



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105013270 B

(45)授权公告日 2017.09.01

(21)申请号 201510352336.9

审查员 王春晖

(22)申请日 2015.06.24

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105013270 A

(43)申请公布日 2015.11.04

(73)专利权人 四川理工学院

地址 643000 四川省自贡市汇兴路学苑街
180#

(72)发明人 张峰榛 刘兴勇 杨虎 袁基刚

王成端 王海

(74)专利代理机构 重庆博凯知识产权代理有限

公司 50212

代理人 李海华

(51)Int.Cl.

B01D 47/12(2006.01)

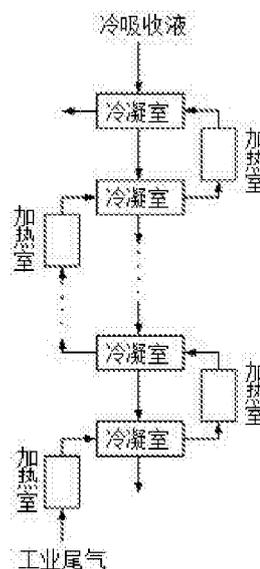
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54)发明名称

一种多级湿法脱除工业尾气中PM2.5的方法

(57)摘要

本发明公开了一种多级湿法脱除工业尾气中PM2.5的方法,将工业尾气依次通过多级洗气单元,在每级洗气单元中,工业尾气先通过加热增湿室,再进入冷凝室;其中每级加热增湿室用于将进入前温度低于100℃的工业尾气加热至100℃以上,并通过加湿使工业尾气中水蒸汽的质量分率达20-50%;每级洗气单元冷凝室中通入有降膜流动的冷吸收液,以与工业尾气形成横掠流动,工业尾气中PM2.5在形成的温度、湿度梯度驱动下,定向向冷吸收液表面迁移,并被冷吸收液捕获,从而实现对PM2.5的脱除。本方法采用多级加热、增湿、冷凝手段,能弥补单级洗气过程在后段位置因工业尾气与冷吸收液间温度差和湿度差推动力不足,从而提高PM2.5脱除率。



1. 一种多级湿法脱除工业尾气中PM2.5的方法,其特征在于:将工业尾气依次通过多级洗气单元,每级洗气单元由加热增湿室和冷凝室构成;在每级洗气单元中,工业尾气先通过加热增湿室,再进入冷凝室;其中每级加热增湿室用于将进入前温度低于100℃的工业尾气加热至100℃以上,并通过加湿使工业尾气中水蒸汽的质量分率达20-50%,使其湿度高于该级冷凝室中冷吸收液所对应饱和湿度;每级洗气单元冷凝室中通入有降膜流动的冷吸收液,以与工业尾气形成横掠流动,使得在冷吸收液液面附近形成驱动需要的温度、湿度梯度,工业尾气中PM2.5在该温度、湿度梯度驱动下,定向向冷吸收液表面迁移,并被冷吸收液捕获,从而实现PM2.5的脱除;

工业尾气在每级冷凝室出口温度比进入该级冷凝室的冷吸收液的温度高5℃以上;

冷吸收液从后一级洗气单元中冷凝室出来后依次进入前一级洗气单元中冷凝室,以与工业尾气形成逆流,在多级逆流后,冷吸收液从最开始进入到最后出来的温升控制在5~20℃;或者冷吸收液以并联的方式同时进入每级洗气单元中冷凝室以形成错流。

2. 根据权利要求1所述的多级湿法脱除工业尾气中PM2.5的方法,其特征在于:工业尾气在每一级加热增湿室出口温度为100~180℃。

3. 根据权利要求1所述的多级湿法脱除工业尾气中PM2.5的方法,其特征在于:工业尾气在进入每级加热增湿室的流量为200~220Nm³/h,冷吸收液用量为0.01~0.3m³/Nm³,工业尾气在每一级冷凝室内流速为0.1~3m/s。

