

煤气站废水剩余活性污泥好氧消化处理试验

韩相奎 刘 颖 杨静岩

(吉林建筑工程学院, 长春 130021)

摘要 某煤气站含酚废水剩余活性污泥中可生化处理的 MLVSS 浓度占总 MLVSS 浓度的 59.3%。采用好氧消化处理, 在 30°C 条件下间歇运行 17 天, MLVSS 的降低可达 44.9%。提高温度时, 污泥降解速率亦提高, 但转入液相的难生物降解产物也增加。本文还对剩余活性污泥好氧消化动力学进行了推导, 并提出了其动力学常数的简捷求定方法。

关键词 煤气废水, 剩余活性污泥, 好氧消化。

废水生物处理产生的剩余活性污泥直接排放会造成二次污染。因此, 必须对活性污泥进行处理。污泥好氧消化有最终产物稳定、无臭味、上清液 BOD 浓度低和运行管理方便等优点^[1], 近年来颇受重视。国外 70 年代就有大量报道, 近些年来美国、加拿大等西方国家已有许多实际工程在运行, 国内近两年也有这方面的报道^[2]。长春市某煤气站含酚废水处理厂规模较小, 其剩余污泥拟处理, 本试验研究旨在对其好氧消化的可行性进行探讨, 为设计提供依据。

一、好氧消化原理及其动力学

剩余活性污泥好氧消化过程, 本质上是好氧微生物在底物枯竭的条件下进入内源呼吸期, 氧化自身细胞物质的过程。如果此过程持续很长时间, 微生物体总量将会大大降低, 活性亦将降低, 生物学上趋于稳定。根据 Adams 等人提出的模型假定, 可降解的挥发性悬浮固体通过内源呼吸的减少量遵循一级反应动力学关系^[3], 即:

$$\left(\frac{dX_d}{dt}\right)_R = K_d X_d \quad (1)$$

式中, $\left(\frac{dX_d}{dt}\right)_R$ ——由内源呼吸所导致的可降解性固体的去除速率 (g/L·d);

K_d ——去除可降解性 MLVSS 的反应速率常数 (d⁻¹);

X_d ——在时间 t 时剩余可降解性 MLVSS

浓度 (g/L)。

在这里, X_d 并非直接可测变量, 过去人们都是借连续运行数据, 在 MLVSS 浓度基本不变时近似求得初始可生物降解的 MLVSS 浓度后, 再确定 X_d 和 K_d , 这不但耗时而且有失准确。如果对 (1) 式移项积分, 则得:

$$X_d = X_0 \cdot 10^{-K_d t} \quad (2)$$

式中 X_0 ——初始可降解的 MLVSS 浓度 (g/L);

K_d ——反应速率常数, $K_d = \frac{K_d}{2.3}$ (d⁻¹);

t ——曝气时间 (d)。

剩余可降解污泥浓度应等于初始可降解污泥浓度与已降解污泥浓度之差, 即:

$$X_d = X_0 - X_R \quad (3)$$

式中, X_R ——由内源呼吸作用去除的 MLVSS 浓度 (g/L)。

于是有:

$$X_0 - X_R = X_0 \cdot 10^{-K_d t} \quad (4)$$

整理后得:

$$X_R = X_0(1 - 10^{-K_d t}) \quad (5)$$

通过作 X_R 与 t 的托马斯图就可求得 K_d 和 X_0 。

借式 (5) 通过几组数据用作图法来求定 K_d 和 X_0 , 要比在间歇运行条件下, 将活性污泥连续曝气直至污泥浓度变得非常稳定, 进而求得 X_0 和 K_d 的方法要省时、准确得多。

收稿日期: 1992 年 3 月 20 日

二、试验装置及运行条件

本试验所用污泥为长春某煤气站含酚废水剩余活性污泥,体系以空气为氧源,设温控仪对反应器进行恒温控制,以溶解氧测定仪及其自动记录装置对反应器进行溶解氧的监控和呼吸速率的测定。两反应器在不同温度下进行对比试验,间歇运行,试验装置和试验条件如图 1 和表 1 所示。

