



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200410009624.6

[43] 公开日 2005 年 3 月 30 日

[11] 公开号 CN 1600705A

[22] 申请日 2004.9.30

[21] 申请号 200410009624.6

[71] 申请人 清华大学

地址 100084 北京市 100084 - 82 信箱

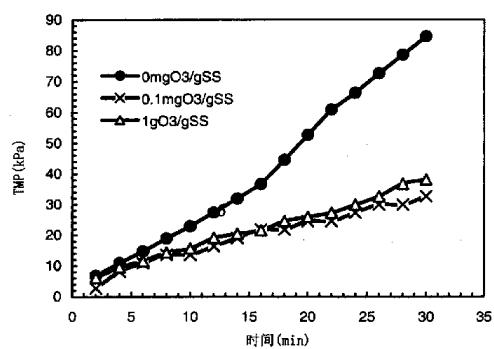
[72] 发明人 黄 霞 吴金玲 文湘华

权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 2 页

[54] 发明名称 控制膜污染的一种膜生物反应器中
混合液性质调控方法

[57] 摘要

控制膜污染的一种膜生物反应器中混合液性质调控方法，属于水和废水处理技术领域。为了对膜生物反应器中的混合液性质进行改善，控制膜污染发展速率，稳定膜生物反应器的运行，本发明提供了一种利用臭氧对膜生物反应器中的混合液进行有效处理，以改善混合液性质从而控制膜污染的方法，具体措施如下：利用臭氧发生器产生臭氧，以不高于 $1\text{mg O}_3/\text{g-SS}$ 的臭氧投加量对所述膜生物反应器内的混合液进行集中处理；或者通过污泥循环泵将所述膜生物反应器内的部分混合液抽吸至臭氧反应池中，利用投加量高于 $100\text{mg O}_3/\text{g-SS}$ 的臭氧对臭氧反应池的混合液进行处理，然后将处理过后的混合液循环至所述膜生物反应器中与原混合液混合。



1. 控制膜污染的一种膜生物反应器中混合液性质调控方法，该方法应用臭氧技术对膜生物反应器中的混合液进行处理，从而控制膜污染，维持其稳定运行，具体措施如下：

利用臭氧发生器产生臭氧，以不高于 $1\text{mg O}_3/\text{g-SS}$ 的臭氧投加量对所述膜生物反应器内的混合液进行集中处理；或者通过污泥循环泵将所述膜生物反应器内的部分混合液抽吸至臭氧反应池中，利用投加量高于 $100\text{mg O}_3/\text{g-SS}$ 的臭氧对臭氧反应池的混合液进行处理，然后将处理过后的混合液循环至所述膜生物反应器中与原混合液混合。

2. 根据权利要求 1 所述的混合液性质调控方法，其特征在于：所述的膜生物反应器为具有悬浮型活性污泥生物反应单元的一体式或分置式的膜生物反应器。

控制膜污染的一种膜生物反应器中混合液性质调控方法

技术领域

本发明涉及一种为控制膜生物反应器的膜污染问题而调控混合液性质的方法，属于水和废水处理技术领域。

背景技术

膜生物反应器是将生物反应单元与膜分离技术很好结合的一种高效废水处理技术。通过膜可以截留微生物，实现水力停留时间和污泥龄的分离，污染物质处理效率高、出水水质高且稳定；且膜生物反应器装置结构紧凑、易实现自动化控制。但在膜生物反应器运行中，不可避免地要发生膜污染。膜污染导致膜通量下降，膜清洗频率加大，致使运行费用增加，膜寿命减短，同时也给运行管理带来了很大的不便。因此有关膜污染的控制成为膜生物反应器推广应用中的关键问题。

