

2004 HUANGHE
HEQING ZIXUN
BAOGAO

2004

黄河河情咨询报告

黄河水利科学研究院



黄河水利出版社

2004 黄河河情咨询报告

黄河水利科学研究院

黄河水利出版社

图书在版编目(CIP)数据

2004 黄河河情咨询报告 / 黄河水利科学研究院.
郑州: 黄河水利出版社, 2006.10
ISBN 7-80734-114-9

I.2… II.黄… III.黄河-含沙水流-变化-2004-咨询
报告 IV.TV152

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 095105 号

策划编辑: 王路平  0371-66022212  13623813888

出版社: 黄河水利出版社

地址: 河南省郑州市金水路 11 号 邮政编码: 450003

发行单位: 黄河水利出版社

发行部电话: 0371-66026940 传真: 0371-66022620

E-mail: hhs@cbs@126.com

承印单位: 黄河水利委员会印刷厂

开本: 787 mm × 1 092 mm 1 / 16

印张: 22.5

字数: 520 千字

印数: 1—1 500

版次: 2006 年 10 月第 1 版

印次: 2006 年 10 月第 1 次印刷

书号: ISBN 7-80734-114-9 / TV · 471

定价: 50.00 元

《2004 黄河河情咨询报告》编委会

主任委员：时明立

副主任委员：高 航

委 员：康望周 姜乃迁 江恩惠 姚文艺
潘 恕 张俊华 李 勇 史学建

《2004 黄河河情咨询报告》编写组

主 编：时明立

副 主 编：姚文艺 李 勇

编写人员：侯素珍 左仲国 马怀宝 尚红霞
李小平 王 平 孙赞盈 茹玉英
李书霞 张晓华 李 勇 冉大川
张俊华 曲少军 陈书奎 赵业安
吕光圻 张胜利

技术顾问：潘贤娣 钱意颖 赵业安 张胜利
王德昌

2004 咨询专题设置及主要完成人员

序号	专题名称	负责人	主要完成人			
1	2004 年黄河流域水沙特性分析	尚红霞 茹玉英	尚红霞 李小平 李 萍	茹玉英 彭 红 张 玮	孙赞盈 汪 峰 赵 放	郑艳爽 王卫红 张国俊
2	黄河中游水土保持措施的水沙响应分析	左仲国	左仲国 康玲玲	冉大川 王金花	陈江南 董飞飞	张晓华 张胜利
3	2004 年三门峡库区冲淤变化	侯素珍 王 平	侯素珍 楚卫斌	王 平 伊晓燕	姜乃迁 张 超	田 勇
4	2004 年小浪底水库运用及库区水沙运动特性分析	马怀宝 李书霞	马怀宝 石标钦 胡 恬	张俊华 李昆鹏	陈书奎 蒋思奇	李书霞 王 岩
5	2004 年黄河下游河床演变特性及低含沙水流冲刷时期河道调整规律研究	张晓华 李小平	李小平 苏运启 王卫红	尚红霞 曲少军 彭 红	张晓华 郑艳爽 汪 峰	李 勇 孙赞盈
6	黄河下游“8·24”洪水流量沿程增大原因初步探讨	李 勇 孙赞盈 尚红霞	孙赞盈 汪 峰 张俊华 郑艳爽	李 勇 尚红霞 苏运启	曲少军 王卫红 申冠卿	彭 红 李小平 李书霞
7	小浪底水库运用5年库区和下游河道冲淤特性分析	尚红霞 茹玉英	尚红霞 李 勇 王卫红 彭 红	茹玉英 苏运启 李小平 张 玮	韩巧兰 孙赞盈 汪 峰 赵 放	张晓华 申冠卿 郑艳爽 张国俊
8	2000~2004 年黄河水沙分析	赵业安	吕光圻 金双彦	赵业安 曾茂林	戴明英	李雪梅

前 言

2004 年黄河来水来沙较多年平均仍显著偏少,如花园口断面来水量较多年(1956~1999 年,下同)均值偏少 39.1%,为 240.8 亿 m^3 ,入海(利津断面)水量 198.3 亿 m^3 ,较多年平均值减少 38.3%;相应断面的输沙量分别较多年平均值减少 80.7%和 66.7%,分别为 2.01 亿 t 和 2.70 亿 t。2004 年除伊洛河和大汶河降雨偏多以外,流域其他地区的降雨均偏少。同时,暴雨洪水也显著减少,如只有 8 月下旬黄河中游潼关水文站发生了一次洪峰流量为 2 300 m^3/s 的洪水过程(简称“04·8”洪水),经过三门峡水库、小浪底水库调节后在下游形成了一次高含沙洪水过程,小浪底洪峰流量 2 590 m^3/s ,最大含沙量 352 kg/m^3 ,平均含沙量 95.3 kg/m^3 。洪水在下游传播过程中出现了少有的非漫滩洪水洪峰流量沿程增大的“异常”现象。

