

增效技术在煤化工废水生化系统检修中的应用

常功法, 洪卫, 邹晓凤, 刘勃

(山东省环科院环境科技有限公司, 山东 济南 250100)

摘要: 某煤化工废水处理厂为对生化系统进行检修,在不减少废水量的情况下,将全部废水合并进入原两组生化池中的一组进行处理。为使单组生化池能够有效处理倍增废水量,采用投加外源硝化菌剂和污泥调理剂的方式对其活性污泥进行增效处理,使得该生化系统去除 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 和 COD 的效能显著增强,尤其是硝化能力提升了 40% 以上。镜检发现,增效处理后活性污泥菌胶团絮体性状明显改善。在 10 d 的检修期间,进水量、进水 COD 和 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 浓度均大幅超过了设计值,但在外源硝化菌剂和污泥调理剂的累积投加量分别为 23.2 和 206.3 mg/L 的情况下,生化系统依然能够稳定达标运行。

关键词: 煤化工废水; 增效技术; 污泥调理剂; 硝化菌

中图分类号: TU993.3 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2018)01-0064-04

Application of Synergistic Technology during Overhaul of Coal Chemical Wastewater Biochemical Treatment System

CHANG Gong-fa, HONG Wei, ZOU Xiao-feng, LIU Bo

(SAES Environmental Science and Technology Co. Ltd., Jinan 250100, China)

Abstract: During overhaul of biochemical system of a coal chemical wastewater treatment plant, all the wastewater was pumped into one group of the biochemical tank instead of the original two groups without decrease of the amount of wastewater. To treat the double amount of wastewater efficiently by a single group of biochemical tank, exogenous nitrobacteria and sludge conditioner were added to enhance the activated sludge performance. It was indicated that significantly enhancement of COD and $\text{NH}_3 - \text{N}$ removal efficiency by the system was achieved, especially of the nitrification ability which increased for more than 40%. Obvious improvement of activated sludge zoogloea characteristics was observed after the synergistic action. Throughout the 10 days' overhaul, 23.2 mg/L of exogenous nitrobacteria and 206.3 mg/L of sludge conditioner were added into the biochemical tank totally. Although inflow, influent COD and $\text{NH}_3 - \text{N}$ all significantly exceeded the design values, the biochemical system was still stable and the effluent quality was superior to the discharge standards.

Key words: coal chemical wastewater; synergistic technology; sludge conditioner; nitrobacteria

煤化工废水处理厂生化单元的运行效率对外排水质和运行费用影响很大,为保证生化单元高效运

行,需定期对关键设备进行检修维护。生化系统通常两组并联运行,检修期间需使全部废水进入其中

一组,对另一组进行检修,这将造成该组生化池污泥负荷加倍,有可能导致生化出水水质恶化,尤其是氨氮指标,由于硝化菌世代时间长,无法在短期内大量增殖^[1],导致生化系统去除废水中氨氮的能力很难迅速提升,更易出现超标情况。某煤化工废水处理厂在检修过程中采用生化增效技术,通过投加污泥调理剂和外源硝化菌剂,在短期内大幅提高了生化系统的处理效能,有效解决了这一问题。

1 工程概况

1.1 煤化工废水处理厂概况

该煤化工企业主要采用煤气化工艺生产甲醇及下游产品,其废水处理厂主要接纳煤气化废水、厂区生活污水及少量工艺废水,设计进水总量为 15 000 m³/d,实际约为 12 000 m³/d(500 m³/h),其中 80% 以上为煤气化废水,处理工艺流程如图 1 所示。

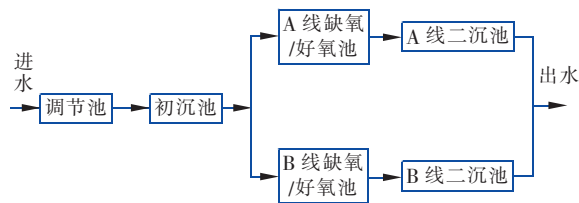


图1 煤化工废水处理厂的工艺流程

Fig. 1 Flow chart of coal chemical wastewater treatment plant

检修前 4 周生化系统的进、出水水质见表 1。

表1 生化系统的进、出水水质

Tab. 1 Influent and effluent quality of biochemical system

项 目	COD/ (mg · L ⁻¹)	NH ₃ - N/ (mg · L ⁻¹)	SS/ (mg · L ⁻¹)	pH 值	温度/ ℃
进水	376.1 ~ 422.4	95.3 ~ 109.6	91.2 ~ 108.3	6.9 ~ 8.1	20.1 ~ 25.4
出水	18.4 ~ 25.3	0.05 ~ 0.21	13.6 ~ 18.7	6.5 ~ 7.9	18.2 ~ 22.9
排放标准	<50	<5	<20	6 ~ 9	—

