

“十四五”国家重点研发计划“重大自然灾害防控与公共安全”重点专项 2021 年度项目申报指南

(征求意见稿)

国家重点研发计划启动实施“重大自然灾害防控与公共安全”重点专项。本重点专项总体目标：按照“突发公共事件应急能力显著增强，自然灾害防御水平明显提升，发展安全保障更加有力”发展目标要求，在重大自然灾害监测预警与风险防控、安全生产风险监测预警与事故防控、处置救援装备与综合支撑技术等方面开展基础研究、技术攻关、装备研制和应用示范，实现重大自然灾害与公共安全事件精准监测、精确预警、精细防控、高效救援，支撑“平安中国”战略实施。

本专项执行期从 2021 年至 2025 年。按照分步实施、重点突出原则，2021 年拟在特大洪涝干旱、森林草原火灾、大规模地质灾害、特大地震、极端气象灾害、灾害链等监测预警与风险防控，危险化学品与化工园区、矿山、城市建设、道路与交通运输、城市消防、特种设备、重大基础设施等风险监测预警与事故防控，以及灾害事故现场保障、抢险救援、生命救护等关键技术与装备等方面启动 29 个研究任务。

1. 特大洪涝干旱灾害精准监测与风险防范技术与装备

1.1 长江下游洪涝灾害集成调控与应急除险技术装备

研究内容：研究长江下游跨地区防洪除涝标准协同设计方法

与技术；开发沿海沿江潮位与区域洪涝灾情灾害集成监测预报技术，构建洪涝灾害多元信息智能分析平台，建立工程体系集成调控系统；研究蓄滞洪区布局调整、抗灾设施优化、分类管理运用的综合模式及保障机制；构建流域及区域洪涝灾害社会化管控与全景分析平台，并进行业务化应用；研发堤防渗漏险情精确定位探测装备、高性能快速处置装置和材料，并进行示范应用。

考核指标：提出跨地区防洪除涝标准协同设计技术指南，并得到行业主管部门认可；开发长江下游洪涝及灾情监测技术和灾害多元信息分析平台，洪涝淹没范围监测误差低于 10%；开发流域洪涝集成预报与调控模型，综合预报精度不低于 80%；形成蓄滞洪区分类管运技术指南，并得到行业主管部门认可；研发堤防渗漏险情定位探测装备，渗漏定位 100km 长堤段误差 10m 以内；研发堤防渗漏快速处置新材料，固化时间在 30min 以内；建立流域洪涝灾害社会化管控与全景分析平台，纳入长三角一体化发展核心示范区、巢湖流域、滁河流域和里下河 4 个典型地区防汛指挥系统、实现业务化应用，洪涝应急响应时间提前 3~6 小时、灾害损失降低 10%。

1.2 特大干旱精准诊断与应急水源智慧调度技术装备

研究内容：研究大深度土壤水分监测原理，研制大范围大深度土壤水分连续精准监测装备；研究侯、旬和月尺度来水与需水精准预测预报技术；研究特大干旱诊断标准，开发特大干旱精准

诊断与风险评估技术；研究区域抗旱水源配置技术，研发江河湖库和地下水旱限（警）水位确定技术；开发面向特大干旱应对的水利工程群应急调度系统，并实现业务化应用。

考核指标：土壤水分监测装备的监测范围不小于 10 万 km²，监测深度不小于 1m，空间分辨率不低于 10m×10m，时间分辨率不低于 1h，土壤水分监测精度不低于 90%，连续示范应用不低于 6 个月；侯、旬和月尺度来水与需水预测预报精度分别不低于 95%、90%和 85%；提出特大干旱诊断标准，并通过行业主管部门的技术审查；提出抗旱水源配置技术导则，并得到行业主管部门的批准；提出江河湖库和地下水旱限（警）确定技术导则及业务系统，并在 2 个以上的省级行政区域得到示范应用；面向特大干旱应对的水利工程群应急调度系统，需在省级行业主管部门得到业务化应用。

1.3 高坝深埋病害精准诊断与可视化除险技术装备

研究内容：研究高土石坝变形和灾变全过程模拟技术；研究高土石坝深埋病害探测原理，开发无损探测与智慧诊断技术装备；研发高混凝土坝无损隐性裂缝智能定位技术与裂缝参数跟踪检测装备；研发梯级水库群场景下 300m 级水头高坝大库高效安全应急放空技术；研究高土石坝深埋病害应急除险加固材料与装备；研究高混凝土坝隐性裂缝快速修复材料与装备；开展 3-5 个重大工程示范应用。

考核指标：高土石坝沉降预测误差 $<5\%$ ，水平位移预测误差 $<10\%$ ；高土石坝病害无损探测深度 $>50\text{m}$ ，首次定位误差 $<3\%$ ，最终定位误差 $<1\%$ ，实现深埋病害的可视化修复，修复后强度不低于原设计指标；高混凝土坝隐性裂缝无损探测首次定位误差 $<0.3\text{m}$ ，最终定位误差 $<0.1\text{m}$ ，裂缝深度检测误差 $<0.1\text{m}$ ，修复后3天强度不低于原设计指标；300m级水头高坝大库库容放空率 $>60\%$ ，枯水期平均放空效率 $>5\text{m/d}$ 。

2. 森林草原火灾监测预警关键技术与装备

2.1 全天候多模式森林火险监测预报与火灾早期精准探测技术

研究内容：研究森林可燃物类型、垂直分层植被含水量及可燃物载量的大范围观测与遥感反演方法，建立综合天气预报和气候预测的火灾气象因子与可燃物特性信息反演方法，构建适用于多时空粒度的森林火险监测与预报技术；研究森林多类型火灾早期特征感知识别技术，研发森林火灾大范围远距离全天候早期探测装备；研究林火初期自主侦察、精准定位技术，研发临近空间森林火灾浮空监测装置与森林火灾多维信息地基传感器；建立基于天-临-空-地多平台数据，综合地理信息、遥感影像处理、远程视频监控、微传感器网络及无人监测技术的森林火灾协同监测体系和监测预警系统；开展典型高风险林区火灾监测预警工程示范应用研究。

