

海底采样器

中国科学院海洋研究所

张君元

海底采样仪器是进行海洋地质调查获得海底沉积物样品的基本设备。近百年来,在海洋地质工作者的努力下,先后研制、改进了数以百种的底质采样仪器。归纳起来,可分拖曳式采样器、表层采样器和柱状采样器三大类。本文就具有代表性的且广泛使用的采样仪器作一般介绍。

一、拖曳式采样器

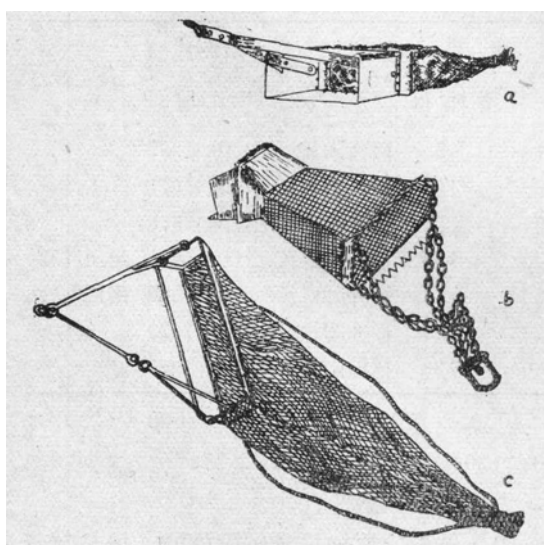


图1 拖曳式采样器

拖曳式采样器用于调查船在低速航行时拖曳海底表层样品。现在常用的各种网袋式拖曳仪器(图1)主要由筐架和网袋两部分组成。网眼较小的主要用于拖曳砾石、贝壳、结核之类的粗粒沉积物样品;网眼较大的

主要拖曳底栖生物标本。大型底质拖网的口幅约 100×40 平方厘米,重约100公斤,适用于深海。小型拖网^①的口幅约 40×20 平方厘米,重数十公斤,适用于浅水及海湾地区。目前国内使用的底质拖网的口幅 80×30 平方厘米(图1c)。

二、表层采样器

表层采样器(图2)是用来定点



图2 普通表层采样器

定量采集海底表层底质和底栖生物标本。常用的普通表层采样器(图2a)由两个扇形体与结合轴组成主体;由挂钩、铁链等组成释放装

置。在结合轴和扇形体上部两侧分别用铅质圆柱体和铅块加重。使用时，挂钩将仪器提升，使其张口（图3A），然后投放到海底，挂钩解脱（图3B），在慢速提升时张口闭合（图3C）来获得样品。其张口面积有1/4、1/10和1/20平方米等。其缺点是所获样品扰动，在细砂、粉砂的底质上采样困难。

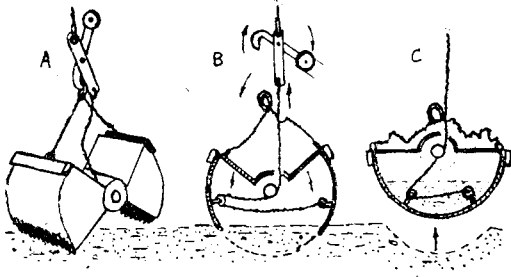


图3 采样原理

箱式采样器（图4）由正方体采集箱、扇形体、弹簧及使锤等组成。使用时，将扇形体分开，挂绳挂在上部钩上，然后投放到海底，使锤沿钢丝绳下滑冲击上部弹簧，挂绳脱钩，扇形体上的弹簧收缩，扇形体闭合。其所获样品不扰动，但也难于在粗粒沉积物中采样。

