电解水技术在工业循环冷却水中的应用

朱振龙

内蒙古包钢钢联股份有限公司炼铁厂　内蒙古包头　014000

摘　要：随着我国工业产业不断发展壮大，循环冷却水系统在工业生产中的应用越来越普遍，与此同时循环冷却水水处理也成为影响工业生产水源利用率与企业运营效益的重要因素，故而循环冷却水水处理备受工业生产企业关注与重视，由于传统化学加药处理方式存在水资源浪费及环境污染等弊端，因此亟需对之进行合理改进与优化。基于此，本文围绕电解水技术在工业循环冷却水中的应用这一论题展开一系列分析研究，旨在促进工业循环水处理优化发展。

关键词：电解水技术；工业循环冷却水；技术应用

Application of electrolyzed water technology in industrial circulating cooling water

Zhenlong Zhu

Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., Ltd. Ironmaking Plant, Baotou 014000, Inner Mongolia, China

Abstract: With the continuous development and growth of China's industrial industry, the application of circulating cooling water systems in industrial production is becoming more and more common. At the same time, the treatment of circulating cooling water has become an important factor affecting the utilization rate of industrial production water sources and the operational efficiency of enterprises. Therefore, the treatment of circulating cooling water has attracted attention and attention from industrial production enterprises. Due to the drawbacks of traditional chemical dosing treatment methods such as water resource waste and environmental pollution, Therefore, there is an urgent need for reasonable improvement and optimization. Based on this, this paper launches a series of analysis and research around the topic of the application of Electrolysed water technology in industrial circulating cooling water, aiming to promote the optimal development of industrial circulating water treatment.

Keywords: Electrolyzed water technology; Industrial circulating cooling water; Technology application

引言

国家科学技术水平提升，推动着工业化生产突飞猛进式的发展，在产量和效率提升的同时，用水量也快速增加，为了积极贯彻执行国家节约用水要求，工业领域不断进行工业循环水系统改进与创新，但是在循环水系统应用过程中，通常会伴有冷却水结垢、腐蚀以及菌藻滋生等各种问题，从而危害工业生产持续平稳开展，因此亟需对之进行高效处理。可见合理分析工业循环冷却水处理难题与处理技术，深入探索微电解技术原理及其在工业循环冷却水处理中的应用等问题意义重大。

1　工业循环水现状

就中国工业目前发展的状况来看，还没有实现水资源的高效利用，水资源的利用率仅为30%左右，远远没有达到发达国家的水平。工业用水中60%以上都是循环水，大部分为敞开式循环冷却水。随着冷却水的循环使用，水分逐步蒸发而浓缩，其中含有的有机物以及无机盐占比越来越大，而且伴随着灰尘的进入，在使用时很容易滋生微生物，造成设备腐蚀以及沉积物附着，导致管路出现堵塞，增加了设备运行的能耗，降低换热效率，会对工厂运行的效果造成影响，为工厂带来经济损失。在使用工业水循环水药剂后，用水量明显减少，但是所使用的循环冷却水却滋生了藻类，设备出现了严重的结构、腐蚀问题，需要经常的进行检修，热交换效率大大下降，导致无法正常进行生产。因此，冷却水中除了要加入需要加入杀菌灭藻剂、除垢剂、缓蚀剂以及配套的消泡剂，清洗剂，分散剂，絮凝剂、预膜剂。虽然在使用化学药之后能够避免上述问题的出现，但是在水的排放方面也需要考虑。

1.1　工业循环水的处理难题

（1）水垢。随着换热面温度的升高，水中的碳酸盐类会逐步沉淀在传热表面，长此以往就会形成水垢。在水垢形成后，由于其具有较差的传热性能，相较于钢材的传热性能45w/（m.k），传热性能仅为1.16w（m.k）以下。因

此，随着水垢的累积，热转换效率显著下降，能耗大大增加，在水垢累积到一定程度后会堵塞换热器，影响正常的生产。

（2）腐蚀。所使用的设备大多为金属设备，在循环水使用时，其中，氯离子等的浓度会提高，会滋生微生物，进一步加剧金属设备的腐蚀，设备就会出现穿孔问题，其中包含的工业介质会与循环水接触，导致循环水受到污染，在影响到生产的同时，也会带来经济损失。

（3）藻类及生物粘泥。敞开式的循环水能够直接接触到外界的空气以及阳光，非常有利于藻类等为生物的繁殖，除了藻类的生长代谢以外，外界灰尘也能够进入循环水当中，二者共同形成了生物粘泥，生物粘泥的出现会造成管道堵塞，腐蚀设备。

（4）浓缩倍数。中国工业目前还落后于发达国家，循环水技术水平低，使用的循环水的浓缩倍数较低达不到要求，大多数情况下，循环水的浓缩倍数仅为3.0~4.0，而发达国家采用的循环水的倍数能够达到8及以上。由于采用的浓缩倍数较低，导致循环水补水量巨大，使企业的运行成本大大增加。此外，外排量也显著的提升，企业在运行时存在着严重的水资源浪费问题，由于在排放污水中含有药剂，也会加剧环境污染。随着我国让人受到水资源的重要性，加上节能节水政策的推进及落实，为积极的响应国家环保的要求，需要寻找经济性较高，能够避免循环水系统使用时的腐蚀以及结垢问题，提高循环水浓缩倍数，采用新设备、新技术来降低水的排放量和补水量，这对于推进社会的健康发展是十分关键的。循环环水微电解技术应运而生，作为一种新型的去除水中钙镁离子的技术，能够有效解决上述问题。