考核指标：构建天-临-空-地多模式集成的大范围全天候森林火灾监测体系和监测预警系统 1 套，研制全天候早期探测成套装备 1 套；建立 5-7 天尺度和月尺度的火灾风险评估体系，预报未来一周的每日火灾风险；森林火灾多维信息地基传感器具备烟、温探测和抗水雾、灰尘干扰能力，节点不低于 100 个，具备不低于 10 跳自组网能力，单组探测/监测范围不小于 80km²；临近空间森林火灾浮空监测装置具备高度不低于 20km、载荷不低于 500kg 的飞行能力；建立不少于 5 项监测预警算法，森林火灾可靠预警范围≥100km²（单一站点），具备烟火识别能力，抗水雾、灰尘干扰，探测林火尺度≤2.5m²；实现全自主、无人化火情预警侦察和监测，满足-40℃~80℃，海拔-200~2500m 工况环境适应性要求；申请发明专利不少于 5 项，制修订标准不少于 1 项，在不少于 2 个火灾高风险林区开展示范应用。

3. 大规模地质灾害精准监测与防控技术装备

3.1 广域重大地质灾害隐患综合遥感识别技术研发

研究内容：研究揭示多因素多尺度耦合下的山体形变特征，研究建立重大山体崩塌、滑坡危险源识别指标；研发高覆盖度隐患早期识别的综合遥感技术方法；论证优化国产 SAR 卫星的山体形变观测应用指标；研究西部山区地质灾害隐患智能识别方法；研发时空信息协同的工程化处理与智能化检测技术；研发隐患自动识别技术平台；研究建立重大滑坡风险精细调查评价技术标准。

考核指标：复杂山区重大地质灾害隐患早期识别指标体系 1 套，实现西南易发区山区业务化应用；突破广域灾害隐患智能识别技术，不少于 2 项；建立西部山区隐患识别技术平台 1 套，基于遥感图谱特征的识别准确度不低于 70%，实现形变集中区自动探测精度不低于 80%，完成 3 类地区综合识别与实地验证，正确率不低于 50%；提出面向地质灾害隐患早期识别的国产 SAR 卫星观测技术指标 1 套；制定高易发区灾害隐患早期识别与风险精细调查相关技术标准不少于 2 项，申请发明专利 7 项。

有关说明：由自然资源部组织申报。

3.2 复杂山区地质灾害监测预警北斗集成系统研发

研究内容：论证 BDS 三代卫星导航技术在复杂山区地质灾害监测预警场景的应用指标，研制更低功耗的高精度自适应多参数 GNSS 智能终端；研制抛撒式监测预警集成技术装备系统；研究高易发区国家-省-市多级 CORS 站网布设优化技术；研究 BDS 三频高采样率观测数据快速精密基线解算、组网平差、虚拟静态化滤波技术，实现地/星基增强定位和位移计算软件与服务；研究 GNSS 与 MEMS 的数据融合技术，实现极端工况基于 MEMS 唤醒的多参数验证预警机制；构建单机和多机自组网条件下地质灾害自适应预警模型和判据；建设基于 BDS 三代的 GNSS 与 MEMS 集成组网的监测预警云技术平台，实现全天候远程预警与协同响应。

考核指标：滑坡崩塌自适应多参数北斗 GNSS 智能终端，集成 MEMS，采样能力不小于 20Hz，数据完整率大于 95%；基于 BDS 三代的智能 GNSS 终端功耗低于 0.8W，自组网容量 50 点以上，覆盖范围 2km 以上；抛撒式 GNSS 监测技术装置总重量小于 10kg；BDS 集成监测预警布网技术优于 200km²/个；基于地/星基增强差分技术的 GNSS 终端实现单站毫米级静态位移解算，初始化时间优于 10min；研发基于自由组网的高精度 GNSS 解算软件系统，形成滑坡崩塌监测预警北斗集成系统，实现业务化应用；制定相关标准 2 项；申请发明专利 7 项。

有关说明：由企业牵头申报，其他经费（包括地方财政经费、单位出资及社会渠道等）和中央财政经费比例至少要达到 1:2。

4. 特大地震灾害监测预测预警与风险防控技术与装备

4.1 川滇地区活动断裂公共模型与大震危险性研究

研究内容：围绕中国地震科学实验场区活动地块复杂断裂系统和介质物性不均一性对强震的控制作用，综合研究活动地块主要边界断裂带和地块内部次级活动地块边界断裂带精细结构，构建川滇地区三维断裂公共模型；发展百万年（Ma）-千年（ka）断裂活动时代判定技术，揭示断裂地质演化历史、活动习性与大震活动模式；分析断裂带摩擦滑动稳定性与岩石物性分布，揭示大震发生的环境条件和力学机制；基于三维断裂模型和介质物性参数分布、大震破裂迁移规律，结合断裂系现今运动变形状态，

构建川滇地区四维地震构造动态演化模型；综合分析大震孕震环境和发生机理，判定大震危险区域和主要断裂。

考核指标：给出川滇地区三维活动断裂精细结构公共模型，其中主要断裂地表定位精度优于 50m，三维控制节点 5km 以内；形成至少 5 种断裂活动年代判定技术以及相关技术方案，其中年龄误差晚更新世以来小于 10%，第四纪以来 15-20%，给出主要活动断裂带演化历史、运动学参数及大震复发模型；形成岩石物性参数获取方法，给出主要断裂带滑动稳定性与岩石物性分布，其中岩石强度精度优于 10MPa，弹性波速精度优于 0.3km/s，岩石强度各向异性精度优于 10%，波速各向异性精度优于 5%；给出四维地震构造动态演化模型，时间演化尺度百万年-数十年，并形成相关建模技术规程；揭示断裂系相互作用与大震发生机理，给出大震危险区域和主要断裂判定结果。

