



(10) 申请公布号 CN 114811710 A

(21) 申请号 202210502891.5

F24D 19/10 (2006.01)

(22) 申请日 2022.05.10

F24S 60/30 (2018.01)

(71) 申请人 兰州理工大学

C12M 1/107 (2006.01)

地址 730050 甘肃省兰州市七里河区兰工坪路287号

C12M 1/38 (2006.01)

E03C 1/12 (2006.01)

H02J 7/35 (2006.01)

F24D 101/40 (2022.01)

(72) 发明人 李金平 贾子娇 李旭东 赵洪
黄娟娟 王红阳 张奥博 李辉
魏世范 郑健 任海伟 张东
王昱 李晓霞 南军虎 张学民

(74) 专利代理机构 兰州振华专利代理有限责任
公司 62102

专利代理师 董斌

(51) Int.Cl.

F24D 18/00 (2022.01)

F24D 17/00 (2022.01)

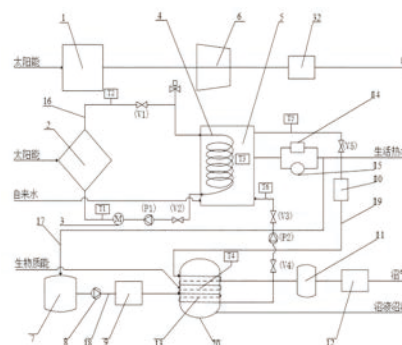
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种热电沼气联产生态厕所系统

(57) 摘要

一种热电沼气联产生态厕所系统,将太阳能与生物质能相结合,通过太阳能集热器(2)将太阳能转换为热能对蓄热水箱(5)中的水进行加热,为恒温发酵机构(20)提供厌氧发酵条件,其所产沼气经脱水、脱硫机构(11)满足农户生活所需。光伏阵列(1)能将太阳能转换为电能储存至蓄电池(32)中,为系统中循环泵(P1、P2)、水泵(8)供电并为生态厕所提供照明。洗漱废水收集箱(7)中的废水经滤装置处理后蹲便器(9),解决水资源短缺及厕所异味问题,剩余沼液沼渣用于田地施肥。另外,恒温发酵机构(20)可通过辐射散热与导热给生态厕所供暖,提升农户冬季如厕及洗浴舒适度。同时满足炊事燃气、生活热水及照明需求。



1. 一种热电沼气联产生态厕所系统,包括太阳能集热子系统、光伏子系统、恒温沼气池子系统与废水冲厕节水子系统,其特征在于光伏阵列(1)与逆变控制一体机(6)相连,逆变控制一体机(6)与蓄电池(32)相联通,逆变控制一体机(6)与第一循环水泵(P1)、第二循环水泵(P2)以及水泵(8)相连为其供电,太阳能集热器(2)的出口端通过第一电磁阀(V1)与蓄热水箱(5)内的换热盘管(4)相联通,出口处与第一电磁阀(V1)之间设有第二温度传感器(T2),换热盘管(4)内设有第三温度传感器(T3),换热盘管(4)的出口处通过第二电磁阀(V2)、第一循环水泵(P1)和涡轮流量计(3)与太阳能集热器(2)的入口相联通,太阳能集热器(2)的入口与涡轮流量计(3)之间设有第一温度传感器(T1),蓄热水箱(5)的一出水口通过第五电磁阀(V5)、恒温控制器(10)与恒温发酵机构(20)相连,恒温发酵机构(20)周围的供暖盘管(13)出来的供暖回水经第四电磁阀(V4)、第二循环水泵(P2)和第八电磁阀(V8)后与蓄热水箱(5)的一入水口相连,恒温发酵机构(20)内设有第四温度传感器(T4),生物质能进入恒温发酵机构(20)经厌氧发酵后所产的沼气通过脱水、脱硫机构(11)后通入储气袋(12),淋浴机构(14)和洗手池(15)与蓄热水箱(5)相连,淋浴机构(14)与洗手池(15)产生的洗漱废水排入洗漱废水收集箱(7)中,洗漱废水收集箱(7)经小型水泵(8)后与蹲便器(9)相连,蹲便器(9)的粪便排入恒温发酵机构(20)中。

