

超越传统的电池体系重大研究计划

2026 年度项目指南

超越传统的电池体系重大研究计划面向“双碳”战略和国家安全的重大需求，针对储能电池与动力电池在能量密度、功率密度、安全性、环境适应性、资源与成本等方面面临的关键科学问题和技术瓶颈，发展超越传统的电池体系和相关理论，为我国下一代电池创新发展提供科学支撑。

一、科学目标

聚焦电池体系的能量与物质可控输运规律，突破传统平板电极界面电荷层理论、“摇椅式”嵌脱储能机制、传统电池材料体系与架构以及当前研究范式等，发挥多学科交叉融合研究优势，围绕超长寿命、高稳定性储能电池与超高比能动力电池新体系创新，取得前瞻性基础研究成果，引领全球电池科技变革，支撑我国“双碳”战略和能源科技自立自强。

二、核心科学问题

本重大研究计划围绕以下三个核心科学问题展开研究：

(一) 多场耦合下的电子、离子、分子等多物种输运规律。

电池体系中物种的运动规律与输运理论，多物理场（电、磁、力、热、光等）耦合的多子传输与动态反应机制。

(二) 跨尺度、多结构的能量-物质传递与转化规律。

电池体系中物质与能量输运的多尺度环境演变行为，多相微环境中化学活性位点的协同机制和构效关系，电池全生命周期的转化规律。

(三) 带电界面的相互作用与调控机制。

能量高密存储与高效转化的电池体系中电极与电解质表界面的作用机制，电池带电界面调控、工况或极端条件下的热失控机制和性能提升规律。

三、2026 年度资助研究方向

(一) 培育项目。

围绕上述科学问题，以总体科学目标为牵引，对于探索性强、选题新颖、前期研究基础较好的申请项目，将以培育项目的方式予以资助，研究方向如下：

1. 电池新概念及新结构。

针对现有电池体系在安全、寿命、续航能力、充电时间、环境适应性等方面的瓶颈问题，从电极设计、电芯构筑、模组集成、电池组管理等方面提出新概念和新结构。鼓励申请人提出超越传统电池体系的原创性电池概念、新的能量储存与转换的物理化学机制，提出与当前电池体系有本质区别的结构体系与发展路径，发掘储能密度、物质输运、稳定性、安全性之间的关联规律与变化趋势，阐明电池新结构的能质传递与转化调控规律。

2. 电池新理论及人工智能方法。

针对传统双电层理论和空间电荷层理论无法精准描述恒定电极电势、恒定离子强度、非平衡态、离子极化场、复杂界面双电层等电化学属性的问题，发展针对复杂电池体系原位、动态结构和过程的精确、高效计算新方法和计算工作流，提出新理论；发展基于第一性原理的多物理场电化学双电层仿真方法，建立从微观到介观的跨尺度电化学理论模型；探明多物理场耦合下的电荷转移新机制，研究流体电池热质传递和电化学反应耦合

过程，构建电池全生命周期全要素数字孪生系统和碳足迹模型。通过高通量计算以及实验数据，发展针对正负电极、电解质特定性质的机器学习模型，挖掘、设计电池新材料。

3. 电池工况表征新技术及安全性提升机制。

针对电池体系动态、工况下关键信息采集和分析的瓶颈，特别是难以研究真实工况下电池的热失控问题，发展先进的原位、工况表征新方法与智能检测新技术，阐明电极材料结构组成、电解液（或固体电解质）与界面微观结构及动态演变规律；利用超快红外光谱等谱学探测技术，实现对电池材料在电化学反应过程中瞬态行为和分子层次的快速监测，提供对电池内部微观界面和反应动力学的实时高分辨率观察，辅助精确捕捉反应中的短时间变化和动态特性，加深对电池内在反应机理的理解。开发微弱电化学信号的测试和抽取方法，实现其与电池微观结构与过程的精准对应；研制基于量子传感的电化学表征分析测量综合系统，探索量子传感捕捉电极材料工况条件下的磁性变化规律以及微区压力与温度探测新方法，为电池健康状态评估与安全预警提供指导；通过材料、结构、系统多维度协同优化，建立电池安全性提升机制。

4. 电池新材料及创制策略。

针对现有电池材料在能量密度、功率密度以及安全性、寿命、成本等方面不足，突破传统电池材料性能和资源瓶颈，开发基于丰产元素的电极材料、宽温域阻燃电解质、高压电解质、安全且高效的关键辅材以及超轻质、耐高温、高隔热、抗冲击电池组安全防护与热管理材料体系；发展适用于金属氢气电池、卤素氢电池等新体系的催化剂体系和关键膜材料。

结合电池材料基因数据库和智能算法，发展自动化制备和实验验证技术，特别针对低温快充技术的需求，优化电池材料的充放电特性，实现电池关键材料及配方的理性设计和自动化实验验证的智能闭环。

