

循环冷却水系统的运行管理探讨

任玉兵

(山西兰花田悦化肥有限责任公司)

摘要: 本文介绍山西兰花田悦化肥有限责任公司尿素车间循环水的日常监控,分析了水质的控制,设备管道腐蚀的控制。

关键词: 温度; 腐蚀; 浊度; 杀菌; 缓蚀

1 前言

工业生产中,冷却的方式很多,有空气冷却、水冷却、氨冷。但是在大多数工业生产中都是用水来作为传热冷却介质的。这主要是由于水的化学稳定性好,不易分解;它的热容量大,在常用温度范围内,不会产生明显的膨胀或压缩;它的沸点较高,在通常使用条件下,在换热器中不致汽化;同时水的来源较广泛,流动性好,易于输送和分配,相对来说价格成本也较低。目前在化肥行业中用大量的水来冷却各反应介质。

2 系统现状及日常管理

尿素车间至从 2008 年开始循环水已进入热态正常运行。按照上海高森水处理服务公司水处理服务报告及实际运行来看,运行较好。

表 1 循环水 2 月 28 日至 8 月 5 日月分析数据平均值:

日期	pH	电导率 $\mu\text{ s/cm}$	浊度 mg/L	钙硬度 CaCO ₃ 计 mg/L	总硬度 以 CaCO ₃ 计 mg/L	总碱度 以 CaCO ₃ 计 mg/L	氯离子 mg/L	总磷 以 PO ₄ ³⁻ 计 mg/L	总 Fe mg/L	腐蚀率 mm/a
2.28~4.4	8.08	2199.8	3.68	857.68	1231.24	316.51	92.53	8.0	0.263	0.00465
4.3~5.14	7.87	1978.9	4.81	771.49	1112.83	175.50	77.84	7.7	0.421	0.0139
5.15~6.16	8.00	2019.0	2.98	761.09	1094.12	200.18	76.49	6.4	0.117	0.0042
6.16~7.12	7.92	2100.6	4.89	772.67	1112.91	211.93	144.9	6.65	0.166	0.00215
7.12~8.5	7.90	2499.8	4.44	934.19	1364.97	169.07	267.78	6.51	0.203	0.0037
控制指标	7.60~8.6	<3000	<20	<800	<1200	<300	<300	6~9	<2	0.100

由上表可知 2008 年 2 月 28 日至 2008 年 8 月 5 日,碳钢挂片腐蚀率远小于控制指标 0.100mm/a,说明腐蚀控制较好。在夏季气温高的情况下,循环水水池部分横梁立柱上只有少量藻类和黑色粘泥。

尽管化肥生产中对循环冷却用水的水质没有象工艺用水、锅炉用水那样对各种指标有严格的限制,但为了保证生产稳定,不损坏设备,能长周期运转,对冷却水水质的要求还是相当高的。现在就田悦公司尿素车间对循环水日常运行管理分别叙述,与同行共同探讨。

2.1 控制水温

在设备相同的条件下,水温愈低,日产量愈高。例如生产尿素时,需要将 CO₂ 压缩机

和低压、蒸发系统的尾气进行冷凝回收，冷却水的温度愈低，则回收越充分，回收量越大，氨耗越低，产量愈高。冷却水温度愈低，用水量也相应减少。冷却水温度可用凉水塔、冷却风机、补水置换来调整，必要时可加大循环水的循环量，让更多的水经过凉水塔被冷却。凉水塔顶部装有抽引冷却风机，当水温过高时，可启动抽风机降低水温；反之，冬季当水温较低时，可利用停运抽风机来进行调整。车间循环出水温度控制指标为 32℃（一次水紧张时最高涨至 36℃），夏季由于气温高，每天的 10:00—18:00 加大补水、排水来控制温度，用量为 1000—2000 m³/d。

