

2021 年度山东省科技进步奖提名公示信息

项目名称	北方平原水库围坝水损病害立体化感知与诊断关键技术		
提名单位	山东大学	提名等级	二等奖
提名意见	<p>我单位认真严格地审阅了该项目的提名书及全部附件材料，确认该项目符合山东省科学技术奖励规定的提名条件，全部材料真实有效，完成人、完成单位排序无异议，提名书相关栏目均符合填写要求。</p> <p>该项目以国家科技支撑计划课题、水利部“948”项目、水利部公益性行业科研项目以及一批国家重点工程项目为依托，组织高校、科研院所、工程单位等数百名科研人员，历经十余年科研攻关与工程实践，解决了水损灾害感知和诊断的方法、算法、装备等一系列技术难题，最终形成了北方平原水库围坝水损病害立体化感知与诊断关键技术。该项目以水库水损灾变模式与演化机理的理论突破为基础，通过建立立体化水损病害感知和多维智能辨识体系，开发了融合多源水库水损感知信息的多层次健康诊断系统，攻克了平原水库水损病害灾变前兆信息感知及诊断难题。整体技术应用于山东、新疆、内蒙古等 20 余座水库工程，实现了平原水库水损病险的有效主动防控，推动了平原水库运维管理科学化，取得了显著经济社会效益。</p> <p>形成行业标准 1 项，授权国家发明专利 14 项、实用新型专利 11 项、软件著作权 8 项，出版专著 4 部，发表 SCI/EI 论文 26 篇，应邀作国际大会报告 4 次、国内学术报告 6 次，多次在国内召开学术和技术培训会，在山东、新疆等地建立了工程示范基地。研发成果有力促进了行业科技进步，扭转了我国平原水库被动防护局面，在平原水库安全防护领域起到了重要的引领作用。</p> <p>提名该项目山东省科学技术进步奖二等奖。</p>		

项目简介	<p>平原蓄水调节水库，丰蓄枯用，是解决水资源短缺问题的重要工程手段，对北方缺水地区区域经济发展、社会秩序稳定起着不可替代的重要作用。但目前我国平原水库病险率达到 35%以上，其中渗流、冲刷、低温是主要致灾因素。平原水库水损灾害难以遏制的重要原因在于对多种因素影响下的平原水库性能演化机理认识不足，缺乏系统的指导理论和方法，传统感知体系、辨识方法和诊断技术难以满足主动防控需求，面临巨大技术挑战。</p> <p>本项目以国家科技支撑计划、水利部“948”课题及水利部公益性行业科研项目等作为支撑，结合山东、新疆、内蒙古等省份的一批大中型平原水库工程，组织高校、科研院所、工程单位等数百名科研人员，历经十余年的联合技术攻关和工程实践，解决了平原水库水损病害动态感知和健康诊断方面的一系列技术难题，主要科技创新如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 突破了北方平原水库运行期性能演化机理的基础理论难题。首次系统揭示了围坝水损病害演化机理及灾变机制，建立了水损病害演化与表观特征的映射关系，建立了水损病害的多参量判别标准，为围坝水损病害识别提供了理论支撑。 2. 攻克了平原水库围坝水损病害的立体化检测及辨识难题。建立了“空-天-地”立体化水库水损病害智能检测体系，构建了“信息聚类—地物识别—噪声滤除—病损追踪”的水库围坝水损病害辨识体系，开发了平原水库渗流及变形全自动三维监测系统，实现了平原水库水损病害由表及里的立体化感知。 3. 解决了平原水库围坝水损状态综合评价难题。建立了围坝多源检测信息的时空耦合及匹配技术，构建了具有自学习能力的平原水库“表观检测-内部监测-综合诊断”的水损病害多层次模糊综合评价模型，研发了多源数据融合健康诊断系统，为平原水库性能保障提供了强有力的技术支撑。 <p>项目成果在我国山东、新疆、内蒙古、黑龙江等省份的水利基础设施工程成功推广应用，消除了大屯水库、双王城水库、大芦湖水库、明星水库等 20 余座大中型平原水库运行期病险隐患，产生经济效益达 3 亿以上。形成行业标准 1 项，授权国家发明专利 14 项、实用新型专利 11 项、软件著作权 8 项，出版专著 4 部、发表 SCI/EI 论文 26 篇，应邀作国际大会报告 4 次、国内学术报告 6 次，多次在国内召开学术和技术培训会，在山东、新疆等地建立了工程示范基地。有力促进了行业科技进步，扭转了我国平原水库被动防护局面，在平原水库安全防护领域起到了重要的引领作用。</p>
	<p>主要知识产权和标准规范等目录</p>

