

# 精细化工废水提标升级改造工程案例

江晓宇\*

(九江天赐高新材料有限公司, 江西 九江 332500)

**摘要:**以某精细化工企业废水处理工程为例,介绍了“物化-混凝-厌氧氧化-水解酸化-两级接触氧化-MBR生化处理工艺”处理精细化工废水的工程应用案例,对工程设计及运行经验方面进行分析总结;设计处理水量为600 m<sup>3</sup>/d,运行结果表明,综合污水COD<sub>Cr</sub>、NH<sub>3</sub>-N、SS的去除率分别达到97.8%、79.2%、90.6%。出水口各项指标均可满足GB 8978—1996《污水综合排放标准》中的一级排放标准。

**关键词:**厌氧;水解酸化;接触氧化;MBR

**中图分类号:**X703

**文献标志码:**A

**文章编号:**0253-4320(2019)10-0182-04

**DOI:**10.16606/j.cnki.issn 0253-4320.2019.10.040

## Renovation upgrading engineering example of treatment of fine chemical wastewater

JIANG Xiao-yu\*

(Jiujiang Tinci Materials Technology Co., Ltd., Jiujiang 332500, China)

**Abstract:** Taking the wastewater treatment plant of a fine chemical enterprise as an example, this paper introduces an engineering application case using “physicochemical-coagulation-anaerobic oxidation-hydrolysis acidification-two-stage contact oxidation-MBR biochemical treatment process” to treat fine chemical wastewater. The engineering design and operation experiences are analyzed and summarized. The designed treatment water volume of the plant is 600 m<sup>3</sup> per day. The running results show that the removal rates of COD<sub>Cr</sub>, NH<sub>3</sub>-N and SS are 97.8%, 79.2% and 90.6%, respectively. The effluent water quality meets the first class of the Integrated Wastewater Discharge Standard (GB 8978—1996).

**Key words:** anaerobic; hydrolysis acidification; contact oxidation; MBR

近几年,世界各国都在调整化学工业结构,大力发展精细化工已成为一种趋势,目的是为了提升化学工业产业能级和扩大经济效益<sup>[1]</sup>。精细化工废水污染物来源多样,结构复杂,含有有毒、有害和生物难降解的有机物,且治理难度大、处理成本高,已经成为化工废水处理中的难点和重点<sup>[2]</sup>。如何选择一种技术先进、性价比高的处理方式处理该类精细化工废水对企业来说具有较强的现实意义<sup>[3]</sup>。

### 1 废水来源、水量、水质

本文中所介绍的废水处理工程是一家生产日化新型材料和锂离子电池材料的生产废水,属于精细化工废水。废水来源、设计进水水质以及出水要求分别如表1、表2所示。

表1 废水来源及水量

来源	水量/(t·d <sup>-1</sup> )	污染因子	浓度/(mg·L <sup>-1</sup> )
生活污水	80	pH	6~9
		COD	280
		SS	200
		氨氮	35

氨基酸	60	pH	8~9
		COD	10197
		盐分	53875
		LAS	0.5442
丙二胺	2	pH	9~10
		COD	71519
		氨氮	1800
		盐分	4550
卡波废水	25	pH	4~5
		COD	9500
卡波冷凝水	10	pH	6~8
		COD	600
电解质	50	pH	≤1
		COD	218
		氟化物	8000
溶剂	10	pH	6~9
		COD	10000
溶剂灌区	10	pH	6~9
		COD	800
洗桶房	60	pH	6~8
		COD	1379
		盐分	800

收稿日期:2018-12-03;修回日期:2019-08-01

作者简介:江晓宇(1988-),男,硕士,工程师,研究方向为水处理工程,通讯联系人,845131802@qq.com。

续表

来源	废水量/(t·d <sup>-1</sup> )	污染因子	浓度/(mg·L <sup>-1</sup> )
季铵盐	5	pH	6~9
		COD	3073
		总氮	105
		盐分	985
新表活甜菜碱	20	pH	6.42
		COD	6000~10000

