



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103628880 A

(43) 申请公布日 2014. 03. 12

(21) 申请号 201310595204. X

(22) 申请日 2013. 11. 21

(71) 申请人 中国海洋石油总公司

地址 100010 北京市东城区朝阳门北大街
25 号

(72) 发明人 周守为 李清平 陈伟 周建良
黄鑫 付强 庞维新 吕鑫 张弭
郭平

(74) 专利代理机构 隆天国际知识产权代理有限
公司 72003

代理人 赵根喜 李昕巍

(51) Int. Cl.

E21C 50/00 (2006. 01)

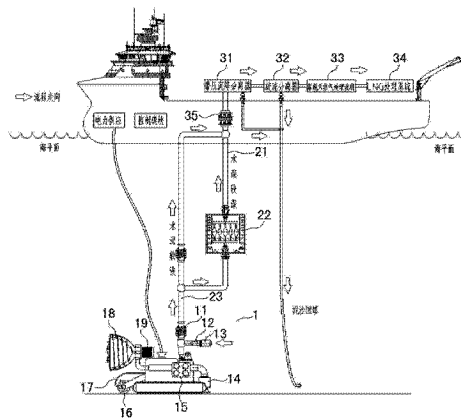
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称

深海海底浅层非成岩地层天然气水合物的绿色开采系统

(57) 摘要

本发明公开了一种天然气水合物的绿色开采系统,用于深海浅层非成岩地层的天然气水合物开采,其包括:海底掘进流化提升撬:用以在天然气水合物的储藏区域,以自然环境中的温度和压力,固态形式采掘天然气水合物藏,将天然气水合物固体物质进行收集并破碎为颗粒物,将海水与颗粒物通过引射混合形成气液固多相混物流;密闭流化集输管线:包括密闭管道,密闭管道与海底掘进流化提升撬连接以将气液固多相混物流提升至海面;海面分离处理装置:设置于海面支持系统,包括对通过密闭管道提升至海面的气液固多相混合物进行分离的装置和对分离物进行处理的处理装置。本发明实现了深海天然气水合物的安全、绿色开采,避免了多个方面的潜在危险。



1. 一种天然气水合物的绿色开采系统,用于深海浅层非成岩地层的天然气水合物的开采,所述绿色开采系统包括海面支持系统,其特征在于,所述天然气水合物的绿色开采系统还包括:

海底掘进流化提升撬:用以在所述天然气水合物的储藏区域,以自然环境中的温度和压力,以固态形式采掘所述天然气水合物藏,将所述天然气水合物的固体物质进行收集并破碎为颗粒物,将海水与所述颗粒物通过引射混合形成气液固多相混物流;

密闭流化集输管线:包括密闭管道,所述密闭管道与所述海底掘进流化提升撬连接以将所述气液固多相混物流提升至海面;

海面分离处理装置:设置于所述海面支持系统,包括对通过密闭管道提升至海面的所述气液固多相混合物进行分离的分离装置和对分离后所得分离物进行处理的处理装置。

2. 如权利要求 1 所述的天然气水合物的绿色开采系统,其特征在于,所述海底掘进流化提升撬包括:

掘进装置,包括:

机身;

走行机构,设置于所述机身底部;

一次破岩机械,设置于所述机身的前方;以及

收集管路,设置于所述机身中,用以收集所述一次破岩机械破碎后的所述天然气水合物;

混合管路,连接于所述收集管路,以将所述掘进装置采掘的所述天然气水合物与海水混合形成所述气液固多相混物流。以及

增压装置,用于为所述混合管路增加传输压力。

3. 如权利要求 2 所述的天然气水合物的绿色开采系统,其特征在于,在所述海底掘进流化提升撬中,所述收集管路上还设置有用于将所述一次破岩机械第一次破碎的所述天然气水合物进行第二次破碎以形成所述颗粒物的二次破岩机械。

4. 如权利要求 2 所述的天然气水合物的绿色开采系统,其特征在于,所述走行机构为履带式走行机构,所述一次破岩机械包括设置在所述机身前方上侧的螺旋破岩机械和设置在所述机身前方底部的破岩滚筒。

5. 如权利要求 4 所述的天然气水合物的绿色开采系统,其特征在于,所述破岩滚筒的上方设置有溢流气体收集罩。

6. 如权利要求 1 所述的天然气水合物的绿色开采系统,其特征在于,在海底掘进流化提升撬中还包括用于实时监测所述储藏区域的温度和压力的监测装置。

7. 如权利要求 1 所述的天然气水合物的绿色开采系统,其特征在于,在密闭流化集输管线中,还设置有分解控制装置,所述分解控制装置控制所述密闭管道内的所述气液固多相混合物在提升过程中的压力变化和温度变化以使所述气液固多相混合物中的部分所述天然气水合物分解为水和天然气,以使天然气分解量增加而实现在所述密闭管道内的自气举。

