好氧池溶解氧下降原因分析及应对措施*

罗鹏飞，裴跃飞

（包钢庆华煤化工有限公司，内蒙古 包头 014010）

摘 要：文章通过分析焦化废水生化系统好氧池溶解氧下降的典型实例，认为好氧池有机物负荷迅速增大是导致溶解氧下降的主要因素。可采取加大好氧池的曝气量、向好氧池补充COD浓度低的水、严格控制进入好氧池有机物量等措施。经试验验证，采用措施后，好氧池的溶解氧浓度可在1～2天内恢复正常。

关键词：溶解氧；好氧池；有机物

中图分类号：X784 **文献标识码**：B **文章编号**：1009－5438(2020)05－0088－04

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2020.05.026

Cause Analysis and Countermeasures for Decline of Dissolved Oxygen in Aerobic Tank

Luo Peng－fei, Pei Yue－fei

(*Qinghua Coal Chemical Industry Co., Ltd. of Baotou Iron & Steel (Group) Co., Ltd., Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*)

Abstract: In this paper, it is considered to be the main cause for decline of dissolved oxygen that the load of organic matter in aerobic tank increases rapidly by analyzing the typical example for decline of dissolved oxygen in aerobic tank of biochemical system for coking waste water. Verified by experiment, the concentration of dissolved oxygen in aerobic tank could return to normal within 1～2 days by taking such measures as increasing the aeration rate of aerobic tank, adding the water with low COD concentration into aerobic tank and strictly controlling the amount of organic matter entering aerobic tank.

Key words: dissolved oxygen; aerobic tank; organic matter

某焦化厂废水处理系统负责处理厂区内焦化废水、蒸氨废水、甲醇生产废水、生活污水等，污水处理生物反应池采用厌氧—缺氧—好氧工艺，即A/A/O法，处理能力为380 m^3/h，分为东、西两个系统，好氧池每个系统由4个池体串联运行。

溶解氧是生物反应系统好氧池的重要控制指标，微生物结合水中溶解氧将有机物进行分解代谢、合成代谢。单个悬浮的好氧细菌代谢，溶解氧浓度高于0.1～0.3 mg/L时基本不受溶解氧浓度影响，活性污泥中菌胶团由千万个微生物集合成的絮状体，要使其内部溶解氧浓度达到0.1～0.3 mg/L，外部的溶解氧浓度要高的多，才能使菌胶团内部微生物对有机物进行分解，所以曝气池内为满足微生物菌胶团的生长环境，溶解氧浓度应控制到2～5 mg/L[1]。

1 溶解氧断崖式降低实例

检测发现生物反应系统好氧池溶解氧浓度突然

* **收稿日期**：2020－05－21

作者简介：罗鹏飞(1980－)，男，山西省五台县人，高级工程师，现从事水处理系统工艺主管工作。

中国知网 https://www.cnki.net

降低，随即增开一台鼓风机，由两台鼓风机同时工作，加大好氧池的曝气量，并向好氧池补充生产水，溶解氧浓度具体情况见表 1。

表 1　东、西两个系统好氧池溶解氧浓度变化情况

时间		溶解氧浓度/(mg·L^{-1})							
		东 1	东 2	东 3	东 4	西 1	西 2	西 3	西 4
第 1 天	08:00	3.1	3.5	3.8	3.0	3.0	3.4	3.5	3.1
	14:00	1.3	1.6	1.7	2.1	0.9	0.7	0.8	0.5
	20:00	1.3	0.8	0.6	2.0	1.1	0.6	0.4	0.5
第 2 天	02:00	1.2	1.0	0.6	1.4	1.0	1.0	0.8	1.1
	08:00	0.9	0.7	2.3	4.2	3.8	2.4	2.5	4.9
	14:00	2.0	2.9	4.2	4.4	4.2	3.9	4.5	4.0

