

黄河宁蒙河段冲淤演变特点及趋势分析

常温花, 王平, 侯素珍, 李萍

(黄河水利科学研究院, 河南 郑州 450003)

摘要: 通过分析黄河宁蒙河段冲淤演变及河槽过洪能力变化, 进一步认识宁蒙河段冲淤演变规律, 并根据下河沿水文站设计水沙条件, 估算宁蒙河段 2020 年、2030 年的冲淤变化趋势。分析表明: 近期宁蒙河段输沙能力降低, 巴彦高勒、三湖河口、昭君坟断面平滩流量呈减小趋势, 河道淤积加重, 支流淤堵干流情况加重。根据下河沿设计水沙条件推算头道拐水沙量以及区间引沙量, 采用沙量平衡法, 考虑区间支流来沙、区间风沙入黄情况, 预估下河沿~头道拐冲淤量, 2020 年水平, 宁蒙河段年均淤积 0.78 亿 t; 2030 年水平, 宁蒙河段年均淤积 0.80 亿 t。

关键词: 水量; 沙量; 冲淤演变; 冲淤量

中图分类号: TV85

文献标识码: A

文章编号: 1672-643X(2012)04-0145-03

Analysis of characteristic and trend of scouring and silting evolution in Ningxia and inner-mongolia reach of Yellow River

CHANG Wenhua, WANG Ping, HOU Suzhen, LI Ping

(Yellow River Hydraulic Research Institute, Zhengzhou 450003, China)

Abstract: The further understanding of the fluvial processes in Ningxia and Inner-mongolia reach of Yellow River is got through analysing the scouring and silting evolution of the channel and its flood conveyance capacity change. According to the designed water-sediment conditions of Xiaheyan hydrological station, the scouring and silting variation trend in 2020 and 2030 was estimated. The analysis indicated that in recent years, sediment transport capacity of the channel was reduced, bankfull discharge of Bay-angaole, Sanhuhekou, Zhaojunfen sections had a decreasing trend, river siltation increased and main stream was clogged by tributaries more frequently. Based on the designed water-sediment conditions of Xiaheyan hydrological station, the quantities of water and sediment of Toudaoguai hydrological station and interzone sediment diversion were calculated, and the scouring and silting amount from Xiaheyan to Toudaoguai was estimated by using sediment balance method and considering incoming sediment from tributaries and windblown sand transported into the main stream of Yellow River. The annual average deposition amount of the channel of Ningxia and Inner-mongolia reach will be 78 million tons in 2020 and 80 million tons in 2030.

Key words: water volume; sediment volume; scouring and silting evolution; scouring and silting quantity

0 前言

黄河宁蒙河段从宁夏中卫县南长滩入境, 分别穿过黑山峡、青铜峡和石嘴山峡, 流经卫宁盆地、银川平原和河套平原, 至内蒙古准格尔旗马栅乡出境, 全长 1 203.8 km。下河沿为内蒙古河段的入口控制站, 头道拐为出口站, 区间河长 980.2 km。河段内水系十分复杂, 支流高含沙洪水对河段下游的干流河道影响较大, 水沙变化和河床演变复杂。上游大

型水库的修建和运用, 改变了天然径流过程, 刘家峡、龙羊峡水库联合运用后对宁蒙河道造成的影响, 有关单位和学者进行了分析研究^[1-3]。随着水库运用时间的延长和水库调控力度的加大以及天然径流条件的变化, 该段河道暴露出来的问题日趋严重。本文通过分析宁蒙河道冲淤演变及河槽过洪能力变化, 进一步认识宁蒙河道冲淤演变规律, 并预测宁蒙河道 2020 年、2030 年的冲淤变化, 为新形势下防洪和防凌、黄河流域综合规划修编提供技术支撑。

收稿日期: 2012-02-29; 修回日期: 2012-03-31

基金项目: “十二五”国家科技支撑计划项目(2012BAB02B03)

