



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113063094 B

(45) 授权公告日 2022. 08. 23

(21) 申请号 202110488330.X

F17C 13/00 (2006.01)

(22) 申请日 2021.05.06

F17C 13/02 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

F17D 5/00 (2006.01)

申请公布号 CN 113063094 A

F17D 5/02 (2006.01)

(43) 申请公布日 2021.07.02

审查员 马丽艳

(73) 专利权人 青岛科技大学

地址 266109 山东省青岛市崂山区松岭路
99号

(72) 发明人 张国栋 刘哲 王飞

(74) 专利代理机构 青岛高晓专利事务所(普通
合伙) 37104

专利代理师 白莹 于正河

(51) Int. Cl.

F17C 11/00 (2006.01)

F17C 1/00 (2006.01)

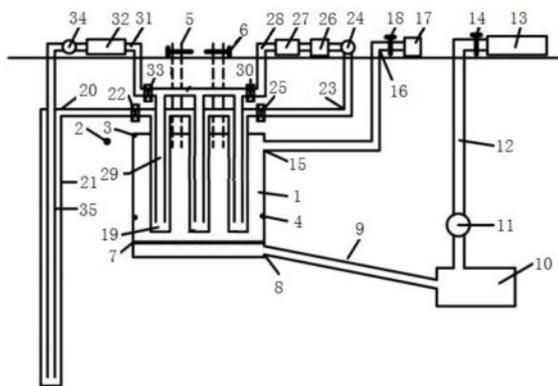
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种天然气水合物储存与分解一体化装置

(57) 摘要

本发明属于水合物储存与分解技术领域,涉及一种天然气水合物储存与分解一体化装置,水合物储罐顶部设有多个水合物颗粒注入点,每个注入点均能通过水合物注入管道与地面的水合物罐车连接,以达到水合物颗粒在水合物储罐中均匀分布的目的,在夏季将天然气以水合物的形式储存,在冬季加热分解释放储存的天然气;具有以下优势:(1)能够实现天然气水合物的储存与分解一体化;(2)充分利用地下恒温层的保温作用对天然气水合物进行保温,能够减少冷量的使用,降低储存成本;(3)借助开采的地热对水合物进行分解,实现能源高效利用和转化,具有节能减排的功效;(4)制冷循环和提取地热过程为闭式循环,提高了工作介质的利用率,避免了管道的腐蚀。



