(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 103602581 A
(43)申请公布日 2014.02.26

(21)申请号 201310548591.1

(22)申请日 2013.11.06

(71)申请人 西安建筑科技大学
地址 710055 陕西省西安市雁塔路 13 号

(72)发明人 云斯宁 朱江 杜婷婷 张仙梅

(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 陆万寿

(51)Int.Cl.
C12M 1/107(2006.01)
C12M 1/02(2006.01)

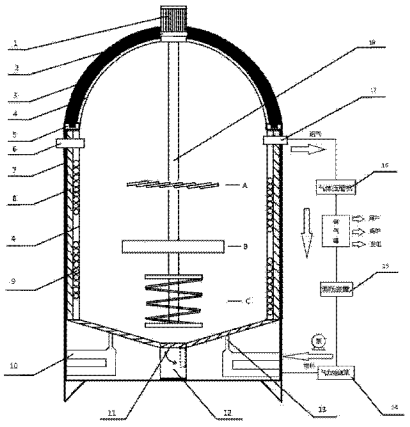
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

一种多级式搅拌太阳能辅助加热节能发酵装置

(57)摘要

本发明公开了一种多级式搅拌太阳能辅助加热节能发酵装置，包括由内层罐体和外层罐体构成的发酵罐体，内层罐体由中部为圆柱形罐体、顶部为半球体罐顶和底部为锥形罐底构成密闭罐体，内层半球体罐顶上旋转连接有一折叠式旋转罐盖；自半球体罐顶延伸至内层罐体底部有一三级机械搅拌机构；内层罐体和外层罐体之间分别设有保温材料层和多级恒温供热管；内层罐体锥形罐底与外层罐体下部所构成的空间设有循环射流辅助搅拌装置，循环射流辅助搅拌装置与沼气循环机构相连通；发酵罐体的底部设有淤泥排出口，发酵罐体的侧壁分别设有沼渣沼液排出口和沼气出口。本发明充分利用太阳能及自给沼气供热，大幅减少能源消耗，实现恒温加热，适于规模化推广使用。



CN 103602581 A

1. 一种多级式搅拌太阳能辅助加热节能发酵装置，包括一个由内层罐体（4）和外层罐体（7）构成的发酵罐体，其特征在于：所述内层罐体（4）由中部为圆柱形罐体、顶部为半球体罐顶和底部为锥形罐底构成的密闭罐体，内层半球体罐顶顶部连接有一折叠式旋转罐盖（3）；自内层半球体罐顶延伸至内层罐体（4）底部有一三级机械搅拌机构（18）；所述内层罐体（4）和外层罐体（7）之间分别设有保温材料层（8）和多级恒温供热管（9）；所述内层罐体（4）锥形罐底与外层罐体（7）下部所构成的空间设有循环射流辅助搅拌装置（10），循环射流辅助搅拌装置（10）与沼气循环机构相连通；所述发酵罐体的底部设有淤泥排出口（12），发酵罐体的侧壁分别设有沼渣沼液排出口（6）和沼气出口（17）。

2. 根据权利要求 1 所述的一种多级式搅拌太阳能辅助加热节能发酵装置，其特征在于：所述内层半球体罐顶顶部表面为太阳能集热材料层。

3. 根据权利要求 1 所述的一种多级式搅拌太阳能辅助加热节能发酵装置，其特征在于：所述折叠式旋转罐盖（3）为两块呈相对布置的可折叠半球面，折叠式旋转罐盖（3）通过设在外层罐体（7）上的滑轨（5）以及设在内层罐体（4）顶部的轴承（2）与内层罐体（4）半球体罐顶部连接。

4. 根据权利要求 3 所述的一种多级式搅拌太阳能辅助加热节能发酵装置，其特征在于：所述相对布置的可折叠半球面敷设有保温隔热材料层。

5. 根据权利要求 1 所述的一种多级式搅拌太阳能辅助加热节能发酵装置，其特征在于：所述锥形罐底周壁均布有若干小孔，循环射流辅助搅拌装置（10）的射流喷嘴（13）与所述小孔相对应。

