

信息科学部重大项目指南

2024 年信息科学部共发布 10 个重大项目指南，拟资助 6 个重大项目。项目申请的直接费用预算不得超过 1500 万元/项。

“大规模星座组网理论与方法”重大项目指南

大规模星座的建设和组网运行是保障空间信息服务能力的基石。由于大规模星座工作在开放的空间环境，电磁、热、日凌、高能粒子等空间环境效应叠加作用复杂且随轨道分布和高度变化，严重损伤了网络能力，制约了大规模星座的发展。探究空间环境效应对大规模星座能力损伤的作用机理，形成有损环境下大规模星座稳定、可靠、可扩展组网理论与技术，对提升我国空间信息网络的服务能力具有重要意义。

一、科学目标

针对空间环境效应对大规模星座可靠运行带来的本质影响问题，探究不同轨道高度的多层星座时空结构的脆弱性和可扩展性，揭示空间环境效应对大规模星座能力损伤的作用机理，以及星座损伤对网络稳定可靠运行的影响机制，确定复杂空间环境效应下大规模星座可靠能力边界。突破多节点关联失效、非理想轨道资源约束及大规模星座分阶段部署条件下的稳定、可靠、可扩展组网理论与关键技术，为我国卫星网络的高质量发展提供基础支撑。

二、研究内容

（一）空间环境效应下大规模星座的损伤模型及性能分析。

研究空间环境效应对网络性能的损伤规律，建立空间环境效应及其叠加作用对大规模星座网络性能损伤模型；探索多层星座时空结构的脆弱性和可扩展性，确定复杂空间环境效应下大规模

星座性能边界。

（二）大规模星座稳定可靠组网理论方法。

探究大规模星座多节点多链路及拓扑关联变化对网络路由稳定性与传输可靠性的影响特征，研究多节点多链路失效导致的网络拓扑脆弱性评估方法与恢复机制，提出损伤条件下星座链路和拓扑构型的可靠鲁棒调控方法，以及面向多节点关联失效的可靠稳定路由算法与传输方法。

（三）多轨道混合星座可扩展组网技术。

研究大规模星座分阶段部署过程中非理想轨道资源约束对网络性能的影响，提出面向分阶段部署的大规模星座渐进可扩展组网方法；探索跨卫星轨道层间动态拓扑连接关系的空时变化规律，提出损伤条件下星座性能高效补偿方法和多轨道混合星座跨层高可靠稳定组网方法。

（四）面向复杂空间环境的大规模星座网络仿真验证系统

探索空间环境效应对网络损伤的多维多尺度模拟方法，设计卫星网络的效率、稳定性、可靠性等能力评估体系；构建分布式可扩展的大规模星座组网仿真验证系统，验证典型空间环境效应作用下大规模星座可靠组网的理论及性能。

三、申请要求

（一）申请书的附注说明选择“大规模星座组网理论与方法”，申请代码 1 选择 F0106。

（二）咨询电话：010-62327143。

“微波成像雷达月球探测与地质过程反演研究”

重大项目指南

微波成像雷达（Synthetic Aperture Radar, SAR）可获取全月表（包括永久阴影区）高精度、多维度微波遥感数据，且可利用其穿透性揭示隐伏形貌构造特征。然而，月球浅表层结构和物理特性与地球迥异，如何将微波成像与月球地质演化过程关联，目前尚缺少相应的理论与应用体系框架，阻碍了微波遥感在行星科学研究中的应用。因此，发展地外天体微波成像遥感新方法，建立月表地质演化过程微波信息解译体系，对月球探测及其资源开发利用具有重要意义。

一、科学目标

针对月球特殊空间环境下微波成像遥感探测与应用的关键技术和科学难题，揭示月表形貌构造的多维微波散射特性，探究永久阴影区水冰微波探测机理与 SAR 信号表征，建立月球微波遥感数据解译体系，开展月表应力构造和火山地貌演化分析等应用研究，探索月貌成因相关地质过程及内外动力耦合作用下的月球演化历史，为我国行星探测与科学研究提供重要理论支撑。

