

ENVIRONMENTAL FLOWS OF THE YELLOW RIVER

黄河环境流研究

刘晓燕 等 著



黄河水利出版社

黄河环境流研究

刘晓燕 等 著

TV213.4

L698

黄河水利出版社

· 郑州 ·

内 容 提 要

河流的环境流是指在河流自然功能和社会功能基本均衡或协调发挥的前提下将其河道、水质和水生态维持在良好状态所需要的河川径流条件,包括流量及其过程、年径流量及关键期水量、径流连续性、水位和水温等要素。本书分析了黄河兰州以下河段的河道、水质和水生态特点,提出了现阶段健康黄河的评价指标及其量化标准;分别剖析了影响黄河河道、水质和水生态健康的主要水沙因素和基本满足各项自然功能要求的径流条件,分析了社会经济用水对黄河自然功能用水的约束,提出了维护黄河健康所应保障的各重要断面环境流量和环境水量。

本书可供从事生态环境需水、河流健康、水资源规划和水量调度、水文水资源、河床演变及水沙调控等方面研究、规划和管理的科技人员及高等院校相关专业师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

黄河环境流研究/刘晓燕等著. —郑州:黄河水利出版社,
2009. 12

ISBN 978 - 7 - 80734 - 743 - 9

I. ①黄… II. ①刘… III. ①黄河 - 水资源管理 -
研究 IV. ①TV213. 4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 202373 号

出 版 社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼 14 层 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371 - 66026940、66020550、66028024、66022620(传真)

E-mail:hhslcbs@126.com

承印单位:河南省瑞光印务股份有限公司

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:12

字数:280 千字

印数:1—1 500

版次:2009 年 12 月第 1 版

印次:2009 年 12 月第 1 次印刷

定价:40.00 元

前言

环境流或环境水流(Environmental Flows)概念出现在 20 世纪下半期的西方国家。由于人类对河川径流的过度利用或干扰,世界上许多河流在近几十年来出现了空前的健康危机,包括主槽萎缩、河道断流、水质恶化、生态退化、海水入侵等,不仅影响河流生态系统的良性运行,更直接影响了人类健康和经济社会可持续发展,在此严峻背景下,人们提出了环境流、河流健康、人类与河流和谐相处等理念,其初衷是为无限扩张的人类用水设定一个不可逾越的界限,以恢复河流的生态、自净、水沙输送等自然功能,实现人类利益和其他生物群体利益的平衡、人类近期利益和远期利益的平衡。

由于河流所处的自然和社会背景不同,不同国家对环境流赋予了不同的内涵。在欧美国家,环境流是为保护水生生物栖息地、恢复和维持河流生态系统健康、保护水质、防止海水入侵等目的所需要的水量;世界自然保护联盟(IUCN)认为,环境流是指在用水矛盾突出且水量可以调控的河流维持其正常生态功能所需要的水量,该水量应能够保证下游地区环境、社会和经济利益;许多人更把其简单地理解为维持河流在健康状态所需要的水量。不过,尽管如上多种定义,但现有文献或案例在计算方法上却主要体现在河道内鱼类生态需水和陆域淡水湿地生态需水方面,尤以鱼类生态需水计算方法居多。

在我国,由于河流不仅面临人类活动开发利用水资源对自然生态系统造成的压力,而且还面临河床淤积、主槽萎缩等更多压力,故环境流的内涵往往更加宽泛,包括生态需水、水质需水和输沙需水等,其名称也多种多样,如生态环境需水量、生态需水量和环境需水量等。

尽管我国环境流研究起步较迟,但早在 1987 年,国务院就颁布了我国第一个大江大河的水量分配文件《黄河可供水量分配方案》(国办发[1987]61 号,以下简称“八七”分水方案)。该方案规定,鉴于黄河天然径流量只有 580 亿 m^3 ,在南水北调工程生效前,相关省(区)可利用的黄河水量不得超过 370 亿 m^3 ,黄河自身用水应达 210 亿 m^3 。近 20 年来,“八七”分水方案一直是黄河水资源管理和调度的基本依据,并逐渐得到相关省(区)的一致认可;2006 年,国务院颁布的“黄河水量调度条例”(国务院令 472 号)进一步明确了方案的落实方法。在当时,这“210 亿 m^3 ”均被解释为黄河下游输沙用水,实际执行时按汛期 150 亿 m^3 、非汛期 50 亿 m^3 、下游自然损耗 10 亿 m^3 ,随降水变化丰增枯减。后来该水量的含义被扩展,被认为是现代意义的黄河生态环境用水量或环境流。

