

## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102617204 B

(45) 授权公告日 2013. 07. 10

(21) 申请号 201210060507. 7

(22) 申请日 2012. 03. 09

(73) 专利权人 湖南深拓智能设备股份有限公司  
地址 410205 湖南省长沙市高新技术开发区  
麓谷桐梓坡西路 348 号科力远园区能  
源大楼南座 1 楼  
专利权人 汪深

(72) 发明人 汪深

(74) 专利代理机构 长沙正奇专利事务所有限责  
任公司 43113  
代理人 魏国先

(51) Int. Cl.  
C05F 17/02 (2006. 01)

审查员 孙婕

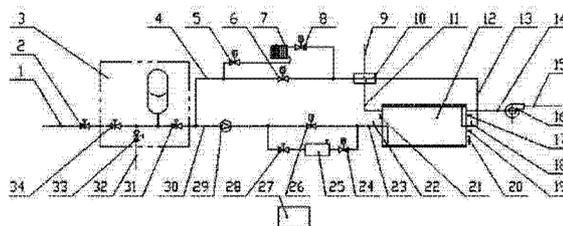
权利要求书2页 说明书11页 附图7页

### (54) 发明名称

一种好氧发酵反应系统及方法

### (57) 摘要

一种好氧发酵反应系统及方法,包括好氧发酵反应器、循环水系统、进排气系统、检测系统和控制系统;好氧发酵反应器的卧置滚筒外具有水套,卧置滚筒两侧封盖上具有进、出料孔和进、排气孔;循环水系统连接连通卧置滚筒上的水套,进排气系统连接连通卧置滚筒封盖上的进、排气孔;检测系统的传感器安装在好氧发酵反应器内和好氧发酵反应器进出水管上,传感器输出的信号分别连接控制系统,控制系统控制循环水系统、进排气系统、好氧发酵反应器和外部进卸料输送设备。本发明占地面积更小,发酵效率更高,不产生二次污染,使有机废弃物快速实现减量化、无害化、资源化处理。



1. 一种好氧发酵反应系统,其特征在于包括好氧发酵反应器、循环水系统、进排气系统、检测系统和控制系统;好氧发酵反应器的卧置滚筒内部安装固定有物料抄板;好氧发酵反应器的卧置滚筒外具有水套,卧置滚筒两侧封盖上具有进、出料孔和进、排气孔;好氧发酵反应器的排气口通过通风管密封连接除臭设备;循环水系统连接连通卧置滚筒上的水套,采用循环水系统采集发酵热量,且出水管道上设置有热能负载;进排气系统连接连通卧置滚筒封盖上的进、排气孔;检测系统在好氧发酵反应器内装有物料含氧量传感器,在好氧发酵反应器的进、出水管上装有温度传感器,在好氧发酵反应器内设置有物料温度传感器;各传感器输出检测信号连接控制系统,控制系统控制循环水系统、进排气系统、好氧发酵反应器和外部进卸料输送设备。

2. 根据权利要求1所述的好氧发酵反应系统,其特征在于所述的好氧发酵反应器的卧置滚筒与进料侧封盖、进料侧密封装置、出料侧封盖、出料侧密封装置共同组成一个密闭的发酵空间;进料孔在卧置滚筒进料侧封盖内侧对应位置安装有进料闸门,出料孔安装有出料闸门。

3. 根据权利要求2所述的好氧发酵反应系统,其特征在于所述的好氧发酵反应器包括卧置滚筒、固定在卧置滚筒上并与卧置滚筒同轴的滚圈、滚筒回转驱动装置、托轮组,卧置滚筒在滚圈的支撑下置于托轮组上,在滚筒回转驱动装置的驱动下,卧置滚筒在托轮组上转动;托轮组的高低可调,卧置滚筒的轴线与水平面成 $0 \sim 5$ 度的夹角可调。

4. 根据权利要求1所述的好氧发酵反应系统,其特征在于所述的物料抄板与卧置滚筒轴线平行;或者物料抄板与卧置滚筒轴线倾斜成一定角度,形成螺旋;或者整个滚筒内物料抄板分成前后两部分,前后两部分物料抄板与卧置滚筒轴线倾斜成相反的角度,形成相反的螺旋。

5. 根据权利要求3所述的好氧发酵反应系统,其特征在于所述的好氧发酵反应器的滚筒回转驱动装置采用齿轮驱动装置或者摩擦驱动装置;所述齿轮驱动装置由电动机、联轴器或皮带传动装置、减速器、小齿轮依次连接,小齿轮与卧置滚筒上的同轴齿轮圈啮合,驱动卧置滚筒转动;所述摩擦驱动装置由电动机、皮带传动装置、减速机、联轴器、托轮轴依次连接,使托轮组中的托轮作为摩擦驱动的主驱动轮,托轮与卧置滚筒的滚圈摩擦连接,驱动卧置滚筒转动。

6. 根据权利要求1所述的好氧发酵反应系统,其特征在于所述的进排气系统包括好氧发酵反应器、风机、管道;好氧发酵反应器的进气管上设置空气加热装置,空气加热装置采用加热器或循环水系统中的热交换器。

7. 根据权利要求1所述的好氧发酵反应系统,其特征在于所述的循环水系统包括好氧发酵反应器、辅助热源、泵、阀门和连接管道,好氧发酵反应器水套的出水管与泵的进水管连接,泵的出水管与辅助热源电磁阀连接,辅助热源电磁阀的出水管与辅助热源进水管连接,辅助热源的出水管与好氧发酵反应器水套的进水管连接;所述辅助热源设置有旁通支路,旁通支路上设置有辅助热源旁通电磁阀。

8. 根据权利要求7所述的好氧发酵反应系统,其特征在于所述的循环水系统在好氧发酵反应器出水管道上设置有用加热空气的热交换器。

9. 根据权利要求7所述的好氧发酵反应系统,其特征在于所述的好氧发酵反应器出水管出水分两路:一路经热能负载旁通电磁阀与循环水回水管相连,另一路经热能负载电磁

阀、热能负载与循环水回水管相连。

10. 一种好氧发酵反应方法,其特征在于该方法为:

(1) 启动循环水系统,辅助热源加热循环水,循环的热水进入好氧发酵反应器的外部水套,使好氧发酵反应器被加热,并使循环出水升温至适合高温好氧发酵的设定温度;

(2) 启动外部输送设备,通过输送设备将经预处理过的有机废弃物和高温好氧菌种送入好氧发酵反应器;

(3) 在加料的同时,控制系统启动好氧发酵反应器的滚筒回转驱动装置,驱动反应器滚筒正方向旋转,借助于发酵反应器内部螺旋状抄板的作用,发酵原料被向出料侧输送,同时发酵原料被抄起-跌落,使发酵原料得以跟氧气充分搅拌混合,扩大了发酵原料跟氧气的接触面积;

(4) 进排气系统在控制系统的控制下跟好氧发酵反应器的滚筒回转驱动装置联动,滚筒回转驱动装置启动则进排气系统启动,滚筒回转驱动装置停止则进排气系统停止或低速运行;空气加热后经进气口进入发酵反应器的内部;发酵反应器内部的发酵原料和高温好氧发酵菌种与氧气充分接触产生高速的好氧反应;抽出的废气,被集中送至除臭设备处理;

(5) 当输送的进入好氧发酵反应器内的发酵原料量达到要求时,控制系统控制加料停止;

(6) 在高温好氧发酵反应进行中,控制系统根据水套进出水口的温度自动控制辅助热源使循环出水的温度始终恒定在温度设定值;随着好氧发酵的进行,生物反应产生的热量不断增加,为保持出水温度的恒定,避免微生物在高温下进入休眠状态,控制系统打开热能负载电磁阀,将多余的热能输送至热能负载,减小直至关闭辅助热源,使反应始终在恒定温度条件下进行;

(7) 在高温好氧发酵反应进行中,控制系统检测好氧发酵反应器中含氧量的大小及发酵原料的温度,当检测到含氧量小于设定值或温度超过设定值时,控制系统控制好氧发酵反应器的滚筒回转驱动装置及进排气系统的启动,确保向好氧发酵反应提供恰当够用的氧气;

(8) 在好氧发酵反应过程中,控制系统根据检测到的含氧量及发酵原料的温度,控制好氧发酵反应器的滚筒回转驱动装置采用正转-停-反转-停...的交替周期性间歇运转的方式运行,螺旋状抄板在滚筒正转时,将发酵原料向出料口方向输送,当滚筒反转时,将发酵原料向进料口方向输送,正、反交替的运行,使新老发酵原料得到充分搅拌,同时使发酵原料与反应器内壁的黏壁量下降,又使搅拌的能耗降到最低;

(9) 当高温好氧反应的时间到达设定值时,控制系统控制好氧发酵反应器的滚筒回转驱动装置驱动好氧反应器滚筒正方向旋转,开启圆筒发酵反应器的出料闸门,排出部分发酵陈料经外部输送设备送至下一工序处理;

(10) 当卸料结束后,控制系统再次启动外部进料输送设备,将待发酵原料送入好氧发酵反应器内,新发酵原料的进入将造成循环出水温度下降,控制系统为维持循环出水温度的恒定,将控制辅助热源向系统补充热量,使好氧发酵反应、热能负载始终工作在相对恒定的温度下;

