

关于污泥膨胀问题的研究

王 婷 袁昕莅 刘 宏 张俊蛟

(西华大学, 四川 成都 610039)

摘 要 本文首先介绍了活性污泥膨胀的定义与特征。然后概括了污泥的膨胀类型及各类型对应的特性。其次进行了该现象致因的讨论, 分别在废水水质、环境条件和运行条件三方面进行展开。接着以此为契机, 提出了三大类的控制措施: 起应急管理作用的临时控制措施、能从根本上抑制污泥膨胀的工艺运行调节控制措施, 以及通过生物竞争手段平衡菌种共生关系的环境调控控制措施。最后简述解决该问题的意义与对并未未来进行了展望。

关键词 污泥膨胀 活性污泥法 污水处理

中图分类号: TU992.3

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2021)01-0033-03

当今在进行水处理中被运用得最为广泛的生物处理技术之一就是活性污泥法。而在该处理工艺中, 出现最为频繁且解决最为棘手的问题之一便是污泥膨胀。据有关报道显示, 在美国 60%, 德国 50% 的污水厂, 污泥膨胀现象每年都在一定程度上显现。而在我国将活性污泥法作为主体工艺的大多数污水厂, 也存在一定的污泥膨胀问题。

1 污泥膨胀的定义与特征

1.1 定义

污泥膨胀存在于活性污泥好氧处理工艺中。它是出于某种原因, 使得原本正常的活性污泥密度减小、体积膨胀、吸附性能减弱、沉降性能恶化, 从而引起二沉池漂泥严重, 出水水质极剧变差, 最终导致处理工艺系统运行失败的现象。

1.2 特征

污泥膨胀的特征总体来说有三点: 一是高 SVI 值。一般而言进行判定的特征指标是高于 200mL/g 的 SVI 值。当 SVI 值处于 200-300mL/g 区间时, 为轻微膨胀; 当 SVI 值处于 300-500mL/g 区间时, 为中度膨胀; 当 SVI 值大于 500mL/g 时, 为严重膨胀。^[1] 二是二沉池中污泥层高度的增加。此种现象又导致污泥层溢过二沉池堰板随出水流入下级构筑物中, 影响出水水质的风险。表现为入水流的处理效果减弱, 出水流中的 SS 浓度及有机物含量的升高。三是回流污泥中固体浓度降低。膨胀后的污泥不易沉淀, 容易随水流的流动而流失。这样的特质既会使出水水质恶化又会导致回流污泥量不足, 继而影响整个工艺系统的运行。

2 膨胀类型及特性

污泥膨胀可分为两大类, 即丝状菌膨胀和非丝状菌膨胀。丝状菌膨胀是由活性污泥中丝状菌的过度繁殖导致的。当丝状菌菌体数量过多时, 会加大各菌体因菌丝间相互接触, 通过架桥作用形成有支撑作用的框架结构的概率, 从而影响污泥的沉降效率。且丝状菌相较于引起非丝状菌膨胀的菌胶团细菌而言, 它的对基质的亲和力更强并且自身的比表面积更大, 从而更利于机体吸收利用营养物质, 在

低负荷情况下的处理污染能力更强。在低溶解氧低酸碱度的环境下, 该菌体的耐性更强。而以菌胶团细菌为主因发生于高负荷低温条件下的膨胀被称为非丝状菌膨胀或粘性膨胀。此种现象出现的主因是该菌生成并积淀了大量的如葡萄糖等高粘性物质, 从而增大了污泥中结合水的比重(有甚者可高达 380%), 致使其压缩性能恶化。实际工程中, 丝状菌污泥膨胀的出现率高达 90%。

3 主要影响因素

应当注意的污泥膨胀的起因纷繁复杂, 许多研究学者对此也各执己见。活性污泥中的多种菌体才共同组成了作用菌团, 故有许多因素都会导致污泥膨胀的存在与影响其程度。下面简要介绍以下几个方面。

3.1 污水水质

1. 含有大量可溶性有机物、碳水化合物的污水。^[2] 丝状菌对以高分子形态存在的物质的水解能力较低但利用程度较高。故当处于有较多可溶性有机物存在的污水环境中时, 丝状菌膨胀易由于丝状菌的过度增殖而出现。此外, 通常认为当污水中含有较多的糖类碳水化合物, 特别是低分子量的烃类、糖类和有机酸类物质时, 菌胶团表面将会被由微生物代谢而成的粘性较高的多糖类物质笼盖, 使得污泥中结合水比重增加, 致使粘性膨胀的出现。

