

2022 年区域创新发展联合基金申报指南（河北省）

自然科学基金委与地方政府共同出资设立区域创新发展联合基金，旨在发挥国家自然科学基金的导向作用，吸引和集聚全国的优势科研力量，围绕区域经济与社会发展中的重大需求，聚焦其中的关键科学问题开展基础研究和应用基础研究，促进跨区域、跨部门的协同创新，推动我国区域自主创新能力的提升。

2022 年度区域创新发展联合基金以重点支持项目或集成项目的形式予以资助，资助期限均为 4 年，其中重点支持项目的直接费用平均资助强度约为 260 万元/项，集成项目的直接费用平均资助强度详见本《指南》相关内容。

一、生物与农业领域

（一）立足河北特色农业产业和生命科学发展需求，围绕河北平原小麦产业绿色发展、板栗功能营养物质基础及加工特性和蛋白质冠纳米载体研究及构建等关键科学技术问题，开展相关基础和应用基础研究

集成项目

集成项目直接费用平均资助强度约为 1 300 万元/项，研究方向：

1. 小麦氮素高效利用分子基础解析与绿色增产技术创新研究（申请代码 1 选择 C13 的下属代码）

围绕河北平原小麦产业高质量绿色发展中氮肥施用量高、氮素利用效率低的突出问题，基于最新小麦基因组信息，系统研究小麦氮素

利用效率的遗传基础和分子调控网络；培育显著节肥和增产的小麦新品种；开发氮高效小麦及互作微生物协同改良技术，创新绿色增产栽培技术模式，提升小麦氮肥利用水平，促进可持续性绿色农业生产，保障国家粮食安全和生态安全。

研究内容包括：

(1) 小麦氮素高效利用的遗传机制研究

利用野生种、人工合成种、农家种和自然种等多种小麦遗传资源，筛选氮素利用效率差异显著的种质材料，构建遗传群体。基于最新小麦基因组信息，通过正向遗传学，克隆决定氮效率性状的重要基因，解析重要基因在小麦氮效率决定中的遗传机制。明确单倍型分布及育种过程中的选择效应，挖掘优异等位变异，开发育种可用的分子标记，为小麦氮效率性状分子改良提供优异的基因资源。

(2) 小麦氮素高效利用性状的分子调控网络解析

综合基因型变异、转录组、表观组及蛋白质组等多组学分析，定位根系和种子发育过程中小麦氮素高效利用相关调控因子，构建关键基因的近等基因系、转基因材料，深入解析其作用机制，明确其调控的上下游因子，解析响应环境氮素水平的基因表达和调控网络。

(3) 小麦氮肥高效利用品种分子设计与绿色生产技术集成

精准评价氮高效基因之间的互作效应，验证其应用潜力；提高小麦高产氮高效性状综合改良的育种效率，建立小麦氮高效品种培育的精准设计技术体系，培育氮素利用效率性状显著改良的精准设计型新品种/系；鉴定氮效率相关的小麦根区核心微生物类群，分析氮高效

品种根区微生物的招募机制，揭示氮高效品种对根区微生物组的调控以及对益生菌定殖的影响机制，研发协同改良及节肥高效栽培技术，创建氮高效小麦绿色高产栽培技术模式。

本集成项目的申请应包含上述 3 个研究方向，紧密围绕“小麦氮素高效利用分子基础解析与绿色增产技术创新研究”开展深入和系统研究，预期成果应包含理论创新、技术创新、品种创新、品种和栽培技术集成及示范推广等。

重点支持项目

研究方向：

1. 板栗营养成分及其在食品加工过程中的变化规律研究(申请代码 1 选择 C20 的下属代码)

围绕河北省不同板栗品种中淀粉和蛋白质等宏量营养素的组成、结构、营养功能性质以及在加工过程中的变化机制，营养功能的生理及分子基础等开展研究，解析板栗中非淀粉多糖结构与其生物活性的构效关系，挖掘板栗活性成分，探讨其形成机制，为河北板栗种质资源和高附加值板栗产品开发及利用提供理论支撑。

2. 生物界面蛋白质冠主动精准调控与高效递送载体研究(申请代码 1 选择 C10 的下属代码)

针对纳米载体表面蛋白质冠不可控导致靶向能力低效、机体清除增强等共性难题，围绕蛋白质冠精准调控机制、具有功能性表界面的模块化纳米载体制备等方面进行研究，揭示蛋白质冠时空演化规律和调控机制，发展蛋白质冠可控构筑技术，制备蛋白质冠和药物负载可