不过,“八七”分水方案并没有说明黄河各重要断面在不同时段应该保障的流量过程以及与之相应的黄河健康状况。为实施水量调度,2000 年,黄河水利委员会提出的《黄河重大问题和对策研究》将利津断面最小流量定为 50 m^3/s ;2003 年,为应对特别枯水年水量调度困难,防止干流出现水文意义上的断流,黄河水利委员会在其制定的《黄河水量调度突发事件应急处置规定》中明确了干流各重要断面的断流预警流量,其中下河沿、石嘴山、头道拐、龙门、潼关、花园口、高村和利津断面的预警流量分别为 200 m^3/s 、150 m^3/s 、

50 m³/s、100 m³/s、50 m³/s、150 m³/s、120 m³/s 和 30 m³/s。1999 年以来,经过多方面艰苦努力,在天然来水持续偏枯情况下,黄河已连续 10 年未出现断流现象,彻底扭转了 20 世纪末期几乎年年断流的局面。不过,在高度肯定黄河水量统一调度成绩的同时,也有不少人对于目前黄河各断面的流量控制标准提出质疑,认为在此小流量条件下的黄河几乎丧失了自然功能。在此背景下,为更好地落实“八七”分水方案和黄河水量调度条例,受国家“十一五”科技支撑计划和水利部水利科技创新计划的资助,启动了黄河环境流研究,本书即为该项研究成果的总结和提炼。

在深入分析河流的本质和功能、河流健康的涵义及影响因素的基础上,本书将河流的环境流界定为“在河流自然功能和社会功能基本均衡或协调发挥的前提下,能够将河流的水沙通道、水环境和水生态维持在良好状态所需要的河川径流条件”,该径流条件应体现在流量及其过程、年径流量及关键期水量、径流连续性、水位和水温等方面,以充分体现河道、水质和水生态对径流条件的多方面需求。2005 年以来,针对黄河河情特点,项目组深入论证了现阶段黄河河道、水质和水生态健康的评价指标及其适宜标准,分别论证其对河川径流条件的要求,耦合提出了维持黄河良好自然功能的用水需求,经综合考虑黄河社会功能用水需求后,提出了黄河干流典型断面的流量/水量控制标准,作为现阶段黄河各断面环境流推荐意见,其目的在于为黄河水量实时调度和区域水资源配置等提供科技支撑。

5 年来,先后参加本项研究的人员有李小平、张原锋、张建军、申冠卿、侯素珍、黄锦辉、王卫红、可素娟、张学成、常晓辉、王道席、连煜、曲少军、王新功、张建中、张晓华、李勇、姜乃迁、裴勇、王瑞玲、张新海、尚红霞、常温花、任松长、蒋晓辉、张敏、马秀梅、郭宝群和孙东坡等 40 多人,在此深深感谢他们的努力和奉献。

作者

2009 年 8 月

目 录

前 言

第 1 章 黄河河情概述	(1)
1.1 流域概况	(1)
1.2 水沙变化	(8)
1.3 小结	(19)
第 2 章 环境流内涵分析	(20)
2.1 环境流概念产生背景	(20)
2.2 河流的功能	(27)
2.3 河流健康的科学内涵	(30)
2.4 河流环境流内涵	(35)
2.5 环境流确定方法	(37)
2.6 小结	(38)
第 3 章 河道健康对径流条件的要求	(39)
3.1 河道特点和现状	(39)
3.2 河道健康指标选择	(44)
3.3 河道健康标准分析	(47)
3.4 下游河槽健康对径流条件的要求	(65)
3.5 内蒙古河段河槽健康对径流条件的要求	(87)
3.6 滩地维护对径流条件的要求	(95)
3.7 小结	(99)
第 4 章 水质保护对径流条件的要求	(100)
4.1 黄河水质现状	(100)
4.2 水质保护目标	(105)
4.3 河流水质影响因素	(111)
4.4 维持良好水质所需径流条件分析	(112)
4.5 小结	(119)
第 5 章 水生态健康对径流条件的要求	(121)
5.1 河流生态系统	(121)
5.2 生态健康标准分析	(125)
5.3 影响河流生态的水力要素	(141)
5.4 鱼类生态需水量分析	(144)
5.5 鸟类生态需水量分析	(151)
5.6 海岸稳定对黄河径流条件的要求	(157)

5.7	水生态保护对径流连续性的要求	(158)
5.8	小结	(159)
第6章	黄河环境流耦合分析	(160)
6.1	黄河自然功能需水耦合分析	(160)
6.2	黄河自然功能用水的社会约束因素	(162)
6.3	黄河环境流耦合结果	(165)
6.4	成果合理性分析	(167)
6.5	成果应用及修正	(168)
6.6	小结	(170)
第7章	黄河环境流保障措施	(171)
7.1	环境流保证度不足的原因	(171)
7.2	环境流保障措施分析	(175)
7.3	小结	(180)
参考文献		(182)
后记与致谢		(186)

