

运行与管理

## 甜菊糖废水处理设施检修改造经验总结

李艳莉, 郝平平, 李俊和, 韩文杰, 袁新英  
(晨光生物科技集团股份有限公司, 河北 邯郸 057250)

**摘要:** 介绍了晨光生物科技集团股份有限公司甜菊糖废水处理工程的现状,分析了目前存在的主要问题及其原因,并根据实际情况新增了预处理设施,增加了厌氧回流管路,开罐检修疏通IC厌氧反应器,对结垢构筑物和腐蚀管路进行更换或防腐处理,好氧系统进行曝气头更换,污泥处理由板框压滤更换为带式压滤。改造后出水水质满足《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)的三级标准。

**关键词:** 甜菊糖废水; 检修; 改造

**中图分类号:** X703.1 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2017)10-0132-04

## Experiences Summary of Overhaul and Reformation for Stevioside Wastewater Treatment Project

LI Yan-li, HAO Ping-ping, LI Jun-he, HAN Wen-jie, YUAN Xin-ying  
(Chenguang Biotech. Group Co. Ltd., Handan 057250, China)

**Abstract:** The actual treatment of wastewater from the stevioside extraction in Chenguang Biotech. Group Co. Ltd. was briefly introduced. Based on the long-term operation data and experiences, the main problems and related potential causes were analyzed, and specific solutions were proposed. The overhaul and reformation on the treatment facilities were as follows: adding pre-treatment facility and anaerobic re-flux line, inspecting and dredging the IC anaerobic reactor, replacing or anti-corrosion treating the fouling structures and corrosion pipelines, replacing the microporous aeration plates in aeration reactor, adopting-belt filter press instead of previous plate pressure filter, and so on. These series of improvements offer a reference for the stevioside wastewater treatment and the effluent quality can meet the third grade standard of *Integrated Wastewater Discharge Standard* (GB 8978 - 1996).

**Key words:** stevioside wastewater; inspection; reformation

甜菊糖是晨光生物科技集团股份有限公司的主要产品之一,其生产原料为甜菊叶,废水排放量较大,有机污染浓度高且水质不稳定。晨光生物水溶事业部厂区污水站于2013年竣工正式投入运行,处理能力为 $260\text{ m}^3/\text{d}$ ,由于受当时工程投资和甜菊糖行业废水处理技术水平的限制,导致生产废水难以达标排放。为此,公司在生产淡季耗时近3个月对甜菊糖污水站进行检修并改造,改造后污水站运行

稳定,出水水质合格。

### 1 污水站概况

#### 1.1 甜菊糖废水水质

在甜菊糖生产过程中以水作为萃取剂,生产工艺中加入化学辅料氢氧化钙、三氯化铁作絮凝剂,加入乙醇作解析用试剂,且不定期会用强酸强碱反冲洗树脂,造成污水排放量大、水质不稳定。具体水质见表1。

表1 进水水质  
Tab.1 Influent quality

| 项目 | COD/<br>( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ) | BOD <sub>5</sub> /<br>( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ) | NH <sub>3</sub> -N/<br>( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ) | SS/<br>( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ) | 色度/<br>倍 | 钙/<br>( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ) | pH 值      |
|----|---|---|--|--|----------|---|-----------|
| 数值 | 7 000 ~<br>11 000                           | 2 800   | 50   | 300  | 500      | 800                                       | 2 ~<br>13 |

