

“引力波探测”重点专项 2024 年度项目申报指南

（征求意见稿）

“引力波探测”重点专项的总体目标是面向引力波研究发展前沿，围绕引力波探测研究的重大科学问题和瓶颈技术，全面布局阿赫兹到飞赫兹频段、纳赫兹频段和毫赫兹频段等引力波探测研究任务，大力提升我国引力波探测研究的创新能力，培养并形成一支高水平的研究队伍。

2024 年度指南围绕空间引力波探测重点任务进行部署，拟支持 5 个项目，国拨经费总概算 1.118 亿元。同时，拟支持 10 个青年科学家项目，拟安排国拨经费概算 3000 万元，每个项目 300 万元。项目统一按指南二级标题（如 1.1）的指南方向申报。同一指南方向下（青年科学家项目除外），原则上只支持 1 项。

申报单位根据指南支持方向，面向解决重大科学问题和突破关键技术进行设计。项目应整体申报，须覆盖相应指南方向的全部研究内容。项目执行期一般为 5 年。项目下设课题数不超过 4 个，每个项目参与单位总数不超过 6 家。项目设 1 名负责人，每个课题设 1 名负责人。

指南方向 1.6 和 1.7 是青年科学家项目，其中 1.6 和 1.7 合计支持 10 项，支持青年科研人员（男性 38 周岁以下，女性 40 周岁以下）承担国家科研任务。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名负责人，原则上团队其他参与人员年龄要求同上。

1.1 星间激光干涉测量系统集成技术研究

研究内容：激光器与稳频单元、光学干涉仪、相位计与超稳时钟、望远镜等激光干涉测量系统的集成设计；星间激光干涉测量系统的集成技术；星间激光干涉测量系统集成样机研制与评估验证；三星六链路干涉测量系统建立的方案研究与仿真验证。

考核指标：完成星间激光干涉测量系统集成的方案设计报告，建立星间激光干涉测量系统的指标体系；研制出一台单星下完整的激光干涉测量系统工程样机；完成三星六链路激光干涉测量系统建立的在轨运控方案与仿真验证。要求星间激光干涉集成系统的位移评估水平小于 $10\text{pm}/\text{Hz}^{1/2}$ ，频段 $1\text{mHz}\sim 0.1\text{Hz}$ ；集成系统样机需通过卫星典型力、热环境模拟试验，系统总功耗不超过 100W ；三星六链路激光干涉测量系统建立时间不超过8小时。

关键词：星间激光干涉测量，系统集成技术，三星六链路，集成评估，仿真验证。

1.2 星间激光干涉测量系统的性能评估技术研究

研究内容：空间引力波探测激光干涉测量系统的地面演示验证平台；等离子体、磁场等空间环境模拟仿真；星间激光干涉测量系统的性能测试与评估。

考核指标：建设一套三星六链路激光干涉测量系统的地面演示验证平台；完成等离子体、磁场等空间环境对星间激光干涉测量影响评估验证，要求等离子体等空间环境造成的波前畸变测量水平优于 $\lambda/30$ ， λ 是激光波长，约为 1064nm，对系统位移测量影响小于 $1\text{pm}/\text{Hz}^{1/2}$ ，频段 1mHz~0.1Hz；完成超稳激光、超稳时钟、光学平台、相位计、望远镜等光学系统单元部件的评估测试，评估测试结果要求满足空间引力波探测的需求。

关键词：星间激光干涉测量，地面演示系统，环境扰动效应评估，性能测试与评估。

1.3 惯性传感器系统集成技术研究

研究内容：空间引力波探测惯性传感器系统的集成设计；惯性传感器测量系统的集成技术；惯性传感器集成样机研制与评估验证。

考核指标：完成惯性传感器测量系统集成的方案设计报告，建立惯性传感器测量系统的指标体系；研制出一台完整的惯性传感器系统工程样机。要求惯性传感器集成系统的测量评估水平达到 $10^{-15}\text{m}/\text{s}^2/\text{Hz}^{1/2}$ 数量级，频段 1mHz~0.1Hz；集成系统需通过卫星典型力、热环境模拟试验，系统峰值功耗不超过 80W，稳态功耗不超过 30W。

关键词：空间惯性传感器，系统集成技术，集成样机系统，评估验证。

1.4 激光干涉测量系统与惯性传感器的集成技术研究

研究内容：激光干涉测量系统（含望远镜）与惯性传感器的集成设计；激光干涉测量系统与惯性传感器的光、机、热等耦合效应分析与测试；激光干涉测量系统与惯性传感器的集成系统的指向调节与控制；激光干涉测量系统与惯性传感器的集成样机研制、测试与评估。

考核指标：完成激光干涉测量系统与惯性传感器集成方案设计报告；研制 1 套工程样机，完成激光干涉测量系统与惯性传感器的集成样机性能测试与评估验证。要求星间激光干涉测量系统与惯性传感器的光、机、热等耦合效应对位移测量影响小于 $10\text{pm}/\text{Hz}^{1/2}$ ，对惯性传感器影响测量达到 $10^{-15}\text{m}/\text{s}^2/\text{Hz}^{1/2}$ 数量级，频段 $1\text{mHz}\sim 0.1\text{Hz}$ ；集成系统样机需通过卫星典型力、热环境模拟试验；集成系统的指向调节范围不小于 $\pm 3\text{mrad}$ ，指向调节偏差不大于 10nrad ，调节稳定度不大于 $10\text{nrad}/\text{Hz}^{1/2}$ ，调节速率不低于 $100\text{nrad}/\text{s}$ ，频段 $1\text{mHz}\sim 0.1\text{Hz}$ 。

关键词：激光干涉测量系统，惯性传感器，集成样机，光机热效应，指向调节，测试与评估。

1.5 空间引力波探测航天器平台与载荷一体化设计研究

研究内容：空间引力波探测航天器平台与载荷一体化的系统设计；开展航天器光、机、电、热、自引力等对激光干涉测量和惯性传感器的耦合效应分析、优化与评估；航天器

与载荷的一体化仿真与评估；航天器与载荷的在轨运控方案设计 与仿真验证。

考核指标：完成空间引力波探测航天器与载荷一体化的系统设计报告；完成航天器与载荷的光、机、电、热、自引力等耦合效应分析、评估与抑制方案等报告，包括但不限于航天器结构、热控、姿控、质量分布与变化等引起的振动、形变、姿态扰动、自引力等效效应分析与抑制方案等；给出满足要求的航天器与载荷的光、机、电、热的指标体系与接口单；建立航天器与载荷的一体化仿真软件系统；完成空间引力波探测航天器与载荷的在轨运控方案设计报告。

关键词：航天器，载荷，一体化设计，光机电热耦合效应，一体化仿真软件，一体化运控方案。

1.6 引力波探测理论与方法研究（青年科学家项目）

研究内容：聚焦引力波高阶模式、重叠引力波、透镜化引力波、多波段引力波协同等探测的理论与数据分析方法研究；运用引力波探测开展暗物质粒子等新物理研究；运用多波段引力波探测检验宇宙暴涨理论、检验引力理论、研究黑洞形成和演化等；星间时频比对、轨道共振、月震仪阵列、冷原子干涉仪等引力波探测新方法的研究。

1.7 引力波探测技术研究（青年科学家项目）

研究内容：超稳激光与压缩态制备技术；量子增强激光干涉测量技术；新型高性能惯性传感技术；航天器超稳结构

与高性能温控材料技术；航天器编队构型快速优化与重构技术；原初引力波探测信号调制技术。

南京航空航天大学 A000551