

2022 年度重点产业创新链指南（工业领域）

1. 人工智能

1.1 5G 防爆巡检机器人关键技术研究及示范

研究内容：针对易燃易爆危险环境中，人工巡检劳动强度高、巡检手段有限、不能及时发现有毒有害气体泄漏、效率低且有一定的危险性的行业痛点，研究激光雷达导航技术、三维地图构建、自主路径规划及自主避障技术、深度学习的智能图像识别技术、多传感器融合气体泄漏监测技术，研发以 5G 网络部署为基础的适用于危险爆炸性环境的巡检机器人，可根据周边环境自主调整运行参数和执行巡检任务，及时发现危险信息，提高巡检效率和自动化运行水平，在易燃易爆危险环境的安全管理中开展应用。

考核指标：机器人防爆等级 ExdmbIIBT4，以 5G 网络通信为基础，在激光雷达引导下自主规划路径行走，定位精度优于 10cm@50m；实现对于跑冒滴漏等泄露事故的探测和预警，对于甲烷气体，有效探测距离不低于 50m；甲烷气体探测浓度 10ppm；易燃易爆场所（成品油库、石油化工、天然气集气站、天然气处理厂、天然气净化厂、天然城市气门站）等场景部署应用 3 台以上。

申报条件：鼓励企业牵头，产学研联合申报。

1.2 先进声光感知增强现实系统

研究内容：基于增强现实头盔系统中新一代光学目标检测的需求，研究多光谱图像的人工智能处理技术及其先进应

用；基于增强现实头盔系统中声增强现实的需求，研究基于双耳渲染的虚拟立体声技术和采用麦克风阵列及骨传导传感器的语音增强方法；针对工业场景，进行智能算法边缘部署、硬件平台设计与集成，增强现实交互等综合系统研发。

考核指标：光感知系统包含可见光、近红外及 8um 远波红外；声感知系统包含麦克风阵列、骨传导麦克风；具有双耳虚拟声渲染技术；头戴式系统中实现多光谱目标识别技术，对于 512*512 的图像，至少五类目标识别率不低于 95%，处理速度每秒 30 帧；实现 90dB 噪声环境下的可靠语言通信；在工业等场景示范应用。

申报条件：鼓励企业牵头，产学研联合申报。

1.3 面向智能印刷的光谱信息机器视觉检测技术

研究内容：针对现有印刷包装企业面临的产品质量低、生产效率低、过渡依赖人工经验等问题，采用光谱成像替代 RGB 彩色成像，研究面向智能印刷的机器视觉检测技术。从多基色光谱复制理论出发，围绕印刷品的高保真颜色复现和在线缺陷检测，研究基于光谱成像的高保真色彩复现技术、基于深度网络的印刷品在线检测技术和基于立体视觉的尺寸测量技术，并在智能印刷行业开展示范应用。

考核指标：绿色印刷工艺 1 套；光谱成像样机 1 台；建立大规模光谱印刷数据库；缺陷检测准确率不低于 85%，较现有印刷质量检测设备提高 7%；印刷包装领域示范应用 1 项。

申报条件：鼓励企业牵头，产学研联合申报。

1.4 基于 AI 的无人机无线电反制技术

研究内容：针对“黑飞”无人机的防控传统的物理打击和电磁干扰等手段存在的受环境因素影响较大，无法区分敌我无人机，影响精准打击等问题。研究基于无线电协议破解技术与人工智能相结合的无人机反制技术，通过无线电协议破解技术对目标信号进行通信协议破解，精准分析无线电信号的特征，在海量的无线电数据中获取无人机唯一身份指纹，并基于深度学习算法提取目标的特征，获取无人机厂家、型号等信息反馈给用户，实现对敌我无人机的精确识别。

考核指标：搭建和设计通用无线电机机器学习框架，研制无人机精确识别功能样机 1 台。覆盖 2.4、5.8G 主流频段的无人机，探测距离不小于 3 公里，对周边同频段信号（如 wifi、蓝牙、飞机等）无任何干扰；精准识别实现零误报；并能通过对机型库的 AI 学习，自动识别未知无人机，自动识别未知无人机的时间优于 2s。

申报条件：鼓励产学研联合申报。

1.5 民机行业资料体系的多语言翻译技术

研究内容：基于术语干预和领域自适应的民机行业中英、中法互译技术；基于句子语义检索和双语记忆库的翻译记忆库技术；术语库和权威词典、专业词库维护技术；STE100 语言规则内置；私有化系统部署。

