(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109985518 A
(43)申请公布日 2019.07.09

(21)申请号 201910260114.2

(22)申请日 2019.04.01

(71)申请人 广州尚洁环保科技有限公司
地址 510000 广东省广州市黄埔区开创大道1936号(自编号H6栋)1814房-1815房

(72)发明人 杜长明 宋世炜 陈浩卓

(74)专利代理机构 广州三环专利商标代理有限公司 44202
代理人 颜希文 宋静娜

(51)Int.Cl.
B01D 53/86(2006.01)
B01D 53/44(2006.01)

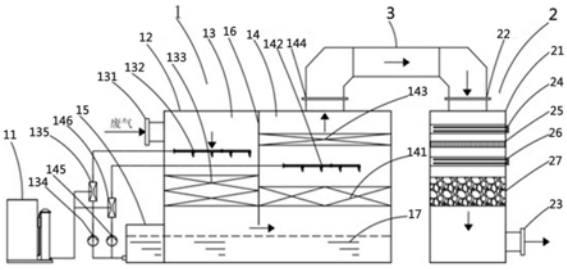
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

一种基于氧化性自由基处理涂装自动生产线废气系统

(57)摘要

本发明公开了一种基于氧化性自由基处理涂装自动生产线废气系统,包括按气流方向依次布置的自由基多相氧化塔和自由基气相氧化箱,所述自由基多相氧化塔与所述自由基气相氧化箱连通,所述自由基多相氧化塔通过注入活性氧分子来产生氧化性自由基,所述自由基气相氧化箱通过光解来产生氧化性自由基。VOCs污染物于自由基多相氧化塔内同时发生气-气、气-液、液-液、气-固和气雾多相氧化反应,被强烈快速降解,且塔内形成多相氧化-水溶液注入活性氧分子再生-激发强氧化性自由基源-多相氧化的良性循环。未降解或未完全降解的污染物随后被自由基气相氧化箱中紫外灯产生的氧化性自由基和催化剂的复合活性组分高效捕获,并彻底氧化降解,无二次污染,环保节能。



CN 109985518 A

1.一种基于氧化性自由基处理涂装自动生产线废气系统,其特征在于,包括按气流方向依次布置的自由基多相氧化塔和自由基气相氧化箱,所述自由基多相氧化塔与所述自由基气相氧化箱连通,所述自由基多相氧化塔通过注入活性氧分子来产生氧化性自由基,所述自由基气相氧化箱通过光解来产生氧化性自由基。

2.如权利要求1所述的基于氧化性自由基处理涂装自动生产线废气系统,其特征在于,所述自由基多相氧化塔包括活性氧分子发生器和塔体;所述塔体内设有相互连通的第一级自由基多相氧化区、第二级自由基多相氧化区和水溶液收集槽,所述第一级自由基多相氧化区与所述第二级自由基多相氧化区并列相隔,所述水溶液收集槽设于所述第一级自由基多相氧化区和所述第二级自由基多相氧化区的下方。

3.如权利要求1所述的基于氧化性自由基处理涂装自动生产线废气系统,其特征在于,所述自由基气相氧化箱包括箱体,所述箱体设有进气端和出气端,所述箱体内设有沿气流方向依次布置的第一级紫外灯区、第一级光解催化层、第二级紫外灯区和第二级光解催化层。

4.如权利要求2所述的基于氧化性自由基处理涂装自动生产线废气系统,其特征在于,所述第一级自由基多相氧化区设有沿气流方向依次布置的废气进气口、第一级喷淋器和第一级催化填料层;所述第一级喷淋器与所述水溶液收集槽连通,所述第一级喷淋器与所述水溶液收集槽连通的管路上还设有第一级水泵和第一级射流器,所述第一级水泵和所述第一级射流器沿水流方向依次布置,所述第一级射流器还与所述活性氧分子发生器连通。

5.如权利要求2所述的基于氧化性自由基处理涂装自动生产线废气系统,其特征在于,所述第二级自由基多相氧化区设有沿气流方向依次布置的第二级催化填料层、第二级喷淋器、第二级除雾填料层和出气口;所述第二级喷淋器与所述水溶液收集槽连通,所述第二级喷淋器与所述水溶液收集槽连通的管路上还设有第二级水泵和第二级射流器,所述第二级水泵和所述第二级射流器沿水流方向依次布置,所述第二级射流器还与所述活性氧分子发生器连通,所述出气口与所述自由基气相氧化箱的进气端连通。

