



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 202769692 U

(45) 授权公告日 2013. 03. 06

(21) 申请号 201220453138. 3

B01D 53/60 (2006. 01)

(22) 申请日 2012. 09. 07

(73) 专利权人 上海和衡能源科技发展有限公司

地址 200090 上海市杨浦区宁国路 218 号郡
江国际大厦 1717 室

(72) 发明人 王启杰 宋若霖 章卫

(74) 专利代理机构 上海正旦专利代理有限公司

31200

代理人 陆飞 盛志范

(51) Int. Cl.

F23J 15/06 (2006. 01)

F23J 15/02 (2006. 01)

B01D 50/00 (2006. 01)

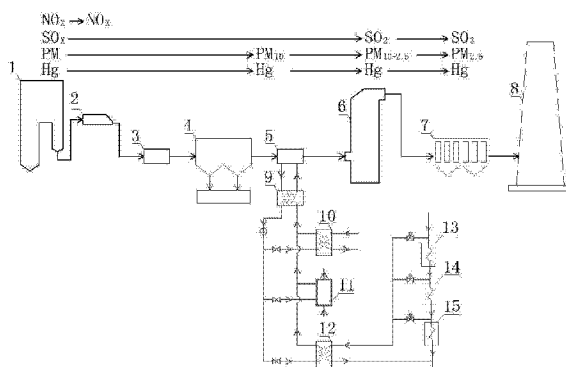
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 实用新型名称

一种燃煤电厂锅炉烟气余热回收和减少废物排放的热力系统

(57) 摘要

本实用新型属于节能减排技术领域,具体为一种燃煤电厂锅炉烟气余热回收和减少废物排放的热力系统。相对于现有系统,本实用新型系统增加了二个设备,其一是烟气冷却器,它安装在干式静电除尘器之后、湿式脱硫装置之前,或者安装在干式静电除尘器之前、空气预热器之后的烟道内;其二是增加湿式静电除雾器,它放置在湿式脱硫装置和烟囱之间。本实用新型解决了现有湿法烟气脱硫装置烟气的余热回收及利用问题,也解决了净烟气中因含有未脱除的 SO_3 、微细水雾及饱和水蒸汽因冷凝产生的腐蚀性硫酸、亚硫酸液引起的烟囱腐蚀和石膏雨的问题,能有效去除 SO_3 、微细水雾,极大地抑制了酸雾和石膏雨的形成。此外,它对 $\text{PM}_{2.5}$ 这类微细粉尘的去除率在 90% 以上,大大改善了电厂对环境的污染。



1. 一种燃煤电厂锅炉烟气余热回收和减少废物排放的热力系统,其特征在于,相对于现有系统,本发明系统增加了二个设备,其一是烟气冷却器,它安装在干式静电除尘器之前、空气预热器之后,或者安装在干式静电除尘器与湿式脱硫装置之间的烟道内;其二是增加湿式静电除雾器,它放置在湿式脱硫装置和烟囱之间,湿式静电除雾器可以为分体式布置的形式,即湿式静电除雾器与湿式脱硫装置以二个独立的设备型式出现的,也可以为整体式布置的形式,即湿式静电除雾器设在湿式脱硫装置的顶端处,位于湿式脱硫装置的机械除雾器的上部。

2. 根据权利要求1所述的热力系统,其特征在于,由锅炉、SCR脱硝装置、空气预热器、干式静电除尘器、烟气冷却器、湿式脱硫装置、湿式静电除雾器、烟囱、板式换热器、热网水加热器、暖风器、低压给水加热器、若干级低压加热器组成,低压加热器的具体数目视电厂具体情况而定;其中,锅炉、SCR脱硝装置、空气预热器、干式静电除尘器、烟气冷却器、湿式脱硫装置、湿式静电除雾器、烟囱通过管道依次连接;板式换热器的热端通过管道与烟气冷却器连接;板式换热器的冷端根据电厂需要可通过管道分别与热网水加热器、暖风器、低压给水加热器中的任一个独立连接或几个同时并联连接;低压给水加热器再分别与某一级或某几级低压加热器连接。

