

(8)

大中型水库

含沙量

冲淤

冲淤比

38-41

黄河上游

第16卷第1期

水利水电科技进展

1996年2月

黄河上游干流水库建成后河道的冲淤变化

唐德善

(河海大学水力发电工程系 南京 210098)

TV 147.3

摘要 本文以黄河上游已建的大中型水库为例,在分析以往研究成果的基础上,总结了水库上、下游河道冲淤的基本规律,并对其合理性进行了分析。

关键词 水沙条件 含沙量 冲淤量 冲淤比 冲深

1 黄河上游水库及河道概况

黄河上游已建6座大、中型水库,形成梯级水库群,其年运行方式大致分为四个时期:5~6月灌溉供水;7~10月灌溉供水、防洪调度、水库蓄水;3月上、中旬为宁蒙河段防凌;其余月份为发电。工程特性见表1。兰州以下河道的基本情况见表2。

2 来水、来沙情况

黄河头道拐以上集水面积占全流域的48.9%,据1919~1967年(刘家峡水库建成前)实测资料统计,头道拐以上多年平均来水量为256亿 m^3 ,约占黄河总水量的一半。

河口镇以上多年平均年来沙量为1.51亿 t (头道拐站),占全河来沙量的9.43%。从河段沙量分布情况看,兰州至青铜峡区间,由于支流祖厉河及清水河的汇入,沙量增加较多,使青铜峡站的中值粒径明显增大,年均沙量为2.05亿 t ,达全河段最大。

3 上游水库建成后下游水、沙条件的变化

3.1 下游水、沙条件的改变

a. 水库削减洪峰作用明显。由于刘家峡水库负有防洪任务,自1968年蓄水运用以来,洪峰流量削减较明显,据1969~1985年各场洪水统计,各年削减洪峰量为23%~67%。

表1 黄河上游已建水利水电工程概况

水库名称	蓄水年月	正常蓄水位 (m)	控制流域面积 (km^2)	总库容 (亿 m^3)	天然年平均来 沙量(亿 t)	水库调节 性能	总库容比 年输沙量
龙羊峡	1986.10	2600	131420	247.0	0.249	多年	1289
刘家峡	1968.10	1735	181770	57.0	0.917	不完全年	81
盐锅峡	1961.3	1619	182550	2.16	0.917	日	1.7
八盘峡	1975.6	1578	204700	0.519	1.19	日	0.57
青铜峡	1967.4	1156	270510	6.06	2.36	日	3.4
二盛公	1961	1055	314000	0.8	1.87		0.56

注:泥沙干容重以 $1.3t/m^3$ 计。

表2 黄河上游龙羊峡至河口镇河段梯级水库及测站位置

项目	兰州	青铜峡	石嘴山	渡口堂	三湖河	昭君坟	包头	头道拐	河曲旧城
河段长(km)	485.4	194.6	158.1	204.4	125.9	58.0	115.8	143.1	
比降(‰)	0.82	0.26	0.24	0.15	0.11	0.09	0.11	0.84	
弯曲度				1.16	1.58	1.75	1.25		

b. 改变了水、沙年内分配过程。由于水库的调蓄作用,使水、沙年内分配趋于均匀。

c. 水库拦沙作用。从图 1 中可看出水库的拦沙作用。头道拐的 70 年系列可分为 A、B、C 三个阶段,各阶段中的多年平均来沙量逐渐减少。在刘家峡和龙羊峡水库蓄水当年,下游头道拐站的水、沙量突然减少,即显示出水库的蓄水拦沙作用。

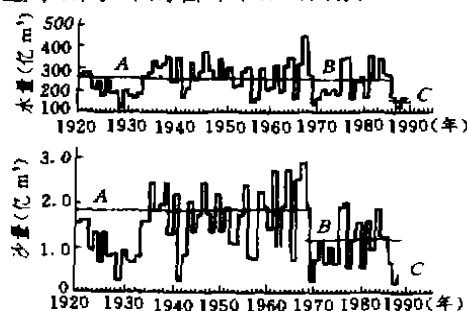


图 1 头道拐(河口镇)水、沙量

时段平均: A—刘家峡水库建成前; B—刘家峡水库建成后; C—龙羊峡水库建成后

3.2 含沙量变化

国内外的大量资料已证实,上游修建水库后,下游含沙量将明显降低。黄河上游几个梯级水库建成后,对下游的影响见图 2。其基本特点是:临近该水库的下游站,含沙量减少较为明显,处于本河段最下游的头道拐站距刘家峡水库 1441.1 km,距青铜峡水库 857.7 km,由 1954~1985 年 30 年的综合

