(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 112877084 A
(43)申请公布日 2021.06.01

(21)申请号 202110076202.4

(22)申请日 2021.01.20

(71)申请人 西北大学
地址 710127 陕西省西安市长安区郭杜镇学府大道一号

(72)发明人 吴乐 雷晴宇 张帅 王玉琪 郑岚 韩小龙

(74)专利代理机构 西安通大专利代理有限责任公司 61200
代理人 马贵香

(51)Int.Cl.
C10B 53/00(2006.01)
C10B 53/02(2006.01)
C10B 53/07(2006.01)
C10G 1/00(2006.01)
C10G 1/02(2006.01)
C10G 1/10(2006.01)
F23G 5/027(2006.01)
F01K 11/02(2006.01)
F01D 15/10(2006.01)
C12P 3/00(2006.01)
C12P 5/02(2006.01)

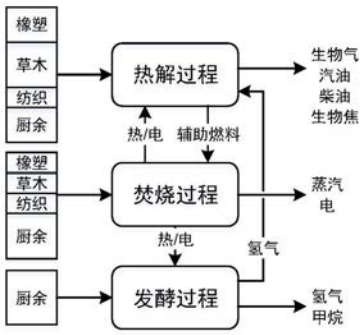
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

自循环、油-电平衡的生活垃圾制备油-电-气-热的方法

(57)摘要

本发明公开了自循环、油-电平衡的生活垃圾制备油-电-气-热的方法；该机制方法将生活垃圾分为厨余垃圾、草木垃圾、橡塑垃圾和纺织垃圾等，其中一部分厨余垃圾、草木垃圾、橡塑垃圾和纺织垃圾在热解装置中热解获得生物质油和气体产品，生物质油在加氢装置中加氢获得燃料油；剩余的草木垃圾、橡塑垃圾和纺织垃圾与一部分厨余垃圾混合在焚烧炉中焚烧获得高温烟气，进而在发电机中发电获得电能和蒸汽产品；剩余的厨余垃圾在发酵罐中发酵获得氢气和甲烷。



CN 112877084 A

1.自循环、油-电平衡的生活垃圾制备油-电-气-热的方法，其特征在于，包括：

步骤1，将生活垃圾分类为厨余垃圾、草木垃圾、橡塑垃圾、纺织垃圾以及可回收垃圾和有害垃圾；所述厨余垃圾分为三部分，草木垃圾、橡塑垃圾和纺织垃圾分为两部分；

步骤2，将第一部分草木垃圾、第一部分橡塑垃圾、第一部分纺织垃圾和第一部分厨余垃圾在热解装置中热解获得生物质油；

步骤3，将生物质油通过两阶段加氢脱除氧杂质获得燃料油；

步骤4，将第二部分草木垃圾、第二部分橡塑垃圾、第二部分纺织垃圾、第二部分厨余垃圾和燃料油在焚烧炉内混合燃烧，获得高温烟气，高温烟气在发电机中发电获得电能和蒸汽；

步骤5，将第三部分厨余垃圾在发酵罐中发酵获得氢气和甲烷；

步骤4中的电能用于驱动步骤2中的热解装置，步骤4获得的氢气用于步骤3中的两端加氢。

2.根据权利要求1所述的自循环、油-电平衡的生活垃圾制备油-电-气-热的方法，其特征在于，步骤2中，热解反应温度为500～550℃，热解反应时间为1.5～2.5s。

3.根据权利要求1所述的自循环、油-电平衡的生活垃圾制备油-电-气-热的方法，其特征在于，步骤2中，生物质油收得率为50～60％，气体产品收得率为10～35％。

4.根据权利要求1所述的自循环、油-电平衡的生活垃圾制备油-电-气-热的方法，其特征在于，步骤3中，第一阶段加氢反应温度为140～180℃，压力为7.5～8.5MPa，液体空速为0.5～1h^{-1}。

5.根据权利要求1所述的自循环、油-电平衡的生活垃圾制备油-电-气-热的方法，其特征在于，第二阶段加氢反应温度为180～250℃，压力为13～14MPa，液体空速均为0.5～1h^{-1}。

6.根据权利要求1所述的自循环、油-电平衡的生活垃圾制备油-电-气-热的方法，其特征在于，步骤3中，每立方米生物质油耗氢量为350～550Nm^3，燃料油收率为50～70％。

