



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108479289 A

(43)申请公布日 2018.09.04

(21)申请号 201810511971.0

F28D 7/00(2006.01)

(22)申请日 2018.05.25

(71)申请人 南京宜热纵联节能科技有限公司

地址 210018 江苏省南京市玄武区长江后
街6号东大科技园5号楼205室

(72)发明人 张锦涛 钱荣忠 陆启 杨西
陈锐杰

(74)专利代理机构 南京天华专利代理有限责任
公司 32218

代理人 许轲 徐冬涛

(51)Int.Cl.

B01D 53/00(2006.01)

B01D 53/18(2006.01)

F23J 15/06(2006.01)

F28F 1/12(2006.01)

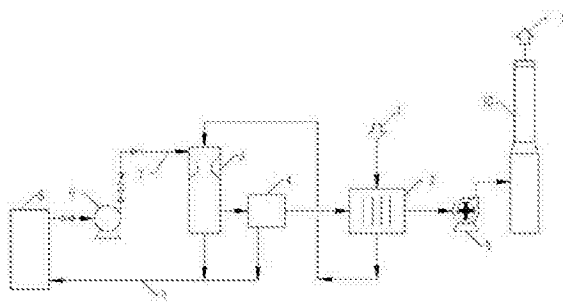
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种精确控制腐蚀的除白烟系统及工艺

(57)摘要

本发明公开了一种精确控制腐蚀的除白烟系统及工艺,其系统包括梯度翅片控温式换热器,冷却洗涤器,污水处理装置,除雾器,所述梯度翅片控温式换热器通过管束排布和管外翅片高度阶梯式设计,在冷却过程中不断强化高温原烟气侧传热以控制壁面温度大于酸露点,从而可以以较低材料成本实现其防腐蚀设计,同时,利用喷淋强制冷凝除湿和回收原烟气热能加热净烟气,双管齐下,大幅降低其绝对含湿量和相对含湿量均大幅下降,在无额外热源和低耗水量下可彻底消除白烟现象。



1. 一种精确控制腐蚀的除白烟系统,其特征在于该系统包括换热器、洗涤器、丝网除雾器和污水处理装置,所述换热器的热侧进口通过原烟气管道连接脱硫原烟气,换热器的热侧出口与所述洗涤器的烟气进口连接,洗涤器的烟气出口与换热器的冷侧进口通过净烟气管道连接,换热器的冷侧出口与烟囱连接,通过烟囱排放净烟气,且洗涤器的烟气出口与换热器的冷侧进口之间的净烟气管道上设有所述丝网除雾器,洗涤器的喷淋水出口与丝网除雾器的冷凝水出口汇集后,均与所述污水处理装置通过污水管路连通,污水处理装置的出口再与洗涤器的喷淋水入口连通。

2. 根据权利要求1所述的一种精确控制腐蚀的除白烟系统,其特征在于所述换热器为梯度翅片控温式换热器,该梯度翅片控温式换热器为列管换热器,且其采用的换热组件为高频焊接翅片管,管内净烟气侧为光滑面,管外原烟气侧为翅片面,两侧通过管外翅片管布置增大原烟气侧的换热面积,使管壁温度倾向于高温原烟气侧。

3. 根据权利要求1所述的一种精确控制腐蚀的除白烟系统,其特征在于所述洗涤器为组合式双旋流洗涤器,其内部设有防止烟气对洗涤器腐蚀的玻璃鳞片防衬里。

4. 根据权利要求1所述的一种精确控制腐蚀的除白烟系统,其特征在于所述换热器的热侧出口与所述洗涤器的烟气进口之间设有脱硫塔。

5. 根据权利要求1所述的一种精确控制腐蚀的除白烟系统,其特征在于所述污水处理装置的出口与洗涤器的喷淋水入口之间设有循环水泵。

6. 根据权利要求1所述的一种精确控制腐蚀的除白烟系统,其特征在于所述换热器的冷侧出口与烟囱之间设有排烟风机。

7. 一种精确控制腐蚀的除白烟工艺,其特征在于采用上述权利要求1至6中任一项所述的除白烟系统进行烟气处理,具体包括以下步骤:

