

综述与专论

高盐废水处理研究新发展

江学, 梅凯

(南京工业大学环境学院, 南京 210009)

摘要:高盐废水处理比较困难,传统的物化、生化法处理高盐废水可以达到一定的效果,但都存在着不可避免的弊端。因此,笔者在过去几年国内外高盐废水处理研究的基础上,介绍近阶段高盐废水处理的新方法,总结经验。

关键词:高盐废水;生物处理;新方法

中图分类号:X703

文献标识码:B

文章编号:1006-8759(2014)04-0015-03

THE NEW DEVELOPMENTS OF HIGH-SALT WASTEWATER TREATMENT

JIANG Xue, MEI Kai

(College of Environment, Nanjing University of Technology, Nanjing 210009, China)

Abstract: It's difficult to treat the high-salt wastewater. Traditional physical and chemical, biochemical processing of high-salt wastewater can achieve a certain effect, but there are inevitable drawbacks. Therefore, on the basis of domestic and foreign high-salt wastewater treatment research in the past few years, the author describe the last stage of a new method of high-salt wastewater treatment, and sum up experience.

Key Words: High-salt wastewater ;Biological treatment;New methods

1 含盐废水来源

随着淡水资源的日益短缺,沿海地区海水资源的开发和利用早已提上日程。在香港,海水代替淡水冲厕的普及率达到70%。而当海水资源在生活、生产中逐渐得到广泛应用的同时,产生的高盐废水对周围生态环境的影响日益凸显,因此解决高盐废水这一后顾之忧才能使海水资源的开发利用不受约束。

高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]。含盐工业废水主要由海水直接用于造纸、化工、制药及石油天然气等工业

产生,此类工业废水成分复杂,不仅含有大量的无机盐,同时还含有多种难于降解的有毒有害物质,处理比较困难;含盐生活污水主要来源于将海水用于不与人体直接接触的生活杂用水,如冲厕、浇洒道路等;其它含盐废水有船舶压舱水、废水最小化生产中产生的污水等。高盐废水产生途径广泛,且水量逐年递增,能否有效的解决高盐废水污染问题将是海水资源得以利用的瓶颈。

2 传统的处理方法

传统的高盐废水处理方法主要包括物化法、生物法,其中生物法在高盐废水处理中应用最广泛。

2.1 物化法

物理法主要通过反渗透、离子交换、电分解等

方法进行高盐度废水的处理,但是这些处理方法的费用都高^[2]。王宏等^[3]用电解凝絮法处理紫胶合

表 1 不同处理工艺适用盐度范围

盐度范围/%	案例	高盐废水水质	出水水质
1-2	宋晶 ^[6] 等采用序批式生物膜法(SBBR)驯化出耐高盐的活性污泥	研究盐度为 0 和 2%, COD 为 300 mg/L 的高盐废水	出水 COD 去除率变化不大,分别为 97%和 93%,而相应的出水 NH ₃ -N 去除率从 93% 降低到 72%
	M. F. Hamoda ^[7] 等利用活性污泥系统处理高盐度废水	含盐量分别为 0.10、30 g/L (盐度分别为 0.1、3%)	TOC 去除率分别达到 96.3、98.9、99.2%。高盐环境并未抑制微生物生长,相反促进嗜盐细菌的生长,使微生物浓度增加,提高了污泥的絮凝性
	Ramon Mendez ^[8] 利用中温和高温厌氧池(MAF 和 TAF)处理高浓度含盐工业废水	含 COD10~50g/L, Cl ⁻ 含 8~9g L, Na ⁺ 5~12 g/L(盐度为 1.3%~2.1%)	COD 去除率高达 73% (TAF) 和 64%(MAF)
2-4	练文标 ^[9] 采用厌氧+好氧生物滤池处理高含盐有机化工废水	COD 质量浓度高达 4000~7500 mg/L, 盐质量浓度高达 5 500~21 000 mg/L(盐度 0.55%~2.1%)	当含盐量小于 5 000 mg/L 时,不会对微生物产生抑制作用,有机物的总去除率可达 85%以上;当氯离子浓度大于 5 000 mg/L,系统内的微生物产生明显受到抑制,说明采用生物滤池处理此类高含盐废水,宜控制废水中盐含量小于 5 000 mg/L
	吕宝一 ^[10] 利用两段 A/O 生物接触氧化法对上海某肠衣厂的高盐废水进行研究	含盐量 2.7%~4.7%	COD、氨氮、总磷的平均去除率分别达 96.87、5.59、4.4%。出水标准达到《污水综合排放标准》一级标准
4 以上	Thongchai Panswad ^[11] 对接种和未接种驯化污泥用 A ² (水力停留时间 2+2+12h)处理	含盐量由 0% 至 3%, COD、氮、磷质量浓度分别为 500、25、15 mg/L	当 NaCl 质量浓度从 0 到 30g/L 时发现,未经驯化的污泥 COD 去除率从 97% (0g/LNaCl) 到 60%(30g/LNaCl),驯化的污泥 COD 去除率从 90%(5g/LNaCl) 到 71%(30 g/LNaCl),经驯化的污泥的抗盐度由于未驯化的污泥
	L. Yang ^[12] 和 C.T.Lai ^[13] 用生物滤池和滴滤塔处理高盐度石油废水	TOC 为 1000mg/ L, 盐度逐步增加为 3.4、3.6、4% (34、36.40 g/L)	TOC 去除率达到 95%
4 以上	C.R.Woolard ^[14] 等从大盐湖分离出的一种中度嗜盐菌	处理含盐质量分数为 15% 的苯酚废水	苯酚平均去除率达到 99.5%,出水悬浮固体质量浓度约 50 mg/L
	F.Kargi ^[15] 在好氧序批式反应器中进行了耐盐细菌处理含盐废水试验	含盐量 5%	耐盐细菌对的废水 COD 去除率达 85%,较普通活性污泥系统处理效率高 46.5%。

