



“引力波探测”重点专项2022年度项目申报指南

申报资格要求

1. 牵头申报单位和参与单位应为中国大陆境内注册的科研院所、高等学校和企业等（以下简称内地单位），或由内地与香港、内地与澳门科技合作委员会协商确定的港澳科研单位（名单见附件10）。内地单位应具有独立法人资格，注册时间为2021年6月30日前，有较强的科技研发能力和条件，运行管理规范。国家机关不得牵头或参与申报。

项目牵头申报单位、参与单位以及团队成员诚信状况良好，无在惩戒执行期内的科研严重失信行为记录和相关社会领域信用“黑名单”记录。

申报单位同一个项目只能通过单个推荐单位申报，不得多头申报和重复申报。

2. 项目（课题）负责人须具有高级职称或博士学位，1962年1月1日以后出生，每年用于项目的工作时间不得少于6个月。港澳申报人员应爱国爱港、爱国爱澳。

3. 项目（课题）负责人原则上应为该项目（课题）主体研究思路的提出者和实际主持研究的科技人员。中央和地方各级国家机关及港澳特别行政区的公务人员（包括行使科技计划管理职能的其他人员）不得申报项目（课题）。

4. 项目（课题）负责人限申报1个项目（课题）；国家科技重大专项、国家重点研发计划、科技创新2030—重大项目的在研项目负责人不得牵头或参与申报项目（课题），课题负责人可参与申报项目（课题）。

项目（课题）负责人、项目骨干的申报项目（课题）和国家科技重大专项、国家重点研发计划、科技创新2030—重大项目在研项目（课题）总数不得超过2个。国家科技重大专项、国家重点研发计划、科技创新2030—重大项目的在研项目（课题）负责人和项目骨干不得因申报新项目而退出在研项目；退出项目研发团队后，在原项目执行期内原则上不得牵头或参与申报新的国家重点研发计划项目。

项目任务书执行期（包括延期后的执行期）到2022年12月31日之前的在研项目（含任务或课题）不在限项范围内。

5. 参与重点专项实施方案或本年度项目指南编制的专家，原则上不能申报该重点专项项目（课题）。

6. 受聘于内地单位的外籍科学家及港、澳、台地区科学家可作为项目（课题）负责人，全职受聘人员须由内地聘用单位提供全职聘用的有效材料，非全职受聘人员须由双方单位同时提供聘用的有效材料，并作为项目预申报材料一并提交。

7. 申报项目受理后，原则上不能更改申报单位和负责人。

8. 项目具体申报要求详见各申报指南，有特殊规定的，从其规定。

各申报单位在正式提交项目申报书前可利用国科管系统查询相关科研人员承担国家科技重大专项、国家重点研发计划重点专项、科技创新2030—重大项目在研项目（含任务或课题）情况，避免重复申报。

其他内容请详见通知内容及附件。

重要提示：指南文件下载已加实名水印，只供申报人作为申报参考使用，请注意保管，严禁转载发布！

附件列表

序号	附件名称	操作
1	“引力波探测”重点专项2022年度项目申报指南. pdf	查看 下载
2	“引力波探测”重点专项2022年度项目申报指南形式审查条件要求. pdf	查看 下载
3	内地与香港、内地与澳门科技合作委员会协商确定的港澳科研单位名单. pdf	查看 下载
4	科技部关于发布国家重点研发计划“干细胞研究与器官修复”等重点专项2022年度项目申报指南的通知. pdf	查看 下载

“引力波探测”重点专项 2022 年度 项目申报指南

(仅国家科技管理信息系统注册用户登录可见)

“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。

2022 年度指南围绕空间引力波探测、原初引力波探测、脉冲星测时阵列引力波探测等 3 个重点任务进行部署，拟支持 14 个项目，国拨经费总概算 3.4 亿元。同时，拟支持 2 个青年科学家项目，拟安排国拨经费概算 1000 万元，每个项目 500 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，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，根据中期评估结果，再择优继续支持。

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。项目实施周期一般为 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 1.10 是青年科学家项目，支持青年科研人员（男性 35 周岁以下，女性 38 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 名项目负责人，原则上团队其他参与人员年龄要求同上。

1. 空间引力波探测

1.1 星间激光捕获与跟踪技术研究

研究内容：星间激光捕获与跟踪方案设计与仿真，高精度星间光束指向测量、捕获与控制技术，星间激光捕获与跟踪系统样机研制，地面半物理仿真与性能测试等。

考核指标：完成满足空间引力波探测需求的星间激光捕获与跟踪方案设计，完成星间激光捕获与跟踪系统工程样机研制，通过卫星典型力、卫星振动与热环境模拟试验，星间光束捕获范围不小于 1mrad，光束指向角度测量噪声不超过 $1 \times 10^{-6} \text{ rad/Hz}^{1/2}$ ，光束跟踪后指向噪声不大于 $5 \times 10^{-6} \text{ rad/Hz}^{1/2}$ ，捕获时间不超过 30 分钟，捕获成功率不低于 95%。