第 1 章 黄河河情概述

1.1 流域概况

1.1.1 自然地理

黄河发源于青藏高原巴颜喀拉山北麓海拔 4 500 m 的约古宗列盆地,流经青海、四川、甘肃、宁夏、内蒙古、陕西、山西、河南和山东等 9 省(区),在山东省垦利县注入渤海(见图 1-1),干流全长 5 464 km,流域面积 79.5 万 km^2 (含闭流区 4.2 万 km^2)。

黄河流域地形分属三个台阶:海拔 3 000 m 以上的青藏高原、海拔 1 000 ~ 2 000 m 的黄土高原和海拔 100 m 以下的黄淮海平原。下游河床高悬于两岸地面之上 4 ~ 6 m,是淮河流域和海河流域的分水岭。

流域内降水条件差异明显,总的趋势是由东南向西北递减(见图 1-2),流域东南部的秦岭、伏牛山及泰山一带年降水量达 800 ~ 1 000 mm,而流域西北部河套平原年降水量只有 200 mm 左右。流域上中游地区面积占流域总面积的 97%,大多位于半干旱半湿润地区。根据 1956 ~ 2000 年 45 年系列,黄河流域多年平均降水量 447 mm(含内流区),年降水量的 70% 集中在 7 ~ 10 月。

黄河流域现有一级支流 111 条,集水面积合计 61.72 万 km^2 ,其中集水面积大于 1 万 km^2 的一级支流有 23 条;天然径流量(1956 ~ 2000 年系列)大于 5 亿 m^3 的一级支流 12 条,包括渭河、湟水、大通河、洮河、伊洛河、汾河、大汶河、北洛河、无定河、大夏河、沁河和窟野河等,其天然径流量之和约占黄河年径流量的 51%。

黄河上中游和中下游的分界点分别为河口镇(头道拐附近)和桃花峪(花园口附近)。黄河各河段特征值和重要水文站分布分别见表 1-1 和图 1-3。

黄河流经世界上面积最大的黄土高原。黄土高原土质疏松、坡陡沟深、植被稀疏、暴雨集中的自然特点决定其水土流失的必然性,而近两三千年来强烈的人类活动则使水土流失日益加剧。黄河流域黄土高原面积 64 万 km^2 ,水土流失面积约占其总面积的 70%(主要集中在中游河口镇—三门峡区间),其中年侵蚀模数大于 8 000 $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 的极强度水蚀面积 8.5 万 km^2 ,占全国同类面积的 64%;大于 15 000 $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 的剧烈水蚀面积 3.67 万 km^2 ,占全国同类面积的 89%。严重的水土流失,不仅使当地陷入贫困,更使黄河成为举世闻名的多沙河流,是导致黄河中下游高含沙洪水和下游河床高悬的根源,并限制了水资源的开发利用。