6. 根据权利要求 1 所述的一种多级式搅拌太阳能辅助加热节能发酵装置，其特征在于：所述沼气循环机构包括与沼气出口（17）依次相连通的气体压缩机（16）、调压装置（15）和气力输送泵（14）；气力输送泵（14）与设置于外层罐体（7）底部的循环射流辅助搅拌装置（10）相连通；所述气体压缩机（16）与调压装置（15）之间设有储气罐。

7. 根据权利要求 5 或 6 所述的一种多级式搅拌太阳能辅助加热节能发酵装置，其特征在于：所述循环射流辅助搅拌装置（10）在外层罐体（7）底部设有 1 ～ 4 台。

8. 根据权利要求 1 或 5 所述的一种多级式搅拌太阳能辅助加热节能发酵装置，其特征在于：所述循环射流辅助搅拌装置（10）为一中空变径管状结构，变径管的大口径管底部设有与沼气循环机构的气力输送泵（14）相连通的沼气进口（10-1），变径管的小口径管侧壁设有物料进口（10-2）；所述射流喷嘴（13）为锥形口。

9. 根据权利要求 1 所述的一种多级式搅拌太阳能辅助加热节能发酵装置，其特征在于：所述多级恒温供热管（9）每级由 1 ～ 4 根并联布置的水管呈螺旋线分布环绕于内层罐体（4）圆柱形罐体外周，每级按照 1 ～ 3 圈环绕，多级恒温供热管（9）共设 1 ～ 10 级；所述多级恒温供热管，第 1 级 1 ～ 4 根并联布置的水管下方连通注水管，上方连通排水管；第 2 级 1 ～ 4 根并联布置的水管上方连通注水管，下方连通排水管；第 3 级、第 4 级、第 5 级…… 第 10 级之后，以此类推，注水管和排水管交替排列。

10. 根据权利要求 1 所述的一种多级式搅拌太阳能辅助加热节能发酵装置，其特征在于：所述三级机械搅拌机构（18）沿搅拌轴由下至上依次分布为螺旋搅拌器（C）、竖直叶片搅拌器（B）以及下旋式叶片搅拌器（A）。

一种多级式搅拌太阳能辅助加热节能发酵装置

技术领域

[0001] 本发明属于发酵设备技术领域，具体涉及一种多级式搅拌太阳能辅助加热高效节能发酵装置，特别是以畜禽粪便、农作物秸秆为原料的规模化沼气工程厌氧发酵处理装置。

背景技术

[0002] 我国是农业大国，人口众多，每年所产生的农业废弃物资源数目可观，包括大量的农作物秸秆、农产品废弃物、禽畜粪便等。近年来，由于畜牧养殖业从分散的农户养殖转向集约化、工厂化的养殖，饲养方式、养殖规模和分布区域随着我国经济建设的快速发展都发生了巨大的变化，导致畜牧养殖业的环境污染总量、污染程度和分布区域也随之发生很大变化。这些资源如不能加以回收再利用或是得到正确的处理会对环境造成很大的压力。同时，在全球不可再生资源日益短缺的严峻挑战下，世界各国都在不断地进行可再生资源(太阳能、生物质能、地热能、潮汐能、风能等)的开发和利用。我国作为农业大国，生物质资源非常丰富，特别是一些废弃物(畜禽粪便、林业及其加工剩余物、农作物秸秆、农产品废弃物及城镇生活垃圾等)，具有巨大的开发和利用潜能。

[0003] 畜禽粪便厌氧发酵是生物质能资源化利用的一种方式。沼气作为发酵的最终产物之一，具有矿物燃料的属性，可用于日常的取暖、做饭、烧水或发电，也可用于制造 CNG 气体，具有很高的开发利用价值。沼气发酵通常是在厌氧消化器中进行的。农村使用的厌氧消化器多建于地下，亦称沼气池。沼气池不漏水、不透气、并能保温防冻，这是沼气发酵的基本条件。虽然，小规模的户用沼气在农村已经较为普遍，但户用沼气仍存在许多问题：如规模化程度低、产气率低、产气不连续、使用率低、发酵罐温度难以控制等。从长远来看，建立规模化的沼气发酵系统，改变农村沼气的生产和利用方式，是可持续发展的必由之路。

