

附件 4

“重大自然灾害监测预警与防范”重点专项 2019 年度项目申报指南

为贯彻落实党中央、国务院防灾减灾救灾工作重大部署，按照《关于深化中央财政科技计划（专项、基金等）管理改革的方案》（国发〔2014〕64号）要求，科技部会同相关部门和地方，制定国家重点研发计划“重大自然灾害监测预警与防范”重点专项实施方案，围绕大地震灾害监测预警与风险防范、重大地质灾害快速识别与风险防控、极端气象监测预警及风险防范、重大水旱灾害监测预警与防范、多灾种重大自然灾害评估与综合防范等5项重点任务开展科研攻关和应用示范，为提升国家防灾减灾救灾能力，保障人民生命财产安全和国家社会经济安全可持续发展提供科技支撑。

本专项总体目标是：面向重大自然灾害监测预警与防范的国家重大战略需求，针对重大地震灾害、重大地质灾害、极端气象灾害、重大水旱灾害综合监测预警与防范中的核心科学问题，在成灾理论、关键技术、仪器装备、应用示范、技术及风险信息服务产业化等方面取得重大突破，形成并完善从全球到区域、单灾种和多灾种相结合的多尺度分层次重大自然灾害监测预警与防范科技支撑能力，推动关键技术、信息服务、仪器装备的标准化、

产品化和产业化，建立一批高水平科研基地和高层次专业队伍，为我国经济社会持续稳定安全发展提供科技保障。

本专项以项目为单元组织申报，项目执行期 3~4 年。2019 年拟部署 27 个研究方向，国拨经费概算约 5 亿元。结合中央财经工作委员会第三次会议要求，本年度重点围绕大地震监测预警与风险防范、重大地质灾害快速识别与风险防控、极端气象监测预警及风险防范、重大水旱灾害监测预警与防范、自然灾害防治技术装备现代化工程部署有关研究方向。

项目鼓励产学研用联合申报，项目承担单位有义务推动研究成果的转化应用，为突发重大自然灾害有关应急工作提供科技支撑。对于典型市场导向且明确要求由企业牵头申报的项目，自筹资金与中央财政资金的比例至少要达到 1:1 以上。同一指南方向下，原则上只支持 1 项，仅在申报项目评审结果相近，技术路线明显不同时，可同时支持 2 项，并建立动态调整机制，结合过程管理开展中期评估，根据中期评估结果，再择优继续支持。所有项目均应整体申报，须覆盖全部考核指标。基础研究与前沿技术类项目，每个项目下设课题数不超过 4 个，参与单位总数不超过 6 家；其他类项目，每个项目下设课题数不超过 5 个，参与单位总数不超过 10 家。项目示范鼓励在国家可持续发展议程创新示范区、国家可持续发展试验区、国家生态文明建设试点区及川藏铁路等重大工程区开展。

本专项 2019 年项目申报指南如下：

1. 大地震监测预警与风险防范

1.1 基于地壳形变场、温度场、流体场耦合的地震监测技术研究

研究内容：研发基于 InSAR、雷达和人工反射器的地壳应力应变测量技术。研发与构造相关的卫星热红外信息提取技术。研究基于岩石力学实验、数值模拟获取应力应变与温度、流体响应关系的方法，分析地震应力降与温度、流体变化关系，研究地震热红外异常精细识别技术。研究卫星高光谱断裂带气体获取技术，研究气源地面溯源定位模型，研究气体组分变化与应力应变相关关系，研究气体异常强度提取技术。研发震间—同震—震后过程中地壳变形与流体孔隙压、渗透特性数值模拟技术，建立形变、温度、流体场的耦合关系，提出地震孕育过程中流体异常信息监测技术。

考核指标：地表形变速率监测精度优于 2mm/a，台阵尺寸不小于 40km×40km，主动源雷达辐射校正精度误差控制在 0.5dB 以内；大气一氧化碳组分探测精度优于 30ppb。大气二氧化碳组分探测精度优于 2.5ppm，卷积后优于 1.5ppm；建立高光谱逸出气体溯源定位模型，给出活动构造带逸出气异常强度评价指标；建立示范区近地表气体地球化学、形变观测、活动断层等背景数据库；形成一套基于 InSAR、热红外、高光谱卫星的地震异常信息监测处理规范（征求意见稿）；建立基于地壳形变、温度、气体逸出耦合关系地质模型，研制一套基于地震孕育过程的地震异常信息监测软件系统；在地震易发区开展示范应用，观测、运行时间不少于 2 年。

