



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112495180 B

(45) 授权公告日 2024. 10. 29

(21) 申请号 202011347191.0

B01D 53/96 (2006.01)

(22) 申请日 2020.11.26

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 103111184 A, 2013.05.22

申请公布号 CN 112495180 A

CN 103819061 A, 2014.05.28

(43) 申请公布日 2021.03.16

CN 1879946 A, 2006.12.20

(73) 专利权人 中山大学

CN 214131057 U, 2021.09.07

地址 510000 广东省广州市海珠区新港西路135号

审查员 蒋薇

(72) 发明人 魏在山 黄振山 焦怀勇

(74) 专利代理机构 广东南北知识产权代理事务所(普通合伙) 44918

专利代理师 李思坪

(51) Int. Cl.

B01D 53/84 (2006.01)

B01D 53/64 (2006.01)

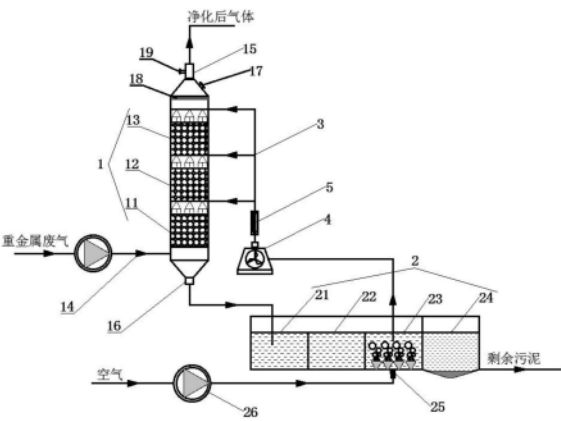
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

一种嗜热生物滴滤气液两相装置及其在脱除烟气重金属中的应用

(57) 摘要

本发明属于环保技术领域,具体涉及一种嗜热生物滴滤气液两相装置及其在脱除烟气重金属中的应用,该嗜热生物滴滤气液两相装置包括嗜热生物滴滤装置单元和AA/O单元,所述嗜热生物滴滤装置内设置有三级填料层(附着有生物膜),所述生物膜上添加有耐高温的特效反硝化菌和硫酸盐还原菌,用以转化稳定化气相中的重金属;所述AA/O单元由厌氧池、缺氧池、好氧池和沉淀池组成,添加有反硝化菌、反硫化菌和硫化菌,用以转化稳定化液相中的重金属,该嗜热生物滴滤气液两相装置可用于脱除烟气重金属,基于该装置的高效脱除烟气重金属的方法可解决现有的重金属烟气处理技术中吸附法的吸附剂易饱和、产生危险废物等二次污染、运行费用较高等缺陷。



1. 一种嗜热生物滴滤气液两相装置在脱除烟气重金属中的应用, 其特征在于, 所述装置包括嗜热生物滴滤装置单元和AA/O单元, 所述嗜热生物滴滤装置单元包括三级填料层, 每级所述填料层上均附着有生物膜, 所述生物膜分为好氧区、缺氧区和厌氧区, 所述生物膜上添加有耐高温的特效反硝化菌和硫酸盐还原菌, 所述嗜热生物滴滤装置单元的底部侧面设置有进气管, 所述嗜热生物滴滤装置单元的上端面设置有排气筒, 下端面设置有排水管, 所述排水管与AA/O单元相连, 所述AA/O单元包括厌氧池、缺氧池、好氧池和沉淀池, 所述厌氧池、缺氧池、好氧池和沉淀池内均添加有反硝化菌、反硫化菌和硫化菌; 所述嗜热生物滴滤装置单元上还设置有三级喷淋系统, 所述三级喷淋系统对应设置在各级填料层的上部, 所述三级喷淋系统的下端通过水泵与AA/O单元相连;

