

国外論文譯述

海岸带的底部堆积形态

O. K. 列昂捷夫

(莫斯科大学)

在海岸带由波浪的堆积作用造成的地形形态——海岸堆积形态——目前,在地貌学文献中得到了很广泛的研究。远在20年代,叶尔莫拉也夫(M. M. Ермолаев)曾企图在研究波浪运动的基础上来说明我国北部海岸上的堆积形态的形成^[1]。后来,萊維斯(Lewis)在研究冰島海岸的冲积物堆积形态时会作出結論,认为这种形态主要是靠波浪作用形成的^[8]。在砂嘴、砂洲、堆积阶地的形成过程中,波浪作用理論上的各种因素在約翰遜^[7]和豪諾金^[9]的著作中也都論述。

在战后年代里,苏联学者在海岸堆积地形的动态和形态的研究方面贡献甚为卓著。形成海岸堆积形态的最完整的波浪理論已为B. П. 曾科維奇所創立^[2,3,4]。曾科維奇把由沿岸运动的冲积物所形成的堆积形态划分为以下三类:

1) 在海岸入射角被冲积物填充的情况下形成的堆积形态。在这种情况下,由于波浪向海岸推进的角度加大,冲积物沿岸运动的速度降低,从而冲积物开始沉积,把原有的入射角填充起来,結果形成毗連的堆积形态(海岸阶地)。

2) 冲积物流在繞經海岸突出地段的情况下形成的堆积形态。这是由于波浪在浅水地区内运动路程的增加,而波能减小,这时,冲积物开始堆积而形成自由堆积形态——砂嘴。

3) 在海岸被島屿、海岬或浅滩掩閉情况下形成的堆积形态。在該情况下,掩閉体和被掩閉地区間形成弱浪地带,自由堆积形态开始在这里形成,随着它的成长,可能与掩閉体相接,变成封閉形态^[5]。

在自然条件的多数情况下,这些条件的不同結合会形成这种或那种的堆积形态。而且,堆积形态形成的自然过程因一系列的地方性条件(水文动态的变更性、冲积物摩擦的影响、碎屑物质輸

入的不均衡性、水下地形等)而复杂化。所以,海岸堆积形态的形成理論,是研究它們在自然条件下产生的复杂过程的钥匙,在实际調查中这一理論是行之有效的。

当时,底部堆积形态的形成問題,在文献中根本看不到有什么探討和闡述,尽管海岸带中这种形态很普遍,只要稍看一下大比例尺的海图,就会相信上述事实的。不能不指出,底部堆积形态的研究問題是有直接的实践意义的,这一問題首先与水工建設单位的需求有关。很明显,在修建防波堤、破浪堤或加固海岸的工程中,必須要周密地考慮到底部冲积物的动力在因素,施工后所引起的后果是什么,相应地在接近有国民經济意义的任何海岸段和港湾的底部地形上所引起的变化是什么,这些都需要明确。底部堆积地形的地質制图和詳細分析,可以使我們找出底部堆积作用最强的地区,可以給我們提出在某种有国民經济价值的地区内防止不利于經济用途的砂坝和浅滩形成的办法。冲积物底部堆积形态的研究,也可以确定出水下斜坡上冲积物沿岸运动的强度和方向。最后,下面将要談到这一点,就是底部堆积形态的某些类型的研究,可以減輕在水下天然基岩裸露的少、又不能使用代价高昂的海底钻探的海岸段上的水下地質測量工作。

不难理解,底部的冲积物流在它运动的过程中,会遇到使它減低速度的条件,結果就使冲积物流的容量減少,冲积物也因而沉积。如果这一过程直接发生在海岸附近,那么,在良好条件下所形成的沉积层,发展下去就会成为发生海岸堆积形态的水下基础。有时在特定条件下,水下堆积形态仍然是底部地形的組成因素。下面将要談到这一点。

根据一个生产单位的要求,通过多年大規模

的地质地貌调查工作, 我们有可能阐述一系列的直接靠近海岸的和离海岸很远的水下堆积形态。所研究的水下岸坡地段长达 200 公里, 宽 8 公里。在这一地段上我们能看到上面所说的那几种堆积形态, 沿岸运动的冲积物流是从南向北的。不久前海平面的降低, 促成了水下横剖面平衡条件的破

