(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 101219329 B
(45)授权公告日 2010.06.16

(21)申请号 200710092757.8

(22)申请日 2007.09.27

(73)专利权人 中电投远达环保工程有限公司
地址 400060 重庆市经济技术开发区青龙路1号
专利权人 重庆大学

(72)发明人 杜云贵 李锋 刘清才 董凌燕 尹正明 洪燕 隋建才 余宇 王方群 杨剑 吴其荣 邓佳佳

(74)专利代理机构 重庆市前沿专利事务所 50211
代理人 郭云

(51)Int.Cl.
B01D 53/56(2006.01)

(56)对比文件
WO 2006128712 A1,2006.12.07, 全文.
CN 1049985 A,1991.03.20, 全文.
CN 1419471 A,2003.05.21, 全文.
GB 1396839 A,1975.06.04, 全文.

审查员 周春艳

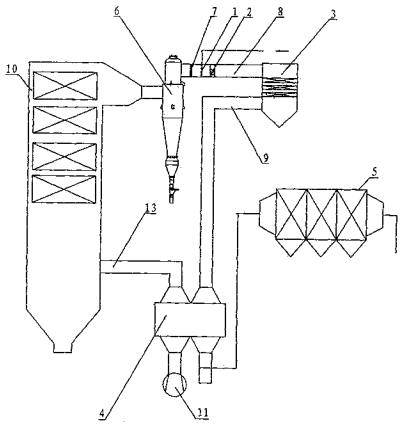
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 3 页

(54)发明名称

前置旋风预除尘SCR烟气脱硝工艺

(57)摘要

本发明公开了前置旋风预除尘SCR烟气脱硝工艺，从锅炉(10)省煤器引出的烟气，先经过耐高温旋风分离器(6)，然后经过烟气均流器(7)、静态混合器(2)对烟气的均匀统一流向，同时与氨气的均匀混合等的预处理后与SCR反应器(3)的催化剂反应，最后通过空气预热器(4)降低温度和静电除尘器(5)除尘后输出。本发明减小了催化剂和SCR反应器体积，降低了支撑的要求，去除了SCR旁路，大大降低SCR工程造价；同时延长了催化剂寿命和空预器的清洗周期，可以不设吹灰器或者将吹灰的周期设置得较长。



CN 101219329 B

1. 一种前置旋风预除尘 SCR 烟气脱硝工艺，其特征在于：

本工艺使用的装置是，前置旋风预除尘 SCR 烟气脱硝装置，包括喷氨格栅 (1)、静态混合器 (2)、SCR 反应器 (3)、空气预热器 (4)、静电除尘器 (5)，所述 SCR 反应器 (3)，上部连接锅炉 (10) 引出的烟气接入管 (8)，该烟气接入管 (8) 内设置有静态混合器 (2)，该静态混合器 (2) 前面设有喷氨格栅 (1)，所述 SCR 反应器 (3) 下部通过烟气输出管 (9) 与静电除尘器 (5) 连接，在静电除尘器 (5) 和 SCR 反应器 (3) 之间的烟气输出管 (9) 上设有空气预热器 (4)，进入锅炉 (10) 的空气输入管 (13) 通过风机 (11) 经所述空气预热器 (4) 与锅炉 (10) 相连，其中所述喷氨格栅 (1) 前面的烟气接入管 (8) 上设有耐高温旋风分离器 (6)，所述喷氨格栅 (1) 的喷嘴朝向锅炉 (10)，所述耐高温旋风分离器 (6) 包括直筒 (6-1)、排气筒 (6-2)、锥形筒 (6-3)、排灰筒 (6-4) 和封头 (6-12)，所述直筒 (6-1) 上端和下端分别连接排气筒 (6-2) 和锥形筒 (6-3)，该排气筒 (6-2) 上端筒口被封头 (6-12) 盖住，该锥形筒 (6-3) 下端经小灰斗 (6-11) 与排灰筒 (6-4) 相通，所述直筒 (6-1) 内设有与排气筒 (6-2) 相通的锥形插入筒 (6-5)，在所述直筒 (6-1) 和排气筒 (6-2) 上分别有涡形烟气入口 (6-14) 和切向延伸烟气出口 (6-15)，所述烟气入口 (6-14)、直筒 (6-1)、锥形筒 (6-3)、小灰斗 (6-11) 的侧壁 (6-13) 为普通碳钢，在该侧壁 (6-13) 内表面用保温钉 (6-6) 固定有保温材料 (6-7)，在该保温钉 (6-6) 外端设置有薄层端板 (6-8)，在端板 (6-8) 外固定有龟甲网 (6-9)，网间填充耐温耐磨材料 (6-10)；所述插入筒 (6-5) 和排灰筒 (6-4) 的普通碳钢侧壁 (6-13) 内表面焊接龟甲网 (6-9)，网间填充耐温耐磨材料 (6-10)；