二、研究内容

（一）月壤电磁散射模型及其演化规律获取。

针对月壤成分及结构复杂多样、电磁波与其耦合机制尚不明晰的问题，建立月壤电磁参数表征及复合尺度粗糙面物理模型，开展时/频域融合的月壤电磁散射模型研究，挖掘月球浅表层多维电磁散射特性，为微波信息解译和地质过程反演提供理论基础。

（二）月球极区介质参数反演及水冰特征信号探测。

针对月球永久阴影区水冰探测问题，研究水冰 SAR 信号表征，探究水冰微波探测机理，发展月表物质特性反演模型，评估水冰可能的赋存形态、含量、分布和潜在来源，为极区水冰探测提供技术支撑。

（三）月球微波成像方法与试验验证。

针对月球轨道 SAR 高精度成像难的问题，开展空、时、频、极化等多域信号编码研究，发展信号域与图像域联合的模糊抑制方法，提出月球 SAR 成像标定方法，建立高精度成像理论与模型，开展地月等效验证。

（四）月表应力构造微波信息解译与应力状态分析。

针对月表浅层应力构造形成机制存在争议、关键地质证据难获取的问题，发展应力构造垂向节理和下伏结构 SAR 精细探测方法，测定其发育年龄，厘清叶状陡坎等构造形成/发育的应力来源，获得全月浅层结构的应力状态，揭示月球新构造形成机制。

（五）月表火山物质微波特征与热动力学过程反演研究。

针对月表火山物质垂向结构信息不明确、其早期特征被风化层掩埋的问题，发展火山地貌的 SAR 解译方法，研究火山岩喷发机制和相关热动力学地质过程，为正确认识月球演化历史和发展月球热演化模型提供理论依据。

三、申请要求

（一）申请书的附注说明选择“微波成像雷达月球探测与地质过程反演研究”，申请代码 1 选择 F0113。

（二）咨询电话：010-62327143。

“非对称毫米波数字多波束阵列系统的基础研究” 重大项目指南

毫米波数字多波束阵列系统是未来无线通信的关键使能技术之一，亟需突破超大带宽、超广角覆盖、超高吞吐率的理论和方法瓶颈。本项目旨在开展非对称毫米波数字多波束阵列系统基础研究，突破高能效、低成本、低复杂度等关键技术，构建支撑未来无线通信发展的新型体系架构，提升我国在无线通信领域的国际影响力，形成具有高水平自主创新能力的研究团队。

一、科学目标

面向未来无线通信发展，突破非对称毫米波数字多波束阵列系统的拓扑构造机理、数字波束动态表征与波束互扰机制、超宽带非线性行为特性等关键科学问题，建立非对称毫米波数字多波束阵列系统的拓扑构造理论，提出超宽带毫米波收发芯片设计方法，实现超宽带、超广角覆盖天线设计与毫米波收发芯片一体化集成，完成非对称毫米波数字多波束阵列系统样机研制和验证，形成非对称毫米波数字多波束阵列系统基础理论与技术体系，为未来无线通信的发展提供理论和方法支撑。

二、研究内容

（一）非对称毫米波数字多波束阵列拓扑构造理论。

研究非对称数字多波束超大规模稀布阵列设计方法，探明拓扑分布对系统信道特性的影响，建立非对称数字多波束捷变拓扑构造理论，为超大系统容量、超广角覆盖、低功耗、低复杂度的非对称毫米波超大规模数字多波束阵列设计提供基础支撑。

（二）毫米波段数字多波束表征与互扰抑制方法。

研究非对称毫米波数字多波束阵列系统的同时数字多波束形成机理，探索多波束表征方法及行为特征，建立波束形成过程中阵列内外各类电磁互扰模型，提出多波束调控与互扰抑制方法。

（三）多波束阵列非线性行为表征与超宽带收发芯片设计方法。

研究超宽带毫米波收发芯片设计方法，构建非对称毫米波数字多波束阵列系统的超宽带非线性模型，提出能效提升方法，研制工作带宽 $> 20\text{GHz}$ 的收发芯片。