8. 如权利要求 1 所述的天然气水合物的绿色开采系统,其特征在于,在超深海海域,所述密闭流化集输管线还包括在所述密闭管道中部位置设置的水中增压设备。

9. 如权利要求 8 所述的天然气水合物的绿色开采系统,其特征在于,所述水中增压设

备为增压撬,所述增压撬与所述密闭管道连接以对所述密闭管道内的传输介质进行增压。

10. 如权利要求 2 所述的天然气水合物的绿色开采系统,其特征在于,所述海面支持系统为海面支持船或海面支持平台。

11. 如权利要求 10 所述的天然气水合物的绿色开采系统,其特征在于,所述水中增压设备的电力和所述海底掘进流化提升撬的电力由所述海面支持船或海面支持平台上设置的动力系统供给。

12. 如权利要求 8 所述的天然气水合物的绿色开采系统,其特征在于,所述分离装置包括带压沉降分离器和所述带压沉降分离器的分离物输出端连接的旋流分离器,所述处理装置包括所述旋流分离器分离物输出端连接的天然气处理装置。

13. 如权利要求 9 所述的天然气水合物的绿色开采系统,其特征在于,所述海面分离处理装置还包括井口完整性控制装置,所述井口完整性控制装置包括连接所述密闭管道末端与所述海面支持船的连接装置以及在所述连接装置前后设置的应急关断装置以对所述密闭管道的出口进行井口完整性控制。

14. 如权利要求 12 所述的天然气水合物的绿色开采系统,其特征在于,所述分离装置还包括用于泥沙和矿砂回填至开采所述天然气水合物藏的区域的回填管路,所述回填管路连接于带压沉降分离器和旋流分离器的分离物输出端。

15. 如权利要求 10 所述的天然气水合物的绿色开采系统,其特征在于,所述绿色开采系统还包括在所述海面支持系统与所述密闭流化集输管线之间设置的切断装置,以在应急情况下切断所述增压设备的动力源以利用所述密闭管道内所述气液固多相混合物中的泥沙重力沉降而自然压井。

16. 如权利要求 10 所述的天然气水合物的绿色开采系统,其特征在于,所述绿色开采系统还包括在海面支持船或海面支持平台设置的海水提升及控制单元,以将海面下一定深度的海水提升至海面,然后输送至所述混合管路与所述颗粒物混合,并引流所述混合管路中的所述气液固多相混物流。

17. 如权利要求 12 所述的天然气水合物的绿色开采系统,其特征在于,在海面分离处理装置中还包括将分离所得并液化后的天然气进行储存的储存装置及向外输送的输送装置。

18. 如权利要求 14 所述的天然气水合物的绿色开采系统,其特征在于,所述分离装置还包括海水处理装置,所述海水处理装置连接于带压沉降分离器和旋流分离器的分离物输出端。

深海海底浅层非成岩地层天然气水合物的绿色开采系统

技术领域

[0001] 本发明涉及非常规油气资源开发技术领域,尤其涉及用于深海浅层非成岩地层的天然气水合物开发的一种天然气水合物绿色开采系统。

背景技术

[0002] 随着我国国民经济的持续高速发展,能源供需矛盾日益突出,2012年我国进口原油达到2.07亿吨,成为世界第二大原油进口国,对外依存度达到56.7%,逼近或超过国际公认的能源安全线。因此,在加大油气新区新领域的勘探开发力度的同时,寻找新型接替能源已经成为保障国家能源安全和国家安全的重要战略举措。

[0003] 页岩油气、煤层气和天然气水合物等非常规油气资源的勘探开发利用对于实现我国能源工业可持续发展无疑具有十分重要的意义。这在《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020)》的重点领域中明确界定“天然气水合物技术是前沿技术领域”。

[0004] 天然气水合物是甲烷等烃类气体或挥发性液体与水在高压低温条件下形成的白色结晶状“笼形化合物”(Clathrate),其外表像冰,一点就燃,因此被称为“可燃冰”。天然气水合物的分子式为 $\text{CH}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 。高密度、高热值、分布广是天然气水合物的显著特点,通常一单位体积的天然气水合物分解可产生164-180单位体积的甲烷气体。天然气水合物主要分布在陆域永久冻土和深海海域,其中深海海域天然气水合物的储量约是陆地的100倍,总量达到 $7.6 \times 1,018$ 立方米,是已知传统化石燃料(煤、石油、天然气等)储量的2倍,因此被认为是21世纪最有潜力的接替能源。

