

生活垃圾处理系统、方法及设备

相关申请的交叉引用

5 本申请要求于 2024 年 09 月 19 日提交的标题为“裂解气化炉的进料装置及其方法”、申请号为 2024113106667 的中国专利申请的优先权,以及于 2024 年 09 月 19 日提交的标题为“裂解气化炉的进料装置”、申请号为 2024222927409 的中国专利申请的优先权,上述专利申请的全部公开内容通过引用并入本申请。

10 技术领域

本发明涉及垃圾处理技术领域,尤其涉及一种生活垃圾处理系统、方法及设备。

背景技术

15 生活垃圾常用的处理方式有填埋、焚烧和堆肥,其中填埋、堆肥已陷入占用大量用地、资源化水平低、长期对土地和地下水有伤害等困境,而焚烧虽然能达到减容减量和资源化利用的目的,但存在二噁英等有害物质的污染和需要投入的治理资金较大的问题。

20 生活垃圾裂解技术的出现为垃圾处理提供了一种全新思路和解决方案,具体地,需要将生活垃圾干化、分选、破碎后投入裂解炉中,通过裂解炉中的高温环境裂解垃圾,裂解过程中产生裂解气体以及炉渣,裂解气体进入二燃室直接燃烧产热并产生烟气或尾气以及飞灰,产生的热能进一步转化为电能,产生的烟气或尾气需要经过净化处理后才能排放,产生的飞灰需要和炉渣一同进行固化填埋处理。

25 但现有的生活垃圾裂解技术不仅无法实现炉渣的再利用,使得资源利用率较低,也无法将裂解气体直接作为电能或其他能源进行应用,能源的二次转化导致了能源效率的利用率较低,而且飞灰和炉渣的填埋需要额外支付高额费用,在造成土地资源浪费的同时还增加了垃圾处理成本。

发明内容

本发明的主要目的在于提供一种生活垃圾处理系统、方法及设备，以解决现有技术存在的通过裂解产生的能源和资源的利用率较低问题。

- 5 根据本发明实施例提出一种生活垃圾处理系统，其包括：预处理装置，所述预处理装置对生活垃圾进行预处理，所述预处理包括：脱水干化、分选和破碎；裂解装置，所述裂解装置包括：裂解气化炉和设置在所述裂解气化炉的上方的进料器，所述进料器将经过预处理的生活垃圾投入所述裂解气化炉中裂解并产生裂解气体和炉渣；其中，所述进料器包括箱体主体，所述箱体主体包括：位于上端的进料门、位于下端的卸料门、以及位于所述进料门和所述卸料门之间的中部的隔离门；其中，所述进料门、所述隔离门和所述卸料门同时为关闭状态下将所述箱体主体分为密闭的上料仓和下料仓；裂解气体净化装置，所述裂解气体净化装置去除所述裂解气体中的含氯化合物和含硫化合物，并对所述裂解气体进行降温以分离大分子有机物和小分子可燃气体，所述大分子有机物被送回所述裂解气化炉中继续裂解，所述小分子可燃气体被收集至外接的储存装置中；炉渣分选装置，所述炉渣分选装置将所述炉渣分选为金属、未完全裂解的有机物和渣灰，并将所述未完全裂解的有机物送回所述裂解气化炉中继续裂解。
- 10
- 15

- 其中，所述裂解气体净化装置还包括喷淋水洗结构，所述喷淋水洗结构降低所述裂解气体的温度，使所述大分子有机物由气态变为液态、固液混合态或固态，以分离所述裂解气体中的大分子有机物和小分子可燃气体。
- 20

- 其中，所述进料器包括以下三种模式：第一模式，其中所述进料门为打开状态，所述隔离门和所述卸料门为关闭状态；第二模式，其中所述进料门为关闭状态，所述隔离门为打开状态，所述卸料门为关闭状态；第三模式，其中所述进料门和所述隔离门为关闭状态，所述卸料门为打开状态。
- 25

其中，所述进料器为垂直进料器或水平进料器，所述垂直进料器的卸料门沿水平方向设置，所述水平进料器的卸料门沿竖直方向设置。

其中，所述水平进料器还包括推进器，所述推进器与所述卸料门相对设置，所述推进器沿水平方向推动从所述上料仓落入所述下料仓中的生活垃圾，

使所述生活垃圾落入所述裂解气化炉中。

其中，至少 2 个所述水平进料器均匀设置在所述裂解气化炉的侧壁的进料口上方。

其中，所述垂直进料器设置在所述裂解气化炉的进料口的中心上方。

5 其中，所述进料门为水平或开口端向下倾斜设置的单侧推拉式结构。

其中，所述下料仓的容积大于所述上料仓的容积。

其中，所述小分子可燃气体包括：一氧化碳、氢气、甲烷和小分子碳氢化合物。

根据本发明实施例还提出一种生活垃圾处理方法，其包括：对生活垃圾
10 进行预处理，所述预处理包括：脱水干化、分选和破碎；通过裂解装置裂解生活垃圾，其中，所述裂解装置包括：裂解气化炉和设置在所述裂解气化炉的上方的进料器，所述进料器将经过预处理的生活垃圾投入所述裂解气化炉中裂解并产生裂解气体和炉渣；其中，所述进料器包括箱体主体，所述箱体主体包括：位于上端的进料门、位于下端的卸料门、以及位于所述进料门和
15 所述卸料门之间的中部的隔离门；其中，所述进料门、所述隔离门和所述卸料门同时为关闭状态下将所述箱体主体分为密闭的上料仓和下料仓；去除所述裂解气体中的含氯化合物和含硫化合物，并对所述裂解气体进行降温以分离大分子有机物和小分子可燃气体，所述大分子有机物被送回所述裂解气化炉中继续裂解，所述小分子可燃气体被收集至外接的储存装置中；将所述炉
20 渣分选为金属、未完全裂解的有机物和渣灰，并将所述未完全裂解的有机物送回所述裂解气化炉中继续裂解。

其中，所述裂解气体净化装置还包括喷淋水洗结构，所述喷淋水洗结构降低所述裂解气体的温度，使所述大分子有机物由气态变为液态、固液混合态或固态，以分离所述裂解气体中的大分子有机物和小分子可燃气体。