1.2 星间激光指向精确测量与控制研究

研究内容：高精度星间光束指向精确测量技术，光束指向精确调节和控制技术，星间激光指向测量与控制系统样机研制，关键技术和系统集成的性能测试与验证。

考核指标：完成星间激光指向测量与控制方案设计，完成星

间激光指向精确测量与控制系统工程样机，通过卫星典型力、热环境模拟试验，星间光束指向角调节范围不小于 $1 \times 10^{-5} \text{rad}$ ，建立接收光功率不大于 0.1nW 的检测系统，使光束指向角测量噪声小于 $5 \times 10^{-9} \text{rad/Hz}^{1/2}$ ，星间光束指向控制噪声小于 $1 \times 10^{-8} \text{rad/Hz}^{1/2}$ 。

1.3 弱光相位高精度测量研究

研究内容：超低噪声光电探测技术，低信噪比条件下高精度相位测量技术，采样时钟抖动噪声抑制技术，弱光探测系统集成与性能测试。

考核指标：研制满足空间引力波探测需求的星载四通道相位测量系统工程样机，通过卫星典型力、热环境模拟试验，光电探测噪声 $< 5 \text{pW/Hz}^{1/2}$ ，对应波长范围为 $1060 \sim 1068 \text{nm}$ ，接收光功率不大于 20nW ，输入干涉（拍频）信号频率涵盖 $5 \sim 25 \text{MHz}$ ，在 $1 \text{mHz} \sim 0.1 \text{Hz}$ 频段范围，相位测量噪声不大于 $5 \times 10^{-6} \text{rad/Hz}^{1/2}$ 。

1.4 弱光锁相控制系统研究

研究内容：星载弱光探测技术，弱光条件下激光精密锁相技术，弱光锁相控制系统集成与性能测试，星间光束远距离传播弱光锁相控制地面模拟与仿真验证。

考核指标：研制满足空间引力波探测需求的弱光锁相控制系统工程样机，通过卫星典型力、热环境模拟试验，锁相控制系统接收光功率不大于 0.1nW ，对应波长范围为 $1060 \sim 1068 \text{nm}$ ，外差锁相中心频率不超过 $10 \sim 15 \text{MHz}$ ，在 $1 \text{mHz} \sim 0.1 \text{Hz}$ 频段范围，锁

相噪声不大于 $5 \times 10^{-5} \text{rad/Hz}^{1/2}$ 。

1.5 检验质量的电荷与表面电势测量研究

研究内容：空间引力波探测中检验质量的残余电荷和表面电势的影响分析，检验质量的电荷测量在轨方案研究，检验质量的电荷与表面电势测量技术，检验质量的电荷与表面电势分布的物理机理研究，检验质量电荷管理系统评估技术。

考核指标：给出检验质量的电荷测量与评估的在轨方案，建立检验质量的残余电荷和表面电势测量装置，在 $1\text{mHz} \sim 0.1\text{Hz}$ 频段内检验质量的电荷测量精度小于 $1 \times 10^{-13}\text{C}$ ，表面电势时变测量分辨率小于 $5 \times 10^{-5}\text{V/Hz}^{1/2}$ ，在空间分辨率不大于 0.1mm 条件下表面电势分布测量精度不大于 0.1mV 。

1.6 检验质量锁紧与释放技术研究

研究内容：航天器发射和入轨后检验质量的锁紧与释放方法和仿真研究，检验质量锁紧与释放技术，检验质量锁紧与释放系统装置研制和性能测试技术。

考核指标：研制满足空间引力波探测应用需求的锁紧与释放系统装置，具备尺寸紧凑、满足惯性传感器探头安装集成需求，兼容高真空（不大于 10^{-5}Pa ），通过卫星典型力、热环境模拟试验，锁紧对象的质量不小于 2.5kg ，锁紧力不小于 2500N ，释放对检验质量的冲量不超过 $1 \times 10^{-5}\text{kgm/s}$ 。

