

黄河流域水资源可持续利用： 核心、路径及对策

□ 赵莺燕 于法稳

[摘要]黄河流域水资源状况关系着国家生态安全。由于黄河流域也是贫困问题集中区域,黄河流域水资源利用问题对于经济社会发展也有着重要影响。在对黄河流域水资源及其利用结构特征分析的基础上,提出黄河流域水资源可持续利用的三大核心:水量、水质及水效。围绕这三大核心问题,剖析了实现黄河流域水资源可持续利用的路径抉择,并从顶层谋划、提升供应能力、完善水权交易、健全生态补偿机制及建设节水型社会等五个方面提出了实现黄河流域水资源可持续利用的对策建议。

[关键词]黄河流域;水资源可持续利用;核心问题;路径抉择;对策建议

[中图分类号] F127 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1006-6470(2020)01-0052-11

[作者简介]赵莺燕,宁波职业技术学院工商管理学院副教授;于法稳,中国社会科学院农村发展研究所研究员

黄河流域水资源状况关系着国家生态安全。同时,黄河流域作为脱贫攻坚的重要区域对我国全面打赢脱贫攻坚战具有重要意义,因此,该流域水资源利用问题对于我国经济社会发展也有着重要影响。实施黄河流域生态保护和高质量发展国家战略涉及生态、经济、社会诸多方面。黄河流域的治理既面临着生态环境脆弱、水土流失严重等自然生态问题,也面临着贫困人口多、贫困程度深、脱贫攻坚任务重等经济社会问题。要实现将黄河流域打造成为大协同、大保护的引领区、示范区的战略目标,一个重要的前提是流域水资源的可持续利用。本文对实现黄河流域水资源可持续利用的核心、路径进行了分析,并据此提出相应的对策建议,为黄河流域生态保护和高质量发展提供有益参考。

一、问题提出与文献综述

黄河流域水资源可持续利用涵盖了丰富的内

容,如果只考虑水资源本身,重点是水量、水质两个方面的问题:一是从水量来讲,就是要有水可用;二是从水质来讲,就是要可用的水干净。如果考虑到水资源利用问题,重点是用水效率和用水结构两个方面的问题。这些问题不仅是党中央、国务院高度关注的重大战略问题,而且也是学术界研究的热点问题。长期以来,学术界从不同视角对此进行研究,取得了一定的研究成果。

水资源的可持续利用一直都是黄河流域健康发展最基本的问题,特别是黄河流域生态保护和高质量发展上升为重大国家战略之后,国家对流域水资源配置提出了更高要求。为此,应根据黄河流域生态保护和高质量发展的目标需求,构建相应的水资源保护技术体系,特别是在水环境综合控制、生态需水、水生态修复、地下水保护等领域亟待实现前沿技术突破^①。近些年来,在全球气候变化影响下,黄河流域水资源显著减少,供需矛盾日益尖锐。因此,应

收稿日期:2020-01-18

本文系国家社科基金重点项目“加快建设农业废弃物资源化利用政策研究”(项目编号:17AZD012)的阶段性研究成果。

以提升保障流域水资源安全的调控能力为目标,研究黄河流域水量分配方案优化及综合调度的理论方法,构建黄河流域水资源优化配置与协同调度技术体系^②。为保障黄河流域高质量发展对水资源的需求,在考虑预留生态(含输沙)水量、下游南水北调及海水利用可替代黄河供水量及上中游部分产业发展需水的基础上,研究向黄河上中游分配更多水量指标的水资源战略配置方案^③。

提高水资源利用效率既是实现黄河流域生态保护和高质量发展的基础,也是其中的重要内容。有关研究表明,黄河流域9省(区)综合农业水资源利用效率呈现出明显的地域差异性特点^④。黄河流域整体用水效率高于全国平均水平,而且中下游地区用水效率高于中上游地区,呈现出“东高西低”的空间分布特征^⑤。

改革开放40多年来,黄河流域经济社会发展取得了显著成效,与之相伴的则是用水量的增加,以及生产废水、生活污水的大量排放。因此,在关注水资源量的同时,对水质的关注也越来越多。近些年来,随着国家水污染治理和水环境水生态保护力度的不断加大,黄河流域水质整体上呈现出逐步改善的趋势,水质达标率为77.4%^{⑥⑦}。制定黄河流域水污染防治“十四五”规划,应坚持以水环境质量改善为核心,同步推动水量和水生态保护,构建空间、源、责任的三大体系,针对流域特色问题精准施策,促进黄河流域生态保护和高质量发展^⑧。

在实现黄河流域水资源可持续利用的过程中,生态补偿机制发挥着一定的作用。研究表明,在黄河流域重要的生态功能区,应科学评价发挥主要作用的生态系统服务价值,进而确定补偿标准。黄河流域是我国现代水权制度建设的典范,曾制定了水量分配方案,开展了水量调度,并对水权转换进行了探索,但流域水权制度建设没有完成。在新形势下,黄河流域应进一步明晰水权、建立生态和环境水权、构建水权交易机制、转变机构职能,进一步推进水资源监测、计量和管理系统建设^⑨。在实施流域生态补偿机制、完善水权转让制度的同时,应积极探索用水指标与土地指标调控的联动机制,以推动新的水资源配置方案的实施。

以上文献从不同侧面对黄河流域水资源可持续利用中的相关问题进行了研究,为本研究提供了理论及实践层面的借鉴。本文的学术意义体现在三个

方面:一是分析了黄河流域水资源可持续利用中的水量、水质、水效三大核心问题;二是剖析了解决三大核心问题的路径抉择;三是提出了实现黄河流域水资源可持续利用的对策建议。

二、黄河流域水资源及其利用现状

黄河发源于青藏高原巴颜喀拉山北麓约古宗列盆地,流经青海、四川、甘肃、宁夏、内蒙古、陕西、山西、河南、山东等9省(区),干流全长5464km,流域(包括黄河内流区)总面积为79.5万km²。

