

工业领域 2024 年重点产业创新链指南

1. 新一代信息技术

1.1 物联网技术及应用

研究方向：基于 MEMS（微机电系统）的压力、位移、气体、流量传感器关键技术。高性能柔性压电传感器、高温领域的智能传感器关键技术。设计低成本工业总线网络处理芯片。芯片设计的多层次信息检测、验证与评估，设计阶段检测并消除设计缺陷、隐通道和恶意代码等隐患。网络互联与数据互联接口、标识解析、现场数据采集与边缘计算、工业大数据分析建模、生产建模与可信计算关键技术。

考核指标：取得标志性创新成果、获得 2 项以上知识产权、形成典型场景应用验证。

申报要求：鼓励产学研联合申报

1.2 大数据和云计算关键技术

研究方向：去中心化的大数据可靠存储关键理论与方法，分布式数据存储架构下多副本持续可用技术。物理世界高价值信息的可信采集及轻量级数据高效共享技术。集大数据分析处理、大数据平台综合部署和数据产品可视化展现等的数据管理系统及方法。高通量理论与计算、高效并行计算算法、分布式计算算法、近似计算算法基础共性理论。

考核指标：取得标志性创新成果、获得 2 项以上知识产权、形成典型场景应用验证。

申报要求：鼓励产学研联合申报

1.3 下一代数字身份认证系统

研究方向：依托国密超级 SIM 卡，构建多层次认证服务体

系，能够针对不同等级的业务系统和应用场景，提供基于手机号码的号认证、基于号卡的 SIM 快捷认证、基于数字证书的 SIM 盾认证和 SIMKEY 认证等不同认证方式，构建以身份为核心的零信任安全认证体系，有效解决传统账号密码或生物识别认证身份存在的弱密码、隐私泄露等风险，研制出超级 SIM 卡网关系统。

考核指标：取得标志性创新成果、获得 2 项以上知识产权，形成应用系统的推广示范。

申报要求：企业牵头，鼓励产学研联合申报

1.4 工业互联网技术及应用

研究方向：5G+工业互联网通讯终端的边云智能分析协同技术，工业互联网环境特征、任务执行行为相融合的持续无感防护架构。多维度异常行为研判与未知攻击追踪技术，功能协同一致性验证范式。基于超声波声学采集及声源定位、声学成像、音视联动、故障声纹检测技术的工业互联网的声学人工智能检测关键技术。基于云边协同的工业互联网关键技术，突破自主感知、灵活调节、运行优化和智能决策技术瓶颈。

考核指标：取得标志性创新成果、获得 2 项以上知识产权、形成典型场景应用验证。

申报要求：企业牵头，鼓励产学研联合申报

1.5 信息安全关键技术

研究方向：基于大模型的内网渗透攻击智能检测技术的多维行为感知数据采集和融合分析、用户安全行为模型构建、攻击检测智能演进与自主研判，研制重保防御工具箱。安全设施智能巡检与智慧养护系统研究。研发针对公共事件的推

理决策模型，基于多种感知信号发现火灾、交通事故、人员异常聚集等典型事件；研发网络编排技术，实现公共事件相关视频数据的权限控制；研发公共事件自动化响应技术，使处置流程软件定义化，实现社会治理各应用系统的协同，形成产品原型，并针对重要部位开展推广应用。

考核指标：取得标志性创新成果、获得 2 项以上知识产权、形成典型场景应用验证。

申报要求：企业牵头，鼓励产学研联合申报

1.6 无人系统关键技术

研究方向：高铁牵引供电系统的无人化巡检关键技术。基于异构智能多核计算架构、人工智能加速、先进工艺大规模复杂集成电路设计的无人系统智能感知处理芯片技术。5G 雷达关键技术。基于复杂系统虚实融合的无人驾驶车队自组网联合仿真平台。高精度、长寿命、轻量化谐波减速器关键技术。移动式重载多机协同作业抢险机器人关键技术。高速旋转图像的目标跟踪关键技术。基于数字孪生的机器人动作引导关键技术。自主可控工业边缘智能控制技术。有/无人协同网络宽带传输、高效接入及规模化扁平组网等关键技术。

考核指标：取得标志性创新成果、获得 2 项以上知识产权、形成典型场景应用验证。

申报要求：企业牵头，鼓励产学研联合申报

1.7 下一代互联网技术及应用

研究方向：在云边端设备上实现一体化部署的细粒度多模态对齐、跨模态匹配、可控生成等算法模型。细粒度文-图-视的跨模态对齐、多模态多维度层次化匹配和可控多模态混合生成；建立云边端和模型性能的一体化弹性关系，实