7.根据权利要求1所述的自循环、油-电平衡的生活垃圾制备油-电-气-热的方法，其特征在于，步骤4中，焚烧温度为850～950℃。

8.根据权利要求1所述的自循环、油-电平衡的生活垃圾制备油-电-气-热的方法，其特征在于，步骤4中，发电效率为50～60％。

9.根据权利要求1所述的自循环、油-电平衡的生活垃圾制备油-电-气-热的方法，其特征在于，步骤5中，发酵温度为35～39℃，底液循环比为0.3～0.5。

10.根据权利要求1-9任意一项所述的自循环、油-电平衡的生活垃圾制备油-电-气-热的方法，其特征在于，容积产气率为每天每立方米垃圾产生0.7-1.0立方米。

自循环、油-电平衡的生活垃圾制备油-电-气-热的方法

【技术领域】

[0001] 本发明属于生活垃圾利用领域，具体涉及自循环、油-电平衡的生活垃圾制备油-电-气-热的方法。

【背景技术】

[0002] 随着我国经济的发展和城市化进程的加快，生活垃圾的产量急速增长，城市的发展面临着巨大的垃圾处理压力，个别城市已经出现“垃圾围城”的现象。如何高效妥善处理生活垃圾，是当前制约城市发展的主要因素之一。

[0003] 目前，处理生活垃圾的主要方法为有填埋法、焚烧法和堆肥法。然而，这些方法均存在一定弊端：如填埋法垃圾产量剧增已经无地可埋且渗滤液可能污染地下水；焚烧法需要消耗大量的辅助燃料造成处理成本极高；堆肥法占地面积大且效率低。因此，开发新的生活垃圾处理方法迫在眉睫。

【发明内容】

[0004] 本发明的目的在于克服上述现有技术的缺点，提供一种自循环、油-电平衡的生活垃圾制备油-电-气-热的方法，具体提供一种生活垃圾通过热解、焚烧和焚烧进而生产燃料油、燃料气、氢气、电力和蒸汽的工艺流程方法，以解决现有技术中对于种类复杂的生活垃圾，缺乏系统的处理流程方法的技术问题。

[0005] 为达到上述目的，本发明采用以下技术方案予以实现：

[0006] 自循环、油-电平衡的生活垃圾制备油-电-气-热的方法，包括：

[0007] 步骤1，将生活垃圾分类为厨余垃圾、草木垃圾、橡塑垃圾、纺织垃圾以及可回收垃圾和有害垃圾；所述厨余垃圾分为三部分，草木垃圾、橡塑垃圾和纺织垃圾分为两部分；

[0008] 步骤2，将第一部分草木垃圾、第一部分橡塑垃圾、第一部分纺织垃圾和第一部分厨余垃圾在热解装置中热解获得生物质油；

[0009] 步骤3，将生物质油通过两阶段加氢脱除氧杂质获得燃料油；

[0010] 步骤4，将第二部分草木垃圾、第二部分橡塑垃圾、第二部分纺织垃圾、第二部分厨余垃圾和燃料油在焚烧炉内混合燃烧，获得高温烟气，高温烟气在发电机中发电获得电能和蒸汽；

