

极端环境下洪水韧性智能监测预报预警关键技术及应用

公示内容

一、项目名称

极端环境下洪水韧性智能监测预报预警关键技术及应用

二、提名者及提名意见、提名等级

提名者：山东省水利厅

提名意见：

受气候变化影响，洪涝事件的极端性和突发性显著增强，国家防灾减灾救灾新理念要求从注重灾后救助向注重灾前预防转变，提高极端环境下洪水全过程的监测、预报和预警能力与韧性至关重要。项目组依托 20 余项国家和地方科研项目及重大工程，运用多源遥感、雷达探测、人工智能等技术手段，研发了云雨洪天空地协同智能感知装备与测报技术体系，创建了多源信息融合的流域洪水精细预报与智能校正方法，自主研发了基于算力一张网的洪水灾害智能预警与决策支持大模型平台，形成了极端环境下洪水韧性智能监测预报预警关键技术体系，突破了极端环境下云雨洪智能感知测报、洪水精细预报、风险智能预警决策等关键技术瓶颈。

项目成果丰硕，主编地方标准 2 部、团体标准 2 部；授权国家发明专利 52 项、实用新型专利 15 项、外观设计专利 13 项，登记软件著作权 37 项；出版专著 3 部，发表高水平论文 72 篇。4 项成果入选水利部《水利先进实用技术重点推广指导目录》，1 项技术入选《水利部成熟适用水利科技成果推广清单》，多要素智慧水文塔入选水利部“高洪及超标准洪水典型案例”。项目成果全面增强了极端条件下灾害监测、预报、预警的可靠性、精确度和响应效率，在应对我省 2020 年沂沭河洪水、2021 年秋汛、2022 年小清河洪水、2025 年济南“7·22”强降雨等重大灾害中提供了精准的感知监测、预报、预警服务，两次规避沂河邳苍分洪道启用，为特大洪水应急调度与防汛指挥、保障国家和社会安全提供了关键的技术支撑，同时成果在水利部信息中心、北京、河北等省市及黄河、海河、淮河等流域防洪减灾工作中得到广泛应用，取得显著社会、经济和环境效益，推广前景广阔。

提名等级：提名该项目为 2026 年度山东省科学技术进步奖二等奖。

三、项目简介

1.主要技术内容：全球气候变化背景下，我国洪水事件的极端性与突发性显著增

强；极端事件引发的“三断”（断路、断网、断电）局面进一步放大了洪涝灾害防御的韧性短板。确保极端条件下洪水过程“测得到”“报得出”“报得准确”“报得及时”，已成为新时期防洪减灾的核心命题。项目组依托 20 余项国家和地方科研项目及重大工程开展系统研究，构建了极端环境下洪水韧性智能监测预报预警关键技术体系，研发出具备强生存能力的新型装备、技术与方法，显著提升了极端环境下洪水灾害监测、预报与预警能力。

（1）研发了云雨洪天空地协同智能感知装备与测报技术体系，实现全天候韧性感知：首创国产化双极化全固态相控阵测雨雷达；研发了多源降雨自适应同化技术及土壤湿度与蒸散发遥感反演方法；研制具备“三断”条件下自主运行能力的洪涝多要素感知与通讯智慧水文塔。

（2）创建了多源信息融合的流域洪水精细预报与智能校正方法，实现全链条精细预报：提出了人类活动影响下洪水过程的地表—地下统一物理表达与产流机制动态辨识方法；搭建了融合物理机理、经验知识与大数据的多模型智能耦合及模块化组装框架；创建了面向极端洪水的神经网络实时增量学习—动态校正—物理约束流程化自校正预报模式。

（3）研制了基于算力一张网的洪水灾害智能预警与决策支持大模型平台，实现全栈式智能预警决策：建立了批流协同调度分布式计算、多类型数据轻量化分布式集成与整库迁移、多维空间数据轻量化处理系列关键技术；构建了山东省水文智算算力一张网；自主研发了行业首个智能洪水预警决策大模型—山东防洪大模型。

2.获得知识产权：主编地方标准 2 部、团体标准 2 部；授权国家发明专利 52 项、实用新型专利 15 项、外观设计专利 13 项，登记软件著作权 37 项。出版专著 3 部，发表高水平论文 72 篇。4 项成果入选水利部《水利先进实用技术重点推广指导目录》，1 项技术入选《水利部成熟适用水利科技成果推广清单》，多要素智慧水文塔入选水利部“高洪及超标准洪水典型案例”。

