

从图 18-22 可见,在实际通流为 $5\text{m}^3/\text{m}^2/\text{日}$ 的情况下,包括低水温期也可有 3 个月以上的稳定运行,期间原水浊度曾上升至 150 度,但膜压差基本未受影响而能稳定过滤。

④活性炭处理水是满足自来水水质标准的高品位水,即使原水中含约 $200\sim 400\text{ ng/l}$ 2-MIB 及薯蓣皂苷,也几乎能 100% 将它们除去。

⑤每 2 日清洗一次活性炭处理塔,可将从活性炭处理塔漏出的轮虫类、线虫类等微小后生动物个体,控制在 10 个/l 以下的水平。

⑥对连续运行后的膜组件仅需酸清洗,即可使其初期纯水透过通流恢复到 90% 以上。

⑦臭氧使膜高通流化,可认为是与存在原水中分子量约 25,000 的有机成分与臭氧的相互作用相关。

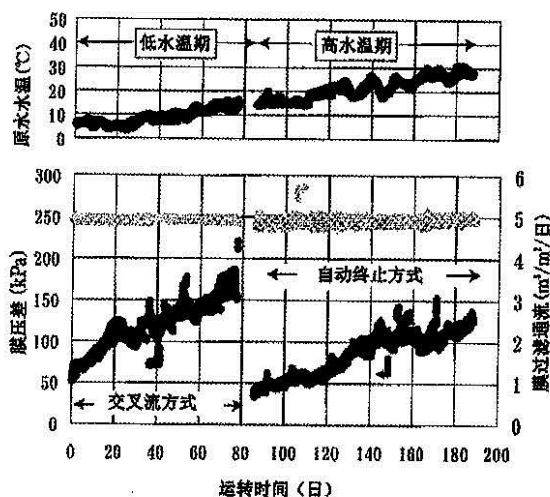


图 18-22 膜压差与原水水温的经时变化

18.6.4 适用性

用耐臭氧膜的高效深度处理膜过滤系统,具有下述优良性能。

- 有稳定的高通流,从而可降低净水成本,也可节省处理空间。
- 膜会提高对水质的信赖度,且工艺简约。
- 臭氧和活性炭处理并用,可得到更优良的处理水质。
- 可有效应对隐孢子虫等病原性微生物(臭氧处理可杀灭浓缩排水及清洗排水中的隐孢子虫)。

今后,除自来水处理外,还望在污水二次处理水的深度处理、废水处理等多种水处理领域得以应用。

18.7 污水处理——臭氧与膜处理制再生水

18.7.1 概要

污水再利用,将污水视作水资源之一,既对循环型社会做出贡献,也有助于温馨城市的建设。污水再利用可用于修景、戏水、冲厕所、融雪及应付城市热岛效应等很多领域。用于这些领域的再生水要求无色、无异味、无油的高舒适感,同时,因增多了人直接接触的机会,故还须充分注意对病毒、肠道出血性大肠杆菌 O-157 等细菌及隐孢子虫等病原性微生物的安

全性。

由此为获得高品位的再生水,开发了臭氧处理与膜滤过组合,利用臭氧抑制膜孔淤塞(淤积)的紧凑型高性能再生水制造系统。

18.7.2 臭氧处理与膜过滤组合

膜过滤是一种高性能的固液分离技术,但直接过滤污水则极容易引起淤塞,因此,存在无法增大膜过滤通量(Flux)的问题。淤塞成因与金属氧化等的无机物质或有机物质有密切的关系,可以视它妨碍了膜过滤系统的稳定运行及通流的提升。

臭氧具极强的氧化能力,可期待对淤塞物质之一的有机物质进行有效的氧化、分解从而抑制淤塞,从水质层面而言也有杀菌、脱色、除臭的效果。

近年,膜材料开发得以进展,已开发与臭氧直接接触的聚偏二氟乙烯(PVDF)材质,孔径为 $0.1\mu\text{m}$ 的外压中空丝膜(耐臭氧膜)。此膜与臭氧处理的直接组合,实证试验流程如图18-23所示。³⁴⁾