小浪底水库以蓄水拦沙运用为主,由于来沙量少,库区淤积量少,并主要集中淤积在支流上。2004 年利用小浪底水库的汛前蓄水量分为两个阶段进行了黄河第三次调水调沙试验,历时 24 d。同时,结合在小浪底库区实施人工扰沙,通过小浪底、三门峡和万家寨三座水库联合调度成功塑造了人工异重流,减少了小浪底库区的淤积,实现了下游河道的全程冲刷。在调水调沙试验期间,为尽快增大高村—孙口“瓶颈”河段的河槽过洪能力,还在下游局部河段进行了人工扰沙试验。

结合 2004 年黄河出现的新情况,重点围绕以下问题开展了咨询分析工作:

(1)初步分析了黄河中游淤地坝建设对泥沙级配的影响和黄河中游水土保持措施不同配置对暴雨洪水的作用。

(2)针对洪水不断减少的状况,寻求减少三门峡水库淤积、降低潼关高程的措施;重点分析了非汛期按最高水位 318 m 控制运用的效果、充分发挥桃汛洪水对潼关高程冲刷作用的可能性、汛期敞泄排沙的作用。

(3)进一步研究小浪底水库异重流形成和输移的条件,并分析了 2005 年小浪底库区人工塑造异重流的可能性;分析小浪底库区支流淤积比例增大的原因。

(4)为维持下游河道的冲刷(减淤)效果,同时尽量减少小浪底库区的淤积速率,对小浪底水库调水调沙运用指标提出意见和建议;研究不同流量级对下游河道的冲刷效果、下游高效冲刷流量级,以及不同粒径泥沙冲淤规律和小浪底水库运用初期维持下游河道不淤积所允许的洪水排沙比。

在研究工作中,因受资料、进度要求等多方面因素的制约,所使用的不少水文泥沙资料为报讯资料,所得结果可能与以后由整编资料分析得到的结果有出入,敬请谅解。

研究报告中参考了大量文献资料,但在参考文献目录中并未全部列出,在此对所有被引用成果的作者表示衷心感谢,并对未列入参考文献目录的作者表示歉意。

咨询报告由姚文艺负责统稿。报告编写中得到了黄委内外不少单位及相关专家的支持和帮助,特此致谢。另外,对黄河水利出版社精心编辑本报告并给予出版表示十分感谢。

黄河水利科学研究院
黄河河情咨询报告项目组

2005 年 5 月

目 录

前 言

第一部分 综合咨询研究报告

第一章	黄河流域近 5 年水沙特点分析	(3)
第二章	水土保持措施对洪水的影响及淤地坝对泥沙的分选作用	(14)
第三章	三门峡库区冲淤演变及其对万家寨水库运用的要求	(25)
第四章	小浪底库区冲淤演变及异重流输移特性分析	(37)
第五章	低含沙水流冲刷期下游河道冲淤演变规律分析	(47)
第六章	认识与建议	(67)

第二部分 专题研究报告

第一专题	2004 年黄河流域水沙特性分析	(73)
第一章	降雨概况	(74)
第二章	流域水沙特点	(77)
第三章	洪水情况	(82)
第四章	水库运用及对干流水沙的影响	(94)
第五章	近 5 年流域中下游水沙资源配置特点	(99)
第六章	主要认识	(103)
第二专题	黄河中游水土保持措施的水沙响应分析	(104)
第一章	黄河中游暴雨洪水侵蚀产沙基本特征	(106)
第二章	典型支流水土保持措施对洪水的影响	(108)
第三章	不同治理程度和措施配置对洪水的影响	(111)
第四章	典型支流水沙关系变化分析	(113)
第五章	水土保持措施对输沙粒径的影响	(117)
第六章	结论与建议	(124)
第三专题	2004 年三门峡库区冲淤变化	(125)
第一章	入库水沙条件	(126)
第二章	水库运用情况	(130)
第三章	水库冲淤特点	(133)
第四章	汛期排沙特点	(138)
第五章	同流量水位变化	(141)
第六章	潼关高程变化	(142)
第七章	降低潼关高程对桃汛期万家寨水库运用的要求	(146)
第八章	主要认识	(150)
第四专题	2004 年小浪底水库运用及库区水沙运动特性分析	(151)
第一章	水沙条件	(152)
第二章	水库调度	(158)

