

# 石化废水脱总氮技术研究

张 鹏\*, 李宝忠, 郭宏山  
(抚顺石油化工研究院, 辽宁 抚顺 113001)

**摘要:**介绍了“深床反硝化生物滤池+特种微生物”脱除总氮技术工艺,并以石化废水为处理对象开展了中试试验研究。试验结果表明,该技术可以对废水中的总氮污染物进行有效去除,总氮去除率达 80% 以上,出水总氮小于 15 mg/L,处理后水质满足最新的污染物排放标准。

**关键词:**石化废水;脱总氮;技术

中图分类号:X703

文献标志码:A

文章编号:0253-4320(2018)10-0185-03

DOI:10.16606/j.cnki.issn 0253-4320.2018.10.041

## Study on technology of removing total nitrogen from petrochemical wastewater

ZHANG Peng\*, LI Bao-zhong, GUO Hong-shan

(Sinopec Fushun Research Institute of Petroleum and Petrochemicals, Fushun 113001, China)

**Abstract:** The technology for removing total nitrogen by “deep bed denitrification biological filter + special microorganism” is introduced, and is studied through pilot test in treating with e petrochemical wastewater. The test results reveal that this technology can remove effectively total nitrogen pollutants in the wastewater with a removal rate over 80% and total nitrogen in the effluent less than 15 mg·L<sup>-1</sup>. The quality of water after treatment can meet the latest discharge standard.

**Key words:** petrochemical wastewater; removing total nitrogen; technology

我国 2015 年颁布实施《石油炼制工业污染物排放标准》和《石油化学工业污染物排放标准》明确提出了石化行业污水排放总氮控制指标( $\leq 30$  mg/L)<sup>[1-2]</sup>。某些地方(京津、辽宁)污水排放标准对总氮控制则更为严格( $\leq 15$  mg/L),污水排放总氮达标已成为我国石化企业环保治理的主要问题之一<sup>[3]</sup>。目前,部分石化企业现有污水处理工艺流程中没有去除总氮的技术单元,整体工艺无总氮去除效果,总氮达标排放难以实现。

基于此,本研究以石化企业外排污水为处理对象,采用“深床反硝化生物滤池+特种微生物”脱除总氮技术工艺,开展了相关试验研究,旨在为工业化装置提供设计依据,以彻底解决石化企业污水总氮达标排放问题。

### 1 “深床生物滤池+特种微生物”工艺介绍

“深床反硝化生物滤池+特种微生物”脱氮技术是利用生物脱氮的基本原理,采用后置反硝化滤池的形式,辅以经人工筛选出的具有高效反硝化脱氮

能力的特种微生物,专用于总氮提标改造工程的生物脱总氮技术工艺。其突出特点是总氮去除率高、启动速度快、无堵塞免维护、出水水质稳定达标、自动化程度高、运行费用及造价较低等。

反硝化细菌大多属于异养菌,具有生物多样性并且对环境条件适应性强。目前为止已分离出 60 多种反硝化菌,主要分布于假单胞属(*Pseudomonas*)、产碱杆菌属(*Alcaligenes*)、泛养硫球菌属(*Thiosphera pantotroph*)、动胶菌属(*Zoogloea*)和芽孢杆菌属(*Bacillus*)等,大多数为兼性厌氧菌。本研究通过驯化、富集培养、分离等方式已成功筛选到节杆菌、水氏黄杆菌、脱氮副球菌、甲基杆菌、考沼泽克氏菌和科氏葡萄球菌 6 种脱氮菌株,并复配成具有高效脱氮性能的脱氮菌剂。

深床反硝化生物滤池(deep bed denitrification filter, DBDF)是在生物滤池和普通快滤池的基础上发展起来的集生物脱氮及吸附过滤脱氮合二为一的一体化装置。通过反应器内填料负载的生物膜中微生物的氧化分解作用、填料及生物膜的吸附

收稿日期:2018-03-09;修回日期:2018-07-25

基金项目:水体污染控制与治理科技重大专项(2013ZX07210-001)

