



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 203002191 U

(45) 授权公告日 2013. 06. 19

(21) 申请号 201220492726. 8

(22) 申请日 2012. 09. 22

(73) 专利权人 浙江工业大学

地址 310014 浙江省杭州市下城区潮王路
18 号

(72) 发明人 於建明 陈建孟 蒋轶锋 周珍雄
孙永强

(74) 专利代理机构 杭州中成专利事务所有限公
司 33212

代理人 周世骏

(51) Int. Cl.

B01D 53/76 (2006. 01)

B01D 53/44 (2006. 01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

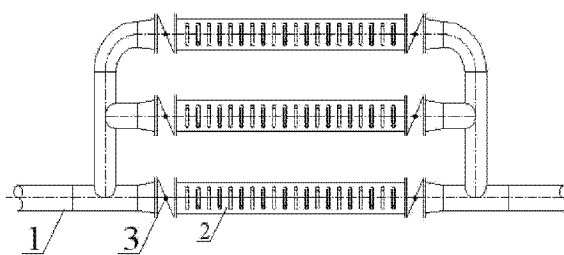
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 实用新型名称

紫外光降解废气的管式反应器

(57) 摘要

本实用新型涉及废气净化处理技术,旨在提供一种紫外光降解废气的管式反应器。该反应器包括管式的壳体,壳体两端分别设废气进口和净化气出口;还包括置于壳体内部的UV放电管模块,UV放电管模块共有n个,相邻UV放电模块轴线互相垂直且间隔设置,与壳体构成光解舱;所述UV放电管模块由UV放电管与包覆于UV放电管外部的套管构成,在通电后能发射主波长为184.9 nm或253.7 nm的紫外光。本实用新型污染物净化效率高,无需添加任何化学试剂,适应范围广,投资费用低,运行成本低,适合于工程应用。



1. 一种紫外光降解废气的管式反应器,包括管式的壳体,壳体两端分别设废气进口和净化气出口;其特征在于,还包括置于壳体内的UV放电管模块,UV放电管模块共有n个,相邻UV放电模块轴线互相垂直且间隔设置,与壳体构成光解舱;所述UV放电管模块由UV放电管与包覆于UV放电管外部的套管构成,在通电后能发射主波长为184.9 nm或253.7 nm的紫外光。

2. 根据权利要求1所述的管式反应器,其特征在于,管式反应器具有至少3组并列的管式壳体,其两端的废气进口和净化气出口分别各自连接;每组管式壳体的入口端还设有流量调节阀门。

3. 根据权利要求1所述的管式反应器,其特征在于,所述的UV放电管模块的轴线垂直于管式壳体的轴线。

4. 根据权利要求1至3任意一项中所述的管式反应器,其特征在于,相邻两组UV放电管模块的间距为200~600 mm。

5. 根据权利要求1至3任意一项中所述的管式反应器,其特征在于,所述包覆于UV放电管外部的套管是石英玻璃,其厚度为2~5 mm。

6. 根据权利要求1至3任意一项中所述的管式反应器,其特征在于,所述壳体的内壁具有经过镜面抛光或镀膜处理的表面结构。

紫外光降解废气的管式反应器

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种紫外光降解废气的管式反应器,特别涉及一种用于降解挥发性有机气体及恶臭气体的管式反应器。

背景技术

[0002] 大气污染是目前最为突出的环境问题之一,据世界卫生组织估计,全球约 10 亿人健康受到大气污染的威胁,每年因大气污染导致全世界约 200 万人过早死亡,其中我国多达 60 多万人。大气中的有毒有害物质通过呼吸、沉降,进入人体和生态环境,给人体健康、生态安全及全球经济发展造成严重危害。近几年我国大气已呈复合型污染的趋势。大气环境质量总体上已进入了以多污染物共存、多污染物叠加、多尺度关联、多过程耦合、多介质影响为特征的复合型大气污染阶段。大气环境污染形势非常严峻,挥发性有机废气及恶臭气体污染已成为世界各国公认的一种典型的环境公害。

