

# 养猪场养殖废水厌氧+两段A/O工艺处理

陈树镇<sup>1</sup> 陈志强<sup>2</sup> 王晓彦<sup>2</sup>

1. 杭州市市政工程集团有限公司 浙江 杭州 310006

2. 浙江开创环保科技股份有限公司 浙江 杭州 311100

**摘要:** 针对养猪场养殖废水水质复杂、有机物浓度高、可生化性较好、氨氮浓度高的特点,采用厌氧流化床(UASB)+两段好氧-缺氧(A/O)工艺集中处理550m<sup>3</sup>/d的养猪废水。运行结果显示UASB系统运行75d后,进入稳定阶段,此时出水COD稳定在1300~1500mg/L,去除率达85%以上。一级AO系统稳定运行需50d,COD去除率约40~46%,出水尚不能达到标准要求;故需进行二级AO处理。当进水化学需氧量(COD)约为10000mg/L、氨氮(NH<sub>3</sub>-N)为800mg/L时,经上述工艺处理后总COD去除率为70~74%,出水COD、NH<sub>3</sub>-N分别降至400、10mg/L以下,达到《农田灌溉水质标准》(GB5084-2005)。

**关键词:** 养殖废水; UASB; 两段A/O

由于当前畜牧业高速增长,饲养工业废水已成为多数地方的重点污染源。特别是在农业区域,养猪行业废水的影响尤为突出。因此,对于畜禽养殖废水处理工艺的研究也在不断地更新发展。在林伟华、蔡昌达等人的研究成果中发现CSTR和SBR工艺对畜禽废水中氮的去除具有明显效果,总氮去除率可达至99%以上<sup>[1]</sup>。活性污泥膜分离技术也广泛用于畜禽废水处理,如范建伟、张杰研究发现,采用膜生物反应器,在优化工艺参数后,处理出水可满足国家一级排放标准<sup>[2]</sup>。此外,还有专家分析了ABR-CASS的联合处理工艺对畜禽废水处理的优越性,如邓仕槐等研究的实验结果显示,废水经该工艺处理后能达到国标(污水综合排放标准)一级标准要求<sup>[3]</sup>。目前,畜禽废水的出水标准尚无统一的要求,需根据工程实际情况和业主要求进行选择。开发一种投资成本低、运行

费用省的工艺对于畜禽废水处理至关重要,这也成为解决养殖业污染的关键所在。

为了切实做好畜禽养殖业的污染治理工作,落实资源化、无害化、减量化要求,保护环境,本工程投入建设一套养猪废水处理系统,使出水满足《农田灌溉水质标准》,并分别从经济与技术可行性角度分析该项技术对养殖废水的适用性。

## 1 材料与方法

### 1.1 原水水质

废水来自于杭州市某养猪场的养猪尿液、冲栏污水和生活污水等,具体水质如下表1所示:

### 1.2 出水水质标准

本工程出水采用《农田灌溉水质标准》(GB5084-2005),具体如下表1所示。

表1 原水及出水水质指标一览表y

项目	COD/(mg·L <sup>-1</sup> )	BOD/(mg·L <sup>-1</sup> )	NH <sub>3</sub> -N/(mg·L <sup>-1</sup> )	SS/(mg·L <sup>-1</sup> )	pH	色度(倍)	大肠杆菌(个/100mL)
原水水质	≤ 12000	≤ 8000	≤ 800	≤ 8000	6.0~9.0	/	/
排放标准	≤ 200	≤ 100	≤ 80	≤ 100	6.0~9.0	≤ 40	≤ 4000

### 1.3 工艺设计思路

该养殖废水中杂质种类繁多,固体悬浮物含量较高,如含有大量的粪便。粪便类物质的存在导致废水中有机物浓度极高、臭味较重,并且不乏大量的病原微生物。因而氮、磷元素等营养物的含量也不低,且废水的BOD<sub>5</sub>/COD<sub>Cr</sub>比值较高,可生化性好,易于生物降解。综

合上述特点,本工程选用如下工艺:

- (1) 预处理: 格栅、固液分离、混凝沉淀;
- (2) 生物处理: 调节、UASB厌氧、二段A/O;
- (3) 深度处理: 混凝沉淀;
- (4) 污泥处理: 污泥脱水。

