

# 近 50 a 来官厅水库上游流域泥沙输移平衡研究

刘世海<sup>1</sup>, 胡春宏<sup>2</sup>, 李希霞<sup>2</sup>, 王 净<sup>3</sup>

(1. 北京交通大学 土木建筑工程学院, 北京 100044;

2. 中国水利水电科学研究院, 北京 100044; 3. 北京市水务局官厅水库管理处, 北京 100036)

**摘 要:** 近 50 a 来官厅水库上游流域侵蚀产沙总量为  $4.57 \times 10^9$  t, 其中水土保持措施拦沙量  $7.71 \times 10^8$  t, 占总产沙量的 16.89%; 水利工程拦沙量  $7.65 \times 10^8$  t, 占总产沙量的 16.76%; 引洪淤灌减沙量  $9.65 \times 10^8$  t, 占总产沙量的 21.14%; 河道淤积沙量  $8.16 \times 10^8$  t, 占总产沙量的 17.88%; 官厅水库淤积量  $7.50 \times 10^8$  t, 占总产沙量的 18.02%; 官厅水库下泄  $4.25 \times 10^8$  t, 占总产沙量的 9.31%。20 世纪的后 20 a, 流域内的水土保持措施拦沙量大幅度提升, 和 1950—1980 年间相比, 水土保持措施拦沙率提高了 26.27%。

**关键词:** 官厅水库; 上游流域; 泥沙输移平衡

文献标识码: A

文章编号: 1000—288X(2008)03—0128—05

中图分类号: S157, TV149

## Sediment Transport Balance in Upper Reaches of Guanting Reservoir Watershed in the Past Fifty Years

LIU Shi-hai<sup>1</sup>, HU Chun-hong<sup>2</sup>, LI Xi-xia<sup>2</sup>, WANG Jing<sup>3</sup>

(1. College of Civil Engineering and Architecture, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China;

2. China Institute of Water Resources and Hydropower Research, Beijing 100044, China;

3. Management Department of Guanting Reservoir, Beijing Water Resources Bureau, Beijing 100036, China)

**Abstract:** Investigation of sediment transport balance in the Guanting Reservoir watershed indicated that in the past fifty years, the total sediment yield resulting from soil and water loss was 4.565 billion tons. Soil and water conservation measures kept about 0.771 billion tons, 16.89% of the total sediment yield. Water conservancy projects retained about 0.765 billion tons, 16.76% of the total sediment yield. Irrigated lands intercepted about 0.965 billion tons, 21.14% of the total sediment yield. River beds and courses accepted about 0.816 billion tons, 17.88% of the total sediment yield. The reservoir trapped about 0.75 billion tons, 18.02% of the total sediment yield. The reservoir discharged about 0.425 billion tons, 9.31% of the total sediment yield. The amount of sediment retention by soil and water conservation from 1981 to 2000 increased about 26.27% in comparison with that from 1950 to 1980, which indicates that sediment retention has increased significantly in the recent 20 years.

**Keywords:** Guanting reservoir; upper watershed; sediment transport balance

官厅水库于 1951 年动工, 1953—1955 年为滞洪运用, 1955 年 10 月起正式蓄水运用, 当时设计库容为  $2.27 \times 10^9$  m<sup>3</sup>, 1989 年官厅水库“除险加固”工程竣工后, 拦河大坝加高了 7 m, 总库容增大到  $4.16 \times 10^9$  m<sup>3</sup>, 其中防洪库容  $2.99 \times 10^9$  m<sup>3</sup>, 成为华北地区的第二大水库。官厅水库建成近 50 a 来, 拦蓄水量近  $4.00 \times 10^{10}$  m<sup>3</sup>, 向京、津、冀地区供水  $3.80 \times 10^{10}$  m<sup>3</sup> 多, 水电站发电  $2.00 \times 10^9$  kW·h 多, 为周边地