有关说明：由中国地震局组织申报。

4.2 基于大数据和人工智能的地震监测预测技术研究

研究内容：基于国家防震减灾监测预测业务产生的海量地震观测数据，以中国地震科学实验场为研究区，研发基于人工智能的地震实时检测、数据产出和预测预报技术。研发地震实时检测、定位、震源参数实时测定、余震序列自动处理和预测，以及与中强地震孕育相关的特殊信号识别和提取的人工智能技术，实现地震的秒级检测、定位和分钟级震源参数测定的能力。利用大数据

优势和人工智能技术,发展震源和介质参数精细测定和自动提取等新技术,综合分析大震前地震成核、应力和介质的四维时空演化特征,建立地震前兆异常演化特征和指标体系,开展地震预测预报业务应用。

考核指标:构建地震智能检测模型,形成地震实时自动检测和定位、震源机制解等震源参数测定、大震前异常信号识别和提取等实用化处理软件,建立实验场震源参数目录、事件波形及异常事件数据库;将地震速报时间提高至1分钟内,震后1分钟内获取 $M \geq 2$ 地震震源机制解等参数,地震目录数量增加5倍以上,波形数据库规模增加至少10TB,地震定位精度优于1km。建立实验场震源参数、震群和重复地震、应力场和介质参数数据库,构建实验场区高分辨率的三维应力和介质结构模型,分辨率水平方向优于10km,深度方向优于3km;建立中强震综合震例库并研发处理软件,开展基于震例库的地震预测预报应用探索,建立强震地震综合预测指标体系,并应用于实验场地震预测,其中6级以上地震中期预测水平提高10%、短期预测水平提高5%,力争实现具有减灾效果的临震预测。

5. 极端气象灾害精准监测与预警预报技术装备

5.1 灾害天气变分辨率预报模式关键技术研究与应用

研究内容:针对灾害天气精准预报,基于我国自主知识产权全球大气模式,发展和优化适合非结构网格变分辨率模式的尺度

自适应物理过程配置；改进变分辨率过渡带物理过程参数化方案的计算和模拟性能；基于卫星、雷达、台站等多源观测，评估与改进物理过程，使之适用于东亚地区加密分辨率模拟；改进与完善东亚地区高分辨率复杂地形下的物理过程参数化方案；通过改进模式物理过程提升对我国强降水的模拟能力并示范应用；针对变分辨率模式特性和灾害性天气预报需求建立模拟预报性能评估体系。

考核指标：给出一套适应全球变分辨率模拟要求的尺度自适应物理过程参数化方案配置，并完成与动力框架耦合；实现1~100km变分辨率下的稳定高效运行；变分辨率过渡带不影响天气系统演变，完成同期至少两个加密区的数值天气预报试验，试验结果优于同期区域模式预报结果；对我国特定区域（京津冀、长三角、珠三角、高原东部等）灾害天气的气温、降水等天气要素预报准确率比当前区域模式提高5%。

5.2 海上多波段云雾观测设备研制及示范应用

研究内容：研制满足恶劣海况运行的小型、无人、自动行驶的载体装置；研制多波段融合技术的云雾探测仪；研究运动状态下云雾观测技术；研制适应恶劣海况的北斗双向通讯装置；研究载体和探测仪防海水腐蚀、生物附着、辐射、冲击等方面的技术；开展多种环境下的应用对比试验和卫星观测云雾的校准验证，为卫星海上云雾观测改进提供方法；开展海上云、雾天气观测评估

研究，以及海上云雾机动观测试验应用。

考核指标：载体连续运行的机动距离 ≥ 100 海里，定位精度 $\leq 50\text{m}$ ，6级海况可正常工作；云雾探测仪正常运行平均无故障间隔时间 $\geq 3000\text{h}$ ；云雾探测捕获率 $\geq 90\%$ ，云量、云高探测准确度 $\pm 15\%$ ；开展不少于连续6个月的试验；完成海上云雾观测系统平台研发和应用，海上观测数据传输到报率不低于90%；申请专利不少于5项，软件著作权不少于1项；相关科技成果在国家级业务部门得到评估测试及转化应用。

5.3 灾害天气公里级要素实时滚动预报关键技术与示范应用

研究内容：研究典型灾害天气过程的精细化演变规律，在公里尺度上诊断分析不同来源的预报误差特征；研究对流尺度分辨率的高分辨率天气预报模式集合预报技术；研究公里级、分钟级更新的短时临近气象要素的确定性及概率预报技术；研究公里级、实时快速滚动的短中期气象要素偏差订正、时空降尺度、多源融合等统计后处理技术；研究公里级气象要素预报的业务检验评估技术和标准；研制面向统一完整、全链条的公里级气象要素网格预报的新一代智能网格预报系统。

考核指标：提供灾害性天气的气象要素的4-5类典型公里尺度预报误差特征分析，完成技术报告3-5篇；构建对流尺度分辨率集合预报天气业务模式，空间分辨率达到3km，集合成员10

个以上；提供公里级短时临近气象要素预报产品，实现降水、温度、风等要素的逐 10 分钟更新、空间分辨率 1km 的确定性和概率预报产品制作；提供可业务运行的公里级短中期气象要素预报产品，实现降水、温度、风、湿度、云量等要素的逐 1 小时更新、空间分辨率 1km 的预报产品制作；提供适用于公里级气象要素预报的业务检验评估标准规范报告；完成面向统一完整、全链条的公里级气象要素网格预报的智能网格预报系统的研制。发表论文 20-25 篇，申请软件著作权 4-6 项。

有关说明：由中国气象局组织申报。

6. 灾害链监测预警、场景推演与综合防御技术装备

6.1 粤港澳大湾区复合衍生灾害评估与应急避险关键技术

研究内容：识别新的海陆交互作用环境下粤港澳大湾区风暴潮-咸潮-洪水-内涝“四碰头”及其衍生地质灾害复合灾变时空变异分布；研发变异条件下“四碰头”遭遇组合概率分布与发生几率计算模型；研发复合灾害衍生风险与多灾种组合灾变风险传递叠加评估技术；研制面向特大城市群咸潮河网区高精度网格的“四碰头”及其衍生地质灾害复合灾害“孕灾-发灾-致灾”全过程留痕追踪监测区块链技术与大数据实时预警技术；研发“四碰头”防洪排涝-抗咸供水复合调控技术；建构复合灾害应急避险场所、物质、路径及容量等多目标优化布局调配模式，建立复合灾害实时感知、预警和应急避险调度决策系统；研发复合灾害的隐患快速

