附件1

防汛抢险急需技术装备揭榜攻关

评审结果

一、巡堤查险技术装备

（一）车载堤防险情隐患快速探测成套技术装备

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **牵头单位** | **参与单位** | **项目简介** |
| 1 | 中国科学院空天信息创新研究院 | 北京市水科学技术研究院、中国科学院大学、湖北帕菲特工程机械有限公司、中国安能集团第二工程局有限公司、中国地震应急搜救中心、北京市水科学技术研究院 | 重点突破堤防内部隐患探测机理分析、堤防内部隐患探地雷达探测技术、堤防内部隐患瞬变探测技术、数据处理与目标智能化识别算法、车载平台改装与系统集成技术等；研制车载堤防内部隐患探测装备，含探地雷达、瞬变电磁、激光雷达、大数据处理平台及险情预警软件等各一套，实现0到100m深度范围内堤防内部隐患的快速高精度探测，并开展示范应用；最后构建车载堤防险情隐患快速探测装备综合效能测试评价体系，为探测装备实战应用提供指导依据。 |
| 2 | 应急管理部国家安全科学与工程研究院 | 中国矿业大学（北京）、应急管理部信息研究院、中国水利水电科学研究院、中国安能集团第三工程局有限公司、长沙中联消防机械有限公司、石家庄煤矿机械有限责任公司、中矿华安能源科技（北京）公司、中科云谷科技有限公司、中安国泰（北京）科技发展有限公司、长江地球物理探测（武汉）有限公司、水利部水工金属结构质量检测中心 | 针对堤防内部的空洞、蚁穴、管涌通道、局部不密实、堤坡变形等隐患，选择适合堤顶或坡脚下行驶的车载平台，集成探地雷达、边坡雷达等仪器设备，研发海量探测数据实时传输、分析处理算法和险情预警软件，实现堤防变形和相关参数自动探测、失稳险情智能化识别。项目研制的车载堤防险情隐患快速探测成套技术装备探测速度不小于10公里/小时，探测深度不浅于30米，堤坝坡面变形隐患监测距离1公里，在典型堤防段开展工程示范，堤防内部险情隐患识别准确率达到80%。 |
| 3 | 水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院 | 应急管理部通信信息中心、重庆大学  江苏省防汛防旱抢险中心、南京莱斯信息技术股份有限公司、广州市中海达测绘仪器有限公司、中电科（青岛）电波技术有限公司、上海艾都能源科技有限公司、深圳市赛盈地脉技术有限公司、南水北调东线江苏水源有限责任公司宿迁分公司 | 以“堤防险情探测3-2-1”为总体思路开展研究。  “3”是三项基础理论与方法：围绕隐患辨识新理论、状态感知新方法与数据通信新模式，开展关键技术攻关，提高隐患识别准确度。  “2”是两项支撑平台：研发搭载探测装备的全地形车载平台和险情实时评估预警的软件平台，攻克汛期巡堤查险速度慢、险情评估预警不准确的难题。  “1”是一项堤防应用示范工程：依托南水北调东线工程的典型新旧堤防，开展技术装备验证和工程示范并推广至全国堤防。  项目预期形成完全自主知识产权的车载堤防险情隐患快速探测成套技术装备，实现堤防日常“体检”精准便捷、度汛等严峻环境时期巡查高效可靠。 |
| 4 | 内蒙古第一机械集团股份有限公司 | 湖南大学、中国人民武装警察部队研究院、黑龙江省森林消防总队 | 创新提出“全域查险”概念，采用“平台+模块”设计理念，依托“电传动轻型两栖高机动履带底盘”平台，研发两栖查险机器人、两栖高机动查险车（有人驾驶）和数据处理方舱、发电充电拖车等配套装备器材，搭载热成像仪、探地雷达、激光雷达、瞬变电磁仪、多波束声纳等先进探测设备，形成车载堤防险情隐患快速探测成套技术装备（系统），实现覆盖堤防水上、水下及河道、溃口的全域查险能力，兼具水上搜救、两栖运输等功能。拟研系统允许用户自主选择配置，具有功能丰富、能力全面、配置灵活、使用维护成本低等突出特点。 |

