

叶尔羌河平原区游荡河型成因及治理方略探讨

吉永军

(新疆自治区塔里木河流域喀什管理局, 新疆 喀什 844700)

摘要:以叶尔羌河中下游平原区主要水文观测断面和典型河段来水来沙条件及河床边界组成条件的分析为依据,以影响冲积平原河流河床演变的三大主要影响因素的辨识分析为基础,进行了叶尔羌河平原区游荡河型形成原因的分析,得到了叶尔羌河平原区游荡河型的首要成因是河床边界组成条件,辅助条件是来水来沙条件的初步结论,并据此建议流域治理应秉持中下游河道防洪护岸工程建设与上游大型枢纽控导工程并举的方略。

关键词:水沙特征;河床边界;游荡河型;叶尔羌河

中图分类号:TV85

文献标识码:A

文章编号:1672-643X(2012)05-0130-04

Study on the cause of formation of wandering type river and its controlling methods in plain areas of Yarkant river

JI Yongjun

(Kashi Tarim River Basin Management Bureau of the Xinjiang Autonomous Region, Kashi 844700, China)

Abstract: Based on the analysis of incoming water and sediment of main hydrological observation and typical reach and riverbed boundary condition in middle – lower reaches of the Yarkant river, and the analysis of three major factors which have influence on alluvial river riverbed evolution, the paper has analyzed the cause of formation of wandering type river in plain areas of the Yarkant river. The preliminary conclusion shows that the main cause is riverbed boundary condition and the subsidiary condition is incoming water and sediment. According to the above results, it is suggested that both flood prevention and bank protection in middle – lower reaches and large – scale hub control engineering in the upper reaches should be constructed when it comes to basin management.

Key words: water and sediment characteristics; riverbed boundary; wandering type river; Yarkant river

1 概述

叶尔羌河是塔里木河流域的主要源流之一,发源于喀喇昆仑山北麓的拉斯开木河,进入平原区后,蜿蜒于塔克拉玛干大沙漠西部边缘,叶尔羌河全长 1 165 km,流域面积为 7.98 万 km² (境外面积为 0.28 万 km²),其中山区面积为 5.69 万 km²,平原区面积为 2.29 万 km²。叶尔羌河平原区中游河段是指卡群渠首至东河滩的河段,总长 350.67 km。该河段所经区域土地肥沃,四季温差非常适宜于农业的发展,是新疆重要的粮棉生产基地。平原区干流河道呈现出典型的宽浅游荡型河流的明显特征,为保障沿河两岸社会经济的发展,构建防洪减灾体系,实现叶尔羌河流域乃至整个塔里木河流域水资源的可持续利用和生态重建,叶尔羌河中下游平原区干流河道的全面综合治理势在必行。中国水科院等单

位针对内陆河平原区河流演变与治理等问题曾进行过许多研究工作^[1,5],但由于叶尔羌河平原区干流河段现状河型形成的原因较为复杂,叶尔羌河平原区游荡型河段河道治理应采取哪些原则与方法、执行怎样的措施与手段,还需要进一步分析和研判,本文欲就叶尔羌河平原区游荡河型成因进行分析讨论以便为相关问题的决策论证提供依据。

2 影响叶尔羌河平原区河道演变的主要因素

大量的河道整治实践表明,河道整治的难点往往不在于整治工程本身,而在于河流对整治工程作出的反应是否向有利于人们预期的方向发展。大量研究成果表明影响天然河流演变的三大主要因素是河段来水来沙、河床边界组成、河谷比降条件(侵蚀基准面),叶尔羌河中下游作为内陆河干流河道的

典型代表,这三大主要因素及其特征与国内其他河流有完全不一样的特点。

2.1 叶尔羌河中游河段来水来沙特征

(1)径流特征。根据喀什地区水文勘测设计院相关水文分析计算成果,该河段年均径流量 30.78 亿 m³,丰水年径流量 47.32 亿 m³,枯水径流量 19.06 亿 m³。河段典型控制水文断面卡群站及衣干其渡口站丰、平、枯年径流量如表 1 所示。