探测与应急避险快速反应技术。

考核指标：攻克粤港澳大湾区风暴潮-咸潮-洪水-内涝“四碰头”及其衍生地质灾害复合灾变时空变异与组合风险遭遇几率识别、复合灾害风险传递叠加评估与预警、应急避险多目标调度与快速决策反应等技术难关。建立粤港澳大湾区“四碰头”及其衍生地质灾害复合灾害综合数据库 1 套，制作复合灾害风险分布图 1 套，搭建复合灾害应急避险调度快速反应决策平台 1 套。复合灾害风险全过程追踪留痕区块链监测精度 $\geq 95\%$ ，大湾区“四碰头”组合遭遇几率计算精度 $\geq 85\%$ ；多灾种组合风险传递叠加评估精度 $\geq 85\%$ ；复合灾害风险预报精度 $\geq 85\%$ 、预警发布时间 $\leq 5\text{min}$ ；“四碰头”期间防洪排涝-抗咸供水复合调度珠海澳门供水保证率 $\geq 95\%$ 、洪涝达标率 $\geq 90\%$ 。制定大湾区复合灾变变异识别与风险传递叠加评估规程、复合灾害应急避险标准、应急避险技术指南各 1 套；申请发明专利 10 项。显著提升大湾区复合灾害协同应急避险能力。

7. 危险化学品与化工园区安全关键技术与装备

7.1 精细化工危险化学品生产安全关键流程再造技术及示范

研究内容：研究精细化工行业中硝化、氧化、氟化等危险工艺过程的反应/分离与能量转化、热量释放特性；基于危险工艺过程风险评估，研发外场、膜、微化工等过程强化技术及集约化、

智能化本质安全反应/分离装备；研究装备内传热、传质与流动特性，建立装备内危险反应过程稳态运行与状态失控下物质、能量传递过程特性及风险演化特征的评估方法；研究装备及工艺过程的组合/耦合手段，研发连续化、短流程技术。

考核指标：揭示硝化、氧化、氟化等反应/分离过程的安全特性，建立反应/分离装备集约化设计技术与反应过程风险演化评估方法，制修订国家/行业标准（获得立项，送审稿）不少于3项，生产单位产品物料在核心反应器中停留时间缩短50%以上，危险等级全面降到3级以下，研制提升精细化工行业危化品生产过程本质安全的流程再造技术与装备不少于3套，开展工业应用示范。

7.2 化工园区公共区域重大风险智能感知与预警技术及示范

研究内容：基于“韧性”理论和“断链”技术，研究化工园区成-受灾体风险动态演化、风险预警指标构建、综合防控效能评估及综合减灾技术，研究制定安全风险综合感知、预警与灾害事故“断链”技术标准；研发化工园区烟气及有毒气体泄露等区域性监测预警技术及装备；研究化工园区区域性爆炸载荷量化分析与抗爆能力提升技术，研发新型抗爆材料及高性能轻质模块化抗爆结构；研发化工园区高风险特殊作业现场违章作业固定式和移动式监测预警技术及装备。

考核指标：建立化工园区综合风险感知预警、效能评估、抗

爆能力提升与防灾减灾标准体系，制修订国家/行业标准（获得立项，送审稿）不少于 5 项；烟气及有毒气体智能监测预警装备监测范围大于 10 平方公里，烟气探测现场实验准确率 $\geq 90\%$ ，有毒易燃气体同时辨识种类不少于 5 种，检测精度不大于 10ppm；构建多尺度广域爆炸流场与致灾效应的高精度计算模型，精度不低于 5 阶，求解能力不低于百亿级网格；开发不少于 3 种新型抗爆材料和模块化抗爆结构，可抵抗质量 50g、速度 200m/s 的破片，以及超压 350kPa、持续时间 50ms 的爆炸冲击；研发化工园区高风险特殊作业固定式、移动式风险感知与预警的装备，无线传输不小于 2km，具备不少于 10 人面部跟踪抓拍及识别、亚米级定位、不少于 5 种典型违章作业行为智能识别和报警功能；申请发明专利不少于 15 项；技术成果在不少于 4 家国家级化工园区应用示范。

有关说明：由工业和信息化部、应急部组织申报。

8. 矿山安全风险监测预警和防控关键技术与装备

8.1 非煤矿山重大安全风险智能预警技术及示范

研究内容：研发矿山生产全过程重大隐患智能识别及态势判别技术及装备；研制面向典型图像、监测数据、事故征兆的非煤矿山全过程边缘计算专用设备；研发地下非煤矿山危险征兆智能巡检机器人；研发尾矿库全库区智能巡检技术和排洪系统隐患智能识别装备；研究地下非煤矿山和尾矿库国家、省、市、县、企业五级的重大风险智能预警技术。

考核指标：重大隐患识别及态势判别装备可对 20 类矿山事故隐患识别，准确率不低于 90%；矿山专用边缘计算设备取得矿用安全标志；安全巡检机器人侦测准确率不低于 90%；尾矿库全库区智能巡检分辨率不低于 0.3 米；针对地压灾害、水害、火灾、爆炸、中毒窒息、溃坝、排洪系统垮塌等不少于 7 类典型非煤矿山事故，建立国家、省、市、县、企业五级预警技术体系，编制非煤矿山和尾矿库典型事故风险预警技术指南，制定矿山重大安全风险预警相关技术标准不少于 10 项；申请发明专利不少于 15 项；相关技术成果在 2 个省、3 个市、15 个县以上区域应用示范。