利用嗜热生物滴滤气液两相装置脱除烟气重金属的方法具体为: 将含重金属的烟气通入嗜热生物滴滤气液两相装置, 在嗜热生物滴滤装置单元和AA/O单元构建的高温特效生物菌剂微生态系统的作用下, 通过反硝化反硫化生物转化方法实现烟气重金属的脱除; 所述重金属包括Hg、Pb、As、Cd、Cr、Cu和Zn。

2. 根据权利要求1所述的应用, 其特征在于, 所述三级喷淋系统包括输水管和三根喷淋管, 三根所述喷淋管并联设置在输水管上, 三根所述喷淋管的一端分别设置在对应的各级填料层的上部, 并固定在所述嗜热生物滴滤装置单元的内壁上, 三根所述喷淋管的另一端与输水管相连, 位于所述嗜热生物滴滤装置单元内的三根喷淋管上均设置有喷淋头, 所述输水管的下端通过水泵与AA/O单元相连。

3. 根据权利要求2所述的应用, 其特征在于, 所述输水管还设置有液体流量计, 用于监控三根喷淋管的总流量。

4. 根据权利要求1所述的应用, 其特征在于, 所述厌氧池、缺氧池、好氧池和沉淀池从左到右依次排列, 所述厌氧池与排水管相连, 所述好氧池与三级喷淋系统的下端相连。

5. 根据权利要求1所述的应用, 其特征在于, 所述嗜热生物滴滤装置单元的上部侧面设置有观察孔。

6. 根据权利要求1所述的应用, 其特征在于, 所述嗜热生物滴滤装置单元上端的内部设置有除雾器, 所述除雾器位于最高填料层的上方。

7. 根据权利要求1所述的应用, 其特征在于, 所述排气筒的侧面设置有气体采样口。

8. 根据权利要求4所述的应用, 其特征在于, 所述好氧池的底部设置有曝气管, 所述曝气管上设置有罗茨风机。

一种嗜热生物滴滤气液两相装置及其在脱除烟气重金属中的应用

技术领域

[0001] 本发明属于环保技术领域,具体涉及一种嗜热生物滴滤气液两相装置及其在脱除烟气重金属中的应用。

背景技术

[0002] 2018年我国固体废物产生量约22.5亿吨,固废处理处置已成为我国急需解决的环境问题,2017年我国产生的湿污泥量超过五千万吨,城市污泥与其它固废共焚会产生烟气重金属,严重危害人体健康和生态环境。2019年生态环境部公布的11种大气有毒有害污染物中有5种重金属类物质,大气微量有害重金属(铅、铜、锌、镉、铬、砷和汞)可导致癌症、生殖系统问题、心血管疾病,过量摄入重金属或长期暴露在重金属污染的环境中可诱发皮肤、肾脏、膀胱等器官和组织的癌变。其中,铅对人体的毒害作用主要是侵犯造血系统、神经系统及肾脏;镉通过呼吸道进入人体,对人体危害极大;大气汞具有持久性、易迁移性和高度的生物富集性而引起全球关注。国家《生态环境保护规划》指出重金属污染防治是首要任务之一,要求建立比较完善的重金属全生命周期污染防治措施,进一步降低重金属污染物的排放。因此,大气重金属污染物的治理已迫在眉睫,成为了目前国内外备受关注的研究前沿性研究热点。

[0003] 目前固废烟气重金属主要采用活性炭喷射吸附法处理,但该方法存在吸附剂易饱和、产生危险废物等二次污染、喷淋吸收净化效果差等问题,而生物法具有运行费用低、无二次污染及易于管理等优点,已经成为世界工业烟气净化的前沿研究热点。其中,最典型的是污泥焚烧烟气半干法脱酸后废气生物净化方法。该生物净化过程是利用微生物的生命活动将烟气中的有害物质转化为简单的无机物及细胞质等。其中,含氮污染物被氧化为硝酸盐、被还原为氮气,含硫污染物被氧化为硫酸盐、还原为硫。同时,还可以利用微生物的生物氧化作用对重金属进行转化,主要是通过微生物体内的氢过氧化酶和过氧化氢酶等酶类的催化作用进行重金属的氧化,比如好氧土壤细菌如芽孢杆菌、链霉菌等,具有较强的重金属氧化能力。

