

小浪底水利枢纽主体工程开工30周年

# 守护黄河安澜 提升综合效益

本报记者 邓剑洋

美丽中国

核心阅读

小浪底水利枢纽是黄河干流三门峡水利枢纽以下唯一能够取得较大库容的控制性工程。今年9月12日是小浪底水利枢纽主体工程开工30周年的日子。工程投入运行以来,调水调沙效率提高、功能拓展,建成数字孪生平台、提升运行管理科学性,取得显著综合效益,为推动黄河流域生态保护和高质量发展提供了有力支撑。

揽山抱水,拦河大坝巍峨耸立;防洪减淤,万里黄河大浪淘沙。在黄河中游最后一段峡谷出口处,小浪底水利枢纽矗立于此。大坝起,调泥沙、护安澜、保供水。1994年9月12日,小浪底水利枢纽主体工程开工,1997年实现大河截流,1999年下闸蓄水,2001年主体工程完工。这是黄河干流三门峡水利枢纽以下唯一能够取得较大库容的控制性工程,总库容126.5亿立方米,其中淤沙库容75.5亿立方米。工程投入运行以来,有效发挥防洪、防凌、减淤、供水、灌溉等功能,经济、社会和生态效益显著,为推动黄河流域生态保护和高质量发展提供有力支撑。

## 调水调沙不断升级,截至2023年汛前,下游主河槽高度平均下降3.1米

黄河水奔涌而来,泥沙来回翻腾,激流卷起千层浪。8月9日,小浪底水利枢纽开启3条排沙洞,再次启动汛期调水调沙。电脑屏幕上,泄流孔洞实时含沙量、水

库水位、出入库流量等数据实时变动,水利部小浪底水利枢纽管理中心水量调度处处长李鹏介绍:“通过大流量下泄冲刷黄河,把水库里和河道中的泥沙冲入大海,减轻下游河道淤积。”

九曲黄河“斗水七沙”。破解水沙关系不等式,小浪底水利枢纽是关键一环。“小浪底水利枢纽控制黄河流域面积的92.3%,控制91.2%的黄河径流量和近100%的黄河输沙量。工程通过在合适时机下泄河水,制造大流量过程,加大水流对河道冲刷力度。”李鹏说,“可以说,小浪底水利枢纽让黄河调水调沙成为可能。”

从2002年首次启动,截至2023年汛前,小浪底水利枢纽参与27次调水调沙,下游主河槽高度平均下降3.1米,黄河下游河道主河槽最大过洪能力从每秒不足1800立方米增大到每秒近5000立方米,有力保障了黄河下游防洪安全。

从单兵作战到梯级调度,调水调沙效率更高。“黄河干流上的万家寨、三门峡、小浪底,支流上的陆浑、故县、河口村逐步加入,上下游水库协同配合,接力蓄泄水,进一步提高了水流动力。”黄河水利水电开发集团有限公司副总经理王振凡介绍。

从排沙减淤到改善生态,调水调沙功能不断拓展。2008年以来,山东黄河三角洲国家级自然保护区连续16年在黄河调水调沙期间接受生态补水。“过去,黄河三角洲受到河道萎缩、湿地退化、海岸线侵蚀等威胁,黄河调水调沙送来了生态水,修复湿地188平方公里。现在保护区自然植被覆盖率达55.1%。”水利部黄河水利委员会有关负责人介绍。

## 建设数字孪生小浪底平台,“智慧大脑”可滚动推演未来3天运行情况

走进数字孪生小浪底集控中心,水库水位、蓄水量、日均流量、含沙量等数据实时显示,闸门、发电、供水供电等设施设备运行状态一目了然。水工建筑物内部及表面布设的2700多支仪器实时监测,每天产生6000多条监测数据。工作人员可应用数字孪生小浪

底平台建设的预报、预警、预演、预案功能进行分析研判和调度决策,实现安全监测、水库调度、闸门监控、发电运行、供水供电、数据测报等业务的多元目标综合管控。

“数字孪生小浪底平台可查询所有生产管理的相关数据,专业模型算法可开展可视化推演,直观动态展示大坝沉降、库区泥沙淤积等情况。”黄河水利水电开发集团有限公司集控中心主任马新红说。他随即打开一张进水塔前水底地形热力图介绍:“数据自动生成热力图,进水塔前泥沙淤积情况清晰呈现。”

作为小浪底水利枢纽的“智慧大脑”,数字孪生小浪底平台如何建?

