(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 102863975 A
(43)申请公布日 2013.01.09

(21)申请号 201210267771.8

(22)申请日 2012.07.31

(71)申请人 中国科学院南京土壤研究所
地址 210008 江苏省南京市北京东路 71 号

(72)发明人 王慎强 赵旭 邢光熹 裴焕初 杨林章

(74)专利代理机构 郑州大通专利商标代理有限公司 41111
代理人 樊羿

(51)Int.Cl.
C10B 53/02(2006.01)

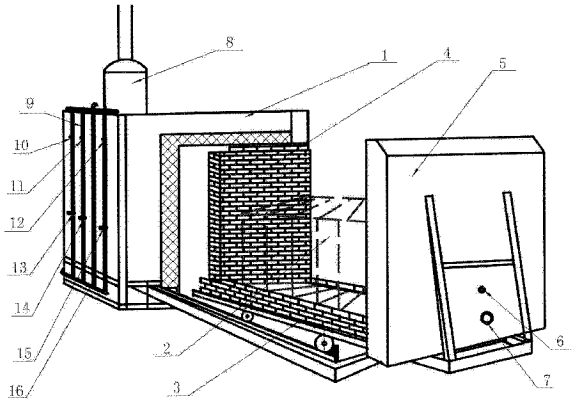
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54)发明名称

秸秆炭化装置及秸秆炭化的方法

(57)摘要

本发明涉及一种秸秆炭化装置及秸秆炭化的方法。包括隧道窑式炭化炉体、加热单元、烟尘收集处理单元，还设置有烧结料箱、轨道式载料车，其烧结料箱安放在轨道式载料车中；其加热单元包括布设于炉膛内的喷火枪、燃气管路、助燃气管路；秸秆装载置于载料车中的烧结料箱，并移至炭化炉体中，密闭后经由加热单元中的燃气管路和助燃气管路向所述喷火枪供给燃气和助燃气，并经由所述喷火枪向炉膛内喷燃加热，使炉膛内升温至 480 ～ 550℃后保温 5 ～ 8 小时后降温冷却即成。本发明装置炭化利用各类生物秸秆资源，且具有炭化比率高、碳排放量低、资源利用充分、炭化效率高、能耗低等优点；所公开的秸秆炭化方法工艺简单、适于规模化生产且对环境友好。



CN 102863975 A

1. 一种秸秆炭化装置，包括隧道窑式炭化炉体、加热单元、烟尘收集处理单元，其特征在于，还设置有一定数量带盖的具一定透气性的烧结料箱、以及与所述炭化炉体的炉膛相匹配的轨道式载料车，所述烧结料箱安放在所述轨道式载料车中；所述加热单元包括布设于炭化炉体炉膛内的喷火枪、将所述喷火枪和燃气源连通的燃气管路、及将所述喷火枪和助燃气源连通的助燃气管路。

2. 根据权利要求 1 所述的秸秆炭化装置，其特征在于，所述烟尘收集处理单元包括喷淋收集器、集污水池，所述喷淋收集器包括依次相接的引风机、喷淋塔、循环水池。

3. 根据权利要求 1 所述的秸秆炭化装置，其特征在于，在所述轨道式载料车的尾端设置有隔焰挡火墙，其首端设置有与炭化炉体的进口相匹配的炉门。

4. 根据权利要求 3 所述的秸秆炭化装置，其特征在于，在所述炭化炉体的侧壁或 / 和所述炉门上设置有观察窗。

5. 根据权利要求 1 所述的秸秆炭化装置，其特征在于，在所述炭化炉体的炉膛内设置有测温计或温度传感器。

6. 根据权利要求 1 所述的秸秆炭化装置，其特征在于，所述烧结料箱及其盖均由导热且耐高温的材料制成；在所述烧结料箱的侧壁或 / 和顶盖上设置有一定数量的透气孔或透气狭缝。

7. 根据权利要求 1 所述的秸秆炭化装置，其特征在于，所述燃气源包括沼气池、对应于沼气池的储气罐。

8. 利用权利要求 1 所述秸秆炭化装置进行秸秆炭化的方法，包括以下步骤：

（1）向烧结料箱中填满待炭化秸秆并压实，盖上盖，然后将装满秸秆的烧结料箱码放在所述轨道式载料车中后，再将该轨道式载料车转入所述炭化炉体的炉膛中，且使烧结料箱与炉膛四壁之间留有一定的间隙；