[0003] 目前处理挥发性有机废气及恶臭气体的常用主要方法有吸附法、吸收法、燃烧法、生物法等。吸附法是利用吸附剂的多孔结构,将废气中的污染物捕获,吸附剂以炭质居多(如活性炭、纤维炭等),适合于含水率低、浓度低的废气,具有去除效率高、工艺成熟等优点,但涉及饱和吸附剂脱附再生处理问题,需要与冷凝、氧化等其他方法联合。吸收法是采用低挥发性或不挥发性溶剂对废气进行洗涤吸收,从而消除污染,吸收剂可以是水、酸碱、矿物油和碳氢化合物,设备一次性投资费用低,但吸收后的废吸收液需要再次处理,易产生二次污染。燃烧法是利用高温($500 \sim 800^{\circ}\text{C}$,使用催化剂后,温度可降至 $350 \sim 500^{\circ}\text{C}$),将有机废气在 $0.3 \sim 0.5\text{s}$ 时间内氧化分解,分解产物为 CO_2 和 H_2O ,涉及含硫、氯、氮化合物,则会产生 SO_2 、 HCl 、 NO_x ,适合于处理污染物浓度高、毒性大的废气,具有效率高、氧化彻底等特点,但氧化后废气存在二噁英等污染风险,使用催化剂易被硫、氯中毒。生物法是利用微生物将废气中污染物降解为 CO_2 、 H_2O 等无毒无害的产物,因其处理费用低、二次污染小等特点,正在成为一项在废气污染控制领域迅速推广的技术,尤其是在较低浓度、较大气量的易生物降解有机废气和恶臭气体治理中更具优势。然而,对于那些疏水性难生物降解气态污染物(烃类、含氯烃类等),由于其固有的物化特性,采用生物法难以获得较为理想的去除效果。

[0004] 因此,研究开发一种净化效率高、投资与运行费用低、运行稳定、安全可靠的挥发性有机废气及恶臭气体净装置及其处理工艺,具有重要意义和实用价值。

实用新型内容

[0005] 为克服常规废气处理设备及其工艺的诸多不足之处,本实用新型提出一种高能 UV(紫外光)降解废气管式反应器及其方法。

[0006] 本实用新型如下的解决技术方案:

[0007] 提供一种紫外光降解废气的管式反应器,包括管式的壳体,壳体两端分别设废气进口和净化气出口;还包括置于壳体内的 UV 放电管模块,UV 放电管模块共有 n 个,相邻 UV

放电模块轴线互相垂直且间隔设置,与壳体构成光解舱;所述 UV 放电管模块由 UV 放电管与包覆于 UV 放电管外部的套管构成,在通电后能发射主波长为 184.9nm 或 253.7nm 的紫外光。

[0008] 本实用新型中,管式反应器具有至少 3 组并列的管式壳体,其两端的废气进口和净化气出口分别各自连接;每组管式壳体的入口端还设有流量调节阀门。

[0009] 本实用新型中,所述的 UV 放电管模块的轴线垂直于管式壳体的轴线,相邻 UV 放电管模块的轴线相互垂直。

[0010] 本实用新型中,相邻两组 UV 放电管模块的间距为 200 ~ 600mm。

[0011] 本实用新型中,所述包覆于 UV 放电管外部的套管是石英玻璃,其厚度为 2 ~ 5mm。

[0012] 本实用新型中,所述壳体的内壁具有经过镜面抛光或镀膜处理的表面结构。

[0013] 本实用新型处理废气的方法包括以下步骤:

[0014] (1) 给 UV 放电管模块通电,释放出主波长为 184.9nm 或 253.7nm 的单独或混合的紫外光;

[0015] (2) 将待处理废气通入废气进口,废气流经串联的光解舱后由净化气出口排放;在光解舱中:主波长为 253.7nm 的紫外光使污染物分子键断裂或变为激发状态,能穿透废气中细菌或病毒的细胞膜,给核酸造成损伤,使细胞失去繁殖能力;主波长为 184.9nm 的紫外光使污染物分子键断裂或变为激发状态,使 O_2 分子分解生成活性氧 O^* 与 O_2 进而产生臭氧 O_3 ,并使 H_2O 分子产生羟基自由基 $HO\cdot$,进而形成 $UV/O_3/HO\cdot$ 光激发氧化体系,扩大单一光氧化去除有机物的范围,污染物最终分解为无毒无害的 CO_2 、 H_2O 产物,从而使废气得到净化。

