

# 一种海底热流长期观测的数据采集方法

申请号：[201510009772.6](#)

申请日：2015-01-07

**申请(专利权)人** [中国科学院南海海洋研究所](#)  
**地址** 510301 广东省广州市新港西路164号  
**发明(设计)人** [孙兆华](#) [杨小秋](#) [曾信](#) [施小斌](#)  
**主分类号** [G01V9/00\(2006.01\)I](#)  
**分类号** [G01V9/00\(2006.01\)I](#)  
**公开(公告)号** 104570157A  
**公开(公告)日** 2015-04-29  
**专利代理机构** [广州科粤专利商标代理有限公司](#) 44001  
**代理人** [孔德超](#) [刘明星](#)



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 104570157 B

(45) 授权公告日 2015. 10. 28

(21) 申请号 201510009772. 6

(22) 申请日 2015. 01. 07

(73) 专利权人 中国科学院南海海洋研究所  
地址 510301 广东省广州市新港西路 164 号

(72) 发明人 孙兆华 杨小秋 曾信 施小斌

(74) 专利代理机构 广州科粤专利商标代理有限公司 44001

代理人 孔德超 刘明星

栾锡武等人. 现代海底热液活动调查研究方法. 《地球物理学进展》. 2002, 第 17 卷 (第 4 期), 第 592 页到第 597 页.

审查员 杨永康

(51) Int. Cl.

G01V 9/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 104062692 A, 2014. 09. 24, 全文.

CN 1804827 A, 2009. 07. 19, 全文.

CN 201876323 U, 2011. 06. 22, 全文.

US 2012/0176858 A, 2012. 07. 12, 全文.

翟世奎等人. 现代海底热液活动调查研究技术进展. 《地球科学进展》. 2007, 第 22 卷 (第 8 期), 第 769 页到第 776 页.

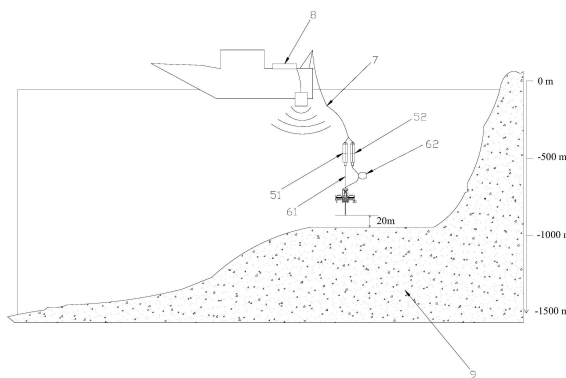
权利要求书4页 说明书11页 附图13页

(54) 发明名称

一种海底热流长期观测的数据采集方法

(57) 摘要

本发明公开了一种海底热流长期观测的数据采集方法,包括海底热流长期观测基站投放站位的确定、投放、调整和海底热流长期观测基站的自浮式释放回收等几个步骤。本发明提供的海底热流长期观测的数据采集方法在最大程度上提高了海底热流长期观测基站投放、回收的可靠性和成功率,显著降低了海底热流长期观测的风险,减少了设备损失,提高了观测成功率、降低了观测风险。获取的长期海底温度观测数据能够消除底水温度波动对海底热流测量的影响。



1. 一种海底热流长期观测的数据采集方法,其特征在于,包括以下步骤:

第一步:在待观测海域,利用重力取样器采集样品进行底质分析,确定海底热流长期观测基站投放站位;同时在重力取样器管外安装有表层探针,获取海底表层沉积物的原位热物性参数,并测量采集的沉积物样品热导率,以计算热流;

第二步:将海底热流长期观测基站用浮力缆绳分别连接第一声学释放器(51)和第二声学释放器(52);第一声学释放器(51)和第二声学释放器(52)均再连接到一地质绞车钢缆(7)的末端;然后在第一步确定的投放站位通过地质绞车将海底热流长期观测基站和第一声学释放器(51)、第二声学释放器(52)投放到海水中,投放过程中通过第一声学释放器(51)和第二声学释放器(52)实时监控设备离底情况,当离底18~22m时停留5~10分钟,等待海底热流长期观测基站达到垂直,同时测量温度数据用于各测温通道之间的相对温差校正,然后再通过甲板控制单元给第一声学释放器(51)发送释放命令,让海底热流长期观测基站自由下落并竖直的插入海底沉积物;

所述的海底热流长期观测基站包括回收单元(1)、抛弃单元(2)和电缆斩断机构(3);其中,回收单元(1)设有回收支架,回收支架内部盛放有2个第三声学释放器(13),第三声学释放器(13)底部设有可闭合挂钩(131),回收支架还载有至少6个浮球(14);抛弃单元(2)设有抛弃支架,抛弃支架下方固定连接热流探针(24),抛弃支架内带有配重块(28);回收单元(1)和抛弃单元(2)通过两端连接第三声学释放器(13)底部的可闭合挂钩(131)的钢丝绳(4)固定在一起;电缆斩断机构(3)固定于回收单元(1)的回收支架底部并通过活动挂钩连接钢丝绳(4),电缆(0)从抛弃单元(2)出发后进入电缆斩断机构(3),再从电缆斩断机构(3)穿出后连接回收单元(1)的浮球(14);通过钢丝绳(4)从张紧到松弛的变化启动电缆斩断机构(3)斩断电缆(0);

第三步:所述的海底热流长期观测基站插入海底沉积物(9)到底后,该海底热流长期观测基站通过其自带的第三声学释放器(13)将其到底后的参数发回甲板控制单元(8),根据发回参数调整海底热流长期观测基站,直到确定海底热流长期观测基站到底后的倾斜角度 $<10^{\circ}$ 且前端温度探针明显感应到摩擦热和地温效应,然后给第二声学释放器(52)发送释放命令,将海底热流长期观测基站留在海底,回收地质绞车钢缆(7),将第一声学释放器(51)和第二声学释放器(52)收回;

第四步:所述的海底热流长期观测基站留在海底进行观测后,在第一步所述的投放站位附近,通过甲板控制单元(8)给海底热流长期观测基站自带的第三声学释放器(13)发送释放命令,使第三声学释放器(13)打开其底部的可闭合挂钩(131),与其连接的钢丝绳(4)脱落,从张紧变为松弛状态,从而启动电缆斩断机构(3)斩断电缆(0),断开所有连接的回收单元(1)和抛弃单元(2)凭借浮球(14)和配重块(28)完成彻底分离,分离后的回收单元(1)上浮至海面被回收,完成海底热流长期观测的数据采集。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于:

所述的回收支架包括纵向的中心架(11),以及围绕中心架(11)在水平方向分两层设置的水平架(12);所述的中心架(11)由纵向的四方棱柱体框架(111)和从四方棱柱体框架内部1/2高度处向上延伸出来的一垂直立板(112)构成;所述的垂直立板(112)与四方棱柱体框架(111)之间固定连接;所述的四方棱柱体框架(111)内部盛放有2个第三声学释放器(13),分别悬挂于所述的垂直立板(112)两侧,所述的第三声学释放器(13)底部设

有可闭合挂钩 (131), 由第三声学释放器 (13) 内部的步进电机带动其开闭; 所述的中心架 (11) 周围设有至少 6 个浮球 (14), 由所述的两层水平架 (12) 支撑;

所述的抛弃支架包括一顶部表面为正方形的支撑框架 (21)、处于支撑框架 (21) 顶部表面上的连接框架 (22)、处于支撑框架 (21) 顶部表面下方的热流探针固定装置 (23)、以及通过热流探针固定装置 (23) 固定于所述支撑框架 (21) 下方的热流探针 (24); 所述的连接框架 (22) 与所述支撑框架 (21) 之间固定连接, 所述的支撑框架 (21) 与热流探针固定装置 (23) 之间固定连接; 所述的连接框架 (22) 内部设有 2 个对称平行分布的钢丝绳张紧部件 (25);

所述抛弃单元 (2) 的连接框架 (22) 顶部表面与所述回收单元 (1) 的四方棱柱体框架 (111) 底部表面相吻合接触; 所述的钢丝绳 (4) 穿过连接框架 (22) 内部的两个钢丝绳张紧部件 (25), 两端分别上行跨过连接框架 (22) 和四方棱柱体框架 (111) 相接触结构的外边缘, 最终呈环状与所述第三声学释放器 (13) 底部的可闭合挂钩 (131) 相钩连; 抛弃支架内带有配重块 (28); 所述的电缆斩断机构 (3) 位于所述抛弃单元 (2) 的连接框架 (22) 和回收单元 (1) 的四方棱柱体框架 (111) 相接触后形成的空间内。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法, 其特征在于: 所述的电缆斩断机构 (3) 包括:

电缆压板 (32A), 所述电缆压板 (32A) 的下表面开设有一用于与刀片 (312A) 配合的第一凹槽 (321A) 和一用于嵌入电缆的第二凹槽 (322A), 所述第一凹槽 (321A) 和第二凹槽 (322A) 相互垂直且组成十字形结构, 所述第一凹槽 (321A) 的深度大于第二凹槽 (322A) 的深度;

刀片盒 (31A), 所述刀片盒 (31A) 的顶部伸入第一凹槽 (321A) 内与电缆压板 (32A) 固定连接, 并且在该刀片盒 (31A) 与第一凹槽 (321A) 走向平行的其中一侧面上开设有一纵向延伸的通孔 (311A), 所述刀片盒 (31A) 内设有刀片 (312A), 该刀片 (312A) 的刀刃朝上正对第一凹槽 (321A), 且该刀片其中一侧面上设有凸起的回位装置 (3121A), 所述回位装置 (3121A) 通过通孔 (311A) 向刀片盒 (31A) 的外部凸出, 并可在通孔 (311A) 内上下滑动, 所述刀片 (312A) 两侧面的下部设有凹陷式卡槽; 所述刀片盒 (31A) 内并设有一上方开口的托架 (314A) 和压缩弹簧 (313A), 所述压缩弹簧 (313A) 的一端穿过该开口与托架 (314A) 固定连接, 其另一端与刀片 (312A) 固定连接, 该压缩弹簧 (313A) 完全释放后足以使刀片 (312A) 到达第一凹槽 (321A) 内对电缆进行切割; 所述托架 (314A) 的下方和外围设有一弹射控制单元;

所述弹射控制单元包括一对转动杆 (315A)、一对支撑板 (316A) 以及一扭簧 (317A), 该一对转动杆对所述托架及其内部的压缩弹簧 (313A) 形成包围, 每个转动杆 (315A) 均由顶部可嵌入所述凹陷式卡槽内的卡块 (3151A) 以及与所述卡块 (3151A) 固定连接的倒 L 型省力杠杆构成, 所述倒 L 型省力杠杆于折点位置通过一固定杆固定于刀片盒 (31A) 内侧面并以该固定杆为轴作整体转动; 该一对支撑板 (316A) 分别固定于扭簧 (317A) 的两个末端扭转臂上, 并于各自的远端与所述倒 L 型省力杠杆底部形成转动连接;

挂钩 (33A), 所述挂钩 (33A) 与通过钢丝绳连接扭簧 (317A) 的中部。

4. 根据权利要求 3 所述的方法, 其特征在于: 所述第二凹槽 (322A) 贯穿其所在电缆压板 (32A) 的两端。

5. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法, 其特征在于: 所述的电缆斩断机构 (3) 包括:

电缆压板 (32B), 所述电缆压板 (32B) 的下表面开设有一用于与刀片 (312B) 配合的第一凹槽 (321B) 和一用于嵌入电缆的第二凹槽 (322B), 所述第一凹槽 (321B) 和第二凹槽 (322B) 相互垂直且组成十字形结构, 所述第一凹槽 (321B) 的深度大于第二凹槽 (322B) 的深度;

刀片盒 (31B), 所述刀片盒 (31B) 顶部的长度方向与第一凹槽 (321B) 平行且与电缆压板 (32B) 固定连接, 并且在该刀片盒 (31B) 与第一凹槽 (321B) 走向平行的其中一侧面开设有一纵向延伸的通孔 (311B), 所述刀片盒 (31B) 内设有刀片 (312B), 该刀片 (312B) 的刀刃朝上正对第一凹槽 (321B), 且该刀片 (312B) 其中一侧面设有凸起的回位装置 (3121B), 所述回位装置 (3121B) 通过通孔 (311B) 向刀片盒 (31B) 的外部凸出, 并可在通孔 (311B) 内上下滑动, 所述刀片 (312B) 另一侧面的中部设有一刀片卡槽 (3122B); 所述刀片 (312B) 的下缘固定连接压缩弹簧 (313B) 的一端, 压缩弹簧 (313B) 的另一端固定于刀片盒 (31B) 的内底面, 所述压缩弹簧 (313B) 完全释放后足以使刀片 (312B) 到达第一凹槽 (321B) 内对电缆进行切割;

斩缆机构固定块 (35B), 所述斩缆机构固定块 (35B) 固定于刀片盒 (31B) 设有通孔 (311B) 的一面下部;

