

国家重点研发计划“智慧水网”重点专项 2026 年度项目申报指南

(征求意见稿)

1 水网多元信息数字化监测感知

1.1 宽量程强韧性雨水情关键要素地面监测智能装备 (集成项目)

研究内容：研制宽量程全天候降水在线精准智能地面监测装备，研制基于北斗信号的水汽反演算法及局地高空降雨监测预警智能装备；研发水位陡涨陡落、高含沙量、冲刷淤积变化大等恶劣环境下机械、雷达与声视融合的流速流量在线监测关键技术；实现单一传感器多要素或多传感器一体化集成的灵活配置，研制断路、断网、断电等“三断”条件下基于国产操作系统的机载雨水情智能应急采集装备，研发兼顾常态监测网络的自适应组网与应急状态下快速部署、数据回传与持续监测长续航供电保障技术，在典型区域进行示范应用。

考核指标：研制超大雨强抗风型降水地面监测国产化智能装备，监测雨强上限提升至 6mm/min、降水量相对误差 $\leq 4\%$ ；研制机械、雷达与声视融合的流速流量监测国产化智能装备 2 套，监测流速上限提升至 5m/s、流速相对误差 $\leq 5\%$ 、流量相对误差 $\leq 8\%$ ；研制融合地面雨量站的北斗终端解算降雨监测预警国产化智能装备 2 套；基于无人机搭载的雨水情

监测采集装备，通信组网畅通率提升 5%、供电保障时长延长 10%，研制“三断”条件下机载雨水情应急采集装备 2 套；在不少于 3 个典型区域进行恶劣环境下的示范应用；制修订雨水情监测相关技术标准 2 项。

1.2 高精度微小型测雨雷达装备与组网观测技术（重点项目）

研究内容：提出微小型测雨雷达装备整体设计方案，研制高精度低成本有效探测半径为 10—30km 的二维相控阵型测雨雷达；研发微小型测雨雷达外场无源标定方法和内场有源自检技术，提出偏振量实时标定和指向实时标定方法，研发基于多源降雨监测的数据质量评估与软标定技术；研发微小型测雨雷达信号处理技术，提出基于雨滴谱特征的衰减订正和电波消散区识别方法；研究快速体扫策略优化方法，研发异形测雨雷达协同组网观测技术，研究组网条件下空中雨到落地雨的实时订正方法。

考核指标：研制 10km、15km、20km、25km、30km 等不同有效观测半径的二维相控阵型双偏振测雨雷达 5 台套，单个阵面尺寸不大于 $0.8\text{m} \times 0.8\text{m}$ 、重量不大于 40kg，功耗不大于 1.5kW；反射率因子测量精度误差 $\leq 1\text{dB}$ 、差分反射率（ZDR） $\leq 0.2\text{dB}$ 、差分相移（KDP） $\leq 0.2^\circ/\text{km}$ 、空间分辨率优于 30m，灵敏度不低于 12dBZ@10km、16dBZ@15km、18dBZ@20km、20dBZ@25km、22dBZ@30km；单部微小型测雨雷达面雨量监测精度不低于 80%，异形雷达协同组网观

测面雨量监测精度不低于 90%；5 台套测雨雷达在不少于 5 个暴雨洪水易发区示范应用；制修订测雨雷达相关技术标准 1 项。

1.3 基于视频感知的智能应急测流技术装备（重点项目）

研究内容：研究应急条件下便携式免现场标定的纯视觉高精度测流技术；研究无规则参照条件下水位高精度监测方法，研究应急场景无水准点、无水尺参照的水位自动识别技术；研发夜间补光与测量一体化技术，实现夜间黑暗环境下水面流场清晰成像与流速同步测量；研究宽断面多区测流与快速拼接技术，建立断面冲淤变化未知条件下水动力耦合流量快速推算方法；研发便携立杆式、无人机载式、机器狗载式、手持式、头戴式等多种智能测流装备，形成视频应急测流装备体系与技术方案，开展多场景示范应用。

考核指标：研制便携立杆式、无人机载式、机器狗载式、手持式、头戴式视频应急测流装备不少于 5 台套，形成平战一体测流技术方案 1 套；无规则参照物条件下水位应急测量误差 $\leq 5\text{cm}$ ，可测最大流速不低于 30m/s 、相对误差 $\leq 10\%$ ，单设备覆盖断面宽度 $\geq 200\text{m}$ ，现场部署时间 $\leq 10\text{min}$ ；断面变化下流量推算误差 $\leq 15\%$ ；在不少于 3 个典型流域示范应用；制修订智能应急测流相关技术标准 1 项。

1.4 江河湖库水下地形高精度测量技术与智能装备（重点项目）

研究内容：研究不同频段和信号处理方式下水下三维地形实时重构与高精度测量技术，研发多场景适配的智能水下地形高精度智能监测装备；研究岸基或河底固定安装、移动船舶安装及其组合模式下水下地形数据共享校验方法、误差传导机制和数据质量影响要素控制技术，研发不同安装和测量模式下高可靠配套测控装置；研究 GNSS 拒止和复杂水情条件下水下地形全域高效高精度监测技术，研发水下地形高精度可视化、易交互成果分析软件。

考核指标：研发水下三维地形实时重构与高精度测量算法；研制岸基或河底固定安装、移动船舶安装测深智能声呐装备各 1 套，可在泥沙含量小于 $5\text{kg}/\text{m}^3$ 环境下工作，平均故障间隔时间 $\geq 1000\text{h}$ ，声呐频率范围 $150\text{kHz}-700\text{kHz}$ ，水深 $2\text{m}-50\text{m}$ 条件下覆盖直径大于 8 倍水深，角度分辨率 $\leq 0.5^\circ@600\text{kHz}$ ， 20m 水深以内测深精度 $\leq 0.1\text{m}$ ，单次扫描时间 $\leq 5\text{min}$ ；研制高航速无人船移动式探测装备，可在实际工况下稳定工作；选择不少于 2 个典型区开展应用示范，累计扫测里程大于 50km ；制修订水下地形测量相关技术标准 2 项。

1.5 高精度地下水动态感知与移动式勘探设备（重点项目）

研究内容：研发全航空瞬变电磁探测技术与设备，研究含水层结构精细刻画技术；研究高精度地下水位一流速一流向连续捕捉与地下水储量更新动态感知技术，研发地下水流速一流向在线监测设备，揭示含水层结构与储水量的物性特

征差异；研制无人机与仿生机器搭载探地雷达移动式勘探设备，研究潜水位快速探测与水—盐界线精准识别技术；研发井下充气式分层探测装备，研究多尺度渗流场动态精确表征方法；构建“空—地—井”一体化地下水智能感知系统，开展地下结构与地下水位—流速—流向—储量的动态感知与移动勘探应用示范。

考核指标：研发全航空瞬变电磁勘探设备，探测深度达 $\geq 300\text{m}$ ，探测精度 $\geq 80\%$ ；研发无人机搭载探地雷达移动式勘探设备，探测潜水位和水—盐咸淡水界线精度 $\leq \pm 1\text{m}$ ；提出跨越井周一场地一流域的含水层结构精细刻画方法；搭建“空—地—井”一体化地下水智能感知系统，在典型浅层和深层超采区选择不少于 2 个典型区域开展应用示范，示范区面积 $\geq 200\text{km}^2$ ；制修订地下水动态感知与勘探相关技术标准 2 项。

1.6 长期在役土石堤坝安全态势感知技术与设备（集成项目）

研究内容：研究长期在役土石堤坝内部监测仪器失效判别方法并研发钻孔后装式内部应力与位移监测装置，提出失效与补装监测仪器数据物理一致性融合技术；研发土石堤坝表面时空连续感知的变形监测与渗漏巡查雷视一体智能监/检测技术与装备，研制堤坝穿戴式变形监测技术与装备；研制声波 DAS+应变 DSS+温度 DTS（3DS）多参量一体化复合感测光缆，研究基于 3DS 传感体系的老旧土石堤坝内部变形与

渗流性态感知分布式监测技术与微创式安装方法；研发拟流场法渗流隐患快速探测技术与设备，实现长期在役土石堤坝渗流路径准确检测；研发堤坝安全监测多源信息一体化采集、长期在役土石堤坝安全性态智能评估预警技术与装备。

考核指标：研制后装式堤坝内部应力与位移监测仪器设备各 1 套，数据衔接误差 $\leq 5\%$ ；研发雷视一体非接触式安全性态感知设备，表面变形监测精度达毫米级、堤坝坡面渗漏巡检识别准确率 $\geq 85\%$ ，研发穿戴式堤坝表面变形监测设备，监测精度达亚毫米级；研制新型复合感测光缆，耐水压 $\geq 2\text{MPa}$ 、基于 3DS 的分布式监测技术渗漏定位精度优于 2m；研发基于无人船自动巡检以及北斗与声纳精确定位的拟流场法渗流路径探测设备，探测深度 $\geq 100\text{m}$ ；研发信息采集与边缘分析预警一体化智能终端，数据异常前端预警响应时间 $\leq 5\text{min}$ ；在大中型土石坝和重要堤防开展 3 处以上示范应用；制修订土石堤坝监测相关技术标准 2 项。

1.7 长距离输水工程渠道多尺度隐患快速巡检关键技术与智能装备（重点项目）

研究内容：揭示渠道隐蔽病害的磁/电/声多场响应特征，建立典型病害量化模型与专属特征数据库；发展水下衬砌裂缝与脱空的多传感融合自主检测方法，攻克强流、低能见度环境下信号增强与精准识别技术；构建无人机集群大视场协作感知框架，实现渠道表观亚厘米级缺陷的实时智能检测；针对弱 GNSS 和水下复杂环境，研发无人机与水下机器人的

鲁棒定位及柔顺力控导航技术；最终集成研制适用于高危恶劣环境的渠道外观、内部及水下隐患一体化具身智能巡检装备，并在典型长距离输水工程开展示范应用。

考核指标：隐蔽病害快速探测装备的水平定位误差 $\leq 1\text{m}$ ，探测深度 $\geq 30\text{m}$ ；水下自主探测装备适应水深 $\geq 8\text{m}$ 、流速 $\geq 1.5\text{m/s}$ ，缺陷识别准确率 $\geq 90\%$ ；无人机集群对渠道外观缺陷的亚厘米级识别准确率 $\geq 95\%$ ；具身智能运维装备在复杂环境下的自主导航成功率 $\geq 98\%$ ，精细操作成功率 $\geq 95\%$ ；完成不少于3处典型渠道工程的应用示范；制修订渠道检测相关技术标准1项。

1.8 基于量子传感的堤防隐患探测新技术（青年项目）

研究内容：选择典型堤防岩土体，开展不同含水率、密实度及渗流工况下的电磁参数系统测试，分析多因素耦合作用下的电磁响应规律，并建立标准化基础参数数据集；研究堤防高水位、强电磁干扰等复杂环境下量子探测信号的畸变特征，提出适配堤防工程场景的信号补偿与降噪校正方法；研究量子传感单元与超宽带雷达的协同探测技术，提出非均质堤身隐患联合反演方法，并完成原理性技术方案验证。

考核指标：阐明渗流作用下堤防岩土体的电磁响应规律，建立多工况标准化电磁参数数据集并形成信号校正方法体系；提出量子传感与超宽带雷达协同探测整体技术方案，完成实验室原理性验证并明确技术适用深度与精度范围，实现20m深度范围内堤防孔洞、不密实体等隐患识别率 $\geq 90\%$ 。

2 水网优化布局与水资源高效利用

2.1 雨带变化及水资源适应性调控技术（重点项目）

研究内容：研究我国夏季主雨带的时空变化规律，揭示年代际演变特征与空间迁移路径，阐明雨带变化驱动机制，研判未来演变趋势；研究雨带变化背景下北方典型流域径流变化特征与发展规律，揭示流域水资源演变趋势及其恢复机理，识别雨带变化与产流能力衰减的对冲与缓解作用；研究雨带变化背景下流域可利用水资源的量化方法，研发水资源供给适应性评价与风险识别技术；研究降水格局变化下雨洪资源利用与多水源联合调配等丰枯互济适应性调控技术，在典型区域示范应用并形成可推广方案。

考核指标：形成全国尺度长系列夏季主雨带时空演变数据集，含主雨带位置、强度、范围、持续天数等要素，空间分辨率不低于 $1\text{km} \times 1\text{km}$ ；量化降水、下垫面要素变化对流域水资源演变的贡献率，提出水资源供给系统适应性评价与风险识别方法；研发雨洪资源利用与多水源联合调配等水资源适应性调控技术 2 项以上，在不少于 2 个典型区示范应用，流域次暴雨总量控制率提升 10%，供水安全保障率提升 5% 以上；制修订水资源适应性调控相关技术标准 1 项。

