



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113236192 A

(43) 申请公布日 2021.08.10

(21) 申请号 202110346038.4

(22) 申请日 2021.03.31

(71) 申请人 中国石油大学(北京)

地址 102249 北京市昌平区府学路18号

申请人 中集海洋工程有限公司

(72) 发明人 郭放 冯玮 覃雯琪 张延琦

陈长文 段梦兰 徐泽鑫 李昕虹

张铎耀 杨云超

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245

代理人 谢斌

(51) Int. Cl.

E21B 43/01 (2006.01)

E21B 43/36 (2006.01)

E21B 41/00 (2006.01)

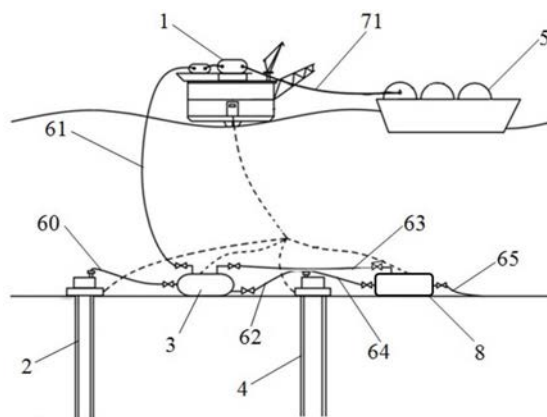
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种海洋水合物水下开采系统和方法

(57) 摘要

本发明公开了一种海洋水合物水下开采系统和方法,开采井采出包括气态天然气、地层水和固体颗粒的混合流体,混合流体经过水下三相分离器分离出气态天然气、地层水、固体颗粒流体,其中,气态天然气输送到海面区域开发的中心处理平台,并由液化天然气运输船定期将液化天然气运输至岸基液化天然气接收站;地层水经回注井重新输送至海底地层,补充地层压力能量亏空。本发明公开的一种海洋水合物水下开采系统和方法,提高了开采效率,优化了水合物开采流程,减少海面平台功能负担,降低了单井开采成本。



1. 一种海洋水合物水下开采系统, 其特征在于, 包括中心处理平台 (1)、至少一个开采井 (2)、水下分离器 (3)、至少一个回注井 (4) 和至少一个液化天然气运输船 (5),

所述开采井 (2) 用于设置海床内, 能将包含有储层水合物的混合流体采出至井口并转化成气态天然气和地层水;

所述水下分离器 (3) 包括分离腔、一根混合流体输入管 (60)、一根气态天然气输出管 (61) 和一根地层水输出管 (62), 所述分离腔上设置有一个分离腔进口和至少两个分离腔出口, 至少两个分离腔出口分别与所述分离腔的至少两个腔室连通, 所述混合流体输入管 (60) 与所述分离腔的进口连通, 所述气态天然气输出管 (61) 和所述地层水输出管 (62) 分别与所述分离腔的其中两个分离腔出口相连通;

所述回注井 (4) 用于设置海床内, 所述回注井 (4) 的进液口与所述地层水输出管 (62) 的输出口对接, 所述回注井 (4) 能将地层水输出管 (62) 输送至井口的地层水重新输送至海底地层;

所述中心处理平台 (1) 包括天然气液化装置和液化天然气临时存罐, 天然气液化装置上设置有气态天然气进口和液态天然气出口, 该气态天然气进口与所述气态天然气输出管 (61) 的出气口对接, 天然气液化装置的液态天然气出口与液化天然气临时存罐通过管道连接, 液化天然气临时存罐与液化天然气运输船 (5) 之间通过输液管道 (71) 连接, 由所述液化天然气运输船 (5) 完成液化天然气的存储及运输。

2. 如权利要求1所述的海洋水合物水下开采系统, 其特征在于, 还包括环保排放装置 (8),

所述环保排放装置 (8) 包括一个环保处理腔、一根污水处理输出管 (64) 和一根固体颗粒处理输出管 (65), 所述环保处理腔连有一个环保处理腔进口、一个污水处理出口和一个固体颗粒处理出口,