坏。因此, 物质沿此剖面向海岸大量移动, 所以沿该海岸冲积物的纵向运动与横向运动相接合了。

冲积物的物质组成是各式各样的, 但大多数是较为细小的陆源物质, 混杂一定量的贝壳碎屑和完整贝壳。

从表 1 中我们可以看出一个剖面不同深度上

表 1

深度 (米)	粗 2	粒 径 (毫 米)				
		2—1	1—0.5	0.5—0.25	0.25—0.1	细 0.1
1	4.6	2.6	1.2	24.8	61.5	5.0
2	1.0	0.9	1.5	4.5	85.3	6.3
4	0.6	14.0	72.4	7.7	5.2	—
7	12.6	17.2	38.3	31.8	个别颗粒	—
10		贝		壳		
15	67.8	31.1	0.7	0.1	—	—
20	5.6	2.1	1.7	4.8	6.1	79.6

冲积物的机械成分。

在底部冲积物流强度不很大的情况下, 由于海底许多地段上物质从水下斜坡的中部向下移动, 而底部基岩被裸露出来。由于在海平面降低而引起的水下岸坡改造的过程中, 细物质从斜坡上带走时, 斜坡中部的粗物质也饱和了。

分析测量资料, 并考虑当地的自然地理特点, 就有根据断定研究地区内水下岸坡上的堆积形态产生在下列条件下:

- (1) 等深线的入射角被冲积物填充;
- (2) 冲积物流绕经海底水下突出地;
- (3) 海底地段为岛屿、海岬或为通常是海底基岩地形突出地的沙滩所掩闭;
- (4) 与海底冲积物运动方向成一角度的水下障碍地形之前;
- (5) 水下障碍地形(基岩地形的突出地)为冲积物全部埋藏。

本文中我将不涉及到底部地形上这些形态的形成和形态学上有关的问题, 如水下砂坝的问题。尽管这些问题尚在争论中, 但是活动砂坝的产生一般都与冲积物的横向运动联系着。我们将研究主要在沿岸运动中所形成的形态。

入射角被冲积物所填充情况下形成的形态见图 1。在这种情况下, 冲积物容量的减低是由于在等深线向海中弯曲、重力的方向近于反波分力方向而引起的。此时, 冲积物沿岸的总运动即逐渐减低。

图 2 所表示的就是在上述条件下形成的堆积形态的实例。

这里的水下斜坡突出地是由第四纪的砾岩残体形成, 目前在现代冲积物之下处于半埋藏状态。

填充条件下形成的另一种堆积形态见图 3。

此处的填充角是由海岸线和按一定角度向海岸伸延的灰岩岩脊(Известнякая гряда)所形成。在这种情况下, 水下堆积形态在其发展过程中可以变成海岸堆积形态。灰岩岩脊和海岸之间逐渐变浅的地区, 对底部冲积物来说恰似一个特殊的陷井。这个地区促使在入射角顶部形成的海岸堆积形态加速发展, 并促使其靠冲积物在底部的堆

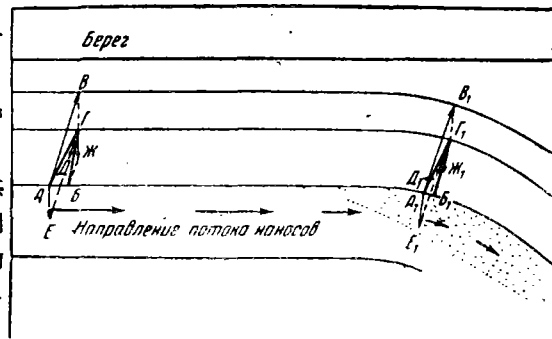


图 1 入射角填充情况下, 堆积形态形成的示意图

AB 和 A₁B₁——水体向岸的波动方向; ΓД 和 Γ₁Д₁——水体离岸的波动方向; АЕ 和 А₁Е₁, ГЖ 和 Г₁Ж₁——重力向量; АГБ 和 А₁Г₁Б₁——在一次完整的波浪振动中质点的轨迹。箭头的长短表示与冲积物运动速度成正比的固体潮流的方向。