（四）毫米波多波束天线设计与收发芯片一体化集成方法。

研究带宽 $> 20\text{GHz}$ 、波束扫描范围 ≥ 120 度的毫米波单元天线设计方法，揭示多波束阵列中动态波束间互扰规律，提出天线与毫米波收发芯片的超宽带一体化集成方法。

（五）非对称毫米波数字多波束阵列系统集成方法与验证。

研究非对称毫米波数字多波束超大规模阵列系统集成方法，研制 4096 阵元等效口径、支持 100 个以上同时多波束、带宽 $> 20\text{GHz}$ 、波束扫描范围 ≥ 120 度、传输速率 $\geq 200\text{Gbps}$ 的非对称毫米波超大规模数字多波束阵列系统，并完成系统实验验证。

三、申请要求

（一）申请书的附注说明选择“非对称毫米波数字多波束阵列系统的基础研究”，申请代码 1 选择 F0119。

（二）咨询电话：010-62327143。

“基于编码阵列 X 射线源的 CT 成像理论和方法”

重大项目指南

CT 成像技术在社会生活中应用广泛，已成为医学疾病诊疗的必备工具。然而，如何平衡 CT 成像的高空间分辨率、高实时性与 X 射线低辐射剂量的矛盾，是该领域挑战性的问题和研究热点。本项目旨在开展基于编码阵列 X 射线源的 CT 成像新理论和新方法研究，突破高分辨率、高实时性和低辐射剂量等关键技术，构建新一代 CT 成像的体系架构，提升我国成像装备的创新能力。

一、科学目标

提出编码阵列 X 射线源 CT 重建理论和计算方法，在成像理论、系统结构和计算方法等层面开展创新研究，建立具备高空间分辨率、高实时性与 X 射线低辐射剂量的 CT 成像新体系，并进行验证及示范应用。

二、研究内容

（一）基于 Radon 变换微分几何特性的 CT 重建理论。

研究基于编码阵列源的 Radon 变换冗余表达重建理论，提出多旋转中心 CT 几何结构及其重建方法，突破编码优化和投影解混难题，为新一代 CT 成像技术奠定理论基础。

（二）X 射线源编码阵列设计。

研发面阵 X 射线球管关键技术，探索基于面阵 X 射线球管成像物理特性，明确编码阵列结构与高空间分辨率、高实时性、

唐家林 华南农业大学

唐家林 华南农业大学

唐家林 华南农业大学

低辐射剂量成像间的关系，提出 CT 重建和 X 射线源编码阵列参数的联合优化方法。

（三）编码阵列 X 射线源 CT 重建方法。

研究基于编码阵列 X 射线源的静止结构 CT 成像技术，优化编码模式，提出不同编码阵列的 CT 数据校正和重建算法体系，实现高空间分辨率、高实时性、低辐射剂量成像。

（四）编码阵列 X 射线源 CT 验证和示范应用。

唐家林 华南农业大学

唐家林 华南农业大学

唐家林 华南农业大学

基于编码阵列源 CT 重建理论和面阵光源技术，研制实验样机，验证提出的理论和算法，并形成典型示范应用。

三、申请要求

唐家林 华南农业大学

唐家林 华南农业大学

唐家林 华南农业大学

（一）申请书的附注说明选择“基于编码阵列 X 射线源的 CT 成像理论和方法”，申请代码 1 选择 F0125。

（二）咨询电话：010-62327143。

“面向复杂异构计算体系的深度学习框架及大模型应用验证”重大项目指南

深度学习框架管理算法、数据和硬件资源，是人工智能应用的重要基础软件。随着人工智能技术的快速发展迭代，多种 AI 芯片并存形成的异构计算体系更为复杂，现有深度学习框架难以有效支持大模型在异构计算体系之间的迁移与部署。因此，探索深度学习计算的标准化算子表达与融合机制，研究面向大模型高效训练与推理的软硬件协同优化方法，构建面向异构计算体系的新一代深度学习框架，对支撑我国人工智能及相关行业的发展具有重要意义。