[0004] 现有的大中型沼气发酵系统大都面临一些共性的问题：①排除发酵技术本身的限制，对于大型的发酵罐，现有搅拌机构无法将物料充分搅拌，进而影响发酵效率，但提高搅拌效率又会导致机械能耗过高；②沼气发酵过程中，产甲烷菌的生长环境苛刻，对环境的温度、pH 值等要求很高，所以在大中型沼气发酵罐内很难实现高精度地环境控制；③在温度控制方面，难以保持长时间的恒温状态，秋冬季天气寒冷，沼气产量显著降低或是不产气常有发生。这些因素都会阻碍甲烷菌的正常代谢过程而导致产气质量不高、浓度过低、系统持续性和可靠性不高。

[0005] 现阶段如何有效解决上述问题，利用较低的能耗实现更加充分均匀的搅拌、保持罐体内部各处温度恒定、提高对发酵环境的精确控制以及提高所产沼气的质量和浓度，成为目前本领域亟待解决的关键技术问题。

发明内容

[0006] 本发明旨在克服现有大型沼气发酵罐能耗高、供热不均匀等缺点，提供一种四季通用、可兼用太阳能与常规能源的恒温大型沼气发酵罐，该发酵罐生产成本低、经济效益高、机械化程度高、原料利用率高、操作简便。

[0007] 本发明的目的是通过以下技术方案实现的：

[0008] 一种多级式搅拌太阳能辅助加热节能发酵装置，包括一个由内层罐体和外层罐体构成的发酵罐体，所述内层罐体由中部为圆柱形罐体、顶部为半球体罐顶和底部为锥形罐底构成密闭罐体，内层半球体罐顶上旋转连接有一折叠式旋转罐盖；自内层半球体罐顶延伸至内层罐体底部有一三级机械搅拌机构；所述内层罐体和外层罐体之间分别设有保温材料层和多级恒温供热管；所述内层罐体锥形罐底与外层罐体下部所构成的空间设有循环射流辅助搅拌装置，循环射流辅助搅拌装置与沼气循环机构相连通；所述发酵罐体的底部设有淤泥排出口，发酵罐体的侧壁分别设有沼渣沼液排出口和沼气出口。

[0009] 进一步地，所述内层半球体罐顶顶部表面为太阳能集热材料层。

[0010] 进一步地，所述折叠式旋转罐盖为两块呈相对布置的可折叠半球面，折叠式旋转罐盖通过设在外层罐体上的滑轨以及设在内层罐体顶部的轴承与内层罐体半球体罐顶部连接。

[0011] 进一步地，所述相对布置的可折叠半球面敷设有保温隔热材料层。

[0012] 进一步地，所述锥形罐底均布有若干小孔，循环射流辅助搅拌装置的射流喷嘴与所述小孔相对应。

[0013] 进一步地，所述沼气循环机构包括与沼气出口依次相连通的气体压缩机、调压装置和气力输送泵，气力输送泵与设置于外层罐体底部的循环射流辅助搅拌装置相连通；所述气体压缩机与调压装置之间设有储气罐。

[0014] 进一步地，所述循环射流辅助搅拌装置在外层罐体底部设有 1 ～ 4 台。

[0015] 进一步地，所述循环射流辅助搅拌装置为一中空变径管状结构，变径管的大口径管底部设有与沼气循环机构的高压射流器相连通的沼气进口，变径管的小口径管侧壁设有物料进口；所述射流喷嘴为锥形口。

[0016] 进一步地，所述多级恒温供热管每级由 1 ～ 4 根并联布置的水管呈螺旋线分布环绕于内层罐体圆柱形罐体外周，每级按照 1 ～ 3 圈环绕，多级恒温供热管共设 1 ～ 10 级；所述多级恒温供热管，第 1 级 1 ～ 4 根并联布置的水管下方连通注水管，上方连通排水管；第 2 级 1 ～ 4 根并联布置的水管上方连通注水管，下方连通排水管；第 3 级、第 4 级、第 5 级…… 第 10 级之后，以此类推，注水管和排水管交替排列。

[0017] 进一步地，所述三级机械搅拌机构沿搅拌轴由下至上依次分布为螺旋搅拌器、竖直叶片搅拌器以及下旋式叶片搅拌器。

[0018] 本发明与现有大型沼气发酵罐相比具有的特点和优势：

[0019] 1）本发明具有可折叠且能够旋转的顶盖，能够根据天气状况及环境温度滑动顶盖，进行开启闭合。直接利用太阳能供热比起普通大型沼气发酵罐大幅降低能耗、节约资源。半球体罐顶顶部表面设有的太阳能集热材料层，可以使料液的温度调节到最佳发酵温度，从而缩短了料液的整个发酵时间，促进了甲烷菌的繁殖，提高了沼气生产效率，解决了传统沼气生产所需要的温度完全依赖常规能源（煤、油、天燃气等）提升温度所带来的二次污染问题。

