

硝化菌包埋载体活化性能研究

赵雪莲,李宗慧,刘金泉,娄高彬,姜安平,王凯

(北京伊普国际水务有限公司,北京101102)

摘要:采用序批式间歇运行方式考察了温度、菌液含量、活性污泥系统对硝化菌包埋载体活化性能的影响,并研究了硝化菌包埋载体活化初期的水质变化情况以及扩大规模的包埋载体活化性能。结果表明:硝化菌包埋载体由于载体配方成分的原因造成活化初期水中氨氮和硝酸盐氮浓度升高的现象;硝化菌包埋载体活化需要在适宜的温度条件下进行;在不影响包埋载体活化性能的前提下,菌液量可减少,从而降低载体生产成本;活性污泥的存在可延长包埋载体活化时间,但连续运行的条件下活化性能优于间歇运行方式。

关键词:硝化菌;包埋载体;氨氮;活化;去除率

中图分类号:X703

文献标志码:A

文章编号:0253-4320(2014)02-0074-04

Activation characteristics of gel-embedded nitrobacteria carriers

ZHAO Xue-lian, LI Zong-hui, LIU Jin-quan, LOU Gao-bin, JIANG an-ping, WANG Kai

(Beijing Epure Co., Ltd., Beijing 101102, China)

Abstract: Sequencing batch type intermittent operation mode is used to investigate the effect of temperature, microbial content and activated sludge system on the activation characteristics of gel-embedded nitrobacteria carriers. The changes of water quality in the gel-embedded nitrobacteria carriers' initial activation and the activation performance of gel-embedded nitrobacteria carriers in the expanding scale are studied. The results indicate that the mass concentrations of ammonia nitrogen and nitrate nitrogen are rising in the initial activation because of different compositions of gel-embedded carriers. The appropriate temperature is beneficial to gel-embedded nitrobacteria carriers' activation. Under the premise of not affecting the activation performance of gel-embedded nitrobacteria carriers, the microbial content can be reduced to decrease the production cost. Activated sludge will prolong the activation time of gel-embedded nitrobacteria carriers. But activation performance under conditions of continuous operation is superior to intermittent operation mode.

Key words: nitrification; entrapped carrier; ammonia nitrogen; activation; removal rate

随着经济的发展和人民生活水平的提高,水环境越来越恶化的问题已成为制约我国可持续发展的重要因素。随着国家对城镇污水处理厂排放标准的提高及“十二五”规划的实施,全国绝大多数城镇污水处理厂将面临着提标改造的需求。而城镇污水处理厂提标改造的难点之一便是冬季氨氮出水难以实现达标排放。固定化微生物技术为解决上述难点提供了简单、节能、高效的解决方案,可以实现污泥停留时间和水力停留时间的分离,在不扩建反应池的情况下达到氨氮的稳定去除,是一种高效低耗、运行管理容易、应用前景可观的废水处理技术^[1]。包埋固定化微生物技术是用化学或物理的方法将优势微生物种群定位于限定的载体空间领域,并使其保持活性,反复利用的方法^[2]。

固定化微生物技术因其高效的特点得到广泛应用^[3],然而大多数研究者的重点都放在微生物固定

化技术的处理效果上,且处于实验室阶段,对工程应用的参考价值较小。笔者主要针对桑德集团开发的硝化菌包埋载体进行全方位的活化性能考察,并扩大到中试规模条件下包埋载体的活化,为其工程应用提供技术依据。

1 试验材料及方法

1.1 试验材料

NH_4HCO_3 ,分析纯;某污水处理厂的生活污水;硝化菌包埋载体,自制;接种污泥为某污水处理厂剩余污泥。

1.2 试验仪器与分析方法

试验仪器:电热恒温水浴锅,北京长安科学仪器厂生产;721型可见分光光度计,上海光谱仪器有限公司生产。

分析方法:氨氮($\text{NH}_3\text{-N}$)采用纳氏试剂分光光

度法;亚硝酸盐氮($\text{NO}_2\text{-N}$)采用 *N*-(1-萘基)-乙二胺光度法;硝酸盐氮($\text{NO}_3\text{-N}$)采用紫外分光光度法。