[0004] 按照微生物群落和液相形式,废气生物净化装置可分为:生物洗涤装置、生物过滤装置和生物滴滤装置。其中,生物过滤装置的液相和微生物群落都固定于填料中;生物洗涤装置的液相是连续流动发,其微生物群落则自由分散在液相中;生物滴滤装置的液相是流动的或间歇流动的,但微生物群落固定在过滤床层上。生物滴滤法具有微生物浓度高、停留时间短、使用寿命长、反应条件易于控制和抗负荷冲击能力强等特点。生物过滤法具有操作方便、工艺简单、能耗少、运行费用低、对混合废气的去除率较高,且菌种不易随流动相流失等特点,但也存在处理负荷相对较小,滤料使用寿命短的缺点。

[0005] 虽然目前出现了多种废气生物净化装置,但这些装置主要是用于处理废气中的含氮污染物和含硫污染物,对废气重金属去除效果差,因此,有必要研究开发新型高效的生物反应器,将生物法处理的对象扩展到含重金属烟气中,提高废气重金属的去除效率。

发明内容

[0006] 为了克服上述现有技术的不足,本发明提供了一种嗜热生物滴滤气液两相装置,该装置 可用于脱除烟气重金属,当含重金属的高温烟气进入生物滴滤气液两相装置后,在嗜热生物 滴滤装置单元和AA/O单元(厌氧-缺氧-好氧单元)构建的高温特效生物菌剂微生物生态系统的作 用下,微生物将烟气重金属转化稳定化,从而达到高效去除烟气中重金属目的。

[0007] 为了实现上述目的,本发明所采用的技术方案是:

[0008] 本发明提供一种嗜热生物滴滤气液两相装置,该装置包括嗜热生物滴滤装置单元和AA/O 单元,所述嗜热生物滴滤装置单元包括三级填料层,每级所述填料层上均附着有生物膜,所 述生物膜分为好氧区、缺氧区和厌氧区,所述生物膜上添加有耐高温的特效反硝化菌和硫酸 盐还原菌(40-65℃),所述填料层上附着的生物膜内的好氧区、缺氧区和好氧区利于脱硫脱氮微生物生长和发挥重金属转化稳定化作用;所述嗜热生物滴滤装置单元的底部侧面设置有 进气管,所述嗜热生物滴滤装置单元的上端面设置有排气筒,下端面设置有排水管,所述排 水管与AA/O单元相连,所述AA/O单元包括厌氧池、缺氧池、好氧池和沉淀池,所述厌氧池、缺氧池、好氧池和沉淀池内均添加有反硝化菌、反硫化菌和硫化菌,用以转化稳定化液相中 的重金属;所述嗜热生物滴滤装置单元上还设置有三级喷淋系统,所述三级喷淋系统对应设 置在各级填料层的上部,所述三级喷淋系统的下端通过水泵与AA/O单元相连。

[0009] 本发明的嗜热生物滴滤气液两相装置,通过嗜热生物滴滤装置单元(气相系统)和AA/O 单元(液相系统)构建高温特效生物菌剂微生态系统,气相系统中的特效反硝化菌(缺氧/ 厌氧条件)以氮氧化物为电子受体,硫酸盐还原菌(好氧条件)以硫酸盐为电子受体,将电 子供体重金属转化为化合态重金属,可转化稳定化气相中的重金属;液相系统中添加的反硝 化菌、反硫化菌和硫化菌可转化稳定化液相中的重金属,从而实现反硝化反硫化耦合转化烟 气重金属的作用,实现烟气重金属多污染物的协同控制,本发明的反硝化反硫化生物反应器技术能高效脱除烟气重金属,重金属去除效率可达90%以上,可解决现有的重金属烟气处理 技术中吸附法的吸附剂易饱和、产生危险废物等二次污染、运行费用较高等缺陷,从而为固 废污泥焚烧烟气重金属的处理开辟高效低耗的新途径,可用于脱除烟气重金属,特别是污泥 焚烧烟气半干法脱酸后废气重金属和污泥干化后烟气重金属的转化稳定化处理。