[0011] 步骤5，将第三部分厨余垃圾在发酵罐中发酵获得氢气和甲烷；

[0012] 步骤4中的电能用于驱动步骤2中的热解装置，步骤4获得的氢气用于步骤3中的两端加氢。

[0013] 本发明的进一步改进在于：

[0014] 优选的，步骤2中，热解反应温度为500～550℃，热解反应时间为1.5～2.5s。

[0015] 优选的，步骤2中，生物质油收得率为50～60％，气体产品收得率为10～35％。

[0016] 优选的，步骤3中，第一阶段加氢反应温度为140～180℃，压力为7.5～8.5MPa，液体空速为0.5～1h^{-1}。

[0017] 优选的，第二阶段加氢反应温度为180～250℃，压力为13～14MPa，液体空速均为0.5～1h^{-1}。

[0018] 优选的，步骤3中，每立方米生物质油耗氢量为350～550Nm^3，燃料油收率为50～70％。

[0019] 优选的，步骤4中，焚烧温度为850～950℃。

[0020] 优选的，步骤4中，发电效率为50～60％。

[0021] 优选的，步骤5中，发酵温度为35～39℃，底液循环比为0.3～0.5。

[0022] 优选的，容积产气率为每天每立方米垃圾产生0.7-1.0立方米。

[0023] 与现有技术相比，本发明具有以下有益效果：

[0024] 本发明公开了自循环、油-电平衡的生活垃圾制备油-电-气-热的方法；该机制方法将生活垃圾分为厨余垃圾、草木垃圾、橡塑垃圾和纺织垃圾等，其中一部分厨余垃圾、草木垃圾、橡塑垃圾和纺织垃圾在热解装置中热解获得生物质油和气体产品，生物质油在加氢装置中加氢获得燃料油；剩余的草木垃圾、橡塑垃圾和纺织垃圾与一部分厨余垃圾混合在焚烧炉中焚烧获得高温烟气，进而在发电机中发电获得电能和蒸汽产品；剩余的厨余垃圾在发酵罐中发酵获得氢气和甲烷。针对生活垃圾产量大组成复杂等问题，通过联合热解技术、焚烧技术和发酵技术，以生活垃圾为原料生产油、气、热和电等高价值产品，实现废物的精细利用和高值转化。考虑到热解过程和发酵过程热电需求，热解过程加氢装置氢气需求，焚烧过程辅助燃料需求，通过联合热解过程、焚烧过程和发酵过程变可有效处理生活垃圾。本发明首次提出了联合热解、焚烧和发酵技术进而生产油、气、热、电等产品，对于解决生活垃圾产量大组成复杂等问题具有重要意义。因此，本发明所述的工艺过程可有效解决生活垃圾产量大组成复杂处理难度大等问题，为生活垃圾的资源化利用和无害化处理提供新方案和新思路。

【附图说明】

[0025] 图1为本发明的工艺流程图；

[0026] 图2为本发明的实施例1的物料平衡图；

[0027] 图3为本发明的实施例2的物料平衡图；

[0028] 图4为本发明的实施例3的物料平衡图；

[0029] 图5为本发明的实施例4的物料平衡图；

[0030] 图6为本发明的实施例5的物料平衡图；

【具体实施方式】

[0031] 下面结合附图和具体步骤对本发明做进一步详细描述，本发明公开了自循环、油-电平衡的生活垃圾制备油-电-气-热的方法，参见图1，该方法具体包括以下步骤：

[0032] 步骤1，将收集的生活垃圾在垃圾分离设备中分为厨余垃圾、草木垃圾、橡塑垃圾、纺织垃圾以及可回收垃圾和有害垃圾。

[0033] 步骤2，将步骤1获得的一部分厨余垃圾、草木垃圾、橡塑垃圾和纺织垃圾按一定比例在热解装置，热解获得生物质油和气体产品，厨余垃圾、草木垃圾、橡塑垃圾和纺织垃圾的配比量以及加入量的原则为步骤3中燃料油产量最大，所述气体产品为甲烷、氢气等低分

子烃类，可用作燃料气；热解反应温度为500～550℃，停留时间1.5～2.5s，最终获得生物质油收得率为50～60％，气体产品收得率为10～35％。

[0034] 步骤3，将步骤2制得的生物质油在加氢装置中通过与氢气的反应脱除含氧杂质，以提高生物质油的稳定性和热值，制得燃料油；该加氢装置设有两个阶段加氢反应器，第一阶段加氢反应器反应温度为140～180℃，压力为7.5～8.5MPa，第二段加氢反应器反应温度为180～250℃，压力为13～14MPa，液体空速均为0.5～1h^{-1}，整个过程中每立方米生物质油耗氢量为350～550Nm^3，燃料油收得率为50～70％。

[0035] 步骤4，将步骤1剩余的草木垃圾、橡塑垃圾和纺织垃圾以及一部分厨余垃圾与步骤3获得的燃料油按一定比例在焚烧炉内燃烧，使得烟气进入的发电机量最大，炉膛温度为850～950℃，获得的高温烟气在发电机中发电获得电能和蒸汽，发电效率为50～60％。

[0036] 步骤5，将步骤1所获得的厨余垃圾在发酵罐中发酵获得氢气和甲烷，发酵温度为35～39℃，底液循环比为0.3～0.5，容积产气率为每天每立方米垃圾产生0.7-1.0立方米，所述容积产气率为CH_4和H_2的容积产气率之和。