现对齐-匹配-可控算法在云边端设备上的高效部署和弹性推理。开发具有智能涌现的多模态基础大模型。

考核指标：取得标志性创新成果、获得 2 项以上知识产权、形成典型场景应用验证。

申报要求：鼓励产学研联合申报

1.8 新一代通信关键技术

研究方向：下一代通信和感知前端设备的电磁空间重构技术。6G 通信感知融合多天线关键技术。量子通信关键技术。通信信号定位高速移动终端的理论方法与实现、基于定位信息的高速无线传输技术，雷达感知、数字通信、制导控制的融合技术，高机动终端的通-导融合数据链技术。高性能低抖动可配置时钟产生器关键技术。恶劣信道条件下短波天波地波宽带可靠数据传输技术。端边云协同的融合网络分布式测试架构、分布式异构数据采集及测试系统。

考核指标：取得标志性创新成果、获得 2 项以上知识产权、形成典型场景应用验证。

申报要求：企业牵头，鼓励产学研联合申报

1.9 无人机关键技术

研究方向：复杂协同任务的无人机集群技术。无人机集群物性特征和逻辑行为特征的身份机制，协同任务多需求的形式化规约与约束方法，新型未知攻击自主研判与智能阻断机制。复杂气象条件以及地面环境的应急运输无人机关键技术与应用。自主无人机的窄带物联网无线接入机载平台应用示范。重载长航时无人机技术研究及产品研制。无人靶机系统关键技术。无人机反制关键技术。基于无线充电及自组网的无人机自主巡检技术。

考核指标：取得标志性创新成果、获得 2 项以上知识产权、形成典型场景应用验证。

申报要求：企业牵头，鼓励产学研联合申报

1.10 卫星载荷关键技术

研究方向：无通信快收敛的实时精密单点定位及时间同步技术，分布式节点协同组网导航与通信一体化信号体制设计、高性能信号接收与测量、无线传输信道特性分析以及误差分析及抑制方法，面向端边云协同的融合网络分布式测试架构设计、分布式异构数据采集及测试系统仿真与系统集成演示验证，基于数据载荷的卫星数字孪生系统设计，卫星多频抗干扰天线。

考核指标：取得标志性创新成果、获得 2 项以上知识产权、形成产品原型及推广应用。

申报要求：企业牵头，鼓励产学研联合申报

2.人工智能

2.1 自动驾驶技术产品开发和场景示范

研究内容：

研究融合北斗定位与自主定位的自动停泊、基于毫米波雷达与视觉的交通参与者运动轨迹预测、自主避障等高级别自动驾驶技术，开发技术成熟、标准领先、新能源智能的自动驾驶产品；研究交通流仿真，搭建自动驾驶系统和智能调度交互双平台，突破基于场景要素逻辑关系与多智能体非合作博弈的安全关键测试场景生成技术；实现港口码头、重型卡车物流或无人驾驶出租车等示范路线的自动驾驶运营。

考核指标：实现 L4 级自动驾驶系统，构建的仿真交通流

指标与真实世界相似度高于 90%；安全关键测试场景包含至少三种以上的激进驾驶员模型；基于要素逻辑关系的场景数量高于 1000 个，车辆违规率和事故率分别不低于 20%和 50%；基于 AI 非合作博弈安全关键场景数量高于 1000 个，车辆事故率不低于 50%；获得 2 项以上知识产权；示范应用场景不少于 1 个。

申请条件：企业牵头，鼓励产学研联合申报

2.2 复杂环境巡检机器人关键技术研究及示范应用

研究内容：针对复杂环境下机器人感知受限等问题，研究特定场景复杂环境下关键区域的精确定位和检测识别算法；研究基于深度学习的弱光图像增强技术、微小目标检测技术、仪表文字超分辨和识别技术；研究机器人导航定位、路径规划、自主避障技术；研发基于 5G 网络部署的巡检机器人，支持在夜间弱光照等复杂环境下实现定时定点常态化自动巡检，并进行典型示范应用验证。

考核指标：研制自主可控的复杂环境巡检机器人 1 套，支持 5G 网络通信，可实现至少 3 种复杂环境下自主规划路径行走，支持昼夜多模块自动切换功能；不同环境下识别率达 90%以上；获得 3 项以上知识产权；示范应用场景不少于 2 个。

申请条件：企业牵头，鼓励产学研联合申报

2.3 多模态遥感数据智能解译技术及示范应用

研究内容：面向生态环境监测、自然资源监管等遥感应用，针对单一模态数据在对地观测复杂场景下准确度低的问题，研究基于深度学习和迁移学习，域自适应和小样本学习的遥感数据协同智能解译方法；通过融合多光谱、可见光、SAR 等数

据，解决遥感地物要素智能识别、关键要素修复后变化状况的精准探查等关键技术；研究嵌入式平台下的深度学习优化方法，研制多模态遥感数据地物要素识别系统，实现对地多模态监测数据的智能解译，在典型场景开展示范应用。

考核指标：研制多模态遥感数据地物要素识别系统 1 套，支持嵌入式平台；农田、水域、林草地、城市建筑等典型地物要素不少于 10 类，识别精度优于 90%；变化检测精度优于 85%；获得 3 项以上知识产权，示范应用场景不少于 3 个。