区和北京市的经济建设做出了重要的贡献<sup>[1]</sup>。时至今日, 水库的泥沙淤积量已达  $6.47 \times 10^8$  m<sup>3</sup>, 对水库的运行构成了严重的威胁, 特别是“拦门沙坎”的形成, 致使妫水河库区约  $2.00 \times 10^8$  m<sup>3</sup> 的水源有被隔开的危险<sup>[2-3]</sup>, 为此对“拦门沙坎”进行了疏浚, 以保证向下游地区供水。因而探讨官厅水库上游流域泥沙输移平衡, 可为官厅水库流域的水利、水保工程、水资源管理和官厅水库的运行及管理提供理论依据。

收稿日期: 2007-05-30

修回日期: 2007-07-18

资助项目: 国家高技术应用部门发展项目“官厅水库泥沙淤积对水资源水环境和防洪减灾的影响及综合治理研究”(SE-2002-3-15)

作者简介: 刘世海(1970—), 男(汉族), 宁夏回族自治区固原市人, 博士, 高级工程师, 主要从事水土保持与荒漠化防治的教学与科研工作。

E-mail: environmental@sina.com。

## 1 研究区概况

官厅水库位于河北省怀来县与北京延庆县境内,位于北京市西北约80 km,主要水系有桑干河、洋河和妫水河。水库上游流域面积为43 402 km<sup>2</sup>,位于112°8.3′—116°20.6′ E,41°14.2′—38°15′ N。流域多年平均降雨量406 mm,且降水多分布在7—9月,可占全年降水量的70%~80%,常发生中小面积高强度集中暴雨,流域内植被覆盖率低、植被状况差。

## 2 官厅水库上游流域产沙

### 2.1 官厅水库上游水土流失状况

官厅水库上游流域内水土流失十分严重,流域属高原背山区,流域内群山环抱,山峦起伏,黄土丘陵面积广阔,有不少山间盆地。一般盆地区植被较好,水土流失轻微。而广大黄土丘陵区沟壑发育,植被很

差,水土流失十分严重。据水电部天津勘测设计院、北京农大合编的卫星图像目视解译资料,流域内剧烈侵蚀面积占5.6%,极强度侵蚀面积占20.5%,强度侵蚀面积占5.8%,中度侵蚀面积占8.1%,轻微和较轻侵蚀面积共占60%。以此推算,全流域多年平均土壤侵蚀量约 $1.10 \times 10^8$  t/a,相应多年平均土壤侵蚀模数约 $2.50 \times 10^3$  t/(km<sup>2</sup>·a)。又据1950—1980年31 a实例资料,流域多年平均输沙量为 $3.80 \times 10^7$  t/a,相应多年平均输沙模数为880 t/(km<sup>2</sup>·a),为多年平均土壤侵蚀量的1/3<sup>[4]</sup>。

### 2.2 重点产沙区“八大沙源”

据有关侵蚀资料和现场考察,官厅流域内共有8处对下游有较大影响的集中的天然沙区,概称八大沙源。它们是源子河、十里河、浑源北山、蔚县北山、石匣里—朝阳寺区间、大泉山区、友谊水库—柴沟堡区间和万全北山等,各沙源的具体情况如表1所示。

表1 官厅流域八大沙源基本情况

沙源名称	沙源区域	泥沙输向	特征值		
			流域面积/ km <sup>2</sup>	天然沙量估计/ (10 <sup>4</sup> t·a <sup>-1</sup> )	相应侵蚀模数/ (10 <sup>4</sup> t·km <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup> )
源子河	平鲁、左云、右玉源子河流域	桑干河东榆林水库	2 100	1 400	0.67
十里河	左云、大同市十里河流域	十里河、御河及以下册田水库	1 200	600	0.50
浑源北山	浑源北部丘陵山区	浑河镇子梁水库	560	400	0.71
蔚县北山	蔚县北部、东北部丘陵山区及阳原南部山区	约90%入壶流河中下游及以下,约10%入桑干河干流及以下	850	700	0.82
石朝区间	石匣里—朝阳寺山区	桑干河朝阳寺及以下	740	600	0.81
大泉山区	天镇、阳高南部丘陵山区	约70%入南洋河,约30%入桑干河干流及以下	1 200	800	0.69
友谊区间	兴和银子河、尚义瑟尔基河流域及小蒜沟以下	东洋河土天沟及以下	1 400	600	0.43
万全北山	万全北半部丘陵山区	洋河干流及以下	580	300	0.52
八大沙源小计			8 630	5 400	0.62
官厅全流域合计			43 402	11 000	0.25

