**后摩尔时代新器件基础研究重大研究计划2023年度项目指南**

　　本重大研究计划面向芯片自主发展的国家重大战略需求，以芯片的基础问题为核心，旨在发展后摩尔时代新器件和计算架构，突破芯片算力瓶颈，促进我国芯片研究水平的提升，支撑我国在芯片领域的科技创新。

**一、科学目标**

　　本重大研究计划面向未来芯片算力问题，聚焦芯片领域发展前沿，拟通过信息、数理、材料、工程、生命等多学科的交叉融合，在超低能耗信息处理新机理、载流子近似弹道输运新机理、具有高迁移率与高态密度的新材料、高密度集成新方法以及非冯计算新架构等方面取得突破，研制出1fJ以下开关能耗的超低功耗器件和超越硅基CMOS载流子输运速度极限的高性能器件，实现算力提升2个数量级以上的非冯架构芯片，发展变革型基础器件、集成方法和计算架构，培养一支有国际影响力的研究队伍，提升我国在芯片领域的自主创新能力和国际地位。

**二、核心科学问题**

　　针对后摩尔时代芯片技术的算力瓶颈，围绕以下三个核心科学问题展开研究：

　　（一）CMOS器件能耗边界及突破机理。

　　需要重点解决以下关键问题：探寻CMOS器件进行单次信息处理的能耗边界，研究突破该边界的新机理，实现超低能耗下数据的计算、存储和传输。

　　（二）突破硅基速度极限的器件机制。

　　需要重点解决以下关键问题：在探索同时具备载流子长自由程和高态密度的新材料体系基础上，研究近似弹道输运的器件机理，实现突破硅基载流子速度极限的高性能器件。

　　（三）超越经典冯∙诺依曼架构能效的机制。

　　需要重点解决以下关键问题：探寻计算与存储融合的机制与方法，并结合新型信息编码范式，实现新型计算架构，突破冯∙诺依曼架构的能效瓶颈。

**三、2023年度资助的研究方向**

　　（一）培育项目。

　　围绕上述科学问题，以总体科学目标为牵引，2023年度拟资助探索性强、选题新颖、前期研究基础较好的申请项目，研究方向如下：

　　1.超低功耗器件的理论、材料与集成技术。

　　针对1fJ以下的开关能耗目标，研究超越CMOS的新原理逻辑、存储、感知器件及其核心材料与集成技术；研究极端物理条件下的极低功耗信息处理与存储机制及模型。

　　2.高速高性能器件的理论、材料与集成技术。

　　探究弹道输运机制，寻求超越传统硅基沟道自由程和态密度的半导体材料，研究并实现高弹道输运系数的新型场效应器件；探索有限能耗下的信息高速处理、存取与传输新机制及其器件技术。

　　3.高能效计算与存储架构。

　　探寻突破冯∙诺伊曼能效瓶颈的新型计算架构和存储架构，研究面向存内计算新架构的设计方法学。

　　（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，2023年拟资助前期研究成果积累较好、处于当前研究热点前沿、对总体科学目标有较大贡献的申请项目，研究方向如下：

　　1.原子级沟道P型晶体管。

　　研制高性能低功耗原子级沟道P型晶体管，沟道厚度小于1.5nm，迁移率大于100cm2/V∙s，Vds = 1V时开态电流大于600μA/μm、关态电流小于100pA/μm。

　　2.硅基新型神经突触器件。

　　研制硅基新型神经突触器件，探索器件在电和近红外光刺激下多电导态产生的光电协同机理，阐明影响器件及其阵列波动性、重复性的物理机制和突触行为机理，并建立相关模型。实现阵列规模不小于4kbit，单次操作能耗低于1fJ、操作速度达到纳秒量级、权重精度达到3bit以上，并实现基于神经突触阵列的神经形态视觉。

　　3.多元编码融合的张量处理架构。

　　研究随机数、定点数、浮点数等两种或多种新型编码共融的编码机制，以及数字域、时间域、频率域多域融合的计算范式，数据精度可配置、数模计算异步协同的新型架构，探索编码可重构、硬件可复用的电路设计技术，研制高精度的张量处理器芯片，8bit等效精度下的计算密度大于5TOPS/mm2、能效大于50TOPS/W。

　　4.异构融合的高能效存内搜索架构。

　　研究非易失关联存储器及其集成技术、异构融合存内搜索架构以及混合精度能效提升技术，单比特搜索能耗低于1fJ，在多模态信息检索任务验证中实现与软件相当的搜索准确率，8bit等效精度下的能效大于50TOPS/W。

**四、项目遴选的基本原则**

　　（一）紧密围绕核心科学问题，鼓励有价值的前沿探索和创新研究。

　　（二）优先资助能解决芯片中的实际难题、具有应用前景的研究项目。

　　（三）鼓励多学科交叉研究。

　　（四）重点资助具有良好研究基础和前期积累、对总体科学目标有直接贡献的研究项目。

**五、2023年度资助计划**

　　2023年度拟资助培育项目8项，资助直接费用约为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4项，资助直接费用约为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。申请书提交时间为2023年3月15日－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，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“后摩尔时代新器件基础研究”，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。

　　（4）申请人在申请书“立项依据与研究内容”部分，应当首先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总体科学目标的贡献。

　　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。

　　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。

　　4.本重大研究计划咨询方式：

　　国家自然科学基金委员会信息科学部四处

　　联系电话：010-62327351