

创新在一线

第33次黄河调水调沙启动,在壮观的水利奇观背后是科学调度不断迭代的图谱

给黄河“清洗血管”

阅读提示

黄河调水调沙相当于给黄河清洗血管,这不是简单的放水冲沙,而是一项复杂的系统工程。自2002年以来,黄河调水调沙已经进行了32次。随着科学技术的进步,调度变得更快更精准,黄河调水调沙也从单纯的“泥沙腾挪”逐步拓展为兼顾河流生态改善的多目标协同。

本报记者 蒋蕊

6月23日,小浪底水利枢纽的观景台上,三条白色“水龙”自两个排沙洞和一个明流洞喷薄而出,水声隆隆,掀起团团水雾,仿若仙宫。“太震撼了!”特意从50公里外的孟州驱车前来观看黄河调水调沙这一水利奇观的焦先生连连感叹。

第33次黄河调水调沙前一天启动,焦先生对调水调沙如数家珍。“黄河泥沙量大,淤积时间长了,把河床抬高,所以叫悬河。调水调沙以后,流速变快,就把淤积的泥沙冲到渤海去了,还可以在汛期把库容腾出来防洪。”他告诉《工人日报》记者,自己退休前是搞农业的,“原来汛期遇上水大,就会漫滩,一直能淹到大腿这儿,把地都冲毁了。调水调沙以后,我们再也不愁漫滩了!”

黄河调水调沙是通过科学调度万家寨、三门峡、小浪底等多座水库,塑造洪水冲刷河道,利用“异重流”原理精准排沙,实现调水、冲沙、生态补水多目标协同,相关成果曾获国家科技进步奖一等奖。而位于黄河中游最后一段峡谷出口处的小浪底水利枢纽,是黄河中下游防洪、水沙调控体系中的关键控制性工程,控制着黄河91.2%的径流量和近100%的输沙量,是调水调沙的主战场。

调度更快更精准

“6月22日第一天开的是3个排沙洞,今天开的是两个排沙洞和1个明流洞,流量从首日的2600立方米/秒提升至目前的3000立方米每秒。”黄河水利水电开发集团有限公司综合部部长李立刚在小浪底工作了33年,熟悉调水调沙的每个细节。

自2002年以来,黄河调水调沙已经进行了32次。“今年调水调沙最大下泄流量设计为4800立方米/秒,6月25日到29日持续5天,这么大的流量、持续这么长的时间,是历年之最。”水利部小浪底水利枢纽管理中心

水量调度处调度专员赵珂介绍,这将塑造山东利津水文站以下河道4000立方米/秒的长历时流量过程,由此对黄河入海口的生态有更好的改善。

在壮观景象的背后,暗含着一套精密的水利科学体系。黄河年均输沙量高达16亿吨,其中约4亿吨淤积在下游河道,导致河床不断抬高,形成“地上悬河”。调水调沙相当于给黄河清洗血管,这绝非简单的放水冲沙,而是一项复杂的系统工程。工程师们需要精确计算水库蓄水量、下游河道输沙能力、生态需水量等多重因素,什么时候开闸泄洪、多大流速、多少流量等,都要经过精密测算。

“接到黄委(即水利部黄河水利委员会)制定的调水调沙方案后,我们要计算具体的实施方案,过去靠人工计算需要好几天,后来用模型跑,现在是数据仿真、数字孪生,水库调度指令处理时间缩减至5分钟!”开发公司集控中心副主任魏皓告诉记者,现在正在尝试使用AI,未来的调度将更快更精准。

利用数字孪生小浪底平台,他们在调水调沙前会对小浪底工程调水调沙运用进行全过程预演。在调水调沙期间,则可以跟踪研判库水位降幅、对接水位、异重流产生及运动过程、大坝安全性态辅助制定孔洞组合运用方案和机组停机避沙策略合理安排值班值守和巡视检查。“平台每6分钟就传回一次数据。”魏皓说。

不断织牢“天罗地网”

6月23日8时,小浪底水利枢纽坝顶控制楼前的广场上,一架黑色的无人机自动出仓,起飞,开始巡检。

“它每天要飞五六趟,每周把坝区全部巡检一遍。”开发公司水工部工程师范杰玮介绍,通过无人机对水工建筑物、滑坡体进行智能化巡检,自动生成巡检报告,有力推动了巡检模式由人工巡检向数字化和智能化的方向发展。

