

## 信息科学部重大项目指南

2025 年信息科学部共发布 10 个重大项目指南，拟资助 6 个重大项目。项目申请的直接费用预算不得超过 1500 万元/项。

# “应急场景驱动的数据要素化信息基础理论与技术”

## 重大项目指南

我国自然灾害频发且种类复杂，发展数据赋能的应急管理体系是提高防灾减灾保障能力的关键。然而，应急数据存在动态突变、高维稀疏、多模异构、规模庞大且跨部门数据关联复杂，导致灾害成因分析滞后、演变规律不清等问题，制约应急预警准确率与响应速度。本项目旨在探究复杂多源应急数据的内在关联结构和演变规律，形成应急场景下数据要素化处理与泛化应用的信息基础理论与技术，为提升我国应急管理的防灾减灾保障能力奠定基础支撑。

### 一、科学目标

针对突发性应急事件预警难、响应慢的关键挑战，探索基于数据要素化处理的新型信息理论，揭示海量应急数据的内在结构与演变规律，突破数据要素的提炼生成、复杂性度量及跨域泛化应用等关键技术，探究应急场景驱动的数据要素分布式应用与组合优化机制，建立应急管理数据的数据要素化信息处理标准规范与技术体系，实现突发应急事件的精准预警和快速响应，促进数据赋能的应急管理体系高质量发展。

### 二、研究内容

#### （一）数据要素化信息理论与编码方法。

针对应急数据跨域差异大、突变性强等特征，研究面向数据

要素化处理的新型信息理论，构建数据要素模型适配性与复杂度度量方法；设计面向跨域泛化应用的多尺度数据要素编码方法，实现不同需求下数据要素的高效表征；构建分布式计算通信框架与应急场景知识库，研究面向应急管理任务的数据要素高效流通与协作处理方法。

### （二）复杂数据空间的结构化分解与重构。

研究高维数据结构化分解方法，在保证数据特征留存的前提下，从海量应急数据中提炼数据要素；探究以数据要素为基元的数据集生成机制，实现低失真度的数据重构；构建面向数据要素的率失真模型，揭示数据要素提炼的压缩率与数据重构失真度之间关系。

### （三）面向应急场景的数据要素分布式应用与组合优化。

研究数据要素的分布式组织应用方法，实现数据要素的跨域泛化应用；建立面向应急任务复杂约束条件的数据要素组合优化准则，实现应急风险预警多样化需求的最优适配；建立评估数据要素组合有效性的量化模型，优化要素组合中的差异化调控变量。

### （四）数据要素化信息系统与应急管理示范应用。

构建分布式数据要素化信息系统，面向多源应急数据开展要素化高效处理演示验证，实现数据要素提炼的压缩率优于 10:1、数据重构失真度小于 10%；针对森林火灾、山体滑坡、洪涝灾害等典型应急场景，开展数据要素化信息系统的监测预警和应急救援示范应用，突发应急事件的预警准确率优于 90%、预警时间降

耿晓光 北京科技大学

耿晓光 北京科技大学

耿晓光 北京科技大学

低至小时级以下。

### 三、申请要求

(一) 申请书的附注说明选择“应急场景驱动的数据要素化信息基础理论与技术”，申请代码 1 选择 F0101。

(二) 咨询电话：010-62327143。

耿晓光 北京科技大学

耿晓光 北京科技大学

耿晓光 北京科技大学

耿晓光 北京科技大学

耿晓光 北京科技大学

耿晓光 北京科技大学

# “非合作卫星互联网无线空口网络化认知与主动防御 基础理论与技术研究”重大项目指南

随着非合作卫星互联网的规模化增长与非法终端直连卫星等接入行为的频繁出现，非合作卫星互联网无线空口认知与防御体系日趋重要。传统地面监测站点少、观测区域受限，非合作卫星网络整体空口行为无法认知，非法空口信息难以阻断。针对无线空口信号强弱交织、多制式协议混杂等挑战，本项目拟利用地面通信基站等泛在基础设施，构建非合作卫星互联网空口网络化认知与主动防御体系，为非合作卫星互联网有效信息管控提供基础理论与技术支撑。