[0016] 本实用新型的有益效果是:

[0017] (1) 污染物净化效率高:能高效去除恶臭气体、挥发性有机物 (VOCs),如 H_2S 、 NH_3 、硫醇类、硫醚类、苯系物等污染物,净化后的尾气可稳定达标排放。

[0018] (2) 适应范围广:在温度 $-30 \sim 95^\circ C$ 、湿度在 30 ~ 98%、 $pH2 \sim 13$ 等环境均可正常工作。净化过程无需添加任何物质参与化学反应,从源头上避免了二次污染产生。

[0019] (3) 投资费用低:反应器装置结构简单,安装于废气输送管路上,构成输送管道一部分,无独立废气处理设备,无需配置辅助动力设备,投资费用低。

[0020] (4) 运行成本低:反应器为管道一部分,系统阻力降极低,无能耗,无需专人管理和日常维护,只需作定期检查。

[0021] (5) 适合于工程应用:反应器由 3 组及 3 组以上以上构成,每组管式反应器设流量调节阀门,并联后连接于废气输送管道。可调节各废气流量及管道间压力平衡,同时实现在运行状态下单组轮流检修。反应器可根据废气流量、成分、浓度等特性进行工艺参数设计,可实现多组分废气多级处理,较好地解决了其他光解反应器因通气量较小,只能进行实验研究和机理研究等困难。

附图说明

[0022] 图 1 是管式反应器系统布置图;

[0023] 图 2 是管式反应器的结构示意图。

[0024] 图中附图标记:1 为主管道,2 为管式反应器,3 为流量调节阀,4 为壳体,5 ~ 12 为

UV 放电管模块,13 为光解舱,14 为 UV 放电管,15 为石英套管。

具体实施方式

[0025] 以下结合附图对本实用新型作进一步描述。

[0026] 本实用新型的降解废气机理是：在紫外光束的照射下，废气中的有机污染物吸收光子能使分子键断裂或变为激发状态，废气中的 O_2 分子吸收光子能生成的 O^* （活性氧）与 O_2 结合产生臭氧 O_3 ，废气中的 H_2O 分子吸收光子能产生羟基自由基 $HO\cdot$ ，形成 $UV/O_3/HO\cdot$ 光激发氧化体系，这将有利于扩大单一光氧化去除有机物的范围，污染物最终分解为无毒无害的 CO_2 、 H_2O 等产物，从而使废气得到净化。

[0027] 本实施例中（图 1、2），管式反应器 2 由反应器壳体 4 和设于其内部的 UV 放电管模块 5～12 组成，相邻两个 UV 放电管模块的轴线空间垂直交错设置并与壳体 4 构成一个光解舱 13，可实现废气多级处理。UV 放电管模块由 UV 放电管 14 与包覆于 UV 放电管 14 外部的石英套管 15 构成，在通电后能发射主波长为 184.9nm 或 253.7nm 的紫外光，使光解舱 13 受到相同或不同波长的紫外光照射，可实现多组分废气处理。

[0028] 图 1 中的管式反应器共有三组并联的管式壳体结构，各自的废气进口端均接至废气的主管道 1，每组管式的壳体 4 均设流量调节阀门 3，并联后连接于废气输送管道。

[0029] 管式反应器 2 的壳体 4 采用优质不锈钢材料制造，接缝采用焊接，废气进口、净化气出口、UV 放电管模块安装口、废气取样口等处进行密封处理，防止紫外光外泄危害人体健康。壳体 4 的内壁表面作镜面抛光（也可镀膜）处理，增强光的反射能力，提高了光能利用效率。