注:资料来源于《官厅水库上游泥沙运行规律研究》,水利电力部海河水利委员会,1984。

## 3 流域产沙分配

### 3.1 流域水土保持措施拦沙

水库上游流域的来沙量主要是因严重的水土流失所引起,因而加快加大流域水土流失区的重点治理则是解决泥沙问题的根本所在。据统计,该流域内侵蚀模数大于500 t/(km<sup>2</sup>·a)的面积有 $2.60 \times 10^4$  km<sup>2</sup>,全流域平均土壤侵蚀模数为2 500 t/(km<sup>2</sup>·

a),从20世纪50年代起官厅水库流域就开展了水土流失治理工作,至20世纪80年代期间治理和破坏交替进行,水土保持措施虽然起到了一定的作用,但效果不佳。据统计30 a来治理保存面积约5 000 km<sup>2</sup>,共拦蓄泥沙约 $2.00 \times 10^8$  t。1983年后,永定河上游流域被国家列入重点水土流失治理区以来,截止2000年底,官厅水库流域山西省大同地区、河北省张家口地区和北京市延庆县共治理水土流失面积

11 090.24 km<sup>2</sup>,保存面积 10 000 km<sup>2</sup> 以上,共拦蓄泥沙 3.51 ×10<sup>8</sup> t<sup>[5]</sup>,依此推算全流域内水土保持拦沙量约为 5.71 ×10<sup>8</sup> t<sup>[6]</sup>,对减缓官厅流域泥沙淤积起到了积极的作用。

### 3.2 流域内水利工程拦沙

我们先后对上游流域大中小型水库的运行及其淤积进行了调查,发现除了几个较大的水库(比如册田、友谊水库)外,目前已建的许多小型水库已经淤满

或者即将淤满,剩余可淤库容有限。据分析<sup>[7]</sup>,当水库淤积量接近总库容的 70%时,水库的拦沙效果已很小,水库基本达到淤积平衡状态,可据此进行水库的淤积估算。故对于小型水库,目前已处于“淤积平衡”状态,因缺少实测资料,其淤积量按总库容的 70%估算,求得各水库总淤积量为 1.47 ×10<sup>8</sup> m<sup>3</sup>(见表 2)<sup>[8]</sup>。流域内大中型水库的泥沙淤积量统计结果见表 3,泥沙淤积总量为 4.41 ×10<sup>8</sup> m<sup>3</sup>。

表 2 官厅流域 2000 年水库淤积量统计

						10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup>
项目	内蒙古	山西	河北	北京	总计	
座数	2	25	28	1	56	
小(一)型水库总库容	0.053	0.607	0.778	0.021	1.459	
堆沙库容	—	0.098	0.058	—	0.156	
淤积量	0.022(0.037)	0.154(0.425)	0.102(0.545)	—	0.278(1.007)	
座数	8	105	86	2	201	
小(二)型水库总库容	0.023	0.305	0.337	0.004	0.669	
堆沙库容	—	—	—	—	0.07	
淤积量	0.002(0.016)	0.15(0.214)	0.064(0.236)	—	0.216(0.466)	
合计座数	10	130	114	3	257	
总库容	0.076	0.912	1.115	0.025	2.128	
堆沙库容	0	0.098	0.058	—	0.226	
淤积量	0.024(0.053)	0.304(0.638)	0.166(0.781)	—	0.494(1.472)	

