

天然气水合物非干扰绳索式保温保压取样钻具的研究

任 红, 许俊良, 朱杰然

(中石化集团胜利石油管理局钻井工艺研究院, 山东 东营 257017)

摘 要: 由于天然气水合物存在环境和性质的特殊性, 使保温保压取样技术成为获得原位天然气水合物最有效的方法之一。保温保压取样钻具是获得天然气水合物真正物化特性的主要器具。通过多年对天然气水合物保温保压取样钻具的试验研究, 设计了专门用于取海底沉积物和未成岩地层中水合物的非干扰绳索式保温保压取样钻具。介绍了钻具的结构、特点, 及其配套的保温保压系统关键机构的功能、特点。对取心工艺和进行的海上功能性试验进行了详细说明, 试验结果达到了设计要求。

关键词: 天然气水合物; 钻探; 保温保压取样钻具; 试验研究

中图分类号: P634.4⁺3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2012)06-0001-04

Development of Non-interference Wire-line Pressure-temperature-preserving Sampling Drilling Tool for Gas Hydrate/REN Hong, XU Jun-liang, ZHU Jie-ran (Shengli Drilling Technology Research Institute of SINOPEC, Dongying Shandong 257017, China)

Abstract: Due to the existing environment and special properties of gas hydrate, the only way to recover in-situ gas hydrate is to depend on the pressure-temperature-preserving sampling technique. And the pressure-temperature-preserving sampling system is the most important equipment to get the real physical and chemical properties of gas hydrate. Through the research on pressure-temperature-preserving sampling system for gas hydrate for many years, a non-interference wire-line pressure-temperature-preserving undisturbed sampling drilling tool was designed to get seabed sediments and hydrates in non-diagenetic formations. The sampling tool was introduced about its structure and characteristics, and the functions and features of the key mechanisms for matching pressure-temperature-preserving system were presented. The paper also detailed the coring technology as well as offshore function test and the test results met the design requirements.

Key words: gas hydrate; drilling; pressure-temperature-preserving sampling drilling tool; test research

0 引言

天然气水合物俗称“可燃冰”, 其成分中 80% ~ 99.9% 为甲烷, 被认为是未来人类最理想的替代能源之一。同时, 水合物对全球气候变化有着重要的影响和控制作用。有数据表明, 天然气水合物所含的主要气体甲烷是一种重要的温室气体, 会对全球气候变化造成影响。另外, 水合物的分解能引发海底天然气的快速释放和沉积层液化, 产生大面积海底滑坡等自然灾害, 对海洋工程具有毁灭性的破坏作用^[1,2]。由于其所具有的巨大能源潜力和环境效应, 世界各国对其研究及相关技术开发十分重视。美国、日本等国把天然气水合物开发列为国家能源战略, 正在就如何商业开采天然气水合物进行研究, 并且制定了天然气水合物商业开发日程^[3]。

钻探取样是识别天然气水合物最直接有效的方法, 也是进行水合物研究工作不可缺少的手段。国际上水合物钻探取样技术已经取得了长足的进展,

并且在实践应用中不断地加以完善。目前已应用各种取样工具在世界许多地方(例如在 Blake 海岭、里海、加拿大 Mallik 地区、日本 Nankai 海槽、印度、中国、韩国, 等) 获得了海洋和永冻土地区的水合物样品^[3]。2007 年 5 月, 国内在南海北部的神狐海域使用 AMIGE 公司的 Bavenit 号深水钻探调查船成功地进行了天然气水合物钻探作业, 在水深 1200 多米的深水海底, 成功地钻取了高纯度的天然气水合物样品^[4]。虽然获得了天然气水合物样品, 但我国水合物取心技术与国际先进水平还有很大差距^[3]。目前我国正在进行天然气水合物取心设备的研制, 经过 10 多年的研发, 取心设备的关键技术已经取得重大突破, 进行了现场模拟试验, 并取得了良好的效果。下面就对其中一种适用于取海底沉积物和未成岩地层中水合物的工具作简要介绍。

收稿日期: 2012-02-07; 修回日期: 2012-04-16

基金项目: 国家高新技术(863)计划重大课题“天然气水合物钻探取心关键技术”的部分内容(2006AA09A207)

