



生物接触氧化滤池与反冲洗

中国水产科学研究院渔业机械仪器研究所

中国水产科学研究院渔业水体净化技术与系统重点开放实验室

胡伯成 倪琦 吴凡

摘要 通过对生物滤池相关机理,尤其是生产运行中的有关数据曲线的分析,说明了反冲洗对滤池正常工作的重要性,反冲洗是滤池工艺结构必不可少的重要组成部分。介绍了二种目前常用的有效典型反冲洗方式。

关键词 循环水养殖系统 生物滤池 反冲洗

1 概述

生物接触氧化滤池在渔业水处理、微污染源饮用水预处理及污水处理等领域广泛应用。在环保水处理行业,由于长期的工程实践,早已把滤池的反冲洗技术及其装置作为生物滤池研究、设计的重要内容和必不可少的组成部分。反冲洗技术关系到滤池能否长期、稳定、可靠的运行,适宜的反冲洗方式,会带来高效、省水、省电及方便操作等技术经济效益。

在工厂化封闭循环水养殖系统研究和工程设计中,由于种种原因,生物接触氧化滤池的反冲洗问题往往不受重视。有的未考虑反冲洗,如一种单池循环三级水处理模式,其一级为珊瑚砂物理过滤(池),二级为珊瑚砂综合过滤(池),三级(水泵提升)为生物滴滤(箱),并定期投放复合菌种。虽然投放的复合菌种中含有消化固体污物的菌种,但滤池、尤其是物理过滤池,还是易逐渐堵塞,只能采取暂停运行、人工翻扒、水力冲洗的方法加以清除。在养殖密度较大时,半个月就要清理一次。

又如一种单池循环一级一元化综合水处理模式,其综合水处理池采用了污水处理竖流式沉淀池的结构形式,只是在池上部沉淀区设置了砂石等多种滤、填料。当鱼池排水通过中心管进入综合池中部,向四周扩散并向上流动时,较大的易沉降的固体颗粒在重力作用下,克服水流上升速度向下沉降而沉淀;上升的水流通过滤、填料区,水中可溶性有机物和氨氮等被微生物利用而得到降解和净化,同时,不易沉降的微小固体悬浮物随水

流上升过程中,先后被滤、填料所截留。在运行一段时间后,滤、填料区被逐渐堵塞,水流量减少,水质变差,最后只能采用人工方式加以清除,这种不考虑反冲洗的滤池工艺,虽然设施、设备简单一些,但不能保证滤池长期稳定工作。

也有的设计考虑了最原始的反冲洗方式,即备一台流量较大的泵,当需要反冲洗时,将水泵入滤池出水端,以水位差作推动力,使水逆向流入进水端,把部分固体污物带出滤、填料区。由于不进行布水,均匀性差,冲洗强度也不大,使反冲洗效果受到较大影响。

我所近年来参考国内外最新推出的滤池先进技术,研制成功新型生物滤池(塔),采用了独特的气脉冲反冲洗技术。反冲时,只需操作按钮、阀门,仅需几分钟就能将滤料截留的悬浮物和老化的生物膜冲洗掉。不但操作简便、效果好、耗水少、耗气量不多,而且保证了滤池能长年累月正常、稳定工作。这使我们在生物接触氧化滤池的研究及工程设计中,更重视滤池反冲洗技术的研究和应用。

2 滤池反冲洗对滤池正常工作的影响

生物滤池启动后,随着运行时间的延长,由于滤料的机械截留和接触凝聚作用以及生物絮凝作用,使悬浮物及胶体颗粒不断被截留在滤填料的空隙中间;生物膜不断吸收有机物质,使生物体增殖引起生物膜厚度的增加,从而进一步导致滤填料间的空隙减小。这对滤池的正常工作主要有以下负面影响:

