攻关新航道 智攀新高峰

院士专家谈三峡水运新通道建设（一）

编者按：6月8日，三峡水运新通道工程正式开工。作为我国“十五五”时期开工建设的首个国家重大标志性工程，工程聚焦三峡—葛洲坝枢纽河段，实施新建、改扩建，将根本性重塑长江航运格局，对推动长江经济带发展具有重大意义。工程建设土石方开挖总量预计超三峡工程，需攻克多项世界级技术难题，施工难度大、技术要求高。

水利、航道等领域院士专家勇担使命、领军攻关，从工程规划设计、建设运行及未来发展等方面提供智囊支撑，协力推动工程建设顺利开展。

本报今日推出“院士专家谈三峡水运新通道建设（一）”，专访中国工程院院士张超然、钮新强、胡亚安，深度解读工程重大意义、关键技术创新和未来前景。

深耕研究论证 聚力强国工程

——访中国工程院院士张超然

□本报记者 岳虹

三峡水运新通道工程是国家“十五五”规划重大工程，建成后有利于长江综合立体走廊高质量发展，有利于推动长江经济带发展战略实施，有利于构建国内国际双循环发展格局。

85岁的中国工程院院士张超然，讲述了三峡水运新通道工程研究论证和科学决策过程，阐释了工程建设的综合效益，解读了工程的深远意义。

2013年12月起，受国务院原三峡建设委员会办公室委托，中国工程院承担三峡工程建设第三方独立评估工作。中国工程院院士、时任三峡集团总工程师的张超然执笔撰写《三峡工程建设第三方独立评估综合报告》相关内容。综合报告提出，要统筹规划、科学调度、多措并举，充分发挥三峡河段通航功能。

针对三峡水运新通道工程建设，张超然于2018年8月提出专业意见：一是要在实施长江大保护、供给侧结构性改革、长江经济带建设、“一带一路”倡议框架下，统筹考虑长江中上游综合立体交通体系的规划和建设。二是要积极稳健推进三峡枢纽水运新通道和葛洲坝航运扩能方案的论证和深入研究。

2024年5月，《三峡水运新通道项目可行性研究报告》编制完成并通过中咨公司评估。

在参与前期论证过程中，张超然多次提出建议，认为三峡水运新通道建设是构建绿色交通运输体系，落实“双碳”目标的重要工程，将充分发挥长江航运运能大、节能减排、绿色环保等优势，推动大宗物资运输“公转水”。

张超然认为，工程建设要把生态环保放在首位。要做好施工区烟尘排放和噪声管控等环保工作。比如，三峡枢纽水运新通道土石方开挖量大。要深入研究利用岩体开挖料作为混凝土粗细骨料，尽量减少废料，做到混凝土砂石骨料生产“零排放”。

张超然说，在三峡水运新通道工程建设中，要传承三峡工程建设积累的成功经验，按照高标准、高质量的要求，把三峡水运新通道工程建成世界一流工程，讲好新时代兴水利民和交通强国故事。

张超然提出，在工程建设中要全面推行智能建造技术。在遵循“全面感知、真实分析、实时控制”的智能建造闭环控制理论、借鉴溪洛渡等大坝智能建造成功应用的基础上，构建三峡水运新通道工程智能建造信息管理平台，实现智能建造技术应用，全面助力三峡水运新通道建设。

以科学设计赋能三峡水运新通道系统提升

——访中国工程院院士钮新强

□本报记者 岳虹

三峡水运新通道工程从设想到开工建设历时十多年。

中国工程院院士、长江设计集团首席科学家钮新强，30多年来主持、参与主持国家重大水利水电工程设计20余项，是三峡工程、南水北调中线工程主要设计负责人之一，曾负责三峡工程船闸、升船机等通航专业设计。

2013年以来，钮新强全面参与了三峡水运新通道工程前期论证。工程设计总思路是什么？建成后将在水利、生态、航运等方面实现怎样的系统提升？日前，钮新强就有关问题接受了记者采访。

钮新强向记者介绍，工程设计总思路可概括为：安全为要、生态优先、创新驱动、智慧赋能。

坚持“安全为要”。工程紧邻已运行几十年的三峡和葛洲坝枢纽施工，必须确保既有枢纽的防洪、结构、运行安全。为此，工程设计采用了精细爆破控制技术。葛洲坝上游施工围堰预留应急泄洪缺口，确保发生特大洪水时枢纽行洪安全。同时，施工期间三江航道采取半幅扩挖、半幅通航的模式，确保长江航运不中断。

坚持“生态优先”。工程在规划设计之初就将长江大保护贯穿始终。通过优化工程选址，主动避开中华鲟产卵场，葛洲坝扩能工程选择三江航道而非大江，从源头上规避对珍稀水生生物核心栖息地的干扰。同时，实施中华鲟产卵场人工修复，改善长江旗舰物种的繁殖条件。