算据是基础。小浪底水利枢纽通过共享流域数据和提升监测感知能力,充分获取算据资源,目前已对255个关键测点建立了监控指标体系。充分应用卫星遥感、库区无人机航测、机器人水下检测和自动巡检、库区测雨雷达等新型装备和技术,基本实现3条排沙洞和过机含沙量稳定在线监测。

算法是重点。虚实如何交互?“要想以数字孪生带动物理实体,必须融合专业模型算法与人工智能技术。”黄河水利水电开发集团有限公司智慧建设与管理部副部长董泽亮说,“目前已研发出基于河道演进的来水预报模型、融合溯源冲刷和异重流计算的水库冲淤模型等专业模型。同时初步研发了遥感影像AI识别模型、厂房积水和水尺读取等视频AI识别模型。”

算力是关键。作为数字孪生小浪底平台的硬件底座,小浪底数据中心建成。通过“云化”算力资源,灵活、多元、高效的算力新引擎正不断构筑。

数字孪生技术在多个场景应用。“基于数字孪生平台支撑多项业务应用,实现预报、预警、预演、预案功能,是数字孪生小浪底平台建设的主要目标。”王振凡说,“在枢纽防洪调度、调水调沙等水库高水位或水位快速下降期间,可利用数字孪生平台滚动推演未来3天运行情况,有效提升工程运行管理决策的科学性。”

2022年至2024年,数字孪生小浪底平台连续3年应用于小浪底工程防汛演练。汛期利用防汛调度有关模型和“四预”功能,平

台每天滚动开展来水来沙、洪水调度分析计算,辅助提前发现问题并开展防汛会商研判,增强安全度汛保障。

## 综合效益持续释放,保障黄河实现连续25年不断流

“华山号”测量船从码头出发,船工郑吉平双手把舵,一路向黄河上游驶去。驾驶室外,水利部小浪底水利枢纽管理中心水政监察专员颜景亮正密切地关注岸线和水面情况。“我们坚持每月开展库区水面和岸线水行政执法巡查,从今年1月至目前,利用卫星遥感、无人机和现场巡查相结合的方式,图上核查变化图斑419个,现场核查变化图斑32个,组织开展岸线巡查21次,及时掌握库区水事动态、制止水事违法行为。”颜景亮说。

“严格落实河湖长制,加强水库管理,有力维护了库区正常水事秩序。”颜景亮打开手机,向记者展示了一个包含400多人、名为“小浪底美丽库区”的微信群。“这个群的成员包括库区周边市县河长办、成员单位工作人员和乡镇、村级河长等,去年我们会同河南省公安厅小浪底公安局和库区周围河长办、生态环境、渔业等部门开展联合执法行动19次,有效保障了水库运行安全。”颜景亮说。

小浪底水利枢纽在生态保护、供水灌溉、发电等方面发挥着巨大效益。

改善生产生活用水。小浪底水利枢纽有力保障了黄河中下游春灌、抗旱和生态用水,大大提高了下游约4400万亩引黄灌区的灌溉保证率,缓解了下游沿黄地区生产和生活用水紧张局面。截至目前,小浪底水利枢纽已时空调节2000多亿立方米水量,保障黄河实现连续25年不断流。

持续提供清洁能源。小浪底水利枢纽在河南省电网中承担着重要的调峰调频功能,多年平均发电量58亿千瓦时。截至今年7月底,累计上网电量1496.95亿千瓦时,其中,今年上网电量51.23亿千瓦时,促进了节能减排和经济社会发展。

下图:小浪底水利枢纽正在进行调水调沙。  
赵吉摄(人民视觉)

把自然讲给你听

月光穿过地球大气层时,会发生散射和折射。秋夜的大气更加清澈,月亮也会显得更皎洁,呈现出更符合本来模样的白色

中秋佳节将至,赏月是中国人代代相传的浪漫。仰望夜空,秋月皎洁,为万家团圆的节日增添了温馨氛围,给人无尽的美感与想象。

秋风清,秋月明。在人们的印象中,秋天的月亮格外皎洁,特别是在天气晴朗的夜晚,一轮“白月亮”高挂夜空。而在日常观测中,我们也能看到“黄月亮”,甚至是“红月亮”,这是为什么呢?

