

用海底坡降计算探讨 黄河口摆动及泥沙运动规律*

刘 风 岳

(山东省龙口港务局)

摘 要

黄河巨量泥沙入海后,在逐流、潮流、海浪及科氏力等因素的相互作用下,泥沙沉积分布及河口位置摆动都表现为海底地形的坡降变化。行河岸段,泥沙淤积延伸加剧,海底坡降由缓变陡,河口附近浅海0—10米等深线处出现坡降极大值,由此可以判断河口的摆动位置和趋势。而停河岸段被海洋动力冲刷,沉积泥沙再悬浮再搬运,海岸线后退,海底坡降由陡变缓。在科氏力作用下,游荡性的黄河口不断自左向右偏转摆移,从而可知黄河三角洲海岸为不稳定性质的海岸,地形变化激烈,海底坡降始终处于不断调整变化中,直至达到新的动态平衡。

前 言

研究黄河口摆动,及入海泥沙扩散规律有多种途径,从地形地貌变化,上游来水来沙条件,河道浅海边界条件,海洋动力条件,科氏力作用,坡降变化等,都可以对此进行探讨和研究。本文试图以清水沟河道为例,从浅海历年固定测深断面的坡降变化计算中,来探讨黄河口摆动及泥沙运动规律。



图1 现代黄河三角洲垂向结构

一、黄河三角洲地貌特征

黄河三角洲位于渤海西南部,介于渤海湾与莱州湾之间,海区水深20米以浅,它包括黄海基准面0米线以上的三角洲陆上平原,0

—10米等深线间的三角洲前缘及大于-15米等深线的前三角洲水下平原,见图1(1)。

三角洲陆上平原坡降平坦,以略大于 $1/10^4$ 的坡降微微向渤海倾斜,洲面上生长着芦苇、荆条、黄须菜等杂草,并留有若干条黄河故道遗迹,发育成潮水沟子与海相沟通,地形略高。两故道间为其洲间洼地。陆上平原以特大高潮线为界分上下两部分,特大高潮线至低潮线之间的下部平原范围很窄,呈带状围线,围着上部平原。水下三角洲分三角洲前缘和前三角洲水下平原两部分,三角洲前缘为坡降最大地段,平均坡降为 $21.32/10^4$,现行河口附近平均最大为 $38.5/10^4$ 。前三角洲水下平原坡降平缓,平均为 $2/10^4$ 以下。

1988年3月22日收到初稿,1988年6月20日收到修改稿。

* 王凤卫同志参加了部分数字计算在此表示致谢。

由于黄河迳流不断从山西、陕西黄土高原搬运大量泥沙入海,年平均输沙量为 10.49 亿吨,使该区充填加剧,年均造陆面积逐年增加,为每年 38.8 公里²,河口沙咀平均每年 3 公里的速度向海推进,行河岸段淤进,停河岸段被冲刷后退,海岸线极为不稳定。

二、用海底坡降计算判断黄河口摆动位置

淤积、延伸、摆动、改道是现行黄河尾间河道特有水沙条件的演变规律,巨量泥沙下泄堆积于河道口门,受迳流来水来沙、海洋动力、科氏力、风暴潮及地形变化等因素影响,尾间河道摆动变化极为频繁,凡走河的海岸不断淤积延伸,海底坡降变陡;废弃的河口,海岸及海底受风浪、海流的侵袭搬运作用,泥沙被冲走,海底海岸被冲刷,坡降由陡变缓。根据这个特点,我们采用固定测深断面计算其海底坡降变化,就可以概略的了解河口摆动的位置及泥沙冲淤变化,坡降极值分布的逐年变化就是河口的逐年变化。见表 1、表 2。

表 1 黄河口滨海区三角洲前缘坡降极值统计表

断面	年份	坡降 1/万			
		1980	1983	1985	1986
CS 18		16.2	9.7	13.4	13.6
CS 20		18.4	14.3	16.7	16.7
CS 22		17.0	31.0	23.5	20.0
CS 23		19.2	30.0	31.1	24.3
CS 24		20.5	47.4	31.0	37.0
CS 25		23.0	10.8	29.7	38.6
CS 26		19.2	5.0	16.4	47.7
CS 27		8.0	5.5	7.4	20.0
平均坡降 1/10 ⁴		17.69	19.21	21.15	27.24
总平均坡降, 21.32/10 ⁴					