[0005] 海域天然气水合物主要分布在聚合大陆边缘大陆坡、被动大陆边缘大陆坡、海山、内陆海及边缘海深水盆地和海底扩张盆地内、满足水合物生成温压条件的表层沉积物或沉积岩中,也可散布于洋底以颗粒状出现。

[0006] 目前发现的天然气水合物主要以四种形态存在:砂岩型水合物、砂岩裂隙型水合物、细粒裂隙型水合物、分散型水合物,其中砂岩型水合物可以采用降压、注热等方法进行开发,而细粒裂隙型水合物、分散型水合物总量大,占整体水合物资源的约80%,但由于具有埋深浅、胶结性差等特点,无法采用上述方法开采。

[0007] 深海浅层非成岩地层的天然气水合物具有储量大、弱胶结、稳定性差的特点,一旦所在区域的温度、压力条件发生变化,就可能引起深海海底非成岩地层的天然气水合物的大量分解、气化和自由释放,如采用现有技术的开采方法进行开采,存在以下三个方面的潜在的风险:

[0008] 1) 深海海底浅层非成岩地层的弱胶结的天然气水合物无序分解,可能带来潜在的海底滑坡等地质灾害,同时,即使是胶结性较好的成岩地层的天然气水合物,由于天然气水合物藏没有明显的构造边界和严密的盖层,随着天然气水合物规模开发,地层结构将开始变得疏散,可能导致海底地层不稳定;

[0009] 2) 深海浅层非成岩地层的天然气水合物主要分解为天然气和水,而大量天然气会造成温室气体效应,对大气环境造成损害;

[0010] 3) 由于天然气水合物的分解,导致大量天然气无序释放,大量气体的自由膨胀上升对海面船只和空中飞行器均可能造成灾难。

[0011] 现有天然气水合物开采技术中,通常通过降压\注热\注剂等将深海具有一定储盖层的天然气水合物矿藏在地下转化为气体和水,对转化后得到的气体进行收集,再通过水下生产设施或浮式生产设施进行生产,这种方法只能适应于深水成岩天然气水合物的开发,目前开采效率还无法满足工业开发的门限,同时这种方法也无法实现深水浅层弱胶结天然气水合物的开发利用

[0012] 综上所述,无论是胶结较好的成岩地层的天然气水合物,还是胶结较差的非成岩地层的天然气水合物,在国内外研究的开采方法与开采装备技术中,上述三方面的问题在开发过程中均未得到有效解决。

[0013] 同时,在进行资源开发的同时必须对环境进行有效的保护,以及开采的安全性,也是资源开发领域一个重要的课题,因此,需要一种绿色开采系统,实现对深海非成岩地层的天然气水合物开采。

发明内容

[0014] 针对现有技术中存在的问题,本发明的目的为提供用于深海非成岩地层天然气水合物开采的一种天然气水合物的绿色开采系统,以避免现有技术的开采系统中的上述三个方面的潜在风险。

[0015] 为实现上述目的,本发明的技术方案如下:

[0016] 一种天然气水合物的绿色开采系统,用于深海浅层非成岩地层的天然气水合物的开采,所述绿色开采系统包括海面支持系统,所述天然气水合物的绿色开采系统还包括:

[0017] 海底掘进流化提升撬:用以在所述天然气水合物的储藏区域,以自然环境中的温度和压力,以固态形式采掘所述天然气水合物藏,将所述天然气水合物的固体物质进行收集并破碎为颗粒物,将海水与所述颗粒物通过引射混合形成气液固多相混物流;

[0018] 密闭流化集输管线:包括密闭管道,所述密闭管道与所述海底掘进流化提升撬连接以将所述气液固多相混物流提升至海面;

[0019] 海面分离处理装置:设置于所述海面支持系统,包括对通过密闭管道提升至海面的所述气液固多相混合物进行分离的分离装置和对分离后所得分离物进行处理的处理装置

[0020] 本发明的有益效果在于:本发明的天然气水合物的开采系统,利用深海成岩地层的天然气水合物在海底温度和压力下的稳定性,采用固态开采系统,由于整个采掘过程在海底水合物藏区域进行,未改变水合物的温度压力条件,因此水合物不会分解,从而实现了原位固态开发,避免上述三个方面的潜在危险。

[0021] 同时本发明的绿色开采系统,利用了天然气水合物在传输过程中温度压力的自然变化,实现在密闭管道内的固液气混合物的可控有序分解。同时,就地利用海水,在密闭条件下进行海水引射,将采掘出水合物粉碎研磨后形成气液固多相混物流实现密闭输送;整个密闭管道的输送系统,相当于常规油气藏,从而保证生产安全,达到绿色可控开采的目的,避免上述三个方面的潜在危险,从根本上避免了各种环境变化等问题引起的天然气水合物分解带来的地质和环境灾害。

