[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
B01D 53/75 (2006.01)

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200710000528.9

[45] 授权公告日 2009 年 7 月 1 日

[11] 授权公告号 CN 100506357C

[22] 申请日 2007.1.10

[21] 申请号 200710000528.9

[73] 专利权人 北京大学

地址 100871 北京市海淀区颐和园路 5 号环境工程研究所

[72] 发明人 叶正芳

[56] 参考文献

CN1745883A 2006.3.15

JP57－159524A 1982.10.1

CN1587124A 2005.3.2

US5225176A 1993.7.6

固定化微生物法处理含甲硫醇恶臭气体. 袁志文等. 上海环境科学，第 19 卷第 3 期. 2000

审查员 张宪国

[74] 专利代理机构 北京金阙华进专利事务所（普通合伙）

代理人 吴鸿维

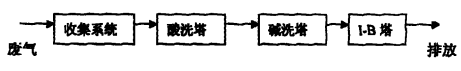
权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 1 页

[54] 发明名称

多组分复杂废气进行处理的装置及其方法

[57] 摘要

本发明涉及多组分复杂废气进行处理的装置及其方法，该方法包括对多组分复杂废气进行酸洗、碱洗处理以及生物处理，其中：生物处理采用了固定化微生物处理技术。 本发明多组分复杂废气进行处理的装置，包括酸洗塔、碱洗塔和生物滤塔；其中：所述生物滤塔中采用了微生物固定化技术。 本发明优点：本发明采用的微生物固定化载体具有很强的微生物固定能力，生物负载量大，固定的微生物可同时呈现好氧、兼氧及厌氧菌共存的状态，故可同时去除废气中的有机物和无机物类污染物，处理速度快、净化效率高以及成本低的优点。 整个系统既可处理优腐蚀性的酸碱废气，也可处理难降解有机物。



1、多组分复杂废气进行处理的方法，该方法包括按如下顺序的步骤进行：对多组分复杂废气进行酸洗、对经过酸洗的废气进行碱洗以及对经过碱洗处理的废气进行生物处理，其特征在于：所述的生物处理采用了固定化微生物处理技术,在固定化微生物处理中，所采用的微生物固定化载体是改性的聚氨脂泡沫塑料，该塑料含有反应性基团。

2、根据权利要求1所述多组分复杂废气进行处理的方法，其特征在于：所述载体的孔径为0.5mm—3.0mm，持水量为载体自重的20倍，孔隙度98%，比表面积为80m^2/g—120m^2/g，对微生物及酶的负载量达80g/L。

3、一种实施权利要求1所述方法的装置，其特征在于：该装置包括酸洗塔、碱洗塔和生物滤塔;其中：所述生物滤塔中采用了微生物固定化技术。

4、根据权利要求3所述的装置，其特征在于：该装置采用了一种微生物及复合酶固定化载体，该载体是一种改性的聚氨酯泡沫塑料，含有反应性基团，通过离子键、共价键、氢键为主的载体结合法固定微生物及复合酶。

多组分复杂废气进行处理的装置及其方法

技术领域

本发明涉及一种废气处理的装置及其方法，更具体来讲，本发明涉及多组分复杂废气进行处理的装置及其方法：即采用物理化学处理与生物处理相结合的工艺来对多组分复杂废气进行处理，从而达到脱臭的目的。

