

黄河流域生态保护和高质量发展协同战略 体系研究

“黄河流域生态保护和高质量发展战略研究”综合组

摘要：水是制约黄河流域保护和发展的核心要素。基于黄河流域生态保护和高质量发展的系统性、整体性、协同性战略导向，以水为主线，研究建立黄河流域保护和发展协同战略体系，对实施黄河国家重大战略具有重要意义。本文系统评估了黄河流域保护治理取得的成效和面临的关键问题，从流域上中下游区域协同、水生态-水环境-水资源-水安全-水文化“五水”协同、生态环境治理协同、减污降碳协同、多元政策实施协同等 5 个方面，构建了黄河流域生态保护和高质量发展协同战略体系。从区域协调发展的战略视角出发，研究提出了构建协调联动的政策体系、建立流域保护和发展统筹协调机制、强化市场化治理机制、健全流域生态产品价值实现机制、实施减污降碳协同增效行动、实施系统性保护治理工程等措施建议。

关键词：黄河流域；生态保护；高质量发展；协同战略

中图分类号：F205 文献标识码：A

Coordinated Strategy of Ecological Protection and High-Quality Development of the Yellow River Basin

The Comprehensive Research Group for *Research on Ecological Protection and High-Quality
Development Strategy of the Yellow River Basin*

Abstract: Water is the key factor restricting the ecological protection and high-quality development of the Yellow River Basin. A coordinated strategy system that centers on water needs to be established for protecting and developing the Yellow River Basin based on a systematic, holistic, and synergistic orientation. The system is critical for implementing major national strategies on the Yellow River. This paper evaluates the achievements and key challenges in the management of the Yellow River Basin. The system that we explore in this study comprises five aspects: (1) regional coordination, (2) coordination of water ecology, environment, resources, security, and culture, (3) environmental factor governance coordination, (4) pollution reduction and carbon reduction coordination, and (5) multiple policy coordination. Furthermore, we propose some policy suggestions from the strategic perspective of coordinated regional development, including constructing a coordinated policy system, establishing an overall coordination mechanism of basin protection and development, strengthening a market-oriented governance mechanism, improving a value realization mechanism of ecological products of the basin, implementing synergistic actions coordinating pollution reduction and carbon reduction, and implementing a systematic protection and management project.

Keywords: Yellow River Basin; ecological protection; high-quality development; coordinated strategy

收稿日期：2021-11-23；修回日期：2021-12-17

联系人：王夏晖，E-mail: wangxh@caep.org.cn

资助项目：中国工程院咨询项目“黄河流域生态保护和高质量发展战略研究”（2020-ZD-18）

本刊网址：www.engineering.org.cn/ch/journal/sscae

一、前言

黄河是我国第二大河，承载着华夏民族的厚重历史，被誉为中华民族的摇篮和中华民族的母亲河。党的“十八大”以来，党中央将黄河流域生态保护和高质量发展作为事关中华民族伟大复兴的千秋大计。2019年9月18日，习近平总书记在黄河流域生态保护和高质量发展座谈会上发表重要讲话，将黄河流域生态保护和高质量发展上升为重大国家战略 [1]。2020年1月，习近平总书记主持召开中央财经委员会第六次会议并发表重要讲话，强调黄河流域生态保护和高质量发展要高度重视解决突出重大问题，实施生态保护修复和污染治理工程，全面实施深度节水控水行动，推进水资源节约集约利用。2021年10月，习近平总书记在山东主持召开深入推动黄河流域生态保护和高质量发展座谈会，要求沿黄河开发建设必须守住生态保护这条红线，必须严守资源特别是水资源开发利用上限，用强有力的约束提高发展质量效益。

当前，黄河流域生态保护和高质量发展仍面临诸多问题，水是核心要素，需要从战略角度进行系统思考和整体设计。国内诸多学者已在协调黄河流域水沙关系 [2,3]、黄河流域水生态保护 [4,5]、黄河流域水资源利用 [6,7]、黄河流域水生态补偿 [8]、黄河流域水污染治理 [9,10] 以及黄河流域文化建设 [11] 等领域开展了诸多研究，但缺少将水资源、水环境、水生态、水沙关系以及水文化作为整体 [12~14]，专注于黄河流域生态保护与高质量发展协同体系的研究。

本文通过科学分析当前黄河流域生态环境保护、水资源开发利用、水沙调控、防洪减灾、经济社会发展等方面存在的瓶颈，以水为主线，结合黄河流域生态保护和高质量发展重大国家战略需求，按照多环节、多领域、多要素协同推进的总体思路，研究建立黄河流域生态保护和高质量发展协同战略体系，为“共同抓好大保护、协同推进大治理”提供有力支撑。

二、黄河流域保护治理取得的成效

目前，我国在黄河流域保护治理方面取得了举

世瞩目的成就。防洪减灾体系基本建成，河道萎缩态势初步遏制，流域用水过快增长局面得到有效控制，上游水源涵养能力稳定提升，中游黄土高原蓄水保土能力显著增强，下游河口湿地面积逐年回升，生物多样性明显增加，郑州、西安、济南等中心城市以及中原地区城市群加快建设，全国重要的农牧业生产基地和能源基地的地位进一步巩固。

（一）生态保护修复重大工程成效显著

近年来，国家先后实施了三江源自然保护区生态保护和建设、三北防护林建设、天然林保护、水土保持、退耕还林还草等重大工程，开展了祁连山、黄土高原、南太行、泰山等多个“山水林田湖草”生态保护修复工程试点，黄河流域生态保护修复力度不断加强 [15]。沿黄九省（区）划定并严守生态保护红线，以国家公园为主体的自然保护地体系初步形成，三江源国家公园作为第一批国家公园正式设立，祁连山国家公园试点积极推进，羌塘—三江源、祁连山区等生物多样性保护优先区域划定 [16]。黄河流域生态系统状况总体稳定，根据生态环境状况遥感调查评估结果，2000—2018年，生态质量改善的区域占黄河流域面积的77%，其中，中游生态质量状况改善最为明显，74.97%的区域生态质量有明显改善 [17]。