## 1.2 工艺流程

污水站主要处理甜菊糖生产车间产生的废水,工艺流程见图1。

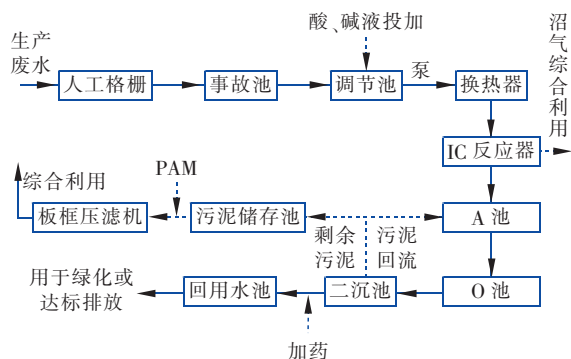


图1 污水站工艺流程

Fig.1 Flow chart of wastewater treatment process

废水主要来自甜叶菊浸泡废水、酸碱废水等各工序排放的混合废水,生产废水进入事故池进行缓冲,然后进入调节池,同时在调节池中投加酸、碱液进行中和后由泵经换热器送入IC反应器,控制反应温度在 $(35 \pm 1)^\circ\text{C}$ ,在IC反应器中厌氧菌群将废水中大部分有机物转化为 $\text{CH}_4$ 、 $\text{CO}_2$ 等,出水进入A/O处理单元。在A/O处理单元,废水中的有机物被生物膜上的微生物进一步氧化降解,出水经二沉池泥水分离,上清液至回用水池,用于绿化或达标排放。二沉池的污泥进入污泥储存池,污泥经板框压滤机处理后综合利用。

## 2 存在的问题及分析

污水处理系统在实际运行过程中暴露了很多问题,包括水质不稳、处理工艺不适用、设施未合理利用、管路的腐蚀、厌氧罐构造缺陷等,这些问题导致实际处理能力达不到设计能力和出水色度不合格。

### 2.1 生产废水水质不稳定

目前甜菊糖行业生产在水提工序料液比为1:(20~50)时会产生大量的废水<sup>[1]</sup>,沉淀工序使用辅料氢氧化钙和三氯化铁使得排放到污水站的废水含有大量钙盐和氯离子,串柱吸附过程中使用强酸强碱会不定期地反冲洗吸附树脂,产生大量的酸碱废

水,pH值为2~13,COD为7 000~11 000 mg/L。总之排放废水中含有大量无机盐类、甜叶菊提取物、生物碱等抑菌物质,且pH值和COD波动大。

### 2.2 处理设施未合理利用

受生产原料的季节性和市场销售的影响,加上操作岗位的技术水平限制,污水站深度处理系统加药设施一直闲置,原水中含有铁离子,出水颜色发黄,生产旺季水量大时会造成出水色度不合格。

### 2.3 构筑物及管路结垢、腐蚀严重

因调节池内需加酸或碱调节pH值和进水碱度,加药系统中溶药罐、管路及泵阀件已明显腐蚀,隔膜计量泵的泵头已严重磨损。原水中钙、镁含量高,生产过程加入辅料三氯化铁,长时间运行形成的碳酸钙和碳酸镁、氢氧化铁等沉淀在管壁上,尤其容易造成横管水流不畅,由厌氧罐出水至缺氧池的横向管路已明显有枝状裂纹,部分已开始漏水,分析认为厌氧出水温度为 $35^\circ\text{C}$ 左右,在拉应力和氯离子及厌氧产生的硫化氢都存在的情况下,腐蚀速度加快,横向管路流速低,氯离子和硫化氢容易局部聚集加剧腐蚀。

### 2.4 工艺设计不合理

#### 2.4.1 厌氧出水碱度得不到合理利用

原水在调节池内进行水质调节,在进入厌氧罐前严格控制碱度至1 000~2 000 mg/L之间,pH值控制在 $7.2 \pm 0.2$ ,实际运行过程中经常需要在调节池内投加碳酸氢钠调节碱度。长期运行数据显示,厌氧罐出水碱度高于进水碱度,此部分高碱度厌氧出水若能部分回流至调节池内,将会减少前端调节池内用碱量。

#### 2.4.2 预处理工艺没有除钙过程

原水中钙含量为800 mg/L,在调节池内壁和底部有很厚一层沉淀,且较高的钙含量也使厌氧罐底部2.5 m处污泥明显钙化,在原设计工艺中没有考虑钙对厌氧处理的影响,导致厌氧罐内污泥活性逐渐衰减,处理效率下降。