背景技术

多组分复杂废气是生产中产生的一种难于回收利用的含有挥发性有机物和无机物的污染物，绝大部分多组分复杂废气会散发出强烈的有毒有害的臭味，从而引起人体不愉快的反映甚至中毒。例如碱性气体-氨类污染物有强烈的刺激气味，严重是可引起呼吸道中毒；酸性气体-硫化物有恶臭，浓度高时可在极短的时间内使人丧命；二氧化硫、氮氧化物是造成酸雨的罪魁祸首！各种各样的有机废气散发的臭气严重的影响着人们的生活。在这些废气中，单一组分的废气往往较好处理，但由于多组分复杂废气来源不同，成分复杂，故处理难度大。现有技术中出现了多种用于对废气进行处理的工艺和设备。例如在200510136186.4 号专利文件中就公开了一种废气处理系统，包括一导引信道、一流体喷嘴与一集尘盒。导引信道用以导引经燃烧的废气，流体喷嘴位于导引信道内，用以喷洒流体使废气冷却，并使粉尘附着于流体。集尘盒与导引信道的下方出口垂直地相连通，以收集粉尘与流体。这是一种适用于高浓度可燃气体的处理装置，但处理成本高，不适用于低浓度废气的处理。

专利文件 200510032712.2 涉及一种生物滤池废气处理设备，包括前处理装置、固定生物反应器和气体连通管，在所述前处理装置上设有出气口，在所述固定生物反应器上设有进气口，所述气体连通管分别与出气口和进气口连通，其特征在于，在固定生物反应器上至少设有两个所述进气口。还可在固定生物反应器的上部和下部分别设有一个所述进气口。该设备由于克服了现有技术在固定生物反应器上只设置一个进气口的偏见和习惯，至少设置两个进气口，可实现多端进气，使固定生物反应器中填料的营养均匀，培养出的微生物量也均匀，从而避免在进气端的填料上生物膜较厚容易造成堵塞；还能提高抗冲击负荷能力；也能充分利用填料的体积。这种方法对于低浓度、易降解和低毒性的有机废气是有效的，但不适用于高浓度有机废气、以及含有酸性和碱性废气的处理。

专利文件 200510100821.3 涉及一种纳米二氧化钛、纳米二氧化硅和特殊纳米材料 A 的纳米复合光催化杀菌降解光触媒，其主要成份为：纳米二氧化钛：0.01-99%；纳米二

氧化硅或硅溶胶，其中纳米二氧化硅净含量占该纳米复合光触媒的：0.01-60%；特殊纳米材料 A：0.01-60%；其余为水。以上百分数为质量百分数。本发明还提供几种上述纳米复合光触媒的制备方法，本发明制备的光触媒的突出特点是：该制备工艺简单，污染降解及杀菌功能强，应用广泛，性价比高，可用于水处理、空气净化、杀菌、防腐、产品表面净化处理、废气处理领域。这种光触媒处理装置是目前的研究热点，但仅适用于低浓度小型处理装置，对大型工业废气处理尚不适用。

专利文件 200410040601.1 是一种用微波处理废气的方法和所用的装置。该方法利用微波发生器产生微波，然后使微波输入谐振腔；在谐振腔的适当位置安装一个或一个以上的燃烧极；微波经燃烧极的激励，在谐振腔中形成燃烧场；将废气引入谐振腔，并使其通过燃烧场后再引出。所用装置包括谐振腔，装在其一端的微波发生器，装在其另一端的燃烧极，谐振腔的壁上设有进气槽孔和排气槽孔。本发明具有结构较简单，体积小。可用于汽车、烟囱等排出的废气处理中，也可用于其它适宜燃烧法处理的废气净化中，但处理成本高，不适用于大型工业处理装置。

专利 200510084058.X 公开了一种氢氧化钠溶液循环过滤式废气处理器。废气在反应过滤室中废气中的有害物质及粉尘颗粒物被氢氧化钠溶液吸收进入溶液，溶液达到规定浓度时排出，氢氧化钙反应排出的溶液经还原生产出新的氢氧化钠溶液。这种处理装置经适用于酸性废气的处理。

