

DOI :10.3969/j.issn.1004-6933.2012.01.003

黄河调水调沙对下游山东段的不利影响

黄继文¹, 宫永波², 林 琳¹, 张 欣¹

(1. 山东省水利科学研究院, 山东 济南 250013; 2. 山东省水利厅, 山东 济南 250013)

摘要 通过资料收集和调研, 对比分析近几年黄河山东段河底高程变化情况。结果表明, 调水调沙的运行使得山东段黄河主槽刷深, 提高了黄河山东段的防洪能力, 但是也造成了山东省引黄闸的引水困难、引黄保证程度降低、渠道淤积加重等问题。提出平原水库建设和维护有可能成为今后引黄供水的工作重点。

关键词 调水调沙; 黄河山东段; 过流能力; 主槽刷深; 引黄供水

中图分类号 :TV14 **文献标识码** :A **文章编号** :1004-6933(2012)01-0009-04

Adverse influences of water and sediment regulation on lower reach of Yellow River in Shandong Province

HUANG Ji-wen¹, GONG Yong-bo², LIN Lin¹, ZHANG Xin¹

(1. Water Resources Research Institute of Shandong Province, Jinan 250013, China;

2. Water Resources Department of Shandong Province, Jinan 250013, China)

Abstract : The elevation variations of the riverbed of the Shandong reach of the Yellow River in recent years were compared and analyzed through data collection and investigation. The results show that water and sediment regulation enabled continual erosion of the main channel of the Shandong reach of the Yellow River and improved its flood control capacity, but caused many problems, including difficulty in drawing water through the diversion gate from the Yellow River, decrease of the guaranteed rate of diversion, and aggravation of sedimentation in channels. It is proposed that the construction and maintenance of reservoirs in plain areas are the key issues for the future water supply from the Yellow River.

Key words : water and sediment regulation; Shandong reach of Yellow River; conveyance capacity; erosion of main channel; water supply from Yellow River

黄河的主要水沙特征是水少沙多、水沙不平衡。由于黄土高原的水土流失, 泥沙在黄河下游大量淤积, 使河床年平均淤积抬高 $0.1 \text{ m}^{[1]}$ 。黄河多泥沙的特征在今后相当长的时期内仍将持续, 同时由于上、中游生产用水的不断增长, 黄河下游水少沙多的矛盾将趋于严重, 河床将继续淤积抬高, 影响防洪安全。为解决黄河下游泥沙淤积问题, 黄河水利委员会自 2002—2009 年共进行了 9 次调水调沙, 实现了黄河下游的冲刷, 其主河槽河底高程逐年下降, 尽管提高了黄河下游山东段的行洪能力, 同时对山东省引黄供水和黄河水配置方式带来了一定影响。

1 黄河调水调沙目标及运行效果

目标 利用小浪底水库调水调沙, 减缓黄河下游河道淤积, 能够在较长的时期内稳定黄河的现行河道, 实现河床不抬高。基本原则: 根据黄河下游河道的输沙能力, 利用水库的调节库容, 有计划地控制水库的蓄、泄水时间和数量, 调整天然水沙过程, 使不平衡的水沙过程尽可能协调^[1]。

2002—2009 年黄河下游共进行了 9 次调水调沙试验(其中 2004 年两次), 前 3 次是 2002、2003、2004 年各一次, 后 6 次(2004—2009 年)为调水调沙正式

试验运行。9 次调水调沙均实现了下游河道的全线冲刷,下游河道共冲刷泥沙 3.56 亿 t,河道主槽最小行洪能力由 2002 年的 $1\,800\text{ m}^3/\text{s}$ 提高至 2009 年的 $3\,880\text{ m}^3/\text{s}$ 。据统计,9 次调水调沙合计入海水量 331 亿 m^3 ,合计入海沙量 5.75 亿 $\text{t}^{[1-4]}$ 。

