

黄河河口演变*

III. 河口演变对黄河下游的影响

庞家珍 司书亨

(黄河水利委员会济南水文总站)

河口的淤积、延伸、改道,都可以理解为变更河流侵蚀基面的高度,从而引起河流纵剖面的调整以及水流挟沙能力与来沙量对比关系的改变,产生自河口向上发展的溯源堆积和溯源冲刷。这种溯源性质的堆积和冲刷与河流在塑造平衡纵剖面的过程中所产生的沿程淤积和沿程冲刷是性质不同的两种河床变形。前者自下而上发展,变化幅度下大上小,受制于流程的增长和缩短;后者自上而下发展,变化幅度一般上大下小,受制于水流挟沙力与来沙状况的对比关系。

黄河于1855年从铜瓦厢决口夺大清河河道至1889年又从韩家垣决口改道毛丝垞,这34年的前期和中期,河道纵剖面与来沙量的对比关系极不适应,为了塑造平衡纵剖面,大量泥沙沿程堆积,进入河口的沙量必然大量减少,因而并不产生明显的溯源堆积。1875年,陶城埠以上泛区开始修筑南北大堤,洛口以下淤积发展严重,决口频繁,直至1889年前,黄河为获得输沙能力而对大清河纵剖面所进行的改造已大体完成,此时河口演变对黄河下游的影响相对突出出来。这种影响主要反映在洛口以下的河段,表现在由改道初期产生的溯源性冲刷以及淤积延伸所产生的溯源堆积的交替发展上。应当指出,当相邻的两次河口改道所形成的延伸长度大体一致,侵蚀基面的高度并未发生重大改变时,河床这种周期性的抬高和降低,并不造成河床的稳定性抬高。只有当河口演变完成一次大循环

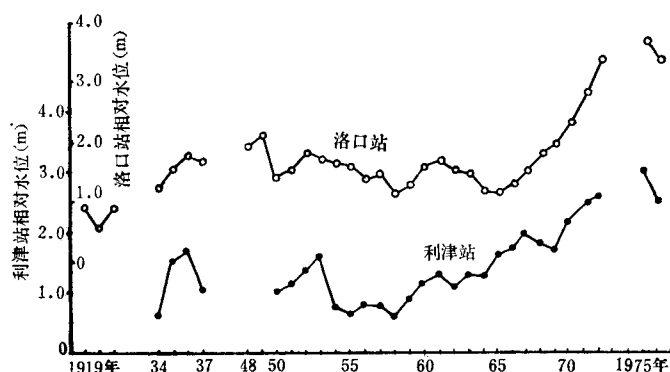


图1 洛口、利津站5000秒立方米流量下水位年际变化

* 本文 I, II, III 篇的主要内容已于1980年3月24日—29日在北京召开的河流泥沙国际学术讨论会 (ISRS) 上宣读。

本刊编辑部收到稿件日期: 1979年11月25日。

表 1 河口变化对下游河道影响的强度、范围及历时

时 段	冲淤类别	1500 秒立方米			3000 秒立方米			5000 秒立方米			说 明
		影响上界	影响长度 (公里)	水位升(+) 降(-)值 (米)	影响上界	影响长度 (公里)	水位升(+) 降(-)值 (米)	影响上界	影响长度 (公里)	水位升(+) 降(-)值 (米)	
1953—1955 年	溯源冲刷	洛口	208	-1.31 (前左)	洛口	208	-1.70 (前左)	洛口	208	-1.85 (前左)	前左在改道点上游 12.5 公里
1955—1961 年	溯源堆积	刘家园	224	+1.13 (罗家屋子)	刘家园	224		刘家园	224	+1.65 (罗家屋子)	罗家屋子距门口约 45 公里
1961 年汛前至汛后	溯源冲刷	一号坝	52	-0.71 (小沙)	一号坝	52	-0.65 (小沙)				小沙在改道点上游 13 公里
1961—1963 年	溯源堆积	一号坝	74	+1.19 (罗家屋子)	一号坝	74	+0.95 (罗家屋子)				罗家屋子距门口约 48 公里
1963—1964 年		马扎子	166	+0.55 (罗家屋子)	官家至 道旭间	100	+0.35 (罗家屋子)	一号坝	25	-0.35 (罗家屋子)	罗家屋子即改道点,距 门口约 36 公里(改道前 河长 58 公里)
1964—1967 年	溯源堆积				刘家园	229	+1.10 (罗家屋子)	刘家园	229	+0.65 (罗家屋子)	罗家屋子距门口约 50 公里
1967—1968 年	溯源冲刷	杨房	153	-0.40 (罗家屋子)	杨房	153	-0.47 (罗家屋子)	张肖堂至 杨房间	136	-0.43 (罗家屋子)	罗家屋子在改道点上游 约 25 公里
1968—1975 年	沿程堆积										
1975—1976 年	溯源冲刷	刘家园	177	-0.48 (利津)	刘家园	177	-0.62 (利津)	刘家园	177	-0.50 (利津)	西河口即改道点,距口 门约 27 公里,利津距西 河口约 50 公里
1976—1978 年	溯源堆积	道旭	118	+0.41 (西河口)	道旭	118	+0.50 (西河口)	道旭	118	+0.67 (西河口)	1978 年汛后距西河口 36 公里,道旭距西河 口 82 公里