2.2 变化环境下水文序列非平稳性诊断与频率分析计算新方法（重点项目）

研究内容：分区分类研究变化环境下典型流域水文序列历史变异规律及其驱动机制，解析水文序列及其统计参数的

未来演化机制，识别可能阈值与临界特征；针对年径流量、极值流量和极值水位等关键水文要素，系统评估不同类型非平稳性条件下传统水文频率分析计算方法的偏差情况与失效风险，研究水文序列非平稳性修正方法；研究基于时变参数的水文频率分析计算方法及不确定性，提出非平稳性水文频率分析计算成果与现行工程水文计算规范的兼容和衔接方法。

考核指标：提出水文序列非平稳性诊断技术，揭示典型流域年径流量、逐日流量和水位等关键水文要素历史变异规律与未来演化情景；构建基于“数据—机理”双驱动的水文序列非平稳性修正方法，创新基于时变参数概率分布的水文频率计算方法；形成非平稳性水文频率分析计算成果与现行规范的兼容和衔接方法；制修订非平稳条件下工程水文计算相关技术标准 1 项。

2.3 物理—数据双驱动的流域水资源动态评价方法（青年项目）

研究内容：研究降水、下垫面、供用水等自然—社会因素对流域水资源形成与转化的影响机理，研发基于多源数据融合的水资源评价关键分量的智能化分析计算技术；基于自然—社会水循环过程精细化模拟，研发物理机制与数据驱动融合的流域水资源动态评价模型，研究流域水资源量、水资源可利用量、水资源开发利用效率等一体化的评价方法，并选择典型流域开展实践应用。

考核指标：提出水资源评价关键分量的智能化分析计算技术，研发具有自主知识产权的、物理—数据双驱动的流域水资源动态评价模型，水资源变化评价与实测过程的纳什系数 ≥ 0.8 ，时空分辨率达到逐日和1km尺度；形成水资源“量—效”一体化动态评价方法，实现流域断面来水、水库蓄变量、供用水等情势的动态识别，应用于全国水资源动态评价工作。

2.4 适配规模化滴灌的新疆灌区水网优化布局与智能调控技术（集成项目）

研究内容：研究适配滴灌节律与来水情势的灌区水网工程布局优化方法，提出水源、渠管网、调蓄池、滴灌网等多层级灌溉工程协同布局的关键技术参数；研究灌区水网工程体系中水源供给、渠管输配、末级调蓄与滴灌用水的动态交互过程和水量传递特征，研发覆盖供—输—配—蓄—用全链条的灌区水流运动模型和全国产化模拟分析软件；研究基于多源多模态数据融合的新疆主要粮棉作物动态需水测报方法，提出基于实时需水信息的分区轮灌单元编组与供水时序优化技术；研究跨层级多环节协同的灌区水网智能联合调控技术，研发高精适价的测控产品，开发灌区用水调度智能体；构建融合灌区水网工程优化布局、智能调控等技术的集成模式，并在新疆典型灌区开展示范应用和效果评价。

考核指标：提出匹配新疆灌区水网供需特征的多层级灌溉工程优化布局方法与核心技术参数；研发覆盖灌区供—输

一配一蓄一用水全链条、支持多工况推演的国产化水流模拟和调控分析软件；构建基于多源多模态数据融合的新疆主要粮棉作物动态需水测报方法和需水图谱，需水预报精度较现有方法提升 10%以上；建立适配典型作物滴灌节律的分区轮灌编组、灌溉时序编排和灌溉工程联合调度技术方法，供需水适配率提升 10%；研发灌区用水测控等装备 3 套，核心部件国产化率 95%以上，满足相同功能的产品成本降低 20%；开发灌区用水调度智能体；提出适配规模化滴灌的新疆灌区水网工程优化布局与供用水智能协同调控技术模式，建成万亩级技术应用示范区 2 个，示范区用水效率较现状提升 10%以上；制修订灌区水网优化布局与智能调控相关技术标准 2 项。

2.5 灌区渠系管道化改造与安全数智防护关键技术及装备（重点项目）

研究内容：研究灌区渠系管道化改造全生命周期规划设计理论，揭示复杂地形与多泥沙条件下渠一管一泵一阀等复合系统水力响应及水沙输移机制，建立多目标协同的管网优化布局方法；研究含沙、冻融、沉降、腐蚀及复杂施工条件下管材与连接结构适用性及全寿命性能，建立分区分级选型评价方法，研发大口径生态复合管材和高可靠连接产品；研究水击、气阻、漏损等多风险动态感知、智能诊断预警与协同防护技术，研发安全数智防护与快速处置装备；集成覆盖规划设计、管材选型、数智安全防护于一体的渠系管道化改

造技术体系，并在典型灌区开展示范应用和效果评价。

考核指标：提出渠系管道化改造全生命周期规划设计理论与方法，开发协同多目标的管网布局优化设计软件；提出分区分级管材选型方法，研发大口径生态复合管材、高可靠连接及附属配套产品 5 件；研发管网风险智能诊断预警和数智安全防护、快速处置装备 3 套；建设千亩级示范区 2—3 处，示范区管网输水效率提高 10%以上，输配水利用系数提升到 0.95，运行维护成本降低 10%以上，形成可复制推广的成套技术模式 3 套；制修订渠系管道化改造与安全数智防控相关技术标准 1 项。

2.6 北方灌区用水—耗水—节水响应机制与模拟方法（青年项目）

研究内容：解析北方灌区用水—耗水定量关系以及节水生态效应，揭示用水—耗水—节水响应机制；研发耦合灌排过程、水盐动态与生态响应的“供—输—用—耗—排”全链路模拟方法，研究面向不同生态目标的适宜地下水位阈值，提出分区域节水生态效应与节水潜力评价标准；研发面向水盐平衡与生态健康的节水—生态协同适配技术，在典型灌区示范应用。

考核指标：揭示北方灌区用水—耗水—节水响应机制，提出不少于 3 类生态目标的灌区地下水位动态阈值确定方法；研发北方灌区“供—输—用—耗—排”水全链路模拟方法，选择不同水源类型大型灌区示范应用，模拟精度达到 85%以

上，提出适宜地下水位与节水潜力阈值。

2.7 特殊环境下小型供水工程能力韧性提升关键技术 与装备（集成项目）

研究内容：研究高寒高海拔、海岛等特殊环境下小型供水工程脆弱性特征、主要风险因素和气候变化下多场景耦合规律，构建供水系统韧性评价体系；研究极端低温应急水源保障与冰冻期安全运行技术，研发低能耗防冻保温与抗老化延寿供水关键构件及装备；研究海岛环境下多水源联供技术及极端天气应急保供技术，研发高通量抗污染反渗透膜及高效能量回收装置；研究适应复杂环境的少药剂、短流程成套净水技术及模块化、低维护产品，研发低成本、多能耦合驱动的供水装备；研发集感知—诊断—决策—调控一体的数智化农村供水管控模型，构建基于物联网的小型供水系统智慧监控、预警与应急调度技术；开展技术系统集成示范，形成适用于特殊环境下小型供水工程韧性提升的应用技术模式。

考核指标：提出针对高寒高海拔、海岛等特殊环境的农村供水系统韧性评价方法，以及韧性提升方案 3 套；开发高寒高海拔环境下低能耗防冻保温、抗老化延寿与应急技术装备 5 套，适应环境温度零下 30℃ 以下、海拔 4000m 以上；开发海岛海水淡化与能量回收装置，单位制水电耗 $\leq 2.8 \text{ kW} \cdot \text{h} / \text{m}^3$ ；形成特殊环境净水技术装备 5 套，净水成本降低 10% 以上；开发农村供水数智化管控技术，投入业务化应用，实现感知、诊断、决策、调控一体化，人力成本降低 40%，极

端天气预警响应时间小于 10min；在典型区域建设示范工程 5 处以上；制修订特殊环境下小型供水工程韧性提升相关技术标准 2 项。

2.8 数智节水管控关键技术研发与应用（重点项目）

研究内容：研究面向“取一用一耗一排一再生利用”全过程的数智节水管控理论体系，提出节水信息感知体系布局及数字映射方法；研究各行业节水多源异构数据治理融合技术，构建多维度节水高质量数据库；研究气候变化和“双碳”背景下多因素耦合驱动的用水效率演变分析方法，建立分行业用水效率“四预”、智能评价、调控管理技术体系；研发融合节水机理表征、管理业务逻辑和领域知识增强能力的节水领域垂直大模型，基于人工智能算法与物理机制融合理论，构建节水管理全过程场景智能体，开展多层次示范应用。

考核指标：提出“天空地水工”节水信息感知布局方法，研发跨行业节水多源异构数据治理融合技术，形成全国节水数据库与知识底座；构建分行业用水效率“四预”、智能评价与调控技术，研发节水管理多场景垂直大模型，构建节水管理场景业务通用智能体，专业问答与计算推理综合准确率 $\geq 85\%$ ；在我国南北方开展省市县多层次示范应用，实现节水管理与服务业务化应用；制修订节水数据感知与数智化管理等相关技术标准 2 项。

2.9 再生水输灌协同调控技术（青年项目）

研究内容：研究管网生物膜形成释放与颗粒物输移规律，

揭示水质波动与系统堵塞的耦合机制；研究再生水长期灌溉对绿地植物及土壤生态的影响，明确植物胁迫响应与生态风险特征；研究多源数据融合的再生水输灌风险测报与预警技术，建立适配水质等级的管网运行优化和灌溉调控方法，构建再生水“输—灌”协同调控模式。

考核指标：研发多源数据融合的再生水输灌安全风险测报技术，风险识别准确率 $\geq 90\%$ ；建立基于节水减污协同的再生水灌溉制度与管网冲洗时序优化技术方法，管网污染物去除率 $\geq 80\%$ 。

2.10 水网跨区域协同与水资源均衡配置技术及应用（重点项目）

研究内容：解析水资源与国民经济发展布局的适配性，研发多区域水资源压力梯度分析技术，研判重点区域水资源安全风险；研究国家水网及主要区域水网跨区域水文汛枯、水量丰缺、水势高低、水效强弱、生态优劣等多维补偿关系，识别区域水网之间及其与国家主网水力联系和水流通路；研究水网空间格局与系统韧性动态耦合关系，探明复杂水网跨区域联通与韧性提升路径，建立国家水网成网原则与互济机制；研究复杂水网水流精细模拟技术，研发水网跨区域水资源均衡调配与协同优化技术方法与模型平台，提出国家水网协同互济水资源均衡调配与安全储备策略方案；选择典型粮食主产区、能源资源富集区、重要城市群，开展水网跨区域成网互济与均衡调配技术集成示范应用。

考核指标：创建水网跨区域协同与成网互济技术体系，构建水网区域协同互济与水资源均衡调配模型，复杂水网水流模拟精度提升 10%以上；选择 5 个以上典型流域和重大战略区开展示范应用，识别东北、西北地区跨区域多工程联网、补网水流通道 3-5 条，提出不同层级水网跨区域成网互济工程布局与水资源均衡配置方案 2-3 项，主要河流水资源利用及统筹调配能力提高 10%以上，水网韧性水平提升 10%以上，干旱枯水年份实现跨区域增供水量 20 亿 m³以上；制修订水网区域协同互济相关技术标准 2 项。

2.11 复杂水网“常态一应急”工程群协同配置关键技术（重点项目）

研究内容：研究复杂水网供水系统从常态运行到应急启动的形态演化规律，构建“常态一应急”双态切换全过程状态表征指标，形成 N—1 供水安全冗余的工程群联合配置技术体系；研究极端干旱场景下复杂水网供水安全风险传播规律与致灾机理，辨识“常态一应急”双态切换时机，研发多水源多层次时空协同配置技术；研究突发危化品事件“控源—拦截—削污”处置高时效动态推演方法，建立“常态一应急”切换的工程与非工程措施协同技术，形成应急供水配置技术体系；研究局部工程失效场景下高时效推演方法，研发远—中—近多水源应急供水路径优选技术，构建施工修复期内多水源协同配置的滚动优化方法；提出多功能耦合的“常态一应急”配置规则挖掘方法，建立面向极端干旱和非传统

突发事件的复杂水网时空协同配置模型与优化技术体系，并开展应用示范。

考核指标：提出复杂水网条件下多水源工程群应急供水保障技术体系，建立复杂水网“常态一应急”状态表征指标与评价方法；研究多水源工程群水网极端干旱供水保障能力分析技术，提高供水能力预测精度 5%以上；构建突发危化品事件情境下高时效模拟技术，提出典型水网区 3 种危化品突发事件应急处置与多水源调度方案；构建局部工程失效高时效推演技术，提出 5 种局部工程失效情景下的协同配置和保障方案；构建复杂水网“常态一应急”工程群联合配置模型，特大干旱缺水率降低 5%；具备 3 类应急场景的多层级水网应用能力，在不同层级 3 个典型水网调度平台中示范应用 ≥ 12 个月；制修订水网“常态一应急”多水源配置相关技术标准 1 项。

