

污泥龄与污泥膨胀及沉降性能的关系

——兼与沈耀良同志商榷^①

彭永臻

(哈尔滨建筑大学)

沈耀良同志对污泥龄 Q_x 与沉降性能的相关性作了有意义的探讨,颇受启发。

对污泥沉降性能的影响因素很复杂,单从污泥龄的影响以及污泥龄的控制来看也并不简单,是一个值得深入研究的重要问题。

1 增大污泥龄能否改善沉降性能

污泥沉降性能表现在两方面:一是污泥体积指数(SVI);二是污泥沉淀后上清液中的SS浓度。由于SVI可以用来判别是否或将要发生污泥膨胀,对运行控制具有重要的指导意义。影响SVI的因素很多,但 θ_x 是最重要的因素。

沈文从两个方面阐述了 θ_x 与SVI的负相关关系,即增大 θ_x 能降低SVI。笔者认为,这种相关性在大多数情况下不能成立,与此相反,增大 θ_x 反而易引起SVI值升高,进而发生污泥膨胀。这也是近年来在国际上被接受的新的研究成果,如捷克斯洛伐克学者 chudoba 等人提出的在曝气池前端设置高负荷混合区的生物选择器(Biological Selector)理论,在实际应用中有效地抑制了丝状菌生长,是迄今防止SVI升高与污泥膨胀的最好方法^[1,2]。

在活性污泥中没有丝状菌时,增大污泥龄 θ_x 是否能降低SVI,尚没有更多的报道。但是,通常情况下丝状菌的世代时间较长,而内源呼吸速率较小,增长 θ_x 有利于丝状菌的竞争生长。实际上,绝大多数活性污泥中都会有丝状微生物,它们是正常微生物种群的组成部分,其存在对活性污泥絮凝体的稳定也有所贡献,只有丝状菌过量繁殖时才出现污泥膨胀。因此,丝状

菌的繁殖程度决定了SVI,并且污泥膨胀也正是由 $SVI > 150 \text{ mL/g}$ 来定义的。

德国专门研究污泥膨胀的工作组对数百座污水处理厂进行了调查,结果发现有50%的污水处理厂有污泥膨胀问题。其原因除了城市污水中工业废水量的比例增大以外,还有以下两个主要因素:

① 对处理水质要求提高,导致负荷的减小,污泥龄增大;

② 采用了完全混合式或接近于完全混合式的阶段曝气运行方式。

讨论污泥龄 θ_x 与SVI的关系,首先应从丝状菌的生理特性与生长动力学谈起。丝状菌一般呈细丝状,它比普通的胶团菌属的比表面积大,有利于摄取低浓度的底物。描述微生物比增殖速率 μ 的动力学公式:

$$\mu = \frac{\mu_{\max} S}{K_s + S} \quad (1)$$

式中 $\mu_{\max}$ ——最大比增殖速率常数, d^{-1}

S ——限制底物浓度, mg/L

K_s ——饱和常数, mg/L

通常丝状菌的增殖动力学常数 $\mu_{\max,1}$ 和 $K_{s,1}$,均分别比胶团菌属的 $\mu_{\max,2}$ 和 $K_{s,2}$ 小,这两种类型的细菌比增殖速率与底物浓度的关系,如图1所示。由图可见,丝状菌在低底物浓度下比胶团菌属的增殖速率快;而在高底物浓度下,由于其 $\mu_{\max,1}$ 较小,比胶团菌属增殖得慢。此即活性污泥法在低负荷高污泥龄且有机物浓度较低条件下,丝状菌易占优势的本质原因。

① 沈耀良文章发表在本刊95—5期上。

根据上述理论,如果能改进活性污泥微生物赖以生存繁殖的曝气池的运行方式及其流态,造成一个有利于胶团菌属竞争生长的环境条件,必将有效地抑制丝状菌繁殖。实际上,如图2所示在曝气池前设置高负荷混合区(生物选择器)的方法,体现了上述基本思想。在高负荷混合区中有机底物浓度很高,胶团菌属能迅速繁殖并贮存一些底物,而此时丝状菌增长速率并不能明显提高;高负荷混合区之后,尽管在底物浓度较低时丝状菌仍能以较高的速率繁殖,但此时胶团菌属已占优势,并且还能利用贮存的底物继续生长,从而抑制了丝状菌大量繁殖。

