

我国含盐废水生物处理的研究进展

贾菲菲, 李多松, 张曼, 江继涛

(江苏省资源环境信息工程重点实验室;
中国矿业大学环境与测绘学院, 江苏徐州 221008)

摘要:综述了目前我国在含盐废水生物处理的研究进展,包括传统活性污泥法、SBR、生物接触氧化法、厌氧生物处理等,在不同的运行条件和处理状况下取得的较好的处理效果。并在此基础上介绍了耐盐细菌法和物化-生化组合工艺法两种非常有效的处理工艺。

关键词:含盐废水;生物处理;耐盐细菌;组合工艺

中图分类号:X703

文献标识码:A

文章编号:1006-8759(2011)03-0020-03

水资源是人类生产和生活不可缺少的自然资源,也是生物赖以生存的环境资源,随着水资源危机的加剧和水环境质量不断恶化,水资源短缺已演变成世界备受关注的资源环境问题之一。我国属于淡水资源较为贫乏的国家,全国600多个城市中,目前有400多个城市供水不足,其中严重缺水的城市有110个。随着社会和科技的发展,淡水资源危机问题成为我国沿海地区经济和社会发展的“瓶颈”。为了缓解淡水紧缺的局面,我国一些沿海地区已经开始推行海水直接用于工业生产和生活用水,然而含盐废水的排放带来了十分严重的环境污染。

含盐废水是指总含盐量(以NaCl含量计)至少为1%的废水,主要包括含盐工业废水、含盐生活污水和其它含盐废水^[1]。这些废水中含有的Cl⁻、SO₄²⁻、Na⁺、Ca²⁺等离子对常规生物处理有明显的抑制作用,盐度越大微生物生长也就越困难。这就给废水的生物处理带来一定的困难。同时含盐废水渗入土壤系统后会使土壤中植物因脱水而死亡,直接影响周围的生态环境。

目前含盐废水的物化方法很多,如电解法、膜分离法、焚烧或深井灌注等。但电解法和焚烧法进行费用高,膜分离法中的悬浮物和有机物会堵塞膜孔,深井灌注法会产生二次污染等,但这些方法难于在实际应用中推广^[2]。生物法因其可以最大限

度地降低对环境的危害,而受到我国研究者的广泛关注。

1 生物处理方法

1.1 传统活性污泥法

活性污泥法是广泛应用于城市污水和工业废水的生物处理方法之一,它主要是利用活性污泥为主体的污水生物处理法。活性污泥就是由微生物与悬浮物质、胶体物质混杂在一起所形成的具有很强吸附、分解有机物的能力和良好的沉降性能的絮状颗粒^[3]。通过驯化活性污泥筛选出具有良好有机物降解性能的耐盐微生物是处理含盐废水的重要前提。

张雨山^[4]等采用完全混合式连续流活性污泥反应器,研究了海水进入城市污水系统后,不同海水盐度下传统活性污泥对系统中COD的去除率。结果表明,当进水海水比例小于36%时,盐度并没有降低系统对有机物的去除效率仍保持在80%以上。当海水比例超高48%时,COD的去除率显著降低。

何健^[5]等通过逐步提高有机负荷盐浓度的方法,驯化出耐高浓度盐的污泥。在进水NaCl浓度为26 800~47 200 mg/L之间时,COD和苯乙酸的去除率均可以达到95%以上。同时驯化厚的污泥能适应瞬时盐浓度变化冲击。

刘祥凤^[6]等通过驯化活性污泥可以有效地处理高盐有机物。当Na₂SO₄量小于2 000 mg/L范围内,驯化污泥可以正常降解废水中的有机物,指示

收稿日期:2011-03-17

第一作者简介:贾菲菲(1986-),女,汉,山西太原人,硕士在读,主要研究水污染治理方向。

剂苯酚的去除率也在 90% 以上。

祝贵兵^[7]等采用传统推流式活性污泥法进行低温条件下(5℃~9℃)混有冲厕海水污水的生物处理中试。在海水比例为 30% 的低温条件下,系统对 COD 仍有较高的去除率。

