



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109341386 A

(43)申请公布日 2019.02.15

(21)申请号 201810034902.5

(22)申请日 2018.01.15

(71)申请人 山东大学

地址 264209 山东省威海市文化西路180号

(72)发明人 郭春生 陈子昂 钟芳慧 马玥

王兰文 马聚隆 欧阳宇恒

李雅倩 张瑞 马志腾 王铁信

(74)专利代理机构 青岛清泰联信知识产权代理

有限公司 37256

代理人 高洋

(51)Int.Cl.

F28D 15/02(2006.01)

F28D 15/04(2006.01)

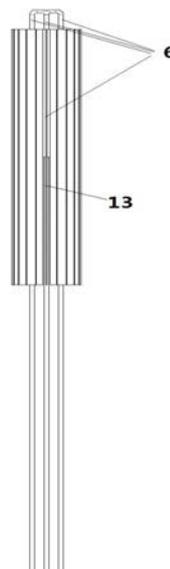
权利要求书1页 说明书7页 附图9页

(54)发明名称

一种设置多下降管的环路热管及其换热装置

(57)摘要

本发明提供了一种设置多下降管的环路热管及其换热装置,所述热管包括蒸发端和冷凝端,所述蒸发端位于冷凝端上部,蒸发端包括上升段和下降段,所述上升段中设置毛细芯,所述下降管为多个,所述多个下降管以上升管为中心设置。本发明通过设置多个管路,可以使得蒸发端吸热产生的蒸汽通过多个管路进入冷凝端,进一步强化传热,而且因为热管内的流体吸热蒸发,导致体积增加,通过设置多个管路,可以进一步缓解压力,提高换热效果。



1. 一种反重力环路热管,所述热管包括蒸发端和冷凝端,所述蒸发端位于冷凝端上部,蒸发端包括上升段和下降段,所述上升段中设置毛细芯,所述下降管为多个,所述多个下降管以上升管为中心设置。

2. 如权利要求1所述的环路热管,其特征在于,所述毛细芯延伸到冷凝端。

3. 如权利要求1所述的环路热管,其特征在于,所述毛细芯延伸到上升段的顶部。

4. 如权利要求1所述的环路热管,其特征在于,设置毛细芯的热管位置的管径大于不设置毛细芯的热管位置的管径。

5. 一种换热装置,包括风机装置、空气进口通道、空气出口通道、环路热管和储水冷凝室,其特征在于,所述储水冷凝室设置在土壤冷源中,空气进口通道的出口、空气出口通道的入口与储水冷凝室连通,所述风机装置将空气从空气进口通道引入到储水冷凝室的过程中与蒸发端进行换热,冷凝端将热传导给外部土壤冷源,所述环路热管是权利要求1-4之一所述的环路热管。

6. 如权利要求5所述的换热装置,其特征在于,环路热管的蒸发端安装在储水冷凝室入口管,环路热管的冷凝端缠绕于冷凝室外部,和外部土壤直接接触。

7. 如权利要求5所述的环路热管空气取水装置,其特征在于,空气进口通道就是冷凝室的入口管,空气出口通道设置在冷凝室的入口管,空气出口的冷空气预冷空气进口的热空气。

8. 如权利要求5所述的环路热管空气取水装置,其特征在于,蒸发端设置在冷凝室的入口管,蒸发端的至少一部分充满了毛细芯,毛细芯中心设置冷凝端流向蒸发端的管路,蒸发端的外壁面环绕设置纵向竖直翅片。

9. 如权利要求5所述的环路热管空气取水装置,其特征在于,空气出口通道设置在相邻的两个竖直翅片之间并与相邻的两个竖直翅片接触。

一种设置多下降管的环路热管及其换热装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种热管以及利用热管的换热装置。

背景技术

[0002] 现有技术中,热管一般都是依靠重力实现热管的循环,但是此种热管只适合下部吸热上部放热的情况,对于相反上部吸热下部放热去无法适用。因此针对此种情况,本发明通过对毛细结构进行了改进,发明了结构改进反重力热管。

[0003] 数据表明,地球上汽态水含量是地表液态淡水含量的11.6倍,但人们对气态淡水的利用率并不高。现在的空气取水方法主要是将湿空气中以水蒸气或微小水滴形式存在的水资源转化为液态水的方法,主要有制冷结露法、吸附法、机械压缩法、半导体制冷法等。叶继涛等提出设计了一种较成熟的带有回热器的太阳能半导体制冷取水装置,参见CN2567274Y,CN10485506A,并对其进行了数值模拟和实验测试,但该方案存在两点不足:一方面太阳能蓄电池的转化效率低且损耗大,另一方面受到更多的地域限制和自然条件限制,而且该取水装置结构复杂。

[0004] 针对上述问题,本发明在前面发明的基础上进行了改进,提供了一种新的环路热管及其换热装置,利用空气中水蒸气源和土壤冷源,解决淡水资源贫瘠、电力设施简陋地区的取水问题。装置由风能驱动。

发明内容

[0005] 本发明提供了一种新的环路热管及其换热装置,利用空气中水蒸气源和土壤冷源,解决淡水资源贫瘠、电力设施简陋地区的取水问题,从而解决前面出现的技术问题。

[0006] 为了实现上述目的,本发明的技术方案如下:

[0007] 一种反重力环路热管,所述热管包括蒸发端和冷凝端,所述蒸发端位于冷凝端上部,蒸发端包括上升段和下降段,所述上升段中设置毛细芯,所述下降管为多个,所述多个下降管以上升管为中心设置。

[0008] 作为优选,所述毛细芯延伸到冷凝端。

[0009] 作为优选,所述毛细芯延伸到上升段的顶部。

[0010] 作为优选,设置毛细芯的热管位置的管径大于不设置毛细芯的热管位置的管径。

[0011] 一种换热装置,包括风机装置、空气进口通道、空气出口通道、环路热管和储水冷凝室,其特征在于,所述储水冷凝室设置在土壤冷源中,空气进口通道的出口、空气出口通道的入口与储水冷凝室连通,所述风机装置将空气从空气进口通道引入到储水冷凝室的过程中与蒸发端进行换热,冷凝端将热传导给外部土壤冷源,所述环路热管是前面所述的环路热管。