专利 200410053236.8 报道了一种含芳烃类有机物废气的净化方法，废气中芳烃类有机物的含量小于 200mg/m^3，包括将废气增湿至湿度为 40%～饱和，再通过一生物填料床，废气处理负荷为 50～200hr^{-1}。生物填料床由棉花杆、芦苇和树皮三种植物填料由下至上依次堆积叠放构成，棉花杆、芦苇和树皮三者的堆体积比为(5～15)：(1.5～4)：1，生物填料床的接种微生物源由活性污泥置于无机盐-底物培养基中经驯化和富集，然后经扩大培养获得，每升培养基中含有 0.5～5.0g 的芳烃羧酸，芳烃羧酸取自苯甲酸、苯乙酸或苯二甲酸中的一种或一种以上的混合物。芳烃类有机物的平均去除效率达 55%以上，其中苯乙烯的处理效率达到 80～90%。这种装置对于浓度低的简单芳烃类有机物废气还是有效的，但不适用于复杂废气系统。

在上述的某些现有处理方法中，各种方法都有其自身的优势和缺陷。燃烧法仅适用于高浓度可燃气体的处理，但处理成本高，不适用于低浓度废气的处理。生物法对于低浓度、易降解和低毒性的有机废气是有效的，但不适用于高浓度有机废气、以及含有酸性和碱性废气的处理。光触媒处理装置适用于低浓度小型处理装置，对大型工业废气处理尚不适用。吸收法适用于成分单一的酸性或碱性废气的处理。

从上述所：对于成分复杂、尤其是有机物和无机物共存的废气处理装置是一个难点和

空白。

发明内容

本发明的目的在于克服现有技术中存在的不足之处，而提供一种多组分复杂废气处理的装置及其方法，该方法通过将物化处理与先进的生物处理技术-固定化微生物技术相结合而得以实现。

本发明目的可以通过如下措施来实现：本发明方法包括如下顺序步骤进行：对多组分复杂进行酸洗处理；对经过酸洗的废气进行碱洗处理；以及对经过碱洗处理的废气进行生物处理，所述的生物处理采用了固定化微生物处理技术。

在本发明中，通过进行酸洗处理，去除碱性气体，比如游离氨、有机氨以及一些两性挥发性废气等可通过酸吸收予以去除。通过进行碱洗处理，去除酸性气体，比如硫化氢、氮氧化物、有机酸以及一些两性挥发性废气等可通过碱吸收进行去除。碱洗工艺和酸洗工艺一方面去除了酸、碱等无机污染物，同时对后续的生物处理起到保护作用。而废气中的有机污染物主要通过生物法进行去除。

本发明在固定化微生物处理中，所采用的微生物固定化载体可以是改性的聚氨脂泡沫塑料，即含有反应性基团，这些基团可与生物活性分子中的氨基和羧基直接形成离子键、共价键和氢键，从而实现载体与微生物、酶偶联，或经过较温和的化学方法活化后与生物活性分子偶联，通过载体结合法固定生物分子。

本发明所述载体优选的孔径为0.5mm—3.0mm，持水量为载体自重的20倍，孔隙度98%，比表面积约为80m^2/g—120m^2/g，其对微生物及酶的负载量可达80g/L。

本发明所述微生物固定化处理步骤是以生物滤塔的形式实现的。所述固定化微生物滤塔所述方法还包括一个气体溶解室和生物滤层，该步骤位于物化处理步骤之后。通过物化处理将废气通入水中，利用部分有机物溶解于水的特性，水中接种了微生物和复合酶制剂，并以粉状活性炭作为载体，降解溶于水中的有机物；同时气体从水中逸出时夹带的水分可如润湿生物滤层中的填料，为固定化微生物提供适宜的生存条件。上升的废气与生物滤层填料上固定的微生物充分接触，废气中的有机污染物被好氧降解转变为二氧化碳，微量的硫化物被氧化物硫酸盐，微量的氮氧化物通过反硝化转化为氮气。

