

# MBBR在城镇污水处理厂清洁排放提标中的应用分析

汪远东

杭州政智经济信息咨询有限公司 浙江杭州 310000

**摘要:** MBBR工艺兼具传统流化床和生物接触氧化法两者的优点,是一种新型高效的污水处理方法,在工业污水处理项目中应用较多。随着我国水环境保护要求的提高,我国主要河流及湖泊周边城市的污水排放标准提高,MBBR技术由于其技术特性使其在城镇污水处理厂提标改造项目中的优势逐步显现,本文主要通过分析MBBR技术原理,结合项目案例分析讨论MBBR技术在城镇污水处理厂清洁排放提标改造中的优势及适用性,给类似项目提供参考。

**关键词:** MBBR; 生物膜; 污水处理厂; 清洁排放

## Application Analysis of MBBR in the Improvement of Clean Discharge Standards of Urban Sewage Treatment Plants

Yuandong Wang

Hangzhou Zhengzhi Economic Information Consulting Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang 310000

**Abstract:** The MBBR process combines the advantages of traditional fluidized bed and biological contact oxidation, and is a new and efficient sewage treatment method, which is widely used in industrial sewage treatment projects. With the improvement of my country's water environmental protection requirements, the sewage discharge standards of major rivers and lakes in my country have improved. Due to its technical characteristics, MBBR technology has gradually shown its advantages in upgrading and upgrading projects of urban sewage treatment plants. This paper mainly analyzes the principle of MBBR technology, combined with the case analysis of the project, discusses the advantages and applicability of MBBR technology in the improvement of clean discharge standards of urban sewage treatment plants, and provides reference for similar projects.

**Keywords:** MBBR; Biofilm; Sewage treatment plant; Clean discharge

随着北京、天津、浙江、江苏、安徽巢湖、陕西黄河流域、江苏太湖流域等地方水污染物排放标准出台,城镇污水处理厂污染物排放标准进一步从《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级A标准提高到地表水准四类或准三类标准,城镇污水处理厂需要根据新的排放标准进行清洁排放提标改造。

传统的城镇污水处理厂一级A排放标准主要以AO、AAO、SBR、氧化沟等活性污泥法为主体工艺,再加反硝化深床滤池、高密沉淀池等工艺作为深度处理工艺进行污水处理。对其进行清洁排放提标改造,既要考虑不同项目的现场实际条件,还要考虑项目用地、工程投资、运营成本等多方面影响。因此清洁排放提标改造工艺选择是否合适,是项目的投资、建设及运营的关键,也是

建设单位项目决策成功与否的重要支撑。

### 1 MBBR技术原理

移动床生物膜反应器技术(moving-bed-biofilm-reactor,简称MBBR)工艺原理是通过向污水好氧生物反应池中投加一定数量的密度接近于水的悬浮载体,使部分微生物附着于悬浮载体生长,提高生物池中的生物量及生物种类,从而提高生物池中活性污泥浓度,提高生物反应池的处理效率及效果。

MBBR工艺的核心部分是以比重接近水的悬浮填料直接投加到好氧生物反应池中作为微生物的活性载体,依靠好氧池内的曝气和水流的提升作用而处于流化状态,当微生物附着在载体上,漂浮的载体在反应器内随着混合液的回旋翻转作用而自由移动,与水呈完全混合状态,

微生物生长的环境为气、液、固三相。载体在水中的碰撞和剪切作用，使空气气泡更加细小，增加了氧气的利用率。

同时，在好氧生物池中投加MBBR悬浮载体大幅增加了单位好氧池容积内的生物载体比表面积，提高了微生物数量，同时由于悬浮载体的结构特点使其内外生长附着不同的生物种类，内部生长厌氧菌或兼氧菌，外部生长好养菌，每个载体都构成一个微型“厌氧-缺氧-好氧”反应器，使硝化反应和反硝化反应同时存在。MBBR工艺结合了活性污泥法和生物膜法两者的优点，在提高系统抗冲击负荷能力的同时，使系统具有良好脱氮除磷能力，从而提高了处理效果，达到提高污水处理效果的目的。

MBBR工艺既可以单独运行也可联合其他类型反应器组合运行。通过往现有活性污泥好氧反应池中投加悬浮填料载体的方式可将现有工艺升级为MBBR工艺，增加系统硝化及脱氮功能，是生物反应器升级、改造的较优选择。

## 2 MBBR技术适用性分析

由于近年来中国城市建设发展较快，不少原来建设在郊区的污水处理厂已经变为城镇中心区或核心区，污水处理厂提标改造受土地限制较大。同时，污水处理厂排放标准高，导致的投资成本及运营成本大幅增加给地方政府财政支出造成较大的压力。在这种情形下，MBBR的技术特性使其应用于城镇污水处理厂清洁排放提标改造项目中，具有较明显的优势，具体如下：

### 2.1 不扩建生物好氧池，提高生物单元污水处理效果

采用MBBR技术进行城镇污水处理厂改造，主要采用的方式为在部分好氧池中投加悬浮载体，改好氧工艺段为好氧+MBBR工艺段，在不增加好氧池体积的情况下，通过载体提高活性污泥量，提高生物单元污水处理效果。