控的纳米载体，获得蛋白质冠高效纳米药物递送系统，推动纳米药物的临床转化和产业升级。

以上研究方向鼓励申请人与河北省内具有一定研究实力和研究条件的高等院校、研究机构或企业开展合作研究。

三、能源与化工领域

(一) 针对河北能源与化工发展需求，重点围绕材料基础、绿色化工过程、碳减排等领域中关键科学问题，开展相关基础和应用基础研究

集成项目

集成项目直接费用平均资助强度约为 1 300 万元/项，研究方向：

1. 氢气气基竖炉直接还原流程基础理论与集成应用(申请代码 1 选择 E04 的下属代码)

围绕河北冶金行业氢能冶金与碳减排的研究需求，开展富氢气基竖炉直接还原流程的基础理论和关键瓶颈技术研究，解决高品质富氢气深度净化与重整、氢气气基竖炉直接还原、碳捕集与资源化利用等氢冶金全过程关键科学问题，形成富氢气直接还原理论体系与工程转化集成技术。

研究内容包括：

(1) 高品质富氢气体的深度净化及重整调质工艺集成

阐明高品质富氢气体和高强度冶金焦炭共生的低成本配煤炼焦机理；研究富氢气体的选择性重整调质机理、质能转换规律及其循环

工艺集成创新，提出富氢气体微量杂质去除及有机硫深度净化机制。

(2) 气基竖炉直接还原过程物理化学

揭示富氢气体中氢/碳在竖炉内的行为规律及其协同还原机制；研究多元多相体系质能传递与匹配规律；探究 H₂ 和 CO 的协同还原强化机制，直接还原动力学模型。

(3) 氢冶金过程碳排放资源化

开发绿色高效 CO₂ 吸收/吸附材料，探索 CO₂ 捕集的过程强化途径；明晰 CO₂ “活化-转化-高值化学品”之间关系的理论基础，开发基于光催化、电催化、热催化及多场协同的 CO₂ 制备高值化学品的新工艺。

(4) 氢能直接还原制品深度处理

研究电炉冶金深度处理中元素的渣-金迁移、转化与分离机理；提出熔分提纯调控机制，富碳相的迁移、转化与 FeO-C 反应动力学。

本集成项目的申请应包含上述 4 个研究内容，紧密围绕项目主题“氢气气基竖炉直接还原流程基础理论与集成应用”开展深入系统研究，预期成果应包含原理、方法、工艺、专利等。

重点支持项目

研究方向：

1. 高效纳米催化剂调控的环己羧酸类精细化学品合成关键技术研究(申请代码 1 选择 B08 的下属代码)

围绕河北绿色精细化学品领域的需求，针对芳羧酸及取代衍生物芳环加氢难度大、催化剂昂贵、稳定性差等问题，通过对催化剂表界

面原子结构的调控构筑高效纳米催化剂,探究其在芳羧酸及取代衍生物选择性加氢反应中的立体化学和催化机制,实现环己羧酸类医药中间体、环己烷二甲酸酯类环保型增塑剂等的绿色合成。

2. 储能式液压型海上风电机组气弹机电液耦合机理与智能调配控制技术(申请代码 1 选择 E05、E06 或 E07 的下属代码)

面向河北渤海湾风能高效利用需求,针对复杂海洋环境下风力发电机组大型化驱动机构庞大、复杂风况难预测、运行效率低等难题,研究建立储能式液压型海上风力发电机组智能控制理论体系。分析风场、叶轮、液压传动、储能系统和并网发电系统耦合规律,揭示机组能量捕获、传输、储放、转化机理。将流控技术应用于风电领域,建成智能液压风电机组,支撑河北智能电网建设。

3. 工业废水中络合态重金属深度处理与提标减排新方法(申请代码 1 选择 B06 的下属代码)

针对河北冶金、化工等工业废水中重金属复合污染特征,建立络合态重金属赋存形态分析方法,探究其选择性破络转化机制,进而构建重金属深度净化集成技术,探究“形态认知-结构转化-净化”之间的作用关系,为河北工业废水中的重金属深度处理提供科学依据。

4. 苦卤制备高性能镁盐阻燃材料及其化学资源高效提取的研究(申请代码 1 选择 B08 的下属代码)

围绕苦卤镁资源高值化利用及其他化学资源高效提取,研究苦卤制备高性能镁系阻燃无机材料的结构调控与过程强化机制,建立阻燃材料结构及形貌与其阻燃增强性能的构效关系;探究苦卤脱除镁体系

中钾、钠、溴等组分分离的新方法，为我国苦卤化学工业技术进步提供科学依据。

5. 含尘气体条件下电流体状态及颗粒物控制关键技术研究(申请代码 1 选择 E06 或 E07 的下属代码)

针对河北钢铁、建材粉尘排放造成的空气污染，探讨复杂环境下高压直流放电电流体动力学过程，分析电流体对细粒子的动力学影响，研究电流体环境下气固两相流的运动、分离理论及应用问题，并提出降低电流体不利扰动的方法，为实现高效颗粒物控制提供理论依据。

