

总程平衡治理技术处理饮料废水工艺*

吴玉, 刘宁川, 田刚, 申立贤(北京市环境保护科学研究院, 北京 100037, E-mail: nercuepc@public.bta.net.cn)

摘要: 对可乐废水采用总程平衡治理技术, 经调查、试验与计算, 对废水实行动态的分流, 将占总水量不足2%的浓废水进行厌氧处理, 去除占COD总量70%以上的污染物, 使好氧处理负荷降低。根据费用计算中所作假设, 在其它条件不变的情况下, 总程平衡治理工艺吨水处理能耗可比常规好氧治理工艺节省48%。

关键词: 饮料废水, 复式管网, 清洁生产, 总程平衡。

中图分类号: X792 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3301(2000)01-0098-04

Assembly Balancing Technology for Beverage Wastewater Treatment

Wu Yu, Liu Ningchuan, Tian Gang, Shen Lixian(Beijing Municipal Research Academy of Environmental Protection, Beijing 100037, China E-mail: nercuepc@public.bta.net.cn)

Abstract: The Coca-Cola beverage wastewater was treated with the assembly balancing wastewater treatment technique. After investigation of the water quality and water amount, test of feasibility and analysis of technique and economy, the wastewater discharge was separated dynamically on time and space. The high concentration wastewater, that is less than 2% of the total wastewater quantity, was treated with anaerobic technique. It will remove pollutant that is more than 70% of the total pollutant, and reduce the load of aerobic treatment. According to suppose of cost analysis, after adopting the assembly balancing wastewater treatment technique, the energy cost will be lower 48% than that of conventional aerobic process.

Keywords: beverage wastewater, assembly balancing, dual system, clean production.

总程平衡治理技术是一种新的废水治理方法。该技术结合污染审计和清洁生产的思想, 借助当今自控技术的发展, 依照全面的监测、试验数据及废水单元治理工艺的技术经济分析, 将废水治理延伸到生产工艺之中, 对生产中废水的排在空间和时间上进行动态的分配, 重新组合单元治理技术, 其目的是以比常规工艺更低的费用达到治理目标。该技术具有以下特点: ①采用复式废水收集系统, 复式管网直接和生产设备相连; ②对生产设备的废水排放系统进行改进, 安装电磁阀等自动分流构件; ③废水的切换通过平衡计算由自控系统控制并随时调整; ④对不同水质特性的废水采用不同的处理工艺。

饮料生产为典型的间歇生产, 生产废水主要为反渗透浓缩水、冲洗水、冷却水及生产中排

放的残液, 主要污染指标为COD。

1 水质、水量状况

以北京可口可乐饮料有限公司实际生产废水为对象进行饮料废水总程平衡治理技术的研究。该公司生产分为3个工序, 其中配料、罐装工序为污水主要排放点, 废水排放情况见表1。

据现场监测, 废水按COD浓度及变化可分为4类: A. 浓度高且均匀排放的废水; B. 浓度低且均匀排放的废水; C. 浓度非均匀排放的废水; D. 未超标水(见表1)。

可乐废水以COD浓度作为分流依据, 对浓度均匀排放的废水(A、B类废水), 根据浓度

* 北京市科委研究项目。
作者简介: 吴玉, 女(1971~), 硕士研究生。
收稿日期: 1999-04-15

高低将其定为浓水或淡水. 对浓度随时间连续变化的废水(C类废水), 需通过现场实测, 确定浓度随时间的变化规律, 将排放前期浓度较高的水作为浓水, 后期的水作为淡水. 图1为C类废水COD浓度变化曲线及COD总量累积曲线.

