

分析生物脱氮技术在城市污水处理中的应用及工艺优化

崔宁 刘翔宇 张鑫

中核齐齐哈尔环保科技有限公司

摘要: 在我国的城市发展中,每天都会产生大量的污水,这些污水的处理方式优劣对城市环境和生态环境保护等具有非常重要的意义。对于城市污水处理,其不仅能够减少人们对水资源的浪费,同时还能够在一定程度上提高人们的生活品质。为了更好的保证城市生产生活质量,需要加强对污水的处理研究,在当前生物脱氮技术是应用比较广泛且应用效果较佳的一种城市污水处理技术,本文作者根据自身的工作经验,对生物脱氮技术在城市污水处理中的应用及其相关工艺的优化进行了分析,从而更好的保证城市水资源。

关键词: 城市污水处理; 生物脱氮技术; 工艺优化

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.12.103

城市污水处理一直是我国城市发展中的重要问题,随着我国城市化进程和工业化进程的发展,氮磷营养物逐渐成为城市污水处理中的重点,氮磷营养物对城市的水体污染不仅会造成污水中滋生大量的蓝绿水藻,同时还会造成水质不断降低,最终影响城市水资源的洁净度。对此,在进行城市污水处理的过程中,如何治理氮磷营养物是核心内容。通过大量的实践研究发现,生物脱氮技术的应用能够对城市污水中的氮磷物质进行科学的转化,使其不被藻类物质易吸收,从而对城市污水处理形成了较大的助力,同时也是我国当前解决城市污水的重要处理工艺之一。

一、城市污水的主要来源分析

(一) 居民生活污水

随着我国经济的发展,人民的生活水平也在逐渐上升,这使得人们的生产生活质量得到了较大的提升,而生活质量的提升使得人们在日常生活中产生的垃圾和废水数量也在不断增加,对我国的城市生态环境造成了较大的危害。城市居民生产生活中制造的垃圾,很多城市由于自身的管理方案不当或未制定科学有效的处理方法,导致城市的生活垃圾被直接排放到水源中,造成城市的水资源受到污染和影响。生活垃圾造成的城市污水处理难度非常高,这是因为生活污水的来源较广,污水中的成分较为复杂,因此,对于生活垃圾造成的城市污水需要从源头进行管控,尽量避免生活垃圾污水的产生。

(二) 工业废水的排放

城市污水中的另一种重要组成是工业废水,工业废水的产生主要是制造业在生产过程中清洗或者降温等工段使用到的水资源,随着我国工业的快速发展,城市污水中的工业废水占比也在逐年提高,工业废水根据当地的工业组成结构不同,其成分也比较复杂,在对其进行处理时的难度也比较高。为了能够有效控制城市污

水,需要针对当前我国城市中的工业企业进行废水科学处理。政府部门需要针对性的指定废水处理相关的法律法规,并加强对企业的定期废水排放监控和调查,确保工业废水的零排放。企业需要加强对废水处理工艺的优化,通过设备更新等不断降低废水中的有害物质,使企业排出的废水达到标准,降低工业生产对城市水资源的污染和影响。

(三) 降水和部分受污染的地表水

城市污水中除了工业废水和生活污水之外,一些降水或者受到污染的地表水,也会随着时间的延长而逐渐恶化,其中一部分含有有害物质的污水会逐渐渗入到地下水而影响水资源,随着这些污水逐渐进入到自然水中,会导致自然水中的有机物含量不断增加,最终形成城市污水。为了解决这一问题,需要对地表水进行日常的监测和管理,制定水质监测数据,若数据出现较大波动,需要立即调查并采取有效的措施对其进行处理。

二、生物脱氮技术对污水进行处理简介

(一) 污水成分分析

对于当前的城市污水,其来源主要包括几个方面,分别是生活污水,其主要内容包括有机物和无机物污染,同时部分含有病毒和细菌等。然后是工业废水,工业废水的成分比较复杂,根据不同的企业,其废水成分也有一定的差别,主要包括pH值、氨氮和磷等污染物。对于废水中的氮磷含量,若超标会使水体的富营养化,从而造成水资源中的氧含量大幅降低,最终造成赤潮和黑臭问题。在当前,传统的生物法脱氮技术很难对这些污水进行有效的处理,需要采取有机和无机两种方式结合的方法来对废水进行硝化和反硝化处理。在我国当前的城市污水处理中,污水处理厂通过合适的脱氮技术能够对污水中的氮磷元素进行科学的降低和排除,从而避免污水影响当地的水资源。

