附件1

鄂尔多斯市科技突围“揭榜挂帅”

重大项目榜单

四个世界级产业

新能源装备制造-1

大规模风光储协同调控零碳虚拟同步发电系统

关键技术及示范研究

**1.研究内容**

解决新能源间歇性和波动性问题，研发基于高电压、高容量、长寿命储能技术，以新型控保架构耦合风、光、储，构成零碳虚拟发电系统，提供主动惯量、调峰、调频、调相和黑启动等辅助服务，实现无传统火电机组和调相机群支撑条件下的新能源独立构网和高比例绿电输出。开展零碳虚拟同步发电系统出力可用性评估，研究发电直调机组方案设计和接入方式。开展零碳虚拟同步发电系统经济性、可靠性分析，形成储能配置优化方法。研究零碳虚拟同步发电系统平抑波动与主动支撑电网的多目标控制关键技术，研发新型储能装置和控保装置。

**2.主要创新点**

研究提出零碳虚拟同步发电系统配置优化方法，建立平抑波动与主动支撑电网的多目标控制策略路径，开发无传统火电机组和调相机群支撑条件下的新能源独立构网控保装置，建立完整的工业级经济评估模型，开展大规模工程示范。

**3.考核指标**

（1）建设零碳虚拟同步发电系统示范装置。新能源装机容量≥500MW；储能规模≥15%新能源装机规模，储能时长≥2小时，循环寿命≥20000次（容量保持率≥65%）；离网运行电能质量满足国标GB/T 15945、GB/T 12325、GB/T 12326、GB/T 14549、GB/T 15543等的要求。

（2）示范装置在无火电支撑下，年稳定可靠供电≥8000h；惯量响应常数在2-10s内可调；站级能量转换效率≥90%；无功支撑能力，最大满发≥70%储能功率；调峰能力100%储能配置功率，调频能力≥1.4倍储能配置功率/60s；四象限能力100%储能配置功率/70%储能配置功率。

（3）形成1套新能源储能容量优化配置算法，编制1套零碳虚拟同步发电系统控保装置的控制架构设计方案；开发1套功能完备的控制保护装置；开发1套零碳虚拟同步发电系统出力可用性评估和经济性评估软件；建立零碳虚拟同步发电系统仿真模型并形成仿真技术报告。

（4）申报发明专利≥6件；发表学术论文≥2篇；培养引进高层次科技人才≥5人。

**4.实施周期：**3年。

**5.拟支持资金额度：**预计财政专项资金投入1000万元。

新能源装备制造-2

固态电解质改性聚阴离子型电池关键技术研发

及储能示范应用

**1.研究内容**

突破更高能量、高安全、长寿命、低温适应性强的储能技术。研究聚阴离子型正极材料-磷酸锰铁锂正极改性方法，筛选适用于磷酸锰铁锂改性的固态电解质，开发具有高离子电导率、宽电化学窗口和界面亲和性的固态电解质材料，利用固态电解质与聚阴离子型材料的界面工程修饰策略实现正极材料改性，并规模化生产。探究固态电解质改性磷酸锰铁锂材料的内在特性，开展材料表征和电化学测试，实现性能提升。开发适用于大规模生产的储能电池制备工艺，建立完善的生产线和质量控制体系。优化电池和储能系统结构，完成MWh级固态电解质改性磷酸锰铁锂储能产品验证，制定相关技术规范与标准。

**2.主要创新点**

利用分子生成器和AIOT技术生成并高通量筛选固态电解质，揭示固态电解质掺杂改性聚阴离子型材料的界面行为规律，基于固态电解质改性聚阴离子型材料开发高安全固态电池。

**3.考核指标**

（1）建立一套MWh级的固态电解质改性聚阴离子型储能系统，0.5P/0.5P循环寿命≥12000cls@70% SOH，储能系统通过UL9450认证，集成电池管理系统、能量转换系统等关键部件。

（2）储能电池单体能量密度≥200Wh/kg，常温1P/1P循环寿命≥10000cls@80% SOH，且在-20℃下能量保持率≥80%@RT。化学体系成本≤250元/kWh。通过GB/T36276-2023认证，且通过200℃热箱安全测试。

（3）固态电解质改性磷酸锰铁锂放电比容量≥150mAh/g@1C@RT，成本≤60元/kg，编制改性磷酸锰铁锂正极材料技术开发报告一份。固态电解质在-20℃下离子电导率≥10-4 S/cm，电子电导率≤10-8S/cm，电化学窗口≥4.35V，编制固态电解质改性正极应用方案报告一份。