2. 根据权利要求1所述的热电沼气联产生态厕所系统,其特征是:太阳能集热子系统由太阳能集热器(2),即南墙的两组全玻璃真空管、蓄热水箱(5)、涡轮流量计(3)、第一循环泵(P1)、换热器(4)、第一温度传感器(T1)、第二温度传感器(T2)、第三温度传感器(T3)组成;光伏子系统由光伏阵列(1)、逆变控制一体机(6)与蓄电池(32)组成;所述的太阳能集热器(2)为全玻璃真空管式集热器或PV/T组件;太阳能集热器(2)分为上下两组集热器,即第一组真空管集热器(2-a)、第二组真空管集热器(2-b),两组集热器选型相异。

3. 根据权利要求1所述的热电沼气联产生态厕所系统,其特征是:恒温沼气池子系统由恒温发酵机构(20)、第一供暖盘管(13)、第二供暖盘管(26)、第二循环泵(P2)、第四温度传感器(T4)、第五温度传感器(T5)、第六温度传感器(T6),恒温控制器(10)组成;所述恒温发酵机构(20)的防冻以在沼气池底部和侧壁铺设回折型盘管来实现;当恒温发酵装置(20)低于设定的发酵温度范围时,开启第二循环泵(P2)进行循环加热;冲洗蹲便(9)与进料口(31)相连,粪尿与生活有机垃圾等生物质能将恒温发酵机构(20)所产的沼气经脱水、脱硫机构(11)处理后通过导气管(28)通入储气袋(12),经管路通向沼气灶;所述恒温发酵机构(20)、储气袋(12)为红泥软体沼气袋。

4. 根据权利要求1所述的热电沼气联产生态厕所系统,其特征是:废水冲厕节水子系统由蓄热水箱(5)、冲洗蹲便(9)、淋浴机构(14)、洗手池(15)组成,蓄热水箱(5)与洗手池(15)和淋浴机构(14)相连接,通过下水管路(17)将淋浴机构(14)与洗手池(15)相连于洗漱废水收集箱(7),洗漱废水收集箱(7)与蹲便器(9)相连,水泵(8)将废水泵入蹲便器(9)进行冲厕,系统废水用于冲厕,冲厕不需外接水源。

5. 根据权利要求1所述的热电沼气联产生态厕所系统,其特征是:所述围护结构为可拆卸的聚苯乙烯泡沫板、挤塑板或聚氨酯保温板与第一彩钢板(21)、第二彩钢板(27-a)、第三彩钢板(27-b)的复合,所述围护结构的支架采用冷方管或钢柱(33)以满足热电沼气联产生态厕所装置的冬季防冻。

6. 根据权利要求1所述的热电沼气联产生态厕所系统,其特征是:本系统至少包括夏季

运行模式、冬季运行模式和节假日动态运行模式；当所述热电沼气联产生态厕所装置处于夏季运行模式时，只需第一组真空管集热器(2-a)运行；当所述热电沼气联产生态厕所装置处于冬季运行模式时，需第一组真空管集热器(2-a)、第二组真空管集热器(2-b)同时运行；当所述热电沼气联产生态厕所装置处于节假日运行模式时，根据农户需气量如工作日、休息日和春节对沼气池进行动态温控以调节产气量，通过恒温控制器(10)进行调温，使得恒温发酵机构(20)在 $28\pm 2^{\circ}\text{C}$ 及 $37\pm 2^{\circ}\text{C}$ 稳定运行。

7. 根据权利要求1所述的热电沼气联产生态厕所系统，其特征在于冬季采用集热管路防冻循环控制，系统测得的集热器温度低于预设温度，开启循环防冻；待温升高 $2-3^{\circ}\text{C}$ 时，循环系统延时2min后停止防冻循环。

