

一种可实现不同水深条件下采样的湖泊 沉积物柱芯采样装置

李 键¹, 张 维², 陈敬安¹, 朱正杰³, 曾 艳¹, 王敬富¹, 杨永琼¹, 杨海泉¹

(1. 中国科学院地球化学研究所 环境地球化学国家重点实验室, 贵阳 550002;

2. 贵州省环境科学研究设计院, 贵阳 550002; 3. 重庆地质矿产研究院, 重庆 400042)

摘要: 沉积物柱芯采样器是一种广泛应用于生态环境研究的科研装备。在前人研究的基础上, 我们研制了一套携带方便、操作简单、适用范围广、取样效果好的湖泊沉积物柱芯采样装置。通过组件的不同组合, 该采样装置可实现不同水深条件下的沉积物柱芯采样, 采集的沉积物厚度可达 80~150 cm。该采样装置具有体积小、重量轻、结构简单、性能可靠的特点。此外, 该采样装置还配备了简单实用的分样装置, 可快速、准确的进行野外分样。

关键词: 湖泊; 沉积物柱芯; 采样装置

中图分类号: TH7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-9250(2011)01-0121-04

沉积物柱芯采样器是一种广泛应用于生态环境研究的科研装备。目前研制开发的沉积物柱芯采样装置种类繁多, 主要包括重力采样器^[1]、活塞式采样器^[2-4]、连杆式采样器^[5,6]、冷冻式采样器^[7]以及钻进式采样器等。其中便携式重力采样器在湖泊沉积物研究中应用普遍, 具有便于携带、操作简单的特点。然而, 目前便携式重力采样器仍存在一些有待改进的地方, 主要表现在: (1) 采样时存在部分扰动, 有时甚至会破坏沉积物层序; (2) 采样方式单一, 对不同采样环境的综合适应性较差, 特别是无法满足不同水深条件下的采样工作。 (3) 沉积物取芯长度较短, 对深水沉积物柱芯的采集多数只能达到 40~80 cm 的厚度^[1]。为克服以上不足, 我们在前人研究的基础上, 研制了一套携带方便、操作简单、适用范围更广、取样效果更加理想的湖泊沉积物柱芯采样器。

1 采样器基本要求

可有效实现沉积物柱芯无扰动采集, 采集沉积物界面水保持澄清; 通过组件的不同组合, 可实现不同水深条件下沉积物取芯, 弥补原有采样器采样方

式单一的不足; 沉积物样品的采集厚度可达 80~150 cm, 弥补原有采样器采样厚度小的不足; 采样器结构简单, 便于野外携带和操作; 配备简单、实用的分样装置, 可快速、准确的进行野外分样。

2 采样器结构

采样器由连接系统、配重(7、8、10)、采样管顶端密封系统(4)、采样器连杆系统(11)、采样管(9)五部分组成(图 1)。

连接系统主要由上连杆(3)和过渡腔体(5)组成(图 2)。上连杆(3)为一空心铝合金管, 内装有牵引架(2), 牵引架可以连接缆绳(1), 用以提放采样器。过渡腔体(5)由腔体(15)和上法兰(16)、下法兰(14)组成, 各部分由螺栓连接。上连杆(3)由螺纹连接于上法兰(16)上。腔体(15)与下法兰(14)之间有密封圈(13), 有机玻璃采样管(9)上端插入腔体中(15), 依靠密封圈(13)被压缩后的形变来固定和密封。腔体(15)的四周为开放式设计, 以保证采样管(9)插入腔体后, 其上端保持通畅的状态, 采样时采样管上端水压能够顺利释放。