（2）密闭炭化炉体，经由加热单元中的燃气管路和助燃气管路向所述喷火枪供给燃气和助燃气，并经由所述喷火枪向炉膛内喷燃加热，使炉膛内升温至 480 ～ 550℃后保温热解 5 ～ 8 小时，或使炉膛内快速升温至 780 ～ 820℃后保温热解 2 ～ 4 小时；

（3）炉膛内燃烧产生的少量烟尘进入烟尘收集处理单元，进行回收焦油、降尘净化处理，尾气处理达标后排空；

（4）缺氧条件下对所述烧结料箱强制降温或自然冷却后即成。

9. 根据权利要求 8 所述的秸秆炭化的方法，其特征在于，在所述步骤（2）中，在加热升温过程中逐渐调节进入炉膛内的燃气流量，以充分利用秸秆烘焙、热解自生产生的可燃物 CO、H_2、甲烷、乙烷、丙烷及焦油作燃料。

10. 根据权利要求 8 所述的秸秆炭化的方法，其特征在于，在所述步骤（3）中，将回收后的焦油送至炭化炉体的炉膛中进行燃烧利用。

秸秆炭化装置及秸秆炭化的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及秸秆炭化技术领域，具体涉及一种秸秆炭化装置及秸秆炭化的方法。

背景技术

[0002] 鉴于化石燃料(煤、石油和天然气)资源濒临枯竭和化石燃料燃烧过程中 CO_2 的过量排放，对全球气候变化的影响，人们注意到可再生能源物质(各种作物籽粒、秸秆、残渣、木材等)的利用。试图把生物质(Biomass)材料进行生物转化(如沼气)和热化学转化，通称热解(Pyrolysis)，生产可再生清洁能源。生物材料通过热解可产生固、气、液三种形态的产品。根据目的，控制热解条件，可得到需要的主要产品。从能源开发角度，就是要把生物材料转化为可燃性气体，如 CO、H_2、甲烷、乙烷和丙烷等。1997 年在美国建成了世界第一个商业用生物材料气化工厂(Basu, 2010)。固体产物是生物黑炭 (Biochar)。2007 年，Lehmann 在 Nature 发表了生物黑炭 (Biochar) 加入到土壤后对于 CO_2 有增汇(Sink)减排作用，也有研究报告指出，黑炭对于改良土壤性质(Liang 等，2006)，土壤氮素转化和迁移产生影响(Clough 和 Condron, 2010)。因此，生物黑炭受到了越来越多的关注；黑炭的这些功能和作用得到了认识和应用。而中国是世界农业大国，水稻、小麦、玉米是中国的三大粮食作物，包括其它作物每年要生产出约 6 亿吨秸秆。目前情况下，在中国秸秆还田和用作生活燃料的比例很小，在经济发达地区比例更小。目前处理的办法是就地焚烧，这不仅影响交通和航运，而且炭细颗粒物(PM2.5)被人吸入将影响健康，严重时诱发癌症。对此，政府虽明令禁烧，但有禁不止，至今尚无良策。

[0003] 黑炭生产的基本原理是在无氧条件下，把生物材料(Biomass)引入热解容器中加热烘焙(torrefaction)和热解(Pyrolysis)。Basu(2010) 指出，烘焙也是一种热解形式。当前用于科学试验的黑炭一般都有实验室微型的炭化装置如马弗炉，高温电炉来制备。实际上，将来如将黑炭应用于田间的话，就必须需要适用于大规模生产的工艺技术设备，且应以可再生的绿色生物能源为加热源，以满足环保、低耗的要求。

[0004] 最近在中国南京召开的黑炭研究开发和应用的国际学术讨论会上有人介绍了美国 Amazon 公司基于干溜原理(Drydistillation)设计的规模化生产黑炭的设备。然而所涉及的生物材料的范围，只是甘蔗渣、棉花枝叶、生活污泥、动物排泄物和饲养场废弃物等，未涉及稻、麦和玉米等作物秸秆。因为这些作物的秸秆未经加工处理，无法通过螺旋式推进器把这些材料自动送入热解炉中，这就很难实现规模化生产。