注:pH无量纲。

表2 废水实际水质及设计进、出水水质

项目	实际进水水质	设计进水水质	出水排放标准
pH	6~9	7~9	6~9
COD <sub>Cr</sub> /(mg·L <sup>-1</sup> )	1410~3044	3000	≤100
BOD <sub>5</sub> /(mg·L <sup>-1</sup> )	800~1500	1500	≤20
SS/(mg·L <sup>-1</sup> )	270~450	450	≤70
NH <sub>3</sub> -N/(mg·L <sup>-1</sup> )	9.09~70.91	60	≤15
磷酸盐/(mg·L <sup>-1</sup> )	2.31~15.03	30	≤0.5
F <sup>-</sup> /(mg·L <sup>-1</sup> )	6.51~69.8	20	≤10
Cl <sup>-</sup> /%	0.14~0.8	0.3	—
LAS/(mg·L <sup>-1</sup> )		12	≤5

## 2 废水处理工艺介绍

### 2.1 废水处理工艺的选择

目前,针对该类精细化工废水,国内比较普遍采用的生化处理工艺流程为“物化-厌氧-好氧”<sup>[4-6]</sup>,但是根据前期获取的数据资料,本工程废水来源复杂、水质波动大、可生化性较差,采用简单的生化工艺很难保证出水水质的达标稳定,经过多次实践论证,最终采用“混凝-厌氧-水解酸化-两级接触氧化-MBR工艺”<sup>[7-12]</sup>。该工艺具有投资较少、抗冲击负荷能力强、处理效果稳定等优点。在混凝段去除大部分SS,通过水解酸化和厌氧段来提高废水的可生化性,为后续的生化处理提供更好条件。厌氧段有机负荷高,停留时间长,可进一步降解大分子有机污染物。两级接触氧化池和MBR池通过好氧生化处理,可以有效地降低出水中的有机物,同时MBR膜兼具过滤和截留污泥,可以进一步降低出水中的有机物和SS浓度,确保出水稳定达标。

### 2.2 废水处理工艺流程

废水处理工艺流程如图1所示。

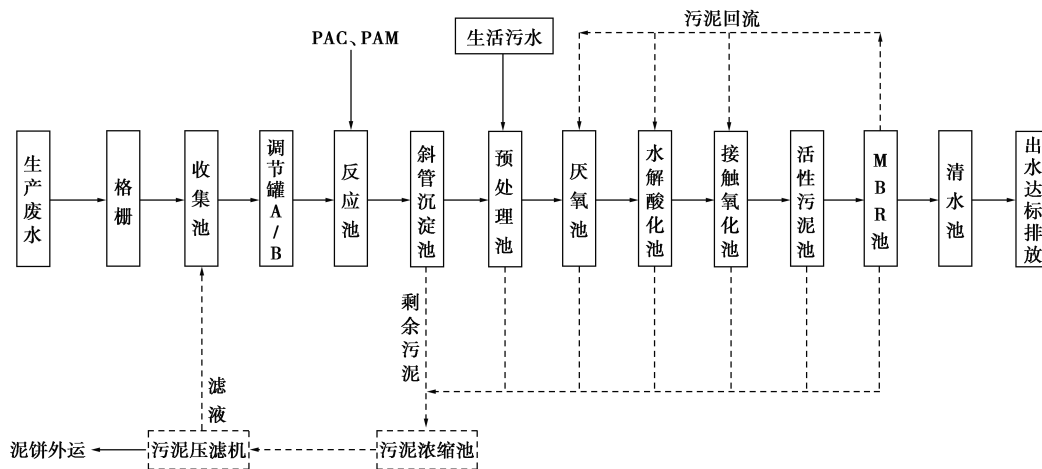


图1 废水处理工艺流程

生产废水经格栅去除掉大的悬浮物后,由提升泵提升至调节罐A/B,在调节罐A/B中通过气体搅拌,调节水质水量。进入混凝沉淀池,同时投加药剂,去除水中大部分悬浮物和对生化系统有毒有害的离子。上清液进入预处理池中,投加相应的营养及调节好pH、碱度后,汇合经过格栅处理过的生活污水一起由泵提升至脉冲布水罐,再进入厌氧池中。在厌氧菌和兼性菌的作用下,废水中难降解的有机物生成易降解的有机物,废水的可生化性大大提高,再由泵提升至脉冲布水罐,进入水解酸化池。在水

