

水资源高效利用与工程安全 国家工程研究中心文件

国家工程中心〔2025〕1号

关于发布水资源高效利用与工程安全国家 工程研究中心 2025 年度开放研究基金 申请指南的通告

水资源高效利用与工程安全国家工程研究中心（以下简称“国家工程中心”）于 2005 年由河海大学与中国长江三峡集团有限公司（以下简称“三峡集团”）共同组建，是经国家发展和改革委员会批准设立的水资源领域国家科技创新平台。长期以来，国家工程中心围绕国家重大战略和行业发展需求，依托河海大学、三峡集团各自优势，开展关键共性技术研发、科研成果转化、工

程验证与咨询服务等工作，为解决我国水资源开发利用、水利工程建设和运行安全、防洪减灾、流域水环境综合治理等行业性、关键性技术难题做出了重要贡献。

为了创造良好的科学研究条件和学术环境，加强学术交流与科研合作，吸引、凝聚国内外优秀学者，围绕水电工程大坝智慧运行与安全、水资源集约高效利用、水电工程检修领域等领域开展关键共性技术研究，促进产学研深度合作交流，国家工程中心特设立开放研究基金，本年度开放研究基金由中国长江电力股份有限公司（以下简称“长江电力”）出资。现发布 2025 年度开放研究基金申请指南（以下简称“指南”），热忱欢迎和邀请国内外相关领域的研究人员积极申请。

一、指南内容（共 16 项）

课题一：多源遥感数据同化与物理-智能模型融合的多站协同径流预报研究

（一）研究目标

揭示多源遥感数据与地面观测数据在径流预报中的协同机制，提出基于数据同化与物理-智能融合的多站径流预报新方法。构建站点拓扑关联的协同预报模型，发展耦合物理约束的径流智能校正技术，实现径流预报精度与时效性的显著提升。

（二）研究内容

1.研究多源遥感、地面观测与气候数据的融合方法，构建多尺度数据同化框架，解析降水-土壤湿度-植被覆盖等因子对径流

形成的动态影响机制，提升数据利用效率与预报信息基础。

2.构建基于站点拓扑关联的协同径流预报模型，利用图神经网络等技术刻画水文站点间的空间响应关系，实现多站径流过程的协调模拟与预报。

3.融合水文物理机制与深度学习算法，构建物理引导的径流预报模型；引入物理约束对预报结果进行智能校正，提高预报结果的合理性及在不同环境条件下的适应性与稳定性。

（三）指标要求

1.形成多源遥感、地面观测与气候数据的多尺度同化方法，实现多源数据的整编功能。

2.构建基于数据同化与物理-智能融合的多站径流预报模型，实现径流预报校正功能。

（四）成果要求

- 1.提供模型源代码 1 套。
- 2.提供标准数据集 1 份。
- 3.录用或发表论文不少于 1 篇。
- 4.申请发明专利不少于 2 项。

（五）研究经费及周期

- 1.项目金额：50 万元。
- 2.项目周期：3 年。

（本课题技术联系人：吴碧琼，13986750269）

课题二：边缘智能模型压缩与量化技术在水资源管理系统中的应用研究

（一）研究目标

构建水电调度过程中的典型边缘场景数据集；设计基于 Transformer 大模型知识蒸馏框架，提炼调度模式与策略知识；引入 LoRA/INT8 量化与剪枝策略，生成可在国产 NPU 上实时运行的小模型；开发 NPU 部署适配工具链，实现调度方案生成的实时推理；基于典型预报调度场景验证模型精度、延迟与功耗性能。