[0010] 优选地,所述三级喷淋系统包括输水管和三根喷淋管,三根所述喷淋管并联设置在输水 管上,三根所述喷淋管的一端分别设置在对应的各级填料层的上部,并固定在所述嗜热生物 滴滤装置单元的内壁上,三根所述喷淋管的另一端与输水管相连,位于所述嗜热生物滴滤装置单元内的三根喷淋管上均设置有喷淋头,所述输水管的下端通过水泵与AA/O 单元相连。

[0011] 进一步地,为提高喷淋的范围和均匀度,位于所述嗜热生物滴滤装置单元内的三 根喷淋 管上均均匀设置多个喷淋头。

[0012] 优选地,为便于调节三级喷淋系统的喷流流量,所述输水管还设置有液体流量计, 用于 监控三根喷淋管的总流量。

[0013] 优选地,所述厌氧池、缺氧池、好氧池和沉淀池从左到右依次排列,所述厌氧池与

排水 管相连,所述好氧池与三级喷淋系统的下端相连。

[0014] 优选地,为便于观察嗜热生物滴滤装置单元内的情况,所述嗜热生物滴滤装置单元的上部侧面设置有观察孔。

[0015] 优选地,为防止嗜热生物滴滤装置单元内由于产生雾气而影响观察效果,所述嗜热生物滴滤装置单元上端的内部设置有除雾器,所述除雾器位于最高填料层的上方。

[0016] 优选地,为便于对净化后的气体质量进行采样检测,所述排气筒的侧面设置有气体采样口。

[0017] 优选地,为保证好氧池内的溶氧量,所述好氧池的底部设置有曝气管,所述曝气管上设置有罗茨风机。

[0018] 优选地,为便于了解厌氧池、缺氧池和好氧池内的溶解氧情况和pH,所述厌氧池、缺氧池和好氧池内设置溶解氧传感器探头和pH传感器探头。

[0019] 本发明还提供了上述的嗜热生物滴滤气液两相装置在脱除烟气重金属中的应用。

[0020] 本发明还提供了一种高效脱除烟气重金属的方法,即将含重金属的烟气通入上述的嗜热生物滴滤气液两相装置,在嗜热生物滴滤装置单元和AA/O单元构建的高温特效生物菌剂微生态系统的作用下,通过反硝化反硫化生物转化方法实现烟气重金属的脱除。

[0021] 优选的,所述含重金属的烟气包括但不限于污泥焚烧烟气和污泥干化废气,所述污泥焚烧烟气为污泥焚烧烟气半干法脱酸后的废气。

[0022] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

[0023] 本发明提供一种嗜热生物滴滤气液两相装置,该装置包括嗜热生物滴滤装置单元和AA/O单元,所述嗜热生物滴滤装置内设置有三级填料层,所述填料层上附着有生物膜,所述生物膜分为好氧区、缺氧区和厌氧区,所述生物膜上添加有耐高温的特效反硝化菌和硫酸盐还原菌,用以转化稳定化气相中的重金属;循环液体的AA/O单元由厌氧池、缺氧池、好氧池和沉淀池组成,添加有反硝化菌、反硫化菌和硫化菌,用以转化稳定化液相中的重金属,所述嗜热生物滴滤装置单元和AA/O单元通过三级喷淋系统相连通。本发明的嗜热生物滴滤气液两相装置可用于脱除烟气重金属,烟气重金属可分级去除,特别适合于固废焚烧烟气半干法湿法脱酸后重金属烟气和污泥干化重金属烟气的转化稳定化处理;而且本发明的设备模块化制造,结构简单,具有较好的抗冲击负荷性,运行稳定,能适应非连续性生产的要求。