对膜污染的控制，可以从膜材料的选择、膜分离条件的控制、活性污泥混合液性质的调控等方面进行。在国内外的专利文献中，有采用投放絮凝剂对膜生物反应器中活性污泥混合液性质进行调控以达到控制膜污染的目的如“防止膜污染并维持膜通量的絮凝方法（中国发明专利 03130415.X，申请日 2003.7.18）”。但是将臭氧技术用于膜生物反应器活性污泥混合液的调控从而控制膜污染的报道还没有。有关臭氧技术与活性污泥法结合的工艺已有相关专利，但主要针对的是活性污泥水处理工艺中为减少剩余污泥产生量而利用臭氧对剩余污泥进行减量的方法，如“一种利用臭氧氧化使活性污泥减量的方法及装置（中国发明专利 03138936.8，申请日 2003.7.30）”，有关臭氧对膜生物反应器混合液的膜过滤性质的调控效果未见任何研究和限制。目前国外有报道，在传统活性污泥法工艺过程中应用臭氧氧化，可以在活性污泥工艺中实现污泥减量的目的，而在膜生物反应器中应用臭氧氧化实现污泥减量还未见报道。

发明内容

本发明人长期的研究表明，膜生物反应器混合液性质对膜污染影响很大，其中重要的影响因素包括混合液溶解性有机物浓度、胶体浓度和污泥浓度。当膜生物反应器有机负荷高或运行很长一段时间以后，出现混合液污泥浓度和有机物质浓度过高时，膜污染将加重。为了对膜生物反应器中的混合液性质进行改善，控制膜污染发展速率，稳定膜生物反应器的运行，

降低膜生物反应器的运行成本，本发明提供了一种利用臭氧对膜生物反应器中的混合液进行有效处理，以改善混合液性质从而控制膜污染的方法，具体措施如下：

利用臭氧发生器产生臭氧，以不高于 $1\text{mg O}_3/\text{g-SS}$ 的臭氧投加量对所述膜生物反应器内的混合液进行集中处理；或者通过污泥循环泵将所述膜生物反应器内的部分混合液抽吸至臭氧反应池中，利用投加量高于 $100\text{mg O}_3/\text{g-SS}$ 的臭氧对臭氧反应池的混合液进行处理，然后将处理过后的混合液循环至所述膜生物反应器中与原混合液混合。经过以上处理的混合液膜过滤性增强，污泥浓度降低，可以达到控制膜污染，同时减少剩余污泥产生量的目的。

本发明所述的膜生物反应器为具有悬浮型活性污泥生物反应单元的一体式或分置式的膜生物反应器。利用臭氧对膜生物反应器中的活性污泥混合液的细胞破碎和有机物的氧化作用，促进生物再絮凝等各种作用，改善混合液的膜过滤性，控制膜污染，维持反应器稳定运行。

本发明提出了利用臭氧对膜生物反应器中的混合液进行有效处理，以改善混合液性质从而控制膜污染的方法，其原理在于：膜生物反应器是将膜分离技术和生物处理单元很好结合的水和废水处理装置，出水水质高且稳定，反应器结构紧凑、易自动化控制。膜生物反应器应用于水处理中最关键的问题之一是膜的污染。而反应器中的活性污泥混合液的性质对膜污染的影响很大。膜生物反应器混合液的特征是由于有机负荷高和膜的高效截留作用，使得溶解性有机物质和污泥浓度都高于普通的生物反应器，从而引起粘度过高，絮体颗粒粒度小，有机物浓度太大等问题。因此，采用臭氧技术对混合液进行适当的处理，利用臭氧的氧化能力，可以改善混合液性质，以达到控制膜污染的目的。

臭氧氧化对活性污泥混合液性质的调控效果主要体现在以下几个方面：(1)臭氧氧化对活性污泥细胞具有破碎作用，可以减少污泥浓度。(2)臭氧氧化对有机物具有氧化作用，可以氧化原混合液中的溶解性有机物及活性污泥细胞破碎释放出的溶解性有机物。并且可进一步将一些难降解的溶解性有机物质氧化生成易被微生物降解利用的有机物质，更容易被活性污泥所利用，增强污泥生物活性。(3)臭氧作用引起的细胞破碎所释放的部分大分子有机物还可以发挥生物絮凝剂的作用，将混合液中的胶体变为絮体颗粒，使混合液中颗粒粒度变大。以上几方面的综合作用使得混合液悬浮固体、胶体和溶解性有机物含量减少，粘度降低，污泥颗粒粒径变大，从而增强了混合液的膜过滤性能，达到了控制膜污染，维持反应器稳定运行的目的。