附图说明

[0022] 图 1 为本发明实施例的天然气水合物的绿色开采系统的示意图。

[0023] 图 2 为本发明实施例的天然气水合物的绿色开采系统的天然气水合物走向示意图。

[0024] 图 3 为本发明实施例的天然气水合物的绿色开采系统的装置连接示意图。

具体实施方式

[0025] 体现本发明特征与优点的典型实施例将在以下的说明中详细叙述。应理解的是，本发明能够在不同的实施例上具有各种的变化，其皆不脱离本发明的范围，且其中的说明及附图在本质上是当作说明之用，而非用以限制本发明。

[0026] 本发明实施例的深海浅层天然气水合物的绿色开采系统，其所实现的思路和原理是：将深海浅层弱胶结的天然气水合物藏当作一种海底矿藏资源，利用其在海底的自然环境的温度和压力下的稳定性，采用固态开采系统，即采用掘进设备，以自然环境中的压力和温度，以固态形式开发水合物藏，将含水合物的沉积物粉碎成细小颗粒后，再与海水混合，采用封闭管道输送至海面平台，尔后将其在海面支持系统进行后期处理和加工，如图 1 所示。

[0027] 常规油气藏受圈闭构造的控制，可实现开采过程的有序控制。而本发明的天然气水合物的开采系统，是将深海浅层不可控的非成岩水合物藏，通过采掘密闭流化举升系统，变为可控的天然气水合物资源，从而保证生产安全，达到绿色可控开采的目的。

[0028] 下面具体介绍本发明实施例的天然气水合物的绿色开采系统。

[0029] 如图 1-图 3 所示，本发明实施例的天然气水合物的绿色开采系统，包括在海床作业的海底掘进流化提升撬 1、由海床向海面输送的密闭流化集输管线和在海面作业的海面分离处理装置这三大部分。以下逐一介绍：

[0030] 一、海底掘进流化提升撬

[0031] 海底掘进流化提升撬 1 是在深海浅层天然气水合物的储藏区域以固态形式采掘所述天然气水合物，并将所述天然气水合物粉碎为颗粒物后，与海水混合成气液固多相混物流。这里所说的储藏区域，也即开采区域。

[0032] 如图 3 所示，海底掘进流化提升撬 1 包括掘进装置、混合管路、增压装置和监测装置，而掘进装置则包括机身、走行机构、一次破岩机械和收集管路。

[0033] 其中，走行机构设置于机身底部；走形机构例如为履带式走行机构，但本发明并不以此为限。

[0034] 一次破岩机械设置于机身的前方，一次破岩机械包括设置在所述机身前方上侧的螺旋破岩机械 18 和设置在所述机身的前方底部的破岩滚筒 16。破岩滚筒 16 的上方，设置有溢流气体收集罩 17，以将溢流气体收集于收集管路中，避免对开采区域的压力产生大的影响。

[0035] 收集管路则内置于所述机身中，与一次破岩机械连接，以收集一次破岩机械破碎后的天然气水合物；二次破岩机械 15 设置在收集管路上，将一次破岩机械第一次破碎后的天然气水合物进行第二次破碎以形成颗粒物。

[0036] 混合管路,则连接于所述收集管路,将所述掘进装置采掘的所述天然气水合物与海水混合形成所述气液固多相混合物流。

[0037] 增压装置,例如为用于增压的砂浆螺杆泵 11,用于为混合管路的传输增压。

[0038] 在海底掘进流化提升撬中设置有监测装置,用于实时监测储藏区域的温度和压力,由于是固态开采,因此,容易维持储藏区域的温度和压力为天然气水合物的原始储藏环境的压力和温度。这里的监测装置例如包括温度传感器、压力传感器和控制装置。这里的监测开采区域的温度和压力的设备所用电力,可以由海面的海面支持船或海面支持平台等海面支持系统来负责供给。监测装置的控制装置,也可以设置在海面支持船或海面支持平台。

[0039] 由于整个采掘过程是在海底的天然气水合物的储藏区域进行,未改变水合物的温度压力条件,因此可以保证天然气水合物保持固态而不会分解,从而实现了原位固态开发,避免上述三个方面的潜在危险。

[0040] 鉴于水合物的赋存方式特点是大面积附着于海底并有一定厚度。因此,本发明实施例的绿色开采系统的海底掘进流化提升撬采用掘进装置外置的水下螺旋破岩机械和破岩滚筒相结合的方式机械破碎。由于这种采掘方式是在不改变水合物温度、压力场条件下的机械破碎,天然气水合物以原始地层状态在一次破碎后均能保持原有固态形式。然后,将经过第一次破碎的固态形式的天然气水合物传送至掘进装置的机身内置的二次破岩机械 15 进行第二次破碎,破碎成小于等于 100 目的颗粒物。二次破岩机械 15 由电动直驱泵 14 提供动力。

