

黄河下游游荡河段自然形成的稳定河道对黄河治理的启示

齐 璞,孙赞盈,于守兵

(黄河水利委员会黄河水利科学研究院,河南 郑州 450003)

摘要:黄河下游游荡性河道具有比降陡、宽浅散乱、河势多变的特性,但在双井至来童寨约 10 km 河段因为河的一岸为整治工程,另一岸由抗冲刷黏土组成,形成了相对稳定的河道,近 20 多年中,包括小浪底水库投入运用后 10 多年河槽发生强烈冲刷的时期,均没有发生过横河、斜河等险情,成为游荡河段中的特例,为黄河下游游荡性河道治理指明了方向。建议在老田庵至武庄河段进行两岸整治试点,为有效稳定游荡性河道积累经验。

关键词:游荡性河道;横河;斜河;两岸整治;小浪底水库;黄河治理

中图分类号:TV85 **文献标志码:**A **文章编号:**1006-7647(2014)06-0045-04

Enlightenment on Yellow River governance from naturally developed stable channels in wandering reaches of lower Yellow River//QI Pu, SUN Zanying, YU Shoubing (Yellow River Institute of Hydraulic Research, Zhengzhou 450003, China)

Abstract: The wandering reach of the lower Yellow River has steep slope, wide, shallow, scattered and ill-conditioned channels with varied river regimes. However, in the 10 km reach from Shuangjing to Laitongzhai, a stable channel is developed due to the naturally formed “two-bank training project” with one side of the bank being the river restoration project, and the other bank being composed of scour-resisted clay. In the recent two decades, including 10 years after the operation of Xiaolangdi Reservoir, during the period when the channel was severely scoured, there were no dangerous situations such as river flowing transversely or diagonally. This has become a unique example of the wandering reach, which points out the future direction for harnessing the lower Yellow River. We recommend training double banks in the reach between Laotianan and Wuzhuang for accumulating experience that stabilize completely wandering reach.

Key words: wandering reach; river flowing transversely; river flowing diagonally; two-bank training; Xiaolangdi Reservoir; Yellow River governance

黄河下游游荡性河道特性是河道比降陡、河床组成为最容易起动的粉细沙,形成河槽宽浅散乱,河势多变的演变历史与特性,不仅高含沙洪水输送困难,还是造成横河、斜河不断产生的大环境,给防洪造成诸多问题。其根源是游荡性河道河床调整变化相互制约、破坏,呈现恶性循环特性^[1],始终保持宽浅散乱的状态,不能形成稳定的窄深河槽。

黄河下游游荡性河道在小浪底水库运用以来长期下泄清水情况下,河床大幅度下切^[2],水位下降 2 m 左右,平滩流量增大(表 1)。由于游荡性河道故有特性,河槽极为宽浅,多数河段都在摆动中下切,常出现横河、斜河,造成“平工”出险,河势失控。但花园口河段双井至来童寨约 10 km 河道,自 1990 年以来河势一直保持基本稳定^[3],从未出现过重大险情,没有出现过横河、斜河等不利情况,是东坝头以上游荡河段中最好的河段。

表 1 小浪底水库运用以来下游河道同流量水位变化

站 名	流量 2000 m ³ /s 水位变化/m	平滩流量/(m ³ ·s ⁻¹)		
		2000 年	2012 年	增加值
花园口	-1.88	3 700	6 900	3 200
夹河滩	-2.20	3 300	6 500	3 200
高 村	-2.20	2 500	5 400	2 900

1 河道稳定特性

图 1 给出了来童寨断面 1987—2000 年断面变化过程,由于主流稳定,没有发生过主槽摆动情况。主要原因是 1988 洪水河势变化淤积出的边滩为黏土河岸,在 1992 年和 1996 年漫滩洪水作用下滩地逐年淤高,主槽略有冲刷,逐渐形成高滩深槽。

来童寨断面在小浪底水库运用以来河槽发生强烈冲刷,主槽下降 2 m 多,但仍很稳定。图 2 为 2001 年 5 月至 2012 年 10 月的来童寨断面变化情况,可见河槽下切过程没有发生过摆动,主槽宽度没有变