步骤 1，烟气的引入预处理，从锅炉 (10) 引出烟气进入耐高温旋风分离器 (6)，在耐高温旋风分离器 (6) 将大部分大颗粒飞灰除去，然后烟气通过烟气接入管 (8) 进入 SCR 反应器 (3)，在该烟气接入管 (8) 中烟气与喷氨格栅 (1) 喷出的氨逆向混合，经过静态混合器 (2) 的进一步混合均匀，然后流入 SCR 反应器 (3)；

步骤 2，烟气的脱硝排出，经上述预处理与氨混合的烟气进入 SCR 反应器 (3)，与 SCR 反应器 (3) 内的催化剂接触充分反应脱硝，然后经进入烟气输出管 (9) 经空气预热器 (4) 与输入锅炉 (10) 的冷空气换热，烟气温度降低后经过静电除尘器 (5) 除尘后输出。

2. 根据权利要求 1 所述前置旋风预除尘 SCR 烟气脱硝装置，其特征在于：在所述锅炉 (10) 和喷氨格栅 (1) 之间的烟气接入管 (8) 内装有由错排管束组成的烟气均流器 (7)，该烟气均流器 (7) 对耐高温旋风分离器 (6) 排出的烟气在与氨混合前进行整流。

前置旋风预除尘 SCR 烟气脱硝工艺

技术领域

[0001] 本发明属于烟气脱硝工艺，具体地说，是一种前置旋风预除尘 SCR 烟气脱硝工艺。

背景技术

[0002] 传统的烟气脱硝装置如图 5 所示，SCR 反应器 3 上部连接锅炉 10 引出的烟气接入管 8，该烟气接入管 8 内设置有静态混合器 2，该静态混合器 2 前面设有喷氨格栅 1，所述 SCR 反应器 3 下部通过烟气输出管 9 与静电除尘器 5 连接，在静电除尘器 5 和 SCR 反应器 3 之间的烟气输出管 9 设有空气预热器 4，所述进入锅炉 10 的空气输入管 13 通过风机 11 经所述空气预热器 4 与锅炉 10 相连，所述喷氨格栅 1 的喷嘴朝向 SCR 反应器 3。在喷氨格栅 1 与锅炉 10 之间的烟气输入管 8 内；SCR 反应器 3 与空气预热器 4 之间的烟气输出管 9 内分别设有挡板 12。锅炉 10 与烟气输出管 9 前端之间另设有管道相通，该管道内也设有挡板 12，作为 SCR 旁路，所述喷氨格栅 1 的喷嘴朝向与烟气方向相同，在 SCR 反应器中，烟气中的 NOx 与喷入烟气中的氨气在催化剂表面发生选择性催化还原 (SCR) 反应被还原成 N_2 和 H_2O。净化后的烟气再依次进入空气预热器 4、静电除尘器 5 和 FGD 脱硫装置后经烟囱排放，。