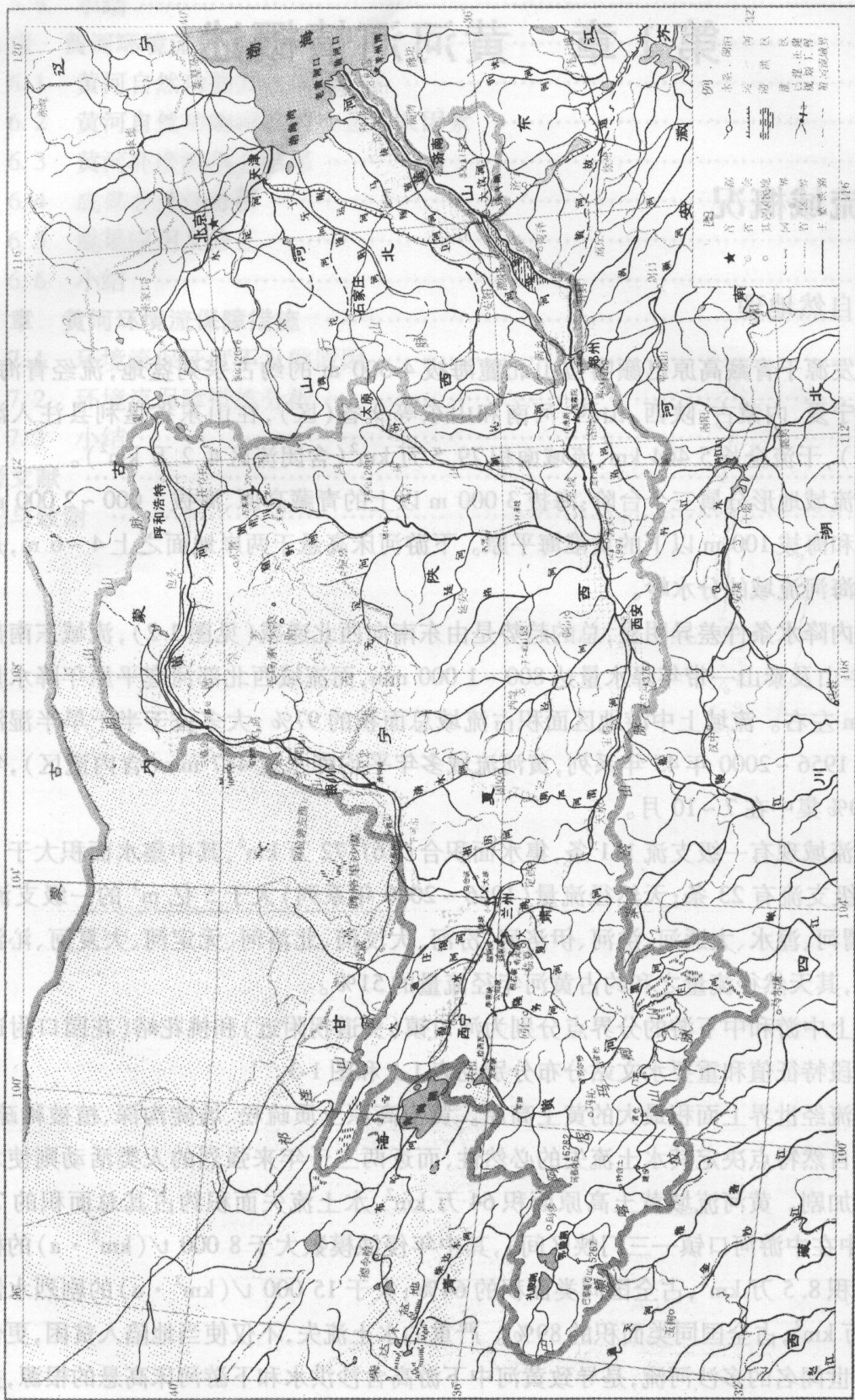


图 1-1 黄河流域简图

• 3 •

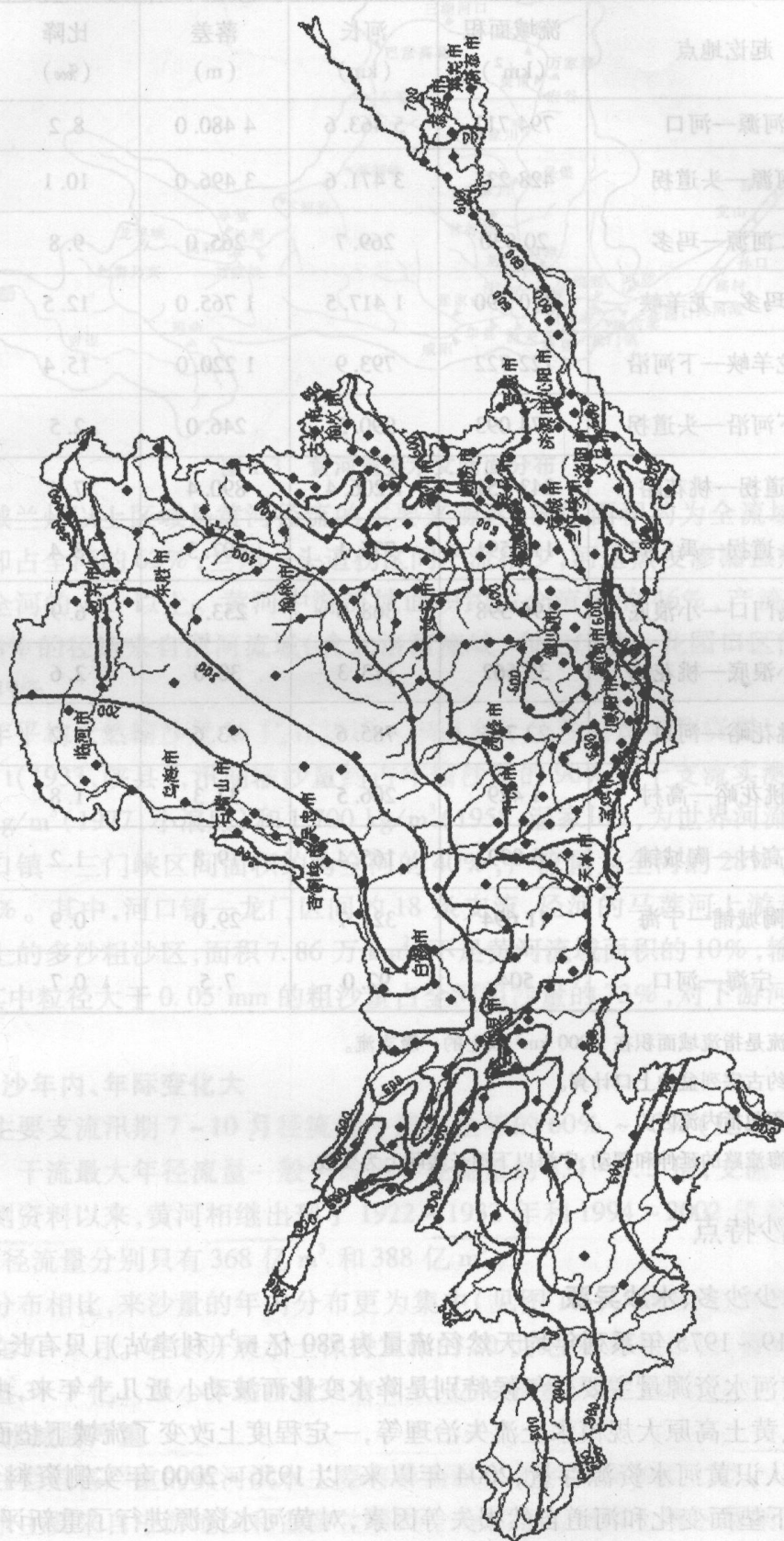


表 1-1 黄河干流各河段特征值

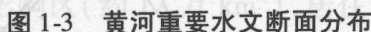
河段	起讫地点	流域面积 (km ²)	河长 (km)	落差 (m)	比降 (‰)	汇入支流 (条)
全河	河源—河口	794 712	5 463.6	4 480.0	8.2	76
上游	河源—头道拐	428 235	3 471.6	3 496.0	10.1	43
	1. 河源—玛多	20 930	269.7	265.0	9.8	3
	2. 玛多—龙羊峡	110 490	1 417.5	1 765.0	12.5	22
	3. 龙羊峡—下河沿	122 722	793.9	1 220.0	15.4	8
	4. 下河沿—头道拐	174 093	990.5	246.0	2.5	10
中游	头道拐—桃花峪	343 751	1 206.4	890.4	7.4	30
	1. 头道拐—禹门口	111 591	725.1	607.3	8.4	21
	2. 禹门口—小浪底	196 598	368.0	253.1	6.9	7
	3. 小浪底—桃花峪	35 562	113.3	30.0	2.6	2
下游	桃花峪—河口	22 726	785.6	93.6	1.2	3
	1. 桃花峪—高村	4 429	206.5	37.3	1.8	1
	2. 高村—陶城铺	6 099	165.4	19.8	1.2	1
	3. 陶城铺—宁海	11 694	321.7	29.0	0.9	1
	4. 宁海—河口	504	92.0	7.5	0.7	

注:1. 汇入支流是指流域面积在 1 000 km² 以上的一级支流。