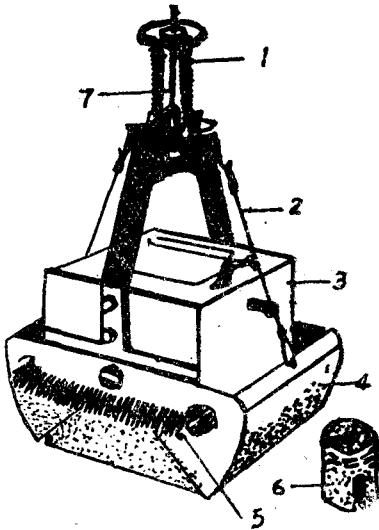


图4 箱式采样器

1. 弹簧，2. 挂绳，3. 采集箱，4. 扇形闭合体，5. 闭合弹簧，6. 使锤，7. 钢丝绳。

弹簧式采样器（图5）的构造特点是在采样器上部有一付弹簧（1）和套在中心轴上并带有底脚（3）的滑动杆（2）。当压缩弹簧时，扇形体（4）上升一定距离并使其张口，滑动杆下降，底脚凸出。当仪器投放到海底时，底脚触及海底，滑动杆上升，弹簧伸张，扇形体在下降的瞬时闭合。由于闭合力较大而能在粗硬的底质上使用。为便于操作，设仪器安置架（5）。

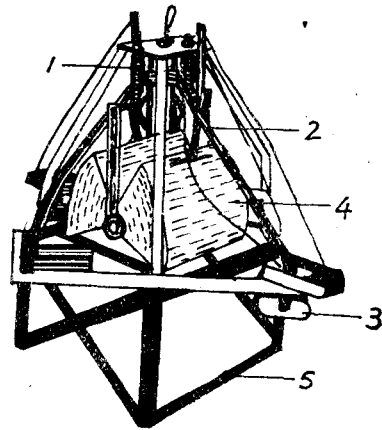


图5 弹簧式采样器

1. 弹簧，2. 滑动杆及底脚，3, 4. 扇形体采集箱，5. 仪器安置架。

上述三种表层采样器各具特点，按不同情况选用。

三、柱状采样器

柱状采样器是用于采集海底以下一定深度的底质柱状样品。最早用于测量海深的布鲁克测深锤（图6），当管子带着铅球触及海底时，铅球即脱落，在回收的管中带上约15厘米的土柱。二十世纪初开始使用重约30公斤，长150厘米，管径30—45毫米的爱克曼管（图7）。采集样品的平均长度约60—100厘米，但难于在深海和粗粒沉积物中采集样品。随着海洋科学的迅速发展，重力采样器、冲击式采样器、静压式采样器、爆发式采样器、活塞式重力采样器和振动活塞采样器等相继问世。