3.技术经济指标：全固态相控阵测雨雷达实现 40 秒、30 米分辨率探测；冗余通信自愈时间降低 70%；智慧水文塔实现“三断”实时监测；洪水预报精度提升 15% 以上，洪峰误差降低 11.5%-15%；预警大模型将生成时间缩至分钟级；研发的仪器、装置和系统已生产一万余台（套），销售额达 18.12 亿元。

4.应用推广及效益情况：成果在水利部信息中心，北京、山东、河北等省市，以及黄河、淮河、海河等流域的防洪减灾中应用，成功应对 2019 年“利奇马”台风弥河特大洪水、2021 年和 2024 年沂沭河历史性特大暴雨洪水、2021 年黄河中下游历史罕见秋汛及 2023 年“杜苏芮”和 2024 年“格美”等台风暴雨洪水，成功避免沂河 2020 年和 2024 年两次启用邳苍分洪道。显著提升了超标准洪水和强台风条件下应急监测能力，提升了极端条件下洪水监测预报预警的可靠性、精确度和响应效率。

四、主要知识产权和标准规范等目录

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）	发明专利（标准）有效状态	第一完成人是否为发明人（标准起草人）	第一完成单位是否为权利人（标准起草单位）
标准	数字水文站建设规范	山东	SZSD 0033-2025	2025年3月14日	山东省大数据局	山东省水文中心、浪潮智慧科技有限公司、厦门四信物联网科技有限公司、山东省水文计量检定中心、山东浪潮智水数字科技有限公司	衣学军、王新华、王效忠、吴晓文、刘匡、林长清、杨小林、张惠潼、张磊、房爱印、尹曦萌、颜丙洋、张越胜、吴世锋、高伟、窦英伟、隋斌、高玲、王泽宇、汪子棚	现行	是	是
标准	水文业务数据共享管理系统建设规范	山东	SZSD 0039-2025	2025年9月25日	山东省大数据局	浪潮智慧科技有限公司、山东省水文中心、山东浪潮智水数字科技有限公司	杨小林、衣学军、张惠潼、王效忠、房爱印、李广杰、尹曦萌、林长清、刘匡、牛月华、刘泽昊、于春蕾、王慧、方龙章、曲建龙、张丽璇、闫海旺、孙正均、刘超、杨静	现行	是	是
标准	水文测报质量管理体系文件编制导则	中国	T/CSPST C 168-2025	2025年09月25日	中国科技产业化促进会	山东省水文计量检定中心、山东省水文中心、河海大学、水利部信息中心（水利部水文水资源监测	衣学军、高伟、张玉、王新华、许明家、刘庆涛、刘明堂、张珂、王晨雨、江龙、李广杰、李珂、林长清、刘强、	现行	是	是

						预报中心)、华北水利水电大学、河北省秦皇岛水文勘测研究中心、修河水文水资源监测中心、中企协研(北京)企业管理有限公司	孙雪蓉、杨绪、高凤仪、冯学智、赵云峰、刘向楠、刘超、窦英伟、刘本宝、尚艳丽、周亮、郭铮、江嵩鹤、张晓峰、张路尧			
发明专利权	一种水文塔用无人机巡航系统	中国	ZL 2024 1 0543483.3	2024年7月23日	证书号第7225447号	山东省水文计量检定中心	衣学军、高伟、姜松燕、庄秀华、高凤仪、窦英伟、董明明	有效	是	否
发明专利权	一种水文气象耦合预报预警系统	中国	ZL 2025 1 0949012.7	2022年10月3日	证书号第8329719号	山东省水文计量检定中心	高伟、衣学军、张珂、窦英伟、杨绪、高凤仪、孔涛	有效	是	否
发明专利权	一种基于常微分方程组的新安江模型的构建方法及其水文预报方法	中国	ZL 2022 1 1231625.X	2022年10月8日	证书号第5911166号	河海大学、山东省水文中心	赵建飞、衣学军、梁忠民、王海军、段雅楠、刘薇、黄嘉璐、王军、李彬权、胡义明	有效	是	是
发明专利权	一种基于多源卫星遥感数据土壤热通量预测方法	中国	ZL 2022 1 0070845.2	2022年11月18日	证书号第5592910号	河海大学	刘林鑫、张珂、晁丽君	有效	否	否
发明专利权	基于遥感的无资料自由溢流水库出流过程动态估算方法	中国	ZL 2020 1 1606488.4	2021年6月29日	证书号第4513029号	河海大学	张珂、吴南、刘林鑫	有效	否	否
发明专利权	基于相控阵雷达的预报数据处理方法、系统、装置和介质	中国	ZL 2024 1 1751493.2	2025年3月28日	证书号第7834101号	广东纳睿雷达科技股份有限公司	包晓军、李琳、刘远曦、徐挚仁、唐文明、曾涵宇、黄辉、王爽、吴百礼	有效	否	否

