克兰锅炉，兰开夏锅炉，卧式外燃火管及内火管锅炉及余热锅炉上使用效果很好。在K型锅炉和快装锅炉上也取得一定的成绩。被处理的水质总硬度可达25—30德国度（永久硬度：暂时硬度在1：4到1：6之间为合适）。一般说来在装用磁水器后水垢即能呈白色糊状排去，或在受热面上结成疏松的薄垢用水一冲即能脱落。而绝大部分锅炉在使用磁水器后老水垢能逐步脱落。使用注水器上水的锅炉注水器被水垢堵塞的情况也大为

减轻。由于磁水器效果显著，所以有的锅炉厂已建议在立式水管锅炉、立式火管锅炉上使用磁水器作水处理设备。有的厂还把磁水器作为锅炉附件一同出厂。在快装锅炉上使用磁水器时，在水冷壁联箱封头上加设排污阀，使能充分排除水垢。在其他有水冷壁的锅炉上亦应采取类似措施。

在移动式锅炉，如在蒸汽机车、船舶锅炉及蒸汽压路机（汽碾）上均已取得成功。

乌市地区采用这种设备的单位还不多。空军某部开水房73年冬季开始在0.2吨/时和0.25吨/时的立式锅炉（烧开水）上装用一台北京型磁水器，效果良好，排污时水垢呈白色糊状物排出，有时还挟带片状脱落的老水垢。新疆军区后勤部机关锅炉房有三台1吨/时的兰开夏锅炉用一台自制磁水器（由六块废高音喇叭磁钢串叠而成）。自63年开始安装到现在历时十余年，装用后水垢质地疏松易清除。此外采用的单位还有轻工机械厂等。乌鲁木齐铁路局西山机务段也正在蒸汽机车上进行试用。磁水器的试制也正由新疆无线电一厂磁性材料车间在进行。

2、冷却设备上运用磁水器也有很好的成绩。冷却水的特点是用水量大，往往是其他水处理设备容量无法满足用水要求。磁水器的水处理量在国内已可达单台处理水量为300吨/时（国外报导单台处理量达4000吨/时）。

例如北京铁合金厂和上海铁合金厂由于在电炉冷却水上采用了磁水器这一设备，大大减少了由于冷水管被堵而造成被迫停电，而造成损失。

北京507电厂在冷却水系统上，徐州二轻机械厂在高频电炉冷却水系统上。都取得很大的成功。此外尚可用于汽车水箱防垢。

由于在冷却水系统中磁水器也是起防除水垢的作用，所

以安装使用各项均可参照上过各节进行。

3、在其它用水进行加工的工业部门

水泥凝土制品据国内外报导使用磁化水搅制的水泥混凝土抗压强度有所提高，例如徐州混凝土构件加工厂用磁化水拌制的砂浆试块七天强度较自来水搅制的高25-30%，二十八天强度提高15-41%，这对混凝土制品提前脱模，加快生产周期，节约水泥等方面都有很大意义，所以已引起有关部门的注意。

在纺织工业中用磁化水提高纺织品光泽度色牢度和鲜艳程度；在食品加工工业上利用磁化水达到提高产量节约粮食；以及在石油管道中防止结腊方面，均已取得一些试验成果。

磁水器的应用虽已取得很大成功，但目前在设计制造上还带有一定的盲目性，几个主要参数如何正确的选用有待进一步探讨。在构造上，还要耗用一些有色金属，如何广泛采用工程塑料还有待试验。在使用上还没有一套较完善的操作规程。

此外磁水器仅能适用于水容量大，结构简单的锅炉，对结构较复杂的水管锅炉上运用效果尚不理想；同时如何在温水锅炉（目前乌市采暖锅炉中大部分是温水锅炉）上使用磁水器也缺乏成功的经验。