弹射控制盒 (34B), 所述弹射控制盒 (34B) 与刀片盒 (31B) 相通且位于远离斩缆机构固定块 (35B) 的一侧; 所述弹射控制盒 (34B) 上部固定有扳机片 (341B) 和刀片卡锁 (342B); 扳机片 (341B) 为整体呈 L 形的曲板, 于近拐点处通过扳机片转动轴 (3412B) 固定在弹射控制盒 (34B) 内侧面上并以扳机片转动轴 (3412B) 为轴整体转动, 其远轴端水平放置, 近轴端向下; 刀片卡锁 (342B) 是整体呈反 Z 形的曲板, 于某一拐点处通过刀片卡锁转动轴 (3422B) 固定在弹射控制盒 (34B) 内侧面上, 并可以刀片卡锁转动轴 (3422B) 为轴整体转动, 其远轴端可与扳机片 (341B) 的近轴端相扣搭, 其近轴端可嵌入刀片 (312B) 的刀片卡槽 (3122B) 中; 扳机片 (341B) 和刀片卡锁 (342B) 的远轴端分别通过扳机片固定簧 (3411B) 和刀片卡锁固定簧 (3421B) 连接于弹射控制盒 (34B) 顶板;

挂钩 (33B), 所述挂钩 (33B) 设置于弹射控制盒 (34B) 的下侧, 其中, 挂钩 (33B) 上部穿过弹射控制盒 (34B) 底部表面并位于弹射控制盒 (34B) 内, 并套有挂钩伸缩弹簧 (331B), 所述挂钩伸缩弹簧 (331B) 上端与挂钩 (33B) 顶部固定连接, 下端与弹射控制盒 (34B) 内底表面固定连接, 挂钩 (33B) 顶端设有正对扳机片 (341B) 远轴端的撞击柱 (332B)。

6. 根据权利要求 2 所述的方法, 其特征在于: 所述的抛弃单元 (2) 中, 热流探针固定装置 (23) 为一长度与所述支撑框架 (21) 高度相等的圆筒, 其下端与海底热流探针 (24) 固定连接; 所述的固定装置内部有电缆接头压管 (26), 起始端起始于海底热流探针 (24), 管体沿轴向贯穿热流探针固定装置 (23) 内部, 并穿过支撑框架 (21) 顶表面的圆孔进入连接框架 (22) 和回收单元 (1) 的四方棱柱体框架 (111) 相接触后形成的空间内, 终端位于电缆斩断机构 (3) 旁边。

7. 根据权利要求 6 所述的方法, 其特征在于: 所述的电缆接头压管 (26) 终端设置一上大下小的塞型螺栓 (27), 电缆通过塞型螺栓 (27) 进入电缆接头压管 (26), 最终与海底热流探针 (24) 相连。

8. 根据权利要求 2 所述的方法, 其特征在于: 所述抛弃单元 (2) 的连接框架 (22) 顶部表面四个角的位置设有定位孔 (221); 所述回收单元 (1) 的四方棱柱体框架 (111) 底部表

面四个角的位置设有定位突起 (1111) ;所述的定位孔 (221) 与定位突起 (1111) 相吻合接触。

9. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法,其特征在于:所述的海底热流探针 (24) 其包括探针长杆 (2401) 和探针仓体 (2402) ;其中,所述的探针长杆 (2401) 为中空结构,该探针长杆 (2401) 的一端与所述的探针仓体 (2402) 通过螺纹连接,其另一端由可拆卸的圆锥状探针头 (2403) 封闭;所述的探针仓体 (2402) 内部设有测温电路板 (2404),其外部设有电缆接头出口 (2405) 和导热油灌油口 (2406) ;所述的海底热流探针内部设有至少四个温度传感器 (2407),该至少四个温度传感器 (2407) 一端的温度探头 (2408) 在所述的探针长杆 (2401) 内部空间沿探针长杆 (2401) 轴向等间距分布,其另一端深入所述的探针仓体 (2402) 内固定并通过导线与测温电路板 (2404) 相连;在所述的探针长杆 (2401) 内,每两个所述的温度探头 (2408) 之间设置至少一个沿探针长杆 (2401) 径向分布的热对流屏蔽片 (2409),所述的测温电路板 (2404) 输出的信号通过电缆经由电缆接头出口 (2405) 与外部主控系统相连;所述的导热油灌油口 (2406) 通过灌油导管 (2410) 通向所述的探针长杆 (2401) 内部。

10. 根据权利要求 9 所述的方法,其特征在于:所述的海底热流探针 (24) 进一步包括一固定杆 (2411),所述的固定杆 (2411) 包括杆体和中空螺栓,所述的杆体位于探针长杆 (2401) 内部,所述的中空螺栓与探针仓体 (2402) 和探针长杆 (2401) 的连接处螺纹连接,所述的杆体一端与探针头 (2403) 螺纹连接,其另一端固定于中空螺栓的内部,在该中空螺栓的头部围绕所述杆体开设有与温度传感器 (2407) 数量相等的通孔,所述温度传感器 (2407) 的另一端穿过相应的通孔延伸至探针仓体 (2402) 中,所述的热对流屏蔽片 (2409) 和温度探头 (2408) 均固定在所述杆体上。

## 一种海底热流长期观测的数据采集方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种海底探测方法,具体涉及一种海底热流长期观测的数据采集方法。

### 背景技术

[0002] 大地热流是地球内部热过程在海底的直接显示,不仅是了解地球热散失速率的关键参数,而且是开展地球动力学研究与重建沉积盆地演化、油气与水合物资源潜力评价的基础数据。因此研发设备开展海底热流测量具有国家战略意义。

[0003] 海底热流可以通过钻孔测温和海底热流探针进行测量。由于石油钻孔和大洋钻探钻孔分布区域有限,而海底热流探针便于船载,作业相对灵活,费用较低,且可根据实际科学问题和感兴趣海域进行精细测量,因此海底热流探针是获取海洋热流数据的重要手段。在 20 世纪 50 年代,研究学者利用设计的地热探针在北大西洋海域成功地进行了热流探测,开辟了海底热流调查的时代。随着热工测量理论的完善及其技术方法的进步,以及计算机技术和大规模集成电路技术与存储技术的进步和普及应用,经过近半个多世纪的发展,海底热流探针探测技术也得到迅速发展,成为获取海洋热流数据的重要手段。

[0004] 现有的海底热流探测研究区域中,包括卡罗林海脊区在内的水深在 1200 米以内的海域并不少,且这一区域通常也是非常重要的构造区域。这些构造带(孕震带)的物理、化学过程都依赖于其内部温度分布。因此,获取这些构造带的热结构信息是非常重要的。而海底热流又是获取构造带热结构非常重要的约束条件。因此有必要对该类区域进行海底热流方面的深入探测。但是,在这些海域,其底水温度往往出现较大的周期性波动,导致海底表层沉积物温度也受到周期性影响,使得同一站位不同时间测量的地温梯度出现明显变化,无法真正反映该站位的热状态,因此利用常规的海底热流探针(Ewing 型和 Lister 型探针)在底水温度波动较大的海域很难获取可靠的海底热流。

[0005] 鉴于常规海底热流探针在底水温度波动较大海域测量的局限性,有必要研发一种可实现对海底热流进行长期观测和数据采集的方法,以有效消除底水温度变化的影响,获取可靠的海底热流数据,与使用常规热流探针的数据采集方法形成良好的互补。

### 发明内容

[0006] 为了解决上述问题,本发明的目的在于提供一种海底热流长期观测的数据采集方法,以期能够在海底热流探测过程中实现长期的海底热流数据采集,获取的海底长期温度观测数据能够消除底水温度波动对沉积物表层温度影响。

[0007] 本发明的上述目的是通过以下技术方案实现的:

[0008] 一种海底热流长期观测的数据采集方法,包括以下步骤:

[0009] 第一步:在待观测海域,利用重力取样器采集样品进行底质分析,确定海底热流长期观测基站投放站位;同时在重力取样器管外安装有表层探针,获取海底表层沉积物的原位热物性参数,并测量采集的沉积物样品热导率,以计算热流;

[0010] 第二步:将海底热流长期观测基站用浮力缆绳分别连接大吨位的第一声学释放器 51 和第二声学释放器 52;第一声学释放器 51 和第二声学释放器 52 均再连接到一地质绞车钢缆 7 的末端;然后在第一步确定的投放站位通过地质绞车将海底热流长期观测基站和第一声学释放器 51、第二声学释放器 52 投放到海水中,投放过程中通过第一声学释放器 51 和第二声学释放器 52 实时监控设备离底情况,当离底 18 ~ 22m 时停留 5-10 分钟,等待海底热流长期观测基站达到垂直,同时测量温度数据用于各测温通道之间的相对温差校正,然后再通过甲板控制单元给第一声学释放器 51 发送释放命令,让海底热流长期观测基站自由下落并竖直的插入海底沉积物;

[0011] 所述的海底热流长期观测基站包括回收单元 1、抛弃单元 2 和电缆斩断机构 3;其中,回收单元 1 设有回收支架,回收支架内部盛放有 2 个小吨位的第三声学释放器 13,第三声学释放器 13 底部设有可闭合挂钩 131,回收支架还载有至少 6 个浮球 14;抛弃单元 2 设有抛弃支架,抛弃支架下方固定连接热流探针 24,抛弃支架内带有配重块 28;回收单元 1 和抛弃单元 2 通过两端连接第三声学释放器 13 底部的可闭合挂钩 131 的钢丝绳 4 固定在一起;电缆斩断机构 3 固定于回收单元 1 的回收支架底部并通过活动挂钩连接钢丝绳 4,电缆 0 从抛弃单元 2 出发后进入电缆斩断机构 3,再从电缆斩断机构 3 穿出后连接回收单元 1 的浮球 14;通过钢丝绳 4 从张紧到松弛的变化启动电缆斩断机构 3 斩断电缆 0;

[0012] 第三步:所述的海底热流长期观测基站插入海底沉积物 9 到底后,该海底热流长期观测基站通过其自带的第三声学释放器 13 将其到底后的参数发回甲板控制单元 8,根据发回参数调整海底热流长期观测基站,直到确定海底热流长期观测基站到底后的倾斜角度  $<10^{\circ}$  且前端温度探针明显感应到摩擦热和地温效应,然后给第二声学释放器 52 发送释放命令,将海底热流长期观测基站留在海底,回收地质绞车钢缆 7,将第一声学释放器 51 和第二声学释放器 52 收回;

[0013] 第四步:所述的海底热流长期观测基站留在海底进行观测(持续三个月左右)后,在第一步所述的投放站位附近,通过甲板控制单元 8 给海底热流长期观测基站自带的第三声学释放器 13 发送释放命令,使第三声学释放器 13 打开其底部的可闭合挂钩 131,与其连接的钢丝绳 4 脱落,从张紧变为松弛状态,从而启动电缆斩断机构 3 斩断电缆 0,断开所有连接的回收单元 1 和抛弃单元 2 凭借浮球 14 和配重块 28 完成彻底分离,分离后的回收单元 1 上浮至海面被回收,完成海底热流长期观测的数据采集。

[0014] 本发明所述的海底热流长期观测数据采集方法中,第一声学释放器 51 和第二声学释放器 52 分别通过第一浮力缆绳 61 和第二浮力缆绳 62 与海底热流长期观测基站连接,其中,第一浮力缆绳 61 和第二浮力缆绳 62 的长度比为 1:20 ~ 30,优选 1:25。

[0015] 本发明所述的海底热流长期观测数据采集方法中,所述的回收支架包括纵向的中心架 11,以及围绕中心架 11 在水平方向分两层设置的水平架 12;所述的中心架 11 由纵向的四方棱柱体框架 111 和从四方棱柱体框架内部 1/2 高度处向上延伸出来的一垂直立板 112 构成;所述的垂直立板 112 与四方棱柱体框架 111 之间固定连接;所述的四方棱柱体框架 111 内部盛放有 2 个第三声学释放器 13,分别悬挂于所述的垂直立板 112 两侧,所述的第三声学释放器 13 底部设有可闭合挂钩 131,由第三声学释放器 13 内部的步进电机带动其开闭;所述的中心架 11 周围设有至少 6 个浮球 14,由所述的两层水平架 12 支撑;

[0016] 所述的抛弃支架包括一顶部表面为正方形的支撑框架 21、处于支撑框架 21 顶部



表面上的连接框架 22、处于支撑框架 21 顶部表面下方的热流探针固定装置 23、以及通过热流探针固定装置 23 固定于所述支撑框架 21 下方的热流探针 24；所述的连接框架 22 与所述支撑框架 21 之间固定连接，所述的支撑框架 21 与热流探针固定装置 23 之间固定连接；所述的连接框架 22 内部设有 2 个对称平行分布的钢丝绳张紧部件 25；

[0017] 所述抛弃单元 2 的连接框架 22 顶部表面与所述回收单元 1 的四方棱柱体框架 111 底部表面相吻合接触；所述的钢丝绳 4 穿过连接框架 22 内部的两个钢丝绳张紧部件 25，两端分别上行跨过连接框架 22 和四方棱柱体框架 111 相接触结构的外边缘，最终呈环状与所述第三声学释放器 13 底部的可闭合挂钩 131 相钩连；抛弃支架内带有配重块 28；所述的电缆斩断机构 3 位于所述抛弃单元 2 的连接框架 22 和回收单元 1 的四方棱柱体框架 111 相接触后形成的空间内。