（二）基于仿生机器狗的堤防险情巡查成套技术装备

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **牵头单位** | **参与单位** | **项目简介** |
| 1 | 应急管理部信息研究院 | 中国北方车辆研究所、西安电子科技大学、北京东平联祥科技有限公司、西安嘉业航空科技有限公司、水利部长江勘测技术研究所 | 针对河道堤防、渠坡、大坝巡检查险面临的散浸、管涌、滑坡、跌窝等堤坝险情自动化识别难题，研制搭载光学、力学和温度等模块化载荷的四足仿生机器人，构建多机器人集群式综合巡查系统，主要研究内容如下：  1.复杂环境行走的机器人研究：机器人平台、自主路径规划、运动控制、多业务通信等；  2.机器人集群研究：指控方舱、指控及显控平台、集群组网通信等；  3.险情智能识别与探测研究：基于多传感器信息融合的险情智能聚类模型、险情判别准则；  4.险情智能预警软件平台研究：包括预警软件平台架构、险情智能预警模式、险情智能识别软件模块；  5.系统应用验证测试：包括系统总体集成及实验室测试、堤坝现场试验及系统优化等。 |
| 2 | 迪威弗智能装备集团有限公司 | 电子科技大学、德鲁动力科技（成都）有限公司、遂宁市消防救援支队 | 可实现渗漏、管涌、滑坡、塌陷等常见险情的自动识别，有效代替传统人工巡堤查险，具体通过如下技术实现：  1.运用堤坝险情智能识别和感知技术，基于图形、温度场、力学传感变化等多元传感数据对险情智能识别；  2.运用多传感器融合的机器人自主定位导航技术，构建基于3D导航激光、IMU、深度相机、GNSS等多传感器定位导航系统，并结合人工智能算法，为机器狗提供高可靠、高精度的定位导航信息；  3.运用四足机器人地形感知、质心与足端的运动轨迹规划及自适应正则化模型预测控制技术，使四足机器人可以稳定穿越各种复杂地形。 |
| 3 | 哈尔滨工业大学 | 哈尔滨工业大学重庆研究院、长江水利委员会长江科学院、水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院、中国科学院武汉岩土力学研究所、三峡大学、山东建筑大学、清华大学、同济大学、黑龙江大学、青岛理工大学、东南大学、哈工大机器人（合肥）国际创新研究院、南京理工大学、杭州云深处科技有限公司、杭州宇树科技有限公司、合肥哈工轩辕智能科技有限公司、中国长江三峡集团有限公司、国水利水电第一工程局有限公司、中国安能集团第三工程局有限公司、中交第四航务工程勘察设计院有限公司、中国铁建港航局集团有限公司、中铁十七局集团有限公司 | 面向我国重大基础设施巡堤查险的实战需求，围绕基于仿生机器狗的堤防险情巡查成套技术装备重点任务开展科研攻关、应用示范，针对自动巡检技术与装备、视觉跟踪技术与装备、监测先进技术与装备、诊断分析理论与方法等核心科技问题，采用理论分析、数值模拟、室内试验与现场监测等相结合的研究手段，在分析理论、技术方法、关键技术、仪器装备、应用示范与技术服务、仪器装备产业化等方面取得重大突破，致力形成复杂环境下仿生机器狗运动控制与视觉跟踪技术和重大工程堤防险情巡查实时监测与健康诊断技术两大核心技术群，显著提升渗漏、管涌、滑坡、塌陷等常见险情自动识别与防范科技支撑能力，推动关键技术、仪器装备等标准化、产品化、产业化。 |