[0037] 上述步骤中，步骤2制得的生物质油通过加氢能够获得燃料油，步骤4产生的电能能够用于步骤2的热解装置，步骤5产生的氢气能够用于步骤3的加氢装置中，整个方法形成一个自循环、自平衡的过程，相对于已有的单独的垃圾处理途径，该方法通过合理划分和调整，完成了各个步骤之间的循环配合，形成闭环控制，使得生活垃圾被充分利用，减少的污染和后处理。

[0038] 实施例1

[0039] 以某区在1小时内产生的50t垃圾为例进行说明，其中橡塑垃圾10.4t、草木垃圾6.3t、纺织垃圾7.8t、厨余垃圾25.5t，其物料平衡图见图2：

[0040] (1)经过计算和分配，在满足系统的电、气平衡后，为达到燃料油产量最大，各装置的进料关系如下。经过计算和分配，热解装置的进料流率为9.153t/h，其中橡塑垃圾9.153t/h、草木垃圾、纺织垃圾、厨余垃圾的进料均为0t/h，经热解后获得1.373t/h的甲烷、氢气等低烃类生物气，收率为15％，5.034t/h的生物质油，收率为55％，该装置的反应器入口温度(该入口温度为上述的热解反应温度)为550℃，停留时间2.0s。

[0041] (2)由热解装置获得的5.034t/h生物质油经过生物质油加氢装置加氢脱氧后获得燃料油3.322t/h，燃料油收率为66％，该装置的第一段加氢反应器反应温度为150℃，压力为8.3MPa，第二段加氢反应器反应温度为230℃，压力为13.5MPa，两段反应器的液体空速均为0.5h^{-1}；整个过程中每立方米生物质油耗氢量为500Nm^3，热解装置的电耗1992.682kW，生物油通过加氢装置所需的氢耗为1192.682Nm^3/h。

[0042] (3)将剩余的橡塑垃圾1.247t/h、草木垃圾6.3t/h、纺织垃圾7.8t/h以及0t/h厨余垃圾共计15.347t/h的生活垃圾进入焚烧装置中，炉膛温度为850℃，获得高温烟气。焚烧过程消耗0.138t/h的燃料油，垃圾焚烧能产生885.978MJ/h的热值。

[0043] (4)850℃的高温烟气经过锅炉和发电机每小时可获得3384.855kW电能和1405.034MJ/h的蒸汽，发电效率为53％，蒸汽效率为22％。

[0044] (5)将剩余的25.50t/h厨余垃圾放入发酵装置中，经过发酵后可获得7.224Nm^3/h的氢气和9.36Nm^3/h的甲烷。发酵温度为38℃，底液循环比为0.4，氢气的容积产气率为0.34Nm^3/m^3/day，甲烷的容积产气率为0.44Nm^3/m^3/day。发酵装置的发酵过程的电力需求为

816.000kW,分离甲烷和氢气时PSA装置的电耗为576.173kW。每年产品收益能产生的价值为15321.5元。

[0045] 实施例2

[0046] 以某区在1小时内产生的50t垃圾为例进行说明,其中橡塑垃圾10.4t、草木垃圾6.3t、纺织垃圾7.8t、厨余垃圾25.5t,其物料平衡图见图3:

[0047] (1)经过计算和分配在满足平衡关系后,为达到产电量最大,进料关系如下。热解装置的进料流率为0.623t/h,其中橡塑垃圾投入量为0.623t/h,草木垃圾、纺织垃圾、厨余垃圾投料量均为0t/h。经热解后获得0.125t/h的甲烷、氢气等低烃类生物气,收率为20%,0.324t/h的生物质油,收率为52%,该装置的反应器入口温度为530℃,停留时间2.2s。

[0048] (2)由热解装置获得的0.324t/h生物质油经过生物质油加氢装置加氢脱氧后获得燃料油0.214t/h,收率为66%,该装置的第一段加氢反应器反应温度为160℃,压力为8MPa,第二段加氢反应器反应温度为200℃,压力为13MPa,两段反应器的液体空速均为0.8h^{-1};整个过程中每立方米生物质油耗氢量为550Nm^3。热解装置的电耗128.314kW,生物油通过加氢装置所需的氢耗为162.072Nm^3/h。