25 其中，所述进料器包括以下三种模式：第一模式，其中所述进料门为打开状态，所述隔离门和所述卸料门为关闭状态；第二模式，其中所述进料门为关闭状态，所述隔离门为打开状态，所述卸料门为关闭状态；第三模式，其中所述进料门和所述隔离门为关闭状态，所述卸料门为打开状态。

其中，所述进料器为垂直进料器或水平进料器，所述垂直进料器的卸料门沿水平方向设置，所述水平进料器的卸料门沿竖直方向设置。

其中，所述水平进料器还包括推进器，所述推进器与所述卸料门相对设置，所述推进器沿水平方向推动从所述上料仓落入所述下料仓中的生活垃圾，
5 使所述生活垃圾落入所述裂解气化炉中。

其中，至少2个所述水平进料器均匀设置在所述裂解气化炉的侧壁的进料口上方。

其中，所述垂直进料器设置在所述裂解气化炉的进料口的中心上方。

其中，所述进料门为水平或开口端向下倾斜设置的单侧推拉式结构。

10 根据本发明实施例还提出一种用于生活垃圾处理系统的裂解气化炉的进料器，其包括：箱体主体，所述箱体主体包括：位于上端的进料门、位于下端的卸料门、以及位于所述进料门和所述卸料门之间的中部的隔离门；其中，所述进料门、所述隔离门和所述卸料门同时为关闭状态下将所述箱体主体分为密闭的上料仓和下料仓；所述进料装置包括以下三种模式：第一模式，其中
15 所述进料门为打开状态，所述隔离门和所述卸料门为关闭状态；第二模式，其中所述进料门为关闭状态，所述隔离门为打开状态，所述卸料门为关闭状态；第三模式，其中所述进料门和所述隔离门为关闭状态，所述卸料门为打开状态。

根据本发明实施例还提出一种用于生活垃圾处理系统的裂解气化炉的
20 进料方法，其包括：提供进料箱体主体，所述箱体主体包括：位于上端的进料门、位于下端的卸料门、以及位于所述进料门和所述卸料门之间的中部的隔离门；其中，所述进料门、所述隔离门和所述卸料门同时为关闭状态下将所述箱体主体分为密闭的上料仓和下料仓；打开所述进料门并关闭所述隔离门使所述下料仓密封，使物料通过所述进料门进入所述上料仓，待进料完毕后
25 关闭所述进料门；打开所述隔离门，使所述上料仓内的物料进入所述下料仓，待进料完毕后关闭所述隔离门使所述上料仓密封；打开所述卸料门，使物料进入裂解气化炉。

根据本发明的技术方案，通过设置完整的生活垃圾处理系统，包括：预处理装置、裂解装置、裂解气体净化装置和炉渣分选装置，使生活垃圾完全

裂解，最终产物均可再次资源化利用，大幅增加了资源利用率；并且最终产物还包括可代替天然气使用的小分子可燃气体，大幅增加了能源的利用效率。

附图说明

5 此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解，构成本申请的一部分，本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明，并不构成对本发明的不当限定。在附图中：

图 1 是根据本发明实施例的生活垃圾处理系统的示意图；

图 2 是根据本发明一个实施例的垂直进料器的整体结构示意图；

10 图 3 是根据本发明一个实施例的卸料门的结构示意图；

图 4 是根据本发明另一实施例的卸料门的结构示意图；

图 5 是根据本发明实施例的隔离门的结构示意图；

图 6 是图 5 中侧门边缘 U 型密封槽的结构示意图；

图 7 是根据本发明再一实施例的水平进料器的结构示意图；

15 图 8 是根据本发明再一实施例的推进器的结构示意图；

图 9 是根据本发明实施例的生活垃圾处理方法的流程图；

图 10 是根据本发明实施例的裂解气化炉的进料方法的流程图。

具体实施方式

20 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本发明具体实施例及相应的附图对本发明技术方案进行清楚、完整地描述。显然，所描述的实施例仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

25 以下结合附图，详细说明本发明各实施例提供的技术方案。

现有技术中的垃圾焚烧或裂解装置一般先对生活垃圾进行预处理。具体步骤为首先对生活垃圾脱水干化，脱水干化后的垃圾再进行分选，从而将生

活垃圾中的渣土和金属材料挑选出来，将经过分选处理后的生活垃圾通过破碎、加温、挤压等工艺使其变为细小的垃圾颗粒，以便适应现有技术中常用的螺旋进料器。但将生活垃圾加工为细小颗粒的步骤不仅耗时耗力还需要增加设备，从而较大地增加了生活垃圾处理的时间成本和经济成本。

- 5 将经过预处理的生活垃圾通过螺旋进料器送入裂解炉中裂解产生裂解气体和炉渣。目前使用裂解设备处理生活垃圾或其他可燃废弃物的工程通常将产生的裂解气体直接通入二燃室燃烧产生热，从而加热液体产生蒸汽。产生的蒸汽可以带动蒸汽轮机，蒸汽轮机带动发电机组发电；或者可以用产生的蒸汽直接供热。上述方式都是将能源转换并利用，能源损耗率较高、利用效率较低。

- 10 直接燃烧裂解气体还会产生烟气，产生的烟气需要经过净化后才可以排放，但净化过程会产生飞灰这样的危险废弃物，飞灰只能做固化填埋处理。并且由裂解产生的炉渣由于包括混合在一起的金属、未完全裂解的有机物和渣灰等，现有技术未对其进行分类资源化利用，而是作为废弃物直接被固化填埋处理。固化填埋处理的价格昂贵，增加了垃圾处理的成本。

- 为了解决上述问题，根据本发明实施例提供了一种生活垃圾处理系统，参考图 1，该生活垃圾处理系统包括：预处理装置 10、裂解装置 20、裂解气体净化装置 30 和炉渣分选装置 40，通过该生活垃圾处理系统可以将生活垃圾最终分解为小分子可燃气体和渣灰，不仅裂解率高，生成的小分子可燃气体的热值在 1100 大卡/立方米左右，燃烧以后主要产生二氧化碳和水，不需再要进行尾气净化处理，其可以代替天然气直接使用或直接驱动燃气发电机组发电，从而减少一次热交换，不仅提高了热效率，还提高了能源利用率；生成的渣灰也可用作建筑材料或填埋场覆盖材料，增加了资源利用率，减少了填埋造成的土地资源浪费。