1.2 地震易发区建筑工程抗震能力与灾后安全评估及处置新技术

研究内容：研发我国地震易发区地震灾害风险分级及分区模型；针对我国地震灾害高风险区域典型既有建筑，研究地震破坏机理及剩余承载能力，建立抗震能力评价方法；研究震损建筑不同破坏特征与抗震能力的关系，建立震损建筑地震现场安全性鉴定方法；研究震损建筑不同破坏模式的实用加固新方法及技术方方案；研究震损建筑加固后的抗震能力评价方法；研发地震现场建筑物安全性鉴定实用公共软件平台，并开展应用示范，形成安全鉴定与加固数据库。

考核指标：地震易发区灾害风险分级及分区模型 1 套；高风险区域典型既有建筑的剩余抗震能力定量评价指标体系与评估方法；涵盖不同建筑龄期和抗震规范阶段的 9 类震损建筑地震现场安全性鉴定方法；城乡典型震损建筑不同破坏模式的加固技术各 3 套；震损建筑加固后的抗震能力评价方法；地震现场建筑物安全性鉴定实用公共软件平台 1 套，在 3 个地震现场开展烈度评定及预期地震作用下的安全鉴定与加固应用示范，并建立鉴定与加固数据库 1 套；地震现场烈度评定与建筑物安全鉴定相关国家标准 2 项（送审稿）、行业标准 3 项（送审稿），软件著作权 6 项，发明专利 6 项。

1.3 地震社会服务及行为指导技术系统与示范应用

研究内容：开展地震社会服务及行为指导规范研究；研发具

有地震科普、震感数据采集与震后行为指导功能的新媒体公众服务平台；研发服务于市县政府部门防震减灾救灾工作的智能化服务系统；研究适用于不同地震情景的仿真地震体验和行为模拟与监测技术；研发面向社区、学校、公众等多元主体的地震灾情感知、地震应对及行为指导技术系统；在地震多发或高风险地区开展推广应用示范和技术培训。

考核指标：编制地震社会服务及行为指导规范（征求意见稿）、“三网一员”工作指南和地震情景体验平台标准（征求意见稿）；建立 7×24 小时提供自动化、智能化、个性化地震震感信息采集、安全咨询、行为指导和科普服务的新媒体平台；建立 1 套基于云技术、智能化的市县政府部门防震减灾救灾一体化服务系统，震后响应时间达到分钟级，为政府不同部门和领导准实时提供灾情和个性化应急处置方案；建立 1 个地震情景体验技术平台，提供不少于 4 种典型地震环境、6 种以上典型工程结构类型、500 种以上常见灾害情景的体验；创建 1 套不同地震情景下人体行为特征数据库；在地震高风险区的典型县市开展应用示范和技术培训不少于 3 个。

1.4 强震动观测仪器装备研究

研究内容：研制适合于近场地震和高层建筑超低频高精度低频无源伺服式转动速度计和高精度加加速度计；研制高动态范围的数据采集器；研制地震转动观测仪器的校准技术及校准装置，以及与转动校准装置配套的激光校准技术和转动标准传感器套

组；研制基于物联网通讯技术的在线终端设备；研发强震监测数据的收集与管理平台。

考核指标：强地震转动加速度计（通频带 0.03~20Hz，灵敏度：5V/（rad/s²）、转动加速度计数据采集器（动态范围：优于 120dB）样机 3 套；高精度无源伺服式强地震转动速度计（通频带：0.5~30Hz，灵敏度：10V/（rad/s）、分辨率 5×10^{-7} （rad/s））、转动速度数据采集器（优于 130dB）样机 3 套；强震加速度计（通频带 0.2~60Hz，灵敏度：2V/（m/s³）、加速度数据采集器（动态范围：优于 120dB）样机 3 套；超低频转动振动台系统一个（通频带 0.02~100Hz，承载力：60kg），转动校准装置的专用分析软件 1 套。

2. 重大地质灾害快速识别与风险防范

2.1 滑坡崩塌灾害普适型智能化实时监测预警仪器研发

研究内容：研发性价比高、易于推广普及的社区型地质灾害智能化系列实时监测预警仪器及动态信息平台；研发基于微机电（MEMS）技术或基于北斗定位的自组网地表形变传感器及卫星大数据快速处理系统，研制简便、易操作的位移监测预警仪；研发基于光电/压电的雨量传感器，研制智能分级雨量监测预警仪；研发空一地窄带物联网融合传输与大数据预警技术，有效支撑标准统一、互联互通的国家—省—市—县地质灾害监测预警物联网建设；研发适用于高山峡谷地区地质灾害快速布设与快速投放的地质灾害监测预警设备。

