



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107678055 B

(45)授权公告日 2018.08.28

(21)申请号 201710757658.0

G01D 21/02(2006.01)

(22)申请日 2017.08.29

(56)对比文件

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107678055 A

CN 107024244 A,2017.08.08,

CN 101533035 A,2009.09.16,

EP 2630520 A1,2013.08.28,

(43)申请公布日 2018.02.09

CN 102288719 A,2011.12.21,

CN 103982163 A,2014.08.13,

(73)专利权人 广州海洋地质调查局

地址 510000 广东省广州市环市东路477号

大院

CN 106597551 A,2017.04.26,

US 2015344109 A1,2015.12.03,

(72)发明人 董一飞 梁前勇 杨江平 钟超

祝有海等.《中国近海天然气水合物找矿前景》.《矿床地质》.2001,第20卷(第2期),

(74)专利代理机构 广州君咨知识产权代理有限公司 44437

审查员 宋丽敏

代理人 江超

(51)Int.Cl.

G01V 1/00(2006.01)

G01N 29/02(2006.01)

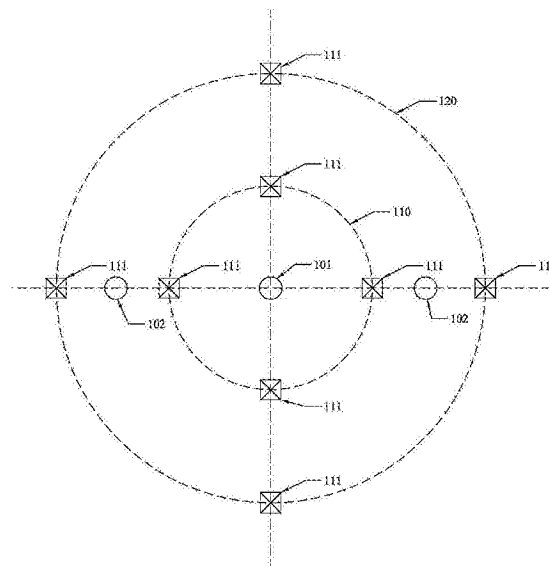
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种海域天然气水合物海底甲烷监测系统
及方法

(57)摘要

本发明公开了一种海域天然气水合物海底甲烷监测系统及方法以开采井位为中心等距离设置试采井位,以开采井位为中心设置第一监测圈和第二监测圈;在第一监测圈和第二监测圈上设置多组海底潜标用于监测海底甲烷浓度,组成海底甲烷数据矩阵。优点在于:利用坐底式海底潜标可以很好地弥补现有技术的不足,它通过水下控制技术将可测量多个参量的物理和化学传感器集成在一起。对海底天然气水合物成藏区海底边界的海底环境进行长周期原位观测,避免了现有方法可能造成的测量误差。并可通过水声通信技术将海底环境参数传输回海面监测平台,为水合物开采提供实时的海底甲烷泄漏监测,具有重要意义。



1. 一种海域天然气水合物海底甲烷监测方法,其包括海域天然气水合物海底甲烷监测系统,上述监测系统以开采井位(101)为中心等距离设置试采井位(102),其特征在于,以不大于开采井位(101)与试采井位(102)之间的距离为半径、以开采井位(101)为中心设置第一监测圈(110);以大于开采井位(101)与试采井位(102)之间的距离为半径、以开采井位(101)为中心设置第二监测圈(120);在第一监测圈(110)和第二监测圈(120)上设置多组海底潜标(111)用于监测海底甲烷浓度,组成海底甲烷数据矩阵;所述的海底潜标(111)还包括声学多普勒剖面仪和单点海流计用于辅助分析甲烷来源;所述的声学多普勒剖面仪用于测量海底潜标(111)上方的海流剖面参数;所述的单点海流计用于测量声学多普勒剖面仪固有盲点区域的海流剖面参数;所述海域天然气水合物海底甲烷监测方法包括如下步骤:

S1、现场监测;利用甲烷传感器、二氧化碳传感器、温盐深传感器以及声学多普勒海流剖面仪分别采集相关数据;

S2、数据采集;将甲烷传感器、二氧化碳传感器、温盐深传感器以及声学多普勒海流剖面仪采集到的数据利用水声通信实时传送至监控端;

S3、室内分析;根据数据采集的结果进行海底甲烷泄漏研究、海底海洋特征研究和海底化学特征研究,从而分别获取试采对海底甲烷泄漏的影响、获取试采区海洋动力学背景特征以及获取甲烷泄漏对试采区海洋化学环境的影响;