由表 1 可见，好氧池内溶解氧浓度受某些因素干扰逐渐降到最低值，增开一台鼓风机补充生产水后溶解氧浓度又逐步恢复到正常值。好氧池溶解氧浓度降低后，好氧微生物正常的代谢活动就会下降，进而使其处理污染物能力受到影响[2]。生物反应系统处理污水的能力降低，生物反应系统出水端的 COD、氨氮浓度升高，超过了工业水出水排放标准[3]。随着好氧池溶解氧浓度恢复正常，生物反应系统出水端 COD、氨氮浓度降低至控制标准之内。时隔 4 个月后生物反应系统好氧池再次发生溶解氧浓度断崖式降低至 0.1 mg/L 以下，出水指标 COD 浓度升高至 250 mg/L、氨氮浓度升高至 45 mg/L 的现象。

2　溶解氧下降原因分析

2.1　生产操作

生物反应系统日常的操作控制指标主要有曝气量、污泥回流量、总氮回流量、各种污水的进水量及各种药剂的投加量。好氧池溶解氧浓度断崖式下降前，岗位职工没有特殊操作，各运行设备没有减少或增加启停台数，曝气量、污泥回流量、总氮回流量、各种污水的进水量和各种药剂投加量都没有明显变化，因此这两次好氧池溶解氧浓度的断崖式降低不是操作原因造成的。

检修更换东、西两个系统曝气总阀，好氧池停止曝气 4 h，好氧池的溶解氧浓度也只降低至 1 mg/L，更换曝气总阀开始曝气后溶解氧浓度稳步上升，曝气 1 h 后，好氧池各个池体内的溶解氧浓度达到 2 ~ 5 mg/L的控制指标。而这两次好氧池溶解氧浓度断崖式下降后，加大曝气量，溶解氧浓度不能在短时间内提升起来，这说明生产操作中曝气量不足不是这两次好氧池溶解氧浓度断崖式下降的原因。

2.2　总盐浓度

我们从好氧池取一桶泥水混合物约 15 kg，用压缩空气曝气，溶解氧稳定在 3.5 mg/L，向桶里逐渐投加氯化钠固体至 500 g 以上，桶里的溶解氧浓度只降低至 3.2 mg/L，而且溶解氧浓度保持稳定，不继续下降。这说明，总盐浓度高只造成溶解氧浓度小幅度下降，并不能造成好氧池溶解氧浓度断崖式下降。

2.3　好氧池中微生物代谢

焦化废水中含有一定量的有机物，事故状态和非正常工况下，可能有大量的有机物进入焦化废水中，这些有机物废液有粗苯、洗油、甲醇废液、剩余氨水等。

2.3.1　*微生物代谢有机物*

好氧池正常运行时，空气通过好氧池底部的曝气盘曝气进入好氧池，氧气逐步溶解到好氧池的污水中，微生物通过新陈代谢对污水中的有机污染物进行充分降解，并消耗氧气。通过曝气溶入污水中的氧和微生物新陈代谢分解有机物消耗的氧达到一定的动态平衡，使好氧池的溶解氧保持在 2 ~ 5 mg/L。好氧池污水中测得的溶解氧等于曝气溶入污水中的氧和微生物新陈代谢降解有机物消耗氧的差值。污水中有机物含量越多，微生物代谢分解这些有机物所需消耗的溶解氧就越多。污水中有机物是生物反应系统中微生物新陈代谢的食物，微生物通过新陈代谢来降解这些有机物，达到处理去

中国知网　https://www.cnki.net

除污水中有机物的目的。

大量的有机物突然进入生物反应系统时，将促使好氧池的微生物加快新陈代谢分解这些有机物，大量消耗污水中的溶解氧浓度，而氧气溶入污水中的速度小于微生物新陈代谢消耗氧气的速度，将致使好氧池溶解氧浓度出现断崖式下降。加大曝气量，1～2 d后，微生物逐渐将废水中的有机物分解，废水中有机物的含量降低至一定的量后，微生物代谢有机物减少，分解有机物消耗氧气速度小于氧气溶入污水中的速度，好氧池的溶解氧浓度逐步上升，直到新的氧平衡，生物反应系统恢复正常。