站名	频 率				
	丰水年	偏丰年	平水年	偏枯年	枯水年
	<i>P</i> = 10%	<i>P</i> = 25%	<i>P</i> = 50%	<i>P</i> = 75%	<i>P</i> = 90%
卡群	81.79	72.93	64.15	56.43	50.36
衣干其渡口	49.38	40.37	31.93	25.05	20.07

(2)洪水特征。多年统计分析表明,叶尔羌河并存四种不同类型的洪水。① 冰雪消融型洪水:叶尔羌河高、中山区冰川、永久性和季节性积雪极为发育,每年汛期,随着气温上升,冰雪消融补给河流。每次大的升温过程,必伴随消融洪水发生,消融型洪水是叶尔羌河发生频次最高、最基本的一类洪水。该类洪水的主要特征体现在洪水年际变化过程相对平缓,洪水发生时间多集中于 6-9 月,实测峰值超过 2 000 m³/s 的洪水多发生在 7 月份。洪水与升温过程关系密切,洪水过程具有日变化的特征。洪水历时较长,涨洪较平缓,峰型多为复式。洪水波沿程衰减率减小,洪水的坦化程度还与洪水的基流有关,基流越厚,坦化程度越低。② 溃坝型洪水:叶尔羌河上游与干流近乎正交的长大山谷冰川的发育,是形成该型洪水的前提条件。已探明冰川前进中阻塞叶尔羌河上游支流形成堰塞湖,在特定的水利学条件下,堰塞湖溃口,湖水以高水头下泄,形成溃坝型洪水。溃坝型洪水主要特征:洪峰值年际变化大;洪水发生时间分布较宽,不仅在汛期会发生,冬季枯水季节也会发生;洪水涨落迅速,过程较短;场次洪水总量不大,与消融型洪水相比较,可谓峰高量小;大洪水峰型单一,沙峰高,沙量大,悬移质泥沙消退过程远较洪水过程缓慢;洪水波峰沿程衰减率较大,洪峰衰减与基流厚薄有关,基流较厚者,衰减率较低。③ 暴雨型洪水:当雨强较大流域超渗产流时会形成叶尔羌河暴雨洪水。主要特点:河段暴雨型洪水发生时间较集中,峰值较低,场次洪峰较小;洪水过程单一,陡涨陡落,洪水历时短;洪水波迅速坦化,若以相对卡群站洪峰流量衰减百分比计,暴雨型洪水是四

类洪水中坦化程度最高的。④ 混合型洪水:由于叶尔羌河流域并存上述三类洪水,因而,任何两类以上不同类型的洪水在出口断面遭遇,产生洪水过程的叠加,就会形成成因较复杂的洪水过程,亦即混合型洪水。经分析叶尔羌河主要存在两种混合型洪水,其一为暴雨洪水与消融洪水遭遇形成,其二为“溃坝型”洪水与消融型洪水遭遇形成。混合型洪水的特征取决于参与叠加的两型洪水特定的生成条件、规模、洪水遭遇的时机等多方面的具体因素。

(3)来沙特征。水文观测资料显示卡群站以下平原区河段含沙量沿程逐段增加,输沙量则逐段减小。叶尔羌河出山口径流控制站——卡群站多年平均含沙量 4.35 kg/m³,多年平均年输沙量 2 790 万 t。悬移质含沙量年内分配很不均匀,7-8 月份为悬移质含沙量最大的月份,12 月份是悬移质含沙量最小月。据有关资料分析,卡群以下平原有含沙量沿程逐段增加,输沙量逐段减小趋势。表 2 是以卡群、衣干其渡口、泽河口、48 团渡口四个水文站资料统计所得的结果。