2.12 经济社会用水需求峰值预测与层次化调控方法 (青年项目)

研究内容：研究全球主要国家长时序用水演变特征，解析经济社会与水资源约束的共性规律，揭示我国人口达峰、消费升级、贸易格局重构等新变化与用水需求的交互机制；构建高精度用水需求预测模型，开展全国及分区用水需求峰值时点系统预测；研发用水需求层次化调控技术，模拟不同调控措施对用水峰值时点的影响，形成差异化调控方案。

考核指标：提出经济社会用水需求演变规律与驱动机制，

建立全国县级尺度农业、工业、生活长系列用水数据集，准确率 $\geq 90\%$ ，应用于全国用水年度统计核算；建立经济社会需水层次化调控技术方法，构建用水需求高精度预测模型，提出全国不同区域用水需求峰值与时点。

3 水网水情精准预测预报与风险防控

3.1 海河模型构建关键技术及示范（集成项目）

研究内容：研究极端降雨成因与多情景演化趋势预测方法；分区研发强人类活动干扰下海河流域防洪、抗旱、水资源多维矩阵精细化模拟模型体系，研发多业务类型模型建模解耦与耦合计算集成技术；研发基于大模型体系全过程的预报调度一体化技术，研发多模型串并联组合并行计算与装配技术；研发融合水文特征、工程调度、水力过程等物理特征约束的生成式 AI 模型，研发海河水网大模型及复杂水网工程群多目标联合调度决策智能体；研发数据—模型—知识驱动耦合集成与计算可视化技术，构建海河模型平台系统，集成至海河流域水旱灾害防御平台；实现全流域防洪、抗旱、水资源等业务集成与实战应用。

考核指标：提升海河流域主要预报节点洪水预报精度，关键水文断面洪水预报准确率提高至 75%以上；海河模型体系模型数量 10 个以上，生成式 AI 模型计算时间 $\leq 30s$ ，海河水网大模型参数量 ≥ 10 亿；智能体类型 ≥ 10 类，数量不少于 500 个；水工程群多目标联合调度覆盖 30 座以上重要水库、20 个以上蓄滞洪区，联合调度模拟计算时间 $\leq 1min$ ；

基于大模型和机理模型的防洪联合调度方案决策生成时间 $\leq 30s$ ；模型装配与并行计算时间 $\leq 2min$ ；建成标准化、智能化“海河模型”一套，并集成至海河水旱灾害防御平台，集成计算效率 $\leq 2min$ ，在海河流域整体业务化应用 ≥ 12 个月；制修订水网大模型相关技术标准 2 项。

3.2 淮河极端雨洪预报与多闸坝智慧调控关键技术（重点项目）

研究内容：研发物理与数据驱动融合的复杂水网工程区洪水滚动预报及人工智能实时矫正与参数智能匹配技术；研发全流域主要干支流一维河道沿程洪水演进连续模拟技术；构建重点区域复合河道精细化水动力学高效模拟模型；构建融合产汇流机制、水工程调度、水动力过程等物理一致性约束的中小流域洪水预报及推演生成式 AI 模型，实现缺资料区与多闸坝水网区洪水智能预报与推演；研发防洪、供水、生态、航运多目标约束下的联合优化调度模型，构建多目标联合优化调度智能体，基于大模型实现调度方案分钟级智能生成；研发适配淮河流域的洪水防御智能决策模型方法，在淮河流域主要干支流及沂沭泗水系开展业务化应用示范。

考核指标：研发闸坝调度耦合预报模型，主要控制站 48h 洪峰水位预报误差降至 10—15cm，缺资料区预报精度 $\geq 70\%$ ，实时校正误差降低 20%以上，预见期延长 24h 以上，削峰率提高 10%以上；全流域主要干支流一维水动力模型完成 7 天全洪水过程模拟，计算时间 $\leq 1min$ ；重点区域精细化模拟模

型完成 24h 淹没演进模拟，计算时间 $\leq 30\text{s}$ ；构建闸坝群调度智能体，覆盖 50 座以上的关键闸坝，调度方案生成响应时间 $\leq 2\text{min}$ ，满足度 $\geq 85\%$ ；建成适合南北过渡带、多闸坝区的淮河特色预报调控模型，在 2 个以上重点流域示范应用；制修订多闸坝区水工程群防洪调度相关技术标准 1 项。

3.3 变化环境下 PMP/PMF 估算方法研究及应用示范（重点项目）

研究内容：研究适应变化环境的 PMP 估算方法，研究融合物理机制与人工智能的多历时 PMP 变化规律与转换方法；研发 PMP 推求 PMF 中产汇流计算关键技术，研究山丘区、平原河网区及混合区等不同区域类型的 PMF 计算方法，量化多源洪水组合及工程建设前后影响下的 PMF 响应特征；构建多源数据与物理机制融合的 PMP/PMF 估算标准化流程，形成涵盖数据预处理、参数率定、不确定性量化的完整技术体系；选择涵盖不同洪水特征类型的典型流域开展方法验证。

考核指标：提出变化环境下 PMP 估算方法改进方案，覆盖短历时与长历时 PMP 估算及历时转换，估算不确定性区间较现行方法缩小 10%以上；提出适用于山丘区、平原河网区及混合区等不同区域类型的 PMF 计算方法，集成多源洪水组合分析与工程建设前后影响评估；编制涵盖多历时、多空间尺度的 PMP 成果图件；成果在 2 个以上典型流域或重大工程设计洪水计算中应用；制修订 PMP/PMF 估算方法相关技术标准 1 项。

3.4 复合山洪灾害隐患智能识别与风险精准预警技术设备（集成项目）

研究内容：研究极端暴雨山洪“壅堵—溃决—改道—漫溢”的风险链式传导机理，揭示极端暴雨—群发滑坡—高含沙山洪—桥涵堵溃—改道漫溢复合链式山洪灾害的孕育发展过程和破坏致灾模式，厘清高含沙山洪与河床、岸坡及跨沟构筑物的互馈作用机制；研发融合地形地貌、沟道形态、松散物源、土壤湿度等特征的山洪灾害隐患智能识别技术与成套设备，构建小流域下垫面参数智能提取技术；研究融合多源土壤湿度数据的小流域预警阈值动态调整方法，研发耦合气象卫星和测雨雷达的山洪灾害临近预报预警技术；研发小流域水—土—沙耦合山洪灾害链高保真模拟模型，构建复合山洪灾害风险评估技术；研制数字孪生场景下复合山洪灾害高效推演模型和场景化靶向山洪灾害预报预警智能体，支撑山洪灾害影响范围的动态精准划定与风险智能预警。

考核指标：研制小流域风险隐患辨识与下垫面参数智能识别技术装备，覆盖4类以上典型风险隐患；风险隐患识别精度不低于85%，下垫面关键参数识别精度不低于80%；研发水—土—沙耦合的复合山洪灾害链模拟推演模型，支持不少于3种典型灾害链情景推演，极端暴雨山洪风险识别精度提升至60%，推演时间 $\leq 2\text{min}$ ；研发复合山洪灾害预警阈值动态调整模型、山洪灾害临近预报预警模型、场景化山洪灾害预警智能体，山洪临近预报预警由2h命中率60%提升至

3h 命中率 75%以上；在横断山区、秦巴山区和燕山地区等典型山区山洪小流域开展示范应用；制修订复合山洪灾害隐患识别与风险预警相关技术标准 2 项。

3.5 少资料和复杂工况下中小河流洪水精准预报技术（重点项目）

研究内容：研发融合多源降水、土壤水分、高精度地形和植被覆盖、水文地质等资料的水文信息迁移方法，构建具有自主学习能力的、水文知识引导的生成式 AI 模型；构建水文水动力—漂浮物—工程损坏—承灾体影响多过程耦合模型和复杂工况下潜在风险识别与灾害链智能推演智能体，实现非常规风险点发现、灾害链预测和风险动态判定；集成测雨雷达反演、递进式洪水预报、灾害推演和动态预警技术，研发中小流域洪水预报预警的技术；研究精准定向预警、基层自主研判和上下游协同响应政策，形成转移避险与主动防控机制。

考核指标：少资料流域洪水模拟洪峰相对误差 $\leq 40\%$ 、峰现时间误差 $\leq 3h$ ；智能体现场建模耗时 $\leq 10min$ 、单场 24h 洪水过程推演耗时 $\leq 5min$ 、典型潜在风险点识别时间 $\leq 120min$ ；集成装备完成面积不低于 $500km^2$ 典型中小流域建模时间 $\leq 24h$ ，技术就绪度 ≥ 7 级；整体技术在不少于 3 个典型中小河流开展示范应用；制修订中小河流洪水预报预警相关技术标准 1 项。

3.6 西藏高寒山区冰湖溃决洪水快速预测预警关键技

术（集成项目）

研究内容：研究西藏高寒山区冰湖溃决洪水高速运动、侵蚀裹挟和泥石流转化过程，揭示颗粒破碎、冰水相变等作用下灾害持续高速运动和规模沿程放大机制；融合地震活动性参数及气象水文时序数据，构建基于多动力因子联合驱动的冰湖溃决洪水动态预测模型，提出灾害风险的超前估算与动态更新方法；研发适用于高寒山区危险冰湖的近距离原位多参数协同监测技术，实现冰湖水位、坝体变形、渗流渗压等关键参数的连续稳定监测与临界失稳状态感知；研发多源监测信息融合与异常信号自动提取方法，建立灾害发生时间、位置、类型及规模的快速判定方法；研发冰湖溃决洪水智能预警系统，在西藏典型高风险区域开展工程应用示范。

考核指标：建立西藏地区冰湖溃决数据库及灾害风险图，提出不少于 3 项灾害规模沿程放大的判别指标；研发冰湖溃决洪水快速预测模型，典型事件主要参数预测精度 $\geq 70\%$ ；形成适用于高寒无人区危险冰湖的近距离原位监测与快速判定技术，关键参数不少于 4 类，典型异常状态识别准确率 $\geq 85\%$ ，连续稳定运行时间 ≥ 6 个月；提出灾害发生时间、位置、类型及规模的快速判定方法，典型事件识别准确率 $\geq 85\%$ ；研发冰湖溃决洪水智能监测预警系统，灾害异常信号识别后快速生成并发布首报预警信息，预警窗口期 $\geq 0.5\text{h}$ ；在西藏不少于 2 个典型高风险区域开展应用示范；制修订冰湖溃决监测预警等相关技术标准 2 项。

3.7 黄河宁蒙河段冰凌致灾机理与数智防冰减灾增效技术及示范（集成项目）

研究内容：研究遥感、低空无人机、冰面巡测和定点监测相结合的多源协同监测装备与冰情要素智能反演识别方法，构建凌汛过程协同监测与智能感知技术体系，实现冰—水—沙—床关键要素连续感知；研发新型冰凌模拟材料，完善冰凌模拟相似理论，实现冰塞冰坝等凌汛灾害精准模拟，在黄河典型水库物理模型示范应用；融合人工智能技术，研究适配不同区域、不同尺度冰凌生消短、中、长期精准预报模型与二维水冰沙动力学模型，提出多显卡 GPU 并行计算方法，提升凌情预报及未来情景泛化能力；研究封河期首封位置影响因子、封开河期环境因素突变引发的冰凌卡塞机理及判据、库区清沟阈值、库尾冰（水）位“基准面效应”及上溯机制；评估气候变化及重大工程建设等不同情景对冰情和凌汛形势的影响，研究上中游水库群供水、防凌、生态联合调度和分凌区运用方法，提出封开河期防凌调度与兴利协同增效方案，并开展实证与示范应用。

考核指标：研发黄河“天空地水工”一体化冰水情智能感知技术设备 3 台（套）以上，监测参数 10 项以上，冰花层厚度测验误差 $\leq 10\%$ ，冰厚测量误差 $\leq 5\%$ ，在黄河典型河段建立示范测站 3 处；库区清沟快速识别技术准确率 $\geq 90\%$ ；研发融合人工智能的二维冰水沙动力学模型，具备模拟预报锚冰生消、岸滩侵蚀、冰塞溃决等过程的能力，计算精度 $\geq$

90%，并行计算加速比 ≥ 1000 ，凌汛期水位误差 $\leq 0.1\text{m}$ ，凌峰流量预报误差 $\leq 15\%$ ，封开河日期短临预报误差 ≤ 2 天；提出封开河期防凌调度与兴利协同增效方案，成果在黄河水旱灾害防御“四预”系统中应用，常态化支撑黄河防凌调度会商；制修订河冰观测、模拟相关技术标准2项。