[0003] 由于在 SCR 反应器中，烟气粉尘浓度较高，所含的飞灰易造成催化剂磨损和中毒，缩短催化剂使用寿命，增加运行成本；其中的大颗粒飞灰（特别是爆米花飞灰）特别容易造成催化剂堵塞，为了降低催化剂堵塞的概率，一般需要选择大孔径催化剂，从而会造成催化剂体积较大，增加了 SCR 项目投资成本；如果催化剂堵塞就必须要停炉，损失巨大，为了避免催化剂堵塞造成停炉的风险，所以在系统设计中往往需要设置 SCR 旁路 6，这样会进一步增加 SCR 脱硝的投资成本；此外由于飞灰浓度较高，脱硝反应泄漏的 NH_3 与 SO_3 和 H_2O 会生成硫酸氢铵 (ABS) 等物质，该物质具有较大的黏性，会在使得粉尘在空预器表面聚集，造成空预器的沾污和腐蚀，造成空预器 4 的堵塞，所以必须要提高空预器 4 的清洗频率。

[0004] 此外，在传统工艺中，由于脱硝催化剂的磨损等原因，会造成磨损的脱硝催化剂重金属在静电除尘器 5 粉尘中富集，使得静电除尘器飞灰的重金属浓度偏高，影响电厂飞灰的应用。

[0005] 目前的潮流是取消 SCR 旁路 6，这无疑会进一步增加了飞灰堵塞造成停机的危险，传统的 SCR 工艺将受到更加严峻的挑战。

发明内容

[0006] 本发明所要解决的技术问题在于提供一种在取消 SCR 旁路的同时还能减小 SCR 反应器催化剂体积大小和静电除尘器大小的前置旋风预除尘 SCR 烟气脱硝工艺。

[0007] 本发明的技术方案如下：一种前置旋风预除尘 SCR 烟气脱硝工艺，其特征在于按如下步骤进行：

[0008] 步骤 1，前置旋风预除尘 SCR 烟气脱硝装置，包括喷氨格栅、静态混合器、SCR 反应器、空气预热器、静电除尘器，所述 SCR 反应器，上部连接锅炉引出的烟气接入管，该烟气接入管内设置有静态混合器，该静态混合器前面设有喷氨格栅，所述 SCR 反应器下部通过烟

气输出管与静电除尘器连接，在静电除尘器和 SCR 反应器之间的烟气输出管上设有空气预热器，所述进入锅炉的空气输入管通过风机经所述空气预热器与锅炉相连，其中所述喷氨格栅前面的烟气接入管上设有耐高温旋风分离器，所述喷氨格栅的喷嘴朝向锅炉，所述耐高温旋风分离器包括直筒、排气筒、锥形筒、排灰筒和封头，所述直筒上端和下端分别连接排气筒和锥形筒，该排气筒上端筒口被封头盖住，该锥形筒下端经小灰斗与排灰筒相通，所述直筒内设有与排气筒相通的锥形插入筒，在所述直筒和排气筒上分别有涡形烟气入口和切向延伸烟气出口，所述烟气入口、直筒、锥形筒、小灰斗的侧壁为普通碳钢，在该侧壁内表面用保温钉固定有保温材料，在该保温钉外端设置有薄层端板，在端板外固定有龟甲网，网间填充耐温耐磨材料；所述插入筒和排灰筒的普通碳钢侧壁内表面焊接龟甲网，网间填充耐温耐磨材料；

[0009] 步骤 2，烟气的引入预处理，从锅炉引出烟气进入耐高温旋风分离器，在耐高温旋风分离器将大部分大颗粒飞灰（包括爆米花飞灰）除去，然后烟气通过烟气接入管进入 SCR 反应器，在该烟气接入管中烟气与喷氨格栅喷出的氨逆向混合，经过静态混合器的进一步混合均匀，然后流入 SCR 反应器；

[0010] 步骤 3，烟气的脱硝排出，经上述预处理与氨混合的烟气进入 SCR 反应器，与 SCR 反应器内的催化剂接触充分反应脱硝，然后经进入烟气输出管经空气预热器与输入锅炉的冷空气换热，烟气温度降低后经过静电除尘器除尘后输出。