[0012] 作为优选,所述风机装置包括垂直风力机、行星轮增速器和螺旋叶片,垂直轴风力机利用风能,带动行星轮增速器和螺旋叶片吸入空气。

[0013] 作为优选,螺旋叶片下端连通储水冷凝室的入口管,所述储水冷凝室连接入口管

的位置开始直径变大,然后直径开始变小。

[0014] 作为优选,环路热管的蒸发端安装在储水冷凝室入口管,环路热管的冷凝端缠绕于冷凝室外部,和外部土壤直接接触。

[0015] 作为优选,所述蒸发端的至少一部分设置毛细芯,从而实现反重力热管的作用。

[0016] 作为优选,空气进口通道就是冷凝室的入口管,空气出口通道设置在冷凝室的入口管,空气出口的冷空气预冷空气进口的热空气。

[0017] 作为优选,蒸发端设置在冷凝室的入口管,蒸发端的至少一部分充满了毛细芯,毛细芯中心设置冷凝端流向蒸发端的管路,蒸发端的外壁面环绕设置纵向竖直翅片。

[0018] 作为优选,空气出口通道设置在相邻的两个竖直翅片之间并与相邻的两个竖直翅片接触。

[0019] 作为优选,蒸发端流向的冷凝端管路设置在相邻的两个竖直翅片之间并与相邻的两个竖直翅片接触。

[0020] 所述管路为多个,所述空气出口通道为多个,所述管路与空气出口通道的数量相等。

[0021] 进一步优选,所述管路设置在相邻的空气出口通道的之间,所述空气出口通道4在相邻的管路9之间。

[0022] 进一步优选,所述管路9中心与相邻的空气出口通道4中心距离相同;所述空气出口通道4中心与相邻的空气管路9中心距离相同。

[0023] 作为优选,空气出口通道4的半径为R,管路9的半径为r,相邻翅片之间的夹角为A,满足以下要求:

[0024] $\sin(A) = a \cdot \ln(r/R) + b$,其中LN是对数函数,a,b是参数,

[0025] 其中 $0.330 < a < 0.340$, $0.73 < b < 0.74$;

[0026] $15^\circ < A < 25^\circ$;

[0027] $0.24 < r/R < 0.5$;

[0028] 进一步优选, $0.26 < r/R < 0.38$ 。

[0029] 与现有技术相比较,本发明具有如下的优点:

[0030] 1) 本发明通过设置多个管路9,可以使得蒸发端吸热产生的蒸汽通过多个管路9进入冷凝端,进一步强化传热,而且因为热管内的流体吸热蒸发,导致体积增加,通过设置多个管路9,可以进一步缓解压力,提高换热效果。

[0031] 2) 利用地上空气与地下土壤的温差迫使湿空气达到露点,摆脱对电的依赖,能够做到零排放,零污染。

[0032] 3) 环路热管作为高效传热工具,原理简单,结构紧凑,可以有效增大空气换热面积,显著提高冷却效率。

[0033] 4) 环路热管冷凝器缠绕在冷凝室外部,与外部土壤充分接触,增加对热管蒸发端空气的散热,提高冷却效率。

[0034] 5) 无二次能源消耗,风力作为日常动力,且系统采用了风力发电用的垂直轴风力机,避免了风向对风力机的影响,可以收集各个方向来的风,在无风条件下太阳能电动机可驱动进气叶轮旋转,这样装置可以做到持续运行。一定意义上做到风光互补。

附图说明

- [0035] 图1为本发明的整体结构示意图。
- [0036] 图2为本发明的垂直轴风力机示意图。
- [0037] 图3为本发明的行星轮增速器剖视图。
- [0038] 图4为本发明的叶轮俯视图。
- [0039] 图5为本发明的地下部分视图。
- [0040] 图6为本发明的冷凝室剖视图。
- [0041] 图7是图6中A-A的截面图。
- [0042] 图8为本发明的热管的结构示意图。
- [0043] 图9为本发明的多个蒸发端流向冷凝端管路(下降段)的结构示意图。
- [0044] 图10为本发明设置毛细芯位置的管路连接结构示意图。
- [0045] 附图标记如下:1风机,2行星轮变速器,3螺旋叶片,4空气出口通道,5空气进口通道,6环路热管蒸发端,7冷凝室,8环路热管冷凝端,9蒸发端流向冷凝端管路(下降段),10冷凝端流向蒸发端管路,11冷凝室入口管,12翅片,13毛细芯。

具体实施方式

- [0046] 下面结合附图对本发明的具体实施方式做详细的说明。
- [0047] 本文中,如果没有特殊说明,涉及公式的,“/”表示除法,“×”、“*”表示乘法。
- [0048] 下面结合附图对本发明的具体实施方式做详细的说明。
- [0049] 一种反重力环路热管,如图8所示,所述热管包括蒸发端6和冷凝端8,所述蒸发端6位于冷凝端8上部,所述蒸发端6一部分设置在流体上升段,在流体上升段的蒸发端的至少一部分设置毛细芯13,如图10所示。
- [0050] 作为优选,蒸发端包括蒸发端流向冷凝端管路(下降段)9、上升段两部分。其中作为优选,上升段内设置冷凝端流向蒸发端管路10。
- [0051] 如图1所示,一种环路热管空气取水装置,包括风机装置1、空气进口通道5、空气出口通道4、环路热管和储水冷凝室7,所述储水冷凝室7设置在土壤冷源中,所述环路热管是反重力热管,空气进口通道5的出口、空气出口通道4的入口与储水冷凝室7连通,所述风机装置1将空气从空气进口通道5引入到储水冷凝室7的过程中与蒸发端6进行换热,冷凝端8将热传导给外部土壤冷源。
- [0052] 本发明提供了一种新式结构的环路热管的空气取水装置,通过设置环路热管作为高效传热工具,原理简单,结构紧凑,显著提高冷却效率。而且本发明利用地上空气与地下土壤的温差迫使湿空气达到露点,摆脱对电的依赖,能够真正做到零排放,零污染。
- [0053] 作为优选,环路热管的蒸发端6的至少一部分安装在储水冷凝室7入口处。
- [0054] 作为优选,所述冷凝室7和风机装置1之间设置冷凝室7入口管,所述空气进口通道5至少一部分设置在冷凝室7入口管中,冷凝室7入口管的至少一部分设置在外部土壤冷源中。通过如此设置,可以使得空气进口通道5中的空气直接参与外部土壤冷源的换热,使空气在土壤和环路热管的共同作用下,进一步冷却,提高冷却效果。
- [0055] 进一步优选,所述风机装置1包括垂直风力机、行星轮增速器2和螺旋叶片3,垂直