发明专利权	一种双偏振雷达快速标定方法、装置及存储介质	中国	ZL 2022 1 0756043.7	2023年7月14日	证书号第6139064号	广东纳睿雷达科技股份有限公司	包晓军、李琳、刘远曦、徐挚仁、黄辉、刘航、辛永豪	有效	否	否
-------	-----------------------	----	---------------------	------------	--------------	----------------	--------------------------	----	---	---

五、主要完成人

1.姓名：衣学军；排名：1；技术职称：正高级工程师；工作单位：山东省水文中心；主要贡献：衣学军同志作为本项目的第1完成人，对创新点1、2、3均做出了突出贡献。

2.姓名：张珂；排名：2；技术职称：教授；工作单位：河海大学；主要贡献：张珂同志作为本项目的第2完成人，对创新点1、2、3均做出了突出贡献。

3.姓名：高伟；排名：3；技术职称：正高级工程师；工作单位：山东省水文计量检定中心；主要贡献：高伟同志作为本项目的第3完成人，对创新点1、3做出了突出贡献。

4.姓名：刘薇；排名：4；技术职称：高级工程师；工作单位：山东省水文中心；主要贡献：刘薇同志作为本项目的第4完成人，对创新点1、3做出了重要贡献。

5.姓名：杨绪；排名：5；技术职称：讲师；工作单位：河海大学；主要贡献：杨绪同志作为本项目的第5完成人，对创新点1、2做出了重要贡献。

6.姓名：包晓军；排名：6；技术职称：高级工程师；工作单位：广东纳睿雷达科技股份有限公司；主要贡献：包晓军同志作为本项目的第6完成人，对创新点1做出了重要贡献。

7.姓名：张玉；排名：7；技术职称：高级工程师；工作单位：山东省水文中心；主要贡献：张玉同志作为本项目的第7完成人，对创新点1、3做出了重要贡献。

8.姓名：吴晓文；排名：8；技术职称：高级工程师；工作单位：山东省水文中心；主要贡献：吴晓文同志作为本项目的第8完成人，对创新点1做出了重要贡献。

9.姓名：房爱印；排名：9；技术职称：高级工程师；工作单位：山东浪潮智水数字科技有限公司；主要贡献：房爱印同志作为本项目的第9完成人，对创新点3做出了重要贡献。

10.姓名：王俊；排名：10；技术职称：副教授；工作单位：山东大学；主要贡献：王俊同志作为本项目的第10完成人，对创新点2做出了重要贡献。

六、主要完成单位

1.单位名称：山东省水文中心；排名 1；主要贡献：山东省水文中心作为项目的第 1 完成单位，对创新点 1、2、3 均做出了突出贡献。

2.单位名称：河海大学；排名 2；主要贡献：河海大学作为项目的第 2 完成单位，在创新点 1、2、3 方面均做出了突出贡献。

3.单位名称：山东省水文计量检定中心；排名 3；主要贡献：山东省水文计量检定中心作为项目的第 3 完成单位，对创新点 1、3 做出了突出贡献。

4.单位名称：山东大学；排名：4；主要贡献：山东大学作为项目的第 4 完成单位，对创新点 2 做出了重要贡献。

5.单位名称：山东浪潮智水数字科技有限公司；排名：5；主要贡献：山东浪潮智水数字科技有限公司作为项目的第 5 完成单位，对创新点 3 做出了重要贡献。

6.单位名称：广东纳睿雷达科技股份有限公司；排名：6；广东纳睿雷达科技股份有限公司作为项目的第 6 完成单位，对创新点 1 做出了重要贡献。