作者简介: 常温花(1964-), 女, 山西清徐人, 高级工程师, 研究方向为河道及水库泥沙。

1 近期宁蒙河段冲淤演变特点

龙羊峡、刘家峡水库运用后拦蓄了洪水,削减了洪峰流量,中小水历时加长,造成宁蒙河道输沙能力降低,河道淤积加重,河槽淤积萎缩,平滩流量减小,支流淤堵干流加重。

1.1 河道输沙能力降低

分析表明头道拐站汛期相同水量时,大流量级的输沙量明显大于小流量级输沙量,水量在 5 亿 ~ 25 亿 m^3 范围内,同量级水量 2 000 ~ 2 500 m^3/s 的输沙量是 500 m^3/s 以下流量级的 5.38 ~ 5.62 倍。龙羊峡、刘家峡水库汛期蓄水削峰使大流量出现的天数大大减小,1954 ~ 1968 年汛期大于 1 500 m^3/s 流量出现的天数占汛期天数年均均为 51.2%,龙羊峡、刘家峡联合运用后至 2004 年减小为 3.2%;而小于 500 m^3/s 的小流量所占的比例却增大很多,其必然结果是降低水流挟沙能力。

1.2 河道淤积加重

(1) 宁夏河段冲淤。沙量平衡法计算下河沿 ~ 石嘴山河段 1960 ~ 1968 年年均冲刷 0.036 亿 t, 1968 ~ 1986 年为刘家峡水库运用时期,全河段年均淤积 0.068 亿 t,龙羊峡水库运用后 1987 ~ 2002 年,全河段年均淤积 0.208 亿 t。断面法算得下河沿 ~ 石嘴山河段 1991 ~ 2001 年全河段年均淤积泥沙 0.112 亿 t,与输沙率法计算结果定性一致。

(2) 内蒙古河段冲淤。根据沙量平衡法,考虑石嘴山至头道拐河段的进出沙量、区间支流入黄和引沙量,计算出石嘴山 ~ 头道拐各河段年均冲淤量, 1960 ~ 1968 年河段微冲,年均冲刷 0.080 亿 t; 1969 ~ 1986 年河段呈微冲状态,年均冲刷 0.036 亿 t; 1987 ~ 2004 年河段呈淤积状态,年均淤积 0.597 亿 t。断面法算得石嘴山 ~ 头道拐河段 1991 ~ 2004 年全河段年平均淤积量为 0.672 亿 t,与输沙率法计算结果比较接近。

1.3 平滩流量减小

根据水文站断面资料,分析了巴彦高勒、三湖河口和昭君坟断面历年的平滩流量。可知,1987 年以后各断面平滩流量均呈明显的减小趋势,巴彦高勒、三湖河口平滩流量由 4 500 m^3/s 左右减小至 2004 年 1 350 m^3/s 和 950 m^3/s ;昭君坟断面的平滩流量 1974 ~ 1988 年在 2 200 ~ 3 200 m^3/s ,1990 年为 2 000 m^3/s ,为有实测资料以来的最小值,之后持续减小,到 2004 年,个别河段的平滩流量更小,流量 700 m^3/s 即开始出现漫滩。

1.4 支流淤堵干流加重

内蒙古十大孔兑坡陡流急,7、8 月份常发生高含沙洪水,把大量泥沙带入黄河干流,进入黄河后,坡度减小,河道变宽,水流挟沙能力降低,有时候形成沙坝引起局部河段短时间淤堵。龙羊峡、刘家峡水库运用后,洪峰流量调平,使这种局部淤堵情况加重。1989 年 7 月西柳沟发生洪峰为 6 940 m^3/s 洪水,实测最大含沙量 1 240 kg/m^3 ,黄河流量 1 000 m^3/s 左右,在入黄口处形成长约 600 m、宽约 7 km、高 5 m 多的沙坝,堆积泥沙约 3 000 万 t,使河口上游 1.5 km 处的昭君坟站同流量水位猛涨 2.18 m。这次洪水龙羊峡入库流量为 2 300 m^3/s ,但出库流量只有 700 m^3/s ,使得干流淤堵后难以迅速冲开,加重了河道的淤积。

