



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102198971 B

(45) 授权公告日 2013. 08. 14

(21) 申请号 201110096678. 0

CN 201785244 U, 2011. 04. 06, 说明书 1-2 页以及附图 1.

(22) 申请日 2011. 04. 18

李子敬等. 异养菌与硝化菌在曝气生物滤池中的空间分布. 《应用能源技术》. 2006, (第 98 期), 11-15 页.

(73) 专利权人 哈尔滨工业大学深圳研究生院
地址 518055 广东省深圳市南山区西丽深圳大学城哈工大校区

审查员 魏棣

(72) 发明人 董文艺 李婷 李继 李宗伟
王宏杰 廖凤京 范翊 王维康

(74) 专利代理机构 深圳市科吉华烽知识产权事
务所(普通合伙) 44248

代理人 胡吉科

(51) Int. Cl.

C02F 3/02 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101033100 A, 2007. 09. 12, 说明书第 2 页第 4-6 段以及附图 1.

CN 101327989 A, 2008. 12. 24, 说明书第 2 页第 1 段, 实施例 1 以及附图 1.

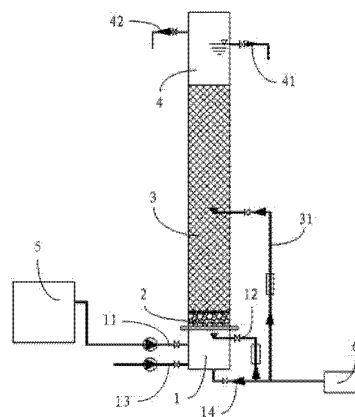
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 1 页

(54) 发明名称

上向流曝气生物滤池及其曝气方法

(57) 摘要

本发明属于污水处理技术领域,公开了一种上向流曝气生物滤池,包括自下而上依次设置的配水区、承托层、生物填料层、清水区,配水区内设置有进水分布管和第一曝气分布管,清水区连接有出水管,在生物填料层中设置有第二曝气分布管。本发明还公开了一种上向流曝气生物滤池的曝气方法。本发明采用了二次曝气的曝气方式,增加了滤池异养菌和硝化菌交界区的溶解氧浓度和传质效率,优化了溶解氧沿生物填料层高度的分布,不但节约了曝气能耗,而且有效的促进了硝化菌的大量繁殖,提高了硝化效率,从而提高了 NH₄⁺-N 的去除率,并且抑制了碳源的消耗,为后续反硝化单元保留必要的碳源。



1. 一种上向流曝气生物滤池,包括自下而上依次设置的配水区、承托层、生物填料层、清水区,所述配水区内设置有进水分布管和第一曝气分布管,所述清水区连接有出水管,其特征在于:在所述生物填料层中设置有第二曝气分布管;所述第二曝气分布管设置在自所述生物填料层底部往上0.5至0.6倍生物填料层高度的位置;运行时,待处理污水经进水分布管流入承托层,同时配水区内的第一曝气分布管开启供气,水气流混合后自下而上通过滤池的生物填料层,经过生物填料区中的第二曝气分布管第二次工艺曝气后,混合液流经滤池中上部,最终处理完成的水流经清水区后通过出水管流出。

2. 根据权利要求1所述的上向流曝气生物滤池,其特征在于:所述生物填料层包括陶粒滤料,所述陶粒滤料的粒径为3mm至6mm、堆积密度为 $0.85\text{g}/\text{cm}^3$ 至 $1.05\text{g}/\text{cm}^3$ 、孔隙率为25%至30%。

