

序批式生物膜反应器脱氮除磷技术

荣宏伟,吕炳南,贾名准

(哈尔滨工业大学 市政环境工程学院,黑龙江 哈尔滨 150090)

摘 要:详述了序批式生物膜(SBBR)技术的工作原理与技术特点,介绍了序批式生物膜(SBBR)技术在污水生物处理中的研究与应用现状,探讨了序批式生物膜反应器(SBBR)在城市污水生物脱氮除磷中发展与应用。
关键词:城市污水;生物处理;序批式生物膜反应器;脱氮除磷
中图分类号:X703.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-1842(2002)05-0534-03

Technology of nitrogen and phosphorus removal for
sequencing batch biofilm reactor

RONG Hong - wei ,LV Bing - nan ,JIA Ming - zhun

(School of Municipal & Environmental Engineering ,Harbin Institute of Technology ,Harbin 150090 ,China)

Abstract : Described the working principle and technical feature of sequencing batch biofilm reactor and introduced the present study and application of sequencing batch biofilm reactor in the biological wastewater treatment . The developing and application of sequencing batch biofilm reactor were researched for nitrogen and phosphorus removal from urban sewage by biological treatment .
Key words : urban wastewater ; biological treatment ; sequencing batch biofilm reactor ; nitrogen and phosphorus removal

0 引言

目前,我国的江河湖库及近海海域普遍受到不同程度的污染,总体上呈加重的趋势,三河、三湖(淮河、海河、辽河;太湖、巢湖、滇池)污染严重。全国七大水系中,不适合作为饮用水源的河段接近40%。城镇河段中78%的河段不适合作饮用水原,城镇地下水50%受到污染。在出现严重有机物污染的同时,我国大部分湖泊和河流还存在相当严重的水质富营养化问题。总的来讲,富营养化是水体受到氮磷污染,营养物质进入水体并造成藻类和其他微生物异常增殖的结果。在这种情况下,

氮、磷污染物控制和去除技术,水体富营养化发展态势预测,富营养化控制技术等方面的研究及相关技术的应用成为水环境污染控制日益紧迫的重要课题。

1 序批式生物膜反应器的工作原理与技术特点

1.1 序批式生物膜反应器的工作原理
序批式生物膜反应器(Sequencing batch biofilm reactor,简称SBBR)最早由Gonzales和Wilderer的试验方法在1990年引出的^[2]。随后,由德国学者Wilderer于1992年正式提出^[3]。序批式生物膜反

收稿日期:2002-06-28.
基金项目:建设部2001年度科技计划项目(建设[2001]152).
作者简介:荣宏伟(1973-),男,博士,研究方向:污水处理.

反应器是一种复合式生物膜反应器,它是在序批式活性污泥法(SBR)的基础上,遵循序批式活性污泥法(SBR)的操作方式,在反应器内装有不同的填料,如:投加活性炭(粉末或颗粒状)使污泥颗粒化或在反应器中安装填料使活性污泥在填料上形成生物膜。它是一种将生物膜与活性污泥法进行有机结合的新型的复合式生物膜反应器。

1.2 序批式生物膜反应器特点

由于序批式生物膜反应器(SBBR)是在序批式活性污泥法(SBR)的基础上发展起来的,除具有序批式活性污泥法(SBR)的基本优点外,又具有生物膜法的优点,通过将生物膜与活性污泥法进行有机结合形成自身的一些特有的优势,主要可以表现在以下几个方面^[1,4,5]:

(1)微生物相多样化,并能存活世代时间较长的微生物。由于在SBBR中的微生物是固着在填料上生长的,没有象活性污泥法中的悬浮生长微生物那样承受强烈的曝气搅拌冲击具有稳定的生态条件,易于生长繁殖,同时其生物固体平均停留时间长,在生物膜上能够生长世代时间较长、增值速度慢的微生物,如硝化菌等。还可能出现大量的丝状菌、线虫类、轮虫类生物在生物膜上形成较长的食物链。

(2)微生物量高,处理效率高,净化功能显著。由于微生物附着生长并使生物膜具有较少的含水率,所以单位反应器容积内的生物量可高达活性污泥法的5~20倍,具有较大的处理能力,而且耐冲击负荷,对水质、水量变动具有较强的适应性。又由于生物相的多样化,它不仅能有效的去除有机污染物,而且具有一定的脱氮除磷的功能,因而其净化功能显著。