（二）研究内容

1.开展模型小型化技术研究，满足水资源管理决策支持系统对低延迟、低功耗、本地化智能决策的需求，实现高效边缘推理与本地响应。

2.面向水电系统，研究定制模型压缩与蒸馏技术。在预报调度方案生成等场景中，结合国产 NPU 硬件平台，实现模型高鲁棒性、高可解释性与本地快速响应能力。

（三）指标要求

- 1.小模型在典型方案生成任务上的推理精度 $\geq 90\%$ 。
- 2.NPU 部署场景下系统延迟 $\leq 100\text{ms}$ 。

（四）成果要求

- 1.提交国产芯片部署验证报告 1 份。
- 2.录用或发表论文不少于 1 篇。

3.申请发明专利不少于2项。

(五) 研究经费及周期

1.项目金额：50万元。

2.项目周期：3年。

(本课题技术联系人：杨旭，13477159120)

课题三：梯级水电站联合调度综合效益评价系统理论与方法

(一) 研究目标

提出梯级水电站联合调度综合效益评价系统理论；构建梯级水电站联合调度综合效益评价指标体系与评价模型；定量评估不同时期金沙江-三峡-葛洲坝梯级水电站的综合效益，明确梯级水电站联合调度综合效益提升的潜在能力，并提出保障措施和政策建议。

(二) 研究内容

1.研究梯级水电站联合调度对河流行洪输沙、流域生态环境和社会经济多维功能的影响效应与调控作用，提出不同时空尺度下水沙输移平衡、生态环境良性维持、社会经济高质量发展及其耦合协调的功效函数与衡量标准。

2.构建梯级水电站联合调度综合效益评价系统理论与方法，评价不同来水来沙、发展需求和蓄水运行方式条件下金沙江-三峡-葛洲坝梯级水电站联合调度综合效益。

3.明确梯级水电站联合调度综合效益提升的潜在能力与风险，提出保障措施和政策建议。

（三）指标要求

编制梯级水电站联合调度综合效益评价标准 1 项。

（四）成果要求

1.录用或发表论文不少于 1 篇。

2.申请发明专利不少于 2 项。

（五）研究经费及周期

1.项目金额：50 万元。

2.项目周期：3 年。

（本课题技术联系人：任玉峰，13880741682）

课题四：基于数据驱动的长江干流梯级水库水温预报研究

（一）研究目标

确定长江干流梯级水库生态调度试验开展的适宜时机，提升水库群综合效益。利用多源数据和机器学习算法，开展梯级水库关键站点水温预报研究，揭示梯级水库干扰下河流非连续体表层水温空间连续性和时序节律性的变化规律，阐明气象因子、水文因子、水库因子对梯级坝下水温异变的作用机理，以及坝下水温响应气象水文因子的时滞效应；构建基于多源数据和人机智慧的水温预报模型，研发长江干流梯级坝下水温预报模型。

（二）研究内容

1.将基于多源数据和人机智慧的水温预报模型应用于金沙江下游至三峡梯级水库，构建梯级水库干扰下河流非连续体关键控制断面表层水温预报集合模型，开展梯级水库坝下关键控制断面水温预报应用研究，为水库群综合调度构建水温预报模块。

