

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

C10L 3/00 (2006.01)

C12P 5/02 (2006.01)

B09B 3/00 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200610062766.8

[43] 公开日 2008年4月2日

[11] 公开号 CN 101153230A

[22] 申请日 2006.9.25

[21] 申请号 200610062766.8

[71] 申请人 光大环保工程技术(深圳)有限公司

地址 518000 广东省深圳市福田区福华一路

88号深圳中心商务大厦1301室

[72] 发明人 张云月 唐 锋

[74] 专利代理机构 深圳市科吉华烽知识产权事务所

代理人 胡吉科

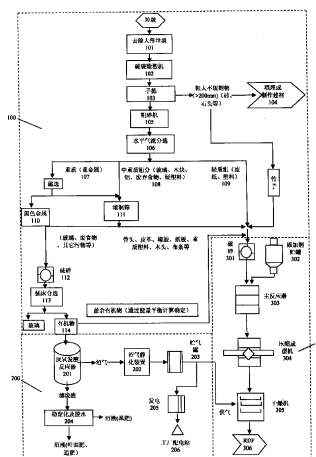
权利要求书3页 说明书8页 附图2页

[54] 发明名称

一种生产垃圾衍生燃料的能量供给方法和能量平衡调配方法

[57] 摘要

一种生产垃圾衍生燃料的能量供给方法和能量平衡调配方法。其中生产垃圾衍生燃料的能量供给方法包括：首先将原生垃圾按成分不同，进行分选处理；其次根据分选结果，分别将垃圾送入相应系统进行处理；最后将垃圾发酵系统生成的能源供给垃圾衍生燃料制造系统使用。能量平衡调配方法是根据垃圾衍生燃料工厂使用能量富余情况，将部分原用于发酵系统的有机垃圾也用作垃圾衍生燃料的生产中的原料，实现发酵系统的供给与垃圾衍生燃料生产过程中需求的能量平衡。本发明的有益效果是降低了RDF生产成本、提高了RDF的热值、用于发酵的可生物降解组分的量是可以根据能量平衡的具体情况灵活调整。



1. 一种生产垃圾衍生燃料的能量供给方法，包括步骤：

(1)、将原生垃圾按成分不同，通过垃圾分选系统(100)进行精细分选处理；

(2)、根据分选结果确定垃圾成分，将用于制造垃圾衍生燃料的组分送入垃圾衍生燃料制造系统(300)进行垃圾衍生燃料的生产，将用于发酵的组分送入垃圾发酵系统(200)进行发酵处理；

(3)、将所述垃圾发酵系统(200)产生的能源供给所述垃圾衍生燃料制造系统(300)实现垃圾衍生燃料生产过程中能源的自供给。

2. 根据权利要求1所述的能量供给方法，其特征在于：所述垃圾分选系统(100)将垃圾分为用于制造垃圾衍生燃料的组分、用于发酵的可生物降解组分和既不能用于制造垃圾衍生燃料也不能用于发酵的不可燃组分三部分。

3. 根据权利要求1所述的能量供给方法，其特征在于：所述分选过程中将不符合制造垃圾衍生燃料的组分和不符合用于发酵的组分过滤出去进行回收处理或填埋处理。

4. 根据权利要求1所述的能量供给方法，其特征在于：所述步骤(1)包括子步骤：

(11)、去除垃圾中的粗大不规则物体(101)，如砖、石头等用于填埋或制作建材，将竹、木等送入所述垃圾衍生燃料制造系统(300)；

(12)、通过破碎、分选将原生垃圾分为重质组分(107)、中重质组分(108)和轻质组分(109)；

(13)、将所述重质组分(107)通过磁选(110)分出黑色金属过滤出系统，重质组分中其余组分与中重质组分共同送入滚筒筛(111)进行处理，所述轻质组分(109)送入所述垃圾衍生燃料制造系统(300)；

(14)、通过所述滚筒筛(111)将所述重质组分(107)中其余组分与所述中重质组分进行再次分选将其中可用于制造垃圾衍生燃料的送入所述垃圾衍生燃料制造系统(300)；