## 一、科学目标

围绕非合作卫星互联网电磁态势感知模糊、空口行为认知失准、系统主动防御效能不足等难题，探究智能博弈体系下认知防御系统与通信基础设施融合共生机理，提出基于地面泛在通信基础设施的非合作卫星互联网无线空口网络化认知方法，突破针对典型非法接入行为的主动防御技术，形成非合作卫星互联网无线空口网络化认知与主动防御理论与技术体系。

## 二、研究内容

(一) 非合作卫星互联网无线空口网络化认知与主动防御架构。

探索智能博弈体系下多频、多制式、多尺度混杂的空口态势演变规律，揭示认知防御系统与地面通信基站的相互作用机理，

构建基于地面泛在通信基础设施的无线空口网络化认知与主动防御架构，提出适配空口态势演变的认知防御网络调控方法。

### （二）非合作卫星互联网无线空口网络化认知方法。

构建无线空口的“信号特征-协议参数-空口行为-时空演变”多维表征模型，探究多星多波束的信号样式、协议制式等电磁域特征与拓扑分布、运动轨迹等时空域特征间的关联机理；提出非合作卫星互联网的空口协议逆向解析与网络行为推理等方法。

### （三）非合作卫星互联网无线空口跨域主动防御技术。

构建非合作卫星互联网无线空口脆弱性演化模型，探明非法接入行为的模式特征与规律，揭示“能量-信号-协议”跨域主动防御机理，构建非完全信息条件下博弈防御策略生成框架，实现灵巧封控的高能效主动防御。

（四）非合作卫星互联网无线空口网络化认知与主动防御验证。

开展非合作卫星互联网“电磁环境-空口行为-时空分布”多维度模拟，构建利用地面泛在通信基础设施的空口网络化认知与主动防御验证系统，设计能力评估体系并完成试验验证。

## 三、申请要求

（一）申请书的附注说明选择“非合作卫星互联网无线空口网络化认知与主动防御基础理论与技术研究”，申请代码 1 选择 F0102。

（二）咨询电话：010-62327143。

# “巨型遥感星群大尺度时空事件连续观测、智能理解与推演研究”重大项目指南

大尺度时空事件理解与推演是巨型遥感星群的新质能力，本项目拟探索事件驱动的巨型遥感星群系统感知智能、认知智能与自主智能的理论与技术体系，构建事件自主驱动的巨型遥感星群智能服务系统，为国家安全、灾害应急等重大事件精准决策提供基础支撑。

## 一、科学目标

面向空天时空智能的科技前沿和国家重大应用需求，聚焦巨型遥感星群大尺度时空事件连续观测与智能理解的关键科学与技术挑战，揭示遥感时-空-谱多维观测与事件表征和语义关联机理，构建连续事件观测的最优完备表征理论，建立遥感动态事件跨时空理解与推演机制；突破复杂星群系统的多模态资源建模与自主动态优化调配技术，促进大尺度时空事件规律挖掘及知识涌现，为遥感信息时空智能领域科技发展贡献新理论与新技术。

## 二、研究内容

### （一）巨型遥感星群大尺度时空事件完备观测。

建立巨型遥感星群事件感知的时-空-谱多维稀疏采样观测理论，揭示多维观测粒度与观测信息容量的关系；研究多维观测的最优逼近结构化表征方法，构建数据与模型混合驱动的信息完备重构理论，确定事件驱动的巨型遥感星群观测能力边界。

## （二）巨型遥感星群多模态数据事件语义序列重构。

研究跨视角多模态遥感数据统一表征方法，建立不同平台、探测机理和观测参数的关联模型；研究跨模态数据的物理模型映射关系，构建多物理场耦合的跨模态表征模型；研究复杂事件的时空演化逻辑特征，发展时空因果推理与事件语义解析方法，重构时空事件语义序列，准确率优于 90%。

## （三）巨型遥感星群大尺度时空事件过程理解与推演。

探索大尺度时空事件规律精准发现机制，建立统计前沿理论与先进人工智能方法融合的事件要素提取模型，提出可信学习表征的大尺度时空事件脉络理解新范式；研究结合长期规律挖掘与时敏要素状态分析的事件动向推演方法，典型事件推演准确率优于 90%。

## （四）巨型遥感星群事件理解与推演平台构建。

提出巨型遥感星群事件观测能力度量模型，研究动态高维异构观测资源实时调度方法，建立大尺度时空事件最优连续观测机制；构建星上多态协同计算框架，研发大尺度时空事件驱动的自主智能闭环系统，支持不少于 200 颗遥感星群的两种以上典型事件分钟级响应与反馈，并开展演示验证。