[0020] 2）本发明设有多级恒温供热系统，是由多组设置在罐体内壁与保温层间的供热管道组成。1 ～ 4 条管道并排绕着罐体 1 ～ 3 圈形成一级供热管组，共设 1、2、3、4、5……至 10 级，多级供热管组覆盖整个罐体。各级供热管组都有一条排出管，并通过温度控制系统调节

罐体内部温度，实现恒温供热。克服大多数现有大型沼气发酵罐供热不均匀、温度不恒定等缺点。

[0021] 3）本发明具有循环射流辅助搅拌系统，设计新颖、操作简易、使用安全方便。能够利用产生的沼气经高压压缩通过设置在罐体底部的多个锥形口状的射流喷嘴连同物料一起打入罐内，细化物料的同时实现辅助搅拌作用，提高了原料利用率及产气率。

[0022] 4）本发明具有多级机械搅拌机构，通过下面的螺旋搅拌器、中部的直叶片搅拌器以及上部的下旋叶片搅拌器的共同作用，实现对物料的整体循环搅拌。克服现有大型发酵罐搅拌不均匀的缺点，适用于多种有机物质的消化，便于规模化沼气发酵系统。

附图说明

[0023] 图 1 为多级式搅拌太阳能辅助加热节能发酵装置整体结构示意图。

[0024] 图 2（a）为折叠式旋转罐盖俯视图。

[0025] 图 2（b）为罐顶太阳能集热器俯视图。

[0026] 图 3（a）为循环射流辅助搅拌装置结构示意图。

[0027] 图 3（b）为锥形罐底部循环射流喷嘴分布示意图。

[0028] 图 4（a）为单级恒温供热管结构示意图。

[0029] 图 4（b）为三级恒温供热管俯视剖面图。

[0030] 图 5（a）和图 5（b）分别为三级机械搅拌机构局部结构示意图。

[0031] 图中：1- 电机，2- 轴承，3- 折叠式旋转罐盖，4- 内层罐体，5- 滑轨，6- 沼渣沼液排出口，7- 外层罐体，8- 保温材料层，9- 多级恒温供热管，10- 循环射流辅助搅拌装置，10-1- 沼气进口，10-2- 物料进口，11- 单向阀，12- 淤泥排出口，13- 射流喷嘴，14- 气力输送泵，15- 调压装置，16- 气体压缩机，17- 沼气出口，18- 三级机械搅拌机构，A- 下旋式叶片搅拌器，B- 竖直叶片搅拌器，C- 螺旋搅拌器，C-1- 下连杆，C-2- 上连杆。

具体实施方式

[0032] 下面结合附图及实施例对本发明做进一步详细说明。

[0033] 如图 1 所示，本发明的多级式搅拌太阳能辅助加热节能发酵装置，包括一个由内层罐体 4 和外层罐体 7 构成的发酵罐体，其中：内层罐体 4 由中部为圆柱形罐体、顶部为半球体罐顶和底部为锥形罐底构成密闭罐体；内层罐体 4 为一个在半球体罐顶顶部表面附着有太阳能集热材料层的半球形结构；内层半球体罐顶上旋转连接有一折叠式旋转罐盖 3；自半球体罐顶延伸至内层罐体 4 底部有一三级机械搅拌机构 18，三级机械搅拌机构 18 由电机 1 提供动力；内层罐体 4 和外层罐体 7 之间分别设有保温材料层 8 和多级恒温供热管 9；内层罐体 4 锥形罐底与外层罐体 7 下部所构成的空间设有循环射流辅助搅拌装置 10，循环射流辅助搅拌装置 10 与沼气循环机构相连通；发酵罐体的底部设有淤泥排出口 12，由单向阀 11 实现开启闭合；发酵罐体的侧壁分别设有沼渣沼液排出口 6 和沼气出口 17。

