**功能基元序构的高性能材料基础研究重大研究计划2019年度项目指南**

功能基元序构的高性能材料是指以功能基元为基本单元，通过空间序构构成具有突破性、颠覆性宏观性能的高性能材料。“功能基元”是在原子/分子层次和宏观性能之间引入的具有特定功能的中间结构层次，序构指人工设计制造的特定结构，如有序结构、长/短程有序、梯度结构等。功能基元序构的材料可以突破元素种类的限制，为探索具有变革性和颠覆性的高性能材料提供了更大的空间。

**一、科学目标**

本重大研究计划瞄准材料科学前沿，通过功能基元序构构建高性能新材料，满足信息、结构、能源和极端服役条件对材料的需求，解决其中的关键科学问题与技术问题，揭示功能基元序构的材料中蕴含的规律，建立相应的理论，发展材料设计的新原理和先进制备技术，逐步实现按需设计变革性和颠覆性新材料的目标，提高我国在材料科学领域的整体创新能力。

**二、核心科学问题**

本重大研究计划将组织材料、信息、数理、化学等学科的科学家共同开展研究，拟解决的核心科学问题如下：

（一） 功能基元的本征特性（如物理化学性质、微纳结构、形态、尺寸、分布等）对宏观性能的影响规律及其调控机理。明确功能基元（如铁电畴、铁磁畴、孪晶、组分、结构、低维量子材料、人工谐振单元等）与材料的宏观性能（如力、热、光、声、电、磁）之间的关联，发现和构筑影响材料宏观新奇物性的关键功能基元。

（二）序构对材料宏观性能优化增强的作用规律。序构（如有序结构、长/短程有序、梯度结构、无序结构等）引发的功能基元间的耦合、增强效应；明晰序构影响材料宏观性能的物理机制。

（三）功能基元序构的协同关联效应。揭示功能基元序构的协同关联作用机制；发现超越功能基元本身的高性能，甚至全新性能；阐明“功能基元+序构”与宏观性能的关联；建立按需设计功能基元序构的高性能材料的方法。

（四）功能基元序构的高性能材料的制备科学与表征技术。发展“自上而下”、“自下而上”制备功能基元序构的高性能材料的新方法与新技术，发展人工序构材料的结构和性能表征技术，探索其中的科学问题。

**三、2019年度重点资助研究方向**

通过“功能基元+序构”的研究思路发展以下高性能材料：

（一）突破现有性能的结构材料。

重点解决传统材料强度与韧性的矛盾，实现综合性能优异的金属、无机、有机材料；发现超轻、超强新材料；满足极端服役条件对材料性能的苛刻要求。特别鼓励对如下变革性材料的探索：如塑性陶瓷（压缩强度>500MPa、断裂应变>10%）；多维复杂序构的功能梯度材料（超高速发射条件下极端动高压大于1.5TPa）等，以满足航空航天和国家重大工程等应用的需求。

（二）面向未来信息技术的新材料。

重点支持基于“功能基元+序构”的中远红外、太赫兹波段的高效光及电磁辐射的激射及探测材料；面向智能制造的高性能智能材料；高灵敏信息转换、存储与处理材料。特别鼓励对如下变革性材料的探索：如工作波长在1.0-30THz、发射功率大于50mW的太赫兹发射材料；可实现亚波长至深亚波长（1/2波长到1/30波长），损耗系数不超过0.1的波调控材料；基于磁电介观畴序构实现超快（0.5 ns）、超低功耗的多态存储材料等，以满足下一代通讯和信息应用的需求。

（三）面向未来的能源、环境及生物医用新材料。

重点支持基于功能基元序构的高性能能量转换与存储材料、光催化材料和生物医用材料等。特别鼓励对以下变革性材料的探索：如功能基元序构的高性能室温热电材料（ZT值>2.0）；有机-无机复合高温质子交换膜及有序结构膜电极（膜工作温度>100℃、电导率>0.2 S/cm、电极功率密度>2.0W/cm2、铂载量<0.1 mg/cm2）等，以满足未来能源与环境技术等的重大需求。