水工部从2024年开始采用无人机自主巡检系统,对水工建筑物、滑坡体进行智能化巡检,自动生成巡检报告。目前小浪底共有27条巡检航线。结合小浪底工程特点,工程师们专题研发集成了混凝土裂缝识别、混凝土破损识别、边坡长草识别等多种人工智能算法,实现巡检缺陷自动发现。

范杰玮介绍,水工建筑物智能巡检机器人也正在开发,已完成左岸山体及进水塔184、189廊道机器人硬件安装和后台部署,正在进行机器人自主行走测试和算法调试。

小浪底今年还出现了一张新面孔。开发公司大坝安全监测中心工程师张建阳介绍,今年4月开始投用的地基InSAR(合成孔径雷达干涉测量)装置,通过分析雷达卫星影像来精确测量大坝变形。“它就像一把隐形的‘超级尺子’,能测量出地面毫米级的变化。”他津津乐道,“它监测范围广、时效性强、采样频率高,最快只要30秒就能对大坝下游边坡视准线进行一遍完整的测量。”

根据《小浪底水利枢纽数字孪生水利“天空地水工”一体化监测感知夯基提能行动实施方案(2024—2026年)》,将统筹推进“天空地水工”一体化监测感知系统建设,探索利用卫星遥感、库区无人机巡检、机器人水下检测和自动巡检等新型装备和技术,提升枢纽全覆盖、全要素、全天候、全周期监测感知能力。“我们当时就想,水的问题不根治,地下干得再漂亮也没用。”中铁六局路桥公司天陇项目部总工程师侯志刚说。

从“泥沙腾挪”到生态改善

“这次把流量最高值定在4800立方米/秒会有一些压力,我们既要守好安全底线,又要让流量足够大,从而更好地塑造黄河入海口生态。”赵珂说。

黄河调水调沙,打的是一套组合拳,瞄准的则是“多目标”——从单纯的“泥沙腾挪”逐步拓展为兼顾河流生态改善的多目标协同。

“拦沙减淤”是调水调沙的核心使命。2002年首次调水调沙以来,已累计输沙入海36.9亿吨,小浪底水库累计排沙31.5亿吨。“科学运用调水调沙等综合手段,一举扭转了自古以来黄河河床淤积抬升的演变趋势。”小浪底水利枢纽管理中心副主任李杰说,小浪底约126亿立方米的库容,现在还有90亿立方米,最初设计的淤积年限为20年,20多年过去了,当前淤积量不足设计值的一半。

改善生态越来越成为科学调度中的重要考量因素。据开发公司生态与环境工程部副部长孙颖章介绍,连续实施的调水调沙运用,为黄河三角洲河口湿地补水创造了条件。“自调水调沙以来,黄河入海口南北岸恢复淡水湿地1.2平方公里,避免海岸线往内地侵蚀。”

事实上,调水调沙运用对黄河中下游生态系统产生了深远影响。近年来监测发现,黄河下游生态系统得到全面修复,鱼类生存环境得到改善,生物种群数量不断增加,几乎绝迹的黄河刀鱼野生种群得以复现,河南段鱼类种类数增加23种(增加74%)、山东段增加24种(增加100%)。

河流是有生命的,20世纪70至90年代,黄河下游累计22年发生断流。小浪底水库建设之初,黄河下游河床年均淤高已达10厘米,“二级悬河”险象迭生。自调水调沙以来,黄河断流成为历史。

“洪水”并不总是“无情”。黄河调水调沙作为“洪水控制、洪水利用、洪水塑造”理念的生动实践,正年复一年悉心守护着母亲河的安澜。

创·微言

“小激励”撬动一线创新“大活力”

新闻:6月23日,“苏工专励”网上申报平台在江苏工会服务网正式上线,开启申报工作。江苏省总工会日前印发实施方案,在全省探索开展“苏工专励”工作,对在各级工会组织开展的群众性创新创造活动中,取得发明专利的在岗一线职工给予一次性激励资金3000元。

观察:“苏工专励”的奖励金额不大,却是把真金白银的支持直接给到有发明创新的一线工人和一线技术人员,精准踩中了激活基层创新活力的关键落点,打通了职工从“愿意创新”到“敢于创新”的最后一公里。