(二) 根据污水处理厂的污水特点选择合适的生物填料

污水处理厂大部分处于城市的边缘区域,伴随着我国城市的快速发展,城市人口数量和企业数量不断增加,这使得我国的城市自来水用量不断增加,相应的生活污水和工业废水数量也在不断增加,传统的废水处理技术已经无法满足日益增加的污水数量。对此,需要在传统的污水处理技术上进行升级优化,提高其污水处理能力和效率。本文的生物脱氮技术是在传统的生物处理基础上优化提升的一种更高效的污水处理技术,同传统的生物技术相比较造价更低,且处理后的污水还能进行二次利用。

(三) 生物法脱氮技术

该技术的原理是通过微生物的作用来进行复杂的氧

化-还原反应,将常规废水中的氮元素有机物转化为氮气,从而将其排放到空气中,降低污水中的有机氮含量。生物法脱氮技术流程主要分为几个方面:首先,通过生物技术将有机氮物质进行氨化作用,将有机氮物质转化为氨氮,在通过亚硝化作用来将这一部分的氨氮物质转化为亚硝酸盐,在通过硝化作用将亚硝酸盐物质转化为硝酸盐,其中的氮元素含量并未发生转变,最后通过反硝化作用将污水中的氮元素全部转化为氮气,并将转化后的氮气进行收集和排放。

改进后的工艺是对硝化细菌和反硝化细菌反应过程中的条件进行优化,从而使两种反应过程能够更加高效,从而提高生物脱氮技术的整体效果。此外,A²/O处理工艺技术的应用是倒置,该工艺中的厌氧区可以采用聚磷菌作为反应菌群。聚磷菌同其他的厌氧菌群不同,其在聚集碳的过程中释放磷,从而加快厌氧池中对磷元素的吸收。通过优化后的工艺进行废水处理,不仅能够对废水中的氮磷元素进行快速有效的清除,同时还能够提高污水厂处理后的污水等级,提高城市水资源的利用率。

三、A²/O处理技术原理和影响因素分析

对于A²/O处理技术,又称为是厌氧-缺氧-好氧技术,该技术在应用的过程中能够实现脱氮除磷效果,且这两种功能是同步实现的。在进行污水处理的过程中,污水首先需要进入到厌氧池和回流的污泥进行反应,同时厌氧菌能够对污水中的大分子有机物质进行分解作用,另外,回流污泥中还包含了聚磷菌,该菌群能够对污水进行分解,并释放其中的磷元素。而在缺氧反应池中,反硝化细菌能够通过生物作用将有机物作为碳源来进行反应,从而将回流溶液中的硝酸根离子和亚硝酸根离子转化为氮气,转化后的氮气被完全释放到空气中,不会造成空气污染。对于A²/O技术,其在运行过程中的反应较为简单,这使得整个反应能够进行有效的控制,处理过程中的污水流量也可进行有效的控制。在三种反应池中,污水进行轮流运行和转换,从而将丝状菌的生长进行有效的抑制,这样能够避免污泥出现膨胀现象,不影响处理效果。在A²/O技术运行过程中,不需要在处理水中单独添加填料,同其他的处理技术相比较,该技术在运行过程总的成本的投入较低,从而降低了污水处理厂的吨水处理成本。

在实际的运行过程中,处理厂若控制污泥的浓度较高,会导致污水的处理成本高于常规处理技术,而为了降低整个污水处理的成本,需要在反硝化反应中增加更多的碳源来保持整个处理系统中的平衡性。若将A²/O技术中的回流工艺减少到外回流体积的30%到65%时,这时的二沉池中的混合硝化液回到曝气沉砂池中的比例非常高,一般可以达到15%到35%,相应的TN的去除率也会提升,最高去除率可达到60%以上,这时的污水处理后的质量可达到国家一级A的标准,保证了污水处理质量。在污水处理的三种反应中,各个因素之间的影响较复杂,因此需要根据实际的情况对相关参数进行调整,

