

译 文

国外静电水垢控制器

天津市科学技术情报所译

一九七五年十一月

国外静电水垢控制电^器

一、前言

水垢主要是溶解在水中的钙和镁的硫酸盐和碳酸盐。由于其沉积在冷却管和机器(设备)的冷却套管内,降低热交换效率,严重时堵塞管道影响机器设备的正常运转,因此,需要定期停车清理水垢。而从设备保养上来讲,清除水垢是一个很麻烦的问题。

过去清除水垢有两种方法,即使用化学药品与不使用化学药品两种方法。使用化学药品的方法是:除在未经处理的水中加入磷酸盐控制沉积水垢外,还有在水中加入酸,例如,硫酸控制一定的PH值;或者加入铬酸盐防止腐蚀冷却管等等。但是,磷酸盐会促进水中水生植物的生长,其生长、腐败会使水中缺氧,造成鱼类死亡,以至江河湖泊“死亡”。另外,铬酸盐是有毒物质,会污染水质造成公害。

此外,控制水垢的方法还有:电磁、电解作用或静电作用的电气方法和接触反应法。所谓电磁法就是利用永久磁铁或电磁力产生的磁场,在未处理的水中起作用,作用原理与静电法相类似,但与美国 Worthington 公司的静电法作比较,效果则较差,而且在其控制器中积有氧化铁,需要定期清除。电解法是把电流通入未经处理的水中以控制沉积水垢,但也不太可靠,而且有电解穿孔的危险。

美国 Worthington 公司研制成功的静电水垢控制器,较好的解决了上述问题。在过去四年里,有400多个此种装置被美国的一些企业采用。

二、作用原理

沉积在冷却管和机器设备冷却管内壁的水垢,主要是溶解在硬水中的钙和镁的硫酸盐和碳酸盐,这些盐类天然水也包含一些,硬水比软水包含的多。蒸馏水则完全不含。

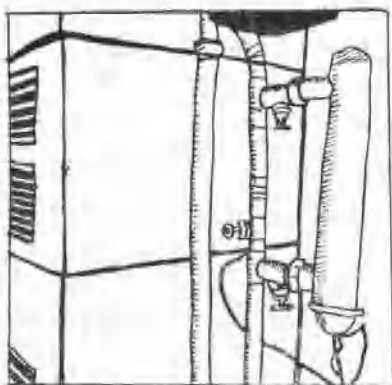


图 1. 水垢控制器

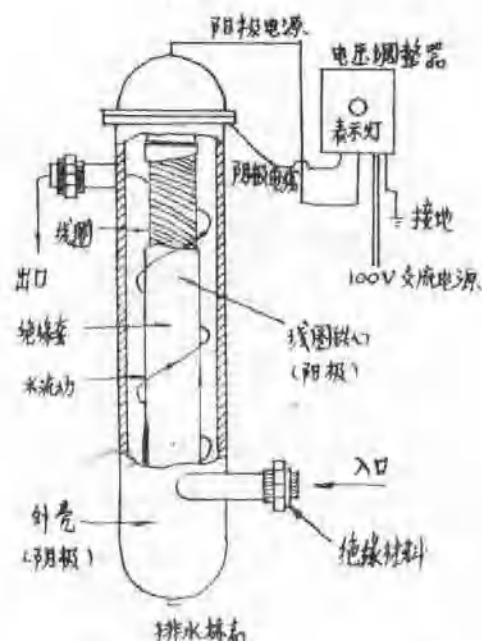


图 2. 水垢控制器示意图

这些盐类溶解于水，使分离成为钙和镁的阳离子以及硫酸根和碳酸根的阴离子，这些离子在水溶液中自由运动，遇热后再次结合，从溶液中分离出来成为沉淀盐。一般情况，阳离子和阴离子附着在管壁上结成水垢，水壶里和流水面上所结成的水垢就是一例。但是冷却管和机器设备冷却套管接地时情况就不同了。即冷却管和冷却套管接地带了负(-)电，首先有选择的把阳离子被固着在管壁上。于是一个阳离子被固着在管壁上不能再移动，然后再有一个阴离子和已固着在管壁上的阳离子相结合，恢复为原来的结晶状态，这样的过程持续便使水垢逐渐加厚。