作者简介: 任红(1980-), 女(汉族), 辽宁铁岭人, 胜利石油管理局钻井工艺研究院工程师, 地质工程专业, 博士, 从事国家科技重大专项“浅层天然气水合物钻探取心技术”研究与石油钻井新产品开发工作, 山东省东营市北一路 827 号工具所, renhongzjy@163.com。

1 天然气水合物非干扰绳索式取样钻具的研制

根据天然气水合物赋存条件,它有可能存在于海底沉积物和未成岩地层中。由于海底沉积物和未成岩地层非常软,岩样不成形,若使用普通旋转式工具可能使沉积物变成泥浆,难以取得样品。针对这一难题,设计了一套专用于取海底沉积物和未成岩地层中水合物的非干扰绳索式取样钻具。它主要由控制锁定机构、保温保压系统和取样机构等组成。

1.1 控制锁定机构

控制锁定机构主要由打捞机构、弹卡机构、纵向锁定机构、径向锁定机构组成。功能是实现工具的上提、下入、纵向和径向锁定。

打捞机构(见图1)上部连接钢丝绳,与绳索绞车连接。下部有一个活动棘爪,可抓住弹卡机构(见图2)上部的矛头。在绳索绞车驱动下,带动取心工具内总成上提下放。取心内总成下放到位后,投入专用释放工具,打捞机构会自动释放钻具内总成。弹卡机构(见图2)主要起限位作用,当工具内总成下入到位后,弹卡机构的锁块自动弹出,卡在外筒的槽中,防止工具错位。纵向锁定机构在弹卡机构下部,当弹卡机构限位后,开泵使纵向锁定机构的释放元件在上下压差作用下,剪断纵向锁定机构的销钉,纵向锁块随之伸出,卡入外筒槽中,防止工具内总成沿轴向移动,并将外筒轴压传递给工具内总成。径向锁定机构在钻头上部,当弹卡机构限位后,其上的键和外筒上的键槽啮合,将外筒扭矩传递给钻具内总成。



图1 绳索打捞机构



图2 弹卡机构

1.2 取样机构

取样机构主要由非干扰取样管、取样钻头、岩心管、割心机构和全面钻进转换钻头塞等组成。功能主要是完成岩样的钻取、存放、截断和取样结束后实现全面钻进。

为避免钻具旋转钻进中对海底沉积物和未成岩地层中水合物的扰动,在钻头前端伸出1.5 m以上的非干扰取样管(见图3),避免了钻井液的冲刷,有

利于岩样采取率的提高。在纵向和径向锁定机构的作用下,工具可实现不转动只靠下压获取岩样,伸出的非干扰取样管避免了岩样被扰动。为更有利于天然气水合物岩样进入岩心管,经过对各种材料的对比分析,最终采用了低摩阻的复合材料管或铝合金管做岩心管,它摩擦系数低,根据“桩效应”原理分析能够更好的满足取样长度的需要^[5]。取样结束后,为迅速实现全面钻进,设计了与取样钻具配合的钻头塞(见图4)。

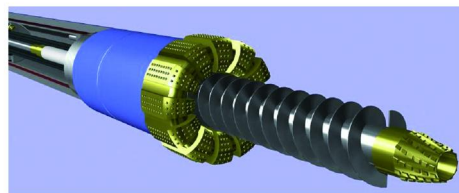


图3 取样钻头与非干扰取样管



图4 取样钻头与钻头塞

2 天然气水合物保温保压系统的研制

天然气水合物保温保压系统由保温保压管、高压密封球阀、控制机构、补压机构等组成。可保持天然气水合物岩样的原位温度、压力,实时记录岩样的温度、压力,并在岩样提升过程中对岩样进行压力补偿。

2.1 保温保压管

为了保持岩样原位温度,尽量减少外界对岩样的温度影响,保温保压管采用金属双层管抽真空被动保温方式。即采用超高真空绝热方式,在保温保压管的内层管与外层管之间抽真空,同时超高真空层内外喷涂等离子隔热材料。保温保压管外层表面喷涂防阳光辐射涂料。通过大量的传热模拟分析和室内模拟试验,无论是热量计算、筒壁厚度还是涂层位置、厚度,设计都能满足获取水合物样品的需要。

2.2 高压密封球阀及控制机构

天然气水合物保温保压系统的保压功能主要由保温保压管的上部密封接头和下部高压密封球阀实

现。上部密封接头在差动实现岩心筒上提后,与岩心筒上部活塞配合实现上部密封。在岩心筒全部进入保温保压筒后,下部高压密封球阀(见图5)在控制机构的作用下关闭,实现下部密封。高压密封球阀由液压驱动齿轮、齿条机构关闭。



