

# 2024 年度省自然科学基金重大项目指南

## 一、“互联网+”

### (一) 芯片

#### 1. 高速芯粒集成芯片协同建模仿真方法研究（申请代码选择 F04 的下属代码）

面向自主可控的高速芯粒集成芯片仿真关键核心技术突破和重大应用需求，研究集成芯片多机制仿真实理论，揭示芯粒集成芯片中电-磁-热-力等多物理场耦合机理，提出芯粒尺度多机制非线性耦合的精确建模和快速仿真方法，为突破芯粒集成芯片自动设计的技术瓶颈提供理论支撑。

#### 2. B5G/6G 毫米波前端芯片高效设计方法研究（申请代码选择 F01 或 F04 的下属代码）

面向 B5G/6G 毫米波前端芯片的功能融合化、系统轻量化发展需求和前沿技术引领，研究物理机制与经验知识双驱动的毫米波前端芯片智能设计理论，建立高频互连模型精准电磁表征方法，提出快速协同优化策略及失效分析方法，为发展高集成度的新型毫米波前端芯片等提供理论支撑。

#### 3. BCD 工艺器件智能优化设计方法研究（申请代码选择 F04 的下属代码）

面向 BCD（二极管、互补金属氧化物半导体、双扩散金

属氧化物半导体) 工艺器件优化设计需求和前沿技术引领, 研究器件结构与击穿电压及比导通电阻的关联机制, 构建机器学习模型表征方法与精准调控模型, 提出跨制程设计方法, 为发展高性能 BCD 工艺器件提供理论支撑。

#### **4. 新型交变磁体理论与设计方法研究 (申请代码选择 F01 或 F04 的下属代码)**

面向高性能磁随机存储器件发展需求和前沿技术引领, 开展兼具反铁磁结构和铁磁自旋劈裂属性的新型交变磁体理论研究, 揭示其自旋劈裂产生的物理机制, 提出新型交变磁体设计方法, 为发展高性能磁随机存储等前沿技术提供理论支撑。

#### **5. 功率芯片用宽禁带半导体材料生长机理与方法研究 (申请代码选择 F04 或 E02 的下属代码)**

面向自主可控的功率芯片用宽禁带半导体材料制备关键核心技术突破和重大应用需求, 研究宽禁带半导体材料生长中的杂质离化和缺陷形成机理, 揭示杂质与缺陷的相互作用规律, 提出显著提升掺杂效率和降低材料缺陷密度的方法, 为突破国产功率芯片用宽禁带半导体材料制备的技术瓶颈提供理论支撑。

#### **6. 高纯电子化学品分离材料理论与设计方法研究 (申请代码选择 B01 或 B05 的下属代码)**

面向自主可控的(超)高纯电子化学品关键核心技术突破和重大应用需求, 研究分离材料微观结构-宏观性能之间的

构效关系，阐明电子化学品与分离材料的相互作用机制，构建基于深度学习的分离材料设计模型，探索高纯电子化学品分离材料制备方法，为突破高纯电子化学品分离材料设计与制备的技术瓶颈提供理论支撑。

## **7. IC 先进制程液体介质多相流行为机理与测控方法研究（申请代码选择 E05 的下属代码）**

面向自主可控的 IC（Integrated Circuit 集成电路）先进制程中液体介质超洁净、超精密输控关键核心技术突破和重大应用需求，研究介质中多相流行为规律及其微观机理，揭示气泡微观行为、微纳颗粒运动、气液固界面平衡等多相介质力学机理，提出先进制程液体流控元件的多相流测控方法，为突破先进制程液体流控元件及传感器件国产化制备的技术瓶颈提供理论支撑。

### **（二）汽车电子**

## **1. 车规级碳化硅功率器件理论与设计方法研究（申请代码选择 F04 的下属代码）**

面向自主可控的新能源汽车电驱动用碳化硅功率器件关键核心技术突破和重大应用需求，开展碳化硅 MOSFET（Metal-Oxide-Semiconductor Field Effect Transistor 金属-氧化物-半导体场效应晶体管）芯片的高可靠栅氧工艺、耐短路耐雪崩芯片结构、耐高温芯片制程与功率器件低杂散电感、低热阻散热结构设计等理论研究，揭示其可靠性机理，提出车规级功率器件设计方法，为突破国产车规级大电流、高电

