

### 黄河沙漠宽谷段河床演变特征及影响因素 (张冠英)

摘要:根据黄河沙漠宽谷段巴彦高勒—三湖河口河段代表年份水沙条件、河道大断面定位观测资料,结合前人研究成果,分析了黄河沙漠宽谷段代表年份汛期和非汛期水沙关系的变化特点、河床演变特征及大型水库的调控作用。结果表明:刘家峡水库运用后来水来沙量减少,特别是刘家峡、龙羊峡水库联合运用后来水来沙量进一步削减,且减少量主要发生在汛期;水沙关系的变化引起河床抬高、平滩流量减小,河道摆动严重;引起水沙关系变化的主要因素是天然降水量减少、引水量增加、上游水库调控运用及风沙入黄。

关键词:水沙关系;河床演变;沙漠宽谷河段;黄河

中图分类号:P333;TV882.1

Evolution Characters and Influencing Factors for Riverbed of the Desert Wide Valley Section of the Yellow River

ZHANG Guan-ying

Abstract: According to the water and sediment conditions, river observations of large sections about representing years of Bayan Gol—Sanhehukou which is a wide valley of the Yellow River, it analyzed the characters of water and sediment relation, riverbed evolutions and reservoir regulations of the wide valley of the Yellow River. The results show that: the water and sediment reduce after the use of Liujiaxia Reservoir, especially the joint operation of Liujiaxia and Longyangxia reservoirs. And the reduction mainly happens in flood reasons. The changes between water and sediment cause the waterbed elevation, bankfull flow decreases and the channel shifts seriously. The main reasons of water and sediment changes are decreased natural precipitation, the amount of water diversion increase, the regulation operation of reservoirs on the upstream and sandstorms entering into the Yellow River.

Key words: the relationship of water and sediment; river evolution; wide desert valley section; Yellow River

黄河沙漠宽谷河段穿越乌兰布和沙漠、库布齐沙漠、毛乌素沙地和腾格里沙漠(见图1),长约1 000 km,其特点是河身宽、河槽浅,边界组成物质的颗粒相对较细,河流善冲善淤,主流多变。



图1 黄河沙漠宽谷河段

1987年以来黄河上游刘家峡、龙羊峡两水库相继投入运用,20世纪90年代以来上游来水持续偏枯及工农业用水量的增长,改变了黄河上游的天然来水来沙过程,宁夏、内蒙古河段河道发生了剧烈调整,河道淤积严重,水位升高,成灾几率增大[1]。因此,研究该河段的来水来沙变化过程、河床演变特征以及影响因素,对于制定该河段河道治理对策及水沙调控措施,从而减轻灾害有着重要意义。笔者通过资料分析,结合前人研究成果,对该河段的水沙变化特点、河床演变特征以及影响因素进行了分析。

## 1 来水来沙特点

沙漠宽谷河段水量主要来自兰州以上，其来水量占下河沿站年径流量的60%以上，沙量主要来自于循化—安宁渡区间支流[2]。1968年刘家峡水库运用之前为自然状态下来水来沙，其中1962年径流量及输沙量与1952—1968年时段平均年径流量及年平均输沙量相近；1968—1986年是刘家峡水库单独运用期，此时段的来水来沙量与之前相比汛期径流量和输沙量均有所减少；1987年至今是刘家峡和龙羊峡两水库联合运用时期。根据各时段特征及年份的代表性，选取1962年、1982年、1991年、2000年、2008年作为典型进行分析。

根据资料统计(表1)，巴彦高勒水文站1991年、2000年和2008年实测年均输沙量平均为0.42亿t，较1962年、1982年分别减少31.9%和39.9%；汛期平均水量为53.9亿m<sup>3</sup>，较水库运用前的1962年和刘家峡水库单独运用的1982年同期平均水量分别减少59.7%和61.2%。1968年刘家峡水库单独运用后，由于20世纪80年代降水量增多，因此1982年的水量较1962年不减反增，同时受上游水库拦沙作用影响，沙量相对减少20.8%。

表1 巴彦高勒站特征年份不同时期水沙量



三湖河口站代表年份月均流量和月均输沙率序列的变化趋势基本上是一致的(图2)，整体呈减少趋势，且主要发生在汛期；1991年与1982年相比，月均水沙量呈明显减少态势；1991年以后，水沙序列一直呈缓慢增加趋势。