考核指标：研发基于微机电（MEMS 技术）技术或基于北斗

定位的智能化地表位移监测预警系统，形成 5 类普适型智能化实时监测预警样机；裂缝量程~2000mm；形变监测精度优于 5mm，卫星接收能力优于双系统四频，整机功耗小于 1.5W，待机电流小于 50 μ A@3.3V（定时唤醒），保持通信唤醒小于 800 μ A@3.3V；具有广播/电话/短信/微信报警功能，设备适应环境温度：-10 $^{\circ}$ C~+60 $^{\circ}$ C，野外工作寿命不低于 3 年，快速投放仪器单台重量小于 3kg；建成地质灾害普适型监测预警示范点 100 处。

2.2 强震区滑坡崩塌灾害防治技术研究

研究内容：研究强震区滑坡崩塌防治工程结构地震动力响应特征和防治工程失效破坏机理；开展强震区滑坡防治工程桩锚结构与岩土体动力耦合加固作用大型物理模拟试验；开展强震区崩塌新型主动消能防护技术大型物理模拟试验；研究地震动力作用下滑坡崩塌防治工程设计优化与测试技术系统；建立强震区滑坡崩塌灾害防治工程新标准和施工新工法，并示范推广。

考核指标：强震区滑坡崩塌防治工程结构抗震安全评价方法与设计指南 1 部；强震区滑坡崩塌体防治工程设计标准 1 部（征求意见稿）；滑坡崩塌新型防治工程施工工法 3 项；万千焦冲击能级高位崩塌主动消能防护物理模型试验成果一套；发明专利/著作权 5 项；开展城镇、交通、水电及管线工程区滑坡崩塌灾害新型防治技术应用示范 5 处（中试水平以上）。

2.3 膨胀土滑坡和工程边坡新型防治技术研究

研究内容：研究膨胀土滑坡和工程边坡水力作用失稳特征与

安全性评价方法；研发膨胀土滑坡和工程边坡实时监测和早期预警技术；研发膨胀土滑坡和工程边坡防治工程新型材料与新型技术；研发膨胀土滑坡和工程边坡防护工程健康诊断和快速修复技术；建立标准化设计方法和施工工法，形成膨胀土滑坡与工程边坡生态防护综合技术体系。

考核指标：提出膨胀土滑坡探测评价、监测预警、综合防治和健康诊断技术指南 1 部，编制相关行业标准 1 部（征求意见稿）；发明专利 5 项；形成膨胀土滑坡与工程边坡综合防治技术工法 3 项，开发新型防治技术 2 项；开展公路、城市、水库区、调水工程或油气管道工程区域等地质灾害监测预警和新型防治技术应用示范 5 处（中试水平以上）。

3. 极端气象监测预警与风险防范

3.1 天气—气候一体化模式集成与应用

研究内容：研究适用于非结构准均匀网格以及全球 10~100km 分辨率分量模式的高效耦合技术，发展多圈层耦合的天气—气候一体化预报预测平台，开展基于多圈层耦合系统的全球 10km 分辨率的天气预报试验，开展全球 50~100km 分辨率的次季节—季节尺度预测试验和 CMIP 型长期气候模拟试验，对耦合天气预报试验、次季节—季节预测试验和 CMIP 型长期气候模拟结果进行系统评估。

考核指标：建立海—陆—气—冰多圈层耦合平台，实现全球 10km 分辨率下耦合系统稳定积分 90 天，实现全球 50~100km 分辨率下耦合系统稳定积分 100 年；完成 1 年以上全球 10km 分辨率

的耦合天气预报回报试验，完成 10 年以上的季节一次季节尺度预测试验，完成 CMIP 型长期气候模拟试验；完成对上述试验结果的系统性评估。

3.2 关键区域海洋气象监测预报技术

研究内容：基于特定海区（如北极航道、两洋一海）开展气象灾害观测、机理和模拟，利用我国自主卫星实现远洋重要海洋气象灾害（如海上大风、海雾、雷电、海冰等）要素的实时监测和数据传输能力，给出特定海区天气尺度重要海洋气象灾害要素时空分布特征，阐明远洋重要海洋气象灾害的形成机制，形成特定海区天气尺度关键海洋气象灾害的模拟和预报能力，提高远洋海洋气象灾害信息的自主信息服务能力。