S4甲烷来源分析;根据室内分析结果,将甲烷来源分为开采造成海底甲烷泄漏、底层海流从别处带来以及其他来源三个方面。

2. 根据权利要求1所述的海域天然气水合物海底甲烷监测方法,其特征在于,所述的海底潜标(111)还包括二氧化碳传感器,用于监测海水二氧化碳浓度;硫化氢传感器,用于监测海水硫化氢浓度;温盐深传感器,用于监测海水温度、盐度数据;溶解氧传感器,用于监测海水溶解氧浓度;浊度计,用于监测海水浑浊度;透射计,用于监测海水光传输特性;PH传感器,用于监测海水PH值。

3. 根据权利要求1所述的海域天然气水合物海底甲烷监测方法,其特征在于,还设有监测平台,用于通过水声通信技术收集海底潜标(111)的监测数据并对海底甲烷数据矩阵进行分析预警。

4. 根据权利要求1所述的海域天然气水合物海底甲烷监测方法,其特征在于,所述的监测系统还设有水下机器人用于辅助监测海底甲烷泄漏来源。

5. 根据权利要求1至4任一所述的海域天然气水合物海底甲烷监测方法,其特征在于,所述的第一监测圈(110)半径大于等于10米且小于等于50米;和/或所述的第二监测圈(120)半径大于50米且小于等于100米。

一种海域天然气水合物海底甲烷监测系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种海洋监测系统,尤其涉及一种海域天然气水合物海底甲烷监测系统。

[0002] 本发明同时还涉及一种海洋监测方法,尤其涉及一种海域天然气水合物海底甲烷监测方法。

背景技术

[0003] 天然气水合物是在高压低温环境下由甲烷、乙烷和二氧化碳等气体与水分子结合形成的固态物质,主要存在于陆地永久冻土带和水深超过300m的海洋沉积物中。全球天然气水合物中含碳总量相当于已知煤、石油和天然气碳储量的两倍,且完全燃烧时只生成几乎无污染的二氧化碳和水,是未来最有潜力的新型绿色能源之一。

[0004] 但是,天然气水合物也具有极强的环境灾害效应,当其赋存区稳定环境遭到破坏,如水合物开采、海平面快速下降、强烈的构造活动、地震等,海底沉积物中的水合物就会分解并在很短时间内大规模排放甲烷气体。甲烷是大气中的一种重要的温室气体,其单分子吸收红外辐射的能力是二氧化碳的20多倍,对全球温室效应的贡献达20%。大量的甲烷气体被释放到海水中,会降低海水中溶解氧的含量,影响海洋生态环境;甲烷气体的泄漏还会改变地层结构稳定性,进而引发如海底地质灾害、海底滑坡、海底地形沉降等地质灾害。

[0005] 因此,海域天然气水合物的勘探和开采必须对其环境效应及可能引发的环境灾害进行评估,对海底甲烷的泄漏进行监测,确保安全、有效的使用天然气水合物资源。

[0006] 传统的海水甲烷含量测量方法有瞬时测量和取样分析两种。

[0007] 瞬时测量就是将甲烷传感器挂载在缆绳上下放至研究海域,可以获取海底层位海水甲烷含量数据。但是这种方法测量精度比较低,因为很难操作船只将传感器准确下放至海底预定研究区域,即使下放成功,往往也只能在研究区域中停留很短时间,无法获取长时间连续数据。

[0008] 取样分析法,是对海底海水进行取样,然后对样品进行分析和测试来获取海水中溶解的甲烷含量。由于从取样到进入仪器进行实验分析需要比较长的周期,分析的出数据不再具有实时性,而且在取样后很难保证样品原有的压力、温度等条件,分析结果会有一定的失真,甚至失去了原有的意义。

发明内容

[0009] 为了克服现有技术的不足,本发明的目的在于提供一种海域天然气水合物海底甲烷监测系统及方法,其能解决海水甲烷监测不准确的问题。

[0010] 本发明的目的采用以下技术方案实现:

[0011] 一种海域天然气水合物海底甲烷监测系统,以开采井位为中心等距离设置试采井位,其特征在于,以不大于开采井位与试采井位之间的距离为半径、以开采井位为中心设置第一监测圈;以大于开采井位与试采井位之间的距离为半径、以开采井位为中心设置第二