申报条件：鼓励产学研联合申报

2.4 3D 人体智能建模与渲染技术及应用

研究内容：研究基于人体姿态的高分辨率建模技术，实现人体微小特征的提取，提高模型对细节的捕获能力；研究基于参数化的建模技术，联合人体形态、姿势等信息，提升宽松衣物条件下的模型质量；研究特征解耦和神经渲染技术，有效捕获和利用光影细节，提升模型还原度。实现高质量的神经渲染，生成高还原度的模型表面及其纹理，在虚拟数字人、VR、AR、健康检测等领域形成试点应用。

考核指标：研制 3D 人体智能建模与渲染系统（含软硬件）1 套；3D 人体模型扫描测量值与传统测量值之间允许的最大差异参考《三维扫描人体测量方法的一般要求》（GB-T 23698-2009）；获得 3 项以上知识产权；示范应用不少于 2 个。

申请条件：企业牵头，鼓励产学研联合申报

2.5 面向复杂开放网络的预训练大模型及威胁感知系统

研究内容：研究超大规模开放环境网络流量智能建模技术；基于 BERT 大型预训练语言模型结合上下文语义信息准确捕获网络空间实体的表现特性，提升对网络实体的精准理

解和关联能力；构建针对主干网络流量的大语言模型和深度检测分析的智能感知引擎，突破传统基于统计特征的异常数据分析，提升未知威胁持续感知能力；研制面向复杂开放网络的威胁感知系统，并开展示范应用。

考核指标：研制面向复杂开放网络的威胁感知系统 1 套；数据规模达亿级；异常数据分析识别准确率达 99%，具备发现未知网络威胁能力；攻击类型发现和网络犯罪相关的已知威胁不少于 10 种、威胁识别规则生成准确率不小于 90%；获得 3 项以上知识产权；示范应用不少于 2 个。

申请条件：企业牵头，鼓励产学研联合申报

2.6 多源信息融合的驾驶员状态监测和预警技术及应用

研究内容：面向保障行车安全的真实驾驶环境应用，针对目前驾驶员的实时状态监测缺乏理论依据、准确度低、预警速度慢的问题，研究驾驶过程中的视觉空间注意活动揭示其脑认知神经机制，研究基于面部图像、脑电和眼动等多源生理信号融合的状态监测与分析方法，解决精准驾驶员状态监测模型、驾驶员状态实时预警系统的关键技术，研制基于模拟驾驶半物理仿真平台的驾驶员实时状态监测和预警系统，实现对驾驶系统的实时预警反馈，为安全驾驶提供可靠的技术保证。

考核指标：构建基于面部图像、脑电和眼动等多源生理信息融合的驾驶员状态监测分析模型；提出警觉度量化新方法，针对疲劳状态的预警时间不超过 800ms；警觉度二分类（疲劳和警觉状态）的正确率不低于 90%；情绪三分类（积极、中性和消极）的平均准确度不低于 95%；获得 3 项以上知识产权；示范应用场景不少于 2 个。

申报条件：鼓励产学研联合申报

2.7 面向工业应用的数据生成与样本增强技术及应用

研究内容：针对缺陷检测、目标检测、互联网安全等工业领域构建深度模型所存在的样本数据量少、获取样本困难的问题，研究基于深度学习的数据生成与样本增强技术，突破数据预处理、数据降噪、数据集的半自动生成、基于生成对抗网络的小样本数据生成、对抗样本的生成等关键技术，解决工业应用中训练样本数量和样本多样性不足的问题，有效提升深度学习模型的精度及鲁棒性；研制数据生成与样本增强系统，开展示范应用。

考核指标：数据生成与样本增强系统 1 套；真实样本和生成样本在特征空间的距离 FID 不大于 0.35；采用小样本生成模型生成的数据集与完备数据集分别训练同一种深度学习模型，前者训练得到的模型相比后者评价指标（分类网络为准确率，检测网络为精度）相对提升不低于 5%；获得 3 项以上知识产权；缺陷检测、目标检测、互联网安全等领域示范应用不少于 3 个。

申请条件：企业牵头，鼓励产学研联合申报

3. 高端装备制造

3.1 用于 3D 打印的反射型微投光机研发

研究内容：基于国产化 LCOS 投影技术替代国际 DLP 投影技术，突破高物理分辨率微投、高光功率密度 3D 成型等技术难题，研制 LCOS 微投光机，实现高分辨率、多尺寸、高精度、可编程的 3D 打印扫描加工。

考核指标：研制 1 套用于 3D 打印的国产化 LCOS 微投光

机，性能指标达到先进水平。

3.2 工业边缘智能控制技术研究与应用

研究内容：研究边缘智能控制技术，突破融合人工智能的图像识别、边缘计算、高速指令集无扰下装、感知计算与控制融合等关键技术，构建基于国产芯片的硬件平台和基于国产软件系统的编程平台；研制工业边缘智能控制系统。

