

湖北省智慧水电技术创新中心文件

湖北省水电创新中心〔2025〕2号

关于发布湖北省智慧水电技术创新中心 2025 年度开放研究基金申请指南的通告

湖北省智慧水电技术创新中心（以下简称“水电技术创新中心”）于 2021 年 6 月经湖北省科技厅批准设立。水电技术创新中心依托中国长江三峡集团有限公司，由中国长江电力股份有限公司（以下简称“长江电力”）牵头，联合水电行业上下游产业链共 12 家单位、科研院所及高校共同组建。

为了创造良好的科学研究条件和学术环境，吸引、凝聚国内外优秀学者，加强学术交流与科研合作，促进产学研深度合作交流，水电技术创新中心特设立开放研究基金。现发布 2025 年度开放研究基金申请指南（以下简称“指南”），热忱欢迎国内外相关领域的研究人员积极申请。

一、指南内容（共 7 项）

课题一：高水头混流式机组低负荷工况下活动导叶自激振动机理基础研究

（一）研究目标

揭示高水头电站低负荷工况下导叶小开度流场分离、涡旋脱落及能量传递机制，建立导叶固有频率与涡脱频率的动态匹配模型，提出共振触发条件的理论判据。构建多物理场耦合下的导叶自激振动模式叠加理论与定量关系模型，采集导叶区域压力脉动及振动响应数据，建立导叶振动特性数据库，为导叶共振风险评估提供支持。

（二）研究内容

1.分析流场分离区与卡门涡脱落的时空演化规律，构建导叶小开度流场分离与涡旋脱落的非线性关联机制。

2.研究导叶间隙流动与主流场耦合作用，明确间隙涡流对叶道涡能量传递关系。

3.分析多衰减因子（如水流阻尼、机械摩擦）对自激振动幅频特性的影响规律，构建水力激励-结构响应耦合方程。

4.建立导叶振动特性数据库，为共振风险评估提供数据与模型支持。

（三）指标要求

1.完成不少于3种典型工况的高精度流固耦合数值模拟，仿真结果与实测数据误差 $\leq 15\%$ 。

2.开发1套导叶振动评估算法，通过输入流量、开度、水头等参数，输出共振风险等级评估，提供基础预警功能。

（四）成果要求

- 1.提交总体研究报告 1 份。
- 2.提交导叶振动评估算法源文件 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：张智，15951758898）

课题二：水电工程微型传感器组网方式和云边端协同技术研究

（一）研究目标

研究微型传感器无线组网方式与云边端协同技术，设计适用于水电工程环境的微型传感器无线组网架构，开发自适应组网算法与抗干扰技术，构建云边端资源动态调度框架，研究低时延协同推理方法，实现设备故障的实时诊断与报警协同。解决复杂环境下的通信稳定性及数据处理难题，提高传感网络运行效率与可靠性。

（二）研究内容

1.研究适用于水电工程环境的低功耗广域网技术，研究偏移或漂移补偿修正方法。

2.研究拓扑优化与能量均衡的自适应组网算法，研究无线通信的抗干扰技术，确保数据传输的稳定性。

3.研究数据本地化处理与实时分析方法，研究云边端协同的数据处理与任务分配机制。

4.研究时空注意力驱动的实时推理网络，建立水电关键设备多源数据故障诊断模型，结合边缘节点算力形成分级处理体系。

（三）指标要求

在水电技术创新中心故障模拟高电压实验室内部署微型传感器无线组网架构，开展试验验证考核：

1.无线传感网络的时间同步误差控制在1毫秒以内，通过精密时钟协议和动态补偿算法实现传感网络多节点毫秒级协同。

2.与基于静态阈值的轮询调度算法相比，动态资源调度算法的任务分配优化率提升20%以上。

（四）成果要求

- 1.提交总体研究报告1份。
- 2.提交低时延协同推理算法源文件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：王叶星，15207208714）

课题三：水轮机振动测点数据可靠性实时分析与异常分类方法

（一）研究目标

针对目前水轮机组运行状态监测异常数据占比高、实时分

析预警缺失、异常分类精度不足等问题，建成水轮机振动测点可靠性动态评估体系；提出故障机理-数据双驱动的水轮机振动测点异常分类模型，异常类型识别准确率 $\geq 92\%$ ；研发毫秒级水轮机振动测点流式异常检测引擎。

（二）研究内容

1.水轮机振动测点数据可靠性动态评估

开发基于迁移学习的水轮机振动测点健康度诊断模型；构建水轮机振动测点置信度实时计算框架（融合工况参数与环境干扰因子）。

2.事件与机理融合驱动的水轮机振动测点数据异常分类

融合流体力学与转子动力学知识，构建水轮机振动特征指纹库（如气蚀频带、轴心轨迹形态）与振动测点异常特征库；基于机理仿真、实时监测数据、人工标签和日志等多源数据，研发图卷积网络（GCN）与因果推理融合的水轮机振动测点异常分类器；并在缩比实验台架和长电工业物联网平台上开展试验验证。