2.2 控制水的浊度

水中悬浮物带入冷却水系统，会因流速降低而沉积在换热设备和管道中，影响热交换，严重时会使管道堵塞，水浊度过高还会加速金属设备的腐蚀。为此，设计时将冷却回水的一部分（其用量约占循环量的 2%），经过旁滤器过滤后才进入贮水池，并定期反洗旁滤器，以保证除浊效果。

目前只有 2 台旁滤器运行，2 台备用。每天白班 12:30—14:00 联系调度对正在运行的 1 台旁滤器进行反洗，每次反洗时间大约 15 分钟，直到排水清澈为止。从而把循环水浊度控制在 ≤5 mg/L（有时因补水紧张，略有超标）。在生产系统中冷却水的浊度要求控制在 20mg/L 以下。

2.3 控制水中缓蚀阻垢剂总磷的含量

冷却水在使用过程中，为避免在换热设备的传热表面上结成水垢而影响换热效果，必须投加足够的缓蚀阻垢剂。加入的药剂为 HP-463 其主要成分是锌盐、磷羧酸、有机磷酸脂和聚合物，能够有效地控制结垢和腐蚀。在循环水系统长停留期间和高温水系统中效果优良。药剂是用计量泵或加药装置处的喷射集管抽入。

在冬季一般每个班根据补水量后投加（一般补 600m³ 水投加 HP-463 约 25kg）。夏季因气温高，一般白天需要置换补水降水温，小夜 11:00 开始不再置换后，按当天补水量投加 HP463，如还需置换，则最迟于大夜 2:00 投加（暂定每补 650m³ 对应 25kg HP463），以保证磷含量在 6~9 mg/L 之间，但也不要过量投加，造成药剂浪费，提高运行成本。

循环水系统进行长停（一周以上）时，如果排放循环水则需重新化学清洗和预膜处理。否则在循环水系统运行后，设备表面的浮锈溶于水，造成水的 Fe²⁺会大幅度上升，造成浊度上升，设备腐蚀；若不排放循环水则需在停车的前一至两天，加大 HP463 的用量，保证循环水中的总磷为 10—15 mg/L。

2.4 减少不良水质对设备的腐蚀

冷却水在使用中，应避免对设备产生腐蚀，如果腐蚀不可避免，则要求腐蚀性越小越好，以免传热设备因腐蚀太快而迅速减少有效传热面积或过早报废。

因此，在投加缓蚀阻垢剂的同时，严格控制水的 PH 值，防止对碳钢造成腐蚀，保证循环水中的溶解氧充分解吸，以免在形成电极腐蚀。主要手段就是保证循环水走填料，在水下降的过程中氧气充分解吸，做好对循环水水质中 Fe²⁺的监控，保证 Fe²⁺<2mg/L，最好在 0.5 mg/L 以内。

2.5 合理投加杀菌剂，保证水质不滋生菌藻

正常运行中，加氯是灭杀微生物的主要手段，一般控制循环水中余氯含量在加氯后两小时为 0.3~0.5 ppm 即可。如果加 NaClO 后，连续测不出余氯，则表明系统中出现异常情况。如冷却器漏氨，氨与氯相遇会产生反应生成氯化氨而消耗掉氯。化学方程式如下：

$\text{NaClO} + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} + \text{NH}_4\text{ClO}$ 而氢氧化钠和次氯酸铵无杀菌性,降低 NaClO 的杀菌效果。因此,通过余氯测定,能及时发现系统中出现的问题,采取纠正措施。

为了减少循环冷却水在使用过程中因菌藻繁殖而形成大量的黏泥、污垢而堵塞管道和产生腐蚀。现采用氧化性杀菌剂和非氧化性杀菌剂相结合的方案,即次氯酸钠(NaClO)和 HP-550A、HP-580 配合投加。

夏季因为气温、循环水温度较高,投加 NaClO 暂定为大夜 0:00 开始加 90—110kg, 白班 9:00 开始补充投加 NaClO , 但当天投加的总量为 200kg。而在冬季一般投加 NaClO 约 60kg/d。

