



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101695627 A

(43) 申请公布日 2010.04.21

(21) 申请号 200910112733.3

(22) 申请日 2009.10.31

(71) 申请人 福建龙净脱硫脱硝工程有限公司

地址 361000 福建省厦门市厦门火炬高新区
创业园轩业楼 619 室

(72) 发明人 王建春 张志文 张原 林驰前

郑进朗 詹威全 余华龙

(74) 专利代理机构 厦门南强之路专利事务所

35200

代理人 马应森

(51) Int. Cl.

B01D 53/83 (2006.01)

B01D 53/60 (2006.01)

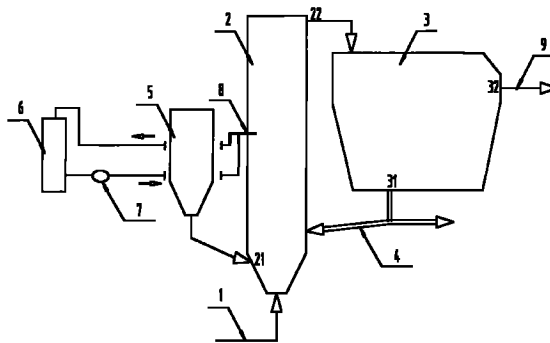
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 1 页

(54) 发明名称

同时脱硫脱硝的干法烟气净化方法及装置

(57) 摘要

同时脱硫脱硝的干法烟气净化方法及装置，涉及一种烟气净化。提供一种可实现同时脱硫脱硝的干法烟气净化方法及装置。净化装置设有入口烟道、吸收塔、除尘器、物料循环空气斜槽、吸收剂仓、水箱、水泵、雾化喷枪和出口烟道。添加剂水溶液存于工艺水箱；原烟气由入口烟道进入吸收塔，与从吸收剂仓加入的吸收剂和物料循环空气斜槽返回的循环物料混合后与水箱经高压水泵抽至雾化喷枪喷入的添加剂水溶液进行降温增湿反应；吸收塔出口烟气进入除尘器，烟气中未反应完全的物料灰被捕集后，大部分通过物料循环空气斜槽与吸收剂仓加入的吸收剂一起进入循环流化床反应吸收塔继续参加反应，如此循环；清洁烟气自除尘器经出口烟道往烟囱排出，完成烟气净化。



1. 同时脱硫脱硝的干法烟气净化装置,其特征在于设有入口烟道、循环流化床反应吸收塔、除尘器、物料循环空气斜槽、吸收剂仓、脱硫工艺水箱、高压水泵、雾化喷枪、出口烟道、相关支架和连接管道;循环流化床反应吸收塔的烟气进口通过入口烟道外接需要净化的烟气,设于循环流化床反应吸收塔下部的吸收剂进口接吸收剂仓,雾化喷枪设于循环流化床反应吸收塔的工艺水进口,雾化喷枪进水口经水管接高压水泵,高压水泵进水口接脱硫工艺水箱,设于循环流化床反应吸收塔上部的烟气出口接除尘器,除尘器的物料出口接物料循环空气斜槽的物料进口,物料循环空气斜槽的物料出口与循环流化床反应吸收塔返回循环物料进口连接,除尘器的清洁烟气出口经出口烟道并由烟囱排出,除尘器产生的副产物通过物料出口外排进行综合利用。

2. 同时脱硫脱硝的干法烟气净化方法,其特征在于采用如权利要求 1 所述的同时脱硫脱硝的干法烟气净化装置,包括以下步骤:

1) 将添加剂水溶液存储于工艺水箱中;

2) 将需要净化的原烟气由入口烟道进入循环流化床反应吸收塔,与从吸收剂仓加入的吸收剂和物料循环空气斜槽返回的循环物料混合后,与来自工艺水箱经高压水泵抽至雾化喷枪喷入的添加剂水溶液进行降温增湿反应;

3) 循环流化床反应吸收塔出口烟气进入除尘器,烟气中未反应完全的物料灰被捕集后,大部分通过物料循环空气斜槽与吸收剂仓加入的吸收剂一起进入循环流化床反应吸收塔继续参加反应,如此循环;

