

白酒酿酒废水除磷降氮处理工艺研究

叶彬

鹏凯环境科技股份有限公司, 中国·广东 广州 510000

摘要: 白酒酿酒废水的碱性较强, 含有较高的化学需氧量、氨氮以及总磷, 因此处理难度较高, 传统的物理、化学处理工艺不仅成本高昂, 也容易对环境产生二次污染。为解决此类问题, 论文将围绕白酒酿酒废水除磷降氮处理工艺, 提出厌氧反应器+多级 AO 工艺, 依靠生物处理法, 将有机氮转化为氮气, 依靠聚磷菌去除磷。根据某白酒企业的应用成果显示, 该方法能够产生极佳的废水治理效果, 具有一定推广价值。

关键词: 活性污泥法; 白酒酿酒废水; 接触氧化; 多级 AO; 除磷降氮工艺

Research on Phosphorus and Nitrogen Removal Process of Baijiu Making Wastewater

Bin Ye

Pengkai Environment Technology Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong, 510000, China

Abstract: Wastewater from Baijiu making is highly alkaline, containing high chemical oxygen demand, ammonia nitrogen and total phosphorus, so it is difficult to treat. Traditional physical and chemical treatment processes are not only costly, but also easy to cause secondary pollution to the environment. In order to solve such problems, this paper will focus on the phosphorus and nitrogen removal treatment process of Baijiu brewing wastewater, and propose the anaerobic reactor+multi-stage AO process, relying on biological treatment method to convert organic nitrogen into nitrogen, and relying on phosphorus accumulating bacteria to remove phosphorus. According to the application results of a Baijiu enterprise, this method can produce excellent wastewater treatment effect, and has certain promotion value.

Keywords: activated sludge process; Baijiu making wastewater; contact oxidation; multi level AO; phosphorus and nitrogen removal process

1 引言

在白酒生产厂家经营发展的过程中, 酿酒废水脱氮除磷始终是企业重点关注和研究的内容, 由于该项工艺的复杂程度较高, 涉及一系列难点内容, 如有机资源的综合利用率较低、生物处理效果较差, 而基于多级 AO 生物处理技术, 能够有效应对白酒酿酒废水中有机物去除难、脱氮除磷复杂程度高的问题, 促进中国白酒酿酒行业的可持续发展。

2 白酒酿酒废水除磷降氮处理工艺应用路径

2.1 UASB+SBR

SBR 是指序批式活性污泥法, 将其与 UASB 有机结合后, 通常来说, 该序批式活性污泥法, 能够实现 70% 以上的氮磷去除, 并且该工艺的优势更多的体现在无需添加化学药剂, 也能实现酸碱值的有效调节。

2.2 UASB+ 接触氧化

根据实际调查显示, 该工艺技术的应用较为成熟, 以某白酒企业为例, 该企业以高粱为原料, 生产酱香型白酒, 因此产生的污染量较高, 急需对酿酒废水进行集中处理。在多种废水处置方案的比对后, 该企业最终决定采用 UASB+接触氧化法作为主体处理工艺, 具体的工艺流程表现为: 生产废水流入事故调节池, 进一步流入 UASB 中, 除去绝大

部分有机物后进入接触氧化, 在本阶段去除大部分氮, 进一步靠深度处理去除磷, 确认达标后才可排放。

3 白酒酿酒废水除磷降氮处理工艺的难点分析

3.1 有机资源综合利用率低

白酒厂的酿酒废水含有大量的有机物, 如淀粉、醇类、还原糖等, 这些大分子物质本身具有降解难度大的特点, 一旦降解不到位, 就会给生态环境造成严重的污染, 还会产生大量的资源浪费, 因此如何提高酿酒废水中有机资源的综合利用效率, 始终是中国白酒酿酒行业重点关注和研究的内容。

3.2 厌氧工艺处理效果

厌氧反应分解是白酒酿酒废水除磷降氮的关键环节, 但这一环节的处理效率虽高, 但是出水 COD 高, 对后续脱氮有较大影响。因此, 厌氧工艺的优化和改进, 一方面是提高除磷降氮工艺运行效果的关键举措, 另一方面是促进白酒酿酒企业转型升级的必然要求, 对于人体健康以及生态环境的可持续健康发展, 起着至关重要的作用。

