

“重大自然灾害防控与公共安全”重点专项 2023 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 2023 年度项目申报指南。

本重点专项总体目标：按照“突发公共事件应急处置能力显著增强，自然灾害防御水平明显提升，发展安全保障更加有力”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、应急救援与综合保障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。

2023 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、海洋灾害、复合链生灾害等监测预警与风险防控，危险化学品与化工园区安全、矿山安全、城市建设与运行安全、交通运输与物流安全、火灾高效预防与扑救、特种设备安全、冶金工贸行业安全等风险监测预警和事故防控，以及灾害事故现场

保障、抢险救援、救援人员安全防护、生命救护、综合支撑与应急服务等关键技术与装备共 19 个技术方向，在共性关键技术、应用示范两个方面，拟启动 60 个项目申报指南，拟安排国拨经费 9.62 亿元。其中，拟部署青年科学家项目 13 项，拟安排国拨经费 3000 万元，其中 7.5 和 11.4 两个指南方向中每个项目 200 万元，19.1 和 19.2 两个指南方向中每个项目 300 万元。

项目统一按指南二级标题（如 1.1）的研究方向申报。除特殊说明外，每个指南方向拟支持 1 项。每个项目实施周期原则上不超过 3 年，个别项目因研究需要实施周期不超过 4 年。鼓励相关企业联合申报，深化产学研合作。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。共性关键技术类和应用示范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。示范项目鼓励在国家可持续发展议程创新示范区开展应用示范。

青年科学家项目不再下设课题，项目参与单位总数不超过 3 家。项目设 1 名项目负责人，青年科学家项目负责人年龄要求，男性应为 1985 年 1 月 1 日以后出生，女性应为 1983 年 1 月 1 日以后出生。原则上团队其他参与人员年龄要求同上。

每个指南任务原则上支持 1 项，特殊情况下，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，可考虑支持 2 个项目。2 个项目将采取“赛马制”方式分两个阶段支持。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 跨区域跨流域洪涝灾害风险协同应对与备灾（共性关键技术类）

研究内容：针对黄淮海平原、江淮平原区跨流域跨区域洪涝灾害防控需求，重点突破大范围多源洪水动态演进实时精细模拟与风险评估、精准协同调蓄与高效可靠备灾等关键问题。研制跨流域跨区域洪涝灾害精细场景推演平台，量化识别跨流域跨区域洪涝灾害孕育及风险传播机理；结合国家和区域数字孪生水网工程建设，开展跨流域跨区域洪涝灾害风险协同防控、洪涝调蓄空间布局及资源化利用、洪涝调度技术研究。研编面向跨流域跨区域协同防控的防汛物资清单，开展基于“平战结合”的洪涝灾害备灾物资储备调度、救援队伍调度大数据模拟推演与决策辅助技术，研制面向跨流域跨区域协同防控的物资备灾、队伍调度知识图谱，研制防汛物资调度管理与队伍调度智慧化平台。

考核指标：跨流域跨区域洪涝灾害场景推演平台，时间分辨率不超过 10 秒，洪水位误差不超过 $\pm 2\text{cm}$ ，淹没范围精度提高到 95%，并得到业务化应用；提交分辨率不低于 1:1 万的黄淮海和江淮平原区域洪涝灾害风险图，提交黄淮海和江淮平原区洪涝灾害风险协同防控与调度预案集，应急联动实现从 1 天左右向 1 小时以内升级，并得到行业主管部门采纳；提交跨流域跨区域洪涝调蓄空间布局、洪水资源化利用和洪涝调度技术指南（送审稿）；

防汛物资清单得到主管部门的发布，提供不少于 3 种物资储备调度和队伍调度优化策略并支持对未来 48 小时情况可视化动态模拟，防汛物资调度管理智慧化平台在水利、应急行业主管部门应用，物资足额精准到位时间不超过 1 个小时。

有关说明：要求有企业参加，行业管理部门全程参与；其他经费（包括地方财政经费、单位出资及社会渠道资金等）与中央财政经费比例不低于 1:1。

关键词：洪涝灾害、协同防控、防汛物资调度、跨流域跨区域、风险评估

1.2 基于多层级水网工程和数字孪生技术的特大干旱协同防控（共性关键技术类）

研究内容：围绕特大干旱应对需求，重点突破耦合水网工程特性（包括构成、布局、调度能力等）和干旱孕育过程水网工程应对特大干旱能力评价、跨流域跨区域应急水源精准储备和渐进式动态供需水预测与调配等关键问题。开展水网工程应对特大干旱能力评价技术研究，并对国家骨干水网区和典型省区水网工程应对干旱的能力进行评价；基于水网覆盖范围和可达性，结合区域水库群的联合调蓄能力，研究面向特大干旱的应急保障水源储备技术；开展基于水网工程和数字孪生技术的渐进式应急水源配置与调度技术研究，并进行应用示范；研编基于水网工程的特大干旱应急水源储备与调度技术导则。

考核指标：提交水网工程应对特大干旱能力评价数字平台 1

套，并通过2场以上历史事件的验证，且精度不低于90%；提交国家骨干水网区和典型省区应对特大干旱的能力评价成果图集，空间分辨率不低于1:10万，并包括区域水文水资源、干旱特性、水网工程等干旱能力评价的基础指标图和评价成果图；提交国家骨干水网区和典型省区的面向特大干旱应急水源储备方案，并得到国家和相关省区主管部门的采纳；构建渐进式应急水资源配置与调度技术平台1个，平台需具有渐进式动态供需水预测与调配能力，基本社会经济缺水率小于10%，在2个以上的省级行政区域得到应用示范；提交水网工程应对特大干旱能力评价、面向特大干旱的应急保障水源储备与调度技术导则各1份，并得到主管部门的采纳。

有关说明：要求有调水工程经营企业参加，行业管理部门全程参与；其他经费（包括地方财政经费、单位出资及社会渠道资金等）与中央财政经费比例不低于1:1。

关键词：特大干旱、水网工程、应对能力评估、应急水源、储备与调度

1.3 山洪灾害风险防控区划与全过程监测防范关键技术（共性关键技术类）

研究内容：针对山洪致灾复杂、不确定性突出、风险管控难等特征和分区分类精准可靠的山洪灾害防控需求，重点突破区域山洪灾害风险与防控综合区划、山洪灾害场景推演、全过程防范技术装备智能协同匹配等关键问题。开展耦合全类型山洪灾害孕育机理与防控对策的区域山洪灾害风险区划技术研究，研编太行山区、横

断山区、强震损山区等重点区域的高精度山洪灾害风险区划图；开发小流域山洪孕育全要素变量演化精准监测集成技术装备，研制山洪灾害监测、预测预警与全过程防控技术装备清单；开展山洪水分来源解析技术研究，开发山洪灾害场景推演平台；研制山洪灾害全过程防范技术装备智能匹配平台；开展山洪灾害全过程防控示范。

考核指标：提交区域山洪灾害风险区划技术导则（送审稿）；重点区域山洪灾害风险区划图空间分辨率不大于 1:1 万，且需客观表征风险孕育机理、风险等级和关键防范对策；提交山洪灾害监测、预测预警与防控技术装备清单，技术装备条目不少于 1000 条，且需含有技术原理、适用场景、关键功能、投入产出性能等关键技术经济指标，并得到行业主管部门的采纳；小流域山洪孕育全要素变量演化精准监测集成技术装备，可同步监测冠层截留、穿透雨、枯落物含水量、坡面产汇流、土壤水含量等，精度不低于 85%，且可在汛期连续稳定运行 3 个月以上；山洪水分来源解析技术，实现从水汽源地到河道径流的全过程解析，精度不低于 85%；山洪灾害场景—风险推演平台，山洪预见期提前到 3 天，坡面汇流准确率路径不低于 90%，淹没范围、淹没水深和流速等精度不低于 85%；面向山洪灾害全过程防范技术装备匹配平台，准确率达到 95% 以上，在 2 个以上省级主管部门得到业务化应用；在不少于 5 个高风险小流域开展山洪灾害全过程防控技术应用示范，示范区内无人员伤亡。

有关说明：其他经费（包括地方财政经费、单位出资及社会

渠道资金等)与中央财政经费比例不低于 1:1。

关键词: 山洪风险区划、技术清单、场景—风险推演、防范技术

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 森林雷击火风险预报和探测预警技术与系统(共性关键技术类)

研究内容: 针对森林雷击火的精准高效监测预警, 揭示雷击火形成的物理机制, 突破雷击火风险等级预报技术和实时探测预警技术。研究雷电电弧作用于森林可燃物的附着特性和引燃物理机制, 发展地闪多波形电流作用下的可燃物阴燃与着火临界条件预测算法; 研究地闪回击的高精度识别和精确定位及其实时特征探测技术; 研究融合环境条件(可燃物与气象)和地闪引燃危险性预测的雷击火风险预报技术; 研究融合地闪探测和地闪引燃风险预测的雷击火高发区域实时探测预警技术; 研建森林雷击火风险预报、探测预警与应急处置辅助决策系统。

考核指标: 完成 ≥ 10 种典型森林可燃物的雷击附着特性数据库和多波形雷电流引燃数据库(雷电流包含连续/独立的标准 A 波、B 波和 C 波, C 波持续时间 $\geq 500\text{ms}$, 可燃物尺度可至 20cm), 发展融合可燃物特性(燃料类型、含水率、密度以及燃料床载荷、孔隙度等)的地闪多波形电流作用下可燃物阴燃与着火临界条件预测算法 1 套, 引燃危险性预测偏差 $\leq 20\%$; 发展地闪识别定位与特征探测系统 1 套, 水平定位精度 $\leq 1\text{km}$, 回击识别效率 $\geq 95\%$,

长连续电流时长精度 $\leq 20\text{ms}$ ；开发雷击火风险等级预报算法 1 套，预报匹配度 $\geq 90\%$ ，具有可推广性；开发雷击火高发区域实时探测预警算法 1 套，火点漏报率 $\leq 20\%$ ；研建雷击火风险预报、探测预警与应急处置辅助决策系统 1 套，辐射面积不小于 8 万 km^2 ，响应时间 $\leq 5\text{min}$ ，在至少 2 个雷击火高风险林区开展应用示范。

关键词：森林雷击火、地闪识别定位与特征探测、雷击火风险预报、雷击火探测预警

2.2 森林草原火灾地空协同扑救关键技术及装备（共性关键技术类）

研究内容：针对森林草原火灾地空协同扑救技术体系构建，突破地空协同的森林草原火灾现场数据精确获取、灾情快速研判、消防力量协同指挥调度和应急通信保障技术。研制基于多终端火场侦查的森林草原火线识别与火场快速重构技术；研究数据驱动的森林草原火灾火场态势快速推演技术；结合地理条件和火场态势推演，研究地面和空中消防力量动态优化调度技术；研究消防飞机多机协同控火灭火技术及地空协同地面防火隔离带开设技术；研制集成森林草原火灾现场数据精确获取、灾情快速研判、消防力量协同指挥调度和应急通信保障一体化信息平台及装备。

考核指标：研制森林草原火灾现场快速侦查及重构装备一套，火线位置和长度测量误差 $\leq 30\text{m}$ ，燃烧区温度测算平均误差 $\leq 10\%$ 。研发数据驱动的森林草原火灾火场态势快速推演技术及软件 1 套，实现 5 分钟内对 1 小时后火灾发展态势进行推演，火

线位置预测误差小于 20%。研发基于火场态势推演的地面和空中消防力量动态优化调度技术及软件 1 套，实现 1 分钟内生成地空消防力量优化调度方案。研发消防飞机（直升机、固定翼飞机）多机协同控火灭火技术，提出多机（>3 机）协同、经济性与安全性优化的灭火技术规程；提出地空协同地面防火隔离带开设技术规程。研制森林草原火灾现场一体化综合信息平台及装备，集成森林草原火灾现场数据精确获取、灾情快速研判、消防力量协同指挥调度和应急通信保障技术，通信距离不低于 20km，通信带宽不低于 20Mb。在我国东北或西南至少 1 个林区开展应用示范。

关键词：森林草原火灾、地空协同扑救、火线识别与火场快速重构、地空协同优化调度

3. 大规模地质灾害监测预警与风险防范技术与装备

3.1 滑坡防治工程可靠性原位检测关键技术装备研发（共性关键技术类）

研究内容：针对山体滑坡及其防治工程安全可靠原位勘测检测需求，研究滑带土剪切流变过程微观机理与防治工程多场耦合过程，研发滑体结构表征、工后重构与建模方法；研制刚度自适应原位滑带土结构扫描—剪切流变试验仪；研制滑坡岩土结构—物理力学参数随钻内窥测量系统；研发大变形自适应滑坡—防治结构耦合演化多场智能监测技术装备；研发滑坡防治工程耐久性评估方法，研制补强加固技术。

考核指标：原位滑带土结构扫描—剪切流变试验仪 1 套，实

现场刚度自适应加载，滑带倾角适应范围 $0\sim 45^\circ$ ，分辨率 0.5% FS，位移精度 0.5% FS，3D 成像精度 1mm ；滑坡参数随钻测量装备 1 套，实现岩芯、细观结构与物理力学参数随钻获取，室内试验值校验误差 $\leq 10\%$ ，效率提升 1 倍以上；滑坡防治工程多场智能监测装备 1 套，实现位移、应力、渗流同步监测，单滑带下埋入式测斜仪量程无限制，多滑带位移精度优于 $\pm 0.02\%$ FS，地下水位精度 $\pm 1\text{mm}$ ，土压力精度优于 0.3% FS，含水率传感器精度 $\geq 3\%$ ；滑坡防治工程耐久性评价技术系统，实现业务化应用；自适应排水和结构补强技术 1 套，补强系数 ≥ 1.15 ；取得发明专利不少于 5 项；典型工程应用示范 3 处，建设或完善滑坡防治野外综合试验场 2 处。

