

国家重点研发计划“地球观测与导航”重点专项

2024 年度项目申报指南

（征求意见稿）

本重点专项总体目标是：瞄准世界空天科技前沿领域，坚持“四个面向”提出的发展方向，重点构建自主可控、开放创新、链条完整、全球领先的地球观测与导航技术体系，提升地球观测与导航战略高技术的核心竞争力，服务国家重大战略、国民经济发展、社会进步和人民健康福祉的提升，为保障国家发展利益提供战略科技支撑。

根据本重点专项“十四五”实施方案的安排，现提出 2024 年度项目申报指南建议。2024 年度指南任务部署围绕多圈层透视探测技术、空天地一体化综合验证与质量追溯、空天定量遥感与智能信息处理、全球和区域地球观测应用示范、先进定位导航授时关键技术、全时空信息理论与系统、高性能导航控制与时空服务技术、智能时空网及应用、下一代全球碳监测卫星与应用示范等 9 个技术方向，按照基础前沿、共性关键技术、应用示范三个层面，拟启动 23 项指南任务。具体项目申报指南建议如下。

1. 多圈层透视探测技术

1.1 星载大气红外激光掩星探测技术（共性关键技术类）

研究内容：面向气候变化研究对全球大气中主要气体成分垂直分布廓线的探测需求，研究大气红外激光掩星探测技

术,论证 LEO 卫星间掩星探测技术体制及高分辨率垂直探测指标体系;研究微弱红外信号的快速探测技术,突破高性能探测器瓶颈;研究极高光谱分辨率高稳定光源技术,实现短波红外精细光谱探测;研究多种重要大气成分与要素在垂直结构上的同步观测数据反演和校正技术,获取大气成分垂直结构及风速的时空分布和变化规律,评估视场风速分层相对精度;研制大气红外掩星探测原理样机,配合领域部署,参加透视地球综合试验。

考核指标: 研制大气红外掩星探测原理样机,为星载多种大气成分(H_2O 、 CO_2 、 CH_4 、 N_2O 、 O_3 和 CO)垂直结构及风速的探测提供新的技术手段,探测光源频率的时间稳定性优于 $2 \times 10^{-8}/20\text{s}$,探测信噪比 ≥ 500 。建立反演和校正算法,探测高度范围 5-40km,垂直分辨率 0.5-1km,大气垂直结构分层不少于 40 层,底层大气内 CO_2 成分不确定度优于 3%,层间反演相对误差小于 0.3%;视场风速精度优于 7m/s,预评估相对精度。

关键词: 红外掩星, 大气成分, 垂直结构探测, 高灵敏度

有关说明: 实施周期不超过 3 年。

1.2 极区复杂相态云探测技术及验证(共性关键技术类)

研究内容: 针对极区冰雪覆盖、逆温层等背景下的冰云、过冷水和混合相态云等的探测难题,发展冰晶光散射模型,

开发过冷水、冰云等不同相态云识别和特性参数反演算法及遥感产品；研制地面或船载探测微波辐射计，突破温度和水凝物同步探测瓶颈，利用多源观测资料优化极区云微物理过程的参数化方案；结合改进的气候模式，揭示极区不同相态云的时空变化特征和变化机理，开展星-地一体化试验验证，为极区复杂环境大气透视和气候变化研究提供技术支撑。

考核指标：冰晶光散射模型相函数计算精度优于 95%；散射数据集冰云粒子尺度覆盖 10 μ m-1.0mm；混合相态云识别精度优于 80%，光学厚度反演精度优于 4、有效粒子半径反演精度优于 8 μ m、云顶高度偏差小于 2km，过冷水潜在区的冰水混合比反演精度优于 80%，形成 2010-2020 年公里级白天逐日的极区不同相态云的分布、云水含量等卫星遥感产品；微波大气温度辐射计频率为 50-60GHz & 118GHz，探测通道不少于 12 个，相对定标精度 0.8-1K，灵敏度 0.4K；在极区选择典型区域开展试验，反演温度廓线误差小于 1.5K，冰云、过冷水和混合云分布的模拟精度提高 8%以上。

关键词：冰晶光散射模型，云相态，遥感反演，微波辐射计

有关说明：实施周期不超过 3 年。

1.3 天基极地海冰透视探测关键技术(共性关键技术类)

研究内容：针对极地海冰厚度与冰下环境天基探测能力匮乏的难题，开展天基极地海冰透视探测系统方案论证、超

宽带微波海冰透视载荷设计和多手段协同透视探测方法等研究，突破超宽带雷达海冰透视探测、天基多源感知融合极地海冰三维重构等技术，研制海冰透视载荷原理样机，在典型海冰观测区域开展机载试验，为极地海冰透视探测和北极航道立体监测提供技术支撑。

