



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109055438 A

(43)申请公布日 2018. 12. 21

(21)申请号 201811038287.1

C12M 1/02(2006.01)

(22)申请日 2018.09.06

C12M 1/00(2006.01)

(71)申请人 北京首钢朗泽新能源科技有限公司

A23K 20/147(2016.01)

地址 100043 北京市石景山区石景山路31

A23K 40/00(2016.01)

号盛景国际广场c座18层

A23N 17/00(2006.01)

(72)发明人 佟淑环 莫志朋 陈超 王晓东

贾伟 赵凌

(74)专利代理机构 北京华沛德权律师事务所

11302

代理人 马苗苗

(51)Int.Cl.

C12P 7/06(2006.01)

C12P 5/02(2006.01)

C12P 21/00(2006.01)

C12M 1/107(2006.01)

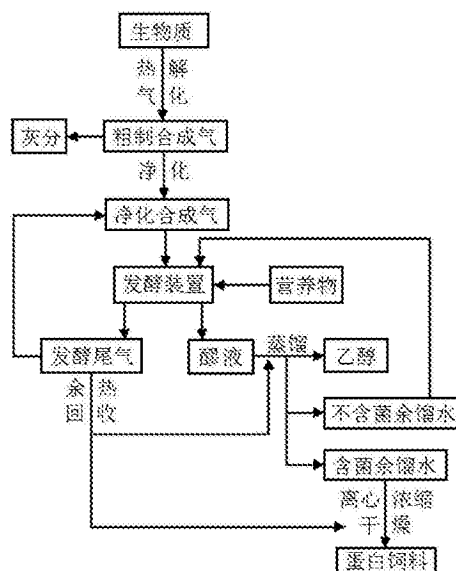
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

利用生物质制备乙醇、蛋白饲料及天然气的方法及装置

(57)摘要

本发明公开了一种利用生物质制备乙醇、蛋白饲料及天然气的方法及装置,将生物质进行热解气化、净化得到净化合成气;将净化合成气通入发酵装置,通过流加营养物,使用微生物发酵,发酵后产出含有乙醇的醪液以及含有剩余CO的发酵尾气;将发酵尾气与净化合成气混合通入发酵装置进行发酵,或者对发酵尾气进行脱CO处理以及余热回收;将醪液进行蒸馏,得到乙醇、含菌余馏水和不含菌余馏水;将含菌余馏水进行离心浓缩、干燥,得到蛋白饲料;将不含菌余馏水回收并通入发酵装置或者对不含菌余馏水进行污水处理制备天然气。本发明实现了将生物质原料气化处理通过发酵转化为乙醇,实现了生物质原料向清洁能源的高效转化,开拓了生物原料的新的利用途径。



1. 一种利用生物质制备乙醇、蛋白饲料及天然气的方法,其特征在于,包括如下步骤:

(1) 制备生物质合成气:

(1-1) 将生物质进行热解气化,得到粗制合成气;

(1-2) 将所述粗制合成气进行净化处理,同时增压得到净化合成气;

(2) 生物质合成气发酵:

(2-1) 将所述净化合成气通入发酵装置,通过流加营养物,使用微生物发酵,发酵过程中所述净化合成气中CO经所述微生物发酵转化为CO₂,发酵后产出含有乙醇的醪液以及含有剩余CO的发酵尾气;

(2-2) 将所述发酵尾气与所述净化合成气混合通入发酵装置进行发酵,或者对所述发酵尾气进行脱CO处理以及余热回收;

(3) 制备乙醇、蛋白饲料及天然气:

(3-1) 将所述醪液进行蒸馏,得到乙醇、含菌余馏水和不含菌余馏水,所述蒸馏过程中采用外部热源供热和/或采用所述余热回收的热量;

(3-2) 将所述含菌余馏水进行离心浓缩、干燥,得到蛋白饲料,所述干燥过程中采用外部热源供热和/或采用所述余热回收的热量;

将所述不含菌余馏水回收并通入发酵装置,用作发酵使用;或者对所述不含菌余馏水进行污水处理;

所述污水处理包括脱磷、脱氮操作,产生沼气,将所述沼气进行净化处理,得到天然气。

2. 如权利要求1所述的利用生物质制备乙醇、蛋白饲料及天然气的方法,其特征在于:步骤(1)中,在将生物质进行热解气化前,还包括:将所述生物质经过预处理,所述预处理包括但不限于筛选、除杂、粉碎工序。

3. 如权利要求1所述的利用生物质制备乙醇、蛋白饲料及天然气的方法,其特征在于:所述生物质为工业废弃物,城市生活垃圾,包括但不限于秸秆、果壳、木屑、纸张的农林废弃物中的一种或者两种以上的混合物。

4. 如权利要求1所述的利用生物质制备乙醇、蛋白饲料及天然气的方法,其特征在于:步骤(1-1)中,所述生物质进行热解气化,得到粗制合成气和灰分,所述灰分用作农田肥料。

