

生物接触氧化法处理污水的一种新型填料——悬浮填料

刘 翔 高廷耀

(同济大学环境工程学院, 上海 200092)

摘 要 综述了国内外生物接触氧化法处理污水的一种新型填料——悬浮填料的研究现状, 分析了此类填料的特点及其在污水处理中的应用情况, 提出了改善此类填料性能的研究趋势。

关键词 污水 悬浮填料 生物处理

填料是生物接触氧化法的核心部分。如何维持微生物高浓度, 减少曝气动力消耗, 日常运行效果稳定, 维护管理更方便, 一直是环境科研人员孜孜以求的。悬浮填料正是在这种情况下应运而生的一种新型填料。

1 由来及发展现状

早在 70 年代末 80 年代初, 为了提高曝气池内微生物的浓度, 哈尔滨、天津等地的科研单位就开始了悬浮填料生物接触氧化法处理城市污水的研究。当时的填料采用活性碳、砂、无烟煤等^[1]。曝气池的曝气同时具有搅拌、充氧作用, 既维持填料悬浮于混合液中, 又供给微生物以必要的溶解氧。同一时期, 日本的泽田繁树等人也提出了基本原理相似的流动粒状媒体生物处理法、流动式活性污泥法等, 其净化污水均达到较好的效果^[1]。但这些工艺由于填料的比重在 $1.50\text{g}/\text{cm}^3$ 到 $2.50\text{g}/\text{cm}^3$ 之间, 且不设专门的脱膜机, 因此需要较大的动力消耗, 才能使填料均匀悬浮于水中, 并连续地剥离多余的生物膜。

近 10 年来, 国内外在总结以上工艺特点的基础上, 开始着手于比重与水相近的悬浮填料的研究。

德国 L NDE 公司最早采用了一种大小为 $12\sim 15\text{mm}$, 比重稍小于水的多孔泡沫塑料小方块作为填料。这种填料在生长了微生物以后, 比重略大于水, 但在水中的沉速小于通常曝气所需的搅拌速度, 因而较易通过曝气搅动, 使其在水中呈流化状态。由于此种填料表面、内部均能生长微生物, 因此, 针对去除含碳有机物、硝化以及同步反硝化等不同要求, 开发出了 L N P O R[®]-C、L N P O R[®]-C/N、L N P O R[®]-N 工艺^[2], 经过多年的试验研究和投产运行, 已成为处理效果较好, 比较成熟的一类悬浮填料生物接触氧化新工

艺。

在此期间, 巴西的 D. W artchow 提出了一种组合型活性污泥系统^[3], 就是在活性污泥曝气池中投加一种微生物能附着生长的多孔填料, 约占总体积的 20~25%, 以增大系统的总生物量, 并在无需增大二沉池负荷的基础上增加污泥龄, 强化了硝化作用, 实验证明, 在混合液的溶解氧达 $2\sim 4\text{mg}/\text{L}$ 时, 在填料的内部还存在同步反硝化。日本 H. T suon 等人采用一种聚氨酯泡沫块作为填料进行实验研究, 结果发现, 只需投加 10~20% 填料, 在 15 的温度下, 4h 内可去除大部分 BOD₅, 10h 内可完成硝化作用。

挪威的 B. Rusten 等人经过几年的中试及生产性实验, 开发了一种移动床生物膜反应器, 采用的是一种密度 $0.95\text{g}/\text{cm}^3$ 的聚乙烯填料。由于填料结构复杂, 比表面积大, 可有大量生物附着生长在上面, 又由于比重接近于水, 填料可随曝气池中水流的搅动而上下翻动, 从而增加了生物与污水的接触机会。实验结果表明, 在先进行化学沉淀后, 在生物反应器中停留时间不到 3h 的情况下, 氮的去除率可以达到 85%, 是一种高效的生物膜反应器^[4]。

我国在这方面的起步较晚, 但目前已有一些环保公司正积极开发这类悬浮填料, 应用于一些小型的污水处理设备和一些污水厂的改造。

2 悬浮填料的特点及使用性能

2.1 形状为立体块状或粒状, 一般形状规则, 孔隙率大, 比表面积几百至几千不等。

2.2 比重接近于水, 或稍大于 1, 或稍小于 1, 长了生物膜以后, 在正常的曝气强度下, 极易达到全池流化翻动。

2.3 多采用聚乙烯、聚丙烯、聚氨酯等特制塑料或树脂制成。

2.4 不结团, 不堵塞, 老化的生物膜靠水力冲刷、曝气

搅动自动脱落。

2 5 直接投加, 无需固定支架, 只需在曝气池出水处设置栅网拦截, 靠曝气水流将其回流至池前端。

3 悬浮填料生物接触氧化法的特点

3 1 微生物相方面

由于悬浮填料一般比表面积都较大, 附着在填料表面及内部生长的微生物数量大, 种类多, 因此污泥浓度可达普通活性污泥法的污泥浓度的 5~10 倍, 曝气池污泥总浓度最高可达 30~40% g/L, 并且在填料单元内可以形成从细菌→原生动物→后生动物的食物链, 使出水水质良好。

