

2023 年度陕西省重点研发计划重点产业创新链项目申报指南（工业领域）

1. 高性能制造

1.1 主动磁悬浮轴承系统研发及应用

研究内容：研究主动磁悬浮轴承系统控制原理和设计技术，研究新型位移传感器在主动磁悬浮轴承的反馈系统中的应用技术，研究主动磁悬浮轴承的控制电路的实现技术，开发面向相关产业应用的主动磁悬浮轴承应用技术。

考核指标：磁悬浮轴承旋转速度大于 30000rpm，磁悬浮轴承径向跳动量不大于 0.01mm，轴向窜动量不大于 0.02mm，申请发明专利 5 件，并在相关行业得到示范应用。

申报条件：企业牵头，鼓励产学研联合申报。

1.2 超精密加工机床智能电主轴研制及应用

研究内容：研究磨齿机主轴高速运行状态性能特征信息，建立振动、温度、驱动电流、压力、位移、内置防撞监测等多物理量的特征模型；研究磨床主轴失衡特性机理及精确表征方法，提出高精度失衡特性智能平衡调控技术；研究磨削复杂工况环境下多特征信息的智能感知及信息处理方法，研制适用于磨床的智能主轴。

考核指标：研制磨齿机智能主轴 1 套，加工转速 \geq 加工转速 $\geq 10000\text{r/min}$ ，平衡精度 $\geq G0.4$ ，功率 $\geq 12\text{kW}$ ，主轴径向跳动 $\leq 1\mu\text{m}$ ，具有磨削状态监测和在线平衡功能，可靠性

指标 MTBF10000 小时；提出复杂工况下磨床主轴状态监测及信号处理算法 1 套；开发加工机床智能主轴状态监测软件 1 套，申请发明专利 5 件，研制的主轴在超精密加工机床上进行应用验证。

申报条件：企业牵头，鼓励产学研联合申报。

1.3 高聚物粒料增减材制造装备与工艺

研究内容：研究高性能打印头内部三段温度区段高聚物材料相变过程，建立压缩比、压力、温度等多参数高精度流量控制耦合模型，研制材料挤出通断控制结构、等速变流量控制方法等，提出变壁厚打印工艺技术；构建高聚物与基板结合界面多特征结构，建立临界结合力模型，研究大尺寸件粘附基板高附着力实现方法；研究增材形变几何重构，建立增减一体化精度预测模型。

考核指标：研制增减材制造装备一台，打印头挤出速度 $\geq 20\text{kg/h}$ 、最小打印层厚 1mm、打印壁厚调整范围 1-5mm、增减集成精度 $\pm 0.05\text{mm/m}$ ，建立材料挤出通断创新性控制结构和变壁厚打印工艺规范一套，并在相关行业进行示范应用，申请发明专利 5 件。

申报条件：企业牵头，鼓励产学研联合申报。

1.4 无遮蔽精密喷涂专用装备开发

研究内容：针对无遮蔽精密喷涂专用装备需求问题，研究喷涂专用五轴数控设备的设计制造技术，开发集成多喷嘴的喷头及驱动系统，研究喷涂运动轨迹规划、色彩解析及仿真验证技术，实现表面无遮蔽多色彩图案的自动化精准喷涂

设备研制与应用。

考核指标：研发无遮蔽精密喷涂专用设备 1 台，在相关产业示范应用；具备复杂型面多色图案分色精密喷涂、轨迹运动与精密喷涂同步控制等功能，单次打印幅宽 0.5m, 分辨率 $< 0.005\text{mm}$, 同步时间小于 0.005s; 直线轴定位精度 0.05mm, 旋转轴定位精度达 50 角秒；涂料损耗小于 10%，轨迹精度 $< 0.05\text{mm}$, 轨迹覆盖面积 98%；申请发明专利 5 件。

申报条件：企业牵头，鼓励产学研联合申报。

1.5 复杂曲面构件电磁悬浮制造技术

研究内容：研究复杂曲面构件电磁悬浮的磁场分布规律及悬浮系统结构设计方法，探索电磁场对悬浮构件熔体几何形态的作用规律，研究具有精密悬浮能力的电磁悬浮系统线圈几何构形的优化技术；研究复杂曲率构件原始熔融态的表面形态变化规律，研究电磁悬浮的过冷度、冷却速率等因素与复杂曲面构件的内部结构和表面曲率成型关联关系，实现复杂曲面构件的原位精密制造。

考核指标：电磁悬浮承载力范围 0.2-1000g；满足构件制造温度范围 300-2000 K、构件母材过冷度范围 20-200 K、悬浮制造构件的曲率范围 $0.001-1\text{mm}^{-1}$ 、表面粗糙度 0.2-0.8 等制造要求；实现 5 种以上复杂变曲面构件制造，在相关产业示范应用, 申请发明专利 5 件。

申报条件：企业牵头，鼓励产学研联合申报。

1.6 航空工装激光清洗技术与装备研制及应用

研究内容：研究激光与多种材料的作用机理，研究激光

清洗过程对工装表面损伤机制；研究激光高效清洗复杂表面锈迹及槽内淤胶、残余树脂的方法与工艺，建立多工况工装的高效激光清洗工艺库；研究复杂曲面的视觉复合定位引导技术，实现工装选区定向清洗；研究激光光束调制技术，研制具有光束角度调整功能的专用激光清洗头；开发适应航空复杂构件的高精度激光清洗装备并进行示范应用。

考核指标：提出基底无损伤的航空工装复杂构件表面清洗方法，构建工艺库 1 套，形成激光清洗工艺规范；研制具有光束角度调整功能的专用激光清洗头 1 套，角度调整范围 $\geq 60^\circ$ ，工作距离 $\geq 500\text{mm}$ ；研制高精度激光清洗装备 1 套，具备目标区域精确定位清洗功能并形成应用示范，清洗效率 $\geq 5 \text{ m}^2/\text{h}$ ，自主移动有效行程 $\geq 30\text{m} \times 7\text{m} \times 1.5\text{m}$ 、移动定位误差小于 10mm，申请发明专利 5 件，在航空制造示范应用。

申报条件：鼓励产学研联合申报。

1.7 耐高温长寿命红外低辐射薄膜制备与应用技术

研究内容：开展高温红外低辐射薄膜的结构与组分设计研究，建立高温红外低辐射薄膜制备技术体系；研究高温红外低辐射薄膜在试片级上的制备技术；开展试验件表面高温红外低辐射薄膜涂覆工艺、协同性能验证、优化工艺参数等技术研究，完成高温低辐射部件的稳定批量化制造。