一种热电沼气联产生态厕所系统

技术领域

[0001] 本发明涉及生态厕所、太阳能利用技术、生物质沼气利用技术,具体涉及热电沼气联产的生态厕所技术。

背景技术

[0002] 现有生态厕所多以长周期的自然发酵为主,未能有效利用粪便中的生物质能。中国发明专利“一种农村厕所防冻冲水系统”(申请号 202022294730.0),该专利将深水井、化粪池设置于在土层冰冻线以下,冬季水流回流至冻土层以下防冻。中国发明专利“防冻节能无臭全方位公厕”(申请号 202022966915.1),该专利通过设置均匀分布于外围板外侧壁的两个电暖气片,在严寒天气下对相邻两个公厕隔间进行采暖,避免了严寒天气下水箱和水管内部冻结,提高了使用体验。中国发明专利“一种农村便捷式厕所”(申请号 202022393215.8),该专利夏天工作时高压气泵通过球阀向每个喷嘴内提供高压气体,储水箱通过单向止气阀与外界大气接通,在虹吸原理的作用下,储水箱内的水冲破单向止气阀压力限制,从而从喷嘴内喷出,冲刷粪便到输污管内,可以大大降低冲洗水的用量,节约水资源;农村冬季为了防止冲水管路被冻,冬季每次冲刷便池后,电磁阀自动打开,高压气泵提供的高压气体将从密闭的储水箱向喷嘴喷射,从而将冲水管路中残余的水量从喷嘴喷射到便池内,防止冲水管路被冻。

发明内容

[0003] 本发明的目的是提供一种热电沼气联产生态厕所系统。

[0004] 本发明是一种热电沼气联产生态厕所系统,包括太阳能集热子系统、光伏子系统、恒温沼气池子系统与废水冲厕节水子系统,光伏阵列1与逆变控制一体机6相连,逆变控制一体机6与蓄电池32相联通,逆变控制一体机6与第一循环水泵P1、第二循环水泵P2以及水泵8相连为其供电,太阳能集热器2的出口端通过第一电磁阀V1与蓄热水箱5内的换热盘管4相连通,出口处与第一电磁阀V1之间设有第二温度传感器T2,换热盘管4内设有第三温度传感器T3,换热盘管4的出口处通过第二电磁阀V2、第一循环水泵P1和涡轮流量计3与太阳能集热器2的入口相连通,太阳能集热器2的入口与涡轮流量计3之间设有第一温度传感器T1,蓄热水箱5的一出水口通过第五电磁阀V5、恒温控制器10与恒温发酵机构20相连,恒温发酵机构20周围的供暖盘管13出来的供暖回水经第四电磁阀V4、第二循环水泵P2和第八电磁阀V8后与蓄热水箱5的一入水口相连,恒温发酵机构20内设有第四温度传感器T4,生物质能进入恒温发酵机构20经厌氧发酵后所产的沼气通过脱水、脱硫机构11后通入储气袋12,淋浴机构14和洗手池15与蓄热水箱5相连,淋浴机构14与洗手池15产生的洗漱废水排入洗漱废水收集箱7中,洗漱废水收集箱7经小型水泵8后与蹲便器9相连,蹲便器9的粪便排入恒温发酵机构20中。

[0005] 本发明与背景技术相比,本发明利用农户周围的自然资源可得量,进行废弃物的处理、能量从低品质向高品质的转换,从而实现可再生能源的高效利用。该装置包含的太阳

能集热器2将太阳能转化为热能,光伏阵列1将太阳能转换为电能,恒温发酵装置20将生物质能转换为燃气,三者联合运用,具有的有益效果是:

a. 与传统的生态厕所相比,由于本发明将太阳能热水器、太阳能光伏板恒温沼气池耦合成热电沼气联产生态厕所装置,结合西北地区太阳能资源丰富的特点,在面对寒冷地区冬季厕所被冻、厕所公共卫生差、农户无法舒适洗澡及传统沼气池产气不稳定等问题,本发明能够灵活的处理。给农户提供良好的如厕、洗浴环境,减少农村粪尿的水资源污染,从而达到达到了无害化、清洁化、生态化。