其实,月亮本身并不发光,它是通过反射太阳光而被我们看到,其呈现的色彩由自身反射光的颜色决定。我们平时所说的“月光”,就是月亮反射的太阳光。所以月亮的真实模样,应该像阳光一样是白色的。但是,月光穿过地球大气层时,会发生散射和折射,即使是在同一天的夜空,随着在空中高度的变化,月亮呈现的色彩也有所不同。

当月亮刚升到地平线以上时,月光要穿过较厚的大气层,气体分子及尘埃会散射其中波长较短的光,使波长较长的红光、黄光等更多到达地面,所以此时月亮会偏红、偏黄,呈现出“橙月亮”或“黄月亮”。当空气中水汽或尘埃含量较多时,这种大气散射效应会更加明显,留下更多波长最长的红光,也就有了“红月亮”。当月亮升得越来越高,大气散射效应减弱,月亮逐渐恢复了本来模样,这时我们就会看到高空中皎洁的“白月亮”。“明月当空”,正是此意。

除了受地球大气层影响,月球上月海与月陆的差异,也影响着我们要看到的月亮的模样。月海是指月球表面的低洼区域或平原,比月球平均水准面低1至4公里。月海过去是巨大的撞击坑,之后底部被黑色的玄武质熔岩所覆盖,因此地势平坦、颜色偏暗。虽叫作“海”,但其实月海根本没有水。月球上一些明亮的区域称作月陆,又称作高地。这两种区域物质反射率有所不同,使得月亮上能呈现出不同形状的阴影,比如“小兔子”“树”之类的想象,让嫦娥玉兔、吴刚伐桂的传说流传千年。

秋季天朗气清,凉爽的秋风降低了气温,也带走了空气中的很多水分和尘埃,与其他季节的夜晚相比,秋夜的大气更加清澈,月亮也会显得更皎洁。

值得一提的是,秋月虽白,但在月全食这样的特殊时刻,月亮会成为真正的“红月亮”。因为此时,原本皎洁的满月进入地球的影子当中,太阳光中只有少量的红光可以经过地球大气层折射后,投射到“藏”在地球影子里的月亮上,月亮便呈现出红彤彤的样子。

(作者为中国科学院紫金山天文台科普主管,本报记者姚青雪采访整理)  
选题线索来信邮箱:rmbnature@163.com

为什么秋天的月亮格外皎洁?

王科超

## 四部门开展产品碳足迹标识认证试点 推动产品碳足迹管理体系建设

本报北京9月11日电(记者林丽鹂)市场监管总局、生态环境部、国家发展改革委、工业和信息化部近日联合印发通知,部署开展产品碳足迹标识认证试点工作。市场监管总局等部门确定围绕锂电池、光伏产品、钢铁等11类产品开展认证试点,以实践为基础建立统一的产品碳足迹标识认证制度,推动产品碳足迹管理体系建设。

下一步,市场监管总局将会同有关部门加强工作协同和数据共享,推动产品碳足迹标识认证与行业管理和发展同频共振。引导政府、行业、企业等力量广泛参与试点工作,提升我国产品碳足迹数据的公信力,推动产品碳足迹标识认证结果国际互认。

## 提供统一权威指导 产品碳足迹核算通则国家标准发布

本报北京9月11日电(记者林丽鹂)近日,市场监管总局(国家标准委)批准发布GB/T 24067—2024《温室气体产品碳足迹 量化要求和指南》,这项产品碳足迹核算通则国家标准由生态环境部提出并组织研制,是落实《中共中央国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》《2030年前碳达峰行动方案》《建立健全碳达峰碳中和标准计量体系实施方案》《关于建立碳足迹管理体系的实施方案》等相关文件部署的重要举措,为各方研究编制具体产品碳足迹核算标准提供统一权威的指导。

该标准研制参照国际标准化组织(ISO)发布的ISO 14067国际标准,规定了产品碳足迹的研究范围、原则和量化方法等,为统一产品碳足迹核算方法和开展产品碳足迹数据国际交流互认奠定了基础。相较于国际标准,该标准增加了编制具体产品碳足迹标准的参考框架、数据地理边界信息建议等,内容更加丰富,也更具有操作性。此外,该标准还规定了鉴定性评审、产品碳足迹声明和具体产品碳足迹标准框架等内容,为各方实施和应用标准提供充分指引。