6.如权利要求3所述的基于氧化性自由基处理涂装自动生产线废气系统,其特征在于,所述第一级光解催化层和所述第二级光解催化层由吸附型二氧化钛-二氧化锰-氧化铜-氧化钴蜂窝催化剂构成。

7.如权利要求6所述的基于氧化性自由基处理涂装自动生产线废气系统,其特征在于,所述蜂窝催化剂的制备方法为:以蜂窝陶瓷为载体,利用H-ZSM-5分子筛对二氧化钛、二氧化锰、氧化铜和氧化钴活性组分进行结构调控,并通过浸渍法使二氧化钛、二氧化锰、氧化铜和氧化钴负载于所述蜂窝陶瓷上制得。

8.如权利要求4所述的基于氧化性自由基处理涂装自动生产线废气系统,其特征在于,所述第一级催化填料层由球状的第一催化剂组成,所述第一催化剂由过渡金属氧化物、活性炭和粘土组成;优选地,所述过渡金属氧化物包括铁、钴、锰、铜、镍、锌、银的氧化物中的至少一种。

9.如权利要求5所述的基于氧化性自由基处理涂装自动生产线废气系统,其特征在于,所述第二级催化填料层由球状的第二催化剂组成,所述第二催化剂由过渡金属氧化物、稀土金属氧化物、活性炭和粘土组成;优选地,所述过渡金属氧化物包括铁、钴、锰、铜、镍、锌、银的氧化物中的至少一种;优选地,所述稀土金属氧化物包括镧、铈、镨、钕、钇的氧化物中

的至少一种。

10.如权利要求5所述的基于氧化性自由基处理涂装自动生产线废气系统，其特征在于，所述第二级除雾填料层由泰勒花环填料组成。

一种基于氧化性自由基处理涂装自动生产线废气系统

技术领域

[0001] 本发明涉及工业废气处理技术领域，尤其涉及一种基于氧化性自由基处理涂装自动生产线废气系统。

背景技术

[0002] 涂装，是指对金属和非金属的表面覆盖保护层或装饰层。随着工业自动化技术的快速发展，涂装已由手工向工业自动化方向发展，涂装自动生产线越来越广泛深入到国民经济的多个工业领域。涂装自动生产线主要由前处理电泳线、密封底涂线、中涂线、面涂线、精修线及烘干系统组成，在喷漆和烘干过程会分别产生喷漆废气和烘干废气，通常混合收集后形成涂装自动生产线有机废气，污染成分主要为挥发性有机物(VOCs)，包括苯、甲苯、二甲苯、己烷、庚烷、甲基乙基酮、乙酸乙酯、四氯化碳等，浓度约为500～1000mg/m^3，远远超过环保标准要求，必须经过严格处理才能达标排放。

[0003] 目前，涂装有机废气的治理技术主要有：吸附法、热力燃烧法、催化燃烧法、光解法等。涂装自动生产线若采用活性炭吸附法，通常采用常规活性炭吸附与催化燃烧相结合的处理工艺，是基于吸附和催化燃烧2个基本原理设计的，即吸附浓缩-催化燃烧销毁，采用2个以上活性炭吸附器连续工作，且各吸附器之间可交替使用。该方法要求活性炭要定期不断的再生，否则会导致活性炭的吸附性能逐渐下降。因此需要定期更换活性炭，还会产生活性炭危险废弃物。而热力燃烧法处理涂装自动生产线有机废气，会产生NO_x、焦油、二恶英等毒性副产物，同时需消耗大量天然气。涂装自动生产线若采用沸石转轮吸附法，通常采用沸石转轮吸附与蓄热式焚烧炉相结合的处理工艺，是基于吸附和热力燃烧2个基本原理设计的，即转轮吸附浓缩-热力燃烧销毁，该方法所用的设备昂贵，运行时也需消耗大量天然气，同时会产生NO_x、焦油、二恶英等毒性副产物。

