



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101992204 B

(45) 授权公告日 2015. 12. 16

(21) 申请号 201010540643. 7

JP 2000065476 A, 2000. 03. 03, 全文.

(22) 申请日 2010. 11. 01

JP 2007167782 A, 2007. 07. 05, 全文.

(73) 专利权人 矫学真

审查员 王中琼

地址 116021 辽宁省大连市沙河口区正仁街
1 号楼 1 门 202

专利权人 矫学成 矫捷

(72) 发明人 矫学真 矫学成 矫捷

(51) Int. Cl.

B09B 3/00(2006. 01)

B09B 5/00(2006. 01)

B03B 7/00(2006. 01)

C02F 9/10(2006. 01)

C05F 9/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 100999673 A, 2007. 07. 18,

CN 101352721 A, 2009. 01. 28,

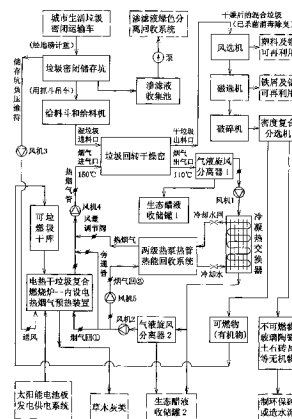
权利要求书1页 说明书7页 附图5页

(54) 发明名称

城市生活垃圾和污水污泥资源生态分离回收工艺

(57) 摘要

本发明公开了一种“城市生活垃圾和污水污泥资源生态分离回收工艺”-垃圾处置的新方式。传统的垃圾填埋、堆肥、焚烧,造成大气环境污染和资源能源浪费。本发明是一个由干燥窑、蒸发液回收装置和燃烧炉组成的用于垃圾“干燥-醋液回收-干烧”工艺的烟气密闭循环系统;垃圾先入干燥窑熏馏干燥;再由冷凝器和旋风器对出窑烟气中的蒸发液进行回收并精制成生物醋液;出窑干垃圾回收再利用。本绿色分离工艺可抑制二噁英生成,烟气和蒸发液不排往大气而资源全回收,实现了垃圾处置零排放和资源资源化。



1. 一种城市生活垃圾和污水污泥资源生态分离回收工艺,包括垃圾干燥窑、冷凝热交换器、燃烧炉,其特征在于:将上述设备通过管路连接组成欠氧烟气密闭循环系统,即燃烧炉的烟气出口与垃圾干燥窑的烟气进气口相连接,垃圾干燥窑的烟气出气口与冷凝热交换器的烟气进口相连接,冷凝热交换器的烟气出口又与燃烧炉的烟气进口相连接;对垃圾进行熏馏,对垃圾蒸发液进行冷凝回收:将垃圾输送到垃圾干燥窑中,用燃烧炉产生的热烟气对垃圾进行熏馏干燥,干燥过程的烟气温度的为 $110 \sim 150^{\circ}\text{C}$,使得垃圾在干燥、固液分离的同时既得到杀菌消毒除臭,又不发生燃烧反应,垃圾中的水分在热烟气的作用下受热蒸发而进入烟气中,又随烟气进入冷凝热交换器被冷凝回收得到“生态醋液”,冷凝热交换器出口处已被冷凝脱水的烟气通过管路返回燃烧炉,再次被加热升温后送入干燥窑做下一次传热传质循环,如此循环不已;而干燥窑中的垃圾被熏馏干燥后得到“可燃干垃圾”,如此,含水易腐有机物被生态分离成“生态醋液”和“可燃干垃圾”两种资源产品;在用于制备循环热烟气的燃烧炉内设置电热烟气预热装置以预热一定量空气和循环烟气温度到 900°C 以上喷入燃烧炉,维持可燃干垃圾高温贫氧干烧,避免垃圾焚烧产生二噁英,系统为密闭循环式,不向大气环境排放烟气和垃圾蒸发液。

2. 根据权利要求 1 所述的城市生活垃圾和污水污泥资源生态分离回收工艺,其特征在于:所述燃烧炉为干燥窑中的垃圾熏馏干燥制备循环热烟气,是为垃圾干燥提供热源的装置,其热源特征为如下四种的任意一种:①可燃干垃圾作燃料和太阳能光伏发电系统供电的电热可燃干垃圾复合燃烧炉,②可燃干垃圾和燃煤作燃料的混合燃烧炉,③太阳能光伏发电系统供电的电热炉,④来自于水泥回转窑工艺、火电站汽轮机、各种锅炉和炉窑的温度为 150°C 以上的废气、乏汽加干垃圾燃烧炉。

城市生活垃圾和污水污泥资源生态分离回收工艺

【技术领域】

[0001] 本发明涉及一种城市生活垃圾和污水污泥无害化、资源能源化处理方式、工艺及设备（以下除注明外“城市生活垃圾和污水污泥”简称为垃圾）。本发明属于污染生态学、绿色分离工程、固体废弃物无害化处置、城市生活垃圾处置、再生资源、可再生能源等技术领域。

【背景技术】

[0002] 现阶段的城市生活垃圾处置的主要方式有：卫生填埋、堆肥、焚烧发电三种。卫生填埋需占用大量的土地，且有渗滤液渗漏和有害气体排放等极易污染地下水和居住环境；堆肥由于难以生产出优质肥料而基本没有发展前景；垃圾焚烧发电会造成大量烟气污染，特别是易产生“二噁英”（致癌物质），且焚烧发电成本昂贵，能量转换效率低。传统的城市生活垃圾焚烧处置过程具备生成二噁英的条件，因此出口烟气中的二噁英含量较高。大气环境中的二噁英 90% 来源于城市垃圾焚烧。一些垃圾焚烧发展较早的国家和地区，已深受二噁英其害。因此说，卫生填埋、堆肥和焚烧发电都不是理想的垃圾处置方式，均有其致命的弊端。

[0003] 发达国家在垃圾以填埋为主转向以焚烧为主方面先行了若干年，近年来发现了二噁英等致命的危害，正以怀疑的态度重新审视垃圾焚烧的技术“先进性”。发展中国家现在仍以填埋为主，但焚烧处置的比例在逐年增加，在焚烧的“友好性”倍受争议的困惑中发展着“焚烧”事业。毋庸置疑，传统的垃圾焚烧继续发展，后果只能是二噁英成倍增长，地球的生态环境和人们的生存环境将遭到严重破坏。这将是人类社会持续发展的最大的风险——“生态灾难”。