考核指标：至少支持中英、中法两种互译需求；中英翻译符合 ASD STE-100 规范；建立类似 ASD STE-100 的法语用语规范，且中法翻译满足规范要求；翻译准确率达到 90%

以上；翻译系统进行私有化部署。

申报条件：鼓励企业牵头，产学研联合申报。

1.6 安全高速的云端人工智能服务软硬件系统

研究内容：面向人工智能、云计算中的算力需求和用户隐私数据保护的挑战，构建高速、安全的计算系统，提供高性能、高安全性的数据处理机制。基于英特尔 SGX 可信执行环境的算法开发与优化。整理并测试现有算法，进行安全性分析及性能优化；进一步探索 SGX 在云计算环境下的新型应用，扩展其应用场景；结合高级密码学算法，设计 CPU+FPGA 异构硬件的安全计算架构。结合多方安全计算、分布式协议、SGX 可信执行环境等技术，进行软硬件协同设计，实现高速、安全的计算系统；针对人工智能和神经网络云服务，设计并实现支持 CPU+FPGA 的可信、异构深度学习服务平台。

考核指标：构建基于硬件可信执行环境的、同时支持 CPU 和 FPGA 的异构可信平台。具体指标为：完成支持 SGX 及 FPGA 的安全体系架构设计与初步原型系统，包括灵活的软硬件划分、异构硬件模块间的互相协作、分布式安全性算法等；完成对神经网络提供硬件加速和安全保护的服务系统平台，性能相比无隐私保护条件下损失小于 20%；申请发明专利 5 项。

申报条件：鼓励企业牵头，产学研联合申报。

1.7 面向大规模图分析的高效计算关键技术

1.7 面向大规模图分析的高效计算关键技术

研究内容：在大数据智能分析等应用中，由于图结构的高度非规则性，存在计算和访存效率低下的问题，研究稀疏矩阵乘法、图邻接矩阵求逆等图分析核心算法的计算模式和访存特点；研究支持高效访问的新型数据结构和计算方法；研究现有高性能 CPU/GPU 异构架构在非规则计算问题中的性能瓶颈和自适应优化方法，在超千万级规模的图结构上，实现图神经网络、知识图谱、智能推荐系统等大数据智能分析技术的示范应用，并获得显著的性能提升。

考核指标：提出核心图计算问题的数据结构定义、并实现预处理代码和计算代码。基于 SuiteSparse Collection 图测试集中的超百万规模矩阵，在单颗 Intel Skylake XEON 6146 芯片和 RTX-2080 Ti 组成的异构计算平台上，相比于 Intel MKL 计算库和 CUBLAS 计算库(基于 Nvidia RTX 2080 Ti)，实现稀疏矩阵乘法的平均加速比超过 5 倍，图邻接矩阵求逆的平均加速比分别超过 3 倍和 10 倍。申请发明专利 2-3 项。

申报条件：鼓励产学研联合申报。

1.8 大规模人工智能计算系统软硬件协同性能优化技术

研究内容：针对超算中心大规模人工智能异构计算系统性能优化技术瓶颈，设计深度神经网络的训练方法和推理计算性能特征空间；研究基于异构计算的软硬件协同感知性能模型及其异构并行程序优化方法，以最大化深度神经网络在异构计算设备上的计算能力。研究基于性能模型的大规模人工智能计算系统构建方法并设计高性能计算软件系统，并在教育、自动驾驶、智慧城市、智慧医疗、地理测绘等领域进

行示范应用。

考核指标：基于性能模型优化深度神经网络模型十个以上，模型支持遥感影像、视频、医学图像等多种数据；构建的高性能人工智能计算软件系统能扩展到大于 100 个计算节点和 200 个国产 GPU 架构加速器，模型优化后在每个异构计算设备上加速性能平均提升 10%；软件系统在不少于 5 个领域、不少于 30 家单位进行推广应用；取得软件著作权不少于 3 项。

申报条件：鼓励产学研联合申报。

1.9 基于弱监督学习的影像数据智能化评估技术

研究内容：针对目前人工数据标注不统一、效率低下、有效样本数量不多、特征多样性不足的现状，结合当前云端协同的智能化技术和深度学习技术，设计多机协同的结构化标注策略。研究无标注或少样本下深度特征弱监督预学习模型和方法，解决影像数据的结构化标注数据的自动生成问题；研究结合迁移学习与主动学习的增量学习方法，解决实体目标增量标注问题。研制半监督、弱监督/无监督学习算法支持下的集数据收集、数据处理和智能化标注为一体的标注云平台，建立高效通用的数据标签与结构化的标注数据库。研究面向影像分割的强鲁棒深度网络模型，模型能够有效应对训练样本少、多模态、非增强数据等问题，实现基于弱监督学习的影像目标分割。

