



膜生物反应器 (MBR) 在小区中水回用中的应用

戎迎春, 刘克宁

(河北建设集团有限公司, 河北 石家庄 071051)

摘 要: 介绍了膜生物反应器 (MBR) 法的反应特征、去除机理及其应用于处理居民小区生活污水的可行性。工程实践表明, MBR法对小区生活污水处理效果明显, 其出水 COD、PH值、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、浊度等均符合《城市杂用水水质标准》, 经过处理过的中水可直接用于城市绿化、道路清洁、冲洗汽车、卫生冲厕等。且 MBR法具有出水水质稳定、操作简便、可实现自行运行、占地少、费用低等特点。

关键词: 膜生物反应器; 中水; 小区; 应用

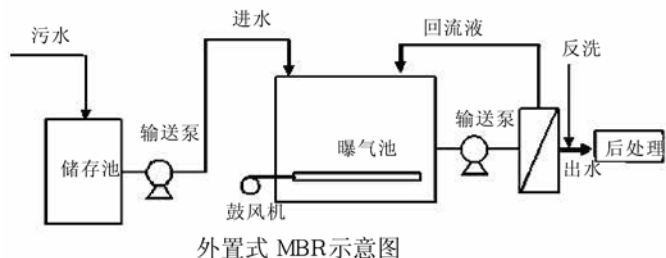
1. 膜生物反应器简介

膜生物反应器 (MBR)法是一项新的污水处理技术, 目前主要应用于饮用水的深度处理和微污染水的处理。它的最大特点是: 把水处理广泛应用的物化处理和生物处理两大处理方法结合成一体; 可以同时去除水中胶体类杂质和溶解性杂质; 是一种经济、高效的小范围污水处理新工艺。

膜生物反应器具有高效固液分离, 并且能截留悬浮物质、胶体物质、生物单元流失微生物菌群; 维持生物单元内生物量的高浓度; 设备紧凑、占地面积小、出水水质好、维护管理方便。

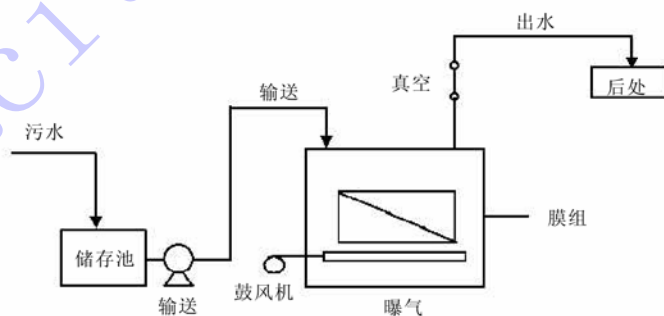
膜生物反应器由膜组件及生物反应器两部分组成, 根据这两部分操作单元自身的多样性, 膜生物反应器有多种类型。若以最常见的生物反应器与膜单元结合方式划分, 可分为外置式和浸没式两大类。

外置式系统: 下图是外置式膜生物反应器的示意图。生物反应器的混合液经泵增压后进入膜组件, 在压力作用下混合液中的液体透过膜, 成为系统处理水; 固形体、大分子物质等则被膜截流, 随浓缩液回流到生物反应器内。外置式的特点是: 运行稳定可靠, 操作管理容易, 易于膜的清洗、更换及增设; 一般条件下, 为减少污染物在膜表面的沉积, 由循环泵提供的水流流速都很高, 因此动力消耗较高。



外置式 MBR示意图

浸没式系统: 浸没式的膜生物反应器组合工艺是将膜组件置入反应器内, 通过真空泵或其它类型泵抽吸, 得到过滤液。为减少膜面污染, 延长运行周期, 一般泵的抽吸是间断进行的。与外置式相比, 浸没式的最大特点是: 运行动力费用低, 但在运行稳定性、操作管理和清洗更换等方面不及外置式。