[0004] 综上，现有的涂装自动生产线有机废气处理技术存在二次污染和运行成本高昂等问题，增加了企业的生产成本。因此，为解决涂装自动生产线废气中多种挥发性有机污染物的净化难题，尚需开发全新的有机废气处理技术及系统。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于解决上述现有技术中存在的缺点和不足，提供基于氧化性自由基处理涂装自动生产线废气系统。本发明的处理系统能将涂装自动生产线废气中的多种挥发性有机物彻底氧化降解，无二次污染，运行成本较低。

[0006] 为实现其目的，本发明采用的技术方案为：

[0007] 一种基于氧化性自由基处理涂装自动生产线废气系统，其包括按气流方向依次布置的自由基多相氧化塔和自由基气相氧化箱，所述自由基多相氧化塔与所述自由基气相氧化箱连通，所述自由基多相氧化塔通过注入活性氧分子来产生氧化性自由基，所述自由基气相氧化箱通过光解来产生氧化性自由基。优选地，所述自由基多相氧化塔和所述自由基气相氧化箱之间通过风管相连通。

[0008] 优选地，所述自由基多相氧化塔包括活性氧分子发生器和塔体；所述塔体内设有相互连通的第一级自由基多相氧化区、第二级自由基多相氧化区和水溶液收集槽，所述第一级自由基多相氧化区与所述第二级自由基多相氧化区并列相隔，所述水溶液收集槽设于所述第一级自由基多相氧化区和所述第二级自由基多相氧化区的下方。优选地，所述第一级自由基多相氧化区与所述第二级自由基多相氧化区通过隔板相隔，所述隔板与所述水溶液收集槽的水面之间留有间隔。

[0009] 优选地，所述塔体的外形为长方体，采用不锈钢或碳钢材料制成，所述塔体的内部作环氧树脂腐防涂层处理。

[0010] 优选地，所述活性氧分子发生器由介质阻挡放电管组成，通过电离空气产生活性氧分子。

[0011] 优选地，所述第一级自由基多相氧化区设有沿气流方向依次布置的废气进气口、第一级喷淋器和第一级催化填料层；所述第一级喷淋器与所述水溶液收集槽连通，所述第一级喷淋器与所述水溶液收集槽连通的管路上还设有第一级水泵和第一级射流器，所述第一级水泵和所述第一级射流器沿水流方向依次布置，所述第一级射流器还与所述活性氧分子发生器连通。

[0012] 优选地，所述第一级催化填料层由球状的第一催化剂组成，所述第一催化剂由过渡金属氧化物、活性炭和粘土组成。优选地，所述过渡金属氧化物包括铁、钴、锰、铜、镍、锌、银的氧化物中的至少一种。

[0013] 优选地，所述第二级自由基多相氧化区设有沿气流方向依次布置的第二级催化填料层、第二级喷淋器、第二级除雾填料层和出气口；所述第二级喷淋器与所述水溶液收集槽连通，所述第二级喷淋器与所述水溶液收集槽连通的管路上还设有第二级水泵和第二级射流器，所述第二级水泵和所述第二级射流器沿水流方向依次布置，所述第二级射流器还与所述活性氧分子发生器连通，所述出气口与所述自由基气相氧化箱的进气端连通。

[0014] 优选地，所述第二级催化填料层由球状的第二催化剂组成，所述第二催化剂由过渡金属氧化物、稀土金属氧化物、活性炭和粘土组成。优选地，所述过渡金属氧化物包括铁、钴、锰、铜、镍、锌、银的氧化物中的至少一种。优选地，所述稀土金属氧化物包括镧、铈、镨、钕、钇的氧化物中的至少一种。

[0015] 优选地，所述第二级除雾填料层由泰勒花环填料组成。

[0016] 优选地，所述自由基气相氧化箱包括箱体，所述箱体设有进气端和出气端，所述箱体内设有沿气流方向依次布置的第一级紫外灯区、第一级光解催化层、第二级紫外灯区和第二级光解催化层。

[0017] 优选地，所述第一级紫外灯区和所述第二级紫外灯区由能产生波长为185nm的紫外灯组成。

[0018] 优选地，所述箱体的外形为长方体，采用不锈钢或碳钢材料制成，所述箱体的内部作环氧树脂腐防涂层处理。

[0019] 优选地，所述第一级光解催化层和所述第二级光解催化层由吸附型二氧化钛-二氧化锰-氧化铜-氧化钴蜂窝催化剂构成。本发明的蜂窝催化剂既能增强TiO_2吸附VOCs的能力，又能降低TiO_2光生电子-空穴对复合的几率。