坚持“创新驱动”。设计团队依靠创新攻克了一批技术难题。面对万吨级船闸水力学、巨型人字门等世界级难题，设计团队开展了长达十余年的专题研究，提出了“全闸室均匀出水”等惯性输水系统；人字门门叶采用强度更高、焊接性能与抗疲劳性能更好的船舶及海洋工程用钢，底枢蘑菇头采用强度、韧性和耐磨性更好的超级马氏体不锈钢，人字门支枕垫块采用高韧性、耐腐蚀的奥氏体不锈钢。

坚持“智慧赋能”。工程构建了“光纤、网络—云平台—智能体—智慧业务”四层技术架构，在建设期推行智慧工地和数字孪生，实现进度、质量、安全的“虚拟预建、实景比对”；在运营期依托AI（人工智能）大模型实现智能调度、设备健康管理和安全态势研判，推动船闸运行从经验驱动向数据智能驱动跨越。

作为国家重大标志性工程，三峡水运新通道建成后将在水利、生态、航运方面实现怎样的系统提升？

从功能上来看，三峡水运新通道工程是三峡工程之后长江干线上集水利、航运、生态等功能于一体的最大综合性工程。工程建设任务是在不影响三峡枢纽现有布局的基础上，新建船闸提高三峡枢纽通过能力，同步实施葛洲坝航运扩能改造，提升长江黄金水道功能，助推长江综合立体交通走廊高质量发展。

钮新强认为，工程将显著提升长江航运能力。三峡枢纽年通过能力从当前的约1.7亿吨提升至3.36亿吨，葛洲坝提升至3.6亿吨；船舶过闸时间更快。更重要的是，万吨级船舶将实现江海直达，进一步促进铁水联运、江海联运规模化发展，大宗物资运输将大规模“公转水”。

水运相比公路、铁路具有运能大、占地少、成本低、能耗小、污染轻等显著优势。据测算，工程建成后全社会物流成本预计下降30%以上，每年综合效益超过160亿元。同时碳排放将大幅度减少，为落实碳达峰碳中和目标提供有力支撑。

钮新强认为，工程将带来显著的生态效益。一方面，水运本身就是绿色低碳的运输方式，通过释放长江上游水运潜能、推进船舶大型化和标准化，引导更多大宗物资从公路、铁路转向水运，有助于建成布局科学、生态友好、清洁低碳、集约高效的绿色交通运输体系。另一方面，通过优化通航调度，使船舶优先通过三江航道过坝，减少大江一号船闸运行对中华鲟产卵场的干扰，并实施产卵场人工修复，可改善中华鲟栖息及产卵繁殖条件。将水运通道与生态通道统筹考虑，是统筹推进长江经济带高质量发展和高水平保护的体现，具有重大意义。

涉及防洪安全方面，钮新强向记者介绍，工程通过在上游围堰预留应急泄洪口等措施，确保葛洲坝扩能工程施工期枢纽防洪安全。整体上，工程与既有水利设施可协调运行，将实现航运效益与水利功能的平衡统一。

攻关硬核技术 重塑通航格局

——访中国工程院院士胡亚安

□本报记者 岳虹

作为现代大型通航建筑物的新代表，三峡水运新通道工程的设计、建设依托大量核心技术攻关。

记者日前采访了中国工程院院士、南京水利科学研究院原总工程师胡亚安，他长期围绕我国现代内河通航技术开展科研探索，致力于内河水运通航建筑物前沿技术攻关、核心装备研发和重大工程实践，也参与了三峡水运新通道工程前期设计规划论证和科研攻关。

胡亚安就工程如何释放长江航运潜能、如何开展关键技术攻关以及工程对长江水运格局的影响等方面进行了分析。

胡亚安认为，三峡水运新通道工程在释放长江航运潜能、支撑长江经济带高质量发展等方面具有重要意义。三峡水运新通道工程由两部分组成。其中，三峡枢纽新通道位于三峡船闸北侧，新建双线连续五级船闸，可通航万吨级船舶；葛洲坝航运扩能，将拆除既有三号船闸，新建两线单级船闸，并扩挖上下游引航道。工程将与既有船闸、升船机形成多通道通航格局，大幅度提升长江上游过坝通航能力。

一是将释放通航潜能。三峡现有双线五级船闸长年超饱和运行，不利于长江干线货运量进一步增长。工程投用后，过闸效率将大幅度提升。

二是赋能长江经济带与内陆对外开放，促进国内国际双循环。

川渝沿江80%大宗商品依靠水运，工程落地后成渝地区大宗商品物流成本下降约30%，缩短成渝至长三角水运周期3～5天。工程打通江铁海多式联运节点，衔接中欧班列、西部陆海新通道，实现“中欧班列+长江水运+远洋海运”无缝中转，助力中西部外贸货物通江达海。工程释放长江中上游临港产业园、沿江矿区、粮储基地运力潜力，进一步推动长江上中下游产业分工协作、优势互补。