考核指标：研制一套核心芯片国产化率超过 85%的工业边缘智能控制系统，支持点数不少于 5000 点；构建一套定义感知计算控制一体化组态软件，符合 IEC61131-3 标准要求，支持五种编程语言；性能指标达到国内先进水平；实现在水利、电力等典型业务场景中的产业应用示范。

3.3 高性能陶瓷激光增材制造技术研究

研究内容：以高性能陶瓷为研究对象，开展高熔点异质颗粒、纤维等多尺度、多层次强韧化成分分析和结构设计技术研究，建立复杂结构陶瓷激光成形工艺及质量控制方法，探明温度场和应力场对陶瓷凝固缺陷的影响规律，建立成形参数-成分-凝固组织-性能之间的相互关系，实现高强韧复杂结构陶瓷制备。

考核指标：建立超高温陶瓷激光增材制造成形技术，获得具有高致密度(>99.5%)、无裂纹、组织超细化(1-2 μm)的陶瓷样件(> $\Phi 8\text{mm} \times 300\text{mm}$)；1500℃热暴露 200h 无明显氧化和晶粒长大，粗化速率<0.005 $\mu\text{m}/\text{h}$ ，实现工程验证或应用。

3.4 航空航天飞行器的机电作动器故障诊断技术及应用

研究内容：开展作动器电机驱动系统的电、振动和温度等信号的信噪分离和建模方法研究，分析故障机理，建立电机驱动系统故障诊断模型和算法；研究远程通信技术，开发作动器

远程故障诊断装置。

考核指标：开发 1 套电驱动系统远程故障诊断装置，电机驱动器、电机定子、转子、轴承等典型故障诊断识别率不低于 98%，电机及驱动器故障诊断算法单次执行实时性小于 10s，开展应用验证。

3.5 整车及零部件轻量化设计技术

研究内容：研究变速箱壳体等关键零部件“工艺-性能”之间的耦合关系及映射规律，开发“工艺-性能”全耦合稳健优化数学模型；开发“材料-结构”一体化高效设计方法；研究基于增材制造的金属及连续纤维复合材料 3D 打印工艺，及其典型复杂零部件的成形技术及性能评价方法。

考核指标：建立基于增材制造的关键零部件“材料-结构”一体化优化模型；建立先进复合材料性能表征基础数据库与典型零部件轻量化评估模型；实现车身、变速箱壳体等不少于 5 类关键零部件的制造和应用，相关零部件减重>20%。

3.6 高精度激光陀螺谐振腔背向散射测量技术

研究内容：研究压电陶瓷作动器稳频控制、微弱光信号测量等关键技术，开发谐振腔背向散射传输特性与光场演化模型，开展背向散射测量光路设计、谐振腔压电陶瓷稳频控制等技术研究，研制激光陀螺谐振腔背向散射测量产品，实现强噪声干扰下微弱光信号的测量。

考核指标：研制稳频控制器，研发激光陀螺谐振腔背向散射测量样机 1 套，背向散射振幅系数测量极限 0.1ppm，最小探测光强 1pw；建立激光陀螺背向散射测量技术标准 1 项；实现应用或验证。

3.7 电液伺服阀零件一体化超精密加工技术

研究内容：开展定尺寸分级超精密珩磨技术研究，形成一种微米级超精密加工方法；开展零件级的液压特性检测、基于性能模型的偶件配磨等技术研究，研究电液伺服阀微孔制造方法，实现关键零件的一体化超精密加工。

考核指标：伺服阀圆柱度优于 $\pm 1\mu\text{m}$ ；喷嘴微孔制造精度优于 $\pm 1\mu\text{m}$ ，一次合格率提升至95%以上，开展示范应用。

3.8 高端激光制造技术与装备

研究内容：研究激光与物质作用的微观成形机制，提出微孔、微结构等激光成形制造方法，开展光学设计技术研究，攻克激光微水射流耦合或者激光偏转同步运动控制等技术，研制水导加工头或激光扫描振镜加工头，开发多轴联动激光制造装备样机。

考核指标：开发水导加工头或激光扫描振镜加工头；研制激光制造装备，制造尺寸精度优于 $\pm 3\mu\text{m}$ ；材料的加工效率 $\geq 0.05\text{mm}^3/\text{s}$ ；最大钻孔深径比30:1。开展航天或电子等领域的应用或验证。

3.9 耐高压低摩阻介质、滑动装置及牵引稳定系统研发

研究内容：针对路网立体交叉桥梁工程中转体及顶推需求，开展高应力低摩阻材料-接触介质-滑动装置-牵引系统协作机制研究，攻克接触介质荷载传递、应力状态控制及可循环低损伤滑动装置技术，实现超重超长多向牵引系统同步启动、运行及停止全过程平稳控制。