压、高可靠碳化硅功率器件设计与制备的技术瓶颈提供理论支撑。

## **2. 复杂驾驶环境下多传感器协同感知理论研究（申请代码选择 F01 或 F02 的下属代码）**

面向复杂驾驶环境下遮挡目标、不规则目标精确感知的发展需求和前沿技术引领，开展智能汽车视角下多传感器协同融合感知理论研究，阐明不同视角特征的转换和融合机制，提出基于轻量级传感器的多传感器特征融合感知方法，为发展高复杂环境精准感知等前沿技术提供理论支撑。

## **3. 基于 BEV 感知融合的自动驾驶理论研究（申请代码选择 F02 或 F03 的下属代码）**

面向 BEV（Bird's-eye-view 鸟瞰图）感知融合中感知模型学习、深度估计、视图变换等发展需求和前沿技术引领，开展基于 BEV 感知融合的自动驾驶算法研究，阐明训练数据增强、测试数据增强和模型集成等机制，提出自动驾驶 BEV 导航策略，为发展自动驾驶模块提供理论支撑。

## **4. 新能源汽车驱动电机高品质转矩控制理论研究（申请代码选择 E07 的下属代码）**

面向复杂时变工况下新能源汽车驱动电机系统运行效率-转矩精度-振动噪声协同调控等发展需求和前沿技术引领，开展全速域、宽载荷工况下驱动电机系统的高效协同控制理论研究，揭示控制结构、方法与参量对转矩品质的影响机理，提出转矩动态调控方法与振动噪声主动抑制策略，为发展新

能源汽车驱动电机优化设计及高品质运行等前沿技术提供理论支撑。

### **5. 拓扑路网结构 AIGC 与“车能路云”融合理论研究(申请代码选择 F03 的下属代码)**

面向自动驾驶的车能路云融合发展需求和前沿技术引领，开展自动驾驶专用道拓扑路网结构 AIGC (Artificial Intelligence Generated Content 生成式人工智能) 与分级路网“车能路云”融合优化理论研究，阐明两者之间相互优化机理，提出最优自动驾驶专用道拓扑路网建图方法，为发展自动驾驶专用道分级路网运行与“车能路云”融合的多目标优化理论等前沿技术提供理论支撑。

#### **(三) 新一代人工智能**

### **1. 基于数据质量感知的大模型存储理论研究(申报代码选择 F02 的下属代码)**

研究内容：面向大模型训练的关键核心技术突破和重大应用需求，研究不同数据质量与模型精度、训练时间的关系，阐明数据存取、预处理和训练的多级流水线执行机制，探索基于数据质量的数据布局、预取和缓存策略，提出数据质量感知的自适应大模型压缩、数据交换、参数重计算等存取扩容方法，为突破大模型训练加速的技术瓶颈提供理论支撑。

### **2. 面向大模型训练的多模态数据治理策略研究(申请代码选择 F02 的下属代码)**

研究内容：面向大模型训练所需的高质量、多模态的数

据治理的发展需求和前沿技术引领，研究面向多模态数据的价值评估方法，揭示数据质量与大模型准确度、不稳定性、幻觉、逻辑链等特性的内在联系和关联机理，提出自动化数据治理策略，为发展高质量大模型训练方法提供理论支持。

### **3. 生成式人工智能算法的可解释性理论研究（申请代码选择F02的下属代码）**

**研究内容：**面向可解释的生成式人工智能发展需求和前沿技术引领，研究生成式大模型的可解释计算机制和可视可控推理范式，揭示基于计算图可视分析、可视因果推理、跨模态注意力分析的大模型认知计算机制，构建融合提示词可视调优、思维链推理、多智能体协同的交互推理范式，为发展高解释性的生成式人工智能算法平台提供理论支撑。

### **4. 复杂环境下超视觉泛在感知算法理论研究（申请代码选择F02的下属代码）**

**研究内容：**面向复杂环境下多光谱的超视觉泛在感知关键核心技术突破和重大应用需求，研究极低照度环境下成像降质机理，建立非均匀光照成像降质理论模型，提出多光谱融合的超视觉高质量成像方法，为突破超高清图像复原和多光谱图像配准的技术瓶颈提供理论支撑。