1. 一种天然气水合物储存与分解一体化装置,其特征在于,主体结构包括水合物储罐、气体报警器、压力传感器、温度传感器、水合物注入管道、滤网、排液口、地下水罐、地下水泵、一号水罐、出气口、短返排环空、长返排环空、一号水泵、制冷机、制冷剂罐、短注入管道、二号水罐、二号水泵和长注入管道;水合物储罐位于距离地面20米以下的地层中,周围环境中设置有气体报警器,水合物储罐的内壁上设置有压力传感器和温度传感器,水合物储罐的顶部设置有若干根水合物注入管道,水合物储罐的下部设置有滤网,水合物储罐的底部开设有排液口,排液口与地下水罐连接,地下水罐与地下水泵连接,地下水泵与地面上的一号水罐连接,水合物储罐的上方设置有出气口,出气口与地面上的用户连接,水合物储罐的内部设置有阵列式排布的短返排环空,短返排环空的顶部伸出水合物储罐后,一端与长返排环空连接,另一端与地面上的一号水泵连接,一号水泵与制冷机连接,制冷机与制冷剂罐连接,制冷剂罐与阵列式排布的短注入管道连接,短注入管道与地面上的二号水罐连接,二号水罐与地面上的二号水泵连接,二号水泵与长注入管道连接;水合物注入管道延伸至地面的一端设置有一号截止阀,二号管道上靠近一号水罐的一端设置有二号截止阀,三号管道上靠近用户的一端设置有三号截止阀,四号管道上靠近短返排环空的一端设置有一号电磁阀,五号管道上靠近短返排环空的一端设置有二号电磁阀,六号管道上靠近短注入管道的一端设置有三号电磁阀,七号管道上靠近短注入管道的一端设置有四号电磁阀;排液口通过一号管道与地下水罐连接,地下水泵通过二号管道与地面上的一号水罐连接,出气口通过三号管道与地面上的用户连接,短返排环空的一端通过四号管道与长返排环空连接,短返排环空的另一端通过五号管道与地面上的一号水泵连接,制冷剂罐通过六号管道与短注入管道连接,短注入管道通过七号管道与地面上的二号水罐连接;水合物储罐、水合物注入管道、一号截止阀和滤网共同配合构成水合物储存单元;气体报警器、压力传感器和温度传感器共同配合构成检测单元;排液口、一号管道、地下水罐、地下水泵、二号管道、一号水罐和二号截止阀共同配合构成分解水收集单元;短返排环空、五号管道、一号水泵、二号电磁阀、制冷机、制冷剂罐、六号管道、短注入管道、三号电磁阀和七号管道共同配合构成制冷单元;出气口、三号管道、用户和三号截止阀共同配合构成分解气收集单元;四号管道、长返排环空、一号电磁阀、二号水罐、四号电磁阀、二号水泵和长注入管道共同配合构成地热开采单元;排液口位于滤网的下方,短注入管道伸入短返排环空,长注入管道伸入长返排环空;短返排环空和短注入管道以阵列的形式均布于水合物储罐中,实现冷量和热量的多点式注入和循环。

2. 根据权利要求1所述的天然气水合物储存与分解一体化装置,其特征在于,水合物罐车中的水合物颗粒经水合物注入管道多点式注入水合物储罐,堆积在滤网的上方;气体报警器检测甲烷是否泄露,压力传感器检测并反馈水合物储罐的内部实时压力,温度传感器检测并反馈水合物储罐的内部实时温度,作为流量调节依据;天然气水合物受热分解产生的水收集汇聚至地下水罐后,经由地下水泵和二号管道泵入一号水罐;制冷剂罐中的制冷剂通过制冷机产生冷量经由短返排环空泵入水合物储罐内均匀循环保温,储存天然气水合物;天然气水合物受热分解产生的甲烷气由三号管道收集并供给用户使用;二号水罐中的常温水经由长注入管道泵入地下井,在二号水泵的驱动力作用下,沿着长返排环空向上流动充分换热但不取地热进入水合物储罐内均匀循环加热分解天然气水合物。

3. 根据权利要求2所述的天然气水合物储存与分解一体化装置,其特征在于,水合物储

罐、地下水罐、一号水罐、制冷剂罐和二号水罐的材质均为不锈钢,其中,水合物储罐为立式结构,地下水罐、一号水罐、制冷剂罐和二号水罐均为卧式结构,地下水罐设置有加强环;水合物储罐、气体报警器、压力传感器、温度传感器、水合物注入管道、一号管道、地下水罐、二号管道、一号水罐、三号管道、四号管道、五号管道、六号管道、短注入管道、七号管道、二号水罐和长注入管道的耐压值均高于25MPa,耐温值均为-50至200℃;滤网与水合物储罐底部之间的垂直距离为0.4-0.6m,孔眼直径为5-15mm;一号管道、二号管道、三号管道、四号管道、五号管道、六号管道、短注入管道、七号管道和长注入管道均为耐腐蚀材料;地下水泵经过耐压和耐腐蚀处理;短返排环空和长返排环空均为导热材料;短返排环空的长度是水合物储罐的高度的75-85%;一号电磁阀、二号电磁阀、三号电磁阀和四号电磁阀的连接电缆均使用防腐材料包覆。