多组分复杂废气进行处理的装置，该装置包括酸洗塔、碱洗塔和生物滤塔;其中：所述生物滤塔中采用了微生物固定化技术。

根据本发明装置中所采用的微生物及复合酶固定化载体是一种改性的聚氨酯泡沫塑料，该塑料含有反应性基团，通过离子键、共价键、氢键等为主的载体结合法固定微生物及复合酶。

微生物采用专用复合工程菌或活性污泥接种培养，微生物培养和固定化方法如下：首先在生物滤塔中灌满水，投加白糖，控制有机物的浓度在 300mg/L 左右，然后按比例 C:N:P=100：5：1 的比例投加尿素和磷酸盐，按 1ppm 投加复合工程菌或按 100ppm 投加活性污泥，开动循环泵进行循环并充氧，连续三天后将混合液排放至生物滤塔底部 1m 处，然后将废气与空气的混合气通入生物滤塔，废气的比例按 30%、50%、70%、100%逐级递增，每三天一个梯度，大约 15 天后生物滤塔转入正常的工作。

本发明与现有技术相比具有如下优点：本发明所采用的微生物固定化载体具有很强的微生物固定能力，生物负载量大，该载体所能固定的微生物可同时呈现好氧、兼氧及厌氧菌共存的状态，故采用该技术可同时去除废气中的有机物和无机物类污染物,与现有的处理技术相比，本发明具有处理速度快、净化效率高以及成本低的优点。整个系统即可处理优腐蚀性的酸碱废气，也可处理难降解有机物。

因此，本发明的生物处理采用固定化微生物处理技术，在处理效率、运行稳定性、微生物量、及气固液分离效果等方面具有一系列优点。

附图说明

图 1 是本发明的多组分复杂废气处理的工艺流程图。

图 2 是本发明的多组分复杂废气处理的装置示意图。

具体实施方式

下面列举 2 个实施例，并参照附图对本发明的基本原理及示例性实施方式作详细的描述。

首先对本发明的基本原理进行讨论。本发明中，通过进行酸洗处理，去除碱性气体，比如游离氨、有机氨以及一些两性挥发性废气等可通过酸吸收予以去除。通过进行碱洗处理，去除酸性气体，比如硫化氢、氮氧化物、有机酸以及一些两性挥发性废气等可通过碱吸收进行去除。碱洗工艺和酸洗工艺一方面去除了酸、碱等无机污染物，同时对后续的生物处理起到保护作用。而废气中的有机污染物主要通过生物法进行去除，本发明的生物处理采用固定化微生物处理技术，本发明中的固定化微生物处理技术相比于现有技术中的生物处理技术相比，在处理效率、运行稳定性、微生物量、及气固液分离效果等方面具有一系列优点。

具体而言，本发明的物化处理首先采用酸洗处理，其原理是利用硫酸的强酸性和游离氨和有机氨等碱性气体反应形成盐而得以去除；然后，对废气进行碱洗处理，其原理是利用氢氧化钠、碳酸钠以及石灰水等碱性溶液和废气中的硫化氢、二氧化硫、二氧化氮以及

甲酸、乙酸等挥发性的有机酸反应进行去除。再通过生物处理，除去废气中的有机污染物。

可对经过物化处理的废气进行生物处理而使其达到一定的标准。固定化微生物废气处理技术是当前废气生物处理技术的重点研究领域。通过一定的固定化技术手段，使微生物附着生长，有利于提高生物反应器内微生物的数量，有利于反应后的气固液分离，有利于去除氨氮、重金属离子、高浓度有机物及难以生物降解的物质，提高系统处理能力和适应性，缩短处理时间，降低处理成本。与传统的废气生物处理技术相比，固定化微生物废气处理技术具有处理效率高、运行稳定、可纯化和保持优势菌群、反应器内生物量大及气固液分离效果好等一系列优点，是一项高效低耗、运行管理方便的废气生物处理技术。目前，微生物的固定化方法主要有表面吸附固定法、交联固定法、包埋固定法等几种。表面吸附固定法是指微生物吸附在载体表面而固定的方法，目前废气处理中的生物膜法是其代表性的例子。该方法操作简单，对微生物活性影响较小，但其固定的微生物量有限，达不到理想的处理效果。交联固定法是利用两个或两个以上的功能团试剂，直接与微生物肽链某些氨基酸残基进行交联反应、从而与微生物形成共价键使微生物固定化的方法。该方法化学反应激烈，对微生物活性影响较大，所用交联剂大多价格昂贵，因此，限制了此法的应用。包埋固定法是用高分子水凝胶材料开成网络、微囊等使微生物固定化或利用水溶单体聚合形成凝胶时将微生物包埋在其内。该方法操作简单，对微生物活性影响较小，但其固定化微生物因网络结构的阻碍而不利于传质，且水凝胶耐冲击性不佳、寿命短则是包埋法遇到的难题。

