



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103143247 B

(45) 授权公告日 2015. 09. 09

(21) 申请号 201310040101. 7

审查员 钱林

(22) 申请日 2013. 01. 30

(73) 专利权人 杭州森井大气环境科技有限公司
地址 310012 浙江省杭州市西湖区古墩路
98#601 室

(72) 发明人 程礼华 沈宏良 应惟白

(74) 专利代理机构 中国商标专利事务所有限公司 11234

代理人 宋义兴

(51) Int. Cl.

B01D 53/78(2006. 01)

B01D 53/86(2006. 01)

B01D 53/76(2006. 01)

B01D 53/62(2006. 01)

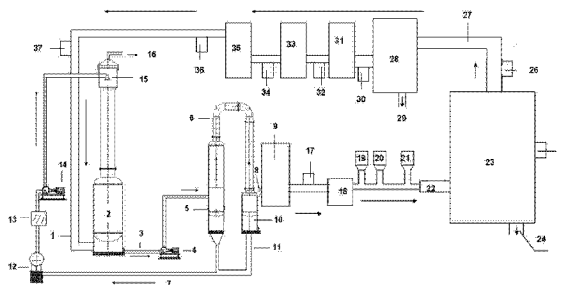
权利要求书2页 说明书10页 附图3页

(54) 发明名称

二氧化碳捕集与催化循环利用的制备方法

(57) 摘要

本发明涉及二氧化碳的利用及转化领域, 尤其涉及二氧化碳捕集与催化循环利用的制备方法, 包括从烟气中捕集及热解产生的二氧化碳经大功率等离子体催化后生成一氧化碳, 一氧化碳用于燃烧或工业应用后生成二氧化碳被捕集循环利用。本发明的有益效果在于:(1)本发明通过碳酸钠、催化剂、活性剂的协同作用, 显著提高二氧化碳捕集率;(2)溶液快速分解二氧化碳, 降低分解成本;(3)在等离子体、催化剂、活性剂的协同作用下, 显著降低二氧化碳转化温度, 提高二氧化碳转化率;(4)节能环保, 节约燃煤 10%—85%, 实现二氧化碳近零排放;(5)设备投资少, 可大量捕集和转化循环利用二氧化碳资源, 适合重点耗煤行业规模化节能环保。



1. 二氧化碳捕集与催化循环利用的制备方法,其特征在于,包括:二氧化碳捕集与热解方法及大功率等离子体催化二氧化碳方法,从烟气中捕集及热解产生的二氧化碳经大功率等离子体催化后生成一氧化碳,一氧化碳用于燃烧或工业应用后重新生成二氧化碳被捕集,循环利用并实现二氧化碳的近零排放;

所述二氧化碳捕集与热解方法包括以下步骤:

A1) 将碳酸钠溶液与催化剂、活性剂充分溶合,制成二氧化碳吸收剂溶液,其中催化剂为含量 5% 以上全溶性腐植酸,或全溶性黄腐植酸;活性剂为含量 5% 以上的全溶性生化氨基酸;

A2) 将碳化塔的温度控制在 60—70℃,将步骤 A1) 所述的二氧化碳吸收剂溶液在碳化塔中与进入的烟气中接触,使烟气中二氧化碳产生化学反应: $\text{Na}_2\text{CO}_3+\text{CO}_2+\text{H}_2\text{O}\longrightarrow 2\text{NaHCO}_3$,生成含有碳酸氢钠的二氧化碳吸收剂溶液;

A3) 将步骤 A2) 所述的含有碳酸氢钠的二氧化碳吸收剂溶液输入热解塔进行热解处理,热解控制优选温度为 85—98℃,产生化学反应: $2\text{NaHCO}_3\longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3+\text{CO}_2+\text{H}_2\text{O}$,获得二氧化碳气体和碳酸钠溶液;

A4) 将步骤 A3) 所述的二氧化碳气体输入冷凝气水分离器进行冷凝脱水处理,再压缩成液态置入 CO_2 气罐储存;

A5) 将步骤 A3) 所述的碳酸钠液体按步骤 A1) 所述方法重新配成二氧化碳吸收剂溶液重复使用;

所述大功率等离子体催化二氧化碳方法包括以下步骤:

B1) 活性剂传感计重器、催化剂传感计重器、煤粉传感计重器分别按计量比例输送活性剂、催化剂、煤粉进入管道, CO_2 气罐向管道内输送二氧化碳气体;

B2) 将催化反应炉的温度控制在 550—1500℃,步骤 B1) 中的二氧化碳吹送活性剂、催化剂、煤粉经过 500W—8000KW 等离子体催化器后进入催化反应炉中,二氧化碳、煤在等离子体、活性剂、催化剂的协同作用下,在催化反应炉中充分反应,二氧化碳与煤发生化学反应 $\text{C}+\text{CO}_2\longrightarrow \text{CO}$,生成一氧化碳;

B3) 将步骤 B2) 产生的一氧化碳输入燃烧炉作为燃料燃烧或将一氧化碳气体用于化工应用,一氧化碳燃烧或用于化工应用后重新生成二氧化碳,重新生成的二氧化碳通过步骤 A1) —A5) 被捕集后存储在 CO_2 气罐中并用于步骤 B1),实现二氧化碳的循环利用及近零排放。

2. 二氧化碳捕集与催化循环利用的制备方法,其特征在于,步骤 A1) 所述催化剂与二氧化碳用量的重量比例为 0.01%—0.5%。

3. 根据权利要求 2 所述的二氧化碳捕集与催化循环利用的制备方法,其特征在于,步骤 A1) 所述活性剂与二氧化碳用量的重量比例:0.01%—0.5%。

4. 根据权利要求 1 所述的二氧化碳捕集与催化循环利用的制备方法,其特征在于,步骤 A3) 所述的热解处理采用闪蒸热解方式;闪蒸温度 120—160℃。

5. 根据权利要求 1 所述的二氧化碳捕集与催化循环利用的制备方法,其特征在于,步骤 B1) 所述催化剂与二氧化碳用量的重量比例为 0.1%—5%。

6. 根据权利要求 5 所述的二氧化碳捕集与催化循环利用的制备方法,其特征在于,步骤 B1) 所述催化剂包括:偏碱性化合物、含量在 1% 以上的腐植酸钾、含量在 1% 以上的钛、

钡、锰、钠、铁、钙、镁、锌、铜、铝、硅、磷的腐植酸类、黄腐植酸类化合物、含量在 1% 以上的钛、钡、锰、钾、钠、铁、钙、镁、锌、铜、铝、硅、磷的氧化物及氢氧化物。