轴风力机利用风能,带动行星轮增速器2和螺旋叶片3吸入空气。

[0056] 作为优选,垂直风力机1位于顶端,下部依次是行星轮增速器2和螺旋叶片3,所述螺旋叶片3与冷凝室7入口管连通,从而将外部空气引入到冷凝室7中。

[0057] 进一步优选,冷凝室7的入口管就是空气进口通道。

[0058] 作为优选,如图1所示,所述储水冷凝室7从连接入口管的位置向下,刚开始是直径逐渐变大,然后到了一定位置后直径开始逐渐变小。有利于空气在冷凝室内流动,完成气体循环,并增加气体与冷凝室壁之间的换热效率

[0059] 作为优选,环路热管的蒸发端6安装在储水冷凝室入口管,环路热管的冷凝端8缠绕于冷凝室外部,和外部土壤直接接触。环路热管冷凝器缠绕在冷凝室外部,与外部土壤充分接触,增加对热管蒸发端空气的散热,提高冷却效率。

[0060] 作为优选,所述蒸发端6的至少一部分内设置毛细芯13,其毛细力提供工质回流循环的动力,同时使得回流的工质量达到传热的需求,从而实现反重力热管的作用。

[0061] 通过设置毛细芯13,而毛细芯13因为自身设置在蒸发端,使得蒸发端的上升段6内自然而然产生流动阻力,使得蒸发端产生的蒸汽自然流向阻力小的管路9,从而形成了反重力热管。

[0062] 作为优选,所述毛细芯13只设置在蒸发端的的上升段中,作为优选设置在上升段的一部分中。例如图6、图10所示。

[0063] 作为优选,空气出口通道4的至少一部分设置在冷凝室的入口管中,空气出口的冷空气预冷空气进口的热空气。通过出口气体与进口气体的换热,进一步实现换热效果,增加水的凝结效率。

[0064] 作为优选,如图7所示,蒸发端设置在冷凝室的入口管,蒸发端的上升段充满了毛细芯13,以提供足够大的毛细力,毛细芯13中心设置冷凝端流向蒸发端的管路10,通过如此设置管路10(中无毛细芯),可以减少管路的流体阻力,使得工质回流更顺利,提高抗重力状态下的传热能力,蒸发端的的上升段外壁面环绕设置纵向竖直翅片12,增加换热面积,提高与空气的换热效率。

[0065] 管路10为气体或液体管路,实现一个柔性布置,既管径较小,容易弯曲。环路热管原理为,如蒸发器侧与管路10为蒸汽管线,则原理为蒸发器受热内部工质蒸发,蒸汽沿蒸发器上出口进入管路10,然后流动到下部环绕的管路,与土壤接触开始冷凝,当蒸汽全部冷凝后,受到蒸发器毛细芯毛细力作用回到蒸发器,从而实现工质的循环。

[0066] 作为优选,管路10与毛细芯13之间连通。通过连通,能够实现毛细芯13与管路10之间的流体的流通,使得液体通过毛细芯上升过程中,如果因为吸热而产生较大的压力,例如甚至可能出现气泡,则可以通过管路10来均衡蒸发段的压力,从而保证压力的均衡。

[0067] 进一步优选,所述毛细芯13延伸到冷凝端,以便直接将冷凝端的液体吸上去。进一步提高反重力热管的循环能力。

[0068] 作为优选,毛细芯沿着高度方向分布,如附图6所示。进一步优选,沿着高度下降方向,所述毛细芯的毛细力逐渐增强。越是靠近冷凝端,毛细力越大。通过实验发现,采取此种方式,能够进一步提高对液体的吸力,在相同的成本下能够提高20%以上的吸力,从而提高换热效果。

[0069] 通过进一步分析,初步原因可能是随着靠近冷凝端的毛细力越来越大,使得冷凝

端的液体能够快速的吸到毛细芯中,并且液体不断的向蒸发端流动。在流动过程中,液体不断的吸热,则因为吸热导致的温度升高,密度变小,因此因为密度变化原因,使其需要的毛细力明显变小,因此在毛细力小的情况下也很容易就往上吸。上述的原因是本发明人通过大量的实验和研究得到的,非本领域的公知常识。

[0070] 进一步优选,沿着高度下降方向,所述毛细芯的毛细力逐渐增强的幅度越来越大。通过实验发现,采取此种方式,能够进一步提高对液体的吸力,在相同的成本下能够进一步提高8%左右的吸力,从而提高换热效果。

[0071] 作为优选,管路是在毛细芯中间开设的通孔形成。

[0072] 作为优选,如图10所示,设置毛细芯的热管位置的管径大于不设置毛细芯的热管位置的管径。

[0073] 进一步优选,如图10所示,所述设置毛细芯的热管位置的管子与不设置毛细芯的热管位置的管子之间的管径变化是连续变化。进一步优选是直线变化。大管径位置的管子和小管径的管子在连接处是通过收缩件连接的。收缩件的管径的变化是线性变化。

[0074] 作为优选,空气出口通道4设置在相邻的两个竖直翅片12之间并与相邻的两个竖直翅片12接触。通过如此设置,可以减少设置独立的支撑空气出口通道4的机构,使得结构紧凑,出口通道的冷空气可通过管道与翅片换热,保持翅片的冷度,增强换热效果。