3.8 重要水源地水文干旱中长期预测预报与应急调配关键技术及应用（集成项目）

研究内容：研究上游天然来水、水库调蓄与调水等共同作用下水源地水文干旱形成与演变机理；耦合多尺度降水预报与分布式水文模型，研发考虑工程调度的水文干旱旬尺度快速预报预警技术，实现旬尺度干旱等级与供水态势滚动预报预警；耦合入流预报、库容状态与调水计划等多源信息，建立融合物理模型与人工智能算法的水文干旱月尺度概率预测模型，预估不同来水情景下的干旱发生概率；量化前期蓄水与陆面状态对季节尺度干旱可预报性的贡献，建立耦合遥相关信号与前期蓄水状态的水文干旱季尺度趋势预测模型，支撑季尺度干旱风险趋势研判；构建水文干旱风险链式传导模型，研发干旱条件下水源地可调水量和供水风险预演技术以及应急水量调配与动态决策技术，为极端干旱条件下多水源联合应急调配提供决策依据，形成预测预报、风险预演与应急调配一体化技术体系。

考核指标：揭示重大引调水工程水源地水文干旱形成与演变机制；提出考虑工程调度的面向水源地旬尺度的水文干

旱快速预报预警技术，预测准确率 $\geq 85\%$ ；提出融合物理模型与人工智能算法的面向水源地月尺度的水文干旱预测模型，预测准确率 $\geq 75\%$ ；提出耦合遥相关信号与前期蓄水状态的面向水源地季尺度的水文干旱趋势预测模型，等级预测命中率 $\geq 65\%$ ；构建重大引调水工程水源地水文干旱风险链式传导模型，研发干旱条件下可调水量与供水风险预演技术，以及抗旱应急水量调配与动态滚动调度技术；在 2 个以上典型重大引调水工程开展业务化应用；制修订干旱预测预报与应急调配相关技术标准 2 项。

3.9 长江中下游高温干旱形成及演化机理研究（青年项目）

研究内容：研发考虑非平稳性的复合高温干旱事件识别方法，分析长江中下游复合高温干旱演变特征；揭示陆气反馈、植被反馈与大尺度环流等多圈层协同的热旱耦合放大机理；研究长江中下游地区复合高温干旱形成的主导反馈路径及其区域间的分异规律。

考核指标：提出考虑非平稳性的复合高温干旱事件识别方法，形成长江中下游复合高温干旱事件样本集，识别准确率 $\geq 90\%$ ；揭示长江中下游复合高温干旱协同放大机理，阐明长江中下游高温干旱成因的区域分异特征。

4 河湖水网生态健康维护与智慧管控

4.1 河流长效复苏机制与生态功能提升关键技术（集成项目）

研究内容：研究复苏状态形成、维持、提升全过程演变规律，揭示水文—水动力—水质—河床—生境—群落与生态功能多尺度级联机制，识别不同复苏阶段生境质量和生态功能指示物种，建立长效复苏状态判别与生态功能表征方法；构建水文—水动力—水质—生境—生态功能耦合模型，研究不同来水、工程调度和生态修复情景下复苏演变路径，识别成效主导因素及关键阈值；研究防洪、供水、工程安全约束下生态流量保障机制，研发多水源联合配置、闸坝群协同调度、生态水文节律塑造技术，形成有限水资源下水文—水动力—水质—生境协同调控方法；研发重要生境维持、河流连通恢复、洲滩岸带修复、栖息地营造等修复技术，形成水文过程调控与生境修复协同生态功能提升技术体系；建立河流健康阈值识别方法，确定分区分类河流健康阈值，研发河流健康评价智能体；建立复苏成效动态评估方法，构建短期风险预警与中长期趋势预测模型；分析不同区域不同类型河流复苏成效，研发长效复苏技术模式并开展示范。

考核指标：建立不同复苏阶段关键生境及生态功能指标体系，建立典型河流不同复苏阶段水生态图谱；构建河流复苏水文—水动力—水质—生境—生态功能耦合模型，水文水动力指标模拟误差 $\leq 15\%$ 、水质生境指标模拟误差 $\leq 20\%$ 、状态判别准确率 $\geq 80\%$ ；形成多水源配置、闸坝协同调度和生态水文节律塑造技术体系，敏感期生态流量保障率 $\geq 85\%$ ；研发重要生境维持、河流连通恢复、洲滩岸带修复、栖息地

营造等生境修复技术 4 项，生境面积、连通度或维持时间提高 15%且目标生物利用或完整性提高 10%；建立全国河流健康分区分类参考阈值体系，研发健康评价智能体模型；建立复苏成效动态评估、趋势预测与风险预警体系，风险识别准确率 $\geq 80\%$ ；提出分区分类的技术模式，样本数量不少于 50 条母亲河；在 2 条以上不同水资源禀赋和工程调控特征的典型河流示范应用；制修订河流复苏相关技术标准 2 项。

4.2 极端条件下珠江网河—河口水沙盐生协同调控技术与应用（集成项目）

研究内容：揭示极端条件下珠江网河—河口多口门系统动力重塑机制、水沙盐输移转化及生态响应规律，研发自然—人类多因子胁迫下系统突变临界阈值识别和洪水—风暴潮、供水、水环境、水生态等水安全复合风险评估技术；研发水沙盐生多要素一体化立体感知监测技术与装备，网河—河口—近海跨尺度水沙盐生互馈—耦合模拟技术，集成构建数据—模型—知识库驱动的数字孪生珠江河口；解析极端条件下网河—河口系统多灾种复合遭遇致灾机理，构建洪水—风暴潮—咸潮一体化耦合的 AI 智能预报预警模型，提出水安全指标体系与阈值；研发水安全—水生态协同的流域水库群—网河闸泵群—河口水利枢纽联合调控关键技术和敏感区水沙盐生协同治理技术，并开展典型区域示范应用。

考核指标：研发河口多要素一体化自动监测设备，水沙盐生等监测参数不少于 6 项，持续监测 180 天以上；研发跨

尺度水沙盐生互馈—耦合模拟新技术，典型断面溶解氧 RMSE $\leq 1.0\text{mg/L}$ 、叶绿素 a 平均相对误差 $\leq 30\%$ ；数字孪生珠江河口在河口管理部门开展业务化应用 1 年以上；洪—潮—咸一体化耦合预报精度由 85% 提升至 90% 以上；提出极端水文条件下流域—区域协同调控方案集，思贤滘控制节点洪季马口水沙分流比 $\geq 75\%$ ，西北东江干流控制断面生态流量保证率 $\geq 97\%$ ，东江三角洲主力水厂取淡几率 $\geq 90\%$ ；提出 2 个以上不同动力类型口门或河口湾水沙盐生协同治理方案，典型区域治理方案模拟评估的关键生境适宜面积提升 $\geq 10\%$ ；提出不少于 2 个典型感潮型城市河湖水生态修复智慧管控方案，示范区域水生态健康指数提升 10% 以上，形成可推广的感潮型河湖生态修复技术指南；制修订河口治理相关技术标准 2 项。

4.3 江湖关系变异下洞庭湖生态复苏与智慧管控关键技术研究（重点项目）

研究内容：揭示洞庭湖水沙情势变化—洲滩旱化—生态退化传导机制，辨识“湖相—河相”、生态失衡关键特征值；探明湘资沅澧四水及上游水库群调节对洞庭湖水文情势与生态过程的影响机理，揭示洞庭湖水系与长江中游干流的耦合互馈机制，明确江湖双向影响的关键路径、主控因素与边界条件；提出适应洞庭湖生态节律和功能提升的清淤疏浚、分级调控治理方案和生态调度策略；创新降滩生态修复理论方法，研发扭转洲滩旱化趋势的生态疏浚、生境修复、水位

动态管控等技术，形成针对局部退化生境的修复技术体系，构建生态复苏实体模型、数字孪生模型与智能预警决策平台，实现生境演变预测与调控方案智能推演。

考核指标：生成洞庭湖丰平枯时期洲滩生境退化空间分布图、旱化洲滩关键阈值识别图、水文生态影响评估图各 1 张；研发湘资沅澧四水水文生态过程影响评估与江湖双向作用识别技术，构建洲滩生境退化智能诊断模型，形成江湖关系变异下生境退化模拟与智能诊断方法，关键断面模拟误差 $\leq 10\%$ ，旱化洲滩识别准确率 $\geq 85\%$ ；研发洞庭湖洲滩生态修复技术体系，建成数字孪生智慧管控系统，设置 10km^2 示范区 1 处，植被恢复覆盖率提高 $\geq 20\%$ ，适宜生境面积提高 $\geq 20\%$ ；生物多样性水平提升 $\geq 20\%$ ；制修订洞庭湖生态修复、旱化洲滩识别、生态疏浚降滩相关技术标准 3 项。

4.4 江河“安澜—生命—幸福”多目标协同评价方法（青年项目）

研究内容：辨析河流“安澜—生命—幸福”单维度发展规律与三个维度间的互馈机制，研究“安澜—生命—幸福”多目标协同路径；研究三者之间的最优平衡点及矛盾解决方案，形成可量化、可调度、可落地的分类管控目标及指标体系、评价方法。

考核指标：揭示河流“安澜—生命—幸福”三维互馈与协同机制；构建“安澜江河、生命江河、幸福江河”建设目标指标体系；针对不同类型河湖，提出“三个江河”建设适

配技术模式，支撑水利部“三个江河”建设路径确定。

4.5 南水北调中线“库—渠”藻类异常增殖风险演化与自适应防控关键技术（集成项目）

研究内容：研发兼具水温分层监测功能的藻类与藻源性风险物质多维快速检测、原位识别、在线感知国产设备，集成卫星遥感、高光谱等技术，构建藻类立体监测网络；依托多模态立体感知与数字孪生技术，刻画“库—渠”藻类生长、群落演替、垂向迁移及沿程输移过程，解析藻源性风险物质产生、释放与输移规律；研究调水扰动和极端水文气象事件对水质和藻类的影响，揭示多因子耦合作用下的藻类生物学适应、优势种演替及产毒产嗅机理，阐明藻类异常增殖和藻源性风险形成与传递机制；融合多源监测、水文预报与调度数据，构建水动力—水质—藻类—藻源性风险物质耦合的机理—数据协同预测模型，发展可解释 AI 预警技术；研发分时分层取水、水动力调控、生态调控及应急处置技术，构建水利—生态协同自适应调度规则库，集成建立藻类风险防控数字孪生系统，实现“感知—预警—调控—处置”闭环防控并示范应用。

考核指标：研制藻属识别、温跃层及嗅味在线监测国产装备，识别率 $\geq 85\%$ 且水深 $\geq 40\text{m}$ 、垂向 $\leq 5\text{m}$ 、时间 $\leq 4\text{h}$ 、2—MIB 和 GSM 检出限 $\leq 5\text{ng/L}$ 、比对偏差 $\leq 20\%$ ；建成水源地产嗅产毒藻种质、功能基因与风险特征数据集和风险季高频数据集各 1 个；研发机理—数据双驱动的可解释预测及风险

预警模型新技术 ≥ 3 项(套), 实现藻华风险预警精度 $\geq 85\%$, 预警提前时间 ≥ 3 天; 形成分时分层取水、水动力调控、生态调控及应急处置等藻类风险防范新技术 ≥ 4 项, 研制应急装备与成套技术体系, 建立水利—生态协同自适应调度规则库; 建立“天—空—地—水”一体化智能感知与藻类风险防控数字孪生系统, 实现藻类动态监测、预测预警、情景推演和调控决策功能; 在中线典型区域开展技术示范应用; 制修订藻类立体监测及自适应防控相关技术标准 2 项。

4.6 重大引调水工程生态效应跨域传导累积机制及协同调控(重点项目)

研究内容: 研究重大引调水工程受水区多源水掺混与地表—地下水交换过程, 阐明异源水—沙—盐重新分配规律及生境响应机理; 研究跨地理屏障的物种被动输移与入侵机制, 解析环境过滤作用下的群落重构特征与生物多样性演变规律; 研究水质风险与生态退化沿“源—廊道—调蓄库—受水区”串联链路传递的放大与衰减机理, 构建累积效应归因方法与阈值突破的全周期后评估技术; 研发兼顾主干线供水安全保障与生态入侵阻截的防控关键技术, 建立基于水质—水量—水生态协同的适宜水位节律自适应调控模型, 并示范应用。

考核指标: 建立多源水掺混、地表—地下水交换与水沙盐贡献解析方法, 验证来源贡献率误差 $\leq 10\%$; 建立跨生物地理屏障物种输移溯源与入侵风险识别方法, 物种溯源准确

率 $\geq 85\%$ ，形成高风险外来物种清单；构建水量—水质—水生态耦合模型和全周期累积效应后评估方法，独立验证指标 $R^2 \geq 0.80$ ，识别风险阈值 ≥ 3 项；研发外来生物监测阻控与水位节律自适应调控技术 ≥ 3 项，在典型工程验证应用；制修订引调水工程生态效应相关技术标准 1 项。