三是助力“双碳”目标落地。内河单位货运碳排放量仅为公路的1/10、铁路的1/3。工程投用后，部分长途大宗货运从公路转向水运，每年可减少千万吨级二氧化碳排放。

四是完善国家能源与战略物资保供体系。工程投用后，将大幅度提升极端条件下西煤东运、川粮外运的保障能力。

五是助力构建多路径过江物流网。与三峡“水铁水”“水公水”翻坝铁路、翻坝高速公路协同，形成“水运+铁路+公路+管道”复合型过坝运输体系，增强长江干线运输韧性。

问及工程有哪些需要攻克的关键技术难题，将实现哪些标志性技术提升时，胡亚安说，主要在超大闸室输水系统性能提升、具有超长廊道特征的工作阀门安全保障技术、超宽人字闸门结构设计与启闭系统建造三方面，要攻克技术难题、实现标志性提升。

在输水系统方面，以“立体消能、均匀布水”破解“快速输水与水力均衡”世界级难题。新船闸单次输水需搬运水体较老船闸增加近18%，相当于115个标准游泳池的水量。且要在12分钟内完成注水或泄水，同时让闸室内停泊的船只几乎感受不到水流扰动。

工程通过“立体协同、全域消能”的精准控制模式，创新“闸底四区段八纵支廊道顶支孔出水”系统：水流通过闸底板下的立体廊道网络，如同巨型花洒般将高速水流柔化、打散，均匀向上涌出，消除横向冲力、局部涡流与底部冲击，实现万吨巨轮在快速输水过程中，安全、平稳停泊。

工作阀门是整个输水系统的“咽喉”，首级闸室上游输水廊道长达3.2公里，管内水体质量超60万吨。阀门快速启闭时，水体惯性会引发剧烈水锤效应。中间级阀门最大工作水头达45.2米，阀后流速极高，会产生空化空蚀。相关团队通过优化门楣体型，让空气顺势融入高速水流，形成防护层，抑制空化、减弱振动。

通过试验，相关团队研发的成套措施，能确保阀门在数十年、数十万次往复启闭的疲劳荷载下，安全可靠。

在人字闸门方面，需要驾驭“世界级巨门”，破解超大荷载、超高阻力等难题。

在结构设计方面，要解决近40米超高水压下，巨型门体不变形、不渗漏的难题；要突破超大荷载空间结构布置、关键支承部件选型与强度设计、支枕垫块与顶底枢适配性等关键技术难题。在启闭运行方面，38米高的淹没水深带来极大动水阻力矩，如同在深水中精准开合一面“巨型水扇”，对控制精度、动力匹配、抗疲劳变形提出更高要求。

总之，闸室从34米到40米、通航吨级翻倍，是通航水力学技术的一次系统性飞跃。相关团队正以全链条、体系化自主创新，确保工程实现足够安全、足够高效、足够可靠的建设目标。

胡亚安告诉记者，三峡水运新通道建成后，三峡大坝、葛洲坝两坝将在联合调度与通航方面形成新格局。通航设施将形成“多通道互补、大小适配”的立体化布局。三峡枢纽形成“双线老船闸+双线新船闸+升船机”的五线通航配置；葛洲坝同步完成船闸扩能改造，两坝组合形成规模化、多层次、差异化通航矩阵。

其中，新建双线五级船闸主打万吨级大宗船舶干线过坝运输，原有船闸承接常规货船分流，升船机专门服务客船、快速船舶及小型船舶。葛洲坝船闸改造后适配大吨位船舶通行。系列建设将彻底解决过去“大船难走、小船拥堵、通道单一、运力错配”的问题，实现不同吨位、不同类型船舶分类通行、各归其道。

关于调度模式，胡亚安指出工程建成后的调度将升级为“两坝一体、梯级联动、统一统筹”。未来两坝区间（59公里）将实现水文、船位、闸位、运力一体化联动调度，改变以往三峡、葛洲坝独立调度、衔接不畅、区间积压的弊端，解决库区大水位变幅带来的通航难题。

在运行机制方面，胡亚安指出将实现“快慢分道、优货优先、智能调度”。全面推行船舶分类分级调度，大宗物资、重点保供船舶、规模化船队优先通行，小型零散船舶、客运船舶通过升船机快速过坝，形成“重货走船闸、快船走升船机”的高效分工模式。同时依托智慧通航系统，实现船舶申报、闸次编排、航线引导、风险预警全流程数字化管控，通航调度从“被动疏导”转向“主动预判、精准调控”。

本版责任编辑：刘帅冶 检查校对：魏晓雯 美术设计：尼冰琳 照排：刘帅冶 电话：（010）63205247 电子邮箱：xw@chinawater.com.cn