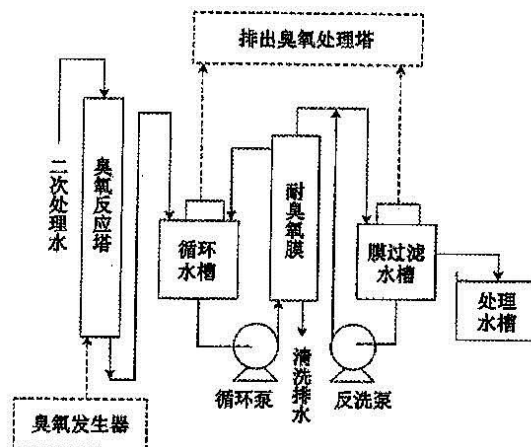


图 18-23 臭氧与膜组合处理流程

18.7.3 所需臭氧注入量

为确认臭氧对淤塞的抑制效果,不断注入臭氧使膜过滤水的溶存臭氧浓度变化,期间的膜间压差变化如图18-24³⁵⁾所示。这时膜过滤的运行情况为,膜过滤通量 $5\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{日}$,过滤持续15分钟 $\Rightarrow$ 反洗30秒 $\Rightarrow$ 清洗排水60秒。臭氧注入条件的改变与效果如下。

①不注入臭氧时,膜间压差数小时内急剧上升。

②注入臭氧,溶存臭氧浓度保持在 1.0mg/l ,膜间压差几乎恢复到实验开始时的状态。

③将溶存臭氧浓度降至 0.1mg/l 运行,膜间压差再次上升。

④将溶存臭氧浓度再提高至 1.0mg/l ,膜间压差再次恢复。

⑤溶存臭氧的浓度降至 0.1mg/l ,膜间压差升高。

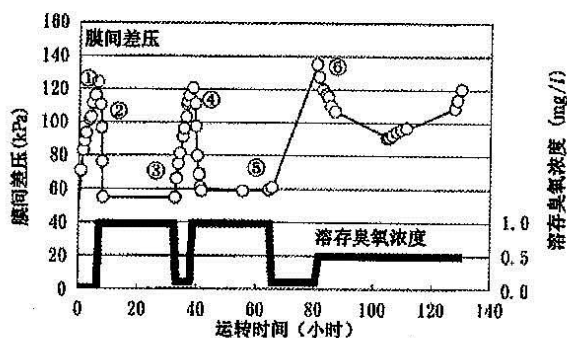


图 18-24 溶存臭氧浓度的影响

⑥溶存臭氧浓度提高至 0.5mg/l 后,膜间压差有回复的趋向,但未回复到实验开始时的数值,之后又现逐渐上升。

从实验结果可知,欲使膜过滤持续稳定运行,膜过滤水中的溶存臭氧浓度须控制在 1.0mg/l 左右。且臭氧的反应最好能在滞留达 10 分钟以上的反应塔(槽)进行接触。

18.7.4 实证实验

经臭氧接触处理,臭氧反应塔中的溶存臭氧达 1mg/l 左右后,再进行膜过滤,则可确认通量达以往所报告值的 2 倍以上,最大为 $5\text{m}^3/\text{m}^2/\text{日}$,且有 5 个月以上的稳定运行。臭氧可抑制淤塞,高通量长期稳定运行的膜过滤已成可能^{34) 35) 36)}。

18.7.5 臭氧处理的前处理

原水中负荷波动剧烈致使生物处理完全无法发挥作用的处理厂,二次处理水中有时会残留亚硝态氮。亚硝态氮是还原物质,会大量消耗臭氧,因此,需提高臭氧的注入量,这便难以控制溶存臭氧浓度。此时,可在臭氧处理前面设置生物处理,以降低臭氧处理负荷。

18.7.6 处理水质

经本系统处理的再生水无色、无异味、无油,且已去除细菌、隐孢子虫等病原微生物,属极高舒适感的高品质水。尤其是相关隐孢子虫的安全率(灭活率),经臭氧接触处理 CT 值 $13\text{mg}/\text{l} \cdot \text{min}$ 以上³⁶⁾时,为 4log 以上,而经膜过滤固液分离处理则能达到 6log 以上。即使人接触并误饮了本系统的水,对隐孢子虫的安全率合计可达到 11 log 以上,为高安全率的再生水。另外,清洗膜从装置排出的排水,隐孢子虫灭活率也在 4log 以上,再排放到环境中。

18.7.7 日本国内实绩

2003 年度,东京都下水道局芝浦水厂引进本系统,其再生水在潮水存留地区用于热岛效应等方面。

18.8 微量环境污染物质的分解

18.8.1 概要

近年,应对内分泌干扰化学物质、二噁英、有机氯化物、农药等微量环境污染物质的臭氧处理或高级氧化处理技术受到关注,也有实用的例子。这里介绍内分泌干扰化学物质因臭氧处理而分解的事例。其中有关臭氧处理分解二噁英、有机氯化物、农药事例参见第 17 章。

本文摘自《臭氧技术手册》 【修订版】原著〔日〕臭氧协会 津野 洋
翻译 方荣楠
主审 李汉忠 王占生