

某焊条厂综合污水处理工程设计与运行

高旭^{1,2}, 张孟瑶¹, 宁立群¹, 曹井国¹, 杨宗政¹, 魏翔³

(1. 天津科技大学 海洋与环境学院, 天津 300457; 2. 天津新北建设集团有限公司, 天津 300453; 3. 天津市滨海新区塘沽环境保护监测站, 天津 300450)

摘要: 采用水解酸化/好氧(A/O)/膜生物反应器(MBR)/次氯酸钠消毒组合工艺对天津某焊条厂厂区分散生活污水进行处理。工程设计处理能力为300 m³/d, 120 d的运行结果表明, 当进水BOD₅、COD、SS、NH₃-N和TP分别为160~280、360~440、230~250、40~60和7~9 mg/L时, 经水解酸化/好氧与MBR组合工艺处理, 对BOD₅、COD、SS、NH₃-N和TP的去除率最高可达96%、93%、97%、88%和60%。污水经A/O处理后达到用户规定的标准(介于三级预处理和二级之间)后, 180 m³/d直接外排, 120 m³/d再经过MBR工艺处理后, 达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T 18920—2002)标准, 满足绿化、冲厕及道路喷洒用水要求。该工程投资和运行费用相对较低, 自控程度高, 可为同类型企业厂区分散型生活污水处理工程的设计和运行提供借鉴。

关键词: 生活污水; 水解酸化/好氧; 膜生物反应器

中图分类号: X703.1 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2017)06-0091-04

Design and Operation of Comprehensive Wastewater Treatment from Electrode Production Process

GAO Xu^{1,2}, ZHANG Meng-yao¹, NING Li-qun¹, CAO Jing-guo¹, YANG Zong-zheng¹, WEI Xiang³

(1. School of Marine and Environment, Tianjin University of Science and Technology, Tianjin 300457, China; 2. Tianjin New Beitang Construction Group Co. Ltd., Tianjin 300453, China; 3. Tianjin Binhai New Area Tanggu Environmental Protection Monitoring Station, Tianjin 300450, China)

Abstract: A combined treatment process of hydrolysis acidification/anoxic/oxic(A/O)/membrane bioreactor(MBR)/sodium hypochlorite disinfection was applied to treat the dispersed sewage from an electrode plant in Tianjin. The designed capacity of this combined treatment project was 300 m³/d. In the operation period of 120 days, the removal efficiency of BOD₅, COD, SS, NH₃-N and TP was respectively up to 96%, 93%, 97%, 88% and 60% as the influent concentration was correspondingly 160~280, 360~440, 230~250, 40~60 and 7~9 mg/L, respectively. The final effluent of anoxic/oxic process was between that of tertiary pretreatment and secondary treatment, which could meet the specified user's criteria. Among the effluent, amount of 180 m³/d was discharged directly, while the remaining 120 m³/d was advanced treated by MBR to meet *The Reuse of Urban Recycling Water - Water Quality Standard for Urban Miscellaneous Water Consumption*(GB/T 18920-2002). The project was featured for

its relatively low cost in construction and operation, as well as high degree of automation. The experiences of this project can be used for design and operation of the other similarly sewage treatment plants.

Key words: sewage treatment; hydrolysis acidification/aerobic; membrane bioreactor

焊条厂厂区污水以生活污水为主,主要包括洗涤废水、垃圾以及粪便等,其水质与城市生活污水基本相似。随着工业用水需求日益增多,人们开始将目标放在了厂区生活污水的集中处理与回收再利用方面^[1]。生活污水水质稳定,含有大量有机物、病原菌、病毒和寄生虫卵等,但在厌氧细菌作用下,易产生恶臭。因此,生活污水的处理一直都是我国市政部门亟待解决的问题^[2],尤其是混入部分生产废水的生活污水更需彻底处理。此工程项目将部分废水处理达标后排放,另一部分通过 MBR 工艺继续处理达到中水回用标准^[3]。膜生物反应器(MBR)是一种新型高效的污水处理技术,在再生处理生活污水时具有诸多优点^[4,5],它是集成膜分离技术与活性污泥法为一体的新型污水处理技术^[6,7],在北美、欧洲、亚洲等地区应用广泛^[8~10]。国内 MBR 中水回用正处于结合自身实际情况发展和大范围推广应用阶段^[9]。

