

## 生态治理中的中国智慧

### 核心阅读

党的二十届四中全会提出,加快经济社会发展全面绿色转型,建设美丽中国。黄河调水调沙,是我国治水智慧与现代科技深度融合的生态实践。精准把握水沙关系、水库群联合调度、通过数字孪生技术提升调水调沙效能……经过20余年实践,黄河调水调沙为保障黄河安澜提供了坚实基础,为全球大江大河的生态治理贡献了中国智慧。

黄河之“黄”,在于泥沙。水与沙,是母亲河的一道不等式。泥沙经年累月淤积,挤占水库库容,抬高下游河床,形成千里“悬河”。保障黄河长久安澜,必须紧紧抓住水沙关系调节这个“牛鼻子”。2002年以来,黄河开展了31次调水调沙,把超35亿吨泥沙送入大海,“地上悬河”有效缓解,行洪排沙能力大大提高。调水调沙,简单来说,是通过水库群联合调度,调节、控制下游水沙关系,将尽可能多的泥沙排入大海,塑造相对协调的水沙关系。

### 多座水库“接力”一次次精准调度,为水库和河道卸下“泥沙包袱”

小浪底水库,黄河中下游的“水龙头”,调水调沙的“动力源”。滔滔水流,转化为跃动的数字,显示在小浪底管理中心数字孪生小浪底集控中心大屏幕上。

9月8日9时,“下泄流量调整为2500立方米每秒”,调令传来。数字孪生小浪底集控中心调度工程师李宪栋下达操作指令。三条排沙孔洞的闸门徐徐抬升,巨浪排空,奔向下游。本年度黄河汛期调水调沙启动。

“2500立方米每秒,相当于每秒下泄一座标准泳池的水量,约为平时水库下泄流量的3倍。大流量水流,动力强,像一把把‘刷子’,‘刷’河道,冲泥沙。”李宪栋打了个比方。他的工作,是根据不同流量,制定孔洞开闭组合,精准控制“刷子”力道和冲刷时机。在汛期调水调沙期间,6个调令,24次调整孔洞,为小浪底水库排沙88.7亿千克。

水库蓄泄之间,改变水沙关系。如今,黄河调水调沙形成了以小浪底水库为核心的水库群联合调度,在超1000公里的河道上,小浪底、三门峡、万家寨等干支流水库群相互配合,显著提升排沙效率。

水库群“接力”,精准“交棒”是关键。6月23日至7月10日,黄河开展汛前调水调沙,三门峡和小浪底,这两座相隔约130公里的大水库,上演厘米级的水流对接。黄河勘测规划设计研究院有限公司规划研究院副院长鲁俊是对接方案的制定人之一。“浑水重,清水轻,浑水潜流在下。小浪底水库开启孔洞后,先排上面的清水,等水位降至220米左右开始排沙。”鲁俊介绍,从三门峡水库奔流而来的高含沙水流,经过10小时左右抵达小浪底水库坝前。此时,若水库水位过高,浑水难以排出,反而会增加淤积;但水位过低,可能影响后期供水安全。多番论证、精心设计,水流对接水位设定为217米。从7月2日开始,鲁俊和团队轮番值

### “葛洲坝”号！万吨级纯电动散货船下水

10月23日,在湖北宜昌市举办的2025绿色能源发展大会上,举行了我国目前最大的万吨级纯电动散货船下水及命名仪式。该船被正式命名为“葛洲坝”号,并由此转入舾装阶段。作为我国万吨级纯电动散货船研制及示范应用项目,此次下水和命名的“葛洲坝”号在纯电力与智能技术应用上实现多项突破,标志着我国内河航运绿色智能化发展迈出关键一步。“葛洲坝”号纯电动散货船总长近130米,最大载重量超过1.3万吨。船舶配备12个锂电池箱式电源作为动力源,总电量达2.4万千瓦时,支持快速换电,续航里程可达500公里。

图为“葛洲坝”号纯电动散货船(无人机照片)。

新华社记者 肖艺九摄

# 黄河水沙不等式，这样求解

本报记者 王浩



主河槽平均下降3.1米,最小过流能力从不足2000立方米每秒提升至约5000立方米每秒。

### “三条黄河”联动5.5亿条数据把黄河“搬”进互联网

4820立方米每秒——6月28日8时,小浪底水库迎来了汛前调水调沙下泄流量峰值。9时,一架无人机从坝顶起飞,按照预先设定路线巡检。“这架无人机搭载边缘分析终端、双光云台相机,实时传输画面,自动识别缺陷,生成巡检报告。”小浪底管理中心开发公司水工部副部长王鹏飞介绍。