（二）流域环境质量明显改善

2006—2019年，黄河流域地表水水质获得了总体改善，在流域内137个河流断面中，I~III类河流断面的比例提升了23%，劣V类河流断面比例下降了16.2%，总体水质状况由中度污染改善为轻度污染 [18]。黄河流域大气主要污染物浓度降幅明显，2015—2019年，PM_{2.5}平均浓度、PM₁₀平均浓度和SO₂平均浓度分别下降了29.2%、29.6%和58.7%；2019年，黄河流域环境空气质量优良的天数在全年中的占比为76.5% [19]。黄河流域土壤环境保护工作全面开展，截至2020年9月，黄河流域9个省（区）共有4103家企业纳入土壤污染重点监管单位名录，覆盖全流域的土壤环境风险管控体系基本建立；开展农用地分类管理，对轻中度污染耕地安全利用和重度污染耕地进行严格管控 [20]。

（三）水沙调控能力大幅提升

近20年来，黄河流域开展了大规模的黄土高原水土保持和生态建设工程，增加水土流失治理面积为 $2.13 \times 10^5 \text{ km}^2$ ，增加梯田面积为 $3.32 \times 10^4 \text{ km}^2$ ，主要产沙区林草梯田的有效覆盖率由1978年的18%提高至2018年的61% [21]。黄土高原淤地坝由1950年的2000余座增至2015年的5.2万余座(含骨干、中型坝1.6万余座)，主要分布于丘陵沟壑区和高塬沟壑区。建成了7座水沙调控骨干控制工程，黄河下游战胜了12次超过 $10\,000 \text{ m}^3/\text{s}$ 的大洪水，扭转了历史上黄河下游频繁决口改道的局面，实现了连续60多年伏秋大汛堤防不决口 [22]。

（四）黄河文化建设取得重要进展

黄河流域是早作农业、现代人类起源的核心区域，是早期国家与城市文明的发源地。黄河文化是中华文明的重要组成部分，是中华民族的和魂。我国已将建设黄河国家文化公园纳入国家第十四个五年规划和2035年远景目标，进一步构建黄河文化价值体系和地标体系，挖掘黄河治理文化和保护传承黄河非物质文化遗产 [23]。近年来，黄河流域各省（区）政府相继出台了一系列管理办法、条例及建设规划，建设了三江源黄河文化生态区、郑州市黄河风景名胜区、山东东营黄河口湿地生态旅游区、三门峡百里黄河生态廊道等，将黄河文化传承、生态保护与观光旅游相结合，对保护黄河生态资源、传承弘扬黄河文化发挥了重要作用 [24]。

（五）黄河流域绿色发展制度体系不断完善

立足于黄河流域实际，我国从区域协调发展、打赢脱贫攻坚战、全面建成小康社会等战略视角出发，对黄河流域的保护治理与高质量发展进行了顶层设计与战略规划。国家积极推进黄河保护立法，2021年10月，国务院审议通过《中华人民共和国黄河保护法（草案）》；2021年10月8日，中共中央、国务院印发《黄河流域生态保护和高质量发展规划纲要》；国家发展和改革委员会、住房和城乡建设部联合印发《“十四五”黄河流域城镇污水处理实施方案》，指导黄河流域城镇污水处理等基础设施建设和运维；水利部印发《关于实

施黄河流域深度节水控水行动的意见》，将水资源作为最大的刚性约束，全面实施黄河流域深度节水控水行动，推进水资源集约节约利用。

三、黄河流域高质量发展的关键制约瓶颈

黄河流域水资源总量仅占全国水资源总量的2.5% [25]，2019年黄河流域取水量高达 $5.56 \times 10^{10} \text{ m}^3$ ，水资源开发利用接近80% [26]，流域可用水量已接近极限。黄河流域兰州以上河段流量约占黄河天然径流量的60% [27]，而居民、耕地、矿产、能源等却集中分布在下游地区 [28]。整体来看，水资源总量不足、水资源时空分布不平衡、用水方式粗放以及污染治理水平低、传统资源消耗型产业占比较高成为黄河流域生态保护和高质量发展的重要制约因素。

（一）流域水沙关系不协调

黄河流域水沙关系不协调具体表现为水少沙多。近年来受气候变化、水资源开发利用以及其他人类活动影响，黄河流域水资源总量持续减少，中上游输沙量持续降低，水资源短缺问题愈发突出。人类活动对输沙量减少的作用越来越大，特别是生态建设工程的减沙作用不断增强；中下游河道淤积、河道整治工程不完善等导致主河槽淤积萎缩，产生“二级悬河”问题，致使汛期防洪压力加大；另外，旱灾与水灾频繁发生，水生态安全问题突出。

（二）生态系统本底敏感脆弱

黄河上中游地区生态系统敏感脆弱，荒漠化、沙漠化、水土流失等问题突出，受人类活动与气候变化影响，上游地区冰川、冻土及草原生态系统发生退化现象，导致部分地区水源涵养功能下降；中游地区水土资源保护与经济发展之间的矛盾日益突出，水土流失治理难度仍然较大，水土流失治理格局亟待调整。受黄河中上游地区水沙量减少影响，下游黄河三角洲地区生态系统发生严重退化，生态流量持续减少、生态系统破碎化加剧、生物多样性降低、河湖湿地面积严重萎缩等生态环境问题日渐突出。

（三）水污染对河湖生态功能造成危害

2019年，黄河流域劣V类水体的比例为8.8%，共有9个劣V类河流断面，主要分布在汾河及其支流、三川河、屈产河等。其中，汾河流域在2006—2019年持续遭受重度污染，如汾河干流温南社断面在2012—2019年的水质持续为劣V类，涑水河张留庄断面水质污染严重[29]。水环境污染一方面对流域生态系统造成严重危害，特别是导致河湖生物多样性显著降低；另一方面，水环境污染加剧了流域水资源短缺问题，致使部分地区水质型缺水问题突出。

（四）水资源利用结构不合理

黄河流域水资源利用以农业灌溉用水为主，农业用水量占总用水量的67.5%，高于全国平均水平[30]。其中，2018年，从黄河流域九省（区）

农业用水量的占比情况来看（见图1），宁夏的农业用水量占比最高，为85.6%。随着黄河中上游地区耕地面积的不断增加，在现有灌溉方式下，农业灌溉用水压力将进一步加大[31]。黄河流域上中游地区的工业体系以能源产业为主，如煤炭采选、炼焦、天然气开采等，耗水量大，对中下游地区供水造成较大压力[32]。2020年，通过全国水资源一级区地表水资源开发利用情况可以看出（见图2），黄河区（主要包括黄河流域）地表水资源开发利用率为80.2%[33]，位居首位。黄河流域地下水开采水平总体较高，部分地区浅层地下水开采量已占可开采量的80%以上[34,35]。近年来随着黄河流域沿途各省（区）对地下水开采管控力度的加大，城市地下水水位总体趋于稳定，但部分农业灌区地下水位仍呈下降趋势[36]。