2 调水调沙对黄河山东段的影响

2.1 对山东段防洪的影响

20 世纪 80 年代中期以来,黄河下游来水量偏枯,水少沙多导致下游河道淤积抬高,过流断面萎缩,主槽过流能力降低,下游河道平滩流量由 80 年代初期的 $6\,000\text{ m}^3/\text{s}$ 左右减至 1999 年小浪底水库投入运用前的 $3\,000\text{ m}^3/\text{s}$ 左右^[4]。小浪底水库投入运用后,由于径流量明显减小和小浪底水库的调节作用,下游过流断面淤积萎缩的局面在短期内并无较大改观,下游的冲刷仅发展到小浪底水库以下约 200 km 的夹河滩附近,夹河滩以下河段河槽淤积不仅没有改善,反而进一步加剧,至 2002 年,黄河下游最小平滩流量降至 $1\,800\text{ m}^3/\text{s}$ 。

2002 年黄河水利委员会开始了调水调沙试验,经连续几年的调水调沙,黄河下游主河槽过流能力得到了一定程度的恢复,最小平滩流量逐年增大,至 2009 年黄河下游最小平滩流量增至 $3\,880\text{ m}^3/\text{s}$,提高了黄河下游的过流能力。调水调沙后黄河主槽最小平滩流量变化情况见图 1。

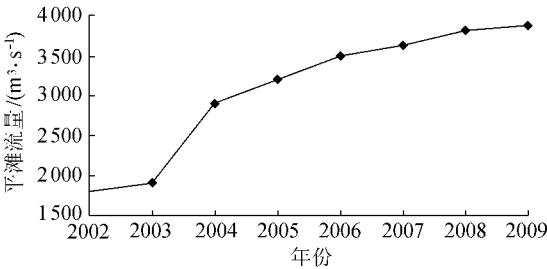


图 1 历次调水调沙后主河槽最小平滩流量变化

2.2 对山东省引黄供水的影响

2.2.1 黄河主槽刷深,同流量闸前水位下降,造成引水困难

受调水调沙影响,黄河山东段主槽下切,对引黄闸引水产生了一定影响,使得山东段引黄闸同流量闸前水位降低,造成引黄闸引水困难。据统计,自黄河调水调沙以来,主要涵闸闸前黄河主槽高程降低幅度在 $0.9\sim 3.4\text{ m}$ 之间,引水水位的下降,是影响涵闸引水的最主要原因,主要涵闸闸前黄河主槽河底高程变化见图 2。

以山东省最大的引黄灌区聊城位山灌区为例,说明闸前同流量水位的下降情况。与调水调沙前的 2001 年相比,位山闸前黄河河底高程由原来的 38.95

m 降至 38.20 m,河底平均冲刷深度达到 0.75 m 。2009 年 6 月 6 日,黄河孙口水文站流量为 $380\text{ m}^3/\text{s}$,位山闸前水位 40.60 m ,比设计状态黄河 $380\text{ m}^3/\text{s}$ 流量时的闸前水位 41.26 m 下降了 0.66 m 。位山闸调水调沙前后相同大流量下的闸前水位与引水能力变化情况见图 3。