有关说明：由应急部组织申报，企业牵头负责。

8.2 强矿震灾害智能预警与防控技术及示范

研究内容：研究形成煤矿区域环境应力及采动应力叠加下强矿震灾害模式甄别方法，研发大量程、高精度、高灵敏度的矿震监测技术与装备及矿震信号快速处理、成像方法；研究强矿震灾害的前兆信息智能识别方法与预警技术及装备；研究强矿震灾害防控关键区域智能判断决策方法，研发遏制强矿震灾害的智能协同防控新型技术及装备。

考核指标：矿震传感器最大采集量程可达 1m/s，矿震震源垂直定位精度不大于 15m，水平定位精度不大于 8m；强矿震危险区域靶向识别精度小于 20m，强矿震致灾风险预警准确率不低于 90%；构建强矿震灾害井上井下智能协同防控技术，井上区域防控有效卸压半径不低于 250m，井下远程控制有效卸压半径不

低于 50m；采掘空间支护装备抵抗矿震震级不小于 2.0 级；在 3 个煤矿矿井示范应用，并有效消除强矿震致灾事故。

9. 城市安全风险监测与建筑施工安全关键技术

9.1 城市内涝风险防控与系统治理关键技术研究及应用

研究内容：研究城市排水管渠运行效能定量评估技术、城市内涝风险识别和诊断技术、城市内涝风险图划定技术；研究蓝绿空间与建设用地蓄排平衡协同防涝技术、城市内涝防治设施布局和运行优化及建设管控关键技术；研究城市更新过程中，老城区排水设施与自然空间耦合的街区型内涝治理技术与成套装备；研制城市下凹桥区内涝系统治理与智慧管控技术与装备；研究城市内涝防治综合管控平台关键技术。

考核指标：研发城市蓝绿空间与建设用地蓄排平衡关系仿真模拟系统，实现城市新区、老旧小区内涝积水点的仿真模拟、诊断识别；制订城市内涝治理系统化方案编制技术标准，在不少于 2 个城市完成内涝治理系统方案编制并批复实施；研发老城高密度街区内涝系统治理集成技术，包含老城区内涝系统治理技术指南 1 部、适用于 300-600mm 管径的智能化抢险机器人注浆设备 1 套（作业期间不停水）、排水管道 200 微米级淤泥连续固液分离装备（15MPa 级连续工作单级柱塞泵和中低压力大流量射流疏通喷头），并选择城市更新多个场景开展示范应用；研发典型下凹桥区内涝系统治理集成技术，包含典型下凹桥区内涝系统治理技术指南 1 部，降雨积水动态演变预测分析模型和设施智能调控系

统（调控频率达到 1 次/min），实现智能调蓄、排放与预警。构建城市内涝防治综合管控平台，具备基于蓄排平衡的内涝风险模拟、预警预报、设施优化等功能，实时雨情数据反应时间不超过 5 分钟，在不少于 2 个城市开展示范应用。完成城市排水管渠系统运行工况评估与技术导则 1 部、城市内涝风险图划定技术导则 1 部，申请发明专利不少于 2 项、软件著作权不少于 2 项。

有关说明：由住房城乡建设部组织申报。

9.2 城市道路塌陷隐患探测与预警关键技术研究与应用

研究内容：研究城市道路塌陷风险诊断与预警评估技术体系；研究城市道路塌陷隐患大深度探地雷达和浅层高分辨弹性波快速探测技术，研发三维探地雷达高速探测技术及相关装备；研究针对黄土湿陷和管道非常态运行引发地面沉降与塌陷隐患的智能监测技术及相关装备；建立事故案例库，研发基于模式识别和人工智能等技术的道路地下病害快速定量识别模型；研发城市道路塌陷隐患识别与预警防控平台，开展示范应用。

考核指标：建立城市道路塌陷风险评价指标体系与分级方法，制修订分等级预警阈值标准；车载三维探地雷达在城市复杂环境条件下的探测深度不低于 5.0m，雷达主频包含但不少于 200MHz、400MHz 等，工作温度 -20°C~70°C，探测速度不低于 40km/h，结合弹性波的二维雷达探测深度不小于 20 米；建立基于智能识别技术的探地雷达地下病害快速定量识别系统，探地雷达异常图像识别率不低于 95%，各类地下病害识别率不低于 80%；构建城市

道路塌陷智能监测系统，监测维度不少于4个，微震监测灵敏度 $\geq 100\text{mV/kine}$ ，建立1套道路致塌地下病害及相关道路市政设施的可视化透视模型，实现道路塌陷仿真评估及应急处置场景应用；构建道路塌陷隐患知识图谱，涵盖不少于30种隐患类型的致因、致灾后果等属性指标；建立城市道路塌陷隐患识别与预警防控平台，在不少于2个地级市开展示范应用；申请专利不少于10项；申请软件著作权不少于5项；制修订相关技术规程、导则和标准（获得立项，送审稿）不少于3项。

10. 道路与交通运输安全关键技术

10.1 交通运输关键岗位适岗状态智能监测与预警技术

研究内容：针对驾驶员、船员等交通运输关键岗位，研究构建适岗状态综合评价体系；研究基于高维特征职业画像的岗前适岗状态智能评估技术及工具；研究基于历史数据和状态监测的出岗状态快速智能评估技术及装备；研发在岗状态多维多模态感知、在线智能监测、动态风险识别及人机交互主动干预技术及装备；搭建驾驶员适岗状态网联智能监测预警平台。

考核指标：建立适用于“两客一危”、城市公交和客渡游船等重点领域驾驶人员的适岗状态评价体系，包括岗前、出岗和在岗的适岗状态综合评价指标、模型及其评价标准；研发驾驶人员岗前适岗性全面诊断与智能评估技术，适岗状态辨识准确率 $\geq 85\%$ ；提出驾驶人员出岗适岗性快速筛查与智能化辨识方法，心率/心电/血压/情绪等异常状态辨识准确率 $\geq 90\%$ ；研发驾驶人员在岗状