2. 腐败或早期消化, 硫化氢含量高的污水。一般而言若污水逗留下水管道、初沉池中时间超出标准, 会容易有消化反应的发生, 导致低分子有机酸和硫化氢物质的大量生成积累。进而促进硫代谢丝状菌的大量繁殖致使丝状菌膨胀。

3. 氮和磷含量不均衡或缺乏的污水。因丝状菌对氮、磷等元素的吸收利用能力较强, 故当处于营养含量有限的环境中时, 丝状菌会处于生物竞争中的优势地位。使得低营养型微生物如贝氏硫细菌、丝硫细菌、浮游分枝球衣菌等大量增殖, 污泥膨胀现象由此发生。且有相关研究表明, 在氮、磷比例失调情况下同时存在有粘性膨胀发生的倾向。通常认为水中 BOD₅:N:P=100:5:1 时较为合适。

4. 含有有毒物质的污水。以铅、铬、镉、锌、铜为代表的重金属离子等有毒物质会毒害污泥中的菌体。这些离子可将细胞中的蛋白质变性,从而招致酶的灭活。当水中酚、氰、醛、硝基类物质浓度超过活性污泥微生物的承受浓度时,也将对其产生一定的毒性。Novak等人得到了当菌体出现“中毒”现象之后,污泥膨胀出现的可能性会增加的结论。^[3]

3.2 环境条件

1. 温度和 pH 值。温度和 pH 值以往而言对微生物的生命活动与生长增殖的影响都是巨大的,活性污泥微生物内酶系统运行的好坏会被它们的取值强烈影响,每个菌种都有其对应的最适取值范围。对于温度而言,活性污泥法系统环境温度为 10℃-35℃为宜。I.Takacs 等人表示,当温度较低时(10℃-15℃),有同时发生两种污泥膨胀的可能性。而对于 pH 值来说, pH 值在 6.5-8.5 范围时较为合适。当 pH 值低于 6.5 时,霉菌会成为群体中的优势菌种,将对絮体结构有破坏作用,污泥膨胀问题有发生的可能性^[4]。且有关观点认为在 pH 值低于 4.5 这样的环境下,真菌将加速成长,这样的情况会严重恶化污泥的沉降机能从而导致出水水质的降低。

2. 水流流态及流量变化。对于水流流态因素而言,它的枢纽指标是曝气池内基质浓度梯度。丝状菌对环境适应性较强,当环境流态流量变化剧烈,基质浓度梯度大,丝状菌的生长繁殖将得到促进,易引起污泥膨胀。具体到工程中而言,完全混合式曝气池、推流式曝气池、间歇反应式曝气池发生污泥膨胀现象的容易程度是由大到小排列的。

3.3 运行条件

1. 负荷的影响。负荷有对污泥膨胀现象十分复杂的影响,且大家对此一直都是众说纷纭。目前而言,基于不同微生物生长动力参数下的不同而提出的选择性准则已被大家广泛接受。在低负荷这样被限量的底物浓度条件下,丝状菌会因在生物竞争中占上风而过度增殖招致污泥膨胀的发生。而在高负荷条件下的情况大家说法不一,有观点认为此时是由菌胶团细菌引起的粘性膨胀,也有观点认为此时是由曝气池内供氧量不够 DO 浓度减少而引发的丝状菌膨胀。

2. 溶解氧的影响。水处理工程中,氧是最具影响力的生化环境控制因素之一,一般而言工艺运行中溶解氧的浓度控制在 2-4mg/L 范围内较为合适。在低 DO 运行前提下,污泥中好氧细菌的日常生殖代谢活动会被极大地抑制,而耐受能力强、比表面积大、菌丝较长的丝状菌可直接利用体表摄取有机物,对氧气的摄取也更加容易,故此时易因丝状菌的过度增殖而招致污泥膨胀。

4 控制方法

污泥膨胀作用机理复杂且多变,在选择控制方法时我们应同时结合多个指标来进行选择。目前来说,对此的控制方法大体可被分为以下三类。

4.1 临时控制措施

该措施主要是针对处理由于暂时突发的原因而引发的污泥膨胀问题,一般是通过投加药剂用以应急处理。它主要被分为两类,即活性污泥加重助沉措施和杀菌措施。

活性污泥加重助沉措施一般用于抑制粘性膨胀。它是通过增加污泥中絮体的比例来加速其下沉改善沉降机能,从而得到控制粘性膨胀发生与发展的效果。它的具体措施包括投加 PAC、硫酸铁、PAM 等药剂,亦或是如硅藻土、粘土、厌氧污泥、金属盐类等物质。