5. 颠覆性电池储能新体系。

提出区别于基于传统能质转化机制的电池体系，鼓励创制颠覆性能量储存新体系，发展基于新的能质转化原理与能量赋存形式的储能器件，阐明储能机制与性能特性的关联，验证新型储能电池体系实现路径和可行性，例如极端环境同位素储能电池、量子储能电池、相变储能电池、智慧储能电池等非常规储能体系。

(二) 重点支持项目。

围绕前沿科学问题和产业重大需求，以总体科学目标为牵引，对于前期研究成果积累较好、对总体目标有较大贡献的申请项目，将以重点支持项目的方式予以资助，鼓励与企业联合申报，研究方向如下：

1. 锂/钠电池共性科学问题解析与颠覆性解决对策。

针对现有锂/钠电池体系中长期循环面临的负极可逆性差、枝晶生长难控、界面易失效与电池安全风险高、极端环境服役受限等共性基础科学问题，发展人工智能辅助的工况环境锂电池高维复杂物理模型和高时空与能量分辨的工况条件原位探测方法，精细表征电池充放电过程负极微观形核跨尺度生长机制，基于多物理场与多参数耦合作用机制实现精确计算，创制高可逆性与枝晶抑制新型负极材料；发展先进的表征新方法，揭示固体电解质界相（Solid Electrolyte Interphase, SEI）和正极电解质界面（Cathode Electrolyte Interphase, CEI）的形成机制和离子输运机理，

建立描述 SEI 和 CEI 多维度、多尺度物化性质的定量参数, 阐明电极结构、电解液、工况条件等因素对 SEI 和 CEI 形成、离子输运机理和物化性质的影响规律, 建立可靠的 SEI 和 CEI 力、电、化学等方面性质的数据库, 通过机器学习等方法解析其对电池性能的影响, 提出新型电池结构-性能系统性优化的颠覆性策略。

2. 电池体系中的无损表征新技术。(申请团队需由长期深耕电池领域与长期深耕先进表征领域的申报人组成)

针对电池材料及其表界面因环境和探测源敏感而造成的真实结构难以表征的问题, 开发低剂量成像、谱学等原位无损表征技术, 揭示环境敏感、探测源敏感电池材料及其表界面的本征演化规律和安全失效机制, 提出能量安全高密存储新策略, 为高安全电池研制提供科学依据和技术方案; 依托大型科学仪器装置和其他先进无损表征技术, 揭示电极结构和电极-电解液表界面关键动态变化过程中的新原理、新机制为导向, 构建基于多仪器联用的无损表征系统, 实现共点(面)、同时刻信息采集; 发展覆盖电池全生命周期的多维度无损表征技术, 在多维度、可视化解析电池反应过程中的应用, 高时间-空间-能量分辨、多维度、可视化解析电池反应过程的新原理、新机制, 建立针对电池体系关键动态过程的多模态全局表征新范式。

3. 高安全长寿命低成本储能电池。

针对现有储能电池安全性不足、服役时间短和资源受限等问题, 开发基于丰产元素的新型高安全正负极(或电活性物质)、电解质等关键材料; 发展基于氢电极的新型储能电池体系及核心材料; 通过先进表征和模拟方

法，阐明电化学反应过程和能质传输过程基本规律，多尺度厘清电池失效机制，并提出结构调控策略。发展本质安全、低成本、长寿命的中长时储能电池新体系，实现 80%充放电深度下超万次循环，优化模组集成和系统管理，探索其在大规模新能源存储领域的应用。

4. 极端条件高性能电池。

针对极寒、高压力、微重力、高湿度、强冲击、高加速度、强辐照等极端环境与力学条件下的能量可逆存储和高效转化需求，特别是低轨互联网卫星、深海及极地科考设备长效稳定供电等场景，研究极端条件下电池性能退化现象与材料失效机制，构建失效特性的原位感知和智能诊断技术；开发极端条件用新型高活性、高稳定电极材料与宽液程、快传质电解液，厘清电极材料和电解液的微观结构、化学组分与极端低温下质、荷传输动力学及界面演化行为的构效关系；建立基于描述符的电池材料智能寻优算法与模拟极端条件下的电池器件数字化设计平台；发展极端条件下快传质、高稳定电极-电解液界面调控方法与具有环境动态响应能力的电池新体系，推动电池新体系在极端条件下的集成应用验证。

5. 高比能高功率飞行器新动力电池。

针对现有飞行器动力电池能量密度不足、充电速度慢、低温低气压环境下性能衰退严重等难题，提出颠覆性的电池关键材料及体系，构建有序通道实现高效载流子输运，通过开发原位电化学表征新技术，多尺度解析电池表界面结构演化规律，揭示热-电-力-化学耦合下的电池性能衰退与失效机制，构建大尺寸飞行器动力电源的多物理场耦合模型，发展高比能、高安全、高功率、耐低温、耐低气压的电池新体系，实现电池能量密度高