(3)污泥沉降性好,易于固液分离;剩余污泥产量少,降低污泥处理与处置费用。由生物膜上脱落的下来的污泥,因所含动物成分较多、比重较大具有良好的污泥沉降性能,易于固液分离,同时序批式生物膜反应器在停止曝气时兼做二沉池,属静态沉淀,其效率高于动态沉淀效率,可缩短沉淀时间,降低出水悬浮物浓度,可省去初沉池和二沉池,减少了占地面积,节省部分基建投资。

(4)易于运行管理,减少污泥膨胀问题。由于不需要回流污泥,因而不需要调整反应器内的污泥量和剩余污泥量,易于运行的维护与管理,降低了运行费用和省掉了污泥回流设备费。而且在反应器内微生物附着生长,即使丝状菌大量繁殖,也不会导致污泥膨胀,相反还可以利用其较强的分解氧

化能力,提高处理效果。

同样,序批式生物膜反应器(SBBR)也存在一不足之处^[6]:

(1)运行相对复杂,需要较高的管理水平。

(2)需要较多的填料和支撑结构,对填料材质质量要求高,会相应地增高基建投资。

(3)出水会携带较大的脱落的生物膜片,降低了处理水的澄清度。

2 序批式生物膜反应器的研究与发展

基于上面所述的序批式生物膜反应器的特点引起了一些研究者的兴趣,近年来国内外许多研究者和工程技术人员无论从理论上还是从实际应用方面都进行了大量的研究和工程实践,并取得了丰硕的成果。

1993年Fang等人^[7]利用软纤维填料作为生物附着生长载体进行的序批式生物膜反应器处理奶粉等合成的污水的研究中发现COD和NH₄-N与其他工艺相比可更有效地去除,同时由于序批式生物膜反应器可省却沉淀工序而使整个周期缩短,并且在软性填料上生物膜内部能进行有效的反硝化作用。

1997年Kolb等人^[8]在处理含不易降解有机物的工业废水的研究中,采用活性炭做填料和微孔膜的序批式生物膜反应器处理苯/二氯酚和三氯乙烷/酚的人工配水,效果也不错。在实验中充分利用活性炭的吸附性并减少再生,减少工业废水中的有机污染物对细菌的毒性。

Garzond等人^[9]进行了序批式生物膜法处理城市污水的研究,采用的运行的工序为:厌氧/缺氧/好氧。运行结果表明:该方法不仅能有效去除有机物而且还能脱氮除磷,并且效率都挺高。

大庆市环境保护科研所^[10]进行了序批式生物膜法处理屠宰废水的研究,该研究项目采用“筛网过滤、除油池、序批式生物膜反应器、炉渣滤柱”工艺流程,在序批式生物膜反应器中,微生物附着生长在半软性纤维填料上,生物量大、种类多,污水与之接触充分,加快了反应速率,大大缩短了水力停留时间。

李军等应用软性填料序批式生物膜法工艺对杂排水进行了研究^[11]。研究中确定了适合该工艺的最佳工艺参数,并对软性填料序批式生物膜法A/O工艺处理杂排水时脱氮、除磷等特点做了进一步探讨。表明软性填料SBR好氧系统可高效地去

除 LAS、COD、BOD₅、浊度、SS 等。另外,李军等人还做了关于淹没式序批式生物膜法除磷工艺特性的研究^[12],试验结果表明,软性载体淹没式序批式生物膜法是行之有效的除磷工艺。

近来国外对序批式生物膜反应器(SBBR)的研究方兴未艾,但国内对此方向却较少涉及。

3 序批式生物膜反应器在城市污水脱氮除磷处理中的展望

近二、三十年来,废水中的氮、磷的去除已成为废水处理中的热点。美国、德国、南非等国家对氮磷去除的研究和生产性应用已有三十多年的历史。从中可以看到三个发展趋势:(1)随着氮、磷污染数量的上升,环境矛盾的尖锐化以及人们对环境意识的加强,对环境质量要求的提高,越来越多的国家和地区立法对氮、磷制定了排放标准。结果,使越来越多的污水处理厂采用各种途径和方法来处理氮磷废水。全美约有 20 % 的污水处理厂要求去磷、27 % 的污水厂要求去氮。(2)出水的排放标准越来越高。如对氮的排放标准由考核 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 转为考核总氮。(3)由于日处理量的增加,迫使人们在处理方法上不断创新,寻找成本低廉的处理手段与工艺。例如,成本较小的生物脱氮除磷工艺逐渐被越来越多的污水处理厂所采用并取代了化学法工艺。在污水生物处理工艺的发展和应用中,活性污泥法与生物膜法一直占据主导地位。随着新型填料的开发和配套技术的不断完善,与活性污泥法平行发展的生物膜技术工艺得以快速发展^[1]。

