(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 108479372 A
(43)申请公布日 2018.09.04

(21)申请号 201810366637.0

(22)申请日 2018.04.23

(71)申请人 泰山学院
地址 271000 山东省泰安市岱岳区迎宾大道中段泰山学院物理与电子工程学院办公室

(72)发明人 张超

(74)专利代理机构 泰安市诚岳专利代理事务所（特殊普通合伙）37267
代理人 邱强

(51)Int.Cl.
B01D 53/81(2006.01)
B01D 53/56(2006.01)
B01D 47/00(2006.01)
F23J 15/02(2006.01)
F23J 15/04(2006.01)

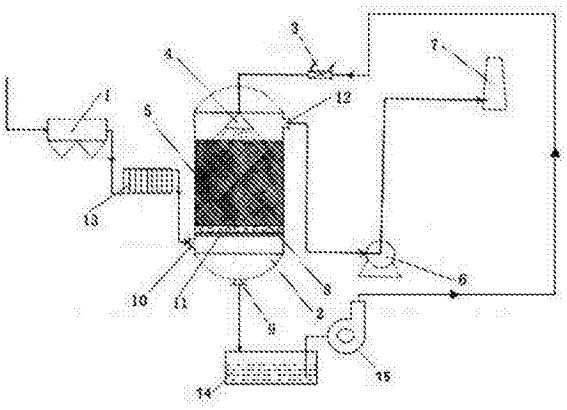
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种锅炉烟气脱硝除尘装置及其使用方法

(57)摘要

本发明公开了一种锅炉烟气脱硝除尘装置及其使用方法，该锅炉烟气脱硝除尘装置，包括水膜除尘器、脱硝塔、引风机、烟囱、换热装置、NH_4Cl溶液储池、NH_4Cl溶液循环泵；脱硝塔底部设置出液口，其下部和上部分别设置进气口和出气口，脱硝塔内由下而上依次设置钢制托板、卵石、微电解填料，脱硝塔内的顶部设置布水器，布水器与NH_4Cl溶液循环泵连接，NH_4Cl溶液循环泵与NH_4Cl溶液储池连接，换热装置两端分别与水膜除尘器、脱硝塔的进气口连接，脱硝塔的出气口与引风机连接，引风机与烟囱连接。本发明能够用于中小型锅炉烟气脱硝除尘，投资少，运行费用低，设备占地面积小，易操作，脱硝除尘效率高。



CN 108479372 A

1.一种锅炉烟气脱硝除尘装置，其特征在于：包括水膜除尘器、脱硝塔、引风机、烟囱、换热装置、NH_4Cl溶液储池、NH_4Cl溶液循环泵；脱硝塔为带有上、下封头的筒状容器，其内衬玻璃钢防腐层，其底部设置出液口，其下部和上部分别设置有进气口和出气口，进气口之上、出气口之下的脱硝塔内由下而上依次设置钢制托板、卵石、微电解填料，钢制托板上均匀设置若干孔，钢制托板平铺并固定在脱硝塔内壁上，卵石平铺在钢制托板上，微电解填料平铺在卵石上，脱硝塔内的顶部固定设置有布水器，布水器与NH_4Cl溶液循环泵通过管道连接，布水器与NH_4Cl溶液循环泵之间的管道上设置电磁阀，NH_4Cl溶液循环泵与NH_4Cl溶液储池通过管道连接，换热装置两端分别通过管道与水膜除尘器、脱硝塔的进气口连接，脱硝塔的出气口与引风机通过管道连接，引风机与烟囱通过管道连接。

2.根据权利要求1所述的一种锅炉烟气脱硝除尘装置，其特征在于：所述微电解填料为铸铁铁屑与焦炭颗粒的混合物，其质量之比的范围为10~20:1，粒径范围均为1~3cm。