考核指标：提出至少三种弱目标监督与自主学习模型与方法，实现标注准确率不低于 95%；智能标注平台能同时支

持 100 路以上并发数据标注任务的开放服务；大于 100 类的数据标注模型，智能化标注相比人工标注效率提升至少 50% 以上；在医学、遥感、安防影像等领域示范应用。

申报条件：鼓励产学研联合申报。

1.10 智能大屏多模态人机交互技术

研究内容：针对传统触控技术精度低、延时高、抗干扰性弱、通用性低等问题，研究 AI 视觉触控技术。针对无线麦不方便，全向麦不能定位、不能识别纯净语音等问题，研究麦克风阵列技术；针对传统相机不能定位、跟踪和识别目标的问题，研究多模态人机交互技术；研究智能大屏 AI 云解决方案，解决传统智能大屏在办公、授课、家庭娱乐环境下的交互式体验差等问题。

考核指标：面向中大尺寸触控应用的多相机视觉算法、多触点/小触点检测，跟踪和识别的算法、定位技术和多相机融合定位技术；定位精度 0.5 度；拾音范围 1 米-20 米距离内；2 个 500 万镜头拼接实现全景 180° 无畸变监控；提供多种智能分析，实现物体跟踪等智能应用；支持多种编解码压缩格式。取得专利不少于 3 项。

申报条件：鼓励企业牵头，产学研联合申报。

2. 高性能计算与工业软件

2.1 超大规模复数稠密矩阵方程直接求解算法库

研究内容：针对科学计算与工程应用中对矩阵求解共性基础算法的需求，研究高可扩展的、性能优于国外商业数学库的复数稠密矩阵方程并行直接求解算法；基于国产处理器

计算平台，研制面向不同应用领域的超大规模复数稠密矩阵方程直接求解算法库。

考核指标：研制 1 套高性能复数稠密矩阵方程直接求解程序集，以电磁场矩量法分析典型应用为对象，复数稠密矩阵的求解规模超过 300 万阶，并行规模突破千万量级国产处理器核，以百万核为基准，并行规模扩展 10 倍时并行效率不低于 30%。

2.2 超大规模复数稀疏矩阵方程直接求解算法库

研究内容：以电磁场有限元分析为主要应用领域，分析多波前法、超节点法等稀疏矩阵直接求解算法，研究超大规模复数稀疏矩阵方程直接求解算法；基于国产处理器计算平台，研制超大规模稀疏矩阵方程直接求解的高可扩展的并行算法库。

考核指标：研制 1 套高性能复数稀疏矩阵方程直接求解程序集，以电磁场有限元分析典型应用为对象，并行规模突破百万量级国产处理器核，以十万核为基准，并行规模扩展 10 倍时核心段并行效率不低于 30%。

2.3 工业仿真软件架构关键技术

研究内容：针对仿真软件建模的共性特点，研究易于扩展的开放式软件架构，支持从单物理场仿真到多物理场联合仿真，支持用户对仿真软件进行深度定制和二次开发；从数据抽象和功能需求两个维度研究和定义模块解耦的边界与接口，为软件大规模协同开发和灵活扩展提供合理边界；研究数据分层管理，任意粒度的序列化版本管理，高效存储与

随机访问的平衡，内存管理等静态建模机制；研究命令封装与历史回溯，建模消息的通知和传播等动态建模机制。

考核指标：研制 1 套 CAE 共性平台软件，支持典型 CAD 格式，支持复杂仿真模型从创建设置到求解计算及结果可视化全流程；支持参数化设计和优化设计；支持全过程命令历史回溯和命令驱动；支持 G 级几何模型和亿级网格模型的存储与管理；以电磁场仿真分析为典型应用场景、支持相关的结构与电磁场联合仿真；支持 Windows 和 Linux 操作系统。

2.4 三维几何建模技术研究

研究内容：研究基于边界表达方法的几何和拓扑数据定义，实现全参数几何建模功能；研究几何实体规则和非规则布尔运算算法；研究 CAD 系统几何模型数据交换格式，对 STEP 和 IGES 标准格式进行解析，重建几何和拓扑数据；针对 CAD 系统导出几何模型时常见的精度和拓扑问题，研究导入几何模型的圆角去除及孔洞去除等几何简化技术以及针对几何拓扑完整性、重复性等缺陷的几何修复技术。