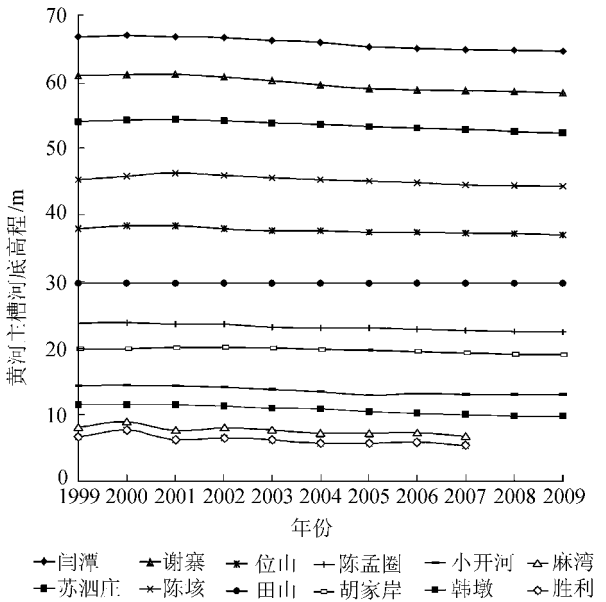


图 2 山东省部分引黄闸闸前黄河主槽河底高程变化情况

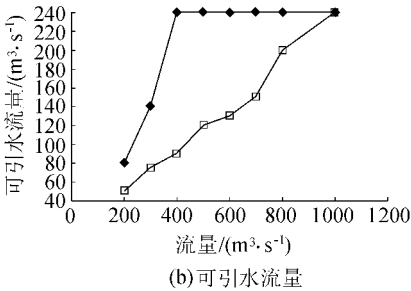
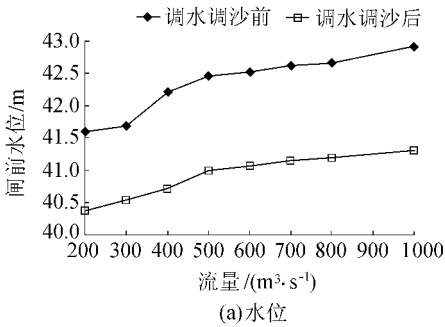


图 3 位山闸调水调沙前后不同黄河来水流量下闸前水位和可引水流量对比

由图 3 可以看出,由于调水调沙后河床下切,同流量水位明显下降,调水调沙前,位山闸在黄河 $400\text{ m}^3/\text{s}$ 流量时即可达到其引水能力要求 $240\text{ m}^3/\text{s}$,而调水调沙后,当黄河大流量达到 $1\,000\text{ m}^3/\text{s}$ 时才能达到其引水能力。

调水调沙后与调水调沙前相比,东营市黄河主河槽逐年降低,目前已降低至引黄闸闸底高程,其中胜利闸冲刷最为严重,2007 年胜利闸闸前河底高程已降至闸底高程以下 2.05 m(图 4)。

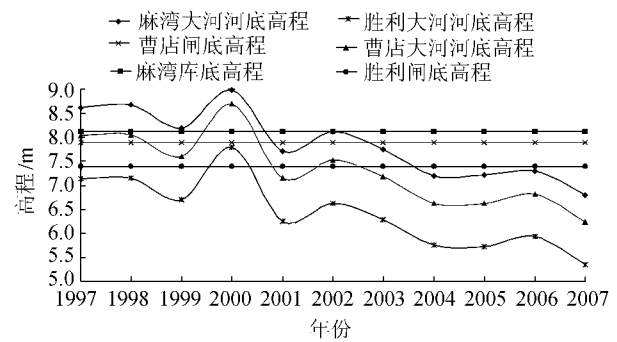


图 4 东营市部分引黄闸河底高程变化与闸底高程对照
根据利津水文站 2000—2008 年资料,对利津站和邻近的麻湾、曹店、胜利 3 座引黄闸调水调沙前后 100 m³/s 流量时水位进行比较,详见图 5。

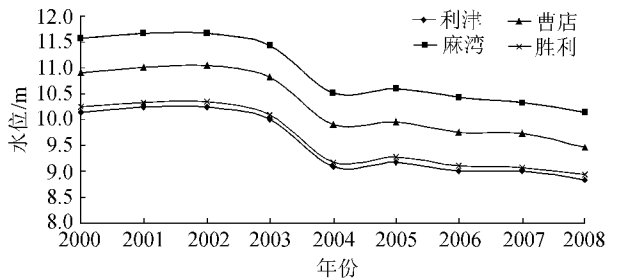


图 5 利津站和麻湾、曹店、胜利引黄闸 100 m³/s 时断面水位过程线

由图 5 可以看出,自 2002 年以后受调水调沙影响,东营市各断面在 100 m³/s 流量时变化趋势较明显,同流量水位逐年下降。

2.2.2 调水调沙期间引起黄河河势发生变化

调水调沙期间,小浪底水库的大流量下泄,引起黄河河势发生变化,黄河主溜远离引水口门,使闸前引水渠长度增加,造成引水困难,增加了引沙处理负担。济宁市陈垓引黄闸调水调沙之前,闸前引水渠长度为 480 m,2005 年 4 月已经增加到 700 m,加大了引水难度。滨州市簸箕李引黄闸闸前黄河主溜已紧靠南岸,距引黄闸 500 m,2005 年春引黄闸前淤岗宽度 200 多米,尽管进行了机械开沟清障,仍在主溜与闸口之间损失 30 cm 水头。2000 年前菏泽市刘庄引黄闸闸前引黄渠长仅有 300 m 左右,2009 年初引渠长度增加到 3 000 m,引水条件日趋恶化。