(一)黄河流域水资源现状分析

1.黄河流域水资源的空间分布特征分析

有关资料表明,2018年,我国水资源总量为27462.5亿m³,黄河流域9省(区)水资源总量5900.4亿m³,占全国水资源总量的21.49%(见表1)。从表1可以看出,黄河流域9省(区)的水资源量表现出明显的差异性。四川省的水资源量占流域水资源量的50.04%;因为四川省既属于长江流域,也属于黄河流域,如果以省作为分析尺度,数据明显偏大。作为三江源的青海省其水资源量占流域水资源量的16.30%。

表1 2018年黄河流域各省(区)水资源量情况表

地区	水资源量 (10 ⁸ m ³)	占流域水资源量 比例(%)	占全国水资源量 比例(%)
青海	961.9	16.30	3.50
四川	2952.6	50.04	10.75
甘肃	333.3	5.65	1.21
宁夏	14.7	0.25	0.05
内蒙古	461.5	7.82	1.68
陕西	371.4	6.29	1.35
山西	121.9	2.07	0.44
河南	339.8	5.76	1.24
山东	343.3	5.82	1.25
黄河流域	5900.4	100.00	21.49

资料来源:《中国统计年鉴——2019》。

2.黄河流域水资源水质特征分析

从生态学意义上讲,黄河流域的自然本底较差,生态环境脆弱,水土流失严重。在快速工业化和城镇化背景之下,不当的人为因素与自然因素相互叠加,对流域生态环境影响更加明显,特别是导致了部分干流水生态环境的日益恶化。当前,迫切需要加强流域水生态保护,在实现黄河流域自身健康的同时,更好地满足人们生产生活的需要。黄河流域9

省(区)水土流失面积及其流失强度构成见表2。黄土高原是黄河流域水土流失最严重的区域,土地总面积57.46万km²,水土流失面积21.37万km²,占土地总面积的37.19%。其中,水力侵蚀面积16.29万km²,风力侵蚀面积5.08万km²。^⑩由此可以看出,严重的水土流失,不仅导致了黄河水含泥沙量极高,造成了“水混”,而且泥沙淤积导致了黄河下游河床的日益增高,使黄河成为“悬河”。

表2 黄河流域各省(自治区)水土流失情况

省(区)	轻度 (10 ⁴ km ²)	中度 (10 ⁴ km ²)	强度及以上 (10 ⁴ km ²)	合计 (10 ⁴ km ²)
全国	168.25	46.98	58.45	273.69
青海	9.99	2.83	3.54	16.37
四川	7.88	1.56	1.85	11.29
甘肃	9.63	2.36	6.62	18.61
宁夏	0.95	0.39	0.27	1.61
内蒙古	36.34	6.99	15.94	59.27
陕西	3.82	1.54	1.20	6.56
山西	3.90	1.25	0.91	6.06
河南	1.74	0.27	0.15	2.16
山东	2.16	0.15	0.13	2.44
黄河流域	76.41	17.35	30.63	124.38
流域占全国 的比例(%)	45.41	36.92	52.40	45.45

资料来源:《中国水土保持公报》(2018)

随着经济社会的发展,来自工业企业、农业以及居民生活的污水对黄河水环境的污染也难以避免。《2018中国生态环境状况公报》显示,2018年在监测的137个水质断面中,I类断面占2.9%,II类断面占45.3%,III类断面占18.2%,IV类断面占17.5%,V类断面占3.6%,劣V类断面占12.4%。总体上而言,黄河流域水质属于轻度污染,主要污染指标为氨氮、化学需氧量和五日生化需氧量。对主要支流而言,在106个监测断面中,V类断面占4.7%,劣V类断面占16.0%。

(二)黄河流域水资源利用结构

1.水资源利用结构及动态演化特征

2018年,黄河流域9省(区)用水总量为1270.9亿m³,其中,农业用水比例为64.20%,高于全国农业用水比例2.80个百分点;工业用水比例为14.62%,比全国工业用水比例低6.35个百分点;生活用水比例为14.78%,比全国生活用水比例高0.49个百分点;生态用水比例为6.40%,比全国生态用水

比例高3.06个百分点。

黄河流域是我国粮食生产的一个主要区域。2018年,在全国粮食播种面积中,黄河流域9省(区)粮食播种面积所占比例为36.03%;在全国粮食总产量中,9省(区)粮食产量占35.37%。^⑪同年,黄河流域农业用水量占全国农业用水量的比例为22.09%。从这个意义上讲,黄河流域粮食生产与灌溉用水之间实现了脱钩。

从用水绝对量的动态变化来看,黄河流域总用水量从2004年的1154.8亿m³增加到2018年的1271.1亿m³,增加116.3亿m³,增长了10.07%。农业用水量、工业用水量、生活用水量以及生态用水量的变化情况见表3。这些数据表明,黄河流域生态保护得到进一步加强。用水量增长程度非常大,为实施黄河流域生态保护和高质量发展奠定了建设的基础。

用水结构的变化特征也表现出相似的特征,即农业、工业等产业用水比例下降,生活、生态用水比例增加。表3中的数据表明,从2004年到2018年,农业用水比例下降了6.76个百分点,工业用水比例下降了1.50个百分点,生活用水比例增加了2.68个百分点,生态用水比例增加了5.56个百分点。

2.水资源利用结构的空间结构特征

黄河流域9省(区)水资源利用表现出明显的区域差异性。从农业用水量来看,四川、内蒙古、河南、山东4省(区)都超过了100亿m³,分别为156.6亿m³、140.3亿m³、133.5亿m³、119.9亿m³,它们合在一起占全流域农业用水量的67.45%。从农业用水量所占本省(区)总用水量的比例来看,山东、河南、陕西、四川、陕西5省低于黄河流域64.19%的平均水平,而内蒙古、青海、甘肃、宁夏4省(区)高于上述平均水平(见表4)。