考核指标：研制 1 套几何建模软件，具备典型线、面、体等参数化几何建模功能，具备规则与非规则布尔运算、压印、共形等几何编辑功能及简化与修复功能；支持 IGES 和 STEP 等 2 种以上数据交换格式；具备拓扑实体的 PID 机制、通用属性设置与传递机制；基于模型尺度自动选择合理精度进行导入和修复操作；支持 Windows 和 Linux 操作系统。

2.5 面网格生成技术

研究内容：针对科学和工程领域对数值仿真计算的要求，

研究前沿推进方法（AFT）和德劳内三角化（DT）算法，基于连续几何模型生成非结构化三角形和四边形网格；研究面网格生成算法的效率和收敛性问题，提高算法可靠性；研究多尺度模型的特点，提高算法稳定性和网格质量；研究网格数据与几何模型和物理模型的关联接口，支持属性传递和查询；研究几何自适应网格生成技术，使用曲率特征和邻近特征形成尺寸场，应用于面网格的几何自适应生成算法。提供查询和设置接口供外部模块对几何或物理属性进行相关操作。

考核指标：研制 1 套面网格生成程序集，具备网格尺寸场并平滑过渡功能、面网格的几何自适应生成功能；在 64GB 内存工作站上实现 1000 万单元规模的面网格生成；支持 105 级别多尺度模型的面网格生成。形成对自主 CAE 工业软件面网格关键技术的支撑能力。支持 Windows 和 Linux 操作系统。

2.6 体网格生成技术

研究内容：针对科学和工程领域对数值仿真计算的要求，基于德劳内三角化（DT）和德劳内三角化-前沿推进混合算法（DT-AFT）研究四面体网格的生成算法，及其效率和收敛性问题；基于可映射空间研究六面体网格生成的扫掠算法；研究多尺度模型的特点，提高算法稳定性和网格质量；研究网格数据与几何模型和物理模型的关联接口，支持属性传递和查询；研究求解器计算误差指示器与网格加密生成算法的耦合，应用于体网格的计算自适应生成算法。

考核指标：研制 1 套体网格生成程序集，具备体网格的局部加密和尺寸场平滑过渡功能、体网格的计算自适应生成功能；提供查询和设置接口供外部模块对几何或物理属性进行相关操作。在 64GB 内存工作站上实现 1 亿单元规模的体网格生成，串行算法生成体网格速度达到 100 万/分钟。支持 Windows 和 Linux 操作系统。

2.7 高性能三维图形渲染技术

研究内容：根据工业仿真软件对三维图形渲染的要求，进行三维几何模型的可视化及高性能渲染研究；三维网格模型的可视化及高性能渲染研究；针对电磁、流体、结构等领域特性，对各自领域计算结果进行可视化研究；三维图形显示控制和交互操作方法研究；三维模型轻量化显示技术研究。

考核指标：研制 1 套高性能渲染程序集，实现点、线、面、体等几何模型和面网格、体网格等网格模型的显示与属性控制。在配备 32GB 内存和 6GB 显存的工作站上支持 1 万张曲面以上几何模型的显示，旋转操作无卡顿；支持 1000 万单元规模以上网格模型的显示，旋转操作无卡顿；支持云图、矢量图、动画等方式显示数值分析结果；提供丰富的图形控制和交互方式；支持通过浏览器实现三维模型轻量化显示。支持 Windows 和 Linux 操作系统。

2.8 航空大规模并行 CFD 计算技术及应用示范

研究内容：结合国产高性能计算机系统的发展，开发可运行在新型架构高性能计算机系统的自主可控大型并行航空 CFD 软件；突破显/隐式多级并行算法设计、基于

LES/RANS 混合的湍流精细模拟等关键技术，完成软件在典型国产高性能计算机系统的部署和应用。

考核指标：研制 1 套大规模并行 CFD 程序，具备完整的定常/非定常气动力计算功能，实现基于真实飞机上亿网格规模的整机 LES/RANS 混合超大规模并行计算，以万核级并行为基准，规模扩大 10 倍，并行效率不低于 50%。

