



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114608339 A

(43) 申请公布日 2022.06.10

(21) 申请号 202210284299.2

(22) 申请日 2022.03.22

(71) 申请人 西安交通大学

地址 710049 陕西省西安市咸宁西路28号

(72) 发明人 邓清华 何娟 胡乐豪 李军

丰镇平

(74) 专利代理机构 西安通大专利代理有限责任

公司 61200

专利代理师 安彦彦

(51) Int. Cl.

F27D 17/00 (2006.01)

B03C 3/017 (2006.01)

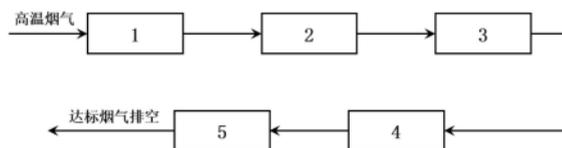
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种冶金烟气高效除尘与发电系统及其工作方法

(57) 摘要

本发明公开的一种冶金烟气高效除尘与发电系统及其工作方法,属于冶金烟气处理技术领域。包括依次连接的旋风过滤器、电聚过滤器、袋式静电过滤器、毒害气体净化系统和余热利用系统;电聚过滤器包括电聚过滤器筒体,电聚过滤器筒体下部连接有电聚过滤器集尘箱,电聚过滤器筒体内设有超声喇叭、搅拌装置和若干组电聚积尘器,超声喇叭设在若干组电聚积尘器上方,搅拌装置设在若干组电聚积尘器下方;袋式静电过滤器包括袋式静电过滤器筒体,袋式静电过滤器筒体下部连接有袋式静电过滤器集尘箱,袋式静电过滤器筒体内设有若干组袋式的静电积尘器。本发明能够在高温状态下除去冶金烟气的固体颗粒,增加余热锅炉内的传热效果和深度利用烟气的余热。



1. 一种冶金烟气高效除尘与发电系统,其特征在於,包括依次连接的旋风过滤器(1)、电聚过滤器(2)、袋式静电过滤器(3)、毒害气体净化系统(4)和余热利用系统(5);

电聚过滤器(2)包括电聚过滤器筒体(13),电聚过滤器筒体(13)下部连接有电聚过滤器集尘箱(14),电聚过滤器筒体(13)内设有超声喇叭(15)、搅拌装置(17)和若干组电聚积尘器(16),超声喇叭(15)设在若干组电聚积尘器(16)上方,搅拌装置(17)设在若干组电聚积尘器(16)下方;

袋式静电过滤器(3)包括袋式静电过滤器筒体(22),袋式静电过滤器筒体(22)下部连接有袋式静电过滤器集尘箱(23),袋式静电过滤器筒体(22)内设有若干组袋式的静电积尘器(25)。

2. 根据权利要求1所述的冶金烟气高效除尘与发电系统,其特征在於,旋风过滤器(1)包括旋风过滤器筒体(6),旋风过滤器筒体(6)下部连接有旋风过滤器集尘箱(7),旋风过滤器(1)中心连接有耐高温过滤袋(8),烟气出口设有旋风过滤器空气反吹装置(9),烟气出口与电聚过滤器(2)的进口连接。

3. 根据权利要求2所述的冶金烟气高效除尘与发电系统,其特征在於,旋风过滤器筒体(6)的筒壁为多层复合结构,筒壁中间为耐温合金钢材质的支撑体(10),支撑体(10)内侧为装配式陶瓷瓦块(11),支撑体(10)外侧为保温材料(12);耐高温过滤袋(8)由碳纤维编织、针刺或水刺工艺制成。

4. 根据权利要求1所述的冶金烟气高效除尘与发电系统,其特征在於,电聚过滤器(2)为上进下出结构,进口与旋风过滤器(1)的烟气出口连接,出口与袋式静电过滤器(3)的进口连接;每组电聚积尘器(16)包括电聚过滤器电极针(19)和电聚过滤器电极板(20),电聚过滤器电极板(20)为自上而下渐扩的圆筒状,电聚过滤器电极针(19)设在电聚过滤器电极板(20)内。