（4）申报发明专利≥10件；制定储能系统行业标准≥1项；发表学术论文≥2篇；培养引进高层次科技人才≥5人。

**4.实施周期：**3年。

**5.拟支持资金额度：**预计财政专项资金投入1000万元。

新能源装备制造-3

兆瓦级跨季节热化学储能系统关键技术研发及应用

**1.研究内容**

突破储能技术跨季节储释能成本高、效率低、循环性能差等瓶颈问题，研发场景适配性好、低成本、高性能的兆瓦级热化学储能产品。研究掺杂成分和多尺度构型与储热性能的构效关系，开发低成本、高活性和长寿命储热材料及其批量制备方法。建立多孔介质床层内流-热-化多物理场耦合数值模型，研究反应器性能强化的主控因素及协同强化机制，制定高效易扩展快速响应热化学储能反应器优化设计方案。建立热力学性能与技术经济性评价体系，开展集成系统变工况能量及㶲分析，提出储能系统运行优化方案。分析驱动能量波动性、循环活性、储/释能功率等不同因素在集成系统中的变化规律，形成在不同热用户需求和能量供给条件下集成系统的最佳协同控制策略与运行优化技术。

**2.主要创新点**

开发出大规模低成本高性能储热材料制备技术，提出新型快响应热化学储能反应器设计方法、系统集成设计方案以及系统灵活智能控制策略，为农牧区、矿区提供稳定、清洁、廉价的供热方案。

**3.考核指标**

（1）建立多尺度有序构型下热化学储能材料的构效模型；构建氧化钙/氢氧化钙流-热-化多场耦合数值模型；建立适用于多重时间尺度的大规模热化学储能系统稳/动态模型。

（2）储热复合材料储能密度≥1000 kJ/kg，有效导热系数≥0.6 W/(m·K)；储热单元40次储/释能循环后转化率≥75%；系统释能温度在130 ℃-400℃之间。

（3）评估氧化钙/氢氧化钙热化学储能系统经济性，系统综合单位储热投资成本≤400 元/kWh、储能成本≤40 元/GJ（不考虑能量成本，仅考虑储能系统投资折旧、运行、能量转化损失等）。建成1.2MW/10.8MWh 级跨季节热化学储能系统示范工程。

（4）申报专利≥7件，其中发明专利≥5件；培养引进高层次科技人才≥3名。

**4.实施周期：**3年。

**5.拟支持资金额度：**预计财政专项资金投入600万元。

现代煤化工-1

煤基合成气制轻质芳烃关键技术研究及应用示范

**1.研究内容**

突破煤基合成气高选择性合成轻质芳烃技术应用示范，为轻质芳烃生产提供新路径。研究煤基合成气制备轻质芳烃反应中的碳氧键活化和碳碳偶联机制，构建芳烃产品碳数和异构化调控方法，揭示关键中间体高效定向转移机制，探究高效催化剂的设计与反应机理，建立催化剂表界面配位结构与反应性能之间的构效关系，提升轻质芳烃选择性。研究煤基合成气制轻质芳烃过程的催化剂制备放大方法及规模化制备工艺，开发原料气净化、反应器和反应、分离工艺，形成成套技术。开展反应过程及分离工艺研究，完成中试验证以及经济性分析。

**2.主要创新点**

开发超高时空分辨的微观表征方法探究碳氧键活化与碳碳键偶联机制，构建兼顾高效合成气转化与轻质芳烃选择性的耦合催化体系，实现吨级催化剂规模化制备与百吨级全流程性能验证。

**3.考核指标**

（1）煤基合成气转化直接制备轻质芳烃催化剂单次吨级制备验证，CO单程转化率≥70%，CO2单程选择性≤30%，总芳烃选择性≥70%，芳烃时空收率≥100g/(kgcat\*h)，其中轻质芳烃（BTX）占比≥70%，对二甲苯在二甲苯中选择性≥60%。

（2）完成百吨级中试验证。

（3）申报专利≥10件，其中发明专利≥8件；发表学术论文≥2篇；培养引进高层次科技人才≥5人。

**4.实施周期：**3年。

**5.拟支持资金额度：**预计财政专项资金投入1000万元。

现代煤化工-2

CO2加氢制甲烷关键技术研究及示范

**1.研究内容**

基于非贵金属Ni基催化剂，探索其制备方法和工艺条件对CO2甲烷化性能的影响，开发高效Ni基CO2甲烷化催化剂。研究催化剂的载体、助剂和合成方法，探究催化剂的结构和界面效应，获得高稳定性、高活性催化剂。开展反应工艺研究，获取接近平衡转化率的CO2甲烷化反应条件。研究颗粒催化剂的成型方法，分析助剂和添加剂对催化剂强度与性能的影响，进行100mL的模式实验验证。设计核心装备和工艺流程，形成CO2甲烷化工艺包。开发设计新型高效的合成装置，最大化原料气的利用效率。