注: 溯源冲刷影响长度自改道点起算, 溯源堆积影响长度自门口起算。
表中 1500 秒立方米, 3000 秒立方米, 5000 秒立方米系指沿程各站的同级流量。

表 2 改道条件对比表

改道时间		1953 年 7 月	1960 年	1964 年 1 月	1976 年 5 月
项 目					
改道情况	改道地点	小口子	四号桩以上 1 公里	罗家屋子	西河口
	改道点距前左距离(公里)	10	45	20	16
	改道性质	开挖引河	自然改道	爆堤改道	截流改道
	改道点至旧入海口长度(公里)	50	20	48	64
	改道后缩短流程(公里)	11	12	22	37
地理条件	改道点上游河道地形	河床较高	道旭以下低于 1963 年 道旭以上高于 1963 年	河床略低于 1953 年 改道前	最高
	改道点下游地理条件	改道前三股入海, 改道后由神仙沟独股入海	有老神仙沟故道	无束水河槽, 且 植被密实	开挖引河, 引河 以下为清水沟
海域条件	河口情况	沙嘴突出较深海区	两故河口沙嘴间的海湾	海湾	海湾
	水深情况	10 米以上	3—5 米	3—5 米	3—5 米
	动力情况	动力作用强	动力作用弱	动力作用较弱	动力作用弱
来水来沙	年径流量(亿立方米)	580.7(1954)	519.9(1961)	971.1(1964)	449.1(1976)
	年最大流量(立方米/秒)	7220	5350	8660	8020
	年输沙量(亿吨)	19.80	8.99	20.3	8.97
	年来沙系数 (公斤/立方米/立方米/秒)	1.85×10^{-2}	1.05×10^{-2}	0.67×10^{-2}	1.42×10^{-2}

之后,三角洲岸线已普遍外延,也就是说,当侵蚀基面的高度发生稳定性升高之后,此时下游河床将出现一次稳定性的抬高,此后溯源堆积和溯源冲刷的交替发展将在一个新的高度上进行,例如从图 1 上可以看到 1920 年至 1936 年间洛口水位呈现稳定上升现象,这段时间与三角洲改道完成第一次大循环并开始第二次大循环的时间基本上是吻合的。1936 年以后至 1965 年呈波动曲线,平均变化不大。1965 年至 1976 年利津、洛口站水位稳定上升,这与近十余年来人工限制改道,顶点下移至渔洼,使三角洲上河流摆动范围大大缩小,河流伸长距离大幅度增加是直接有关的。如果把改道点继续限制在渔洼,则意味着第二次大循环的提前结束和第三次大循环已经提前开始,下游河道的水位则在这个新的高度上波动,不会回降到 1965 年前的水平。

这里,我们着重分析了 1953 年以后四次改道的背景条件及对下游河道直接影响的范围、幅度和持续历时(见表 1 及表 2)。图 3 显示了一次溯源冲刷和溯源淤积的情况。分析各次成果可以得到以下规律性的认识。

1. 改道对下游产生影响的物理实质,主要表现在河道纵比降的变化上。改道开始时,改道点附近水位大幅度降落,形成极大的局部比降(见图 2)¹⁾。流速及水流挟沙能力自上而下由小变大,再由大变小,使得改道点上游发生严重的溯源冲刷,而下游发生严重的沿程堆积。比降逐渐朝调平的方向发展。使改道点下游河段比降的增加很快受到限制,因为在三角洲面发生严重堆积的同时,口门也在堆积和延伸,当延伸达到一定规模,由洲面

