

关于提升城镇污水处理厂脱氮效率的研究

董逢斌 谢开玉 夏 玉

成都市新都金海污水处理有限责任公司 四川 成都 610000

摘要: 文章分析了城镇污水处理厂提高脱氮效率的主要影响因素与正确的应对措施,旨在通过优化工艺控制减少脱氮时的碳源使用量与能源消耗,减少因总氮排放标准提升对碳源药剂的使用量,降低对环境造成的二次污染。

关键词: 城镇污水处理厂; 节能降耗; 脱氮效率

概述: 氮作为导致水体富营养化的主要物质之一,污水中的含氮量既成为了各地城镇污水处理厂重点控制的排放指标。生物脱氮是在微生物的作用下,将污水中的含氮化合物转化为氮气并最终逸出到大气中的过程。随着氮排放标准的提升,能源与碳源药剂的使用也随之增加,对环境造成二次污染。为了城镇污水处理厂在满足更高排放标准的同时节约能源与碳源药剂,作者团队对提高城镇污水处理厂脱氮效率主要影响因素展开了研究。

引言

水资源问题在我国既是重要的环境问题,也对经济和社会有重要影响。我国水资源人均占有量低、分布不均、受到不同程度的污染,水资源短缺与社会发展之间的矛盾不断加剧,水污染的治理日益受到人们的关注。

“十一五”前期氨氮已经成为影响地表水质的重要指标,造成水体富营养化。氨氮在七大水系中是一类超标污染物,含氮废水主要来自于工业源、农业源、城镇生活源。随着居民生活水平提高,每人每日排放生活污水量不断升高,城镇生活源排放的氨氮污染物也逐年升高。水体中的氨氮以氨或铵离子的形式存在,将生活污水直接排入自然水体,不仅会造成水体富营养化,氨氮的氧化分解也会消耗水中的溶解氧(DO)造成水体发黑发臭。氨氮作为水体富营养化的主要污染物质,为藻类的生长提供养分,氮含量超过0.2mg/L时藻类将过度生长并迅速覆盖水面,水中生物难以进行光合作用,溶解氧降低,导致水生生物缺氧死亡,同时死掉的水生生物导致水体进一步受到污染。

污水中氮以四种形态存在,分别是有机氮、硝态氮、亚硝态氮与氨态氮,通过微生物的作用,发生氨化反应、硝化反应、反硝化反应和硝酸盐还原反应,使各种形态的氮相互转化。氮的转化主要包括吸附、植物吸收、生物降解等方式,城镇污水处理主要利用生物降解方式进行氮的转化,使污水中的氮转化为氮气排入大气,从而对污水进行净化。脱氮主要通过硝化和反硝化

两个过程完成,有机氮分解为氨氮后,自养硝化菌在好氧条件下将氨氮转化为硝态氮,然后在缺氧条件下异养反硝化菌将硝态氮还原为氮气。

1 城镇污水处理厂对氮的去除

城镇污水主要来源于居民生活中产生的洗涤污水和垃圾、粪便等,其中碳、氮、磷等污染物质成分较均衡,适合微生物的生长需要,部分城镇污水处理厂收纳的工业废水,会导致污水中的营养比例失衡,由于各地排放标准的提高,出水总氮的排放标准也极大的提升,在污水处理过程中对碳源的需求量大幅增加。生活污水中原有的含碳量已无法满足需求,需要在处理过程中投加碳源进行补充,在增加生产药剂成本的同时,造成环境的二次污染。为了降低生产成本并更好的保护环境,需要对污水中氮的去除进行深入的分析。由于成本优势,绝大部分城镇污水处理厂采用生物与化学相结合的方式处理污水,氮的去除主要依靠生物处理的硝化与反硝化反应,在生化处理系统中,无论是活性污泥法还是生物膜法,在好氧与缺氧的不同环境中,都会同步存在硝化反应与反硝化反应,对氨氮与硝态氮都有一定的去除效果,但随着总氮排放标准的提高,传统的生化系统已经难以满足总氮的排放要求,因此大量的城镇污水处理厂增加了反硝化滤池工艺段,让污水在缺氧的环境中进行反硝化反应,将经过生化系统转化的硝态氮还原为氮气排入大气中,以进一步去除污水中的总氮。

2 提升城镇污水处理厂脱氮效率分析

本文从活性泥与反硝化滤池工艺段分析更好的发挥总氮的降解作用创造最优的环境和条件,从而达到节能降耗的目的。

2.1 活性泥工艺的陈述及其脱氮效率分析

2.2 反硝化滤池工艺段陈述及其脱氮效率分析

活性污泥工艺自20世纪20年代问世已经100年的时间,其间产生了大量的活性污泥法反应器,包括序批式反应器、氧化沟、多级处理系统等,为了更好的脱氮除

磷,又衍生出了众多的活性污泥法改良型工艺。活性污泥处理系统包括三个基本处理构筑物,其中反应器用于使污水与微生物处于混合状态并充分吸附降解,需要配套曝气供氧装置以维持微生物的需求,还包括用于泥水分离的沉淀池与将污泥从反应器末端和沉淀池将活性污泥回流到前端再次与污水混合反应的回流系统,序批式工艺将反应器与沉淀池合而为一的。为微生物供氧可分为表面的转刷和由鼓风机提供压缩空气的底部曝气等形式。根据脱氮除磷工艺的需要,反应器划分出不同的分区,好氧区、兼氧区、缺氧区,不同的分区发挥不同的功效,分别发挥出好氧菌、兼氧菌和厌氧菌在污水处理中的作用。活性污泥工艺的控制重点包括对污泥浓度、污泥龄、溶解氧、进水量、停留时间等,不同的水量、水质与气候需要不同的控制参数,需要工艺管理人员充分掌握各种管理要素^[1]。