所述分离腔上增设一个分离腔形成三相分离腔, 并在增设的分离腔上设置一个分离腔出口和一根固体颗粒流体输出管 (63), 三个分离腔出口分别与所述三相分离腔的三个腔室连通, 所述气态天然气输出管 (61)、所述地层水输出管 (62) 和所述固体颗粒流体输出管 (63) 分别与所述分离腔的三个分离腔出口相连通;

所述环保处理腔进口与所述固体颗粒流体输出管 (63) 的出口连通, 所述污水处理出口通过所述污水处理输出管 (64) 与所述回注井 (4) 的进液口对接; 所述固体颗粒处理出口通过所述固体颗粒处理输出管 (65) 连通至海底。

3. 如权利要求1所述的海洋水合物水下开采系统, 其特征在于,

所述混合流体输入管 (60)、所述气态天然气输出管 (61) 和所述地层水输出管 (62) 上均设置有阀门。

4. 如权利要求2所述的海洋水合物水下开采系统, 其特征在于,

所述固体颗粒流体输出管 (63)、所述污水处理输出管 (64) 和所述固体颗粒处理输出管 (65) 上均设置有阀门。

5. 如权利要求2所述的海洋水合物水下开采系统, 其特征在于,

所述中心处理平台 (1) 包括发电机组, 所述水下分离器 (3)、所述开采井 (2)、所述回注井 (4) 和环保排放装置 (8) 均与所述中心处理平台 (1) 的发电机组通过电缆连接。

6. 一种海洋水合物水下开采方法, 采用如权利要求2、4或5所述的海洋水合物水下开采

系统,其特征在于,包括以下步骤:

步骤S1:开采井(2)开采储层水合物,将储层水合物分解形成包含有气态天然气、地层水和固态颗粒的混合流体,将混合流体输送至井口;

步骤S2:混合流体从开采井(2)的井口通过混合流体输入管(60)流入至水下分离器(3),水下分离器(3)将混合流体分离成气态天然气、地层水和固态颗粒流体,气态天然气、地层水和固态颗粒流体分别通过气态天然气输出管(61)、地层水输出管(62)和固态颗粒流体输出管(63)出去;

步骤S3:气态天然气经过气态天然气输出管(61)输送至中心处理平台(1)的天然气液化装置,天然气液化装置将气态的天然气液化成液体的天然气;液化后的天然气从天然气液化装置输送至液化天然气临时存罐;液化天然气临时存罐将储存的液态的天然气输送至液化天然气运输船(5),由液化天然气运输船(5)定期将液化天然气运输至岸基液化天然气接收站;

地层水经过地层水输出管(62)输送回注井(4)的井口,回注井(4)将井口的地层水重新输送至海底地层;

固态颗粒流体经过固态颗粒流体输出管(63)输送至所述环保排放装置(8)的环保处理腔,在环保排放装置(8)的环保处理腔内经环保处理后发生分离形成符合地层保护水质的地层水流体和符合安全环保要求的固态颗粒流体,符合地层保护水质的地层水流体通过污水处理输出管(64)回流至回注井(4),符合安全环保要求的固态颗粒流体通过固态颗粒流体输出管(63)排放至海底;

步骤S4:回流至回注井(4)的地下水重新输送至海底地层。

一种海洋水合物水下开采系统和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及海洋水合物开采技术领域,具体涉及一种海洋水合物水下开采系统和方法。

背景技术

[0002] 天然气水合物是极富开发价值的清洁能源,具有储量大、污染小、分布广等特点,是很好的未来替代能源,受美国、俄罗斯、中国、日本、德国、加拿大等多国政府和研究学者关注,成为全球主要大国间能源竞争的战略高地。我国天然气水合物主要分布在南海神狐海域、琼东南海域、东沙海域及西沙海域等,并且储量丰富。海域水合物开发会对中国及世界新型清洁能源发展格局造成重大影响。