图2 三湖河口站特征年份月均流量和月均输沙率

总之，黄河沙漠宽谷段来水来沙量总体呈逐年减少趋势，特别是龙羊峡、刘家峡两水库联合调控后，来水来沙量进一步降低。

## 2 河床演变特征

(1) 河床抬高，平滩流量减小。沙漠宽谷河段处于黄河上游的下段，多数河道较为宽浅，比降缓，河心滩较多，属弯曲型河道。1986年龙羊峡水库运用以来，该河段主槽严重淤积，河槽过流能力也随之减弱，形成了小流量、高水位、易成灾的不利局面。

根据不同时期实测大断面资料分析，巴彦高勒—三湖河口1965—1986年河段平均河宽为550m，而1986—2000年河段平均河宽减小至450m，年均减小6.7m，河床抬高了将近2m。

根据1952—2005年巴彦高勒—三湖河口50多年输沙资料统计(表2，“—”表示冲刷)，河段有淤有冲，冲淤交替，总体呈淤积趋势，其中：1952—1960年处于淤积状态，年均淤积0.406亿t，是淤积最多的时段；1961—1968年河段表现出冲刷，且1968年刘家峡水库投入使用后，冲刷量减少了65.8%；1987年龙羊峡、刘家峡两水库联合运用，拦蓄了大量的水量，削减了洪峰，水流挟沙能力进一步降低，河段由冲变淤，年均淤积量约为0.180亿t。

表2 巴彦高勒—三湖河口段不同时期年均冲淤量 亿t



根据历年平滩流量变化分析，天然情况下该河段河道的平滩流量为3500~4500m<sup>3</sup>/s，但1968年以后平滩流量持续下降：巴彦高勒站1975年与1968年相比下降了32.76%；三湖河口站1977年与1968年相比下降了36%。自1986年龙羊峡、刘家峡两水库联合运用，再加上青铜峡、三盛公水利枢纽抬高库前水位、蓄水拦沙的作用，进一步削减了水库下游河段的平滩流量，三湖河口站2004年平滩流量减为1000m<sup>3</sup>/s左右，部分河段流量为700m<sup>3</sup>/s时即开始漫滩[3]。

(2) 河道摆动严重。历史上该河段主流有“十年河南、十年河北”之说，具有“大水走中、小水走弯，大水淤滩、小水淘岸”的特性。龙羊峡、刘家峡两水库联合运用后，巴彦高勒—三湖河口断面变化进一步加剧，河道不断向左侧摆动迁移，如2000年相对于1991年，主流在10a间往左岸迁移了将近500m，且河槽变得窄深。

(1) 天然降水量减少, 人类引水量增加。近年来, 受全球气候变暖的影响, 黄河上游降水量减少, 且小流量天数增加。表3统计了三湖河口站代表年份汛期各级流量天数。2008年汛期(6—10月)流量在 $1\ 000\ \text{m}^3/\text{s}$ 以上的天数为5 d, 占汛期天数的3.3%, 2000年汛期流量均在 $1\ 000\ \text{m}^3/\text{s}$ 以下, 且最大日均流量仅为 $966\ \text{m}^3/\text{s}$ , 而1962年达53 d, 其最大日均流量为 $2\ 710\ \text{m}^3/\text{s}$ , 为2000年最大日均流量的2.8倍。流量在 $1\ 000\ \text{m}^3/\text{s}$ 以下的天数增大, 特别是流量在 $500\ \text{m}^3/\text{s}$ 以下的天数, 远大于1991年以前的平均值。

表3 三湖河口站代表年份汛期各流量级出现天数



据有关资料统计, 20世纪50年代以来, 黄河流域人口猛增, 人类生产与生活规模无节制扩大, 耗水量呈急剧上升态势, 巴彦高勒站1969—1986年和1987—2005年两时段与1952—1968年相比, 引水量分别增加了26.4%、49.2%。

(2) 上游水库的调控作用。黄河上游水库的修建对黄河上游及中下游的来水来沙产生了很大的影响。水库调控主要是减少汛期水量, 增加非汛期水量。如汛期水量占全年水量的百分比在建库前为62%, 刘家峡水库单独运用时下降为54%, 龙羊峡、刘家峡两水库联合运用后下降到40% [4], 而非汛期水量则上升至60%。

水库的调控作用削减了洪峰流量, 图3反映了刘家峡水库和龙羊峡水库运用对入库洪水的调峰作用。刘家峡水库是不完全年调节水库, 调节库容为42亿 $\text{m}^3$ , 削峰量一般在 $500\ \text{m}^3/\text{s}$ 左右; 龙羊峡水库是多年调节水库, 调节库容为194亿 $\text{m}^3$ , 调节能力强, 能将各量级洪水洪峰流量均削减至 $1\ 000\ \text{m}^3/\text{s}$ 以下。