[0075] 作为优选,蒸发端流向的冷凝端管路9设置在相邻的两个竖直翅片之间并与相邻的两个竖直翅片接触。通过如此设置,可以减少设置独立的支撑空气出口通道4的机构,使得结构紧凑,管道中的蒸汽可通过管道向翅片短暂少量传热,减少系统整体热阻,避免在地面抗重力情况下蒸发器内产生蒸汽过热,来减缓热管启动过程中的温度震荡现象。

[0076] 进一步优选,所述管路9比空气出口通道4更靠近蒸发端管路的外壁,使得上述的两个传热过程能够同时实现,起到相应作用。

[0077] 进一步优选,所述管路9的直径小于空气出口通道4。

[0078] 作为优选,沿着可以设置多个蒸发端流向的冷凝端管路9,如图7、9所示。通过设置多个管路9,可以使得蒸发端吸热产生的蒸汽通过多个管路9进入冷凝端,进一步强化传热,而且因为热管内的流体吸热蒸发,导致体积增加,通过设置多个管路9,可以进一步缓解压力,提高换热效果。

[0079] 进一步优选,所述竖直翅片延伸穿过冷凝室的入口管的圆心,所述蒸发端上升段管路与冷凝室的入口管具有相同的圆心。

[0080] 作为优选,所述管路9为多个,所述多个管路9的圆心与蒸发端上升段管路之间的距离相同。

[0081] 进一步优选,每相邻的两个竖直翅片12之间设置一个管路9。所述的管路9是并联结构。

[0082] 作为优选,所述空气出口通道4为多个,所述多个空气出口通道4的圆心与蒸发端上升段管路之间的距离相同,使得翅片间温度分布更加均匀,且使得上述换热效果更明显。进一步优选,每相邻的两个竖直翅片12之间设置一个空气出口通道4。所述空气出口通道4是并联结构。

[0083] 进一步优选,所述管路9为多个,所述空气出口通道4为多个,所述管路9与空气出口通道4的数量相等。

[0084] 进一步优选,所述管路9设置在相邻的空气出口通道4的之间,所述空气出口通道4在相邻的管路9之间。进一步优选,所述管路9中心与相邻的空气出口通道4中心距离相同;所述空气出口通道4中心与相邻的空气管路9中心距离相同。即所述管路9设置在相邻的空气出口通道4的中间,所述空气出口通道4在相邻的管路9中间。即如图8所示,管路9所在的圆心与蒸发端6的圆心之间的第一连线,相邻的空气出口通道4圆心与蒸发端6的圆心之间形成第一连线、第三连线,第一连线与第二连线之间形成的第一夹角等于第一连线与第三连线之间形成的第二夹角。同理,空气出口通道4所在的圆心与蒸发端6的圆心之间的第四连线,相邻的管路9圆心与蒸发端6的圆心之间形成第五连线、第六连线,第四连线与第五连线之间形成的第三夹角等于第四连线与第六连线之间形成的第四夹角。即沿着圆周方向上,管路9和出口通道4均匀分布。

[0085] 通过上述设置,可以保证管路9和空气出口通道4对入口空气进行冷却的均匀,避免局部收入不均,导致取水效果变差。

[0086] 在数值模拟和实验中发现,空气出口通道4和管路9的管径相差不能太大,也不能太小,太大的话导致空气出口通道4和管路9分布的距离太远,导致通道4和管路9之间的空气换热不好,导致整体换热不均匀,太小的话导致空气出口通道4和管路9分布的距离太近,导致靠近空气进口通道5的外壁的空气和/或靠近蒸发端6的外壁的空气换热不好,导致整体空气进口通道5内的空气换热不均匀;同样的道理,相邻翅片12之间的夹角不能太大,太大的话会导致分布翅片少,换热效果过不好,同时导致空气出口通道4和管路9分布的数量太少,导致换热不均匀以及换热效果不好,同理,相邻翅片12之间的夹角不能太小,太小的话导致翅片分布太密,流动阻力大增,而且空气出口通道4和管路9的管径相差不大,但是他们同等面积的换热能力相差很大,因此此种情况下换热不均匀,导致换热效果不好。因此需要通过大量的数值模拟及其实验确定最佳的尺寸关系。

[0087] 空气出口通道4的半径为R,管路9的半径为r,相邻翅片之间的夹角为A,满足以下要求:

[0088] $\sin(A) = a \cdot \ln(r/R) + b$,其中LN是对数函数,a,b是参数,

[0089] 其中 $0.330 < a < 0.340$, $0.73 < b < 0.74$;

[0090] $15^\circ < A < 25^\circ$;

[0091] $0.24 < r/R < 0.5$;进一步优选, $0.26 < r/R < 0.38$ 。

[0092] 上述经验公式是通过大量数值模拟和实验得到,而且经过试验验证,误差基本上在3.2以内。

[0093] 作为优选,所述的 $3 < R < 10\text{mm}$;所述的 $1.5 < r < 4.0\text{mm}$;

[0094] 进一步优选,设置毛细芯位置的热管管径是30-40mm,进一步优选为32mm;

[0095] 进一步优选,没有设置毛细芯位置的热管管径是5.0-6.4mm;

[0096] 进一步优选,冷凝端流向蒸发端的管路的管径是5.0-6.4mm;

[0097] 进一步优选,空气进口通道5管径是80-200mm;优选,120-150mm;

[0098] 进一步优选,翅片的竖直方向长度为780-1500mm,优选1200mm;翅片纵向延伸的长度占蒸发端6外径与空气出口通道4内径差值的95%。此长度下翅片的整体换热能力显著提高,换热系数也在合适的范围内,且对边界层的破坏作用及流体流动效果的影响相对较小。