2.通过梯级水库关键站点水温预报，确定并优化生态调度的窗口期，遴选开展生态调度的适宜时机，增进梯级水库群生态调度与发电调度之间的协调性。

（三）指标要求

研发长江干流梯级坝下水温预报模型1套，水温预报误差在25%以内。

（四）成果要求

- 1.提供模型源代码1套。
- 2.录用或发表论文不少于1篇。
- 3.申请发明专利不少于1项。

（五）研究经费及周期

- 1.项目金额：20万元。
- 2.项目周期：3年。

（本课题技术联系人：任玉峰，13880741682）

课题五：梯级水电站优化调度算法服务分布式部署可行性研究

（一）研究目标

开展基于分布式部署的优化调度算法服务研究，通过算力资源分布式配置、异构数据协同处理及模型算法轻量化迁移，解决传统集中式系统的“维数灾”与“适配性”难题。

（二）研究内容

1.构建适用于串/并/混联电站群的多维度调度模型，研究基于分布式系统分解的降维技术，形成适配边缘计算节点与云端协同的轻量化建模框架。

2.研究基于水电调度数值计算的水电站群优化调度模型分布式部署局部收敛策略。

3.研究分布式环境下的混合优化方法，探索分布式系统中计算任务的分配策略，协调混合优化方法的执行，实现梯级水电站优化调度算法的高效运行。

（三）指标要求

提交梯级水电站优化调度算法服务分布式部署可行性研究报告。

（四）成果要求

- 1.录用或发表论文不少于 1 篇。
- 2.申请发明专利不少于 1 项。

（五）研究经费及周期

- 1.项目金额：20 万元。
- 2.项目周期：3 年。

（本课题技术联系人：徐杨，15207208560）

课题六：基于固体超声的水下混凝土与金属结构缺陷诊断方法

（一）研究目标

研究水下固体超声诊断技术，提出瑞利波换能器阵列技术，建立基于幅值匹配小波的超声散射波分析方法，实现水下异质混凝土构件的缺陷自适应诊断；提出兰姆波散射传感器阵列技术，建立基于分维的微弱缺陷散射表征与提取，实现水下金属构件缺陷的全景成像。

（二）研究内容

1.研究基于瑞利波的水下混凝土缺陷自适应诊断方法，提出瑞利波换能器阵列技术，建立基于幅值匹配小波的超声散射波分析方法，实现水下异质混凝土构件的缺陷自适应诊断，形成固体超声波在水下结构激励、传播及散射的解析解，以及模拟水下结构超声探测过程的有限元模型。

2.研究基于兰姆波的水下金属缺陷全景诊断方法，提出兰姆波散射传感器阵列技术，建立基于分维的微弱缺陷散射表征与提取，实现水下金属构件缺陷的全景成像；研发水下固体超声诊断技术，评估诊断方法与技术的精确性、可靠性，开展水下缺陷诊断的测试验证。

（三）指标要求

1.形成固体超声波在水下结构激励、传播及散射的解析解 1

套。

2.构建模拟水下结构超声探测过程的有限元模型 2 套。

3.形成水下混凝土与金属结构的缺陷探测技术 1 项，内部有效探测深度不低于 30cm。

（四）成果要求

1.提供模型源代码 2 套。

2.录用或发表论文不少于 1 篇。

3.申请发明专利不少于 1 项。

（五）研究经费及周期

1.项目金额：20 万元。

2.项目周期：3 年。

（本课题技术联系人：李新宇，15090880010）

课题七：快速湿固化高粘度橡胶改性环氧开发与性能研究

（一）研究目标

本研究阐明双酚 A 环氧树脂与液态橡胶增韧剂的协同增韧机制、固化行为调控规律，揭示配方组分与改性环氧内部组织结构的构效关系。研究高粘度湿固化涂料的近红外激光加速固化技术，提出适用于潮湿及水下环境的快速成型工艺参数。建立材料在水电典型服役环境下的长效可靠性评价体系，实现涂层性能的稳定预测与失效预警。

（二）研究内容

1.研究双酚 A 环氧树脂与液态橡胶增韧剂的相容性及协同机制，优化配方设计，调控涂层内部组织结构。阐明环氧含量、橡胶添加量与固化剂配比对材料性能的影响规律。

2.开发近红外激光加速固化工艺，研究辐照参数对交联速率的影响，结合环境因素优化施工工艺，实现高湿及水下环境中涂料的快速成型与高强度固化。

3.评估材料在高湿、水下及腐蚀环境中的综合性能，通过盐雾、热循环、紫外老化等实验，分析性能衰减与界面腐蚀行为，建立长效可靠性评价体系。

（三）指标要求

1.高粘度橡胶改性环氧树脂机械性能：断裂强度大于 100MPa；伸长率大于 100%；附着力大于 15MPa（拉开法）；耐冲击性 $\geq 50\text{kg} \cdot \text{cm}$ ；耐磨性（CS-10 轮，1000g/500 转） $\leq 50\text{mg}$ 。