[0003] 现有水合物藏利用大型平台进行开采,存在平台日租费用高,适用海况环境条件要求高,作业成本和产能效益不成正比等问题。目前我们海洋水合物开采过程中,直接将井口采出流体输送到中心处理平台上,在中心处理平台上不仅需要进行三相分离,还要完成地质水环保处理和天然气液化和存储等任务,大大增加海面上的中心处理平台的功能负担。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种海洋水合物水下开采系统和方法,用以解决现有的海面上的中心处理平台的功能负担过重的问题。

[0005] 本发明提供一种海洋水合物水下开采系统,包括中心处理平台、至少一个开采井、水下分离器、至少一个回注井和至少一个液化天然气运输船,所述开采井用于设置海床内,能将包含有储层水合物的混合流体采出至井口并转化成气态天然气和地层水;所述水下分离器包括分离腔、一根混合流体输入管、一根气态天然气输出管和一根地层水输出管,所述分离腔上设置有一个分离腔进口和至少两个分离腔出口,至少两个分离腔出口分别与所述分离腔的至少两个腔室连通,所述混合流体输入管与所述分离腔的进口连通,所述气态天然气输出管和所述地层水输出管分别与所述分离腔的其中两个分离腔出口相连通;所述回注井用于设置海床内,所述回注井的进液口与所述地层水输出管的输出口对接,所述回注井能将地层水输出管输送至井口的地层水重新输送至海底地层;所述中心处理平台包括天然气液化装置和液化天然气临时存罐,天然气液化装置上设置有气态天然气进口和液态天然气出口,该气态天然气进口与所述气态天然气输出管的出气口对接,天然气液化装置的液态天然气出口与液化天然气临时存罐通过管道连接,液化天然气临时存罐与液化天然气运输船之间通过输液管道连接,由所述液化天然气运输船完成液化天然气的存储及运输。

[0006] 优选地,还包括环保排放装置,所述环保排放装置包括一个环保处理腔、一根污水处理输出管和一根固体颗粒处理输出管,所述环保处理腔连有一个环保处理腔进口、一个污水处理出口和一个固体颗粒处理出口,所述分离腔上增设一个分离腔形成三相分离腔,并在增设的分离腔上设置一个分离腔出口和一根固体颗粒流体输出管,三个分离腔出口分

别与所述三相分离腔的三个腔室连通,所述气态天然气输出管、所述地层水输出管和所述固体颗粒流体输出管分别与所述分离腔的三个分离腔出口相连通;所述环保处理腔进口与所述固体颗粒流体输出管的出口连通,所述污水处理出口通过所述污水处理输出管与所述回注井的进液口对接;所述固体颗粒处理出口通过所述固体颗粒处理输出管连通至海底。

[0007] 优选地,所述混合流体输入管、所述气态天然气输出管和所述地层水输出管上均设置有阀门。

[0008] 优选地,所述固体颗粒流体输出管、所述污水处理输出管和所述固体颗粒处理输出管上均设置有阀门。

[0009] 优选地,所述中心处理平台包括发电机组,所述水下分离器、所述开采井、所述回注井和环保排放装置均与所述中心处理平台的发电机组通过电缆连接。

[0010] 本发明还涉及一种海洋水合物水下开采方法,采用上述的海洋水合物水下开采系统,该方法包括以下步骤:

[0011] 步骤S1:开采井开采储层水合物,将储层水合物分解形成包含有气态天然气、地层水和固态颗粒的混合流体,将混合流体输送至井口;

[0012] 步骤S2:混合流体从开采井的井口通过混合流体输入管流入至水下分离器,水下分离器将混合流体分离成气态天然气、地层水和固态颗粒流体,气态天然气、地层水和固体颗粒流体分别通过气态天然气输出管、地层水输出管和固体颗粒流体输出管出去;

[0013] 步骤S3:气态天然气经过气态天然气输出管输送至中心处理平台的天然气液化装置,天然气液化装置将气态的天然气液化成液体的天然气;液化后的天然气从天然气液化装置输送至液化天然气临时存罐;液化天然气临时存罐将储存的液态的天然气输送至液化天然气运输船,由液化天然气运输船定期将液化天然气运输至岸基液化天然气接收站;