过量的有机物进入生物反应系统时，苯、洗油、甲醇中有机污染物的毒性逐渐显现出来，此时的污水已不适宜微生物生长繁殖，微生物新陈代谢被抑制，甚至死亡，将不会发生微生物新陈代谢大量消耗氧气而使好氧池溶解氧浓度下降的现象，但整个生物反应系统因微生物死亡而瘫痪，系统将很难恢复。

2.3.2 *好氧池有机物变化情况*

好氧池出现溶解氧浓度断崖式下降前后，系统水质指标见表2。

表2 溶解氧浓度断崖式下降前后系统水质指标对比 $mg \cdot L^{-1}$

名称	溶解氧浓度下降前		溶解氧浓度下降后	
	COD浓度	氨氮浓度	COD浓度	氨氮浓度
缺氧池水质	460	12.80	1 584	14.3
好氧池水质	236	3.67	1 072	5.6

废水的有机物含量的多少主要通过废水COD浓度的高低来反映，有机物含量高，COD浓度就高。通过上表数据可知，好氧池溶解氧浓度断崖式下降前、后，缺氧池、好氧池内废水的COD浓度明显升高，这表明有大量的有机物进入了生物反应系统。大量有机物进入好氧池，打破了好氧池内原来的氧平衡，造成了好氧池溶解氧浓度断崖式下降。

2.4 有机物对溶解氧浓度影响

为了验证有机物进入生物反应系统造成好氧溶解氧浓度断崖式下降这一猜想，我们取焦化厂最常见的有机物粗苯、洗油、甲醇及含有机物的剩余氨水进行了如下试验。

2.4.1 *好氧池泥水混合物投加有机物*

从好氧池取泥水混合物15 kg，污泥沉降比在30%左右，温度28 ℃，用压缩空气在泥水混合物中曝气，溶解氧浓度稳定后，在曝气状态下向泥水混合物中分别加入5 mL粗苯、洗油、甲醇、剩余氨水，检测泥水混合物中溶解氧浓度的变化情况，溶解氧浓度变化见表3。

通过表3可以看出，好氧池泥水混合物在曝气的情况下，加入各种有机物，溶解氧浓度都会下降，加入粗苯、洗油后，溶解氧浓度发生断崖式下降。曝气一段时间后，溶解氧浓度又逐步上升，逐步恢复到投加有机物前的水平。这符合这两次好氧池溶解氧浓度断崖式下降的特点。

分别向好氧池泥水混合物桶里投加100 mL粗苯、100 mL洗油，泥水混合物中的溶解氧浓度下降不明显，静置后污泥分散并上浮，初步判断泥水混合物中的微生物死亡，污泥已经没有活性。

表3 好氧池泥水混合物投加有机物溶解氧浓度值

时间/min	溶解氧浓度/($mg \cdot L^{-1}$)			
	5 mL粗苯	5 mL洗油	5 mL甲醇	5 mL剩余氨水
0	4.20	4.90	4.75	4.58
10	0.75	2.17	3.96	3.14
20	0.12	1.72	3.40	2.75
35	0.05	0.06	3.02	3.44
45	0.05	0.05	2.96	3.74
55	0.05	0.07	3.11	4.40
65	1.23	1.31	3.47	4.52
75	3.11	3.34	4.02	4.57
85	3.67	3.92	4.62	4.57

2.4.2 *灭杀微生物后投加有机物*

分别用4个桶从好氧池取泥水混合物，用蒸汽加热泥水混合物至100 ℃，此时泥水混合中的微生物基本死亡，然后用压缩空气曝气，溶解氧浓度能稳定在6 mg/L，最后分别向桶里投加5 mL粗苯、洗油、甲醇、剩余氨水，投加量约为泥水混合物体积的1/3 000，4个桶里的溶解氧浓度基本不发生变化。这说明不存在微生物的泥水混合物中加入有机物，没有新陈代谢消耗氧气，不会发生溶解氧浓度下降。

