(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 105854483 A
(43)申请公布日 2016.08.17

(21)申请号 201610293087.5

(22)申请日 2016.05.05

(71)申请人 山东大学
地址 250061 山东省济南市历下区经十路17923号

(72)发明人 常景彩 马春元 崔琳 张静 王翔 李泽宇

(74)专利代理机构 济南圣达知识产权代理有限公司 37221
代理人 赵敏玲

(51)Int.Cl.
B01D 50/00(2006.01)
B01D 53/78(2006.01)
B01D 53/48(2006.01)

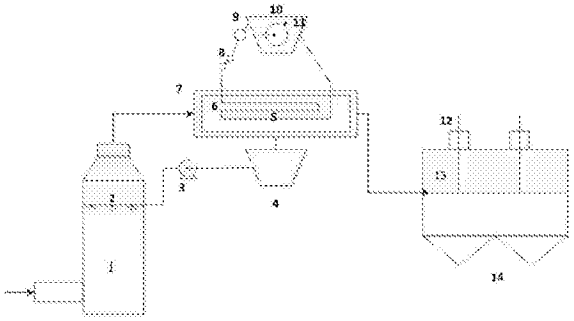
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54)发明名称

强化细颗粒物表面蒸汽吸附长大过程的除尘烟道及系统及方法

(57)摘要

本发明公开了强化细颗粒物表面蒸汽吸附长大过程的除尘烟道及系统及方法，包括烟气通道，烟气通道内设有换热管，换热管内流通有换热介质，换热介质的温度低于脱硫塔烟气出口的烟气温度，烟气通道内烟气与换热介质发生热量交换，凝结过程产生的水汽以微细颗粒作为原始核，在微细颗粒表面凝结成小水滴，并迅速长大。本发明的有益效果是：本发明可在不需增加大型设备、不需大量投资且充分利用现有脱硫和除尘设备的基础上，充分利用脱硫烟气湿度过饱和条件，通过强化细颗粒物表面蒸汽吸附长大过程，提升传统湿式静电除尘器细颗粒物捕获效率，大量减少烟囱出口细颗粒物的排放数浓度，同时回收一部分水。



CN 105854483 A

1.强化细颗粒物表面蒸汽吸附长大过程的除尘烟道，其特征在于，包括烟气通道，烟气通道内设有换热管，换热管内流通有换热介质，换热介质的温度低于脱硫塔烟气出口的烟气温度，烟气通道内烟气与换热介质发生热量交换，凝结过程产生的水汽以微细颗粒作为原始核，在微细颗粒表面凝结成小水滴，并迅速长大。

2.如权利要求1所述的除尘烟道，其特征在于，所述换热管的两端与常温换热介质储槽连接，常温换热介质储槽内设有循环泵。

3.如权利要求1所述的除尘烟道，其特征在于，在所述烟气通道的外部设有保温装置。

4.如权利要求1所述的除尘烟道，其特征在于，所述换热管内的换热介质为冷却油、空气或者冷却水。

5.强化细颗粒物表面蒸汽吸附长大过程的除尘系统，包括内设有喷淋装置的脱硫塔，脱硫塔的烟气出口与权利要求1-4中任一项所述的烟气通道的一端连接，烟气通道的另一端与湿式静电除尘器连接。

6.如权利要求5所述的除尘系统，其特征在于，在所述湿式静电除尘器的下部设有收集装置。

7.如权利要求6所述的除尘系统，其特征在于，所述收集装置通过水泵与脱硫塔连接。

8.如权利要求5所述的除尘系统的除尘方法，其特征在于，具体步骤如下：

1)烟气经湿法脱硫后进入换热管内；

2)在换热管换热介质的作用下，烟气发生降温过程；烟气降温析出的水分子被液滴或颗粒吸附，并使液滴在环境饱和度下生长，迅速长大到一定粒径的颗粒物在重力作用下的沉积下落至收集装置或直接自流到脱硫塔内；

3)携带长大的颗粒物的烟气，进入湿式静电除尘器静电场内，颗粒被静电力高效捕获。

9.如权利要求8所述的除尘方法，其特征在于，所述步骤2)中换热管对烟气降温幅度在0.5～5℃。

强化细颗粒物表面蒸汽吸附长大过程的除尘烟道及系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及大气污染治理领域，具体涉及强化细颗粒物表面蒸汽吸附长大过程的除尘烟道及系统及方法。