[0018] 所述的电缆斩断机构 3 进一步优选以下两种具体结构中的任意一种：

[0019] 结构 A，其包括：

[0020] 电缆压板 32A，所述电缆压板 32A 的下表面开设有一用于与刀片 312A 配合的第一凹槽 321A 和一用于嵌入电缆的第二凹槽 322A，所述第一凹槽 321A 和第二凹槽 322A 相互垂直且组成十字形结构，所述第一凹槽 321A 的深度大于第二凹槽 322A 的深度；所述第二凹槽 322A 贯穿其所在电缆压板 32A 的两端；

[0021] 刀片盒 31A，所述刀片盒 31A 的顶部伸入第一凹槽 321A 内与电缆压板 32A 固定连接，并且在刀片盒 31A 与第一凹槽 321A 走向平行的其中一侧面上开设有一纵向延伸的通孔 311A，所述刀片盒 31A 内设有刀片 312A，该刀片 312A 的刀刃朝上正对第一凹槽 321A，且该刀片其中一侧面上设有凸起的回位装置 3121A，所述回位装置 3121A 通过通孔 311A 向刀片盒 31A 的外部凸出，并可在通孔 311A 内上下滑动，所述刀片 312A 两侧面的下部设有凹陷式卡槽；所述刀片盒 31A 内并设有一上方开口的托架 314A 和压缩弹簧 313A，所述压缩弹簧 313A 的一端穿过该开口与托架 314A 固定连接，其另一端与刀片 312A 固定连接，该压缩弹簧 313A 完全释放后足以使刀片 312A 到达第一凹槽 321A 内对电缆进行切割；所述托架 314A 的下方和外围设有一弹射控制单元；

[0022] 所述弹射控制单元包括一对转动杆 315A、一对支撑板 316A 以及一扭簧 317A，该一对转动杆对所述托架及其内部的压缩弹簧 313A 形成包围，每个转动杆 315A 均由顶部可嵌入所述凹陷式卡槽内的卡块 3151A 以及与所述卡块 3151A 固定连接的倒 L 型省力杠杆构成，所述倒 L 型省力杠杆于折点位置通过一固定杆固定于刀片盒 31A 内侧面并以该固定杆为轴作整体转动；该一对支撑板 316A 分别固定于扭簧 317A 的两个末端扭转臂上，并于各自的远端与所述倒 L 型省力杠杆底部形成转动连接；

[0023] 挂钩 33A，所述挂钩 33A 与通过钢丝绳连接扭簧 317A 的中部。

[0024] 或者，

[0025] 结构 B，其包括：

[0026] 电缆压板 32B，所述电缆压板 32B 的下表面开设有一用于与刀片 312B 配合的第一凹槽 321B 和一用于嵌入电缆的第二凹槽 322B，所述第一凹槽 321B 和第二凹槽 322B 相互垂直且组成十字形结构，所述第一凹槽 321B 的深度大于第二凹槽 322B 的深度；

[0027] 刀片盒 31B，所述刀片盒 31B 顶部的长度方向与第一凹槽 321B 平行且与电缆压板 32B 固定连接，并且在刀片盒 31B 与第一凹槽 321B 走向平行的其中一侧面上开设有一纵

向延伸的通孔 311B, 所述刀片盒 31B 内设有刀片 312B, 该刀片 312B 的刀刃朝上正对第一凹槽 321B, 且该刀片 312B 其中一侧面上设有凸起的回位装置 3121B, 所述回位装置 3121B 通过通孔 311B 向刀片盒 31B 的外部凸出, 并可在通孔 311B 内上下滑动, 所述刀片 312B 另一侧面的中部设有一刀片卡槽 3122B; 所述刀片 312B 的下缘固定连接压缩弹簧 313B 的一端, 压缩弹簧 313B 的另一端固定于刀片盒 31B 的内底面, 所述压缩弹簧 313B 完全释放后足以使刀片 312B 到达第一凹槽 321B 内对电缆进行切割;

[0028] 斩缆机构固定块 35B, 所述斩缆机构固定块 35B 固定于刀片盒 31B 设有通孔 311B 的一面下部;

[0029] 弹射控制盒 34B, 所述弹射控制盒 34B 与刀片盒 31B 相通且位于远离斩缆机构固定块 35B 的一侧; 所述弹射控制盒 34B 上部固定有扳机片 341B 和刀片卡锁 342B; 扳机片 341B 为整体呈 L 形的曲板, 于近拐点处通过扳机片转动轴 3412B 固定在弹射控制盒 34B 内侧面上并以扳机片转动轴 3412B 为轴整体转动, 其远轴端水平放置, 近轴端向下; 刀片卡锁 342B 是整体呈反 Z 形的曲板, 于某一拐点处通过刀片卡锁转动轴 3422B 固定在弹射控制盒 34B 内侧面上, 并以刀片卡锁转动轴 3422B 为轴整体转动, 其远轴端可与扳机片 341B 的近轴端相扣搭, 其近轴端可嵌入刀片 312B 的刀片卡槽 3122B 中; 扳机片 341B 和刀片卡锁 342B 的远轴端分别通过扳机片固定簧 3411B 和刀片卡锁固定簧 3421B 连接于弹射控制盒 34B 顶板;

[0030] 挂钩 33B, 所述挂钩 33B 设置于弹射控制盒 34B 的下侧, 其中, 挂钩 33B 上部穿过弹射控制盒 34B 底部表面并位于弹射控制盒 34B 内, 并套有挂钩伸缩弹簧 331B, 所述挂钩伸缩弹簧 331B 上端与挂钩 33B 顶部固定连接, 下端与弹射控制盒 34B 内底表面固定连接, 挂钩 33B 顶端设有正对扳机片 341B 远轴端的撞击柱 332B。

[0031] 本发明所述的海底热流长期观测数据采集方法中, 优选的海底热流长期观测基站中的刀片、压缩弹簧、扭簧等组件均为钛合金材料制成。

[0032] 本发明所述的海底热流长期观测数据采集方法中, 优选的热流探针固定装置 23 为一长度与所述支撑框架 21 高度相等的圆筒, 其下端与海底热流探针 24 固定连接; 所述的固定装置内部有电缆接头压管 26, 起始端起始于海底热流探针 24, 管体沿轴向贯穿热流探针固定装置 23 内部, 并穿过支撑框架 21 顶表面的圆孔进入连接框架 22 和回收单元 1 的四方棱柱体框架 111 相接触后形成的空间内, 终端位于电缆斩断机构 3 旁边。

[0033] 本发明所述的海底热流长期观测数据采集方法中, 优选的海底热流长期观测基站中, 所述的电缆接头压管 26 终端设置一上大下小的塞型螺栓 27, 电缆通过塞型螺栓 27 进入电缆接头压管 26, 最终与海底热流探针 24 相连。

[0034] 本发明所述的海底热流长期观测数据采集方法中, 优选的海底热流长期观测基站中, 所述抛弃单元 2 的连接框架 22 顶部表面四个角的位置设有定位孔 221; 所述回收单元 1 的四方棱柱体框架 111 底部表面四个角的位置设有定位突起 1111; 所述的定位孔 221 与定位突起 1111 相吻合接触。

[0035] 本发明所述的海底热流长期观测数据采集方法中, 优选的海底热流长期观测基站中, 所述的海底热流探针 24 其包括探针长杆 2401 和探针仓体 2402; 其中, 所述的探针长杆 2401 为中空结构, 该探针长杆 2401 的一端与所述的探针仓体 2402 通过螺纹连接, 其另一端由可拆卸的圆锥状探针头 2403 封闭; 所述的探针仓体 2402 内部设有测温电路板 2404, 其

外部设有电缆接头出口 2405 和导热油灌油口 2406 ;所述的海底热流探针内部设有至少四个温度传感器 2407,该至少四个温度传感器 2407 一端的温度探头 2408 在所述的探针长杆 2401 内部空间沿探针长杆 2401 轴向等间距分布,其另一端深入所述的探针仓体 2402 内固定并通过导线与测温电路板 2404 相连 ;在所述的探针长杆 2401 内,每两个所述的温度探头 2408 之间设置至少一个沿探针长杆 2401 径向分布的热对流屏蔽片 2409,所述的测温电路板 2404 输出的信号通过电缆经由电缆接头出口 2405 与外部主控系统相连 ;所述的导热油灌油口 2406 通过灌油导管 2410 通向所述的探针长杆 2401 内部。

[0036] 所述的海底热流探针 24 进一步包括一固定杆 2411,所述的固定杆 2411 包括杆体和中空螺栓,所述的杆体位于探针长杆 2401 内部,所述的中空螺栓与探针仓体 2402 和探针长杆 2401 的连接处螺纹连接,所述的杆体一端与探针头 2403 螺纹连接,其另一端固定于中空螺栓的内部,在该中空螺栓的头部围绕所述杆体开设有与温度传感器 2407 数量相等的通孔,所述温度传感器 2407 的另一端穿过相应的通孔延伸至探针仓体 2402 中,所述的热对流屏蔽片 2409 和温度探头 2408 均固定在所述杆体上。所述杆体的外直径与所述的探针长杆 2401 的内直径之间的比值小于 1:2,所述温度探头 2408 使用扎带固定在所述的杆体上 ;所述的热对流屏蔽片 2409 使用螺丝固定在所述的杆体上,所述的探针长杆 2401 的长度与外直径比为 30 ~ 40:1 ;所述的探针长杆 2401 的长度 150cm,外直径 4 ~ 5cm,内直径 2 ~ 3cm,其内部沿轴向等间距分布 5 ~ 6 个温度探头 2408,每两个相邻温度探头 2408 之间的间距为 20 ~ 30cm,同时在其内部沿轴向每隔 10cm 设置一个热对流屏蔽片 2409。

[0037] 所述的各螺纹连接处、所示的电缆接头出口、导热油灌油口、以及探针长杆内部与探针仓体内部之间的各种接口处都进行水密处理,例如可以使用橡胶密封圈、强力胶水等进行水密处理。

[0038] 本发明所述的海底热流长期观测数据采集方法中,第二步优选先在所述的海底热流长期观测基站的回收单元 1 的回收支架上安装各种传感器,包括底水温度传感器、深海压力传感器和 / 或姿态传感器 ;所述的回收单元 1 的浮球 14 为密封玻璃球,其中一个浮球为数据采集仓,里面放置了系统的数采系统,另外一个则放置了电池仓 ;所述的数据采集仓仓体预留八个水密电缆接头,供外部传感器接进数据采集仓。所述的电池仓预留四个接口供外部使用。

[0039] 本发明所述的海底热流长期观测数据采集方法中,所述的小吨位声学释放器的电子、软件、电源供给等各个功能模块完全独立于海底热流长期观测基站,仅受甲板控制单元控制 ;所述的回收单元的回收支架上方还可安装回收旗和无线电信标。当回收单元漂浮在海面时,回收支架上面的信标露出海面开始工作,发出信号,科考人员可以通过接收信号打捞到回收单元。并且回收单元上面有红色的回收旗作为标记,也便于漂浮海面的时候被发现。

[0040] 本发明所述的海底热流长期观测数据采集方法中,正常情况下,回收单元 1 和抛弃单元 2 的分离首先启动上述电缆斩断机构 3,如果斩断成功,回收单元 1 正常上浮 ;如果斩断不成功、或者部分斩断时,本发明优选的方案在电缆接头压管 26 末段设置了塞型螺栓 27,将电缆接头压管 26 中电缆的受力位置集中到塞型螺栓 27 上面,在回收单元 1 上浮的过程中,回收单元 1 和抛弃单元 2 分离,进而电缆接头压管 26 随回收单元上浮,压紧的力消失,此时可利用浮球浮力和配重块重力拔出电缆,保证回收单元正常上浮。

[0041] 现有技术中,长期数据采集是任何深海长期监测系统需要面临和解决的技术难题,鉴于海底条件及海况等因素复杂,长期观测和数据采集存在较高的风险。本发明所提供的海底热流长期观测数据采集方法显著提高了观测成功率、降低了观测风险。本发明方法中,第一步通过作业前进行底质调查,选取了合适的站位;第二步投放时,基于双释放器并联的释放方式,使用了2个大吨位声学释放器进行保护式投放;同时使用了可以实现回收单元和抛弃单元自行分离的海底热流长期观测基站,保证了数据采集后的顺利回收。上述这些步骤和方法同时使用,在最大程度上提高了海底热流长期观测基站投放、回收的可靠性和成功率,显著降低了海底热流长期观测的风险,避免了现有技术中数据采集方法不当导致的设备损失。