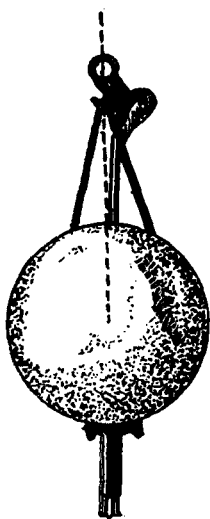


图6 布鲁克铅锤管



图7 爱克曼采样管

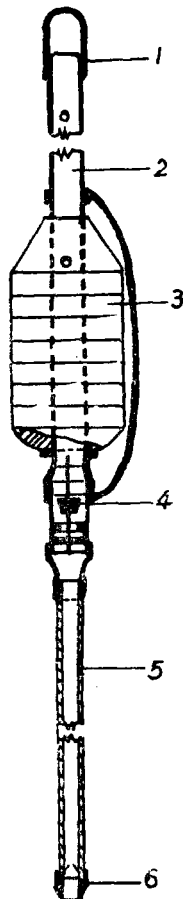


图8 重力采样器

1. 管头,
2. 提管,
3. 重锤,
4. 阀,
5. 取样管,
6. 钻头。

重力采样器(图8)由管头、提管、重锤、取样管和钻头组成。其间装有球状或锥状阀;在钻头内装有弹簧叶瓣、档板等,以防止样品脱

落。其结构简单,使用方便,但难于在粗粒沉积物中采集样品,取样率低,样品扰动大。其重约200公斤,管径约50毫米,在良好的情况下,能获得2米以上的柱状样品。

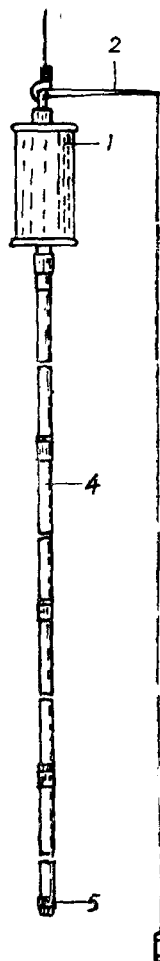


图9 静压(差压)式采样器
1. 真空室, 2. 杠杆, 3. 触发器, 4. 取样管, 5. 钻头。

静压(差压)式采样器(图9)在其上部安装有一个近似“真空室”,当触发器触底时,即打开真空室的活门,利用海底深处与真空室之间的压力差将取样管压入沉积物中。它虽能在深海中采集较长的样品,但当取样管从沉积物中拔出时,剩余的压力差往往把表层的沉积物吸入取样管的下部,造成扰动和假象。

重力活塞采样器(图10)在结构上比重力采样器多一个活塞,并有钢缆卡子、夹板、杠杆、配重锤组成抗衡装置(图11)。抗衡装置除了使活塞受力外,还使仪器获得较大的速度,

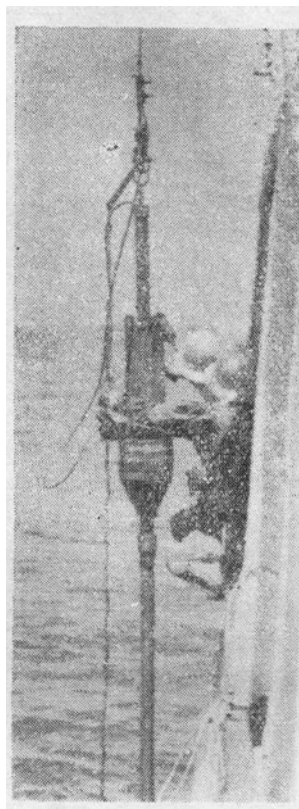


图10 重力活塞采样器

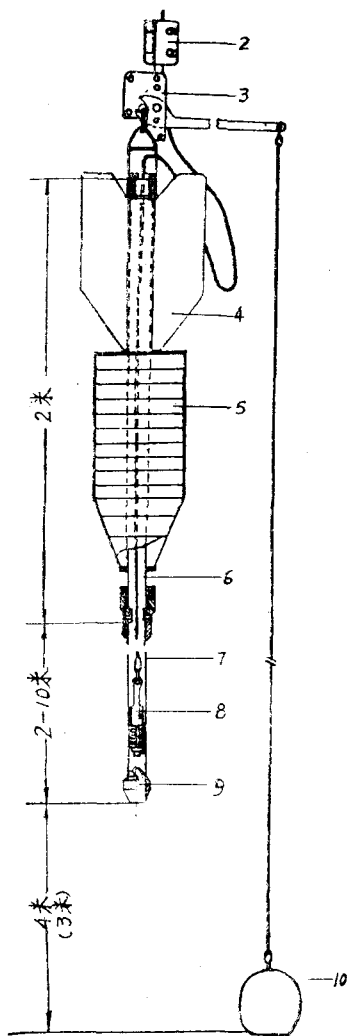


图11 重力活塞采样器的构造
1. 通往吊杆的钢缆, 2. 钢缆卡子, 3. 抗衡装置, 4. 尾翼, 5. 铅重锤, 6. 提管, 7. 取样管, 8. 活塞, 9. 钻头, 10. 配重锤。
图10是准备投放时的情形。它配有 20 个铅锤 (每个 37 公斤), 最大重量约 850 公斤。按不同情况加重和选接取样管长度。

图13是另一种重力活塞采样器, 与前者的区别是配重锤为一前导采样管, 借助采集表层样品。牵引活塞的钢丝绳不直接通往绞车, 而与抗衡装置连结。这在操作上不如前者方便。