考核指标：形成天基极地海冰透视探测系统方案 1 套，给出最优载荷配置、卫星组网、卫星轨道高度、重访周期、最优分辨率、最大透视深度等关键参数；海冰透视雷达原理样机 1 套，工作频率 40-400MHz，工作频点和带宽可设置，海冰透视垂向分辨率 0.3m；数据处理软件 1 套，天基多源感知海冰多参数反演的空间分辨率优于 200m，幅宽 $\geq 300\text{km}$ ，实现次公里尺度的海冰三维重构。选择极地、渤海典型区域开展试验验证，完成机载试验不少于 2 次，实测冰层厚度 $\geq 2\text{m}$ ，海冰厚度探测误差 $\leq 15\text{cm}$ 。

关键词：海冰透视，超宽带雷达，多源感知融合

有关说明：实施周期不超过 3 年。

1.4 15E 高精度海上动态全张量重力梯度测量技术及仪器研发（共性关键技术类）

研究内容：针对深地深海探测等领域对高精度重力梯度测量的应用需求，开展重力梯度测量关键技术攻关以及仪器研发；重点突破低噪声及高线性度的石英挠性加速度计测量、高精度全张量重力梯度信号精确提取与解耦、空间域及频谱域融合的全张量重力梯度建模等关键技术，研制自主可控的

旋转加速度计全张量重力梯度仪，构建高精度区域重力梯度场模型；在此基础上，搭建重力梯度仪实验室标定系统，研制高精度重力梯度仪计量装置，建立标准统一的重力梯度计量体系；在陆地、海洋等典型场景开展试验验证，推动我国重力梯度测量技术发展。

考核指标：全张量重力梯度仪 1 套，实验室全张量动态测量精度优于 $15\text{E}@200\text{s}$ ，其中水平方向优于 $10\text{E}@200\text{s}$ ；全张量重力梯度建模软件 1 套，模型精度优于 20E ；实验室重力梯度仪标定系统 1 套，重力梯度变化范围 $0\text{-}500\text{E}$ ，局部重力梯度标准场模型精度优于 1E ；重力梯度计量标准装置 1 套，垂向重力梯度测量灵敏度 $80\text{E}/\sqrt{\text{Hz}}$ ，测量精度优于 15E ；重力梯度标校计量技术规范（报批稿）2 项；在完成陆地测试基础上，选择海上典型场景开展验证试验，海域面积不小于 $50\text{ km}\times 50\text{ km}$ ，水深 $3\text{-}5\text{ km}$ 范围内，全张量重力梯度成图精度优于 20E 。

关键词：重力梯度仪，动态全张量，重力梯度场模型

有关说明：实施周期不超过 3 年。

2. 空天地一体化综合验证与质量追溯

2.1 光电协同的低空目标成像探测与识别技术（共性关键技术类）

研究内容：针对重点区域中低空飞行目标全天时高精度可靠监测的需求，以及单一手段在复杂环境中的应用局限性，

开展微波与光学手段协同的成像探测、跟踪识别和态势预估等研究，重点突破动目标多波段微波成像和变化检测、单光子高灵敏度探测和跟踪成像、中红外视频光谱成像与跟瞄、微波与光学图像融合的高可靠智能识别等关键技术，研制多波段微波、单光子和中红外视频光谱成像样机，构建低空目标微波光学一体化成像探测与识别监控系统，选择典型重点区域对小型无人机等目标开展试验验证，支撑数字化低空保障体系高质量发展。

考核指标：研制低空目标成像探测集成样机 1 套，多波段微波雷达覆盖 S/C/X/Ku 波段，工作带宽 $\geq 16\text{GHz}$ ，最大瞬时带宽 $\geq 4\text{GHz}$ ，探测距离优于 5km ($\text{RCS} \leq 0.01\text{m}^2$)，低空目标检测概率 $\geq 90\%$ （虚警率 $\leq 10^{-6}$ ），成像分辨率优于 $0.05\text{m} \times 0.05\text{m} @ 5\text{km}$ ；单光子雷达工作波段 1550nm ，成像距离优于 5km ，成像分辨率优于 $0.05\text{m} @ 5\text{km}$ ，实时成像帧频 $\geq 30\text{fps}$ ，航迹点位置精度优于 $1\text{m} @ 5\text{km}$ ；中红外视频成像探测距离优于 5km ，成像分辨率优于 $0.3\text{m} @ 5\text{km}$ ，成像帧频 $\geq 25\text{fps}$ ，识别跟瞄速度 $\leq 40\text{ms}$ 。选择典型场景开展试验，演示验证探测预警、持续监测、跟踪识别等功能，可识别典型目标类型 ≥ 5 类，姿态 ≥ 4 种，识别准确率 $\geq 95\%$ 。