背景技术

[0002] 近年来，大气环境污染愈来愈严重，雾霾天气频频发生，对于烟粉尘和一次PM2.5等主要的大气污染物，煤炭直接燃烧以及和煤炭使用直接相关的行业贡献了超过一半的排放量。湿式静电除尘器作为控制湿法脱硫后烟气携带各类气溶胶和细颗粒物排放的有效措施，质量捕获效率可高达80～90％，但是对于PM2.5细颗粒物数量捕获效率约50～70％，尤其当颗粒物粒径小于1微米时，数量捕获效率显著下降，但该类颗粒物对人体健康和环境危害极大，故通过科学的方法或工艺增强传统湿式静电除尘器对PM1颗粒物的捕获效率具有重要环境意义。

[0003] 一般来说，从湿法脱硫塔出来的烟气温度为45～55℃，烟气的含湿量较高(13～15％)呈过饱和状态，饱和度约为7，湿法脱硫后排放的细颗粒物主要成分为球形或非球形飞灰颗粒、约8％石膏颗粒和约45％的石灰石颗粒，50％通过粒径D50在1微米左右。从气溶胶粒子成核作用角度分析，若控制烟气在进入湿式静电除尘器发生降温过程，这样烟气中的细颗粒物成为凝结核，其表面作为水蒸气分子的吸附层，将烟气中的水分子吸附到自身表面形成表面润湿的颗粒并在过饱和状态下生长、长大，将更有助于此类细颗粒物在后续的湿式静电场中被高效捕获。

发明内容

[0004] 本发明以燃煤电站湿法脱硫塔出口烟气湿度条件、携带颗粒物的物化特性及气溶胶固体粒子成核理论为基础，在不需增加大型设备、不需大量投资且充分利用现有脱硫和除尘设备的基础上，充分利用脱硫烟气湿度过饱和条件，提出一种强化细颗粒物表面蒸汽吸附长大过程，用于提升传统湿式静电除尘器PM1类细颗粒物捕获效率的新系统及除尘方法，不仅可以大量减少烟囱出口PM1类细颗粒物的排放数浓度，同时蒸汽的凝结过程还可以回收一部分水，减少脱硫塔补水，实现节水的目的。

[0005] 为了达成上述目的，本发明采用如下技术方案：

[0006] 强化细颗粒物表面蒸汽吸附长大过程的除尘烟道，包括烟气通道，烟气通道内设有换热管，换热管内流通有换热介质，换热介质的温度低于脱硫塔烟气出口的烟气温度，烟气通道内烟气与换热介质发生热量交换，凝结过程产生的水汽以微细颗粒作为原始核，在微细颗粒表面凝结成小水滴，并迅速长大，换热管的排列方式由数值模拟手段确定，通常为换热盘管，换热介质的温度低于脱硫塔烟气出口的烟气温度30～40℃，烟气流经换热管时，发生0.5～5℃的小幅降温过程；脱硫后烟气中携带的各类细颗粒物及可溶性的气溶胶核(如碳酸盐、硫酸盐和硝酸盐等)将烟气降温析出的水分子吸附到自己身边形成液滴，并使

液滴在环境饱和度下生长;长大的细颗粒物进入湿式静电场内被高效捕获。

[0007] 进一步地,所述换热管的两端与常温换热介质储槽连接,常温换热介质储槽内设有循环泵,常温介质储槽用于对换热管内换热介质进行降温。

[0008] 进一步地,在所述烟气通道的外部设有保温装置,保温装置为保温棉或其他,用于保证降温效果。

[0009] 进一步地,所述换热管内的换热介质为冷却油。

[0010] 进一步地,所述湿式静电除尘器内的电晕线水平设置。

[0011] 进一步地,所述换热管内的换热介质为冷却油、空气或者冷却水。

[0012] 在脱硫塔或者湿式静电除尘器的下方设置有灰斗(收集装置),当烟气流经换热管时,凝结析出的大颗粒液滴,当粒径长大到一定程度时,在重力作用下,脱离烟气原本的运动轨迹,直接落入到灰斗内,灰斗通过水泵与脱硫塔的地坑连接,烟气自流或者泵送到脱硫塔的地坑,减少了脱硫塔的补水。