7. 根据权利要求 1 所述的二氧化碳捕集与催化循环利用的制备方法,其特征在于,步骤 B1) 所述活性剂与二氧化碳用量的重量比例 :0.1%—5%。

8. 根据权利要求 7 所述的二氧化碳捕集与催化循环利用的制备方法,其特征在于,步骤 B1) 所述活性剂包括 :植物叶绿素粉、铵类、包括含量在 5% 以上的多肽蛋白类氨基酸、含量在 1% 以上的铵、钾、钠、铁、钙、镁、锌、铜、铝、硅、磷的腐植酸类、黄腐植酸类化合物、含量在 1% 以上的钾、钠、铁、钙、镁、锌、铜、铝、硅、磷的氧化物及氧化合物。

9. 根据权利要求 1 所述的二氧化碳捕集与催化循环利用的制备方法,其特征在于,步骤 B2) 中在有氧情况下,二氧化碳与氧气的优选浓度比为 65—82% : 18—35%。

10. 根据权利要求 1 至 9 任一权利要求所述的二氧化碳捕集与催化循环利用的制备方法,其特征在于,二氧化碳捕集与催化循环利用的全过程对压力、温度、流量、成分采用远程智能防爆监控系统进行监控。

二氧化碳捕集与催化循环利用的制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及二氧化碳的利用及转化领域,尤其涉及二氧化碳捕集与催化循环利用的制备方法。

背景技术

[0002] CO_2 作为大气温室效应的主要元凶及全球天气异常的重要因素,减排 CO_2 是现今的重要研究课题之一。据统计, CO_2 每年的排放量正在逐年上升,截止到 2006 年年底,全球 CO_2 的排放量已经达到 62 亿公吨,如今大气中的 CO_2 水平比过去 65 万年高出了 27%,达到了一个非常严峻的数字。在 CO_2 的排放源中,以燃煤电站占据绝大多数,其次是工业上的一些燃废气的排放及全球汽车废气排放,另外还有一些生活废气,这些废气的排放大大增加了 CO_2 在空气中的比重,在极短时间内改变了空气质量,造成了温室效应。燃煤电站是长期稳定的排放 CO_2 源,是 CO_2 减排的重中之重,因此如何做好 CO_2 减排工作,使我国免受减排指标的困扰,实现可持续发展。

[0003] 捕集 CO_2 有多种方法,工业上一般通过化学吸收法,其原理是工业上产生的 CO_2 与化学吸收剂发生反应而被吸收,吸收了 CO_2 的溶液经过再生热解塔释放出 CO_2 ,释放出 CO_2 的溶液被再次用于吸收 CO_2 循环利用。早期工业上用于吸收 CO_2 的化学吸收剂为碳酸钠,碳酸钠吸收 CO_2 后生成 NaHCO_3 , NaHCO_3 后分解成 Na_2CO_3 与 CO_2 。但是由于在分解反应过程中,反应的温度不高,因此反应的效率受到了极大的影响,且吸收速度低、效果不高,造成工业成本与能耗过高。

[0004] 二氧化碳的化学转化可以采用多种途径,主要包括:直接分解为碳、氧气、一氧化碳、与有机物反应、与氢气反应生成甲醇等,转化反应的供能方式除加热外,还有光、电以及等离子体等。其中,等离子体辅助二氧化碳是非常有前景的,因为等离子体中含有大量活性的电子、离子、激发态的分子和自由基,这些活性粒子容易使稳定的分子活化并参加化学反应。现今国内外对等离子体技术在煤气化、煤化工、以及二氧化碳转化的应用上,都有公开报道,但这些应用由于技术实施投资大、效果不理想、运行成本高等原因,所以也少有较大规模的产业应用成功案例报道

发明内容

[0005] 本发明为克服上述的不足之处,目的在于提供二氧化碳捕集与催化循环利用的制备方法,以 Na_2CO_3 为化学吸收剂,在原有的工业基础上,解决 Na_2CO_3 吸收速度低、效果不高的问题,降低工业成本与能耗,提高 CO_2 的转化率;同时通过大功率等离子体实现大批量的二氧化碳转化,生成一氧化碳再利用后生成的二氧化碳被捕集循环利用,实现工业上的零排放。

[0006] 本发明是通过以下技术方案达到上述目的:二氧化碳捕集与催化循环利用的制备方法,包括:二氧化碳捕集与热解方法及大功率等离子体催化二氧化碳方法,从烟气中捕集及热解产生的二氧化碳经大功率等离子体催化后生成一氧化碳,一氧化碳用于燃烧或工业

应用后重新生成二氧化碳被捕集,循环利用并实现二氧化碳的近零排放:

[0007] 所述二氧化碳捕集与热解方法包括以下步骤:

[0008] A1) 将碳酸氢钠溶液与催化剂、活性剂充分溶合,制成二氧化碳吸收剂溶液,其中催化剂为含量 5% 以上全溶性腐植酸,或全溶性黄腐植酸;活性剂为含量 5% 以上的全溶性生化氨基酸;

[0009] A2) 将碳化塔的温度控制在 60—70℃,将步骤 A1) 所述的二氧化碳吸收剂溶液在碳化塔中与进入的烟气中接触,使烟气中二氧化碳产生化学反应: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{NaHCO}_3$,生成含有碳酸氢钠的二氧化碳吸收剂溶液;

[0010] A3) 将步骤 A2) 所述的含有碳酸氢钠的二氧化碳吸收剂溶液输入热解塔进行热解处理,热解控制优选温度为 85—98℃,产生化学反应: $2\text{NaHCO}_3 \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$,获得二氧化碳气体和碳酸钠溶液;

[0011] A4) 将步骤 A3) 所述的二氧化碳气体输入冷凝气水分离器进行冷凝脱水处理,再压缩成液态置入 CO₂ 气罐储存;

[0012] A5) 将步骤 A3) 所述的碳酸钠液体按步骤 A1) 所述方法重新配成二氧化碳吸收剂溶液重复使用;

[0013] 所述大功率等离子体催化二氧化碳方法包括以下步骤:

[0014] B1) 活性剂传感计重器、催化剂传感计重器、煤粉传感计重器分别按计量比例输送活性剂、催化剂、煤粉进入管道,CO₂ 气罐向管道内输送二氧化碳气体;

[0015] B2) 将催化反应炉的温度控制在 550—1500℃,步骤 B1) 中的二氧化碳吹送活性剂、催化剂、煤粉经过 500W—8000KW 等离子体催化器后进入催化反应炉中,二氧化碳、煤在等离子体、活性剂、催化剂的协同作用下,在催化反应炉中充分反应,二氧化碳与煤发生化学反应 $\text{C} + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{CO}$,生成一氧化碳;

[0016] B3) 将步骤 B2) 产生的一氧化碳输入燃烧炉作为燃料燃烧或将一氧化碳气体用于化工应用,一氧化碳燃烧或用于化工应用后重新生成二氧化碳,重新生成的二氧化碳通过步骤 A1)—A5) 被捕集后存储在 CO₂ 气罐中并用于步骤 1),实现二氧化碳的循环利用及近零排放。