解酸化菌作用下进一步将大分子有机污染物转化为小分子物质,将水解酸化状态下形成的酸类物质分解为甲烷、CO<sub>2</sub>。

经过厌氧处理的水流入两级接触氧化池,通过曝气充氧,维持DO在2~4 mg/L,池内的好氧微生物在充足的溶解氧情况下,将废水中的有机物氧化,最终分解为CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O和无机盐,进一步去除有机物。好氧出水进入一体式膜生物反应器(MBR池)中,在高浓度的活性污泥中有机物得以进一步分解,然后经由抽吸泵将达标的水提升至清水池中,经过

原砂滤池外排至管网。

MBR 池的高浓度污泥回流到厌氧池和好氧池,补充好氧池的微生物量和厌氧池的碳源;生化池剩余污泥与混凝沉淀池的污泥由排泥阀排至污泥浓缩池,再通过污泥泵送往压滤机,经压滤机压成泥饼后委托有资质的单位集中处理。

格栅的滤渣委托环卫部门外运处理。压滤机滤出浓液回流到污泥池继续处理。

### 3 主要构筑物及设计参数

现有构筑物改造后技术参数见表 3。

表 3 现有构筑物改造后技术参数

名称	数量	尺寸		有效容积/ m <sup>3</sup>	停留时间/ h
		(有效水深)/ m	材质		
反应池 1	1	2.15×1.80×1.95	混凝土	7.55	0.302
反应池 2	1	2.15×1.80×1.85	混凝土	7.16	0.2864
斜管沉淀池	1	8.40×3.00×4.75	混凝土	119.70	0.99
预处理池	1	3.50×1.80×2.05	混凝土	12.92	0.5168
水解酸化池	1	8.40×7.70×5.00	混凝土	323.40	12.936
厌氧池	2	6.00×4.06×4.65	混凝土	113.27	9.0616
一级接触氧化池	2	5.00×4.05×4.50	混凝土	91.13	7.2904
二级接触氧化池	2	4.05×4.00×4.35	混凝土	70.47	5.6376
活性污泥池	1	8.40×0.80×4.20	混凝土	28.22	1.1288
MBR 池	1	8.40×5.00×4.10	混凝土	172.20	6.888
砂滤池	1	5.15×2.00×4.00	混凝土	41.20	1.648
清水池	1	2.95×2.00×4.00	混凝土	23.60	0.944

### 4 主要设备参数

主要设备技术参数见表 4。

表 4 主要设备技术参数表

名称	数量	规格	用途
水解酸化池脉冲罐	1	D 1.4 m×H 1.8 m	脉冲搅拌
厌氧池脉冲罐	2	D 1.05 m×H 1.55 m	脉冲搅拌
脉冲提升泵	4	46.7 m <sup>3</sup> /h, 17 m, 3.7 kW	管道泵
鼓风机	2	11 kW	供给空气
污泥回流泵	2	32 m <sup>3</sup> /h, 12 m, 2.2 kW	管道泵
混合液回流泵	2	32 m <sup>3</sup> /h, 12 m, 2.2 kW	管道泵
MBR 产水泵	4	21 m <sup>3</sup> /h, 25 m, 3.7 kW	管道泵
MBR 清洗泵	1	17 m <sup>3</sup> /h, 27 m, 3.7 kW	管道泵
MBR 膜组件	4	产水量 13 L/(m <sup>2</sup> ·h)	过滤

