

XD-1型箱式采样器*

张君元 杨光复

(中国科学院海洋研究所)

箱式采样器由美国斯克里普斯海洋研究所于1962年研制成功,经多次改进后被广泛应用于海洋底质中采集沉积物原状样品和上覆水。我们于1979年着手研制并于1981年初试制成功带有测定沉积物方位的XD-1型箱式采样器。

本文就XD-1型箱式采样器的构造、工作原理、稳定条件及采样效果报道如下。

一、箱式采样器的构造及工作原理

箱式采样器主要由底盘、采集箱、铲刀机构、中心体、释放(脱钩)系统和定向罗盘等部件组成(图1)。

底盘由支架及平台构成,它不但为了支撑而使采集系统稳定向下的作用,并能使中心体在平台方口中下滑获得一定的冲力,提高采样效果。采集箱由不锈钢板构成长方形体,其截面积为 20×30 厘米²。截面积大是获得原状样品的重要因素。为了便于观察、描述、处理样品等工作,侧盖可以拆卸。铲刀机构由铲刀、下臂和上臂构成。当采集箱压入沉积物后,铲刀机构借助牵引钢丝绳,在提升采样器时使铲刀臂转动 90° ,铲刀切入沉积物并堵住箱底,使箱内的样品保持相对静态而不受扰动。中心系统由中心体、加重铅块、销子等组成,下部与采集箱和铲刀机构联结;上部与释放系统联接。当底盘触底时,中心体在平台中心方口中向下滑动而将采集箱压入沉积物中。释放系统(脱钩装置)由滑轮、夹板、挂钩、滑动块等组成。牵引钢丝绳上端与挂钩联结,下部通过滑轮固定在夹板轴销上。当底盘触底时,借助中心体下滑而使底盘相对上移,拔掉释放钢丝绳上的插销,使滑动块靠拉簧收缩与挂钩分离。这一装置可以避免在船体摇摆时提前脱钩,使铲刀关闭箱底而采不到样品。

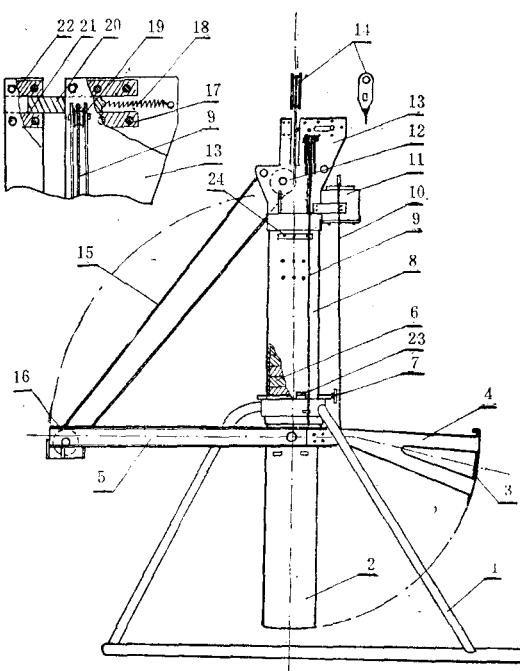


图1 箱式采样器构造

1. 底盘; 2. 采集箱; 3. 铲刀;
4. 下臂; 5. 上臂; 6. 铅块;
7. 销子; 8. 中心体; 9. 释放钢丝绳;
10. 尼龙绳; 11. 定向装置;
12. 滑轮; 13. 夹板; 14. 挂钩;
15. 牵引钢丝绳; 16. 滑轮; 17、21. 托块;
18. 拉簧; 19. 滑轮; 20. 滑动块;
22. 档块; 23. 楔子; 24. 停止块。

目前美国采用经改进的滑动块、顶杆、橡皮筋式的脱钩装置(图2a),虽然也可避免在船体摇摆时提前脱钩,但与XD-1型箱式采样器采用滑动块、插销、拉簧式的脱钩装置(图2b)相比较,我们的采样器则具有结构更简单、采样更可靠、不用在舷外拔销和操作