1.7 高精度星载温度测量与控制研究

研究内容：高精度星载温度测量传感技术，超低热导率隔热

材料设计与研制技术，高精度温度系统设计与控制技术，温度控制模拟系统研制与性能验证。

考核指标：温度测量分辨率小于 $5 \times 10^{-6} \text{K/Hz}^{1/2}$ ；隔热材料热导率不大于 $0.05 \text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ；研制出满足空间引力波探测需求的高精度温度控制系统，尺寸不大于 $0.5 \text{m} \times 0.5 \text{m} \times 0.4 \text{m}$ ，功耗不大于 30W ，质量不大于 20kg ，通过卫星典型力、热环境模拟试验；模拟控温对象尺寸不小于 $0.4 \text{m} \times 0.4 \text{m} \times 0.3 \text{m}$ ，功耗不小于 20W ，功耗波动不小于 0.2W ，接口平台温度范围不超过 $19.5 \sim 20.5^\circ \text{C}$ 条件下，实现控温精度不超过 $1 \times 10^{-5} \text{K/Hz}^{1/2}$ ，频率范围 $1 \text{mHz} \sim 0.1 \text{Hz}$ 。

1.8 零膨胀新型材料与超稳结构研究

研究内容：超低热膨胀系数和高导热率的新型材料制备与成型技术，航天器高刚度、轻量化和超稳定结构优化设计与研制技术，航天器超稳结构样件研制，航天器结构高精度形变测量与评估。

考核指标：针对空间引力波探测需求，实现高稳定零膨胀新型材料制备与结构成型，完成航天器超稳结构设计方案，研制超稳结构样件尺寸不小于 $1 \text{m} \times 1 \text{m} \times 3 \text{cm}$ ，密度不超过 2.3g/cm^3 ，支撑负载质量不小于 350kg ，结构基频不小于 40Hz ，通过卫星典型力、热环境模拟试验，热膨胀系数小于 $1 \times 10^{-7}/\text{K}$ （两个方向），热导率大于 $30 \text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ，形变检测线位移精度不超过 $10 \text{nm/Hz}^{1/2}$ ，角度精度不超过 $2 \times 10^{-7} \text{rad/Hz}^{1/2}$ ，结构形变不超过 $100 \text{nm/Hz}^{1/2}$ ，工作温度范围涵盖 $19.5 \sim 20.5^\circ \text{C}$ ，频率范围 $1 \text{mHz} \sim 0.1 \text{Hz}$ 。

1.9 空间引力波探测数据仿真与预处理研究

研究内容：空间引力波探测数据预处理整体方案与指标需求分析，原始测量数据的模拟生成与预处理方法，基于时间延迟干涉抑制激光频率噪声与时钟噪声的数据处理方法，环境干扰效应与噪声的数据预处理方法等。

考核指标：研发出满足空间引力波探测需求的数据预处理系统，实现包括空间引力波探测模拟数据生成、时间延迟干涉等环节在内的端对端处理过程，实现对主要噪声类型的有效抑制，具备高实时性，完成引力波探测数据仿真与数据预处理验证。

1.10 无拖曳航天器编队精确控制研究（青年科学家项目）

研究内容：无拖曳航天器编队精确控制理论与方法，多自由度编队系统任务规划与高精度协调控制技术，无拖曳航天器编队全流程数值仿真与验证。

考核指标：提出空间引力波探测航天器编队自主协调控制方法，提出引力波探测编队任务规划与协调控制策略，建立编队精确控制全流程数值仿真平台，要求多航天器编队臂长范围 10~300 万公里，航天器编队臂长变化范围不超过 1%，航天器姿态控制指向测量精度小于 $1 \times 10^{-7} \text{rad/Hz}^{1/2}$ ，编队姿态控制精度不超过 $1 \times 10^{-5} \text{rad}$ ，频率范围 1mHz~0.1Hz。

2. 原初引力波探测

2.1 原初引力波望远镜接收机研发

研究内容：开展多频段原初引力波望远镜低频接收机的

研究，包括光学系统、天线、焦平面探测器以及接收机系统的集成。

考核指标：完成 40GHz 原初引力波望远镜接收机研究，相对带宽不低于 20%，中心频率（40GHz）角分辨率小于 1.75 度，F 参数不超过 1.6，视场大于 10 度，探测器总数不低于 150。

2.2 原初引力波望远镜焦平面探测器模块研发

研究内容：开展多频段原初引力波望远镜高频接收机焦平面探测器模块的研究，包括天线阵列、焦平面探测器阵列的研制以及天线与探测器阵列的集成。

考核指标：完成 95GHz /150GHz 原初引力波望远镜的接收机探测器模块核心技术和系统集成，天线阵列单个天线的交叉极化达到 -20dB，焦平面探测器阵列单个探测器本征噪声达到 $5 \times 10^{-17} \text{W/Hz}^{1/2}$ ，焦平面探测器单模块集成度不低于 200，探测器总数达到万量级。

