

利用振动活塞取样管研究近岸沉积层的方法

E. H. 涅維斯基

(苏联科学院海洋研究所)

形成各种堆积体——砂滩、砂嘴、砂洲等的近岸沉积层结构的研究在海岸研究中占有特殊地位。在沉积层结构中，以及它的岩石学和动物区系方面反映着沉积层发展的历史。对于堆积体结构的研究，可以使我們追溯它发展时期的层序性，从而指出在特定的地理条件下的海岸演化的一般规律性。通过厚度的研究、层次相关性的对比、使用现代方法测定沉积层的绝对增长，我們就可以计算出供给某种堆积体以物质的泥砂流的强度，就可以得到这些形态增长、移动、冲刷的速度、以及海岸个别地段上的磨蚀速度的数据。这些调查的结果，就有可能作出富有理论根据，并为具体数值证实的某种海岸地段的发展预测。

但是，近岸沉积层的研究价值不仅只在于这一点上。大家知道，进入海区的大量的陆源物质都通过近岸带。在有规律的移动过程中，物质在起着化学变化，经受着机械分选。这种物质一部分沉积在近岸带，另一部分被带入远海中。所以，近岸沉积层及其形成的复杂过程的研究结果，在整个海区沉积物形成的一般过程的研究中，以及阐述它的地质历史的时候，都是必不可少的。

近岸沉积层的研究之所以有如此重要的价值，还是因为这里往往是陆相沉积层和海相沉积层的分界区。对比各种成因的近岸沉积层具有很大的意义，它能为我們提供海区发展的历史细节。在近岸沉积层中，地理环境的历史变迁反映得最为完整，它不仅影响了丰富的近岸带的动物区系，而且对于沉积物本身的岩石性质留下明显的痕迹。

应当指出，在近岸带中形成着在成因上和成分上各种各样的沉积层，组成特殊的近岸相。许多矿产，如煤、石油、铁矿、锰矿、铁矾土等在成因上都与近岸相有关。

只要对近岸带的现代相加以研究，把这些相与现代沉积物特定的现实环境联系起来考虑，并

与矿脉作相应的对比，我們就可能得到普查和勘测工作所需要的珍贵资料。

所以，近岸海相沉积层的研究，不论对于水工工程和港湾建筑，或是对岩石学、第四纪地质、古地理学都有关系^[1]。但是，直到目前，近岸沉积层的研究还很复杂，而且调查工作费力繁重。

对于层理复杂、饱含水份、机械组成很不坚固的沉积物内部结构的研究是用两种方法——钻探和坑探进行的。

自然，坑探仅适用于陆地上、适用于堆积地形上。在坑探过程中，由于地下水的高水位和岩石的高渗透性而必须加固坑壁，但是加固没有相应的效果，因为地下水强烈地从坑壁上渗透出来，移动松软的冲积物，使观察难以进行。

通常的钻探也不适用于研究近岸沉积层的目的，因为它所取上来的样品是搅混的、原始结构被破坏的样品。钻探过程繁重而缓慢，代价很高。

重力取样管——艾克曼取样管、海洋研究所系统的取样管^[2]及其他一些取样管，在坚实的粗沉积物上取样，其效果是不佳的。

从以上所述来看，沉积层的形成历史和结构的研究直到目前几乎尚未进行。

1954年，苏联科学院海洋研究所（海洋技术研究室）制造了一架新仪器——БИТ-54型振动活塞取样管（E. И. 庫金諾夫設計），用这种取样管来取近岸沉积物的柱状土样较为容易^[3]。

这种取样管可以在船上使用——它可以放到200米的深度上，也可以在陆地上使用。在陆上使用，取样管的钻进和拔出是借助轻型的三脚架进行的。用这种取样管可以取到长3米，粗6厘米的柱状样品。必须指出，柱状样品的这种长度并不是极限，因为在结构上作些不大的改变，加大振动器的振动力，就会取得更长的柱状样品。1956年，我們开始使用的一种新型取样管可取到4.5米长的柱状样品。