站 名	含沙量、输沙量变化表			
	kg/m ³ , 万 t			
站 名	卡群	衣干其渡口	泽河口	48 团渡口
平均含沙量	4.35	5.36	7.76	8.78
与卡群站比值	1.00	1.23	1.83	2.02
年输沙量	2790	1880	370	
与卡群站比值	1.00	0.67	0.13	

该河段来沙条件的第二个特征是悬移质泥沙高峰期基本上出现在主汛期。以叶尔羌河中下游总控制站卡群水文站为例,该站年总径流量 65.2 亿 m³,总输沙量 2 790 万 t,其中主汛期 7-8 月多年平均径流量 38.23 亿 m³,占年径流量的 59%。7-8 月多年平均输沙量 2 230 万 t,占年总输沙量的 81%。7-8 月平均含沙量为 5.83 kg/m³,相当于年平均含沙量的 134%。与此同时各类洪水中,以溃坝型大洪峰含沙量最高。1961 年 9 月 4 日卡群站实测洪峰流量 6 270 m³/s,洪水发生前日平均含沙量在 3 kg/m³ 之下,洪水末期日平均输沙率为 1 600 kg/s,洪水发生后最大日平均含沙量达 60.4 kg/m³,日输沙量最高达 1 218 万 t,约占当年输沙量的 20%。泥沙消退过程远较洪水消退过程缓慢,如 1983 年 10 月的溃坝型洪水,在洪水过程退水终止约 41 h,卡群站悬移质泥沙输沙率约达 76.7 kg/s,相当于涨前的 20 倍。

2.2 叶尔羌河中下游河段地质地貌及河床边界特征

叶尔羌河中游河段总的地形地貌属冲洪积平原区,其中又可分为冲洪积倾斜平原区和冲洪积细土平原区。冲洪积细土平原区处于衣干其渡口以北广大地区内,河型宽浅游荡,宽 2~3 km,纵坡 1/1 000~1/4 000,两岸仍发育 I、II 级阶地,阶面逐渐变低,比河床分别高出 1~1.5 m,2~3 m,河床逐渐变浅,河流侧切严重,河岸弯曲不定,常见残存的古河道。两岸均为抗冲性极差的粉细沙组成,表 3 为中游渠首河段河床相组成物取样分析结果。

表 3 叶尔羌河中游典型河段河床相颗粒级配分析成果

mm, %						
粒 径	0.1	0.5	0.2	0.1	0.074	平均粒径
小于某粒径	100	83.97	60.85	34.65	18.15	0.13~0.19

构成叶尔羌河中下游河床相的主要冲积物,根据其不同的物理力学性质分别有如下特点:①低液限冲洪积粘土层。呈黄褐色或灰黑色,厚度一般 0.4~1.5 m,在两岸 I 级阶地表层或粉细砂层中呈透镜状分布。该土层的物理力学性质实验结果如下:天然含水量 21.9%~31.0%,干密度 1.65~1.74 g/cm³,液限 26.4%~29.1%,塑性指数 7.4~12.5,内摩擦角 25.3°~32.5°,凝聚力 10~30 kPa,压缩系数 0.09~0.41 MPa⁻¹,压缩模数 4.75~19.50 MPa,属中压缩性土,渗透系数 3.43×10⁻⁵~2.46×10⁻⁶ cm/s。②粉细砂冲洪积(Q₄₋₁^{al+pl})层。呈灰白色、青灰色,分布在阶地土层下部或现代河床中,厚度大于 30 m,有明显的沉积韵律。据颗分资料颗粒组成中,粒径>0.5 mm 的颗粒含量占 1.6%~3.7%,粒径 0.25~0.5 mm 的颗粒含量占 23.1%~27.4%,粒径 0.075~0.25 mm 的颗粒含量占 58.4%~62.8%,粒径<0.075 mm 的颗粒含量占 10.5%~12.5%。由此可见,该河段河床相及河漫滩相主要是由无粘性的粉沙质颗粒组成。