- 25 在一些地区，生活垃圾或厨余垃圾的含水率可高达 60%左右，热值约为每公斤大约 1700 大卡左右。过高的含水量不仅会导致垃圾互相贴附在一起，很难将无机渣土从生活垃圾中分拣出去，还会降低垃圾的热值，使裂解效率降低。预处理装置 10 可用于实现对生活垃圾进行脱水干化、分选和破碎等预处理操作。具体地，先将生活垃圾送入破碎装置中，以便将塑料或其他包装

袋、瓶、罐等密封包装破碎，释放出其中可能存在的液体。然后将生活垃圾与微生物菌群混合后放入干化仓内，利用微生物对生活垃圾中的易降解有机物发酵产热，将垃圾中的水分部分蒸发，以实现生活垃圾脱水干化。在本申请实施例中，发酵处理的时间为 14 天左右，通过发酵处理后的生活垃圾含水量为 20%-40%，优选为 30% 左右。在脱水干化后的生活垃圾中分选出无机杂质和金属，无机杂质可为石块、玻璃、渣土等，被分选出的无机杂质和金属可以其他方式回收。由于本发明实施例中的裂解炉在进料时不使用现有技术中常用的螺旋进料器，而是使用适应性更好的进料器，因此在本发明实施例中，生活垃圾无需破碎得很细碎，也无需将生活垃圾挤压成颗粒，不仅减少了设备数量，节约了成本，还降低了耗能。

目前市场中常用的裂解装置一般包括：裂解气化炉和设置在裂解气化炉的上端或上游的进料器，而已有的进料器大概有两类：一是螺旋进料器，就是利用螺旋推杆旋转将料槽中的垃圾物料向前推送进入裂解炉，在入炉口部位料槽适当缩窄，利用垃圾物料的柔性压缩作用封闭进料口，从而阻止了空气随物料进入裂解炉。这种螺旋式进料器能够适用于柔软的垃圾物料，能够满足密封、隔绝空气、并持续进料，但问题是进料速度慢、需要持续运行、动力能耗大、垃圾中混有煤块、木块、秸秆等硬质物料受到挤压时极易卡住、停机，更无法通过挤压变形产生密封效果。另一种是能够适用于硬质物料的进料器，有旋转进料器、煤块进料器等，这些进料器能够用于煤块、木块、硬质颗粒物、均质粉体物料等，但这些进料器无法适用于生活垃圾、泡沫塑料垃圾、废弃纺织品等柔性物料的连续进料，容易堵塞、效率低下、密封效果不好。

因此，本发明实施例提供一种裂解装置 20，其包括：液压抓斗、进料器和裂解气化炉。裂解气化炉可选用立式裂解炉，立式裂解炉的优点在于：1. 可以将炉内温度提高至 800℃ 以上，达到高温裂解的要求；2. 能持续 24 小时不间断进行裂解工作；3. 处理量较大；4. 耗能相对较少，性价比高；5. 密封效果好，能够在持续工作的情况下保持密封状态，防止裂解气体溢出裂解炉。立式裂解炉可包括多个进料口，多个进料口可分别设置在立式裂解炉的炉顶中心位置或炉顶侧壁上方，进料器设置在立式裂解炉的进料口处，液压抓斗

用于抓取经过预处理的生活垃圾并投放入进料器中，由进料器在密封状态下完成给立式裂解炉的投料过程，立式裂解炉裂解生活垃圾产生裂解气体和炉渣。进一步地，为了减少炉渣结块，立式裂解炉的温度可设置为 800-900℃，从而使炉内温度低于炉渣结块的温度，大大减少炉渣结块；立式裂解炉可选用耐火材料和保温材料制成，不仅减少炉渣粘附在炉壁的问题，还可以提高裂解反应的热效率，在不添加任何其他燃料或能量的条件下，仅靠垃圾物料自身的能量维持裂解持续稳定运行。

结合参考图 2 和图 7，进料器包括有箱体主体 21，箱体主体 21 的上端为物料进口，下端为物料出口。箱体主体 21 的横截面可以是矩形，但是也可根据实际需要设计成其他形状，本申请并不以此为限。在箱体主体 21 的上端设置有进料门 22，在箱体主体 21 的下端设置有卸料门 23，在箱体主体 21 的中部位置或中部位置的附近设置有隔离门 24。隔离门 24 将箱体主体 21 分为两部分，进料门 22 与隔离门 24 之间形成上料仓 211，隔离门 24 与卸料门 23 之间形成下料仓 212，当进料门 22、隔离门 24 和卸料门 23 同时为关闭状态时，将箱体主体 21 分为密闭的上料仓 211 和下料仓 212。其中，下料仓 212 的容积要大于上料仓 211 的容积，避免物料进入下料仓 212 时物料异常堆积造成局部高度高出中部推拉门水平，从而可能影响中部隔离门关闭的密封效果。在箱体主体 21 的顶部还设有进料斗 25，方便向箱体内进料。本发明实施例中的进料器包括：垂直进料器和水平进料器，裂解装置 20 可选择设置垂直进料器或水平进料器中的任意一种，其中，垂直进料器可设置在立式裂解炉位于中心位置的进料口的中心上方，以便实现均匀投料；水平进料器的数量为至少 2 个，优选为 4 个，相应地，立式裂解炉的进料口也可为 4 个，4 个进料口均匀地分布在立式裂解炉的四面侧壁的上方，水平进料器可均匀地环绕立式裂解炉以实现多点均匀投料。以下具体描述垂直进料器和水平进料器的结构特征。

继续参考图 2，图 2 为一垂直进料器，在本发明实施例中，该垂直进料器的进料门 22 可为水平或向下倾斜设置的单侧推拉式结构设计。进料门 22 的一侧可贯穿箱体主体 21 侧壁与动力机构 221 的驱动端相连接，进料门 22 的另外三个侧面的边缘设有密封胶条，关闭时能够有效密封箱体 21 的进口，

密封胶条采用耐热橡胶条压实密封形成，确保进料门边缘与箱体内壁之间的可靠密封，避免气体外溢。动力机构 221 设置于箱体主体 21 的外侧，用于驱动进料门 22 沿着箱体主体 21 的侧壁移动。具体制作时，动力机构 221 可采用液压缸、气缸或电动推杆来实现进料门 22 的平移，进料门 22 被开启后方便向上料仓内进料，关闭后上料仓内的物料可卸至下料仓内。