5. 根据权利要求4所述的冶金烟气高效除尘与发电系统,其特征在於,每组电聚积尘器(16)中的电聚过滤器电极针(19)与电聚过滤器电极板(20)极性相反,相邻电聚过滤器电极针(19)的极性相反,相邻电聚过滤器电极板(20)的极性相反。

6. 根据权利要求4所述的冶金烟气高效除尘与发电系统,其特征在於,搅拌装置(17)为自力式搅拌器;电聚过滤器电极板(20)由碳纤维布叠置制成。

7. 根据权利要求1所述的冶金烟气高效除尘与发电系统,其特征在於,袋式静电过滤器(3)为下进上出的结构,进口与电聚过滤器(2)的出口连接,出口与毒害气体净化系统(4)连接;每组静电积尘器(25)包括袋式静电过滤器电极针(26)和静电过滤袋(27),静电过滤袋(27)的开口向下,袋式静电过滤器电极针(26)设在静电过滤袋(27)内,袋式静电过滤器电极针(26)与静电过滤袋(27)极性相反,静电过滤袋(27)的上部设有袋式静电过滤器空气反吹装置(24)。

8. 根据权利要求7所述的冶金烟气高效除尘与发电系统,其特征在於,静电过滤袋(27)由金属颗粒烧结或碳纤维编织制成。

9. 根据权利要求1所述的冶金烟气高效除尘与发电系统,其特征在於,旋风过滤器(1)的分离精度 $>20\mu\text{m}$,电聚过滤器(2)的分离精度 $>10\mu\text{m}$,袋式静电过滤器(3)的分离精度 $>2.5\mu\text{m}$ 。

10. 根据权利要求1~9任意一项所述的冶金烟气高效除尘与发电系统的工作方法,其

特征在于,包括:

高温烟气进入旋风过滤器(1),尺寸较大较重的固体颗粒被收集,相对较小的固体颗粒被内部捕获,其余携尘烟气离开旋风过滤器(1)进入电聚过滤器(2);电聚积尘器(16)使得烟气中较小的固体颗粒被捕获收集,剩余未被捕获的固体颗粒与气体被搅拌装置(17)的旋转带动,混合相邻电聚积尘器(16)的携尘气体,固体颗粒聚集成团,形成大颗粒,落入电聚过滤器集尘箱(14),其后烟气离开电聚过滤器(2),进入袋式静电过滤器(3);超声喇叭(15)产生超声波震荡,使沉积于电聚积尘器(16)上未能掉落的固体颗粒落入电聚过滤器集尘箱(14);经电聚过滤器(2)过滤后的烟气进入袋式静电过滤器(3),在静电积尘器(25)的放电作用下,使携尘气体与固体颗粒带电,并被吸附沉积,洁净气体流出,固体颗粒落入袋式静电过滤器集尘箱(23);

依次经旋风过滤器(1)、电聚过滤器(2)和袋式静电过滤器(3)过滤后的无尘气体进入毒害气体净化系统(4),进行除毒除害工作,其后进入余热回收系统(5)将其余热高效转换为电能,部分电能用于满足电聚过滤器(2)和袋式静电过滤器(3)以及系统内烟气循环风机的用电需求。

一种冶金烟气高效除尘与发电系统及其工作方法

技术领域

[0001] 本发明属于冶金烟气处理技术领域,具体涉及一种冶金烟气高效除尘与发电系统及其工作方法。

背景技术

[0002] 工业粉尘与烟尘是影响大气环境、引发雾霾的主要污染源,有效控制颗粒物排放是工业部门和全社会关注的焦点。同时携带工业粉尘的烟气中,往往含有大量的热能,其综合利用是工业界角力的热点领域。

[0003] 金属冶炼过程中,产生的烟气温度高。通常地,熔炼反射炉、烟化炉的烟气温度约为1200-1250℃,精炼反射炉为1250-1300℃,闪速炉和旋涡炉的则高达1300-1350℃。这些烟气的温度等级在余热利用领域属于高温热源,非常适合转化为电能,也具有高的热电转换效率。