考核指标：实现远洋重要海洋气象灾害要素实时监控的示范；特定海区天气尺度重要海洋气象灾害要素时空分布特征，时间分辨率为小时，示范时间为 6 个月以上，形成相关要素时空分布图，建立高时空分辨率的远洋海洋气象预报能力，预测效果接近同期国际主要业务中心水平，并在业务化部门试应用。

3.3 气象灾害致灾条件、影响评估及风险防范技术

研究内容：针对敏感行业和区域，开展暴雨洪涝、高温、低温、干旱、台风等气象灾害致灾条件和机理研究，开展这些气象灾害暴露度和脆弱性的定量评估，建立定量化风险评估技术标准体系，与气象实时监测与预报预测技术相结合，发展风险动态评估相结合的方法，研发面向社会经济、农业和城市等敏感产业和

重点区域的风险快速动态评估及灾害防范技术，发布中国、典型区域（流域）气象灾害风险图谱。

考核指标：建成暴雨洪涝、高温、低温、干旱、台风等 5 种主要气象灾害的定量化风险评估指标体系并投入业务部门使用，形成 1 套具有较高分辨率（至少县级，部分到达乡镇分辨率）的脆弱性和灾害风险空间分布图集，建立 1 套面向我国（农业、城市及关键经济区）统一的气象灾害风险快速动态评估技术体系、标准和规范并投入业务部门使用。提供主要气象灾害的致灾条件与机理的分析结论。

3.4 人工影响天气技术集成综合科学试验与示范应用

研究内容：开展我国典型区域开展层状云、地形云和对流云综合观测和催化外场试验，认识我国典型云系宏微观结构特征和人工增雨潜力；检验相关研究项目研制的云数值模式、作业概念模型、云物理探测设备、催化剂和催化设备在实际云降水环境的适用性；开展人工增雨新技术新方法的外场试验，验证其原理与实际效果；优选业务适用的理论、技术、方法，建立涵盖人工影响天气业务全链条的作业指标与技术体系，在我国人工影响天气业务中形成示范应用。

考核指标：编制完成空地协同的人工影响天气科学试验技术指南；建立综合试验数据集并提供共享应用；提出经验证的针对我国不少于 2 种典型云系的集成云宏微观特征量的业务应用指标体系；给出不少于 10 个典型个例的人工影响天气作业前后云降水

变化的飞机与地面协同的物理检验与数值模拟检验结果，提交检验报告。编制完成云物理探测设备和新型作业技术的外场试验评估报告，优选 3~4 种业务适用的新设备和新技术。综合科学试验成果在我国人工影响天气业务中实现示范应用。

3.5 粤港澳大湾区极端天气气候灾害链的风险管控与应对

研究内容：识别严重影响粤港澳大湾区的极端天气气候事件（如：台风和特大暴雨等），构建极端天气事件的年际变率和长期趋势与气候变化的定量关系；揭示极端天气事件对灾害链孕育、发生、演变的作用机理和致灾特征；利用大数据、物联网、云计算等新技术，融合气象、水文、海洋、城管、交通等部门的监测信息，研发极端天气事件灾害链预报预警和早期风险识别关键技术，建立极端天气气候事件灾害链的综合监测与风险管控平台；评估粤港澳大湾区极端天气气候事件适应和减缓技术的效果，提出粤港澳大湾区未来应对极端天气气候的策略、方案与机制。

考核指标：建立针对粤港澳大湾区极端天气事件预报预警的气象和大气化学成分同化再分析数据集，时间长度不少于 10 年，空间分辨率 ≤ 10 km，提交粤港澳大湾区极端天气气候事件年际变率和长期趋势科学评估报告；建成大湾区极端天气事件灾害链的综合监测和风险管控监测系统，构建极端天气与灾害链预报预警和早期风险识别关键技术，实现提前 1 小时、5km 尺度、每 30 分钟实时动态更新的精细化预警能力和灾害影响预评估，实现预警信息 5km 网格分区的靶向分布，在 2~3 个城市开展典型应用示范；

编制粤港澳大湾区极端天气事件灾害链预报预警技术规范、早期风险识别技术规范、社会影响评估技术规范、信息共享发布技术规范（征求意见稿）提交粤港澳大湾区极端天气气候事件适应和减缓的技术与对策建议。

