

HACH 在线仪表在 MBR 工艺的应用

1、MBR 工艺介绍

1.1 MBR 工艺简介

膜生物反应器（membrane bioreactor，MBR）是近来发展较迅速的一种污水处理工艺，它是由膜分离技术和生物反应技术相结合的生物化学反应系统。由于它以膜分离代替常规活性污泥中以重力进行沉降分离的二沉池，就大大提高了系统固液分离的能力，从而使系统出水水质和容积负荷都得到大幅度提高。作为一种新型的水处理技术，由于具有占地少、能耗低等优点。近几年来，国内的膜生物反应器研究也进入了实用阶段，主要应用于中水回用工程，其处理对象也从生活污水扩展到高浓度有机废水和难降解工业废水。

1.2 MBR 工艺的组成

膜生物反应器主要由膜分离组件及生物反应器两部分组成。通常提到的膜生物反应器实际上是三类反应器的总称：①曝气膜 - 生物反应器（Aeration Membrane Bioreactor，AMBR）；②萃取膜 - 生物反应器（Extractive Membrane Bioreactor，EMBR）；③固液分离型膜 - 生物反应器（Solid/Liquid Separation Membrane Bioreactor，SLSMBR，简称 MBR）。MBR 工艺按其膜组件的设置位置可分为浸没式（一体式或淹没式）和外置式（分置式）2 种，参见图一。

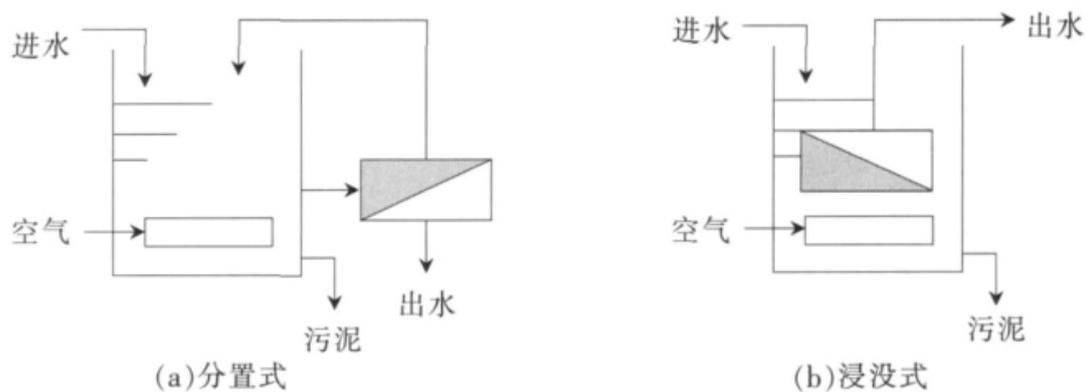


图1 膜生物反应器的结构示意图

2、MBR 工艺的市场分析

当前MBR市场正在加速成长，而且这种成长趋势预期会持续10年以上。美国MBR市场在2004~2006年间的增长异常迅速，不但超过了美国水工业内其他方面的发展，而且带动了一些辅助工业（例如，过滤市场，膜过滤技术或紫外辐射技术）的增长速率超过15%。预计未来十年，美国和加拿大的MBR市场还会持续增长。亚洲也是一个迅速发展的典型MBR市场。

MBR广泛的应用前景和迅速发展的势头，使得越来越多的研究机构和公司参与进来，大量的科研成果和工程案例提供的理论和经验使得MBR处理系统的可靠性进一步得到提高。随着污水排放标准的日益提高、MBR投资/运行费用的逐渐降低，以及对MBR技术信心的不断增强，未来的MBR市场具有更强劲、更广泛的增长潜力。因此，MBR工艺将变得更具竞争力，在全球的应用将会更加广泛，市场份额将会持续增加。

最为重要的是该工艺可以作为传统污水处理工艺的深度处理单元，在城市二级污水处理厂出水深度处理（从而实现城市污水的大量回用）等领域有着广阔的应用前景。现有城市污水处理厂的更新升级，特别是出水水质难以达标或处理流量剧增而占地面积无法扩大的水厂。

3、MBR 工艺的应用领域

3.1 MBR 在城市污水处理中的应用

为解决水资源短缺的问题，许多国家相继开展了污水再生回用的研究，MBR工艺因其出水水质优良稳定而受到广泛关注。随着浸没式MBR的出现和膜材料价格的稳步下降，对于城市污水的处理和回用，MBR已成为一种很有吸引力和竞争力的选择，并逐渐进入大规模商业化的应用阶段。目前，城市污水处理中采用的绝大多数为浸没式MBR。

3.2 MBR在工业废水处理中的应用

相对于城市污水处理，MBR在工业废水处理中更具竞争力，已经成功用于食品、啤酒、石化、屠宰、医药、垃圾渗滤液等废水的处理。随着更为严格的污水排放标准和减少地下水使用量的要求，将污水处理后回用就显得更加重要；而地表及地下水污染带来的饮用水安全问题也逐渐提上日程，MBR工艺为此提供了可靠的技术支持和新思路。

3.3 微污染饮用水净化

随着氮肥与杀虫剂在农业中的广泛应用，饮用水也不同程度受到污染，同时具有生物脱氮、吸附杀虫剂、去除浊度功能的 MBR 工艺开始应用。

这些必将促进 MBR 的进一步发展：①城市污水的再生回用。MBR 在这方面已经有不少工程应用。②工业废水的处理与回用。MBR 在各种工业废水处理中将会得到更为广泛的应用。③饮用水源水的净化。如微污染水源水净化、地下水脱氮处理等。

