

· 综述 ·

AB法A段活性污泥沉降性能探讨*

周 健, 魏小松, 龙腾锐

(重庆大学城市建设与环境工程学院, 重庆 400045)

摘 要: 采用传统理论对A段活性污泥沉降性能分析得出: 由于A段BOD₅负荷高, 微生物能量水平高, 则易出现污泥分散生长, 凝聚性能较差的情况; 而且A段一般在微氧条件下运行, 易出现溶解氧浓度受限制而发生低DO型膨胀。然而, 事实上, A段具有良好的沉降性能, 这是传统理论所不能解释的。本文分析了AB法A段活性污泥具有良好沉降性能的原因, 着重探讨了不设初沉池、水力停留时间、污泥龄及有机物负荷对A段污泥沉降性能的影响。

关键词: AB法; A段; 活性污泥沉降性能

中图分类号: X703.1

文献标识码: A

文章编号: 1001-2141(2002)05-0061-03

Research on the Activated Sludge Settling Characters in A-Step of AB Process

Zhou Jian, Wei Xiaosong, Long Tengrui

(Urban Construction and Environmental Engineering College, Chongqing University, Chongqing 400045)

Abstract Using traditional theory to analyze the settling property of the activated sludge in A-step of AB process, it can be concluded that the activated sludge trends to grow separately and agglomerate badly because of the high BOD₅ loading which results in the high energy level of the microorganism in A-step, and trends to take place sludge bulking for the limit of DO concentration, because A-step usually runs in anoxic condition. In fact, the activated sludge in A-step has good settling property and this can not be explained by traditional theory. This paper analyzed why it has good settling property by discussing the influence of the preliminary sedimentation tank, HRT, SRT and organic loading on the settling property of the activated sludge in A-step.

Key words: AB process, A-step, Activated sludge settling property

目前, 活性污泥法已成为城市污水处理工艺的主流工艺^[1]。但活性污泥易发生污泥膨胀, 这一问题长期困扰着活性污泥工艺的正常运行。但AB法(Absorption Biodegradation)^[2]的污泥却具有良好的沉降性能, 尤其是A段污泥的SVI值通常为60左右, 见表1, 无污泥膨胀之忧。A段的特征是不设初沉池, 实际上AB工艺是与城市排水管网和污水处理厂构成一个处理系统^[3], A段污泥负荷高达2~6kgBOD₅/kgMLSS·d, 水力停留时间为30min, DO为好氧(2mg/l)或微氧(0.2~0.7mg/l), A段和B段的微生物群体特性明显不同, 并通过互不干涉的两套回流系统严格分开。研究A段污泥良好沉降性能产生的原因及作用机理, 对改善其它工艺中活性污泥的沉降性能具有重要的指导意义。本文探讨了不设初沉池、水力停留时间、污泥龄及有机负荷等对活性污泥沉降性能的影响。

表1 AB法污水厂A段污泥指数SVI

污水厂	德国克雷费尔得 (Krefeld)	德国莱茵哈森 (Rhrinhausen)	奥地利斯基威森 (Sigerwieson)	淄博污水厂	泰安污水厂
SVI	50	60	50	40	50

1 活性污泥沉降性能恶化的原因

目前, 活性污泥沉降性能的恶化分为三种类型^[4]:

(1) 凝聚不良导致的沉降性能恶化。包括: 由于BOD负荷过高而造成的污泥分散生长; BOD负荷过低以及被机械曝气设备的翼片打碎而造成的絮凝体解体等。

(2) 比重减少导致的沉降性能恶化。包括: 由于污泥在沉淀池内呈缺氧状态而产生N₂使絮体上浮; 沉淀池贮泥斗的死角处积存的老化污泥超过数日后, 易产生发酵气使污泥上浮; 机械曝气的剧烈搅拌使生成的小气泡附在絮体上使其上浮以及污泥轻质化等。