[0024] 同时,基于上述装置本发明还提供了一种高效脱除烟气重金属的方法,即将含重金属的烟气通入上述嗜热生物滴滤气液两相装置中,在嗜热生物滴滤装置单元和AA/O单元构建的高温特效生物菌剂微生态系统的作用下,通过反硝化反硫化生物转化方法实现烟气重金属的脱除,从而达到高效去除烟气中重金属目的。本发明方法具有废气净化效率高、操作简便、运行稳定性好、投资运行费用低和无二次污染等优点,可解决现有的重金属烟气处理技术中吸附法的吸附剂易饱和、产生危险废物等二次污染、运行费用较高等缺陷。

附图说明

[0025] 图1为实施例1的嗜热生物滴滤气液两相装置的结构示意图;

[0026] 图2为实施例1的三级喷淋系统的结构示意图。

[0027] 图中:1-嗜热生物滴滤装置单元,2-AA/O单元,3-三级喷淋系统,4-水泵,5-液体流量计,11-第一级填料层,12-第二级填料层,13-第三级填料层,14-进气管,15-排气筒,16-排水管,17-观察孔,18-除雾器,19-气体采样口,21-厌氧池,22-缺氧池,23-好氧池,24-沉淀池,25-曝气管,26-罗茨风机,31-输水管,32-喷淋管,33-喷淋头。

具体实施方式

[0028] 下面对本发明的具体实施方式作进一步说明。在此需要说明的是,对于这些实施方式的说明用于帮助理解本发明,但并不构成对本发明的限定。此外,下面所描述的本发明各个实施方式中所涉及的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互组合。

[0029] 下述实施例中的实验方法,如无特殊说明,均为常规方法,下述实施例中所用的试验材料,如无特殊说明,均为可通过常规的商业途径购买得到的。

[0030] 下述实施例中的特效反硝化菌(耐高温反硝化菌)、硫酸盐还原菌、反硝化菌、反硫化菌和硫化菌均来自于本实验室。

[0031] 实施例1一种嗜热生物滴滤气液两相装置

[0032] 如图1和图2所示,所述嗜热生物滴滤气液两相装置包括嗜热生物滴滤装置单元1和AA/O单元2,所述嗜热生物滴滤装置单元1呈塔状,从下到上依次包括第一级填料层11、第二级填料层12和第三级填料层13(共三级填料层,所述填料层可以填充无机填料、有机填料、或混合填料),每级所述填料层上均附着有生物膜,所述生物膜分为好氧区、缺氧区和厌氧区,所述生物膜上添加有耐高温的特效反硝化菌和硫酸盐还原菌,所述反硝化菌和硫酸盐还原菌能承受较高的温度(40-65℃),所述填料层上附着的生物膜内的好氧区、缺氧区和好氧区利于脱硫脱氮微生物生长和发挥重金属转化稳定化作用;所述嗜热生物滴滤装置单元1的底部侧面设置有进气管14,所述嗜热生物滴滤装置单元1的上端面设置有排气筒15,下端面设置有排水管16,所述排水管16与AA/O单元2相连,所述AA/O单元2包括厌氧池21、缺氧池22、好氧池23和沉淀池24,所述厌氧池21、缺氧池22、好氧池23和沉淀池24相互连通,所述厌氧池21、缺氧池22、好氧池23和沉淀池24内均添加有反硝化菌、反硫化菌和硫化菌,用以转化稳定化液相中的重金属;所述嗜热生物滴滤装置单元1上还设置有三级喷淋系统3,所述三级喷淋系统3对应设置在各级填料层的上部,所述三级喷淋系统3的下端通过水泵4与AA/O单元2相连。