一、科学目标

针对深度学习中的标准化算子表达与融合机制、异构计算资源的特征感知与调度策略，以及大模型的可靠训练与持续学习机理等科学问题，研究面向异构计算体系的软硬协同优化和大模型的可靠训练与持续学习机理，构建面向复杂异构计算体系的深度学习框架，建立大模型训练与推理的异构计算平台，面向国家重大需求或重要民生领域开展应用验证，为我国人工智能的生态建设提供核心技术支撑。

二、研究内容

（一）基于标准化算子的深度学习计算框架。

研究深度学习计算中的标准化算子表达与融合机制，建立模

型设计、训练、推理的优化理论与方法，设计同时支持训练和推理的模型中间表示和标准化算子库，解决异构软硬件的模型迁移适配问题。

（二）异构计算资源的特征感知与调度优化。

研究异构计算资源特征感知的模型设计方法，并提出相应的并行与分布式资源优化策略，实现异构系统感知的资源调度和计算任务的高效分配。

（三）面向异构计算体系的大模型可靠持续学习。

研究面向异构计算体系的大模型高效鲁棒训练机制，提出大模型的可靠持续学习理论方法与技术，为大模型持续训练提供支撑。

（四）面向异构计算体系的深度学习架构及应用验证。

研制面向复杂异构计算体系的高效深度学习架构，建立大模型训练与推理异构平台，支持不少于 5 种国内主流计算体系，实现语言、视觉、多模态等国产主流大模型的高效迁移与部署，在诸如航空航天、社会治理、生命健康等不少于 3 种国家重大需求或重要民生领域开展应用验证。

三、申请要求

（一）申请书的附注说明选择“面向复杂异构计算体系的深度学习框架及大模型应用验证”，申请代码 1 选择 F0603。

（二）咨询电话：010-62327929。

“云原生 HTAP 数据库系统的自驱动基础理论与关键技术”重大项目指南

云原生事务与分析混合处理（Hybrid Transactional and Analytical Processing, HTAP）数据库是重要的基础软件，可高效处理混合负载，具有弹性伸缩、高可用等特点和优势，是数据库未来发展的重要趋势。其中亟待攻克的重要挑战包括由资源、数据、负载等复杂要素导致的系统整体优化难、维护成本高等难题。本项目将开展云原生 HTAP 数据库系统的自驱动基础理论与关键技术研究，实现自驱动的数据库优化与维护，包括资源自动调度、数据自动部署、负载自动适应等，对国产数据库的自主创新发展具有战略意义。

一、科学目标

针对云原生 HTAP 数据库系统的感知建模要素多、组件性能优化难、负载依赖关系复杂等挑战，建立云原生 HTAP 数据库系统的自驱动理论体系，揭示数据管理组件柔性解耦与自组装机理，研究多维度复杂要素动态感知与优化机制，为云原生 HTAP 数据库系统提供自驱动基础理论和关键技术。

二、研究内容

（一）云原生 HTAP 系统的自驱动机理及系统架构。

研究支撑云原生数据库的复杂要素感知与学习、数据组织与选择、查询处理与优化、资源抽象与系统伸缩等自驱动机理和体系架构；研制原型系统，实现秒级弹性伸缩，HTAP 100% 数据新鲜度，与国内外主流同类系统相比，性价比提升 3 倍以上、故障

恢复速度提升 5 倍以上，并在典型云平台上参照公开测试基准开展应用验证，探索在已有主流云原生数据库中得到有效应用。

(二) 混合负载云原生数据库多维度复杂要素感知与学习方法。

研究在多维度资源、数据和负载的复杂环境下，数据库可解耦组件与全局系统的动态感知、建模与预测、组装与优化一体的运行机制，形成可泛化的云原生数据库自主感知和自动学习方法。

(三) 支持柔性解耦的行列混合数据组织模式自选择策略。

研究行列混合存储数据组织模式的自选择方法，突破数据压缩与无解压计算技术，探索事务处理系统与分析处理系统的数据同步与共享机制，构建柔性解耦的数据部署方法。

(四) 适应混合负载的查询处理及自动优化技术。

研究面向混合负载、查询特征和数据库行为的统一建模方法，设计轻量化混合负载感知技术，构建动态计算负载预测与主动资源调度机制，设计异构计算执行引擎和查询自动优化技术。