## 三、申请要求

（一）申请书的附注说明选择“巨型遥感星群大尺度时空事件连续观测、智能理解与推演研究”，申请代码 1 选择 F0113。

（二）咨询电话：010-62327143。

# “天基磁光探测遥感的电磁学基础理论”重大项目指南

天基磁光探测遥感是发现地下、水下隐蔽目标的重要技术。光辐射与微波手段易受介质干扰，磁场因其强穿透介质特性成为突破方向。然而，天基磁光探测面临地域广、磁场弱等严峻挑战，隐蔽目标难以发现，制约了战略态势关键信息的及时获取。本项目旨在创制磁光遥感磁场信息获取的新能力，突破光辐射与微波手段直接测量地下、水下隐蔽目标的光电信号衰减理论极限，提升隐蔽目标的广域精细探测水平，拓展我国天基探测能力边界。

## 一、科学目标

围绕磁光效应天基遥感信息获取中的难题，研究复杂地表环境影响下塞曼分裂演化机制，揭示大气气体分子弱磁场梯度-红外辐射光谱耦合调制规律；创新磁光信号反演方法，融合物理机理与数据驱动技术，构建高精度大气传输红外谱线反演模型；建立面向天基磁场强度遥感的磁光感知等效验证方案，为隐蔽目标早期发现提供理论基础，支撑我国新一代天基探测遥感的发展。

## 二、研究内容

### （一）大气气体分子弱磁场梯度-辐射光谱耦合机制。

研究大气气体分子弱磁光耦合的第一性原理高精度求解算法，建立复杂地表环境影响下气体分子塞曼分裂特征光谱发射-吸收随机过程模型，探究隐蔽目标区域高浓度大气分子在弱磁场下的飞秒辐射动力学调制过程，为大气气体分子塞曼分裂磁光光谱

特征解析及弱磁场梯度光谱反演提供理论基础。

### (二) 低波数特征谱线发现与红外背景噪声抑制。

探究泵浦调制下的分子红外辐射规律，研究光子数分辨的低波数大气谱线抖动噪声影响，探索大气气体分子光谱展宽抑制与泵浦调制序列的关系，发现低波数光谱特征突变规律，提出低波数特征光谱谱线劈裂提取方法，为隐蔽目标磁场遥感提供支撑。

### (三) 物理-数据融合的磁光电磁学反演理论。

探索隐蔽目标的测量信号和物理特征的因果关联性，解析磁光信号与隐蔽目标的非线性映射关系，发展基于非平衡统计特征挖掘的高价值信息提取算法，建立隐蔽目标小样本数据的学习能力，形成数百公里尺度超远距离的磁光光谱反演新理论。

### (四) 弱磁场梯度磁光探测等效验证。

针对天基磁光探测中电磁信号获取难的问题，开展磁多极子场-大气分子动力学耦合、地表/水表物质特征辐射-磁光信号关联等研究，建立天基探测实验验证标定方法，完成天基隐蔽目标探测的磁光效应感知等效验证。

## 三、申请要求

(一) 申请书的附注说明选择“天基磁光探测遥感的电磁学基础理论”，申请代码 1 选择 F0114。

(二) 咨询电话：010-62327143。

# “基于可微物理表示的空间智能学习机制”重大项目指南

大模型技术在智能机器人、智能制造等领域广泛应用，当前基于“数据驱动”的多模态大模型学习框架难以全面理解和遵循物理规律，亟需开展面向三维物理世界的时空感知、解析、推理、预测和自主适应等“空间智能”技术基础研究。本项目拟通过将空间结构和物理规律以连续可微的数学形式（可微物理表示）嵌入计算模型，形成“数据与物理双驱动”的空间智能学习机制，实现空间物理机理与多模态大模型学习框架的深度融合，为新一代人工智能技术的发展提供理论与方法支撑。

## 一、科学目标

针对当前数据驱动的多模态大模型学习框架所面临的三维时空通用表征困难、空间结构与物理规律约束不足、物理认知与空间推理能力薄弱等科学难题，提出面向空间智能的可微物理计算理论与方法，研究动态现象的可微物理时空表征与建模，构建可微物理表示驱动的大模型认知推理框架，提升大模型的物理认知与空间推理能力。研发空间智能训练与验证开源平台，并开展面向具身智能的示范研究，以突破空间智能的物理能力瓶颈。