[0049] (3)将剩余的橡塑垃圾10.4t/h、草木垃圾6.300t/h、纺织垃圾7.177t/h以及0t/h厨余垃圾共计23.877t/h的生活垃圾进入焚烧装置中,炉膛温度为900℃,获得高温烟气。

[0050] (4)900℃的高温烟气经过锅炉和发电机每小时可获得5594.611kW电能和2197.883MJ/h的蒸汽。发电效率为56%,蒸汽效率为22%。燃料油的消耗0.214t/h,垃圾焚烧产生的热值1432.987MJ/h。

[0051] (5)将剩余的25.5t/h厨余垃圾放入发酵装置中,经过发酵后可获得7.224Nm^3/h的氢气和9.36Nm^3/h的甲烷。发酵温度为35℃,底液循环比为0.4,氢气的容积产气率为0.34Nm^3/m^3/day,甲烷的容积产气率为0.44Nm^3/m^3/day。发酵装置的电力需求为816.000kW,PSA装置的电耗为576.173kW。每年产品收益能达到的价值为6298.79元。

[0052] 实施例3

[0053] 以某区在1小时内产生的100t垃圾为例进行说明,其中橡塑垃圾15t、草木垃圾18t、纺织垃圾20t、厨余垃圾47t,其物料平衡图见图4:

[0054] (1)经过计算和分配,在满足系统的油、电平衡后,为达到氢气产量最大,各装置的进料关系如下。在热解装置的进料流率为18.924t/h,其中橡塑垃圾、草木垃圾、厨余垃圾进料均为0t/h,纺织垃圾18.924t/h,经热解后获得1.892t/h的甲烷、氢气等低烃类生物气,收率为10%,11.355t/h的生物质油,收率为60%,该装置的反应器入口温度为500℃,停留时间1.5s。

[0055] (2)由热解装置获得的11.355t/h生物质油经过生物质油加氢装置加氢脱氧后获得燃料油5.677t/h,收率为70%,该装置的第一段加氢反应器反应温度为140℃,压力为7.5MPa,第二段加氢反应器反应温度为180℃,压力为13.2MPa,两段反应器的液体空速均为0.5h^{-1};整个过程中每立方米生物质油耗氢量为350Nm^3,整个热解装置的电耗为4494.757kW,生物油通过加氢装置所需的氢耗为3973.104Nm^3/h。

[0056] (3)将剩余的橡塑垃圾18t/h、草木垃圾15t/h、纺织垃圾1.076t/h以及0t/h厨余垃圾,共计34.076t/h的生活垃圾进入焚烧装置,炉膛温度为850℃,获得高温烟气。整个焚烧过程的燃料油需求为0.305t/h,垃圾焚烧能产生1908.715MJ/h的热值。

[0057] (4)850℃的高温烟气经过锅炉和发电机每小时可获得7060.722kW电能和2824.289MJ/h的蒸汽,发电效率为50%,蒸汽效率为20%。

[0058] (5)将剩余的47t/h厨余垃圾放入发酵装置中,经过发酵后可获得19.584Nm^3/h的氢气和17.616Nm^3/h的甲烷。发酵温度为37℃,底液循环比为0.3,氢气的容积产气率为0.5Nm^3/m^3/day,甲烷的容积产气率为0.45Nm^3/m^3/day。发酵装置的电力需求为1504.000kW,PSA装置的电耗为1061.965kW。

[0059] 在850℃高温的操作条件下,该例在满足平衡关系后氢产量达到0.816Nm^3/h最大时,产生的燃油量5.677t/h和产品收益相对较大时,每年的产品收益能达到的价值为35264.7元。

[0060] 实施例4

[0061] 以某区在1小时内产生的50t垃圾为例进行说明,其中橡塑垃圾10.4t、草木垃圾6.3t、纺织垃圾7.8t、厨余垃圾25.5t,其物料平衡图见图5:

[0062] (1)经过计算和分配,热解装置的进料流率为10.544t/h,其中橡塑垃圾10.400t/h、草木垃圾0t/h、纺织垃圾0.144t/h、厨余垃圾0t/h,经热解后获得3.69t/h的甲烷、氢气等低烃类生物气,收率为35%,5.272t/h的生物质油,收率为50%,该装置的反应器入口温度为520℃,停留时间2.5s。