(15)、将玻璃、废食物、其他污物等通过破碎(112)、摇床分选处理(113)，

并将其中的有机物可选择性的送入所述发酵系统(200)进行发酵处理,排除不能用于发酵的物质。

5. 根据权利要求1所述的能量供给方法,其特征在于:所述步骤(2)中发酵处理包括以下步骤:

(21)、将所述分选系统(100)中可用于发酵的有机物送入厌氧发酵反应器(201)进行发酵处理;

(22)、通过沼气净化装置(202)将所述厌氧发酵反应器(201)中制出的沼气进行净化处理、通过稳定化及脱水(204)将所述厌氧发酵反应器(201)中分出的滤废渣进行稳定化脱水处理;

(23)、净化后的沼气作为能源被送入所述垃圾衍生燃料制造系统(300)供给垃圾衍生燃料生产,多余沼气用于发电(205),废渣稳定化及脱水处理后分出沼渣制造基肥、沼液制造叶面肥和追肥。

6. 根据权利要求1所述的能量供给方法,其特征在于:所述步骤(2)中垃圾衍生燃料生产包括以下步骤:

(31)、将所述分选系统(100)中送入的垃圾衍生燃料进行再破碎(301)处理;

(32)、将大小合格的垃圾衍生生产原料加入添加剂(302)送入主反应器(303)进行处理;

(33)、经过压缩成型机(304)压缩定型并通过干燥机(305)进行烘干处理,制成垃圾衍生材料成品(306)。

7. 一种生产垃圾衍生燃料的能量平衡调配方法,其特征在于:所述能量平衡调配方法是根据垃圾衍生燃料工厂使用能量富余情况,将部分原用于所述厌氧发酵系统(200)的有机垃圾(114)也用作垃圾衍生燃料的生产中的原料,在提高垃圾衍生燃料产量的基础上实现所述厌氧发酵系统(200)的供给与垃圾衍生燃料生产过程中需求的能量平衡。

8. 根据权利要求7所述的能量平衡调配方法,其特征在于:将所述原用于厌氧发酵系统(200)的有机垃圾(114)供给所述垃圾衍生燃料制造系统(300)是在所述有机物(114)进入所述发酵系统(200)前完成的。

9. 根据权利要求7所述的能量平衡调配方法,其特征在于:将所述有机物(114)分给所述垃圾衍生燃料制造系统(300)的数量可以通过能量平衡计算准确

掌握。

一种生产垃圾衍生燃料的能量供给方法和能量平衡调配方法

【技术领域】

本发明涉及处理垃圾过程中的能量供给方法和能量的调配方法，特别是涉及一种生产垃圾衍生燃料的能量自供给方法和能量平衡调配方法。

【背景技术】

垃圾衍生燃料即 RDF，是 Refuse Derived Fuel 的简称，指的是用垃圾和废物制取的衍生燃料。是通过利用城市生活垃圾制备 RDF，然后再焚烧，与传统的生活垃圾焚烧技术相比，具有原料便于运输和贮存、热值高、燃烧稳定、二次污染物低等优势，是具有良好发展前景的城市生活垃圾处理方式。