4) 清洁烟气自除尘器经出口烟道往烟囱排出,最终完成烟气的净化。

3. 如权利要求 2 所述的同时脱硫脱硝的干法烟气净化方法,其特征在于在步骤 1) 中,所述添加剂采用高锰酸钾、次氯酸钙、亚氯酸钠中的至少一种。

4. 如权利要求 2 所述的同时脱硫脱硝的干法烟气净化方法,其特征在于在步骤 2) 中,所述吸收剂采用消石灰或生石灰。

5. 如权利要求 2 或 4 所述的同时脱硫脱硝的干法烟气净化方法,其特征在于在步骤 2) 中,按质量比,所述吸收剂的用量控制在 $\text{Ca} : (\text{S}+0.5\text{N})$ 为 $1 : (1.1 \sim 1.5)$ 。

6. 如权利要求 2 所述的同时脱硫脱硝的干法烟气净化方法,其特征在于在步骤 2) 中,所述工艺水的用量控制在使净烟气降温至 $70 \sim 90^\circ\text{C}$ 所耗水量。

7. 如权利要求 2 所述的同时脱硫脱硝的干法烟气净化方法,其特征在于在步骤 2) 中,所述添加剂的用量为吸收剂的 $1\% \sim 5\%$ 。

同时脱硫脱硝的干法烟气净化方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种烟气净化,尤其是涉及一种可实现同时脱硫脱硝的干法烟气净化方法及装置。

背景技术

[0002] 煤炭燃烧所排出的 SO_2 和 NO_x 是造成大气污染的主要原因。目前普遍采用 FGD(烟气脱硫)与 SCR(选择性催化还原脱硝)相结合的方法来进行脱硫脱硝,这种分级处理的方法对污染物脱除效率较高,但投资与运行成本也较高,且工艺复杂、设备繁多、占地极大。

[0003] 张泽等在专利号为 ZL 03125332.6 的中国发明专利中公开了一种同时脱硫脱硝的干法烟气洁净工艺及其系统。该工艺采用双氧水或甲醇作为添加剂,使烟气中的一氧化氮转化为二氧化氮;再采用钙基颗粒作为脱硫剂脱硫;最后采用氨水或尿素作为脱硝剂吸收二氧化氮。采用该工艺能获得满意的脱硫、脱硝效率,耗水量较少。但是该工艺流程仍然较为复杂,脱硫、脱硝等各系统分级处理,运行操作繁琐。特别是整个系统设置有 3 套除尘设备,加上添加剂喷射装置、循环流态化干法烟气脱硫系统和干法脱硝系统等,整体设备投资较大,实际应用受到限制。

[0004] 赵毅等在专利号为 ZL200310103954.7 的中国发明专利中公开了一种烟气脱硫脱硝净化方法。它是在循环流化床反应器内喷入一种高活性吸收剂达到同时脱硫脱硝的目的。该高活性吸收剂为一定配比的粉煤灰、消石灰和添加剂,其中添加剂为高锰酸钾、次氯酸钙、过硫酸铵和过氧乙酸中的一种或多种。该方法能同时达到 90% 以上的脱硫效率和 60% 以上的脱硝效率,具有设备简单、运行稳定和无废水排放和不产生二次污染等优点。但是该方法所采用的高活性吸收剂的制备方法繁琐,在工业化应用过程中难以解决大量吸收剂的原料运输、储存、制备和使用问题;且添加剂不稳定,在较高温度和放置较长时间后容易失效,降低了其实用价值,难以真正实现工业化应用。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于针对上述方法存在的缺陷,提供一种可实现同时脱硫脱硝的干法烟气净化方法及装置。

[0006] 本发明所述同时脱硫脱硝的干法烟气净化装置设有入口烟道、循环流化床反应吸收塔、除尘器、物料循环空气斜槽、吸收剂仓、脱硫工艺水箱、高压水泵、雾化喷枪、出口烟道、相关支架和连接管道;循环流化床反应吸收塔的烟气进口通过入口烟道外接需要净化的烟气,设于循环流化床反应吸收塔下部的吸收剂进口接吸收剂仓,雾化喷枪设于循环流化床反应吸收塔的工艺水进口,雾化喷枪进水口经水管接高压水泵,高压水泵进水口接脱硫工艺水箱,设于循环流化床反应吸收塔上部的烟气出口接除尘器,除尘器的物料出口接物料循环空气斜槽的物料进口,物料循环空气斜槽的物料出口与循环流化床反应吸收塔返回循环物料进口连接,除尘器的清洁烟气出口经出口烟道并由烟囱排出,除尘器产生的副产物通过物料出口外排进行综合利用。

