**后摩尔时代新器件基础研究重大研究计划2020年度项目指南**

　　“后摩尔时代新器件基础研究”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发展与创新。

**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，拟通过与信息、数理、工程材料、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∙诺伊曼架构芯片，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**

　　本计划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。

　　 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。

　　 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。

　　 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、2020年度重点资助研究方向**

　　本重大研究计划2020年度重点资助以下研究方向：

　　（一）培育项目。

　　围绕上述科学问题，以总体科学目标为牵引，2020年度拟资助探索性强、选题新颖、前期研究基础较好的“培育项目”，建议研究方向包括但不限于以下内容：

　　1.新材料与低功耗器件。

　　针对1fJ以下开关能耗目标，探索突破CMOS器件开关能耗瓶颈的新原理，实现超低功耗器件研制及器件新原理论证。重点研究影响器件开关能耗的新效应与新机制、与CMOS工艺兼容的材料和低功耗器件制备方法、器件模型以及电路-器件协同设计等。

　　2.新材料与高性能器件。

　　探寻适于硅基异质集成的新型半导体材料，研制具有超越硅基CMOS输运能力的高性能器件，重点研究兼具高迁移率与高态密度的半导体材料、非经典电子态新材料及其高性能器件的输运机制与制备工艺，并探索其面向CMOS异质集成的应用潜力。

　　3.生物启发的新原理器件。

　　探索模拟生物神经细胞行为与功能的新机制、新材料，研制受生物启发的新原理器件或者功能单元原型，重点关注器件的特性调控机理、规模化集成方法和尺寸缩小潜力等，鼓励探索仿生器件的CMOS工艺兼容性以及脉冲神经信息处理方法。

　　4.存内计算新架构跨层次设计方法。

　　面向存内计算新架构，开展"应用-架构-器件"跨层次自动化设计工具的研究。重点构建跨层次的存内计算架构仿真平台，开发存内计算指令的自动化编译工具，研究指令到硬件的自动映射方法和工具。

　　（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，2020年拟资助研究基础较好、对总体目标有较大贡献的“重点支持项目”，重点支持方向如下：

　　1.超低功耗新原理信息器件。

　　利用CMOS兼容工艺研制单比特逻辑功耗低于1fJ、特征尺寸小于100nm的新原理存算一体器件，同时实现非易失性信息存储及ns量级高速读写。重点研究多物理场协同调控器件特性的方法，探索基于信息新载体实现超低功耗信息处理的新机制。

　　2.CMOS异质集成低功耗高性能器件。

　　针对硅基异质集成应用，探索适合低温工艺的高迁移率超薄沟道材料，研制CMOS工艺兼容的低功耗高性能晶体管，0.5V源漏工作电压下开态电流超过1mA/µm，同时开关比达到6个数量级以上，实现典型的CMOS原型电路。

　　3.高精度高能效神经形态新原理器件与网络。

　　研究生物启发的具备时空复杂信息处理能力的神经形态器件及神经网络。重点研究基于材料新动力学特性的高精度、高能效信息处理的原理、方法、器件和集成技术，在多比特计算精度下，基于新器件实现峰值能效超过20TOPS/W的神经网络计算架构。

　　4.高能效存内计算芯片。

　　探索提升计算能效的新机制，重点研究存内计算面临的规则存储与不规则计算矛盾问题，在此基础上研制基于CMOS工艺的高能效存内计算芯片，开发高能效的数据计算、搬运与存储电路拓扑及数字信号脉冲化结构。芯片在支持Alexnet、ResNet等大规模多层卷积神经网络下峰值能效超过50TOPS/W。

**四、项目遴选的基本原则**

　　围绕核心科学问题，本重大研究计划强调和鼓励：

　　（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、对总体目标有直接贡献的研究项目。

**五、2020年度资助计划**

　　2020年度拟资助培育项目10项左右，直接费用的平均资助强度约为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“2021年1月1日—2023年12月31日”；拟资助重点支持项目4项左右，直接费用的平均资助强度约为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“2021年1月1日—2024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）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2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、原创探索计划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]。

　　具有高级专业技术职务（职称）的人员作为主要参与者正在承担的 2019 年（含）以前批准资助的项目不计入申请和承担总数范围，2020 年（含）以后申请（包括申请人和主要参与者）和批准（包括负责人和主要参与者）项目计入申请和承担总数范围。

　　（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。

　　（4）原创探索计划项目从预申请开始直到自然科学基金委作出资助与否决定之前，不计入申请和承担总数范围；获资助后计入申请和承担总数范围。

　　（三）申请注意事项。

　　1.本重大研究计划2020年度项目申请接收截止时间为2020年6月30日16时。本重大研究计划项目申请采取无纸化申请。

　　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《2020年度国家自然科学基金项目指南》中的相关内容，不符合项目指南和相关要求的项目申请不予受理。

　　（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/（以下简称信息系统；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“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。

　　（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。

　　申请书选题应符合本重大研究计划的实施原则，具有明确的关键科学问题。申请书的内容应瞄准核心科学问题，突出有限目标，强调创新点与前沿基础科学问题的研究。

　　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，应避免同一研究内容在不同资助机构申请的情况。

　　（6）申请人应当严格按照《国家自然科学基金资助项目资金管理办法》《关于国家自然科学基金资助项目资金管理有关问题的补充通知》《关于国家自然科学基金资助项目资金管理的补充通知》《关于进一步完善科学基金项目和资金管理的通知》《国家自然科学基金项目预算表编制说明》的具体要求，坚持“目标相关性、政策相符性、经济合理性”的基本原则，认真如实填写《国家自然科学基金项目预算表（定额补助）》和《预算说明书（定额补助）》。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。申请材料中所需的附件材料（有关证明信、推荐信和其他特别说明要求提交的纸质材料原件），全部以电子扫描件上传。

　　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。具体要求如下：

　　（1）应在项目集中接收工作截止时间前（2020年6月30日16时）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，无需报送纸质申请书。项目获批准后，将申请书的纸质签字盖章页装订在《资助项目计划书》最后，一并提交。签字盖章的信息应与电子申请书严格保持一致。

　　（2）依托单位完成电子申请书及附件材料的逐项确认后，应于申请材料提交截止时间前通过信息系统上传本单位科研诚信承诺书的电子扫描件（请在信息系统中下载模板，打印填写后由法定代表人亲笔签字、依托单位加盖公章），无须提供纸质材料。

　　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：010-62327143

　　（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