5. 如权利要求1所述的利用生物质制备乙醇、蛋白饲料及天然气的方法,其特征在于:步骤(1-2)中,所述净化处理包括但不限于脱硫、脱苯系物、脱氯化物、脱氧、除尘;

采用但不限于变温吸附或变压吸附工艺进行脱硫、脱苯系物、脱氯化物和/或脱氧。

6. 如权利要求1所述的利用生物质制备乙醇、蛋白饲料及天然气的方法,其特征在于:步骤(3-2)中,所述含菌余馏水进行离心浓缩后产生离心清液,对所述离心清液进行污水处理。

7. 如权利要求6所述的利用生物质制备乙醇、蛋白饲料及天然气的方法,其特征在于:所述污水处理后的水通入发酵装置用作发酵使用;所述污水处理后的的污泥用作农田肥料。

8. 一种用于实施权利要求1至7中任一项所述利用生物质制备乙醇、蛋白饲料及天然气的方法的装置,其特征在于,所述装置包括:

原料气化装置,用于将所述生物质进行热解气化,得到所述粗制合成气;

净化装置,与所述原料气化装置的出口连接,用于将所述粗制合成气进行净化处理,同

时增压得到所述净化合成气；

发酵装置,与所述净化装置的气体出口连接,用于将所述净化合成气进行发酵,得到所述醪液以及所述发酵尾气；

蒸馏装置,与所述发酵装置连接,用于将所述醪液进行蒸馏,得到所述乙醇、所述含菌余馏水和所述不含菌余馏水；

菌体蛋白分离装置,与所述蒸馏装置连接,用于对所述含菌余馏水进行离心浓缩,得到离心浓液、离心清液；

蛋白干燥装置,与所述菌体蛋白分离装置连接,用于将所述离心浓液进行干燥,得到所述蛋白饲料；

尾气处理装置,与所述发酵装置连接,并且与所述蒸馏装置和/或所述蛋白干燥装置连接,用于对所述发酵尾气进行脱CO处理以及余热回收产生蒸汽；

污水处理装置,与所述蒸馏装置和所述菌体蛋白分离装置均连接,用于对所述不含菌余馏水以及所述离心清液进行污水处理。

9. 如权利要求8所述的装置,其特征在于:所述装置还包括生物质预处理装置,用于对所述生物质进行预处理,所述预处理包括但不限于筛选、除杂、粉碎工序,所述原料气化装置与所述生物质预处理装置的出口连接。

10. 如权利要求8所述的装置,其特征在于:所述发酵装置为搅拌式反应器或气升式反应器;所述蒸馏装置包括但不限于粗馏塔、精馏塔、组合塔。

利用生物质制备乙醇、蛋白饲料及天然气的方法及装置

技术领域

[0001] 本申请属于发酵技术领域,具体涉及一种以生物质合成气为原料发酵法制乙醇、蛋白饲料及天然气的方法及装置。

背景技术

[0002] 传统燃料乙醇生产工艺多以玉米、小麦、木薯等为原料,通过酵母菌发酵生产乙醇,目前国内已有多家燃料乙醇企业采用此生产工艺,但该工艺都是以粮食及农作物为原料,加工成本较高;将生物质转化为燃料乙醇也是目前的研究热点,已有部分工业化示范项目,但受限于纤维素酶的成本及酶活力,该技术生产成本较高,难以进行工业化推广。

发明内容

[0003] 为解决上述技术问题,本发明提供了一种利用生物质制备乙醇、蛋白饲料及天然气的方法及装置,将可再生的生物质资源通过加压气化、净化等处理后,形成CO与H₂的合成气,通过气体发酵技术生产燃料乙醇,并且产生的含菌醪液进一步分离、干燥,形成菌体蛋白粉可以用作动物饲料,具有良好的经济效益和环保效益。

[0004] 实现本发明目的所采用的技术方案为,一种利用生物质制备乙醇、蛋白饲料及天然气的方法,包括如下步骤:

[0005] (1) 制备生物质合成气:

[0006] (1-1) 将生物质进行热解气化,得到粗制合成气;

[0007] (1-2) 将所述粗制合成气进行净化处理,同时增压得到净化合成气;

[0008] (2) 生物质合成气发酵:

[0009] (2-1) 将所述净化合成气通入发酵装置,通过流加营养物,使用微生物发酵,发酵过程中所述净化合成气中CO经所述微生物发酵转化为CO₂,发酵后产出含有乙醇的醪液以及含有剩余CO的发酵尾气;

[0010] (2-2) 将所述发酵尾气与所述净化合成气混合通入发酵装置进行发酵,或者对所述发酵尾气进行脱CO处理以及余热回收;

[0011] (3) 制备乙醇、蛋白饲料及天然气:

[0012] (3-1) 将所述醪液进行蒸馏,得到乙醇、含菌余馏水和不含菌余馏水,所述蒸馏过程中采用外部热源供热和/或采用所述余热回收的热量;

[0013] (3-2) 将所述含菌余馏水进行离心浓缩、干燥,得到蛋白饲料,所述干燥过程中采用外部热源供热和/或采用所述余热回收的热量;

[0014] 将所述不含菌余馏水回收并通入发酵装置,用作发酵使用;或者对所述不含菌余馏水进行污水处理;

[0015] 所述污水处理包括脱磷、脱氮操作,产生沼气,将所述沼气进行净化处理,得到天然气。

[0016] 进一步地,步骤(1)中,在将生物质进行热解气化前,还包括:将所述生物质经过预

处理,所述预处理包括但不限于筛选、除杂、粉碎工序。

[0017] 进一步地,所述生物质为工业废弃物,城市生活垃圾,包括但不限于秸秆、果壳、木屑、纸张的农林废弃物中的一种或者两种以上的混合物。

[0018] 进一步地,步骤(1-1)中,所述生物质进行热解气化,得到粗制合成气和灰分,所述灰分用作农田肥料。

[0019] 进一步地,步骤(1-2)中,所述净化处理包括但不限于脱硫、脱苯系物、脱氯化物、脱氧、除尘;

[0020] 采用但不限于变温吸附或变压吸附工艺进行脱硫、脱苯系物、脱氯化物和/或脱氧。

[0021] 进一步地,步骤(3-2)中,所述含菌余馏水进行离心浓缩后产生离心清液,对所述离心清液进行污水处理。

[0022] 进一步地,所述污水处理后的水通入发酵装置用作发酵使用;所述污水处理后的污泥用作农田肥料。

[0023] 基于同样的发明构思,本发明还提供了一种用于实施上述利用生物质制备乙醇、蛋白饲料及天然气的方法的装置,所述装置包括:

[0024] 原料气化装置,用于将所述生物质进行热解气化,得到所述粗制合成气;

[0025] 净化装置,与所述原料气化装置的出口连接,用于将所述粗制合成气进行净化处理,同时增压得到所述净化合成气;

[0026] 发酵装置,与所述净化装置的气体出口连接,用于将所述净化合成气进行发酵,得到所述醪液以及所述发酵尾气;

[0027] 蒸馏装置,与所述发酵装置连接,用于将所述醪液进行蒸馏,得到所述乙醇、所述含菌余馏水和所述不含菌余馏水;

[0028] 菌体蛋白分离装置,与所述蒸馏装置连接,用于对所述含菌余馏水进行离心浓缩,得到离心浓液、离心清液;

[0029] 蛋白干燥装置,与所述菌体蛋白分离装置连接,用于将所述离心浓液进行干燥,得到所述蛋白饲料;

[0030] 尾气处理装置,与所述发酵装置连接,并且与所述蒸馏装置和/或所述蛋白干燥装置连接,用于对所述发酵尾气进行脱CO处理以及余热回收产生蒸汽;

[0031] 污水处理装置,与所述蒸馏装置和所述菌体蛋白分离装置均连接,用于对所述不含菌余馏水以及所述离心清液进行污水处理。

[0032] 进一步地,所述装置还包括生物质预处理装置,用于对所述生物质进行预处理,所述预处理包括但不限于筛选、除杂、粉碎工序,所述原料气化装置与所述生物质预处理装置的出口连接。

[0033] 进一步地,所述发酵装置为搅拌式反应器或气升式反应器;所述蒸馏装置包括但不限于粗馏塔、精馏塔、组合塔。

[0034] 由上述技术方案可知,本发明提供的利用生物质制备乙醇、蛋白饲料及天然气的方法及装置,首先将再生的生物质资源通过加压气化、净化后得到包含CO与H₂的净化合成气,然后通过气体发酵技术产生高纯度的燃料乙醇及高氨基酸含量的菌体蛋白粉,发酵尾气与净化合成气混合通入发酵装置进行发酵,提高净化合成气的发酵利用率。该气体发酵

技术为连续发酵,产生的含菌醪液进一步分离、干燥,形成菌体蛋白粉可以用作动物饲料。同时蒸馏步骤产生的余馏水可部分回用于发酵步骤,降低辅料化学品消耗及用水量,也可部分进行污水处理,通过脱磷、脱氮操作产生沼气,将沼气进行净化处理,得到天然气。

[0035] 本发明提供的利用生物质制备乙醇、蛋白饲料及天然气的方法及装置能够将废弃农作物等生物质碳源,通过气化、发酵、蒸馏等步骤,最终产生清洁能源—燃料乙醇和天然气,以及高氨基酸含量的菌体蛋白粉,用作动物饲料。生物质碳源包括农林废弃物、城市生活垃圾、工业垃圾等,对于治理固废污染具有积极作用,具有良好的经济效益和环保效益。