## 附图说明

[0042] 图1是本发明方法第二步海底热流长期观测基站投放过程示意图。

[0043] 图2是本发明方法第三步海底热流长期观测基站调整完成状态示意图。

[0044] 图3是本发明方法第四步海底热流长期观测基站释放回收过程示意图。

[0045] 图4是本发明方法中使用的海底热流长期观测基站总体结构示意图。

[0046] 图5是本发明方法中使用的海底热流长期观测基站回收单元框架结构示意图。

[0047] 图6是本发明方法中使用的海底热流长期观测基站抛弃单元结构示意图。

[0048] 图7是本发明方法中使用的海底热流长期观测基站回收单元、抛弃单元和电缆斩断机构位置关系示意图。

[0049] 图8是图7中A部位的仰视图。

[0050] 图9为图7中B部位的俯视图。

[0051] 图10是实施例1方法中使用的海底热流长期观测基站电缆斩断机构总体结构示意图。

[0052] 图11是实施例1方法中使用的海底热流长期观测基站电缆斩断机构另一侧面结构示意图。

[0053] 图12是实施例2方法中使用的海底热流长期观测基站电缆斩断机构总体结构示意图。

[0054] 图13是实施例2方法中使用的海底热流长期观测基站电缆斩断机构另一侧面结构示意图。

[0055] 图14是本发明方法使用的海底热流长期观测基站的热流探针整体结构示意图。

[0056] 图15是本发明方法使用的海底热流长期观测基站的热流探针长杆内部结构示意图。

[0057] 图16是本发明方法使用的海底热流长期观测基站的热流探针固定杆结构的示意图。

[0058] 图17为固定杆与探针的装配图。

[0059] 图中标记说明如下:

[0060] 1、回收单元;11、中心架;111、四方棱柱体框架;1111、定位突起;112、垂直立板;12、水平架;13、声学释放器;131、可闭合挂钩;14、浮球;2、抛弃单元;21、支撑框架;22、连接框架;221、定位孔;23、热流探针固定装置;24、热流探针;2401、探针长杆;2402、探针

仓体 ;2403、探针头 ;2404、测温电路板 ;2405、电缆接头出口 ;2406、导热油灌油口 ;2407、温度传感器 ;2408、温度探头 ;2409、热对流屏蔽片 ;2410、灌油导管 ;2411、固定杆 ;25、钢丝绳张紧部件 ;26、电缆接头压管 ;27、塞型螺栓 ;28、配重块 ;3、电缆斩断机构 ;31A、刀片盒 ;311A、通孔 ;312A、刀片 ;3121A、回位装置 ;313A、压缩弹簧 ;314A、托架 ;315A、转动杆 ;3151A、卡块 ;316A、支撑板 ;317A、扭簧 ;32A、电缆压板 ;321A、凹槽 ;322A、凹槽 ;33A、挂钩 ;31B、刀片盒 ;311B、通孔 ;312B、刀片 ;3121B、回位装置 ;3122B、刀片卡槽 ;313B、压缩弹簧 ;32B、电缆压板 ;321B、凹槽 ;322B、凹槽 ;33B、挂钩 ;331B、挂钩伸缩弹簧 ;332B、撞击柱 ;34B、弹射控制盒 ;341B、扳机片 ;3411B、扳机片固定簧 ;3412B、扳机片转动轴 ;342B、刀片卡锁 ;3421B、刀片卡锁固定簧 ;3422B、刀片卡锁转动轴 ;35B、斩缆机构固定块 ;4、钢丝绳 ;51、声学释放器 ;52、声学释放器 ;61、浮力缆绳 ;62、浮力缆绳 ;7、地质绞车钢缆 ;8、甲板控制单元 ;9、海底沉积物 ;0、电缆。

### 具体实施方式

[0061] 下面结合具体实施方式对本发明作进一步的说明。其中,附图仅用于示例性说明,表示的仅是示意图,而非实物图,不能理解为对本专利的限制;为了更好地说明本发明的实施例,附图某些部件会有省略、放大或缩小,并不代表实际产品的尺寸;对本领域技术人员来说,附图中某些公知结构及其说明可能省略是可以理解的。

[0062] 本发明实施例的附图中相同或相似的标号对应相同或相似的部件;在本发明的描述中,需要理解的是,若有术语“上”、“下”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此附图中描述位置关系的用语仅用于示例性说明,不能理解为对本专利的限制。

#### [0063] 实施例 1

[0064] 一种海底热流长期观测的数据采集方法,包括以下步骤:

[0065] 第一步:在待观测海域,利用重力取样器采集样品进行底质分析,确定海底热流长期观测基站投放站位;同时在重力取样器管外安装小型探针,获取海底表层沉积物的原位热物性参数,并测量采集的沉积物样品热导率,以计算热流;

[0066] 第二步:如图 1 所示,将海底热流长期观测基站用浮力缆绳 61 和 62 分别连接大吨位声学释放器 51 和 52,两根浮力缆绳 61 和 62 长度比为 2m:50m;大吨位声学释放器 51 和 52 再连接到地质绞车钢缆 7 末端;然后在第一步确定的投放站位通过地质绞车将海底热流长期观测基站和大吨位声学释放器 51 和 52 投放到海水中,投放过程中通过大吨位声学释放器 51 和 52 实时监控设备离底情况,当离底 18~22m 时停留 5-10 分钟,等待海底热流长期观测基站达到垂直,同时测量温度数据用于各测温通道之间的相对温差校正,然后再通过甲板控制单元给大吨位声学释放器 51 发送释放命令,让海底热流长期观测基站自由下落并尽可能竖直的插入海底沉积物;

[0067] 如图 4-9 所示,所述的海底热流长期观测基站大体上由回收单元 1、抛弃单元 2 和电缆斩断机构 3 构成;回收单元 1 设有回收支架,回收支架内部盛放有 2 个小吨位声学释放器 13,声学释放器 13 底部设有可闭合挂钩 131,回收支架还载有至少 6 个浮球 14;抛弃单元 2 设有抛弃支架,抛弃支架下方固定连接热流探针 24,抛弃支架内带有配重块 28;回收单

元 1 和抛弃单元 2 通过两端连接声学释放器 13 底部的可闭合挂钩 131 的钢丝绳 4 固定在一起；电缆斩断机构 3 固定于回收单元 1 的回收支架底部，电缆 0 从抛弃单元 2 出发后进入电缆斩断机构 3，再从电缆斩断机构 3 穿出后连接回收单元 1 的浮球 14；通过钢丝绳 4 从张紧到松弛的变化启动电缆斩断机构 3 斩断电缆 0。

[0068] 所述的回收支架包括纵向的中心架 11，以及围绕中心架 11 在水平方向分两层设置的水平架 12；所述的中心架 11 由纵向的四方棱柱体框架 111 和从四方棱柱体框架内部 1/2 高度处向上延伸出来的一垂直立板 112 构成；所述的垂直立板 112 与四方棱柱体框架 111 之间固定连接；所述的四方棱柱体框架 111 内部盛放有 2 个第三声学释放器 13，分别悬挂于所述的垂直立板 112 两侧，所述的第三声学释放器 13 底部设有可闭合挂钩 131，由第三声学释放器 13 内部的步进电机带动其开闭；所述的中心架 11 周围设有至少 6 个浮球 14，由所述的两层水平架 12 支撑；

[0069] 所述的抛弃支架包括一顶部表面为正方形的支撑框架 21、处于支撑框架 21 顶部表面上的连接框架 22、处于支撑框架 21 顶部表面下方的热流探针固定装置 23、以及通过热流探针固定装置 23 固定于所述支撑框架 21 下方的热流探针 24；所述的连接框架 22 与所述支撑框架 21 之间固定连接，所述的支撑框架 21 与热流探针固定装置 23 之间固定连接；所述的连接框架 22 内部设有 2 个对称平行分布的钢丝绳张紧部件 25；

[0070] 所述抛弃单元 2 的连接框架 22 顶部表面与所述回收单元 1 的四方棱柱体框架 111 底部表面相吻合接触；所述的钢丝绳 4 穿过连接框架 22 内部的两个钢丝绳张紧部件 25，两端分别上行跨过连接框架 22 和四方棱柱体框架 111 相接触结构的外边缘，最终呈环状与所述第三声学释放器 13 底部的可闭合挂钩 131 相钩连；抛弃支架内带有配重块 28；所述的电缆斩断机构 3 位于所述抛弃单元 2 的连接框架 22 和回收单元 1 的四方棱柱体框架 111 相接触后形成的空间内。

[0071] 如图 10 和 11 所示，所述的电缆斩断机构 3 主要由刀片盒 31A、电缆压板 32A 和活动挂钩 33A 组成；所述的电缆压板 32A 为厚度在电缆直径 2 倍以上的水平放置的长方体，在所述长方体下表面开有相互垂直的十字形凹槽，其中较深的凹槽 321A 深度是较浅的凹槽 322A 深度的 1.2-1.5 倍，较浅的凹槽 322A 宽度足以使电缆嵌入；所述的刀片盒 31A 顶部伸入较深的凹槽 321A 内与电缆压板 32A 固定连接，并开设通孔保持较浅凹槽 322A 的贯通，与较深的凹槽 321A 的走向平行的某个侧面露出部分的上 2/3 段设有纵向延伸的通孔 311A；所述的刀片盒 31A 内部设有刀片 312A，所述的刀片 312A 刀刃朝上正对较深凹槽 321A，刀片 312A 某一侧面上设有凸起的圆柱形或棱柱形回位装置 3121A，回位装置 3121A 穿过通孔 311A 向刀片盒 31A 外部凸出，并可在通孔 311A 内上下滑动；所述刀片 312A 下缘固定连接强力压缩弹簧 313A，强力压缩弹簧 313A 被完全压缩后刀片 312A 上缘处于刀片盒 31A 内上 1/6 处，而强力压缩弹簧 313A 完全释放后足以使刀片 312A 到达较深的凹槽 321A 内，刀片 312A 两侧面下部均设有凹陷式卡槽；强力压缩弹簧 313A 固定于刀片盒 31A 内中下部的半开放托架 314A 上，半开放托架 314A 下方和外围设有弹射控制单元，弹射控制单元下方连接所述的活动挂钩 33A；所述的弹射控制单元包括一对转动杆 315A、一对支撑板 316A 和一组强力扭簧 317A；一对转动杆 315A 对所述的半开放托架 314A 及其内部的强力压缩弹簧 313A 形成包围，每个转动杆 315A 都由顶端可嵌入刀片 312A 侧面下部卡槽内的卡块 3151A 和倒 L 型省力杠杆构成，所述倒 L 型省力杠杆于折点位置固定于刀片盒 31A 内侧面并能以固定点

为轴整体转动；一对支撑板 316A 分别固定于强力扭簧 317A 的两个末端扭转臂上，并于各自的远端与所述的转动杆 315A 底部形成转动连接；所述的强力扭簧 317A 中部通过钢丝绳连接所述的活动挂钩 33A。

[0072] 如图 4-9 所示，抛弃单元 2 的热流探针固定装置 23 为一长度与所述支撑框架 21 高度相等的圆筒，其下端与海底热流探针 24 固定连接；所述的固定装置内部有电缆接头压管 26，起始端起始于海底热流探针 24，管体沿轴向贯穿热流探针固定装置 23 内部，并穿过支撑框架 21 顶表面的圆孔进入连接框架 22 和回收单元 1 的四方棱柱体框架 111 相接触后形成的空间内，终端位于电缆斩断机构 3 的刀片盒 31A 旁边。所述的电缆接头压管 26 终端设置一上大下小的塞型螺栓 27，电缆通过塞型螺栓 27 进入电缆接头压管 26，最终与海底热流探针 24 相连。抛弃单元 2 的连接框架 22 顶部表面四个角的位置设有定位孔 221；所述回收单元 1 的四方棱柱体框架 111 底部表面四个角的位置设有定位突起 1111；所述的定位孔 221 与定位突起 1111 相吻合接触。

[0073] 海底热流探针 24，如图 14 所示，它主要由探针长杆 2401 和探针仓体 2402 构成；所述的探针长杆 2401 为中空结构的圆柱，其一端与所述的探针仓体 2402 通过螺纹连接，其另一端由可拆卸的圆锥状探针头 2403 封闭；如图 14、16 和 17 所示，所述的探针仓体 2402 内部设有测温电路板 2404，外部设有电缆接头出口 2405 和导热油灌油口 2406；如图 13 所示，所述的热流探针内部设有至少 4 个温度传感器 2407，其一端的温度探头 2408 在所述的探针长杆 2401 内部空间沿轴向等间距分布（每两个温度探头 2408 之间间隔 30cm）其另一端深入所述的探针仓体 2402 内固定并通过导线与测温电路板 2404 相连（参见图 14、16）；如图 15 所示，在所述的探针长杆 2401 内，每两个所述的温度探头 2408 之间设置 2 个垂直于长杆轴的热对流屏蔽片 2409（每两个热对流屏蔽片 2409 之间间隔 10cm），所述的热对流屏蔽片 2409 是聚丙烯纤维以放射状形式构成的圆片型毛刷。在海底热流探测中，海底热流探针插入海底沉积物中后，沉积物的不同深度会存在温度差异，这样会导致导热油因温度差异而产生分子热运动，此时温度测量的准确性大大下降。为此，本发明所述的海底热流探针结构中特别设置了位于两个温度传感器探头之间的热对流屏蔽片，所述的热对流屏蔽片是由纤维物质以放射状形态形成的，具有细密的缝隙，既可以允许导热油等介质通过，又能够限制其两边的导热油等介质之间的分子间热运动，由此屏蔽了不同区域的导热油等介质之间的热对流，从而进一步提高了温度测量的准确性，特别是在探针长杆内部每隔 10cm 设置一个热对流屏蔽片时，能够最大程度地避免其两侧导热油之间的热对流，达到非常高的测量精确度，同时也达到了探针制造成本与测量准确性的最佳平衡状态。所述的测温电路板 2404 发出的电缆通过电缆接头出口 2405 与外部主控系统相连；所述的导热油灌油口 2406 通过灌油导管 2410 通向所述的探针长杆 2401 内部。