2.3 原初引力波望远镜低温读出系统核心技术研究

研究内容：适用于原初引力波望远镜大规模超导转变边缘探测器（TES）焦平面探测器低温端复用读出方法与技术，多通道探测器集成技术等。

考核指标：研制满足高灵敏度原初引力波望远镜所需的低温读出系统原理样机，单个低温读出芯片复用比不小于 32:1，单个通道噪声小于 $5 \times 10^{-18} \text{W/Hz}^{1/2}$ ，通道间串扰小于 1%。

3. 脉冲星测时阵列引力波探测

3.1 脉冲星测时阵列纳赫兹引力波探测研究

研究内容：基于我国 500 米口径射电望远镜 (FAST) 等装置，开展我国自主的脉冲星测时阵列数据处理方法与技术、脉冲星测时噪声抑制方法与技术、新一代全带宽射电望远镜技术和组阵技术、更高带宽脉冲星测时数据接收技术、纳赫兹引力波信号探测方法与技术等研究。

考核指标：完成中国射电望远镜装置观测数据的联合分析研究，实现不少于 40 颗毫秒脉冲星的长期测时观测数据精度小于 200ns，其中不少于 20 颗脉冲星精度小于 100ns，纳赫兹频段引力波探测的灵敏度不大于 2×10^{-15} 。

3.2 高灵敏度超宽带接收机和宽带相控阵接收机关键技术研究

研究内容：基于大口径射电望远镜超宽带馈源和接收机低噪声设计技术，基于单片微波集成电路 (MMIC) 技术差分低噪声放大器芯片设计，大规模相控阵馈源阵列实现方案、波束合成以及相控阵接收机设计等技术。

考核指标：超宽带馈源照射角大于 148 度，工作带宽 0.7~4 GHz，接收机噪声温度小于 16K，低噪声放大器工作带宽 0.6~4 G，温度噪声小于 6K，增益大于 30dB，相控阵接收机噪声温度小于 20K，工作带宽为 0.7~1.8GHz，阵元数量不少于 96 个。

“引力波探测”重点专项 2022 年度项目 申报指南形式审查条件要求

申报项目须符合以下形式审查条件要求。

1. 推荐程序和填写要求。

(1) 由指南规定的推荐单位在规定时间内出具推荐函。

(2) 申报单位同一项目须通过单个推荐单位申报，不得多头申报和重复申报。

(3) 项目申报书（包括预申报书和正式申报书，下同）内容与申报的指南方向相符。

(4) 项目申报书及附件按格式要求填写完整。

2. 申报人应具备的资格条件。

(1) 项目（课题）负责人应为 1962 年 1 月 1 日以后出生，具有高级职称或博士学位。青年科学家项目负责人应具有高级职称或博士学位，男性应为 35 周岁以下（1987 年 1 月 1 日以后出生），女性应为 38 周岁以下（1984 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。港澳申报人员应爱国爱港、爱国爱澳。

(2) 受聘于内地单位的外籍科学家及港、澳、台地区科学家可作为项目（课题）负责人，全职受聘人员须由内地聘用单位提供全职聘用的有效材料，非全职受聘人员须由双方单位同时提供聘用的有效材料，并作为项目预申报材料一并提交。

(3) 项目(课题)负责人限申报1个项目(课题); 国家科技重大专项、国家重点研发计划、科技创新2030—重大项目的在研项目负责人不得牵头或参与申报项目(课题), 课题负责人可参与申报项目(课题)。

(4) 参与重点专项实施方案或本年度项目指南编制的专家, 原则上不能申报该重点专项项目(课题)。

(5) 诚信状况良好, 无在惩戒执行期内的科研严重失信行为记录和相关社会领域信用“黑名单”记录。

(6) 中央和地方各级国家机关及港澳特别行政区的公务人员(包括行使科技计划管理职能的其他人员)不得申报项目(课题)。

3. 申报单位应具备的资格条件。

(1) 在中国大陆境内登记注册的科研院所、高等学校和企业等法人单位, 或由内地与香港、内地与澳门科技合作委员会协商确定的港澳科研单位。国家机关不得作为申报单位进行申报。

(2) 注册时间在2021年6月30日前。

(3) 诚信状况良好, 无在惩戒执行期内的科研严重失信行为记录和相关社会领域信用“黑名单”记录。

4. 本重点专项指南规定的其他形式审查条件要求。

(1) 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。

(2) 项目实施周期一般为5年。每个项目下设课题数不超

过 4 个，项目参与单位总数不超过 6 家。

本专项形式审查责任人：张月

香港中文大学 CUHK