“苏工专励”一个值得关注的亮点是,“仅限一线工人、一线技术人员参与申报,单位负责人不得参与申报”。这样的要求“摆明了”就是要把机会留给更多有发明创新却没获得过创新认可的普通职工。此外,实施方案明确“四托五小两比”等职工创新活动产生的专利均可申报,这意味着,只要在岗位上实打实解决了生产难题,那些小发明、小创造甚至只是小设计,小建议就会被看见、被奖励。这种“把激励送到创新者手边”的导向,一定能撬动更多一线职工主动投身技术攻关,让车间里的巧思、工位上的发明,成为产业升级最鲜活的动力源。

“效能型激励”让干好干坏不一样

新闻:6月23日,辽宁省大连市总工会印发《大连市总工会劳动竞赛管理办法(试行)》及配套工作指引明确:劳动竞赛与技能竞赛“分灶吃饭”,扶持资金“先赛后续”、按绩效分五档兑现……这项制度创新明确将劳动竞赛从过去与技能竞赛共用一套办法中独立出来,引导竞赛回归群众性、日常性、基础性本位。新规最大亮点在于扶持资金机制的变革,实行“先赛后续”,即竞赛先行开展、经考核评价后方可拨付资金。

观察:大连劳动竞赛新规跳出了“老路径”,以“干好干坏不一样”的分配导向,推动竞赛从“福利型扶持”向“效能型激励”转变。在过去的一些普惠式劳动竞赛里,一线职工的技术攻关、班组的攻坚克难等,容易被“平均分配”的规则抹平差异,辛辛苦苦付出难以获得相应激励和回报,难以激发一线职工的创新创造热情。

新规用五档绩效的奖金杠杆,把评价的重心落到了“实效”之上。这样的新规,将打破“干多干少一个样”的隐性惯性,让每一份来自一线劳动热情,都能被看见、被认可、被厚待,也让劳动竞赛更好回归到群众性的本位。

“四城”联动打通产学研堵点

新闻:近年来,贵州省贵阳市总工会立足职能、主动赋能,依托劳模工匠人才优势搭建共建共享平台,常态化开展高校研学、工匠授课、校企联动等活动,有效破解产学研衔接堵点,为区域协同发展注入匠心动能。贵阳市总工会牵头组建贵阳贵安服务“四城联动”劳模工匠创新联盟,汇聚交通制造、数字经济、低空产业等领域30余名顶尖劳模工匠,构建起“工匠领衔、科创赋能、产教联动、全域服务”长效工作机制。

观察:贵阳总工会搭建共建共享平台跳出传统产教融合的浅层合作思路,依托劳模工匠人才优势,以“四城联动”劳模工匠创新联盟为核心载体,汇聚交通制造、数字经济等多领域顶尖工匠,构建起长效协同机制。

它精准破解了过去“四城”发展中长期存在的校企衔接不畅、科创资源分散、创新落地难、技能人才供需失衡等痛点,通过常态化开展高校研学、工匠授课、校企联动等活动,把原本相互独立的创新链、产业链、人才链形成了闭环,有效破解产学研衔接堵点,为区域协同发展注入匠心动能。(韦洁)

中国科学院一科研团队取得最新发现 揭示西风向青藏高原输送水汽机制

本报记者 于忠宁

长期以来,西风携带的水汽如何跨越山脉进入青藏高原,是学界关注的科学难题。近日,记者从中国科学院获悉,该院青藏高原研究所科研团队利用浮空艇高空观测,首次获得直接观测证据,揭示了春末时节西风翻越喜马拉雅山脉将孟加拉湾水汽输送至青藏高原内部的关键机制。相关研究成果发表于《科学通报》。

青藏高原素有“亚洲水塔”之称,中纬度西风带来的水汽是其重要补给水源。此次,科研团队在珠穆朗玛峰北坡海拔4270米处建立了观测站,借助浮空艇科学观测平台,从地表一直探测到9050米的高空。他们首次获取了这一区域大气水汽及其稳定同位素的完整垂直分布数据,绘制出多种大气组分的垂直剖面图。

研究证实,珠峰北坡地区大气水汽在夜间呈现清晰的三层垂直结构。近地面至约5089米的边界层,水汽混合均匀、逐日变化最小,显示存在一个稳定的大气环境;约5089米至6870米的过渡层,相对湿度和风向剧烈调整,充当了上下层水汽的缓冲带;约6870米以上的自由对流层,水汽受外部气团主导,变化幅度最大。