表 2 黄河口滨海区固定断面平均坡降年变化表

断面	年份	坡降 1/万								
		1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1985	1986
CS 18		4.8	5.2	5.0	4.5	4.2	4.3	3.9	3.9	4.0
CS 19		5.1	5.4	5.4	4.7	4.3	4.5	3.4	4.0	4.0
CS 20		5.5	5.5	5.5	5.1	4.5	4.4	4.4	4.1	4.2
CS 21		5.9	5.9	6.0	5.1	4.6	4.8	4.5	3.8	4.5
CS 22		6.0	6.2	6.0	5.3	4.9	5.0	6.1	5.7	5.7
CS 23		5.7	6.3	6.1	5.0	4.9	5.8	5.9	6.2	6.5
CS 24		5.6	5.9	5.8	4.7	4.5	5.5	6.2	6.3	6.7
CS 25		5.1	5.3	5.6	4.9	4.7	4.6	4.6	6.0	6.6
CS 26		4.3	4.7	4.4	4.3	4.1	4.0	3.3	4.6	6.3
CS 27		4.0	4.2	4.5	3.4	3.2	3.1	3.1	3.7	4.6
平均		5.2	5.5	5.4	4.7	4.4	4.6	4.5	4.3	5.3
注	断面东西走向, 间距 4 公里, 1977—1986 年平均坡降 4.933/10 ⁴									

从表 1、表 2, 两个表的统计可以看出: (1) 黄河口自 1976 年改道走清水沟流路以来, 河

口是在CS18~CS27断面之间自北向南逐年摆动的,摆距40公里。(2)从表1 坡降极值计算来看,其海底越来越变陡,即平均坡降在逐年增大,到1986年已由1980年的 $17.69/10^4$ 增大到 $27.24/10^4$ 。改道初期,由于海岸线凹陷,大水漫流,河道不固定,属淤滩造床阶段,故黄河口从1976年到1979年在CS18—CS25断面间来回摆动,海底坡降均在 $5/10^4$ 以上,向南向北各断面坡降均少于 $5/10^4$,趋向平缓。到1980年尾间河道归股单一顺直,受科氏力的长期作用,河口自CS20断逐渐向南偏移,到1986年河口中心已摆移到CS26断面,接近CS27断面,南北摆动距离36公里。平均海底坡降增大到 $6/10^4$ 以上,最大值在CS26断面为 $47.7/10^4$ 。河口沙咀向海方向共延伸约30公里,尾间河段河道比降由改道初期的 $2.3/10^4$,减少到 $1.04/10^4$ 。由于泥沙在河口强烈堆积使河道比降减少,而浅海海底坡降增大,河口水下沙咀不断向海中伸延,海洋动力要素也因地形凸出而加强,但尾间河段因流路增长,排水不畅,出现边滩和鸡心滩,出岔摆动,迁徙频繁,由于河口侵蚀基面抬高,洪水位危及下游大坝防洪安全,则需人工控制改道,流路的使用即将结束。其河口摆动情况见河势图2。

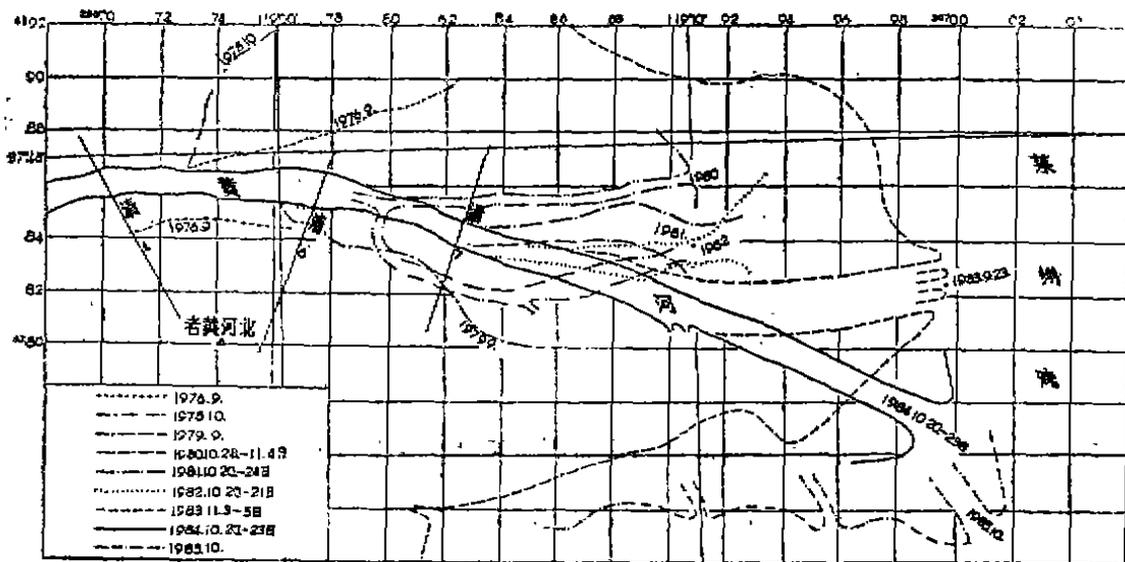


图2 黄河河口平面演变过程(1976—1985)
(清水沟流路)