考核指标：高温红外低辐射薄膜厚度不大于 $10 \mu\text{m}$ ，常温红外发射率不大于 0.1，在 800°C 高温环境工作时长大于 600h 条件下，涂层无脱落、性能不衰减；形成高温红外低辐射薄膜技术标准，并在相关行业进行示范应用，申请发明专

利 5 件。

申报条件：鼓励产学研联合申报。

1.8 高可靠性锆合金反应釜加工与成形制造技术

研究内容：研究高均质锆板材制备技术，探索锆合金高温酸性服役环境下材料失效机理及失效规律，研究锆合金成型和低线能量高效焊接技术，提出锆合金反应釜可靠性评价方法，开发锆制反应釜设计和表面改性技术，实现工业化规模稳定生产。

考核指标：锆板材 $Hf \leq 1.6\%$ ，晶粒等级 ≥ 8 级，锆板材不同位置晶粒等级波动 ≤ 1 级；加工成型精度 $\pm 0.5\text{mm}$ ，焊接强度达到本体强度 95% 以上；在温度 260°C 、压力 $2\text{--}4\text{MPa}$ 和 H_2SO_4 浓度 20% 的环境条件下，腐蚀速率 $\leq 0.5\text{ mm/a}$ ，且不产生点蚀、晶间腐蚀、应力腐蚀开裂等问题；锆板材纵向、横向、 45° 斜向抗拉强度差 $\leq 15\text{MPa}$ ，延伸率均 $\geq 28\%$ ；形成技术标准 2 项，申请发明专利 5 件。

申报条件：企业牵头，鼓励产学研联合申报。

1.9 微米级超平整膨胀合金箔材的制备技术

研究内容：研究膨胀合金中各元素与膨胀系数、相变温度等性能指标的关系，探索熔炼方法及其工艺参数对膨胀合金中夹杂物和气体(氧、氮等)含量的影响机理，研究冷轧参数对膨胀合金箔材性能指标和成材率的影响规律，研究箔材中晶粒、织构、相组成、晶界变形随冷轧参数的演化过程，建立箔材冷轧变形微观机制。

考核指标：形成微米级超平整膨胀合金箔材的生产工艺

与技术，形成行业技术标准 1 项，申请发明专利 5 件，制备的箔材产品满足性能指标：20-400 °C 温区内平均膨胀系数为 $4.7-5.1 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ，宽度为 150-220mm、平整度优于 $6 \mu\text{m}/\text{m}$ 、厚度 $\leq 25 \mu\text{m}$ 、厚度公差为 $\pm 0.002\text{mm}$ ，抗拉强不低于 450MPa、延伸率不低于 8%，奥氏体稳定性的低温极限 $\leq -180^{\circ}\text{C}$ ，35 μm 到 25 μm 箔材轧制成材率大于 70%，实现批量化的工程应用。

申报条件：鼓励产学研联合申报。

1.10 强辐射源转运安装机器人关键技术研究

研究内容：面向强辐射环境下强辐射源的转运、安装需求，研发自主移动智能机器人。研究强辐射环境中，机器人驱动与运动器件、感知器件的防核辐射屏蔽与防护方法；研究机器人提升、转运机构的多重安全保证机制，保障机械运动机构在装料、卸料等任意环节出现异常时的安全保障方法；研究强辐射环境中，机器人环境感知、自主导航、目标识别、异常检测等智能视觉方法；研究机器人自主工作与遥控操作相结合的控制方法。

考核指标：研发智能强辐射源安装转运机器人一台，并进行应用示范与推广。机器人抓取移动重量大于 50kg，在工作环境辐射强度大于 12000Ci 下，机器人自主移动导航定位精度优于 10mm，机器人辐射源安装定位精度高于 2mm，无故障连续工作时间高于 48 小时；申请发明专利 5 件。

申报条件：鼓励产学研联合申报。

2. 人工智能

2.1 非接触式生命体征监测关键技术研究与应用

研究内容：针对接触式生命体征监测通常需要专业的医护人员操作和维护，无法做到长时监测并给出专业分析结果等问题，构建非接触式生命体征监测系统。基于多光谱传感器，利用计算机视觉技术研究生命体征监测技术，在非接触情况下实现心率、呼吸、体温等主要生命体征的实时、全天候、不受光线影响的健康监测，并实现看护场景下的人脸表情识别与情感分析，从而在生命指标异常或异常表情时及时预警；研究系统级模型的轻量化，实现算法模型在边缘设备的有效部署，并开展示范应用。

考核指标：非接触式生命体征监测系统 1 套；在 100 人/次测试条件下，实现心率误差低于 ± 5 次、呼吸率误差低于 ± 2 次、体温误差低于 $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ 、痛苦表情识别率不低于 95%；试点应用不少于 5 个测试单位。

申报条件：企业牵头，鼓励产学研联合申报。

2.2 雷达遥感预训练大模型及应用服务

研究内容：针对我国地形地貌多样、气象条件复杂、地表结构细碎等复杂场景下的雷达遥感大数据智能处理与空间认知的应用瓶颈，在国产算力底座和 AI 框架下，借鉴视觉感知机理和脑认知机理，在雷达遥感影像的认知与推理等方面建立系统的类脑解译理论与方法；开展以雷达遥感影像地物要素提取及变化检测为核心的大规模影像智能解译技术研究，开发雷达遥感预训练大模型，实现智慧遥感领域核心软硬件技术国产自主可控；研制雷达遥感智能解译平台，

开展行业典型示范应用，满足我省乃至全国通过雷达遥感技术对自然资源监管、国土空间规划、生态文件建设、灾害应急管理等的需求。

考核指标：研发自主知识产权的雷达遥感智能解译平台 1 套，支持深度学习、迁移学习等多种智能计算；提出基于类脑解译理论与方法的深度学习，迁移学习等多种智能计算方法；预训练大模型参数量级至少 10 亿以上；支持国产昇腾 Atlas 算力底座和 MindSpore AI 框架；支持分辨率优于 3 米的国产 SAR 图像；林地、草地、耕地、建筑、水域等典型地物要素识别精度优于 90%；滑坡、洪涝受灾、水体等变化检测精度优于 85%；典型要素提取支持单机多处理器和多机多处理器并行计算能力；示范应用单位不少于 2 家。

申报条件：企业牵头，鼓励产学研联合申报。

2.3 面向企业数据资产管理价值图谱的算法定价平台

研究内容：构建公平、合理、高效的数据资产定价算法平台，形成数据资产价值图谱。研究已有的数据定价算法，作为基础算法集。基于实际大数据体量和运算效率分析，优化其算法性能，建设算法平台。探索实际应用场景中的模型，完成数据价值图谱搭建，为企业实现数据治理，识别数据质量，模型优化，业务模型自动流程化，提升经济效益；为市场提供定价溯源依据，促成交易，加速数据要素流通，同时基于多方安全计算、全同态加密算法、联邦学习框架，实现隐私敏感数据合规使用。