关键词：低空目标探测，多波段微波成像，单光子激光成像，中红外视频光谱成像

有关说明：实施周期不超过 3 年。

3. 空天定量遥感和智能信息处理

3.1 国产卫星微波资料在复杂冰雪下垫面条件下的同化方法及应用技术（青年科学家项目）

研究内容：针对国产卫星微波资料在数值预报中利用率低和资料同化预处理技术不满足应用需求的现状，基于自主研发的辐射传输模式和数值预报系统，研究适用于冰雪下垫面的全极化散射辐射理论和模拟技术，提升卫星微波辐射亮温模拟精度；研究符合采样定律的微波大气温湿度探测数据预处理技术，降低国产卫星微波大气温湿度探测通道噪声幅度；研究冰雪表层微观结构以及云和降水对卫星数据的影响，实现适用于冰雪下垫面的微波探测仪观测高精度误差估计，提升国产卫星微波资料在我国数值预报系统的同化应用能力。

考核指标：不同冰/雪龄下垫面微波亮温模拟误差优于 5K；重采样后高层大气微波温度探测资料噪声降低 20%；冰/雪龄依赖的国产风云三号卫星系列微波观测误差矩阵数据集 1 套；实现冰雪下垫面国产卫星微波大气近地表通道同化，冰雪下垫面低层温度分析误差降低 3%。

关键词：冰雪下垫面，辐射传输模拟，卫星微波资料噪声抑制，卫星资料同化

有关说明：实施周期不超过 3 年。

3.2 跨域空天遥感数据成果共识管理与应用服务技术 (共性关键技术类)

研究内容：面向海量空天遥感成果推广需求，构建“要素化与资产化管理-共享交易管理-应用服务”的成果管理模式。建立算法与数据成果的分级分类治理体系，突破交换汇聚、要素关联、融合增值、价值量化与定价机制等关键技术；研究时空特征水印和区块链融合的算法模型追溯、交易审计、数据无损的成果保护等关键技术；研究基于区块链的跨行业 ESG 应用联邦协同计算、算法与数据自适应匹配、算法可追溯的遥感数据处理工作流程封装与复用、遥感基础大模型训练及应用迁移等关键技术；研制基于区块链的空天遥感数据成果管理与应用服务平台，面向普惠金融、碳交易、新能源监测、低空旅游等 ESG 新质应用领域，开展成果共享交易示范应用。

考核指标：支撑农业农村、生态环境等不少于 4 个领域的 100 种遥感算法及关联数据成果汇聚，数据成果定价方法涵盖质量、时空尺度、可替代性等不少于 10 种成果价值量化要素；数据成果确权共识兼容至少 5 种容错算法，交易溯源准确率不低于 95%；支持亿级数据的 ESG 应用联邦协同计算，遥感数据处理工作流程算法可追溯层级不小于 10 级，大模型参数规模不少于 100 亿；实现农业信贷风险评估、太阳能光伏分布评估等不少于 10 种空天遥感联邦学习算法，计算精度与明文相比误差在 5%以内；构建空天遥感数据成果管理与应用服务平台，与 1-2 个国家级数据要素平台对接，

并在不少于 4 个领域开展示范应用。

关键词：空天遥感数据成果，区块链，跨域管理，ESG 应用

有关说明：实施周期不超过 3 年。

4. 全球和区域地球观测应用示范

4.1 实景三维地理实体高效建模关键技术与应用示范 (典型应用示范类)

研究内容：面向数字中国、美丽中国建设等对高质量时空数据赋能国土空间数字化治理的迫切需求，研究二三维一体、几何-属性-关系融合的实景三维地理实体集成表达模型与安全应用范式，突破地理实体数据重要性分类分级与精准标定难题；突破基于倾斜摄影影像、激光雷达点云等多模态航空遥感数据的大范围地理实体单体化高效建模技术；研究面向人机兼容理解的地理实体语义化建模技术，建立基于地理实体的泛在式时空关联框架；研究地理实体数据-知识驱动的多层次空间认知与时序分析计算模型；突破地物三维模型安全应用技术，研发实景三维地理实体生产平台，在国土空间规划、不动产确权登记、数字孪生水网、低空空域规划利用等领域开展应用示范。

考核指标：建立实景三维地理实体数据模型、产品体系和安全应用范式各 1 套，编制国家或行业标准（报批稿）不少于 3 项，地理实体几何及属性重要性自动分类分级标定准

准确率优于 90%；倾斜摄影影像与激光雷达点云数据匹配融合投影误差小于 1.5 像素、匹配融合点云相对精度优于 3cm；建（构）筑物等典型地理实体自动化提取准确度优于 90%，单节点地理实体轮廓结构建模效率优于 3h/km²；语义化建模准确率优于 85%，专题数据与地理实体数据匹配查全率优于 85%，查准率优于 90%；研制支撑态势动态感知、状态精准认知、行动科学调控的时空分析计算模型不少于 10 个；在国土空间规划、不动产确权登记、数字孪生水网、低空空域规划利用等领域的示范场景不少于 5 个，示范区域不少于 5 个（至少包括 1 个省级、2 个市级示范区），60%以上的规划、决策和调度业务可通过线上实景三维空间完成。

