



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 203577636 U

(45) 授权公告日 2014. 05. 07

(21) 申请号 201320726903. 9

(22) 申请日 2013. 11. 18

(73) 专利权人 沈阳工业大学

地址 110870 辽宁省沈阳市经济技术开发区
沈辽西路 111 号

(72) 发明人 沈欣军

(74) 专利代理机构 沈阳智龙专利事务所 (普通
合伙) 21115

代理人 宋铁军 周楠

(51) Int. Cl.

B01D 53/86 (2006. 01)

B03C 3/00 (2006. 01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

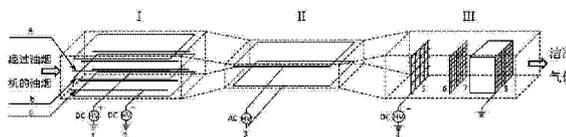
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 实用新型名称

餐饮油烟一体化处理系统

(57) 摘要

本实用新型属于环境保护应用领域, 涉及一种餐饮油烟一体化处理系统, 由双极性预荷电装置 I、交流电场凝并捕集装置 II 和等离子体催化净化装置 III 构成; 双极性预荷电装置 I 连通交流电场凝并捕集装置 II, 交流电场凝并捕集装置 II 连通等离子体催化净化装置 III。1~10μm 左右小粒径油烟颗粒去除效率达到 99% 以上。油烟中残留的 1μm 以下超细油烟气溶胶和 VOCs 在强化的电晕放电下, 大部分被生成的强氧化自由基和催化剂的协同作用下催化氧化分解成 CO₂ 和 H₂O, 同时消除异味, 净化后的气体直接排入大气。满足现行的《饮食业油烟排放标准》(GB18483-2001) 和未来标准修订后的更高要求。



1. 餐饮油烟一体化处理系统,其特征在于:该系统由双极性预荷电装置(I)、交流电场凝并捕集装置(II)和等离子体催化净化装置(III)构成;双极性预荷电装置(I)连通交流电场凝并捕集装置(II),交流电场凝并捕集装置(II)连通等离子体催化净化装置(III);双极性预荷电装置(I)内交替布置有正极性电晕极(a)、接地极(b)和负极性电晕极(c),正极性电晕极(a)与直流正高压电源(1)连接,负极性电晕极(c)与第一直流负高压电源(2)连接,所有板电极均接地;交流电场凝并捕集装置(II)内平行布置有电极板,电极板与交流电源(3)连接;等离子体催化净化装置(III)内依次设置有多针电极(5)、金属筛网(6)、多孔催化剂层(7)和金属筛网电极(8),多针电极(5)、金属筛网(6)与多孔催化剂层(7)保持有间距,多针电极(5)与第二直流负高压电源(4)相连,多孔催化剂层(7)与金属筛网电极(8)相连,金属筛网电极(8)接地。

2. 根据权利要求1所述的餐饮油烟一体化处理系统,其特征在于:多针电极(5)、金属筛网(6)与多孔催化剂层(7)保持有间距。

3. 根据权利要求1或2所述的餐饮油烟一体化处理系统,其特征在于:多孔催化剂层(7)为 MnO_x/Al_2O_3 多孔催化剂层。

餐饮油烟一体化处理系统

技术领域

[0001] 本实用新型属于环境保护应用技术领域,主要涉及一种餐饮业油烟一体化处理系统,是一种可以同时去除餐饮油烟中气溶胶、VOCs 和异味的有效净化处理系统。

背景技术

[0002] 现在人们几乎“谈 PM2.5 色变”,但殊不知 PM2.5 一个重要排放源就在我们身边,即餐饮油烟。餐饮油烟废气和工业废气、机动车尾气被视为城市的三大“污染杀手”,对 PM2.5 的贡献率超过 10%。

