



混凝—气浮—生物接触氧化处理明胶废水

熊代群^{1,2}, 刘惠成³, 陈航³, 周小飞⁴

(1. 北京科技大学 土木与环境工程学院, 北京 100083; 2. 海南农垦科技创新中心, 海南 海口 570206; 3. 顺环市政工程有限公司, 广东 佛山 528300; 4. 厦门大学 环境科学中心, 福建 厦门 361005)

摘要: 广东某明胶厂应用混凝—气浮—生物接触氧化组合工艺处理明胶废水, 运行实践证明: 该工艺切实可行, 处理出水水质达到广东省《水污染物排放限值》(DB 44/26—2001) 一级标准。

关键词: 明胶废水; 混凝; 气浮; 生物接触氧化

中图分类号: X703.1 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2006)22-0069-03

Gelatine Wastewater Treatment Using Coagulation/Air Floatation/Biological Contact Oxidation Process

XIONG Dai-qun^{1,2}, LIU Hui-cheng³, CHEN Hang³, ZHOU Xiao-fei⁴

(1. School of Civil and Environmental Engineering, University of Science and Technology Beijing, Beijing 100083, China; 2. Innovation Centre for Science and Technology, Hainan Farms Bureau, Haikou 570206, China; 3. Shunhuan Municipal Engineering Equipment Co. Ltd., Foshan 528300, China; 4. Environmental Science Research Centre, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

Abstract: Gelatine wastewater from a gelatine factory in Guangdong Province was treated by coagulation/air flotation/biological contact oxidation process. The operation result demonstrates that this process is feasible, and the treated effluent quality can meet first class of *Limits for Emissions of Water Pollutants* (DB 44/26-2001).

Key words: gelatine wastewater; coagulation; air flotation; biological contact oxidation

明胶业是我国重要的工业之一, 主要产品有食用明胶、医用明胶、黑白及彩卷明胶等。明胶生产废水量大、有害物质负荷高且组成复杂, 特别是明胶生产浸灰工段排放的高钙、高有机物的碱性废水, 严重地污染了周围环境^[1]。

1 工程概况

广东某明胶厂于 1991 年建成投产, 原料主要来自牛骨。

该厂废水主要来自水力脱脂、酸化、浸灰、淘洗等过程, 含有大量的碱溶性蛋白质、油脂、可溶性钠盐、钙盐、硫化物和骨素纤维等, 属强碱性废水。该

厂废水排放量为 2 000 m³/d, 采用沉淀—生化处理工艺。

主要处理构筑物见表 1。

表 1 主要处理构筑物

Tab. 1 Main treatment constructions

处理单元	尺寸/(m × m × m)	结构	数量
集水池	5.75 × 8.50 × 1.85	地下式, 钢筋混凝土	1
调节池	16.0 × 21.5 × 3.8	地上式, 钢筋混凝土	1
初沉池	4.5 × 4.5 × 3.8	地上式, 钢筋混凝土	2
预曝气池	6.0 × 21.5 × 3.8	地上式, 钢筋混凝土	1
曝气池	14.0 × 4.0 × 3.7	半地上式, 钢筋混凝土	12
二沉池	4.5 × 4.5 × 3.8	半地上式, 钢筋混凝土	4
污泥池	5.5 × 4.3 × 1.5	地上式, 钢筋混凝土	1

2 明胶废水处理工程改造

2.1 设计水质、水量

2002年后该厂为适应市场需求,扩大了生产规模,明胶废水量增至 $3\,300\text{ m}^3/\text{d}$,而此时需执行相对较严的广东省《水污染物排放限值》(DB 44/26—2001)第二时段的一级排放标准,所以原处理设施无法满足达标要求,必须对其进行改造。为节省新占地和降低投资,改造在原有构筑物的基础上进行。该厂全天 24 h 生产,设计流量为 $150\text{ m}^3/\text{h}$,设计进、出水水质见表2。

表2 设计进、出水水质

Tab. 2 Design influent and effluent quality

项目	pH	COD/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	BOD ₅ / ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	S ²⁻ / ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	SS/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)
废水水质	9~13	2 800~ 3 500	1 100~ 1 800	13~20	1 500~ 2 000
排放标准	6~9	≤90	≤20	≤0.5	≤100