4.7 大型水库水源地多源污染物迁移转化机制与溯源方法（青年项目）

研究内容：选择营养盐、重金属及新污染物，研究“流域源—入库河流—库区—取水口”迁移转化机制；融合高分辨质谱非靶向筛查、稳定同位素和分子标志物，构建多源污染指纹特征库；揭示污染输运及指纹演化的驱动机制，构建水动力水质沉积物机理模型与物理约束人工智能耦合的源贡献识别方法，形成面向取水安全的污染物追踪溯源方法。

考核指标：形成多介质采样、指纹筛选和源识别方法，混合衰减样源贡献率误差 $\leq 10\%$ ；模拟模型温氧、污染物垂向梯度模拟误差分别小于 10%、20%；三维追踪溯源模型独立验证期 $R^2 \geq 0.80$ 。

4.8 华北地下水超采修复关键技术研发及应用（集成项目）

研究内容：研发地下水变化高精度反演技术，揭示华北平原地下水赋存条件、储量变化与运动规律，提出历史亏空修复目标；研究承压水运动规律以及开发利用引发的海水入侵、咸水下移、地面沉降等环境地质问题，研发地表水、雨

洪水、外调水、微咸水等多水源增渗补给、水质保障与替代利用技术；研究典型岩溶地下水赋存与补给规律，研发健康诊断、水均衡评估、水位动态预测与治理修复关键技术；研发地下含水层储水空间规划建设、多水源多目标调蓄利用关键技术，提出水网格局下地下水战略储备优化方案；研发耦合盐分运移与弱透水层压密的地表水-土壤水-地下水一体化模拟技术，定量评估降水变化、生态补水、节水减采等措施的地下水位与环境地质效应，研究地下水超采修复路径与水土粮生综合调控方法。

考核指标：提出地下水变化高精度反演技术，明确历史亏空修复的分区域、分阶段水量与水位目标；研发深层承压水增渗补给、水质保障与替代利用等技术 3 套以上，应用于 3 处以上典型示范区，微咸水推广利用面积超过 5 万亩，示范区咸淡水界面抬升 2m 以上、地面沉降速率减缓 50%以上、深层水替代压采率 $\geq 60\%$ ；提出岩溶地下水调查监测与保护修复技术 3 套以上，选择 3 处以上典型区域开展示范应用，示范区出露流量提升 10%以上；形成华北平原地下含水层储水空间与战略储备方案 2 项以上；研发耦合盐分运移与弱透水层压密的地表水-土壤水-地下水一体化模拟模型，地面沉降量和咸淡水界面运移速率模拟精度达到 85%以上；提出修复历史亏空的华北地下水超采修复路径与综合调控方案，制修订深层承压水增渗补给、岩溶地下水保护修复等相关技术标准 3 项。

4.9 泉域水循环演变机理与保护修复关键技术（青年项目）

研究内容：研究融合电磁探测的泉域边界与优势渗流通道的三维高精度识别新技术，构建三维地质体模型，识别泉水补排规律与渗流路径；研究孔隙流、裂隙流与管道流三重介质地下水动力学方程，构建耦合物理约束的深度学习与达西—非达西流数值模拟新方法，揭示气候变化和人类活动影响下泉域水循环演化机理；研究泉域健康评价方法，研发保护区边界范围划定与保护修复技术。

考核指标：泉域边界以及优势渗流通道的三维空间识别精度提升 10%以上；融合深度学习的达西—非达西流泉域地下水数值模拟精度 $\geq 90\%$ ，泉域水均衡误差 $\leq 10\%$ ；阐明 2 类以上不同类型泉域水循环规律，定量解析不少于 3 类驱动因素对泉流量及地下水循环变化的贡献率。

4.10 黄河龙羊峡以下干流河道泥沙均衡调控关键技术（集成项目）

研究内容：研究流域水库—河道—河口泥沙最优时空分布格局与动态均衡阈值；阐明多沙水库库区干流高含沙洪水交汇演进机理，提出梯级水库群自加速异重流与溯源冲刷等高效排沙手段的协同机制和调控技术；解析黄河干流典型冲积性河道河床边界调整、泥沙粒径变化对输沙能力的影响机理，探明调控水沙过程与潮流动力对河口泥沙输运的控制作用；研发机理—数据融合的水库—河道—河口三维水沙演进

智能模拟模型，构建基于大模型的梯级水库群泥沙分析与调度方案智能体；研发兼顾梯级水库群高效排沙与主河道高效输沙的协同调控技术。

考核指标：明确头道拐、潼关、花园口、利津等黄河干流关键断面泥沙冲淤平衡阈值；年尺度同等水文泥沙条件下，梯级水库群联合排沙效率提升 10%以上，下游河道平滩流量维持稳定，河口入海泥沙提升 10%以上；研发机理—数据融合的水库—河道—河口三维水沙演进智能模拟模型，输沙量与形态调整模拟精度较现有模型提升 $\geq 10\%$ ；构建流域梯级水库群泥沙分析与调度方案智能体，研发兼顾梯级水库群高效排沙与主河道高效输沙的协同调控技术，被流域管理机构采纳应用；在黄河中下游河道开展应用；制修订泥沙调控相关技术标准 2 项。

4.11 三峡水库排沙与坝下游河床塑造联动调控技术（集成项目）

研究内容：研究三峡入库水沙及库区淤积演变规律及驱动机制，研发多源信息融合的入库水沙过程模拟与预报方法；研究梯级水库不同增泄塑洪过程对三峡库区水沙输移、泥沙冲淤及排沙过程的影响规律，揭示人工塑洪条件下库区减淤排沙响应机制；研究坝下游长河段不平衡输沙过程、河床调整规律及河岸河槽稳定演变机制，揭示不同出库水沙搭配对河势稳定和河流功能维持的影响规律；研究梯级水库联合调度和人工塑造洪水过程对库区减淤及坝下游河道调整的协

同作用，提出面向库江协同调控的优化调度方法与关键调控参数；研究库区排沙与坝下游河床塑造的水沙联动调控方法，选取荆江河段开展联动调控方案试验研究，构建集入库预测、联合排沙调度、库区减淤和河床塑造于一体的技术体系，并开展典型河段应用示范。

考核指标：实现三峡入库水沙过程智能预报，未来 7 天流量和含沙量过程的预报精度达到 80%以上；形成三峡水库人工塑洪减淤调控方案，实现洪水期水库排沙效率较 2012 年向家坝水库运用以来现行调度方式提升 20%以上；明确坝下游典型河段维持河势稳定的适宜出库水沙搭配区间及关键水沙动力阈值；构建库江系统水沙供需匹配模型，实现库区排沙调控与坝下游河床稳定需求的协同判别；构建坝下游长河段水沙数学模型与动床物理模型，在典型河段开展库区排沙与坝下游河床塑造联动调控效果验证，实现联动调控条件下沙市水文站相同流量对应的枯水位下降速率减少 10%以上；开展三峡水库排沙与坝下游河床塑造联动调控技术示范；制修订关于梯级水库联合排沙调度、坝下游河床塑造与河势稳定等相关技术标准 2 项。

4.12 东北黑土区坡沟系统水沙过程模拟与协同调控（重点项目）

研究内容：阐明黑土地不同管理方式与景观格局的产汇流过程及侵蚀输沙动力机制，揭示复合营力与人为耕扰的侵蚀沟形成演变机理，明晰水土保持措施对坡沟系统水沙产输

的非线性链式调控效应；提出田垄与沟道提取及精细地形重建方法，建立坡沟系统水蚀动力学方程、融雪与降雨过程水沙产输分布模型、沟毁农田治理智慧决策模型；创新生态节地的坡面增渗减蚀与沟道滞洪拦沙靶向措施、协同配置方法及生态价值转化路径；明确田垄、林带、路网多要素融通的水沙效应与增效布局，集成漫岗、丘陵区源头减量与过程阻控的小流域水沙调控体系。

考核指标：开发坡沟系统水沙过程模拟模型，典型验证的含沙量预报纳什系数 ≥ 0.75 、输沙总量预报相对误差 $\leq 20\%$ ；研发生态节地的坡沟系统水沙调控新措施或新材料 2—3 个，实施过程的扰动强度降低 30%以上、治理后土壤侵蚀模数减少 80%以上，并提出水土保持措施的本地化生态价值实现模式 1—2 个；集成不同地貌类型区的黑土地水沙协同调控技术体系 2 项，建成示范小流域 2 个，面积不少于 10km²；制修订东北黑土区坡沟系统水沙调控相关技术标准 2 项。

4.13 长江上游多营力复合侵蚀机理与模型（青年项目）

研究内容：研究长江上游多营力复合侵蚀时空分异与动态演变，揭示水力、风力、冻融及人为扰动等因子交互效应；基于侵蚀—搬运—沉积全过程，探究水力、风力、冻融和人为扰动下水土流失耦合机制与放大效应，构建复合侵蚀产沙模型；提出分区分类、生态与工程协同的水土流失治理策略与效果评估方法。

考核指标：揭示长江上游水力、风力、冻融及人为扰动等因子交互效应，形成冻融—植被梯度侵蚀阻力参数数据集；基于侵蚀—搬运—沉积全过程，揭示多营力作用下水土流失耦合机制与放大效应，研发具有自主知识产权的复合侵蚀产沙模型，土壤侵蚀模拟精度>80%，在长江上游不同侵蚀区水土流失动态评价中应用。

5 水网工程安全与数智运维

5.1 老旧土石坝安全能力改造提升关键技术（集成项目）

研究内容：研究极端天气下老旧土石坝建设、运维、鉴定和加固等阶段多源多模态数据治理与多时空关联方法，涵盖典型病害与防护对象的动态变化高质量数据集，建立大坝老化病害智能诊断预警模型；研究变化环境下老旧土石坝风险时空演化特征与防洪能力评估方法，构建防洪能力动态评估与量化方法，提出防洪能力判别标准与提升关键技术；研究老旧土石坝防洪能力判别标准、提升标准与关键技术；研究多场耦合作用下土石坝老化病害演化规律与性能劣化机理，建立坝耐久性安全评价体系，研发坝体结构补强、防渗抗渗、抗冲耐磨三类典型病害治理新材料及原位快速施工工艺；研究极端条件下老旧土石坝安全韧性提升与梯级水库协同防控技术，形成漫而不溃、连锁不溃的系统性防控方案；研制极端场景专用应急保障与快速抢险处置装备，形成带水作业应急加高、坝面防护等漫顶应急抢险专用工艺；选取典

型老旧土石坝开展应用示范与适用性验证。

考核指标：建立土石坝老化病害智能诊断预警模型，时效提升 30%以上、识别精度 $\geq 80\%$ ；研发老旧土石坝防洪能力提升关键技术，应急放空能力提升 30%以上、应急泄流能力 50%以上；研发适配老旧土石坝坝体结构补强、防渗抗渗、抗冲耐磨 3 类典型病害治理场景的新材料，补强材料粘结强度 $\geq 2.5\text{MPa}$ 、防渗材料抗渗等级 $\geq \text{W14}$ 、抗冲耐磨材料抗冲磨强度 $\geq 80\text{h}/(\text{kg}/\text{m}^2)$ ；研发极端条件下应急保障装备 1 套，连续应急保障时效 $\geq 6\text{h}$ ；研发适应带水作业应急加高与坝面防护漫顶应急抢险专用装备各 1 套，抢险时效 $\leq 2\text{h}$ ，适配漫顶水深 $\geq 60\text{cm}$ ；在至少 2 个省级区域不少于 6 座且覆盖大中小型水库示范应用；制修订老旧土石坝安全能力提升相关技术标准 2 项。

5.2 智能大坝构建与智慧管控关键技术（集成项目）

研究内容：构建面向大坝典型施工场景的标准化施工作业知识库与任务样本库，研究装备智能体驱动下场景 任务动作映射机制；研究面向复杂场景智能作业熟练化演化的装备智能体任务在线持续学习方法，建立复杂场景作业偏差溯源分析与闭环修正策略；研究数据—机理协同驱动的大坝运行安全多物理场高保真快速仿真技术，构建国产自主安全可信一体化智能仿真软件平台；搭建大坝多专业知识图谱与多模态大模型资源与知识库，提出大坝长期服役性态辨识与因果推理预测、预警和决策方法；研究大坝多维安全评估与多

场景智能管控核心架构，构建基于多模态人机智能交互与意图深度理解的大坝建设与运维安全智能管控平台；形成智能大坝构建及运行基础理论、综合评价体系、性能指标确定方法与建设标准，并进行示范应用。