目前国内应用的 RDF 生产方法是套用国外的城市生活垃圾的技术发展起来的。国外 RDF 生产方法中垃圾分选系统包括对垃圾的预处理、破碎、烘干、磁选、风选然后将垃圾中的可燃物质全部送入 RDF 制造系统进行加工生产不在进行垃圾中厨余物质、废食物等有机物质进行再分离。而且 RDF 制造过程中的电力能源是通过系统外部电力进行供电支持，烘干所用能源以煤油为主。这种 RDF 生产方法虽然在国外已经被认可使用，但是实践证明，将其移植到中国以后，由于没有考虑到国内的生活垃圾与国外的生活垃圾的组分存在的不同性，如：国内垃圾中可燃组分比重比国外小、垃圾中厨余组分占的比重比国外大、垃圾含水率比国外高。因此，将其移植到中国使用以后，有几方面的问题：首先是生产成本过高。日本的 RDF 生产实践表明，每处理 1t 垃圾，成本为 14806 日元，其中用于干燥的煤油就达 56kg；中国科学院工程热物理研究所的小规模生产试验中，RDF 的生产成本为 800 元/t，其中干燥耗费的成本占一半以上。如此高的生产成本，极大的制约了 RDF 在我国的应用。其次是热值偏低。国内城市生活垃圾中，高热值的纸类、塑料等组分所占的比重相比国外要低不少，而低热值的厨余组分则高出许多，在 RDF 的典型生产方法中，低热值的厨余组分也是作为可燃物质，全部用以生产 RDF 因此应用国外成型的 RDF 生产方法制造出来的 RDF 燃料，其热值也偏低。再次是制造 RDF 过程所需要的电力资源要通过外部供

电系统解决。因为现有技术中国内垃圾衍生燃料生产过程中没有将垃圾再进一步划分为用于发酵的厨余组分等有机物质而是全部用于 RDF 的生产中，因此所需生产能源是靠外部供应解决。最后是不能灵活掌握用于 RDF 生产系统中垃圾原料的供给量。垃圾分选系统只是进行简单的分选过滤出不可燃烧成分，将剩余部分全部送入 RDF 生产系统，根本无法实现厌氧发酵系统的供给与垃圾衍生燃料生产过程中需求的能量平衡。

【发明内容】

为了克服现有技术中 RDF 生产成本过高、制造出来的 RDF 燃料热值偏低、制造 RDF 过程需要外部供电和不能灵活掌握 RDF 生产系统中垃圾原料的供给量的不足，本发明提供一种生产垃圾衍生燃料的能量供给方法和能量平衡调配方法。

本发明解决上述能量自供给方法的技术问题所采用的技术方案是：提供一种生产垃圾衍生燃料的能量供给方法，包括的步骤是，首先、将原生垃圾按成分不同，通过垃圾分选系统进行精细分选处理；其次、根据分选结果确定垃圾成分，将用于制造垃圾衍生燃料的组分送入垃圾衍生燃料制造系统进行垃圾衍生燃料的生产，将用于发酵的组分送入垃圾发酵系统进行发酵处理；再次、将垃圾发酵系统产生的能源供给垃圾衍生燃料制造系统实现垃圾衍生燃料生产过程中能源的自供给。

根据本发明的一优选实施例，所述分选系统将垃圾分为用于制造垃圾衍生燃料的成分、用于发酵的可生物降解组分成分和既不能用于制造垃圾衍生燃料也不能用于发酵的不可燃成分。

根据本发明的一优选实施例，所述分选过程中将不符合制造垃圾衍生燃料的组分和不符合用于发酵的组分过滤出去，并将这些组分进行回收处理或填埋处理。

根据本发明的一优选实施例，所述分选方法通过分选系统实现，包括子步骤为：第一步去除垃圾中大于 200mm 的粗大不规则物体，如砖、石头等用于填埋或制作建材，竹木等送入垃圾衍生燃料制造系统；第二步通过破碎、分选将原生垃圾分为重质组分、中重质组分和轻质组分；第三步将重质组分通过磁选分出黑色金属过滤出系统，重质组分中其余组分与中重质组分共同送入滚筒筛

进行处理，轻质组分送入垃圾衍生燃料制造系统；第四步通过滚筒筛将重质组分中其余组分与中重质组分进行再次分选将其中可用于制造垃圾衍生燃料的送入垃圾衍生燃料制造系统，玻璃、废食物、其他污物等送入下道工序；第五步将玻璃、废食物、其他污物等通过破碎、分选处理，并将其中的有机物可选择性的送入发酵系统进行发酵处理，排除不能用于发酵的物质。

