(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 104861993 A
(43)申请公布日 2015.08.26

(21)申请号 201510146517.6

(22)申请日 2015.03.31

(71)申请人 张家港天源生物能源科技有限公司
地址 215828 江苏省苏州市张家港市南丰开发区南丰段3号张家港天源生物能源科技有限公司

(72)发明人 胥利先 赵达斌

(74)专利代理机构 南京苏科专利代理有限责任公司 32102
代理人 黄春松

(51)Int.Cl.
C10B 53/02(2006.01)
C10B 1/04(2006.01)

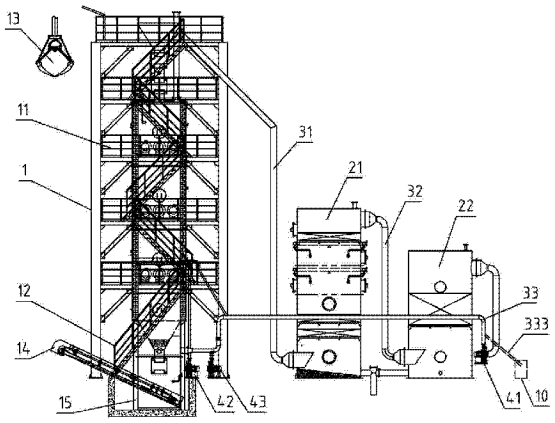
权利要求书2页 说明书6页 附图6页

(54)发明名称

塔式生物质连续碳化炉

(57)摘要

本发明公开了一种塔式生物质连续碳化炉，包括炉体和安装座，炉体内腔从上至下依次设有干燥室、碳化室、高温室和冷却室，各相邻腔室分别通过活动炉栅分隔；在高温室侧壁上设有燃烧腔室，在炉体侧壁上设有带第一、第二进气口的喷嘴，喷嘴头伸入燃烧腔室内，第二进气口与带燃烧器的引风机连接；进料斗通过进料控制装置与炉体内腔相连接，在炉体底部设有带卸灰阀的卸料斗；在炉体顶部设有与干燥室相连通的气体通道，气体通道与气体净化冷却系统相连通，气体净化冷却系统的出口通过输送管路分别与喷嘴的第二进气口及卸料斗上的通孔相连通，在输送管路上设有第一风机。优点是：能实现连续生产、能耗低，生物炭产率高、品质好、质量稳定。



CN 104861993 A

1. 塔式生物质连续碳化炉，包括：安装座和带内腔的炉体，炉体安装于安装座上，其特征在于：炉体内腔从上至下依次设置有干燥室、碳化室、高温室和冷却室四个腔室，干燥室与炉体顶部的进料口相连通，冷却室与炉体底部的出料口相连通，各相邻腔室分别通过活动炉栅分隔；在高温室侧壁上设置有供可燃气体燃烧的燃烧腔室，可燃气体在燃烧腔室内燃烧产生的高温烟气能进入到高温室内，在炉体侧壁上设置有带第一进气口、第二进气口的喷嘴，喷嘴的喷嘴头穿过炉体侧壁的通孔后伸入燃烧腔室内，第二进气口与带燃烧器的引风机相连接，带燃烧器的引风机能提供助燃气使可燃气体在燃烧腔室内贫氧燃烧；进料斗通过进料控制装置与炉体顶部的进料口相连接，在炉体底部设置有与炉体底部的出料口相连通的卸料斗，卸料斗的出料口与卸灰阀相连接；在炉体顶部设置有与干燥室相连通的气体通道，气体通道的出气口与气体净化冷却系统的进气口相连通，气体净化冷却系统的出气口通过输送管路分别与喷嘴的第一进气口及卸料斗上的通孔相连通，在输送管路上还设置有第一风机，在第一风机的驱动下，从气体净化冷却系统的出气口输出的净化、冷却后的可燃气体通过输送管路分别被输送至燃烧腔室和冷却室内。

2. 按照权利要求 1 所述的塔式生物质连续碳化炉，其特征在于：所述的进料控制装置由第一进料阀、过渡料斗和第二进料阀组成，进料斗的出料口依次通过第一进料阀、过渡料斗和第二进料阀与炉体顶部的进料口相连接，工作时第一进料阀和第二进料阀不能同时处于开启状态。

3. 按照权利要求 1 或 2 所述的塔式生物质连续碳化炉，其特征在于：所述的气体通道为具有一个进气口、两个出气口的通道，气体通道的进气口与干燥室相连通，气体通道的其中一个出气口与气体净化冷却系统的进气口相连通，气体通道的另一个出气口通过防爆膜密封覆盖。

4. 按照权利要求 1 所述的塔式生物质连续炭化炉，其特征在于：所述的气体净化冷却系统包括煤气洗涤塔和捕滴器，气体通道的出气口通过连接管路依次与煤气洗涤塔和捕滴器相连接，捕滴器的出气口与输送管路的进气口相连接。

5. 按照权利要求 1 所述的塔式生物质连续碳化炉，其特征在于：在卸灰阀上方的卸料斗侧壁上设置有与卸料斗内部相通的防堵通道；位于卸灰阀出料口处的安装座上设置有雾化喷头装置，雾化喷头装置能对从卸灰阀输出的生物碳进行降温。

6. 按照权利要求 1 所述的塔式生物质连续碳化炉，其特征在于：在炉体底部设置有密封腔室，密封腔室将卸料斗密封于密封腔室内，卸料斗上的通孔与密封腔室相通，卸料斗的出料口从密封腔室底部伸出密封腔室外，在密封腔室侧壁设置有与密封腔室相通的接头，输送管路与接头相连接，从气体净化冷却系统的出气口输出的净化、冷却后的可燃气体通过输送管路、接头、密封腔室及卸料斗上的通孔后进入冷却室内。

7. 按照权利要求 6 所述的塔式生物质连续碳化炉，其特征在于：卸料斗上的通孔由若干小孔构成，各小孔均匀分布于卸料斗侧壁下段。

8. 按照权利要求 1、2、4、5 或 6 所述的塔式生物质连续碳化炉，其特征在于：所述的活动炉栅的结构为：包括：若干间隔设置的耐高温的搅拌棒，各耐高温的搅拌棒两端分别通过轴承座支撑于炉体内腔中，各耐高温的搅拌棒分别由一个驱动电机驱动，在各驱动电机的驱动下各耐高温的搅拌棒沿相同方向以相同转速转动。