常丽丽^[8]等将高盐环境下的海边污泥和普通污水处理厂的污泥进行驯化。研究表明,海边污泥在 NaCl 质量浓度为 35 000 mg/L, COD 的去除率可达到 97% 以上,而普通污泥在 15 000 mg/L, COD 的去除率也可达到 94% 以上。

1.2 SBR 工艺

间歇式活性污泥法(SBR)又称序批式活性污泥法,是一种有别于传统活性污泥法的废水工艺。它是一种结构简单、运行方式灵活多变、空间上完全混合、间歇操作为主要特征的污水处理生物方法。每一个运行周期按次序分为五个阶段:进水、反应、沉淀、排水和闲置期。由于在空间和时间上的间歇性,使它具有了工艺系统组成简单、运行操作灵活,能有效防止污泥膨胀的优点,因此中小型工业企业多可采用此方法进行含盐废水的生化处理。

杨健^[9]等采用 SBR 活性污泥法处理高含盐石油发酵工业废水,废水的 TDS 为 50 000~65 000 mg/L, COD 为 3 000~6 000 mg/L。研究表明高盐量对驯化后的污泥并无明显的抑制作用, COD 去除率稳定在 90% 以上, BOD 去除率也稳定在 95% 以上。

梁晨辉^[10]等利用改进型 SBR 好氧生化法处理高盐度有机磷农药废水,运行结果为 COD、TP、NH₃-N 平均去除率分别大于 99%、85%、95%。

李琳^[11]等利用 CASS 工艺处理含盐废水。研究中利用鱼产品加工厂生产的废水掺入一定量的海水作为试验用水,通过含盐量的不断增加研究系统的耐盐性。实验表明,当氯离子的质量浓度小于 3 000 mg/L, CASS 系统可以正常运行。

崔有为^[12]等利用 SBR 反应器研究了活性污泥系统的最大抗盐度冲击范围。利用无盐、含 25 g/L 盐度和 35 g/L 盐度三种活性污泥进行研究。结果表明上述 3 个系统的最大抗盐冲击范围分别为 0~20 g/L, 5~30 g/L, 15~35 g/L。

汪善全^[13]等采用序批式摇床反应器(SBBR)在高含盐废水中利用不同类型接种污泥培养好氧颗粒污泥。结果表明好氧颗粒污泥能够有效处理

含盐废水并且具有良好的抗盐度能力。当盐度小于 10 g/L NaCl, 进水基质为葡萄糖时, 可以取得 70.3%~97.6% 的 TOC 去除率。当进水盐度达到 35 g/L, 并且进水基质为难降解 VC 废水时, 可以达到 70% 的去除率。

1.3 生物接触氧化法

生物接触氧化法又被称为淹没式生物滤池, 自 1971 在日本首创以来该技术在国内外都得到较广泛的研究和应用。所谓生物接触氧化法就是在池内填充惰性填料, 利用机械装置向水体中充氧气, 将已经充氧曝气的污水浸没并流经全部填料, 固定在填料上的微生物利用新陈代谢作用将污染物去除的工艺^[14]。

安丽^[15]等研究了两段生物接触氧化法处理含盐有机废水的效果及影响因素。实验表明盐度和有机负荷对系统有明显的抑制作用, 要保持较好的出水水质, 必须控制盐度和有机负荷。

刘洁^[16]利用 A-B 两段式接触氧化法处理高含盐环氧丙烷皂化废水。结果表明, 当水力停留时间为 10 h, A 段生物膜量为 28 833.3 mg/L, B 段生物膜量为 9 448.2 mg/L。再含盐质量分数达 2%, 变化幅度小于 25% 时, 不需要专门的耐盐菌种, COD 总去除率为 80%~86%, 处理后的出水达到国家标准。