[0003] 食用油和食物在高温条件下,会发生热分解或裂解,形成一种气态、液态和固态 3 种有机物形态的混合物,即油烟。根据形态不同,液态和固态颗粒物的混合物称为油雾,粒径在 $0.010 \sim 10 \mu\text{m}$ 之间;气态部分则作为挥发性有机物(VOCs)排放。在餐饮油烟中,可检测出的 VOCs 300 多种。餐饮油烟多属于低空排放,对 PM2.5 等大气颗粒物的贡献良多,油雾排出后可直接形成 PM2.5,而 VOCs 通过在空气中的化学反应,也可以形成 PM2.5。

[0004] 餐饮油烟的成分复杂,具有一定的吸入毒性、免疫毒性和致变毒性。大量研究表明,餐饮油烟中存在着能使染色体损伤、DNA 损伤等不同生物学效应的细胞遗传毒性物质,具有致突变性。英国一项研究报告称,在通风系统差、燃烧效能极低的炊具上做饭 1 小时,对健康造成的损害,相当于每天吸两包烟。上海中医药大学一项长达 5 年的肺癌流行病学调查也发现了同样问题。而上海第二医科大学一项针对女性肺癌的病例对照研究则发现,女性肺癌的诱发因素除吸烟外,与厨房小环境的空气污染有密切关系,人群中 51% 的肺鳞癌和 61% 的肺腺癌的发生应归因于家庭厨房油烟污染。

[0005] 而餐饮油烟排放的量也很可观。根据第一次全国污染源普查数据,2010 年我国共有餐饮企业 175.07×10^4 家,其中规模以上餐饮业 21595 个,占总数 1.2%。2010 年我国精制食用植物油产量 $3878.54 \times 10^4\text{t}$,其中城镇居民平均每人每年购买食用植物油 8.84kg,农村为 6.31kg,则居民每年消耗植物油 $1015.57 \times 10^4\text{t}$,烹饪油烟 VOCs 排放因子为 5.03g/kg 则每年仅家庭烹饪可产生 VOCs $5.1 \times 10^4\text{t}$ 。

[0006] 与此同时,在餐饮油烟治理方面又存在诸多薄弱环节。在控制餐饮油烟污染方面,我国已经出台了一系列法律法规,包括《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国大气污染防治法》以及从 2002 年 1 月 1 日起实施的《饮食业油烟排放标准》(GB18483-2001),对于餐饮油烟排放都有明确规定。但我国餐饮油烟治理方面仍有诸多问题:

[0007] 首先是监管层面临很大的挑战。由于技术、资金以及环境意识薄弱等原因,一小部分饮食服务企业并未能按照要求安装油烟净化装置,而已安装油烟净化装置的部分饮食服务企业在日常的运行方面并不给力。

[0008] 其次,在餐饮油烟排放标准方面也存在一些问题。据了解,目前我国一直沿用的 2002 年发布的《饮食业油烟排放标准》(GB18483-2001) 规定了饮食业单位油烟的最高允许排放浓度为 $2.0\text{mg}/\text{m}^3$,但是并没有规定 VOCs 的排放浓度。

[0009] 第三,家庭厨房的油烟排放不容忽视。尽管大多数家庭都安装了抽油烟机,但抽油烟机的作用只是将油烟排出室外,并没有达到净化作用。专家认为,如此众多的家庭油烟排放量也不容小觑。

[0010] 目前,国内外餐饮油烟处理技术主要有以下几种:

[0011] (1) 机械净化法

[0012] 机械净化法的原理是利用油烟颗粒的质量大于空气质量,通过重力、离心力、惯性力等使油烟颗粒分离出来,以达到净化的目的。机械净化法使用设备简单,压降小,成本较小,但去除油烟的效率不高,通常只有 50%~70%,对粒径较小的成分往往难以达到分离效果,且分离的油烟污染物易堆结且不易清洗,一般只作为净化工艺的预处理。