研究团队发现,西风带能够将孟加拉湾北部的水汽直接输送至喜马拉雅山脉北侧,夜间水汽大量分布在海拔7000米以上的自由对流层中。高分辨率大气模型模拟进一步揭示,当水汽被抬升至海拔7000米以上高空时,伴随气温骤降与冰晶形成,较重的同位素被大量移除,导致大气水汽稳定同位素值发生明显变化。在海拔7000米以上,水汽中的氢同位素值平均比5000米以下偏低约100%,过量氘差异幅度可达正负50%,冰川风对边界层内大气水汽的快速均匀混合具有关键作用。

该研究为理解春末季节西风带跨越屏障向青藏高原输送水汽提供了直接观测证据,也为未来青藏高原区域的气候预测奠定了基础。

在“未来之城”触摸未来

6月10日至7月10日,第三届雄安未来之城场景汇系列大赛决赛在雄安新区举办,同步举行的还有新场景展示体验月活动。

此次大赛共吸引3400多家国内外企业团队、4500多项作品参赛,涉及绿色能源、空天信息、智慧农业、网络安全、医疗健康等多个领域。新场景展示体验区聚焦智能化、无人化和绿色化方向,让人们在这里触摸未来技术,拥抱未来场景。

图为参展企业向观众展示一款智能机器人。 本报记者 毕振山 摄



天陇铁路黄渚关隧道“浅埋、富水、顺层、裸露”难题有了解决妙计

创新工法驯服隧道“拦路虎”

本报记者 赖志凯 本报通讯员 何杏林

近日,在天陇铁路建设进入收官攻坚的关键时刻,中铁六局路桥公司天陇项目部的建设者们,在黄渚关隧道进口段经历了一场惊心动魄的“地下攻坚战”。

全长15164米的黄渚关隧道,是天陇铁路全线I级高风险特长隧道。而其中一段仅23米长的浅埋裸露区——DK89+458至DK89+481区段,却成了整条隧道最让人头疼的“肠梗阻”:拱顶直接裸露在地表,上方是常年流水的冲沟,围岩顺层发育,地下水不断渗入……传统暗挖法在这里屡屡碰壁,施工一度陷入僵局。如今,这段“拦路虎”已被成功攻克。项目部创新研发的“复杂地质条件下铁路单线特长隧道拱上明挖、拱下暗作施工工法”,不仅让施工安全有了保障,还缩短了工期,提升了效率。

先给拱顶穿上“雨衣”

黄渚关隧道进口段的难题,首先来自头

顶上的水。

“那个冲沟常年有水。”项目部副经理刘学友带着记者来到现场,指着已经完工的拱拱上方说,“你们看,现在上面做了截水沟、排水沟,还铺了混凝土,水被规规矩矩地引走了。但在以前,这里的水是直接往地下渗的。”“我们当时就想,水的问题不根治,地下干得再漂亮也没用。”中铁六局路桥公司天陇项目部总工程师侯志刚说。

项目部决定先从地表动手。他们在洞顶刷坡线外5米处设置截水沟,把山坡上汇流而下的水先拦住;在沟谷内施做钢筋混凝土排水沟,给水流一条专门的“通道”;最后,对整条沟谷进行C25混凝土铺砌防护,相当于给拱顶上方铺了一层密不透水的“雨衣”。

这套一体化治水体系建成后,地表水被彻底阻断在围岩之外,拱顶上方再无渗水之忧。

在地下撑起一顶“安全伞”

治水只是第一步。围岩自身的稳定性差,才是更深层的难题。

这段浅埋裸露段,拱顶直接出露地表,上

面没有足够的岩层覆盖,传统暗挖法根本无法保证拱顶的稳定。项目部经过多轮专家论证,最终拍板:既然上面盖不住,那就主动挖开,给隧道拱顶专门做一层“人工保护壳”。这就是“拱上明挖、拱下暗作”的核心思路。

施工时,先从上往下明挖至拱顶设计轮廓线,然后施做一层C35钢筋混凝土拱护,形成一个刚性的承载结构。

拱护的施工精度要求极高。钢筋焊接、混凝土浇筑、施工缝防水……每一道工序都经过严格把控。“比如钢筋焊接,我们要求焊缝饱满、无夹渣,每一根都要检查到位。混凝土浇筑必须连续,不能出现冷缝,否则防水效果就会大打折扣。”现场技术负责人柴长胜告诉记者。

待拱护达到设计强度,完成回填压实后,真正的“地下攻坚战”才拉开帷幕。

每一厘米都要“稳”字当头

有了拱护这件“铠甲”保护,隧道暗挖作业终于可以安全推进。但项目部清楚,拱护能挡住上面的水和土压力,却挡不住围岩自身的变形和掉块。地下施工,依然马虎不得。