有关说明：其他经费（包括地方财政经费、单位出资及社会渠道资金等）与中央财政经费比例不低于 1:2。

关键词：滑坡、防治工程、原位、勘测、补强加固

3.2 地质灾害防治工程生态耐久关键技术装备研发（共性关键技术类）

研究内容：针对山体崩塌、滑坡及泥石流生物治理工程标准提升关键技术装备需求，研发地质灾害与防治工程生态效应定量评价模型；研究地质灾害防治工程岩土—生物耦合机理，研发有机适配机制及生态耐久耦合评估模型；研发地质岩土体注浆锚固等防护工程生态材料与施作工艺；研发生物治理工程自适应维护及生态重构关键技术；开展东、中、西部典型区域应用示范，并研制相关技术标准。

考核指标：地质灾害生态危害与防治工程生态效应量化评价技术系统 1 个，准确率不低于 75%，实现业务化应用；地质灾害治理工程生态材料不少于 3 种，国产化率 100%，无污染基质，可用于坡度 $\geq 60^\circ$ 、可耐受 24 小时 50mm 降雨冲刷，自然重建周期小于 3 个水文年；坡体生物治理生态化工程结构图集 1 套、有效性 $\geq 75\%$ ，实现生态重构与工程维护一体化；取得发明专利不少于 5 项，制定相关技术标准不少于 3 项，典型国土空间地质灾害综合治理工程应用不少于 5 处。

有关说明：其他经费（包括地方财政经费、单位出资及社会渠道资金等）与中央财政经费比例不低于 1:2。

关键词：地质灾害、生物治理、生态效应、耐久、材料

3.3 多尺度地质灾害风险动态防控关键技术研发（共性关键技术类）

研究内容：针对我国南方地区多时空尺度国土空间地质灾害气象风险动态防控关键技术需求，研究建构区域表层非稳定动力学场景、揭示地质灾害与国土空间交互作用规律；研发全域地质灾害易发性指标体系与评价模型；研发人居环境随机斜坡滑坡危险区定量预测模型与自适应风险区划方法；研发城镇国土空间规划地质灾害防御韧性评估模型与智能检测系统；研发地质灾害气象风险动态预警响应技术装备，研制社区智能防控系统。

考核指标：广域地质灾害气象风险指标体系、数值模型 1 套，多尺度国土空间有效性 $\geq 90\%$ ，案例检验时序 $\geq 10y$ ；全域地质灾

害易发性数字评价技术系统，实现多级一致性，精度优于 50m，空间拓扑误差 $\leq 3\%$ ；县域人居环境地质灾害风险区划示与动态调控技术系统，精度优于 30m；城镇地质灾害防御韧性智能检测技术系统 1 套，适用国土空间 $\geq 100\text{km}^2$ ；社区地质灾害气象风险智能防御系统 1 套，实现从国家到社区多级关联预警响应的业务应用，响应时间 $\leq 3\text{min}$ ；制定相关标准不少于 3 项；典型县域应用示范不少于 3 处，典型城镇应用示范不少于 2 处。

关键词：地质灾害气象风险、国土空间、尺度、动态、防控

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 基于动力学模型的中长期地震数值预测关键技术（共性关键技术类）

研究内容：针对构建大陆中长期地震数值预测技术体系的需求，以中国地震科学实验场—川滇地区为研究区域，研究大陆强震孕育发生的区域地球动力学机制，研发断裂系统强震时空演化数值模拟技术；研究活动地块、边界带断裂和发震断层变形之间的关系，研发大陆型强震复发动力学过程数值模拟技术；研发基于震源物理模型的强震危险源识别技术、基于强震破裂过程数值模拟的断层发震能力分析技术、基于强震原地复发动力学过程的孕震阶段分析技术，综合构建活动地块理论框架下数十年尺度长期预测技术体系；利用数值模拟技术分析现行数年尺度预测方法的前兆机理，构建基于观测数据和前兆数值分析的数年尺度震情跟踪技术方案；开展大陆强震中长期数值预测应用示范。

考核指标：大陆强震数值预测技术体系 1 套，包括活动地块理论框架下的长期地震预测技术、中期前兆机理数值分析技术和强地面运动数值预测技术方案、数值预测分析系统和实验场区预测结果各 1 套。实验场区考虑板块动力加载和岩石圈流变性质的大陆区域动力学模型及构建方案 1 套，其中壳幔介质模型和上地壳浅层介质模型空间分辨率分别达 10~50km 和 1~5km；强震中长期预测数值模拟技术平台，其中数值建模空间分辨率达 100m，4D 数值建模能力达 1 亿网格，实现研究区主要断裂百年尺度 6.5 级以上地震孕育发生过程的数值模拟和动态演示，实现数值模型的远程设置和开放服务并与实验场观测台网实时连接，给出未来 10 年尺度和数年尺度 6.5 级以上地震发生概率预测结果。

关键词：大陆强震、中长期预测、动力学模型、数值预测

4.2 面向跨断层重大基础设施的大地震危险性分析关键技术 (共性关键技术类)

研究内容：针对提升跨越活动断层带国家重大战略基础设施抗震韧性的需求，研发不同类型断层大地震损伤带近地表和地表位错及分布式变形定量评价和预测技术；融合大地震震源破裂过程和近断层强震记录统计分析，研发具有速度大脉冲、断层永久位移和近断层大变形等特征的近断层强地震动场模拟技术；研究输油气管道、铁道和公路等跨断层线状重大基础设施在断层瞬态位移、分布式变形和超强地震动耦合作用下的破坏机理；研发跨断层线性工程的大震危险性评估方法并编制技术规程，并以穿越

断层的长输油气管道为例开展应用示范。

考核指标：断层近地表及地表位错和分布式变形评价技术 1 套，考虑断层位错方式和覆盖土层等因素的影响，给出不同超越概率下变形量和变形带宽度的概率预测；近断层强地震动场模拟软件 1 套，划分网格密度小于 400 米，且包括近断层地震动典型特征（断层滑动、近断层大变形、速度大脉冲等）；断层滑动与强地面运动耦合作用下，输油气管道数值分析模型 1 套（可控分析精度的管道瞬态最大应变值不低于 0.06），铁路公路山岭隧道数值分析模型 1 套（可控分析精度的隧道内相对变形量不低于 10%）；跨断层线状工程的大震危险性评估技术规程及软件 2 套，分别基于确定性和概率性 2 种技术路线；结合中国地震科学实验场区观测，给出埋地长输油气管道跨越两类断层的应用示范结果。相关软件和技术规程通过行业主管部门验收。

关键词：大型地震断裂、断层位错与分布式变形、线状重大基础设施、地震危险性分析技术

5. 极端气象灾害精准监测预报预警技术与装备

5.1 青藏高原致灾气象过程发生机理及预报方法研究（共性关键技术类）

研究内容：实施高原关键区域的陆—气综合观测试验，研究高原主要致灾气象过程（暴雨、低温、积雪等）的热动力学结构特征及其形成的大气环流与水热循环机制；研究青藏高原主要致灾气象过程移出信号及诱发关键环流系统（西南涡等）对东亚区域天气气

候的影响；评估业务模式对致灾气象过程的预报性能，优化改进预测模型对于高原东坡复杂地形刻画的能力，研究高原地区的多源资料同化技术，集成所研发的技术优化业务模式，提升致灾气象过程及其关键影响区域的预报能力，并开展实际业务应用。

考核指标：揭示青藏高原主要致灾气象过程（ ≥ 3 种）的发生机理及对东亚天气气候的影响规律；高原陆一气综合观测试验覆盖 ≥ 5 个科学观测站，实时观测总时长 ≥ 2 年，观测变量 ≥ 10 个；完成数值预报系统对高原致灾气象过程的模拟和预报性能评估，并提出2项以上的改进措施，形成高原地区数值模拟核心技术2项以上；升级现有业务系统，水平分辨率达到1km，完成1年以上的回报试验，准业务运行时间 ≥ 6 个月，对高原主要致灾气象过程的预报准确率在现有系统预报水平的基础上提高5%。

关键词：青藏高原、致灾气象过程、复杂地形、预报预测

5.2 暖云人工增雨关键技术（共性关键技术类）

研究内容：面向我国南方抗旱对人工增雨的迫切需求，针对暖性对流云人工增雨催化难题，开展关键技术研发。改进燃烧型暖云催化剂的配方和制备技术，攻克传统暖云催化剂粒径谱窄、成核效率低、可实施性差的技术难题；利用高分子、复合吸湿剂等高效绿色环保材料，研制播撒型暖云催化剂；发展适用于暖性对流云的精准安全高效的空地作业装备；开展新型催化剂和作业装备的外场验证和数值模拟试验，研究适用于暖性对流云的人工增雨催化作业技术，并应用示范。

考核指标：燃烧型催化剂颗粒物粒径大于 0.5 微米以上的粒子浓度占比从现有 50%提高到 80%~90%，催化效率显著提高；提供 1~2 种经外场试验验证的播撒型高效绿色环保暖云催化剂；建立 1 套适用于暖性对流云催化的集监测指挥作业一体的机动式地基火箭作业装备，和 1 套基于无人机技术的空基作业装备系统；建立 1 套能够模拟不同粒径和化学组分、时空分辨率达到分钟级和百米级的暖云催化数值模式系统；提出 1 套暖性对流云催化模型和作业指标；申请专利 ≥ 3 项，编制标准规范 ≥ 3 项。

关键词：暖云、人工增雨、催化剂、作业装备

5.3 东北冷涡致灾机理及预报关键技术（共性关键技术类）

研究内容：研究东北冷涡多尺度演变特征及对我国中东部汛期降水异常的影响机理；研究东北冷涡与多天气系统（西风槽、副热带高压、热带系统）相互作用原理以及对我国中东部极端强降水的影响机理；研究东北冷涡背景下突发强天气（雷暴、大风、冰雹及龙卷）触发机制及可预报性研究；基于东北冷涡云系特征分析，优化区域模式云物理过程参数化方案；建立冷涡背景下强对流天气集合预报系统。建立冷涡背景下我国强降水的短期气候、中短期和短临智能预测、预报、预警模型，并应用示范。

考核指标：确定东北冷涡影响我国中东部汛期降水异常的大气环流配置特征及外强迫因子及物理概念模型；确定东北冷涡背景下强天气发生、发展物理概念模型；确定东北冷涡与其他天气系统结合产生强天气的热动力学特征及物理概念模型；建立东北

冷涡影响我国汛期降水的多尺度概念模型并业务试用，东北地区月降水预测评分由 54% 提高到 60% 以上；建立东北冷涡背景下多尺度智能预报预测方法，24 小时暴雨 Ts 评分提高由 12% 提高到 17%~22%，东北冷涡背景下强天气（雷暴、大风、强降水、龙卷）预报准确率提高 5%（较 2020-2022 年平均）。

关键词：东北冷涡、强降水、影响机理、预报

5.4 致灾性极端天气过程月预测技术及应用（共性关键技术类）

研究内容：针对我国持续性强降雨、高温干旱、低温雨雪冰冻等致灾性极端天气过程，研究致灾天气过程长时间尺度变率调控机制和多空间尺度的协同作用机理；评估现有预测模式预测能力，开展极端天气过程月预测可预报性研究，研究构建具有物理意义的月尺度预测模型；基于全球各预报中心多模式平台开展多模式集合预测和人工智能应用研究，建立动力—统计结合的月预测方法，开展国家级业务平台极端天气过程月预测技术应用。

考核指标：给出次季节变率调控致灾性极端天气过程和多尺度变率协同作用的物理概念模型；给出可量化的月预测关键预报指标体系，建立客观化预报模型；给出国家级业务模式预报能力评估；建立基于国家级业务中心多模式平台的次季节多模式集合预测系统，模式数不少于 4 个，空间分辨率不低于 25km，预报时效不少于 40 天；在国家级业务平台建立自主可控的动力统计结合预测系统，可对全国业务部门提供格点化指导产品，提前一个月制作针对强降雨、高温、强降温等致灾性极端天气过程预测

产品，预报准确率达到 60%。

关键词：极端天气过程、月预测、应用示范

5.5 复杂气象过程观测激光雷达研制及应用示范（共性关键技术类）

研究内容：研制一台对复杂气象过程中快速变化的温度、湿度、风速、气溶胶等参数进行连续观测的激光雷达系统；增加气溶胶的近红外偏振和近红外拉曼探测通道，提高对气溶胶到云转化过程的观测能力；开发气象参数实时反演算法，并形成连续廓线产品；在试验场地开展激光雷达连续观测复杂气象过程试验，提取可用于对复杂灾害性气象过程（如低空急流和团雾等）预警所需的特征参数。

