



脉冲进液方式在 UASB 反应器中的应用

陈 广 元

提要 介绍脉冲进液系统原理、设计要点,给出主要技术参数,并结合工程应用对系统进行特征分析。

关键词 UASB 反应器 脉冲进液 脉冲周期 虹吸破坏 充放比

0 概述

进液系统是保证 UASB 反应器正常运转的关键技术之一。一个好的进液系统应该布水均匀、不易堵塞,有利于废水与污泥充分接触、瞬时混合,促使活性污泥处于悬浮膨松状态。目前常用的进液方式有多点均匀进水、多点循序进水、脉冲进水 3 种形式。多点均匀进水是最常见的进液方式,其主要缺点是布水管易于堵塞,常使反应器内产生大面积的死角和短流。多点循序进水是将原液依次进入各个布水点,该方式虽有防堵塞的效果,但构造复杂,且多为专利垄断,难以广泛应用。脉冲进液方式通过脉冲发生器将原液短时间均匀释放到 UASB 反应器底部各布水点,该方式构造简单,运行可靠,其主要特点是瞬时成倍增大布水管的流量,促使污泥处于脉动悬浮状态,既防止了布水管的堵塞,又避免了反应器内的死角和短流,是一种比较理想的进液方式。经过几年的实践,在这方面略有一点心得和体会,现介绍如下,供同行们参考。

1 脉冲进液系统

脉冲进液系统由脉冲发生器和配水系统组成(见图 1)。工作原理为:进液由泵提升至脉冲发生器 1,当发生器水位上升超过配水主管 5 上口时(脉冲破坏管吸气口已水封),在立管上口与扣罩间形成密闭空间,随着进液溢流挟气和辅助抽气管的共同作用,密封空间内气体越来越少,气压逐渐下降,直至发生虹吸。随着虹吸的发生,发生器中水位快速下降,当液位降至虹吸破坏管 9 下口时,贮气柜中沼气通过气管 3 引至脉冲发生器,经虹吸破坏管导入密闭空间,使虹吸破坏,进入下一发生周期。配水系统由配水主管和对称配水支管及喷嘴组成。在每个周期的虹吸形成时,大量原液由喷嘴喷出,直冲

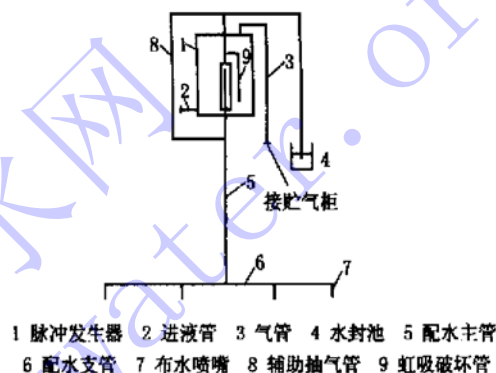


图 1 脉冲进液系统

UASB 池底污泥床,使污泥形成悬浮层。

2 主要设计要点

2.1 脉冲周期与充放比

脉冲周期是指完成脉冲全过程所需的时间,充放比指充水时间与放水时间的比值。考虑 UASB 高效反应区高度在 4 m 以上,兼顾 UASB 活性污泥的沉降速度,脉冲周期取 4~6 min,充放比取(4~5):1。

2.2 脉冲水头

脉冲水头是指脉冲发生器最高水位与 UASB 出水槽水位之差。脉冲水头与放水时间相关,并影响脉冲流量和喷嘴出口流速。为控制喷嘴出口流速大于 3.0 m/s,脉冲水头取 3.0~3.5 m。

2.3 配水系统

为保证 UASB 底部布水均匀性,配水系统采用大阻力配水系统。开孔比 α 取值大小与反应器污泥形态有关,若以絮状污泥为主的 UASB 反应器, α 取 0.05%~0.10%,这有利于保证均匀布水,防止沟流现象产生。对于反应器高度较大,以颗粒污泥为主的 UASB 反应器, α 取 0.10%~0.20%,这对于提高生化污泥膨胀率有利。出口喷嘴采用短管,控制