一种燃煤电厂锅炉烟气余热回收和减少废物排放的热力系统

技术领域

[0001] 本实用新型属于节能减排技术领域,具体涉及燃煤电厂锅炉尾部排烟的余热回收、利用和减少废物排放的热力系统。

背景技术

[0002] 近年来,随着国民经济的快速发展,我国对燃煤锅炉烟气污染物排放的控制要求越来越高,从 20 世纪九十年代起,经过十余年的努力,我国装备有脱硫系统的燃煤电厂装机容量已超过 3 亿千瓦,其中配套装备的脱硫系统绝大多数是石灰石~石膏湿法烟气脱硫(Limestone~gypsum Wet Flue Gas Desulfurization,简称 WFGD)系统,使烟气的脱硫效率达到 95% 以上。“十二五”期间国家电力公司又在燃煤电厂中大力推广脱硝技术,特别是在催化剂的作用下向温度为 $280^{\circ}\text{C}\sim 420^{\circ}\text{C}$ 的烟气中喷入氨,将烟气中的 NO_x 还原成 N_2 和 H_2O 的 SCR 脱硝技术,使 NO_x 的去除率达到 90% 以上。

[0003] 目前,我国大中型燃煤电厂大都均设置 SCR 脱硝装置和 WFGD 脱硫装置,其典型的热力系统可分为二个大类,第一大类是除 SCR 和 WFGD 外还设置烟气~净烟气换热器(Flue Gas~Clean Flue Gas Heat Exchanger,简称 GGH),由于 GGH 的型式分有回转式(周期型蓄热式)和列管式(又称 MGGH),随 GGH 型式的不同,这一大类的典型热力系统可分二种,分别如图 1、图 2 所示。

[0004] 图 1 中,包括:1. 锅炉, 2. SCR 脱硝装置, 3. 空气预热器, 4. 干式静电除尘器(DESP), 5. 回转式 GGH, 6. WFGD 湿式脱硫装置, 7. 烟囱。

[0005] 图 2 中,管式 GGH 的余热回收器可放在 DESP 之后、WFGD 之前,也可放在 DESP 之前、空气预热器之后,视电厂的具体情况而定。其中,包括:1. 锅炉, 2. SCR 脱硝装置, 3. 空气预热器, 4. 干式静电除尘器(DESP), 5. 管式 GGH 的余热回收器, 6. WFGD 湿式脱硫装置, 7. 管式 GGH 的再加热器, 8. 烟囱。

[0006] 第二大类是除 SCR 和 WFGD 外不设置烟气~净烟气换热器 GGH,这是因为经过近 20 年的实践,人们发现 GGH 在 WFGD 系统中的作用并不大,但因此带来的弊端却很多:①投资和运行费用大幅增加;② GGH 内的腐蚀、磨损、积灰、堵塞降低了 WFGD 系统的运行可靠性及电厂的经济效益;③对于回转式 GGH 而言烟气和净烟气间不可避免的泄漏,降低了 WFGD 系统的脱硫效率。不设置 GGH 后 WFGD 的烟气系统得以简化占地面积小,运行可靠性大大提高,投资成本和运行费用可大幅降低。尤其关键的是在一定气象条件下,不设 GGH 同样可达到国家环境排放标准。目前在 WFGD 系统中不设置 GGH 的方案已得到国内外业内人士的普遍认同,被越来越多的电厂所采用。

[0007] 燃煤电厂设置 SCR 脱硝装置、WFGD 脱硫装置,不设置 GGH 的典型热力系统流程图见图 3。它包括: 1. 锅炉, 2. SCR 脱硝装置, 3. 空气预热器, 4. 干式静电除尘器(DESP), 5. WFGD 湿式脱硫装置, 6. 烟囱。

[0008] 近年来随着我国能源形势的严峻,国家对节能减排的要求日益严厉,从这一角度

看上述图 1、图 2、图 3 所示系统在节能和减排两方面都存在明显的不足。

[0009] 1、节能方面

[0010] ① 对于设置 GGH 的热力系统图 1 及图 2, 由于通过 GGH 回收的烟气余热用于再加热 WFGD 出口的低温湿烟气, 提高湿烟气的温度, 就整个热力系统而言, 没有节能效应。

