

DOI:10.3969/j.issn.1004-6933.2013.02.016

黄河水量 10 年调度对生态环境影响评估

韩艳利, 王新功, 葛 雷

(黄河水资源保护科学研究所, 河南 郑州 450004)

摘要:应用遥感技术、水文水质数据和调查资料,从水量调度的角度对黄河主要断面的水环境质量、湿地类型及面积、水生生物多样性等方面进行分析,科学评价黄河水量 10 年统一调度对生态环境的影响。结果表明,黄河水量 10 年调度初步改善了黄河干流水环境,修复了黄河三角洲的淡水湿地,促进了河口生态系统的良性发展,在一定程度上增加入海营养盐通量,提高了近海鱼类的种类和数量。

关键词:水量调度;生态环境;环境评价;生态修复;黄河

中图分类号:X171.1;TV213.4 **文献标志码:**A **文章编号:**1004-6933(2013)02-0076-06

Evaluation of ecological benefits of ten-year integrated water regulation of Yellow River

HAN Yanli, WANG Xingong, GE Lei

(Yellow River Water Resource Protection Institute, Zhengzhou 450004, China)

Abstract: Remote sensing technology, hydrological and water quality data, and investigation data were used to evaluate the ecological benefits of ten-year integrated water regulation of the Yellow River in terms of four aspects: the water environment, the type and area of wetlands, and the aquatic biodiversity. The results show that the integrated water regulation of the Yellow River has improved the water environment in the main stream of the river, restored the freshwater wetlands of the Yellow River Delta, promoted the sound development of estuarine ecosystems, increased the flux of nutrients into the sea to a certain extent, and improved the species diversity and quantity of offshore fish.

Key words: water regulation; ecological environment; environmental evaluation; ecological restoration; Yellow River

由于黄河水资源总量不足,而黄河流域需水量随着社会经济不断发展增加,致使流域内水资源供需矛盾日益严重,导致了黄河下游频繁断流,湿地萎缩退化、生物多样性减少等问题的出现。为维持黄河河流生态环境,1999 年黄河水利委员会正式实施黄河水量的统一调度。笔者根据黄河水量调度 10 年来的水文、水质监测数据,结合黄河干流开展的相关生态研究成果,从水环境质量、生态基流、湿地类型及面积等方面科学评价黄河水量 10 年调度的生态环境效益和存在问题,为水资源综合管理提供技术依据。

1 黄河水量调度的实施情况

从 20 世纪 70 年代起,黄河流域由于持续来水

减少,加上水资源时空分布不均,用水量增加及水资源开发利用不当,导致黄河下游发生断流现象。特别是 1997 年,黄河下游利津水文站断流时间长达 226 天。为缓解黄河流域水资源供需矛盾,解决黄河下游断流问题,经国务院批准,1998 年 12 月,国家计划委员会、水利部联合颁布了《黄河可供水量分配及干流水量调度方案》和《黄河水量调度管理办法》,授权黄河水利委员会实施黄河水量统一调度。

1999 年 3 月,黄河水利委员会正式启动黄河水量统一调度(以下简称为水调)。以《黄河水量调度条例》颁布时间(2006 年)为界,黄河水调范围划分为 2 个时段:①在《黄河水量调度条例》实施之前,水调

作者简介:韩艳利(1974—),女,高级工程师,主要从事水资源保护及水利工程环境影响评价。E-mail:hyl-8010@163.com

时段为用水和防凌、电力调度矛盾十分突出的非汛期,即当年 11 月至次年 6 月;水调河段局限在黄河干流河段,其中 1999—2000 年,干流调度河段是刘家峡水库到头道拐、三门峡至利津河段 2 个河段,2001—2002 年起,将调度范围扩大至刘家峡以下全部河段。

②在《黄河水量调度条例》颁布后,调度时段由非汛期扩展到全年;调度河段由刘家峡以下干流河段延伸到龙羊峡以下全部干流河段,并从 2006—2007 年开始启动了洮河、湟水、汾河、伊洛河、沁河、渭河、清水河、大汶河和大黑河 9 条支流的水调工作。