[0007] 本发明所述同时脱硫脱硝的干法烟气净化方法包括以下步骤：

[0008] 1) 将添加剂水溶液存储于工艺水箱中；

[0009] 2) 将需要净化的原烟气由入口烟道进入循环流化床反应吸收塔，与从吸收剂仓加入的吸收剂和物料循环空气斜槽返回的循环物料混合后，与来自工艺水箱经高压水泵抽至雾化喷枪喷入的添加剂水溶液进行降温增湿反应；

[0010] 3) 循环流化床反应吸收塔出口烟气进入除尘器，烟气中未反应完全的物料灰被捕集后，大部分通过物料循环空气斜槽与吸收剂仓加入的吸收剂一起进入循环流化床反应吸收塔继续参加反应，如此循环；

[0011] 4) 清洁烟气自除尘器经出口烟道往烟囱排出，最终完成烟气的净化。

[0012] 在步骤 1) 中，所述添加剂可采用高锰酸钾 (KMnO_4)、次氯酸钙 ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$) 和亚氯酸钠 (NaClO_2) 等强氧化性添加剂中的至少一种。

[0013] 在步骤 2) 中，所述吸收剂可采用消石灰 ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) 或生石灰 (CaO)，按质量比，吸收剂的用量可控制在 $\text{Ca} : (\text{S}+0.5\text{N})$ 为 $1 : (1.1 \sim 1.5)$ ；工艺水的用量可控制在使净烟气降温至 $70 \sim 90^\circ\text{C}$ 所耗水量；所述添加剂的用量可控制为吸收剂的 $1\% \sim 5\%$ 。

[0014] 喷入塔内溶解于水中的强氧化性添加剂小部分以溶液形式直接与烟气中 NO 接触，通过添加剂的强氧化作用反应生成易溶于水的 NO_2 ；大部分在水分蒸发后附着于高密度吸收剂物料颗粒上，原位均匀混合形成高活性的“富氧型”吸收剂，通过添加剂的氧化和催化作用，结合烟气中 O_2 与 NO 反应生成易溶于水的 NO_2 。同时，烟气中部分 SO_2 与强氧化性的添加剂反应转化成 SO_3 。最终烟气中的 SO_3/SO_2 和 NO_2 跟钙基吸收剂反应后脱除，完成同时脱硫脱硝反应。工艺水用量根据原烟气温度和净烟气温度而定，添加剂用量根据吸收剂用量以及选择的添加剂种类而定。所述原烟气为未经处理含 SO_2 和 NO_x 等污染物的循环流化床反应吸收塔入口烟气，净烟气为经脱硫脱硝处理后的循环流化床反应吸收塔出口烟气。所述“富氧型”吸收剂为含有强氧化性添加剂的钙基吸收剂。循环流化床反应吸收塔内脱硫脱硝反应过程持续时间约为 6s。

[0015] 在步骤 3) 中，所述循环可达数百次，少量作为副产物外排进行综合利用。所述循环物料主要成分为未反应完全的吸收剂 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ；所述外排副产物主要成分为 $\text{CaSO}_3 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$ 、 CaSO_4 、 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 和 $\text{Ca}(\text{NO}_2)_2$ ，还包含少量 CaCO_3 、 CaCl_2 以及未反应完全的 CaO 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 等，整体偏碱性，在自然环境下十分稳定，不存在二次污染，可综合应用于矿山填埋、制砖、铺路等用途。

[0016] 本发明所述可实现烟气同时脱硫脱硝的干法净化装置设有入口烟道、循环流化床反应吸收塔、除尘器、物料循环空气斜槽、吸收剂仓、工艺水箱、高压水泵、雾化喷枪、出口烟道、相关支架和连接管道。需要净化的原烟气通过入口烟道引入循环流化床反应吸收塔，循环流化床反应吸收塔下部的吸收剂进口接吸收剂仓，循环流化床反应吸收塔的工艺水入口处装雾化喷枪，雾化喷枪经高压水泵接工艺水箱，循环流化床反应吸收塔上部的烟气出口接除尘器，除尘器的物料出口接物料循环空气斜槽的物料进口，物料循环空气斜槽的物料出口与循环流化床反应吸收塔返回循环物料进口连接，除尘器的清洁烟气出口经出口烟道往烟囱排出，除尘器产生的副产物通过物料出口外排进行综合利用。