[0004] 然而,冶金烟气中往往还有大量的粉尘,如氧气顶吹转炉的含尘量约为80-150g/m³,沸腾焙烧炉的约为150-350g/m³,易堵塞设备,沉积在传热表面,降低传热效果。因此,冶金高温烟气含尘问题阻碍了其在余热利用方面的应用。

[0005] 在当前的技术条件下,一些小型的冶金企业,烟气烟尘量大,余热利用技术难度太大,往往采用自然降温,布袋除尘的方式。对于大型的冶金企业,现行的余热利用系统存在锅炉内管壁积灰严重,传热效率低、烟气通路易堵塞,且锅炉由于酸露点的问题,排烟温度高,余热利用不充分、不彻底。

发明内容

[0006] 为了解决上述问题,本发明的目的在于提供一种冶金烟气高效除尘与发电系统及其工作方法,能够在高温状态下除去冶金烟气的固体颗粒,增加余热锅炉内的传热效果和深度利用烟气的余热。

[0007] 本发明是通过以下技术方案来实现:

[0008] 本发明公开了一种冶金烟气高效除尘与发电系统,包括依次连接的旋风过滤器、电聚过滤器、袋式静电过滤器、毒害气体净化系统和余热利用系统;

[0009] 电聚过滤器包括电聚过滤器筒体,电聚过滤器筒体下部连接有电聚过滤器集尘箱,电聚过滤器筒体内设有超声喇叭、搅拌装置和若干组电聚积尘器,超声喇叭设在若干组电聚积尘器上方,搅拌装置设在若干组电聚积尘器下方;

[0010] 袋式静电过滤器包括袋式静电过滤器筒体,袋式静电过滤器筒体下部连接有袋式静电过滤器集尘箱,袋式静电过滤器筒体内设有若干组袋式的静电积尘器。

[0011] 优选地,旋风过滤器包括旋风过滤器筒体,旋风过滤器筒体下部连接有旋风过滤器集尘箱,旋风过滤器中心连接有耐高温过滤袋,烟气出口设有旋风过滤器空气反吹装置,烟气出口与电聚过滤器的进口连接。

[0012] 进一步优选地,旋风过滤器筒体的筒壁为多层复合结构,筒壁中间为耐温合金钢

材质的支撑体,支撑体内侧为装配式陶瓷瓦块,支撑体外侧为保温材料;耐高温过滤袋由碳纤维编织、针刺或水刺工艺制成。

[0013] 优选地,电聚过滤器为上进下出结构,进口与旋风过滤器的烟气出口连接,出口与袋式静电过滤器的进口连接;每组电聚积尘器包括电聚过滤器电极针和电聚过滤器电极板,电聚过滤器电极板为自上而下渐扩的圆筒状,电聚过滤器电极针设在电聚过滤器电极板内。

[0014] 进一步优选地,每组电聚积尘器中的电聚过滤器电极针与电聚过滤器电极板极性相反,相邻电聚过滤器电极针的极性相反,相邻电聚过滤器电极板的极性相反。

[0015] 进一步优选地,搅拌装置为自力式搅拌器;电聚过滤器电极板由碳纤维布叠置制成。

[0016] 优选地,袋式静电过滤器为下进上出的结构,进口与电聚过滤器的出口连接,出口与毒害气体净化系统连接;每组静电积尘器包括袋式静电过滤器电极针和静电过滤袋,静电过滤袋的开口向下,袋式静电过滤器电极针设在静电过滤袋内,袋式静电过滤器电极针与静电过滤袋极性相反,静电过滤袋的上部设有袋式静电过滤器空气反吹装置。

[0017] 进一步优选地,静电过滤袋由金属颗粒烧结或碳纤维编织制成。

[0018] 优选地,旋风过滤器的分离精度 $>20\mu\text{m}$,电聚过滤器的分离精度 $>10\mu\text{m}$,袋式静电过滤器的分离精度 $>2.5\mu\text{m}$ 。

[0019] 本发明公开的上述冶金烟气高效除尘与发电系统的工作方法,包括:

[0020] 高温烟气进入旋风过滤器,尺寸较大较重的固体颗粒被收集,相对较小的固体颗粒被内部捕获,其余携尘烟气离开旋风过滤器进入电聚过滤器;电聚积尘器使得烟气中较小的固体颗粒被捕获收集,剩余未被捕获的固体颗粒与气体被搅拌装置的旋转带动,混合相邻电聚积尘器的携尘气体,固体颗粒聚集成团,形成大颗粒,落入电聚过滤器集尘箱,其后烟气离开电聚过滤器,进入袋式静电过滤器;超声喇叭产生超声波震荡,使沉积于电聚积尘器上未能掉落的固体颗粒落入电聚过滤器集尘箱;经电聚过滤器过滤后的烟气进入袋式静电过滤器,在静电积尘器的放电作用下,使携尘气体与固体颗粒带电,并被吸附沉积,洁净气体流出,固体颗粒落入袋式静电过滤器集尘箱;

[0021] 依次经旋风过滤器、电聚过滤器和袋式静电过滤器过滤后的无尘气体进入毒害气体净化系统,进行除毒除害工作,其后进入余热回收系统将其余热高效转换为电能,部分电能用于满足电聚过滤器和袋式静电过滤器以及系统内烟气循环风机的用电需求。

[0022] 与现有技术相比,本发明具有以下有益的技术效果:

[0023] 当前大型冶金企业余热利用的工艺流程往往是先通过余热锅炉将其热能传递给其它介质,如水蒸气或者其它低沸点工质,将其热能转化为电能,其后再进行烟气的除尘和净化。这种工艺流程的优势是在温度较低时除尘,除尘设备得到了简化;但是存在锅炉内管壁积灰严重,传热效率低、烟气通路易堵塞,且锅炉由于酸露点的问题,排烟温度高,余热利用不充分、不彻底。

[0024] 本发明公开的一种冶金烟气高效除尘与发电系统,经过旋风过滤器、电聚过滤器和袋式静电过滤器三级过滤器,高温烟气的粉尘被清除,配合毒害气体净化系统,在后续的余热发电系统里能够得到充分利用,大幅提高余热利用率。将冶金烟气过滤布置在余热发电利用系统之前,避免含尘烟气在余热锅炉内传热管壁面的沉积,影响锅炉的换热效果,同

时防止沉积的粉尘堵塞烟气通道,避免锅炉安全事故;连续三级的粉尘强力过滤器,可以使得固体颗粒的直径降至 $2.5\mu\text{m}$ 以下,达到相关国家环保相关标准;将毒害气体净化系统布置在余热发电系统之前,使余热锅炉的排烟无酸露点温度的限制,充分降低排烟温度,深度利用余热;余热利用产生的部分电能满足旋风过滤器、电聚过滤器、袋式静电过滤器以及烟气循环风机的用电需求。

[0025] 相较于传统旋风过滤器,本发明的旋风过滤器内布置有耐高温过滤袋和旋风过滤器空气反吹装置,耐高温过滤袋可以过滤没有经惯性撞击旋风过滤器筒体壁面的部分粉尘,空气反吹装置可以适时启动,对耐高温过滤袋进行吹扫,以保证过滤效果,避免堵塞后阻力升高。

[0026] 进一步地,旋风过滤器筒体内侧布置可拆卸陶瓷瓦块,防止烟气对筒体支撑体的高温侵蚀。同时在支撑体外侧布置保温材料,防止热量外泄。

[0027] 进一步地,本发明的电聚过滤器在传统静电过滤器工作原理的基础上增加了带异种电荷粉尘聚合功能,可以更大程度地将细小粉尘聚合成尺寸较大的粉尘团,然后在重力作用下落入集尘箱中。同时,在静电作用下在电聚过滤器筒体沉积的粉尘,有时在重力作用下难于落入集尘箱中,因此在电聚过滤器头部布置有超声喇叭,在声波的振动下,可以促使其落入集尘箱中。

[0028] 进一步地,在电聚过滤器下部布置有自力式搅拌器,以使从相邻电聚积尘器内流出的带异种电荷的粉尘混合,团聚成粉尘块。

[0029] 进一步地,电聚过滤器筒体呈扩张圆筒状,便于粉尘掉落。

[0030] 进一步地,本发明的袋式静电过滤器基于传统袋式过滤器的工作原理,采用的新型过滤袋带正电荷,过滤袋内布置电极,产生负电荷,含尘气体进入后,电极放电使得粉尘带负电荷,扩散沉积于带正电荷的过滤袋表面或孔隙内。空气脉冲反吹装置适时启动,对袋式静电过滤器内过滤袋上的粉尘进行吹扫,以保证过滤效果,避免堵塞后阻力升高。