从表1、表2 极值分布除可以看出河口摆动趋势外,还可以判断河口的稳定程度,1976—1979年及1986年以后,大于 $5/10^4$ 坡降的断面分布较广,说明河口摆动频繁。1980—1985年间大于 $5/10^4$ 坡降的断面分布较为集中,说明河口单一顺直,相对稳定。

黄河尾间在不加任何人工因素的自然摆动时,横扫大三角洲的大循环约为50年左右,具体到一条流路的小摆动即小循环约为10年左右,但都遵循着科氏力作用的规律^[2],自左向右偏转,河道先行其中部,然后走其左右地形低洼处,当大小三角洲充分发育后,又开始在新的水平上(即新的侵蚀基面)向前推移摆动。然而游荡性河口总是受科氏力的长期作用,总体是向右偏转摆动的频率、幅度、距离均较向左为大,这种规律从黄河1855年铜瓦厢决口走大清河以来,11次改道及每一条具体流路的自然摆动都可以清楚地看出。

三、从坡降计算来探讨海底泥沙冲淤变化

用坡降变化来描述河床和海底冲淤变化是一个良好的指标。前面已经说过，黄河尾间大量泥沙淤积，导致河道比降由大变小，当减少到 $1/10^4$ — $0.6/10^4$ 时，接近下游河道总比降，该流路排洪能力大为降低，进入河道晚期。相反，浅海水下三角洲的海底坡降，则由小变大（由缓变陡），特别是0—10米等深线的三角洲前缘，坡降变化更为激烈。据多年统计资料，尾间河道河床比降以每年 $0.1/10^4$ 的速度减小，1976—1987年尾间河道比降由 $2.28/10^4$ 减小到 $1.04/10^4$ ，浅海平均坡降为 $4.933/10^4$ ，从表1的极值坡降比较，1980—1986年增长 $9.55/10^4$ ，年增长率为 $1.6/10^4$ 。停河岸段，由于海流、海浪的冲刷海底坡降由陡变缓，从固定测深断面套绘比较得知：停河的岸段0—5米等深线冲刷后退，5米以深则略有淤积，15米等深线以深相对稳定。

