新疆大石峡水利枢纽工程建设团队创新工艺方法，向全面完工冲刺——

巨坝横卧大漠边

本报记者 尚嵘峥

我在重大工程一线

春季的塔克拉玛干沙漠边缘，风沙频顾。从新疆阿克苏地区温宿县循着库玛拉克河向上游回溯，宽阔的河道渐渐收窄，茫茫戈壁连接着巍峨的天山山脉。继续前行，透过灰蒙蒙的空气，一座庞然大物露出真容——大石峡水利枢纽工程，一座混凝土面板砂砾石坝横卧于山谷之间。

生态输水、拦蓄洪水、滋润农田、蓄力发电，是大石峡水利枢纽工程被赋予的重要使命；高坝、高边坡、高地震烈度、高泄洪流速、高挖填强度，是大坝建设中需要应对的五大挑战。2019年11月全面动工以来，数千名建设者在恶劣环境下艰苦奋战，提前8个月完成大坝封顶，目前正在向全面完工冲刺。

①

应用10余项智慧化技术，大坝填筑施工效率提升近25%

山谷之中，河水奔腾、大风呼啸。要把年均径流量48.79亿立方米的库玛拉克河拦腰截断，筑起247米高的大坝，谈何容易。

“这里经常刮大风，最大风力有14级。”新疆葛洲坝大石峡水利枢纽开发有限公司董事长宋晓建说。冬天，最低气温能达到零下22摄氏度，大风一吹，体感温度骤降；夏天，最高气温超过40摄氏度，风卷起沙子，让酷暑更难耐。

2019年底，建设团队冒着严寒和大风，挺进库玛拉克河峡谷深处，在冰冻的河面筑堰截流，拉开了大石峡工程全面施工的序幕。

在国际工程界，200米高对于混凝土面板砂砾石坝来说是条分水岭。200米以上，寥寥无几。247米，相当于80层普通住宅楼的高度。

“混凝土面板砂砾石坝可以分成两个部分看，即由砂砾石填筑而成的大坝主体，以及由混凝土浇筑的挡水面板。”大石峡水利枢纽工程Ⅰ标项目部副经理徐树梅介绍，筑坝就像堆积木，填筑一层、压实一层，循环往复。

宋晓建介绍，怎么选料、各种料如何配比，大有学问，稍有偏差就可能影响大坝的稳定性和抗震性。为此，建设团队联合清华大学、天津大学、中国水利水电科学研究院等科研院所，进行21项课题、44个专题的项目研究。

徐树梅办公室的墙上，挂着一幅五颜六色的坝体截面图。“每种颜色代表一种坝料，在坝体里有自己固定的位置，必须精准地把它们‘送到家’。”她说。

传统的坝料运输，用的是“纸质车票”。坝料运输车出料厂时“买票”，票面上写有坝料的具体信息，到达施工现场，去该坝料的专属“下车点”进行“检票”。

“这种方式如果纯靠人工，坝料经常送错位置，出错率高，容易耽误工期。”徐树梅介绍，研发团队设计了一套坝料运输智能监控系统，把“纸质车票”升级为“网约车”。

现场施工人员在系统中明确坝料填筑计划，确定料源与填筑区，一键“叫车”，各坝料运输工区根据系统推送的工作计划配置运输车辆。一旦装卸料位置出现错误，把“乘客”送错目的地，系统便自动发出报警信息。这套系统大大降低了料源调配的管理难度。

料场智能开采、摊铺过程智能监控、无人碾压协同作业……大坝建设过程中，相关智慧化技术应用了10余项，大坝填筑施工效率提升近25%。

采取混凝土超长距离溜槽入仓方式，实现浇筑目标

记者见到徐树梅这天，一通电话让采访暂时中断——系统显示混凝土配比出现异常，前方工作人员火急火燎打电话报告情况。

徐树梅老家在重庆，性子里带着川渝的火辣，讲话直接、不怕得罪人。施工现场遍布沙尘，她对工程质量却眼里容不得沙子，“搞质量的人就是要说一不二，要有铁的精神。”

作为大石峡工程的主要挡水建筑物，混凝土面板面积超过16万平方米，相当于22个标准足球场大小，如何在庞大的作业面上，高质量地实现混凝土浇筑和养护，成为决定工程质量的一项关键因素。建设团队决定采取混凝土超长距离溜槽入仓的方式，实现浇筑目标。

“溜槽就像‘滑梯’，混凝土从坝顶坐上‘滑梯’，‘滑’到特定高度，进入专属于它的位置，完成入仓。”新疆葛洲坝大石峡水利枢纽开发有限公司副总经理汤国忠介绍，高坝让“滑梯”的长度达到300多米，同类型工程中没有先例可借鉴。