3.水轮机振动测点数据流式异常检测引擎

设计轻量化时序分割算法（改进 SWAB+动态时间规整），实现秒级异常定位；建立自适应阈值模型，解决负荷波动导致的误触发问题。

（三）指标要求

在缩比实验台架和长江电力工业互联网平台上开展试验验证考核：

1.水轮机振动测点健康度诊断准确率 $\geq 90\%$ 。

2.水轮机振动测点异常类别不少于 4 种，分类模型精度 $\geq 92\%$ ，置信度计算误差 $\leq 5\%$ 。

3.在 2 座以上大型水电站部署验证（单站测点 ≥ 100 个）。

（四）成果要求

1.提交总体研究报告 1 份。

2.提交水轮机振动测点数据可靠性实时分析与异常分类模型和算法源文件各 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 1 项。

（五）研究经费及周期

1.项目金额：20 万元。

2.项目周期：2 年。

（本课题技术联系人：田源，15696232898）

课题四：基于 PMUT 阵列的高精度集成式螺栓应力监测传感器

（一）研究目标

揭示结构参数对换能器工作频率、发射声压等性能的影响规律。研究高灵敏 PMUT 阵列的可靠制备技术，提出最佳制备工艺参数。提出基于神经网络算法的螺栓应力场智能重构方法，实现螺栓应力状态自诊断、自校准。

（二）研究内容

1.研究 PMUT 阵列的机电耦合效率、发射声压、接收灵敏度等的规律，提出高灵敏的 PMUT 阵列结构，实现高密度 PMUT 阵列的可靠制备。

2.开发高穿透封装工艺，设计微型信号处理电路与电磁屏蔽结构，实现超声波信号的高信噪比发射与接收，研究 PMUT 阵列与螺栓结构间的微集成方法，实现螺栓应力的原位集成检测。

3.明确换能器尺寸、螺纹粗细、螺栓材质与尺寸等因素对声波飞行时间、相位、幅值等的影响规律；研究不同型号螺栓的自适应应力检测；研究复杂环境下的稳定检测算法，实现螺栓应力状态自诊断、自校准。

（三）指标要求

- 1.最终传感器样机芯片尺寸 $\leq 6\text{mm} \times 6\text{mm}$ 。
- 2.工作频率 $\geq 0.5\text{MHz}$ 。
- 3.应力检测范围 0~700MPa。
- 4.应力检测精度优于 5MPa。

（四）成果要求

- 1.提交总体研究报告 1 份。
- 2.提交应力监测传感器样件 1 件。
- 3.提交应力解算算法源文件 1 份。
- 4.录用或发表论文不少于 1 篇。
- 5.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：2 年。

（本课题技术联系人：闻疏琳，15392947685）

课题五：新能源-水电外送系统重合闸所致重大风险分析与规避控制策略研究

（一）研究目标

提出能消弭重合闸技术不足所致新能源-水电打捆外送系统重大安全隐患的解决方案及关键技术。研究适用于新能源-水电打捆外送系统的暂态功角稳定识别方法，构建预防水电机群集体脱网的振荡中心外推及稳控策略。分析侵入发电机的负序电流弱化控制策略，建立多阶段负序保护动作时间精确刻画与修正技术。探究适用于新能源-水电打捆外送通道的故障性质识别方法，为新能源接入下的自适应重合闸技术提供理论基础，探究新的同期策略。

（二）研究内容

1.分析新能源-水电打捆外送系统的功角特性与电压变化规律，研究外送系统暂态稳定识别方法。

2.针对失步振荡中心侵入水电机组内部的场景，结合新能源动态控制策略，研究防止发电机群集体脱网的振荡中心外推及稳控策略。

3.考虑新能源的动态调节特性，构建发电机负序电流弱化控制策略，研究负序电流保护动作曲线重构与动作时间预测技术。

4.研究不依赖电源特性和故障行为的故障性质识别方法，构建新能源不确定和强耦合作用下的同期重合策略。

（三）指标要求

- 1.完成新能源-水电打捆外送系统暂态稳定识别预测模型，预测时间小于 300ms。
- 2.提出发电机失步保护动作配合的振荡中心外推控制策略。
- 3.建立发电机负序保护动作时间预测模型，提出 2 种负序电流弱化控制策略。

(四) 成果要求

- 1.提交总体研究报告 1 份。
- 2.提交系统暂态稳定识别预测算法源文件 1 份、负序保护动作时间预测模型源文件 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 1 项。