(1) 增加滤池的负荷

养鱼水体的悬浮物及胶体颗粒主要是残饲、鱼粪、鱼体粘液等有机物,它们长时间停留在滤料层内会氧化分解,从而增加了滤池的处理负荷。

(2) 水头损失大大增加

随着滤填料间的空隙不断被堵塞,水阻力越来越大,水头损失快速增加,能耗上升;当滤池进水为自流时,由于水位差基本不变,滤速下降,处理水量大大减少。

例如一个微污染源生物陶粒滤池预处理的运行实例,下向流式陶粒滤池总水头损失随运行时间变化曲线如图1所示。

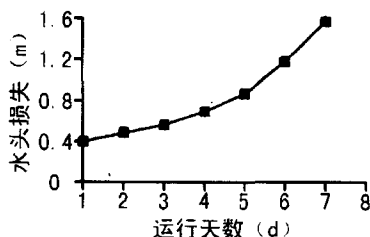


图1 生物陶粒滤池总水头损失时间变化曲线

(3) 有效比表面积大大减少

显然,随着滤填料层逐渐被堵塞,影响水处理效果的滤填料有效比表面积也大大减少。堵塞越严重,有效比表面积减少越多。

(4) 处理效率下降,出水水质变差

随着生物膜的增厚和逐渐老化,又得不到适时更新,生物代谢速率减缓,使处理效率变低,去除率下降,水质变差。

由此可见,为保持滤池正常、稳定的工作,必须通过反冲洗来消除上述负面影响。因为反冲洗水能将滤层内的悬浮固体带出生物滤池,使生物膜表面干净,老化的生物膜也得到更新,填料间空隙加大,从而使水头损失减小,传质过程和生物代谢速率加快,处理效率也得以恢复。

反冲洗对生物滤池运行效果的影响,也可从反冲洗前后生物滤池内微生物耗氧速率的变化得到验证。图2为一生产性生物滤池在反冲洗前后微生物耗氧速率变化曲线。从曲线可以看出,反冲洗后耗氧速率明显高于反冲洗前,反冲洗前溶解氧在1 h内由5.1 mg/L减至3.2 mg/L,而反冲洗后则由4.8 mg/L降至2 mg/L。这正是由于反冲洗的效果导致滤料层传质过程加快,生物代谢

速率也加快,从而耗氧量也增加所致,意味着水处理效率的提高和恢复。这进一步表明,正常的周期性的反冲洗,对保证生物滤池正常工作、稳定去除效果是十分必须的,也是生物滤池运行与维护中的主要工作和操作要点之一。

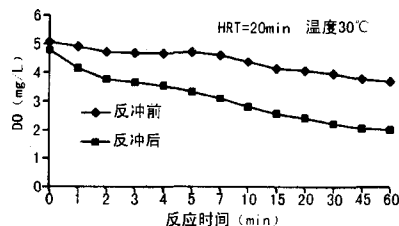


图2 反冲洗前后生物耗氧速率变化曲线

3 生物滤池二种典型反冲洗方式

滤池的反冲洗方式与所采用的滤料特殊及滤池结构形式有关,现简要介绍二种目前常用的有效典型方式。一种是以密度大的陶粒、砂石等作为滤料的滤池气水联合反冲洗方式;一种是以轻质发泡塑料粒子为滤料的滤池气脉冲反冲洗方式。

(1) 气水联合反冲洗方式

生物滤池结构如图3。这是一种既可采取上向流,也可采用下向流的运行方式,或两种方式交替运行,以提高综合处理效果,因此管阀较多。如只考虑一个流向运行,则管阀可简化许多。从图3已能基本看出反冲洗的流程。气水联合反冲洗方式是从单一的水冲洗方式改进而来,主要目的是为了提高反冲洗的效果,减小冲洗强度,减少耗水量。反冲洗强度一般为:气、水均为10~15 L/(m²·s)。反冲洗过程为:先用气冲洗,使滤料层松动,破除结块,老化生物膜脱落,为提高水冲洗效果奠定基础,时间为3~5 min;然后关气,用水冲洗5 min左右,就可将污物冲洗掉。

