

# 中国科学院前沿局 2024 年第二批 B 类先导专项选题计划

序号	选题名称	重点研究内容	主要目标或关键指标
1	新能源主导的电力系统稳定控制新理论新技术	突破新能源自主构建电压频率关键理论技术瓶颈，变革现有建立在以同步发电机为对象的分析和控制理论，研究新能源主导的电力系统网络动力学行为和网络振荡机理，探究系统稳定域计算方法与最优电力网络结构。颠覆现有用新能源模拟同步发电机特性的固有思路，发展新能源高柔性动力学特性塑造技术，研制新一代动力学特性自适应塑造的新能源汇集变换器。	建立基于幅值相位非线性动力学的系统稳定新理论（覆盖 1Hz-100Hz 多频段非线性振荡特征、理论计算的系统稳定阈值与实验实测值偏差 $\leq 3\%$ ），突破新能源幅值相位柔性控制技术（调节响应时间 $\leq 200\text{ms}$ 、系统频率变化率 $\leq 0.7\text{Hz/s}$ ），研制国际首台动力学特性自适应塑造的新能源新型汇集变换器（单机容量 $\geq 50\text{MW}$ ），完成首个百兆瓦示范系统验证，新能源占比 80%实现稳定运行（电压受扰偏差 $\leq 4\%$ 、频率受扰偏差 $\leq \pm 0.5\text{Hz}$ ），摆脱对火电的高度依赖。
2	钿核光钟物理与关键技术	聚焦实现钿核光钟亟待解决的基础物理与关键技术问题，开展钿原子核与电子能级耦合及其环境效应的研究，研发新型掺钿材料，研究掺钿固体中核跃迁激发与探测、以及钿离子体系的核激发与跃迁闭环锁定。	解决钿核光钟研发面临的物理与关键技术问题，揭示核光钟物理体系中能级与环境的耦合机制，制备 VUV 透过率 $>40\%$ @148 nm 且掺钿-229 浓度 $>1 \times 10^{18}\text{cm}^{-3}$ 的晶体材料，采用“自下而上”核光钟跃迁激发方案，实现离子体系电子桥激发与晶体体系 VUV 光梳激发，将核光钟跃迁频率测量精度提高至百兆赫兹水平。在此基础上，打通核光钟跃迁闭环与锁定等关键技术瓶颈，实现核光钟原理样机。

3	微重力下金属增材制造机理与关键技术	微重力下金属增材制造是提升航天在轨精确伴随保障能力的核心，聚焦微重力下熔融金属流动与界面/组织的跨尺度形成及其内禀关联这一关键科学问题，重点研究微重力下金属增材制造基础理论，开展微重力下金属增材制造形性调控关键技术和工艺研究，研制相关原理样机，开展微重力实验验证及关键技术迭代。	建立微重力下金属增材制造全过程的基础理论体系，实现关键技术和装备的快速迭代优化，为进入国家太空实验室开展长时实验提供支撑，抢占太空制造领域科技制高点。 理论预测值与实测值误差不超过 15%；完成材料设计、流动控制、形性调控等关键技术在落塔-失重飞机-火箭闭环验证；研制轻量化低功耗激光熔丝金属增材制造的地面和失重飞机实验装置、原理样机均不少于 2 套；原理样机总重量 < 100kg，可成形尺寸 $\geq 100\text{mm} \times 100\text{mm} \times 100\text{mm}$ ，成形尺寸精度 $\leq 1\%$ ， $Ra \leq 15\mu\text{m}$ ，总功率 < 2000W；微重力下增材制造典型金属样件不少于 3 件，样件力学性能不低于地面同种材料铸件的 75%。
---	-------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------