[0013] (2) 高压静电净化法

[0014] 高压静电净化的原理是使油烟废气通过高压电场,使油烟微粒荷电在电场力的作用下沉积下来,以达到净化的目的。这种设备的投资少、占地小、阻力小、无二次污染。由于易捕捉粒径较小的油滴,净化效率高可达 85~95%。但形成的油垢黏度较高,不易清洗;若用清洗剂清洗会导致二次污染,长期使用会在集尘极表面形成一层油膜层,使净化效率大幅下降。

[0015] (3) 洗涤吸收法

[0016] 洗涤吸收法是使吸收液与油烟废气接触,使污染物从气相转移到液相从而得以去除。常见的洗涤吸收工艺为喷淋、循环水膜与集气罩相连的运水烟罩等。洗涤吸收法处理油烟废气的效率高,且对燃烧产生的污染物 SO_2 、 NO_x 等也有一定的去除效果。这种设备结构简单、投资少占地小、运行费用低、维修管理方便;但存在阻力大、产生油污水二次污染的缺点,净化效率一般在 80%左右。

[0017] (4) 过滤吸附法

[0018] 过滤吸附法的原理是利用油烟废气中的颗粒物与过滤材料惯性碰撞、截留和扩散沉积共同作用下被捕集于滤料中从而达到净化的效果。常用的过滤材料有活性炭、滤布、纤维、陶瓷以及一些特殊矿物质如海泡石等,其中以活性炭最为广泛。滤料的孔隙大小、厚度、颗粒物粒径和过滤风速是影响去除效率的主要因素。这种设备投资少、运行费用低、无二次污染、维修管理方便;但有阻力大、占地大、需要经常更换滤料的缺点。净化效率一般在 80-90%。

[0019] (5) 热氧化焚烧法和催化净化法

[0020] 热氧化焚烧法是利用热推进的反应,将油烟气中的有毒成分转换成安全状态,适用于大型餐饮业。催化净化法是采用各种具有自净化功能的催化剂,在烹调过程中通过催化氧化燃烧将油滴转化为 CO_2 和水蒸汽,从而消除污染和臭味,适用于中小型餐饮业。

[0021] (6) 生物降解法

[0022] 生物降解法是利用特定的微生物对油烟污染物的降解作用达到净化的目的。微生物对油烟中的大部分成分都有降解能力,可利用油烟对污泥进行驯化培养,当其具备一定的降解能力时,将污泥挂膜于填料塔中,当油烟废气通过时可被吸收降解。生物降解法受温度影响较大,当温度较高的油烟通过时降解效果会降低。

[0023] 餐饮油烟废气对环境和人类均有较大的危害,而且随着社会经济的不断发展,油烟废气的污染有进一步扩大的趋势,因此,深入研究其污染治理技术,对于控制和治理油烟

废气具有重要意义。采用单一方法对油烟废气进行净化处理,往往存在处理效果不理想,容易造成二次污染等缺点,而复合净化技术采用多种净化方法联用,通过优势互补,扬长避短,能够取得较好的效果,这也餐饮油烟废气净化的发展方向。

[0024] 因此,本实用新型提出了一种新的餐饮油烟一体化处理方法,实现了餐饮油烟中气溶胶、VOCs 和异味的同时去除,可以满足现行的《饮食业油烟排放标准》(GB18483-2001),也将满足未来标准修订后的更高要求。

发明内容

[0025] 1、发明目的:

[0026] 本实用新型的目的是为解决现行餐饮油烟处理技术中只能实现对较大油烟颗粒去处,不能同时有效地去除 $1\mu\text{m}$ 以下的超细油烟气溶胶、VOCs 和异味的问题,而提出的一种有效的餐饮油烟一体化处理系统,该系统效率高,二次污染小。

[0027] 2、技术方案:

[0028] 本实用新型是通过以下技术方案来实现的:

[0029] 餐饮油烟一体化处理系统,其特征在于:该系统由双极性预荷电装置、交流电场凝并捕集装置和等离子体催化净化装置构成;双极性预荷电装置连通交流电场凝并捕集装置,交流电场凝并捕集装置连通等离子体催化净化装置;双极性预荷电装置内交替布置有正极性电晕极、接地极和负极性电晕极,正极性电晕极与直流正高压电源连接,负极性电晕极与第一直流负高压电源连接,所有板电极均接地;交流电场凝并捕集装置内平行布置有电极板,电极板与交流电源连接;等离子体催化净化装置内依次设置有多针电极、金属筛网、多孔催化剂层和金属筛网电极,多针电极、金属筛网与多孔催化剂层保持有间距,多针电极与第二直流负高压电源相连,多孔催化剂层与金属筛网电极相连,金属筛网电极接地。

[0030] 多针电极、金属筛网与多孔催化剂层保持有间距。

[0031] 多孔催化剂层为 $\text{MnO}_x/\text{Al}_2\text{O}_3$ 多孔催化剂层。

[0032] 3、优点及效果:

[0033] (1) 通过双极性预荷电-交流电场电凝并实现了餐饮油烟中油烟粒径从小变大的过程,更有利于 $1\sim 10\mu\text{m}$ 左右细小油烟颗粒的捕集,去除率可达 99% 以上;

[0034] (2) 通过等离子体催化净化装置,油烟中的超细气溶胶和 VOCs 等主要被催化氧化分解为 CO_2 和 H_2O ,同时去除异味,二次污染小;

[0035] (3) 在自然空气下,等离子体催化净化装置中的催化剂可以实现原位再生,提高了催化剂的使用寿命;

[0036] (4) 该技术满足现行的《饮食业油烟排放标准》(GB18483-2001),也将满足未来标准修订后的更高要求。

[0037] 附图说明:

[0038] 附图 1 是本实用新型中餐饮油烟一体化处理系统示意图。

[0039] 附图标记说明:

[0040] I、双极性预荷电装置;II、交流电场凝并捕集装置;III、等离子体催化净化装置;1、直流正高压电源;2、第一直流负高压电源;3、交流电源;4、第二直流负高压电源;5、多针电极;6、金属筛网;7、多孔催化剂层;8、金属筛网电极;a、正极性电晕极;b、接地极;c、负

极性电晕极。

[0041] 具体实施方式：

[0042] 下面结合附图对本实用新型做进一步的说明，

[0043] 本发明涉及一种餐饮油烟一体化处理系统，如图 1 中所示，该系统由双极性预荷电装置 I、交流电场凝并捕集装置 II 和等离子体催化净化装置 III 构成；双极性预荷电装置 I 连通交流电场凝并捕集装置 II，交流电场凝并捕集装置 II 连通等离子体催化净化装置 III；双极性预荷电装置 I 内交替布置有正极性电晕极 a、接地极 b 和负极性电晕极 c，正极性电晕极 a 与直流正高压电源 1 连接，负极性电晕极 c 与第一直流负高压电源 2 连接，所有板电极均接地；交流电场凝并捕集装置 II 内平行布置有电极板，电极板与交流电源 3 连接；等离子体催化净化装置 III 内依次设置有多针电极 5、金属筛网 6、多孔催化剂层 7 和金属筛网电极 8，多针电极 5 与第二直流负高压电源 4 相连，多孔催化剂层 7 与金属筛网电极 8 相连，金属筛网电极 8 接地。