[0005] 现有的干溜热解系统所用的对生物材料加热的能源一般都是用引入生物材料热解气化自身产生的气体来实现，但这需要消耗大量生物质炭，炭化比率低且大大增加了碳排放量，这对于以生产黑炭为目的的生物材料热解，并非妥善之举，而不利于环境保护。第一次开炉的启动能源不可避免地要用天然气或其它化石燃料，在当前能源日益紧张、环保压力大的形式下，这也是不可取的。

发明内容

[0006] 本发明要解决的技术问题是提供一种可对各类生物秸秆资源进行炭化利用且炭化比率高、碳排放量低的秸秆炭化装置，该装置还具有资源利用充分、炭化效率高、能耗低等优点；所公开的秸秆炭化方法工艺简单、适于规模化生产且对环境友好。

[0007] 为解决上述技术问题，本发明采用的技术方案是：

设计一种秸秆炭化装置，包括隧道窑式炭化炉体、加热单元、烟尘收集处理单元，还设置有一定数量的带盖的具一定透气性的烧结料箱、以及与所述炭化炉体的炉膛相匹配的轨道式载料车，所述烧结料箱安放在所述轨道式载料车中；所述加热单元包括布设于炭化炉体炉膛内的喷火枪、将所述喷火枪和燃气源连通的燃气管路、及将所述喷火枪和助燃气源连通的助燃气管路。

[0008] 所述烟尘收集处理单元包括喷淋收集器、集污水池，所述喷淋收集器包括依次相接的引风机、喷淋塔、循环水池。

[0009] 在所述轨道式载料车的尾端设置有隔焰挡火墙，其首端设置有与炭化炉体的进口相匹配的炉门。

[0010] 在所述炭化炉体的侧壁或 / 和所述炉门上设置有观察窗，便于观察炉膛燃烧状况。

[0011] 在所述炭化炉体的炉膛内设置有测温计或温度传感器，便于炉膛内温度监测、控制。

[0012] 所述烧结料箱由导热且耐高温的材料制成；在所述烧结料箱的侧壁或 / 和顶盖上设置有一定数量的透气孔或透气狭缝，以使烧结料箱具有一定的透气性，从而可使烧结料箱内产生的可燃气体及焦油能溢至烧结料箱外的炉膛内进行燃烧利用。

[0013] 所述燃气源包括沼气池、对应于沼气池的储气罐。

[0014] 利用上述秸秆炭化装置进行秸秆炭化的方法，包括以下步骤：

（1）向烧结料箱中填满待炭化秸秆并压实，然后将装满秸秆的烧结料箱码放在所述轨道式载料车中后，再将该轨道式载料车转入所述炭化炉体的炉膛中，且使烧结料箱与炉膛四壁之间留有一定的间隙；

（2）密闭炭化炉体，经由加热单元中的燃气管路和助燃气管路向所述喷火枪供给燃气和助燃气，并经由所述喷火枪向炉膛内喷燃加热，使炉膛内升温至 480 ～ 550℃后保温热解 5 ～ 8 小时，或使炉膛内快速升温至 780 ～ 820℃后保温热解 2 ～ 4 小时；

（3）炉膛内燃烧产生的烟尘进入烟尘收集处理单元，进行回收焦油、降尘净化处理，尾气处理达标后排空；

（4）缺氧条件下对所述烧结料箱强制降温或自然冷却后即成。

[0015] 在所述步骤（2）中，在加热升温过程中逐渐调节进入炉膛内的燃气流量，以充分利用秸秆烘焙、热解自生产生的可燃物 CO、H_2、甲烷、乙烷、丙烷及焦油作燃料。