2.高粘度橡胶改性环氧树脂固化时间：100%湿度环境中 5 分钟表干，20 分钟实干。

3.高粘度橡胶改性环氧树脂环保性能：VOC 含量 $\leq 50\text{g/L}$ ，不含重金属及有毒有害物质。

4.高粘度橡胶改性环氧树脂耐腐蚀性：耐盐雾 $\geq 5000\text{h}$ （ASTM B117）；耐 3% H_2SO_4 、3% NaOH 、3.5% NaCl 溶液浸泡 ≥ 30 天无起泡、脱落。

5.高粘度橡胶改性环氧树脂环境适应性：耐高低温循环

(-40℃~120℃) 10 次无开裂；耐紫外线老化 $\geq 1000\text{h}$ (QUV-A)。

(四) 成果要求

1. 录用或发表论文不少于 1 篇。
2. 申请发明专利不少于 1 项。

(五) 研究经费及周期

1. 项目金额：20 万元。
2. 项目周期：3 年。

(本课题技术联系人：陈雷雷，13291963765)

课题八：基于声-光异构数据跨模态的水下缺陷诊断技术研究

(一) 研究目标

针对光学图像因悬浮颗粒散射和非均匀光照产生严重灰度失真与运动模糊，声呐数据虽穿透性强但分辨率不足，多源信息异构性导致缺陷特征表达割裂等问题，开展基于声-光异构数据跨模态的水下缺陷诊断技术，实现缺陷几何结构与纹理特征的协同解译，奠定三维缺陷量化分析基础，攻克样本稀缺场景下的缺陷分类泛化难题，构建“高鲁棒感知-跨模态融合-智能诊断”技术链。

(二) 研究内容

1.提出跨模态融合新范式，构建声-光异构数据的统一表征框架，实现缺陷几何结构与纹理特征的协同解译，奠定三维缺陷量化分析基础。

2.开发小样本智能识别模型，创建融合元学习与注意力机制的轻量化模型，攻克样本稀缺场景下的缺陷分类泛化瓶颈。

3.研发具备自主知识产权的缺陷诊断平台，集成环境感知、实时处理与决策支持核心模块，形成“采集-分析-决策”全链条技术闭环。

（三）指标要求

构建跨模态水下缺陷智能识别架构模型算法 1 套，检测表面脱落最小面积 $\leq 10\text{cm}^2$ 。

（四）成果要求

- 1.提供模型源代码 1 套。
- 2.录用或发表论文不少于 1 篇。
- 3.申请发明专利不少于 1 项。

（五）研究经费及周期

- 1.项目金额：20 万元。
- 2.项目周期：3 年。

（本课题技术联系人：李新宇，15090880010）

课题九：水电站长距离复杂尾水洞内障碍物堆积影响分析及无损清理技术研究

（一）研究目标

构建一种水电站长距离尾水洞内障碍物堆积影响量化计算模型，进一步了解尾水洞内结构与尾水流态、发电效率之间的关系。研究一种水电站长距离尾水洞内障碍物无损清理技术方法，为后续清理实施提供依据。实现优化尾水水流条件，提高发电效率和水资源利用效率，便于障碍物覆盖下尾水流道的检查维护等目的。

（二）研究内容

1.针对某水电站不同上下游水位、机组运行工况等边界条件，研究对尾水洞内障碍物冲刷、移动的影响，同时模拟障碍物对尾水水位壅高的变化，判断是否导致不利流态的产生，计算对机组耗水率和发电效率的影响，建立尾水运行与洞内障碍物相互影响的关系模型，并结合水电站实际洞内障碍物数据和运行工况数据开展验证。

2.针对不同体型、不同运距的障碍物清理技术开展研究与比选，以无损清理技术研究为基础，研究多种障碍物上浮、牵引、运输、下沉等系列技术方法和工艺流程，开展室内模型对比试验和优化，验证其可靠性和效率。