### 5 工程设计特点

(1) 整个工程只需增加 2 个 150 m<sup>3</sup> 调节罐,将原调节池改为厌氧池,原二沉池改造为 MBR 池,其他池体功能几乎维持不变,节约造价,节约用地,便于管理。

(2) 针对该企业废水的特点,不需要考虑化学氧化处理工艺,主要还是以“水解-厌氧-好氧”的生化处理工艺为主,该工艺投资少、管理方便、运行费用低、处理效果稳定。

(3) 结合企业实际情况,将企业原有二沉池改为 MBR 池,利旧设施和新工艺结合,既避免了处理设施的浪费,又提高了处理效果,实现双赢。

(4) 厌氧池、水解酸化池采用脉冲式搅拌,增加废水与厌氧污泥的接触面积,处理效果很稳定。考虑所在地区冬季温度较低,利用企业富余蒸汽加热,温度控制在 32~38℃,保证厌氧污泥良好的生长环境。

### 6 工程运行效果

本工程于 2016 年 9 月开始进行调试,调试过程中也出现过系统运行不稳定的情况。经内部分析,由于公司产线较多,每个车间排水时间不一致,调节罐无实时在线监测设备,导致进水水质波动大。通过加强管理,控制各个车间打水的时间和频率,同时增加进水端废水在线分析仪器,确保进入废水生化系统水质的稳定性,保证污水处理站运行正常。

本工程自运行 1 年半以来,各项出水指标均达到 GB 8978—1996《污水综合排放标准》中的一级排放标准,见表 5。

表 5 工艺设计的污染物去除效果

名称	物化单元			生化单元			MBR 出水/ (mg·L <sup>-1</sup> )	总去除率/ %
	进水 浓度/ (mg·L <sup>-1</sup> )	出水 浓度/ (mg·L <sup>-1</sup> )	去除 率/%	进水 浓度/ (mg·L <sup>-1</sup> )	出水 浓度/ (mg·L <sup>-1</sup> )	去除 率/%		
COD <sub>Cr</sub>	2949	2478	15.9	2478	285	88.5	64	97.8
NH <sub>3</sub> -N	40.3	26.6	33.9	26.6	13.6	48.9	8.4	79.2
SS	340	93	72.6	93	56	39.8	32	90.6
F <sup>-</sup>	12.3	9.56	33.3	9.56	8.38	12.3	8.24	33
pH	6~9	—	—	—	—	—	6~9	—

注:pH 无量纲,表中所示数据为多次测得平均值。

## 7 投资及主要经济指标

本工程总投资约为580万元,污水处理厂升级改造后总装机容量53.8 kW,运行功率31.5 kW,日耗电量756.6 kWh;以本地区电费0.8元/kWh计算,日运行电费为605元,吨水电费为2.89元。废水处理站每日投加药剂PAC、PAM,消泡剂、消毒剂,吨水药剂费为0.71元;污水处理厂提标升级改造后,日常运行吨水处理费为3.60元。

## 8 结语

(1)采用“混凝-厌氧-水解酸化-两级接触氧化-MBR”工艺处理精细化工企业综合废水是可行的,该处理工艺成熟稳定,耐抗冲击负荷,运行维护成本低,员工易上手操作。

(2)精细化工废水来源多样,有些废水具有特征污染因子复杂、同时还具备生物抑制性等特点,仅仅采用单一的、传统的生化处理方法有时无法对其完全处理,只有将物化处理和生化处理相结合才能有效对精细化工废水进行处理,如有必要还需要将特定精细化工废水进行分质、分类处理,才能保证处理效果。

### 参考文献

[1] 武桂玲.精细化工行业现状及发展趋势[J].中国化工贸易,

2012,(6):328-328.