图5 高压密封球阀

控制机构(见图6)安装在保温保压管外侧,主要由霍尔传感器、温度传感器、压力传感器、电气控制系统、温度记录仪、压力记录仪等组成。可根据传感器接收到的信号控制电磁阀开启,实现系统的保压功能。除此之外,它还承担着实时记录保温保压管内温度、压力数据的任务。在提出工具后,可连接计算机查看数据,分析样品温度、压力变化情况。

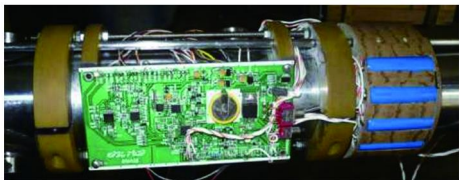


图6 控制机构

具体功能如下:

- (1)实时采集温度、压力数据,并将采集的数据存储到存储器中;
- (2)具有系统自检功能,能够对自身工作情况进行检测;
- (3)可以根据压力数据模式设置采集时间间隔;
- (4)可以根据压力数据模式设置电磁阀驱动参数;
- (5)可以根据霍尔传感器信号设置电磁阀驱动参数;
- (6)可以设定时间参数来驱动电磁阀;
- (7)具备真时钟,实时记录采集数据及动作时间;
- (8)具备与PC通讯功能,可以将数据传递给

PC及由PC设置参数;

(9)具备电池实际容量分析功能,以分析电池寿命;

(10)具备采集数据掉电保护功能。

2.3 压力补偿机构

为保证天然气水合物样品在提升过程中的压力,在保温保压系统中又增加了压力补偿机构。它根据压力平衡原理,在工具上提过程中,一旦保温保压管内压力降低,高压腔内的氮气将推动活塞为岩样增压,起到补压功能。

3 天然气水合物非干扰绳索取心工艺

工作时,先由打捞机构送入非干扰绳索式保温保压取样钻具内部总成,当悬挂机构坐在外筒台阶上时,释放工具,打捞机构自动释放钻具内总成。弹卡机构的锁块弹出,与外筒锁定。径向锁定机构的键和键槽啮合,钻进时将外筒扭矩传递给钻具内总成。开泵后纵向锁定机构的释放元件在上下压差作用下,剪断纵向锁定机构的销钉,使纵向锁块伸出,卡入外筒。

到达泥线后先不开泵、不转动,下压钻具大概1.5 m,使非干扰取样管进入海底沉积物或未成岩岩层取样。下压1.5 m后可以开始转动,非干扰取样管后面的钻头开始工作,钻具整体下移,增加进尺。当取满岩样后,投入打捞机构,抓住弹卡机构上端的打捞矛头,随着绳索绞车的提升,弹卡机构解锁,带动内筒上提。当内筒上升到球阀上端时,触发霍尔元件,启动关闭球阀的液压系统,球阀关闭密封内筒。此时保温保压筒纵向锁定机构的锁块在弹簧作用下复位解锁,使保温保压筒随内筒一起上提。上提保温保压取样钻具内总成过程中,保温保压筒内的压力补偿机构开始发挥作用,及时补充保温保压筒内的压力,使岩样基本处于原位压力状态。

取样结束后,可在弹卡机构下直接连接带周向锁定装置和小钻头的转换机构,用打捞机构送入井内使小钻头插入原钻头后,实现全面钻进。

4 天然气水合物非干扰绳索式取样钻具海上试验

2010年10月4~7日,在CB25GA区块利用胜利六号钻井平台在CB25GA-7井对天然气水合物非干扰绳索式取样钻具进行了海试(见图7)。目的是获取海水底以下的泥层,检验钻具各关键部件的工作性能和整体性能。