[0063] (2)由热解装置获得的5.272t/h生物质油经过生物质油加氢装置加氢脱氧后获得燃料油3.480t/h,收率为66%,该装置的第一段加氢反应器反应温度为180℃,压力为8.5MPa,第二段加氢反应器反应温度为250℃,压力为14MPa,两段反应器的液体空速均为1h^{-1};整个过程中每立方米生物质油耗氢量为400Nm^3。热解装置的电耗2086.953kW,生物油通过加氢装置所需的氢耗为2108.811Nm^3/h。

[0064] (3)将剩余的草木垃圾6.3t/h、纺织垃圾7.656t/h共计13.956t/h的生活垃圾进入焚烧装置中,炉膛温度为950℃,获得高温烟气。燃料油的消耗0.125t/h,垃圾焚烧产生的热值796.733MJ/h。

[0065] (4)950℃的高温烟气经过锅炉和发电机每小时可获得3479.126kW电能和2086.953MJ/h的蒸汽。发电效率为60%,蒸汽效率为22%。

[0066] (5)将剩余的25.5t/h厨余垃圾放入发酵装置中,经过发酵后可获得7.224Nm^3/h的氢气和9.36Nm^3/h的甲烷。发酵温度为39℃,底液循环比为0.5,氢气的容积产气率为0.34Nm^3/m^3/day,甲烷的容积产气率为0.44Nm^3/m^3/day。发酵装置的电力需求为816.000kW,PSA装置的电耗为576.173kW,每年产品收益能产生的价值为20762.33元。

[0067] 实施例5

[0068] 以某区在1小时内产生的100t垃圾为例进行说明,其中橡塑垃圾15t、草木垃圾18t、纺织垃圾20t、厨余垃圾47t,其物料平衡图见图6:

[0069] (1)该案例焚烧系统产生的蒸汽量大。垃圾进料满足系统的油、电平衡,焚烧过程产生的蒸汽量大,各装置的进料关系如下。在热解装置的进料流率为1.573t/h,其中橡塑垃圾、草木垃圾、厨余垃圾进料均为0t/h,纺织垃圾1.573t/h,经热解后获得0.154t/h的甲烷、氢气等低烃类生物气,收率为10%,0.922t/h的生物质油,收率为60%,该装置的反应器入口温度为550℃,停留时间1.5s。

[0070] (2)由热解装置获得的0.922t/h生物质油经过生物质油加氢装置加氢脱氧后获得

燃料油0.461t/h，收率为50％，该装置的第一段加氢反应器反应温度为150℃，压力为7.5MPa，第二段加氢反应器反应温度为230℃，压力为13.8MPa，两段反应器的液体空速均为0.5h^{-1}；整个过程中每立方米生物质油耗氢量为400Nm^3，整个热解装置的电耗为365.063kW，生物油通过加氢装置所需的氢耗为414.997Nm^3/h。

[0071] (3)将剩余的橡塑垃圾18t/h、草木垃圾15t/h、纺织垃圾18.464t/h以及0t/h厨余垃圾，共计34.076t/h的生活垃圾进入焚烧装置，炉膛温度为900℃，获得高温烟气。整个焚烧过程的燃料油需求为0.461t/h，垃圾焚烧能产生3023.830MJ/h的热值。

[0072] (4)900℃的高温烟气经过锅炉和发电机每小时可获得2931.028kW电能和4722.995MJ/h的蒸汽，发电效率为50％，蒸汽效率为22％。

[0073] (5)将剩余的47t/h厨余垃圾放入发酵装置中，经过发酵后可获得11.750Nm^3/h的氢气和15.667Nm^3/h的甲烷。发酵温度为37℃，底液循环比为0.3，氢气的容积产气率为0.3Nm^3/m^3/day，甲烷的容积产气率为0.4Nm^3/m^3/day。发酵装置的电力需求为1504.000kW，PSA装置的电耗为1061.965kW。每年产品收益总价值为4658.328元。上述几个案例中分别为燃料油产量最大、发电量最大、氢气产量最大、产品收益最大及蒸汽量最大的例子。

[0074] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已，并不用以限制本发明，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，均应包含在本发明的保护范围之内。