根据本发明的一优选实施例，所述垃圾发酵系统包括以下步骤：首先将分选系统中可用于发酵的有机物送入厌氧发酵反应器进行发酵处理；其次通过沼气净化装置将厌氧发酵反应器中制出的沼气进行净化处理、通过稳定化及脱水将厌氧发酵反应器中分出的滤废渣进行稳定化脱水处理；最后将净化后的沼气作为能源被送入垃圾衍生燃料制造系统供给垃圾衍生燃料生产，多余沼气用于发电，所发电量用于各系统工作所需电力，废渣稳定化及脱水处理后分出沼渣制造基肥、沼液制造叶面肥和追肥。

根据本发明的一优选实施例，所述垃圾衍生燃料制造系统包括以下步骤：首先将分选系统中送入的垃圾衍生燃料进行再破碎处理；其次将大小合格的垃圾衍生生产原料加入添加剂送入主反应器进行处理；最后经过压缩成型机压缩定型并通过干燥机进行烘干处理，制成垃圾衍生材料成品。

本发明解决生产垃圾衍生燃料的过程中能量供给与需求平衡问题所采用的技术方案是，根据垃圾衍生燃料工厂使用能量富余情况，将部分原用于厌氧发酵系统的有机垃圾也用作垃圾衍生燃料的生产中的原料，在提高垃圾衍生燃料产量的基础上实现厌氧发酵系统的供给与垃圾衍生燃料生产过程中需求的能量平衡。

根据本发明的一优选实施例，将所述原用于厌氧发酵系统的有机垃圾供给所述垃圾衍生燃料制造系统是在所述有机物进入发酵系统前完成的。

根据本发明的一优选实施例，将所述有机物分给所述垃圾衍生燃料制造系统的数量可以通过能量平衡计算准确掌握。

相对于现有技术，本发明的有益效果是：能量自给型的 RDF 生产方法，根据我国城市生活垃圾中厨余组分等可生物降解组分高的特点，通过分选，将垃圾分为用于制造垃圾衍生燃料的成分、用于发酵的可生物降解组分成分和既不能用于制造垃圾衍生燃料也不能用于发酵的不可燃成分三部分。通过对部分可

生物降解组分进行厌氧发酵获得沼气，可用于 RDF 生产原料的干燥，剩余部分还可以用于发电，满足全厂的用电需求。针对已有 RDF 生产方法处理国内城市生活垃圾的不足，能量自给型的 RDF 生产方法，有以下几个方面的优点。首先是极大的降低了 RDF 生产成本。通过利用厌氧发酵获得的沼气，完全可以满足 RDF 原料干燥、全厂用电的需求。其次是提高了 RDF 的热值。在 RDF 的制造原料中，绝大部分是纸类、塑料等高热值组分，仅有很少部分是厨余组分。最后是本方法中，用于厌氧发酵的可生物降解组分的量是可以根据能量剩余情况灵活调整的，因此本方法具有广泛的适应性。

【附图说明】

图 1 是现有技术垃圾衍生燃料典型的生产方法流程图。

图 2 是本发明确定的能量自给型垃圾衍生燃料生产方法流程图。

【具体实施方式】

下面结合附图和实施例对本发明进一步说明。

参阅图 1，目前市场上垃圾衍生燃料典型的生产方法流程图。生产垃圾衍生燃料 RDF 的过程中，首先将原生垃圾进行预处理 010，除去原生垃圾中的大件组分 011，并将剩余垃圾进行第一次破碎处理 012，并通过烘干设备进行烘干 013，通过磁选设备对垃圾进行磁选 014 处理，回收垃圾中的金属 015，将剩余部分通过风选 016 系统进行可燃物 018 和不可燃物 017 的筛选，将其中的不可燃物 017 进行填埋 019 处理，可燃物 018 送入二次破碎 020 系统进行再次精细破碎，将处理完的垃圾加入添加剂 021 进行垃圾成型 022 处理、冷却机组 023 进行冷却处理，最后经过筛分 024 将符合条件的产品过滤出去不符合条件的产品送回垃圾成型处理系统 022 进行再处理，直至最后生产出 RDF 成品 025。

