

建制化科研项目 2023 年拟立项选题计划

序号	选题名称	重点研究内容	主要目标或关键指标
1	发现第一代恒星	<p>基于 LAMOST 巡天数据与国际先进设备后随精测，结合理论模拟，瞄准国际竞争激烈的科学前沿——第一代恒星及其诞生环境与演化，有望取得重大突破：发现银河系最古老恒星；揭示第一代恒星的质量分布等基本性质；建立原初双星演化模型；建立恒星黑洞的质量函数。确保基于我国大型天文设备的科学研究居于国际领先，兼具科学重要性 with 竞争时效性。</p>	<p>发现一批银河系最古老恒星，包括 1000 颗极贫金属星；发现 100 颗左右携带第一代大质量恒星信息的第二代恒星；给出第一代恒星的质量函数，为星系化学和动力学演化提供最直接的证据；发现一批致密天体，包括 10 余颗恒星级黑洞和中子星等，测量致密天体的动力学质量；建立原初双星演化图像和黑洞质量函数。</p>
2	脑重大疾病机制与干预	<p>依托模式动物表型与遗传研究设施，发展高效精准非人灵长类基因编辑与体细胞克隆、扩繁技术；建立自闭症、阿尔茨海默病、帕金森病等脑重大疾病的非人灵长类动物模型与 AI 辅助的复杂表型分析平台与类脑器官研究平台；探究代表性脑重大疾病的发生发展规律，研发新型脑机接口等脑功能干预前沿技术，开展创新药物与手术治疗脑疾病的临床前研究。</p>	<p>建立 1-2 种高效精准的非人灵长类基因编辑技术；创制 3-5 个自闭症、阿尔茨海默病、帕金森病等重大脑疾病的非人灵长类动物模型，建立相应的表型分析和评价体系；解析阿尔茨海默病等重大脑疾病的发病机制，研发新型早期诊断与治疗方案。</p>

3	变革性烷烃直接脱氢催化体系	<p>面向我国丙烷直接脱氢制丙烯自主技术应用需求，研制高活性、高稳定性新型丙烷脱氢催化剂。依托中国散裂中子源和上海同步辐射光源，发展同步辐射原位谱学方法和中子散射技术，探究工况条件下丙烷等烷烃脱氢催化剂结构动态变化和氢物种演变机制，从源头揭示催化剂失活机理。结合量化计算和机器学习加速催化剂设计，开展催化剂放大合成与成型，完成工业侧线验证研究。</p>	<p>发展原位催化脱氢同步辐射谱学方法和中子散射技术，研制原位样品环境装置4套（RT-800 °C，0.1-10 bar）及近常压XPS反应装置1套（超高真空到5 mbar），实现实验精准检测（百毫秒级时间分辨率，空间分辨率$\leq 0.6\%$，能量分辨率$\leq 5\%$）和数据解析，获取工况条件下催化剂结构和反应物种变化的多维度信息，揭示反应机理。定型1-2种高性能催化剂，编制丙烷脱氢制丙烯技术基础数据包1套，打通工业侧线全流程，突破新型丙烷直接脱氢催化技术。</p>
4	深海极端环境物质能量循环与资源效应	<p>依托“科学号”科考船、“深海勇士号”载人深潜器、冷泉大装置、散裂中子源、同步辐射等，面向海洋领域国家战略需求与国际科技前沿问题，聚焦深海冷泉化能生态系统物质能量循环及其资源挖掘与利用关键科学问题，阐明冷泉系统物质能量循环及转化与化能生态系统结构发育特征；揭示冷泉区天然气水合物成藏的动力学特征，明确天然气水合物自然转化及其环境效应；构建冷泉赋存矿产与生物资源创新挖掘与高效利用技术。</p>	<p>解决深海冷泉化能系统中物质循环与矿产、生物资源形成的国际性难题。建立水合物形成的微观动力学模型（分辨率$< 1\mu\text{m}$）；构建水合物“CO₂置换法”的高效、安全开采最优方案；开发天然气水合物利用的融合智能算法（算法识别系统精度$\geq 75\%$，响应时间$\leq 2\text{s}$）；建立冷泉天然气水合物的智能识别数据库1套，及天然气水合物资源成藏模式1套；构建生物代谢产物“高效挖掘与合成智造”体系1个，并建立高活性分子大规模制备平台2个。</p>

5	非共价相互作用电子结构精准测量和调控	<p>聚焦非共价相互作用研究科学前沿，依托北京和上海同步辐射光源、高能同步辐射光源等，建立实空间电子结构测试平台，发展基于 X 射线衍射实验数据约束的波函数精修新技术，实现非共价相互作用电子结构直接探测的突破；发展新的电子结构理论方法与模型，揭示分子识别中的非共价相互作用微观机制，阐明构效关系；发展非共价相互作用导向的结构组装和功能调控新策略，为分子识别与分离提供基础理论与技术。</p>	<p>建立空间分辨率达到 0.3 埃的实空间电子结构测试平台，实现对极低电子密度非共价相互作用的高精度直接测量，发现 1-2 种非共价相互作用新类型；开发 1 套 X 射线衍射数据约束的波函数精修新软件，相关理化性能预测达到电子相关理论计算的精度；提出面向分子识别的材料设计新理论，实现非共价相互作用导向的多级结构精准组装与调控，定向创制 3-5 类能源环境相关的小分子高效识别与分离新材料，引领低能耗化学分离技术发展。</p>
6	天地联测解决高能宇宙线起源问题	<p>针对 LHAASO 发现的超高能伽马射线源，精确测量其伽马辐射能谱、空间形态和时变特性，利用 EP 卫星对其 X 射线的精细测量证认超伽马辐射起源天体，利用 FAST 以及其他射电装置测定辐射区物质分布，综合性分析判定高能重子宇宙线源的存在，并揭示其超高能辐射机制；首次测量质子、铁核、氢+氦核混合及所有粒子混合 4 种宇宙线的能谱。</p>	<p>通过高灵敏度超高能伽马巡天，发现 60 多个 PeV 宇宙线源候选天体；证认超新星遗迹、年轻大质量星团、脉冲星风云、微类星体四类不少于 8 个典型天体的辐射机制，发现 PeV 宇宙线起源天体；精确测定 4 种成分宇宙线能谱“膝”的位置，破解膝区成因；建立唯象理论揭示宇宙线源与地面宇宙线内在联系。系统性解开银河宇宙线起源之谜。</p>