

“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

为落实“十四五”期间国家科技创新有关部署安排，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。根据本重点专项实施方案的部署，现发布 2021 年度项目申报指南。

本重点专项总体目标是：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。

2021 年度指南部署坚持分步实施、重点突出原则，围绕特大洪涝干旱、特大森林草原火灾、大规模地质灾害、特大地震灾害、极端气象灾害、复合链生灾害等监测预警与风险防控，危险化学品和化工园区安全、矿山安全、城市建设和运行安全、交通运输和物流安全、火灾高效预防与扑救、特种设备安全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

关键技术与装备共 15 个技术方向，按照共性关键技术、示范应用，拟启动 22 个项目，拟安排国拨经费概算 6.2 亿元。

项目统一按指南二级标题（如 1.1）的研究方向申报。每个项目拟支持数为 1~2 项，实施周期不超过 3 年。申报项目的研究内容必须涵盖二级标题下指南所列的全部研究内容和考核指标。共性关键技术类和示范应用类项目下设课题数不超过 5 个，项目参与单位总数不超过 10 家。项目设 1 名负责人，每个课题设 1 名负责人。

指南中“拟支持数为 1~2 项”是指：在同一研究方向下，当出现申报项目评审结果前两位评价相近、技术路线明显不同的情况时，可同时支持这 2 个项目。2 个项目将采取分两个阶段支持的方式。第一阶段完成后将对 2 个项目执行情况进行评估，根据评估结果确定后续支持方式。

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，构建基于防洪工程体系联合调控的洪涝灾害多元信息智能分析与决策支持系统；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；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，并对装置和材料性能进行现场验证；构建流域及区域洪涝灾害社会化管理与全景分析平台，并进行业务化应用。

考核指标：提出跨地区防洪除涝标准协同设计技术指南，并得到流域水行政主管部门或省级行业主管部门认可；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，并得到流域水行政主管部门或省级行业主管部门认可；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，渗漏水流速 2m/s 下材料留存率>50%，固化时间在 30min 以内；建立流域洪涝灾害社会化管理与全景分析平台，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、灾害损失预测评估误差低于 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；研究候、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，研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 16m×16m，时间分辨率不低于 1 日，土壤水分监测精度不低于 85%，连续示范应用不低于 6 个月；候、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 2~3 种江河湖库和地下水旱限（警）水位确定技术，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，需在流域水行政主管部门或省级行业主管部门得到业务化应用。

2. 特大森林草原火灾监测预警与防控扑救技术与系统

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险监测和火情探测体系，包括：5~7天尺度和月尺度的火灾风险评估体系，可预报未来一周的每日火灾风险；不少于5项监测预警算法，森林火灾可靠预警范围 $\geq 100\text{km}^2$ （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 $\leq 2.5\text{m}^2$ ；全天候早期探测成套装备1套，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 80km^2 ；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；实现全自主、无人化火情预警侦察和监测，满足 $-40^\circ\text{C}\sim 80^\circ\text{C}$ ，海拔 $-200\text{m}\sim 2500\text{m}$ 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. 大规模地质灾害监测预警与风险防范技术与装备

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；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；研究建立重大崩塌、滑坡灾害隐患早期识别技术标准。

考核指标：复杂山区大规模山体崩塌、滑坡灾害隐患早期识别指标体系 1 套，实现西南地质灾害中、高易发山区业务化应用；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率不低于 70%，实现形变集中区自动探测准确率不低于 80%，完成 3 类地区综合识别与实地验证，正确率不低于 50%；提出面向全国陆域全覆盖 InSAR 动态监测的国产 SAR 卫星观测技术指标体系与发展建议，支持 2~3 次/月全国地质灾害易发区 InSAR 普查识别与动态更新，通过至少 1 个卫星总体单位、1 个载荷总体单位以及 2 个主要行业应用单位的联合评测；制定高易发区灾害隐患早期识别行业或团体标准不少于 2 项，申请发明专利 7 项。

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；研制抛投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的快速精密基线解算、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的软件与服务；研究 GNSS 与 MEMS 的芯片模组级融合技术及深耦合算法，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系统；实现全天候远程预警与协同响应示范应用。

考核指标：实现基于北斗三代的滑坡崩塌自适应多参数 GNSS 智能终端，集成 GNSS 和 MEMS 的芯片模组及深耦合算法，模组功耗低于 100mW，终端功耗低于 800mW；自组网容量 50 点以上，覆盖范围大于 2km；抛投式 GNSS 监测技术装置总重量小于 10kg；基于北斗三代地/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；研发基于北斗系统应用的无线自由组网预警预报技术，实现西南山区不少于 50 台的业务化示范应用；制定行业或团体相关标准不少于 2 项；申请发明专利 7 项。

4. 特大地震灾害监测预测预警与风险防范技术与装备

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 25m，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 0.1km/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。