采样器配重由配重物(8)、可拆卸配重(7)、捶击

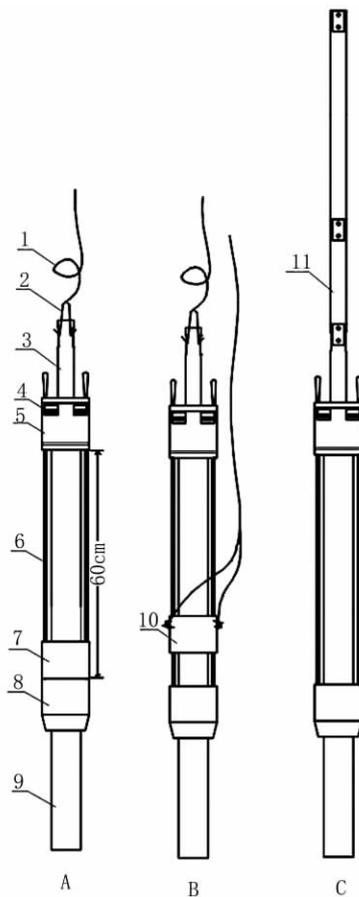
收稿日期: 2010-01-13; 改回日期: 2010-09-22

基金项目: 国家自然科学基金项目资助(40673068)、贵州省科学技术基金项目资助(黔科合 J 字[2009]2256 号)、贵州省重点国际合作项目资助。

第一作者简介: 李键(1978-), 男, 博士, 主要环境地球化学研究。E-mail: lijian1412@163.com。

配重组成(10),由不锈钢材料制造。配重体通过两条不锈钢配重连杆(6)与采样器空腔(15)、上法兰(16)、下法兰(14)连接在一起。配重体(8)形状为一中通的圆柱体,采样管(9)可以穿过配重体插入采样器上端的空腔(15)。可拆卸配重(7)形状与配重体(8)相同,穿过配重连杆叠放于配重体上,用于增加采样器自重。捶击配重(10)同采样器配重体(8)形状相同,穿于配重连杆上,通过绳索牵引,可在配重连杆(6)上滑动。

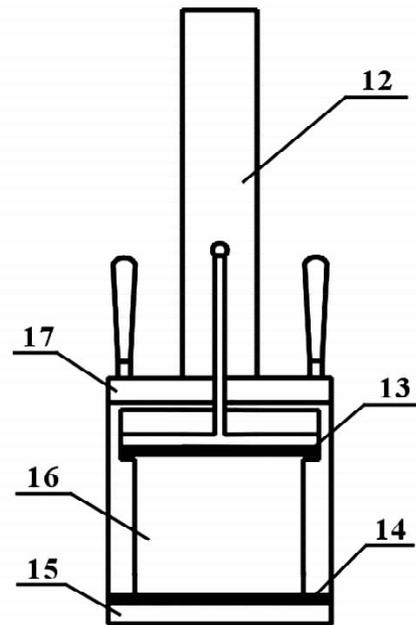
采样管顶端密封系统(4)由单向阀主体(12)和橡胶垫组成,使用铝质和橡胶材料制造,可单向开启(图2)。采样器连杆系统(11)由不锈钢材料制造,分为1 m和2 m两种长度。连杆由螺栓固定于采样器连接系统的上连杆(3)上,连杆与连杆间由螺栓进行连接。采样管(9)选用65 mm直径的有机玻璃管,长度为1500 mm和2000 mm两种。



A. 自由下落式采样; B. 配重捶击式采样器; C. 连杆式采样器
1. 缆绳; 2. 牵引架; 3. 上连杆; 4. 采样管顶端密封系统;
5. 过渡腔体; 6. 配重连杆; 7. 可拆卸配重; 8. 配重体;
9. 采样管; 10. 捶击配重; 11. 连杆系统

图1 采样器结构示意图

Fig. 1 The sketch of the sampler for sediment cores



12. 单向阀; 13. 密封圈; 14. 下法兰; 15. 腔体; 16. 上法兰

图2 采样器过渡腔体结构示意图

Fig. 2 The sketch of the transitional cavity of the sampler

3 工作原理

无扰动采样主要通过采样器上端腔体内灵活的单向阀来实现(图2)。采样器下落时,采样管内水压增大,单向阀开启,采样管内的水压可由采样器上方开放式空腔释放,保证采样管内水道畅通,防止表层沉积物因水压而受到扰动,使沉积物界面水保持澄清,从而实现无扰动采样;采样器上提时,单向阀关闭,采样管上端形成真空,使沉积物在采样器上提过程中保留在采样管中。

选用缆绳、连接系统、配重、采样管顶端密封系统、采样管可组成自由下落式重力采样器(图1-A),可用于深水区域沉积物柱芯的采集,采样器在下端配重的作用下,重心较低,可在水中竖直下落,当采样管下沉到沉积物界面时,采样管在采样器自身重力的作用下插入沉积层中。

采集深水区域沉积物柱芯时,使用自由下落式重力采样器组合,采样器依靠自重提供的冲击力插入沉积层中,因此采样器配重的重量直接决定了沉积物柱芯的采集深度,本采样器配置有可拆卸配重,配重重量为5 kg和10 kg两种,通过配重的搭配可调整采样器的自重,以达到增加沉积物采集厚度的目的。