[0014] 地层水经过地层水输出管输送回注井的井口,回注井将井口的地层水重新输送至海底地层;

[0015] 固体颗粒流体经过固体颗粒流体输出管输送至所述环保排放装置的环保处理腔,在环保排放装置的环保处理腔内经环保处理后发生分离形成符合地层保护水质的地层水流体和符合安全环保要求的固体颗粒流体,符合地层保护水质的地层水流体通过污水处理输出管回流至回注井,符合安全环保要求的固体颗粒流体通过固体颗粒流体输出管排放至海底;

[0016] 步骤S4:回流至回注井的地下水重新输送至海底地层。

[0017] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

[0018] 本发明公开的一种海洋水合物水下开采系统和方法,开采井采出包括气态天然气、地层水和固体颗粒的混合流体,混合流体经过水下三相分离器分离出气态天然气、地层水、固体颗粒流体,其中,气态天然气输送到海面区域开发的中心处理平台,并由液化天然气运输船定期将液化天然气运输至岸基液化天然气接收站;地层水经回注井重新输送至海底地层,补充地层压力能量亏空。本发明公开的一种海洋水合物水下开采系统和方法,主要针对海洋大储量区块化分布的水合物藏,优化了水合物开采流程,减少海面平台功能负担,降低了单井开采成本。

附图说明

[0019] 图1为本发明实施例1提供的海洋水合物开采系统的结构示意图；

[0020] 图2为本发明实施例2提供的海洋水合物开采系统的结构示意图。

具体实施方式

[0021] 实施例1

[0022] 实施例1提供一种海洋水合物水下开采系统，下面对其结构进行详细描述。

[0023] 参考图1，该海洋水合物水下开采系统包括中心处理平台1、开采井2、水下分离器3、回注井4和液化天然气运输船5。

[0024] 开采井2设置于海床内，为现有技术，包括钻完井井筒、生产管柱、水下井口采油树等，采用降压、热激等开采方法，通过生产管柱和水下井口采油树开采储层水合物，将储层水合物分解形成包含有气态天然气、地层水和固态颗粒的混合流体，将混合流体输送至井口。

[0025] 水下分离器3包括分离腔、一根混合流体输入管60、一根气态天然气输出管61和一根地层水输出管62。

[0026] 分离腔上设置有一个分离腔进口和两个分离腔出口，两个分离腔出口分别与分离腔的其中两个腔室连通，混合流体输入管60与分离腔的进口连通。

[0027] 气态天然气输出管61和地层水输出管62分别与分离腔的两个分离腔出口相连通。

[0028] 混合流体从开采井2的井口通过混合流体输入管60流入至水下分离器3，水下分离器3将混合流体分离成气态天然气和地层水。

[0029] 为了控制管道内流体的启动与停止及其流速，混合流体输入管60、气态天然气输出管61和地层水输出管62上均设置有阀门。

[0030] 回注井4与开采井2一样，包括钻完井井筒、生产管柱、水下井口采油树等，也设置于海床内。回注井4的进液口与地层水输出管62的输出口对接。回注井4采用降压、热激等开采方法，通过生产管柱和水下井口采油树将地层水输出管62输送至井口的地层水重新输送至海底地层。

[0031] 中心处理平台1为现有技术，包括发电机组、天然气液化装置和液化天然气临时存罐。

[0032] 其中，天然气液化装置上设置有气态天然气进口和液态天然气出口，该气态天然气进口与气态天然气输出管61的出气口对接，接受从气态天然气输出管61输入的气态天然气，并将气态的天然气液化成液体；液化天然气临时存罐与天然气液化装置的液态天然气出口通过管道连接，液化后的天然气从天然气液化装置输送至液化天然气临时存罐。中心处理平台1的液化天然气临时存罐与液化天然气运输船5之间通过输液管道71连接，液化天然气临时存罐将储存的液态的天然气输送至液化天然气运输船5，由液化天然气运输船5定期将液化天然气运输至岸基液化天然气接收站。