有关说明：项目研究要与《第四次气候变化国家评估报告—港澳特别报告》的编制工作加强协同配合，鼓励内地科研力量和香港、澳门高校院所在内地设置的相关机构联合申报。

4. 重大水旱灾害监测预警与风险防范

4.1 干旱区融雪洪水灾害监测预报和防控关键技术研究及示范

研究内容：揭示极端升温过程融雪洪水灾害致灾机理、成灾机制及其演化规律，研究干旱区积雪消融及洪水协同调控过程，研发干旱区融雪洪水灾害监测预警装置及立体监测技术，构建融雪洪水灾害动态模拟、预报预警、快速信息反馈与应急响应调度分析系统，研究不同温升情景下干旱区超标准融雪洪水风险调控与综合应急措施。在典型区域开展集成示范应用。

考核指标：建立干旱区融雪洪水灾害数据库，提出干旱区融雪洪水预报预警、调度、灾害风险评估与综合应对技术体系，研制干旱区融雪洪水决策支持系统；提出极端高温事件干旱区融雪洪水灾害安全保障配套技术和工程技术模式 3~5 项；在 2 个以上不同类型流域开展示范应用，示范典型融雪洪水预警预报制作时间缩短到 24 小时以内，预见期增长到 72 小时以上，预报精度提高 5% 以上（洪峰流量误差低于 10%、水位误差低于 0.25m），融

雪洪水灾害应急处置响应时间缩短到 6 小时以内，洪水淹没灾情评估误差小于 10%，成果纳入流域或国家防汛指挥系统。

4.2 国家山洪灾害风险预警服务平台关键技术研发与应用

研究内容：研究缺资料小流域产汇流下垫面关键因子辨识量化方法、构建全国山洪灾害预报预警分区和参数区域化方案；研发反映小流域产汇流非线性特征的暴雨山洪预报模型；研究山洪风险快速识别与动态预警不确定性分析方法，提出小流域及中小水库山洪实时风险预警模型；研发大规模多尺度山洪灾害风险预警系统集成与并行计算等关键技术，构建国家山洪灾害风险预警社会化服务平台，在国家和省级进行应用；研发基于物联网和图像智能识别技术的新型山洪水位流量监测设备。

考核指标：提出缺资料小流域非线性产汇流模拟方法及暴雨山洪预报模型、构建全国山洪灾害预报预警分区和参数区域化方案，覆盖山洪灾害重点防治区面积大于 10km^2 的中小流域不少于 10 万个，面积不低于 120 万 km^2 ，山洪模拟精度提高 20% 以上；构建国家山洪灾害风险预警服务平台，在国家及 2 个以上省市开展应用，实现业务化运行，为 4 个以上行业提供山洪灾害预警信息服务，全国范围山洪实时连续模拟时间低于 5 分钟/次，对流域面积 $\geq 10\text{km}^2$ 的山洪威胁对象实现预警全覆盖，全国范围山洪灾害预警命中率不低于 60%。研发山洪水位流量监测预警新设备 3 项以上。

4.3 山区暴雨山洪水沙灾害预报预警关键技术

研究内容：研究山区暴雨山洪水沙运动规律，揭示山区暴雨

山洪水沙耦合致灾机制；构建山区暴雨山洪水沙耦合模型；研究山区暴雨山洪水沙灾害智能监测技术；研发重大暴雨山洪水沙灾害早期精准识别技术，建立水沙灾害风险评估方法；构建集早期识别、风险评估及综合防控一体化的暴雨山洪水沙灾害预测预警防控平台，在典型山区开展应用示范。

考核指标：提出山区暴雨山洪水沙灾害早期识别与评估方法；提出山区暴雨山洪水沙灾害智能监测技术体系；山区暴雨山洪水沙灾害早期识别覆盖度提高 40%以上；暴雨山洪水沙过程预报可靠度整体上达到 60%以上，并实现预警期提前 20%以上；搭建 1 套集早期识别、风险评估及综合防控一体化的暴雨山洪水沙灾害预测预警防控平台，在典型山区结合川藏铁路等国家重大工程示范应用不少于 3 处。