(11) 重复以上(3)~(10)的步骤,使有机废弃物的生物发酵降解反应高速地循环下去。

## 一种好氧发酵反应系统及方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于生物发酵技术领域。具体涉及一种好氧发酵反应系统及方法,用于粪便、污泥及垃圾的减量化、无害化、资源化处理。

### 背景技术

[0002] 规模化畜禽养殖场、污水处理厂、居民区的主要副产品:粪便、污泥及厨余垃圾(统称为有机废弃物或发酵原料),量大且高度集中,如果不能及时有效处置,极易造成严重的环境污染。

[0003] 针对以上有机废弃物的处理,人们提出了众多的解决方案,如充氧动态发酵法(堆肥)、沼气发酵法、高温快速干燥法、微波干燥法、填埋及焚烧发电等方法。

[0004] 由于这些有机废弃物通常含水率极高、恶臭、易粘结成块等原因而没有找到理想的处置方法。

[0005] 如:①焚烧发电法,有机废弃物因含水率高,燃烧热值低使得燃烧发电需消耗大量的燃料资源,燃烧成本高昂而得不偿失,而且燃烧产生二恶英、一氧化碳、二氧化硫等有毒物质被排往大气继续污染环境。②直接填埋法,填埋处理法占用土地面积巨大,不可恢复地消耗土地资源;填埋产生大量臭气、渗出液二次污染严重;填埋气体存在爆燃危险。③厌氧发酵法(沼气技术)被认为是一种可以处理粪便并生产清洁能源的生物技术,但又带来次生问题:其一是反应器体积庞大、容积产气率低而成本高昂;其二是冬季气温低使反应速度下降甚至停止发酵,冬季的有机废弃物难以得到处理;其三是沼液、沼渣固液分离需耗费大量的能源,沼液受运输成本的制约难以实现商品化销售,而沼液 COD 非常高,即使污水处理厂处理也难以达标排放。其四是沼气作为燃料或用来发电收回投资时间太长,回报率低。

[0006] 好氧发酵(堆肥)可以通过微生物降解有机物,使有机废弃物实现减量化,无害化、资源化处理。目前广泛采用的场地堆肥发酵技术,主要存在:①占地面积大;②发酵时间长(一般一次发酵时间需要 15~30 天左右);③在低温天气时发酵速度下降甚至停止,④臭气难以收集处理而污染环境。目前大多的研究是通过通风强制输氧、翻堆或搅拌等手段提高好氧堆肥的效率或效果,而发酵产生的热量及臭气则一般任其排往大气,造成了极大的环境污染;而著名的达诺(Dano)滚筒式好氧反应器,相对场地发酵具有发酵效率高、占用场地面积小等特点,但发酵效果取决于滚筒长度等因素,为延长发酵原料在滚筒反应器中的停留时间以保证发酵效果,滚筒的长度通常设计成滚筒直径的 10 以上甚至达 20 倍以上,因此占地面积仍然很大,设备制造成本高昂,同时还存在新进的发酵原料(有机废弃物)跟已发酵原料接触面积过小、新进的发酵原料缺乏充分的发酵菌母因而反应速度较慢等缺点。

[0007] 因此,研究开发占地面积更小、发酵效率更高、不受冬季低温影响、不产生二次污染,使有机废弃物快速实现减量化、无害化、资源化的高效好氧反应系统是非常必要的。

### 发明内容

[0008] 本发明所要解决的技术问题是:解决上述现有技术存在的问题,而提供一种好氧

发酵反应系统及方法,占地面积小,不受环境因素及低温条件影响,发酵效率高,不产生二次污染,无臭气及热量外排,环保效果好,使有机废弃物快速实现减量化、无害化、资源化处理。

[0009] 本发明采用的技术方案是:

[0010] 一种好氧发酵反应系统,包括好氧发酵反应器、循环水系统、进排气系统、检测系统和控制系统;好氧发酵反应器的卧置滚筒外具有水套,卧置滚筒两侧封盖上具有进、出料孔和进、排气孔;循环水系统连接连通卧置滚筒上的水套,进排气系统连接连通卧置滚筒封盖上的进、排气孔;检测系统由各类传感器构成,在好氧发酵反应器的进、出水管上装有温度传感器,在好氧发酵反应器内装有物料含氧量传感器,好氧发酵反应器内设置有物料温度传感器,在进、卸料输送设备上以及进、出料口设置有确认物料位置的料位传感器,各传感器输出检测信号分别连接控制系统,控制系统控制循环水系统、进排气系统、好氧发酵反应器和外部进、卸料输送设备。

[0011] 上述技术方案中,所述的好氧发酵反应器包括卧置滚筒、滚筒回转驱动装置、托轮组、进料侧封盖及密封装置、出料侧封盖及密封装置;卧置滚筒置于托轮组上,卧置滚筒与进料侧封盖、进料侧密封装置、出料侧封盖、出料侧密封装置组成一个密闭的发酵空间,进料侧封盖上部设置有进料孔和进气孔,出料侧封盖上部设置有排气孔,出料侧封盖下部设置有出料孔,进排气孔与外部进排气系统通风管道密封连接,卧置滚筒内反应废气由通风管连接至除臭设备,除臭设备集中处理废气、回收氨氮后无污染排放;进料孔在卧置滚筒进料侧封盖内侧安装有进料闸门,出料孔安装有出料闸门。

[0012] 上述技术方案中,卧置滚筒内部安装固定有物料抄板,物料抄板与卧置滚筒轴线平行;或者物料抄板与卧置滚筒轴线倾斜成一定角度,形成螺旋;或者整个滚筒内物料抄板分成前后两部分,前后两部分物料抄板与卧置滚筒轴线倾斜成相反的角度,形成相反的螺旋。

[0013] 上述技术方案中,托轮组至少有两组,托轮组的数量依滚筒长度而定;与之相对应,在卧置滚筒上设置有同轴滚圈,滚圈支撑着卧置滚筒置于托轮组上,托轮组的高低可调,卧置滚筒的轴线与水平面成 $0 \sim 5$ 度的夹角可调,通过调节这一夹角的大小,可以调节被发酵原料向出料端的输送速度;卧置滚筒在托轮组的支撑下由滚筒回转驱动装置驱动转动。

[0014] 上述技术方案中,卧置滚筒的其中一个托轮组设置有避免滚筒沿轴线发生窜动的装置。此装置是止挡轮,或者托轮带有挡边。

[0015] 上述技术方案中,滚筒回转驱动装置采用齿轮驱动装置或者摩擦驱动装置,所述齿轮驱动装置由电动机、联轴器或皮带传动装置、减速器、小齿轮依次连接,小齿轮与卧置滚筒上的同轴齿轮圈啮合,驱动卧置滚筒转动;所述摩擦驱动装置由电动机、皮带传动装置、减速机、联轴器、托轮轴依次连接,托轮组中的托轮作为摩擦驱动的主驱动轮。托轮组的同轴托轮之间通过连接轴连接在一起,两根连接轴分别与减速器输出轴上的联轴器连接;电动机通过链传动装置或带传动装置分别连接驱动两台减速器,两台减速器的输出轴通过联轴器连接带动连接轴,驱动连接轴上的全部托轮,托轮与卧置滚筒的滚圈摩擦连接,驱动卧置滚筒转动。

[0016] 上述技术方案中,卧置滚筒外部的水套,被齿圈或滚圈分隔成几部分,这几部分通

过水套连接管连接成一整体。

[0017] 上述技术方案中,水套通过水套引出管引至卧置滚筒封盖的轴心处,再通过安装在封盖轴心处的旋转接头与外部循环水管连接。

[0018] 上述技术方案中,卧置滚筒外部装有的水套的外面包裹有保温层,保温层由保温隔热材料组成,如岩棉、聚胺脂、石棉等。

[0019] 上述技术方案中,发酵原料在卧置滚筒内从进料侧向出料侧的移动,可以通过卧置滚筒与水平面形成一定角度来实现,也可以通过抄板与卧置滚筒轴线倾斜成一定的角度形成螺旋并由卧置滚筒的正反转来实现。

[0020] 上述技术方案中,发酵原料在卧置滚筒从进料侧向出料侧的移动,还可以通过前后两部分抄板与卧置滚筒轴线倾斜角度相反形成相反的螺旋,并由卧置滚筒的正反转来实现。

[0021] 上述技术方案中,所述的进排气系统,包括好氧发酵反应器、风机、管道,好氧发酵反应器的排气管道连接废气处理除臭设备,好氧发酵反应器的进气管道连通大气。

[0022] 好氧发酵反应器内的反应废气由抽风机抽出后送往废气处理设备集中处理,好氧发酵反应所需氧气,由抽风机在好氧发酵反应器内产生的负压从大气中吸入新鲜空气补充。

[0023] 上述技术方案中,在好氧发酵反应器的进气管上设置有空气加热装置,空气加热装置可以是加热器,用加热器加热空气;或者是循环水系统中的热交换器,经热交换器加热空气。

[0024] 上述技术方案中,所述的循环水系统,包括好氧发酵反应器、辅助热源、泵、压力水箱、阀门和连接管道,好氧发酵反应器外部设置有水套,水套的引出管与旋转接头连接,旋转接头连接好氧发酵反应器的出水管,该出水管与泵的进水管连接,泵的出水管与辅助热源的进水管连接,辅助热源的出水管与好氧发酵反应器水套的进水管连接。