附图说明

[0036] 图1为本发明实施例中利用生物质制备乙醇、蛋白饲料及天然气的方法的流程图;

[0037] 图2为本发明实施例中利用生物质制备乙醇、蛋白饲料及天然气的装置的结构示意图;

[0038] 图3为本发明实施例中利用生物质制备乙醇、蛋白饲料及天然气的装置的操作流程图;

[0039] 附图标记说明:1-生物质,2-生物质预处理装置,3-原料气化装置,4-生物质灰分,5-净化装置,6-发酵装置,7-蒸馏装置,8-尾气处理装置,9-乙醇脱水装置,10-无水乙醇,11-菌体蛋白分离装置,12-蛋白干燥装置,13-蛋白饲料,14-污水处理装置,15-天然气,16-粗制合成气,17-净化合成气,18-发酵尾气,19-醪液,20-含水乙醇,21-含菌余馏水,22-离心浓液,23-离心清液,24-不含菌余馏水,25-蒸汽,26-蒸汽冷凝水。

具体实施方式

[0040] 为了使本申请所属技术领域中的技术人员更清楚地理解本申请,下面结合附图,通过具体实施例对本申请技术方案作详细描述。

[0041] 实施例1:

[0042] 在本发明实施例中,一种利用生物质制备乙醇、蛋白饲料及天然气的方法,将废弃农作物等生物质碳源,通过气化、发酵、蒸馏等步骤,最终产生清洁能源—燃料乙醇和天然气,以及高氨基酸含量的菌体蛋白粉,用作动物饲料,具有良好的经济效益和环保效益。下面结合图1对上述方法的各个步骤进行详细说明:

[0043] (1) 制备生物质合成气:

[0044] (1-1) 选用工业废弃物,城市生活垃圾,包括但不限于秸秆、果壳、木屑、纸张的农林废弃物作为本方法所使用的生物质,将生物质经过筛选、除杂、粉碎等预处理工序,清除生物质原料中所夹杂的泥沙、白色垃圾等杂质以及腐败霉变的原材料;

[0045] (1-2) 将生物质进行热解气化,得到粗制合成气和剩余的灰分,灰分用作农田肥料;

[0046] (1-3) 将粗制合成气进行净化处理,同时增压得到净化合成气,净化处理包括但不限于脱硫、脱苯系物(苯、焦油等)、脱氯化物、脱氧、除尘等杂质;

[0047] 脱硫、脱苯系物(苯、焦油等)、脱氯化物和脱氧可采用变温吸附(TSA)、变压吸附(PSA)、过滤、加热、冷却、旋风分离等方法;

[0048] (2) 生物质合成气发酵:

[0049] (2-1) 将净化合成气通入发酵装置,通过流加营养物,使用微生物发酵,发酵过程中净化合成气中绝大多数CO经微生物发酵转化为CO₂,发酵后产出含有乙醇的醪液以及含有少量CO的发酵尾气;

[0050] 发酵过程中采用的微生物为Clostridium autoethanogenum菌株,其保藏于德国微生物和细胞培养物保藏中心(DSMZ),保藏号为DSM19630;或者采用的微生物为以保藏号DSM23693保藏在德国微生物和细胞培养物保藏中心(DSMZ)的微生物自产乙醇梭菌(Clostridium autoethanogenum)的生物纯分离株;

[0051] (2-2) 根据发酵尾气中CO的含量,当CO含量在设定值以上时,将发酵尾气与净化合成气混合通入发酵装置进行发酵,提高CO的发酵利用率;当CO含量小于设定值时,对发酵尾气进行脱CO处理,去除残留的CO,本实施例中,通过高温氧化将CO等可燃物处理,同时对燃烧过程中的热量进行余热回收,产生蒸汽,燃烧后的气体排入大气;

[0052] (3) 制备乙醇、蛋白饲料及天然气:

[0053] (3-1) 将醪液进行差压蒸馏,得到乙醇、含菌余馏水和不含菌余馏水,蒸馏过程中采用余热回收的蒸汽,当余热回收的蒸汽不足时,同时辅以外部热源供热;

[0054] (3-2) 将含菌余馏水进行离心浓缩、干燥,得到蛋白饲料,干燥过程中采用余热回收的蒸汽,当余热回收的蒸汽不足时,同时辅以外部热源供热;

[0055] 含菌余馏水进行离心浓缩后产生离心清液,对离心清液进行污水处理,经过脱磷、脱氮等操作,可产生沼气,将沼气进行净化处理,经脱硫、脱碳、脱水后得到压缩天然气;经污水处理后的水若检测指标合格,则可回收用于发酵供水用;污水处理后的的污泥用作农田肥料;