4. 根据权利要求1所述的多级湿法脱除工业尾气中PM2.5的方法,其特征在于:每级加湿使工业尾气中水蒸汽的质量分率优选控制在20%~30%。

5. 根据权利要求1所述的多级湿法脱除工业尾气中PM2.5的方法,其特征在于:洗气单元为3-7级。

6. 根据权利要求1所述的多级湿法脱除工业尾气中PM2.5的方法,其特征在于:冷吸收液经冷凝室上方布液器分散,在引流杆引流下形成降膜流动,进入冷凝室。

一种多级湿法脱除工业尾气中PM_{2.5}的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及气体PM_{2.5}治理,具体指一种多级湿法脱除工业尾气中PM_{2.5}的方法,属于气体净化技术领域。

背景技术

[0002] 动力学直径小于2.5 μm 的可吸入颗粒物(PM_{2.5})已成为当前城市大气环境的主要污染物,同时也是雾霾产生的主要因素之一。因此2012年新的《环境空气质量标准》发布时,PM_{2.5}首次被纳入,新增了PM_{2.5}指标。由于PM_{2.5}颗粒粒径小,不能采用传统的气固分离技术脱除。

[0003] 而现有脱除PM_{2.5}的技术主要有干法脱除PM_{2.5}技术和湿法脱除PM_{2.5}技术。干法技术中纤维过程虽有较高的脱除率,存在过滤阻力损失大、纤维再生性差的不足,而静电过滤技术也存在高电能消耗的弊端。湿法技术主要有鼓泡塔洗涤、喷淋塔洗涤以及气液交叉流洗涤。鼓泡塔洗涤主要存在流动阻力损失大,雾沫夹带大的缺点,喷淋塔洗涤虽然较大的气液接触面积,但是由于吸收液被分散为若干液滴后亦存在雾沫夹带大的缺点,气液交叉流洗涤虽然较大的气液接触面积,同时可以减小雾沫夹带,但是由于高温气体与冷吸收液接触后气体温度和湿度皆降低,使得在后段位置气液相间温度差和湿度差推动力不足,导致PM_{2.5}脱除率降低。

发明内容

[0004] 针对现有技术存在的上述不足,本发明的目的在于提出一种多级湿法脱除工业尾气中PM_{2.5}的方法,本方法可以大大提高PM_{2.5}脱除率。

[0005] 本发明的技术方案是这样实现的:

[0006] 一种多级湿法脱除工业尾气中PM_{2.5}的方法,将工业尾气依次通过多级洗气单元,每级洗气单元由加热增湿室和冷凝室构成;在每级洗气单元中,工业尾气先通过加热增湿室,再进入冷凝室;其中每级加热增湿室用于将进入前温度低于100 $^{\circ}\text{C}$ 的工业尾气加热至100 $^{\circ}\text{C}$ 以上,并通过加湿使工业尾气中水蒸汽的质量分率达20~50%,使其湿度高于该级冷凝室中冷吸收液所对应饱和湿度;每级洗气单元冷凝室中通入有降膜流动的冷吸收液,以与工业尾气形成横掠流动,使得在冷吸收液液面附近形成驱动需要的温度、湿度梯度,工业尾气中PM_{2.5}在该温度、湿度梯度驱动下,定向向冷吸收液表面迁移,并被冷吸收液捕获,从而实现PM_{2.5}的脱除。

[0007] 工业尾气在每级冷凝室出口温度比进入该级冷凝室的冷吸收液的温度高5 $^{\circ}\text{C}$ 以上。

[0008] 工业尾气在每一级加热增湿室出口温度为100~180 $^{\circ}\text{C}$ 。

[0009] 工业尾气在进入每级加热增湿室的流量为200~220 Nm^3/h ,冷吸收液用量为0.01~0.3 m^3/Nm^3 ,工业尾气在每一级冷凝室内流速为0.1~3 m/s 。