[0034] 如图 2（b）所示，折叠式旋转罐盖 3 扣在太阳能集热材料层罐顶外，通过旋转实现开启与闭合。

[0035] 如图 2（a）并结合图 1 所示，折叠式旋转罐盖 3 为两块呈相对布置的可折叠半球面，相对布置的可折叠半球面敷设有保温隔热材料层；折叠式旋转罐盖 3 通过设在外层罐

体 7 上的滑轨 5 以及设在内层罐体 4 顶部的轴承 2 与内层罐体 4 半球体罐顶部连接。

[0036] 如图 3（b）所示，锥形罐底均布有若干小孔，循环射流辅助搅拌装置 10 的射流喷嘴 13 与所述小孔相对应。循环射流辅助搅拌装置 10 在外层罐体 7 底部设有 1 ～ 4 台。锥形罐底为倒圆锥体，底部开有淤泥排出口 12，能够有效减少死角处污泥渣料的沉积。

[0037] 参见图 1，沼气循环机构包括与沼气出口 17 依次相连通的气体压缩机 16、调压装置 15 和气力输送泵 14，气力输送泵 14 与设置于外层罐体 7 底部的循环射流辅助搅拌装置 10 相连通，并且在气体压缩机 16 与调压装置 15 之间设有储气罐。

[0038] 如图 3（a）所示，循环射流辅助搅拌装置 10 为一中空变径管状结构，变径管的大口径管底部设有与沼气循环机构的高压射流器 14 相连通的沼气进口 10-1，变径管的小口径管侧壁设有物料进口 10-2；射流喷嘴 13 为锥形口。

[0039] 如图 4(a)所示，多级恒温供热管 9 由 3 根并列布置的水管呈螺旋线分布环绕于内层罐体 4 圆柱形罐体外周，每级按照 1 ～ 3 圈环绕，多级恒温供热管 9 共设 1、2、3、4、5…… 10 级；所述多级恒温供热管，第 1 级 1 ～ 4 根并联布置的水管下方连通注水管，上方连通排水管；第 2 级 1 ～ 4 根并联布置的水管上方连通注水管，下方连通排水管；第 3 级、第 4 级、第 5 级……第 10 级之后，以此类推，注水管和排水管交替排列。

[0040] 如图 4（b）所示，三级恒温供热管的注水管和排水管分别沿圆柱形罐体周壁呈均匀对称分布。

[0041] 三级机械搅拌机构 18 沿搅拌轴由下至上依次分布为螺旋搅拌器 C、竖直叶片搅拌器 B 以及下旋式叶片搅拌器 A。图 5（a)和图 5（b)分别显示了三级机械搅拌机构 18 的下旋式叶片搅拌器 A、竖直叶片搅拌器 B 和螺旋搅拌器 C 的结构。

[0042] 如图 5（a)所示，分别为竖直叶片搅拌器 B 和下旋式叶片搅拌器 A 结构示意图，竖直叶片搅拌器 B 多个搅拌叶片沿搅拌轴周向呈竖直均布；下旋式叶片搅拌器 A 多个搅拌叶片沿搅拌轴周向呈下旋式分布。

[0043] 参见图 5（b)所示，螺旋搅拌器 C 沿搅拌轴的底部设一圆环，圆环径向分布有一下连杆 C-1，螺旋搅拌器 C 搅拌轴的上部设一上连杆 C-2，在下连杆 C-1 与上连杆 C-2 间螺旋分布有呈对称分布的两组螺旋搅拌叶片。

[0044] 本发明的原理是：

[0045] 多级式搅拌太阳能辅助加热节能发酵装置的内层罐体锥形底部均匀分布四个循环射流辅助搅拌系统，将自产的沼气或是外源沼气通过高压压缩以及调压装置后，再经由均匀设置在罐底部处的射流喷嘴连同物料一起喷射进罐体内，实现细化物料的同时也可起到一定的循环辅助搅拌的作用。再配合连接于罐顶电机上的三级机械搅拌机构实现整体物料的充分搅拌。三级机械搅拌机构最底部设定为螺旋搅拌器C，能够将底部沉积的沉重物料向上输送；中部设置有竖直叶片搅拌器 B，能够对大块物料进行粉碎产生横向的搅拌作用；顶部为下旋式叶片搅拌器 A，给物料以下旋搅拌作用，从而实现整个罐体内部物料自下而上的循环搅拌，达到充分搅拌的目的。