[0020] 优选地，所述蜂窝催化剂的制备方法为：以蜂窝陶瓷为载体，利用H-ZSM-5分子筛

对二氧化钛、二氧化锰、氧化铜和氧化钴活性组分进行结构调控，并通过浸渍法使二氧化钛、二氧化锰、氧化铜和氧化钴负载于所述蜂窝陶瓷上制得。优选地，所述蜂窝陶瓷的规格为100mm×100mm×40mm。

[0021] 所述基于氧化性自由基处理涂装自动生产线废气系统的方法，包括如下步骤：

[0022] (1)启动自由基多相氧化塔的活性氧分子发生器、第一级水泵、第二级水泵、及自由基气相氧化箱的第一级紫外灯区和第二级紫外灯区的紫外灯。水溶液收集槽中的水溶液在通过第一级水泵、第二级水泵分别进入第一级喷淋器、第二级喷淋器之前，先通过第一级射流器、第二级射流器注入活性氧分子发生器生成的活性氧分子(二氧基正离子O_2^+、臭氧O_3)，形成吸收氧化液。然后借由第一级喷淋器、第二级喷淋器呈发散雾状喷入第一级催化填料层和第二级催化填料层。在填料区液体、气体、固体催化剂三相充分接触，在自由基多相氧化塔内激发产生强氧化性自由基源(羟基自由基·OH、过氧羟基自由基HOO·、超氧阴离子自由基$\cdot O^{2-}$)。

[0023] (2)涂装自动生产线废气通过废气进气口进入自由基多相氧化塔，废气从第一级催化填料层上方进入具有吸附能力的第一级催化填料层，在第一级自由基多相氧化区内完成气-气反应、气-液反应、液-液反应、气-固反应和气雾反应，强烈快速降解废气携带的VOCs(苯、甲苯、二甲苯、己烷、庚烷、甲基乙基酮、乙酸乙酯等)污染物，把VOCs分解成小分子有机副产物、CO_2和H_2O，小部分VOCs和未降解产物被水溶液化学吸收。经过第一级自由基多相氧化区内多相催化氧化反应，大部分VOCs被氧化降解和吸收。随后，携带未反应VOCs和有机副产物的废气从隔板下方和水溶液上方的预留间隔通道进入第二级自由基多相氧化区。废气从第二级催化填料层下方进入具有吸附能力的第二级催化填料层，在第二级自由基多相氧化区内继续完成气-气反应、气-液反应、液-液反应、气-固反应和气雾反应，强烈降解废气携带的VOCs污染物，把VOCs分解成小分子有机副产物、CO_2和H_2O，少量VOCs和未降解产物被水溶液化学吸收。活性氧分子的持续注入激发更多的液相自由基，继续氧化分解水溶液中的污染物，实现水溶液水质恢复再生，形成塔内多相氧化-水溶液注入活性氧分子再生-激发强氧化性自由基源-再塔内多相氧化的良性循环。携带少量未被降解VOCs的废气经过第二级除雾填料层除去水雾后，从第二级自由基多相氧化区的出气口排出，进而进入自由基气相氧化箱。

[0024] (3)经过活性氧分子注入的自由基多相氧化塔处理后的废气在风管的引导下进入自由基气相氧化箱。在紫外灯区(第一级紫外灯区和第二级紫外灯区)激发的氧化性自由基氧化和催化剂层(第一级光解催化剂层、第二级光解催化剂层)复合活性组分二氧化钛-二氧化锰-氧化铜-氧化钴催化氧化的协同作用下，VOCs有机污染物被降解转化为无害物，清洁的尾气从自由基气相氧化箱的出气端排出。

[0025] 本发明的有益效果在于：

[0026] (1)本发明利用活性氧分子注入的自由基多相氧化塔处理VOCs污染物，容易实现规模放大和一体化高效矿化脱除多种VOCs污染物。自由基多相氧化塔的二级氧化区串联设计确保了废气在塔内的停留时间大于2s，同时活性氧分子的持续注入激发更多的液相自由基，确保了气-气反应、气-液反应、液-液反应、气-固反应、气雾反应的持续进行，强烈降解VOCs污染物，又实现水溶液水质恢复再生，形成塔内多相氧化-水溶液注入活性氧分子再生-激发强氧化性自由基源-再塔内多相氧化的良性循环，解决了涂装自动生产线有机废气