1) 黄河水利委员会水利科学研究所及济南水文总站, 1976。黄河河口一九七六年改道清水沟资料初步分析。

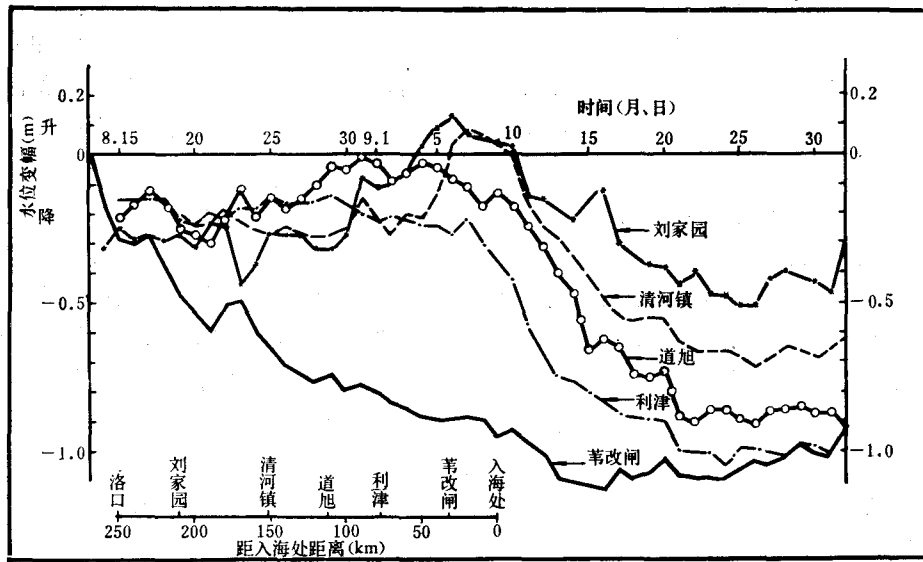


图2 1976年改道点上游水位降落情况图

堆积所增加的落差不能抵偿由河口延伸所要求的落差时,改道点以下河段比降开始减小,使以后的堆积转而具有溯源的性质,河道逐步恢复到改道前的局面¹⁾。

2. 1953年、1960年、1964及1976年的改道,在当年或次年改道点以上河段都不同程度地产生溯源性冲刷,冲刷的幅度由改道点向上沿程减小。在同一次冲刷过程中,随着流量的增加,溯源冲刷的幅度有所增强,影响的范围也有向上延伸的趋势;在4次改道中,溯源冲刷效果最大的是1953至1955年,影响长度达200公里以上,前左站水位降低1.85米(见图3)。

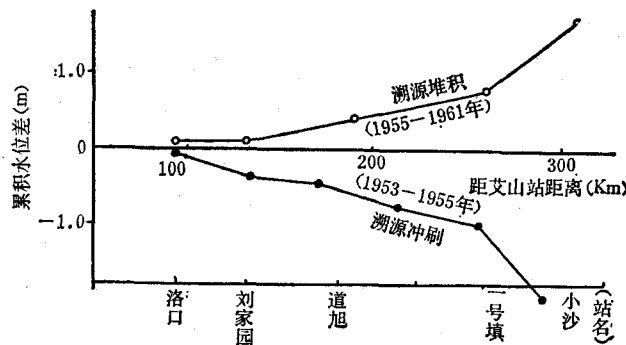


图3 累积水位差值沿程变化图

3. 溯源冲刷或溯源淤积自下向上发展的过程,并不是在所影响到的范围内同步发生的,需要有一个传播时间,逐步向上传递。例如,当河口已由冲刷变为淤积时而距河口较远处的冲刷作用还在继续向上发展,不过其幅度沿程向上递减而已,我们称此为溯源冲刷

1) 谢鉴衡、庞家珍、丁六逸、张广泉、张兴荣、刘百松, 1965。黄河河口基本情况及基本规律初步报告。

(或堆积)的时间滞后性。

4. 随着溯源冲淤过程的发展, 滩槽高差及宽深比也发生相应的变化。溯源冲刷发展比较严重的河段, 滩槽高差增大, 宽深比减小。溯源堆积则与此相反。溯源冲刷和溯源堆积都是直接作用于主槽, 对于滩地的影响则是通过改变滩槽高差和宽深比而间接起作用的。