ВІТ-54 型的取样管对研究近岸粗沉积层是如此有价值, 是因为它有如下优点: 1. 無論在海岸的沉积层上(堆积地形), 还是在水下岸坡上, 都能很快地取到粗沉积物样品(实际上取样过程的速度, 包括船、汽車的搬运時間、記錄、包裝等所限定的速度, 远大于样管本身工作的時間(速度))。2. 所取得的样品中能够保持完整的层理和每个层次的厚度。从而能得到层理的生态的(экологический)可靠資料。可以說这种仪器的使用, 使近岸沉积层形成历史和结构的深入研究才成为可能。

1955 年, 我們利用 ВІТ-54 型取样管进行了研究。这一研究工作是由苏联海洋研究所岩石調查队从 6 月到 9 月之間在黑海进行的。調查队拥有黑海科学研究所試驗站的調查船“希尔紹夫院士”号, 其排水量为 75 吨。并有 «ГАЗ-63» 載重車一輛。研究的地区有: 塔曼半島(Таманский по-в.) 的維加泽夫和布卡兹砂洲(Витязевская и Бугазская пересыпь)、通向亚速海的刻赤海峡(Герченский прол.) 以及塔曼海湾(Таманский зал.), 菲奥道西海湾(Феодосийский зал.), 卡拉米特海湾(Каламитский зал.) 和卡尔基尼特海湾(Каркинитский зал.)。柱状样品取自水下岸坡 3 米到 30 米的深度上, 也取自陸地上——砂滩、砂嘴和砂洲上。我們按照海岸垂綫, 从海岸起在 3、5、8、12、15、20、25、30 米的固定距离上, 以及在具有特別意义的輔助点上逐次取样的。在岸滩工作中我們还是以上述固定距离求取的柱状样品。这是为了取得水下沉积层和一直到基岸的陸上沉积层的統一剖面。

在三个月的工作中总共采集、記錄、整理了 123 个柱状样品, 这样, 首先就有可能鑑定广大区域中近岸沉积层的结构。

本文主要阐述振动活塞取样管在野外条件下的工作方法。所以, 在这里我仅简单地談談取样管的结构。要想多了解取样管结构的讀者, 可閱庫金諾夫关于該样管的專門文章^[3]。

ВІТ-54 型取样管由底座及可擰在底座上的二个垂直导桿組成(图 1, 2)。底座由三角鉄焊成, 并呈鈍六角形, 底座的作用是使样管裝置直立在海底上, 在鉆深过程中保持稳定。由鋼管作成的垂直导管頂端焊有很結实的圓环, 鋼纜通过圓环来升降取样管。

垂直导桿上是可滑动的托架。托架上面是振

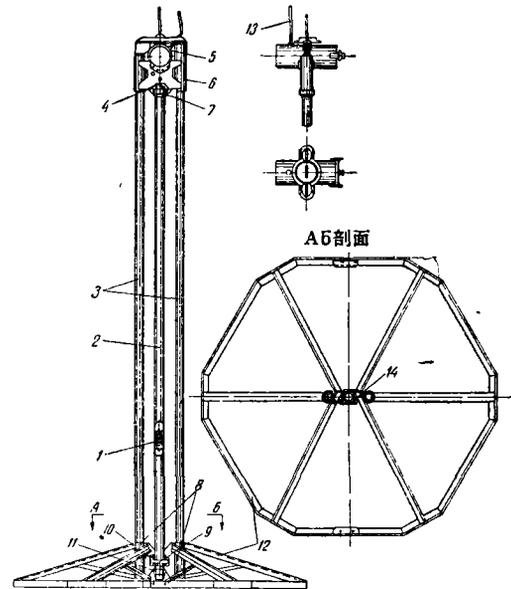


图 1 ВІТ-54 型振动活塞取样管:

1. 活塞, 2. 取样管, 3. 导桿, 4. 活塞的鋼纜, 5. 振动器, 6. 托架, 7. 关結式的联接器, 8. 导桿的插套, 9. 鉄板(活門), 10. 鉄板上的小柱, 11. 端头, 12. 底座, 13. 电纜, 14. 凹槽。

动器、下面是取样管。托架和取样管用可轉动的关节式的接头相擰。它可使样管折向两边、只要把样管折向一方, 从样管中压取样品是很方便的(图 3)。为了使取样管能从垂直位置中斜折, 在底座中設計了一个豁口, 并带有可掀动的鉄板(活門)。托架上有传送活塞鋼纜的滑輪和在拔出或昇高样管时制鋼纜的带动物器。