9. 按照权利要求 1 所述的塔式生物质连续碳化炉，其特征在于：在干燥室、碳化室、高

温室和冷却室四个腔室侧壁上均分别设置有热电偶、观察镜和人孔。

10. 按照权利要求 1、2、4、5、6 或 9 所述的塔式生物质连续碳化炉，其特征在于：在炉体外侧设置有进料系统，生物质原料能通过进料系统输送至进料斗内；在卸灰阀出口处设置有卸料系统，从卸灰阀输出的生物碳能通过卸料系统输出。

塔式生物质连续碳化炉

技术领域

[0001] 本发明涉及生物质碳化炉，尤其涉及一种塔式生物质连续碳化炉。

背景技术

[0002] 我国是木炭生产大国，每年木炭产量高达千万吨，随着国民经济的快速发展，木炭的需求量也逐年上升。同时，我国还是农业生产大国，每年农作物秸秆等生物质废弃物约为70亿吨左右，但其利用率仅为20%，而树枝、锯末、稻壳等生物质废弃物也有上亿吨被白白浪费掉。生物质碳化技术能有效地将这些生物质废弃物转化为生物质碳化产物——可燃气体和生物炭即木炭，这样就能大大降低对天然木材的需求量，从而有效地保护林业资源。生物质碳化就是利用热化学反应原理，以木屑、农作物秸秆、果壳等生物质废弃物作为生物质原料来制备绿色可再生燃料。在碳化过程中，生物质原料中多余的水分及挥发物被脱除，生物质原料中的纤维素、半纤维素、木质素等被部分分解，最终完成炭气联产得到生物质碳化产物。

[0003] 目前常用的生物质碳化装置为手工碳化窑和半工业碳化釜，这两种生物质碳化装置在工作过程中始终需要依靠外界提供热能来对生物质原料进行高温碳化，碳化加热时间至少需要10天左右，碳化时间长、产率低、能耗高，而且在碳化过程中产生污染气体的程度更甚于将生物质原料直接焚烧所产生污染气体的程度，严重污染了环境。除此之外，上述两种生物质碳化装置均为间歇性的手工作业，无法实现连续生产，产量不高，并且碳化温度无法精确掌控，对技术工操作经验的依赖性比较强，得到的生物质碳化产物含量也不稳定，品质较差。

[0004] 申请号为200510056829.4的中国发明专利申请中公开了一种生物质的碳化和气化以及发电装置，该装置中的碳化室采用高温烟气间接加热方式，碳化过程中需保持碳化温度600℃，能耗大；该申请中以杉木片为例得到的木炭产率仅为13%左右，产率不理想。而且该设备占地面积大，向外排出的气体中含有焦油成分，严重污染了周围的环境。申请号为201110419809.4的中国发明专利申请中公开了一种间歇操作的碳化炉，生物质原料通过高温厌氧热解得到生物碳。但是该装置只能间歇操作，不能实现连续生产，而且在工作过程中始终需要外部提供热源，能耗比较大而且产率仅为16%左右，产率不理想。

发明内容

[0005] 本发明所需解决的技术问题是：提供一种能实现连续生产、能大大降低能耗、且能很好地掌控炉内温度从而得到稳定高品质、高产率的生物炭的塔式生物质连续碳化炉。

[0006] 为解决上述问题，本发明采用的技术方案是：所述的塔式生物质连续碳化炉，包括：安装座和带内腔的炉体，炉体安装于安装座上，炉体内腔从上至下依次设置有干燥室、碳化室、高温室和冷却室四个腔室，干燥室与炉体顶部的进料口相连通，冷却室与炉体底部的出料口相连通，各相邻腔室分别通过活动炉栅分隔；在高温室侧壁上设置有供可燃气体燃烧的燃烧腔室，可燃气体在燃烧腔室内燃烧产生的高温烟气能进入到高温室内，在炉体

侧壁上设置有带第一进气口、第二进气口的喷嘴，喷嘴的喷嘴头穿过炉体侧壁的通孔后伸入燃烧腔室内，第二进气口与带燃烧器的引风机相连接，带燃烧器的引风机能提供助燃气使可燃气体在燃烧腔室内贫氧燃烧；进料斗通过进料控制装置与炉体顶部的进料口相连接，在炉体底部设置有与炉体底部的出料口相连通的卸料斗，卸料斗的出料口与卸灰阀相连接；在炉体顶部设置有与干燥室相连通的气体通道，气体通道的出气口与气体净化冷却系统的进气口相连通，气体净化冷却系统的出气口通过输送管路分别与喷嘴的第一进气口及卸料斗上的通孔相连通，在输送管路上还设置有第一风机，在第一风机的驱动下，从气体净化冷却系统的出气口输出的净化、冷却后的可燃气体通过输送管路分别被输送至燃烧腔室和冷却室内。

[0007] 进一步地，前述的塔式生物质连续碳化炉，其中，所述的进料控制装置由第一进料阀、过渡料斗和第二进料阀组成，进料斗的出料口依次通过第一进料阀、过渡料斗和第二进料阀与炉体顶部的进料口相连接，工作时第一进料阀和第二进料阀不能同时处于开启状态。

[0008] 进一步地，前述的塔式生物质连续碳化炉，其中，所述的气体通道为具有一个进气口、两个出气口的通道，气体通道的进气口与干燥室相连通，气体通道的其中一个出气口与气体净化冷却系统的进气口相连通，气体通道的另一个出气口通过防爆膜密封覆盖。

[0009] 进一步地，前述的塔式生物质连续碳化炉，其中，所述的气体净化冷却系统包括煤气洗涤塔和捕滴器，气体通道的出气口通过连接管路依次与煤气洗涤塔和捕滴器相连接，捕滴器的出气口与输送管路的进气口相连接。

[0010] 进一步地，前述的塔式生物质连续碳化炉，其中，在卸灰阀上方的卸料斗侧壁上设置有与卸料斗内部相通的防堵通道；位于卸灰阀出料口处的安装座上设置有雾化喷头装置，雾化喷头装置能对从卸灰阀输出的生物碳进行降温。