【发明内容】

[0004] 本发明要解决的垃圾焚烧的技术问题是：①垃圾焚烧产生二噁英；②垃圾蒸发液排往大气。传统的垃圾焚烧为湿烧，垃圾干燥和燃烧过程是在同一炉内进行的，干燥和初始燃烧段炉膛温度较低，当处于 800℃ 以下（特别是在 250℃～600℃ 之间）时，有水蒸汽和氧气的不完全燃烧极易产生二噁英；从干燥到燃烧的过程中，垃圾中的水分基本上是在焚烧炉中蒸发成水蒸汽后随烟气排放到大气中，造成大气环境污染和资源能源浪费。

[0005] 本发明是关于“城市生活垃圾和污水污泥资源生态分离回收工艺及设备”，是城市生活垃圾和污水污泥生态化（无害化和资源能源化）处置的一种新方式，即垃圾“资源生态分离回收处置法”或“干燥-醋液回收-干烧”法，或简称为“醋液回收法”。（本发明对垃圾资源分离回收是无害化绿色分离，可称之为生态分离。由此回收得到的经过烟气熏馏的垃圾蒸发液是以醋酸等有机酸为主要成分的资源物质，可称之为资源“醋液”或“生态醋液”，本发明的垃圾绿色分离工艺可获得生态醋液和可燃干垃圾等产品，故称之为“醋液回收法”）。

[0006] 本发明的工艺特征，即本发明是由下述工艺过程组成和实现的：

[0007] (1)、设置一个由垃圾干燥窑、垃圾蒸发液冷凝回收装置（如气液旋风分离器和冷凝热交换器等）、生态醋液过滤收储装置、燃烧炉、太阳能光伏发电供电系统、两级热泵热管余热回收系统（以下简称为热泵热管系统）等组成的用于垃圾“干燥-醋液回收-干烧”的“欠氧烟气密闭循环系统”。

[0008] (2)、首先将湿垃圾输送到垃圾干燥窑中熏馏干燥。干燥窑中用于干燥垃圾的热源的来源有四：①来自于以可燃干垃圾（本发明的第一产品）作燃料和太阳能光伏发电系统供电的电热可燃干垃圾复合燃烧炉（该炉内设置有电热烟气预热装置）；②来自于以可燃干垃圾和燃煤等作燃料的燃烧炉；③太阳能光伏发电系统供电的电热炉；④来自于其它工业生产工艺过程的热烟气。热源方式的不同将本发明的具体实施方式分为多种。

[0009] (3)、干燥过程的烟气温度为 $110 \sim 150^{\circ}\text{C}$ （最高不超过 200°C ）。这样的温度使得垃圾在干燥、固液分离的同时既得到杀菌消毒除臭，又不发生燃烧反应，避免垃圾湿烧产生二噁英。

[0010] (4)、对干燥过程中蒸发到热气流中的垃圾蒸发液用前置气液旋风分离器和水-气间壁式冷凝热交换器进行离心和冷凝回收，并经静置、过滤及再蒸馏等精制工艺制成“生态醋液”（本发明的第二产品）。本发明的“生态醋液”抗菌除臭功能极强，首先是一种良好的抗菌除臭剂。

[0011] (5)、冷凝热交换器的冷却水带走的热量用热泵热管系统回收利用。热管和两级热泵可让冷却水降温循环使用，并将热量转送给流经热管热端侧的循环烟气，使其温度达到 150°C 以上，被热泵热管系统加热的烟气作干燥窑中循环烟气的一部分来循环干燥干燥窑中的湿垃圾。

[0012] (6)、经冷凝热交换器脱水的烟气进入后置气液旋风分离器进一步脱水，再次回收“生态醋液”。气液旋风分离器出口已脱水烟气通过管路又返回电热复合燃烧炉（或燃烧炉，或电热炉，或与新工艺烟气混合调节温度），再次被加热升温后送入干燥窑做下一次传热传质循环。

[0013] (7)、从干燥窑出来的干垃圾在无菌无臭无水的情况下进行机电自动“风选”、“磁选”、“破碎”和“密度复合分选”等工序，分类回收为可再利用、可燃和不可燃等三类无害无毒资源物质分别加以利用。其中可燃干垃圾可输送到本系统的复合燃烧炉中“干烧”，加热循环烟气至高温。高温烟气经燃烧炉出口与旁通烟气混合调温后，再与热泵热管系统加热的烟气混合送入干燥窑中熏馏干燥垃圾。如此干燥湿垃圾燃干垃圾，烟气不断循环传热传质。本工艺过程得到的可燃干垃圾产品也可作为各种锅炉、火力发电或水泥回转窑的一般燃料。

[0014] (8)、本发明用于制备循环热烟气的燃烧炉炉膛的燃烧状态为高温贫氧燃烧，即无焰燃烧。设置太阳能光伏发电供电系统为本发明的“电热可燃干垃圾复合燃烧炉”的“电热烟气预热装置”供电，预热一定量空气和循环烟气温度到 900°C 以上喷入燃烧炉，维持贫氧状态，同时将可燃干垃圾输送到高温气流中干烧。太阳能电与干垃圾共同作热源可节省煤炭资源，且有利于维持欠氧密闭循环系统中有机物的高温贫氧燃烧。循环烟气被加热后再送入干燥窑中熏馏干燥湿垃圾，如此循环不已。实施以上工艺过程，垃圾处置可实现无害化和资源资源化。

[0015] 如上所述，本发明解决的垃圾焚烧的两个重要理论和技术问题是：①垃圾焚烧产

生二噁英；②垃圾蒸发液排往大气。我们发现：温度、氧和水蒸汽（当然还有氯、铜和铁离子等）是二噁英生成的重要影响因素，因此，在本发明的“欠氧烟气密闭循环系统”中，垃圾的干燥和燃烧分别在系统中的干燥窑和燃烧炉两个不同的装置中分别进行，即垃圾干燥和燃烧实施两套设备、两套工艺，干燥窑内干燥温度在 200℃ 以下，系统为欠氧烟气密闭循环式，燃烧炉变垃圾湿烧为干烧无水蒸汽因素影响等工艺从根本上抑制了二噁英的生成。这就是说，传统的垃圾焚烧（湿烧）易产生二噁英；本发明的垃圾“干燥-醋液回收-干烧”工艺杜绝垃圾湿烧，实施先干燥后干烧，不易产生二噁英。另一方面，在传统的焚烧过程中，垃圾中的水分基本上是在焚烧炉中蒸发后随烟气排放到大气中去了，造成大气环境污染和资源能源浪费；本发明将垃圾中含水易腐有机物生态分离（即绿色分离），分离成以醋酸为主要成分的醋酸液和无害干燥物并分别回收，得到“生态醋液”和“可燃干垃圾”等资源产品。

