

湖泊环境科学钻探取样技术

姚彤宝, 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:在简单介绍湖泊环境科学钻探取样技术的产生背景、发展概况后, 主要介绍了科学钻探国家专业实验室在该技术上取得的进展, 并探讨了湖泊环境科学钻探取样技术的难点和发展方向。

关键词:湖泊; 环境科学钻探; 取样

中图分类号: P634.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2008)04-0017-03

Environmental Scientific Drilling Sampling in Lake/YAO Tong-bao, LIU Bao-lin, LI Guo-min (National Lab on Scientific Drilling, China University of Geosciences, Beijing 100083, China)

Abstract: This paper briefly introduced the generative background and development of environmental scientific drilling sampling in lake, and discussed difficulties and development trend of it, mainly stated the progress in National Lab on Scientific Drilling.

Key words: lake; environmental scientific drilling; sampling

1 湖泊环境钻探取样技术的产生背景

环境科学主要目的是通过对冰川、深海沉积物、黄土、冻土、湖泊沉积物、树轮、珊瑚等自然记录的研究来重现地球过去的气候、环境和生态历史, 以了解地球系统的过去状况, 认识地球环境变化规律(包括变化过程、变化幅度和变化速率)及其控制因素, 为预测未来可能出现的全球变化提供必不可少的背景条件和类比模式^[1,2]。

科学钻探取样(心)的基本要求是: 无扰动、无变形、无污染; 样品采取连续、完整, 取心率达到 95% 以上; 取心位置准确。由于短尺度气候变化研究钻探取样所遇地层多为第四纪沉积地层(浅海、湖泊和沼泽、湿地等), 该类地层具有沉积速率大、地层胶结性差或完全未胶结等特点, 成为国内外环境科学研究获取高分辨率样品的首选。但钻探取样时, 极易发生扰动、变形、丢样(心)等现象。但短尺度气候变化研究内在的对沉积物样品高分辨率的要求, 不允许样品的缺失和紊乱。因此, 它对钻探取样的要求可描述为: 全孔取样(心); 样品无污染、无变形、无扰动; 样品连续、完整, 取心率必须为 100%; 取心位置准确。

随着环境科学研究的深入, 短尺度(年际、十年、百年尺度)气候变化成为研究主流。如何获得高分辨率的样品成为该领域国内外学者亟待解决的难题之一。湖泊沉积物因其无法替代的优势而倍受

重视, 成为全球变化研究的热点, 这就迫切要求湖泊环境科学钻探取样技术的快速发展来解决这一问题。

2 湖泊环境科学钻探取样技术的发展概况

尽管国内外对湖泊的研究可以追溯到 20 世纪初, 但近 20 年来湖泊钻探取样技术才得以较快的发展。

目前, 比较适用于湖泊取样的技术有: 冰冻取样技术、重力取样技术和活塞取样技术等。其中, 冰冻取样和重力取样均能够获取泥水界面物等高质量样品, 但局限于一次(回次)取样, 且主要获取湖底表层沉积物。活塞取样技术能够多回次获取湖泊、海洋、水库等水域沉积物样品, 取样效果好、取样深度大。但主要受到湖泊、水库等非海洋水域钻探取样用船舶或平台的能力所限, 成为大洋钻探(ODP)取样技术直接应用到湖泊取样的技术“瓶颈”。

3 湖泊环境科学钻探取样技术的进展

科学钻探国家专业实验室(以下简称实验室)落成之后, 多次联合中国科学院地质与地球物理所(原中国科学院地质所)、南京地理与湖泊研究所、黄土与第四纪地质国家重点实验室、中国地质科学院环境所等单位在内蒙古、北京、天津、江苏等地区开展了湖泊或水库取样, 参加了古环境研究的岱海

收稿日期: 2007-09-07; 改回日期: 2008-02-21

作者简介: 姚彤宝(1980-), 男(汉族), 河南南阳人, 中国地质大学(北京)博士在读, 地质工程专业, 从事钻井机械和工艺的研究工作, 北京市海淀区学院路 29 号, ytblog@cugb.edu.cn。

钻探取样、密云水库库区环境评价、上海崇明岛湿地环境评价和圆明园防渗膜的评价等代表性工作。取得的主要成果如下。

3.1 冰冻取样技术^[3]

冰冻取样技术工作原理是:先在取样头内装冷冻液。依靠外力吃入沉积层,停留一定时间后,由于冷冻液汽化带走热量,样品被冻结在取样器的外表面(片状样品)或者内腔室(柱状样品),从而获得原状的沉积物样品和界面。

实验室率先在国内展开该项技术的研究,并于 2002 年在密云水库的实际钻探取样中,获得十分理想的取样结果(见图 1)。实验室目前拥有该技术的国家实用新型专利。它的突出特点就是:取样质量高、成功率高、获取的泥水界面物可信程度大。



图 1 冰冻取样样品

3.2 重力取样技术

重力取样技术的原理是:将取样钻具(包括配重)在水面自由释放,使其依靠重力势能贯入湖底沉积物中一定深度时迅速触动密封,保证样品在提取过程中不丢失。

重力(活塞)取样技术的取样钻具(见图 2)结构简单、操作方便、可靠,实际的应用效果较好。

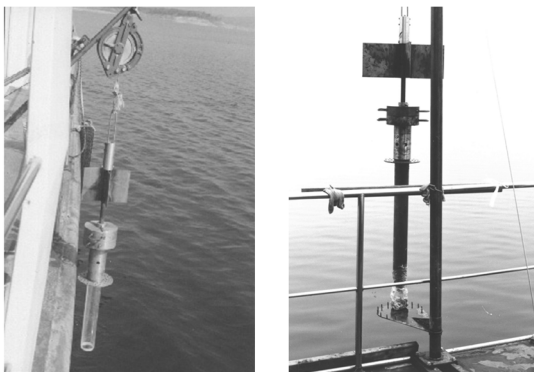


图 2 重力(活塞)取样钻具及其卷扬

3.3 活塞取样技术

活塞介入取样技术的最初目的是解决样品在提升过程中的密封问题,即防止样品因水头压力被冲散、丢失。随着技术的发展,活塞取样技术已成为水域(包括海洋)获取原状沉积物样品最有效的方法,并在海洋沉积物取样中获得巨大的成功。