监测圈；在第一监测圈和第二监测圈上设置多组海底潜标用于监测海底甲烷浓度，组成海底甲烷数据矩阵；

[0012] 所述的海底潜标还包括声学多普勒剖面仪和单点海流计用于辅助分析甲烷来源；所述的声学多普勒剖面仪用于测量海底潜标上方的海流剖面参数；所述的单点海流计用于测量声学多普勒剖面仪固有盲点区域的海流剖面参数。

[0013] 优选的，所述的海底潜标还包括二氧化碳传感器，用于监测海水二氧化碳浓度；硫化氢传感器，用于监测海水硫化氢浓度；温盐深传感器，用于监测海水温度、盐度数据；溶解氧传感器，用于监测海水溶解氧浓度；浊度计，用于监测海水浑浊度；透射计，用于监测海水光传输特性；PH传感器，用于监测海水PH值。

[0014] 优选的，所述的监测系统还设有监测平台，用于通过水声通信技术收集海底潜标的监测数据并对海底甲烷数据矩阵进行分析预警。

[0015] 优选的，所述的监测系统还设有水下机器人用于辅助监测海底甲烷泄漏来源。

[0016] 一种海域天然气水合物海底甲烷监测方法，其特征在于，在海底设置多组海底潜标监测海底甲烷浓度，组成海底甲烷数据矩阵；对海底甲烷数据矩阵进行分析预警；当海底甲烷数据矩阵出现异常数据，重构异常数据所在时间点对应的海流剖面模型，分析甲烷泄漏来源。

[0017] 优选的，所述的多组海底潜标以开采井位为中心圆周分布。

[0018] 优选的，所述的圆周设有两个，分别为第一监测圈和第二监测圈；所述的第一监测圈半径不大于开采井位与试采井位之间的距离；所述的第二监测圈半径大于开采井位与试采井位之间的距离。

[0019] 优选的，所述的第一监测圈半径大于等于10米且小于等于50米。

[0020] 优选的，所述的第二监测圈半径大于50米且小于等于100米。

[0021] 优选的，利用水下机器人辅助监测甲烷泄漏来源。

[0022] 相比现有技术，本发明的有益效果在于：利用坐底式海底潜标可以很好地弥补现有技术的不足，它通过水下控制技术将可测量多个参量的物理和化学传感器集成在一起。对海底天然气水合物成藏区海底边界的海底环境进行长周期原位观测，避免了现有方法可能造成的测量误差。并可通过水声通信技术将海底环境参数传输回海面监测平台，为水合物开采提供实时的海底甲烷泄漏监测，具有重要意义。

附图说明

[0023] 图1为本发明所述一种海域天然气水合物海底甲烷监测系统的结构示意图；

[0024] 图2为为本发明所述一种海域天然气水合物海底甲烷监测方法的流程示意图。

[0025] 图中：101-开采井位、102-试采井位、110-第一监测圈、111-海底潜标、120-第二监测圈。

具体实施方式

[0026] 下面，结合附图以及具体实施方式，对本发明做进一步描述：可以利用开采平台或监测船只设置监测平台，与所有海底潜标111利用水声通信技术连接，接收海底潜标111的所有监测数据。海底开采区域设置开采井位101，与开采井位101等距离设置一个或以上的

试采井位102用于对天然气水合物进行试采。

[0027] 以开采井位101为中心设置两个半径不相等的圆周,分别为第一监测圈110和第二监测圈120。第一监测圈110和第二监测圈120的半径设置需根据实际工作中的具体情况分析后设置。而作为优选的,第一监测圈110的半径不大于开采井位101与试采井位102之间的距离,最好控制在10米到50米之间,具体半径由试采井位102与开采井位101的实际距离而定。第二监测圈120的半径大于开采井位101与试采井位102之间的距离,最好控制在50米到100米之间,目的是对天然气水合物开采外围区域的海底环境进行监测,观察可能的甲烷泄漏扩散范围及影响程度。

[0028] 在第一监测圈110和第二监测圈120上等弧度设置多组海底潜标111,多组海底潜标111用于监测海底甲烷浓度,组成海底甲烷数据矩阵。以矩阵形式进行监测,比以往的监测方法要更加准确和更加容易分析出甲烷泄漏的具体位置及泄漏影响。且在海底潜标111上设置声学多普勒剖面仪和单点海流计用于辅助分析甲烷来源;所述的声学多普勒剖面仪用于测量海底潜标111上方的海流剖面参数;所述的单点海流计用于测量声学多普勒剖面仪固有盲点区域的海流剖面参数。

