

混凝浮选及生物法处理肠衣加工废水

Treatment of casing processing wastewater

by coagulation flotation and biological method

葛 鹏 (南京大学环境规划设计研究院集团股份公司, 江苏 南京 210093)

Ge Peng (Nanjing University environmental planning and Design Institute Group Co., Ltd., Jiangsu Nanjing 210093)

摘要: 以某肠衣制造公司内污水站实际处理废水为例, 对该厂区污水站运行中存在的问题进行剖析, 通过局部改进措施使得该污水站废水水质满足接管至园区污水处理厂集中处理的标准, 其中 pH、COD、SS、动植物油接管标准执行《污水综合排放标准》(GB8978-1996) 表 4 中三级标准, 氨氮、总氮、总磷、硫酸盐接管标准执行《污水排入城镇下水道水质标准》(GB/T31962-2015) B 级标准。

关键词: 肠衣加工废水; 混凝; 浮选; 生物法

Abstract: Taking the wastewater actually treated by the sewage station in a casing manufacturing company as an example, the problems existing in the operation of the sewage station in the plant area are analyzed. Through local improvement measures, the wastewater quality of the sewage station meets the standard of centralized treatment taken over to the sewage treatment plant in the park, including pH, COD, SS. The standards for connecting pipes of animal and vegetable oils shall comply with the class III standards in Table 4 of the integrated wastewater discharge standard (GB8978-1996), and the standards for connecting pipes of ammonia nitrogen, total nitrogen, total phosphorus and sulfate shall comply with the class B standards of the water quality standard for sewage discharged into urban sewers (GB/t31962-2015).

Key words: Casing processing wastewater; Coagulation method; Air floatation; Biological method

胶原蛋白肠衣的性质和天然肠衣相近, 但同时比天然肠衣更易于生产。由于传统天然肠衣制品的产量受到限制, 市场上出现了肠衣供不应求的情况, 胶原蛋白肠衣的出现解决了这一问题, 并且具有口径多样, 透气性好, 热稳定性好等优点, 很受用户欢迎, 在我国具有很好的开发前景。

本文对该肠衣制造公司厂区废水处理站实际运行中遇到的问题进行介绍, 通过工程概况、现有污水处理设施及存在的问题、改进措施、改进后的运行效果等几个方面的探讨, 为其他类似肠衣制造公司废水处理站工程设计方案及运营提供参考与示范作用。

1 项目概况

该公司主要从事胶原蛋白肠衣的生产、销售, 目前厂区已建有胶原蛋白肠衣的生产线。本项目废水包含生活污水、原皮清洗废水、密封及清洗废水、初期雨水、碱液喷淋废水、盐酸储罐吸收废水。其中原皮清洗废水、密封及清洗废水、初期雨水、碱液喷淋废水、盐酸储罐吸收废水经厂区内废水预处理站(调节+混凝+浮选+AO)处理达到园区污水厂接管标准后, 接入污水管网。生活污水经“隔油池+化粪池”处理后直接接入污水管网。

生产废水主要来自于设备清洗废水和原皮处理清洗废水, 其中原皮处理清洗废水的主要生产工艺见图 1 所

示。



图 1 原皮处理清洗废水工艺流程

企业购买的原料皮为经过石灰鞣制的牛皮真皮层(不在本项目内进行鞣制), 原料皮需经过 20 次清洗, 最后三次用 2℃ 工艺冷冻水清洗, 冷却原皮并将清洗好的原皮放入箱子送入清洁原皮冷藏室存储备用。原皮清洗废水经废水过滤器过滤后与设备清洗等废水一同进入厂内污水处理设施处理。

项目废水产生及处理措施情况见表 1。

表 1 废水产生及处理措施汇总表

车间名称	产生工段	污染物	治理措施
肠衣生产车间	原皮清洗	COD、BOD、SS、氨氮、总氮、硫酸盐、动植物油	经厂区污水处理站“中和+混凝+浮选+A/O+平板膜生物反应器(MBR)”处理后接管至园区污水处理厂
	密封及设备清洗	COD、BOD、SS	

2 现有污水处理设施及存在的问题

2.1 工艺流程

车间综合废水流至集水坑, 提升经过转鼓格栅去除

大的悬浮物，再经调节池调节后进反应器 A 去除硫酸根离子后，最终经浮选装置预处理后至后续生化反应池。污水主要污染指标为：COD、NH₃-N 和 TN，厂区污水站主体处理单元采用“调节 + 混凝 + 浮选 + AO”工艺，污水处理具体工艺流程如图 2 所示。