（三）堤防险情隐患快速巡查空中成套技术装备

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **牵头单位** | **参与单位** | **项目简介** |
| 1 | 应急管理部国家自然灾害防治研究院 | 中国科学院地理科学与资源研究所、中国航空工业集团公司雷华电子技术研究所、千寻位置网络有限公司、北京北龙青云软件有限公司、成都纵横大鹏无人机科技有限公司、泰瑞数创科技（北京）有限公司、中电科翌智航（重庆）科技有限公司、江西省应急管理科学研究院 | 首先，立足于堤防险情隐患形成机理与动力学过程实验观测，获取关键特征指标及阈值，为技术装备研发提供理论依据；其次，在防风、防尘、防水，高载荷、高速度、长巡航、轻型便携等方面进行技术攻关，打造适合复杂恶劣环境应用的堤防大范围快速巡查无人机平台；研发高精度、高集成、轻量化的机载可见光、红外、雷达等传感器硬件，及海量数据实时传输与快速集成融合技术系统；研发堤防险情隐患人工智能快速辨识算法与三维可视化预警软件系统；最后，通过软硬件系统集成，形成可广泛推广应用的技术装备产品，实现对堤防险情隐患大范围高精度快速巡查。 |
| 2 | 武汉兴图新科电子股份有限公司 | 长江水利委员会长科院、湖北电鹰科技有限公司、长江水利委员会长科院 | 无人机堤防险情隐患快速巡查系统由软件及大数据处理平台、无人机巡检系统硬件平台、图数传输模块组成。软件及大数据处理平台是整个检测系统的核心，由视频流预处理模块，基于深度学习的检测与识别模块，基于机器学习的检测与识别模块，信息融合模块，可信度模块，云平台、训练中心等模块组成。无人机数据采集硬件平台主要依托无人机进行堤防巡检数据采集，提供光电吊舱、合成孔径雷达、探照灯等多种设备以供选择。图数传输模块则支持无人机通过4G、5G、自组网等多种方式进行图像视频信息及遥测遥控信息传输 。  拟解决的四大关键技术问题和攻关目标：长续航、大载重、抗风能力强、防护等级高的无人机平台研发、轻量化的可见光、红外、雷达等多波段融合技术载荷实现、符合要求的提防滑坡、塌窝、裂缝、积水、管涌、渗漏险情自动检测与识别算法的研发、符合要求的大数据处理平台及险情对比动态数据库的建立。 |
| 3 | 中国科学院西北生态环境资源研究院 | 兰州大学、甘肃大禹九洲空间信息科技有限公司、甘肃长丰科技发展有限公司、武汉大学、长江水利委员会长江科学院、黄河水利委员会黄河水利科学研究院、中国人民解放军32016部队、西安706研究所、中国科学院计算机网络信息中心 | 采用双云台支架搭载激光雷达和多光谱传感器，研制快速巡查的无人机空中成套技术装备。收集和监测险情隐患7000张以上图片，作为机器学习训练数据集，并建立堤防险情隐患数据分类分级标准和规范；实现多传感器之间的集成和联动，通过机器视觉技术感知堤防险情隐患，人工智能认知险情隐患的关键要素，实现其自动提取、识别与分类；多传感器反演解决同物异谱、异物同谱等难题。无人机和地面车载平台结合，实现海量数据的即时传输、图像自动拼接、智能解译、预测预警等功能。提升无人机的抗风防水、巡航时间等物理性能，降低漏检率和误检率，形成险情隐患对比动态数据库。测试、验证、改进、应用空中成套技术装备，形成商品进行推广应用。 |
| 4 | 水利部南京水利水文自动化研究所 | 水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院、西安电子科技大学、江苏南水科技有限公司、中航金城无人系统有限公司、江苏省防汛防旱抢险中心、长江水利委员会水文局长江下游水文水资源勘测局 | 基于可见光、热红外和合成孔径雷达多源传感器对采集的不同尺度图像进行实时有效的配准、融合及拼接，突出可见光图像颜色、轮廓及边缘细节特征，同时保留热红外的亮度信息，为高效率、高精度的目标分类及目标识别奠定了基础；基于机器视觉及机器学习，深入分析在不同时间段、不同拍摄距离、不通拍摄视角及不同飞行速度下塌陷、滑坡、积水、管涌及渗漏等目标的不同特征，结合大气温度、库水温度及位置信息，构建自动分析、辨识的堤防险情隐患检测技术模型，实现对堤防大范围高精度快速巡查；通过数值模拟及试验研究，综合考虑大气温度、库水温度、光照状态及堤坝表面覆盖情况，揭示内水外渗的水温变化规律及渗漏水温度场分布的本质特征，结合堤防典型分布特征，制定实用高效的堤坝渗漏现场检测方案。 |
| 5 | 应急管理部上海消防研究所 | 南京航空航天大学、中南大学、广东中科瑞泰智能科技有限公司、湖南正申科技有限公司、上海狮尾智能化科技有限公司、黑龙江省消防救援总队、浙江省消防救援总队 | 系统开展无人机平台及光学吊舱研制、雷达系统研制及高精度成像算法研究、大数据平台建设及数据处理技术研发等攻关工作，着力解决无人机系统、机载可见光与红外光学吊舱、机载合成孔径与激光雷达吊舱、大数据处理等方面的关键技术，并面向防汛抢险实战开展应用示范。目前，申报联合体已拥有能满足任务及目标要求的无人机平台产品、多波段融合技术载荷、大数据处理技术、场景验证技术，也取得了一定的巡堤查险真实数据和实战经验，并将进一步利用自身技术与体制优势，确保堤防险情隐患快速巡查空中成套技术装备攻关任务和预期目标高质量完成，同时能够更好地支撑国家综合性消防救援队伍在防汛抢险工作中发挥应急救援“主力军、国家队”作用。 |