2. 落差从约古宗列盆地山口计算。
3. 流域面积包括内流区。
4. 由于入海流路的延伸和摆动,宁海以下河长实际上为变数。

1.1.2 水沙特点

1.1.2.1 水少沙多、水沙异源

黄河 1919 ~ 1975 年系列年均天然径流量为 580 亿 m³ (利津站), 只有长江的 1/17; 自然条件下, 黄河水资源量主要受气候特别是降水变化而波动。近几十年来, 由于部分地区地下水超采、黄土高原大规模水土流失治理等, 一定程度上改变了流域下垫面的产汇流规律。为客观认识黄河水资源存量, 2004 年以来, 以 1956 ~ 2000 年实测资料为基础, 并充分考虑流域下垫面变化和河道自然损失等因素, 对黄河水资源进行了重新评价, 审订黄河年均天然径流量为 535 亿 m³, 平原区浅层地下水可开采量约为 112.3 亿 m³。



黄河多年平均天然输沙量 16 亿 t(1919~1969 年干流陕县站实测资料),最大年输沙量达 39.1 亿 t(1933,陕县),汛期输沙量约占年输沙量的 90%。干支流实测最大含沙量分别达 941 kg/m^3 (1977,小浪底)和 1700 kg/m^3 (1958,温家川),为世界河流之最。

1.1.2.2 水沙年内、年际变化大

与径流分布相比,来沙量的年内分布更为集中(见图 1-5)。黄河主要产沙支流的泥沙主要产生在 7~9 月。在未开展水土保持工作的 20 世纪 50 年代以前,潼关断面实测最大年输沙量达 37.3 亿 t,最小年输沙量只有 4.83 亿 t,相差 7 倍之多。

对经济社会危害严重的黄河洪水主要有暴雨洪水和冰凌洪水两大类。

• 5 •

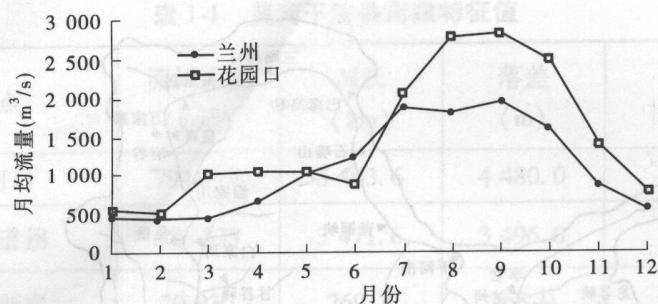


图 1-4 黄河典型断面径流量年内分布(1956 ~ 1985 年)