3. 根据权利要求1所述的上向流曝气生物滤池,其特征在于:所述承托层包括粒径为10mm至15mm的鹅卵石。

4. 根据权利要求1所述的上向流曝气生物滤池,其特征在于:所述第一曝气分布管包括孔口向上的单孔膜曝气器。

5. 根据权利要求1所述的上向流曝气生物滤池,其特征在于:所述第二曝气分布管包括孔口向上的单孔膜曝气器。

6. 根据权利要求1所述的上向流曝气生物滤池,其特征在于:所述配水区还设置有反冲洗配水管和反冲洗配气管,所述清水区还连接有反冲洗排水管。

7. 一种上向流曝气生物滤池的曝气方法,所述生物滤池包括生物填料层,所述生物填料层底部设置有第一曝气分布管进行一次曝气,其特征在于:所述生物填料层中设置有第二曝气分布管进行二次曝气;所述第二曝气分布管设置在自所述生物填料层底部往上0.5至0.6倍生物填料层高度的位置;运行时,待处理污水经进水分布管流入承托层,同时配水区内的第一曝气分布管开启供气,水气流混合后自下而上通过滤池的生物填料层,经过生物填料区中的第二曝气分布管第二次工艺曝气后,混合液流经滤池中上部,最终处理完成的水流经清水区后通过出水管流出。

上向流曝气生物滤池及其曝气方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种污水处理系统及其曝气方法,尤其是一种上向流曝气生物滤池及其曝气方法。

背景技术

[0002] 曝气生物滤池简称 BAF,是 20 世纪 80 年代末至 90 年代初在普通生物滤池的基础上,借鉴给水滤池工艺而开发的新型污水处理工艺,是普通生物滤池的一种变形工艺,也可看成生物接触氧化法的一种特殊形式,即在生物反应器内装填高比表面积的颗粒填料,以提供生物膜生长的载体,并根据污水流向分为上向流或下向流,污水由上向或下向流过生物填料层后,在生物填料层下部鼓风曝气,空气与污水逆向或同向接触,使污水中的有机物与填料表面的生物膜通过生化反应得到稳定处理,填料起到物理过滤的作用。曝气生物滤池是一种占地面积少、基建投资省、处理效率高和所需能耗低的新型生物膜污水处理系统,同时由于其采用模块化结构、自动化控制程度高,便于后期的改、扩建。因此,曝气生物滤池由于其众多优点,正逐渐成为我国污水处理领域一种重要的技术手段之一。目前应用较多的曝气生物滤池是采用的上向流态,即在结构上采用气、水平行上向流态,并在采用底部强制鼓风曝气技术。

[0003] 曝气生物滤池根据其主要功能的不同,可以分为碳氧化池(C池)、硝化池(N池)、碳氧化/硝化池(C/N池)以及反硝化池(DN池)。其中碳氧化池(C池)主要用于去除污水中的含碳有机物;硝化池(N池)主要用于完成氨氮的硝化,且硝化率大于 60%;碳氧化/硝化池(C/N池)主要用于去除水中含碳有机物并完成氨氮的部分硝化(硝化率小于 60%)。目前,为了节约基建以及运行成本,污水处理厂一般采用碳氧化/硝化池(C/N池)对污水进行除碳并进行部分硝化,而这种除碳硝化同池的上向流曝气生物滤池虽然能保证底部化学需氧量(COD)的降解,COD 去除率高,但是,其硝化效率较低,氨氮(NH_4^+-N)的去除效果不理想。现有的方法是通过提高底部气水比来改善硝化,这种方法虽然能提高硝化区的溶解氧浓度,但底部过高的气水比容易对底部生物膜造成过度冲刷以及减弱生物填料层对固体悬浮物(SS)的截留能力;同时过大的曝气量造成碳源的过度消耗,对于后续的反硝化生物脱氮而言,碳源不够而影响了脱氮效果。

发明内容

[0004] 为了克服上述现有技术的不足,本发明提供了一种上向流曝气生物滤池,这种曝气生物滤池能促进硝化细菌的大量繁殖,提高硝化效率。本发明还提供了这种上向流曝气生物滤池的曝气方法。

[0005] 本发明采用的技术方案是:一种上向流曝气生物滤池,包括自下而上依次设置的配水区、承托层、生物填料层、清水区,所述配水区内设置有进水分布管和第一曝气分布管,所述清水区连接有出水管,在所述生物填料层中设置有第二曝气分布管。