[0044] 多针电极 5、金属筛网 6 与多孔催化剂层 7 保持有间距。

[0045] 上述多孔催化剂层 7 为 MnO_x/Al_2O_3 多孔催化剂层

[0046] 用上述系统进行餐饮油烟一体化处理的方法如下：经过排油烟机（机械净化法）的餐饮油烟，其中大部分的 $10\mu m$ 以上大粒径油烟颗粒可以被去除。剩余的 $10\mu m$ 以下小粒径油烟颗粒和 VOCs 通过双极性预荷电装置内部的正、负电晕荷电器，其中的小粒径油烟颗粒会分别荷上正极性和负极性相反的电荷，然后相互混合与 VOCs 再一同进入交流电场凝并捕集装置中，具有相反极性电荷的小粒径油烟颗粒在交变电场中相互吸引、碰撞、凝聚成粒径更大的油烟颗粒，并被上、下捕集板捕获。在交流电场凝并捕集装置中可以实现 $1\sim 10\mu m$ 左右小粒径油烟颗粒 99% 以上的去除。而未得到捕集的 $1\mu m$ 以下超细油烟气溶胶和 VOCs 则进入到等离子体净化装置内。在等离子体催化净化装置内，气体中原有的 O_2 、 H_2O 等瞬间发生一系列非平衡等离子体化学反应生成 O_3 、 H_2O_2 、 $HO_2\cdot$ 、 $OH\cdot$ 等氧化自由基，这些强氧化性的自由基在以催化剂的协同催化作用下，在 $1\sim 5s$ 内将油烟中的超细油烟气溶胶和 VOCs 等快速氧化降解成小分子态物质，并进一步分解成 CO_2 和 H_2O ，同时去除了油烟的异味，净化后的气体直接排入到自然大气中。此外，长时间吸附油烟而失活的催化剂，在等离子体催化净化装置内通入自然空气的条件下，通过非平衡等离子体化学反应产生的强氧化自由基可以进一步得到再生。

[0047] (1) 图 1 中 I 为双极性预荷电装置。其结构为正极性电晕极 a、接地极 b、负极性电晕极 c 交替布置，构成多通道的双极性预荷电区。其中，正极性电晕极 a 与直流正高压电源 1 连接，负极性电晕极 c 与第一直流负高压电源 2 连接，所有板电极均接地。在交替布置的正、负极性电晕极上分别施加以正、负直流高压后，会产生强烈的电晕放电，使周围的气体发生电离和激励，从而使来自于排油烟机的 $10\mu m$ 以下小粒径油烟颗粒在通过双极性预荷电装置 I 时，分别迅速地荷带上正电荷和负电荷。

[0048] (2) 图 1 中 II 为交流电场凝并捕集装置。其结构为平行布置的电极板，并与交流电源 3 连接。当电极板上施加以交流电后，平行板间会产生交变电场。经过步骤(1)，已经分别荷带上正电荷和负电荷的小粒径油烟颗粒通过双极性预荷电装置 I 和交流电场凝并捕集装置 II 之间的过渡段相互混合后，快速进入到交流电场凝并捕集装置 II 中，在交变电场的作用下，加快了带不同极性电荷的小粒径油烟颗粒的相对运动，更有利于它们之间的

相互吸引、碰撞和凝并成大粒径的油烟颗粒。同时,在电场力的作用下,又将大粒径的油烟颗粒捕集到电极板上。油烟中 $1\sim 10\mu\text{m}$ 左右小粒径油烟颗粒在经过交流电场凝并捕集装置 II 后,去除率可达 99% 以上。

