

工业循环冷却水问题分析及对策

朱航科

中国航发西安航空发动机有限公司

DOI:10.32629/eep.v2i2.140

[摘要] 本文针对工业企业使用的循环冷却水系统运行中普遍存在的问题及其危害进行梳理,并结合系统运行特点提出相应的解决措施和控制方法,提高循环冷却水系统运行的稳定性。

[关键词] 循环水; 循环冷却水; 水质

引言

循环冷却水系统通常是为实现工艺设备(如工业炉窑、转动机械、热处理设备等)的冷却降温目的而专门配置的一套系统,通常是由换热设备、冷却塔、水泵、管道以及其他有关设备所构成的用水作为冷却介质,并通过水不断的循环来进行热量传递和交换的一种系统。对工业企业而言,虽然冷却水不直接参与生产,但却决定了工业企业是否能够连续稳定的进行生产。

1 循环冷却水现状

XH公司是一家坐落在西北某省会城市的大型机械制造企业,全公司拥有各类铸造、精密加工、热处理设备及空调冷热水系统设备近万台,年耗水量约280万吨,用水水源为自备井地下采水。由于厂区面积较大,二十余个生产厂房按照工艺加工设备特点和产品分散在厂区各个部位,各生产厂房均大量使用冷却水。根据生产工艺布局特点,大部分厂房均建有配套的开式循环冷却水系统。

该企业在生产中需要冷却的典型设备包括各类电加热炉、真空加热炉、钎焊炉等,以及用水作为温度调节装置的空调冷/热水循环系统。大部分单位的循环冷却水系统运行状况较差,部分单位采用直排水以缓解循环冷却水运行不畅所带来的问题。近年,受国家水资源费改税的影响,企业用水成本急剧增加,循环冷却水越来越受到企业不同层面的高度重视。

2 存在问题及危害

XH公司生产单位点多面广,各单位均为冷却水耗水大户,但是冷却水使用工艺及运行环境千差万别,各生产单位冷却水系统中不同程度的存在结垢严重、藻类和泥污较多、以及腐蚀严重等问题。

2.1 结垢

地下水中天然的溶解有各种矿物质和盐,在使用直采地下水作为冷却水通过换热器传热表面时,水中溶解的碳酸盐、硅酸盐及氯化物等会受热分解。当冷却水为循环使用时,受蒸发及空气损耗的影响,水中含有的各种盐类还会不断的浓缩。当冷却水中溶解的各种盐类的阴、阳离子浓度的乘积超过其在水中的溶解度时,就会在设备表面沉积而形成垢。同时,当使用循环冷却水作为冷却介质时,在发生热交换的

设备表面,各种盐类受热分解的现象也更为严重。尤其是当循环冷却水流经粗糙表面,或者水流速度达到1m/s以下时,水垢更容易沉积并附着在循环系统内壁。水垢一旦形成,就会牢牢地附着在换热表面上,而难以随水流的冲刷而被带走,且水垢在循环系统表面一旦形成,又会进一步加速垢的形成,使冷却系统的流量迅速减小,严重时甚至造成水流无法正常通过。

循环冷却水结垢后是造成换热设备或需冷却设备换热效果急剧下降的主要原因。在一些循环冷却水结垢严重的系统中,由于结垢问题长期得不到重视,甚至造成整个系统中的循环水泵、输送管道及冷却设备内壁附着一层厚厚的水垢,造成冷却水系统流量下降,甚至整个系统堵塞瘫痪的严重后果。

2.2 藻类和泥污

新鲜的水中一般很少包含藻类和细菌。但在循环冷却水中,由于冷却水循环多次使用,水中的盐类及其他杂质不断浓缩。循环水在经过冷却塔进行冷却的过程,增加了冷却水和氧气接触的机会,同时受到太阳光的照射,如此的自然条件使循环冷却水中逐渐滋生大量的细菌、藻类及其他微生物,并且不断繁殖。这些藻类和微生物在生长的过程中,会分泌大量的胶状粘液,并进一步使水中的灰尘杂质及盐类沉积物等粘附在一起,一旦在循环系统内壁或设备表面附着后,就会像胶状一样粘粘在设备上。当含有大量微生物及藻类的冷却水流经换热器表面时,在阻止水流速度的同时更加加剧了这一现象。夹杂微生物粘泥后的软垢的清理也变得更加困难。

采用开式循环冷却水,冷却塔在长期运行过程中,大量的含尘空气将逐渐在冷却塔内沉积,并随冷却塔中的水流进入循环冷却水系统,造成循环冷却水系统内部杂质增加。严重时,这些生物粘泥全将管子堵死,迫使停产清洗。设备换热器管壁上大量积聚粘泥等软垢,在降低换热冷却效果的同时,也更容易产生垢下腐蚀,而使冷却水系统管道和设备发生泄漏损坏。

2.3 腐蚀

循环冷却水在长期运行中的腐蚀,最容易发生的腐蚀主要为氧浓差腐蚀、电化学腐蚀和电偶腐蚀等。同时,运行过程中的温度上升,盐和其他杂质浓缩,藻类等微生物的疯长,也是促进腐蚀的重要因素。