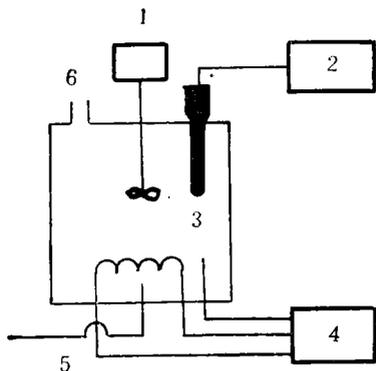


图 1 试验装置示意图

1. 搅拌器 2. 自动记录装置 3. 氧电极 4. 温控系统 5. 压缩空气 6. 出气口

表 1 试验条件

反应器编号	I	II
试验条件		
温度(°C)	20	30
体积(L)	10	10
MLVSS 投配量(g/L)	6.24	6.24
溶解氧浓度(mg/L)	≥2.0	≥2.0

三、试验结果与分析

1. 污泥降解过程

在 20°C 和 30°C 条件下,污泥投配量相同及供氧条件相同下的两个反应器的污泥降解过程如图 2 所示,残留固体浓度和 MLVSS 去除率随曝气时间的变化示于图 3。根据图 2 中的 MLVSS 数据,藉托马斯作图法求得的 K_D 和 X_0 值列于表 2 中,其托马斯图示于图 4。由表 2 可见,30°C 下的 K_D 值显著地大于 20°C 下的 K_D 值,说明温度对此种污泥的降解速率影响很

大,提高温度可加快其好氧消化速率。同时,从图 3 可见,温度升高时残留固体量降低,向液相的转移量相对增加。这是因为升高温度既增强了活性微生物的代谢功能,提高了内源呼吸速率,也增加了死亡微生物的溶解速率。死亡的微生物溶解后的可降解性有机物可作为活性微生物的食料,使微生物得以增殖延续,而死亡微生物溶解后的无机物质则进入了液相,使残留固体浓度降低,其总结果是加快了污泥的降解速率。

由图 3 可见,试验初期的 MLVSS 去除率较高,以后渐缓,这是由于试验初期污泥生化活性较高所致。

本试验原投配污泥浓度以 MLVSS 计为 6.24g/L,其中可生物降解部分为 3.70g/L,占 MLVSS 的 59.3%。在 30°C 条件下运行 17 天时,MLVSS 去除率为 44.9%,占 X_0 的 75.7%,而 20°C 下运行 17 天仅去除 MLVSS 的 32.1%,占 X_0 的 54.1%。

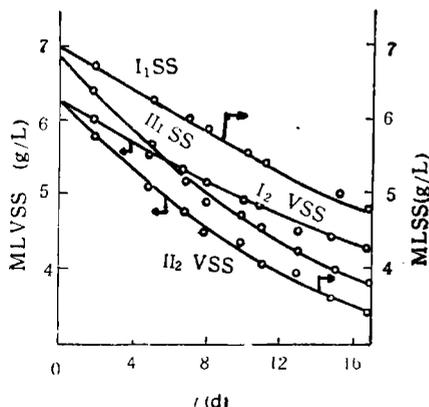


图 2 MLSS 和 MLVSS 历时曲线

表 2 反应速率常数和初始可降解的 MLVSS 浓度

反应器编号	温度(°C)	$K_D(d^{-1})$	$X_0(g/L)$	$\bar{X}_0(g/L)$
I	20	0.024	3.69	3.70
II	30	0.035	3.70	