2018年,黄河流域9省(区)粮食产量实现23268.9万吨,占全国粮食总产量的35.37%;其中,作为国家粮食主产省的四川、内蒙古、河南、山东4省(区),粮食产量实现19015.40万吨,占黄河流域粮食总产量的81.72%^⑫,同期,农业用水量占整个流域农业用水量的64.19%。每个省(区)粮食播种面积、粮食产量及农业用水量的匹配情况见表5。

三、黄河流域水资源可持续利用的核心问题

实现黄河流域生态保护和高质量发展的最根本

表3 黄河流域用水结构的变化情况

地区	用水总量 (亿m ³)	农业用水		工业用水		生活用水		生态用水	
		用水量 (亿m ³)	比例(%)						
2004	1154.8	819.3	70.94	186.1	16.11	139.8	12.10	9.6	0.83
2005	1162.1	809.7	69.68	189.9	16.34	143.8	12.37	18.7	1.61
2006	1222.2	851.8	69.70	199.9	16.36	149.8	12.26	20.7	1.69
2007	1187.8	811.4	68.31	202.7	17.06	151.4	12.75	22.3	1.87
2008	1203.9	816.7	67.84	204.9	17.02	155.9	12.95	26.4	2.20
2009	1220.6	829.1	67.92	202.4	16.58	161.8	13.25	27.4	2.24
2010	1231.4	818.1	66.44	213.7	17.35	166.8	13.54	32.8	2.67
2011	1260.9	821.0	65.11	225.8	17.91	174.4	13.83	39.7	3.14
2012	1271.9	850.8	66.89	218.9	17.21	157.7	12.40	44.6	3.51
2013	1269.5	849.9	66.94	219.9	17.32	156.7	12.34	43.1	3.39
2014	1221.1	826.7	67.70	194.0	15.89	159.9	13.10	40.4	3.31
2015	1268.1	848.1	66.88	203.1	16.02	168.1	13.26	48.5	3.82
2016	1275.2	837.4	65.67	198.8	15.59	175.6	13.77	63.1	4.95
2017	1275.6	827.3	64.86	192.1	15.06	180.2	14.13	75.6	5.93
2018	1270.9	815.9	64.20	185.8	14.62	187.9	14.78	81.3	6.40

资料来源:《中国统计年鉴——2019》。

表4 2018年黄河流域9省(区)水资源利用结构

地区	总用水量 (亿m ³)	农业用水量		工业用水量		生活用水量		生态用水量	
		用水量 (亿m ³)	比例(%)						
青海	26.1	19.3	73.95	2.5	9.58	3	11.49	1.3	4.98
四川	259.1	156.6	60.44	42.5	16.40	54.4	21.00	5.6	2.16
甘肃	112.3	89.2	79.43	9.2	8.19	9.2	8.19	4.7	4.19
宁夏	66.2	56.7	85.65	4.3	6.50	2.6	3.93	2.6	3.93
内蒙古	192.1	140.3	73.03	15.9	8.28	11.2	5.83	24.6	12.81
陕西	93.7	57.1	60.94	14.5	15.47	17.4	18.57	4.8	5.12
山西	74.3	43.3	58.28	14	18.84	13.4	18.03	3.5	4.71
河南	234.6	133.5	56.91	32.5	13.85	36	15.35	10.6	4.52
山东	212.7	119.9	56.37	50.4	23.70	40.7	19.13	23.6	11.10
黄河流域	1271.1	815.9	64.19	185.8	14.62	187.9	14.78	81.3	6.40

资料来源:《中国统计年鉴——2019》。

的问题,就是实现水资源的可持续利用,为整个流域的健康持续发展提供保障。水资源的可持续利用包括三个层面的内容:保障水量、保护水质、提高水效。

(一)核心之一:保障水量

保障黄河流域水资源足量,一是应满足于黄河生态系统健康的需要,二是应满足流域产业发展、居民生活的需要。从这个意义上讲,除了有足够的水量之外,还涵盖了水量在区域、产业之间分配的公平性。

1.保障流域经济社会发展对水资源的需求

由于黄河流域经济社会发展关乎全国的整体发展,并且随着流域经济社会的发展,水资源的刚性递增态势短期内不可能得到扭转,如何通过技术、生态、经济、制度建设等措施更有效地配置水资源,实现资源的可持续利用,满足整个流域生态保护和高质量发展的需要就显得尤为重要。

2.保障流域生态健康对水资源的需求

近些年来,黄河流域经济社会的发展对流域生

表 5 2018 年黄河流域 9 省(区)粮食生产与农业用水匹配状况

地区	粮食播种情况		粮食生产		农业用水	
	面积(千 hm ²)	比例(%)	产量(万吨)	比例(%)	用水量(亿 m ³)	比例(%)
青海	281.3	0.67	103.1	0.44	19.3	2.37
四川	6265.6	14.86	3493.7	15.01	156.6	19.19
甘肃	2645.3	6.27	1151.4	4.95	89.2	10.93
宁夏	735.7	1.74	392.6	1.69	56.7	6.95
内蒙古	6789.9	16.10	3553.3	15.27	140.3	17.20
陕西	3006	7.13	1226	5.27	57.1	7.00
山西	3137.1	7.44	1380.4	5.93	43.3	5.31
河南	10906.1	25.86	6648.9	28.57	119.9	14.70
山东	8404.8	19.93	5319.5	22.86	133.5	16.36
黄河流域	42171.6	100.00	23268.9	100.00	815.9	100.00