原烟气初冷段:梯度翅片控温式换热器配置为初步降温的原烟气与净烟气换热,二次回收原烟气的热量,降温后的烟气进入脱硫塔;

净烟气深冷段:原烟气经脱硫塔净化处理后,转变为饱和净烟气进入冷却洗涤器,利用冷水喷淋方式将净烟气强制降温,洗涤器通过排液口连接污水处理装置,洗涤后的水经沉降,中和处理后循环利用;

净烟气除雾段:洗涤净化后,净烟气进入除雾器,将绝大部分烟气中夹带液滴和气溶胶颗粒捕集,以降低后续换热负荷及腐蚀性;

净烟气再热段:净烟气回到原烟气初冷段中的换热器,经热交换后净烟气温度的提升,相对湿度下降后,排入烟囱,从而达到消除白烟。

一种精确控制腐蚀的除白烟系统及工艺

技术领域

[0001] 本发明属于节能环保领域,其涉及一种精确控制腐蚀的除白烟系统及工艺,特别适用于脱硫系统烟囱白色烟羽处理过程。

背景技术

[0002] 随着我国经济的不断发展进步,能源需求日益增加,其中煤炭和石油作为我国最主要的燃烧能源,虽然满足了经济发展的需求,但造成了重大的环境污染,尤其是二氧化硫污染,现有烟气净化治理技术中,绝大部分采用石灰石-石膏湿法脱硫工艺,吸收塔出口带有饱和水的净烟气在烟囱口排出过程中部分冷凝形成液滴,烟气中水分无法有效扩散到大气中,导致烟气不能迅速消散,当空气相对湿度高、温度低时,大气含水率接近饱和状态,湿冷的空气与烟囱口排出的气体接触时,外界大气无法吸收尾气中的水蒸气,烟囱排出的气体会降至露点形成大量“白烟”,造成明显的视觉污染,另一方面,烟气中携带的少量粉尘及液滴聚集在烟囱附近,落到地面形成“石膏雨”或酸雨,对电厂及周边环境产生污染,甚至腐蚀设备。

[0003] 一方面,由露点温度的定义可知,露点温度是湿空气饱和时的温度,此时温度若继续下降,其中的水蒸气会结露析出,烟气中绝对含湿量就会较少,所以可以通过降低烟气温度至露点以下,来实现烟气中水分的收集;另一方面,可以通过升高温度,使烟气在排放过程中,尚未完成烟气降温-露点-水蒸气大量冷凝的过程时,就已经充分扩散,从而减少白烟现象的生成。所以白烟解决该现象可以从降低烟气露点温度(除湿)和升高烟气温度(升温)两方面着手。

[0004] 在现有常规措施中,无论升温法(利用天然气或蒸汽对烟气升温),还是冷却除湿法(直接用冷冻水对烟气进行冷却),都会消耗大量的能源,不符合节能减排的要求。因此专利CN201720940981提供了一种自循环白烟去除装置,利用GGH法利用原烟气的热量对净烟气进行升温30-50℃后排放,具有一定的除白烟效果,并无需外部热源,但无论原烟气(SO_2 , SO_3 含量高)和净烟气(SO_3 ,温度低,含湿量大)均存在严重的硫酸露点腐蚀问题,对换热材质要求非常高,不仅换热器成本过高,而且换热器容易发生腐蚀串气,堵塞等一系列问题。

[0005] 对于上述问题,专利CN201611107000提供了一种二次热风加热技术,利用原烟气的热量,热水作为中间介质,加热得到热二次风与净烟气进行混风,将净烟气稀释加热从烟囱排出。此方法避免了净烟气的腐蚀问题,但原烟气与热水进行换热时,管壁温度在100℃左右,低于原烟气露点,依然存在腐蚀问题,更重要的是,二次热风加热技术得到的混合烟气体量是净烟气体量的两倍甚至更多,使烟囱排放量剧增,整个烟囱需要重新设计,增加项目投资量。