1.3 包埋载体活化试验

(1)序批试验在量筒中进行:反应器有效容积为 2 L,投入一定比例的包埋载体和人工合成氨氮废水或生活污水。DO 维持在 2~6 mg/L 左右,改变活化温度、活化时间、菌液性能和菌液含量,使固定化硝化菌活性恢复和增殖,定期测样,分析 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 浓度随时间变化情况,计算氨氮去除效率。

(2)扩大规模活化试验系统,采用 50 m^3/d 的 A/O 处理规模,并接种活性污泥处理生活污水,定期测样,分析 $\text{NH}_3\text{-N}$ 随时间变化情况,计算氨氮去除效率。

2 结果与讨论

2.1 包埋载体活化初期性能

包埋硝化菌载体由于包埋过程的影响会造成部分菌种死亡,降低载体内部的菌种量,故在应用过程中需要对载体进行充分活化才能发挥载体的处理效果。载体在活化初期表现出不同于其他活化时间段的特点。为了更好表现包埋载体活化初期的性能,

笔者采用 3 种不同时间制作的载体和未加菌种的空白载体进行活化对比性能试验,结果如图 1 所示。包埋载体活化初期,不同载体处理出水中氨氮表现出同样的活化特点:随着时间的延长,氨氮质量浓度呈现出先增高后降低的趋势,且空白载体处理出水中氨氮在不同时间内的质量浓度始终高于其他包埋载体。这主要是由于空白载体内未包埋任何菌种,没有对氨氮的降解功能。处理出水中亚硝酸盐氮质量浓度则随着时间的延长略有增加,且不同载体增加量不同。由于亚硝酸盐氮质量浓度较低,人为测试误差较大,导致不同载体同一时间内的浓度存在差异;随着反应的进行,部分氨氮逐渐转化为亚硝酸盐氮,致使亚硝酸盐氮质量浓度略有提高。硝酸盐氮质量浓度在前 4 h 内快速增加,之后趋于平缓,且 1[#]、2[#]、3[#]载体系统中硝酸盐氮质量浓度的增加量明显多于空白载体,主要与菌液中含有一定质量浓度的硝酸盐氮有关。从图中三氮的变化可以看出,包埋载体活化初期氨氮和硝酸盐氮质量浓度在短时间内快速增大,主要由于载体中氮盐成分快速释放引起的,其释放量的多少与包埋载体中的氮盐成分及量的多少有关;随着反应时间的增加,氨氮质量浓度升高后又降低,硝酸盐氮质量浓度继续升高,说明氨氮被包埋载体内的硝化细菌氧化生成硝酸盐氮。

(上接第 73 页)

[9] Zheng Y L. Synthesis and characterization of CaF_2 :Yb,Er (core)/ CaF_2 (shell) up-conversion nanoparticles [D]. Thesis in Department of Materials Science and Engineering, Singapore; National University of Singapore, 2010; 1-87.

[10] Maushake P. Calcium fluoride crystals blanks offer highest transmission rates at 193 nm and below [J]. *J Optic & Photonic*, 2008, (2): 46-47.

[11] Polasko K J, Ehrlich D J, Tsao J Y, et al. Deep UV exposure of Ag, Se/GeSe, utilizing an excimer laser [J]. *J IEEE Electron Device Letters*, 1984, 5(1): 24-26.

[12] Song L, Gao J, Song R. Synthesis and luminescent properties of oleic acid (OA)-modified CaF_2 :Eu nanocrystals [J]. *J Luminescence*, 2010, (130): 1179-1182.

[13] Jain K, Willson C G, Lin B J. Ultrafast deep UV lithography with excimer lasers [J]. *J IEEE Electron Device Letters*, 1982, 3(3): 53-55.