资料来源:《中国统计年鉴——2019》。

态环境造成的影响明显增加,而自然环境自身的演变与此叠加,给黄河流域的生态环境造成了巨大的改变,带来了一系列水资源、水环境、水生态问题。上游植被退化、中游水沙锐减、下游用水紧张、河口三角洲退缩等成为黄河流域出现的新问题,这些都对实现黄河流域生态保护和高质量发展提出了新的挑战。为此,应保障流域生态环境用水,提升流域生态环境系统服务质量,确保黄河流域自身健康发展。

3. 实现流域水资源区域间、产业间的科学分配

多年来,黄河流域水资源的供需矛盾较为突出,如何有效管理逐渐减少的水资源,特别是如何在流域 9 省(区)科学分配水量成为黄河流域生态保护和高质量发展面临的巨大挑战,也是必须要解决的关键问题。目前,黄河水资源的分配方案依然是按照 1987 年 9 月 11 日国务院办公厅转发的国家计委和水电部《关于黄河可供水量分配方案报告的通知》(国办发[1987]61 号)(简称“八七分水”方案)执行。30 多年后的今天,黄河流域生态环境、社会经济都发生了很大变化,水资源禀赋及对水资源的需求等都发生了变化。因此,应对“八七分水”方案进行科学调整,使整个流域的水资源配置更加优化,助力黄河流域生态保护和高质量发展。在解决水资源区域分配的前提下,各省(区)应根据产业发展情况,科学做好区域内产业之间的配水方案。

(二)核心之二:保护水质

黄河水质存在的问题一是受水土流失影响导致的“水混”,二是受流域产业发展及居民生活影响导

致的“水脏”。从高质量发展的视角来看,水质的影响会日益严重,因为其影响到健康中国战略的实施。

1. 治理水土流失导致的“水混”

黄河流域特别是地处中游的黄土高原地区,因其气候干旱、地势高、植被稀少、暴雨集中等不利的自然条件,再加上经济社会发展过程中土地利用方式的不当,水土流失严重,水土流失总量每年约为 16 亿吨^⑩,是我国水土流失最严重的地区。正是如此,导致了黄河成为多泥沙的河流,进而导致黄河下游洪水泥沙灾害的频发。

2. 治理经济社会发展导致的水污染

前面对黄河流域水质状况进行了阐述,在此不再赘述。黄河流域的一些重要支流污染依然严重,水体水质无明显改善;同时,污染排放的区域性、结构性特征依然突出,化学原料和化学制品制造业、农副食品加工业、食品制造业为主要排污行业。此外,城乡居民生活污水没有得到有效处理,直接进入流域水体,导致水环境的污染。因此,应强化流域水环境污染防治,包括饮用水水源地整治、黑臭水体治理、基础设施建设等,全面治理流域水环境。

(三)核心之三:提高水效

坚持绿水青山就是金山银山的理念,坚持生态优先、绿色发展、以水而定、量水而行。当前,黄河流域的用水治理进入了新阶段,这也对水资源利用与管理提出了更高的要求。为此,要大力推广节水,提高产业用水效率、生活用水效率,构建节水型社会。

1. 提高产业用水效率

实现黄河流域水资源开发利用方式的转变,应

以提高水资源利用效率为核心,将节水优先的理念转变为行动。针对农业、工业等不同部门用水的特点,选择适宜的节水技术,降低万元工业增加值用水量,提高单方水的粮食产量,提高农田灌溉水有效利用系数,提高产业用水的效率,并将相关技术加以推广与示范,形成流域节水的引领区、示范区。

2. 提高城镇生活用水效率

近些年来,随着农村饮水安全工程的实施,农村饮水安全工程规范化建设水平进一步提高,城镇生活用水条件得到极大改善,这也使得生活用水量急剧攀升。可以说,与全国其他地区一样,黄河流域水资源利用普遍存在着利用效率低、浪费现象普遍等问题。因此,提高城镇生活用水效率是实现黄河流域水资源可持续利用的一个重要方面。

四、黄河流域水资源可持续利用的路径抉择

围绕着黄河流域水资源可持续利用的三大核心问题,应立足流域的实际情况,遵循精准、科学、有效的原则推动黄河流域的生态保护和高质量发展。

(一) 加强生态保护与治理,为流域水资源安全提供保障

1. 构建黄河流域生态保护体系

流域是我国主体功能区战略落实的重要载体之一。在黄河流域高质量发展过程中,落实主体功能区战略是关键一环。为此,一是保护生态功能区。黄河流域分布着一些我国重要的生态功能区以及生物多样性集中区,对维护国家生态安全发挥着重要作用。因此,黄河流域应全面落实主体功能区战略,优化国土空间开发格局,严格水源涵养生态保护红线区、生物多样性维护生态红线区、土壤保持生态红线区建设与管理,构建人与自然和谐相处的生态保护空间格局。二是保护生物多样性。生物多样性不仅为人类社会生存和发展提供了基础,也为人类健康提供了重要保障。保护黄河流域的生物多样性需要划定全流域生物多样性保护的优先区域,并构建生物多样性系统研究体系、综合信息共享体系、资源信息管理系统、综合评估体系等四大系统加以推动^⑩。三是加快防护林体系建设。在黄河流域上中游地区,扩大公益林保护范围,并进一步加快防护林体系建设,为黄河健康提供保障。四是制定黄河保护法。在推动黄河流域生态保护和高质量发展战略实施进程中势必会遇到一些新问题。因此,建议在时机成熟

之后,制定黄河保护法,将黄河治理、开发、保护与管理的成功经验、成熟政策上升为法律制度,也为解决黄河流域特殊矛盾与问题提供法制保障,更好地推进黄河流域生态文明建设。