### 2.2 MBBR良好的脱氮效果，满足清洁排放脱氮的需求

由于MBBR工艺中的每个悬浮载体都构成一个微型“厌氧-缺氧-好氧”反应器，使硝化反应和反硝化反应同时存在，提高了生物单元的脱氮效果，而各地出台的清洁排放标准主要针对的是碳氮磷的去除，而碳氮磷中又以除氮最难。

### 2.3 MBBR工艺对原构筑物改造小，不新增用地

采用MBBR工艺对城镇污水处理厂进行改造，主要在生物单元的好氧工艺段进行改造，在部分好氧中投加

MBBR专用悬浮载体，不新增用地，节省土地及相关费用，特别是在新增土地受限的污水处理厂有更大的优势。

### 2.4 MBBR投资小，运营成本低，节省政府投资及运行成本

相比新建生物池类工艺，MBBR只在原好氧工艺段改造曝气系统、投加悬浮载体、设置拦截网即可完成改造，运营成本仅增加少量电费及15~20年更新一次的填料费用，投资及运营成本均较低，能大幅节省地方政府的投资及运营资金。

## 3 MBBR应用案例分析

浙江省某县城市污水处理厂，建设规模为6万吨/天，主要处理县城生活污水和少量工业废水（20%以内）。污水厂原工艺主要工艺流程为：粗格栅→预处理综合池→SBR选择池→SBR反应池→缓冲池→高效沉淀池→反硝化深床滤池→消毒→排放，排放标准为《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级A标准。根据浙江省建设厅及环保厅要求，本项目应在2021年底完成清洁排放工程建设，达到浙江省地方标准《城镇污水处理厂主要水污染物排放标准》（DB33/2169-2018）要求。

根据对项目2017~2018年历史运营数据的分析（见表1：2017~2018年污水处理厂现状出水水质一览表），对照浙江省地方标准DB33/2169-2018，本项目SS和COD<sub>Cr</sub>基本达标，BOD<sub>5</sub>超标比例仅为0.14%，超标严重的主要是TP和TN，出水中TP超标率为30.41%，出水中TN超标率为24.25%。因此脱氮除磷为本项目清洁排放提标改造的主要任务。

表1 2017~2018年污水处理厂现状出水水质一览表

项目	SS	COD <sub>Cr</sub>	BOD <sub>5</sub>	NH <sub>3</sub> -N	TP	TN
最大值	6	34.14	19.24	3.75	0.42	16.06
最小值	2	10	0.37	0.06	0.1	0.27
平均值	2.38	15.21	2.96	0.39	0.27	10.64
总监测数据次数	730	730	730	730	730	730
清洁排放	10	40	10	2	0.3	12
超标次数	0	0	1	12	222	177
超标比例	0.00%	0.00%	0.14%	1.64%	30.41%	24.25%

在进行本项目清洁排放提标改造工艺分析论证时，受限于本项目厂区内仅有少量可利用土地且新征用地不能满足上级主管部门时限要求。建设单位组织技术、经济、工程等行业专家对满足本项目技改需求的MBBR工艺及MBR进行分析论证，分析论证结果如表2：MBBR与MBR工艺对比分析表所示。

表2 MBBR与MBR工艺对比分析表

方案	MBBR改造方案	MBR改造方案
主要改造内容	1.将SBR反应池改造为MBR池; 2.投加PAC除磷。	1.在反硝化滤池后段新建MBR工艺段; 2.投加PAC除磷。
占地面积	不新增用地	新增MBR池用地
土建投资	无	有
设备投资	较小	高
运营成本增加	较小	高
设备/材料更新周期	长	短
更新投资	较小	高
运行管理	简单	复杂

经过分析论证,本项目采用MBBR工艺对污水处理厂进行清洁排放改造,主要将SBR反应池改造为MBBR工艺段,改造后工艺主要流程为:粗格栅→预处理综合池→SBR选择池→MBBR池→缓冲池→高效沉淀池→反硝化深床滤池→消毒→排放。项目新增总投资约为3200万元,清洁排放提标改造工程新增单位投资约530元/吨。新增运营成本为0.18元/吨,主要包括新增电费0.09元/吨,药剂费0.04元/吨,修理费0.03元/吨,其他成本

0.02元/吨。在浙江省清洁排放提标改造项目中,投资及运营成本均处于较低的水平。

#### 4 结束语

MBBR工艺由于其技术特性,其应用在城镇污水处理项目改造中具有高效、改造方便、占地少、投资省、运行成本低等特点,因此其在城镇污水处理厂清洁排放提标改造项目中具有良好的适用性,特别是对土地受限的污水处理厂更具优势。在浙江省本次城镇污水处理厂清洁排放提标改造中得到较多的应用,也为我国其他区域开展清洁排放提标改造项目的技术选用提供实践及参考。

#### 参考文献:

- [1]王俊安.MBBR移动床生物膜反应器的特点[EB/OL].<https://blog.sciencenet.cn/blog-96417-386885.html>.2010-11-24.
- [2]王翥田,于振滨,宋美芹.MBBR工艺在污水处理厂升级改造中的应用[A].2009水业高级技术论坛论文集.北京,2011,223-227.
- [3]张鹏.MBBR法处理城市污水去除污染物的特性研究[D].长沙:湖南大学,2009.