在一些深水沉积物较为致密的情况下,即使增

加采样器的自重,所采集的沉积物厚度也很难增加。本采样器设计增加了捶击配重(图 1-B),捶击配重可在配重连杆上自由滑动,捶击配重两侧各有一不锈钢环用以连接绳索,采样时通过连接捶击配重的绳索的牵引,使捶击配重向下捶击采样器配重物,使采样管插入致密的沉积物中,增加采集沉积物的厚度(图 3)。

选用采样器连杆系统、连接系统、配重、采样管顶端密封系统、采样管可组成连杆式采样器(图 1-C),可用于浅水区域沉积物柱芯的采集,采样器上端连杆由 1 m 或 2 m 长的不锈钢管组成,由螺栓逐段连接并与采样器连接系统上端连接,采集样品时,根据水深的不同,选取不同长度和数量的连杆进行连接,通过连杆在水面以上施加外力,使采样管插入沉积层中。

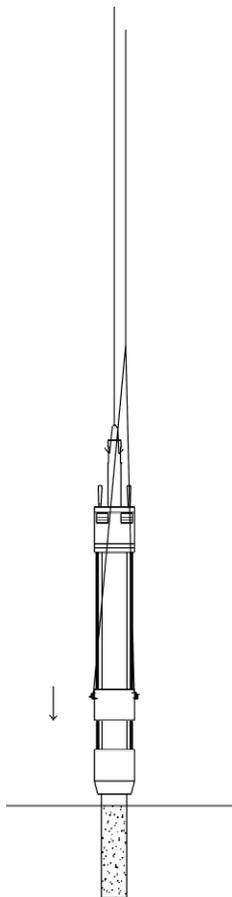


图 3 采样器捶击配重操作方法

Fig. 3 The operational method of the counterweight for hammering

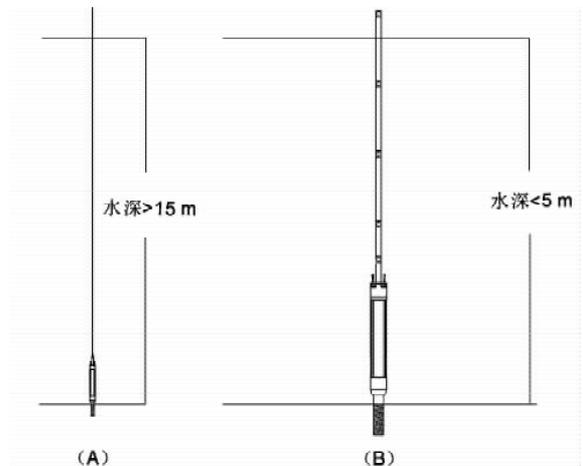
4 操作方法

在深水湖泊采样时(图 4-A),将采样器装配好

后,使用缆绳将采样器悬吊于水面下 1~2 m 处,上下抖动采样器,使采样管内充满水,然后使其保持竖直状态,松开缆绳使采样器在水中自由下落,采样器依靠重力插入沉积层。待采样器静止后,拉动缆绳缓慢并匀速的拔取采样器,当采样器上提至水面时,在采样管下端未露出水面时用橡胶塞子将采样管下端管口密封。然后将采样器提出水面,放置于甲板上,整个过程保持采样管竖直并缓慢移动。松开螺栓,打开单向阀,将采样器主体从采样管上端取下。用橡胶塞子将采样管上端封闭,并将采样管竖直固定于船体上。

在浅水湖泊采集时(图 4-B),使用采样器连杆系统。将采样器主体和连杆系统装配好后,通过连杆将采样器竖直的放入水底,用力将采样管插入沉积层中。然后拔取采样器,卸掉连杆,之后的操作与深水采样时相同。

采样器配备了野外分样装置,由推样杆、采样管支架、分样勺和分样刀组成。分样时先将采样管中沉积物柱芯上端的水用橡胶管抽干。将采样管下端的橡胶塞子取掉,迅速把推样杆顶端的活塞由采样管下端推入,然后缓慢推动推样杆将管内沉积物推至上端管口,依据推样杆上的刻度使用分样勺以 1 cm 或 2 cm 间隔将表层较为松软的样品由采样管上端取出,取出后的样品放入干净的塑料袋中密封保存,以上过程采样管必须始终保持竖直。当样品分至下层较为致密的沉积物层段时,将采样管水平放置于分样支架上,使用推样杆和分样刀对沉积物柱芯进行切片分样,可以有效地提高分样速度。