[0025] 上述技术方案中,辅助热源的两端设置有阀门,并设有旁通支路,辅助热源旁通支路设置有电磁阀。当好氧发酵反应产生的热量过大时,控制系统关闭辅助热源电磁阀,打开旁通支路电磁阀,通过旁通支路旁路掉辅助热源。

[0026] 上述技术方案中,所述辅助热源,包括燃气锅炉、燃煤锅炉、太阳能热水器或电热水器等,用于对循环水进行补充加热。

[0027] 上述技术方案中,压力水箱通过阀门也与泵的进水管连接,压力水箱通过补水阀与外供水管相连,压力水箱的作用是对循环水系统进行补水。

[0028] 更进一步地,在泵的进水管可连接排水阀和排水管,当循环水系统中的水加热膨胀后,多余的水可经排水阀和排水管排出。

[0029] 更进一步地,在好氧发酵反应器出水管道上设置有用于加热空气的热交换器,可对进入好氧发酵反应器的空气加热。

[0030] 更进一步地,在好氧发酵反应器出水管道上设置有热能负载,热能负载的两端设置有阀门并设有旁通支路,热能负载旁通支路设置有电磁阀;当好氧发酵反应产生的热量过大时,控制系统打开热能负载电磁阀,关闭热能负载旁通支路电磁阀,发酵反应热被送到热能负载,使得发酵反应产生的热能得到资源性利用;而发酵的初始阶段无反应热时,控制系统关闭热能负载电磁阀,打开热能负载的旁通支路使水循环不经过热能负载。

[0031] 上述技术方案中,所述的检测系统包括:在好氧发酵反应器的进、出水管道上设置有温度传感器,温度传感器输出连接控制系统,在好氧发酵反应器内设置有物料含氧量传感器,物料含氧量传感器输出连接控制系统,在好氧发酵反应器内设置有物料温度传感器,物料温度传感器输出连接控制系统,在进、卸料输送设备上以及进、出料口设置有确认物料位置的料位传感器,料位传感器输出连接控制系统。

[0032] 在好氧发酵反应器的进、出水管道上设置的温度传感器输出连接控制系统后,控制系统输出连接控制阀门。控制系统根据进、出水管道上设置的温度传感器的检测结果控制相关阀门的动作,使好氧发酵反应在恒定的高温下高速进行。

[0033] 在初次向好氧发酵反应器加料的时候,启动循环水系统,辅助热源加热循环水,循环的热水进入好氧发酵反应器的外部水套,使好氧发酵反应器被升温,并使循环出水升温至适合高温好氧发酵的设定温度。

[0034] 若进入好氧发酵反应器的新鲜空气被热交换器所加热,则可避免由于给氧换气造成反应器内温度的波动。

[0035] 在高温好氧发酵反应进行中,控制系统根据水套进、出水口的温度自动控制辅助热源,使水套内的循环水温度始终恒定在设定值;随着好氧发酵的进行,生物反应产生的热量不断增加,循环出水温度开始大于循环进水温度,为避免微生物在高温下进入休眠状态,控制系统控制热能负载电磁阀打开,控制热能负载旁路电磁阀关闭,使得发酵反应热对热能负载输出,将多余的热能输送至热能负载;当热能负载投入后水套出水口的温度如果仍然高于设定值,控制系统控制辅助热源电磁阀关闭,辅助热源旁路电磁阀打开,使反应始终恒定在设定温度下进行。

[0036] 当发酵完成外部输送设备向发酵反应器输送新的发酵原料造成循环出水温度下降的时候,控制系统自动启动辅助热源向系统补充热量,使热能负载及发酵反应器始终工作于相对恒定的温度下。

[0037] 在好氧发酵反应器的出料侧封盖上设置的物料温度传感器和含氧量传感器,其输出分别连接控制系统,控制系统连接控制风机和好氧发酵反应器的滚筒回转驱动装置,控制系统根据发酵原料的温度及含氧量大小跟设定值进行比较,确定滚筒回转驱动装置及风机的启停间隔或转速。

[0038] 上述滚筒回转驱动装置可以采用下述三种方式之一:

[0039] 方式一:卧置式滚筒上固定的两个跟卧置滚筒同轴的滚圈分别被两组托轮组所支撑,在卧置式滚筒上固定的跟滚筒轴线同轴的齿圈与减速机输出轴上的小齿轮相啮合;电动机输出力矩通过联轴器、减速机、小齿轮驱动齿圈带动卧置式滚筒在托轮组上旋转。

[0040] 方式二:卧置式滚筒上固定的两个跟卧置滚筒同轴的滚圈分别被两组托轮组所支撑,其中两个轴线同轴的托轮为一组,分别通过传动轴与链轮相连接;电动机经联轴器、减速机、链轮、链条,分别传动两个链轮,通过两根传动轴分别带动两组四个托轮旋转,这四个托轮都作为主驱动轮通过与滚圈间的摩擦力作用从而使卧置式滚筒在托轮组上旋转。

[0041] 方式三:卧置式滚筒上固定的两个跟卧置滚筒同轴的滚圈分别被两组托轮组所支撑,其中两个轴线同轴的托轮为一组,分别通过传动轴、联轴器与减速器输出轴相连接,减速器输入轴上装有皮带轮,电动机输出轴上装有皮带轮。电动机通过两组皮带分别与两个减速器相连。电动机经带传动、减速机、联轴器,通过两根传动轴带动两组四个托轮旋转,这

四个托轮都作为主驱动轮通过与滚圈间的摩擦力作用从而使卧置式滚筒在托轮组上旋转。

[0042] 本发明的好氧发酵反应方法为：

[0043] 1. 启动循环水系统,辅助热源加热循环水,循环的热水进入好氧发酵反应器的外部水套,使好氧发酵反应器被加热,并使循环出水升温至适合高温好氧发酵的设定温度；

[0044] 2. 启动外部输送设备,通过输送设备将经预处理过的发酵原料和高温好氧菌种送入好氧发酵反应器；

[0045] 3. 在加料的同时,控制系统启动好氧发酵反应器的滚筒回转驱动装置,驱动反应器滚筒正方向旋转,借助于发酵反应器内部螺旋状抄板的作用,发酵原料被向出料侧输送,同时有机废弃物被抄起-跌落,使有机废弃物得以跟氧气充分搅拌混合,扩大了发酵原料跟氧气的接触面积；

[0046] 4. 进排气系统在控制系统的控制下跟好氧发酵反应器的滚筒回转驱动装置联动,滚筒回转驱动装置启动则进排气系统启动,滚筒回转驱动装置停止则进排气系统停止或低速运行；空气加热后经进气口进入发酵反应器的内部,发酵反应器内部的发酵原料和高温好氧发酵菌种与氧气充分接触产生高速的好氧反应,抽出的废气,被集中送至除臭设备处理；

[0047] 5. 当输送的进入发酵反应器内的有机废弃物原料量达到要求时,控制系统控制加料停止；

[0048] 6. 在高温好氧发酵反应进行中,控制系统根据水套进出水口的温度自动控制辅助热源和热能负载,使循环出水的温度始终恒定在温度设定值；随着好氧发酵的进行,生物反应产生的热量不断增加,为保持出水温度的恒定,避免微生物在高温下进入休眠状态,控制系统将打开热能负载的电磁阀,关闭热能负载旁通电磁阀,将多余的热能输送至热能负载,当循环水出水温度仍然高于设定值时,控制系统关闭辅助热源电磁阀,打开辅助热源旁通电磁阀,使反应始终恒定在设定温度下进行；

[0049] 7. 在高温好氧发酵反应进行中,控制系统根据发酵原料中含氧量的大小及发酵原料的温度,确定好氧发酵反应器的滚筒回转驱动装置及进排气系统的启动,确保向好氧发酵反应提供恰当够用的氧气；

[0050] 8. 在好氧发酵反应过程中,控制系统根据检测到的含氧量及发酵原料的温度,控制好氧发酵反应器的滚筒回转驱动装置采用正转-停-反转-停...的交替周期性间歇运转的方式运行,螺旋状抄板在滚筒正转时,将发酵原料向出料口侧输送,当滚筒反转时,将发酵原料向进料口输送,正、反交替的运行,使新老发酵原料得到充分搅拌,同时使发酵原料与反应器内壁的黏壁量下降,又使搅拌的能耗降到最低；

[0051] 9. 当高温好氧反应的时间到达设定值时,控制系统控制好氧发酵反应器的滚筒回转驱动装置驱动反应器滚筒正方向旋转并同时开启圆筒发酵反应器的出料闸门,排出部分发酵陈料经外部输送设备送至下一工序处理；

[0052] 10. 当卸料结束后,控制系统再次启动外部进料输送设备,将待发酵原料送入好氧发酵反应器内,新料的进入将造成循环出水温度下降,控制系统为维持循环出水温度的恒定,将控制辅助热源向系统补充热量,使热能负载及发酵反应器始终工作在相对恒定的温度下。

[0053] 11. 重复以上步骤,使有机废弃物的生物发酵降解反应高速地循环下去。

[0054] 本发明的有益效果是：

[0055] 1) 本发明建立了适合高效率好氧反应的温度条件，使好氧反应始终在相对恒定的高温环境下进行，有利于驯化并大量繁殖高温嗜热菌种，使反应效率远高于传统的：嗜温菌-嗜热菌-嗜温菌，菌种交替消化交替休眠的传统好氧反应。