考核指标：转体系统可满足竖向力介于0.1~10万吨，转动摩阻系数介于0.01~0.1，转动角度不小于180度；平动系统可实现竖向力不小于5万吨，平动摩阻系数0.01~0.25，平动距离不小于1000米；接触介质材料制备、滑动装置具备

工业化装配化生产要求，牵引控制系统满足国产化标准化要求；形成技术标准 2 项。

3.10 飞机起落架整体模锻件作动筒制造装备

研究内容：研究作动筒整体模锻件数字化设计及其金属机体回转车削加工技术；研究模锻件作动筒制造工艺优化技术，提出内孔表面处理及精度控制、镀层厚度控制、镀后尺寸及表面粗糙度的控制方法以及外表面钝化方法。

考核指标：模锻件技术条件符合 GJB5040-2001；材料复验符合 GJB5040-2001。内孔表面处理前尺寸精度及粗糙度 $0.2\ \mu\text{m}$ ；镀层厚度 $40\text{--}70\ \mu\text{m}$ ，超精（珩磨）后，保证尺寸精度及粗糙度 $0.1\ \mu\text{m}$ 。通过密封性检查等相关性能检测。形成模具一套、标准工艺文件 1 套；申请专利 3 项。

4. 新能源与储能

4.1 新一代太阳能光伏电池核心技术开发

研究内容：针对现有面向叠层太阳电池的宽带隙半导体电池材料存在的成本高昂稳定性欠佳等问题，研究和开发全新一代高效稳定的宽带隙化合物半导体电池材料；通过对材料的电子结构、能带结构和光电性质的高通量仿真计算，筛选出潜在的适合制作太阳电池的新型宽带隙化合物半导体候选材料；聚焦若干新型材料体系，开发通用的原型器件结构，快速评估和优化新型电池材料的光电转换特性；制备单结半透明宽带隙半导体太阳电池器件，研发高效稳定的新一代叠层太阳电池器件。

考核指标：筛选确定除钙钛矿以外三种以上有潜力的新型宽带隙半导体电池材料，带隙在 $1.55\text{--}2.2\text{eV}$ 之间，元素

低毒且能实现低成本制备，材料本征稳定，具有良好的缺陷容忍度；单结半透明宽带隙太阳电池器件效率 $>20\%$ ；基于新型宽带半导体顶电池的硅基叠层电池器件效率 $>30\%$ ；单结及叠层电池器件 1 个太阳持续光照下工作 1000 小时效率衰减 $<5\%$ 。

4.2 电解氢大型制氢设备关键技术攻关及产业化

研究内容：开展大型制氢设备关键技术攻关及产业化研究，开展适应宽功率波动的大规模制氢装备研发，结合低电耗系统集成技术开发及电解槽高效稳定可靠隔膜、电解关键材料的研究，开展光伏产业配套的绿电绿氢解决方案开发，制氢设备可自适应电源波动，制氢系统快速精准调控等核心技术研究，实现大型制氢设备产业化示范运行。

考核指标：制氢电解槽单台规模 $\geq 3000\text{Nm}^3/\text{h}$ ，电流密度 $\geq 5000\text{A}/\text{m}^2$ ，长时间安全运行范围 20%-120%；输出电极、隔膜可靠性评价体系，连续运行不少于 2000h 系统能耗低于 0.5%；冷启动时间 $\leq 30\text{min}$ 。

4.3 燃料电池性能提升与关键部件技术攻关

研究内容：研究可批量化生产的新型铂基催化剂制备技术，提升催化剂氧还原活性和耐久性；研究匹配催化剂的膜电极制备技术，高活性、长寿命膜电极组装及批量化制备技术；研究燃料电池电堆系统控制技术，大功率电堆密封工艺、高一致性总装工艺及批量化生产技术。

考核指标：催化剂批次产量 250 克以上，初始氧还原质量比活性（MA） $>0.25\text{A}/\text{mgPt}@0.9\text{VIR-free}$ ，电化学活性面积（ECSA） $\geq 50\text{m}^2/\text{g}$ ，在 0.6V-0.95V 下 3 万次循环后 MA 衰减率 $\leq 30\%$ 、ECSA 衰减率 $\leq 30\%$ ；膜电极铂载量 $\leq 0.2\text{gPt}/\text{kW}$ ，

膜电极功率密度 $\geq 1.25 \text{ W/cm}^2$ （氢空）、 $\geq 1.8 \text{ W/cm}^2$ （氢氧），电堆使用寿命 ≥ 12000 小时；电堆额定功率 $\geq 40 \text{ kW}$ ，电堆效率 $\geq 50\%$ ，电堆体积比功率 $\geq 3.5 \text{ kW/L}$ 。