表1 可乐生产废水排放情况

编号	废水排放口	排水量/(t·d ⁻¹)	占总水量比/%	排放COD量/kg	占总COD/%	排水特性
1	单糖罐冲洗水	0.6	0.1	7.6	2.1	A
2	现调器剩液	0.5	0.1	55	15	A
3	混比器残液	1.5	0.3	165	45	A
4	板框过滤机冲洗水	3.6	0.8	48	13.2	C
5	后糖罐冲洗水	6	1.3	10	2.75	C
6	现调储罐冲洗水	2	0.4	11	3	C
7	混比器冲洗水	2	0.4	0.55	0.15	C
8	现调器冲洗水	18	3.9	7.3	2	B
9	冲地水等	240	52.4	55.7	15.2	B
10	生活污水	40	8.7	6	1.6	B
11	反渗透浓缩水	144	31.4	0	0	D
总计		458	100	366	100	

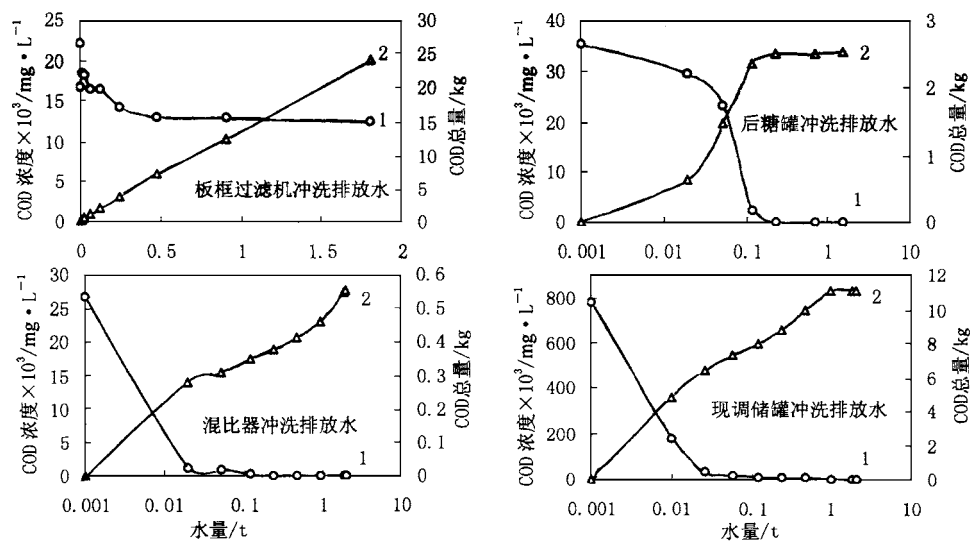


图1 C类废水排放口COD随水量变化曲线及COD累积曲线(1.COD浓度曲线 2.COD总量曲线)

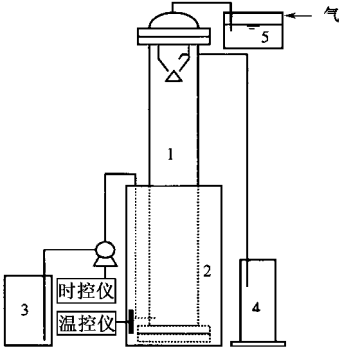
由图1可知, 除板框过滤机冲洗排水浓度变化较平缓外, 其它3条曲线COD值都在某一时间突然降低, 有一个明显的浓度分界点, 污染物大部分集中在分界点之前的一小部分水中.

2 可行性试验

拟采用浓水厌氧处理后再与淡水混合进行好氧处理的工艺, 需作可行性试验以保证所选工艺的合理性并获得厌氧处理的运行参数. 试

验装置选用UASB反应器, 采用水浴加热, 温度控制在35±1℃, 进水由时控仪控制半连续进料, 试验装置见图2. 试验废水为可口可乐饮料稀释配制而成.

试验共历时200d, 试验中反应器内形成了较明显的颗粒污泥层, COD容积负荷达到5kg/(m³·d)时, 出水COD去除率在90%以上, 试验数据见图3. 试验结果说明, 高浓度可乐浓水采用厌氧处理与常规含糖类废水无明显差别.



