

污水处理场 MBR 膜组运行问题及对策分析

孙 武 (中国石化海南炼油化工有限公司, 海南 洋浦 578101)

摘 要: MBR 膜组反应器是能够被应用到废水处理系统中的重要组件装置, 该装置以膜分离技术和生物处理技术作为基础。与以往应用的废水处理系统相比, 应用了 MBR 膜组的废水处理系统具有更高的处理效率, 对实现污水的深度净化、获得良好的硝化效果具有重要的作用。本文以污水处理场应用的 MBR 膜组为主要研究对象, 着重对污水处理场 MBR 膜组在运行中存在的问题和对策进行了研究和分析。

关键词: 污水处理场; MBR 膜组; 运行问题

将生物处理技术应用到污水处理系统中, 不仅能够达到污水净化处理的目的, 还能够减少在污水处理过程中造成的二次污染问题。MBR 膜是建立在生物处理技术基础上的, 具有处理高效、出水水质好等优势, 但作为一种新型的生物处理技术, MBR 膜在实际应用中仍然存在一定的问题。对污水处理场 MBR 膜组运行问题及对策进行分析, 能够为我国污水处理技术水平的提高提供借鉴的经验。

1 MBR 工艺原理及其特点

膜分离组件和生物反应器是 MBR 工艺得以发挥作用的两项关键的部件, 膜分离组件能够使污水在经过处理之后实现水与污泥的分离, 生物反应器的作用局势借助微生物的作用将污水中存在的有机物实现有效地去除。膜分离组件具备选择透过性, 它可以将污水混合液中存在的大分子有机物和絮状的微生物进行有效的拦截, 这可以使微生物在生物反应器中停留更长的时间, 一方面, 这延长了污泥龄, 另一方面, 还可以使生物反应器中微生物的含量保持在一个相对较高的水平, 这会在很大程度上增强微生物分解有机物质的速度。

这项工艺本身具备高水平的分离液体与固体的能力, 主要由以下几方面的特点。第一, 污水在经过处理之后的出水水质良好并且相对稳定, 可以直接进行二次利用或者是在经过更深层次的处理之后, 再进行二次利用; 第二, 生物反应器中污泥的浓度相对较高, 容积负荷也较高, 污水处理系统产生的污泥量少; 第三, 生物反应器中有着丰富的生物种群, 去除污染物质的效率和质量都很高; 第四, 该污水处理系统的设计模式为模块化, 这也意味着它不会占用过多的土地面积, 并且实际操作起来的难度也相对较低, 污水处理的全过程都可以实现自动化控制。

2 MBR 膜组运行过程中存在的问题

2.1 MBR 膜组积泥问题

积泥问题是 MBR 膜组在运行中不可避免会出现的一种问题, MBR 膜作为一种新型的污水处理技术, 在实际的应用中很容易存在着膜组曝气风不足以及污泥浓度超高等问题, 进而导致积泥的产生。当 MBR 膜组产生积泥问题时, 膜组的压差会持续上升, 进而影响膜通量

数值的变化^[1]。在这种情况下, 将膜架拆除后能够观察到膜丝被厚厚的积泥包裹, 而曝气风也很难对这些积泥施加影响。

由于膜组曝气风不足而导致的积泥问题, 会导致膜池内的死泥区逐渐增多, 如果没有及时对这些积泥进行处理, 就会在 MBR 膜组长期运行的过程中不断恶化。而在这个过程中, 膜架部位淤泥的累积, 会直接影响到膜架的曝气效果。由于膜池污泥浓度超高而导致的积泥问题, 大多产生于生化系统的停运检修期间。在生化系统的剩余污泥被全部倒运之后, 处于运行状态下的污泥浓度会迅速上升。现阶段我国的污水处理场规模都比较大, 当膜池污泥浓度较高时, 膜组产生积泥问题的速度更快, 会对 MBR 膜组的正常运行产生较为严重的影响。

2.2 MBR 膜组结垢问题

结垢问题主要出现在污水处理场中含盐系列的 MBR 膜组中, 当 MBR 膜组发生结垢问题时, MBR 膜组内的压差也会在短时间内快速上升。污水处理场的相关人员需要及时对这一异常情况进行检查。MBR 膜组产生结垢问题的主要表现以膜丝表面粗糙、能够用肉眼看到较为明显的结垢为主, 基于含盐系列 MBR 膜组的工作性质, MBR 膜组的结垢问题还会伴随着白色污垢的情况^[3]。而在除去膜丝表面的这些污垢之后, 膜丝本身的质地和性质也会改变, 膜丝不再具有稳固性和坚韧性, 在受到外力的情况下, 膜丝很快就会断裂。在这种情况下, 如果没有及时发现结垢问题并对其进行处理, 就会对 MBR 膜组的正常运行造成一定的影响。