杀菌法主要针对于丝状菌膨胀。它是通过向污泥中加入对微生物无选择性的有毒药品来抑制或杀灭丝状菌,从而达到抑制丝状菌膨胀的目的。目前最普遍的方法是向回流污泥中加氯,其他常用的灭菌剂还包括次氯酸钠、过氧化氢、臭氧等。当灭菌剂加入后,由于在比表面积这一方面而言,丝状菌会大于菌胶团细菌等微生物,首当其冲受到毒害的则是丝状菌。他的作用机理是氯破坏丝状菌的细胞壁导致细胞生长增殖得到抑制。但对于菌胶团细菌等微生物而言,它们受到的抑制毒害作用相较于丝状菌来说轻微许多,在计量允许范围内科学地投加灭菌剂并不会对菌胶团细菌等的正常生长繁殖造成影响。一般而言,氯投加量在 2-10kgCl₂/1000kg 干污泥范围内较为合适。

临时控制措施的优点是当采取投加措施后在极短的时间内就能起到控制污泥膨胀发展的效果,能够迅速地抑制污泥膨胀现象。缺点是它无法从根源上解决问题,它的控制效果是表面的临时的。当加药停止时,膨胀问题极可能重现。而且若加药时对量控制不当,还有使水质变差的可能性。

4.2 工艺运行调节控制措施

当我们处理由于运转控制欠妥而引起的膨胀问题时可采用工艺运行调节控制措施。例如:

(1) 通过对已消化污水进行预曝气、使下水道具有一定坡度防止污水停留时间过长、及时刮除沉淀池底部污泥等方式来控制由于污水“腐化”而引起的膨胀。

(2) 对于发生污泥膨胀的工业废水而言,若它是因 N、P 等元素缺乏或含量不均衡而引起的,则可通过实时补充含有该元素的物质如尿素、铵盐、商业化肥等,或以工业废水与生活污水充分混合,将 N、P 含量控制在 BOD₅:N:P=100:5:1 左右,以此解决污泥膨胀问题。^[5]

(3) 对于因 pH 值过低而引起的膨胀,可通过严格把控上游工业废水排放等措施来解决。

(4) 对于负荷过低而造成的膨胀,可通过在保证处理效果达标且 DO 充沛的前提下,适当提升 F/M 值进行抑制。

(5) 对于负荷过高而引起的污泥膨胀,可借助射流曝气的方式对菌体进行切割的同时在曝气池前端提供充足的溶解氧形成利于菌胶团细菌增殖发育的环境,从而平衡两类菌种含量。

(6) 对于高粘性膨胀而言, 可通过使回流污泥量增加来降低水中多糖类物质的含量从而控制膨胀的发生。在条件允许的情况下, 可以将菌胶团细菌的内源呼吸期控制在回流污泥前进行, 从而使得絮凝体更易形成菌群与摄入利用有机物, 使其在与丝状菌生存逐鹿中占领优势地位, 从而同时使丝状菌膨胀也得到抑制。

4.3 环境调控控制措施

该措施的基本切入点在于借助曝气池中环境的调控变化使菌胶团细菌的增殖发育获得优势, 从应用分子生态学的角度出发利用生物竞争的机制平衡菌胶团喜菌和丝状菌这两类菌种的协调共生关系, 从根本上达到控制污泥膨胀的效果。近几年较有代表性的如生物选择器概念、改变反应器形式、在曝气池首端加填料等方式。^[6]

(1) 生物选择器是指在完全混合式曝气池之前或其前端, 设置一个水力停留时间较短的区域。此区域的底物浓度即有机物负荷较高。基于此条件下, 会使得菌胶团细菌摄取贮存营养物质的能力得到提升该菌的生长繁殖速度也会得到相应的提高, 从而使其在与丝状菌生存逐鹿中占上风。一般来说, 生物选择器的类型可大致分为好氧选择器、缺氧选择器和厌氧选择器的三种型式。