以上研究方向鼓励申请人与河北省内具有一定研究实力和研究条件的高等院校、研究机构或企业开展合作研究。

四、新材料与先进制造领域

(二) 围绕河北新材料和制造业发展需求，在新材料设计与制备、高性能制造与重大装备、交通运输、智能传感等方向，开展相关基础和应用基础研究

重点支持项目

研究方向：

1. 各向异性异质异构纳米永磁材料的高压变形构筑和磁性研究(申请代码 1 选择 E01 的下属代码)

以软磁和硬磁结构为异质功能基元，研究多基元异构材料的高压变形构筑原理、制备技术、结构控制、结构与磁性的关联等科学问题，

探索块体各向异性纳米永磁材料制备的新原理、新技术和新方法。通过基元异构，突破饱和磁化强度与矫顽力的倒置关系，解决永磁材料发展面临的核心科学问题，发展高性能块体纳米永磁材料制备技术。

2. 超低能耗建筑用绿色高性能保温隔热混凝土研究(申请代码 1 选择 E08 的下属代码)

针对超低能耗建筑的高质量发展以及冶金和煤基等工业固废大规模应用的重大需求，研究利用多固废协同制备超低能耗建筑用有机无机复合保温隔热混凝土的关键技术与综合性能调控方法，围绕新型保温隔热材料建立超低能耗建筑围护结构多维优化与设计体系，为工业固废在超低能耗建筑中的资源化利用提供理论与应用基础。

3. 复杂路面上电动汽车非线性动力学及智能悬架控制(申请代码 1 选择 E12 的下属代码)

围绕新型电动汽车开发关键技术需求，开展复杂道路环境识别与整车纵-横-垂耦合建模研究，揭示电动汽车与复杂路面相互作用机理；研究车辆机电耦合非线性动力学行为和电机激励、车路耦合对悬架控制的作用机制；研究适于复杂多变路况的电动汽车悬架名模协调控制策略，研发智能悬架新构型及域控制器。

4. 大型壁板构件搅拌摩擦焊混联机器人设计制造与控制应用基础研究(申请代码 1 选择 E05 的下属代码)

针对航空、高铁等大型壁板结构件的高可靠性、高效率、轻量化制造的需求，研究高刚度大工作空间重载搅拌摩擦焊机器人拓扑结构设计，焊接过程中力、位姿、温度等多传感信息融合与闭环控制，以

及动态误差补偿和工艺适应性设计等理论与关键技术，为搅拌摩擦焊混联机器人设计制造与控制提供理论与技术基础。

5. 高品质特殊钢中第二相粒子的多维信息智能预报与调控机制研究(申请代码 1 选择 E04 的下属代码)

针对高品质特殊钢中第二相粒子的成分、数量、尺寸、形貌和在钢产品中的空间位置分布等多维信息进行智能预报与分析，研究第二相粒子生成的热力学和动力学与钢液流动、传热、凝固和固体钢加热及轧制变形等物理现象的跨尺度耦合关系，揭示第二相粒子析出及强化调控机制，为高品质钢制备和性能提升关键技术的建立提供理论支撑。

6. 考虑含水率的路-轮空间振动模型与智能压实控制研究(申请代码 1 选择 E08 的下属代码)

针对智能压实质量控制精度和智能化水平提升的迫切需求，研究机械-路相互作用力学特性、多维度参数采集方法和控制参数辨识问题，建立考虑滚筒摇摆振动模型，揭示滚筒在复杂条件下的响应，研发含水率连续测试新设备，构建考虑含水率的智能压实测试评价指标体系，实现路基压实度的精准预测。

以上研究方向鼓励申请人与河北省内具有一定研究实力和研究条件的高等院校、研究机构或企业开展合作研究。

六、电子信息领域

(二) 立足河北新一代信息技术的重大需求，围绕人工智能、信息

器件等领域的关键科学问题，开展相关基础和应用基础研究

重点支持项目

研究方向：

1. 生物药物研发与制备过程中太赫兹光声在线检测与质量监控
(申请代码 1 选择 F05 的下属代码)

围绕河北省生物药物产业高质量发展的迫切需求，结合高特异性、高穿透性太赫兹光声检测技术，从生物药物在线检测与质量监控研究入手，在分子层面揭示太赫兹与生物药物(如蛋白质、核酸、糖类)的相互作用机制，用于生物药物有效成分及杂质含量测定、手性分子鉴别、溶液中生物药物分子构象变化及动力学研究，为建立新型生物药物在线检测方法及制定药物质量监控标准提供理论依据和技术支持。

2. 散货港口门机智能感知及多机协同控制(申请代码 1 选择 F03 的下属代码)

