

冬季呼伦湖环境科学钻探冰上湖泊钻探平台及取样技术

宋 涛, 刘宝林, 李国民

(中国地质大学(北京)科学钻探国家专业实验室, 北京 100083)

摘 要:针对内蒙古呼伦湖的气候特点,为保证工作安全,实施冬季冰上湖泊环境科学钻探,设计研制了冰上湖泊钻探平台系统,满足了工程施工要求。考虑到呼伦湖沉积地层特点,研制了新型活塞式取样钻具和压卡式取样钻具,实践证明,取样效果良好,取心率达到了 100%。

关键词:呼伦湖;环境科学钻探;取样;冰上湖泊钻探平台;新型活塞式取样钻具;压卡式取样钻具

中图分类号:P634 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2008)10-0001-03

Icy Lake Drilling Platform and Sampling Technique of Environment Scientific Drilling in Hulun Lake in Winter/
SONG Tao, LIU Bao-lin, LI Guo-min (China University of Geoscience, Beijing 100083, China)

Abstract: According to the climate characteristics of Hulun Lake in Inner Mongolia, system of icy lake drilling platform was designed for assuring the work safety and implementing of scientific icy lake drilling in winter. Considering the strata characteristics of Hulun Lake, new piston sampling drilling tool and press-fitting sampling drilling tool were developed. The practice proved that the result of sampling is satisfying with the coring rate of 100%.

key words: Hulun Lake; environment scientific drilling; sampling; icy lake drilling platform; new piston sampling drilling tool; press-fitting sampling drilling tool

0 引言

湖泊沉积物中记录了丰富的地球古气候和环境变化的信息,而且沉积速率远远大于海洋沉积^[1],为研究大陆古气候及古环境的变化规律提供了原始的、宝贵的信息^[2],为此进行环境科学的研究往往需要在湖泊实施钻探取样工作。

呼伦湖环境科学钻探工程是为国家自然科学基金重点项目“季风—干旱过渡区湖泊对北大西洋 Heinrich 事件响应”而进行的取样工程。通过对所取样品的岩性特征及湖盆地质年代、物理沉积、地球化学、古生物等研究,建立气候、环境变化的高分辨率时间序列,揭示气候、环境变化的过程、原因及其与全球变化的动力联系,并根据湖泊沉积物保存的人类活动遗迹,揭示环境变化对人类活动的作用及人类活动对环境变化的影响。

1 呼伦湖环境科学钻探取样工程概述

呼伦湖位于呼伦贝尔大草原上,是内蒙古第一大湖。夏季湖水面积为 2339 km²,平均水深为 5.7 m,最大水深 8 m 左右。由于夏季湖泊钻探取样需要建立水上钻探平台,因而存在以下问题:

(1)水上作业湿度大,呼伦湖是微咸水湖,对平台有腐蚀性^[1];

(2)风力和水流动性强,锚固定位难度大,水上作业危险性大^[1];

(3)水上钻探平台技术难度大,结构复杂,造价高;

(4)水上交通不方便,设备运输、安装难度大。

呼伦湖冬季漫长而寒冷,多数地区冬季长达 5 个半月,其中 1 月份最冷,气温 -28 ~ -38 ℃,湖泊冰厚 0.65 ~ 0.9 m,能够满足取样工程的安全需要。为此利用冬季呼伦湖的结冰条件,实施冰上湖泊钻探取样。

2 冰上湖泊钻探平台

冬季冰上取样交通及设备运输、安装都比较方便,工作环境安全,但由于天气寒冷,工作条件艰苦,取样设备易结冰,容易造成工作事故等。为了克服冬季寒冷给工作带来的不便和保证钻探取心设备的正常工作,设计研制了冰上湖泊钻探平台。

2.1 冰上湖泊钻探平台的功能要求

(1)平台内部空间满足工作需要,设计高度满

收稿日期:2008-05-18; 改回日期:2008-09-04

基金项目:国家自然科学基金重点项目“季风—干旱过渡区湖泊对北大西洋 Heinrich 事件响应”(编号:40531001);中国地质大学(北京)科学钻探国家专业实验室开放课题“自行拼装式冰面湖泊钻探平台系统的设计”(编号:NLS200504)