[0006] b. 本发明不仅是一个卫生厕所,还作为一个能够产生热能、电能与沼气的能量站与废物处理站,满足农户的日常基本需求。太阳能集热器2产生热能,光伏阵列1产生电能,恒温发酵机构20作为废弃物处置单元,为人畜排泄物、有机垃圾等提供了处理场所,沼渣施肥的还田再利用也使得生物质得到最大的循环利用,保证了农村居住环境的卫生清洁的同时满足农户日常的需气要求。

[0007] c. 废水冲厕节水系统收集的洗漱废水过滤后进行冲厕,节约水资源,实现了资源的利用。

[0008] d. 本发明在运行的过程中可采用多种运行策略,在夏季太阳辐射强、连续阴天、冬季太阳辐射弱时,面对农户的实际需求,本发明可进行动态调控,在极端天气下可持续运行4天。在根据农户在工作日、休息日和春节的不同需气量,利用控制恒温控制器10进行调温对恒温发酵机构20进行动态温控以调节产气量,并保持沼气池内部环境恒温,节能减排的同时设置控液高度警示器,及时反馈。

附图说明

[0009] 图1为本发明提供的热电沼气联产生态厕所系统的结构示意图,图2为本发明提供的热电沼气联产生态厕所系统的三维结构示意图,图3为本发明提供的热电沼气联产生态厕所系统光伏阵列的结构示意图,图4为本发明提供的热电沼气联产生态厕所系统恒温发酵产气装置的平面示意图。

具体实施方式

[0010] 本发明是一种热电沼气联产生态厕所系统,包括太阳能集热子系统、光伏子系统、恒温沼气池子系统与废水冲厕节水子系统,光伏阵列1与逆变控制一体机6相连,逆变控制一体机6与蓄电池32相联通,逆变控制一体机6与第一循环水泵P1、第二循环水泵P2以及水泵8相连为其供电,太阳能集热器2的出口端通过第一电磁阀V1与蓄热水箱5内的换热盘管4相联通,出口处与第一电磁阀V1之间设有第二温度传感器T2,换热盘管4内设有第三温度传感器T3,换热盘管4的出口处通过第二电磁阀V2、第一循环水泵P1和涡轮流量计3与太阳能集热器2的入口相联通,太阳能集热器2的入口与涡轮流量计3之间设有第一温度传感器T1,蓄热水箱5的一出水口通过第五电磁阀V5、恒温控制器10与恒温发酵机构20相连,恒温发酵机构20周围的供暖盘管13出来的供暖回水经第四电磁阀V4、第二循环水泵P2和第八电磁阀V8后与蓄热水箱5的一入水口相连,恒温发酵机构20内设有第四温度传感器T4,生物质能进入恒温发酵机构20经厌氧发酵后所产的沼气通过脱水、脱硫机构11后通入储气袋12,淋浴机构14和洗手池15与蓄热水箱5相连,淋浴机构14与洗手池15产生的洗漱废水排入洗漱废

水收集箱7中,洗漱废水收集箱7经小型水泵8后与蹲便器9相连,蹲便器9的粪便排入恒温发酵机构20中。

[0011] 以上所述系统,太阳能集热子系统由太阳能集热器2,即南墙的两组全玻璃真空管、蓄热水箱5、涡轮流量计3、第一循环泵P1、换热器4、第一温度传感器T1、第二温度传感器T2、第三温度传感器T3组成;光伏子系统由光伏阵列1、逆变控制一体机6与蓄电池32组成;所述的太阳能集热器2为全玻璃真空管式集热器或PV/T组件;太阳能集热器2分为上下两组集热器,即第一组真空管集热器2-a、第二组真空管集热器2-b,两组集热器选型相异。

