(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 102101750 A
(43)申请公布日 2011.06.22

(21)申请号 201010559485.X

(22)申请日 2010.11.25

(71)申请人 昆明理工大学
地址 650093 云南省昆明市五华区学府路253号(昆明理工大学)

(72)发明人 鄂华萍 宁平 马丽萍 鄂烨

(74)专利代理机构 昆明今威专利代理有限公司 53115
代理人 赛晓刚

(51)Int.Cl.
C02F 11/04(2006.01)
C05F 17/00(2006.01)
C10L 3/10(2006.01)

权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54)发明名称

动物粪便太阳能中温高效产沼热电工艺及联产装置

(57)摘要

本发明公开了一种动物粪便太阳能中温高效产沼热电工艺及联产装置,包括:点源-面源动物粪便收集与预处理系统(I)、厌氧消化系统(II)、太阳能集热系统(III)、中温产沼系统(IV)、好氧水处理系统(V)、沼气净化系统装置(VI)、净化沼气发电系统(VII)、沼液、沼渣循环利用生产有机肥系统(VIII)集成构成。解决了产沼率低、沼气发电、配套技术不过关、效率低、无热电联产等关键技术的系统集成。本发明是多项单元关键技术的集成优化组合应用。净化后沼气质量达到:$H_2S \leq 200mg/Nm^3$, $NH_3 \leq 20mg/Nm^3$,杂质粒度≤5μm,杂质含量≤$30mg/Nm^3$;沼气中水份含量不高于$40g/Nm^3$,沼气压力3～10KPa。COD_{cr}去除率约90%,TS分解率约50%,病原菌和虫卵杀灭率大于96%。

CN 102101750 A

1. 一种动物粪便太阳能中温高效产沼热电工艺及联产装置，其特征在于包括：点源－面源动物粪便收集与预处理系统（I）、厌氧消化系统（II）、太阳能集热系统（III）、中温产沼系统（IV）、好氧水处理系统（V）、沼气净化系统装置（VI）、净化沼气发电系统（VII）、沼液、沼渣循环利用生产有机肥系统（VIII）集成构成。

2. 根据权利要求 1 所述的动物粪便太阳能中温高效产沼热电工艺及联产装置，其特征在于：所述的点源－面源动物粪便收集与预处理系统（I）构成为：沟渠（1），格栅沉淀池（2），自然堆肥系统（3）；

所述厌氧消化系统（II）构成为：调节池（4），搅拌机（5），污泥泵（6），厌氧消化池（7）；

所述太阳能集热系统（III）构成为：平板太阳能集热器（8），水箱（9），强制循环系统（10）；

所述中温产沼系统（IV）构成为：汽液分离塔（11），沼气收集釜（12）；

所述沼气净化法和系统装置（V）构成为：沼气收集釜（12），气水分离器（13），净化塔（14），净化沼气贮气罐（15），沼气流量表（22），沼气用户 2（23）；

所述净化沼气燃气发电系统（VI）构成为：净化沼气贮气罐（15），沼气流量表（16），沼气压缩机（17），中压净化沼气贮气柜（18），专用喷燃嘴（19），专用沼气燃气发电机组（20），用户 1（21）

所述好氧水处理系统构成为（VII）：沉淀调节池（24），好氧折流池（25），用户 2（26）；

所述沼液、沼渣循环利用生产有机肥系统（VIII）构成为：污泥泵（30），二级厌氧发酵罐（31），好氧折流池（24），固液分离机（32），有机固肥生产线（33），粉碎机（34），袋装机（35），袋装有机固体肥成品（36），有机液体肥调蓄池（27），有机液灌装线（28），用户 4（37）。

3. 按照权利要求 1 或 2 所述的动物粪便太阳能中温高效产沼热电工艺及联产装置，其特征在于：根据所需要的电量，可增大或缩小动物粪便处理量得到相应的沼气量，并可匹配沼气发电机组装机容量。