黄河水调综合采取了行政、法律、工程、经济等手段,来加强水资源统一管理与调度:①行政上成立专门的水调管理机构,形成省、市、县三级水资源管理体系,建立有效的协调协商机制,实行以省区界断面流量控制为主要内容的水调行政首长负责制;②法律上颁布实施了《黄河水量调度条例》及实施细则,并以此为依据完善黄河水调的分配和管理制度;③工程上利用龙羊峡、刘家峡、万家寨、三门峡、小浪底等水库工程的联合调度合理安排水库蓄泄,确保黄河不断流;④经济上初步建立黄河水权市场和合理的水资源价格体系等。通过黄河水调管理系统,采取综合有效的措施确保黄河连续 10 年不断流。

2 对黄河干流水质的影响

水质是反映生态环境是否良好的重要指标之

一。良好的水质可为水生生物提供好的生境条件。为了与水调前水质监测资料进行对比,在黄河干流龙羊峡至河口调度河段范围内,选取了 12 个主要断面,以当年 11 月至次年 6 月为 1 个水调年度,水调前选取 1989 年 11 月—1999 年 6 月 10 个年度,共 80 个月,水调后选取 1999 年 11 月—2009 年 6 月,共 80 个月,按照 GB3838—2002《地表水环境质量标准》,将水温、pH、COD_{Mn}、NH₃-N、BOD₅、COD 等主要水质参数作为评价因子,对调度河段主要断面水调前后 80 个月的水质状况进行评价,结果见表 1。

从表 1 可知,水调前下河沿以上河段水体基本都是Ⅲ类、Ⅳ类水质。水调后,该河段满足Ⅲ类水质标准的月份数比例有所提高,满足Ⅳ类水质标准的月份数下降,所有月份均未出现Ⅴ类水。石嘴山至潼关河段是黄河干流污染比较严重的区域,与水调前相比,水调后石嘴山、头道拐断面水质有所下降;龙门、潼关断面水质没有明显改善,基本维持原有水平。水调后小浪底以下河段(花园口、高村、艾山、泺口、利津)满足Ⅳ类水质标准的月份所占比例的提高,表明该河段水质得到了一定程度的改善。

河流水质与入河污染物量的多少、水量大小及河流的自净能力等因素有关。自 1999 年水调以来,黄河流域连续 4 年出现枯水年份,总来水量趋于减少。根据水质监测资料,污染严重的渭河、汾河等支流的汇入,影响了石嘴山至潼关河段的水质,导致水

表 1 水调河段水质评价结果(调度期为当年 11 月至次年 6 月)

断面名称	统计时段	≤Ⅲ类水 月数/月	Ⅳ类水 月数/月	Ⅴ类水 月数/月	劣Ⅴ类水 月数/月	断流 月数/月	无水质数据 的月数/月	Ⅲ类水 比例/%	Ⅳ类水 比例/%
小 川	水调前	40	32	8	0	0	0	50.00	40.00
	水调后	72	1	0	0	0	7	98.63	1.37
兰 州	水调前	15	47	10	8	0	0	18.75	58.75
	水调后	50	23	0	0	0	7	68.49	31.51
下河沿	水调前	42	24	2	11	0	1	53.16	30.38
	水调后	59	16	3	0	0	2	75.64	20.51
石嘴山	水调前	38	12	12	17	0	1	48.10	15.19
	水调后	5	30	12	25	0	8	6.94	41.67
头道拐	水调前	24	30	11	15	0	0	30.00	37.50
	水调后	6	35	15	17	0	7	8.22	47.95
龙 门	水调前	40	14	20	6	0	0	50.00	17.50
	水调后	33	28	11	8	0	0	41.25	35.00
潼 关	水调前	4	10	16	50	0	0	5.00	12.50
	水调后	0	15	21	44	0	0	0.00	18.75
花园口	水调前	11	34	8	27	0	0	13.75	42.50
	水调后	31	28	11	9	0	1	39.24	35.44
高 村	水调前	44	14	11	10	1	0	55.00	17.50
	水调后	31	35	8	5	0	1	39.24	44.30
艾 山	水调前	37	9	11	20	3	0	48.05	11.69
	水调后	43	28	3	6	0	0	53.75	35.00
泺 口	水调前	39	7	15	11	8	0	54.17	9.72
	水调后	48	17	4	3	0	8	66.67	23.61
利 津	水调前	40	9	6	5	20	0	66.67	15.00
	水调后	55	15	6	4	0	0	68.75	18.75