取样管由直径 60×68 毫米的不銹无縫鋼管作成, 长达 3 米。样管頂端外部有擰接端头的外螺紋。端头也是用不銹鋼作成, 端头一边是很尖銳的刀口, 以減輕样管入土。其內是多叶状的弹簧活門, 它可以在样管拔出或提昇时卡住柱状样品。

样管內部是与管壁紧密相合的活塞, 它是由青铜作成, 并三个皮垫或橡皮垫。与活塞弹簧卡相接的活塞細鋼纜, 通过样管, 繞經托架上的滑輪, 然后再通过一个导桿中与底座相接。

振动器是該裝置最主要的部件之一。目前有好几种结构的水下使用的振动器。1955 年, 我們采用了地球物理勘探科学研究所(НИИГР)設計的 МВГ-3 型振动器。这个振动器的外壳是

两端为顶盖密封的鋼筒。頂盖下是防水的橡皮墊。鋼筒里是二缸的电动机。电动机的两端是用鉛加重的偏心扇形鋼块。电动机的軸支撑在輔助

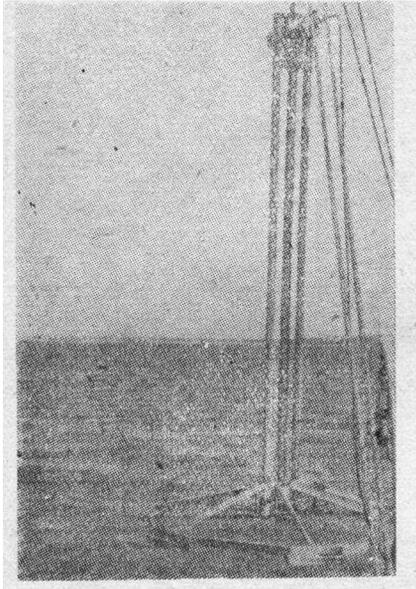


图2 将下水的 BITT-54 型取样管。

軸承上。鋼筒外部焊着防水的電纜插座。給电动机供电的 (KTH-3 型) 電纜插头就插在其上。此

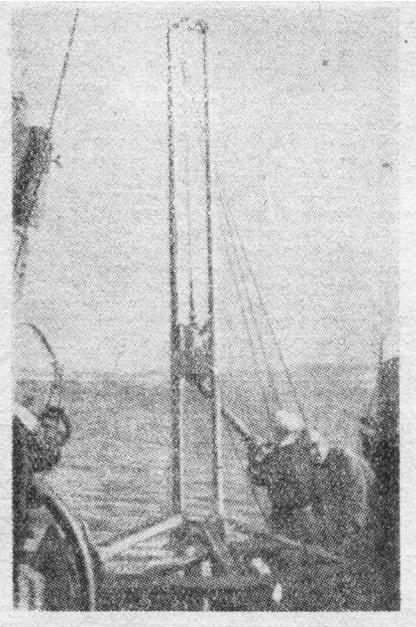


图3 吊放在船板上的 BITT-54 型取样管。
为了取出样柱把样管折向一边的情景。

外，鋼筒上还焊接着固定振动器套筒和联结鋼繩的耳环。

我們利用 ЖЭС-4 型的活动发电机来供电，其电压为 220/380 伏特，并带有 Л-6 型电动机。

振动活塞取样管重 80 公斤。但是，样管在坚实的底部沉积层上拔出时，重量还要加大。因此，只有在有机械传动的絞車的船上才能使用这种样管。根据庫金諾夫的資料，可以使用有两吨以上起重力的任何絞車及能經受 5—8 吨拉力的鋼繩来升降样管。只能靠船上的吊桿来升降样管。船上除有取样管之外，还要有 ЖЭС-4 型发电机、繞在綫盘上的電纜、水泵、各种必要的备件、工具及包装材料。

特別要注意备件問題。最起码得有一份备件，如振动器、細鋼繩、取样端头、带螺絲的螺栓、橡皮墊、皮墊、用来作叶状弹簧活門的黃銅片、安装和拆卸用的板子、及其他修理用的必要工具。在包装材料方面，得备有硬鋁的或鋁的半圓槽、100 和 200 立方厘米容量的玻璃瓶、瓶蓋的橡皮墊、盛放湿样品的玻璃管及其塞子、土壤袋、盛装动物的馬糞紙盒，米捷列也夫塗塞料、羊皮紙、包裝紙、棉花、标籤、細繩、胶水等。