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准确率由~30%提高至~40%、短期预测准确率由~5%提高至~10%，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预报预警技术与装备

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 1km~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 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。申请软件著作权不少于4项。

6. 复合链生灾害监测预警、场景推演与综合防御技术装备

6.1 粤港澳大湾区衍生复合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“多碰头”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“多碰头”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“多碰头”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；研发防汛抗洪—抗咸供水复合调控技术；构建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：建立粤港澳大湾区“多碰头”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。复合灾害风险事件全过程追踪留痕区块链监测过程覆盖度 $\geq 90\%$ ，大湾区“多碰

头”遭遇组合概率分布线型拟合优度检验方法不少于5种；复合灾害特征预报精度 $\geq 85\%$ 、预警方案制作发布时间 $\leq 5\text{min}$ ；防汛抗洪~抗咸供水复合调度珠海澳门供水保证率 $\geq 95\%$ 、防洪达标率 $\geq 90\%$ 。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。

7. 危险化学品和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、氟化、加氢等危险工艺过程的反应/分离与能量转化、热量释放特性；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，研究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：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（送审稿）不少于3项；典型工艺的关键反应过程危险等级降到3级以下，生产单位产品物料在核心装备中停留时间缩短50%以上；研制基于外场强化、膜技术强化和微化工强化技术的提升精细化工行业危险化学品生

产过程本质安全的流程再造技术与装备不少于 3 套，绝热微反应工艺装备的反应压力不超过 1.0 MPa，核心装备泄放的危险废弃物小于 10 吨/万吨产品；在涉及硝化、氟化、加氢等危险工艺过程的生产企业，进行工业应用示范。

7.2 化工园区重大风险智能感知与预警技术及示范

研究内容：研究化工园区安全生产“韧性”理论和“断链”技术，研究化工园区成一受灾体风险动态演化机理，研究风险预警指标体系、综合防控效能评估及综合减灾技术，研制安全风险综合感知、预警与灾害事故“断链”技术标准；研发化工园区烟气、有毒气体泄漏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：建立化工园区成一受灾体风险防控理论，构建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（送审稿）不少于 5 项；烟气和有毒气体智能监测预警装备监测范围大于 20 km²（烟气目标面积 < 1m²），烟气探测现场实验准确率 ≥ 90%，单一传感器可识别有毒易燃气体种类不低于 8 种，检出限小于 10ppm；构建真实园区场景广域爆炸流场和多灾耦合灾害效应高精度计算模型，爆炸流

场计算精度不低于 5 阶、耦合灾害效应类型不少于 3 种、典型并发灾害源不少于 3 类（个），广域模型计算能力总和不少于亿级单元；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，抗爆结构面密度低于 30kg/m²；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装备，无线传输不小于 2km，具备不少于 10 人面部同时跟踪抓拍及识别、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 5 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、应急管理部组织申报。

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：面向地下非煤矿山和尾矿库全生命周期重大安全风险监测预警关键技术需求，研发矿山生产全过程重大隐患智能识别、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：研发重大隐患识别及态势判别装备，可识别采空区坍塌、地压灾害、火药爆炸、透水、坠罐、中毒窒息、边坡垮塌、溃坝、洪水漫顶、排洪系统垮塌等矿山事故隐患，准确率不低于 90%；研发矿山专用边缘计算设备，风险智能识别输出延迟低于 500ms；研发危险征兆智能巡检机器人，运行安全稳定适用，侦测准确率不低于 90%；研发尾矿库全库区智能巡检设备，三维监测误差不高于 20mm；针对地压灾害、火灾、爆炸、水害、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，制订矿山重大安全风险预警技术相关国家/行业标准（送审稿）不少于 10 项；申请发明专利不少于 15 项；相关技术成果在不少于 2 个省 15 个县以上区域开展应用示范。

有关说明：由应急管理部组织申报。

9. 城市建设和运行安全风险监测与防控技术

9.1 城市内涝风险防控与系统治理关键技术及示范

研究内容：研究城市降雨水文过程与排水管渠运行机理及定量评估技术，城市内涝风险识别和诊断预警技术，开展城市、街区、内涝积水点不同尺度的内涝模拟和识别预警；研究城市更新过程中，排水设施与自然空间耦合的街区型内涝系统治理成套技

术及装备；研制城市下凹桥区内涝系统治理与智慧管控技术及装备；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、运行优化及管控关键技术；研究具备内涝风险模拟、预警预报、设施调控等功能的城市内涝防治综合管控平台关键技术，开展城市内涝防治综合示范应用。

