

## 附件 5

# “地球观测与导航”重点专项 2017 年度项目申报指南

为落实《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006-2020 年)》提出的任务,国家重点研发计划启动实施“地球观测与导航”重点专项。根据本重点专项实施方案的部署,现发布 2017 年度项目申报指南。

本重点专项总体目标是:面向国家经济转型升级与生态文明建设、“一带一路”战略实施与新型城镇化发展规划实施、地球科学研究等重大需求,应对全球变化与区域响应等严峻挑战,瞄准地球观测与导航技术国际发展前沿,显著提升地球观测与导航综合信息应用水平与技术支撑能力,重点突破信息精准获取、定量遥感应用等关键技术和复杂系统集成共性技术,开展地球观测与导航前瞻性技术及理论、共性关键技术、应用示范等技术研究,为构建综合精准、自主可控的地球观测与导航信息应用技术系统奠定基础。

本重点专项按照新机理新体制先进遥感探测技术、空间辐射测量基准与传递定标技术、高性能空天一体化组网监测系统技术、地球系统科学与区域监测遥感应用技术、导航定位新机理与新方法、导航与位置服务核心技术、全球位置框

架与位置服务网技术体系、城市群经济区域与城镇化建设空间信息应用服务示范、重点区域与应急响应空间信息应用服务示范等9个创新链(技术方向),共部署45个重点研究任务。专项实施周期为5年(2016-2020年)。

2016年,本重点专项在7个技术方向已启动实施15个研究任务。2017年,拟在7个技术方向启动16个研究任务,拟安排国拨经费总概算为5.44亿元。凡企业牵头的项目须自筹配套经费,配套经费总额与国拨经费总额比例不低于1:1。

项目申报统一按指南二级标题(如1.1)的研究方向进行。除特殊说明外,拟支持项目数均为1-2项。项目实施周期不超过4年。申报项目的研究内容须涵盖该二级标题下指南所列的全部考核指标。项目下设课题数原则上不超过5个,每个课题参研单位原则上不超过5个。项目设1名项目负责人,项目中每个课题设1名课题负责人。

指南中“拟支持项目数为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. 新机理新体制先进遥感探测技术

### 1.1 星载新体制 SAR 综合环境监测技术（关键技术攻关类）

研究内容：针对陆地和海洋资源探测、生态系统监测、环境监测、地形测绘、灾害监测等需求，开展集应用技术指标体系、监测技术指标体系、研制技术指标体系、综合监测和应用实施详细技术方案、运行体系架构为一体的星载 SAR 综合监测体系架构研究；研究突破分布式 MIMO 系统技术、多频段多极化 SAR 系统及其轻量化技术，基于 Sweep 或 DBF 的宽测绘带成像技术，多基线干涉 SAR 技术。开展 SAR 综合环境监测信息处理技术，包括多维度 SAR 地物散射机理与特性、应用机理与模型、高精度误差补偿及成像，时间、空间、频率和极化多维度 SAR 一体化信号处理，重点设施形变监测，SAR 海洋应用与数据反演、SAR 植被生物量反演等；开展 SAR 海洋陆地综合应用星地一体化仿真分析与试验验证；奠定星载 SAR 综合监测体系应用的技术基础。

考核指标：完成不同频段、不同极化下星载分布式 SAR 目标特性分析、高精度系统建模和定量化应用研究；星载 SAR 综合环境监测体系指标实现分辨率及测绘带宽优于  $0.5\text{m}@30\text{km}$ 、 $3\text{m}@300\text{km}$ 、 $10\text{m}@1000\text{km}$ ；相对高程精度优于  $1\text{m}$ ，相对辐射精度优于  $1\text{dB}$ ，形变测量精度优于  $3\text{mm}$ ，生物量反演精度（相对 RMSE）优于  $20\%$ ，海浪谱能量数据产品精度不低于  $15\%$ ；完成原理样机研制以及地面演示验