### 1.4 主要构筑物及设计参数

#### 1.4.1 调节池:

1座,有效容积550m<sup>3</sup>,水力停留时间24h。其中装有1台潜水搅拌机,防止水中的固体颗粒物沉淀。配套设

**通信作者:** 陈志强,男,汉,1990年5月,本科,毕业于浙江树人大学,中级工程师,主要从事生活污水、市政污水、工业废水处理,E-mail: 18768163162@163.com。

备：提升泵 2台（一用一备）， $Q = 25\text{m}^3/\text{h}$ 。

1.4.2 UASB厌氧反应器：

1座，有效容积 $2750\text{m}^3$ ，水力停留时间72h。废水由调节池进入UASB系统，经底部的布水器均匀喷射后，和厌氧活性微生物表面充分混合接触发生厌氧反应，产生的三相物质（如沼气、厌氧污泥及处理废水），在反应器顶部的三相分离器分离。沼气到沼气系统，污水溢出厌氧反应器，污泥被截留在反应器内继续参与反应。配套设备：循环泵2台（一用一备）， $Q = 100\text{m}^3/\text{h}$ ；三相分离器1套；增压风机1台， $Q = 1.04\text{m}^3/\text{min}$ 。

1.4.3 一级 A/O反应池：

A池2座，有效容积 $550\text{m}^3$ ，水力停留时间24h；O池2座，有效容积 $2200\text{m}^3$ ，水力停留时间96h。A池内设搅拌机，使厌氧反应器出水同回流污泥混合，去除水中亚硝酸盐；O池与A池联通运行，以有效地氧化分解有机污染物。采用鼓风曝气充氧，内设微孔曝气器。配套设备：潜水搅拌机1台；罗茨鼓风机2台（一用一备）， $Q = 68\text{m}^3/\text{min}$ ；曝气器2套；混合液回流泵2台（一用一备）， $Q = 50\text{m}^3/\text{h}$ 。

1.4.4 二级 A/O反应池：

A池2座，有效容积 $275\text{m}^3$ ，水力停留时间12h；O池2座，有效容积 $2200\text{m}^3$ ，水力停留时间48h。配套设备：潜水搅拌机1台；曝气器2套；混合液回流泵2台（一用一备）， $Q = 50\text{m}^3/\text{h}$ 。

1.4.5 二沉池：

1座，有效水深5.0m。配套设备：刮泥机1座；无堵塞卧式离心泵2台（一用一备）： $Q = 25\text{m}^3/\text{h}$ 。

1.4.6 混凝反应池：

3座，有效水深5m，停留时间2.25h。设有加药混合装置，对二沉池出水进一步处理，确保废水达标排放。

2 调试与运行

2.1 UASB的调试

如图1所示，启动初期，UASB反应器中的微生物无法适应高浓度的有机物，污染物去除率不高。在前40d内，系统处于非稳定状态，有机物去除情况起伏较大。40d后，COD去除率逐渐增加，启动期结束。体系内的微生物开始进入快速生长期。待75d后，开始进入稳定运行阶段，此时厌氧系统进水COD约 $10000\text{mg/L}$ ，出水 COD 稳定在 $1300\sim 1500\text{mg/L}$ ，去除率达 85% 以上。

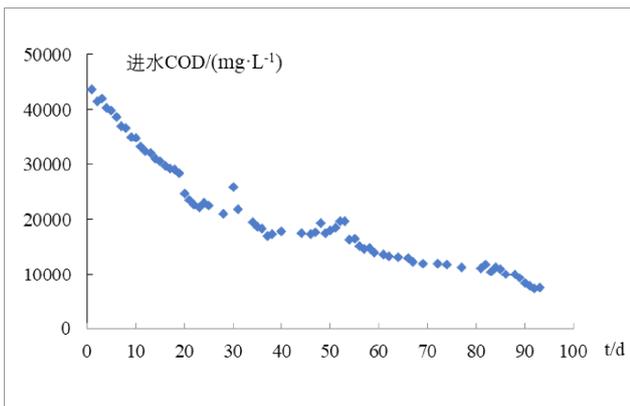


图1 UASB系统调试过程COD浓度 (1)