第三章	库区淤积形态及库容变化	(162)
第四章	第三次调水调沙人工异重流分析	(173)
第五章	2004 年异重流分析	(185)
第六章	结论与认识	(189)
第五专题 2004 年黄河下游河床演变特性及低含沙水流冲刷时期河道		
	调整规律研究	(190)
第一章	下游水沙概况	(191)
第二章	2004 年洪水及其特点	(199)
第三章	2004 年下游河道冲淤演变分析	(207)
第四章	黄河下游不同历史时期分组泥沙输沙及冲淤特点	(216)
第五章	低含沙水流冲刷时期洪峰期细颗粒泥沙含量对河道冲刷效率的影响	(222)
第六章	低含沙水流冲刷时期洪水期不同粒径泥沙冲淤特性	(224)
第七章	低含沙水流冲刷时期下游河道沿程调整规律	(227)
第八章	认识与建议	(235)
第六专题 黄河下游“8·24”洪水流量沿程增大原因初步探讨		
第一章	“8·24”高含沙洪水演进及河道冲刷概况	(238)
第二章	高含沙洪水“异常”现象研究现状	(252)
第三章	“8·24”高含沙洪水流量沿程增大原因初步探讨	(255)
第四章	结 论	(273)
第七专题 小浪底水库运用 5 年库区和下游河道冲淤特性分析		
第一章	小浪底水库入库水沙特点	(275)
第二章	小浪底水库运用特点	(279)
第三章	小浪底水库对水沙的调节作用	(283)
第四章	小浪底水库冲淤特点	(291)
第五章	5 年进入下游的水沙特点	(295)
第六章	下游河道冲淤分析	(302)
第七章	小浪底水库初期与三门峡水库蓄水拦沙期间的对比分析	(310)
第八章	结论与认识	(316)
第八专题 2000~2004 年黄河水沙分析		
第一章	黄河流域降水量	(318)
第二章	黄河干支流主要站实测水量	(320)
第三章	黄河流域天然径流量	(324)
第四章	降雨径流关系	(327)
第五章	黄河干支流输沙量	(329)
第六章	洪水及流量级变化特征	(331)
第七章	结论与认识	(350)
参考文献		(352)

第一部分 综合咨询研究报告

第一章 黄河流域近 5 年水沙特点分析

近十几年来，由于人类活动及气候变化等因素的共同影响，黄河的水沙情况发生了很大变化，尤其是在降雨量减少不多的情况下，天然径流量大幅度地减少。本章主要对 2000~2004 年的降雨、径流、产沙等情况进行了综合分析。

一、降雨

黄河流域 2000~2004 年平均降雨量为 430.9 mm，比多年均值(1956~1999 年平均值，下同)偏少 3.9%，比 20 世纪 90 年代偏多 2.1%。其中头道拐以上比多年均值偏少 10.4%，三门峡以下比多年均值偏多 5.4%，其他分区和多年均值基本持平(见表 1-1)。

表 1-1 黄河流域年降雨量统计

分 区	不同时段降雨量(mm)							
	2000 年	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年	5 年平均	90 年代	多年平均
兰州以上	412.9	434.5	375.6	524.9	418.0	433.2	470.9	484.6
兰州—头道拐	182.9	238.3	261.0	282.4	219.4	236.8	266.3	263.5
头道拐—龙门	338.9	418.4	436.9	545.4	415.5	431.0	403.6	435.6
龙门—三门峡	478.7	469.4	505.9	735.7	462.5	530.4	491.7	541.8
三门峡—花园口	657.1	521.6	578.1	991.8	668.4	683.4	603.6	659.5
花园口以下	681.5	525.8	381.7	922.2	988.0	699.8	663.9	647.0
内流区	165.6	293.0	327.1	291.4	272.0	269.8	260.5	274.3
全流域	381.8	404.0	404.2	555.6	409.2	430.9	422.2	448.6

注：2004 年是报讯资料，11~12 月降雨按 20 世纪 90 年代年内分配比例数插补。

5 年中年降雨量最多的为 2003 年，达到 555.6 mm，比多年均值偏多 23.8%，是新中国成立以来第 5 位多雨年；最少的是 2000 年，年降雨 381.8 mm，比多年均值偏少 14.9%，是新中国成立以来第 6 位少雨年。年降雨量最多最少的比例为 1.46：1。在 2003 年出现了多年以来少有的“华西秋雨”现象。2003 年前 5 个月严重偏枯，但进入汛期，特别是秋汛后，降雨大幅度增加，增雨区主要在汾河、泾河、洛河、渭河、三门峡—花园口区间、花园口以下，以上各区 7~10 月降雨量比多年均值偏多 55%~75%，形成了黄河流域自 1964 年以来的第一次“华西秋雨”。