作者简介:宋涛(1983-),男(汉族),河北人,中国地质大学(北京)在读硕士研究生,钻井工程专业,从事环境科学钻探、取心及钻具设备的研究工作,北京市海淀区学院路 29 号, songtao2101213@163.com。

足提钻的要求;

- (2) 平台质量应满足冰的承重;
- (3) 平台应运输方便,能够实现在运输车上的自行装卸;
- (4) 平台应具备保温性能;
- (5) 设计平台时应考虑抗风能力;
- (6) 平台能够在冰上自由移动;
- (7) 平台内部应配有钻探设备、钻杆放置平台、循环液系统、取暖系统、现场分样平台等。

2.2 冰上湖泊钻探平台的设计

为了满足以上要求,中国地质大学(北京)科学钻探国家专业实验室设计制造了冰上湖泊钻探平台。平台自重4 t,考虑到内部工作空间的需要,外形尺寸设计为6 m×2.4 m×2.4 m,平均压强2778 Pa,满足冰厚的承载能力,也实现了运输方便的功能。平台采用整体焊接箱式框架结构,使用彩钢夹心复合板,既起到了保温的作用,又保证了平台的结构强度和稳定性,同时实现了在冰面上自装自卸的功能。桅杆立起高度为3.1 m,满足钻机提升要求。用4根地锚固定于冰面,增强了平台的稳定性。在运输过程中将桅杆放倒,保证运输安全。为了满足工程施工要求,将平台位置定于北纬49°6′52.4″,东经117°31′56.0″。

冰上湖泊钻探平台外貌及平面布置见图1、图2。



图1 冰上湖泊钻探平台



图2 冰上湖泊钻探平台平面示意图

(1) 岩心采取率不足,很难实现100%取心。岩心的丢失可能会造成数百年甚至数万年古环境和古气候变迁信息的丢失^[3]。

(2) 岩心结构被扰动。钻探过程中,地层原来的沉积序列被破坏,局部层位被上下颠倒,影响到对古气候环境规律的认识^[3]。

(3) 在盐层、石膏层中取心困难。在盐层或石膏层中钻进遇水时岩心会溶化^[3]。

(4) 钻进过程中出现堵心的问题。在松软地层中,一旦发生堵心而未能及时发现,极易将样品磨掉,取心率很低,堵心常发生在压实的泥质(土)层^[1]。

(5) 提钻时出现脱心的问题。因地层松软,一旦发生脱心,打捞极其困难,脱心常发生在压实的含砂泥质(土)层^[1]。

(6) 钻进时砂层被冲蚀。因砂层几乎没有胶结物,钻进时待取的样品极易被冲洗液冲掉,有可能根本取不到样品^[1]。

(7) 孔壁很难保护——容易发生缩径、塌孔等事故^[1]。

为了解决上述存在的问题,中国地质大学(北京)科学钻探国家专业实验室针对呼伦湖沉积地层特点,研制了新型活塞式取样钻具、压卡式取样钻具。在取心过程中通过A、B孔交替取心、补心,共计取心9.21 m,取心率达到100%。

