



啤酒污水典型处理工艺分析

杨丙峰

(铁道第三勘察设计院,天津 300251)

摘要: 分析介绍了国内部分啤酒厂的好氧、水解酸化+好氧、厌氧+好氧3种污水处理工艺,总结啤酒污水处理典型工艺的特性和优缺点。选择推荐了处理效果好,投资和运营费用相对较低的厌氧+好氧处理工艺,并详细介绍了UASB-生物接触氧化工艺处理啤酒污水的设计参数、工程投资及运行费用分析,结合工程实例,提出了注意事项。

关键词: 啤酒污水; UASB; 生物接触氧化; 设计参数

中图分类号: X703 **文献标识码:** B

1 啤酒污水处理工艺分析

近年来,我国啤酒工业发展非常迅速,到目前为止,已有啤酒厂800多家,啤酒产量已达2000多万t,每年约产生 $3 \times 10^8 \text{ m}^3$ 的污水。

啤酒污水的处理工艺较多,主要可分为3种:好氧生物处理工艺、水解酸化+好氧处理工艺、厌氧+好氧处理工艺。

在啤酒污水处理发展初期,多采用好氧生物处理,其处理效率虽高,但电耗高,运行成本大,剩

余污泥量多,不能回收能源^[1]。

随着厌氧技术的发展,厌氧处理从开始只能处理高浓度的污水发展到可以处理中低浓度的污水。啤酒污水中的大分子难降解有机物在水解反应器中被转变为小分子易降解的有机物。出水的可生化性得到改善,这使得好氧处理单元的停留时间小于传统的工艺。与此同时,悬浮固体物质(包括进水悬浮物和后续好氧处理中的剩余污泥)被水解为可溶性物质,使污泥得到处理。

由于啤酒污水的悬浮性有机物成分较高,而水解池又具有有效截留去除悬浮性颗粒物质的特点,将其用于啤酒污水的处理可去除相当一部分的有机物,运行较好的水解池最高COD_{Cr}去除率可达到50%,当污水中包含制麦污水(浓度较低)时去除率也在30%~40%。因此,水解和好氧处理相结合,确实要比完全好氧处理经济一些。

近年来由于高效厌氧反应器的发展,厌氧处理工艺已经可以应用于常温低浓度啤酒污水处理。在国外许多啤酒厂采用了厌氧处理工艺,其反应器规模由数百 m^3 到数千 m^3 不等。荷兰的PAQUES、美国的BIOTHANE和比利时的BIOTIM公司是世界上3个主要UASB技术的厂家。据不

收稿日期:2004-07-16;修订日期:2004-08-26

作者简介:杨丙峰(1972-),男,江苏徐州人,工程师,主要从事给排水工程设计。

完全统计,仅这 3 家公司就已建成 100 余家厌氧处理啤酒污水处理装置^[2]。啤酒污水处理的 3 种工艺处理成本比较见表 1。

表 1 国内部分啤酒污水处理厂成本^[1]

项目	好氧处理	厌氧(水解) - 好氧处理	UASB-好氧处理
吨水直接处理成本/元	0.9~1.2	0.6~0.9	0.3~0.7
吨水耗电/(kW·h·m ⁻³)	1.3~2.0	0.8~1.2	0.2~0.4

由表 1 可以看出,以 UASB 为核心的工艺,在处理成本和耗电量上都大大低于其他 2 种工艺。另外该工艺在运行上具有较高的稳定性;产生的剩余污泥量较少,污泥的处理、处置费用较低;处理装置总体积较小,基建投资较省;具有节省能

源、减少污泥脱水的药剂费等特点,是国内啤酒污水处理的首选工艺。

2 UASB-接触氧化工艺分析

河北省廊桥啤酒厂污水处理工程设计采用以 UASB 为核心的典型工艺。该啤酒厂年产啤酒 10 万 t,其生产过程中产生的污水约 3 000 m³/d,主要污染物为 COD:2 200~2 500 mg/L、BOD:1500~1 600 mg/L、SS:400 mg/L。排放要求达到 GB8978-1996《污水综合排放标准》中的二级标准。工艺流程如图 1。

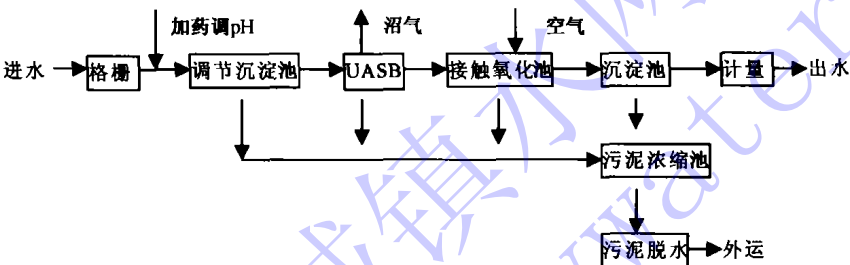


图 1 啤酒污水处理工艺流程

2.1 主要工艺参数

- 2.1.1 格栅井:采用栅间隙 5 mm 的机械细格栅。
- 2.1.2 调节沉淀池:采用调节容积 630 m³,调节时间 5 h 的调节沉淀池。
- 2.1.3 UASB 反应器:主要功能是完成部分有机物的去除,同时将大分子长链的有机难降解污染物转化为易降解的低分子有机物。采用容积负荷为 5.3 kg COD/(m³·d),水力停留时间为 6.3 h,2 座总有效容积(包括反应区和沉淀区)为 1 600 m³ 的反应器。
- 2.1.4 生物接触氧化池:主要功能是完成对有机物的降解。采用设计水力停留时间 8 h,总有效容积为 1 000 m³ 的氧化池,曝气系统采用小阻力动态曝气头。
- 2.1.5 二沉池:采用总有效容积 125 m³ 的斜管沉淀池。