调后该河段水质没有得到较大改善。

3 对生态需水量的影响

黄河水调不仅促进了流域社会经济的发展,还解决了黄河断流的问题及其对生态环境的影响。水调后各断面生态需水量是否得到满足是关系到河流生态系统改善的重要方面。研究参照《三门峡以下水环境保护研究》的成果^[1],确定花园口以下主要断面的低限生态需水量,分析水量统一调度前后各断面水量满足生态需水量的程度(表2)。

从各个断面月均流量数据可知,黄河花园口以下河段水调前后不同时期的水量变化不一致,其中当年11月—次年3月的月均流量水调后小于水调前,而4—6月的月均流量则相反,水调后流量大于水调前流量。由于1999年11月—2003年6月、2006年11月—2007年6月这5个年度黄河流域气候干旱、降雨稀少,每年进入下游的水量比多年同期均值偏小30%~60%,因而水调后多数断面平均流量均小于水调前。但在黄河来水严重偏枯的情况下,经过水量有效统一调度后,花园口、高村、涑口、利津4个断面4—6月的平均流量较水调前统计时段内的平均流量提高了8%~92%,尤其是利津断面增加了92%,水量统一调度改变了黄河下游频繁断流的状况。

分析各断面满足低限生态需水量的情况可知,水调前后,花园口以下各断面当年11月至次年3月的平均流量都能满足生态基流,4—6月花园口、高村、艾山河段平均流量也可以满足生态基流。但水调前涑口和利津断面4—6月的平均流量仅占相应时期低限生态需水量的84%和68%,不能满足低限生态需水量,这是由于水调前这两个断面频繁断流,断流时间累计分别为13个月和30个月。经过10年水量统一调度,涑口和利津断面水量分别增加了45%和92%,占低限生态需水量的122%和

131%,河道恢复了过流,枯水期流量增加。水调增加了涑口以下河道断面的生态流量,尤其是增加了4—6月关键生态期的流量,保障了下游河道的生态基流,改善了下游频繁断流的状况,实现了连续10年尤其是枯水年份不断流,并较好地兼顾了工农业用水和生态环境用水。

4 对黄河湿地的影响

湿地的类型及面积是生态系统稳定及抵抗外界干扰的重要指标。若湿地面积缩小,将使湿地原有结构发生变化,使生物栖息环境发生变化,失去天然的栖息地、产卵场和越冬场,减少生物多样性。因此湿地的面积及类型是生态环境评估的重要指标之一。由于黄河断流主要发生在黄河下游,重点分析水调对黄河下游河道湿地和黄河三角洲淡水湿地的影响。

4.1 河道湿地

黄河自小浪底水利枢纽以下大部分为宽浅游荡性河段,由于主河道的游荡滚动及汛期漫滩,水流分支在河床中留下许多夹河滩,一些低洼地常年积水,形成特殊的黄河河道湿地。黄河河道湿地具有自然观光和娱乐等方面的功能,郑州花园口、开封柳园口等地已被开发为沿黄风景旅游区,成为人们休闲娱乐的好去处。同时黄河下游河道湿地是行洪河道的重要组成部分,是滞洪沉沙的重要场所,在滞留黄河泥沙的同时,起到净化水质的作用。如花园口以上的沁河、蟒河等支流,污染严重,但其汇入黄河干流前,在滩区湿地蓄积,水流速度变缓,对水体起到了明显的净化作用。

黄河下游湿地作是我国生物多样性分布的关键地带,其较高的生物多样性具有重要的生态价值。为保护这些湿地资源,国家和地方政府在黄河下游建立了多个湿地自然保护区,包括河南开封柳园口湿地自然保护区、河南黄河湿地自然保护区、河南新

表2 水调期(当年11月至次年6月)主要断面水量统计

断面名称	统计时段	当年11月—次年3月			4—6月		
		月均流量/ (m ³ ·s ⁻¹)	低限生态需水量/ (m ³ ·s ⁻¹)	月均流量占 低限生态需水 量的百分比/%	月均流量/ (m ³ ·s ⁻¹)	低限生态需水量/ (m ³ ·s ⁻¹)	月均流量占 低限生态需水 量的百分比/%
花园口	水调前	665	300	222	737	600	123
	水调后	473		158	798		133
高 村	水调后	574	200	287	609	500	122
	水调后	486		241	793		159
艾 山	水调前	481	150	321	454	450	101
	水调后	395		263	602		134
涑 口	水调前	404	100	404	337	400	84
	水调后	341		341	489		122
利 津	水调前	317	50	634	205	300	68
	水调后	272		544	393		131