基于以上原理，本发明可以直接将少量臭氧通入膜生物反应器中，对活性污泥混合液进行直接处理，或者将一定比例的混合液循环流出生物反应池经过适量臭氧作用后，再回流至曝气反应器中，与未经处理的混合液混合作用，改善混合液膜过滤性能，从而可以达到控制

膜污染目的。臭氧处理可以选择间歇式或者连续式。

应用本发明与膜生物反应器联合对水和废水进行处理时，可以达到以下效果：一、控制膜污染，使混合液的膜过滤性能增强，维持平稳较低的膜操作压力，保证膜生物反应器的长期稳定运行；二、控制生物量，减少排泥，将污泥浓度稳定在一定范围内，可以实现膜生物反应器长期不排泥稳定运行；三、增强污泥的生物活性，减少有机物浓度，氧化部分难降解物质，提高处理效果。

附图说明

图 1 为实现本发明实施例一的膜生物反应器装置的结构示意图。

图 2 为实现本发明实施例四的膜生物反应器装置的结构示意图。

图 3 为本发明实施例四中的膜污染发展过程示意图。

具体实施方式

本发明采用的膜生物反应器由反应池、膜组件、空气供给装置、出水泵和臭氧发生装置几部分组成，并设有进水口和出水口。利用臭氧发生器产生一定浓度臭氧，以一定流量直接导入反应器中，对反应器内的混合液进行间歇或者周期性连续的处理；或者将活性污泥混合液，通过引流管引流至一个臭氧处理反应器中，对部分活性污泥混合液进行连续的臭氧处理，然后回流至反应器中与原混合液混合。臭氧处理可以选择在混合液污泥浓度过高超过 7g/L，上清液有机物浓度过高超过 50mg/L，或者膜过滤阻力陡然上升的时候采用，直接对全部混合液进行短时间的集中处理，投加量不高于 1mg O₃/g-SS；或者针对膜生物反应器中的生物量较大的情况，通过污泥循环泵将所述膜生物反应器内的部分混合液抽吸至臭氧反应池中，利用投加量高于 100mg O₃/g-SS 的臭氧对臭氧反应池的混合液进行处理，然后将处理过后的混合液循环至所述膜生物反应器中与原混合液混合。具体所选用的臭氧剂量、污泥混合液比例，要根据混合液的中溶解性有机物含量和污泥浓度等选择，以平衡臭氧的氧化和破碎作用，既要让臭氧将足够多的惰性有机物转化为易降解有机物，尽量促进生物再絮凝的作用，又要避免细胞破碎过多，引起有机物含量过度升高。

实施例一

图 1 表示实施例一的臭氧调控混合液的膜生物反应器装置，此装置由臭氧发生器 1，生物反应池 2，膜组件 3，出水泵 4，曝气器 5，臭氧尾气吸收池 6，臭氧反应池 7，污泥循环泵

8, 污泥循环泵 9 等组成。比照传统膜生物反应器, 该装置增加了臭氧发生装置和臭氧反应池等构成的臭氧作用系统。

本实施例的结构结合图 1 详细说明如下:

本实施例针对两个膜生物反应器进行膜阻力随时间变化情况的考察, 膜阻力上升速率越大表示膜污染发展越快。一个为图 1 所示加臭氧作用系统的膜生物反应器一, 一个为未加臭氧作用系统的传统膜生物反应器二。

两个反应器中混合液中污泥浓度 MLSS (mixed liquor suspended solid, 混合液悬浮固体浓度) 均超过 7g/L, 上清液有机物浓度过高超过 50mg/L, 混合液的过滤性能较差。在反应器一中, 污泥循环泵将膜生物反应器中 1/5 的污泥混合液抽吸至臭氧反应池中进行投加量为 120mg O₃/g-SS 臭氧的混合液氧化破碎处理, 再由循环泵回流至反应器中进行生物曝气降解反应。设置循环污泥的水力停留时间大于 3 小时, 保证被臭氧破碎氧化后解体的细胞可以被充分利用。