[0012] 以上所述系统,恒温沼气池子系统由恒温发酵机构20、第一供暖盘管13、第二供暖盘管26、第二循环泵P2、第四温度传感器T4、第五温度传感器T5、第六温度传感器T6,恒温控制器10组成;所述恒温发酵机构20的防冻以在沼气池底部和侧壁铺设回折型盘管来实现;当恒温发酵装置20低于设定的发酵温度范围时,开启第二循环泵P2进行循环加热;冲洗蹲便器9与进料口31相连,粪尿与生活有机垃圾等生物质能将恒温发酵机构20所产的沼气经脱水、脱硫机构11处理后通过导气管28通入储气袋12,经管路通向沼气灶;所述恒温发酵机构20、储气袋12为红泥软体沼气袋。

[0013] 以上所述系统,废水冲厕节水子系统由蓄热水箱5、冲洗蹲便器9、淋浴机构14、洗手池15组成,蓄热水箱5与洗手池15和淋浴机构14相连接,通过下水管路17将淋浴机构14与洗手池15相连于洗漱废水收集箱7,洗漱废水收集箱7与蹲便器9相连,水泵8将废水泵入蹲便器9进行冲厕,系统废水用于冲厕,冲厕不需外接水源。

[0014] 以上所述系统,所述围护结构为可拆卸的聚苯乙烯泡沫板、挤塑板或聚氨酯保温板与第一彩钢板21、第二彩钢板27-a、第三彩钢板27-b的复合,所述围护结构的支架采用冷方管或钢柱33以满足热电沼气联产生态厕所装置的冬季防冻。

[0015] 以上所述系统,至少包括夏季运行模式、冬季运行模式和节假日动态运行模式;当所述热电沼气联产生态厕所装置处于夏季运行模式时,只需第一组真空管集热器2-a运行;当所述热电沼气联产生态厕所装置处于冬季运行模式时,需第一组真空管集热器2-a、第二组真空管集热器2-b同时运行;当所述热电沼气联产生态厕所装置处于节假日运行模式时,根据农户需气量如工作日、休息日和春节对沼气池进行动态温控以调节产气量,通过恒温控制器10进行调温,使得恒温发酵机构20在 $28\pm 2^{\circ}\text{C}$ 及 $37\pm 2^{\circ}\text{C}$ 稳定运行。

[0016] 以上所述系统,冬季采用集热管路防冻循环控制,系统测得的集热器温度低于预设温度,如 5°C ,开启循环防冻;待温升高 $2-3^{\circ}\text{C}$ 时,循环系统延时2min后停止防冻循环。

[0017] 为使本发明实现的技术手段、创新特征、实际功效便于直观理解,结合附图及实施例进行进一步的详细说明。

[0018] 本发明将太阳能与生物质能相结合,通过太阳能集热器2将太阳辐射能转换为热能对蓄热水箱5中的水进行加热,为恒温发酵装置20提供厌氧发酵条件,其所产沼气经脱水、脱硫机构11通入储气袋12可满足农户的生活所需。光伏阵列1可将太阳能转换为电能储存至蓄电池32中,可为系统中的第一循环泵P1、第二循环泵P2、水泵8供电并为生态厕所提供照明。洗漱废水收集箱7中的废水经滤机构处理后冲洗蹲便器9,解决水资源短缺及厕所异味问题,剩余沼液沼渣用于田地施肥。另外,恒温发酵机构20可通过辐射散热与导热给生态厕所供暖,提升农户冬季如厕及洗浴舒适度。同时满足炊事燃气、生活热水及照明需求。

[0019] 太阳能集热器2为全玻璃真空管太阳能集热器或PV/T集热器,集热器有两组,上面

第一组全玻璃真空管集热器2-a是集热面积较小的一组、下面第二组全玻璃真空管集热器2-b是集热面积较大的一组。恒温发酵机构20为恒温厌氧发酵沼气池。恒温发酵机构20设有进料口31和出料口30与第四温度传感器T4。恒温控制器10是PID温度控制器,恒温发酵机构20和储气袋12采用红泥软体沼气袋。加热盘管13是回折型盘管。发电装置为光伏阵列1发电,由峰值功率为100 Wp 的单晶硅光伏组件,逆变器6和蓄电池32组成。