近年来,随着生物脱氮除磷研究的开发,人们自然注意到在序批式活性污泥法(SBR)可以方便地实现各种工艺条件的组合,实现适合脱氮除磷的污水处理工序,这是一个很重要的特点。此外,它比推流式活性污泥法更不易发生污泥膨胀,污泥易沉淀。序批式生物膜反应器(SBBR)在序批式活性污泥法(SBR)的基础上,把反应器中的活性污泥变成带有载体的生物膜,使它既具有了序批式活性污泥法的优点又具备了生物膜法的优点。

同其他污水处理工艺相比,在序批式生物膜反应器(SBBR)有机物的降解相当于对时间处于理想推流过程,并在反应器中保持了尽可能高的底物浓度。因此,其生化反应推动力大、有机物去除效率高。序批式生物膜反应器(SBBR)还可以通过按序批式活性污泥法(SBR)各种状态(如厌氧、缺氧、好氧等)不同工序的控制在一个反应器内就能完成脱氮除磷的过程,简化了工艺流程,减少了占地面积,

这样可以节省部分基建投资,同时又由于生物膜中生物相的多样化,它不仅能有效地去除有机污染物,而且具有一定的脱氮除磷的功能。并且即使在好氧状态下,由于水中的溶解氧可能无法渗入生物膜内,在膜内部形成缺氧区,在硝化细菌、反硝化细菌的作用下实现同步的硝化反硝化过程,因而其净化功能显著。与传统的序批式活性污泥法(SBR)相比,由于将反应器内的活性污泥变成带有载体的生物膜,可减少污泥生成量 50 % ~ 70 %,并能减少运行费用 20 % ~ 30 %。

综上所述,序批式生物膜反应器(SBBR)有许多其他污水处理工艺不可比拟的优点,在城市污水脱氮除磷处理中具有广阔的发展前景,尤其为一些中小城镇生活污水处理提供了一种可行的处理工艺。

参考文献:

- [1] 刘雨,赵庆良,郑兴灿.生物膜法污水处理技术[M].北京:中国建筑工业出版社,2000.
- [2] GONZALES S, WILDERER P. A. Phosphate removal in a biofilm reactor[J]. Water Science Technology, 1990(23) 7 ~ 9: 1405 ~ 1416
- [3] IRVINE R L, WILDERER P, FLEMING H. Controlled unsteady state processes and technologies - an overview[J]. Wat. Sci. Tech. 1997, 35 (1): 1 ~ 10.
- [4] FAL KENTOF C. M, HARREMOES, MOSBEK H. The significance of zonation in a denitrifying, phosphorus removing biofilm[J]. Wat. Sci. Tech. 1999, 33(15): 3303 ~ 3310.
- [5] GIUSEPPE P, ROBERTO C, LUCA P. Phosphorus and nitrogen removal in moving-bed sequencing batch biofilm reactors[J]. Wat. Sci. Tech. 1999, 40(4): 169 ~ 176.
- [6] SEIFERTH S, BEHRENDT J, SEKOULOV I. The biofilm filter sequencing batch reactor[J]. Wat. Sci. Tech. 1999, 39(8): 77 ~ 83.
- [7] Fang H. Removal of COD and nitrogen in wastewater using sequencing batch reactor with fibrous packing[J]. Wat. Sci. Tech. , 1993, 28, 7: 125 ~ 131.
- [8] KOLB F R, WILDERER P A. Activated carbon sequencing batch biofilm reactor to treat industrial wastewater[J]. Wat. Sci. Tech. , 1997, 35, 1: 169 ~ 176.
- [9] GARZON - ZUNIGA, MARCO A. Biological phosphorus and nitrogen removal in a biofilm sequencing batch reactor[C]. Proceedings of the 1996 18th biennial Conference of the International Association on water Quality. Part 1
- [10] 李军,王宝贞.序批式生物膜法处理杂排水工艺探讨[J].城市环境与城市生活,1994,7,4: 4 ~ 7.
- [11] 李军,王宝贞.淹没序批式生物膜法除磷工艺特性研究[J],中国给水排水,2001,7.
- [12] 张可方,荣宏伟,张朝升.间歇式活性污泥法处理生活污水的试验研究[J].哈尔滨商业大学学报:自然科学版,2002,2: 210 ~ 204.