乡黄河湿地自然保护区和郑州黄河湿地自然保护区等,保护湿地生态系统功能,为珍稀保护动物提供良好的栖息地。开封柳园口湿地保护区冬季水禽有54种,国家和省级保护鸟类8种,郑州黄河国家级湿地保护区保护动物43种,中日候鸟保护协定的鸟类79种,是鸟类重要的繁殖地和栖息地。20世纪90年代,黄河水资源开发利用率高达66.3%,过度的水资源开发利用导致黄河下游断流,1972—1998年黄河断流85次,平均3次/a以上。黄河水资源的减少及下游的断流使下游河道湿地面积萎缩。初步估算,黄河下游河道湿地受断流影响而无法发挥正常功能的河道湿地面积有200多km²,占下游河道面积的1/4^[2-3]。根据对黄河流域1986年和2006年的遥感解译成果对比分析(表3),1986年黄河下游湿地中河流湿地占下游总湿地面积的57.1%,近海湿地占湿地总面积27.0%,2006年河流湿地占总湿地面积的49.4%,近海湿地面积占总面积的32.6%,黄河下游河道湿地以河流湿地和近海湿地为主。与1986年相比,2006年黄河下游湿地水调后滩涂湿地面积增加了15467hm²,近海水域减少了4051hm²,总体上近海湿地呈增加趋势。由于中下游河道湿地是河道行洪的一部分,与黄河来水来沙量密切相关,水调期间的调水调沙扩大了河道的过流能力,汛期洪水漫滩的几率得到提高,河漫滩湿地得到了一定程度的恢复,有助于河漫滩植被的生长。黄河水调后,基本具备正常的水流条件,受到破坏的200多km²的湿地基本得到修复。加上沿黄各省区对河道湿地保护的加强,黄河下游河道湿地能够稳定发育,为各种水禽提供了良好的栖息地、繁殖地。

4.2 黄河三角洲湿地

黄河是黄河河口三角洲湿地的缔造者,在黄河独特的水沙条件和渤海弱潮动力条件的相互作用下,黄河三角洲地区形成了我国暖温带最年轻的湿地生态系统。黄河水调之前,黄河下游频繁断流,并

表3 黄河下游湿地变化情况

湿地一级分类	湿地二级分类	1986年		2006年		1986—2006年	
		面积/hm ²	百分比/%	面积/hm ²	百分比/%	面积变化/hm ²	变幅/%
湿地	河道	67147	25.1	56819	22.1	-10327	-15.4
	滩地	85764	32.0	70163	27.3	-15601	-18.2
湖泊湿地	湖泊	12422	4.6	15314	6.0	2892	23.3
沼泽湿地	灌草沼泽	24927	9.3	22069	8.6	-2858	-11.5
人工湿地	水库	4965	1.9	6875	2.7	1910	38.5
	坑塘水面	433	0.2	1724	0.7	1290	297.7
近海湿地	滩涂	20537	7.7	36004	14.0	15467	75.3
	近海水域	51714	19.3	47663	18.6	-4051	-7.8
合计		267909	100.0	256631	100.0	-11278	-4.2

在1997年断流达226天。长时间的黄河断流直接导致湿地供水量的锐减,影响湿地植被的正常生长,造成黄河三角洲淡水湿地面积萎缩,生物多样性减少。水调之后,入海水量增加,湿地植被质量提高,群落物种组成多样化;湿地面积得到一定程度的恢复,珍稀保护动物又重新出现在河口湿地。

黄河三角洲湿地是黄河三角洲主要的生态系统,在调节气候、提供野生动物尤其是珍稀保护鸟类的栖息地,维护三角洲地区生物多样性和生态系统稳定性方面发挥重要作用,而且在蓄滞洪水、维护河流生态系统完整性方面起到了关键作用(图1)。