4.4 土石堤坝渗漏探测巡查及抢险技术装备

研究内容：面向堤坝异常渗流区监测、渗漏进口和通道探测和集中渗漏应急抢险现实需求，研发用于土石堤坝内部隐患探测的多种装备集成应用技术，研发基于电场法和示踪法的渗漏通道快速探测技术装备，研发基于机载温度传感器的堤坝异常渗流区巡测系统，研发堤坝异常渗流区分布式光纤温度传感监测系统和装备。研发集自寻踪定位、材料运输和释放功能于一体的瞬时封堵装置，研发下游导渗结构材料和配套施工工艺装备，并进行试点应用。研发堰塞坝材料结构信息多源感知技术装备和应急泄流简易倒虹吸装备。解决软硬件集成、数据传输、数据快速解译分

析、监测结果可视化等核心技术问题，实现快速发现险情、精准定位和高效抢险。

考核指标：研发土石堤坝内部隐患探测的多种装备集成应用技术一套，渗漏进口和通道快速探测技术装备 1 套，基于机载温度传感器的堤坝异常渗流区巡测系统 1 套，堤坝异常渗流区分布式光纤温度传感监测系统和装备 1 套；渗漏进口或通道封堵材料及配套施工工艺装备 1 套，下游导渗结构材料和配套施工工艺装备 1 套，研发堰塞坝材料结构信息多源感知技术装备一套和应急泄流简易倒虹吸装备一套。每套装备示范应用土石堤（段）坝不少于 2 个，申请专利 5 项。无人机续航时间超过 3 小时，载荷 5kg 以上，机载温度传感器传感精度不低于 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ；光纤测量范围 $-40^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ ，精度 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 。渗漏进口或通道封堵施工效率提高 10% 以上。突破基于机载温度传感器的堤坝异常渗流区巡测技术和土石土坝海量监测巡查信息的智能解译技术，形成堤坝异常渗流区巡测装备和分布式光纤温度传感监测系统装备样机，开发新型土石堤坝渗漏进口瞬时封堵材料。

5. 自然灾害防治技术装备现代化工程

5.1 子母式室内外空地两用灾情获取机器人装备研发

研究内容：面向自然灾害中致损的高层建筑物内部灾情信息的快速获取，研制子母式灾情获取机器人装备，并开展应用示范。重点研究具备空中飞行和地面移动能力的轻量化机器人本体构型设计技术；无人母机平台适配与系统集成技术、空基自主投放与

回收技术；室内自主导航与协同精准定位技术、多机协同侦测与实时室内地图构建技术，实现建筑物内部灾情信息快速获取与智能识别。

考核指标：母平台实现不少于 3 架子平台的释放和回收作业，安全回收率不低于 70%，且具备为子平台提供中继通信能力；子平台具备地面移动和飞行能力，机身直径不大于 45 厘米、连续作业不小于 30 分钟，实时回传视频。研制子母式平台样机 2 台套，并提出标准化技术指标体系，开展典型应用示范；申请发明专利不少于 6 项。

5.2 基于临近空间伞翼飞行器的应急救援快速响应系统

研究内容：面向突发性重大自然灾害期间实时监测预警和应急救援快速响应需求，研制基于临近空间伞翼飞行器的应急救援快速响应系统，并开展应用示范。重点研究基于临近空间伞翼的应急救援快速响应系统总体及应用技术；伞翼飞行器平台技术；临近空间测控与通信技术；临近空间遥感智能信息处理及应用技术；平流层高空气球运载技术。突破伞翼飞行器临近空间展开成型、临近空间飞行控制、监测智能信息处理与辅助决策等关键技术。

考核指标：快速应急响应升空时间不大于 2 小时，巡航飞行高度大于 16000m，巡航飞行速度 30m/s 左右，单机巡航飞行时间大于 2 小时，多机接力巡航飞行时间大于 24 小时，载荷能力大于 20kg，监测区域大于直径 600km 范围，实时回传遥感信息。研制基于临近空间伞翼飞行器的应急救援快速响应系统样机一台套，

并提出标准化技术指标体系，开展典型应用示范；申请发明专利不少于 10 项。

5.3 城市大规模建筑群地震灾害风险智能感知系统研发

研究内容：面向城市大规模建筑群地震灾害风险感知需求，研发基于多功能六分量建筑结构参数传感器的建筑群地震灾害风险感知平台，并开展应用示范。重点研究基于少量传感器和传感器优化布置的建筑安全评估技术；基于大数据和人工智能的震前建筑结构抗力变化及其灾害风险感知技术；基于地震损伤模式匹配的震后建筑灾害风险感知技术，实现城市建筑群地震灾害风险智能感知。