考核指标：研制一台可在复杂气象过程中获取快速变化的温度、湿度、风速、气溶胶等气象参数的激光雷达并进行示范观测应用；具备全天候连续观测能力；气象参数时间分辨率为 1min，垂直分辨率 $\leq 180\text{m}$ ，测温精度 $\pm 2\text{K}$ @ 0~3km（白天）@ 0~10km（夜晚）；水汽混合比误差不大于 0.2g/kg @ 0~3km（白天）@ 0~10km（夜晚）；风速测量误差小于 0.2m/s @ 0~5km；气溶胶光学参数探测误差不大于 5% @ 0~15km（夜间）， 10% @ 0~15km（白天）；两个典型区域开展示范观测时间分别不少于 90 天，并在两个典型区域强对流等灾害性天气发生前 1~2h，提取出气溶胶、温湿度和风场演变的特征；相关科技成果在国家级业务部门进行评估测试及转化应用。

关键词：气象激光雷达、气象参数廓线、气溶胶云转化、复杂天气预警参数

6. 海洋灾害监测预警与风险防范关键技术与装备

6.1 基于自然的海洋动力灾害综合防护关键技术与应用（共性关键技术类）

研究内容：针对自然岸线保有率管控和落实国家适应气候变化战略的海洋防灾减灾需求，突破国家海岸带保护修复工程迫切需求的基于自然的海洋动力灾害综合防护关键技术瓶颈。研究海洋动力灾害与淤泥质海岸、砂质海岸及岸基植被等自然减灾要素的互馈过程，建立动力灾害—海岸—植被等的耦合模拟技术；研究不同类型海岸的典型植被群落分区建植方案，研发逐级消浪、柔性措施空间配置等关键技术，建立基于自然的海洋动力灾害综合防护技术模式；研究不同类型海岸与植被消浪弱流、固滩护岸的耦合作用，建立柔性防护措施标准与防护能力评估方法；针对淤泥质和砂质海岸，形成基于自然的海洋动力灾害综合防护解决方案并应用示范。

考核指标：海洋动力灾害—海岸—植被等的耦合模型 1 套，预测误差 $<15\%$ ；突破不同类型自然海岸逐级消浪、柔性措施空间配置等关键新技术 3~5 项，提升波高消减率 20%以上；形成技术标准 3 项，提出 ≥ 4 种基于自然的海洋动力灾害综合防护技术模式；形成柔性措施防护能力评估方法 1 套，绘制我国典型海岸柔性防护措施减灾能力分布图，全国范围比例尺 1:25 万，示范区不

低于 1:5 万；在淤泥质和砂质海岸开展应用示范 2 处以上，其中，砂质海岸 $\geq 2\text{km}$ 、淤泥质海岸 $\geq 5\text{km}$ ，自然岸线增加 $\geq 1\text{km}$ ，相同减灾效果下，综合成本比传统硬质工程降低 $\geq 20\%$ ，形成基于自然海岸的海洋动力灾害可持续长效防护能力。

关键词：海洋动力灾害、柔性措施、综合防护、自然海岸

6.2 热带区域近海强风海气边界层观测与参数化方案技术及应用示范（共性关键技术类）

研究内容：针对我国热带区域近海海洋与大气环境多变、海气相互作用复杂的特点，以及业务模式中描述近海海域海气相互作用能力不足等问题，充分利用近年来我国海气边界层领域观测技术发展的成果，基于近海固定式海上观测平台、锚系浮标、石油平台、无人飞机、海上 GPS 探空站、潜标和水下滑翔机等，开展近海强风期间水下至大气低层的一体化综合立体观测试验；研究基于多源观测数据的近海海洋气象要素融合分析方法；研究强风条件下海洋大气界面过程多尺度特征及其相互作用机制；研究上层海洋对大气的响应过程及其热力反馈效应；研究海气界面海浪及飞沫在海气通量传输过程中的作用及边界层参数化方案，实现强风条件下近海区域海气耦合数值预报模式预报改进，开展近海区域高分辨海气耦合数值预报模式的业务应用示范。

考核指标：建成适用于近海强风条件下海洋大气边界层参数化方案，实现基于自主研发的区域海气耦合数值预报模式的业务应用；热带区域近海 6 级以上大风、近岸台风强度（风速）及台

风暴雨 24 小时预报准确率较现有区域业务预报模式(2021—2023 年平均预报准确率)提高 5%~8%;建立不少于 3 年的热带区域近海海洋大气边界层综合观测数据集,构建热带近海海洋大气边界层观测技术示范平台和区域海气耦合数值预报模式的示范平台,并开展业务预报应用示范。

关键词:热带区域近海、海洋大气边界层、海气耦合、数值预报

6.3 极端海洋动力灾害风险预警及防控技术与应用(共性关键技术类)

研究内容:针对我国东南沿海重要城市和重大工程的防灾减灾需求,深化全球变化下极端海洋动力灾害的致灾机理,突破风险评估、预警及防控等关键技术。研究全球变化下风暴潮、巨浪等极端海洋动力灾害过程的孕育、发生、演变过程,揭示风暴潮—海浪—天文潮等多致灾因子耦合强化效应,以及对海堤、桥梁等典型承灾体的破坏特性与多因子耦合致灾机理;研究典型承灾体风险识别、评估和预警报方法,建立漫堤、漫滩以及典型承灾体的快速、实时动态风险预警模型并形成相关业务产品;构建极端海洋动力灾害环境下典型承灾体防御工程数字孪生技术与减灾方案。

考核指标:阐明极端海洋动力灾害对典型承灾体的破坏特性与多因子耦合致灾机理;针对海堤、跨海桥梁、人工岛、海上风电等不少于 4 种沿海典型承灾体,建立多致灾因子耦合的致灾风险等级标准和风险评估方法,编制行业标准 1 项;建立漫堤、漫

滩及典型承灾体的动态风险预警模型并形成业务化产品，空间分辨率 $\leq 50\text{m}$ ，预报时效 72h，动力过程要素预报误差 $\leq 20\%$ ，针对不同承灾体的致灾风险等级预警产品命中率 $\geq 65\%$ ，在东南沿海省级以上业务化部门针对沿海重要城市或重大工程开展应用示范；形成针对极端海洋动力灾害的典型承灾体防御工程数字孪生模型与减灾方案，被国家级业务部门采纳。

关键词：极端海洋动力灾害、典型承灾体、漫滩漫堤、风险预警

6.4 海浪—风暴潮数值模式及综合预警报技术（共性关键技术类）

研究内容：针对我国海浪、风暴潮数值模型自主化发展的迫切需求以及海浪—风暴潮综合预警报技术缺乏的现状，研发具有自主知识产权的我国海浪及风暴潮预警数值预报模式，突破海浪—风暴潮综合预警关键技术，研发精细化海浪—风暴潮综合预警产品；发展大数据—海洋环境动力联合驱动的智能预报技术，建立底层逻辑统一的海浪—风暴潮预报模式；建立基于影像识别等技术的新型智能化近岸风—浪—潮监测技术；构建我国海浪—风暴潮综合智能监测预警报系统，在东南沿海海洋灾害高风险地区开展应用示范。

考核指标：建立具有自主知识产权、快速轻量化的海浪—风暴潮数值预报系统，模式支持高效算法，核心代码可迭代更新模块化设计，可网络协同开发，可在移动工作站运行；在当前主流

图形工作站上，硬件加速 7d 数值预报计算时间 $\leq 30\text{min}$ ，相较主流 CPU 平台计算时间节省 70%以上；风暴潮数值预报模式最高空间分辨率优于 50m，海浪谱数值预报模式最高空间分辨率优于 1km，增水高度 24h 预报平均相对误差 $< 20\%$ ，近海海浪 1m 以上有效波高 24h 预报平均相对误差 $< 22\%$ ；发展风—浪—潮智能监测技术，反演近岸浪高和风速绝对误差分别 $\leq 1\text{m}$ 和 $\leq 3\text{m/s}$ ，具备风暴潮—近岸浪拍岸识别能力；建成精细化海浪—风暴潮智能监测预警集成业务平台 1 套，在东南沿海地级以上城市海洋预报部门开展业务化应用示范 6 个月以上，向公众和 2 种以上涉海行业提供综合风险警报产品，提供用户满意度第三方调查报告 1 套。

关键词：自主知识产权、风暴潮、近岸浪、数值模式

7. 复合链生灾害监测预警、场景推演与综合防御技术装备

7.1 气候变化条件下高山工程区灾害链监测、风险评估与调控（应用示范类）

研究内容：针对气候变化条件下高山重大水电工程区冰岩崩与冰川泥石流等灾害链威胁，研发基于地震动信号的大规模高山海洋型冰川区，突发性灾害链信息快速获取关键技术，构建基于深度学习与地震信号的灾害链监测预警技术体系；研究水热耦合条件下高山海洋型冰川区灾害链演化机理与动力学过程，研发高山区灾害链风险源判识与危险性评估指标体系、基于物理机制的高山区灾害链定量风险预测方法，构建高山区灾害链运动演进全过程数值模拟技术体系；研发高山区灾害链关键节点断链技术，

构建高山区重大水电工程灾害链风险源判识—危险性与风险评估—监测预警—断链技术综合防控体系。

考核指标：高山区灾害链监测预警准确率不低于 85%，预警时间提前 20 分；高山区灾害链危险性、风险评估结果的验证精度不低于 70%；高山区冰川融水估算时间分辨率达到 1 天，精度>80%；构建基于动力过程的海洋型冰川区灾害链风险源判识—危险性与风险评估—监测预警—断链技术综合防控体系软件系统 1 套；完成海洋型冰川区灾害链危险性、风险评估标准 1~2 个，断链技术综合防控示范区 1 个（高山区典型 1 条海洋型冰川区）。

关键词：高山区灾害链监测预警、风险源判识、危险性与风险评估、断链技术

7.2 黄土高原基础设施密集区重大链生灾害防控技术体系(应用示范类)

研究内容：针对黄土高原密集的能源基地运行与华北、华东能源供应安全保障需求，研究多源异构数据实时融合集成技术，研发基础设施密集区暴雨—崩滑—泥石流—溃坝重大链生灾害监测、风险评估与预警技术，划分高风险区、构建黄土高原基础设施密集区重大链生灾害精准监测预警体系；以“诊链—断链—消链”链条式灾害防控为基础，通过控水、控变形、控侵蚀、控滑移的“四控”减灾措施，构建基础设施密集区典型坝库流域应对重大链生灾害的“人—地—工程”相协调的韧性防控技术体系；研发暴雨—崩滑—泥石流—溃坝重大链生灾害风险信息深度融合

技术，研制支持黄土高原基础设施密集区重大链生灾害风险识别—定量评估—韧性防控—智能决策全过程信息共享技术平台，实现海量重大灾害链风险数据—模型—知识的一体化高效管理与智能服务，在黄土高原基础设施密集区典型坝库流域区推广示范。

考核指标：暴雨—湿陷—崩滑—泥石流—溃坝链生灾害精准监测关键参数监测准确度高于 90%；黄土高原基础设施密集区重大链生灾害精准预警精度不低于 80%；黄土高原基础设施密集区典型坝库流域区重大链生灾害分布及危险性评估图比例尺为 1:50000、空间分辨率为 50 米，推广示范区危险与风险评估图比例尺为 1:2000，空间分辨率为 5 米；典型坝库流域区暴雨—湿陷—崩滑—泥石流—溃坝链生灾害精准协同监测软件系统 1 套，强韧性防控技术体系技术标准 2~3 个，在不少于 3 个县（区）开展应用示范。

关键词：黄土高原基础设施密集区、典型坝库流域区暴雨—湿陷—崩滑—泥石流—溃坝链生灾害、韧性防控技术体系

7.3 台风、洪涝巨灾链主要承灾体保险关键技术与标准（应用示范类）

研究内容：针对全面构建台风、洪水等巨灾保险体系、强化社会与市场防灾体系建设的迫切需求，围绕台风、洪涝巨灾造成结构（房屋与基础设施）破坏与大宗农作物损失的保险补偿机制建立，突破台风、洪涝巨灾及可能复合链生的暴雨、大风的危险性评估技术，构建台风、洪涝巨灾灾害链随机事件集，厘定主要

结构类型和大宗农作物台风、洪涝巨灾链的损失率，构建脆弱性函数库；发展基于多源大数据融合学习的巨灾损失调查与勘定关键技术，研发台风、洪涝巨灾主要承灾体保险标准，构建可业务化的保险损失模拟技术平台；研制主要结构类型和大宗农作物针对台风、洪涝巨灾的保险损失风险评估与区划方法，集成台风、洪涝巨灾灾害链保险与再保险损失与风险评估业务平台，在东部沿海区开展模型平台的应用示范。

考核指标：研发台风、洪涝巨灾灾害链十万年随机事件集各 1 套，还原精度可达 95% 以上；研发主要结构类型和大宗农作物针对台风、洪涝巨灾灾害链的脆弱性函数库各 1 套，脆弱性函数对历史事件损失的还原精度不低于 70%，研发包含商业中断损失模拟模型 1~2 个，其精度可达 60% 以上；编制东部沿海区台风、洪涝巨灾灾害链保险损失风险与费率区划方案 4 套，拟定保险技术国家/行业标准 6 项以上；开发集成台风、洪涝巨灾灾害链模拟技术，可应用于巨灾保险与再保险损失评估的平台 1 个，并被不少于 7 家直保企业与不少于 1 家再保险企业采用，在东部沿海区不少于 50% 的区县应用示范。