[0016] 本发明在处置城市生活垃圾和污水污泥方面的技术特点是：垃圾含水不焚烧—干燥，垃圾焚烧不含水—干烧。有别于传统的垃圾焚烧，垃圾干燥、燃烧实施两套设备、两套工艺，分别为“干燥”和“干烧”，在“干燥”与“干烧”工序之间设置冷凝热交换器和气液旋风分离器等资源“醋液”回收装置。在既不产生二噁英等有害物，又能对混合垃圾进行彻底的干燥杀菌消毒除臭的情况下，把垃圾蒸发液回收制成用途广泛的资源“醋液”，即“生态醋液”。

[0017] 本发明的垃圾“资源生态分离回收法”是一种绿色分离新工艺，它变“易腐”为“不腐”，变“两废”为“两宝”。研究表明：①垃圾干燥和干烧过程都可实现不产生二噁英；②垃圾蒸发液可不排往大气环境，而是经杀菌消毒除臭后回收制成“生态醋液”产品。本发明可根治垃圾污染，不产生有害物，也不排放有害物（包括二氧化硫、氮氧化物、二氧化碳、一氧化碳等均“零排放”）。绿色分离实现了垃圾处置无害化和资源资源化。生产环境也是无臭无烟无尘。本发明的垃圾“资源生态分离回收处置法”和“生态醋液”的“生态”之意就在于此，绿色分离得到绿色醋液和绿色可燃物等。或者说，生态分离得到生态醋液和生态可燃物等。

【附图说明】

[0018] 下面参照附图结合实施例对本发明作进一步的说明。

[0019] 图 1 为本发明垃圾资源生态分离回收处置法工艺流程示意图 1。

[0020] 图 2 为本发明垃圾资源生态分离回收处置法工艺流程示意图 2。

[0021] 图 3 为本发明垃圾资源生态分离回收处置法工艺流程示意图 3。

[0022] 图 4 为本发明垃圾资源生态分离回收处置法工艺流程示意图 4。

[0023] 图 5 为本发明垃圾资源生态分离回收处置法工艺工作原理示意图。

[0024] 图 1 所示的本发明垃圾资源生态分离回收处置法工艺流程中，干燥窑中用于熏馏干燥垃圾的热烟气（即热源）来自于以可燃干垃圾（本发明的第一产品）作燃料和太阳能光伏发电系统供电的电热可燃干垃圾复合燃烧炉。

[0025] 图 2 所示的本发明垃圾资源生态分离回收处置法工艺流程中，干燥窑中用于熏馏干燥垃圾的热烟气来自于以可燃干垃圾和燃煤等作燃料的混合燃烧炉。

[0026] 图 3 所示的本发明垃圾资源生态分离回收处置法工艺流程中，干燥窑中用于熏馏干燥垃圾的热烟气来自于太阳能光伏发电系统供电的电热炉。

[0027] 图 4 所示的本发明垃圾资源生态分离回收处置法工艺流程中,干燥窑中用于熏馏干燥垃圾的热烟气来自于其它工业生产工艺过程的热烟气(废气或乏汽)加干垃圾燃烧炉。

[0028] 图 5 是图 1 所示工艺的工作原理示意图,是本发明垃圾资源生态分离回收处置法工艺工作原理示意图之一(图 2~图 4 所示工艺的工作原理示意图请参照图 5,在此省略)。

【具体实施方式】

[0029] 本发明的具体实施方式有四,分别如本『说明书』「步骤(2)」和「附图说明」及本『说明书附图』中的图 1~图 4 所述。四种方式的主要区别是垃圾干燥窑中用于熏馏干燥垃圾的热源的来源不同。作为具体实施例之一,下面着重介绍一下图 1 和图 5 所示的实施方式。

[0030] 图 5 为本发明垃圾资源生态分离回收处置法工艺工作原理示意图。图 5 所示的本发明垃圾资源生态分离回收处置法工艺流程中,干燥窑中用于熏馏干燥垃圾的热源来自于以可燃干垃圾作燃料和太阳能光伏发电系统供电的电热可燃干垃圾复合燃烧炉。

[0031] 如图 5 所示,本发明的垃圾“资源生态分离回收处置法”工艺流程包括如下步骤:(1)、设置一个由垃圾干燥窑 1、垃圾蒸发液冷凝回收装置(气液旋风分离器 21、23 和冷凝热交换器 3)、生态醋液收储罐 41、42、复合燃烧炉 5、太阳能光伏发电供电系统 6、两级热泵热管系统 10 等组成的用于垃圾“干燥-醋液回收-干烧”的“欠氧烟气密闭循环系统”。(2)、将湿垃圾经垃圾储存给料系统 8 输送到垃圾干燥窑 1 中熏馏干燥。(3)、垃圾干燥窑 1 内的烟气温度为 110~150℃。(4)、对干燥窑内的干燥过程中蒸发到烟气中的垃圾蒸发液用气液旋风分离器 21 和水-气间壁式冷凝热交换器 3 进行离心回收和冷凝回收,然后分别经疏水器 25、34 和过滤器 26、35 等装置回收资源醋液到收储罐 41 和 42 中。(5)、冷凝热交换器 3 的冷却水带走的热量用两级热泵热管余热回收系统 10 回收,用于加热烟气循环回路②的烟气,被加热的烟气作干燥窑中循环烟气的一部分与来自复合燃烧炉 5 的循环回路①的热烟气混合后送入干燥窑 1,循环干燥窑内的湿垃圾。(6)、经冷凝热交换器 3 脱水的烟气进入气液旋风分离器 23 进一步脱水,经疏水器 27 和过滤器 28 等装置再次回收资源醋液到收储罐 42 中。气液旋风分离器 23 出口已脱水的烟气通过管路一部分返回电热复合燃烧炉 5(烟气循环回路①),另一部分返回热泵热管系统 10(烟气循环回路②)进行下一次传热传质循环。(7)、干燥后的垃圾经干燥窑 1 的干垃圾出口出料后,在无菌无臭无水的情况下进行机电自动“风选”111、“磁选”112、“破碎”113 和“密度复合分选”114 等,分类回收为可再利用物 115 及 116、可燃物 117 和不可燃物 118 等三类无害无毒资源物质分别加以利用。其中可燃干垃圾 117 可输送到本系统的电热可燃干垃圾复合燃烧炉 5 中干烧,加热循环烟气,复合燃烧炉 5 出口热烟气(烟气供管①)与热泵热管系统 10 加热的烟气(烟气供管②)混合后送入干燥窑 1 中熏馏干燥垃圾,如此热烟气经两个回路不断循环利用。(8)、设置太阳能光伏发电供电系统 6 为电热可燃干垃圾复合燃烧炉 5 内的电热烟气预热装置 51 供电,预热一定量空气和循环烟气温到 900℃以上喷入燃烧炉,维持可燃干垃圾高温贫氧干烧。烟气循环回路①的烟气被加热后送入干燥窑 1 中干燥湿垃圾。旁通管 18 的作用是通过调整旁通烟气的比例来调节进入干燥窑的烟气温度。实施以上步骤的工艺过程,可实现垃圾资源绿色分离—无害化和资源资源化处置。