作者简介:齐璞(1942—),男,北京人,教授级高级工程师,主要从事河床演变与泥沙输移、河道整治等研究。E-mail:qipuqi@aliyun.com

化,均在 590 m。

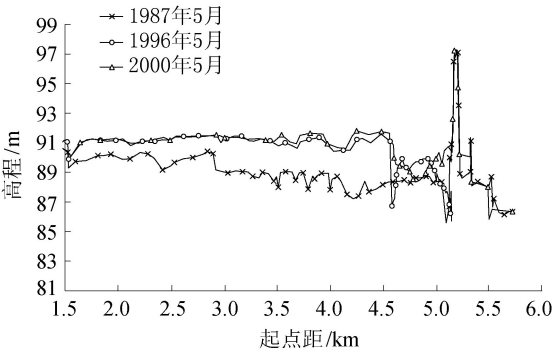


图1 来童寨断面 1987—2000 年断面变化过程

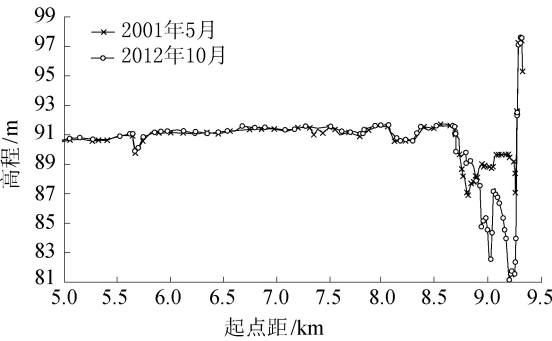


图2 来童寨断面 2001—2012 年断面变化比较

由 2001 年 5 月和 2012 年 10 月双井至赵口河段大断面资料(表 2)统计可知:在 2001 年,双井至八堡河段河槽宽约 1 000 m,河槽深 2 ~ 3 m;申庄至三坝河段长 10 km 多,河槽宽 400 ~ 700 m,河槽深 3 ~ 6 m;杨桥至赵口河段河槽宽 1 000 ~ 1 700 m,河槽深 1.7 ~ 2.3 m;其中申庄至三坝是下游游荡性河道中少有的最窄深、基本稳定河段。

表 2 双井至赵口河段平滩河槽宽沿程变化

断面 名称	河槽宽/m		平均槽深/m	
	2001 年 5 月	2012 年 10 月	2001 年 5 月	2012 年 10 月
双 井	1042	1870	2.10	4.45
八 堡	967	1102	3.10	4.02
申 庄	437	600	6.30	5.05
石 桥	718	756	3.10	3.08
马 渡	699	1530	3.60	3.13
来童寨	592	588	4.10	5.15
三 坝	556	371	3.60	6.06
杨 桥	1011	1383	2.30	2.73
孙 庄	1619	1532	2.20	2.41
武 庄	1696	902	1.90	3.66
黄练集	1571	1480	1.70	2.59
赵 口	1328	1680	2.00	3.60

2 2000 年以来的变化

经过 10 多年小浪底水库下泄清水冲刷,到 2012 年 10 月双井至来童寨河段虽然能保持基本稳定的河道特性,但在土质较差河段河槽已经开始展

宽。由表 2 可见,从双井至赵口河段 12 个断面河槽深度虽然都在增大,河槽过流能力都在明显增加,但是大部分河段河槽都有所展宽,只有来童寨、三坝、武庄 3 个断面河槽宽度有所减小,其中三坝断面由 556 m 缩窄至 371 m,是由于 2007 年兴建马渡下沿 102 至 106 坝使主槽宽缩窄了 180 m 所致。河宽最窄的是申庄、来童寨、三坝断面;河槽展宽最大的典型断面为马渡,由 699 m 展宽到 1 530 m,展宽了 831 m,在 2012 年 10 月至 2013 年 4 月一个非汛期河槽展宽百米。

图 3 为 2012 年 6 月 22 日流量 4 000 m³/s 花园口河段航拍图,可表明花园口河段河宽沿程变化情况,在双井以上河段水面较宽,一般在 1 500 ~ 2 500 m,双井以下河段 4 000 m³/s 水面宽变化在 500 ~ 1 600 m 之间,京港澳高速刘江黄河大桥以下河槽宽只有 500 ~ 600 m。



图 3 2012 年 6 月 22 日流量 4 000 m³/s 时花园口河段

在 2013 年 6 月 24 日现场查勘该 10 km 多河段河势发现,在双井 27 号、28 号坝最窄的河段,河宽只有 500 m 情况下,在大河流量 4 000 m³/s 时,水面至滩面高差还有 1.6 m,以此进行泄流能力计算,河槽中可泄洪能力达 7 500 m³/s(即平滩流量);在京港澳高速刘江黄河大桥以下约 3 km 河宽为 500 m 的稳定河段中,也具有同样的特性,水面至滩面的高差更大,达到 2 m 以上。由此可见黄河下游游荡性河段主槽泄洪潜力巨大!