2.9 复杂结构自主基础分析软件

研究内容：针对新型复杂装备研制中对自主结构基础分析软件的需求，研究结构力学分析单元构建技术，研发结构分析单元库；突破超大规模线性方程组高效求解方法，大规模结构特征值快速求解技术，研发大规模结构线性静力、线性屈曲及固有模态分析模块。

考核指标：研制 1 套结构力学分析程序，具备杆、梁、板、壳、实体单元的分析能力，单元库包含不少于 40 种单元；具备多重子结构求解能力；支持基于罚函数的多点约束处理方法，多点约束处理能力不少于 3000 个；支持千万级结构静力直接求解，提供不少于 5 种特征值求解方法，与商业软件相比，求解效率相当，精度误差小于 3%；在不少于 3 个航空型号产品中应用验证。

2.10 人体电磁热效应的电磁-热耦合大规模并行计算技术

研究内容：研究采用有限元方法仿真人体受电磁辐射所造成的电磁波吸收与温度上升情况。主要研究热传导方程、电磁-热的多物理场耦合有限元计算、热分析有限元大规模并

行计算技术。形成人体在汽车、飞机等环境场景中受电磁辐射情况下的电磁场-热场一体化仿真能力，为研究电磁辐射对人体健康的危害情况提供理论支撑。

考核指标：研制 1 套大规模并行电磁-热耦合分析程序，求解精度与对商业软件相比均方根误差小于 1dB；计算网格量达到千万量级；软件部署于超级计算中心，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。

3.无人系统

3.1 智能环境感知与自主任务协同的无人机集群研制

研究内容：分析无人机集群应用模式，论证无人机集群应用需求，完成无人机气动仿真，性能分析，研制一型通用无人机集群系统样机，并针对无人机集群场景/态势深度感知、空间动态编队/约束重构、协同任务效能优化关键技术展开研究，提出无人机分布式智能协同集群全新模型框架，并开展示范化应用。

考核指标：实现样机规模 ≥ 25 架，最大巡航速度 180km/h，最大任务载重 $\geq 35\text{kg}$ ，最大航程 $\geq 500\text{km}$ ；25 架编队成型时间 ≤ 120 秒，集结半径 ≤ 500 米；集群协同捕获目标正确率 $\geq 95\%$ ，任务目标 ≥ 20 类；明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，实现示范应用。

3.2 无人机透窗探测技术

研究内容：针对城市建筑火灾救援难度较大、时间紧迫、室内人员找寻及定位难等问题，开展透窗探测技术和人体目

标自动检测与识别技术研究；结合无人机机动性强、定位准确、图像实时回传等特点，研制一套无人机透窗探测装备，能够昼夜透过建筑物窗户深色玻璃对其内部进行观测，实现对建筑内部火情及人员目标的快速探测及识别。

考核指标：研制原理样机；实用升限 $\geq$ 海拔 3500m，探测房屋内部深度 $\geq$ 20m，人员识别准确性 $\geq$ 80%，人员定位精度 $\leq$ 2m；同时支持人工操控和智能飞行搜索，对 50m 宽、7 层楼的建筑立面搜索时间 $\leq$ 3min；具备实时人员目标识别、图片抓取、位置解算，以及实时视频及数据传输能力。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，实现示范应用。

3.3 复杂环境下高效高可靠无人机载数据链系统研制

研究内容：针对包含 S 频段遥测遥控链路和 C 频段图像传输链路的双频段双通道通讯系统开展研发；研究嵌入式边缘计算平台的构建、计算资源管理和数据管理算法及数据隐私保护等问题，解决数据传输涉及的可靠性、频谱使用效率、数据的安全性等问题；研究基于电子战干扰特征的干扰感知方法和数据链电磁干扰自动规避方法，实现对杂波环境的智能化适应。

考核指标：研制包含嵌入式边缘计算单元和电磁干扰识别单元的无人机载 S+C 双频段双通道高可靠通讯数据链系统；其中 S 频段链路为高可靠双向传输，速率不小于 200kbit/s；C 频段链路实现图像下传，速率为 13Mbit/s；发射功率 $\leq$ 8W，整机功耗 $\leq$ 68W，整机重 $\leq$ 2.5kg，200m 高空传输距离 $\geq$ 35km。

针对不同杂波环境，能够诊断干扰源所在频段、方位及强度，能够自动选择工作频段、波束指向、功率强度和检测门限，可规避干扰攻击。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，实现示范应用。