在箱体主体 21 的下端设置有卸料门 23，卸料门 23 直接与裂解气化炉的进料口连接。根据本申请实施例，卸料门 23 可采用多种方式的实现，下面分别详细描述。

结合参考图 3，在本申请的一些实施例中，卸料门 23 包括两个对称设置的翻转门 231，两个翻转门 231 的相对闭合侧设有能够相互咬合的台阶 232，实际中，上下配合的台阶 232 凸出部分延伸 5cm 即可，在卸料门关闭时能增加密封配合面。动力机构 233 有两个，对称固定于箱体主体 21 和卸料门轴的拨杆上，用于驱动翻转门 231 上下翻转。动力机构 233 可采用电动液压推杆设计，电动液压推杆的驱动端与翻转门 231 上的拨杆连接，通过两个电动液压推杆的伸缩来驱动两侧翻转门的开合。翻转门向下翻转时打开、向上翻转到位时关闭，翻转门关闭时能够有效密封进料器箱体的下口。通过控制器控制两侧翻转门的开启角度，还可根据需要将物料沿倾斜的翻转门滑动投料至不同部位，增大物料投放面积，实现均匀布料。所述翻转门 231 的下表面均设有耐高温层 234，翻转门底面的耐高温材料朝向裂解气化炉内，能够适用于高温环境，阻挡并减少炉内高温对进料器的影响。

参考图 4，在本申请的一些实施例中，卸料门 23 的门轴 235 用轴承固定连接于箱体主体 21 的侧壁上，门轴 235 在箱体外侧适当延长，在延长的门轴 235 末端焊接拨杆 236，拨杆 236 与门轴 235 垂直固定。拨杆的另外一端与电动液压推杆通过活动关节连接，在电动液压推杆伸缩运动时，带动门轴及翻转门完成翻转运动。该实施例中的动力机构 233 可采用液压缸、气缸或电动推杆来实现卸料门的翻转。

此外，卸料门 23 还可以水平或开口端向下倾斜设置，动力机构设置于箱体的两侧，用于驱动卸料门贯穿箱体侧壁移动。

由于卸料门直接朝向炉体内，为了提高卸料门的耐高温性能，卸料门 23

的下表面均设有耐高温层 234，能够适用于高温环境，阻挡并减少炉内高温对进料器的影响。同时，在卸料门 23 的另外三个侧面的边缘还设有耐火密封条，用于与箱体主体 21 的内壁密封配合。其中，耐高温层由无机耐高温材料制作而成。

5 结合参考图 2 和图 5，隔离门 24 可为双侧推拉式结构，隔离门 24 的两个侧门 241 均为水平并列布置，箱体主体 1 的相对侧壁上对应设有与侧门 241 移动相匹配的轨道，动力机构 242 设置于箱体主体 21 的外侧，用于驱动两个侧门 241 相对水平移动。其中，动力机构 242 可选用液压缸、气缸或电动推杆来实现对开门的开合。

10 结合参考图 6，隔离门 4 具有榫卯结构 243，一个侧门 241 边缘设有 U 型密封槽 244，另一个侧门 241 具有能够插入于 U 型密封槽 244 内的凸榫。采用该结构能够确保对开门闭合后的密封性能。隔离门 24 关闭时，能够将箱体内的上料仓 211 与下料仓 212 密封隔离开。

需要说明，上述的动力机构 221、动力机构 233 及动力机构 242 都与控制
15 器相连，用于控制动力机构 221、233 及 242 的启停顺序。在上中下部三个门同时处在关闭状态时，进料器形成上料仓及下料仓两个密封的仓体。

根据本申请实施例，所述箱体主体 21 的侧壁的下部为双层结构，两层间具有冷却水，也就是说，箱体主体 21 的侧壁的下部具有水套结构。水套结构具有降温功能，通过循环流动的水将箱体下部周围散发的热量吸收，从而防
20 止进料装置在工作时，箱体下部温度过高，确保箱体及门轴转动结构不变形，使进料装置更加稳定且安全的完成进料工作。同时门底部设有保温层，减少翻转门板受热变形。这种结构大大降低了温度对进料器产生的变形影响，保证了进料器在高温环境下仍能正常稳定运行并保持密封状态。此外，经过循环水吸收的热量可以形成水蒸汽，水蒸汽又可以用于生产，完成余热利用。

25 参考图 7，图 7 为一水平进料器的结构示意图，该水平进料器的进料门 22 可为通过动力机构（图中未示出）驱动的水平或向下倾斜设置的单侧推拉式结构设计，具体地，在本申请实施例中为一水平设置的单侧推拉门结构；水平进料器的隔离门 24 可为通过动力机构（图中未示出）驱动的水平或向下倾斜设置的双侧推拉式结构设计，具体地，在本申请实施例中为一向下倾斜

设置的双侧推拉门结构。也就是说，水平进料器的进料门 22 和隔离门 24 的结构与垂直进料器的进料门 22 和隔离门 24 的结构相同，此处不再赘述，下文仅描述与垂直进料器结构不同的部分。

继续参考图 7，水平进料器还包括设置在箱体主体 21 下端的卸料门 23 和推进器 26，其中，卸料门 23 沿竖直方向设置在下料仓 212 的一侧，推进器 26 与卸料门 23 相对设置在下料仓 212 的另一侧，推进器 26 可沿朝向或远离卸料门 23 的方向水平移动，卸料门 23 可开启或关闭，推进器 26 和卸料门 23 配合运动从而将下料仓 212 中的生活垃圾推入裂解气化炉中。

