

# 建设数字孪生流域 推动新阶段水利高质量发展

水利部党组书记、部长 李国英

习近平总书记强调，要全面贯彻网络强国战略，把数字技术广泛应用于政府管理服务，推动政府数字化、智能化运行，为推进国家治理体系和治理能力现代化提供有力支撑，并提出了提升流域设施数字化、网络化、智能化水平的明确要求。我们要深入学习贯彻习近平总书记重要讲话精神和重要指示批示精神，加快建设数字孪生流域，构建智慧水利体系，推动新阶段水利高质量发展。

## 建设数字孪生流域是提升国家 水安全保障能力的重要支撑

习近平总书记强调，保护江河湖泊，事关人民群众福祉，事关中华民族长远发展。我国江河水系众多，保护治理是一个庞大复杂的系统工程，必须坚持数字赋能，依托现代信息技术变革治理理念和治理手段。建设数字孪生流域，就是要以物理流域为单元、时空数据为底座、数学模型为核心、水利知识为驱动，对物理流域全要素和水利治理管理全过程的数字化映射、智能化模拟，实现与物理流域同步仿真运行、虚实交互、迭代优化。

党中央、国务院作出了明确部署。国家“十四五”规划纲要明确要求，构建智慧水利体系，以流域为单元提升水情测报和智能调度能力。国家“十四五”新型基础设施建设规划明确提出，要推动大江大河大湖数字孪生、智慧化模拟和智能业务应用建设。黄河流域生态保护和高质量发展规划纲要、长江三角洲区域一体化发展规划纲要等，都对数字孪生流域建

设提出了更加具体明确的要求。落实党中央、国务院重大决策部署，必须大力推进数字孪生流域建设。

现代信息技术发展提供了支撑条件。进入新发展阶段，云计算、大数据、人工智能技术快速发展，推动水利发展向数字化、网络化、智能化转变的技术条件已经具备。近年来，水利信息化建设取得积极成效，但流域透彻感知算据仍有不足，模型算法距高保真目标尚有差距，计算存储能力亦不足需，网络安全防护能力偏弱，运行和管理智能水平亟待提升。要加强数字孪生、大数据、人工智能等新一代信息技术与水利业务的深度融合，充分发挥信息技术支撑驱动作用，大力提升水利决策与管理的数字化、网络化、智能化水平。

强化流域治理管理提出了迫切要求。流域性是江河湖泊最根本、最鲜明的特性，治水管水必须以流域为单元，实施统一规划、统一治理、统一调度、统一管理。这就要求数字孪生流域提供强大技术支撑。统一规划方面，通过在数字孪生流域中对规划各要素进行预演分析，全面、快速比对不同规划方案的目标、效果和影响，确定最优规划方案。统一治理方面，通过在数字孪生流域中预演治理工程布局及建设方案，评估治理工程与规划方案的符合性，分析治理工程对周边环境和流域的整体影响，辅助确定治理工程布局、规模标准、运行方式、实施优先序等。统一调度方面，通过在数字孪生流域中综合分析比对各要素，预演防洪、供水、发电、航运、生态等调度过程，动态调整优化调度方案。统一管理方面，通过数字孪生

流域动态掌握河湖全貌，实现权威存证、精准定位、影响分析，更好支撑上下游、左右岸、干支流联防联控联治。

### 加强数字孪生流域算据、算法、算力建设

建设数字孪生流域，原则是坚持需求牵引、应用至上、数字赋能、提升能力，目标是实现数字化场景、智慧化模拟、精准化决策，核心任务是加强算据、算法、算力建设。

**夯实算据基础。**算据是物理流域及其影响区域的数字化表达，是构建数字孪生流域的数据基础，包括自然地理、干支流水系、河道流场、水利工程、经济社会等信息。要锚定数字化场景目标，构建天、空、地一体化水利感知网，通过优化提档水文、水资源、河床演变、水利工程等地面监测，进一步完善地下水监测站网，加强卫星、无人机、无人船等载体遥感监测，提升应急监测能力，推进物理流域监测系统的科学建设和高频乃至在线运行，为数字孪生流域提供精准物理参数和现实约束条件，保持数字孪生流域与物理流域的精准性、同步性、及时性。按照全国、流域、重要水利工程，分级构建全国统一、及时更新的数据底板，为水利治理管理提供详实的基础底图。

**优化算法模型。**算法是构建数字孪生流域的关键性技术，是物理流域自然规律的数学表达，包括水利专业模型、智能分析模型、仿真可视化模型等内容。要锚定智慧化模拟目标，深入研究流域自然规律，充分利用大数据、人工智能等新一代信息技术，融合流域多源信息，升级改造流域产汇流、土壤侵蚀、水沙输移、水资源调配、工程调度等模型，研发新一代高保真水利专业模型，统筹运用好基于机理揭示和规律把握的数学模型，以及基于数理统计和数据挖掘技术的数学模型，确保数字孪生流域模拟过程和流域物理过程实现高保真。建设水利业务智能仿真模型，构建水利业务遥感和视频人工智能识别模型，实现水利工程运行和安全监测、应急突发水事件等自动化精准识别。

**提升算力水平。**算力是数字孪生流域高效稳定运行的重要支撑，包括计算、通信、会商等硬件资源。要扩展计算资源，按照“集约高效、共享开放、按需服务”的原则，提升物理分布、逻辑集中、协同工作的高性能算力，满足数据处理、模型计算的需要。要升级通信网络，实现水利系统网络无盲区无死角互连，满足各类信息及时高效传输，并充分利用北斗、5G等新一代网络技术，保障监测站网在极端恶劣环境下的安全可靠传输。