3.4 高可靠无人机载多传感器智能目标识别技术

研究内容：针对高对抗环境下目标伪装遮蔽、干扰对抗样本、数据样本规模不够等问题，开展伪装目标识别、防御对抗攻击、小样本目标识别、多源融合目标识别的技术研究，突破伪装目标判别、对抗样本防御、有限样本智能识别等关键技术，提高无人机目标识别的准确率与可靠性，为高对抗环境下智能目标识别系统安全提供技术支撑。

考核指标：在无人机 SAR 系统的极化成像模式下，全极化 SAR 数据支持不少于 3 类的伪装目标识别；支持不少于 3 种对抗样本攻击情况的智能目标识别防御；在无人机载 SAR 与可见光数据的图像分辨率优于 0.5 米情况下，目标融合识别精度比单源数据的识别精度提升 $\geq 5\%$ 。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，实现示范应用。

3.5 水下结构物检测机器人

研究内容：针对水下大型结构物（桥墩、大坝、码头等）检测时，存在机器人高效移动、水下结构表面吸附与攀爬的任务需求。设计巡游-攀爬相结合的推进器-驱动轮混合驱动水下机器人，研究多运动模态水下机器人本体设计技术、不确定干扰下的水下机器人自适应控制技术、低能见度下的典型损伤检测技术、复杂流场下的水下机器人定位及水下结构

三维重建技术，实现不同基础结构曲面的贴壁爬行、结构物表面典型损伤的高效自主检测以及水下基础结构三维重建。

考核指标：研制水下结构物检测机器人原理样机；下水深度优于 50m；贴壁运动速度 $\leq 8\text{m/min}$ ；三节流速状态下位置控制精度 $\leq 50\text{cm}$ ；水下成像分辨率优于 4mm；水下基础三维重建分辨率优于 10cm。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，实现示范应用。

3.6 复杂构件大功率多功能激光焊接机器人关键技术研究

研究内容：针对复杂构件清洁、无人化、智能化高质量的焊接需求，研究具备自主感知能力的激光焊接机器人；研究激光视觉焊缝跟踪算法，考虑多因素强干扰下的精准实时跟踪，实现焊缝跟踪路径规划，解决不规则焊缝的高质量焊接；研究适应多场景的摆动焊接模式，实现复杂构件多功能焊接；研究光-机器人协同控制技术，开发激光机器人焊接专用 CAM 软件。

考核指标：研制具备高精度焊缝跟踪能力的光-机器人协同控制专用 CAM 软件；激光功率 $\geq 4000\text{W}$ ；焊缝宽度 $\geq 70\%$ 板厚，熔深 $\geq 40\%$ ，无裂纹、烧穿、偏离、断弧和焊瘤；焊接速度 $\geq 50\text{mm/s}$ ；焊缝跟踪识别分辨率达到 0.05mm；至少实现 3 种复杂构件的高精度焊接，并实现示范应用。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量。

3.7 空间目标体的智能识别与模型重构技术

研究内容：利用智能识别与重构技术，结合三维信息获

取手段解决三维数字化城市建模中的低效问题；研究通过点云的空间分布判断所描述的实物个体和外形边界、判别场景内的全部个体的智能算法；构建与个体空间外形贴合的矢量实体模型，适用于 CAD，GIS 等通用平台。

考核指标：重构内容包括外形适合与材质贴图两部分；算法效力满足 1 千平方公里及以上的处理和管理能力，识别率 90%；可重构 4 至数百平方米地面普通建筑；相似度达到简单物体 $\geq 85\%$ ，复杂物体 $\geq 75\%$ ；精度达到厘米级，轴向 $\leq 0.01^\circ$ 。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，实现示范应用。

3.8 工业互联网智能制造安全协同防御技术

研究内容：为解决工业互联网平台的敏感数据安全问题 and 内外部网络供应链信息安全问题，构建适合平台的网络协同防御安全防护框架；针对平台业务特点，研究蜜网主动防御技术、蜜网安全协同技术及多源数据融合技术；搭建主动防御及安全协同防御体系，实现敏感数据保护、外部威胁防控及内部脆弱点的识别；构建技术测试验证平台，为技术验证提供技术测试验证支撑环境，实现平台安全协同防御的保障目标。

考核指标：搭建技术应用测试验证环境，支撑 ≥ 5 类设备仿真，5 类应用运行；具备平台脆弱性检测能力，实现常规业务场景下平台内部脆弱性威胁识别种类数量 ≥ 7 类；具备主动防御能力，实现常规业务场景下，主动检测外部攻击威胁识别种类数量 ≥ 8 类；蜜网支持通信协议种类 ≥ 11 种；工