3.3 脱氮除磷整体效果不佳

根据实际调研可知, 中国大部分白酒酿酒厂的废水处理规模在 1000~1500t/d, 现行处理规模已经无法满足氮磷对

高质量、高效率去除的要求，如表 1 所示。

表 1 白酒酿酒厂氮磷去除效果分析 (mg/L)

序号	技术参数	氨氮	去除率	磷酸盐	去除率
1	调节池	250.8	/	166.5	/
2	一级反应沉淀	250.1	0.3%	72.8	56.2%
3	MIC	212.8	14.9%	76.4	-4.7%
4	二级反应沉淀	34.4	36.2%	0	100.0%
5	出水	26.4	23.2%+	0	/

通过对表 1 的观察和分析可知，白酒酿酒厂氮磷去除工艺还存在一定的欠缺和不足，导致各个工艺单元的氮磷去除效果不佳，长此以往，将会干扰到企业的健康发展，加大生产运营成本。对此，白酒企业要正确认识到现行去除工艺的不足，通过升级和改良，强化氮磷的去除效果。

4 案例分析

笔者将以某浓香型白酒企业作为研究对象，该企业规模较大，更适合采用生物工艺技术作为厌氧段污水处理手段，具体情况如图 1 所示。在应用生物处理技术的过程中，要辅助使用厌氧反应器。第一，其本身具备极强的抗冲击负荷效果，可以有效抵御外部环境变化造成的不良影响，使后续脱氮除磷工艺更为稳定。第二，其产水含有大量的碱度，有利于后续脱氮，对于白酒酿酒废水来说，在厌氧处理过程中，依靠双相系统控制，设置两个反应器，其中一个用于产酸微生物，另一个则用于产甲烷微生物。且两个反应器处于

独立运行，厌氧反应可控，能够根据操作指令，自动调整相应参数，保证菌群高效反应，提高废水处理效率。

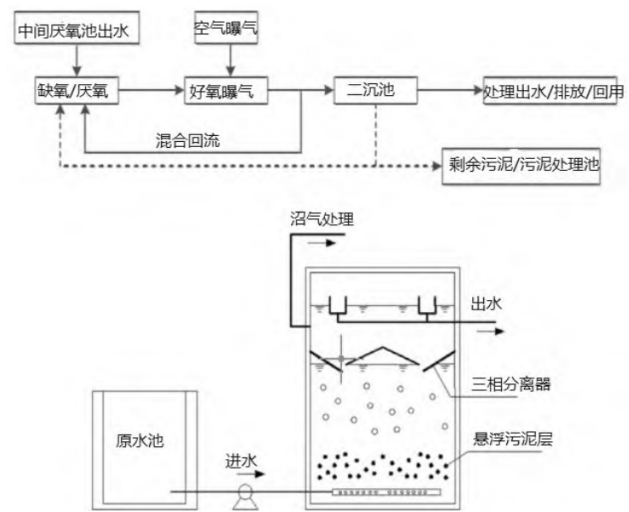


图 1 厌氧反应器运行原理

4.1 工艺特点

由于该企业的经营年限较长，整体规模较大，因此部分生产车间在开展酿酒废水的除磷降氮作业时，还在沿用传统的生产工艺，如图 2 所示。这种生产工艺在一定程度上，能够满足企业的脱氮除磷需求，但去除质量和效率还有待增强，并且运行成本较高，对此该企业需要联系自身经营发展的现实情况，对传统的脱氮除磷工艺进行创新和升级。