[0011] 在所述锅炉和喷氨格栅之间的烟气接入管内装有由错排管束组成的烟气均流器，该烟气均流器对耐高温旋风分离器排出的烟气在与氨混合前进行整流。

[0012] 整个工艺中增加一个高温旋风分离器，将大颗粒飞灰（尤其是爆米花飞灰）去除，可以减少大粒径飞灰对催化剂的堵塞；同时由于去除了大颗粒飞灰，可以选择孔径较小的 SCR 脱硝催化剂，减小所需的催化剂体积；由于飞灰含量大幅度下降，所以对催化剂的磨损和中毒的概率降低，使得脱硝催化剂寿命大幅度延长；由于飞灰造成催化剂堵塞的概率已经非常低了，没有必要再设置 SCR 旁路，可以降低 SCR 工程的造价成本，这也与目前取消 SCR 旁路的趋势相吻合。此外，由于飞灰浓度的大幅降低，即使有硫酸氢铵的生成，由于粉尘浓度的减少，造成空预器堵塞的概率也大幅下降，可以延长空预器的清洗周期。

[0013] 设置旋风分离器预除尘装置的另一个优点是由于飞灰大多数是在 SCR 反应器前的旋风分离器去除的，此部分飞灰不受到催化剂磨损的影响，不会使得其中的含量增加，而后部的静电除尘器的飞灰中由于通过催化剂的粉尘浓度降低，催化剂的磨损下降，也会使得粉尘中的重金属含量有所下降，所以本发明可以避免传统的 SCR 系统造成的静电除尘器重金属含量增加，严重影响飞灰的应用和销售的情况（飞灰可以作为生产水泥等的原料）。

[0014] 由于在省煤器和 SCR 反应器之间增加了旋风分离器，使得烟气扰动程度有了很大的提高，为了提高氨气在烟气中分散的均匀度，本发明在喷氨格栅上游设置有烟气均流器，使得烟气均匀朝向同一方向与喷氨格栅喷出的氨气更好混合。该烟气均流器采用错排的平行管束，具有结构简单、均流效果好和压降低等优点。

[0015] 由于经过旋风分离器已经去除了大部分飞灰，在即使喷氨喷嘴的喷嘴方向与烟气流动方向相反时，也不会发生堵塞，如果喷氨格栅喷出氨气的方向与烟气流动的方向相反，烟气与氨气的混合会更加均匀，与 SCR 反应器里的催化剂反应更加充分，所以本发明的脱硝系统的喷氨格栅的喷嘴与烟气方向相反。

[0016] 旋风分离器后的 SCR 系统的布置与传统 SCR 反应系统布置基本相似，需要设置导流板、氨气喷射格栅、静态混合器、飞灰整流器、催化剂、吹灰器等，在 SCR 反应器后依次经过空气预热器、静电除尘器、FGD 脱硫装置、引风机后经烟囱排放。

[0017] 在 SCR 反应器设计中，由于飞灰含量的降低，可采用小孔径催化剂，由于小孔径催化剂比表面积较大，可以使得催化剂体积有所下降，可以采用较小的 SCR 反应器，SCR 反应器载荷较小，对支撑的要求比传统 SCR 反应器降低。在内部件的设计中，由于旋风分离器的对烟气的搅动，在静态混合器的设计中需要通过 CFD 模拟和物理流动模型进行仔细核算；由于飞灰堵塞概率很低，可以不设吹灰器或者将吹灰的周期设置得较长。其他内部件（氨气喷射格栅、导流板和飞灰整流器）的设计与传统 SCR 反应器相同。

[0018] SCR 反应器下游的空预器由于飞灰含量较低，粘结性飞灰堵塞的概率大幅下降，空预器清洗的周期大幅延长。

[0019] 静电除尘器由于有了旋风分离器的预除尘，粉尘的负荷下降，可以减少静电除尘器的大小和电场的个数，降低电厂对静电除尘器的投资。同时由于飞灰对催化剂磨损的下降，可以提高静电除尘器的飞灰的品质。