[14] Hong B C, Kawano K. Luminescence studies of the rare earth ion-doped CaF_2 and MgF_2 films for wavelength conversion [J]. *Alloys and Compounds*, 2006, 408(412): 838-841.

[15] Wanga L, Wanga B, Wanga X, et al. Tribological investigation of

CaF_2 nanocrystals as grease additives [J]. *J Tribology International*, 2007, (40): 1179-1185.

[16] Bensalah A, Mortier M, Patriarche G, et al. Synthesis and optical characterizations of undoped and rare-earth-doped CaF_2 nanoparticles [J]. *J Solid State Chemistry*, 2006, (179): 2636-2644.

[17] Pandurangappaa C, Lakshminarasappab B N, Nagabhushanac B M. Synthesis and characterization of CaF_2 nanocrystals [J]. *J Alloys and Compounds*, 2010, (489): 592-595.

[18] Sionkowska A, Planecka A, Kozłowska J, et al. Photochemical stability of poly (vinyl alcohol) in the presence of collagen [J]. *J Polymer Degradation and Stability*, 2009, (94): 383-388.

[19] Pattabi M, Amma B S, Manzoork K. Photoluminescence study of PVP capped CdS nanoparticles embedded in PVA matrix [J]. *J Materials Research Bulletin*, 2007, (42): 828-835.

[20] Sang W, Qian Y, Min J, et al. Microstructural and optical properties of ZnS:Cu nanocrystals prepared by an ion complex transformation method [J]. *J Solid State Communications*, 2002, (121): 475-478.

[21] Ram S, Mandal T K. Photoluminescence in small isotactic, atactic and syndiotactic PVA polymer molecules in water [J]. *J Chem Phys*, 2004, (303): 121-128. ■

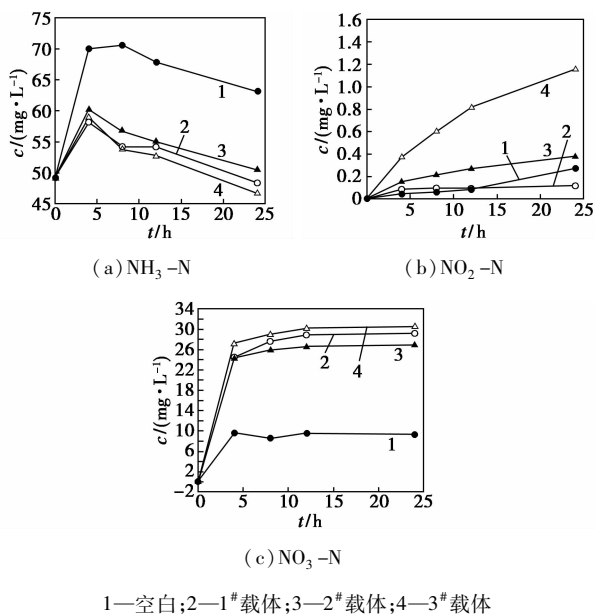


图 1 包埋载体活化初期三氮浓度随时间的变化

2.2 不同温度条件下包埋载体的活化性能

温度是硝化反应的关键影响因素,硝化反应的最适温度是 20 ~ 30℃^[4]。15℃以下时,硝化速度下降,5℃时完全停止,因此低温不利于硝化细菌的生长繁殖,降低其生物活性,影响氨氮去除率。张爽等^[5]采用固定化硝化细菌处理常温和低温生活污水并进行了比较,结果表明,固定化硝化细菌经过常温活化和增强后,低温下仍具有较高的氨氮去除率。笔者主要采取 2 个温度节点(25、14℃)考察不同温度下包埋载体去除氨氮的活化性能。按照 20% 的投加比将载体投入到反应器中,2 套运行系统除温度条件外,其他条件相同;采用间歇运行方式,每天换水并取 24 h 反应样品测试氨氮质量浓度并计算氨氮降解量,如图 2 所示。