[0056] 检测不含菌余馏水的相关指标,在检测合格的基础上,符合回用指标,则将不含菌余馏水回收并通入发酵装置,用作发酵使用;若检测不合格则对不含菌余馏水进行污水处理,或者发酵装置未使用完的不含菌余馏水进行污水处理,经过脱磷、脱氮等操作,可产生沼气,将沼气进行净化处理,经脱硫、脱碳、脱水后得到压缩天然气;经污水处理后的水若检测指标合格,则可回收用于发酵供水用;污水处理后的的污泥用作农田肥料。

[0057] 通过上述方法,可以利用生物质制备乙醇,为生物质能源转化为高品位清洁能源提供了全新的途径及思路,同时获得副产品农田肥料、动物饲料以及天然气,实现了生物质原料向清洁能源的高效转化,开拓了生物原料的新的利用途径,对改善环境具有积极意义。

[0058] 实施例2:

[0059] 基于同样的发明构思,本实施例提供一种用于实施上述方法的利用生物质制备乙醇、蛋白饲料及天然气的装置,参见图2,该装置包括:

[0060] 生物质预处理装置2,用于对生物质1进行预处理,预处理包括但不限于筛选、除杂、粉碎工序;

[0061] 原料气化装置3,与生物质预处理装置2的出口连接,用于将生物质1在高温、高压下与气化剂反应,热解气化,得到粗制合成气和生物质灰分4;

[0062] 净化装置5,与原料气化装置3的出口连接,去除粗制合成气中的微量粉尘、焦油、氨氮化物、硫化物、氯化物等杂质,同时增压得到净化合成气;

[0063] 发酵装置6,与净化装置5的气体出口连接,用于将净化合成气进行发酵,得到醪液以及发酵尾气;本实施例中,发酵装置包括但不限于搅拌式反应器、气升式反应器或其它类

似生物反应器；

[0064] 蒸馏装置7,与发酵装置6连接,用于将醪液进行蒸馏,得到乙醇、含菌余馏水和不含菌余馏水;本实施例中,蒸馏装置包括但不限于粗馏塔、精馏塔、组合塔,含醪液进入粗馏塔,粗馏塔顶馏出物进入精馏塔及组合塔;

[0065] 经蒸馏得到的乙醇中含有部分水,需要经过乙醇脱水装置9脱除水分得到无水乙醇10,乙醇脱水装置9可采用分子筛脱水或汽化渗透膜脱水,脱水得到的无水乙醇10可与变性剂混合得到燃料乙醇,也可作为进一步合成、聚合的化工原料;

[0066] 菌体蛋白分离装置11,与蒸馏装置7连接,用于将含菌余馏水进行离心浓缩,得到离心浓液、离心清液;本实施例中,菌体蛋白分离装置包括但不限于卧螺离心机、碟片离心机、板框压滤机等进行菌体分离的装置;

[0067] 蛋白干燥装置12,与菌体蛋白分离装置7连接,用于将离心浓液进行干燥,得到蛋白饲料13;本实施例中,蛋白干燥装置包括但不限于喷雾干燥、滚筒干燥;

[0068] 尾气处理装置8,与发酵装置6、蒸馏装置7和蛋白干燥装置12连接,用于对发酵尾气进行脱CO处理,去除尾气中残留的CO,同时进行余热回收产生蒸汽,产生的蒸汽用于蒸馏装置7以及蛋白干燥装置12;本实施例中,尾气处理装置包含尾气焚烧装置及余热回收系统,尾气焚烧装置可选用立式或卧式焚烧炉;

[0069] 污水处理装置14,与蒸馏装置7和菌体蛋白分离装置11均连接,用于对不含菌余馏水以及离心清液进行污水处理;污水处理装置可采用厌氧处理工艺,所采用的厌氧反应器可选用IC反应器或UASB反应器,所产生的沼气可经脱硫、脱碳、脱水制取CNG(压缩天然气),也可脱硫后回用于锅炉系统(余热回收系统)。

[0070] 参见图3,采用上述装置利用生物质制备乙醇、蛋白饲料及天然气的具体步骤如下:

[0071] a) 生物质1(秸秆、果壳、木屑、纸张等)首先进入生物质预处理装置2,经过筛选、粉碎等工序初步处理后进入原料气化装置3,预处理过的生物质1在高温、高压及气化剂的作用下,产生富含CO、H₂、CO₂的粗制合成气16。

[0072] b) 粗制合成气16进入净化装置5去除微量粉尘、焦油、氨氮化物、硫化物、氯化物等杂质,同时增压得到净化合成气17,进入发酵装置6。

[0073] c) 在发酵装置6中,微生物菌体以净化合成气17为原料不断增殖,并通过新陈代谢产出乙醇等化学品,由发酵装置6产出的含乙醇浓度3~7%的醪液19送入蒸馏装置7进行纯化分离;