针对河北省智慧散货港口建设的需求，开展面向港口杂散货智能装卸作业任务的门式起重机(门机)全场景智能感知、门机遥操作智能控制和多机自主协同作业机理与方法研究，构建港口门机混合现实数字孪生智慧管控系统，突破门机智能化和高效装卸作业关键技术难题，在河北省散货港口形成典型应用。

3. 盖格 APD 紫外碳化硅单光子探测与成像理论及关键技术研究
(申请代码 1 选择 F04 的下属代码)

面向高压设备故障检测等应用场景对紫外单光子成像系统的集

成小型化和高可靠性需求，开展紫外单光子探测用碳化硅材料外延生长及缺陷抑制机理、盖格 APD 紫外单光子探测核心芯片制备和器件物理、电路设计和智能算法、图像压缩感知等基础理论和关键技术研究，研制紫外实时成像系统原理样机，并完成在河北省高压电网安全巡检场景中的演示验证。

以上研究方向鼓励申请人与河北省内具有一定研究实力和研究条件的高等院校、研究机构与企业开展合作研究。

七、人口与健康领域

(二) 针对河北健康领域发展需要，开展心血管疾病、肿瘤疫苗、类脑模型等相关基础和应用基础研究

重点支持项目

研究方向：

1. 消化道肿瘤治疗性疫苗及早期诊断和多靶点治疗方案的研究
(申请代码 1 选择 H18 的下属代码)

利用多组学技术手段，以食管癌、肝癌等消化道肿瘤为研究对象，设计、合成和筛选稳定性好、靶向性强、分病种的特异性多肽，研发多靶标治疗性疫苗和靶向多肽类药物。同时建立肿瘤早期诊断和多靶点治疗方法，为精准诊疗提供新途径。

2. 平滑肌细胞表型转化的脂代谢重编程在血管重构中的作用与机制研究(申请代码 1 选择 H02 的下属代码)

围绕生理、病理条件下的血管细胞表型转化的脂代谢重编程，在

多组学特征谱构建的基础上,揭示表型相关脂代谢调控关键信号通路,探究脂代谢与表型转化的互作机制,发现控制细胞修复表型的干预新靶点。

3. 基于疾病队列的营养膳食与心血管代谢疾病的基础和转化研究(申请代码 1 选择 H30 的下属代码)

基于河北已建立的心血管疾病专病队列(冠心病队列、高血压队列及糖尿病队列等),利用基因组学、代谢组学、影像信息及数字诊疗技术,结合人群膳食干预,研究区域性营养膳食与心血管代谢疾病的关联,寻找相关营养及其代谢的生物标志物,探讨其对心血管疾病发生、发展、转归的影响及分子机制,为防治心血管疾病提供新的措施和膳食模式。

4. 新一代类脑模型构建和类脑智能研究(申请代码 1 选择 E07 的下属代码)

针对当前脉冲神经网络类脑模型存在生物可解释性不足和电磁生物效应机理不清的难点问题,开展受生物脑结构约束和功能启发的多脑区功能协同新型类脑模型构建,及其动态演化行为研究,揭示电磁干预类脑网络模型的调控机理,促进新一代类脑智能的发展,为脑科学和类脑智能研究奠定基础。

以上研究方向鼓励申请人与河北省内具有一定研究实力和研究条件的高等院校、研究机构与企业开展合作研究。

申请注意事项

(1) 申请人应当具有高级专业技术职务(职称)。

(2) 申请人同年只能申请 1 项区域创新发展联合基金项目。

(3) 本联合基金面向全国，公平竞争。对于合作研究项目，应当在申请书中明确合作各方的合作内容、主要分工等。集成项目合作研究单位的数量不得超过 4 个，重点支持项目合作研究单位的数量不得超过 2 个。

(4) 申请书中的资助类别选择“联合基金项目”，亚类说明选择“集成项目”或“重点支持项目”，“附注说明”选择“区域创新发展联合基金”；“申请代码 1”应按照本联合基金项目指南要求选择，“申请代码 2”根据项目研究领域自主选择相应的申请代码；“领域信息”根据项目研究领域选择相应的领域名称，如“生物与农业领域”；“主要研究方向”根据项目研究方向选择相应的方向名称，如“1. 板栗营养组分及其在食品加工过程中的变化规律研究”。

(5) 如果申请人已经承担与本联合基金项目相关的国家其他科技计划项目，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) 资助项目取得的研究成果，包括发表论文、专著、研究报告、软件、专利、获奖及成果报道等，应当注明得到国家自然科学基金区域创新发展联合基金项目资助和项目批准号或做有关说明。自然科学基金委与北京、河北、山西、内蒙古、辽宁、吉林、黑龙江、浙江、安徽、福建、山东、河南、湖北、湖南、广东、广西、海南、重庆、四川、西藏、甘肃、青海、宁夏等二十三个省(自治区、直辖市)共同

促进项目数据共享和研究成果在当地推广和应用。