但由于湖泊水面的船只的排水吨位与海洋钻探船相差甚远,且水面与水底的高差也差别较大,限制了大洋钻探(ODP)活塞取样技术在湖泊取样的应用。实验室借鉴 ODP 的成功实例,对湖泊活塞取样技术做了深入研究。通过多年湖泊现场钻探取样来看,效果较好,详见图 3、图 4。

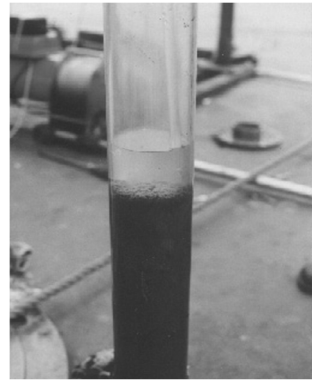


图 3 活塞钻获取的原状样品(含泥水界面)

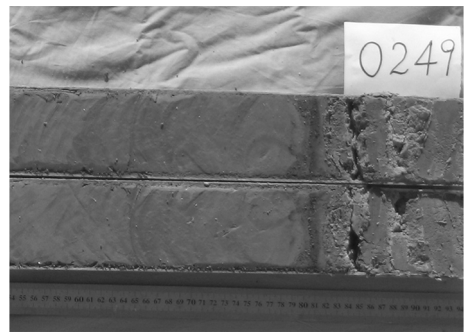


图 4 活塞钻所取样品(切割后)局部图(2007 年 1 月内蒙古)

现场钻探取样表明:在湖泊钻探中,活塞取样技术具有较大的优势,能够满足其高质量、连续取心的要求,而且整个工艺操作简单、可靠。

3.4 双层管和三层管取样技术

当沉积物较硬或粘性较大时,单利用管鞋压入地层比较困难,就需采用回转钻进取心方法。为了避免对样品的冲蚀、冲散,降低对其的扰动,实验室研发了可用于环境科学钻探取样的双管单动钻具和三层管单动钻具。从该套取样技术在松嫩平原古湖泊和北京通州冲积地层中现场应用来看,可应用到粉砂到粗砂地层,取样效果明显(见图 5)。



图 5 双层管和三层管取样

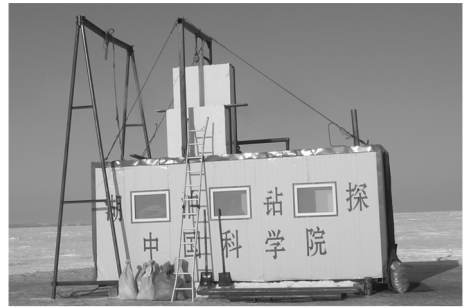


图 6 实验室联合中科院地质所冰面湖泊钻探取样外景

4 湖泊取样技术存在的问题

如前所述,湖泊钻探不能等同于海洋钻探,湖泊钻探设备和技术还有待于进一步完善。相对而言,湖泊钻探取样受到的自然条件约束更大,更为苛刻。钻探取样的多回次的内在需求,增加了作业的难度和施工的风险。为此,实验室提出在我国北方地区湖泊钻探取样的工作应在冬季结冰后进行,并取得明显效果。图 6 为实验室与中科院地质与地球物理所联合冰面湖泊取样实景。

5 结语

水域钻探取样技术在国内方兴未艾,从 ODP 钻探到湖泊钻探取样都取得了一定的进步和发展。就目前国内情况来看,湖泊环境科学钻探取样技术略显滞后,国内尚未出现环境科学钻探取样(包括湖泊钻探取样)的规范,现场的取样工作只能借鉴

岩心钻探取心标准或环境采样标准。总的来说,湖泊环境科学钻探取样技术的主要难点是如何准确地获取真实的原状沉积物样品,其关键就是解决回次之间样品的衔接、吻合并防止样品的扰动、变形(挤密压实或负压抽吸拉伸)等,其核心是对取样钻具的合理设计和应用。目前,国内外对湖泊、海洋等沉积物取样钻具设计的理论研究尚未定论,即对钻具参数和取样结果的影响因素及其程度还有待深入研究。

参考文献:

[1] 刘宝林,何跃文,司敬成. 湖泊环境科学钻探施工技术[J]. 探矿工程,1999,(2):47-49.
 [2] 周德全. 湖泊沉积记录与过去全球变化[J]. 矿物岩石地球化学通报,2006,25(3):260-265.
 [3] 李国民,刘宝林,毛志新. 冰冻取样技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2005,32(2):44-46.

(上接第 14 页)



图 4 取到的岩心

4 钻机优点

通过现场使用,该钻机的优点主要表现在以下几个方面:

- (1)质量轻,模块化设计,安装、拆卸简便,适合在受地形及植被等条件限制的地区施工,适合人力搬运,操作简单;
- (2)可实现金刚石钻进、硬质合金钻进、螺旋钻进、冲击钻进等多种功能;
- (3)动力机启动方便,性能稳定可靠;
- (4)取样质量好。

5 结语

在浅层取样方面,TGQ-10A 型取样钻机凭借整体模块化设计以及多功能减速箱的设计实现了轻便、灵活、多功能的目标。此钻机取样工艺容易控制,可以有效的解决浅层取样的问题。