青海省水利及生态大数据应用工程技术研究中心

2026 年度开放课题申报指南

为促进青海省水利信息化、生态保护与高质量发展领域的技术创新与应用研究，加强学术交流与合作，吸引和汇聚省内外优秀科研人才，充分利用青海省水利及生态大数据应用工程技术研究中心（以下简称“本中心”）的数据资源、技术平台和应用环境，开展前瞻性、应用性关键技术研究，解决青海省在智慧水利、生态监测、水资源管理与灾害防治中的实际管理问题，本中心特设立开放课题专项经费。热忱欢迎省内外相关领域的学者、科研人员积极申报。

一、 资助范围

本中心开放课题紧密围绕“水利与生态大数据”的核心主线，聚焦青海省及三江源、青海湖等重点区域的特色问题，资助范围包括但不限于：

（一）结合人工智能技术的灌区输配水模型研究

研究目的：破解当前灌区信息化建设与水资源管理中的突出难题，精准解决行业内普遍存在的系统适应性差、调度决策过度依赖人工经验、数据壁垒导致系统封闭等痛点问题。研究以水力学模型、水资源调度、输配水仿真为技术支撑，通过深度融合灌区雨情、墒情、用水

量、渠系结构等多源数据，构建适配自流、提灌并存灌区的智能调度模型，推动灌区调度模式从“经验驱动”向“数据驱动、智能决策”转型，为灌区自流、提灌并存等复杂场景提供自动化分区轮灌解决方案，实现灌区水资源的精细化管理，为青海省乃至全国同类灌区的高效用水、节水减排与可持续发展提供技术支撑与实践范式。

研究内容：为构建覆盖“监测—预测—调度—仿真—执行—评估”的全流程智能决策与管理体系，实现渠管结合、自流与提灌并存灌区的自动化分区轮灌调度，本课题将重点开展以下几方面的研究：

1、水资源调度模型研发，结合灌区不同灌溉模式、渠系结构，研发适用于自流、提灌并存等复杂场景下的水资源调度模型；

2、全流程智能决策与管理体系搭建，深度融合灌区雨情、墒情、用水量等多源监测数据，搭建“监测—预测—调度—仿真—执行—评估”全流程智能决策管理体系；

3、自动化分区轮灌调度关键技术研发，突破复杂场景下调度技术瓶颈，实现渠管结合、自流与提灌并存灌区的自动化分区轮灌调度。

考核指标：1、形成 1 套适配平原缓丘灌区、山区提水灌区、自流与提灌并存灌区的渠管结合水资源调度模型及 API；2、以青海省积石峡灌区为试点，完成模型落地运行试验，验证模型的稳定性与实用性。

（二）水利工程数字孪生虚拟实体轻量化关键技术研究

研究目的：针对大型水利工程三维数字孪生模型在 Web 及客户端应用中加载慢、渲染效率低、传输成本高的核心痛点，突破轻量化渲染优化、流式传输、本地解码加速等关键技术，在保障高精度可视化效果的前提下，实现模型几何、纹理与数据的多维协同轻量化，形成一套为智慧水利、流域防洪、工程安全监测等领域服务的低成本、高效率水利工程数字孪生三维可视化解决方案，提升决策支持能力。

研究内容：主要开展轻量化渲染优化、水利工程层次模型构建和本地解码加速方案等关键技术的研究，最终形成一套低成本、高效率的水利工程数字孪生三维可视化解决方案，本课题将重点开展以下几方面的研究：

1、自适应几何简化算法研究，基于边折叠与点云简化技术，在保留工程关键特征的前提下实现模型面片的高效精简。

2、基于视觉感知的纹理压缩与重采样方法研究，要求平衡纹理压缩比与视觉保真度，降低纹理数据传输与存储成本。

3、水利工程层次化模型结构构建，配套研发流式传输协议，实现模型数据的分层渐进加载，提升客户端访问体验。

4、WebGL 与 WebAssembly 结合的本地解码加速方案研究，优化模型渲染流程，提升高复杂度场景下的帧率稳定性。

考核指标：1、轻量化效率：几何面片压缩比大于 85%（相对原始模型），纹理数据压缩比大于 80%；2、运行性能：200MB 原始模型在 100Mbps 网络环境下，浏览器端加载时间小于 8 秒；中等硬件配置客户端帧率（FPS）大于 30；3、成果产出：形成 1 套水利工程轻量化处理软件（原型系统，需具备良好的兼容性与可扩展性，支持与主流数字孪生平台的对接集成）；4、发表高水平论文不少于 3 篇；在至少 2 个典型水利工程数字孪生系统中完成集成应用，申请软件著作权不少于 2 个。

（三）基于 PLC 的闸门群智能调控技术研究与应用

研究目的：聚焦水利工程闸门控制领域人工依赖度高、双吊点同步精度不足、进口系统垄断的行业痛点，以高性能 PLC 为核心硬件载体，突破分层分布式智能控制硬件架构与自适应高精度控制算法两大关键技术，构建“硬件平台+算法体系”深度融合的闭环控制系统，实现进口闸门控制系统的国产化替代，推动水利工程闸门从人工经验型向智能精准型升级，为智慧水利工程安全运行、高效调度提供核心技术支撑与装备保障。