二、堤防溃口快速封堵关键技术装备

（一）基于流体力学的溃口封堵关键技术装备

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **牵头单位** | **参与单位** | **项目简介** |
| 1 | 水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院 | 安徽瑞迪工程科技有限公司、江苏省水旱灾害防御调度指挥中心 | 首先从溃口水流的时空动力特征角度开展研究，探究不同溃口形态、溃口水头、溃口宽度等边界条件下强紊动水流的动力作用机制；其次基于溃口水流的流体力学特性，设计多面、异形透水棱体，进行适应“急水流（6~8m/s流速）、大水深（10m左右水深）”的透水棱体体型和大型堵口土工包材料结构研发，对比不同堵口料体的抗冲性能，获取堵料下落曲线、水下稳定性等指标参数；再次根据溃口紊动、流速分区，研制适于进占或平台辅助施工的快速植桩构件定型产品；最后进行装备、堵件预制和生产，形成完备的施工工艺和堵口施工方案，并在省级防汛抢险训练场中针对典型溃口情境进行现场实际演练，联合水、陆、空立体投放模式验证堵口高效实施方案。 |
| 2 | 河海大学 | 江苏徐工工程机械研究院有限公司、中国安能集团第二工程局有限公司 | 充分考虑堤防溃口部位的“高水深，高流速”水力与恶劣的抢险作业条件，研发水力稳定的快速组装式土工袋透水棱体结构，结构件在非汛期存储便利，同时以土工袋取代棱体内块石，解决溃口抢险现场石料缺乏的普遍难题；在本研发团队大型加筋土工袋产品及施工装备的基础上，基于流体力学模拟，研发大型堵口土工袋，拟达到规格可调、抛投方式可选、袋体强度可靠的技术指标，形成考虑装袋、运输、抛投的系统施工工法；研发适用于高速水流条件的宽叶螺旋桩构件与施工装备，用以保障溃口进占封堵施工安全。 |
| 3 | 江苏远卓地下工程技术有限公司 | 南京工业大学、南京经略复合材料有限公司、淮安市水利局 | 采用组合式钢桁架+快速水陆振冲式植桩+可充填式土管袋+抛填式吨袋组合技术：  1.钢桁架：为溃口封堵的结构受力骨架，采用组合式轻质高强桁架，桁架结构可定制现场拼装，尺寸和强度可根据溃口大小和深度确定，钢桁架可通过平推或者吊装方式运送到溃口地带。  2.植桩：为钢桁架的位置固定的支撑措施，场地允许大型进入的采用振冲式打桩设备，桩基选用满足技术强度和刚度要求的组合式空心钢管桩。  3.土管袋：为溃口封堵的主体充填材料，采用高韧聚丙烯纱线编织而成的具有高过滤性能的管状结构的大型可快速充填袋体。 |