5. 影响溯源冲淤的因素主要有: 改道点上下游河道的地理条件、海域条件和上游来水来沙条件。有利于发展溯源冲刷的地理条件如: 改道点河床较高, 且距入海口较远; 因改道而缩短的河长较大; 改道点上游前期地形较高, 下游有成型沟槽, 滩面植被少。海域条件包括海域面积与水深大小以及海洋动力的强弱等。沙嘴突出海岸以外的开敞海域, 水深大, 动力强, 则有利于带走较多的泥沙, 其结果将增强溯源冲刷, 延缓溯源堆积。来水来沙条件直接影响溯源冲淤的发展, 特别在改道初期来水多、来沙少, 则相当于增强水流输沙能力, 有利于溯源冲刷, 而延缓溯源堆积。

6. 在相邻两次改道所产生的溯源冲刷过程中发展着溯源堆积。溯源冲刷是以溯源堆积为前提条件的, 即溯源堆积发生于溯源冲刷之前。河口沙嘴的延伸是渐进的, 由此而造成的溯源堆积过程是逐渐累积的, 一般历时较长; 河口的改道是河口演变过程中的跃变, 由此而造成的溯源冲刷过程是比较剧烈的, 历时也比较短暂。

本文的 I, II, III 篇论述了黄河口近代的历史变迁、河口水文特征与泥沙淤积分布以及河口演变对黄河下游影响的范围、幅度和历时。在结束本文之前, 有必要简略讨论一下河口治理的指导原则。从以上分析所得规律性认识中, 可以清楚地看出黄河口的症结问题还是泥沙问题。过量的泥沙导致淤积—延伸—改道的特有规律。在河口治理问题上, 历来有“疏”、“导”两种见解。“疏”的含意大体是疏浚、拖淤等; “导”的含意大体是束水攻沙, 如修导堤约束河流入海。黄河口的突出矛盾表现在工农业建设要求稳定流路, 而黄河则要自由摆动。我们认为单纯的“疏”或“导”都难以解决河口流路稳定的问题。第一, 黄河每年倾泄至河口的泥沙在 11 亿吨以上, 这样巨大数量的泥沙是不可能用疏浚办法长期维持其排洪通道的, 即使将泄入深海的 36% 的泥沙(约 4—5 亿吨)不予考虑, 长年疏浚也是难以实现的。有人曾提出在拦门沙处拖淤以消除拦门沙, 河口流路便可长期稳定, 排洪排沙通道便可长久畅通。如所周知, 凡河流入海、入湖、入库或支流入干, 在其入汇口处由于流速分布的骤然扩散, 都会形成拦门沙, 这是河流的普遍规律。在黄河大量泥沙源源补给条件下, 拖淤只能使拦门沙向前推移, 而不可能将其消灭。拦门沙向前延伸, 河口也向前延伸, 这已为大量的历史资料所证实; 第二, 关于修导堤束水入海, 或曰束水攻沙。束水就是人为地限制河水摆动, 人工地下移三角洲的顶点, 缩小三角洲的范围。其结果必然加快河口的延伸速率。实际上, 近廿多年来, 我们把三角洲顶点从宁海下移到渔洼, 岍线外延速率增大了许多(见本文第 I, II 两篇), 河床上升速率也高于历史上的平均速率。如果在此基础上继续向下游约束河道, 最后将形成堤防延伸与河流延伸相竞赛, 从而造成延伸速度过快, 又反过来加速黄河下游防洪水位的抬高, 增加培修堤防的压力。因此把疏浚或束导强调得绝对化了最后都会适得其反, 引出不良的后果。