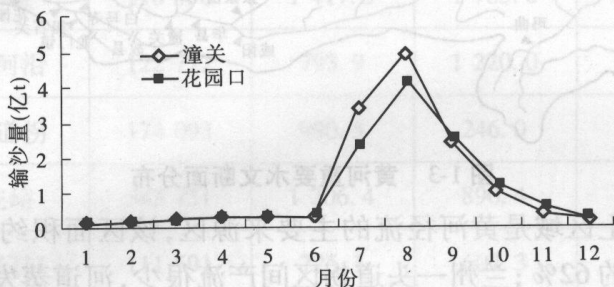


图 1-5 黄河典型断面输沙量年内分布(1950 ~ 1985 年)

频繁、强度大、历时短,形成的洪水具有洪峰高、历时短、陡涨陡落的特点,是黄河下游的主要致灾洪水。表 1-2 是黄河中下游典型历史洪水特征值。

表 1-2 黄河中下游典型历史洪水特征值

发生年份	潼关		花园口	
	洪峰流量(m³/s)	12 天洪量(亿 m³)	洪峰流量(m³/s)	12 天洪量(亿 m³)
1761	6 000	50	32 000	120
1843	36 000	119	33 000	136
1933	22 000	91.9	20 400	100.5
1954	4 460	36.1	15 000	76.9
1958	6 520	50.8	22 300	88.8
1982	4 710	28.1	15 300	65.2

注:1761 年和 1843 年洪水峰和量是通过洪水调查及清代所设水尺推算出来的。

黄河流域东西跨越 23 个经度,南北跨越 10 个纬度。冬季受西伯利亚和蒙古一带冷空气的影响,致河面结冰。春回大地时,低纬度河段的冰往往先于高纬度河段融化,大量冰块涌向尚未解冻的高纬度河段,易形成冰塞冰坝险情。在河道解冻开河期间,由于槽蓄水增量沿程释放形成的冰凌洪水主要发生在上游宁夏和内蒙古河段(以下简称宁蒙河段)、下游高村以下河段。冰凌洪水的特点是:凌汛流量不太大,但水位高,甚至会超过伏汛期;流量沿程递增,尤以内蒙古河段突出。

1.1.3 社会背景

几千年来,黄河中下游两岸的广大地区一直是我国先人们的重点活动区域,并曾长期是我国政治、经济和文化的中心,孕育了辉煌灿烂的华夏五千年文明。然而,黄河下游频繁摆动、决口和改道给人类生产与生活带来了很大不便。为了安居,人们修建了下游堤防,但堤防所致的悬河却使洪灾风险累积,一旦决口,水沙俱下,往往对区域人民群众生命财产安全和国民经济造成毁灭性灾害,掩埋于黄土之下的宋、明、清时代的繁华开封见证了洪水曾经的肆虐;1938年,黄河花园口决口造成了89万人死亡、1250万人受灾、44个县成为泽国。据统计,自公元前602年至1938年的2540年间,黄河决溢共1590次、改道26次,所谓“三年两决口、百年一改道”。因此,确保黄河下游防洪安全一直是国家安民兴邦的大事。

目前,在黄河下游洪水的影响区(约12万 km^2),居住着约9000万人口,有耕地733万 hm^2 ,是我国重要的粮棉基地。区内建成了由陇海和京九铁路、连霍高速和京珠高速等数条高等级公路等构成的重要交通网络,建成了石油、煤炭、机械加工等工业基础设施,经济已经达到很高水平,因此决口后果更不堪设想。历史上,黄河下游频繁决口改道不仅给两岸人民带来灭顶之灾,还迫使数十万人变成滩区居民;一旦成为滩区居民,就不得不接受频繁受淹的事实。目前,黄河下游滩区内人口达181万人,耕地面积25万 hm^2 。

黄河安危不仅关系到黄淮海平原地区的防洪安全,其水资源供给能力更是中国华北和西北地区国民经济可持续发展的关键因素。发生在1632~1642年的特大干旱促使了明王朝的灭亡,而1922~1932年的连续11年的特大干旱造成了易子而食的人间悲剧,更说明黄河水资源对保障社会稳定的重要意义。进入21世纪,我国提出到2020年国民经济要在2000年基础上翻两番、2050年赶上中等发达国家水平的宏伟目标,黄河水资源保障程度无疑是本区域经济社会持续发展的关键环节。