作者简介:张鹏(1981-),男,硕士,工程师,研究方向为污水处理技术及工艺,通讯联系人,024-56389488,1880517435@163.com。

截留作用、食物链分级捕食作用及生物膜内部微环境和厌氧段的反硝化作用来对污水进行深度处理。

DBDF 深床反硝化反应器主要由级配滤料(主体反应区)、布水系统、反冲洗系统、混合清水区、自动控制系统组成,见图 1。

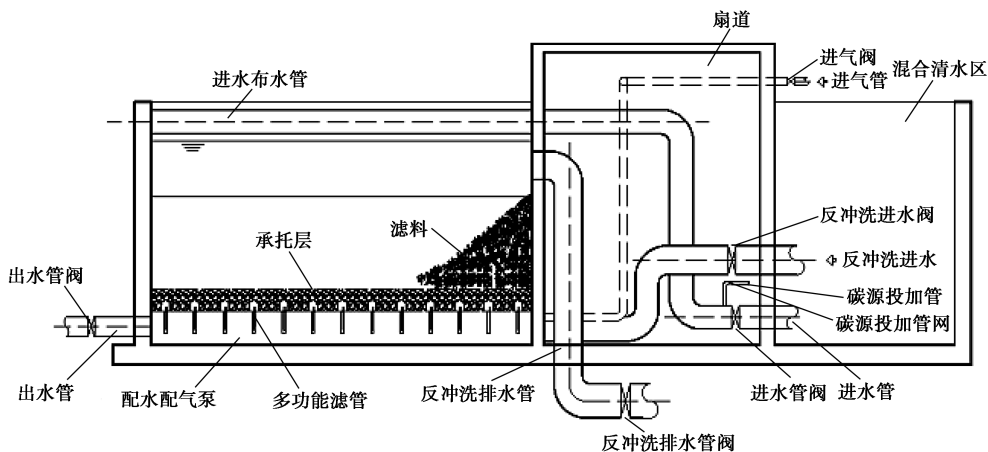


图 1 DBDF 构造示意图

(1) 反应器构造

根据使用情况和水量等参数,反应器可采用钢筋混凝土结构或者碳钢防腐结构。

(2) 级配滤料

滤料必须具备过滤吸附性和易反洗相结合的特性,同时保证在反冲洗的过程中全面接触摩擦,完全去除表面的污染物质,但生物膜却不至于完全破坏。DBDF 中的滤料为天然多孔级配滤料,分为承托层和过滤层。

(3) 布水系统

布水系统的主要作用是保持水流均匀分布,使设备反应区物料和微生物分布均匀,容积得到充分利用。多数重力流反硝化滤池变水位控制,进水溢流过进水堰槽瀑流进入滤池,此方式会增加不必要的进水溶解氧,影响了反硝化效果,同时增加了碳源的投加量。本布水系统采用浮动式漫流布水方式,布水均匀且与空气接触时间很短,有效地减少水中溶解氧的增加,从而减少了碳源的投加量,降低了运行成本。

(4) 反冲洗系统/氮气驱除系统

设备需要定期反冲洗,反冲洗通常包括反冲洗气源和水源,进行气水反冲洗。反硝化过程将硝酸盐转化为氮气,并吸附在滤料上,长期积累造成水流阻力增大,阻隔微生物膜与污水接触,因此累积的氮气需要定期排除。

(5) 混合清水区

混合原污水与药剂,使水质均匀;暂时储存反应

器出水,供反冲洗用水。

(6) 自动控制系统

DBDF 控制系统包括水反冲、空气供应和氮气释放的系统控制。

2 试验部分

设计规模:设计处理水量 1.0 m<sup>3</sup>/h。

设计水质:试验进水来自某石化企业污水处理场外排水,水质分析数据见表 1。设计出水水质总氮 ≤ 15 mg/L,其他指标不变。

表 1 污水处理场监控池出水 mg/L

指标	分析数据	分析方法
COD	≤60	GB 11914—1989
NH <sub>3</sub> -N	≤1	GB 7479—87
总氮	40~50	GB 11894—89

试验采用“深床反硝化生物滤池+特种微生物”技术工艺,具体试验方法:启动初期将高效反硝化特种生物菌剂投加到 DBDF 反应器主体中,与填料充分混合,通过投碳源乙酸钠及污水内循环等方式实现填料挂膜。填料完成生物挂膜后,污水通过布水装置连续、均匀地进入滤床,在重力作用下以波状薄膜的形式向下渗流,一部分污水、污染物和细菌附着在滤料表面上,微生物在滤料表面大量繁殖,形成生物膜,反硝化滤池将反硝化反应与吸附过滤 2 种处理过程在一个设施内完成。工艺流程见图 2。