中国知网 https://www.cnki.net

2.4.3　生产水中投加有机物

分别用 4 个桶取生产水 15 kg,用压缩空气曝气,溶解氧浓度能稳定在 6.3 mg/L,然后分别向桶里投加 5 mL 粗苯、洗油、甲醇、剩余氨水,投加量约为生产水体积的 1/3 000,4 个桶里的溶解氧浓度基本不发生变化。这说明少量的粗苯、洗油、甲醇、剩余氨水不会使水中的溶解氧浓度发生明显变化。

以上试验基本证明,大量的有机物进入好氧池,好氧池微生物新陈代谢加快,大量消耗氧气,将使好氧池的溶解氧浓度发生断崖式降低,但过量的有机物进入好氧池,好氧池内的微生物将被抑制或死亡,溶解氧浓度不会降低。生产水中、没有微生物的泥水中加入有机物,不存在微生物新陈代谢,溶解氧浓度基本不发生变化。

3　应对措施

3.1　加大曝气量

加大曝气量可以增加鼓风机鼓入好氧池的空气量,进而增加溶入废水中的氧气量,使微生物保持活性,加快好氧池有机物的分解。但曝气量不能过大,以避免絮状活性污泥被吹散。

3.2　补充生产水和循环水

向好氧池补充新鲜生产水、循环水,这些水里有机物含量少,可有效降低好氧池有机物浓度,使微生物保持合适的生存环境,避免微生物被抑制或死亡。同时可以使好氧池中 COD 浓度高的废水尽快排出系统,加快生物反应系统的恢复。

3.3　严控进入生物反应系统的有机物

通过调节池、事故池,合理调节焦化废水、蒸氨废水等进入生物系统的水量,使进入生物反应系统废水 COD 浓度降低,有利于后续好氧池有机物浓度的降低,同时避免过量的有机物进入生物反应系统,致使生物反应系统微生物死亡,整个系统瘫痪。

3.4　加强含有机物的废液的排放管理

在非正常工况下,各生产车间不可避免的要排放一些废液,这些废液可能含有大量的有机物。生产车间排放这些废液时,要及时和废水处理车间联系。废水处理车间可将含有有机物的废水排入事故池,然后逐步少量提升至生物反应系统。这样可以有效避免废水中大量有机物对生物反应系统的冲击。

3.5　废水在线连续监测

正常生产过程中,废水处理车间各种水样一般 6 h 取样化验一次 COD 浓度。生产车间非正常工况排放有机废水一般时间比较短,在 1 ~ 2 h 内大量有机物排入废水处理系统。取样化验时,不能及时发现排入生物反应系统的有机废水。在各种废水管线上安装在线监测设备,连续监测废水的 COD、氨氮浓度,可及时发现各车间有机废液的排放情况。

4　实际效果

两次好氧池溶解氧浓度断崖式下降后,我们都及时加大了好氧池的曝气量,同时向生物反应系统补充生产水,并严格控制进入生物反应系统废水量和有机物含量,使好氧池溶解氧浓度在 1 ~ 2 d 内恢复正常。

现在其他车间非正常工况排放有机废液时,都及时和废水处理车间联系,废水处理车间利用事故池、调节池,合理调控进入生物反应系统的有机物量,生物反应系统未再出现溶解氧浓度断崖式下降的情况。

5　结论

(1) 通过分析焦化废水生化系统好氧池溶解下降的典型实例,认为有机物负荷迅速增加,迅速消耗好氧池内溶解氧,使溶解氧消耗速度远大于氧气溶入水中的速度,可导致好氧池溶解氧浓度断崖式下降。

(2) 通过试验验证,好氧池溶解氧下降后,可采取向好氧池内加大曝气量、补充 COD 浓度低的水、控制进入生物反应系统有机物量等措施,好氧池溶解氧浓度可在一至两天内恢复,污水处理出水指标也恢复正常。

参　考　文　献

[1] 张建丰. 活性污泥法工艺控制[M]. 北京: 中国电力出版社,2011.

[2] 纪轩. 污水处理工必读[M]. 北京: 中国石化出版社,2004.

[3] GB 16171—2012,炼焦化学工业污染物排放标准[S].

中国知网　https://www.cnki.net