### **5. 量超智异构融合的高效算力理论研究（申请代码选择F02的下属代码）**

**研究内容：**面向量子计算、超级计算、智能计算深度融合的发展需求和前沿技术引领，研究量超智融合计算理论，

构建混合量超智分布式计算模型，提出非冯诺伊曼的新型异构算力架构理论，为发展超大规模、超低功耗量超智融合计算系统等前沿技术提供理论支撑。

#### **6. 基于软硬件特征动态的生成式操作系统理论研究(申请代码选择F02 等下属代码)**

**研究内容:** 面向动态高效生成式操作系统的发展需求和前沿技术引领，研究软件定义的操作系统需求精准描述机理，提出基于元操作系统的柔性结构、动态边界和灵活生成的理论，为发展生成式操作系统提供理论支撑。

#### **7. 大模型安全风险护栏理论研究(申请代码选择F02 的下属代码)**

**研究内容:** 面向大模型防御机制有效和内容生成合规的关键核心技术突破和重大应用需求，揭示大模型运行安全机理与威胁发现机制，研究可解释的大模型隐空间认知理论，提出基于隐空间相似向量替代的攻击方法，建立覆盖文生图-图生图-图生文等多维度一体化的大模型安全风险评估框架，为突破大模型安全风险护栏的技术瓶颈提供理论支撑。

### **(四) 高端装备**

#### **1. 数控机床精密进给系统理论研究(申请代码选择 E05 的下属代码)**

**研究内容:** 面向高档数控机床精密进给系统的关键核心技术突破和重大应用需求，揭示驱动部件在多场耦合作用下精度致动机理和传动部件界面微观力学状态，阐明界面微观

性能演变与机械传动精度退化的映射关系，基于多传感器协同测量的动态性能预测方法，构建进给系统精密驱动模型，为突破国产数控机床高刚性、高精度伺服进给系统的技术瓶颈提供理论支撑。

## **2. 数控机床设计—加工—测量一体化理论研究（申请代码选择 E05 的下属代码）**

**研究内容：**面向高档数控机床整机设计与制造的关键核心技术突破和重大应用需求，研究数控机床机电液耦合机理与面向服役性能的设计方法，融合物理仿真与切削负载、刀具状态等传感反馈的自适应控制方法，提出动态环境下实时感知、在机测量的加工质量闭环控制策略，发展数控机床设计—加工—测量一体化基础理论，为突破国产数控机床整机复合化设计与高性能制造的技术瓶颈提供理论支撑。

## **3. 高性能表面与功能结构高精度数控加工理论与方法研究（申请代码选择 E05 的下属代码）**

**研究内容：**面向高档数控机床高精度加工的关键核心技术突破和重大应用需求，揭示材料加工表面完整性和精度传递规律，研究高性能表面超精密创成理论与加工方法，阐明力温信号耦合的加工状态映射机制，提出三维功能结构加工过程的精确评估方法，为突破国产数控机床加工高性能表面和精密复杂功能结构的技术瓶颈提供理论支撑。

## **4. 机器人高速高精运动控制方法研究（申请代码选择 E05 的下属代码）**



**研究内容：**面向高速高精机器人的关键核心技术突破和重大应用需求，建立机器人高速高精运动效能评估机制，研究多目标约束下高速运动综合性能优化方法，揭示机器人系统几何/非几何误差演化传播机理，提出多源动态不确定性条件下机器人高速高精运动控制方法，为突破国产机器人高速高精运动的技术瓶颈提供理论支撑。

## **5. 机器人高效驱动及传动理论与方法研究（申请代码选择 E05 或 E07 的下属代码）**

**研究内容：**面向机器人核心组件高效驱动及传动的关键核心技术突破和重大应用需求，研究超高力矩密度电机的多场耦合机理与高效机电能量转换方法，揭示减速器构型与设计参数对正反驱动性能的影响规律，阐明适用于双向驱动的精密减速器与力矩电机的匹配机制，提出驱动-传动一体化关节设计方法，为突破国产机器人高力矩密度驱动和高效率传动的技术瓶颈提供理论支撑。

## **二、生命健康**

### **（一）精准医学**

#### **1. 神经精神重大疾病复杂网络与调控机制研究（申请代码选择 H09 的下属代码）**

**研究内容：**面向抑郁症、帕金森疾病、癫痫等神经精神重大疾病精准诊疗的重大需求，研究其生物学基础与调控机制，精准解析重大神经精神疾病发生发展复杂调控网络，揭示关键调控因子的精准功能与特征，发现神经精神疾病病理

进程中可用于早期诊断的生物标志物，挖掘具有临床应用价值的新靶点，为阐明神经精神重大疾病的发生机制及其诊疗提供理论基础。

## **2. 神经精神重大疾病药物干预的创新机制研究（申请代码选择 H30 或 H31 的下属代码）**

**研究内容：**面向抑郁症、帕金森疾病、癫痫等神经精神重大疾病临床治疗与创新药物研发的重大需求，研究关键致病因子及其动态调控机制，发现促进疾病发生发展关键功能蛋白的可干预新药靶点与分子机制，并基于此开展新靶点和新机制的先导化合物设计合成，为神经精神重大疾病的创新药物研发提供理论依据。

