**2024年度江西省科学技术奖提名项目公示**

**一、项目名称**

水工输泄水结构水动力灾变防控关键技术与应用

**二、提名单位（或专家）、奖种与等级**

提名单位：江西省教育厅

奖种与等级：江西省科学技术进步奖一等奖

**三、提名意见**

该项成果在水工输泄水结构水动力灾变防控关键技术和系统集成上有重大创新，技术难度大，总体技术达到国际领先水平。成果在白鹤滩水电站、锦屏一级水电站、浯溪口水电站、洪屏抽水蓄能电站等一大批重大工程中得到广泛应用，为我国水电工程及引调水工程中的输泄水结构运行安全监测与灾变防控提供了重要的科技支撑，有力保障了工程的运行安全，推动了水利水电工程安全监测与灾变防控领域的理论创新和技术进步，取得了重大的社会效益和经济效益，对科学技术发展和社会进步做出了重大贡献。

**四、项目简介**

本项目属于水利水电工程安全运行管理领域。我国水电工程及引调水工程建设规模居世界首位，水工输泄水结构（坝身泄洪拱坝/重力坝、泄水闸、导/隔墙、闸门、有压输水管道等）的长期运行安全对于整个工程安全至关重要。目前国内外针对输泄水结构运行期安全监测及灾害防控方面的系统性研究较少且尚无成功经验可直接借鉴，亟需自主创新。项目组聚焦水工输泄水结构水动力灾变防控的关键技术难题，系统开展了水工泄流结构强烈振动灾害防控、水工有压输水管道振动安全防控、水工有压输水系统瞬变流安全防控等三个方面的研究，取得了丰硕的创新成果，应用于一大批重大工程的运行监测和灾害防控，有力推动了本领域的科技进步。主要成果创新如下：

（1）创建了泄流结构振动安全反分析理论方法，突破了复杂条件下泄流结构运行模态自动辨识难、时域振源与整体振动响应场无法精准获取等关键技术瓶颈；深入阐明了泄流结构发生强烈振动（水力拍振）灾害的内外机制，研发了基于泄流运行调控和减振加固的泄流结构减振联合防控关键技术及监测预警装备，实现了水工泄流结构振动灾害的精准防控。

（2）提出了多源复杂激励作用下有压输水管道振动传感器优化布置及振源精准辨识方法，创新了基于传递熵和信息传递率函数的有压输水管道振动传递路径分析方法，破解了管道振动特性与振源精准辨识难题；创建了水工有压输水管道运行状态监测与主动-半主动控制系统协同减振的振动安全防控技术体系，实现了水工有压输水管道运行状态的精准诊断与振动灾变的安全防控。

（3）创新了有压输水系统水力瞬变过程精细模拟与协同控制理论，系统阐明了水工有压输水系统瞬变流致灾机理，提出了瞬变过程压力脉动特征辨识和反演预测方法，解决了压力脉动信号特征分量和组成成分精准辨识难题；创建了水工有压输水系统水力瞬变过程安全防控系列关键技术，实现了水工有压输水系统瞬变流的主动精准防控。