[0006] 综上所述,现有技术中,白烟治理工艺大多存在高能耗、腐蚀严重的缺陷。因此,如何研发一种低能耗,安全使用并且效果好的新工艺,以达到节能减排的目的,成为了本领域技术人员的重要课题。

发明内容

[0007] 为解决现有除白烟中存在的问题,本发明提供了一种精确控制腐蚀的除白烟系统及工艺。

[0008] 本发明采取的技术方案如下:

一种精确控制腐蚀的除白烟系统,该系统包括换热器、洗涤器、丝网除雾器和污水处理装置,所述换热器的热侧进口通过原烟气管道连接脱硫原烟气,换热器的热侧出口与所述洗涤器的烟气进口连接,洗涤器的烟气出口与换热器的冷侧进口通过净烟气管道连接,换热器的冷侧出口与烟囱连接,通过烟囱排放净烟气,且洗涤器的烟气出口与换热器的冷侧进口之间的净烟气管道上设有所述丝网除雾器,洗涤器的喷淋水出口与丝网除雾器的冷凝水出口汇集后,均与所述污水处理装置通过污水管路连通,污水处理装置的出口再与洗涤器的喷淋水入口连通。

[0009] 优选的,所述换热器为梯度翅片控温式换热器,该梯度翅片控温式换热器为列管换热器,且其采用的换热组件为高频焊接翅片管,管内净烟气侧为光滑面,管外原烟气侧为翅片面,两侧通过管外翅片管布置增大原烟气侧的换热面积,使管壁温度倾向于高温原烟气侧。

[0010] 优选的,所述洗涤器为组合式双旋流洗涤器,其内部设有防止烟气对洗涤器腐蚀的玻璃鳞片防衬里。

[0011] 优选的,所述换热器的热侧出口与所述洗涤器的烟气进口之间设有脱硫塔。

[0012] 优选的,所述污水处理装置的出口与洗涤器的喷淋水入口之间设有循环水泵。

[0013] 优选的,所述换热器的冷侧出口与烟囱之间设有排烟风机。

[0014] 本发明的另一技术方案是:一种精确控制腐蚀的除白烟工艺,其采用上一方案中的除白烟系统进行烟气处理,具体包括以下步骤:

原烟气初冷段:梯度翅片控温式换热器配置为初步降温的原烟气与净烟气换热,二次回收原烟气的热量,降温后的烟气进入脱硫塔;

净烟气深冷段:原烟气经脱硫塔净化处理后,转变为饱和净烟气进入冷却洗涤器,利用冷水喷淋方式将净烟气强制降温,洗涤器通过排液口连接污水处理装置,洗涤后的水经沉降,中和处理后循环利用;

净烟气除雾段:洗涤净化后,净烟气进入除雾器,将绝大部分烟气中夹带液滴和气溶胶颗粒捕集,以降低后续换热负荷及腐蚀性;

净烟气再热段:净烟气回到原烟气初冷段中的换热器,经热交换后净烟气温度提升,相对湿度下降后,排入烟囱,从而达到消除白烟。

[0015] 本发明的有益效果如下:

1、通过梯度翅片控温式换热器的管束排布和管外翅片高度阶梯式设计,结合具体工况计算后,精确控制管壁温度在大于露点的范围内,相对于传统换热器,有效的减少了酸露点腐蚀,同时,由于换热器的防腐蚀设计,换热元件可降低材质要求,无需采用过于昂贵的耐腐蚀材料,有利于减少成本;

2、本发明中采用的该换热器无需使用热二次风的方式来避免腐蚀问题,总烟气量保持不变,无需重新改造烟囱;

3、净烟气深冷段普遍被认为是腐蚀倾向最严重,热负荷最大,换热要求最高的工艺段,本发明采用冷水喷淋方式进行冷却,通过冷热介质直接接触换热,此方式传热效率高,冷却效果好,相对于冷凝器间接换热所需要的较大的换热面积和昂贵的换热材料,此工艺具备很好的经济性优势;