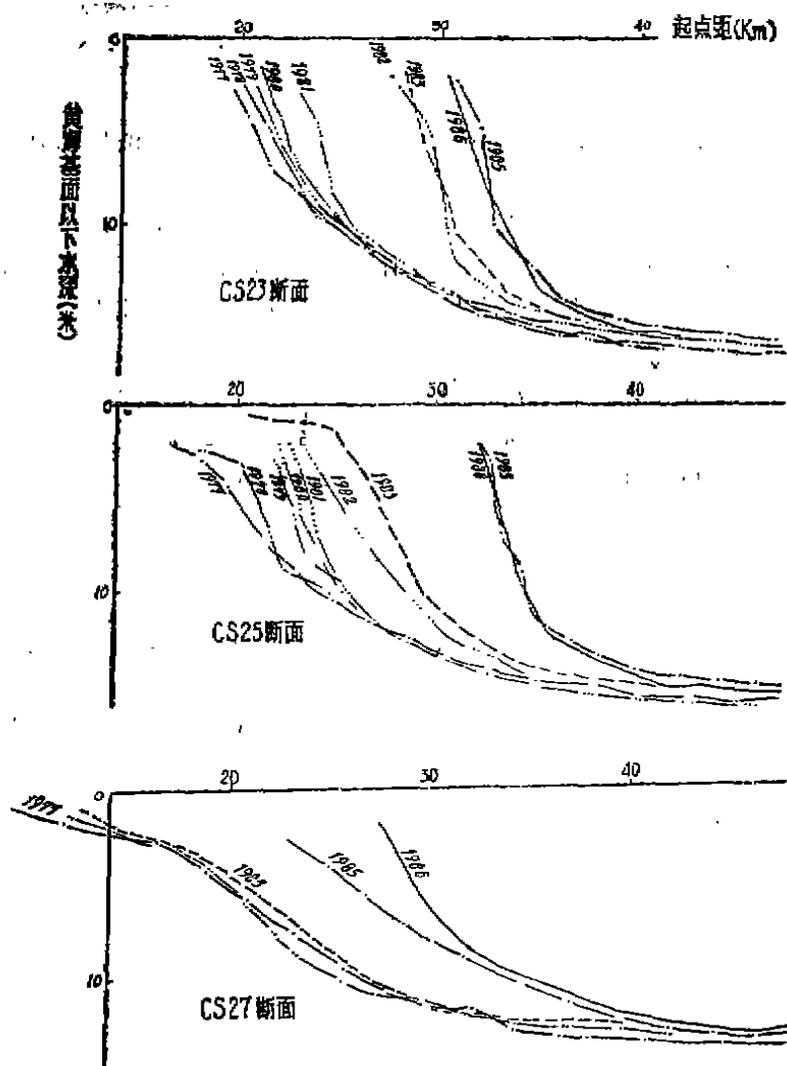


图3 黄河口海底纵剖面演变图

从表 2 看, CS18、19、20 三个断面, 由于河口向南摆动, 海底虽然也有淤积, 但泥沙来源减小, 断面平均坡降由 $5/10^4$ 减小到 $4/10^4$; CS26 断面则随着河口南移, 来沙充沛, 平均坡降由 1977 年的 $4/10^4$, 增加到 1986 年的 $6.3/10^4$ 。1981 年断面平均坡降普遍降到 $5/10^4$ 以下, 是因 1980 年黄河上游来沙量特别小, 仅为 3.08 亿吨, 少于其多年平均值 10.49 亿吨所致。河道和浅海地形有冲有淤是与上游来水来沙有关。见图 3。

黄河口水下三角洲的地形是时刻在变化着的, 根据水利学原理, 水沙补充与输水输沙能力相等时, 则河床或海底保持动态平衡, 不冲不淤, 但实际上这种平衡是不存在的, 冲刷或淤积是有条件的, 相对的。1986 年和 1987 年是黄河枯水枯沙年份, 河床和浅海都出现相对冲刷的好形势, 河口沙咀延伸速度也相应减缓, 若再加上一定的河口治理措施, 清水沟流路延长使用年限是有希望的。黄河为多沙河流, 水流挟沙能力与来沙不平衡, 河道和浅海总是处于淤积状态, 而且速度是惊人的, 据多年统计资料表明, 河床每年抬高约 0.1 米, 河口每年向海延伸 3 公里。

四、结 论

(一) 三角洲前缘坡降极大值, 就是现行河口所在的位置, 极值的移动方向就是黄河口的摆动方向。

(二) 黄河中上游来水来沙没有多大改变之前, 不加人工控导的黄河尾间河道, 自然淤积、延伸、摆动, 改道是必然的演化规律。所谓河口摆动的大循环和小循环都受科氏力作用的影响, 先走其中路, 然后经过几次左右反复摆动, 总体是向出河流方向之右偏移, 不管是频率、幅度、距离均较向左偏移为大。

(三) 海底坡降总是在河流动力与海洋动力输沙能力的相互影响下, 力求达到动态平衡, 行河淤, 坡降由缓变陡; 停河冲, 坡降由陡变缓, 海岸线不进则退, 故黄河三角海岸线属不稳定性海岸。海底坡降变化是定性描述其变化的良好指标。

参 考 文 献

- [1] 成国栋等, 现代黄河三角洲的演化与结构。海洋地质与第四纪地质, 1987, 第七卷增刊。
- [2] 刘凤岳、武桂秋, 科氏力对黄河口淤积、延伸、摆动的影响。“人民黄河”, 1987 年第 4 期。

THE SEDIMENT TRANSPORT AND THE MIGRATION OF THE YELLOW RIVER MOUTH INFERRED FROM THE SEABED SLOPES

Liu Fengyue

(The Port Authority of Longkou, Shandong)

Abstract

A study is made on the relationship between the sediment transport, the river mouth migration and the seabed slopes off the river mouth. The shore-line advancing is related to sediment deposition and the severe seabed slope. Whereas the shore-line retreating is related to sediment erosion and carrying-away and the gentle slope.

虾池移植大叶藻增殖对虾试验成功

大叶藻是生长在海水中的显花植物，为山东沿海浅海水域海草场的主要组成种类。大叶藻有发达的地下茎和根，牢固地着生于低潮带和潮下带的泥沙底质中，春夏期间枝叶繁茂，特别初夏开花季节，枝叶生长高达2~3米，冬季仍留半米左右，因此能在泥沙底质的浅海水域中常年形成广阔的海草场。它靠繁茂的叶片进行光合作用，固定累积能量，是浅海水域中的重要初级生产者，初步测定：一毫克新鲜的大叶藻叶片，每小时放氧0.804毫克，这对水域中动物的生命活动十分有利，大叶藻草场的生态环境十分稳定，是众多生物栖息生存的良好场所。

中国科学院海洋研究所于1989年首次在山东省荣成市宁津乡养殖场，进行了虾池移植大叶藻增殖对虾试验，获得成功。从1989年4月到10月，在35亩虾池内共移植了450丛大叶藻，到7月份这些大叶藻由10厘米生长到50多厘米，长出了新的地下茎和新藻体，于10月中旬全部收获，对虾平均亩产81.35公斤，虾长12.6厘米，实验池单产比对照池提高了26.6%，由于虾体大，亩产提高效益190.5%。

实验证明，虾池移植大叶藻能净化水质，改善底质条件，丰富活体饵料，促进对虾生长，起到增殖对虾的作用。

中国科学院海洋研究所科研处

胡葵英

1989.12.30