3 河道稳定的原因分析

在小浪底水库 2000 年投入运用后下泄清水相同的水沙条件下,在游荡性河道中只有双井至来童寨段河道稳定,其原因不得不从组成这段河道的边界条件上寻找。

根据 2004 年 6 月现场调查时在河岸所取土样的分析结果(表 3),发现河道稳定的主要原因是河岸物质主要由耐冲刷黏土组成。如双井工程下首 27 号、28 号坝(申庄断面下游 300 m)对岸土样分析结果为粒径 0.0035 mm 的黏土,粒径小于 0.005 mm 黏粒质量分数达到 53% 以上。来童寨断面左岸京港澳高速刘江黄河大桥上游 1 500 m 和下游 200 m

两处土样分析,滩地土质也含有 25% ~ 32% 的黏粒,分别为粉质黏土或重粉质黏土。

表 3 双井至来童寨河段河岸物质组成

取样地点	土 质	粒径/mm	粒径小于 0.005 mm 黏粒 质量分数/%
双井 27 号坝对岸	黏 土	0.003 5	54.6
双井 28 号坝对岸	黏 土	0.003 5	53.1
黄河大桥上游 1 500 m	粉质黏土	0.01	32.8
黄河大桥下游 200 m	重粉质黏土	0.05	25.1

游荡性河道的演变以河道主流剧烈摆动著称。在游荡性河道的形成与演变历史过程中,河床淤积物特性的分布记录河流的演变历史,其河床组成的特性分布具有随机性,在不同时间、不同环境形成的淤积物截然不同。河床淤积物粗细与当时水流的强弱有关,如在死水河湾中淤积物均为极为耐冲刷黏土沉积体;而在水流流动较弱区域内的淤积物,多为启动流速极低的细粉砂层,形成游荡性河道河床组成物质特有的不均匀性、分布的无规律性,为横河、斜河的产生埋下了隐患^[4]。双井至来童寨段河道形成稳定河槽在游荡性河道演变中虽然具有偶然性,但揭示了河槽约束水流的演变规律^[5]。

从小浪底水库投入运用后,河床下切过程中蔡集、霸王城等多处出险发生过程可知:在游荡性河道上,普遍存在着“大水趋直,小水坐湾”的演变规律,当洪水试图沿着最大比降方向流动时,遇到耐冲刷的阻水挡水的黏土淤积体时被迫改变流向,这是产生横河、斜河的根本原因。因水下的边界条件无法预知,河势变化呈现随机性,河槽长时间稳定是防止险情产生的必要条件。如果通过双向整治,形成稳定河槽,则可从根本上消除横河、斜河。

4 对今后黄河治理的启示

双井至来童寨段河道的形成在游荡性河道的演

变中虽然具有其偶然性,但却说明抗冲刷能力强的河岸组成的重要作用,及在不稳定游荡河段进行双向整治的必要性,利用工程措施形成稳定的边界是实现控制流路稳定的关键。游荡性河道双向整治可从认识该段河道开始,积累经验逐步推广,为实现黄河水利委员会稳定主槽的治河方略创造条件。

在游荡性河道比降陡、河槽宽浅散乱且极不稳定的情况下建议采取双向整治工程措施^[6],以形成稳定河道。由于黄河水沙条件的复杂性和多沙河流双向整治工程经验的不足,为稳妥起见,建议选择黄河下游花园口河段老田庵至武庄 35 km 长的河段作为试点工程先行实施。该河段 2012 年 6 月 22 日河道特性见图 3,2013 年 6 月 24 日现场测量时河道特性变化亦不大。老田庵至花园口部分的控导工程,如保合寨工程、马庄工程,由于小浪底水库投入运用后河床下降 2 ~ 3 m,工程前形成高滩,今后难以靠河。花园口至武庄部分控导工程靠河良好,可以得到充分利用。根据试点河段河势特点提出两岸整治工程布置如图 4 所示,花园口以上河段因为原有控导工程无法利用,只能在清水冲刷形成的大河槽中按直线布置两岸整治工程;在花园口以下河段两岸整治工程按原有控导流路布置,尤其是双井以下河段。在目前大河流量 4 000 m³/s 时,河槽宽度只有 500 m 稳定河段(如双井河段、京港澳高速刘江黄河大桥以下 3 km 多长的稳定河段),不需要布置新的缩窄河道的对口丁坝,因为此时水面宽已经小于两岸整治设计河宽(600 m)。