[0046] 内层罐体上部为半球体，半球体顶部连接有电机，内层为太阳能集热材料顶，外层是折叠式旋转罐盖，折叠式旋转罐盖为不完全半球体，通过套在电机外侧的滑动轴承以及圆周的滑轨实现人工滑动开启与闭合。半球体罐顶顶部表面为太阳能集热材料层，折叠式旋转罐盖上两块呈相对布置的可折叠半球面能够沿半球体罐顶顶部表面旋转，从而在阳光

充足的条件下，通过人工滑动开启外壳，内层罐顶的太阳能集热顶暴露在阳光下，吸收太阳能并将热量直接传递到整个发酵罐。环境温度较低的场合(降雪天或是阴雨天)，可滑动罐顶关闭，有效地阻止了罐体内部温度的流失。

[0047] 同时，多级恒温供热管的每一级由围绕在内层罐体与保温材料层之间的供热水管构成，1～4条管道并排绕着内层罐体1～3圈形成一级供热管组，热蒸汽通过注水口注入，冷却后再经由排水管排出，要求供热管组级数能够覆盖整个发酵物料高度即可，各级供热管组的注水口均匀分布在罐体俯视圆周上。可通过市政供热或是自给供热实现恒温加热。

[0048] 以上所述，仅为本发明较佳的具体实施方式，但本发明的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内，可轻易想到的变化或替换，都应涵盖在本发明的保护范围之内。