2.3 MBR 膜组生物粘泥问题

由于 MBR 膜组的运行本身就是基于生物处理技术而言的, 再加上 MBR 膜组主要依靠生化反应器来实现污水的处理, 使得 MBR 膜会很容易存在生物粘泥的问题, 在活性污泥生化反应器的运行当中, 在滤液被抽出的情况下, 被截留在膜外的污泥会逐渐积累形成滤饼, 而同样被截留在外的溶质也会在 MBR 膜外形成一个高浓层, 并产生浓差阻力。在溶质的积累量较高的情况下, 还会在 MBR 膜组外形成凝胶层, 也会对 MBR 膜的运行产生阻力。除此之外, 由于污水中含有的细小颗粒导致的膜孔堵塞, 附着在 MBR 膜上的大分子等因素, 也都

会降低 MBR 膜组的运行通量,进而减少 MBR 膜组的运行效率。

2.4 MBR 膜组油污染问题

油污染问题也是 MBR 膜组在运行中较为常见的一种问题,当 MBR 膜组处于正常的运行状态时,产水压差持续上升、膜通量迅速下降等现象的发生,是判断 MBR 膜组是否存在油污染问题的主要依据。在产生这一问题时,MBR 膜组的膜丝会存有较为严重的积泥,而在积泥的表面还会呈现出黑点和黑色的油污状物质。这种油污状物质无法应用冲洗水冲洗干净,以往应用的化学清洗方法也不能够取得较为明显的效果,因而会给 MBR 膜的正常运行造成一定的影响。

2.5 活性污泥问题

活性污泥问题也会在 MBR 膜组运行的过程中带来一定的阻碍,由于活性污泥中微生物的浓度没有达到要求,含量较少,而无机盐类或者是无机物的含量较多,就会对膜组的运行造成不利影响。此外,活性污泥中的微生物种群如果产生了与以往不同的情况,例如,其中存在的丝状菌出现不正常的膨胀,或者是出现了较多的生物泡沫。另外,微生物分泌出的高分子聚合物所形成的胞外聚合物过多,聚集在微生物表面,也会在很大概率上堵塞 MBR 膜组,这会在很大程度上降低 MBR 膜组的膜通量。活性污泥中胞外聚合物如果过于黏稠,当水质或者是水温出现变化时,胞外聚合物也会产生一定的变化。现阶段,越来越多的研究者正在关注胞外聚合物阻塞 MBR 膜组的问题。

2.6 进水杂物问题

一些污水处理厂在去除污水中悬浮的各种杂物的过程中,使用不恰当的甚至是没有使用精细的格栅来完成这项工作,这就导致污水中存在的杂物没有被有效的去除。在培养活性污泥的过程中,部分污水处理厂为了能够在短时间内提升生物池中活性污泥的浓度,有时会通过直接将接种污泥投放到 MBR 前端的生物池中的方式来实现快速增加浓度的目的,这些没有经过仔细过滤的污泥就很可能造成 MBR 膜组出现堵塞,甚至没有完全去除的一些比较锋利的杂物也会进入到 MBR 膜组中,进而将膜组刺破,导致其出现程度较深的破损或断裂。

2.7 除磷剂使用问题

为了有效去除污水中存在的磷物质,通常会使用到化学除磷剂,但是,倘若使用到的化学除磷剂的量过大,就会导致污水中含有的无机盐类浓度过高,这些无机盐类一旦在 MBR 膜组表面进行沉积,就会对膜组表面带来较为严重的化学污染。此外,化学除磷剂中拥有大量的化学离子,倘若这些化学离子也在 MBR 膜组表面沉积,就很可能导致其出现堵塞现象,此时,就需要通过酸对膜组进行浸泡清洗。

2.8 膜组污染问题

在 MBR 膜组运行的过程中,污水之中存在的胶粒、

悬浮的微粒以及溶质分子等物质,在经过 MBR 膜组时,会与其产生机械的、物理的以及化学的相互作用,由此导致这些固体物质在 MBR 膜组表面沉积,最终形成一个滤饼层。与此同时,这些固体物质还可能会堵塞膜组中的膜孔,这都会增加污水在通过 MBR 膜组时的阻力,进而导致产生膜污染现象,并且还会导致膜组的分离特性以及膜通量的大幅度降低。除此之外,在日常处理污水的过程中,许多因素都可以导致膜污染现象的产生,例如,MBR 膜组所选择的材料本身的质量存在问题、污泥的浓度过高、风机制造的抖动风不够均匀以及设置的膜通量不够合理等。