在本申请实施例中，水平进料器的下料仓 212 包括第一空间以及长度大于第一空间的第二空间，也就是说，第二空间沿长度方向上的相对两侧均凸出于第一空间以便设置推进器 26 和卸料门 23。卸料门 23 为沿竖直方向设置的单侧推拉结构设计，卸料门 23 的一侧可贯穿下料仓 212 的侧壁与动力机构（图中未示出）的驱动端相连接，动力机构可驱动卸料门 23 沿竖直方向打开或关闭，卸料门 23 的另外三个侧面的边缘设有密封胶条，关闭时能够有效密封箱体 21 的出料口，密封胶条采用耐热橡胶条压实密封形成，确保进料门边缘与箱体内壁之间的可靠密封。具体制作时，动力机构可采用液压缸、气缸或电动推杆来实现卸料门 23 的平移，卸料门 23 被开启后，推进器 26 开始工作，推动从上料仓 211 落入下料仓 212 中的物料朝向卸料门 23 的方向移动并通过卸料门 23 落入裂解气化炉中。

结合参考图 8，推进器 26 包括用于推动物料的前端、与下料仓 212 侧壁固定连接的后端和位于前端和后端之后用于控制推进器 26 沿水平方向移动的伸缩部。其中，推进器 26 的前端可为梯形形状。为了避免物料卡在推进器 26 上方的空间中，推进器 26 的高度可略小于第二空间的高度；同时为了避免物料残留在下料仓 212 中，推进器 26 朝向卸料门 23 完全移动后，推进器 26 可凸出于下料仓 212 的侧壁边沿。

继续参考图 1，通过裂解装置 20，生活垃圾裂解产生裂解气体和炉渣，其中产生的裂解气体排入裂解气体净化装置 30 中，炉渣则运输至炉渣分选装置 40 中。

由生活垃圾裂解得到的裂解气体中具体包括：含硫元素或氯元素的污染

物、其他各种有害物质、大分子有机物和小分子可燃气体，小分子可燃气体包括：一氧化碳、氢气、甲烷和小分子碳氢化合物等气体，其中，小分子碳氢化合物具体包括：烯烃类化合物或炔烃类化合物等，由于小分子可燃气体的燃烧仅产生二氧化碳和水，因此小分子可燃气体也被称为清洁可燃气。由于大分子有机物燃烧后可能产生污染物，烟气需要经过净化才能排放，因此需要将裂解气体中的大分子有机物分离、收集并送回裂解气化炉二次裂解直至变成小分子可燃气体。在本申请实施例中，大分子有机物为分子量大于200Da或碳原子数量大于6的化合物。裂解气体净化装置30可用于去除污染物并分离大分子有机物和小分子可燃气体，具体地，裂解气体净化装置30包括：有害元素吸收结构、喷淋水洗结构和风冷结构，其中，有害元素吸收结构具体可为湍动床反应器等装置，喷淋水洗结构具体可为喷淋塔。将生成的裂解气体通入湍动床反应器中，湍动床反应器中的氢氧化钙或碳酸钠等碱性溶液作为吸收剂去除裂解气体中的含氯化合物和含硫化合物，其他有害物质包括氮化物或重金属气溶胶等也可通过催化还原反应或陶瓷/金属滤芯去除。将去除含氯化合物、含硫化合物及其他各种有害物质的气体通入喷淋塔中，通过喷淋水洗的方法降低气体温度，由于大分子有机物的沸点远高于小分子可燃气体的沸点，温度降低使得大分子有机物的物体形态发生改变，即由气态转变为液态、固液混合态或固态，从而与小分子可燃气体分开。风冷结构可进一步分离经过喷淋塔降温的裂解气体中残余的大分子有机物。被分离出的大分子有机物被送回裂解气化炉二次裂解，使其裂解为小分子可燃气体。而分离得到的小分子可燃气体则可通过外接的储存装置进行收集使用。

在预处理装置10中虽然进行了无机杂质和金属等物质的分选，但在生活垃圾中仍存在未被分选出的无机杂质和金属，未被分选出的无机杂质和金属将同炉渣一同从裂解气化炉排入炉渣分选装置40中，炉渣分选装置40通过筛选、破碎等操作并经过磁选机、跳汰机或涡电流分选机等仪器将炉渣分选为金属、未完全裂解的有机物和渣灰，被分离出的金属可以直接销售利用，未完全裂解的有机物（焦油和木炭等）则被送回裂解气化炉中二次裂解继续产生裂解气体，渣灰则是不含杂质的无机渣土，可用于建筑材料或填埋场覆盖材料。

在本申请的一个实施例中，生活垃圾处理系统可日处理 100 吨生活垃圾。具体地，先通过预处理分选出大块的无机杂质和金属约 46 公斤，其中无机杂质约为 26 公斤。将经过预处理的垃圾投入裂解气化炉中裂解，产生的裂解气体通过裂解气体净化装置后得到可燃气（小分子可燃气体）约 1230 立方米，
5 焦油等大分子有机物约 53 公斤。将前述大分子有机物立即送回裂解气化炉中再次裂解。经过上述工序，最终得到的可燃气总量可达 1580-1600 立方米，即通过二次裂解 53 公斤的大分子有机物可多产生 350-370 立方米左右的可燃气，大幅提升了生活垃圾裂解产物中能源和资源的利用率。并且由检测可知，本生活垃圾处理系统所产生的可燃气在燃烧后产生的二噁英类有害物质为
10 0.02 纳克，远小于国际最严格的标准 0.1 纳克。

参考图 9，根据本申请实施例还提供一种生活垃圾处理方法，其包括：

S902，对生活垃圾进行预处理，所述预处理包括：脱水干化、分选和破碎。

S904，通过裂解装置裂解生活垃圾，其中，所述裂解装置包括：裂解气化炉和设置在所述裂解气化炉的上方的进料器，所述进料器将经过预处理的生活垃圾投入所述裂解气化炉中裂解并产生裂解气体和炉渣；其中，所述进料器包括箱体主体，所述箱体主体包括：位于上端的进料门、位于下端的卸料门、以及位于所述进料门和所述卸料门之间的中部的隔离门；其中，所述进料门、所述隔离门和所述卸料门同时为关闭状态下将所述箱体主体分为密闭的上料仓和下料仓。
15
20

S906，去除所述裂解气体中的含氯化合物和含硫化合物，并对所述裂解气体降温以分离大分子有机物和小分子可燃气体，所述大分子有机物被送回所述裂解气化炉中继续裂解，所述小分子可燃气体被收集至外接的储存装置中。