[0031] 本发明公开的上述冶金烟气高效除尘与发电系统的工作方法,自动化程度高,能够在高温状态下除去冶金烟气的固体颗粒,增加余热锅炉内的传热效果和深度利用烟气的余热。

附图说明

[0032] 图1为本发明的系统整体结构示意图;

[0033] 图2为旋风过滤器的结构示意图;

[0034] 图3为图2的局部放大示意图;

[0035] 图4为电聚过滤器的结构示意图;

[0036] 图5为袋式静电过滤器的结构示意图。

[0037] 图中:1-旋风过滤器,2-电聚过滤器,3-袋式静电过滤器,4-毒害气体净化系统,5-余热利用系统,6-旋风过滤器筒体,7-旋风过滤器集尘箱,8-耐高温过滤袋,9-旋风过滤器空气反吹装置,10-支撑体,11-装配式陶瓷瓦块,12-保温材料,13-电聚过滤器筒体,14-电聚过滤器集尘箱,15-超声喇叭,16-电聚积尘器,17-搅拌装置,18-超声信号发生器,19-电聚过滤器电极针,20-电聚过滤器电极板,21-电聚过滤器供电电源,22-袋式静电过滤器筒体,23-袋式静电过滤器集尘箱,24-袋式静电过滤器空气反吹装置,25-静电积尘器,26-袋

式静电过滤器电极针,27-静电过滤袋,28-袋式静电过滤器供电电源。

具体实施方式

[0038] 下面结合附图和实施例对本发明做进一步详细描述,其内容是对本发明的解释而不是限定:

[0039] 如图1,为本发明的冶金烟气高效除尘与发电系统的工艺流程图,包括旋风过滤器1、电聚过滤器2、袋式静电过滤器3、毒害气体净化系统4和余热利用系统5。高温烟气经旋风过滤器1后,依次进入电聚过滤器2和袋式静电过滤器3,其后进入毒害气体净化系统4,最后进入余热发电系统5,排入大气环境。

[0040] 图2为本发明的旋风过滤器1的示意图,包括旋风过滤器筒体6、旋风过滤器集尘箱7、耐高温过滤袋8和旋风过滤器空气反吹装置9,其中耐高温过滤袋8的滤料由碳纤维编织、针刺或水刺工艺制成。如图3,旋风过滤器筒体6的支撑体10由耐温合金钢制成,支撑体10的内侧布置有装配式陶瓷瓦块11,支撑体10的外侧布置有保温材料12。

[0041] 图4为本发明的电聚过滤器2的示意图,包括电聚过滤器筒体13、电聚过滤器集尘箱14、超声喇叭15、电聚积尘器16和搅拌装置17,其中超声喇叭15布置有超声信号发生器18,电聚积尘器16包括电聚过滤器电极针19、电聚过滤器电极板20和电聚过滤器供电电源21。搅拌装置17选用自力式搅拌器。其中电聚过滤器电极针19的极性与其相应电聚过滤器电极板20的极性相反,相邻电聚过滤器电极针19的极性和电聚过滤器电极板20的极性相反,且电聚过滤器电极板20为扩张型圆筒状,由碳纤维布叠置制成。

[0042] 图5为本发明的袋式静电过滤器3的示意图,包括袋式静电过滤器筒体22、袋式静电过滤器集尘箱23、袋式静电过滤器空气反吹装置24和静电积尘器25。其中静电积尘器25包括袋式静电过滤器电极针26、静电过滤袋27和袋式静电过滤器供电电源28,静电过滤袋27由金属颗粒烧结或碳纤维编织制成。

[0043] 上述的冶金烟气高效除尘与发电系统的工作方法,包括:

[0044] 冶金高温烟气经过旋风过滤器1过滤掉尺寸 $20\mu\text{m}$ 以上的固体颗粒,经过电聚过滤器2过滤掉尺寸 $10\mu\text{m}$ 以上的固体颗粒,再经过袋式静电过滤器3过滤掉尺寸 $2.5\mu\text{m}$ 以上的固体颗粒,然后进入毒害气体净化系统4,最后在余热发电系统5里将高温烟气的余热转化为电能,锅炉排烟进入大气环境。

[0045] 高温烟气进入旋风过滤器1,绕其轴线周向旋转,尺寸较大较重的固体颗粒撞击旋风过滤器壳体6,落入旋风过滤器集尘箱7,其余携尘气体经耐高温过滤袋8过滤,离开旋风过滤器1,进入电聚过滤器2,旋风过滤器空气反吹装置9脉冲反吹耐高温过滤袋8,避免其堵塞。

[0046] 经旋风过滤器1过滤后的烟气进入电聚过滤器2,电聚过滤器电极针19放电,使得携尘烟气带正电荷或负电荷,在向下游流动过程中,被带有相反电荷的电聚过滤器电极板20捕获,沉积在其表面,随后在重力作用下沉入电聚过滤器集尘箱14,未被电聚过滤器电极板20捕获的携尘气体,在其出口区域,被搅拌装置17的旋转带动,混合相邻电聚过滤器电极板20出口带有异种电荷的携尘气体,固体颗粒聚集成团,形成大颗粒,落入电聚过滤器集尘箱14,其后烟气离开电聚过滤器2,进入袋式静电过滤器3。另外,超声信号发生器18产生超声,经超声喇叭15产生声波震荡,使沉积于电聚过滤器电极板20上但未能掉落的固体颗粒,

落入电聚过滤器集尘箱14。

[0047] 经电聚过滤器2过滤后的烟气进入袋式静电过滤器3,在袋式静电过滤器电极针26的放电作用下,使携尘气体带负电荷,沿静电过滤袋27筒体内上升,在带正电荷的静电过滤袋27吸附作用下沉积,洁净气体经静电过滤袋27筒体的孔隙至袋式静电过滤器3出口流出。另外,沉积于静电过滤袋27筒体内侧的固体颗粒,在袋式静电过滤器空气反吹装置24的反吹作用下,落入袋式静电过滤器集尘箱23。

[0048] 依次经旋风过滤器1、电聚过滤器2和袋式静电过滤器3过滤后的无尘气体进入毒害气体净化系统4,进行除毒除害工作,其后进入余热回收系统5将其余热高效转换为电能,其部分电能用于满足电聚过滤器2和袋式静电过滤器3以及烟气循环风机的用电需求。

[0049] 以上所述,仅为本发明实施方式中的部分,本发明中虽然使用了部分术语,但并不排除使用其它术语的可能性。使用这些术语仅仅是为了方便描述和解释本发明的本质,把它们解释成任何一种附加的限制都是与本发明精神相违背的。以上所述仅以实施例来进一步说明本发明的内容,以便于更容易理解,但不代表本发明的实施方式仅限于此,任何依本发明所做的技术延伸或再创造,均受本发明的保护。

