

污泥停留时间对污泥减量化的影响

梁立伟¹ 郭桂悦¹ 陈福霞² 宋春艳¹ 梁忠越³

(1. 大庆石化公司研究院环保研究室; 2. 中国石油大学(北京); 3. 大庆石化公司塑料厂)

摘要 污泥停留时间不但决定系统剩余污泥的排放量,还直接影响到污泥的絮凝沉降性能及活性等。由实验可知:污泥停留时间延长,可导致微生物缺乏营养,减少污泥产生量;从而导致SVI升高,污泥负荷降低。因此,延长污泥停留时间减少剩余污泥量,可以节省尿素和 KH_2PO_4 投入量,从经济上节省运行成本。

关键词 大庆石化公司 污泥减量化 污泥停留时间

0 引言

污泥减量化技术发展至今从机理上分主要有两大类:一类是以能量溅溢理论为基础的污泥减量化技术,另一类是以维持能理论为基础的污泥减量化技术。维持能理论认为:假如有外部能量供给,首先微生物会将分解代谢一部分外部能量,用于满足自身维持能的需求,其余的能量将用于合成其它能量。当外部能量供给速率降低时,可用于合成的有效能量会越来越来减少,微生物的生长比率也随之减少。当外部能量供给速率和必须的维持能正好达到平衡时,则不再有微生物的净生长,因为所有有效能量都用于维持现状。如果能量供给速率进一步降低,则能量供给速率和维持能所需求之差,将由细胞内部有效能源的降解来满足,即由内源代谢来满足,这将会导致细胞质量发生衰减。最后,假如没有外部能源可以利用,所有维持能需求必须由内源代谢来满足。

实验在维持能理论的基础上考察了污泥停留时间对污泥表观产率的影响。许多研究表明,在活性污泥工艺中污泥停留时间是最重要的运行参数。污泥龄很长时,有机物的代谢完全用于维持微生物的能量消耗,产泥率低。污泥停留时间不但决定着系统剩余污泥的排放量,还直接影响到污泥的絮凝沉降性能、污泥的活性等。因此确定合理的污泥停留时间对活性污泥系统的运行起着至关重要的作用。

1 实验

1.1 污泥、污水来源

活性污泥:大庆石化公司污水处理厂的二沉池回

流污泥。

化工污水:大庆石化公司污水处理厂的原水池入水,进水按 $\text{COD}/\text{N}/\text{P}=200/5/1$ 的比例加入尿素、 KH_2PO_4 ,以此作为实验用水。

1.2 实验装置

本实验采用实验室规模的合建式曝气池。曝气池有效容积为12.2L,导流区有效容积为0.5L,沉淀区有效容积为2.3L。进水从高位槽用泵打入曝气池,曝气池中设置有曝气头,在曝气池中经活性污泥分解后的混合液溢流到导流区,再经狭缝进入沉淀池,经沉淀后的水溢流到出水槽,沉淀污泥经狭缝回流至导流区,再通过曝气区与导流区之间隔板底部的过流通道回流到曝气池。

1.3 实验方法

取回的污泥经静止沉淀后,除去上清液,将沉淀后的污泥分别投入到三套装置的曝气池中,然后加入实验用水,通入压缩空气,溶解氧控制在 2mg/L 左右,pH控制在 $6\sim 9$,温度控制在 $25\text{ }^\circ\text{C}$ 左右,起始污泥浓度控制在 4000 mg/L 左右,连续运行一段时间待污泥具备了很好的活性后,进入正规的实验阶段。三套合建式曝气池的污泥停留时间分别为7.5、15、35d的同步运行,采用同一进水,连续稳定运行42d,运行期间水力停留时间为24h,污泥回流比为 $2:1$ 。为准确计算污泥表观产率系数,排泥前后测MLSS(总悬浮固体浓度)和MLVSS(可挥发悬浮固体浓度),每天测进出水COD。实验期间定期监测进出水的 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度和 $\text{PO}_4\text{-P}$ 浓度。并对曝气池和沉淀池的污泥做镜检以

观察微生物的数量和种类。

2 结果与讨论

2.1 污泥停留时间对剩余污泥表观产率系数的影响

由实验可知：污泥停留时间 7.5 d 时连续运行 42 d 的污泥表观产率系数均值为 0.53 mgVSS /mg COD；污泥停留时间 15 d 时连续运行 42 d 的污泥表观产率系数均值为 0.36 mgVSS/mgCOD；污泥停留时间 35 d 时的污泥表观产率系数均值 0.17mgVSS/mgCOD。可以得出三系列的污泥表观产率系数相差较大，其次序为：污泥停留时间 7.5 d 的污泥表观产率系数 > 污泥停留时间 15 d 的污泥表观产率系数 > 污泥停留时间 35 d 的污泥表观产率系数。说明污泥停留时间越长，其表观产率系数越低，污泥增长越慢，即污泥停留时间与污泥增长速度成反比。分析原因为污泥停留时间延长，导致微生物缺乏营养，从而使内源呼吸作用突出，底物基本用于维持细胞本身的高能量需求，而不用用于合成微生物，即符合许多学者所提到的维持能理论，在这种条件下既达到了好的处理效果，同时又减少了微生物产量，实现了减少污泥产生量的目的。