于 600 Wh/kg、功率密度不低于 1000 W/kg 且能在 -20°C 和 0.7 个大气压下运行的性能突破。

6. 固体电解质离子输运理论与材料设计。

针对固体电解质中载流子在复杂固相环境下的输运机制尚缺乏系统性理论、界面力-电-化学多场耦合失效难控以及新材料研发周期长等共性基础科学问题，发展人工智能辅助的跨尺度高维物理建模与仿真方法，突破传统模拟的时空尺度限制，建立完善的阳离子在不同晶格、非晶及界面相中的固相输运理论体系，阐明多场耦合工况下离子迁移势垒与微观结构演化的构效关系；发展高时空分辨的原位表征技术与高通量实验验证方法，精准捕捉离子输运通道的动态特征与界面反应机理，为理论模型提供关键物理参数校验；构建融合高精度计算与实验数据的固体电解质多模态数据库与知识图谱，利用智能算法深度解析材料组分-结构-性能的内在关联，提出基于“计算-实验-数据”闭环驱动的新型固体电解质逆向设计的颠覆性策略，实现载流子的高效输运和高利用率。

四、项目遴选的基本原则

(一) 紧密围绕核心科学问题，注重需求及应用背景约束，鼓励原创

性、基础性和交叉性的前沿探索。

(二) 优先资助能够解决超越传统的电池体系中的基础科学难题并具有应用前景的研究项目。

(三) 重点支持项目应具有良好的研究基础和前期积累，对总体科学目标有直接贡献与支撑。

五、2026 年度资助计划

拟资助培育项目约 15 项，直接费用资助强度约为 60 万元/项，资助期限为 3 年，培育项目申请书中研究期限应填写“2027 年 1 月 1 日 - 2029 年 12 月 31 日”；拟资助重点支持项目约 6 项，直接费用资助强度约为 280 万元/项，资助期限为 4 年，重点支持项目申请书中研究期限应填写“2027 年 1 月 1 日 - 2030 年 12 月 31 日”。

六、申请要求及注意事项

(一) 申请条件。

本重大研究计划项目申请人应当具备以下条件：

1. 具有承担基础研究课题的经历；
2. 具有高级专业技术职务（职称）。

在站博士后研究人员、正在攻读研究生学位以及无工作单位或者所在单位不是依托单位的科学技术人员不得作为申请人进行申请。

(二) 限项申请规定。

执行《2026 年度国家自然科学基金项目指南》“申请规定”中限项申请规定的相关要求。

(三) 申请注意事项。

申请人和依托单位应当认真阅读并执行本项目指南、《2026 年度国家自然科学基金项目指南》和《关于 2026 年度国家自然科学基金项目申请与结题等有关事项的通告》中相关要求。

1. 本重大研究计划项目实行无纸化申请。申请书提交日期为 2026 年 3 月 1 日 - 2026 年 3 月 20 日 16 时。

(1) 申请人应当按照科学基金网络信息系统(以下简称“信息系统”)中重大研究计划项目的填报说明与撰写提纲要求在线填写和提交电子申请书及附件材料。

(2) 本重大研究计划旨在紧密围绕核心科学问题，对多学科相关研究进行战略性的方向引导和优势整合，成为一个项目集群。申请人应根据本重大研究计划拟解决的核心科学问题和项目指南公布的拟资助研究方向，自行拟定项目名称、科学目标、研究内容、技术路线和相应的研究经费等。

(3) 申请书中的资助类别选择“重大研究计划”，亚类说明选择“培育项目”或“重点支持项目”，附注说明选择“**超越传统的电池体系**”，受理代码选择T01，根据申请的具体研究内容选择不超过5个申请代码。

培育项目和重点支持项目的合作研究单位不得超过2个。

(4) 申请人在申请书起始部分应明确说明申请符合本项目指南中的资助研究方向，以及对解决本重大研究计划核心科学问题、实现本重大研究计划科学目标的贡献。

如果申请人已经承担与本重大研究计划相关的其他科技计划项目，应当在申请书正文的“研究基础与工作条件”部分论述申请项目与其他相关项目区别与联系。

2. 依托单位应当按照要求完成依托单位承诺、组织申请以及审核申请材料等工作。在2026年3月20日16时前通过信息系统逐项确认提交本单位电子申请书及附件材料，并于3月21日16时前在线提交本单位项目申请清单。**未按时提交项目清单的申请将不予接收。**

3. 其他注意事项。

(1) 为实现重大研究计划总体科学目标和多学科集成，获得资助的项目负责人应当承诺遵守相关数据和资料管理与共享的规定，项目执行过程中应关注与本重大研究计划其他项目之间的相互支撑关系。

(2) 为加强项目的学术交流，促进项目群的形成和多学科交叉与集成，本重大研究计划将每年举办 1 次资助项目的年度学术交流会，并将不定期地组织相关领域的学术研讨会。获资助项目负责人有义务参加本重大研究计划指导专家组和管理工作组所组织的上述学术交流活动，并认真开展学术交流。

(四) 咨询方式。

国家自然科学基金委员会交叉科学部交叉科学一处

联系电话：010-62328382