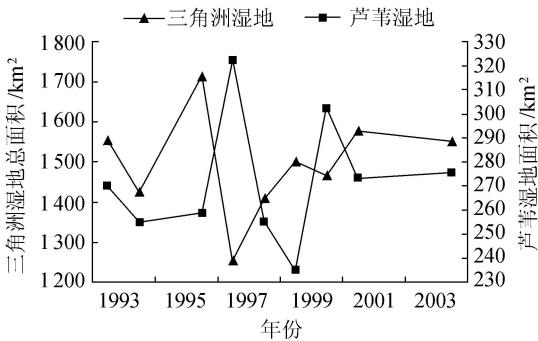


图1 黄河三角洲湿地面积变化

根据近10年来的Landsat以及中巴影像的解译分析,1993—1999年,三角洲湿地总面积呈减少趋势,从1993年的1557km²减少到1999年的1503km²,其中1997年降至最低达1256km²。从1999年至2004年,黄河三角洲的湿地总面积持续增加,仅在2000年略有降低。湿地总面积增加了48.05km²,以芦苇湿地为代表的淡水湿地面积增加至275.73km²。根据2009年6月的遥感资料分析,河口三角洲湿地面积已恢复至1509km²。黄河水量统一调度后制止了下游河道断流,黄河三角洲湿地面积逐步恢复,尤其通过调水调沙试验和水调实践,共向渤海输送泥沙5.75亿t(从2002年至2009年),使河口沙嘴向海延伸,为河口淡水湿地的增加创造了条件。据郭海翠的研究^[4],自2002年以来,黄河口每年以2~3km的速度向海推进,黄河三角洲湿地保护区面积累计增加1000万hm²。保护区内的鸟类种类数由调水前的187种增加至现在的269种,濒临灭绝的黄河刀鱼、海猪等水生生物和东方白鹳、丹顶鹤等多种国家级珍稀保护动物重新出现在黄河口湿地。

5 对生物多样性的影响

5.1 河道水生生物

生物多样性反映了生态系统的稳定状况和生物循环状况。根据历史资料记载,黄河下游的主要鱼

类有鲤鱼、鲢鱼、鲫鱼、赤眼鲮等,其中具有一定群体,且构成一定捕捞量的是鲤鱼和鲢鱼^[5-6]。据1982年河南省渔业资源调查,花园口附近河段和伊洛河入黄口是黄河鲤的重要产卵场,1984—1989年间,黄河三门峡以下仍有凤鲚产卵场,偶尔捕获有鳊^[7]。20世纪70—80年代,黄河断流主要集中在五六月份,进入90年代后,断流时段迅速向冬春和夏秋季节延伸,甚至汛期也经常发生断流。黄河鱼类的繁殖期为每年4月下旬至7月中旬,鱼类产卵需要一定的涨水条件,由于黄河季节性的断流和汛期水量减少,7—10月份的漫滩洪水难以满足鱼类产卵生态条件,严重影响了鱼类的繁衍和生存,使黄河下游鱼类产卵场、栖息地受到破坏,鱼类资源急剧衰减。东平湖曾是黄河刀鲚的产卵场,由于东平湖闸门的建设和运用,正常年份东平湖基本失去了与黄河的水力联系,鳊、刀鲚无法洄游,致使这些鱼类几乎在湖内绝迹。

随着《黄河水调条例》的颁布与实施,东平湖已被纳入到黄河水资源统一调度与管理系统中,统一调度确保了东平湖防洪安全,同时为东平湖保留必要的生态用水,湖区的水资源在统一管理实践中加强污染治理,开展增殖放流,湖内鱼类种类恢复至30多种,濒临灭绝的鳊鱼等品种数量明显增加,一些多年不见的洄游鱼类,如海产刀鱼(又名鲚,刀鲚)等也重新出现在黄河下游。水调后,随着黄河河南段污染治理得到加强,该河段主要水质浓度有所下降,水质得到改善,加之全年水调,保证了鱼类生长和繁殖期间所需的水流条件,该河段的产卵场逐渐得到恢复,在每年鱼类产卵期又出现了黄河鲤鱼和其他鱼种。尤其是在2000—2001年,2008—2009年,黄河流域遭遇严重干旱,全流域各个河段供水出现紧张局面情况下,在确保黄河不断流情况下,水调保持了一定的入海流量,改善了当地的生态环境,为黄河鲢鱼及其他物种产卵、繁衍创造了条件。因此黄河水调的实施在一定程度上保证了黄河下游生态环境用水,尤其是鱼类产卵育幼期的生态环境用水,黄河水生态环境得到改善,水生生物多样性得到恢复。