[0099] 外界风驱动图中所示垂直轴风力机1转动,风能转化为机械能。风力机通过行星轮

变速器2带动共轴进气螺旋叶片3旋转,将过滤后的外界湿空气吸入冷凝腔。进气风口设计为带有减缩口的回转体用于维持压力。叶轮的持续运作使腔内气体压力增高,湿空气的绝对湿度增大。绝对湿度较大的空气在气压的持续作用下,由口径相对窄小的进气通道进入地下冷凝室。外界热空气首先在所述进气通道5内与出气通道内正在排往室外的较冷空气进行换热,让废气带走部分热量,与土壤接触的金属外壁也有导热功能,二者共同作用完成空气预冷。空气开始进入冷凝室后,较热空气先缓慢通过环路热管蒸发器翅片通道,与环路热管内介质完成换热,自身温度显著降低,当达到露点时,水蒸气开始液化,在翅片表面形成小液滴。剩余空气深入储水冷凝室7,通过腔体金属外壁与外界土壤换热,同时冷凝成液滴。随着液态水逐渐累积,热空气与外壁接触面积逐渐减少,此时主要冷源由环路热管提供。所述环路热管的蒸发端6吸收热空气的热量,将液态工质蒸发成气态,然后通过冷凝室外部缠绕的环路热管冷凝端8将热量传导给外部土壤,使气态工质冷凝成液态,且反重力环路热管具有能够使液体回流的特点。在持续的风力下,外界湿空气中的水资源就会不断地被收集到储水冷凝室内,被快速冷却,冷凝出液态水后被排放出去。垂直轴风力机1产生的电能储存在蓄电池中,电能供给电子水泵抽出积累的淡水,存储在天上水箱中。

[0100] 本发明在进行取水时,借助风能、土壤冷源和环路热管对空气中水蒸气进行结露冷凝取水,不仅解决了传统太阳能吸附法对太阳能的依赖,适应更多地域和天气情况,做到无二次能源消耗,还解决了现有技术转换效率不够高的问题。

[0101] 作为优选,行星轮增速器连接垂直轴风力机与叶轮,将风力机传输给叶轮的转速放大,使外部空气更快的进入罐体内部,一定程度上增大进风量,同时提高管道内的压强。

[0102] 作为优选,使用粉末冶金方法制备环路热管毛细芯。启动前,环路热管的蒸发器的毛细芯、补充腔及输液管中充满工质,而蒸汽通道、冷凝器及蒸汽管中处于两相态。

[0103] 冷却室部位采用土壤冷却为辅、反重力环路热管为主的协同换热方式,可大大提高空气冷却速度,提高产水量。

[0104] 作为优选,环路热管冷凝端缠绕在冷凝室外部,增加散热面积。

[0105] 作为优选,将排气管放置在进气通道内,从而达到空气预冷的目的。

[0106] 虽然本发明已以较佳实施例披露如上,但本发明并非限于此。任何本领域技术人员,在不脱离本发明的精神和范围内,均可作各种更动与修改,因此本发明的保护范围应当以权利要求所限定的范围为准。