**2.主要创新点**

构建高稳定、价格低廉的Ni基CO2甲烷化新型催化剂体系，研究温和反应条件下CO2加氢制甲烷技术，设计新型合成装置及工艺包，最大化原料气利用工艺。

**3.考核指标**

（1）原颗粒催化剂在反应温度≤600℃、反应压力≤5MPa、空速5000-20000h-1条件下，CO2转化率≥90%，CH4选择性≥90%；催化剂连续稳定运行1500小时以上。

（2）完成CO2甲烷化核心装备设计和工艺包开发。

（3）申报专利≥6件，其中发明专利≥2件；发表学术论文≥2篇；培养引进高层次科技人才≥5人。

（4）建成制备甲烷≥50万标方/年的示范装置，稳定连续运行≥1500小时。

**4.实施周期：**3年。

**5.拟支持资金额度：**预计财政专项资金投入1000万元。

能源-1

低碳原位无氧煤制气关键技术开发及中试装备研制

**1.研究内容**

突破现有煤层原位注氧气化转化二氧化碳排放量高、生产强度小、气化稳定控制难等瓶颈问题，开发煤层原位无氧高能转化新技术，研制新型低碳原位煤制气装备。研究煤层高能转化产气特性及复杂介质影响规律，解析高能转化机理及减碳路径。开展煤种适用性研究，设计可控高能点火及转化系统结构，开发煤层高能转化先进控制技术。研究煤层高能气化智能判识和调控决策机制，研制高能转化关键装备，建设煤层高能转化性能验证和测试平台，开展可控高能转化系统产气性能验证及长周期稳定运行测试。开展系统能效分析及碳排放核算。形成低碳原位煤制气关键技术及运行模式，制定相关技术规范。

**2.主要创新点**

开发煤层原位无氧煤制气新技术，实现煤层原位、低碳、高效、精准开采新模式，研制关键技术装备并开展长周期稳定试运行。

**3.考核指标**

（1）建成新型低碳原位煤制气中试装置，在实际矿井工作面开展工程应用。中试装置产气量大于1200标方/天，连续稳定运行72小时以上；产品气中有效气（H2+CH4+CO）组分≥85%，吨煤产氢量≥900标方;千方氢气的二氧化碳排放量≤250标方;能量转化效率≥70%。气化效率≥70%；热效率≥85%。

（2）申报专利≥3件，其中发明专利≥1件；发表学术论文≥2篇；培养引进高层次科技人才≥5人。

（3）编制技术规范和标准≥1项。

**4.实施周期：**3年。

**5.拟支持资金额度：**预计财政专项资金投入1000万元。

能源-2

烟气中SO2高效脱除解吸关键技术研究与应用示范

**1.研究内容**

攻克烟气中SO2高效脱除、解吸关键技术，开发可用于替代或改进现有湿法烟气脱硫系统的烟气SO2脱除、解吸技术集成。研究可循环再生的脱硫剂，以及相应的脱除、解吸设备，优化SO2脱除、解吸工艺及控制技术。研制建设SO2高效脱除试验装备，开展连续运行工业示范试验，为大规模工业应用提供理论与技术支撑。

**2.主要创新点**

探究烟气SO2低碳、低成本、高效率脱除，低热耗、低成本解吸回收技术，研制配套装备与生产工艺，开展连续运行工业示范试验。

**3.考核指标**

（1）形成工艺技术包；与现有国内先进的湿法脱硫技术相比较，脱硫剂可高效循环使用，每脱除1吨SO2减少CO2排放量≥0.7吨，减少石灰石使用量≥80%，减少固废石膏量≥80%；烟气脱硫综合成本降低≥50%。

（2）建成处理10000Nm3/h烟气产业化示范装置1套；解吸回收气体SO2浓度≥98%，回收原烟气SO2高值利用率≥80%；在烟气SO2浓度≤5000mg/Nm3工况下，实现6%含氧量净化烟气SO2排放量≤35mg/Nm3的超低排放。