成树脂生产过程产生高盐度有机废水,通过废水中 Cl⁻ (含量高达 12 300 mg/L)阳极反应产生氯气达到除盐的目的,同时氯气与水发生次级反应产生的氯酸盐和次氯酸盐课氧化废水中的有机物,使 COD_{Cr} 降低 94 %以上,同时对 BOD、TP 均有较高的去除率。

2.2 生物法

目前,由于一般的物化处理难以处理高盐废水或者处理成本昂贵,高盐废水多采用高效、经济的生物法,如活性污泥法、接触氧化法、A/O、厌氧处理法等。大部分生物处理法中都会涉及到嗜盐菌的培养与驯化。从以前的研究报道可以清楚地知道,嗜盐微生物对高盐废水的处理效果很可观,由于嗜盐微生物能在高盐环境中生存,各种嗜盐菌具有不同的适应环境机理,如嗜盐厌氧菌、嗜盐硫酸还原菌在细胞内积累高浓度 K⁺(4~5 mol/L)来对抗胞外的高渗环境^[4]。根据 1985 年 Kushner 分类原则,将嗜盐菌分成生理上不同的二类生长最适浓度为 0.5~2.5 mol 的中度嗜盐菌和生长最适浓度为 2.5~5.2 mol 的极端嗜盐菌^[5]。对于不同的生物处理工艺,其适用的盐度范围总结如表 1 所示。

同济大学环境生物教研室^[16]也提出了不同处理工艺所允许的最高盐浓度,如下表 2:

表 2 几种生物处理法中 NaCl 浓度的限制 单位:%

工艺	污泥处理	活性污泥工艺	生物滤池	两段接触氧化法
NaCl	0.5~1	0.8~0.9	1~4	2.5~3.5

一般处理盐度 4 %以下的高盐废水,微生物经一定的驯化和培养,都能适应该范围的盐度,且出水效果较好;当盐度大于 4 %时,需要从盐土或盐水环境中筛选嗜盐菌,并通过一定驯化,将其运用于实际高盐废水处理中。

3 新的除盐方法研究

现有的生物处理方法多是从活性污泥的驯化、嗜盐菌的降盐机理等方面进行研究。开辟新的思路和方法,即新型处理工艺的开发和研究,将成为高盐废水处理的导向。

谭淞文^[17]等将海泥通过海水和营养物质培养成新型的活性污泥(即海洋活性污泥),海洋活性污泥的盐度变化抗性比传统活性污泥更强,甚至在低盐度下盐浓度变化时,海洋活性污泥的氨氮

降解稳定性也优于传统活性污泥,即使当 NaCl 浓度高于 6%,海洋活性污泥仍具有一定的活性。

宋哈楠^[18]等利用一种纳米结构聚合物材料制备的“Nano”膜,以含高盐 RO 浓水为工质进行膜蒸馏实验,研究了温度、真空度、膜面流速对膜渗透通量的影响,并考察该膜的抗污染能力。实验结果表明,膜通量随真空度上升而提高,循环水温度也能促进膜通量的提升,增大膜面流速能减缓膜污染。“Nano”膜在膜通量和抗膜污染能力方面表现优异,对盐的截留率保持在 99.9% 以上。