(3) 压缩性能下降导致的沉降性能恶化, 即由膨胀导致的沉降性能恶化。对于膨胀污泥, 进一步可分为丝状菌膨胀和非丝状菌膨胀(也称高粘性膨胀)。通常把

收稿日期: 2002-06-07

作者简介: 周健(1964-), 女, 江苏人, 1985年毕业于重庆建筑大学, 副教授, 在职博士生, 研究方向为水污染控制。

基金项目: 本研究受国家自然科学基金重点项目(59838300)资助

重庆快克环保有限公司生产的产品适用于冶金、机电、船舶、仪表、化工、轻工、纺织、医药、卫生、宾馆、住宅等的废水治理及饮用水消毒处理。总经理廖昌琴 电话: (023) 66247245

污泥膨胀的原因简单概括为三种类型^[5]: 低负荷、低DO 和高硫化物型。

2 A 段活性污泥沉降性能分析

2.1 A 段活性污泥的凝聚性能分析

2.1.1 传统理论分析

根据一般传统理论分析可知: 由于A 段BOD₅ 负荷很高, 能量水平高, 则易出现污泥分散生长的情况, 凝聚性能较差。A 段BOD₅ 负荷比普通活性污泥法高出10 倍以上, 因此细菌不缺营养元素, 处于对数增长期, 活性强、能量水平高、耗氧速率高、动能大、不易凝聚, 对沉降不利。然而, 事实上A 段污泥具有良好的凝聚沉降性能。

2.1.2 A 段活性污泥凝聚性能良好的原因分析

笔者认为: 一方面是A 段活性污泥对酶和微生物的固定作用, 提高了A 段污泥的沉降性能。由于A 段絮凝体形成菌大量地繁殖而形成密实的絮凝体, 以及细菌胞外多糖物质的粘附, 其包埋作用限制了微生物的动能, 使絮凝体整体上具有良好的沉降性能。另一方面, A 段以超高负荷运行时, 虽然有机底物的浓度高到足以使细菌处于对数增长期, 使细菌具有最大的动能, 但又恰恰由于负荷太高而导致了DO 成为限制性因素, 使细菌无法达到零级反应; 并且已形成的絮体的网捕、吸附作用, 束缚了细菌的运动, 降低了动能, 极大地减少了分散生长的细菌, 因此, 不会造成污泥分散生长的情况。

2.2 A 段活性污泥的比重分析

由于不设初沉池, 下水道污水中的悬浮固体未经沉淀就直接进入A 段, 在活性污泥细菌细胞外多糖类粘性物质的作用下, 悬浮固体被粘附在菌胶团上, 增大了絮体的颗粒粒度和比重, 从而改善了沉降性能^[9]。

2.3 A 段活性污泥的压缩性能分析

2.3.1 传统理论分析

根据一般传统理论: 高负荷的A 段, 易发生低DO 型膨胀。由于A 段BOD₅ 负荷很高, 无论其在好氧或微氧条件下运行, 都易出现溶解氧浓度受限制而发生低DO 型膨胀。据测定, 当曝气池在好氧(DO 为2mg/l) 的条件下运行时, 在直径为500 μ m 的絮体中心点处的DO 也在0.1mg/l 以下^[4], 而这种条件, 不论是根据表面积/容积比(A/V) 假说还是 Chudoba 的选择性理论, 均对丝状菌增殖有利, 所以易于污泥膨胀; 若在微氧条件下运行, 则溶解氧更是限制性因素, 更易造成污泥膨胀。Britt-Marie Wilen et al 研究表明^[6]: 随曝气

池中DO 浓度的降低, 絮体的尺寸减小, 低DO 浓度(0.5~2.0mg/l) 下的污泥沉降性能差, 出水浑浊。

但是, 在实际的运行中, 不论A 段是以好氧还是以微氧条件运行, A 段的活性污泥絮体颗粒均相当大且密实, 沉降性能良好, SVI 值通常在60 以下; A 段还可形成粗大的具有良好沉降性能的“辫状污泥”, 这是AB 工艺所特有的。对此传统理论不能合理解释。

2.3.2 A 段无污泥膨胀的原因分析

(1) 不设初沉池对沉降性能的影响分析

根据有关研究, 对于活性污泥工艺, SVI 随初沉池的HRT 的减少而降低; 不设初沉池时SVI 值最低, 甚至当出现污泥膨胀时, 废水超越初沉池直接进入曝气池, 可使曝气池沉降性能恢复到膨胀前的状态, 如日本的N 污水厂和OW 污水厂^[8]。这说明, 不设初沉池对污泥的沉降性能大有裨益, 笔者认为, 其作用机理主要是: 不设初沉池时, 进入A 段的污水的腐化程度相对来说较低, 因此引起高硫化物型膨胀的几率要小些, 亦即不设初沉池可克服因污水腐化而引起的丝状菌膨胀。