在談样管的安装手續和下水准备工作之前，我們首先指出，取样管的結構部件是完全可以拆卸开来的。在陸上时最好把較大的，但不很重的部件安装起来，可使在船上的最后安装減到最低限度。

这里应当談談样管的安装过程和垂直导桿、托架、振动器、取样管、底座等主要部件。

在开始安装时，須把底座側立起来，把托架套在垂直导桿上(在这种情况下，活塞的細鋼繩应首先繞过托架的滑輪和通过一个上端有輔助滑輪的垂直导桿)，然后，把导桿插入底座中，用螺絲擰紧，这时，必須小心，要拿住托架，不要使它滑下，同时使样管立直，托架和振动器用螺釘联结。此后，把所有的螺絲擰紧。用板子把样管接上。在样管上好之后，用專門的探条把活塞細鋼繩从管子上面放入。探条用木棍作成，它要比样管长些，其頂端有个專門的装置，可以把細鋼繩从活塞弹簧卡上解下来(在使水泵的情况下)。

通过管子的細鋼繩的环扣接在活塞上，活塞应当事先浸湿，使其上的皮墊变軟。然后，活塞从管子下面放入样管内。必須特別注意，活塞在样管中的移动应是与样管壁紧密吻合的。否則，需在活塞上纏些棉綫即可。活塞要伸进管内 5 厘米(应給叶状弹簧活門——鉗头留下地方)。在

管子的末端把带有刀口的端头用力拧紧，以免振动时脱解出来。接着，通过导桿上部的圆环，把鋼纜用鉸鍊联结在振动器的耳环上。然后，把電纜的插头插入振动器上的插座內。用絞車把振动器和托架拉昇到导桿圓环的地方。当样管处于垂直位置时，就可把它放入底座中心的凹槽內，而凹槽的活动铁板是关闭豁口的。从导桿里伸出活塞細鋼纜，并应拉紧，連接于底座上。現在可以准备下水了。

絞車吊桿伸向舷外时，能使样管底座以垂直方向很自由地移动于船舷外。为了使样管在水下取样，船必須抛錨。抛錨后应等一段时间，使船在风力的影响下停于最稳定的位置中。如果船不够稳定，受风和海流的影响而在不停地移动时，那么必須从舢板上抛下第二个小錨(图4)。小錨也可以在抛大錨之前，事先計算好风向，在船轉移的时候，直接从船舷上抛下去。

只有当船停穩时，才能开始下降样管。用吊桿把样管吊起来，很小心地引到船舷外，然后放入水中。当样管没入水中时，应当停一停，等管内不在排出空气时，就应当繼續下放它。这一点是为了防止活塞上水压的急剧增高，使活塞退昇到样管頂部，这样就破坏了样管取样的完整过程。样管停止排气之后，就应迅速地放置于海底上。在底座接近海岸时，应減低絞車鋼纜的松放，使底座輕輕着地。

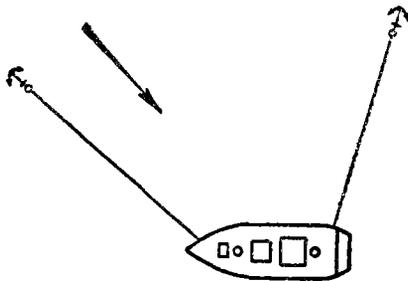


图4 船抛錨的示意图。箭头表示风向。

特別需加注意的是，在样管下放时不能損坏絞車。

确信样管立在底部之后，打开振动器，大大地放松鋼纜。振动所需要的时间，以地質成份的不同而是大約估計的。

在砂質——淤泥底質上，装有 MГВ-3-НИИГР 型振动器的 54 型三米振动活塞取样管仅用 0.5—1 分钟就够了。在純砂質和砾石，貝壳

底質上，需振动 2—3 分钟。在粘土岩上得振动 4—5 分钟。

在振动时产生什么效果呢？取样管在振动器的振动下和振动器、托架本身重量的影响下，开始钻入土中。底座和垂直导桿是垂直不动的。在样管钻入土时，样管中的活塞起着重要作用。用細鋼纜联接的活塞、它与地質表面的距离来說，是固定不变的。这就可以使管内产生水文和大气压力的輔助抽吸作用(这可防止“砸柱現象”即样管取样不滿的現象)。結果，所取得的样品的长度可能等于样管钻入的深度，也就是說，样品的层理未被破坏。