[0010] 每级加湿使工业尾气中水蒸汽的质量分率优选控制在20%~30%。

[0011] 冷吸收液从后一级洗气单元中冷凝室出来后依次进入前一级洗气单元中冷凝室，以与工业尾气形成逆流，或者冷吸收液以并联的方式同时进入每级洗气单元中冷凝室以形成错流。

[0012] 洗气单元为3-7级。

[0013] 冷吸收液经冷凝室上方布液器分散，在引流杆引流下形成降膜流动，进入冷凝室。

[0014] 相比现有技术，本发明具有以下优点：

[0015] 本发明由多个单元构成多级脱除PM_{2.5}系统，每一级加热增湿室和冷凝室为一个洗气单元。含PM_{2.5}的工业尾气先通过每一单元的加热增湿室以升温增湿，再通过冷凝室，在降膜流动冷吸收液的作用下，使得在冷吸收液液面附近形成极高的温度、湿度梯度，PM_{2.5}在该温度、湿度梯度驱动下，定向向冷吸收液表面迁移，并被吸收液捕获。同时受冷吸收液的影响，在冷吸收液液面附近亦形成湿蒸汽过饱和区，并发生雾状冷凝，有利于细小颗粒的团聚，从而提高细小颗粒的脱除率。

[0016] 本方法通过采用多级加热、增湿、冷凝手段，能弥补单级洗气过程在后段位置因工业尾气与冷吸收液间温度差和湿度差推动力不足，导致PM_{2.5}脱除率不高的弊端。

附图说明

[0017] 图1-本发明实施例一处理示意图。

[0018] 图2-本发明实施例二处理示意图。

具体实施方式

[0019] 本发明多级湿法脱除工业尾气中PM_{2.5}的方法，是将工业尾气依次通过多级洗气单元，每级洗气单元由加热增湿室和冷凝室构成；在每级洗气单元中，工业尾气先通过加热增湿室，再进入冷凝室。加热增湿室的目的是对气体加热到需要的温度和湿度，使之在进入冷凝室时，在冷吸收液液面附近形成需要的温度、湿度梯度，PM_{2.5}在该温度、湿度梯度驱动下，定向向冷吸收液表面迁移，并被吸收液捕获。同时受冷吸收液的影响，在冷吸收液液面附近亦形成湿蒸汽过饱和区，并发生雾状冷凝，有利于细小颗粒的团聚，提高细小颗粒的脱除率。其具体步骤和要求为：

[0020] 1) 温度低于100℃的含PM_{2.5}的工业尾气进入每级加热增湿室加热使气体温度升至100℃以上，同时通入一定量的蒸汽或雾化水滴加湿，使工业尾气中水蒸汽的质量分率达20-50%；其湿度高于冷凝室中冷吸收液所对应饱和湿度；若工业尾气的温度高于100℃，可省去加热过程，仅在加热增湿室中通入蒸汽使工业尾气中水蒸汽的质量分率达到要求即可。

[0021] 2) 被加热增湿后的工业尾气进入该级冷凝室，冷凝室通入有冷吸收液，冷吸收液通常为常温，可用如脱盐站的脱盐浓水等工业废水，冷吸收液经冷凝室上方布液器分散（布液器排布结构可参见尾花英朗热交换器设计手册（下册））后，在引流杆引流下形成降膜流动，进入冷凝室，其流动方式类似于液体在垂直圆形细管外的附壁流动，工业尾气与冷吸收液间形成横掠流动结构，气体在冷凝室内流速控制在0.1~3m/s范围。

[0022] 3) 为使工业尾气与吸收液间维持较高的温差推动力，工业尾气在每级冷凝室出口温度比进入该级冷凝室的冷吸收液的温度高5℃以上。虽然该温差越小，表明气体和冷吸收

液的热交换越充分,即气体热利用率越高,但考虑到较低温差对PM2.5脱除率的影响,以及后续加热升温的能耗,同时设备尺寸等多方面因素,所以实际优选工业尾气在每级冷凝室出口温度比进入该级冷凝室的冷吸收液的温度高5~30℃。