研究成果成功应用于白鹤滩水电站、锦屏一级水电站、浯溪口水电站、洪屏抽水蓄能电站等一大批重大工程，有力保障了工程安全运行，社会经济效益显著，推广应用前景广阔。

**五、代表性科技成果**

主要知识产权和标准规范等目录

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 知识产权（标准）类别 | 知识产权（标准）具体名称 | 国家  （地区） | 授权号（标准编号） | 授权（标准发布）日期 | 证书编号（标准批准发布部门） | 权利人（标准起草单位） | 发明人（标准起草人） | 是否计入第一完成人权属 | 是否计入第一完成单位权属 |
| 1 | 论文 | Vibration load identification in the time-domain of high arch dam under discharge excitation based on hybrid LSQR algorithm | 英国 | Mechanical Systems and Signal Processing, 2022, 177: 109193.（中科院一区，TOP期刊） | 2022.9.1 | Elsevier出版社 | 南昌大学 | Huokun Li（李火坤）, Bo Liu\*（柳波）, Wei Huang\*（黄伟）, Hanyue Liu（刘晗玥）, Gang Wang（王刚） | 是 | 是 |
| 2 | 论文 | Dynamic material parameter inversion of high arch dam under discharge excitation based on the modal parameters and Bayesian optimised deep learning | 英国 | Advanced Engineering Informatics, 2023, 56: 102016. （中科院一区，TOP期刊） | 2023.4.1 | Elsevier出版社 | 南昌大学 | Bo Liu（柳波）, Huokun Li\*（李火坤）, Gang Wang（王刚）, Wei Huang（黄伟）, Pengzhen Wu（邬鹏贞）, Yuekang Li（李玥康） | 是 | 是 |
| 3 | 论文 | 基于模态参数及BAS-PSO优化算法的软基水闸有限元模型参数修正方法 | 中国 | 工程力学, 2021, 38(9): 246-256. （高质量科技期刊T1，EI收录） | 2021.9.1 | 《工程力学》杂志社 | 南昌大学 | 李火坤, 王刚, 余杰, 魏博文\*, 黄伟, 黄锦林 | 是 | 是 |
| 4 | 发明专利 | 一种基于原型振动响应的大坝及地基弹模动力反演方法 | 中国 | ZL201811399837.2 | 2021.7.20 | 第4558136号 | 南昌大学 | 李火坤，王刚，魏博文 | 是 | 是 |
| 5 | 发明专利 | 一种长引水系统水电站引水调压室设置判别方法 | 中国 | ZL202110327314.2 | 2022.6.14 | 第5226823号 | 南昌大学 | 黄伟, 李火坤, 程颖新, 徐富刚, 林弘康, 闫峰, 仇群伊, 成一雄, 万子豪, 谢杰 | 否 | 是 |
| 6 | 发明专利 | 一种水电站调压室临界稳定断面的计算方法 | 中国 | ZL201911134743.7 | 2022.9.16 | 第5458948号 | 南昌大学 | 黄伟, 李火坤, 黎良辉, 徐富刚, 林弘康, 闫峰, 程颖新, 仇群伊, 姜士磊, 成一雄 | 否 | 是 |
| 7 | 发明专利 | 一种变流道防水锤空气阀和设计方法 | 中国 | ZL202010800057.5 | 2021.12.10 | 第4840296号 | 中国水利水电科学研究院 | 李甲振, 郭新蕾, 郭永鑫, 王涛, 付辉, 潘佳佳 | 否 | 否 |
| 8 | 发明专利 | 一种管道输水系统空气阀防水锤的口径计算方法 | 中国 | ZL202010800092.7 | 2023.9.29 | 第6366252号 | 中国水利水电科学研究院 | 李甲振, 郭新蕾, 施春蓉, 郭永鑫, 王涛, 付辉, 潘佳佳, 路锦枝, 杨涛, 党康宁 | 否 | 否 |
| 9 | 发明专利 | 一种基于减振吸波材料所构建的可拆分式土体减振结构 | 中国 | ZL202110999022.3 | 2023.4.21 | 第5902776号 | 华北水利水电大学 | 张建伟, 邢帅, 黄锦林, 张翌娜, 江琦, 曹克磊 | 否 | 否 |
| 10 | 标准规范 | 水工建筑物水流脉动压力和流激振动模型试验规程 | 中国 | SL/T 158-2020 | 2020.12.15 | 中华人民共和国水利部 | 中国水利水电科学研究院 | 吴一红, 张文远, 张蕊, 王志刚, 杨帆, 谭水位, 陶林 | 否 | 否 |