4、 MBR 的水质检测

MBR 的水质检测分为两类：1、工艺控制和事故监控，保证水处理设施的正常运行； 2、满足中水回用的相关标准，保证中水用水的安全。

4.1 满足中水回用的相关标准，保证中水用水的安全。

中水能够回用，安全是首要条件，需要保证中水对人体、设备设施、管道、用水对象和周围环境的安全回用水水质指标及检测方法。回用水的水质指标不仅与其具体用途有关，还与原水的种类有关，按我国《城市污水再生利用城市杂用

水水质》(GB/T18920-2002)的规定,回用水的水质检测指标如下:

(1)物理指标:主要包括浊度(悬浮物)、色度、味、电导率、含油量、溶解性固体、温度等。

(2)化学指标:主要包括 pH 值、硬度、金属与金属离子(铁、铬、铜、锌、镉、镍、锑、汞)、挥发性酚、氯化物、硫化物、阴阳离子合成洗涤剂。

(3)生物化学指标:主要包括:①生化需氧量 (BoDS)、②化学需氧量 (CODcr)、③总有机碳(TOC)与总需氧量(TOD)。

(4)毒理学指标:有些化学物质在水中的含量达到一定的限度就会对人体或其他生物造成危害,成为水的毒理学指标。毒理学指标包括氟化物、有毒金属离子、汞、砷、硒、酚类和各类致癌、致畸、致基因突变的有机物污染物质(如多氯联苯、多环芳烃、芳香胺类和以总三卤甲烷为代表的有机卤化物等),以及亚硝酸盐、一部分农药、放射性物质。毒理学指标实际上是指化学指标中有毒性的化学物质。

(5)细菌学指标:细菌学指标是反应威胁人类健康的病原体污染指标,如大肠杆菌、细菌总数、寄生虫卵、余氯等。

MBR 工艺作为回用水的上述检测项目, HACH 实验室系列相关水质检测仪器可以满足要求。

4.2 工艺控制和事故监控

通过水质监测测定各种参数,可以及时调节水处理设施的各种参数,以便及时发现水处理设施的故障,保证出水质量和水处理设施的正常运行。为了增加膜的运行寿命控制膜污染,通常会在 MBR 前有预处理工艺,对进入膜池的水进行监测。工艺控制和事故监控这部分的水质监测包括对进入 MBR 系统的水进行监测以及膜池中的水质监测,各个过程中参数监测和涉及的 HACH 仪表请参见表 1。

表 1 MBR 工艺过程用到的 HACH 在线仪表

	膜池进水(预处理出水)	MBR 工艺过程控制	MBR 出水
监测参数	pH、DO、COD	DO、MLSS、污泥界	电导率、余氯、

	(TOC)、总磷、总氮和氨氮	面、ORP、总磷、总氮和氨氮	TOC、浊度/颗粒计数
HACH 仪表	NH4D sc 氨氮分析仪、Compact 氨氮在线分析仪、UVAS 有机物在线分析仪、LDO 荧光法无膜溶氧在线分析仪、pH/ORP 在线分析仪	Zuellig S-14 溶解氧分析仪、LDO 荧光法无膜溶氧在线分析仪、NH4D sc 氨氮分析仪、Txpro 污泥浓度/浊度在线分析仪、SC1000 控制器、Nitratax 硝氮在线分析仪、Sonatax 污泥界面在线监测仪、pH/ORP 在线分析仪	CL17 在线总氯/余氯分析仪、激光浊度 FT660、1720E 浊度测量系统、UVAS 有机物在线分析仪、3700 电导率分析仪

监测下列参数的原因:

pH: 在混凝工艺中，pH和絮凝条件对膜污染的影响较大。pH值低时，虽然可以去除较多的TOC,但可能更容易产生不易被反冲洗掉的铁—有机物络合物;pH值高时，会形成更多的易被反冲洗掉的氢氧化物(矾花)。因此，pH在线监测可以优化絮凝条件，有效控制膜污染。

DO、COD (TOC)、总磷、总氮和氨氮:常规的检测参数，通过这些参数可以了解水质的基本状况。

MLSS: 污泥浓度不仅影响有机物的去除能力，还影响膜通量，通常 MLSS 是膜池必测的参数。

DO: 由于膜池污泥浓度很高，推荐使用 LDO 或 Zuellig，DO 监测和控制系统的联合控制可以提供节能方案。

ORP: 评价脱氮除磷中的脱氮能力。

电导率: 如果后接反渗透工艺要测定电导

浊度/颗粒计数：这不仅是一个水质指标，也是一个有效控制膜污染的指标。

5、应用案例

徐州卷烟厂污水处理与再生回用工程采用MBR-RO双膜法工艺处理厂区的生产、生活混合污水，回用于绿化和冲厕和用作锅炉补给水和空调循环冷却水。

徐烟污水处理与再生回用项目中所用到的HACH的仪表

测定参数	仪表型号	仪表量程	安装位置
COD	CODmax	10-5000mg/l	总进水
溶解氧	LDO	0-20ppm	曝气池
浊度	T53-8324	0-1000NTU	曝气池
悬浮物	Txpro-2	0-25g/l	曝气池
COD	UVAS sc	2mm光程	总排口
浊度	T53-8320	0-100NTU	总排口
电导率	C53/3422	0-100 μ S/cm	暂未安装
PH	P53/复合电极	0-14ph	暂未安装
ORP	P53/复合电极	-2000-+2000mv	暂未安装
纯水PH	8362 sc	2-12ph	暂未安装

6、小结

膜污染和运行经济性的问题是制约 MBR 工艺发展的主要限制因素，在工程应用方面，膜污染的控制和 MBR 整体系统的能耗以及经济性至关重要，决定着 MBR 能否作为污水的再生、饮用水生产的主要技术。通过 HACH 仪表几个关键参数的在线检测联合 SC 控制器可以提供节能减排方案。