2. 消化过程中的呼吸速率

试验条件下的污泥呼吸速率(R_t)的历时曲线示于图 5。由图 5 可见,呼吸速率随温度升

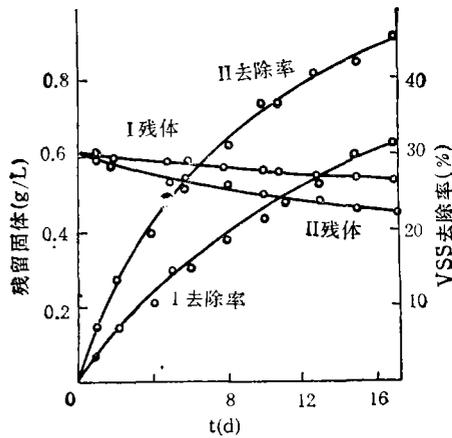


图3 残留固体浓度和 MLVSS 去除率历时曲线
I、II 条件同表 1

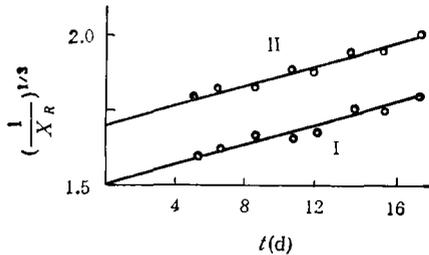


图4 已去除 MLVSS 与时间的托马斯图
I、II 条件同表 1

高而加快,升高温度可加速污泥的稳定。这是因为在剩余活性污泥好氧消化过程中,在微生物酶系统不致变性的温度范围内,提高温度增强了微生物的代谢功能,生化反应速度加快,对受氢体氧的需求速率提高,因此耗氧速率提高。

前已叙及,在 30℃ 条件下运行 17 天时,MLVSS 的去除率为 44.9%,降解掉的 MLVSS 为 2.80g/L,其总需氧量应为呼吸速率曲线下 0—17 天之间所包含的面积,分割计算表明,这一面积为 3.86g O₂/L,由此计算出去除每克 MLVSS 需氧 1.38g,使一吨污泥降解 44.9% 需氧 3.87kg。

3. 消化污泥的沉降性和脱水性

为了进一步浓缩污泥,消化池后常设污泥浓缩池^[1]。污泥的絮凝沉淀性能可用污泥容积指数 (SVI) 来表示^[3],试验过程中的 SVI 随曝气时间的变化示于图 6。由图 6 可见,与 20℃ 相比,30℃ 条件下的 SVI 值迅速下降,且始终

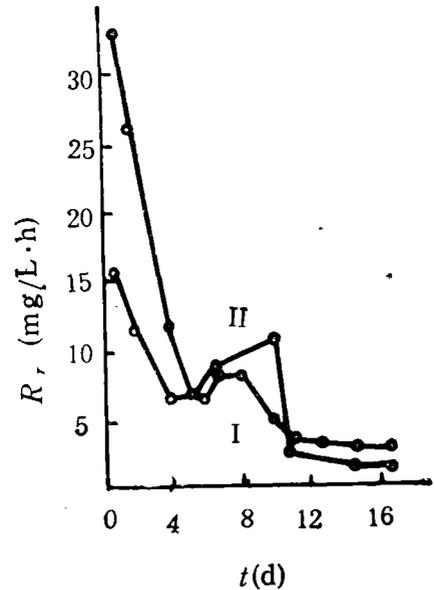


图5 R_t-t 曲线
I、II 条件同表 1

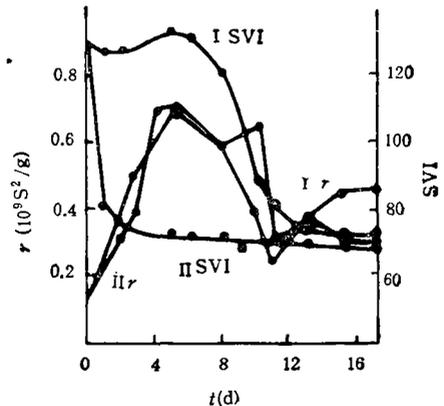


图6 SVI 和 r 值历时曲线
I、II 条件同表 1

低于 20℃ 下的 SVI 值,说明升高温度有利于改善污泥的沉降性能。

污泥的过滤脱水性能可用其比阻 r 值来表示^[4], r 值愈大,污泥愈难于过滤脱水。试验条件下 r 值的历时曲线也一并示于图 6。由图 6 可见,随好氧消化过程的进行,过滤脱水性能有逐渐变差的趋势,至消化第 11 天时才略有改善。试验中发现,消化几日后,上清液透明度明显变差,一些细菌胶团碎屑悬浮其中,致使滤器易于堵塞,可滤性下降。

