

监测与分析

湖泊沉积物-水界面系列采样装置的研制*

袁自强 吴德殊 黄荣贵

陈振楼 吴丰昌 万国江

(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)

摘要 介绍了系列采样装置,包括沉积物-水界面取样器,孔隙水隔气抽取装置和电渗析沉积物剖面切割工作台等。可对 75m 深水湖泊采集到 30—90cm 的沉积物柱及 10—30cm 底层水样品,并可在野外现场分样和提取孔隙水。沉积物分样的厚度最小是 0.1cm。整套装置重量轻、可拆卸、操作简便且便于野外运输。

关键词 湖泊,沉积物,采样装置。

在湖泊沉积物-水界面及其附近,发生着重要的物理、化学和生物反应,进行着频繁的物质变换和输送。许多重要的湖泊环境问题如水体的富营养化、污染物的自净以及二次污染等均源于沉积物和湖水的相互作用。因此,研究和认识湖泊沉积物-水界面及其附近的各种地球化学过程对揭示近代湖泊环境的演化,评价沉积物二次污染的潜在危险,保护水资源等具有重要的理论和现实意义。

湖泊沉积物-水界面地球化学的研究在国内外都是新近开拓的领域。因此研究手段和方法尚处于摸索阶段。为了完整地采集到沉积物-水界面样品及其附近的各类样品,如湖水、孔隙水和悬浮微粒等,笔者设计研制了一系列的配套采样装置。本文将介绍该装置的工作原理,机械结构和实用性能。

1 湖水的采集

在垂直剖面上按一定的湖水深度采集水样,一般用小水泵或唧筒,市场上有定型产品。采样时需要注意防止水样与空气的接触,免受污染。

2 沉积物采样装置

采集湖泊、水库的沉积物具有一定的难度,对采样装置性能的基本要求有下列几点:

(1) 采样时,湖底表层沉积物及其上覆水不发生搅动,采到的样品必须完好地保持原态。

(2) 适应不同湖水深度和不同湖泊沉积物类型。

(3) 采样装置应轻便、可卸,便于野外运输和操作。

沉积物采样装置的种类很多,常见的有柱式^[1-2]和箱式^[3],其结构原理都是靠自重下沉到湖底,然后自动封顶或封底使取样管密闭,取得完整的原态样品。在吸取国外产品优点的基础上,笔者设计制造成功柱式采样装置。本装置共有 3 个部分。

2.1 取样器

取样器是整个装置的主要部分。其结构见图 1。采样时,将有机玻璃管装在筒体中,再用起吊架沉放取样器到湖中。在沉降前,应将密封压板提起,用转臂销将滑杆扣住。然后,操作起吊架手柄,沉降取样器到湖底。取样管凭自重插入湖底后,重锤偏置下坠,脱销机构自动转臂脱离滑杆,使密封压板落下。在弹簧压力作用下,密封压板紧压在筒体的上端部,取样管就处于密封状态。又因静水压及沉积物与有机玻璃管的粘力,所以从湖底提升取样器时,采集到

* 国家自然科学基金资助项目
1992 年 5 月 10 日收到来稿

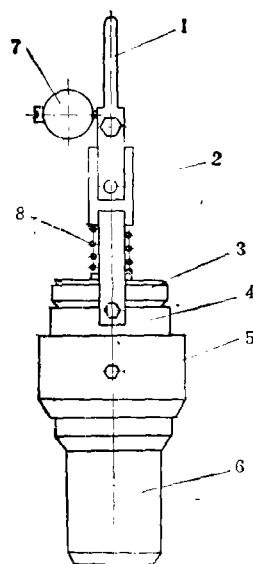


图 1 取样器结构示意图

- 1.吊环 2.转臂销 3.密封压板 4.筒体 5.配重环 6.有机玻璃取样管 7.重锤 8.弹簧

的沉积物不会从有机玻璃管内脱落。即使取样管提出水面,在大气压和粘力作用下,亦不致发生脱落现象。取样器有 3 种重量的配重环,可根据湖泊沉积物的致密程度选择适当的配重。从实地使用看,要保证取样管可靠插入湖底沉积物内,取样器整体重量产生的压强应达 250—520MPa。