在振动一定的规定时间后，振动器关闭，样管开始吊昇。为了避免样管折断，只有当鋼纜近于垂直位置时，方能吊昇样管。不是一下就能抽出样管的，而是要慢慢地。为此，开动絞車，拉紧鋼纜使船身少許傾斜，并用絞車制动器来制动鋼纜(这种工作我們是在排水量 75 吨的船上进行的)。在这种情况下，样管借助船本身的搖摆而使样管被慢慢地拔出来，在必要情况下，这种过程必須去反复进行，拔出土的样管用絞車的吊桿吊上来，置于甲板上。

在拔出样管时及把它吊向船舷时，防止样品脱出的方法有两种：第一，取样后处于管内頂部的活塞，用活塞制动器的抵制作用而被限制在管内頂部，当样品向下移动时，样柱和活塞之間产生真空，而防止样柱再向下移动和脱出。第二，端头(钻头)內部的活叶片可阻止样柱的脱出。

样管上吊昇到甲板上之后，应当立即把活塞的細鋼纜从底座上解下来，接着，应当小心地松放鋼纜，使振动器慢慢滑下来，同时把样管折向一边(图3)。

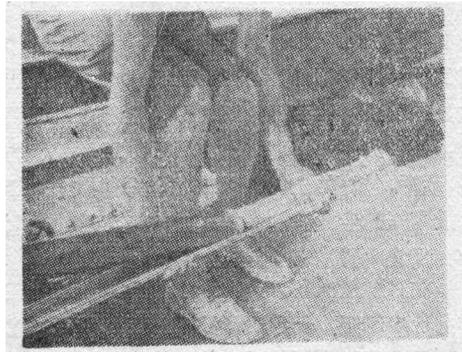


图5 压取样柱的情况。

在此之后，就可以开始压取柱状样品。首先

应把端头(钻头)卸下来,从中取出柱状样品的最下部分。然后,从管子的另一头塞进探条,解开活塞上面的弹簧钢缆卡,从管子里抽出钢缆。现在可以把水泵的水龙管与套座接起来,开始压取样品。这时,水泵里的高压水通过水龙管进入样管中,进入活塞和套座之间的空间里挤压活塞。

为了产生必要的压力,我们采用了 ГН-200 型的手摇的活塞式水泵。在水泵所造成的均匀的高压下,活塞开始移动,最后把柱状样品挤压出来,放入长达 1 米的铝质半圆槽中(图 5)。为了保持铝槽中样品放置的顺序,样品上应写上排号,同时,用正负号标出样品的上下。用铝槽接取最后一节样品时应加特别注意。当活塞露出来,应立即制动水泵工作,把铝槽拿到一边,用手拿着活塞,不使活塞之下的强大压力一下子把样品挤出来,破坏样品的上部分。取出来的柱状样品的断节,按先后顺序放在甲板上,对合成一个完整的样品,旁边放上比例尺,样品的上部边缘上放上站位号的卡片,然后从上到下进行摄影测量。

在此之后,用刀子轻轻地从样品侧面刮掉 2—3 毫米的表层土壤,因为柱状样品的表层往往是劣质而不合乎要求的。其中含有振动过程中形成的贝壳粉,也有《强牵》现象,也就是层次的混合,尤其是淤泥层和砂层相接触的地方,那种混合现象更为明显。样品表层土壤刮去之后,所裸露出来的才是层次分布和互相关系的真正图景,只有这时才能开始记录样品。

样品的记录工作以以下程序进行的:首先作样品的层理图,记出它的一切特征:岩石成份和各种层次的厚度、动物区系、层次界线的特征、砾石和卵石的岩相学特征、磨圆度、沉积物的颜色、(固体)密度、气味,有无有机物富集层等等。次之,从那一个柱状样品中取得的样品,也应标记出来。砂质样品(按 10 厘米来取),最好全部装入土壤带。样品的淤泥质部分,应分割为 15—20 厘米长的分段,分段两端也应标上正负号,置于通风中晒干后,用羊皮纸封包,标籤应置于以正号表示的上端,最后,包好的土样截以二三个为度,放入铝质的或厚纸的半圆槽内。并用绳捆好。动物标本应放在纸盒中,并填上棉花。