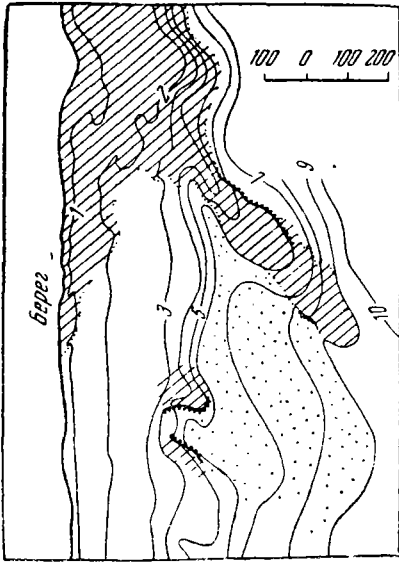


图2 入射角为冲积物填充而形成的底部堆积形态的海底地段。线条表示基岩露头,圆点表示底部堆积形态

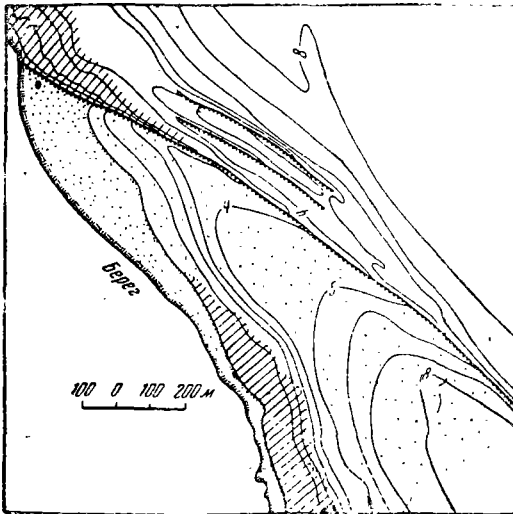


图3 海岸线与水下灰岩岩脊之间的夹角为冲积物填充而形成的底部堆积形态

积而逐渐扩大。须知在此情况下,在底部堆积形态的形成过程中,掩闭体也起着一定作用的。

图4是在冲积物流绕经底部突出地段情况下产生的底部堆积形态。

这里产生的底部堆积形态是因为在突出地段之前,冲积物落入很深的深度上,波浪运动的能量就急剧降低,这样,冲积物逐渐沉积成水下砂嘴,其发展方向接近于突出地段之前的冲积物流总运

动的方向。在水下砂嘴的塑造过程中,特别是在它的初期发展阶段上,海底坡度的增加也有很大的作用。坡度的增加是冲积物在斜坡上堆积的结果。

图5就是我们在自然条件下看到的这种类型的堆积形态。

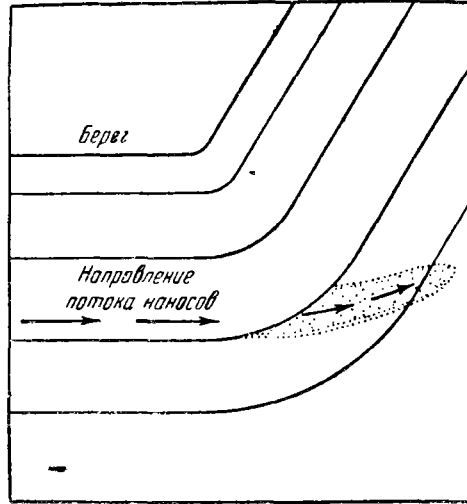


图4 在冲积物流绕经海底突出地段的情况下,产生的底部堆积形态示意图

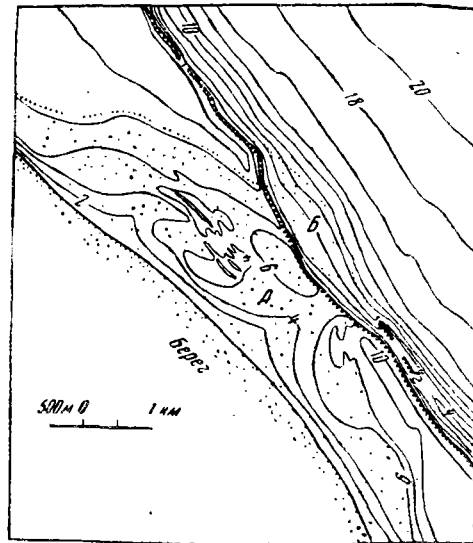


图5 冲积物流在绕经海岸突出地段的情况下形成的底部堆积形态

这里,由于来自海岸东部的冲积物流绕经海岬的结果而产生的水下砂嘴,掩闭了海岬以西的港湾出口。砂嘴之上水深不超过1.5米,而港湾内的深度则达到3米。在它进一步发展的过程