有关说明：有企业配套资金，产学研联合申报

关键词：台风、洪涝、保险模型、关键技术、标准

7.4 滨海海域活动断裂带探测与强震海啸预测关键技术（共性关键技术类）

研究内容：针对华南沿海面临地震—海啸灾害威胁与海岸带

城市防灾需求，选择活动断裂发育的典型海域，探测滨海海域不同性质活动断裂带的活动习性，获取断裂带深—中—浅部和海底地形耦合的精细结构，研发海域古地震和古海啸识别方法，定量获取强震活动习性参数，揭示强震规律和运动学过程；研究海域活动断裂带强震孕育和破裂条件，预测断裂带强震危险性；研发基于人工智能的海域地震—滑坡—海啸灾害链危险性与损失风险综合评估方法，研发城市复杂环境中超高分辨率（米级）海啸淹没风险评估技术与应急疏散方案，完善综合防灾减灾预警体系，并在沿海城市群开展应用示范研究。

考核指标：确定主要活动断裂带的空间分布，揭示断裂带活动历史和古地震序列，其中断裂带 40m 深度以上地层分辨率优于 0.3m，地层断错量分辨率优于 0.5m，地层年代测定误差不超过 300 年；建立海域高精度、高分辨率的断裂带三维结构和力学模型，其中横向分辨率优于 10km，纵向分辨率优于 5km，给出强震震源识别及危险性分析结果；形成基于地震动力学模型的海域地震—滑坡—海啸灾害链危险性与综合评估技术 1 套，绘制研究区（5 万平方公里）灾害链综合风险评估图（比例尺 1:5 万），绘制沿海 2 个重点城市和地区（5000~10000 平方公里）地震海啸超高分辨率（米级）风险区划及应急疏散图 4 套（比例尺 1:2000）。

关键词：海域活动断裂带、古地震、海啸、灾害危险性

7.5 重大自然灾害监测预警与防控前沿技术探索（青年科学家项目）

研究内容：重大自然灾害孕育及演化新理论；重大自然灾害监测新技术及新装备；重大自然灾害预警预报新理论及新技术；重大自然灾害风险评估与精准防控新方法、新装备、新材料、新应用等。

考核指标：形成原创理论 3~5 项，前沿技术原型 3~5 项，完成实验室小型试验，制备出样品或样机。

有关说明：在洪涝干旱灾害、森林草原火灾、地质灾害、地震灾害、气象灾害、海洋灾害及复合链生灾害七个方向择优支持，每个方向最多不超过 2 个项目，总数不超过 8 个项目，申报时需明确七个方向下的具体研究方向。鼓励在洪涝干旱灾害开展自由探索；同时支持极端气候下森林火灾风险预测，高密度智能化地震前兆监测新技术和装备，喜马拉雅造山带高位远程山崩碎屑流复合成灾模式和定量评估，重大风暴潮灾害重要承灾体风险防控新技术，雷达气象应用、极端天气事件演变机理，重特大地震灾害链损失快速评估、综合评估模型，双强震致灾机理与成害过程、综合评估与应急响应（以土耳其地震为例）等方向的前沿探索。

关键词：自然灾害、监测预警、风险评估与防控、前沿技术

8. 危险化学品与化工园区安全技术和装备

8.1 典型危化品生产装置主动安全防护技术及装备（共性关键技术类）

研究内容：针对典型危化品生产装置安全风险预判不精准、防控不及时、主动防控技术缺乏等问题，研究全流程仿真分析技

术与工艺失控机理，研发工艺异常早期精细识别技术；研究工艺异常风险演化规律与动态智能评价技术；研制具有自诊断功能的高可靠性数字化主动安全防护装备；研发事故危害最小化安全防护装备协同泄放技术。

考核指标：建立环氧乙烷、乙二醇、合成氨等典型生产装置中工艺异常识别、动态风险评价方法与模型，识别与评估准确率 $\geq 90\%$ ；主动安全防护装备，非接触式行程测量传感器精度优于 $0.5\%F.S.$ ，集成控制器能采集、分析行程及重要工艺参数，工艺参数采集精度优于 $1.5\%F.S.$ ，数字化自诊断控制阀完整性等级 $\geq SIL2$ 级，适用最大排放口径 $DN450$ 、最高工作压力 $32MPa$ 、最高温度 $500^{\circ}C$ ，主动控制响应时间 $\leq 0.5s$ ；各防护装备可协同进行安全泄放，主动安全泄放量误差 $\leq 5\%$ ；制修订安全附件相关安全技术规范（TSG）1项，国家/行业标准（送审稿）1项，申请发明专利不少于5项；在3套以上典型危化品生产装置应用示范不少于3个月。

有关说明：由相关企业牵头或参与申报，鼓励产学研合作；配套经费与中央财政经费比例不低于1:1。

关键词：危化品装置、动态风险评价、主动安全防护、功能安全完整性、安全泄放

8.2 典型危化品装运安全监测与泄漏应急处置技术及装备(共性关键技术类)

研究内容：针对危化品装运过程智能预警不足、突发性泄漏

应急处置效率低、快速安全处置装备缺乏等问题，研发装卸过程智能控制和异常工况预警处置技术，构建智慧装卸站场系统；研发运输罐车运行状态安全风险智能预警技术；研发液态烃类、易燃有毒液体泄漏扩散机制及环境影响评价技术，研发专用捕消材料；研制泄漏物的快速安全处置多级组合装备。

考核指标：智慧装卸站场系统，装卸连接装备具备脱落自密封与带压接驳功能，连接断开时间 $\leq 20\text{s}$ ，泄漏率 $\leq 0.3\text{mm}^3/\text{s}$ ，故障识别时间 $\leq 1\text{s}$ ；罐车运行状态监控系统，压力准确度优于 0.5% F.S.，温度准确度优于 0.2°C ，具备泄漏前预警功能且法兰密封面液体泄漏量监测下限 $\leq 1\text{mL}/\text{min}$ ；泄漏扩散机制及环境影响评价技术，下风向扩散范围与毒性区域预测精度 $\geq 80\%$ ，捕消材料 ≥ 3 种；快速安全处置多级组合装备，泄漏物收集率及捕消效率均 $\geq 90\%$ ；技术与装备在不少于100万吨/年装卸站场、不少于200万吨/年液化天然气站各应用示范不少于3个月，制定国家/行业标准（送审稿）不少于2项。

有关说明：由相关企业牵头或参与申报，鼓励产学研合作；配套经费与中央财政经费比例不低于1:1。

关键词：危化品、装运安全监测、捕消材料、泄漏应急处置

9. 矿山安全风险智能监测预警和防控技术与装备

9.1 煤矿地质灾害隐患透明化探测技术与装备（共性关键技术类）

研究内容：针对煤矿安全开采的地质灾害隐患超前探测不够

精准、探测范围小、预警响应不及时等问题，研究煤炭开采的地质异构区、瓦斯富集区、突水隐患区、应力集中区和煤层异温区等灾害源的地球物理场综合响应机制，研发矿井地质灾害源多场地球物理动态探测关键技术，研发矿井地质灾害源定量精细表征方法与大数据智能识别技术，研制煤矿地质灾害透明化探测成套装备，构建地质灾害透明化地图和自动更新平台。

考核指标：煤矿地质灾害透明化探测成套装备，地质信息反馈响应时间 $\leq 10\text{min}$ ，在 1000m 深度范围内，对煤岩分界探测精度 $\leq 10\text{cm}$ 、地质异构体识别尺寸 $\leq 3\text{m}$ ，瓦斯富集区边界识别精度 $\leq 10\text{m}$ ，突水隐患区定位精度 $\leq 5\text{m}$ ，应力集中区判识率 $\geq 90\%$ ，煤层异温区识别率 $\geq 90\%$ ；矿井动态地质建模与地质灾害透明化地图动态更新系统平台，地质灾害透明化反演地图精度 $\leq 20\text{cm}$ ，地图自动更新时间 $\leq 10\text{min}$ ；在2个以上煤矿应用示范，分别不少于6个月；制定煤矿地质灾害隐患透明化探测技术国家/行业标准（送审稿）2项。

有关说明：由相关企业牵头或参与申报，鼓励产学研合作；配套经费与中央财政经费比例不低于1:1。

关键词：地质灾害、地质信息、透明化探测、灾害反演地图、预警时间

9.2 厚煤层瓦斯原位降消与均匀化解危关键技术研发及应用示范（应用示范类）

研究内容：针对我国中西部矿区厚煤层瓦斯难解吸、高强度

开采条件下瓦斯涌出量大等难题，研究厚煤层瓦斯灾害致灾机理与原位降消新方法，研发瓦斯原位高效降消材料，研发厚煤层全层厚瓦斯原位降消与压驱一体均匀化解危技术，构建厚煤层瓦斯原位降消与均匀化解危智能调控系统。

考核指标：建立厚煤层高强度开采工作面瓦斯致灾理论模型与判别准则；瓦斯原位降消材料，注入煤体后瓦斯原位降消峰值 $\geq 3L/(kg \cdot min)$ ，且维持降消峰值80%效能的时间 ≥ 180 天，不产生二次毒害物质；瓦斯原位降消与压驱一体均匀化解危技术，降消有效影响半径 $\geq 20m$ ，煤层瓦斯含量月均降低速率 $\geq 0.5m^3/t$ ，解危后全层厚残余可解吸瓦斯含量 $\leq 2m^3/t$ ；瓦斯原位降消与均匀化解危智能调控系统，自主调控响应时间 $\leq 5s$ ，煤层瓦斯含量调控精度 $\leq 0.5m^3/t$ ；在中西部厚煤层开采矿区2个以上煤矿开展应用示范不少于4处，分别不少于6个月，治理后工作面回采全过程风排瓦斯量 $\leq 5m^3/min$ ；制修订相关国家/行业标准（送审稿）2项。

有关说明：由相关企业牵头或参与申报，鼓励产学研合作；配套经费与中央财政经费比例不低于1:1。

关键词：厚煤层、瓦斯、原位降消、均匀化解危、瓦斯含量

9.3 矿山井下CO感控消纳一体化关键技术与装备研发及应用示范（应用示范类）

研究内容：针对井下CO毒害气体感控联动、局部空间高浓度CO快速消除等难题，研究井下CO精准溯源技术，研究井下CO实时动态感知及超限自主预警技术，研发适应井下恶劣环境

的 CO 高效消纳材料，研制井下生产现场 CO 超限主动消纳装备，研发灾变环境下 CO 高效应急处置装备。

考核指标：井下 CO 实时动态感知及超限自主预警系统响应时间 $\leq 2s$ ，漏报率为 0、误报率 $\leq 1\%$ ，CO 超限区域的空间自主定位误差半径 $\leq 25cm$ ，CO 溯源准确率 $\geq 90\%$ ；CO 高效消纳材料，适用于 $800^{\circ}C$ 以下、相对湿度 $0\% \sim 90\%$ 、氧气体积分数 $5\% \sim 20\%$ 的环境，消纳能力 $\geq 0.1mmol / (g \cdot min)$ ，活性抑制率 $\leq 40\%$ ，性能稳定时长 $\geq 60h$ ，不产生二次毒害物质；用于井下煤自燃、炮掘导致 CO 超限的主动消纳装备，空间 CO 消纳峰值 $\geq 100ppm/min$ ，且维持消纳峰值 80%效能的时间 $\geq 50h$ ；应用于井下火灾、爆炸灾变场景的 CO 高效应急处置装备，适用温度最高可达到 $800^{\circ}C$ ，响应时间 $\leq 5s$ ，消纳剂粉体云形成时间 $\leq 8s$ ，有效作用空间能力 $\geq 10m^3/kg$ ，空间 CO 消纳峰值 $\geq 2500ppm/min$ ，且维持消纳峰值 80%效能的时间 $\geq 2h$ ；在 2 个以上煤矿应用示范，分别不少于 6 个月；制修订相关技术规范（送审稿）2 项、国家/行业标准（送审稿）2 项，申请发明专利 8 项。

有关说明：由相关企业牵头申报，鼓励产学研合作；配套经费与中央财政经费比例不低于 1:1。

关键词：CO 超限、自主预警、CO 消纳剂、主动消纳装备、应急处置

9.4 陆上超深油气井井喷防控关键技术装备及应用示范（应用示范类）

研究内容：为解决我国超深油气井井喷风险预警时效性差、溢流井涌处置成功率低等问题，研发近钻头、井筒和井口多源信息感知与融合的井喷风险智能监测预警技术及装备；研究井控设施完整性检测、监测技术；研发溢流井涌抢接井口机器人与远程智能一体化关井技术及装备，研发压井处置决策支持与控制系统。

考核指标：井喷风险智能监测预警装备，可测最小井下钻井液含气率达 1%，井筒漏失液位监测精度优于 2%；井控设施完整性检测、监测技术，实现关键结构早期损伤在线可视化智能评判，可辨识 5 μ m 宽裂纹、深度 \leq 5% 壁厚缺陷和 10ml/s 泄漏，诊断准确率 \geq 95%；溢流井涌抢接井口机器人与远程智能一体化关井技术及装备，实现自主识别井口、对中旋接工具及远程关井，对中精度 \leq 0.4mm、额定扭矩 \geq 35kN·m，抢接井口时间 \leq 45s，成功率 \geq 98%；智能压井系统控制误差 \leq 50psi；在西部超深油气田应用示范不少于 10 井次。

