**附件1.**

**2024年度国家自然科学基金企业创新发展**

**联合基金项目指南（第二批）**

　　 国家自然科学基金委员会与企业共同出资设立企业创新发展联合基金，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，围绕产业发展中的紧迫需求，聚焦关键技术领域中的核心科学问题开展基础研究，促进知识创新体系和技术创新体系的融合，推动我国企业自主创新能力的提升。

　　2024年度，试点企业创新发展联合基金申请时不计入申请和承担项目总数范围，正式接收申请后计入。

　　2024年度企业创新发展联合基金（第二批）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为1000万元/项。

**领域和主要研究方向**

　　（一）能源与化工领域

　　集成项目

　　国家能源投资集团有限责任公司

　　1. 产物精准调控的分子尺度煤基油品加氢催化反应路径及机理研究（申请代码1选择B08的下属代码）

　　针对不同分子结构特征的煤基油品设计可精准调控目标产物的催化剂体系，在原子级别上合理设计和调控活性位点的结构、化学性质和微环境，在分子水平上揭示反应机理，提高催化反应活性和产品选择性。

　　（1）催化剂表面化学结构变化与活性、选择性的关系

　　研究催化剂表面化学结构动态变化、局部化学结构与体相结构差异产生的表面势能变化规律、表面化学反应的过程和机制，揭示活性位点的反应特性，确定催化剂的结构-性能关系，在分子水平上，揭示煤基油品催化反应本征动力学和反应机理。

　　（2）金属相活性中心与酸性活性中心协同效应

　　针对煤基油品和目标产物特点，研究载体结构微观调控改变催化剂酸性中心类型和强度的规律，揭示金属相与载体微环境变化对扩散、吸附、表面反应、脱附的影响，从电子效应层面阐述金属相结构、助剂和载体协同作用，研究酸性和金属性的匹配，为开发适应不同煤基油品的高效加氢催化剂提供科学理论依据。

　　（3）高通量机器人实验及人工智能设计筛选

　　针对煤基油品加氢催化反应，开展高通量机器人小型实验，用于不同煤基油品催化材料开发。开发人工智能模型，通过多实验目标优化，在分子尺度对煤基油品产物精准调控，实现催化材料高通量筛选。

　　本项目申请应同时包含上述3项研究内容，紧密围绕主题“产物精准调控的分子尺度煤基油品加氢催化反应路径及机理研究”开展深入系统研究，成果应包括原理、方法、技术以及实验成果等。

　　重点支持项目

　　国家能源投资集团有限责任公司

　　1. 等离子体与催化剂材料耦合增强CO2活化还原技术研究（申请代码1选择B08的下属代码）

　　研究等离子体与催化材料耦合增强作用，揭示等离子体强化CO2分子活化还原制CO的反应机理，确定降低反应活化能、提高能量利用率的路径。

　　2. 费托合成油正构烷烃制烯烃及内烯烃转化制α-烯烃催化剂研究（申请代码1选择B08的下属代码）

　　围绕高效费托合成油正构烷烃脱氢制烯烃及内烯烃转化制α-烯烃催化剂开发，采用原位表征技术研究催化剂表面活性中心的原子配位结构、电子性质及微环境，揭示活性位点反应机制，构建催化转化反应网络，确定催化剂的构效关系，指导分子水平上的催化剂理性设计。

　　3. 富油煤分子结构及直接液化反应机理研究（申请代码1选择B08的下属代码）

　　建立富油煤及其显微组分的分子结构模型，研究显微组分的键合结构断键规律、自由基及中间产物的演化历程，揭示沥青质加氢反应行为及产物调控机制，确定煤的组成结构-显微组分-工艺条件-产品分布的内在关系。

　　4. 煤液化沥青制备中间相沥青碳纤维原料机理研究（申请代码1选择B08的下属代码）

　　研究煤液化沥青制备中间相沥青碳纤维的过程中，煤液化沥青及可纺中间相沥青的指纹特征，阐明沥青特性与纤维性能之间的本征关系，构建煤液化沥青及中间相可纺沥青的结构模型，揭示中间相沥青微观特性的演变机理，为煤液化沥青基碳纤维的制备提供理论指导。

　　5. 深部煤炭地下气化与气化腔封存CO2机理研究（申请代码1选择E04的下属代码）

　　研究深部煤炭地下气化多相反应、产物富集及迁移规律、长期稳定产气控制因素，揭示多场耦合条件下气化腔空间演化特征及控制机理，阐明气化腔CO2封存与地质响应相互作用规律。