4. 根据权利要求2所述的天然气水合物储存与分解一体化装置,其特征在于,在用气量少的夏季使用时,打开一号截止阀,水合物罐车通过水合物注入管道将水合物颗粒注入水合物储罐把水合物罐车中的水合物从水合物注入管道注入至水合物储罐内存放,关闭一号电磁阀和四号电磁阀,开启二号电磁阀和三号电磁阀,启动一号水泵,制冷剂罐中的制冷剂经过制冷机产生冷量在一号水泵的驱动下经过五号管道进入短返排环空,从短注入管道中循环回到制冷机中再次生产冷量,冷量均匀循环,对水合物储罐进行降温,保存水合物颗粒。

5. 根据权利要求2所述的天然气水合物储存与分解一体化装置,其特征在于,在用气量高峰期的冬季使用时,关闭二号电磁阀和三号电磁阀,开启一号电磁阀和四号电磁阀,启动二号水泵,二号水罐中的常温水在二号水泵的驱动下经由长注入管道进入长返排环空,通过吸收地层热量变为高温水,在二号水泵的持续驱动下经由长返排环空向上循环经四号管道进入短返排环空中向下流动,在二号水泵推动力作用下进入短注入管道并向上流动,最终循环至二号水罐;与此同时,打开二号截止阀,开启地下水泵,位于滤网上方的水合物颗粒堆均匀的吸收短返排环空中的水流热量,水合物颗粒发生分解,分解产生的水经由排液口通过一号管道流入地下水罐,在地下水泵的驱动下经由二号管道流入一号水罐;与此同时,打开三号截止阀,水合物分解产生的天然气经由收集三号管道输送至用户。

一种天然气水合物储存与分解一体化装置

技术领域：

[0001] 本发明属于水合物储存与分解技术领域，具体涉及一种天然气水合物储存与分解一体化装置，能够方便快捷的注冷保温，利用地热分解，以达到高效储存和分解利用天然气水合物的目的。

背景技术：

[0002] 随着工业的高速发展，社会对能源的需求与日俱增，煤炭石油等传统化石燃料面临枯竭，为了满足社会可持续发展，寻找和开发可代替传统化石燃料的清洁能源尤为重要。天然气是一种燃烧时碳排放量很低的清洁能源，主要由甲烷组成，在能源消费结构中占有越来越重要的地位。然而，随着社会经济的发展，对能源需求的与日俱增，我国天然气供需矛盾日益突出，主要体现在2个方面：(1) 天然气需求季节差异大，冬季用气量大时，天然气供应不足，出现“气荒”现象，而夏季用气量小时，天然气供应充足，甚至会出现过剩现象，这种季节周期性的能源短缺，影响了社会和经济的可持续发展以及人民生活水平的提高。(2) 天然气供应区域差异大，天然气资源有限，且区域分布不均匀，大城市对于天然气在工业、生活等方面的需求较高，需要从遥远的产地购买、运输天然气。目前主要利用压缩天然气(CNG)和液化天然气(LNG)储罐储存来实现天然气的跨地域储存和输送。然而，现有的CNG和LNG运输技术成本高且安全系数较低，相比之下基于天然气水合物的固体天然气技术因其安全系数高、运输方便、能量密度大等特点得到广泛关注。天然气水合物可以在较低温度下有效、经济、安全地储存，是一种经济有效的天然气储存、调峰媒介，被誉为未来最有前景的天然气储运技术。