4、相对于其他工艺中设置冷凝器,这种喷淋洗涤的方式一方面可以将净烟气中石灰膏或无机盐中的杂质溶解下来,避免冷凝器中常见的堵塞问题和石膏雨现象,另一方面,可以二次净化净烟气中的 SO_2 , SO_3 , HCl 等成分,减少对后续装置的腐蚀,达到超净排放的目的;

5、回收的洗涤液含有少量的杂质和酸性成分,经过水处理装置沉降,中和后可以循环继续使用;在深冷过程中,净烟气中大量水分冷凝到洗涤液中,无需额外补充水;

6、通过设置净烟气深冷段和再热段,分别从降温除湿(降低烟气绝对含湿量)和升温(降低烟气相对含湿量)两方面着手,双管齐下,从而达到彻底消除白烟的目的。

[0016] 本发明的附加方面和优点将在下面的描述中部分给出,部分将从下面的描述中变得明显,或通过本发明的实践了解到。

附图说明

[0017] 图1 为本发明除白烟系统流程示意图;

其中:1-脱硫原烟气,2-换热器,3-洗涤器,4-丝网除雾器,5-污水处理装置,6-循环水泵,7-喷淋管路,8-污水管路,9-排烟风机,10-烟囱,11-排放净烟气。

[0018] 图2为本发明梯度翅片控温式换热器内部结构示意图。

具体实施方式

[0019] 下面结合附图和具体实施例对本发明进行详细说明。

[0020] 如图1所示,一种精确控制腐蚀的除白烟系统,在该系统中,脱硫原烟气1与梯度翅片控温式换热器2热侧进口通过原烟气管道连接,梯度翅片控温式换热器2热侧出口经过脱硫塔后,与高效组合式双旋流洗涤器3烟气进口连接,组合式双旋流洗涤器3烟气出口与梯度翅片控温式换热器2冷侧进口通过净烟气管道管连接,中间设有丝网除雾器4,梯度翅片控温式换热器2冷侧出口与烟囱10连接;洗涤器喷淋水出口和丝网除雾器4冷凝水出口汇集后,均与污水处理装置5通过污水管路连通,污水处理装置5出口与洗涤器3喷淋水入口连通,中间管路设有循环水泵6。

[0021] 本系统进行烟气处理,具体包括以下步骤:

1、原烟气初冷段:所述梯度翅片控温式换热器配置为初步降温的原烟气与净烟气换热,二次回收原烟气的热量,降温后的烟气进入脱硫塔;

2、净烟气深冷段:原烟气经脱硫塔净化处理后,转变为饱和净烟气进入冷却洗涤器,利用冷水喷淋方式将净烟气强制降温。冷却器通过排液口连接水处理装置,洗涤后的水经沉降,中和处理后循环利用;

3、净烟气除雾段:洗涤净化后,净烟气进入除雾器,将绝大部分烟气中夹带液滴和气溶胶颗粒捕集,以降低后续换热负荷及腐蚀性;

4、净烟气再热段:净烟气回到步骤1中的换热器,经热交换后净烟气温度提升,相对湿度下降后,排入烟囱,从而达到消除白烟的效果。

[0022] 本发明梯度翅片控温式换热器为列管换热器,脱硫烟气除白烟工程中无论原烟气和净烟气均具备强腐蚀性,传统的光管式换热器管壁温度基本上为原烟气和净烟气的平均值,所以在实际应用情况下,换热管壁温不可避免会降低至烟气露点之下,从而发生严重的硫酸露点腐蚀问题。

[0023] 本发明换热器采用的换热组件为高频焊接翅片管,管内净烟气侧为光滑面,管外原烟气侧为翅片面,两侧通过管外翅片管布置增大原烟气侧的换热面积,使管壁温度倾向于高温原烟气侧。换热器可根据实际情况设置单回程换热或多回程多组翅片管换热,换热器前端为原烟气进口,后端为出口,壳体内部在原烟气进出口之间设置多排翅片管,翅片管沿原烟气流动纵向尺度方向逐级增加翅片高度,通过管束排布和管外翅片高度阶梯式设计,逐渐增大原烟气侧换热面积;随着原烟气不断被冷却,烟气侧换热效果强化越来越明显,管壁温度随之更加接近原烟气温度,基于以上原理,整个换热过程中将换热管壁温始终控制在烟气露点之上,防止酸雾凝结析出,从而最大限度的减少换热管的腐蚀。