最大喷流流速大于 3.0 m/s。配水系统管材选用 PVC-U 或 ABS 管,这有利于防止管道腐蚀与堵塞。

2.4 破坏供气系统

基于 UASB 反应器的绝氧要求,脉冲破坏供气源宜选用沼气。系统由 UASB 贮气柜、连接气管和虹吸破坏管组成,贮气柜内沼气作为破坏虹吸的气源。贮气柜的气压对脉冲工况(主要是充放比)有一定影响。一方面,贮气压力对充水时间有影响,贮气压力越大,虹吸发生前抽吸密封空间内气体的时间越长,充水时间变长,反之亦然。另一方面,贮气压力越高,虹吸破坏速度越快,放水时间变短。两方面影响相比,前者是主要的。因此,贮气压力越大,充放比越大,但对脉冲周期影响较小。一般贮气水封水深取 0.2~0.4 m,实际充放比比设计充放比提高 10%~20%。

3 运行状况

笔者在处理 3 种废水的 UASB 反应器中采用了脉冲进液方式,现以在某农药废水处理工程中的应用为例。工艺设计参数为:充放比 5:1,脉冲周期 300 s,脉冲进水量 30 m³/h(原废水流量 5 m³/h,回水量 25 m³/h),UASB 反应器总高度 6.5 m,有效反应区高度 4.2 m,采用中温消化(30~35℃),污泥形态为絮状体。运行中对脉冲进液、自然进液(关闭脉冲破坏气源)两种工况进行对比分析,两种工况下污泥浓度曲线见图 2。两种工况下处理效率部分数据见表 1、表 2。

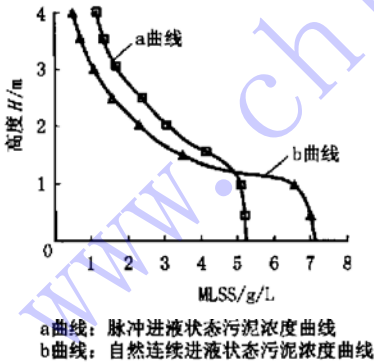


图 2 两种进液方式污泥浓度曲线

由图 2 可知,两种进液方式相比,前者污泥分布曲线较陡,污泥在高度上分布较均匀,无明显的泥水界面,活性污泥膨胀率大。而后者活性污泥主要分布在距反应器底部 1.5 m 范围内,在高度上有明显

表 1 脉冲进液 COD 去除率分析

项目 日期	COD		
	进水/mg/L	出水/mg/L	去除率/%
19990605	2 540	1 232	51
19990606	2 501	1 202	52
19990608	2 620	1 260	52
19990609	2 680	1 278	50.5
19990610	2 700	1 241	54
19990612	4 000	1 192	50
19990615	2 600	1 189	54
19990616	2 611	1 291	50.5
19990618	2 800	1 301	53.5
19990620	2 720	1 331	51
均值	2 607	1 252	51.9

注:中温消化(30~35℃),连续运转,平均 $N_v = 4.64 \text{ kgCOD}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ 。

表 2 自然连续进液 COD 去除率分析

项目 日期	COD		
	进水/mg/L	出水/mg/L	去除率/%
19990708	2 800	1 430	48.9
19990710	2 782	1 391	50
19990711	2 820	1 387	50.8
19990712	2 621	1 400	46.5
19990713	2 593	1 308	49.5
19990714	2 620	1 311	50
19990718	2 403	1 278	46.8
19990719	2 478	1 250	49.5
19990721	2 580	1 308	49.3
19990723	2 603	1 350	49.1
均值	2 630	1 341	49

注:中温消化(30~35℃),连续运转,平均 $N_v = 4.68 \text{ kgCOD}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ 。

的泥水界面,污泥浓度分布极不均匀。因此,脉冲进液既能提高活性污泥区高度,又能增大进液的混合与稀释空间,为 UASB 提供了良好的生物条件和水力条件。

由表 1、表 2 对照可见,前者 COD 去除率较后者高 3%,主要原因是脉冲进液提高污泥膨胀率,强化了 UASB 的传质速率。另外,脉冲形成的携带沼气对活性污泥的气体搅拌作用也不容忽视。