3.根据权利要求1所述的一种锅炉烟气脱硝除尘装置，其特征在于：所述钢制托板上孔的孔径为10mm。

4.根据权利要求1所述的一种锅炉烟气脱硝除尘装置，其特征在于：所述卵石的粒度为Φ40mm，卵石铺设的高度为150mm。

5.根据权利要求1所述的一种锅炉烟气脱硝除尘装置，其特征在于：所述NH_4Cl溶液储池位于出液口正下方。

6.根据权利要求1所述的一种锅炉烟气脱硝除尘装置，其特征在于：所述换热装置为换热器。

7.一种应用根据权利要求1所述的锅炉烟气脱硝除尘装置的方法，其包括如下步骤：

第一步，喷淋：打开电磁阀和NH_4Cl溶液循环泵，使NH_4Cl溶液储池的NH_4Cl溶液被NH_4Cl溶液循环泵抽出并通过管道输送到布水器，NH_4Cl溶液通过布水器喷淋到微电解填料上，要确保微电解填料始终浸泡在NH_4Cl溶液中，微电解填料与NOx气体的反应温度控制在50℃~90℃，如锅炉烟气温度过高，可通过调节换热装置进行控制，微电解填料的填装量为脱硝塔体积的70%，根据微电解填料的消耗量及时添加微电解填料，锅炉产生的烟气经管道依次通过水膜除尘器、换热装置，水膜除尘器的水膜层为pH=12的碱液，水膜除尘器用于除去烟气中颗粒较大的烟尘；

第二步，脱硝：除尘后的烟气经管道从脱硝塔的进气口进入脱硝塔，烟气向上通过有NH_4Cl溶液浸泡的微电解填料时，烟气中的NO_x与微电解填料发生氧化还原反应生成N_2和Fe^{3+}，生成的N_2在引风机作用下，经脱硝塔的出气口、管道流向烟囱而排出，NH_4Cl溶液中的Fe^{3+}吸附细小烟尘颗粒随NH_4Cl溶液一起淋洗下来形成铁泥，经出液口排出，进入NH_4Cl溶液储池而沉淀，沉淀物用来生产农肥或生产建材砖，NH_4Cl溶液的浓度范围为3%~5%，NH_4Cl溶液的pH值范围为5~6，根据其消耗量随时添加，NH_4Cl溶液储池中的NH_4Cl溶液用NH_4Cl溶液循环泵循环使用。

8.根据权利要求7所述的锅炉烟气脱硝除尘装置的方法，其特征在于：所述第一步中，NH_4Cl溶液每小时的喷淋量范围为脱硝塔内微电解填料体积的5~10倍。

一种锅炉烟气脱硝除尘装置及其使用方法

技术领域

[0001] 本发明属于锅炉烟气脱硝除尘技术领域，具体地说就是一种锅炉烟气脱硝除尘装置及其使用方法。

背景技术

[0002] 锅炉烟气排放严重污染大气环境，对人体健康、空气质量和社会可持续发展危害严重。锅炉燃料燃烧排放的大气污染物主要包括颗粒物(PM)、二氧化硫(SO_2)和氮氧化物(NO_x)，这些都是目前我国大气环境管理和污染源排放控制的重点污染物。

[0003] 近年来我国对于燃煤电厂锅炉大气污染的环境影响及管理控制的研究较多，而对量多面广的中小型锅炉大气污染的环境影响及管理控制研究相对较少。随着大气环境治理要求不断提高，锅炉大气污染排放浓度限值要求的提高，中小型燃煤、燃油锅炉烟气排放大气污染物的治理工作也迫在眉睫。而锅炉NO_x的排放，是加重雾霾天气的污染源之一，如不加强对烟气中氮氧化物的治理，氮氧化物的总量和在大气污染中的比重都将上升，并有可能取代SO_2成为大气中的主要污染物。

[0004] 2013年5月24日山东省出台《山东省锅炉大气污染物排放标准》(DB37_2374-2013)，对新建锅炉大气污染物NO_x及烟尘的排放浓度限值要求如下：

单位：mg/m^3(烟气黑度除外)

污染物项目	燃煤锅炉	燃油锅炉	燃气锅炉	监控位置
烟尘	30	30	10	烟囱排放口
NOx（以NO_2计）	300	250	250	
烟气林格曼黑度（级）	1.0			

我国对于烟气脱硝治理项目起步较晚，目前国内运行的烟气脱硝项目所采用的工艺也是欧美等发达国家的脱硝技术，我国亟待开发有自主知识产权的烟气脱硝技术并制造设备投放市场。国内锅炉烟气脱硝的主要方法为SNCR法(非催化还原法)和SCR法(选择性催化还原法)，这两种方法投资较大还无法应用于中小型工业锅炉脱硝。