其次, 附着生长的填料表面的微生物的高泥龄, 对世代时间较长的硝化菌和亚硝化菌来说十分有利, 因此, 填料表面可栖息大量的这类细菌, 使出水达到硝化, 同时, 在有些情况下, 高泥龄对微生物适应难降解的物质, 提高去除率也十分有利^[5]。另外, 在填料上还可能大量生长丝状菌, 既可利用丝状菌高效降解有机物的功能, 使出水改善, 又无污泥膨胀之虞。

3 2 运行方面

填料在曝气池中依靠曝气的搅拌作用, 处于流化状态, 这不仅使污水与填料上的生物膜广泛而频繁多次地接触, 而且填料在流化过程中切割分散气泡, 使布气趋于均匀, 氧利用率也得到了提高。固、液、气三相的充分接触混合, 增大了传质面积, 提高了传质速率, 强化了传质过程, 因此, 在达到一定污染物去除率情况下, 污水在池内的停留时间更短, 同时, 即使有冲击负荷, 也可以很快地恢复处理效果。另外, 悬浮填料受到气流、水流的冲刷, 老化的膜能自动脱落, 随出水带走, 保证了膜的活性, 促进了新陈代谢。

3 3 维护管理方面

由于填料比重与水相近, 只需很小的气量即可使其均匀悬浮于水中。使用时无需填料支架, 可节省投资, 且投配、更新更方便。另外, 操作者不用象管理活性污泥法系统那样, 担心污泥回流比、排除剩余污泥量及污泥膨胀等问题, 因此, 操作更简单, 工作量也较少。

4 悬浮填料在污水生物处理中的应用

现在, 悬浮填料较多地应用于污水厂的改造。德国 LNPOR[®] 工艺在 1984~1993 十年间共用于 23 个城市污水厂及工业废水处理厂的改造^[2], 主要是因为该工艺可在去除有机碳的同时, 使出水达到硝化, 且无需增大池容积, 工艺变动较少, 对改造运转不佳或超负荷运转的传统活性污泥厂比较合适。其中, 在改造一个因

污泥膨胀而出水水质很差的纸板厂废水处理站中, 仅投加 20% 比例的填料, 将原有的活性污泥法曝气池改为 LNPOR[®]-C 工艺, 就使污泥负荷降低了一半, BOD₅ 去除率从 81% 上升至 96%, COD_{cr} 去除率从 78% 上升到 85%, SVI 也从原来的 500 多降至 100 左右。

悬浮填料也应用于一些新建的污水处理厂。美国弗吉尼亚州的 Moundsville 污水处理厂, 日均处理水量为 8707t, 采用了一种聚氨酯泡沫块为填料的 CAPTOR[®] 系统, 是放在活性污泥法前的一个独立系统^[6]。三年多的稳定运行表明, 填料表面的污泥浓度可达 6500~12000mg/L, 停留时间仅 50~90min, 并且在降解了 95%BOD₅ 的同时, 70~90% 氨氮达到硝化, 40~60% 的硝态氮完成反硝化。该厂还因此被评为全州的“最佳运行处理厂”。

此外, 悬浮填料还可与一些物理、化学方法相结合, 应用于要求深度处理的小型污水处理厂。挪威在这方面做了很多研究, 其中悬浮填料生物接触氧化法/化学沉淀法是结合较好的一类工艺^[7], 在 Steinsholt 污水处理厂三年的运行中, 采用投加聚乙烯填料与使用 Al³⁺ 絮凝剂进行化学沉淀相结合的工艺^[7], 在进水 COD_{cr} 在 380~620mg/L 范围内 (机率 80%), 极端 COD_{cr} 达 1600mg/L, BOD₇ 达 800mg/L 的情况下, 90% 时间内出水 COD_{cr} 低于 50mg/L, BOD₇ 也相当低, 极端最高时也仅有 25mg/L; 总磷的去除率大于 97%, 90% 出水未超过 0.37mg/L; 平均出水 SS 为 13mg/L, 与活性污泥法/化学沉淀法相比 (出水平均 24mgSS/L, 1.20mgTP/L), 效果好了许多。(其中 BOD₇=1.17BOD₅)