2. 实施流域生态廊道建设工程

生态廊道不仅可以保护河流及沿岸生物资源,而且可以提供良好的生存环境。一是建设黄河绿色景观廊道。依据因地制宜原则,选择适宜本地的树种、草种,严格依据生态学规律,做好不同区域景观廊道的建设,使其真正发挥生态功能。二是建设黄河生态隔离带。黄河流域上中下游生态功能不同,应依据区域特有的资源,采取生态措施,科学修复退化的生态系统,逐步恢复该地区的生态环境,使之成为生态系统稳定、功能突出、生物多样性丰富的黄河生态隔离带。三是构建生态休闲带。新时代居民日益增长的美好生活需要对生态休闲带建设提出现实需求。因此,黄河流域应依据资源环境基础,建设一批具有住宿、餐饮、医疗等基本功能的生态休闲带,并将区域的文化、工艺品、有机食品、养生保健产品等纳入到生态休闲带建设之中,进而培育塑造差异化品牌。

3. 推动水土流失的生态治理

地处黄河流域中游的黄土高原水土流失严重,也是开展水土流失生态治理的重点区域。为此,应做好黄河流域水土流失综合治理的顶层设计,将其作为一项十分重要的基础性工作,通过技术手段、生态措施并配以相应的政策措施使水土流失生态治理逐渐走向制度化、智能化,提升流域生态支撑能力。一是创新水土流失治理模式。改变传统水土流失治理模式,采取流域内节约用水、控制污水排放及减少泥沙输出协同治理模式,实现1+1>2的效果。二是实现水土流失治理技术的集成。黄河流域严重的水土流失不但源于自然因素,也源于人为因素。因此,治理水土流失不能依靠单一的技术或者措施,需要将工程措施、生物措施、农技措施进行集成。黄河流域上中下游水土流失的诱因不同,要因地制宜综合考虑各地方的治理需求,拓展思路、开拓新思想,采取相应技术的集成,保证治理效果的同时实现其可持续性。三是建立水土流失治理监测评价机制。要注重黄河流域水土流失治理成效,包括面积的消减、土壤侵蚀强度的防控、水土保持措施的维护以及水土保持功能的提升等。“减量、降级、增效”应作为新

时代黄河流域水土保持的目标。因此,应以多指标作为流域水土治理成效的考核评价的依据,为黄河流域水土保持补短板、强监管提供科学依据。

(二) 推动产业提档升级,减少对流域水环境的污染

1. 对传统产业实施生态化改造

2016年,工信部发布了《工业绿色发展规划(2016—2020年)》(工信部规〔2016〕225号),为工业企业实施绿色转型升级提供了战略机遇,也指明了方向。一是注重对传统产业的生态化改造。当前,尽快建立黄河流域传统产业清单,依据绿色发展理念,确定需要进行生态化改造的重点产业。根据这些产业发展特点,选择适宜的绿色技术,对其进行升级改造,提升能源资源节约集约利用效率。二是推动工业结构的提档升级。加大资本投入,推广绿色技术、绿色工艺的使用,在推动传统产业绿色改造升级的同时,促使产业结构提档升级。三是发展新兴绿色产业。发展绿色新兴产业已经成为加快工业绿色转型的突破口,为此,应发挥科技研发优势,集中对新兴绿色产业基础技术、前沿技术和共性技术进行攻关,同时,财政金融出台相应的政策措施,加大对新兴绿色产业的支持力度。四是推进工业生产体系的绿色化建设。针对流域工业发展的实际,从工业生产体系的特点入手,打造绿色工业生产体系。强化对传统高能耗产业的绿色化改造,坚决淘汰落后产能。

2. 注重培育绿色发展新动能

党的十八届五中全会提出了“绿色、创新、协调、开放、共享”五大发展理念,绿色发展已成为新时代发展的主旋律。因此,在新旧动能的重要转换期,培育绿色发展新动能对于推动黄河流域高质量发展、实现水资源的可持续利用具有重要的意义。一是打造生态农业发展高地。黄河流域作为我国重要的农业生产区具有相对较好的生态资源基础及生态环境条件,为生产优质安全健康农产品提供了可能。应充分利用黄河流域干净的水土资源优势,因地制宜发展特色生态农业,并实施农产品品牌创建工程,实现农产品的生态化,并注重产业的融合发展,打造生态农业发展的高地。二是推动生态工业提质增效。遵循循环经济的发展理念及原则,在节能减排控制目标之下,推动流域生态工业的发展。为此,制定流域环保负面清单,着力发展先进装备制造、新能源、新材料等新兴产业,加快推进工业绿色发展,增加绿

色产品和服务有效供给、补齐绿色发展短板,形成工业发展新动能。三是发展生态服务业。新时代,关注生态、关注健康成为人们消费的趋势,顺应这个需求市场,需要大力发展生态服务业,使其成为生态产业体系的新增长点。特别是应大力发展绿色金融、绿色物流、绿色技术服务、生态文化旅游休闲服务、医养结合服务等新业态。

(三) 推广节水技术,提高水资源利用效率

1. 实施节水技术的集成,提高农业用水效率

对黄河流域农业用水而言,应在实现农业用水优化配置的同时,通过节水技术与农艺技术的集成,挖掘农业用水效率潜力。一是推广农业节水技术,节约农业用水。在黄河流域的适宜地区,根据种植结构及水源条件,适度推广喷灌、微灌、滴灌等节水技术,实现农业节水。二是推广农艺和生物技术,实现节水目的。在黄河流域农业生产中,适宜的耕作和栽培制度发挥着很重要的作用,如选育和推广优质耐旱高产品种,以及地膜覆盖、增施有机肥等耕作措施,在一些干旱半干旱地区适当采用生物抗旱剂、土壤保水剂等技术,这些均可以提升水分利用效率。三是推广水肥一体化技术,建立现代节水型农业体系。在黄河流域一些典型区域的日光大棚内有着较为完善的节水补灌设备,通过采取水肥一体化技术推动了瓜果、蔬菜等经济作物的生产,以实现节水与高效的统一。