[0006] 作为本发明的进一步改进,所述第二曝气分布管设置在自所述生物填料层底部往

上 0.4 至 0.6 倍生物填料层高度的位置,优选设置在自所述生物填料层底部往上 0.4 至 0.5 倍生物填料层高度的位置。

[0007] 作为本发明的进一步改进,所述生物填料层包括陶粒滤料,所述陶粒滤料的粒径为 3mm 至 6mm、堆积密度为 $0.85\text{g}/\text{cm}^3$ 至 $1.05\text{g}/\text{cm}^3$ 、表观密度为 $1.4\text{g}/\text{cm}^3$ 至 $1.9\text{g}/\text{cm}^3$ 、孔隙率为 25% 至 30%。

[0008] 作为本发明的进一步改进,所述承托层包括粒径为 10mm 至 15mm 的鹅卵石。

[0009] 作为本发明的进一步改进,所述第一曝气分布管包括孔口向上的单孔膜曝气器。

[0010] 作为本发明的进一步改进,所述第二曝气分布管包括孔口向上的单孔膜曝气器。

[0011] 作为本发明的进一步改进,所述配水区还设置有反冲洗配水管和反冲洗配气管,所述清水区还连接有反冲洗排水管。

[0012] 本发明的上向流曝气生物滤池的曝气方法,所述生物滤池包括生物填料层,所述生物填料层底部设置有第一曝气分布管进行一次曝气,所述生物填料层中设置有第二曝气分布管进行二次曝气。优选的,所述第二曝气分布管设置在自所述生物填料层底部往上 0.4 至 0.6 倍生物填料层高度的位置。更优选的,所述第二曝气分布管设置在自所述生物填料层底部往上 0.4 至 0.5 倍生物填料层高度的位置。

[0013] 本发明的上向流曝气生物滤池及这种滤池的曝气方法具有以下技术效果:

[0014] 1、本发明上向流曝气生物滤池采用了二次曝气的曝气方式,并通过大量试验选择在生物滤池的合适高度位置加装第二曝气装置进行二次曝气,增加了异养菌和硝化菌交界区的溶解氧浓度和传质效率,优化了溶解氧沿生物填料层高度的分布,因此在滤池二次曝气以上的区域,空气、混合液和滤料表面附着的生物膜间的三相接触效率得到极大加强,有效的促进了硝化菌的大量繁殖,提高了硝化效率,从而提高了 NH_4^+-N 的去除率。

[0015] 2、二次曝气减少了滤池底部曝气量,避免了底部过大的空气冲刷作用对生物载体和载体表面生物膜的冲击,有利于生物膜的附着,提高了生物填料层对 SS 的截留能力。

[0016] 3、抑制了碳源的消耗,为后续反硝化单元保留碳源。

[0017] 4、通过将生物滤池底部的一部分气量上移的方式改善溶解氧沿滤池高度的分布,节约了一定的曝气能耗。

附图说明

[0018] 图 1 是本发明上向流曝气生物滤池的结构示意图。

具体实施方式

[0019] 参看图 1,本发明的上向流曝气生物滤池的池体底部为配水区 1,自下而上依次设置有承托层 2、生物填料层 3 和清水区 4;配水区 1 内设置有进水管 11、第一曝气分布管 12、反冲洗配水管 13 和反冲洗配气管 14;生物填料层 3 中设置有第二曝气分布管 31;清水区 4 连接有出水管 41 和反冲洗排水管 42;进水管 11 与污水池 5 连接,反冲洗配水管 13 接自来水管,第一曝气分布管 12、第二曝气分布管 31 和反冲洗配气管 14 与鼓风机 6 连接。第二曝气分布管 31 设置在自所述生物填料层 3 底部往上 0.4 至 0.6 倍生物填料层 3 高度的位置,最好是 0.4 至 0.5 倍生物填料层 3 高度的位置。