反硝化滤池是深度脱氮的工艺段,同时也进一步去除污水中的悬浮物,由滤池、反冲洗系统、自动空袭系统组成。滤池的组成从下往上一一般为滤板或滤砖、卵石层、滤料层等,通常采用陶瓷或石英砂等作为滤料。反冲洗系统由反冲洗风机、反冲洗水泵、反冲洗阀门等组成,功能是在滤池被生物膜和悬浮物堵塞后恢复滤池的状态。自动控制系统的功能是自动控制滤池的反冲洗与驱氮,也能根据传感器反馈的进出水硝态氮浓度、进水溶解氧控制碳源药剂的自动投加,实现药剂的精准投加。在滤料表面与空隙中附着生物膜,污水流经滤料时在缺氧环境下发生反硝化反应,将硝态氮转化为氮气。反硝化滤池的过滤周期包括过滤阶段和反冲洗阶段,判断过滤周期长短的主要参数是水头损失,水头损失升高后需要进入反冲洗阶段,一座滤池由数组滤池组成,根据运行状态依次进行反冲洗,一般分为气洗、气水联合反冲洗和水洗三个阶段。气洗由反冲洗风机输出压缩空气,对滤料进行反冲洗,气水联合反冲洗阶段反冲洗水泵产生大量反冲洗水,与反冲洗风机送出的压缩空气共同对滤料进行反冲洗,使滤料之间相互摩擦,滤料表面老化的生物膜脱落,水洗阶段由反冲洗水泵产生反冲洗水,将上一阶段脱落的生物膜与滤池中沉积的悬浮物清洗到废水池中,从而恢复改组滤池的运行。在一组滤池运行时,当其中一组滤池完成反冲洗并恢复运行时,该组滤池中的生物膜和悬浮物不会全部排入污水池,滤池中会保留一部分生物膜以快速恢复滤料上附着生物膜的生长,因此要关注其对整座滤池出水水质造成的影响。一般一座滤池中滤池数组越少,反冲洗恢复阶段对出水水质造成的不利影响越大。如果滤池恢复阶段对出水水质的影响超出承受极限,应将改组滤池初滤水直接排放。

由于城镇污水处理厂对总氮的降解主要发生在生化系统和反硝化滤池两个工艺段中,因此为了提高污水处理系统的脱氮效率,降低处理过程中对外加碳源的需求量,本文的思路是如何为以上工艺段更好的发挥总氮的降解作用创造最优的环境和条件,从而达到节能降耗的目的。

2.2.1 适当升高生化系统污泥浓度

硝化菌与反硝化菌生长缓慢,为提高生化系统的脱氮效率,应适当延长污泥龄,升高生化系统的污泥浓度。在不影响系统除磷效果的情况下,尽量提高生化系统的污泥浓度。根据作者团队的实践,正常的城镇污水处理厂进水浓度条件下,传统的活性污泥法的污泥浓度控制在3500mg/L是一个同时满足以上要求的平衡点。

2.2.2 增大生化系统内回流比

为充分利用污水处理厂厂原水中的碳源,将经过生化系统充分硝化反应的混合液更多回流到系统前端缺氧段,利用原水中的碳源进行反硝化脱氮,降低生化池出水的总氮,可以减少反硝化滤池的碳源使用量。

2.2.3 控制生化池末端溶解氧浓度

城镇污水处理厂生化系统末端的溶解氧控制,需要同时考虑硝化反应需要、聚磷菌吸磷需要、回流液对缺氧段的溶解氧的影响,同时要保持适当浓度避免二沉池厌氧,以及对处理系统末端反硝化滤池的影响。硝化反应需要严格的好氧条件,硝化效果的好坏直接决定总氮的去除,但溶解氧浓度过高时,硝化液回流也会把溶解氧带入缺氧区,氧将与硝酸盐竞争有限的电子供体,抑制反硝化反应。因此,生化池末端溶解氧的控制需要平衡各种微生物活动的需要,经过实践,生化系统末端溶解氧控制在2mg/L,能同时满足硝化反应与反硝化反应的需要,同时能满足后续工艺段运行需要。