[0016] 在所述步骤（3）中，将回收后的焦油送至炭化炉体的炉膛中进行燃烧利用。

[0017] 本发明具有积极有益的效果：

1. 生物资源炭化比率高、碳排放量低：秸秆装在上述不完全密封（具一定透气性）的烧结料箱中，加热时由于箱内生物质中的水分蒸发和烘焙产生的气体及箱内物料空隙间残留空气受热膨胀，箱内压力大于炉膛，因此燃气及助燃气不会进至烧结料箱中，进而可保证箱内的秸秆在无氧条件下热解，因而炭化比率高（如稻草达到 3 ： 1，麦杆达到 3.5 ： 1，稻壳

达到 2.5 ： 1)，碳排放量大为降低。

[0018] 2. 适应性强：该炭化装置适用于各类可进行炭化利用的生物资源，对待炭化原料无选择性要求。

[0019] 3. 生物资源利用充分、炭化效率高、能耗低：可充分利用生物质自身热解产生的各类可燃物质，原料利用充分，利用效率高。

[0020] 4. 本发明秸秆炭化方法工艺流程简单、适于规模化生产，生产成本低且对环境友好，易于推广普及。

[0021] 说明书附图

图 1 为一种秸秆炭化装置的结构示意图；

图 2 为一种秸秆炭化装置的喷火枪的安装示意图；

图 3 为一种秸秆炭化装置的烟尘收集处理单元的结构示意图。

[0022] 图中，1 为炭化炉体，2 为烧结料箱，3 为轨道式载料车，4 为隔焰挡火墙，5 为炉门，6 为小观察窗，7 为大观察窗，8 为喷淋塔，9 为助燃气管路，10、11、12 为助燃气管路阀门，13、14、15 为喷火枪，16 为燃气管路，17 为燃气管路阀门，18 为炭化炉体侧壁的观察窗，19 为测温孔，20 为循环水箱，21 为排污口，22 为集污水池，23 为引风机，24 为引风机气流量阀门，25 为增氧风机，26 为燃气流量表，27 为燃气压力表。

具体实施方式

[0023] 以下结合具体实施例进一步阐述本发明。所涉及的结构及部件如无特别说明，均为常规结构或部件。

[0024] 实施例 1 一种秸秆炭化装置，参见图 1、图 1、图 3，包括隧道窑式炭化炉体 1、加热单元、烟尘收集处理单元，还设置有一定数量的具一定透气性的烧结料箱 2、以及与所述炭化炉体 1 的炉膛相匹配的轨道式载料车 3，烧结料箱 2（由不锈钢材料制成）安放在所述轨道式载料车 3 中；所述加热单元包括布设于炭化炉体炉膛内的喷火枪、将所述喷火枪和燃气源（沼气池、储气罐）连通的燃气管路 16、及将所述喷火枪 13、14、15 和助燃气源连通的助燃气管路 12；所述烟尘收集处理单元包括喷淋收集器、集污水池 22，所述喷淋收集器包括依次相接的引风机 23、喷淋塔 8、循环水池 20；在轨道式载料车 3 的尾端设置有隔焰挡火墙 4，其首端设置有与炭化炉体 1 的进口相匹配的炉门 5；在炉门上 5 设置有便于观察炉膛燃烧状况的大观察窗 7 和小观察窗 6；在炭化炉体的侧壁上设置有测温孔 19，便于以温度计监测炉膛内的温度；在所述烧结料箱的顶盖上设置有适宜数量的透气孔，从而可使烧结料箱内产生的可燃气体及焦油能溢至烧结料箱外的炉膛内进行燃烧利用。各部件的具体参数如下：

（1）隧道式窑炭化炉体：外部炉体采用钢结构，炉体内壁采用耐火砖砌成，保温层由耐高温玻璃棉等保温隔热填料构成；炉膛有效尺寸为 300×90×80cm；

（2）烧结料箱：由 304，316L 耐高温不锈钢制成，箱体尺寸为 75×48×60cm，容积 0.216m^3；装满压实可装载稻草 45 市斤，麦秆 35 市斤，稻壳谷 45 市斤。烧结料箱共 10 只，供两批进料用，由轨道式载料车运载；