[0056] 2) 本发明建立了适合高效率好氧反应的好氧条件，空气根据含氧量做闭环控制按需供给，避免供给不足造成好氧微生物死亡或空气供给过量造成能耗过高的问题；空气进入反应器前被加热，避免了送风造成反应器内温度的波动。

[0057] 3) 本发明建立了适合高效率好氧微生物传承的条件，本发明的好氧发酵方法，是在在好氧发酵反应完毕卸出部分腐熟的发酵原料后，在好氧发酵反应器内仍留存有部分腐熟的发酵原料，这部分留存的腐熟发酵原料与新进的发酵原料在螺旋抄板的作用下充分混合，有效地利用了腐熟的发酵原料中富含的高温嗜热菌酵母。反应器滚筒采用正转-停-反转-停...的交替间歇方式运转，相较于连续旋转的达诺(Dano)滚筒，既节约了能源，又使新进入反应器的发酵原料跟高温嗜热菌种在螺旋布置的抄板作用下被充分的搅拌混合，使反应能得以高速的进行；同时正、反转运转方式比单方向旋转的达诺(Dano)滚筒，更能减少发酵原料在反应器上的黏壁量。

[0058] 4) 本发明其好氧发酵反应的效果(腐熟度)与滚筒的长度无关；本好氧反应器其长径比一般仅为达诺(Dano)滚筒的20~30%，因此本发明有占地面积小的优势，同时本好氧反应器由于长径比小其造价也相对低廉。

[0059] 5) 本发明通过循环水系统采集发酵热量，驱动热能负载，使发酵热量实现了资源化的利用而不是排往大气，使好氧反应的发酵热得到资源性利用。

[0060] 6) 本发明将反应臭气采集集中处理后再排放，使氨氮等气体得到了回收利用而不是排往大气污染环境。

[0061] 本发明一种好氧发酵反应系统及方法，占地面积小，不受环境因素及低温条件影响，发酵效率高，不产生二次污染，无臭气及热量外排，环保效果好，可应用于城市居民小区、大型蔬菜批发市场、污水处理厂、乡镇、集约化养殖场和养殖小区对粪便、污泥及垃圾进行污染物源头治理。

[0062] a) 城市居民小区

[0063] 目前，城市生活垃圾普遍实行未分类收集，运送至垃圾处理场集中处理，粪污则和生活废水通过化粪池排放。采用本发明，将居民小区生活垃圾中的有机物质和粪污就地实行好氧发酵处理，不但使有机物废弃物得到了资源化利用，同时减少了垃圾的转运、焚烧及填埋量以及污水处理量；

[0064] b) 大型蔬菜批发市场或蔬菜种植场

[0065] 蔬菜批发市场、蔬菜种植场的主要垃圾是腐烂菜叶，采用本发明，将其就地实行好氧发酵处理，即使有机废弃物得到了资源化利用，也减少了垃圾的转运量及对环境的污染；

[0066] c) 污水处理场

[0067] 污水处理场产生大量的污泥，采用本发明，可对污泥就地实行好氧发酵处理，在有机废弃物物得到资源化利用的同时，既减少了臭气的排放对环境的污染，也减少了污泥的转运量；

[0068] d) 乡镇

[0069] 在乡镇,生活垃圾及养殖散养所产生的粪污对环境的污染较为严重。采用本发明,将生活垃圾中的有机物质和粪污就地实行好氧发酵处理,在有机废弃物得到资源化利用的同时,同时也减少了环境污染;

[0070] e) 集约化养殖场和养殖小区

[0071] 集约化养殖场和养殖小区,具有集中度强、排放数量大、污染物浓度高等特点,采用本发明,将所产生的粪污就地实行好氧发酵处理,既可对有机物得到资源化利用,同时也减少了环境污染。

[0072] 因此本发明将作为污染物源头治理的重要装备,为低碳、环保经济做出重大的贡献。

[0073] 附图说明:

[0074] 图 1 为本发明系统原理示意图。

[0075] 图 2 为好氧发酵反应器实施例 1 结构示意图。

[0076] 图 3 为好氧发酵反应器实施例 1 进料侧示意图。

[0077] 图 4 为好氧发酵反应器实施例 1 出料侧示意图。

[0078] 图 5 为好氧发酵反应器断面示意图。

[0079] 图 6 为好氧发酵反应器实施例 2 结构示意图。

[0080] 图 7 为好氧发酵反应器实施例 2 进料侧示意图。

[0081] 图 8 为好氧发酵反应器实施例 2 出料侧示意图。

[0082] 图中编号:

[0083] 1 供水管,2 进水管闸阀,3 压力水箱,4 循环水回水管,5 第一热能负载电磁阀,8 第二热能负载电磁阀,6 热能负载旁通电磁阀,7 热能负载,9 吸气管,10 热交换器,11 好氧发酵反应器进气管,12 好氧发酵反应器,13 好氧发酵反应器出水管,14 好氧发酵反应器排气管,15 废气处理设备连接管,16 抽风机,17 含氧量传感器,18 出水管温度传感器,19 物料温度传感器,20 好氧发酵反应器出料口,21 好氧发酵反应器进料口,22 进水管温度传感器,23 好氧发酵反应器进水管,24 辅助热源电磁阀,25 辅助热源,26 辅助热源旁通电磁阀,27 控制系统,28 辅助热源闸阀,29 泵,30 泵进水管,31 闸阀,32 排水管,33 排水阀,34 补水阀;

[0084] 41 进料侧封盖,42 水套进料侧引出管,43 进料侧旋转接头,44 水套进水管法兰,45 进料闸门,46 进料孔法兰,47 进气孔法兰,48 进料侧密封装置,49 水套,50 保温层,51 抄板,52 水套连接管,53 卧置滚筒,54 水套出料侧引出管,55 出料侧密封装置,56 排气孔法兰,57 出料侧旋转接头,58 水套出水管法兰,59 出料侧封盖,60 出料孔,61 出料闸门,62 止挡轮,63 出料侧滚圈,64 出料侧托轮组,65 电动机,66 联轴器,67 减速器,68 小齿轮,69 外齿轮圈,70 进料侧托轮组,71 进料侧滚圈;

[0085] 81 出料侧主动托轮组,82 传动轴,83 进料侧主动托轮组,84 链轮 A,85 链轮 B,86 链轮 C,87 减速器,88 联轴器,89 电动机,90 链条 A,91 链条 B。

[0086] 具体实施方式:

[0087] 一种好氧发酵系统,由控制系统、循环水系统、好氧发酵反应器、进排气系统、检测系统、热能负载、连接管道系统几部分组成。

[0088] 供水管 1 经闸阀 2、补水阀 34、闸阀 31、泵进水管 30 与泵 29 连接。在连接管路上

还接有压力水箱 3、排水阀 33。泵 29 的出水分两路：一路经辅助热源旁通电磁阀 26 与好氧发酵反应器进水管 23 直接相连，另一路经辅助热源闸阀 28、辅助热源 25、辅助热源电磁阀 24 与好氧发酵反应器进水管 23 连接。在好氧发酵反应器进水管 23 上设置有进水管温度传感器 22，循环水进入好氧发酵反应器 12 的水套后，经好氧发酵反应器出水管 13 流出，在好氧发酵反应器出水管 13 上设置有出水管温度传感器 18，出水经热交换器 10 后分两路：一路经热能负载旁通电磁阀 6 与循环水回水管 4 相连，另一路经第二热能负载电磁阀 8、热能负载 7、第一热能负载电磁阀 5 与循环水回水管 4 相连，循环水回水管 4 连通泵进水管 30。压力水箱 3 的作用是稳定循环水系统中的压力，自动对循环水系统进行补水。当循环水系统中的水受热膨胀后多余的水经排水阀 33、排水管 32 排出。

[0089] 好氧发酵反应器 12 内的反应废气由抽风机 16 经过好氧发酵反应器排气管 14 抽出，

[0090] 通过废气处理设备连接管 15 送往废气处理设备集中处理。在好氧发酵反应器 12 的出料侧封盖上设置含氧量传感器 17。好氧发酵反应所需氧气，由抽风机 16 在好氧发酵反应器 12 内产生的负压从大气中吸入新鲜空气补充，空气经吸气管 9、热交换器 10 加热后通过好氧发酵反应器进气管 11 进入好氧发酵反应器 12 内。

[0091] 经脱水处理后混合好氧发酵菌的发酵原料，通过外部进料输送设备通过好氧发酵反应器进料口 21 输送进入好氧发酵反应器 12 的内，在进行了充分好氧发酵反应后，部分熟料从好氧发酵反应器 12 内卸出，由好氧发酵反应器出料口 20 通过外部卸料输送设备送至下一工序处理。

[0092] 再送入部分发酵原料进入好氧发酵反应器与熟料充分混合以开始新一轮发酵作业。

[0093] 控制系统 27 根据检测系统检测的进水管温度传感器 22、出水管温度传感器 18、含氧量传感器 17、物料温度传感器 19 和料位传感器的检测结果，控制好氧发酵反应器的转动、进料输送设备、卸料输送设备、抽风机 16 的开启时间和转速，对好氧发酵反应环境进行实时控制，使其处于恒定温度条件、充分而不过量的好氧条件下进行高速反应。