(五) 多粒度资源抽象与系统弹性自伸缩技术。

研究云原生数据库异构资源多粒度抽象与自伸缩负载均衡技术，提出面向云原生数据库系统的多层资源池化策略，设计应用透明的自伸缩动态负载再平衡机制。

三、申请要求

(一) 申请书的附注说明选择“云原生 HTAP 数据库系统的自驱动基础理论与关键技术”，申请代码 1 选择 F0202。

(二) 咨询电话：010-62327929。

“恶劣海洋环境下的具身智能系统精准感知与交互协同”重大项目指南

海洋环境的恶劣性、动态性和水下自主作业的多变性、复杂性，要求水下智能系统具有精准感知与交互协同能力。项目针对上述需求，拟开展面向恶劣海洋环境下自主作业的具身智能新理论和新机制的探索研究，以构建具有精准感知和行为交互能力、协同能力和自主演进能力的具身智能系统为目标，为推动智能系统高效水下自主作业提供具身智能理论与技术支撑。

一、科学目标

面向恶劣海洋等复杂环境下的自主作业迫切需求，针对具身智能系统强干扰环境下多模态精准感知、动态路径规划、精细作业、自主进化等科学难题，研究多模态数据融合自适应感知、实时定位与动态路径规划方法，探索人-机、机-机高效协同动态决策机制，建立精准感知与行为交互融合的自主学习模型。推动具身智能理论发展，突破恶劣海洋环境下具身智能系统的场景精准感知、路径规划、协同交互等关键技术，提高水下自主精细作业能力。

二、研究内容

（一）主动行为引导的海洋环境多模态精准感知。

针对恶劣海洋环境水下散射、衰减、浑浊、扰动等因素的影响，研究主动行为引导的多模态数据融合自适应感知方法，实现

对海洋环境的动态特性及作业对象特征的精准感知，在真实海洋多模态数据中满足实时处理条件下目标检测平均正确率不低于90%。

（二）作业行为驱动的实时定位与动态路径规划。

针对动态海洋环境中的定位和路径规划难问题，研究主动感知与行为交互协同的实时定位与动态路径规划方法，提高恶劣海洋等复杂环境下的定位精度，实现高动态条件下的安全高效路径规划，距目标10米内，多形态作业目标定位平均相对误差小于到目标距离的0.5%，导航到目标的完成率大于85%。

（三）异构多智能体行为交互与协同的精细作业。

针对海洋环境水下具身智能系统受力情况复杂等问题，研究复杂水下环境交互意图理解方法，探索人-机、机-机高效协同动态决策机制，构建高效的多任务调度与作业模型，实现具身智能系统意图理解、动态决策和实时交互的高效自主精细化作业，厘米级末端定位精度下作业完成率大于90%。

（四）感知与行为融合的具身智能系统自主进化。

面向高度动态变化的海洋环境，研究主动感知与行为交互融合的自主学习机制，探索连续可调整的终身学习自我进化方法，实现具身智能系统感知与行为相融合的自试错、自迭代、自演进。通过感知与行为融合的自主学习，实现具身智能系统对开集物体的识别能力，识别的综合平均精度不低于85%。较非自学习方法，导航的成功率和效率提升10%以上。

（五）面向恶劣海洋环境的具身智能系统构建与应用验证。

针对恶劣海洋环境下的精细作业需求，构建具有精准感知、动态路径规划、协同作业和自主进化能力的具身智能系统，构建面向水下作业的多模态数据集，搭建具身智能系统模拟与真实场景实验验证平台，实现具身智能系统能力训练；针对赤潮、海啸、风暴潮、石油泄漏等海洋生态灾害监测基础设施的运维需求进行应用验证，运维效率提升 40% 以上。