### 2.5 厌氧反应器构造存在缺陷

#### 2.5.1 布水器结构缺陷

布水系统采用4个布水器形式,每个布水器直径为2.5 m,有3根进水管和1根回水管,布水器底边距罐底约0.6 m处如图2所示。此类布水系统存在的问题:①进水流量较小时,流速过小,易形成沟流;②负荷低时,内循环回流量小;③周边安装不

水平,会导致偏流;④布水罩顶部为平顶,以至于布水罩顶部有大量污泥堆积,导致这部分污泥不能得到充分有效的利用。



图2 IC反应器布水罩

Fig.2 Water distribution system of IC reactor

### 2.5.2 三相分离器结构不合理

三相分离器采用碳钢与玻璃钢材质,从现场情况(见图3)看,三相分离器存在以下问题:①下层三相分离器玻璃钢集气罩已变形,无法保证三相分离效果,易导致颗粒污泥流失;②三相分离器无分区、无气室,气体收集管直接与集气罩连接,不能保证气液混合体的提升;③气体收集管道无坡度,易导致污泥沉积从而堵塞管道。



图3 一级三相分离器

Fig.3 Three-phase separator

### 2.5.3 气水分离器结构不合理

从现场情况看,气水分离器主要存在以下问题:①负荷较高时,气液量较大,气水分离器直径为1.5 m,不能保证分离效果,一级提升管和二级提升管的提升高度一样,容易造成二级提升管回水;②沼气管道管径(DN100)过小,影响气液的提升,提升管和主收集器相连处有2 m多的横管,容易堵塞;③回流管管径过小,气液分离后,液体不能正常回流至反应器底部,内循环效果不好,液体会随沼气喷出。

### 2.6 好氧池曝气盘脱落

污水站曝气系统采用罗茨风机鼓风曝气,主要

包括风机、风机管路和盘式微孔曝气器,在4#好氧池面东北角部位呈现一大股气柱翻腾,其余部位气量则明显减弱,气泡分布不均匀,检测池内溶解氧含量 $\leq 2$  mg/L,溶解氧低导致好氧池COD降解率不到50%。

### 2.7 污泥压滤效率低

改造前污泥压滤采用板框压滤机,由于污泥中含有钙,滤布磨损快,且滤布更换比较耗人工,板框压滤机采用间歇式运行,即进料—过滤—挤压—卸料,所需人工多,人为损害设备的几率高,压滤效率低。

## 3 解决措施

为保证污水站各处理构筑物单元及装置正常运行,确保处理水量和处理效果,避免因水质不合格即外排造成环境污染事件,根据污水站日常运行期间累计试验数据和运行中出现的问题,2016年5月对现有污水站进行了全面检修改造。

### 3.1 调节池增加挡墙和溢流堰

由于水质水量不稳,污水站预处理设施(主要包括人工格栅、缓冲池和调节池)是本次检修改造的重点。改造前1#~4#事故池底部连通,构造为折流式,由于原水含氢氧化钙,长时间运行造成在调节池内积累大量钙沉淀,这势必会造成调节池有效池容减小,池容利用率降低,如要清理池底钙渣,则需放空全部污水。由于构造的缺陷,四个池体底部相通影响检修期间进水,此次检修采取在3#和4#调节池中间设置防水混凝土挡墙和溢流堰,以隔断水流,再使用气动隔膜泵分别抽走底部钙渣,彻底清理池底,增加池容。经此改动后,能够在以后的检修期间实现不间断进水,并在调节池内增加了一台潜水搅拌机,利于充分混合水质,保证后续厌氧罐稳定运行。

### 3.2 恢复二沉池加药装置

此次检修重新启用了原有加药装置,疏通了加药管线,对加药泵进行维护并试运行,另外新增了次氯酸钠消毒。加药系统中加药量是较为重要的一环,对此进行了专门培训,并且每天根据小试结果确定加药量。