1.4 厌氧生物处理

厌氧生物处理是指在无氧情况下, 利用兼性厌氧菌和专性厌氧菌的生物化学作用, 对废水中的有机物进行生化降解过程。

刘欢^[17]利用高温厌氧生物处理高含盐活性红 2 染料废水。结果表明, 以常温厌氧絮状物为接种污泥, 经过三个阶段后, 运行温度为 55 ℃, 水力停留时间为 12 h, NaCl 质量浓度为 50 000 mg/L, COD 为 1 000 mg/L, RR2 为 100 mg/L 条件下, UASB 反应器的 COD 和 RR2 去除率分别为 70% 和 80%。

刘锋^[18]等用上流式厌氧生物滤池对柠檬酸废水进行处理试验。试验结果表明, 当氯离子浓度小于 1 430 mg/L, COD 去除率稳定; 当进水氯离子质量浓度达到 3 000 mg/L 时, COD 去除率达到 85%; 这也证明了可以应用 UBF 反应器处理高含盐有机废水。

张高山^[19]等利用 ABR 对含盐废水的运行性能进行了研究。结果表明: 在氯离子浓度为 8 500

mg/L, COD 浓度为 12 640 mg/L, HRT 为 48 h 时, COD 的去除率为 85.9%。进一步提高氯离子的浓度至 15 000 mg/L, 含盐量在 1.5% 左右的废水, 污泥仍能够正常的降解废水中的有机物。

1.5 耐盐细菌法

普通生物法大多只能处理含盐量为 3% 以下的废水, 而对高盐废水(含盐量 5% 以上)难以处理, 因此需要特殊的微生物。嗜盐细菌本身需要盐度才能生存, 同时具有和传统微生物相同的代谢功能, 可以利用许多有机物(包括难降解和有毒物质)作为碳源。因此利用嗜盐细菌处理高含盐量有机化工废水有广阔的前景和意义^[20]。

季民^[21]等利用厌氧生物滤池-好氧移动床工艺(AF-MBBR)对耐盐细菌进行了处理试验。当氯离子质量浓度有 5 734 mg/L 升至 9 498 mg/L 时, COD 去除率由 32.2% 降至 10.4%, 表明高盐量对 AF-MBBR 工艺的 COD 去除率具有明显的抑制作用。从垃圾渗滤液中分离、筛选出专性耐盐菌后, 两天后 COD 的去除率由 20% 升至 47.5%, 这说明专性耐盐菌对高盐渗滤液生物处理系统具有显著的强化作用。

耐盐细菌在海上油污治理过程中优势更加明显。自然菌种要花一年才能将海上浮油分解, 而超级耐盐细菌只要数小时就能分解完全^[22]。

2 物化-生化组合工艺

对于高浓度高盐度的有机废水, 若仅仅采用生物方法, 很难达到出水排水排放标准, 因此运用物化-生化组合工艺处理具有明显的优势。

王卓^[23]等采用物化-生化组合处理某生产芳香类化工产品工厂产生的废水。该废水中的 $\text{NH}_3\text{-N}$ 约为 3 150 mg/L, 盐浓度为 61 430 mg/L。采用双效蒸发浓缩器、蒸氨精馏塔等作为一级物化前处理技术; 采用铁碳微电解-混凝作为二级物化处理技术; 兼氧-好氧作为三级处理技术的工艺流程, 成功地治理了含高盐量、高氨氮量的有机化工废水, 使其出水达到国家排放标准。

王宏^[24]等通过在膜生物反应器投加粉末活性炭处理氯离子含量高达 12 300 mg/L 的难降解高盐度有机废水, 使 COD 和 BOD 的去除率分别达到 96.48% 和 97.10%, 出水达到污水综合排放一级标准。

