

2024 年度陕西省关键核心技术攻关指南 (新兴、未来领域)

一、新兴产业

1. 智能传感系统与机器人

1.1 特种高精度智能传感器研制

针对智能机器人、航空航天、生物医疗等领域对力、或加速度或位移的高精度测量需求，研制自主可控和具有自主知识产权的高精度智能传感器，并实现其在机器人、或生物医疗、或航空航天领域的应用。主要研究内容包括：高精度智能传感器的感应及测量机理；高精度智能传感器的敏感结构设计；高精度智能传感器的批量化制备工艺；高精度智能传感器的信号调理与集成式封装技术；高精度智能传感器的应用验证研究。

1.2 基于感知增强的智能仿生水下无人侦查系统开发

针对水下探测任务对现有水下无人探测器、水下无人集群的感知增强和智能化需求，开发具有自主知识产权的智能水下无人侦查系统。主要研究内容包括：开展水下感知方法研究和传感器研制；研制大深度浮力调节装置；研究融合感知的智能水下侦查系统的仿生设计；基于信息融合的推进力预测和流场特征识别方法；开展智能仿生水下无人侦查系统的应用验证研究。

1.3 复杂干扰环境下空中智能无人系统开发

针对当前无人机在复杂干扰如通信中断、GPS 拒止等场景下进行目标环境探测、静/动态目标识别定位与追踪时所面临的极大挑战，开发面向复杂干扰环境下空中智能无人系统。主要研究内容包括：复杂干扰 GPS 拒止环境下无人机全局定位方法；复杂环境中无人机多目

标自适应性识别检测算法；复杂环境无人机目标深度定位追踪方法；复杂环境无人机快速智能导航路径规划算法研究；智能自主探测与追踪无人机系统应用验证研究。

1.4 面向特殊工作环境的智能无人车系统开发

针对地下管网、或矿井、或露天矿场特殊工作环境，开发具有高通用性、高效率的智能无人车系统。主要研究内容包括：面向特殊工作环境的智能无人车系统的结构设计；特殊工作环境下智能无人车系统的通信和导航定位技术；不同工况下智能无人车系统的智能控制技术；智能无人车系统的应用验证研究。

2. 新一代信息技术

2.1 计算芯片与高速接口

研究方向：研究具有通用层级化可编程性、低时延网络、统一管控的特性 DPU 架构，解决现有数据中心网络基础设施架构不能满足飞速增长的数据算力需求的难题。面向复杂场景下视频分析和识别等实际应用需求，研究器件-架构-电路协同的自重构自演化 AI 芯片。研究高性能 D2D 传输接口，开展高带宽、低延时、低能耗、高可靠的物理层及控制器层芯片设计技术研究。支撑计算芯粒更优化的资源分配，满足大量数据在芯粒间传输的需求。

2.2 高性能存储器研发

研究方向：针对物联网、人工智能等新兴应用场景大规模数据的存储需求，研究新材料、新架构，研制更高数据传输速率的高能效高带宽大容量存储器；研究数据存储安全新算法、新技术，提升数据存储的安全性。推动数字经济产业全面发展，促进国产化生态完善，提升全国产化技术能力。

2.3 3D 封装技术研究

研究方向：先进封装技术是提升芯片集成度、延续摩尔定律的重

要手段。研究 3D 封装中高性能互联技术，开发 3D 封装工艺，提升信号传输效率与封装密度。构建封装芯片多物理场作用下的失效机理及其可靠性设计理论。开发多芯片 3D 封装可靠性预测方法，提高封装可靠性。实现自主知识产权、突破国外技术封锁。

2.4 高性能传感器模拟前端接口芯片技术研究

研究方向：面向声、光、电、力等传感应用需求，研究高精度高线性度传感接口芯片。研究高效传感信号获取和信号调理技术，实现微伏级模拟信号的处理，研究低功耗紧凑型模数转换器架构和电路技术，实现高精度、高速数字信号处理。开发高性能传感器模拟前端接口芯片，显著提升读出电路在工作温度、精度、功耗、响应速度等方面的性能。

