



天然气水合物试采点火实验现场照片(据中国地质调查局网站)

优选等方面,采用了许多卓有成效的新技术和新方法。如:针对本区水合物储层主要为泥质粉砂,其渗透率低的特点,在试采中采用了水力割缝方法对储层进行改造,割缝效果良好,大大提高了地层渗透性。与此同时,他们使用的窄密度窗口平衡钻井

技术、深水浅层井口稳定性增强技术、松软复杂矿体综合开发技术、低渗速敏储层改造技术、未固结超细储层举升与防砂技术、水合物二次生成预防技术及完井与测试系统集成技术,保障了本次天然气水合物的试采成功。

系列化的海洋地热流探测技术获得突破

Marine geothermal flow detection technology gains breakthrough

海洋地热流表征地壳的活动性及发生于其中的各种能量转化制约着海底各个不同尺度圈层之间的地质、地球化学和地球物理过程。因此,研究地热流值的时空分布特征不仅是认识地球内部热状态的重要地学研究方法,也是认识石油、天然气和天然气水合物资源形成、演化状态与评价其资源的关键依据。自“十五”以来,中国地质调查局广州海洋地质调查局局地热流探测科研团队与国内高校科研机构合作,致力于研发海洋地热流探测技术。以海洋地质区调、深海油气和天然气水合物资源调查中的技术需要为导向,开展技术创新,先后研发多通道海底原位热流探测系统(简称“剑鱼”探针)、微型温度记录仪(简称“飞鱼”探针)、八通道海底沉积物热导率测量仪(简称“章鱼”热导率仪)和

海底机器人(HOV和ROV)专用的地热流探针(简称“针鱼”探针),形成了具有我国自主知识产权的、系列化的海洋地热流探测技术,如图1和图2所示。

在这些研发成果中,“剑鱼”探针的主要技术指标:探针长度为6 m,重量为750 kg,10个温度测量通道,温度测量范围为 $-3^{\circ}\text{C}\sim+50^{\circ}\text{C}$,温度测量分辨率为 $1^{\circ}\text{C}/\text{m}$,温度测量准确度为 $3^{\circ}\text{C}/\text{m}$,可直接进行原位测量并获得海底温度、沉积物中的地温梯度和热导率等地热参数;“飞鱼”探针的技术指标:探针长度为220 mm,重量约为150 g,单通道测量,温度测量范围为 $-7^{\circ}\text{C}\sim+45^{\circ}\text{C}$,与海底沉积物重力取样器组合而成的热流探针可采集海底温度、地温梯度和可供室内测量沉积物热导率的原位样品;“针鱼”探针的主要技术指标:5通道的温度梯度测量系统,

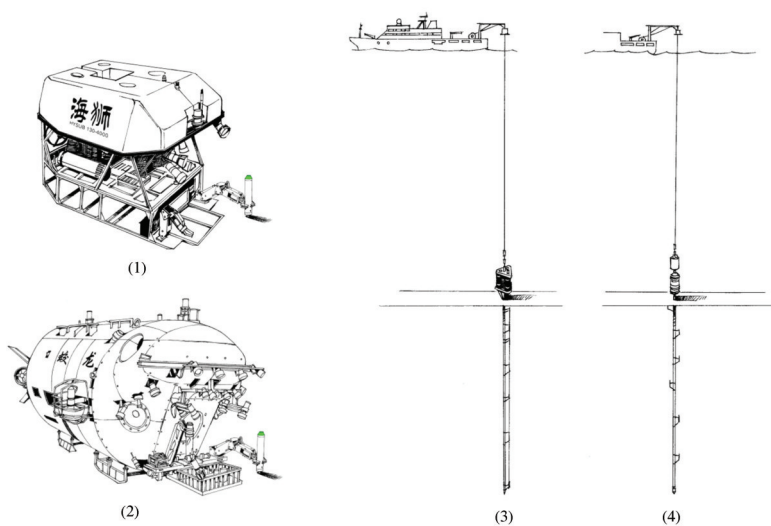


图1 海洋地热流探测设备的工作模式

1—“针鱼”探针在ROV上的工作模式；2—“针鱼”探针在HOV上的工作模式；3—“剑鱼”探针工作模式；4—“飞鱼”探针的工作模式

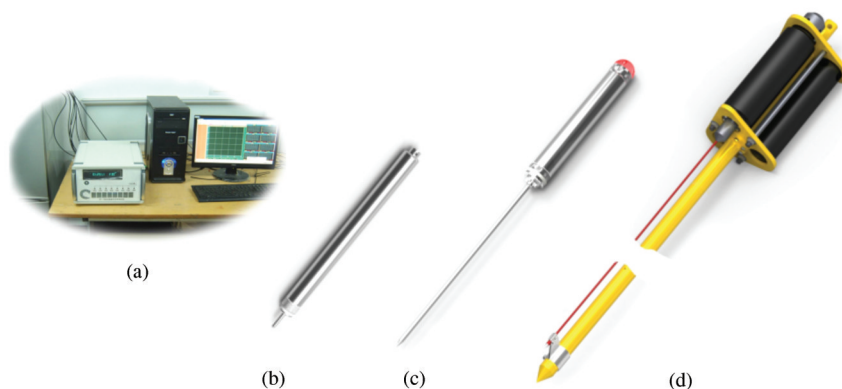


图2 广海局自主研发的系列海洋地热流探测设备图片

a—“章鱼”热导率仪；b—“飞鱼”探针；c—“针鱼”探针；d—“剑鱼”探针

温度测量范围为 $-7^{\circ}\text{C}\sim+45^{\circ}\text{C}$ ，温度测量分辨率为 $1^{\circ}\text{C}\%$ ，温度测量准确度为 $3^{\circ}\text{C}\%$ ，测温间距为 110 mm ，可直接采集原位海底温度和表层沉积物的地温梯度等信息。这三类探针的工作水深均可达到 6000 m 。“章鱼”热导率仪是“飞鱼”和“针鱼”探针的配套设备，专门用于室内测量沉积物热导率，其主要技术指标：8个测量通道，测量范围在 $0.10\sim 12.00\text{ W/m}\cdot\text{K}$ ，测量精度为单次测量精度优于 $\pm 5\%$ ，重复测量精度优于 $\pm 3\%$ 。

拥有我国自主知识产权的、系列化的海洋地热流探测技术在海洋调查和科研实践中发挥了积极作用。广州海洋地质调查局用自研设备已在全球海域采集了近1000个海洋地热流测站的数据，极大

丰富了全球海域地热流数据库；还拥有有效专利10项，其中4项为发明专利。不但在国内外学术期刊上发表了一大批的高质量科技论文，还获得国家自然科学基金重点资助项目一个。迄今为止，中国地质调查局广州海洋地质调查局与青岛海洋地质研究所、中国科学院海洋研究所与南海海洋研究所、国家海洋局第二海洋研究所、同济大学和海洋地质大学等研究机构在太平洋、印度洋、大西洋和极地等海域科考和海洋资源调查中，均使用了这些自主研发的探测设备。

(广州海洋地质调查局 徐行 罗贤虎 彭登 陈爱华 供稿)