

# Discussion on Countermeasures for Treating Methanol Coal Gasification Wastewater by SBR Method

Yihong Fang

Jiangsu SOPO Corporation Co., Ltd., Zhenjiang, Jiangsu, 212006, China

## Abstract

With the acceleration of the urbanization process, the social demand for environmental protection is constantly increasing, and thanks to the development and popularization of automation technology, SBR technology has gradually become the key to the development of the industry with its advantages, and is widely used in various industries. The sewage treatment of Jiangsu SOPO Corporation Co., Ltd.'s 500,000 t/a methanol project mainly adopts the SBR activated sludge method, and its main structure is the SBR reaction tank. In the homework section, SBR technology mainly completes the decontamination process through alternating time, with a relatively simple process, it also combines the aeration tank with the secondary sedimentation tank to achieve functional unity, and has multiple functions such as water quality regulation and solid-liquid separation. This method can efficiently and quickly treat high ammonia nitrogen, organic pollutants, suspended solids, etc. in the gasification wastewater of coal water slurry. The treated effluent meets the first level standard water quality of GB 8978-1996 *Comprehensive Wastewater Discharge Standard*, which is of great significance for saving water resources, improving water reuse rate, and achieving zero discharge of wastewater.

## Keywords

SBR; wastewater; influencing factors; sludge bulking

## SBR 法处理甲醇煤气化废水对策措施探讨

方益宏

江苏索普化工股份有限公司, 中国·江苏·镇江 212006

## 摘要

随着城市化进程的加快, 社会对于环保的需求不断提升, 而且得益于自动化技术的发展普及, SBR技术凭借其优势逐渐成为行业发展的关键, 被广泛应用在各种行业。江苏索普化工股份有限公司50万t/a甲醇项目污水处理主要采用SBR活性污泥法, 它的主体构筑物是SBR反应池。在作业环节, SBR技术主要通过时间方面的交替完成去污过程, 流程较为简单, 还将曝气池与二沉池相结合, 实现功能方面的统一, 具有水质调节以及固液分离等多方面的功能。这种方法能够高效快速处理水煤浆气化废水存在的高氨氮、有机污染物、悬浮物等, 经处理后的出水达到GB 8978—1996《污水综合排放标准》的一级标准水质, 对节约水资源、提高水重复利用率, 实现废水零排放具有重大意义。

## 关键词

SBR; 废水; 影响因素; 污泥膨胀

## 1 引言

江苏索普 50 万 t/a 甲醇项目主要工艺技术采用中国多喷嘴水煤浆气化工艺、林德低温甲醇洗工艺等。实际来看, 工艺废水主要包括气化废水、煤浆系统的冲洗用水、废渣水、甲醇精馏水、硫回收设施产生的废水以及生活废水等。废水总量在 3500~5500m<sup>3</sup>/d 之间, 在治理环节, 污水处理主要采用 SBR 技术, SBR 活性污泥技术又称之为间歇曝气技术。作业环节, SBR 反应池是其主体结构, 流程上较为简单。具体步骤是将曝气池与二沉池进行统合, 使得单一的池子具有数量调节、微生物降解以及固液分离等功能。两年多的运

行结果表明该装置处理效果良好, 处理后水质稳定, 达到国家规定的一级标准污水排放水质<sup>[1]</sup>。

## 2 SBR 工艺简介

### 2.1 SBR 基本流程

来自气化的废水分两路, 大部分气化废水经冷却器冷却后进入沉淀池沉淀, 沉淀物由中心转动刮泥机处理去出泥池, 沉淀池中的上层较清污水溢流进入调节池, 少部分的气化废水直接进入调节池。进入调节池的污水除气化废水外, 还有甲醇废水、其他生产污水、生活污水。调节池中混合污水经调节池污水提升泵提升, 与来自甲醇投加设备的甲醇溶液(或面粉)、磷营养液投加设备的磷营养液、碱投加设备的碱液混合进入 SBR 反应池。