[0033] 水下分离器3、开采井2和回注井4等水下装备均与中心处理平台1的发电机组通过电缆连接，发电机组为水下分离器3、开采井2和回注井4等水下装备供应电力。

[0034] 实施例2

[0035] 实施例2提供一种海洋水合物水下开采系统，下面对其结构进行详细描述。

[0036] 参考图2,为了处理由开采井2开采出来的固体颗粒流体,在实施例1提供一种海洋水合物水下开采系统的基础上,实施例2增设了环保排放装置8。

[0037] 环保排放装置8包括一个环保处理腔、一根污水处理输出管64和一根固体颗粒处理输出管65,环保处理腔连有一个环保处理腔进口、一个污水处理出口和一个固体颗粒处理出口。

[0038] 在实施例1中的水下分离器3的分离腔上增设一个分离腔形成三相分离腔,并在增设的分离腔上设置一个分离腔出口和一根固体颗粒流体输出管63,三个分离腔出口分别与三相分离腔的三个腔室连通,气态天然气输出管61、地层水输出管62和固体颗粒流体输出管63分别与分离腔的三个分离腔出口相连通。

[0039] 环保处理腔进口与固体颗粒流体输出管63的出口连通,污水处理出口通过污水处理输出管64与回注井4的进液口对接;固体颗粒处理出口通过固体颗粒处理输出管65连通至海底。

[0040] 环保排放装置8的主要功能是对可能出砂或严重出砂的水合物开采井产出砂进行环保净化,防止产出砂直接排放带来的海水污染及出砂颗粒对后续管道设备的磨损。环保排放装置8的主要是加入表面活性剂、碱剂等试剂液,通过搅拌、水流冲刷来剥离掉出砂颗粒表面可能附带的对海水生态环境等有影响的残余油、气及重金属,产生的含污物质通过污水处理输出管64进入回注井,已检测符合环保要求的出砂颗粒通过固体颗粒处理输出管65直接排放至海水中。

[0041] 水下分离器3要实现的功能是:将通过混合流体输入管60流入至水下分离器3的混合流体分离成气态天然气、地层水和固态颗粒流体,然后分别通过气态天然气输出管61、地层水输出管62和固体颗粒流体输出管63分别输送出去。

[0042] 水下分离器3经固体颗粒流体输出管63输出的固体颗粒流体包含污水和固体颗粒,这些污水和固体颗粒流经过环保排放装置8的环保处理腔,在环保排放装置8的环保处理腔内经加药、过滤、监测等环保措施处理后发生分离形成地下水和固体颗粒,分别流入污水处理输出管64和固体颗粒处理输出管65,其中,井环保处理后的污水变成符合地层保护水质的地层水流体通过污水处理输出管64回流至回注井4,环保处理后的固体颗粒变成符合安全环保要求的固体颗粒流体,通过固体颗粒流体输出管63排放至海底。

[0043] 为了控制管道内流体的启动与停止及其流速,固体颗粒流体输出管63、污水处理输出管64和固体颗粒处理输出管65上均设置有阀门。

[0044] 环保排放装置8与中心处理平台1的发电机组通过电缆连接,发电机组为环保排放装置8供应电力。

[0045] 进一步,中心处理平台1具有可采用天然气、太阳能的发电模块为发电机组供电,中心处理平台1通过如图1和图2所示虚线表示的水下电缆将电力和控制信号输送到水下分离器3、开采井2、回注井4和环保排放装置8等水下装备,为这些水下装备提供电力供应和安全监测控制。

[0046] 实施例3

[0047] 实施例3提供一种海洋水合物水下开采方法,采用实施例2提供的海洋水合物水下开采系统,该方法包括以下步骤:

[0048] 步骤S1:开采井2开采储层水合物,将储层水合物分解形成包含有气态天然气、地

层水和固态颗粒的混合流体,将混合流体输送至井口;

[0049] 步骤S2:混合流体从开采井2的井口通过混合流体输入管60流入至水下分离器3,水下分离器3将混合流体分离成气态天然气、地层水和固态颗粒流体,气态天然气、地层水和固态颗粒流体分别通过气态天然气输出管61、地层水输出管62和固态颗粒流体输出管63出去;