2.2 起吊架

起吊架是用于沉降或提升取样器的专用架,能平稳地吊装取样器。其工作原理类似常用的扒杆。本装置的取样器重量约 40kg,在使用时,起吊架配置适当的平衡重,按一般常规操作不会发生倾倒。

2.3 分样台

分样台是定量分取沉积物孔柱样品的装置,最小分样厚度 1mm。使用时,将已采集到沉积物的取样管放在分样台的托盘上,定位固定后,顺时针方向旋转手柄带动伞齿轮,使螺母旋转,于是螺杆带动托盘向上运动,将沉积物柱抬起,根据分样的需要,控制手柄位移量,便可得到不同分量的样品。

本装置设计采样水深 75m,可装直径为 8

cm、长 100cm 和直径 12cm、长 50cm 的两种有机玻璃管,已成功地采集到贵州红枫湖,云南洱海、泸沽湖和滇池的沉积物-水界面样品,完好地取得 30—90 cm 的沉积物柱及 10—30 cm 的底层水样,界面处未受扰动,清晰可见。并在采样现场就地分样,分样精度达 0.1cm^[4]。

有关本装置的结构特点及工作原理详见文献[5]。

3 孔隙水采集

从沉积物中提取孔隙水有一定困难,因为孔隙水的量少,而且它的化学组分对环境条件如温度、压力和酸度等的变化非常敏感,很难做到采得的孔隙水不受干扰和污染。常用离心法或加压法由沉积物中提取孔隙水,但对操作条件的要求很苛刻,如需在氮氛中进行,以避免温度和空气中氧的影响,所以在野外采样现场较难办到。为此,设计制作了许多类型的孔隙水取样器,有通过渗透膜扩散的窥孔式^[6]、真空吸渗的标枪式^[7]和挤压抽滤次级柱式取样管^[8],以及专用提取沉积物表层孔隙水的取样器等^[9]。这些取样器可以在野外现场提取孔隙水,克服了温度、空气中氧对样品的干扰。但亦存在某

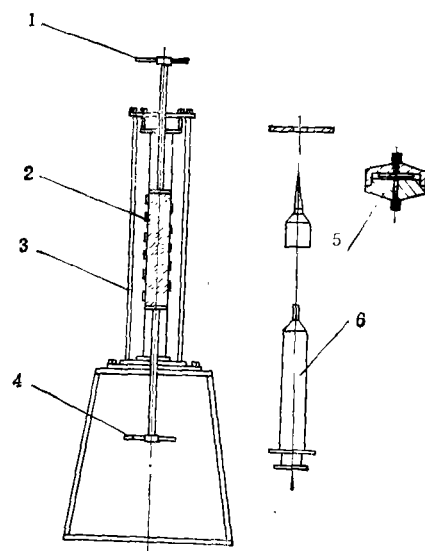


图 2 孔隙水隔气抽取装置

- 1.上螺杆活塞 2.沉积物柱 3.取孔隙水孔 4.下螺杆活塞 5.过滤器 6.抽滤针筒

些不足之处,如窥孔式采样时间较长,标枪式的设备价格较贵。相对而言,次级柱式比较简便,但必需和海洋沉积物取样器配合使用,而且取样时存在表层沉积物孔隙水与上覆水相混的问题,使某些组分的分析结果偏低。笔者研制的隔气抽取孔隙水的装置具有成本低,操作简便和取样速度快、不受污染的优点,可以在野外现场使用。图 2 是该装置的示意图。