2. 强化技术改造,提高工业用水效率

工业用水量与工业规模、工艺流程特别是工业结构及管理水平有着密切关系。对黄河流域工业节水而言,需要以技术改造为主,采取综合措施,实现工业用水效率的提高。一是调整工业企业的布局与结构。按照推进供给侧结构性改革、化解过剩产能的总体部署,黄河流域各省(区)应把水资源作为刚性约束因素,淘汰高耗水行业中用水超出定额标准的产能,促进产业转型升级。严格实行用水定额管理,根据水资源变化和节水效果定期调整,倒逼工业企业提高节水能力,引导高耗水行业的既有产能向高效节水方向调整。二是强化高耗水行业的节水改造。建立黄河流域高耗水企业、用水工艺、技术和设备的目录,该淘汰的必须淘汰,该实行技术改造的必须改造,特别是加快对钢铁等高耗水企业实施节水工艺改造。充分利用日益严格的环保规制迫使工业企业采用生态环保技术,推动工业企业的清洁生产,

逐渐走向工业生态的发展道路。三是提升工业用水重复率。围绕着火电、钢铁、石化、化工、印染、造纸、食品等高耗水工业行业进行节水技术改造,大力推广工业水循环利用,提高工业用水重复利用率,增加重复利用水量,减少取用新鲜水量。

3.多种措施并举,推动城乡生活节水

在黄河水资源供给有限的情况下,节水应成各全社会的共同行为。一是树立节水理念。通过媒体平台及时公布黄河水资源现状,普及全民节水的迫切性、重要性,激发全社会对黄河水资源可持续利用的广泛关注,激励民众参与到治水、管水、节水中来。二是推广节水设施的应用。在强化城乡供水管网等基础设施改造的同时,推进节水产品的推广普及,特别是学校、医院、宾馆等重点单位应加大节水器具的使用。公共建筑和新建民用建筑应采用节水器具,淘汰公共建筑中不符合节水标准的用水器具。同时,鼓励居民家庭选用节水器具。并将节水器具的覆盖率为评选节水型单位、节水型社区的重要指标。三是利用价格机制助推节水。在黄河流域城乡各地大力推行居民用水阶梯价格,以经济杠杆推动社会节水。

五、实现黄河流域水资源可持续利用的对策建议

实现黄河流域水资源可持续利用,需要从国家层面提供一定的资金保障、技术支撑,更需要在制度、机制上加以保障,以推动黄河流域高质量发展。

(一)落实国家战略,顶层谋划黄河流域水资源的可持续利用

1.建立黄河流域协同治理机制及组织机构

要全面实施黄河流域生态保护和高质量发展重大国家战略,流域9省(区)人民政府应深刻认识到协同治理的极端重要性,秉承协同治理理念,采取相应的协同治理行为,统筹山水林田湖草系统治理,系统性推进整个流域生态保护、生态修复及生态建设。一是成立黄河流域生态保护和高质量发展协作小组,由分管水利工作的国务院领导任组长,水利部、9省(区)人民政府主要领导为成员,协作小组设立办公室,挂靠在黄河水利委员会。该小组负责统筹协调推进黄河流域生态保护和高质量发展工作,研究解决有关重大问题,协调落实有关重点工作。二是建立黄河流域生态保护和高质量发展协同推进机制,确保党中央、国务院关于黄河流域生态保护和高

质量发展的决策部署以及协作小组确定的具体推进方案得以顺利实施。同时,完善黄河流域省、市、县、乡镇四级“河长制”组织体系及巡查、监督、考核等工作机制,落实各级管理责任。

2.尽快制定以水资源可持续利用为核心的规划纲要

依照黄河流域保护和治理系统性、整体性、协同性的要求进行顶层设计,紧紧围绕黄河流域水资源保护与利用、生态环境保护等重点任务,充分发挥规划的引领作用,把流域规划好、利用好、保护好。为此,一是尽快制定并颁布《国家中长期黄河流域生态保护和高质量发展规划纲要》(以下简称《纲要》)。建议由国家发展和改革委牵头,组织相关部门及相关领域的专家尽快制定《纲要》,为实现黄河流域生态保护和高质量发展战略制定新的时间表、路线图,明确相应的思路和措施。二是制定《黄河流域水资源可持续利用规划(2021—2030)》(以下简称《规划》)。依据《黄河流域综合规划(2012—2030年)》,充分考虑近些年来黄河流域水资源利用的动态变化特点,为进一步优化流域水资源在区域之间、产业之间的配置以及水质的保护等对流域水资源可持续利用进行长期谋划、超前谋划。特别是应在“八七分水方案”基础上结合黄河流域9省(区)经济社会发展的实际,对原来的分水方案进行科学调整,实现水资源在省域之间的公平分配,推动黄河流域9省(区)的协调、均衡发展。三是制定省级水资源可持续利用规划。黄河流域9省(区)在上述《纲要》及《规划》的框架范围之内,结合区域水资源状况以及经济社会发展的实际,对本区域水资源可持续利用进行谋划,在区域范围内实现水资源的优化配置及高效利用。

3.实行最严格的流域水资源管理制度

基于《关于实行最严格水资源管理制度的意见》《实行最严格水资源管理制度考核办法》,黄河流域也出台了一系列实施方案,并划定了黄河水资源开发利用的“红线”。一是严格执行《推行最严格黄河流域水资源管理制度实施方案》等系列方案。为实现黄河水资源可持续利用,维持黄河健康生命,并为流域经济社会发展提供支撑,先后制定了《推行最严格黄河流域水资源管理制度实施方案》《最严格的河道管理制度实施方案》《落实最严格的水土保持监督监测制度实施方案》,为黄河流域9省(区)实施最严格水资源管理制度提供了制度保障。二是严格遵循