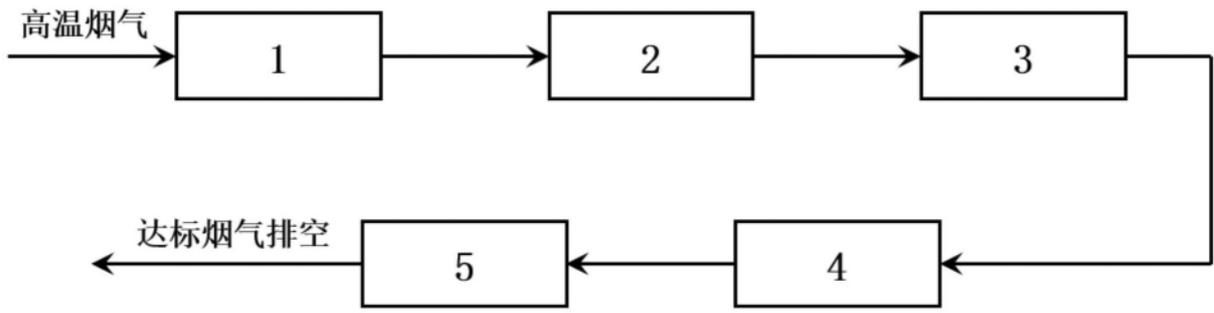


图1

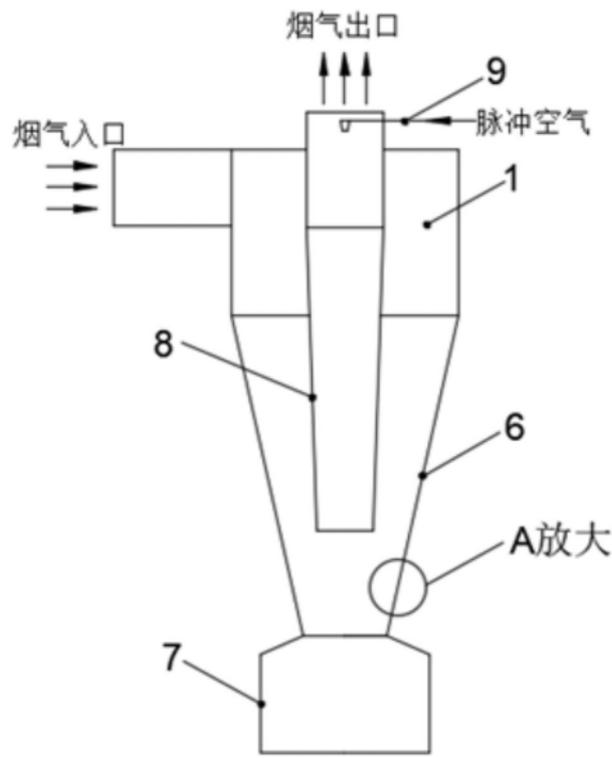


图2

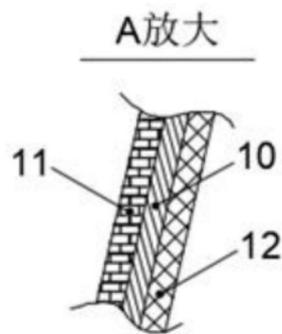