2.2 运行情况及效益评估

2.2.1 运行情况:污水处理后经本厂化验室和廊坊市环保局监测,各项指标均符合规定,处理效果较好,见表 2。

表 2 水质监测结果 $\rho/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$

处理单元	指标	COD _{cr}	BOD ₅	SS
调沉池	$\rho(\text{进水})/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	2 490	1 620	400
	$\rho(\text{出水})/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	2 000	1 312	160
	去除率/%	19.7	19.0	60.0
UASB	$\rho(\text{进水})/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	2 000	1 312	160
	$\rho(\text{出水})/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	600	328	112
	去除率/%	70.0	75.0	30.0
接触池 + 二沉池	$\rho(\text{进水})/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	600	328	112
	$\rho(\text{出水})/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	92	18	56.0
	去除率/%	84.7	95.0	70.0
总去除率/%		96.3	98.9	86.0

2.2.2 效益评估:污水处理站总占地 2 300 m²,实行四班制三班连续运行,本工程总投资 350.70 万元。

运行成本包括动力费 544.9 元/d、药剂费 287.2 元/d、人工费 175.3 元/d、自来水费 9 元/d、维修费 191.8 元/d,总运行费用 1 208.2 元/d,不计折旧,则水处理成本为 0.403 元/t。

排放污水 3 000 m³/d。处理前日排放 COD 7.5 t。污水经处理后日排放 COD 0.45 t。每年可削减 COD 排放量 2 570 t,SS 153 t。



2.3 讨论

2.3.1 啤酒污水处理的预处理非常重要。进水通常含有悬浮固体有机物、废酒糟、麦皮、洗瓶脱落的纸片,工艺设计中首先要必须设置细格栅、沉淀池,另外,如果污水中悬浮固体较多,可以考虑微滤机、旋转滤网、分离机等。啤酒污水的水质、水量波动较大,预处理必须考虑足够的调节容量。如在重庆第二啤酒厂污水处理工程中,因初期预处理不够重视,大量的悬浮固体有机物、废酒糟、麦皮进入调节池并腐败分解,导致进入 UASB 单元的 COD 大幅度提高,出水无法达标,待改造加入格栅、沉淀池后出水水质明显好转,顺利通过达标验收^[3]。

2.3.2 UASB 进水前的 pH 值需进行调节,啤酒污水的进水水质一般偏酸性,pH 在 6 左右,容易水解酸化,必须额外加碱补充碱度。随着污泥的培养成熟,根据出水水质情况,可逐步减少加碱量^[3]。

2.3.3 UASB 在调试过程中,为了缩短启动时间,

在调节池内可临时加上蒸汽管直接加热^[4],提高污水水温,促进 UASB 污泥的早日形成。随着污泥的培养成熟,逐步减少蒸汽量,逐渐使水温回到原来状态。

2.3.4 UASB 接种污泥的质量与数量,可以以絮状的消化污泥或活性污泥作为种泥,如有条件采用已培养成的颗粒污泥作为种泥,可大大缩短调试培养时间。

2.3.5 启动时有机负荷不易过高,一般以 0.1 ~ 0.3 kg COD/(KGvss.d) 为宜。

参考文献:

- [1] 靳国正.啤酒废水处理设计剖析[J].给水排水,2001(2):49 ~ 53.
- [2] 唐受印,戴友芝.食品工业废水处理[M].北京:化学工业出版社,2001.256 ~ 282.
- [3] 湛建宇,刘晓文.厌氧 UASB-新型生物接触氧化工艺处理啤酒废水[J].给水排水,2000(4):34 ~ 36.
- [4] 史立河,吕卫利,谢浩,等. UASB-生物接触氧化工艺处理啤酒废水工程实例[J].给水排水,2002(7):38 ~ 40.

The Typical Treatment Process of Beer Wastewater

YANG Bing-feng

(The 3rd Railway Survey & Design Institute, Tianjin 300251, China)

Abstract: Three domestic beer wastewater treatment processes are discussed, which are aerobic treatment process, hydrolyzing-acidification + aerobic treatment process and anaerobic + aerobic treatment process. The characteristics, the strongpoint and defect of these treatment processes are introduced. The anaerobic + aerobic treatment process is chosen because the treatment are efficient and the project capital and operation expenses are low. The design parameters, project capital and operation expenses of the UASB-Bio-contact oxidation treatment process are discussed in detail. Project examples are introduced to explain what we should pay attention to.

Keywords: Beer wastewater; UASB-Bio-contact oxidation; Design parameters