振动活塞采样器 (图14) 是靠振动力钻取样品。它主要由振动器、导向管、取样管、活

产生较大的冲力。当仪器投放到海底时, 配重锤首先触底, 仪器失去平衡脱钩而自由落下, 取样管则借助冲力钻入沉积物中 (图12)。活塞的功能是: 当取样管钻入沉积物中时, 活塞仍停留在原位 (相对取样管, 它向上移动), 土柱与活塞之间近似真空, 故对进入管内的土柱有抽吸作用。从而提高了取样长度和取样率。在操作时, 当仪器脱钩的瞬间, 应立即停止投放, 使活塞及时受力, 充分发挥活塞的功能。否则, 不但减小冲力, 而且活塞会堵塞取样管而影响采样效果。图10是准备

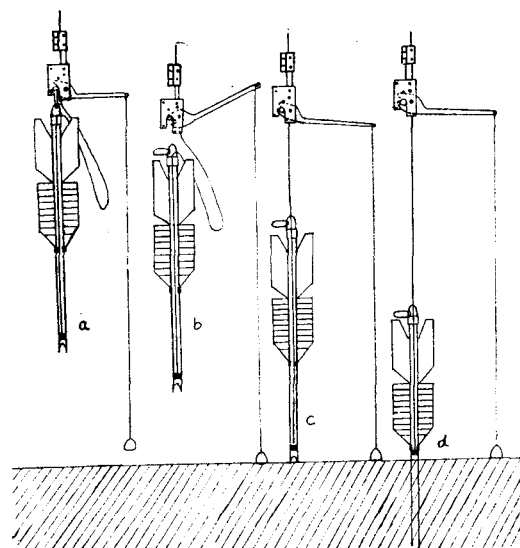


图12 重力活塞采样器采样原理
a. 下降时状态, b. 脱钩时状态, c. 触底时状态, d. 取样管钻入沉积物中时状态。

塞、平台等组成。振动器与导向管连接后, 套在两导向管上, 然后置于平台上。活塞安装在取样管的下部, 牵引活塞的钢丝绳通过取样管和两滑轮后, 从带有滑轮的左导向管内引出而固定在平台上。振动器则由一台交流电动机密封安装在外壳内。在电动机转轴两端分别安装两对作方向相反转动的偏心轮, 使其产生垂直方向的连续振动。这样就能有效地在细砂、粉砂一类的沉积物中采集 3、4 米的样品。不过, 由于电

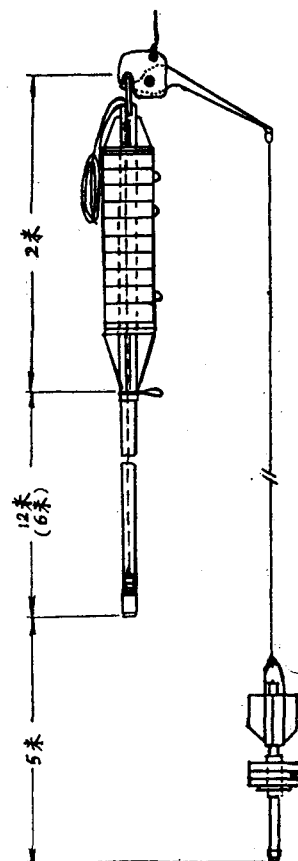
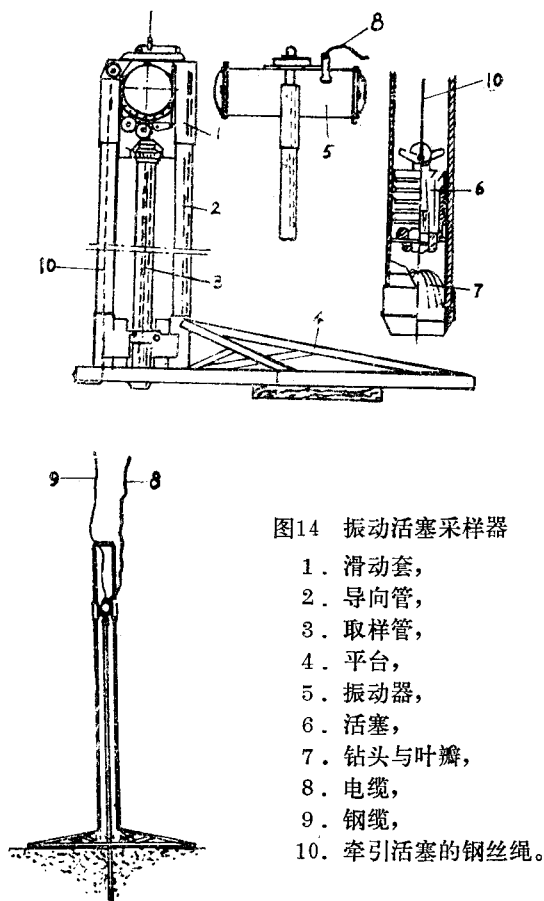