[0003] 实现水合物基固体天然气技术的推广和利用势必会涉及到天然气水合物的储存和分解，寻求一种安全可靠、经济高效的天然气水合物储存与分解一体化新装置或新工艺显得尤为重要。因为，天然气水合物的分解装置主要有两类：一类是利用环境温度分解，例如，中国专利201410392978.7公开的一种基于太阳能技术的天然气水合物浆液分解方法与装置，方法中采用的装置包括：天然气水合物分解塔，第一离心泵，滤芯式过滤器，第二离心泵，干燥塔，排污装置，水泵，水箱，太阳能集热器，备用电加热器，流量计；其特征在于：天然气浆液进入天然气水合物分解塔经过第一离心泵进入滤芯式过滤器后由第二离心泵泵入干燥塔以天然气的形式出来；从天然气水合物分解塔出来的水经过排污装置由水泵注入水箱经过太阳能集热器、备用电加热器、流量计进入天然气水合物分解塔；另一类是利用加热装置分解，如中国专利201921434757.6公开的一种微波加热分解天然气水合物的装置，其特征在于，包括分解装置外壳、上盖板、反应腔室、波导套筒、排气口、排水口、微波发生器；所述分解装置外壳为长方体中空结构，所述波导套筒设置于分解装置外壳内部，呈田字形布置将分解装置外壳内空间分为四等份，所述反应腔室为波导套筒与分解装置外壳形成的内部空间，所述上盖板布置于分解装置外壳顶部，所述上盖板与分解装置外壳形成密封，所述排气口布置于上盖板顶部与反应腔室连通，所述排水口布置于分解装置外壳底部与反应腔室连通，所述微波发生器布置于分解装置外壳外壁；前者分解速度低，后者消耗电能多，

现有技术中大多数的装置只是单一的进行天然气水合物的分解或者储存,无法实现二者的一体化。

发明内容:

[0004] 本发明的目的在于克服现有技术存在的缺点,研发设计一种天然气水合物储存与分解一体化装置,能够在地下二十米左右的恒温层安全、高效的利用制冷机提供的冷量储存天然气水合物,利用地热分解天然气水合物。

[0005] 为了实现上述目的,本发明涉及的天然气水合物储存与分解一体化装置的主体结构包括水合物储罐、气体报警器、压力传感器、温度传感器、水合物注入管道、滤网、排液口、地下水罐、地下水泵、一号水罐、出气口、用户、短返排环空、长返排环空、一号水泵、制冷机、制冷剂罐、短注入管道、二号水罐、二号水泵和长注入管道;水合物储罐位于距离地面20米以下的地层中,周围环境中设置有气体报警器,水合物储罐的内壁上设置有压力传感器和温度传感器,水合物储罐的顶部设置有若干根水合物注入管道,水合物储罐的下部设置有滤网,水合物储罐的底部开设有排液口,排液口地下水罐连接,地下水罐与地下水泵连接,地下水泵与地面上的一号水罐连接,水合物储罐的上方设置有出气口,出气口与地面上的用户连接,水合物储罐的内部设置有阵列式排布的短返排环空,短返排环空的顶部伸出水合物储罐后,一端与长返排环空连接,另一端与地面上的一号水泵连接,一号水泵与制冷机连接,制冷机与制冷剂罐连接,制冷剂罐与阵列式排布的短注入管道连接,短注入管道与地面上的二号水罐连接,二号水罐与地面上的二号水泵连接,二号水泵与长注入管道连接。

[0006] 本发明涉及的水合物注入管道延伸至地面的一端设置有一号截止阀,二号管道上靠近一号水罐的一端设置有二号截止阀,三号管道上靠近用户的一端设置有三号截止阀,四号管道上靠近短返排环空的一端设置有一号电磁阀,五号管道上靠近短返排环空的一端设置有二号电磁阀,六号管道上靠近短注入管道的一端设置有三号电磁阀,七号管道上靠近短注入管道的一端设置有四号电磁阀。

[0007] 本发明涉及的排液口通过一号管道与地下水罐连接,地下水泵通过二号管道与地面上的一号水罐连接,出气口通过三号管道与地面上的用户连接,短返排环空的一端通过四号管道与长返排环空连接,短返排环空的另一端通过五号管道与地面上的一号水泵连接,制冷剂罐通过六号管道与短注入管道连接,短注入管道通过七号管道与地面上的二号水罐连接。

[0008] 本发明涉及的排液口位于滤网的下方,短注入管道伸入短返排环空,长注入管道伸入长返排环空;短返排环空和短注入管道以阵列的形式均布于水合物储罐中,实现冷量和热量的多点式注入和循环。