研究内容：主要开展分层分布式智能控制硬件平台研发和自适应高精度控制算法攻关。

1、硬件平台研发：构建分层分布式硬件架构，依托高性能 PLC 主机，集成多协议通信模块与 5G/4G 无线传输单元，适配水利现场复杂环境;开发适配直升式闸门、双吊点闸门的差异化数据采集模块，实现位移、负载、张力等关键参数的高精度实时监测；通过逻辑控制驱动执行机构，结合 PID 调节与动态扭矩调整，实现闸门定位精度及双吊点同步控制；设计“工业级触控+物理按键”双模式人机交互界面，配套混合数据传输方案，保障现场调试与远程监控的灵活性与可靠性。

2、控制算法研发：针对双吊点闸门，建立“钢丝绳-滑轮-门体”耦合动力学模型，研发“前馈补偿 + 模糊 PID”复合控制策略，解决动态负载偏差与机械形变导致的同步误差问题；针对水位 - 流量调节需求，开发“模型预测 + 数据驱动”闭环自适应算法，基于曼宁公式与轻量化 LSTM 神经网络在线辨识水力参数，构建以水位、流量偏差及能耗为目标的 MPC 控制模块；推进算法代码模块化封装，实现闸板类、双吊点闸门控制模式的灵活切换，降低二次开发门槛。

考核指标：1、控制精度指标，双吊点同步精度：静态负载同步误差≤±0.3mm；动态负载（单侧张力突变 ±20%）误差≤±0.5mm，恢复时间≤2s。2、水位控制精度：稳态工况误差≤±2cm（水位波动 ±3cm）；动态工况（水位骤变 ±0.5m/h）恢复时间≤5s，超调≤±3cm。3、流量控制精度：常规场景（来水波动 ±8%）误差≤±5%；极端场景（来水突变 ±15%）误差≤±8%，无振荡。

成果产出指标：1、形成 1 套适配多类型闸门的 PLC 智能控制硬件平台。2、完成控制算法模块化封装，编制标准化技术文档（算法手册、PLC 配置指南）。3、研究成果需在至少 2 个水利工程闸门项目中完成试点应用，验证技术的稳定性与实用性。

（四）多模融合通信与低功耗智能监测终端研发

研究目的：聚焦水利、生态监测领域复杂环境通信可靠性差、野外设备续航能力弱、终端集成度低的核心痛点，围绕物联网通信、嵌入式系统集成、智能信号处理及能耗管理四大技术方向开展攻关，研发集成多模异构通信、智能信道切换、超低功耗运行的一体化监测终端，实现复杂场景下监测数据“发得出、收得到、存得住”，为防汛减灾、生态保护、水资源管理提供实时精准的数据支撑，推动水利生态监测从 “人工巡检”向“智能感知”转型。

研究内容：为研发集成多模异构通信、智能信道切换、超低功耗运行的一体化监测终端，实现监测数据“发得出、收得到、存得住”，主要开展以下内容的研究：

1、抗干扰小型化多模通信硬件平台研发

选用低功耗 4G/5G Cat.1bis 模组、北斗三号短报文模组、LoRa 芯片及 Mesh 节点，构建多制式通信硬件架构；采用天线分集、频带滤波、电源层去耦等电磁兼容设计，抑制模块间射频干扰，实现终端一体化小型化集成；集成 RS485、RS232、AI、DI 等标准硬件接口，适配各类监测传感器，同步部署 MQTT、CoAP 协议栈，实现与主流云平台无缝对接。

2、智能信道切换与决策算法开发

搭建多维度信道状态采集模块，实时监测各通信链路的信号强度、误码率、时延等关键指标；基于模糊逻辑或强化学习算法，研发结合业务优先级的动态切换策略，确保通信链路在公网中断、信号弱等场景下实现毫秒级无缝切换。

3、超低功耗供电与管理系统设计

采用分时供电的电源管理芯片，设计“在线采集 - 数据传输 - 深度休眠”三级功耗控制模式，最大化降低非工作时段能耗；优化储能单元与供电策略，确保终端在连续阴雨等无太阳能补给工况下的长期稳定运行。

4、边缘预警算法与报警功能集成

开发内置雨量、水位等监测数据的边缘分析算法，支持自定义与自学习双重阈值设定；设计连续超限确认机制，结合数字滤波处理技术，实现本地 - 远程一体化报警，有效抑制误报触发。

考核指标：1、通信性能指标，通道切换时间＜200ms；公网通信误码率＜1%（SNR≥10dB 时）。卫星链路切换成功率 100%（模拟公网中断场景）；切换过程中数据包零丢失率≥99.9%。2、功耗与续航指标，静态值守电流≤5mA，深度休眠电流＜10μA；连续阴雨天气下无外接供电续航时长≥7 天。3、算法与功能指标，内置雨量、水位等边缘预警算法，超限报警延迟≤1s，误报率≤0.1%。终端支持多类型传感器接入与主流云平台对接，具备良好的兼容性与扩展性。