业互联网平台敏感数据保护高于 2 级等保要求；基于多源数据融合的威胁检测准确率 $\geq 85\%$ ，威胁识别平均响应速度 $\leq 80\text{ms}$ 。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，实现示范应用。

3.9 高可靠强鲁棒新型角位置传感器研制

研究内容：针对极端恶劣条件下位置传感器的精度和可靠性问题，开展新型角位置传感器基础理论、拓扑与架构研究；研究传感器误差影响因素检测、影响机理及抑制方法，研究传感器部件失效机理及失效检测方法，实现传感器的故障自诊断、系统自重构与自修复；研究多对极架构下绝对式机械角位置求取方法，简化系统结构，实现具有抗毁顽存、高可靠、强鲁棒、高精度特性的角位置实时检测。

考核指标：实现 3 类传感器架构方案；进行样机研制，可靠性：MTBF $\geq 100000\text{h}$ ；具备容错与自重构、自修复特性；自适应鲁棒性：轴向间隙 $\leq 15\text{mm}$ ，径向偏移 $\leq 2\text{mm}$ ，轴线倾斜 $\leq 8^\circ$ ；分辨率 $\leq 12\text{bit}$ ；精度 $\leq 10\text{arcmin}$ ；更新速率 1ms ；温度范围：转子 $-55\sim 150^\circ\text{C}$ ，定子 $-55\sim 125^\circ\text{C}$ ；具备 RS485 或 CAN 总线（或其他任意总线形式）传输能力。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，实现示范应用。

3.10 军民两用 MEMS 压力传感器制备技术

研究内容：为达到高精度高过载工业用压力变送器的使用要求，研究 MEMS 硅片稳定性、抗过载能力、表压和绝对压力等参数的变化规律，以及在生产过程中对各参数的影响因素和补偿方法；制定具有多参数补偿修正能力的压力变送

器生产流程和工艺工装，完善全量程高精度高过载工业和军工级压力变送器制备技术，实现规模化生产。

考核指标：提供可供批量化生产并满足核心技术指标的 MEMS 压力传感器全套制备技术，传感器需满足下列指标：测量量程 35KPa~70MPa；抗过载 $\geq 110\text{MPa}$ ；零位 $35\text{mv}\pm 5\text{mv}$ ； $\text{TCS}\leq \pm 5\%\text{FS}$ （全温区未经补偿的原始温漂）； $\text{TCSP}\leq \pm 5\%\text{FS}$ （全温区未经补偿的原始温漂）；工作温度范围： $-40^{\circ}\text{C}\sim +85^{\circ}\text{C}$ ；时漂： $\leq 50\text{uV}@1.5\text{mA}$ 。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，实现示范应用。

4. 航空航天关键制造技术

4.1 固体燃气超燃冲压发动机一体化流道设计技术研究

研究内容：针对作战模式对空天动力装置快速反应、高机动能力以及快工程化进度的研制要求，以旁置燃气发生器固体燃气超燃冲压发动机为动力形式，补燃室高效组织燃烧、全流道一体化设计和原理样机集成试验验证等研究，突破高能两相富燃燃气超声速剪切混合燃烧、低阻高效燃烧一体化流道设计等关键技术，建立固体燃气超燃冲压发动机性能预示方法和软件，完成高性能全流道设计并完成地面原理试验验证。

考核指标：原理样机工作包络为 $20\sim 30\text{km}$ ， $\text{Ma}4.5\sim 6$ ；流道沿程压力预示偏差 $< 10\%$ ；典型工况下燃烧效率 $> 85\%$ ，净推力比冲 $> 7000\text{N}\cdot\text{s}/\text{kg}$ ；形成地面原理样机 1 套。

申报条件：鼓励产学研联合申报。

4.2 高超声速燃烧风洞多腔异质材料加热器制备技术

研究内容：针对高超声速动力装置地面模拟实验对大型燃烧风洞高速高温、长工作时间和高加热通量的迫切需求，根据高超声速风洞加热器材料及复杂结构等特点，开展工艺分析和优化研究，突破高强高导铜合金与不锈钢等异类材料的连接技术、蜂窝组件与腔体异质结构高温焊接控制变形技术、高强高导铜合金焊后性能恢复技术、双/多腔加热器部件单次焊接成型等关键技术，建立完整的大型高超声速燃烧风洞多腔异质材料加热器的结构-材料-工艺一体化设计和制备方法，制备样机 1 套并完成性能试验和评估。