25 S908，将所述炉渣分选为金属、未完全裂解的有机物和渣灰，并将所述未完全裂解的有机物送回所述裂解气化炉中继续裂解。

参考图 10，根据本申请实施例还提供一种裂解气化炉的进料方法，其包括：

S1002，提供进料箱体主体，所述箱体主体包括：位于上端的进料门、

位于下端的卸料门、以及位于所述进料门和所述卸料门之间的中部的隔离门；其中，当所述进料门、所述隔离门和所述卸料门同时为关闭状态下将所述箱体主体分为密闭的上料仓和下料仓。

也就是说，所述裂解气化炉由上至下共包括三道门，依次为：进料门、
5 隔离门和卸料门，这三道门将箱体主体分隔为上料仓和下料仓。

S1004，打开所述进料门并关闭所述隔离门使所述下料仓密封，使物料通过所述进料门进入所述上料仓，待进料完毕后关闭所述进料门。

在第一模式下，开启上料仓并关闭下料仓，

S1006，打开所述隔离门，使所述上料仓内的物料进入所述下料仓，待
10 进料完毕后关闭所述隔离门使所述上料仓密封。

S1008，打开所述卸料门，使物料进入裂解气化炉。

本发明的生活垃圾处理系统的工作过程如下：

将生活垃圾破碎后与微生物菌群混合后放入干化仓脱水干化 14 天，14 天后针对脱水干化后的生活垃圾进行分选，去除其中明显或大块的无机杂质
15 和金属。

使用液压抓斗抓取破碎后的生活垃圾并投入进料器的进料斗 25 中，由进料器在密封状态下将生活垃圾投入裂解气化炉中裂解产生裂解气体和炉渣。

由裂解气体净化装置 30 分离大分子有机物和小分子可燃气体，其中，大分子有机物被送回裂解气化炉二次裂解，小分子可燃气体被收集使用。

20 由炉渣分选装置 40 分选金属、未完全裂解的有机物和渣灰，分选出的金属可直接售卖，未完全裂解的有机物被送回裂解气化炉二次裂解，渣灰可进行资源化利用。

具体地，进料器包括垂直进料器和水平进料器，垂直进料器的工作过程如下：

25 通过控制器向动力机构 221 发出开启指令，驱动进料门 22 打开，同时向动力机构 242 和动力机构 233 发出闭合指令，驱动隔离门 24 和卸料门 23 闭合，进料器处于第一模式下，经进料斗 25 可向进料器的上料仓 211 内进料；

待上料仓 211 上满料后，控制器向动力机构 221 发出闭合指令，进料门 22 闭合，随后向动力机构 242 发出开启指令，打开隔离门 24，进料器处于第二模式下，上料仓 211 内的物料落至下料仓 212 内；

待物料落至下料仓 212 内后，控制器向动力机构 242 发出闭合指令，中部的隔离门 24 闭合；然后向动力机构 233 发出开启指令，打开卸料门 23，进料器处于第三模式下并完成向炉体内进料。

综上所述，在进料时，箱体主体 21 中部两侧的隔离门 24 和底部卸料门 23 完全关闭，形成密封，空气不能进入裂解气化炉，然后打开顶部进料门 22，将垃圾物料投入上料仓 211。关闭顶部进料门 22，上料仓 211 处在密封状态，箱体主体 21 上下端的开口都在关闭状态。随后打开中部的隔离门 24，垃圾物料在重力作用下进入下料仓 212 后，关闭中部的隔离门 24，此时上、下两个料仓同时都是密封状态，上料仓 211 的上口可以继续进料，下料仓 212 的下口可以向炉内送料，从而实现了密封、防止空气进入炉内和持续进料的功能。

卸料时，打开底部的卸料门 23，物料在重力作用下进入裂解气化炉内以后，关闭卸料门 23，下料仓 212 被重新密封。卸料过程中，通过控制器调控两侧卸料门 23 开关先后次序和状态，改变物料在炉内的分布数量：同时打开两个卸料门 23 时，垃圾物料落在进料器正下方；但在只打开左侧卸料门 23 时，在重力和惯性作用下物料向左侧分布量增多，明显大于物料总量的 50% 以上。同理，只打开右侧卸料门 23 时，物料向右侧分布量多，明显大于物料总量的 50% 以上。卸料门 23 全部打开，物料全部进入裂解气化炉内；卸料门 23 仅有部分打开，只有部分物料能够进入裂解气化炉内。

水平进料器的第一模式、第二模式和进料过程与垂直进料器一致，此处不再赘述，下文仅描述水平进料器与垂直进料器不同的工作过程：

待物料落至下料仓 212 内后，控制器向控制的隔离门 24 的动力机构发出闭合指令，中部的隔离门 24 闭合；然后向控制卸料门 23 的动力机构和推进器 26 发出开启指令，卸料门 23 开启后，推进器 26 开始往复运动，进料器处于第三模式下，推进器 26 将落入下料仓 212 中的物料通过卸料门 23 推出至裂解气化炉内。在推进器 26 的往复推动过程中垃圾陆续掉落，从而有效的

分散了物料，增大了垃圾块之间的空隙，大大提高了后续裂解过程的效率。由于本申请实施例中的水平进料器均匀设置在裂解气化炉的四个侧壁上方，每个水平进料器完成裂解气化炉的 25%截面积的均匀布料，有效地解决了投料不均匀的问题，提高裂解效率。

5 根据本申请实施例，进料器箱体上口的进料门 22 在关闭时能够有效的密封箱体进口，在箱体 21 中部两侧对称的隔离门 24 在关闭时、上口进料门打开状态下，能够有效密封箱体的中下部；进料器的箱体底部的卸料门密封关闭时能够有效密封箱体的下口。通过箱体内上中下三道门开或关的相互配合，可靠实现密封条件下的持续加料功能。由于各个门的每次开关在数秒钟即完成，不需要持续的动力，因此完成同等数量进料的综合能耗远低于需要持续运行的螺旋进料器，节能效果明显。

	螺旋进料器类	煤块等进料器	本申请
柔性物料	适用, 挤压密封	不适用, 塞料卡顿	适用密封好
硬质物料	不能用, 漏气卡死	适用	适用
软硬混合料	不能用, 漏气卡死	不能用, 卡顿	适用
运行动力需要	持续	间断	间断
能耗	高, 持续能耗	低	低
带(绳)状物料	不能用, 缠绕	不能用, 堵塞卡顿	方便适用
大片/块状料	不能用, 无法进料	不能用, 无法进料	方便适用