(2) 改变反应器的形式主要是指将完全混合式曝气池更改成推流式曝气池, 从连续进水转变为间歇进水。

(3) 在曝气池头部增添填料是为使丝状菌增殖发育的场所变为填料, 而非污泥絮体中。从而使得菌胶团细菌在

后续的工艺中起首要作用, 以此规避污泥膨胀的发生。

5 意义与展望

污泥膨胀是活性污泥处理工艺中出现最常见且频繁的问题之一, 一旦出现它对出水水质影响极大且不易控制。影响活性污泥处理工艺运行的因素有许多, 任何一种因素出现异常时都有导致污泥膨胀发生的可能性。目前各学者关于污泥膨胀的原因仍是众说纷纭甚至是相反的。^[7]目前, 环境保护工作日趋兹事体大, 政府人民对水质标准要求也不断提高, 解决污泥膨胀这一痛点问题, 保障水处理系统运行的有效性就显得多端寡要。

参考文献:

- [1] 杨宝林. 活性污泥膨胀的特性研究 [J]. 中国给水排水, 1993, 09(05): 32-34.
- [2] 王凤祥, 龙腾锐, 郭劲松. 活性污泥膨胀的影响因素及调控措施研究 [J]. 重庆建筑大学学报, 2007, 29(01): 117-121.
- [3] 李·诺瓦克等. 活性污泥膨胀机理研究进展 [J]. 水科学与技术, 1994, 29(07): 301-304.
- [4] 范瑾初, 金兆丰主编. 水质工程. 第1版 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2019.
- [5] 周利, 彭永臻, 黄志, 高春娣, 丁峰. 丝状菌污泥膨胀的影响因素与控制 [J]. 环境科学进展, 1999, 07(01): 88-93.
- [6] 张相忠, 王淑莹, 陈滢, 刘敏, 彭永臻. 污泥膨胀的研究 [J]. 哈尔滨商业大学学报: 自然科学版, 2002, 18(04): 464-467.
- [7] 曾杰, 张林, 安东升. 废水处理中活性污泥膨胀的控制措施 [J]. 化工管理, 2014(12): 212.

(上接第10页)

过程的效率, 降低成本。并且整个过程不需要人工干预, 也降低了生产成本。^[6] (见图4)

3 提高数控技术在自动化车辆制造领域中的应用

3.1 充分借鉴外国先进技术

随着我国工业的快速发展, 各制造业对数控技术的要求越来越高。我国数控技术发展比较晚, 实际应用历史也比较短。在实际应用中, 还存在一些不足, 需要改进。因此, 加快数控技术的发展是目前最好的解决办法。^[7] 在数控技术的发展中, 我们可以充分借鉴国外大量的先进技术, 积极投入资金, 学习国外发展起来的数控技术, 在国外数控技术发展的基础上交流我国工业的发展, 探索适合我国国情的数控技术。虚心学习国外先进技术, 提高我国汽车自动化制造技术水平, 使我国汽车制造技术得到进一步的改进和发展。

3.2 加快培养数控技术的高精尖人才

科学技术是第一生产力。要想把数控技术更有效地应用到汽车制造过程中, 就必须从人才素质入手。进一步提高数控技术人员的专业知识储备, 将理论知识与实际生产研发相结合, 是我国数控技术进一步发展的必然要求。(见

图5)

4 结语

数控自动化技术在我国的发展前景十分广阔。根据目前我国汽车制造业的应用现状, 应采取相应的策略, 促进数控技术在汽车制造领域的发展, 从而取得良好的企业效益。

参考文献:

- [1] 胡涛. 数控技术在自动化车辆机械制造业中的应用 [J]. 现代制造技术与装备, 2019(11): 191-192.
- [2] 练冬兰. 数控技术在自动化车辆机械制造业中的应用 [J]. 内燃机与配件, 2019(03): 66-67.
- [3] 乔堃. 数控技术在自动化车辆机械制造业中的应用研究 [J]. 商品与质量, 2020(16): 2.
- [4] 石瑞瑞, 任杰. 数控技术在自动化车辆机械制造业中的应用研究 [J]. 内燃机与配件, 2020(06): 83-84.
- [5] 陈超勇, 朱活生. 数控技术在自动化机械制造中的运用研究 [J]. 科学技术创新, 2020(03): 183-184.
- [6] 李慧, 尹向阳, 周璨. 数控加工中计算机软件的应用分析 [J]. 科学技术创新, 2020(23): 80-81.
- [7] 朱向东, 韩涛, 华秀萍等. 机械自动化在汽车制造中的应用分析 [J]. 内燃机与配件, 2020(09): 145-146.