[0011] ② 对于不设置 GGH 的热力系统图 3, 从干式静电除尘器 (DESP) 排出的温度为 $120 \sim 130^{\circ}\text{C}$ 的未经处理的烟气直接进入 WFGD, 而 WFGD 要求的进口温度只有 80°C 左右, 这就使烟气从 $120 \sim 130^{\circ}\text{C}$ 降低至 80°C 左右的这部分余热未被利用而白白损失, 对一台 600MW 机组, 这将引起每年损失标煤 6000 ~ 8000 吨左右, 甚至更多; 此外为满足脱硫工艺对烟气温度 (约 80°C 左右) 的要求, 不得不在吸收塔内通过大量喷水进行冷却, 以使烟气温度从吸收塔进口的 $120 \sim 130^{\circ}\text{C}$ 左右降至脱硫需要的工作温度 (约 80°C 左右), 这将使吸收塔内蒸发的水量增加约 20% 左右, 进而导致脱硫装置的耗水量增大; 最后这些增加的喷水在吸收塔内蒸发成饱和蒸汽随烟气一起由烟囱排出, 增加了从烟囱排出的烟气~蒸汽混合物的体积及相应的流动阻力, 使增压风机的功耗增大。

[0012] 2、减排方面

[0013] 上述流程虽然通过 SCR 脱硝装置可去除 NO_x , 通过干式静电除尘装置 (DESP) 可去除 PM_{10} , 通过 WFGD 脱硫装置可去除 SO_2 及 $\text{PM}_{10-2.5}$, 但是不能去除 SO_3 酸雾, $\text{PM}_{2.5}$ 及 Hg。

发明内容

[0014] 本实用新型的目的在于提供一种节能、减排效果好的燃煤电厂锅炉烟气余热回收和减少废物排放的处理系统。

[0015] 本实用新型提供燃煤电厂锅炉烟气余热回收和减少废物排放的处理系统, 相对于图 1、图 2、图 3 所示的系统, 本发明主要增加了二个设备, 其一是烟气冷却器 5, 它可安装在干式静电除尘器 (DESP) 4 与湿式脱硫装置 (WFGD) 6 之间的烟道内, 也可安装在干式静电除尘器 (DESP) 4 之前、空气预热器 3 之后; 在前者的情况下使经除尘处理的烟气从 DESP 出来后经过烟气冷却器壳侧流过, 烟气向管侧的冷却液体 (循环水、热网循环水或来自锅炉低压加热器的冷凝水) 输出余热, 加热冷却液体, 自身被冷却至 80°C 左右后进入 WFGD, 经洗涤、脱硫、除雾后, 从 WFGD 流出。管侧的冷却液体吸收烟气的余热可用于加热锅炉的低压给水, 提高抽汽回热循环的热效率, 降低发电煤耗; 也可用于替代锅炉暖风机的加热蒸汽, 减少发电煤耗或直接用于加热城市热网的循环水, 节省城市热网锅炉的燃料 (燃油、燃气); 甚至可建立城市的车载供热系统。其二是增加湿式静电除雾器 (WESP) 7, 它放置在湿式脱硫装置 (WFGD) 6 和烟囱 8 之间。图 4 所示的 WESP 属分体式布置的形式, 即 WESP 与 WFGD 是以二个独立的设备型式出现的。如需要也可以整体式布置的形式出现, 即 WESP 放在 WFGD 的顶端处, 位于 WFGD 的机械除雾器的上部, 脱硫后的饱和烟气分别经机械除雾器、WESP 后流出 WFGD, 进入烟囱排向大气。加装 WESP 后, 可有效去除 SO_3 和细小水雾、微细粉尘 $\text{PM}_{2.5}$ 、汞等重金属, 去除效率可达 90% 以上, 还可降低烟囱的防腐等级, 解决不设 GGH 后 WFGD 会使烟囱排出石膏雨及烟囱受酸雾强腐蚀等环境问题。需要特别指出的是, 它能有效去除微细粉尘 $\text{PM}_{2.5}$ 这一点, 是目前其它除尘设备难以与之相比的。

[0016] 作为例子, 本实用新型提供燃煤电厂锅炉烟气余热回收和减少废物排放的热力系统, 其结构如图 4 所示。由锅炉 1、SCR 脱硝装置 2、空气预热器 3、干式静电除尘器 (DESP) 4、