（三）指标要求

1.形成尾水洞内不同障碍物堆积情况对发电效率的影响算法1套。

2.提出尾水洞内障碍物无损清理技术方案 1 种，并在实验室内模拟应用，可实现障碍物上浮、牵引、运输全过程模拟，且障碍物重量 ≥ 0.5 吨。

（四）成果要求

- 1.录用或发表论文不少于 1 篇。
- 2.申请发明专利不少于 1 项。

（五）研究经费及周期

- 1.项目金额：20 万元。
- 2.项目周期：3 年。

（本课题技术联系人：叶德震，13508605671）

课题十：水轮发电机组管道法兰 O 型圈密封老化状态在位无损检测技术研究

（一）研究目标

研究水轮发电机组管道法兰 O 型圈密封老化状态的在位无损检测技术。基于先进信号处理的多尺度老化特征提取方法，实现非平稳动态响应信号微弱老化特征的准确、全面提取；基于机器学习的智能识别和评估方法，实现少样本条件下密封老化状态的高精度检测。

（二）研究内容

1.针对常用密封材料（如氟橡胶、丁腈橡胶等）在位状态，研究不同老化阶段的微观结构变化，确定密封老化关键参数与检测特征信号之间的关联关系。

2.提出基于机器学习的智能识别和评估方法，在缺少不同老化状态样本的条件下，实现老化状态的高精度智能检测。

3.针对水轮发电机组管道法兰 O 型圈密封，完成实验验证。

（三）指标要求

1.研究提出噪声与有效信号的精准分离与特征提取方法，构建常用密封材料的老化程度与无损检测关键参数的映射关系。

2.构建基于机器学习的智能识别和评估方法，准确率不低于 90%。

3.构建集初级检测、精密检测于一体的在位检测方法，实现管道法兰密封圈老化状态的无损检测。

（四）成果要求

1.录用或发表论文不少于 1 篇。

2.申请发明专利不少于 1 项。

（五）研究经费及周期

1.项目金额：20 万元。

2.项目周期：3 年。

（本课题技术联系人：黄洁，15238741755）

课题十一：水轮发电机组镜板缺陷激光熔覆修复技术研究

（一）研究目标

水轮发电机组推力轴承镜板是机组核心部件，承载整个机组的转动部分重量及轴向水推力。针对当前水轮机组推力头镜板的激光熔覆修复存在的气孔缺陷、变形等问题，开展镜板的激光熔覆修复与缺陷控制技术研究。研究镜板激光熔覆修复材料体系、修复工艺、激光熔覆残余应力调控及缺陷抑制，并建立镜板激光熔覆修复后的性能考核、评价标准。

（二）研究内容

1.研究熔覆材料与镜板基体材料在激光熔覆过程中材料元素的扩散、迁移行为，分析结合区的物相、微观组织与成分，揭示异质材料激光熔覆的结合机理，建立材料-基体-工艺参数-性能的匹配原则，获取提高界面结合强度与沉积层力学性能的方法。

2.解决镜板激光熔覆修复的残余应力控制与缺陷抑制的难题，实现镜板部件的高精度、高性能、无缺陷激光熔覆修复。

3.提出镜板激光熔覆修复后的检测与评价方法，建立其性能考核、评价标准，为实现镜板的高质量修复与再制造应用提供理论与工艺基础。

（三）指标要求

1.熔覆层与镜板基材的结合强度不低于镜板基材自身强度的95%。

2.熔覆层致密度不低于 99.5%，无裂纹缺陷。

- 3.熔覆层强度不低于现有镜板基体强度。
- 4.熔覆层表面硬度与镜板硬度偏差不大于 10%。

（四）成果要求

- 1.录用或发表论文不少于 1 篇。
- 2.申请发明专利不少于 2 项。

（五）研究经费及周期

- 1.项目金额：50 万元。
- 2.项目周期：3 年。

（本课题技术联系人：成传诗，13477832101）

课题十二：异种钢材复杂结构焊缝超声波无损检测技术研究

（一）研究目标

混流式机组顶盖平压管焊缝部位涉及不锈钢与碳钢的异种金属焊接，该部位焊缝屡次出现气孔及裂纹等缺陷，对机组的安全稳定运行构成潜在威胁。目前缺乏对该部位焊缝的有效检测方法，针对该部位焊缝检测问题，开展超声检测技术研究，研究超声波传播路径及反射特性，选择合适的超声探头，优化超声检测方案，实现该部位焊缝高精度无损检测。