关键词：地理实体，单体化，语义化

有关说明：实施周期不超过 3 年。

4.2 城市建成环境多源遥感智能监测关键技术与应用 （典型应用示范类）

研究内容：针对城市体检以及城市信息模型构建需求，研究多源遥感数据表征城市建成环境的指标体系；研究空天遥感支撑下的城市建成环境人工表面材质智能识别和渲染等三维建模技术；研究城市建成环境中“人-车-物”活动流的时空建模分析与刻画方法；研究城市信息模型支撑下的“人-车-物”动态活动与复杂建成环境融合仿真模拟技术；选取典型城市开展应用示范，实现多维度空天信息在城市动态运行监测和城市体检评估中的应用服务。

考核指标：构建多源遥感数据支撑城市建成环境遥感监测的指标体系和技术方法，形成团体标准 1 项；城市建成环境人工表面材质智能识别正确率优于 90%，支持不少于 9 个视角亚米级卫星影像融合的城市信息建模，单体建筑模型平面精度优于 1.5 个像元、高度精度优于 2 个像元；活动流尺度优于双向级路网，状态表征准确性优于 90%；城市复杂建成环境模拟仿真系统 1 套，空间分辨率优于 10m，具备建筑节能、城市更新、人居环境等模拟功能；构建城市建成环境遥感智能化监测平台 1 个，完成不少于 40 个城市的监测指标计算，形成遥感监测报告 1 份。

关键词：城市建成环境，动态活动流建模，城市信息模型，城市体检评估

有关说明：实施周期不超过 3 年。

4.3 天地一体化的光伏场站云团精准监测与发电效能提升技术及应用示范（典型应用示范类）

研究内容：面向我国未来新型能源系统建设需求，针对 10 万 kW 级光伏场站运营存在的超短期功率预测困难和储能调度效率低等问题，应用国产卫星遥感和北斗导航等技术，开展光伏场站云团精准监测与发电效能提升技术研究；重点突破综合卫星和无人机遥感的光伏组件故障分级诊断与健康定量评价、可见光/激光融合的云团地基监测、星地一体化的云团结构变化分析与精准预报、光伏场站超短期发电功率预测以及储能动态调度等关键技术；研发光伏组件健康诊断

和云团结构地基监测等轻小型设备，构建天地一体化的光伏场站超短期发电功率预测与储能动态优化调度服务平台，在分布式光伏规模应用典型省域开展示范。

考核指标：天地一体化的光伏场站超短期功率预测与储能调度技术方案 1 套，制定国家或行业标准规范 1 项（报批稿）；光伏组件故障分级诊断与健康定量评价系统 1 套，隐裂、破损、遮盖等故障识别准确度优于 95%，北斗定位精度优于 20cm；可见光/激光融合的光伏场站云团地基监测设备，探测范围大于 10km，分辨率优于 10m，频次不低于 1 分钟/次；卫星遥感与地基监测结合的云团结构变化分析与预报系统，未来 15 分钟预测准确性优于 95%；示范应用规模大于 30 万 kW，发电功率预测准确率优于 95%，储能调度效率提升 15%，上网电量提升 3%。

关键词：云团遥感监测，超短期发电功率，光伏场站储能

有关说明：实施周期不超过 3 年。

4.4 复杂海况条件下海上目标协同观测技术及应用示范 (典型应用示范类)

研究内容：面向我国海上生命安全保障的重大需求，针对风大浪高等复杂海况条件下海上应急搜救中存在的多载荷联合运用能力弱、海面目标提取准确性低、救援决策支持信息少等突出问题，开展天空地一体化的海上目标高频协同观测与应用体系设计；重点突破基于北斗的机载遥感载荷高精度空间基准动态确定、多模态数据融合的海面目标快速检

测和精准定位、复杂海况应急搜救风险评估与智能决策等关键技术；构建海上目标多载荷协同观测与分析应用验证系统，在我国典型海域开展应急搜寻应用示范，支撑我国海上救援能力提升。