本版责编:程晨 张晔 何宇澈  
版式设计:蔡华伟



(上接第一版)共同分享全球服务贸易发展的历史机遇,为开创服务贸易美好未来共同努力。

## 搭建平台,提升开放水平

2012年以来,服贸会已成功举办10届,累计吸引197个国家和地区的90余万展商参展参会,为促进全球服务贸易和服务贸易发展作出了积极贡献。

“中国坚持开放合作的政策,进一步增强了我们与行业伙伴携手推动新技术、新业态和新场景发展的信心。”连续5年参会,高通公司将服贸会视作与中国政府、行业及合作伙伴沟通的良好机会。高通公司相关负责人孟璞表示,高通将继续深化与中国产业伙伴的合作,共同助力数字化转型,推动服务贸易发展。

作为全球服务贸易领域规模最大的综合性展会,服贸会已成为中国扩大高水平对外开放的重要平台。历届服贸会上提出的服务业扩大开放举措,正逐渐落地生效。

今年3月,商务部发布实施了全国版和自贸试验区版跨境服务贸易负面清单,标志着首次在全国对跨境服务贸易建立负面清单管理模式,形成了跨境服务贸易梯度开放体系。

日前,国务院办公厅印发《关于以高水平开放推动服务贸易高质量发展的意见》,紧紧围绕贯彻落实党的二十大和二十届三中全会精神,提出了20项任务举措、70多条具体政策措施,对新形势下服务贸易高质量发展作出了全面、系统的部署。

当前,服务业和服务贸易已成为新一轮高水平开放的重点。助力全球开放发展,今年服贸会着力提升开放平台作用,形成以峰会为内核,以“展览展示+洽谈推介+成果发布”为主体,以配套活动为补充的多层次活动框架体系。

商务部部长助理唐文弘介绍,高规格举办全球服务贸易峰会,800位中外嘉宾齐聚一堂,进一步凝聚共识、共谋发展;高水平举办综合成就展,集中展示服务贸易高水平开放和高质量发展的最新成果;高质量举办百余场论坛会议活动,发布《中国服务贸易发展报告》等权威报告,与各国共同探讨发展新方向新路径。

## 展会联动,拓展务实合作

通过展会联动有效促进投资和贸易合作,今年服贸会建立采购商邀请及促进交易合作机制,邀请4万余名专业观众参会洽谈。

保障展品通关,北京海关出台12条便利措施支持服贸会,包括设立常态化机构、智慧监管服务、保税展示展销常态化等政策“工具箱”,涵盖展前、展中及展后各个环节。

通过展会联动有效促进投资和贸易合作,今年服贸会建立采购商邀请及促进交易合作机制,邀请4万余名专业观众参会洽谈。

保障展品通关,北京海关出台12条便利措施支持服贸会,包括设立常态化机构、智慧监管服务、保税展示展销常态化等政策“工具箱”,涵盖展前、展中及展后各个环节。

全场景双语指引、服务咨询等保障支持。同时,微信支付全新推出的12语种入境支付指引,也将在服贸会位于国家会议中心与首钢园区的入境服务综合咨询台集中上架,方便来宾随取随用。

在服贸会等平台载体助力下,中国服务贸易加快发展。2023年全国服务贸易进出口6.6万亿元,同比增长10%,规模创历史新高。今年前7月,中国服务贸易继续快速增长,服务进出口总额42301.8亿元,同比增长14.7%。

“服务贸易是国际经贸合作的重要领域,在推进国际经贸合作中发挥着越来越重要的作用。”商务部服务贸易和商贸服务业司司长王东堂表示,商务部将与各部门通力合作,进一步拓展服务贸易国际合作网络,与更多国家商签服务贸易合作协议,丰富合作内容,创新合作方式。继续办好服贸会等重大展会,不断优化开放合作环境。

## 数字赋能,强化创新驱动

全球首款人工智能骨科手术机器人、元宇宙数据融合应用……本届服贸会上,200余项融合创新成果将陆续发布。

唐文弘介绍,今年服贸会,各项展览展示将更加凸显新质生产力特征,更加凸显服务贸易特点,重点展示卫星互联网、大数据和算力、绿色低碳等专精特新技术和应用,突出在生产性服务贸易赋能产业融合发展;集中展示数字文旅、智慧教育、智能体育等新服务、新场景,突出以生活性服务贸易激发扩大服务消费潜能。