在 SBR 反应池中, 经过简单预处理的污水在各个反应

【作者简介】方益宏(1966—), 男, 中国安徽芜湖人, 本科, 工程师, 从事化工企业废水处理研究。

池中经过进池混合、曝气、沉淀、闲置等阶段，达到污水的有效处理，完成污水达标排放的目的。

从污水进池到清水出池为一个周期时间约 6h。生化反应净化后的水经上清液排出装置旋转式滗水器排出，最终经巴歇尔计量堰计量后排放。在排放水渠上安装有 pH、COD、SS 的自动检测装置。

序批间歇式活性污泥法是一种成熟的污水处理技术，它通过在同一个反应器中分序列地进行污水处理的各个过程，从而实现对污水的有效处理。作业过程中，废水经过初沉后就需要导入到曝气池中，经过充分曝气后，一方面让活性污泥保持悬浮状态，将污水与活性污泥充分接触，另一方面则通过曝气保持活性污泥的好氧条件，保证曝气池中微生物的成长。之后，污水就能够经过吸附、沉淀以及固液分离等手段，实现净化。图 1 所示为 SBR 基本流程图。

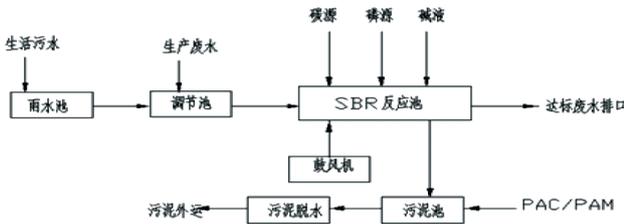


图 1 SBR 流程图

## 2.2 SBR 优点

### 2.2.1 对污水水质的适应性强

从表 1 可看出气化与合成来水 COD 与  $\text{NH}_3\text{-N}$  存在较大波动。SBR 系统在运行过程中由于集曝气池和沉淀池为一体，每次排水不超过池容的 1/3，从而在客观方面实现了对高浓度废水的稀释。而且由于池内的污泥浓度较高，所以微生物的生长态势就较好，所以在池内浓度超标的状况下，仍然可以通过调整进入反应池的水量达到处理效果，保证出水达标<sup>[2]</sup>。在必要时，SBR 系统可以通过增加曝气强度、延长周期时间等方式强化处理能力，以应对突发性污水排放或更严格的排放标准。综上所述，SBR 工艺因其强大的适应性和灵活性，在污水处理领域得到了广泛的应用。其能够有效应对各种复杂、变化的处理需求，是一种高效、经济的污水处理解决方案。

表 1 SBR 处理污水水量水质表

名称及来源	排放量 (m <sup>3</sup> /h)	组成及特性数据			
		pH	COD (mg/L)	$\text{NH}_3\text{-N}$ (mg/L)	温度 (°C)
气化	150~240	7.5~9	300~900	170~350	45~60
合成	10~20	9.5~13	430~1200	—	50~85

### 2.2.2 工艺简单，投资和运行费用低

SBR（序批式活性污泥）工艺因其独特的操作模式和设计特点，在污水处理领域内具有显著的优势，主要体现在流程以及成本等方面。SBR 系统由于其工艺流程简单，相

比传统的连续流活性污泥处理系统，可以省去初沉池、二沉池等结构，集反应、沉淀等功能于一体的反应器中，从而减少了土建投资。此外，因为 SBR 工艺占地面积较小，对于土地资源紧张的地区来说，能够有效降低土地获取成本。

### 2.2.3 有机物与氨氮去除率高

废水经过好氧、缺氧、厌氧三个过程，伴随发生硝化、反硝化反应，增加了污泥的活力，因此脱氮除磷效果较好。另静置沉淀效果好，见表 2。

表 2 SBR 处理污水排水指标

排放量 (m <sup>3</sup> /d)	排水水质			
	pH	COD (mg/L)	$\text{NH}_3\text{-N}$ (mg/L)	悬浮物 (mg/L)
3500~5500	7~9	40~65	0.05~14	25~35