[0011] 进一步地，前述的塔式生物质连续碳化炉，其中，在炉体底部设置有密封腔室，密封腔室将卸料斗密封于密封腔室内，卸料斗上的通孔与密封腔室相通，卸料斗的出料口从密封腔室底部伸出密封腔室外，在密封腔室侧壁设置有与密封腔室相通的接头，输送管路与接头相连通，从气体净化冷却系统的出气口输出的净化、冷却后的可燃气体通过输送管路、接头、密封腔室及卸料斗上的通孔后进入冷却室内。

[0012] 进一步地，前述的塔式生物质连续碳化炉，其中，卸料斗上的通孔由若干小孔构成，各小孔均匀分布于卸料斗侧壁下段。

[0013] 进一步地，前述的塔式生物质连续碳化炉，其中，所述的活动炉栅的结构为：包括：若干间隔设置的耐高温的搅拌棒，各耐高温的搅拌棒两端分别通过轴承座支撑于炉体内腔中，各耐高温的搅拌棒分别由一个驱动电机驱动，在各驱动电机的驱动下各耐高温的搅拌棒沿相同方向以相同转速转动。

[0014] 进一步地，前述的塔式生物质连续碳化炉，其中，在干燥室、碳化室、高温室和冷却室四个腔室侧壁上均分别设置有热电偶、观察镜和人孔。

[0015] 进一步地，前述的塔式生物质连续碳化炉，其中，在炉体外侧设置有进料系统，生物质原料能通过进料系统输送至进料斗内；在卸灰阀出口处设置有卸料系统，从卸灰阀输出的生物碳能通过卸料系统输出。

[0016] 本发明的有益效果是：(1)该装置结构简单，制造成本低，仅在碳化炉启动初始阶

段需要由外部提供热能，在碳化炉正常工作高温碳化产生可燃气体后，碳化炉所需的热能则不需要由外界提供，能耗低，碳化过程中的能量利用率高；而且在碳化过程中无废气排放；(2)对生物质原料的形状不受约束，碳化过程中可以对多种形状——如条状、压缩颗粒状、压缩棒等形状的生物质原料实现连续生产，对生物质原料的兼容性大，大大提高了生产效率；(3)在碳化过程中采用逆向直接换热方式，传热效率高，生物质原料能在较短时间内完全碳化，大大提高了碳化速率，从干燥、碳化到冷却的全过程中物料滞留在碳化炉内的时间一般为 10 小时左右；(4)能很好地掌控炉体内腔中的温度以及物料在炉体内腔中滞留的时间，保证炉体内腔中的物料受热均匀，碳化及冷却充分，避免出现过烧、夹生现象，从而得到高品质、性能稳定的生物碳。生物碳产率达到 25%-30%，生物碳中的固定碳含量达到 85% 以上，挥发分低于 5%。

附图说明

[0017] 图 1 是本发明所述的塔式生物质连续碳化炉的结构示意图。

[0018] 图 2 是图 1 中去除支撑架后的塔式生物质连续碳化炉的结构示意图。

[0019] 图 3 是图 2 中 A 部分的局部放大图。

[0020] 图 4 是图 2 中 B 部分的局部放大图。

[0021] 图 5 是图 2 中炉体的左视方向的结构示意图。

[0022] 图 6 是图 5 中 C-C 方向的剖视图。

具体实施方式

[0023] 下面结合附图及优选实施例对本发明所述的技术方案作进一步详细的说明。

[0024] 如图 1 所示，本发明所述的塔式生物质连续碳化炉，包括：安装座 15 和带内腔的炉体 5，炉体 5 安装于安装座 15 上，本实施例中，炉体 5 的内径与炉体 5 的高度比为 1:10-1:15。在实际使用过程中还在炉体 5 的外围设置支撑炉体 5 的支撑架 1，在支撑架 1 上从下至上间隔设置有若干平台 11，在支撑架 1 上还设置有能到达任一平台 11 的梯子 12。

[0025] 如图 2 和图 5 所示，炉体内腔从上至下依次设置有干燥室 51、碳化室 52、高温室 53 和冷却室 54 四个腔室，本实施例中，如图 3 所示，在干燥室 51、碳化室 52、高温室 53 和冷却室 54 四个腔室上均分别设置有热电偶 58、观察镜 57 和人孔 55，各热电偶 58 能够分别监测到各腔室内的温度，从而能够更加准确的掌控各腔室内的温度；各观察镜 57 的设置能够方便操作者观察到各腔室的情况，各人孔 55 的设置能够方便检修者对碳化炉进行检修。所述的干燥室 51 与炉体 5 顶部的进料口相连通，冷却室 54 与炉体 5 底部的出料口相连通，各相邻腔室分别通过活动炉栅分隔。本实施例中，如图 2、图 5 和图 6 所示，所述的活动炉栅的结构为：包括：若干间隔设置的耐高温的搅拌棒 56，各耐高温的搅拌棒 56 的两端分别通过轴承座 561 支撑于炉体内腔中，各耐高温的搅拌棒 56 分别由一个驱动电机 44 驱动，在各驱动电机 44 的驱动下各耐高温的搅拌棒 56 沿相同方向以相同转速转动。工作时通过控制各耐高温的搅拌棒 56 的转速可以很好地掌控炉体内腔中的物料向下运动的速度，使物料受热及冷却更加均匀，干燥、碳化、冷却更加充分。在实际使用过程中，搅拌棒 56 的数量可根据生物质原料的体积大小而定，当各搅拌棒 56 沿相同方向以相同转速转动时，生物质原料能从各搅拌棒 56 之间的间隙顺畅、均匀掉落；本实施例以在炉体内腔中的每个活动炉栅具有

间隔设置的三根搅拌棒 56 为例进行说明。

[0026] 如图 2 和图 4 所示，在高温室 53 的侧壁上设置有供可燃气体燃烧的燃烧腔室，在炉体侧壁上设置有带第一进气口 91 和第二进气口 92 的喷嘴 9，喷嘴 9 的喷嘴头 93 穿过炉体侧壁的通孔后伸入燃烧腔室内，喷嘴 9 与炉体侧壁的通孔密封连接，第二进气口 92 与带燃烧器的引风机 42 相连接，带燃烧器的引风机 42 能为燃烧腔室内提供助燃气，使从喷嘴 9 喷出的可燃气体在燃烧腔室内贫氧燃烧，燃烧产生的高温烟气进入到高温室 53 内，并由高温室 53 向上流动，高温烟气在向上流动的过程中与向下掉落的物料直接逆向换热，使生物质原料快速碳化。