[0024] 本发明冷却洗涤器为高效组合式双旋流洗涤器,为防止烟气对洗涤器的腐蚀,内设玻璃鳞片防衬里防腐。利用冷水喷淋的方式,与净烟气进行直接换热,将烟气中绝大部分水蒸气冷凝析出,达到深度除湿,大幅降低烟气露点的效果,同时利用两级旋流叶片和多层喷淋头的布置显著改善了喷淋液的液滴雾化效果以及气液混合效率,提升了废气流通截面覆盖率,从而强化对净烟气的二次净化效果,达到超低排放的目的。

[0025] 本系统的的工作原理及过程为:

根据背景技术部分所述,外界环境温度越低,白烟现象尤为严重,故本例按照冬季工况下考虑。在湿法脱硫工艺中,设定工况为 $100000 \text{ Nm}^3/\text{h}$ 脱硫原烟气, SO_2 含量为 $500\text{mg}/\text{Nm}^3$,含湿量为6%(体积分数),经根据实验结果拟合的酸露点计算公式计算: $T=186+201\text{gH}_2\text{O}+261\text{gSO}_3$ (式中 H_2O 和 SO_3 为烟气中水蒸气和三氧化硫的体积百分含量,根据文献资料查阅 SO_2 转化为 SO_3 的转化率为2~4%,本工况设定为3%),计算酸露点为 116°C 。

[0026] 脱硫原烟气经余热锅炉排出后约 155°C ,进入梯度翅片控温式换热器与后续处理后的净烟气进行热交换,原烟气初步冷却降温至 120°C 。换热器内部原烟气走壳程,净烟气走管程,换热元件采用翅片管,利用翅片强化管程外传热,使管壁温度更接近于高温原烟气侧;并且在降温过程中,根据冷热两侧介质的温度变化趋势,换热器利用翅片高度阶梯式设计,随着原烟气不断被冷却,换热管翅片高度逐渐增大,烟气侧换热效果强化越来越明显,管壁温度随之更加接近原烟气温度,根据管束壁面温度模拟计算结果显示,在原烟气出口端,换热管外壁温度为 120°C 以上,依然控制在酸露点以上,最大限度的减少了硫酸腐蚀的可能。

[0027] 烟气经脱硫塔净化处理后,转变为饱和净烟气约 45°C 进入组合式双旋流洗涤器,一般认为饱和净烟气的湿度为进口温度饱和湿度,利用冷水喷淋方式将净烟气强制冷凝除湿。首先,传统的间接式冷凝器因为传热膜系数不足,昂贵的换热材料和阻力损失限制等原因难以冷却到除白烟需要的温度,冷凝过程中也带来无机盐或石灰膏堵塞的问题;而该洗涤过程中净烟气和喷淋水直接接触换热,通过旋流板增大气流扰动效应,改善了气液混合效果,此方式具备传热效率高,易清理污垢的优势,同时内设玻璃鳞片衬里做防腐蚀设计,有效的解决了以上传统冷凝器的问题;其次,其喷淋作用可以二次净化净烟气中的 SO_2 , SO_3 , HCl 等成分,减少对后续装置的腐蚀,达到超净排放的目的,也避免了石膏雨等现象的产生;

另外,在烟气冷凝过程中可析出大量的水,整个水循环过程中无需额外补充水源,充分体现了该工艺的节能性。经核算,喷淋水量设定在 $350\text{m}^3/\text{h}$,洗涤后净烟气温度降为 30°C ,含湿量大幅下降,除湿率为50%。洗涤后的水经循环水泵,污水处理装置沉降,中和后可循环利用。