我们认为, 从长远的观点看解决河口泥沙问题应寄希望于水土保持, 从根本上减少泥沙的来量, 特别是黄河中游粗沙来源区, 即河口镇至龙门区间诸支流及马连河、北洛河的

治理,从根本上减少粗沙(直径大于 0.025 毫米)来量。粗沙来源减少以后,下游及河口便逐段侵蚀下切,形成新的平衡纵剖面,取得长期稳定的流路,1855 年以前的大清河即如此。然而在大面积水土保持工作促使黄河水、沙条件从根本上改变之前(例如几十年或一百年),河口治理的原则应是在保留一定的三角洲范围前提下有计划地安排河口的流路,以利安全排洪排沙。从今后 10—20 年着眼,在清水沟流路完成历史使命之后,可考虑从十八户向东南方向安排流路;从今后 50—100 年着眼,则宜保留以宁海为顶点的三角洲范围,以安排第三次及第四次流路大循环。如果把指导思想建立在这个基础上,便可在一个相当长的时期内有条不紊地规划河口的流路,稳定地保护工农业的发展,期待黄河从根本上减少泥沙时日的到来。当然,在这个基本原则下,也不排除研究将更多的泥沙排入深海的可能性。

参 考 文 献

- [1] 庞家珍, 1960。黄河河口概况及对今后开展观测研究的认识。中国科学院河口研究报告会论文汇编。科学出版社, 71—84 页。
- [2] 钱宁、周文浩, 1965。黄河下游河床演变。科学出版社, 31—38 页, 128—130 页, 196—197 页。
- [3] 清华大学水利系、水电部十一工程局、黄河水利委员会水利科学研究所, 1974。黄河流域不同地区来水来沙对黄河下游冲淤的影响。
- [4] 庞家珍、司书亨, 1979。黄河河口演变 I. 近代历史变迁。海洋与湖沼 10(2): 136—141。
- [5] 庞家珍、司书亨, 1980。黄河河口演变 II. 河口水文特征及泥沙淤积分布。海洋与湖沼 11(4): 295—305。

FLUVIAL PROCESS OF THE HUANGHE RIVER ESTUARY III. INFLUENCE OF THE EVOLUTION OF THE HUANGHE RIVER ESTUARY ON THE LOWER REACH

Pang Jiazhen and Si Shuheng

(Jinan District Hydrometric Station, Huanghe River Conservancy Commission)

ABSTRACT

The deposition, extension and avulsion at the mouth of a river may be considered as a change of the local baselevel of the lower reach, which will necessarily result in a change of longitudinal profile and transport capacity of the stream to conform with the incoming sediment load in order to maintain the relative equilibrium. Such a change will again result in aggradation and degradation. After the branching in 1855 at Tongwaxiang, the Huanghe River had taken the channel previously occupied by the Daqing River to the sea. The longitudinal profile did not fit with the incoming flow and sediment, and large amount of sediment was deposited on the way to form an equilibrium slope. Until 1889, prior to another branching at a place further downstream, the profile adjustment was considered as completed and the influence of the fluvial process of the river mouth on the lower reach of the Huanghe River became greater and greater.

Field data has been analysed for the scope, amplitude, and duration of four large avulsions in recent years 1953, 1960, 1964 and 1976 respectively. It is shown that after each avulsion, retrogressive erosion would take place to a certain extent and the amplitude would reduce as the distance increased further upstream from the point of avulsion. In the process of development, the scope and amplitude would increase as the discharge increased. Among the above mentioned four avulsions, the first one brought about the strongest retrogressive erosion and lasted for over two years. Its effect spread more than 200 kilometers with a 1.85 meter depression of water level at the point of avulsion. The process of the retrogressive erosion or aggradation requires time to transmit along the channel upstream step by step. While the river mouth changed from eroding to silting, the upper reaches might still undergo erosion. Factors influencing retrogressive erosion are the condition of the geography in the neighbourhood of avulsion point, dynamic elements in the sea, and the quantity and the process of incoming flow and sediment. In general, avulsion will take place only after the river bed is gradually accumulated in a relative long time, but the change of river mouth is of a sudden nature. The retrogressive erosion would be accordingly more vigorous and conspicuous as compared with the retrogressive aggradation.

The basic solution for harnessing the river mouth of such a river as Huanghe River, whereas her silt accumulation is exceedingly great, awaits the eventuality of water and soil conservation. For the next decades or even century, while retaining a certain portion of the delta area, the prerequisite for harnessing the river-mouth would prescribe a systematic arrangement of channelization to facilitate the safety flow of flood and silt drainage and thus guarantee a stable and successful development for industry and agriculture. Nevertheless any relaxation in our work aiming at the ultimate removal of the excessive silt into the deep sea region will be disastrous.