[0020] 电厂烟气处理的其他的装置，如 FGD 脱硫装置、引风机和烟囱的设计与传统 SCR 工艺系统的烟气处理系统的布置相同。

[0021] 有益效果：本发明可以减少大粒径飞灰对催化剂的堵塞；可以选用孔径较小的 SCR 脱硝催化剂，减小所需的催化剂体积和 SCR 反应器，SCR 反应器载荷较小，对支撑的要求比传统 SCR 反应器降低，同时去除 SCR 旁路，可以大大降低 5CR 工程的造价成本；脱硝催化剂寿命大幅度延长；空预器堵塞的概率也大幅下降，延长空预器的清洗周期，可以不设吹灰器或者将吹灰的周期设置得较长；由于静电除尘器的飞灰负荷的降低，可以减少电场大小和数量，减少对静电除尘器的投资。此外，还可以提高静电除尘器飞灰的品质和利用率。

附图说明

[0022] 图 1 是本发明前置旋风预除尘 SCR 烟气脱硝工艺流程图；

[0023] 图 2 是图 1 中耐高温旋风分离器的结构示意图；

[0024] 图 3 是图 2 中烟气入口、直筒、锥形筒小灰斗侧壁层状结构示意图；

[0025] 图 4 是图 2 中插入筒和排灰筒侧壁层状结构示意图；

[0026] 图 5 是传统的 SCR 烟气脱硝工艺流程图。

具体实施方式

[0027] 下面以 1×660MW 燃煤机组为例，结合附图和实施例对本发明作进一步说明。

[0028] 步骤 1，从锅炉 10 的出口烟气通过烟道与耐高温旋风分离器 6 直接连接。此部分烟气流量为 177 万 Nm3/h，烟气温度为 384℃，部分烟气成分的浓度为 NOx400mg/Nm3，SO2 3252mg/Nm3，粉尘 24g/Nm3。省煤器出口烟气通过涡形烟气进口 6-14 进入旋风分离器，烟气通过旋风分离器的离心作用，大部分大粒径飞灰（包括爆米花飞灰）被去除，除尘后的烟气通过切向延伸烟气出口 6-15 排出，进入烟气接入管 8，被分离出来的飞灰通过定期开启旋风分离器底部阀门定期排出。在经过耐高温旋风分离器后，烟气成分没有改变，烟气温度略有下降，温度降至 382℃，但粉尘浓度有大幅度的降低，粉尘浓度低于 2g/Nm3，且平均粒径

很低。

[0029] 由于旋风分离器部分的烟气温度（大于380℃）和粉尘浓度很高（大于20g/Nm3），为了提高旋风分离器的寿命，所述的高温旋风分离器6采用耐高温耐磨的特殊结构。所述耐高温旋风分离器6包括直筒6-1、排气筒6-2、锥形筒6-3、排灰筒6-4和封头6-12，所述直筒6-1上端和下端分别连接排气筒6-2和锥形筒6-3，该排气筒6-2上端筒口被封头6-12盖住，该锥形筒6-3下端经小灰斗6-11与排灰筒6-4相通，所述直筒6-1内设有与排气筒6-2相通的锥形插入筒6-5，在所述直筒6-1和排气筒6-2上分别有涡形烟气入口6-14和切向延伸烟气出口6-15，所述烟气入口6-14、直筒6-1、锥形筒6-3、小灰斗6-11的侧壁6-13为普通碳钢，在该侧壁6-13内表面用保温钉6-6固定有保温材料6-7，在该保温钉6-6外端设置有薄层端板6-8，在端板6-8外固定有龟甲网6-9，网间填充耐温耐磨材料6-10；所述插入筒6-5和排灰筒6-4的普通碳钢侧壁6-13内表面焊接龟甲网6-9，网间填充耐温耐磨材料6-10。

[0030] 步骤2，从旋风分离器出来的已经去除大颗粒飞灰的烟气通过烟气接入管8进入SCR反应器3。在烟气接入管中布置有喷氨格栅1，由于烟气中已经经过预除尘，喷嘴的设置方向与烟气气流方向相反，利用逆向湍流作用增强氨气和烟气的混合，提高氨气在烟气中的分散度。喷氨格栅的喷入量按照脱硝率的要求，在本例中是80％的脱硝率，喷氨量为氨气/NOx摩尔比为0.819。在喷氨格栅1的上下游分别设置烟气均流器7和静态混合器2，其中烟气均流器11采用错流管束结构，具有结构简单、压降低等优点，可以将从旋风除尘器出来的烟气进行初步整流，使得烟气方向基本均匀一致，静态混合器2的作用是将喷入的氨气与烟气充分混合。