该制造 RDF 的系统中，进行加工生产时不对垃圾中的厨余物质、废食物等有机物质进行分离，而且制造 RDF 过程所需要的电力资源完全通过外部供电系统解决，不能灵活掌握用于 RDF 生产系统中垃圾原料的供给量。垃圾分选系统只是进行简单的分选过滤出不可燃烧成分，将剩余部分全部送入 RDF 生产系统，垃圾不经过厌氧发酵系统进行处理更是根本无法实现厌氧发酵系统的供给与垃圾衍生燃料生产过程中需求的能量平衡。所以导致该系统在实际应用过程中存

在生产成本过高、RDF 衍生燃料热值偏低等问题。

参阅图 2 本发明确定的能量自给型垃圾衍生燃料生产方法流程图。能量自给型的 RDF 制造系统由三部分组成：分选系统 100、厌氧发酵系统 200、RDF 制造系统 300。

在分选系统 100 中，城市原生垃圾去除大件垃圾 101 后，以破袋除塑机 102 进行解包，再通过人工处理 103 去除粗大不规则物质 (>200mm)，其中砖、石头等以填埋方式予以处置或被用来制作建筑材料 104，而竹木等运送至 RDF 制造系统 300。此后垃圾经过粗破碎 105，成为约 50mm 大小的颗粒，再进入水平气流分选装置 106。在水平气流分选装置 106 中，垃圾被分为重质组分 107、中重质组分 108 和轻质组分 109；轻质组分 109 运送至 RDF 制造系统 300；而重质组分 107 经过磁选 110 去除其中的黑色金属后，和中重质组分 108 一起进入滚筒筛 111。通过滚筒筛 111 进行筛分后，耐冲击的垃圾，如纸板、橡胶、皮革、重质塑料、木头、布条等从滚筒后排出，运送至 RDF 制造系统 300；不耐冲击的厨余物质、玻璃等通过筛网排出，这部分垃圾经过破碎 112 和摇床分选 113，分离出其中的玻璃。厨余物质等有机物 114 一部分进入厌氧发酵系统 200，另一部分进入 RDF 制造系统 300。

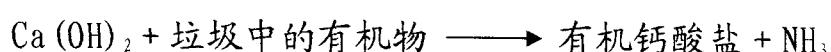
厌氧发酵系统 200 中，采用中温干式厌氧发酵反应器 201，通过厌氧发酵产生的沼气经过净化处理 202 后，进入沼气贮气罐 203；发酵完成后产生的滤废渣则经过稳定化及脱水 204 后形成沼渣和沼液，二者均可作为肥料使用。

厌氧发酵的一般反应化学方程式可以表述为：

$$C_nH_aO_b + (n - a/4 - b/2)H_2O \longrightarrow (n/2 - a/8 + b/4)CO_2 + (n/2 + a/8 - b/4)CH_4$$

贮气罐中的沼气，一部分供应至 RDF 制造系统 300 中的干燥机 305 作为供热燃气使用；余下部分可用于发电 205，产生的电能送至厂配电站 206，供工厂使用。

RDF 制造系统中，垃圾经过破碎 301 后，进入主反应器 303，在主反应器 303 中，以 CaO 作为添加剂 302，有助于形成高强度、防水的颗粒，并且降低焚烧过程中的氯腐蚀、减少二噁英的产生，此外还可以起到防腐的作用。在混合反应器中的反应为：



经过主反应器 303 后，垃圾在垃圾成型机 304 中成型，然后在 305 中，利用燃烧沼气的热能进行干燥并最终成为 RDF 燃料 306。

下面对本方法进行物料和能量平衡计算。

对国内垃圾成分的估计：城市生活垃圾中的易生物降解的有机物质（厨余、果皮等）占 50%，不易生物降解的可燃物质（废纸、塑料、橡胶、木材等）占 30%，可回收物质（金属、玻璃）和惰性物质（石块、砖等）占 20%。垃圾含水率取 45%。