证。

## 1.2 大气海洋环境载荷星上处理及快速反演技术（关键技术攻关类）

研究内容：开展大气海洋环境载荷星上预处理及快速反演技术研究。突破多海洋遥感载荷数据融合处理技术，海面风场/浪场等无外部信息输入的快速自反演技术，高时空分辨率 GNSS-R 信号典型海况参数星上快速反演技术，大气温湿度及气溶胶等大气环境参数星上快速反演技术，快速时变要素（飓风、巨浪、强对流云团、闪电等）星上快速检测与识别技术等关键技术，完成星上快速反演算法和信息提取快速处理研究和相关软硬件平台实现，进行星上快速反演产品智能服务应用示范研究，服务于灾害性大的天气海洋环境预报等对卫星遥感产品高时效性的需求。

考核指标：

时效性要求：星上预处理和反演时间不大于 200s（其中预处理时间少于 30s）。

星上产品精度：大气温度廓线：水平分辨率 20km，垂直分辨率 3km，产品精度 2k；大气湿度廓线：水平分辨率 20km，垂直分辨率 1km，产品精度 10%；气溶胶光学厚度：0.02。风速精度优于 2m/s(风速 $\leq$ 20m/s 时)或 10%(风速 $\geq$ 20m/s 时)，风向精度优于 20°，有效波高优于 10%或 0.5m(当有效波高 $\leq$ 5m 时)；星上产品空间分辨率：经纬度间隔 0.25° $\times$ 0.25°。

飓风、巨浪、强对流云团、闪电等快速时变要素检测准确率优于 80%; 闪电定位精度:  $\leq 3\text{pixel}$ ; 闪电探测虚警率低于 10% (夜间)、20% (白天); 闪电信号提取时间优于 2ms。GNSS-R 信号典型海况参数反演有效波高优于 10cm、海面高度优于 15cm、海面风场风速精度  $\leq 2\text{m/s}$ 、风向精度  $\leq 20^\circ$  (风速  $\leq 20\text{m/s}$  时) 或 10% (风速  $\geq 20\text{m/s}$  时), 空间分辨率优于 30km。

硬件平台指标: 具有嵌入式、模块化、可重构、可扩展功能, 通道数  $\geq 8$ , 存储容量  $\geq 2\text{GByte}$ , 处理能力  $\geq 1000\text{GMAC/s}$ 。

## 2. 高性能空天一体化组网监测系统技术

### 2.1 分布式微纳遥感网高精度载荷数据融合与反演技术 (关键技术攻关与系统集成类)

研究内容: 分布式微纳航天器的近实时遥感网数据来自大量相互状态、载荷的分辨率、成像模式几乎各不相同的卫星, 因此将大量的遥感数据进行快速融合, 及时的为用户提供高性能影像并精确反演卫星及载荷的在轨工作状态是自主高效遥感系统的重要组成部分。主要研究内容包括: 建立高精度平台载荷一体化成像模型, 实现具有凝视、推扫、视频、敏捷与多星组网的多种成像模式分布式卫星载荷数据快速自主耦合; 研究基于成像过程内外方参数的快速影像反演方法, 并在成像过程中反演卫星颤振、姿态运动等信息, 实现卫星能力检测与成像效果评估; 研究多星组网的多种成像模式数据一体化标定方法。

考核指标：完成分布式微纳遥感网高精度载荷数据融合与反演软件系统，并结合相关的遥感卫星系统，完成在轨遥感数据的融合与反演，实现分布式卫星多星数据的相对位置耦合精度优于 30m（无地面控制点）；实现单颗星的载荷数据自主定位精度优于 10m，卫星成像过程中的在轨颤振等测量精度优于 0.1"，测量时间分辨率优于 1000Hz；达到数据处理能力优于 100 颗星，相对辐射定标精度优于 2.8%水平。

## 2.2 高频次迅捷无人航空器区域组网遥感观测技术（关键技术攻关与系统集成类）

研究内容：面向我国灾害与公共安全应急响应、区域信息动态监测对于空间信息实时快捷、精准稳定获取的应用需求，以发展无人机、浮空器等无人航空器遥感观测系统组网技术为目标，研究适用于高频次迅捷区域组网遥感观测的无人航空器组网系统总体技术、网络通信与接入技术、安全管控技术、标准化轻量化的载荷与数传技术，形成高频次动态信息获取所需的组网规划与调度、安全管控、数据获取与传输、航空器平台与载荷测控的技术能力，研制与集成构建具备区域高频次迅捷信息获取能力的无人航空器组网观测系统，可实现规划、调度、资源、产品、服务协同一体的常态化应用服务，具备开展生态、环境与资源监测、应急响应、国土区域安全等应用的能力。