本发明中的进料器与现有进料器的区别如下表所示：

15 本发明中的进料器设计科学合理、结构简洁、性能稳定、能耗低廉，能够适用于硬质和软质等各种形态、尺寸垃圾及可燃固废，满足在密封、隔绝空气前提下的持续进料，为裂解气化设备处理生活垃圾这种新技术的应用提供了物美价廉、性能可靠、节能明显的配套设备。具体优点如下所示：

- 1.能够满足硬质、软质不同垃圾物料的进料功能。
- 2.能够满足体积大的物料进料要求。

20 例如废弃的包装泡沫块、废弃塑料网、大片海绵块等，如果破碎成小块，成本明显增高，得不偿失。而这些材料的特性是遇热立即缩小，整块进入裂解气化炉后遇热立即体积极度缩小，在短时间内体积减少到对生产的影响可

以忽略不计，因此采用本发明进料器完全能够将这类物料送进裂解气化炉，利用炉内的热量使这类垃圾得到迅速有效的处理，不需要破碎，可以大大降低破碎需要的能耗、物流等运营成本。

3.利用重力作用进料，进料器安装在炉体顶部，无论是水平进料还是垂直进料都利用了重力作用使物料自然落入炉内，进料速度快，不需要增加其他动力推送物料。同时，进料器卸料门关闭后密封可靠，完成同等进料量动力消耗大大减少，明显节能。

4.增加投料面积，通过垂直进料器底部翻转卸料门分别打开，可以将物料送往不同的部位，或通过多点设置水平进料器，可以将物料均匀投放至裂解气化炉中，物料投入炉内的面积增大，对炉内均匀布料有好处。

5.密封可靠，进料器通过各个部位的门结构实现密封，门的开关依靠设备控制器完成，自动化程度够，稳定可靠；无需依靠物料挤压密封（挤压密封可能因材料不同造成不稳定），密封性能好。

本发明通过提供完整的生活垃圾处理系统，对生活垃圾进行完全裂解，并对完全裂解生成的产物进行资源再利用，有效提高了裂解产生的能源和资源的利用率。具体优点如下所示：

1.通过设置适用于各种物料形态和尺寸的水平进料器或垂直进料器，降低了预处理中对物料进一步破碎和颗粒化的成本。

2.通过多条件控制实现均匀投料，包括：将进料器设置在裂解炉上方，物料垂直落入裂解炉中，掉落撞击增大物料的分散性和物料间的间隙；水平进料器多点布料，垂直进料器控制卸料门打开的数量和/或角度，由于物料分散性增大，物料的颗粒大小基本不影响裂解效率，从而也可降低预处理中对物料进一步破碎和颗粒化的成本。

3.多条件控制减少炉渣结块，包括：前期通过预处理分选生活垃圾中的无机渣土；裂解中控制炉内温度为 800-900℃，既满足裂解需求，又未达到炉渣结块所需的温度（大于 900℃）；后期再对炉渣分选，将未完全燃烧的木炭等有机物加入到物料中二次裂解，既增加热值，又实现了物尽其用。

4.裂解气化炉使用耐火材料和保温材料，减少热量损失，在不添加任何

其他燃料或能量条件下，仅靠垃圾物料自身的能量维持裂解持续稳定运行。

5.多措施提高垃圾处理系统的整体效率，包括：通过干化脱水提高物料热值；对物料分选，减少入炉垃圾中无机渣土和金属的含量，减少裂解热损失；将物料均匀分布在裂解气化炉中并增加物料间的空隙，提高裂解效率；

5 裂解气化炉采用了保温材料 and 耐火材料，进一步减少了热损失。

6.实现了生活垃圾的完全资源化利用，不仅所有产物都可以进行再次利用，在产物中还包括可以代替天然气的小分子可燃气体，提高了能源和资源的利用率。

10 尽管已经参考本公开的特定实施例详细地描述本公开，但是本领域技术人员将理解，在不脱离实施例的精神和范围的情况下可以在其中进行各种改变和修改。因此，本公开旨在覆盖本公开的修改和变化，凡在本发明的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本公开的权利要求以及其等效物的范围之内。

15 此外，在以上描述或权利要求书或附图中公开、以其特定形式或根据用于执行所公开功能的方式或用于获得所公开结果的方法或过程表达的特征视情况可以单独地或以这些特征的任何组合来用于以它们的不同形式实现本发明。具体来说，本文所描述的任一个实施例的一个或多个特征可以与本文所描述的任何其它实施例的一个或多个特征组合。

20 还可以为结合本公开引用和/或通过引用合并的任何一个或多个公开文件中公开的任何特征寻求保护。

权 利 要 求 书

1、一种生活垃圾处理系统，其特征在于，包括：

预处理装置，所述预处理装置对生活垃圾进行预处理，所述预处理包括：脱水干化、分选和破碎；

裂解装置，所述裂解装置包括：裂解气化炉和设置在所述裂解气化炉的上方的进料器，所述进料器将经过预处理的生活垃圾投入所述裂解气化炉中裂解并产生裂解气体和炉渣；其中，所述进料器包括箱体主体，所述箱体主体包括：位于上端的进料门、位于下端的卸料门、以及位于所述进料门和所述卸料门之间的中部的隔离门；其中，所述进料门、所述隔离门和所述卸料门同时为关闭状态下将所述箱体主体分为密闭的上料仓和下料仓；

裂解气体净化装置，所述裂解气体净化装置去除所述裂解气体中的含氯化合物和含硫化合物，并对所述裂解气体进行降温以分离大分子有机物和小分子可燃气体，所述大分子有机物被送回所述裂解气化炉中继续裂解，所述小分子可燃气体被收集至外接的储存装置中；

炉渣分选装置，所述炉渣分选装置将所述炉渣分选为金属、未完全裂解的有机物和渣灰，并将所述未完全裂解的有机物送回所述裂解气化炉中继续裂解。

2、根据权利要求 1 所述的生活垃圾处理系统，其特征在于，所述裂解气体净化装置还包括喷淋水洗结构，所述喷淋水洗结构降低所述裂解气体的温度，使所述大分子有机物由气态变为液态、固液混合态或固态，以分离所述裂解气体中的大分子有机物和小分子可燃气体。