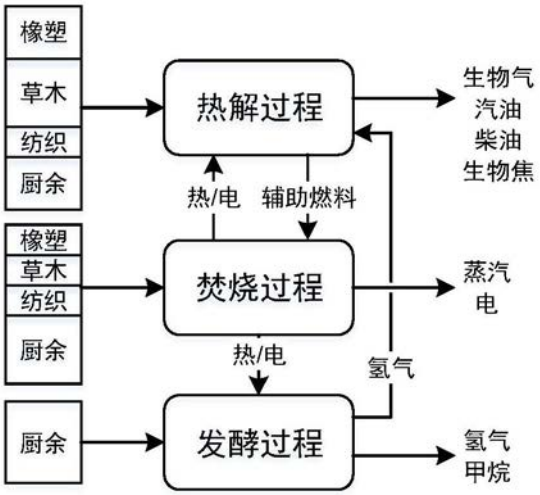

橡塑
草木
纺织
厨余
热解过程
生物气
汽油
柴油
生物焦
热/电
辅助燃料
橡塑
草木
纺织
厨余
焚烧过程
蒸汽
电
热/电
氢气
厨余
发酵过程
氢气
甲烷

图1

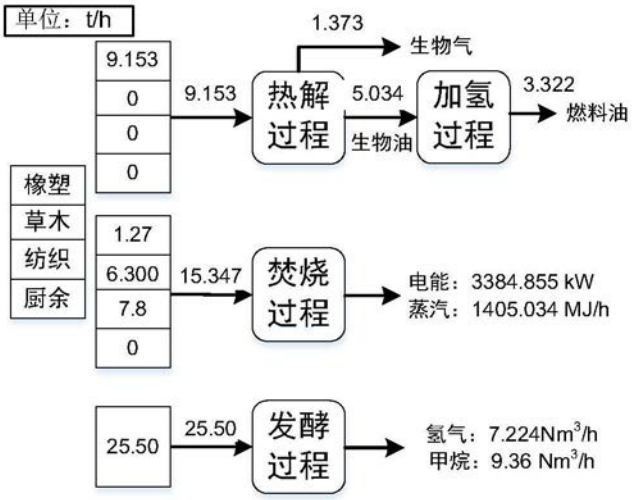

单位：t/h
9.153
0
0
0
9.153
热解过程
1.373
生物气
5.034
生物油
加氢过程
3.322
燃料油
橡塑
草木
纺织
厨余
1.27
6.300
7.8
0
15.347
焚烧过程
电能：3384.855 kW
蒸汽：1405.034 MJ/h
25.50
25.50
发酵过程
氢气：7.224Nm3/h
甲烷：9.36 Nm3/h

图2

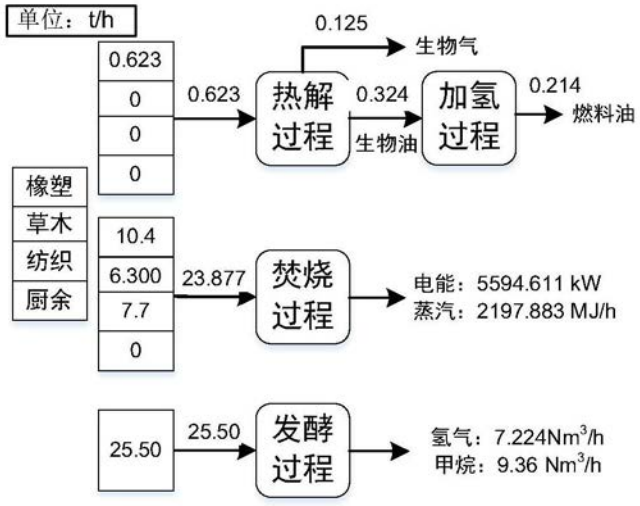

单位：t/h
0.623
0
0
0
橡塑
草木
纺织
厨余
0.623
热解过程
0.125
生物气
0.324
生物油
加氢过程
0.214
燃料油
10.4
6.300
7.7
0
23.877
焚烧过程
电能：5594.611 kW
蒸汽：2197.883 MJ/h
25.50
25.50
发酵过程
氢气：7.224Nm3/h
甲烷：9.36 Nm3/h