——本装置提取孔隙水的方法是将沉积物柱样品安放定位后,断续旋转上、下螺杆活塞,依次用抽滤针筒通过取样管管壁上的小孔分层抽吸。利用本装置成功地采集了春、秋两季贵州红枫湖沉积物的孔隙水样,分析研究了铁、锰在沉积物中垂直剖面的分布¹⁾。

4 电渗析沉积物剖面切割装置

电渗析湖泊沉积物剖面切割装置是湖泊地球化学系列采样装置之一。可研究湖泊沉积物年代计年和直接观察沉积物韵律层理^[10]。其工作原理是利用直流电场对孔隙水渗析的效果剖分湖泊沉积物孔柱。即在粘土矿物两端加一个直流电压,粘土中的孔隙水流向负极。假若在沉积物孔柱管壁内侧插入一个带正电压的金属片,剖切用的刀片接负电压,则当刀片移动穿割沉积物柱时,在刀片表面会覆盖一层薄薄的滑润水膜,水膜起到了防止刀片和粘土粘连的效果,沉积物柱被顺利的剖分,剖面纹理不发生变形和伤痕,保持良好的原生形态。

切割装置包括二台设备。一是铣刨机,用来切割沉积物柱外的有机玻璃管,将管子对称地沿轴向铣出二条 5mm 的槽。另一设备是切割工作台,图 3 是工作台简图。

工作台由刀片、拉伸弹簧和平衡重等主要零件构成。刀片长 1m、宽 0.1m、厚 0.5mm,是不锈钢材质。通过平衡重块、绳系和滑轮组,刀片能沿着工作台的立柱上、下平稳移动,保持随遇平衡。当沉积物柱外套管被铣切出槽后,将其固定在工作台上,接通直流电,慢慢推动刀片便可剖分了。

剖切速度和施加电压的大小取决于沉积物

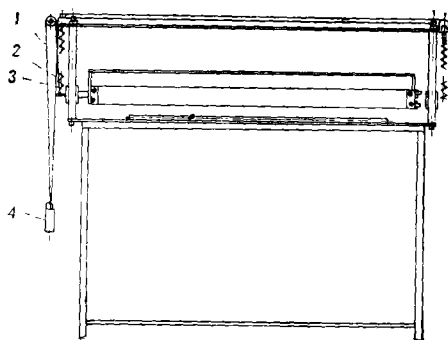


图 3 电渗析剖面切割工作台

1. 电渗透刀片 2. 沉积物柱 3. 弹簧 4. 平衡重

的类型和含水量。湿性粘土类沉积物用 20—30 V 直流电压。如果沉积物含砂量较高,且长期存放变得较干燥,则需 40—80V 的电压,刀片切割速度亦要慢。笔者在剖切洱海沉积物时,采用 40V 电压,迅速切割;红枫湖沉积物含砂砾较多,用 50V 左右电压,慢慢地切割。将剖分后的沉积物柱拍 X 光片,就可看到沉积层纹理清晰的图片。

5 悬浮颗粒捕获器

湖水中悬浮颗粒沉降通量常用大尺度过滤系统收集测定。近期较为流行的一种方法是捕获器停泊系统^[11],在水体中直接收集悬浮颗粒。

对捕获器性能的基本要求是不管在静水域还是紊流水域中,它必须正确反映悬浮颗粒通量。设计停泊系统的考虑因素有:

(1) 在静水或紊流水域中捕获器的形状对捕获效率的影响。

(2) 水体流速对悬浮颗粒沉降速率的影响。

(3) 捕获器中悬浮物对这一捕获器捕获效率的影响。

图 4 是常用的几种捕获器型式。文献推荐大型湖泊停泊系统的捕获器为直径 5—20 cm 范围的圆柱形筒体。停泊在静水域,圆柱体的

1) 陈振楼. 贵州红枫湖沉积物-水界面 Fe、Mn 地球化学研究. 硕士学位论文,中国科学院地球化学研究所,1990.