A. 深水湖泊沉积物采集方法; B. 浅水湖泊沉积物采集方法

图 4 深水和浅水区采样方法

Fig. 4 The sampling process in deep and shallow water

5 采样器实际使用情况

采样器研制以来,在多个湖泊采集了沉积物样品,包括:广东湛江湖光岩玛珉湖(水深 30 m)、云南洱海(水深 30 m)、云南程海(水深 30 m)、东北地区四海龙湾(水深 50 m)、青海湖(水深 25 m)、贵州草海(水深小于 5 m)。

四海龙湾沉积物柱芯采集,使用了采样器捶击配重。实践证明,当采样管遇到致密的沉积层而无法插入时,采样器捶击配重可以有效地增加采样深度,采集的沉积物柱芯长度由不足 50 cm 增加到 85~95 cm,沉积物水界面水保持澄清。

贵州草海水深不足 5 m,自由下落采样方式效果不好,使用采样器的连杆装置,成功地采集了长 100 cm 以上的沉积物柱芯,沉积物水界面水保持澄清,验证了该连杆装置于浅水湖泊应用的有效性。

其它湖泊采样点水位均超过 20 m,使用自由下落采样方式,可无扰动采集长度达 80~150 cm 的沉积物柱芯。

实践证明,该采样器采样器可通过捶击配重和采样器连杆系统实现多种采样方式,适合不同水深的采样环境,采集的沉积物柱芯长度可达 80~150 cm,采集的沉积物界面水可保持澄清。

参 考 文 献

- [1] 王雨春,黄荣贵,万国江. SWB-1 型便携式湖泊沉积物-界面水取样器的研制[J]. 地质地球化学, 1998, (1): 94-96.
- [2] Chamber J W, Cameron N G. A rod-less piston corer for lake sediments; an improved, rope-operated percussion corer [J]. Journal of Paleolimnology, 2001, 25(1): 117-122.
- [3] Jahnke R A, Knight L H. A gravity-driven, hydraulically-damped multiple piston corer for sampling fine-grained sediments[J]. Deep-Sea Research, 1997, 44(4): 713-718.
- [4] Wright H E. Coring tips[J]. Journal of Paleolimnology, 1991, 6(1): 37-49.
- [5] Mingram J, Negendank J F W, Brauer A, Berger D, Hendrich A, Köhler M, Usinger H. Long cores from small lakes-recovering up to 100 m-long lake sediment sequences with a high-precision rod-operated piston corer (Usinger-corer) [J]. Journal of Paleolimnology, 2006, 37(4): 517-528.
- [6] 朱广伟,陈英旭,王凤平,等. SW-Shallow-1 型浅水水体沉积物-界面水取样器的研制[J]. 地质地球化学, 2001, 29(2): 91-93.
- [7] Kulbe T, Niederreiter R. Freeze coring of soft surface sediments at a water depth of several hundred meters[J]. Journal of Paleolimnology, 2003, 29(2): 257-263.

A Newly Developed Sampler for Collecting Lake Sediment Cores

LI Jian¹, ZHANG Wei², CHEN Jing-an¹, ZHU Zheng-jie³, ZENG Yan¹,
WANG Jing-fu¹, YANG Yong-qiong¹

(1. State Key Laboratory of Environmental Geochemistry, Institute of Geochemistry,
Chinese Academy of Sciences, Guiyang, 550002, China;

2. Guizhou Research and Design Institute of Environment Science, Guiyang, 550002, China;

3. Chongqing Institute of Geology and Mineral Resources, Chongqing, 400042, China)

Abstract: According to previous experiences in making sampling devices and some reference materials from abroad, we have developed a new-style device for taking lake sediment cores. This device may be used to collect lake sediment cores without disturbance, and the sediment-water interface can be kept distinct. The new sampling system is applicable to both deep and shallow lakes by various combination of the components. The maximum length of sediment cores increases from 80 cm to 150 cm. The practice has proved that this system features small size, light weight, simple mechanism and reliable performance.

Key words: sediment core; sampler; lacustrine sediment