2 常用的工业循环冷却水处理技术

（1）生物技术。生物技术能够清除循环冷却水中含有的微生物，主要原理是通过控制新陈代谢进行清除的。目前，在进行工业循环冷却水的处理时常用的生物技术包括好氧生物处理技术以及厌氧生物处理技术。其中，好氧生物处理技术在进行处理循环冷却水的时，大多是选择生物膜法进行的，还可以选择活性污泥法来处理循环冷却水，通过微生物来分解循环冷却水中的有机物，能够有效降低水中有机物的浓度。厌氧生物处理技术与好氧生物处理技术类似，所选择的主要是厌氧生物来分解有机物，也能够显著降低废水中有机物的含量。

（2）工业循环水垢处理机制。循环水中含有的盐在受到温度变化的影响，就会沉淀生成水垢。通过分析水垢产生的步骤，主要包括以下三步。首先，溶液应该处于饱和状态，其次，逐步出现晶核，最后，生成晶体。根据水垢生成的特性，工业循环水垢处理就是破坏水垢形成的步骤，来实现水垢的处理，从根源上避免水垢的产生。工业循环水垢处理时是通过添加阻垢剂，使阻垢剂中断水泵形成的环节，从而有效阻止水垢产生。通过分析阻垢剂在工业循环冷却水中发挥的作用，是提高冷却水处理效果的重要环节。

（3）工业循环水缓蚀处理机制。该机制在对冷却循环水进行处理时，发挥作用的是内部的缓蚀剂，其能够释放出溶解氧，从而避免造成机械设备的腐蚀。目前，工业上所使用的缓蚀剂有很多种类型的选择，使用较多的包括锌盐以及钥酸盐。两种缓蚀剂在处理时各有优缺点。其中，钥酸盐在处理工业循环水时，能够应用于不同材质的设备当中，应用范围较广且具有不错的处理效果，包括铝制品、钢制品以及铜制品，但是，需要耗费的成本较高。锌盐确恰恰相反，其不需要投入较高的成本，也能够取得有效的处理效果，但是，锌盐具有较大的毒性，所以如果采用锌盐处理循环水，需要进行严格的管控。所以要根据工业循环冷却水的具体情况，选择合适的处理方式。

（4）超临界废水处理技术。超临界废水处理技术又可以被称作为生态水处理技术，是在湿法氧化技术基础而上研发出的水处理技术，能够有效的处理工业用水，能够分解废水中含有的有机固体物以及有毒物质，在氧化分解过程中不会对水体造成二次污染。此外，相关研究还表明了超临界废水处理技术对于工业废水中浓度为2%的有机物质能够有效的处理，并且整个处理过程不额外需要外界供热，在处理过程中生成的热量就能够满足废水金属氧化分解处理的需要。就环保角度以及处理效率来看，超临界废水处理系数具有广泛的应用前景，并且过了国家大力投入研究，努力扩大其应用的范围。

（5）微电解技术。循环水微电解技术就是利用微电解装置来加入电场，能够在循环水的流动路线中，通过加入的电场产生的电位差使水分子之间的分子键打开，微电解还原性氢氧根离子和活泼氢素，通过发生化学反应将产生的不溶性物质吸附在电器上，例如，镁离子和钙离子，从而避免水垢的出现。

①阻垢。在阴极的位置为电解槽附近会吸附沉降，吸附循环水当中的钙镁离子，使循环水中含有的钙镁离子浓度下降，由于钙镁离子是容易结垢的离子，在浓度下降之后就能够避免设备和管道上出现水垢。

②防腐。钙离子能够作为天然的缓释剂，可以和氯离子形成离子蒂和，避免氯离子对管道造成腐蚀。

③杀菌。在阳极的生成氯气，氯气的浓度会由于循环倍数的提高而提高。在阳极会由于发生电解反应生成氢基自由基以及氯气，这些物质能够杀灭循环水当中的藻类物质，抑制粘泥的产生，从而避免生物腐蚀作用对于设备造成腐蚀。所生成的氢气自由基以及游离的氯也能够消灭水中含有的氧游生物的及微生物，从根源上避免生物粘泥和细菌的滋生。

3 工业循环水电解技术工艺设备的计算以及选型

3.1 计算

为了能够有效的去除循环水当中含有的容易结垢离子，需要全面的分析循环水的水质情况，了解水中矿物离子的结垢原理以及设备腐蚀原理，在通过进行水质数学计算，

获得水循环系统腐蚀或结垢矿物离子平衡量。

3.2 选型

根据计算的情况找出影响循环水平衡量的离子，需要根据微电解的特性，调整设备的电压、电流等运行参数，获得微电解装置的电解面积，进行反应器设计，明确装置结构形式。再结合现场的具体条件对设备进行设计，可以选择集装箱式或者撬装式，以降低现场操作施工的难度，还能够额外避免进行基建工程的建设。