[0017] 本发明二氧化碳捕集与催化循环利用的制备方法,其特征在于,步骤 A1) 所述催化剂与二氧化碳用量的重量比例为 0.01%—0.5%。

[0018] 作为优选,步骤 A1) 所述催化剂与二氧化碳用量的重量比例为 0.01%—0.5%。

[0019] 作为优选,步骤 A1) 所述活性剂与二氧化碳用量的重量比例:0.01%—0.5%。

[0020] 作为优选,步骤 A3) 所述的热解处理采用闪蒸热解方式。

[0021] 作为优选,步骤 B1) 所述催化剂与二氧化碳用量的重量比例为 0.1%—5%。

[0022] 作为优选,步骤 B1) 所述催化剂还包括有:偏碱性化合物、含量在 1% 以上的腐植酸钾、含量在 1% 以上的钛、钡、锰、钠、铁、钙、镁、锌、铜、铝、硅、磷的腐植酸类、黄腐植酸类化合物、含量在 1% 以上的钛、钡、锰、钾、钠、铁、钙、镁、锌、铜、铝、硅、磷的氧化物及氢氧化物。

[0023] 作为优选,步骤 B1) 所述活性剂与二氧化碳用量的重量比例:0.1%—5%。

[0024] 作为优选,步骤 B1) 所述活性剂还包括有:植物叶绿素粉、铵类、包括含量在 5% 以上的多肽蛋白类氨基酸、含量在 1% 以上的铵、钾、钠、铁、钙、镁、锌、铜、铝、硅、磷的腐植酸类、黄腐植酸类化合物、含量在 1% 以上的钾、钠、铁、钙、镁、锌、铜、铝、硅、磷的氧化物及氧化

合物。

[0025] 作为优选,步骤 B2)中在有氧情况下,二氧化碳与氧气的浓度比为 65—82% : 18—35%。

[0026] 作为优选,二氧化碳捕集与催化循环利用的全过程对压力、温度、流量采用远程智能防爆监控系统进行监控。

[0027] 本发明的有益效果在于:(1)本发明通过碳酸钠、催化剂、活性剂的协同作用,显著提高二氧化碳捕集率;(2)溶液快速分解二氧化碳,降低分解成本;(3)在等离子体、催化剂、活性剂的协同作用下,显著降低二氧化碳转化温度,提高二氧化碳转化率;(4)节能环保,节约燃煤 10%—85%,实现二氧化碳近零排放;(5)设备投资少,可大量捕集和转化循环利用二氧化碳资源,适合煤电、煤化工、钢铁、水泥、造纸、冶金、印染、化工等重点耗煤行业规模化节能环保。

附图说明

[0028] 图 1 是本发明的工艺流程示意图;

[0029] 图 2 是本发明具体实施例的大功率等离子体催化二氧化碳的第二种工艺流程示意图;

[0030] 图 3 是本发明具体实施例的大功率等离子体催化二氧化碳的第三种工艺流程示意图;

[0031] 图 4 是本发明具体实施例的等离子体发生器的结构示意图;

[0032] 图 5 是本发明具体实施例的等离子体催化器的结构示意图。

具体实施方式

[0033] 下面结合具体实施例对本发明进行进一步描述,但本发明的保护范围并不仅限于此:

[0034] 图 1 是本发明的工艺流程示意图,图中装置为二氧化碳捕集与催化循环利用装置,包括:烟气进口 1、碳化塔 2、碳酸氢钠溶液输送管 3、碳酸氢钠溶液泵 4、碳酸氢钠热解闪蒸器 5、CO₂+H₂O 气体输送管 6、冷凝水与碳酸钠溶液输送管 7、CO₂ 气体出口管 8、CO₂ 气柜 9、气水冷凝分离器 10、冷凝水出口 11、降温热交换器 12、溶液配料池 13、碳酸钠溶液泵 14、碳酸钠溶喷嘴 15、其它气体出口 16、CO₂ 增压风机 17、CO₂ 输送气罐 18、活性剂传感计重器 19、催化剂传感计重器 20、煤粉传感计重器 21、100KW 等离子体催化器 22、还原反应炉 23、灰渣出口 24、炉温监测传感器 25、远程防爆监测传感器 26、气体输送管 27、燃烧炉 28、燃烧炉出灰口 29、远程防爆燃烧炉出口传感器 30、远程防爆电子除尘器 31、除尘出口远程传感器 32、远程防爆脱硝器 33、远程防爆脱硝出口监测传感器 34、远程防爆脱硫器 35、远程防爆脱硫出口监测传感器 36、烟气增压风机 37;

[0035] 所述烟气从烟气进口 1 进入且烟气进口 1 与碳化塔 2 的底部连接,烟气自下向上流动与二氧化碳吸收剂溶液逆流接触后,多余空气从碳化塔 2 顶部的其他其他出口 16 排出,吸收了二氧化碳的碳酸氢钠溶液由碳酸氢钠溶液泵 4 加压后经由碳酸氢钠溶液输送管 3 输送进碳酸氢钠热解闪蒸器 5,碳酸氢钠热解闪蒸器 5 热解碳酸氢钠溶液产生混合气体,混合气体包括二氧化碳与水蒸气,混合气体经气水冷凝分离器 10 后将二氧化碳输送至 CO₂

气柜 9 存储,热解后的碳酸钠溶液从碳酸氢钠热解闪蒸器 5 底部流出与气水冷凝分离器 10 底部流出的液态水在降温热交换器 12 处降温后流至溶液配料池 13,溶液配料池 13 配置定量的二氧化碳吸收剂溶液在碳酸钠溶液泵 14 加压下输送至碳化塔喷淋而出。

[0036] 在 CO₂ 增压风机 17 的作用下,CO₂ 气柜 9 捕集存储的二氧化碳输送至 CO₂ 输送气罐 18;活性剂传感计重器 19、催化剂传感计重器 20、煤粉传感计重器 21 按比例输送活性剂、催化剂、煤粉进入管道后在二氧化碳的吹送下经过 100KW 等离子催化剂 22 后进入还原反应炉 23 进行化学反应:CO₂+C→2CO,反应灰渣通过灰渣出口 24 被排出,生成的一氧化碳气体经气体输送管 27 输送进入燃烧炉 28 燃烧,燃烧反应为:2CO+O₂→2CO₂,燃烧炉灰通过燃烧炉出灰口 29 排出,生成的燃烧炉烟气通过远程防爆电子除尘器 31、远程防爆脱硝器 33、远程防爆脱硫器 35 进行除尘、除硫、脱硝后在烟气增压风机 37 的作用下从烟气进口 1 进入碳化塔 2 被捕集,二氧化碳实现近零排放。