[0032] 以上是本发明的具体实施方式之一,另外三种实施方式请参考图 2~图 4 及图 5。下面简要介绍一下本发明的主要设备的特征。

[0033] (1)、垃圾回转干燥窑:本发明工艺系统中的垃圾干燥窑 1 的特征是卧式圆筒回转式,也可以是外壳不转而设内转子搅拌器以搅拌湿垃圾。干燥窑圆筒的直径及长度根据垃圾处理量确定。干燥窑设湿垃圾进料口 11、干垃圾出料口 12、烟气进气口 13 和烟气出气口 14,回转干燥窑下部设有托轮和驱动系统,转数为小于 1 转/分。垃圾干燥窑圆筒内壁设防腐涂层,并设置一定数量的径向拖料板,以保证被干燥垃圾在筒内得到较好的搅拌、翻动,以提高干燥效率。圆筒外壁设保温。烟气与垃圾物料的流动特征可以同向(顺流式),也可以相向(逆流式)。干燥窑内设压力、温度和湿度等自动检测和防燃防爆装置和视频监控系統。垃圾干燥窑内的烟气温度不超过 200℃,垃圾在干燥窑内只干燥不燃烧。

[0034] (2)、气液旋风分离器:气液旋风分离器 21 和 23 的特征为开孔内筒式高效低阻旋风分离器,兼有除尘和除液的功能。旋风分离器的排尘、排液均为自动控制。排液须分别经疏水器 25、27 和过滤器 26、28 后进入醋液收储罐 41、42。

[0035] (3)、冷凝热交换器:冷凝热交换器 3 在烟气循环回路中是串接在气液旋风分离器 21 和 23 之间的。其特征为高效翅片式不锈钢制热交换器,壳程走烟气,管程走冷却水。冷凝器的作用是用管程的循环冷却水维持热交换器内的翅片表面较低的温度,壳程烟气中的水蒸气与低于其露点温度的翅片冷表面接触时,就会结露。这样,烟气中的水蒸气就会凝结成水而析出。最后经疏水器 34 和过滤器 35 等装置被收集到生态醋液收储罐 42 中。收储罐中的生态醋液经静置、过滤及再蒸馏等精制工艺,制成生态醋液产品。

[0036] (4)、燃烧炉及热源装置:燃烧炉是为垃圾干燥提供热源的装置。本发明中为垃圾干燥提供热源的装置的特征为如下四种的任意一种:①可燃干垃圾作燃料和太阳能光伏发电系统供电的电热可燃干垃圾复合燃烧炉,炉内设有电热烟气预热装置(如图 1 和图 5 所示);②可燃干垃圾和燃煤等作燃料的混合燃烧炉(如图 2 所示);③太阳能光伏发电系统供电的电热炉(如图 3 所示);④其它工业生产工艺过程的温度为 150℃以上的废气或乏汽(如来自于水泥回转窑工艺废气、火电站汽轮机的乏汽、各种锅炉和炉窑的排气等)加干垃圾燃烧炉(如图 4 所示)。本发明中各种燃烧炉的工艺和技术特点是:炉内设有电热烟气预热装置,可维持高温贫氧燃烧(无焰燃烧);不焚烧湿垃圾,只燃烧经本工艺的干燥窑干燥了的干垃圾—干烧。且系统为密闭循环式,系贫氧燃烧,风机 52 从垃圾密闭储存坑处引风,维持其负压的同时将有氧臭气送入燃烧炉内燃烧,所送风量只限于燃料的无焰燃烧。进入燃烧炉内的风多为循环烟气,被加热后再进入干燥窑熏馏干燥湿垃圾,如此循环不已。系统不向大气环境排放任何气体。

[0037] (5)、太阳能光伏发电供电和热泵热管系统:太阳能光伏发电供电系统 6 和两级热泵热管余热回收系统 10 应用于垃圾绿色分离工艺是本发明在新能源利用和节能方面的重要特征。前者为燃烧炉 5 内的电热烟气预热装置 51 以及整个工厂供电,电热烟气预热装置的设置有助于复合燃烧炉的高温贫氧燃烧;后者在为冷凝热交换器 3 的管程冷却水的循环利用提供保证的同时,将流经热泵热管系统冷端侧的冷却水的从换热器带走的热量回收传给流经热泵热管系统热端侧的循环烟气,使其温度提高到 150℃以上进入干燥窑循环干燥湿垃圾。太阳能发电和热泵热管系统的应用使本发明垃圾绿色分离的整个工艺过程免用煤炭石油等矿物燃料。

[0038] 以上是本发明的主要设备的工艺特征,下面简要介绍一下实施例系统的物质质量 M、热量 Q 及风量 V 的平衡特征及结果分析。

[0039] (1)、用本发明的垃圾“资源生态分离回收处置法”处置垃圾的物质质量平衡方程式为:

[0040] $M_{\text{湿垃圾}} = (\text{经干燥杀菌消毒除臭} - \text{绿色分离后})M_{\text{醋液}} + M_{\text{可燃}} + M_{\text{不可燃}} + M_{\text{可再利用}}$

[0041] $\rightarrow (\text{可燃干垃圾在本工艺系统的燃烧炉中燃烧后})M_{\text{醋液}} + M_{\text{灰}} + M_{\text{不可燃}} + M_{\text{可再利用}}$

[0042] (式 1)

[0043] 式中: $M_{\text{湿垃圾}}$ —为进入垃圾回转干燥窑 1 的湿垃圾的质量 (kg);