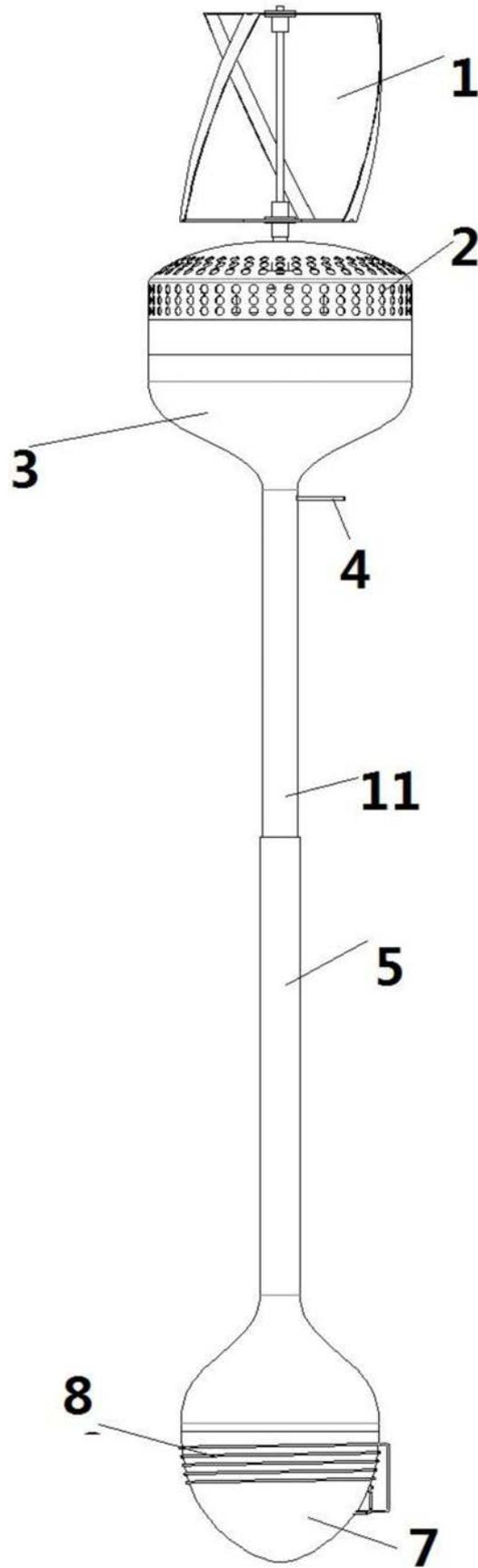


图1

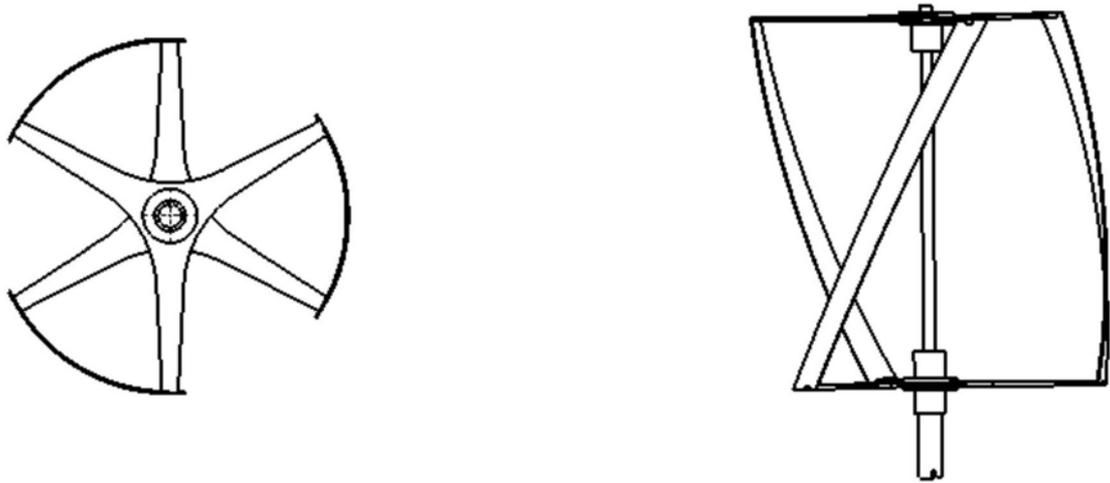


图2

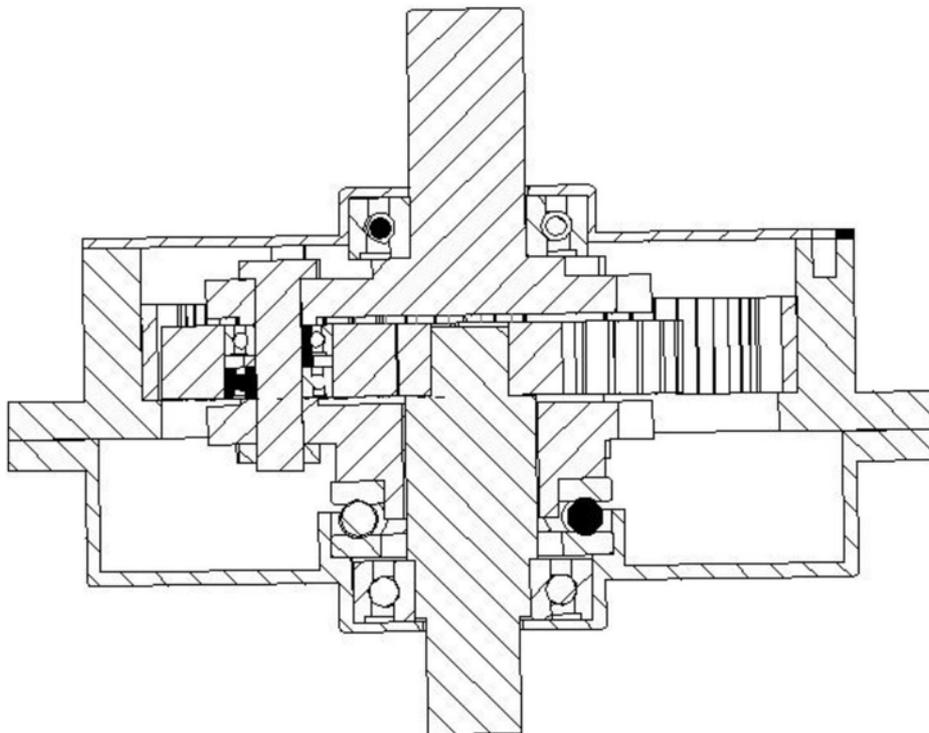


图3