1. UASB 反应器 2. 水浴桶 3. 进水箱 4. 出水箱 5. 水封箱
图2 试验装置示意图

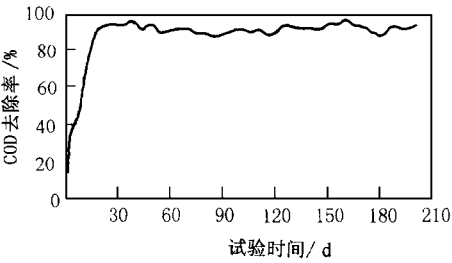
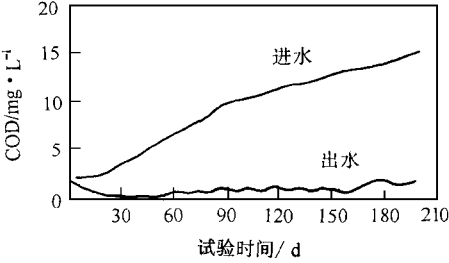


图3 厌氧进出水浓度变化曲线及COD去除率变化曲线

1 kg BOD₅需1kW·h, 0.5元/kW·h 计; 厌氧池加热按升温10℃/t 水, 热量按20元/10⁶kJ 计. 由如下示意公式确定最佳分流平衡点.

废水排放口 COD 浓度、水量随时间的变化规律: $q = f(t)$ $c = g(t)$ (1)

式中, q 为水量(m^3), c 为浓度(mg/L).

分流点是废水浓淡划分的界限, 分流点前、后废水的 COD 总量分别为:

$$S = \Phi(t') = \int_0^{(t')} g(t) df(t)$$
$$S' = \Phi(t') = \int_0^T g(t) df(t) - \Phi(t') \tag{2}$$

式中, S 为分流点前废水 COD 总量(kg), S' 为分流点后废水 COD 总量(kg), t' 为废水分流的时间.

厌氧池、好氧池的土建及运行费用(y)由废水 COD 的总量决定:

$$y = \Psi(\Phi(t'), Q(t')) \tag{3}$$

对废水总费用求导, 导数为0点即废水浓淡

3 确定最佳平衡点

最佳平衡点仅对 C 类废水而言, 废水分流的依据是分流后总处理费用最低. 因实际工程处理成本包括项目很多, 根据本研究目的, 仅考虑厌氧池、好氧池土建费用, 厌氧池运行中加热所需能耗、好氧池运行中曝气所需电耗的费用, 其它处理成本均假设相同.

土建费用的计算: 好氧池、厌氧池 BOD₅ 容积负荷分别按 0.5kg/(m³·d)、2.5kg/(m³·d) 计, 厌氧 BOD₅ 去除率取 90%, BOD₅/COD = 0.6, 土建费用按 800 元/m³ 计, 折旧年限为 20a. 运行费用的计算: 好氧池耗电按每去除

最佳分流平衡点:

$$y' = \frac{d\Psi(\Phi(t'), Q(t'))}{dt'} = 0 \tag{4}$$

根据以上公式, 具体计算由 C 语言编程 (程序略), 结果见图4.

图4中曲线初端为全部好氧处理, 曲线终端为全部厌氧处理, 曲线最低点为最佳分流点. 考虑沼气利用时, 处理费用进一步降低. 根据以上分析, 可乐生产废水分流后, 对占总水量不足 2% 的浓水进行厌氧处理, 按 COD 去除率 90% 计, 可去除占 COD 总量 70% 以上的污染物, 从而降低好氧处理部分的有机负荷, 使整个处理费用降低. 水量、污染物负荷分配情况见表2.

表2 可乐生产废水浓、淡分配情况

废水类型	水量	水量比重	COD 量	COD 浓度比重
	/t	/%	/kg	/%
全部浓水	7	1.6	296	81
全部淡水	307	67	70	19
达标水	144	31.4	≈ 0	≈ 0
总计	458	100	366	100