[0013] 强化细颗粒物表面蒸汽吸附长大过程的除尘系统,包括内设有喷淋装置的脱硫塔,脱硫塔的烟气出口与烟气通道的一端连接,烟气通道的另一端与湿式静电除尘器连接。

[0014] 进一步地,在所述湿式静电除尘器的下部设有收集装置,所述收集装置通过水泵与脱硫塔连接,实现水源的循环利用。

[0015] 所述的除尘烟道的除尘方法,具体步骤如下:

[0016] 1)烟气经湿法脱硫后进入换热管内;

[0017] 2)在换热管换热介质的作用下,烟气发生降温过程;烟气降温析出的水分子被液滴或颗粒吸附,并使液滴在环境饱和度下生长,迅速长大到一定粒径的颗粒物在重力作用下的沉积下落至收集装置(灰斗)或直接自流到脱硫塔内;

[0018] 3)携带长大的颗粒物的烟气,进入湿式静电除尘器静电场内,降温后生长速度慢的颗粒被静电力高效捕获。

[0019] 进一步地,所述步骤2)中换热管对烟气降温幅度在0.5～5℃。

[0020] 本发明的工作原理是:从脱硫塔出来的烟气通过小幅度降温实现细颗粒物表面吸附蒸汽,高湿烟气以微细颗粒作为原始核,在其表面凝结成小水滴并逐步长大,迅速长大到一定粒径的颗粒物在重力作用下的沉积下落到脱硫塔,除掉一部分细颗粒物;生长速度较慢的小于1微米的颗粒物表面吸附蒸汽后,其表面电阻降低,有利于在后续的静电场中被荷电和捕集,湿式除尘器总体颗粒物数量脱除效率提升15～20%,大量减少烟囱出口PM1类细颗粒物的排放数浓度。

[0021] 本发明的有益效果是:

[0022] 1)烟气通道中有部分长大的液滴凝结下落,可将冷却液滴直接落入脱硫塔内或通过收集装置收集,进行再次利用,减少脱硫塔水消耗量。

[0023] 2)本发明可在不需增加大型设备、不需大量投资且充分利用现有脱硫和除尘设备的基础上,充分利用脱硫烟气湿度过饱和条件,通过强化细颗粒物表面蒸汽吸附长大过程,提升传统湿式静电除尘器细颗粒物捕获效率,大量减少烟囱出口细颗粒物的排放数浓度,同时回收一部分水。

附图说明

[0024] 图1是本发明除尘系统的结构图；

[0025] 图中1为脱硫塔、2为喷淋装置、3为水泵、4为收集装置、5为换热盘管、6为烟气烟道、7为保温棉、8为阀门、9为流量计、10为常温换热介质储槽、11为循环泵、12为绝缘体、13为电晕线、14为湿式静电除尘器。

具体实施方式

[0026] 下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整的描述。

[0027] 强化细颗粒物表面蒸汽吸附长大过程的除尘烟道，包括烟气通道6，烟气通道内设有换热管，换热管内流通有换热介质，换热介质的温度低于脱硫塔烟气出口的烟气温度，烟气通道6时水汽降温析出，以微细颗粒作为原始核，在微细颗粒表面凝结成小水滴，并迅速长大，该烟气通道不仅可以强化细颗粒物，而且因设置的位置具备优异的导流效果，帮助烟气充分进入延期通道内进行长大。

[0028] 强化细颗粒物表面蒸汽吸附长大过程的除尘系统，包括内设有喷淋装置的脱硫塔1，脱硫塔1的烟气出口与烟气通道6的一端连接，水平或倾斜设置的烟气通道6内设有换热管，烟气从烟气通道6的一端进入，换热管内流通有换热介质，换热介质的温度低于脱硫塔1烟气出口的烟气温度30～40摄氏度，烟气流经换热管时，发生0.5～5℃的小幅降温过程，烟气通道6时水汽析出，以微细颗粒作为原始核，在微细颗粒表面凝结成小水滴，并迅速长大；烟气通道6的另一端与湿式静电除尘器14连接；所述烟气通道6的底部设有管路与收集装置4相连，收集装置4通过水泵3与所述喷淋装置2连接，或者烟气通道6的底部直接与脱硫塔1通过管路连接；可将冷却液滴进行再次利用，减少脱硫塔1水消耗量。