有关说明：由相关企业牵头或参与申报，鼓励产学研合作；配套经费与中央财政经费比例不低于 1:1。

关键词：油气井、井喷、压井处置、风险预警、机器人

10. 城市建设与运行安全风险监测和防控技术

10.1 城市复杂地质条件深基坑安全管控关键技术和装备研发及应用示范（应用示范类）

研究内容：针对城市超大深基坑（群）施工综合风险评估不全面、预警不及时、应急联控技术不足等问题，研究城市深基坑

施工过程中地层致灾体、支护结构隐患体、外部扰动源等耦合作用与风险演化机制；研究超大超深基坑（群）开挖时空关联效应及安全控制技术；研发深基坑工程风险隐患智能感知与精准预警技术及成套装备；建立基于高危工程安全风险监测预警的多维多层次安全智慧监管平台。

考核指标：建立超大深基坑灾变演化机制与安全风险状态评估模型；超大深基坑开挖变形时空预测方法，编制城市深基坑施工安全风险控制技术导则；深基坑坍塌风险智能监测探测、快速诊断与预警系统及成套装备，自动识别深基坑支护结构变形、裂缝、地层空洞等关键风险要素 ≥ 6 项，基坑支护结构及地表变形识别精度优于 0.1mm ，地层空洞识别深度达到 50m 、识别最小尺寸达到 0.5m ；安全智慧监管平台，诊断及预警信息反馈响应时间 $\leq 2\text{min}$ ；在复合地层及软弱地层条件的大型复杂基坑群开展工程应用示范，示范工程要求由4个以上连接基坑组成的基坑群，总开挖面积不小于 50 万平米；制定城市深基坑施工风险评估领域的国家/行业标准1项。

有关说明：由相关企业牵头申报，鼓励产学研合作；配套经费与中央财政经费比例不低于 $1:1$ 。

关键词：城市、深基坑、施工安全、智能感知、预警

10.2 滨海城市典型区域建筑与基础设施安全监测预警关键技术（共性关键技术类）

研究内容：针对滨海城市地层复杂、稳定性差导致的建筑与

基础设施变形大且难以预警的问题，研究滨海地区水—土—结构相互作用机制与分析方法；研发地下工程及深部地层变形监测技术与装备；研发建筑与基础设施的静动态变形非接触测量装备及灾变预警关键技术，研发建筑与基础设施的卫星遥感长时序变形监测方法与装置，构建数字化监测预警平台。

考核指标：建立滨海地区水—土—结构相互作用分析方法和易扰动地层结构性能评价指标体系；地下工程周边地层变形监测装置，实测精度优于 0.3mm；静动态变形非接触测量装备，在 100m 测量范围内多点（>10 个）变形测量精度优于 0.5mm；基于预警置信度的高效灾变预警技术，预警响应时间 $\leq 5\text{min}$ ；星载 InSAR 建筑与基础设施区域监测辅助装置，监测点三维空间定位精度较通用数字高程模型辅助计算方法提升 80%；滨海城市典型工程群一体化协同监测预警系统平台，对安全性事件报警准确率达到 95%；编制国家/行业/地方标准 2 项，申请发明专利 5 项；在 2 个典型滨海城市开展应用示范，其中不少于 1 个国家可持续发展议程创新示范区城市。

有关说明：由相关企业牵头或参与申报，鼓励产学研合作；配套经费与中央财政经费比例不低于 1:1。

关键词：滨海、建筑与基础设施、监测、预警

11. 交通运输与物流安全风险监测预警和防控技术

11.1 动力锂电池运输安全防护技术与装备(共性关键技术类)

研究内容：针对动力锂电池公路、铁路、水路、航空等多种

运输方式下安全运输预警技术和专用防护装备缺乏等问题，研发适用于不同运输条件的 50kWh 以上动力锂电池安全运输防护技术及装备，建立动力锂电池运输包装安全标准。

考核指标：适用于磷酸铁锂、镍钴锰酸锂、镍钴铝酸锂等类型动力锂电池运输安全防护装备工程样机，动力锂电池运输过程热失控预警准确率 $\geq 90\%$ ，热失控预警响应时间小于 30s；防护装备自重与电池能量比率 $\leq 35\text{kg/kWh}$ ；在 1.8m 跌落试验条件下，装备无宽度 $\geq 0.2\text{mm}$ 贯通裂缝、内装试验电池无破损；50kWh 以上动力锂电池发生完全热失控情形下，装备内部平均压力 $\leq 130\text{kPa}$ 、主体结构完好且没有电池碎片弹出，内层阻燃材料的氧指数 $\geq 32\%$ ，外表面无火焰且温度 $\leq 100^\circ\text{C}$ ，逸出的氟化氢气体浓度 $\leq 60\text{ppm}$ ，排气口温度 $\leq 150^\circ\text{C}$ 。制定公路、铁路、水路、航空等四种运输条件下的安全运输技术规范（包含废旧动力锂电池运输）及防护装备安全性能测试导则国家/行业标准（送审稿）2 项，公路、铁路、水路运输领域各开展 10000km 以上的应用示范，航空运输领域开展 100000km 以上的应用示范。

有关说明：由相关企业牵头或参与申报，鼓励产学研合作；配套经费与中央财政经费比例不低于 1:1。

关键词：动力锂电池、运输安全、热失控预警、防护装备

11.2 道路运输车辆重大事故风险防范与应急避险技术（共性关键技术类）

研究内容：针对道路运输车辆驾驶员失能情况下，高危风险

识别预警难、车辆干预不足、事故报警不及时等问题，研发营运车辆运输多层次风险智慧识别、模拟推演、实时评估预警与遇险报警示位技术及系统，研制临近碰撞情况下自动紧急制动装备和遇险自动报警示位装置。

考核指标：基于增强现实的车载智能预警系统，在 100km/h 行驶速度下、150m 路面范围内，60cm 高非常规障碍物识别响应时间 $\leq 1.5s$ ，识别准确率 $\geq 90\%$ ；对团雾、路面结冰、山体滑坡、路面塌陷、隧道口等不利天气或高危场景远距离预警时间 $\geq 12s$ ，预警准确率 $\geq 95\%$ 。在低于 100km/h 行驶速度下，自动紧急制动装备的紧急制动决策模型准确率 $\geq 95\%$ ，紧急制动阶段的减速量 $\geq 50\%$ 。遇险自动报警示位装置优先采用北斗定位，水平定位精度 $\leq 9m$ ，并具备移动公网、北斗报文、国际搜救卫星等 3 种通讯方式，报警信息发出与反馈信息接收时间 $\leq 2min$ 。开展车载预警系统与自动紧急制动装备应用示范，“两客一危”每类型车辆 ≥ 10 台，不利天气或高危场景 ≥ 4 类，单车行驶里程 $\geq 1000km$ 。制修订紧急制动及报警示位国家/行业标准（送审稿）2 项。

有关说明：由相关企业牵头或参与申报，鼓励产学研合作；配套经费与中央财政经费比例不低于 1:1。

关键词：运输车辆、车载预警系统、自动紧急制动、遇险自动报警

11.3 道路交通事故数字化深度调查技术（共性关键技术类）

研究内容：针对“人—车—路—环”多因素耦合下辅助驾驶

汽车事故调查关键证据获取难、过程分析难、隐患溯源难、责任判别难等问题,研制基于端云数据读取的事故关键证据获取装备;研究融合道路印迹、车载电子及视频图片等多源数据的辅助驾驶汽车操控行为解析技术;研究辅助驾驶汽车交通事故关键过程证据生成及精细化溯源技术;研发基于事故场景重构、过程模拟推演的交通事故责任智能化判定系统;构建辅助驾驶汽车交通事故深度调查方法。

考核指标:辅助驾驶汽车车载电子数据读取装备,支持3种品牌各2种以上车型,可获取车辆内部感知、决策、执行操作运动状态及车辆外部环境、道路印迹等方面的关键数据项 ≥ 60 项。交通事故责任智能化判定系统,事故车辆操控行为解析速度误差 $\leq 1\text{m/s}$ 、空间位移误差 $\leq 0.5\text{m}$ 、方位角误差 $\leq 10^\circ$;支持10种以上辅助驾驶汽车交通事故形态的证据链溯源及过程推演;典型事故责任判定准确率 $\geq 90\%$ 。申请发明专利2项,制定辅助驾驶汽车交通事故深度调查数据集、调查规范等国家/行业标准(送审稿)2项,在3个以上地市级交通安全管理部门开展应用示范不少于6个月,同时应用于不少于30个典型交通事故案例。

有关说明:由相关企业牵头或参与申报,鼓励产学研合作;配套经费与中央财政经费比例不低于1:1。

关键词:辅助驾驶汽车、交通违法、事故推演、证据链溯源

11.4 道路交通行为精准画像与安全风险预警推送技术(青年科学家项目)

研究内容：针对车辆交通行为微观特征刻画不准确、安全风险知识与行车状态匹配度低、安全风险预警信息应用不充分等问题，研究典型危险场景下基于车一路一环多源数据融合技术的车辆交通行为精准画像表征方法，研究道路交通安全风险知识图谱，研究交通安全风险知识自动化匹配及推送技术。

考核指标：车辆交通行为精准画像涵盖速度选择、车道选择等量化特征，覆盖事故、道路设施、山区道路和环境等不少于9种典型场景，对重大交通事故致因行为的覆盖度 $\geq 60\%$ ，涉及车辆类型不少于5种（含新能源汽车）；建立典型危险场景分类、危险度分级方法和安全风险知识图谱，交通安全风险知识与相应场景下的事故致因自动化匹配准确度 $\geq 95\%$ ，风险预警送达时间 $\leq 8s$ ；道路交通行为精准画像应用系统，可应用于路侧可变信息板、车载终端、交管部门管理后台等载体；申请发明专利2项，制定交通安全风险预警信息分类分级、推送等国家/行业标准（送审稿）2项。

关键词：道路交通行为、精准画像、知识图谱、预警推送

12.火灾高效预防与扑救关键技术

12.1 电气火灾早期智能监测预警关键技术(共性关键技术类)

研究内容：针对电气火灾早期征兆复杂多样、风险预警不精准等问题，研究电气线路快速升温、线路高频/直流分量与电磁场异常变化、电流/电压非周期性波动等电气火灾早期征兆规律及致灾机理，建立电气火灾风险综合监测预警方法和模型，研究电气

线路超温危险状态监测预警、发光连接传热致灾监测预警等技术，研制电气火灾早期智能监测预警装备和系统。

考核指标：电气火灾早期智能监测预警系统，具备电气线路超温、短路、故障电弧、过载等电气火灾风险感知能力，可实现总配/分配/开关箱三级配电分区预警和故障设备研判，火灾监测预警准确率 $\geq 70\%$ ，在线识别响应时间 $\leq 5s$ ，电气线路发光连接识别率 $\geq 80\%$ ，故障电弧识别率 $\geq 70\%$ ，谐波分量监测能力 $\geq 2.5kHz$ 、采样频率 $\geq 10MHz$ ，直流漏电流检测最低阈值 $\leq 5mA$ 、故障监测覆盖频段范围 $\geq 600Hz$ 、检测精度 mA 级，超温监测阈值温度 \leq 相关线路等级规定的允许工作温度；制定国家/行业/团体标准（送审稿）1 项，在不少于 3 个建筑面积大于 1 万平方米的工业和民用建筑工程中全面开展应用示范。

有关说明：由相关企业牵头或参与申报，鼓励产学研合作；配套经费与中央财政经费比例不低于 1:1。

关键词：电气线路、电气火灾、监测预警、超温危险、故障电弧

12.2 电化学储能站火灾防控关键技术（共性关键技术类）

研究内容：针对电化学储能站火灾燃烧速率大、温度上升快、易发生爆炸等问题，研究热失控演变规律和致灾机理，研究热失控电池模组定位技术、电池火灾早期监测报警及快速抑制灭火技术，研制新型电池管理系统、高效灭火剂及专用灭火系统。

考核指标：新型电池管理系统，热失控预警模式 ≥ 5 种，能

准确定位热失控电池模组及单体，单体热失控电池定位精度优于 0.1m，预警时间较热失控（温升速率 $> 20^{\circ}\text{C}/\text{s}$ ）提前 20min 以上，电池内温异常预警阈值 $\leq 50^{\circ}\text{C}$ ；新型高效消防灭火剂，汽化潜热 $\geq 1500\text{kJ}/\text{kg}$ ，形成高效灭火组织时间 $\leq 100\text{ms}$ ，能扑救 A、B、E、F 类火灾，可消纳一氧化碳、氢气、短链烷烃等易燃易爆可燃气体 ≥ 3 种，消纳气体速度 $\geq 1\text{m}^3/\text{min}$ ；新型专用灭火系统，灭火剂比例混合装置、泡沫产生装置等关键零部件全部国产化，喷射灭火剂溶液响应时间 $\leq 5\text{s}$ 、平均雾化粒径 $\leq 200\mu\text{m}$ ，50L 灭火剂溶液能将储能舱内超过 150°C 的最大热失控区域面积控制在 20m^2 内；制定国家/行业/团体标准（送审稿）2 项，在 2 个以上电化学储能电站工程中进行应用示范不少于 6 个月。