考核指标:构建典型场景标准化施工知识库不少于 6 类，支持不少于 2 类施工场景的智能体在线持续学习，同类任务作业执行准确率与熟练性提升 $\geq 10\%$ ；搭建大坝高保真数智仿真技术体系，温度、变形、应力等大坝关键物理量仿真精度 $\geq 95\%$ ，千万自由度模型时步计算时长 $\leq 1s$ ；构建含规范、工程档案等数据专业知识图谱 1 项，大模型异常诊断、安全预警准确率达到 85% 以上，决策匹配度 $\geq 85\%$ 、响应时间 $\leq 5s$ 、预警提前量 $\geq 24h$ ；搭建大坝运维安全智能管控系统 1 套，人机交互语义理解准确率不低于 90%，支持安全关键场景 ≥ 10 类，实现“监测—分析—预警—决策”闭环响应时间 $\leq 20min$ ；形成智能大坝建设及运行理论与技术体系 1 项，在 2 座以上不同类型大型水库完成示范应用；制修订智能大坝构建与安全管控相关技术标准 2 项。

5.3 高坝全水深缺陷智能识别与人机协同检修关键技术装备（集成项目）

研究内容:研究面向高坝半开放水域高水头、低能见度、复杂流场环境下，全水深工况裂缝、渗漏等典型缺陷声—光—电多模态“感测量”融合技术；构建高坝深水环境典型缺陷多模态数据集，建立多源数据实时融合与误差校正模型及

水下缺陷智能识别与自适应诊断方法；研究高坝水下典型缺陷深水低温环境抗分散与高粘结等修复材料、技术及工艺集成，研发水下典型缺陷微创加固工艺与靶向修复技术；研制高坝深水环境缺陷检修作业工具包，研究深水高危环境下饱和潜水员等自然人—作业装备—数字人协同作业方法及安全保障技术；研究高坝全水深水下检修全过程虚实映射、动态推演与智能决策方法，研发水下缺陷检修“人一机一料一法一环一感”融合的全链条管控系统；构建高坝全水深缺陷智能识别与修复“检测—定位—诊断—修复”人机协同技术装备体系，并在典型高坝开展示范应用。

考核指标：研发 300m 级高坝全水深典型缺陷声光电多模态感知技术，声光电融合识别准确率 $\geq 90\%$ 、深水隐患（险情）定位精度 $\leq 0.5\text{m}$ ；构建水下典型缺陷多模态数据集，样本数 ≥ 1 万张、涵盖缺陷类型 ≥ 4 类；研制深水环境作业工具包 1 套，包含的修复作业工具 ≥ 4 种；基于水池试验验证检修功能，靶向修复准确率 $\geq 90\%$ ；建立饱和潜水员等自然人—作业装备—数字人协同作业方法及成套方案，依托饱和潜水系统完成 300m 级高坝人机协同检修作业验证，作业科目 ≥ 1 项，协同检修效率较单一饱和潜水作业提升 50%以上、人机任务交接定位误差 $< 0.5\text{m}$ 、数字人辅助决策响应时间 $< 10\text{s}$ ，累计水下作业时间 $\geq 8\text{h}$ ；研发“人一机一料一法一环一感”全链条管控系统 1 套，在 2 座以上典型高坝开展水下缺陷智能识别与人机协同检修示范应用；制修订高坝全水深缺

陷智能识别与人机协同检修相关技术标准 2 项。

5.4 老旧混凝土坝安全性态评估方法（青年项目）

研究内容：面向老旧混凝土坝，研究坝基全断面渗压监测感知技术和定量分析方法，准确评估基底渗压分布和扬压力量值；研究基于多源监测信息的大坝风险表征方法，研发主要基于视频视觉的接触—非接触大坝风险特征的协同识别技术；研究老旧混凝土坝结构性态仿真技术和安全评价模型。

考核指标：研发老旧混凝土坝坝基全断面渗压监测感知技术，实现坝踵至坝趾全断面渗压监测感知；形成主要基于视频的大坝接触—非接触无损缺陷风险识别技术，识别特征信息不少于 5 种；开发具备渗流—温度—应力—接触—损伤—稳定分析功能的智能仿真软件，构建融合工程、感知、风险演化等信息空间拓扑关联的数字底座。

5.5 堤防智慧运维与隐患处置关键技术（集成项目）

研究内容：研究大气温湿度变化、水位升降、渗流侵蚀、害堤动物破坏等对堤防性态的影响，研究河道水流沿程和横向运动的影响，揭示穿堤建筑物临近区等险工性能演化及灾变机理；开展堤防空洞、不密实区、渗漏通道等典型缺陷的标准隔离实验环境模型试验，建立堤防病害标准图谱数据库，开发多场景适配的高分辨率堤坝风险智能诊断技术设备；建立融合多源感知信息、缺陷识别成果的渗透破坏、漫溢溃决风险评价指标体系，建立堤防风险分级分类量化方

法；开发土体内部渗漏通道识别—验证—处置智能无人检修机器人，开发速凝防渗、抗淘蚀新型修复材料，研发适应堤坝环境的和应急条件的初发渗漏通道封堵技术装备；研究不同背水坡面条件的下泄水流特性、破坏效应及应对机制，形成适用的堤防漫溢坡面长效保护结构。

考核指标：揭示堤防工程病害隐患灾变机理，提出堤防内部缺陷、漫溢弱点位置预判方法；建成涵盖 3 类以上病害的多模态标准图谱库，形成高分辨率风险诊断技术，判别分辨率优于 5cm；开发研发强风雨条件下无人检查机器人，形成工程可用样机，建立全要素堤防风险评价指标体系，实现堤防动态风险量化评价业务化应用；研发缺陷识别—验证—处置智能无人检修机器人，处置深度 > 30m；开发应急条件 10m 水深范围内的渗漏入口早期封堵装备，封堵后出渗量减小 90%，封堵时间短于 1h；建立堤防漫溃长效防护技术，选取不少于 10 处典型堤防开展示范应用；制修订堤防风险智能防控和运维防护相关技术标准 2 项。

5.6 大流量输水渠道降糙关键技术装备（重点项目）

研究内容：研究侵蚀、水流冲刷、生物污损、材料老化等因素导致的渠道过流壁面特征演变，探明壁面特性对近壁复杂水流及水头损失的影响机制；研发高性能降糙减阻、防生物污损、防渗、抗碳化、抗冻融、抗冲磨等绿色韧性防护新材料，研究工程服役条件下材料降糙效能和防护性能协同提升技术；研制渠道过流壁面降糙智能化防护与检测新装

备，研究不断流条件下耐久降糙快速防护工艺与质量控制技术；研发输水渠道壁面降糙性能测试装置，构建材料试验、足尺验证与工程原型相衔接的渠道过流面糙率降低和输水能力提升效果综合评价体系，在典型引调水工程开展应用示范。

考核指标：阐明大流量输水渠道壁面特征参数对近壁流场结构及水头损失影响机制；研发渠道降糙、防生物、防渗、抗碳化、抗冻融、抗冲磨等绿色韧性防护材料及工艺 2 套，实现防护后输水糙率降低至 0.015 以下；研制渠道过流面降糙智能化喷涂新装备，实现智能喷涂与非接触式厚度检测，防护效率提高 1 倍以上；研发渠道壁面降糙性能测试装置 1 套，测试结果不确定度 $\leq 5\%$ ，构建基于壁面关键特征参数的渠道降糙效能评价方法；在大型引调水工程开展 2 项以上示范应用；制修订大流量输水渠道降糙相关技术标准 1 项。

5.7 多场耦合条件下特殊土渠堤渐进破坏机理与诊断预警方法（青年项目）

研究内容：系统开展膨胀土、湿陷性黄土、分散性土等典型特殊土在高水头渗流、循环荷载与温度波动耦合作用下的力学特性试验，揭示特殊土结构性损伤演化与强度衰减的细观机制；构建考虑多场耦合效应及损伤累积的渠堤渐进破坏演化模型，查明由表及里的裂缝起裂、渗流通道扩展与整体失稳的链生灾变过程；基于多源监测数据构建特殊土渠堤运行状态特征表征与风险因子识别方法，揭示排水失效、防

渗破损等典型隐患与堤身变形、渗流异常的映射关系；研发深度学习与物理模型协同的诊断预警算法，建立渐进破坏阶段识别准则与分级预警判据。

考核指标：提出不少于 3 类典型特殊土在多场耦合条件下的结构性损伤演化模型，建立考虑多场效应及累积损伤的渠堤渐进破坏分析理论；建立涵盖渗透变形、裂缝滑移、局部坍塌、整体失稳等渠堤典型失效模式灾变模型不少于 5 类，形成多场耦合条件下风险传播模拟方法；研发环境演变驱动渠堤失效致灾演化与诊断预警方法，覆盖气象、水文、地质、工程扰动 4 类建成环境要素。

5.8 深埋输水隧洞重大灾源高精度一体化智能探测与增韧技术（集成项目）

研究内容：研究极复杂地形条件下深埋灾害源的“空-地”电磁、分布式地震大深度探测技术与装备，研发集“空-地”大深度探测、洞内长距离前探、孔中聚向远探于一体的“空-地-孔-隧”高精度一体化探测技术体系；研发轻量智能化岩石力学参数试验装备，研究基于人工智能的超深地质属性参数量化识别技术，建立深埋灾害源与地质参数智能解析大模型及数字孪生平台；研发针对滞后性水灾害的地球物理场时移感知与动态刻画技术及监测装备，支撑临灾快速响应与避灾；研究深部岩体在多要素耦合下的力学响应及时效损伤机制，研发兼具高效封堵与强韧耐久性能的新型注浆材料，构建基于浆液运移扩散机理和注浆智能决策的主动防灾

增韧技术；研究深埋隧洞围岩-衬砌协同工作机理，建立服役期长期结构安全保障与韧性提升技术。

考核指标：深埋灾害源“空一地”电磁探测场源最大可输出功率 $\geq 300\text{kW}$ ，分布式地震探测可控震源峰值激振力 $\geq 10000\text{N}$ ，最大探测深度 $\geq 2000\text{m}$ ，一体化探测覆盖能力达隧洞掘进面前方 200m 、径向直径 40m ；研发轻量智能化岩石力学参数现场试验装备1套、重量 $\leq 25\text{kg}$ ，多源数据智能分析实现对深埋灾害源与地质体空间特性、结构特性、致灾特性、主要力学特性等5类及以上属性参数的识别；典型滞后性水灾害事件动态刻画的响应时间达分钟级；新型注浆材料加固体断裂韧性提高 $\geq 30\%$ ；围岩—衬砌协同支护与结构安全保障技术体系1套，围岩—衬砌协同工作分析模型计算误差 $\leq 10\%$ ；在2个及以上深埋输水隧洞工程开展应用示范；制修订深埋输水隧洞灾源探测相关技术标准2项。

5.9 输水管涵不停水智能检修作业技术设备（集成项目）

研究内容：明晰输水管涵和节间缺陷的产生机理，研究缺陷对管涵周边土体和管内水流物理场的影响机制，开发穿透土体的渗漏主被动粗查定位技术，研发穿透水体的缺陷点细找定位技术，形成内外结合隐患探查技术；研究管涵局促狭长空间中的位置和姿态确定方法，构建适应输水管涵高流速条件的位姿调整矢量系统，开发大流速高精度位姿测控作业载具系统；研究管涵近壁流场特征，揭示淡水条件不同管

壁的生化演化规律，开发防蚀损和附着材料，研发适配管涵壁面的高粘结性渗漏点封堵和缺陷修补降糙材料；开发水下机器人清洗修补作业的辅助高效作动控制系统，研究不同管壁缺陷的高效清洗和污水收集技术；研发和水下机器人适配的修补材料储运、供应、施加机电设备，形成动水条件下洁净清洗和精细锚固修补设备。

考核指标：研发输水管涵隐患精准定位、位姿准确测定控制、材料稳定长效粘附、缺陷绿色可靠修补的全流程不停水检修技术装备；地表外检测技术对管壁渗漏点的最大探测深度 $> 5\text{m}$ ，定位分辨率 $\leq 20\text{cm}$ ；开发管壁渗漏点管道内检测技术，定位误差 $< 40\text{cm}$ ，管壁蚀损缺陷最小可探查边长 $\leq 5\text{cm}$ ；管涵狭长水体水下机器人的沿程位置测控精度 $\leq 10\text{cm}$ ，水流条件引起 1m 以上移位的扰动条件下位姿恢复时间 $\leq 1\text{min}$ ；修补材料施加后较原管壁设计位置的凸起高度 $\leq 10\text{mm}$ ，修复后材料及其结合面性能参数不低于原材料相关性能的 90% ；缺陷修补前清洗作业对管壁材料的损伤深度 $\leq 0.5\text{mm}$ ，修补后部分耐水下生化作用 > 20 年；在典型引调水工程输水管涵开展 2 项以上示范应用；制修订输水管涵不停水智能检修相关技术标准 2 项。