## **3. 神经精神重大疾病介观-宏观脑疾病状态编解码原理与方法研究（申请代码选择 H09 的下属代码）**

**研究内容：**面向帕金森疾病、难治性抑郁症和癫痫等神经精神重大疾病的脑机调控临床需求，基于脑疾病状态编码在局部神经群组成的介观尺度、多脑区网络组成的宏观尺度以及不同个体组成的群体尺度的“介观-宏观-群体神经编码”生理学特点，研究锋电位-局部场电位-颅内脑电图多尺度神经信号的介观-宏观脑疾病状态编解码原理、脑疾病状态对颅内电刺激响应的因果性编解码原理，阐明群体尺度脑疾病状态编解码原理的一致性与特异性，为实现脑疾病的状态编码与高精度解码提供理论支撑。

## **4. 神经精神重大疾病的中医病因病机与创新中药作用**

## 机制研究（申请代码选择 H27 或 H28 的下属代码）

**研究内容：**面向抑郁症、帕金森疾病、癫痫等神经精神重大疾病中医治疗与创新中药研发的重大需求，基于经典名方、名老中医经验方等代表性中药，系统研究其治疗神经精神重大疾病的作用机制和药效物质基础，解析有效方药的复杂作用机制与作用靶点，发展相关疾病的病因病机理论，发现有潜在治疗作用的复方组分、活性部位或单体等活性物质，并进行有效性的优化配伍，为神经精神重大疾病的中医临床治疗和创新中药研究提供科学依据。

### （二）现代农业

#### 1. 高性能农机作业机构理论与设计方法研究（申请代码选择 E05 的下属代码）

**研究内容：**面向现代农机装备高性能作业机构的关键核心技术突破和重大应用需求，开展构型尺度相融合的机构综合设计、动力学特性分析评价和农作物低损精准运移等理论研究，阐明土壤—作物—机器系统互作机制，提出与服役环境相适宜的高效低损作业机构设计方法，为突破国产农机装备复杂作业的技术瓶颈提供理论支撑。

#### 2. 果蔬采摘机器人环境互作感知与控制方法研究（申请代码选择 E05 或 C13 的下属代码）

**研究内容：**面向果蔬采摘机器人协同精准控制的发展需求和前沿技术引领，开展视触觉深度融合的果实识别与环境感知研究，阐明机械臂与植株、果实的互作机理，构建机械

臂-植株-果实的耦合动力学模型，提出机械臂碰撞受扰自适应动态规划方法，为发展具身智能的果蔬采摘机器人提供理论支撑。

### **3. 主要粮食作物多性状协同改良育种理论研究（申请代码选择 C13 的下属代码）**

**研究内容：**面向水稻、小麦、玉米等主要粮食作物多性状协同改良育种的重大需求，利用自然群体、突变体及特异种质，挖掘多性状调控关键节点基因或有利单倍型，解析主要粮食作物多性状协同调控遗传网络，构建性状间耦合效应评价及高效聚合育种理论体系，为突破主要粮食作物重要性状难以协同改良的育种瓶颈提供理论支撑。

## **三、新材料**

### **（一）精细化工与复合材料**

#### **1. 碳氢化合物分离纯化材料制备理论与作用机制研究（申请代码选择 B06 的下属代码）**

**研究内容：**面向链烯烃、环烯烃、芳烃、炔烃等合成过程中结构相似碳氢化合物高效分离与纯化的关键核心技术突破和重大应用需求，研究吸附分离材料理性设计、精准构筑及成型原理，揭示分离材料多尺度结构调控方法及其对分离性能的影响规律，阐明分离材料对碳氢化合物的分子识别机理及分离过程强化机制，为突破碳氢化合物关键聚合单体高纯化的技术瓶颈提供理论支撑。

