



生物除磷机理及影响 SBR 工艺除磷效果的因素

王小英

(太原市环保局万柏林分局,山西 太原 030024)

摘要:介绍了 SBR 工艺的特点,着重阐述了生物除磷的机理,总结了影响 SBR 工艺除磷效果的因素,如溶解氧、污泥龄、pH 值等。

关键词:序批式活性污泥法;溶解氧(DO);污泥龄

中图分类号:TQ085+.413 文献标识码:A 文章编号:1004-7050(2006)03-0044-02

SBR 是序批式活性污泥法(sequencing batch reactor)的简称。该工艺由于好氧、缺氧和厌氧状态交替出现,生态具有多样性,在不投加任何化学试剂、不增设反应器的情况下,可以除磷脱氮,提高难降解废水的处理效率。

1 生物除磷机理

污水中含磷化合物可以分为有机磷和无机磷两大类。有机磷的主要存在形式有:葡萄糖-6-磷酸、2-磷酸-甘油酸及磷肌酸等;无机磷都以磷酸盐形式存在,包括正磷酸盐、偏磷酸盐、磷酸氢盐和磷酸二氢盐等。污水在输送和预处理过程中,大部分聚磷酸盐和有机磷被水解或矿化成了正磷酸盐。污水中剩余的有机磷和聚磷酸盐在进入生物处理系统后,也将被矿化或水解成正磷酸盐,然后被聚磷菌摄取而去除^[1]。

聚磷菌是一类特殊的兼性菌,在好氧状态下能超量地将污水中的磷吸收入体内,使体内的磷含量超过 10%,有时甚至高达 30%,是一般细菌体的 5 倍,甚至 15 倍。利用聚磷菌的聚磷作用,在污水处理系统中,通过操作控制,使聚磷菌交替地处于厌氧状态和好氧状态。在厌氧状态下,聚磷菌能吸收污水中的乙酸、甲酸、丙酸以及乙醇等易生物降解的有机物质,贮存在体内作为营养源,同时将体内存贮

的聚磷酸盐以 $PO_4^{3-}-P$ 的形式释放出来,以便获得能量。在好氧状态下,聚磷菌将体内存贮的有机物氧化分解,产生能量,同时将污水中的 $PO_4^{3-}-P$ 超量吸收至体内,以聚磷酸盐的形式贮存起来,这样排放的剩余污泥中便含有大量磷,从而达到除磷的目的。

聚磷微生物必须交替地置于厌氧/好氧的环境中进行释磷和吸磷,才能完成过量吸磷的过程。这种环境的交替,可以在空间上通过不同的反应器来实现,也可以在同一反应器中通过时间顺序来完成。后者最典型的的就是 SBR 反应器。

在好氧条件下,聚磷菌不断氧化分解其体内储存的有机底物,并从外部环境向其体内摄取有机物,尤其是溶解性磷盐,合成聚磷酸盐和 ATP(三磷酸酰酐);而在厌氧条件下,聚磷菌体内的 ATP 进行水解,释放 PO_4^{3-} ,即“释磷”。

据研究表明:聚磷菌的世代期短,而且排除剩余污泥是生物除磷的惟一途径。为保证系统的除磷效果,就需要维持较高的污泥排放量,系统的泥龄也相应的降低;另一方面,消化菌世代期长,两者在脱氮除磷系统中形成矛盾。所以若不考虑加入另外独立的除磷过程,则整个系统只能控制在一个很窄的范围内^[2]。