5.2 近海水生生物

5.2.1 营养盐

黄河每年携带大量营养盐和碎屑入海,为河口及其附近海域的生物提供了大量的营养物质,形成了河口及近海种类丰富的渔业资源,因此黄河作为渤海最大的入海径流,对近海生态环境质量变化起着重要作用。

近年来黄河来水持续偏枯以及沿黄地区用水量大幅增加,使得黄河入海水量锐减,入海营养盐通量也随之大幅降低,不仅降低了近海水生生物的产量和多样性,直接影响了该海域的初级生产力,还破坏了近海区域生态环境平衡(图2)。

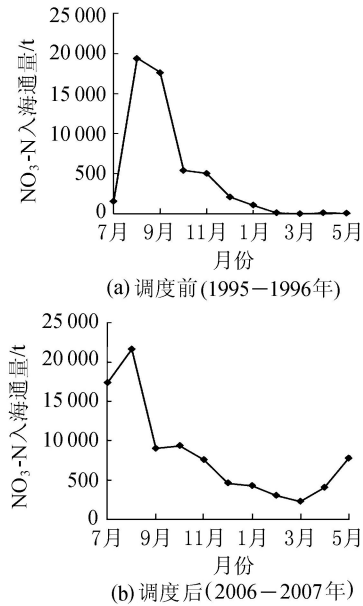


图2 水调前后营养盐入海通量变化情况

根据来水量相似原则,对利津断面在水调前后的NO₃-N入海通量进行分析。水调实施前,营养盐入海通量主要集中在汛期(7—10月),占全年入海通量的64%;非汛期营养盐入海通量较小,特别是4—6月份,NO₃-N的入海通量基本为零。水调实施后,非汛期营养盐入海通量占全年入海通量的比例达到了59%。由此可见,水调改变了营养盐入海通量的年内分布,增加了非汛期的营养盐入海通量,由于营养盐输入的变化对海洋初级生产力产生了一定影响,从而带来河口及近海水域生态环境的变化。

5.2.2 水生生物

营养盐是近海水域浮游植物光合作用所必需的营养物质。水调实施之前,黄河断流切断了营养盐的入海途径,特别是3—6月正是浮游植物的生长繁殖季节,没有营养盐的输入,浮游植物的生长受到限制,数量大大减少,海洋初级生产力降低。据资料统计,黄河断流以来,年均减少入海无机氮2535 t,磷酸盐44 t,减少浮游植物生产量约50万t^[8]。

根据《中国海洋环境质量公报》(2003—2008年),从2002年至2008年,黄河利津断面入海径流量增加了103.7亿m³,盐度逐年降低。浮游生物和底栖动物密度逐年增加,浮游动物生物量从2004年的1298 mg/m³增加至2008年的74129 mg/m³,底栖动物栖息密度从2005年的75个/m³增加至2008年95个/m³,鱼卵和仔鱼的数量由2004年的数个/hm³

增加到 2008 年的 1.5 个/m³ 和 1 尾/m³。

随着黄河入海水量逐渐增加,也改变了营养盐入海通量的时空分布,在来水量相似情况下,水调增加了利津入海水量和 3—6 月营养盐的入海通量,为浮游植物的生长繁殖提供了丰富的营养物质,鱼卵和仔鱼数量也逐年增加,河口及近海区域生物群落结构略有改善。此外根据 2004 年山东省利津县海洋管理部门开展的近海渔业资源调查,发现过去几近绝迹的半舌鲷鱼、鲈鱼等在这一水域成群出没,贝类资源和鱼类资源得到了恢复;2006 年刁口和利津港附近渔民捕获了大量的鲈鱼、梭鱼和舌鲷等多年不见的稀有鱼类。

据《中国海洋环境质量公报》显示,黄河口生态系统在 2006 年前评价为不健康状态,2006 年以后已恢复至亚健康^[9] 状态。随着黄河统一水调,黄河入海水量明显增加,最近几年黄河口生态环境质量有所改善,河口生态健康状况总体处于恢复状态,源源不断的淡水补给,遏制了三角洲淡水湿地生态系统的恶化,并逐步加以改善,生物多样性明显提高。