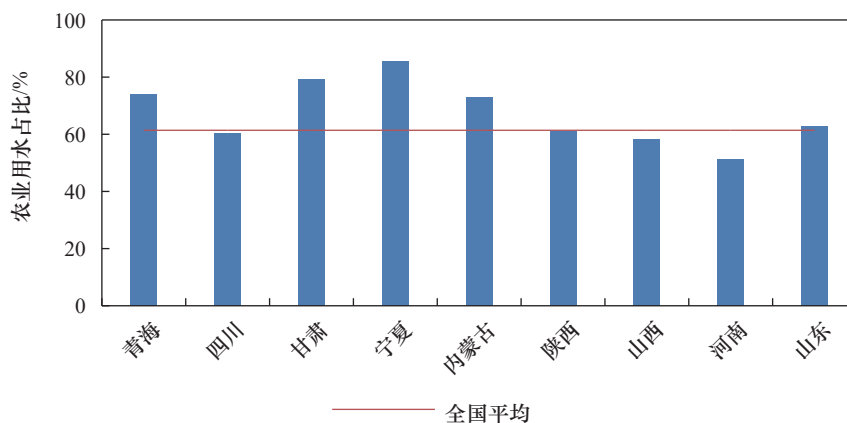


图1 2018年黄河流域九省（区）农业用水量占总用水量的比例

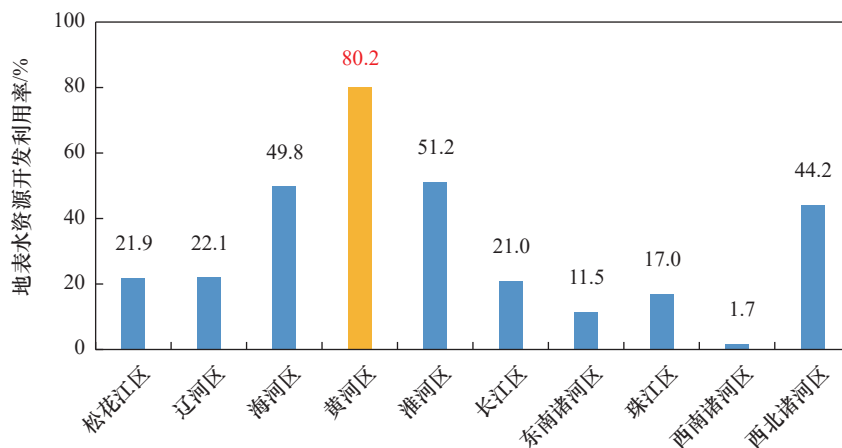


图2 2020年全国水资源一级区地表水资源开发利用率

(五) 高质量发展协同体系尚未形成

黄河流域的传统种植业和畜牧业占比较高 [37], 经济活力相对欠缺, 产业转型升级存在路径依赖, 改造进度慢, 传统产业、低端产业、资源型产业和劳动密集型产业占比较高 [38], 战略性新兴产业、高端制造业、高附加值产业和资本科技密集型产业较少等问题突出 [39]。各城市内部、城市之间、城市群之间未能形成合理的产业分工及特色产业集群, 呈现平行竞争态势。另外, 流域内部发展不平衡、不协调状况明显, 发达、欠发达与贫困地区并存, 城乡差距明显 [40], 科技创新发展存在无序竞争、缺乏合作、强弱不均等问题, 技术创新能力和产业竞争力的下降使得黄河流域各地区市场竞争力整体较弱, 难以协同联动发展。

四、黄河流域协同发展战略体系的构建

围绕生态保护与高质量发展主题, 因地制宜、分区施策, 立足全流域整体和长远利益, 从上中下游区域协同、水生态-水环境-水资源-水安全-水文化“五水”协同、水-气-土生态环境治理协同、减污降碳协同、多元政策实施协同等5个方面, 构建黄河流域生态保护和高质量发展协同战略体系(见图3), 提高黄河流域保护治理和绿色发展的系统性、整体性、协同性, 将黄河流域建设成为生态

环境及河流生命稳定健康、水资源集约节约利用、基础设施和公共服务发达完善、市场体系开放有序、产业布局合理高质、黄河文化繁荣振兴的现代流域经济带, 实现生态、民生、资源、经济和文化5个方面的协调发展。

(一) 区域协同战略

从区域协调发展的战略视角出发, 着眼于黄河水资源的利用与调度, 将水资源作为刚性约束, 以水定城、以水定地、以水定人、以水定产。通过优化流域水资源配置、开展流域生态补偿机制、建立联席会议制度等, 统筹可利用水资源量、水环境质量, 以中心城市和城市群带动周边城市发展, 实现黄河流域上中下游及左右两岸生态保护和高质量发展相协同。

一是优化流域水资源空间配置。加快推进水权交易市场建设, 完善上中下游水权跨区域调配, 建立全域水权合作机制。在黄河中下游实施用水指标水权置换, 协调超指标用水地区和未达用水指标地区之间供需矛盾, 促进黄河流域用水公平; 对中下游地区引黄水价进行调整, 引导中下游地区不断提高用水效率, 促进水资源配置进一步优化。

二是健全流域生态补偿机制。以《支持引导黄河全流域建立横向生态补偿机制试点实施方案》为依据, 以水资源、水环境为重点, 加快推动黄河流



图3 黄河流域生态保护和高质量发展协同战略体系框架

域跨区域生态补偿全面落地；建立黄河流域生态补偿机制管理平台，支持引导沿黄九省（区）建立多元化横向生态补偿，加快推进碳汇交易、水权交易、排污权交易等市场化补偿机制。

三是建立上中下游协同治理机制。探索建立“统一规划、统一标准、统一环评、统一监测、统一执法、统一应急”的黄河流域上中下游生态环境保护联动机制；加强全流域生态环境执法能力建设，完善跨区域跨部门联合执法机制；完善全流域水沙调控体系，统筹推进上游地区水源涵养、中游地区水土保持以及下游地区滩区治理和防洪建设，实现上中下游水沙协同共治；建立黄河流域大数据平台，对水资源、水环境、水生态、水灾害等进行统一监测与管理。