图3 刘家峡、龙羊峡两水库对入库洪水的调控

如果定义入库流量与出库流量之比为水库的调控能力, 那么通过计算可知刘家峡、龙羊峡两水库的调控能力差异很大, 前者为1.05, 后者达到11.49, 即龙羊峡水库对洪峰流量的调节作用是刘家峡水库的10倍之多。

另外, 根据图3和刘家峡、龙羊峡两水库对入库泥沙的调控关系(图略)分析可知: 龙羊峡、刘家峡两水库对径流的调节基本上为线性调节, 且龙羊峡的调节作用远大于刘家峡的; 龙羊峡水库对泥沙基本上为非线性调节, 在入库泥沙小于0.2亿t时调节作用很大, 排沙量变化不大; 入库沙量较大时, 其调节作用相对较小。

河床演变的根本原因是输沙不平衡, 黄河上游水库的运用改变了汛期、非汛期的来水来沙比例, 使水量均衡化, 减小了大流量出现的几率, 从而汛期径流量的减少使水流挟沙力降低, 造成河床淤积、水位抬升、平滩流量减小。

(3) 风沙入黄。黄河宁蒙河段处在东亚季风的边缘, 为大陆性季风气候区, 因此受季风影响, 四大沙漠中主要是乌兰布和沙漠和库布齐沙漠生成的风成沙首先大量进入黄河支流十大孔兑, 并在孔兑堆积, 遇到暴雨、洪水时, 堆积泥沙又随洪流进入黄河。

根据杨根生等 [6] 的观测, 1985—1989年受乌兰布和沙漠影响的河段长约40.4 km, 每年风沙入黄量约0.178亿t, 河流侧蚀坍塌入河沙量为0.0129亿t, 两者合计为0.1909亿t。2000年卫星像片测量受乌兰布和沙漠影响的河段增至60 km, 每年的风沙和河流侧蚀坍塌入黄沙量增加至0.2863亿t。一般来说, 风沙粒径较粗, 其沉降速度大, 不易为水流所挟带, 因此风沙入黄成为该河段河床淤积物的来源之一。

#### 4 结语

根据黄河沙漠宽谷段巴彦高勒—三湖河口代表年份水沙条件、河道大断面定位观测资料, 分析了黄河沙漠宽谷段代表年份汛期和非汛期水沙关系的变化特点、河床演变特征及大型水库调控的影响。结果表明:

(1) 黄河沙漠宽谷河段近年来水沙关系发生很大变化, 来水来沙量的减少主要发生在汛期, 汛期与非汛期水沙量向均衡化发展, 大流量的出现几率减小。水沙关系的变化引起河床发生相应调整, 造成河床抬高, 平滩流量减小, 河道摆动严重。

(2) 黄河沙漠宽谷河段近年来水沙关系发生调整, 主要受天然降水、人类活动、上游水库的调水调沙作用及大量风沙及孔兑沙入黄的影响。

(3) 龙羊峡水库对流量的调节作用是刘家峡水库的10 多倍。龙羊峡水库、刘家峡两水库对径流的调节基本上为线性调节，且龙羊峡的调节作用远大于刘家峡的。龙羊峡水库对泥沙的调节基本上为非线性调节，在入库泥沙小于0. 2 亿t 时调节作用很大，排沙量变化不大；入库沙量较大时，其调节作用相对较小。

参考文献：

[1] 侯素珍，常温花，王平，等. 黄河内蒙古段河道萎缩特征及成因 [J]. 人民黄河，2007，29(1)：25-26.

[2] 张建，周丽艳，陶冶. 黄河宁蒙河段冲淤演变特性分析 [J]. 人民黄河，2008，30(8)：43-44.

[3] 李凌云. 黄河平滩流量的计算方法及应用研究 [D]. 北京：清华大学，2010.

[4] 赵文林. 黄河上游水沙变化及对宁蒙河道的影响 [C] //第十四届全国水动力学研讨会文集. 上海：水动力学研究与进展杂志社，2000：11-15.

[5] 刘晓燕，侯素珍，常温花. 黄河内蒙古河段主槽萎缩原因和对策 [J]. 水利学报，2009(9)：1048-1054.

[6] 杨根生，拓万全，戴丰年，等. 风沙对黄河内蒙古河段河道泥沙淤积的影响 [J]. 中国沙漠，2003(2)：54-61.

作者简介:张冠英(1988-)，女，山东单县人，硕士研究生，研究方向为水力学及河流动力学。

来源：人民黄河

相关文章