## 二、研究内容

### （一）面向空间智能的可微物理计算理论与方法。

探讨当前三维物理时空理解和推理任务中的理论局限，建立面向空间智能的可微物理计算基础理论，推导空间结构和物理规

律在数学建模和计算实现过程中的可微性，分析其计算复杂度及收敛性；评估微分结果与真实数据分布间的一致性，验证物理可微性在提升模型空间理解和推理方面的泛化能力及有效性。

（二）面向三维空间动态现象的可微物理时空表征与建模方法。

面向复杂动态现象的高精度感知与深度理解需求，建立基于可微物理表示的时空建模理论，研究支持高可靠与高精度环境动态演化及反演的可微建模方法，形成融合可微物理表示的时空表征高效学习机制，实现物理精确的感知理解和可干涉重现；针对不少于 20 种复杂场景（如多种流体、碰撞、形变等），研究高精度感知与高保真仿真技术，实现关键物理量预测误差小于 10%。

（三）可微物理表示驱动的大模型认知推理。

面向大模型的时空认知推理能力需求，构建物理规律约束的生成式人工智能基础模型，设计数据与物理双驱动的多模态大模型架构，突破可微物理表示驱动的大模型学习关键技术，显著提升大模型时空认知推理能力；支持在不少于 10 种不同类型的场景（如目标导航、物体操作、协同作业等），实现长时序、物理一致的动态场景生成与高可信认知推理。

（四）面向具身智能的开源平台及应用示范验证。

面向具身智能体在真实物理环境中的自适应学习需求，建立空间智能训练和评估通用框架，搭建融合可微物理表示与多模态大模型的“真实—仿真—真实”闭环系统，实现对开放世界的高

保真模拟。依托国产人工智能生态，构建开源训练与验证平台；围绕智能机器人、智能制造等领域，在不少于 5 种真实任务场景中开展应用示范验证，检验系统的实用性与泛化能力。

### 三、申请要求

（一）申请书的附注说明选择“基于可微物理表示的空间智能学习机制”，申请代码 1 选择 F0209。

（二）咨询电话：010-62327929。

# “电子固废资源化过程智能优化与控制基础理论及关键技术”重大项目指南

电子固废资源化是减少环境污染、促进资源循环利用的有效手段，也是提升国家资源安全的重要保障。提升电子固废资源化过程智能优化运行水平，可有效提高资源利用率、降低处理成本，对促进电子固废资源化行业技术进步、推动国家经济发展的绿色化转型和社会可持续发展意义重大。

## 一、科学目标

针对电子固废资源化利用率低、处理成本高的难题，研究电子固废资源化过程多批量处理、多工序调度、多资源析取的智能优化与控制方法，突破电子固废资源化过程辨识、柔性调度、协同优化和智能控制等关键技术，形成电子固废资源化过程智能化运行基础理论，研发电子固废资源化过程智能优化运行系统，在典型电子固废资源化企业进行应用验证。

## 二、研究内容

### （一）多品类批量分选精准辨识与定位研究。

针对多品类电子固废外形、材质以及颜色等特征差异小而辨识难的问题，开展电子固废精准辨识研究；针对电子固废分选拆解、破碎以及析取等流程多而难以准确定位问题，开展电子固废多品类批量分选过程多线程定位标记研究。

### （二）多工序耦合过程柔性调度研究。

针对拆解过程多工序耦合强、关联关系复杂、调度效率低等问题，建立能够全面反映工序耦合、人机交互特性及物料流动规律的动态模型，开展多工序耦合过程人员、机器和物料等资源优化配置策略和柔性调度方法研究。

### （三）离散/连续混合流程多目标协同优化研究。

针对电子固废资源化过程的回收率、能耗、环境污染以及处理效率等多目标协同难题，开展拆解、破碎、析取等离散/连续混合流程的多目标描述和多约束条件构建方法研究，建立离散/连续混杂空间多目标协同优化理论。

### （四）多资源同步析取过程智能控制研究。

针对电子固废中材料成分复杂、理化性质各异、与提取剂的作用机制不一，导致的动力学特征描述和过程控制难题，建立基于机理与数据双驱动的析取过程动态模型，研究知识引导的多资源同步析取过程智能控制方法。