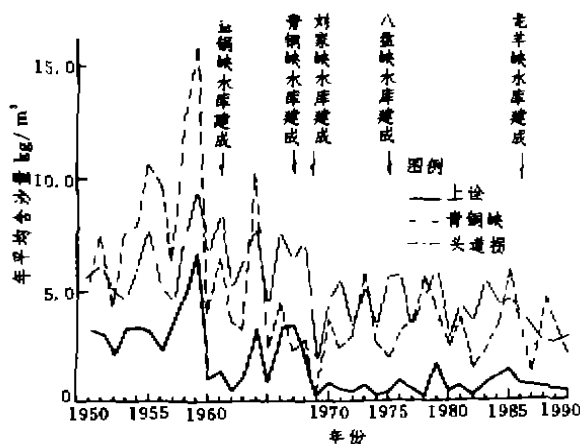


图 2 黄河上游梯级水库建成前后含沙量沿程变化

情况分析可知,含沙量也较上游建库前有明显减小的趋势。其中,1969 年是刘家峡和青铜峡水库拦沙起作用的一年,下游含沙量明显降低,占建库前的 25.7%,以后随着时间的增长,该站含沙量增到建库前的 60%~70%。

4 建库前后河道冲淤变化

4.1 冲淤量计算

上游建库前后长河段冲淤情况计算,以水文站实测资料为依据,先按下式计算年平均冲淤量,再以同流量的水位变化趋势进行复核后确定。

$$\Delta W = (W_{干,上} + W_{支} - W_{灌} + W_{灌回}) - W_{干,下}$$

式中 ΔW 为河段冲淤量,负值为冲刷,正值为淤积; $W_{干,上}$ 为干流河段上游水文站实测沙量,沙量以 t 计; $W_{干,下}$ 为干流河段下游水文站实测沙量; $W_{支}$ 为计算河段区间支流来沙量; $W_{灌}$ 为计算河段区间灌溉引水带走的部分沙量; $W_{灌回}$ 为计算河段区间灌溉回归水带入黄河的部分沙量。

今按刘家峡水库建库前、后及龙羊峡水库建库后分三个时段,计算结果见表 3。

从计算结果看,建库前仅兰州至三湖河口河段有冲刷,三湖河口以下至河口镇大部分为淤积;刘家峡水库建库后则全河段有冲刷,各阶段河段冲刷量见表 3。表中所列建库前冲淤量包括盐锅峡水库的冲刷作用,建库后冲刷量包括青铜峡水库对下游的冲刷作用。

据统计,自刘家峡水库建成后至龙羊峡水库蓄水前,18 年内兰州至头道拐(河口镇)河段共冲刷泥沙 13.7 亿 t;龙羊峡水库蓄水后至 1989 年 6 月,该河段冲刷量为 1.09 亿 t。该冲刷量计及了上游区间支流来沙量及下游各大灌区的灌溉引水引沙量。同时从表 3 中还可看出各河段各时期冲刷深度的变化范围。

此外,由于水文站水位升降在一定程度上受较长河段河床冲淤所控制,还可以从水文站的历年同流量水位过程分析建库后的河道冲淤情况,如图3所示。该图从另一方面反映本河段的冲淤性质。图中绘制了石嘴山、三湖河口、头道拐三站的水位过程。三湖河口及头道拐站由于断面发生冲刷,因此各级流量的水位呈下降的趋势。对照表3分析,各河段冲深沿河变化趋势与图3吻合