[0074] 如图 15-17 所示，在所述的热流探针内部进一步设置一固定杆 2411，所述的固定杆 2411 是一端套有中空螺栓的细长杆，其无螺栓部分处于所述的探针长杆 2401 内部，贯穿整个探针长杆 2401，并与所述的探针头 2403 螺纹连接（参见图 15），在另一端的螺栓头部围绕细长杆与螺栓头部连接的位置开设 3 个以上的通孔（参见图 16 和 17）；所述的中空螺栓与探针长杆和探针仓体相连的结构螺纹连接（参见图 16 和 17）；所述的热对流屏蔽片与温度传感器的温度探头均固定在所述的固定杆的细长杆上，温度传感器的另一端穿过所述通孔进入所述的探针仓体内（参见图 16 和 17）。

[0075] 在进行海底热流探测前,先将海底热流探针平放,从所述的导热油灌油口 2406 通过灌油导管向所述的探针长杆 2401 内部灌入导热油,同时打开所述的可拆卸圆锥状探针头 2403(即将探针头 2403 从探针长杆 2401 取下),待导热油从探针头 2403 处溢出后关闭探针头 2403(即将探针头 2403 与探针长杆 2401 紧固),继续灌油至整个探针长杆 2401 内部空间充满导热油并从导热油灌油口 2406 溢出,封闭导热油灌油口 2406,再按照常规方法将所述的海底热流探针安装在自浮式海底热流长期观测站的抛弃单元 2,用于海底热流探测。

[0076] 所述海底热流探针的各螺纹连接处、所示的电缆接头出口、导热油灌油口、以及探针长杆内部与探针仓体内部之间的各种接口处都进行水密处理,例如可以使用橡胶密封圈、强力胶水等进行水密处理。

[0077] 第三步:第二步所述的海底热流长期观测站插入海底沉积物 9 到底后,其自带的小吨位声学释放器 13 将其到底后的参数发回甲板,根据发回参数调整海底热流长期观测站,直到确定海底热流长期观测站到底后的倾斜角度 $<10^{\circ}$ 且前端温度探针明显感应到摩擦热和地温效应,然后给大吨位声学释放器 52 发送释放命令,将海底热流长期观测站留在海底(参见图 2),回收地质绞车钢缆,将两套大吨位声学释放器 51 和 52 收回;

[0078] 第四步:第二步所述的海底热流长期观测站留在海底观测 3 个月后,在第一步所述的投放站位附近,通过甲板控制单元给海底热流长期观测站自带的小吨位声学释放器 13 发送释放命令,使小吨位声学释放器 13 打开其底部的可闭合挂钩 131,与其连接的钢丝绳 4 脱落,从张紧变为松弛状态,从而启动电缆斩断机构 3 斩断电缆 0,断开所有连接的回收单元和抛弃单元凭借浮球 14 和配重块 28 完成彻底分离,分离后的回收单元上浮至海面被回收(参见图 3),完成海底热流长期观测的数据采集。

[0079] 该电缆斩断机构 3 完成电缆 0 的斩断过程如下:海底热流长期观测站接到船载甲板控制单元 8 发出的脱钩命令,固定回收单元 1 和抛弃单元 2 的钢丝绳 4 从张紧状态变为松弛状态,勾连在钢丝绳 4 上的活动挂钩 33A 被放松,其上方的刀片盒 31A 内,在强力扭簧 317A 作用下两侧支撑板 316A 的远端发生相对闭合运动,由此带动与之连接的转动杆 315A 以其固定点为轴转动,使转动杆 315A 顶端的一对卡块 3151A 脱离刀片 312A 侧面下部的卡槽位置,此时强力压缩弹簧 313A 回弹,带动上方的刀片 312A 向电缆压板 32A 较深凹槽 321A 内弹射,将较浅凹槽 322A 内被压紧的电缆 0 斩断。

[0080] 正常情况下,回收单元 1 和抛弃单元 2 的分离首先启动上述电缆斩断机构 3,如果斩断成功,回收单元 1 正常上浮;如果斩断不成功、或者部分斩断时,本发明优选的方案在电缆接头压管 26 末段设置了塞型螺栓 27,将电缆接头压管 26 中电缆的受力位置集中到塞型螺栓 27 上面,在回收单元 1 上浮的过程中,回收单元 1 和抛弃单元 2 分离,进而电缆接头压管 26 随回收单元上浮,压紧的力消失,此时可利用浮力拔出电缆,保证系统正常上浮。

[0081] 实施例 2

[0082] 实施例 2 与实施例 1 的区别仅在于采用的电缆斩断机构 3 的结构不同,在实施例 2 中,所述的电缆斩断机构 3 主要由刀片盒 31B、电缆压板 32B、弹射控制盒 34B 和活动挂钩 33B 组成;如图 12 和 13 所示,所述的电缆压板 32B 为厚度在电缆直径 2 倍以上的水平放置的长方体,在所述长方体下表面开有相互垂直的十字形凹槽,其中较深的凹槽 321B 深度是较浅的凹槽 322B 深度的 1.2-1.5 倍,较浅的凹槽 322B 宽度足以使电缆嵌入;所述的刀片盒



31B 顶部与较深的凹槽 321B 平行并与电缆压板 32B 固定连接,刀片盒 31B 某个与较深的凹槽 321B 的走向平行的侧面露出部分的上 2/3 段设有纵向延伸的通孔 311B;所述的刀片盒 31B 内部设有刀片 312B,所述的刀片 312B 刀刃朝上正对较深凹槽 321B,刀片 312B 一面上设有凸起的圆柱形或棱柱形回位装置 3121B,回位装置 3121B 穿过通孔 311B 向刀片盒 31B 外部凸出,并可在通孔 311B 内上下滑动,刀片 312B 另一面中部设有一凹陷式卡槽 3122B;所述刀片 312B 下缘固定连接强力压缩弹簧 313B,强力压缩弹簧 313B 被完全压缩后刀片 312B 上缘处于刀片盒 31B 内上 1/6 处,而强力压缩弹簧 313B 完全释放后足以使刀片 312B 到达较深的凹槽 321B 内;强力压缩弹簧 313B 下端固定于刀片盒 31B 内底表面上;刀片盒 31B 有通孔 311B 的一面下部外接一长方体的斩缆机构固定块 35B,刀片盒 31B 另一面与外接的弹射控制盒 34B 相连通;弹射控制盒 34B 内,上部固定有扳机片 341B 和刀片卡锁 342B;扳机片 341B 是整体呈“L”形的曲板,于近拐点处固定在弹射控制盒 34B 内侧面上,其远轴端接近水平,近轴端向下,并可以固定点为轴整体转动;刀片卡锁 342B 是整体近反“Z”形的曲板,于某一拐点处固定在弹射控制盒 34B 内侧面上,并可以固定点为轴整体转动,其远轴端可与扳机片 341B 的近轴端相扣搭,其近轴端可嵌入刀片 312B 的凹陷式卡槽 3122B 中;扳机片 341B 和刀片卡锁 342B 的远轴端分别通过扳机片固定簧 3411B 和刀片卡锁固定簧 3421B 连接于弹射控制盒 34B 顶板;弹射控制盒 34B 下方为活动挂钩 33B,活动挂钩 33B 上部处于弹射控制盒 34B 内,并套有活动挂钩伸缩弹簧 331B,活动挂钩伸缩弹簧 331B 上端与活动挂钩顶部固定连接,下端与弹射控制盒 34B 内底表面固定连接,活动挂钩 33B 顶端设有正对扳机片 341B 远轴端的撞击柱 332B;所述的电缆斩断机构 3 通过斩缆机构固定块 35B 固定于回收单元 1 的四方棱柱体框架 111 底部。所述的刀片、强力压缩弹簧、扳机片、刀片卡锁、扳机片固定簧、刀片卡锁固定簧、活动挂钩、活动挂钩伸缩弹簧、撞击柱等组件均为钛合金材料制成。

[0083] 其完成电缆 0 的斩断过程与实施例 1 类似:海底热流长期观测基站接到船载甲板控制单元 8 发出的脱钩命令,固定回收单元 1 和抛弃单元 2 的钢丝绳 4 从张紧状态变为松弛状态,勾连在钢丝绳 4 上的活动挂钩 33B 被放松,在挂钩伸缩弹簧 331B 的弹力作用下,活动挂钩 33B 迅速向上弹起,用其顶部的撞击柱 332B 撞击扳机片 341B 远轴端,扳机片整体以扳机片转动轴 3412B 为轴转动,利用杠杆原理使扳机片 341B 近轴端向下转动,带动刀片卡锁 342B 远轴端向下转动,同样利用杠杆原理使刀片卡锁 342B 近轴端发生转动脱离刀片 312B 的刀片卡槽 3122B,此时强力压缩弹簧 313B 回弹,带动上方的刀片 312B 向电缆压板 32B 较深凹槽 321B 内弹射,将较浅凹槽 322B 内被压紧的电缆 0 斩断,海底观测基站的回收单元和抛弃单元之间断开连接;最终回收单元利用浮力向海面上浮,被科研人员发现并回收,而抛弃单元留在海底。