考核指标：多功能、高性价比、长时稳定 MEMS 传感器集加速度计、倾斜计、实时计算模块、北斗、5G、实时计算模块和短距离通信模块于一体；平台包含不少于 6 种代表性建筑的地震损伤模式库，具备震前实时分析不少于 100000 个六分量传感器数据和震后 5 分钟内给出城市灾害风险感知的能力；申请发明专利不少于 6 项，形成行业标准（征求意见稿）1 部；在 3 个以上特大城市开展应用示范。

5.4 自然灾害应急运输保障集成技术及装备研发

研究内容：研究自然灾害应急运输保障技术路线体系与装备标准体系；研发高机动性、高通过性、高承载能力、可拖挂专用载运平台；研究面向多种作业环境与货物类型的快速装卸技术，研发自装卸起重装备；研究多种系固方法与技术，研发柔性

性捆绑系固装备；研发高速除雪除冰综合模块化装备；研发一体化跨区域应急运输保障信息系统；开展多型装备与系统的集成应用示范。

考核指标：专用载运平台额定荷载不低于 10 吨，最大爬坡度不低于 45%，涉水深度不低于 1 米；自装卸起重装备作业半径不低于 18 米、吊重不低于 2 吨；柔性捆绑系固装备的额定荷载不低于 4 吨，刚性捆绑系固装备破裂强度不低于 10 吨；高速除雪除冰综合模块化装备需具备非铺设路面作业能力，作业面宽度不低于 3.3 米；制定一体化跨区域应急运输保障技术标准（送审稿）不少于 4 部，获发明专利不少于 5 项，并示范应用。

5.5 大型桥隧结构灾后快速检测评估技术与装备研发

研究内容：研究大型桥隧结构在典型自然灾害下的灾变机理；研究大型桥隧结构灾后性能快速检查检测关键技术体系；研发大型桥隧结构灾后性能智能化快速检测装备；研究大型桥隧结构物灾后性能快速评估关键技术；研究大型桥隧结构在典型灾害作用下的动力灾变全程再现关键技术；研制大型桥隧结构物灾后检测信息管控、辅助决策平台。开展多型检测装备与平台的应用示范。

考核指标：研制大型桥隧结构灾后非接触测量和机器视觉的智能化快速检测专用装备不少于 4 套，其中：灾害类型不少于 4 种，检测项目覆盖率不少于 80%；建立大型桥隧结构动力灾变全程智慧重构与性能评估系统；建立大型桥隧灾害管控与决策平台。工程示范应用不少于 2 项；申请发明专利不少于 20 项，申请软件著

作权不少于 5 项；制修订标准规范（送审稿）不少于 6 部。

5.6 灾害现场危楼内部急救机器人装备研发

研究内容：面向灾害现场危楼内幸存者营救，研制狭小空间便携式急救机器人装备；研制骨伤幸存者辅助救援与运载机器人装备。

考核指标：急救机器人装备可分别搭载多款作业载荷，人机协同下实现幸存者肌肉注射、四肢止血、输送营养液、输送氧气等急救作业，注射进针角度误差 $\leq \pm 1^\circ$ ，止血压力 $\geq 25\text{kpa}$ ；急救机器人适应狭小空间入口尺寸不大于 0.4 m （宽） $\times 0.4\text{ m}$ （高），可通过踏步宽度 0.26 m 、高度 0.175 m 的住宅共用楼梯；骨伤幸存者救援与运载机器人可辅助救援人员骨伤幸存者固定，搬运，多楼层转运等任务，救援幸存者重量 $\geq 75\text{kg}$ ，脊柱旋转移位 $\leq \pm 5^\circ$ ，背伸过曲 $\leq \pm 15^\circ$ ；完成三台（套）样机研制，在国家救援队应用示范，获发明专利不少于 6 项。

5.7 面向大尺度区域重大自然灾害的应急通信技术和关键便携装备研究

研究内容：面向大尺度区域重大自然灾害后复杂恶劣环境下应急通信网络的快速构建，研究应急通信一体化网络架构；研究卫星与地面通信网智能异构融合与信道资源自适应分配技术；研制具备卫星通信及地面无线通信功能的轻便型应急通信保障装备；研制宽带高速多协议组织无线收发芯片；研制重大灾害现场态势融合及调度一体化技术及平台系统并应用示范，实现与灾害