[0017] 在将添加剂水溶液存储于工艺水箱中，加入工艺水箱中的添加剂和工艺水的比例配制不同浓度的添加剂水溶液可根据烟气中 NO_x 的浓度调节。

[0018] 本发明以循环流化床作为反应吸收塔,将强氧化性的可溶性吸收剂添加剂溶解于工艺水中,通过工艺水系统的高压水泵抽至雾化喷枪伴随降温增湿水喷入吸收塔内,利用添加剂的氧化作用以及催化作用,在短时间内与烟气中NO反应转化成易溶于水的NO₂,然后跟SO₂一起被加入吸收塔内的钙基吸收剂吸收脱除,达到同时脱硫脱硝的目的。所述强氧化性的可溶性吸收剂添加剂为高锰酸钾KMnO₄、次氯酸钙Ca(ClO)₂和亚氯酸钠NaClO₂中的一种或多种原料的组合。所述钙基吸收剂为消石灰Ca(OH)₂或生石灰CaO。

[0019] 本发明采用循环流化床作为吸收塔,将强氧化性可溶性添加剂通过工艺水系统喷入吸收塔。在循环流化床反应吸收塔内的反应机制是物料在循环流化床里,气固两相产生激烈的湍动与混合,充分接触,气固间的滑落速度高达单颗粒滑落速度的数十倍,极大地强化了气固间的传质与传热,形成了具有巨大比表面积的料层。当喷入雾化含强氧化性的添加剂水溶液时,烟气中SO₂等酸性气体与吸收剂Ca(OH)₂等的反应转化为可以瞬间完成的离子型反应;同时降低烟气温度至露点以上15℃左右,保证喷入的水能完全蒸发,大部分强氧化性添加剂在水蒸发后高度分散地保留在吸收剂表面原位形成高活性“富氧型”吸收剂,通过添加剂的强氧化和催化作用,利用烟气中O₂将NO转化为NO₂,再与钙基吸收剂发生中和反应完成脱硝过程。在脱硫脱硝过程中,当Ca/(S+0.5N)为1.2,工艺水量使净烟气降温至75℃,添加剂用量为吸收剂3%时,可同时获得93%的脱硫效率和78%的脱硝效率。

[0020] 与现有技术相比,本发明具有以下突出优点:

[0021] 1) 使用一种吸收剂在一个吸收塔内同时完成脱硫脱硝过程,极大简化了为满足脱硫和脱硝分别设置的各独立脱除系统及工艺流程,不仅能在工业化烟气净化装置上达到满意的的同时脱硫脱硝效率,而且具有工艺流程简单、运行维护方便、占地面积小、耗水量少、投资及运行成本较低等优点。

[0022] 2) 通过工艺水系统将强氧化性添加剂喷入反应吸收塔内,原位合成添加剂高度分散的高活性“富氧型”吸收剂,简化了吸收剂制备过程,极大提高了添加剂的使用效果。

[0023] 3) 脱硫脱硝效率高。经检测,脱硫效率为90%以上,最高可达99%;脱硝效率为68%以上,最高可达92%;烟气完全达标排放。

[0024] 4) 整个过程不产生二次污染。

[0025] 5) 具有普适性,技术经济性优,适用于燃煤电厂及各种工业窑炉的烟气治理,市场前景广阔。

附图说明

[0026] 图1为本发明所述同时脱硫脱硝的干法烟气净化装置的结构组成示意图。在图1中,各标记的定义为:1入口烟道、2循环流化床反应吸收塔、3除尘器、4物料循环空气斜槽、5吸收剂仓、6脱硫工艺水箱、7高压水泵、8雾化喷枪、9出口烟道。

具体实施方式

[0027] 图1给出本发明所述同时脱硫脱硝的干法烟气净化装置实施例,该装置设有入口烟道1、循环流化床反应吸收塔2、除尘器3、物料循环空气斜槽4、吸收剂仓5、脱硫工艺水箱6、高压水泵7、雾化喷枪8、出口烟道9、相关支架和连接管道;循环流化床反应吸收塔2的烟气进口通过入口烟道1外接需要净化的烟气,设于循环流化床反应吸收塔2下部的吸收

剂进口 21 接吸收剂仓 5, 雾化喷枪 8 设于循环流化床反应吸收塔 2 的工艺水进口, 雾化喷枪 8 进水口经水管接高压水泵 7, 高压水泵 7 进水口接脱硫工艺水箱 6, 设于循环流化床反应吸收塔 2 上部的烟气出口 22 接除尘器 3, 除尘器 3 的物料出口 31 接物料循环空气斜槽 4 的物料进口, 物料循环空气斜槽 4 的物料出口与循环流化床反应吸收塔 2 的返回循环物料进口连接, 除尘器 3 的清洁烟气出口 32 经出口烟道 9 并由烟囱排出, 除尘器 3 产生的副产物通过物料出口外排进行综合利用。