（二）研究内容

1.提出复杂几何结构的声束控制方法，顶盖平压管焊缝结构复杂（如曲面、多层焊缝），超声波易因几何反射产生杂波，需优化选取检测方式，改善声束入射角度和聚焦方式以提高信噪比。

2.研究适用于顶盖平压管焊缝检测的超声探头及楔块。针对顶盖平压管复杂焊缝结构，设计开发一种适用于该处焊缝的探头及楔块。

3.建立涵盖典型缺陷的超声信号数据库，制定标准检测工艺。

（三）指标要求

1.形成一套顶盖平压管异种钢材复杂结构焊缝超声检测标准工艺。

2.对焊缝进行 100%检验，对顶盖平压管焊缝缺陷进行检测评级，实现 $\phi 2 \times 40\text{mm}-18\text{dB}$ 的Ⅰ级孔缺陷，以及长度 $\leq 5\text{mm}$ 的Ⅰ级裂纹缺陷检出，缺陷检出率 $\geq 85\%$ ，置信水平 $\geq 95\%$ 。

（四）成果要求

1.录用或发表论文不少于 1 篇。

2.申请发明专利不少于 2 项。

（五）研究经费及周期

1.项目金额：50 万元。

2.项目周期：3 年。

（本课题技术联系人：陈伟东，15797311587）

课题十三：水工结构浑水环境下水下澄清剂材料与造清机制研究

（一）研究目标

针对当前浑水环境下，水工建筑物结构缺陷难以实现高质量光学成像、检测精度低等技术难题，研发具备快速造清能力、绿色环保的新型协同型澄清材料与配套工艺，旨在提升水下检测图像质量、保障关键水利工程的运行安全。构建高性能协同型澄清剂体系，突破传统算法图像增强受限的问题。

（二）研究内容

1.协同型澄清剂设计与制备。选型或研制澄清剂，实现对高岭土等悬浮颗粒的初步高效絮凝。在此基础上，提高沉降速度与絮体稳定性。通过控制澄清剂结构参数和加药顺序，优化絮体形态与澄清效率。

2.浑水澄清性能与作用机制研究。通过烧杯试验测定不同浓度、顺序与环境参数下的浑水澄清效果，系统分析协同澄清过程的关键影响因素。模拟计算与颗粒相互作用模型，揭示初步絮凝与后续交联协同作用机制，构建材料性能与絮凝效果之间的内在关系模型。

3.水下缺陷光学检测应用验证。构建模拟水库实际工况的浑水环境体系，选取不同水深样本、底泥、悬浮颗粒及附着物，系统研究新型协同澄清剂在不同投加量、方式和环境因素（温度、pH、离子强度等）下的造清效果及其对水下缺陷光学图像质量的

影响，为工程现场水下检测提供材料与技术支撑。

（三）指标要求

研发协同型澄清剂 1 套，性能指标要求如下：

1.澄清剂黏度可调控、阳离子度可调控，具备良好的生态相容性；

2.在高浊度高岭土水样中（ >200 NTU）投加后 10 分钟内清液浊度降低 80%以上；

3.形成的三维结构絮体具备良好稳定性，24 小时内无明显再悬浮现象；

4.协同澄清较现有单一澄清体系澄清速度提升 15%以上。

（四）成果要求

1.提交在典型浑水环境下水下结构缺陷光学检测验证报告 1 份。

2.录用或发表论文不少于 1 篇。

3.申请发明专利不少于 1 项。

（五）研究经费及周期

1.项目金额：20 万元。

2.项目周期：3 年。

（本课题技术联系人：李新宇，15090880010）

课题十四：金沙江下游梯级电站库区斜坡多层次锁固段级联破坏效应与灾变演化机理

（一）研究目标

以金沙江下游梯级电站典型多层级锁固段斜坡为研究对象，建立多层级锁固段斜坡稳定状态判据，揭示多层级锁固段级联破坏机理，建立考虑多层级锁固段劣化程度的斜坡灾变风险评估依据。