　　6. 干热岩储层改造力学作用机制及控缝控震机理研究（申请代码1选择E04的下属代码）

　　构建高温高压作用下干热岩损伤本构模型，研究温度与应力耦合作用下干热岩应力腐蚀效应及疲劳劣化机理，揭示干热岩储层改造过程力学特性演化特征、储层改造诱发地震的力学机制，分析流体压力变化、压裂裂隙扩展和储层岩石破裂等因素对诱发地震的影响规律，提出储层改造诱发地震控制方法。

　　7. 井工煤矿超低浓度甲烷吸收/吸附新材料及机理研究（申请代码1选择E04的下属代码）

　　研究适用于井工煤矿总回风流高湿高尘条件超低浓度甲烷吸收/吸附新材料，揭示超低浓度甲烷吸收-解析和吸附-脱附机理，构建超低浓度甲烷低成本处置利用方法。

　　8. 松软低透气性高突煤层顶底板长距离水平井穿层压裂增透机理及抽采工艺研究（申请代码1选择E04的下属代码）

　　研究非均质煤-岩层组合结构水力压裂裂缝跨质扩展规律，揭示松软低透气性高突煤层顶底板长距离水平井穿层压裂增透机理，构建增透裂缝空间网络模型，提出复合压裂均衡增透技术及抽采工艺，建立松软低渗透煤层立体增透效果评估方法。

　　9. 厚层松软含水/隔水层复合顶板开采溃水溃泥机制及防治技术研究（申请代码1选择E04的下属代码）

　　分析厚层松软含水/隔水层沉积环境特征，研究采动条件下弱胶结厚层松软覆岩破断及动态演化机理，揭示溃涌通道裂隙分布、泥水运移规律及溃涌启动条件，建立危害性评价模型和评价机制，提出厚层松软含水/隔水层复合顶板开采溃水溃泥灾害防治方法。

　　10. 高强度开采条件下顶板动力灾害致灾机理及智能监测预警方法研究（申请代码1选择E04的下属代码）

　　研究高强度开采条件下采场覆岩断裂失稳特征，揭示高强度开采扰动下煤岩体结构的动力响应规律及顶板动力灾害致灾机理，明确高强度开采条件下顶板动力灾害先兆信息，提出基于先兆信息的人工智能顶板动力灾害监测预警方法。

　　11. 电解制氢过程多相/多场/多时间-空间尺度耦合规律和仿真技术研究（申请代码1选择E06的下属代码）

　　研究电解制氢过程多时间尺度、多空间尺度电解堆器件的电、热、质等多物理场耦合规律，聚焦电极气液固三相界面的可控构筑、失效模式与衰变诱因，以及工质流型动态可视化和失稳模式，构建大尺寸高精度电解堆三维仿真模型，用于指导状态诊断与调控。

　　12. 千万千瓦级新能源基地综合能源容量规划、仿真技术与调控规律研究（申请代码1选择E06的下属代码）

　　研究风光火等互补的动态发电功率预测方法，建立新能源基地发电和储能系统的高精度仿真模型，提出新能源基地容量规划与优化方法；研究风光火储氢等多能互补的协同规律，提出源网荷储一体化新能源系统调控策略和经济运行模式，实现零弃风弃光。

　　13. 面向太阳能高效利用的超高温固体介质储热材料基础研究（申请代码1选择E06的下属代码）

　　探索适用于下一代太阳能高效利用的超高温固体介质储/释热体系；揭示储热材料吸收光谱匹配性，储/释热循环过程中材料微观演变机理；开发适合非密封环境、易于规模化、高安全、长寿命的超高温固体介质材料。

　　14. 高效高惯性常数飞轮同步调相机的设计与控制方法（申请代码1选择E06的下属代码）

　　构建飞轮同步调相机系统的动态运行模型，研究大转差率下的飞轮电磁驱动结构与控制原理，揭示“高速惯量飞轮-同步调相机”的机电-电磁序贯响应特性，提出真空高速惯量飞轮与大气常压同步调相机的融合方法，形成飞轮同步调相电机的惯量支撑与有功/无功协调运行控制策略。

　　15. 煤掺氢/氨清洁高效燃烧机理研究（申请代码1选择E06的下属代码）

　　研究煤掺氢/氨燃料的多组分混合、多场耦合燃烧特性与反应机理，揭示混合燃料着火-燃烧-燃尽规律及混燃过程污染物生成机制，构建煤掺氢/氨燃烧简化反应机理模型、污染物生成预测模型，开发大尺度全炉膛多源燃料混燃的高精度数值模拟方法，建立多源燃料混燃的清洁高效燃烧组织方式。