成果产出指标：1、形成 1 款多模融合低功耗智能监测终端样机，

完成相关性能测试与认证。2、申请发明专利不少于 2 项，软件著作权不少于 1 项；3、在至少 3 个水利或生态监测场景完成试点应用。

（五）非接触式智能视觉测距算法研究

研究目标：聚焦河道、水库等水域非接触式可视化距离测量的工程刚需，主攻计算机视觉与智能传感交叉技术，破解户外动态场景下视觉测量精度失准、硬件适配性差、环境抗干扰能力弱等行业痛点。构建一套不依赖特定硬件的通用化视觉测量系统框架，实现由普通监控相机完成水面任意两点距离的快速精准测算，替代传统人工测量模式，为智慧水利、边坡监测等领域提供稳定可靠的智能化技术支撑。

研究内容：通过相机标定与三维重建、动态场景视觉感知等技术研究，研发通用化视觉系统架构，搭建完整的视频与人工智能测距系统，大幅降低单目视觉测量技术的工程化应用门槛，为枪机、球机混合部署的水利监测场景提供稳定可靠的智能化解决方案。

1、通用化相机参数处理模块开发

研发基于多视角标定板图像的全自动相机内参与镜头畸变标定算法，提升标定效率与精度。

设计兼容不同厂商、型号相机的参数输入与校验接口，支持直接参数输入与自动标定两种模式，降低系统部署门槛。

2、单目视觉测距核心算法攻关

基于相机内参与初始外参，构建共面约束与水位平面方程相结合

的像素点—物理坐标映射模型，实现像素距离到实际距离的精准转换。

研究高精度亚像素级图像点选与特征提取方法，优化人工点选距离的测量精度，满足工程测量的精度需求。

3、外参自适应修正与水位补偿机制构建

开发基于现场预设基准点的相机外参自动检测与重算算法，实现相机位姿变动后的系统自校准，保障测量连续性。

建立实时水位数据与视觉测量模型的融合机制，动态更新水面世界坐标系高度，消除水位涨落对测距结果的影响。

4、系统集成与鲁棒性优化

整合各功能模块，搭建完整的视频与人工智能测距系统，实现数据采集、处理、分析、输出的全流程自动化。

针对户外复杂光照、水面波纹干扰、基准点部分遮挡等工况，研发算法抗干扰与容错策略，全面提升系统在野外复杂环境下的运行稳定性。

考核指标：1、测量精度指标，测距误差：标准测试场下（相机距水面 2—50 米），任意两点距离测量相对误差稳定控制在 5%以内。外参修正性能：相机姿态变动（平移＞5cm 或倾斜＞2° ）时，自动修正成功率≥95%；修正后测距精度恢复至初始标定精度的 90% 以上。2、系统性能指标，响应速度：从用户点选两点到输出距离结果，整体耗时≤1 秒。硬件兼容性：成功适配并完成至少 3 种不同品牌/型号（含枪机、球机）相机的内参标定。基准点兼容性：支持至少 2 种不同类型基准点（如 ArUco 码、圆形标志）的识别与定位。

成果产出指标：1、交付完整的技术研究报告与系统源代码，形成可直接部署的软件原型；2、申请相关发明专利或软件著作权不少于 1 项，发表高水平学术论文不少于 2 篇；3、在至少 2 个水利监测场景完成试点应用，验证系统的实用性与可靠性。

二、 申请要求

申请资格：省内外高等院校、科研机构的科技工作者，具备硕士及以上学历或中级及以上技术职称，并有固定工作单位者，均可提出申请。

课题要求：

符合本《指南》规定的资助范围。

研究目标明确，内容具体，技术路线合理可行，具有明确的工程应用前景或技术转化潜力。

合作要求：课题申请必须有一名本中心的固定研究人员作为合作联系人，以确保课题与中心任务的契合度及数据、平台等资源的有效利用。双方需开展实质性合作研究。

执行期限与资助强度：

课题研究期限为 2 年（2026 年 1 月—2027 年 12 月）。

总计课题经费 500 万元，课题指南分批发布，本期课题资助强度为每项 10 万元。

限项申请：每位申请人同期只能承担一项本中心开放课题；本中心固定人员作为合作联系人同期参与课题不得超过两项。

三、 审批与立项程序

形式审查：本中心管理办公室负责申请材料的形式审查，对申请手续不全、不符合资助范围等情况，将不予进入评审。

专家评审：本中心将组织学术委员会或邀请专家进行会议评审或函评，评审标准包括：科学性与创新性（30%）、应用价值与贡献度（30%）、研究方案可行性（20%）、研究基础与合作条件（20%）。

立项批准：评审结果报中心主任审批后，确定拟资助项目清单并公示。无异议后，由本中心向申请人及其所在单位发出《立项批准通知书》。

四、 受理时间及方式

受理时间：自本指南发布之日起至 2026 年 1 月 31 日截止。

申报方式：

在规定截止日期前，将申请人个人简历及相关工作资料电子版发送至邮箱：mxyasyyll@163.com

联系人：马晓燕

联系方式：15026478264

青海省水利及生态大数据应用工程技术研究中心

2026 年 1 月