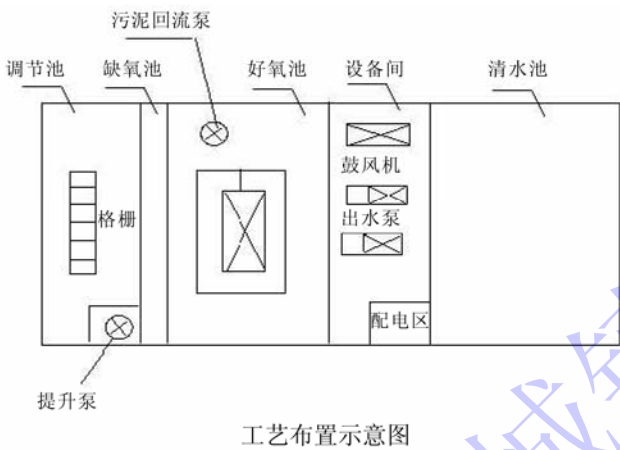
浸没式 MBR示意图

目前, 外置、浸没式膜生物反应器技术都比较熟悉, 应用较广; 浸没式和厌氧式反应器因为运行费用低所以越来越多的被采用。

膜生物反应器 (MBR) 由于综合了膜分离技术和生物处理技术的优点, 用超微滤膜组件取代传统的二级沉淀池和砂滤池作为分离单元, 不仅可以完全去除水中悬浮固体以取得很好的出水水质, 而且可以通过膜的分离作用, 将二级沉淀池无法截留的游离细菌和大分子有机物完全阻隔于生物反应池内。特别是那些增值速度慢的细菌, 如硝化菌和亚硝化菌, 由于膜的截留作用而在曝气池中得到富集, 大大提高了反应器内的生物浓度, 从而提高了有机物和氮、磷的去除率。

2 膜生物反应器应用

某 36#综合楼，地上十层，地下一层，建筑高度 37.2 米，建筑面积 7655 平方米，内有办公人员约 400 名。主体工程配楼为居民住宅楼，共 48 户，日用水量 28.8 吨。中水回用采用浸没式 MBR 工艺，中水回用规模为 10—30 吨 / 日，回用于办公楼公厕和生活小区内绿化，该系统于 2004 年 6 月 10 日开始建设，于 7 月 8 日开始运行。设备外形图如下。该设备适用性强，能满足不同现场条件和不同水质水量的要求。



工艺流程采用中空纤维式微滤膜，冲洗膜表面所用的空气。

采用动态与静态吹扫相结合的方式可以解决膜的堵塞问题，工艺流程图如下：



MBR (膜生物反应器) +A/O 工艺流程图

MBR (膜生物反应器) +A/O 工艺流程进行处理，膜生物反应器主要完成对有机物、悬浮物的去除，并起硝化作用。在高容积负荷下实现了低污泥负荷，并且有较长的污泥龄，可使硝化菌大量生长，取得良好的去除 NH₃-N 的效果。可杀灭其中的病原微生物，并保证一定的余氯量防止细菌繁殖。

MBR 法处理城市生活污水优势很多，尤其是 COD 及 NH₄-N 等污染物质的去除率高，出水水质好，各项指标均低于国家生活杂用水水质标准，如表 1。

表 1 实际出水水质情况

水质参数	浊度 (度)	悬浮性固体 (mg/L)	COD _{Cr} (mg/L)	BOD ₅ (mg/L)	氨氮 (mg/L)
膜生物反应器出水	≤2	≤1	≤30	≤5	≤5
国家生活杂用水标准	10	10	50	10	20

运行结果及分析：系统运行正常，出水完全达标。

3 运行成本分析

MBR (膜生物反应器) 集新型的膜生物反应器技术与传统污水深度处理的 A/O 工艺于一体，无需设二次沉淀池，投资省，见系统投资估算表，见表 2。

表 2 系统投资估算表

序号	名称	规格	数量	价格 (元)
1	原水泵	2m ³ /h, 0.75KW	1	800
2	离心泵	2m ³ /hr, 0.75KW	1	3200
3	污泥回流泵	3m ³ /hr	1	800
4	鼓风机	BK5003	1	2200
5	膜生物处理器	SM-L105	1	94000
6	自控系统		1	1000
7	储水消毒池等	16M	1	42000
8	高位水箱	7M ³	1	6000
9	管路系统	100M		5000
10	合计			155000

表 3 运行费用估算表

名称	单价 (元 / 吨)	备注
电费	1.8KW × 24h × 0.6元 / 度 × 0.4/30 = 0.34	0.4 为设备开停系数
药耗	0.02元 / 吨	
折旧费	155000元 / (20年 × 30吨 × 365天) = 0.71	系统使用寿命按 20 年计
合计	1.07元	

按保定市污水处理能力 16 万吨 / 天，城市居民用水价格 2.43 元 / 吨，中水处理成本 1.07 元 / 吨，回用率 50% 计算，每年可节省直接经济效益约 4000 万元，同时也提高了用水效率，该系统非常适用于城市生活小区污水的回用处理或深度处理。

本成套设备技术可在全国各大城市新建小区推广使用，对于缓解水资源不足、节约能源、建设节约型社会和促可持续发展有着重要意义。CHI

作者简介

戎迎春，男，工程师 研究方向：中水处理。