（一）能量的产耗分析

考虑所有的可生物降解组分都进入厌氧发酵系统，以一个日处理城市生活垃圾 200t 的规模的 RDF 制造工厂来考虑，则可用于制造 RDF 的可燃物质为 60t，适用于厌氧发酵的有机垃圾 100t。

一般每吨有机垃圾可以产生 80~200m³ 沼气，取偏低值 120m³ 进行计算，100t 有机垃圾厌氧发酵后平均每天可以产生沼气 12000m³，按沼气的低位热值为 21000kJ/m³ 计算，则有机垃圾厌氧发酵后产生的沼气所含的能量 $E_{总}$ 为：

$$E_{总} = 21000 \times 12000 = 2.52 \times 10^8 \text{kJ}$$

可用于制造 RDF 的可燃物质 60t 中，含有：

$$60 \times 55\% = 33 \text{t 干物质}$$

将这部分垃圾通过干燥机进行干燥至含水率为 10% 为止，则干燥后的垃圾总量为：

$$33/90\% = 36.67 \text{t}$$

则干燥机需烘干的水量为：

$$60 - 36.67 = 23.33 \text{t}$$

目前，干燥机的单位热耗约 4000~8000kJ/kgH₂O，取 6000kJ/kgH₂O 计算，则对 RDF 原料进行烘干共需能量 $E_{烘}$ 为：

$$E_{烘} = 6000 \times 23.33 \times 1000 = 1.40 \times 10^8 \text{kJ}$$

则剩余能量 $E_{剩} = E_{总} - E_{烘} = (2.52 - 1.40) \times 10^8 = 1.12 \times 10^8 \text{kJ}$

将这部分能量用于发电，根据燃气发电机组发电效率 35% 计算，则每天发电量：

$$W_{发电} = 1.12 \times 10^8 \times 0.35/3600 = 10889 \text{kWh}$$

整个 RDF 制造厂总装机功率按照 500kW，8 小时工作制考虑，则每天耗电量为：

$$500 \times 8 = 4000\text{kWh}$$

则每天盈余电量：

$$10889 - 4000 = 5889\text{kWh}$$

由以上分析可知，如果垃圾中所有的可生物降解组分都进入厌氧发酵系统，则最终产生的能量在满足全厂供热供电之后还有盈余。

(二) 可调模式下 RDF 生产方法的物料、能量平衡计算

根据 RDF 工厂的能量富余情况，考虑将部分原用于厌氧发酵的有机垃圾也用于 RDF 制造，这样可以提高 RDF 的产量，并实现能量平衡。设调整后用于厌氧发酵的垃圾为 X 吨，用于制造 RDF 的垃圾为 Y 吨，则 X 和 Y 可用以下公式计算：

$$X = \frac{(10\beta_3 - 1)(\beta_1 + \beta_2)\beta_6\beta_7a + 32.4bt}{0.009\beta_4\beta_5\beta_6 + (10\beta_3 - 1)\beta_6\beta_7} \quad (1)$$

$$Y = \frac{0.009\beta_4\beta_5\beta_6(\beta_1 + \beta_2)a - 32.4bt}{0.009\beta_4\beta_5\beta_6 + (10\beta_3 - 1)\beta_6\beta_7} \quad (2)$$

其中： a 为日处理垃圾数量 (吨)

b 为工厂总装机功率 (KW)

t 为工厂平均工作时间 (小时)

β_1 为城市生活垃圾中易生物降解的有机物质比例 (%)

β_2 为城市生活垃圾中不易生物降解的可燃物比例 (%)

β_3 为垃圾含水率 (%)

β_4 为每吨垃圾可以产生沼气数量 (m^3)

β_5 为沼气低位热值 (kJ/m^3)

β_6 为燃气发电机发电效率 (%)

β_7 为干燥机单位热耗 $\text{kJ}/\text{kgH}_2\text{O}$

本例中： a = 200 吨， b = 500KW， t = 8 小时， $\beta_1 = 50\%$ ， $\beta_2 = 30\%$ ， $\beta_3 = 45\%$ ， $\beta_4 = 120 \text{ m}^3$ ， $\beta_5 = 21000\text{kJ}/\text{m}^3$ ， $\beta_6 = 35\%$ ， $\beta_7 = 6000\text{kJ}/\text{kgH}_2\text{O}$