[0020] 其中承托层 2 由 10~15mm 的鹅卵石组成,生物填料层 3 采用陶粒滤料作为填料,陶

粒滤料的粒径为 3~6mm、堆积密度为 0.85~1.05g/cm³、表观密度为 1.4g/cm³至 1.9g/cm³、孔隙率为 25%~30%，生物填料层 3 放置于承托层 2 上。此种滤料强度高、孔隙率大、比表面积大、化学和物理稳定性很好，具有很好的生物附着能力、挂膜性能良好，反冲洗过程中内层生物膜不易脱落，反冲洗后的水质恢复快。第一曝气分布管 12、第二曝气分布管 31 均采用单孔膜曝气器进行曝气，单孔膜曝气器孔口向上。由于曝气口出口为等分的凹凸设计，保证布气均匀的同时可以避免原水中的 SS 堵塞曝气头的孔口，还可避免生物滤料层的堆压。曝气生物滤池为气水流同向的上流式曝气生物滤池，运行时，待处理污水经进水分布管 11 流入承托层 2，同时配水区 1 内的第一曝气分布管 12 开启供气，水气流混合后自下而上通过滤池的生物填料层 3，在流经生物填料区 3 的第二曝气分布管 31 以下区域后，原水中的大部分有机物和少量氨氮类物质被去除。经过生物填料区 3 中的第二曝气分布管 31 第二次工艺曝气后，混合液中的溶解氧及其传质效率提高，同时经过底部生物填料层处理后的混合液中有机物的浓度较低，有利于硝化菌的大量繁殖和硝化反应速率的提高，因此混合液流经滤池中上部时，水中含有的大量氨氮类物质被逐渐去除，最终处理完成的水流经清水区 4 后通过出水管 41 流出。

[0021] 曝气生物滤池 (BAF) 运行一段时间后，截留的 SS 和生物膜厚度增加，需要进行反冲洗。此时关闭进水分布管 11、第一曝气分布管 12、第二曝气分布管 31 和出水管 41，打开反冲洗配气管 14、反冲洗排水管 42，通过气流的紊动作用对滤层进行松动，再打开反冲洗配水管 13，让反冲洗的气、水混合进入承托层 2 后，对承托层 2 和生物填料层 3 进行进一步松动并冲洗；最后关闭反冲洗配气管 14，保持反冲洗配水管 13 开启，让进入的反冲洗清水对生物填料层 3 进行漂洗，整个反冲洗过程冲刷脱落的生物膜和 SS 通过滤池上部清水区 4 的反冲洗排水管 42 排出。

[0022] 实施例 1

[0023] 一次曝气和二次曝气的效果对比

[0024] 生物填料层的高度均为 410cm；总曝气量固定为气、水体积比 4:1；待处理污水工况条件为：COD 为 140~160mg/L、NH₄⁺-N 为 20~30mg/L。

[0025] 一次曝气 BAF 中，气水体积比为 4:1。

[0026] 二次曝气 BAF 中，第二曝气分布管设置在生物填料层中自下往上 180cm 处。曝气量为 2:1+2:1，即第一曝气分布管进行一次曝气、曝气量气水体积比为 2:1，第二曝气分布管进行二次曝气、曝气量气水体积比也为 2:1；和曝气量为 3:1+1:1，即第一曝气分布管进行一次曝气、曝气量气水体积比为 3:1、第二曝气分布管进行二次曝气、曝气量气水体积比也为 1:1。

[0027] 1、供气能耗

[0028] 在 Q=300L/h，总气水比为 4:1 的条件下的曝气能耗进行了估算。

[0029] 鼓风机的功率与排气量及压力有关。本试验中，第一曝气分布管位于水面下的水深约为 6m 处；第二曝气分布管位于水面下水深约为 4m 处。由于鼓风机需要提供的压力为曝气分布管空气扩散器处的绝对压力之和，因此当总气量一致，而气水比分配不同时，鼓风机需要提供的压力也不一致。在不同的气水比条件下，鼓风机的总需压如表 1 所示：

[0030]

表 1 不同气水比条件下鼓风机的总需压

气水比	大气压 (mH ₂ O)	空气扩散器以上液位 (mH ₂ O)		总需压 (mH ₂ O)
		第一曝气分布管	第二曝气分布管	
4:1	10	6	0	16
2:1+2:1	10	6	4	15
3:1+1:1	10	6	4	15.5