[0005] SNCR法：该方法是将含氮的还原剂(如氨水、尿素等)喷入烟气中，将NO_x还原生成氮气和水，该法主要优点是可用还原剂种类较多，运行费用低。缺点是工作时使用的温度较高(850~1100℃)，对温度依赖性强，脱硝率低，只有30%~50%，目前只应用于大型锅炉上。

[0006] SCR法：该方法是除了多了一个催化剂作用外，其它化学原理均与SNCR法相似，由于使用了催化剂，因此可以在200℃~400℃的温度范围内脱除NO_x，脱硝率高，可达80%~90%，缺点是占地面积大，投资费用高，催化剂需要WO_3或V_2O_5等价格昂贵的催化剂，并且易老化失活，需定期更换，运行费用高，目前也只应用于大型锅炉的脱硝。

[0007] 以上两种方法由于投资和运行费用较高、设施占用面积大，目前只能用于发电厂

大型锅炉的烟气脱硝，而对于数量庞大的中小型锅炉难以推广使用。现在市场中使用的脱硝除尘设备大多也存在成本较高、操作繁杂、治理效率低、运行成本较高等缺点，很大程度上制约产品的推广应用。

[0008] 铁碳微电解技术目前多用于工业废水处理中，该技术采用的填料一般为铸铁屑及焦炭颗粒，在偏酸性有氧的水介质中具有很强的还原能力。

发明内容

[0009] 本发明针对现有技术中的不足，一个目的是提供一种锅炉烟气脱硝除尘装置。该装置能够用于中小型锅炉烟气脱硝除尘，投资少，运行费用低，设备占地面积小，易操作，脱硝除尘效率高。

[0010] 本发明解决上述技术问题所采用的技术方案为：

一种锅炉烟气脱硝除尘装置，其特征在于：包括水膜除尘器、脱硝塔、引风机、烟囱、换热装置、NH_4Cl溶液储池、NH_4Cl溶液循环泵；脱硝塔为带有上、下封头的筒状容器，其内衬玻璃钢防腐层，其底部设置出液口，其下部和上部分别设置有进气口和出气口，进气口之上、出气口之下的脱硝塔内由下而上依次设置钢制托板、卵石、微电解填料，钢制托板上均匀设置若干孔，钢制托板平铺并固定在脱硝塔内壁上，卵石平铺在钢制托板上，微电解填料平铺在卵石上，脱硝塔内的顶部固定设置有布水器，布水器与NH_4Cl溶液循环泵通过管道连接，布水器与NH_4Cl溶液循环泵之间的管道上设置电磁阀，NH_4Cl溶液循环泵与NH_4Cl溶液储池通过管道连接，换热装置两端分别通过管道与水膜除尘器、脱硝塔的进气口连接，脱硝塔的出气口与引风机通过管道连接，引风机与烟囱通过管道连接。

[0011] 所述微电解填料为铸铁铁屑与焦炭颗粒的混合物，其质量之比的范围为10~20:1，粒径范围均为1~3cm。

[0012] 所述钢制托板上孔的孔径为10mm。

[0013] 所述卵石的粒度为Φ40mm，卵石铺设的高度为150mm。

[0014] 所述NH_4Cl溶液储池位于出液口正下方。

[0015] 所述换热装置为换热器。

[0016] 本发明的另一目的是提供一种应用上述锅炉烟气脱硝除尘装置的方法，其包括如下步骤：

第一步，喷淋：打开电磁阀和NH_4Cl溶液循环泵，使NH_4Cl溶液储池的NH_4Cl溶液被NH_4Cl溶液循环泵抽出并通过管道输送到布水器，NH_4Cl溶液通过布水器喷淋到微电解填料上，要确保微电解填料始终浸泡在NH_4Cl溶液中，微电解填料与NOx气体的反应温度控制在50℃~90℃，如锅炉烟气温度过高，可通过调节换热装置进行控制，微电解填料的填装量为脱硝塔体积的70%，根据微电解填料的消耗量及时添加微电解填料，锅炉产生的烟气经管道依次通过水膜除尘器、换热装置，水膜除尘器的水膜层为pH=12的碱液，水膜除尘器用于除去烟气中颗粒较大的烟尘；