态非侵入智能感知、监测与主动干预装备,可实时辨识疲劳、情绪异常、紧张等非适岗状态类别不少于 10 种,辨识准确率 $\geq 90\%$;建成驾驶人员适岗状态网联智能监测预警平台;申请国家发明专利不少于 10 项;制修订国家/行业技术标准(获得立项,送审稿)不少于 5 项。

有关说明: 由交通运输部组织申报。

11. 火灾预防与高效灭火关键技术

11.1 公共建筑火灾征兆早期精准识别技术及示范

研究内容: 研究大型综合体、高层/超高层建筑、大跨度建筑和战略储备库等场所的火灾发生机理及早期特性,烟、温、火焰等火灾参量以及粉尘、水汽、油烟、结露等典型干扰物的特征规律,火灾与典型干扰多参数耦合辨识技术;研究火灾烟雾气溶胶特征多维传感与识别技术,研发适用于各类复杂公共建筑的点型抗干扰复合火灾探测器;研究大尺度空间火灾烟火光学谱化特征提取与分析技术,研发适用于会展中心、博物馆等高大空间场所的多光谱光束感烟火灾探测器;研究缓慢发展火临灾指征信息识别技术,研发适用于仓储物流、战略储备库等场所深位火探测的非接触测温式光谱成像火灾探测器;研究基于人工智能的火灾超早期精准识别技术,研究典型场所火灾和干扰源图像特征智能辨识技术,研发适用于机场航站楼、体育场馆等大跨空间的智能化复合式图像火灾探测器。

考核指标: 构建多场景火灾与典型干扰特征模拟及测试平台,

可实时分析不少于 4 种火灾参量的 12 种传感数据，建立火灾征兆多参量传感与耦合辨识模型；研发核心技术自主可控的点型抗干扰火灾探测器，实现对粉尘、水汽、油烟、结露等典型干扰气溶胶的辨识响应抑制比 $\geq 5\text{dB}$ ，探测器耐受干扰气溶胶浓度提高 2 倍以上，在高层建筑、大型综合体等场所应用示范；多光谱光束感烟火灾探测器灵敏度达 1.2dB （减光值），在会展中心、博物馆等场所开展应用示范；非接触测温式光谱成像火灾探测器差温报警响应时间 $\leq 5\text{s}$ ，在大型物流仓储、国家战略储备库等场所开展应用示范；复合式图像火灾有效探测距离较国家标准提高 1 倍以上，图像火焰响应时间 $\leq 10\text{s}$ ，图像烟雾响应时间 $\leq 40\text{s}$ （TF3 棉绳标准火），在机场航站楼、体育场馆等场所开展应用示范；申请发明专利不少于 8 项；制修订国家/行业技术标准（获得立项，送审稿）不少于 2 项。

11.2 高层/超高层建筑火灾防控与扑救关键技术装备及示范

研究内容：研究高层/超高层建筑电气电缆非接触温度精准监控技术、基于 AI 图像的电气火灾监测预警技术、电气运行参数采集及电气火灾分布式防控技术，研制高层/超高层建筑电气火灾综合防控设备；面向高度超过 250m 的超高层建筑耐火需求，研发钢结构复合防火保护产品；研制高性能防火封堵材料，研发模块化防火封堵密封系统；研究适用于不同高度的高层/超高层建筑消防供水优化技术，高层/超高层固移结合的供水技术，研

发便携式高层中继供水泵；研究举高消防车关键部件高性能化、控制系统智能化、举高臂架轻量化与减振技术，研发核心关键技术自主可控的高米数举高消防车。

考核指标：电气火灾探测器响应阈值达到 0.5%obs/m，AI 图像实时监控点数 64 点，监控设备核心技术自主可控；复合防火保护产品的耐火极限不低于 4h，面密度不大于 18kg/m²；高层/超高层建筑幕墙楼层间防火封堵构造耐火极限不低于 1.5h；封堵材料拉伸强度≥3 MPa，烟气毒性不低于 ZA1 级，氧指数≥40%，垂直燃烧性能达到 V-0 级，封堵系统的耐火极限不低于 2.5h，具有良好气密性和水密性；高层中继供水泵压力不低于 0.8MPa，流量不小于 10L/s；60m 以上举高消防车较现有产品的臂架振动衰减幅度提升 50%、振动衰减时间减少 50%、伸展速度提高 20%、转台调平实现 8°以上坡度作业，关键部件与控制系统模拟测试技术国产化。

有关说明：由应急部组织申报，企业牵头负责。

12. 特种设备安全风险监测预警与事故防控关键技术

12.1 超设计使用年限在役承压设备安全智能预警关键技术及示范

研究内容：针对超期服役亚临界以上电站锅炉、加氢反应器、大型储罐等承压设备，研究典型材料长时服役性能演化和检测评价技术；研究电站锅炉承压部件损伤定量诊断、寿命快速评估技术，燃烧智能监测与评价技术，以及整机完整性评价技术；研究

超期服役大型压力容器损伤识别与预测技术，基于损伤演化的安全评价技术，损伤控制与修复技术及报废准则；研发高温承压设备腐蚀与开裂监测技术及仪器；研发超期服役承压设备安全风险综合评价、智能预警技术及系统。

考核指标：研发长时服役检测评价、损伤定量诊断、寿命快速评估、风险综合评价和智能预警等新技术方法不少于 10 项，并示范应用；研制腐蚀减薄、开裂等缺陷长期在线监测设备不少于 3 台套，适用被监测材料温度不低于 400℃，其中：厚度监测灵敏度不低于 0.1mm，开裂监测灵敏度不低于 2mm 裂纹开裂，10mm 壁厚钢板 1m 距离监测灵敏度不低于 5% 的壁厚减薄；建立承压设备安全状态智能诊断与预警系统，实现多源数据融合分析和实时预警，并构建典型损伤数据库，包括不少于 300 台套大型压力容器成套装置和 300 台套亚临界以上电站锅炉的数据，且覆盖 30 种以上典型损伤类型；制修订国家承压设备安全技术法规 1 项（送审稿），制修订国家/行业标准（获得立项，送审稿）不少于 3 项，申请发明专利不少于 15 项。