（3）申报专利≥6件，其中发明专利≥2件；发表学术论文≥2篇；培养引进高层次科技人才≥5人。

（4）编制解吸法脱硫技术规范和标准1项。

**4.实施周期：**3年。

**5.拟支持资金额度：**预计财政专项资金投入600万元。

羊绒-1

羊绒制品智能化印染技术研发及示范应用

**1.研究内容**

突破印花设备在羊绒制品上无法自主识别和调整印花图案的形状、精度及颜色等难题。结合AI图像识别技术、自动控制技术、人工智能技术，研发羊绒制品印花图案精准定位的印花设备。实现复杂图案羊绒及羊绒混纺制品的精准定位印花，提高数码印花羊绒制品的成品率和染料利用率，减少废水排放。研究数码印花的精准定位技术，研发蒸化设备耐高温高压衬板材料，建立一条羊绒制品数码印花全自动生产线。

**2.主要创新点**

开发基于 AI视觉识别的高档羊绒产品数码印花技术，实现与羊绒制品编织特征相匹配的印花图案精准定位打印。研发耐高温、高湿、高压衬垫材料，实现打印、蒸化自动化升级。

**3.考核指标**

（1）设计、研发一套羊绒制品数码印花图案精准定位印花设备，图案打印精度达到635x2400dpi，定位精度达到0.5毫米，与传统印花方式相比较，减少污水排放50%。

（2）优化设计喷印、烘干、蒸化、水洗等生产工序，实现自动化衔接，使喷印、干燥工序用工减少50%。

（3）建立一条羊绒产品自动化数码印花示范生产线，生产效率提升100%，一等品率提升至96%及以上。

（4）申报专利≥12件，其中发明专利≥2件；发表学术论文≥2篇；培养引进高层次科技人才≥5人。

**4.实施周期：**3年。

**5.拟支持资金额度：**预计财政专项资金投入500万元。

煤矸石综合利用

煤矸石综合利用-1

煤矸石全组分高值化协同综合利用关键

技术及应用示范

**1.研究内容**

突破大宗工业固废-煤矸石利用率低、产品单一、附加值低、能耗高及二次污染防控差等瓶颈问题。分析煤矸石的矿物组成、化学成分、相互作用机制，构建煤矸石矿物织构数据库。建立煤矸石高效活化技术体系与工艺路线，明晰活化机理，实现难分离矿物的高效活化解离。研发煤矸石中各元素的高效分离与重组技术，构建能量的梯级利用和回收技术体系，实现煤矸石中有价元素全组分分离与高附加值利用。研发移动式余热回收活化装置、高效分离过滤器、智能收布料器等核心非标设备，建设示范生产线并连续、稳定、高效运行。

**2.主要创新点**

提出煤矸石组元分离与重组协同综合利用技术，大幅降低吨均能耗。揭示活化过程中元素与矿相迁移和转化规律，保障产品纯度、稳定性与多元化。构建织构具有典型“时空”特征的煤矸石高值化、零排放协同综合利用的理论体系。

**3.考核指标**

（1）产出高附加值产品15种以上，其中产品理化特性满足：精煤粉：热值≥5500kCal，硫含量＜1.0%；白炭黑：SiO2含量≥90%，水分含量＜10%，d50≤30μm，比白度≥90；复合SiO2气凝胶：SiO2含量≥99.9%，TiO2含量≤0.1%，堆积密度≤300 kg/m3，比表面积≥200 m2/g，热导率≤0.024 W/(m·K)；铁红：Fe2O3含量≥96%，含水率≤1%，R2O3＜0.8%；氢氧化铝：Al2O3含量≥64%，R2O3≤0.5%，d50≤50μm，比白度≥95；硅酸钙：CaO含量≤40%，SiO2含量≥60%，d50≤50μm；其他产品：满足工业产品国家标准以上。

（2）建设一条≥10万吨/年煤矸石全组分高值化协同综合利用工程示范生产线，吨均产品能耗≤240kWh。

（3）构建煤矸石矿物织构数据库1套。

（4）申报发明专利≥6件；发表学术论文≥5篇；编制技术标准≥1项；培养引进高层次科技人才≥5人。

**4.实施周期：**3年。

**5.拟支持资金额度：**预计财政专项资金投入1000万元。

煤矸石综合利用-2

煤矸石脱碳制备高活性铝硅粉及关键金属

协同提取技术及示范

**1.研究内容**

突破煤矸石中有价元素高效提取过程迁移行为与调控机制、煤矸石中有害组分定向转化与减控规律，开发煤矸石制备高活性铝硅粉、高活性铝硅粉酸法除硅和结晶氯化铝低温热解水热除杂关键技术。研究煤矸石高效脱碳反应机制，开展高效脱碳制备铝硅粉台架试验研究。研发高活性铝硅粉有价元素在酸性体系中高效溶出、氯化铝料浆沉降分离、氯化铝溶液除铁、氯化铝溶液蒸发结晶等工艺技术。研发结晶氯化铝低温热解和水溶除杂技术，耦合优化水溶除杂技术及工艺条件，形成示范生产线。