有关说明：由相关企业牵头或参与申报，鼓励产学研合作；配套经费与中央财政经费比例不低于 1:1。

关键词：电化学储能站、电池管理系统、热失控、灭火剂、灭火系统

12.3 火灾烟雾与可燃气体早期精准智能激光探测技术（共性关键技术类）

研究内容：针对火灾探测器抗干扰性差、探测不精准、响应速度慢等问题，研究火灾探测器光谱辨识和抗干扰智能算法、基于激光光谱测量的火灾烟雾与甲烷复合探测技术、激光器件芯片化技术，研制高精度点式激光感烟探测器、点式激光复合探测器及线型光束和遥测式激光复合探测器。

考核指标：点式激光感烟探测器、点式激光复合探测器（烟雾与甲烷），预置抗干扰智能识别算法，保护半径 $\geq 7.5\text{m}$ ，在 $-40^{\circ}\text{C}\sim 70^{\circ}\text{C}$ 、 $0.3\sim 1\text{atm}$ 、相对湿度 $\geq 95\%$ 工作环境下对 $5\%\text{OBS/m}$ 粉尘、油烟、水汽等典型误报源的辨识响应抑制比 $\geq 5\text{dB}$ ，烟雾探测响应阈值 $\leq 0.1\text{dB/m}$ ，甲烷响应阈值 $\leq 100\text{ppmv}$ ，误报率 $\leq 5\%$ ，响应速度 $\leq 0.5\text{s}$ ；线型光束和遥测式激光复合探测器，探测距离 $\geq 120\text{m}$ ，烟雾探测响应阈值 $\leq 0.5\text{dB}$ ，甲烷响应阈值 $\leq 10\text{ppmv}\cdot\text{m}$ ，误报率 $\leq 5\%$ ，响应速度 $\leq 0.5\text{s}$ ；甲烷探测专用激光芯片波长一致性优于 0.5nm ，阈值电流 $\leq 16\text{mA}$ ，边模抑制比 $\geq 40\text{dB}$ ；制修订国家/行业/团体标准（送审稿）1项，在高层公共建筑、大跨度工业厂房建设工程（分别不少于2个）中开展全面应用示范。

有关说明：由相关企业牵头或参与申报，鼓励产学研合作；配套经费与中央财政经费比例不低于1:1。

关键词：火灾烟雾、可燃气体、抗干扰、早期精准探测、激光复合探测

12.4 生物基材低值长效防火阻燃技术及应用示范（共性关键技术类）

研究内容：针对现有生物质防火阻燃材料与制品防火阻燃时间短、烟气毒性大等问题，研究秸秆和芦苇等低值生物质材料预处理与材料化加工、协同长效防火阻燃与烟气毒性抑制技术，研究典型防火阻燃材料服役期性能演变规律，研发低值长效防火阻燃生物质材料及制品。

考核指标：低值长效防火阻燃生物质材料及制品，抗压强度 $\geq 10\text{MPa}$ 、容重 $\leq 1800\text{kg/m}^3$ 、吸湿性 $\leq 10\%$ ，在建筑使用寿命周期内，防火阻燃性能、烟气毒性指标优于国家标准要求；低值长效不燃性生物质复合板材，燃烧性能 A2 级、烟气毒性 ZA₁ 级、静曲强度 $\geq 10\text{MPa}$ ；低值长效难燃性生物质复合板材，燃烧性能 B1 级、烟气毒性 ZA₃ 级、静曲强度 $\geq 30\text{MPa}$ ；低值长效防火生物质典型建筑构件，耐火极限 $\geq 2.5\text{h}$ 、烟气毒性 ZA₁ 级、静曲强度 $\geq 10\text{MPa}$ ；制修订国家/行业/团体标准（送审稿）2 项；在 3 个以上公共建筑工程开展应用示范分别不少于 2000m²。

有关说明：由相关企业牵头或参与申报，鼓励产学研合作；配套经费与中央财政经费比例不低于 1:1。

关键词：生物质材料、复合板材、防火阻燃、烟气毒性抑制、燃烧性能

12.5 新型高效洁净气体灭火剂及灭火系统（共性关键技术类）

研究内容：针对七氟丙烷等气体灭火剂全球变暖潜能值和臭氧耗损潜能值高、灭火产物毒性大、相关产品面临被禁用等问题，研制新型高效洁净气体灭火剂及全淹没与局部应用灭火系统。

考核指标：新型高效洁净气体灭火剂臭氧耗损潜能值（ODP）=0，全球变暖潜能值（GWP） ≤ 1 ；新型高效洁净气体灭火剂、灭火助剂、热分解抑制剂纯度 $\geq 99.9\%$ 、水分含量 $\leq 6\text{ppm}$ ；新型高效洁净气体灭火剂，针对数据通讯中心、珍品库、飞行器等典型保护对象，采用全淹没方式可扑灭净容积达 3000m³ 封闭空间

火灾，采用局部应用方式可扑灭火灾发展系数达 0.0469kW/s^2 可燃物火灾；新型高效洁净气体全淹没灭火系统，通用灭火设计浓度 $\leq 8\%$ (v/v) 且低于无毒性反应浓度 NOAEL 的 90%，喷放时间 $\leq 8\text{s}$ ，灭 100m^3 标准火试验热分解产物 (HF) 量 $\leq 800\text{ppm}$ ；新型高效洁净气体局部应用灭火系统，灭标准火喷射率 $\leq 12\text{kg}/(\text{min}\cdot\text{m}^3)$ ；新型高效洁净气体全淹没与局部应用灭火系统，耐高压容器阀、雾化喷射装置、安全释放装置等关键部件全部国产化；制修订国家/行业/团体标准 (送审稿) 1 项，在 2 项以上建设工程开展应用示范不少于 6 个月。

有关说明：由相关企业牵头或参与申报，鼓励产学研合作；配套经费与中央财政经费比例不低于 1:1。

关键词：气体灭火剂、高效洁净、灭火系统、灭火浓度、雾化喷射

13. 特种设备安全风险监测预警与事故防控技术

13.1 移动式复合材料承压设备损伤检测与安全评价技术 (共性关键技术类)

研究内容：针对高压气瓶、长管拖车等设备服役过程中各向异性复合材料的损伤原位检测与服役安全状态准确评价技术难题，研究纤维缠绕层和塑料内胆的损伤、失效与风险演化规律；研发纤维缠绕气瓶/管束损伤检测技术与便携式高清层析原位成像装备；研发车用塑料内胆纤维缠绕气瓶密封性能检测技术与装备；研究纤维缠绕气瓶/长管拖车安全评价与风险防控技术。

考核指标：建立纤维缠绕气瓶/管束损伤预测与风险演化模型及安全评价方法；复合材料承压设备便携式高清层析原位成像检测装备，实现塑料内胆鼓泡、纤维缠绕层分层和断裂等损伤数字成像，成像分辨率不低于 0.5mm，纤维缠绕层分层/脱粘检测灵敏度优于 $\phi 4\text{mm}$ ，断裂检测灵敏度优于 10mm （长） $\times 0.8\text{mm}$ （深），检测速度 $\geq 250\text{cm}^2/\text{min}$ ；移动式密封性能检测装备，可实现 3.0m （长） $\times 2.0\text{m}$ （宽） $\times 3.0\text{m}$ （高）瓶组整体泄漏检测，泄漏试验压力范围 $0\sim 87.5\text{MPa}$ ，综合检测灵敏度优于 1ppm ；建立基于信号模态分析的冲击损伤评价与风险防控方法，在车载储氢或天然气等复合材料气瓶和长管拖车应用示范各不少于 100 台，制修订安全技术规范（TSG）1 项，检测监测、安全评价及风险防控等国家/行业标准（送审稿）3 项。

有关说明：由相关企业牵头或参与申报，鼓励产学研合作；配套经费与中央财政经费比例不低于 1:1。

关键词：长管拖车、纤维缠绕气瓶、信号模态、损伤原位成像检测

13.2 电梯快速检测与健康评价技术及装备(共性关键技术类)

研究内容：针对长期服役电梯运行安全的精准检测与快速诊断需求，研究高速大变载工况下电梯关键部件损伤演化、制动系统和门系统性能退化机制；研发复合钢带内部断丝、承载结构件变形与损伤、异响、制动性能等快速检测技术及装备；研究电梯动力与传动部件故障诊断技术、整机健康诊断评价技术。

考核指标：建立电梯关键部件损伤演化、制动系统和门系统性能退化模型；复合钢带断丝定量检测仪，可检测截面损失 $\leq 5\%$ 、定位精度优于 10cm；导轨变形测量仪，连续测量精度优于 0.1mm/5m；电梯异响检测仪，三维数字成像定位精度优于 20cm、可识别 5 种典型成因，随行检测速度 1~10m/s；电梯制动能力测量仪，精度优于 20N·m；电梯动力与传动部件故障诊断软件系统，可识别断齿、轴承损坏、过热、过载等不少于 4 种典型状态；建立电梯整机健康诊断与评价方法，在不少于 1000 台电梯进行应用示范；制修订安全技术规范（TSG）1 项。

有关说明：由相关企业牵头或参与申报，鼓励产学研合作；配套经费与中央财政经费比例不低于 1:1。

关键词：高速大变载、性能退化、快速检测、电梯健康评价

13.3 高风险工业管道损伤智能检测技术装备研发及应用示范（应用示范类）

研究内容：为解决化工装置高氯、高硫及高酸等高风险工业管道安全保障问题，研究流动腐蚀、多相流冲蚀、流致振动等损伤评价技术；研究工业管道局部腐蚀时空变化趋势预测与预防控制技术；研发小管径自爬行内检测、高精度角焊缝内部缺陷外检测等技术及装备；研究高温膨胀节损伤与法兰密封泄漏的监测及诊断评估技术。

考核指标：多相冲刷与腐蚀耦合损伤测试装置，在压力 0~4MPa、温度 10°C~150°C、流速 1~100m/s、介质为气液固三相

并包含硫、氯等环境中，连续运行周期 $\geq 48\text{h}$ ；工业管道小管径自爬行内检测机器人，适用最小公称直径 100mm ，牵引力 $\geq 100\text{kg}$ ，行走速度 $\geq 3\text{m}/\text{min}$ ，爬行距离 $\geq 100\text{m}$ ，爬坡能力 $-90^\circ\sim 90^\circ$ ，防腐性能符合 JB/T 9536-2013 化学活性强腐蚀条件（4C4 级），壁厚检测灵敏度优于 0.1mm 、检测精度优于 0.1mm ，裂纹检测灵敏度 5mm （长） $\times 0.3\text{mm}$ （深）、检测精度优于 0.2mm ，管道内壁检测实现数字可视化成像，宏观缺陷、管体特征识别率 $\geq 90\%$ ；小口径接管角焊缝内部缺陷外检测装备，适用最小公称直径 25mm ，角焊缝内表面裂纹检测灵敏度 5mm （长） $\times 0.5\text{mm}$ （深）、检测精度优于 0.2mm ；高温膨胀节损伤状况监测诊断技术，适用介质温度 $\geq 350^\circ\text{C}$ ，剩余寿命评估精度在 2 倍误差带以内；高温法兰密封泄漏状况监测诊断技术，适用最高介质温度 480°C ，泄漏率诊断准确率 $\geq 80\%$ ；制修订国家/行业标准（送审稿）不少于 3 项；在高氯、高硫、高酸等 3 种以上介质工业管道应用示范各不少于 1km 。

有关说明：由相关企业牵头或参与申报，鼓励产学研合作；配套经费与中央财政经费比例不低于 1:1。

关键词：工业管道、损伤检测、泄漏监测、诊断评估

14. 冶金工贸行业典型危险场所重大安全风险监测与防控技术

14.1 典型工业金属粉尘精准监测与抑爆技术装备研发（应用示范类）

研究内容：针对高浓度工业金属粉尘监测不够精准、预警不及时、现有防爆技术针对性不强等问题，研究多因素耦合条件下

典型工业金属粉尘爆炸机理及风险动态演化规律；研究除尘系统浮游金属粉尘本安型、大量程浓度与温度同时监测装备及三维立体成像技术；突破全视角火花探测技术，研发高精度火花探测报警与熄灭装备；研发降尘抑尘、高效惰化、靶向抑爆一体化技术及装备；构建工业金属粉尘爆炸风险超前预警与数字化智能决策平台。

考核指标：针对铝、镁及其合金三种典型金属粉尘，建立工业金属粉尘爆炸参数时空分布规律与风险动态演化模型；浮游粉尘浓度监测量程达 $30000\text{mg}/\text{m}^3$ ，监测误差 $\leq 10\%$ ；火花探测器在模拟火花辐射强度 $0.5\text{mW}/\text{sr}$ 和模拟运行速度 $50\text{m}/\text{s}$ 情况下，探测角度可达 180 度，最大探测距离 $>2\text{m}$ ，响应时间 $<1\text{ms}$ ，火花探测及熄灭装备响应时间 $\leq 80\text{ms}$ ；对不低于 15m^3 粉尘涉爆空间，降尘效率 $\geq 90\%$ ，惰化处置时间 $\leq 1\text{min}$ ，铝、镁及其合金粉尘完全惰化不被引燃，智能靶向抑爆装备可对空间内爆炸火焰完全抑制，爆炸压力下降 95% 以上，抑爆系统响应时间 $\leq 10\text{ms}$ ；动态风险超前预警与数字化智能决策平台响应时间 $\leq 1\text{s}$ ，并能实现 24 小时实时监测和智能处置；在 2 家以上相关企业应用示范不少于 6 个月；制修订粉尘爆炸监测与防控国家/行业标准（送审稿） 2 项。