[0028] 以下给出采用图 1 所述同时脱硫脱硝的干法烟气净化装置进行烟气净化的实施例。

[0029] 实施例 1

[0030] 某电厂使用本发明所述同时脱硫脱硝的干法烟气净化装置进行烟气净化处理, 发电机组容量为 200MW, 烟气量为 1, 440, 000m³/h, 原烟气 SO₂ 浓度为 3100mg/m³, 原烟气 NO_x 浓度为 1100mg/m³, 原烟气入口温度为 140℃, 使用 Ca(OH)₂ 作为吸收剂, Ca/(S+0.5N) 为 1.2, 即吸收剂使用量为 10.88t/h, 选择 KMnO₄ 作为吸收剂添加剂。

[0031] 1. 配置一定浓度的添加剂水溶液存储于工艺水箱中, 添加剂加入量为吸收剂 1%, 即 KMnO₄ 使用量为 0.11t/h。

[0032] 2. 需要净化的原烟气由入口烟道 1 进入循环流化床反应吸收塔 2, 跟从吸收剂仓 5 加入的吸收剂和物料循环空气斜槽 4 返回的循环物料混合后, 与来自工艺水箱 6 经高压水泵 7 抽至雾化喷枪 8 喷入的添加剂 KMnO₄ 水溶液进行降温增湿和氧化吸收反应, 喷入水溶液总量保证出口烟气温度在 72℃ 左右。喷入塔内溶解于水中的强氧化性添加剂 KMnO₄ 小部分以在溶液中直接与烟气中 NO 接触, 通过添加剂 KMnO₄ 的强氧化作用反应生成易溶于水的 NO₂; 大部分 KMnO₄ 在水分蒸发后附着在吸收剂上面, 与高密度吸收剂物料颗粒原位均匀混合形成高活性的“富氧型”吸收剂, 通过 KMnO₄ 的氧化和催化作用, 结合烟气中 O₂ 与 NO 反应生成易溶于水的 NO₂。同时, 烟气中部分 SO₂ 与通过 KMnO₄ 的氧化和催化作用结合烟气中 O₂ 反应转化成 SO₃。最终烟气中的 SO₃/SO₂ 和 NO₂ 跟吸收剂 Ca(OH)₂ 反应后脱除, 完成同时脱硫脱硝反应。整个脱硫脱硝反应过程在循环流化床反应吸收塔内持续时间约为 6s。

[0033] 3. 吸收塔出口烟气进入除尘器 3, 烟气中未反应完全的物料灰被捕集后, 大部分未反应完全的吸收剂 Ca(OH)₂ 通过物料循环空气斜槽 4 与吸收剂仓 5 加入的吸收剂一起进入循环流化床反应吸收塔 2 继续参加反应, 如此循环可达数百次, 少量作为副产物外排进行综合利用。

[0034] 4. 清洁烟气自除尘器 3 经出口烟道 9 往烟囱排出, 最终完成烟气的净化。

[0035] 经检测, 出口净烟气 SO₂ 浓度为 278mg/m³, 脱硫效率达 91%; NO_x 浓度为 352mg/m³, 脱硝效率达 68%。外排副产物灰大部分以 CaSO₃·1/2H₂O、CaSO₄·1/2H₂O、Ca(NO₂)₂ 和 Ca(NO₃)₂ 形式存在, 包含少量 CaCO₃、CaCl₂、MnO₂、以及未反应完全的 CaO、Ca(OH)₂ 等, 整体偏碱性, 不存在二次污染, 可综合应用于矿山填埋、制砖、铺路等用途。

[0036] 实施例 2

[0037] 实施例 1 中某电厂使用本发明所述同时脱硫脱硝的干法烟气净化装置进行烟气净化处理, 运行条件与实施例 1 一致, 吸收剂添加剂使用量更改为吸收剂用量的 3%, 即 KMnO₄ 使用量为 0.33t/h。经检测, 出口净烟气 SO₂ 浓度约为 217mg/m³, 脱硫效率达 93%; NO_x 浓度约为 242mg/m³, 脱硝效率达 78%。

[0038] 实施例 3

[0039] 实施例 1、2 中某电厂使用本发明所述同时脱硫脱硝的干法烟气净化装置进行烟气净化处理,运行条件与实施例 1、2 一致,吸收剂添加剂使用量更改为吸收剂用量的 5%,即 KMnO_4 使用量为 0.55t/h。经检测,出口净烟气 SO_2 浓度为 $155\text{mg}/\text{m}^3$,脱硫效率达 95%; NO_x 浓度为 $88\text{mg}/\text{m}^3$,脱硝效率达 92%。