[0009] 本发明涉及的天然气水合物储存与分解一体化装置在用气量少的夏季使用时,打开一号截止阀,水合物罐车通过水合物注入管道将水合物颗粒注入水合物储罐把水合物罐车中的水合物从水合物注入管道注入至水合物储罐内存放,关闭一号电磁阀和四号电磁阀,开启二号电磁阀和三号电磁阀,启动一号水泵,制冷剂罐中的制冷剂经过制冷机产生冷量在一号水泵的驱动下经过五号管道进入短返排环空,从短注入管道中循环回到制冷机中再次生产冷量,冷量均匀循环,对水合物储罐进行降温,实现低温保存水合物颗粒的目的。

[0010] 本发明涉及的天然气水合物储存与分解一体化装置在用气量高峰期的冬季使用

时,关闭二号电磁阀和三号电磁阀,开启一号电磁阀和四号电磁阀,启动二号水泵,二号水罐中的常温水在二号水泵的驱动下经由长注入管道进入长返排环空,通过吸收地层热量变为高温水,在二号水泵的持续驱动下经由长返排环空向上循环经四号管道进入短返排环空中向下流动,在二号水泵推动力作用下进入短注入管道并向上流动,最终循环至二号水罐;与此同时,打开二号截止阀,开启地下水泵,位于滤网上方的水合物颗粒堆均匀的吸收短返排环空中的水流热量,水合物颗粒发生分解,分解产生的水经由排液通过一号管道流入地下水罐,在地下水泵的驱动下经由二号管道流入一号水罐;与此同时,打开三号截止阀,水合物分解产生的天然气经由收集三号管道输送至用户。

[0011] 本发明与现有技术相比,水合物储罐顶部设有多个水合物颗粒注入点,每个注入点均能通过水合物注入管道与地面的水合物罐车连接,以达到水合物颗粒在水合物储罐中均匀分布的目的,在用气量少的夏季使用时,将天然气以水合物的形式储存,把水合物罐车中的水合物从注入管道注入至水合物储罐内存放,在用气量高峰期的冬季使用时,加热分解天然气水合物颗粒,释放储存的天然气,缓解用气短缺问题,实现天然气水合物的存放和分解;具有以下优势:(1)能够实现天然气水合物的储存与分解一体化;(2)充分利用地下恒温层的保温作用对天然气水合物进行保温,能够减少冷量的使用,降低储存成本;(3)借助开采的地热对水合物进行分解,实现能源高效利用和转化,具有节能减排的功效;(4)制冷循环和提取地热过程为闭式循环,提高了工作介质的利用率,避免了管道的腐蚀。

附图说明:

[0012] 图1为本发明的主体结构原理示意图。

[0013] 图2为本发明涉及的水合物储罐的俯视图。

[0014] 具体实施方法:

[0015] 下面结合附图并结合具体实施方法对本发明做进一步的说明。

[0016] 实施例1:

[0017] 本实施例涉及的天然气水合物储存与分解一体化装置的主体结构包括水合物储罐1、气体报警器2、压力传感器3、温度传感器4、水合物注入管道5、一号截止阀6、滤网7、排液口8、一号管道9、地下水罐10、地下水泵11、二号管道12、一号水罐13、二号截止阀14、出气口15、三号管道16、三号截止阀18、短返排环空19、四号管道20、长返排环空21、一号电磁阀22、五号管道23、一号水泵24、二号电磁阀25、制冷机26、制冷剂罐27、六号管道28、短注入管道29、三号电磁阀30、七号管道31、二号水罐32、四号电磁阀33、二号水泵34和长注入管道35;水合物储罐1位于距离地面20米以下的地层中,周围环境中设置有气体报警器2,水合物储罐1的内壁上设置有压力传感器3和温度传感器4,水合物储罐1的顶部设置有若干根延伸至地面的水合物注入管道5,水合物注入管道5上设置有一号截止阀6,水合物储罐1的下部设置有滤网7,水合物储罐1的底部滤网7的下方开设有排液口8,排液口8通过一号管道9与地下水罐10连接,地下水罐10与地下水泵11连接,地下水泵11通过二号管道12与地面上的一号水罐13连接,二号管道12上靠近一号水罐13的一端设置有二号截止阀14,水合物储罐1的上方设置有出气口15,出气口15通过三号管道16与地面上的用户17连接,三号管道16上靠近用户17的一端设置有三号截止阀18,水合物储罐1的内部设置有阵列式排布的短返排环空19,短返排环空19的顶部伸出水合物储罐1后,一端通过四号管道20与长返排环空21连

