

试验研究

MBR 在电镀行业反渗透膜浓液处理中的应用研究

刘 恋

(广东新大禹环境科技股份有限公司,广东 广州 510660)

摘要:通过对电镀行业反渗透膜浓液处理的试验研究,使用一体化膜生物反应器(MBR)工艺处理该类废水,采用单因素试验优化工艺参数,并获得最佳工艺参数。试验结果表明,本 MBR 系统处理电镀行业反渗透膜浓液的最佳工艺条件是:污泥浓度 5~8 g/L;DO 为 2~4 mg/L,污泥负荷为 0.2~0.3 kgCOD/kgMLSS·d;水力停留时间为 18~20 h,出水 COD 浓度小于 80 mg/L。

关键词:RO 膜浓液;MBR;COD_{Cr}

中图分类号:X703

文献标识码:A

文章编号:1006-8759(2016)02-0028-04

STUDY ON TREATMENT OF RO BRINE IN ELECTROPLATING INDUSTRY BY MEMBRANE BIO- REACTOR

LIU Lian

(Guangdong Xindayu Environmental Engineering, LTD., Guangzhou 510660, China)

Abstract:The performance of membrane bio-reactor (MBR) for treating RO brine in Electroplating Industry was studied. The optimal operation parameters were determined as follows: the concentration of mixed liquid suspended solids(MLSS) 5~8 g/L, the concentration of dissolved oxygen (DO) 2~4 mg/L, the sludge volume loading 0.2~0.3 kgCOD/kgMLSS·d, hydraulic retention time(HRT) 18~20 h. Under above conditions, the concentration of effluent COD was less than 80 mg/L.

Key words:RO brine; Membrane Bio-Reactor; COD_{Cr}

电镀废水再生和回用系统一般为预处理-反渗透组合^[1],引入该系统后会产生一部分浓水,即反渗透膜浓液(RO 膜浓液)。电镀废水中含有镍、铜、铬、锌、酸、碱以及其他有机物等污染物,这些污染物经废水处理工艺处理达到排放标准后才可进入回用系统,经回用系统后其所含污染物又被浓缩至 RO 膜浓液中。膜浓液含盐量较高,同时废水中含大量有毒有害物质,导致电镀废水可生化

性较差^[2],直接排入原处理系统,会对原废水处理设施产生影响^[3]。因此必须对 RO 膜浓液进行有效的处理。直接采用生化法对 COD 的去除效果较好,但 RO 膜浓液较难生化,且含有一定量的有毒有害物质^[4],在应用中往往会出现污泥大面积死亡导致出水水质恶化的问题。因此必须先提高废水的可生化性,再采用优化的生化工艺对 RO 膜浓液进行处理。MBR 膜生物反应器在生活废水中的应用已经较为广泛,取得了较好的效果,但对于含盐量较高、难生化降解且含有少量重金属离子的电镀废水 RO 膜浓液的处理尚缺少数据可查。本文针对 RO 膜浓液进行研究,采用预处理+一体式

收稿日期:2015-06-08

基金项目:广州市 2011 年污染防治新技术、新工艺开发项目

作者简介:刘恋(1983-),女,硕士研究生,主要从事水处理技术研究。

MBR 膜生物反应器进行处理, 以达到有效处理 RO 膜浓液的目的, 使出水 COD 含量降到 80 mg/L 以下, 达到《电镀污染物排放标准》(GB21900-2008) 中表二的标准, 从而为工程应用提供参考。

1 实验部分

1.1 试验水质

本试验研究的电镀废水回用中 RO 浓水来自广东某电镀处理有限公司反渗透回用系统, RO 浓水水质情况如表 1 所示。

表 1 RO 浓水进水水质

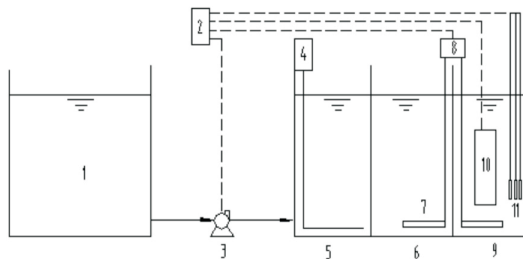
项目	pH	COD	总铜	总镍	总铬	六价铬
单位	-	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
数值	6~9	200~400	2~3	2~3	2~3	0.5~2

1.2 试验流程

中试装置位于中山市三角镇某污水处理厂内, 中试试验的具体工艺流程见图 1。

本试验主要工艺为预处理系统+MBR 试验装置。针对 RO 浓水原水经过微电解与还原反应后进行混凝沉淀, 用于去除 RO 浓水中的重金属离子及降解废水中难降解的有机物质, 再用泵提升进入后续生化系统, 经厌氧酸化水解处理后进入 MBR 试验装置。