考核指标：研发数据定价算法平台、数据资产价值图谱

各 1 套；支持图片、文字、结构化数据等 3 种数据类型，支持逻辑回归、神经网络等不少于 5 种主流模型的数据定价算法；与至少 5 家企业联合建设数据定价平台和数据资产价值图谱，实现在金融领域的银行信贷评估、金融产品推荐，以及工业领域的供应链管理、生产制造、设备质量监测的示范应用。

申报条件：企业牵头，鼓励产学研联合申报。

2.4 自动驾驶仿真测试云平台

研究内容：针对自动驾驶系统复杂度和规模化应用的安全性需求，研究基于计算机仿真技术的自动驾驶系统安全性测试方案。在高保真的三维数字环境中以更加安全，高效和低成本的方式测试自动驾驶系统。研究对测试场景和测试目的标准化描述，基于此场景描述的交通参与者行为建模，测试场景泛化，对抗性测试场景生成等相关提高仿真测试保真度和测试效率的手段，以及在云端执行大规模仿真测试任务的软件基础设施。通过有效结合道路测试数据和仿真场景建设打通物理世界和虚拟世界的相互映射，加速安全的自动驾驶技术的部署应用。

考核指标：研制自动驾驶仿真测试云平台仿真系统一套；云仿真系统测试任务启动加载时间不超过 30 秒，测试任务包含一辆测试主车，10 个以内的交通参与者的测试场景；支持不低于 50 人同时在线操作，实现 50 个以上仿真测试任务并发执行；云仿真任务中所有场景仿真执行完毕 60 秒之内需出具测试报告；云仿真测试指标包括最小碰撞时间、车头

时距、交通违规、最大加速度、行驶时间等；具备激光雷达、毫米波雷达、摄像头、GNSS、IMU 等车载传感器的仿真模型；具备 1000 个以上的场景库，其中，200 个功能场景，500 个交通事故场景和 300 个泛化/参数组合场景；完成至少 1 家汽车行业相关单位中进行应用示范。

申报条件：鼓励产学研联合申报。

2.5 基于无监督学习的大数据语音表征及其应用

研究内容：针对智能语音场景领域和应用众多，构建系统对大规模标注数据过于依赖的问题，研究基于无监督学习的大数据语音表征学习方法，基于数万小时无标注中文语音数据，探索多种无监督预训练模型和自学习模型；针对语音客服、多口音语音识别下游应用场景，研究基于预训练模型的模型自适应学习技术，有效减少语音识别等智能语音技术在领域适配上的标注数据规模，同时提升语音审核、口音语音识别领域上语音识别精度。

考核指标：在语音客服、多口音相关产业应用领域上，基于 1 万小时规模的无标签语音数据和 800 小时以内的有标签标注数据，获得和 1 万小时有标签数据相当的语音识别精度（以字错误率计）；基于 1 万小时规模的无标签语音数据和 1600 小时以内的有标签标注数据，识别精度相对超越 1 万小时有标签数据所训模型的 10%（以字错误率计）；在语音客服、多口音质检产业应用领域进行验证。

申报条件：企业牵头，鼓励产学研联合申报。

2.6 基于 AI 人体数字化的运动健康评估与管理系统

研究内容：基于 AI 视觉技术及人体数字化技术，围绕人体的智能化分析、评估以及健康解决方案的制定。创新性的开发可实现高效率、低成本、多维度三大特点的运动健康评估与管理解决方案体系。采用 BIA 生物阻抗检测技术，研发满足不同行业与场景需求的运动健康评估管理产品系列，项目产品能够全维度深度的进行体测，涵盖身体成分评估、动态身体机能评估、身体关节机能评估等多维度数据，通过精准人体 3D 模型完成身体围度测量，静态体态评估及变化；并立体化直观映射出个各项功能数据，报告云端处理。

考核指标：实现满足健身管理机构、医美塑形机构、运动康复机构等行业的不同型号智能体测产品样机不低于 3 台，可检测 12 项以上体态评估数据，7 项以上医疗级身体成分数据，7 项以上身体围度数据，并通过三维模型生成 3D 体态分析结果；体测产品人体识别率不低于 99%，人体精度偏差不超过 1.5cm，扫描精度偏差不超过 1cm，扫描速度 40s 以内；实现智能人体健康评估系统 1 套；形成相关行业标准一项。

申报条件：企业牵头，鼓励产学研联合申报。

2.7 基于遥操作的仿生机械手人机交互技术与实现

研究内容：围绕极端环境、危险环境下人机操作问题，采用肌电、手势等特征识别技术对单只机械臂进行仿人体上肢动作研究，构建结构刚度与柔性动作相结合的多自由度一体化仿生机械臂，通过关节力矩解码、仿生手动作映射、力触觉反馈与增强现实技术对单只机械臂实现远程实时监测与运动跟踪，完成人机动作同步，确保遥操作的准确性和安

全性，使操作者在有毒、辐射、爆炸、污染等条件下身临其境排除危险隐患。

考核指标：临场感强且具精准力触感的不小于 30m 的遥操作交互软硬件系统 1 套，通过手势动作与单只机械臂的协同控制，完成遥操作中人-机-环的多感知信息同步；表面肌电信号的人体上肢（肘、腕、手部）动作解码准确率大于 85%，远近端时延小于 0.3s，支持远程抓握推拉提等动作，且负载效果最大可达 25N。

申报条件：鼓励产学研联合申报。

2.8 基于 AI 的智能交通标志标线研发及协同服务关键技术

研究内容：针对当下交通标志标线相互孤立、被动的服务状态造成的系统资源浪费和交通安全风险，结合新材料与微感知交互技术研发智能交通标志标线，研究基于 AI 的智能交通标志标线协同服务系统，提升交通服务可靠性与安全性。重点围绕智能交通标志标线材料研发，研究基于完全分布式部署的网络拓扑结构和基于 AI 与 5G 的交通安全设施低时延调控策略，建立其感知-反馈网络，提升交通标线服务质量与服役寿命，并在智慧交通与智慧城市领域开展示范应用。

考核指标：研发基于 AI 的智能交通标志标线，建立交通标志标线协同服务软硬件系统，包括路沿光线与运动探测传感器、标线层底压力传感器、关键区域摄像监控、信号发射系统、供能及管理系统。建立交通标志标线服务状态数据

库，基于此提出相应交通安全设施低时延调控策略，其调控区域年交通事故率同比降低 15%以上；对比类似服役状态的传统交通标志标线，提升其服役寿命 15%以上；在城市道路/高速公路场景各建设示范性工程 2 处及以上；制定标准或规范 1~2 项。