[0020] 本发明的工作原理为:利用从太阳能集热器2吸收的太阳能直接辐射热量及太阳能散射辐射热量,将太阳能转化为热能,在换热器4中进行工质和蓄热水箱5中的水的换热,通过第一循环泵P1进行集热系统的循环。当第三温度传感器T3显示蓄热水箱5的水温达到50℃时,通过第一电磁阀V1、第二电磁阀V2来调节水流量实现恒温发酵装置20夏天在37℃,冬季在28℃稳定恒温发酵产气。该子系统由光伏阵列1、逆变控制一体机6与蓄电池32组成,太阳能光伏发电系统工作原理:光伏阵列1将太阳能转换为电能,储存在蓄电池32内;无光照时,蓄电池32通过逆变控制一体机6将直流电变为交流电,与第一循环泵P1、第二循环泵P2以及水泵8相连为其供电,并为负载提供电能。产生的电能首先满足系统内的电能需求,多余电能储存或家用。沼气池的恒温控制通过恒温控制器10来实现。恒温发酵机构20防冻是通过在沼气池底部和侧壁铺设第一供暖盘管13实现的。恒温发酵机构20内设有第四温度传感器T4以测量发酵液温度,并通过第五温度传感器T5、第六温度传感器T6测量恒温发酵机构20的进出口温度,当第五温度传感器T5、第六温度传感器T6低于设定的温度差2℃时,开启第二循环泵P2循环。恒温发酵机构20在一定的温度范围内,沼气的产气速率随温度的增高而增高,又随即减小,其并不是线性关系,而是一个驼峰曲线,产气会在37℃和52℃出现峰值,分别称为中温发酵和高温发酵。热电沼气联产生态厕所装置将根据农户需气量如工作日、休息日和春节对沼气池进行动态温控以调节产气量,通过恒温控制器10进行调温控制,提高恒温发酵机构20的产气量以满足农户需求。平时恒温发酵机构20保持在低温28℃运行即可满足农户用气需求,节约能耗。冲洗蹲便9产生的生物质能与生活有机垃圾可一同进入恒温发酵机构20经厌氧发酵后通过脱水、脱硫机构11后通入储气袋12,经管路定期通向沼气灶进而满足农户炊事燃气需求。

[0021] 本发明的热电沼气联产生态厕所系统包括太阳能集热子系统、光伏子系统、恒温沼气池子系统与废水冲厕节水子系统。

[0022] 太阳能集热子系统:该子系统由太阳能集热器2即南墙的两组全玻璃真空管、蓄热水箱5、涡轮流量计3、第一循环泵P1、换热器4、第一温度传感器T1、第二温度传感器T2、第三温度传感器T3组成,利用从太阳能集热器2吸收的太阳能直接辐射热量及太阳能散射辐射热量,将太阳能转化为热能,在换热器4中进行工质和蓄热水箱5中的水的换热,通过第一循环泵P1进行集热系统的循环。当第三温度传感器T3显示蓄热水箱5的水温达到50度时,通过第一电磁阀V1、第二电磁阀V2来调节水流量实现恒温发酵机构20夏天能够在37℃,冬季能够在28℃稳定恒温发酵产气。流量可用涡轮流量计3来检测。

[0023] 光伏子系统:该子系统由光伏阵列1、逆变控制一体机6与蓄电池32组成,太阳能光伏发电系统工作原理:光伏阵列1将太阳能转换为电能,储存在蓄电池32内;无光照时,蓄电池32通过逆变控制一体机6将直流电变为交流电,与第一循环泵P1、第二循环泵P1以及水泵8相连为其供电,并为负载提供电能。产生的电能首先满足系统内的电能需求,多余电能储存或家用。