难处理的环保难题。

[0027] (2)自由基气相氧化箱的二级紫外灯层和二级吸附型光解催化层的交替串联设置，容易实现规模放大和一体化高效矿化VOCs污染物，确保了废气在氧化箱内的停留时间大于2s，能够充分利用紫外灯产生的氧化性自由基和催化剂的复合活性组分二氧化钛-二氧化锰-氧化铜-氧化钴，高效捕获、催化氧化超低浓度VOCs污染物。同时，紫外灯产生的氧化性自由基对催化剂具有改性再生作用，有效延长了催化剂的更换周期和使用寿命。

附图说明

[0028] 图1为本发明所述基于氧化性自由基处理涂装自动生产线废气系统的结构示意图。

[0029] 图中，自由基多相氧化塔1、自由基气相氧化箱2、风管3、活性氧分子发生器11、塔体12、第一级自由基多相氧化区13、第二级自由基多相氧化区14、水溶液收集槽15、隔板16、水溶液17、废气进气口131、第一级喷淋器132、第一级催化填料层133、第一级水泵134、第一级射流器135、第二级催化填料层141、第二级喷淋器142、第二级除雾填料层143、出气口144、第二级水泵145、第二级射流器146、箱体21、进气端22、出气端23、第一级紫外灯区24、第一级光解催化层25、第二级紫外灯区26、第二级光解催化层27。

具体实施方式

[0030] 为更好的说明本发明的目的、技术方案和优点，本发明通过下列实施例进一步说明。应理解，本发明实施例仅用于说明本发明的技术效果，而非用于限制本发明的保护范围。实施例中，所用方法如无特别说明，均为常规方法。

[0031] 实施例1

[0032] 某汽车零部件有限公司主要生产汽车零部件，根据市场需求及自身发展规划，对原有涂装车间内进行改扩建，拆除现有手动喷涂线的3个手动喷涂柜，新增涂装自动生产线一条，混合收集后形成涂装自动生产线有机废气20000m^3/h，污染成分主要为挥发性有机物(VOCs)，浓度约为500mg/m^3，超过了环保标准要求，必须经过严格处理才能达标排放。采用本发明的基于氧化性自由基处理涂装自动生产线废气系统进行处理，如图1所示。涂装自动生产线20000m^3/h废气处理系统包括按气流方向依次布置在风管上的自由基多相氧化塔1和自由基气相氧化箱2，自由基多相氧化塔1与自由基气相氧化箱2通过风管3相连。

[0033] 自由基多相氧化塔1包括活性氧分子发生器11和塔体12；活性氧分子发生器11由20只介质阻挡放电管组成，总功率10kW，电离空气产生活性氧分子(二氧基正离子O_2^+、臭氧O_3)；塔体12的外形为长方体，采用碳钢材料制成，内部作环氧树脂腐防涂层处理，塔体12的长为8000mm，宽为4000mm，高为3000mm。塔体12内设有第一级自由基多相氧化区13、第二级自由基多相氧化区14和水溶液收集槽15。第一级自由基多相氧化区13和第二级自由基多相氧化区14位于水溶液收集槽15的上方，且第一级自由基多相氧化区13与第二级自由基多相氧化区14之间并列设置、并通过隔板16相隔开，水溶液收集槽15内装有水溶液17，隔板16与水溶液17的水面之间留有供气体流通的间隔。

[0034] 第一级自由基多相氧化区13设有沿气流方向依次布置的废气进气口131、第一级喷淋器132和第一级催化填料层133。第一级喷淋器132通过水管与水溶液收集槽15连通；按

水流方向，该水管上还依次布置有第一级水泵134和第一级射流器135；第一级射流器135还通过水管与活性氧分子发生器11连通。

[0035] 第一级催化填料层133由第一催化剂组成，第一催化剂由55％氧化铁、5％二氧化锰、33％活性炭和7％粘土组成(重量百分比)，第一催化剂的形状为直径50mm的球体。