另据资料表明, 悬浮填料还可用于中水、化工、制药、印染、制革、造纸等工业废水的处理, 效果也十分良好。

5 悬浮填料的研究方向

目前, 我国对悬浮填料的研究才刚刚起步, 从经济、高效、实用的角度出发, 笔者认为应在材质方面, 寻找价格更低廉, 使用寿命长, 易挂膜的原材料; 在结构方面, 应尽可能设计出比表面积大的形状, 并可以制造一些功能区, 适于不同要求的厌、好氧微生物生长, 又兼顾易脱膜的特点。应尽可能地降低悬浮填料的造价, 最大程度发挥其优点, 使悬浮填料能更广泛地应用到污水处理中去。

6 参考文献

- 1 技术资料, 悬浮填料曝气工艺文献
- 2 M. Morper, etc, Improvement of existing wastewater treatment plants' efficiencies without enlargement of tankage by application of the L N POR[®] process—CASE STUDIES, Wat Sci Tech, Vol 22, NO. 7/8, pp. 207~ 215, 1990
- 3 D. Wartchow, Nitrification and Denitrification in combined activated sludge systems, Wat Sci Tech, Vol 22, No. 7/8, pp 199~ 206, 1990
- 4 H. Ødegaard, etc, A New Moving Bed Biofilm Reactor—applications and results, Wat Sci Tech, Vol 29, No. 10~ 11, pp. 157~ 165, 1994
- 5 Eberhard Laßmann und Hans Reimann, Der Einsatz von offenporigen Schaumstoff als Taraegematerial bei der biologischen Abwasser-Reinigung, Chem.-Ing.-Tech., 59(1987)Nr 2, S. 132~ 134
- 6 P. S. Gollam, etc, Three years of full-scale CAPTOR[®] process operation at Moundsville WWTP, Wat Sci Tech, Vol 29, No. 10~ 11, pp. 175~ 181, 1994
- 7 B. Rusten, etc, Moving Bed Biofilm Reactors and Chemical Precipitation for high efficiency treatment of wastewater from small communities, Wat Sci Tech, Vol 35, No. 6, pp. 71~ 79, 1997

A New Kind of Packing in Contact Oxidation Process of Wastewater Treatment Floating Packing

Liu Xiang, Gao Tingyao

(Environment Engineering Institute of Shanghai Tongji University, Shanghai 200092)

Abstract The external and internal study situation on floating packing—a new kind of packing in contact oxidation process of wastewater treatment were summarized. Its characteristics and application in biological contact oxidation process of wastewater treatment were analyzed and the further research to improve its function was put forward.

Key words Wastewater, Floating packing, Biological treatment

(上接第 37 页)

- 28 魏德洲, 秦煜民, H₂O₂ 在石油污染土壤微生物治理过程中的作用, 中国环境科学, 1997, 17(5): 429~ 431
- 29 Anid, P. J.; Alvarez, P. J. J., et al, Biodegradation of monoaromatic hydrocarbons in aquifer columns amended with hydrogen peroxide and nitrate Water Res., 1993, 27: 685~ 691
- 30 Flyvbjerg, J., Jensen, B. K., et al, Microbial degradation of phenols and aromatic hydrocarbons in creosotecontaminated groundwater under nitrate-reducing conditions, J. Contam. Hydrol., 1993, 12: 133~ 150
- 31 Raymond, R. L., Jamison, V. W. & Hudson, J. O., Beneficial stimulation of bacterial activity in groundwaters containing petroleum products, In Water-1976, American Institute of Chemical Engineers, New York, 1976, 319~ 327
- 32 Hess, A., Zarda, B., et al, In situ analysis of denitrifying toluene- and m-xylene-degrading bacteria in a diesel fuel-contaminated laboratory aquifer column, Appl Environ Microbiol., 1997, 63(6): 2136~ 2141
- 33 Kuker, J. J. & Olsen, R. H., Catechol 2, 3-dioxygenases functional in oxygen-limited (hypoxic) environments, Appl Environ Microbiol., 1996, 62(5): 1728~ 1740
- 34 Lovley, D. R., Woodward, J. C. & Chapelle, F. H., Rapid anaerobic benzene oxidation with a variety of chelated Fe(III) forms, Appl Environ Microbiol., 1996, 62(1): 288~ 291
- 35 Lovley, D. R., Potential for anaerobic bioremediation of BTEX in petroleum-contaminated aquifers, J. Industrial Microbiol. & Biotechnol., 1997, 18(2-3): 75~ 81

Biological Technique for Soil and Ground Water Oil Pollution

Li Wenli, Wang Zhongyan, Hu Yongsong

(Department of Biotechnology, Sichuan University, Chengdu 610064)

Abstract The factors determining rates of petroleum biodegradation includes the composition and physical state of petroleum hydrocarbons, the microbial community, temperature and pH value, O₂, nutrition and so on. There are two methods of microbial degradation—adding nutrients and seeding microorganisms. The biological technique is safe, economical, efficient and sanitary, but limited in a certain sense.

Key words Soil, Ground water, Oil pollution, Biological technique