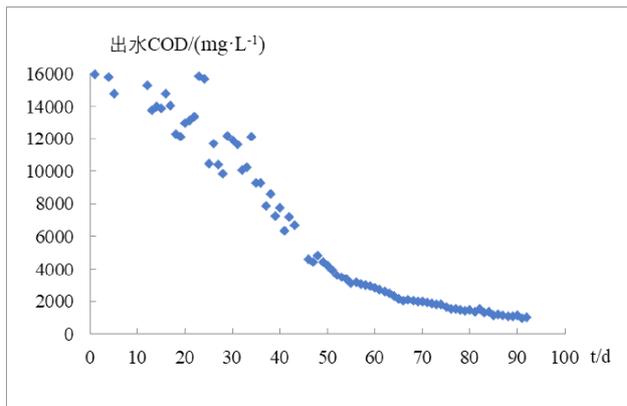


图1 UASB系统调试过程COD浓度 (2)

2.2 两段A/O调试

由于启动阶段接种污泥量较少，加上反应池内COD浓度较高，污泥F/M过高，导致系统运行不稳定。待50d后，趋于稳定运行，COD出水浓度基本维持在 $600\text{mg/L}$ 左右，此时UASB出水COD稳定在 $1300\sim 1500\text{mg/L}$ 间，因此可得出本工程一级AO池稳定运行后，COD去除率约40~46%，出水尚不能达到标准要求。一级AO出水进入二级AO池内，其中的微生物同样需要一定的驯化时间，从下图3所示，二级AO池的稳定运行也需要约50d的适应期。两段AO出水COD约为 $380\sim 400\text{mg/L}$ ，总COD去除率为70~74%。

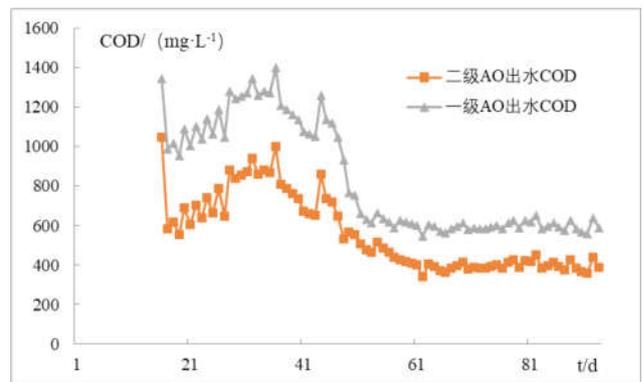


图2 两段AO调试过程出水COD浓度

### 3 运行效果及经济分析

#### 3.1 处理效果

待调试结束后,整个系统稳定运行3个月后,处理效果如下表3所示。经过UASB+两段AO处理后,出水COD去除率约为96.6%,氨氮去除效果更佳,约为98.9%。此外,根据下表可知,二级AO对一级AO出水中COD和氨氮仍有明显的去除效果,去除效率分别为43.9%和61.1%,这也表明两段AO工艺对于养殖废水的适用优越性。

表2 系统稳定运行处理效果

序号	项目	调节池出水	UASB出水	一级AO出水	二级AO出水	二沉池出水
1	COD/(mg/L)	11273	1107	692	388	160
2	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N/(mg/L)	795	/	23.50	9.14	5.91
3	pH	7.64	7.59	7.14	7.15	7.12

#### 3.2 经济分析

本工程处理养殖场废水550m<sup>3</sup>/d,运行成本主要包括以下方面:人工费用、试剂消耗、设备耗电等。人工费按配备3人,人均工资为200元/d计,折合得1.09元/m<sup>3</sup>污水; pH调节剂、混凝沉淀药剂费为4.44元/m<sup>3</sup>;本工程总装机功率为438.9kW,运行功率为297.1kW,电价为0.75

元/(kW·h),则电费为4.16元/m<sup>3</sup>。经计算,运行成本为9.69元/m<sup>3</sup>。

### 4 结果与讨论

采用UASB+两段A/O工艺处理550吨养殖废水,UASB、一级AO和二级AO系统的调试适应期分别为75d,50d,50d。稳定运行后,UASB的COD去除效率约85%,两段A/O的COD去除效率约70~74%。

采用UASB+两段A/O处理后出水COD总去除效率可达96.6%,NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N总去除效率可达98.9%。再经二沉池后,出水可满足《农田灌溉水质标准》(GB5084-2005)。

#### 参考文献

- [1]林伟华,蔡昌达.CSTR-SBR工艺在畜禽废水处理中的应用[J].环境工程,2003,21(3):13-15.
- [2]范建伟,张杰.活性污泥膜分离技术在畜禽废水处理中的应用[J].工业用水与废水,2002,33(3):39-40.
- [3]邓仕槐,李远伟,郑仁宏,等.畜禽养殖废水的混合处理工艺[J].环境工程,2006,24(4):28-30.