有关说明：由相关企业牵头或参与申报，鼓励产学研合作；配套经费与中央财政经费比例不低于 $1:1$ 。

关键词：工业金属粉尘、粉尘浓度监测、高效抑爆、风险超

前预警

15. 现场保障技术与装备

15.1 基于通讯大数据的灾害监测预警与灾情信息获取关键技术装备（共性关键技术类）

研究内容：针对城市降水和内涝、地下灾情精准监测，重点突破利用通讯感知大数据反演灾害信息原理与技术装备。研究近地面降水微物理过程与局地时空突变机理，研究微波多特征响应智能挖掘理论；研发低噪声高频微波感知芯片与高分辨率探测仪，研究水文气象物联网密集监测与组网技术；研究基于微波大数据与天气雷达数据融合的降水短临预报技术，研究城市洪涝灾害快速模拟与监测预警新技术装备；针对城市地下空间淹水、沉降和塌陷等灾情监测难题，研究地下灾情地震波响应和成像理论，建立基于分布式光纤声波传感实时解译、光纤地表监测组网以及地下广域灾情实时立体成像的技术体系，研发高空间分辨率分布式光纤声波传感城市地下灾情监测装备；开展城市内涝灾情预估方法研究，在 2 个以上特大城市进行应用示范。

考核指标：研制局地气象高分辨率微波探测仪；降雨监测误差 $\leq \pm 5.0\%$ ，湿度监测误差 $\leq \pm 5.0\%$ ；有效空间分辨率 ≤ 100 米，探测频次 ≤ 1 分钟/次；提前 0~4 小时实现百米级与亚分钟级面降水预报；城市洪涝监测精度提高 10%，模拟精度提高 10%，预警命中率提高 10%；研制高空间分辨率分布式光纤声波传感地下灾情监测装备；空间分辨率 ≤ 1 米，支持双路光纤长度 ≥ 100 千米，

自噪声水平优于 $5\text{p}\mu\text{V}/\text{Hz}^{1/2}$ ，动态范围 $\geq 100\text{dB}@10\text{Hz}$ ；城市地下四维成像有效空间分辨率 ≤ 100 米，成像频次 ≤ 1 小时/次；授权发明专利 5~6 件。

有关说明：其他经费（包括地方财政经费、单位出资及社会渠道资金等）与中央财政经费比例不低于 1:1。

关键词：气象高分辨率微波探测仪、分布式光纤传感、城市降水洪涝、地下灾情

15.2 水下灾情信息感知与应急指挥通信装备(共性关键技术类)

研究内容：面向水下搜救、打捞和监测等水下应急救援场景下灾情信息实时获取和应急指挥通信重大需求，重点突破水下人员应急指挥通信、定位定向和灾情感知关键技术。研制水下便携式点对点通信装备，突破“水下一水面”协同的点对点自适应通信技术；研制水下大范围应急指挥通信网络组网装备和水面监控指挥节点，突破复杂信道多频段通信、便携式通信定位一体化、稳健传输和组网技术；研究有限信息约束下的信标基准确定与多源信息融合技术，研制水下复杂环境的感知、定位、图像分析、三维动态场景重建装备；研制分布式水下灾情信息分析评估与智能指挥决策服务平台，突破“空天一水下”一体化全场景灾情感知难题，并开展应用示范。

考核指标：水下点对点通信设备工作水深 $\geq 200\text{m}$ ，重量 $\leq 5\text{kg}$ ，通信距离 $\geq 300\text{m}$ ，峰值速率 $\geq 10\text{kbps}$ ，可传输图像、语音、数据等，同时具有低频单向接收能力，通信距离 $\geq 10\text{km}$ ，峰值速

率 $\geq 100\text{bps}$ ，具有定位信标的功能；水下网络节点数 ≥ 5 个，研制高频双向通信装备 5 套，低频接收装备 5 套，低频发射装置 1 套；研制水下多源信息融合定位装置 3 套，水下定位精度 $\leq 0.06\% @ 5\text{km}$ ；研制分布式水下灾情信息立体感知装备 1 套，可感知 10 种以上水文和水下目标等信息，水下自主工作时间不小于 4h，水下目标识别精度不低于 95%；研制“空—天—水面—水下”感知通信定位一体化智能指挥决策服务平台，支持 ≥ 500 个传感器同时接入，水下三维地形及目标建模时延 < 20 分钟、模型精度优于 2cm，水下环境信息更新时延 < 5 分钟；在不少于 6 个国家级及省级应急救援队伍开展应用示范；核心技术实现自主研发，编制国家/行业技术标准 1 项。

有关说明：其他经费（包括地方财政经费、单位出资及社会渠道资金等）与中央财政经费比例不低于 1:2。

关键词：水下通信、自适应技术、水下灾情信息立体感知、指挥决策服务平台

16. 抢险救援技术与装备

16.1 激光破拆关键技术与装备（共性关键技术类）

研究内容：为解决破拆装备危险系数高、破拆不精准、使用不便捷等问题，研究激光高效合成和激光器精准散热调控技术、远距离跟瞄准直控制技术和最佳破拆点位确立技术，研发便携式、推车式、车载式系列非接触激光破拆装备。

考核指标：激光破拆装备，光/热模块平均比功率 $\geq 100\text{W/kg}$ ，

环境温度 $<45^{\circ}\text{C}$ 条件下可连续工作时间 $\geq 5\text{h}$ ，功率连续调节范围 $10\%\sim 100\%$ ， 100m 内瞄准精度和切割精度优于 1mm ，易燃易爆气体探测种类 ≥ 6 种、半径 $\geq 100\text{m}$ 、浓度误差 $\leq 10\text{ppm}$ ，生命感知断电防护时间 $\leq 0.01\text{s}$ ；便携式激光破拆装备，重量 $\leq 30\text{kg}$ ，最大非接触工作距离 $\geq 100\text{m}$ ，输出功率 $\geq 2\text{kW}$ ，距离 5m 切割Q235钢板（ 8mm ）速率 $\geq 1.5\text{mm/s}$ ；推车式激光破拆装备，重量 $\leq 80\text{kg}$ ，最大非接触工作距离 $\geq 200\text{m}$ ，输出功率 $\geq 4\text{kW}$ ，距离 10m 时切割Q235钢板（ 15mm ）速率 $\geq 2\text{mm/s}$ ；车载式激光破拆装备，重量 $\leq 200\text{kg}$ ，最大非接触工作距离 $\geq 300\text{m}$ ，输出功率 $\geq 10\text{kW}$ ，距离 20m 时切割Q235钢板（ 15mm ）速率 $\geq 2.5\text{mm/s}$ ；制定国家/行业/团体标准（送审稿）1项；在2个以上省级消防救援队伍开展应用示范。

有关说明：由相关企业牵头申报，鼓励产学研合作；配套经费与中央财政经费比例不低于2:1。

关键词：激光破拆、非接触、便携式、推车式、车载式

16.2 室内灭火机器人、救援机器人及作业指挥平台（共性关键技术类）

研究内容：针对建筑火灾复杂恶劣环境下灭火机器人自主通行难、无法精准打击火点、作业效能差等问题，研发室内灭火机器人、救援机器人及作业指挥平台。

考核指标：室内灭火机器人、救援机器人，具备温度感知、自主行进、自主寻的、主动作业、图像采集和无线传输等功能，

重量 $\leq 1.3\text{t}$ ，有效载荷 $\geq 200\text{kg}$ ，满足楼梯攀爬与消防电梯通行及承载力要求，最高可耐受温度 $\geq 100^\circ\text{C}$ ，适用于能见度 $< 2\text{m}$ 的火场作业，自定位精度优于 10cm ，传输与遥控距离 $\geq 600\text{m}$ ，爬坡角度 $\geq 40^\circ$ ，直径 10cm 障碍物识别距离 $\geq 2\text{m}$ ，垂直越障高度 $\geq 0.3\text{m}$ ，连续作业时间 $\geq 2\text{h}$ ；室内灭火机器人，属具自动更换时间 $\leq 60\text{s}$ ，能开展防火门、防火卷帘、防火玻璃、户门破拆及地面障碍物清障等作业，防火卷帘破拆时间 $\leq 5\text{min}$ ，可自主启用灭火器材，火点打击精度 $\leq 0.5\text{m}$ ；室内救援机器人，具备生命自主探测及自主/半自主多楼层物料运输等功能，对无遮挡生命体征探测距离 $\geq 10\text{m}$ ，易燃易爆气体探测 ≥ 6 种、半径 $\geq 100\text{m}$ 、浓度误差 $\leq 50\text{ppm}$ ；车载或便携式作业指挥平台，实现不少于 6 台灭火机器人和 2 台救援机器人集群编组与实时作业调度指挥；制修订国家/行业/团体标准（送审稿） 2 项；在 2 个以上省级消防救援队伍开展应用示范。

有关说明：由相关企业牵头或参与申报，鼓励产学研合作；配套经费与中央财政经费比例不低于 $2:1$ 。

关键词：室内灭火机器人、室内救援机器人、集群编组、调度指挥

16.3 自动举高喷射灭火装备（共性关键技术类）

研究内容：针对大型复杂火场举高喷射消防机器人举升高度低、稳定性和机动性差等问题，研发高机动自动举高喷射灭火装备。

考核指标：自动举高喷射灭火装备，重量 $\leq 10\text{t}$ ，工作高度最

高 28m，抗风等级 6 级，水平作业幅度 $\geq 12\text{m}$ ，耐高温 $\geq 100^\circ\text{C}$ ，通过防爆认证，具备自主行进、自主寻的、自主避障、主动作业等功能；爬坡角度 $\geq 30^\circ$ ，垂直越障高度 $\geq 0.5\text{m}$ ，水平越障宽度 $\geq 0.8\text{m}$ ；可喷射水和泡沫，消防炮流量 $\geq 60\text{L/s}$ ，20m 充实水柱误差 $\leq 0.2\text{m}$ ；在最大举升高度、最大水平作业幅度、最大喷射流量等情况下，可实现持续稳定喷射灭火时间 $\geq 1\text{h}$ ；制修订国家/行业/团体标准（送审稿）1 项；在 2 个以上省级消防救援队伍开展危化品储罐区、高大空间厂房、电化学储能电站等火灾扑救应用示范。

有关说明：由相关企业牵头申报，鼓励产学研合作；配套经费与中央财政经费比例不低于 2:1。

关键词：自动举高喷射、灭火装备、自主避障、抗风稳定

16.4 微小型生命搜救装备（共性关键技术类）

研究内容：针对建筑倒塌废墟及受限空间等场景下生命搜救定位和物质补给难等问题，研发微小型生命搜救装备。

考核指标：微小型生命搜救装备，重量 $\leq 5\text{kg}$ ，有效载荷 $\geq 0.5\text{kg}$ ，行进速度 $\geq 0.5\text{m/s}$ ，爬坡能力 $\geq 50^\circ$ ，可爬行通过 $\leq 5\text{cm} \times 5\text{cm}$ 的复杂狭小空间，具备信息感知、生命探测、自主导航、图像传输、语音通话、自组网、物质补给等功能；生命体征探测距离 $\geq 10\text{m}$ ，定位精度优于 5cm ；图像传输速度 $\geq 20\text{fps}$ ，分辨率 $\geq 160 \times 120$ ；在狭小受限空间遥控距离 $\geq 200\text{m}$ ，无线续航能力 $\geq 30\text{min}$ ；制定国家/行业/团体标准（送审稿）1 项；在 2 个以上省级消防救援部门地震救援专业队伍开展应用示范。

有关说明：由相关企业牵头或参与申报，鼓励产学研合作；
配套经费与中央财政经费比例不低于 1:1。

关键词：微小型、生命搜救装备、狭小空间、物质补给

16.5 高压大口径油气管道泄漏应急处置技术与装备（应用示范类）

研究内容：为解决高压大口径油气管道泄漏抢修安全精准开挖、封堵等问题，研发油气管道泄漏态势评估及相邻管道安全状态快速探测评估技术及装备、油气管道泄漏点安全开挖自动化装备、油气管道多尺度泄漏孔场景下封堵智控装备。

考核指标：油气管道泄漏扩散态势实时评估技术，区域不少于 1500m²，空间分辨率 ≤ 1m²；泄漏点相邻油气管道安全状态快速探测评估装备，探测埋深 ≥ 20m，定位精度 ≤ 1/4 管径，误差 ≤ 10%；油气管道泄漏点安全开挖自动化装备，通过防爆认证，遥控距离 ≥ 500m，开挖操作定位精度优于 0.05m，开挖效率 ≥ 10m³/h，适应山地坡度 ≥ 30°；油气管道封堵智控装备，通过防爆认证，遥控距离 ≥ 500m，封堵自动定位控制误差 ≤ 0.5m，适用最大管径 ≥ 1219mm，适用管道压力不小于 14MPa，最大允许介质流速 ≥ 10m/s，最大泄漏孔径 ≥ 10cm，封堵作业时间 ≤ 4h；制定国家/行业/团体标准（送审稿）2 项；在不少于 2 处高压大口径油气输运管道开展综合实景化演练应用。