5.10 PCCP 输水管道长期安全性态演化机制（青年项目）

研究内容：开展水压波动、地基变形与环境腐蚀作用下 PCCP 管道服役性态演化物理模型试验，揭示 PCCP 管道结构失效过程及渐进劣化机制；研究典型服役工况下 PCCP 管

道损伤累积数值模型，分析混凝土、钢筒、钢丝及砂浆等各组材料分阶段破坏特征；融合机理模型、多源数据及人工智能算法，研究 PCCP 管道结构服役安全预测与性能趋势推演技术。

考核指标：揭示水力波动、地基变形及环境腐蚀作用下 PCCP 服役性能劣化规律，提出 PCCP 结构失效关键阶段；建立输水管线结构性能演化多场耦合数值分析方法；构建 PCCP 安全服役寿命预测方法，关键状态参数预测平均相对误差 $\leq 20\%$ 。

5.11 大型河口挡潮闸智能调控关键技术（集成项目）

研究内容：研究河口“风一波一流一潮一沙一闸”多物理场力学耦合模拟技术，揭示大型河口挡潮闸多因子耦合演变规律与多灾种耦合致灾机制；研发大型河口挡潮闸全流程启闭运行的高效多体流固耦合动力学仿真技术，揭示闸门多体结构协同受力、稳定运行机制与主控因素，识别关键部位敏感响应、薄弱环节及失效模式；研究超大型河口闸复杂条件下多体结构与运行方式协同优化设计方法及设计标准，研发满足闸门安全运行和高效缓冲的驱动系统；研究多运行工况下闸区冲淤动态监测、精准预报与主动防控关键技术，提出保障挡潮闸无障碍正常启闭运行的冲淤防控技术方案；构建大型河口挡潮闸安全运行控制指标体系，提出挡潮闸防洪御潮安全量化评价方法与风险分级标准；研究基于大数据分析的挡潮闸自适应智能调度算法，提出精细化调度规则及风

险防控策略，研发融合多源感知、诊断预警与智能决策的数字孪生智慧运维系统，在大型河口挡潮闸重大工程示范应用。

考核指标：建立河口挡潮闸“风一波一流一潮一沙一闸”多物理场力学耦合相似理论，研制大型河口挡潮闸比尺不小于 1:30 的物理模型研究系统；研发考虑风波流复杂运行条件与闸门全流程启闭运行流固耦合作用的多体动力学高效仿真方法，数值仿真预测结构动力响应与物理模型偏差 $< 10\%$ ；提出超大型河口闸闸门多体结构荷载设计标准，荷载计算误差 $< 5\%$ ；研制闸门旋开启闭的新型驱动系统装备，驱动力 $\geq 10000\text{kN}$ ；揭示挡潮闸不同运行工况下闸区冲淤演变机制，研发挡潮闸局部泥沙冲淤实时监测预报、防冲减淤与自动清淤技术，形成保障闸门随时启闭安全运行的冲淤防控技术体系；提出河口闸安全运行控制标准及风险智能防控策略，开发一体化智慧运维系统，设备关键元器件自主可控率 $\geq 95\%$ ，风险预测准确率 $\geq 90\%$ ；形成大型河口挡潮闸智能调控关键技术，完成 1 座 400m 级跨度挡潮闸重大工程应用示范；制修订大型河口挡潮闸智能调控相关技术标准 2 项。

5.12 复杂条件下大型水闸闸门与启闭设备安全运行及风险防控关键技术（重点项目）

研究内容：研究复杂条件下大型水闸典型闸门结构及启闭设备运行性态特征与实时监测感知方法，构建金属结构安全多要素参数静动力协同监测技术体系；研究闸门及启闭设

备状态监测效应量与大型水闸复杂控制运用条件的映射关系及运行风险演化的表征机理，提出感知信息与机理模型融合的闸门安全与启闭风险智能诊断预警方法，研发大型水闸闸门及启闭设备在线监测预警系统；研发极端情况下闸门应急启闭与启闭设备应急供电、通信安全保障技术，研制适配水工钢闸门的移动式应急启闭操作平台与便携式应急供电保障装备；集成成套技术装备，选取典型大型水闸开展工程示范应用。

考核指标：提出 4 类以上大型水闸典型闸门及启闭设备实时监测技术，监测要素 ≥ 10 项，实现水上水下无线传输；构建数据与机理融合的闸门安全与启闭风险智能诊断预警模型，建成闸门及启闭设备在线监测预警系统，分析准确率 $\geq 90\%$ ；研发适配常规水工钢闸门的应急启闭技术设备，应急响应时间 $\leq 30\text{min}$ ，研发便携式应急供电装备，连续供电时间 $\geq 3\text{h}$ ；在不少于 2 座长期带水服役大型水闸工程中示范应用；制修订大型水闸闸门与启闭设备安全运行相关技术标准 1 项。

5.13 南水北调东线梯级闸泵群协同控制与智能运维关键技术（重点项目）

研究内容：研究跨流域调水工程多泵站与多水源湖泊调蓄强耦合条件下梯级闸泵阀群水力—机电高精度耦合模型，揭示机组联动协同运行响应规律；开发宽变幅、低脉动、大流量宽域高效贯流泵水力模型装置；研究机组状态感知、故

障诊断与健康评估数学模型，开发覆盖正常工况、宽变幅、汛期与非汛期切换、湖泊水位越限、应急等多场景的梯级泵站群智能协同控制技术；研究闸泵群智能实时协同控制方法和在环测试技术，研发闸泵群智能联动控制系统及装备，并在水网典型大流量梯级泵站群应用。

考核指标：形成水网工程闸泵阀群水力—机电快速仿真模型，研发极端运行场景的宽变幅贯流泵站水力模型装置 1 套，最高效率大于 84%，拓宽稳定运行范围 20%以上，降低平均压力脉动 10%以上；开发基于声纹、振动等多源数据的故障诊断模型，典型故障诊断准确率 $\geq 90\%$ 、设备运行状态辨识准确率 $\geq 98\%$ ；开发梯级泵站群智能调控软件系统 1 套，研制设备关键元器件自主可控率 $\geq 95\%$ 、水位控制精度达到分钟级及厘米级智能控制的装备 ≥ 2 项（套）；在南水北调东线梯级泵站示范应用；制修订闸泵群调控与智能运维相关技术标准 1 项。

6 数字孪生水网与智能综合调度

6.1 太湖流域水网高保真模拟与应用（集成项目）

研究内容：研究太湖流域江—河—湖—海复杂感潮水网原型、物理模型、数学模型联动互馈响应机制，揭示台风风暴潮—洪涝—咸潮多灾种遭遇情景下水网水动力—水质协同演变规律；研究水网数字流场高保真模拟可信计算与精度评定方法，研发极端风暴潮洪“四碰头”统筹耦合模拟与极端工况下模型稳健计算技术；研究构建咸潮上溯、突发污染

威胁供水安全的数据与模型协同驱动的新范式，研发复杂水网智能调度代理模型与内涝“正—逆—正”高效模拟技术；研究水网调度运行决策智能体构建关键技术，构建语义理解、工具链、流程编排与方案执行闭环体系，研发面向防洪、供水、防咸等多业务场景的水网“四预”调度智能体群；研发机理+AI双驱动的高保真模拟软件，并开展示范应用。

考核指标：构建太湖原型、物理模型、数学模型综合模拟系统，覆盖全湖区和出入湖河流，湖流形态相似性 $\geq 75\%$ 、风浪涌水误差 $\leq 5\text{cm}$ 且预报时效 $\geq 72\text{h}$ 、水位预报精度达厘米级；研发太湖流域高保真可信数值模型，覆盖流域6级河道和95%以上水利工程，咸情预报合格率 $\geq 70\%$ ，多模型动态计算72h过程滚动计算时间 $\leq 5\text{min}$ ；针对极端风暴潮洪“四碰头”、咸潮入侵、蓝藻防控等极端场景，集成研发“机理+AI”双驱动的水网高保真模拟系统，代码重构全国产适配；构建流域水安全保障高质量数据集，研发面向防洪、供水、防咸等多类型业务智能体 ≥ 3 种；在流域水网规划、调度决策开展示范应用，支撑水网调度分中心业务化运行，调度方案生成时间 $\leq 1\text{min}$ ；制修订水网高保真模拟相关技术标准2项。

6.2 强人类活动影响流域产汇流通用模型软件（重点项目）

研究内容：研究我国北方强人类活动影响流域复杂下垫面、土石二元介质、煤炭开采、极端降雨等因素对产汇流机

制影响的非线性定量刻画方法，发展产汇流计算推理公式；研究不同类型计算单元空间耦合以及“山丘—平原”过渡带和平原区二维汇流方法，实现蓄满、超渗、混合等多种产流机制的自动融合；研究基于遥感的参数反演以及模型参数智能优化和结构动态适配方法，构建机理与数据双驱动的智能分布式产汇流模型；研发标准化、可推广的产汇流高保真模拟技术体系和通用软件，建设强人类活动影响流域适配数字流域底座接入需求的多过程耦合模拟通用业务平台，并开展技术示范。

考核指标：研发适应北方流域自然变异和人类活动影响的分布式产汇流模型，通用于山区、平原、城市、农村等多单元类型，日径流模拟纳什效率系数 ≥ 0.75 ，月径流模拟纳什效率系数 ≥ 0.85 ，相对误差 $\leq 5\%$ ；模型成果集成至国家水网调度平台，支撑国家骨干网重要水源地来水预报、水源涵养综合调控等业务，通用模型软件推广应用超过 20 个各级别（国家一流域—省级—地市）水文部门；应用示范流域跨 3 个以上省级区，通用化业务平台在全国一级流域水行政主管部门实地部署应用；制修订产汇流模型相关技术标准 1 项。

6.3 面向实时环境的面雨量高性能计算通用模型软件（重点项目）

研究内容：研究不同气候地理区域降水多尺度时空变异性及其量化方法，研发地面雨量站网、雷达、卫星遥感和数值预报等降水数据异常检测、质量评价和质量控制方法；研

制面向实时环境的“云中雨”预报模型和“落地雨”计算模型，研究面雨量计算模型效率提升技术，建立模型性能综合评价体系，基于分布式水文水动力模型，定量评估面雨量计算对水网流场模拟预报的影响效应；研制标准化、模块化的面雨量计算引擎和软件，并在全国水文预报业务平台开展不同气候、地理、监测条件流域示范应用。

考核指标：研制“天空地”多源降水数据质量评价与控制方法；研发基于数值预报降水的“云中雨”实时预报模型和基于多源监测信息的“落地雨”实时计算模型各1套，支持不低于500m级分辨率、20万数量级以上网格单元的分钟级计算，日及日以下时间尺度雨量场计算分类综合精度提升 $\geq 15\%$ 、定量综合精度提升 $\geq 10\%$ ；研发具有业务化产品生成等功能的面雨量计算软件，集成至全国水文预报业务平台开展多类型示范应用、服务2类以上国家重大水网工程运行；制修订面雨量计算及评价相关技术标准1项。

6.4 国家水网多目标综合调度关键技术与应用（集成项目）

研究内容：研究国家水网常规调度、专项调度的调度目标、调度层级、执行主体间的协同响应关系，研究复杂水网系统多目标、多主体协同调度理论技术体系；研究国家一流流域—省区—工程多层级调度管理主体与防洪、供水、生态、发电等多目标利益主体间的博弈机制，研发多目标博弈均衡调度模型；研究国家骨干网覆盖区域多水源来水与多用户需

水耦合不确定性的量化分析方法，研究基于水网拓扑结构的国家骨干网常规调度、专项调度高保真仿真预演典型场景集和数据集构建技术；研究来水、需水、工程条件等多重不确定性影响下国家骨干网适应性调度技术和调度成效评估方法，研发调蓄结点工程和调水工程的协同调度规则集构建技术；研究水网多源信息融合同化和治理技术，研究面向水网水流多过程的模型标准化封装与异构集成技术，研发复杂水网系统调度决策支持系统，并开展示范应用。

考核指标：建立水网多目标多主体协同调度理论技术体系，构建国家骨干网多层次调度主体多目标博弈均衡调度模型及高效求解算法，求解时间为分钟级；构建涵盖常规调度、专项调度的场景集和覆盖国家骨干网的百万级水网拓扑数据集；构建骨干网调水工程和调蓄结点工程协同调度规则集；研发国家水网骨干网高保真模拟软件套件，实现不少于4类12项水网模型的动态耦合计算，具备模型自优化与模拟精度量化评定能力；研发水网调度决策支持系统并集成至国家水网调度平台，业务化运行 ≥ 12 个月，支撑国家水网监测预警和调度计划制定、实施跟踪与后评估，供水、生态、发电多目标综合效益提升8%以上；制修订国家水网调度相关技术标准2项。