4. 按照权利要求 1 或 2 所述的动物粪便太阳能中温高效产沼热电工艺及联产装置，其特征在于：对沼气发电的品质要求为：在距离机组燃气进气调压阀前 1m 内，沼气温度不超过 40℃；压力 3 ～ 10kPa，压力变化速率≤ 1kPa/min；沼气中 CH_4 体积含量不低于 40％，变化速率≤ 2％ /min；净化后沼气质量达到：H_2S ≤ 200mg/Nm^3，NH_3 ≤ 20mg/Nm^3，杂质粒度≤ 5μm，杂质含量≤ 30mg/Nm^3；沼气中水份含量不高于 40g/Nm^3。

5. 按照权利要求 1 或 2 所述的动物粪便太阳能中温高效产沼热电工艺及联产装置，其特征在于：产沼过程中，所有牲畜粪便的污水必须经过封闭式的厌氧发酵工艺，可去除污水中的 COD_{cr} 约 90％左右，TS 分解率约 50％左右，病原菌和虫卵杀灭率 96％以上。

6. 按照权利要求 1 或 2 所述的动物粪便太阳能中温高效产沼热电工艺及联产装置，其特征在于，沼液中富含溶解氮、磷、钾和腐殖酸，浓缩后可制成植物叶面有机喷施肥；沼液固液分离后产生的沼渣晒干粉碎后可制成饲料添加剂或有机复合肥原料。

动物粪便太阳能中温高效产沼热电工艺及联产装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种动物粪便太阳能中温高效产沼热电工艺及联产装置，是减少湖泊、水域、农村面源污染的有效措施，使废弃物作为二次资源利用，变废为宝的有效专有方法和专用发电装置。

背景技术

[0002] 随着养殖业的较快发展，养殖、乳蓄业是农业县、乡的特色支柱产业，所产生的牲蓄粪便、废水等对农村周边生态环境、水质造成了严重危害。如奶牛场每年产生的粪便、废水污染量相当于一座大中型企业的排污量，而这些牲蓄粪便、废水是产沼的最佳原料。沼气是一种具有较高热值的可燃气体，与其它燃气相比，其抗爆性能较好，是一种很好的清洁燃料，传统上大多利用沼气进行取暖、炊事和照明。随着沼气产量的不断增加，有效、合理的收集、利用、管理方法，高效地利用沼气，解决产沼率低、沼气发电、配套技术不过关、效率低、无热电联产等关键技术的系统集成，是将废物开发利用、有效控制农村面源污染、走资源利用与资源保护协调并举的富营养化防治道路、实现再生资源循环利用、促进流域农业和环境可持续发展提供技术支撑的关键。

[0003] 随着化石燃料的缺乏，开发二次能源已成为世界各国的主要发展战略，国家在“十一五”规划中把发展可再生能源提到了一个新高度。根据国务院办公厅转发环保总局等部门关于加强重点湖泊水环境保护工作意见的通知（国办发〔2008〕4 号），要“加强重点湖泊水环境保护工作”对养殖废物、农业固废的要求，云南省提出“2008 年云南省环保工作的总体要求、五大重点和十大措施”当中指出努力促进以九大高原湖泊为重点的水污染综合治理取得新突破。因此，本发明专利对农村面源污染的养殖废物、农业固废开展资源化综合利用研究，符合国家的战略政策，具有重要的实际意义。

[0004] 沼气发电在发达国家已受到广泛重视和积极推广，如美国的能源农场、德国的可再生能源促进法的颁布、日本的阳光工程、荷兰的绿色能源等。沼气发电方面，采用作物和粪 便两种原料进行混合发酵的沼气工程在德国得到了快速发展，处于领先地位。德国、丹麦、奥地利、美国的纯燃沼气发电机组比较先进，气耗率≤ 0.5m^3/kW·h（沼气热值≥ 25MJ/m^3），价格在 300 ～ 500 美元 /kW·h。在厌氧消化方面，中温和高温下的产气率可达 5m^3/d，百千瓦量级的沼气发电机组每 m^3 沼气发电量可达 114 ～ 216kW·h，发电效率高达 38%。