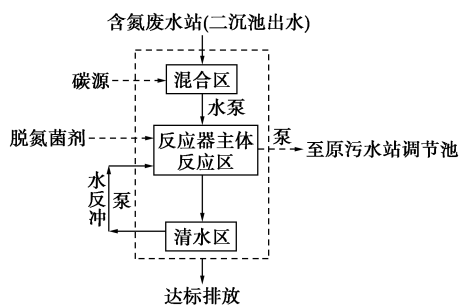


图 2 工艺流程简图

### 3 结果与讨论

#### 3.1 填料挂膜

试验启动初始,将少量二沉池污泥放入反应器中,并投加特种反硝化生物菌剂,补充一定量的外加碳源乙酸钠,内循环培养 48 h 后小流量进水,定期测定总氮去除率和观察填料表观特征。通过 10 d 的启动挂膜,出水总氮去除率从最初的 18.5% 逐渐提高并稳定在 65% 以上,填料由浅灰色变为黑色,可见明显的薄膜覆盖,说明填料挂膜成功,见图 3。

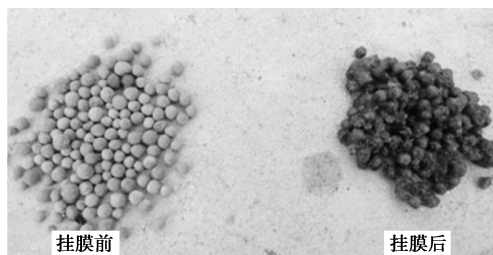
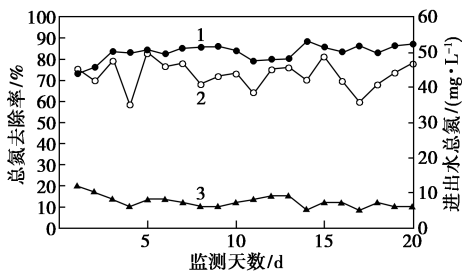


图 3 填料挂膜前后表观对比

#### 3.2 总氮去除效果

填料生物挂膜成功后,装置正式进水运行,对进、出水进行取样并测定总氮含量。如图 4 所示,进水总氮在 40~50 mg/L,出水总氮均小于 10 mg/L,装置总氮去除率在 80% 以上。



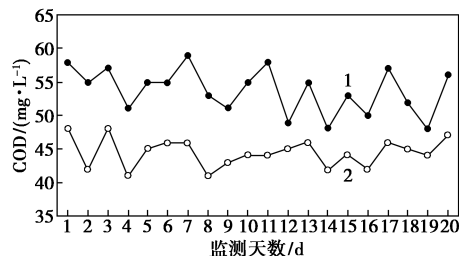
1—总氮去除率;2—进水总氮;3—出水总氮

图 4 总氮去除效果

#### 3.3 COD 变化

反硝化反应需要外加碳源,因此系统 COD 是否

会增高是重点考察的指标。反应碳源投加量按 C:N=3.5:1 投加,如图 5 所示,系统出水 COD 均在 50 mg/L 以下,明显低于进水值,说明进水中部分碳源被反硝化微生物利用消耗。

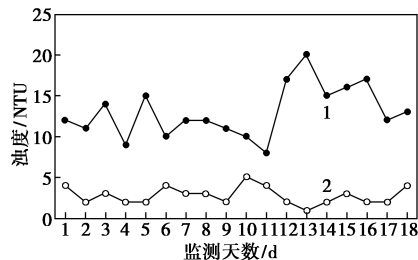


1—进水 COD;2—出水 COD

图 5 COD 变化曲线

#### 3.4 浊度变化

深床反硝化生物滤池能够有效去除总氮之外,对水质的浊度也有很好的去除效果,如图 6 示,系统出水均降至 5 NTU 以下,水质清澈可见。



1—进水浊度;2—出水浊度

图 6 浊度变化曲线

### 4 结论

“深床反硝化生物滤池+特种微生物”脱氮技术工艺运行稳定,处理效果良好,在保证总氮有效去除的同时,水中的 COD 没有增加。特种反硝化微生物菌剂的投加能够有效缩短生物挂膜周期,系统容积负荷明显提高,总氮处理效果得到强化。石化外排污水经该工艺处理后,出水浊度 ≤ 5 NTU,出水总氮 ≤ 15 mg/L,总氮去除率可达到 80% 以上,该工艺可以有效解决石化企业污水总氮排放提标问题。

#### 参考文献

[1] 环境保护部,国家质量监督检验检疫总局.GB 31570—2015.石油炼制工业污染物排放标准[S].  
 [2] 环境保护部,国家质量监督检验检疫总局.GB 31571—2015.石油化学工业污染物排放标准[S].  
 [3] 北京市环境保护局,北京市质量技术监督局.DB 11/307.水污染物综合排放标准[S].