6.5 黄河流域水资源综合调度与示范（重点项目）

研究内容：研究黄河分水方案刚性约束下供水—生态—发电多目标多过程竞争协同机制，揭示不同来水与工程条件

下水量配置、生态保障和发电效益之间的互馈关系与权衡边界；研究骨干水库群年际调节与年内优化嵌套机制，研发面向极端枯水和连续枯水的跨年水量储备、年末蓄水控制、梯级水库群联合调度的水资源中长期优化调控技术；研发国家一流域一区域水网构建下黄河梯级水库群和引调水工程联合运用的水生电多过程耦合模拟、调度可行域识别及多目标协同优化动态调度技术；研发黄河水资源综合调度智能模拟器，研发面向年度计划、月旬调度和实时滚动决策的专业调度智能体，形成情景构建、模型调用、方案预演、综合评估与滚动决策闭环，并开展应用示范。

考核指标：研发供水—生态—发电多过程耦合模拟与协同优化动态调度模型，断面模拟精度 $\geq 90\%$ 、水量平衡误差 $< 10\%$ ，多目标优化综合效益较现有方案提升5%以上；研发黄河骨干水库群跨年一年内调度模型，极端枯水年及连续枯水年情景缺水量减少5%以上、重点断面生态流量达标率提升5%以上；研发黄河流域水资源综合调度智能模拟器与专业调度智能体，支持模型调用、方案预演和评估，在黄河干流、典型支流及重大引调水工程等3类以上场景开展应用示范，典型调度任务完成率 $\geq 90\%$ ；制修订水资源综合调度相关标准规程1项。

6.6 水网工程调度“正向—逆向—正向”智能推演技术（青年项目）

研究内容：研发大尺度水网工程水动力实时正向推演模

型，构建机理与数据双驱动的推演误差实时校正技术；研究水网工程调度逆向推演理论与大规模闸泵阀群的调度方案逆向推演技术，研制适配多重不确定性的闸泵阀工程智能反馈控制模型；研究前馈与反馈闭环的水网工程多场景、多目标、多阶段调控效果综合评估方法。

考核指标：构建水网工程调度逆向推演理论与“正向—逆向—正向”智能推演技术，正向、逆向方案推演时间缩短至分钟级；300公里以上水网工程水位正向预演和调度控制误差均 $\leq 5\text{cm}$ ，调度工况切换效率提升40%以上。

6.7 水网专业垂直大模型研发与应用（集成项目）

研究内容：构建系统一专业一规范的水网知识体系以及水网垂直大模型微调与预训练数据集，基于国产自主可控底座大模型研训水网垂直大模型；研发知识—数据—机理三元融合的水网调控专业模型构建关键技术，基于水网调控专业模型与水网垂直大模型，构建不同类型业务场景下的水网智慧决策技术范式；集成水网垂直大模型、水网专业模型与专业知识库构建面向水网调控的智能中台，构建水网业务场景应用的AI集成开发环境，支持自然语言引导的智能体开发；提出大模型水网专业能力测评方法，构建基于水网知识体系的大模型专业能力测评数据集和综合测评方法；集成建设面向行业的专业垂直大模型与智能中台云服务系统，并应用示范。

考核指标：构建水网垂直大模型研训需要的微调数据集

与预训练数据集，其中微调数据不少于 500 万条、预训练数据不少于 10 亿词元；研训面向水网业务需求的国产自主可控水网垂直大模型，其中模型参数不少于 700 亿、水网专业知识较通用大模型提升 10%以上；提出基于知识—数据—机理三元融合的水网调控专业模型构建关键技术，所构建模型的精度不低于物理模型且计算效率提升 50%以上；构建融合水网相关行业多元知识库与行业常见标准化算法的水网调控智能中台，支持自然语言引导的水网业务场景 AI 智能体开发与统一管理；建设水网专业垂直大模型和智能中台云服务体系并在国家、流域与省级等不同层级水网应用示范，各种业务场景下的综合工作效率提升 50%以上；制修订水网大模型相关技术标准 2 项。

6.8 水网调控智能体构建关键技术与应用（集成项目）

研究内容：研究水网物理对象与核心业务的关联表征，构建集成实况态势感知、调度规程与行为知识库、历史经验案例库的水网智能体认知底座；建立适配水网业务特性的智能体模型框架，研究知识、数据、机理协同驱动的智能体能力增强机制，构建面向防洪、供水、环境生态等调控目标的水网单体智能体；研究面向变化水情工情与动态任务需求的知识记忆、经验沉淀及工具调用策略自演化机制，研发融合历史调度经验与现实场景反馈的智能体自适应学习技术；研究多目标约束下的多智能体博弈平衡与协同优化机制，研发适配多层级水网体系的协同决策智能体集群；研究面向低算

力环境的智能体端侧部署技术，构建与数字孪生水网融合交互的全过程业务智能体平台，实现专业智能体统一接入、任务组织与协同调用，在国家和省级水网业务中开展应用示范。

考核指标：构建水网智能体认知底座，实现不少于 4 类数据和知识资源的统一组织与关联，调度业务知识问答准确率 $\geq 90\%$ ；构建能覆盖防洪、供水、环境生态等不少于 10 类典型调度场景的专业智能体，变化环境下决策效率较传统静态调度方法提升 $\geq 10\%$ ；建立水网智能体自主演进机制，支持智能体性能持续提升，典型任务执行成功率与效率较非自适应智能体提升 $\geq 10\%$ ；支持不少于 5 类非预设任务的智能体自组织协同执行，多智能体长程任务执行成功率不低于 85%，支撑复杂水网调控场景下多层次多主体协同决策方案分钟级生成；研发全过程业务智能体平台，支持国产基础模型及国产算力环境适配，关键服务调用成功率 $\geq 95\%$ ，在国家、省级等不同层级水网应用示范；制修订水网调控智能体相关技术标准 2 项。

6.9 水网数智实验验证方法研究（青年项目）

研究内容：研究水网科学问题结构化表征与实验假设生成机制，研发跨领域异构模型组配与快速推演技术，提出融合物理规律与实测数据的虚实协同可信验证方法，建立一致性、复现性、不确定性量化评价准则，研发面向 AI for Science 的数智实验原型系统，在典型水网调控场景中开展方法有效

性的应用验证。

考核指标：构建水网数智实验技能库，涵盖假设生成、模型组配、推演验证、迭代优化 4 类技能；研发轻量化模型组配工具，实现模型自动调用与协同推演；提出虚实协同可信验证方法，建立一致性、复现性、不确定性评价准则，形成三维量化评价体系。

6.10 三峡工程全场景智能调度技术集成示范（重点项目）

研究内容：研究三峡工程综合调度运行业务数据一体化应用技术，提出多源异构数据集成优化方法；提出三峡工程多源数据语义对齐与综合表征方法，形成多源异构知识库集成应用技术；研究适配三峡工程调度运行全业务场景的多智能体协同机制，创建多智能体可信性评测体系，评估新形势下防洪、供水、发电、航运、生态保护等综合效益；研发三峡工程全业务场景综合调度运行智能体构建技术，构建“多源数据集成—方案智能生成—自主决策优化”全链条技术体系；研发大模型与智能体赋能的防洪、供水、发电、航运、生态保护、泥沙管理、安全监测、设备运维等全场景智能管理系统，开展三峡工程智能调度运行应用示范。

考核指标：构建涵盖三峡工程调度运行全业务场景的综合知识库，形成异构数据的综合集成方法，集成业务管理知识库结构 ≥ 4 类，异构知识条目 ≥ 3000 万条，并在中试平台中集成；构建涵盖三峡工程防洪、供水、发电、航运、生态

保护、泥沙管理、安全监测、设备运维等场景的智能体集合，集成超过 8 个业务场景模型工具，决策方案生成时间 $\leq 5\text{min}$ ；建立多智能体可信性评测体系与调度运行综合效益的日尺度评价体系，涵盖 5 个以上评测维度、10 项以上核心指标；研发水网结点工程全场景智能中试平台，日常调度运行决策可信性 $\geq 75\%$ ，决策效率较应用大模型前提升 1 倍以上，在三峡枢纽综合调度运行管理机构连续稳定运行 ≥ 12 个月；制修订大型水利枢纽工程调度运行智能体构建相关技术标准 1 项。

6.11 南水北调中线智慧调度技术集成示范（重点项目）

研究内容：研究中线天空地水工一体化智能监测感知体系的构建方法，构建多源异构数据时空对齐、质量控制和关联挖掘方法驱动的中线多模态数据资源体系；研究机理和数据双驱动的多场景、高精度仿真预演模型的耦合集成、在线校正、协同计算方法，构建中线调度运行多场景通用模拟器；研究集成调度规则、历史方案和专家经验的中线调度运行知识库，构建集成多类型前馈控制与反馈控制技术的中线调度运行智能算法库；研究适配中线调度运行管理业务的大模型任务编排、专业模型调用、人机协同方法，构建多智能体协同的决策支持系统并在南水北调中线应用示范。

考核指标：构建南水北调中线天空地水工一体化智能监测体系优化方案和多模态数据治理体系；建成中线多尺度多要素调度运行高精度模拟器，范围覆盖南水北调中线干线一

期工程，支持人机交互设定场景的分钟级推演；建成中线智慧调度运行模型算法库和专业知识库，实现供水计划调整期全过程调令一键生成和相对稳定期实时自动控制，在供水任务和安全标准不降低条件下，调水效率提升 20%以上；集成多智能体协同的中线智慧调度决策支持系统，在南水北调中线工程调度运行管理机构连续稳定运行 ≥ 12 个月，常用调度业务处理时间缩短 50%以上；制修订调水工程调度运行管理相关技术标准 1 项。

6.12 首都超大城市多层级水网智慧调度决策技术集成示范（重点项目）

研究内容：研究以水网图结构为索引的多元感知与多模态数据融合技术，构建强业务规则约束的水网知识自主抽取生成器并形成知识库；研究动态边界条件下的地表—地下水量、水质、水生态、水安全多要素交互演化机制，研发复杂水网全要素耦合模拟系列算法；研究水网调度多层级决策偏好和多目标评估指标体系，构建知识驱动的水网全局优化决策引擎；研究基于业务规则的情景设计、自主建模、耦合调用和实时决策算法，构建基于业务流的多层级水网全要素综合调度与智慧决策智能体集群。在首都水网进行示范应用，建设供水保障、防洪排涝、生态调度、地下水修复、滨水空间服务等典型智慧决策场景。

考核指标：构建复杂水网调度运行多模态融合知识库，百万级多模态对象的知识推理耗时控制在毫秒级，知识自主

抽取准确率 $\geq 95\%$ ；研发复杂水网地表—地下耦合的水量、水质、水生态全要素耦合模拟系列算法，质量守恒误差 $< 2\%$ ，动态边界变化条件下的跨介质耦合模拟误差 $\leq 10\%$ ；构建知识驱动的多层级多目标水网全局优化决策引擎，决策响应时间控制在秒级，多目标优化综合效益较传统预案提升 20%；构建多层级水网全要素综合调度与智慧决策智能体集群，在首都水网完成不少于 3 类场景的示范应用，主要调度工程 ≥ 50 个，年调度水量 ≥ 15 亿 m^3 ，连续稳定运行 ≥ 12 个月，多模态长链任务智慧决策建议有效率 $\geq 80\%$ ；制修订多层级水网智慧调度决策相关技术标准 1 项。

6.13 粤港澳大湾区复杂水网智能调度关键技术集成示范（重点项目）

研究内容：研究粤港澳大湾区省—市—县多层级水网调度任务协同与约束传递机制，揭示江海动力与工程调控下可行域时变机制及预泄、排涝、抢淡窗口演变规律；研发机理模型与人工智能融合的水网水流全过程高保真模拟技术，研究情景生成、模型调用与智能推演方法；研发水库、引调水工程与联围闸泵群分层协同智能调度技术，研究调度窗口预测调控、工程组合优化与数据驱动的方案生成方法，构建场景方案模式库；研发大模型驱动的防洪潮、御咸抢淡、应急供水、联围排涝和活水提质等调度决策智能体，研究多智能体跨层编排与人机协同决策技术；集成构建大湾区水网调度模拟器，在大湾区多层级水网开展示范应用。

考核指标：研发粤港澳大湾区水网水流全过程模拟算法，关键要素模拟精度 $\geq 90\%$ 、计算加速比 ≥ 300 倍；构建粤港澳大湾区复杂水网多层次多目标协同调度模型，调度窗口期识别精度达到分钟级，方案生成及滚动更新时间 $\leq 5\text{min}$ ；构建多场景调度决策智能体集群，方案有效率 $\geq 90\%$ ；构建粤港澳大湾区水网调度模拟器，技术就绪度 ≥ 8 级，在广东省水行政主管部门开展业务化应用，支撑省级及典型城市水网调度，连续试运行 ≥ 12 个月，开展防洪潮、供水、生态、应急等4类以上调度场景验证；制修订水网智能调度相关技术标准1项。