[0005] 我国开展沼气发电领域的研究始于八十年代初。在厌氧消化技术方面，目前国内猪粪中温厌氧消化 USR 装置产气率达到 212m^3/d。我国牲畜粪便产沼发电与国外相比，有较大差距，厌氧消化产气率低，系统运行、配套的技术和设备还不成熟，粪便无序乱堆，造成环境污染严重，制约了养殖业的发展。

发明内容

[0006] 本发明目的在于针对牲畜（如：人、牛、猪、马、鸡等）动物废物——粪便，基于如云南省等日照很长、紫外线很强等特点，发明一种利用太阳能新能源进行系统加温发酵，提高

产沼率，利用专用沼气燃气发电机组联合产沼发电，实现了开发二次能源、再生资源循环利用、促进流域农业可持续发展，改善了环境的动物粪便太阳能中温高效产沼热电工艺及联产装置。

[0007] 本发明动物粪便太阳能中温高效产沼热电工艺及联产装置，由以下系统集成构成：点源－面源动物粪便收集与预处理系统（I）、厌氧消化系统（II）、太阳能集热系统（III）、中温产沼系统（IV）、沼气净化系统装置（V）、净化沼气发电系统（VI）、好氧水处理系统（VII）、沼液、沼渣循环利用生产有机肥系统（VIII）。

[0008] 其特征在于包括：点源－面源动物粪便收集与预处理系统（I）、厌氧消化系统（II）、太阳能集热系统（III）、中温产沼系统（IV）、好氧水处理系统（V）、沼气净化系统装置（VI）、净化沼气发电系统（VII）、沼液、沼渣循环利用生产有机肥系统（VIII）集成构成。

[0009] 所述的点源－面源动物粪便收集与预处理系统（I）构成为：沟渠（1），格栅沉淀池（2），自然堆肥系统（3）；

[0010] 所述厌氧消化系统（II）构成为：调节池（4），搅拌机（5），污泥泵（6），厌氧消 化池（7）；

[0011] 所述太阳能集热系统（III）构成为：平板太阳能集热器（8），水箱（9），强制循环系统（10）；

[0012] 所述中温产沼系统（IV）构成为：汽液分离塔（11），沼气收集釜（12）；

[0013] 所述沼气净化法和系统装置（V）构成为：沼气收集釜（12），气水分离器（13），净化塔（14），净化沼气贮气罐（15），沼气流量表（22），沼气用户 2（23）；

[0014] 所述净化沼气燃气发电系统（VI）构成为：净化沼气贮气罐（15），沼气流量表（16），沼气压缩机（17），中压净化沼气贮气柜（18），专用喷燃嘴（19），专用沼气燃气发电机组（20），用户 1（21）；

[0015] 所述好氧水处理系统构成为（VII）：沉淀调节池（24），好氧折流池（25），用户 2（26）；

[0016] 所述沼液、沼渣循环利用生产有机肥系统（VIII）构成为：污泥泵（30），二级厌氧发酵罐（31），好氧折流池（24），固液分离机（32），有机固肥生产线（33），粉碎机（34），袋装机（35），袋装有机固体肥成品（36），有机液体肥调蓄池（27），有机液灌装线（28），用户 4（37）。

[0017] 本发明动物粪便太阳能中温高效产沼热电工艺及联产装置，根据所需要的电量，可增大或缩小动物粪便处理量得到相应的沼气量，并可匹配沼气发电机组装机容量。

[0018] 对沼气发电的品质要求为：在距离机组燃气进气调压阀前 1m 内，沼气温度不超过 40℃；压力 3 ～ 10kPa，压力变化速率≤ 1kPa/min；沼气中 CH_4 体积含量不低于 40％，变化速率≤ 2％ /min；净化后沼气质量达到：H_2S ≤ 200mg/Nm^3，NH_3 ≤ 20mg/Nm^3，杂质粒度≤ 5μm，杂质含量≤ 30mg/Nm^3；沼气中水份含量不高于 40g/Nm^3。