中,我們所繪出来的这种形态可以变成海岸砂嘴,然后再变成砂洲,把港湾和大海完全分开。

港湾建筑物附近冲积物流繞經的地方,常形成水下砂嘴。如曾为薩莫伊洛夫 (И. В. Самойлов)^[6]所描述过的瑪哈契卡林海港 (Махачкалинский порт) 出口处形成的水下砂嘴就是一例。克納普斯 (Р. Я. Кнапс)^[5]引用着罗雅港 (瑞日海湾) (Порт Роя, Рижский залив) 出口处冲积物淤积的有意义的資料, 这里淤积现象是与冲积物流繞經港口南防波堤时所形成的水下砂嘴有关。

現在談一下在外部掩閉情况下产生的堆积形态。这种类型的堆积形态,在調查地区內分布很广,这是因为以灰岩岩脊为特征的海底基岩地形突出地段大量分布的結果。由于区域地质构造的特点,在大多数情况下灰岩岩脊的方向都是与海岸平行的,这就促使了它們在海岸动态与水下岸坡动态中的掩閉作用;特别是在灰岩岩脊接近海岸,或处于浅水中,或在浅水中互相間距很近的地段上,那种掩閉作用更为显著。

掩閉現象在 В. П. 會科維奇的著作中闡述的很全面。岩脊的掩閉作用和島屿的掩閉作用在原則上没有什么区别,仅有的区别是:在掩閉地区冲积物的动力因素中,起作用的不仅有由折射而传到这里的波浪,而且有远海波浪漫过灰岩岩脊时所产生的波浪。可以认为,沉积层在灰岩岩脊之前的形成要慢于它在島屿掩閉之下的形成。

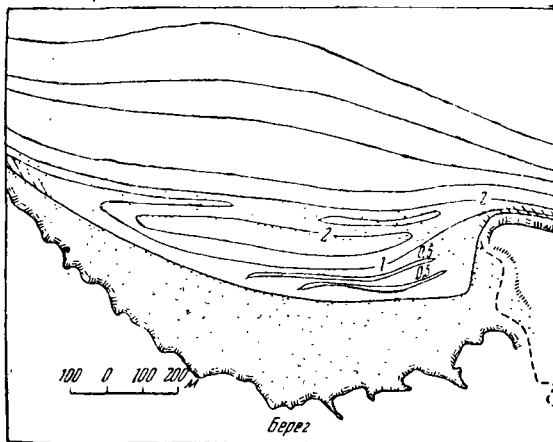


图 6 掩閉情况下 (A) 和障碍地形 (B) 之前形成的底部堆积形态的海底地段图

图 6 就是这种类型的巨大的水下堆积形态。这里的掩閉体是突起在海底上,在弱浪情况下顶部有些裸露出来的灰岩岩脊。掩閉的灰岩岩脊离

海岸有 1.5—2 公里。逐渐形成中的这一堆积形态是一个底部寬、頂部窄的砂栏 (песчаный порог),并隔断了海岸与岩脊之間的凹地。目前这一堆积地形尚处于形成阶段中,在地形上有許多分布不均匀的堤脊和圓形的凹地。从图中可以明显地看出,这种形态是双重的。北分支的堆积地形可能是在增水后由离岸底流引起的补偿流作用而成的。在这个形态以南 12 公里的地方,我們发现了形成同一底部堆积形态的良好而类似的条件。所以,这里完全可以形成水下砂栏,其地形与上述堆积形态的地形完全相同。