四是推进高质量发展协同体系。依据全流域整体的产业发展、流域治理、社会发展等整体状况，设计高质量协同发展路径；加快流域内各城市群之间及内部交通（高速铁路、民航、高速公路、信息网络等）建设，推动建立省际间政府搭建沟通平台、企业主体深度参与、社会组织发挥积极作用的跨区域合作机制；加强城市群的规划、协调与对接，明确区域合作重点领域，通过协调中原城市群与山东半岛城市群，发挥两大城市群在全流域中的龙头带动作用，促进多地区协调发展；出台产业转型升级引导政策，促进产业体系优化调整，中心城市大力发展高新技术产业，构建以知识密集型产业、环境友好型产业为主体的现代产业体系。

（二）“五水”治理协同战略

坚持生态优先，构建水生态、水环境、水资源、水安全、水文化“五水”统筹的战略体系，建立体现黄河流域特色的“五水”治理目标指标和考评办法。充分考虑黄河上中下游“五水”特征，制定“五水”治理协同战略实施路线图。

一是实施差别化水生态保护修复，推进美丽河湖建设。分区分类实施管控修复，逐步恢复干支流及重要湖泊水生态系统，提升上游地区的水源涵养功能，有效解决中下游地区河湖水生态受损严重问题。对黄河干流及主要支流河源区，加强天然林和草地保护，以封育保护为主，实施封禁治理，疏解人类活动压力，尽可能维护生态系统的原真性和完整性；对汾河、涑水河等水生态系统受损严重的河

流水体，积极开展河岸生态缓冲带和水生植被生态保护恢复；对洮河、渭河、泾河、北洛河、无定河、窟野河等水土流失严重的支流，因地制宜开展“梁、塬、坡、沟、川”综合治理；开展大汶河、东平湖等下游主要河湖水生态修复，实施河湖周边水源涵养林建设、岸堤植被恢复等工程，恢复河湖水系廊道功能；重点开展黄河三角洲湿地保护修复工作，加快推进退塘还河、退耕还湿、退田还滩，实施生态补水工程，连通河口水系，扩大自然湿地面积。

二是分区施策开展流域水环境综合整治，强化环境污染系统治理。重点开展湟水河、窟野河、石川河、北洛河、泾河等区域的城镇污水处理设施提标改造及管网建设；集中开展鄂尔多斯市、榆林市等工业集聚区水污染治理，落实企业治污责任，确保稳定达标排放；重点开展汾渭平原和河套灌区主产区等农业面源污染控制，采取生态拦截沟、测土配方施肥等措施，推行生态灌区建设，综合治理面源污染；实施煤化工、焦化、农药、农副食品加工、原料药制造等重点行业工业废水提升整治工程，持续推进工业企业废水深度处理与循环利用，逐步提高废水综合利用率，减少工业废水排放。

三是集约节约与优化配置并举，缓解流域水资源供需矛盾。从农业、工业和生活等领域全方位节水，从取水、供水到耗水全过程节水，推动用水定额落地，补齐节水工程短板，强化节约用水监管。通过水资源刚性约束倒逼，抑制不合理用水需求，提高水资源利用效率，推动流域水资源使用空间均衡。兰（州）西（宁）经济带重点提升合理利用水资源、提高水资源的承载能力，宁蒙灌区重点加强节水提效、水土平衡，中游能源基地重点保障供水、提高用水效率，下游及引黄灌区重点控制规模、水源置换。可按照“大稳定、小调整”原则，优化调整“八七”分水方案，适当增加上游部分省份的用水指标。

四是调控水沙关系，保障流域水安全。调整水土流失治理格局，在黄土丘陵沟壑区、土石山区、干旱草原区等植被恢复潜力较高区域，进一步加强水土流失区治理；在黄土高原沟壑区、高地草原区、风沙区，应以水定草、量水而行，适当放缓林草植被建设。结合小浪底水库水沙调控及河道整治，通过滩区引洪放淤及机械放淤，淤堵串沟堤河，平整和增加可用土地，加快“二级悬河”治理。对滩区

进行分类治理,使大部分滩区成为永久安全区。

五是基于“一河两园三山”水文化格局,形成黄河文化协同发展体系。以黄河为文化保护轴,以中岳嵩山、西岳华山和东岳泰山孕育的中原文化、关陇文化和齐鲁文化为文化保护区,发展三江源、黄河口国家公园,形成黄河文化保护总体格局。深入挖掘黄河文化蕴含的时代价值,推动文化与旅游深度融合,以黄河文化一体化发展为轴,以晋、陕、豫三省区域为黄河文化拓展示范区,以拓展示范区中的郑州、西安、太原等城市为引领,以兰西黄河文化城市群、“呼包鄂榆”黄河文化城市群、山东半岛黄河文化城市群为载体,辐射带动全流域水文化产业协同发展。

(三) 生态环境治理协同战略

从黄河流域生态系统整体性出发,按照“点(多点)–线(一千十廊)–面(七区)”布局污染治理任务和工程,形成纵横交错的生态环境治理网络,协同推进全流域水、大气、土壤的环境与生态系统保护治理。

一是强化重要生态节点保护恢复。推进乌梁素海、红碱淖、东平湖、沙湖等重点湖库系统保护;以甘肃白银,青海西宁,陕西宝鸡、商洛,河南三门峡、洛阳等地区 and 涉重金属企业为重点,推进土壤污染风险防控。强化藏羚羊、雪豹、野牦牛、土著鱼类、珍稀植物等重要的野生动植物栖息地的保护性恢复。

二是系统推进生态廊道保护治理。巩固黄河干流水环境质量,保障生态流量,确保水生态安全健康。推进湟水、洮河、窟野河、无定河、延河、汾河、渭河、沁河、伊洛河、大汶河等重点支流水环境治理与水生态保护修复,维护生态廊道功能。