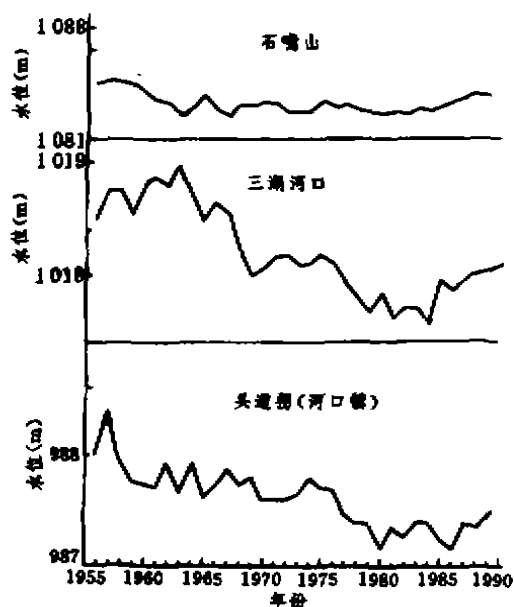


图3 各水文站 $Q=1000\text{m}^3/\text{s}$ 的水位过程

上述分析表明,兰州至河口镇河段自上游修建大型水库以后基本上处于冲刷状态。可见,刘家峡等水库建成后,下游冲刷

范围是相当远的。

4.2 合理性分析

4.2.1 冲淤比

为了对河段冲刷量进行合理性分析,今引用冲淤比的概念进行论证。冲淤比是衡量水库下游冲刷与水库淤积关系的一个重要指标,它既反映了天然河道的来沙及下游河道的边界条件,又反映了水库淤积对下游河道输沙能力的影响。冲淤比是一个比较稳定的指标,其原因是水库淤积多,下游冲刷也多。

分析几个已建成水库,三门峡水库滞洪期冲淤比为63.8%,蓄水和滞洪运用期的冲淤比为50.3%;长江葛洲坝水库建成后,估计1981~1987年冲淤比为46.4%。上述两水库虽分别处于黄河和长江,但是其冲淤比还是很接近的。黄河上游修建大型水库后,考虑到宁蒙河段,特别是内蒙河道特性接近黄河下游的情况,取冲淤比为50%进行估算。

至1989年黄河上游诸水库及支流清水河水库的淤积总量见表4。从表中可知淤积总量为26.09亿 m^3 ,按冲淤比为50%计,冲刷量为13.04亿 m^3 。根据输沙率法计算出本河段1968~1989年河段冲刷量为14.79亿 t (约11.37亿 m^3),两者比较接近,可以认为该冲刷量是合适的。实际算得的冲淤比为44%,亦合理。

表3 黄河上游建库前后河道冲淤变化情况(1955~1989年)

时 段	项 目	河 段					河段总计
		兰州至 安宁渡	青铜峡至 石嘴山	石嘴山至 三湖河口	三湖河口 至昭君坟	昭君坟至 头道拐	
1955~1967年 (刘家峡水库建库前)	冲淤总量(亿 t)	-2.24	-1.12	-2.38	1.21	0.429	-4.1
	年平均冲淤量(亿 t)	-0.172	-0.086	-0.183	0.0932	0.033	
	冲淤厚(m)	-1.46	-0.325	-0.246	0.200	0.120	
1968~1985年 (刘家峡水库运用后)	冲淤总量(亿 t)	-2.44	-6.26	-1.54	-2.18	-1.28	-13.7
	年平均冲淤量(亿 t)	-0.136	-0.348	-0.0856	-0.121	-0.071	
	冲淤厚(m)	-1.60	-1.82	-0.160	-0.359	-0.360	
1986~1989年 (龙羊峡水库运用后)	冲淤总量(亿 t)	-0.285	-1.18	0.376	0.0819	-0.082	-1.09
	年平均冲淤量(亿 t)	-0.095	-0.395	0.125	0.0273	-0.027	
	冲淤厚(m)	-0.187	-0.344	0.039	0.014	-0.023	