4. 液相特性

对滤液 COD 和 BOD₅ 的测定结果示于图 7。由图中可见,随消化反应的进行,滤液 COD 值有逐渐增高的趋势,30℃ 下的 COD 值显著高于 20℃ 下的 COD 值,而两个温度下的 BOD₅ 值却始终相差不大。这说明在剩余活性污泥好氧消化的过程中,产生了难于生物降解物质,而在较高温下所产生的难于生物降解物质要更多些。

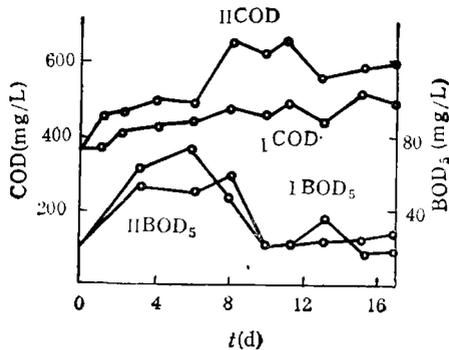


图 7 COD 和 BOD₅ 历时曲线
I、II 条件同表 1

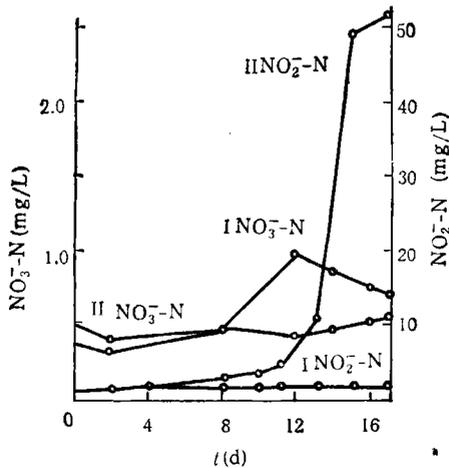


图 8 NO₃-N 和 NO₂-N 历时曲线

NO₃-N 和 NO₂-N 历时曲线(图 8)表明,在 30℃ 下于第 9 天后出现硝化现象,而在 20℃ 下 17 天内未出现硝化现象。硝化作用的主要产物是亚硝酸盐,而硝酸盐浓度变化甚微。一般来说,在硝化过程中 NO₂-N 的积累量很小,亚硝酸细菌将铵氧化为亚硝酸的过程是铵

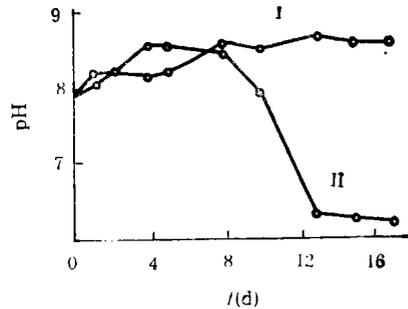


图 9 pH-t 曲线
I、II 条件同表 1

转化为硝酸盐这一反应过程中的限速步骤^[1]。本试验中硝酸盐浓度甚低的原因,可能是体系内存在着硝酸菌增殖的抑制因素。

随硝化反应的进行,pH 值明显下降(图 9),H⁺ 有所积累。因为 I 号反应器内未有硝化作用发生,所以消化进行几日后出现的呼吸速率峰值并非是硝化作用的结果,其原因尚待探讨。

四、小 结

研究结果表明,煤气站含酚废水剩余活性污泥适于好氧消化处理。提高温度可加快其污泥降解速率,改善其沉降性能,促进硝化作用提前完成。但升高温度的同时,滤液 COD 值有所增高,难生物降解物质的浓度增加。

借所推导的剩余活性污泥好氧消化动力学关系式 $X_R = X_0(1 - 10^{-K_D t})$,通过托马斯作图法来求定 K_D 和 X_0 省时而准确。

消化污泥的过滤脱水性能明显低于未消化污泥。

致谢 本文经张自杰教授审阅,提出了许多宝贵的修改意见,谨致谢忱。

参 考 文 献

- 1 Benefield D and Randall W, 邢建译. 废水生物处理过程设计. 北京: 中国建筑工业出版社, 1984; 219-489
- 2 曹申存等. 中国环境科学, 1986, 6(6): 44
- 3 哈尔滨建筑工程学院. 排水工程. 北京: 中国建筑工业出版社, 1981: 59
- 4 Ramalho R S, 严忠琪等译. 废水处理概论. 北京: 中国建筑工业出版社, 1982: 334