2.5 高性能频率源

研究方向：研究数字密集型高性能宽带频率源芯片技术，解决集成芯片或系统时钟源“卡脖子”问题。开展具有高工艺兼容性的宽带频率源关键技术研究，突破高分辨率实时小数相位量化、低相噪超宽频数控调频、超宽带低相噪倍频等关键技术，开发支撑宽频一体化雷达、电子对抗、无线通信等领域的宽频极低抖动毫米波频率源 IP 与样品。

2.6 IC 可靠性智能评估软件

研究方向：研究可靠性筛选、寿命试验、可靠性预计等三种传统可靠性评价技术的适应性，可靠性预计方法、基于敏感参数的可靠性评价、基于失效物理的可靠性评价、基于失效物理的可靠性预计、故障预计与健康管理和可靠性强化试验的适应性，开发基于 AI 的集成电路可靠性评价、分析、预计模型以及集成电路可靠性评价、分析、预计的工业软件。实现对集成电路可靠性的即时定量评价，推进我国集成电路在高性能高可靠领域（军工、飞机、汽车）的国产替代。

2.7 量产型 GaN HEMT 功率器件测试系统开发

研究方向：面向第三代宽禁带功率器件的快速发展与测试需求，开发针对量产型 GaN HEMT 的参数测试系统。研究延时校准技术、开/短路预测试技术、电压钳位技术、短路保护技术等关键测试技术，开发完整的支撑量产的 GaN HEMT 功率器件的快速测试系统。提高量产功率器件的产品良率，加速产业推广。

2.8 面向多信息源的高性能信号监测与管理技术

研究方向：面向多场景多信息源的监测与管理需求，基于互联网、大数据等现代数字技术，研究对应现实世界的三维模型，构建与目标匹配的全要素数字孪生系统，实现应用示范，提升陕西省在交通、国土资源、水务、管网、基层管理等三维全要素管理中信息采集与管理的时效性和智能化水平。

2.9 外骨骼机器人的人机协同系统开发

研究方向：开发融合计算机视觉的外骨骼机器人，提升外骨骼机器人在复杂多变环境中的感知和决策能力，实现高可靠、低延迟、低功耗、长续航、多场景应用的人机协同。开发基于国产 AI 处理器的外骨骼机器人，使外骨骼机器人能够在复杂多变的环境中灵活应对挑战，在医疗康复、工业生产等领域进行应用示范。

2.10 量子技术的研究与应用

研究方向：面向无人机等新型通信场景需求，针对传统的公钥密码算法面临的潜在安全威胁，研究基于量子技术的新型加密技术，提升通信安全等级，抗电磁干扰能力，实现量子加密技术与通信数据、控制系统的深度融合，抢占量子计算时代信息安全先机，推动新型通信系统与装备的快速产业化。

3. 先进制造

3.1 高精密切控机床共性技术研究

研究方向：开展多轴精密加工机床设计方法、进给轴直线电机驱动技术、光栅尺闭环控制技术、主轴温度控制技术、高速五轴摆头电主轴技术、机床振动抑制技术、机床加工空间精度评价技术、加工过程状态在线监测等关键技术研究，突破相关关键技术，形成精密数控机床关键零部件研制和整机装配集成能力。

3.2 面向复杂服役环境的传感器设计与制造技术

研究方向：针对不同领域复杂服役环境对压力、温度、目标识别、三维扫描等传感器的迫切需求，开展面向复杂服役环境的传感器设计与制造、传感器性能稳定性控制、传感器标定与性能评价、传感器环境适应性校准以及数据处理等关键技术研究，实现高端传感器的国产化自主研制。

3.3 液态金属冷却快中子增殖反应堆燃料异形包壳管成型工艺与装备

研究方向：研究新型双重异质结构的 FeCrAl 基合金材料的性能调控机理；突破难变形金属异形管的轧制成形、大长径比高螺距精度螺旋带肋管冷成形等关键技术；研发高温、强辐照、强腐蚀复杂服役环境下异形包壳管成套成型工艺；研制大长径比、大肋高比、难变形金属薄壁异形管成套成型装备，在液态金属冷却快中子反应堆等实现示范应用。