（四）针对其它一些现有材料或传统方法难以克服的“卡脖子”、“硬骨头”等难题，鼓励从“功能基元+序构”的基础科学问题出发，研究和探索解决上述难题的新概念、新思路和新方法。

**四、项目遴选的基本原则**

为确保实现总体目标，本重大研究计划要求申报项目的研究内容必须符合指南要求，围绕“功能基元+序构”的研究思路，以“突破性”、“颠覆性”性能为研究导向，结合实际研究，提炼其中的基础科学问题，开展创新性研究。

（一） 要求研究“功能基元+序构”相关的基础科学问题，即：在申请书中需要明确“功能基元”、“序构”、“功能基元+序构”的设计，研究其中蕴含的机理与机制。其中，序构可以是有序、长/短程有序、甚至无序等形式。

（二）“功能基元”性能可以是寻常的，但“功能基元+序构”获得的宏观材料的性能必须是变革性或颠覆性的，比“功能基元”自身所用材料有大幅度提高，或者发现“功能基元”所用材料本身所不具备的新性能。

（三）要围绕“功能基元+序构”归纳提炼明确的核心关键科学问题。

（四）要明确对实现重大研究计划总体目标和解决核心科学问题的贡献。

（五）鼓励开展实质性的国际合作。

对于有比较好的创新性研究思路或比较好的苗头但尚需一段时间探索研究的申请项目，将以培育项目方式予以资助；对于有较好研究基础和积累，且有明确的重要科学问题需要进一步深入系统研究同时体现学科交叉特征的申请项目，将以重点支持项目的方式予以资助。

**五、2019年度资助计划**

2019年度拟资助培育项目20-30项，直接费用的平均资助强度约为65万元/项，资助期限为3年，培育项目申请书中研究期限应填写“2020年1月1日-2022年12月31日”；拟资助重点支持项目8-10项，直接费用的平均资助强度约为350万元/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“2020年1月1日-2023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。

1.申请人同年只能申请1项重大研究计划项目（其中：重大研究计划项目中的集成项目和战略研究项目除外）；上一年度获得重大研究计划项目（不包括集成项目和战略研究项目）资助的项目负责人，本年度不得作为申请人申请重大研究计划项目。

2.申请和承担项目总数的限制规定。

（1）高级专业技术职务（职称）人员申请和承担项目总数：具有高级专业技术职务（职称）的人员，申请（包括申请人和主要参与者）和正在承担（包括负责人和主要参与者）以下类型项目总数合计限为 3 项：面上项目、重点项目、重大项目、重大研究计划项目（不包括集成项目和战略研究项目）、联合基金项目、青年科学基金项目、地区科学基金项目、优秀青年科学基金项目、国家杰出青年科学基金项目、重点国际（地区）合作研究项目、直接费用大于 200 万元/项的组织间国际（地区）合作研究项目（仅限作为申请人申请和作为负责人承担，作为主要参与者不限）、国家重大科研仪器研制项目（含承担国家重大科研仪器设备研制专项项目）、基础科学中心项目、资助期限超过 1 年的应急管理项目以及资助期限超过 1 年的专项项目[特殊说明的除外；应急管理项目中的局（室）委托任务及软课题研究项目、专项项目中的科技活动项目除外]。

（2）不具有高级专业技术职务（职称）人员申请和承担项目总数：作为申请人申请和作为项目负责人正在承担的项目数合计限为 1 项； 在保证有足够的时间和精力参与项目研究工作的前提下，作为主要参与者申请或者承担各类型项目数量不限。晋升为高级专业技术职务（职称）后，原来作为负责人正在承担的项目计入申请和承担项目总数范围，原来作为主要参与者正在承担的项目不计入。

3.计入申请和承担项目总数的部分项目类型的特殊要求。

（1）优秀青年科学基金项目和国家杰出青年科学基金项目申请时不计入申请和承担总数范围；正式接收申请到自然科学基金委作出资助与否决定之前，以及获得资助后，计入申请和承担总数范围。