[0037] 实现等离子体技术活化和裂解二氧化碳、煤炭中碳化物分子,100KW 等离子催化剂 22 包括大功率远程防爆 CO₂ 等离子体发生器与远程防爆 CO₂ 等离子体催化器。如图 4 所示,大功率远程防爆 CO₂ 等离子体发生器由阳极远程监控器 501、等离子体枪滑轮 502、CO₂ 气体进口 503、阴阳极冷却进水口 504、阴极冷却水出口 505、等离子体枪筒管 506、阳极 507、阴极 508、等离子体枪管内壁 509、右导轨座 510、左导轨座 511、等离子体枪管内壁 512、右导轨 513、阳极冷却水出口 514、护壳 515、左导轨 516、左右导轨座后挡板 517、微调支架 518、阴极远程监控器 519、远程电源管控柜 520 组成。如图 5 所示,远程防爆 CO₂ 等离子体催化器由法兰 523、多波文丘里不锈钢管 524、不锈钢挡板 525、远程防爆调控器 526、CO₂ 送料口 527、九级弯管 528、单波文丘里不锈钢管 529 组成。

[0038] 具体操作 100KW 等离子催化剂 22 时,CO₂ 输送气罐 18 在 CO₂ 输送流量远程防爆调控器 521 的监控下向通过 CO₂ 气体进口 503 输送混合有催化剂与活性剂的二氧化碳,阴阳极冷却进水口 504、阴极冷却水出口 505、阳极冷却水出口 514 受冷却水循环远程调控器 522 控制,微调支架 518 可以调整等离子体枪筒管 506 前移或后移;启动冷却水循环远程调控器 522 开关,对阳极冷却水进口 504 和阴极冷却水出口 505、阳极冷却水出口 514 的水量、流量、流速、压力、水温(60℃以下)进行远程调控;启动远程电源管控柜 520 开关,检查阳极远程监控器 501、阴极远程监控器 519 是否处于正常状态;阳极 507、阴极 508 属易损件如出不正常,即时更换,并根据使用所需功率进行远程管控;启动 CO₂ 输送气罐 18 远程控制开关,检查 CO₂ 输送流量远程防爆调控器 521,对输送的 CO₂ 气体进行流量、流速、压力、以及远程防爆调控。同时,将大功率远程防爆 CO₂ 等离子体发生器插入九级弯管 528,九级弯管 528 每级平均角度 10 度,总弯成角度 90 度。启动远程防爆 CO₂ 等离子体发生器电源开关,产生 CO₂ 气体等离子体电弧;启动 CO₂ 送料开关,将 CO₂、活性剂、催化剂、煤粉从 CO₂ 送料口 527 送入九级弯管 528,在活性剂、催化剂、等离子体电弧协同作用下,使煤粉与 CO₂ 气体快速通过单波文丘里不锈钢管 529、多波文丘里不锈钢管 524 区域,进入还原反应炉 23,充分转化 CO₂ 还原反应:C(煤粉)+CO₂→2CO;CO₂ 送料口 527 前管壁上安装远程防爆调控器 526,在线监测 CO₂、活性剂、催化剂、煤粉总进料流量、流速、压力、温度,以及远程防爆报警。

[0039] 二氧化碳被捕集后,需要对二氧化碳进行催化,以二氧化碳、煤为原材料,在大功率等离子体、催化剂、活性剂的协同作用下,在还原反应炉 23 内发生化学反应生成一氧化碳。其中,二氧化碳吹送催化剂、活性剂进入 100KW 等离子催化剂 22 可以有多种工艺方

法。如图 2 所示,是另一种大功率等离子体催化二氧化碳的工艺流程示意图,图中一部分 CO₂ 将从活性剂传感计重器 19、催化剂传感计重器 20 按计量比例送下来的活性剂、催化剂吹入 100KW 等离子催化器 22 后进入立式、或卧式还原反应炉 23,另一部分 CO₂ 经 CO₂ 送煤粉管将煤粉传感计重器 21 按计量比例送下来的煤粉送入立式、或卧式还原反应炉 23,进行 CO₂+C——2CO 还原反应。反应产生气体从气体输送管 27 送出供燃烧炉 28 燃烧,或 CO 气体化工应用。气体输送管 27 上安装远程防爆监测传感器 26,监测反应炉气体出口的温度、压力、流量、气体成分。在还原反应炉 23 中部安装炉温监测传感器 25 监测炉温。还原反应炉 23 产生的灰渣从灰渣出口 24 向外排出。

[0040] 图 3 是另举例的一种大功率等离子体催化二氧化碳的工艺流程示意图,图中, CO₂ 将从活性剂传感计重器 19、催化剂传感计重器 20 按计量比例送下来的活性剂、催化剂的混合气体物质,一部分吹入 100KW 等离子催化器 22 后进入还原反应炉 23,另一部分混合气体物质经输送管将煤粉传感计重器 21 按计量比例送下来的煤粉送入还原反应炉 23,进行 CO₂+C——2CO 还原反应。反应产生气体从气体输送管 27 送入燃烧炉 28,在燃烧炉 28 上部安装远控防爆器 40,经柴油燃烧器 38 在空气入口 39 提供有氧的环境下燃烧。燃烧后的气体从燃烧炉气体输送管 27 经除尘、脱硝、脱硫处理后被捕集。

[0041] 在二氧化碳的捕集、热解、催化及一氧化碳的燃烧过程中,气体浓度、流速以及温度、压强影响工艺效率,同时,二氧化碳在等离子体、催化剂、活性剂的协同作用下与碳反应生成一氧化碳的工艺流程中,一氧化碳在浓度 12%-75% 的气体含量浓度内易爆炸,为保证工艺安全及提高二氧化碳的捕集及催化效率,安装远程防爆监控系统对二氧化碳捕集与催化循环利用的全过程进行监控。

[0042] 实施例 1:二氧化碳捕集与催化循环利用的制备方法,包括以下步骤:

[0043] 1) 将碳酸钠溶液与催化剂、活性剂充分溶合,制成二氧化碳吸收剂溶液,其中催化剂为含量 5% 以上全溶性腐植酸,或全溶性黄腐植酸;活性剂为含量 5% 以上的全溶性生化氨基酸;催化剂与二氧化碳用量的重量比例为 0.01%,活性剂与二氧化碳用量的重量比例:0.01%;制成的二氧化碳吸收剂溶液送入溶液配料池 13,经碳酸钠溶液泵 14 送入碳化塔 2,由碳酸钠溶喷嘴 15 向下喷淋;

[0044] 2) 将碳化塔 2 的温度控制在 60℃,烟气从烟气进口 1 送入碳化塔 2,烟气向上运动与步骤 1) 所述向下喷淋的碳酸钠溶液形成对流,其中,烟气中的 CO₂ 与碳酸钠、水反应形成碳酸氢钠溶液,经碳酸氢钠溶液输送管 3 送到碳酸氢钠溶液泵 4 进入碳酸氢钠热解闪蒸器 5,烟气中没反应的气体由其它气体出口 16 向外排出;

[0045] 碳化塔 2 的反应条件:

[0046] (1) 化学反应机理

[0047] $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{NaHCO}_3$

[0048] (2) 吸附合成反应温度为 60℃。

[0049] (3) 吸附合成反应时间为 1 秒。

[0050] 反应时间快慢决定二氧化碳捕集速度的快慢。

[0051] 在 50℃ 以下,反应时间长,碳酸氢钠结成晶体。

[0052] 3) 将步骤 2) 所述的含有碳酸氢钠的二氧化碳吸收剂溶液输入碳酸氢钠热解闪蒸器 5 进行热解处理,控制温度为 120℃,产生化学反应: $2\text{NaHCO}_3 \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$,获得

二氧化碳气体和碳酸钠溶液；

[0053] 碳酸氢钠热解闪蒸器 5 的反应条件：

[0054] (1) 化学反应机理

[0055] $2\text{NaHCO}_3 \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

[0056] (2) 闪蒸热解方式：温度 120℃。

[0057] (3) 闪蒸热解方式：时间 0.05 秒。

[0058] (4) 热解碳酸氢钠的晶体与液体的重量百分比：晶体 0%：溶体 100%。

[0059] 4) 经碳酸氢钠热解闪蒸器 5 的碳酸氢钠溶液热解后，分解出来的 CO_2 和 H_2O 气体由 $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 气体输送管 6 送到气水冷凝分离器 10 分离， CO_2 经 CO_2 气体出口管 8 送到 CO_2 气柜 9 储存；

[0060] 5) 分离的冷凝水从冷凝水出口 11 出来，与碳酸氢钠溶液热解闪蒸后形成的碳酸钠溶液一起，经冷凝水与碳酸钠溶液输送管 7 送到降温热交换器 12 降温，送入溶液配料池 13 循环使用。

[0061] 6) 在 CO_2 增压风机 17 的作用下， CO_2 气柜 9 捕集存储的二氧化碳输送至 CO_2 输送气罐 18， CO_2 输送气罐 18 向管道内输送二氧化碳气体；活性剂传感计重器 19、催化剂传感计重器 20、煤粉传感计重器 21 分别按计量比例输送活性剂、催化剂、煤粉进入管道，二氧化碳吹送活性剂、催化剂、煤粉经过 100KW 等离子催化器 22 后进入还原反应炉 23；控制工艺中催化剂为金属元素化合物，催化剂与二氧化碳用量的重量比例为 0.1%，活性剂为植物叶绿素粉，活性剂与二氧化碳用量的重量比例为 0.1%；

[0062] 7) 将步骤 6) 中的二氧化碳、煤在催化剂、活性剂的协同作用下在还原反应炉 23 中接触反应，生成一氧化碳；

[0063] (1) 控制温度在 550℃，二氧化碳在气化炉中发生催化转化反应，适合各种类型的气化炉：

[0064] 主反应： $\text{C} + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{CO}$ (1)

[0065] 副反应： $2\text{CO}_2 \longrightarrow 2\text{CO} + \text{O}_2$ (2)

[0066] $2\text{CO} \longrightarrow \text{C} + \text{O}_2$ (3)

[0067] $2\text{CO}_2 \longrightarrow 2\text{C} + 2\text{O}_2$ (4)

[0068] $2\text{C} + 2\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{CO}_2$ (5)

[0069] 副反应也包括煤的挥发分在高温条件下的气化反应。

[0070] 在最佳反应温度条件下，反应以主反应(1)为主，产生 CO 。并减少副反应(2)、(3)、(4)、(5)进行。从而有效减少炭黑(副反应中的 C)产生。

[0071] 二氧化碳在气化炉类型的催化反应，二氧化碳气体的浓度越高，尤其 95% 以上浓度，越有利于主反应(1)进行。即二氧化碳气体的氧(O_2)含量越少越好。在无氧(O_2)状态下更有利于主反应(1)进行。

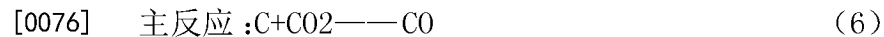
[0072] 二氧化碳在气化炉催化转化反应，如在有氧(O_2)状态下，主要反应(1)主要集中在还原层中进行。

[0073] 二氧化碳在气化炉的催化量越大，二氧化碳催化转化还原反应所需的热能，越靠煤燃烧产生的热能提供，等离子体提供热能比例越少。

[0074] (2) 控制温度在 900℃，二氧化碳在锅炉催化转化反应，适合各种类型的锅炉，如蒸

汽锅炉、亚临界锅炉、超临界锅炉。

[0075] 二氧化碳在锅炉催化转化反应,可以在有氧(O₂)状态下进行,二氧化碳与氧的比例为 65% :35%,二氧化碳与煤催化转化产生的一氧化碳,在瞬间就立即氧化燃烧:



[0079] 副反应也包括煤的挥发分在高温条件下的气化反应。

[0080] 除煤电行业以外的行业所用的二氧化碳催化反应炉,不局限于上述反应条件,同属保护范围。

[0081] 8)将步骤 2)产生的一氧化碳输入燃烧炉作为燃料燃烧,燃烧生成的二氧化碳经步骤 1) -5) 被捕集后存储在 CO₂ 气罐中并用于步骤 6)。

[0082] 实施例 2:

[0083] 二氧化碳捕集与催化循环利用的制备方法,包括以下步骤:

[0084] 1) 将碳酸钠溶液与催化剂、活性剂充分溶合,制成二氧化碳吸收剂溶液,其中催化剂为含量 5% 以上全溶性腐植酸,或全溶性黄腐植酸;活性剂为含量 5% 以上的全溶性生化氨基酸;催化剂与二氧化碳用量的重量比例为 0.5%,活性剂与二氧化碳用量的重量比例:0.5%;制成的二氧化碳吸收剂溶液送入溶液配料池 13,经碳酸钠溶液泵 14 送入碳化塔 2,由碳酸钠溶喷嘴 15 向下喷淋;

[0085] 2)将碳化塔 2 的温度控制在 70℃,烟气从烟气进口 1 送入碳化塔 2,烟气向上运动与步骤 1)所述向下喷淋的碳酸钠溶液形成对流,其中,烟气中的 CO₂ 与碳酸钠、水反应形成碳酸氢钠溶液,经碳酸氢钠溶液输送管 3 送到碳酸氢钠溶液泵 4 进入碳酸氢钠热解闪蒸器 5,烟气中没反应的气体由其它气体出口 16 向外排出;

[0086] 碳化塔 2 的反应条件:

[0087] (1) 化学反应机理



[0089] (2) 吸附合成反应温度为 70℃。

[0090] (3) 吸附合成反应时间为 10 秒。

[0091] 反应时间快慢决定二氧化碳捕集速度的快慢。

[0092] 在 50℃ 以下,反应时间长,碳酸氢钠结成晶体。

[0093] 3) 将步骤 2) 所述的含有碳酸氢钠的二氧化碳吸收剂溶液输入碳酸氢钠热解闪蒸器 5 进行热解处理,控制温度为 160℃,产生化学反应: $2NaHCO_3 \longrightarrow Na_2CO_3+CO_2+H_2O$, 获得二氧化碳气体和碳酸钠溶液;