3 解决 MBR 膜组运行过程中问题的对策

3.1 积泥问题的主要对策

在对第一种积泥问题进行处理时,首先要判断 MBR 膜组中不同区域的淤泥浓度。通常情况下,MBR 膜池底部未曝气的区域为死泥。在这种情况下,相关人员需要结合不同污水处理场的实际情况,适当提高膜组曝气吹扫气量,并对曝气的方式也进行调整,以脉冲曝气的方式来代替原有的连续曝气方式。应用脉冲曝气的方法,能够提高 MBR 膜组中膜丝的抖动频率,让膜丝的抖动更剧烈^[2]。应用这种方式来处理 MBR 膜组中的积泥,不会额外花费处理积泥的时间,也不需要加大 MBR 膜组的用电消耗。

在对第二种积泥问题进行处理时,则要在发现积泥问题之后第一时间停运膜组,在 MBR 膜组恢复到污泥回流的状态之后,对生化池和膜池中的污泥浓度进行检测,当污泥浓度的数值达到平稳的标准之后,就可以将 MBR 膜组中的膜架拆卸下来进行冲洗。与此同时,相关人员还要加大 MBR 膜组的排泥力度。检验 MBR 膜组的污泥浓度的标准为 11000mg/L,当膜组中污泥的浓度达到这一标准之后,就可以正常进行产水。在完成积泥问题的处理之后,还需要对膜组内的污泥浓度进行定期监测,用以达到控制污泥浓度的目的。

3.2 结垢问题的主要对策

在发现 MBR 膜组的结垢问题之后,需要第一时间停止膜组的运行和曝气。对膜丝上产生的结垢进行取样,在将结垢状物放入烧杯中浸泡之后,需要向其中加入柠檬酸溶液或 30% 的盐酸溶液,判断白色结垢块状物的组成成分是否为碳酸盐。在验证白色结垢的性质之后,就可以采用酸洗的方法,对膜丝进行处理。而基于不同污水处理场的实际情况,为了不影响 MBR 膜组整体的运行效果,需要对其采取离线化学清洗的方法,向附有白色结垢的膜丝投加 0.5%~1% 的盐酸,在盐酸与白色结垢发生化学反应的同时,相关人员还要对产生结垢的位置间断性曝气,用以保证更好的处理效果。在反应完成之后,则要将膜架放置在 pH 值在 2~3 范围内的清洗液中,在持续清洗 4~6h 之后,将膜架吊出,再利用次氯酸钠对膜架中的膜丝进行清洗,在完成最后的冲洗、浸

泡和清洗工序之后,就可以让 MBR 膜组恢复正常的储水功能。

由于结垢问题会对 MBR 膜组的正常运行产生重要的影响,除了需要对结垢问题进行及时处理之外,还要对结垢问题的发生进行预防。在污水处理场的运行中,相关人员需要对上游的高硬度污水水质和具体的成分进行检测,对污水硬度的产生问题进行检测,并提出具有针对性的措施来进行解决,减少结垢问题的发生概率。

3.3 生物粘泥问题的主要对策

针对生物粘泥这一问题,相关人员首先要重点关注 MBR 膜组在运行的通量变化情况,当膜通量产生较为明显的下降变化时,就可以判断其产生了生物粘泥问题。在拆开膜架后,首先可以利用碱洗和次氯酸钠清洗的方法,对膜丝上的少量粘稠物进行化学清洗,直到 MBR 膜组能够恢复到正常的通量。在膜丝上的粘稠物较多的情况下,则要在化学清洗的基础上,向污水处理场的膜池中投入一定量的膜增效剂。在对粘泥问题进行处理之后,需要对不同类型的膜增效剂进行取样,对其进行滤纸实验,并在实验的过程中对反应速度、沉降比以及絮凝效果进行记录,选择更适合污水处理厂 MBR 膜组实际情况的增效剂进行使用。