2 宁蒙河道冲淤量估算

2.1 下河沿设计水沙

下河沿未来 50 年设计水沙是流域修编总规划提供,采用 1968 ~ 1979 年、1987 ~ 1999 年和 1962 ~ 1986 年水沙,水沙系列考虑了水沙丰、平、枯交替出现情况。50 年设计水沙年均径流量为 301.6 亿 m^3 ,最大为 495.1 亿 m^3 ,最小为 208.5 亿 m^3 ;汛期平均为 139.9 亿 m^3 ,占全年 46.4%,汛期最大水量为 304.7 亿 m^3 ,最小为 72.85 亿 m^3 ;年均沙量为 1.140 亿 t,汛期为 0.945 亿 t,占全年的 82.9%。下河沿设计水沙特征值见表 1。

表 1 河沿设计水沙特征值 a, 亿 m^3 , 亿 t, %

时间	径流量			输沙量		
	汛期	全年	汛期占年	汛期	全年	汛期占年
1 ~ 10	133.46	293.11	45.53	0.839	1.011	82.9
11 ~ 20	127.63	288.78	44.19	0.778	0.976	79.7
21 ~ 30	124.26	282.32	44.01	0.568	0.762	74.6
31 ~ 40	153.69	317.42	48.42	1.275	1.457	87.5
41 ~ 50	160.27	326.17	49.14	1.266	1.495	84.7
50	139.86	301.56	46.38	0.945	1.140	82.9

2.2 区间引水引沙

经统计计算,宁夏、内蒙古 1998 ~ 2008 年平均引水量为 76.64 亿 m^3 、69.89 亿 m^3 ,平均耗水量^[5]为 38.35、59.49 亿 m^3 。

引沙量是通过引渠含沙量和干流含沙量关系以及巴彦高勒与青铜峡含沙量关系,经数学回归,得出引渠含沙量与干流含沙量、巴彦高勒含沙量与青铜峡含沙量关系式,引渠水量采用平均引水量,青铜峡含沙量直接采用下河沿设计含沙量,求得青铜峡和巴彦高勒引沙量过程,进而得出青铜峡、巴彦高勒

2020 年水平年均引沙量 0. 2044 亿、0. 1552 亿 t, 2030 年水平年均引沙量 0. 2050 亿、0. 1556 亿 t。

2.3 支流来沙及风沙

支流来沙和风沙入黄是按流域修总编规划 - 黄河勘测规划设计有限公司提供,下河沿到石嘴山支流年均入黄沙量为 0. 2735 亿 t,十大孔兑年均入黄沙量为 0. 2949 亿 t,下河沿到头道拐风沙年均入黄总量 0. 256 亿 t。

2.4 头道拐水沙计算

由于龙羊峡、刘家峡水库汛期蓄水削峰、洪水过程调平,非汛期泄水、出库流量过程相对平稳,同水量下输沙能力降低。无论是汛期或非汛期,同水量条件下,1987 年后输沙量较前两时段减少,水量越大沙量减少值越大。根据不同时期头道拐汛期和非汛期输沙量与径流量的关系,得出 1987 年以后头道拐水沙关系表达式如下:

$W_{sx} = 0. 007W_x - 0. 1633$ 相关系数 0. 97
式中: W_{sx} 为汛期输沙量,亿 t; W_x 为汛期来水量,亿 m^3 。

$W_{sf} = 0. 0035W_f - 0. 1656$ 相关系数 0. 87
式中: W_{sf} 为站非汛期输沙量,亿 t; W_f 为非汛期来水量,亿 m^3 。

头道拐各年沙量是按头道拐汛期、非汛期水量和沙量相关关系式计算。头道拐各年径流量是根据下河沿汛期、非汛期径流量扣除区间耗水量,表 2 为推算头道拐站水沙特征值,年均径流量为 203. 72 亿 m^3 ,汛期平均为 93. 57 亿 m^3 ,占全年 45. 9%;年均沙量为 0. 787 亿 t,汛期为 0. 553 亿 t,占全年的 70. 29%。