（2）基础科学中心项目申请时不计入申请和承担总数范围；正式接收申请到自然科学基金委作出资助与否决定之前，以及获得资助后，计入申请和承担总数范围。基础科学中心项目负责人及主要参与者（骨干成员）在结题前不得作为申请人申请重大研究计划项目。

（3）国家重大科研仪器研制项目（部门推荐）获得资助后，项目负责人在准予结题前不得作为申请人申请重大研究计划项目。

（三）申请注意事项。

1.申请书报送日期为2019年9月16日-9月20日16时。

2.项目申请书采用在线方式撰写。对申请人具体要求如下：

（1）申请人在填报申请书前，应当认真阅读本项目指南和《2019年度国家自然科学基金项目指南》中申请须知和限项申请规定的相关内容，不符合项目指南和相关要求的申请项目不予受理。

（2）本重大研究计划旨在紧密围绕核心科学问题，将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具体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）申请人登录科学基金网络信息系统https://isisn.nsfc.gov.cn/（没有系统账号的申请人请向依托单位基金管理联系人申请开户），按照撰写提纲及相关要求撰写申请书。

（4）申请书中的资助类别选择“重大研究计划”，亚类说明选择“重点支持项目”或“培育项目”，附注说明选择“功能基元序构的高性能材料基础研究”，根据申请的具体研究内容选择相应的申请代码。

**培育项目和重点支持项目的合作研究单位不得超过2个。**

（5）申请人应当按照重大研究计划申请书的撰写提纲撰写申请书，在“立项依据与研究内容”部分，**需要首先说明本次申请符合指南中哪一个重点资助的研究方向**。在论述部分，应明确提出假说，论述其科学意义和依据，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。

（6）申请人应当认真阅读《2019年度国家自然科学基金项目指南》中预算编报须知的内容，严格按照《国家自然科学基金资助项目资金管理办法》《项目资金管理有关问题的补充通知》以及《国家自然科学基金项目资金预算表编制说明》的具体要求，按照“目标相关性、政策相符性、经济合理性”的基本原则，认真编制《国家自然科学基金项目预算表》。多个单位共同承担一个项目的，项目申请人和合作研究单位的参与者应当分别编制项目预算，经所在单位审核后，由申请人汇总编制。

（7）申请人完成申请书撰写后，在线提交电子申请书及附件材料，下载打印最终PDF版本申请书，并保证纸质申请书与电子版内容一致。

（8）申请人应及时向依托单位提交签字后的纸质申请书原件以及其他特别说明要求提交的纸质材料原件等附件。

3.依托单位应对本单位申请人所提交申请材料的真实性、完整性和合规性进行审核；对申请人申报预算的目标相关性、政策相符性和经济合理性进行审核，并在规定时间内将申请材料报送国家自然科学基金委员会。具体要求如下：

（1）应在规定的项目申请截止日期（2019年9月20日16时）前提交本单位电子申请书及附件材料，并统一报送经依托单位签字盖章后的纸质申请书原件（一式一份）及要求报送的纸质附件材料。

（2）提交电子版申请书时，应通过信息系统逐项确认。

（3）报送纸质申请材料时，还应提供由法定代表人签字、依托单位加盖公章的依托单位科研诚信承诺书，并附申请项目清单，材料不完整不予接收。

（4）可将纸质申请材料直接送达或邮寄至国家自然科学基金委员会项目材料接收工作组。采用邮寄方式的，请在项目申请截止时间前（以发信邮戳日期为准）以快递方式邮寄，以免延误申请，并在信封左下角注明“重大研究计划项目申请材料”。

4.申请书由国家自然科学基金委员会项目材料接收工作组负责接收，材料接收工作组联系方式如下：

通讯地址：北京市海淀区双清路83号，国家自然科学基金委员会项目材料接收工作组（行政楼101房间）

邮 编：100085

联系电话：010-62328591

5.本重大研究计划咨询方式：

国家自然科学基金委员会

工程与材料科学部 综合与战略规划处

联系电话：010-62326887

（四）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一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。