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）	发明专利（标准）有效状态
1	计算机软件著作权	平原水库健康诊断系统V1.0	中国	2017SR528400	2017-09-19	2113684	山东大学;水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院	山东大学;水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院	有效
2	论文	Experimental investigation of interfacial erosion on culvert-soil interface in earth dams	中国	Soils and Foundations	2019-06-01	10.1016/j.sandf.2019.02.004	山东大学	解全一; 刘健; 韩勃; 李红涛; 李昱莹; 姜贞强	有效
3	发明专利	一种监测土与结构接触面剪应变的传感器及方法	中国	ZL201710124213.9	2017-11-03	2680054	山东大学	刘健;解全一;万志;刘锐;李昱莹; 李红涛; 李选正	有效
4	标准	水库大坝安全评价导则	中国	SL258-2017	2017-1-9	中华人民共和国水利部	水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院; 水利部大坝安全管理中心	盛金保;彭雪辉;王昭升;邹鹰;骆少泽 ; 顾培英; 王健; 朱瑶; 谭界雄; 向衍; 龙智飞; 周克发; 刘成栋; 蒋金平; 张士辰; 李宏恩;	有效

								厉丹丹; 牛志伟; 孙玮 玮; 王晓航; 江超	
5	发明专利	一种基于参考平面的 移动测量系统中POS误 差补偿方法	中国	ZL201810183 853.1	2018-03-07	3665892	山东科技大学	石波; 张顺; 王跃; 张帆; 李丁硕; 宋世柱; 卢秀山; 阳凡林	有效
6	论文	A Positioning Error Compensation Method for a Mobile Measurement System Based on Plane Control	中国	Sensors	2020-01-4	10.3390/s20010294	山东科技大学	石波; 张帆; 阳凡林; 吕彦全; 张顺; 李国玉	有效
7	专著	水库大坝运行调度技 术	中国	978-7-5630- 4345-3	2019-10-01	河海大学出版社	水利部交通运输部国 家能源局南京水利科 学研究院	何勇军; 李铮; 许海峰; 李宏恩; 周宁	有效
8	论文	Experimental and Numerical Investigation of Bottom Outlet Leakage in Earth-Fill Dams	中国	Journal of Performance of Constructed Facilities	2019-04-5	10.1061/(ASCE)CF.19 43-5509.0001302	山东大学	解全一; 刘健, 韩勃; 李红涛; 李昱莹; 李选 正	有效
9		脉动齐鲁: 南水北调工	中国	978-7-5170-	2014-06-01	中国水利水电出版社	山东省南水北调工程	孙义福; 罗辉; 于福春;	有效

	专著	程 工程技术卷		2183-4			建设管理局；南水北调东线山东干线有限责任公司	瞿潇；李永顺；常青；张林；王昊；刘霞；桑国庆；焦瑾玲；瞿雯	
10	实用新型专利权	一种土冻胀率测试仪	中国	ZL201520628467.0	2015-12-30	4889404	山东农业大学	刘福胜；王华敬；高明耀；卢少利；郑如岩；王翠娟；唐飞	有效

主要完成人情况

位次	姓名	行政职务	技术职务	工作单位	完成单位	对本项目贡献
1	刘健	人事部部长、人才工作办公室主任、学院党委书记	教授	山东大学	山东大学	<p>创新点 1、2、3 的主要完成人，国家科技支撑计划“南水北调平原水库运行期健康诊断及防护技术与示范”课题负责人，对创新点 1、2、3 作出了重要贡献：</p> <p>创新点 1 中揭示了不同诱因围坝渗漏水多元信息演化模式，建立了薄弱面渗流平衡条件、失稳临界条件及颗粒流失启动条件，提出了适用于波浪冲刷作用模拟的 CFD-FEM 耦合计算方法，揭示了平原水库护坡冲刷灾变机制和演化规律。</p> <p>创新点 2 中建立了“空-天-地”立体化水库水损病害智能检测体系，开发了水损病险区域高精度机器视觉实时监控系統，研发了平原水库渗流及变形全自动三维监测系统。</p> <p>创新点 3 中系统融合了监测数据、病险监控数据及巡查数据，搭建了平原水库综合智能诊断系统。</p>