[0094] 好氧发酵反应器由卧置滚筒及水套、内部抄板、托轮组、两侧的封盖及密封装置，

[0095] 进出料孔及闸门，进排气孔、卧置滚筒回转驱动装置等部件组成。

[0096] 好氧发酵反应器实施例 1：

[0097] 参见图 2，卧置滚筒 53 置于进料侧托轮组 70、出料侧托轮组 64 之上，两组托轮组支撑着进料侧滚圈 71、出料侧滚圈 63，调节进料侧托轮组 70 使好氧发酵反应器之进料侧高于出料侧，使其轴线与水平面的夹角为  $0 \sim 5^\circ$  间可调。出料侧托轮组 64 设置有止挡轮 62，止挡轮 62 的作用是避免滚筒沿轴线发生窜动。

[0098] 电动机 65 连接联轴器 66、减速器 67，通过减速器 67 输出轴上的小齿轮 68 和与之啮合的外齿轮圈 69，驱动卧置滚筒 53 绕其轴线转动。

[0099] 卧置滚筒 53 的两端分别设有固定不动的进料侧封盖 41、出料侧封盖 59，卧置滚筒 53、进料侧封盖 41、进料侧密封装置 48、出料侧封盖 59 及出料侧密封装置 55 组成了一个密闭的空间。进、出料侧密封装置 48、55 由迷宫及密封填料组成。

[0100] 进料侧封盖 41 上设置有进料孔法兰 46 和进气孔法兰 47，进料孔法兰 46 和进气孔法兰 47 布置在进料侧封盖 41 的上部，出料侧封盖 59 上设置有出料孔 60 和排气孔法兰

56, 排气孔法兰 56 布置在出料侧封盖 59 的上部, 出料孔 60 布置在出料侧封盖 59 的下部。

[0101] 外部的进料输送设备与进料侧封盖 41 上的进料孔法兰 46 密封相连, 在卧置滚筒内端, 设置有进料闸门 45, 在无料进入时进料闸门 45 自动关闭, 在有料进入时进料闸门 45 自动打开。

[0102] 出料侧封盖 59 外端与出料孔 60 的对应位置, 设置有出料闸门 61, 外部卸料输送设备的上料点布置出料闸门 61 的下端。在出料时, 打开出料闸门 61, 在不出料时, 将出料闸门 61 关闭。

[0103] 进料侧外部的进气管与进料侧封盖 41 上的进气孔法兰 47 密封相连, 出料侧外部的排气管道与出料侧封盖 59 上排气孔法兰 56 密封相连。

[0104] 卧置滚筒 53 的内部设置有抄板 51, 抄板 51 在纵向与卧置滚筒的轴线成一角度形成螺旋。

[0105] 卧置滚筒 53 的外部焊有水套 49, 水套 49 被卧置滚筒 53 上的外齿轮圈 69 和进料侧滚圈 71、出料侧滚圈 63 分成了几部分, 水套 49 通过水套连接管 52 连通成一个整体。

[0106] 水套 49 由水套进料侧引出管 42 通过设置在进料侧封盖 41 中心处的进料侧旋转接头 43 与水套进水管法兰 44 相连接。水套 49 由水套出料侧引出管 54 通过设置在出料侧封盖 59 中心处的出料侧旋转接头 57 与水套出水管法兰 58 相连接。

[0107] 水套 49 外设置保温层 50, 可以减少热能的辐射浪费。

[0108] 好氧发酵反应器实施例 2:

[0109] 参见图 7, 该实施例 2 与好氧发酵反应器实施例 1 不同之处, 主要在卧置滚筒的回转驱动装置不同。

[0110] 卧置滚筒 53 置于进料侧主动托轮组 83、出料侧主动托轮组 81 之上, 两组托轮组支撑着进料侧滚圈 71、出料侧滚圈 63, 调节进料侧托轮组使好氧发酵反应器之进料侧高于出料侧, 使其轴线与水平面的夹角为  $0 \sim 5^\circ$  间可调。出料侧托轮组设置有止挡轮 62。其中两个轴线同轴的托轮为一组, 分别通过传动轴 82 与链轮 A84、链轮 B85 相连。

[0111] 电动机 89 通过联轴器 88 与减速器 87 连接, 减速器 87 的输出轴上装有链轮 C86, 通过链条 A90、链条 B91 分别驱动链轮 A84 和链轮 B85, 将力矩传至四个托轮, 从而驱动卧置滚筒 53 绕其轴线转动。

[0112] 卧置滚筒 53 的外部焊有水套 49, 水套 49 被卧置滚筒 53 上的进料侧滚圈 71、出料侧滚圈 63 分成了几部分, 水套 49 通过水套连接管 52 连通成一个整体。

[0113] 卧置滚筒的回转驱动装置也可以采用下述方式:

[0114] 卧置式滚筒上两个同轴滚圈分别被两组托轮组所支撑, 其中两个轴线同轴的托轮为一组, 分别通过传动轴、联轴器与减速器输出轴相连接, 减速器输入轴上装有皮带轮, 电动机输出轴上装有皮带轮。电动机通过两组皮带分别与两个减速器相连。电动机经带传动、减速机、联轴器, 通过两根传动轴带动两组四个托轮旋转, 这四个托轮都作为主驱动轮通过与滚圈间的摩擦力作用从而使卧置式滚筒在托轮组上旋转。

[0115] 卧置滚筒的回转驱动装置还可以采用下述方式:

[0116] 卧置式滚筒上两个同轴滚圈分别被两组托轮组所支撑, 其中两个轴线同轴的托轮为一组, 分别通过传动轴、联轴器与减速器输出轴相连接, 减速器输入轴上装有链轮, 电动机输出轴上装有链轮。电动机通过两组链条分别与两个减速器相连。电动机经链传动、减

速机、联轴器,通过两根传动轴带动两组四个托轮旋转,这四个托轮都作为主驱动轮通过与滚圈间的摩擦力作用从而使卧式滚筒在托轮组上旋转。

[0117] 本发明对好氧发酵反应实施控制的方法如下:

[0118] 1. 启动循环水系统,打开闸阀 2、补水阀 34、闸阀 31,关闭排水阀 33,供水管 1 与泵进水管 30 连通。打开辅助热源闸阀 28、辅助热源电磁阀 24,关闭辅助热源旁通电磁阀 26。打开热能负载旁通电磁阀 6,关闭第二热能负载电磁阀 8、第一热能负载电磁阀 5;启动泵 29,辅助热源 25 加热循环水,循环的热水经好氧发酵反应器进水管 23 进入好氧发酵反应器 12 的外部水套,使好氧发酵反应器升温,并使循环出水升温至适合高温好氧发酵的设定温度;当循环水回水管 4 充满水后,关闭闸阀 31,向压力水箱 3 充水,充水完成后,关闭闸阀 2、补水阀 34,打开闸阀 31;

[0119] 2. 启动外部输送设备,通过输送设备将经预处理过的有机废弃物和高温好氧菌种送入好氧发酵反应器 12,当控制系统 27 通过料位传感器检测到输送进入好氧发酵反应器 12 内的有机废弃物原料达到要求时,控制系统 27 控制外部进料输送设备停止送料;

[0120] 3. 在加料的同时,控制系统 27 启动好氧发酵反应器 12 的滚筒驱动装置,驱动好氧发酵反应器 12 正方向旋转,借助于发酵反应器内部螺旋状抄板 51 的作用,发酵原料被向出料侧输送,同时发酵原料被抄起-跌落,使发酵原料得以跟氧气充分搅拌混合,扩大了发酵原料跟氧气的接触面积;

[0121] 4. 进排气系统在控制系统 27 的控制下跟好氧发酵反应器 12 的滚筒回转驱动装置联动,滚筒回转驱动装置启动则进排气系统启动,滚筒回转驱动装置停止则进排气系统停止或低速运行;控制系统 27 启动抽风机 16,空气经吸气管 9、热交换器 10 加热后通过好氧发酵反应器进气管 11 进入好氧发酵反应器 12 内,发酵反应器 12 内部的发酵原料和高温好氧发酵菌种与氧气充分接触产生高速的好氧反应;由好氧发酵反应器排气管 14 经抽风机 16 抽出的废气,通过废气处理设备连接管 15 送往废气处理设备集中处理;

[0122] 5. 在高温好氧发酵反应进行中,控制系统 27 通过好氧发酵反应器进水管温度传感器 22、出水管温度传感器 18,检测进出水口的温度,根据好氧发酵反应器 12 水套进出水口的温度自动控制辅助热源 25 的投入,使水套内的循环水的温度始终恒定在温度设定值;随着好氧发酵的进行,生物反应产生的热量不断增加,循环出水温度开始大于循环进水温度,为避免微生物在高温下进入休眠状态,关闭热能负载旁通电磁阀 6,打开第二热能负载电磁阀 8 和第一热能负载电磁阀 5,将多余的热能输送至热能负载 7,在循环水温度继续升高的情况下,控制系统关闭辅助热源 25,使反应始终在恒定温度条件下进行;