3.3 系统安装位置的选择

在进行水循环系统安装位置选择时，需要考虑循环水场地的状况，并且选择循环冷却水系统的安装方式，MET设备有三种安装方式的选择。第一，可以选择在循环水上水口的位置，利用上水泵的回水压力，使循环水经过微电解装置后，再次进入循环水池当中。第二，并联旁滤系统，同样是利用上水泵的回水压力，经过电解设备进入循环水池当中。第三，实现自循环，一般情况下，会选择在循环水池旁，并安装循环水泵，这会在使用后导致消耗的功率增加，大多不会采用。

3.4 操作运行

选择的是整台撬装式MET设备，在按照上述选择合适的安装位置安装完成以后，就可以进行通电进行循环水的处理。需要预先编写PLC自动控制程序来调控循环水处理的整个过程，并且通过PLC多功能限时屏上显示出处理的过程以及选择的参数，能够实现全过程的监督，并且利用远程传输系统，能够将数据上传至运行服务中心当中，非常方便专业人员掌握运行的具体情况。一旦发现运行当中出现异常，处理过程超出控制范围，就是可以通过修改PLC控制液晶屏上的控制条件，并且能够记录运行时所采用的参数以及数据，方便后期的调阅。

4 MET系统技术应用优势

（1）可靠性高，能够保障安全性。整个过程能够实现自控设计，降低了处理过程中的人力的投入，而且避免了人员接触具有危险性的化学药品，保障了生产的安全性。（2）一机多能。在投入使用后，能够有效解决传统循环水处理过程中的生物粘泥、结垢、腐蚀以及微生物等问题，在处理过程中也不需要额外添加化学药剂，从根源上避免了还有化学药品的污水的的排放，更符合我国环保理念。（3）运行成本低。该套设备使用时的能耗很低，最大功率仅为5kw，并且由于能够实现自动控制，降低了人力的投入，有利于节约人力成本。（4）设备运行过程中能够由PLC控制全自动操作，降低了操作和后期维护的难度，并且在配合应用BITS系统就能够远程的进行监控。（5）MET系统装置使用的是撬装饰设计，便于运输和安装。

5 应用MET系统的经济效益

5.1 降低成本

MET系统循环水量，系统保有水量，大大提高了水资源的利用率，而且处理过程不会有杀菌、灭藻剂、阻垢剂、缓蚀剂、黏泥剥离剂等药剂的使用，节省了药剂方面的投入成本。

5.2 降低水耗

使用该系统能够降低新鲜水的使用量，降低污水排放量。由于浓缩倍率的提高，排放废水量大大减少，基本无需进行污水的排放，只需要在完成自动除垢后，有少量含垢废水的排放，在经过沉淀处理后，废水能够二次利用，并且所产生的废水不会对环境造成污染。通过调查，每年使用的新鲜水量显著减少，有利于节约水资源。

5.3 设备能耗低

MET装置由于结构设计合理，采用的为MET循环水微电解槽，在使用该装置时，不需要太高的电压以及电流，由于没有动力装置，不会产生额外的电能耗费，运行时能耗很低。

5.4 延长工艺装置检修工期

MET装置在使用时能够去除循环水主要尘垢物质，从而大大降低换热器中结垢现象，不需要频繁的对设备和装置进行检修，使循环水系统装置检修期大大延长，降低设备的后期检修的工作量。

6 应用领域及应用前景

6.1 应用领域

在工业生产时有大量冷却水的使用，应用微电解技术的从根源上避免污染问题产生，同时也符合国家节能减排的要求。此外，国家还对中央空调冷却系统洁净度做出了明确规定。更重要的是应用微电解质技术能够解决中央空调给风时存在的细菌污染问题。目前已经能够应用于冷开式循环冷却水系统工厂以及医院、商场等场所中。

6.2 应用前景

由于该技术能够降低企业运行的成本，并且符合国家环保政策的要求，相比药剂的使用，能够有更好的处理效果，更能满足客户需求。

结束语

总之就目前来说，循环水系统已经发展成为工业企业重要设备装置，由于该装置在长期运行过程中通常会出现粘泥污垢堵塞管路等情况，从而导致诸多不良后果，而传统的循环冷却水化学加药处理方式又存在一些缺陷和不足，为了探索优化工业循环冷却水处理效果的有效防范，上文详细分析了微电解技术原理及其在工业循环冷却水处理中的应用等问题，希望带给相关人员一些启发与思考。

参考文献：

[1]宋子平.电解水技术在工业循环冷却水中的应用[J].节能与环保,2021.DOI:10.3969/j.issn.1009-539X.2021.04.042.

[2]YinShizhong,殷世忠.循环冷却水应用电解水处理技术的研究[C]//中国电机工程学会;西安热工研究院有限公司.中国电机工程学会;西安热工研究院有限公司,2016.