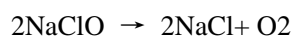
HP-550A 为非氧化性杀菌剂,循环水系统定期投加。HP-580 为非氧化性粘泥剥离剂,该药剂对杀灭氨氮泄漏后产生的硝化菌、亚硝化菌有特效,并能快速渗透入粘泥深层,剥离附着体。循环水系统定期投加或产生高浓度氨氮泄漏时投加。在投加药剂前,应降低循环水的浓缩倍数至 2~3,投加 150kg 后不排水,不置换,不反洗旁滤器,密闭运行 48~72 小时。对循环水中 NH_3 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 进行日常监控,保证 $\text{NH}_3 \leq 10\text{mg/L}$, $\text{NH}_3\text{-N} \leq 5\text{mg/L}$,从而保证杀菌剂的效果。

2.6 控制循环冷却水的 PH 值

在循环冷却水众多指标中,PH 值是一个需要控制的重要指标。循环冷却水由于在冷却塔中逸出 CO_2 以及水质浓缩,其 PH 值不断升高,操作时,通过调节加入硫酸量进行控制,设计指标为 7.6~8.6。当浓缩倍数和钙硬度在高限时,PH 值应控制在低限,以降低设备结垢的可能,但 PH 值过低容易造成循环水的碱度低,造成设备腐蚀。如果出现 PH 值严重低于指标,应停止加酸,对水进行置换以提高水的 PH 值。为此,应针对各种情况投加合适的浓硫酸量,水的碱度控制在 150~220mg/L。

2.7 密切关注各药剂储罐液位和入库检验

入库时对药剂浓硫酸、缓蚀阻垢剂 HP-463、次氯酸钠 NaClO 进行检验,特别是 NaClO 。从表 1 可发现在 6 月中旬循环水中的氯离子大幅度上升,后从各方面查出为入库的次氯酸钠因夏季气温高见光热分解,化学方程式如下:



故夏季应减少库存量,保证药剂的新鲜,而且严格对入库药剂进行检验。对次氯酸钠的要求:

- a) NaClO 中的有效氯 $\geq 7\%$, 最好为 10%~12%。
- b) 防止 NaClO 内有结晶物,轻微时为絮状物,严重时为固体颗粒。该结晶物会损坏 NaClO 隔膜计量泵的隔膜,严重时堵塞管道。
- c) 防止受热、受压和撞击。采用避光保存,阻止有效氯的挥发。

2.8 做好日常监测及巡检工作

为了检查投药后的效果,通常在循环冷却水回路设置旁路管。在此管中放置腐蚀检测仪器或挂片,以监测结垢和腐蚀的趋势,同时对循环冷却水进行生产控制。表 1 就是由监控碳钢挂片测出的数据。

在同等负荷,同等循环水量的情况下如果冷却器循环水上回水温差变小,工艺介质进出温差增大,则说明换热效果变差,设备有结垢可能,需打开设备检查。

为了避免设备结垢,日常工作中,应加强对循环水的置换,保证循环水的浓缩倍数为 3.0~4.0。超过 4 时,钙硬度 Ca^{2+} 上升,设备易结垢。如果出现浓缩倍数高,而钙硬度或电导率低,则说明 Ca^{2+} 已经以 CaCO_3 的形式附在换热设备表面,设备已经结垢,需人工机械或化学清理。因此,应将循环水出水温度高达 45℃ 的换热设备做为重点监控设备。

2.9 利用停车机会，拆检冷却器

在尿素装置进行年度大检修时，打开冷却器检查。检查设备内有无杂物堵塞、换热表面有无结垢、设备是否产生腐蚀、涂层是否脱落以及取垢样进行分析等。

3 结束语

以上九点，只是作者在实践中经验的积累。不足之处，请大家指正。循环水系统的控制毕竟是一个长期的过程，需要我们在平常的点点滴滴抓起，任重而道远。

参考文献：

- 1、徐明辉 《尿素生产工艺与操作》 北京化学工业出版社 2005.12
- 2、上海高森水处理服务公司 《循环水运行技术处理方案》