工程中沼气水封深度为 0.20 m,实测脉冲周期为 304 s,充放比为 5.5:1(充水时间 257 s,放水时间 47 s),主要原因是贮气压力对充放比的影响,另外制作精度也会引起误差。



苏州河支流综合整治工程

陈伟 徐左正 叶舜涛 朱浩川 沈建群

提要 苏州河支流对干流的污染已经成为苏州河干流的主要污染源,通过对苏州河支流的综合整治,包括支流污染源截流、支流就地净化、曝气复氧等工程,可以从根本上消除苏州河的污染,改善苏州河水体的水质,逐步恢复水生生态功能。

关键词 苏州河 支流 截污 就地净化 曝气复氧

0 前言

苏州河是黄浦江的主要支流之一,其综合整治一期工程利用亚行贷款,自1999年开始对苏州河进行了全面系统的整治。一期工程充分吸收了国外先进国家在治理河道方面取得的成功经验,并结合苏州河黑臭原因开展综合治理,污染源截流、综合调水、就地净化、曝气复氧、底泥疏浚、污水处理以及两岸陆域整治等是综合整治工程的主要措施。其中,苏州河支流整治工程是改善苏州河水质的根本。

1 苏州河水环境现状

苏州河全长约125 km,上海市境内长度为53.1 km。苏州河全程的水力坡降仅0.8 cm/km (8×10^{-6}),河道平均宽度在60 m,平均水位2.5 m左右。苏州河为中等强度感潮河流,潮型属不正规半日潮,每天两涨两落,其潮界在河口以上53.1 km的赵屯。随着上海城市发展,工业兴起,人口增长,两岸工厂、农业、生活废水不加处理直排苏州河,使苏州河的水质受到严重污染。尤其是北新泾下游水体污染严重,溶解氧, COD, BOD, $\text{NH}_3\text{-N}$ 等污染指标均劣于国家V类地面水标准(GB3838-88)。

苏州河市区段直接与苏州河连接的支流主要包

括苏州河北岸的彭越浦、东茭泾、真如港、木渎港、桃浦河、申纪港(含上游中槎浦、新槎浦)以及南岸的新泾港和华漕港6条,简称苏州河六支流。六支流区域内还包括与苏州河平行的走马塘、蒲汇塘和淀浦河,见图1。

2 六支流流域的污染状况

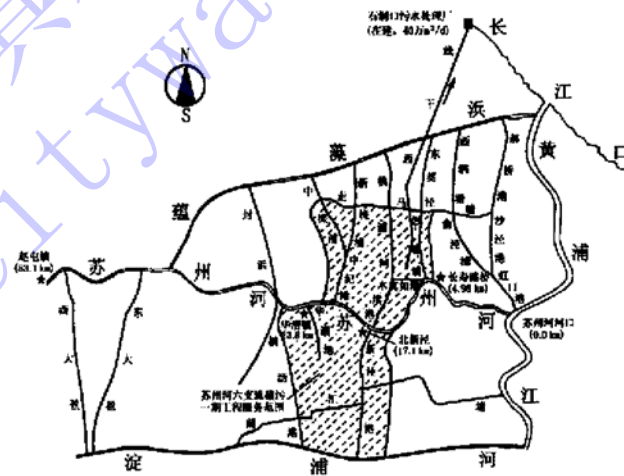


图1 苏州河主要支流水系示意

六支流流域范围北面以走马塘为界,南面以淀浦河为界,东面与上海市污水治理三期工程设计范

该UASB反应器连续运转2年多,脉冲进液系统一直运行正常,配水管道未发现堵塞现象。但运行8个月时发现气管有堵塞现象,经查是由于浮渣带入气管所致,后在气管上加高压冲洗管,定期冲洗,再未出现类似现象。

4 结论

(1) 脉冲进液方式是一种布水均匀,搅拌效果好的进液形式,能增加活性污泥区高度,有利于提高厌

氧效率和抗冲击能力。

(2) 脉冲进液系统构造简单,不易堵塞,投资小,掌握该技术特征,对于推广高效厌氧反应器的应用有着积极意义。

▲ 作者通讯处: 225009 江苏扬州市江阳路32号北校区

扬州大学水建学院环工系

电话: (0514) 7979526

收稿日期: 2001-6-10