考核指标：天空地一体化的海上目标高频协同观测与应用体系总体方案 1 套，支持低轨遥感卫星数量不少于 20 颗，协同观测模式不少于 5 类；航空载荷实时空间基准精度优于 20cm；针对海上救援典型目标，具备 5 种及以上航空载荷同时同区域协同观测与快速定位能力，影像平面误差优于 0.5m；在 3 级及以上海况条件下，典型目标检测率优于 95%，水平定位精度优于 10m，响应时间优于 15s；具备文本、图像等多模态信息协同处理与决策分析能力，风险评估模型不少于 10 个，智能决策模型不少于 5 种，处理时效优于 1 分钟；示范区域面积不少于 1000km²，支持我国典型海域海上遇险目标应急观测与快速搜寻。

关键词：海上区域，协同观测，应急搜寻

有关说明：实施周期不超过 3 年。

4.5 大型线性文化遗产动态监测与风险评估（典型应用示范类）

研究内容：针对我国大型线性文化遗产保护与利用中面临的高效识别、动态监测和风险评估等技术难题，研究复杂环境下遗址遗迹目标天空地协同探测与识别方法，建立基于大数据和人工智能技术的典型大型线性文化遗产知识图谱；

突破大型线性文化遗产本体-环境多尺度敏感要素高精度、高频次遥感动态监测技术，构建本体病害与环境变化的关联模型；研究综合本体脆弱性-灾害危险性-环境敏感性的文化遗产灾害多要素、全过程风险评估方法；在古蜀道、长城等大型线性文化遗产的重点区域及典型区段开展应用示范，支撑文化遗产保护传承和文化自信国家需求，助力联合国可持续发展目标的评估与实现。

考核指标：掩蔽等复杂环境下遗址遗迹天空地协同探测，目标识别准确率 $\geq 90\%$ ；建立古蜀道、长城大型线性文化遗产典型段知识图谱各 1 套，涵盖的属性指标不少于 5 类；天空地一体化文化遗产本体侵蚀破坏、表面酥碱、结构失稳等病害类型识别准确度不低于 90%，复杂景观地表形变年速率监测精度优于 5mm/年；文化遗产灾害风险评估灾种类型不少于 3 类，风险评估结果可靠度不低于 85%；建立面向文化遗产可持续发展进展评估的监测指标和得分率模型，评估覆盖文化遗产景观廊道不少于 3600km；在重点区域及典型区段（古蜀道、长城等）应用示范不少于 4 处。

关键词：大型线性文化遗产，天空地协同，目标识别，风险评估

有关说明：实施周期不超过 3 年。

4.6 面向疾病传播的空间计算与风险预警技术（基础前沿类）

研究内容：面向我国持续完善传染病监测预警机制的重

大需求，以自然疫源性和呼吸道疾病等典型传染病为代表，开展天地一体化的疾病传播空间计算与风险预警研究；重点突破卫星遥感和时空信息融合的自然生境本底识别与人文因子提取技术，建立动物宿主、病例人员暴露方式、传播关系、时空路径等结构化或半结构化传播链知识图谱；发展疾病时空传播机制及精细化模拟分析方法，构建数据和知识双驱动的疾病多时空尺度风险预警模型；研发面向疾病传播的多模态多时序空间计算与风险预警原型系统，开展城市级模拟验证，为突发/新发/再发疾病的精准监测与风险预警提供支持。

考核指标：自然疫源性疾病的自然生境本底信息类型不少于 3 种，识别精度优于 90%，影像定位精度优于 1 个像元；呼吸道疾病人群动态分布和聚集度指标的时间分辨率优于 3 小时；传播链知识图谱构建不少于 2 类疾病，实体和关系抽取精度优于 90%；疾病时空传播机制支持精细单元（乡镇或公里格网）运行，模拟精度优于 80%；疾病暴发与传播风险预警模型不少于 2 类，在城市和街道（乡镇）两种尺度上实现疾病流行范围和传播强度的预测，漏警率优于 20%，虚警率优于 10%；多模态多时序空间计算与风险预警原型系统 1 套，在至少 1 个中大型城市开展模拟验证。

关键词：自然疫源性疾病，呼吸道疾病，时空传播模拟，风险预警

有关说明：实施周期不超过 3 年。

5. 先进定位导航授时关键技术

5.1 智能手机直连卫星高精度泛在定位新技术（青年科学家项目）

研究内容：面向卫星互联网发展和大众高精度位置服务需求，结合智能手机直连卫星的特点，开展手机高精度泛在定位新技术研究；在智能手机标准硬件性能约束条件下，重点突破北斗星地融合高精度轻量化定位、用户行为与场景自适应识别、多源信息融合泛在无缝导航等关键技术；构建智能手机高精度泛在定位技术方案，研发可灵活集成的软件包，提升复杂空间和环境中的智能手机导航体验。

考核指标：智能手机高精度泛在定位技术方案 1 套，支持手段不少于 5 类，包括但不限于北斗、卫星通信、惯性、视觉、5G、Wi-Fi、音频、地图、地磁等；室外水平定位精度优于 1m，室内水平定位精度优于 3m，定位可用性优于 95%，平均功耗小于 150mW；研发 1 套可公开的智能手机高精度泛在定位软件包，兼容适配国产手机操作系统；无缝导航验证场景包括开阔、半开阔、遮挡等不少于 3 类。