3.4 空域精细化管理、智能防护与着陆系统关键技术研究

研究方向：开展强电磁干扰及复杂障碍物环境下 AI 视觉无人机实时主动图像识别、“空地”通信和数据链路技术、无线智能传感网络的组网与数据传输技术、基于风险大模型的精细空域评估、空地协同的目标意图精准理解、空域冲突实时预测与航路动态重构等关键技术研究，构建低空空域精细空管与安全防护仿真验证平台；突破发射机

射频信号相位自动控制、基于直接频率合成的高精度宽带调制信号产生、发射机端到端的完好性监测等关键技术，研制高精度数字化发射机设备，实现仪表着陆系统的国产化自主研制。

3.5 AI 赋能空天 CAX 工业软件

研究方向：针对高端空天 CAX 软件严重依赖国外的现状，研究人工智能机理模型与数据模型摄动融合机理，发挥各自优势解决实际工程问题的原理和机制，并针对工业软件和人工智能技术的融合进行技术攻关，形成 CAX 软件系统，开展关键场景应用验证，弥补我国工业软件领域“卡脖子”和弱项短板。

3.6 先进微纳机器人设计与驱控技术研究

研究方向：针对医用微纳机器人，开展基于超声驱控的先进微纳机器人优化设计、多模态微纳机器人 4D 打印、先进微纳机器人遥操作等关键技术研究，研发具有多模态变体功能、可遥控的微纳机器人，解决超声驱控微纳机器人靶向医疗技术难题。

3.7 钛合金基体-钽/银梯度涂层复合融合器数字化可控制造

研究方向：基于人体医学数据，构建生物参数下的物理数学模型，研究钛合金基体宏微观设计方法，实现弹性模量匹配的钛合金仿生结构基体数字化可控制造，探索钛合金基体与梯度复合涂层界面强结合机理，建立生物参数适配的基体-涂层一体化钽/银复合融合器可控制造新方法。

3.8 超高强多孔钛合金智能设计与增材制造

研究方向：研究轻质高强钛合金材料高力学性能的孔结构智能设计方法，突破界面连续性约束下的多类胞元随形组合填充、增材制造百微米至毫米级尺度下特征结构的尺寸效应与方向效应等关键技术，实现钛合金多孔结构的精准设计与高质量制备。

3.9 储能系统 SiC 器件关键技术研究

研究方向：研究 SiC 器件高性能驱动技术、SiC 器件和驱动电路的干扰耦合机理、脉冲电流瞬间对系统控制的电磁干扰机制以及 SiC 器件双向隔离控制算法、高效低噪等关键技术，提高使用寿命和可靠性，并在储能系统中进行应用验证。

3.10 面向卫星互联网系统的相控阵天线设计与制造

研究方向：面向我国卫星互联网系统建设发展需求，研究天线机电耦合成形与制造的理论体系与方法，突破面向相控阵天线批量生产的设计与制造、超大型相控阵天线低成本制造等关键技术，解决多波束天线短时间难以复制量产的难题，助力我国卫星互联网系统建设。

4. 能源化工

4.1 光电催化合成尿素关键技术研究

研究方向：立足我国对绿色化工技术的发展需求，利用太阳能等波动性、随机性能源，以 N_2 、 CO_2 与水为原料，实现温和条件下光电催化一步合成尿素。创制具有高活性、高选择性与高稳定性的光电催化剂新体系，构建催化剂体系的配套反应器，开发光电催化合成尿素集成示范系统，形成具有自主知识产权的变革性合成尿素关键技术。

4.2 高性能烷烃脱氢催化剂构建技术研究

研究方向：针对烷烃脱氢催化剂活性低与选择性差的问题，开发烷烃脱氢用氧化铝载体及催化剂，揭示氧化铝载体结构的调控机制和规律，阐明催化剂结构与烷烃脱氢反应之间的构效关系，开发放大工艺及其关键控制技术，建立百吨级载体及催化剂生产线，实现规模化生产并向下游推广应用。