2.2.3 引黄闸可引水量减少,保障程度降低

调水调沙是小浪底水库及中上游水库在满足其运行调度要求的情况下,年内充分蓄水,在汛前集中大流量联合调度,统一下泄进行调水调沙。在农灌期需水量较大时,小浪底水库需充分蓄水,控制下泄

流量,为调水调沙储备水量。但由于黄河主槽逐年刷深,同流量下黄河水位下降,特别是中小流量时山东段引黄闸的引水能力降低,为满足灌区农业用水要求,各引黄闸必须长时间小流量引水。对于靠近引黄闸的上游区域来说,引水流量基本能够满足灌区农作物生理需水要求,而对于大型引黄灌区,如位山灌区,由于引水流量减小,引水时间的延长,灌区下游农作物需水得不到及时满足,错过最佳灌溉时间,降低了引黄灌区引黄供水的时间保障和及时性,在一定程度上影响了农作物的产量。

近几年的调水调沙已对黄河最下游的东营市的引黄供水造成影响。特别是每年 2、3、4 月份的春灌期,黄河水量较小,而水位更低,出现黄河有水引不出的现象。由于工农业的快速发展,沿黄各地引水量逐年增加,上游来水量在逐年减少。东营市各引黄闸底板高程、闸后渠底高程、设计水位及水位变化情况见表 1。

引黄闸	引黄闸对应利津站各流量时水位				设计水位 (利津站流量 100 m³/s)	闸底 高程	闸后 渠底 高程
	50 m³/s	100 m³/s	150 m³/s	300 m³/s			
麻湾	9.74	10.15	10.60	11.10	10.18	8.10	8.77
曹店	9.01	9.46	9.91	10.38	10.24	7.89	7.89
胜利	8.46	8.94	9.20	9.60	10.26	7.40	7.86

从表 1 可以看出,自 2002 年黄河调水调沙以来,引黄闸前水位发生了较大变化,到 2008 年,在设计工况下,大河实际水位均低于原设计引水位,麻湾闸实际水位比设计水位低 0.03 m,曹店闸低 0.78 mm,胜利闸低 1.32 m,从水位降幅看,麻湾闸降幅最小,与设计水位基本持平,这说明利津站 100 m³/s 流量时,麻湾引黄闸的引水条件最好。考虑到闸前、后渠道淤积情况,对各闸引水能力进行了验算,分别对应于利津站黄河流量 50 m³/s、100 m³/s、150 m³/s、300 m³/s 等 4 种情况,验算情况见表 2。

引黄闸	对应不同黄河流量的可引水流量				设计引水流量	
	50	100	150	300	设计流量	相应黄河流量
麻湾	0	15	30	60	60	110
曹店	0	6	10	30	30	80
胜利	0	3	6	28	40	100

从表 2 中可以看出,在设计流量对应的黄河流量下,现状引水能力已大大低于原设计能力,麻湾闸引水能力仅为原设计引水能力的 25%,曹店闸现状引水能力仅为原设计能力的 20%,胜利闸现状引水能力不足原设计能力的 10%。

目前东营市黄河两岸已建各类引黄取水口

32 个(9 座引黄涵闸、23 处扬水站和泵站),设计引水能力 $564.38\text{ m}^3/\text{s}$,有引黄灌区 18 个,设计灌溉面积 16.473 3 万 hm^2 。目前对应黄河最大引水流量 $100\text{ m}^3/\text{s}$ 、 $150\text{ m}^3/\text{s}$ 、 $200\text{ m}^3/\text{s}$ 、 $300\text{ m}^3/\text{s}$ 时的取水能力只有 $39.2\text{ m}^3/\text{s}$ 、 $50.25\text{ m}^3/\text{s}$ 、 $69.86\text{ m}^3/\text{s}$ 、 $101.17\text{ m}^3/\text{s}$,分别只有设计能力的 6.95 %、8.90%、12.38%、17.93%。