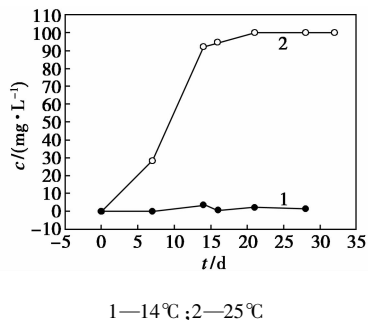


图 2 温度对包埋载体活化性能的影响

从图 2 中可以看出,25℃条件下,氨氮的降解量随着时间的延长而增大,运行至第 15 d 左右时,氨氮的降解量基本趋于平衡;14℃条件下,氨氮的降解

量随着时间的变化不如 25℃条件下反应明显,几乎没有变化,这与硝化细菌的适宜生长环境温度有关。因此包埋硝化菌载体需要在适宜条件下才能得到很好的活化性能。

2.3 菌液质量浓度对包埋载体活化性能的影响

包埋载体中菌液质量浓度的多少一方面影响载体的活化性能,另一方面关系载体产品的生产成本,因此有必要分析载体中菌液质量浓度的多少对包埋载体活化性能的影响。包埋 2 种不同的载体主要是载体中的菌液质量浓度不同,1#载体中菌液质量浓度为 2#载体的 2 倍,1#载体中菌液量为已定载体配方要求的量。依照多次试验的结论以 8 h 氨氮降解量达 50 mg/L 为依据判定载体的活化程度和活化周期。试验系统按照 20% 的投加比将硝化菌包埋载体投加到配制的氨氮废水中,氨氮废水初始质量浓度为 100 mg/L;采取序批式间歇运行方式,每天换水,并测试 8 h 反应后系统内的氨氮质量浓度。菌液质量浓度对包埋载体活化性能的影响如图 3 所示。

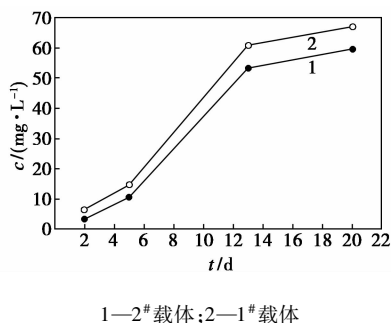


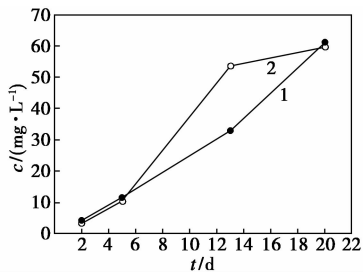
图 3 菌液质量浓度对包埋载体活化性能的影响

从图 3 中可以看出,1#载体的活化时间为 11 d 左右,2#载体的活化时间为 12 d 左右,均未超过 15 d,且活化时间很接近。这表明在保证菌源质量的前提下,菌液量适当减少不会影响包埋载体的活化性能;载体中菌液质量浓度可在现有基础上减少一半,但不能过低,否则将影响活化效果。

2.4 活性污泥系统下包埋载体活化性能

工程应用中特别是升级改造项目,包埋载体的活化需要在现有的活性污泥好氧系统中活化,所以有必要了解包埋载体在活性污泥系统中的活化特性。氨氮自配水样,初始氨氮质量浓度为 100 mg/L 左右,2 套系统中,一套采用间歇式活性污泥法运行方式,初始污泥质量浓度为 3 822 mg/L,每天静沉后更换新鲜的氨氮水样;另一套同样采用间歇式运行