第二步，脱硝：除尘后的烟气经管道从脱硝塔的进气口进入脱硝塔，烟气向上通过有NH_4Cl溶液浸泡的微电解填料时，烟气中的NO_x与微电解填料发生氧化还原反应生成N_2和Fe^{3+}，生成的N_2在引风机作用下，经脱硝塔的出气口、管道流向烟囱而排出，NH_4Cl溶液中的Fe^{3+}吸附细小烟尘颗粒随NH_4Cl溶液一起淋洗下来形成铁泥，经出液口排出，进入NH_4Cl溶液储池

而沉淀，沉淀物用来生产农肥或生产建材砖，环保无污染，NH_4Cl溶液的浓度范围为3%~5%，NH_4Cl溶液的pH值范围为5~6，根据其消耗量随时添加，NH_4Cl溶液储池中的NH_4Cl溶液用NH_4Cl溶液循环泵循环使用。

[0017] 所述第一步中，NH_4Cl溶液每小时的喷淋量范围为脱硝塔内微电解填料体积的5~10倍。

[0018] 本发明具有的有益效果为：

1．本发明将微电解技术应用于中小型锅炉烟气脱硝除尘，扩大了微电解技术应用领域，投资少，运行费用低，设备占地面积小，易操作，脱硝除尘效率高，解决了中小型锅炉脱硝除尘治理难题，使得处理后的锅炉烟气排放的NO_x及烟尘既符合目前《山东省锅炉大气污染物排放标准》，也符合环保部新修订的《锅炉大气污染物排放标准》；

2.烟气与本发明微电解填料中的铁发生微电解反应生成Fe^{2+}，Fe^{2+}氧化生成Fe^{3+}，Fe^{3+}以胶团形式存在，具有较强的吸附性和混凝作用，会使烟气中细小烟尘颗粒被粘附混凝随水一起淋洗下来，达到除尘的目的；

3.本发明微电解反应生成的N_2在引风机作用下由烟囱而排出，微电解反应生成的铁泥没有毒性，用来生产农肥或生产建材砖，环保无污染；

4．本发明的微电解填料使用寿命长，多为废料，原料易得，具有以废治废的优点，具有一定的经济效益和环境效益。

附图说明

[0019] 以下附图仅旨在于对本发明作示意性的说明和解释，并不限于本发明的范围。其中，

图1为本发明锅炉烟气脱硝除尘装置结构示意图。

[0020] 附图标记：

1.水膜除尘器，2.脱硝塔，3.电磁阀，4.布水器，5.微电解填料，6.引风机，7.烟囱，8.卵石，9.出液口，10.进气口，11.钢制托板，12.出气口，13.换热装置，14.NH_4Cl溶液储池，15.NH_4Cl溶液循环泵。

具体实施方式

[0021] 为了对本发明的技术特征、目的、效果以及实施例有更加清楚的理解，现结合附图说明本发明的具体实施方式。

[0022] 如图1所示，该锅炉烟气脱硝除尘装置，包括水膜除尘器1、脱硝塔2、引风机6、烟囱7、换热装置13、NH_4Cl溶液储池14、NH_4Cl溶液循环泵15；脱硝塔2为带有上、下封头的筒状容器，其内衬玻璃钢防腐层，其底部设置出液口9，其下部和上部分别设置有进气口10和出气口12，进气口10之上、出气口12之下的脱硝塔2内由下而上依次设置钢制托板11、卵石8、微电解填料5，钢制托板11上均匀设置孔径为10mm的若干孔，钢制托板11平铺并焊接在脱硝塔2内壁上，卵石8平铺在钢制托板11上，卵石8的粒度为Φ40mm，卵石8铺设的高度为150mm，微电解填料5平铺在卵石8上，脱硝塔2内的顶部固定设置有布水器4，布水器4与NH_4Cl溶液循环泵15通过管道连接，布水器4与NH_4Cl溶液循环泵15之间的管道上设置电磁阀3，NH_4Cl溶液循环泵15与NH_4Cl溶液储池14通过管道连接，NH_4Cl溶液储池14位于出液口9正下方，换热装