### 2.2.4 不易出现污泥膨胀

间歇曝气可以有效控制污泥中的微生物群落结构，有利于促进好氧菌的生长，抑制丝状菌的过度增长，从而降低污泥膨胀的风险。而且 SBR 工艺允许在最佳时机进行污泥的排放。通过观察沉淀效果和污泥的性质，操作者可以选择在污泥沉降良好时排出部分污泥，这有助于去除易于引起膨胀的丝状菌或其他不稳定的污泥成分，保持污泥的健康状态。而且 SBR 系统可以通过调整污泥停留时间（SRT）来控制污泥龄，较短的污泥龄有利于维持较高的微生物活性和代谢速率，有助于防止丝状菌的过度增长和污泥膨胀的发生。通过优化操作条件和管理策略，可以进一步提高 SBR 系统的稳定性和处理效率，减少污泥膨胀的风险。

### 2.2.5 自动化控制水平高

相较传统的技术手段而言，SBR 技术采用 PLC 自动控制系统，就具有较强的自动化水平。实际作业环节，SBR 技术借助 PLC 可以对进水、曝气以及出水等流程进行控制，还能够对监控、检测以及操作等步骤通过 DCS 系统实现，自动化程度较高。

## 3 关键控制指标

### 3.1 温度

在 SBR（序批式活性污泥法）工艺中，温度是影响系统处理效率和微生物活性的重要环境因素之一。不同菌类对于温度的需求存在差异，其中，多数菌类的适宜温度在 15°C~35°C，但是硝化菌在 30°C~35°C 之间的生长较为恒定，再高生长速度就会降低。综上所述，在适宜的温度范围内，微生物可以高效地进行有机物的分解和转化，而温度过高或过低都会抑制其活性，影响处理效率。温度过高可使组成生物体的蛋白质变性，生物机体的正常生命活动受到抑制，温度过低，又会使微生物的活性受到影响，增速缓慢<sup>[3]</sup>。所以作业环节，应该将温度控制在 30°C 左右。

### 3.2 酸碱度（pH 值）

在 SBR（序批式活性污泥法）工艺中，酸碱度（pH）是影响微生物活性、处理效率及系统稳定性的重要参数。适

宜的 pH 范围对于维持微生物的正常代谢活动、优化有机物的降解以及避免系统运行故障具有关键意义。pH 值直接影响污水处理过程中的多种生化反应速率，包括有机物的氧化分解、氨氮的硝化作用等。pH 值的变化也可能影响污泥的絮凝和沉降性能，进而影响整个系统的运行效率。对于大多数 SBR 系统而言，理想的 pH 范围大致在 6.5~8.5 之间。在此范围内，大部分微生物能够有效地进行代谢活动，同时保持较高的污水处理效率。

### 3.3 溶解氧

在 SBR(序批式活性污泥法)工艺中,溶解氧(Dissolved Oxygen, DO)是一个关键的操作参数,直接影响到微生物的代谢活动和污水处理效率。适当的溶解氧水平对于确保有机物的有效降解、氮的去除(包括硝化和反硝化过程)以及避免污泥膨胀等问题至关重要。好氧微生物需要足够的溶解氧来高效地降解污水中的有机物质。硝化是一个好氧过程,其中特定的细菌将氨转化为硝酸盐,这一过程需要充足的溶解氧。虽然反硝化是一个厌氧过程,但通过控制 SBR 周期中的曝气阶段,可以在同一反应器内实现硝化和反硝化,从而去除氮。在进行反硝化过程时,需要将溶解氧的浓度控制在较低水平,甚至接近于 0mg/L,以促进厌氧条件下的反硝化细菌活动。本装置采用硝化一反硝化活性污泥处理工艺技术,设计值为曝气时 DO=2~3,搅拌时 DO=0,实际生产运行中同时根据氧化还原电位 ORP 值(曝气时 ORP=50~100,搅拌时 ORP=-100~-50)适时进行必要的调整。