今后下游河道整治的主要任务是在河槽下降 2 ~ 3 m、摆动范围已经固定情况下进一步稳定主槽。以往游荡性河道整治主要以防洪抢险为目的,施工主要依靠洪水期工程水流不断淘刷蚀深进行抛石防护完成,因此施工必须选择在洪水期。而经过小浪底水库调节后,修建控导工程的施工条件发生了变化,

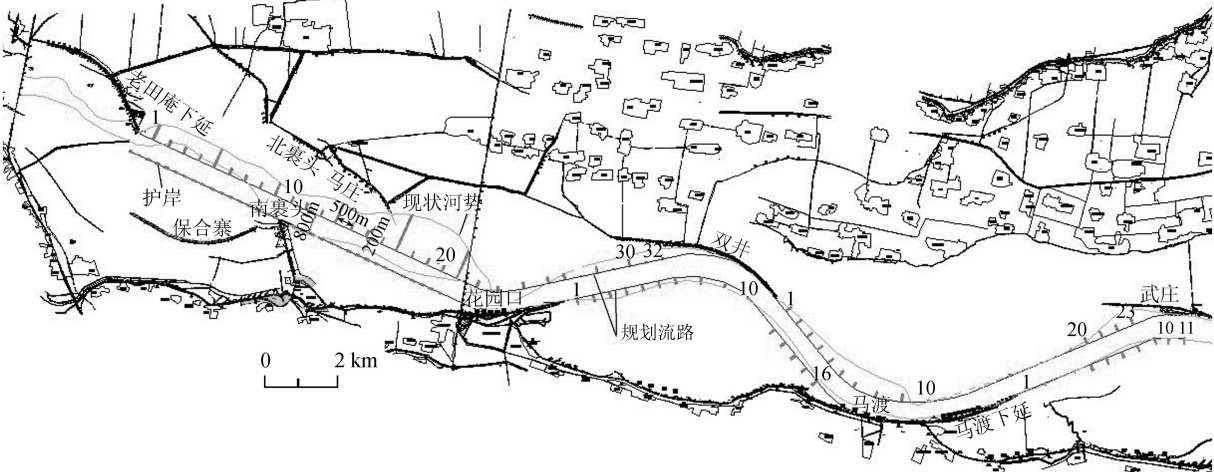


图 4 花园口河段老田庵至武庄 35 km 试点河段两岸整治工程布置

一年 300 天枯水情况下,河槽整治均可在枯水期进行,施工难度与工程造价都可大幅度下降,汛期也不需要抢险,工程设计可参考航道整治设计条件进行。

为早日实现黄河水利委员会提出的游荡河段稳定主槽的治理目标,形成下游排洪输沙通道,在小浪底水库泥沙多年调节运用、充分利用洪水排沙的条件下,为实现黄河下游河床不抬高创造条件,希望尽快实施双向整治试点工程。

参考文献:

[1] 齐璞,黄河游荡性河道形成与改造途径[J]. 泥沙研究, 1989(4):1-8. (QI Pu, Formation of wandering reaches of yellow river and the harnessing strategy [J]. Journal of Sediment Research, 1989(4):1-8. (in Chinese)).

[2] 齐璞,齐洪海,田世民. 黄河下游河道 2000 年以来的巨变与前景展望[J]. 水利水电科技进展, 2013, 33(6): 23-28. (QI Pu, QI Honghai, TIAN Shimin. Great changes on the Lower Yellow River channel since 2000 and future prospective[J]. Advances in Science and Technology of

Water Resources, 2013, 33(6): 23-28. (in Chinese))

[3] 齐璞,于强生,马荣曾,等. 关于在马度至赵口河段进行双向整治试点可行性研究[R]. 郑州:黄河水利科学研究院, 2006.