[0074] 在发酵装置6中,净化合成气17绝大多数CO经发酵转化为CO₂,得到含有少量CO的发酵尾气18。

[0075] d) 蒸馏装置7包括粗馏塔、精馏塔等,醪液19中底层液体(含菌)进入粗馏塔,上层清液(含菌少或不含菌)进入精馏塔,粗馏塔顶馏出物同样送入精馏塔处理,在精馏塔顶产出浓度为95%(v/v)的含水乙醇20,精馏产出的含水乙醇20送入乙醇脱水装置9进行脱水处理,得到纯度为99.5%(v/v)的无水乙醇10。

[0076] 含菌体蛋白的粗馏塔余馏水即含菌余馏水21送入菌体蛋白分离装置11进行浓缩分离。

[0077] 精馏塔底部产生的不含菌余馏水24经检测合格后回用至发酵装置6,检测不合格

则送入污水处理装置14进行处理。

[0078] e) 含菌余馏水21送入菌体蛋白分离装置11中采用离心机浓缩分离,产出固含量15~30%的离心浓液22,离心浓液22送入蛋白干燥装置12进行干燥处理,得到含水量不高于12%的蛋白饲料13。

[0079] 离心清液23及检测不合格的不含菌余馏水24或者未使用完的部分不含菌余馏水24将送入污水处理装置14进行处理。

[0080] f) 发酵尾气18中含5~15%的CO,可返回至净化合成气17中循环利用,也可送入尾气处理装置8进行综合处理。

[0081] 尾气处理装置8包含包含尾气焚烧装置及余热回收系统,在尾气焚烧装置中通过高温氧化将CO等可燃物处理,同时余热回收系统富产的蒸汽25进入蒸馏装置7及蛋白干燥装置12,蒸馏装置7及蛋白干燥装置12产生的蒸汽冷凝水26则返回至尾气处理装置8的余热回收系统。

[0082] g) 离心清液23送入污水处理装置14进行处理,采用生化处理的方式降低COD及氨氮,采用IC反应器,副产CH₄浓度为60~80%的沼气,产生的沼气经脱硫、脱碳、脱水后制取天然气15。

[0083] 通过上述实施例,本发明具有以下有益效果或者优点:

[0084] 1) 本发明提供的利用生物质制备乙醇、蛋白饲料及天然气的方法及装置,首先将再生的生物质资源通过加压气化、净化后得到包含CO与H₂的净化合成气,然后通过气体发酵技术产生高纯度的燃料乙醇及高氨基酸含量的菌体蛋白粉,发酵尾气与净化合成气混合通入发酵装置进行发酵,提高净化合成气的发酵利用率。

[0085] 2) 本发明提供的利用生物质制备乙醇、蛋白饲料及天然气的方法,采用连续气体发酵技术,产生的含菌醪液进一步分离、干燥,形成菌体蛋白粉可以用作动物饲料。同时蒸馏步骤产生的余馏水可部分回用于发酵步骤,降低辅料化学品消耗及用水量,也可部分进行污水处理,通过脱磷、脱氮操作产生沼气,将沼气进行净化处理,得到天然气。

[0086] 3) 本发明提供的利用生物质制备乙醇、蛋白饲料及天然气的方法及装置能够将废弃农作物等生物质碳源通过气化、发酵、蒸馏等步骤,最终产生清洁能源—燃料乙醇和天然气,以及高氨基酸含量的菌体蛋白粉,用作动物饲料。生物质碳源包括农林废弃物、城市生活垃圾、工业垃圾等,对于治理固废污染具有积极作用,具有良好的经济效益和环保效益。

[0087] 4) 本发明提供的利用生物质制备乙醇、蛋白饲料及天然气的方法,所有产物都得到了有效的回收,实现了全工艺流程的循环及无污染排放,具有良好的经济价值及社会效益。

[0088] 尽管已描述了本申请的优选实施例,但本领域内的普通技术人员一旦得知了基本创造性概念,则可对这些实施例作出另外的变更和修改。所以,所附权利要求意欲解释为包括优选实施例以及落入本申请范围的所有变更和修改。

[0089] 显然,本领域的技术人员可以对本申请进行各种改动和变型而不脱离本申请的精神和范围。这样,倘若本申请的这些修改和变型属于本申请权利要求及其等同技术的范围之内,则本申请也意图包含这些改动和变型在内。