申报条件：企业牵头，鼓励产学研联合申报。

2.9 在役桥梁健康智能监测诊断与安全评价体系研究及系统研发

研究内容：将传统的位移、应变、损伤等监测数据与数字图像、声发射、红外热成像等新一代监测数据进行融合，基于数据挖掘技术建立桥梁性能状态的多源感知系统。利用神经网络算法、深度学习等技术，开展基于桥梁多源监测数据的数字模型训练与评价，建立桥梁运行状态的大数据计算分析体系。结合数字孪生技术，以桥梁大数据分析体系为基础建立其结构分析数值模型，反演桥梁结构的工作性能状态，基于结构可靠度安全评价理论建立寿命预测与维护控制的智能评价方法。

考核指标：桥梁结构健康监测数据异常性、有效性的智能识别算法 1 套，监测数据的有效识别率达到 90%；多源监测数据关联感知结构损伤诊断算法 1 套，桥梁结构损伤诊断准确率在 80%以上；基于数字孪生更新技术的桥梁损伤变化预测模型 1 套，给出损伤失效概率和可靠度评判准则。

申报条件：企业牵头，鼓励产学研联合申报。

3. 高性能计算与工业软件

3.1 多高性能计算中心协同调度系统

研究内容：研究多形态融合、大规模计算、算力互联等关键技术，推动多计算中心不同计算资源的协同共享。研究计算系统软件运行的超融合机制，根据应用需求灵活构建计算资源、调整系统配置，通过软件定义获得系统形态，实现不同类型计算业务在多域、异构环境下超融合运行。研究算力调度协同机制，构建新一代多域、跨中心高效资源调度系统，支持多维度、多中心资源任务画像。探索多超算中心算力协同调度关键技术，提升超算对科技创新、经济建设、社会发展的推动作用。

考核指标：研制 1 套多计算中心协同调度系统，部署于国家超级计算西安中心，实现能够应对多域、多样性和混合计算的场景，突破目前在海量数据分析、智能计算的高效融合机制。实现多域算力资源协同调度，具备含国家超级计算西安中心等 2 个以上超算中心一体化协调调度，支持调度核心最大规模 100 万以上，作业启动延迟达秒级，作业提交率达到 2000 个/秒；构建新一代智能化超算互联融合异构自适应系统的软件架构、规范。

申报条件：企业牵头，鼓励产学研联合申报；项目执行周期小于 1 年。

3.2 超高清三维图像高性能实时计算技术

研究内容：以工业领域三维仿真为主要应用场景，研究三维空间离散化方法，支撑大规模超高清三维场景的前景与背景实时分离；研究超高维复杂场景下图形与数值多级协同

计算技术，以及重建超高清场景分散式计算模式；研究基于预测的高性能实时渲染方法，以及基于 H.264 的预先编码方法；研究基于移动预测的近端访问加载方法，实现低功耗近端实时并行解码。

考核指标：研制 1 套高性能三维工业场景处理软件，部署于国家超级计算西安中心；软件具备三维场景前景与背景实时分离、背景图像高精度预测、近端低时延解码、预先传输、自适应协同计算功能；支持万核以上大规模超高清实时交互三维场景的渲染，至少在 3 类终端展示每秒帧数 ≥ 40 。

申请条件：鼓励产学研联合申报。

3.3 工业设计仿真一体化集成云平台

研究内容：针对国产工业设计仿真云服务的需求和现状，结合超级计算中心平台，建立一体化工业设计仿真云，研究 CAD 建模、CAE 前后处理、优化计算一体化业务，实现统一、高效、安全、可靠的国产工业设计云；建立高效协同的资源仿真设计资源调度机制，满足前后处理、求解过程中所需资源的弹性扩展。建立安全可信的设计仿真云安全体系，保障数据、应用、业务安全，从传输、数据等多维度设置安全机制确保数据安全，建立工业设计国产应用云服务，打造可持续发展的国产工业软件生态环境。构建先进制造国产工业产品的设计和仿真应用，同时兼容主流商用软件，实现系统集成商、工业细分领域软件提供商、驱动开发者、行业算法提供者共建工业智能开放应用生态系统，实现应用镜像制作、管理、部署、分发等。

考核指标：研制一套自主可控的工业设计仿真云平台；实现设计、仿真一体化，计算发起、后处理均无需命令行交互，无缝集成前处理、计算、后处理过程；集成不少于 30 种典型行业领域应用，云服务平台在线用户数不少于 2000 人。申请 1 项软件著作权；部署于国家超级计算西安中心等陕西省内高性能计算平台中，实现超算资源的高效调度和弹性扩展。

申报条件：企业牵头，鼓励产学研联合申报；项目执行周期小于 1 年。

3.4 国产大规模电磁仿真软件云服务化使能技术研究

研究内容：针对国产大规模电磁仿真软件在超算云平台上的部署、及快速应用推广需求，研究软件与国产作业调试系统融合技术，满足对接要求、特性要求及相关安全性要求；针对软件 API 接口需求特点，研究解决国产调试器作业提交、管理及信息交互问题；通过共享存储、远端正存储场景数值传输等技术研究，满足软件前处理 3D 体验的功能。通过构建云平台友好的用户使用体验环境、快速收集客户体验以及特性需求，加速国产电磁仿真应用普及、提升国产电磁仿真软件服务能力。

考核指标：支持用户在 windows 界面提交作业、并完成分析，对于具有 Xmanager 等软件工具使用经验的用户，不需要提供额外的培训即可完成所有动作；支持 10 个以上用户同时在云平台上提交作业，并完成计算；能够在云平台可视化服务器上实现软件的 3D 前处理功能，部署于国家超级

计算西安中心等陕西省内高性能计算平台中。

申报条件：企业牵头，鼓励产学研联合申报；项目执行周期小于 1 年。

3.5 面向工业应用软件特征分析的性能分析和调优工具

研究内容：针对工业应用软件特征性能异常及性能波动，进行测试方法和工具的研究。研制高精度测试工具，测量并定位超算中存在的软硬件性能波动、潜在故障，量化分析性能波动对应用产生的性能影响。

考核指标：研制 1 套工业应用软件性能分析与调优工具，量化性能问题对应用的影响，并定位性能波动来源；至少支持 2 类国产超级计算机；能实现百万核规模的检测分析；实现关键计算特征抓取、计算热点函数分析、通信热点函数分析功能；部署于国家超级计算西安中心等陕西省内高性能计算平台中，在国产大规模高性能计算机上，对不少于 10 个代表性应用完成分析。

申报条件：企业牵头，鼓励产学研联合申报；项目执行周期小于 1 年。

3.6 面向结构动力学计算的大规模科学数据并行可视化技术研究

研究内容：针对大规模三维结构动力学计算数据可视化及数据分析的需求，开展高效的大规模并行可视化技术研究，解决高精度绘制、重要物理特征准确提取、高效并行可视化等问题，帮助工程师缩短数据分析周期，提高分析效率。根据结构动力学计算数据的特点，设计实现大规模科学数据的