（二）圩堤远程控制智能打桩处置关键技术装备

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **牵头单位** | **参与单位** | **项目简介** |
| 1 | 山河智能装备股份有限公司 | 中南大学、中国人民武装警察部队研究院、水电水利规划设计总院、武警第二机动总队交通第一支队 | 采用桩上端固定行走方式，即打桩机利用已成桩做基础，成一根桩，前移一个桩位，连续成桩，最终形成完整连续的桩墙，实现封堵作业。为了加快施工效率，打桩机采用轮式行走，无线遥控操作。为减少施工占地面积，不影响其他并行工作，打桩机自带吊桩起重机，不需要额外的起重机械配合。打桩机可搭载多种工作装置，松软地层，可采用振动下桩，工作效率高，遇到较为坚硬的地层则采用回转切削下桩。  结合北斗卫星定位系统，智能化路径规划系统，无人机三维扫描技术，设备自检技术等先进的智能化综合应用，该方案可实现自动规划桩位，远程控制等智能化施工。 |
| 2 | 中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司 | 东南大学、河北五星电力设备有限公司、中国安能集团第三工程局有限公司 | 采用无人机非接触测量和图像识别理论得到溃口水文信息，对施工过程进行快速仿真模拟，形成“人-机-空”多桩施工智能规划系统。结合北斗卫星和人工智能机器视觉进行高精度打桩定位和辅助对桩，采用混合反馈对打桩过程进行精确控制，形成远距离智能控制快速垂直打桩成套技术装备。针对溃口复杂施工环境，对打桩机、钢管桩、连接装置进行优化设计，形成新型圩堤溃口打桩辅助移动平台和重型钢桩坝桩陈列平台锚定系统。采用高阻尼粘弹性减震技术对桩机、桩锤以及安装的传感器等精密设备进性减震，通过优化设计使得减震效果达到最优。根据图像深度信息形成点云数据，推导出适用于应急抢险的快速响应溃决计算模型，快速评估溃决后下游淹没风险，形成圩堤渗漏和溃口现场态势推演系统和应急调控平台。搭建制桩、插桩、打桩一体化的圩堤溃口封堵抢险模拟试验场和测试平台，从人员数量、打桩速率、精度等方面和传统作业方式进行对比，全面评估圩堤智能打桩新技术的先进性和有效性。 |
| 3 | 黄河水利委员会黄河水利科学研究院 | 华北水利水电大学、黄河水利委员会黄河机械有限责任公司、黄河水利委员会山东黄河河务局 | 基于静压植桩工法开发快速垂直打桩成套技术装备，并利用人工智能和北斗导航技术开发具有自主控制、远程遥控和人工操作等多种操作模式的桩机智能控制系统；基于数字孪生技术开发智慧施工辅助管理系统，实现远程施工过程状态监控及智能规划；并构建虚拟仿真试验与物理样机试验相结合的制桩、插桩、打桩一体化圩堤溃口封堵抢险模拟试验与测试平台。通过产学研用联合攻关，突破5项关键技术，形成一套具有自主知识产权的圩堤智能打桩处置关键技术装备，并在实践中实现示范应用，打破国内圩堤渗漏、溃口封堵过程存在的机械化、自动化、智能化程度低的困局。 |

（三）基于水上动力作业平台的溃口封堵成套技术装备

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **牵头单位** | **参与单位** | **项目简介** |
| 1 | 中国安能建设集团有限公司 | 国家自然灾害防治研究院、中国消防救援学院、中国船舶重工集团应急预警与救援装备股份有限公司和中国安能集团第二工程局有限公司 | 在现有水域抢险多用途组合平台和遥控多用途挖掘机的基础上，辅以水动力模拟、流固耦合模拟、三维仿真和现场实地验证的方式进行科研攻关，总结凝练唱凯堤、鄱阳圩堤、河南卫河决口封堵等三十余次决口封堵的实战经验和技术，分析大江大河圩堤决口封堵的技术需求，通过理论研究与实验验证，不断地改进优化，以满足项目要求的技术指标，完成科研攻关。 |
| 2 | 芜湖造船厂有限公司 | 湖南大学、上海海事大学、应急管理部上海消防研究所、中国地震应急搜救中心 | 以多功能浮箱和水陆两栖门桥型号产品为基础，采用模块化拼装、动力定位DP技术，形成水上动力舟桥装备，实现连岸码头搭建、水上物质装备过驳、浮箱组拼决口封堵功能；采用分流传动耦合、车船一体化、自组网遥控、属具机电液全自动快速切换等技术，形成远程无人操控水陆两栖多功能封堵装备，实现水上决口封堵、顶推作业，土方作业等功能；研究制定溃口封堵技术导则和施工工法，形成溃口封堵及安全保障成套技术和配套堵口施工工艺。 |