3.2 新型活塞式取样钻具

3.2.1 钻具结构

由于湖底有5 m左右的软泥质沉积层,压实程度低,胶结性差,中间有0.3 m厚的硬层,利用新型活塞式取样钻具进行取心,其结构如图3所示。

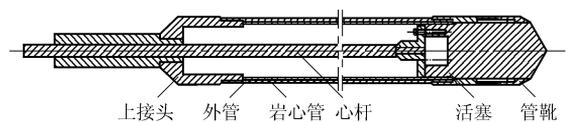


图3 新型活塞式取样钻具结构示意图

3.2.2 工作过程

(1) 下放钻具:此时活塞被外管卡死,活塞保持和整套钻具同步下放^[4],在这个过程中,活塞能够阻止孔壁泥皮和孔底非原生塌落的泥砂进入取心管。

(2) 活塞定位:通过上端吊链使下端球卡脱卡,此方法能够使活塞动作准确,精确定位岩心的上标位。

(3) 加压钻进:此时通过钻杆向取样钻具加压,

3 呼伦湖环境科学钻探取样施工技术

3.1 国内环境科学钻探取样存在的主要问题

使钻具外管和岩心管贯入沉积层,由于活塞将岩心管内抽成真空,使岩心进入岩心管的阻力变小,防止堵塞。

(4)回收钻具:在提钻过程中,由于活塞密封性好,岩心管内形成真空,吸住岩心,同时在岩心自重的作用下,促使下方花瓣下翻,防止岩心脱落。

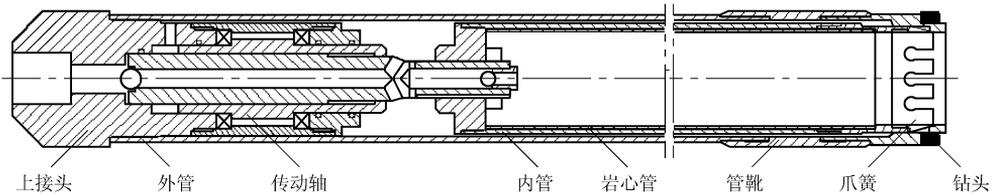


图4 压卡式取样钻具结构示意图

3.3.2 工作过程

(1)固定孔位:应用压卡式取样钻具时,要先下套管固定 A、B 孔位。

(2)湖水扫孔:考虑到呼伦湖沉积层的含沙量少、作业时间短、天气寒冷、泥浆冷冻会影响取心效率等因素,故采用湖水作为循环液进行扫孔和取心,效果良好。利用湖水作为循环液时,上部沉沙一般为 20~30 cm。

(3)下放钻具:将连接好钻杆的钻具下放到预定深度。

(4)回转钻进:增大钻压,利用回转钻进使钻头切入沉积层,钻具外管和岩心管同时贯入沉积层,使岩心进入岩心管。在进尺时,考虑到沉沙、塌孔淤泥和刮孔壁泥皮等因素,在岩心管上部留出 40~50 cm 的余量。

(5)投球压卡:当满足进尺要求后,停止回转,在钻杆上部投球,增大泵量,利用高压水作用于下部爪簧,使爪簧内收,切断岩心,防止岩心脱落(见图 5)。



图5 爪簧使用效果

(6)回收钻具:利用卷扬和液压将连接钻杆的钻具提出。

3.3 压卡式取样钻具

3.3.1 钻具结构

当进尺到 4.9 m 深时,由于地层硬度增大,钻头处端面阻力增大,取样器内外摩擦力增大,导致活塞式取样钻具无法应用,故改用压卡式取样钻具,实现泥浆回转钻进。压卡式取样钻具结构如图 4 所示。

(7)退出样品:在现场分样平台上,用电锯将取心管切开,再利用绳锯将岩心切开,见图 6。

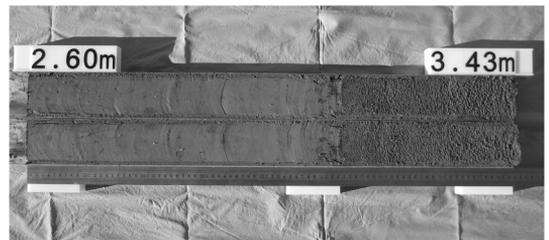


图6 取心样品

(8)分割样品:利用现场分样平台,将所取样品按 1 cm 等距分割,装袋保存。

4 结论

(1)针对内蒙古等北方寒冷地区的湖泊环境钻探取样工程,与夏季取样对比,冬季施工安全可靠。

(2)冰上湖泊钻探平台抗风性能良好,保温系统可靠,满足了工程需要。

(3)新型活塞式取样钻具动作可靠,在上部 5 m 左右的软泥质沉积层中实现了 100% 取心。

(4)压卡式取样钻具工作状态良好,在下部 4.9~9.21 m 的沉积层中实现了 100% 取心。

参考文献:

[1] 刘宝林,等. 湖泊环境科学钻探施工技术[J]. 探矿工程,1999,(2).

[2] 周德全,等. 湖泊沉积记录与过去全球变化[J]. 矿物岩石地球化学通报,2006,(3).

[3] 何远信,等. 环境科学钻探取样技术研究[J]. 现代地质,2005,(9).

[4] 姚彤宝,等. 一种振动活塞取样钻具的研究[J]. 地质装备,2007,(4).