二、径流量

(一) 实测径流量

表 1-2 是黄河干支流主要水文站的实测水量，可以看出，近 5 年黄河水量普遍偏枯，如兰州、头道拐、龙门、三门峡、花园口站，5 年平均实测水量较多年均值偏少 24%~53%，与 20 世纪 90 年代相比，亦偏少 9%~29%，且越往下游减少越多(见图 1-1)。

5 年内以 2003 年的水量最大，该年下游各站实测水量均比 20 世纪 90 年代偏多，如花园口站偏多 6.2%，利津站偏多 36.7%。河津、湫头、华县、黑石关、武陟等支流站 2003

年的水量比其他 4 年及 20 世纪 90 年代都有大幅度增加，并且除河津外大部分比多年均值还多。这主要是受“华西秋雨”的影响。但是，对于上、中游各站，其水量仍比 20 世纪 90 年代偏少，如兰州站偏少 15.4%，龙门站偏少 18.1%，三门峡站偏少 3.6%。

表 1-2 黄河干支流主要水文站 2000~2004 年实测径流量统计 (单位: 亿 m³)

水文站	2000 年	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年	5 年平均	90 年代	多年平均
唐乃亥	154.5	138.1	105.8	171.6	151.5	144.3	176.0	205.1
兰州	259.6	235.6	235.8	219.7	235.7	237.3	259.7	314.3
头道拐	140.2	113.3	122.8	115.6	127.7	123.9	156.7	223.9
龙门	157.2	139.4	156.6	162.3	159.2	154.9	198.2	275.4
三门峡	163.1	142.6	152.1	236.1	166.6	172.1	242.3	362.3
花园口	165.3	165.5	195.6	272.7	240.8	208.0	256.9	395.7
高村	136.9	129.5	157.7	257.6	229.4	182.2	222.0	370.4
利津	48.6	46.5	41.9	192.6	198.3	105.6	140.8	321.4
红旗	24.70	32.57	23.00	44.81	34.47	31.91	35.06	47.50
温家川	1.717	1.823	1.714	2.321	1.993	1.914	4.482	6.229
白家川	6.749	8.672	9.025	8.363	7.071	7.976	9.338	12.12
河津	1.506	1.619	1.994	6.372	4.661	3.230	5.085	10.88
湫头	5.880	6.911	6.428	12.47	3.447	7.027	7.500	8.735
华县	35.54	26.23	26.72	93.38	36.94	43.76	43.74	71.33
黑石关	13.61	7.388	7.667	42.97	20.98	18.52	14.56	27.02
武陟	4.044	2.995	1.055	18.17	7.088	6.670	3.73	8.284

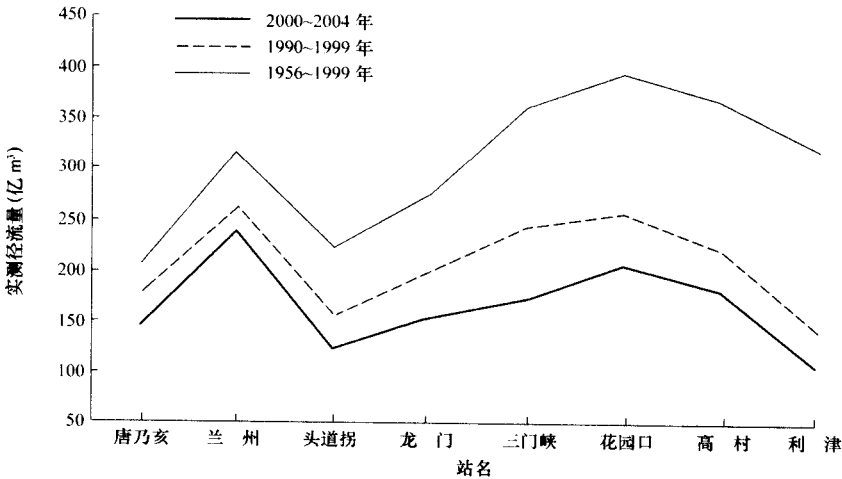


图 1-1 黄河干流沿程不同时段年均实测径流量

图 1-2、图 1-3 分别是兰州和花园口站近 5 年各年水量分配过程，兰州站主要受龙刘水库(龙羊峡水库、刘家峡水库，下同)调节和少量引水耗水影响，各年过程的趋势大体一致。花园口站因受上中游各个水库调节、人工调水调沙试验以及引水耗水等影响，各年内的分配过程各不相同。如 2000 年最大 4 个月水量发生在 3、4、10、11 月份，汛期水量只占 29.9%；2001 年发生在 3、4、5、10 月份，汛期水量只占 27.1%；2002 年发生