　　16. 高性能CO2煤基物理吸附材料研究（申请代码1选择E06的下属代码）

　　面向燃煤电厂烟气碳捕集，开展高性能CO2煤基物理吸附材料的孔隙结构与表面官能团定向设计研究，明确二者精准调控优化策略，阐明该吸附材料对CO2吸脱附影响机制，揭示煤电烟气中典型杂质对材料性能的影响规律与作用机理，提出抗污型低能耗CO2煤基物理吸附材料制备方案。

　　17. 三北地区构网型储能支撑高比例新能源并网稳定运行技术研究（申请代码1选择E07的下属代码）

　　针对三北地区高比例新能源并网稳定问题，研究构网型储能支撑高比例新能源并网稳定运行机理及对系统暂稳态特性影响规律，揭示海量电力电子设备间及其与电网间的交互与震荡机制，建立设备间、设备与系统间阻抗的动态辨识、预测及重构理论方法，提出不同类型构网型储能在极端天气和故障条件下的震荡抑制、主动支撑控制理论与策略。

　　18. 大型变速抽水蓄能机组宽幅宽频稳定运行及主动支撑电网控制策略（申请代码1选择E09的下属代码）

　　针对大型双馈变速抽水蓄能机组，研究机组宽幅宽频运行损伤机理及优化设计，提出机组多物理场耦合分析及过渡过程控制策略，构建接入电网适应性评价方法及系统稳定支撑技术。

　　（二）电子信息领域

　　重点支持项目

　　中国联合网络通信有限公司

　　1. 基于多模态融合的车路云一体化交通环境感知关键技术（申请代码1选择F01的下属代码）

　　针对车、路、云在内的多智能体间感知协同能力欠缺、交通场景感知精度不足，开展多智能体之间感知能力互操作架构和模型研究，并研发多种基于多模态融合的交通场景感知算法，构建场景分析、提取、存储以及数据应用的实时、智能感知处理闭环系统，并进行实验验证。

　　2. 面向工业控制领域的5G-A/6G超高可靠低时延网络架构与关键技术研究（申请代码1选择F01的下属代码）

　　针对工业控制领域5G-A/6G超高可靠超低时延的挑战，研究跨域系统整合和协议设计，以实现无线有线融合的资源优化；研究工业以太网协议和通信协议的融合，促进不同工业设备和通信系统之间的无缝通信；研究亚毫秒级时延和7个9的超高可靠性的关键技术，攻关通信协议优化和系统架构调整方案，并进行仿真验证。

　　3. 面向超宽带光网络的数字孪生建模和自优化研究（申请代码1选择F01的下属代码）

　　针对高速传输系统中精细管理以及性能优化需求，基于人工智能技术，面向大规模、多波段、超高速的光网络，研究综合网络、传输系统、业务的跨层级数字孪生模型，提出自优化算法和管理机制，进行测试验证。

　　4. 通感一体光网络理论和技术研究（申请代码1选择F01的下属代码）

　　针对通信网络通感深度融合发展的需求，研究通感一体化光通信理论，构建集高速传输和多维感知一体的信道模型，提出通感功能串扰抑制方法与动态通感调控机理，设计支持多点协同的感知机制和控制协议，支持多场景兼容的感知能力增强，开发原型系统并验证。

　　5. 光与毫米波融合的新型宽带接入技术研究（申请代码1选择F01的下属代码）

　　面向未来室内超高带宽接入需求，研究光与无线深度融合的宽带接入理论与技术，提出光与毫米波融合传输信道模型，形成融合通信自动优化算法，针对高通量、低延时等场景，进行仿真和实验验证。

　　6. 面向6G多样化应用的分布式智简网络技术研究（申请代码1选择 F01的下属代码）

　　研究面向6G多样化应用的分布式智简网络架构、协议体系和关键技术，包括去中心化可信分布式网络架构、网络功能重构和接口简化协议、分布式子网协同和智能自治机制、用户需求感知和用户意图解析等关键技术，构建6G分布式智简网络原型，开展典型应用场景下的理论验证与性能评估。

　　7. 5G-A/6G智能超表面协同技术研究（申请代码1选择F01的下属代码）

　　研究智能超表面在远场和近场条件下信道估计与波束赋形技术，开展对比分析和仿真验证，提升智能超表面精准实时动态调控波束能力；研究智能超表面组网方案和干扰控制技术，提升网络质量和性能；研究智能超表面低成本、极低功耗技术方案。

　　8. 面向高频通信的大规模天线与通感一体关键技术研究（申请代码1选择F01的下属代码）

　　研究基于超大规模天线阵列高频基站波束管理等覆盖增强技术及智能节能方法，构建智能绿色高频基站原型；针对多频段、多节点、多感知系统协同通感融合网络中的干扰问题，研究干扰及资源分配最优化理论，开展复杂环境下组网方案及技术验证。

