

试验研究

SBR 处理煤制甲醇废水的应用分析

赵忠萍

(兖矿国宏化工有限责任公司, 山东 邹城 273500)

摘要:针对典型煤制甲醇废水水质特征,采用 SBR+过滤工艺进行综合处理,运行结果表明,该工艺可以有效降低废水中主要污染物的含量,出水 $\text{NH}_4^+-\text{N} \leq 10\text{mg/L}$ 、 $\text{COD}_\text{Cr} \leq 60\text{mg/L}$ 、 $\text{SS} \leq 50\text{mg/L}$ 、 $\text{pH} 6\sim 9$,出水水质满足《山东省南水北调沿线水污染物综合排放标准》(DB37/599-2006)中重点保护区的水质排放要求,运行成本为 3.37 元/ m^3 。

关键词:煤制甲醇废水;煤气化废水;SBR

中图分类号:X703

文献标识码:A

文章编号:1006-8759(2015)02-0034-03

APPLICATION ANALYSIS ON THE TREATMENT OF COAL - TO - METHANOL WASTEWATER WITH SBR

ZHAO Zhong-ping

(Yankuang Guohong Chemical Co., Ltd, Zoucheng Shandong 273500, China)

Abstract: According to the characteristics of coal - to - methanol wastewater, the integrated treatment technologies including SBR and filtration was adopted. The running results indicated that the effluent was superior to the discharge standard of comprehensive pollutants for the route of south-to-north water diversion in the key protection areas of Shandong (DB 37/599-2006), with $\text{NH}_4^+-\text{N} \leq 10\text{mg/L}$ 、 $\text{COD}_\text{Cr} \leq 60\text{mg/L}$ 、 $\text{SS} \leq 50\text{mg/L}$ 、 $\text{pH} 6\sim 9$. The running cost was 3.37 yuan/ m^3 .

Key words: Coal - to - methanol wastewater; Coal gasification wastewater; SBR

煤制甲醇废水来源于煤制气的发生、净化、合成等工艺过程,一般包括煤气化废水、地面冲洗水、煤浆系统冲洗水、甲醇精馏废水、杂醇油、氢回收装置含醇废液及脱硫废水^[1]。煤制甲醇废水以气化废水为主,水质、水量波动大,主要污染物为 NH_4^+-N 及 COD,有机物以甲酸化合物为主,苯酚浓度一般小于 10 mg/L^[2]。

1 项目概况

1.1 废水水质

山东某化工公司以高硫煤为原料生产醇烃酯类绿色产品,年产甲醇 50 万吨。该公司采用“德士古”水煤浆加压气化、克劳斯脱硫、低温甲醇洗等

工艺生产甲醇,综合废水总量为 4 200~4 300 m^3/d ,主要包括 3 600 m^3/d 气化废水、240 m^3/d 煤浆系统冲洗水、190 m^3/d 甲醇充装站冲洗水、100 m^3/d 地面冲洗水、120 m^3/d 生活污水。综合废水水质: $\text{NH}_4^+-\text{N} 300\sim 500\text{mg/L}$ 、 $\text{COD} 600\sim 2\ 000\text{mg/L}$ 、 $\text{SS} 126\sim 1\ 050\text{mg/L}$ 、 $\text{pH} 8.4\sim 8.7$,水温 32 $^\circ\text{C}$ 左右。

设计处理水量 4 800 m^3/d ,设计出水水质达到《山东省南水北调沿线水污染物综合排放标准》(DB37/599-2006)对重点保护区要求的 $\text{NH}_4^+-\text{N} \leq 10\text{mg/L}$ 、 $\text{COD}_\text{Cr} \leq 60\text{mg/L}$ 、 $\text{SS} \leq 50\text{mg/L}$ 、 $\text{pH} 6\sim 9$ 。

1.2 工艺选择

根据该公司生产废水的特点和处理要求,主要污染物为 NH_4^+-N 及 COD,考虑到工艺选择的经济性和合理性,采用生化处理工艺加以去除。目前国内一般采用 A/O、A²/O 或 SBR 工艺对这类高

收稿日期:2014-12-08

作者简介:赵忠萍(1975—),女,工程师,主要从事煤化工污染防治技术的管理与研究工作。

氨氮煤化工废水进行处理^[3-5],SBR 工艺应用最多。

(1)A/O:A/O 工艺将反硝化反应器设置在系统前部,将 O 段已进行充分反应的硝化液的一部分回流至 A 段,A 段的反硝化菌将硝态氮还原为气态氮,反硝化过程可以补充部分碱度。去除 NH_4^+-N 的硝化反应主要在 O 段完成。A/O 工艺虽然对有机物及氨氮有一定的去除效果,但由于煤制甲醇废水含一定量的难降解有机物,A/O 抗冲击负荷能力差,出水 COD 难以小于 60 mg/L。