在 3、7、8、10 月份，汛期水量占 46.7%；2003 年发生在 9、10、11、12 月份，汛期水量占 51.2%；2004 年发生在 4、6、7、8 月份，汛期水量占 36.9%。

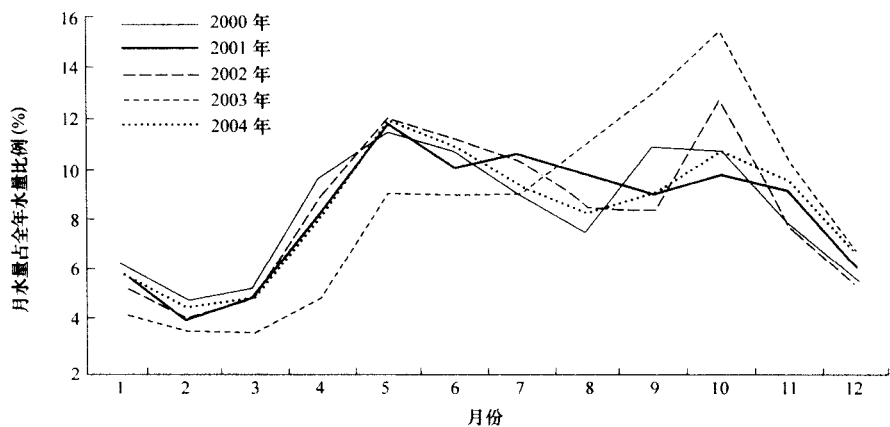


图 1-2 兰州 2000~2004 年实测径流年内分配

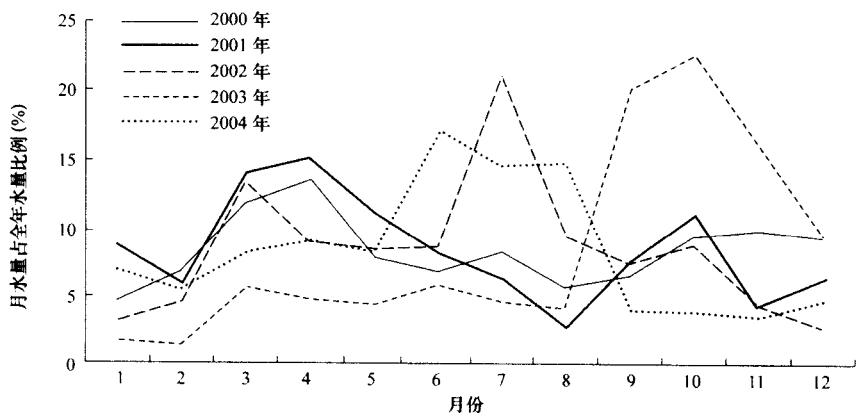


图 1-3 花园口 2000~2004 年实测径流年内分配

(二)耗水量、水库蓄水量和天然径流量

1. 耗水量

耗水量主要包括农业灌溉用水、工业用水、城镇生活用水和农村人畜用水。近 5 年黄河流域年平均耗水量为 264.0 亿 m^3 ，与多年均值相比增加了 5.6%，与 20 世纪 90 年代相比减少了 11.0%。5 年中耗水量最多的是 2002 年，比多年均值增加 14.0%；最少的是 2003 年，比多年均值减少 3.0%。在地区分布上与 90 年代相比，兰州以上和头道拐—龙门区间耗水量有所增加，而其他各区则有所下降，尤其是三门峡—花园口区间下降比例较大，约为 1/2(见表 1-3)。

表 1-3 黄河流域 2000~2004 年耗水量

分 区	不同时段耗水量(亿 m ³)							
	2000 年	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年	5 年平均	90 年代	多年平均
兰州以上	27.04	25.34	25.50	26.15	26.0	26.0	21.38	14.88
兰州—头道拐	102.66	102.16	99.01	91.72	101.0	99.31	105.89	92.86
头道拐—龙门	6.27	6.03	5.60	5.97	5.5	5.87	3.87	2.31
龙门—三门峡	33.73	34.16	33.26	29.12	32.0	32.45	35.57	29.02
三门峡—花园口	14.12	12.71	11.84	11.53	12.0	12.44	25.04	30.70
花园口以下	88.27	83.67	109.82	77.75	80.0	87.9	104.80	80.16
合 计	272.09	264.07	285.03	242.24	256.5	264.0	296.55	249.93