（3）热解用的燃气（沼气）通过管道，一头与沼气池连通，另一头与喷枪连通，连接管道间装有气压表，并安装了与沼气储气罐区隔的阀门；

（4）炉膛温度观测：因限于经费，未安装炉膛温度的连续监测装置，而是通过炉体通空气的小孔，插入温度计不定时观测。

[0025] （5）烟尘收集处理单元的喷淋塔收集排出的不可燃的烟灰（微粒炭 ）和在炉膛未燃烧掉的少量焦油的，喷淋塔的出口装有过滤网，细颗粒烟灰和焦油进入污水池，焦油可不定期收集加入炉内再次燃烧，喷淋用水为每小时 50 升。

[0026] 利用上述秸秆炭化装置进行秸秆炭化的方法，包括以下步骤：

（1）向烧结料箱中填满待炭化秸秆并压实，然后将装满秸秆的烧结料箱码放在所述轨道式载料车中后，再将该轨道式载料车转入所述炭化炉体的炉膛中，且使烧结料箱与炉膛四壁之间留有一定的间隙；

（2）密闭炭化炉体，经由加热单元中的燃气管路和助燃气管路向所述喷火枪供给燃气和助燃气，并经由所述喷火枪向炉膛内喷燃加热，使炉膛内升温至 500±20℃后保温热解 7 ～ 8 小时；在加热升温过程中逐渐调节进入炉膛内的燃气流量，以充分利用秸秆烘焙、热解自生产生的可燃物 CO、H_2、甲烷、乙烷、丙烷及焦油作燃料；以连续热解为最好，可省燃料、省工；连续炭化时，当炉膛温度降至 400℃，切换第二批装料箱，6 小时可完成炭化，取出的第一批装料箱，用冷水喷洒，使之迅速降至 100℃以下，以免箱内黑炭 自燃；第三次切换，5 小时可完成炭化；24 小时内可生产 3 批黑炭。

[0027] （3）炉膛内燃烧产生的烟尘进入烟尘收集处理单元，进行回收焦油、降尘净化处理，尾气处理达标后排空；将回收后的焦油送至炭化炉体的炉膛中进行燃烧利用；

（4）无氧条件下对所述烧结料箱强制降温或自然冷却后即成。

[0028] 以年热解 10 万公斤秸秆，利用上述装置及工艺生产 3300kg 黑炭为目标。以稻麦两季每亩年产 800kg 秸秆计算，通过这一规模的秸秆炭化装置，每年可消耗 125 亩农田产出的秸秆。

[0029] 配套建设 800m^3 沼气池和 600m^3 的储气罐，日供气能力为 200m^3；200 立方沼气又可消耗 11 万公斤秸秆。利用秸秆生产沼气，不仅消耗了大量秸秆，而且动物排泄物，人粪尿，农村固体生活垃圾可一同投入沼气池，作为产气材料，从而大大改善农村生活和生产环境。这一规模的秸秆热解炉及生产供热解用的沼气，每年可消耗约 20 万 kg 以上的生物秸秆。

[0030] 当气温低于 25℃时，可利用炭化装置产生的余热，通过特别设计的管道加热沼液，使沼气池温度保持在 25 ～ 30℃，从而大大增加产气量。

[0031] 虽然，上文中已经用一般性说明及具体实施方案对本发明作了详尽的描述，但在本发明基础上，可以对之作一些修改或改进，这对本领域技术人员而言是显而易见的。因此，在不偏离本发明精神的基础上所做的这些修改或改进，均属于本发明要求保护的范围。