[0033] 在本实施例中,所述三级喷淋系统3包括输水管31和三根喷淋管32,三根所述喷淋管32并联设置在输水管31上,三根所述喷淋管32的一端分别设置在对应的各级填料层的上部,并固定在所述嗜热生物滴滤装置单元1的内壁上,三根所述喷淋管32的另一端与输水管31相连,位于所述嗜热生物滴滤装置单元1内的三根喷淋管32上均设置有喷淋头33,所述输水管31的下端通过水泵4与AA/O单元2相连。

[0034] 为提高喷淋的范围和均匀度,在本实施例中,位于所述嗜热生物滴滤装置单元1内的三根喷淋管32上均均匀设置有多多个喷淋头33。

[0035] 为便于调节三级喷淋系统的喷流流量,在本实施例中,所述输水管31还设置有液体流量计5,用于监控三根喷淋管32的总流量。

[0036] 在本实施例中,所述厌氧池21、缺氧池22、好氧池23和沉淀池24从左到右依次排列,所述厌氧池21与排水管16相连,所述好氧池23与三级喷淋系统3的下端相连。

[0037] 为便于观察嗜热生物滴滤装置单元内的情况,在本实施例中,所述嗜热生物滴滤装置单元1的上部侧面设置有观察孔17。

[0038] 在本实施例中,所述嗜热生物滴滤装置单元1上端的内部设置有除雾器18,所述除雾器18位于第三级填料层13的上方。

[0039] 为便于对净化后的气体质量进行采样检测,在本实施例中,所述排气筒15的侧面设置有气体采样口19。

[0040] 为保证好氧池内的溶氧量,在本实施例中,所述好氧池23的底部设置有曝气管25。进一步地,所述曝气管25在好氧池端设置有多组并联排列的喷气头。

[0041] 为便于给好氧池输送氧气,在本实施例中,所述曝气管25上设置有罗茨风机26。

[0042] 为便于了解厌氧池、缺氧池和好氧池内的溶解氧情况和pH,在本实施例中,所述厌氧池、缺氧池和好氧池内设置溶解氧传感器探头和pH传感器探头。

[0043] 上述嗜热生物滴滤气液两相装置可用于脱除烟气重金属。使用时,将含重金属的烟气由进气管14通入上述嗜热生物滴滤气液两相装置中,在嗜热生物滴滤装置单元和AA/O单元构建的高温特效生物菌剂微生态系统的作用下,通过反硝化反硫化生物转化方法实现烟气重金属的脱除,得到符合排放标准的净化空气和净化污泥,从而达到高效去除烟气中重金属目的。

[0044] 上述嗜热生物滴滤气液两相装置可通过气液两相分级去除烟气重金属,能够同时去除烟气多重金属;设备模块化制造、组装、拆卸方便;抗负荷冲击能力强,能够耐受烟气污染物负荷及组分变化、温度的影响;具有废气净化效率高、操作简便、运行稳定性好、投资运行费用低和无二次污染等优点,可解决现有的重金属烟气处理技术中吸附法的吸附剂易饱和、产生危险废物等二次污染、运行费用较高等缺陷,特别适用于固废焚烧烟气半干法湿法脱酸后的重金属烟气和污泥干化重金属烟气的转化稳定化处理。

[0045] 实施例2一种烟气重金属反硝化反硫化生物转化方法——利用实施例1的嗜热生物滴滤气液两相装置处理污泥共焚后的含重金属烟气

[0046] 城市污泥与造纸的底渣、浆渣固废焚烧炉共焚时会产生二氧化硫、烟尘、氮氧化物、氯化氢以及少量汞、铅、二噁英类等的烟气。某污泥焚烧场污泥共焚后的烟气,经检测,该烟气中的重金属Hg、Pb、As、Cd、Cr的浓度分别为0.04、0.63、30.78、0.01、0.77mg/m³;上述烟气采用“炉内选择性非催化还原烟气脱硝+布袋除尘+旋转喷雾半干法脱酸装置+布袋除尘+生物滴滤装置”处理后排放;排放的烟气采用实施例1的嗜热生物滴滤气液两相装置代替活性炭喷射处理,排放的烟气由进气管14通入嗜热生物滴滤气液两相装置后,在嗜热生物滴滤装置单元1(气相滴滤净化处理)和AA/O单元2(液相生物转化处理)构建的高温特效生物菌剂微生态系统的作用下,通过反硝化反硫化生物转化方法实现烟气重金属的脱除。