3.4 油污染问题的主要对策

在对 MBR 膜组容易出现的油污染问题进行处理时,主要可以分为两种情况:当油污染问题不严重时,首先要对膜丝表面附着的积泥冲洗干净,将十二烷基苯磺酸钠和氢氧化钠进行混合,在依靠混合液对膜丝进行清洗的同时,也要采用间歇的方法进行曝气。在经过 24h 的冲洗之后,还要利用盐酸对膜丝进行浸泡,整个浸泡的过程也需要伴随着间歇曝气,在完成以上处理之后,就可以对膜丝进行清水处理。而在 MBR 膜组的油污染问题较为严重时,则要在重复以上步骤的同时,将生化池的进水油含量控制在 5mg/L 以内,并通过加大生化池剩余污泥排放量的方法,将生化池中剩余污泥的浓度控制在 4200mg/L 左右,用以置换生化池中含有油污的污泥。

在 MBR 膜组发生积泥、结垢、生物粘泥以及油污染问题之后,需要及时采取有效的措施对其进行处理,这样不仅能够延长 MBR 膜组实际的运行时间和寿命,还能够大大提高运行效率,对提高污水处理场的污水处理效果和质量起到重要的作用。在科学技术水平不断提高的背景下,相关人员还要加大对 MBR 膜组运行技术的研发和优化。

3.5 清洗表面生物膜

上文曾经提到,生物膜即胞外聚合物等物质的存在会对 MBR 膜组的正常运行带来较大的阻碍,因此,要及时的清洗掉表面的生物膜,一般来说,大多是借助消毒剂去除掉膜组表面的生物膜。此外,在抽水机的负压作用下所形成的生物膜也要借助消毒剂对其进行清理,使生物膜从 MBR 膜组的表面脱落,从而保证膜组能够

始终保持在一种洁净的状态。

3.6 去除进水杂物

对于污水中存在的杂物要进行彻底的去除,尤其是其中含有的一些较为尖锐的小石块等,要进行仔细的筛查。一些缠绕性的杂质也要在进入生物池之前就进行清除,如果这种物质进入了 MBR 膜组中,就可能会对其进行缠绕或捆绑,膜丝也会受到一定的损坏。基于此,在开展污水处理之前,就要对其中存在的可能对 MBR 膜组运行带来危害的杂质进行去除。

3.7 清洗化学药剂残留

为了能够始终保持 MBR 膜组表面以及内部膜丝的清洁,就要保证清洗工作的常态化,设置科学的定期清洗周期,清洗的模式也分为在线清洗和离线清洗两种,在清洗的过程中,要借助酸液对其进行浸泡和清洗。清洗周期的确定要以膜通量的变化作为依据。当 MBR 膜组表面出现了较硬的固体物质残留以及化学药剂、化学离子的残留时,都需要借助酸液先对其进行浸泡溶解,再进行彻底的清洗。

3.8 控制膜污染

当 MBR 膜组在运行的过程中出现了较为严重的膜污染现象,或者是膜组断丝的现象比较严重,已经到达了不能继续使用的程度,就需要及时更换质量更加优良的膜丝,或者是具备加强筋的膜丝,这种膜丝的韧性更强。现阶段的 MBR 膜组中的膜架只在一边进行了固定,这很容易导致抖动风不均匀现象的产生,进而造成一些膜丝出现了较为严重的污染现象。所以,在 MBR 池中,应当将膜架从四个角度进行固定,这样一来,抖动风就会比较均匀。同时,还要以实际的水量水质作为意见,严格控制高 MBR 池中污泥的浓度以及膜组的膜通量,通常来说,污泥的浓度一般要保持在 4000~6000mg/L,膜通量要小于 50m³/h。对这两项指标进行有效的控制能够显著降低 MBR 膜组受污染的程度,进而实现系统运行的稳定性。

4 结论

综上所述,污水处理场 MBR 膜组的运行质量和效率会受到很多因素的影响。在对当前污水处理场应用 MBR 膜组时常见的几种问题进行分析之后可以发现,要想保证 MBR 膜组处理污水的效率,不仅要及时对应用于污水处理的 MBR 膜组进行定期的清洁,还要减少和控制环境污染的角度来对 MBR 膜技术进行优化和创新,减少油污染等问题的存在对污水处理工作的影响。

参考文献:

- [1] 丁西明,康建邨等.厨余垃圾处理厂污水处理系统关键问题探讨[J].环境卫生工程,2021,29(05):69-73.
- [2] 王国栋.污水处理场废气生物处理装置提标[J].聚酯工业,2021,34(05):61-62+66.
- [3] 陈伟,姜宝安.污水处理场 MBR 膜组运行问题及应对措施[J].江西化工,2020(04):101-102.