一体式膜生物反应器(MBR)集成于集装箱内部, 其中水箱有: 调节水箱、出水水箱、药剂冲洗水箱; 泵系统有: 提升泵、抽吸泵、反冲洗泵、药洗泵、污泥循环泵; 鼓风机曝气系统有: 鼓风机、机械曝气装置、微孔曝气装置。活性污泥池和膜池设于集装箱一侧, 生化系统有效容积为 4 m³。装置设置有 pH、ORP、DO 在线检测仪器进行自动控制。试验中 MBR 膜使用的是美能产超滤膜。材质为 PVDF, 膜孔径 0.1 微米。见图 1 所示。



1-预处理系统 2-控制系统 3-泵 4-脉冲罐 5-厌氧池
6-活性污泥池 7-曝气头 8-鼓风机 9-膜池 10-膜组件
11-ORP、DO、pH 在线探头

图 1 工艺流程

1.3 分析方法

COD_{Cr} 采用 MS-3 型微波消解仪测定; DO 采用上海雷磁新泾 RSS-5200 型便携式溶解氧仪和 DO 在线监测仪测定; pH 采用 PhS-2S 型便携式 pH 计测定; SS: 烘干称重法; MLSS: 重量法; 生物相采用 LI100A 型显微镜镜检; 电子天平为 SHANGINGFA2004 型。每天取样 2 次, 检测 COD_{Cr}、SS、pH 值等指标, 每天测定 MLSS 一次。

1.4 污泥的驯化方法

污泥的培养驯化采用接种法, 接种污泥为市政污水处理厂的脱水污泥, 投加后污泥沉降比约为 15%。MBR 系统采用低压恒流、间歇负压抽吸运行。监测 MBR 池中 DO、MLSS、污泥容积指数 SVI、SV30、进出水的 COD 值以及活性污泥的生物相变化。

2 结果与讨论

2.1 污泥驯化

成熟后的活性污泥外观似棉絮状, 呈灰褐色, 略带土腥。污泥中菌种非常丰富, 在系统运行初期有固着型的纤毛虫、钟虫、轮虫等, 静止后很快凝聚成较大的絮体。

在系统运行初期阶段, 混合液中游离细菌较多, 原生动物的数量和种类都较多且表现得比较活跃。随着系统的稳定运行, 丝状菌的数量大大增加, 但生物相中原生动物的数量和种类都有所减少, 在试验后期镜检中几乎没有出现。分析原因可能是由于在膜生物反应器中, 活性污泥在生物反应器和膜组件及管道之间循环流动, 并以较高的流速通过膜表面, 这些对原生动物和后动物的影响较大, 使其难以生存, 此外, 电镀前处理废水中重金属离子对原生动物和后动物的影响也是其消失的原因之一。

原生动物和后动物的消失并没有导致膜生物反应器出水恶化, 在系统稳定运行过程中, 出水 COD 稳定保持在 80 mg/L 以下。试验后期的镜检中, 活性污泥中的菌种十分丰富。

2.2 污泥浓度的影响

反应器内的微生物数量决定了反应器的处理能力。一定条件下, 反应器内污泥浓度越高, 污染物降解量就越大, 即反应器可承受的进料负荷就越高。MBR 的优势就在于可以避免微生物流失, 尤其是可以在反应器内保持难生物降解微生物的

数量。

传统的活性污泥法污泥浓度一般在 2~4 g/L, 而一体式 MBR 系统能够保持反应器内较高的 MLSS 质量浓度。考虑到污泥中重金属累积的因素, 中试试验中系统稳定后, 一直保持反应器中 MLSS 质量浓度在 5~8 g/L 之间, 见图 2 所示, 出水 COD 保持在 80 mg/L 以下, 平均能达到 64.6 mg/L, 完全满足了出水水质要求。

在中试试验中, 基本没有污泥外排, 这样就使废水中那些大分子颗粒状难降解的成分在有限体积的生物反应器中有足够的停留时间, 达到最终有效去除的目的, 这也是膜生物反应器最突出的优点之一。