[0050] 步骤S3:气态天然气经过气态天然气输出管61输送至中心处理平台1的天然气液化装置,天然气液化装置将气态的天然气液化成液体的天然气;液化后的天然气从天然气液化装置输送至液化天然气临时存罐;液化天然气临时存罐将储存的液态的天然气输送至液化天然气运输船5,由液化天然气运输船5定期将液化天然气运输至岸基液化天然气接收站;

[0051] 地层水经过地层水输出管62输送回注井4的井口,回注井4将井口的地层水重新输送至海底地层,以补充地层压力能量亏空;

[0052] 固态颗粒流体经过固态颗粒流体输出管63输送至环保排放装置8的环保处理腔,在环保排放装置8的环保处理腔内经环保处理后发生分离形成符合地层保护水质的地层水流体和符合安全环保要求的固态颗粒流体,符合地层保护水质的地层水流体通过污水处理输出管64回流至回注井4,符合安全环保要求的固态颗粒流体通过固态颗粒流体输出管63排放至海底;

[0053] 步骤S4:回流至回注井4的地下水重新输送至海底地层。

[0054] 技术效果:水下三相分离3优化了水合物开采流程,减少海面平台功能负担,降低了单井开采成本;中心处理平台1可控制多个开采井2和回注井4,有利于大区块水合物藏整体开发,提高平台利用效率,增大了整体效益;开采出地层水直接回注到地层,不仅优化了生产处理流程,同时及时补充了地层压力及能量亏空,有利于提高单井开采效率。

[0055] 虽然,上文中已经用一般性说明及具体实施例对本发明作了详尽的描述,但在本发明基础上,可以对之作一些修改或改进,这对本领域技术人员而言是显而易见的。因此,在不偏离本发明精神的基础上所做的这些修改或改进,均属于本发明要求保护的范围。