注: 括号外为 1983 年淤积量值,括号内为按总库容 70%计算值。

表 3 官厅流域大中型水库泥沙淤积状况统计

河名	序号	水库名称	所在流域	控制流域面积/km <sup>2</sup>	库容/10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup>		1987 年淤积量/10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup>	2000 年淤积量/10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup>	竣工年限/a
					总库容	死库容			
桑干河	1	册田	桑干河	16 700	5.800 0	2.140 0	2.120 0	2.400 1	1960
	2	太平窑	小灰河	1 170	0.116 0	—	0.079 8	0.081 2	1959
	3	东榆林	桑干河	3 430	0.611 0	0.100 0	0.023 3	0.066 7	1975
	4	薛家营	桑干河	—	0.120 0	0.020 0	0.020 0	0.033 1	1973
	5	恒山	唐峪	163	0.133 0	0.002 6	0.037 5	0.038 1	1964
	6	镇子梁	浑河	1 840	0.494 0	0.108 0	0.312 0	0.333 1	1958
	7	下米庄	口泉河	262	0.102 4	0.005 1	0.015 3	0.02 3 7	1967
	8	九龙湾	饮马河	196	0.106 8	—	0.088 4	0.088 4	1962
	9	巨宝庄	黑河	181	0.121 0	—	0.077 3	0.084 7	1958
	10	赵家窑	淤泥河	717	0.856 3	0.277 8	0.244 1	0.420 9	1960
	11	十里河	十里河	178	0.106 0	0.022 6	0.011 7	0.025 3	1976
	12	壶流河	壶流河	1 717	0.870 0	0.208 0	0.032 0	0.063 9	1973
小计					9.437 0	2.884 0	3.061 4	3.659 1	—
洋河	13	友谊	东洋河	2 250	1.160 0	0.062 0	0.233 3	0.317 0	1962
	14	皂火口	东洋河	717	0.197 0	0.016 2	0.010 0	0.019 8	1972
	15	孤峰山	南洋河	291	0.232 0	0.147 4	0.211 7	0.211 7	1960
	16	西洋河	西洋河	618	0.119 0	0.018 0	0.034 3	0.056 8	1971
	17	响水堡	洋河	14 140	0.575 0	0.012 0	0.098 5	0.100 0	1972
18	团结	东洋河	363	0.136 2	0.044 0	0.044 1	0.04 7 7	1971	
小计					2.419 0	0.299 6	0.631 9	0.753 0	—
合计					11.856 0	3.183 0	3.693 0	4.412 1	—

由此可以得出,官厅上游流域水利工程至2000年共拦泥沙量为 $5.88 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,拦沙总量为 $7.65 \times 10^8 \text{ t}$ (泥沙的容重取 $1.30 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ),1950—1980年水库拦沙量为 $5.00 \times 10^8 \text{ t}$ <sup>[8]</sup>,则1981—2000年水库的拦沙量为 $2.65 \times 10^8 \text{ t}$ (官厅水库未计入)。

官厅水库的泥沙淤积测量资料表明,1955—1980年期间,官厅水库泥沙淤积量为 $7.50 \times 10^8 \text{ t}$ ;1980—2000年泥沙淤积量为 $7.30 \times 10^7 \text{ t}$ ,20世纪80年代后泥沙淤积量很小。

### 3.3 流域内引洪淤灌拦沙

官厅水库上游流域洪水含沙量大,泥沙含有较高的营养成份。引洪淤灌既减沙又肥田,可做到增产丰收。流域内灌溉有500多年的悠久历史。据不完全统计(表4),石匣里以上引水能力达 $1500 \text{ m}^3/\text{s}$ 以上<sup>[9]</sup>。各主要支流,如浑河、大峪河、鹅毛河等河流的中、小洪水的水沙基本上到不了桑干河。石匣里以下洋坨区间也是如此,洋坨区间引水能力也在 $1500 \text{ m}^3/\text{s}$ 以上。如通桥河灌区有29个引水口,一般中、小洪水( $300 \text{ m}^3/\text{s}$ 以下)的水沙入不了洋河。洪塘河中、小洪水的水沙全部被本流域引用。岔道河有55个引水口,140多条渠道。大洋河有96个引水口。

