

## 附件 5

# “大科学装置前沿研究”重点专项 2019 年度项目申报指南

大科学装置为探索未知世界、发现自然规律、实现技术变革提供极限研究手段，是科学突破的重要保障。设立“大科学装置前沿研究”重点专项的目的是支持广大科研人员依托大科学装置开展科学前沿研究。为充分发挥我国大科学装置的优势，促进重大成果产出，科技部会同教育部、中国科学院等部门组织专家编制了“大科学装置前沿研究”重点专项实施方案。

“大科学装置前沿研究”重点专项主要支持基于我国在物质结构研究领域具有国际竞争力的两类大科学装置的前沿研究，一是粒子物理、核物理、聚变物理和天文学等领域的专用大科学装置，支持开展探索物质世界的结构及其相互作用规律等的重大前沿研究；二是为多学科交叉前沿的物质结构研究提供先进研究手段的平台型装置，如先进光源、先进中子源、强磁场装置、强激光装置、大型风洞等，支持先进实验技术和实验方法的研究和实现，提升其对相关领域前沿研究的支撑能力。

专项实施方案部署 14 个方面的研究任务：1) 强相互作用性质研究及奇异粒子的寻找；2) Higgs 粒子的特性研究和超出标准模型新物理寻找；3) 中微子属性和宇宙线本质的研究；4) 暗物质直接

探测；5)新一代粒子加速器和探测器关键技术和方法的预先研究；6) 原子核结构和性质以及高电荷态离子非平衡动力学研究；7) 受控磁约束核聚变稳态燃烧；8) 星系组分、结构和物质循环的光学—红外观测研究；9) 脉冲星、中性氢和恒星形成研究；10) 复杂体系的多自由度及多尺度综合研究；11) 高温高压高密度极端物理研究；12) 复杂湍流机理研究；13) 多学科应用平台型装置上先进实验技术和实验方法研究；14) 下一代先进光源核心关键技术预研究。

2016—2018年，“大科学装置前沿研究”重点专项围绕以上14个方面研究任务，共立项支持了47个研究项目。根据专项实施方案和“十三五”期间有关部署，2019年将围绕核物理等领域的专用大科学装置和多学科平台型大科学装置继续部署项目，拟优先支持5个研究方向。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。国拨经费总概算0.68亿元。

按照《国务院关于国家重大科研基础设施和大型科研仪器向社会开放的意见》（国发〔2014〕70号）精神，鼓励高校、科研院所、企业、社会研发组织等社会用户利用开放的大科学装置开展科学研究，要求基于大科学装置开展科学研究的每个项目的参加人员65%以上是所依托大科学装置管理单位以外的人员。

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一体化设计。鼓励围绕一个重大科学问题或重要应用目标，从基础研究到应用研究全链条组织项目。鼓励依托国家重点实验室等重要科研基地组织项目。项目应整体申报，须覆盖相应指南方向的全部考核指标。

项目执行期一般为 5 年。一般项目下设课题数原则上不超过 4 个，每个项目所含单位总数不超过 6 家。本专项不设青年科学家项目。

## 1. 新一代粒子加速器和探测器关键技术预研

### 1.1 用于重离子束驱动高能量密度物质诊断的高能电子成像核心技术预研

研究内容：针对高功率重离子束驱动的高能量密度物理研究，建立高能电子瞬态透射成像技术和方法，数值模拟研究重离子束驱动高能量密度物质的动态演化过程，提出用于高能量密度物理研究的高能电子直线加速器成像终端设计，研制超高时空分辨单发多幅动态成像的关键设备。

考核指标：模拟得到特定参数条件下强流重离子束驱动高能量密度物质的密度、压力和温度等状态参数的演化图像，提出高能量密度物质成像诊断的时空分辨和动态范围需求，完成用于重离子束驱动高能量密度物质诊断的高能电子成像系统设计；完成

超高时空分辨单发动态成像部分关键设备的研制，空间分辨率达到  $5\mu\text{m}$  量级；完成多幅动态成像技术研究，单发时间分辨达到  $1\text{ps}$  量级，多幅动态时间间隔达到  $5\text{ns}$  量级。

## 2. 星系组分、结构和物质循环的光学—红外观预测研究

### 2.1 基于 LAMOST 巡天的类太阳恒星活动物理研究

研究内容：基于 LAMOST 海量恒星光谱观测，诊断类太阳恒星活动特征；结合地面和空间高分辨率太阳成像光谱和磁场的详细观测，研究太阳及类太阳恒星大气磁能积累和爆发式释放的物理过程，揭示类太阳恒星的总体活动规律，认知类太阳恒星和太阳活动的初发机制和演化规律。

考核指标：建立百万个类太阳恒星和太阳爆发活动光谱数据库，确定恒星耀发和星冕物质抛射光谱学判据，发现类太阳恒星活动的总体统计规律；认知类太阳恒星活动机理，发展类太阳恒星爆发活动的物理模型，揭示类太阳恒星和太阳活动的发生、发展和演化过程。

### 2.2 基于 LAMOST 巡天的系外行星系统研究及观测搜寻

研究内容：利用 LAMOST 数据对大样本的系外行星系统进行精确刻画，研究系外行星的分布规律以及宿主恒星性质对该分布的影响，发展多种发现系外行星的技术和方法，搜寻系外行星系统，研究行星系统的形成理论和动力学演化及其可居住性。

考核指标：建立以 LAMOST 数据为基础的千颗系外行星及其宿主恒星性质的数据库；得到数百个系外行星的统计分布；确定不同恒星环境对行星分布和演化影响的特征指标；获得行星系统形成和动力学演化理论的理解及对系外行星宜居性的定性结果。

### 3. 复杂湍流机理研究

#### 3.1 湍流与多物理场耦合机理研究

研究内容：针对湍流与真实气体化学反应、燃烧、电磁等多物理场的耦合作用，发展高分辨率实验测量和高精度数值模拟方法；研究高超声速高温湍流场与真实气体化学场耦合作用机理及对摩阻、热流的影响规律；研究湍流对燃烧过程中组份浓度、温度及化学反应速率等的影响机理与规律；开展电磁场作用下湍流特性研究并发展先进计算模型；分析湍流与多物理场耦合效应的地面预示与飞行实验结果之间的天地相关性。

考核指标：流动实验的空间分辨率达到 0.1 倍边界层厚度量级；数值模拟适合马赫数范围 5~20，适合温度的上限不低于 20000K；典型标模的摩阻预测偏差不超过 15%、热流偏差不超过 20%；适合的电磁场类型包括理想均匀分布磁场、螺旋管磁场和偶极子磁场等。

#### 3.2 激波/湍流边界层干扰机理研究

研究内容：发展时空多尺度精细刻画复杂流动的高精度实验测量与数值模拟方法；开展激波与湍流边界层干扰中分离涡、剪切层、小激波脉动等非定常相干结构的产生及演化机理，力/热载荷的非定常特性研究；发展激波与湍流边界层干扰的主/被动控制新方法，阐明其流动控制机理；获得激波与湍流边界层干扰气动/热的地面预示与飞行实验结果之间的天地相关性。

考核指标：流动预示手段的时空分辨率分别达到 MHz 和 0.1 倍边界层厚度量级；干扰区激波运动速度、周期的预示偏差不超过 10%；分离区尺寸预示偏差不超过 15%；干扰区压力、热流载荷的预示偏差分别不超过 5%、25%；流动控制后激波边界层干扰的分离区尺度减小不低于 15%。