在本发明中，针对目前多组分复杂废气处理技术的不足对固定化微生物技术进行了研究开发，本发明的特点集中体现在本发明的微生物固定化载体上。

本发明的微生物固定化载体，具有生物相容性好、抗水解、抗氧化、耐磨损及不堵塞的结构特征，其特征在于最佳孔径为为 0.5mm—3.0mm，持水量为 20 倍，孔隙度 98%，比表面积约为 80m2/g—120m2/g，其对微生物及酶的负载量可达 80g/L。

载体具有较好的传质、传热、动量传递的特性，可维持理想的反应动力学特征。

本发明的微生物固定化载体，固定微生物能力强，生物负载量大，微生物及酶的负载量可达 20—60g/L，所固定的微生物可同时呈现好氧、兼氧及厌氧菌共存的状态，故采用该技术可同时去除废气中的有机物和氮氧化物类污染物。

本发明微生物固定化技术是通过生物滤塔的形式应用于工程的。生物滤塔所固定的微生物可同时呈现好氧、兼氧及厌氧菌共存的状态，生物滤塔利用厌氧微生物的水解、发酵、酸化作用，是难降解有机物转化为易于降解的物质，通过反硝化作用将氮氧化物转变氮气，还可降低废气处理的成本；其他的有机污染物通过好氧菌转变为二氧化碳和水，氨氮转变

为硝酸根和亚硝酸根，微量重金属离子与微生物螯合而得以去除。由于选用了高吸水量的聚氨酯网状悬浮滤料，废气中的水分被载体吸附。由于固定化微生物的作用，维持了生物的多样性，提高了微生物的活性及适应性，好氧菌、兼氧菌及厌氧菌同时存在，硝化、反硝化同时进行，氨氮和总氮同时降低，丝状微生物、原生动物及后生动物非常丰富，可有效的降解废气中的芳烃、酚、萘等难降解有机物及大分子化合物。

下面将结合附图对本发明一种示例性的工艺流程进行讨论，图中表示了某化工厂1000m^3/h 综合废气处理系统。下文将逐项地介绍该系统中的每一部分。该系统综合废气指标为：

H_2S 浓度： ≦60mg/m^3

挥发酚 ≦20mg/m^3

石油烃 ≦100mg/m^3

NH_3浓度： ≦20mg/m^3

气味单位（无量纲）： ≦10000

经本系统处理后，各项指标达到国家“大气污染物综合排放指标”GB16297－1996、“恶臭污染物排放标准”GB14554－93 中的相关项目要求。

酸洗塔：

酸洗塔的主要作用是去除碱性气体，比如游离氨、有机氨以及一些两性挥发性废气等可通过酸洗予以去除。酸洗塔的尺寸为：Φ3.0m×4.0m，酸洗塔中装填多孔、空心聚丙烯球形填料，填料直径Φ100mm，填料层厚度为 2.0m，填料分两层装填。废气从底部进入，顶部逸出；吸收液采用硫酸，硫酸溶液用循环泵从储罐打入酸洗塔顶部，经过吸收废气后从底部流出进入硫酸储罐。