结合用户自身的实际回用需求,采用水解酸化/好氧(A/O)与 MBR/次氯酸钠消毒组合工艺处理天津某焊条厂厂区生活污水。

1 工程概况

该焊材企业占地为 $40 \times 10^4 \text{ m}^2$,生产能力为 $100 \times 10^4 \text{ t/a}$,对于厂区生产废水,已实现 100% 达标排放;对于厂区生活污水,需要确保达标排放,同时实现水资源的综合利用。根据企业提供的资料和要求,厂区生活污水量为 $300 \text{ m}^3/\text{d}$,其中 $120 \text{ m}^3/\text{d}$ 经 MBR 深度处理达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T 18920—2002)的相关要求,可回用于园林绿化和冲厕,其余未经 MBR 处理的 $180 \text{ m}^3/\text{d}$ 达标外排。设计进、出水水质见表 1。

表1 设计进、出水水质

Tab.1 Design influent and effluent quality

$\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$						
项目	BOD ₅	COD	SS	NH ₃ -N	TP	
进水	160~280	360~440	230~250	40~60	7~9	
出水	排放	150	30	150	25	3
	回用	≤50	≤10	≤10	≤10	≤3

2 工艺流程

水解酸化/好氧与 MBR 组合工艺流程见图 1。

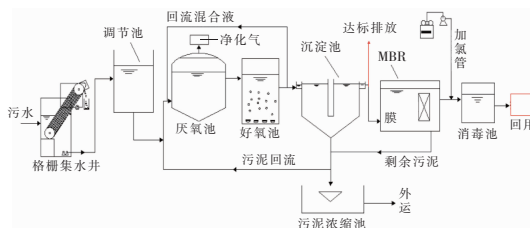


图1 生活污水处理工艺流程

Fig.1 Flow chart of sewage treatment process

焊条厂生活污水排入格栅集水井,粗格栅主要拦截污水中毛发及大颗粒悬浮物,以防止设备堵塞,影响后续处理设施的运行,同时减少后续处理设施有机负荷。通过粗格栅的生活污水进入集水井,由泵提升至调节池,再进入 A/O 反应池,先将大分子、难于生物降解的物质转化为易于生物降解的物质,再依靠好氧池内大量微生物对有机物、氨氮等进行吸附、氧化降解。A/O 池出水进入沉淀池进行泥水分离。通过控制 MBR 的水力停留时间(HRT)和污泥停留时间(SRT)可以实现难降解物质进一步降解。

3 主要构筑物及设计参数

主要构筑物及设计参数见表 2。

表2 主要构筑物及设计参数

Tab.2 Main structures and design parameters

项目	设计参数
格栅集水井	机械格栅,间距为 6 mm,渠深为 2.2 m,设备宽为 0.5 m;集水井内设 2 台提升泵,1 用 1 备
调节池	有效容积为 100 m^3 ,水力停留时间为 8.4 h,在池底设潜水搅拌机一台,功率为 0.4 kW;设潜污泵 2 台,最大流量为 $13 \text{ m}^3/\text{h}$,扬程为 40 kPa,功率为 1 kW (含自耦装置)
缺氧池	有效容积为 52 m^3 ,水力停留时间为 4.1 h,池底设潜水搅拌机一台,功率为 0.2 kW
MBR 反应池	有效容积为 75 m^3 ,水力停留时间为 6 h,污泥浓度为 3500 mg/L ,气水比为 30:1,在池底设置曝气盘
消毒池	有效容积为 12 m^3 ,接触时间为 1.2 h;设次氯酸钠加药口,投加量为 1.25 L/h
设备间	内设脱水机房、膜车间、送水泵房、鼓风机房

4 运行效果

4.1 对 COD 的去除效果

运行期间对 COD 的去除效果见图 2。

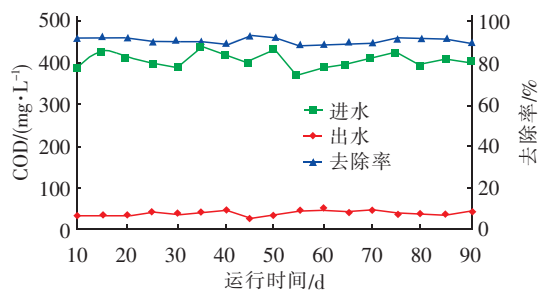


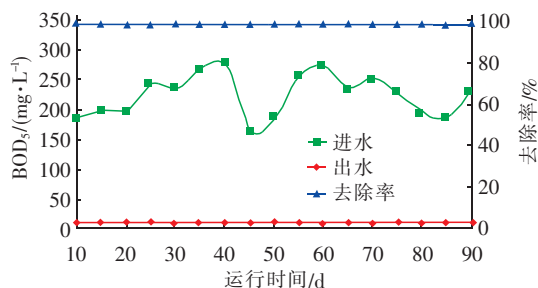
图2 运行期间进、出水 COD 及去除率

Fig. 2 COD concentration and removal rate during operation

如图2所示,进水 COD 波动范围为 360 ~ 440 mg/L,平均值为 404 mg/L,出水 COD 稳定在 32 ~ 47 mg/L,平均值为 38 mg/L。监测初期由于 COD 不稳定、污泥中微生物活性不高,导致 COD 去除率相对较低,后期系统 COD 去除率稳定在 88% ~ 93%,说明 MBR 组合工艺对有机物有很好的去除效果,以处于流化状态的活性污泥为载体,能够使微生物与污水充分混合接触,进行吸附和降解,从而保证 COD 的去除率。