**六、完成人**

完成人情况及贡献

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 排名 | 姓名 | 职务 | 职称 | 工作单位 | 完成单位 | 对本项目的贡献 |
| 1 | 李火坤 | 副院长（主持行政工作） | 教授 | 南昌大学 | 南昌大学 | 项目总体技术方案设计负责人，主导核心关键技术攻关。对创新点1、2、3做出重要贡献，创建了泄流结构振动安全反分析理论方法，阐明了有压输水管道瞬变流致灾机理，研发了泄流结构、输水管道振动安全监测预警系统装备；对本项成果的推广应用做出了重要贡献。 |
| 2 | 黄锦林 | 副总工 | 正高级工程师 | 广东省水利水电科学研究院 | 广东省水利水电科学研究院 | 项目总体设计与协调，对创新点1、2做出重要贡献。提出了基于模态参数的泄流结构有限元模型修正方法，发明了一种穿堤管道减震结构，实现了穿堤管道流致振动灾害防控；对本项成果的推广应用做出了重要贡献。 |
| 3 | 张建伟 | 学科办主任 | 教授 | 华北水利水电大学 | 华北水利水电大学 | 对创新点2做出重要贡献。制定有压输水管道振动安全防控关键技术方案并主导实施，提出了有压输水管道振源辨识方法、管道振动传递路径识别方法及管道运行安全监测方法，发明了一种基于减振吸波材料所构建的可拆分式土体减振结构，解决了有压输水管道流致振动灾害的防控难题；对本项成果的推广应用做出了重要贡献。 |
| 4 | 黄 伟 | 教研室副主任 | 副教授 | 南昌大学 | 南昌大学 | 对创新点3做出重要贡献。建立了重力流有压输水系统末端调节阀的理想特性模型，发明了离心泵全特性曲线的预测方法，提出了长距离重力流、加压泵站和水电站有压输水系统水力瞬变过程安全控制方法；对本项成果的推广应用做出了重要贡献。 |
| 5 | 郭新蕾 | 副所长 | 正高级工程师 | 中国水利水电科学研究院 | 中国水利水电科学研究院 | 对创新点3做出重要贡献。提出了管道输水系统防水锤空气阀、变流道防水锤空气阀、差压流道防水锤空气阀的设计及计算方法，发明了抽水蓄能电站的尾水调压室设置判别方法，解决了有压输水系统水锤防控难题；对本项成果的推广应用做出了重要贡献。 |
| 6 | 刘昉 | 无 | 副教授 | 天津大学 | 天津大学 | 对创新点1做出重要贡献。研制了泄流结构水力学及水弹性物理模型，揭示了泄流结构的水动力荷载特征，提出了基于泄流运行调控和减振加固的泄流结构振动灾害防控技术，实现了泄流结构强烈振动灾害防控；对本项成果的推广应用做出了重要贡献。 |
| 7 | 柳波 | 无 | 助理研究员 | 南昌大学 | 南昌大学 | 对创新点1做出重要贡献。阐明了泄流结构水力拍振机理，为泄流结构振动安全监测奠定了理论基础；负责水工泄流结构振动安全监测预警系统装备软硬件研发，保障了监测系统运行可靠性。 |
| 8 | 张文远 | 研究室副主任 | 正高级工程师 | 中国水利水电科学研究院 | 中国水利水电科学研究院 | 对创新点1做出重要贡献。编制了水工建筑物水流脉动压力和流激振动模型试验规程，提高了原型测试的标准化水平，实施了众多重大水利水电工程泄流结构的原型监测，对本项成果的推广应用做出了重要贡献。 |
| 9 | 曹克磊 | 无 | 讲师 | 华北水利水电大学 | 华北水利水电大学 | 对创新点2做出重要贡献。共同提出了有压输水管道振动特性分析方法，发明了一种输水管道减振座，提高了有压输水管道的运行安全性。 |
| 10 | 谭彩 | 无 | 工程师 | 广东省水利水电科学研究院 | 广东省水利水电科学研究院 | 对创新点2做出重要贡献。共同提出了有压输水管道振动特性分析及振源辨识方法，作为骨干成员参与开发了有压输水管道振动安全监测预警系统；对本项成果的推广应用做出了重要贡献。 |
| 11 | 王孝群 | 无 | 副教授 | 河北工程大学 | 河北工程大学 | 对创新点1做出重要贡献。阐明了泄流结构流激振动模式，提出了泄洪诱发低频噪声数值模拟预测方法，开展了一批重大水利水电工程泄流结构的原型监测，对本项成果的推广应用做出了重要贡献。 |
| 12 | 王海军 | 无 | 教授 | 天津大学 | 天津大学 | 对创新点2做出重要贡献。阐明了有压输水管道水力振动在围岩中的传播规律，发明了水力机组振动测试装置及减振实施方法；对本项成果的推广应用做出了重要贡献。 |
| 13 | 杨帆 | 所长助理 | 副高级工程师 | 中国水利水电科学研究院 | 中国水利水电科学研究院 | 对创新点1做出重要贡献。参与编制了水工建筑物水流脉动压力和流激振动模型试验规程，提出了泄流结构振动信号降噪方法，解决了泄流结构振动信号易受环境噪声干扰的难题；对本项成果的推广应用做出了重要贡献。 |
| 14 | 江琦 | 无 | 讲师 | 华北水利水电大学 | 华北水利水电大学 | 对创新点2做出重要贡献。共同提出了泵站管道传感器优化布置方法及工作模态辨识方法，提高了有压输水管道振动特性的提取精度；研发了有压输水管道主被动混合振动控制技术，提升了有压输水管道的减振防控效率。 |
| 15 | 李兆恒 | 所副总工 | 正高级工程师 | 广东省水利水电科学研究院 | 广东省水利水电科学研究院 | 对创新点2做出重要贡献。共同提出了有压输水系统运行状态监测方法，并参与开发了有压输水系统振动安全监测预警系统平台；对本项成果的推广应用做出了重要贡献。 |