[0029] 其中，换热管为换热盘管5，为有利于快速降温，换热盘管5可以不同的形式排列，且换热盘管内换热介质为冷却油或者为对流的冷却空气，或者为冷却水，换热盘管5的两端与常温换热介质储槽10连接，并在连接管路设有阀门8，常温换热介质储槽10内设有循环泵11，在常温换热介质储槽10与换热管之间的管路设有流量计9，用以查看换热管5内换热介质的流量，辅助工作人员确定换热介质的流速及流量，以保证对烟气的降温范围。

[0030] 所述湿式静电除尘器14内的电晕线13水平设置，电晕线组成的阴极系统由绝缘箱12悬吊，保证与阳极系统的绝缘。

[0031] 所述的静电除尘系统的除尘方法，具体步骤如下：

[0032] 1)烟气经脱硫塔1内脱硫后排出进入烟气通道6；

[0033] 2)烟气通道6内换热管对烟气通道内烟气进行降温；水汽以微细颗粒作为原始核，在其表面凝结成小水滴并逐步长大，迅速长大到一定粒径的颗粒物在重力作用下的沉积下落；换热管对烟气降温幅度在0.5～5℃；

[0034] 3)降温后的烟气进入湿式静电除尘器14以去除生长速度慢的小于1微米的颗粒物；从湿式静电除尘器14下部收集装置收集的液体通过泵送至脱硫塔。

[0035] 以上所述仅是本发明的优选实施方式，应当指出，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明原理的前提下，还可以做出若干改进和润饰，这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

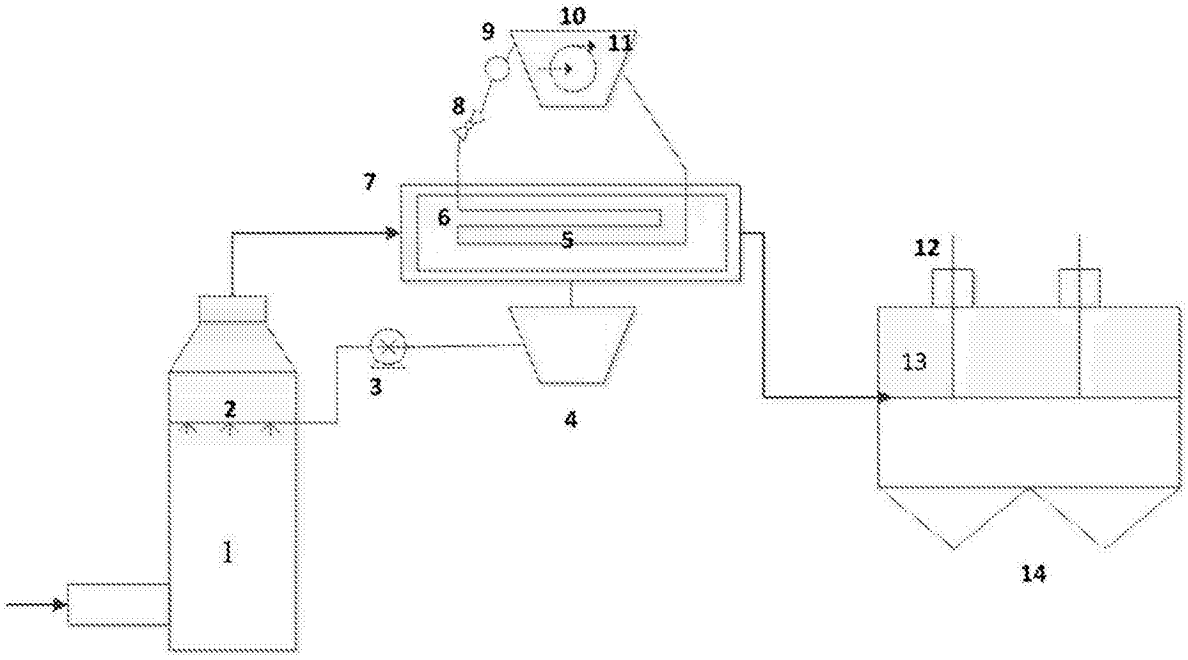


图1