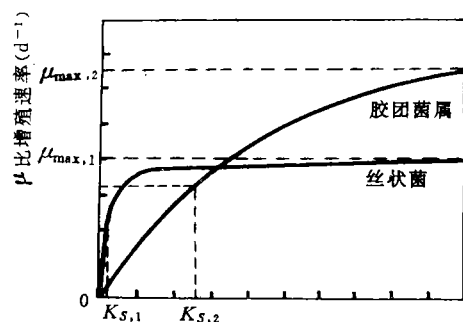


图1 丝状菌与胶团菌属的竞争增殖曲线

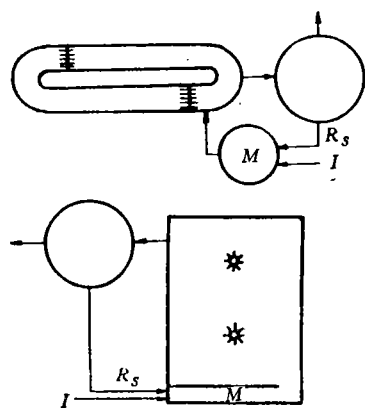


图2 在曝气池前端设置高负荷混合区的两种方式

M—高负荷区 I—进水 R_s —回流污泥

至此,可以解释完全混合式比推流式曝气池更易发生污泥膨胀。理想的推流式前端近似于一个高负荷混合区,其本身就具有生物选择器的特征;而完全混合式中的底物浓度就是出

水底物浓度,很低,正是丝状菌占优势的环境条件。

目前已知大约有30种丝状菌,其中有些易于在低溶解氧(DO)下繁殖。但至今尚未发现丝状菌能在无分子氧的条件下吸收底物,这些丝状菌均为好氧菌,因此也无DO越高,丝状菌越受到抑制,SVI越低这样的普遍规律。高负荷混合区中一般有 $DO \leq 0.5 \text{ mg/L}$,也能有效地抑制丝状菌。此外,在活性污泥AB工艺中,A段曝气池的负荷高、 θ_x 小且DO低,其 $SVI < 50$;而B段曝气池的负荷低、 θ_x 大且DO高,却有 $SVI > 100$ 。

上述只是 θ_x 对SVI影响的一般规律,还不能说在任何情况下 θ_x 与SVI都有正相关的关系,更不能因为丝状菌是好氧菌而说DO越低、SVI也越低。影响丝状菌繁殖的因素很多,都会对 θ_x 与SVI的关系产生微妙的影响,如污水中溶解性与易降解有机底物占的比例、氮和磷含量、温度、污水的早期酸化与pH值等。

2 对两个有关问题的讨论

2.1 V_o 和 n 的物理意义

沈文给出了污泥沉降速率 V_s 公式:

$$V_s = V_o e^{-nx}$$

式中 V_o, n ——常数

x ——污泥浓度

还建立了 V_o, n 与SVI的关系式:

$$V_o = 28.12(SVI)^{-0.267}$$

$$n = 0.1768 + 0.0014(SVI)$$

并指出“ V_o 和 n 分别表征了二沉池中污泥沉降速率和污泥浓度两个特征参数,因而 V_o/n 值的降低,说明二沉池中污泥沉降速率低且污泥浓度高,应当通过增加污泥回流来保证良好的SVI”。笔者认为上述公式较好地反映了SVI与 x 对 V_s 的影响,以及 V_o 与 n 的物理意义。但是,说 V_o 和 n 分别表征二沉池中污泥沉降速率和污泥浓度并不确切,应当说 V_o 和 n 分别体现了SVI对 V_s 的修正和对 x 影响 V_s 的修正。其次, V_o 和 n 只是SVI的单值函数, V_o/n 值的降低并不能说明二沉池中污泥浓度高。因为SVI越高,二沉池中所有的污泥浓度都越低、污泥膨