[0030] 本实施例中，所述的 UV 放电管 5-10 采用超高功率低气压 UV 放电管，UV 放电管 11、12 采用高功率低气压 UV 放电管。所述的石英套管 15 采用 2～5mm 厚石英玻璃。

[0031] 本实施例中，所述的光解舱 13 前段、中段处于主波长为 184.9nm 紫外光照射，流经光解舱 13 前段的污染物分子吸收光子能，而发生分子化学键断裂或变为激发状态；废气中 O_2 分子吸收光子能生成的 O^* （活性氧）与 O_2 结合产生臭氧 O_3 ；废气中 H_2O 分子吸收光子能产生羟基自由基 $HO\cdot$ 。流经光解舱 13 中段的废气或激发状态的废气分子，在 $UV/O_3/HO\cdot$ 光激发氧化体系作用下进一步净化。

[0032] 本实施例中，所述的光解舱 13 末段处于波长为 253.7nm 紫外光照射，净化后尾气流经光解舱 13 末段在紫外线的穿透下尾气中的细菌、病毒的核酸（DNA）损伤，细胞失去繁殖能力，从而达到杀菌消毒的效果。

[0033] 所述高能紫外光降解废气管式反应器的优点是净化效率高、适应环境范围广、无需添加任何化学药剂、无独立废气处理设备，无需配置辅助动力设备，无二次污染、不单独占用土地，投资运行费用低、运行稳定、无需专人管理和日常维护，只需作定期检查。可在运行状态下进行单组轮流检修，并实现多组分废气多级处理。

[0034] 以下是本实用新型高能紫外光降解废气管式反应器在浙江某化工公司试验情况如下：

[0035] 浙江某制药公司污水站挥发废气情况如下表 1。

[0036] 表 1 浙江某制药公司污水站废气情况汇总表

[0037]

污 染 物 浓 度	甲硫醇	甲硫醚	硫化氢
平均浓度 (mg/m ³)	12.4	2.5	27.6
最高浓度 (mg/m ³)	15.3	5.8	38.8

[0038] 试验装置主要技术参数如下：

[0039] 废气流量：1000m³/h

[0040] 有效尺寸：φ600×5000mm

[0041] 光照强度：3200 μ W/cm²

[0042] 反应器数量：3 组

[0043] 单组反应器放电管模块数量：16 套，每支放电管功率 36W。

[0044] 放电管类型：UV 放电管 5-10 采用超高功率低气压 UV 放电管，发射主长 184.9nm 紫外光。放电管 11、12 采用高功率低气压 UV 放电管，发射主长 253.7nm 紫外光。

[0045] 放电管轴线间距：相邻放电管轴线间距 300mm。

[0046] 套管类型：石英套管 15 采用 2mm 厚石英玻璃。

[0047] 装置壳体材质：S304 不锈钢，内表面采用镜面抛光处理，外表面采用抛丸喷砂处理。

[0048] 试验装置在常温常压状态下连续 6 个月运行，平均湿度为 70%，废气流量为 1000m³/h，甲硫醇去除率达到 75% 以上，甲硫醚去除率达到 82% 以上，H₂S 平均去除率达到去除率 96% 以上，尾气排放达到《恶臭污染物排放标准》GB14554-1993 排放要求。

[0049] 由上述实例可见，本案实用新型所述的管式紫外光降解废气反应器，具有结构简单、安装方便、净化效率高、投资运行费用低、运行稳定、可实现运行状态检修、可同时处理多组份废气等优点，工程应用前景广阔。