4.4 大功率燃料电池重卡开发与应用

研究内容：研究高性能、长寿命燃料电池发动机系统结构设计；突破高功率比、低成本、一体化集成关键技术。基于用户运营场景，精准开展大功率燃料电池重卡动力匹配，研究重载车辆动力系统整车集成技术。研制 6×4 燃料电池牵引车，申报整车公告，研究整车动力性、经济性、热管理、环境适应性、可靠耐久的测试评价方法并开展测试验证。

考核指标：完成 300kW 燃料电池牵引车试制；综合氢耗 $\leq 11\text{kg}/100\text{km}$ ；形成整车核心性能测试评价方法。

4.5 高密度储氢载体的研制与可逆储放氢技术

研究内容：针对高效、高安全和大规模氢储运的需求，探索储氢新材料/新体系及其储放氢技术；研究新型高密度储氢材料及其规模制备技术，研发相匹配的可循环储放氢技术，研究释放氢气中杂质的抑制/过滤方法，研制基于高密度储氢载体的撬装式移动装置并进行储放氢工艺研发及试验验证；提出高密度储氢装置的氢-热耦合设计方法。

考核指标：可循环储氢密度按质量计 $\geq 5.5\%$ ；释氢纯度 $\geq 99.99\%$ ；峰值放氢温度 $< 250 \text{ }^\circ\text{C}$ ，吸氢温度 $< 100 \text{ }^\circ\text{C}$ ；载体经 200 次循环的利用效率 $\geq 85\%$ 。

4.6 固态电解质关键材料及准固态/全固态电池模组开发

研究内容：项目面向高安全电化学储能技术的重大需求，基于固相体系的反应动力学和反应工程等重大科学问题，开

展新一代高可靠性、宽温域的准固态/全固态的电化学能量存储器件。内容包括关键固态电解质膜的工艺开发、界面离子补偿机制及匹配正负极材料的结构稳定策略。实现高能量密度、体积集约化和高安全性的固态电池的系统设计，建立宽温域电芯设计新范式，探索界面演化新机制，发展大容量单体准、全固态电芯工艺开发新策略。

考核指标：开发新型固态电解质膜的工程示范，实现锂离子电导率大于 10^{-3} scm^{-1} ，膜厚度小于 $15 \mu\text{m}$ ，全阻燃的电解质膜中试工艺开发。完成专利 3 项，建设电解质膜公斤级中试线一条，并通过准固态、全固态电芯模组在宽温域（ $-10-100^{\circ}\text{C}$ ）环境下的应用示范，完成挤压、穿刺等安全可靠测试。

4.7 新一代碱金属离子动力电池关键材料与技术

研究内容：开展新一代碱金属离子动力电池关键材料与技术研究，包括新型高容量电极材料的设计与规模化制备技术，电极反应的电荷补偿和耦合机制，可逆多电子反应机理及结构稳定机制；正负极材料的结构演化与稳定化策略；电极反应动力学调控机制与提升策略。为新一代新能源汽车动力电池研发提供基础理论和先进材料支持。

考核指标：开发的新型正极材料比容量 $>210 \text{ mAh/g}$ ；新型负极材料比容量 $>800 \text{ mAh/g}$ ，成组电池模型能量密度大于 350Wh/kg ，1C 充放电循环寿命不低于 1000 周。专利 ≥ 3 件，完成材料中试公斤级生产线 1 条，以及电池模组在动力系统的应用示范。

4.8 基于水力压缩空气储能的低成本长寿命调频装置开发及应用

研究内容：开展耦合水泵压缩空气作为能量蓄存和释放技术的新型等温压缩空气储能系统集成方法研究；研发高效储能的宽负荷、高水头的水泵和水轮机等关键部件，搭建水力压缩空气储能试验平台，开展系统及关键设备性能试验研究；优化风力发电联合等温压缩空气储能集成系统参与调频的控制方法，研究压缩空气储能集成系统调频特性的模型方法；获得 MW 级水力压缩空气储能调频系统，开展水力压缩空气储能调频装置与新能源电站协同示范项目。

考核指标：储能容量 $\geq 1\text{MW}/250\text{kWh}$ ；储气压力 $\geq 4\text{MPa}$ ；高水头水泵水轮机试验装置额定效率 $\geq 85\%$ ，试验装置的系统储能效率 $\geq 65\%$ 。

4.9 地热能资源梯级利用关键技术研究及应用

研究内容：研究水热型地热水溶氦气的分离提纯工艺技术、基于有机朗肯循环原理的中低温发电技术，研究水热型地热水的分离提氦、中低温发电、地热供暖梯级利用系统；综合提氦、发电、供暖、回灌等工艺系统工程的设计、施工与运维技术，形成地热热资源开发多元化示范应用。

考核指标：建设地热水提氦规模不低于 10000 方/年；提氦纯度达到 99.999%-单井中低温发电功率不低于 200 千瓦-供暖确保回灌率达到 100%三级利用示范应用工程。