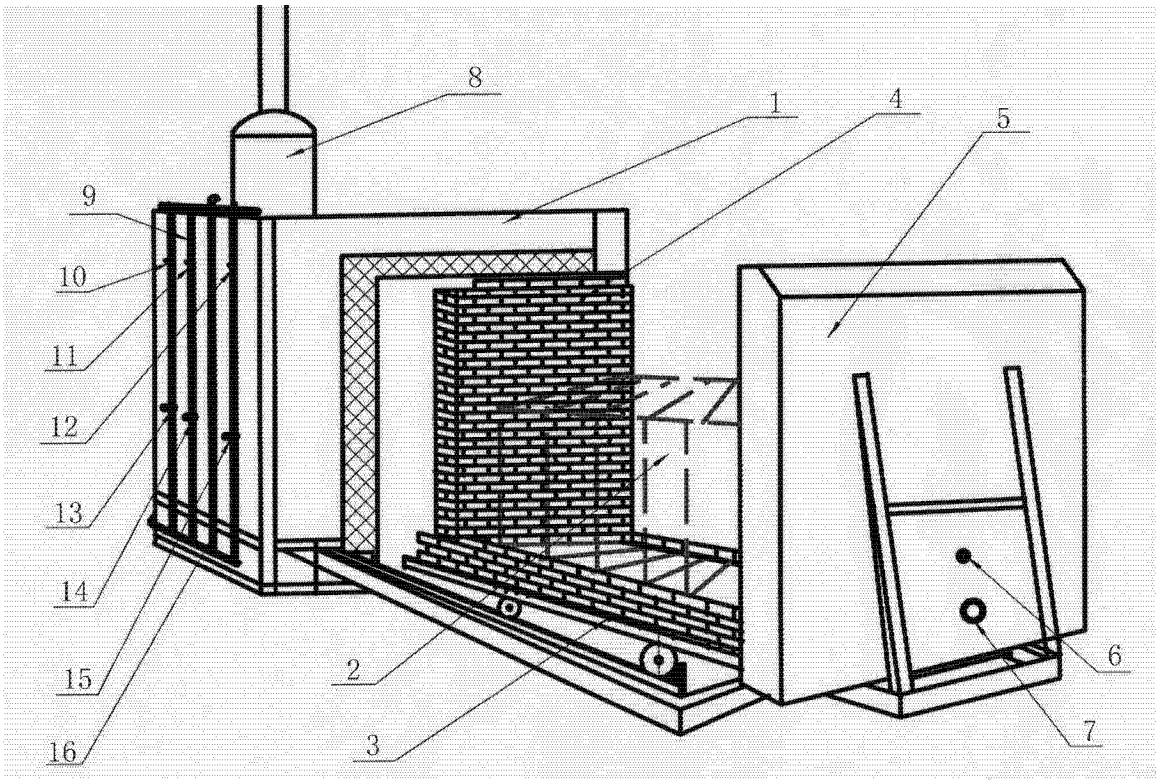


图 1

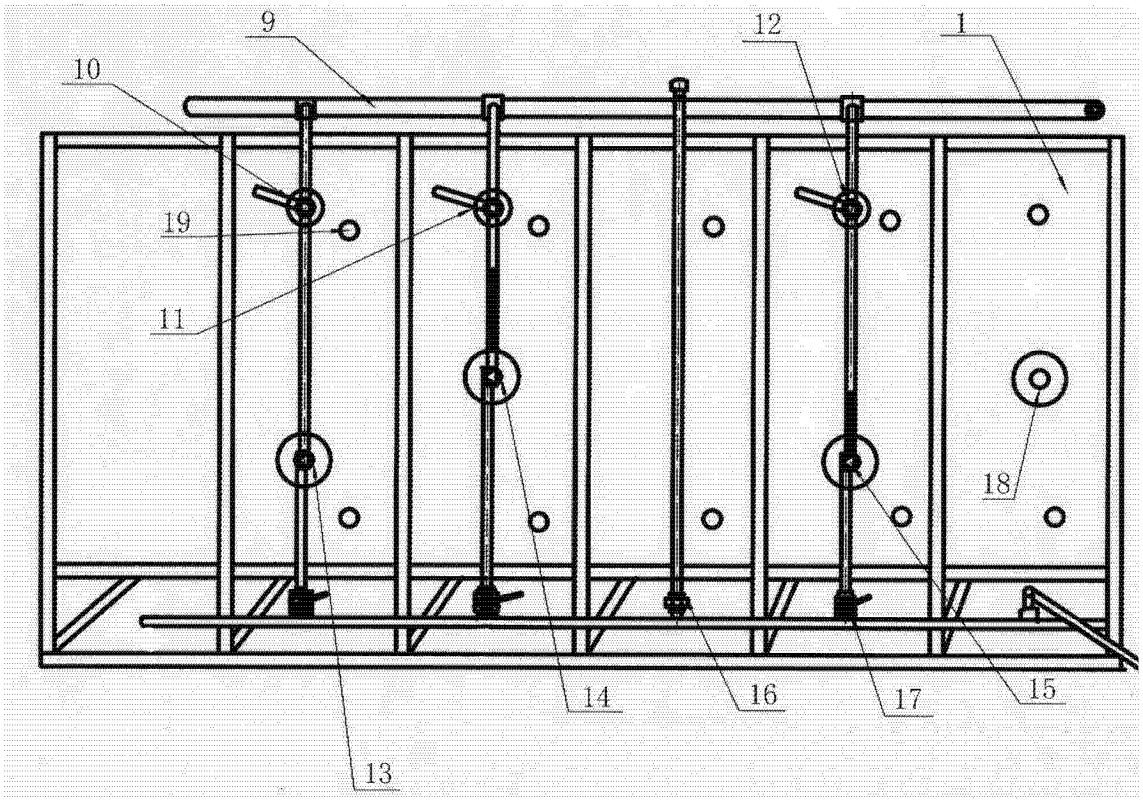