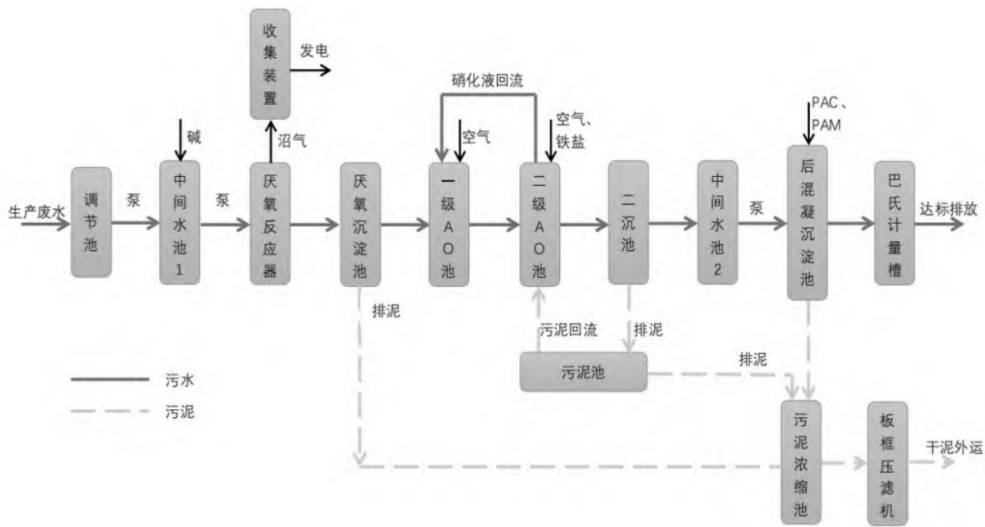


图 2 酿酒废水除磷降氮工艺原理

根据上图可知，该企业在原有的脱氮工艺上，设置了底锅水回流，用以为好氧污泥提供碳源，在减少水质酸碱值调节过程中纯碱用量的同时，也能大幅度降低生产成本。并且搭配 A2/O 工艺，在提高脱氮效率的前提下，简化各区曝气量的控制流程，减少能源消耗。A2/O 工艺表示厌氧—缺氧—好氧法，本质上属于一种二级污水处理工艺，其中厌氧池用于充分混合污水与回流污泥，在经过一段时间的厌氧分

解后，去除部分生物需氧量，使含氮化合物产生反硝化反应，形成氮气。至于回流污泥内的聚磷菌则可释放磷，则可起到生物去磷的作用。而缺氧池中的反硝化细菌则可将尚未分解的含碳有机物作为碳源，将硝酸根进一步还原为氮气，并释放掉。至于好氧池，则可对水中含有的氨氮产生硝化反应，并对有机物实施氧化分解，将能量供给至吸磷微生物。直至沉淀分离后，采用富磷污泥的形式，将其从系统中排出。同

时，在工艺使用上，对剩余污泥用原水淘洗，减少系统碱度用量的同时，还可以减少污泥混凝剂的投加。同时进行生物除磷以及化学除磷的有机结合，其中生物除磷是指依靠聚磷菌在好氧条件下则会蓄积磷的特性，而化学除磷则是借助投加化学药剂的形式，使磷元素形成不溶性磷酸盐沉淀物，再通过固液分离的形式，将其从污水中去除。例如，常见的聚合氯化铝，该物质是一种常见的无机高分子混凝剂，能够对水中胶体与颗粒产生桥联作用，强力去除微有毒物以及重金属离子，具有极强的净水效果。在实际使用时需要适当调整药剂用量，搭配聚丙烯酰胺，使出水总磷满足排放标准。

4.2 运行情况与成本

根据实际调查发现，在该白酒企业进行废水除磷降氮工艺改良后，而厌氧反应器作为废水的厌氧处理措施，在工艺调试后，可有效调节进料酸碱度。但还需注意的是，不同温度状态下，进料酸碱度存在较大的差异性，如表 2 所示。

表 2 不同温度状态下进料酸碱度

序号	温度	进料酸碱度
1	高温夏季	温度 28℃、酸碱度 ≈6.4
2	低温冬季	温度 27℃、酸碱度 ≈6.7

通过对表 1 的观察和分析可知，适宜的环境，能够为厌氧发酵提供有利条件，且水质处理指标保持稳定。至于废水处理时产生的沼气，可用于食堂居用^[1]。

在实现污水处理工艺改造前后，该企业的药品用量以及发电量等数据指标表现为：实施技改前，碳酸钠每月用量在 5.7t，聚合氯化铝每月用量为 7.8t；实施技改后，碳酸钠每月用量在 2.4t，聚合氯化铝每月用量为 3t。从发电量角度来看，实施技改前，产电量大约在 13000kW·h，在技改后，产电量大约在 5100kW·h。由此可见，在增加底锅水回流后，能够有效改善底锅水的酸碱值，也能降低碳酸钠、聚合氯化铝的使用^[2]。