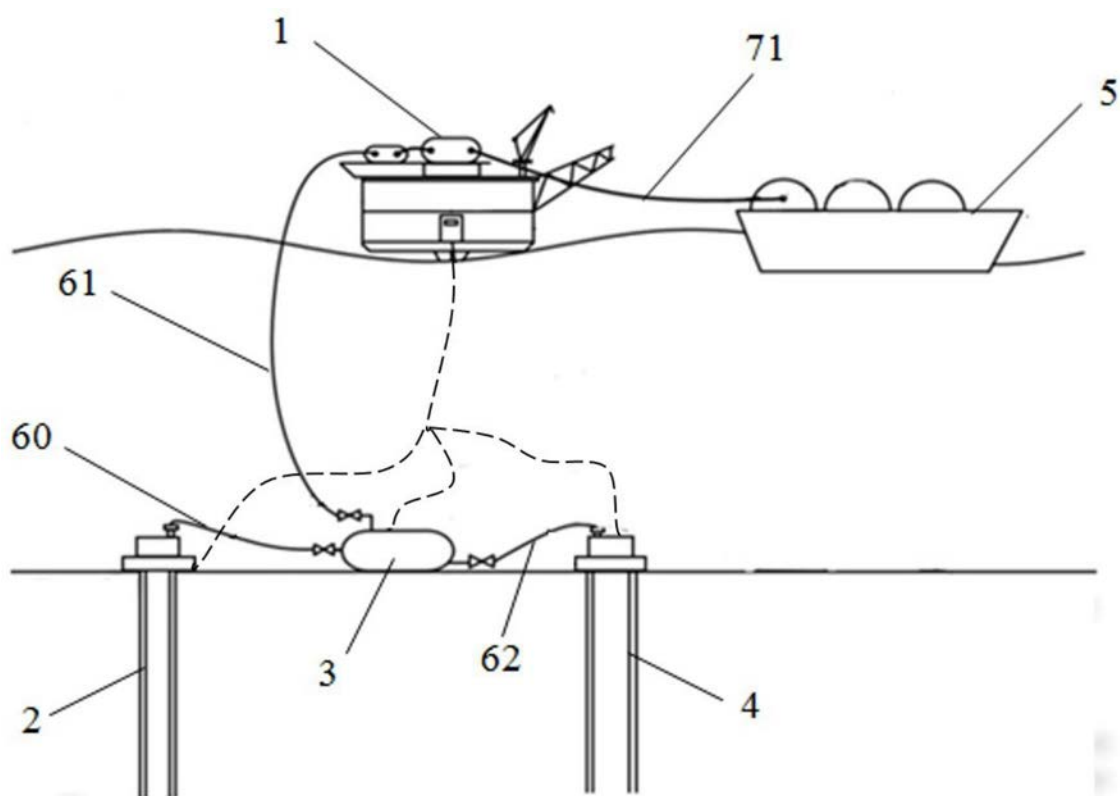


图1

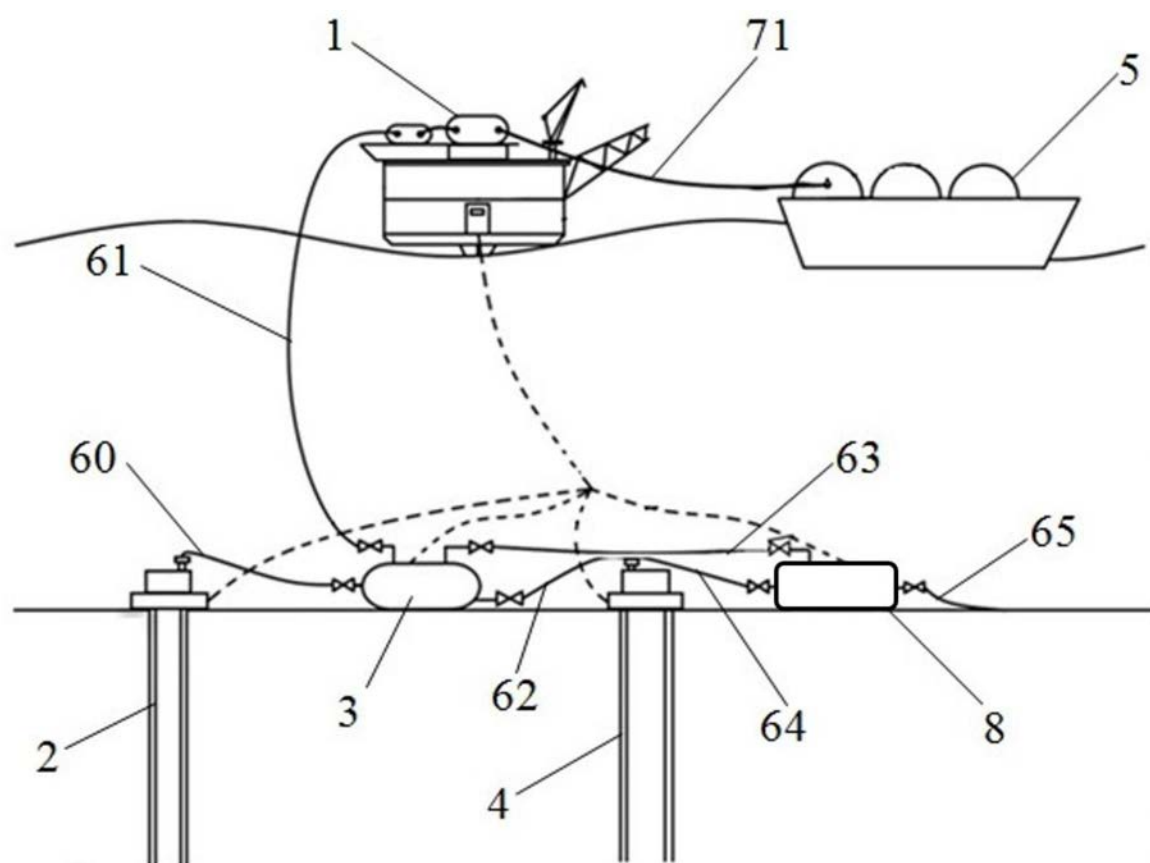


图2