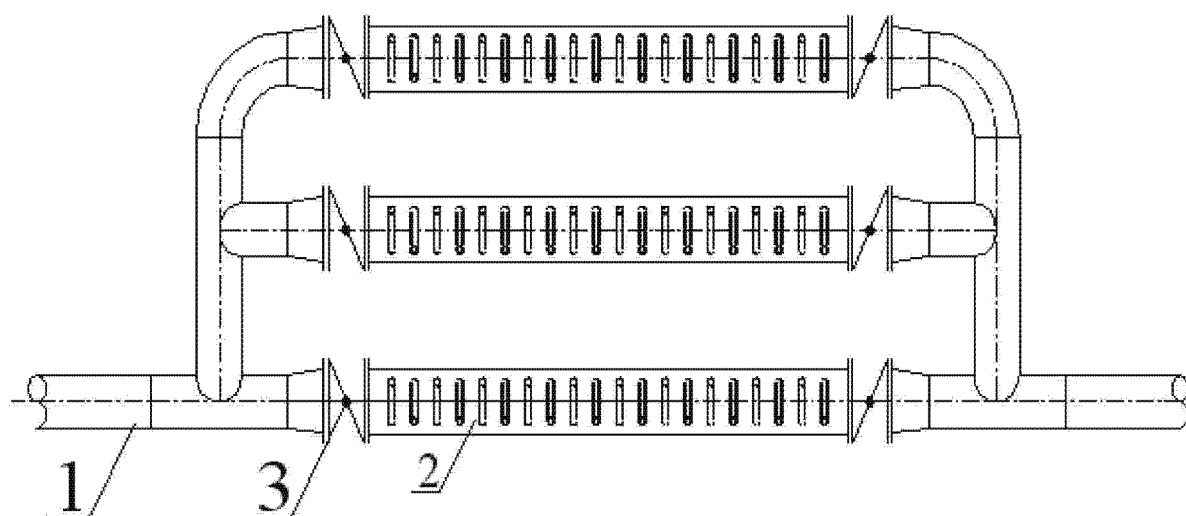


图 1

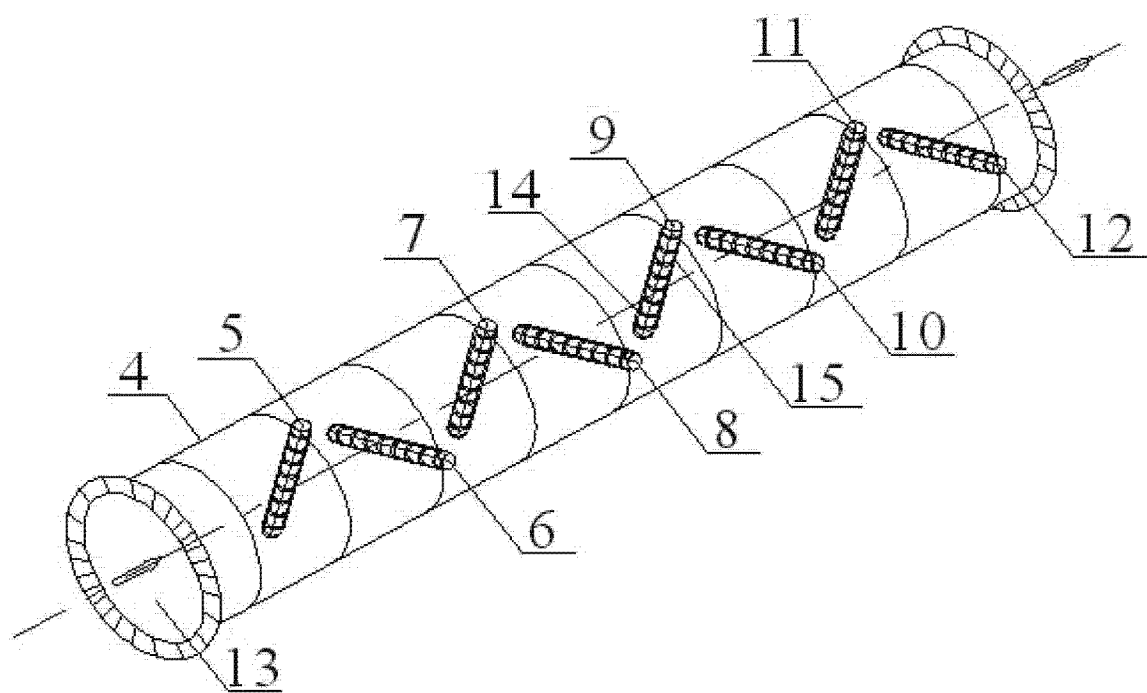


图 2