该流域有地表水灌溉面积 $2.75 \times 10^5 \text{ hm}^2$ ,其中大部分有引洪用沙的灌溉习惯。据调查,全流域洪灌引沙量1950年前约为 $6.50 \times 10^6 \text{ t/a}$ ,1950—1958年间约 $1.30 \times 10^7 \text{ t/a}$ ,1958—1977年间约 $1.90 \times 10^7 \text{ t/a}$ ,1977年以后约 $2.10 \times 10^7 \text{ t/a}$ 。以此推算,1950—1980年30a间全流域洪灌引沙量共约 $5.75 \times 10^8 \text{ t}$ <sup>[9]</sup>。

20世纪80年代以来,全流域的灌溉面积为 $3.57 \times 10^5 \text{ hm}^2$ <sup>[9]</sup>,灌溉用水量已接近流域多年平均径流量。此阶段流域内年均引水量约 $1.22 \times 10^9 \text{ m}^3$ ,年均引沙量为 $1.95 \times 10^7 \text{ t}$ ,依此得出近20a来全流域共引沙量约为 $3.90 \times 10^8 \text{ t}$ <sup>[8]</sup>。

### 3.4 流域内河道滞沙

官厅水库上游流域河系沉沙包括流域内河网内的泥沙沉积和流域内河道整治工程中河滩沉沙造地中沉积的泥沙。

官厅水库上游流域河系滞沙主要是由于流域内用水量增加,各河道径流量逐渐减少所引起的。特别在降雨较少的年份,这种现象更加明显。永定河的两大干流桑干河、洋河近年来在汛期也出现几乎断流的现象。由于流量的减少,水流挟沙能力的降低,形成超饱和输沙,河道产生淤积。调查中也发现河床质明显地细化。如桑干河朝阳寺以下,洋河响水堡以下河段明显淤积。桑干河涿鹿大桥处淤高2 m多,原河槽为卵石,大的粒径一般在30~50 cm,目前已经以粗沙为主

的沙卵石河槽,卵石粒径仅2~3 cm。清水河干流淤积更为严重,永固堰原兴建时渠高27层条石,每层0.26 m厚,现在河底以上仅剩12层,淤埋了15层,淤积厚度3.9 m。御河大桥处30 a多来已淤高2 m多。

表4 官厅流域引水能力不完全统计

序号	引水灌区(口)	现引水能力/ ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ )
1	源子河腊花口灌区	120
2	凌云口	126
3	新华渠	20
4	赵家口	9
5	刘家口	29
6	水泉渠	30
7	恢河灌区	24
8	河西村	53
9	观音堂	80
10	守口堡	76
11	大峪河	286
12	孤山	50
13	南土岭	50
14	水峪口	30
15	十里河	51
16	鹅毛河	255
17	罗庄	80
估计值		1500以上
18	通桥河	422
19	万全洋河三大渠	60
20	洪塘河,东、西、南洋河	300
21	大洋河(整治后)	—
22	洗马林河	100
23	涿鹿县(四大渠)	72
24	岔道河	320
25	官厅库尾(涿鹿县)	38
估计值		1500以上
官厅以上估计引水能力		3000以上

注:资料摘自《石匣里水库可行性研究设计输沙量分析报告》,水利电力部天津勘测设计院,1989。

从大断面套绘计算,桑干河罗庄—固定桥河段淤积比较严重,平均年淤积厚度4.8 cm。其支流黄水河淤积更为严重,几乎见不到河槽。石匣里水文站大断面平均每年淤高6 cm,响水堡站为3.4 cm,洪塘河乔子沟站断面年平均淤高4.8 cm<sup>[6]</sup>。这些调查和实测资料分析计算均说明永定河上游主要河道确实在逐年淤高,且淤积速度很快,一般每年淤高2~6 cm。由于河道淤积滞沙,也暂时减少了河道的输沙量。经统计估算,石匣里以上各河道年平均滞沙量 $2.75 \times 10^6 \text{ t}$ ,官厅以上各主要河道年平均滞沙量 $6.60 \times 10^6 \text{ t}$ 左右。多泥沙河道,大都大水冲,小水淤,官厅流域河道也不例外。20世纪60—70年代以来,由于流域降雨偏少,不仅大量山峪冲积扇逐年淤高,而且不少干支流河段也有淤积过程。据调查,洋河干流柴沟堡