并行可视化软件框架；定制化研发适用于结构动力学分析的物理量参数提取及可视化算法；利用多线程方式，实现多幅高分辨率可视化图像的高效合成显示；研究基于真实感绘制算法的可视化方法，提高数据可视化的光照效果，增强三维数据场的几何结构特征展示。

考核指标：研制 1 套面向结构动力学计算数据分析的高效并行可视化程序，所能处理的时变数据规模不小于 1TB；支持数据剖切、数据切片、颜色云图、矢量箭标、等值面提取、基于 GPU 的体绘制等可视化方法，支持全局光照的可视化结果模型渲染；计算程序支持在 Windows 和 Linux 操作系统上运行，在国家超级计算西安中心平台部署应用。

申请条件：企业牵头，鼓励产学研联合申报。

3.7 显式动力学有限元自主基础分析软件

研究内容：针对自主显式动力学有限元分析软件的需求，研究显式动力学有限元基础程序构建技术，研发多种类型壳单元、实体单元技术，突破岩石、混凝土等复杂介质材料模型构建技术，研发碰撞接触及侵彻计算技术，基于国产超算平台建立 MPI 及异构大规模并行计算技术，形成对复杂装备结构、复杂介质材料在复杂动载条件下结构响应行为的高效分析能力。

考核指标：研制 1 套显式动力学有限元计算机软件，具备平面应力、平面应变壳单元，柱对称壳单元、Hughes-Liu 壳单元、三维实体单元等不少于 5 种单元类型；具备弹性、弹塑性、流体弹塑性、孔隙-含损伤演化岩石材料模型、K-C

混凝土材料模型等不少于 10 种本构关系、状态方程；具备实体、壳体的碰撞接触及侵彻计算求解能力；支持生死单元、节点固连失效等材料失效处理功能；支持面力、体力加载，初速度定义，运动边界条件及节点约束处理功能；支持亿级网格规模的动力学求解；支持 openMP 等技术；具备 MPI 及异构并行计算功能，支持万核级大规模并行计算功能、软件在国家超级计算西安中心平台部署应用。

申请条件：鼓励产学研联合申报。

3.8 流场高性能数值模拟软件

研究内容：针对航空、航天、兵器等领域对飞行器高雷诺数湍流流动高精度建模及高效率精细求解的需求，开展新型流场建模和仿真方法研究，建立高可信度湍流流场数据精简与特征提取方法，构建面向工程的高雷诺数人工智能湍流模型，发展新型湍流闭合模式，开发可部署在国产芯片系统平台的数据驱动建模流场高性能数值模拟软件，实现软件针对典型挑战性高雷诺数三维复杂外形湍流流场模拟的应用验证。

考核指标：研制 1 套流场高性能数值模拟软件，提供标准接口形式的独立人工智能湍流模型库，具备支持数据驱动建模和高雷诺数三维复杂外形湍流流场模拟的典型能力；支持千万网格规模量级的三维复杂湍流流场计算，同等条件下，与传统流场数值模拟软件相比，气动力系数精度误差不大于 5%，计算效率提升不低于 20%；软件实现在国家超级计算西安中心平台的部署应用，且能够在国产芯片上进行应用，支

持大规模并行计算。

申请条件：鼓励产学研联合申报。

3.9 大规模砌体结构分析及劣化模拟仿真软件

研究内容：针对传统串行算法无法处理的上亿甚至数十亿单元规模多环境因素影响下砌体劣化分析问题，研究砌体结构性能劣化表征方法、以及自重和多环境影响因素分析模型及参数提取方法，建立考虑自重及多环境影响因素的砌体劣化模型；建立针对大规模砌体结构的自动建模技术及计算结果后处理技术，研究实现面向大规模砌体结构劣化分析的高性能并行有限元计算方法；开发面向大规模砌体结构劣化问题的模拟仿真软件，实现对复杂环境因素下大规模砌体结构劣化效果的模拟分析。

考核指标：开发高性能大规模砌体结构劣化问题有限元分析及结构模拟技术，具备对大规模砌体进行并行网格划分及有限元分析能力；实现可考虑自重影响，体现温度、湿度、雨水、光照等影响因素的砌体劣化模型；实现温度、湿度、雨水、光照等环境影响分析模型及参数提取技术；在面积大于1平方公里或长度大于10公里的大规模砌体劣化模拟仿真中应用验证。开发1套国产化模拟仿真软件，软件部署于国家超级计算西安中心平台，并行规模不低于万核。

申请条件：鼓励产学研联合申报。

3.10 壳体结构热-力学-电磁联合计算分析软件

研究内容：研究天线罩等壳体结构受热-力综合作用后的结构形变、介电参数变化对电磁场参数的影响。研究热传

导、热应力、结构力学及电磁场有限元计算技术、建立计算程序；在自主开发的统一前后处理软件架构下，研究实现结构热力学响应-电磁联合分析，结构形变、介电参数变化计算及电磁场计算的多过程联合计算及不同过程之间的数据交换；研究典型壳体结构在空间热辐射、气动热等因素影响下构型及介质材料参数变化对电磁场的影响，为实际应用场景中真实构型及实际环境参数条件下的电磁场分析提供理论支撑。

考核指标：研制 1 套壳体结构热-结构-电磁耦合分析软件，支持 openMP 等技术。其中自主开发的统一前后处理软件架构能够实现构件几何导入及显示，能够实现热-力学-电磁分析用二维、三维非结构有限元网格自动剖分，多种格式数据的后处理一体化显示；热-力学-电磁分析在一个统一的软件框架内实现，其中电磁场计算部分求解精度与对国外同类算法相比均方根误差小于 1dB；热力学求解部分能够实现热传导分析、热力联合加载下的热应力分析，与商业软件计算结果相比误差小于 10%；电磁场计算自由度数量达到亿级；软件部署于国家超级计算西安中心平台，电磁场部分以千核级并行为基准，规模扩大 10 倍时并行效率不低于 60%，并行规模不低于万核。

申请条件：企业牵头，鼓励产学研联合申报。

4. 文化和科技融合

4.1 彩绘文物智能化虚拟复原共性关键技术研发及应用

研究内容：针对地上和地下彩绘文物发生表面色彩褪色、

图案弱化等现象，研究彩绘文物颜料高光谱图像的颜色退化-复原深度对抗模型及颜色增强技术；研究结合高光谱图像隐含信息挖掘和高清数码照片本征图像分析的彩绘文物纹理图案增强技术；研究基于语义引导对抗生成网络的彩绘文物缺失纹理图案多级生成技术；研究基于多源数据融合的数字彩绘文物三维/二维快速展示技术；开展可交互的活化传承应用示范。