[0049] (3)图 1 中 III 为等离子体催化净化装置。其结构为多针电极 5、金属筛网 6、多孔催化剂层 7 和金属筛网电极 8 依次排列。多针电极 5、金属筛网 6、多孔催化剂层 7 之间保持一定的间距,而多孔催化剂层 7 和金属筛网电极 8 相连,多针电极 5 则和第二直流负高压电源 4 相连,金属筛网电极 8 接地。在多针电极 5 上施加以直流负高压后,通常会在多针电极 5 和金属筛网电极 8 之间产生强烈的负电晕放电,但这种放电电极结构下电晕放电是不均匀的,因此产生的非平衡等离子体也是不均匀分布的,这将影响到反应器空间内等离子体化学反应的顺利进行。如果在多针电极 5 和金属筛网电极 8 之间引入金属筛网 6,其作用在于将多针电极 5 释放出的空间电荷再次分布到金属筛网 6 上,这样在金属筛网 6 和金属筛网电极 8 之间便会形成均匀的放电现象,并促进了均匀的非平衡等离子体产生。而多孔催化剂层 7 的引入不仅是出于催化降解油烟气溶胶和 VOCs 考虑,另一个原因在于多孔催化剂层 7 的存在可以提高电晕放电空间内非平衡等离子体的量,其原理是基于反电晕现象(反电晕是在电除尘器中沉积在极板表面上的高比电阻粉尘层所产生的局部放电现象。高比电阻粉尘到达收尘极板后不易释放。其极性及电晕极相同,便排斥后来的荷电粉尘,由于粉尘层的电荷释放缓慢,粉尘间形成较大的电位梯度,当粉尘层中的电场强度大于其临界值时,就会在粉尘层的空隙间产生局部击穿,产生与电晕极极性相反的正离子,并向电晕极运动,中和电晕极带负电的粒子。其表现为电流增大,电压降低)。多孔催化剂层 7 具有很高的比电阻,它的存在实现了多针电极 5 和金属筛网电极 8 间的反电晕现象,提高了放电空间内的电晕电流密度,进一步促进了放电空间内非平衡等离子体的产生。在金属筛网 6 和多孔催化剂层 7 的共同作用下,提升了多针电极 5 和金属筛网电极 8 放电空间内的非平衡等离子体的产生和均匀性,更有利于促进气体中 O_2 、 H_2O 等发生一系列非平衡等离子体化学反应生成 O_3 、 H_2O_2 、 $\text{HO}_2\cdot$ 、 $\text{OH}\cdot$ 等强氧化自由基。这些强氧化自由基协同多孔催化剂层 7 的催化作用,可将油烟中残留的 $1\mu\text{m}$ 以下超细油烟气溶胶和 VOCs 等快速催化氧化降解成小分子态物质,并进一步分解成 CO_2 和 H_2O ,同时去除油烟的异味。

[0050] (4)在运行一段时间后,多孔催化剂层 7 可能因吸附油烟而失活。在停止双极性预荷电装置 I、交流电场凝并捕集装置 II,并开启等离子体催化净化装置 III 的情况下,通入自然空气,同样基于步骤(3)中的原理,放电空间内形成的 O_3 、 H_2O_2 、 $\text{HO}_2\cdot$ 、 $\text{OH}\cdot$ 等强氧化自由基会氧化分解多孔催化剂层 7 孔道中吸附的油烟,从而实现催化剂的再生,延长催化剂的寿命,实现催化剂的原位再生。

[0051] 本实用新型这种餐饮油烟一体化处理系统,油烟净化彻底、效率高,同时实现了餐饮油烟中气溶胶、VOCs 和异味的同时去除,最终主要产物为 CO_2 和 H_2O ,二次污染小,该技术不但满足现行的《饮食业油烟排放标准》(GB18483-2001),也将满足未来修订后的标准对厨房油烟中气态污染物和异味排放的要求,适于推广应用。

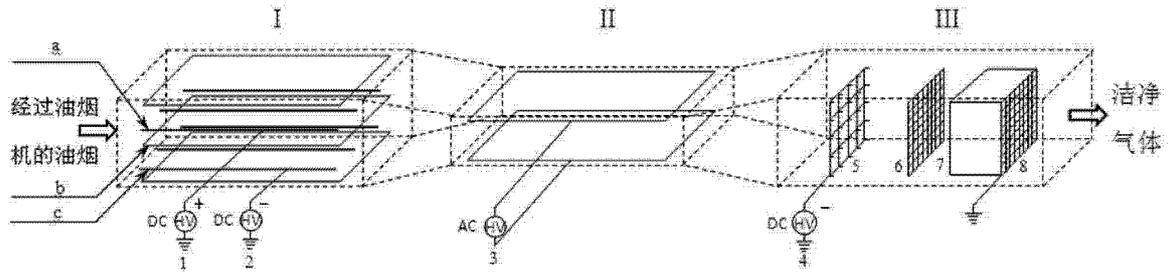


图 1