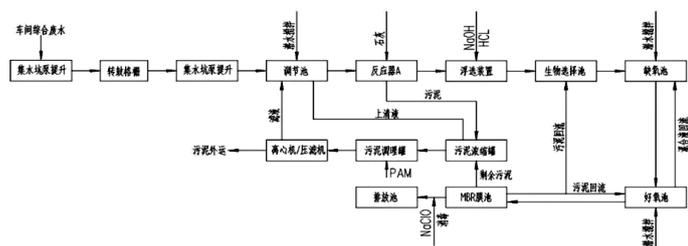


图 2 废水处理工艺流程

2.2 主要处理单元

本项目废水主要处理单位如表 2、表 3 所示。

表 2 废水处理站主要构筑物一览表

项目	规格 / 型号	单位	数量
格栅井	1500 × 500 × 1000mm	座	1
人工格栅	1500 × 500mm	套	1
调节池	10000 × 3000 × 4000mm	座	1
厌氧池	3000 × 2500 × 4000mm	座	1
缺氧池	3000 × 2500 × 4000mm	座	1
回用水池	3200 × 3000 × 4000mm	座	1
污泥池	3200 × 2000 × 4000mm	座	1
风机房	4500 × 3000 × 6000mm	间	1
加药间	4500 × 3500 × 6000mm	间	1
控制间	4500 × 3000 × 6000mm	间	1

表 3 废水处理站主要设备一览表

序号	项目	单位	数量	序号	项目	单位	数量
1	滚筒筛	套	1	8	表面曝气机	座	1
2	提升泵	台	6	9	污泥循环泵	台	1
3	中转泵	台	2	10	剩余污泥泵	台	2
4	计量加药泵	台	4	11	厢式压滤机	套	1
5	浮选装置	座	2	12	卧螺离心机	套	1
6	污泥浓缩 / 调理罐	座	2	13	MBR 膜组件	套	3
7	潜水搅拌机	座	2	14	反应器 A	套	1

2.3 工艺设计说明

本项目污水含有较多颗粒物、悬浮物、动植物油、硫酸根、NH₃-N 和 TN 等物质，高效预处理工艺的选用是保证后续生化稳定运行和达标排放的前提。本污水站采用转鼓格栅去除进水中的碎肉、原皮皮屑等颗粒物；随后选用反应器 A 通过投加药剂以形成硫酸钙沉淀的形式去除水质中的硫酸根离子，再通过浮选装置对水质中的悬浮物和动植物油等进行浮选处理，去除水中的颗粒物、悬浮物和动植物油，并降低污水中的 SS、COD 等指标，为后续生化系统减负。经过转鼓格栅、反应器 A 和浮选装置设备预处理后，污水主要污染指标为：COD、NH₃-N 和 TN 等。

厂区污水站主要处理单元采用“调节 + 混凝 + 浮选 + AO”工艺^[1]，其中 A/O 采用活性污泥法，可有效去除 COD、NH₃-N 和 TN 等污染物。污水经前端预处理后提升至生化处理系统，污水首先进入缺氧池，随后自流进入好氧池，池内培养活性污泥，通过表面曝气进行生化处理，并在 A 池与 O 池之间设置混合液回流设备。最终 O 池出水经 MBR 池完成泥水分离，出水直接排放进入园区污水管网，部分污泥回流至生化系统，维持系统污泥浓度，剩余污泥经脱水后外运委托有资质的单位进行处理。本项目废水工段简述如下：

①转鼓格栅：废水通过格栅去除较大的颗粒物、悬浮物等物质；

②调节池：调节水量、均衡水质；

③反应器 A：投加石灰来降低硫酸盐浓度；

④浮选装置：调节水质的 pH，并提供投加药剂进一步去除水中的颗粒物、悬浮物和动植物油等物质；

⑤缺氧池：废水通过提升泵提升到缺氧池，池内设有搅拌机。在缺氧微生物的作用下，把有些大分子有机物降解为简单的易生化的小分子有机物质，提高废水的可生化性，并在反硝化菌的作用下起到脱氮的效果。通过投加适量的磷酸二氢钠补充磷源，缺氧池出水自流到好氧池^[2]；

⑥好氧池：废水通过表面曝气机曝气，防止池内悬浮体下沉，并加强池内有机物与微生物及溶解氧接触的目的。池内微生物在有充足溶解氧的条件下，对污水中的有机物进行氧化分解，同时利用硝化菌将氨氮转换为硝酸盐，以此来去除氨氮的目的^[3]；

⑦ MBR 膜池：经 MBR 膜泥水分离后，出水经次氯酸钠消毒后直接流入排放水池；

⑧污泥处理：剩余污泥进入污泥浓缩池内进行浓缩处理，然后再经污泥调理池进行调理，最后由污泥泵打入压滤机进行脱水处理，滤液回流到调节池内继续处理，泥饼委托第三方有资质的单位处置。

2.4 目前进、出水水质

该企业废水主要为清洗牛皮和清洗设备的生产废水，生产中大量使用硫酸铵和部分氨气，综合废水中氨氮、总氮等含量较高。废水经处理后各因子应达到国家

相应的排放标准,其中 pH、COD、SS、动植物油接管标准执行《污水综合排放标准》(GB8978-1996)表 4 中三级标准,氨氮、总氮、总磷、硫酸盐接管标准执行《污水排入城镇下水道水质标准》(GB/T31962-2015) B 级标准,目前企业污水站实际进、出水水质见表 4。