[0029] 利用海底潜标111上集成的高精度甲烷传感器,可以测量开采区海底边界层位即距海底距离约50cm,的海水溶解甲烷含量。甲烷传感器由海底潜标111携带的电池组供电,根据采样频率的不同,最长可在海底连续工作12个月。例如,每天工作4次,每6小时工作40分钟,连续工作时间为6个月;每天工作2次,每12小时工作40分钟,连续工作时间可达12个月。可增加携带的电池组数量,同时提高采样频率和最大连续工作时间。持续监测能力足以覆盖整个天然气水合物开采周期,可以获取开采前、中、后的海水甲烷含量并进行对比,评估开采对海底甲烷泄漏的影响。

[0030] 在天然气水合物开采过程中,利用海底潜标111上搭载的水声通信机可以将采集到的甲烷及其他环境参数实时传递回监测平台,从而实现对海底甲烷泄漏的实时监测,一旦发现异常,立即分析原因,研究对策。

[0031] 利用声学多普勒剖面仪及单点海流计,测量研究区底层海流流速、流向、悬浮体浊度观测,用以厘清开采区海洋动力学背景特征,弄清海底边界层位甲烷气体的来源。其中,声学多普勒剖面仪用于测量海底往上几米至几百米的海流剖面参数,单点海流计则可以弥补声学多普勒剖面仪存在海底盲区的缺点,对距海底几米内的海流参数进行测量。

[0032] 在海底潜标111中集成二氧化碳传感器、硫化氢传感器、温盐深传感器、溶解氧传感器、浊度计、透射计和PH传感器等多种传感器。调查天然气水合物开采区海水化学特征,监测参数有:CO₂、溶解氧、pH值、H₂S、温度、盐度等。海底甲烷气体泄漏会造成海底层位海水化学参数的变化,比如甲烷含量升高会导致溶解氧含量降低、海水温度升高等,通过对这些海水化学参数的监测,也可以对海底甲烷泄漏情况进行间接监测。

[0033] 当监测平台发现甲烷浓度异常,判断出现甲烷泄漏时,需要及时分析出甲烷的泄漏位置、原因和甲烷来源。对海底海水溶解甲烷的来源进行分析:比如甲烷传感器发现某段时间内海水甲烷含量升高,其主要来源可能有两个:一是由于水合物开采引起的甲烷泄漏,二是受海底的海流从别处,比如附近的冷泉带来的甲烷的影响。

[0034] 利用声学多普勒剖面仪和单点海流计可以摸清海底潜标111所在区域的海底海流的方向、流速等参数,当发现某时刻甲烷含量高值时,重建当时的海底海流情况,判断海流

来向有无已知的活动冷泉。并利用水下机器人搜寻该方向有无活动冷泉的存在痕迹,比如通过水下机器人上的海底摄像观察海底有无活动冷泉的标志物“烟囱”,即海底往外冒气泡的柱状物,气泡为甲烷气体的泄漏。并利用水下机器人搭载的甲烷传感器实时监测海底海水甲烷含量。如有,则可能为海流带来的冷泉泄漏的甲烷;如无,则说明为水合物开采引起的甲烷气体泄漏。

[0035] 其中冷泉是指气体、液体和沉积物组成的流体泄漏或喷发的活动。这些流体分布于海底沉积界面之下,其成分包括沉积建造流体、水分、甲烷、硫化氢、液化沉积物等,温度与海水相近或略高,因此称为冷泉。海底冷泉的发育和分布一般与天然气水合物密切相关,当天然气水合物赋存的稳定条件被破坏,其分解后释放的甲烷气体沿泥火山、构造面或沉积物裂隙向上运移和排放,就会在近海底形成甲烷冷泉。

[0036] 重构海流剖面模型是监测平台基于声学多普勒剖面仪在此之前探测并记录的海流剖面参数,利用计算机软件进行模型重建得出。声学多普勒剖面仪通过换能器发射声波,获取探头垂直方向上连续水体剖面的流速和流向,从而可以研究水团的物理学性质,也可以通过后向散射强度估算水体中悬浮体浓度。但是由于换能器既是发射器也是接收器,声学多普勒剖面仪探头存在一个盲区,这个盲区根据频率不同而不同,在0.25~2m左右。同时,声波发射由于旁瓣效应,导致可测量水深的约6%厚度无法获取流速数据,这就导致了在声学多普勒剖面仪测量过程中,顶部和底部都有一部分水体流速无法直接测量。因此,通过单点海流计可以直接测量近海底底层流速,弥补声学多普勒剖面仪因为信号衰减导致的底层流速缺失问题。