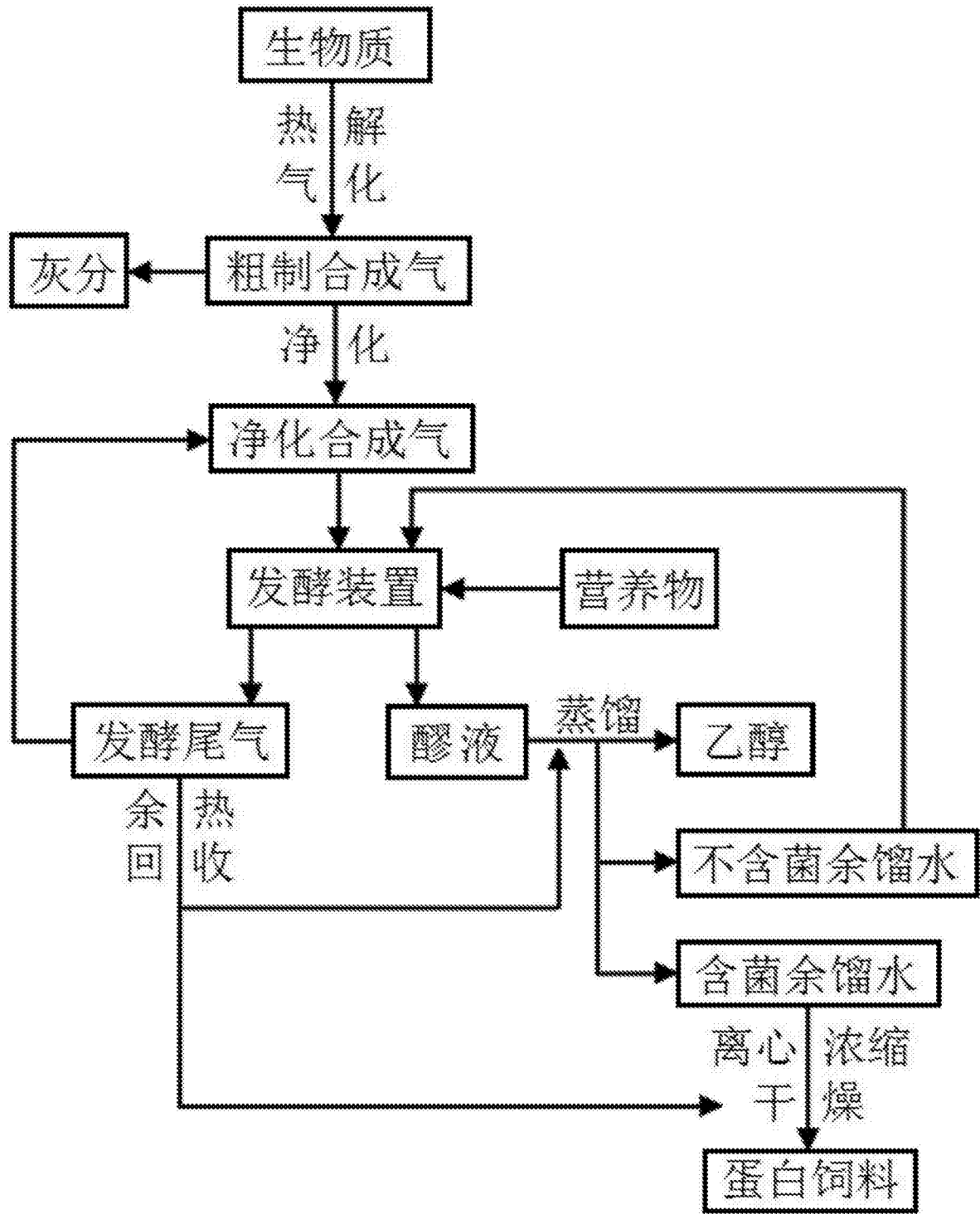


图1

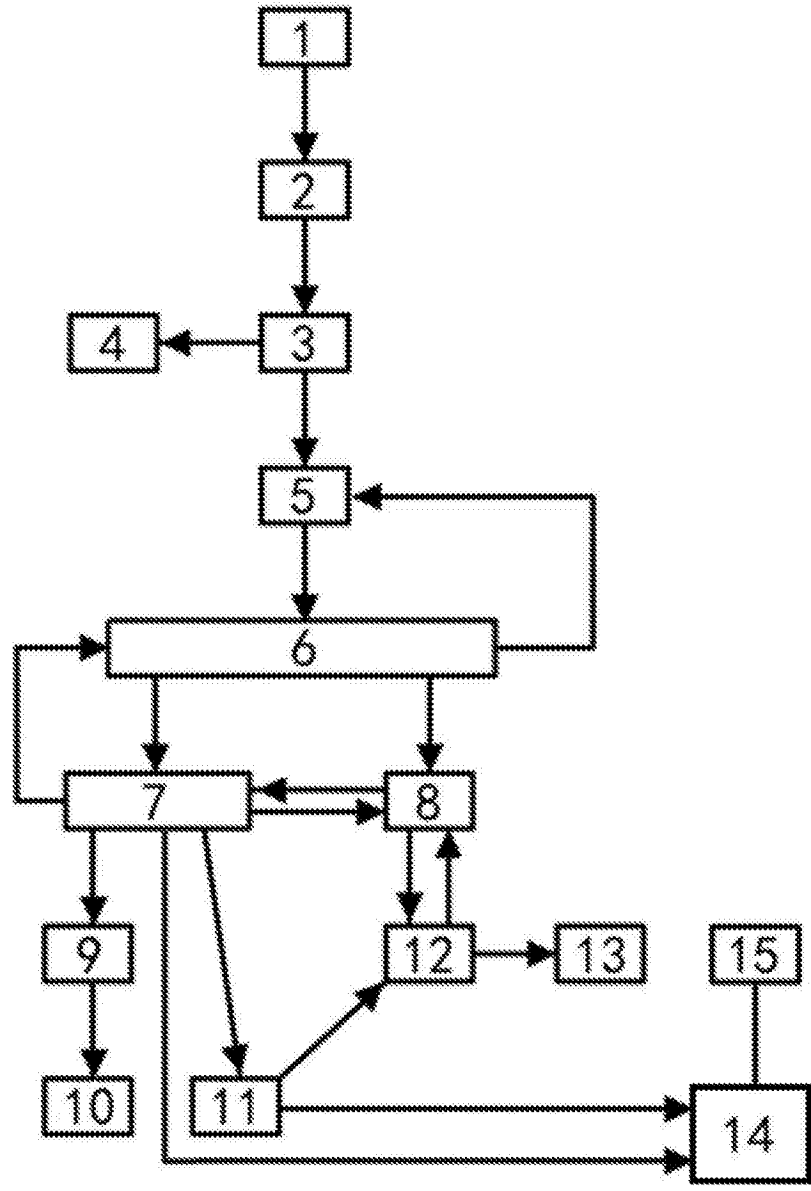