### （五）电子固废资源化过程智能优化运行系统。

研发电子固废资源化过程智能优化运行系统，建立电子固废资源化过程优化与控制实验平台，在典型电子固废资源化企业进行应用验证。

## 三、申请要求

（一）申请书的附注说明选择“电子固废资源化过程智能优化与控制基础理论及关键技术”，申请代码1选择F0302。

（二）咨询电话：010-62327967。

# “高端装备装配过程数字孪生及机器人调控理论与技术”

## 重大项目指南

以航空航天、能源动力装备为代表的高端装备，是国防安全保障和国民经济发展的战略支撑和重要基石。装配是装备制造中决定产品质量和服役性能的关键工艺过程之一。多源误差耦合和动态不确定性给高端装备复杂装配过程的精准调控和服役性能预测带来了极大挑战，基于人工经验“试错”保证装备性能的传统装配模式亟待改进。研究高端装备装配过程数字孪生及机器人调控理论与关键技术，对变革传统装配方式、提升装备制造性能、引领装配智能化发展具有重要意义。

### 一、科学目标

面向我国高端装备制造性能保障和提升的迫切需求，针对精密装配过程单工序误差在线精准测量难、多工序误差累积递增、装与用工况差异大等挑战，解决多物理场耦合的高精度实时孪生建模、多工序过程的几何偏差与应力耦合传播机理、高鲁棒的多工序装配工艺参数动态优化等关键科学问题。构建以“性能预测-工艺优化-精准调控”为核心的机器人自主装配基础理论与关键技术体系，研发高端装备精密装配过程数字孪生反演优化验证平台以及精密装配机器人系统，为我国高端装备高质量装配提供基础性科学方法和前瞻性技术支撑，产生具有国际影响力的标志性研究成果。

## 二、研究内容

### （一）多物理场耦合的精密装配过程孪生建模。

研究数据与物理融合驱动的多物理场耦合工艺过程孪生建模方法，构建装配工艺过程孪生模型不确定性的量化评估理论，建立基于装配过程在线感知与实时交互的孪生模型自学习修正机制，实现装配过程不可测状态变量的感知及预测。

### （二）多工序装配性能与服役性能孪生预测。

揭示几何与物理耦合的多工序过程装配性能演变机理，研究复杂载荷作用下几何与物理装配偏差对装备服役性能的影响规律，构建装配性能孪生预测模型与装备服役性能预测模型，为工艺优化提供定量指导依据。

### （三）多工序机器人装配工艺参数动态优化决策。

研究面向多空间尺度性能保证的高维装配工艺参数动态优化理论，构建机器人装配系统多源非线性耦合误差与随机扰动下的多工序装配工艺参数在线生成模型，实现孪生模型驱动的机器人装配系统动态优化决策。

### （四）精密装配过程机器人作业精准控制。

研究形性多变量控制约束下的机器人装配作业轨迹在线动态生成方法，构建精密装配过程虚实动态交互的机器人闭环优化控制理论，研究复杂非线性接触状态下超大负载机器人的高灵敏力位协同柔顺控制方法，实现机器人装配作业的精准控制。

### （五）高端装备精密装配典型场景应用验证。

研发高端装备精密装配过程的数字孪生反演优化验证平台和精密装配机器人系统，在航空航天、能源动力等领域典型高端装备装配过程中进行核心理论与关键技术的应用验证。

### 三、申请要求

（一）申请书的附注说明选择“高端装备装配过程数字孪生及机器人调控理论与技术”，申请代码 1 选择 F0308。

（二）咨询电话：010-62327967。

# “跨物种仿生智能感知和优化控制基础理论与应用验证”

## 重大项目指南

仿生智能是人工智能理论与技术亟待突破的世界科技前沿。在环境、任务、行为和本体不确定条件下，如何有效实现多粒度感知、多目标优化、自进化控制和全回路全周期动态融合是重大难题。为应对上述难题，亟需借鉴并融合多种优势生物机制，开展跨物种仿生感知、优化、控制和动态融合的新方法研究。因此，建立跨物种仿生基础理论框架，实现关键技术突破，对发展新一代控制科学与技术具有重要科学意义和应用价值。

### 一、科学目标

针对现有仿生智能难以应对环境、任务、行为和本体不确定性条件下的感知和优化控制难题，揭示面向多模态异构时空信息的跨物种多感官仿生感知机理，提出多时空约束下的跨物种多目标强耦合仿生优化理论，建立干扰不确定下的跨物种自进化仿生控制新框架，构建全回路全周期动态融合新系统，实现跨物种仿生智能感知和优化控制应用验证，为仿生智能技术发展提供重要理论支撑。