CB25GA-7井的泥线深度约为33.6 m,在取样

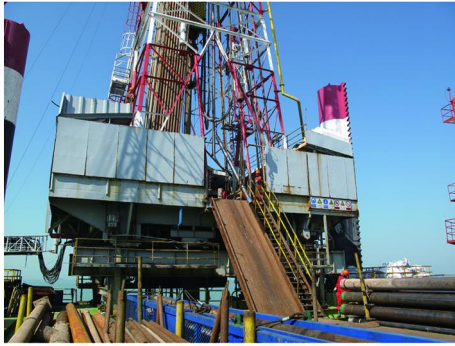


图7 胜利六号钻井平台试验情况



图8 取得的岩心

作业前为了实现钻具锁定机构的销子被剪断,先开泵实施。钻具到泥线的深度为38.6 m后,不转动下压1 m,取得岩心长度0.6 m(见图8)(造成只取出0.6 m岩心的原因是因为泥线深度由平台提供的,不准确)。钻具提出井口后通过现场快速测试技术对保压情况进行了测试,实行不同时间段间隔测试,第一次测试压力为4.25 MPa,在16.5 h后测压为4.213 MPa,降低0.037 MPa,保压情况良好,工具试验获得了较好的效果。因为井队要进行一开作业,所以本次只做了一个筒次的试验。

5 结论与建议

通过对非干扰不扰动绳索式保温保压取样钻具的试验研究,可以得到以下结论:

(1)设计的取心工艺通过现场验证完全可行,技术路线正确,作业方法准确,符合现场作业要求,能够顺利实施;

(2)工具结构设计合理,原理可行,所有机构都得到实现,几项关键技术获得成功实施,试验达到了预想的目标。

非干扰绳索式保温保压取样钻具的研制成功,为水合物海底浅层沉积层取样提供了可能。通过试验也发现了一些问题,最主要的是采用该工具可取得的岩心直径太小(30 mm),根据“桩效应”原理,岩心直径越大取样效果越理想,因此在今后的工具改进过程中要尽量增大保温保压筒的径向尺寸,即增大岩心直径,从而提高岩心采取率,为之后的岩样分析提供更好的条件。

参考文献:

- [1] 张永勤,孙建华,赵海涛,等.天然气水合物保真取样钻具的试验研究[J],探矿工程(岩土钻掘工程),2007,34(9):62-65.
- [2] F. Abegg, H. -J. Hohnberg, T. Pape, et al. Development and application of pressure-core-sampling systems for the investigation of gas-and gas-hydrate-bearing sediments [J]. Deep-Sea Research, 155(2008):1590-1599.
- [3] 白玉湖,李清平.天然气水合物取样技术及装置进展[J].石油钻探技术,2010,38(6):116-122.
- [4] 胡海良,唐海雄,罗俊丰,等.深水天然气水合物钻井及取心技术[J].石油钻采工艺,2009,31(2):27-30.
- [5] 王媛,仇性启.天然气水合物保温保压筒最佳长度选择[J].石油化工设备,2009,38(5):51-53.

江西省新设两个整装勘查区

《中国矿业报》消息(2012-06-16) 由江西省国土资源厅、江西省地矿局及江西省核工业地质局主持,江西省地调院参与编制的江西省两个新设整装勘查区实施方案——“江西省大湖塘地区钨(铜)多金属矿整装勘查实施方案”和“江西相山地区铀矿整装勘查实施方案”日前通过江西省国土资源厅组织的专家评审。

“江西省大湖塘地区钨(铜)多金属矿整装勘查实施方案”以钨矿为主要评价矿种,兼顾铜、钼、锡、银等矿种,将通过开展较为系统的地质、物化探调查,优选勘查区,并结合点上的大比例尺地质、物化探及探矿工程等手段的普查工作,对区内钨(铜钼银)多金属矿产资源做出总体评价,探求(333以上)三氧化钨资源量100万t,共(伴)生铜资源量100万t,提交大~中型以上钨(铜)矿产勘查基地3处~4处,钼矿产地、

铜矿产地各1处。“江西相山地区铀矿整装勘查实施方案”以铀矿勘查的探深、扩面、连点、进行立体找矿、模式找矿,扩大找矿回旋余地为主要任务,将在5年内通过严谨的铀矿地质勘查和地质研究工作,力争在铀矿找矿上取得重大突破,使勘查区成为我国举足轻重的铀矿资源勘查和采、冶大基地。

专家组一致认为,两个方案对整装勘查区内的探矿权、采矿权数量、空间位置布局、范围、面积、新增资源储量等做出了具体安排,文本和附图、附表要素信息清晰明了,对今后实现找矿突破工作做了详细规划,也是探矿权、采矿权新立、变更调整的重要依据。

据了解,两方案将参与全国新设整装勘查区的遴选,如获国土资源部批准,将对推进江西省整装勘查区工作、早日实现地质找矿新突破有十分重要的意义。