**七、完成单位**

完成单位情况及贡献

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 排名 | 单位名称 | 对本项目的贡献 |
| 1 | 南昌大学 | 作为项目第一完成单位，负责本项目的总体技术路线设计，主导项目核心关键技术攻关，对创新点1、2、3做出重要贡献；创建了泄流结构振动安全反分析理论方法，研发了泄流结构与有压输水管道振动安全监测预警系统装备，提出了有压输水系统水力瞬变过程安全控制理论方法与关键技术；在项目的研制、开发、应用和推广过程中提供了技术、设备和人员等条件，对项目的完成起到了组织、管理和协调的重要作用。 |
| 2 | 中国水利水电科学研究院 | 对创新点1和3做出重要贡献。负责编制了水工建筑物水流脉动压力和流激振动模型试验规程，提出了泄流结构振动信号降噪方法和管道输水系统防水锤空气阀、变流道防水锤空气阀、差压流道防水锤空气阀的设计及计算方法，发明了抽水蓄能电站的尾水调压室设置判别方法；在项目的研制、开发、应用和推广过程中提供了技术、设备和人员等条件，对项目的完成起到了协同创新的重要作用。 |
| 3 | 华北水利水电大学 | 对创新点2做出重要贡献。负责有压输水管道振动安全监测与灾害防控技术攻关，提出了有压输水管道运行状态监测及安全评价方法，共同研发了有压输水管道振动安全监测预警系统及主被动混合防控关键技术；在项目的研制、开发、应用和推广过程中提供了技术、设备和人员等条件，对项目的完成起到了协同创新的重要作用。 |
| 4 | 天津大学 | 对创新点1和2做出重要贡献。负责泄流结构水力学及水弹性物理模型研制，提出了基于泄流运行调控和减振加固的泄流结构振动灾害防控技术，解决了泄流结构和有压输水管道强烈振动灾害防控难的问题；在项目的研制、开发、应用和推广过程中提供了技术、设备和人员等条件，对项目的完成起到了协同创新的重要作用。 |
| 5 | 广东省水利水电科学研究院 | 对创新点1和2做出重要贡献。共同提出了基于模态参数的泄流结构有限元模型修正方法；提出了穿堤管道振源特性辨识方法，发明了一种穿堤管道减震结构，实现了穿堤管道流致振动的减振防控及安全性评价；在项目的研制、开发、应用和推广过程中提供了技术、设备和人员等条件，对项目的完成起到了协同创新的重要作用。 |
| 6 | 河北工程大学 | 对创新点1有重要贡献。共同负责重大水利水电工程泄流结构原型监测，阐明了泄流结构流激振动模式，提出了泄洪诱发低频噪声数值模拟预测方法，为泄流结构振动信号降噪及模态精准辨识奠定了基础；在项目的研制、开发、应用和推广过程中提供了技术、设备和人员等条件，对项目的完成起到了协同创新的重要作用。 |