碱洗塔：

碱洗塔的主要作用是去除酸性气体，比如硫化氢、二氧化硫以及一些挥发性有机酸等可通过碱洗予以去除。碱洗塔的尺寸为：Φ3.0m×4.0m，碱洗塔中装填多孔、空心聚丙烯球形填料，填料直径Φ100mm，填料层厚度为 2.0m，填料分两层装填。废气从底部进入，顶部逸出；吸收液采用氢氧化钠溶液，氢氧化钠溶液用循环泵从储罐打入碱洗塔顶部，经过吸收废气后从底部流出进入氢氧化钠溶液储罐。

固定化微生物滤塔（I-B 塔）：

固定化微生物滤塔（I-B 塔）的主要作用是通过好氧和缺氧微生物降解废气中的有机物和未吸收的硫化物和氨氮。单个固定化微生物滤塔（I-B 塔）的尺寸为：Φ3.0m×5.0m，

共两个，池内装填悬浮专用载体，载体高度 3.0m。固定化微生物滤塔（I-B 塔）池底部水深为 1.0m，接种微生物或活性污泥。

废气首先进入固定化微生物滤塔（I-B 塔）的池底水中，然后上升与固定化微生物滤塔（I-B 塔）中的载体相接触，顶部排出进入二级生物滤塔。固定化微生物滤塔（I-B 塔）顶部定期打入营养液和自来水。固定化微生物滤塔（I-B 塔）的底部设置排泥管。

从下面的工程试验可进一步了解本发明所能达到的技术效果。

实例一：

采用本发明处理技术的某垃圾处理厂垃圾渗滤液储存池的臭气，处理前臭气指标：H_2S 浓度：30mg/m^3，氨氮浓度：20mg/m^3，气味单位：12000，采用本系统处理后各指标降为：H_2S 浓度：0mg/m^3，氨氮浓度：0.1mg/m^3，气味单位：5。

实例二：

采用本发明处理技术的某污水处理厂污泥消化车间臭气，处理前臭气指标：H_2S 浓度：40mg/m^3，氨氮浓度：10mg/m^3，气味单位：15000，采用本系统处理后各指标降为：H_2S 浓度：0mg/m^3，氨氮浓度：0mg/m^3，气味单位：10。

尽管上文中对本发明的具体实施方式进行了描述，但这仅是示例性的，本领域技术人员可以领会到：在权利要求书所限定的范围内，还可以有多种其它的实施方式，且所有基于本发明设计思想的实施方式都在本发明的范围内。

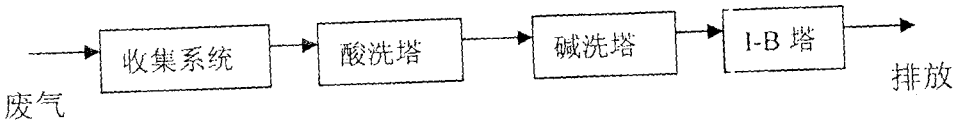


图 1

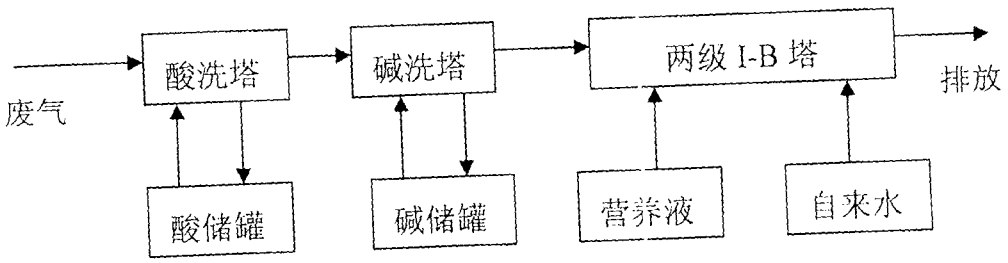


图 2