考核指标：面向区域环境与生态监测、国土安全与应急

响应需求，完成无人机、浮空器的飞行、安全、监控以及各类载荷（可见光、红外、Lidar、微波、高光谱等）设备接口规范与标准，构建包含长航时、轻小型无人机（不少于6架）、系留浮空器、飞艇以及分辨率亚分米级/公斤量级的轻量化载荷的区域组网观测示范技术系统，无人机、浮空器具备组网观测能力；长航时无人机续航时间不小于10h、轻小型无人机搭载任务载荷重量不小于5kg；系留浮空器连续驻空时间不小于7天、搭载任务载荷重量不小于80kg，系统展开时间不超过1h；飞艇最大飞行速度不低于80km/h，搭载载荷重量不小于20kg，作业时间不小于3h；现场数传链路具备全国土传输覆盖能力，传输带宽不小于10Mbps。

### 3. 导航定位新机理与新方法

#### 3.1 高精度原子磁强计（基础前沿类）

研究内容：针对我国导航系统对高精度地磁测量的亟需，开展高精度原子磁强计的理论与方法研究及关键技术攻关，研制三轴矢量高精度原子磁强计原理样机，实现我国高精度导航技术的跨越式发展。

考核指标：研制小型化三轴矢量原子磁强计原理样机，灵敏度优于 $50\text{fT}/\text{Hz}^{1/2}$ ，探头体积小于 $50\text{cm}^3$ ；实现在测量范围 $\pm 20000\text{nT} \sim \pm 100000\text{nT}$ 内，各轴精度优于 $10\text{pT}$ 。

#### 3.2 芯片原子钟技术（基础前沿类）

研究内容：针对我国导航系统对小型化高精度守时器件

的亟需，开展芯片原子钟的理论与方法研究及关键技术攻关，研制芯片原子钟原理样机，提高我国高精度导航技术的跨越式发展。

考核指标：研制高精度芯片原子钟原理样机，守时精度优于每天  $1\mu\text{s}$ ，体积小于  $2\text{cm}^3$ 。

### 3.3 面向 $1\mu\text{s}$ 量级脉冲星角位置测量的 X 射线光子强度关联机理研究与试验（基础前沿类）

研究内容：面向 X 射线脉冲星导航对脉冲星角位置高精度测量和超高精度时空基准构建的战略发展需求，开展脉冲星辐射的 X 射线光子强度关联理论与方法、单光子探测与符合测量、强度关联及图像处理算法、以及强度关联演示验证技术等方面的研究，研制 X 射线脉冲星强度关联原理样机和演示验证系统平台，在实验室环境条件下模拟验证脉冲星角位置精度达到  $1\mu\text{s}$  量级。

考核指标：研制 1 台套演示验证平台，能够模拟脉冲星 X 射线信号辐射特征，能谱范围为  $0.1\text{keV} \sim 15\text{keV}$ 。研制 1 台套原理样机，具有时间分辨率为  $1\text{ns}$ ，能量分辨率为  $10\text{eV}@5.9\text{keV}$ ，探测灵敏度优于  $10^{-3}\text{ph/cm}^2/\text{s}$ 。提出 1 套 X 射线光子强度关联理论和算法。

## 4. 导航与位置服务核心技术

### 4.1 III 类精密进近着陆卫星导航技术（关键技术攻关类）

研究内容：面对航空高精度卫星导航着陆引导的需求并

推进我国北斗系统的航空应用，开展支持 III 类（CAT III）精密进近导航能力的卫星导航着陆关键技术研究，包括：新信号体制的质量监测技术、电离层异常模型监测技术、环境干扰检测与减轻技术，机载多故障综合监测技术，自动着陆安全引导技术等；研究卫星导航着陆系统性能与运行需求，研究制定一套满足 CAT III 需求的卫星导航着陆系统最低性能规范和空地信息接口规范；研制设备原理样机，搭建实验室和外场试验床，针对系统功能、性能及其标准规范进行验证。