[0041] 破碎后的大颗粒含砂水合物在混合管道中与海水一起随着螺旋破岩机械将固态水合物流化成砂浆,进入密闭流化集输管线。在海底掘进流化提升撬的混合管路中,是用海水与颗粒物混合,这里的海水,不是直接将深海的海水与采掘破碎后的颗粒物直接混合,而是将海面一定深度的海水先由海水提升及控制单元提升至海面,然后如图 3 所示,输送至混合管路中,如图 3 所述,海水经过过滤器 13,由往复泵 12 泵入密闭管道下段 23,海水一方面是与经过两次破碎后的颗粒物混合,为其提供润滑,使其成为砂浆;另一方面通过海水引射作用为混合后的固液气混合物流的流动提供动力。

[0042] 破碎后的大颗粒含砂水合物与海水一起随着螺旋破岩机械将固态水合物流化成水合物砂浆(也即固液气水合物流),也即通过海水引射混合形成液固混合物流,在混合过程,部分水合物从固体颗粒中释放出来,转化为气体和水,因此经过混合过程后,形成了气液固多相混合物流,进入流化输送系统的密闭管道。

[0043] 本实施例的海底掘进流化提升撬 1,是水下天然气水合物采掘、收集、研磨、输送海底装置,其利用高效破碎海床的刀具,能适应海底高压高腐蚀环境。能有效将海床的淤泥,石块破碎成相当程度的碎片,以适应后期的收集。其中的螺旋破岩机械,采用螺旋破岩的方式,横向破碎收集水合物矿藏。而二次破岩机械 15,是在海底装置内设置的破碎搅拌可燃冰的装置,进一步将收集起来的可燃冰混合物处理成均匀的密度,以便将其泵入密闭流化集输管线的密闭管道。

[0044] 海底掘进流化提升撬 1 与供电系统采用湿式电连接,即在带电状态下,可以在水下环境中湿式插拔,其主要通过插拔过程中,电缆供应绝缘液和氮气,实现电绝缘。

[0045] 二、密闭流化集输管线

[0046] 密闭流化集输管线的作用是通过密闭管道将所述气液固多相混合物流提升至海面(或称海上)。

[0047] 本发明实施例的天然气水合物的绿色开采系统,包括密闭管道、增压撬 22 和分解控制装置。其中密闭管道包括以增压撬 22 为界的上段 21 和下段 23。

[0048] 其中,密闭管道是天然气水合物砂浆的密闭长距离输送管道,密闭管道具有密闭性、承压性、柔韧性,并且密闭管道能够与增压系统的增压撬 22 和海面支持船快速连接,同时保持一定的浮力。

[0049] 固液气混合物流在密闭管道内提升的动力,主要来自于增压装置,还可来自于海水的引射作用,以及分解控制装置控制密闭管道内混合物分解所产生气体的自举升作用。以下分别叙述。

[0050] 在深海浅层,可以仅设置一级的增压装置而不设置增压撬 22。而在深海深层,由于天然气水合物藏所处水深超过一定深度后,一级的增压装置不足以将密闭管道中的水合物砂浆举升到海面,可以在密闭管道中部位置设置增压撬 22 作为水中增压设备,增压撬 22 可以设置在距离海面约 300 米水深处,但本发明并不以增压撬 22 为限,也可以设置其他类型的水中增压设备。

[0051] 水中增压提升撬由海面(或称水面)支持船吊放至所需水深处,将增压撬 22 与密闭流化集输系统的密闭管道快速连接以进行增压。增压撬 22 可由管汇系统和螺杆泵组成,根据需要可单泵或多泵增压输送。增压撬 22 的电力供应由海面支持船供给。

[0052] 除了增压撬 22 之外,利用密闭管道输送过程中的压力和温度变化,可实现固液气混合物流中的部分天然气水合物自然分解,将深海浅层不可控的非成岩水合物藏通过采掘密闭流化举升系统变为可控的水合物资源,整个密闭管道的输送系统相当于常规油气藏,从而保证生产安全,达到绿色可控开采的目的;其实质是将海底非成岩不可控的天然气水合物藏转变为密闭管道内可控制的天然气水合物藏,密闭管道系统就相当于常规油气藏的致密盖层。因此,通过分解控制装置控制密闭管道内的所述气液固多相混合物流在提升过程中的压力变化和温度变化,可使气液固多相混合物流中的部分所述天然气水合物自然分解。天然气水合物分解产生的气体和水,特别是天然气水合物分解后形成的气体压力增压,使得密闭管道内的固液气混合物流的密度降低,可实现部分水合物浆液自气举。