这样才能够保证污水处理质量和效率符合当地的排放标准。在污水处理的过程中需要注意几个问题:首先,对于有机物,其对脱氮除磷的效率和影响较大,因此要保证处理池中的碳源充足,这样才能保证污水处理效果达到最佳。碳源的来源需要优先利用处理池中的碳源,其次外部添加,这样能够将污水中的碳源进行充分的运用。然后,A²/O技术在运行的过程中,不同阶段的细菌各个阶段依靠的是回流污泥中含有的微生物,因此,当有机物的浓度过高时,会出现异样细菌大量繁殖,抑制自养细菌的繁殖,从而导致其生长和繁殖受到较大的抑制,同时好氧细菌的生长也会受到相应的影响,最终导致污水处理过程中的硝化反应受到限制。最后,A²/O运行过程中,硝化反应受到混合液的回流速度影响,泥龄则同硝化细菌的出现时间有一定的关联性。在以往的研究工作中,硝化细菌生长受到了温度和出现时间的影响,在温度过高时,其生长速度较快,而在水温低于10℃时,其硝化反应的速率也会逐渐下降。除了上述因素外,污水处理厂在实际的运行过程中还有其他因素的影响,如水温、PH值、COD、BOD₅、氨氮、磷酸盐、有毒物质、曝气量及溶解氧、污泥浓度等,为保证整个处理过程中的脱氮除磷能够达到最佳效果,需要在实际的生产过程中对工艺进行相应的调整,从而保证处理效率和质量达到最佳。

四、A²/O处理技术的实际应用研究及实例

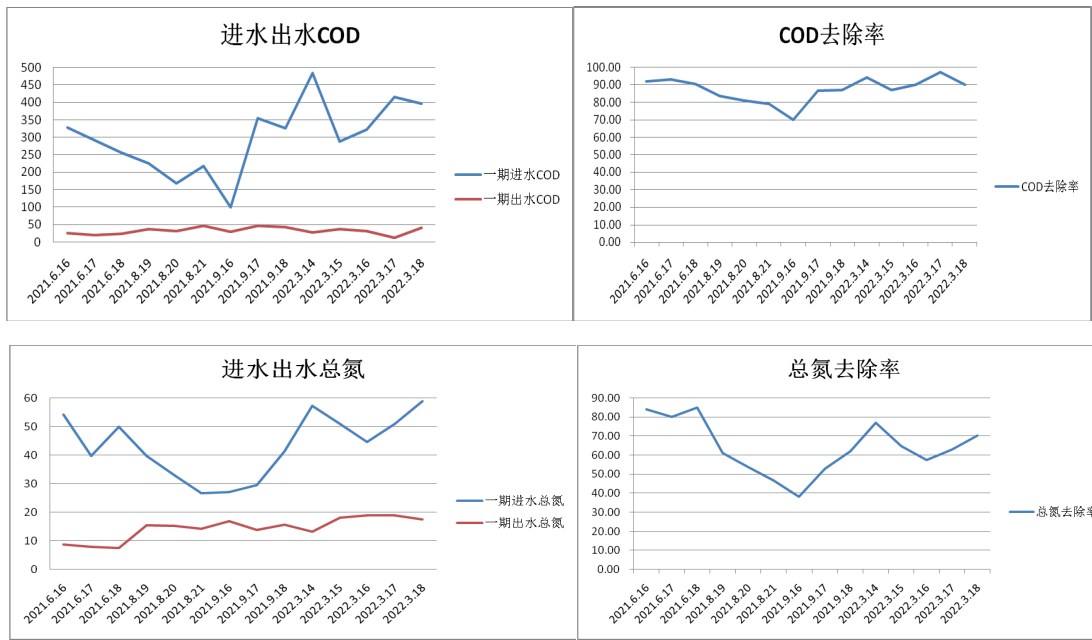
齐齐哈尔市中心城区日处理量20万吨污水处理厂,分两期建设,一期建于2003年,设计规模10万m³/d,采用以AB法为二级处理工艺;二期建于2010年,设计规模为10万m³/d,采用以CAST工艺为二级处理工艺:出水均执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)的一级B排放标准。

2012年后国家加强了对江河流域治理力度,对污水处理厂排放污染物进行总量控制,由于污水水质的变化,原有污水工艺不能满足排放水质要求,一、二期工程分别于2013年和2017年进行了提标改造,出水执行一级A排放标准。

比较一级B与一级A控制指标,出水主要控制是COD、BOD₅、氨氮、总氮、磷、悬浮物等,对于COD、BOD₅去除在原工艺上易降解,但其他污染物在原有工艺技术难以去除,经技术经济论证采用生物脱氮除磷工艺及深度处理技术。