[0027] 如图 2 和图 5 所示，进料斗 61 通过进料控制装置与炉体 5 顶部的进料口相连接，进料控制装置能防止炉体内腔中的气体从进料斗 61 向外泄漏，本实施例中，所述的进料控制装置由第一进料阀 71、过渡料斗 62 和第二进料阀 72 组成，进料斗 61 的出料口依次通过第一进料阀 71、过渡料斗 62 和第二进料阀 72 与炉体 5 顶部的进料口相连接，工作时第一进料阀 71 和第二进料阀 72 不能同时处于开启状态，这样就能防止炉体内腔中的气体经第二进料阀 72、第一进料阀 71 向外泄露了；工作时通过控制第一进料阀 71 和第二进料阀 72 的开启频率来调节生物质原料的进料量。在炉体 5 的底部设置有与炉体 5 底部的出料口相连通的卸料斗 63，卸料斗 63 的出料口与卸灰阀 73 相连接。本实施例中，如图 1 所示，在支撑架 1 顶部的平台 11 上设置有进料系统 13，生物质原料通过进料系统 13 输送至进料斗 61 内。在实际使用过程中可以选择由传送带输送器、缓冲进料箱和螺旋进料输送器组成一个完整的进料系统，通过传送带输送器、缓冲进料箱和螺旋进料输送器将生物质原料输送至进料斗 61 内。本实施例中，如图 1 所示，在卸灰阀 73 出口处设置有卸料系统 14，从卸灰阀 73 输出的生物碳能通过卸料系统 14 输出碳化炉外。卸料系统 14 可采用可调节转速的螺旋出料输送器，螺旋出料输送器的输出端与生物碳储存罐相连接，从卸灰阀 73 输出的生物碳通过螺旋出料输送器被输送至生物碳储存罐内。在实际使用过程中，通过调节螺旋出料输送器的转速可以控制生物碳的出料量，通过调节耐高温的搅拌棒 56 的转速以及第一进料阀 71、第二进料阀 72 及卸灰阀 73 的开启频率能够精确控制炉腔内物料的移动速度与反应滞留时间，保证生物碳的品质稳定可控，从而得到高产率、高品质、性能稳定的生物碳。在实际使用过程中，在碳化炉外还可以设置控制装置，通过控制装置控制螺旋出料输送器的转速、耐高温的搅拌棒 56 的转速以及第一进料阀 71、第二进料阀 72 及卸灰阀 73 的开启频率，实现自动化生产，进一步提高生产效率。

[0028] 如图 5 所示，在卸灰阀 73 上方的卸料斗侧壁上设置有与卸料斗内部相连通的防堵通道 632，当生物碳积压于卸料斗 63 内而无法通过卸灰阀 73 顺利卸料时，将棍子从防堵通道 632 伸入卸料斗 63 内，将卸料斗 63 内积压的生物碳捣松，使生物碳能够顺利地从卸灰阀 73 输出碳化炉外。位于卸灰阀 73 出料口处的安装座 15 上设置有雾化喷头装置 8，雾化喷头装置 8 能对从卸灰阀 73 的出料口输出的生物碳进行再次降温，避免出现输出的生物碳与空气接触而氧化的现象。

[0029] 如图 1、图 2 和图 5 所示，在炉体 5 顶部还设置有与干燥室 51 相连通的气体通道 55，本实施例中，所述的气体通道 55 为具有一个进气口、两个出气口的通道，气体通道 55 的进气口与干燥室 51 的顶部相连通，气体通道 55 的其中一个出气口与气体净化冷却系统相连通，气体通道 55 的另一个出气口通过防爆膜 551 密封覆盖，防爆膜 551 能保护碳化炉，防

止炉体内腔的气体压力过大而造成安全隐患。本实施例中所述的气体净化冷却系统包括：煤气洗涤塔 21 和捕滴器 22，气体通道 55 的其中一个出气口通过第一连接管路 31 与煤气洗涤塔 21 连接，煤气洗涤塔 21 通过第二连接管路 32 与捕滴器 22 相连接，捕滴器 22 的出气口通过输送管路 33 分别与喷嘴 9 的第一进气口 91 及卸料斗 63 上的通孔相连通，在输送管路 33 上还设置有第一风机 41，在第一风机 41 的驱动下，从捕滴器 22 的出气口输出的净化、冷却后的可燃气体通过输送管路 33 分别被输送至第一进气口 91 和卸料斗 63 内。所述的煤气洗涤塔 21 是一种气体净化处理设备，用于对从炉体内腔输出的混合气体进行除焦、除尘和冷却操作；所述的捕滴器 22 是分离气体中所含水雾成分的一种设备，用于去除从煤气洗涤塔 21 输出的混合气体中的水分，煤气洗涤塔 21 和捕滴器 22 属于成熟的技术，两者都可以直接从市场上购买到。在实际使用过程中，在输送管路 33 上设置有第一气体输出端 331、第二气体输出端 332 和第三气体输出端 333，第一气体输出端 331 与喷嘴 9 的第一进气口 91 相连通，第二气体输出端 332 通过卸料斗 63 上的通孔与冷却室 54 相连通，第三气体输出端 333 与气体收集罐 10 相连接。在靠近第二气体输出端 332 的输送管路 33 上还连通有分支通道，分支通道与第二引风机 43 相连接，在碳化炉启动的初始阶段，需要先在炉体内腔中放置可燃烧物，通过燃烧可燃烧物产生的高温烟气使炉体内腔温度上升直至进入炉体内腔中的生物质原料高温碳化产生可燃气体，第二引风机 43 在碳化炉启动的初始阶段启动，可促进生物质原料高温碳化产生可燃气体，当碳化炉正常产生可燃气体后即可关闭第二引风机 43，其后炉内碳化所需的热量由生物质碳化过程中产生的部分可燃气体燃烧后提供。

[0030] 如图 1、图 2 和图 5 所示，在炉体 5 的下方设置有密封腔室 50，密封腔室 50 将卸料斗 63 密封于密封腔室 50 内，卸料斗 63 上的通孔与密封腔室 50 相通，卸料斗 63 的出料口从密封腔室 50 底部伸出密封腔室 50 外，防堵通道 632 从密封腔室 50 侧壁伸出密封腔室 50 外，在碳化炉正常工作时，防堵通道 632 封闭。在密封腔室 50 侧壁设置有与密封腔室 50 相通的接头，输送管路 33 的第二气体输出端 332 与接头相连通，从第二气体输出端 332 输出的冷却后的可燃气体经接头、密封腔室 50 及卸料斗 63 上的通孔后进入冷却室 54 内，对生物碳进行降温处理。本实施例中，卸料斗 63 上的通孔为若干均匀分布于卸料斗下段侧壁的小孔 631，进入密封腔室 50 内的可燃气体能够从各小孔 631 进入冷却室 54 内并向上流动而与下落的生物碳逆向直接换热，各小孔 631 的设置使冷却后的可燃气体能够更加均匀的进入到冷却室 54 内，从而使冷却室 54 内的高温生物炭冷却均匀、充分。