“滑滑梯”过程中，超长距离使混凝土如同一盘“散沙”，产生离析，影响大坝面板的耐久性和承载能力。

如何让“散沙”不散？施工团队在混凝土配比上做文章，通过反复试验，找到混凝土中各组成材料之间的最佳比例关系；同时，团队还在混凝土中加入纤维，提升混凝土的包裹性，让各组合材料更加“团结”。最终仅用6个月就完成全部大坝面板的施工，节省工期8个月。

整体看大坝，砂砾石是骨肉，混凝土面板是皮肤。保养好皮肤，才能更好包裹骨肉，提高大坝稳定性。

“就像咱们人做皮肤保养要用护肤品，其实就是精细化管理。”站在坝顶附近的观景台上，徐树梅指着脚下的混凝土路面说。

大坝混凝土面板养护过程，就像精细化“护肤”。先做“保湿”，把塑料薄膜这身“面膜”披上身，挡住沙漠边缘强烈的紫外线，减少混凝土水分蒸发；再用土工布给混凝土保温，维持混凝土养护所需温度；冬天严寒刺骨，做完“护肤”还要裹上厚厚一层玻璃丝棉，防止低温冻伤。

一切精细化施工管理，最终是为了工程质量。经检测，大坝沉降率仅为0.29%，低于设计要求的0.6%沉降率，远低于行业认可的1%沉降率，工艺技术达到国际领先水平。

2024年1月23日，大坝附近的乌什县发生7.1级地震。一时间，此前安装在大坝坝体内的数千个安全监测点被瞬间激活，29类传感器组成的“安全神经网”同时工作。仅仅数秒，工程“智慧大脑”就接收到边坡变形、洞室沉降等关键部位的数万条数据。数据分析显示，坝体经受住了大自然对工程质量的检验。

搭设智能建造平台，实时掌握工程进度，扩大综合效益

沙漠边缘的高温干旱气候，使阿克苏地区的水源严重依赖高山冰雪融水。夏季，气温升高，冰雪融水极易形成洪涝；秋季，冰雪融水进入收尾期，缺水开始变得严重；冬季，河道枯竭；春季，干旱依旧。

每年三季，农作物“喝不饱”，又有一季“喝得太饱”。“早一天竣工，就能早一天发挥效益。”宋晓建介绍，大坝蓄水需要时间，如果能赶在汛期前蓄水，就能为农作物生长蓄足水量。

“在施工过程中，我们曾和当地老百姓深入交流，越发觉得大坝对他们的生活很重要。”宋晓建说，如何在确保下游农作物尽早“喝饱”的同时，解决施工中的各项难题，高效达成各项既定建设目标，成为建设团队面临的“大考”。

“仅科研经费就占了工程总投资的近一成。”宋晓建说，面对考验，建设团队决心以科技创新为突破口，通过搭设智能建造平台，实时掌握工程进度，努力实现工期缩短、成本可控、质量提升、安全保障的综合效益。

平台之上，每个数字的跳动都意味着现场工序正在有效推进；平台之外，科技创新的效益不断涌现。

坝料运输系统实现了全天候无人管理，在大幅节约管理人员成本、提高车辆利用率的同时，还节省大笔费用；区块链混凝土生产与浇筑智能监控系统，是行业首次引入区块链技术进行混凝土数据采集和智能运输管理；液压智能建造系统首次被运用到大型水利基建项目上，在大石峡工程联合进水口的建设过程中，该系统10分钟内就可完成模板整体顶升，缩短工期4至5天。

②

③

2024年12月，大石峡工程实现大坝填筑到顶；2025年10月，工程正式下闸蓄水。截至今年3月，蓄水量已达到1.25亿立方米。

漫天黄沙中，建设者们正加紧推进坝顶防浪墙施工等工作。开闸放水之时，清冽的冰雪融水将从库玛拉克河汇进阿克苏河，再流入塔里木河，滋润整个塔里木河流域，塔克拉玛干沙漠边缘“喊渴”的日子，将越来越少。

图①：大石峡水利枢纽工程建设现场。 李相臣摄

图②：徐树梅检查坝顶防浪墙工程质量。 本报记者 尚嵘峥摄

图③：工人进行坝体施工。 本报记者 尚嵘峥摄

延伸阅读

大石峡水利枢纽工程是国家172个节水供水重大水利工程建设项目之一，于2019年底全面动工。主体工程由混凝土面板砂砾石坝、左岸引水发电系统和左岸泄洪系统3部分组成。