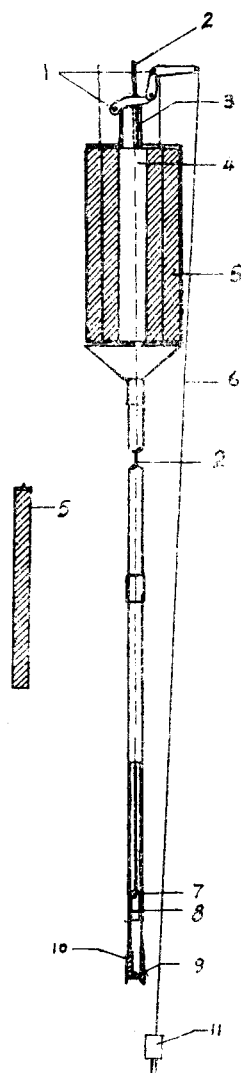
图13 带有前导管的重力采样器

动机的密封等问题,它只适用于水深150米以内的海域。



近十多年来,为了适应日益增多的分析项目所需要的样品和提高采样效能,研制了管径大、重量大的各种结构的活塞式采样仪器。如美国伍兹霍尔海洋研究所设计了一台大型重力活塞采样器(图15)。仪器用12块钢锭加重,每块为 $183 \times 15 \times 15$ 立方厘米的正方柱,重332公斤,加上仪器重量,总重达5662公斤。取样管口径140毫米,壁厚12—19毫米。仪器由释放机构(1),钢缆夹子(3),绳(6)和触发管(11)组成一个释放系统。当触发管触底,释放机构解脱,通往船上的钢缆(2)从钢缆夹子中释放,把取样管压入沉积物中。该仪器可在水深4、5千米处采样,最长可获得30多米的样品。

以上所介绍的几种活塞式重力采样器的共

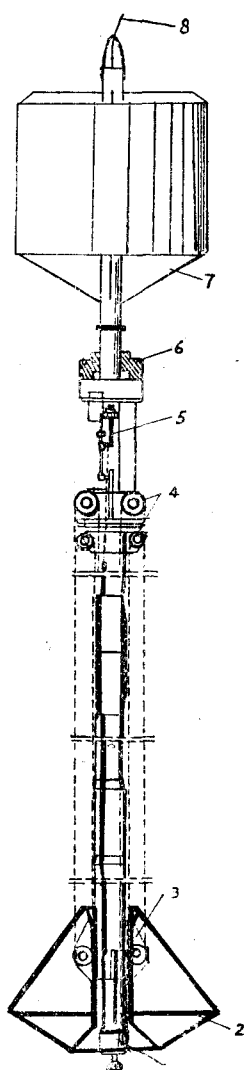


同缺点是不能控制活塞的位置;起吊系统难于控制自由下落的距离;在气象条件恶劣时,可能造成抗衡装置提前脱钩而产生不安全因素。

图15 大型重力活塞采样器

1. 释放机构,
2. 钢缆,
3. 钢缆夹子,
4. 钢锭安放处,
5. 钢锭,
6. 连接绳,
7. 活塞,
8. 活塞密封环,
9. 岩心挡板,
10. 钻头,
11. 触发管。