*中国科学院海洋研究所调查研究报告第946号。

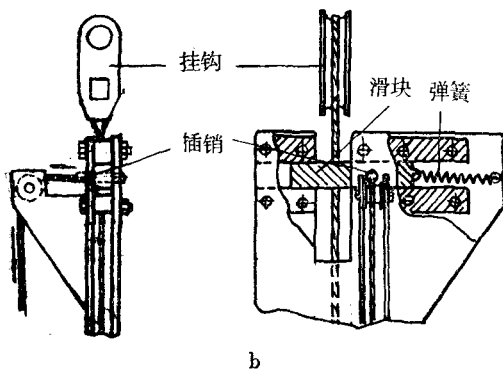
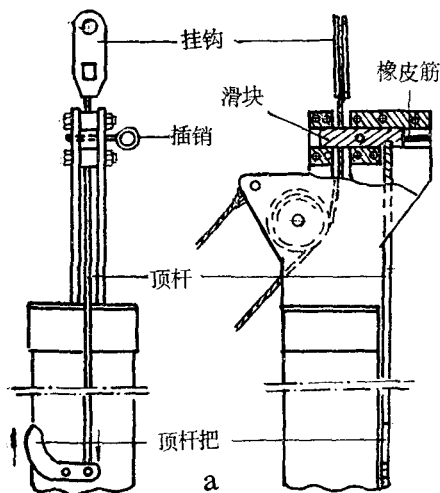


图2 脱钩装置

方便等优点。

罗盘装置(图3)由外壳、磁罗盘(浮室组合件)、导向盘、罗盘锁、滑动杆、压力平衡装置和平台等组成。在投放过程以及采集箱压入沉积物时,罗盘均处于开放状态。当提升采样器及转动铲刀臂时,借助下臂向下的动作拔掉楔子,滑动杆借助压簧向下锁住罗盘,达到确定沉积物方位的目的。罗盘盒内装有蒸馏水,在外壳上装有压力平衡装置,它可以在任何水深始终保持内外压力平衡,确保罗盘不被压碎。

由于罗盘紧靠采样器,对磁针的影响很大,且在各个方位上的偏差不一,因此必须进行校正,作出读数改正曲线。其方法是:第一,将箱式采样器置于周围无铁、无磁影响的场地,装上罗盘,用垂球对正罗盘中心并在地上定出中心点。读罗盘起始方位角,记入读

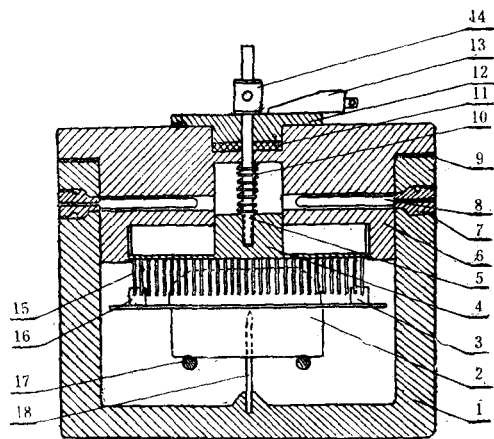


图3 罗盘装置构造

1. 外壳; 2. 浮室组合件; 3. 锁板; 4. 罗盘锁; 5. 滑动杆; 6. 导向盘; 7、8. 压力平衡装置; 9. 密封橡皮圈; 10. 压簧; 11. 密封圈; 12. 压盖; 13. 楔子; 14. 限位圈; 15. 锁针; 16. 锁块; 17. 磁棒; 18. 顶针。

数,摆动平台再读一次取中数。第二,用三点(罗盘中心点、读数红线和标杆)成一条直线法定出标杆位置(起始点),并做上记号。第三,以每次间隔 20° 左右的角度顺时针转动采样器(此时注意不使垂球偏离中心点),每转动一次用相同方法读罗盘方位角和在地上做记号。这样在 360° 方位上定出18个左右的点。第四,移开箱式采样器,用测角仪(如经纬仪或本身的罗盘)测出实际角度,算出每点的磁方位角。第五,以采样器上的罗盘读数(磁方位角)为纵坐标,实际磁方位角为横坐标,在方格计算纸上作出对应点,画出曲线,即为所要的读数改正曲线。

二、箱式采样器的稳定条件

迄今,绝大多数海洋底质样品的采集都是依靠采样器的自重压入沉积物中,尤其是在深水采样时,轻的采样器会飘浮而采不到样品。根据实际经验,将箱式采样器确定在440公斤左右为宜。

为了使箱式采样器稳定落地,其重心要低,使底盘保持稳定的条件。从图4中可以看出,当采样器倾斜时,若重心偏离轴线但仍在

底盘框架以内，则可保持稳定而不倾倒。XD-1型箱式采样器的重心在平台上方22厘米处（取25厘米），当底盘水平的中心体在四个方向上的偏角不大于25°（取30°）时，则重心偏离轴线为14.4厘米，而框架中心到四边的最大距离为75厘米，因此箱式采样器重心偏离轴线在小于30°时也能正常工作。当中心体倾斜45°时，底盘倾斜20°，这时重心外移至框架边缘，采样器将失去稳定可能倾倒。这种情况只有在流速足够大或者下降速度太快，导致钢丝