现场救灾人员的实时信息交互，支撑救灾快速决策、指挥、响应。

考核指标：研制轻便型可单兵背负、车载、机载应急通信保障装备，装备形态不少于4种，数量不少于10套，并能够实现数字集群、自组网、移动通信等多种通信体制，支持多点组网；支持城市、森林、山地等复杂环境下高清音视频业务传输；地面点对点通信距离不小于1.5km，空对地点对点通信距离不小于20km，两个节点之间的通信带宽不低于2Mbps，支持QoS保障；获发明专利不少于5项，并开展应用示范。

5.8 小型多功能高机动重大自然灾害救援机器人装备研制

研究内容：面向自然灾害应急救援实际需求，开展基于轻量化技术的小型多功能高机动救援机器人系统研究；开展基于数字液压动力匹配、负载敏感等关键技术的高负载机械臂结构设计、多臂复合运动技术研究；开展基于多传感器信息融合、室外定位等关键技术的定位系统研究；开展基于主从控制、5G通讯等关键技术的控制通讯系统研究。研制具有吊装、抓取、剪切、破碎、移除、高空作业和有毒有害气体侦测等功能的救援机器人装备并提出标准化试验验证技术指标体系，开展应用示范。

考核指标：救援机器人整机质量5000kg，爬坡角度 $\geq 30^\circ$ ，可陆路、航空、舟船机动；作业臂 ≥ 4 个，其中两个作业臂自由度 ≥ 6 ，单臂负载 $\geq 300\text{kg}$ ，吊装臂负载 $\geq 1000\text{kg}$ ，高空作业臂升高 $\geq 8\text{m}$ ，定位精度优于0.2m；具备5G通讯及微波通讯能力，在不可视条件下通讯距离 $\geq 1000\text{m}$ ，主从控制时延 $\leq 0.5\text{s}$ ；具备吊装、抓

取、剪切、破碎、移除、高空等多功能，具备 3 种以上有毒有害气体探测能力，远程遥控探测距离 $\geq 3000\text{m}$ 。研制救援机器人样机 2~3 台套，获发明专利不少于 10 项，送审行业/团标不少于 2 项。

5.9 智能无人综合应急救援装备平台及关键技术研发

研究内容：面向自然灾害现场危险、复杂环境，研制远程遥控大型模块化组装工程救援平台及系列装备（包括现场拆装总体解决方案）；研制快拆快卸智能无人救援基础平台装备；研制基于轮式底盘应急救援自动驾驶运输平台装备。研究复杂环境下室内外高精度协同定位和完好性监测技术。

考核指标：研制智能无人综合应急救援装备平台样机 4 台套。其中，大型模块化组装工程救援平台及系列装备单一模块重量 $\leq 3\text{t}$ ，野外单台拆装时间 $\leq 3\text{h}$ （不多于 4 人），挖掘斗容 $\geq 1.0\text{m}^3$ ，推土铲容量 $\geq 4\text{m}^3$ ，装载质量 $\geq 5\text{t}$ ；快拆快卸智能无人救援基础平台装备可集成模块不少于 5 类，拆装时间 $\leq 10\text{min}$ ，爬坡坡度 $\geq 45^\circ$ ，持续工作时间 $\geq 12\text{h}$ ，满足防爆 IIB 等级环境要求；应急救援自动驾驶运输平台可搭载救援模块不少于 5 种，爬坡度 $\geq 30^\circ$ ，自主行驶速度 $\geq 10\text{km/h}$ 。室内外定位精度优于 0.5m 。典型场景示范应用。申请发明专利 8 项，编制行业/团体标准 2 项。

5.10 重大自然灾害狭小空间伤员救治便携式关键急救设备研发

研究内容：针对重大自然灾害现场狭小空间伤员救治，研发背负式多参数实时动态监护和全自动基础生命支持一体机；研发现场小型化创伤凝止血设备；研发现场便携式智能心肺生命支持

设备；研发现场快速大面积创伤性感染光动力防控装备。

考核指标：生命支持一体机可实现 5 种以上多参数实时动态监护和全自动胸外按压、呼吸通气、除颤功能；创伤凝止血设备体积不大于 0.015m^3 ，功率输出不小于 60W，持续工作不小于 4 小时；心肺生命支持设备质量不大于 8kg，连续工作不小于 48 小时，血泵最大流量不小于 5L/min、氧合器气体交换不低于 500mL/min；创伤性感染防控装备治疗创面不小于 50cm^2 ，单次治疗低于 10 分钟，7 天内创面细菌繁殖小于 10%。完成 4 台（套）样机研制，并在国家级紧急医学救援队示范应用。制定技术标准规范不少于 4 项。