三是实施重点生态区修复。重点是以三江源、祁连山、甘南、若尔盖等重点生态功能区为主的黄河源头水源涵养区,以内蒙古高原南缘、宁夏中部等为主的荒漠化防治区,以陇东、陕北、晋西北黄土高原为主的水土保持区,以汾河、涑水河、乌梁素海为重点河湖水污染防治区,以黄河三角洲湿地为主的河口生态保护区,以汾渭平原为主的大气污染防治区,以矿产资源开发集中区等为主的土壤污染风险管控区,系统推进区域生态环境综合治理工程。着力提升黄河源区水源涵养功能,推进西

北荒漠化防治区与黄土高原水土保持区修复治理,逐步恢复黄河三角洲区域湿地生态功能,改善重点河湖水环境治理与汾渭平原大气环境质量,强化矿产开发集中区和土地开发强度较高地区的土壤污染风险管控。

四是以郑州、济南等中心城市为重点,推进城市生态环境质量综合改善示范区建设。示范区建设重点包括:实施生态系统保护修复;推进水功能区划优化调整、良好水体保护、工业园区生态化改造;推行超低排放改造、工业窑炉综合治理、机动车污染防治、挥发性有机物综合治理;开展废气与废渣、污水与污泥协同治理;实施土壤污染风险管控与修复等。综合运用现代环境治理技术和装备,打通各环境要素治理链条,实现区域人居环境质量整体改善,树立现代城市环境治理典范。

五是建立覆盖全流域的生态环境监控体系。全面建立覆盖到区县的黄河流域环境质量监测网,定期开展黄河流域环境执法;建立流域突发环境污染事件应急联动机制,通过信息互通、对口交流、案件协查、联合应急等方式,共同应对、处置突发环境事件;建立黄河流域省际环境治理联席会议制度,在环境监管执法、环境质量监测、重点区域污染防治、突发污染事件处理等方面进行沟通合作,提高黄河流域污染协同治理水平。

(四) 减污降碳协同增效战略

围绕碳达峰目标、碳中和愿景,全面把握减污降碳总要求,聚焦重点领域、重点行业,从末端治理转向源头治理、系统治理,以“双碳”目标倒逼总量减排、源头减排、结构减排,实施减污降碳协同治理。

一是推动低碳试点省市发挥示范作用,分阶段分区域实现碳排放达峰。鼓励甘肃平凉、河南焦作、宁夏中卫等已经具有碳达峰趋势的城市在2022年实现达峰;河南安阳、甘肃天水以及陕西西安、宝鸡、渭南等碳排放已经处于平台期的城市在2025年左右实现达峰。强化实现碳达峰目标的过程管理,科学确定黄河流域各省(区)单位国内生产总值的碳排放强度目标和实施计划。

二是加快重点领域和行业低碳转型。加强煤电、钢铁、建材、有色、石化等高耗能行业的碳排放总量控制,严格管控内蒙古、宁夏、陕西、山西等省

(区)新增煤电和煤化工项目的碳排放强度和排放总量。推进“煤改气”“煤改电”进程,实施工业用煤减量替代,提高工业电气化水平。在黄河上中游能源化工基地的发展中,加强高标准绿色低碳循环现代化能源示范园区建设。依托北方地区清洁采暖等重大工程,深入推进黄河流域北方城市建筑用能清洁改造。完善低碳出行基础设施建设,构建智慧型交通运输体系。

三是深化低碳试点示范。推动近零碳排放和碳中和示范区建设,结合地域、行业特点,建设一批零碳城市、零碳社区、零碳园区。在陕西、山西、内蒙古等具备工作基础和先天条件的区域,推进二氧化碳捕集、利用和封存的重点工程部署和集群建设。选择低碳发展基础好、意愿强烈的地区和城市,开展环境质量达标和碳排放达峰“双达”试点示范。

四是采取基于自然的解决方案(NbS)的气候变化对策。在黄河上游三江源、祁连山、甘南等水源涵养区,加强高寒草地、农牧交错区生态系统保护,宜林则林,宜田则田,宜草则草,统筹“山水林田湖草”沙一体化保护修复。强化青海湖草原湿地、黄河入海口湿地的自然生态保护恢复,增加湿地碳汇储量。合理布局城市绿心、绿廊等绿地系统,实施城市河网、水系连通建设,推动城乡基础设施建设向适应气候变化方向转变,制定/修订相关的标准、规范和政策。提升供电、供热、排水、燃气、通信等城市生命线系统适应极端天气的建设标准。

(五) 多元政策实施协同战略

依据“共同抓好大保护,协同推进大治理”的核心思想,通过完善政策制度、搭建管理平台等,使生态保护政策与经济发展政策等形成政策联动效应,建立统筹协调、系统高效的综合管理制度,共同推动黄河流域高质量发展。

一是形成协调联动的政策体系。完善水资源配置政策,结合国家水网工程、南水北调后续工程及相关重大调水工程建设,科学合理确定黄河干支流河湖生态流量(水量),优化和细化“八七”分水方案;落实节水制度,制定实施黄河流域水资源节约集约利用行动方案,制定节水的配套激励政策,引导社会资本投入深度节水控水;建立水权交易平台,实现节约水量跨区域、跨行业流转;完善水价机制,实行分地区、分行业、分时段差异化水价、

阶梯水价、累进加价等制度;做好重点河段和薄弱环节的灾害防控;建立水生态监测与水生态考核制度,构建以排污许可制为核心的固定污染源监管制度体系;组织编制黄河流域能源转型发展规划,制定实施黄河流域工业绿色高质量发展相关配套政策。

二是建立流域保护和发展统筹协调机制。创新体制机制建设,以统筹协调机制为抓手,将区域协同、部门合作等融入黄河保护治理综合决策,打破行政区域分隔,破解管理混乱问题。建立跨行政区域的重点区域、流域环境污染和生态破坏联合防治协调机制;建立全流域多主体、多力量的共同参与保护与治理的推进机制以及区域间、城乡间、部门间、社会主体间的协同实施机制;构建黄河流域生态保护与高质量发展信息共享平台,实施黄河流域跨区域、跨部门、跨行业的信息共享制度。

三是强化市场化治理机制的作用。发挥市场在资源配置中的决定性作用,针对黄河流域水资源保护与节约利用、生态环境治理与修复、绿色基础设施建设等资金需求,建立以市场为主体的多元投资机制;探索跨地区水权交易机制,鼓励节水与水资源利用效率提升;将排污权交易等以市场配置为主体的创新机制与生态补偿机制有机衔接起来,充分发挥市场作用,建立全流域横向生态补偿机制。