2.2.4 降低二沉池出水的跌落高差

城镇污水处理厂二沉池大量采用辐流式沉淀池,从三角堰到出水渠液面的跌落高差约1.5m,根据测量数据显示,1.0m的跌落高度可导致二沉池出水溶解氧升高约2mg/L,造成反硝化滤池进水溶解氧过高,抑制反硝化菌的活性。为提高反硝化滤池的脱氮效率,作者团队进行了两项技术改造。其一为在辐流式二沉池出水渠的出水口两端安装可调节闸板,根据污水厂水量大小实时调节出水渠中的液面高度,将二沉池出水跌落高度控制在0.1m以内,在保证二沉池排水畅通的前提下减小因跌落产生的溶解氧升高。其二为对中间提升泵运行逻辑进行编程优化,通过超声波液位计反馈的实时液位信号控制中间提升泵运行频率,把中间提升泵的运行液位控制在

一个恒定区间,从而降低二沉池的跌落高差,同时更高的运行液位可以减少污水在提升过程中的能源消耗。通过以上两项技术改革,因二沉池跌落导致的溶解氧升高由原来的3mg/L降低到了0.5mg/L,进而为反硝化滤池的良好运转提供了条件^[2]。

2.2.5 严格控制反硝化滤池的运行液位

溶解氧对反硝化过程的抑制主要是因为溶解氧(DO)会与硝酸盐竞争电子供体,同时分子态氧也会抑制硝酸盐还原酶的合成及其活性。在悬浮性活性污泥法中,溶解氧应该保持在0.5mg/L以下。而在附着生长系统中,由于生物膜对氧的传递阻力较大,可以允许较高的溶解氧浓度。反硝化滤池采用上进下出的布水运行方式,跌落后会导致溶解氧升高,因此需要控制好布水时的跌落高差,在满足配水堰均匀布水的前提下,尽量减小跌落高差,以最大程度降低溶解氧浓度,从而为反硝化反应提供适合的条件并减少碳源药剂的使用量。

2.2.6 控制好反硝化滤池进水悬浮物(SS)

反硝化滤池在运行中因附着在滤料表面生物膜的生长和进水中的悬浮物沉降导致滤池堵塞,过水能力降低,因此需要定期进行反冲洗。在反冲洗时将产生大量的能耗,同时滤料之间在反冲洗时互相摩擦造成附着在滤料表面的生物膜流失,从而降低反硝化滤池的脱氮效率。控制好反硝化滤池进水中的SS,可以延缓反硝化滤池的堵塞,延长反硝化滤池的反冲洗周期,避免频繁反冲洗,从而降低能源消耗,同时还可以提升滤池的脱氮效率。

2.2.7 反硝化碳源药剂的选择

反硝化滤池的停留时间约0.5h,水力停留时间短,兼具滤池过滤的作用,因此向滤池投加的碳源需要在很短的时间内被生物膜吸附降解,并避免药剂随水流排出造成药剂的浪费和出水COD升高,因此反硝化滤池使用的碳源需要选择分子链较短,能被生物膜快速利用的品种。常用的碳源品种有乙酸钠、葡萄糖、新型碳源等,部分污水厂会使用甲醇、乙酸。乙酸钠具有反应速率快、产泥量少、化学性质稳定、安全性高的特点,因此反硝化滤池推荐采用乙酸钠作为碳源药剂。

2.2.8 重视反硝化滤池过程仪表管理

城镇污水处理厂的进水水量与水质与城市居民的生活规律密切相关,造成反硝化滤池的水量、水质大幅波动,采用人工控制药剂投加量劳动强度大,且无法精准控制碳源药剂的使用,造成不必要的浪费,因此需要系统根据进出水情况实时自动控制碳源投加。反硝化滤池自动控制系统根据溶解氧仪表与进出水硝氮仪实时反馈的数据计算碳源药剂的需求量,同时根据计算结果控制加药设备的运行。在此过程中,仪表测量数据的准确度是精准投加药剂的基础。仪表在使用过程中极易受到表面青苔与浮渣的影响,因此需要高度重视反硝化滤池的过程仪表的清理与校准,以避免碳源药剂产生不必要的浪费^[3]。

2.3 加强人员巡视

城镇污水处理厂大量使用传感器采集各类实时参数指导生产,同时通过自动化程序控制生产工艺的运转,反馈各类异常情况并进行预警,为生产管理和工艺控制提供了极大的便利性。考虑到各个工艺段之间的关联性和系统的复杂性,以及进厂水量水质处于不断的变化中,污水处理厂现场操作人员和工艺管理人员仍然应该加强对生产工艺和设备的巡视,及时发现异常情况,从而及时调整生产工艺,恢复故障设备与传感器,保障系统在动态变化的工程中稳定的运转。

结语:

为了提高城镇污水处理厂的脱氮效率,需要控制好从生化系统到反硝化滤池的全部工艺段,在兼顾其他排放指标的情况下,优化污水处理系统的硬件和软件,合理控制各种运行参数。特别是需要为生化系统和反硝化滤池两个工艺段创造良好的运行环境,提升脱氮效率,最终达成节约能源与碳源药剂的目标。

参考文献:

- [1]马勇 彭永臻.城市污水处理系统运行及过程控制, 2007: 215
- [2]王晓莲 彭永臻.A2/O法污水生物脱氮除磷处理技术与应用, 2009
- [3]胡筱敏 污水生物脱氮技术, 2019