**2.主要创新点**

研发煤矸石制备高活性铝硅粉新技术，有效降低氧化铝生产成本。创建高活性铝硅粉有价元素协同高效溶出理论及技术体系，开发高活性铝硅粉酸法协同溶出工艺技术。

**3.考核指标**

（1）形成煤矸石制备高活性铝硅粉工艺技术，实现焙烧温度≤850℃、高活性铝硅粉中未燃碳含量≤5%。

（2）形成煤矸石酸法脱硅工艺技术，研制关键装备，高活性铝硅粉中氧化铝溶出率≥85%、除铁后的氯化铝溶液中铁含量（以Fe2O3计）≤10 mg/L，制备出中间产品氯化铝结晶。

（3）形成煤矸石水溶提铝工艺技术方法，研制关键装备，产品氧化铝杂质含量Na2O<0.1%、CaO<0.02%、K2O<0.02%、MgO<0.02%。

（4）形成以“燃烧脱碳、酸法除硅、水溶提铝”为核心的煤矸石酸法提取氧化铝技术体系，完成试验验证。氧化铝纯度达到国家冶金一级品标准。

（5）申报专利≥8件，其中发明专利≥4件；发表学术论文≥3篇；编制技术标准≥1项；培养引进高层次科技人才≥5人。

（6）建设年处理≥30万吨煤矸石的示范生产线1条，年产氧化铝、电解铝≥20万吨。

**4.实施周期：**2年。

**5.拟支持资金额度：**预计财政专项资金投入750万元。

煤矸石综合利用-3

煤基固废资源高值化循环利用协同沙化土地

治理关键技术研究与工程应用

**1.研究内容**

突破鄂尔多斯地区煤矸石、粉煤灰和煤气化渣三种典型煤基固废大量堆存、污染环境和土地沙化的问题，研发煤基固废资源高值化循环利用协同沙化土地治理关键技术。研究三种煤基固废共性及差异化规律，研发煤基固废中硅铝氧化物分离提纯关键技术，揭示煤基固废分解重构机制，制备片状氧化铝和白炭黑等高值化产品。研究煤基固废活性组分分布规律与激发机制，研发低碳胶凝材料和矿山充填材料等产品。研制煤基固废制备矿山复垦土和循环利用衍生的有活性物料，研发其土壤沙化治理协同固碳、提质增效技术。形成煤基固废高质梯级利用成套技术并进行工程示范，制定相关技术规范与标准。

**2.主要创新点**

提出鄂尔多斯典型煤基固废硅铝组分高效分离新方法，建立硅铝组分高值化利用新工艺。构建煤基固废高效协同活化新技术体系，制备新型煤基固废胶凝材料。研发新型煤基固废基质土联合改良剂，提出煤基固废基矿山复垦土的构建方法。

**3.考核指标**

（1）提取氧化铝晶型为α-Al2O3，径厚比可控（8-18）；提取白炭黑二氧化硅含量≥98%，比表面积≥200 m2/g，DPB吸油值≤3.0 cm3/g。

（2）绿色胶凝材料中煤基固废含量≥20%；28d单轴抗压强度≥42.5MPa、抗折强度大于6.5MPa；初凝时间≥45min，终凝时间≤390min。矿山充填材料坍落度≤200mm，28d单轴抗压强度≥5MPa。

（3）研发5种煤矸石制高效土壤活性调理剂和3套煤基固废基质土改良方案，煤矸石源土壤改良方案对沙化土地作物产量提高20%，成本降低50%。

（4）申报专利≥7件，其中发明专利≥5件；发表学术论文≥15篇；制定行业以上标准≥1项；培养引进高层次科技人才≥5人。

（5）创建煤基固废土壤化改良工程示范2项，示范区域面积≥10000 m2。

（6）形成煤基固废资源高值化循环利用集成创新技术10项，提交技术研究成果报告1套。

**4.实施周期：**3年。

**5.拟支持资金额度：**预计财政专项资金投入1000万元。