结果发现反应器一内膜阻力上升速率为 $3.5 \times 10^{10} \text{m}^{-1}/\text{min}$, 比反应器二内膜阻力上升速率 $4.5 \times 10^{10} \text{m}^{-1}/\text{min}$ 减少 20%以上。证明该条件下臭氧对混合液的作用可以控制膜生物反应器膜污染的发展速度。

实施例二

本实施例在实施例一描述的污泥混合液循环条件下, 以 100, 200, 300mg O₃/g-SS 不同投加量处理污泥浓度为 8g/L 左右混合液的情况进行考察。结果见下表所示:

臭氧投加量 (mg O ₃ /g-SS)	阻力上升速率 k ($10^{10} \text{m}^{-1}/\text{min}$)	
	未采用臭氧处理	采用臭氧处理
100	6.1	6.0
200	5.5	3.2
300	6.0	3.5

结果发现投加量 100mg O₃/g-SS 时, 两个反应器的膜阻力上升速率相差不大。说明在该投加量下, 臭氧对混合液的作用对膜污染的控制几乎没有效果。但在 200, 300mg O₃/g-SS 投加量下臭氧作用使膜阻力上升速率分别下降 35% 和 40%以上。证明该条件下臭氧对混合液的作用可以控制膜生物反应器膜污染的发展速度。

实施例三

本实施例在实施例一描述的污泥混合液循环条件下, 以 120mg O₃/g-SS 不同投加量处理污泥浓度为 2, 4, 8, 20g/L 混合液的情况进行考察。结果见下表所示:

污泥浓度 MLSS(g/L)	阻力上升速率 $k(10^{10} \text{m}^{-1}/\text{min})$	
	未采用臭氧处理	采用臭氧处理
2	8.1	8.9
4	4.5	4.2
8	5.6	3.5
20	243.8	14.7

结果发现污泥浓度低至 2g/L 时，臭氧的处理反而使膜污染的发展加剧。但在膜生物反应器的正常运行条件（污泥浓度 4g/L 以上）下，120mg O₃/g-SS 投加量的臭氧处理都可以起到减缓膜污染的作用。甚至在污泥浓度高达 20g/L 时，阻力上升速率可以降低 90% 以上。

实施例四

图 2 表示实施例四的臭氧调控混合液的膜生物反应器装置，此装置由臭氧发生器 1，生物反应池 2，膜组件 3，出水泵 4，曝气器 5，臭氧尾气吸收池 6 等组成。比照传统膜生物反应器，该装置增加了臭氧发生装置且需要对反应器进行臭氧尾气的吸收。

本实施例的结构结合图 2 详细说明如下：

在膜生物反应器恒通量运行，污泥浓度 8g/L 条件下，在运行起始时，对反应器中的全部混合液进行投加量分别为 0, 0.1, 1mg O₃/g-SS 的臭氧处理。

图 3 显示了膜两侧压差(Trans-membrane Pressure, TMP)随时间的变化曲线。从图中可以明显看出，臭氧作用可以提高混合液的膜过滤性，使 TMP 上升速率变小。同时可以看到不同的臭氧剂量对于混合液过滤性能的改善效果不同。在上述三个投加量下，平均阻力上升速率分别为 $24, 7.4, 8.6 \times 10^{10} \text{m}^{-1}/\text{min}$ 。在低投加量条件下，臭氧作用引起的少量细胞破碎和胞外多聚物所释放的部分大分子有机物还可以发挥生物絮凝剂的作用，将混合液中的胶体变为絮体颗粒，使混合液中颗粒粒度变大。

如果对全部混合液进行高投加量臭氧处理，发现投加量在 80mg O₃/g-SS 以上时，对全部的混合液进行处理会加剧膜污染的发生和发展，这是由于细胞破碎产生了大量的溶解性有机物质所造成。因此，使用高投加量的臭氧处理必须只针对部分混合液，并且使之与未经臭氧处理的混合液进行曝气混合，控制循环混合液水力停留时间在 3 小时以上，使细胞解体产生的有机物为其他微生物充分代谢吸收，如实施例一所述。当投加量在 1~80mg O₃/g-SS 范围内时，臭氧处理对膜污染发展速度的影响不显著。