[0031] 生物质原料可选用木片、果壳、秸秆等多种生物质废料，生物质原料的长度一般控制在 50 mm以内，厚度控制在 10 mm以内、含水率控制在 30% 以内即可，生物质原料的形状可以是块状、条状、压缩颗粒状、压缩棒状等多种形状。

[0032] 上述的碳化炉、气体净化冷却系统能形成一个气体循环利用回路，碳化炉处于启动的初始阶段时，高温碳化产生的可燃气体与燃烧腔室产生的高温烟气通过气体通道进入气体净化冷却系统进行除焦、除尘、冷却、分离水分后得到冷的洁净的可燃气体，冷的可燃气体一部分通过第一气体输出端 331、喷嘴 9 被输送至燃烧腔室内燃烧产生高温烟气，冷的可燃气体一部分通过第二气体输出端 332、卸料斗 63 上的通孔从冷却室 54 底部进入，然后与冷却室 54 内的高温生物碳逆向直接换热后形成热气流，热气流向上流动从高温室 53 与冷却室 54 之间活动炉栅的间隙进入高温室 53 内，进入高温室 53 内的热气流与高温烟气向上流动从碳化室 52 与高温室 53 之间活动炉栅的间隙进入碳化室 52 内，为物料碳化提供热

能，物料高温碳化产生的可燃气体、高温烟气及热气流形成混合热气流，混合热气流向上流动从干燥室 51 与碳化室 52 之间活动炉栅的间隙进入干燥室 51 内，对干燥室内的生物质原料进行干燥处理，然后通过干燥室 51 顶部的气体通道 55 进入气体净化冷却系统中，经净化、冷却处理得到冷的洁净的可燃气体，冷的可燃气体又能为碳化炉提供碳化所需的热能及冷气流了。在气体循环利用回路中，卸料斗 63 上的各小孔 631、各活动炉栅能使从下向上流动的气流均匀分布于炉体内腔内，从而保证炉体内腔中的物料受热及冷却均匀、充分。

[0033] 碳化炉的工作过程如下：进料时，先使第二进料阀 72 关闭，第一进料阀 71 打开，生物质原料通过进料系统 13、进料斗 61、第一进料阀 71 进入过渡料斗 62 内；然后使第一进料阀 71 关闭，第二进料阀 72 打开，使过渡料斗 62 内的生物质原料通过第二进料阀 72、炉体进料口落入干燥室 51 内，落入干燥室 51 内生物质原料与上升的混合热气流逆向直接换热进行干燥预处理。落入干燥室 51 内的生物质原料堆积在干燥室 51 与碳化室 52 之间的活动炉栅上，并随着搅拌棒 56 的转动均匀地从各搅拌棒 56 之间的间隙向下落入碳化室 52，向下落入碳化室 52 的物料与上升的混合热气流逆向直接换热进行高温碳化。碳化后的生物炭堆积在碳化室 52 与高温室 53 之间的活动炉栅上，并随着搅拌棒 56 的转动均匀地从各搅拌棒 56 之间的间隙中向下落入高温室 53，向下落入高温室 53 的生物碳在上升的高温烟气及热气流的作用下完全碳化。碳化充分的生物碳堆积在高温室 53 与冷却室 54 之间的活动炉栅上，并随着搅拌棒 56 的转动均匀地从各搅拌棒 56 之间的间隙中向下落入冷却室 54，向下掉落的高温生物碳与上升的冷气流逆向直接换热，对生物碳进行降温，使其温度降至 100℃以下。冷却后的生物碳堆积在卸料斗 63 内并从卸灰阀 73 输出，雾化喷头装置 8 能对从卸灰阀 73 输出的生物碳进行二次降温，避免出现生物碳与空气接触而燃烧的现象。本实施例中以生物质原料进料量为 1000 kg/h 为例进行说明，得到的生物碳为 250-300kg/h，生物碳产率约为 25%-30%，木炭热值约为 5500-6300 大卡 / 公斤，可燃气产气量 310kg/h，可燃气体热值约为 2500-3000kcal/Nm³，系统热效率高达 80%。

[0034] 本发明的优点是：(1) 该装置结构简单，制造成本低，仅在碳化炉启动初始阶段需要由外部提供热能，在碳化炉正常工作高温碳化产生可燃气体后，碳化炉所需的热能则不需要由外界提供，能耗低，碳化过程中的能量利用率高；而且在碳化过程中无废气排放；(2) 对生物质原料的形状不受约束，碳化过程中可以对多种形状——如条状、压缩颗粒状、压缩棒等形状的生物质原料实现连续生产，对生物质原料的兼容性大，大大提高了生产效率；(3) 在碳化过程中采用逆向直接换热方式，传热效率高，生物质原料能在较短时间内完全碳化，大大提高了碳化速率，从干燥、碳化到冷却的全过程中物料滞留在碳化炉内的时间一般为 10 小时左右；(4)能很好地掌控炉体内腔中的温度以及物料在炉体内腔中滞留的时间，保证炉体内腔中的物料受热均匀，碳化及冷却充分，避免出现过烧、夹生现象，从而得到高品质、性能稳定的生物碳。生物碳产率达到 25%-30%，生物碳中的固定碳含量达到 85% 以上，挥发分低于 5%。