考核指标：构建彩绘文物颜料光谱-颜色库，其中颜料光谱不少于 20 种，颜料光谱-颜色库不少于 500 幅；构建彩绘文物高清数码和高光谱采集图像数据库，数据库至少包括 500 件彩绘文物，每件彩绘文物不少于 20 个角度采集；数字化三维建模的彩绘文物不少于 100 件；在彩绘文物图案弱信息增强、彩绘文物缺失图案生成等方面形成 2 项以上拥有自主知识产权的关键技术；在文博单位进行活化传承应用示范。

申请条件：鼓励产学研联合申报。

4.2 近现代书画作品视觉鉴别关键技术及应用示范

研究内容：面向近现代书画作品真假鉴别难题，开展书法文字、印章、绘画等主要内容的视觉鉴别关键技术研发，以实现书画作品的自动分析与鉴别。研究基于深度学习的多风格书法文字与印章的一体化检测技术；研究基于增量学习的书法文字风格、绘画风格自动生成与分析方法；研究基于对抗训练的书画风格相似性鉴别技术；研究大规模书画作品的管理与风格检索技术。

考核指标：构造可进行技术验证的书画作品数据库 1 套，

不少于 1 万幅作品、100 位作家；书法文字与印章检测准确率不少于 95%，风格鉴别准确率不低于 80%，检索精确度不低于 90%；研发 1 套近代书画作品视觉鉴别系统，在书画作品评估与交易等场景中进行应用示范。

申请条件：企业牵头，鼓励产学研联合申报。

4.3 面向大型文化遗址及博物馆的数字孪生关键技术研究与应用

研究内容：针对传统实体博物馆和大型文化遗址在时间、空间与展示形式上的内在局限性，以及预防性保护需求，研究全栈超精细三维数字化复原技术，实现博物馆和大型文化遗址内外的 1: 1 三维数字孪生；研究大遗址劣化预警算法；研究基于大数据、人工智能的数据驱动可视化虚拟仿真技术，用于采集、分析并处理博物馆和大型文化遗址中物联感知数据、温度湿度等多维实时动态数据；研发具有虚拟仿真，智能分析功能的数字孪生博物馆和大型文化遗址平台并进行应用示范。

考核指标：针对博物馆和大型文化遗址展陈，在全栈超精细三维数字化复原技术、基于人工智能的可视化虚拟仿真技术等关键技术上取得突破；研发支持大遗址劣化预警分析软件包及数字孪生服务平台，具有遗址模型多因素耦合的劣化模拟和动态交互可视分析等核心功能；在多因素耦合裂化分析、可视化虚拟仿真等方面形成 2 项以上拥有自主知识产权的关键技术；结合文博领域代表性大遗址进行应用示范；研究开发具有虚拟仿真，智能分析功能的数字孪生博物馆平

台，在省内 3 个以上的博物馆开展应用示范。

申请条件：企业牵头，鼓励产学研联合申报。

4.4 面向数字文化艺术产业的数字版权保护与信息安全关键技术及应用示范

研究内容：针对数字文化产业技术创新中，对于文化艺术品数字资产版权保护难，数字文化资产的产业化与贸易市场化程度低、存在安全风险等问题，研究文旅、文博藏品、非物质文化遗产、城市名片、景区名片等文化资源的数字藏品转换规范，建立转换标准体系；对文化艺术资源进行基于区块链技术的数字版权登记，完善版权溯源，明确版权归属状态；研究基于区块链技术的去中心化点对点交易与运作模式；研究基于真随机数的授权交易高安全通信传输机制；研发符合具备数字版权登记确权、侵权监控、维权取证、自由交易的综合大数据技术服务平台。

考核指标：建立数字文化资产数据库，收录 10 个以上类型 1000 个以上文化艺术品，包含但不限于图片、动画、视频、语音等各种展示形式，并完成数字版权的确权；完成一套相关文化资源数字藏品转换标准体系；获取基于真随机数的数字文化艺术品交易安全通信传输技术；在公共文化领域推进数字文化资产类知识产权的产业化转化及应用示范推广，建立一个文化艺术品数字化交易平台并投入运行。

申请条件：企业牵头，鼓励产学研联合申报。

4.5 符号性文旅产品的收藏驱动网络技术研究应用及产品标准化的建设

研究内容：开展文旅文化符号评价标准体系与数字藏品及实物藏品的创意设计方法、文旅场景下的网络收藏游戏化的应用模式研究与应用、文旅符号纪念收藏品以区块链基础的数字收藏系统的研究及应用研究，建立符号性文旅纪念收藏品的标准化包装及说明信息结构及建设符号性文旅纪念收藏品产业联盟标准授权制度体系。

考核指标：打造具有高识别度、面向更广的文化数字藏品品牌 2 个；设计与开发某区域数字收藏产品 4 套、20 件以上并进入市场实现 2000 万以上营收；搭建年轻化、互动性强、高科技的符号收藏产品线上小程序及网站，形成百万粉丝及用户关注；建立针对高端收藏家的个人定制化数字博物馆，打造 2 家沉浸式、互动式及个性化的线下场景体验店。

申请条件：企业牵头，鼓励产学研联合申报。

4.6 文旅产品交易云链一体化技术的应用与示范

研究内容：开展以新型票务结算、交易上联存证、NFT 发行 SaaS 化、文创产品溯源等关键技术的研发，构建以文旅区块链技术、移动互联支付结算系统为底层架构，涵盖云服务为一体的文旅产品交易云链一体化平台，通过与景区闸机票务系统、统一收银等业务系统的数据集成，获取景区服务端数据，实现各分销渠道的文旅产品共享、消费资金的清分清算、会员权益及营销优惠活动的快速匹配，与政府大数字管控系统对接为不同业态的文化旅游企业提供全方位的智慧化服务。

考核指标：建立文旅产品交易一体化平台 1 套，建立专

用数据管理服务，提出 NFT 发行 SaaS 化技术，发布 NFT 文旅产品不少于 10 组、文创产品溯源技术 2 项关键技术，应用示范不少于 2 处，平台相关专利不少于 1 项，通过平台实现文旅产品交易年交易额不少于 1 亿元，入驻涉旅行业企业不少于 100 家。

申请条件：企业牵头，鼓励产学研联合申报。

4.7 公共文化资源智能服务关键技术研发及应用

研究内容：研究公共文化用户行为语义分析模型及关键技术，包括公共文化用户画像、行为分析模型及关键人工智能算法；研发公共文化数字资源个性化推荐模型及系统，包括针对公共文化机构和普通用户的推荐系统模型、关键人工智能推荐算法；研发支撑公共文化服务效能评估的大数据智能分析平台与挖掘系统；利用大数据统计分析方法对公共文化用户数据进行采集、预处理、个性化需求发现与预测，利用人工智能的推荐算法为不同的公共文化用户推送个性化智能服务；形成支撑公共文化资源智能服务的整体解决方案和智能服务平台。