表 4 目前进、出水水质

项目	pH	COD	SS	氨氮	总磷	动植物油	总氮	硫酸盐
进水水质	< 6	1000	600	150	5	150	180	600
出水水质	6~9	22	--	73	0.02	0.6	123	23
接管标准	6~9	500	400	45	8	100	70	600
超标因子	√	√	√	×	√	√	×	√

×: 代表超标因子,√: 表示达标因子

由表可知,污水站出水水质中氨氮因子经常季节性超标,总氮一直不满足排放标准,为此当地职能部门给该企业限期整改的意见。

2.5 目前存在的问题

①本企业属于肉制品加工企业,生产车间对卫生、安全要求格外严格,为保证产品的品质防止微生物迅速大量繁殖,车间采用低温水清洗作业,车间排放水常年水温低于 10℃,另污水站未及时安装加热系统,且曝气池采用表面曝气机曝气供氧的方式,最终低温水直接降低了污泥的活性,污水站出水水质因子中氨氮经常季节性超标、出水总氮一直不满足要求;

②污水站设计时未设置二次沉淀池,采用 O 池出水直接经 MBR 膜池,通过 MBR 膜组件来达到泥水分离的目的,出水不回用,直接排入园区市政污水处理管网,然而膜组件堵塞严重,膜通量小,严重限制了污水站日处理能力。

3 改进措施

3.1 针对污水站氨氮、总氮超标问题

将原来的“表面曝气”方式改进为“管膜曝气”的方式,替换原有的表面曝气机,并在 O 池上方加盖防止热量散失,与此同时,在生物选择池内增加蒸汽换热装置,确保冬季极端天气下废水在合理的温度范围内,保障污水站活性污泥能发挥正常活性。

经现场检测分析,该污水的五日生化需氧量 BOD₅与总凯氏氮 TKN 之比失衡,通过比选,再结合企业自身生产过程中使用甘油的情况,最终确定甘油作为污水站直接碳源的补充^[4]。

另将现有 A/O 池之间的污泥循环泵循环流量提高到进水流量的 4 倍,确保混合液回流比以达到脱氮的目的,并在 A 池加装 1 台潜水搅拌机,防止发生污泥下沉、污水短流等现象。

3.2 针对污水站 MBR 膜组件堵塞限制生产问题

企业生产中大量使用硫酸铵化学品,污水站为了降

低硫酸根的含量采用投加石灰增加钙离子的含量,通过钙离子与硫酸根相结合形成硫酸钙沉淀物^[5]的方法来达到削减硫酸根的目的。而车间生产时硫酸铵使用量波动较大,现场很难根据来水情况实时调整投加石灰的量,容易引起石灰投加量不足或过量的情形;该企业属于外商独资企业,生产附加值较高,生产线不能因下游污水站处理能力降低而影响到企业的正常生产。原有思路为保证企业正常生产,减少污水站运营的压力,考虑新建二次沉淀池用作 O 池出水的泥水分离,结合企业用地审批情况,再根据现场 MBR 年久失修,现场膜组件吊运设施已处于近废弃状态,最终决定污水站设有的 2 台浮选机,将其中 1 台闲置的浮选机短期内临时用于 O 池出水的泥水分离。

通过以上调整,污水站在未停机的前提下,并以极低的成本大大提高了污水站的日处理能力。

4 结论

经过对现有污水站问题梳理并进行改进,最终在近 2 周的调试运行后,各项出水水质指标均达到预期效果,其中氨氮综合平均去除率约为 98%,总氮综合平均去除率约为 86%,项目废水处理系统各单位处理效果见表 5。

表 5 项目废水处理系统各单位预处理效果

项目	pH	COD	SS	氨氮	总磷	动植物油	总氮	硫酸盐
进水水质	< 6	1000	< 600	150	5	150	180	600
出水水质	6~9	13	7	2.5	0.02	0.4	25.2	17
接管标准	6~9	500	400	45	8	100	70	600
超标因子	√	√	√	√	√	√	√	√

×: 代表超标因子,√: 表示达标因子

本工程实践表明,采用“混凝+浮选预处理+AO 生化法综合处理”的总体工艺系统,对肠衣废水的处理具有明显的优势。物化处理段强化去除颗粒物、悬浮物、动植物油、硫酸根等物质,并通过补充适量的碳源、磷源等营养成分,同时通过提高污水温度增强污泥的活性。污水最终再经过 AO 活性污泥法工艺去除污水中的有机物、氨氮、总氮等物质,处理出水效果显著。

参考文献:

- [1] 曾爱娣. 肠衣加工废水的生物学处理及综合效益分析 [J]. 江苏环境科技, 2004(S1):2.
- [2] 潘锋, 浦定艳, 王连军. 肠衣废水的厌氧生物处理 [J]. 中国沼气, 2006, 24(4):4.
- [3] 顾夏声. 水处理微生物学基础 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1988.
- [4] 陈郭健. 高盐度, 高氨氮肠衣废水的治理研究 [J]. 环境与开发, 1995, 10(1):3.
- [5] 严瑞璇. 水处理剂应用手册 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2001.