数字孪生技术再造一座“小浪底”。坝体,2943支监测仪器精准感知各项工情。空中,遥感卫星对约300平方公里库区水面、约1300公里水库岸线全覆盖监测。“云中”,12个水利专业模型精准运算……大坝、库区、河道、水流等,一一映射到数字孪生小浪底平台,虚实交互,数字模拟,水库冲淤、水库调度、工程安全监测等提前预演。从打造数字孪生小浪底到构建黄河济南段、东平湖等典型三维场景,数字孪生黄河建设扎实推进,5.5亿条数据把黄河“搬”进互联网。

“我们构建了原型黄河、模型黄河、数字孪生黄河‘三条黄河’联动的科研范式,‘三条黄河’相互参证,提高预报精度,让调度方案更精细。”黄河水利科学研究院泥沙研究所所长曹永涛说。洪峰增值,是黄河调水调沙的一大挑战。什么是洪峰增值?2004年调水调沙期间,水文测报员发现,小浪底水库以2680立方米每秒流量下泄,水流演进到128公里之外的花园口水文站时,流量却增大到3990立方米每秒。“就像是高速公路上的车流,后面的车开得快,前面的车开得慢,形成拥堵。”曹永涛说。

原型黄河摸准脉搏。汛前和调水调沙期间,黄河水利科学研究院组建5个野外工作组,对小浪底库区、下游河道与河口等重点河段开展查勘,收集关键数据,研究提出调水调沙关键参数。数字孪生黄河提前预演。“关键参数输入到二维水沙动力学模型,10分钟完成15天大流量过程水沙演进及河道冲淤模拟,对提出的十几套调度方案效果进行评价分析。”曹永涛介绍。模型黄河优化验证。在黄河水利科学研究院“模型黄河”试验基地,800米长的河道模

型复现黄河下游480公里的游荡性和过渡性河段。“调水调沙提前在‘微缩黄河’里演练,查漏补缺,迭代升级。”曹永涛说,“‘三条黄河’深度联动,互相支撑,洪峰增值预报误差控制在10%以内。”

数字赋能,提升调水调沙效能。黄河水利委员会有关负责人表示,“十五五”时期,将持续完善“三条黄河”,提升原型黄河天空地水工一体化监测感知能力,强化模型黄河发展和运用,提升数字孪生黄河预报预警预演预案能力,不断赋能防汛抗旱、水土保持、水文监测等。

### 多次调研论证摸清黄河水沙变化与水生生物之间的关系

今年汛前调水调沙,伴着轰鸣涛声,姜广艳奔波在黄河河道的监测点。不仅记录水和沙,她还关心鱼。

来自黄河水资源保护科学研究院生态环境研究室的姜广艳和团队正努力摸清黄河水沙变化与水生生物之间的关系。

2023年4月1日,黄河保护法正式施行,第六十二条明确要求,“水沙调控应当采取措施尽量减少对水生生物及其栖息地的影响”。

5次研讨会,多轮论证,姜广艳所在的团队拿出了一份包含上百个指标的生态“体检表”。“调水调沙生态环境监测是一项全新工作,我们要一点点摸清‘家底’。”姜广艳说。

2023年至2025年,专家团队在小浪底至河口河段等重点区域布设12个监测断面,采集各类样品1300多个。“从长期看,调水调沙塑造了稳定的河势,水生生物栖息环境得到改善,刀鱼等珍稀鱼类频频现身。”姜广艳介绍。

设备不断升级。在2025年调水调沙生物监测中,在线光电测沙仪投入运用,每6分钟形成一个泥沙数据。“在线光电测沙仪精度高,再搭配鱼类声呐监测系统、浮游生物采样等设备,揭示了水沙变动和鱼类之间的响应机制。”黄河水利委员会水文局小浪底站站长陈志远介绍。

数据显示,2008年以来,黄河下游浮游生物群落结构基本维持稳定,河南、山东两省境内鱼类种数增加近50种。调水调沙期间向黄河河口三角洲湿地进行生态补水,为三角洲湿地保护修复和生物多样性提升提供了有效保障。

上图:三门峡水利枢纽。常奇摄(影像中国)