2 影响 SBR 反应器除磷效果的因素

2.1 溶解氧的浓度

收稿日期:2006-03-15

作者简介:王小英,女,1970 年出生,1993 年毕业于山西经济管理学院环境管理专业,学士学位。现主要从事环境管理、监察工作。



从生物除磷机理可知:SBR 反应器中溶解氧的浓度(曝气强度)可能会影响好氧区的磷吸收速率,对处理效果有较大的影响,但只要有足够的好氧时间就不会影响磷的去除。为保证好氧阶段磷的超量吸收,反应器中必须保证足够的溶解氧。试验发现:若溶解氧偏低,小于 2 mg/L 时,对 ATP 的去除效果影响较小;若过低,小于 1 mg/L 时,在沉淀阶段就会出现厌氧状态而有磷释放出来,致使出水中的磷升高,所以好氧阶段反应器中溶解氧浓度不得小于 2 mg/L。但是溶解氧浓度也不能太高,好氧阶段溶解氧将导致缺氧阶段溶解氧降不下来,反硝化反应受到抑制,而反应器中 $\text{NO}_3\text{-N}$ 浓度高又将影响缺氧阶段磷的释放,降低除磷效果。有研究表明:SBR 工艺处理城市污水除磷时,为得到较好的总体处理效果,溶解氧的控制条件为:好氧阶段 2 mg/L~3 mg/L,缺氧阶段不大于 0.5 mg/L,厌氧阶段不大于 0.2 mg/L。

2.2 污泥龄

污泥龄越长,单位 BOD 去除的磷量就会越少。根据生物除磷理论,要获得好的除磷效果,通常需控制较短的泥龄。而目前城市污水的有机物浓度越来越低,在短泥龄的情况下生物系统 MLSS(活性污泥浓度)也较低,从而导致排出的剩余污泥总量少,磷的绝对去除量难以提高。

2.3 pH 值

聚磷菌在厌氧段时的释磷量一般随 pH 值的升高而增加,但是 pH 是否影响聚磷菌对有机物的吸收仍存在争议。试验表明:pH 值对聚磷菌和聚糖菌的竞争也有一定的影响。当 pH 值对聚糖菌有利时,聚糖菌在菌群中占优势,就会导致强化生物除磷失效。

2.4 其他因素

1) 滗水时间太长,会导致聚磷菌释磷,这将会直接影响出水中磷的浓度,所以应该缩短滗水时间。SBR 工艺中滗水结束后开始进水,此时停止曝气,同时加入搅拌,为释磷菌释磷提供了厌氧环境。

2) 厌氧区的硝酸盐还原过程消耗了可供贮磷菌吸收用的基质,因此硝酸盐会降低进水的有效 BOD/磷值。一般 BOD/磷值大于 20 时,硝态氮才不会影响磷的厌氧释放及磷的去除效果。

3) 在污泥的处理过程中,如果产生厌氧状态,剩余污泥中的磷就会重新释放出来,从而增加污泥处理回流液的磷含量,相应增大了进水磷的负荷。而各国生产性运行的生物除磷污水厂中,并未发现污泥处理回流液对除磷的不利影响。从投资和控出水达标及运行管理等方面看,只要回流合理,生物除磷就不会受影响。

3 结语

影响 SBR 工艺除磷的因素还有很多,如聚磷菌和非聚磷菌的竞争、水力停留时间、SBR 脱氮与除磷的相互影响、有限碳源的合理分配、流程操作的安排等。分析生物除磷机理及这些影响因素对更好地利用 SBR 工艺除磷起到重要作用,并对工程实践也起到指导作用。

参考文献:

- [1] 李 健,陈双星.大型 SBR 工艺启动特点及活性污泥培养驯化[J].给水排水,2001,27(5):30-32.
- [2] 何 耘,刘 成.序批式活性污泥法(SBR)的研究综述[J].安徽建筑工业学院学报(自然科学版),1998,6(1):48-52.

Mechanism of Biological Phosphorus Removal and Factors Influencing the Results of the Phosphorus Removal with SBR Technique

WANG Xiao-ying

(Wanbailin Department of Taiyuan Environmental Protection Bureau, Taiyuan Shanxi 030024, China)

Abstract: The paper simply introduces the characteristics of SBR technique, and the mechanism of biological phosphorus removal. It summarizes the factors influencing the results of the biological phosphorus removal with SBR technique, which mainly includes dissolved oxygen, sludge age and pH etc.

Key words: sequencing batch reactor (SBR); dissolved oxygen(DO); sludge age