四是建立和健全流域生态产品价值实现机制。开展流域生态产品基础信息调查,摸清各类生态产品数量、质量等家底,形成生态产品目录清单;对流域生态产品价值进行核算,评估流域生态保护成效和生态产品价值;依托流域森林、草地、湿地等生态资源,拓宽“两山”转化路径和模式,因地制宜发展生态旅游、循环农业、低碳工业等产业,推动流域生态优势转化为产业优势;选取各省(区)具有代表性的生态产品,打造黄河流域生态产品地域品牌;基于生态产品价值核算结果、生态保护红线面积等因素,完善财政转移支付资金分配机制。

五、结语

黄河流域生态保护和高质量发展研究涉及生态环境、资源开发与利用、防灾减灾、经济发展、民生福祉、文化传承等多个方面,本文从多维视角出发,构建了以水为主线,以区域协同、“五水”治

理协同、生态环境治理协同、减污降碳协同、多元政策实施协同为主体的“五大协同”战略体系。在新的发展时期,深入推进黄河重大国家战略是一个新的重要命题,为此,黄河流域作为全国重要的能源基地,要结合碳达峰、碳中和目标,充分发挥非化石能源的资源优势,优化能源结构,实现能源转型。此外,在全球气候变化、生态环境保护与经济社会发展相互深刻影响、深度融合的背景下,黄河流域经济发展新旧动能转换路径、地域特色的生态产品价值实现模式、黄河优秀文化资源的传承与弘扬等也是需要进一步研究的课题。

利益冲突声明

本文作者在此声明彼此之间不存在任何利益冲突或财务冲突。

Received date: November 23, 2021; **Revised date:** December 12, 2021

Corresponding author: Wang Xiahui, E-mail: wangxh@caep.org.cn

Funding project: Chinese Academy of Engineering project “Research on ecological protection and high-quality development strategy in the Yellow River Basin” (2020-ZD-18)

参考文献

- [1] 习近平. 在黄河流域生态保护和高质量发展座谈会上的讲话[J]. 求是, 2019 (20): 4–11.
Xi J P. Speech at symposium on ecological protection and high-quality development in the Yellow River Basin [J]. Qishi, 2019 (20): 4–11.
- [2] 张红武. 基于流域高质量发展目标的黄河水沙调控与防洪相关问题研究 [EB/OL]. (2021-11-20)[2021-12-08]. <https://kns.cnki.net/webvpn.las.ac.cn/kcms/detail/10.1746.TV.20211118.2139.002.html>.
Zhang H W. Study on water and sediment regulation and flood control of the Yellow River based on high-quality development goal of the basin [EB/OL]. (2021-11-20)[2021-12-08]. <https://kns.cnki.net/webvpn.las.ac.cn/kcms/detail/10.1746.TV.20211118.2139.002.html>.
- [3] 苏佳园, 王白春, 王飞, 等. 论水土保持在黄河流域生态保护和高质量发展战略中的地位和作用 [J]. 中国水土保持, 2021 (11): 1–3.
Su J Y, Wang B C, Wang F, et al. On the position and function of soil and water conservation in the strategy of ecological protection and high quality development in the Yellow River Basin [J]. Soil and Water Conservation in China, 2021 (11): 1–3.
- [4] 周夏飞, 曹国志, 於方, 等. 黄河流域水污染风险分区 [EB/OL]. (2021-10-27)[2021-12-08]. <https://kns.cnki.net/kcms/detail/detail.aspx?dbcode=CAPJ&dbname=CAPJLAST&filename=HJKZ20211026004&uniplatform=NZKPT&v=xQUCJGvGRRHMP-O4syzyh7EhpCyC2EKy8sDAFW1GbhH-OuFXjKB4sr81vtth46R>.
Zhou X F, Cao G Z, Yu F, et al. Risk zoning of water pollution in the Yellow River Basin [EB/OL]. (2021-10-27)[2021-12-08]. <https://kns.cnki.net/kcms/detail/detail.aspx?dbcode=CAPJ&dbname=CAPJLAST&filename=HJKZ20211026004&uniplatform=NZKPT&v=xQUCJGvGRRHMP-O4syzyh7EhpCyC2EKy8sDAFW1GbhH-OuFXjKB4sr81vtth46R>.
- [5] 张敏, 吕艳荷, 刘磊. 黄河流域水生态保护的主要问题与对策建议 [J]. 四川环境, 2021, 40(5): 157–161.
Zhang M, Lyu Y H, Liu L. Main problems and countermeasures of water ecological protection in Yellow River Basin [J]. Sichuan Environment, 2021, 40(5): 157–161.
- [6] 武翠芳, 县雅宁. 基于DEA模型的黄河流域水资源利用效率的评价研究 [J]. 河北地质大学学报, 2021, 44(5): 119–124.
Wu C F, Xian Y N. Evaluation of water resources utilization efficiency in the Yellow River Basin based on DEA model [J]. Journal of Hebei GEO University, 2021, 44(5): 119–124.
- [7] 李原园, 李云玲, 王慧杰, 等. 强化黄河流域水资源调控思路与对策 [J]. 中国水利, 2021 (18): 8–10.
Li Y Y, Li Y L, Wang H J, et al. Thoughts and proactive measures for strengthening water resources regulation in the Yellow River Basin [J]. China Water Resources, 2021 (18): 8–10.
- [8] 李楠楠, 史自立. 黄河流域水生态补偿机制的思考 [C]. 西安: 2021第九届中国水生态大会论文集, 2021.
Li N N, Shi Z L. Consideration on water ecological compensation mechanism in Yellow River Basin [C]. Xi'an: Proceedings of the 9th China Water Ecology Conference, 2021.
- [9] 夏军, 刘柏君, 程丹东. 黄河水安全与流域高质量发展思路探讨 [J]. 人民黄河, 2021, 43(10): 11–16.
Xia J, Liu B J, Cheng D D. Discussion on water security and high quality development of Yellow River Basin [J]. Yellow River, 2021, 43(10): 11–16.
- [10] 李卓, 朱晓叶. 黄河流域水污染防治立法问题研究 [J]. 农村·农业·农民(B版), 2021 (8): 41–43.
Li Z, Zhu X Y. Study on legislation of water pollution prevention and control in Yellow River Basin [J]. Country Agriculture Farmers (B), 2021 (8): 41–43.
- [11] 许家凤. 浅析黄河文化在黄河流域生态保护和高质量发展中的地位 and 作用 [C]. 北京: 中国水利经济研究会, 2021.
Xu J F. The status and function of Yellow River culture in ecological protection and high quality development of Yellow River basin were analyzed [C]. Beijing: China Society of Water Economics, 2021.
- [12] 秦华, 任保平. 黄河流域城市群高质量发展的目标及其实现路径 [J]. 经济与管理评论, 2021, 37(6): 26–37.
Qin H, Ren B P. The Goal and realization path of high-quality development of urban agglomeration in the Yellow River Basin [J]. Review of Economy and Management, 2021, 37(6): 26–37.
- [13] 赵志强. 黄河流域生态保护和高质量发展协同机制及对策思考 [J]. 理论研究, 2021 (5): 73–80.
Zhao Z Q. Ecological protection and high-quality development in the Yellow River Basin: Coordination mechanism and countermeasures [J]. Theoretical Research, 2021 (5): 73–80.
- [14] 张晓昱, 刘璐. 高质量发展视角下黄河流域经济增长与生态环境耦合分析 [J]. 商丘师范学院学报, 2021, 37(10): 73–77.
Zhang X Y, Liu L. On the Combination of economic growth and ecological environment in the Yellow River Basin from the