[0036] 第二级自由基多相氧化区14设有沿气流方向依次布置的第二级催化填料层141、第二级喷淋器142、第二级除雾填料层143和出气口144。第二级喷淋器142通过水管与水溶液收集槽15连通，按水流方向，该水管上还依次布置有第二级水泵145和第二级射流器146，第二级射流器146还通过水管与活性氧分子发生器11连通。

[0037] 第二级催化填料层141由第二催化剂组成，第二催化剂由52.6％氧化铁、7％二氧化锰、0.1％三氧化二镧、0.1％二氧化铈、33.2％活性碳和7％粘土组成(重量百分比)，第二催化剂的形状为直径50mm的球体。第二级除雾填料层由直径为51mm的塑料泰勒花环填料组成。

[0038] 自由基气相氧化箱2包括箱体21，箱体21的外形为长方体，采用不锈钢材料制成，内部作环氧树脂腐防涂层处理，箱体21的长为4000mm，宽为1150mm，高为2400mm。箱体21设有进气端22和出气端23，箱体21内设有沿气流方向依次布置的第一级紫外灯区24、第一级光解催化层25、第二级紫外灯区26和第二级光解催化层27。第一级紫外灯区24和第二级紫外灯区26分别由24支能产生波长为185nm的U型真空紫外灯组成，真空紫外灯长810mm，功率150W/支。具体的，第一级紫外灯区24和第二级紫外灯区26分别沿气流方向依次设有4个紫外灯层，每个紫外灯层分别安装6支真空紫外灯。第二级自由基多相氧化区14的出气口144通过风管3与箱体21的进气端22连通。

[0039] 第一级光解催化层25和第二级光解催化层27由吸附型二氧化钛-二氧化锰-氧化铜-氧化钴蜂窝催化剂构成，蜂窝催化剂以100mm×100mm×40mm的蜂窝陶瓷为载体，利用H-ZSM-5分子筛对二氧化钛、二氧化锰、氧化铜和氧化钴活性组分进行结构调控，通过浸渍法制备，二氧化钛、二氧化锰、氧化铜、氧化钴的负载量(质量)分别为0.1％、0.05％、0.01％、0.01％。蜂窝催化剂既能增强TiO_2吸附VOCs的能力，又能降低TiO_2光生电子-空穴对复合的几率。

[0040] 所述基于氧化性自由基处理涂装自动生产线废气系统的方法，包括如下步骤：

[0041] (1)启动自由基多相氧化塔1的活性氧分子发生器11、第一级水泵134、第二级水泵145、及自由基气相氧化箱2的第一级紫外灯区24和第二级紫外灯区26的紫外灯。水溶液收集槽15中的水溶液在通过第一级水泵134、第二级水泵145分别进入第一级喷淋器132、第二级喷淋器142之前，先通过第一级射流器135、第二级射流器146注入活性氧分子发生器11生成的活性氧分子(二氧基正离子O_2^+、臭氧O_3)，形成吸收氧化液。然后借由第一级喷淋器132、第二级喷淋器142呈发散雾状喷入第一级催化填料层133和第二级催化填料层141。在填料区液体、气体、固体催化剂三相充分接触，在自由基多相氧化塔1内激发产生强氧化性自由基源(羟基自由基$^{\bullet}OH$、过氧羟基自由基$HOO^{\bullet}$、超氧阴离子自由基$^{\bullet}O^{2-}$)。

[0042] (2)涂装自动生产线废气通过废气进气口131进入自由基多相氧化塔1，废气从第一级催化填料层133上方进入具有吸附能力的第一级催化填料层133，在第一级自由基多相氧化区13内完成气-气反应、气-液反应、液-液反应、气-固反应和气雾反应，强烈快速降解废气携带的VOCs(苯、甲苯、二甲苯、己烷、庚烷、甲基乙基酮、乙酸乙酯等)污染物，把VOCs分