考核指标：完成 CAT III 卫星导航地基增强系统工程样机系统和机载设备原型样机的研制，满足国际民航组织国际民航公约附件十及航空无线电技术委员会相关最低运行性能标准及最低航空系统标准的要求；完成 CAT III 卫星导航着陆系统最低性能规范和空地信息接口规范草案的制定。主要指标如下：

（1）精度：垂直误差 2m，水平误差 6.9m；

（2）完好性风险

①系统总体：在告警限垂直为 5.3m、水平为 17.3m 的条件下，小于  $1 \times 10^{-9}$  每次进近；告警时间小于 2s。

②空间信号：小于  $1.5 \times 10^{-7}$  每次进近（不包含电离层异常导致的误差影响）

③地面系统：小于  $1 \times 10^{-9}$  每次进近

④保护级：小于  $5 \times 10^{-8}$  每次进近

(3) 连续性：15s 内的连续性风险小于  $4 \times 10^{-6}$

#### 4.2 全息地图获取与位置信息聚合技术（关键技术攻关类）

研究内容：围绕全息地图表达与建模、空间聚合与地理分析等关键科学问题，面向基于位置的高精度、多内容服务等重大应用需求，发展全息地图多尺度表达与场景建模、符号化表达与自适应综合等理论与方法，攻克多尺度室内外/地上下多维数据快速获取与融合、泛在时空信息溯源与特征信息标签、全息地图要素编码与时空泛在信息在线聚合、高动态信息环境中地图自主更新、全息地图制图与虚实融合表达、全地理信息内容的位置服务等前沿核心技术，研发高精度、智能化全息地图获取系统，构建面向智慧城市与生态文明建设的重大应用试验系统，促进我国位置服务向生产性信息消费发展。

考核指标：国家行业规范标准不少于 5 项（建议稿），核心理论方法的标志性论文不少于 20 篇，申请自主核心专利不少于 10 项；研制全息地图获取硬件平台一套，制图软件系统一套，全息地图制图系统的符号覆盖典型地物特征与现象，独立地物符号不少于 100 种；支持不少于 5 种泛在位置信息溯源方法，特征信息标签正确率不低于 85%；地图数据变化发现时间不大于 12h，自主更新时间不超过 1h；智慧城市应用行业覆盖不少于 10 类，生态文明应用行业覆盖不

少于 10 类，开展面向城管、环境、警务、公众等典型示范应用。

#### 4.3 地理大数据挖掘与时空模式发现（前沿与关键技术攻关类）

研究内容：围绕大数据空间解析的关键科学问题，面向社交网的消费性大数据、对地观测的结构化大数据深化应用等需求，发展位置认知与语义理解、时空图谱与动态演化特征等理论方法，攻克地理大数据协同计算、图斑动力模式挖掘、模糊位置精准化等前沿核心技术，发展位置数据自动发现与匹配和校正与跟踪、海量地理时空数据模式发现等算法，研发大数据空间解析原型系统，实现大数据时空解析理论的原始创新，促进地理大数据科学研究的深化发展。

考核指标：代表性专著与论文不少于 50 篇（卷），申请自主核心技术专利不少于 20 项（特别是地图+方面的专利不少于 10 项）；大数据空间解析算法不少于 100 种，位置信息聚合种类不少于 50 类；支持 PB 级时空大数据的关联分析，实时在线制图响应速度优于亚秒；地学信息图谱的案例不少于 5 项。

### 5. 全球位置框架与位置服务网技术体系

#### 5.1 全球位置信息叠加协议与位置服务网技术（前瞻性技术类）

研究内容：面向泛在位置传感器、海量时空数据和全球

高精度位置服务需求，研究泛在位置语义网的位置感知与提取和叠加协议技术，构建基于公-私混合云的全球位置服务网计算资源生态机制；开展统一高精度时空基准下的多源传感器定位授时服务，研究动态多源时空信息的“人-物-事”统一关系描述本体模型、互操作机制及多维位置信息元语义机理方法；研究全球坐标框架下 IPv6 地址的米级位置编码体系，开展网络空间基础设施、应用服务、多态地理信息到地理位置的安全监控与通用映射模型技术攻关；构建泛在时空大数据与互联网其他信息融合的协同计算框架与服务；搭建融合互联网、传感网、物联网一体的全球位置服务试验网与应用示范系统。