6 黄河水调工作建议

自黄河水量实施统一调度以来,在流域来水持续偏枯的情况下,通过统一调度和科学配置,初步改善了黄河干流水环境,丰富了河流生态系统的生物多样性;修复了黄河三角洲的淡水湿地,促进了河口生态系统的良性发展;在一定程度上增加入海营养盐通量,提高了近海鱼类的种类和数量。但重要断面流量仍然较小,实现功能性不断流需要做更多的工作。建议从制度建设、监测评估及基础研究 3 个方面积极稳妥地推进。

a. 完善和加强水调制度保障体系建设,确保水量统一调度顺利实施。《黄河水调条例》实施以来,黄河干流实施了全年的水调,并将调度范围扩展到了主要支流,有效控制了各省区的用水。目前仍存在用水无序、管理体系和机制不健全、调度手段单一等问题,建议加强黄河法的立法工作,将生态环境需水指标在法律中给予明确。建立挤占生态用水补偿机制,实行水权、排污权的有偿使用和转让制度,建立枯水情况下各项功能性用水优先序、分配和调度规则等,确保水调工作顺利开展。

b. 加强基础研究,为水调提供技术支持。黄河水量统一调度基本解决了断流问题,在水资源日益短缺情况下,满足河流自然功能和社会功能的双重需求,仍需要加强生态需水研究工作。在保障生活用水的前提下,应综合考虑黄河各种功能用水需求,合理确定生态补水的范围、对象和流量过程。开展

大型水利工程建设对河流生态系统的影响研究,分析敏感生态目标对水文情势和水量过程要求,科学指导水利工程的生态调度。

c. 开展大型水库联合生态调度,尽可能满足生态需水的要求。在确保黄河防洪安全和供水安全的前提下,通过干流主要大型水库龙羊峡、刘家峡、小浪底等的联合调度,在鱼类产卵繁殖期 4—6 月,塑造适宜的流量过程,在协调人类用水基础上,尽可能满足 7—10 月的漫滩洪水,改善黄河水生生物和河漫滩湿地关键生态期的需水条件,修复河流水生生态系统。

d. 继续开展黄河下游生态调度,保护和修复河口生态系统。把河口淡水湿地生态需水纳入黄河下游水资源统一调度目标中,继续结合调水调沙,根据水量条件和调度配置情况,有计划地实施人工补水,逐步改善河口三角洲湿地生态系统。

参考文献:

[1] 崔树彬,宋世霞. 黄河三门峡以下水环境保护研究[R]. 郑州:黄河流域水资源保护局,2002.

[2] 郝伏勤,黄锦辉,李群. 黄河干流生态环境需水研究[M]. 郑州:黄河水利出版社,2005:66-73.

[3] 郝伏勤,高传德,黄锦辉,等. 黄河下游河道湿地浅析[J]. 人民黄河,2005(5):6-7. (HAO Fuqin, GAO Chuande, HUANG Jinhui, et al. A brief analysis on channel wetlands of the lower Yellow River[J]. Yellow River, 2005(5):6-7. (in Chinese))

[4] 郭海翠. 黄河调水调沙对河口湿地保护区带来的影响[J]. 科技创新导报,2011(28):141-142. (GUO Haicui. Effect of water-sediment regulation of the Yellow River estuary wetland[J]. Science and Technology Innovation Herald,2011(28):141-142. (in Chinese))

[5] 沈红保. 黄河鱼类资源保护目标的研究[J]. 河北渔业,2005(5):25-26. (SHEN Hongbao. Study on the objectives of the fish resources protection of the Yellow River[J]. Hebei Fisheries,2005(5):25-26. (in Chinese))

[6] 杨元昊. 陕西渔业水域生态环境质量状况分析[J]. 中国渔业经济,2007(2):40-41. (YANG Yuanhao. Study on eco-environment quality for fishery water in Shanxi Province[J]. Chinese Fisheries Economics,2007(2):40-41. (in Chinese))

[7] 夏长安. 黄河流域(河南段)鱼类资源及黄河鲤鱼生物学调查报告[R]. 郑州:河南省水利厅水产科学研究所,1984.

[8] 高振会,杨建强,崔文林,等. 黄河入海径流量减少对河口海洋生态环境的影响及对策[C]//中国环境资源法学研讨会论文集. 武汉:中国环境资源法学研讨会,2003:307-309.

[9] 国家海洋局. 中国海洋环境质量公报[R]. 北京:国家海洋局,2003-2008.

(收稿日期:2012-07-29 编辑:高渭文)