[4] 齐璞. 黄河下游蔡集出险 10 周年的思考(横河、斜河产生原因与抢险)[J]. 山东黄河, 2013(3): 3-4. (QI Pu. Reflect on emergency situation of caiji of the Lower Yellow River on the 10-years' anniversary(reason for river flowing transversely, diagonally and rescue method) [J]. Yellow River in Shandong, 2013(3): 3-4. (in Chinese)).

[5] 齐璞,梁国亭,孙赞盈. 冲积河型形成条件的探讨[J]. 泥沙研究, 2002(3): 39-43. (QI Pu, LIANG Guoting, SUN Zanying. A discussion on forming conditions of the alluvial river patterns[J]. Journal of Sediment Research, 2002(3): 39-43. (in Chinese))

[6] 齐璞,孙赞盈,齐宏海. 再论黄河下游游荡河道双向整治方案[J]. 泥沙研究, 2011(3): 1-9. (QI Pu, SUN Zanying, QI Honghai. Research on two-bank training strategy for wandering channels of Lower Yellow River[J]. Journal of Sediment Research, 2011(3): 1-9. (in Chinese))

(收稿日期: 2013-12-10 编辑:熊水斌)



· 简讯 ·

美国水文化研究所及其水文化研究动态

由 David Groenfeldt 于 2009 年创办的水文化研究所 (Water-Culture Institute) 是一家位于美国新墨西哥州圣达菲的水文化研究机构。该研究所的研究者认为人们对河流、湖泊、泉水和地下水的管理应建立在可持续发展的基础上,这种理念可以通过以下 3 种途径实现:①应用尊重自然权利的本土智慧和传统文化;②研究与水管理相关的伦理和价值系统;③鼓励广泛的利益相关者参与到水决策中。只有吸收本土印第安人智慧和西方传统伦理精华,自然的需要优先于人们短期的欲望,才能实现水与人类的和谐发展。他们的研究主要围绕下面 4 个主题展开:

a. 河流的权利。长久以来,自然河流为人类提供了饮用水、食物和航道;人类干预后的河流为人们提供了电能、更加顺畅的水运和城市与农场的水供给。但河流是否也拥有自身的权利呢?最近的河滨生态系统研究表明:洪水之类的河流自然过程对流域的土地和野生动物的健康至关重要。因此把河流当作有内在价值的个体来对待应该是实现河流可持续化管理的最理性手段。

b. 水使用伦理。大规模工业化的食品生产比小农场、本地化的食品生产总耗水量大得多。煤炭和金属等矿藏的开采造成水污染,水坝严重改变了水生态系统。当人们利用相关产品的时候,实际上也在消耗水。什么才是负责任的水使用行为?使用多少和为何种目而使用才合乎水伦理要求呢?

c. 水管理。水管理所体现的价值取决于谁来做决定和这些做决定的人代表谁的利益。当商业利益在水决策中占主导地位时,相关决策只代表相关商业活动受益者的利益。合乎人类良知和水伦理的水管理设计能够为多重利益冲突各方提供一个沟通平台,监督制衡式的水管理能够把水生态系统从追逐短期利益的环境破坏中拯救出来。

d. 本土印第安人与水。本土印第安人在水权、农业、水资源的可持续性和与水相关的环境、宗教和精神层面,都拥有自己独特的观念和文化。这种保存下来的传统观念体现了他们对水生态系统的认识。印第安人在获得传统上由他们控制的水资源方面面临多重挑战,在文化和精神上对水的理解被误解,或被占主导地位的西方社会忽视,这可能导致相关水体生态功能退化或者破坏。

水文化研究所围绕“将价值观念融入水政策中去”的活动主要包括:①发起格兰德河管理倡议,建立河流管理方面系统化、常规化的利益相关者的利益表达平台;②发起将价值赋予农业的活动,以新墨西哥州北部和印度东部的农业活动为例,从价值的视角来研究淡水的主要使用者;③建立水伦理网站 (<http://www.waterethics.org/>),尝试激发宗教群体、环保拥护者、土著领导者等不同利益团体展开沟通、辩论和合作;④与联合国教科文组织和法国水科学院 (the Académie de l'Eau) 一起尝试制定水伦理宪章。

(楚行军编译自水文化研究所官方网站 (<http://www.waterculture.org/>))