2.2 工艺流程及设计说明

基于该厂废水间歇排放,水质、水量不稳定,含有多硫化物、油脂、蛋白质,为高浓度有机废水等特点,设计了如下处理流程(见图1)。

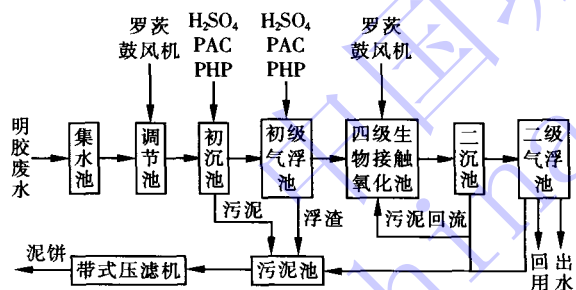


图1 明胶生产废水处理流程

Fig. 1 Flow chart of gelatine wastewater treatment

在明胶生产过程中,脱脂、浸酸、浸灰、提取车间排放的废水浓度不同,各车间的废水必须流入集水池,以均匀水量、水质^[2]。明胶废水中含有大量可溶性蛋白质,实际上是悬胶体、悬浊液、乳浊液等混合物。这种废水在碱性介质中很难自然沉降、澄清,必须先采用物理或化学法破坏胶体的稳定性而使之凝聚^[3]。明胶废水中还含有大量的油脂杂质,这些油脂不溶于水,难以沉淀,所以一定要设置气浮。经沉淀、气浮处理后,废水的COD降至 $1\,000\text{ mg/L}$ 以下。由于废水中尚有较多的硫化物,如果用传统的厌氧处理方式,会增加硫化物的浓度,产生恶

臭,因此用好氧处理来降低COD和S²⁻浓度。

工艺流程如下:废水汇集至集水池,之后进入调节池调匀水质、水量,调节池中设置穿孔管预曝气,由1台罗茨鼓风机供气。废水经水泵提升至初沉池,在反应区由pH控制仪控制,自动投加浓硫酸,将pH值调到10,投加混凝剂PAC、PHP,产生大量絮体,可去除CaO、碎骨等。废水进一步入初级气浮池,在反应区内也设置1台pH控制仪,自动加硫酸,使pH值降至8,又投加PAC、PHP,可将废水中大量浮油去除。原水经混凝沉淀和气浮后,COD去除率可达70%以上。气浮处理出水再经四级生物接触氧化池进行处理。生物接触氧化池内挂组合纤维填料和煤渣填料,依靠填料上的微生物分解废水中污染物。第四级生物接触氧化池内脱落的生物膜形成污泥流入二沉池。废水经二级沉淀和二级气浮后外排。沉淀池内的沉渣和气浮池的浮渣流到污泥池中,经带式压滤机脱水,泥饼外运到填埋场进行无害化处理。

2.3 主要构筑物设计参数

- ① 集水池:原有。
- ② 预曝气池:原有。
- ③ 调节池:原有。内设穿孔曝气管,间距 20 cm ,孔径 6 mm ,HRT= 8 h ,气水比 $5:1$ 。
- ④ 初沉池:新增,1座,尺寸为 $12.0\text{ m} \times 6.0\text{ m} \times 5.0\text{ m}$,内放PP斜管 66 m^2 ,HRT= 2.1 h 。原初沉池被改造为污泥池。
- ⑤ 初级气浮池:新增,1座,尺寸为 $12.0\text{ m} \times 6.0\text{ m} \times 3.0\text{ m}$,处理能力为 $150\text{ m}^3/\text{h}$,回流比为30%,HRT= 1 h ,地上式钢板结构,气浮机型号为ZSQF-150。
- ⑥ 四级生物接触氧化池:改造,12座。原来每个曝气池加高 0.8 m ,单池尺寸为 $14.0\text{ m} \times 4.0\text{ m} \times 4.5\text{ m}$,内放 2.5 m 高组合纤维填料和煤渣填料,微孔曝气器共432个,BOD容积负荷为 $1.5\text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$,HRT= 18 h ,气水比为 $15:1$ 。
- ⑦ 二沉池:改造,4座。在原有基础上加高 0.5 m ,尺寸为 $4.5\text{ m} \times 4.5\text{ m} \times 4.3\text{ m}$,内放PP斜管 20 m^2 ,表面负荷 $1.85\text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$,部分无法下沉的污泥由后续气浮去除。
- ⑧ 二级气浮池:新增,1座,尺寸为 $12.0\text{ m} \times 6.0\text{ m} \times 3.0\text{ m}$,处理能力为 $150\text{ m}^3/\text{h}$,回流比为30%,HRT= 1 h ,地上式钢板结构,气浮机型号为