注：2004 年 1~6 月引自黄委水调局资料，7~12 月通过近十几年的来水和用水之间的关系估算而得。

2. 水库蓄水量

表 1-4 统计了干流 6 个主要大型水库 2000~2004 年的蓄水量。5 年中 6 个水库共蓄水 16.53 亿 m³，其中 2003 年蓄水最多，为 130.17 亿 m³，2002 年补水最多为 74.8 亿 m³，其他年份有少量补水。到 2004 年末 6 个水库总蓄水量为 237.6 亿 m³。

表 1-4 黄河干流大型水库蓄水量

水库名	1999 年末 蓄水量 (亿 m ³)	蓄变量(亿 m ³)					2004 年末 蓄水量 (亿 m ³)
		2000 年	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年	
龙羊峡	168.00	-34.00	-23.00	-42.30	64.30	5.00	138.0
刘家峡	27.30	1.50	4.80	-8.30	4.30	-0.60	29.0
万家寨	3.22	0.06	0.95	0.02	0.65	-0.94	3.96
三门峡	1.78	0.60	-0.08	-0.47	3.00	-0.71	4.12
小浪底	17.70	29.40	-2.10	-21.60	54.60	-18.4	59.6
东平湖	3.07	0.45	-0.15	-2.15	3.32	-1.62	2.92
合 计	221.07	-1.99	-19.58	-74.8	130.17	-17.27	237.6

3. 天然径流量

将耗水量和水库蓄水量还原，得到主要站的天然径流量(见表 1-5、表 1-6)，与多年均值相比，偏少 22%~35%，较 20 世纪 90 年代偏少 8%~19%。

表 1-5 黄河干流主要控制站天然径流量

水文站	不同时段天然径流量(亿 m ³)							
	2000 年	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年	5 年平均	20 世纪 90 年代	多年平均
兰 州	254.14	242.77	214.45	316.66	(270.8)	259.8	283.2	334.8
头道拐	237.30	222.68	199.80	304.61	(256.4)	244.2	286.2	338.0
龙 门	260.09	256.63	239.17	358.36	(303.2)	283.5	331.7	392.2
三门峡	301.05	292.60	267.22	467.50	(337.1)	333.1	411.2	508.5
花园口	349.87	323.33	300.30	575.42	(396.2)	389.0	452.3	568.8

表 1-6 年均降雨、实测、天然径流量

项目	时 段	控制站名				
		兰州	头道拐	龙门	三门峡	花园口
降雨 (mm)	2000~2004 年①	433.2	349.9	360.4	404.8	419.9
	1990~1999 年②	470.9	384.2	388.5	417.2	427.8
	1956~1999 年③	484.6	390.9	400.8	440	452.5
	(①-②) / ②	-8.0%	-8.9%	-7.2%	-3.0%	-1.8%
	(①-③) / ③	-10.6%	-10.5%	-10.1%	-8.0%	-7.2%
实测 径流 (亿 m ³)	2000~2004 年①	237.3	123.9	154.9	172.1	208.0
	1990~1999 年②	259.7	156.7	198.2	242.3	256.9
	1956~1999 年③	314.3	223.9	275.4	362.3	395.7
	(①-②) / ②	-8.6%	-20.9%	-21.8%	-29.0%	-19.0%
	(①-③) / ③	-24.5%	-44.7%	-43.8%	-52.5%	-47.4%
天然 径流 (亿 m ³)	2000~2004 年①	259.8	244.2	283.5	333.1	389.0
	1990~1999 年②	283.2	286.2	331.7	411.2	452.3
	1956~1999 年③	334.8	338.0	392.2	508.5	568.8
	(①-②) / ②	-8.3%	-14.7%	-14.5%	-19.0%	-14%
	(①-③) / ③	-22.4%	-27.8%	-27.7%	-34.5%	-31.6%

5 年中 2003 年天然径流量最多,如花园口站为 575.42 亿 m³,比多年均值偏多 1.2%,比 20 世纪 90 年代偏多 27.2%。但是,三门峡以上的天然径流量仍比多年均值偏少。2002 年天然径流量最少,如花园口只有 300.3 亿 m³,比多年均值偏少 47.2%,比 20 世纪 90 年代偏少 33.6%。2003 年水库共蓄水 130.17 亿 m³,2002 年因严重偏枯水库共补水 74.8 亿 m³。