2.2 污泥停留时间对工艺效能的影响

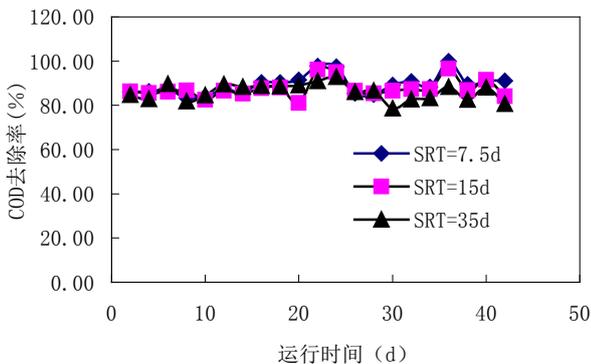


图1 连续运行42d期间的COD去除率

从图 1、图 2 中可看出，污泥停留时间的延长使活性污泥工艺的 COD 去除率略有下降，从图 2 中可看出在污泥停留时间为 35 d 的工艺中，开始的 10 d 里出水 COD 偏高，原因是反应器内的微生物浓度低，微生物活性不足，所以污泥微生物对进水有机物的吸附和降解能力较差。COD 升高的原因有两方面：

- ◆ 进水 COD 不足以维持反应器中污泥微生物的生长需要，使大量微生物死亡，而死亡微生物细胞壁的某些组分和粘液物质很难降解，这样会导致 COD 上升。

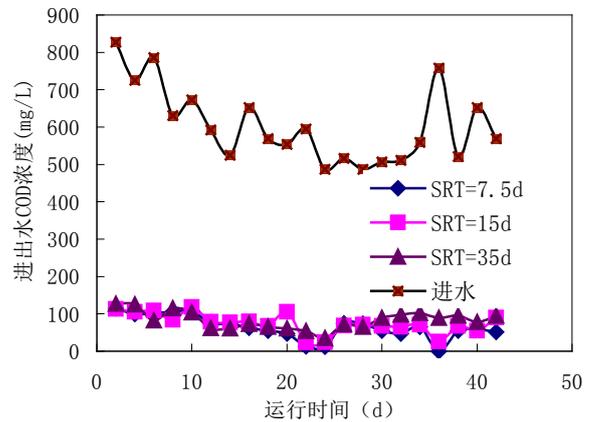


图2 连续运行42d期间进出水COD

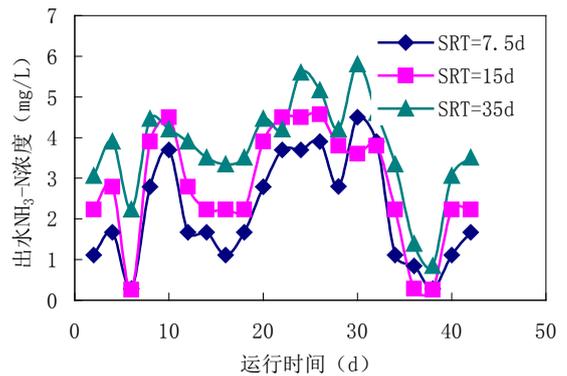


图3 连续运行42d期间出水氨氮浓度

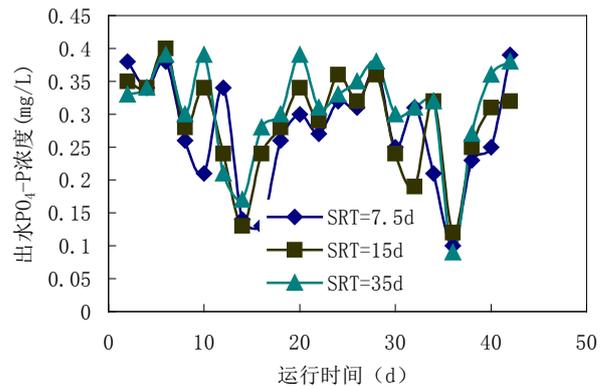


图4 连续运行42d期间出水PO₄-P浓度

- ◆ 随污泥停留时间的延长，营养不足，内源呼吸加剧，产生大量溶解性微生物代谢产物，从而导致 COD 升高。表明可以应用延长污泥停留时间来减少剩余污泥而不至于严重影响活性污泥工艺的基质去除能力。

运行期间出水NH₃-N的浓度变化见图 3。

图 3 可看出，污泥停留时间的延长使出水NH₃-N浓度升高。分析原因为污泥停留时间延长，活性污泥会发生自身氧化及衰亡，微生物细胞物质当中的氮被释放出来，从而导致了系统的出水NH₃-N浓度升高。