4.3 先进分子筛催化剂绿色合成关键技术研究

研究方向：针对现代化工行业绿色清洁发展的需求及关键领域催化材料“卡脖子”难题，研究分子筛结构与催化性能之间的构效关系，开发催化性能高效、制备过程绿色的分子筛催化剂宏量制备技术，解

决全流程工程放大难题，建成百吨级/年分子筛生产及环保等配套装置，实现连续清洁生产及商业应用推广。

4.4 连续法高效催化合成季戊四醇酯关键技术研究

研究方向：针对我国高端增塑剂及润滑油用季戊四醇酯制备“卡脖子”技术难题，开展连续法催化合成季戊四醇酯技术研究，突破高效酯化催化剂创制、反应-精馏耦合及产品纯化工艺等关键技术，形成具有自主知识产权的季戊四醇酯连续合成成套技术。

4.5 基于强甲烷吸附材料创制的低浓度煤层气分离技术研究

研究方向：针对低浓度煤层气开发中对高性能吸附材料的重大技术需求，开发新型晶态多孔框架材料百公斤级宏量制备技术，研究低浓度煤层气中甲烷富集、提纯和利用的关键技术，形成吨级煤层气关键吸附装置样机，实现低浓度煤层气中甲烷的高效回收与利用，解决煤层气开发行业中存在的共性关键技术难题。

4.6 煤基固废协同生态修复综合利用关键技术研究

研究方向：针对煤基固废协同参与生态修复的重大需求，攻关煤基固废有价值及有害成分多态分离提取方法和技术，研制低能耗、低成本煤基固废制备工程技术及装备，构建煤基固废协同参与生态修复模型，研发煤基固废协同生态修复建造过程中的环境监测技术及装备。

4.7 陕北原油直接制化学品关键技术研究

研究方向：针对陕北石蜡基原油易裂解特性，开发原油直接制化学品关键技术，建立原油理化性质与裂解反应特性的构效关系，创制适合原油深度裂解、定向转化的专属催化剂，开发适合于原油直接裂解的分级反应、分区转化的反应-分离新工艺，完成百公斤级中试反应评价。

4.8 生物质低碳高效发酵联产氢烷技术

研究方向：针对农业废弃物、餐厨垃圾等大宗生物质固废发酵存

在传热传质效率与底物转化速率低等问题，分析固废厌氧发酵的物质转化规律和热力学特性，探究发酵系统受热和酸/氨氮积累的时空分布特征，构建联产氢气和甲烷的协同代谢种群的代谢通路，提出调控微生物菌群代谢的产氢烷提质增效新方法。

5. 人工智能

5.1 多模态遥感视觉-语言大模型及应用

研究方向：针对复杂场景下遥感大数据智能处理与地学认知的应用瓶颈问题，开展多模态遥感视觉-语言大模型研究，突破以地物场景描述为核心的多模态遥感影像智能解译技术，实现广域真实场景下多任务并行、高精度、实时解译；构造融合自然场景地学规律的遥感视觉-语言多模态数据集，研发智能解译平台，并在典型场景开展应用示范。

5.2 特种车辆无人驾驶关键技术

研究方向：针对油气田、矿山、环卫、轨道交通等领域无人化、智能化转型需求，开展复杂作业环境下的无人驾驶感知和决策方法研究，突破多传感器融合感知、视觉导航、动态路径规划、障碍物识别等关键技术，研制特种车辆无人驾驶系统平台，提高车辆作业的安全性和效率。

5.3 肿瘤病理智能辅助诊断技术

研究方向：针对目前肿瘤诊断耗时长、成本高、高度依赖医生经验和专业技能、难以应对诊断需求持续增长的问题，研究典型肿瘤AI辅助诊断模型，突破肿瘤病灶检测、分类、分级、分子分型及预后评估等关键技术，解决肿瘤数字化、智能化及平台化诊断存在的共性问题，研制肿瘤智能化辅助诊断系统平台，提升肿瘤病理诊断的质量和效率，并在典型疾病诊疗领域开展示范应用。