（二）研究内容

1.研究多层级锁固段斜坡变形破坏模式与锁固段分布特征间的对应关系，建立多层级锁固段斜坡判识模型。

2.研究动水环境下多层级锁固段结构水致强度劣化规律，建立考虑水致劣化和锁固段岩体结构特征的强度量化表征方法。

3.研究多层级锁固段各层级间荷载和变形传递规律，揭示多层级锁固段级联破坏机理。

4.研究多层级锁固段失效过程与斜坡失稳演化过程关系，建立考虑多层级锁固段劣化程度的斜坡稳定状态判别依据。

（三）指标要求

1.提出多层级锁固段斜坡判识方法。

2.建立考虑水致劣化和锁固段岩体结构特征的强度量化表征方法。

3.建立多层级锁固段级联破坏过程表征指标体系。

4.建立考虑多层级锁固段劣化程度的斜坡灾变风险评估方法。

（四）成果要求

1.录用或发表论文不少于1篇。

2.申请发明专利不少于2项。

(五) 研究经费及周期

1.项目金额：50万元。

2.项目周期：3年。

(本课题技术联系人：董顺，18671746423)

课题十五：基于近场动力学理论的大坝块体混凝土裂缝损伤演化分析研究

(一) 研究目标

选取大尺度坝工块体混凝土结构为研究对象，研究坝工混凝土局部结构应力重分布规律及裂缝扩展演化特征，揭示近场动力学方法下的裂缝扩展对局部混凝土结构、坝工结构物的安全影响机制，构建能表征受力坝工混凝土裂缝损伤演化的神经网络预测模型。

(二) 研究内容

1.通过扩展裂缝试验获取裂缝形态、分布规律、扩展速率和结构应力重分布等特点。

2.建立近场动力学有限元裂缝扩展模型，模拟包含结构组成随机建模、疲劳损伤、裂纹萌生与断裂演变等特征。

3.构建基于裂缝识别解析混凝土结构应力-应变和破坏特征的优化目标函数关系，利用神经网络预测模型推演裂缝损伤演化

过程。

（三）指标要求

- 1.基于有限元模拟分析结果创建训练与预测样本数据。
- 2.开展试件试验，创建基于模拟结果的训练样本数据，推导混凝土力学性能理论模型，建立近场动力学混凝土细观尺度破坏机理模型，开发求解模型代码并调试。
- 3.建立神经网络预测模型，开发求解模型代码并调试。
- 4.构建混凝土结构裂缝多尺度模型，开展近场动力学混凝土细观尺度裂缝拓展模拟分析。

（四）成果要求

- 1.录用或发表论文不少于1篇。
- 2.申请发明专利不少于1项。

（五）研究经费及周期

- 1.项目金额：20万元。
- 2.项目周期：3年。

（本课题技术联系人：杨龙伟，18202914717）

课题十六：基于等几何分析的含裂缝混凝土坝数字孪生建模方法研究

（一）研究目标

建立高精度的混凝土坝裂缝数字孪生几何模型，构建高精度全景裂缝图像。发展适用于混凝土坝开裂分析的自适应等几何分

析方法，实现混凝土坝力学分析的参数化建模。研发混凝土坝裂缝失稳扩展预警分析平台，建立裂缝长度预测模型。

（二）研究内容

1.精准提取完整裂缝/接缝位置和几何特征，建立含不规则裂缝的混凝土坝数字孪生几何模型。

2.基于混凝土坝数字孪生几何模型，构造不规则裂缝的水平集函数与加强函数，建立含裂缝混凝土坝力学分析的 IGA 位移模式，兼顾求解精度与效率，实现复杂几何混凝土坝精准数值模拟。