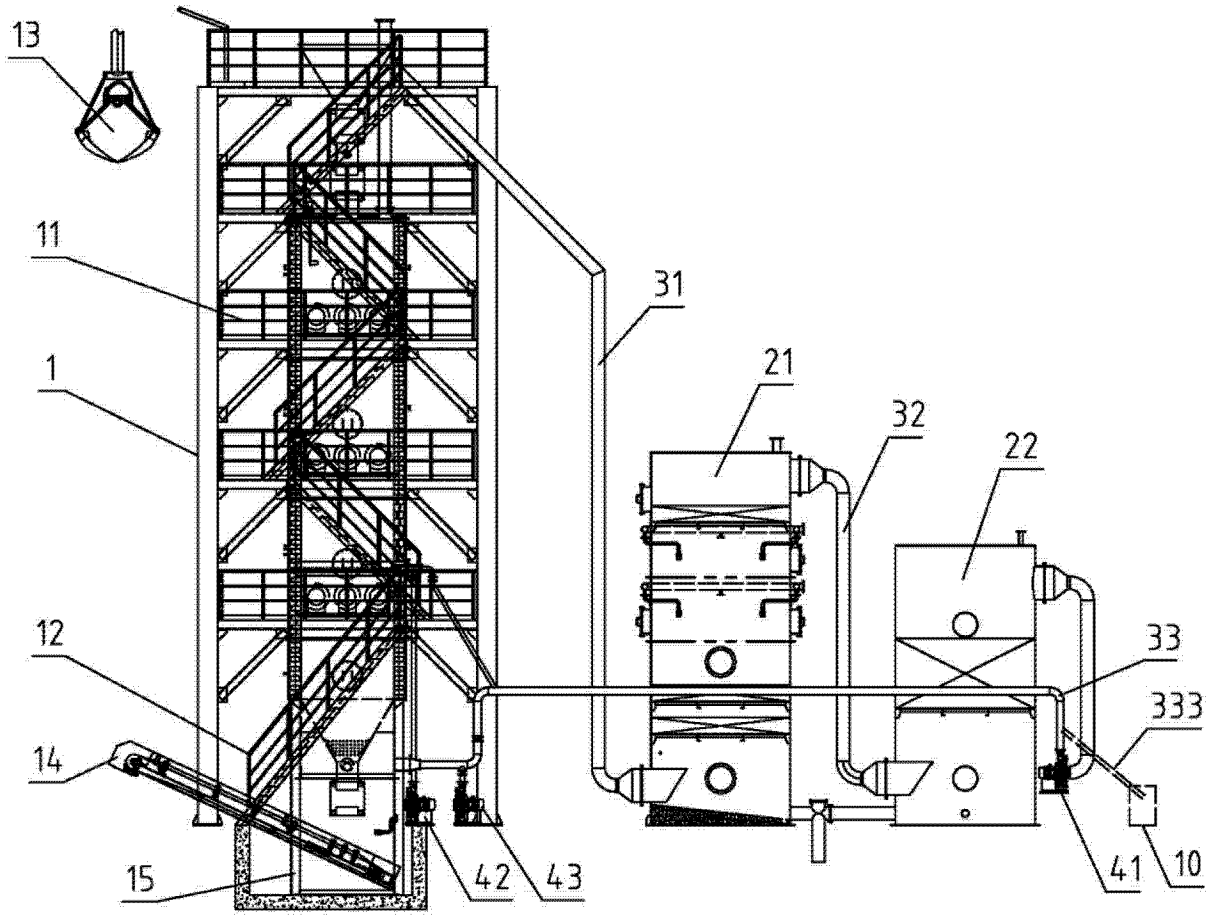


图 1

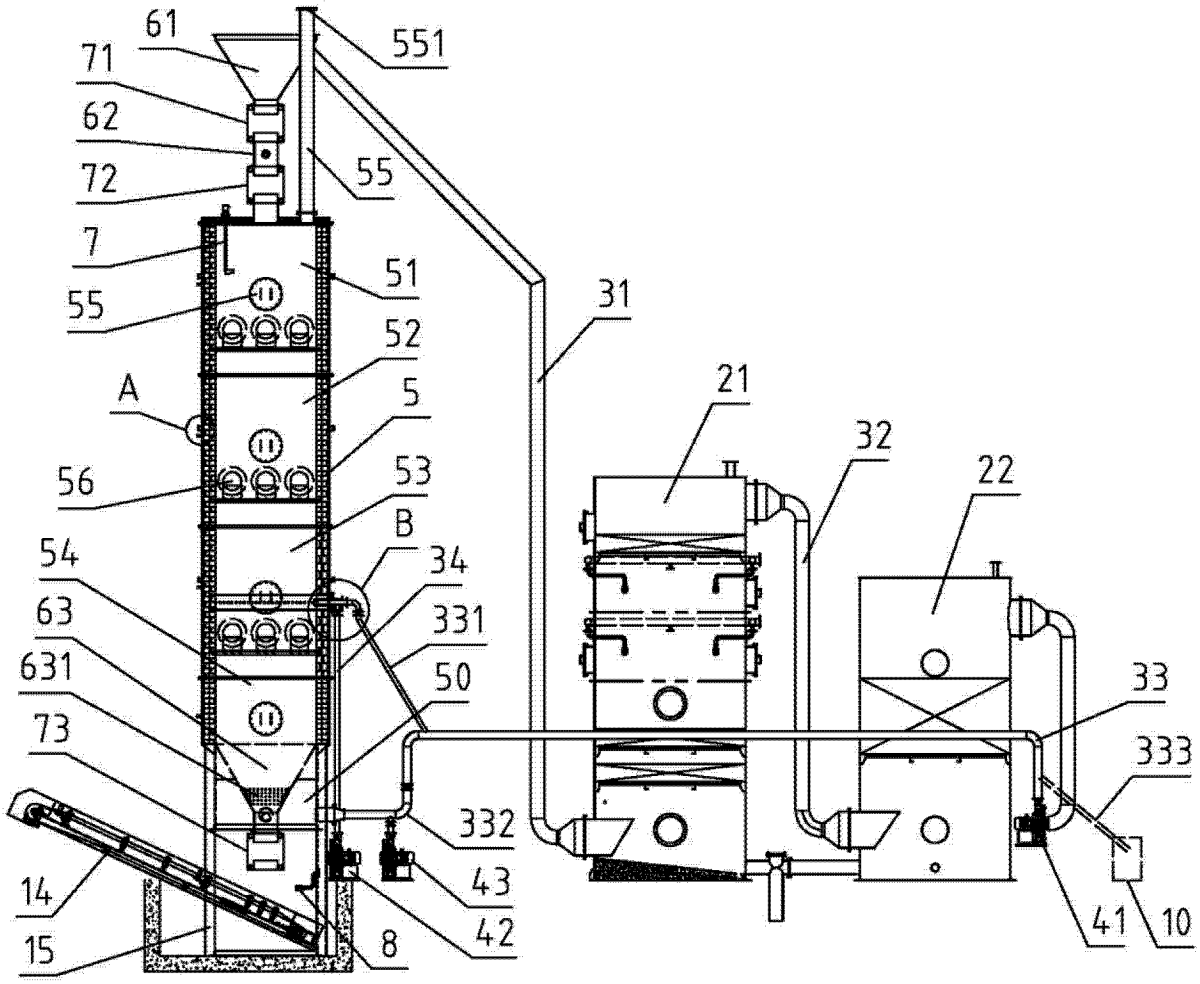

61
71
62
72
7
55
551
55
51
52
5
53
B
34