《黄河水资源开发利用“红线”控制指标体系》。黄河水资源开发利用“红线”的主要控制指标体系包括行政区域供水量控制指标“红线”、用水效率控制“红线”、水量调度控制指标、重要断面生态需水量四个方面的内容。流域 9 省(区)要严格按照“红线”共同推进黄河水资源的可持续利用。三是划定流域农业用水“红线”。农业用水红线是指为了保障国家农产品安全所需要的最低农业用水量,对其进行划定需要充分考虑黄河流域农产品生产的区域布局特点,考虑多年来农业生产用水量情况以及未来农业节水的发展趋势。

(二) 建立有效机制,提升黄河流域水资源供应能力

1. 建立水资源战略储备,提高应对风险能力

全球气候变暖可能会对黄河流域水资源产生一定的不利影响,进而对区域经济社会的发展以及居民生活造成一定的影响。为此,应建立水资源战略储备体系,减少极端天气等对水源保障能力的影响。一是推动水库、引水工程、灌区节水改造工程建设。根据黄河流域水利工程建设的规划设计,加快推进一批骨干调蓄水库、引水工程及灌区节水改造工程以及河湖连通工程建设,提升水资源供应保障能力。同时,加大节水力度,提高水资源利用效率,提升水资源的保障程度。二是建立健全应急管理体系。充分利用大数据、信息化手段构建流域信息共享平台,提升应急管理水平,确保应急水源供应,有效应对突发事件的发生。此外,黄河流域调水调沙之后导致了同流量水位下降,给黄河下游引黄供水带来不便。为此,应超前科学谋划,合理应对,建立预警方案,切实解决调水调沙后河道下沉导致的水资源供应不足问题。

2. 建立流域水资源利用的预警机制

对黄河流域水资源利用而言,以绿色发展理念为指导,遵循“以水定产、以水定城”的原则,紧紧围绕水资源的可持续利用构建相应的预警机制。一是建立流域水资源承载能力监测预警机制。严格执行配水方案,严控取水许可总量,实时开展取水工程或设施的核查工作,对于水资源开发利用处于临界状态的区域及时进行预警。同时,建立许可水量动态调整机制,推动区域内的水权转让与交易。二是建立健全流域生态流量监测预警机制。实现黄河流域水资源可持续利用,需要加强黄河干支流之间、主要

湖泊与河流之间的统一调度和生态流量管控,通过预警机制保障流域及相关地区供水安全和水生态安全,维护黄河健康生命。

3. 建立黄河流域监测评价机制

实时弄清黄河流域水资源状况是实现水资源可持续利用的重要一环,为此需要建立有效的监测机制。一是建立流域水资源动态监测机制。黄河源头的水源状况直接决定着整个黄河水资源状况,因此,需要对黄河水资源特别是源头水资源的动态变化情况进行实时监测,及时将水资源信息反馈到流域 9 省(区)及相关部门,以便及时调整水资源分配,提高水资源保障能力。二是建立流域水质监测机制。水质是黄河水资源可持续利用的一个重要方面,因此,建立流域内水质监测机制,明确流域水环境监测规范、规程、技术方法和省界水体水环境质量标准,并根据监测结果对黄河流域水资源质量进行科学评价。三是建立有效的数据共享机制。通过协调流域各省(区)及相关部门、水利部相关部门构建数据平台的互通互联,实现彼此之间的数据交换和共享,以便黄河流域及时采取协同治理行为。

(三) 健全水价机制,逐步完善水权交易制度

1. 建立科学合理的黄河水价形成机制

《水利工程供水价格管理办法》(以下简称《水价办法》)的颁布实施,为健全黄河流域供水价格形成机制提供了依据,对规范供水价格管理、实现黄河水资源的可持续利用具有重要意义。一是科学核算黄河水价。基于黄河水资源的时空变化规律以及在各省之间分配的特点,应采取分类核算的方法,对资源水价、工程水价、环境水价分别进行核算,为流域进行水权交易以及节约用水提供依据。二是有序推进两部制水价。在逐步完善计量设施和末级渠系配套工程等硬件设施建设的基础上开展有关两部制水价的基础理论研究,尽快制定《黄河流域水利工程供水两部制水价核算办法》,有序推进基本水价和计量水价相结合的两部制水价的实施。三是建立流域水价调节机制。在明确黄河流域 9 省(区)水权、各项用水控制指标的基础上,考虑到黄河水在丰枯季节供水价格的差距,逐步建立起水权转让和水价补偿调节机制,提高黄河水资源的利用效率,促进水资源的合理流动和配置。

2. 持续推行农业水价综合改革

黄河流域农业水价综合改革,涉及流域的 9 省

(区)及多个相关部门,需要省(区)之间、部门之间的协调联动以及农业用水者的支持配合。一是强化对农业水价综合改革的重视程度。在国家推动农业水价综合改革背景下,黄河流域省(区)、地(州、市)等层面应加强对流域农业水价综合改革的认识,从思想上加以重视,从政策、资金、技术等方面给予支持。二是科学确定农业用水价格。从工程供水价格、灌区供水价格到终端供水价格等各个环节理顺价格传导机制,针对不同类型的水利工程以及流域上中下游农业生产的实际情况,对农业用水采取不同的定价方式,逐步推行以供水成本替代收费标准,同时,要逐步、适度地实行供水成本数据的公开,以满足农民的知情权。三是有序推进阶梯水价制度。根据黄河流域农业生产结构的不同以及农业用水的控制性指标确定相应的用水量。辅以农业用水精准补贴和节水奖励机制,实行农业用水定额管理,有序推进超定额累进加价的“阶梯水价”制度。

3.完善与推广黄河流域水权交易机制

实施水权交易,是实现水资源优化配置,提高用水效率的有效手段。一是完善和推广黄河流域水权交易机制。在黄河流域水权交易实践的基础上,组建黄河流域水权交易中心,依据《黄河水权转换管理实施办法》的相关规定,在重点区域设立水权交易市场。二是完善农村水权交易市场监管体系。根据流域内开展的水权交易的成功实践,重点开展农业向工业的水权转让。结合区域或流域内灌区实际情况,制定合理的农村水权转让价格,完善农村水权交易市场监管体系。三是规范水权交易规则。根据水权交易中出现的问题,进一步完善水权交易的操作规则,对水权交易中的相关问题做出规定。四是建立水权抵押制度。根据水权交易的具体额度,实施相应的抵押,使得交易双方承担相应的责任,同时,加强水权交易市场监管,使水权交易行为更加规范、更加有序。