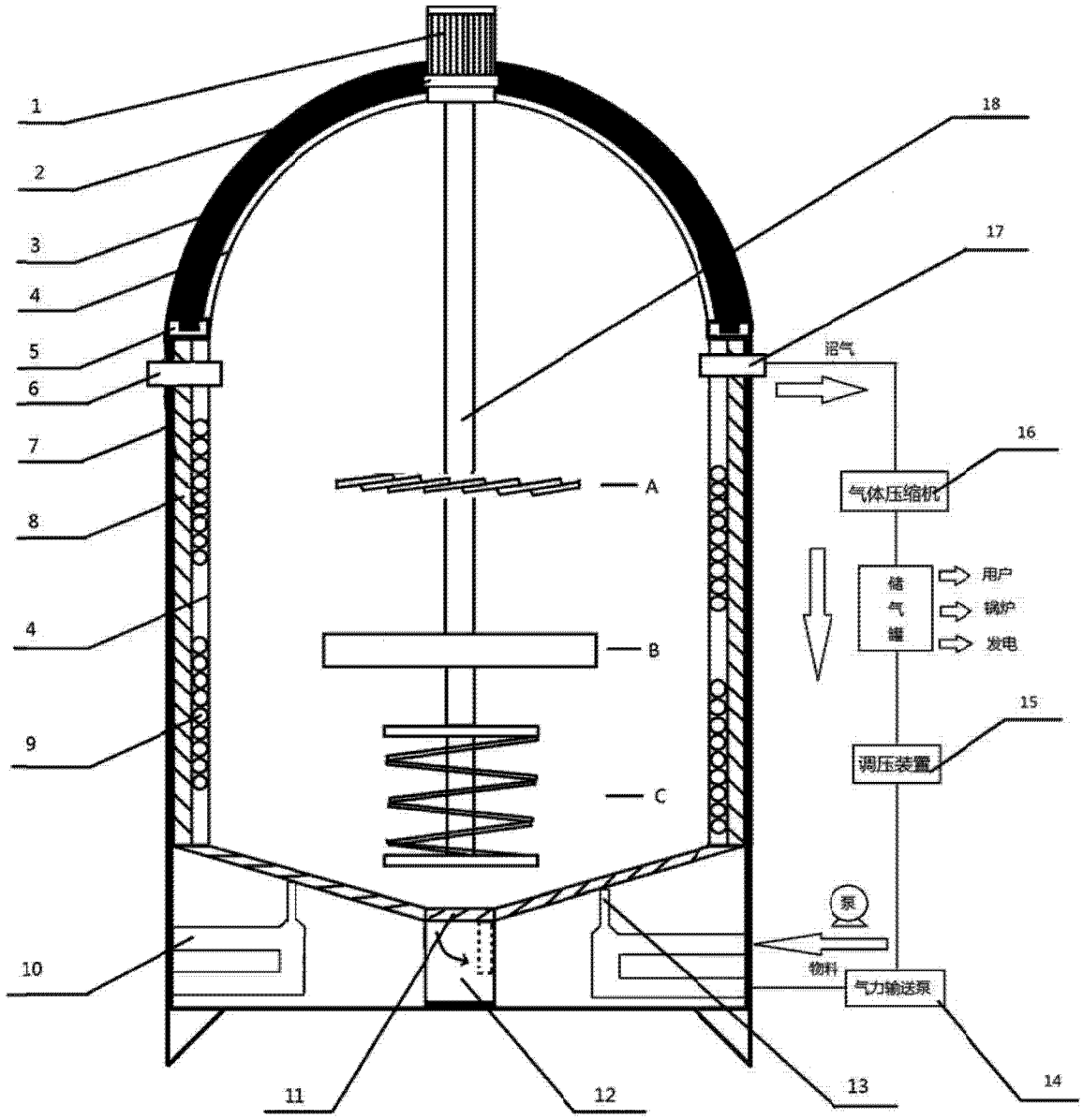

1
2
3
4
5
6
7
8
4
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
A
B
C
沼气
气体压缩机
储气罐
用户
锅炉
发电
调压装置
泵
物料
气力输送泵