烟气冷却器 5、WFGD 湿式脱硫装置 6、湿式静电除雾器(WESP) 7、烟囱 8、板式换热器 9、热网水加热器 10、暖风器 11、低压给水加热器 12、若干级低压加热器组成,低压加热器的具体数目视电厂具体情况而定,图 4 中,标出了: #1 低压加热器 13、#2 低压加热器 14、#3 低压加热器 15,为 3 级。其中,锅炉 1、SCR 脱硝装置 2、空气预热器 3、烟气冷却器 4、干式静电除尘器(DESP) 5、湿式脱硫装置(WFGD) 6、湿式静电除雾器(WESP) 7、烟囱 8 通过管道依次连接;板式换热器 9 的热端通过管道与烟气冷却器 4 连接;板式换热器 9 的冷端根据电厂需要通过管道分别与热网水加热器 10、暖风器 11、低压给水加热器 12 中的任一个独立连接或几个同时并联连接;低压给水加热器 12 再分别与某一级(如 #1 低压加热器 13、#2 低压加热器 14 或 #3 低压加热器 15)或某几级(如 #1 低压加热器 13、#2 低压加热器 14、#3 低压加热器 15)连接。

[0017] 从图 4 可见,经除尘处理的烟气从干式静电除尘器(DESP) 4 出来后经过烟气冷却器 5 壳侧流过,烟气向管侧的冷却液体(循环水、热网循环水或来自锅炉低压加热器的冷凝水)输出余热,加热冷却液体,自身被冷却至 80℃左右后进入 WFGD 湿式脱硫装置 6,经洗涤、脱硫、除雾后,从 WFGD 湿式脱硫装置 6 流出。管侧的冷却液体吸收烟气的余热可用于加热锅炉的低压给水,提高抽汽回热循环的热效率,降低发电煤耗;也可用于替代锅炉暖风机的加热蒸汽,减少发电煤耗或直接用于加热城市热网的循环水,节省城市热网锅炉的燃料(燃油、燃气);甚至可建立城市的车载供热系统。从 WFGD 湿式脱硫装置 6 流出的饱和湿烟气,经湿式静电除雾器(WESP) 7 后可进一步有效去除 SO_3 、微细水雾,极大地抑制了酸雾和石膏雨的形成。此外,它对 $\text{PM}_{2.5}$ 这类微细粉尘的去除率在 90% 以上,大大改善了电厂对环境的污染。

[0018] 本实用新型解决了现有湿法烟气脱硫装置不设置 GGH 造成进脱硫吸收塔前那部分烟气的余热回收及利用问题;也解决了从脱硫吸收塔出来的温度为 50℃左右的净烟气中因含有未脱除的 SO_3 、微细水雾及饱和水蒸汽因冷凝产生的腐蚀性硫酸、亚硫酸液引起的烟囱腐蚀和石膏雨的问题,能有效去除 SO_3 、微细水雾,极大地抑制了酸雾和石膏雨的形成。此外,它对 $\text{PM}_{2.5}$ 这类微细粉尘的去除率在 90% 以上,大大改善了电厂对环境的污染。

附图说明

[0019] 图 1 为带有回转式 GGH 的热力系统图。

[0020] 图 2 为带有列管式 GGH 的热力系统图。

[0021] 图 3 为不设置 GGH 的热力系统图。

[0022] 图 4 为增设烟气冷却器和 WESP 的热力系统图。

具体实施方式

[0023] 以下结合附图对本实用新型作进一步描述。

[0024] 实施例 1

[0025] 对于图 3 所示电厂的热力系统,即不设置 GGH 的电厂,可在 DESP 与 WFGD 之间的烟道内增设一烟气冷却器,使从 DESP 排出的温度为 120 ~ 130℃的热烟气先从烟气冷却器的壳侧流过,管侧的冷却液体吸收热烟气的余热,吸收余热后的冷却液体(称为 A)通过一板式换热器的一侧将余热传递给另一侧的流体 B。冬天时 B 流体为城市热网的回水或用于加热

锅炉暖风器的循环水,将余热用于城市热网可显著节省热网锅炉的燃油或燃气,经济效益可达每年壹仟万元,而常规锅炉暖风器的抽汽会造成机组煤耗显著增加,从安全性和经济性两方面考虑,利用排烟余热来加热锅炉送风是上佳的选择;夏天时 B 流体为锅炉的低压给水,余热用于回热循环,提高回热循环的效率,降低电厂的发电煤耗。冬天和夏天的切断可通过切换阀实现,烟气冷却器也可放在 DESP 之前,视电厂的具体情况和要求而定。