考核指标：提出公共数字文化资源智能服务系统解决方案 1 套；提出具有行为分析和画像生成能力关键技术 1 项，建立公共文化资源智能精准推荐系统 1 套，推荐准确率不小于 85%；建立服务效能评估的大数据挖掘系统 1 套，实现公共文化资源访问热度分析不少于 3 种维度（时间维度、地理维度以及人群维度等）；建立文旅融合智能问答及推荐系统 1 套，问答准确率不小于 85%。应用示范不少于 3-5 处。

申请条件：企业牵头，鼓励产学研联合申报。

4.8 陕西传统文化模块参数化数字孪生平台及应用示范

研究内容：按照国家文化大数据体系建设要求，以陕西历史文化、红色文化、民俗文化为基础，以广电融媒体内容为依托，将无形的文化元素内涵以数字化、可视化、体验化及互动化的方式进行深度挖掘，分类存储，构建可面向于社会各行业受众开放的文化数据素材库；创建并复原文化遗产结构及材料、纹理数据，通过大数据分析生成也用于场景重建的基础构件、PBR 材质及纹理库；形成空间数据采集技术方案、扫描精度、采集流程规范；纹理数据采集技术方案、数据格式、命名及归档规范；基于扫描数据的数据清洗及优化技术方案，集合 GIS 坐标、模型数据及纹理贴图实现数字孪生及可视化呈现，基于以上数字平台，展示应用示范功能。

考核指标：参照国家文保单位相关规范，制定某类文化遗产的数字化分类办法；开发一套传统文化数字资源共享服务平台。采用照片建模技术，通过无人机+RTK 完成单体文化遗址点云数据和 GIS 数据的无缝拼合；基于某处场景元数据清洗及优化，实现三维数据不低于一个数量级的存储空间优化；选取某处单体古建筑，对该建筑结构的分析及构件模型参数化，实现参数化生成该建筑三维模型；开发一套基于 UE 虚拟引擎的数字文化遗产快速建模的平台，用户可根据 UI 引导或蓝图搭建完成数字文化资产的设计，打包成 VR 场景用于 VR 沉浸式体验，系统完成一个传统文化遗产的数字孪生项目，基于以上技术与平台，在省内 10 个以上传统文化

点展开示范。

申请条件：企业牵头，鼓励产学研联合申报。

5. 新一代信息技术

5.1 下一代移动通信系统的高性能毫米波通信芯片研究

研究内容：面向 5G/6G 毫米波无线通信基站端应用需求，研制支持多频点、大带宽、多极化、多通道的高性能毫米波基站收发机芯片；研究毫米波芯片关键电路及数字基带处理宽带化技术；研究毫米波高精度幅相控制及误差校准技术，研究高性能大带宽频率变换技术并探索相应的收发机方案；研究天线阵列多波束精准赋形技术，研究毫米波封装与系统集成等关键技术。

考核指标：实现支持多频点大带宽的高性能毫米波基站收发机芯片；芯片工作频率覆盖所有 5G 毫米波频段，通信数据率不低于 5Gb/s，可支持基带带宽不低于 400MHz，支持 256-QAM 高阶调制方式；支持天线阵列单元数目不少于 64 元，实现 EIRP 不小于 50dBm，基于该芯片的通信样机及其演示系统，通信距离大于 100 米，支持 MIMO 波束赋形。

申报条件：鼓励产学研联合申报。

5.2 基于商用 5G 标准的非规则天线阵列高速数据传输方法

研究内容：针对 5G 网络大容量、广覆盖的通信需求，研究面向低成本、易部署的非规则天线阵列的高速数据传输技术。依据商用 5G 标准构建面向非规则天线阵列的高速数据传输架构，突破非规则天线阵列流形建模、基于 3GPP TS

38.214 标准码本的通用设计方法、面向非规则 ELAA 的传输方法等关键技术。

考核指标：构建基于商用 5G 标准的非规则天线阵列高速数据传输技术验证场景，在 3GPP 标准信道模型下开展性能评估。非规则天线阵列类型不少于 4 种；兼容 Type I、Type II 及 eType II 码本；传输速率不低于理想反馈条件下速率的 80%；申请发明专利 2 件。

申报条件：企业牵头，鼓励产学研联合申报。

5.3 工业互联网场景下基于协作 NOMA 的短数据包通信技术

研究内容：面向工业互联网场景下高可靠、低时延的传输需求，研究基于协作 NOMA 的短数据包通信技术。面向 3GPP 标准构建基于协作 NOMA 的短数据包传输方案，突破 URLLC 场景下的协作节点选择、基于数据包重组的协作 NOMA 传输方法、基于调制方式识别的低开销 NOMA 检测方法等关键技术研究。

考核指标：搭建工业互联网场景下基于协作 NOMA 的短包数据通信技术演示验证系统，演示系统中包括的节点数不少于 10 个，依据 TS 38.901 标准进行性能评估。通信可靠性不低于 99.999%、时延不超过 1ms；可识别调制方式类型不少于 6 种；调制方式识别准确率不低于 95%；申请发明专利 2 件。

申报条件：企业牵头，鼓励产学研联合申报。

5.4 面向通-感-算一体的车联网数据表征与传输技术

研究内容：针对车联网感知获取的海量多源异构数据（如地形、交通状态等动态图形数据）短时间内回传到数据融合中心、以保障车联网管理单元正确、有效决策的应用需求，面向新一代通-感-算一体通信技术，研究建立感知数据的表征方法，构建数据结构的表征模型；研究基于数据相关性与因果性的动图等海量数据压缩技术，支撑可伸缩的图形等海量数据回传，从而降低感知数据无线回传压力；完成试验演示验证。

考核指标：研发通-感-算系统感知数据表征引擎 1 套，能够表征实时有效信息速率、压缩数据结构，表征引擎可根据动态变化的信道状态实时调整压缩编码框架；设计节点回传协议，支持动态图形数据无线回传，传输的数据速率不低于 10Mbps，分辨率达到 4K；设计不少于 5 个的多节点组网协议，支持节点多跳回传，跳数大于等于 3；申请发明专利 3 件。