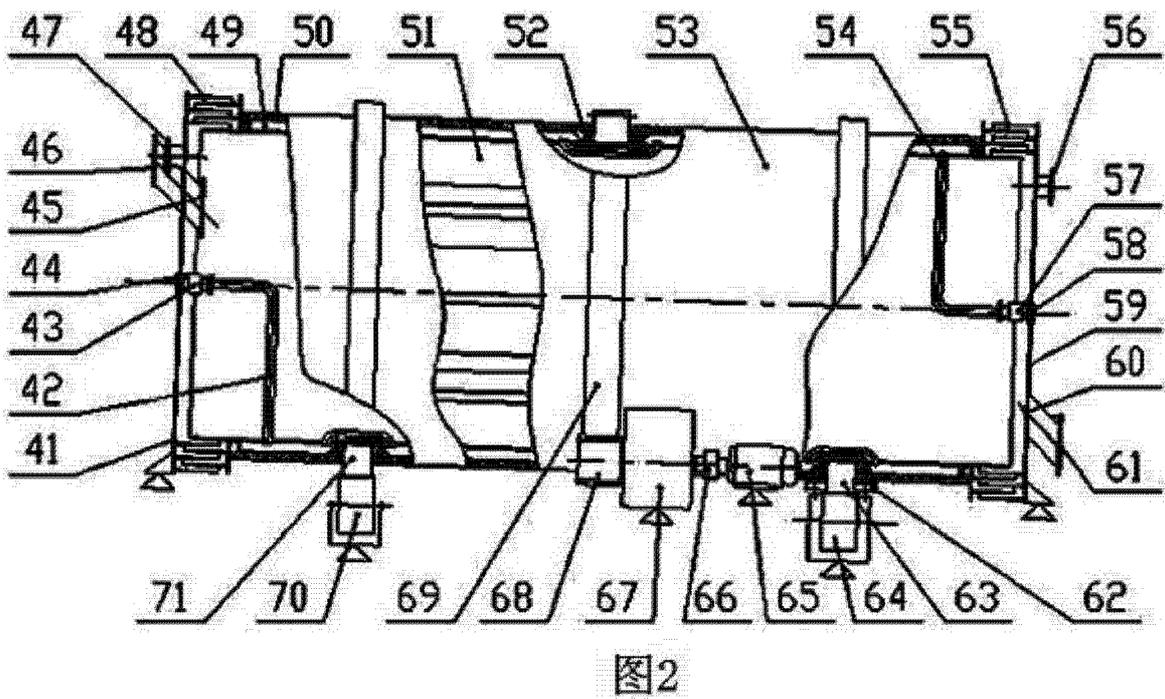
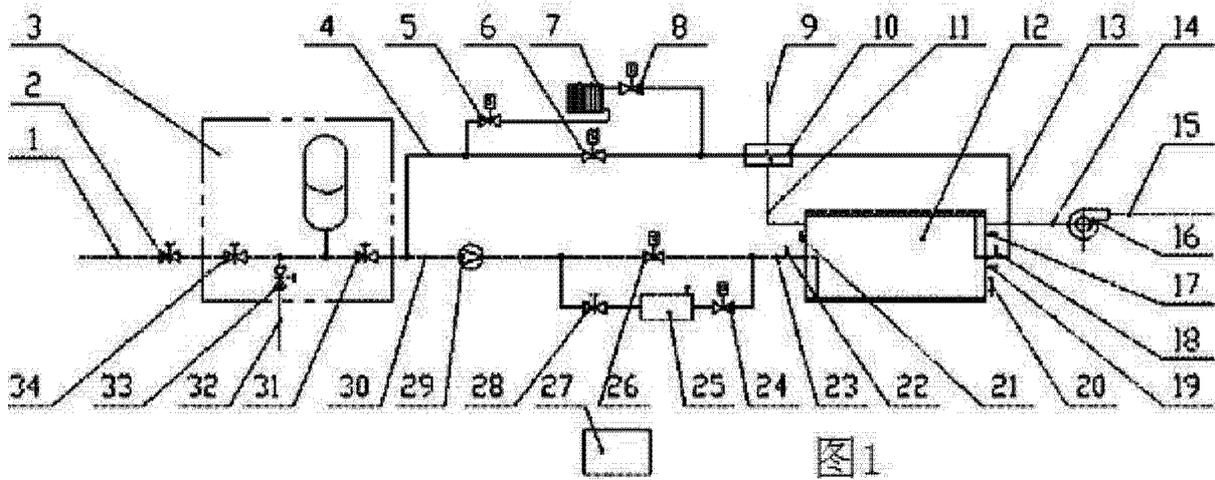
[0123] 6. 在高温好氧发酵反应进行中,控制系统 27 通过含氧量传感器 17 和物料温度传感器 19,检测好氧发酵反应器中含氧量的大小及发酵原料的温度,当检测到含氧量小于设定值或温度超过设定值时,启动好氧发酵反应器的滚筒回转驱动装置及进排气系统,确保向好氧发酵反应提供恰当够用的氧气;

[0124] 7. 在好氧发酵反应过程中,控制系统 27 根据检测到的含氧量及发酵原料的温度,控制好氧发酵反应器 12 的滚筒回转驱动装置采用正转-停-反转-停...的交替间歇运转的方式进行,螺旋状抄板在滚筒正转时,将发酵原料向出料口侧输送,当滚筒反转时,将发酵原料向进料口输送,正、反交替的运行,使新老发酵原料得到充分搅拌,同时使发酵原料与反应器内壁的黏壁量下降,又使搅拌的能耗降到最低;

[0125] 8. 当高温好氧反应的时间到达设定值时,控制系统 27 控制好氧发酵反应器 12 的滚筒回转驱动装置驱动好氧发酵反应器 12 的滚筒 53 正方向旋转并开启好氧发酵反应器 12 的出料闸门 61,放出部分发酵陈料经外部输送设备送至下一工序处理;

[0126] 9. 当卸料结束后,控制系统 27 再次启动外部进料输送设备,将部分发酵原料送入好氧发酵反应器内,新料的进入将造成循环出水温度下降,控制系统 27 为维持循环出水温度的恒定,将控制辅助热源 25 向系统补充热量,使热能负载 7 及好氧发酵反应器 12 始终工作在相对恒定的温度下。