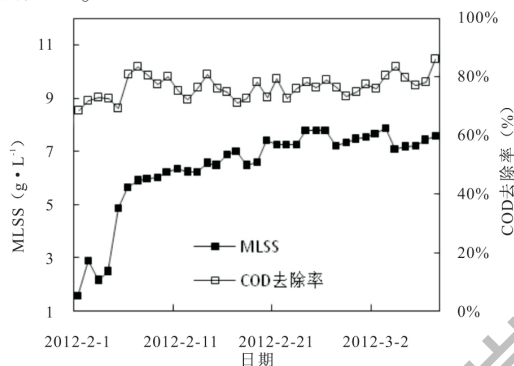


图2 污泥浓度对出水 COD 去除率的影响

2.3 水力停留时间的影响

图 3 为 MBR 处理 RO 浓水时, 水力停留时间 (HRT) 的变化对 COD 去除率的影响。由图 3 可以看出, 在进水 COD 浓度为 200~400 mg/L 时, 随着水力停留时间的延长, 反应器对 COD 的去除效率呈上升趋势。但长水力停留时间会使系统耗能增加, 在停留时间为 18~20 h 时, MBR 系统对进水 COD 的平均去除率已经在 80% 以上, 出水 COD 平均值为 62.4 mg/L, 再延长停留时间去去除率增加

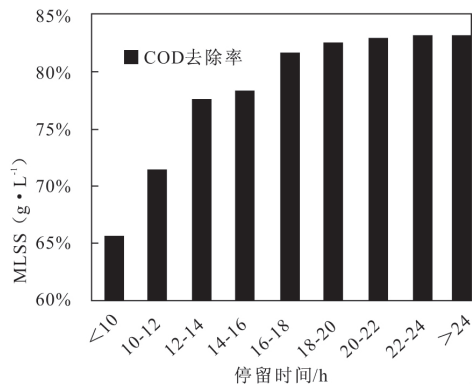


图3 水力停留时间对出水 COD 去除率的影响

不明显, 这表明本中试试验反应器中最佳停留时间为 18~20 h。

2.4 污泥容积负荷对 COD 去除率的影响

污泥容积负荷是指每立方米池容每日负担的有机物量, 其计量单位通常以 $\text{KgCOD}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ 表示, 常用来直观的评价生化装置的实际处理负荷及在相同条件下的操作管理的优劣。

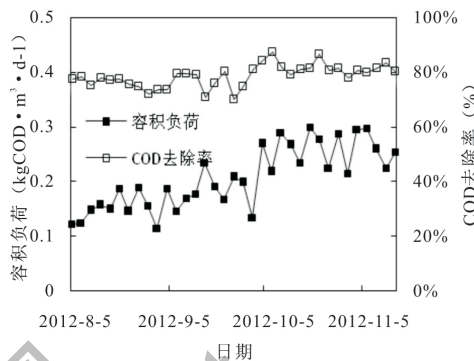


图4 容积负荷对出水 COD 去除率的影响

污泥负荷是影响有机污染物降解、活性污泥增长的重要因素。在传统的生物处理过程中, 采用高额的污泥负荷, 将加快有机污染物的降解速度与活性污泥增长速度, 降低反应器的容积, 在经济上比较适宜, 但处理水水质未必能够达到预定的要求。采用低值的污泥负荷, 有机污染物的降解速度和活性污泥的增长速度都将有所降低, 处理效果可能提高, 但致使反应器的容积加大, 建设费用增加。

图 4 为 MBR 处理 RO 浓水时, 污泥容积负荷对 COD 去除率的影响。由图 4 可知, MBR 容积负荷从 $0.1 \text{ KgCOD}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ 增大到 $0.3 \text{ KgCOD}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ 时, COD 去除率呈现增长的趋势, 由于系统 MBR 膜面积的限制, 本中试试验未对更高浓度的容积负荷进行试验, 但从试验过程来看, 该 MBR 系统在处理有机物能力上还有提升的空间。

2.5 溶解氧的影响

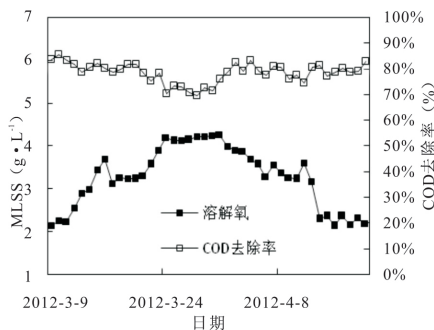


图5 溶解氧对出水 COD 的去除率影响

在好氧活性污泥法的运行过程中,曝气池中的溶解氧(DO)浓度的高低会影响到有机物的去除效率和活性污泥的生长情况,一般而言,活性污泥法的 DO 应控制在 2 mg/L 以上^[5],因此,本试验控制溶解氧在 2 mg/L 以上。