至响水堡 65 km 河段,桑干河干流罗庄至固定桥 85 km 河段,桑干河支流黄水河黑疙瘩一带约 30 km。洋河支流清水河下游约 20 km 河段,洋河支流洪塘河中下游约 30 km 河段及南洋河支流黄水河、黑水河、官厅库区以上的洋河、桑干河等,20 a 来基本均是淤积,淤高速度为 2~13 cm/a,平均 5~8 cm/a。再加上沿河群众淤滩造地,这就对上游来沙起到了可观的滞蓄作用<sup>[9]</sup>。

据典型河段调查,估算全流域在 20 世纪 60—80 年代河道淤积,淤滩造地共滞蓄泥沙  $4.00 \times 10^8$  t 左右,平均每年  $2.00 \times 10^7$  t,已接近灌区或水库的减沙能力。20 世纪 80 年代至 21 世纪初的 20 a 来,据海河水利委员会研究结果表明,1982—1998 年间,永定河上游册田至官厅区间河系沉沙(含河滩造地)  $3.75 \times 10^8$  t<sup>[10]</sup>。册田以上流域的拦沙量仍用其 20 世纪 60 年代以来的多年平均滞沙量计算,即年滞沙量  $1.59 \times 10^6$  m<sup>3</sup>,取泥沙容重 1.30 t/m<sup>3</sup>,近 20 a 总淤积沙量为  $4.14 \times 10^7$  t,加上册田至官厅区间的沉积沙量,则河系滞沙量(含河滩造地)约为  $4.16 \times 10^8$  t。

### 3.5 官厅水库上游流域内泥沙输移平衡研究

官厅水库的泥沙淤积与其上游流域的来沙量有直接的关系,上游来沙量大,则水库的泥沙淤积量就多;上游来沙量小,则水库泥沙淤积量就小。官厅水

库上游流域的水库蓄水拦沙、灌溉引沙、河系沉沙和水土流失治理等都直接影响到官厅水库的泥沙淤积。

官厅水库上游流域泥沙输移平衡可用下式表示

$$W_t = W_{SK} + W_{WR} + W_{ID} + W_{RD} + W_{GI} + W_{GD} \quad (1)$$

式中:  $W_t$  ——流域侵蚀产沙总量( $10^8$  t);  $W_{SK}$  ——水土保持拦沙量( $10^8$  t);  $W_{WR}$  ——流域内水利工程拦沙量( $10^8$  t);  $W_{ID}$  ——流域灌区引沙量( $10^8$  t);  $W_{RD}$  ——上游流域河系沉沙量( $10^8$  t);  $W_{GI}$  ——官厅水库淤积沙量( $10^8$  t);  $W_{GD}$  ——官厅水库下泄沙量( $10^8$  t)。

综上所述,官厅水库流域近 50 a 来泥沙输移平衡结果如表 5 所示。由表 5 可以看出,1950—1980 年官厅流域总产沙量为  $2.85 \times 10^9$  t,其中水土保持措施拦沙量为  $2.00 \times 10^8$  t;上游流域内水利工程拦沙量为  $5.00 \times 10^8$  t;上游流域灌区引沙量为  $5.75 \times 10^8$  t;上游河道沉沙(包括河滩造地)为  $4.00 \times 10^8$  t;官厅水库淤积量为  $7.50 \times 10^8$  t;官厅下泄沙量  $4.25 \times 10^8$  t。1981—2000 年流域内总产沙量  $1.72 \times 10^9$  t,其中水土保持措施拦沙  $5.71 \times 10^8$  t;流域内水利工程拦沙  $2.65 \times 10^8$  t;流域内灌区引沙  $3.90 \times 10^8$  t;流域内上游河系沉沙(包括河滩造地)为  $4.16 \times 10^8$  t;官厅水库淤积量为  $7.30 \times 10^7$  t。