因好氧池曝气系统接近使用寿命,运行效率下降,欲进行检修。在 A 线检修期间,废水需合并进入 B 线进行净化处理,以下称为“合流运行”。

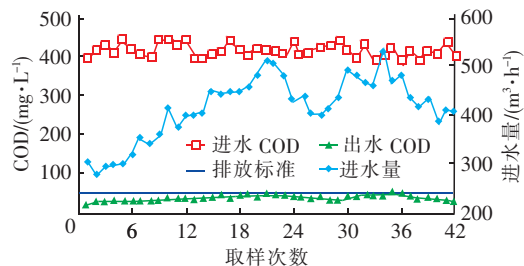
1.2 分析项目与方法

COD、NH₃ - N、SS、MLSS 和 MLVSS 均采用国家标准方法测定,pH 值采用 PHS - 3C 型 pH 测定仪测定,溶解氧和温度采用哈希 HQ40D 型便携式溶解氧仪测定,菌相镜检采用 Olympus BX 41 - DP25 型显微镜进行分析。每天取样 6 次测 COD 和 NH₃ - N 等指标。进水流量由安装在初沉池出水计量槽上的

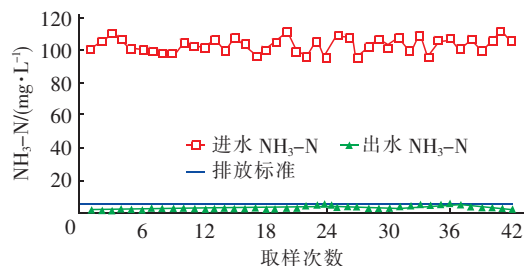
超声流量计自动记录。

2 合流运行对出水水质的影响

为清空 A 线缺氧池和好氧池以配合检修,运营方尝试逐步削减 A 线进水而增加 B 线进水,直至废水全部进入 B 线。合流过程中密切关注生化系统的进水流量以及进、出水的 COD 和 NH₃ - N 浓度,结果如图 2 所示(每连续 6 个数据为同一天的监测数据)。



a. B 线进水量和进、出水 COD 浓度



b. B 线进、出水 NH₃-N 浓度

图2 合流过程中 B 线进水量及进、出水 COD 和 NH₃ - N 浓度

Fig. 2 Influent flow rate and influent/effluent COD and NH₃ - N concentrations of line B during combination

从图 2 可以看出,尝试合流运行期间,生化系统进水 COD 和氨氮浓度分别维持在 400 和 100 mg/L 左右,波动较小,B 线生化系统出水指标的变化主要受进水流量的影响。当 B 线生化系统进水流量从 250 m³/h 逐渐增加至 400 m³/h 左右时,出水 COD 浓度开始上升,达到 40 mg/L 左右;进水流量继续增加至 500 m³/h 左右时,出水 COD 浓度升至 50 mg/L 左右,接近排放标准限值。为确保外排污水达标,运营方随即降低进水流量至 400 m³/h 左右,生化出水 COD 浓度随之回落至 40 mg/L 左右;当 B 线进水流量再次调高至 500 m³/h 左右时,出水 COD 浓度也随之升高到 50 mg/L 左右。B 线出水 NH₃ - N 浓度随进水流量的变化规律与 COD 浓度基本一致,在进水流量 < 400 m³/h 时,出水 NH₃ - N 浓度稳定在 4 mg/L 以下;当进水流量达到 500 m³/h 左右时,出水

$\text{NH}_3 - \text{N}$ 浓度会上升到 5 mg/L 左右,接近排放标准限值。

以上结果表明,当进水 COD 和 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 浓度分别维持在 400 和 100 mg/L 左右,现有 B 线生化系统的进水流量达到 $500 \text{ m}^3/\text{h}$ 时,无法确保出水 COD 和 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 浓度达到排放标准。B 线生化系统的污泥浓度在 5000 mg/L 左右,按照以上水质、水量计算, COD 和总氮负荷分别为 0.063 和 $0.015 \text{ kg}/(\text{kg} \cdot \text{d})$,均接近《室外排水设计规范》(GB 50014—2006)建议的取值下限。在如此低负荷下出水 COD 仍不能稳定达标,可能是因为 B 线生化系统中活性污泥的 MLVSS/MLSS 值仅为 35.7% 左右,活性较低。煤气化废水中的大量悬浮物在活性污泥系统中累积,可能是导致污泥无机组分比例较高的直接原因。至于出水 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 不能稳定达标,则可能是因为世代时间较长的硝化菌无法在短期内迅速增殖,不足以去除进水中的 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 。