关键词：智能手机，泛在定位，无缝导航

有关说明：实施周期不超过 2 年，支持项目不超过 2 项。

5.2 基于动态星间光学测量的全自主导航定位新技术（青年科学家项目）

研究内容：面向深空任务远距离飞行和多变光照条件下高精度全自主导航定位的需求，结合行星、自然卫星、人造卫星等深空目标，开展基于动态星间光学测量的深空全自主

导航定位新技术研究；重点突破暗弱目标精准识别与稳定跟踪、光学控制网构建与动态测量、多源异步信息融合与定位等关键技术，研制动态星间光学测量深空全自主导航定位仿真系统，开展深空探测器全自主导航定位仿真应用验证。

考核指标：基于动态星间光学测量的深空全自主导航定位技术方案 1 套；动态暗弱目标识别准确率优于 90%@20000km；光学动态测量控制网精度优于 0.1 像素；仿真应用验证包括地月和地火空间等 2 种典型场景，其中，地月空间全自主导航定位精度优于 2km，地火空间全自主导航定位精度优于 30km。

关键词：星间光学测量、暗弱目标、深空自主导航

有关说明：实施周期不超过 3 年，支持项目不超过 2 项。

5.3 基于里德堡原子的高灵敏度长波授时接收机研制（青年科学家项目）

研究内容：面向长波授时发播台服务能力持续提升的需求，开展基于里德堡原子的高灵敏度长波授时信号接收技术研究；重点突破基于里德堡原子的低频电场灵敏探测、弱屏蔽效应的原子天线一体化设计、高光谱分辨率原子探头研制、复杂环境下授时信号特征精确提取等关键技术；研制基于里德堡原子的高灵敏度长波接收天线和授时原理样机，开展真实场景试验验证，支撑我国长波授时系统发展。

考核指标：高灵敏度小型化的里德堡原子接收天线及授时原理样机 1 套，天线尺寸小于 30cm×10cm，支持长波信号 100KHz，接收信噪比优于 -25dB，接收灵敏度优于 25dB μ V，

授时精度优于 $0.5\mu\text{s}$ ；试验验证场景不少于 3 类，长波授时发播台有效覆盖半径提升 20%以上。

关键词：里德堡原子，高灵敏度，长波授时

有关说明：实施周期不超过 3 年。

6. 全时空信息理论与系统

6.1 新一代开放地球时空智能计算服务引擎关键技术（基础前沿类）

研究内容：针对大规模多源时空信息在线处理分析服务需求，结合人工智能方法，开展面向多维时空数仓的智能计算服务前沿技术研究；重点突破多源动态数据的时空数仓多维关联组织、时空计算特征学习与复杂度评估、大幅面遥感影像智能矢量制图的分布式协同推理、复杂时空计算任务的智能编排等关键技术；研发可开放共享的时空智能计算服务原型系统，在典型行业或领域开展验证。

考核指标：大规模多源时空信息在线处理分析服务技术方案 1 套；时空数仓支持就绪数据类型不少于 3 类，具备亿级时空数仓要素亚秒级检索能力；时空计算特征学习模式不少于 3 类，复杂度评估拟合系数优于 0.85；具备十亿级像素的遥感影像整图解译能力，影像到矢量的协同推理精度优于 85%；人工智能自驱动的时空任务编排正确率优于 80%；时空智能计算服务原型系统 1 套，验证行业或领域不少于 2 个。

关键词：开放地球，时空智能计算，多维时空数仓

有关说明：实施周期不超过 3 年。

7. 高性能导航控制与时空服务技术

7.1 海洋弹性 PNT 通导一体化关键技术及系统研发(共性关键技术类)

研究内容：面向我国民用领域水下探测的迫切需求，开展海洋通导一体化弹性定位、导航、授时（PNT）技术研究；重点突破水下通导一体化弹性架构设计、海洋弹性 PNT 基站自标校与低功耗可维护、复杂条件水下声场环境自适应建模与高精度定位、水下航行器/编队通信组网与协同导航等关键技术；研制功耗低、耐压高、网络化、通导一体的海洋弹性 PNT 基站和终端装备，构建海洋弹性 PNT 通导一体关键技术测试系统，开展海试与应用验证。