#### **2. 大宗高分子材料的可控解聚机理研究（申请代码选**

## 择 E03 的下属代码)

**研究内容:** 面向大宗高分子材料高效催化降解和循环利用的关键核心技术突破和重大应用需求, 研究聚烯烃、聚酯、聚氨酯及环氧树脂等大宗高分子材料的可控解聚机理, 阐明高选择性催化剂作用机制, 提出回收利用策略, 为突破大宗高分子材料高值化回收再利用的技术瓶颈提供理论支撑。

### (二) 功能材料

#### 1. 磁性材料微观磁结构精准调控机理研究(申请代码选择 E01 的下属代码)

**研究内容:** 面向自主可控的磁信息传感与存储关键核心技术突破和重大应用需求, 研究磁性材料原子尺度结构设计理论和可控制备方法, 阐明相应新奇物性演化规律和物理机制, 揭示力、热、光、电、磁等多物理场作用下磁性材料微观结构演化规律和晶格-电荷-轨道-自旋的耦合机制, 建立微观磁结构与宏观物性的映射模型, 为突破磁性材料微观磁结构精准调控的技术瓶颈提供理论支撑。

#### 2. 新型薄膜铁电材料设计与制备方法研究(申请代码选择 E02 的下属代码)

**研究内容:** 面向新型薄膜铁电材料发展需求和前沿技术引领, 研究基于高通量多尺度模拟的薄膜材料设计与制备方法, 阐明高质量铁电材料生长机制和动力学响应机制, 揭示微观组织结构调控、力电耦合影响机制和构效关系, 发展高性能新型铁电材料体系, 为发展低功耗、快速响应的新型铁

电器件提供理论支撑。

### （三）新能源开发与利用

#### 1. 新型钙钛矿基太阳能电池材料与结构设计理论研究 （申请代码选择 E01 或 E02 或 E03 的下属代码）

**研究内容：**面向高性能钙钛矿基太阳能电池发展需求和前沿技术引领，研究钙钛矿基太阳能电池的材料制备与结构设计方法，阐明钙钛矿基材料表界面能级和能带结构调控机制，揭示太阳能电池性能衰减机制，提出太阳能电池稳定性提升策略，为发展新一代高效稳定太阳能电池提供理论支撑。

#### 2. 高性能全固态电池材料与界面调控机制研究（申请代码选择 E01 或 E02 的下属代码）

**研究内容：**面向全固态电池高容量正负极材料发展需求和前沿技术引领，研究正负极材料可控制备及微结构调控方法，阐明正负极材料在循环过程中的结构演化及失效机制，揭示电极/固态电解质界面结构稳定性及对电池性能的影响，提出高容量正负极材料高效稳定化和电极/固态电解质界面结构优化策略，为发展高能量密度、高安全、长寿命的全固态电池提供理论支撑。

### （四）海洋与空天材料

#### 1. 涉海合金材料耦合损伤机理与智能防护理论研究（申请代码选择 E01 的下属代码）

**研究内容：**面向航空发动机、燃气轮机热端部件在涉海环境下长寿命高可靠防护的关键核心技术突破和重大应用

需求，研究涉海环境下热端部件典型合金材料的设计优化方法，揭示材料表/界面微结构演变规律，阐明应力场、高低温交变、电化学腐蚀等多因素强耦合损伤机制，发展基于数据驱动的智能防理论，为突破涉海两机用高性能合金材料制备的技术瓶颈提供理论支撑。

## **2. 空天用宽温域合金材料设计与制备理论研究（申请代码选择 E01 的下属代码）**

**研究内容：**面向空天用合金材料宽温域服役的关键核心技术突破和重大应用需求，研究多主元高强高塑合金的设计制备方法，阐明合金微结构演变与材料强韧化的关联性，提出宽温域高强韧合金材料的热力学、动力学耦合调控策略，为突破航空航天重大工程用合金材料制备的技术瓶颈提供理论支撑。

### **（五）双碳**

## **1. 东海典型功能区碳汇格局与潜在增汇机制研究（申请代码选择 D01 或 D06 的下属代码）**

**研究内容：**面向东海典型功能区固碳增汇的重大需求，研究针对日内高频变化、近海-海湾跨尺度等多时空过程的浮游植物初级生产、碳交换、碳储存与输出的遥感机理和模型，解析东海典型功能区的碳汇格局及固碳机制，阐明人类活动和自然过程对东海碳汇变化的调控作用，揭示全球气候变化与人地互作下东海典型功能区的碳汇可持续性及其增汇潜力，为东海碳汇管理和增汇路径提供理论依据。