### 3.4 毒性物质

在 SBR(序批式活性污泥法)工艺中,毒性物质的控制是保证污水处理系统正常运行和达到处理目标的重要方面,它们对微生物群落的健康和活性具有潜在的抑制或破坏作用。硝化过程受许多毒性物质的抑制,虽然它并不比其他细菌更敏感,但其表现为即使有限地抑制(非 100%抑制),也会因发生硝化菌的流失而导致硝化过程完全停止,且不会从感官上立即表现出来,而是在硝化菌流失后几个星期内才表现出完全停止<sup>[4]</sup>。

本装置碰到遇到含毒性物质高的废水时,一般采取先进雨水池稀释,再通过雨水池提升泵将废水打入调节池。

## 4 SBR 污水处理微生物镜检

SBR 污水处理装置反应池污泥中的微生物生长数量、种类是判断反应池处理废水能力的晴雨表,日常操作中要定期通过显微镜观察污泥中的微生物活动情况,来作为调整反应池营养平衡与调整运行参数的提示。

①优质而成熟的活性污泥中微生物有小口钟虫、八钟虫、沟钟虫、褶钟虫、瓶累枝虫、微盘盖虫、独缩虫等。图 2 为钟形虫。

②大量的自由游泳的纤毛虫出现,指示净化作用不太好,出水浊度将上升。图 3 为游泳型纤毛虫。

③累枝虫、轮虫的大量出现,则是污泥要膨胀的预兆。

图 4 为累枝虫、图 5 为轮虫。

④显微镜下的颗粒污泥凝结核。图 6 为颗粒污泥凝结核。



图 2 钟形虫

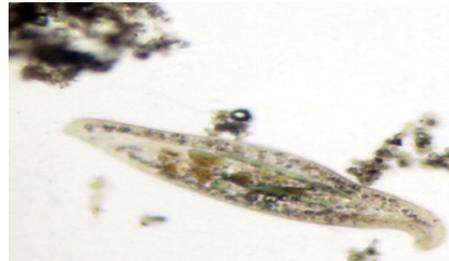


图 3 游泳型纤毛虫

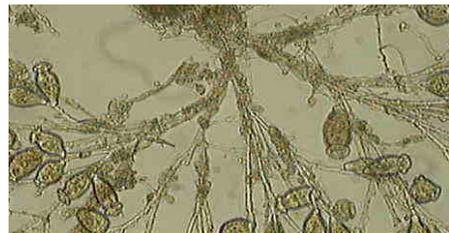


图 4 累枝虫



图 5 轮虫

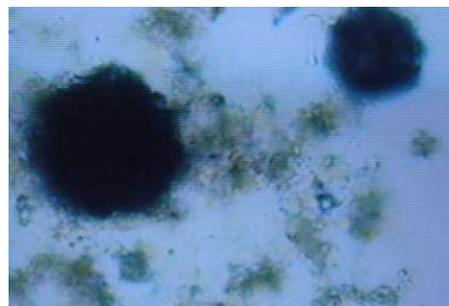


图 6 颗粒污泥凝结核

## 5 公司 SBR 调试中出现的问题及对策措施

SBR 处理工艺的核心是活性污泥,活性污泥中微生物的生长状态决定着污水处理的效率。为了微生物的良好生长,必须为微生物创造良好的生长条件。微生物对营养的要求主要是 C、N、P,三种营养元素的比例为 100 : 5 : 1。微生物的生长需要适宜的水温(25℃~40℃)、pH 值(7.5~8.5)、溶解氧等。由此可知 SBR 处理工艺常见的问题一般都围绕活性污泥而生。

### 5.1 进水水质受到冲击

污水处理装置接收公司甲醇片区的生产废水与生活污水,当生产工况不稳定时,容易出现水质指标与正常生产时的偏差<sup>[5]</sup>。氨氮、COD 水质指标出现过高或者过低的情况,短暂的冲击 SBR 池内的活性污泥能够承受,时间持续过长容易造成活性污泥处理效率降低的现象。针对这种情况,需要在操作时加强对来水水质常用指标的分析,根据来水水质,通过调整提升水量控制匀质池的氨氮、COD 在正常的指标范围内,防止冲击太大。当来水水质中存在过量的硫化物或氰化物或其他重金属危害时,容易造成活性污泥中毒,严重时容易使得活性污泥大量死亡,当出现这种情况时,需要投加新的活性污泥或活性生化菌种,确保水质指标稳定。平时增加排泥量,来控制 SBR 池内的活性污泥泥龄。