(四)健全生态补偿机制,推动黄河流域水资源可持续利用

1.推进建立典型支流跨省横向生态补偿机制

以建立黄河流域生态补偿基金为引导,以跨省生态补偿资金支持为重点,率先在黄河流域典型支流上下游推进横向生态补偿试点,建立典型跨省界支流生态环境保护共建共享机制。探索提出黄河跨省流域横向生态补偿技术指南,明确补偿基准,将流域跨界断面的水质水量作为补偿基准,探索适宜的

补偿方式。需要考虑多方因素,包括流域中上游地区生态环境的现状、保护治理生态环境的投入、水质的改善等,而且还包括下游地区的支付能力、下泄水量保障等因素,在此基础上,综合确定跨流域的生态补偿的标准。

2.建立黄河流域生态补偿基金

在对黄河流域用水效益和上游地区生态保护损失进行科学评估的基础上,由中央财政联合9省(区)地方财政设立黄河流域生态补偿基金。一是财政资金主要来源于现有国家重大水利工程建设基金、中央财政资金、沿黄9省(区)地方财政资金等。二是为实现黄河流域生态环境保护战略与市场机制的有机统一,主要吸引大型商业银行、产业投资基金等机构参与到全流域治理之中。

3.创新流域生态补偿机制

建立流域生态补偿机制是黄河流域建设生态文明的重要制度保障。一是健全黄河流域包括资源开发补偿、污染物减排补偿、水资源节约补偿在内的各种补偿制度,合理界定和配置黄河流域生态环境权利,健全交易平台,有效实施生态补偿。二是加快推进黄河流域生态环境权益探索,排污权交易、生态建设配额交易等市场化的生态补偿方式对黄河流域中上游保护生态环境所丧失的发展机会成本和环境保护设施、水利设施项目等延伸投入予以补偿。三是对黄河流域生态系统服务价值及生态产品价值进行科学评估,以此作为生态补偿的标准,同时,也为实施多元化、市场化的生态补偿提供依据。

(五)实施多种举措,推动节水型社会建设

1.宣传节水理念,形成良好的社会氛围

为实施黄河流域生态保护和高质量发展战略,全流域各级政府及流域机构共同组织宣传,充分利用各种新媒体手段,宣传绿色节水理念、节水知识,在全社会形成节水氛围,使得节水理念不断深入人心,成为人们的自觉行为。与此同时,将绿色节水、用水理念作为生态文明建设的重要部分纳入学校教育,从小培养具有生态责任的公民。

2.采取节水技术,提高水资源利用效率

实现黄河流域水资源可持续利用必须大力发展战略型产业。对农业节水而言,在流域内应根据生产实际以及自然环境条件,推广适宜的节水灌溉技术,并将其与农艺措施相结合,提升农业用水效率;对工业节水而言,大力推进工业生产技术、生产工艺

的生态化改造,在节水的同时注重提高水资源的重复利用率;对城乡节水而言,在现有条件下,推广节水设施的使用,最大限度地推动居民生活节水。

3. 创建节水型单位,发挥典型的示范引领作用

从“全民共识”到“全民行动”,中国正稳步推进节水型社会建设。在此背景下,黄河流域应大力推行节水型学校、节水型医院、节水型机关等节水型单位的创建评选工作,发挥它们的示范引领作用,共创节水型社会。为此,对创建节水型单位进行认真的考核评价,包括创建单位是否有明确的组织领导,是否有健全的节水管理规章制度,是否有明确的节水措施,以及是否产生了显著的节水效果,特别是单位参与人员的覆盖程度是否达到了一定标准,根据评价结果进行比较,授予“节水型社会建设先进单位”称号,并通过各种新闻媒体进行宣传,营造全社会节水的良好氛围。

(本文通讯作者于法稳)

注释:

- ①连煜、廖文根、石岳峰.黄河水资源保护前沿技术展望[J].人民黄河,2016(10).
- ②王煜、彭少明、郑小康.黄河流域水量分配方案优化及综合调度的关键科学问题[J].水科学进展,2018(5).
- ③贾绍凤、梁媛.新形势下黄河流域水资源配置战略

调整研究[J].资源科学,2020(1).

④张慧、刘秋菊、史淑娟.黄河流域农业水资源利用效率综合评估研究[J].气象与环境科学,2015(2).

⑤刘华军、乔列成、孙淑惠.黄河流域用水效率的空间格局及动态演进[J].资源科学,2020(1).

⑥李淑贞、张立、张恒等.人民治理黄河70年水资源保护进展[J].人民黄河,2016(12).

⑦吕振豫、穆建新.黄河流域水质污染时空演变特征研究[J].人民黄河,2017(4).

⑧路瑞、马乐宽、杨文杰等.黄河流域水污染防治“十四五”规划总体思考[J].环境保护科学,2020(1).

⑨沈大军、阿丽古娜、陈琛.黄河流域水权制度的问题、挑战和对策[J].资源科学,2020(1).

⑩数据来源:《中国水土保持公报》(2018).

⑪数据来源:根据《中国统计年鉴—2019》中的相关数据计算得到.

⑫数据来源:根据《中国统计年鉴—2019》中的相关数据计算得到.

⑬姚文艺、冉大川、陈江南.黄河流域近期水沙变化及其趋势预测[J].水科学进展,2013(5).

⑭方兰、李军.粮食安全视角下黄河流域生态保护与高质量发展[J].中国环境管理,2019(5).

责任编辑:周青