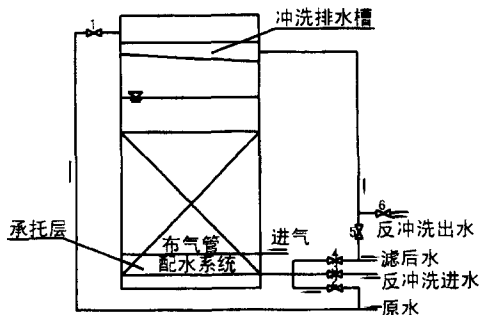


图3 气水联合反冲洗生物滤池结构示意图



需要强调的是,布(配)水系统是滤池反冲洗时保证反冲洗水在整个滤池面积上均匀分布的设施,如果设计不合理或安装达不到要求,将使反冲洗时配水不均匀,造成整个滤池冲洗不均匀。在冲洗强度小的区域,不能有效达到反冲洗目的,影响这部分高效工作;在冲洗强度大的区域,可能会冲动承托层,引起滤料与承托层的混合,甚至发生生物滤料的流失,对生物滤池造成危害。

布气系统也有相似的均匀要求。

(2)气脉冲反冲洗方式

气脉冲反冲洗生物滤池(图4)由于采用EPS发泡塑料粒子作滤料,密度小,如采用常规的水反冲洗、气水联合反冲洗等方法均难以奏效,所以采用了气脉冲反冲洗技术与装置。这种反冲洗方式都需要设置空气室,既可设在滤池旁(图4),也可设在滤池的下部。新型生物滤塔的气室一般都设在滤塔下部。反冲洗过程为:当滤池(塔)或某格滤池需要反冲洗时,首先关闭进水管及曝气管阀;打开反冲洗进气管阀,排除气室内的水以形成空气垫层;当空气垫层达到较大容积后,打开放气管阀,使气室瞬间成为负压区,滤池内的水迅速充填至气室中,导致滤料层突然向下膨胀,起着脉冲反冲洗的作用,把附着在滤料上的悬浮物和老化生物膜洗脱。根据工况条件,反复2次左右脉冲冲洗后,稍加沉淀即打开穿孔排泥阀,排走污物。

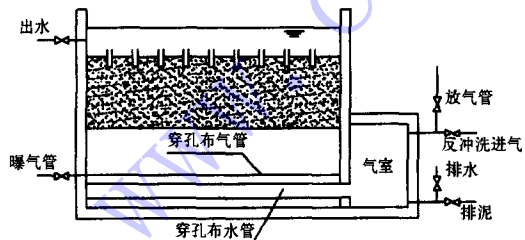


图4 气脉冲反冲洗生物滤池结构示意图

这种独特的脉冲反冲洗方式,不但耗水量、耗气量少,而且瞬时反冲洗强度大、效果好。据有关资料介绍,当滤料中的水在极短的时间里充填气室时,由上而下通过滤层的反冲洗流量(强度)可达 $40 \text{ L}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 以上,促使滤料迅速向下自由膨胀,滤料间的杂质在水力剪切作用下,被带出滤料层而进入滤池下部。与上述陶粒滤池采用的气水联合反冲洗方式相比,短时反冲洗强度要高2倍以上,因而反冲洗效果更好,耗水、耗气也少得多。这也是有关业内人士认为悬浮滤料滤池要优于沉性滤料滤池的主要因素之一。

4 小结

生物滤池集生物膜的强氧化降解能力和滤层截留效能于一体,是一种应用广泛、适合大规模回用、高效、低耗的污水净化、再生工艺。但运行一定时间后,滤层被逐渐堵塞,工作效能下降,需要通过反冲洗进行再生。反冲洗过程要求达到去除截留的悬浮物、不损害并更新生物膜等多重目的,从而恢复滤池效能,保证滤池长期稳定工作。由此可见反冲洗对滤池正常稳定工作的重要性 and 必要性,反冲洗也是滤池工艺结构必不可少的重要组成部分。因此,我们应当重视反冲洗技术的应用和开发研究,在吸取国内外先进反冲洗技术和经验的基础上,结合渔业水处理工艺特点和低耗要求,研发更适合渔业特点的反冲洗技术与装置。

□

参考文献

- [1] 王占生,刘文君.微污染水源饮用水处理[M].北京:中国建筑工业出版社,1999.
- [2] 邹伟国,孙群等.新型BIOSMEDI滤池的开发研究[J].中国给水排水,2001(1).

[通讯地址:(200092)上海市赤峰路63号]