5.高性能计算与工业软件

5.1 算力网络服务应用示范

研究内容：依托国家超级计算西安中心平台，围绕用户对跨域分布的多算力中心算力高效使用需求，建立算力网络服务应用示范，实现算力、存储、数据等异构资源等共享和

协同调度，进行服务和资源的高效编排，研发基于算力网络的应用服务平台、资源管理系统、交易结算机制，进行典型行业生命科学、智能制造、航空航天等领域开展应用示范，形成机制健全的算力服务网络。

考核指标：研制一套服务市场化的业务模型体系，构建一套算力互联服务平台，部署于国家超级计算西安中心，实现跨域多中心资源共享、协同调度，进行应用、资源的协同管理调度，连接 3 个以上超算中心，集成不少于 20 款典型行业应用软件，服务不少于 500 家企业。

申报条件：企业牵头，鼓励产学研联合申报

时间周期：2 年

5.2 高速数字系统信号完整性 EDA 仿真软件

研究内容：针对高速链路高速度和高密度设计所带来信号完整性问题，研究高速链路中有源和无源模块建模方法、噪声和抖动提取方法、改善高速链路信号失真的均衡技术、非线性高速链路的统计眼图和误码率眼图的高性能仿真方法；开发面向高速数字系统设计的信号完整性 EDA 仿真软件，实现对高速链路信号完整性的高性能仿真与优化设计。

技术指标：开发 1 套国产化仿真软件，具备对高达 56GHz 的高速链路进行信号完整性高性能仿真能力，并得到指征性能的关键技术指标，如噪声和抖动模型、最优均衡参数、眼图关键参数等，软件关键技术指标处于行业领先水平，部署于国家超级计算西安中心平台。示范应用场景不少于 2 个。

申报条件：鼓励产学研联合申报

时间周期：2 年

5.3 流体力学仿真的海量流场数据可视化技术研究

研究内容：针对航空航天技术领域大规模流体力学仿真对海量仿真流场数据分析的突出需求，开展高效、高分辨的海量流场数据关键信息提取及科学数据可视化方法的研究，解决超大规模流体力学仿真数据分析“轻量级”显示的瓶颈技术问题；依据流体力学仿真计算数据的特点，设计开发能有效支持“大容量”和“大批量”计算数据分析的可视化软件框架；定制化设计开发适合流体力学仿真数据分析的物理量计算及流场关键特征提取算法，建立可对激波、频谱等流场空间维特征和时间维特征进行智能提取的有效手段。

考核指标：研制 1 套面向计算流体力学仿真数据分析的高效可视化工具软件，软件关键技术指标处于行业先进水平，支持上亿网格规模和 TB 量级仿真数据的流场关键信息特征提取及数据可视化分析；支持物面及空间流场关键特征数据的自动提取，提供数据剖切、数据切片、颜色云图、矢量剪标、空间及物面流线自动绘制等功能；可视化工具软件支持在典型国产硬件及操作系统上的安装运行，实现在国家超级计算西安中心等平台的部署使用。示范应用场景不少于 2 个。

申报条件：企业牵头，鼓励产学研联合申报

时间周期：2 年

5.4 自主可控高性能电磁模拟软件研制

研究内容：研究基于六面体网格的自适应网格剖分算法；时域快速电磁仿真算法研究与程序编制；电磁/热/力多物理场耦合算法研究与程序编制；基于国产超算架构下的大规模并行计算加速技术研究；典型器件计算结果的后处理，包括但不限于端口 S 参数计算、RCS 计算、天线方向图、天线增益与效率等。

考核指标：研制一套时域电磁仿真软件，采用 C++ 语言编程，可运行于 Windows、Linux 多个平台，具备自适应网格剖分、电磁/热/力多物理场模拟、并行计算、结果后处理等功能，可满足尺度跨越 5 个数量级以上的结构剖分与计算，剖分结果和计算结果与商业软件 CST 的结果相吻合，对典型精细电磁结构的计算速度比 CST 软件提高 1~3 个数量级。软件部署于国家超级计算西安中心平台，支持大规模并行计算。

申请条件：鼓励产学研联合申报

时间周期：2 年

5.5 飞行器超大规模变量结构优化设计软件

研究内容：研究基于高阶面元法的气动弹性载荷分析、结构载荷高精度插值计算等技术，建立基于气动/结构耦合的高效高精度载荷分析方法；研究面向大规模结构尺寸变量的工程准则法优化设计、多维约束下敏度高效计算和大规模变量多约束优化求解算法，建立可考虑强度、刚度、屈曲、模态等复杂工程约束下的大规模变量结构优化设计方法；开发面向高性能计算环境的飞行器超大规模变量结构优化设计软件，实现对复杂约束下飞行器大规模精细模型的减重优化设计。