5.4 航空装备智能设计与生成技术

研究方向：针对航空装备复杂度高、技术实现难度大、研制周期长的瓶颈，研究基于深度学习的结构件设计方案、设计参数、材料等推荐方法，突破航空结构件三维模型知识表示与抽取，三维模型知识结构方案与参数推荐，三维模型智能生成与评价等关键技术，构建基于知识图谱的典型结构件设计知识库与数据库，实现航空装备的智能设计与模型生成。

5.5 建筑行业知识图谱建模及应用

研究方向：针对我国建筑行业上游任务复杂、数据类型众多、思维链设计任务分解难、逻辑复杂等问题，突破建筑领域知识抽取、实体识别、模型融合、语义理解等关键技术，构建基于预训练模型的建筑行业知识图谱，研发多模态建筑行业大模型，实现跨模态检索、分析与推理，在典型建筑行业或场景进行示范应用。

6. 低空经济

6.1 无人机低空通信感知定位区域增强技术

研究方向：针对无人机低空飞行通信、感知、定位保障能力不足，空域难以实现有效管控和服务等问题，开展多节点协同高精度测距测角、精密伺服跟踪测量、通感定一体化信号体制与波形设计技术，基于定向天线扫描的多目标快速跟踪、捕获与同步技术，低副瓣/高指向小型轻量化天线等技术研究。依托通信网络构建可靠性更高、抗干扰能力更强的无人机低空通信感知定位区域增强系统，提供实时交通信息、感知定位和安全预警等服务功能，有效提高无人机的飞行管控能力。

6.2 无人机全天候值守的低成本移动平台技术

研究方向：针对特殊环境无人值守场景全天候值守巡检任务需求，研究基于零信任网络架构的 5G/4G 自组网和高通量卫星混合组网接入技术、无人机远程遥控和自动返航 RTK 增强技术、无线充电技术

和无人机电池健康状态监测与预警技术，实现无人机的自主作业-自动回收-存储回传，为无人机应用赋能。

6.3 无人机多模态智能感知与应急搜救关键技术

研究方向：面向复杂环境典型应急搜救场景，研究多载荷多模态数据协同智能识别技术，基于多模态数据融合实现灾害态势分析，建立相应的数据库和智能决策模型，在典型应用场景进行示范应用。

7. 新（未来）材料领域

7.1 高性能有色金属加工技术

研究方向：核用高性能钼合金的制备及性能调控技术；高品质镁合金型材成型关键技术；镁合金功能防护技术；5N高纯金属钒绿色制备与高值化利用技术；生物可降解锌合金技术；医用可降解镁合金材料开发技术。

7.2 粉末冶金金属制件制备技术开发

研究方向：高温合金环形件制备；大尺寸复杂薄壁钛合金壳体件近净成形技术；钛铝合金粉末热等静压近净成形技术；车用轻质金属复合材料制品近净成形技术。

7.3 钢铁深加工技术

研究方向：强界面结合宽温域成形陶瓷颗粒/钢铁基复合耐磨构件制备关键技术；高韧性热机械控制工艺钢材制造技术；强韧性、高耐候性结构钢板制备关键技术。

7.4 新型半导体及膜材料制备技术

研究方向：新一代宽禁带半导体衬底氧化镓晶体生长装置及工艺技术；高导热氮化硅基板制备关键技术；高端陶瓷电容器封装新材料技术；钛电极表面功能化低铱贵金属催化薄膜制备技术；电子级聚酰亚胺膜及其复合材料的制备合成技术。

8. 氢能、储能

8.1 电极材料表界面微纳化学环境调控及其电解水反应特性研究

研究方向：针对碱性电解槽电极/溶液界面特性与水分解反应热力学、动力学关系等重大基础科学问题，研究水分子在电极材料表面的微观结构、吸附解离构型、动态结构变化、双电层结构等及其对水分解反应热、动力学的影响；研究离子/电子在电极/电解液界面间的输运行为、电子与离子转移特性、电极材料的微观结构、电极/溶液/气相界面特性等，建立电极结构、电极材料、电解水热/动力学之间的构效关系，实现大幅度降低工业电解槽的过电位。