3.将 IGA 仿真结果输入数字孪生决策平台，开发含裂缝混凝土坝交互式数字孪生计算分析平台，实现裂缝信息的快速查询、分级显示与安全评估，为大坝运维管理提供决策依据。

（三）指标要求

1.创新混凝土坝数字孪生 IGA 建模理论体系，形成“精准识别-高效仿真-精细决策”的全链条技术解决方案。

2.发展混凝土坝裂缝扩展的自适应 IGA 方法，隐式表征裂缝几何，精确描述复杂坝体几何，实现混凝土坝数值仿真分析的参数化建模。

3.建立混凝土坝裂缝扩展数字孪生预测模型，实现混凝土坝裂缝长度识别准确率 $\geq 90\%$ 。

（四）成果要求

1.录用或发表论文不少于 1 篇。

2.申请发明专利不少于 1 项。

（五）研究经费及周期

1.项目金额：20 万元。

2.项目周期：3 年。

（本课题技术联系人：张军，18973102310）

二、申请要求及有关事宜

（一）国内外从事上述课题相关研究方向的国内外教学、科研全职且有固定依托单位的研究人员均可在《指南》规定的范围内提出资助申请（基金出资单位长江电力人员除外）。申请者必须是项目的实际主持人，不受理自然人提交的项目申请。

（二）项目申请、审批、实施与结题等程序将按照《水资源高效利用与工程安全国家工程研究中心开放研究基金管理细则》的有关规定执行。

（三）基金项目任务书签订前，长江电力将与受托方共同组建团队，开展基金项目研究。

（四）基金项目成果要求：

1.每项基金项目至少应发表 1 篇以长江电力和水资源高效利用与工程安全国家工程研究中心为联合署名单位的 SCI/EI 检索论文。基金项目验收前，应至少收到“稿件录用通知”。论文发表前均应送基金资助单位进行保密性审查。

2.提交发明专利技术交底书给委托单位，基金项目验收前，每项专利需经国家知识产权局受理（以专利申请受理通知书为

准)；基金项目结算后，应持续提供技术支撑服务直至专利授权。基金项目产出发明专利的第一专利权人应为长江电力。

(五)所有基金研究成果应标注本基金项目资助，并在成果鉴定、报奖时署名长江电力和水资源高效利用与工程安全国家工程研究中心。标注格式为“水资源高效利用与工程安全国家工程研究中心开放研究基金资助”，英文标注格式为“Supported by the Open Research Fund of National Engineering Research Center of Water Resources Efficient Utilization and Engineering Safety”。

三、申报程序

(一)自本《指南》公布之日起，开始受理项目申请，截止日期为2025年10月25日。

(二)申报单位须对申报项目进行初审，并签署审核意见。

(三)申报单位及个人应按相关要求提交纸质版项目申请书一式2份，同时报送电子版文件，电子版文件包括开放研究基金项目申请汇总表(附件1)、申请书word版(附件2)及盖章后的申请书pdf扫描版，申请书命名规则：“基金项目申请书：项目依托单位-申报人姓名-基金项目名称”，如：“基金项目申请书：中国长江电力股份有限公司-张三-水电机组宽负荷运行对转轮叶片的损伤机理研究”。

联系人：杨宗振

电话：16683286415

E-mail: yang_zongzhen@ctg.com.cn

通讯地址: 武汉市江岸区三阳路 88 号匠心城三阳中心

邮政编码: 430019

附件: 1.开放研究基金项目申请汇总表

2.开放研究基金项目申请书

3.水资源高效利用与工程安全国家工程研究中心开放
研究基金管理细则

水资源高效利用与工程安全国家工程研究中心

2025 年 9 月 25 日



水资源高效利用与工程安全国家工程研究中心 2025 年 9 月 25 日印发