[0040] 实施例 4

[0041] 实施例 1 中某电厂使用本发明所述同时脱硫脱硝的干法烟气净化装置进行烟气净化处理,运行条件与实施例 1 一致,选择 NaClO_2 作为吸收剂添加剂,使用量为吸收剂用量的 2%,即 NaClO_2 使用量为 0.22t/h。经检测,出口净烟气 SO_2 浓度为 $310\text{mg}/\text{m}^3$,脱硫效率达 90%; NO_x 浓度为 $330\text{mg}/\text{m}^3$,脱硝效率达 70%。

[0042] 实施例 5

[0043] 实施例 1 中某电厂使用本发明所述同时脱硫脱硝的干法烟气净化装置进行烟气净化处理,运行条件与实施例 1 一致,选择 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 作为吸收剂添加剂,使用量为吸收剂用量的 3%,即 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 使用量为 0.33t/h。经检测,出口净烟气 SO_2 浓度为 $310\text{mg}/\text{m}^3$,脱硫效率达 90%; NO_x 浓度为 $308\text{mg}/\text{m}^3$,脱硝效率达 72%。

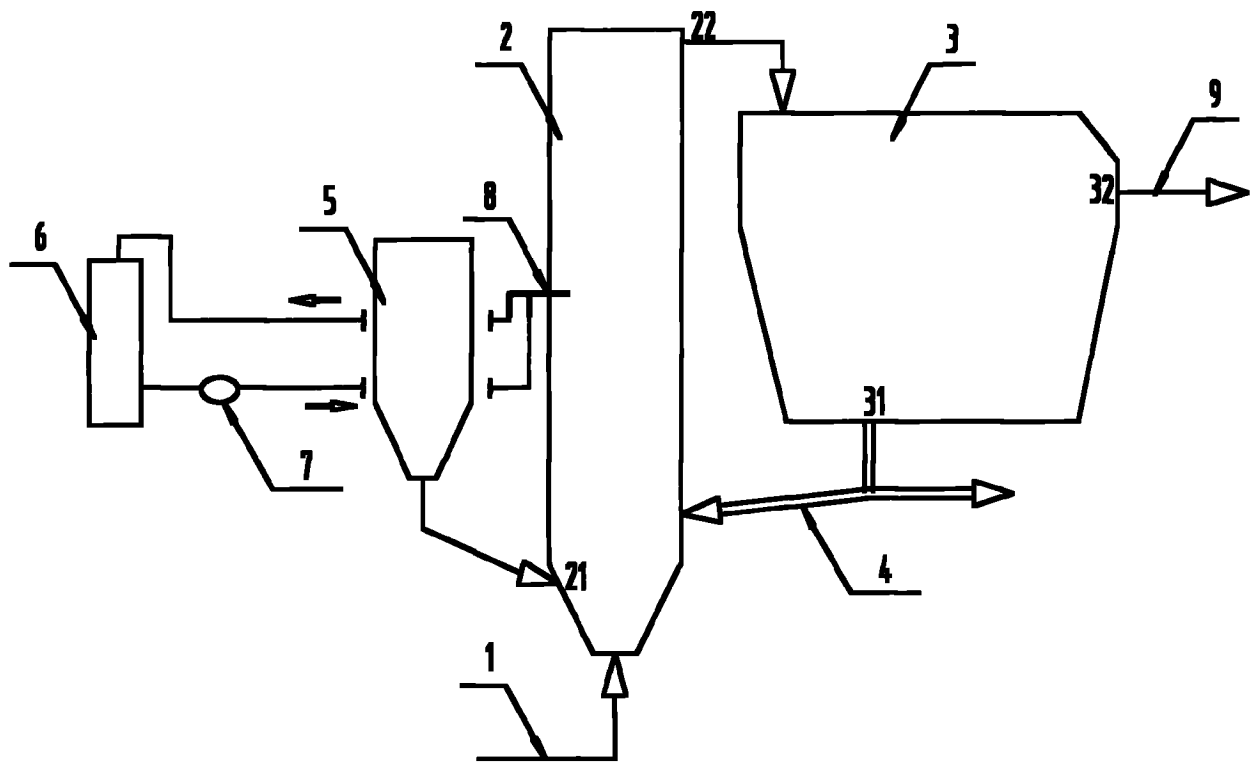


图 1