胀时连回流污泥浓度也很低,而此时 V_0/n 值更低。再者,通过增加污泥回流比并不能保证良好的 SVI,它主要是减少二沉池中贮存的污泥量和降低回流污泥浓度。

2.2 污泥龄的控制极为简单吗

沈文中两次指出:污泥龄 θ_x 的控制是极为简单易行的,因而提供了一种控制沉降性能的简便快速方法。笔者认为,即使没有冲击负荷 SVI 也不仅与 θ_x 有关,更与曝气池运行方式与混合状态有关;其次,控制 θ_x 时必须考虑满足出水质量的要求。 θ_x 的控制并不是极为简单,有时甚至是难于控制的。 θ_x 的定义可描述为:污泥(固体)在曝气池中的平均停留时间,或曝气池中的污泥增长一倍所需要的平均时间,或污泥龄为污泥比增长速率 μ 的倒数

$$\theta_x = 1/\mu$$

这三者在处理系统稳定状态下运行时是一致的,而后两者又可应用于非稳定状态下,上式更是揭示了 θ_x 与 μ 及其底物浓度之间的本质关系。由此可见,在进水水质、水量变化不大时,可以通过在短时间内增大“剩余”污泥排放量来减小 θ_x ,此举减小了 MLSS 浓度,增大了负荷与 μ 。但是,在此后的短时间内再想控制 θ_x 使之比大量排泥前还大,已经不可能了。因为在 MLSS 浓度很低时,即使 1~2d 内完全不排泥, θ_x 仍然很小。此间 MLSS 浓度仍不高,即比增殖速率 μ 很大,故 θ_x 很小。在一般 MLSS 浓度下,也不可能靠期内不排泥来大幅度提高 θ_x 。严格地

说, θ_x 不仅与运行控制有关,而且与曝气池设计时采用的负荷或 θ_x 有关。即不能指望建造一个很小的曝气池接受大量的污水(高负荷),只靠控制排泥量来大幅度提高 θ_x 值使出水水质达到排放标准一样。在高负荷下运行时曝气池中的底物浓度很高, μ 值很大, θ_x 不可能很大,这就是 θ_x 控制的局限性。

3 结语

影响 SVI 和污泥膨胀的因素非常复杂,虽然一般规律是在供氧充足时 θ_x 值越高,曝气池中底物浓度越低,越有利于丝状菌的竞争生长并引起 SVI 升高。但是, θ_x 与 SVI 的关系还受其它因素的影响。此外,丝状菌是活性污泥中的重要组成部分,降解有机底物的能力很强,它对菌胶团的形状、结构、强度、大小和对出水水质(特别是出水中 SS 浓度)等都具有不可忽视的作用,是一种既不可多又不可无的微生物。如何控制最佳的丝状菌与胶团菌属的比例,使活性污泥既有良好的沉降性能又具有较强的净化功能,还是一个崭新的研究课题。因此,沈文中提出的将 θ_x 控制在某一范围的问题很有价值,不仅有必要认真讨论,而且应当进行深入研究。

4 参考文献

1. Chudoba J., et al., Wat. Res., 1985, 19, 191.
2. Linde S. R., et al., J. WPCF, 1989, 61(1): 66-72.

作者通讯处:150001 哈尔滨建筑大学新区 607[#]

·信息·

给水管道的不停水开口接管

近来,许多单位使用一种不停水钻孔机及其配套的哈夫三通。钻孔机开口直径有 DN100、DN150、DN200 或更大口径的。哈夫三通是铸铁配件,它与管道连接方式是用专用胶垫作为密封材料以螺栓紧固。此方法虽能克服以往将管道割开开口,但仍存在一些缺点。

开封自来水公司采用了钢制代替铸铁哈夫

三通、四通。它与管道的连接方式为刚性接口(石棉水泥或膨胀水泥),安装前将钢制三通、四通割为两半,待安装到管身上后再焊成整体,然后进行打口。打口前,必须将接口间隙调均匀,并直接将接口密封填料(膨胀水泥灰)塞满缝隙至打实为止,然后养护 6~8h,待接口填料达到强度后,安装闸阀和钻孔机进行开口工作。实践证明,安装使用方便、制作容易、安全性好、成本也较低。

开封市自来水公司管道安装处 杜海宽