 DOI: https://doi.org/10.26789/jnhb.v7i7.1479

Discussion on the Nitrogen and Phosphorus Removal Technology of Low-carbon Source Sewage

Lanxin Zhang Wei Wang

Junji Environmental Technology Co., Ltd., Wuhan, Hubei, 430074, China

Abstract

In the process of sewage treatment, when the nitrogen and phosphorus content in the sewage exceeds the discharge standard, certain technological measures need to be taken to realize nitrogen and phosphorus removal. In the specific implementation, not only phosphorus removal, sludge discharge and denitrification processes are required, but also carbon sources need to be comprehensively considered. Especially in some low-carbon source sewage treatment, in order to meet the emission index requirements of ammonia nitrogen, total nitrogen and total phosphorus, a certain amount of carbon sources need to be added to the wastewater, which increases the cost of sewage treatment. Based on this, it is necessary to optimize the design of nitrogen and phosphorus removal technology for low-carbon source sewage, which should not only improve the treatment consumption, but also save energy and reduce consumption, reduce operating costs, and realize the comprehensive improvement of economic and ecological benefits. This paper mainly optimizes the application of nitrogen and phosphorus removal technology for low-carbon source sewage, in order to further improve the level of nitrogen and phosphorus removal technology and control the operation cost.

Keywords

low-carbon source sewage; nitrogen and phosphorus removal technology; research

关于低碳源污水的脱氮除磷技术的相关阐述

张岚欣 王威

君集环境科技股份有限公司，中国·湖北 武汉 430074

摘 要

在对污水进行处理时，当污水中的氮磷含量超过排放标准时，需要采取一定的工艺措施实现脱氮除磷，在具体实施中不仅需要除磷排泥和反硝化工艺，还需要对碳源进行综合考量。尤其是在一些低碳源污水处理中，为了达到氨氮、总氮、总磷的排放指标要求，需要向废水中添加一定量的碳源，因此加大了污水处理成本。基于此，需要对低碳源污水的脱氮除磷技术进行优化设计，既要提高处理消耗，又要节能降耗，减少运行成本，实现经济效益、生态效益的综合性提升。论文主要对低碳源污水的脱氮除磷技术进行优化应用，旨在进一步提高污水脱氮除磷技术水平，控制运行费用。

关键词

低碳源污水；脱氮除磷技术；研究

1 引言

现代化经济发展中，人们生活质量提升，用水量增加，同时生活污水、农业污水、工业污水的排放量越来越多，这种情况导致污水中的有机物含量降低，磷含量升高，尤其是低碳源污水治理难度加大，需要特定的污水脱氮除磷技术，并添加碳源量，才能达到污水排放标准，运行成本较高。当前随着中国工业化的发展，城市生活污水、乡镇污水中的氮磷含量越来越高，在脱氮除磷、排泥除磷、反硝化反应中需要大量碳源，甚至要额外添加碳源，整体处理费用比较高。因此，需要对低碳源污水的脱氮除磷技术进行深度分析，优化应用，提高技术水平，最大程度上提升处置效果，降低运行费用。

【作者简介】张岚欣（1985–），女，中国湖北襄阳人，硕士，工程师，从事污水深度处理、脱氮除磷技术研究。

2 现状分析

水体中的氮磷等营养物质浓度过高，容易造成水土富营养化，严重刺激水体中藻类等水生植物的大规模生长，破坏水生态环境的平衡性。因此需要采取科学措施对水体中的氮磷污染物进行清除。随着人们环保意识的增强，人们加大了对水资源保护的关注力度，同时逐渐提高了氮磷排放标准，目前执行的 GB 18918—2002《城镇污水处理厂排放标准》中的一级 A 标准总氮（TN）低于 15mg/L、总磷（TP）低于 0.5mg/L[1]。在使用污水生物脱单工艺时，需要添加额外的碳源，从而降低水体中的总氮、总磷含量，因此也无形中增加了污水处理厂的运行成本。因此，在对低碳源污水进行处理时，需要对碳源利用问题进行综合分析，优化脱氮除磷工艺，提高处理效率，降低能耗，使其在实际的污水处置中发挥效用。由此可见，低碳源污水的运行成本较高，需要