13. 重大基础设施和重大战略工程风险防控关键技术装备

13.1 地铁运营重大风险评估、监测与防控技术装备及示范

研究内容：研究基于全尺寸热烟测试、模型实验与仿真模拟多源大数据融合的地铁防灾系统风险评测技术，建立地铁防灾系统全尺寸热烟测试大数据库；研发地铁车辆底部温度场非接触式

扫描监测预警技术及装置；研发地铁变电所等重点场所自动巡检技术及装备，实现重点场所风险隐患的自动化诊断和预警；研究耦合灾害事故状态下、符合我国人群行为特征的地铁人员疏散技术及装置；研发地铁车载智能化低压型清洁高效自动灭火技术及装置。

考核指标：地铁防灾系统全尺寸热烟测试大数据库至少包括 20 个城市的 100 个车站的现场热烟实测数据，覆盖各类地铁车站通风排烟模式；地铁车辆底部温度场非接触式温度测量误差 $\leq 0.5^{\circ}\text{C}$ ，具有车身底部全场温度近距扫描监测能力；研发地铁变电所等安全自动检测预警装备 2 套，设备异常故障预警准确率大于 95%；研制基于社会力模型、可耦合火灾场数据和环境参数、符合我国人群行为特征的地铁人员疏散系统；地铁车载低压细水雾系统末端工作压力不超过 0.8MPa，有效工作时间不少于 10min，灭火能力不少于 2A；申请发明专利及软件著作权不少于 20 项；在 3 个以上城市、3 条以上地铁线路进行示范应用。

13.2 大跨度在役桥梁涡激共振风险智能预警与防控技术

研究内容：研究大跨度桥梁涡振灾变效应发展和演变规律，研究关联场景下大跨度桥梁致振关键参数智能监测技术，研究大跨度桥梁涡振灾变风险评估技术，研发大跨度桥梁涡振风险快速防控技术与装备，研发基于大数据的大跨度在役桥梁涡振风险智能监测预警技术和平台。

考核指标：揭示大跨度桥梁涡振灾变特征；建立致灾大振幅

条件下结构阻尼高精度测试方法，研发大跨度在役桥梁涡振关键参数识别系统，辨识准确度 $\geq 85\%$ ；建立桥梁涡振灾变风险评估方法；研发桥梁快速抑振技术和装备，减振率 $\geq 80\%$ ；建立基于大数据的大跨度在役桥梁涡振风险智能监测预警平台，预警准确率 $\geq 80\%$ ；申请国家发明专利不少于 10 项，行业标准（获得立项，送审稿）不少于 2 项。

14. 现场保障技术与装备

14.1 救援现场次生灾害监测预警装备体系研发与应用示范

研究内容：针对自然灾害救援现场次生灾害监测预警的需求，研究基于圆弧合成孔径雷达技术和无人机倾斜摄影技术的边坡三维地形重构和地表微小形变的遥感监测的技术，实现对二次滑坡进行快速准确预警；研制便携式建筑物坍塌预警装备，对地震、火灾等灾害现场的受损房屋、桥梁等建筑物的形变进行监测和预警；研制便携式高位边坡滚石预警装备，利用快速扫描的凝视体制雷达，对救援现场滚石、崩塌等进行快速预警；研制小型三维坐标气象监测雷达，对暴雨、龙卷风等局部突变天气现象进行及时和准确预报；研究多源数据融合预报预警技术，并构建自然灾害救援现场监测、预警和指挥平台，为救援现场指挥决策提供技术支撑。

考核指标：监测预警次生灾害类型 ≥ 4 种；边坡探测范围 $360^\circ/\geq 2\text{km}$ ；边坡形变测量精度 $\leq 0.2\text{mm}$ （1km处）；边坡三维地形重构精度 $\leq 2\text{m}$ ；边坡数据更新率 $\leq 60\text{s}$ 秒/次；建筑物监测高度

≥200m；建筑物形变测量精度≤0.1mm；落石预警最低速度≤2m/s；局部天气探测距离≥15km；局部天气数据更新率≤8秒/次；局部天气探测仰角范围为0~60°。研制4套工程样机装备和监测预警平台，申请发明专利不少于6项，完成团体或行业相关标准规范（征求意见稿）不少于1项。

15. 抢险救援技术与装备

15.1 面向长大隧道突发事件的应急处置关键技术及装备

研究内容：针对长大公路隧道突发火灾、燃爆、坍塌等三类事故的应急处置，研究事故隧道“人-车-结构-环境”等关键信息采集与侦测技术，研发定位、感知与侦测智能装备，构建灾情态势预测模型，研究灾情快速推演与研判技术；研发灾中阶段基于态势预测模型的人员智能引导疏散技术及装备，基于灾变环境参数的隧道自适应排烟控制系统，基于灾情发展态势的定向控制技术及其装备；研究火灾、燃爆、坍塌事故后隧道设施与围岩的灾变机理，研究灾后隧道灾病耦合服役状态评价技术；研究灾后受损结构快速恢复技术，研究多功能应急处置机具及快速互换技术，装备多模式转向控制及远程控制技术，研制多功能应急处置机具、适应隧道多类灾损状态的一体化装备；研发隧道典型事件灾变全过程的物理试验模型，针对典型事故场景开展试验验证与应用示范。

考核指标：形成隧道火灾、燃爆、坍塌等突发事件态势推演模型不少于3项，火灾态势预测时间不大于1分钟；研发火灾灾

中时的险情侦测装备、引导受困人员逃生机器人、定向控灾灭火机器人，侦测响应时间不大于 10 秒，具备搜寻受困人员与主动引导人员逃生功能，火源车辆定位精度优于 30 厘米；研发隧道自适应排烟控制系统，隧道通风系统达到排烟控制风速响应时间不大于 1 分钟；研发基于 RABT 升温曲线的热-力-病耦合实验的火灾后结构性能评估模型与技术，隧道结构围岩耦合爆炸冲击效应评估模型与技术，综合人车行为试验与结构安全仿真的坍塌评估模型与技术；多功能应急处置装备具备牵引、剪切、起顶、破碎、挖掘、装载等 6 种以上功能，可实现隧道内双向行驶和作业过程远程控制，挖掘最大作业高度小于 4.5 米、挖掘斗容不小于 0.6 立方米、装载斗容不小于 2 立方米、机具互换时间不大于 30 秒；建立典型突发事件场景下足尺隧道物理试验验证平台不少于 3 处，在成渝经济区、粤港澳大湾区等国家级经济圈建立现场应用示范工程不少于 3 处。核心技术与装备实现自主研发，申请发明专利不少于 10 项，制修订国家/行业标准（获得立项，送审稿）不少于 5 项。