[0127] 10. 重复以上步骤,使有机废弃物的生物发酵降解反应高速地循环下去。



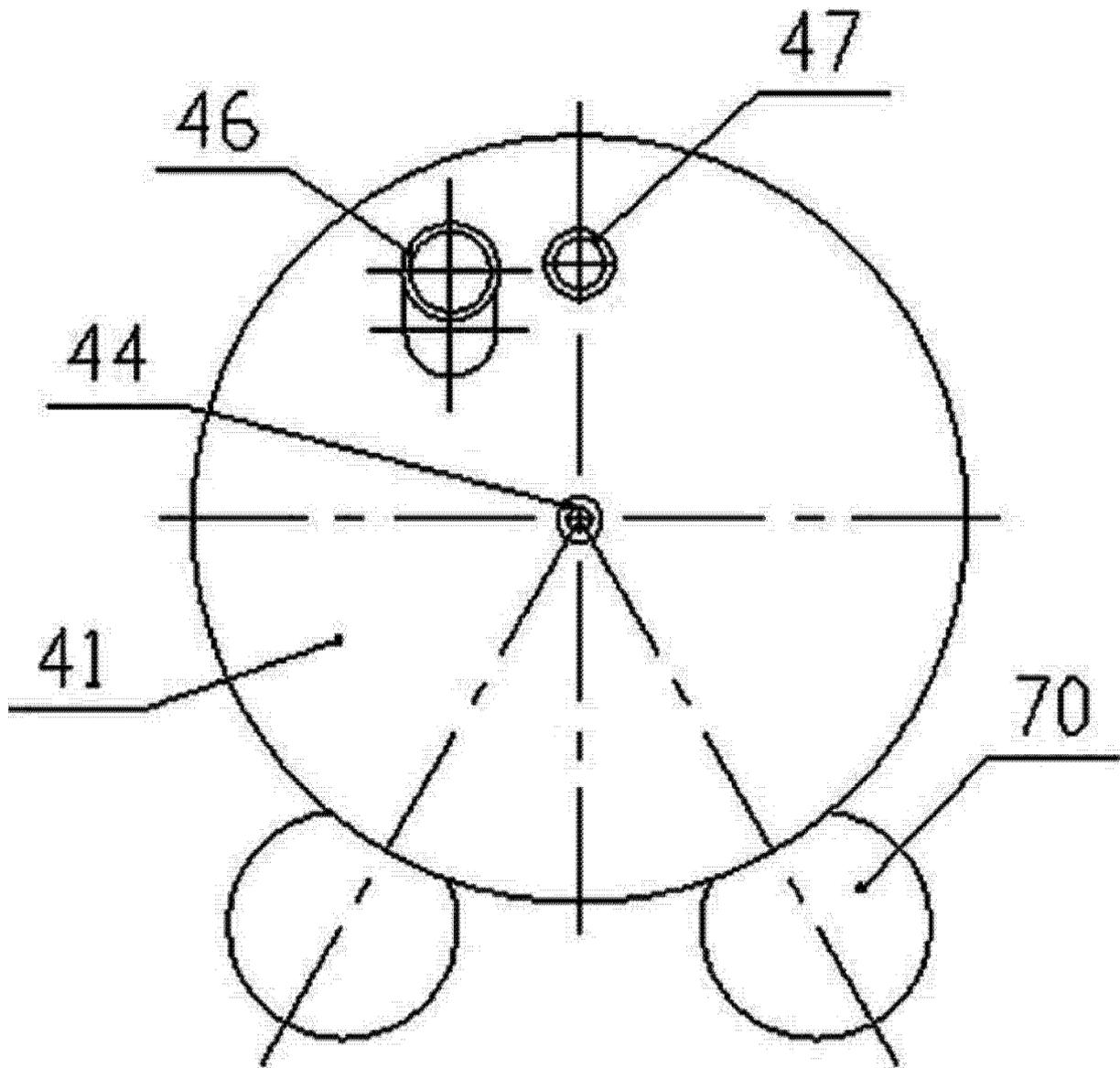


图3

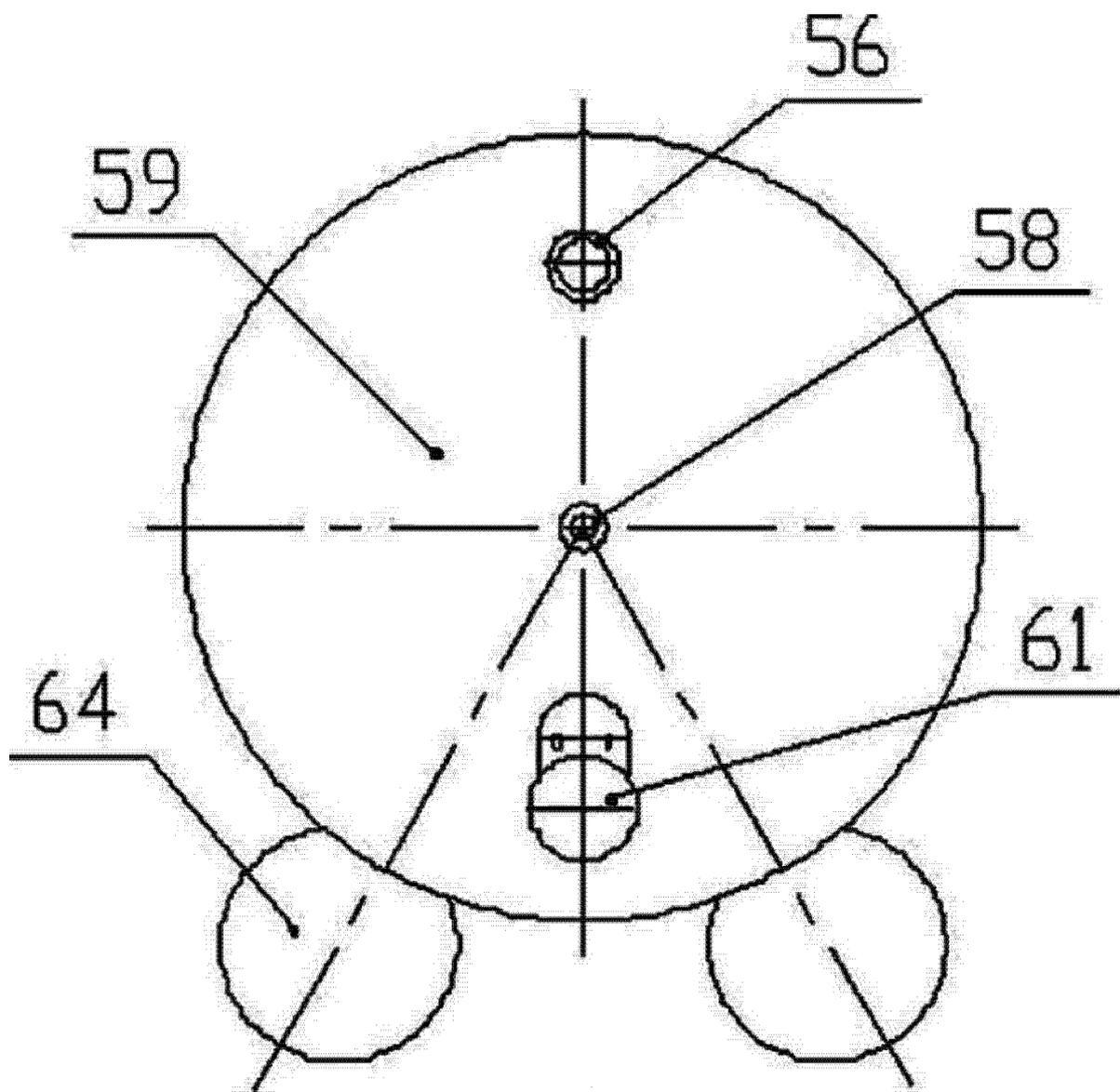
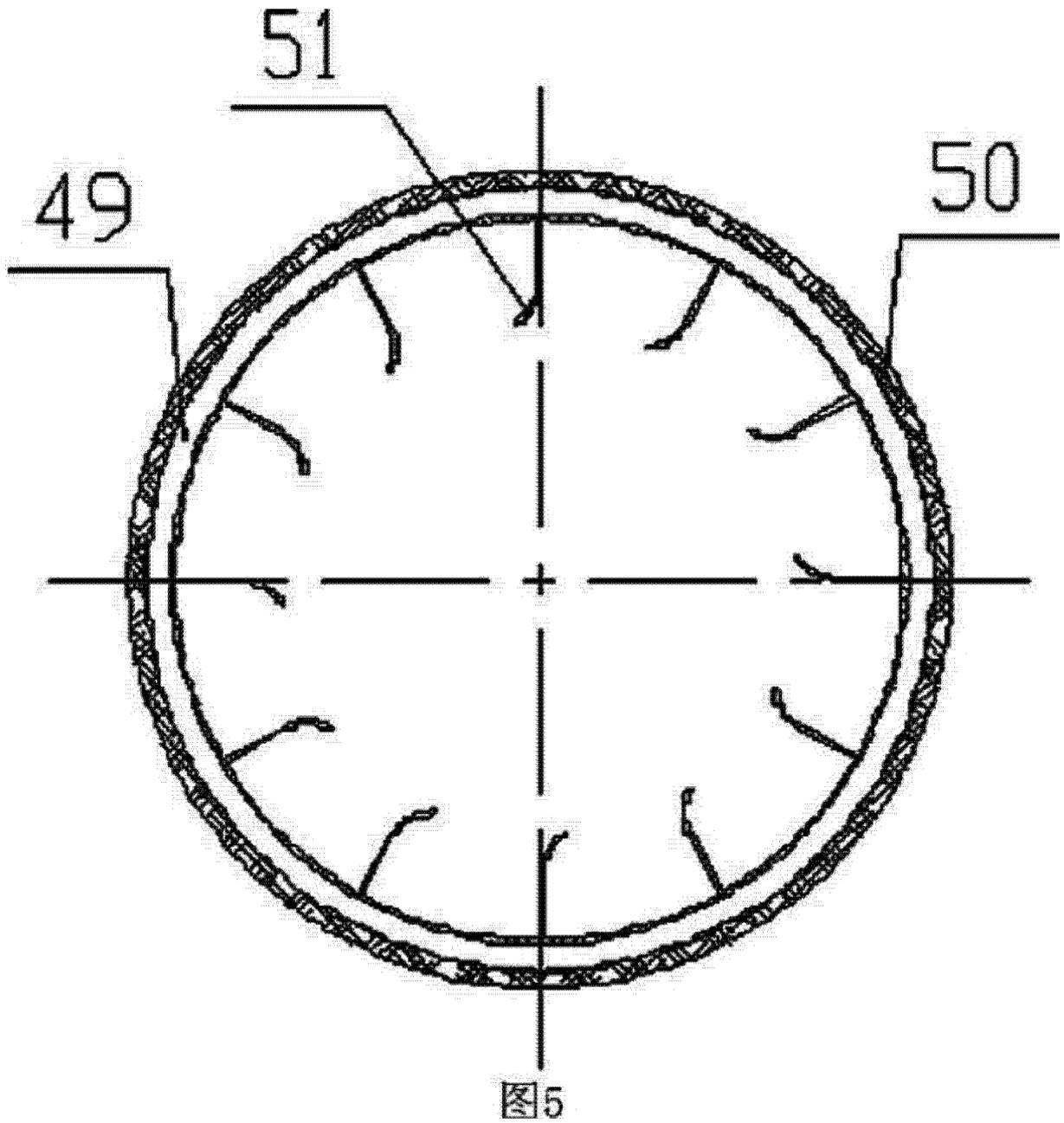