[0094] 碳酸氢钠热解闪蒸器 5 的反应条件:

[0095] (1) 化学反应机理



[0097] (2) 闪蒸热解方式:温度 160℃。

[0098] (3) 闪蒸热解方式:时间 5 秒。

[0099] (4) 热解碳酸氢钠的晶体与液体的重量百分比:晶体 70% : 溶体 30%。

[0100] 4) 经碳酸氢钠热解闪蒸器 5 的碳酸氢钠溶液热解后,分解出来的 CO₂ 和 H₂O 气体

由 CO₂+H₂O 气体输送管 6 送到气水冷凝分离器 10 分离, CO₂ 经 CO₂ 气体出口管 8 送到 CO₂ 气柜 9 储存;

[0101] 5) 分离的冷凝水从冷凝水出口 11 出来, 与碳酸氢钠溶液热解闪蒸后形成的碳酸钠溶液一起, 经冷凝水与碳酸钠溶液输送管 7 送到降温热交换器 12 降温, 送入溶液配料池 13 循环使用。

[0102] 6) 在 CO₂ 增压风机 17 的作用下, CO₂ 气柜 9 捕集存储的二氧化碳输送至 CO₂ 输送气罐 18, CO₂ 输送气罐 18 向管道内输送二氧化碳气体; 活性剂传感计重器 19、催化剂传感计重器 20、煤粉传感计重器 21 分别按计量比例输送活性剂、催化剂、煤粉进入管道, 二氧化碳吹送活性剂、催化剂、煤粉经过 100KW 等离子催化器 22 后进入还原反应炉 23; 控制工艺中催化剂为金属元素化合物, 催化剂与二氧化碳用量的重量比例为 5%, 活性剂为植物叶绿素粉, 活性剂与二氧化碳用量的重量比例为 5%;

[0103] 7) 将步骤 6) 中的二氧化碳、煤在催化剂、活性剂的协同作用下在还原反应炉 23 中接触反应, 生成一氧化碳;

[0104] (1) 控制温度在 1500℃, 二氧化碳在气化炉中发生催化转化反应, 适合各种类型的气化炉:

[0105] 主反应: $C+CO_2 \longrightarrow CO$ (1)

[0106] 副反应: $2CO_2 \longrightarrow 2CO+O_2$ (2)

[0107] $2CO \longrightarrow C+O_2$ (3)

[0108] $2CO_2 \longrightarrow 2C+2O_2$ (4)

[0109] $2C+2O_2 \longrightarrow 2CO_2$ (5)

[0110] 副反应也包括煤的挥发分在高温条件下的气化反应。

[0111] 在最佳反应温度条件下, 反应以主反应(1)为主, 产生 CO。并减少副反应(2)、(3)、(4)、(5)进行。从而有效减少炭黑(副反应中的 C)产生。

[0112] 二氧化碳在气化炉类型的催化反应, 二氧化碳气体的浓度越高, 尤其 95% 以上浓度, 越有利于主反应(1)进行。即二氧化碳气体的氧(O₂)含量越少越好。在无氧(O₂)状态下更有利于主反应(1)进行。

[0113] 二氧化碳在气化炉催化转化反应, 如在有氧(O₂)状态下, 主要反应(1)主要集中在还原层中进行。

[0114] 二氧化碳在气化炉的催化量越大, 二氧化碳催化转化还原反应所需的热能, 越靠煤燃烧产生的热能提供, 等离子体提供热能比例越少。

[0115] (2) 控制温度在 1350℃, 二氧化碳在锅炉催化转化反应, 适合各种类型的锅炉, 如蒸汽锅炉、亚临界锅炉、超临界锅炉。

[0116] 二氧化碳在锅炉催化转化反应, 可以在有氧(O₂)状态下进行, 二氧化碳与氧的比例为 82%:18%, 二氧化碳与煤催化转化产生的一氧化碳, 在瞬间就立即氧化燃烧:

[0117] 主反应: $C+CO_2 \longrightarrow CO$ (6)

[0118] $2CO+O_2 \longrightarrow 2CO_2$ (7)

[0119] 副反应: $2C+2O_2 \longrightarrow 2CO_2$ (8)

[0120] 副反应也包括煤的挥发分在高温条件下的气化反应。

[0121] 除煤电行业以外的行业所用的二氧化碳催化反应炉, 不局限于上述反应条件, 同

属保护范围。

[0122] 8)将步骤 2)产生的一氧化碳输入燃烧炉作为燃料燃烧,燃烧生成的二氧化碳经步骤 1)-5)被捕集后存储在 CO₂ 气罐中并用于步骤 6)。

[0123] 实施例 3:

[0124] 二氧化碳捕集与催化循环利用的制备方法,包括以下步骤:

[0125] 1)将碳酸钠溶液与催化剂、活性剂充分溶合,制成二氧化碳吸收剂溶液,其中催化剂为含量 5% 以上全溶性腐植酸,或全溶性黄腐植酸;活性剂为含量 5% 以上的全溶性生化氨基酸;催化剂与二氧化碳用量的重量比例为 0.3%,活性剂与二氧化碳用量的重量比例:0.3%;制成的二氧化碳吸收剂溶液送入溶液配料池 13,经碳酸钠溶液泵 14 送入碳化塔 2,由碳酸钠溶喷嘴 15 向下喷淋;

[0126] 2)将碳化塔 2 的温度控制在 66℃,烟气从烟气进口 1 送入碳化塔 2,烟气向上运动与步骤 1)所述向下喷淋的碳酸钠溶液形成对流,其中,烟气中的 CO₂ 与碳酸钠、水反应形成碳酸氢钠溶液,经碳酸氢钠溶液输送管 3 送到碳酸氢钠溶液泵 4 进入碳酸氢钠热解闪蒸器 5,烟气中没反应的气体由其它气体出口 16 向外排出;

[0127] 碳化塔 2 的反应条件:

[0128] (1) 化学反应机理

[0129] $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{NaHCO}_3$

[0130] (2) 吸附合成反应温度为 66℃。

[0131] (3) 吸附合成反应时间为 5 秒。

[0132] 反应时间快慢决定二氧化碳捕集速度的快慢。

[0133] 在 50℃ 以下,反应时间长,碳酸氢钠结成晶体。

[0134] 3)将步骤 2)所述的含有碳酸氢钠的二氧化碳吸收剂溶液输入碳酸氢钠热解闪蒸器 5 进行热解处理,控制温度为 140℃,产生化学反应: $2\text{NaHCO}_3 \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$,获得二氧化碳气体和碳酸钠溶液;

[0135] 碳酸氢钠热解闪蒸器 5 的反应条件:

[0136] (1) 化学反应机理

[0137] $2\text{NaHCO}_3 \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

[0138] (2) 闪蒸热解方式:温度 140℃。

[0139] (3) 闪蒸热解方式:时间 3 秒。

[0140] (4) 热解碳酸氢钠的晶体与液体的重量百分比:晶体 50%:溶体 50%。

[0141] 4)经碳酸氢钠热解闪蒸器 5 的碳酸氢钠溶液热解后,分解出来的 CO₂ 和 H₂O 气体由 CO₂+H₂O 气体输送管 6 送到气水冷凝分离器 10 分离,CO₂ 经 CO₂ 气体出口管 8 送到 CO₂ 气柜 9 储存;

[0142] 5)分离的冷凝水从冷凝水出口 11 出来,与碳酸氢钠溶液热解闪蒸后形成的碳酸钠溶液一起,经冷凝水与碳酸钠溶液输送管 7 送到降温热交换器 12 降温,送入溶液配料池 13 循环使用。

[0143] 6)在 CO₂ 增压风机 17 的作用下,CO₂ 气柜 9 捕集存储的二氧化碳输送至 CO₂ 输送气罐 18,CO₂ 输送气罐 18 向管道内输送二氧化碳气体;活性剂传感计重器 19、催化剂传感计重器 20、煤粉传感计重器 21 分别按计量比例输送活性剂、催化剂、煤粉进入管道,二氧化

碳吹送活性剂、催化剂、煤粉经过 100KW 等离子催化器 22 后进入还原反应炉 23 ;控制工艺中催化剂为金属元素化合物,催化剂与二氧化碳用量的重量比例为 3%,活性剂为植物叶绿素粉,活性剂与二氧化碳用量的重量比例为 3% ;

[0144] 7)将步骤 6)中的二氧化碳、煤在催化剂、活性剂的协同作用下在还原反应炉 23 中接触反应,生成一氧化碳 ;

[0145] (1)控制温度在 1000℃,二氧化碳在气化炉中发生催化转化反应,适合各种类型的气化炉 ;

[0146] 主反应 : $C+CO_2 \longrightarrow CO$ (1)

[0147] 副反应 : $2CO_2 \longrightarrow 2CO+O_2$ (2)

[0148] $2CO \longrightarrow C+O_2$ (3)

[0149] $2CO_2 \longrightarrow 2C+2O_2$ (4)

[0150] $2C+2O_2 \longrightarrow 2CO_2$ (5)

[0151] 副反应也包括煤的挥发分在高温条件下的气化反应。

[0152] 在最佳反应温度条件下,反应以主反应(1)为主,产生 CO。并减少副反应(2)、(3)、(4)、(5)进行。从而有效减少炭黑(副反应中的 C)产生。

[0153] 二氧化碳在气化炉类型的催化反应,二氧化碳气体的浓度越高,尤其 95% 以上浓度,越有利于主反应(1)进行。即二氧化碳气体的氧(O₂)含量越少越好。在无氧(O₂)状态下更有利于主反应(1)进行。

[0154] 二氧化碳在气化炉催化转化反应,如在有氧(O₂)状态下,主要反应(1)主要集中在还原层中进行。

[0155] 二氧化碳在气化炉的催化量越大,二氧化碳催化转化还原反应所需的热能,越靠煤燃烧产生的热能提供,等离子体提供热能比例越少。

[0156] (2)控制温度在 1200℃,二氧化碳在锅炉催化转化反应,适合各种类型的锅炉,如蒸汽锅炉、亚临界锅炉、超临界锅炉。

[0157] 二氧化碳在锅炉催化转化反应,可以在有氧(O₂)状态下进行,二氧化碳与氧的比例为 50% :50%,二氧化碳与煤催化转化产生的一氧化碳,在瞬间就立即氧化燃烧 :

[0158] 主反应 : $C+CO_2 \longrightarrow CO$ (6)

[0159] $2CO+O_2 \longrightarrow 2CO_2$ (7)

[0160] 副反应 : $2C+2O_2 \longrightarrow 2CO_2$ (8)

[0161] 副反应也包括煤的挥发分在高温条件下的气化反应。

[0162] 除煤电行业以外的行业所用的二氧化碳催化反应炉,不局限于上述反应条件,同属保护范围。

[0163] 8)将步骤 2)产生的一氧化碳输入燃烧炉作为燃料燃烧,燃烧生成的二氧化碳经步骤 1) -5) 被捕集后存储在 CO₂ 气罐中并用于步骤 6)。

[0164] 以上的所述乃是本发明的具体实施例及所运用的技术原理,若依本发明的构想所作的改变,其所产生的功能作用仍未超出说明书及附图所涵盖的精神时,仍应属本发明的保护范围。

