



含甲醇废水的生物处理实例

周雪飞, 任南琪, 陈漫漫, 刘艳玲, 刘士锐
(哈尔滨工业大学 市政环境工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150090)

摘 要: 一体化两相厌氧反应器是最新研制的 UASB 型设备, 并应用于武进精细化工厂高浓度含甲醇有机废水处理工程。运行过程表明, 一体化两相厌氧反应器的处理效果十分显著, 容积负荷达到 $6.0 \sim 11.0 \text{ kgCOD}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$, 进水 COD 达到 6000 mg/L 以上。运行期间虽然进水负荷有很大波动, 但出水 COD 值都在 $200 \sim 400 \text{ mg/L}$ 之间。

关键词: 甲醇废水; 厌氧—好氧工艺; 一体化两相厌氧反应器; 颗粒污泥

中图分类号: X783 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2001)06-0050-03

武进精细化工厂是国内最大的生产水质稳定剂的化工厂之一。水质稳定剂类生产废水的特点是: 废水成分复杂且浓度高, 间歇排放, 水质水量波动大。该厂高浓度有机废水主要含有甲醇、甲酯、醛、羧酸等有机物, 尤以甲醇为主要污染物。废水的 COD 高达 $(2.5 \sim 44) \times 10^4 \text{ mg/L}$, 排放周期为 $3 \sim 30 \text{ h}$, 浓度逐级恶化, pH 值为 3.5 。该厂废水受纳水域为太湖流域, 废水处理须达《污水综合排放标准》(GB 8978-1996) 的新扩改一级标准。

1 方案选择及工艺流程

1.1 方案选择

① 高浓度含甲醇废水通过精馏塔进行预处理, 回收 97% 以上的甲醇, 这既有一定的经济效益, 又把高浓废水的 COD 值控制在合理的范围内, 为后续处理减轻压力。精馏后废水水质指标见表 1。

表 1 精馏后的废水水质

COD 浓度(mg/L)	平均 COD 值(mg/L)	水量(t/d)	pH	水温($^{\circ}\text{C}$)
$60\,000 \sim 230\,000$	$80\,000$	10	3.5	70

② 高浓度废水的 $\text{BOD}_5/\text{COD} > 0.5$, 基本上属于易生物降解废水, 因此选择以厌氧处理为主, 好氧处理为辅的生物处理工艺。

③ 低浓度生产、生活混合废水因其有机物含量较低, 且易于生物降解, 可与厌氧出水进行混合, 然后一起进好氧生物处理设备。低浓度生产、生活混合废水的具体水质情况见表 2。

表 2 低浓度生产、生活混合废水的水质

平均 COD 值(mg/L)	水量(t/d)	pH
600	300	6.0

1.2 工艺流程

武进精细化工厂废水处理流程如图 1 所示。

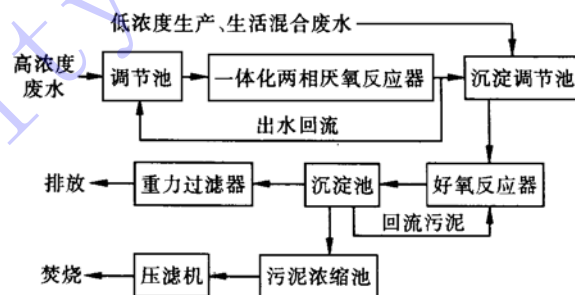


图 1 含甲醇废水处理工艺流程

1.3 主要构筑物

① 调节池的有效容积为 30 m^3 , 主要作用是均化水质, 调节水量。高浓度来水和一体化两相厌氧器的出水回流混合可有效调节废水的 pH 值, 使其提高至 6.0 左右。

② 一体化两相厌氧反应器属新型 UASB 设备, 是专门针对高浓度有机废水而设计的。它基于两相厌氧生物降解的原理, 在同一个反应器中通过内部结构的变化, 实现产酸和产甲烷两相分离, 从而保持这两大类微生物的生物活性, 使二者在各自的最佳生长繁殖条件下, 以最高的反应速度达到最好的运行效果。该反应器有效容积为 200 m^3 , 直径为



6.6 m, 高为 7.8 m, 采用中温消化, 反应温度通过自动控制系统保持在 $(35 \pm 3)^\circ\text{C}$ 范围。

③ 在好氧反应器中内置一种有机填料, 可使混合液在其内部交叉流动, 并使微生物在填料表面挂膜, 从而有效强化污水与微生物膜之间的传质速率, 提高氧的利用率, 加快反应速度。单体有效容积为 75 m^3 , 填料高度为 2.0 m, 两座并联运行。