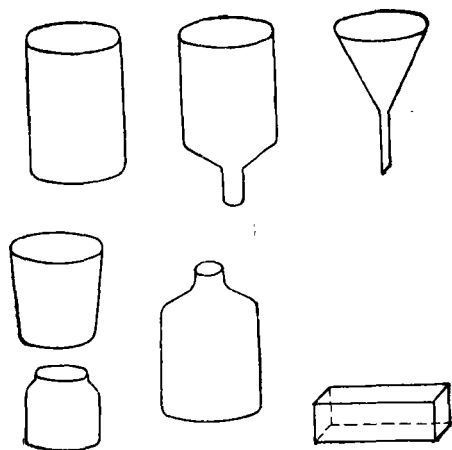


图 4 不同形状捕获器

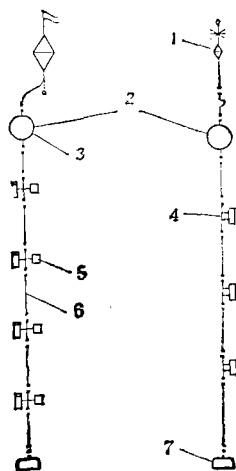


图 5 停泊系统

1. 湖面浮标 2. 水下浮筒 3. 流速计(视需要按装)
4. 捕获器 5. 浮舵 6. 缆绳 7. 锚

高与直径之比应大于 5; 停泊在紊流水域, 比值应大于 10。

停泊系统布置方式如图 5 所示。它包括一个锚、缆绳、捕获器、浮舵和浮标。捕获器沿着一个垂直剖面的不同深度布放。可以一个一个分层布放, 亦可在同一水深处用框式支架群体布放(见图 6)。必须注意, 群体布放时, 各个捕获器的开口应在同一水深位置。最低层的捕获器应离开湖底 1—3m。否则, 有可能会捕获到从湖底二次悬浮起来的沉积物。

湖面风浪振动传递到停泊系统的湖面浮标和水下浮筒引起缆绳振动, 再传到水中的捕获器, 致使捕获到的悬浮颗粒再次悬浮, 严重影响

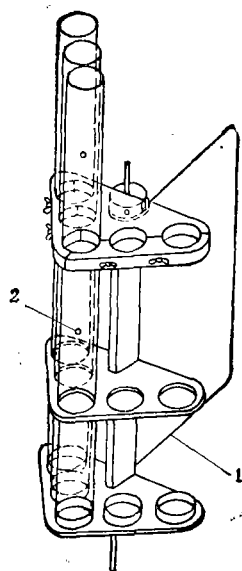


图 6 群体布放捕获器

1. 浮舵 2. 排水孔

测试准确性。如果在停锚缆绳上适当布放可以围绕缆绳旋转的扇形浮舵, 则大大提高停泊系统的稳定度。

笔者用这套系列装置采集了云、贵两省的某些湖泊、水库沉积物-水界面样品, 采到的样品没有污染和损伤, 保持完好的原生状态。从样品的分析、测试结果表明, 本装置符合科研工作要求。但是, 因受本装置工作原理的限制, 对含砂砾较多和粘性较差的沉积物很难采集到满意的样品, 因而本系列装置尚需进一步研究, 臻于完善。

参 考 文 献

- 1 Emersom S. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 1976, 40: 925
- 2 White J R et al. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 1989, 53: 2547
- 3 Carignar R and Tessien A. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 1989, 52: 1179
- 4 万国江等. 科学通报, 1990, 35(8): 612
- 5 吴德殊等. 环境科学丛刊, 1988, 9(3): 62
- 6 Hesslein R M. *Limnol. Oceanogr.* 1976, 21: 912
- 7 Sayles F L et al. *Deep-Sea Res.* 1976, 23: 259
- 8 Jahuke R A. *Limnol. Oceanogr.* 1988, 33(3): 483
- 9 Bender M L et al. *Limnol. Oceanogr.* 1987, 32: 1214
- 10 Michael S, Albert M. *J. Sediment Petrology*, 1972, 42(4): 987
- 11 Bloesch J, Burns N M. *Schweiz. Z. Hydrol.* 1980, 42: 15

were identical to those for the 24 h observation. High concentrations of the chemicals caused deformation, shrinkage, abnormal movement and even death of the cell. The results of individual counting method was tantamount to these of transmissivity method for judging toxicity of mercury ion and cypermethrin.