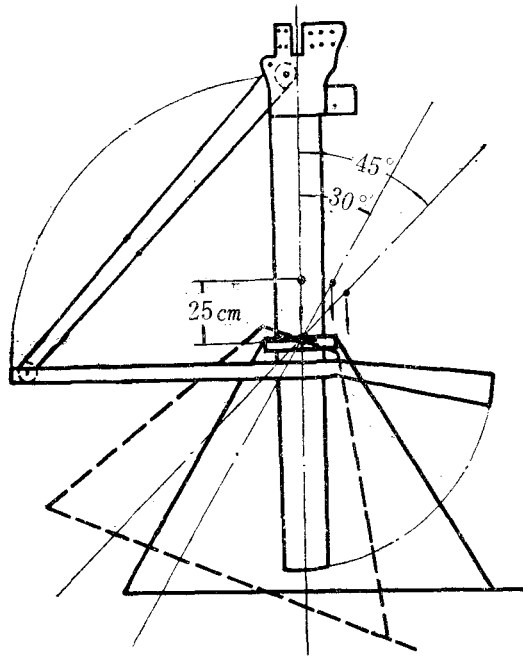


图4 箱式采样器稳定条件

绳端点失重时才会发生。所以当流速大到使箱式采样器倾斜大于30°时，采样工作较困难，以致在流速快的河口、海峡等处往往采不到沉积物样品。在投放中严禁以自由落体式的高速投放。

三、采样量的估算及效果

采样量取决于箱式采样器的重量和沉积物对采集箱的阻力。设沉积物对箱壁的极限摩擦力为：

$$T_{kp} = \tau ch \quad (1)$$

式中， τ 为沉积物极限摩擦系数； c 为采集箱的周长； h 为采集箱压入沉积物的深度。

若箱式采样器是静压的，当摩擦力 T_{kp} 等于采样器自重 P 时就停止压入，则得：

$$h = \frac{P}{\tau c} \quad (2)$$

已知采样器有效重量 $P = 350$ 公斤； $c = 100$ 厘米； τ 一般在粘土质软泥中为0.05—0.08公斤/厘米²，在砂质粘土中为0.08—0.15公斤/厘米²，在粘土质砂中为0.15—0.20公斤/厘米²，在砂中 ≥ 0.20 公斤/厘米²。据式(2)，则相应得出 h 分别为：70—44厘米，44—23厘米，23—17.5厘米，以及 ≤ 17.5 厘米

以上的估算和我们在试验中所采集的样品厚度大体符合。经过浅水、深水的多次试验和使用，获得了较为理想的沉积物样品。在不同

XD-1型箱式采样器采样效果表

站号	水深 (米)	底质特征	采样效果	
			样品原样 (厘米)	上覆水 (厘米)
1	32	软泥。	40	20
2	28	0—30厘米为含泥混合砂，30—70厘米为含泥中细砂。	70	无
3	18	泥质砂（中、粗砂）。	35	30
4	13	0—5厘米为半流动状浮泥，以下为粉砂质粘土。	60	少量
7	19	0—5厘米为半流动状浮泥，以下为粘土质软泥。	65	无
8	8.5	0—7厘米为半流动状浮泥，以下为粉砂质软泥。	40	20
C ₁₋₄	1960	表层为黄褐色软泥，下部为灰色粘土质软泥。	30	25
C ₂₋₅	1720	表层为黄褐色软泥，下部为灰色粘土质软泥。	60	10

类型的底质（分选性良好的细砂、粉砂除外）中均能采集一定量的样品。所采到的样品结构清晰、层次分明、表层半流动状浮泥完好和无扰动现象，在各种类型的沉积物上一般都有上覆水存在（见表）。

由于 XD-1 型箱式采样器能采集原状样品和上覆水，能测定所采沉积物的方位，这就为研究海洋现代沉积作用和沉积规律、地球化

学、海岸带的泥沙运移、环境保护和底栖生物提供了良好的采集工具。

参 考 文 献

- [1] Bourm, A. H., 1969. Methods for the Study of Sedimentary Structures. Wiley-Interscience., New York, PP. 301—378.

A NEWLY IMPROVED BOX SAMPLER

Zhang Junyuan and Yang Guangfu

(*Institute of Oceanology, Academia Sinica*)

Abstract

This paper recommends a model XD-1 box sampler; its construction, working principle, steady condition and sampling ability. The said sampler has shown in practice its capability of sampling different undisturbed sediments and determining their azimuth. Therefore, the sampler was proved to be a useful means for studying marine sediment, sedimental motion, geochemistry, environment protection, etc.