解成小分子有机副产物、CO_2和H_2O，小部分VOCs和未降解产物被水溶液化学吸收。经过第一级自由基多相氧化区13内多相催化氧化反应，大部分VOCs被氧化降解和吸收。随后，携带未反应VOCs和有机副产物的废气从隔板16下方和水溶液17上方的预留间隔通道进入第二级自由基多相氧化区14。废气从第二级催化填料层141下方进入具有吸附能力的第二级催化填料层141，在第二级自由基多相氧化区14内继续完成气-气反应、气-液反应、液-液反应、气-固反应和气雾反应，强烈降解废气携带的VOCs污染物，把VOCs分解成小分子有机副产物、CO_2和H_2O，少量VOCs和未降解产物被水溶液化学吸收。活性氧分子的持续注入激发更多的液相自由基，继续氧化分解水溶液中的污染物，实现水溶液水质恢复再生，形成塔内多相氧化-水溶液注入活性氧分子再生-激发强氧化性自由基源-再塔内多相氧化的良性循环。携带少量未被降解VOCs的废气经过第二级除雾填料层143除去水雾后，从第二级自由基多相氧化区14的出气口144排出。

[0043] (3)经过活性氧分子注入的自由基多相氧化塔1处理后的废气在风管3的引导下进入自由基气相氧化箱2。在紫外灯区(第一级紫外灯区24和第二级紫外灯区26)激发的氧化性自由基氧化和催化剂层(第一级光解催化剂层25、第二级光解催化剂层27)复合活性组分二氧化钛-二氧化锰-氧化铜-氧化钴催化氧化的协同作用下，VOCs有机污染物被降解转化为无害物，清洁的尾气从自由基气相氧化箱2的出气端23排出。

[0044] 该公司的涂装自动生产线废气经本发明的基于氧化性自由基处理涂装自动生产线废气系统净化处理后，混合废气中的VOCs去除率稳定达到95％，满足了环保要求，解决了涂装自动生产线有机废气难处理的环保难题。

[0045] 最后所应当说明的是，以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非对本发明保护范围的限制，尽管参照较佳实施例对本发明作了详细说明，本领域的普通技术人员应当理解，可以对本发明的技术方案进行修改或者等同替换，而不脱离本发明技术方案的实质和范围。

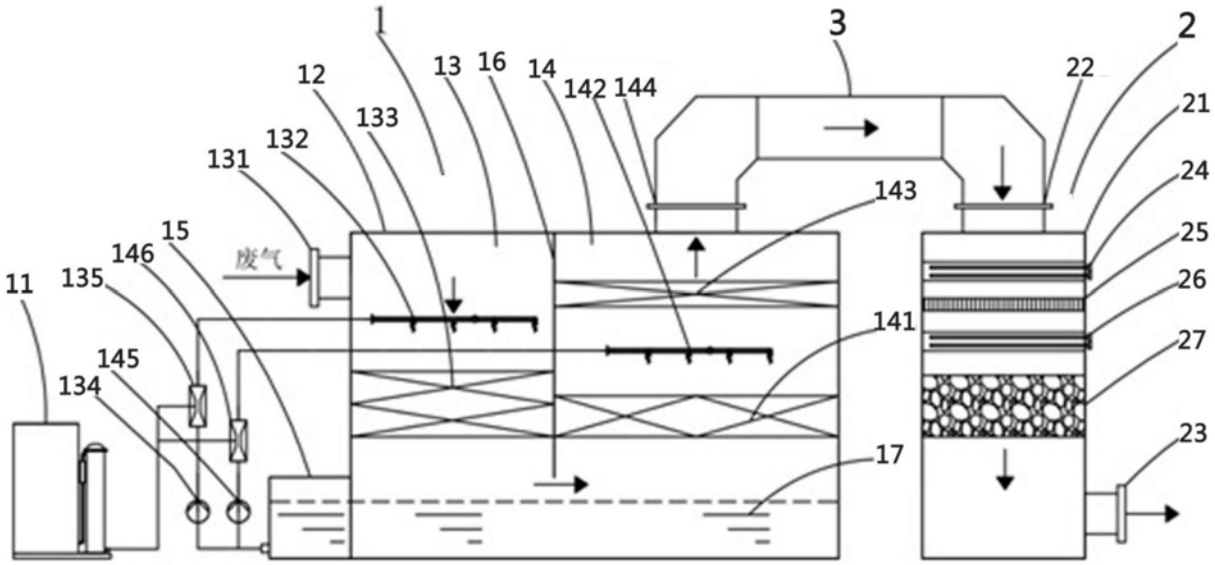

1
3
2
12
13
16
14
142
144
22
21
133
132
131
24
143
15
25
废气
146
135
11
26
141
145
27
134
23
17

图1