接,四号管道20上靠近短返排环空19的一端设置有一号电磁阀22,另一端通过五号管道23与地面上的一号水泵24连接,五号管道23上靠近短返排环空19的一端设置有二号电磁阀25,一号水泵24与制冷机26连接,制冷机26与制冷剂罐27连接,制冷剂罐27通过六号管道28与阵列式排布的短注入管道29连接,六号管道28上靠近短注入管道29的一端设置有三号电磁阀30,短注入管道29伸入短返排环空19,短注入管道29通过七号管道31与地面上的二号水罐32连接,七号管道31上靠近短注入管道28的一端设置有四号电磁阀33,二号水罐32与地面上的二号水泵34连接,二号水泵34与长注入管道35连接,长注入管道35伸入长返排环空21。

[0018] 本实施例涉及的水合物储罐1、水合物注入管道5、一号截止阀6和滤网7共同配合构成水合物储存单元:水合物罐车中的水合物颗粒经水合物注入管道5多点式注入水合物储罐1,堆积在滤网7的上方;气体报警器2、压力传感器3和温度传感器4共同配合构成检测单元:气体报警器2检测甲烷是否泄露,压力传感器3检测并反馈水合物储罐1的内部实时压力,温度传感器4检测并反馈水合物储罐1的内部实时温度,作为流量调节依据;排液口8、一号管道9、地下水罐10、地下水泵11、二号管道12、一号水罐13和二号截止阀14共同配合构成分解水收集单元:天然气水合物受热分解产生的水收集汇聚至地下水罐10后,经由地下水泵11和二号管道12泵入一号水罐13;短返排环空19、五号管道23、一号水泵24、二号电磁阀25、制冷机26、制冷剂罐27、六号管道28、短注入管道29、三号电磁阀30和七号管道31共同配合构成制冷单元:制冷剂罐27中的制冷剂通过制冷机26产生冷量经由短返排环空19泵入水合物储罐1内均匀循环保温(使水合物储罐1的温度达到设定值)储存天然气水合物;出气口15、三号管道16、用户17和三号截止阀18共同配合构成分解气收集单元:天然气水合物受热分解产生的甲烷气由三号管道16收集并供给用户17使用;四号管道20、长返排环空21、一号电磁阀22、二号水罐32、四号电磁阀33、二号水泵34和长注入管道35共同配合构成地热开采单元:二号水罐32中的常温水经由长注入管道35泵入地下井,在二号水泵34的驱动力作用下,沿着长返排环空21向上流动充分换热但不取地热(水温达到40-150℃)进入水合物储罐1内均匀循环加热分解天然气水合物。

