

活性污泥法处理丙烯腈废水 存在的问题及其控制措施

王铁军 毕文竹

(中国石油吉林石化公司丙烯腈厂)

摘 要 对活性污泥法处理丙烯腈废水的运行过程中存在的污泥膨胀、污泥上浮、曝气区产生泡沫及“死泥”等问题进行分析,深入剖析了产生这些问题的原因及影响因素,探讨了解决上述问题的控制对策。通过采取调控运行过程的水温、pH 值、溶解氧等措施,可有效避免活性污泥法处理丙烯腈废水过程的污泥异常现象。

关键词 活性污泥; 丙烯腈废水; 泡沫; 污泥死亡; 污泥膨胀; 污泥上浮

DOI:10.3969/j.issn.1005-3158.2015.04.013

文章编号: 1005-3158(2015)04-0039-03

0 引 言

活性污泥法在废水处理中的应用非常广泛,在废水生物处理系统中维持适宜多种微生物生长的共生关系是其关键。要保证污水处理系统运行正常、效果良好,污水中聚集的大量微生物的活性污泥絮体应密实且易于沉降^[1]。然而,当污水处理系统中活性污泥的沉降性能及凝聚性能恶化时,容易出现污泥膨胀、污泥上浮、曝气区出现泡沫、“死泥”等问题,严重影响污水的处理效果,提高运行成本。

1 曝气区产生泡沫

1.1 曝气区产生泡沫的原因

①温度。当水温或环境适合相关菌类的生长时,就易产生泡沫问题。当温度超过 14℃ 时,放线菌会引起生物泡沫,即温度较高时,泡沫形成的主因是放线菌所致,值得注意的是,放线菌其生长的最佳温度为 23~37℃。而温度较低时,丝状菌则是生物泡沫形成的主因。Daigger 等^[2]的研究表明:丝状菌在温度超过 20℃ 时会停止生长,小于 15℃ 的较低温度更适合其生存。

②pH 值。适宜丝状菌和放线菌生长的 pH 值范围为 7.8~8.5, pH 值下降到 5.0~5.6 时,可抑制其生长,从而抑制泡沫的产生。

③溶解氧。放线菌属于好氧菌,厌氧或缺氧的环境都会对其生长产生抑制。丝状菌则具有耐缺氧环境的能力,曝气区溶解氧较低时有利于其增殖。

④污泥停留时间。易导致泡沫产生的微生物普

遍具有生长速率慢且生长周期长的特点,污泥停留时间的延长十分有利于其生长。因此,采用延时曝气活性污泥法处理污水时更容易产生泡沫。并且泡沫一旦形成,曝气池内污泥停留时间不会影响泡沫层内的生物停留时间,形成的泡沫更持久。

⑤曝气方式。曝气方式不同,产生的气泡大小也不同,生物泡沫容易在微气泡和小气泡的曝气方式下产生,而曝气强度较弱的区域是这些生物气泡的集居地。

1.2 曝气区产生泡沫的处理对策

①增加表面搅拌。喷洒的水流或水珠可以打碎水面上漂浮着的气泡,减少曝气区表面的泡沫,这是一种较常用的物理方法。这种方法虽然能重新恢复部分污泥的沉降性能,但无法消除混合液中的丝状菌,不能从根本上消除泡沫。

②投加消泡剂或杀菌剂。可利用氯、臭氧等强氧化性的杀菌剂或硅酮、聚乙二醇生产的市售药剂等抑制泡沫的增长。但这种药剂仅能起到抑制的作用,不能从根本上消除泡沫的生成。此外,这种广泛使用的杀菌剂普遍存在一定副作用,使用不当可能会对池中的生物总量产生不利影响。

③降低污泥停留时间。一般情况下,缩短曝气池内的污泥停留时间,可对生长周期较长的放线菌产生抑制作用。实践表明,污泥停留时间在 5~6 d 时,可对丝状菌的生长产生有效的抑制作用。

④向曝气反应器内投加载体或填料。一些易产生泡沫和污泥膨胀的微生物会固着生长于活性污泥

系统内投加的载体或填料上,既能控制或减少泡沫的产生,又能提高处理效果,增大曝气池内的生物量。

2 曝气区“死泥”

2.1 曝气区出现“死泥”的原因

①pH 值。进水 pH 值不小于 8 污水处理装置才能正常运行,对于系统的正常处理反应来说,保持水中一定的碱度范围很有必要。但在实际运行过程中,若氨氮为 300 mg/L, COD 为 1 500~1 800 mg/L, 系统就达不到碱度平衡,这种情况会导致 pH 值降低,处理系统失稳,促进适宜低 pH 值环境的菌种生长,产生“死泥”问题。