[0053] 三、海面分离处理装置

[0054] 海面分离处理装置的作用是对通过密闭管道提升至海面的所述气液固多相混合物进行分离和处理,分离出天然气。

[0055] 本发明实施例的天然气水合物的绿色开采系统,其海面分离处理装置包括分离装置、处理装置、井口完整性控制装置、储存装置和输送装置。

[0056] 上述的海面支持系统,可为海面支持船或海面支持平台,设置在开采区域的海面上,海面支持船具有灵活的特性,可以在不同的开采区域重复使用。但本发明并不以此为限。也可以在开采区域的海面上搭建海面支持平台,以代替海面支持船的作用。

[0057] 本发明实施例的绿色开采系统,其海面分离处理装置可以设置在上述的海面支持船或海面支持平台上,但海面支持船或海面支持平台上不限于设置海面分离处理装置,还可以设置动力系统、切断装置、海水提升及控制单元等。本发明实施例的绿色开采系统的总控制台,也可设置在海面支持船或海面支持平台。

[0058] 对于动力系统,增压撬 22 的电力和海底掘进流化提升撬的电力由动力系统供给。例如,螺旋破岩机械 18 的电机 19、破岩滚筒 16 的电机以及电动直驱泵 14 的电力均由动力系统供给。

[0059] 而切断装置,是在应急情况下,可切断密闭管道进行固液气混合物流提升的动力源,利用密闭管道内泥沙重力沉降,实现自然压“井”,这里所说的动力源,包括增压泵的动力源和增压撬 22 的动力源,也可同时切断海水提升和引射的动力源。

[0060] 在通过密闭管道将气液固多相混合物流提升到海面后,可将其视作常规油田的井口。由于密闭管道内具有一定压力的天然气,因此,设计了井口完整性控制装置,其包括连接装置及应急关断装置,连接装置将密闭管道的末端与海面支持船连接以进行井口完整性控制。应急关断装置设置在密闭管道末端与海面支持船连接的连接装置前后,例如设置在应急关断阀 35,以在应急情况下及时将海面支持船与密闭管道分开,保证开采作业的安全性。

[0061] 上述的应急关断装置可主要包括,设置在密闭管道端部的关断阀 35 以及压力温度监测系统,当密闭系统内压力\温度出现异常或支持船出现紧急工况时,关闭关断阀 35,保证系统安全;另外,海面支持船与密闭管道之间还可连接有多功能应急工况自动解脱系统,在台风等紧急情况下,与海面支持船快速解脱。

[0062] 海面分离处理装置作为整个开采过程的终端,负责天然气/未分解完全的天然气水合物/海水/泥沙多相管流混合物的收集与后期处理。

[0063] 分离装置包括带压沉降分离器 31 和旋流分离器 32,旋流分离器 32 连接于带压沉降分离器 31 的分离物输出端,分离出的除海水、泥沙或矿砂以外的分离物均进入旋流分离器 32,而旋流分离器 32 的分离物输出端连接天然气处理装置 33。而泥沙或矿砂的分离物输出端连接有回填管路,用于将泥沙或矿砂回填至海底。带压分离器分离后的泥沙或矿砂和旋流分离器 32 的泥沙或矿砂经处理后就地回填大海。两者可以使用同一回填路经进行回填。分离后矿砂和泥沙就地回填,可保持海底原貌,避免次生地质灾害。

[0064] 因此,多相混合物首先进入带压沉降分离器 31 进行带压沉降分离,泥沙通过重力作用沉降分离,天然气和水得到初步分离,由于带有一定的压力,分离器设有压力安全保护系统。

[0065] 然后,带压沉降分离器 31 初分后的天然气和液体进入气液旋流分离器 32 进行旋流分离,利用旋流分离器 32 离心作用实现进一步分离,分离后的天然气进入天然气处理装置 33,将分离所得的天然气液化为液化天然气(LNG),进入 LNG 处理系统 34,例如进入存储装置中进行储存,或者通过输送装置向外输送。

[0066] 上述混合物分离所得的海水经海水处理装置处理合格后再排入海洋中的步骤,以免对海洋造成污染。

[0067] 本发明实施例的天然气水合物的开采系统,利用深海成岩地层的天然气水合物在海底温度和压力下的稳定性,采用固态开采系统。由于整个采掘过程在海底水合物藏区域进行,未改变水合物的温度压力条件,因此水合物不会分解,从而实现了原位固态开发,避免上述三个方面的潜在危险。

[0068] 同时,本发明实施例的天然气水合物的开采系统,就地利用海水,在密闭条件下进行海水引射,将采掘出水合物粉碎研磨后形成气液固多相混合物流实现密闭输送;整个密

闭管道的输送系统,相当于常规油气藏,从而保证了生产安全,达到绿色可控开采的目的,避免上述三大危害,从根本上避免了各种环境变化等问题引起的天然气水合物分解带来的地质和环境灾害。