### 二、研究内容

#### (一) 跨物种多感官多粒度仿生感知。

研究优势生物感官启发的跨物种协同感知方法，建立多粒度融合多感官深层感知方案，提出复杂极端环境下自主学习-类人理

解-推理预测方法，设计基于神经形态电路的仿生感知系统，实现对复杂极端环境的多感官深层感知与理解。

#### （二）跨物种多目标强耦合仿生优化。

研究多任务调度和资源分配的多目标优化动力学方法，建立复杂场景下多层次动态融合模型和情感知识融合决策方案，设计仿生主被动决策进化方法，提出仿生感知与控制个性化交互优化策略，形成跨物种多目标强耦合仿生优化理论。

#### （三）跨物种多层次自进化仿生控制。

构建优势生物机制启发的知智融合变构系统模型，提出面向复杂极端环境的低功耗安全控制方法，研究自适应进化多目标协同的集群控制方法，形成面向复杂极端环境的强抗扰-多任务-可持续发展的自主学习跨尺度融合仿生控制理论。

#### （四）跨物种仿生融合系统及应用验证。

研究跨物种仿生感知、优化、控制模块之间的耦合关系，建立数据-信息-知识全周期仿生进化框架，形成可持续、轻量自适应动态融合系统，研究虚实融合与跨物种仿生智能算法适配技术，构建跨物种仿生智能感知和优化控制应用验证平台，在应急救援等复杂动态场景中开展应用验证。

### 三、申请要求

（一）申请书的附注说明选择“跨物种仿生智能感知和优化控制基础理论与应用验证”，申请代码 1 选择 F0310。

（二）咨询电话：010-62327967。

# “碳化硅高压集成电路设计方法及制造工艺研究”

## 重大项目指南

行星探测器动力单元、深井钻探压缩机、核电站辐射监测系统的关键部件对高压功率集成电路提出了耐高温和抗辐射的迫切需求。碳化硅材料禁带宽度超过  $3.2\text{eV}$ ，临界击穿电场强度超过  $3\text{MV/cm}$ ，具备工作温度高、抗辐射能力强的优势。目前，碳化硅从分立器件向集成电路方向发展是国际上化合物半导体集成电路领域关注的热点之一。本项目旨在建立碳化硅功率集成电路设计方法及制造工艺，研制耐高温、抗辐射、高可靠的碳化硅高压集成电路，对支撑我国航空航天、油气勘探开发、核电等重大战略发展具有重要意义。

### 一、科学目标

以新一代航空航天、军事装备、核电、能源勘探等国家重大战略需求为导向，围绕碳化硅高压集成电路设计及制造需求，解决碳化硅集成器件表面载流子迁移率低、碳化硅外延和衬底间高温漏电大、碳化硅集成电路 SPICE 模型仿真精度低、高温及瞬时电冲击下电路耐受能力不足等关键科学问题，提出碳化硅高低压兼容的制造新工艺及碳化硅电路设计新方法，为耐高温、抗辐射、高可靠的碳化硅高压集成电路设计与自主制造奠定基础。

### 二、研究内容

(一) 耐高温、抗辐射、高可靠的碳化硅集成器件。

揭示碳化硅 LDMOS 器件的表面电势及载流子分布规律，探索表面载流子路径转移方法，提出高压高迁移率碳化硅 LDMOS 器件结构。研究碳化硅集成器件在高温及辐照环境下的电学特性退化规律，并揭示其退化机理。牵引指标：LDMOS 器件击穿电压  $\geq 1200\text{V}$ ，最大工作温度  $\geq 400^\circ\text{C}$ ，有效迁移率  $\geq 100\text{cm}^2/(\text{V}\cdot\text{s})$ ，抗总剂量辐射能力  $\geq 10000\text{krad}$ 。

#### (二) 高可靠高低压兼容碳化硅集成工艺。

研究碳化硅高质量多次外延、高浓度埋层注入、低缺陷栅氧生长、沟槽刻蚀和填充等关键工艺，提出高可靠高低压隔离结构，构建高低压兼容碳化硅集成工艺。牵引指标：隔离结构宽度  $\leq 7\mu\text{m}$ ，隔离结构漏电  $\leq 1\text{nA}/\mu\text{m}@1200\text{V}\&300^\circ\text{C}$ 。