4.3 处理效果

通过对该白酒企业进行全面调查后发现，采用的高浓度底锅水负荷极限大约在 240m³/d，在经过低浓度转化后，进入曝气池的最大负荷可达 790m³/d，满足环保部门提出的安全规定。至于在白酒酿酒废水治理后，化学需氧量能够维持在 350mg/L 以内，氨氮含量则控制在 28mg/L 以内，氮磷含量分别低于 40g/L、3g/L，悬浮在水中的固体物质含量则低于 135mg/L，酸碱度则在 6~8。现阶段，该白酒企业已将改进后的除磷降氮工艺投入运营，底锅水处理量接近 140m³/d，絮凝剂用量大约在 2kg/d，至于碳酸钠以及铝盐的使用量分别为 140kg/d、160kg/d。在过去一年的检测过程中，

累计公布项次达到 24510 次，上传达标合格率达到 99.9%。在排水口进行废水监测时发现，氨氮超标仅 1 次，其原因表现为量值溯源与对比时，选用高浓度标样。由此可见，在技改执行后，能够保证废水水质满足安全排放的标准^[3]。

4.4 问题与解决措施

根据上述分析可知，虽然该除磷降氮处理工艺在实施后能够取得预计成效，但厌氧发酵罐内在不同季节环境下，水温温差较大，容易对污水处理工作产生不良影响，造成氮磷含量出现小幅度上升。为解决此类问题，笔者认为可在寒冷冬季借助蒸汽，提高进料温度，并适当结合信息化技术、数字化设备、人工智能系统，实现进料速率的精准把控。并在厌氧罐顶部设置密封铁盖，提高罐体的保温效果，使罐内温度能够恒定在 25℃，从而保证微生物活性。至于在生物脱氮池，则要采用间断性曝气，考虑到底锅水中含有大量磷，容易在混合不均的条件下，导致曝气池总磷含量出现小幅度增长，从而影响脱氮质量。为此，可在生物脱氮池中安装潜水推流器，潜水推流器属于混合搅拌与低速推流的水处理装置，能够实现固液气三相流的均质流动，提高脱氮效果^[4]。

5 结语

综上所述，通过对白酒酿酒废水除磷降氮处理工艺开展分析讨论，并以某浓香型白酒企业作为研究对象，阐述工艺应用方法以及设备运行情况，最终发现在采用 UASB 污水处理工艺后，能够保证处理后的水质总磷低于 0.8mg/L，总氮不超过 18mg/L，满足安全排放标准。同时，也能大幅度减少企业运营成本，更好的实现废水资源的回收再利用。白酒酿酒行业在未来发展的过程中，还可以加强对 AOA 工艺的运用，这是一种新型水处理工艺，指的是厌氧—好氧—缺氧，在白酒酿酒废水除磷脱氮处理中科学应用这种技术，有利于提高处理质量和效果，减少不必要的成本支出，推动白酒酿酒行业的现代化发展。

参考文献：

[1] 刁欢,李吕木.微生物絮凝剂在制酒废水处理方面的研究进展[J].酿酒科技,2021(12):109-113+118.
[2] 彭翠珍,宗绪岩.酿酒废水处理存在的问题及解决措施[J].中国酿造,2021,36(5):1-4.
[3] 张欣.我国白酒废水治理技术研究进展[J].酿酒,2020(6):12-15.
[4] 王伊娜,王向东.制酒废水培养复合型生物絮凝剂产生菌的研究[J].中国给水排水,2020(1):38-42.

作者简介：叶彬（1993-），男，中国安徽安庆人，本科，工程师，从事污水处理、高浓度有机白酒废水的相关研究。