因为在上述两种情况下,岩脊不仅掩閉着海底地段,而且还掩閉着海岸。所以可以預料,在进一步发展过程中,底部堆积形态可以轉变成連島砂洲类型的海岸堆积形态。在我們所研究的地形以北的一段海岸上,我們发现由掩閉作用形成的海岸形态,它的水下延續部分是分隔海岸与掩閉岩脊之間地区的浅滩。我們在几年的時間內,成功地追究了这一堆积形态的增长,而且发现堆积突出地,由于它的水下延續部分变成陆地,而每年大約增长 10—12 米。

在其他地方,我們观察了由相似条件所形成的堆积形态,但是除了与海岸有联系之外,在該海平面之下它們是不能变成水上的堆积形态的。(图 7)

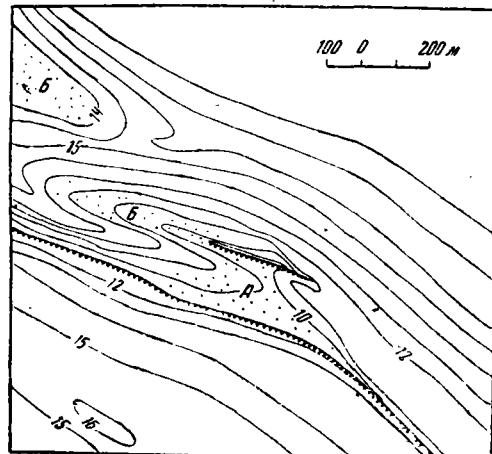


图 7 具有底部形态的海底地段图。A、掩閉作用下形成的堆积形态; B、埋藏在冲积物之下的海底地形之基岩形态

水下障碍地形之前形成的堆积形态,我們发现在灰岩岩脊向海的一面,岩脊的斜坡伸延于它前面的冲积物沉积层之下,形成一个稍为傾斜的

地面(图8)。通常,倾斜地面由粗物质——大块的和完整的贝壳组成。这些地形的形成,看来主要是物质沿着斜坡向上运动的结果,在波浪运动的作用下,贝壳和贝壳碎屑向海岸方向移动,当它遇到类似陡峭的岩栏时,它就在岩栏之前开始沉积,而成倾斜的地面。由于它上面的水浅,在海平面相对降低的情况下,能够很快地变成水上形态。人工的障碍物——波浪堤和防波堤所起的作用也是同样的。在障碍之前,形成冲积物的水下沉积层,从而反映出海底地形^[6]。

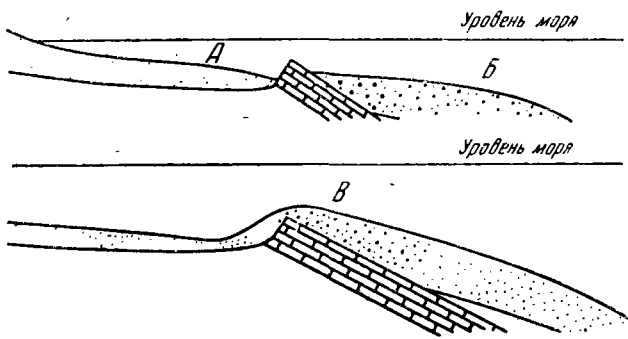


图8 A—掩闭条件下形成的堆积形态的剖面;
B—障碍地形之前形成的堆积形态的剖面;
B—基岩地形的突出地被冲积物埋藏而形成的形态剖面。

这样来看,水下灰岩岩脊的两面都能促进底部堆积形态的形成:向海的一面促使以掩闭现象为先决条件的形态形成,向远海的一面促使障碍地形之前冲积物堆积的形态形成。

由于障碍地形之前冲积物的堆积作用而产生的堆积形态,在其进一步发展的过程中,可以变成由于基岩地形突出地被埋藏而产生的底部形态。

这种类型堆积形态的成因是容易确定的。因为在它的延续部分,某些地方发现有基岩的水下露头,好象要通过冲积物层而“透露”出来。所以,上述那种类型的形态,在其发展过程中完全可以把作为冲积物沉积层形成因素的障碍地形埋藏其下。

在所调查的水下斜坡范围内,这种类型的形态分布甚为广泛。我觉得这一事实需要我们在分析离海岸远近不同堆积形态的成因时,更加注意和谨慎。因为在最近的研究中,许多这种堆积地形实际上是基岩地形的埋藏形态。这一点是很重要的。