[0023] 4) 视处理工艺情况,该方法总洗气单元数,即总级数可以设置为3~7级。

[0024] 5) 冷吸收液与气体总体流动可呈如附图1给出的逆流或附图2给出的错流方式。如果是逆流,在多级逆流后,冷吸收液从最开始进入到最后从系统出来的温升控制在5~20℃。

[0025] 6) 工业尾气在每一级加热增湿室出口温度控制为100~180℃。

[0026] 7) 工业尾气在进入每级加热增湿室的流量为200~220Nm³/h,冷吸收液用量为0.01~0.3m³/Nm³,工业尾气在每一级冷凝室内流速为0.1~3m/s。

[0027] 本发明的特点:利用多级的升温、增湿、冷凝过程,可多次提高冷凝室内,PM2.5向冷吸收液面迁移的温度差及湿度差推动力,同时利用冷吸收液面附近蒸汽的热力学过饱和状态,使蒸汽发生雾状冷凝,有助于部分PM2.5的团聚,从而提高PM2.5的脱除率。

[0028] 实施例1:烟道气处理PM2.5中试项目,采用三级PM2.5脱除系统,烟道气流量为200~220Nm³/h,进口温度为120~180℃,冷吸收液用量为:0.01~0.3m³/Nm³,冷吸收液与烟道气流向采用如图1所示的逆流方式,控制气体在每一级加热室出口温度为120~180℃,气体在每一级冷凝室内流速为0.5~3m/s,该实施例中气体在每级冷凝室出口温度比进入该级冷凝室的冷吸收液的温度高5~30℃。水蒸汽的质量分率在20%~30%范围。第三级冷凝室出口气体中PM2.5总质量脱除率达90%以上。

[0029] 实施例2:吸收液与烟道气流向采用如图2所示的错流方式,其余同实施例1,第三级冷凝室出口气体中PM2.5总质量脱除率达92%以上。

[0030] 本发明的上述实施例仅仅是为说明本发明所作的举例,而并非是对本发明的实施方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说,在上述说明的基础上还可以做出其他不同形式的变化和变动。这里无法对所有的实施方式予以穷举。凡是属于本发明的技术方案所引申出的显而易见的变化或变动仍处于本发明的保护范围之列。

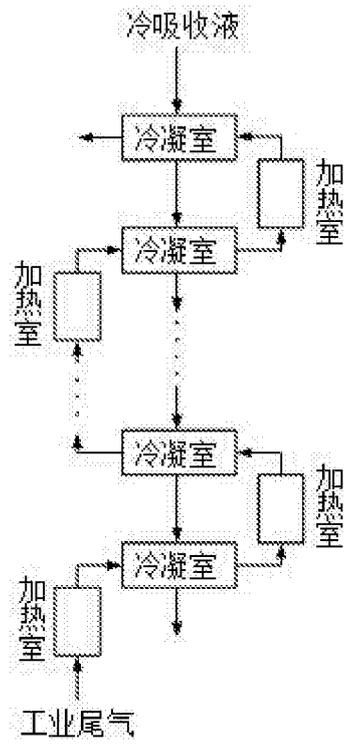


图1

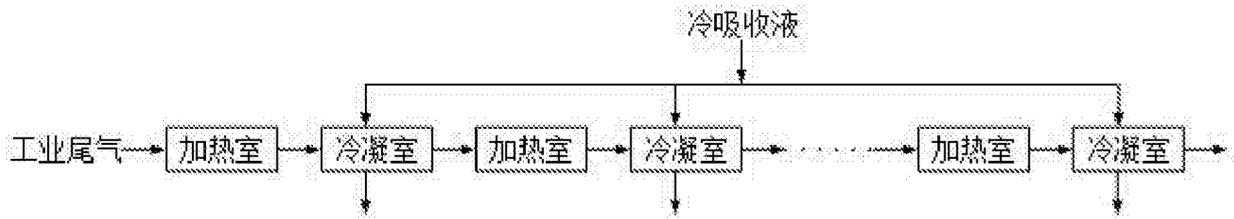


图2