(2) A^2/O : A^2/O 工艺是 A/O 工艺的改进工艺,与 A/O 工艺相比,在缺氧池前增设一个厌氧池。废水在经过厌氧处理后的可生化性有所提高,难降解有机物通过厌氧池的水解酸化作用转化为小分子或易生物降解的有机物,有效提高废水的可生化性。 A^2/O 对 COD 的去除效果也明显优于 A/O 工艺,但工艺流程复杂,建设成本及运行成本都高于 A/O。与 A/O 工艺相比, A^2/O 工艺对总氮的去除效果更好,但抗冲击负荷能力也比较差,出水 NH_4^+-N 易超标,运行管理复杂。

(3)SBR:SBR 以时间分割的操作方式替代空间分割的操作方式,运行工况为间歇操作。SBR 池兼调节、生物降解、沉淀等功能于一体,通过自动控制完成工艺操作,可以方便灵活地进行缺氧-厌氧-好氧的交替运行,不需污泥回流系统。SBR 反应器的脱氮原理与连续流反应器的硝化-反硝化脱氮原理相同,而 SBR 是在同一反应器内通过控制好氧反应的时间加以实现,对 NH_4^+-N 的去除率可达 98%,对 COD 的去除率可达 95%^[16]。考虑到高氨氮废水一般需要额外加碱以满足硝化作用对碱度的要求,与 A/O 及 A^2/O 工艺相比,SBR 的运行方式更有利于加碱量的准确控制。从处理效果及运行稳定性两方面来考虑,选择 SBR 作为该公司煤制甲醇废水生化处理工艺。

1.3 工艺流程

该公司综合废水处理工艺如图 1 所示。

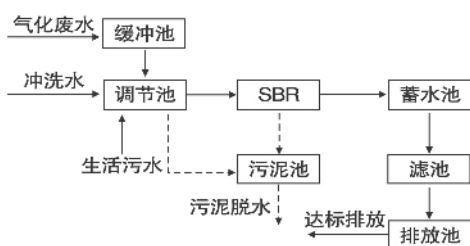


图 1 处理工艺流程

考虑到气化废水的应急排放问题,设置缓冲

池来缓冲气化废水的水量及水质,缓冲后的气化废水、煤浆系统冲洗水、甲醇充装站冲洗水、地面冲洗水及生活污水在调节池混合后依次经过 SBR、蓄水池、滤池及排放池,出水达标排放,调节池及 SBR 产生的污泥定期排入污泥池,泵入带式压滤机脱水。

2 主要构筑物设计

(1)缓冲池:缓冲池 1 座,用于缓冲气化废水的水量及水质,尺寸为 30×12×5.5 m,半地下式钢筋混凝土结构,有效容积 1 800 m³,水力停留时间大于 9 h,配备不锈钢提升泵 2 台(1 用 1 备):流量 120 m³/h,扬程 10 m。

(2)调节池:调节池 1 座,用于调节综合废水的水量及浓度,平面尺寸为 30×12 m,池顶标高 2.5 m,池底标高-3.0 m,半地下式钢筋混凝土结构,有效容积 1 600 m³,水力停留时间 10 h,表面负荷 0.93 m³/(m²h),沉淀时间约 2.25 h。水平流速 0.76 mm/s,污泥斗深 1.7 m。配备不锈钢提升泵 3 台(2 用 1 备):流量 120 m³/h,扬程 10 m。配备渣浆泵 1 台:流量 10 m³/h,扬程 14 m。

(3)SBR:SBR 反应池 4 座,单座尺寸为 41×20.5×6.5 m,半地下式钢筋混凝土结构,有效水深 5.5 m,有效容积 4 400 m³, NH_4^+-N 负荷 0.1 kg NH_4^+-N /(kgMLSS/d),BOD 负荷 0.1 kgBOD/(kgMLSS/d)。SBR 运行周期为 6 h,其中进水 1.5 h,反应 3.5 h(反应与进水同时进行),沉淀 1 h,滗水 1.5 h。单池配备 DJAM-I-10P 碟式射流曝气器 8 台(充氧能力约 60 kgO₂/h)、循环泵 8 台(流量 420 m³/h、扬程 7 m、功率 11 kW)、污泥泵 1 台(流量 20 m³/h、扬程 14 m)、RBS-400 型滗水器 1 台(流量 400 m³/h)。四池共配备 C80-1.5 型离心鼓风机 6 台(4 用 2 备),流量 80 Nm³/min,出口压力 0.049MPa,功率 110 KW,转速 2 980 rpm。

(4)蓄水池:蓄水池 1 座,尺寸为 14×6×5.5 m,地下式钢筋混凝土结构,有效容积 310 m³,配备不锈钢提升泵 2 台(1 用 1 备):流量 200 m³/h,扬程 24 m。

(5)过滤器:无阀过滤器 2 座,尺寸为 φ3.6×4.4 m,碳钢结构,滤速 10 m/h,滤料为石英砂及无烟煤。

(6)污泥池:污泥池 1 座,尺寸为 12×6×5.5 m,半地下式钢筋混凝土结构,有效容积 360 m³,污泥输送泵 2 台(1 用 1 备):流量 20 m³/h,扬程 20 m。