图3

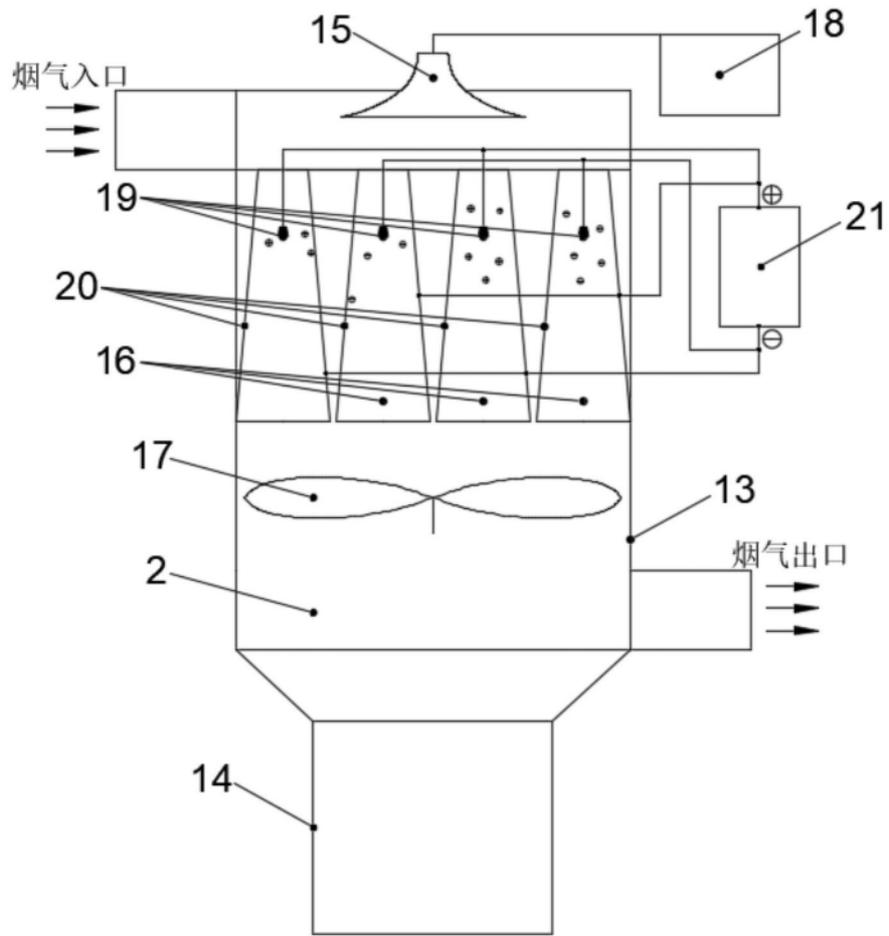


图4

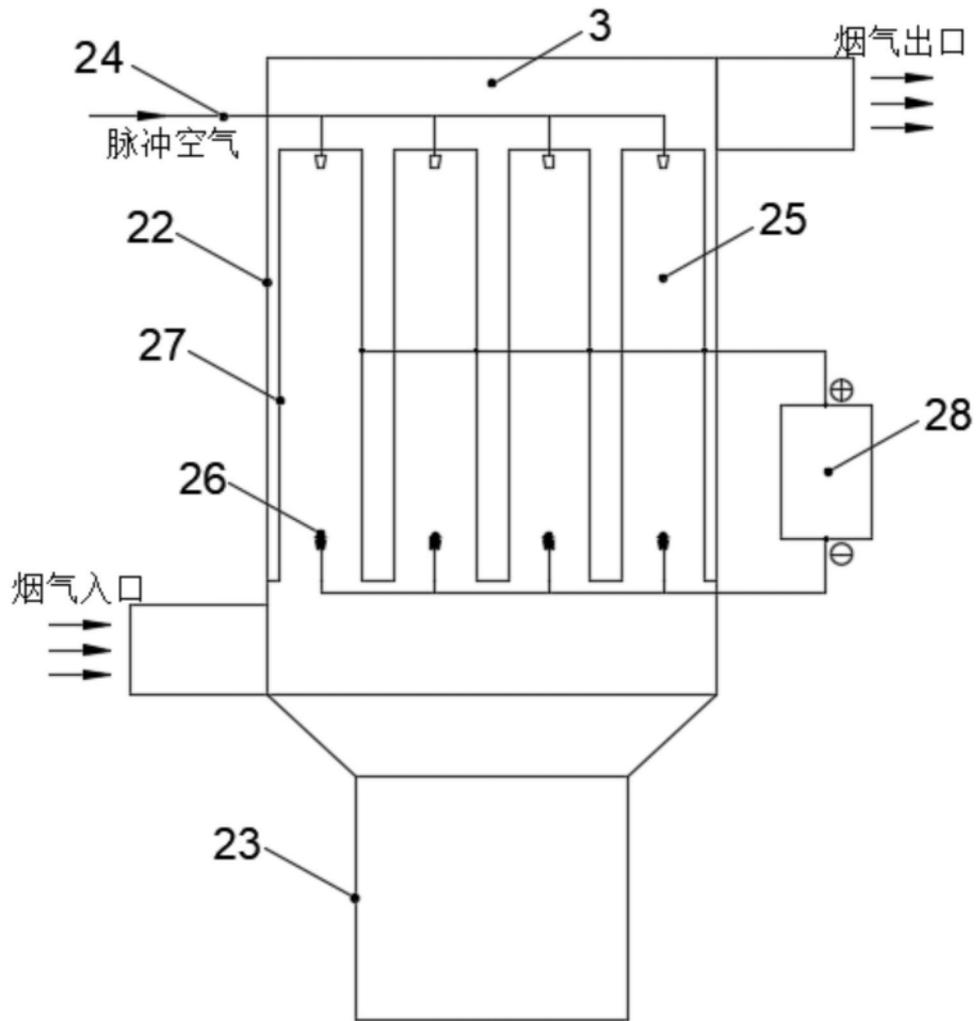


图5