表 5 官厅流域 1950—2000 年泥沙输移平衡

时段	项目	水土保持措施拦沙	流域内水利工程拦沙	流域灌区引沙	上游河系沉积	官厅水库淤积	官厅下泄	合计
1950—1980 年	沙量/ $10^8$ t	2.00	5.00	5.75	4.00	7.50	4.25	28.50
	所占比例/%	7.02	17.54	20.18	14.04	26.32	14.91	100.00
1981—2000 年	沙量/ $10^8$ t	5.71	2.65	3.90	4.16	0.73	—	17.15
	所占比例/%	33.29	15.45	22.74	24.26	4.26	—	100.00
1950—2000 年	沙量/ $10^8$ t	7.71	7.65	9.65	8.16	8.23	4.25	45.65
	所占比例/%	16.89	16.76	21.14	17.88	18.02	9.31	100.00

1950—2000 年全流域总产沙量  $4.57 \times 10^8$  t,在总沙量的组成中:以灌区引沙量最多,达  $9.65 \times 10^8$  t,占总产沙量的 21.14%;其次是官厅水库泥沙淤积,淤积量为  $8.23 \times 10^8$  t,占总产沙量的 18.02%;流域上游水库拦沙、河系沉沙和水土保持措施拦沙量分别是  $7.65 \times 10^8$ 、 $8.16 \times 10^8$ 、 $7.71 \times 10^8$  t,分别占总产沙量的 16.76%、17.88% 和 16.89%;官厅水库下泄沙量最少,仅为  $4.25 \times 10^8$  t,占总产沙量的 9.31%。

不同的时期流域泥沙分配有如下特点:(1)无论是前 30 a(1950—1980 年)还是后 20 a(1981—2000 年),流域内灌区引水引沙量很大,占流域内总产沙量

的 20%以上,对减少官厅水库入库泥沙起到了很重要的作用。(2)水土保持拦沙率由 1950—1980 年的 7.02% 增加到 1981—2000 年的 33.29%。其主要原因是 1983 年以来,官厅水库流域(永定河上游)被列为全国水土流失重点治理区域后,在流域内开展了大规模的水土流失治理工作。近 20 a 水土流失治理保存面积在 10 000 km<sup>2</sup> 以上,水土保持措施发挥了巨大的拦沙作用<sup>[5]</sup>,因而同 1950—1980 年间水土保持措施拦沙率相比,近 20 a 来的水土保持措施拦沙率上升了 26.27%。

(下转第 172 页)

- [J]. 冰川冻土, 2001, 23(2): 164—169.
- [6] 张志强, 徐中民, 程国栋, 等. 中国西部 12 省(区市)的生态足迹[J]. 地理学报, 2001, 56(5): 599—610.
- [7] 徐中民, 陈东景, 张志强, 等. 中国 1999 年的生态足迹分析[J]. 土壤学报, 2002, 39(3): 441—445.
- [8] 陈六君, 毛谭, 刘为, 等. 生态足迹的实证分析: 中国经济增长中的生态制约[J]. 中国人口·资源与环境, 2004, 14(5): 53—57.
- [9] 刘宇辉, 彭希哲. 基于生态足迹模型的中国发展可持续性评估[J]. 中国人口·资源与环境, 2004, 14(5): 58—63.
- [10] 刘宇辉. 中国 1961—2001 年人地协调演变分析: 基于生态足迹模型的研究[J]. 经济地理, 2005, 25(2): 219—235.
- [11] 徐中民, 程国栋, 张志强. 生态足迹方法: 可持续定量研究的新方法: 以张掖地区 1995 年的生态足迹计算为例[J]. 生态学报, 2001, 21(9): 1484—1493.
- [12] 蔺海明, 颀鹏. 甘肃省河西绿洲农业区生态足迹动态研究[J]. 应用生态学报, 2004, 15(5): 827—832.
- [13] 卢远, 华璀. 广西 1990—2002 年生态足迹动态分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2004, 14(3): 49—53.
- [14] 赵先贵, 肖铃, 兰叶霞, 等. 陕西省生态足迹和生态承载力动态研究[J]. 中国农业科学, 2005, 38(4): 746—753.
- [15] 任志远, 黄青. 陕西省关中地区生态安全定量评价与动态分析[J]. 水土保持学报, 2005, 19(4): 169—172.
- [16] 戴明忠, 盛学良. 江阴市近五年生态足迹计算与分析[J]. 长江流域资源与环境, 2004, 13(5): 482—487.
- [17] 窦贻俭, 苏慧, 高超, 等. 江苏省生态足迹分析与可持续发展研究[J]. 长江流域资源与环境, 2004, 13(6): 519—523.
- [18] 白艳莹, 王效科, 欧阳志云, 等. 苏锡常地区生态足迹分析[J]. 资源科学, 2003, 24(6): 31—37.
- [19] 陈敏, 张丽君, 王如松, 等. 1978—2003 年中国生态足迹动态分析[J]. 资源科学, 2005, 27(6): 132—139.
- [20] Wackermagel, Rees W E. Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth [M]. Gabriola Island: New Society Publishers, 1996.