[0031] 步骤3，烟气接入管8的另一端与SCR反应器3连接，反应器采用2+1的布置结构。采用常规SCR脱硝工艺，其构型为20×20，体积为450m3，而在本例中，由于粉尘浓度已经降至2g/Nm3以下，所以采用的蜂窝状催化剂为32×32，体积为300m3，催化剂的体积和投资大大降低。由于催化剂体积的降低，相应的负荷也会降低，导致SCR反应器的整体投资大幅下降。由于粉尘浓度很低，在本例中未布置吹灰器。即使布置吹灰器，吹灰器投运的比例很低，吹灰周期大大延长。进入SCR反应器的烟气浓度为NOx 400mg/Nm3，经过SCR反应器，在催化剂表面喷入的氨气和氮氧化物发生反应生成水和氮气，将其中的NOx浓度降低至80mg/Nm3。

[0032] 步骤3，从SCR反应器出口的烟气经过烟气输出管9通过空气预热器4后与静电除尘器5连接。空气预热器4的低温侧与从风机11来的冷空气相连，经过空气预热器4冷空气的温度从20℃升高至200℃左右后经空气输入管13与锅炉10相连；空气预热器4的高温侧与烟气连接，经过空气预热器4烟气温度从380℃左右降至160℃。本例采用的空气预热器4为旋转蓄热式空气预热器，由于烟气粉尘含量大幅降低，所以发生灰堵的概率大大降低，清洗周期可以从传统的半年延长至一年以上。

[0033] 步骤4，在传统660MW机组上采用的静电除尘器为双室四电场结构，由于在本例中粉尘负荷的大幅降低，采用的静电除尘器的电场体积减小，使得静电除尘器的投资成本降低，而且由于前置旋风分离器的预除尘，催化剂的磨损大幅降低，在静电除尘器中飞灰的重金属含量没有增加，不会影响电厂飞灰的使用。