④ 重力过滤器直径为 1.6 m, 柱高为 2 m, 滤速为 8.6 m/h 。

2 一体化两相厌氧反应器的运行过程

2.1 接种污泥

反应器中产酸相的接种污泥部分来自于常州市丽华污水处理厂二沉池排放的好氧活性污泥, 另一部分来自于南京扬子化工厂脱水后的厌氧污泥。产甲烷相的污泥全部取自南京扬子化工厂的厌氧污泥。装泥时, 向两反应器内加入适量过滤后的新鲜粪便水作为营养。扬子厂的厌氧污泥: $\text{VSS}/\text{SS} = 0.42$, 含水率为 76.4%; 丽华厂污泥的 MLSS 约为 2000 mg/L 。产酸相的污泥接种浓度约为 $10\text{ kgVSS}/\text{m}^3$, 产甲烷相的污泥接种浓度约为 $18\text{ kgVSS}/\text{m}^3$ 。

2.2 污泥培养驯化期

驯化期间为使菌种恢复活性并逐步适应新的水质, 采取间歇进水。进水 COD 控制在 $1000 \sim 2000\text{ mg/L}$, 进水流量为 4 t/h (设计流量) 左右。最初每班 (8 h) 进水 0.5 h, 随后增加至 1.0 h, 使反应器的出水 COD 维持在 400 mg/L 左右, 当来水水质稳定后即逐步延长进水时间。

2.3 逐步提高负荷期

约 45 d 以后系统开始连续进水, 并逐步提高进水负荷。这一阶段依靠增加进水流量和浓度来提高进水负荷。由于企业生产量增加, 进水流量由 4 t/h 提高至 6 t/h , 进水 COD 由 2000 mg/L 提高至 8000 mg/L 。经过两个月左右的运行, 反应器的负荷达设计要求, 并且有很大的潜力。反应器内的污泥先由原来小颗粒状的固体污泥溶解成絮状, 并逐步变成密实、表面有光泽的颗粒污泥, 污泥性质发生了明显的变化。由此, 反应器具备了一定的抗冲击负荷的能力, 转入满负荷运行阶段。

2.4 满负荷运行期

该阶段是在保证系统稳定运行和出水水质情况下, 进一步提高反应器的容积负荷, 充分挖掘反应器

的潜力, 并使出水水质进一步提高。这段时间反应器的进水 COD 达到 15000 mg/L , 处理量超出设计值 50% 左右。各阶段的运行情况见表 3。

表 3 一体化两相厌氧反应器的运行情况及参数

运行阶段	运行时间	运行情况及参数
污泥培养驯化	45 d	进水 $Q = 4.0\text{ t/h}$, $\text{COD} = 1000 \sim 2000\text{ mg/L}$ $N_v = 0.05 \sim 1.0\text{ kgCOD}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ 出水 COD 在 400 mg/L 左右 COD 去除率达 85% 以上 反应器运行半个多月后, 水封即开始冒气, 出水清澈, 反应器内污泥小部分已溶解, 但大部分呈固体颗粒状
逐步提高负荷期	55 d	进水 $Q = 4.0 \sim 6.0\text{ t/h}$ $\text{COD} = 2000\text{ mg/L} \sim 8000\text{ mg/L}$ $N_v = 1.0 \sim 6.0\text{ kgCOD}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ 出水 COD 在 $300 \sim 400\text{ mg/L}$ 之间 COD 去除率在 90% ~ 95% 之间 产气量逐步增大且随进水负荷变化, 后期反应器跑泥, 出水呈黑色, 污泥基本溶解, 部分已颗粒化
满负荷运行期	30 d	进水 $Q = 4.0 \sim 6.0\text{ t/h}$ $\text{COD} = 8000\text{ mg/L} \sim 15000\text{ mg/L}$ $N_v = 6.0 \sim 11.0\text{ kgCOD}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ 出水 COD 在 $200 \sim 400\text{ mg/L}$ 左右 COD 去除率在 95% ~ 99% 之间 出水呈微黑色, 跑泥很少, 反应器底部形成颗粒污泥密实层, 颗粒污泥大多由球菌菌团组成

3 好氧反应器的运行过程

好氧反应器的接种污泥全部来自于丽华污水处理厂二沉池的剩余污泥, 在装泥过程中同时投加经过过滤的新鲜粪便水和适当的氮、磷营养。对好氧池鼓风闷曝 3 d, 污泥恢复活性, 此时污泥中的原生动物比较活跃, 可以进水对污泥进行培养和驯化。

因来水水质变化较大, 系统先间歇进水, 待出水 COD 降到 200 mg/L 以下时, 逐渐增加进水时间。系统连续进水后, 负荷由小到大逐渐增加, 然后按设计负荷进水正常控制工艺条件。约经一个月时间, 污泥已适应新的水质, 污泥生物相丰富活跃, 各种有机物去除率稳定, 培训基本成功。各阶段运行的具体情况和参数见表 4。