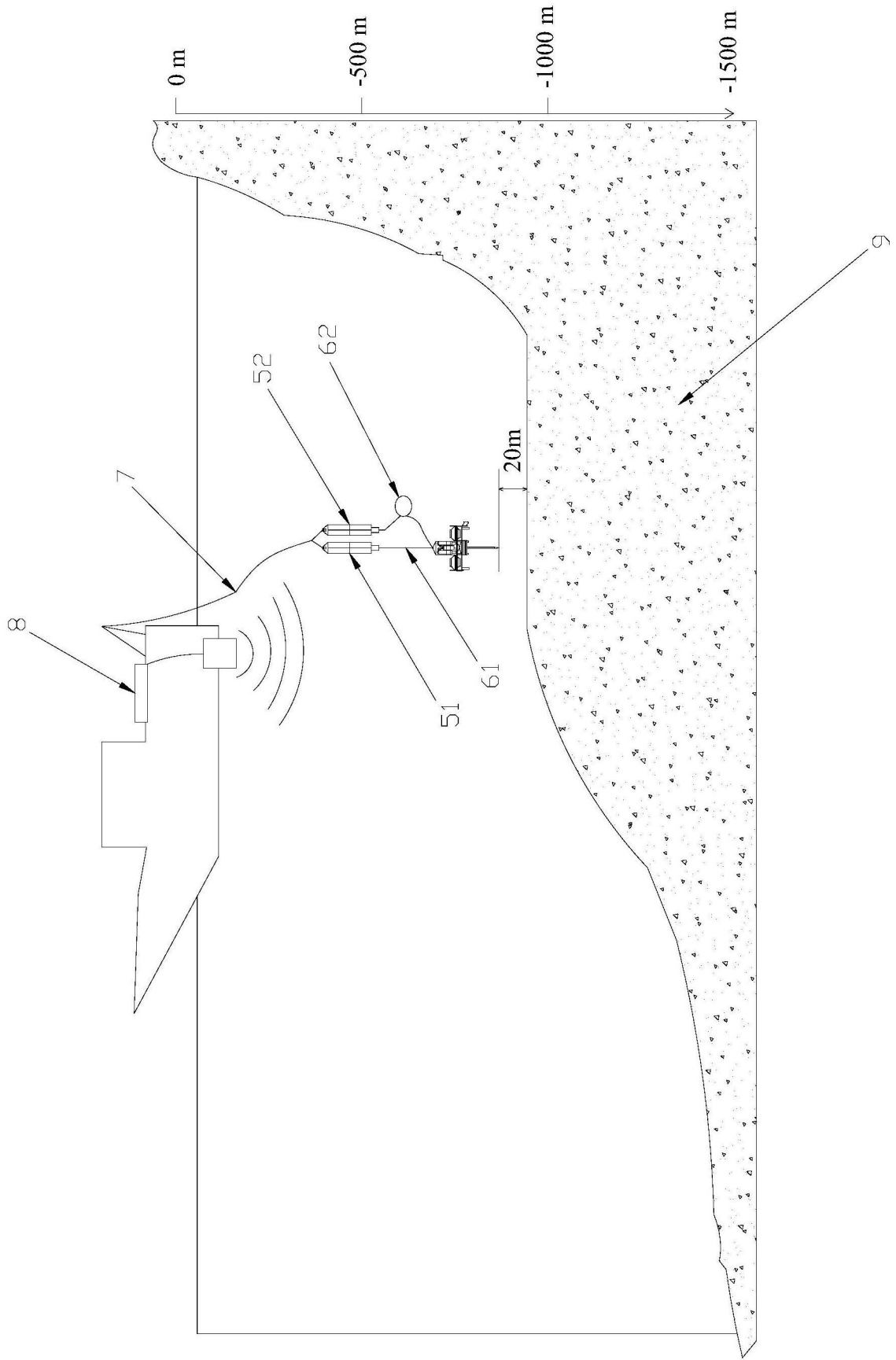


图 1

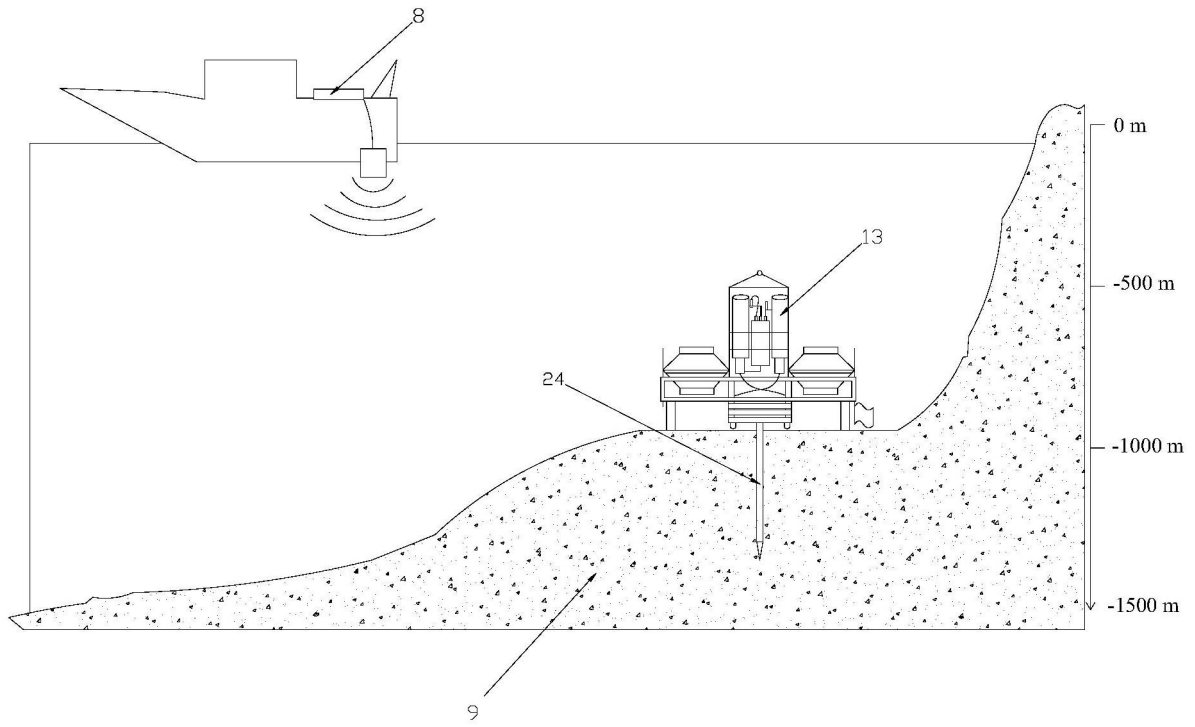


图 2

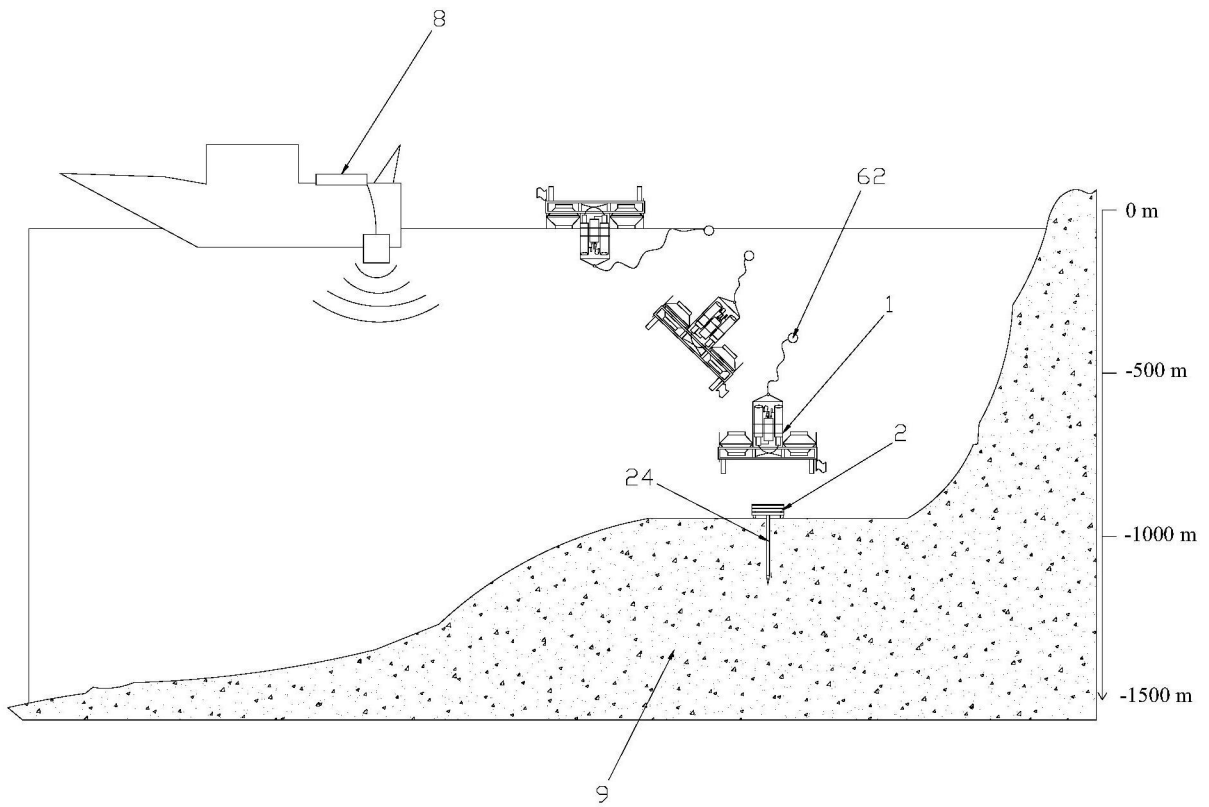


图 3

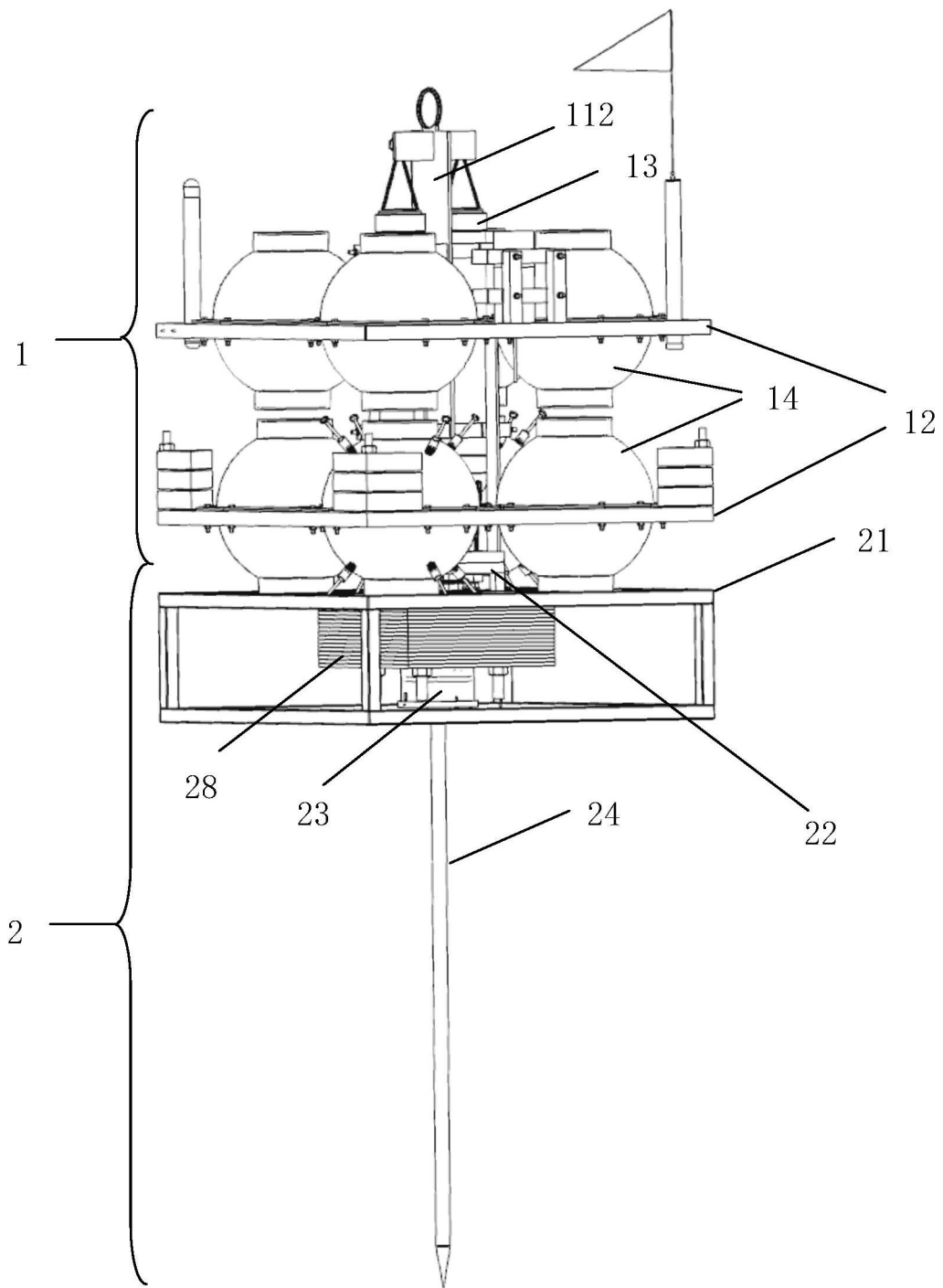


图 4

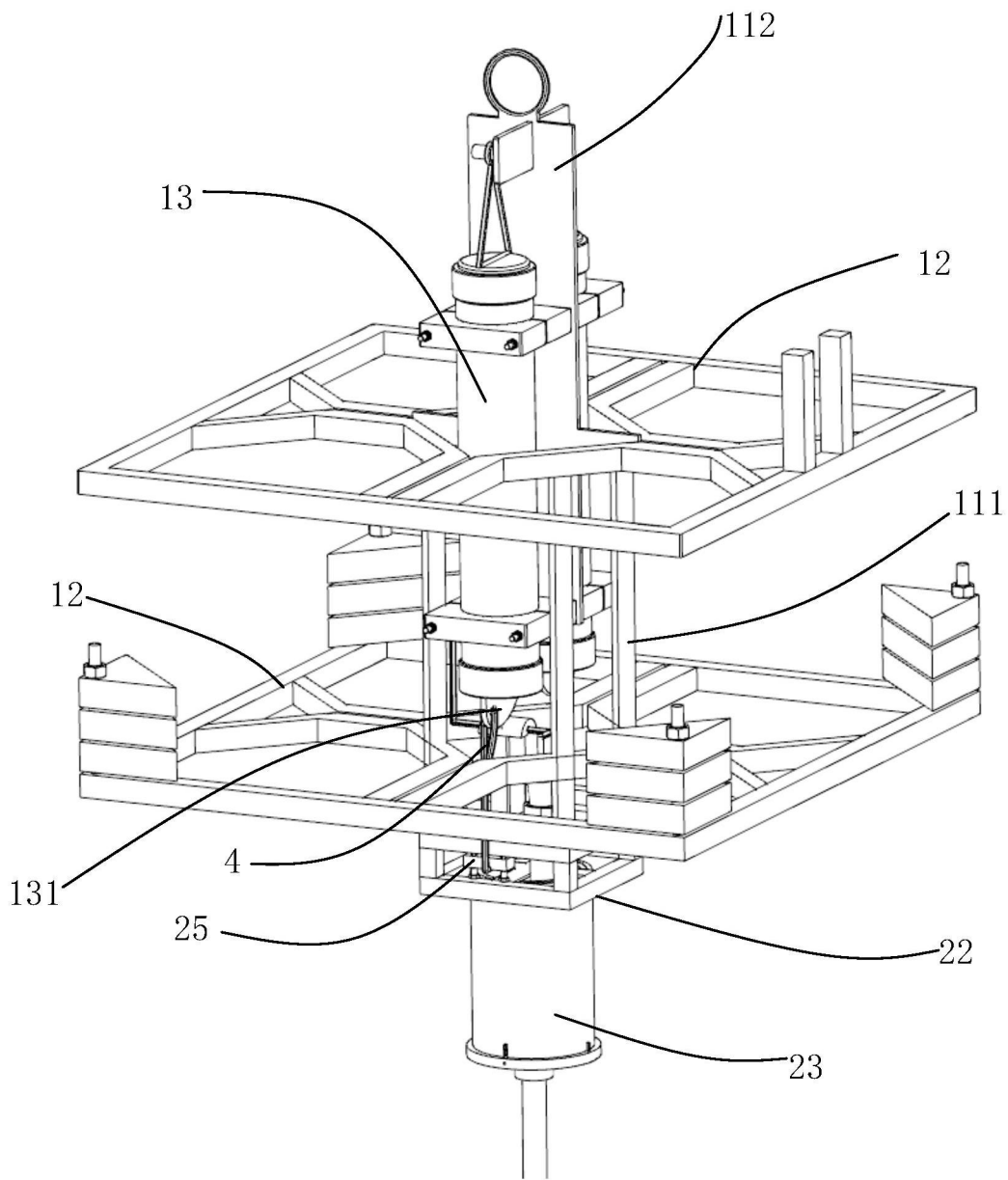


图 5