图4



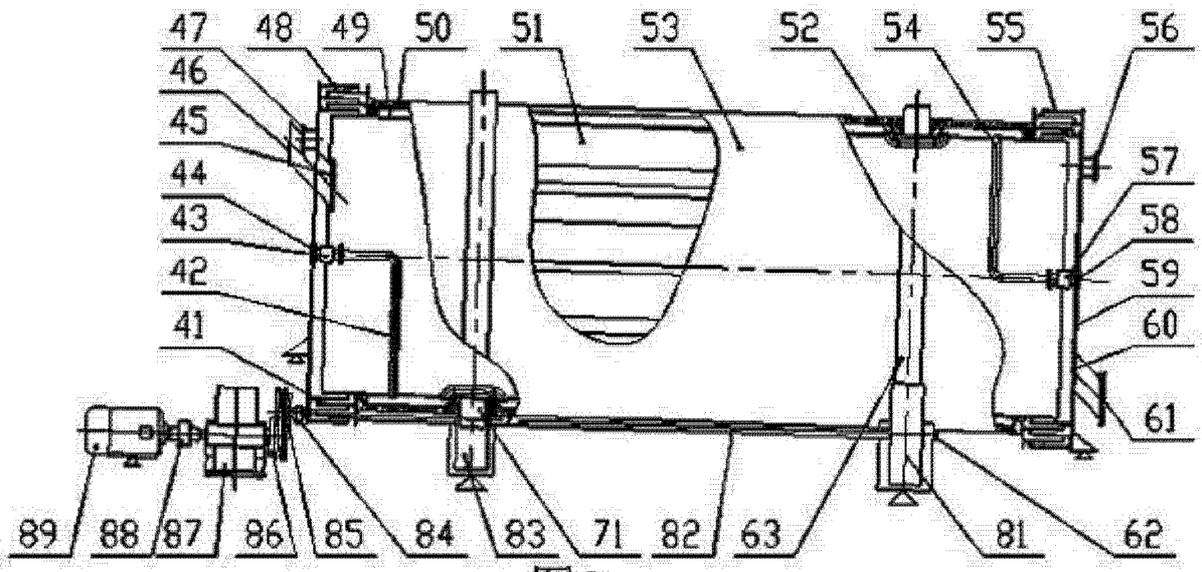


图6

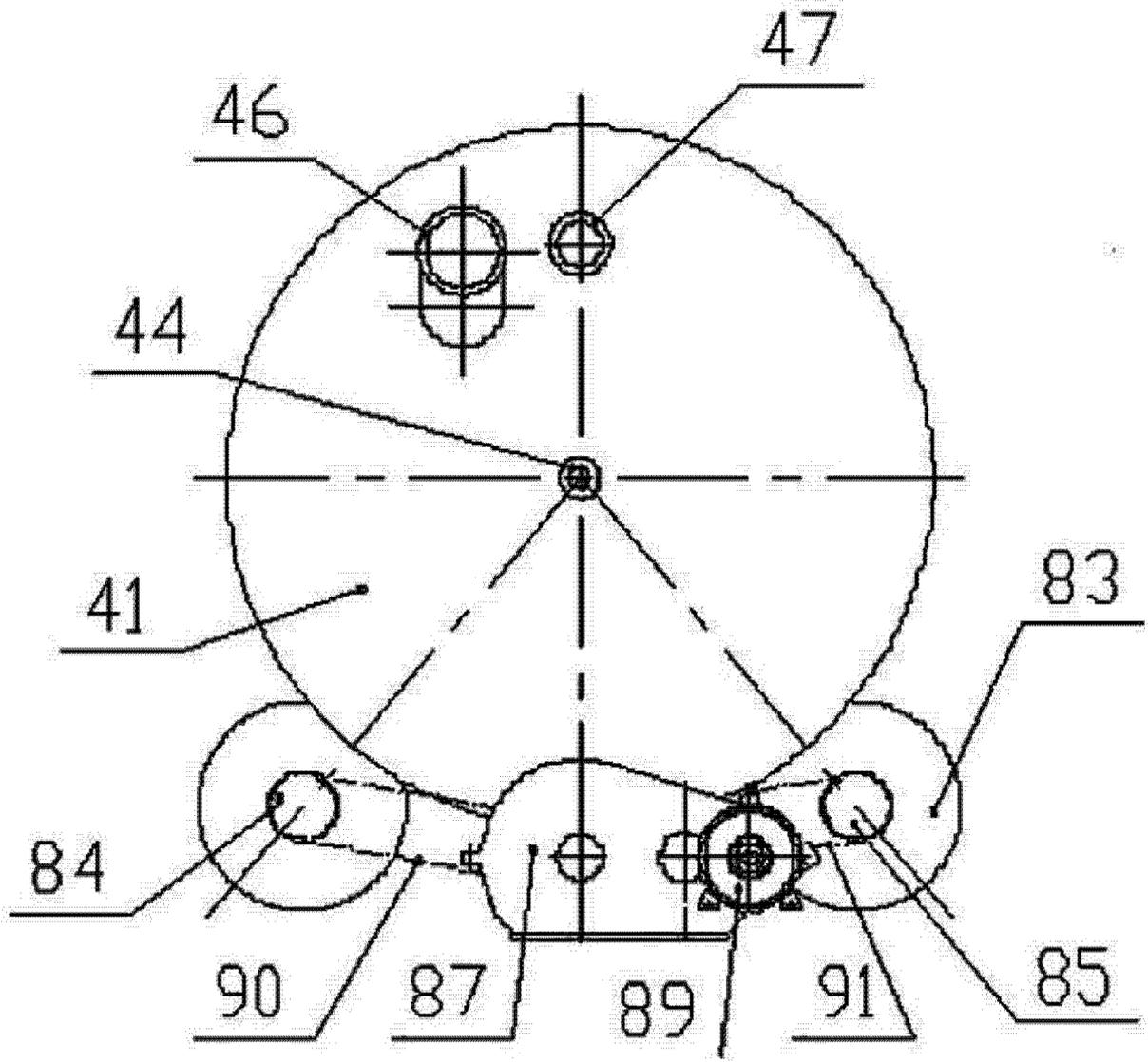


图7

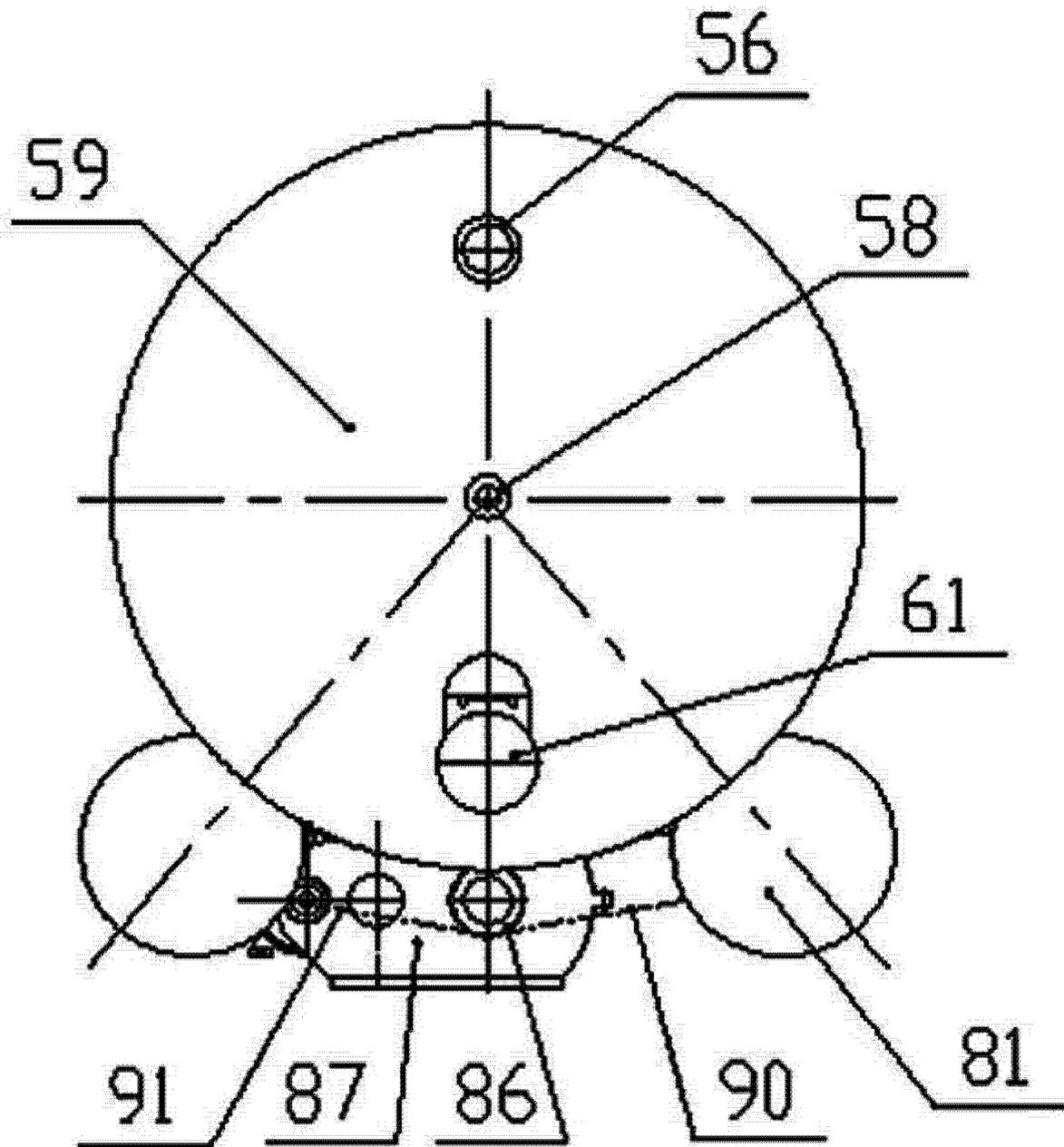


图8