有关说明：由相关企业牵头或参与申报，鼓励产学研合作；
配套经费与中央财政经费比例不低于 2:1。

关键词：高压大口径、油气管道泄漏、管道状态快速探测装备、自动开挖装备、封堵智控装备

16.6 基于锚阵生根—阻拦协同的堤防大溃口快速封堵技术装备（共性关键技术类）

研究内容：针对大江大河堤防大溃口快速处置难题，突破溃口快速扩展阻拦、抛投体稳定落底等技术难题，研制堤防大溃口高效、可靠封堵关键技术装备。研制堤防溃口形态、结构及水动力学特性的快速智能感知与评估技术装备；研制带索旋转动力锚及发射控制装备；研发基于就地取材的溃口堤头稳定加固新技术；开发钢网石笼抛投、振冲加固等专用装备；研制集锚阵构建、阻拦协同的智能决策指挥系统；并开展示范验证。

考核指标：在 10 分钟之内回传 100m 宽溃口底部几何形态、溃口堤头结构特性、溃口水深与流速等关键参数，并实现 1 小时以上的连续监测，且精度大于 90%；研制带索旋转动力锚及发射控制装备样机 2 台/套以上，单台/套装备可在 10 分钟之内完成 15 套以上的带索锚抛投，稳定落底成功率在 90%以上，空间误差小于 50cm；提交溃口堤头稳定加固新技术，需实现就地取材，且需在 30 分钟之内实现 8m/s 溃口流速、10m 以上水深场景下溃口不再扩张；研制新型抛投和振冲加固样机 4 台/套以上，单次抛投重量不低于 500kg，位置偏差控制在 2m 之内，振冲加固深度不小于 15m；智能决策指挥系统能满足初始流速 8m/s、初始溃口宽 100m 大溃口在 24 小时之内成功封堵。

有关说明：其他经费（包括地方财政经费、单位出资及社会渠道资金等）与中央财政经费比例不低于 1:1。

关键词：堤防大溃口、锚阵构建技术装备、协同拦阻技术、智能智慧决策

16.7 基于多源信息融合的大范围大埋深生命精准搜索关键技术装备（共性关键技术类）

研究内容：针对大范围大埋深灾害现场掩埋人员快速精准搜索需求，重点突破掩埋人员信息获取及精准定位难题。开展基于手机等通讯信号大数据知识挖掘的掩埋人员规模评估技术研究，研制面向掩埋手机等数码产品精准探测的新型探测仪；开展大范围大埋深生命精准探测的主动透视雷达技术研究；开展多类型新型装备协同透视探测与高精度定位、导航与授时（PNT）自主服务系统集成技术研究，开发空一天一地一人协同的大范围大埋深生命快速精准探测业务平台；研编大范围大埋深灾害场景下生命搜索技术手册。

考核指标：基于 4G 通讯信号（1880-2635MHz）大数据知识挖掘的掩埋人员规模评估技术，实现在 10 分钟之内对 5km² 范围内掩埋人员规模进行评估，误差小于 1 人/10m²；提交面向掩埋手机等数码产品精准探测的新型探测仪样机 1 台，满足无人机搭载要求，探测深度不低于 50m，误差小于 5m；提交面向掩埋生命精准探测的新型雷达样机 1 台，满足无人机搭载要求，探测深度不低于 50m，误差小于 5m；研发探测大数据智能融合分析与精

准定位软硬件一体化系统 1 套，具备探测幸存者的人数、是否存活、呼吸频率等体征，以及身体姿态等信息，探测范围不小于 2km²，探测深度不少于 50m，三维分辨率优于 0.5m，在地震、山体滑坡、泥石流等典型区域形成不少于 3 个典型应用验证系统；提交大范围大埋深灾害场景下生命搜索技术手册 1 套，且得到行业主管部门的采纳。

有关说明：其他经费（包括地方财政经费、单位出资及社会渠道资金等）与中央财政经费比例不低于 1:1。

关键词：生命搜索、通讯信号大数据、新型数码产品探测仪、新型雷达、探测业务平台

17. 救援人员防护技术与装备

17.1 轻质长效高等级化学防护装备（共性关键技术类）

研究内容：针对我国高等级化学防护服和正压式消防空气呼吸器重量大、防护时间短等问题，研制广谱长效高等级化学防护服及轻质长效正压式消防氧气呼吸器。

考核指标：化学防护服满足对 GB 24539 中全部 15 种化学物质的防护，重量 ≤ 8kg，防护时间 ≥ 120min；高透保明防化视窗材料透光率 ≥ 85%，在 -25℃~50℃ 条件下有效保明时间 ≥ 120min；正压式消防氧气呼吸器重量 ≤ 10kg，吸气温度 ≤ 40℃，耐温性能 ≥ 60℃，呼吸阻力 ≤ 600Pa，呼吸量 50L/min 时防护时间 ≥ 70min，呼吸量 30L/min 时防护时间 ≥ 120min，作业期间无需更换冷源；制修订国家/行业标准（送审稿）2 项，在 3 个以上省级消防救援

总队的危险化学品事故处置专业队伍应用示范不少于6个月。

有关说明：由相关企业牵头或参与申报，鼓励产学研合作；配套经费与中央财政经费比例不低于2:1。

关键词：轻质长效、高等级化学防护服、正压式消防氧气呼吸器、冷源

17.2 森林消防个体防护技术与装备（共性关键技术类）

研究内容：针对我国森林消防个体防护装备体系不完善、防护性能不高、工效性能不足等问题，研发能抵御高温热辐射、烟气颗粒物等危害的森林消防个体防护装备。研究森林灭火防护服的高热防护和长效抑菌纤维混纺复合技术；研究森林灭火防护头套的微细颗粒物高效过滤和高阻燃性织物制备技术；研究手指抓握力与足底压力优化分布技术，研发三维缓冲高适体的森林灭火防护手套和防护靴；研发化学自主生氧自救用呼吸系统、远距离可见呼救定位系统和可预警模块化消防员坠落防护装备；研究活动受限度和手部灵活性等森林消防个体防护装备全身段工效性能测试技术及检测平台。

考核指标：森林灭火防护服重量 $\leq 1.5\text{kg}$ ，辐射热防护性能 $\text{RPP} \geq 7\text{cal/cm}^2$ ，抑菌率 $\geq 99\%$ 。森林灭火防护头套洗涤50次后微米级烟气颗粒过滤效率 $\geq 95\%$ 。森林灭火防护手套灵巧性能等级 ≥ 3 级；森林灭火防护靴耐穿刺 $\geq 1100\text{N}$ ，靴底动摩擦系数 ≥ 0.6 。呼吸系统总供氧量 $\geq 120\text{L}$ ，呼救定位系统4km距离外可见光斑 $\geq 0.25\text{lux}$ ，定位精度 $\leq 6\text{m}$ ；消防员坠落防护装备预警系统误

差 $\leq 1\%$ 。森林消防个体防护装备工效性能检测平台可实现消防员全身 20 个部位测试，关节活动度的检测能力 0~360°，检测精度 $\pm 5^\circ$ 。申请发明专利不少于 8 项，制修订行业/团体标准（送审稿）不少于 3 项；在不少于 3 个省级森林消防救援队伍应用示范。

关键词：森林消防、个体防护、辐射热防护、颗粒物过滤

18. 生命救护技术与装备

18.1 应急救援移动式生命维持关键技术与装备（共性关键技术类）

研究内容：针对灾害医学救援“诊、救、治、送”一体化需求，研制伤情预警辨识系统、手持式感染在体检测仪、手持式气胸/内出血探伤仪、一体化心肺复苏机、一体化生命支持系统、穿戴式给药微针等系列轻小型装备，研制可适配于车载和机载转运平台的生命胶囊舱。

考核指标：伤情预警辨识系统对于失血休克、ARDS 等伤情无创预警准确率 $\geq 85\%$ ；手持式感染在体检测仪可在体检测常见菌种类 ≥ 6 种；手持式气胸/内出血探伤仪对于气胸/内出血超声自动诊断准确率 $\geq 90\%$ ；一体化心肺复苏机集按压、除颤和通气功能于一体，各模块可自动协同联动，除颤波形为双相方波；一体化生命支持系统集成监护、输液、通气等功能，能效比（功能数/装备数） ≥ 3 ；穿戴式给药微针输液精度 $\leq 20\mu\text{L/h}$ ，重量 $\leq 50\text{g}$ ；胶囊舱外形尺寸 $\leq 2400\text{mm}$ （长） $\times 700\text{mm}$ （宽） $\times 600\text{mm}$ （高），舱体重量 $\leq 50\text{kg}$ （不含电池和附件），工作环境温度 $-40^\circ\text{C}\sim 50^\circ\text{C}$ ，

实现车载和机载方式接口衔接；系列轻小型装备可单独自供电使用或集成于胶囊舱内；所有装备完成 2 套样机研制，在重大演练或重大灾害事故救援中开展应用示范；制定行业/团体标准不少于 5 项；申请发明专利不少于 6 项。

有关说明：由相关企业牵头或参与申报，鼓励产学研合作；配套经费与中央财政经费比例不低于 1:1。

关键词：一体化生命维持装备、移动式、生命胶囊舱、一体化心肺复苏机、手持式气胸/内出血探伤仪

18.2 重大灾害事故现场应急手术关键技术与装备（共性关键技术类）

研究内容：面向重大灾害事故现场大批量伤病员紧急救治手术需求，研制折展式组配便携移动手术平台；研发自清洁膜分离净化系统；研发颌面创伤及创伤性上气道急性梗阻快速诊断的小型可移动低辐射面颈部 CT 装备及精准诊断系统；研制自驱动通气的轻量化高级生命支持一体机；研发精准快速的典型应急手术规划、麻醉、术中导航及会诊综合支持系统。

考核指标：组配便携移动手术平台可满足海陆空运送要求，单套展开面积 $\geq 60\text{m}^2$ ，折展比 $\geq 30:1$ ，展开时间 $\leq 20\text{min}$ ，可同时开展不少于 4 台手术；自清洁膜分离净化系统可实现手术区域达到千级净化要求，过滤精度为 $0.1\mu\text{m}\sim 1\mu\text{m}$ ；手推式可移动面颈部锥形束 CT，占地面积 $< 1\text{m}^2$ ，功率 $< 2\text{kW}$ ，成像视野 $> 23\text{cm}\times 19\text{cm}$ ，空间分辨率 $\geq 2.0\text{lp/mm}$ ，辐射剂量（DAP） $< 20\text{mGycm}^2$ ，智能诊

断时间 $<3\text{min}$ ，准确率 $>95\%$ ；集麻醉、监护、呼吸等功能的生命支持一体机，扬程正压 $>16\text{kPa}$ ，电子空氧混合精度 $\leq 5\%$ ，重量 $\leq 50\text{kg}$ ；手术麻醉系统支持 ≥ 10 种设备/系统接入；术中导航系统动态跟踪时延 $\leq 50\text{ms}$ ，配准精度 $\leq 1\text{mm}$ ，支持4K高清远程音视频传输；制定现场手术技术行业/团体标准1项、运行规范1项，在5家以上具备应急医学救援资质的单位开展应用示范。

有关说明：由相关企业牵头或参与申报，鼓励产学研合作；配套经费与中央财政经费比例不低于1:1。

关键词：灾害事故现场、应急手术装备、便携移动手术平台、自驱动通气、轻量化

19. 综合支撑装备与应急服务技术

19.1 典型事故防控数字孪生技术研究（青年科学家项目）

研究内容：针对事故征兆辨识、风险演化预警和事故早期控制等难题，围绕危化品生产或存储、电梯运行、综合管廊等典型场景开展数字孪生技术研究，研发数据采集与互馈、模型构建、动态推演与决策控制等技术。

考核指标：数字孪生模型实现不少于5种模态、20种多维感知信息精准映射与孪生融合能力，数据采集与互馈更新 ≥ 1 次/s，模型精准度 $\geq 95\%$ ，动态推演需经实际场景验证，验证场景 ≥ 5 类，推演精确度 $\geq 90\%$ ，决策控制迭代达到秒级。制修订国家/行业/团体标准（送审稿）1项，申请发明专利4项，其中国际发明专利 ≥ 2 项。针对典型场景开展事故防控数字孪生应用示范1项。

有关说明：在危化品生产或存储、电梯运行、综合管廊等典型场景各支持 1 个项目。

关键词：事故征兆辨识、数字孪生、多维感知

19.2 安全应急知识图谱构建及安全培训演练应用研究（青年科学家项目）

研究内容：深入分析典型事故致因和科学避险需求，研究安全应急知识图谱构建技术，研究事故场景反演重现和沉浸式培训演练技术，研究融合受众效果评价的自适应学习技术。

考核指标：构建公众安全应急科普教育与培训演练的典型场景和知识技能需求体系，形成包括消防安全、自然灾害、紧急救护等在内的安全应急知识图谱，节点 ≥ 400 个，制定安全应急知识图谱技术框架国家/行业标准（送审稿）1 项；沉浸式培训演练技术涵盖视、听、触、表情、手势、自然语言等多模态协同交互手段 ≥ 6 种，交互识别延时 $\leq 500\text{ms}$ ；形成契合受训者个体特性与效果评价的安全认知适应性反馈引导算法，知识推送匹配准确率 $\geq 90\%$ ；在 3 家以上国家或行业挂牌科普教育基地开展应用示范。

关键词：安全应急知识图谱，沉浸式培训演练，事故场景反演重现，自适应学习技术