考核指标：形成相关全球位置语义信息叠加协议的行业或国家标准规范（稿），全息位置地图服务具备全球位置框架，支撑第三方私有信息的在线动态集成与安全共享；实现多源传感器米级精度定位和纳秒级时间同步，管理的移动对象数量不少于 1 千万个，动态按天更新；全球坐标框架下的位置编码精确到米级，实现室内外无缝统一编址并动态可维护、可计算；时空大数据分析具备 PB 级数据的存储、计算与可视化能力，与至少 5 种领域的关联数据开展协同计算并形成服务；位置服务试验网的网络节点不少于 2 千万个。

## 6. 城市群经济区域与城镇化建设空间信息应用服务示范

### 6.1 城市群经济区域建设与管理空间信息重点服务及应用示范（系统集成与应用示范类）

研究内容：面向城市群经济区空间规划管理、基础设施、地质环境、路域灾害等多领域决策支持和综合服务对空间信息的迫切需求，利用国产高分辨率遥感卫星等空间数据源，突破城市群经济区时空大数据融合分析、城市群综合交通一体化规划建设运行监管、城市群地质环境演化、公共设施形变监测预警、灾害风险防范与智能决策、城市群空间开发规划与综合服务关键技术；构建面向城市群经济区建设和管理的空间信息应用技术体系，研制城市群经济区建设与管理应用示范系统，开展城市群空间规划和综合管理等空间信息应用示范；研究我国经济新常态时期城市群自适应发展新模式和服务管理新方式，推进城市群经济区域信息资源互联互通、基础设施和公共服务设施共建共享、创新资源高效配置和开放共享、区域环境联防联控联治，实现城市群一体化发展。

考核指标：时空大数据融合分析具备处理 8 个以上领域、4 类 1PB 以上空间数据资源的能力，支持千万级规模对象分析处理能力；具备数万平方公里区域性地质环境持续动态监测能力，地表形变监测精度达到毫米级；综合平台集成的数据类型不少于 7 类，可支持 1000 个以上分析模型的管理与

云服务；完成 6 个以上面向城市群空间规划管理、城市间交通与人流动态监测预警、地质环境、路域灾害风险和决策支持等专业性应用示范，1 个以上大型城市群的综合应用示范。

## 6.2 城乡生态环境综合监测空间信息服务及应用示范(系统集成与应用示范类)

研究内容：面向我国新常态经济模式下城市健康可持续发展和新型城镇化与经济转型升级对城-镇-乡-村一体化资源规划、生态安全、环境保护的迫切需求，开展城镇生态资源、水体水质、污染气体、土壤污染等高分遥感与地面观测协同的动态监测技术研究；突破城镇区域污染物传输通道及“风道”监测、城市热岛监测、城镇河网黑臭水体监测、村镇土壤污染监测、城镇森林等生态资源规划及重点生态功能区遥感监测与评估等关键技术，开展城镇一体化综合应用示范，为国家环境治理改善、政府管理决策和生态文明建设提供重要技术支撑。

考核指标：建立覆盖城镇生态资源、水体水质、污染气体、土壤污染等要素的城乡生态环境综合监测技术体系、指标体系和标准规范，满足城乡生态环境综合监测要求；城镇区域污染气体遥感监测精度优于 70%，颗粒物遥感监测精度优于 80%；城市黑臭水体遥感监测精度优于 70%，饮用水源地水质遥感监测精度、风险源识别精度优于 85%；城市地表

温度遥感监测精度优于 1K；城镇裸露土壤污染遥感监测精度优于 80%；城乡生态要素遥感监测精度优于 85%；构建具备获取数据后应急监测时间尺度小时级、监测产品空间分辨率亚米至百米级的城乡生态环境综合应用监测系统 1 套，并在两个以上行业开展业务化应用示范。

### 6.3 城市群经济区域碳排放监测空间信息服务及应用示范（系统集成创新类）

研究内容：面向我国城市群经济区域应对气候变化、节能减排与低碳智能城镇化建设的重大需求，研究城市群天空地多维多尺度碳排放观测手段与排放清单的集成技术，突破多源数据融合同化的关键技术，研究多源碳排放数据不确定度的分析方法；研究不同城市空间和不同尺度的二氧化碳运移规律，研究城市碳排放核算模型的构建方法，研究城市群月均 CO<sub>2</sub> 浓度估算技术；研究城市群碳排放监测空间信息产品的自动化生产技术及可视化技术，针对重点城市群开展碳排放监测空间信息服务应用示范，为我国城市绿色低碳发展和国家气候谈判提供技术支撑。