Abstracts

Chinese Journal of Environmental Science

COD/m³. d and COD removal efficiency over 85%. The granular sludge could also be cultivated, but the granulation of sludge was found to be comparatively slow and incomplete, when the low strength influent of 1000mg/L COD was fed to the reactor. The size of sludge granule was smaller, in the range of 0.5—1.5mm, and the maximum organic loadings was 10.2 kg COD/m³. d, COD removal efficiency approximately 75%. The relationship between influent strength and granulation of sludge and the practical operation technology for the treatment of industrial wastewater with UASB reactor were discussed.

Key words: UASB reactor, granular sludge influent strength.

A Study on the Treatment of the Excess Activated Sludge of Gas Wastewater by Aerobic Digestion Technique. Han Xiangkui, Liu Ying et al. (Jinlin College of Architectural and Civil Engineering, Jinlin 130021): *Chin. J. Environ. Sci.*, **13**(6), 1992, pp.39—42

This paper discusses the feasibility for the treatment of the excess activated sludge of gas wastewater by aerobic digestion technique. Test results show that 59.3% of the total MLVSS is biodegradable in the sludge, 44.9% of MLVSS is removed when test is conducted for a period of 17 days under 30°C. The sludge degradation rate and the non-biodegradable material concentration in the liquid phase would increase when the reaction temperature is raised. Study on the kinetics of sludge aerobic digestion is also conducted and a method for the deduction of kinetic constants is proposed.

Key words: gas wastewater, excess activated sludge, aerobic digestion.

Air Oxidation of Sodium Sulphite during the Process of Recovery of Iodine. Sheng Zhaoqi, Huang Guang (ECUCT Research Institute of Chemical Environmental Engineering Shanghai 200237) Feng Mingda (Shanghai No. 12 Pharmaceutical Factory): *Chin. J. Environ. Sci.*, **13**(6), 1992, pp.43—46

Mixed solutions of sodium sulphite and sodium

carbonate are used in the absorption of iodine from the waste-gas. Sodium sulphite solutions are ready to be oxidized by air. Experimental results show that the oxidation rate is remarkable but not very high and greatly influenced by pH values. When Na₂SO₃ is oxidized by dissolved oxygen. However, when sufficient oxygen is supplied through bubbling air into the solution the concentration of sulphite in the solution decreases rapidly with a character of linear concentration-time relation. The actual process of iodine recovery is described in this paper. It is suggested that fresh solution of sodium sulphite be used for the purpose of decreasing the oxidation.

Key words: recovery of iodine, oxidation of Na₂SO₃, air oxidation.

Feasibility Study on the Preliminary Treatment of Pharmaceutical Wastewater with Stabilization Pond. Wang Zhiying, Zhang Zhijie et al. (Xian Institute of Metallurgy and Construction Engineering, Xian 710055): *Chin. J. Environ. Sci.*, **13**(6), 1992, pp.47—51

Considering the character of dry land in northern part of China, a wastewater reclamation method has been suggested by using stabilization pond treatment. The pond system, consisting of presettling, two-step anaerobic pond and a facultative pond was used for the preliminary treatment of pharmaceutical wastewater. The effluent from such treatment can be used as irrigation water. When the retention time was equal 7 to 9 days, the COD removal rate of such system was 76.6% in the summer time and 47% in the winter. Other parameters of the treated water could also meet the demand of agricultural irrigation, which may affect COD removal efficiency such as temperature, organic load and pH, were examined in the study. The results of the study demonstrates that the stabilization pond system possesses the advantages of high efficiency for the removal of COD and less occupancy of land.

Key words: biological stabilization pond, pharmaceutical wastewater, wastewater treatment

Effects of Solar Ultraviolet Radiation on Plants. Shuyuan Chen (Jiangsu Institute of