2013年一期工程将AB工艺改造为A²/O工艺:粗格栅-细格栅-曝气沉砂池-厌氧段1(原A段曝气池改造)-厌氧段2/缺氧段1(原A段沉淀池改造)-缺氧段2/好氧段1(原B段曝气池改造)-好氧段2(新建曝气池)-二沉池-滤布滤池(新建)-消毒池(新建)-排水泵站-出水;2017年二期工程将CAST工艺改造为A²/O工艺:粗格栅-细格栅-涡流沉砂池-厌氧池1(新建)-厌氧池2(原初沉改造)-CAST池(改造)-滤布滤池(新建)-消毒池-排水泵站-出水。

从2021年6月-2022年3月全流程数据跟踪分析看生



物脱氮新工艺技术运行情况，一期全年进水水质波动较大，总体来看8、9两月进出水数据明显优于3、6两月，且全流程各工艺段的运行也更稳定。详见COD、悬浮物、总氮、总磷运行统计曲线。

通过数据分析，A²/O工艺技术在齐齐哈尔市中心城区污水处理厂改造是可行的，满足了排放标准的需要，也保证了污染物总量控制的要求。

五、城市污水生物脱氮除磷技术的发展趋势分析

我国的生物脱氮技术发展时间相对较晚，加上国家早期经济发展中对污水处理的重视程度不足，导致该技术的发展受到了较大的限制。随着我国经济和科技的快速发展，城市污水处理逐渐受到人们的广泛关注，其技术也在不断的优化和调整，从而不断提高污水处理质量和效率。生物脱氮技术是在传统脱氮技术的基础上进行的工艺优化和调整，不仅降低污水处理的成本，同时对污水的处理效率和质量也有较大提升。在传统的生物脱氮除磷技术中，由于硝化菌和聚磷菌的泥龄问题，导致污水处理过程中需要严格遵循相应的工艺来保证处理效果，且脱氮和除磷两种工艺是分开进行的，这样既影响了污水的处理效率，同时对于污水的处理质量也有较大的限制。

生物脱氮新工艺技术中包含了短程硝化和反硝化工艺以及厌氧氨氧化工艺等，对于短程硝化工艺，其主要是通过控制氨氮氧化来加快整个反应过程，保证氨氮一直处于亚硝化的过程，从而实现对污水的快速脱氮效果。对于这种工艺，其在实际的应用中能耗低，处理速度快。而厌氧氨氧化工艺，其在运行的过程中主要是通过厌氧环境，来进行氨气的氧化反应，从而将污水中的氮元素转化为氮气。全程自养脱氮技术，其在处理过程中需要借助于高浓度的氮废水，通过污水中的氧浓度对整个反应进行有效的控制，保证反硝化过程的效率，从而控制污水脱氮除磷效率。

总结

综合上述所说，随着我国的城市化发展，我国的工业水平和城市规模及数量等都在扩大，这就使城市污水的产生数量也在逐渐增加，城市污水的增加对城市用水和城市水资源的保护等带来了较大的压力，在这种形势下，为了保证城市生活和工业用水需求，需要充分运用生物脱氮除磷工艺来加快城市污水的处理效果和效率。当前我国在生物脱氮技术的研究和应用方面还不太成熟，加上很多工艺优化都是在传统工艺的基础上开展的，对此，需要加强对脱氮除磷技术的研发和重视，不断提高生物脱氮除磷技术的应用效果和效率，这也是我国未来污水处理的重要方向。

参考文献

- [1] 洪涛. 城市环境污水处理过程节能优化控制方法分析[J]. 价值工程. 2022, 41 (1).
- [2] 李楠. 污水处理过程中节能优化控制方法的研究[J]. 现代工业经济和信息化, 2021, 11 (2): 57-58.
- [3] 林莉莉, 蔡阳波, 万汉兴. 污水处理过程中节能优化控制方法的研究[J]. 皮革制作与环保科技, 2021, 2 (17): 170-171.
- [4] 张亮, 李朝阳, 彭永臻. 城市污水PN/A工艺中NOB的控制策略研究进展[J]. 北京工业大学学报, 2022, 48 (04): 421-429.
- [5] 何彤晖. 反硝化除磷组合厌氧氨氧化强化污水同步脱氮除磷特性研究[D]. 青岛大学, 2021.
- [6] 张晓曼. 处理磁分离出水的A0/部分厌氧氨氧化工艺及微生物研究[D]. 北京交通大学, 2021.
- [7] 孙进才. ZY污水厂Bardenpho工艺应用实效及工艺特性研究[D]. 太原理工大学, 2021.
- [8] 孙峰. 微生物电解池中全程自养脱氮作用的调控及其性能研究[D]. 安徽农业大学, 2021.