- perspective of high-quality development [J]. *Journal of Shangqiu Normal University*, 2021, 37(10): 73–77.
- [15] 董战峰, 郝春旭, 璩爱玉, 等. 黄河流域生态补偿机制建设的思路与重点 [J]. *生态经济*, 2020, 36(2): 196–201.
Dong Z F, Hao C X, Qu A Y, et al. Orientation and focus on construction of the ecological compensation mechanism in the Yellow River Basin [J]. *Ecological Economy*, 2020, 36(2): 196–201.
- [16] 唐芳林, 田勇臣, 闫颜. 国家公园体制建设背景下的自然保护地体系重构研究 [J]. *北京林业大学学报(社会科学版)*, 2021, 20(2): 1–5.
Tang F L, Tian Y C, Yan Y. Reconstructing the nature reserve system in the context of national park system construction [J]. *Journal of Beijing Forestry University(Social Sciences)*, 2021, 20(2): 1–5.
- [17] 李冠稳, 高晓奇, 肖能文. 基于关键指标的黄河流域近20年生态系统质量的时空变化 [EB/OL]. (2021-09-01)[2021-11-02]. <https://doi.org/10.13198/j.issn.1001-6929.2021.08.28>.
Li G W, Gao X Q, Xiao N W. The spatial and temporal changes of ecosystem quality based on key indicators in the Yellow River Basin from 2000 to 2018 [EB/OL]. (2021-09-01)[2021-11-02]. <https://doi.org/10.13198/j.issn.1001-6929.2021.08.28>.
- [18] 崔盼盼, 赵媛, 夏四友, 等. 黄河流域生态环境与高质量发展测度及时空耦合特征 [J]. *经济地理*, 2020, 40(5): 49–57, 80.
Cui P P, Zhao Y, Xia S Y, et al. Level measures and temporal and spatial coupling analysis of ecological environment and high quality development in the Yellow River Basin [J]. *Economic Geography*, 2020, 40(5): 49–57, 80.
- [19] 李衡, 韩燕. 黄河流域PM_{2.5}时空演变特征及其影响因素分析 [EB/OL]. (2020-07-20)[2021-10-29]. https://kns.cnki.net/kcms/detail/detail.aspx?dbcode=CAPJ&dbname=CAPJLAST&filename=SJDJ20200716000&uniplatform=NZKPT&v=mRueCzqsRnRbrRMRUMITSM_K_TFVNFhrfqZ0WK0djL2pJP1mDPOwTQvCCc1j_o2.
Li H, Han Y. Analysis of the spatial and temporal evolution characteristics of PM_{2.5} in the Yellow River Basin and its influencing factors [EB/OL]. (2020-07-20)[2021-10-29]. https://kns.cnki.net/kcms/detail/detail.aspx?dbcode=CAPJ&dbname=CAPJLAST&filename=SJDJ20200716000&uniplatform=NZKPT&v=mRueCzqsRnRbrRMRUMITSM_K_TFVNFhrfqZ0WK0djL2pJP1mDPOwTQvCCc1j_o2.
- [20] 刘瑞平, 魏楠, 宋志晓, 等. 黄河流域土壤污染治理的战略研究 [J]. *环境科学与管理*, 2021, 46(9): 45–49.
Liu R P, Wei N, Song Z X, et al. Strategic thinking on soil pollution control in Yellow River Basin [J]. *Environmental Science and Management*, 2021, 46(9): 45–49.
- [21] 陈翠霞, 安催花, 罗秋实, 等. 黄河水沙调控现状与效果 [J]. *泥沙研究*, 2019, 44(2): 69–74.
Chen C X, An C H, Luo Q S, et al. Study on the effect of the water and sediment regulation in the Yellow River [J]. *Journal of Sediment Research*, 2019, 44(2): 69–74.
- [22] 姚文艺, 焦鹏. 黄河水沙变化及研究展望 [J]. *中国水土保持*, 2016 (9): 55–63, 93.
Yao W Y, Jiao P. Water and sand changes in the Yellow River and prospects for research [J]. *Soil and Water Conservation in China*, 2016 (9): 55–63, 93.
- [23] 牛家儒. 论黄河流域文化的保护传承和合理利用 [J]. *中国市场*, 2021 (6): 1–4.
Niu J R. On the protection, heritage and rational use of the culture of the Yellow River Basin [J]. *China Market*, 2021 (6): 1–4.
- [24] 岳瑞波, 韩子贵. 黄河中下游沿岸景点汛期生态旅游高质量发展研究 [J]. *社会科学家*, 2020 (11): 38–43.
Yue R B, Han Z G. A study on the quality development of ecotourism in the middle and lower reaches of the Yellow River during the flood season in coastal sites [J]. *Social Scientist*, 2020 (11): 38–43.
- [25] 水利部黄河水利委员会. 黄河水资源公报(2019) [R]. 郑州: 水利部黄河水利委员会, 2019.
Yellow River Conservancy Commission of the Ministry of Water Resources. *Yellow River water resources bulletin 2019* [R]. Zhengzhou: Yellow River Conservancy Commission of the Ministry of Water Resources, 2019.
- [26] 王煜, 彭少明, 武见, 等. 黄河“八七”分水方案实施30年回顾与策略 [J]. *人民黄河*, 2019, 41(9): 6–13, 19.
Wang Y, Peng S M, Wu J, et al. Review of the implementation of the Yellow River Water allocation scheme for thirty years [J]. *Yellow River*, 2019, 41(9): 6–13, 19.
- [27] 赵莺燕, 于法稳. 黄河流域水资源可持续利用: 核心、路径及对策 [J]. *中国特色社会主义研究*, 2020 (1): 52–62.
Zhao Y Y, Yu F W. Sustainable utilization of water resources in the Yellow River Basin: Core, path and countermeasures [J]. *Studies on Socialism with Chinese Characteristics*, 2020 (1): 52–62.
- [28] 潘启民, 张如胜, 李中有. 黄河流域分区水资源量及其分布特征分析 [J]. *人民黄河*, 2008 (8): 54–55.
Pan Q M, Zhang R S, Li Z Y. Analysis of water resources quantity and its distribution in Yellow River Basin [J]. *Yellow River*, 2008 (8): 54–55.
- [29] 中华人民共和国生态环境部. 2019中国生态环境状况公报 [R]. 北京: 中华人民共和国生态环境部, 2020.
Ministry of Ecology and Environment of the People's Republic of China. *China ecological and environmental status bulletin 2019* [R]. Beijing: Ministry of Ecology and Environment of the People's Republic of China, 2020.
- [30] 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, 38(2): 72–76.
Zhang H, Liu Q J, Shi S J. Study of comprehensive evaluation of agricultural water resources utilization efficiency in the Yellow River Basin [J]. *Meteorological and Environmental Sciences*, 2015, 38(2): 72–76.
- [31] 程维明, 高晓雨, 马廷, 等. 基于地貌分区的1990—2015年中国耕地时空特征变化分析 [J]. *地理学报*, 2018, 73(9): 1613–1629.
Cheng W M, Gao X Y, Ma T, et al. Spatio-temporal distribution and transformation of cropland in geomorphologic regions of China during 1990–2015 [J]. *Acta Geographica Sinica*, 2018, 73(9): 1613–1629.
- [32] 项潇智, 贾绍凤. 中国能源产业的现状需水估算与趋势分析 [J]. *自然资源学报*, 2016, 31(1): 114–123.
Xiang X Z, Jia S F. Estimation and trend analysis of water demand of energy industry in China [J]. *Journal of Natural Resources*, 2016, 31(1): 114–123.
- [33] 王浩, 赵勇. 新时期治黄方略初探 [J]. *水利学报*, 2019, 50(11): 1291–1298.