置13两端分别通过管道与水膜除尘器1、脱硝塔2的进气口10连接，脱硝塔2的出气口12与引风机6通过管道连接，引风机6与烟囱7通过管道连接。

[0023] 所述微电解填料5为铸铁铁屑与焦炭颗粒的混合物，其质量之比的范围为10~20:1，粒径范围均为1~3cm。

[0024] 所述钢制托板11上均匀设置孔径为10mm的若干孔，利于烟气向上流通。

[0025] 所述换热装置13为换热器。

[0026] 本发明具体按照如下进行操作，

第一步，喷淋：打开电磁阀3和NH_4Cl溶液循环泵15，NH_4Cl溶液储池14的NH_4Cl溶液被NH_4Cl溶液循环泵15抽出并通过管道输送到布水器4，NH_4Cl溶液通过布水器4喷淋到微电解填料5上，使微电解填料5始终浸泡在NH_4Cl溶液中，微电解填料5与NOx气体的反应温度范围控制在50℃~90℃，如锅炉烟气温度过高，可用换热装置13进行控制，微电解填料5的填装量为脱硝塔2体积的70%，NH_4Cl溶液每小时的喷淋量范围为脱硝塔2内微电解填料5体积的5~10倍，必须确保NH_4Cl溶液的流速使微电解填料5始终被液体浸泡，微电解填料5不用活化(NH_4Cl溶液即为催化剂)处理，根据微电解填料5的消耗量注意及时添加微电解填料5，保持其填装量为脱硝塔2体积的70%，锅炉产生的烟气经管道依次通过水膜除尘器1、换热装置13，水膜除尘器1的水膜层为pH=12的碱液，水膜除尘器1用于除去烟气中颗粒较大的烟尘；

第二步，脱硝：除尘后的烟气经管道从脱硝塔2的进气口10进入脱硝塔2，烟气向上通过有NH_4Cl溶液浸泡的微电解填料5时，烟气中的NO_x(主要为NO和NO_2)与微电解填料5发生氧化还原反应生成N_2和Fe^{3+}，生成的N_2在引风机6作用下，经脱硝塔2的出气口12、管道流向烟囱7而排出，NH_4Cl溶液中的Fe^{3+}吸附细小烟尘颗粒随NH_4Cl溶液一起淋洗下来形成铁泥，经出液口9排出，进入NH_4Cl溶液储池14而沉淀，沉淀物用来生产农肥或生产建材砖，环保无污染，NH_4Cl溶液的浓度范围为3%~5%，pH值范围为5~6，根据其消耗量随时添加，NH_4Cl溶液储池14中的NH_4Cl溶液用NH_4Cl溶液循环泵15循环使用。

[0027] 其中第二步脱硝过程的反应原理如下：

微电解是指铸铁铁屑与焦炭颗粒在偏酸性的水介质中，由于铁和碳之间存在电极电位差，形成无数个微小的原电池，这些原电池具有氧化还原的电极行为，使某些污染物被还原而除去的技术。在构成的这些微粒电池中铁为阳极，碳为阴极，在有氧存在的条件下发生如下电化学反应：

阳极(Fe)：$2Fe \rightarrow 2Fe^{2+}+4e$ $E^0Fe^{2+}/Fe=0.44v$

阴极(C)：$4H^++4e^-\rightarrow 4[H] \rightarrow H_2$ $E^0H^+/H_2=0.00v$

有溶解氧时，$O_2+2H_2O+4e^-\rightarrow 4OH^-$ $E^0O_2/OH^-=0.40v$

在偏酸性有氧的电解质溶液中，电位差大，反应速度快，大量Fe^{2+}进入溶液中，由于微电解填料5处于电解液浸泡状态，且锅炉烟气为酸性，微电解填料能生成初生态氢，具有很强的还原能力，发生如下化学反应：

$2NO^-_3+12H^++10e \rightarrow N_2+6H_2O$ $E^oNO_3^-/N_3=1.24v$

$2NO+4H^++4e \rightarrow N_2\uparrow+H_2O$ $E^oNO/N_2=1.68v$

$3NO_2+H_2O \rightarrow 2HNO_3+NO\uparrow$

$2NO+2H_2\rightarrow N_2+2H_2O$

烟气与微电解填料5中的铁发生微电解反应生成Fe^{2+}，Fe^{2+}氧化生成Fe^{3+}，Fe^{3+}以胶团形

式存在，具有较强的吸附性和混凝作用，会使烟气中细小烟尘颗粒被粘附混凝随水一起淋洗下来，达到除尘的目的。

[0028] 本发明使得处理后的锅炉烟气排放的NO_x及烟尘既符合目前《山东省锅炉大气污染物排放标准》，也符合环保部新修订的《锅炉大气污染物排放标准》。本发明将微电解技术应用于中小型锅炉烟气脱硝除尘，扩大了微电解技术应用领域，从工业污水处理扩大到大气污染的治理，投资少，运行费用低，设备占地面积小，易操作，脱硝除尘效率高，解决了中小型锅炉脱硝除尘治理难题；微电解反应生成的N_2在引风机6作用下由烟囱7而排出，微电解反应生成的铁泥没有毒性，用来生产农肥或生产建材砖，环保无污染；微电解填料5使用寿命长，多为废料，原料易得，具有以废治废的优点，具有一定的经济效益和环境效益。