加大碳源投入量，因此污水处理成本较高。中国不同区域的城市污水中的含氮量存在很大差异性，与当地的经济水平、饮食结构等因素息息相关，随着人们生活水平提高，饮食结构发生很大变化，因此生活污水中的含氮量增加，碳氮比较低。特别是中国南方城镇污水水质的升华需氧量和化学需氧量浓度较低，污水厂进水 BOD_5 常在 100 mg/L 以下，COD 常在 100~200mg/L，属于低浓度污水。工业废水中包含有机氮、氨氮、亚硝酸盐氮、硝酸盐氮等，尤其是在焦化厂、冶金厂、造纸厂、炼焦煤气厂、金属酸洗厂等产生的废水中的氮含量比较高。农业生产污水中氮主要来源于施肥、动物养殖等，包含氨氮、有机氮等类型。当天然水体中的氮化合物含量过多时，会导致水质恶化，不利于渔业、旅游业、养殖业的可持续发展，危害生态平衡，甚至对人类生存、动植物生长造成危害。当水体中的氮含量过多时，也会影响碳氮比例的平衡性，加大处理难度。当碳源不足时，脱氮效率降低，导致自然水体中的氮含量过多，引起水体富营养化、氨氮消耗水体中的溶解氧，危害鱼类生命，也会对人体健康、生物造成毒害。

3 脱氮除磷技术分析

3.1 外加碳源

当生活污水中的有机物浓度较低时，需要利用补充外来碳源的方式对其进行处理。当碳源、药剂增加时，会加大处理负荷，导致处理成本增加，对污水处理厂的运行造成极大负担。由此可见，在使用外加碳源方式对低碳源污水进行处理时，与化学品投加的需求不相符，而且违背节能降耗的目标要求，加大了经济成本。所以，在使用该方式开展脱氮除磷工作时，需要选择溶解性较强，而且容易被菌胶团吸收的有机物，同时需要严格控制碳源价格，确保其适应性，能够在降解过程中被利用，其中溶解性有机碳包含葡萄糖、乙酸、乙酸钠溶液等，这些都是液态物质，它们都很容易被降解，极易被菌胶团所吸收，可以有效提升除氮磷效果 [2]。但是需要注意的是，甲醇的毒性较强，葡萄糖、乙醇价格较高，所以一般在处理中，污水处理厂往往会使用乙酸废液进行处理，从而既可以提高除氮磷效果，也可以控制运营成本。在处理厂实际运行中，外加碳源的方式虽然可以提高脱氮除磷效果，但是甲醇生物毒性较大，容易引起水质，而且运输、存储难度较大，而且碳源价格较高，投入量大，药剂费用高等因素影响，外加碳源方式逐渐被淘汰。

3.2 优化进水方式

大量碳源在好氧段，往往使用传统方式进水，这种方式容易引起碳源被氧化，形成二氧化碳，这种情况下导致在缺氧反硝化阶段难以提供充足的碳源进行使用。因此，需要对传统的进水方式进行优化，通过这种方式可以把原来污水中的有机碳应用在反硝化阶段，以便提高脱氮效果。一般情况下，进水方式包含分段进水、周期性改变进水方向等方式，将水中的有机碳源能更好地进入厌氧反硝化阶段，提高碳源的利用率。在具体应用中，主要的通过后置缺氧 UCT 分段进水方法，以便提高除氮磷效果，一般可以达到 75.2%。周期性改变进水方向方式应用中，要把一样的两个反应器进行串联，使其发挥第一级反应器的作用，定期进水，从而转变反应器的周期性功能 [3]。

3.3 取消化粪池

化粪池在实际运用中存在很大缺陷问题，如运行管理能力不足，难以对堵塞问题进行有效处理，对周边环境造成污染；化粪池占地面积较大，难以实施管线布设作业；化粪池分解有机物过程中，会降低源污水中的有机碳源，导致脱氮除磷效果降低，非常不利于污水厂的正常运行。因此，在污水处理厂运行中，逐渐取消了化粪池，这样可以对原污水中的有机碳源进行保留，提高除氮磷效果。

3.4 磷回收

在污水处理过程中，对其中的磷物质进行回收利用，从而提高废物利用率。通常需要使用抽取工艺，对厌氧池上的清液进行抽取，同时利用结晶技术、化学沉淀、离子交换等方式，对清液中的磷物质进行分离，其余上清液可以回流到处理装置中。通过这种方式可以降低污水中的磷含量，投入到化肥生产中，真正变废为宝 [4]。

4 新技术研究

4.1 厌氧氨氧化技术

该技术主要当溶氧浓度较低时，细菌通过细胞的新陈代谢作用，实现亚硝酸盐与氨的生物氧化作用，对其进行还原，实现脱氮效果。在厌氧条件下，氨氮与亚硝酸氮主要作为电子接受体存在，当被氧化后转化为氮气。厌氧氨氧化菌是一种自养菌，不需要氧气和有机碳源，主要的通过二氧化碳获得无机碳源。厌氧氨氧化菌生长缓慢，形成的剩余污泥量不多，需要较长的培养时间，而且工作温度环境要求较高，一般在 40℃左右。该技术应用中，可以节省碳源，降低能耗，而且细菌合成量少等优势，在污水处理厂中广泛推广。但是厌氧氨氧化菌的难以驯化，对环境要求较高，限制其推广应用，基于此，很多专家学者进行了深度研究，开展大量实验，在特定环境中对厌氧氨氧化污泥进行接种，生产了厌氧膨胀颗粒污泥 [5]。