8.2 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

研究方向：研究电解制氢过程中多时间尺度、多空间尺度电解堆器件的电、热、力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，构建大尺寸高精度电解堆三维仿真模型，用于指导工业电解槽服役状态下的性能诊断与调控。

8.3 压力型模块化碱性制氢电解槽结构与产业化

研究方向：针对碱性制氢电解槽结构设计复杂、宽功率波动电力运行范围窄、制造及运输困难和维修成本高等难题，提供新型的压力型模块化制氢电解槽，继承圆柱形槽体密封系统中高压运行优势，通过创新性的结构设计思路采用模块化设计方案突破大型电解槽单体规模设计与宽功率波动适应性。

8.4 常温常压大容量长寿命固态氢储运材料应用技术

研究方向：为开发适用于工业用氢、氢运输、加氢站等场景的固态氢储运技术，创制以钛基、钒基、镁基等为主的常温常压大容量低成本固态储氢材料；揭示固态储氢材料工况条件下的长循环容量衰退机理，开发结构稳定、抗毒化性能优异的长寿命固态储氢材料及其再生技术；研究工况条件下固态储氢材料及床体的吸放氢动力学性能，

开发常温常压下高容量、长寿命固态储氢材料及快速吸放氢技术。

8.5 高密度固态氢储运材料储放氢技术研究

研究方向：针对目前氢能领域缺乏安全、高效储氢系统的难题，围绕新一代高密度固态储氢材料及其规模制备技术、氢储运一体化技术，开展适配分布式氢储能、氢能重卡、氢能乘用车、加氢站等场景的镁基、铝基、硼基等高密度固态储氢材料应用技术研发，以满足我省多类型应用场景的氢储运需求，实现第二代高效氢储运技术的推广应用。

8.6 镁基固态氢储运材料规模制备技术研究

研究方向：针对新型镁基固态氢储运材料在氢储运效率上表现出优异性能，但其缺乏材料的宏量制备技术手段和装备的现状，开展规模化镁基固态氢储运材料熔炼制粉一体化规模制备技术开发；研制多规格镁基固态氢储运材料批量化制备设备，实现先进镁基固态氢储运材料制备工艺放大，突破材料规模化经济稳定制备。

8.7 加氢站用固态储氢装置关键技术研究

研究方向：针对在加氢站氢储运环节中固态储氢技术路线具备安全、高效、低成本的显著优势，围绕加氢站用固态储氢装置传热特性、应力特性和循环特征，开展固态储氢装置服役过程温度场、应力场和反应进程的仿真优化和试验验证，开发出高换热效率、低应力设计和高反应速率的加氢站用固态储氢装置关键技术。

8.8 高纯氢固态存储与提纯一体化技术研究

研究方向：针对副产氢和电解水绿氢中存在的氢气纯度不足难题，开发可高效提纯氢气的固态储氢材料，集高容量氢存储与快速氢纯化于一体；研究杂质气体种类与含量与储氢材料的作用机制以及对吸放氢性能的影响，研制储氢容量大、杂质气体去除效率高、释氢纯度高的固态储氢材料；揭示固态储氢材料长时间长循环氢提纯后的结

构演变机制，开发长寿命可再生的固态储氢提纯一体化材料与技术。

8.9 氢能固态储运集装箱研发与产业化

研究方向：氢能产业链最大的瓶颈为储运，如何进行氢能规模化安全储运是亟待解决的问题。我国西北地区大量的风光电制氢和海上风电制氢已经逐渐形成规模，需要将大量绿氢进行储运。利用固态储氢安全性高、储氢密度大、能够大规模储运的优势，研发氢能固态集装箱，以模块化的形式储运，能够实现氢能的大规模经济陆运和海运，并进行远洋运输。