[0028] 深冷除湿后的净烟气进入丝网除雾器,大部分的烟气中夹带酸性液滴和气溶胶颗粒被捕集下,通过排液管道与喷淋水一起,汇集至污水处理装置。通过上述过程可降低后续换热负荷以及烟气腐蚀性,改善除白烟效果。

[0029] 随后,净烟气重新回到梯度翅片控温式换热器,通过回收原烟气余热进行再热过程。一般认为,经过脱硫处理后的净烟气 SO_2 脱除量可达95%以上,而 SO_3 出口含量并未大幅下降(约为50-60%),而其含湿量却大为增加,故其酸露点相对于净烟气并未下降多少,在实际应用中因其温度低,净烟气腐蚀性更为明显。按照其饱和含湿量4.2%, SO_3 含量设定为 $8\text{mg}/\text{Nm}^3$,按上式计算其酸露点为 106°C 。本换热器通过上述换热管翅片结构优化设计,精确的控制换热管壁面温度,根据管束壁面温度模拟计算结果显示,在净烟气进、出口端,换热管外壁温度均保持在 108°C 以上,依然控制在酸露点以上,对净烟气的腐蚀也起到了良好的控制作用。在烟气再热过程中,净烟气升温至 65°C ,其相对湿度大幅降低至13%。

[0030] 整个处理过程中,通过对烟气分别进行冷凝和再热,其绝对含湿量和相对含湿量均大幅下降,在北方冬季环境温度 $0-5^\circ\text{C}$ 下,净烟气自烟囱排放过程中,其含有的少量水蒸气难以在短时间内冷却形成足够的液滴,无法生成目测明显的白烟;同时从节能角度分析,此工艺在再热过程中充分回收原烟气本身的部分热量,冷凝过程中也有大量水析出,整个工艺无需额外热源,耗水量较少,符合目前国家节能减排的大趋势。

[0031] 以上显示和描述了本发明的基本原理、主要特征和优点。本领域的普通技术人员应该了解,上述实施例不以任何形式限制本发明的保护范围,凡采用等同替换等方式所获得的技术方案,均落于本发明的保护范围内。