申报条件：鼓励产学研联合申报。

5.5 基于区块链技术的大宗商品供应链金融服务

研究内容：围绕大宗商品供应链金融服务面临的可追溯、高安全、高可信等需求，构建供应链金融区块链服务平台。研究基于区块链的可信时间基础服务、数据高效溯源机制，为平台提供数据可信基础；研究适用于大宗商品供应链金融服务的分布式信任机制、资源共享与协作方法，研究数据高效动态可信聚合技术、多方安全计算方法；以联盟链为重点，研究区块链高效动态共识机制、加密算法，支撑未来大宗商

品供应链金融服务应用。

考核指标：构建新型信任机制的基础架构，形成一套安全可信的大宗商品供应链金融区块链服务平台。设计分布式时间可靠同步机制和戳记技术，支持毫秒级同步精度与 500TPS 以上的 TPS；设计数据快速可信关联方法，支持秒级数据溯源关联响应；设计基于区块链、面向多方合作计算的动态贡献评估及恶意参数溯源方法，支持 5 种以上协作学习模型；设计动态高效数据聚合技术，支持超过 3 种金融平台、6 种场景数据流，实现毫秒级响应效率与 100 以上的 TPS；申请发明专利 1 件，软件著作权 2 件。

申报条件：企业牵头，产学研联合申报。

5.6 多模态开放式一体化融合网络组网协议设计与实验验证平台开发

研究内容：针对多模态开放式一体化网络中承载下一代大容量时延敏感类业务的问题，开展与该网络特点相匹配的组网机制与协议研究；研究适用于海量用户的无授权多址接入技术、网络动态重构技术、多余度高可靠通信技术、开放式安全通信认证技术；设计多模态开放式一体化网络的数字孪生系统与实验验证平台，利用数字孪生引擎提供业务与资源的预规划、预分配、预聚合，实现对所提无线、有线多模态、开放式一体化融合网络协议和网络动态重构算法的实验验证。

考核指标：设计一套实现“中心式控制，分布式传输的”多模态开放式一体化网络组网机制，支持网络链路中断的自

发现、自组网与自维护，满足丢包率不大于 0.1%；设计海量用户的随机多址接入协议，实现无授权情况下的首次接入成功率不低于 50%；研发一套适用于无线、有线多模态开放式通信网络的数字孪生引擎，支持实物载荷设备的在线接入，实物设备接入速率不低于 1Gbps；申请发明专利 3 件。

申报条件：企业牵头，鼓励产学研联合申报。

5.7 面向大数据分析应用的共享非易失内存池技术

研究内容：针对大数据分析的数据规模以及分析时效挑战，研究基于国产 CPU 平台的 NVDIMM 非易失内存池共享技术。研究非易失内存池共享接口，包括：key-value 键值接口、连续内存分配接口、posix 文件接口；研究 spark、tensorflow 等大数据分析平台内嵌共享非易失内存池的最佳方法。

考核指标：基于国产 CPU 平台研制不少于 20 节点的共享非易失内存池原型系统，任一节点可访问集群其他节点内存、非易失内存；支持 key-value、内存分配库、posix 文件接口。相比现有的基于 Ceph 或 HDFS 文件系统的大数据分析方案，在 4 个 Spark 节点，4 个存储节点下，TeraSort 400GB, 216G Shuffle Write 场景中整体处理时间小于 15 分钟；TPC-DS Query 1.2TB 场景中，应用处理时间小于 10 分钟。申请发明专利 2-4 件。

申报条件：企业牵头，产学研联合申报。

5.8 跨域数据安全协同计算关键技术研究

研究内容：针对开放环境下多域数据协同计算过程中的

机密性、完整性和实用性需求，研究多源动态数据全生命周期的安全处理技术，形成涵盖数据交换、计算和发布全流程的安全防护机制；研究密文环境下可验证的分布式数据可信计算方法，形成支持数据可用性和计算正确性的安全协同计算框架；研究基于密文高效处理和可信计算环境的数据安全计算效能优化方法，形成普适性的密文协同计算效能优化机制；构建多源数据安全协同计算技术体系，研发跨域数据安全协同计算平台。

考核指标：数据安全防护机制支持分布式数据集求交、最大值、最小值、平均值、标准差、中位数、数值比较、相似度计算等不少于 10 种基础算法；安全协同计算框架支持可验证的朴素贝叶斯、支持向量机、逻辑回归、神经网络、XGBoost 等不少于 5 种横向和纵向分布式机器学习算法，其准确率损失不超过 2%；效能优化机制不影响数据安全性，在典型分布式数据协同计算场景下性能相较基于开源算法库的全同态算法方案提升不少于 50 倍；开发相应原型系统，进行试点应用。

申报条件：企业牵头，鼓励产学研联合申报。

5.9 基于大规模边缘智能感知的生产线质量分析推理分布式模型技术

研究内容：针对制造业在线检测信息特征，研究计算视觉、音频检测的传感与感知计算融合结构理论，实现从检测信号获取到特征信息提取的边缘智能计算处理；面向质量缺陷检测，研究多源信息特征融合方法，以特征融合代替源信

息数据融合，降低信息融合代价；研究多模式跨维度数据大规模模型分布式学习与推理系统，实现大批量产品的系统化在线智能检测技术；面向电子信息、汽车制造等工业企业在实际生产环境中对质检效率的要求，基于 AI 深度学习技术，研究示范性应用系统。

考核指标：完成原型系统的实验室环境模拟，技术成熟度不低于 4 级；边缘计算设备节点实现信号采集与特征提取的统一智能计算系统，计算功耗不高于 5w，计算能力不低于 10TOPS；分布式模型系统支持边缘节点不少于 100 个；实现电子信息或汽车制造产业确定场景的大批量产品质量检测应用系统，质检模型整体检测准确率 > 99%；满足平均并发访问量 1000+QPS；推理接口的 P90 时延 200ms 以内。

申报条件：鼓励产学研联合申报。

5.10 深度伪造主动溯源水印关键技术研究

研究内容：围绕深度伪造的形式化表征，深度伪造常用操作类型，建立深度伪造元数据分类体系，设计高效可扩展的编码机制，实现元数据的高信息量表达。开展溯源水印性能优化，溯源水印生成与解析的实现形式研究，实现面向移动客户端、PC 端与云的服务，探索溯源水印的硬件优化方法。

考核指标：溯源水印信息加密强度不低于 256 位，安全性不低于国产密码算法 SM2 水平；溯源水印生成与解析速度在移动设备端不高于 100ms，在服务器端不高于 5ms；溯源水印可抵抗缩放、模糊、旋转、噪声、剪切等不少于 5 种类型攻击；溯源水印鲁棒性峰值信噪比 PSNR 不低于 30dB，标

准化互相关 NCC 不低于 0.75；操作系统支持不少于 2 种，含安卓与 Linux；硬件支持不少于 2 种，包括 ARM、X86，并提供 FPGA 或 GPU 加速能力。

申报条件：企业牵头，鼓励产学研联合申报。