(五) 研究经费及周期

- 1.项目金额：20 万元。
- 2.项目周期：2 年。

(本课题技术联系人：王叶星，15207208714)

课题六：多应力协同作用下发电机定子线棒绝缘劣化特性研究

(一) 研究目标

基于水电技术创新中心所建故障模拟高电压实验室内定子线棒故障模拟试验平台，开展定子线棒加速老化试验，获取不同劣化状态的定子线棒。测试不同劣化状态下定子线棒的频域介电响应及材料性能，建立定子线棒绝缘频域介电响应模型，研究模型参数拟合算法并准确提取特征参数，探明定子线棒在不同劣化阶段的绝缘频域介电响应特性及材料性能演变规律，

揭示多应力协同作用下发电机定子线棒绝缘劣化特性。

（二）研究内容

1.基于定子线棒故障模拟试验平台，开展定子线棒多应力（电、热、振动等）作用下加速老化模拟实验，实现定子线棒长时运行不同阶段绝缘劣化状态的可靠模拟。

2.构建符合定子线棒绝缘介电响应特性的数学模型，研究模型参数拟合算法，准确提取可有效表征定子线棒主绝缘演变过程频域介电响应的特征参数，探明多应力作用下定子线棒主绝缘劣化发展的频域介电响应特性演变规律。

3.开展定子线棒材料性能表征及微观测试，研究多应力作用下发电机定子线棒主绝缘劣化不同阶段的材料性能演变规律，结合频域介电响应演变特性及规律，揭示多应力作用下定子线棒绝缘劣化特性。

（三）指标要求

1.构建的介电响应特性数学模型应能准确反映定子线棒主绝缘频域介电响应特性演变规律，模型的拟合优度 $R^2 \geq 0.90$ 。

2.基于频域介电响应测试的评估结果所得劣化性能演变发展规律与实验样本状态设置情况的一致性应不低于 99%。

（四）成果要求

- 1.提交总体研究报告 1 份。
- 2.提交定子绕组绝缘劣化状态评估模型源文件 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 1 项。

（五）研究经费及周期

1.项目金额：20 万元。

2.项目周期：2 年。

（本课题技术联系人：郭钰静，15207208679）

课题七：水电站运维应急管理智能体研究应用

（一）研究目标

基于水电站运维应急管理数据与知识开展系统研究，构建水电站运维应急管理知识图谱；在此基础上，结合人工智能大模型与推理机技术，研究开发水电站运维应急管理静态推理智能体，实现对应急管理知识的智能理解与静态推理，推动水电站应急管理的智能化升级；进一步在静态推理智能体基础上，研究开发具备数字化、可视化、智能决策能力的动态推演智能体，实现水电站数智化应急运管决策。

（二）研究内容

1.收集整理水电站应急运管多源数据信息。

2.基于水电站运管多源数据信息建立水电站应急运管动态知识图谱库。

3.基于水电站运管动态知识图谱结合人工智能大模型与推理机技术，研究开发水电站运维应急管理静态推理智能体。

4.基于水电站运维应急管理智能体研究开发水电站运维应急管理数字化、可视化、智能决策动态推演智能体。

（三）指标要求

1.水电站应急运管动态知识图谱库 1 套，并部署于长江电力工业互联网平台。

2.水电站应急运管静态推理智能体 1 套，并部署于长江电力工业互联网平台。

3.水电站应急运管动态智能推演智能体案例 1 个，并部署于长江电力工业互联网平台。

（四）成果要求

1.提交总体研究报告 1 份。

2.提交动态知识图谱库 1 套，静态推理智能体模型及算法源文件各 1 份，动态推演智能体案例 1 个。

3.录用或发表论文不少于 1 篇。

4.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：2 年。

（本课题技术联系人：孔丽君，13659800660）

二、申请要求及有关事宜

（一）国内外从事水电技术创新中心相关研究方向的教学、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《湖北省智慧水电技术创新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.发表的高水平论文均须以水电技术创新中心为署名单位，其中 SCI/EI 检索的论文不少于 1 篇且以水电技术创新中心为第一署名单位。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。基于基金项目成果要求产生的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、报奖时署名水电技术创新中心。中文标注格式为“湖北省智慧水电技术创新中心开放研究基金资助”，英文标注格式为“Supported by the Open Research Fund of Hubei Technology Innovation Center for Smart Hydropower”。

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 9 月 7 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：杨旋

电话：18708700350

E-mail：yang_xuan2@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.湖北省智慧水电技术创新中心开放研究基金管理
细则

湖北省智慧水电技术创新中心

2025 年 8 月 6 日



湖北省智慧水电技术创新中心

2025 年 8 月 6 日印发