试验证明该实施例选取低臭氧投加量时，膜生物反应器混合液中溶解性有机物含量得到有效降低，膜过滤性得到明显改善。

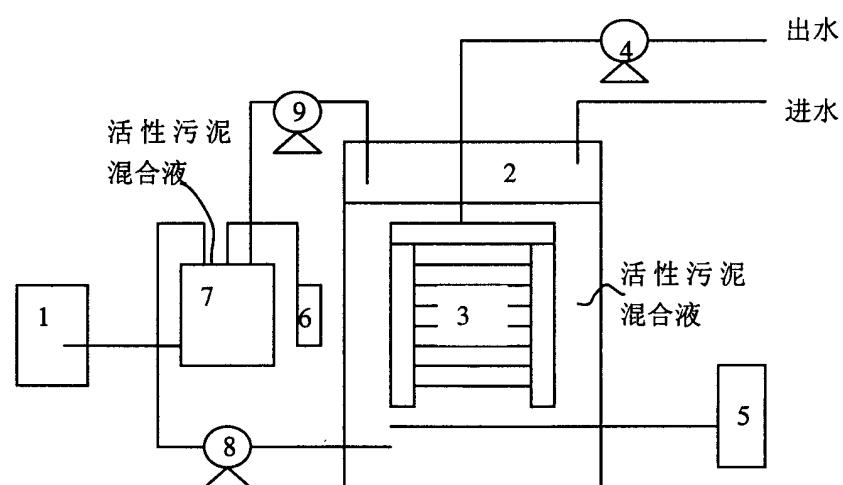


图 1

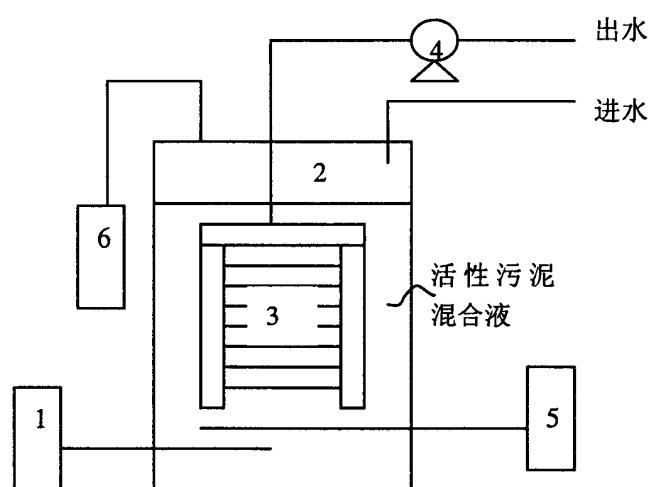


图 2

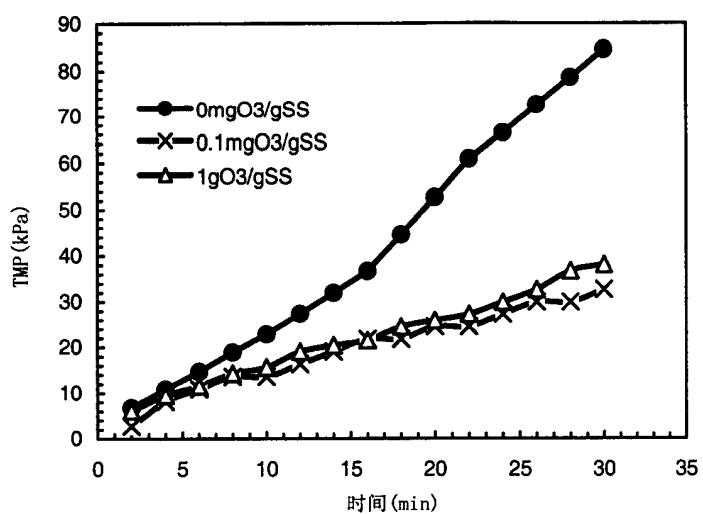


图 3