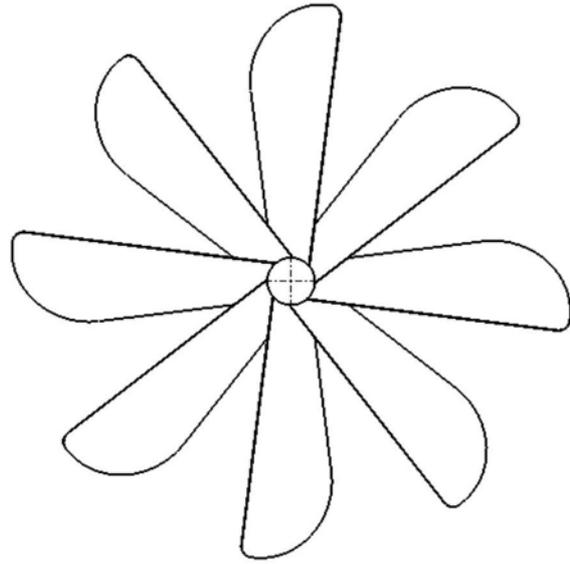


图4

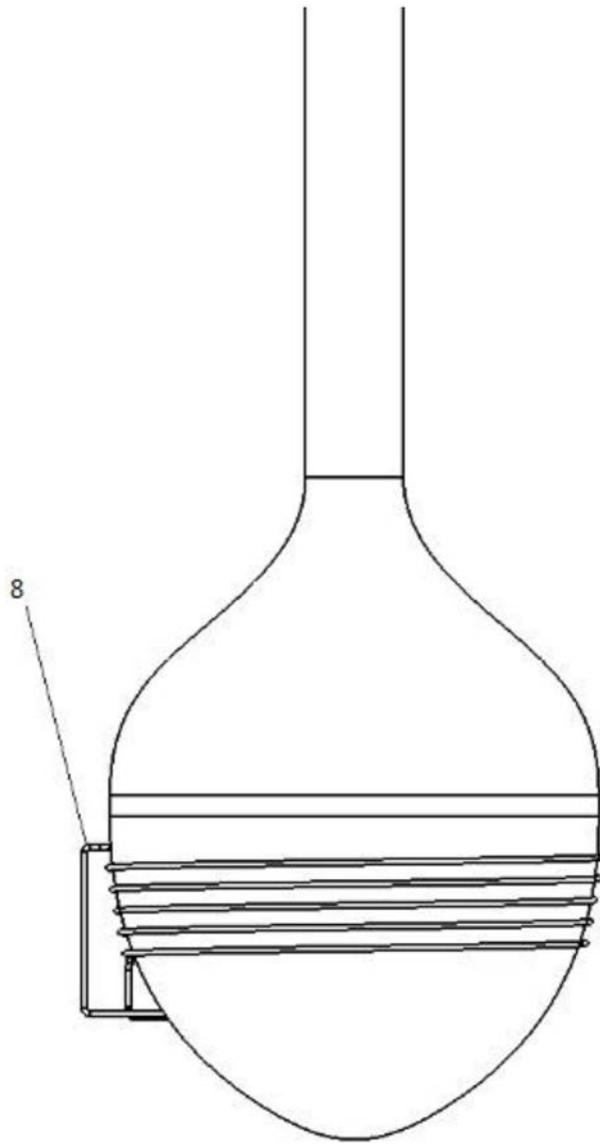


图5

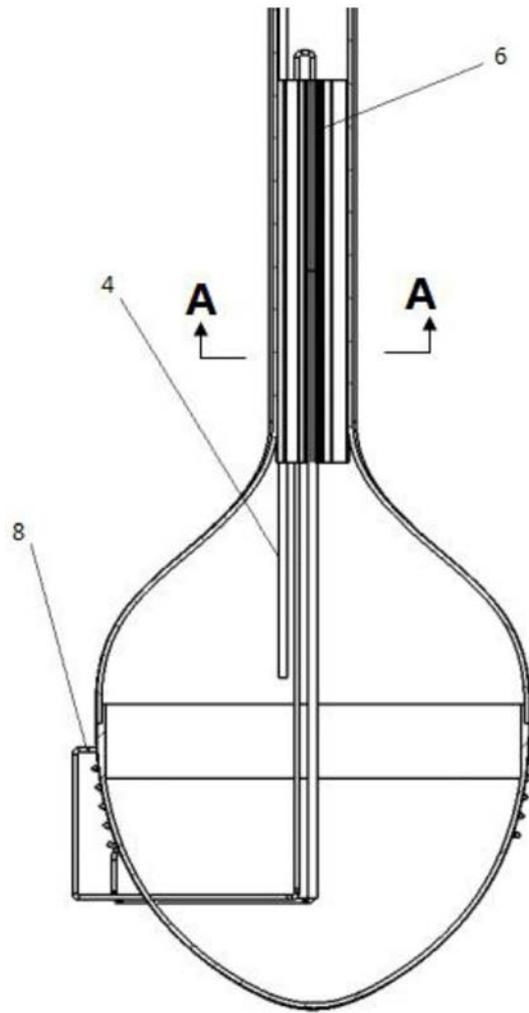


图6

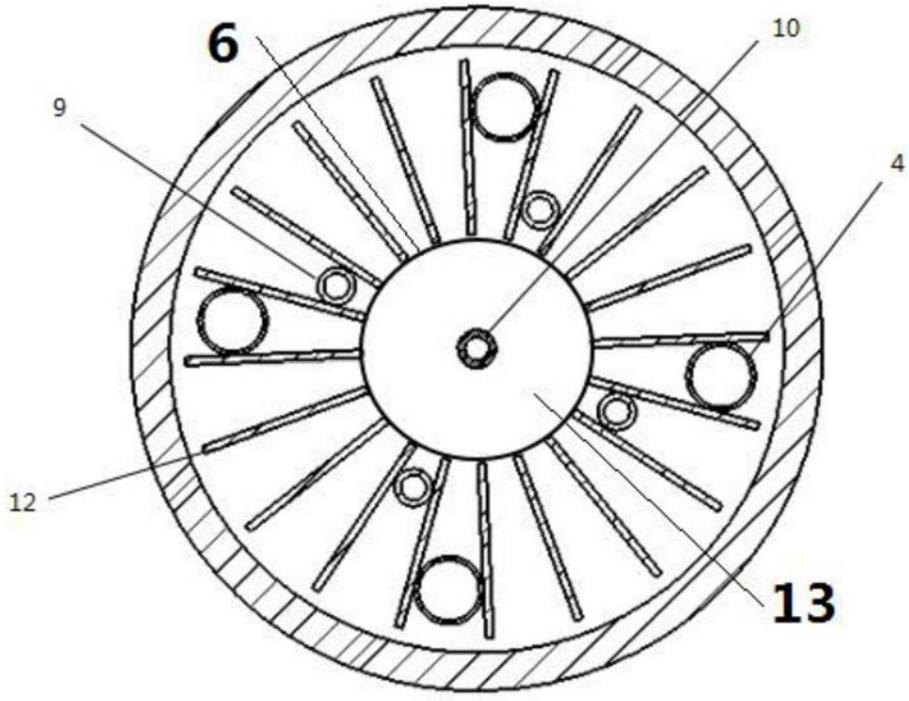