三、申请要求

（一）申请书的附注说明选择“恶劣海洋环境下的具身智能系统精准感知与交互协同”，申请代码 1 选择 F0608。

（二）咨询电话：010-62327929。

“面向具身智能的异构多智能体协作与博弈” 重大项目指南

异构多智能体在国民经济、国家安全等领域具有重要的应用，其协作与博弈是完成复杂任务的基础性问题。在非完整信息、不确定环境、多复杂任务等条件下，如何有效实现异构多智能体的具身学习、协作与博弈是挑战性难题。因此，迫切需要开展面向具身智能的异构多智能体协作与博弈的新方法研究，建立基础理论框架，实现关键技术突破，这对发展新一代人工智能具有重要的科学意义和应用价值。

一、科学目标

针对面向具身智能的异构多智能体环境可信感知、协作与博弈等科学问题，构建异构多智能体具身学习的动态环境感知一致性表征模型，揭示多智能体具身交互与演化机理，建立非完整信息下多智能体协作与博弈新理论，解决不确定环境下多智能体分布式学习与控制难题，实现多复杂任务下跨域异构多智能体协作与博弈应用验证，为多智能体具身智能技术发展提供理论支撑。

二、研究内容

（一）多智能体具身学习的环境表征与理解。

重点研究物体—环境的一致性表征模型，提出基于物体认知的动态环境时空建模方法，构建环境变化与智能体行为的因果关联表征新理论，建立动态开放环境下异构多智能体环境—物体—行为的一致性表征方法与可计算模型。

（二）多智能体具身交互与演化机理。

重点研究面向多智能体的具身交互模型，揭示多智能体演化机理，提出基于物体—环境一致性表征的小样本在线学习方法，设计具有主动熵减能力的智能体行为策略，实现多复杂任务下针对性策略的快速演化生成。

（三）异构多智能体协作与博弈机制。

重点研究非完整信息下多智能体环境动力学和奖励建模方法，建立多智能体协作与博弈表征机制，构建基于物体—环境一致性表征的多智能体决策和分层协作模型，提出适应不同智能体规模和交互网络结构等情境下的强泛化策略，构建多智能体协作与博弈的新理论。

（四）异构多智能体分布式学习与控制。

重点研究不确定环境下多智能体分布式学习与控制，提出面向异构多智能体自适应交互的分布式强化学习方法，构建数据-模型混合驱动的协同控制理论，提升多智能体学习与控制性能。

（五）跨域异构多智能体协作与博弈验证平台。

研究虚实融合与模型集成技术，构建面向具身智能的跨域异构多智能体协作与博弈应用验证平台，在不少于两个典型应用场景中验证项目的核心理论与关键技术。

三、申请要求

（一）申请书的附注说明选择“面向具身智能的异构多智能体协作与博弈”，申请代码1选择F0310。

（二）咨询电话：010-62327967。

“混合精度高能效存算一体芯片架构及关键技术”

重大项目指南

高性能芯片已成为推动当代信息技术发展的核心支撑力和驱动力，当前基于传统存算分离架构的芯片在性能提升上面临巨大挑战，“存储墙”瓶颈造成了大量的功耗和延时，亟需发展基于新器件的存算一体新架构芯片。探索新型存算一体电路架构，研究基于忆阻器的存算一体电路、架构及 EDA，实现高能效的存算一体芯片，突破传统架构的能效瓶颈，对于未来发展高性能芯片技术有着重要的意义。

一、科学目标

针对传统计算架构“存算分离”导致的算力瓶颈问题，研究新型混合精度存算一体芯片架构及关键技术，阐明存算一体架构的精度适配规律和大规模扩展的主要制约因素，构建高能效存算一体化的新架构，研制出混合精度的高算力存算一体芯片，为未来智能计算探索一条新途径。

二、研究内容

（一）基于忆阻器的高能效存算一体电路。

研究基于忆阻器阵列和 CMOS 电路的矩阵乘法计算单元，阐明影响单元电路计算精度、能效和并行度的关键因素，探索全并行模拟计算和多精度数字计算的电路实现方案，实现几种典型的高能效存算一体计算单元。