在必要情况下,采取含水的土样。淤泥柱状样品从中切开,一半晒干按照上面所谈的加以包装。另一半切成薄片后,放入能塞紧的玻璃管中或者放入带有紧螺盖的玻璃瓶中。柱状样品的

初步整理这样就结束了。

除上面我们已谈到的海上工作之外,岩石调查队利用振动活塞取样管在海滩上、堆积地形——砂嘴、砂洲和其他等地形上进行了工作。岸滩工作的主要目的就是要得到一个近岸沉积层和水下斜坡上沉积层的、统一而互为关联的剖面。

在岸滩上,取样是靠可拆卸的金属三角架进行的。它由 Е. И. Кудинov 设计。三角架由三部分组成。1. 两角架,其二角之间用横梁联结。2. 第三支架。3. 绞车。绞车安置在三角架的最顶端,这种位置针对两种原因来说是适合不过的。第一,绞车轴由于本身不长,与能使它弯曲的重物相比,是很结实的。第二,不仅在陆地上,而且还要在一公尺深的浅水中进行样管的钻进和拔出。

在岸滩工作中,也可以用不带导桿和底座的 54 型振动活塞取样管来取样,也就是只用带端头(钻头)和活塞的样管,托架及振动器。这几件部件装起来之后,可用汽车来搬运。

关于岸滩工作,我在这里作简单介绍。

在 ГА3-63 (在沙滩通行无阻)型汽车上装有带托架和振动器的样管、ЖЭС-4 发电机,电缆、有绞车的三角架、水泵、盛样品金属半圆槽、导桿(长 4 米的金属管,并能自由通过托架的套筒上)、不大的高 60 厘米的木棍,它是用来安装三角架的。还有工具、包装资料等。

三角架安置在新地点之后,把绞车上的钢缆联结在振动器的耳环上,振动器是与托架和取样管相接的。然后,托架的套筒中套上导桿。导桿的上端接于三角架顶部,它的下端支撑在地上并稍微放入土中一些。这样,就造成托架上下滑动的垂直基础。次之,还要作一般程序,这在上面已谈过。用木探条把细钢缆通向样管中,联结在活塞上,把活塞放入管内。接上电源插头、钻头。此后,在下钻时,需用漏斗向管内灌水,防止空气通过活塞的抽吸作用。只要绞车一转动,振动器就昇向三角架顶部,一直到样管平行于导管为止。在这之后,样管的细钢缆(通过托架的滑轮)拉紧后结在二角架的横梁上,并放松钢缆。样管附近,应作坑探,直到出现水为止。必须把钻头放入有水的土壤里,这样造成与样管垂直在真正水下工作时所相近似的条件。活塞上面与水接触(这是我们将灌进去的水),下面与有水的土壤相接。现在空气的抽吸作用就被排除了。活塞的正常工作得到了保证,样管开始钻入土层。

一般情况下振动持续 2—3 分钟,在这段时间里,样管能全部钻入土层中去。

为了把管子拔出来,需要化很大的精力。所以,应采用类似螺旋起重机机械装置的带动装置。须要指出的是,在松软的近岸沉积层上,并有三角架及絞車的情况下,拔取样管是不很困难的。

在样管昇上来之后,引向一边,同时注意振动器的下降。挤取土样、记录、包装等程序相同,这在上边已谈过了。

参 考 文 献

- [1] Страхов Н. М.: Основы исторической геологии, ч. 1. Госгеолиздат, 1948.
- [2] Сысоев Н. Н.: Вопросы применения и конструкции грунтовых трубок. Тр. Ин-та океанол. АН СССР, 5, 1951.
- [3] Кудянсв Е. Н.: Вибропоршневая трубка. Тр. Ин-та океанол. АН СССР, Т. 25, 1957.

原文作者及题目名称:

Е. Н. Невесский.

Методика исследования прибрежных отложений при помощи вибропоршневой трубки. 发表于 Труды института океанологии АН СССР. 1958 (28): 3—13. 莫是龙译。