2.2.4 加重了引黄灌区的渠道淤积

a. 由于引水条件恶化加之限量放水造成引黄流量减小,长时间小流量引水,水流速度明显减慢,闸后渠道淤积严重,形成了与小流量运行相适应的复式断面,累积形成淤积,抬高了渠底高程,使引水更加困难,形成恶性循环。

b. 调水调沙期间因大河流量加大,黄河含沙量增高,引水时引沙量增加,造成渠系淤积。

c. 随着调水调沙的逐年运行,黄河河底泥沙粗化,加之长期小流量引水,水流挟沙能力降低,加重了引黄渠道淤积。

2.3 调水调沙对山东省黄河水资源配置的影响

目前,山东省沿黄地区引黄供水调度与配置方式主要有两种,一是灌溉季节直接通过引黄闸引水用于农业灌溉或补源,二是将黄河水引入平原水库经调蓄后供工农业生产和生活用水^[5]。

调水调沙的运行使得黄河下游山东段主槽冲刷明显,边滩少量淤积,使得小流量闸前水位下降、闸前引水渠淤积、小流量引水闸后渠道淤积,造成部分引黄闸小流量引水困难,引水能力降低,将影响山东省黄河水资源的调度和配置。

受黄河调水调沙河道冲淤变化影响,直接引水

利用这一调度和配置方式将有可能受到限制,保证率可能会有所降低。而利用平原水库调蓄的调度和配置方式,可根据黄河大河流量和引黄闸引水条件相机引水,调蓄后进行供水,对供水保证率的影响相对较小。因此,调水调沙造成了山东省引黄闸引水条件的改变,为保证引黄供水要求,平原水库建设和维护将有可能成为今后引黄供水的工作重点。

3 结 语

黄河调水调沙是实现黄河下游防洪减淤的重大战略举措,还将长期进行下去,黄河主槽将作如何变化,目前尚无足够资料分析预测。虽然调水调沙大大提高了黄河下游山东段的行洪能力,但是引黄供水对山东省沿黄地区工农业生产的意义重大,应当未雨绸缪,积极采取措施,减小黄河调水调沙对山东省引黄供水带来的不利影响,保障山东省引黄供水安全,支撑经济、社会和生态环境的协调、可持续发展。

参考文献：

[1] 水利部黄河水利委员会.黄河首次调水调沙试验[M]. 郑州:黄河水利出版社,2003.
[2] 水利部黄河水利委员会.黄河第二次调水调沙试验[M]. 郑州:黄河水利出版社,2008.
[3] 水利部黄河水利委员会.黄河第三次调水调沙试验[M]. 郑州:黄河水利出版社,2008.
[4] 水利部黄河水利委员会.黄河调水调沙试验[M]. 郑州:黄河水利出版社,2008.
[5] 山东省水利厅.21 世纪初期山东省农村水利发展战略研究[M]. 济南:山东省地图出版社,2006.

(收稿日期 2011-10-16 编辑 高渭文)

(上接第 4 页)提高用水效率,通过水资源的合理开发、优化配置、全面节约、高效利用、修复保护和严格管理,促进人口、资源、环境和经济社会的协调发展,以水资源的可持续利用促进山东省经济社会又好又快发展。

参考文献：

[1] 冯尚友.水资源持续利用与管理导论[M]. 北京:科学出版社,2000.
[2] 陈志恺.中国水资源的可持续利用问题[J]. 水文,2003,23(1):3-6.
[3] 陈宁,张彦军.水资源可持续利用发展的概念、内涵及指标体系[J]. 地域研究与开发,1998,17(4):37-39.

[4] 黄兴,李崇,何俊仕.北方地区水资源可持续利用模式探讨[J]. 辽宁农业科学,2006(2):60-62.
[5] 王少波,解建仓,黄明聪,等.黑河流域中西部水资源可持续利用模式探讨[J]. 沈阳农业大学学报,2006,37(6):903-905.
[6] 陈明忠,刘恒,耿雷华,等.流域水资源可持续利用模式研究[J]. 水利水电科技进展,2004,24(3):5-7.
[7] 宋松柏,蔡焕杰.区域水资源可持续利用的综合评价方法[J]. 水科学进展,2005,14(2):244-249
[8] 刘恒,耿雷华,陈晓燕.区域水资源可持续利用评价指标体系的建立[J]. 水科学进展,2003,14(3):266-270.
[9] 赵明华,朱明明.山东半岛城市群水资源可持续利用水平评价研究[J]. 水利经济,2011,29(3):34-37.

(收稿日期 2011-10-17 编辑 彭桃英)