考核指标：海洋弹性 PNT 通导一体化关键技术测试验证系统 1 套，水深大于 5000m，覆盖范围大于 $100\times 100\text{km}^2$ ，支持空天海组网和单水声水下组网两种工作模式；海洋弹性 PNT 基站不少于 5 套，自校准精度优于 0.3m，自检测可靠性优于 90%，驻留工作能力不少于 3 年；海洋弹性 PNT 终端 2 套，定位精度优于 $10\text{m}@50\times 50\text{km}^2$ 和 $30\text{m}@100\times 100\text{km}^2$ ，时间同步精度优于 0.5ms，通信速率不低于 $1000\text{bit/s}@10\text{km}$ ，定位单元平均功耗小于 1W，最大工作水深大于 5000m；制定行业标准 1 项（报批稿）。

关键词：海洋弹性 PNT，通导一体化，水声导航

有关说明：实施周期不超过 3 年

7.2 北斗精密定位与地基雷达遥感融合的船舶精准识别及应用示范（典型应用示范类）

研究内容：面向我国船舶交通运输安全保障体系对沿海复杂场景船舶精准识别和稳定跟踪的需求，开展北斗精密定位与地基雷达遥感融合的船舶精准识别研究；重点突破常规船舶北斗低通信容量高精度定位、低旁瓣分布式 MIMO 地基雷达设计、位置/速度/航向信息辅助的异常目标探测成像以及多源数据融合的船舶特征智能识别等关键技术；研制北斗增强型分布式雷达探测与应用系统，实现沿海复杂场景船舶稳定跟踪与智能识别，在我国黄渤海典型区域开展应用示范。

考核指标：研制北斗船载星地增强定位终端，在北斗短报文播发增强信息条件下，定位精度优于 0.3m，测速精度优于 0.05m/s，具备单系统应用模式；分布式地基探测雷达节点数不少于 8 个，三维成像分辨率优于 $0.3\text{m(距离)} \times 0.1^\circ$ （方位） $\times 0.5^\circ$ （高程），脉压峰值旁瓣比优于 -40dBc，积分旁瓣比优于 -30dBc，雷达探测船舶的定位精度优于 10m，探测距离不小于 15km；船舶可识别种类不少于 5 种，识别正确率优于 90%；应用示范海岸线长度不少于 50 公里，至少包括通航密集区船舶稳定跟踪、低能见度条件下船舶识别导助航等 2 类以上场景；制定行业标准 1 项（报批稿）。

关键词：北斗增强定位，岸基分布式雷达，船舶识别

有关说明：实施周期不超过 3 年。

7.3 未知场景无人平台自主导航定位与控制技术（共性关键技术类）

研究内容：针对未知场景无线电信号缺失、先验信息未知等客观限制条件，开展无人平台自主导航定位与控制技术研究，建立未知场景适配、自适应兼容、智能切换的多传感器融合架构，实现输入受限条件下多种无人平台连续可靠自主定位导航与控制；重点突破暗弱光照场景语义感知与特征快速关联、稀疏特征条件下多源融合定位模型构建、无人平台自主导航与平稳控制等关键技术；面向地下暗河或月球极区等典型应用场景，研制无人平台自主导航定位与控制装备，搭建测试系统，开展仿真或实测验证。

考核指标：多模态异构传感器融合的自主导航定位技术方案 1 套，支持传感器类型包含激光雷达、光学相机、惯性等不少于 3 种，自适应兼容和智能切换场景不少于 3 个；自主定位导航场景特征库 1 套，特征解译精度优于 90%；融合特征识别的数据关联方法 1 套，连续跟踪帧数大于 10 帧的特征比例优于 80%，整体关联准确度优于 95%；多源传感器融合定位模型与方法 1 套，定姿稳定度优于 0.001 %s，定位精度优于 0.5%D（D 为移动距离且大于 1km）；自主导航与平稳控制模型不少于 3 类；集成新研制模型和方法的无人平台自主导航定位与控制装备不少于 1 套；验证场景至少包括地下暗河或月球极区 1 种；制定国家或行业标准 1 项（报批稿）。

关键词：未知场景，无人自主平台，导航定位

有关说明：实施周期不超过 3 年。

8. 智能时空网应用

8.1 北斗/GNSS 散射信号陆海面遥感关键技术及应用验证（共性关键技术类）

研究内容：面向台风、干旱、洪涝等应急减灾快速监测响应的迫切需求，挖掘北斗/GNSS 散射信号遥感超高时空覆盖的潜能，开展北斗/GNSS 散射信号遥感信息机理和应用方法研究；结合高中低轨导航信号分布特点，构建复杂地表微波散射模型，重点突破单/多接收模式北斗/GNSS 高维散射信号高效获取方法、星载平台厘米级实时定轨与短期预报、北斗/GNSS 散射信号传播路径误差实时精确修正以及陆海面遥感处理等关键技术；研制新一代模式自主切换、低功耗原理样机并开展机载飞行试验；面向台风、干旱、洪涝灾害等典型灾害场景，开展北斗/GNSS 散射信号遥感产品与多源气象观测资料融合应用验证。