②溶解氧。曝气区中的溶解氧浓度较低时,污泥处于缺氧或厌氧状态,好氧污泥在池底容易解体并形成“死泥”。

③进水水质。进水水质的突变会造成“死泥”问题的发生。

2.2 曝气区产生“死泥”时的处理对策

①控制 pH 值。为保证水中碱度处于合理范围,在运行过程中可加入碱性白云石调节碱度,以使工艺稳定运行。通常,若要保持水中 pH 值大于 7.2,水中的剩余碱度需达到 100 mg/L(以碳酸钙计)才能保证各种生化反应顺利进行。

②控制溶解氧。目前污水处理厂大多采用变频式鼓风机,这种鼓风机可对池内的空气量进行自动调节。但若风机在装置正常运行后出现故障检修,风机的鼓风量达不到预期的曝气要求时,必须密切注意池底污泥的变化,即使表面看来水质没有任何异常现象,但池底的污泥可能已经大量死亡。鼓风机一旦维修完成,投入使用,空气量骤然加大,池底部的死泥便会大量或全部上浮,至少需要 1 个月的时间才可恢复。

③控制进水水质。生产发生波动时,间隔 30 min 就需对进水泵房进行一次监测,一旦发现异常需及时停止进水,从根源上避免进水引发的曝气区“死泥”现象。

3 曝气区污泥膨胀

3.1 曝气区产生污泥膨胀的原因分析

正常污水处理系统的活性污泥中都含有一定量的丝状菌,丝状菌是形成活性污泥絮体骨架必不可少的材料。若丝状菌数量过少或为零,就不会产生大的活性污泥絮体,相应的污泥的沉降性能也会下降;丝状菌繁殖过度也会产生丝状菌污泥膨胀。研究表明,

由于丝状菌的过度增殖而引起的污泥膨胀可达到 90% 以上,丝状菌的浓度可以作为衡量是否会产生污泥膨胀的重要指标。因此,正常运行时,若要防止丝状菌过度繁殖,则菌胶团的生长速率应大于丝状菌的生长速率。水质、运行条件 and 环境因素等偏离了要求的范围时,丝状菌数量会高于菌胶团细菌,从而导致丝状菌污泥膨胀的产生。曝气区产生污泥膨胀的另一个原因是菌胶团生理活动不正常,导致活性污泥沉降性能恶化,如:进水中含有大量的溶解性有机物,污泥负荷加大,导致氮、磷缺乏或溶解氧不足,细菌会向体外分泌过量的含有很多氢氧根的多糖类物质,由于氢氧根具有较高的亲水性,泥水结合率可高达 400%,呈带有黏性的凝胶状,致使活性污泥在沉淀阶段达不到泥水分离的效果,引起污泥膨胀^[3]。

①溶解氧。一般情况下,反应池中的污泥负荷大于 0.5 时,推荐溶解氧浓度保持大于 20 mg/L。通过提高曝气池中的混合液悬浮固体浓度和溶解氧的浓度可以防止低污泥膨胀的产生^[4]。在一定范围内提高设备的供氧能力或降低食微比可提高溶解氧的浓度。而供氧能力提高的方法主要有两种:一是采用氧转化率高的曝气设备;二是增加风机的供风量。

②pH 值。pH 值较低时,有利于丝状菌的生长,丝状菌大量增殖,产生污泥膨胀。这种污泥膨胀实质上是菌胶团菌和丝状菌在污水处理系统中相互竞争的结果^[5]。

3.2 曝气区产生污泥膨胀时的处理对策

污泥膨胀具有难于控制、发生率高、普遍存在、危害性强等特点,仅需 2~3 d 就可发生,并且一旦发生难以立刻得到有效的控制,需要相当长的一段时间进行恢复。一旦发生膨胀,应及时观察现象,并借助一定的理化手段,分析污泥膨胀的种类及原因,采取有效的措施进行控制。

3.2.1 非结构型丝状菌膨胀

①投药处理。鉴于非结构型丝状菌和菌胶团菌之间的拮抗关系,可投加药剂抑制非结构型丝状菌的生长。比较常用的药剂有氯和双氧水,以氯居多。当有效氯浓度在 10~20 mg/L 时,能有效杀灭絮体上附着的球衣菌和贝代硫菌;但当有效氯浓度超过 20 mg/L 时,会对絮凝体形成菌带来不利影响。因此,通过向反应系统中投加氯来抑制非结构型丝状菌的生长时,要将投加量控制在合理范围之内,切忌投加过量^[6]。

②投药量和方法。在污水处理系统中投加氯时,投加氯量和投加地点的选择对处理效果有重要影响。

因为絮体微生物和丝状菌对氯的敏感性相似,所以进行氯的投加时,用量要尽量控制在既能不伤害到絮体微生物又能刚好杀死丝状菌这一范围,一般投加量的取值为 $1\sim 10\text{ g有效氯}/(\text{kg MLSS}\cdot\text{d})$ 。药量投加时应先以小剂量开始,慢慢加大用量直至取得预期效果,不能一次性的大量投加有效氯。可选择紊流程度大的地方,如进水管、管道的转弯处、二沉池的中央配水井、回流污泥泵的入口处等作为投加地点。多点加氯的方法可适用于没有外鞘的丝状菌,有效氯投加几天之后系统中的污泥体积指数可下降到正常水平。