使用磁水器后水垢质地疏松，体积增大所以必须及时排污才能正常运转。排污不仅操作频繁而且热量损失也较大，对燃料消耗增加。

我们深信在各级党委正确领导下，充分发动群众，坚持实践第一的观点，通过各方面的共同努力，上述缺点一定会逐渐被克服。

我们的水平有限，所见不多，文中缺点错误一定不少，欢迎同志们指正。

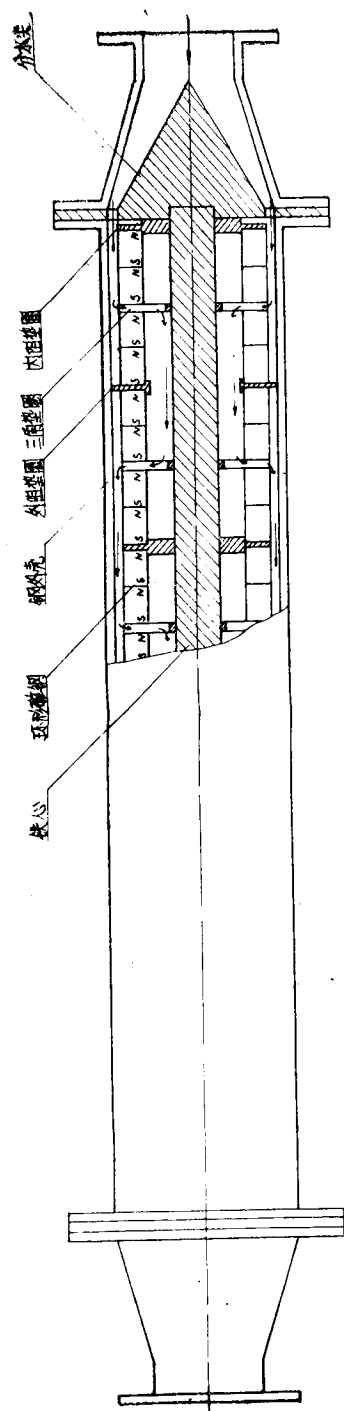


图1

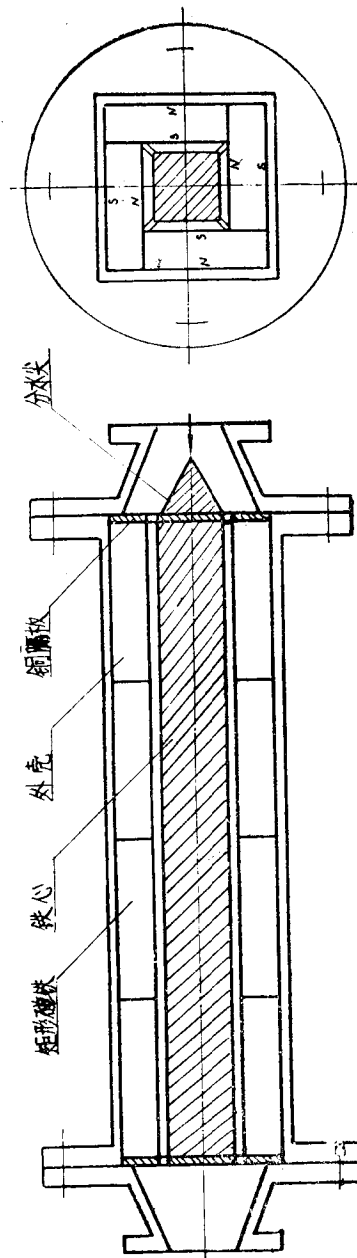


图2

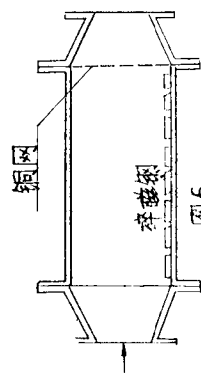


图6

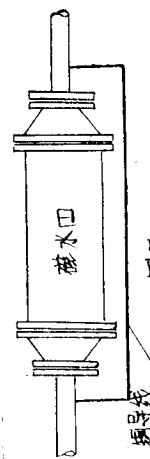


图7