A. Krmafion和V. Cortis等人设计的一台可控制活塞位置和密封岩心的采样器(图16)部分地克服了上述缺点。其特点是:(1)有一个尼龙制的水密式岩心密封装置。即在取样管下端由尼龙套和两个金属环(其中一个可以转动)组成岩心密封器,它借助上部的传动机构使金属环转动 180° 来实现密封岩心。(2)有控制活塞位置的平台和滑轮系统(图17)。(3)在取样管内装有聚氯乙烯衬管,以利柱状样品密封保存和保持样品原始状态。仪器的最大重量约1100公斤,最大长度16米,取样管内径127.5毫米,聚氯乙烯衬管内径114毫米。在3、4千米深处可采集最长9米左右的柱状样



品,取样率达100%。
但仪器结构较复杂,
操作不便。

几点认识:

1. 到目前为
止,所有海洋底质采
样仪器都比较笨重且
操作时费力大。因
此,如何使采样仪器
自动化是摆在海洋科
学工作者面前的重要
任务。

图16 可控制活塞位置
和密封岩心的采
样器

1. 钻头,
2. 平台,
3. 下滑轮系统,
4. 上滑轮系统,
5. 传动机构,
6. 重锤安置处,
7. 尾翼,
8. 回收缆。

2. 重力采样器结构简单,操作方便。但
取样率一般只有60%,且难于在深海和粗粒沉

积物中采样。因此,已逐步趋于淘汰。而带有
“活塞”的各种柱状采样器能提高采样长度,
取样率一般在90%以上。所以,得到了广泛的
使用。

3. 为了满足样品的需要量,提高采样长
度,获得原状样品,已出现了各种大管径,大
重量的活塞式采样器。但这又带来了结构复
杂,操作不便和需要有负荷大的起吊设备等,
这些仍是有待解决的问题。

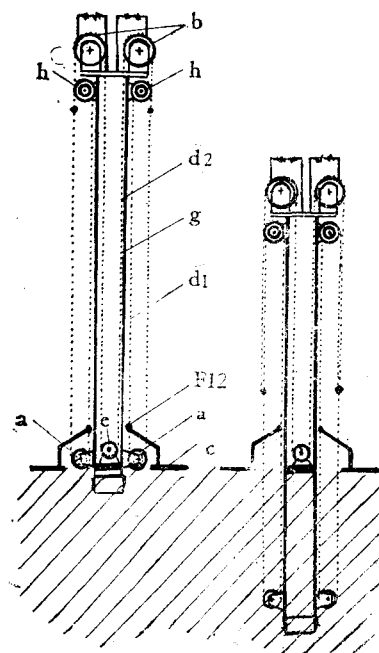


图17 控制活塞位置的装置及采样原理

a. 下滑轮, b. 上滑轮, c. 平台, d₁. 辅
助钢丝绳, d₂. 主钢丝绳, e. 连结活塞的
滑轮, h. 辅助滑轮。

小知识

中尺度涡

过去人们一般认为,大洋的深
处是“平静”的。

一九五八年,英国学者用中性
浮子在大西洋深层进行观测,测到
了比预计大十倍左右的流速,即原
来预计的是向东的每秒约一厘米的
流速,实测的却是向北的每秒约十
厘米的流速,而且这种流动在几十
公里的距离和一个月的时间内,可
以有很大的变化。以后,这种尺度
的运动,又相继在其他海域发现。
这种流速约十厘米/秒,空间尺度
为数百公里,时间尺度为几个月的
涡旋,称为“中尺度涡”。

中尺度涡的发现,是七十年代
以来,海洋学上最大进展之一。为
建立中尺度涡的有关理论,确定它
们的能量来源,消耗和转移机制,
及它们在大洋总环流中的作用,美
英等国的海洋学家从一九七三年起
对中尺度涡进行了有计划的联合考
察,这个考察,称为“中大洋动力
学实验”,简称“MODE”。

(顾玉荷)