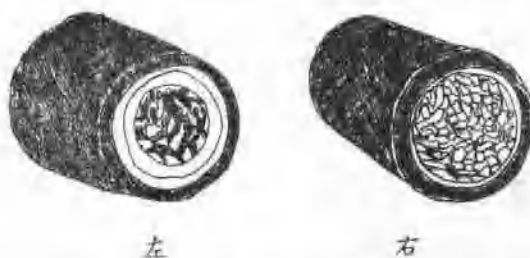


图 3. 左图是结垢情况

右图是采用静电水垢控制器，48天以后能除去70%的水垢。

控制这种水垢沉积的方法，目前所采用的有：

1. 使沉积在管壁上的水垢（盐类）和其它化学药品起反应，然后从水中排出去，或者控制离子使之不能自由移动。

2. 用物理和化学的方法定期清除水垢。

3. 废弃已有水垢的部份设备。

但是，上述方法从经济上和三废污染上来看都存在一些问题。利用静电水垢控制器，可以解决上述问题，它的作用原理是：

从理论上讲，沉积的水垢表面，多少会在水中慢慢地、反复地再溶解和再沉积。大致处于一种平衡状态。事实上当水垢逐渐增厚时，盐类从水中分离出来的沉积量要比水垢再溶解的量为多，因此要使水垢减少，就必需使沉积率低于溶解率。如果能够在不减少水对垢的溶解能力的同时，减低水垢的沉积率，这样不仅能够控制水垢的产生，还能除去已经沉积在管壁内（见图3）的水垢，以静电作用来维持这一工艺过程，就是这种静电控制器的特点。

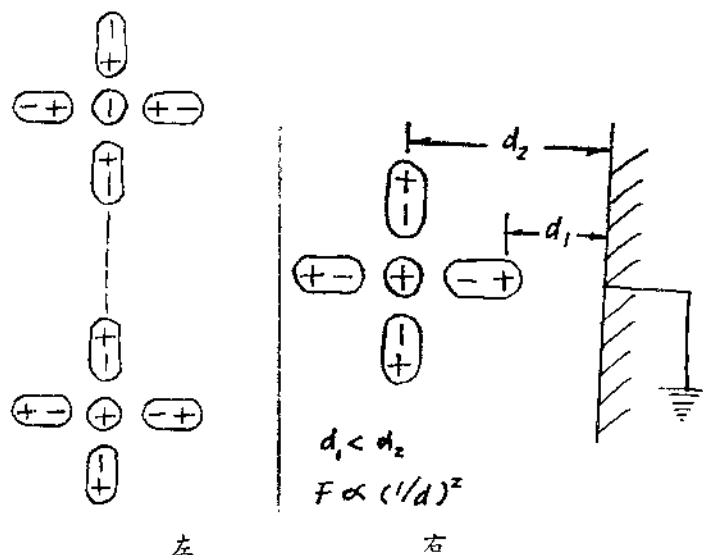


图4. 左图表示，由于双极子的缘故，离子不能结合
右图表示，离子和双极子的引力差

相隔极小的距离而对称的分子的正负电荷叫做有极性，称它的分子为偶极子。水的分子，氢原子(+)对氧原子(-)不成对称的位置，具有极性，水就是极性溶液。极性溶液的特点是，当给十分强的静电场时，各个偶极子恰好像铁屑在强磁场中一样，它的正

电端会奔向静电场的阴极侧，而负电端则会奔向静电场的阳极侧，使正负的顺序整整齐齐的排列起来。在这种情况下，静电场的两极侧都要有很好的绝缘。当液体溶解盐离子时，这些被偶极子包围的正负离子也以正负极的顺序整齐地被编入偶极子群中连接起来。因此，含有溶解盐的水，依然具有作为液体的物理性质。各分子（包括盐离子在内）好像固体分子一样整齐地排列起来。当然，溶解在水中的离子已不能自由移动奔向管壁去了。在上述的静电场中，各个离子被几个偶极子包围着。例如：钙的阳离子被包围在几个水的偶极子的负端，而偶极子正电端处在以阳离子为中心比负电端具有更大半径的位置上。

在各个水偶极子群中被包围的阳离子，即便离开静电场靠近接地的管壁上，也不会被吸引到管壁上，因为偶极子的正电端（氢）距离管壁近，而相互吸引力是与距离的平方成反比例的，所以，与其说是钙的阳离子，倒不如说是偶极子的正端受管壁吸引，钙的阳离子没有机会附着在管壁上，因此不会产生水垢。同样，阴离子受到静电作用后，被水偶极子的正电端包围。即便阳离子和阴离子相碰也会产生化学的结合。