[0026] 除在 DESP 前或后加装烟气冷却器外,在 WFGD 和烟囱间加装一 WESP,从 WFGD 流出的 50℃左右的烟气经 WESP,在 WESP 中去除 SO_3 和微细雾滴、 $\text{PM}_{2.5}$ 和 Hg 后再经烟囱排向大气,由于去除了 SO_3 和微细雾滴,使烟囱中酸雾腐蚀显著降低,使烟囱的防腐等级可降低,防腐费用可大幅减少。在粉尘排放方面不仅可达到 2011 年 7 月 29 最新发布的“火电厂大气污染物排放标准”GB13223-2011 规定的烟尘总量排放标准($< 30\text{mg}/\text{m}^3$),更可以提前达到国家即将发布的关于电厂 $\text{PM}_{2.5}$ 的标准,不必为满足即将颁布的 $\text{PM}_{2.5}$ 排放标准而再次进行除尘设备的改造。

[0027] 实施例 2

[0028] 对于图 1 所示电厂的热力系统,即设置回转式 GGH 的电厂,可拆除回转式 GGH,而在 DESP 之后增设一烟气冷却器;在 WFGD 和烟囱之间加装一 WESP,这既可节约回转式 GGH 的可观的运行、检修费用,又可避免拆除回转式 GGH 后引起的烟囱严重酸腐蚀和石膏雨等环境问题,更因加装烟气冷却器后,每年可节省数千至上万吨标煤。

[0029] 实施例 3

[0030] 对于图 2 所示电厂的热力系统,即设置管式 GGH 的电厂,可将管式 GGH 的余热回收器改造成烟气冷却器,放在 DESP 的前面或后面,而将 GGH 的再加热器拆除,在它的位置处加装一 WESP。