[0019] 产沼过程中，所有牲畜粪便的污水必须经过封闭式的厌氧发酵工艺，可去除污水中的 COD_{cr} 约 90％左右，TS 分解率约 50％左右，病原菌和虫卵杀灭率 96％以上。

[0020] 沼液中富含溶解氮、磷、钾和腐殖酸，浓缩后可制成植物叶面有机喷施肥；沼液固液分离后产生的沼渣晒干粉碎后可制成饲料添加剂或有机复合肥原料。

[0021] 本发明解决了产沼率低、沼气发电、配套技术不过关、效率低、无热电联产等关键

技术的系统集成。本发明是多项单元关键技术的集成优化组合应用。净化后沼气质量达到：$H_2S \leqslant 200mg/Nm^3$，$NH_3 \leqslant 20mg/Nm^3$，杂质粒度≤ 5μm，杂质含量≤ $30mg/Nm^3$；沼气中水份含量不高于 $40g/Nm^3$，沼气压力 3 ～ 10KPa。COD_{cr} 去除率约 90％，TS 分解率约 50％，病原菌和虫卵杀灭率大于 96％。

附图说明

[0022] 图 1 动物粪便太阳能产沼联产发电工艺流程图；

[0023] 图 2 动物粪便太阳能中温高效产沼热电联产系统装置图。

具体实施方式

[0024] 本发明动物粪便太阳能中温高效产沼热电工艺及联产装置经点源－面源动物粪便收集后，因地制宜修建沟渠 (1) 引入格栅沉淀池 (2)，大块固体物（如稻草等）提取进入自然堆肥系统 (3)，由格栅滤漏的粪便渣液进入调节池 (4)，并用搅拌机 (5) 进行搅拌，按需要处理量调节固水比，由污泥泵 (6) 将其打入厌氧消化池 (7)。同时启用太阳能集热系统 (III)，经平板太阳能集热器 (8) 加热水箱 (9) 中的水，经强制循环系统 (10) 加热厌氧消化池 (7) 至 60 ～ 80℃，提高产沼率。经厌氧消化池 (7) 出来的水汽混合体进入汽液分离塔 (11)，产出的沼气进入沼气收集釜 (12)，并经气水分离器 (13) 进入净化塔 (14) 进行沼气净化，脱出硫及其它杂质，净化后沼气质量达到：$H_2S \leqslant 200mg/Nm^3$，$NH_3 \leqslant 20mg/Nm^3$，杂质粒度≤ 5μm，杂质含量≤ $30mg/Nm^3$；沼气中水份含量不高于 $40g/Nm^3$。净化后的沼气进入净化沼气贮气罐 (15)，经沼气流量表 (16) 供给净化沼气燃气发电系统 (VI)，经沼气压缩机 (17) 提高沼气压力至 0.03 ～ 0.11kg/cm^2，进入中压净化沼气贮气柜 (18)，由专用喷燃嘴 (19) 喷燃专用沼气燃气发电机组 (20) 进行发电，所发电进入电网或用户 1(21)；净化沼气贮气罐 (15) 经沼气流量表 (22) 供给沼气用户 2(23)。

[0025] 由汽液分离塔 (11) 和气水分离器 (13) 的液体进入好氧水处理系统 (VII)，经沉淀调节池 (24) 和好氧折流池 (25)，处理达标的污水，可循环利用浇灌或流入农田用户 2(26)。富余的营养液进入沼液、沼渣循环利用生产有机肥系统 (VIII)，先进入有机液体肥调蓄池 (27)，再经有机液灌装线 (28) 直接成产品供给用户 3(29) 使用。

[0026] 厌氧消化池 (7) 和沉淀调节池 (24) 出来的渣液混合物，由污泥泵 (30) 打入再循环利用有机肥系统 (VIII) 中，在二级厌氧发酵罐 (31) 再次产沼，沼气进入贮气柜 (12)；二级厌氧发酵罐 (31) 的液渣混合物，经固液分离机 (32)，液体流入好氧折流池 (25)，分离出的渣进入有机固肥生产线 (33) 生产固体有机肥，经粉碎机 (34) 后袋装机 (35) 袋装有机固体肥成品 (36)，提供给用户 4(37)。