将以上数据代入 (1)、(2) 式可以计算出

$$X = 85.4 \text{ 吨}$$

$$Y = 74.6 \text{ 吨}$$

则将原用于厌氧发酵的有机垃圾中的 14.6t 用于 RDF 制造，整个 RDF 工厂可以实现能量平衡。

RDF 生产工艺流程图如图 2 所示。

最终，在可调模式下，RDF 的产量为：

$$74.6 \times 55\% / 90\% \times 110\% = 50.1\text{t} \quad (\text{考虑添加剂 CaO 的量为 RDF 的 } 10\%)$$

由上述计算可得，200t 生活垃圾最终生产 RDF 的量为 50.1t。

上述的详细描述仅是示范性描述，本领域技术人员在不脱离本发明所保护的范 围和精神的情况下，可根据不同的实际需要设计出各种实施方式和能量配 比。

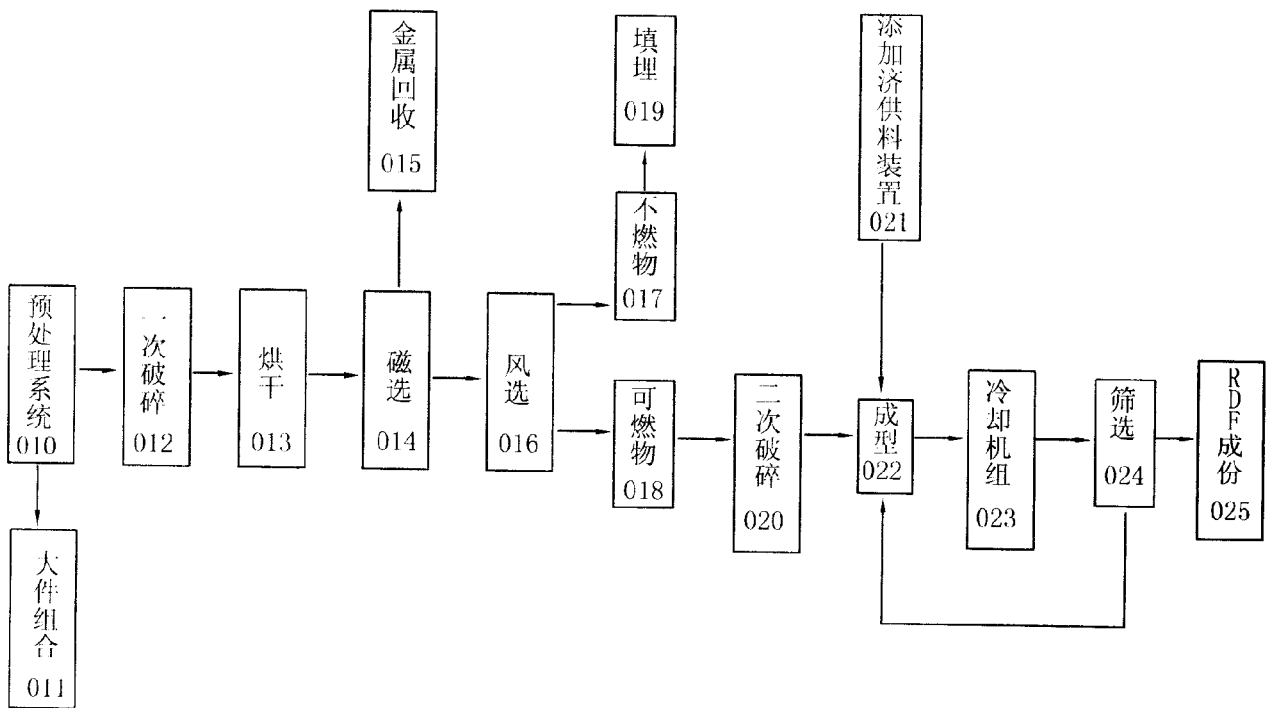


图 1

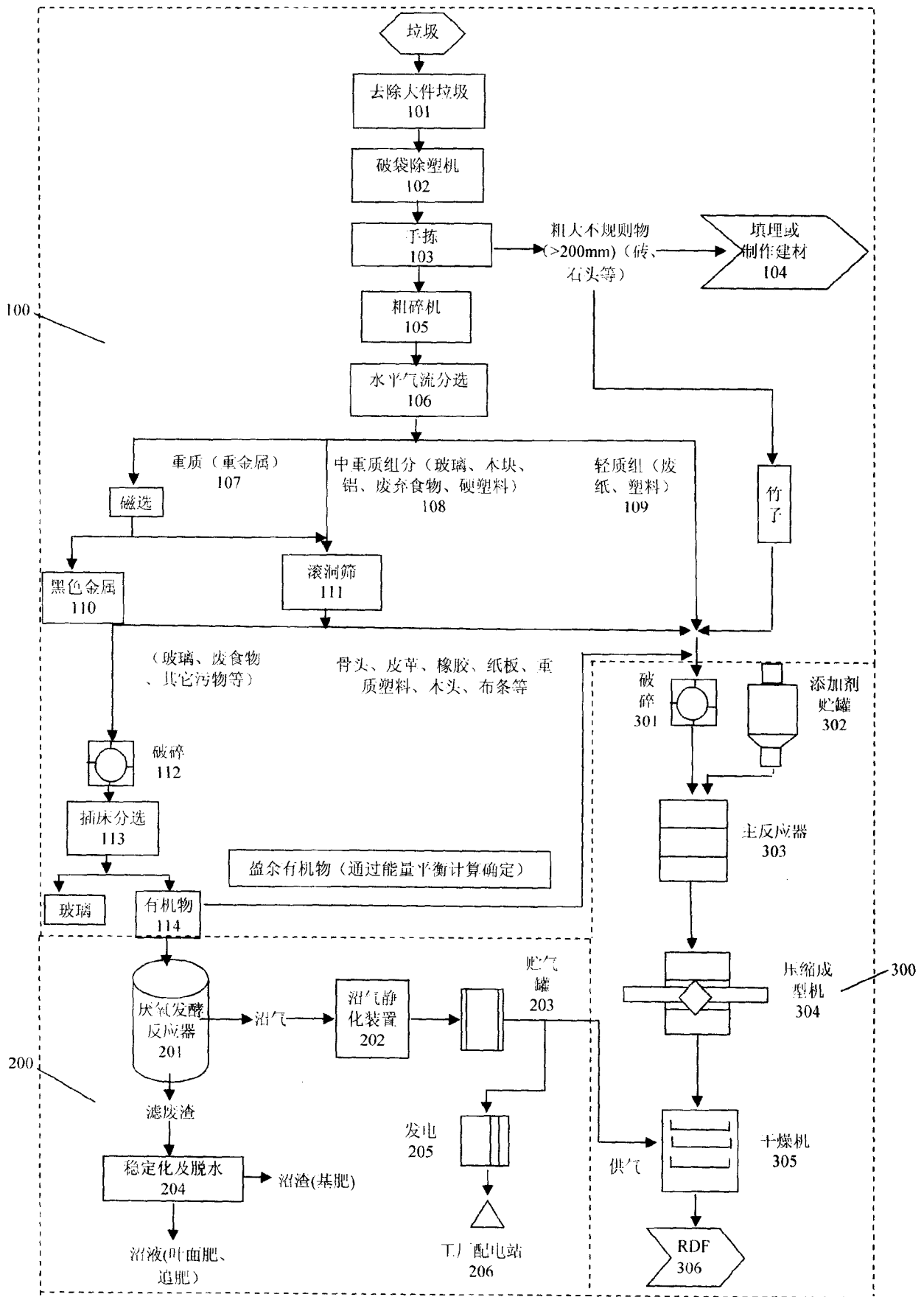


图2