4.2 对 BOD₅ 的去除效果

运行期间对 BOD₅ 的去除效果见图3。

图3 运行期间进、出水 BOD₅ 及去除率Fig. 3 BOD₅ concentration and removal rate during operation

如图3所示,进水 BOD₅ 波动范围在 160 ~ 280 mg/L,平均值为 223 mg/L,初期微生物活性不足导致去除率不达标,后期出水 BOD₅ 稳定在 7 ~ 10 mg/L,平均值为 8.3 mg/L。监测期间,系统 BOD₅ 去除率稳定在 94% ~ 97%,说明污水中的有机物大部分为可生物降解的,难生物降解的成分较少;另外,膜的截留作用也会提高对有机污染物的去除率。

4.3 对 SS 的去除效果

运行期间对 SS 的去除效果见图4。进水 SS 波动范围在 230 ~ 250 mg/L,平均值为 240 mg/L,出水 SS 稳定在 7 ~ 10 mg/L,平均值为 8.2 mg/L。初期由于曝气量不足及污泥膨胀等原因导致去除率相对

较低,后期稳定后系统 SS 去除率稳定在 96% ~ 97%。

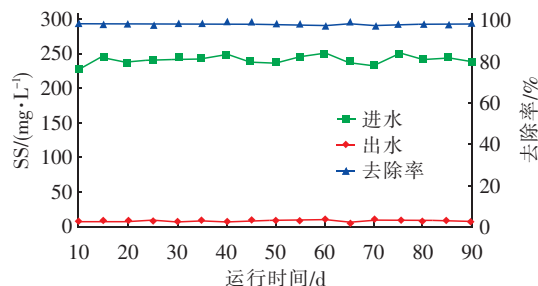
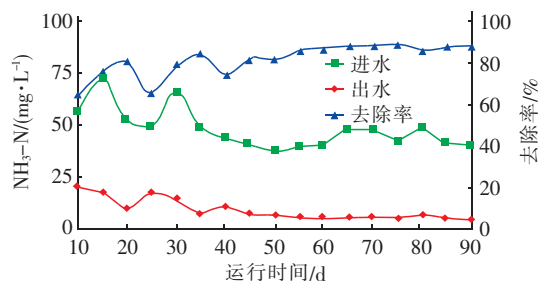


图4 运行期间进、出水 SS 及去除率

Fig. 4 SS concentration and removal rate during operation

4.4 对 NH₃-N 的去除效果

运行期间对 NH₃-N 的去除效果见图5。

图5 运行期间进、出水 NH₃-N 及去除率Fig. 5 NH₃-N concentration and removal rate during operation

如图5所示,进水 NH₃-N 浓度在运行初期不稳定,出水 NH₃-N 最高达到 20.6 mg/L,但随着反应的进行,NH₃-N 呈现逐渐下降趋势并稳定在 5.3 ~ 6.4 mg/L,平均值为 7.85 mg/L,去除率达 88.2%。最初出水 NH₃-N 浓度比较高,分析其原因可能是由于运行初期,生物需要一段时间来适应环境,并在填料上挂膜。反应池填料比表面积大,池内曝气强度较大,单位容积的生物固体量较高,填料挂膜稳定后,系统有较高的容积负荷和较稳定的 NH₃-N 去除率。

4.5 对 TP 的去除效果

运行期间对 TP 的去除效果见图6。进水 TP 波动范围在 7 ~ 9 mg/L,平均值为 8.0 mg/L,出水 TP 浓度稳定在 1.2 ~ 1.8 mg/L,平均值为 1.5 mg/L,达到用户要求的水质标准。监测期间,系统 TP 去除率稳定在 75% ~ 85%。分析其原因是由于膜分离使微生物被完全截留在生物反应器内,使得系统内能够维持较高的微生物浓度,再加上反应器内排泥