3.2.2 结构型丝状菌膨胀

①控制溶解氧。使混和液中的溶解氧浓度保持在较高状态,维持混合液处于好氧状态,这样即使在局部区域或是短时间内出现了厌氧状态,也会对絮体形成菌的生长产生抑制,丝状菌还是适宜在整个污水处理系统中增殖。

②投药控制。通过投加药剂的方法调整废水中C、N、P的比例,使混合液中的营养物质达到平衡。

③pH值控制。丝状菌的生长增殖适宜在pH值较低的环境下进行,通过加碱的方法可以对菌胶团的正常生长起到一定的干扰作用,将曝气区内的pH值保持在 $7.2\sim 8.5^{[7]}$ 。

④环境调控。创造一个有利于菌胶团细菌生长的曝气池生态环境,利用生物竞争机制阻碍丝状菌的过量增殖和生长,控制丝状菌的数量,能够防止发生污泥膨胀并恶化。

4 污泥上浮

4.1 污泥上浮的原因

污泥上浮普遍存在于世界各地的污水处理厂中,比例达到了50%以上。污泥在池内停留时间过长,会由于缺乏溶解氧而酸化,产生的硫化氢气体附着在污泥絮体上,造成污泥絮体的密度降低,最终发生污泥上浮。

①pH值。微生物对营养物质的吸收以及活性污泥微生物酶的催化作用都会随着pH值的改变而发生变化。在连续曝气反应池内,当pH值大于11.0或小于4.0时,微生物的活性就会受到抑制,甚至发生死亡,进而引起污泥上浮现象的发生。

②水温、盐含量。一般 $15\sim 35^{\circ}\text{C}$ 的温度范围较适合活性污泥中的微生物进行生长与繁殖,一旦温度达到 45°C 以上时,活性污泥中大部分的微生物便会死亡进而上浮^[8]。要想从根本上消除碱度对活性污泥的影响,仅靠调整进水pH值的方法是无法做到

的。调整进水的pH值虽然可以降低pH值、中和碱性物质,但同时也产生了相应的盐。渗透压会随着盐溶液浓度的变化而发生改变。由于渗透压对微生物的生存具有重要影响。渗透压一旦发生变化,就会导致微生物的细胞死亡,进而发生污泥上浮。

③缺氧、反硝化影响。污水中的氨氮或者有机氮化合物在适当条件下可被氧化为硝酸根,同时如果污水处理系统的污泥停留时间也较长,硝酸根就会被还原而产生氮气反硝化作用发生时,产生的氮气气泡会降低活性污泥的密度,进而导致活性污泥上浮。

4.2 污泥上浮的控制对策

为防止污泥上浮,可减少曝气量,减少曝气池使用池数、增大二沉池排泥量;还可提高排泥速度,减少污泥停留时间。

5 结束语

活性污泥法处理丙烯腈废水时,曝气区产生泡沫和各种污泥异常现象会影响废水处理的效果,从根本上分析产生这些问题的原因并采取有针对性的措施加以避免,对提高活性污泥法的效率和降低运行成本具有重要作用。

参考文献

- [1] 王凯军. 活性污泥膨胀的机理与控制[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1992.
- [2] Daigger G T, Robbins M H Jr, Marshall B R. Design of a Selector to Control Low F/M Filamentous Bulking[J]. J. Water Pollution Control Fed, 1985, 57(3): 220-226.
- [3] 陈滢, 彭永臻, 刘敏, 等. SBR法处理生活污水时非丝状菌污泥膨胀的发生与控制[J]. 环境科学学报, 2005, 25(1): 105-108.
- [4] 伊志润, 王增长. 浅析活性污泥膨胀机理及其影响因素[J]. 科技情报开发与经济, 2008, 18(30): 130-132.
- [5] 崔和平, 彭永臻. 关于污泥膨胀研究的现状与展望[J]. 哈尔滨建筑大学学报, 1997, 30(3): 113-116.
- [6] 陈丽华, 王增长, 牛志卿. 活性污泥的相关理论及控制方法[J]. 科技情报开发与经济, 2003, 13(2): 123-126.
- [7] 杨庆, 丁峰, 王淑莹, 等. 缺氮和不同pH值对活性污泥膨胀的影响[J]. 环境污染治理技术与设备, 2006, 7(4): 35-37.
- [8] 佟立华, 王基成, 鲁军, 等. 二沉池污泥上浮原因分析及处理对策[J]. 炼油技术与工程, 2007, 37(1): 55-58.

(收稿日期 2015-06-19)

(编辑 石津铭)