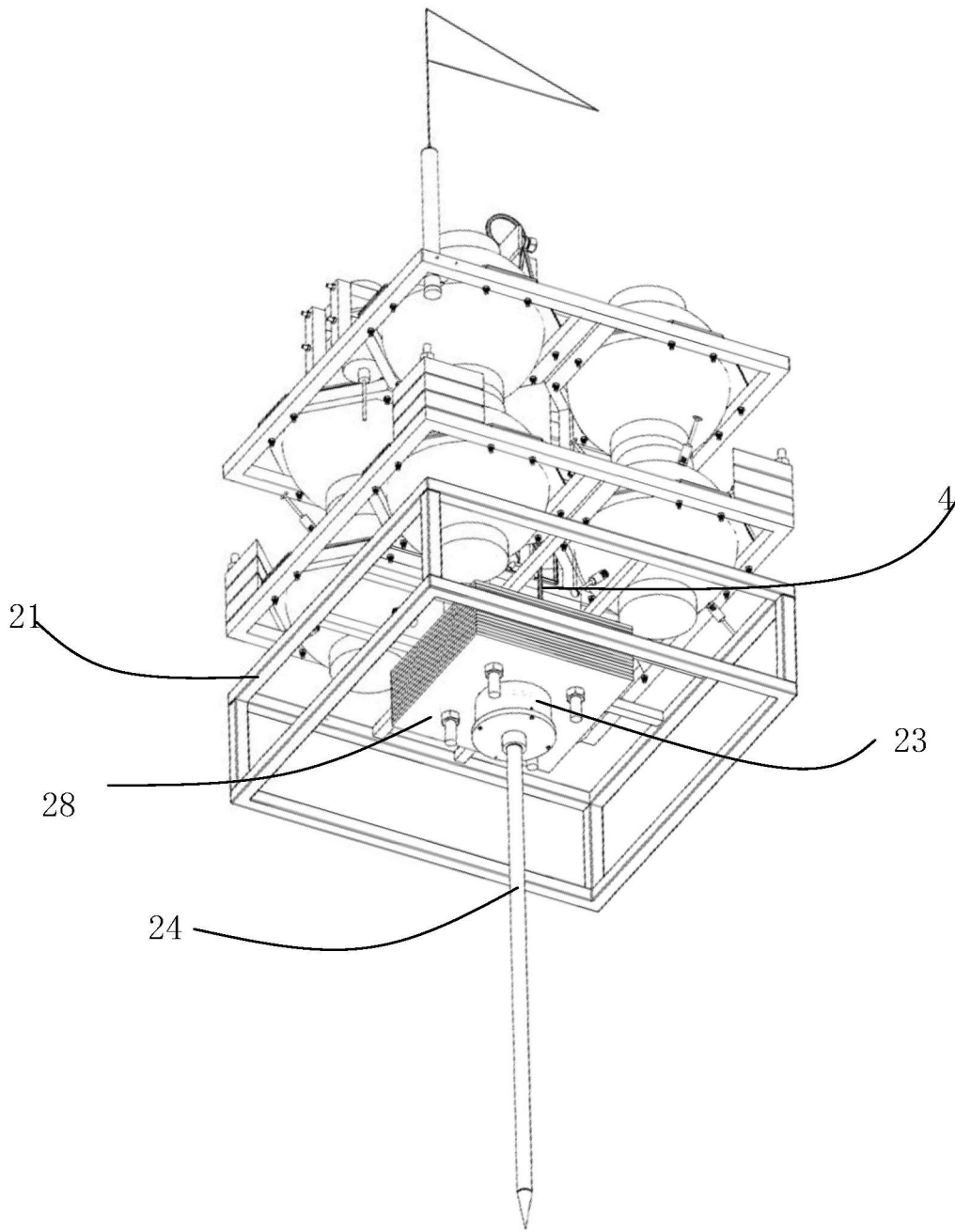


图 6

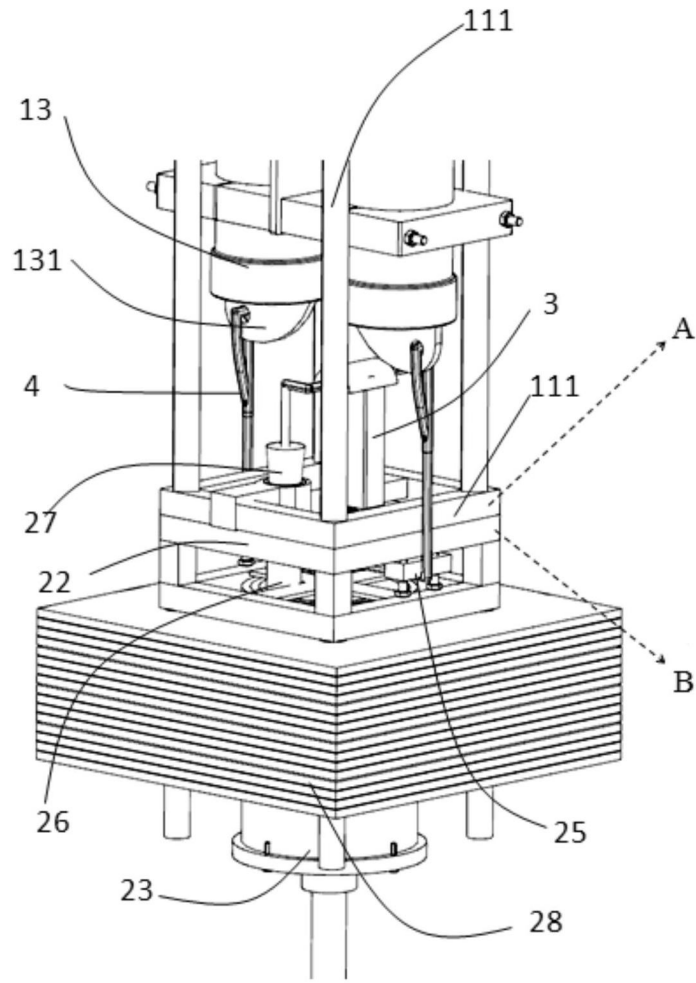


图 7

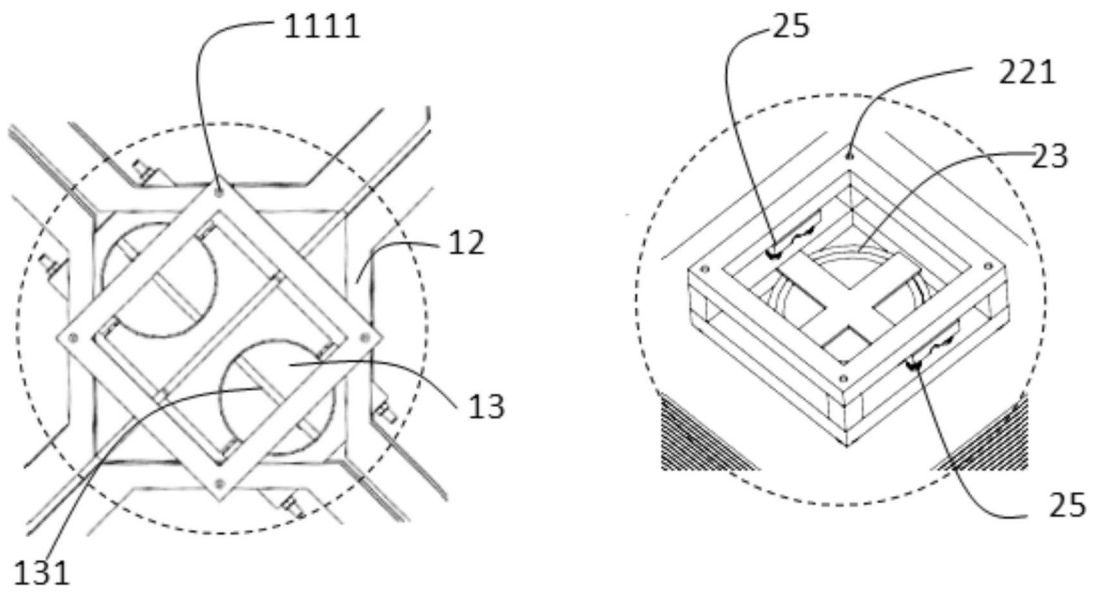


图 9

图 8

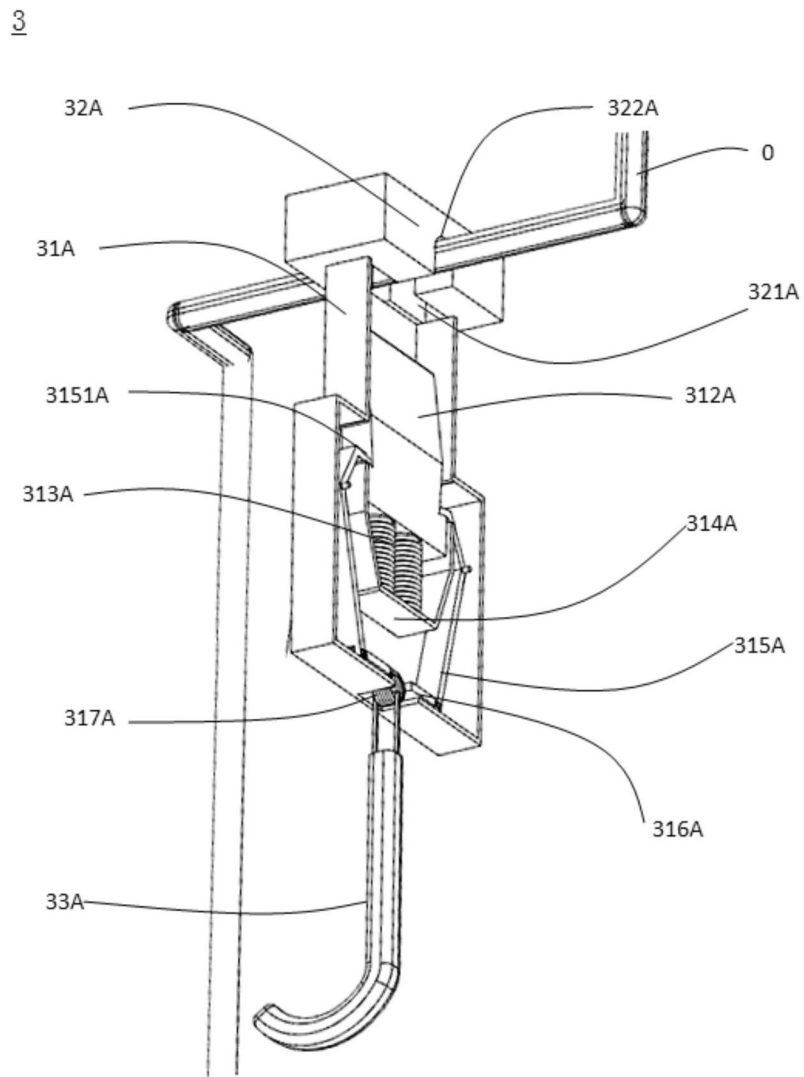


图 10



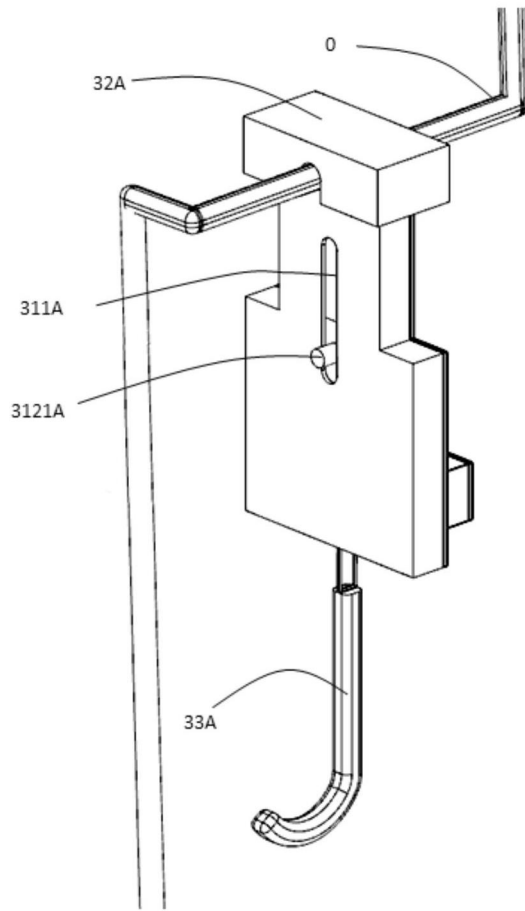


图 11

3

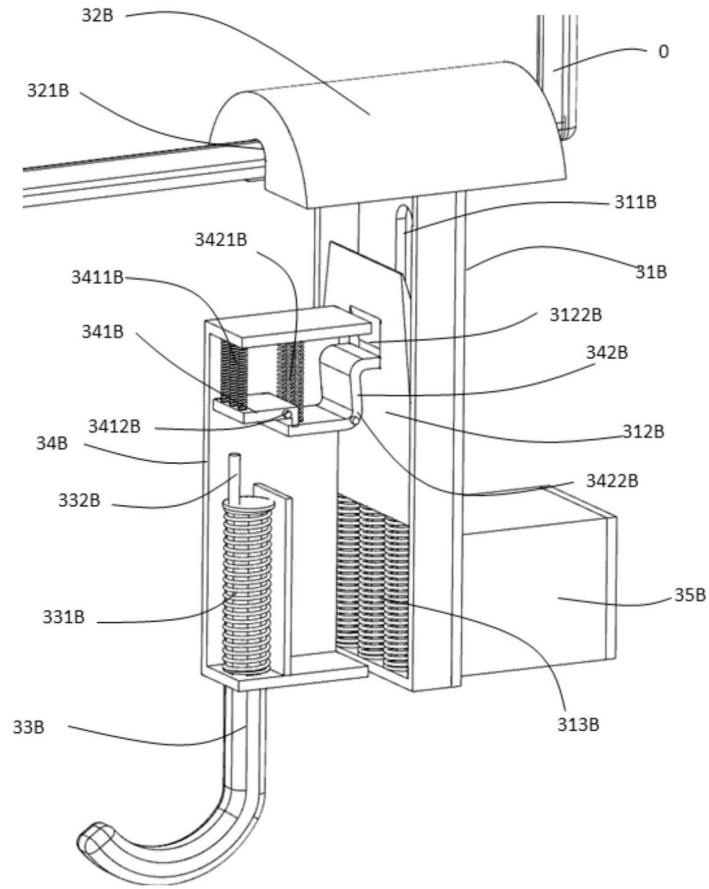