15.2 含水土质埋压人员搜索与救援关键技术装备及示范

研究内容：针对地震地质灾害和泥土埋压事故中埋压人员的搜索与救援需求，突破多源信息融合、机载瞬变电磁雷达高分辨探测等技术，研制大范围高效率生命搜索系统；突破含水土质环境中生命特征辨识和精确定位技术，研制适用于含水土质埋压人员的生命探测装备；突破含水介质快速移除与安全监测预警技术，

研制含水介质智能高效移除安全救援装备；构建含水土质埋压人员模拟场景，研制含水土质生命搜救装备综合效能测试平台；在省级国家应急救援队伍开展示范应用。

考核指标：大范围含水土质埋压人员高效搜索系统，搜索速度不小于 $10000\text{m}^2/\text{h}$ ，垂直方向 10 米范围内分辨率优于 2 米；含水土质埋压人员生命探测装备，具有不同深度多方位探测功能，在土质含水率不大于 20%、最大埋压深度不大于 30 米时，定位精度优于 2 米，探测准确率不小于 60%；含水介质智能高效移除安全救援装备，移除含水介质速度不小于 $10\text{m}^3/\text{h}$ ；申请发明专利不少于 5 项，制修订国家/行业标准（获得立项，送审稿）不少于 2 项；在不少于 5 个省级国家应急救援队伍开展示范应用。

15.3 机群协同区域救援目标智能识别及生命精准定位装备研制

研究内容：研制灾情研判机载装备，形成灾情快速研判及待救援区域快速识别能力；研究机载无线电侦测技术，研制无线电设备快速扫描定位机载装备，形成广域场景快速搜索能力；研究雷达/光电异构融合目标精准定位技术，研制机载轻小型智能化远距离雷达/光电复合生命搜索精准定位装备，形成埋压生命目标多维度智能探测及识别能力；研究基于任务需求的异构无人机及探测载荷自组网技术、机群系统指挥和多任务动态规划技术，开发灾情监控与机群协同调度平台，形成搜救任务快速响应及智能化部署能力；研究构建灾害模拟试验环境、测试评估方法，编

制轻小型智能化远距离生命搜救技术装备标准、试验规范，面向救援队伍开展应用示范。

考核指标：无人机群协同数量不低于 20 架；30 分钟内灾区识别面积不低于 60km²，废墟识别准确度不低于 70%，误报率不大于 30%；识别倾斜不大于 5°的损毁建筑物及其结构类型的准确率不低于 90%；识别滑坡泥石流、洪水冲击范围面积误差不大于 5%；大范围无线电侦测装备工作频段 0.6-6GHz、覆盖半径不低于 3km、目标定位精度优于 3m；雷达/光电复合生命搜索精准定位装备能够穿透 2 层楼板探测微动人体目标，三维定位精度不低于 1m，可同时定位目标不少于 3 个；研制灾情监控与机群协同调度平台 1 套，机群协同作业成功率不低于 80%；搭建模拟地震及建筑物坍塌测试试验环境场地 1 处；申请发明专利不少于 10 项；完成团体或行业相关标准规范（征求意见稿）不少于 2 项。

16. 生命救护技术与装备

16.1 灾害事故现场危重症伤员伤情评估与快速诊治关键技术装备

研究内容：研发支持灾害事故现场伤员生命体征参数采集与传输的可穿戴设备，满足灾害事故救援现场便携穿戴、生命体征实时在线监控、数据可靠通信等需求，实现边云结合的智能检伤分类；研究基于自组网络和物理联网的医疗资源智能调度、伤员

医疗数据实时交互和远程救治指导技术；研制现场急救便携式智能生化检测装备。研究灾害事故相关挤压伤/挤压综合征进展中多脏器损伤的相关机制，鉴定挤压综合征早期快速诊断和现场干预的分子靶标。研发适用于灾害事故现场挤压伤/挤压综合征早期快速诊断方法、快速进行损伤控制干预的新技术与新装备。编制灾害事故现场救援标准和指南。

考核指标：研制支持心电、呼吸、血压、血氧饱和度、呼吸末二氧化碳、心音/呼吸音、体温等可穿戴多生理参数监测系统，具备数据无线传输功能，实现标准胸前 12 导联心电，具备导联脱落报警、抗除颤干扰等能力，阻抗呼吸率范围 5~99BPM，血氧饱和度监测参数值 55%~100%，具备单次、定时、连续测量（最小间隔 1min）血压等模式，心音及呼吸音检测频率响应 10-600Hz，灵敏度 > 4mV/Pa。满足伤员伤情动态评估-监测-预警功能；研制针对批量伤员的现场快速分检平台 1 套、研制伤员伤情医疗数据实时交互和远程救治指导装置，实现对伤员流能实施全过程记录并实时分析时空演化规律；研发挤压综合征快速诊断标志物 3 个，研制便携一片式血钾、肌酐微创快检设备 1 套，芯片小于 8*8mm，检测下限达 1 μ M，准确度大于 95%。实时自动评估伤情的挤压伤智能快诊设备，尺寸小于 32*24*12cm，采集速度大于 200 帧/秒，信噪比大于 60dB。有效干预挤压综合征的兔源重组单克隆中和抗体，效价大于 1:1000。编制各类灾害事故现场救援标准和指南 5 项，开展综合应急演练与应用示范。