[0069] 本领域技术人员应当意识到在不脱离本发明所附的权利要求所揭示的本发明的范围和精神的条件下所作的更动与润饰,均属本发明的权利要求的保护范围之内。

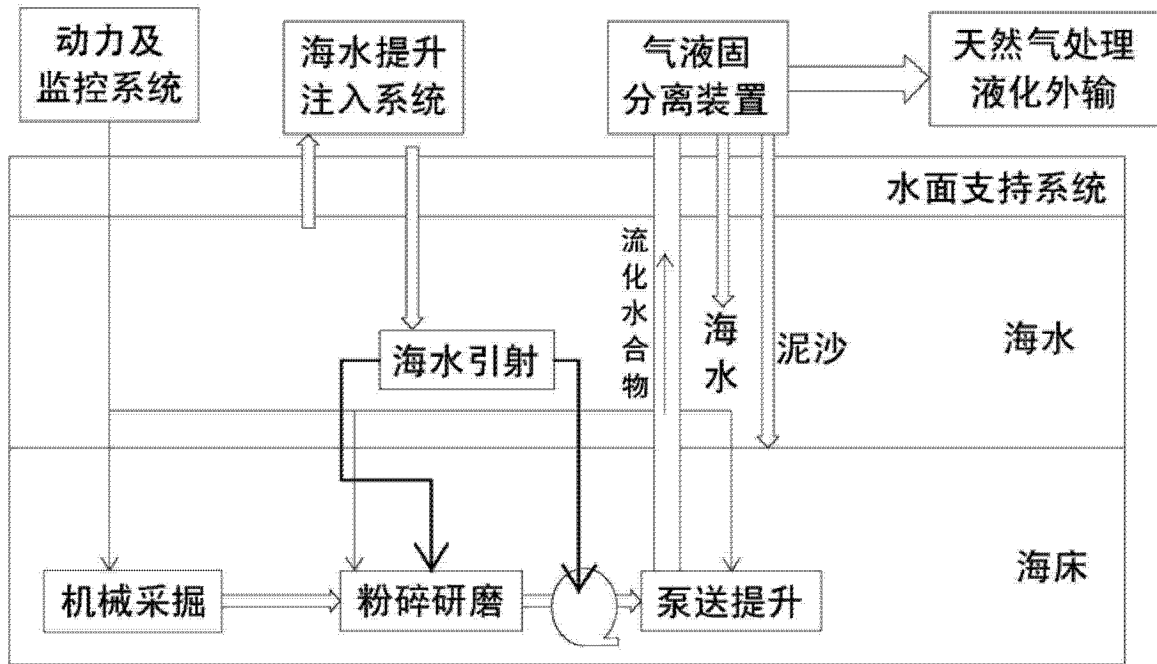