3、根据权利要求 1 所述的生活垃圾处理系统，其特征在于，所述进料器包括以下三种模式：

第一模式，其中所述进料门为打开状态，所述隔离门和所述卸料门为关闭状态；

第二模式，其中所述进料门为关闭状态，所述隔离门为打开状态，所述卸料门为关闭状态；

第三模式，其中所述进料门和所述隔离门为关闭状态，所述卸料门为打开状态。

4、根据权利要求 1 所述的生活垃圾处理系统，其特征在于，所述进料器为垂直进料器或水平进料器，所述垂直进料器的卸料门沿水平方向设置，所述水平进料器的卸料门沿竖直方向设置。

5、根据权利要求 4 所述的生活垃圾处理系统，其特征在于，所述水平进料器还包括推进器，所述推进器与所述卸料门相对设置，所述推进器沿水平方向推动从所述上料仓落入所述下料仓中的生活垃圾，使所述生活垃圾落入所述裂解气化炉中。

6、根据权利要求 4 所述的生活垃圾处理系统，其特征在于，至少 2 个所述水平进料器均匀设置在所述裂解气化炉的侧壁的进料口上方。

7、根据权利要求 4 所述的生活垃圾处理系统，其特征在于，所述垂直进料器设置在所述裂解气化炉的进料口的中心上方。

8、根据权利要求 1 所述的生活垃圾处理系统，其特征在于，所述进料门为水平或开口端向下倾斜设置的单侧推拉式结构。

9、根据权利要求 1 所述的生活垃圾处理系统，其特征在于，所述下料仓的容积大于所述上料仓的容积。

10、根据权利要求 1 所述的生活垃圾处理系统，其特征在于，所述小分子可燃气体包括：一氧化碳、氢气、甲烷和小分子碳氢化合物。

11、一种生活垃圾处理方法，其特征在于，包括：

对生活垃圾进行预处理，所述预处理包括：脱水干化、分选和破碎；

通过裂解装置裂解生活垃圾，其中，所述裂解装置包括：裂解气化炉和设置在所述裂解气化炉的上方的进料器，所述进料器将经过预处理的生活垃

圾投入所述裂解气化炉中裂解并产生裂解气体和炉渣；其中，所述进料器包括箱体主体，所述箱体主体包括：位于上端的进料门、位于下端的卸料门、以及位于所述进料门和所述卸料门之间的中部的隔离门；其中，所述进料门、所述隔离门和所述卸料门同时为关闭状态下将所述箱体主体分为密闭的上料仓和下料仓；

去除所述裂解气体中的含氯化合物和含硫化合物，并对所述裂解气体进行降温以分离大分子有机物和小分子可燃气体，所述大分子有机物被送回所述裂解气化炉中继续裂解，所述小分子可燃气体被收集至外接的储存装置中；

将所述炉渣分选为金属、未完全裂解的有机物和渣灰，并将所述未完全裂解的有机物送回所述裂解气化炉中继续裂解。

12、根据权利要求 11 所述的生活垃圾处理方法，其特征在于，所述裂解气体净化装置还包括喷淋水洗结构，所述喷淋水洗结构降低所述裂解气体的温度，使所述大分子有机物由气态变为液态、固液混合态或固态，以分离所述裂解气体中的大分子有机物和小分子可燃气体。

13、根据权利要求 11 所述的生活垃圾处理方法，其特征在于，所述进料器包括以下三种模式：

第一模式，其中所述进料门为打开状态，所述隔离门和所述卸料门为关闭状态；

第二模式，其中所述进料门为关闭状态，所述隔离门为打开状态，所述卸料门为关闭状态；

第三模式，其中所述进料门和所述隔离门为关闭状态，所述卸料门为打开状态。

14、根据权利要求 11 所述的生活垃圾处理方法，其特征在于，所述进料器为垂直进料器或水平进料器，所述垂直进料器的卸料门沿水平方向设置，所述水平进料器的卸料门沿竖直方向设置。

15、根据权利要求 14 所述的生活垃圾处理方法，其特征在于，所述水

平进料器还包括推进器，所述推进器与所述卸料门相对设置，所述推进器沿水平方向推动从所述上料仓落入所述下料仓中的生活垃圾，使所述生活垃圾落入所述裂解气化炉中。

16、根据权利要求 14 所述的生活垃圾处理方法，其特征在于，至少 2 个所述水平进料器均匀设置在所述裂解气化炉的侧壁的进料口上方。

17、根据权利要求 14 所述的生活垃圾处理方法，其特征在于，所述垂直进料器设置在所述裂解气化炉的进料口的中心上方。

18、根据权利要求 11 所述的生活垃圾处理方法，其特征在于，所述进料门为水平或开口端向下倾斜设置的单侧推拉式结构。

19、一种用于生活垃圾处理系统的裂解气化炉的进料器，其特征在于，包括：

箱体主体，所述箱体主体包括：位于上端的进料门、位于下端的卸料门、以及位于所述进料门和所述卸料门之间的中部的隔离门；其中，所述进料门、所述隔离门和所述卸料门同时为关闭状态下将所述箱体主体分为密闭的上料仓和下料仓；

所述进料装置包括以下三种模式：

第一模式，其中所述进料门为打开状态，所述隔离门和所述卸料门为关闭状态；

第二模式，其中所述进料门为关闭状态，所述隔离门为打开状态，所述卸料门为关闭状态；

第三模式，其中所述进料门和所述隔离门为关闭状态，所述卸料门为打开状态。

20、一种用于生活垃圾处理系统的裂解气化炉的进料方法，其特征在于，包括：

提供进料箱体主体，所述箱体主体包括：位于上端的进料门、位于下端

的卸料门、以及位于所述进料门和所述卸料门之间的中部的隔离门；其中，所述进料门、所述隔离门和所述卸料门同时为关闭状态下将所述箱体主体分为密闭的上料仓和下料仓；

打开所述进料门并关闭所述隔离门使所述下料仓密封，使物料通过所述进料门进入所述上料仓，待进料完毕后关闭所述进料门；

打开所述隔离门，使所述上料仓内的物料进入所述下料仓，待进料完毕后关闭所述隔离门使所述上料仓密封；

打开所述卸料门，使物料进入裂解气化炉。