[0019] 本实施例涉及的水合物储罐1、地下水罐10、一号水罐13、制冷剂罐27和二号水罐32的材质均为不锈钢,其中,水合物储罐1为立式结构,地下水罐10、一号水罐13、制冷剂罐27和二号水罐32均为卧式结构,地下水罐10设置有加强环;水合物储罐1、气体报警器2、压力传感器3、温度传感器4、水合物注入管道5、一号管道9、地下水罐10、二号管道12、一号水罐13、三号管道16、四号管道20、五号管道23、六号管道28、短注入管道29、七号管道31、二号水罐32和长注入管道35的耐压值均高于25MPa,耐温值均为-50至200℃;滤网7与水合物储罐1底部之间的垂直距离为0.4-0.6m,孔眼直径为5-15mm;一号管道9、二号管道12、三号管道16、四号管道20、五号管道23、六号管道28、短注入管道29、七号管道31和长注入管道35均为耐腐蚀材料;地下水泵11经过耐压和耐腐蚀处理;短返排环空19和长返排环空21均为导热材料;短返排环空19的长度是水合物储罐1的高度的75-85%;一号电磁阀22、二号电磁阀25、三号电磁阀30和四号电磁阀33的连接电缆均使用防腐材料包覆。

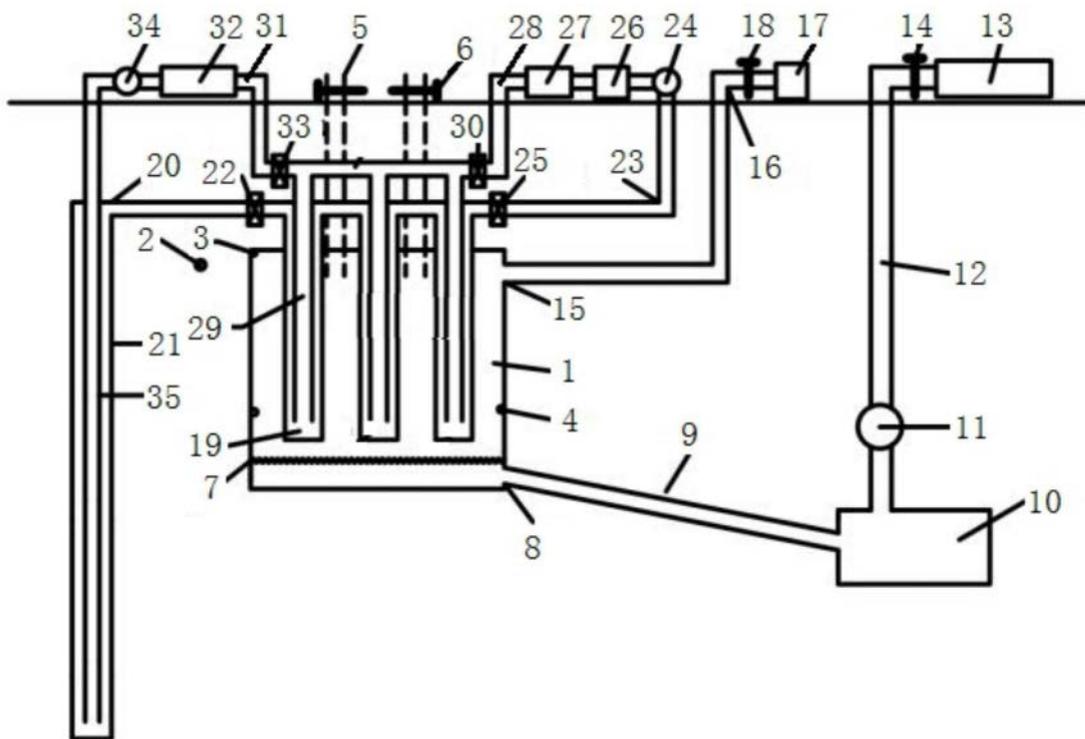


图1

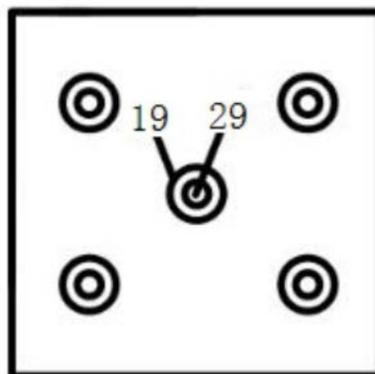


图2