(2) 泥龄对沉降性能的影响分析

近年来的研究表明: 增大泥龄将造成SVI 值升高而产生污泥膨胀, 其原因是在通常情况下丝状菌的世代时间较长, 泥龄长有利于丝状菌的增殖。由于A 段污泥龄很短, 通常只有0.3~0.5d, 所以, 虽然A 段的高负荷、溶解氧低等条件有利于丝状菌生长, 但是, 由于丝状菌的世代周期大于A 段的污泥龄, 丝状菌在A 段仍无法成为优势菌种, 而只是保持一定比例, 不至导致污泥膨胀。另一方面, 丝状菌在低基质浓度时比菌胶团增殖速度更快, 但在高基质浓度下, 增殖速度较慢, 故A 段的高负荷条件, 使丝状菌不占优势。因此, A 段的活性污泥不会发生丝状菌膨胀。

(3) 停留时间及高负荷对沉降性能的影响分析

由于A 段水力停留时间短, 只有30min 左右, 所以, 细菌在絮凝、吸附了大量有机物之后, 来不及将其吸收、降解, 而是积累在细胞外, 形成具有粘性的胞外多聚物, 其分子量可大于10000, 主要是由各种多聚糖和氨基酸单位构成的各种多糖^[10-11]。实验证明: 活性污泥中的粘性物质在高BOD 负荷时比低BOD 负荷时多^[4]。A 段正是以超高负荷运行, 所以, 粘性物质的数量较普通活性污泥法要多得多。这些多糖类物质可以互相粘结, 从而有利于形成较大的絮体, 但是, 因为它们多为亲水性物质, 若积累过多会造成高粘性膨胀。也就是说, 这些多聚物对于活性污泥的沉降性能既可

起改良作用,也可起恶化作用。Foster 对污泥胞外多聚物热提取分析得出:胞外多聚物中难降解部分增加时,污泥的沉降性能也随之改善^[12]。由于 A 段不设初沉池,则随污水进入曝气池的 SS 中的难降解物质绝大部分集聚在污泥上,从而使 A 段污泥表面多聚物中难降解物质所占的比例远大于普通活性污泥法,正是由于这些难降解物质的改良作用,使多糖类物质不至于产生高粘性膨胀。

另一方面,由于细菌细胞外的多糖类粘性物质的作用,一部分 SS 被粘附在伸出污泥絮体的丝状菌表面,这样,SS 阻碍丝状菌架桥。

此外,AB 法的 B 段活性污泥的 SVI 值均在 200 以下^[13](或 100 以下^[5]),不发生污泥膨胀。并且,当单级活性污泥法在发生污泥膨胀时,可将其改建,按 AB 法运行,能很好地消除膨胀,如 Haan-Gruijen 污水厂^[5]和德国的 Soers 污水厂^[7]。B 段活性污泥之所以具有良好的沉降性能,是因为: A 段强大的调节和缓冲作用,使进入 B 段的水质发生了改变,已相当稳定,特别适合 B 段曝气池中占优势的原生、后生动物生长,而不利丝状菌增殖。B 段一般在 $Q_{15} \sim Q_{30}$ kgBOD/kgMLSS · d 的负荷下好氧运行。既不是低负荷,也不是低 DO 状态。

3 结语

AB 法污水处理工艺 A 段污泥之所以具有良好的沉降性能,没有膨胀之虞,是几种因素综合影响的结果: 不设初沉池,充分利用了原水中的细菌和 SS; A 段污泥龄短,限制了丝状菌的生长; A 段曝气时间短,进水 SS 中所含的难降解物质对污泥沉降起改良作用; A 段超高负荷运行,使 DO 成为限制因素,