331
50
332
43
42
8
A
56
54
63
631
73
14
15
31
21
32
22
33
333
41
10

图 2

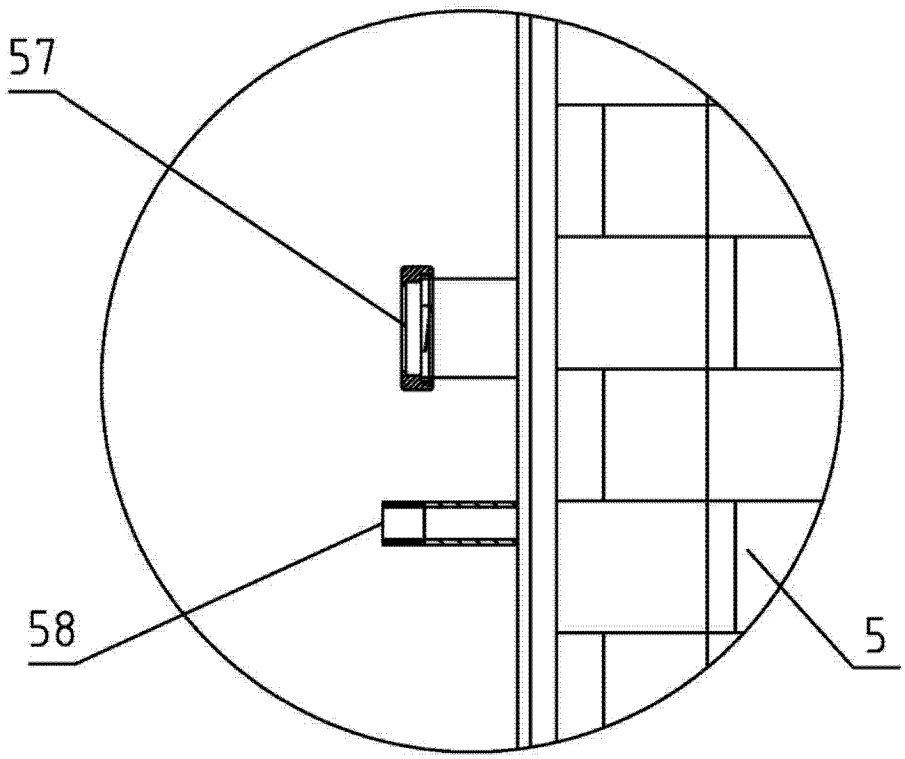


图 3