根据以上合流运行的尝试结果,结合企业对煤化工产品产能的定位,该煤化工废水处理厂运营方决定采取一些措施提高现有 B 线生化系统的处理效能,使其在合流运行期间能够接纳的设定水量为 $500 \text{ m}^3/\text{h}$,设定进水 COD 和 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 浓度分别为 400 、 100 mg/L 。

3 增效措施对合流运行后出水水质的影响

3.1 增效措施

为快速提高 B 线生化系统中活性污泥的有机组分并提高其活性,运营方分批次向好氧池中投加污泥调理剂。污泥调理剂的制备方法详见专利《一种废水生化处理活性污泥调理剂及其制备方法》^[2]。污泥调理剂制作原料中的鱼粉、蛋白等物质可以为活性污泥中的微生物提供均衡的营养,增强其新陈代谢功能,最终起到提高污泥活性的作用。

另外,为迅速增加 B 线生化系统中活性污泥的硝化菌数量,运营方分批次向好氧池中投加外源硝化菌剂。外源硝化菌剂的制备方法详见专利《一种快速恢复活性污泥硝化功能的方法》^[3],硝化菌浓度高达 100×10^8 个/mL 以上。

污泥调理剂和外源硝化菌剂的投加方式如表 2 所示。检修过程持续了 10 d ,在检修之前 4 d 就开始采取增效措施,向 B 线生化系统投加污泥调理剂和外源硝化菌剂,检修第 1 天对应表 2 中的第 5 天。缺氧、好氧池的有效容积合计 19000 m^3 ,单位容积

内污泥调理剂和外源硝化菌剂的累积投量分别为 206.3 和 23.2 mg/L 。

表 2 污泥调理剂和外源硝化菌剂的投加方式

Tab. 2 Dosing method of sludge conditioner and exogenous nitrobacteria

项 目	第 1 天	第 2 ~ 6 天	第 7 ~ 10 天	第 11 ~ 14 天
污泥调理剂	800	400	200	80
外源硝化菌剂	90	45	22.5	9

3.2 增效措施的效果

在采取增效措施之初, B 线生化系统进水流量从 $400 \text{ m}^3/\text{h}$ 左右上升至 $500 \text{ m}^3/\text{h}$ 左右(见图 3);第 4 ~ 9 天, B 线进水流量出现较大波动且多数情况下远超 $500 \text{ m}^3/\text{h}$,水量最大时曾达到 $742.2 \text{ m}^3/\text{h}$,比设定流量高出 48.4% 。虽然该处理厂调节池的有效容积为 5500 m^3 ,但由于合流期间恰逢气化炉维修,工艺废水产量较大,超过了调节池的调节能力, B 线进水流量被迫增加。

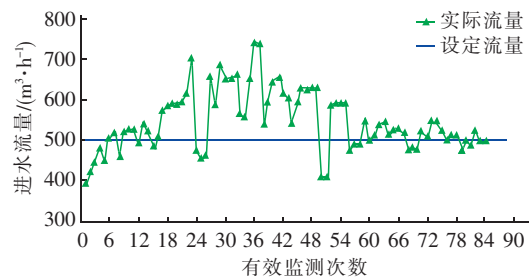


图 3 合流运行期间 B 线的进水流量

Fig. 3 Influent flow rate of line B during combination

图 4 为合流运行期间进、出水 COD 浓度的变化。

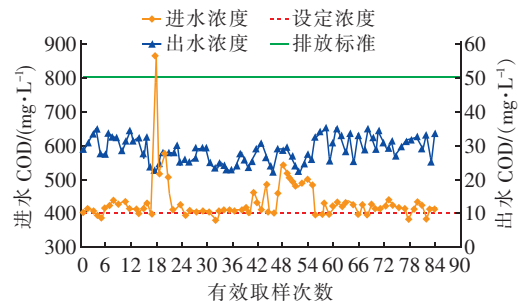


图 4 合流运行期间 B 线进、出水 COD 浓度

Fig. 4 Influent/effluent COD concentrations of line B during combination

由图 4 可以看出,进水 COD 浓度只有在第 4 天和第 9 天超过设定浓度较多,分别超出 25% 左右,峰值时超出 1 倍以上,其余时间均稳定在 400 mg/L 左右,波动较小;而出水 COD 浓度则稳定在 40 mg/L

