

附件：

“大科学装置前沿研究”重点专项

2020 年度项目申报指南

(征集意见稿)

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，特别是面对国家战略需

求的关键技术的研究和开发,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 到 2019 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 55 个研究项目。根据专项实施方案和“十三五”期间有关部署,2020 年将围绕粒子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 4 个研究方向,5 个子任务。前 4 个子任务下,原则上只支持 1 项研究项目。第 5 个子任务“同步辐射光源和中子源先进实验技术和实验方法研究”涉及研究领域较广泛,将支持不超过 6 项研究项目。其中,指南 1、2、3 拟以定向委托方式进行支持;其余指南以公开竞争择优方式进行支持。

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。

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。

本指南项目执行期为4年。一般项目下设课题数原则上不超过4个，每个项目所含单位数控制在6个以内。

1.奇特强子态及强子谱学研究

研究内容：在北京正负电子对撞实验上，利用能量 3.8 GeV 以上实验数据，寻找和研究 XYZ 奇特态和粲偶素激发态的性质；利用高统计量 J/ψ 和 $\psi(2S)$ 数据，研究轻强子谱、寻找轻味奇特态。开展相关的理论研究。优化 BESIII 实验物理研究软硬件性能和计算方法。建立分波分析专用 GPU 计算平台。

考核指标：首次完成多道联合研究四夸克态的性质测量，确定 $Z_c(3900)$ 和 $Z_c(4020)$ 的属性；寻找新型四夸克态 Z_{cs} ，

确定其性质或产额上限；完成含粲偶素和含粲强子末态产生截面测量和中间过程分析，抽取 X 粒子、 Z_c 粒子、矢量粲偶素 ψ 和类粲偶素 Y 的共振参数、产生和衰变性质；对粲偶素强子衰变和辐射衰变过程进行分波分析，获得关于轻强子谱的实验数据，与理论研究结合，确定其中夸克、胶子成分的比例等信息；优化探测器模拟和重建软件，将关键系统误差改善 50% 以上；建立分波分析专用 GPU 计算平台，完善和升级基于 GPU 的分波分析工具和海量数据处理机制。

2.BESIII实验上粲强子衰变、QCD 研究及新物理寻找

研究内容：在正负电子对撞机上，通过分析在 DD 、 D_s^{*+} 、 D_s^{*-} 和粲重子对质量阈值处的高统计量数据，系统研究粲强子的衰变；利用量子关联技术测量中性 D 介子衰变的强相角差；测量 R 值、强子与能量依赖的产生截面和强子形状因子；寻找粲偶素和粲强子的稀有衰变和禁戒衰变；理论上针对陶粲能区非微扰 QCD 性质，发展有效理论模型和格点 QCD 计算，建立相应 GPU 计算平台。

考核指标：首次发现或寻找粲重子 Λ_c 的 3-4 个新的半

轻衰变过程,改善 Λ_c 强子卡比玻压低衰变分支比相对精度至 10%以下;发表更多中性 D 介子强相角差测量,部分结果精度好于目前国际值的 2 倍;利用 D_s 介子纯轻衰变,提高 CKM 矩阵元 V_{cs} 测量相对精度至 1.5%;R 值测量的相对精度达到 3%的水平;寻找 J/ψ 轻子数破坏过程,衰变率上限最好可达到 10^{-8} 量级;结合实验研究成果,理论上开展更多强子产生和衰变的有效模型计算。建立相应 GPU 计算平台。

3.高海拔地区科研及科普双重功能米级光学天文望远镜及附属设备升级改造

研究内容:利用国家天文研究机构大科学装置技术及科研科普资源优势,通过升级改造,在拉萨建设一架集科研及科普双重功能的米级光学天文望远镜,服务于我国天文和空间观测任务,并服务于西藏的科学传播和科学普及工作。该米级光学天文望远镜应符合高海拔地区运行使用特点,具备搜寻太阳系外行星,变星、双星较差测光,伽马射线暴余辉、超新星寻找及后续观测,小行星、彗星搜寻,Herbig-Haro 天体搜寻,恒星星团研究等成像及测光的科研功能。并具备

Herbig Ae/Be 星及经典 Be 星光谱光变低分辨率光谱观测等功能。

考核指标：米级光学天文望远镜应具有以下主光学系统设计参数：有效口径：1000mm，主系统焦距：7000mm，光学结构：R-C，视场： $\geq 14' \times 14'$ ，工作波段：360nm ~ 2500nm，次镜遮拦比：1/3，后工作距：105mm。

4.高性能风洞精细化流动显示与非接触测量技术

研究内容：依托高性能风洞，针对新型飞行器，高速列车和新能源汽车等国家重大需求中的复杂湍流问题，发展气动力、气动热和气动声的高精度测量技术。具体内容为：湍流结构的时空动态显示技术，表面压力，摩阻和热流载荷的分布测量，流场速度、温度和组份的精细测量，湍流噪声的时间精准测量等。它的具体测量技术为：高速 PIV 和纳米 PIV 技术，PIV 速度场重构压力场技术；平面激光诱导荧光，大模型六分量天平技术，小尺度，高精度热流传感器，压敏和温敏漆技术，纹影和流动显示技术，吸收和发射光谱技术；基于波束成形声源识别阵列技术，声全息技术，声源的三维

实时定位技术；以及这些技术需要的核心算法和软件集成等。
可选择其中部分内容申请。

考核指标：(1) 精细化流动显示。高速粒子图像测速技术，速度场重复频率不小于 0.3MHz,速度场测量精度不小于 0.5%；高速纳米粒子测速显示和测量技术，速度场测量范围 0.1 ~ 1800m/s,流场测量精度不小于 0.3%。(2)气动力的高精度测量。三维曲面模型荧光油膜技术：动态响应时间低于 0.5ms, 测量精度优于 5%，温度范围 150K—400K，表面摩阻分布面分辨优于 0.1mm，测量精度优于 8%；(3) 非平衡和化学反应流测量技术。TDLAS 吸收光谱测量技术：温度范围 300 ~ 1500K，温度测量精度 $\leq 3\%$ ，组分浓度测量精度 $\leq 5\%$ ，速度精度 $\leq 3\%$ ，频率 $\geq 50\text{kHz}$ ；发射光谱测量技术：温度范围 $>6000\text{K}$ ，温度测量精度 200K。(4) 多维声源识别技术：声源动态分辨率 0.3m (在 7 米以外测量)，可识别声源强度差 20dB，最低频率 200Hz，无风洞本体低频脉动影响。

5.同步辐射光源和中子源先进实验技术和实验方法研究

研究内容：依托同步辐射光源和中子源，针对材料科学技术，新能源和环境保护等领域的关键技术瓶颈问题的研究与开发的实验平台，发展急需的先进实验技术和先进实验方法。

考核指标：在选定的研究领域和研究目标，通过研究平台和相关领域的研究机构和产业部门的密切合作，研发在同步辐射光源和中子源为解决上述瓶颈问题急需的先进实验技术、实验方法和数据处理方法，提供先进实验研究平台。