运行期间 PO_4-P 的浓度变化见图4。

从图4中可见,运行期间的平均出水 PO_4-P 的浓度分别0.27 mg/L(污泥停留时间7.5 d)、0.29 mg/L(污泥停留时间15 d)和0.31 mg/L(污泥停留时间35 d),表明污泥停留时间的延长使出水 PO_4-P 浓度升高。本实验中 PO_4-P 浓度升高可以通过生物除磷的原理来解释:生物法除磷主要是通过聚磷菌过量从环境中摄取磷,并将其以聚合态贮藏在体内,形成高磷污泥,排出系统,从而达到除磷效果,因此,停留时间的延长使出水 PO_4-P 浓度升高。

2.3 污泥停留时间对污泥沉降性的影响

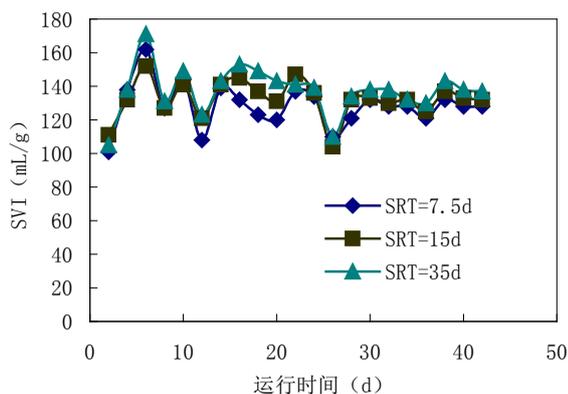


图5 连续运行42d期间的SVI值变化

由图5可以看出,运行期间的SVI(活性污泥体积)分别128 mg/L(污泥停留时间7.5 d)、132 mg/L(污泥停留时间15 d)和137 mg/L(污泥停留时间35 d),可看出,污泥停留时间的延长使系统活性污泥体积升高,即SVI升高,与其它的研究报道一致。

3 结论

实验表明:污泥停留时间直接影响到污泥的絮凝沉降性能、污泥的活性等。污泥停留时间长,使微生物细胞物质当中的氮、磷被释放出来,氮、磷浓度升高,有效地补充了废水处理系统当中的氮源、磷源。因此,延长污泥停留时间来减少剩余污泥量的这种技术,可节省装置中尿素和 KH_2PO_4 投入量,从经济上节省了运行成本。

因此确定适宜的污泥停留时间,对活性污泥系统的运行起着至关重要的作用。目前,成功的方法就是膜生物反应器的开发。膜生物反应器可将生物污泥全部截留在反应器内,从而延长污泥停留时间,一方面

使出水水质好,占地面积小,不需要二沉池和污泥处理装置;另一方面由于污泥泥龄长,原生动物和后生动物的稳定存在形成发达的微生物生态链,使污泥达到自身氧化降解,因而剩余污泥产量少,甚至可以达到无剩余污泥排放。

参考文献

- [1] Mark C.M., Loosdrecht V and Henze M. Maintenance endogeneous respiration lysis decay and predation. *Wat Sci. Tech*, 1999, 39(1):107~117
- [2] 曹秀芹, 陈璐, 王洪臣. 超声处理对活性污泥系统污泥减量效果的研究. *环境污染治理技术与设备* [J]. 2006, 7(6):85~88
- [3] Yasui H, Shibata M. An innovative approach to reduce excess sludge production in the activated sludge process [J]. *Water Science & Technology*, 1994, 30(9):11~20
- [4] 李军, 杨秀山, 彭永臻. 微生物与水处理工程 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2002:92
- [5] 翟小蔚, 潘涛. 利用原生动物削减剩余活性污泥产量. *中国给水排水*, 2000, 7(6):6~9
- [6] 俞庭康, 杨健. 城镇污水处理最佳实用技术新进展 [J]. *环境污染治理技术与设备*, 2000, 1(5):35~40
- [7] 许保久. 当代给水与废水处理原理 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1990, 41~53
- [8] 张杰. 新活性污泥法 [M]. 北京: 学术书刊出版, 1990, 11~32
- [9] 陈国炜, 席鹏鸽, 徐得潜等. 解耦联用于污泥减量的研究进展 [J]. *工业用水与废水*, 2004, 38(6):5~8
- [10] 顾国维, 何义亮. 膜生物反应器 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2002, 193~248
- [11] 高延耀. 水污染控制工程 [M]. 北京: 化学工业出版社, 1998, 202~235
- [12] Liu Y, Tay J H. Strategy for minimization of excess sludge production from the activated sludge process [J]. *Biotechnology Advances*, 2001, 19(2):97~107
- [13] 韦朝海, 陈传好. 污泥处理、处置与利用的研究现状分析 [J]. *城市环境与城市生态*, 1998, 11(4):10~13
- [14] 梁鹏, 黄霞, 钱易等. 污泥减量化技术的研究进展 [J]. *环境污染治理技术与设备*, 2003, 4(1):44~52
- [15] Low E U and Chase H. A. Reducing production of excess biomass during wastewater treatment. *Water Science and Technology*, 1999, 33(5):1119~1132
- [16] Abbassi B, Dullstein S and Rabiger N. Minimization of excess sludge production by increase of oxygen concentration in activated sludge flocs experimental and theoretical approach. *Water Science and Technology*, 2000, 34(1):139~146

(修稿日期 2008-01-12)

(编辑 李娟)