- [2] 王家彩,臧雪松,崔胜霞.精细化工厂污水处理扩容改造工程实例[J].环境科技,2013,26(5):34-36.
- [3] 李发站,吕锡武,叶友胜,等.难降解废水的可生化性探讨[J].工业水处理,2005,25(5):65-68.
- [4] 包焕忠,曹国强,王丽.生物强化法处理精细化工污水[J].石油化工安全环保技术,2009,25(3):56-57.
- [5] 杨祝平,郭淑琴.利用两级氧化工艺处理生物精细化工污水[J].水工业市场,2009,(1/2):78-81.
- [6] Xu J.Study on anaerobic-aerobic biodegradable treatment of aniline wastewater[J]. Chinese Journal of Environmental Engineering, 2011,5(9):2075-2081.
- [7] 冯津津,李晓红,曾萍,等.采用水解酸化-复合好氧处理制药工业废水的工艺评价[J].环境工程学报,2015,9(3):1043-1048.
- [8] Zhang X Peng.Study on anaerobic-aerobic treatment of automobile degreased wastewater[J].Chinese Journal of Environmental Engineering, 2010,4(5):1125-1128.
- [9] 温飞.折流厌氧-好氧组合处理畜禽养殖废水现场试验研究[D].杭州:浙江工业大学,2017.
- [10] 程永伟,武彦生,高雄,等.A/O+MBR组合工艺处理方便面厂生产废水[J].中国给水排水,2018,(2):103-106.
- [11] 罗国兰.水解酸化+A/O+MBR工艺处理己内酰胺废水的工程实践[J].建材与装饰,2013,(38):81-82.
- [12] 黄辉,陈耀楠,杨文澜,等.水解酸化-A2/O-MBR工艺处理肉类加工废水[J].中国给水排水,2013,29(4):80-82. ■

(上接第181页)

足、吹扫不彻底等,管道都会有发生腐蚀的风险,根据目前工程实际运行情况来说,这一问题在实际运行中很难避免,因此相应的管道维护工作会很烦杂并且费用也会较高。同时为了维持这一温度,每小时所耗中压蒸汽量也较大,操作费用也较高。④本项目装置众多,装置与装置间物料输送频繁,管廊空间紧张,如需要铺设一根DN600的热烟气管,为解决热应力问题将给管道设计带来难度,同时也会相应带来管廊投资的增加。⑤中压蒸汽伴热后凝结水如果回收,回收点烦多,并且不集中,同时还需设置大量凝水回收设施;如果凝结水不回收直接排放至净下水系统,则管廊沿途地沟会冒蒸汽,影响企业整体生产形象。

综上对比分析,方案一和方案二的运行费用基本无差别,方案二的投资明显高于方案一,单纯从投资角度考虑,方案一送烟气更有优势,但方案二送溶液的装置独立操作性强,后续设计难度低,也不会产

生如前所述方案一的各种不利因素。硫酸铵溶液直接送往的是硫酸铵结晶成型系统,即便硫磺回收装置操作产生波动,硫酸铵溶液中带有微量的硫化氢或硫元素也不会对动力中心锅炉氨法脱硫产生影响,从而无需担心全厂的运行状态受到硫磺回收装置的干扰。另外也不存在担心烟气管道露点腐蚀的问题。因此,从装置的可靠性、可维护性及全厂的运行稳定性上考虑,建议采用方案二,在硫磺回收装置设置独立的氨法脱硫系统,外送硫酸铵溶液。

### 参考文献

- [1] 韩科,刘春辉.新排放标准下的硫磺回收尾气处理技术选择[J].现代化工,2017,37(9):159-163.
- [2] 周丹黎,张翔.煤化工酸性气脱硫技术的对比分析研究[J].化学工程,2017,45(7):69-73.
- [3] 陈庚良.硫磺回收尾气处理工艺的技术发展动向[J].天然气与石油,2016,34(3):35-39.
- [4] 赵代胜.煤化工 Claus 尾气循环处理技术方案探讨[J].现代化工,2016,36(11):150-155. ■