[0044] $M_{\text{醋液}}$ —为回收的垃圾蒸发液即资源醋液的质量 (kg);

[0045] $M_{\text{可燃}}$ 、 $M_{\text{不可燃}}$ 、 $M_{\text{可再利用}}$ —分别为干燥后的干垃圾分类出来的可燃干燥物、不可燃干燥物和可回收再利用干燥物的质量 (kg);其中, $M_{\text{不可燃}}$ 多为玻璃陶瓷和土石砖瓦等不可燃无机物, $M_{\text{可再利用}}$ 多为铁屑、铝、铜及塑料等可再利用物质。

[0046] $M_{\text{灰}}$ —为可燃干燥物 ($M_{\text{可燃}}$) 在复合燃烧炉 5 中燃烧后残留的草木灰类的质量 (kg)。

[0047] (2)、用本发明的垃圾“资源生态分离回收处置法”处置垃圾的热平衡方程式为:

[0048] $Q_{\text{发电量}} + Q_{\text{可燃}} + Q_{\text{回收}} = Q_{\text{干燥耗}} (Q_{\text{水带走}}) + Q_{\text{炉电耗}} + Q_{\text{它电耗}} + Q_{\text{损}} + Q_{\text{并网}}$

[0049] (式 2)

[0050] 式中: $Q_{\text{发电量}}$ —为太阳能电池板光伏发电系统的总发电量 (kcal);

[0051] $Q_{\text{可燃}}$ —为输入复合燃烧炉中的可燃干垃圾燃烧所放出的热量 (kcal);

[0052] $Q_{\text{回收}}$ —为热泵热管系统从冷却水中回收的热量 (kcal);

[0053] $Q_{\text{干燥耗}}$ —为输入垃圾回转干燥窑中的湿垃圾在其内干燥所消耗的热量 (kcal);

[0054] $Q_{\text{水带走}}$ —为冷却水从冷凝热交换器带走的热量 (kcal), $Q_{\text{干燥耗}} \approx Q_{\text{水带走}}$;

[0055] $Q_{\text{炉电耗}}$ —为太阳能光伏发电系统供给电热可燃干垃圾复合燃烧炉的电量,即该炉的耗电量 (kcal);

[0056] $Q_{\text{它电耗}}$ —为系统其它设备的耗电量 (kcal);

[0057] $Q_{\text{损}}$ —为整个系统的热损失及各项功率损失 (kcal);

[0058] $Q_{\text{并网}}$ —为太阳能光伏发电系统并网卖出电量 (kcal)。

[0059] (3)、用本发明的垃圾“资源生态分离回收处置法”处置垃圾的烟气流量平衡方程式为:

[0060] $V_{\text{干燥窑}} = V_{\text{燃烧炉}} + V_{\text{热泵}}$ (式 3)

[0061] 式中: $V_{\text{干燥窑}}$ —为流经垃圾回转干燥窑的烟气流量,即总循环烟气量 (立方米/秒);

[0062] $V_{\text{燃烧炉}}$ —为流经电热可燃干垃圾复合燃烧炉的烟气流量,即循环回路① (立方米/秒);

[0063] $V_{\text{热泵}}$ —为流经热泵热管系统热端的烟气流量,即循环回路② (立方米/秒);

[0064] 式 1 的等号右侧共有 4 项,其中前两项生态醋液和可燃干燥物正是本发明垃圾处

置过程得到的两项有价值的产品。经烟气熏馏和精加工的生态醋液是多机能、多用途产品。经本研究的化学检测,其主要成分为水、有机酸、酚类、酮类、醇类等物质。试验表明:生态醋液是一种良好的“除臭剂”,抗菌除恶臭效果极佳,具有极好的除臭、杀菌、驱虫、防蚁、防蝇等功效。可燃干燥物基本上都是有机物,由于已被充分干燥,其热值约为 8000Kcal/kg,高于标准煤。如上所述,可就地送入燃烧炉中“干烧”,制备烟气送入干燥窑干燥湿垃圾,这样的工艺过程不产生二噁英,且避免了垃圾蒸发液排放到大气环境所造成的污染和能源浪费。可燃干燥物干烧后,其残留物只是极致缩量的草木灰。本发明实施例表明:100kg 厨余垃圾经资源绿色分离,回收资源醋液 70kg,占 70%,得到可燃干垃圾 13kg,占 13%。这 13kg 可燃干垃圾干烧后残留的草木灰的重量仅 1kg 左右,即占比约 1%。当然,草木灰是很好的肥料,不用填埋。而等号右侧后两项玻璃陶瓷、土石砖瓦等不可燃无机物和铁、铜及塑料等可回收物也已被干燥杀菌消毒除臭,也均无害无毒,前者可制环保地砖或造水泥,后者可回收再利用。总之,从式 1 中可看出,用本发明的垃圾“资源生态分离回收处置法”处置垃圾没有任何污染转移,且垃圾“干燥-醋液回收-干烧”的结果回收得到了宝贵的资源物质—生态醋液。

[0065] 从式 2 可以看出,本发明处置垃圾过程中电能和热能来源为:太阳能光伏发电、可燃干垃圾燃烧和热泵热管系统的热能回收,没有使用煤炭石油等矿物燃料。在不考虑系统热损失的情况下,也就是从理论上讲,上述 13kg 可燃干垃圾燃烧发热量足以满足干燥 100kg 湿垃圾所需要的热量,即,干燥湿垃圾燃干垃圾足矣(实际上有热损失)。太阳能发电系统供电的电热装置有助于干燥垃圾在复合燃烧炉中实现高温贫氧燃烧。太阳能发电系统和热泵热管系统用于垃圾处置工艺,既实现了垃圾处置“零矿物能耗”,又“零排放”,又资源能源化。

[0066] 式 3 表明,本发明的绿色分离新工艺为“欠氧烟气密闭循环系统”。系统中烟气的循环分为两个回路,即电热可燃干垃圾复合燃烧炉 5 烟气回路①和二级热泵热管系统 10 烟气回路②。两个回路可以同时运行,也可以单独运行。另外,由风机 52 向燃烧炉的送风只限于可燃干垃圾在燃烧炉中无焰燃烧的最低需氧量。本发明的工艺系统不向大气环境排放烟气和垃圾蒸发液,从根本上实现了垃圾处置“零排放”和资源能源化。这是一种垃圾“绿色分离新工艺”。