L以下,波动很小。这与采取增效措施之前的情况形成了鲜明的对比,在第4~9天进水流量平均增加20%以上的情况下,出水COD浓度仍能稳定达到排放标准。这与B线生化系统污泥活性的提高有关,采取增效措施后第5天,污泥的MLVSS/MLSS值达到46.9%,比增效前增加了11.2%;从增效前后的菌胶团镜检图片(见图5)也可以看出,采取增效措施后污泥菌胶团明显变得更加密实、絮体团块体积更大,表明污泥活性得到提高。

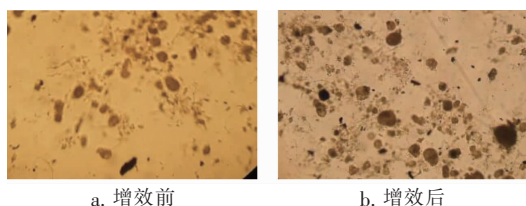


图5 B线增效前、后的污泥菌胶团镜检图片

Fig.5 Zoogolea image of line B before and after synergism

合流运行期间进、出水 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 浓度的变化见图6。进水 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 浓度在第4天和第6~8天都出现大幅超出设定浓度的情况,平均超出20%,峰值时超出幅度达到41.6%。出水 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 浓度则稳定在0.1 mg/L左右,仅有两次监测浓度稍高,分别达到1.93和1.23 mg/L。这也与采取增效措施之前的情况形成鲜明对比,在进水流量和 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 浓度均超过设定值20%以上的情况下,出水 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 浓度仍远低于排放标准限值。

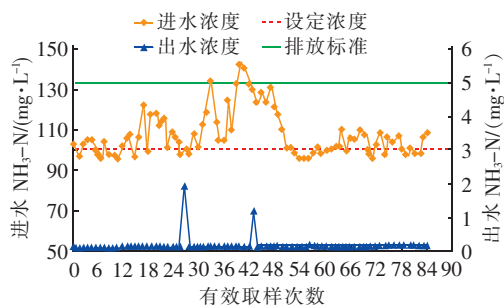


图6 合流运行期间B线进、出水 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 浓度

Fig.6 Influent/effluent $\text{NH}_3 - \text{N}$ concentrations of line B during combination

生物去除 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 主要靠硝化细菌完成,由于硝化细菌是自养型微生物,世代时间长,生化系统很难依靠硝化细菌的自然增殖在短期内迅速提高硝化能力。外源硝化菌剂是经过精心筛选、对 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 有高效降解能力的微生物菌剂,添加到生物处理系

统中,可以迅速、大幅提高系统的 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 去除能力。由图3和图6来看,进水流量和氨氮浓度同时提高20%以上时,废水中的 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 仍能被有效去除,这表明累积23.2 mg/L的外源硝化细菌投量,使生化系统的硝化能力提升了40%以上。

4 结论

煤化工废水处理厂在生化系统检修过程中,将全部废水引入原两组缺氧/好氧池中的一组进行处理。通过采用投加污泥调理剂和外源硝化菌剂的增效技术,使单组生化系统去除COD和 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 的能力在短期内大幅提升。尽管进水流量、进水COD和 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 浓度均有大幅超过设定值,但在污泥调理剂和外源硝化菌剂累积投量分别为206.3和23.2 mg/L的情况下,生化系统出水水质仍可稳定达到排放标准,表明增效技术可明显提高生化系统的污泥活性,显著增强系统去除COD和 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 的能力。

参考文献:

- [1] 杨百忍,金建祥. ABR/BCO一体化反应器处理化工废水的效能研究[J]. 中国给水排水,2016,32(23):46-49.
- [2] 邹晓凤,洪卫,刘勃,等. 一种废水生化处理活性污泥调理剂及其制备方法[P]. 中国专利:CN104743658B, 2016-06-29.
- [3] 常功法,陈爱忠,洪卫,等. 一种快速恢复活性污泥硝化功能的方法[P]. 中国专利:CN104761050B, 2016-06-29.



作者简介:常功法(1981-),男,山东滨州人,博士,高级工程师,主要从事工业废水处理技术研究。

E-mail: changgongfa@126.com

收稿日期:2017-06-08