### 3.3 更换腐蚀管路

维修更换加药泵头,方便计量加药量,节省药剂使用量,降低使用成本。在日常运行中会偶尔出现色度加重现象,因此本次检修在改造二沉池后增加



了次氯酸钠加药管线,并对加药罐进行防腐处理,对因腐蚀造成剥落的地方进行剥离。采用环氧树脂和玻璃布重新进行涂层防腐,避免动火施工的潜在风险。考虑到腐蚀的严重性和现场管线距离短,将厌氧至缺氧的管路更换为UPVC管。

### 3.4 工艺改进

#### 3.4.1 增加厌氧出水回流

考虑厌氧罐出水碱度高于进水碱度,因此在检修过程中增加厌氧出水回流管路,使厌氧出水部分回流至调节池内,以增加进水碱度,减少前端调节池内用碱量<sup>[2]</sup>。

#### 3.4.2 新增化学除钙工艺

在事故池前增加除钙池,并在除钙池的进水口投加药剂,通过化学除钙方法将原水中的钙含量从800 mg/L降至200 mg/L以下。新增化学除钙工艺,既可减少结垢问题,又可减缓厌氧污泥钙化进程。

### 3.5 厌氧罐改造

基于对厌氧罐的综合分析,因设计不合理,厌氧反应器内布水系统、三相分离系统和气液分离系统均存在问题,而厌氧反应器作为一个整体,不论哪个系统出现问题,均会对系统的运行造成影响,而解决问题也需进行综合考虑。考虑到整体更换改造工作量较大,结合实际情况在检修时对厌氧罐内壁及管路重新进行了防腐处理,将厌氧罐上端气水分离器的二级提升管路下移,对布水系统中的进水阀门及管路全部更换。因改变布水形式及更换三相分离器施工难度较大,此次不做改动。

### 3.6 好氧池检修

为保证好氧系统的处理效果,对4#好氧池首先进行了清理,将池内上清液抽至中水池,将底部沉泥泵入二沉池,对进入曝气管路内的污泥进行冲洗,待修理完毕后利用现有管路将二沉池污泥泵回前端缺氧池内。

在维修过程中还发现其余曝气支管和干管处连接不牢固,有明显松动,此次检修将曝气干管用膨胀螺栓固定到钢筋混凝土层,补胶加固支管和干管的连接处,并用螺丝左右加固,舍弃脱落的曝气盘,重新安装新的曝气盘。

### 3.7 压滤机改造

本次检修改造将板框压滤机用带式压滤机替代,带式压滤机可连续运行,污泥处理效率高,处理能力大,不过相应的投资成本也较高。

## 4 结论

本次检修改造历经3个月,是在停产时进行的,未对环境造成污染。自2016年9月检修改造完成,甜菊糖车间开始生产以来,污水站运行正常,且处理水量逐步增加,能达到设计值(260 m<sup>3</sup>/d),出水水质满足当地允许的《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)的三级排放标准,同时满足县污水处理厂进水水质要求,即COD≤150 mg/L, BOD<sub>5</sub>≤30 mg/L, NH<sub>3</sub>-N≤25 mg/L, SS≤150 mg/L, 色度≤80倍, pH值为6~9。此次改造对公司的生产经营意义重大,摆脱了原有污水处理设施处理能力低的困境,解决了生产后顾之忧,提升了公司甜菊糖产品在行业内的竞争力。

## 参考文献:

- [1] 杨扬,陈社云,陈凯,等. 甜菊糖提取工艺进展及发展前景[J]. 中国食品添加剂, 2010, (5): 194-199, 219.
- [2] 王凯军,宫徽. 生态文明理念引领城市污水处理技术的创新发展[J]. 给水排水, 2016, 42(5): 1-3.



作者简介:李艳莉(1970—),女,吉林公主岭人,本科,高级工程师,从事植物提取和废水治理工作。

E-mail: 15532001896@163.com

收稿日期:2016-12-16