确定上述堆积形态类型和基岩形态之间的联

系,对我们编制水下地质图具有直接的实际意义。因为,我们可以根据形态特征,在许多情况下,在沒有基岩露头的海底地段上划分出地质界线来。

从以上对水下堆积形态的类型简述来看,在各种水下堆积形态的形成中,除了水文条件和冲积物运动及其供给因素外,海底基岩地形的结构也有很大的作用。

尽管底部堆积形态和海岸堆积形态在成因上有相同之处,但也有某些相异之点。

因为底部固体径流的速度及其容量比冲积物

在沿岸运动时的速度和容量要低得多,底部堆积形态的发展和增长,自然也要慢于海岸堆积形态的发展和增长。物质供给的脉动现象,与其对海岸堆积形态状况的反应相比较,可能在很大程度上反应了底部形态的稳固性。最后,在底部形态形成过程中,水流也可能起着作用,这种水流大部分是波浪引起的,或者是与风成增水及增水之后的离岸底流有关的海流。

上面已经谈到,在海岸的调查地段上,波浪平息后,产生向南的强烈的沿岸冲积物流。在离岸的一定距离上,沿海

岸伸延的水下灰岩岩脊的存在,可以促使这种流的汇集,从而更明显地表现出它的方向来。因为在灰岩岩脊和海岸之间形成一类似槽状的地形,这种地形也受冲积物流的影响。这种流的速度每秒可达数米,显然,它可以沿着海岸搬运物质。在图6中可以看到掩闭形态北部的形成过程中,挟带泥沙而运动的冲积物流起着主要作用:因为在泥沙流从南向北运动的情况下,显然只能用泥沙流的堆积作用才能解释浅滩北部的形成。这一点甚为重要。

下面的一个问题很有意义,即在波浪动态和该冲积物输入的状况下,海底堆积地形将增长到何种程度呢?我们没有能够回答这一问题的观测资料。但是,在波浪作用的过程中,从水下斜坡折射的一般规律出发来考虑,我们可以断定,海底堆积形态在沒有达到能使冲积物的运动恢复以前那种运动速度的海底高度和坡度时,海底堆积形态将是继续增长的。从我们已引用的图5中就能看出这一规律来。当冲积物流绕经障碍地形时,形成水下砂嘴,海底某些地段上的深度也在减小,继而波浪运动对底部物质的作用就加强。由于冲

积物流的速度重新增大, 结果冲积物又可能以其原来的速度而运动着。

在本文结尾的时候, 不能再一次指出, 底部堆积地形的形成问题, 在不久的将来应加以特别重视。克纳普斯(Р. Я. Кнапс)在我们前面所提到的文章中說: 形态学的研究方法应当是说明淤

湾淤塞条件最有效的方法。这一完全正确的观点应当大大促进, 具有重大国民经济价值的海底冲积物堆积形态的动态和成因方面的研究。

[莫是龙译自 Труды океанологии института том X (142—150页), 郭永威校]

参 考 文 献

- [1] Ермолаев М. М., 1929: О природе некоторых наносных образований Новой Земли. *Тр. ин-та по изуч. Севера*, № 40.
- [2] Зенкович В. П., 1945: Образование аккумулятивных форм при изменении направления коренного берега. *Докл. АН СССР*, том. 48, № 5.
- [3] Зенкович В. П., 1946: Динамика и морфология морских берегов. М.—Л.
- [4] Зенкович В. П., 1950: Образование петлевидных баров. *Докл. АН СССР*, том. 71, № 3.
- [5] Кнапс Р. Я., 1949: Проблемы реконструкции порта Роя. (Резюме на русском языке), *Изв. АН Латв. ССР*, № 3.
- [6] Самойлов И. В., 1948: О формировании морских баров рек. *Вопросы географии*, № 7.
- [7] Johnson D., 1919: Shore processes and shoreline development. N.Y.
- [8] Lewis W., 1936: Nivation, river grading and shoreline development in SE Iceland. *Geogr. Journ.*, v. 88, No. 5.
- [9] Cholnoky E., 1927: Umformungsvogänge der Neeresküsten. *Petterm. Mitt.*, H. 7—8.