

## 关于发布超越传统的电池体系重大研究计划 2023 年度项目指南的通告

日期 2023-05-26 来源: 作者: 【大中小】 【打印】 【关闭】

国科金发计〔2023〕23号

国家自然科学基金委员会现发布超越传统的电池体系重大研究计划 2023 年度项目指南，请申请人及依托单位按项目指南中所述要求和注意事项申请。

国家自然科学基金委员会

2023 年 5 月 26 日

### 超越传统的电池体系重大研究计划 2023 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，多相微环境中电化学活性位点的协同机制和构效关系，电池全生命周期的结构演变规律。

(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，电池带电界面调控和性能提升规律。

### 三、2023 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. 电池新理论及计算方法。

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、动态的结构和过程的精确、高效计算新方法，建立从微观到介观的跨尺度复杂界面理论体系；构建超浓电解液、高熵电解液、固态电解质与固体电极、气体电极等新型电化学表界面动态模型；探明电、磁、力、热、光等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。

##### 2. 电池新机制及表征技术。

针对传统电化学储能机制下的电池性能瓶颈，建立突破现有体系性能极限的电池新机制；针对传统分析技术难以研究电池真实工况的问题，发展先进的原位、工况表征新方法，揭示真实条件下电化学反应机理，阐明电极材料结构组成、电解液与界面微观结构及动态演变规律；研究电池传感响应特性，开发电池无损-工况-全范围检测方法；探索人工智能数据处理和信息提取融合方法，剖析电化学反应过程和机制。

##### 3. 电池新材料及创制策略。

针对现有电池材料在储能密度、速率以及安全性、寿命、成本等方面的不足，突破传统电池材料性能和资源瓶颈，开发基于丰产元素的高比能电池新材料，高安全宽温域阻燃液态和固态电解质，安全且高效的电极材料和关键辅材；建立电池材料基因数据库和材料筛选的高效率智能算法，提出基于数据驱动的电池关键材料理性设计新方法。

##### 4. 电池新体系及研究范式。

针对现有电池体系在安全性、能量特性、环境适应性等方面的瓶颈问题，探索安全性好、比能量高和环境适应能力强的电池新体系，揭示其电化学储能反应机理和能质传输规律；基于上述新体系的特点，提出融合大科学装置、人工智能等先进技术手段和前沿理论方法的精准、高效研究新范式。

#### (二) 重点支持项目。

围绕核心科学问题，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，研究方向与培育项目相同，研究内容更加聚焦于以下三类体系：

##### 1. 基于丰产元素的电化学储能新体系。

针对现有储能电池安全风险高、资源受限等问题，开发基于丰产元素的新型高安全电活性物质、正负极、电解质等关键材料，阐明电化学反应过程和能质传输过程基本规律；通过先进表征和模拟方法，厘清电池失效机制，

并提出结构调控策略，发展低成本、长寿命、本质安全、宽温域、快响应的储能电池新体系，实现电池 80%深度充放电超万次循环的性能突破，优化模组集成和系统管理，明确在规模性能量存储等领域中的应用。

## 2. 能量高密快速储存的动力电池新体系。

针对现有动力电池续航里程短和充电速度慢等问题，创制高性能固态电解质、新型电解液、比能高和稳定性好的正负极新材料和电池新架构；结合原位表征技术和多尺度理论计算模拟，解析电池中物质与能量运输规律，阐明材料构效关系，揭示材料、电极、电池、模组等不同尺度下结构演变规律，发展高比能、本质安全、快充放、宽温域的动力电池新体系，实现电池能量密度高于 700Wh/kg 和在 10C 倍率充电的性能突破，优化模组集成与系统管理，并实现在动力电源中的应用。

## 3. 极端条件下能质高效转化的新体系。

针对超宽温域、高压、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高效可逆存储需求，探明极端条件下荷质传输动力学与过程强化规律，创制耐受极端条件的电池材料体系新架构，开发满足极端条件使用要求的长贮存、快激活、高比能电池，实现电池工作温域宽于  $-70^{\circ}\text{C} \sim +80^{\circ}\text{C}$ 、抗过载能力大于 20000g（加速度）或贮存寿命大于 20 年的性能突破，并提出电池系统集成管理和评测方法。

## 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、2023 年度资助计划

拟资助培育项目 24 项，直接费用资助强度约为 80 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“2024 年 1 月 1 日 - 2026 年 12 月 31 日”；拟资助重点支持项目 6 项，直接费用资助强度约为 300 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“2024 年 1 月 1 日 - 2027 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人员不得作为申请人进行申请。

- （二）限项申请规定。

执行《2023 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、《2023 年度国家自然科学基金项目指南》和《关于 2023 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 2023 年 6 月 28 日 - 2023 年 7 月 27 日 16 时。

(1) 申请人应当按照科学基金网络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的区别与联系。

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 2023 年 7 月 27 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 7 月 28 日 16 时前在线提交本单位项目申请清单。

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。

(四) 咨询方式。

交叉科学部交叉科学一处

联系电话：010-62328382