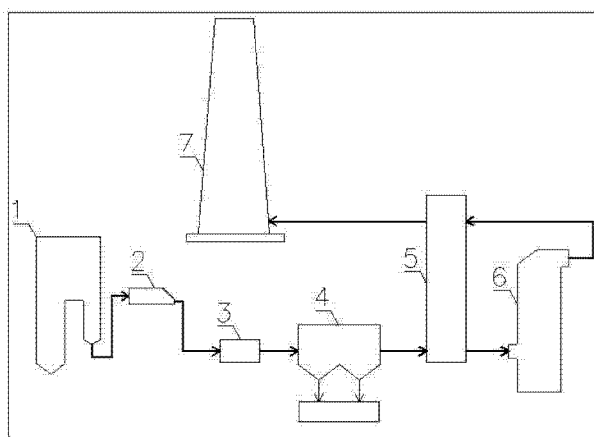


图 1

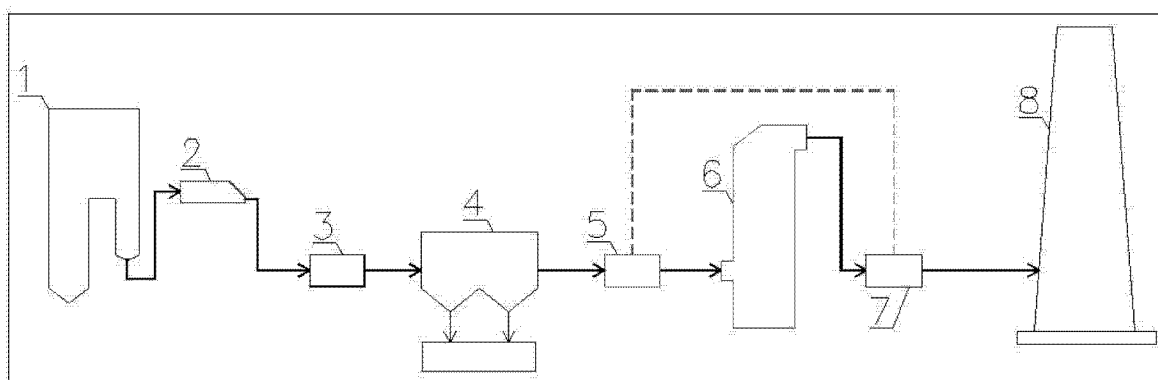


图 2

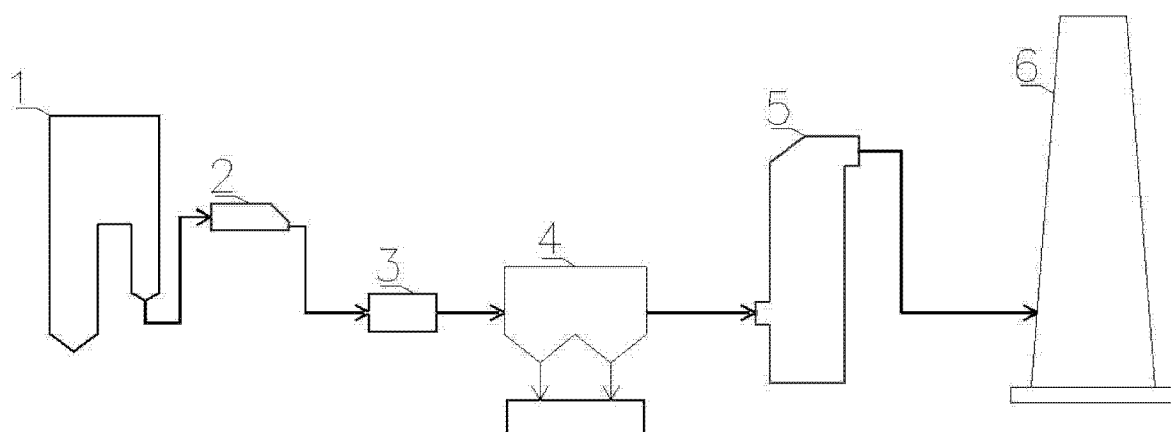


图 3

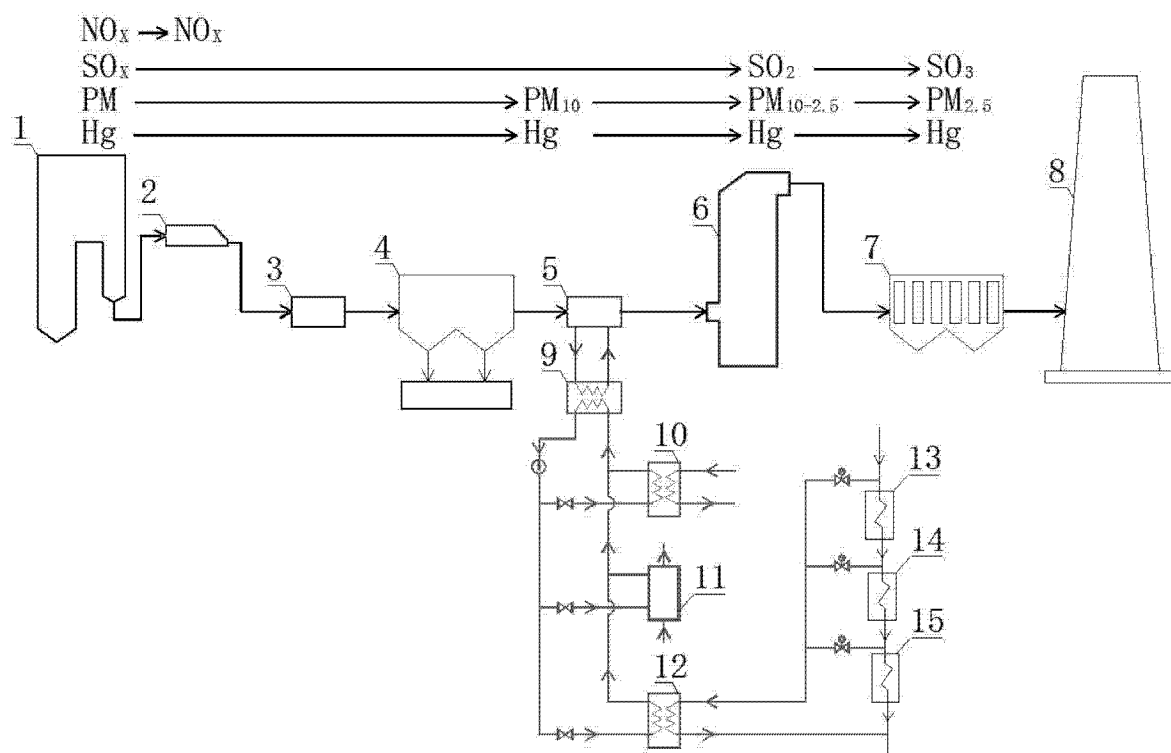


图 4