#### (三) 碳化硅集成电路高精度 SPICE 模型。

研究准饱和、自热等二阶效应对碳化硅集成器件电学特性的影响规律，并揭示其内在机理，构建高精度碳化硅集成器件电学特性 SPICE 模型，实现碳化硅集成电路静态及瞬态仿真。牵引指标：器件模型精度  $\geq 90\%$ ，典型电路仿真精度  $\geq 90\%$ 。

#### (四) 宽温区、抗瞬时高速电冲击碳化硅集成电路。

研究高温环境下造成碳化硅集成电路功能紊乱的信号传导路径，提出适用于碳化硅集成电路设计的宽温区电路架构。揭示高速  $dV/dt$  瞬态电冲击与电路内部信号间的耦合机制，提出具有抗瞬时电冲击的电平移位电路。研制至少 2 款功率集成电路芯片。牵引指标：芯片工作温度： $-55^\circ\text{C}\sim 300^\circ\text{C}$ ，抗  $dV/dt \geq 100\text{V/ns}$ 。

### 三、申请要求

(一) 申请书的附注说明选择“碳化硅高压集成电路设计方法及制造工艺研究”，申请代码 1 选择 F0404。

(二) 咨询电话：010-62327817。

# “面向 10nm 级 DRAM 制造的浸没式光刻微缩工艺研究”重大项目指南

DRAM 是国家集成电路战略的核心之一，光刻微缩技术是先进 DRAM 迭代的重要手段。当下实际可用的光刻机为 193nm 浸没式光刻机(193i)，其光刻工艺限制了 DRAM 的技术迭代，特别是 10nm 级先进节点孔洞关键层工艺流程复杂、控制难度大，导致芯片成本高且良率低。本项目通过研究 193i 光刻物理机制，开展微缩工艺的基础理论研究，突破 193i 最小图形周期极限，对于提高自主 DRAM 技术的核心竞争力具有重要意义。

## 一、科学目标

针对 10nm 级 DRAM 制造的浸没式光刻微缩工艺的技术挑战，揭示光学系统物理效应对成像质量的影响机理，提出光刻掩模 3D 效应的电磁模型，发现边缘图形周期性移动规律，解决微缩工艺关键图形周期  $\leq 74\text{nm}$  的模型精度低、光刻对准难等问题，开展 Gb 级 DRAM 阵列工艺集成验证，为推进光刻微缩技术的进步提供科学依据和技术支撑。

## 二、研究内容

### (一) 浸没式光刻微缩工艺机理与光源照明建模。

揭示像差、偏振、光切趾、杂散光等光学系统物理效应对成像质量的影响机理，研究光源形状对周期  $\leq 74\text{nm}$  阵列图形及对准套刻标记成像的影响，提出光源形状优化方法，为光源照明的优

化选取提供依据。

### （二）掩模 3D 的成像质量影响机制与光学临近效应修正。

建立掩模 3D 效应的电磁仿真模型，研究掩模版不同透过率、材料及厚度的 3D 效应和成像性能；揭示边缘图形周期性移动机理，提出高精度光学临近效应的计算光刻模型，突破反演光刻技术的极限应用，提高晶圆范围内的成像一致性与工艺稳定性。

### （三）关键工艺层的对准和套刻标记成像方法。

建立光刻对准和套刻标记成像的工艺模型，研究曝光极限下 DRAM 孔洞等关键工艺层的对准和套刻标记成像质量对量测精度的影响规律，设计高成像质量的光刻标记，为提高对准和套刻精度提供理论基础。

### （四）微缩工艺集成及 DRAM 阵列验证。

揭示光刻极限微缩协同机制，开展微缩工艺集成技术研究，在关键图形周期 $\leq 74\text{nm}$ 的条件下研制 Gb 级 DRAM 阵列，验证模型精度、边缘图形位移准确性、对准和套刻精度、图形粗糙度等关键指标，实现微缩工艺的突破。

## 三、申请要求

（一）申请书的附注说明选择“面向 10nm 级 DRAM 制造的浸没式光刻微缩工艺研究”，申请代码 1 选择 F0406（或 F04 及其下属申请代码）。

（二）咨询电话：010-62327817。