图 1

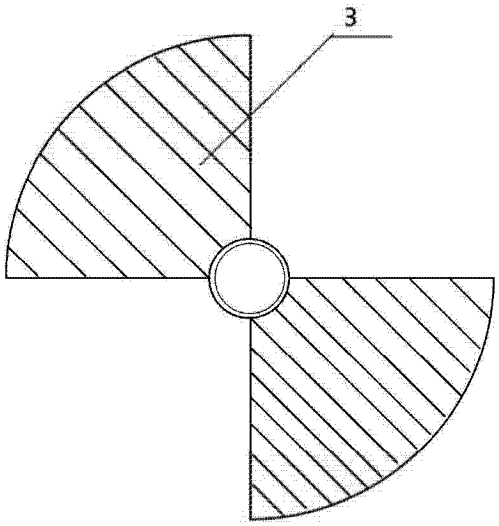


图 2（a）

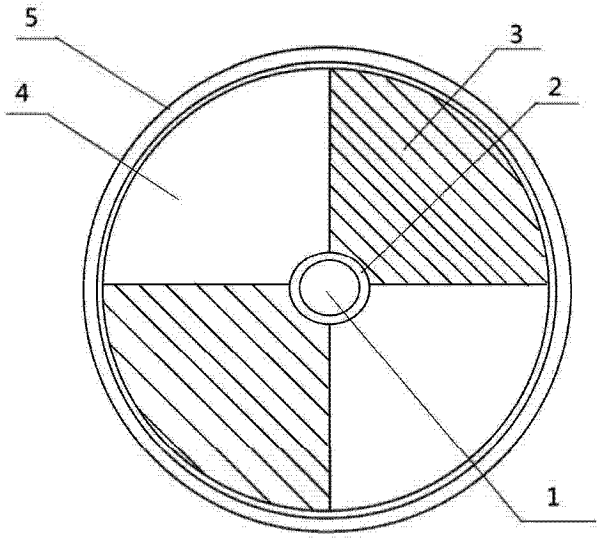


图 2（b）

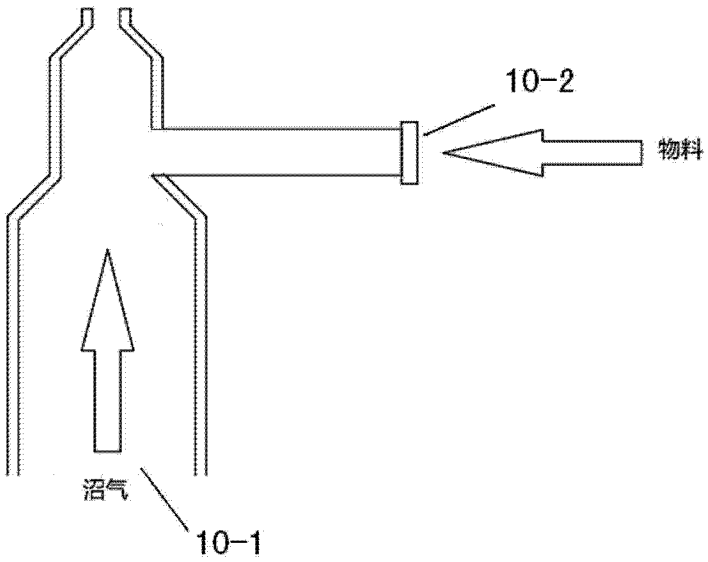


图 3（a）

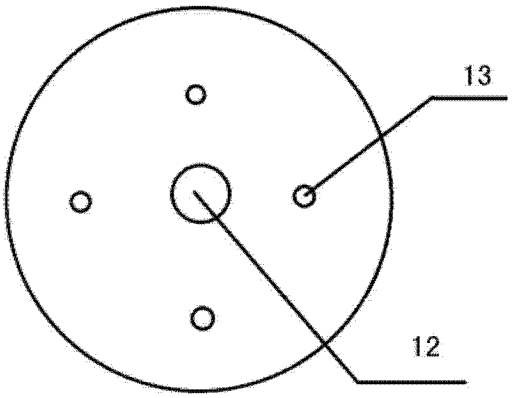


图 3（b）

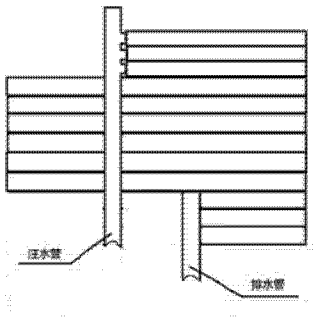


图 4（a）

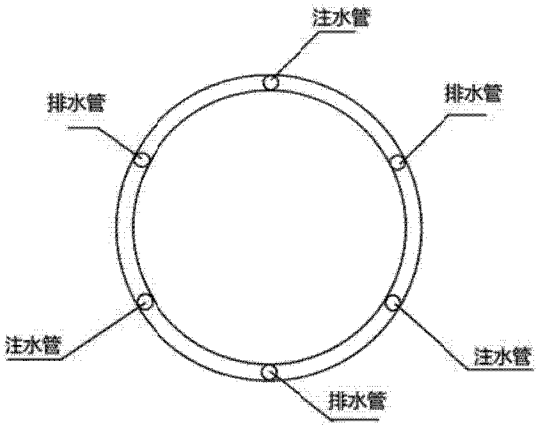


图 4（b）

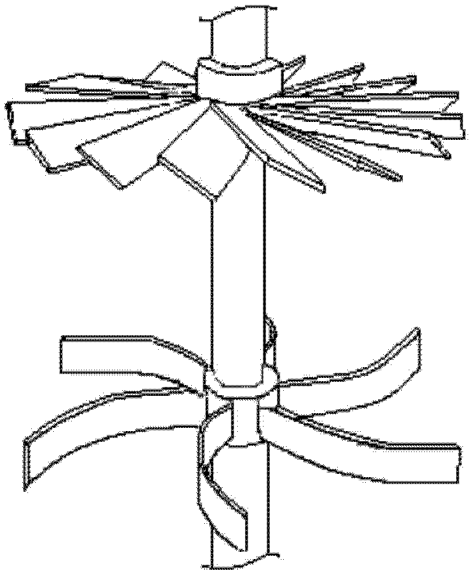


图 5（a）

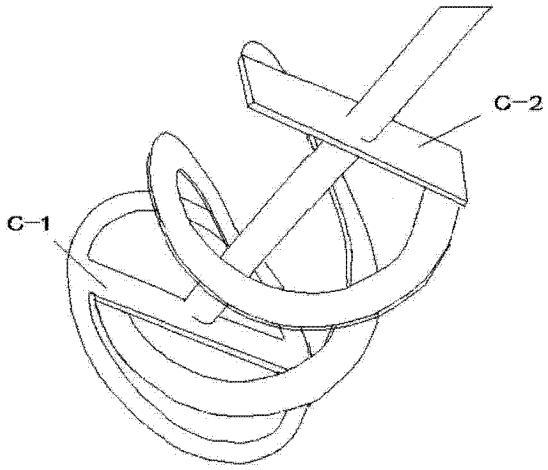


图 5（b）