由花园口以上年降雨、天然径流量相关图(见图 1-4)可以看出,20 世纪 90 年代的点子大多都在 1956~1989 年点子上方,而近 5 年的点子又都在 20 世纪 90 年代点子的上方。也就是说,尽管水量已经还原为天然径流,但是近十几年特别是近 5 年天然径流严重衰

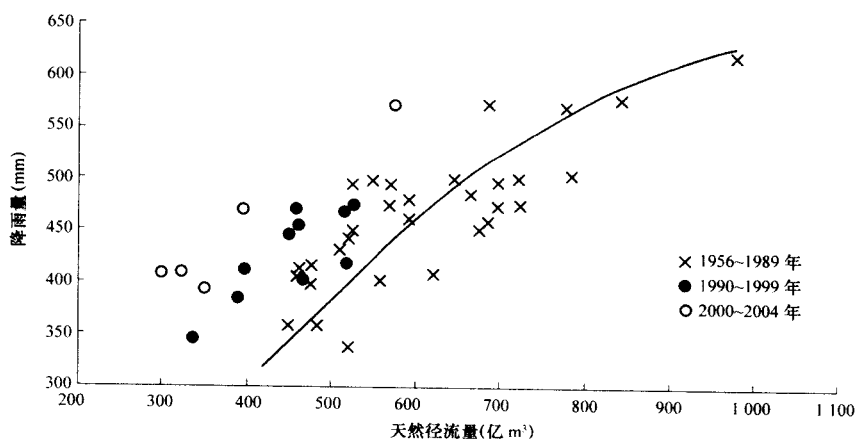


图 1-4 花园口以上年降雨、天然径流量相关图

减,粗略估计可知在同样降雨条件下,20世纪90年代的天然径流量比多年均值偏少100亿 m^3 左右,近5年要比多年均值偏少180亿 m^3 左右。

如果以20世纪50年代人类活动影响较少的天然径流量作为基准(花园口以上年均降雨量为460.8 mm,天然径流量为596.8亿 m^3),与近5年的天然径流量389亿 m^3 进行比较,则后者减少了207.8亿 m^3 。如按20世纪50年代的降雨量与天然径流量相关关系计算,近5年花园口以上年均降雨量419.9 mm,相应天然径流量应为543.8亿 m^3 ,即因降雨量变化可能导致的天然径流量减少量只有53.0亿 m^3 ,仅占减少量207.8亿 m^3 的25.5%,而诸如水土保持治理等人类活动导致下垫面条件变化所引起的天然径流量减少要占总减少水量的74.5%左右。

三、洪水

(一)洪水概况

近5年,除了2003年秋汛在黄河干支流连续发生十几次中常洪水外,其他时间只发生两次小范围的雨洪。

2002年7月中旬,在支流清涧河流域发生暴雨洪水,子长站7月5日出现建站以来最大洪峰流量4250 m^3/s 。

2003年7月底,在山西、陕西北部发生暴雨洪水,7月30日支流黄甫川洪峰流量为6500 m^3/s ,孤山川为2900 m^3/s ,朱家川为1380 m^3/s ,窟野河为2200 m^3/s 。7月30日干流府谷站洪峰流量为12900 m^3/s ,为建站以来最大值,相应最大含沙量为219 kg/m^3 ;吴堡站洪峰流量为9400 m^3/s ,最大含沙量为168 kg/m^3 。由于吴堡以下无大水量加入,洪峰削减很快,7月31日龙门洪峰为7230 m^3/s ,最大含沙量为127 kg/m^3 ;8月1日潼关洪峰流量为2150 m^3/s ,最大含沙量为65 kg/m^3 。

2003年8月下旬至10月中旬,黄河局部区域出现1964年以来少有的50多天持续降雨过程,中下游先后出现多次洪水过程。其中渭河洪水5次,华县站洪峰在2000~3500 m^3/s 之间,历时61d,洪水总量62.6亿 m^3 ,输沙量1.95亿t,平均含沙量31 kg/m^3 。伊洛河洪水5次,黑石关洪峰流量在800~2300 m^3/s 之间,历时58d;下游洪水5次,因受水库调节影响,花园口洪峰流量在2450~2780 m^3/s 之间,历时87d,洪水总量146.7亿 m^3 ,输沙量1.22亿t,平均含沙量8.3 kg/m^3 。