### 强化预报预警预演预案能力

习近平总书记强调，要实施自然灾害监测预警信息化工程，提高风险早期识别和预报预警能力；要切实加强重大风险预测预警能力，有切实管用的应对预案及具体可操作的举措。要在数字孪生流域中强化预报、预警、预演、预案能力，实现风险提前发现、预警提前发布、方案提前制定、措施提前实施，确保水利决策精准安全有效。

**精准超前预报。**预报是基础，通过预报为预警工作赢得先机。要坚持遵循自然规律，以流域为单元，构建下垫面动态变化的数字流场，在总结分析典型历史事件和掌握现状的基础上，以扩展预报内容、提高预报精度、延长预见期为目标，通过机理分析和数据驱动等方法，综合运用气象水文、水文水力学耦合预报以及预报调度一体化等技术，构建多维多时空预报体系，实现洪水、枯季径流、地下水水位、墒情、咸潮、泥沙、冰情、台风暴潮、水质等各类水安全要素全覆盖，短期预报、中期预测、长期展望等多尺度无缝衔接，监测站点、水系沿线、流域区域“点线面”相结合的多维展示。

**快速直达预警。**预警是前哨，通过预警为预演工作提供指引。科学设置风险阈值指标，完善预警发布机制，以预警信息及时精准、预警对象全面覆盖、预警渠道直达一线为目标，构建多种类多渠道的水灾害预警体系。在数字流场内，聚焦未来可能发生的江河洪水、山洪灾害、渍涝灾害、工程灾害、干旱灾害、

冰凌灾害、供水危机、水生态损害等各类水灾害,确定降雨量、水位、流量、水量等预警要素。根据预警不同量级、发展态势以及可能造成的危害程度,明确预警等级,依托预警发布平台,及时发布预警信息。结合地区实际,利用各种有效手段,实现预警信息直达一线、直达社会公众,提醒及时采取应急处置措施,做好防灾避险准备,做到防患于未然。

**前瞻科学预演。**预演是关键,通过预演为预案制定提供支撑。要集成耦合水工程预报信息与流域防洪调度、水资源管理调配、水工程调度运用、突发水事件处置、水生态过程调节等运行信息和其他边界条件,设定不同情景目标,实时分析水利工作面临的风险形势,以贴近实战、发现问题为目标,构建全过程多情景模拟仿真的水利预演体系。在数字孪生流域和数字孪生水利工程基础上,对规划、设计或未来预测预报的场景进行前瞻预演,既可以根据预报预警结果,“正向”预演出风险形势和影响,及时发现问题,以在萌芽之时、成灾之前发现问题、提出措施;也可以根据调度目标,“逆向”推演出水利工程安全

运行限制条件,制定和优化调度方案,实现预报与调度的动态交互和耦合模拟。

**细化实化预案。**预案是目的,通过“四预”环环相扣、层层递进,提升流域治理管理的数字化、网络化、智能化水平,为增强国家水安全保障能力提供信息快速感知、智能分析研判、科学高效决策的强大技术驱动。要结合水工程运行状况、经济社会发展现状等,在预演结果基础上进行分析评估,滚动调整水工程运行、应急调度、人员防灾避险等应对措施,迭代优化运行调度方案,有效提高预案的科学性和可操作性。工程措施要考虑最新工况、经济社会情况,明确规定各类水利工程的具体运用方式。非工程措施要明确值班值守、物料设备配置、查险抢险人员配备、技术专家队伍组建、人员转移避险方案等。组织实施要全面落实工作责任,明确各类措施的执行机构、权限和职责,进一步增强预案的科学性、实用性和可操作性。

(来源:《学习时报》第一版2022年6月29日)

(上接第11页)多用、梯级利用”,污水处理后“应用必用,能用尽用”,实现工业园区“近零排放”。

### 3 结 语

水资源短缺是南疆基本水情,在立足当地水资源条件的情况下,遵循蓄水是基础、调水是补充、节水是关键的基本原则,依据南疆水资源的特点和开发利用中存在的主要问题,结合新时期南疆经济社会发展和生态环境保护的要求,初步提出了南疆水资源配置的总体思路,形成了蓄水、减水、节水、调水、配水、回水的六水统筹水资源保障对策措施,为构建与南疆水资源配置和经济社会发展布局相匹配的格局提供参考。◆

#### 参考文献

[1] 胡立刚. 构建黔南州水安全保障体系的对策探讨[J]. 水资源开发与管理,2020(10):8-11.

- [2] 闫俊霞. 新时期构建新疆水安全保障体系的对策及建议[J]. 建筑工程技术与设计,2021(12):1467.
- [3] 李尚盈,董晔. 新疆人口、用水量与经济三者间关系研究与预测[J]. 水资源开发与管理,2020(3):35-43.
- [4] 张程程. 塔里木河源流和干流径流特征及其相关性分析[J]. 水利规划与设计,2016(1):50-53.
- [5] 杨昕馨. 新疆和田河流域1990—2015年景观动态变化研究[J]. 水资源开发与管理,2018(8):15-18.
- [6] 宋建. 2011年与2016年新疆水资源配置公平性比较研究[J]. 水资源开发与管理,2018(8):47-52.
- [7] 王新. 新疆南疆绿洲区水资源开发利用方案分析[J]. 水利规划与设计,2014(5):23-26.
- [8] 艾力江·沙吾提. 南疆水资源分布现状及开发利用对策[J]. 水利规划与设计,2015(1):31-33.
- [9] 吕文新. 新时期新疆水资源管理新思路[J]. 吉林农业,2018(6):76.