8.10 有机液态载体可逆储放氢关键技术研究

研究方向：针对有机液态储氢技术储氢密度低的问题，研发高密度有机液态储氢载体及其规模制备技术，提出释放氢气中杂质的抑制/过滤方法，研制新型高性能长效脱/加氢催化剂，提出高密度液态载体储氢装置的氢-热耦合设计方法，形成基于有机液态载体撬装移动式高密度储氢系统及控制技术。

8.11 液固复合快响应吸放氢技术

研究方向：针对目前有机液体和固态储氢系统各自存在的问题，设计开发液固耦合快响应复合储氢系统；研究有机液态和固态储氢材料相互协同耦合下的吸放氢机制及循环衰退机理；在此基础上开发出快响应、高密度有机液体/固态复合储氢技术与系统，为有机液态储氢和固态储氢大规模产业化奠定基础。

8.12 高效低成本电驱热化学储能关键技术研究

研究方向：针对绿电直驱钙基热化学储能载能体性能不佳的问题，开发具有多级孔结构的高性能低成本热化学载能体材料成型工艺，开展热化学储能反应单元研究，基于多物理场耦合仿真技术研发储释一体化百公斤级高效热化学反应单元，提出热化学储能系统集成方案与优化调控策略。

8.13 安全高效固态储氨材料及其应用技术

研究方向：针对液氨作为储氨介质时，安全性能差、能量密度低、能耗高等问题，开发以氯化锶、氯化镁、氯化钙为主的固态储氨材料及其应用技术，研究氨合物的脱放氨机制与循环性能衰退机理，研制出安全、无刺激气味、可逆储放氨密度高速度快的固态储氨材料及吸脱氨装置。

8.14 基于氨燃料的低温固体氧化物燃料电池关键技术研究

研究方向：针对氨燃料固体氧化物燃料电池面临的催化剂转化率低、反应器热质传递不佳、发电效率低的问题，研究高效氨裂解催化剂，优化催化剂组成及结构，实现高氨裂解转化率；开发高效氨裂解器，实现反应器内部热、反应物及产物组成均匀分布，研制适用于氨燃料的固体氧化物单体电池、电堆及电池测试技术。

8.15 车载供氢系统减压阀关键技术研究

研究方向：对车载供氢系统减压阀耐高压、高密封性的要求，通过理论分析、结构仿真、关键技术验证、样件测试等途径，开展氢减压阀设计制造的关键技术研究。开发高性能氢减压阀材料制备技术，高温高压下氢减压阀密封技术，耐高压、高密封性减压阀多领域协同仿真技术，并加工工艺及样机生产与试验验证，研制耐高温、高压的高密封性氢气减压阀。

二、未来产业

1. 未来信息

1.1 AI、机器人、大模型等新型信息技术在煤炭行业的应用

研究方向：开发大规模多模态煤矿灾害知识库，实现煤矿灾害预警准确率大于80%。主要研究内容包括：基于多模态感知的灾害预测预警方法研究，多元灾害知识库的构建研究、多元灾害预测预警大模

型构建研究、煤矿井下作业机器人多维度实时感知技术研究、作业机器人精确定位定姿与调控技术研究、基于多智能体的机器人协同作业技术研究、机器人集群多层次工作状态动态演化和评估技术研究；基于数字孪生的机器人集群控制技术研究、煤矿井下运输机器人智能辅助运输系统研究。

1.2 5G 技术在新型电力系统的应用研究

研究方向：针对“十四五”关于特高压与新能源的战略规划需求，开展 5G Redcap 关键技术研究，适配智能融合终端、配电自动化 (DTU/FTU)、配网保护类、分布式光伏等业务终端，实现 5G 技术在电力领域的新型应用示范，促进能源工业互联网的发展。

1.3 量子保密通信技术在金融行业的应用研究

研究方向：针对金融通信专网的安全性需求，基于量子密钥分发技术，开展量子通信城域网与传统外网融合技术研究，开发量子城域网利用可信中继技术，实现大规模、跨地域的安全、高效的密钥分发与管理，在相关领域进行应用示范。