(1)氧浓差腐蚀。氧浓差腐蚀是金属在循环冷却水系统

中最普遍、危害最大,同时又是最难克服的一种腐蚀。这种腐蚀主要是由于氧溶解于循环冷却水中,受流速及流体力学的影响,从某一个横断面上看,氧在靠近管壁和远离管壁的区域形成了一个氧浓度的梯度差,不同浓度差之间会形成电位差。靠近管壁处的金属或缝隙作为贫氧区而成为阳极受到腐蚀。而且,靠近管壁或沉积物下面的缝隙区难以得到补充氧,而靠近管道中部的冷却水能够不断的提供充足的氧,从而使这种浓度差进一步加剧,氧浓差腐蚀在这个过程中持续进行。

(2) 电化学腐蚀。循环冷却水作为一种导电介质,在与金属材料相互接触时,在其接触界面上将发生有自由电子参加的广义氧化还原反应,从而导致金属表面处的金属变为离子、络离子而溶解,或者生成氧化物、氢氧化物等,破坏原有金属材料的特性,发生电化学反应。在反应过程中有电流产生,腐蚀金属表面上存在着阴极和阳极。

(3) 电偶腐蚀。当循环水系统较大时,通常整个循环水系统的各个生产装置,以及连接管道之间是用不同的金属或合金制造而成,这些材料互相接触。当异种金属在同一种导电介质中接触时,由于不同金属的腐蚀电位不同,就会有电偶电流在介质中流动,使电极电位较低的金属在介质中的溶解速度增加,即使接触处的低电位金属产生局部腐蚀。而电极电位较高的金属,溶解速度反而减慢,从而形成电偶腐蚀。电偶腐蚀的现象十分普遍,循环冷却水系统常见的有铁和铜、铁和不锈钢等,在这种情况下,前一种金属遭受腐蚀。

3 处理措施

3.1 结垢的预防

敞开式循环冷却水的结垢主要成分为 CaCO_3 和腐蚀产物。要减少循环冷水中的结垢,通常采取的措施有:

(1) 软化。采用阳离子交换树脂对进行系统的水进行软化,控制进入循环水的补充水中容易产生结垢的钙、镁离子。在整个循环水系统中也可以增加旁流处理,或者添加一定量的阻垢剂来抑制结垢。

(2) 加酸。控制循环水中的碱度和 PH 值,破坏产生水垢的环境。

(3) 控制循环冷却水的浓缩倍数,适当进行排污,使循环水中的总钙硬度+总碱度始终保持小于 1100mg/L 。

3.2 藻类和泥污控制

生物粘泥和藻类是循环水系统中不可忽视的重要危害。控制藻类和泥污的主要方法有:

(1) 定期检查冷却塔内部是否有新垢产生,若有则适当增加阻垢剂,同时降低浓缩倍数。

(2) 检查冷却塔四周水流缓慢处水中的渣及杂质情况,若有则适当加大旁滤器的排污量。

(3) 检查冷却塔内藻类及是否有微生物滋长,必要时增加除菌灭藻剂,同时进行粘泥剥离,并大量排水或更换新水。

3.3 腐蚀的控制

根据敞开式循环冷却水系统运行中腐蚀产生的主要机理可以看出,要降低循环水系统设备的腐蚀主要从以下几方面着手:

(1) 监控系统运行中的氧浓度及藻类滋生情况,适当排污以控制浓缩倍率,或者采用杀菌灭藻剂及脱氧剂可以降低垢下腐蚀的几率。

(2) 控制循环水系统运行中的盐浓度可以降低电化学腐蚀,减少使用不同电极电位的金属材料在系统中的使用可一定程度上减少电偶腐蚀。

(3) 通过在循环水中添加缓蚀剂或进行系统造膜处理,可以有效地降低循环水系统中金属设备的腐蚀速度。造膜可以采用硫酸亚铁溶液进行一次造膜,或者进行运行中造膜。

4 结束语

我们应根据实际工艺、设备条件维持各因素之间的协调,有效的控制循环水运行过程中的结垢、藻类和泥污,以及防止发生循环水系统腐蚀。在这个过程中,需要从各个环节进行控制,结合 XH 公司循环冷却水系统管理,主要从以下几个方面加强管理:

(1) 做好循环冷却水软水设备的监控运行,控制水的硬度,降低循环水系统中结垢离子的浓度积。尽可能使其始终处于不饱和状态,或通过添加一定的阻垢剂,防止系统结垢。

(2) 控制好循环水的浓缩倍率,保持系统运行过程中一定的排污量,同时通过添加一定量的杀菌灭藻剂,防止系统大量滋生藻类和泥污。

(3) 在循环水系统建设及后期维修中,尽量避免不同电极电位金属同时使用,控制循环水含盐量的浓度,并通过添加脱氧剂可以降低系统的腐蚀。

[参考文献]

[1] 石玉磊,张峰.试验站工业循环冷却水系统设计方案探讨[J].山西建筑,2018,44(34):119-121.

[2] 邵和东.浅析工业循环冷却水系统水质防腐及控制方法[J].环境与发展,2017,29(05):106+108.

[3] 赵成平,万雄伟,刘苏,等.工业循环冷却水系统微生物的控制方法综述[J].清洗世界,2018,34(11):51-53.