- Wang H, Zhao Y. Preliminary study on harnessing strategies for Yellow River in the new period [J]. *Journal of Hydraulic Engineering*, 2019, 50(11): 1291–1298.
- [34] 韩双宝, 李甫成, 王赛, 等. 黄河流域地下水资源状况及其生态环境问题 [J]. *中国地质*, 2021, 48(4): 1001–1019.
Han S B, Li F C, Wang S, et al. Groundwater resource and eco-environmental problem of the Yellow River Basin [J]. *Geology in China*, 2021, 48(4): 1001–1019.
- [35] 李东, 潘启民, 周念文, 等. 黄河流域水资源利用现状分析 [J]. *地下水*, 2021, 43(3): 183–187.
Li D, Pan Q M, Zhou N W, et al. Analysis of water resources utilization in Yellow River Basin [J]. *Ground Water*, 2021, 43(3): 183–187.
- [36] 贾永锋, 赵萌, 尚长健, 等. 黄河流域地下水环境现状、问题与建议 [J]. *环境保护*, 2021, 49(13): 20–23.
Jia Y F, Zhao M, Shang C J, et al. Current situation and suggestions on groundwater environmental problems in the Yellow River Basin [J]. *Environmental Protection*, 2021, 49(13): 20–23.
- [37] 方琳娜, 尹昌斌, 方正, 等. 黄河流域农业高质量发展推进路径 [EB/OL]. (2021-10-21)[2021-10-29]. https://kns.cnki.net/kcms/detail/detail.aspx?dbcode=CAPJ&dbname=CAPJLAST&filename=ZGNZ2021101900C&uniplatform=NZKPT&v=IXP1LDpk_N2zoKQbcg4R4beBYWwyt4bCRFaUBgu-SG0PheIAR7SqsbyQiKYOpj9.
Fang L N, Yin C B, Fang Z, et al. The promotion path of high quality agricultural development in the Yellow River Basin [EB/OL]. (2021-10-21)[2021-10-29]. https://kns.cnki.net/kcms/detail/detail.aspx?dbcode=CAPJ&dbname=CAPJLAST&filename=ZGNZ2021101900C&uniplatform=NZKPT&v=IXP1LDpk_N2zoKQbcg4R4beBYWwyt4bCRFaUBgu-SG0PheIAR7SqsbyQiKYOpj9.
- [38] 苏永伟, 刘泽鑫. 资源-环境约束下黄河流域产业结构优化影响因素研究——基于2008—2018年的数据分析 [J]. *西北大学学报(自然科学版)*, 2021, 51(3): 425–437.
Su Y W, Liu Z X. Research on the factors influencing the optimization of industrial structure in the Yellow River Basin under resource-environment constraints: Analysis based on the data from 2008 to 2018 [J]. *Journal of Northwest University(Natural Science Edition)*, 2021, 51(3): 425–437.
- [39] 张瑞, 王格宜, 孙夏令. 财政分权、产业结构与黄河流域高质量发展 [J]. *经济问题*, 2020 (9): 1–11.
Zhang R, Wang G Y, Sun X L. Fiscal decentralization, industrial structure and high quality development of the Yellow River Basin [J]. *On Economic Problems*, 2020 (9): 1–11.
- [40] 白丽飞, 徐林铭. 黄河流域“四化”同步发展的区域格局及路径选择 [J]. *青海社会科学*, 2021 (4): 94–106.
Bai L F, Xu L M. Regional pattern and path selection of synchronous development of “Four Modernizations” in the Yellow River Basin [J]. *Qinghai Social Sciences*, 2021 (4): 94–106.