[0024] 恒温沼气池子系统:该子系统由恒温发酵机构20、第一供暖盘管13、第二供暖盘管26、第二循环泵P2、第四温度传感器T4、第五温度传感器T5、第六温度传感器T6组成,沼气池的恒温控制通过恒温控制器10来实现。恒温发酵机构20防冻是通过在沼气池底部和侧壁铺设第一供暖盘管13、第二供暖盘管26实现的。恒温发酵机构20内设有第四温度传感器T4以测量发酵液温度,并通过第五温度传感器T5、第六温度传感器T6测量恒温发酵机构20的进出口温度,当第五温度传感器T5、第六温度传感器T6低于设定的温度差 2°C 时,开启第二循环泵P2循环。恒温发酵机构20在一定的温度范围内,沼气的产气速率随温度的增高而增高,又随即减小,其并不是线性关系,而是一个驼峰曲线,产气会在 37°C 和 52°C 出现峰值,分别称为中温发酵和高温发酵。热电沼气联产生态厕所装置将根据农户需气量如工作日、休息日和春节对沼气池进行动态温控以调节产气量,通过恒温控制器10进行调温控制,提高恒温发酵机构20的产气量以满足农户需求。平时恒温发酵机构20保持在低温 28°C 运行即可满足农户用气需求,节约能耗。冲洗蹲便9产生的生物质能与生活有机垃圾可一同进入恒温发酵机构20经厌氧发酵后通过脱水、脱硫机构11后通入储气袋12,经管路定期通向沼气灶进而满足农户炊事燃气需求。

[0025] 废水冲厕节水子系统:该子系统由蓄热水箱5、冲洗蹲便9、淋浴机构14、洗手池15组成,蓄热水箱5产生的热水流入洗手池15与淋浴机构14,淋浴机构14与洗手池15产生的洗漱废水经下水管路17排入洗漱废水收集箱7中进行收集过滤,洗漱废水收集箱7与蹲便器9相连,水泵8将废水泵入蹲便器9进行冲厕,将人的粪污排入恒温发酵机构20中进行厌氧发酵,节约水资源。考虑到洗漱废水的PH值、表面活性剂含量、COD值、氨氮含量等因素对厌氧发酵的影响,可用混凝法对洗漱废水进行处理。

[0026] 本发明在冬季工况下,恒温发酵机构20可维持在 28°C 稳定运行。根据质量守恒与能量平衡,通过计算与模拟本发明中围护结构耗热量、恒温沼气池的需热量、生活热水日均耗热量等可得,该装置所需能量约为 27.85 MJ/d 。冬季工况下,由于日照辐射相对较低,本发明设计的太阳能真空管集热器集热面积为 4.44m^2 。两组全玻璃真空管集热器同时运行,第一组真空管为30支,每根真空管长 1.80m ,内径 58mm ,第二组真空管为30支,每根真空管长 1.20m ,内径 47mm ,冬季可提供热水约 4.8t ,产沼气约 123.0m^3 ,产电约 170.4kWh 。为防止循环管路冻堵、胀破,天气寒冷的夜晚,系统采用集热管路防冻循环控制:系统测得的集热器温度低于 5°C ,即开启循环防冻;待温升到 8°C 时,循环系统延时 2min 后停止防冻循环。本发明不仅保证了公共卫生要求,还满足了农户冬季的如厕与洗浴的舒适度要求。

[0027] 本发明在夏季工况下,恒温发酵机构20可维持在 37°C 稳定运行。根据质量守恒与能量平衡,通过计算与模拟本发明中围护结构耗热量、恒温沼气池的需热量、生活热日均耗热量等可得,该机构所需能量输出为 16.69 MJ/d 。夏季工况下,日照辐射相对较高,本发明设计的太阳能真空管集热器集热面积为 1.55m^2 ,只需第二组全玻璃真空管集热器运行,节约能耗。第二组真空管为30支,每根真空管长 1.20m ,真空管内径 47mm 。所述的热电沼气联产生态厕所装置,夏季可提供热水约 9.6t ,可产沼气约 245m^3 ,产电约 255.6 kWh 。

[0028] 本发明每年累计减少消耗标煤约 915.80kg ,根据资料显示按 1kg 标煤完全燃烧产生 CO_2 为 2.49 kg 、粉尘为 0.68 kg 、 SO_2 为 0.075 kg 、 NO_x 为 0.0375kg 计算,则该系统每年可减少排放 CO_2 、粉尘 SO_2 、 NO_x ,依次分别为 2280.34kg 、 622.74kg 、 68.69kg 、 34.34kg ,节能减排效益显著。