表 4 好氧反应器的运行情况及参数

项 目	启动初期	较低负荷期	较高负荷期	正常运行期
进水流量(t/h)	4.0	8.0	12.0	10.0
进水 $\text{COD}(\text{mg/L})$	200~ 300	300~ 500	600~ 900	200~ 500
出水 $\text{COD}(\text{mg/L})$	120~ 140	100~ 130	120~ 140	40~ 80
去除率(%)	40~ 60	65~ 75	80~ 85	70~ 85

4 分析与讨论



武进化工厂高浓度含甲醇废水生物处理工程的启动和运行非常成功,目前系统运行稳定,抗冲击能力强,处理效果显著。

4.1 厌氧处理

① 种泥选择得当

南京扬子化工污水厂脱水后的厌氧颗粒污泥已基本能适应化工类废水的特点,作为种泥在驯化期能迅速完成基质转换,维持反应器的高负荷运作。所以在厌氧处理段选取接种污泥时厌氧消化污泥应优先考虑。

② 种泥浓度适宜

接种污泥的浓度应随污泥性质和反应器的结构而变化,一般来说污泥接种量过多或过少都不可取。污泥接种量过少,反应器启动初期,菌种筛选繁殖速度慢,不能及时形成平衡的生态系统,致使启动时间过长,系统运行稳定性差;污泥接种量过多也不必要,因为随着水力负荷的提高和产气量的增加,会造成大量污泥流失,恶化出水水质。就反应器来说,污泥接种量又有所不同,一体化两相厌氧反应器采用水力喷射搅拌且内置特殊结构的填料,能有效防止污泥流失,所以可适当增加污泥接种量,这有利于系统快速平稳启动。

③ 水质、水量的调节

由于来水水质、水量波动非常大,所以经一体化反应器的出水大部分循环回流,从而在把进水负荷降低一个数量级的基础上,有效调节水质水量,同时可节省营养盐的投加量,降低运行成本。

④ 营养条件的控制

在启动初期为使反应器内的微生物尽快恢复活性,特加几车粪便水作为营养,并在启动中期适量补充。运行过程中,通过投加营养盐(尿素、磷酸钠等)补充 N、P 营养,维持 C: N: P = (100~500): 5: 1 左右,以刺激细菌的生长繁殖。正常运行时营养盐基本不加。

⑤ 设备选择正确

一体化两相厌氧反应器是专为高浓度有机工业废水设计的,反应器性能优良、操作简单、自动化程度高。运行结果证明,该反应器对高浓度含甲醇废水进行预酸化处理,为甲烷菌对底物的转化提供了有利的条件和环境,所以说该反应器是一针对性、实用性都很强的设备。

4.2 好氧处理

① 运行维护及时合理

好氧反应器在运行过程中应及时注意来水和气

温的变化。实践证明,来水负荷急遽增高易造成污泥中毒、解体等现象。污泥中毒、解体时应及时调整进水负荷,进行营养维护,必要时停止进水而闷曝一段时间。进水负荷和气温的变化易造成污泥膨胀、产生大量泡沫,污泥一旦发生膨胀就很难控制。运行中发现,通过投加聚合铝铁絮凝剂可有效改善污泥的沉降性能,结合加大二沉池的排泥力度、调节曝气量等措施,控制了污泥膨胀。好氧池运行过程中,曾有一段时间产生大量泡沫,气泡直径大至 30 cm,若不及时除去,泡沫堆积硬化,影响出水水质。经研究发现,泡沫产生与进水水质有着很大的关系,通过控制曝气量可减少泡沫,但不能根除,投加消泡剂是一快捷有效的办法,该厂恰又生产该类产品,降低了费用。

② 设备性能优良

实践证明好氧反应器的处理能力、抗冲击能力非常强,对高、低负荷的废水都有很高的去除率。

5 结论

一体化两相厌氧反应器的处理效果十分显著,容积负荷达到 6.0~11.0 kgCOD/(m³·d),进水 COD 达到 6 000 mg/L 以上,运行期间无论进水负荷有多大波动,出水 COD 值都在 200~400 mg/L,甚至更低。好氧反应器通过对厌氧反应器出水和低浓度生产、生活废水的进一步处理,能够有效保证最终出水达到排放标准。

整套厌氧—好氧工艺搭配合理,能够充分发挥两相厌氧反应器处理负荷高、抗冲击能力强的优势,利用好氧反应器对高、低负荷皆可适应的特点对厌氧出水进行深度处理,提高了出水水质。该工艺自动化程度高、操作简单、运行稳定,整个工程具有投资少、效益高、有效利用空间、节省占地、易于维护等特点,成为处理高浓度有机废水的一个示范工程。

参考文献:

- [1] 贺延龄. 废水的厌氧生物处理[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1998.
- [2] 王洪臣. 城市污水处理厂运行控制与维护管理[M]. 北京: 科学出版社, 1999.

电话: (0451) 6282193(O) 2711410(H)

E-mail: bzz@mail.hl.cn

收稿日期: 2001-01-17