[0027] 经上述处理装置后 COD_{cr} 去除率约 90％，TS 分解率约 50％，病原菌和虫卵杀灭率大于 96％。

[0028] 实施例 1：用一头 50kg 猪粪便，用上述本新型实用系统装置，经太阳能加热小型发酵罐至 60℃，产沼约 0.2m^3/d，经实验室发电机组发电约 0.3 度。产出的渣可作为有机肥，液作为有机液，经检测 COD_{cr} 去除率 92％，TS 分解率约 51％，病原菌和虫卵杀灭率大于 98％。

[0029] 实施例 2：用本专利系统装置，在云南省某地区，建立了一套处理 10t/d 牛粪、猪粪产沼联产发电系统装置，利用太阳能集热面积约为 8000m^2，配置水箱 400m^3 强制循环系统，

将沼气池池温 4 ～ 5℃换热加热到 28 ～ 30℃，太阳能系统除能满足冬季加热沼气发酵料液外，大部时间还能供园区内的沐浴用水和适当的热水供应。日处理厩肥和污水 11 吨，产气 153m^3，产液体有机肥 9.6 吨，精制有机肥 0.2 吨，产出的沼气经净化塔净化后直接接管道供给农户使用。本系统综合利用率达 97％以上，降低 COD 流失量为每年 90 吨，BOD 流失量每年 70 吨，NH_3-N 流失量每年 2 吨，TP 流失量每年 2 吨，TN 流失量每年 10 吨。

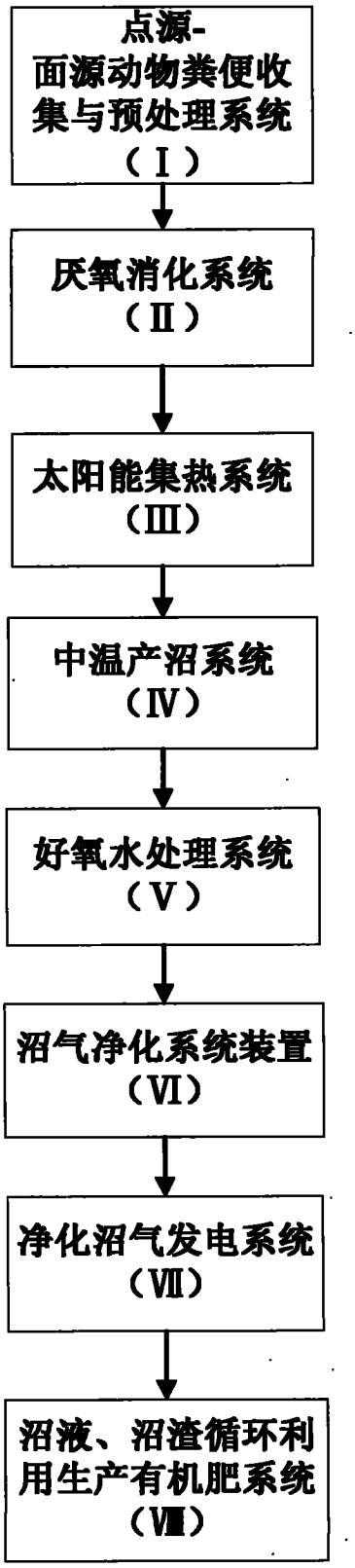

点源-
面源动物粪便收集与预处理系统
（Ⅰ）
厌氧消化系统
（Ⅱ）
太阳能集热系统
（Ⅲ）
中温产沼系统
（Ⅳ）
好氧水处理系统
（Ⅴ）
沼气净化系统装置
（Ⅵ）
净化沼气发电系统
（Ⅶ）
沼液、沼渣循环利用生产有机肥系统
（Ⅷ）