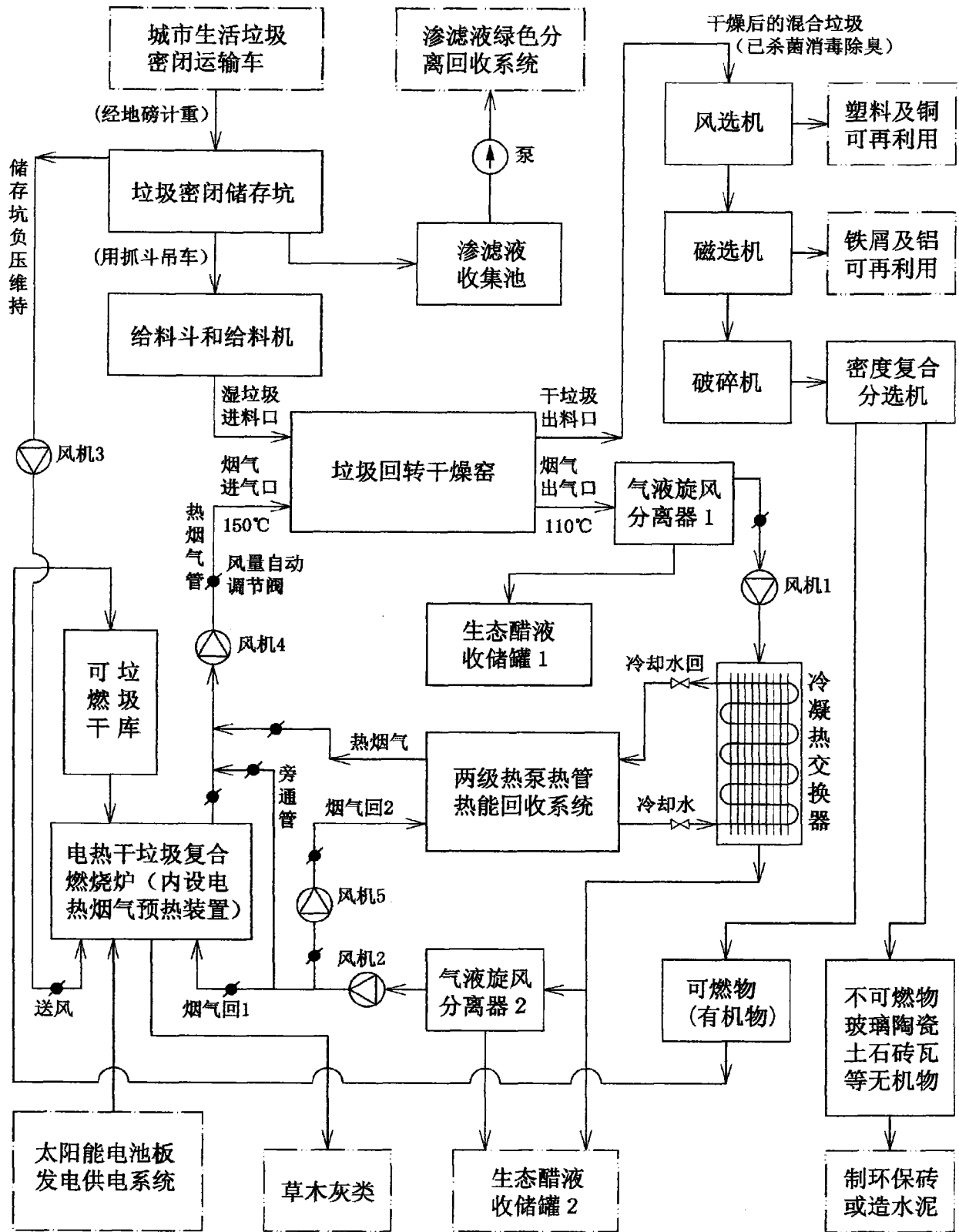


图 1

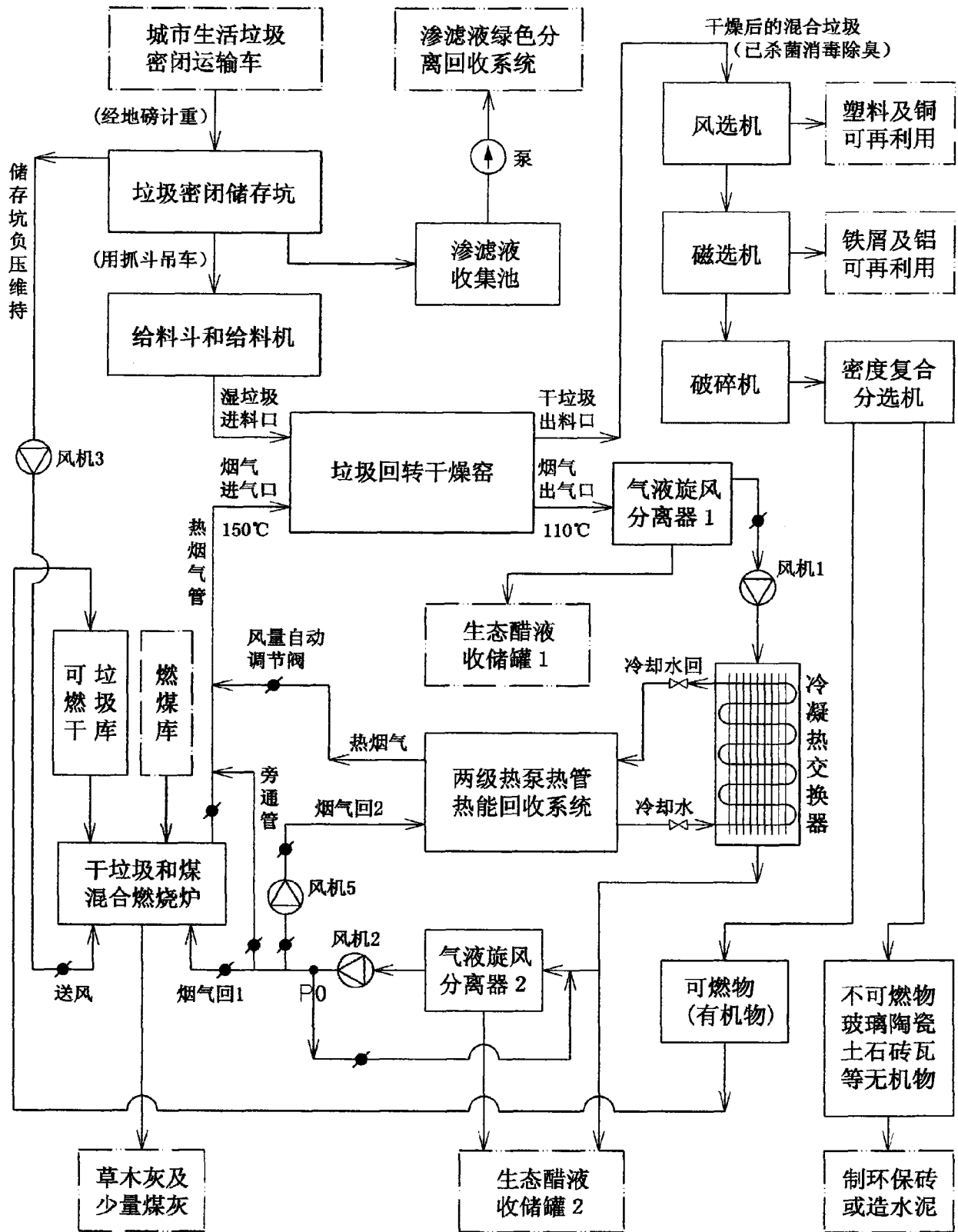