[0037] 围绕开采井位101,在开采井位101周边布设座底式海底潜标111,形成针对开采井的小型观测网,对开采区海底边界层位海水物理海洋、海洋化学等环境参数进行原位长期监测,查清水合物开采对海底甲烷泄漏的影响,并分析开采区域海水溶解甲烷的来源。遵循“现场监测—数据收集—室内分析—甲烷来源分析”的研究方法,形成天然气水合物开采海底化学环境参数原位监测及评价技术,为海洋水合物开采的环境效应评估提供技术支持。

[0038] 对本领域的技术人员来说,可根据以上描述的技术方案以及构思,做出其它各种相应的改变以及形变,而所有的这些改变以及形变都应该属于本发明权利要求的保护范围之内。

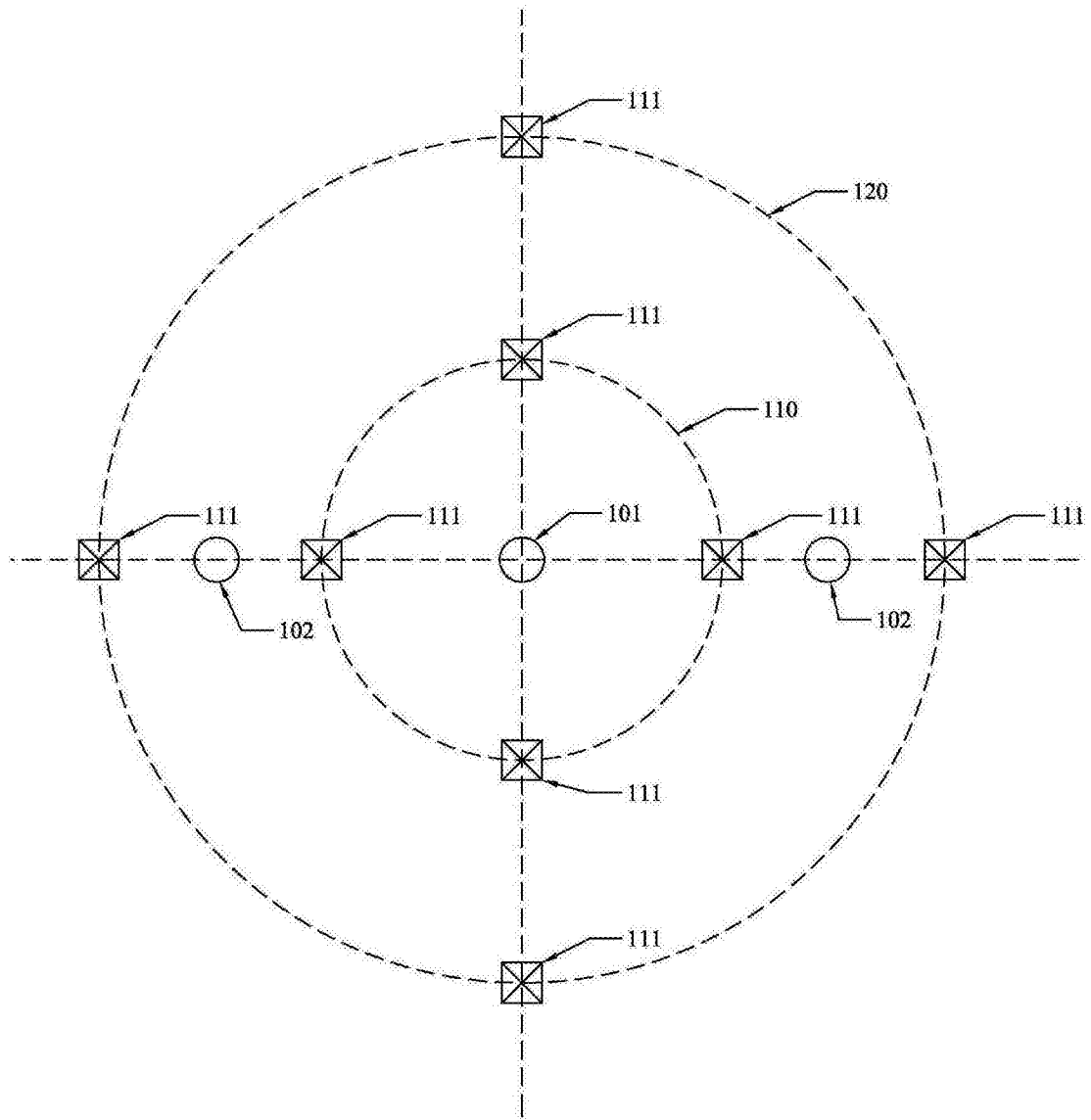


图1

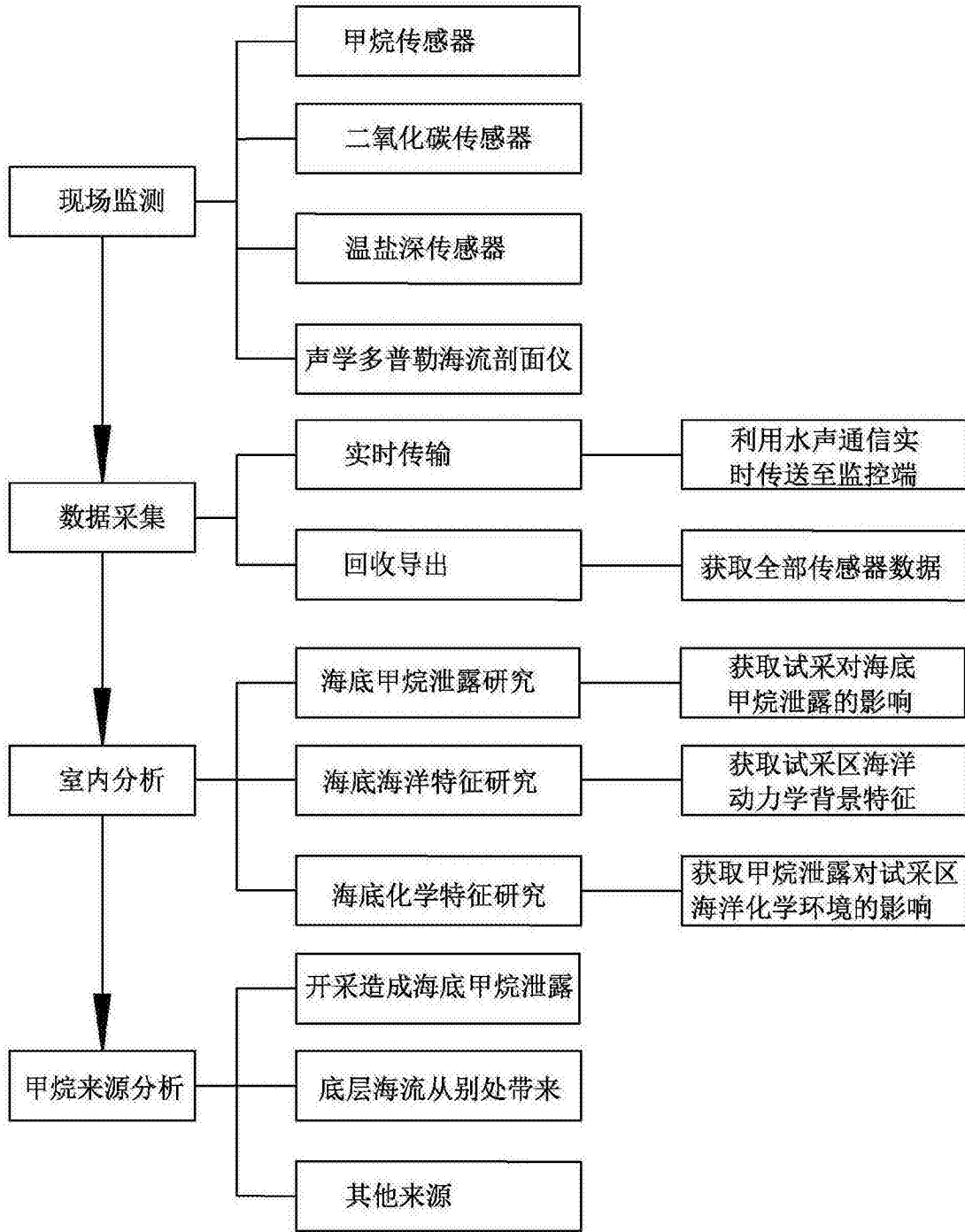


图2