表 4 黄河上游水库淤积量

库 名	总库容 (亿 m ³)	拦沙量(亿 m ³)			
		建库~1969 年	1970~1979 年	1980~1989 年	建库后~1989 年
刘家峡	57.0	0.97	4.19	6.62	11.78
盐锅峡	2.16	1.7	-0.07	0.07	1.7
八盘峡	0.519		0.17	0.04	0.21
青铜峡	6.06	3.95	2.35	-0.36	5.94
三盛公	0.8	0.47			0.47
清水河水库	7.66				5.99
合 计					26.09

表 5 龙羊峡、刘家峡水库建成后的冲淤情况

时 段	河 段	冲淤深度(m)	时 段	冲淤深度(m)
1968~1986 年(刘家峡水库蓄水后至龙羊峡水库蓄水前)	兰州—安宁渡	-1.6	1986~1989 年龙羊峡水库蓄水后	-0.19
	青铜峡—石嘴山	-1.8		-0.43
	石嘴山—二湖河口	-0.16		+0.04
	三湖河口—昭君坟	-0.36		+0.01
	昭君坟—头道拐	-0.36		-0.02

4.2.2 冲刷深

表 5 列出了龙羊峡、刘家峡水库建成后兰州至头道拐河段两个时段的冲刷深度。从中可见最大冲刷深度为 1.8 m(1968~1986 年累计冲刷深度),位于青铜峡至石嘴山河段;其次为兰州至安宁渡河段累计冲刷深度为 1.6 m。上述两河段均紧接着水库下游,冲刷能力较强,随着河段的延长,冲刷能力减弱,至昭君坟河段冲刷深仅为 0.3 m 左右。

对比国内已建成水库,如丹江口水库下游黄家港至光化段 1960~1978 年冲刷深度为 2.48 m,仙桃至汉川冲刷深度 1977~

1984 年为 2.62 m(该河段距坝为 465~600 km),可见水库下游长河段内,冲刷深度是很大的。从宏观上看,黄河上游冲刷深度沿程变化趋势是合理的。

(本文是“黄河干流水文泥沙分析研究”科研成果的一部分。研究过程中,吕光圻、陈天兴、杨贵斐等同志给予了支持和帮助,在此一并致谢。)

参考文献

- 1 钱宁、周文浩.黄河下游河床演变.北京:科学技术出版社,1979.161

(收稿日期:1995-02-17)

薛城区潘庄灌区二级泵站竣工

1996 年初,国家中型电力泵站——山东省枣庄市薛城区潘庄灌区二级泵站建设全面竣工,并一次试车成功,从此彻底解决了该区南部 4 个乡镇、136 个村庄的 11.6 万亩农田浇灌难和用水难的问题。

薛城区潘庄灌区工程位于山东南部的常庄镇境内,是依托微山湖水源建设的引湖灌溉工程,属国家中型电力泵站,也是枣庄市最大的电力提水站。该工程 1990 年经山东省计委批准续建,由枣庄市水利勘测设计院设计,采取一、二级站集中取水、三级站分散扬水的工程布局。总装机容量 3940 kW,提水流量 10 m³/s,控制灌溉面积 7730 hm²,总投资 4000 万元。

一级泵站于 1992 年 10 月动工,1994 年 10 月 1 日竣工,并完成了一级站的建设配套,一次试车成功。一级泵站架设高压输电线路 12 km,建设 35 kV 变电所 1 座,泵站装机 4 台,装机容量 1920 kW,可控制灌溉面积 2046 hm²。二级泵站始建于 1994 年 10 月 1 日,泵站主体采用干室型结构,中央控制系统在山东省率先采用了计算机控制,实行流量、流速、水位、技术供水、35 kV 变电所及水泵、电机等多项自动化测量、自动化控制。二级泵站共架设高压输电线路 1.2 km,建设 35 kV 变电所 1 座,泵站装机 3 台,装机容量 1440 kW,设计扬程 14.6 m,提水流量 7.5 m³/s,建设高空 U 型渡槽 1.4 km,开挖南北干渠 4.5 km,可控制灌溉面积 3486 hm²。二级泵站的建成通水,可使全区 1/3 的耕地得到灌溉,同时又是城市供水、工业用水的后备水源,为进一步改善农业生产条件和城乡生态环境、促进全区经济发展起到十分重要的作用。

(杨其功 供稿)