图 2

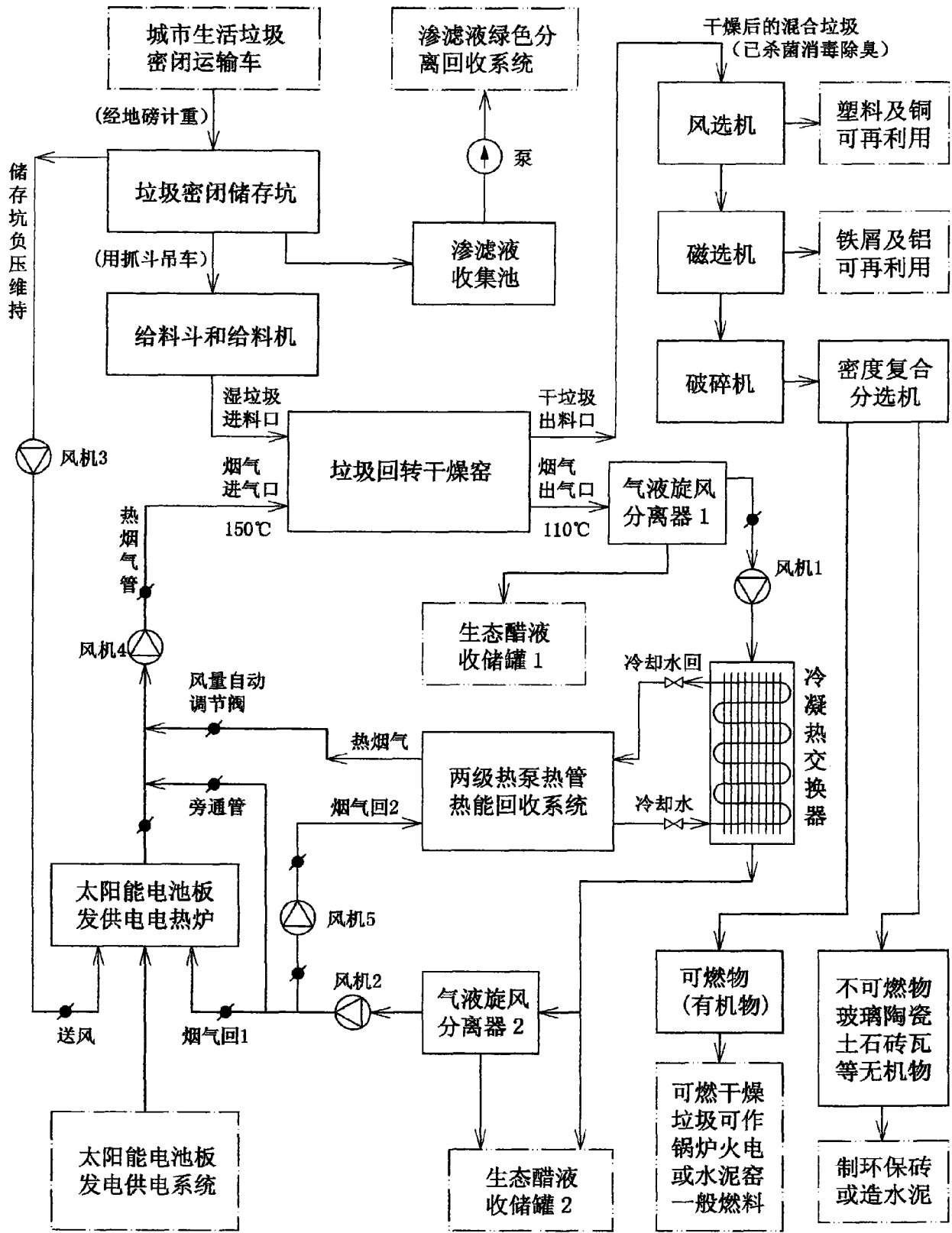


图 3