(上接第 132 页)

(3) 由于上游引水引沙、水土保持等拦沙能力的增加, 官厅水库泥沙淤积比例有较大幅度的减小。1950—1980 年期间, 官厅水库泥沙淤积占总产沙量的比例为 14.91%, 而 1981—2000 年所占的百分数则减小到 4.25%。(4) 官厅水库蓄水之前, 下泄泥沙量较大; 蓄水后, 永定河上游大量的泥沙淤积库内, 向下游排沙量很少, 下泄泥沙量为  $3.93 \times 10^8$  t; 1981 年以后, 官厅水库向下游未排沙。

## 4 结论

近 50 a 来官厅水库上游流域泥沙输移平衡研究表明, 泥沙分配可分为 5 个部分, 分别是水利工程拦沙; 水土保持措施拦沙; 河系沉沙(包括河滩引沙淤地); 引洪淤灌拦沙和流域泥沙下泄等 5 个部分。官厅水库以上流域近 50 a 泥沙侵蚀总量为  $4.57 \times 10^9$  t。其中水利工程拦沙总量为  $7.65 \times 10^8$  t; 水土保持措施拦沙  $7.71 \times 10^8$  t; 河系沉沙  $8.16 \times 10^8$  t; 引洪淤灌拦沙  $9.65 \times 10^8$  t; 流域泥沙下泄  $4.25 \times 10^8$  t。因此, 改善和提高上述 4 个方面的拦沙能力, 都可以有效地控制泥沙进入官厅水库, 减少泥沙对官厅水库的淤积。

1983 年开展重点治理以来, 官厅流域的水土保持拦沙率增幅很大, 近 20 a 的产沙总量中水土保持拦沙量占 33.29%, 和 1950—1980 年间的拦沙率相

比, 水土保持拦沙率提高了 26.27%, 水土保持拦沙对减少流域的产沙及水库的泥沙淤积起到了非常重要的作用。

## [ 参 考 文 献 ]

- [1] 王金林. 官厅水库的历程[J]. 北京水利, 1996(3): 17—19.
- [2] 李善征, 陈宗文, 张启舜. 官厅水库泥沙问题的研究[J]. 水利学报, 1985(3): 10—21.
- [3] 王延贵, 胡春宏. 官厅水库淤积特点及拦门沙整治措施[J]. 泥沙研究, 2003(6): 25—30.
- [4] 水利电力部海河水利委员会. 官厅水库上游泥沙运行规律研究(官厅水库防淤减淤综合措施研究——课题中间报告)[R]. 1984.
- [5] 刘世海, 胡春宏. 近廿年来官厅水库流域水土保持拦沙量估算[J]. 泥沙研究, 2004(2): 67—71.
- [6] 刘世海. 官厅水库泥沙淤积及水质污染综合治理研究[R]. 中国水利水电科学研究院, 2003: 87—92.
- [7] 钱宁, 张仁, 周志德. 河床演变学[M]. 北京: 科学出版社, 1987.
- [8] 胡春宏, 王延贵, 张世奇, 等. 官厅水库泥沙淤积与水土调控[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2003: 13—35.
- [9] 水利电力部天津勘测设计院. 石匣里水库可行性研究设计输沙量分析报告[R]. 1989.
- [10] 沈国舫, 王礼先. 中国生态环境建设与水资源保护利用[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2001: 170—182.