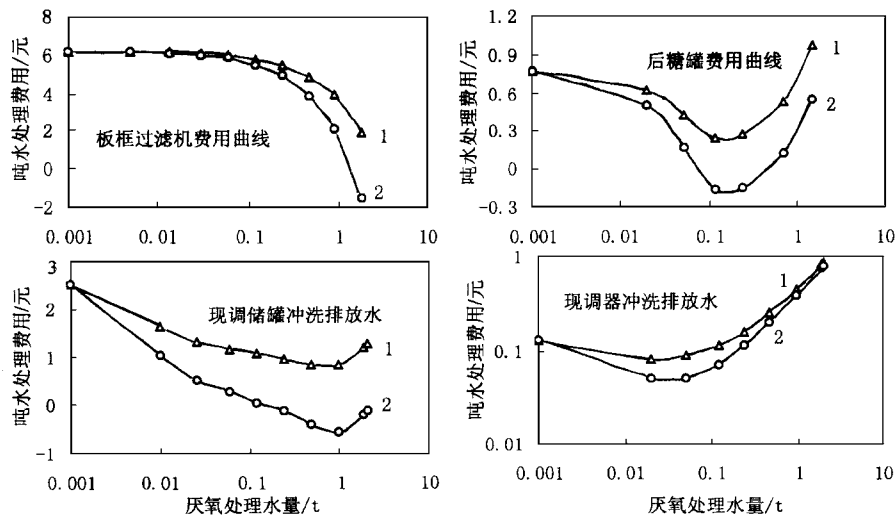


图4 C类废水对不同水量进行厌氧处理的费用变化曲线(1. 不考虑沼气利用 2. 考虑沼气利用)

4 总程平衡治理技术与常规治理技术比较

饮料废水总程平衡治理技术流程图见图5 (虚框内为常规治理技术):

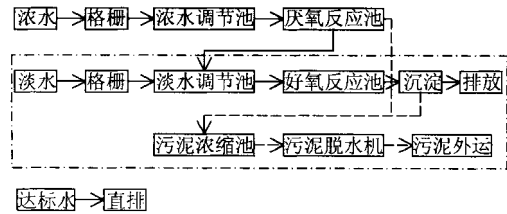


图5 工艺流程示意图

目前, 国内外饮料废水治理工程主要为好氧处理, 只有少数厂家采用厌氧→好氧处理, 但废水加温费用很高, 而本研究中探讨的总程平衡治理技术在达到相同治理要求的前提下, 比目前工程上采用的常规治理技术费用更低(不考虑沼气利用), 见表3。

总程平衡治理技术通过对少量高浓度废水进行厌氧处理, 而使生物反应池、污泥浓缩池、污泥处置装置及投药设备的建设费用较大程度降低, 其中生物反应池土建费用比常规好氧工艺降低58%。总程平衡技术虽然增加一部分管道、分流及提升设备, 但与其节省的费用相比, 建设费

用与常规技术可基本持平。总程平衡技术主要优势是使运行费用大幅度降低, 与常规好氧治理技术相比, 其中吨水能耗费用可节省69%(见表3)。按生化系统耗能占总耗能费用的70%计, 总程平衡可节省能耗48%, 并且在运行中还可减少营养盐的投加量。

表3 总程平衡治理技术与常规好氧治理技术效益比较

工艺类型	反应池类型	处理水量 / $\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$	去除 COD 量/kg	土建折旧 费 ¹⁾ /元 $\cdot \text{t}^{-1}$	能耗费用 ²⁾ /元 $\cdot \text{t}^{-1}$
常规技术	好氧池	458	366	0.13	0.24
	厌氧池	7	296	0.02	0.01
总程平衡	好氧池	314	100	0.035	0.065
	总费用			0.055	0.075
降低率/%				0.58	0.69

1) 仅考虑生物反应池所需费用 2) 厌氧仅考虑加温所需热能, 好氧仅考虑充氧所需电能

由分析可知, 总程平衡治理技术有着非常重要的推广实用价值, 对浓度梯度变化越大的废水, 其优势越明显。

参考文献

1 席德立. 清洁生产. 重庆: 重庆大学出版社, 1995. 5~ 6.
2 邵长富等. 软饮料工艺学. 北京: 中国轻工业出版社, 1987. 1~ 12
3 申立贤. 高浓度有机废水厌氧处理. 北京: 中国环境科学出版社, 1992. 7~ 38