（二）适配多任务的混合精度存算一体架构。

研究多核异构的存算一体新架构，探索数模混合计算的新方法，阐明影响计算任务调度效率和资源利用率的关键因素，建立面向存算一体芯片的算法编译理论，实现对多种典型神经网络（CNN、RNN、Transformer 等）的灵活计算。

（三）面向存算一体架构的 EDA 方法研究。

厘清影响计算精度、功耗、性能的各类因素，研究面向存算一体电路和混合精度异构架构的仿真方法，构建存算一体指令集，提出基于核心电路的存算一体架构自动化设计方法。存算一体指令集和 EDA 工具开放开源。

（四）高能效存算一体芯片及验证。

研究先进 CMOS 平台上的忆阻器大规模集成工艺，研制集成不少于 3 种计算核的存算一体芯片，忆阻器集成规模 $>200\text{M}$ ，能效 $>200\text{TOPS/W}$ ，构筑存算一体异构计算系统并建立编程框架，面向相关应用完成演示验证。

三、申请要求

（一）申请书的附注说明选择“混合精度高能效存算一体芯片架构及关键技术”，申请代码 1 选择 F0402。

（二）咨询电话：010-62327351。

“大规模超短脉冲光纤激光阵列相干合成”重大项目指南

高平均功率超短脉冲激光在先进制造和高次谐波产生等领域具有重要的应用需求。为突破现有超短脉冲激光系统的功率提升极限，本项目将开展大规模超短脉冲光纤激光阵列相干合成研究，充分利用光纤激光效率高、结构紧凑等优势，辅以基于现代控制理论的多路激光多维参数同步技术，成量级地提升超短脉冲激光的输出平均功率，推动超短脉冲激光应用技术的发展。

一、科学目标

围绕多路超短脉冲光纤激光相干合成涉及的基础科学问题和关键技术开展系统研究，重点解决超短脉冲激光产生的长期可靠性及其噪声问题、超短脉冲激光高性能放大、大规模光纤激光多维参量智能控制以及高功率超短脉冲光纤激光高效相干合成等关键问题，实现万瓦级高功率超短脉冲光纤激光输出，为先进制造和高次谐波产生等应用所需的激光光源研制提供理论基础和技术支撑。

二、研究内容

（一）高可靠、低噪声超短脉冲激光产生。

阐明超短脉冲相位、振幅协同调控与激光性能的关联机制，研究激光器耗散系统的脉冲传输非线性与色散相互制约机理，突破激光器时频参数长期精准一致的技术瓶颈；明确谐振腔参数对脉冲噪声的影响机理，设计智能精密时频调控反馈系统，研究超快激光脉冲智能噪声抑制与时频特性优化技术。

（二）高功率超短脉冲光纤激光高性能放大。

探索光纤放大器中非线性效应、增益窄化以及模式不稳定等问题对超短脉冲演化的影响机制，研判光纤放大中制约超短脉冲输出平均功率和单脉冲能量提升的关键因素。发展基于非线性管理的超短脉冲光纤激光放大新技术，构建高功率超短脉冲光纤激光放大装置，实现平均功率大于 0.8 kW，脉冲宽度小于 100 fs 的全光纤超短脉冲激光。

（三）大规模超短脉冲光纤激光智能光束控制。

揭示超短脉冲光纤激光时/频/空域多维度特性演化及相互耦合机理，得出大规模光纤激光阵列多维参量精密调控策略。发展新型智能光束控制技术，实现 100 路以上超短脉冲光纤激光阵列光场实时可编辑调控。

（四）高功率超短脉冲光纤激光相干合成。

分析影响超短脉冲光纤激光相干合成效果的影响因素及提升机理，发展高功率超短脉冲光纤激光阵列相干合成系统的多维参数综合控制技术。构建大规模超短脉冲光纤激光相干合成装置，实现平均功率大于 20 kW、脉冲宽度小于 100 fs、光束质量优于 1.5 倍衍射极限的高功率大能量超短脉冲激光。

三、申请要求

（一）申请书的附注说明选择“大规模超短脉冲光纤激光阵列相干合成”，申请代码 1 选择 F0506。

（二）咨询电话：010-62327351。