　　9. 未来网络智能内生理论与关键技术研究（申请代码1选择F01或F02的下属代码）

　　研究智能内生的固移网络一体化架构与技术体系，构建网元层和网络层的智能体，研究多智能体之间协作、决策与进化机制，建立网络控制面与转发面的多智能体大模型，提升路由决策、网络管理、流量分类和识别的智能化水平，基于承载网和核心网开展理论验证和性能评估。

　　10. IPv6网络内生安全技术研究（申请代码1选择F01或F02的下属代码）

　　探索IPv6与AI、区块链等技术融合的网络安全机制，研究IPv6网络的风险检测与识别、主动安全防御、数据安全传输等关键技术，形成网络-数据-业务一体化的IPv6网络内生安全技术体系，并开展实验验证。

　　11. 6G新型融合网络的安全关键技术（申请代码1选择F02的下属代码）

　　针对6G网络架构演进、业务类型多样化以及人工智能、量子计算等新技术应用带来的新安全风险，探索6G网络的安全威胁新模式，设计通用、可演进的6G网络安全架构，研究适应于6G新型异构网络的安全关键技术以及面向天地融合等新场景的安全方案，推动6G安全与业务的全面融合。

　　12. 未来互联网技术体系研究（申请代码1选择F02的下属代码）

　　研究新型网络标识理论方法、去中心化身份验证和授权机制等，增强网络传输的可信度；研究数据标识驱动的数据跨平台（中介）多跳协同架构，形成数据智能交互和分发能力；研究智能管控理论方法，实现网络、VNF、计算等资源的动态分配和管理。开展实验和技术验证。

　　13. 大规模智算中心网络流量优化与调度技术研究（申请代码1选择F02的下属代码）

　　面向智算中心大规模RDMA流量高速无损传输需求，研究端网一体，光电协同的智算中心网络流量优化管控理论与方法；研究面向RDMA流量的拥塞控制理论方法，提高网络利用率和降低传输时延；研究智算中心内RDMA流量的特性，提出新型负载均衡理论方法，优化大规模RDMA流量在网络中的分布；开展实验和技术验证。

　　14. 面向算力与数据互联的高性能广域网络研究（申请代码1选择F02的下属代码）

　　面向高通量算力与数据的复杂交互和传输需求，提出算力与数据融合的高性能传输机理模型，研究异构泛在广域无损数算融合传输机制；面向新型应用场景的海量数据高性能传输需求，研究自适应流量控制、端网协同传输、拥塞控制等传输协议优化模型；开展广域典型场景传输实验验证。

　　15. 新型互联网确定性组网与协议研究（申请代码1选择F02的下属代码）

　　面向工业控制、元宇宙&XR等业务的低时延、低抖动传输需求，研究基于TSN、DetNet等技术的广域网确定性组网理论方法；研究时延队列调度、流量控制、资源预留等关键技术，满足跨域的端到端确定性承载需求，并进行仿真与实验验证。

　　16. 多场景全天时通导一体化融合服务关键技术（申请代码1选择 F03的下属代码）

　　研究基于5G、北斗和低轨卫星等关键系统的通导融合系统建模理论方法，建立时空信息统一的系统框架，研究动态自适应的融合定位技术，构建异构通信、导航、感知信息融合与评价体系，实现高可靠、多场景全天时通导融合服务系统。

　　17. 通用AIGC伪造内容检测方法及关键技术研究（申请代码1选择F06的下属代码）

　　针对AIGC类内容伪造技术发展迅猛的威胁，研究具备连续学习能力的通用AIGC伪造内容检测方法，探索AIGC内容与真实内容的特征边界，实现AIGC伪造内容检测模型的持续演化，形成对伪造文本、语音、图像、视频内容的持续鉴别能力。

　　18. 高效精准低复杂度的多模态大模型网络结构研究（申请代码1 选择F06的下属代码）

　　研究面向长序列输入友好的低复杂度多模态网络结构，探索高效率多模态特征精准的表示方法，实现新型多模态网络模型原型系统，解决当前多模态大模型输入长度受限、图像特征提取精度要求高、模型受训练窗口大小/分辨率的限制等问题。

　　19. 安全可信的高表现力语音生成大模型关键技术研究（申请代码1 选择F06的下属代码）

　　研究语音内容、韵律、音色和风格解耦的理论方法，实现具有上下文学习能力和高表现力的语音生成大模型，能够基于少样本或零样本数据生成高相似度、高表现力、情感可控的多语言合成语音；研究语音生成大模型的安全可信技术，在生成过程中实现价值观对齐，并为偏见和毒性检测提供安全可信的评测方法。