2	韩勃	副院长	教授	山东大学	山东大学	<p>创新点 1 和 3 的主要完成人，揭示了平原水库围坝薄弱面灾变机理，研究了平原水库健康诊断多源数据融合方法，对创新点 1 和 3 作出了如下贡献：</p> <p>创新点 1 中开发了渗漏演化“变形-冲蚀-破坏”全过程的模拟方法，发现了围坝薄弱面颗粒流失搬移模式，建立了多参量薄弱面渗流破坏识别方法。</p> <p>创新点 3 中基于现代通讯技术与系统网络集成技术，提出了平原水库多源数据的融合方法，协助搭建了多源数据融合健康诊断系统。</p>
3	李宏恩	室主任	教授级高工	水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院	水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院	<p>创新点 2 和 3 的主要完成人，研究了平原水库诊断指标体系及三维变形监测技术，对创新点 2 和 3 作出了如下贡献：</p> <p>创新点 2 中基于 GPS、GLONASS 及北斗卫星系统，提出了基于多星解算定位方法和时间平滑算法的水库变形监测方法，结合激光三维变形监测技术，建立了水库变形三维监测体系，</p> <p>创新点 3 中提出了平原水库围坝安全影响因素综合评价指标的选取原则，建立了平原水库围坝健康评价指标体系。</p>
4	何勇军	所总工	教授级高工	水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院	水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院	<p>创新点 2 和 3 的主要完成人，对创新点 2 和 3 作出了如下贡献：</p> <p>创新点 2 中提出了水库围坝变形指标分级量化预警方法，建立了水库围坝变形三维实时监控与预警系统。</p> <p>创新点 3 中构建了平原水库围坝安全多层次模糊综合评价模型，提出了平原水库围坝运行期健康综合诊断方法，协助搭建了综合健康诊断系统。</p>

5	石波	无	副教授	山东科技大学	山东科技大学	<p>创新点 2 的主要完成人，对创新点 2 作出了如下贡献：</p> <p>创新点 2 中开发了适用于平原水库围坝病害测量的无人机扫描路径规划技术，通过优化多检测传感器空间位姿关系配置，开发了适用于水库测量的多机器视觉技术集成架构及时间同步方法，建立了适用于平原水库围坝水损病害特征信息获取的一体化移动测量技术。</p>
6	王昊	副处长	高级工程师	山东省水利厅	南水北调东线山东干线有限责任公司	<p>创新点 2 的主要参与人，对创新点 2 作出了如下贡献：</p> <p>创新点 2 中协助建立了水损病害区域高精度机器视觉实时监控系统，推广项目研发成果应用于山东省多项平原水库工程。在现场应用的基础上，参与撰写专著《脉动齐鲁：南水北调工程 工程技术卷》。</p>
7	解全一	无	博士后	山东大学	山东大学	<p>创新点 1 和 3 的主要参与人，对创新点 1 和 3 作出了如下贡献：</p> <p>创新点 1 中协助发明了适用于围坝及薄弱面模拟的新型相似材料及其试验方法，开展了薄弱面渗透失稳的相似模拟实验，还原了薄弱面渗流冲刷演化过程。</p> <p>创新点 3 中协助完成了光纤测温模型试验及现场试验，建立了平原水库渗流“全局分布监测-局部精细监控”的围坝渗流监测方法。</p>
8	田茂志	研发中心 主任	高级工程师	山东省水利工程局有限公司	山东省水利工程局有限公司	<p>创新点 2 的主要参与人，对创新点 2 作出了如下贡献：</p> <p>创新点 2 中协助建立了立体化水库水损病害智能检测体系，将水库水损病害立体化感知技术推广应用于黑龙江干流堤防工程、翁牛特旗乌丹镇少郎河综合治理工程、小清河防洪综合治理工程、甘肃省引洮供水配套工程等工程。</p>
9	刘福胜	无	教授	山东农业大学	山东农业大学	<p>创新点 1 的主要参与人，对创新点 1 作出了如下贡献：</p> <p>创新点 1 中建立了负温条件下筑坝土“水-温-力”以及混凝土护坡“温</p>

						度-应力-损伤”耦合模型，揭示了筑坝土冻胀和混凝土砌块冻融破坏机理，建立了基于表观特征的平原水库冻融冻胀致灾判别指标与分级标准。
--	--	--	--	--	--	--

主要完成单位

山东大学，水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院，山东科技大学，南水北调东线山东干线有限责任公司，山东农业大学，山东省水利工程局有限公司