2.3 叶尔羌河中下游河道比降与侵蚀基准因素

叶尔羌河中下游河段一、二级阶地相当宽阔,整个平原区河段尤其是衣干其渡口以下河段粉沙质河床相覆盖层厚度超过 25~30 m,中下游河道的演变发展过程中基本上无天然节点控制,除了干流末端小海子水库侵蚀基准的影响因素外,沿程分布的桥梁、渡口、枢纽等工程所形成的人工节点构成了各个河段的局部侵蚀基准面。平原区中下游河段河床比降 0.3‰~0.4‰,对于河谷比降较为平缓的叶尔羌

河中下游河段,河道输水输沙能力及其河道演变对较之其他河流,局部侵蚀基准变化所引起的响应十分敏感,单向抬升的变化趋势会对叶尔羌河中下游河势稳定和良性演变有十分不利的影响。

3 叶尔羌河平原区游荡河型成因的主要因素

3.1 水沙条件对河型成因的影响

来水条件对河型的影响用流量变幅及洪峰相对陡峻度描述。通过叶尔羌河干流流量变幅与国内外其他河流的对比,及叶尔羌河洪峰涨落速度(洪峰相对陡峻度)与国内其他河流的比较(见表 4)分析得出了一些有益的结论后可以认为,叶尔羌河最常遇、发生频次最高的雪融型洪水,其流量变幅和洪峰陡峻度等在所统计分析的河流中属中等一般。这表明虽然雪融型洪水发生几率大,但其洪水特点与游荡型河道成因关系不大。叶尔羌河溃坝型洪水陡峻度最大,该型洪水含沙量大,洪峰陡涨陡落是游荡河型形成的有利条件,但发生频率较低。因此综合评判初步认为,叶尔羌河来水条件对叶尔羌河中下游干流河道游荡河型的形成有一些影响,但尚不构成主要作用。

表 4 叶尔羌河洪峰涨落速度(洪峰相对陡峻度)与国内其他河流的比较

河 名	站 名	洪峰相对陡坡度*
黄河流域	潼 关	0.735
	花园口	0.789
	洛 口	0.732
	渭河华县	0.952
叶尔羌河	雪融型	0.193

来沙条件主要是来沙量与输沙能力的配合问题,而输沙能力又与河道水力几何形态相关,在一定的来水来沙条件下,河道比降小则水流功率小,河流系统本身就可能难以输移全部来沙,会使河槽发生淤积,导致河槽经常改道变为多汊游荡或散乱。参考国内部分河流水沙关系的统计结果,以相似规模径流量为参照,初步分析认为,尽管叶尔羌河来沙量在新疆地区是比较大的,但叶尔羌河进入中下游平原区时的控制断面卡群水文站的年输沙量与相同径流条件的国内其他主要河流相比也只算中等,说明河段及进口的来沙条件也不是构成中下游河型游荡的主要原因。

3.2 河床边界条件对河型成因的影响

为了分析探讨现状边界条件下叶尔羌河中下游

宽浅游荡型河段的河型成因,以游荡型河流的典型代表黄河下游为参照进行对比,简要分析了叶尔羌河中下游现状河床边界条件对河道演变的影响。结果表明,就河床组成沿河变化情况看,叶尔羌河衣干其渡口以下干流河床边界组成中粘性颗粒缺失程度较之黄河下游更为严重。就河床相特征指标床沙级配变化情况看叶尔羌河衣干其渡口以下河段,粒径 0.075 ~0.25 mm 的颗粒含量占 58.4% ~62.8%,构成河床相的主要部分;粒径 <0.075 mm 的颗粒含量占 10.5% ~12.5%,叶尔羌河中下游游荡型河段床沙中径 0.16 ~0.19 mm。与黄河下游情况相比叶尔羌河下游床沙中径偏粗,但河床相构成在属性上同属散粒体细粉沙,只是叶尔羌河河床相粒径偏粗,相较黄河不易冲,如果在河漫滩或河岸抗冲性相同的情况下,叶尔羌河的河型更会趋向于宽浅游荡。