表 2 头道拐 50 年水沙特征值 a, 亿 m^3 , 亿 t, %

时间	径流量			输沙量		
	汛期	全年	汛期占年	汛期	全年	汛期占年
1 ~ 10	87. 17	195. 27	44. 64	0. 447	0. 660	67. 75
11 ~ 20	81. 34	190. 94	42. 60	0. 406	0. 624	65. 07
21 ~ 30	77. 97	184. 48	42. 26	0. 382	0. 590	64. 86
31 ~ 40	107. 40	219. 58	48. 91	0. 589	0. 816	72. 16
41 ~ 50	113. 98	228. 33	49. 92	0. 635	0. 869	73. 00
50	93. 57	203. 72	45. 93	0. 492	0. 712	69. 10

2.5 河道冲淤估算

下河沿 ~ 头道拐河道冲淤量按沙量平衡法估算。下河沿为进口站,头道拐为出口站,该河段渠系复杂,支流及引水渠较多,考虑区间引水引沙,支流

来沙和风沙入黄等,下河沿 - 头道拐冲淤量由下式计算:

$W_s(\text{下河沿 - 头道拐冲淤量}) = W_{sx}(\text{下河沿沙量}) - W_{st}(\text{头道拐沙量}) - W_{sq}(\text{区间引沙量}) + W_{sz}(\text{区间支流来沙}) + W_{sf}(\text{风沙})。$

根据沙量平衡法,将上述设计的进口站下河沿年来沙量和计算的出口站头道拐年输沙量、区间青铜峡年引沙量、巴彦高勒年引沙量和区间支流年来沙量、风沙年入黄沙量进行计算,估算出未来 50 年头道拐 - 下河沿区间冲淤量。结果表明:2020 年水平,宁蒙河段年均淤积 0. 780 亿 t;2030 年水平,年均淤积 0. 800 亿 t。

3 结 语

(1)龙羊峡、刘家峡水库运用后,造成宁蒙河道输沙能力降低。头道拐水量在 5 亿 ~ 25 亿 m^3 范围内,同量级水量 2 000 ~ 2 500 m^3/s 流量级的输沙量是 500 m^3/s 以下流量级的 5. 38 ~ 5. 62 倍。

(2)1987 年以后巴彦高勒、三湖河口、昭君坟断面平滩流量呈减小趋势,到 2004 年巴彦高勒、三湖河口平滩流量分别只有 1 350、950 m^3/s 。

(3)1987 年以后宁蒙河段淤积加重,按输沙率法计算,宁夏河段年均淤积 0. 208 亿 t,内蒙古河段年均淤积 0. 672 亿 t。

(4)龙羊峡、刘家峡水库运用后,洪峰流量调平,中小水时间加长,使支流淤堵干流情况加重。

(5)推算的头道拐 50 年水沙,年均径流量为 203. 72 亿 m^3 ,汛期平均为 93. 57 亿 m^3 ;年均沙量为 0. 712 亿 t,汛期为 0. 492 亿 t。

(6)在下河沿设计水沙条件下,根据沙量平衡法,预估下河沿 ~ 头道拐冲淤量,2020 年水平,宁蒙河段年均淤积 0. 78 亿 t;2030 年水平,年均淤积 0. 80 亿 t。

参考文献:

[1] 刘晓燕,张原峰,侯素珍. 黄河冲积性河段洪水塑槽机理初探 [J]. 人民黄河, 2006,28(4): 13 - 15.
[2] 侯素珍等,常温花,王 平,等. 黄河内蒙古河段河道萎缩特征及成因 [J]. 人民黄河, 2007,29(1): 25 - 29.
[3] 侯素珍等,王 平,常温花,等. 黄河内蒙古河段冲淤量评估 [J]. 人民黄河, 2007,29(4): 21 - 22.