其中，挡水建筑物为混凝土面板砂砾石坝，最大坝高247米，水库总库容11.7亿立方米，单机容量25万千瓦，总装机75万千瓦，是世界最高的混凝土面板砂砾石坝。

项目建成后，预计每年可生产超过18亿千瓦时清洁电能，可满足65万户家庭一年的用电需求，每年将向塔里木河生态输水34.2亿立方米，缓解下游灌区缺水问题。

（本报记者**尚嵘峥**整理）

工匠绝活·全国文物大工匠

山西博物院陶瓷文物修复师续凯——

笔锋流转 瓷韵复现

本报记者 马睿姗

绝活看点

续凯，山西博物院陶瓷文物修复师，被评为2025年度“全国文物大工匠”。清洗、粘接、打磨、作色、抛光……经过20余年潜心钻研，续凯探索出一套古陶瓷修复技艺，独创以喷笔代替毛笔复原瓷器图案的方法，生动展现器物神韵。27年职业生涯中，从北宋青釉到元代青花，超万件陶瓷文物在续凯手中重焕生机。

手握瓷器，执喷笔于瓷坯之上，青花墨色悄然晕散开来，续凯（见下图，**受访者**供图）后背微弓，屏息凝神。笔锋流转之间，青花纹样慢慢“生长”。“成了！”续凯憋了许久的一口气，慢慢吐了出来。

修复时，续凯都长憋一口气，确保喷笔作画时手稳、有力度、用力均匀，绝不能分心，修复过程才能一气呵成。

小学六年级起，续凯就开始正式学画，大学考入山西师范大学美术学专业。深厚的美术功底，为后来深耕陶瓷文物修复领域打下了基础。1999年，还在读大学的续凯参观了山西省古陶瓷修复专家高桂林的陶瓷修复工作室，从此被这种修复技艺吸引住了。于是，他拜入高桂林门下，正式踏上了陶瓷文物修复之路。

入行先磨心，修物先修心。续凯至今仍清晰地记得，入行的第一课，并非巧夺天工的技法，而是日复一日地磨心。师父递给他一个残破的瓶口，让他拿着锉刀打磨，一磨就是一个月。续凯说：“瓷器修复对精度要求极高，即便是0.1毫米的误差都会在后续粘接中被放大，最终导致无法复原。”这份对修复工作始终怀揣的敬畏与审慎，成为贯穿他职业生涯的底色。

比修复工作更难的是重现瓷器的神韵。多年前，有人尝试复烧西夏瓷，从原料到窑形，虽然严格复刻灵武古窑址，却始终无法烧出那份瓷韵。后来续凯帮忙点破关键——“缺气氛”。原来，灵武窑老窑壁经过千百年烧制，壁上附着了结晶釉滴，烧制时釉气回弹氤氲，造就了古瓷独有的温润柔和的气韵，新窑缺少岁月沉淀，仅是干砖头堆砌而成，自然难寻古韵。

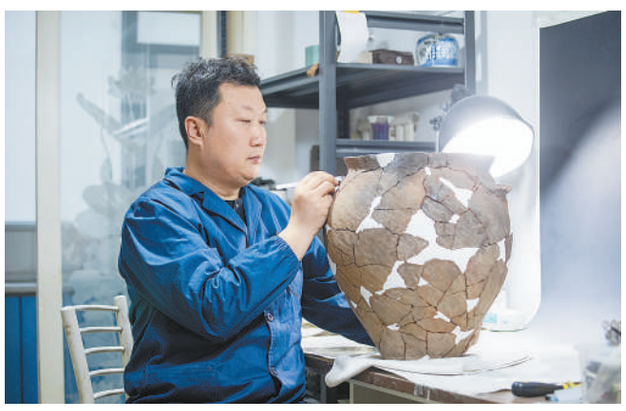
在续凯看来，烧瓷和修瓷虽然步骤不同，但原理相通，修复古陶瓷，不只是复原形态，更要还原其独有的神韵。世界上不存在两件完全相同的陶瓷文物，也没有两份完全相同的修复方案。陶瓷修复没有模板可套，他始终坚持“一物一方案”，每修一件瓷器，都要仔细观察工艺特点、成型特征，好似与古代工匠隔空对话。

忆起最难的一次修复经历，一件明代崇祯时期的青花赏瓶，曾让大家束手无策：器物残缺部分虽已修补，可瓶身青花图案却始终无法复原。细看之下，续凯发现了其中门道。这件瓷器青花图案的晕散程度特别大，线条晕散达五六毫米，釉层流淌之间，形成了独特的朦胧釉韵。若用传统毛笔绘制，难免留下笔触痕迹，难以还原古瓷本真。