据新华社济南10月23日电(记者李志浩)记者从在山东东营市召开的2025中日韩澳候鸟保护工作会议上获悉:我国鸟类保护工作取得显著成效,白鹤、青头潜鸭、黑嘴鸥、中华凤头燕鸥、朱鹮等多个濒危物种种群数量实现稳定增长,2024年、2025年同步监测越冬水鸟数量连创历史调查监测新高。

“十四五”时期,我国持续加大鸟类保护力度,国家重点保护鸟类达到394种,“三有”(有重要生态、科学、社会价值)鸟类达到1028种,受保护鸟类种数增加近50%;以国家公园为主体的自然保护地体系建设不断推进,首批设立的5个国家公园中,三江源、东北虎豹国家公园为重要候鸟繁殖地;候鸟迁飞通道保护修复和保护监测体系建设持续加强,明确1140处候鸟迁徙通道重要栖息地,对821处关键栖息地全面开展保护修复。

此外,我国连续6年开展“清风行动”,相关违法案件数量和违法犯罪人员数量明显下降,鸟类等野生动植物非法贸易蔓延势头得到有效遏制。

国家林业和草原局相关负责人表示,在上述强有力的政策、执法和保护措施推动下,我国鸟类保护工作取得显著成效,多个濒危物种种群实现稳定增长甚至逆转,生态系统健康状况持续改善。

### 南水北调东中线累计调水超830亿立方米 受益范围向农村拓展

本报北京10月23日电(记者王浩)记者从中国南水北调集团有限公司获悉:截至目前,南水北调东中线一期工程累计向北方调水超830亿立方米,惠及沿线48座大中型城市1.95亿人,随着受水区配套工程完善,受益范围正由大中城市向农村拓展。目前南水北调中线一期工程总干渠输水损失率从设计值10%大幅优化至实际运行值3%左右。

南水北调集团建立起集“监测、保护、防控、应急、科研”于一体的水质安全保障体系,南水北调中线陶岔水质自动监测站水质监测参数由101项升级到197项,中线工程水质稳定达到或优于地表水Ⅱ类标准,东线工程水质稳定达到地表水Ⅲ类标准。

### “三北”工程实施以来内蒙古阿拉善盟累计治沙面积超亿亩

本报呼和浩特10月23日电(记者张彬)日前,内蒙古阿拉善盟全面启动秋季造林工作,计划于12月底前完成今年56万亩造林任务。至此,自1978年“三北”工程实施以来,阿拉善盟防沙治沙累计治理面积突破1亿亩。

阿拉善盟地处内蒙古最西端,境内分布着巴丹吉林、腾格里、乌兰布和三大沙漠,生态环境极度脆弱。为改善极端脆弱的生态环境,推进沙化土地综合治理,当地持续开展植树造林种草,推广应用以梭梭、花棒、沙拐枣等乡土抗旱灌木和草本植物为主体的近自然造林模式。

同时,阿拉善盟还推动防沙治沙与沙产业深度融合,引导项目区及周边农牧民积极参与工程建设,后期管护和沙产业经营,农牧民实现家门口就业增收,生态保护与民生改善实现良性互动。

### “十四五”时期青海清洁取暖改造面积达3774万平方米

本报西宁10月23日电(记者江萌)记者从青海省能源局获悉:“十四五”时期,青海持续实施煤改电、煤改气、地热供暖项目,累计完成投资126亿元,清洁取暖改造面积达3774万平方米,清洁取暖率提高13%,惠及群众超过100万人。

“十四五”时期,青海清洁取暖用电负荷增长58万千瓦时,年用电量30亿千瓦时,相当于年节约标煤约90万吨,年减少二氧化碳排放量约239万吨、氮氧化物排放量约7200吨。

### 北京花园城市研究中心挂牌成立

本报北京10月23日电(记者施芳)10月23日,北京花园城市研究中心在京挂牌成立,该中心将针对首都花园城市建设的重大理论与实践问题开展系统性研究。

北京花园城市研究中心是由北京市园林绿化局、北京市委党校(北京行政学院)发起,联合北京市发展和改革委员会、北京市规划和自然资源委员会、北京市生态环境局、北京市水务局、北京市农业农村局共同成立的理论研究平台,中心还同时邀请了园林绿化、环境保护、节能环保等花园城市建设核心领域的高校学者、行业领军人才及实务部门专家共同参与研究,旨在打造集教学、科研、决策咨询于一体的高水平创新平台。

本版责编:陈娟 何宇澈 秦瑞杰  
版式设计:张丹峰