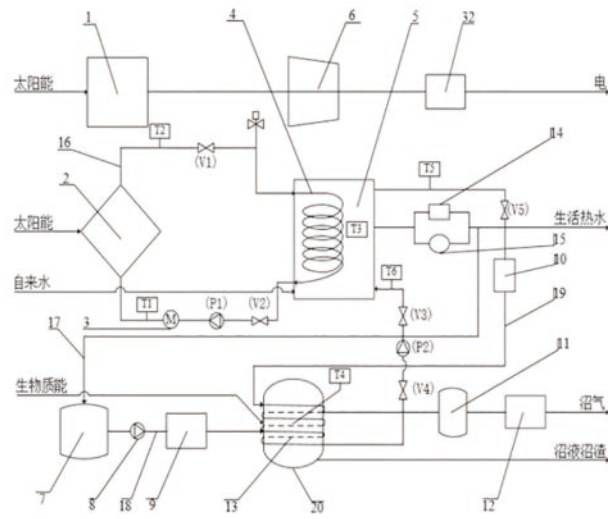


图1

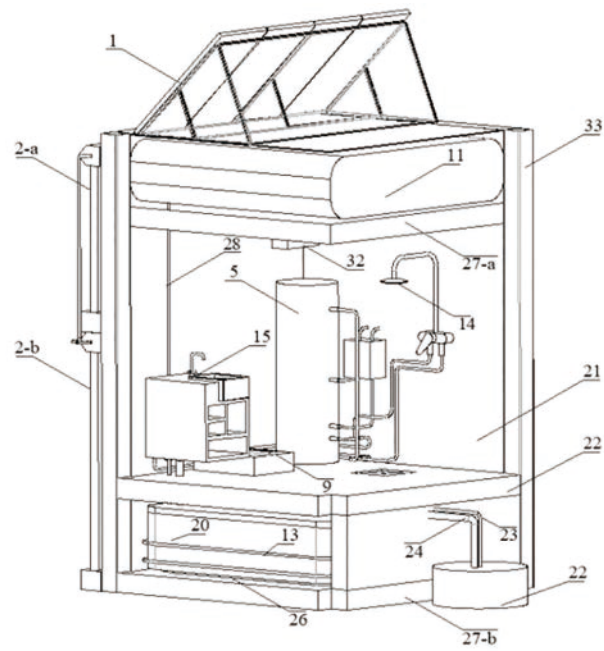


图2

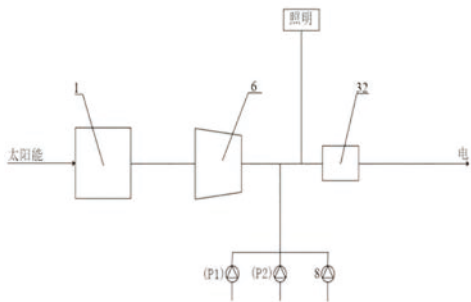


图3

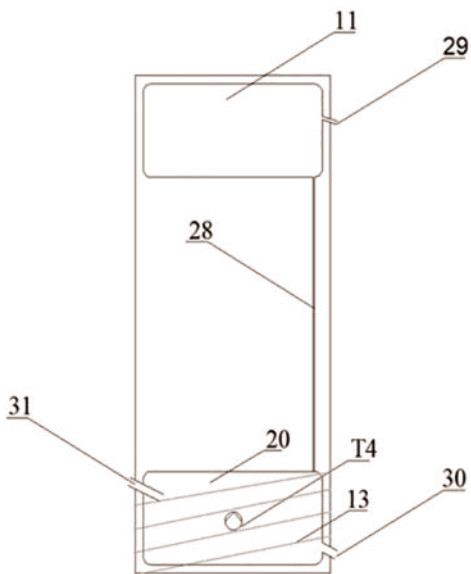


图4