[0032] 本发明未涉及部分均与现有技术相同或可采用现有技术加以实现。

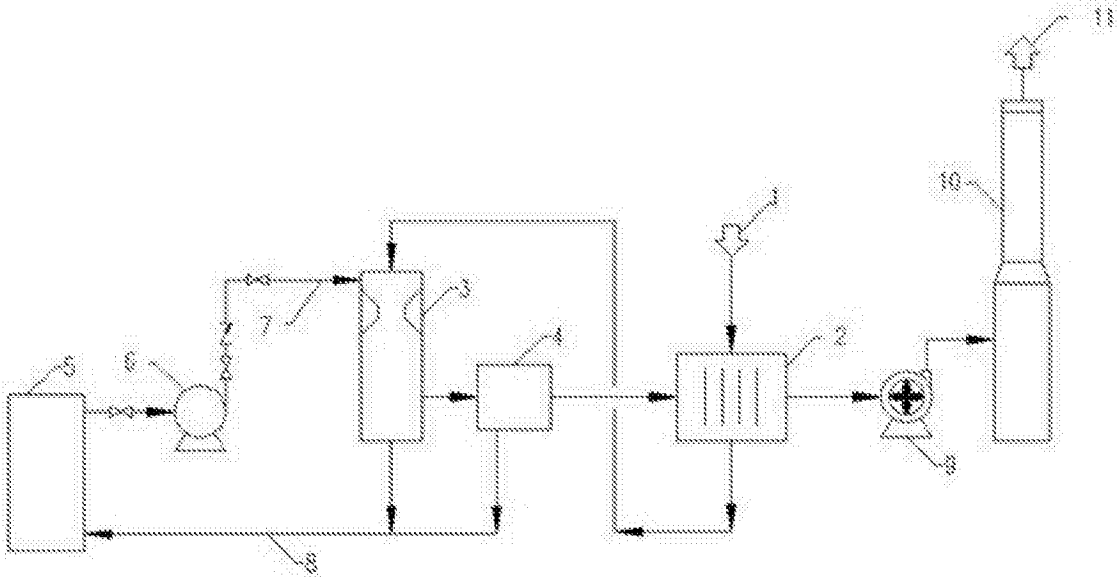


图1

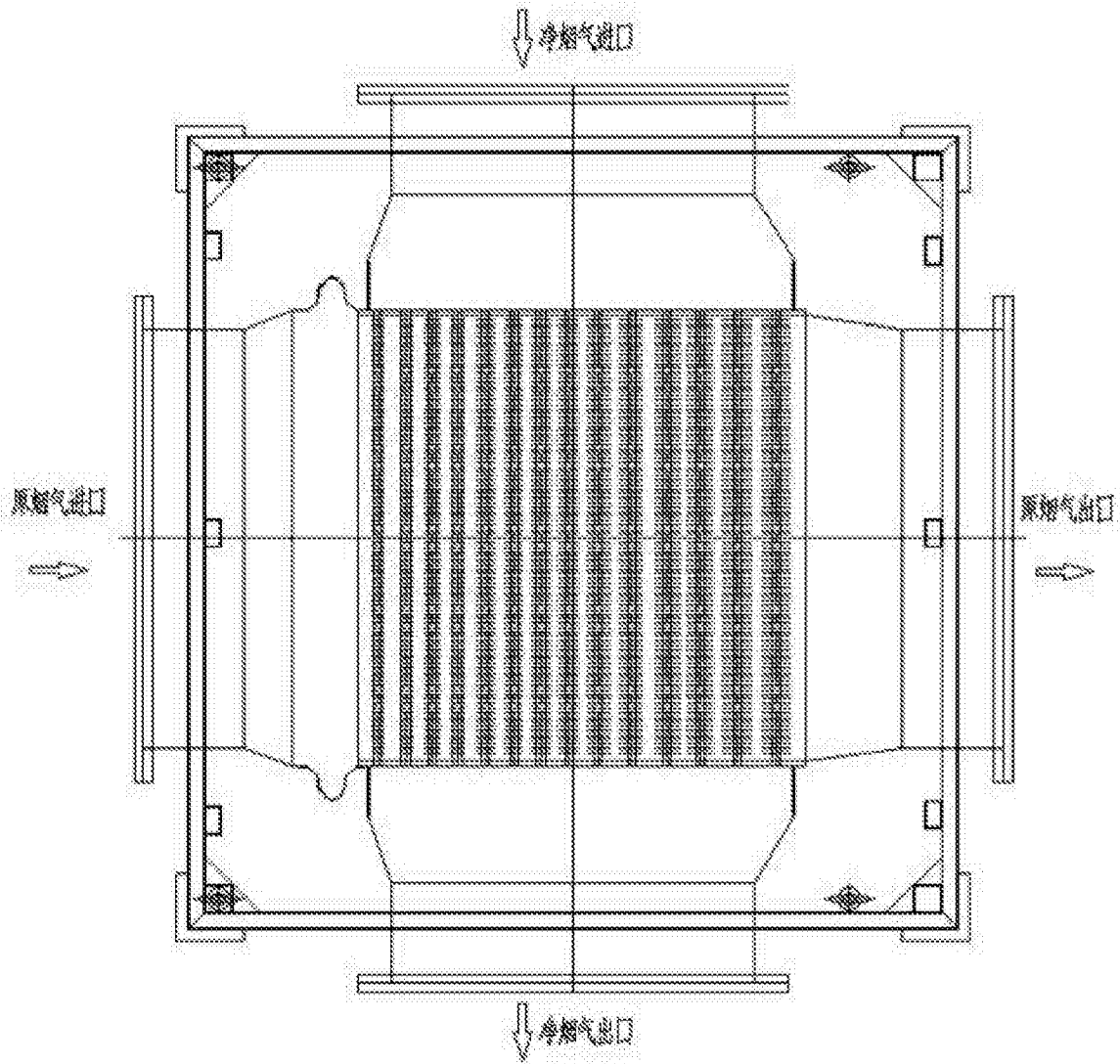


图2