图7

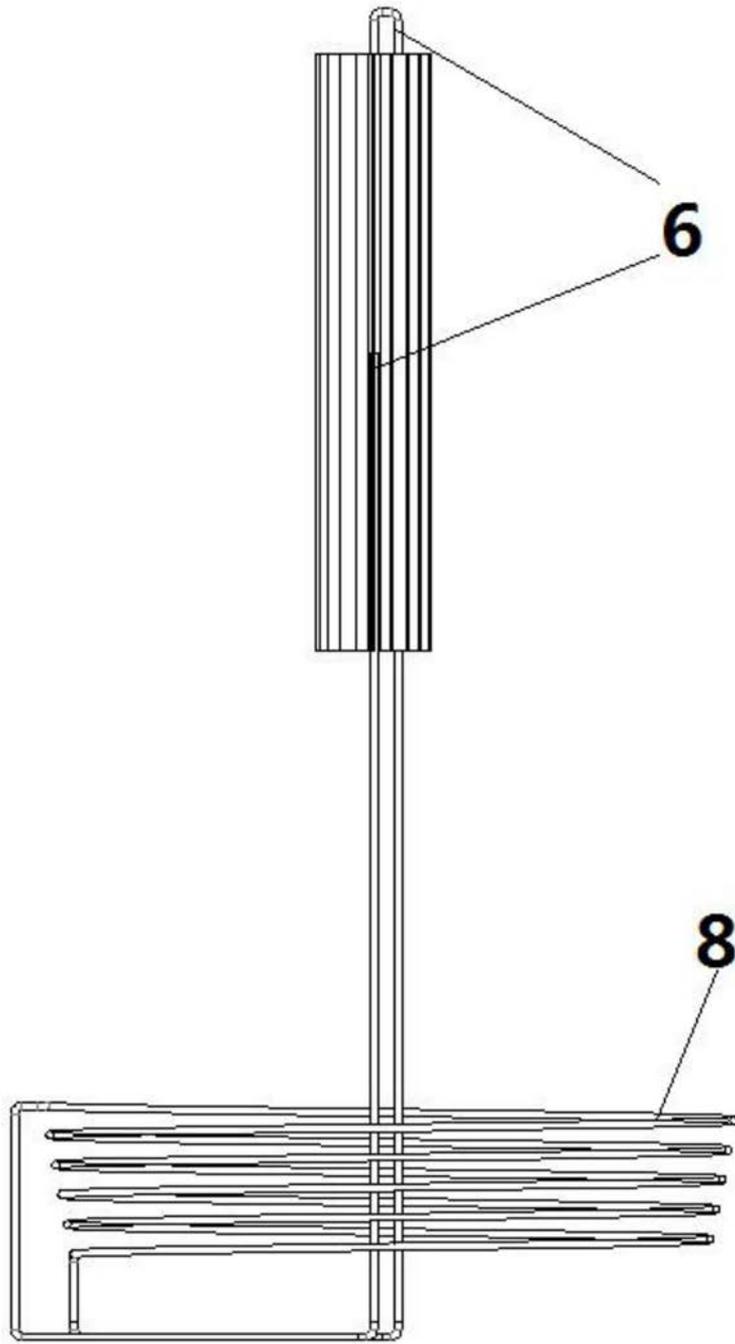


图8

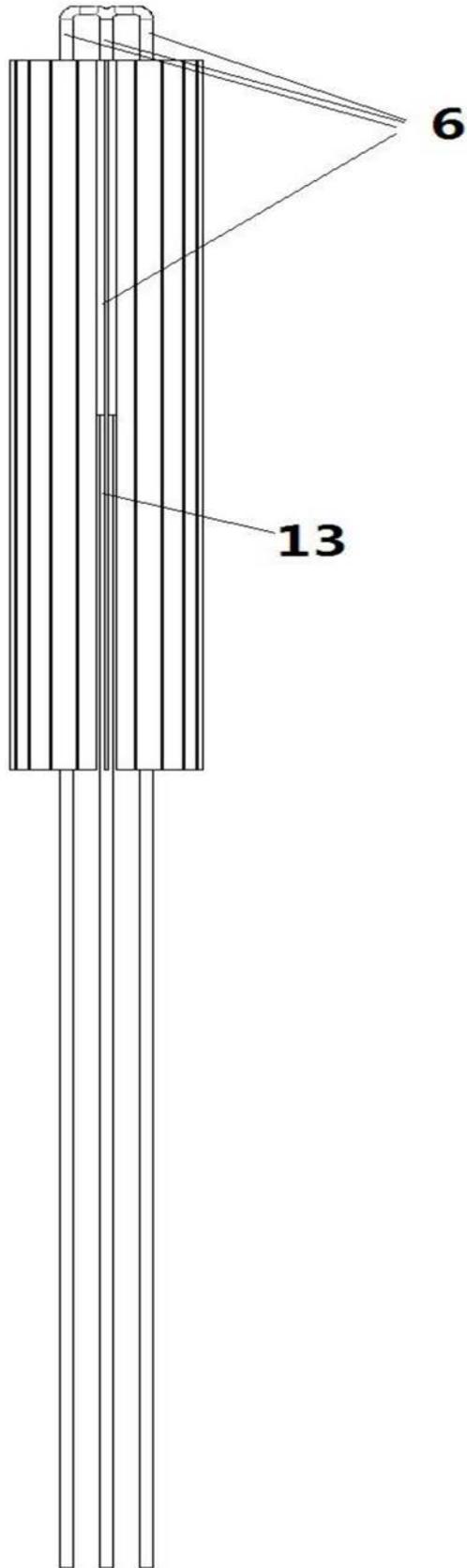


图9

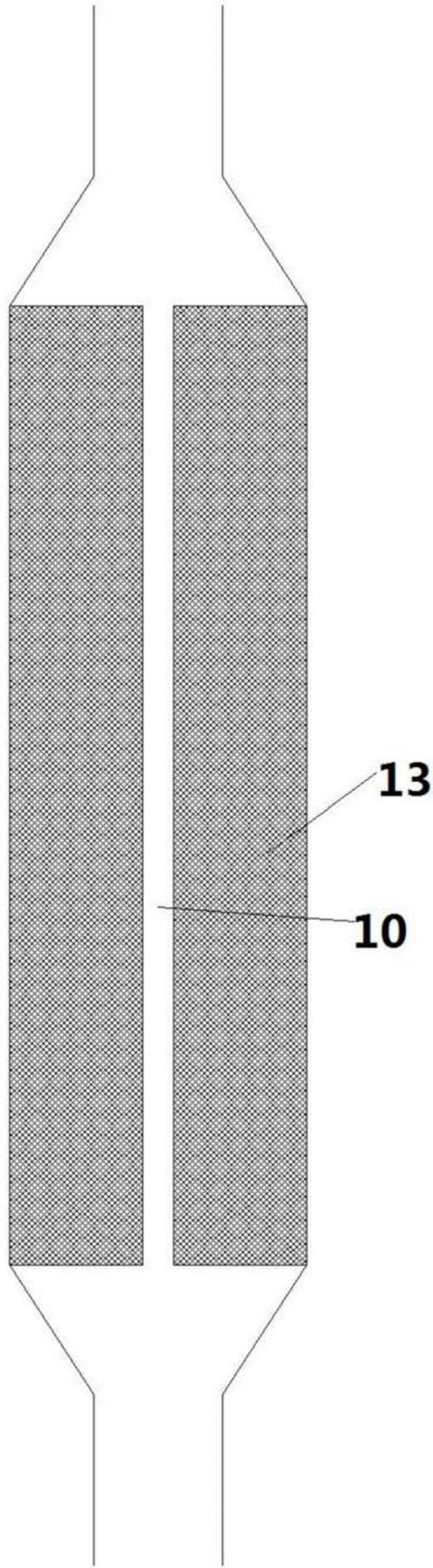


图10