禹耀萍^[25]等利用物化-生化组合处理芳香化工

产品废水。作者运用蒸发结晶、碱性吹脱、铁碳微电解及生物接触氧化法处理含高盐量、高氨氮有机废水, 处理后 COD、盐分、和 $\text{NH}_3\text{-N}$ 去除率分别为 30%、98% 和 93%, 达到污水综合排放的标准。

3 结语

综上所述, 国内学者采用了不同的生物处理工艺研究了含盐废水处理系统, 并取得较好的处理效果。随着海水直接利用的领域不断拓展, 生物处理含盐废水会因其经济、高效受到越来越多的重视。而耐盐细菌和组合工艺的应用, 可以使生物处理含盐废水取的更高的处理效率。但如何进一步提高系统盐度冲击负荷, 将研究成果从实验室规模推广至普遍应用还需进一步研究和探索。

参考文献

- [1]文湘华, 占新民, 王建龙, 等. 含盐废水的生物处理研究进展[J]. 环境科学, 1999, 3.
- [2]杨雪芬. 含盐废水生物处理研究现状[J]. 环境科学导刊, 2009, 5.
- [3]罗国源. 水污染控制工程[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.
- [4]张雨山, 王静, 蒋立冬, 等. 利用海水冲厕对城市污水处理的影响研究[J]. 中国给水排水, 1999, 9.
- [5]何健, 陈立伟, 李顺鹏, 等. 高盐度难降解工业废水生化处理的研究[J]. 中国沼气, 2000, 2.
- [6]刘祥凤, 李青山, 乌锡康. 驯化活性污泥处理高含盐量有机废水的研究[J]. 工业用水废水, 2002, 4.
- [7]祝贵兵, 彭永臻, 王淑莹, 等. 低温下混有冲厕海水的污水生物处理[J]. 中国给水排水, 2003, 7.
- [8]常丽丽, 魏俊峰. 含盐废水生化处理耐盐污泥驯化的研究[J]. 工业水处理, 2009, 12.
- [9]杨健, 王士芬. 高盐量石油发酵工业废水处理研究[J]. 给水排水, 1999, 3.
- [10]梁晨辉, 吉凤蓉, 孔云华, 等. 好氧颗粒污泥处理高含盐废水研究[J]. 环境科学, 2008, 1.
- [11]李琳, 林冰, 徐金枝. CASS 法处理含盐废水的研究[J]. 工业用水与废水, 2003, 4.
- [12]崔有为, 王淑莹, 孔祥智, 等. 活性污泥处理系统对抗盐度冲击的能力[J]. 中国给水排水, 2003, 11.
- [13]汪善全, 原媛, 孔云华. 好氧颗粒污泥处理高含盐废水研究[J]. 环境科学, 2008, 1.
- [14]赵庆良, 任南琪. 水污染控制工程[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005.
- [15]安丽, 顾国雄. 二段生物接触氧化法处理含盐有机废水的研究[J]. 上海环境科学, 1990, 11.
- [16]刘洁玲. A-B 段法处理高含盐量皂化废水的研究[J]. 工业用水与废水, 1999, 1.
- [17]刘欢. 高含盐染料废水高温厌氧生物处理的试验[D]. 北京化工大学, 2000.

的标准溶液分布曲线应类似,且在220与275附近不应有肩状或折线出现。

参考吸光度比值($A_{275}/A_{220} \times 100\%$)应小于20%,越小越好。超过时应予鉴别。

3.3 加压时间

过硫酸钾在220 nm处有较大的吸收峰,在120℃~140℃时,按照标准方法规定的加压30 min,不能使碱性过硫酸钾完全分解,给测定结果带来正干扰,使空白值偏高(如上表数据显示)。因此,通过大量实验证明,有人建议加压时间一般控制在45 min以上消解,才能使过硫酸钾完全分解。

4 结束语

(1)通过对国家标准测定方法《碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法》进行水样中总氮的测定。进一步理解在220 nm、275 nm波长处进行吸光度测定重要性。

(上接第22页)

- [18]刘锋,吴建华,马向华,等.上流式厌氧生物滤池处理高含盐废水的实验研究[J].苏州科技学院学报,2003,2.
- [19]张高山,站立伟,王仁卿.ABR处理变性淀粉废水的实验研究[J].环境科学,2008,11.
- [20]王志霞,王志岩,武周虎.高盐度废水生物处理现状与前景展望[J].工业水处理,2002,11.
- [21]季民,王苗苗,姜少红,等.AF-MBBR技术处理高盐垃圾渗滤液的实验研究[J].中国给水排水,2006,21.