3 技术经济指标

该工程总投资 3 600 万元,于 2007 年投入运行,总排口出水水质一般可达到设计水质要求: $\text{NH}_4^+-\text{N} \leq 10$ 、 $\text{COD}_\text{Cr} \leq 60$ 、 $\text{SS} \leq 50$ mg/L、 $\text{pH} 6 \sim 9$ 。水处理运行成本为 3.37 元/ m^3 ,成本构成见表 1,其中电费约占总运行成本的 73%。SBR 需要转换运行工况实现灵活的间歇操作,涉及的用电设备多,因而电费较高。药剂费主要为投加苛性钠调节碱度所产生的费用,由于进水碳氮比较低,反硝化反应释放的碱度非常有限,为保证 NH_4^+-N 去除效果,硝化反应消耗的大量碱度需要额外加碱进行补充。

表 1 运行成本构成

项目	电费	药剂费	人工费	维修费	折旧费	合计
费用	2.46	0.43	0.11	0.17	0.20	3.37

注:单位均为元/ m^3

总体来说,SBR+过滤工艺对煤制甲醇废水中的 NH_4^+-N 、COD 及 SS 具有显著的处理效果,运行方式较为灵活,构筑物设置较为简单,缓冲池对水量波动大的高氨氮煤气化废水起到了很好的缓冲作用。长期运行过程中发现该工艺仍存在如下问题: SBR 电费、药剂费较高、污泥上浮现象频发,滤池反冲洗频繁,滤料曾出现板结问题。

4 结语

针对煤制甲醇废水 NH_4^+-N 、有机物及 SS 含量高的水质特点,采用 SBR+过滤工艺进行处理,可以有效降低废水中主要污染物的含量,使出水 NH_4^+-N 、COD、SS 及 pH 达到《山东省南水北调沿线水污染物综合排放标准》(DB37/599-2006)对重点保护区域的要求。该组合工艺运行成本为 3.37 元/ m^3 。SBR 工艺运行方式较为灵活,对 NH_4^+-N 及 COD 的去除效果显著,但运行成本较高,仍未解决活性污泥法污泥易上浮的普遍问题。

参考文献

- [1]曾科,买文宁,王敏璞.甲醇生产废水处理技术应用研究[J].化工设计,2009,19(6):39-41.
- [2]贾永强,李伟,李立敏,等.新型生物组合工艺处理甲醇废水的应用研究[J].环境工程,2014,32(9):23-25.
- [3]代伟娜,贺延龄,李恒.SBR 法处理煤制甲醇废水工程实例[J].水处理技术,2011,37(10):128-130.
- [4]杨冬梅.60 万 t/a 甲醇废水处理方法及应用技术改造[J].神华科技,2011,9(2):90-92.
- [5]韩洪军,李慧强,杜茂安,等.厌氧/好氧/生物脱氮工艺处理煤化工废水[J].中国给水排水,2010,26(6):75-77.
- [6]药宝宝,高莺.改良 SBR 工艺处理德士古煤气化废水[J].能源环境保护,2009,23(6):4-7.

(上接第 23 页)

- [2]Mulkerrens D, Dobson A D W, Collieran E. Parameters affecting biological phosphate removal from wastewaters[J]. Environment International. 2004,30(8): 249-259.
- [3]Mino T, Van Lsdrecht, Heijnen J J. Microbiology and biochemistry of the enhanced biological phosphate removal process [J]. Water Research, 1998,32(11):3193-3207.
- [4]Comeau Y, Hall K J, Hancock R E W, et al. Biochemical-model for enhanced biological phosphorus removal [J]. Water Research, 1986,20(12):1511-1521.
- [5]Villaverde S, Fdz-Polanco F, García P. Nitrifying biofilm acclimation to free ammonia in submerged biofilters. Start-up influence[J]. Water Research, 2000,34(2):602-610.
- [6]Vadivelu V M, Keller J, Yuan Z. Effect of free ammonia and free nitrous acid concentration on the anabolic and catabolic processes of an enriched Nitrosomonas culture[J]. Biotechnology and Bioengineering, 2006,95(5):830-839.
- [7]Yang S F, Tay J H, Liu Y. Inhibition of free ammonia to the for-

mation of aerobic granules [J]. Biochemical Engineering Journal, 2004,17(1):41-48.

- [8]徐少娟,蒋涛,殷峻,孙培德,方治国,钟晓,等.进水氨氮浓度对强化生物除磷(EBPR)系统除磷特性及微生物群落结构的影响研究.环境科学学报,2011,31(4):745-751.
- [9]Oehmen A, Lemos P C, Carvalho G, et al. Advances in enhanced biological phosphorus removal: From micro to macro scale[J]. Water Research, 2007,41(6):2271-2300.
- [10]Smolders G J F, Vanadermeij J, Vanloosdrecht M C M, et al. Model of the anaerobic metabolism of the biological phosphorus removal process - stoichiometry and pH influence [J]. Biotechnology and Bioengineering, 1994,43(6):461-470.
- [11]Liu Y, Shi H, Li W, et al. Inhibition of chemical dose in biological phosphorus and nitrogen removal in simultaneous chemical precipitation for phosphorus removal [J]. Bioresource Technology, 2011,10(2), 4008-4012.
- [12]国家环保总局.水和废水监测分析方法(第 4 版)[M].北京:中国环境科学出版社,2002:201-284.