时间较长,使世代时间较长的硝化细菌和除磷菌能够很好地生长,系统硝化效率及吸磷效率得以提高,从而达到较稳定的 TP 去除率。

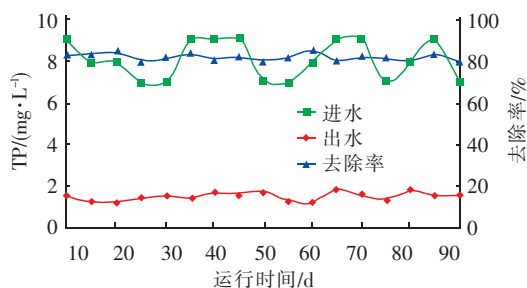


图6 运行期间进、出水 TP 及去除率

Fig. 6 TP concentration and removal rate during operation

5 运行成本

直接运行成本包括动力费、药剂费,其中药剂费包括消毒费用和 MBR 化学清洗费用,约 0.1 元/ m^3 ;电价按 0.7 元/(kW·h)计。

① 总装机容量约为 45 kW(含照明及备用),正常运行功率约 25 kW,电耗为 400 kW·h/d,运行电费为 280 元/d。

② 达标排放运营成本:只包括电费,占总电费的 50%,为 140 元/d。折合直接处理费用为 0.78 元/ m^3 。

③ 回用直接成本:包括电费和药剂费,其中电费为 140 元/d,药剂费为 12 元/d。折合直接处理费用为 1.25 元/ m^3 。

④ 年运营成本:10.658 万元。

6 结语

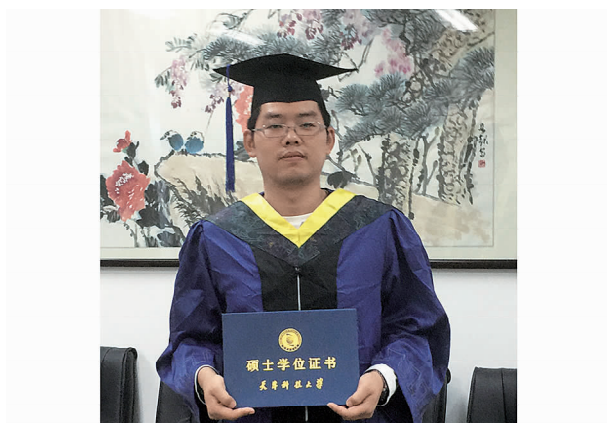
采用水解酸化/好氧与 MBR/次氯酸钠消毒组合工艺对天津某焊条厂综合污水进行处理。工程运行结果表明,该工艺对污水中的主要污染物有较好的去除效果,直接外排部分和中水回用部分均能达到国家标准,且节省投资、降低成本、减少占地面积,具有一定的借鉴意义。

参考文献:

- [1] 杨宝成. 浅谈厂区生活污水的集中处理和再利用[J]. 科技创新导报,2012,(20):151-151.
- [2] 蔡巨. 市政污水处理中膜处理技术的运用[J]. 四川

水泥,2015,(1):293-293.

- [3] 耿英杰,袁亚杰,邢美兰,等. 城市生活污水处理技术现状及发展趋势研究[J]. 科技信息,2014,(3):245-245.
- [4] Wang Zhiwei, Wu Zhichao, Mai Suihai, et al. Research and application of membrane bioreactor in China: Progress and prospect [J]. Sep Purif Technol, 2008, 62(2):249-263.
- [5] Ren Nan-qi, Yan Xian-feng, Chen Zhao-bo, et al. Feasibility and simulation model of a pilot scale membrane bioreactor for wastewater treatment and reuse from Chinese traditional medicine [J]. J Environ Sci, 2007, 19(2):129-134.
- [6] 刘红兵,宁平,冯权莉,等. 膜生物反应器在废水处理方面的研究进展[J]. 现代化工,2015,35(4):25-28.
- [7] 荣佳慧,张卿尧,韦浩,等. 膜生物反应器研究及应用现状[J]. 黑龙江科技信息,2015,(7):16-16.
- [8] 计根良,郑宏林,周勇. MBR 系统运行条件对膜污染影响研究[J]. 水处理技术,2014,40(6):90-92.
- [9] 白玲,蓝伟光,严滨,等. 废水处理中膜生物反应器的研究进展[J]. 膜科学与技术,2008,28(1):91-96.
- [10] Yang Wenbo, Cicek Nazim, John Ilg. State-of-the-art of membrane bioreactor: Worldwide research and commercials in North America [J]. J Membr Sci, 2006, 270(1):201-211.



作者简介:高旭(1986-),男,天津人,硕士,工程师,主要研究方向为水处理。

E-mail:gaoxu19861025@foxmail.com

收稿日期:2016-05-18