图 1

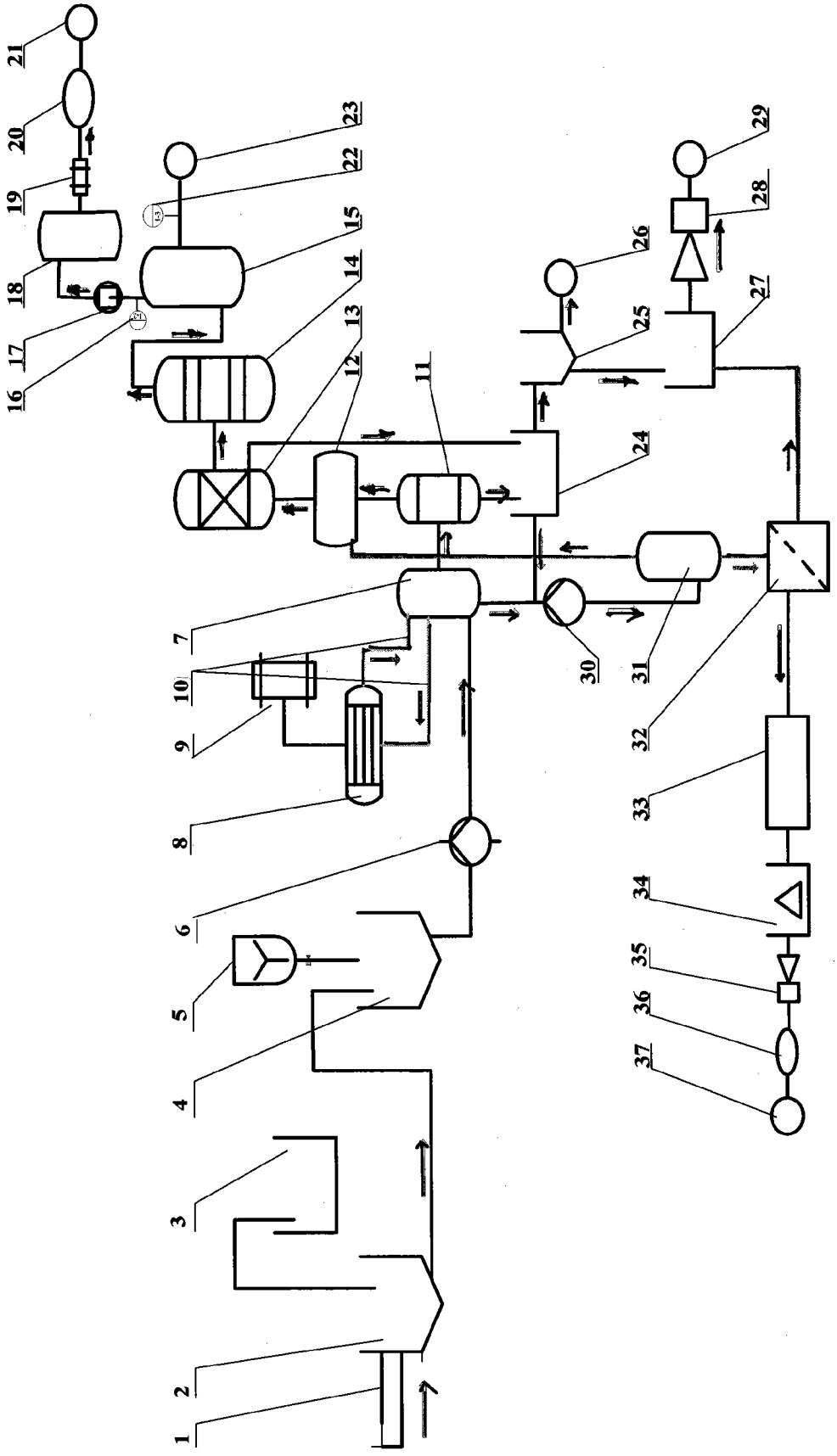

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37

图 2