图 12

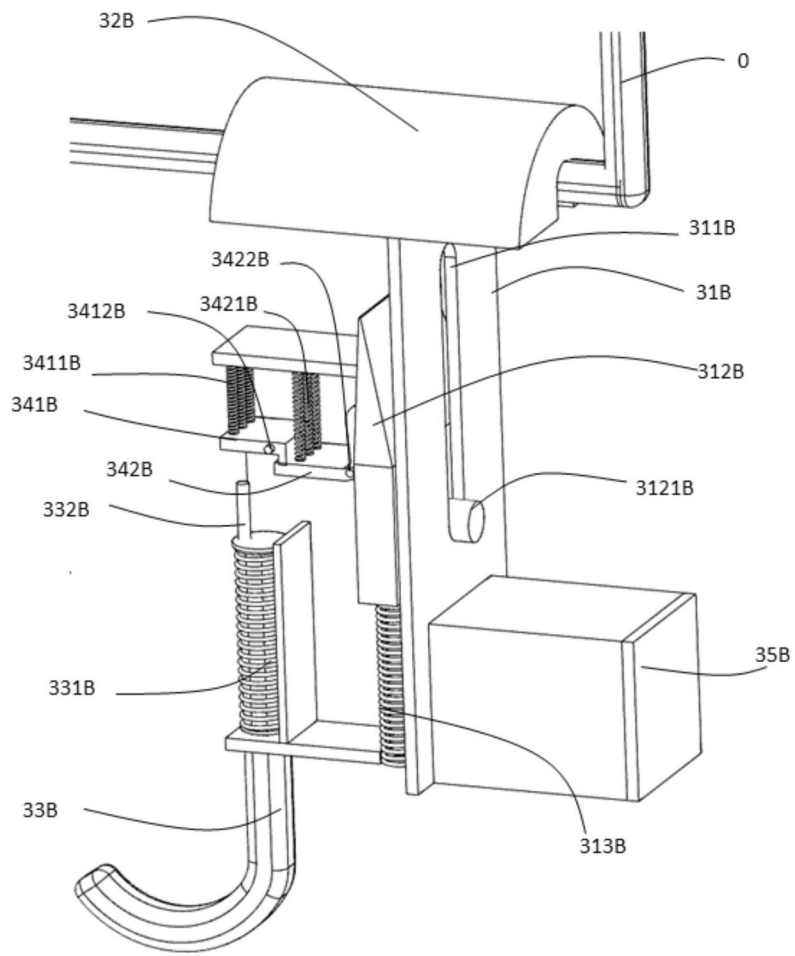


图 13

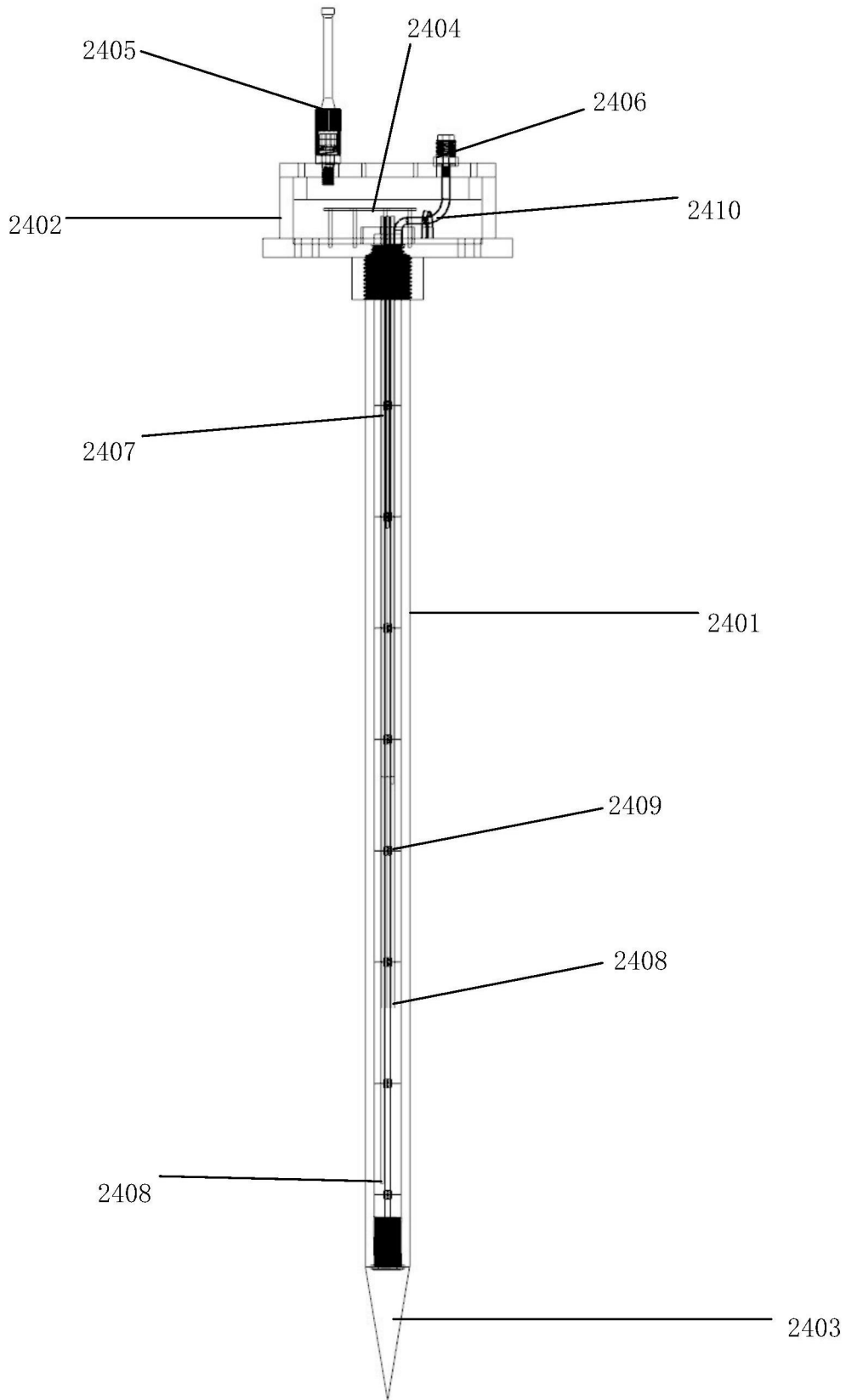


图 14

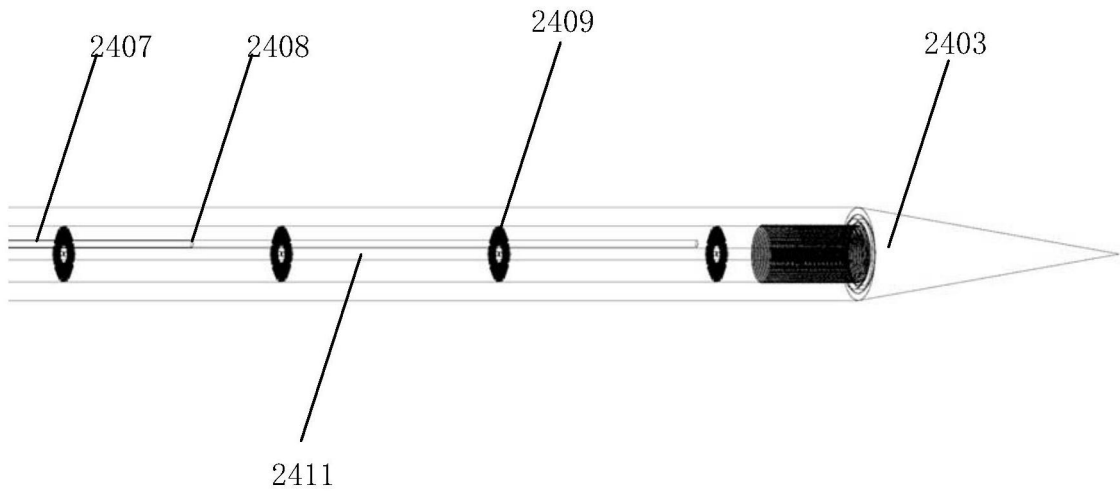


图 15

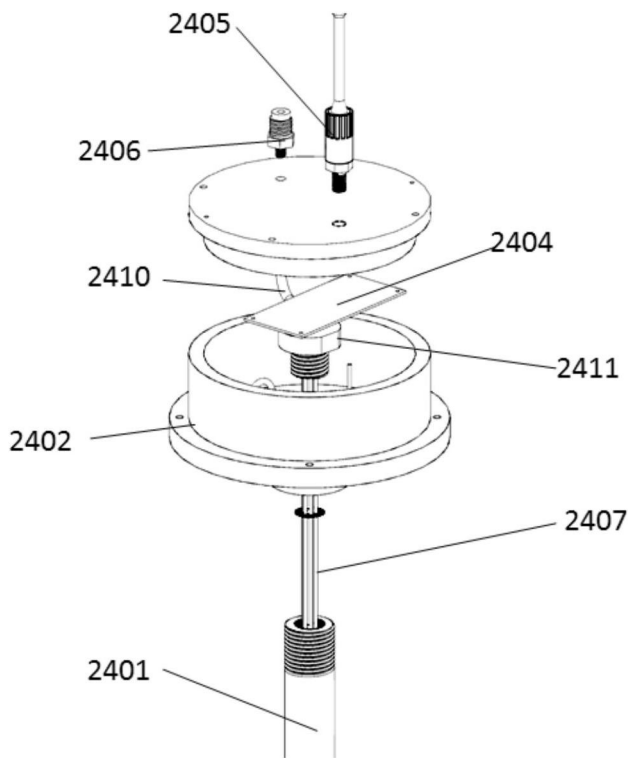


图 16

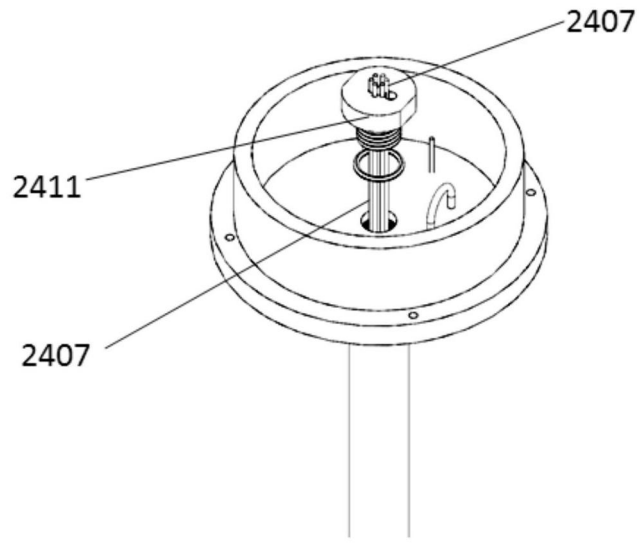


图 17