几经思索，续凯大胆摒弃毛笔，选用喷笔进行复原。喷笔是古陶瓷修复技艺中的一种修复工具，喷笔上色能让色彩过渡自然、釉面质感均匀，完美复刻青花晕散的朦胧效果，但对技艺要求更为严苛。调控气压、把控力度、掌握喷涂距离，每一个细节都不容有失。他一坐便是十几个小时，心手合一、精准操作，一点点晕染色彩、还原纹样、复刻釉面与气泡，最终，这件青花赏瓶在续凯手中重现原貌，形态逼真。

续凯始终认为，文物修复容不得半点假想和随意。

“理论上，古陶瓷修复只有一次机会，一定要慎之又慎。未来，希望能借助人工智能技术，通过数字化扫描对更多器物进行预防性保护。保持现状，呈现历史，留给未来，才能让文物真正‘活起来’。”续凯说。



北京首发图定中亚班列

本报北京4月20日电 （记者**李心萍、王洲**）记者从国铁北京局获悉：4月20日，一列满载汽车零配件、机械设备等货物的中亚班列从北京良乡站发车，将经阿拉山口口岸出境，驶往哈萨克斯坦阿拉木图。这是北京市首次开行图定中亚班列，为北京与中亚地区间经贸往来增添了稳定高效的物流通道。

该班列由国铁北京局和北京房山国际陆港运行有限公司共同打造，后续将以每周1列的频次常态化开行。据介绍，图定班列采用固定时间、固定线路、固定车次运营，具有运输效率更高、发运更稳定的显著优势，企业可以从容安排生产计划、履行海外订单，有利于降低物流成本，提升市场竞争力。北京国际陆港相关负责人表示，依托阿拉山口口岸优势，图定中亚班列将为首都外贸企业搭建起一条稳定高效的跨境物流路径。北京国际陆港也将持续提升服务品质，聚焦企业需求定制物流方案，助力更多货品走出国门、通达全球。

黑龙江省出台“人工智能+”专项行动方案

本报哈尔滨4月20日电 （记者**方圆**）近日，黑龙江省国资委正式印发《出资企业“人工智能+”专项行动方案》，推动省属国有企业主动拥抱人工智能变革，以数智技术赋能产业升级、布局新赛道，加快培育新质生产力，为全省国资国企高质量发展注入强劲科技动能。

方案聚焦算力基础设施、高质量数据集、典型应用场景、智能终端与智能体应用等关键领域，明确了清晰的发展目标与实施路径。按照规划，到2030年，全省国资系统将高标准建成云算力中心，打造不少于40个典型应用场景、3个以上行业高质量数据集，推动智能终端、智能体在省属企业实现规模化普及应用。方案立足全省国企产业体量大、应用场景广、覆盖领域全的特点，精准锁定农林、制造、能源等八大重点产业，以打造高价值、高契合度的产业应用场景为抓手，推动人工智能与实体经济深度融合，全面激发产业发展新活力。

近年来，甘肃省酒泉市金塔县坚持政策扶持、示范引领、精准培训相结合，大力推广搭载北斗导航、精量播种等先进技术的智能农机装备，不断提升播种质量与效率，加快推动农机装备向智能化、精准化转型升级，为保障粮食安全提供有力机械化支撑。图为4月17日，金塔县东坝镇玉米种植基地，一台台搭载北斗导航系统的大型播种机正在进行玉米播种作业。 曹红祖摄（影像中国）

内蒙古强化矿山安全风险监测预警

本报呼和浩特4月20日电 （记者**张枨**）为全面规范矿山安全风险监测、预警、响应、处置全流程工作，推动矿山安全治理向事前预防转型，近日，内蒙古自治区矿山安全监管局、国家矿山安全监察局内蒙古局联合印发《内蒙古自治区矿山安全风险监测预警处置工作实施办法（试行）》。

办法明确企业与监管监察部门职责边界，形成系统共用、数据共享、横向联动、纵向贯通的防控网络。办法明确矿山企业为责任主体，建立“值班查看—预警接警—响应处置—分析研判—核查反馈”闭环流程，按标准完善监测预警系统、健全工作制度、配齐24小时值班人员，确保系统实时在线、报警功能正常。

办法将预警信息划分为红、橙、黄、蓝四级，同时严格规范响应时限，要求企业预警后1小时内反馈初步原因及措施，监管部门10个工作日内完成核查并上传系统，对未及时接警、反馈不实等情形强化督办。此次办法出台，是内蒙古深化矿山安全治本攻坚、强化科技兴安的关键举措。通过压实企业主体责任与部门监管监察责任，健全预警处置闭环机制，将有效提升瓦斯、水害、边坡、尾矿库等重大风险精准识别、快速响应、高效处置能力，为内蒙古全区矿山安全生产形势持续稳定筑牢坚实防线，助力矿山安全治理体系和治理能力提档升级。

本版责编：**张彦春 宋 宇 张智琪** 本版制图：**张芳曼**