[0034] 步骤5，在静电除尘器5后，烟气分别进入烟气脱硫装置、经过引风机作用通过烟

卤排放，在后续系统的设计与传统工艺相同。

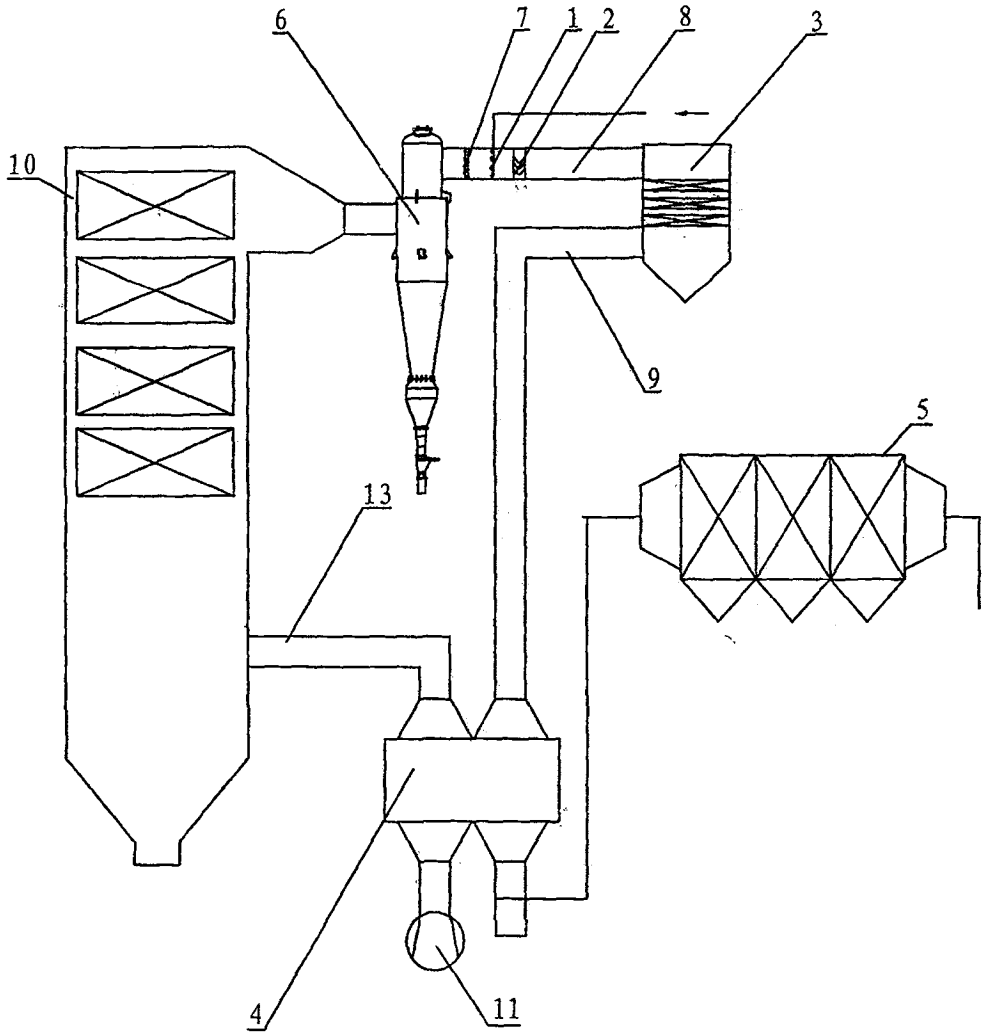


图 1

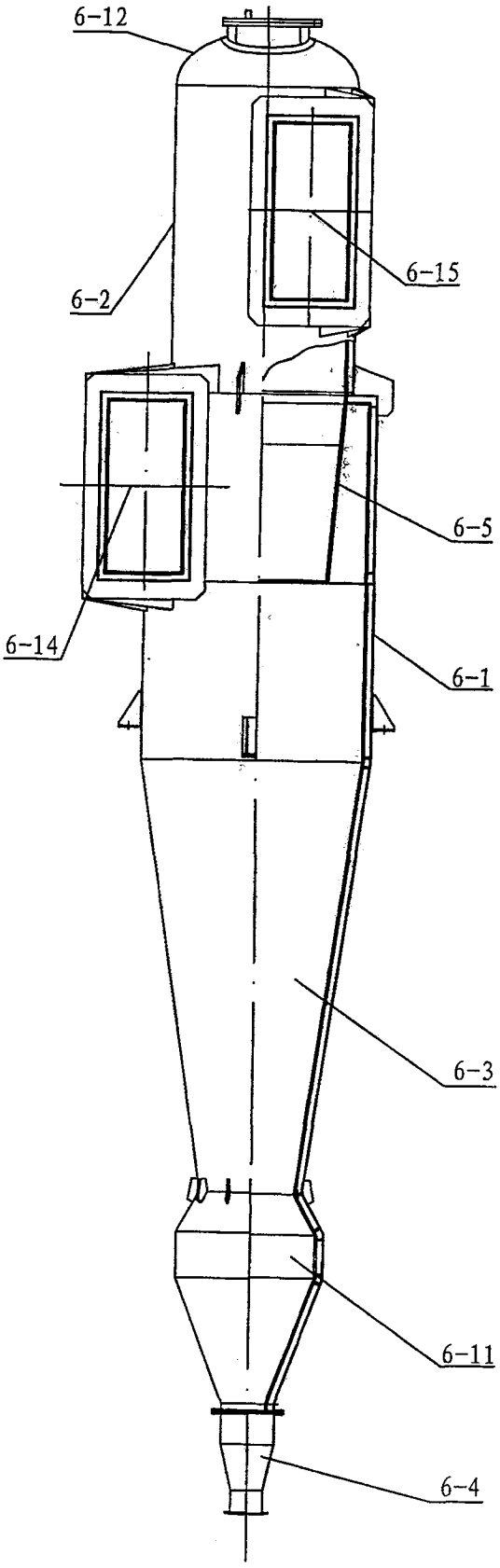