图 1

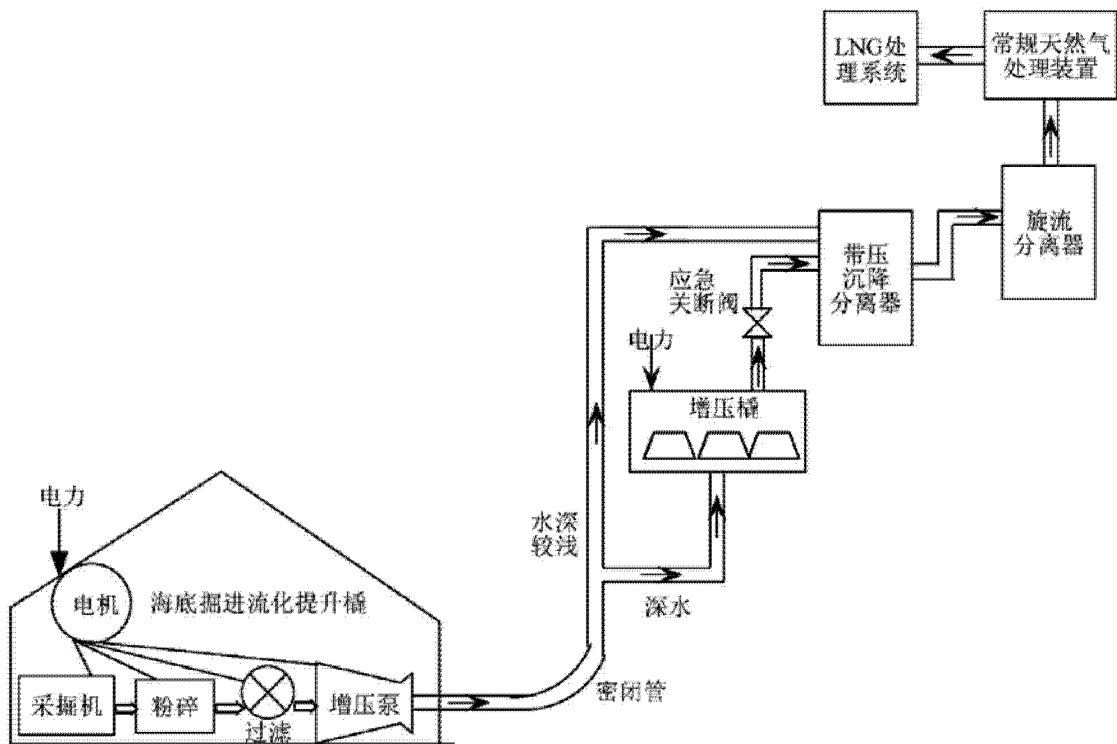


图 2

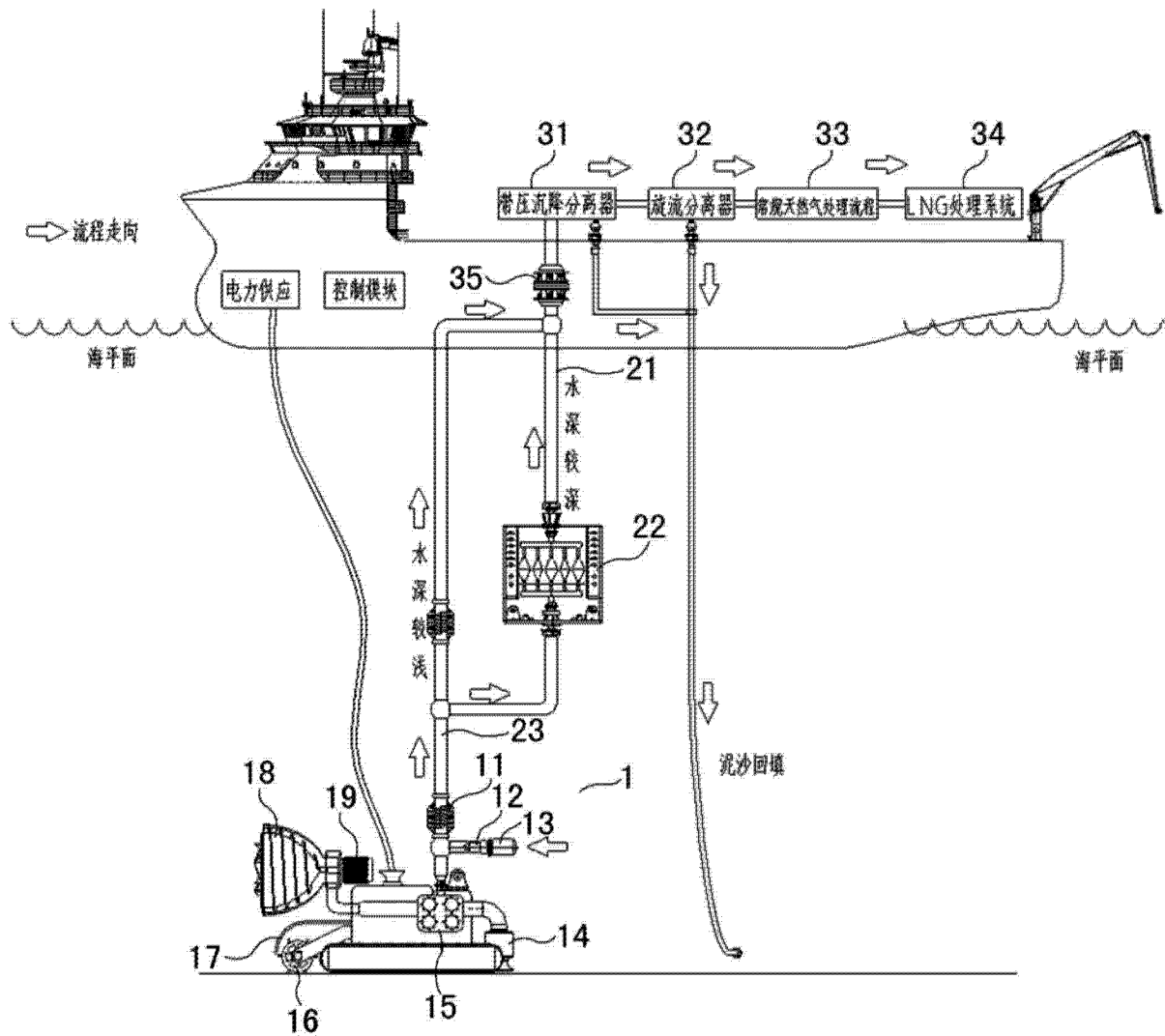


图 3