[0047] 经检测,净化后的烟气重金属Hg、Pb、As、Cd、Cr去除效率均可达90%以上,净化后能实现达标排放;与传统的活性炭吸附法相比,采用本实施例的生物法运行费用低,可解决现有的重金属废气处理吸附法的吸附剂易饱和、产生废活性炭的危险废物等二次污染、运行费用较高等缺陷,从而为污泥焚烧烟气重金属的处理开辟高效低耗的新途径,应用前景十分广阔。

[0048] 实施例3一种烟气重金属反硝化反硫化生物转化方法——利用实施例1的嗜热生

物滴滤 气液两相装置处理污泥干化后的含重金属废气

[0049] 污泥干化的同时会使污泥中许多有机质分解,造成恶臭污染,其废气温度高、臭气浓度 高、成分复杂:含酸性气体污染物(二氧化硫、氮氧化物)、含硫恶臭化合物(硫化氢、甲硫醇、甲硫醚等)、含氮恶臭化合物(氨、胺类)、烃类和有机物(包括二噁英)以及重金属等。某污泥干化场污泥干化后的烟气,经检测,该烟气中的重金属汞和Pb+As+Cd+Cr+Cu+Zn的浓度分别为27.5和46.8mg/m³,对上述污泥干化烟气采用实施例1的嗜热生物滴滤气液两相装置代替活性炭喷射处理,烟气由进气管14通入嗜热生物滴滤气液两相装置后,在嗜热生物滴滤装置单元1(气相滴滤净化处理)和AA/O单元2(液相生物转化处理)构建的高温特效生物菌剂微生态系统的作用下,通过反硝化反硫化生物转化方法实现烟气重金属的脱除。

[0050] 经检测,净化后的烟气重金属汞和Pb+As+Cd+Cr+Cu+Zn的去除率均可达90%以上,净化 后能实现达标排放;与传统的活性炭吸附法相比,采用本实施例的生物法运行费用低,可解 决现有的重金属废气处理吸附法的吸附剂易饱和、产生废活性炭的危险废物等二次污染、运 行费用较高等缺陷,从而为污泥焚烧烟气重金属的处理开辟高效低耗的新途径,应用前景十 分广阔。

[0051] 以上对本发明的实施方式作了详细说明,但本发明不限于所描述的实施方式。对于本领域技术人员而言,在不脱离本发明原理和精神的情况下,对这些实施方式进行多种变化、修改、替换和变型,仍落入本发明的保护范围内。