考核指标：完成城市排水管渠系统运行效能评估技术导则、城市内涝风险图划定技术导则各 1 部，研发具有自主知识产权的内涝模拟软件；编制城市典型地区内涝系统治理技术指南 1 部，自主研发排水管道微米级淤泥连续固液分离成套装备一套，连续工作单级柱塞泵压力级不低于 15MPa，实现管道淤泥冲洗、固液分离与清水回用一体化，在不少于 2 个城市更新场景开展示范应用；建立典型下凹桥区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/分钟，实现智能排放、调蓄与预警；研发城市蓝绿空间与建设用地蓄排平衡仿真模拟系统，制订城市内涝治理系统化方案编制技术国家/行业标准（送审稿），编制城市内涝治理系统技术方案，并在不少于 2 个城市实施；构建城市内涝防治综合管控平台，具备内涝风险模拟、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，平台业务化运行时间不少于 6 个月，并在不少于 2 个城市开展综合示范应用。申请专利不少于 2 项，软件著作权不少于 2 项。

有关说明：由住房和城乡建设部组织申报。

10. 交通运输和物流安全风险监测预警与防控技术

10.1 营运车船驾驶人员适岗状态智能监测预警技术及示范

研究内容：针对营运车船驾驶人员，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；研发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（含城市轨道交通）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 $\geq 85\%$ ；建立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，实时辨识疲劳、情绪异常等不少于 10 种非适岗状态类别，辨识准确率 $\geq 90\%$ ；建立驾驶人员适岗状态网联智能监测预警平台，监测预警准确率大于 90%，平台业务化运行时间不少于 6 个月；申请国家发明专利不少于 10 项；制修订国家/行业标准（送

审稿) 不少于 5 项; 在不少于 3 个交通运输安全生产重点领域示范应用。

有关说明: 由交通运输部组织申报。

11. 火灾高效预防与扑救关键技术

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 4 类核心技术自主可控火灾探测器，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；复合式图像火灾探测器对于 $0.15\text{m} \times 0.15\text{m}$ 尺寸燃烧盘实验火，可靠探测距离不低于 200m，图像火焰响应时间 $\leq 10\text{s}$ ，图像烟雾响应时间 $\leq 40\text{s}$ ，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（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研究及示范

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

消防供液优化技术，高层/超高层固移结合的供液技术，研发便携式高层中继供水泵、适用于超高层建筑的压缩空气泡沫灭火系统；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。

考核指标：研发核心技术自主可控的电器火灾监控设备，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；研发复合防火保护产品，耐火极限不低于 4h，面密度不大于 25kg/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 $\geq 40\%$ ，垂直燃烧性能达到 V~0 级，封堵系统的耐火极限不低于 2.5 h，具有良好气密性；高层中继供水泵压力不低于 0.8MPa，流量不小于 10L/s，重量不大于 37kg，压缩空气泡沫灭火系统启动后开始出液时间不超过 100s，泡沫有效垂直输送高度不小于 200m；60m 以上举高消防车前三个振动周期内振幅减小 50%、转台调平能力 $\geq 8^\circ$ ，液压泵、多路阀、控制器等关键部件与控制系统模拟测试技术国产化；申请发明专利不少于 10 项，制修订国家/行业标准（送审稿）不少于 2 项。

有关说明：由应急管理部组织申报。

12. 特种设备安全风险监测预警与事故防控关键技术

12.1 超设计使用年限服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装备；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；在企业开展示范应用。

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，并在企业示范应用；研制腐蚀减薄、开裂等缺陷在线监测设备 3 台套，适用监测温度不低于 400℃，其中：定点厚度监测设备的灵敏度不低于 0.1mm，开裂监测设备的灵敏度不低于长 2mm 的裂纹开裂，远距离减薄监测设备的灵敏度应不低于检出 10mm 壁厚钢板、1m 距离远、大小为 $\Phi 10\text{mm}$ （平底孔）的 5%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，融合分析数据不少于 300 套石化装置的压力容器和 300 台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规范 1 项（送审稿），制修订国家/行

业标准（送审稿）不少于3项，申请发明专利不少于15项。

13. 现场保障技术与装备

13.1 救援现场次生灾害监测预警关键装备

研究内容：研制森林草原火灾救援现场三维风场精准探测装备；研制灾害救援现场高边坡三维地形快速重构和地表微形变精准监测装备，开发便携式二次滑坡、滚石、崩塌等预警技术装备；研制地震、火灾等救援现场便携式建筑物形变快速监测、结构稳定性评估与坍塌预警技术装备；研制救援现场次生灾害风险预警与防控指挥平台；开展应用示范；研制救援现场次生灾害监测预警技术标准规范。