ZSQF-150。

⑨ 污泥池:原有1座,改造2座。保留原有的1座污泥池,另外将原有的2座初沉池改造为污泥池。

3 污泥培养

各处理单元完工后,灌满水,检查是否有裂漏。确认无裂漏后,就可进行菌种培养。向生物接触氧化池内灌满水,启动鼓风机,投放污水厂的活性污泥泥饼20 m³,闷曝2 d,再启动污水泵,以废水设计流量(150 m³/h)的1/3,连续7 d进水培养菌种。此后,以7 d为1个周期,依次增加废水量的1/3,至第4周污泥外观呈大团絮状,触摸有光滑感。连续培养菌种1个多月,直到废水全部处理清澈,表明菌种培养成熟。

鼓风机全天24 h运行,轮流自动转换,保证四级生物接触氧化池DO分别达0.5、1、2、2 mg/L。另外,明胶废水流量大时要特别留意布水均匀、填料负荷及气水比等参数。

4 运行结果

该废水处理系统运行两个月后,运行情况稳定,于2003年7月通过当地环保局验收。运行效果见表3,各处理单元在运行稳定后第5周的处理效果见表4。

表3 设施运行效果
Tab.3 Operational results

采样时间 (运行 稳定后)	pH		COD/ (mg·L ⁻¹)		BOD ₅ / (mg·L ⁻¹)		S ²⁻ / (mg·L ⁻¹)		SS/ (mg·L ⁻¹)	
	进水	出水	进水	出水	进水	出水	进水	出水	进水	出水
第1周	11.29	8.11	308	92	1320	18	18.3	0.5	1850	42
第3周	12.21	8.53	297	81	1123	16	13.8	0.3	1643	38
第5周	12.29	7.60	335	87	1614	19	18.3	0.4	1863	35

表4 各处理单元处理效果

Tab.4 Treatment result of each treatment unit

处理 单元	pH		COD/ (mg·L ⁻¹)		BOD ₅ / (mg·L ⁻¹)		S ²⁻ / (mg·L ⁻¹)		SS/ (mg·L ⁻¹)	
	进水	出水	进水	出水	进水	出水	进水	出水	进水	出水
调节池	12.29	12.61	356	302	1614	452	18.3	17.9	1863	1852
初沉池	12.61	9.83	302	181	1452	871	17.9	11.3	1852	1296
初级 气浮池	9.83	8.32	1812	906	871	433	11.3	6.4	1296	389
生物 氧化池	8.32	8.12	906	135	433	86	6.4	1.3	389	154
二沉池	8.12	8.21	135	108	86	46	1.3	0.8	154	89
二级 气浮池	8.21	7.60	108	87	46	19	0.8	0.4	89	35

由表3、4可知,处理出水水质稳定且全部达到或优于《水污染物排放限值》(DB 44/26—2001)一级排放标准。

5 经济分析

该厂明胶废水处理要消耗硫酸、PAC和PHP等药剂,需专职技术管理人员2名,废水处理运行费用及总投资如下:

① 电费:设备运行功率为137 kW,功率因数为0.8,电价以0.8元/(kW·h)计,则电费为0.58元/m³。

② 药剂费:处理吨水消耗硫酸、PAC和PHP量分别为0.5、0.02、0.5 kg,三者市场价依次为800元/t、2.6元/kg、28元/kg,则处理吨废水需药剂费合计0.47元/m³。

③ 人工费:技术管理人员需2名,平均工资1500元/月,则人工费为0.05元/m³。

综上可知,明胶废水处理工程的运行费用为1.10元/m³。

④ 总投资:土建改造、设备、设计及调试费用分别为50、165、13.17万元,总投资为228.17万元。

6 经验与建议

① 应用混凝—气浮—生物接触氧化工艺处理明胶废水,出水水质能满足广东省《水污染物排放限值》(DB 44/26—2001)一级排放标准。

② 明胶废水流量大时要特别留意布水均匀、填料负荷及气水比等参数。

③ 设置气浮很必要,因为明胶废水中含有大量浮油。

④ 改造工程是在原有构筑物的基础上进行的,不仅节约了占地,而且降低了投资。

参考文献:

[1] 邹小兵,孟刚,郑泽根,等. 治理明胶生产废水污染研究进展[J]. 明胶科学与技术,2004,24(2):74-82.
[2] 许文锋,殷峻,陈英旭. 兼氧—好氧—混凝工艺在明胶废水处理中的应用[J]. 环境工程,2001,19(6):11-12.
[3] 贺冬妮. 明胶废水治理研究[J]. 内蒙古水利,2005,6(1):58-59.