图3

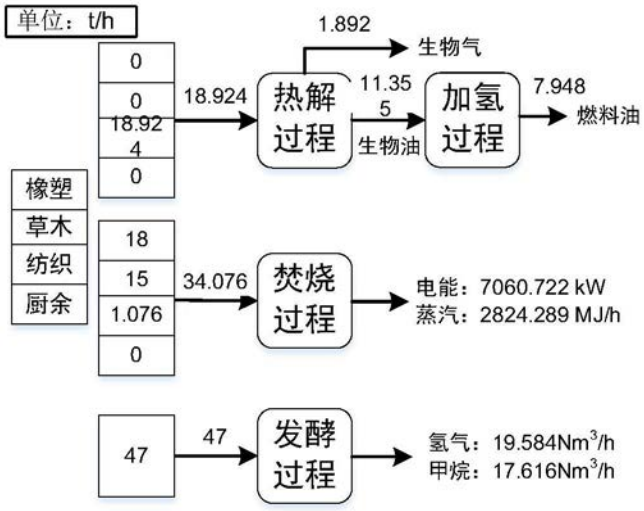

单位：t/h
0
0
18.924
0
橡塑
草木
纺织
厨余
18.924
热解过程
1.892
生物气
11.355
生物油
加氢过程
7.948
燃料油
18
15
1.076
0
34.076
焚烧过程
电能：7060.722 kW
蒸汽：2824.289 MJ/h
47
47
发酵过程
氢气：19.584Nm3/h
甲烷：17.616Nm3/h

图4

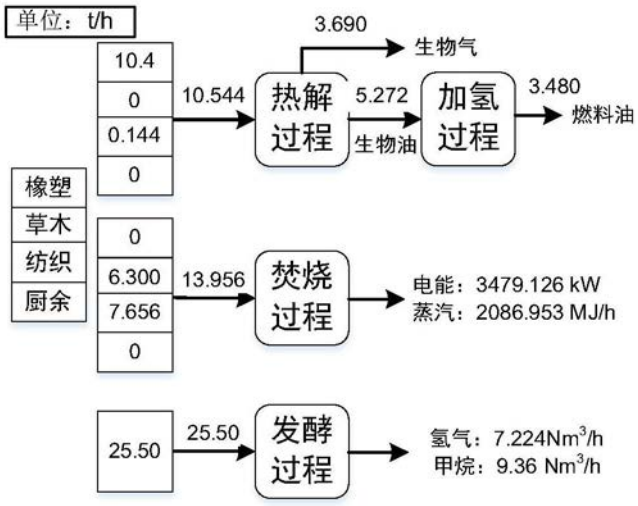

单位：t/h
10.4
0
0.144
0
橡塑
草木
纺织
厨余
10.544
热解过程
3.690
生物气
5.272
生物油
加氢过程
3.480
燃料油
0
6.300
7.656
0
13.956
焚烧过程
电能：3479.126 kW
蒸汽：2086.953 MJ/h
25.50
25.50
发酵过程
氢气：7.224Nm3/h
甲烷：9.36 Nm3/h

图5

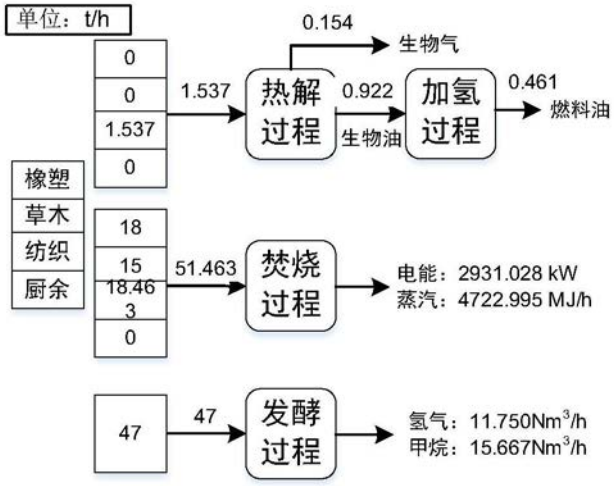

单位：t/h
0
0
1.537
0
橡塑
草木
纺织
厨余
1.537
热解过程
0.154
生物气
0.922
生物油
加氢过程
0.461
燃料油
18
15
18.46
3
0
51.463
焚烧过程
电能：2931.028 kW
蒸汽：4722.995 MJ/h
47
47
发酵过程
氢气：11.750Nm3/h
甲烷：15.667Nm3/h

图6