据2006年统计资料,黄河流域人口1.13亿人,占全国人口的8.8%;流域土地面积7933万 hm^2 ,占全国国土面积的8.3%;流域内外引黄灌区面积800万 hm^2 ,主要分布在宁蒙平原、汾渭盆地和下游黄淮海平原。黄河流域煤炭、稀土、石膏、石油、天然气和水电等资源丰富,其中煤炭资源约占全国的46.5%,集中在蒙、晋、陕、宁、豫等省(区)。目前,黄河正以占全国河川径流量2%的水资源,承担着本流域和下游引黄灌区占全国15%耕地面积、12%人口及50多座大中城市的供水任务,该区域恰是我国土地、矿产和能源十分丰富的地区,在国民经济发展的战略布局中具有十分重要的地位。

新中国成立以来,随着沿黄省(区)经济社会的快速发展,黄河水资源供需矛盾更日益突出。为缓解供水矛盾、合理利用黄河水资源,国务院于1987年颁布了我国第一个河流分水方案(见表1-3),作为南水北调工程生效前有关省区用水的基本原则。该方案将黄河天然径流量(580亿 m^3 ,1919~1975年系列)的370亿 m^3 分配给沿黄省区,用于人类生产生活。1999年,国务院授权黄河水利委员会依据该分水方案对全河水量实施统一调度;2006年,针对黄河水量调度出现的新情况,国务院又颁布了《黄河水量调度条例》(中华人民共和国国务院令472号),进一步明确了相关关键问题的解决原则。

表 1-3 南水北调生效前黄河可供水量的分配方案(国办发[1987]61 号文)

(单位:亿 m³)

省(区)	青海	四川	甘肃	宁夏	内蒙古	陕西	山西	河南	山东	河北、天津	合计
分水量	14.1	0.4	30.4	40.0	58.6	38.0	43.1	55.4	70.0	20.0	370.0

黄河水电资源丰富。目前,黄河干流已建和再建的大型水利枢纽 28 座,其中龙羊峡、刘家峡和小浪底三座水库总有效库容达 280 亿 m³。黄河龙羊峡以下河段已经是一条径流高度控制的河流。

1.2 水沙变化

1.2.1 径流变化

前文指出,黄河 1919 ~ 1975 年系列年均天然径流量为 580 亿 m³,自然条件下主要受气候特别是降水变化而波动。不过,近几十年来,由于人类用水量大幅度增加和流域产汇流条件改变等,黄河各主要断面的径流量已明显减少。

从 1950 年以来黄河典型断面实测径流变化情况可见图 1-6、表 1-4 和表 1-5,与 1950 ~ 1986 年相比,1987 ~ 2007 年头道拐和利津断面年径流量分别减少了 38% 和 64%,汛期水量分别减少 60% 和 66%;黄河上游径流减少幅度小于中下游。

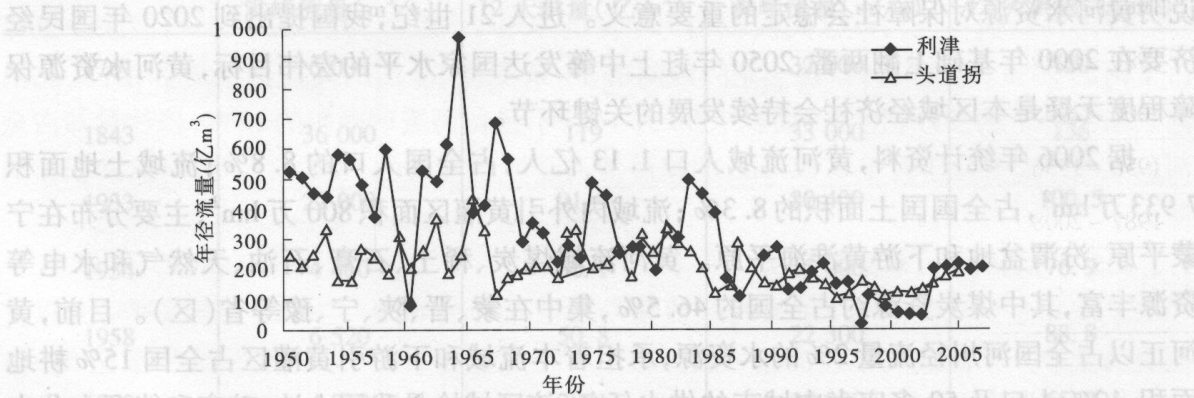


图 1-6 黄河典型断面实测年径流量变化

黄河径流变化的另一个直接表现就是始于 1972 年的断流:从 1972 年至 1999 年的 28 年中,有 22 年下游出现断流,其中 1997 年断流天数达到 226 天(利津断面)、断流河长达 704 km(见表 1-6)。