图 2

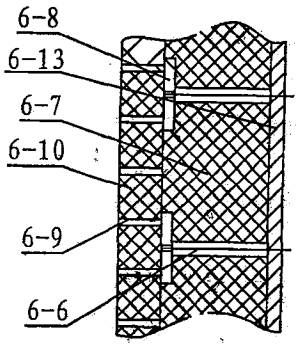


图 3

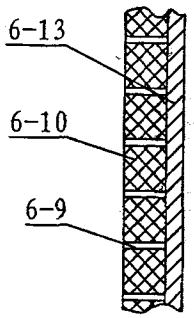


图 4

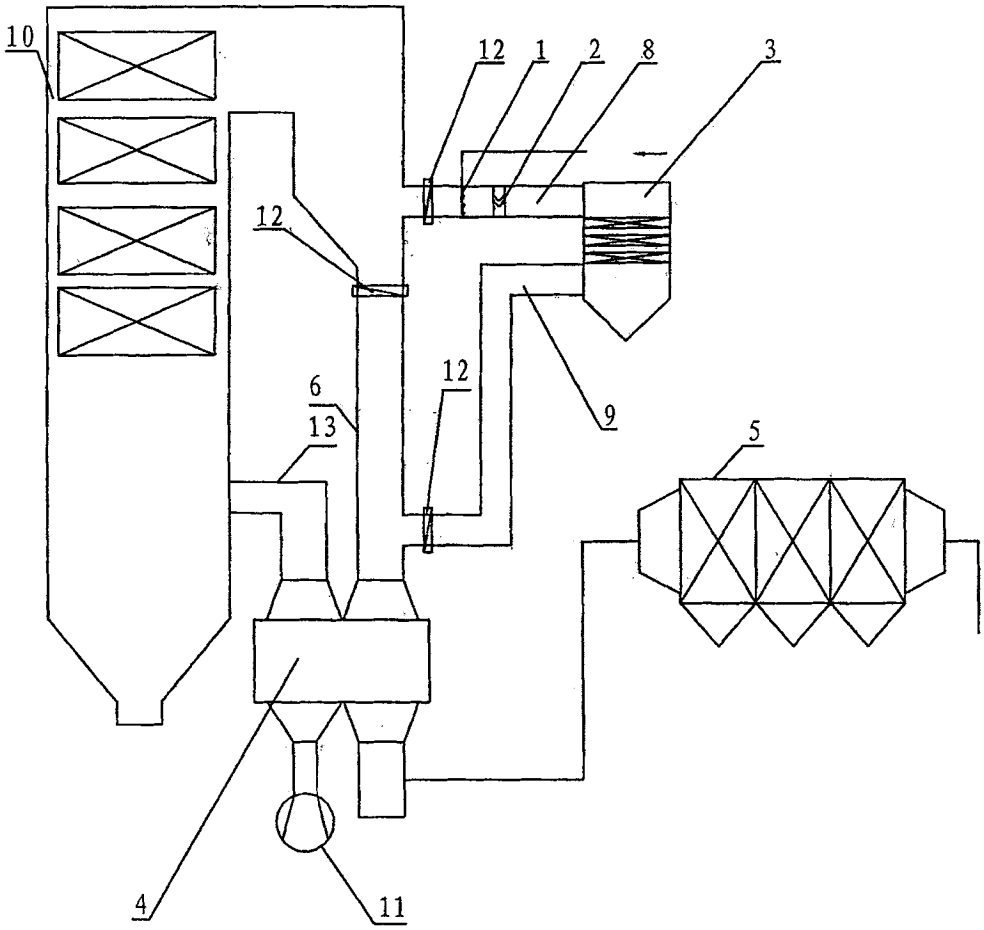


图 5