图 5 为试验中反应器内溶解氧对 COD 去除率的影响情况,由图 5 可知,当 DO 为 2~4 mg/L 时,MBR 系统对进水 COD 的去除率较好,平均达到了 78.58%,出水 COD 最大值为 78 mg/L,最小值为 45 mg/L。当 DO 持续增大超过 4 mg/L 时,MBR 系统对 COD 的去除率有所降低。

3 结论

电镀行业废水回用反渗透膜浓液有较好的处理效果:进水的 COD_{Cr} 在 200~400 mg/L 之间,出

水 COD_C 在 39~76 mg/L 之间,平均值为 61.5 mg/L,保持在 80 mg/L 以下。

MBR 的工艺运行的最佳参数为:水力停留时间为 18~20 h;污泥负荷为 0.2~0.3 kgCOD/kgMLSS·d,还有一定的提升空间;污泥浓度 5~8 g/L;DO 为 2~4 mg/L。

参考文献

- [1]李峰,吴欲,胡如南.我国电镀废水处理回用的现状及探讨[J].电镀与精饰,2011,10:17-20+30.
- [2]Weber T J. Wastewater treatment[J]. Metal Finishing, 1999, 97(1): 801-810.
- [3]石泰山.电镀废水回用对废水处理设施的影响[J].电镀与涂饰,2013,32(11): 39-42.
- [4]刘景允.综合电镀废水处理技术与工艺研究[D].天津大学,2008.
- [5]Benefield L D, Randall C W. Biological Porcess design for wastew ater t reatment, Pren tice-Hall Inc, 1980

(上接第 61 页)

表明:2 种添加水平的回收率在 80.4%~119.2% 之间,相对标准偏差在 3.4%~6.5% 之间,本方法有较好的准确度和精密性,满足有机磷残留定量分析的要求。本方法的定量限(信噪比为 10)在 0.078~0.14 μg/L 之间。

2.5 实际样品分析

抽取自来水、河水、湖水样品共计 20 份,采用本方法处理样品,并无上述有机磷残留检出。

3 结论

运用DLLME 前处理技术,结合气相色谱法,建立了水中多种有机磷残留的快速检测方法。使用该方法可在 20 min 内完成 10 个样品的处理,18 min 内完成 15 种有机磷的分离检测,而且有机溶剂用量少、操作简便,检测成本低廉,并可推广到饮用水、地表水、地下水和废水等各种水体的安全监测。

参考文献

- [1]朱坚,汪国权,陈正夫,尚春庆,胡耀铭.食品中危害残留物的现代分析技术[M].上海:同济大学出版社,2003: 102-108.
- [2]S.O. Pehkonen, Q. Zhang. The degradation of organophosphorus pesticides in natural waters: a critical review [J]. Critical Reviews in Environmental Science and Technology, 2002, 32(1): 17-72.

- [3]H. Sabik, A. Fouquet, S. Proulx. Ultratrace detemriation of organophosphorus and organonitrogen pesticides in surface water[J]. Analysis, 1997, 25(8): 267-273.
- [4]E. Ballesteros, M.J. Parrado. Continuous solid-phase extraction and gas chromatographic determination of organophosphorus pesticides in natural and drinking waters[J]. Journal of Chromatography A, 2004, 1029(1-2): 267-273.
- [5]S. Magdic, A. Boyd-Boland, K. Jinno, J.B. Pawliszyn. Analysis of organophosphorus insecticides from environmental samples using solid-phase microextraction[J]. Journal of Chromatography A, 1996, 736(1-2): 219-228.
- [6]M. Rezaee, Y. Assadi, M.R.M Hosseini, E. Aghaee, F. Ahmadi, S. Berijani. Dispersive liquid-liquid microextraction combined with gas chromatography-flame photometric detection: Very simple, rapid and sensitive method for the determination of organophosphorus pesticides in water[J]. Journal of Chromatography A, 2006, 1116(1-2): 1-9.
- [7]谢洪学,何丽君,吴秀玲,范璐,卢奎,王美美,孟大维.分散液液微萃取-气相色谱法测定水样中甲拌磷农药 [J]. 分析化学, 2008, 36(11): 1543-1546.
- [8]L.J. He, X.L. Luo, X.M. Jiang, L.B. Qu. A new 1,3-dibutylimidazolium hexafluorophosphate ionic liquid-based dispersive liquid-liquid microextraction to determine organophosphorus pesticides in water and fruit samples by high-performance liquid chromatography [J]. Journal of Chromatography A, 2010, 1217(31): 5013-5020.
- [9]NY/T 761-2008 蔬菜和水果中有机磷、有机氯、拟除虫菊酯和氨基甲酸酯类农药多残留的测定[S].