考核指标：构建面向重点城市群的集碳卫星、航空、地面立体观测体系与排放清单方法相结合的一体化监测体系，提出多维多尺度碳排放大数据误差评估与控制方法，其中基准节点的观测时间分辨率不低于 1 分钟，数据不确定度不大于 0.05%；实现重点城市群空间分辨率不低于 2km×2km 的

月均 CO<sub>2</sub> 浓度估算，建成公里尺度的城市群碳排放可视化监测与分析示范平台和数据库系统，并提供城市群碳排放数据信息公共应用服务；建立我国低碳城市评估指数，完成典型城市群 2017 年~2020 年年度低碳评估学术报告、行业绿色低碳发展路线图和区域解决方案。

## 7. 重点区域与应急响应空间信息应用服务示范

### 7.1 重特大灾害空天地一体化协同监测应急响应关键技术研究及示范（系统集成与应用示范类）

研究内容：研究重特大自然灾害天空地一体化灾情遥感监测与快速评估关键技术，实现灾情与警情、风险研判与应急指挥在数据层和决策层的深度融合；研究灾场星地导航定位与应急通讯救灾网络的快速构建技术，为应急响应与决策提供通信保障和实时遥感灾情信息；研制重特大灾害救灾监测空间数据获取、灾情研判与应急救援等空间信息快速接入、实时交互的集成系统，为灾害应急指挥提供强有力的支撑平台。以“一带一路”国家和区域突发重特大自然灾害为研究对象，开展自然灾害的天空地协同遥感监测与空间信息应急服务与应用示范。

考核指标：重特大自然灾害发生后 1h 内完成空天地一体化灾害应急协同监测方案的制定和灾害链演进过程的动态模拟风险预测；亚米级数据获取后 2h 内，生成的灾害信息产品与灾情评估报告；基于灾害不完备空天地遥感监测数

据，灾害发生后 12h 内完成重灾区灾情要素快速监测，精度优于 80%；融合空天地一体化灾害遥感数据，24h 内完成全部灾区灾情要素评估，精度不低于 85%；建成星地、空地应急通讯救灾系统 1 套，实现灾害现场与指挥中心的数据、语音及图像等多模式双向应急通信，为灾情会商和应急指挥提供通信保障；最终建成 1 套灾害监测与空间信息服务集成平台，实现至少 15 个灾情信息遥感提取模块的并行处理能力，构建区域突发重特大自然灾害应急响应示范平台 1 个。

## 7.2 国土资源与生态环境安全监测系统集成技术及应急响应示范（系统集成与应用示范类）

研究内容：开展多源高分辨率国产卫星协同观测、立体监测等全天候遥感监测关键技术集成研究、系统研发和示范应用，构建面向典型/重点区域的国土资源、森林生态、流域水生态、农业生态与荒漠化、民族地区及其周边生态环境等的安全监测系统；开展基于高性能导航及通信网络技术的资源与生态环境安全的调查、巡查、督察及应急响应等信息快速采集、实时处理与传输等关键技术研究。围绕“一带一路”重点区域和西北边境地区，综合利用卫星遥感、低空遥感和地面观测技术开展空天地一体化国土资源及重点区域生态要素的动态感知，研发集成典型区域的国土与生态安全监测软硬件系统，并开展应用示范。

考核指标：构建面向“一带一路”核心区域的国土资源与

生态安全的多尺度多要素立体观测技术体系 1 套；国土与生态环境安全应急信息采集终端具有小型低功耗特点，支持 BDS/GNSS 兼容定位，定位精度达亚米级；国土与生态单要素的遥感提取精度优于 90%，典型要素提取自动化程度优于 80%；典型生态灾害（如河湖生态灾难）的应急响应时间优于 2h；国土与生态安全事件发生的重点区域的应急监测数据达到小时量级的覆盖度；重点区域与国际河流的流域生态安全监测的空间尺度需涵盖从亚米级、米级到百米级至千米级等多尺度的监测产品生产与示范应用。