图 2

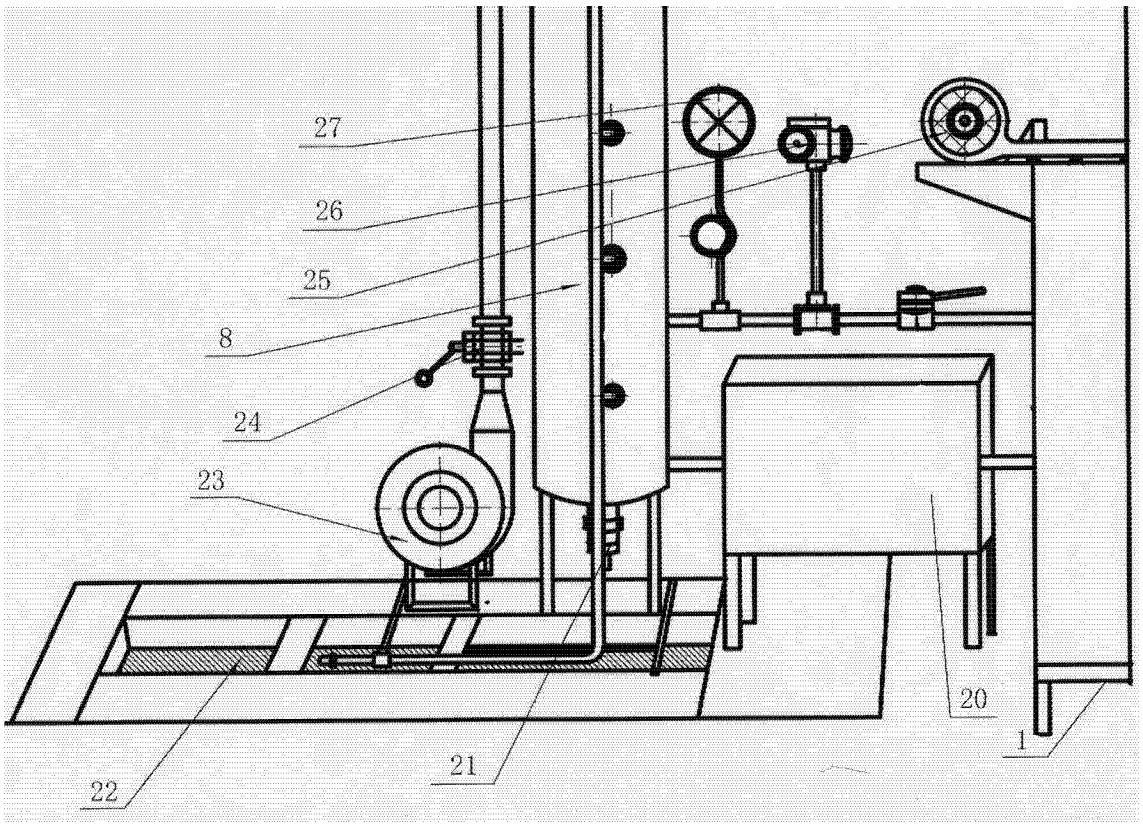


图 3