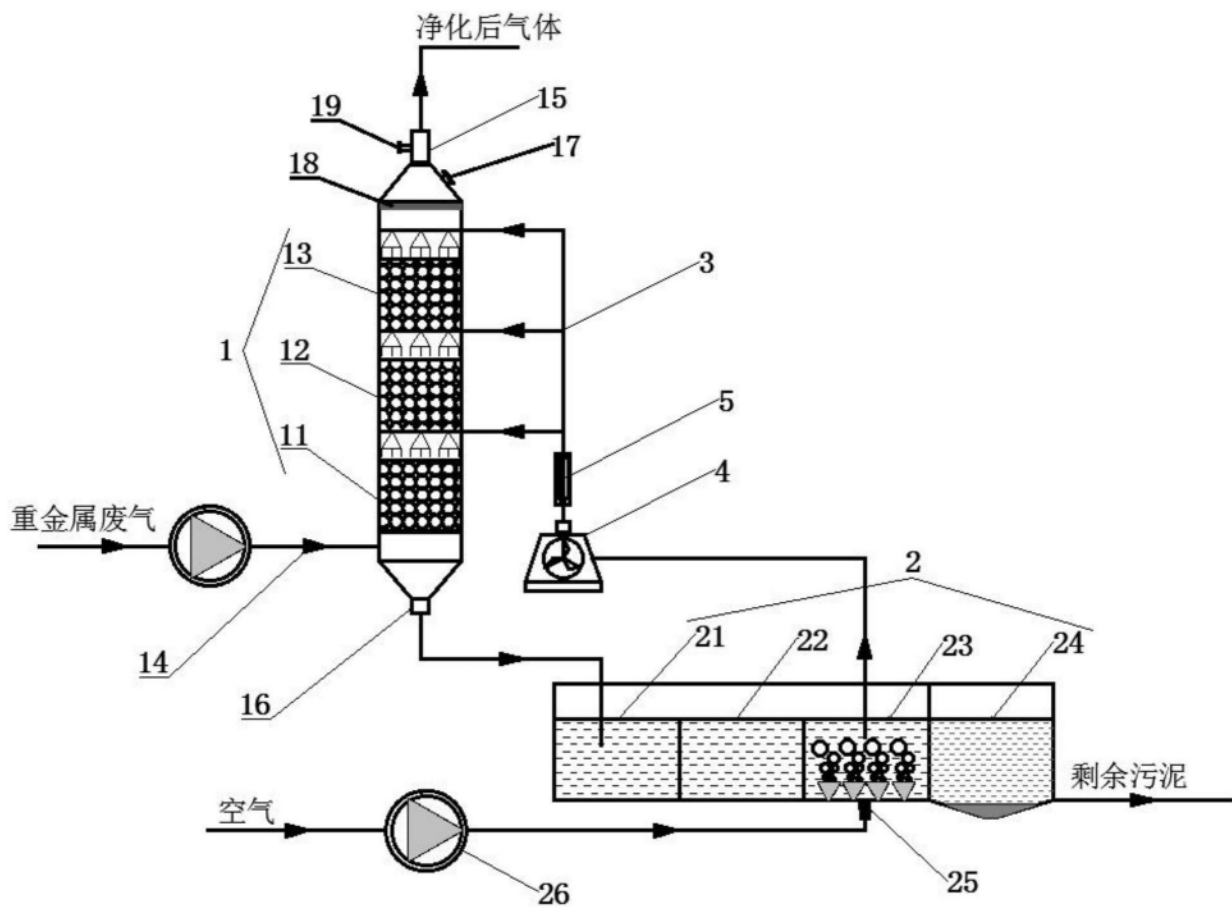


图1

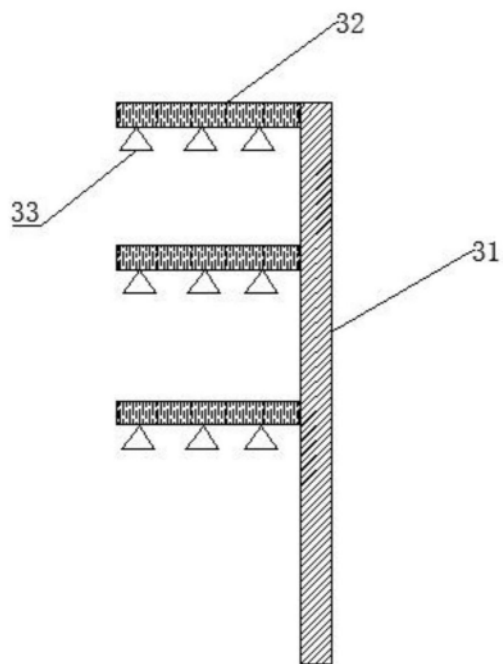


图2