考核指标：森林草原火灾救援现场三维风场探测装备，作业启动时间 $\leq 10\text{min}$ ，探测距离 $\geq 15\text{km}$ ，数据更新率 ≤ 8 秒/次，风速风向预测准确率 $> 90\%$ ；边坡三维地形重构精度 $\leq 0.5\text{m}$ ，地表微形变监测分辨率 $< 3\text{m}^2$ 、数据更新率 ≤ 30 秒/次，能同时追踪的滚石数量 ≥ 30 个，二次滑坡、滚石、崩塌预警技术装备有效预警率 $> 95\%$ ；建筑物监测高度 $\geq 100\text{m}$ ，测点分辨率 $< 1\text{m}^2$ ，结构稳定性评估响应时间 $< 5\text{min}$ ，振动频率异常预警准确率 $> 95\%$ ；救援现场次生灾害风险预警与防控指挥平台，在4支以上的国家级应急救援队伍开展应用示范；完成团体或行业相关标准规范（征求意见稿）不少于1项。

14. 抢险救援技术与装备

14.1 长大公路隧道突发事故应急处置关键技术与装备

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，研发突发事故侦测装备，构建灾情态势预测模型，研究灾情快速推演与研判技术；研发基于态势预测模型的人员智能引导疏散技术及装备，可快速启动的隧道智能通风排烟控制系统，基于火灾发展态势的定向控制技术及装备；研究灾后受损结构快速恢复技术，多功能应急处置机具及快速互换技术，装备远程控制及多模式转向控制技术，研制适应隧道多类灾损的一体化应急处置装备；研究火灾、燃爆、坍塌事故对隧道围岩与结构的致灾机理，灾后隧道灾病耦合服役状态评价技术；研发隧道典型事故灾变全过程物理试验模型，针对典型事故场景开展试验验证与应用示范。

考核指标：侦测装备具备事故定位、关键信息感知与采集功能，火灾侦测响应时间不大于 10s，事故态势推演模型不少于 3 项，火灾态势预测时间不大于 1min；引导疏散装备具备搜寻受困人员与主动引导逃生功能，通风排烟系统整体启动完成时间不大于 1min，定向控制灭火装备具备自动定位及定点控火功能；应急处置装备具备牵引、剪切、起顶、破碎、挖掘、装载等 6 种功能，隧道内作业可远程控制和双向行驶，机具互换时间不大于 120s，

挖掘最大作业高度小于 4.5m、挖掘斗容不小于 0.6m³、装载斗容不小于 2m³；研发基于热—力—病耦合实验的火灾后隧道服役状态评估技术，基于人车行为实验与坍塌灾损仿真的隧道服役状态评估技术；建成典型事故场景隧道物理试验验证平台不少于 3 处，在我国中北部、西南部、东南部等地区进行应用示范，示范工程不少于 3 处。申请发明专利不少于 10 项，制修订国家/行业标准（送审稿）不少于 3 项。

14.2 面向无人机机群协同作业的区域救援目标识别及生命定位技术装备

研究内容：研制适应地形遮挡和恶劣气象条件的异构无人机及探测载荷自组网和高效信号传输技术装备；研制机载多信号融合的广域快速扫描、救援目标智能判别及精准定位技术装备；研制机载智能化远距离及埋压生命精准定位装备；研究机群快速响应、任务动态规划与智能化任务部署等关键技术，研制机群协同调度指挥装备；开展应用示范；形成机载救援目标判别及生命定位技术标准。

考核指标：无人机及探测载荷自组网和高效信号传输技术装备，满足地表起伏度超过 300m 和暴雨场景需求，组网半径不低于 100km，图像更新速率不低于 5min；机载救援目标快速扫描定位装备，融合 3 种以上信号类型，扫描范围不低于 20km²，识别

准确率不低于 90%，定位误差小于 10m；机载智能化远距离及埋压生命精准定位装备，三维定位精度不低于 1m，能够穿透 2 层楼板探测微动人体目标，准确率不低于 80%；机群协同调度指挥装备，可满足 3 种机型、100 架以上无人机群协同指挥及任务部署需求，机群响应时间不超过 15min；在不少于 2 个专业应急救援队伍开展示范应用；完成行业或团体标准规范（征求意见稿）不少于 2 项。

15. 生命救护技术与装备

15.1 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的挤压伤/挤压综合征早期快速诊断方法、快速进行损伤控制的新技术与新装备。

考核指标：研制可穿戴多生理参数监测系统，可监测心电、

呼吸、血压、血氧饱和度、心音/呼吸音、体温等，具备数据无线传输功能，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 $>4\text{mV/Pa}$ ，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，研制伤员伤情医疗数据实时交互和远程救治指导装置，实现对伤员流的全过程记录并实时分析时空演化规律；发现确定不少于 3 种挤压综合征快速诊断标志物，研制便携一片式血钾、肌酐微创快检设备，芯片检测下限达 $1\mu\text{M}$ ，准确度大于 95%；研制实时自动评估伤情的挤压伤智能快诊设备，采集速度大于 200 帧/秒，信噪比大于 60dB，体积不大于 10dm^3 ；编制面向典型灾害事故现场的危重症伤员救援规范和指南 5 项，在综合应急演练或应急救援中应用示范。