方式,无活性污泥。2套系统中载体的投加率均为20%,系统连续运行,不同活化体系对包埋载体活化性能的影响如图4所示。



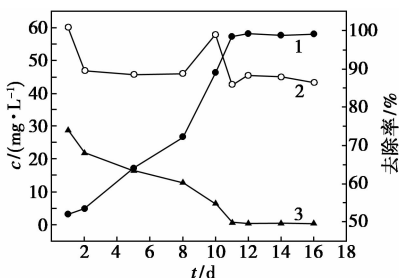
1—活性污泥+包埋载体;2—包埋载体

图4 不同活化体系对包埋载体活化性能的影响

由图4可以看出,只有包埋载体的系统活化时间约为12 d,带活性污泥活化的载体活化时间约为17 d,主要是由于包埋载体系统中由于每天更换的氨氮总量高于活性污泥系统中的氨氮总量;另一方面活性污泥中的其他菌种初期和包埋载体中的硝化细菌竞争造成的。运行至20 d时,2个系统中8 h氨氮降解量基本相同,原因是其他菌种由于食物的严重缺乏而死亡或衰竭无法与硝化细菌竞争,致使载体中的硝化细菌快速繁殖。

2.5 扩大规模的包埋载体活化性能

系统的进水为某污水处理厂初沉池出水,系统内污泥质量浓度为1 500 mg/L,50%负荷条件下启动,载体投加率为5.5%。中试包埋载体活化期间氨氮的去除效果如图5所示。



1—去除率;2—出水;3—进水

图5 中试包埋载体活化期间氨氮的去除效果

从图5中可以看出,系统的进水氨氮维持在40~60 mg/L之间。在系统运行的初期,系统出水氨氮质量浓度较高,在30 mg/L左右;随着时间的推移,出水中氨氮的质量浓度逐渐降低。运行至第10 d左右时,出水中氨氮质量浓度达6.36 mg/L,与

一级A出水标准 ≤ 5 mg/L已经很接近,氨氮的去除率达90%以上。从第11 d开始,出水中氨氮质量浓度已经完全稳定,其值降至1 mg/L以下,氨氮去除率近100%。活化所需的时间只有11 d,比实验室试验间歇运行的活化时间要短,说明连续运行对于包埋载体的活化运行更有利。此时通过显微镜对系统中好氧污泥进行微生物观察发现,此时的微生物种类较多,出现了大量的肾形虫、钟虫、累枝虫等原生动物及线虫等后生动物,且这些微生物活性较好,因此可判定系统内的微生物已培养成熟。从以上结果可以看出,在适宜条件下,包埋载体的活化周期不超过20 d。

3 结论

(1)硝化菌包埋载体在活化初期会造成出水中氨氮或硝酸盐氮的大量增加,主要与载体本身的成分有关。

(2)温度是硝化菌包埋载体的活化的重要影响因素,适宜的温度条件下可使硝化菌包埋载体在15 d内完成活化;菌液质量浓度虽然对包埋载体的活化具有一定的影响,但在保证可活化的前提下可适当减少菌液质量浓度,从而可降低载体本身的制作成本。

(3)在有活性污泥存在的条件下,包埋载体的活化时间略长于未投加活性污泥的载体活化时间,主要是由于活性污泥系统中其他菌种的竞争作用;与实验室间歇运行系统相比,连续运行的活性污泥系统对包埋载体的活化更有利,与连续运行可提供菌种丰富充足的营养物质有关。

参考文献

- [1] 李宗慧,刘金泉,赵雪莲,等.包埋微生物载体的结构与性能研究[J].现代化工,2012,32(11):45-47.
- [2] 聂春芬.固定化活性污泥实现短程硝化反硝化处理畜禽废水[D].四川:四川农业大学,2012.
- [3] 冯雅男,李军,王立军,等.包埋固定化技术去除水体中氨氮的研究进展[J].辽宁化工,2010,39(2):164-168.
- [4] 张自杰,林荣忱,顾夏声,等.排水工程[M].北京:中国建筑工业出版社,2007.
- [5] 张爽,姜蔚,徐桂芹,等.固定化硝化菌在不同温度下对氨氮的去除效能研究[J].环境科学与管理,2008,33(5):91-95. ■