(二)典型断面洪水变化特点

1.潼关站

潼关是“上大洪水”的控制站。据统计,1950~1989年的年均最大洪峰流量为7727 m^3/s ,1990~1999年的年均最大洪峰流量为5053 m^3/s ,后者比前者减小34.6%。近5年的年最大洪峰均值为2866 m^3/s ,比1990~1999年均值减小43.3%,近5年年最大洪峰流量分别为2290、3000、2550、4350、2140 m^3/s 。图1-5是潼关站历年最大洪峰流量过程,可以看出,20世纪90年代以后的年最大洪峰流量比90年代以前要减少很多。

近年来各级洪水出现的次数都有明显减少,如流量大于4000 m^3/s 的洪峰,1960~1989年年均出现4.2次,1990~1999年年均出现1.3次,近5年年均仅0.2次。这说明

近年来不仅洪峰流量减小，而且洪水发生频次也大大减少。

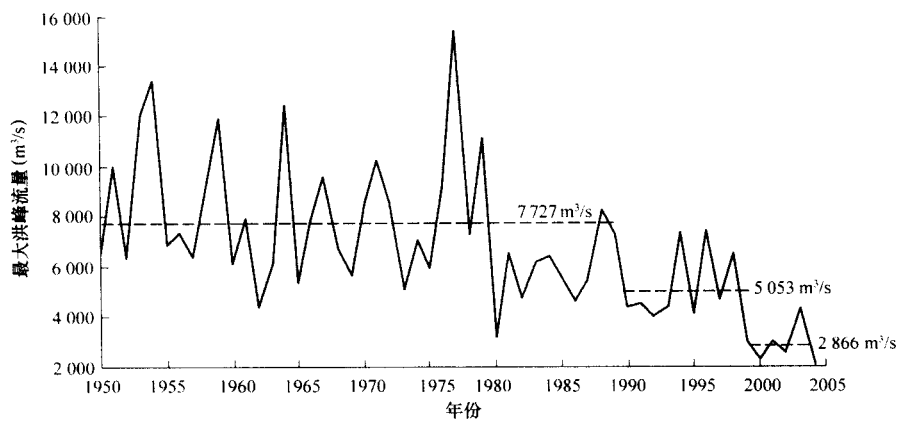


图 1-5 潼关站历年最大洪峰流量过程

从不同流量级出现的天数看，总的趋势是各年代年均出现的大流量天数越来越少，而小流量天数则越来越多(见图 1-6 和表 1-7)。例如，潼关站出现日均流量大于 1 500 m^3/s 的年均天数在 20 世纪 60、70、80、90 年代分别是 119、75、70、34 d，近 5 年更少，只有 15 d，其中汛期出现的天数分别是 89、65、64、26 d，近 5 年是 13 d，大于 3 000 m^3/s 的天数分别是 47、20、20、2 d，近 5 年是 2 d。相反，小流量级出现的天数随年代越来越多。

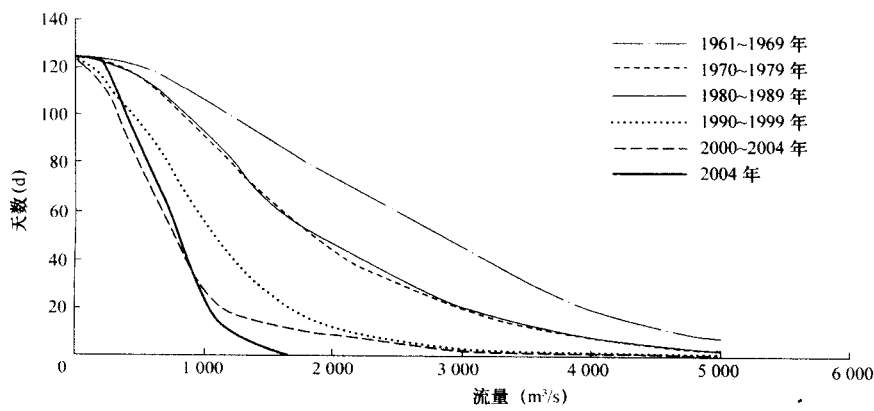


图 1-6 潼关站各年代汛期大于某流量级年均出现天数

2.花园口

图 1-7 是花园口站历年最大洪峰流量过程，可以看出，20 世纪 90 年代以后的年最大洪峰流量比 90 年代以前要减少很多。据统计，1950~1989 年年最大洪峰流量均值为 7 789 m^3/s ，1990~1999 年年最大洪峰流量均值为 4 801 m^3/s ，后者比前者减少了 38.4%。近 5 年的年最大洪峰流量均值为 2 360 m^3/s ，比 1990~1999 年又减少了 50.8%。