图2

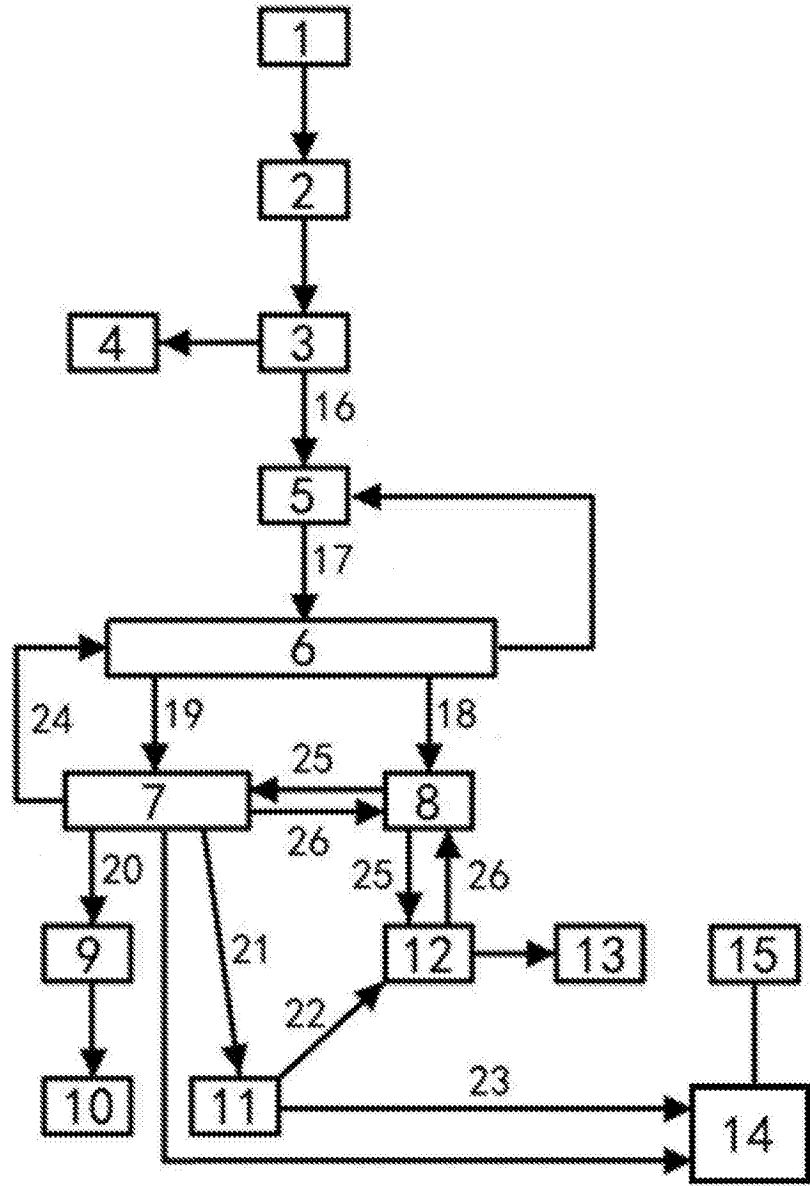


图3