降低了细菌的功能,避免了污泥分散生长。

4 参考文献

- 1 王彩霞 城市污水处理新技术 北京: 中国建筑工业出版社, 1990
- 2 B. Böhne Vergleichende Betrachtung Von Versuchs - Und Betriebsergebniss Der ZweistufenAB - Technologie Unter Besonderer Berücksichtigung Mikrobiologischer Reaktionsmechanismen A rchen Korrespondenz A bwasser 7/83
- 3 Bothe Böhne Das AB ~ Verfahren Zur Biologischen Abwasser ~ Beinigung, Aachen 1987 (德英对照)
- 4 [日]田口 广著 孙玉修等译 活性污泥膨胀与控制对策 北京: 中国建筑工业出版社, 1982
- 5 王凯军 活性污泥膨胀的机理与控制 北京: 中国环境科学出版社, 1992
- 6 Britt - Marie Wilen et al The Effect Of Dissolved Oxygen Concentration On The Structure, Size And Size Distribution Of Activated Sludge Floc Water Res , 1999, 33(2): 391~ 400
- 7 周群英, 高廷耀 活性污泥丝状菌膨胀的防止和克服方法 同济大学学报, 1998, 26(4): 410~ 413
- 8 顾国维 水污染治理技术研究 上海: 同济大学出版社, 1997.
- 9 Li D H et al Stroboscopic detem ination of setting velocity, size and porosity of activated sludge flocs Water Res , 1987, 21 (3): 257~ 262
- 10 Hejzlar J et al Microbial polymers in the aquatic Environment - I. Production by activated sludge microorganism s under different conditions Water Res , 1986, 20(12): 1209~ 1216
- 11 Hejzlar J et al Microbial polymers in the aquatic Environment - II. Isolation from biologically non- purified and purified municipal waste water and analysis Water Res , 1986, 20(12): 1217~ 1221.
- 12 Foster C F. Factors involved in the settlement of activated sludge - I nutrients and surface polymers Water Res , 1985, 19(12): 1259 ~ 1264
- 13 Friedrich W agner, Ursachen. Verhinderung Und Dekampfung Der Blahschlamm bildung In Belebungsanlagen' Kommissionsverlag R. M unchen: Oldenbourg, 1982, 40-121.

(上接第 60 页)

- 8 Thad Godish *Indoor Enviromental Quality*. Lewis Publishers, 2001. 27~ 91.
- 9 张军 发育期铅暴露的远期危害及其机制研究进展 国外医学卫生分册, 1999, 26(2): 106~ 109
- 10 朱利中, 刘勇建, 松下秀鹤 室内空气多环芳烃的污染特征、来源及影响因素分析 环境科学学报, 2001, 21(1): 64~ 68
- 11 Ferris B. G. Epidem iology standardization project Am Rev Respir Dis 1978, 18(6): suppl 7.
- 12 Mumford J. L. , He X. Z. , Chapman R. S. et al Lung cancer and indoor air pollution in XuanWei, China Science, 1987, 235: 217-220
- 13 Mumford J. L. , Li X. M. , Hu F. D. , et al Human exposure and dosimery of polycyclic aromatic hydrocarbons in urine from Xuan

- Wei, China with high lung cancer mortality associated with exposure to unvented coal smoke Carcinogenesis; 1995, 16 (12): 3031~ 3037.
- 14 Hamada G. S. , Kowalski L. P. , Murata Y. et al Wood stove effects on particulate matter, and nitrogen dioxide analysis Tokai J Exp Clin Med, 1991, 17(3, 4): 145~ 153
- 15 Crawford F. G. , Mayer J. , Santena R. M. et al Biomarkers of environmental tobacco smokes in preschool children and their mothers J Natl Cancer Inst, 1994, 86(18): 1398~ 1402
- 16 Phillips D. H. et al Nature 1998, 336: 790
- 17 Mitra S. , Ray B. Patterns and sources of polycyclic aromatic hydrocarbons and their derivatives in indoor air Atmos Environ, 1995, 29(22): 3345~ 3356

重庆渝江机械设备有限公司是一家集设计、制造、安装、调试、运行和服务于一体的环保产业公司,公司主要从事工业粉尘及烟气的防治,重庆市 2001 年度优秀环保骨干企业。总经理:唐仁万,电话:(023)67837168