考核指标：建立多信号源观测条件下北斗/GNSS 散射信号遥感信息增强处理与应用方案 1 套；研制北斗/GNSS 散射信号遥感原理样机 1 套，在不少于 5 个典型区域或灾害过程，开展机载飞行试验，飞行高度不低于 10km，可探测幅宽大于 20km，探测分辨率优于 100m；完成海面风、陆地水体、土壤湿度、积雪等遥感反演与融合应用，海面风速估计误差优于 15 %（可反演最大风速 60m/s），水体识别准确率优于 90%，土壤湿度反演误差优于 $0.045\text{cm}^3/\text{cm}^3$ ，申请发明专利不少于 5 项。

关键词：北斗/GNSS 散射信号，海陆面遥感，应急减灾

有关说明：实施周期不超过 3 年。

8.2 基于 5G 通信网络的北斗增强定位服务关键技术与应用示范（典型应用示范类）

研究内容：面向北斗系统在大众消费、智能驾驶、智慧公路等领域规模化应用的重大需求，开展基于 5G 通信网络的北斗优先定位增强服务技术研究；重点突破北斗和 5G 通信网络融合的增强服务架构与低成本一体化基站设计、5G 控制面北斗优先定位增强、基于 5G 的复杂环境北斗定位服务质量监测以及增强信息海量用户高效播发等关键技术；研制支持 5G 控制面的北斗高精度定位智能终端，研发北斗/5G 融合的高性能导航定位授时服务平台，在智能手机、可穿戴设备、共享单车、智能驾驶以及智慧公路等领域开展应用示范，支撑北斗系统多领域规模化应用。

考核指标：北斗和 5G 通信网络融合服务体系架构方案，制定国家或行业标准 1 项（报批稿）；北斗和 5G 融合的高性能公共服务平台 1 个，复杂环境北斗定位误差监测准确度优于 0.5m，完好性告警时间优于 3s，支持并发量不少于 10 万/秒；支持 5G 控制面增强的系列北斗定位智能终端；其中，高精度终端水平定位精度优于 3cm，授时精度优于 5ns；消费类用户终端水平定位精度优于 1m，收敛时间小于 30s；用户总数大于 4 亿，在线用户规模大于 5000 万/天。

关键词：北斗优先定位增强，北斗与 5G 融合，北斗规模化应用

有关说明：实施周期不超过 3 年。

9. 下一代全球碳监测卫星与应用示范

9.1 高增温潜势温室气体点源排放天空地一体化监测验证技术及应用示范（典型应用示范类）

研究内容：面向环境执法中温室气体点源排放管控的重大需求，针对全球甲烷和氧化亚氮等高增温潜势温室气体异常排放监测的不足，开展甲烷和氧化亚氮点源排放反演关键技术研究，重点突破抑制复杂地形和气溶胶干扰的甲烷点源排放反演算法，研发点源排放天空地一体化监测验证技术体系；建立协同超大幅宽和高分辨率热点载荷的甲烷点源事件在轨快速检测关键技术，并开展天空地一体化实时快速检测验证；研究甲烷面源-点源排放联合同化反演技术，建立高分辨率甲烷排放量估算反演系统；研制高分辨率全球设施级甲烷和氧化亚氮点源排放数据库，构建甲烷点源排放监测快速响应平台，并开展卫星、无人机和走航立体观测验证，在煤炭、油气等能源行业开展示范应用，形成国家主管部门示范应用业务产品。

考核指标：建立卫星遥感高增温潜势温室气体点源排放监测验证技术体系，形成反演算法、在轨检测算法和反演系统及数据产品。甲烷和氧化亚氮点源排放卫星遥感反演算法 1 套，高光谱卫星甲烷羽流检测阈值排放量优于 $400 \text{ kg CH}_4/\text{小时}$ 、空天地一体化验证反演精度优于 85%，编制甲烷点源

排放遥感监测相关技术规范 1 个；面向星上在轨甲烷点源排放快速检测的软件系统 1 套，在轨数据处理速率 $\geq 50\text{Mbps}$ ，支持算法种类 ≥ 3 种，点源排放事件准实时探测优于 5 分钟，具备分发功能；建成全球设施级甲烷和氧化亚氮点源排放数据库 1 套，包含点源羽流 20,000 个以上；高分辨率园区尺度甲烷排放量估算反演系统 1 套，空间分辨率 100m，甲烷通量产品不确定性优于 30%；甲烷点源羽流及排放量监测响应平台 1 个，时效性优于 3 天，向国家主责单位部门报送 3 份以上卫星遥感监测业务报告。

关键词： 甲烷和氧化亚氮监测，点源排放，反演系统，卫星遥感

有关说明： 实施周期不超过 3 年。