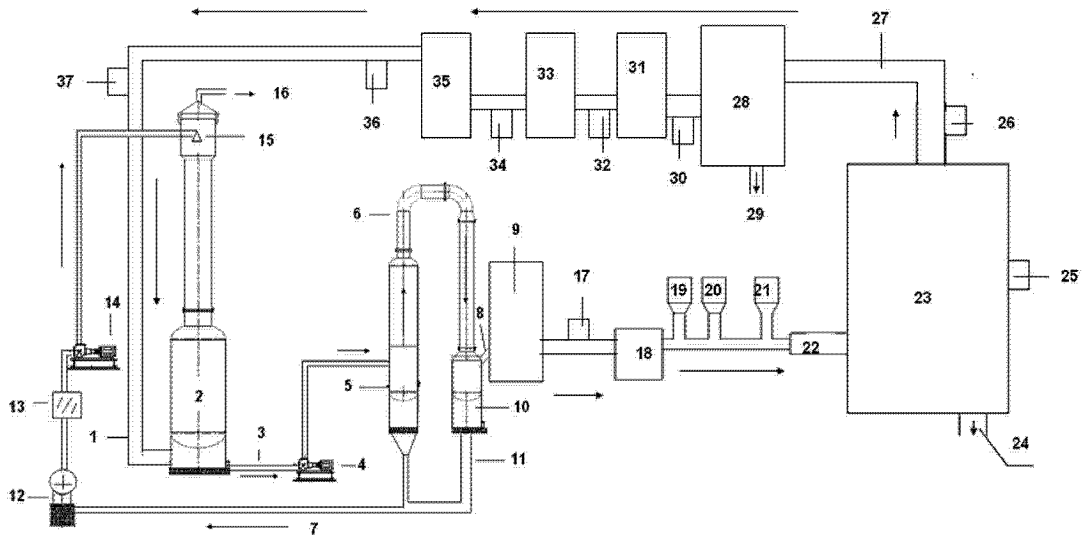


图 1

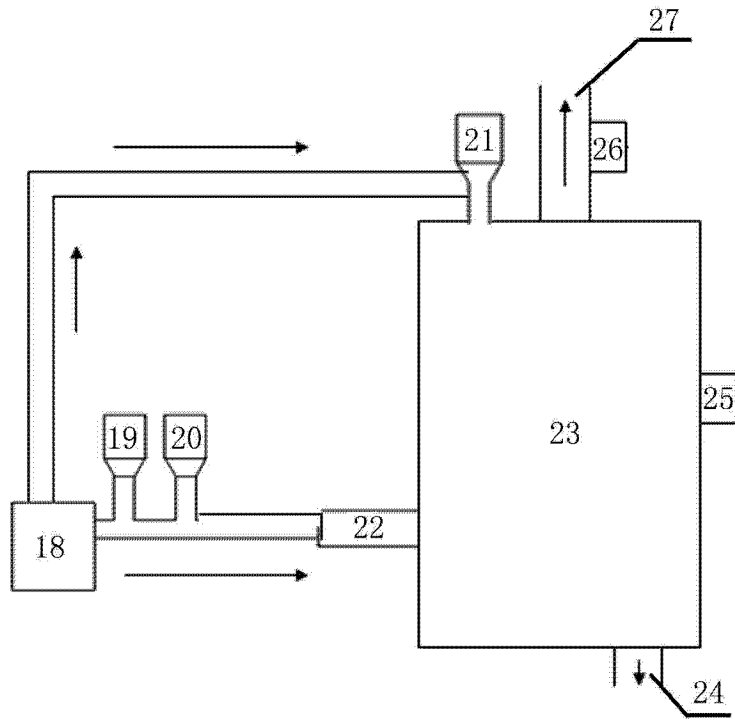


图 2

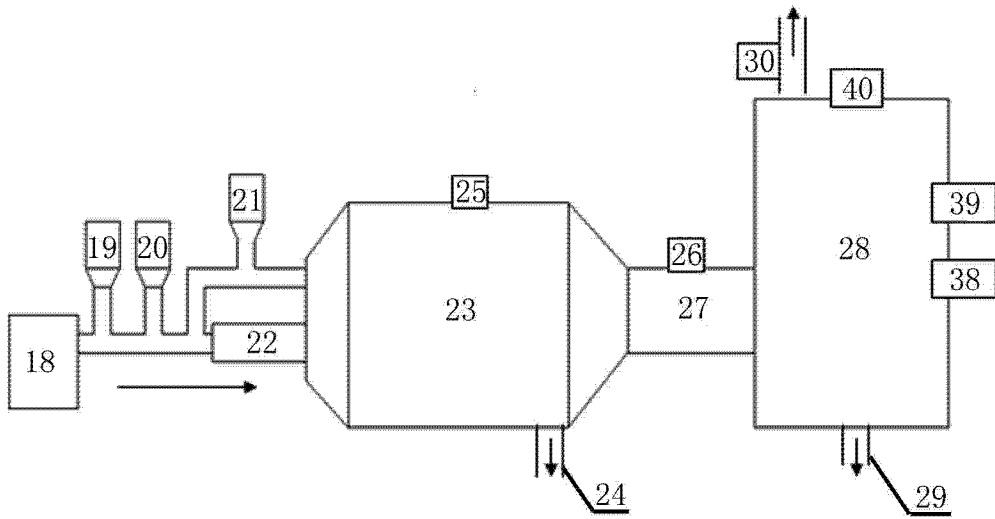


图 3

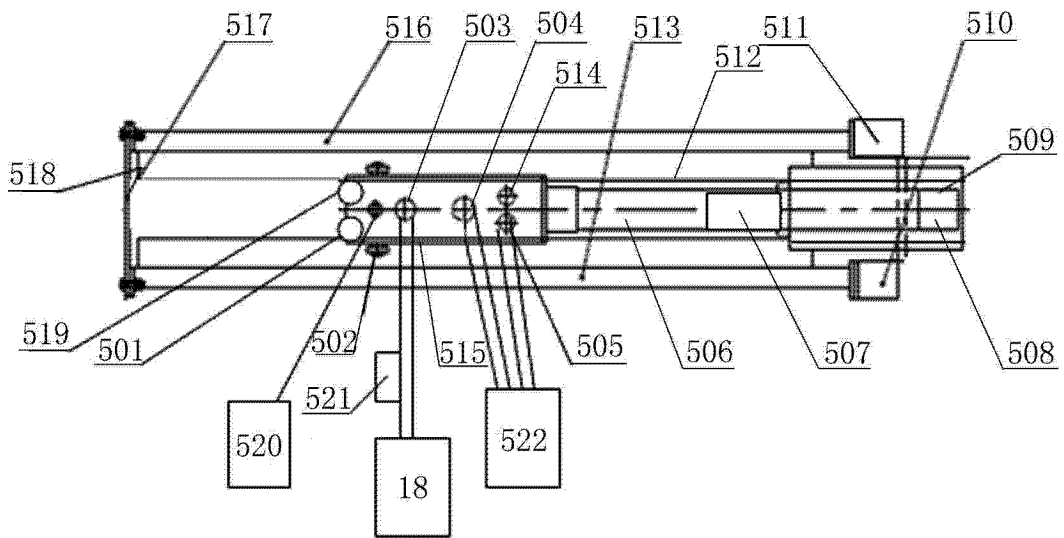


图 4

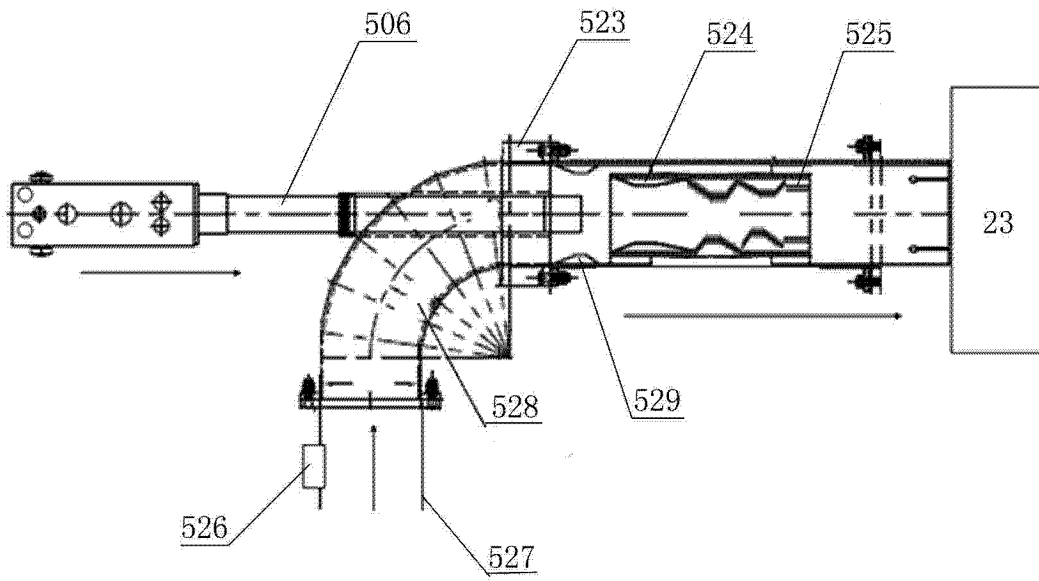


图 5