[0031] 当气水比为 4:1 时,鼓风机需要提供的压力约为 16m 水柱,其中包括 1 个大气压(约 10m 水柱)和空气扩散器液位约为 6m 水柱。

[0032] 当气水比为 2:1+2:1 时,总压力为 $(2/4) \times 16m + (2/4) \times 14m$ 水柱,底部曝气管处的压力为 16m 水柱,其中包括 1 个大气压(约 10m 水柱)和空气扩散器液位约为 6m 水柱;二次曝气的压力为 14m 水柱,其中包括一个大气压约(10m 水柱)和空气扩散器约为 4m 的液位水柱。

[0033] 当气水比为 3:1+1:1 时,总压力约为 $(3/4) \times 16m + (1/4) \times 14m$ 水柱,底部曝气的压力为 16m 水柱,其中包括 1 个大气压(约 10m 水柱)和空气扩散器液位约为 6m 水柱;二次曝气的压力为 14m 水柱,其中包括一个大气压约(10m 水柱)和空气扩散器约为 4m 的液位。

[0034] 即气水比为 4:1, 2:1+2:1 和 3:1+1:1 时,压力分别为 16mH₂O, 15mH₂O, 15.5mH₂O。在排气量相等的条件下,压力越大功率越高,因此气水比为 4:1 时耗能最大;气水比为 2:1+2:1 时耗能最小。

[0035] 2、二次曝气与一次曝气 BAF 性能的对比

[0036] 2.1 出水水质见表 2:

[0037]

表 2 二次曝气与一次曝气去除效能对比结果

曝气方式	气水比	出水 DO (mg/L)	COD 净去除量 (kgCOD/m ³ ·d)	NH ₄ ⁺ -N 净去除量 (kgNH ₄ ⁺ -N/m ³ ·d)	TN 净去除量 (kgTN/m ³ ·d)
一次曝气	4:1	7.26	1.31	0.26	0.19
二次曝气	3:1+1:1	7.2	1.26	0.33	0.20
	2:1+2:1	7.12	1.17	0.37	0.17

[0038] 由表 2 可知,一次曝气气水比为 4:1 时,底部气水比最大, COD 去除最好;二次曝气气水比为 3:1+1:1 时,适当弱化底部气水比,增大中部气水比,明显提高了硝化效能,同时 TN 去除效果基本不变;二次曝气气水比为 2:1+2:1 时,进一步弱化底部气水比,强化中部气水比,持续提高了硝化效果, COD 去除率相对降低, TN 去除略有降低。试验结果说明,二次曝气明显提高了硝化效果,适度调节底部和中部气水比比例,能为后续工艺反硝化工艺保

留一定的碳源,同时能维持较好的 TN 去除效果。

[0039] 2.2 滤料层污染物去除特性

[0040] 二次曝气改变了 BAF 内溶解氧(DO)的沿程分布,使生物滤池内沿程生化降解特性有别于一次曝气 BAF,试验数据见表 3:

[0041]

表 3 二次曝气与一次曝气 BAF 沿程降解性能对比

曝气方式	气水比	各段 COD 去除量占总去除量的比例 (%)		各段 NH ₄ ⁺ -N 去除量占总去除量的比例 (%)		各段 TN 去除量占总去除量的比例 (%)	
		0~175cm	175~410cm	0~175cm	175~410cm	175~410cm	175~410cm
一次曝气	4:1	68	32	33	67	43	57
二次曝气	2:1+2:1	55	45	18	82	26	74
曝气方式	气水比	各段 COD 去除量 (kg/m ³ ·d)		各段 NH ₄ ⁺ -N 去除量 (kg/m ³ ·d)		各段 TN 去除量 (kg/m ³ ·d)	
		0~175cm	175~410cm	0~175cm	175~410cm	175~410cm	175~410cm
一次曝气	4:1	1.29	0.58	0.08	0.16	0.07	0.09
二次曝气	2:1+2:1	1.01	0.72	0.06	0.28	0.04	0.11