Key words: *tetrahymena pyriformis*, mercury ion, cypermethrin, toxicity.

Development of Devices for Collecting Samples near the Lacustrine Sediments-Water Body Boundary. Yuan Ziqiang et al. (State Key Laboratory of Environmental Geochemistry, Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guiyang 550002): *Chin. J. Environ. Sci.*, **14**(1), 1993, pp. 70—73

In order to investigate the lacustrine environment, and treat the environmental problem, it is necessary to get undisturbed samples. A whole set of devices for collecting undisturbed samples near the sediments-water interface was developed. This includes a sediment sampler, a sedimentary pore water sampler, and a electro-osmotic guillotine system for core-cutting, and so on. These devices can be used for sampling in lakes as deep as 75 meters, collecting columns of sediment sample of 30—90cm high, and columns of upling water of 10—30 cm high. The minimum separation thickness of the sediment sample is 0.1 cm. The set of the devices is rather light, easily disassembled, convenient to transport, and easy to operate.

Key words: lacustrine environment, sampling, sampler.

Determination of Anion-Surfactants in Dying Wastewater with Doubled Standard Addition Method. He Yamin et al. (Beijing Institute of Light Industry, Beijing 100037): *Chin. J. Environ. Sci.*, **14**(1), 1993, pp. 74—78

A pretreatment process with sodium hypochlorite-sodium nitrite-ammonium amino sulfonate was adopted to eliminate the interference from dye in the measurement of anion-surfactants in dye-containing wastewater. Doubled standard addition method and sample repeated operation were used

to determine anion-surfactant content in the examined solution. The upper and lower limit of the determination is 6.0 mg/L and 0.75 mg/L, respectively. Through a collaborative test and verification among fire laboratories on an actual dying wastewater containing LAS of 0.78 mg/L and 6.7 mg/L, it was determined that the repeatability standard deviation was 5.0 and 4.5 percent, and the reproducibility standard deviation was 5.2 and 9.7 percent, respectively.

Key words: anion-surfactant, dying wastewater, doubled standard addition method.

Removal of Interfering Elements in Neutron Activation Analysis of Environmental Samples. Wang Jingshu (Chinese Academy for Radiation Protection, Taiyuan 030006): *Chin. J. Environ. Sci.*, **14**(1), 1993, pp. 79—81

Gamma-ray measurement is usually interfered during the analysis of environmental samples with neutron activation analysis (NAA) method. The interfering elements could be removed through a Co-precipitation process which took place addition of Cu carrier, radioactive tracers and CH_3CSNH_2 to the decomposed pine leaves. The removal rates (R), which were tested by radiotracer technique, are affected by pH values. Recoveries of Ag, Cd and Cu increase when pH value rises and on the contrary, recovery of Sb decrease. However, recovery of Hg is not the function of pH values.

Key words: neutron activation analysis, interference, Co-precipitation, determination of Ag, Cd, Cu, Sb, Hg.

Determination of Arsenic, Antimony, Bismuth and Mercury in the Environmental Water with Hydride Generation ICP-AES. Jia Li (Water environment Monitoring Centre of Huaihe-River): *Chin. J. Environ. Sci.*, **14**(1), 1993, pp. 82—86

A method of potassium borohydride reduction combined with ICP-AES was tested and used for the detection of arsenic, antimony, bismuth and mercury in the environmental water. The detection limit are 0.01 mg/ml for As, Sb, Bi and 0.001mg/ml for Hg respectively. The method proved to be simple and rapid.