FIGUEROA M^[19]等培养出的好氧颗粒污泥可以用来处理鱼类罐头生产产生的高盐废水废水,在有机负荷达 1.72 kg/(m³·d)及 NaCl 浓度 30 g/的环境下,污泥运行效果稳定,出水水质较好,同时可以使硝化反硝化脱氮效率可以达到 40%。

高浓度的含盐废水通过各种处理工艺达标的同时,也可以通过多种物化手段来回收盐分,实现资源的回收利用。

刘启明^[20]等在《含盐废水电渗析膜分离处理工艺研究》一文中,通过对厦门某食品企业水产品加工腌泡环节产生的含盐废水进行软化和絮凝处理后,经电渗析膜进一步浓缩分离后,氯化钠质量浓度从最初的 7 351 mg/L 提升到 78 156 mg/L,浓缩的盐分达到 10 倍以上,在有效处理废水的同时,也实现了废水的资源化回收利用。

4 展望

传统处理方法存在着各自不可避免的优缺点,导致此类方法在工程上不能得到广泛应用,或者达不到预想的处理效果。因而,不断研究行之有效的含盐废水非常必要。近几年,对于高盐废水的处理研究取得了新的进展。如何简化嗜盐菌新种的开发和应用;多种工艺综合应用;同时研发新的工艺将其应用在高盐废水的处理中,是今后研究的热点与难点。同时,大多数的研究成果局限于实验室规模,废水成分单一,在实际工程中找到合适的工艺来处理成分复杂的高盐废水才最重要。

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] 雷云等.高盐度废水研究进展[J].环境科学与管理,2007,32(6),94~98.
- [3] 王宏. 电解凝聚法处理高盐度有机废水的实验研究[J]. 环境科学学报, 2001,14(2):51-53.
- [4] 刘铁汉,周培瑾. 嗜盐微生物. 微生物学通报,1999,26(3): 232
Liu Tiehan,Zhou Peijing.Halophilic microorganisms.Microbiology, 1999,26(3): 232
(in Chinese)
- [5] 陶卫平. 嗜盐菌的嗜盐机制[J].生物学通报,1996,36(1):21-24.
- [6] 宋晶,孙德栋,王一娜,等. SBBR 法处理高盐废水[J].大连工业大学学报,2010,29(4):281-284.
- [7] Hamoda M F,AL-Attar IMS. Effects of high sodium chloride concentration. on activated sludge treatment [J]. Wat.Sci.Tech, 1995,31(9):61-72.
- [8] Ramon Mendez.Eatment of wastewaters in the mesophilic and thermophilic anaerobic filters[J].Wat.Envir.Res.,1995 ,67 (1) :33 -45.
- [9] 练文标.第十四届中国科协年会第 1 分会场:水资源保护与水处理技术国际学术研讨会论文集
- [10] 吕宝一,谢冰,等. 两段 A/O 生物接触氧化法处理高盐有机废水研究[J].中国给排水,2011,27(1):102-108.
- [11]Thonghai Panswad. Impact of high chloride wastewater on an anaerobic/ anoxic/ aerobic process with and without inoculation of chloride acclimated seeds [J].Wat.Res.,1999,33(5):1165-1172.
- [12]Yang L. Biodegradation of dispersed diesel fuel under high salinity conditions [J].Wat.Res.,2000,34(13) :3303-3314.
- [13]Yang L,Lai C T.Biological treatment of mineral oil in a salty environment [J].Wat.Sci.Tech.,2000,42(5):369-375.
- [14]Woolard C R.Biological treatment of ypersaline wastewater by abiofilm of halophilic bacteria[J]. Wat Res, 1994,28(3):230-234.
- [15]Kangi F.Enhanced biological treatment of saline wastewater by using halophilic bacteria[J].Biotechnology Letter,2002,24:1569-1572.
- [16]An Li, Gu Guowei. The treatment of saline wastewater using two - stage contact oxidation method [J]. Water Science and Technoloev, 1993, 28 (7) : 31 - 37.
- [17]李维国,公天齐,刘伟,等. 新型活性污泥的培养及其处理高盐有机废水[J].环境工程学报,2012,6(11):4059-4064.
- [18]宋哈楠,李明,张磊. "Nano"膜处理高盐废水研究[J]. 北方环境, 2012,28(6):128-130.
- [19]FIGUEROA M. Treatment of saline wastewater in SBR aerobic granular reactors[J]. Water Science & Technology, 2008, 58(2): 479 - 484.
- [20]刘启明,田清华,马建华,等. 含盐废水电渗析膜分离处理工艺研究[J].生态环境学报,2012,21(9):1604-1607.