[0029] 以上所述仅为本发明示意性的具体实施方式，并非用以限定本发明的范围。任何本领域的技术人员，在不脱离本发明的构思和原则的前提下所作的等同变化、修改与结合，并不脱离本发明的精神，均应属于本发明保护的范围。

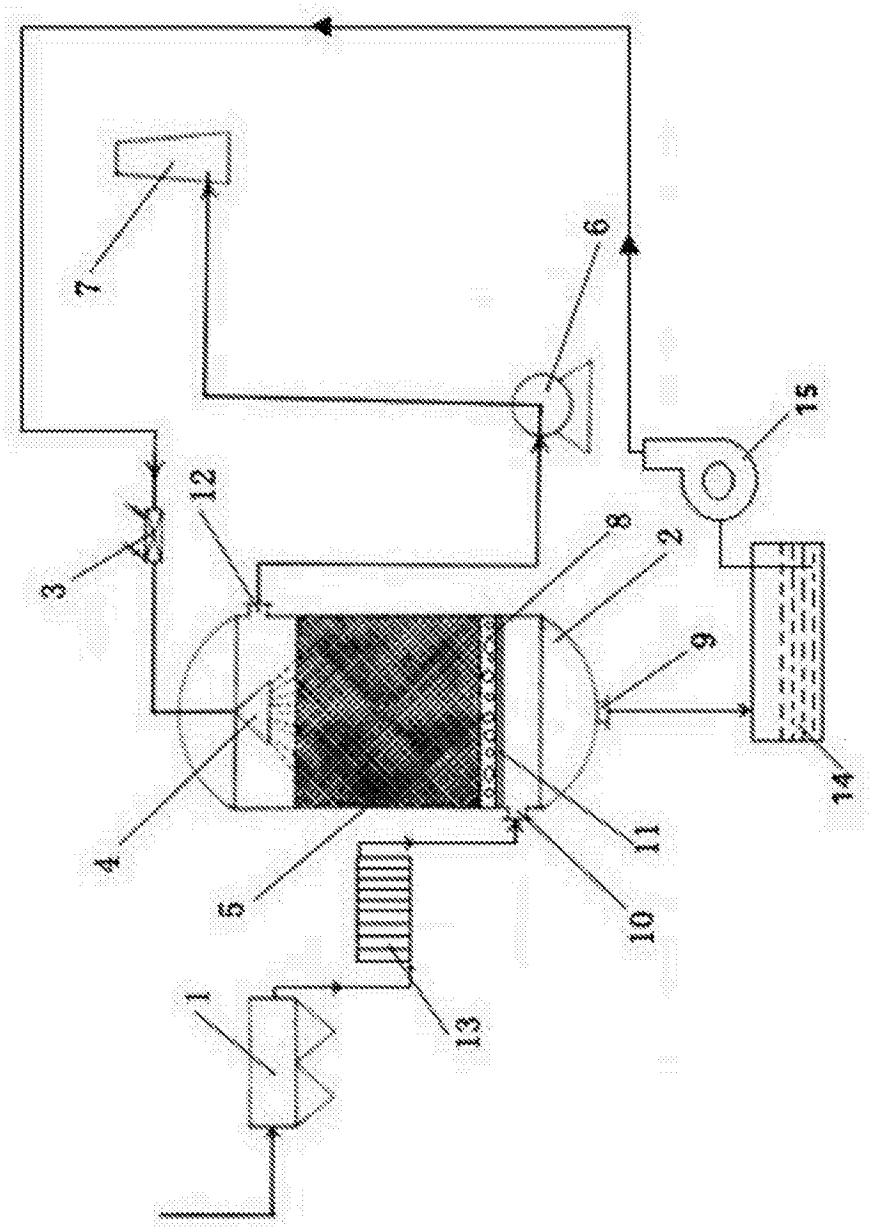


图1