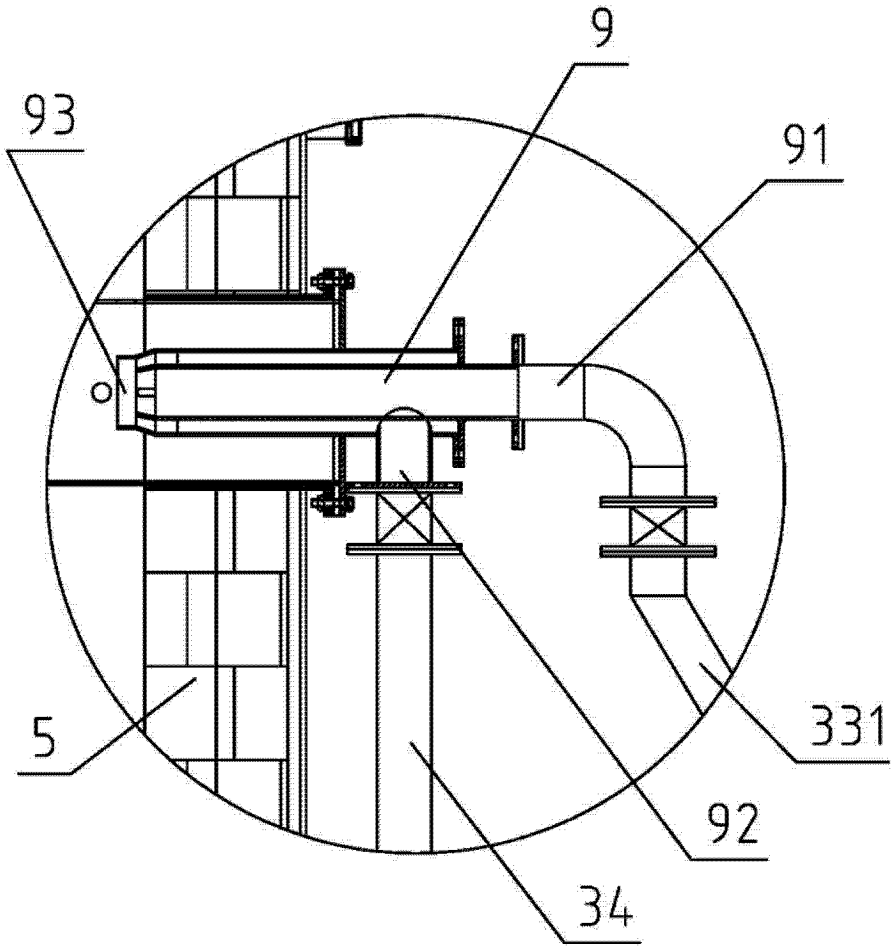


图 4

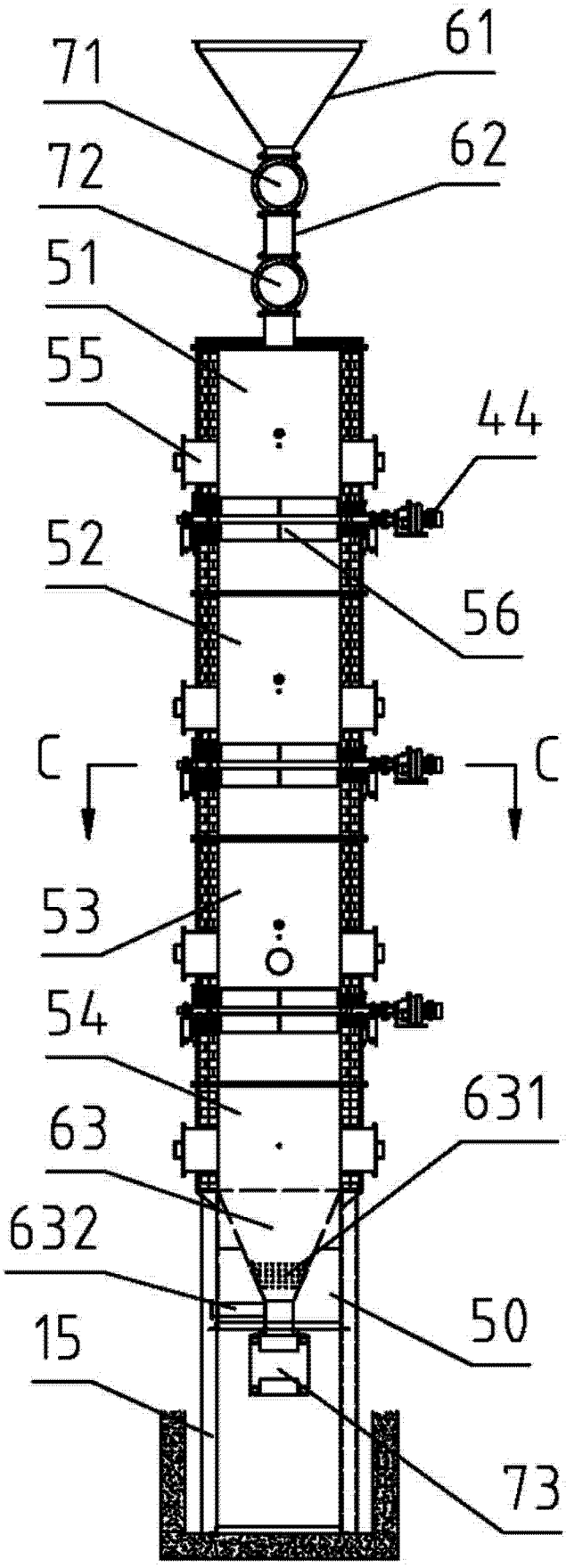


图 5

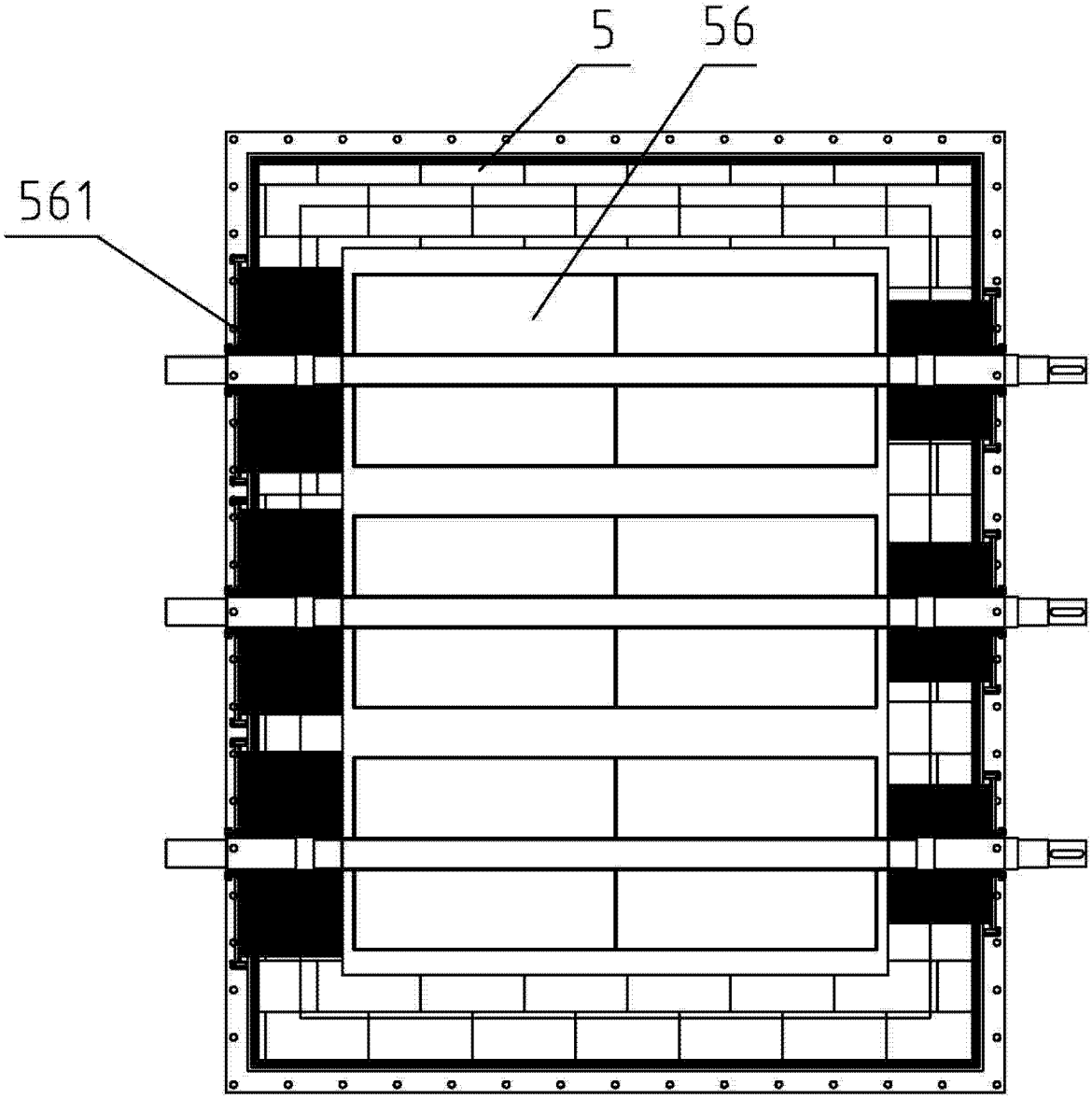


图 6