[0042] 由表 3 可知,通过确定 BAF 内二次曝气点的最佳位置,二次曝气 BAF 与一次曝气 BAF 相比,降低了 0~175cm 段对 COD、NH₄⁺-N 和 TN 的降解能力,增强了 175~410cm 段对 COD、NH₄⁺-N 和 TN 的去除效能。实验结果说明,在总气水比相等的条件下,二次曝气重新分配了气水比,虽然降低了 0~175cm 段,即 COD 主要去除区域的去除效能,但提高了 175~410 段即 NH₄⁺-N 主要降解区域的去除效能,从而使整个反应器硝化能力提高,不仅为后续反硝化提供充足的硝酸盐,同时也保留了一定的碳源。

[0043] 以上内容是结合具体的优选技术方案对本发明所作的进一步详细说明,不能认定本发明的具体实施只局限于这些说明。对于本发明所属技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干简单推演或替换,都应当视为属于本发明的保护范围。

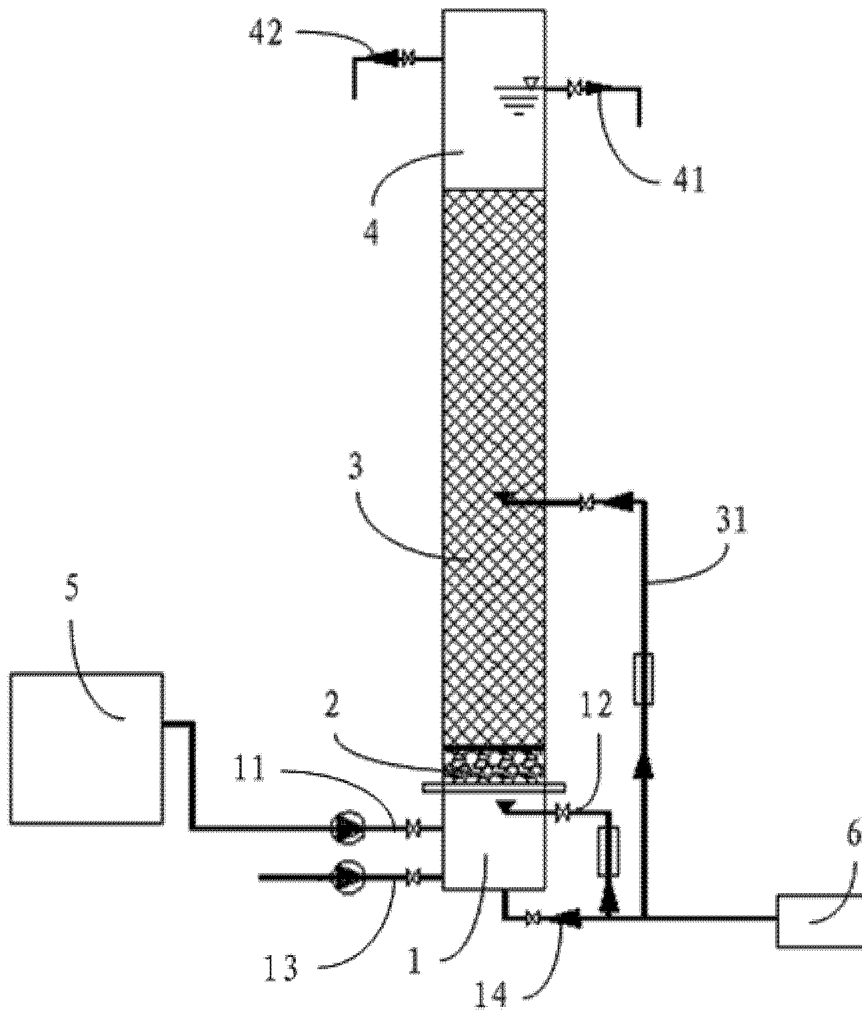


图 1