黄河下游河漫滩上沉积物的平均组成沿程变化不大,中径的变化范围在 0.02 ~0.03 mm 之间,其中含有 7% ~13% 的粘土。但黄河下游河漫滩上有一种以透镜体的形式存在的粘土沉积物,对水流有相当大的抗冲能力,一般称之为“胶泥嘴”。这种胶泥嘴在黄河下游,特别是高村以下的河段中分布相当普遍,对河床的平面变化有决定性的影响。分析表明黄河下游滩岸胶泥中虽然有一半也是粉砂,但粘土的含量平均达 43% 左右,最高达 61% 的,最低的也有 30%。

目前所能收集到的叶尔羌河中下游相关资料显示,无论是河床相还是一、二级阶地的河漫滩相,粘土含量比值非常低,全部颗粒均为散粒体的粉沙抗冲性能很差。与黄河下游的情况进行对比可进一步发现,同为游荡河型,叶尔羌河中下游河床相与黄河下游河床相虽然均为散粒体粉沙,但叶尔羌河的粉沙粒径 0.16 ~0.19 mm 较黄河下游 0.05 ~0.09 mm 为粗,不易冲,而与之对比,较为明显的是,黄河下游河漫滩淤积物及滩岸由于上游来水来沙条件等原因含有较多的粘性颗粒,叶尔羌河中下游河漫滩淤积物及一、二级阶地粘性颗粒含量则很低,显然就滩岸部位而言叶尔羌河抗冲性明显比黄河下游要差。这一显著的对比结果表明,同为游荡河型的叶尔羌河中下游河段,河床边界组成条件相比于黄河下游更不利于稳定河型的发育。

3.3 叶尔羌河中下游现状河型成因分析

研究分析不同河道河型成因最主要的目的是为河道治理提供决策依据。如前所述,影响冲积平原河流演变发展的三大主要因素是来水来沙条件、河

谷比降条件(侵蚀基准)、河床边界条件,不同的河流或者同一河流的不同河段这三者所起的作用不同,但总是有主次之分。黄河下游是举世闻名的游荡型河流,自古到今历朝历代在治黄时多在河防河工上做文章,但依然不能根治,究其原因黄河下游的河型游荡主要是来水来沙条件起主要作用。近十多年来,上中游控制性骨干工程联合运用并开展调水调沙运行为下游河道良性演变发挥了显著效果,说明了河道治理中抓主要矛盾的重要意义。

表 5 国内主要河流典型河段的宽深比与叶尔羌河中下游河段宽深比的对比

河段	黄河下游		塔里木河		叶尔羌河中下游		长江	汉江
	游荡型	过渡型	阿拉尔	新其满	上段	下段	荆江	下游
$\sqrt{B}/H$	19 ~32	9 ~12	15 ~35	7 ~18	20 ~26	7 ~19	2 ~5	2 ~3

根据对叶尔羌河中下游衣干其渡口以下河段相关资料的初步分析,认为叶尔羌河中下游河型游荡、河势散乱的首要原因应该是由叶尔羌河中下游粉沙质一元相河床边界组成条件所决定。由于该河段一元相河床组成中粘性颗粒含量很小,河漫滩及一、二级阶地抗冲性弱于黄河下游游荡型河段,而主槽河床相物质易冲性弱于黄河下游游荡型河段,再加之中下游河段局部侵蚀基准单向抬升使河床纵向下切受限制等因素的叠加,使叶尔羌河下游河道演变整体表现为侧向侵蚀明显于垂向下切,滩槽高差逐年减小,水流漫滩,河势游荡摆动几率增大,并最终体现在河型上,如表 5 所示。尽管该河段来水来沙条件尤其是来沙条件明显好于黄河,但来水来沙条件仍然会导致叶尔羌河发育成游荡河型的必然结果。