未来,黄河的径流情势主要取决于人类用水量发展和天然产水等两方面因素。

1.2.1.1 人类用水量发展趋势

几十年来黄河径流减少的首要原因显然是人类用水增加。

在 20 世纪 50 年代和 60 年代,人类耗用的黄河水量平均约 177 亿 m³/a;80 年代以

表 1-4 黄河中下游典型断面实测径流量变化

时段	实测年均径流量(亿 m ³)			实测 7~10 月经流量(亿 m ³)		
	潼关	花园口	利津	潼关	花园口	利津
1950~1959	431.2	479.9	480.4	258.2	294.3	298.6
1960~1969	444.0	505.9	501.1	264.1	287.7	294.5
1970~1979	357.4	381.6	311	196.0	214.1	187.7
1980~1989	369.2	411.7	285.8	208.6	241.6	189.7
1990~1999	248.8	256.9	140.8	108.5	116.3	86.2
2000~2008	210.8	231.5	141.8	94.8	89.4	81.6
1950~1986	406.2	454.5	412	237.9	267.0	252.0
1987~2008	240.9	257.4	146.7	110.0	114.7	88.7

表 1-5 黄河上游典型断面实测径流量变化

时段	实测年均径流量(亿 m ³)			实测 7~10 月经流量(亿 m ³)		
	下河沿	巴彦高勒	头道拐	下河沿	巴彦高勒	头道拐
1950~1959	313	287.7	246.3	189.7	177	148.2
1960~1969	354.2	273.3	266.4	216.1	170	164.5
1970~1979	314.4	230.9	229.6	164.4	120.8	122.4
1980~1989	328.7	231.4	237.4	175.9	122.3	130.1
1990~1999	248.5	155.6	158.8	99.7	53.5	58.8
2000~2008	238.6	153.6	144.2	113.8	52.8	52.7
1950~1986	326.3	261.9	248.5	190.7	153.2	147.7
1987~2008	244.9	153.6	155.3	110.3	56.5	59.7

表 1-6 20 世纪后期黄河下游断流情况

年份	最早 断流日期 (月-日)	断流次数	7~9 月 断流天数	全年断流天数			断流河长 (km)
				全日	间歇性	合计	
1972	04-23	3	0	15	4	19	310
1974	05-14	2	11	18	2	20	316
1975	05-31	2	0	11	2	13	278
1976	05-18	1	0	6	2	8	166
1978	06-03	4	0		5	5	104
1979	05-27	2	9	19	2	21	278

续表 1-6

年份	最早 断流日期 (月-日)	断流次数	7~9月 断流天数	全年断流天数			断流河长 (km)
				全日	间歇性	合计	
1980	05-14	3	1	4	4	8	104
1981	05-17	5	0	26	10	36	662
1982	06-08	1	0	8	2	10	278
1983	06-26	1	0	3	2	5	104
1987	10.01	2	0	14	3	17	216
1988	06-27	2	1	3	2	5	150
1989	04-04	3	14	19	5	24	277
1991	05-15	2	0	13	3	16	131
1992	03-16	5	27	73	10	83	303
1993	02-13	5	0	49	11	60	278
1994	04-03	4	1	66	8	74	308
1995	03-04	3	23	117	5	122	683
1996	02-14	6	15	123	13	136	579
1997	02-07	13	76	202	24	226	704
1998	01-01	14	19	113	24	142	515
1999	02-06	1		32	2	34	278

后,人类耗水量平均达 290 亿 m^3/a ,较前期增加 60% 以上(见图 1-7),其中上游用水增加幅度约 34%、中游增加 23%、下游增加 200%,即 62% 的耗水增加量来自下游。1997 ~ 2003 年,在黄河年均天然径流量只有约 358 亿 m^3 的情况下,人类消耗的河川径流量仍一直维持在 280 亿 ~ 300 亿 m^3/a ,使河川径流利用程度高达 78%,远高于人类可用水比例;即使是用水控制较好的 2004 ~ 2007 年,人类耗水量也达同期黄河天然径流量的 58.5%。

不过,根据黄河水资源公报,2000 年以来黄河流域(含下游引黄灌区)总耗水量变化很小(见图 1-7 和图 1-8),而该区 GDP 却增加了 2 倍。形成此格局可能有四方面原因:一是用水条件约束,如山西省现状耗用黄河地表水量只有其分水指标的 1/3 ~ 1/4,原因在于引水条件差。随着引水技术改善,其未来用水量可能会有所增加。二是“八七”分水方案的约束,使一些用水需求大且无多余用水指标的省(区)无法继续增加用水。三是节能、节水、减排等国家产业政策的约束,如近年黄河流域西部省(区)新上火电厂全部采用了空冷技术,其百万千瓦耗水量可较湿冷机组降低 70% ~ 80%。四是技术进步,包括节水灌溉技术和工业先进生产工艺的应用等。