### 5.2 污水曝气风机发生故障

公司污水处理装置采用两种类型的曝气风机,分别为离心式曝气风机与磁力式曝气风机,在实际生产运行中由于夏季气温过高,离心曝气风机容易发生喘振的现象,由此造成曝气效果下降,延长曝气时间,处理水量降低。曝气风机在长时间的运行过程中,由于人员维护操作不到位,或者设备本身存在的磨损等造成设备无法正常使用,SBR 池在曝气时得不到保障。针对这种情况,可以对现有离心风机进行改造或者更换为磁力式曝气风机,避免风机的喘振。如果设备出现损坏故障,需要及时启动备用的风机,对故障风机进行抢修。操作人员平时需要加强对曝气风机的维护保养<sup>[6]</sup>。

### 5.3 进水温度过高或过低

由于气温的变化或者是生产工况的不稳定,进水水质温度不稳定,公司常规的生产废水温度过高,进水水温可达 70℃,生活污水的温度较低,一般为 20℃左右。可通过调控二者的水量来控制水温,温度过高时,生产废水需要经过喷淋装置降温后进入均质调节池,适当增加生活废水的提升量,或者投用再生水进行降温。当温度过低时,生产废水可

不经喷淋装置直接进入均质调节池,适当降低生活废水的提升量,或者投用生产蒸汽进行加热。

### 5.4 微生物所需营养元素不均衡

微生物对营养的要求主要是 C、N、P,三种营养元素的比例为 100 : 5 : 1。当这三种营养长期不均衡时,会影响污水处理的运行效果。针对这种情况,通过分析均质调节池的氨氮与 COD 指标,来判断营养盐的投加量是否适宜,根据多年的运行经验,COD 与氨氮的比例一般为 2.5~3.5 : 1,针对公司生产废水的特点,可以看出生产废水中含有大量的氨氮,但是 C 源、P 源需要进行额外的投加,微生物生长所需的碳源由甲醇合成装置产生的粗甲醇提供,磷源通过往均质调节池投加磷酸氢二钠调控。近年来,环保增加了外排水总磷的指标管控,磷盐的投加量也适当地减少了,有时甚至不需要额外投加磷盐,也可保障污水处理的正常运行。

## 6 结语

① SBR 法因其具有耐冲击负荷,运行方式灵活,自动化控制水平高以及污染物去除效率高等优势,非常适合处理水煤浆气化废水的处理。

② 提高 SBR 污水处理装置反应池污泥中的微生物生长数量、种类认识,是作为调整反应池营养平衡与调整运行参数的重要提示。

③ 必须强化 SBR 污水处理进水监控,做好水质分析和在线监测,杜绝含硫、含油、含煤灰等有毒废水进入及高浓度有机废水冲击。

④ 操作人员的精心操作、定期巡检、维护设备和管理,是保证 SBR 环保设施稳定运行、达标的关键。

### 参考文献

- [1] 北京市环境保护科学研究院.三废处理工程技术手册:废水卷[M].北京:化学工业出版社,2000.
- [2] 王志雄.SBR 工艺的优缺点及发展现状[J].科技创新导报,2008(26):95.
- [3] 唐受印,戴友芝.废水处理工程[M].北京:化学工业出版社,2004.
- [4] 赵玲,张之源.复合 SBR 系统中同步硝化反硝化现象及其脱氮效果[J].工业用水与废水,2002,33(2):5-6.
- [5] 涂保华,张洁,张雁秋.影响短程硝化反硝化的因素[J].工业安全与环保,2004,17(1):12-14.
- [6] 彭永臻.污泥龄与污泥膨胀及沉降性能的关系[J].中国给水排水,1996,12(4):24-25.