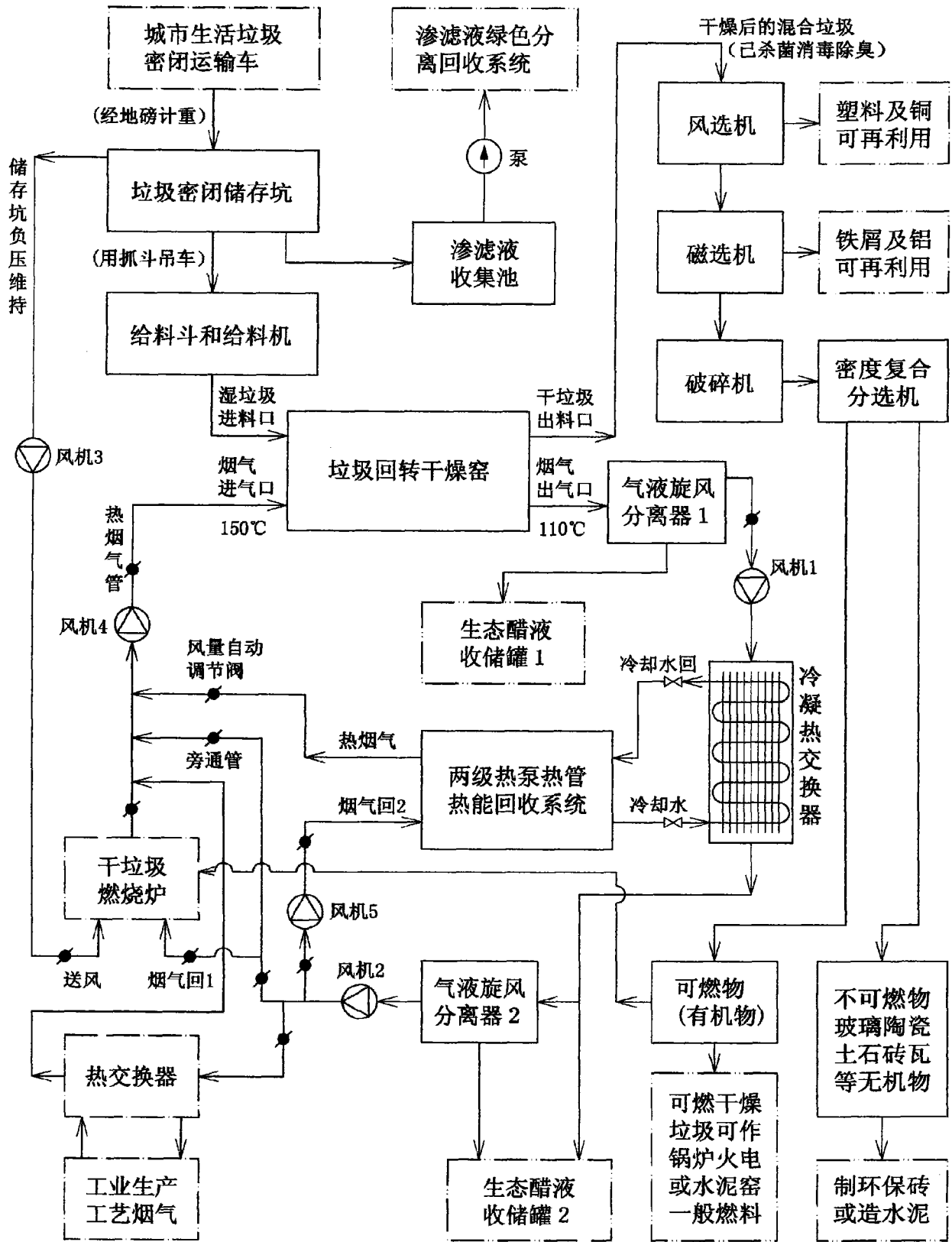


图 4

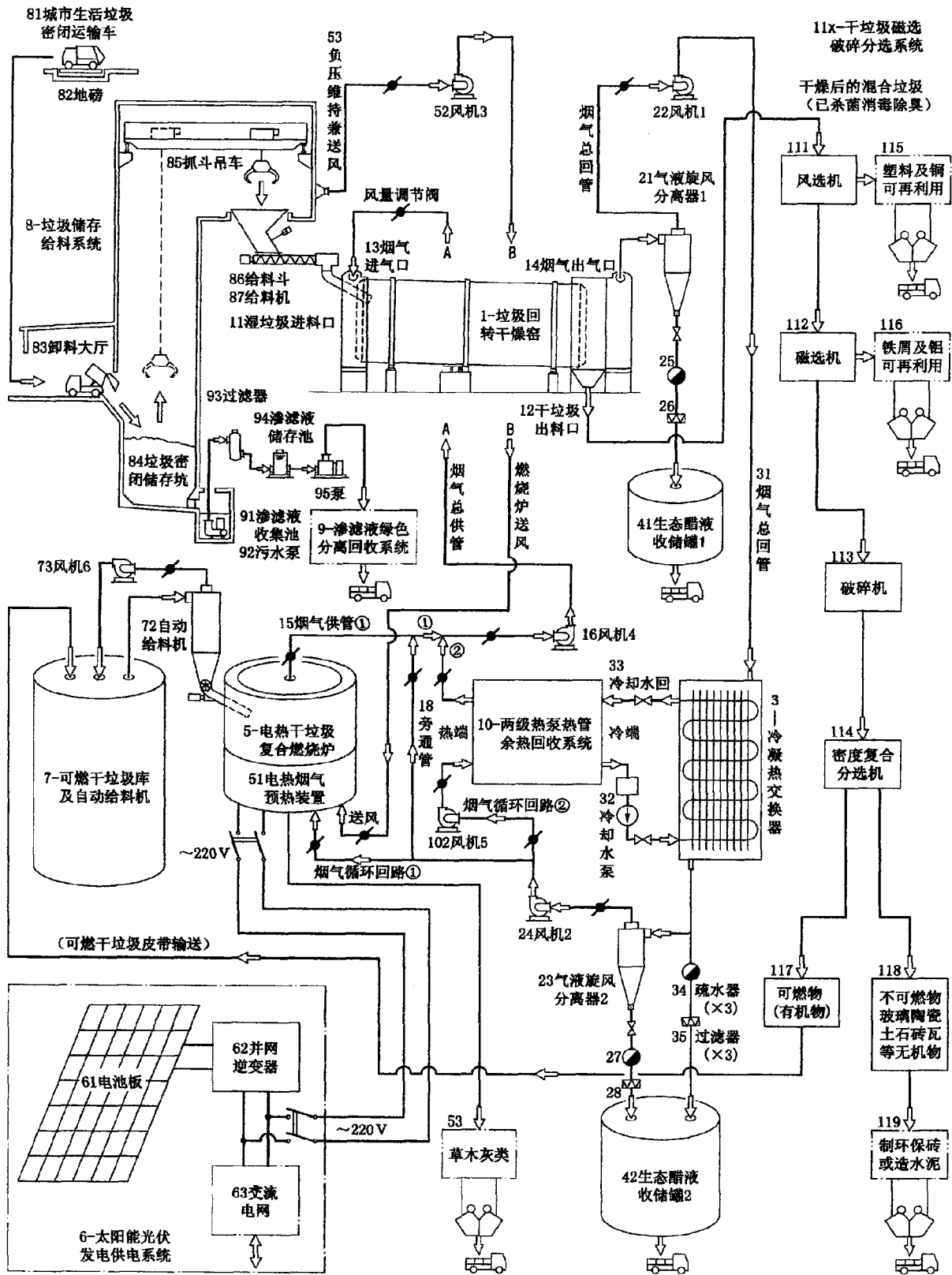


图 5