(上接第25页)

4 结论

(1)在固液比为8.0 mg/L的锅炉煤渣投加量,反应时间50 min,静置时间60 min,出水磷浓度小于0.5 mg/L,符合城市生活污水一级排放标准。

(2)锅炉煤渣溶解出的金属离子与磷酸根生成难溶性的金属磷盐,溶出的铝、铁在水中形成的氢氧化物是良好的絮凝剂,能对废水中磷起到絮凝作用,加强其澄清沉降效果。

(3)锅炉煤渣具有很强的吸附作用。但是需要用酸作清洗预处理才能使其作用充分发挥出来,因为金属氧化物活性物质包裹了外层物质。

参考文献

(2)提出:在已经知道水样中没有氨氮、亚硝酸盐氮,只有硝酸盐氮的情况下,就能通过快速的方法—即不加氧化剂、不加压,可以进行总无机氮的测定。快速测定无机总氮对于工程应用来说很有意义。因为国标的需要半天时间测定。而用此方法则仅需几分钟就可完成测定。

(3)另外对于有机物对于测定结果的影响,认为参考吸光度比值($A_{275}/A_{220} \times 100\%$)应小于20%,越小越好,超过时应予鉴别。

参考文献

- [1] Roy,C.Hoather et al,Analyst,84,548(1959).
- [2] F.A.J.Armstrong Anal.Chem,35,1292(1963).
- [3] 浜口 博等,分析化学(日),7(7),409(1958).
- [4] 日色和夫等,分析化学(日),27,283(1978).
- [5] 赵振华等,环境污染分析技术资料汇编,第2集,中国建筑工业出版社(1980).
- [6] 周珠凤等,环境科学丛刊(11),47(1983).
- [22] 邹士洋,杨腊梅.难降解废水的生物强化处理技术[J].中国给水排水,2005,7.
- [23] 王卓,纪逸之.物化-生化组合工艺在含高盐量、高氨氮量有机废水处理中的应用[J].江苏环境科技,2000,2.
- [24] 王宏,周旭.一体式膜-生物活性炭法处理高盐度有机废水[J].环境污染与防治,2001,5.
- [25] 禹耀萍,周大军.含高盐量、高氨氮量有机废水处理工艺探讨[J].怀化学院学报,2005,2.

[1] 杨华明. 钢渣资源化的现状与前景[J]. 矿产综合利用. 1999(3): 35~37.

[2] Nihal Bektas, Hilal Akbulut, Hatice Inan, Anatoly Dimoglo, Removal of phosphate from aqueous solutions by eletro-coagulation[J]. Journal of Hazardous Materials 106B(2004)101~105.

[3] 邓雁希,许虹,黄玲等. 矿物材料对城市生活污水中磷的去除[J]. 有色金属,2005,57(2):136~138.

[4] Andy N. shilton, Ibrahim Elmetri, Alexandra Drizo, Phosphorus removal by an 'active' slag filter—a decade of full scale experience [J], water research.

[5] 邓聪, 邓春玲, 杨育喜等. 污水除磷技术 [J]. 云南环境科学, 2003,22(1):52~55.

[6] 中国标准出版社第二编辑室. 中国环境保护标准汇编水质分析方法[S]. 北京:中国标准出版社.

[7] 刘精今,李小明,杨麒. 炉渣的吸附性能及在废水处理中的应用[J]. 工业用水与废水,2003,34(1):12~15.