4 叶尔羌河中下游河道治理的建议

叶尔羌河中下游处于生态脆弱的沙漠边缘地带,水是制约一切生命活动的根本,任由河道无约束的恶性演变会造成水量散失,会促使河道输水输沙功能退化,最终导致河流萎缩、平原区沙化。叶尔羌河中下游河道治理的根本在于实施河道滩岸边界治理工程,强化河床边界条件的良性约束。尽管上游大型控导性工程的建设从理论上讲有进一步改善该河段来水来沙条件的可能,对中下游河段良性演变发展会有促进作用,但是在国内普遍存在的政策管理层面上各自为政的弊端不能根除之前,上游大型控导性工程的修建多数都会导致下游水量的剧减。考虑到上述叶尔羌河中下游现状河型成因分析的结

黄河山东水文站泥沙室进行了应用比测,比测分不同的沙量级。用传统的置换法和沙样水体自动控制分离器分别进行处理,计算含沙量,对两种不同方法计算出的含沙量进行分析计算^[4],统计结果均满足规范要求。

系统误差: $\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n E_i = -0.56\%$

标准差: $S_e = (\frac{1}{n-2} \sum_{i=1}^n E_i^2)^{1/2} = 1.21\%$

随机不确定度: $X' = 2S_e = 2.42\%$

4 结 语

目前,全国水文系统绝大部分水文站都使用置换法进行沙样处理,使用虹吸原理进行清浑水分离,操作麻烦,效率低。“沙样水体自动控制分离器”能

够把经过沉淀后沙样的清、混水自动分离,把清水排掉,分离自动化程度较高,使用“沙样水体自动控制分离器”进行清浑水分离,由单片机操控分离过程,自动化程度高,操作简便,提高了泥沙测验精度和工作效率,具有一定的推广应用价值。

参考文献:

[1] 王仁豹,李耀天,陈其安. 新编简明五金手册[M]. 北京:北京出版社,1996.

[2] 袁希光,周世勤,朱明武,等. 传感器技术手册[M]. 北京:国防工业出版社,1986:723-731.

[3] 周兴华,杨 昕,刘 工. 手把手教你学单片机 C 程序设计[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2007.

[4] GB50159-92. 河流悬移质泥沙测验规范[S]. 北京:中国计划出版社,1992.



(上接第 133 页)

论,建议在全流域开发时应强调上游大型控导性枢纽工程与中下游河道防洪治理工程的并举,通过合理的河道整治工程使中下游河道复归良性演变。

5 结 语

叶尔羌河平原区游荡河型的成因与黄河下游等游荡河型的成因有较多区别,依靠上游调水调沙难以缓解河势散乱、河型游荡、防洪压力日渐增加的被动局面。由于叶尔羌河平原区位处南疆腹地,干流河道的防洪治理问题事关当地社会经济发展的各个方面,因此在全流域综合治理的统筹规划方面应优先加大河道护岸、护滩等干流河道治理工程的力度。叶尔羌河平原区干流河道水沙条件及河床边界组成条件较为复杂,该河段治理的具体工程措施和方法

还有待进一步研究。

参考文献:

[1] 王延贵,胡春宏. 塔里木河干流河道治理的对策[J]. 中国水利(A 刊),2003(4):53-55.

[2] 王延贵,胡春宏,周文浩,等. 塔里木河干流河道的河型及其成因[J]. 泥沙研究,2002(6):19-25.

[3] 王延贵,胡春宏,周文浩,等. 塔里木河干流河道演变的特点[J]. 水利学报,2003,34(11):27-33.

[4] 胡春宏,王延贵. 塔里木河干流河道治理措施(I)[J]. 泥沙研究,2006(4):21-30.

[5] 胡春宏,王延贵. 塔里木河干流河道治理措施(II)[J]. 泥沙研究,2006(4):30-39.