考核指标：开发一套国产化飞行器超大规模变量结构优化设计软件，软件关键技术指标处于行业先进水平，软件部署于国家超级计算西安中心平台，支持异构并行计算，载荷计算方法不少于 6 种；覆盖金属结构和复合材料结构；约束类型不少于 6 种，覆盖强度、刚度、屈曲、模态、颤振、静弹等工程常见类型。示范应用场景不少于 2 个。

申请条件：企业牵头，鼓励产学研联合申报

时间周期：2 年

5.6 面向大空域、全速域飞行器仿真 CAE 软件

研究内容：针对飞行器研制过程中在气动、结构等性能仿真方面缺乏多学科一体化的分析平台，研发高保真、高可靠、功能全面的飞行器仿真 CAE 软件。研究开发高效、高精度流体力学插件及先进结构力学插件，支持基于有限元方法的飞行器结构静/动强度分析，支持飞行器非线性、大变形分析；面向国产异构超算平台，开展飞行器复杂分离流的并行模拟算法和优化技术研究；研究开发高精度气动噪声插件；研究开发统一的多物理场耦合插件，支持 2 种以上高效数据插值方法；研究针对国产超算平台的隐式大规模并行计算技术、异构并行计算技术。

考核指标：研制软件一套，具备飞行器气动、结构等多学科一体化耦合仿真能力，软件关键技术指标处于行业先进水平；具备亿级网格大规模异构并行计算能力；支持几何处理、网格剖分与仿真参数一体化设置，支持飞行器各学科仿真结果的高效可视化；软件在国家超级计算西安中心平台部署应用。软件支持 2 种以上高效数据插值方法。

申报条件：企业牵头，鼓励产学研联合申报

时间周期：2 年

5.7 大型流体机械混合精度异构并行计算软件

研究内容：针对大型流体非定常流动计算普遍存在的大多数时间浪费在无物理意义过渡时间段上的问题，开展新型非定常流动高效计算方法研究，建立非定常流动的变精度并行算法，发展高阶守恒动静交接面的人工智能方法，开发可部署在国产芯片系统平台的混合精度异构并行计算软件及

其性能优化技术，实现大型流体机械非定常流动高效高精度并行计算的应用验证。

考核指标：研制一套大型流体机械并行计算软件，软件关键技术指标处于行业领先水平，具备非定常流动模拟、混合精度计算、异构并行能力。在国家超算西安中心部署应用，完成大型流体机械级数不低于 3、网格数目不低于 1 亿，与恒定精度相比，在气动性能误差不大于 2%的条件下混合精度并行效率提升 50%以上。示范应用场景不少于 2 个。

申请条件：企业牵头，鼓励产学研联合申报

时间周期：2 年

5.8 FBAR 滤波器快速设计软件

研究内容：FBAR 滤波器是目前移动通讯中的关键部件，具有小型化、高性能的优点，存在无工具、盲设计的问题。研究 FBAR 滤波器的声学 and 电磁综合设计理论；研究适用于多种工艺线的等效物理参数提取方法；研究 FBAR 滤波器快速自动化建模方法，消除建模困难和繁琐的问题；研究 FBAR 滤波器电磁寄生耦合的协同仿真技术，利用空间映射算法提高设计效率；研究 FBAR 滤波器的声学 and 电磁 3D 联合仿真关键算法，构建 FBAR 大规模智能制造中的设计软件。

考核指标：研制 FBAR 滤波器设计软件，软件关键技术指标处于行业领先水平，具有 FBAR 滤波器参数综合、辅助建模排版、国产和国外电磁软件自动建模、电磁声协同仿真、滤波器参数提取、声学 and 电磁 3D 联合等仿真功能。结合 FBAR 滤波器的设计开展不少于 2 项改进应用验证。

申请条件：企业牵头，鼓励产学研联合申报；

时间周期：2 年

5.9 带罩大型相控阵天线辐射特性优化设计软件

研究内容：针对航空航天领域相控阵安装于天线罩内出现的天线方向图畸变问题，综合考虑相控阵天线单元之间，以及天线与天线罩之间的耦合关系等多种因素，研究基于有源方向图提取技术的带罩阵列天线方向图优化综合方法；研究基于代理模型的阵列方向图局部/全局混合优化方法；研究加罩阵列共激励下的和/差波束联合优化方法；开发面向带罩相控阵天线方向图的高效优化软件，实现相控阵加罩后和/差波束的纠偏优化与高精度指向瞄准。

考核指标：开发带罩相控阵天线方向图优化的国产高性能并行优化软件 1 套，软件关键技术指标处于行业领先水平，实现 1000 变量以上的带罩相控阵天线优化；具备对阵列和波束以及差波束优化的能力；具备阵列增益、副瓣电平、和波束指向、差波束零深优化的能力；具备局部/全局优化算法混合加速优化的能力；软件部署于国家超级计算西安中心平台，支持大规模并行计算。

申请条件：鼓励产学研联合申报

时间周期：2 年