使用这种装置向许多例子证明，与其说水垢是从和水接触的面上逐渐溶解下来的，倒不如说水垢都是大块大块地从金属管壁内面上脱落下来。只有在水垢十分坚硬稠密的情况，由于水不能渗入管壁与水垢之间，水垢才从与水接触的面上慢慢地溶解下来。由于水垢的再溶解，使水的硬度逐渐增大，虽有明显的去垢效果，但要完全除去水垢则需要几个星期到几个月的时间。但是，使用这种静电法的极性作用要比当初预计的时间长。

从已采用这个装置的几处实际运行情况来看，在距离装置150米左右的下游处，似能观测到这种极性作用。当然离装置近的地方效果好些，离装置远的地方效果差些。

根据目前使用情况来看，未经处理的硬水使用效果最好，对已软化的水，经过化学处理的水以及在90°C以上的温水，没有效果。但是，采用了这种装置就没有必要再作软化和化学处理及予处理。

三、构造

静电水垢控制器的构造如图2所示，整个装置没有运动部份，只有两个主要部份，即：在未经处理的水流过期间，受静电作用的圆筒外壳和形成静电场的电源的电压调整器。有内部经过电镀处理的钢管做圆筒外壳，起阴极作用；其中心有一支线圈铁芯，

起阳极作用，两者之间用聚四氟乙烯做成的绝缘层绝缘起来。圆筒外壳和相连的冷却管之间也要保持绝缘，在相连过之处也要使用绝缘材料。电压调整器里有装在防潮箱里的整流器和升压器。将220伏的交流电源变成3400伏的直流电源。升压器内装有自动电流限制装置，如有短路，则可停止涡电流流动，其它还有表示正常运转的指示灯和表示直流电源电压值的电压表。圆筒外壳和电压调整器之间用彩色电线连接，电线用塑料保护好。

四、运行和保养

由于这个装置没有运动部份，所以安装、运行和保养都很简单。安装时只要使圆筒外表部份做到不接地，在支持脚架等处，用干燥木片垫起来以保证良好的绝缘就可以了。未经处理的水，从圆筒下部流入，在铁芯（阳极）和圆筒外壳（阴极）之间作螺旋状的上升流动，再从圆筒上部流出。未经处理的水在圆筒内部期间，受到3400伏静电场的作用，则可控制水垢的形成。只要静电场做到充分绝缘，则耗电量很少。

无论冷却水装置是循环型，还是非循环型，水垢控制器的性能不变。在循环型装置里，由于被除去的水垢仍留在循环水中，所以循环水的硬度逐渐增高，须要定期更换循环水。当水垢完全除去后，循环水的硬度和补给水或更换水的硬度相同时，即可停止补给和更换。因为沉积的水垢受到静电水垢控制器的作用后成粉末状态而排出，很易堵塞控制阀和冷却水管系统，所以要安装一个过滤器，装在溶沫容易滞滴的地方，定期将其排除。

五、结 语

已使用该装置的400多家，主要是使用在压缩机的冷却套管、热处理炉、挤出成型机、温水发生器、空调方面、冷却塔以及其它各种热交换装置等等。总结其特点是：

1. 安装简单，几乎不要运转费。
2. 无须进行化学的和机械的清扫作业。
3. 维持或恢复热交换器的功能。
4. 不限制冷却水质，可以使用便宜的硬水。
5. 没有污染问题。

附电气原理图。供参考

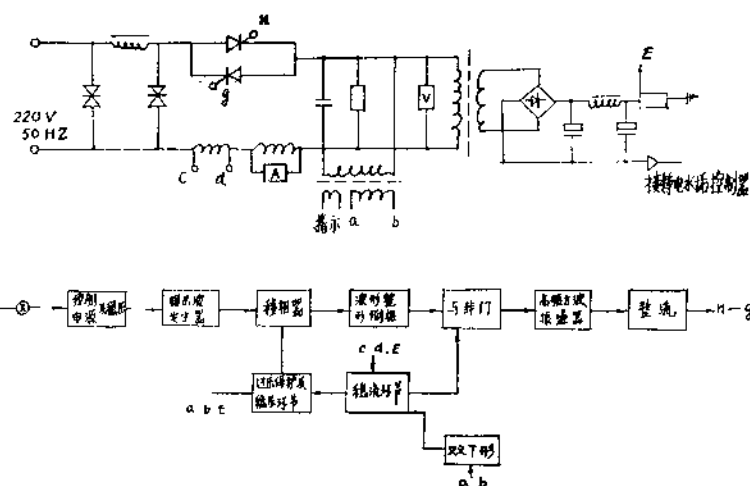


图 5. 电气原理图

译 自 日本《化学装置》

1973年第 4 期