4.2 短程硝化反硝化

在以往的反硝化过程中，一般需要把氨氮进行氧化，使其转化为亚硝氮，进而形成硝酸氮，然后在反硝化菌的作用下，开展反硝化过程，完成脱氮目标。在短程硝化反硝化过程中，需要在污泥等有氧环境中，把亚硝化细菌转变为优势菌群，并降低细菌数量，充分发挥其硝化作用，把氨氮进行氧化，形成亚硝酸盐，在缺氧环境下，在有机物等电子供体作用下，把亚硝酸盐进行反硝化处理，形成氮气，从而实现脱氮目标 [6]。通过这种方式，可以缩短整体脱氮反应的时

间，其反应温度一般在 40℃左右，当其与厌氧氨氧技术进行联合使用时，可以对高浓度氨氮、高温废水进行高效性处理，包含污泥消化液等。而且该工艺对碳源的需求量较少，能够有效节省能源，反应过程较为稳定 适应性强。

4.3 CANON 工艺

CANON 工艺为生物膜当中的亚硝酸菌，在好氧的情况下，使氨氧化成为亚硝酸盐。厌氧氨氧化菌处于厌氧的环境下时，可以把氨以及亚硝酸盐进行转化，使其成为氮气。应用亚硝酸细菌以及厌氧氨氧化菌共同产生的作用，可将氨氧化成氮气。对于该项工艺的应用，同样不需要大量有机碳源，可以在完全无机的环境中实施，这样可有效节省了外碳源，以及 2/3 的供气量。相关学者在对生物膜内自养脱氮工艺进行研究的过程中，在常温低氨氮基质环境下，探究分析了宏观运行效能，并深入分析了微观生物系统 [7]。利用对曝气量进行的调节，借助水利停留的时间，可使该项工艺在各个进水氨氮浓度下稳定地运行。

4.4 同步消化反硝化

好氧硝化菌、异氧硝化菌等在溶解氧浓度梯度单级反应器中的溶氧度较低，所以，在使用该方式时，需要有效限制曝气。该特点与进水碳源低而需要控制无效氧化的要求、节约动力消耗等特点相同，因此在低碳源污水处理中具有较大的发展前景。

5 未来发展趋势

随着科学技术的发展，对低碳源污水脱氮除磷技术的研究日渐深入，为了对水体进行保护，提高污水排放标准，需要对污水处理厂的处理方法进行优化，深度融入绿色环保理念，减少能源消耗 [8]。基于此，需要对厌氧氨氧化技术、短程硝化反硝化技术、CANON 工艺进行优化研究，提高其处理效果，促进技术创新与优化，将其作为未来研究发展和应用的重点进行关注。同时需要对低碳源污水脱氮除磷技术进行强化应用，强化技术把控，充分发挥新工艺的功能效用。

6 结语

综上所述，随着城镇化水平的提升，城镇人口增加，生活用水量加大，污水排放量也越来越多，加大了环境负担，其中低碳源污水是污水的重要构成部分，需要采取合理措施实施脱氮除磷，既要提高处理效果，确保污水达到排放标准，减少处理成本，同时还需要加大对新技术的研究，如厌氧氨氧化技术、短程硝化反硝化技术、CANON 工艺等，全面提高污水处理工艺，强化理论研究水平，优化污水处理效果，真正实现节能降耗、保护环境。

参考文献

[1] 高彦生,李朋.超低碳氮比污水脱氮除磷技术控制与研究[J].清洗世界,2021,37(8):13-14+16.

[2] 陈佼.基于人工快渗系统的低碳源乡镇生活污水高效脱氮除磷关键技术研究[Z].成都工业学院,2021-06-07.

[3] 张福波,张庆军,齐星.基于低碳氮比城镇污水的脱氮除磷技术探究[J].中国环保产业,2019(12):46-49.

[4] 孟伟高.探析低碳源污水的脱氮除磷技术研究进展[J].智能城市,2019,5(7):122-123.

[5] 崔凯.低碳源污水的脱氮除磷技术研究进展[J].黑龙江科学,2018,9(22):136-137.

[6] 云文泽.低碳源乡镇污水深度脱氮除磷技术研究[J].市政技术,2016,34(3):141-143.

[7] 励建全.低碳氮比城市污水低氧强化脱氮除磷关键技术及工程示范[Z].上海市城市建设设计研究总院,2016-01-01.

[8] 张静,陈洪斌.低碳源污水的脱氮除磷技术研究进展[J].水处理技术,2014,40(1):1-6+15.