考核指标：完成不小于 $\Phi 1200\text{mm}$ 样机 1 套，铜合金与不锈钢焊缝抗拉强度 $\geq 260\text{MPa}$ ；焊后铜合金强度 $\geq$ 原始状态的 80 %；加热器承压 $\geq 5\text{MPa}$ ；蜂窝组件六边形单板直线度 $\leq 0.5\text{mm}$ ，六边形整体轮廓度 $\leq 0.5\text{mm}$ 。完成研制工艺规程 1 套。

申报条件：鼓励企业牵头，产学研联合申报。

4.3 高超声速飞行器前体边界层脉动特性表征及转捩控制技术

研究内容：以高超声速飞行器推进和结构一体化设计为背景，针对高超声速飞行器前体开展边界层脉动压力的高精度采集、高背景噪声的高超声速边界层脉动信号高阶数据处理方法及边界层特征提取技术研究，边界层发展特征、转捩诱发机理、转捩特征、转捩规律、强制转捩方式及其有效性研究，突破高超声速边界层转捩的高扰动敏感性和高背景噪

声矛盾的难题，建立包含数据采集、处理和转捩预测的高精度集成化转捩探测方法，完成实验并建立完整的实验数据库。

考核指标：制作模型样机 1 件并完成实验，参数范围为：马赫数 $5 < Ma < 8$ ；转捩位置探测精度 $< 5\%$ 特征尺度；模型尺度 $\geq 1m$ ；单位雷诺数达到 10^7 量级；采样率 $\geq 1MHz$ ；采样时间 $\geq 0.5s$ ；总压 $\geq 1.0MPa$ ；实验重复性精度 $\leq 5\%$ ；模型姿态控制精度 $\leq 0.1^\circ$ 。

申报条件：鼓励产学研联合申报。

4.4 大飞机壁板数控喷丸成形设备制造技术

研究内容：针对大飞机壁板成形制造领域中大型数控喷丸成形设备“卡脖子”的问题以及对配套工艺优化软件系统的迫切需求，开展数控喷丸成形设备技术、喷丸成形工艺设计及分析技术、整体壁板喷丸成形过程有限元分析与优化技术、数控喷丸成形设备生产工艺的研究开发和设备应用验证等研究，解决航空制造产业中大型数控喷丸成形设备国产化问题。

考核指标：形成数控喷丸成形设备样机 1 套；实现尺寸 $\geq$ 长 3600mm $\times$ 宽 650mm、重量 $\geq 500Kg$ 壁板类零件的喷丸成形；喷丸成形介质 ≥ 3 种，弹丸速度 $\geq 45m/s$ ，喷丸气压 $\geq 0.5MPa$ ，机床速度 $\geq 20m/min$ ，弹丸流量 $\geq 10kg/min$ ；成形精度达到按 ZPS 规范检测壁板外形与构架样板之间的间隙 $\leq 0.5mm$ ，喷丸强化强度达到 0.20mmA。

申报条件：鼓励企业牵头，产学研联合申报。

4.5 国产高性能连续纤维增强陶瓷基复合材料低损伤编织技术研究

研究内容：为解决我国航空航天以及武器装备用高性能连续纤维增强陶瓷基复合材料的低损伤、低损耗编织关键问题，研究陶瓷纤维固有脆性对编织工艺性影响规律、编织过程纱线毛羽形成机制和毛羽损耗控制、脆性纤维与辅材低损伤、低损耗编织等技术，实现陶瓷纤维低损伤、低损耗编织技术的国产替代，形成连续纤维增强陶瓷基复合材料样品制备和性能验证。

考核指标：完成 10 件以上连续纤维增强陶瓷基复合材料样品制备，其中经纱细度(500~850)tex，纬纱细度(800~1050)tex，经密(6.8±0.3)根/cm，纬密(2.0±0.2)根/cm，纤维体积百分含量(42±2)%，线密度损耗率≤5%，产品质量损耗率≤15%。试样要求(单位 mm)：拉伸 250×120×5；压缩φ20×90、35×35×10；弯曲 210×50×5；上述试样各 3 件。圆棒φ5×1000，1 件。试样用于制作拉压弯性能检测和实心圆棒编织磨损测试。

申报条件：鼓励产学研联合申报。

4.6 大型火箭发动机组合式质量特性测量技术

研究内容：针对大型航天器，特别是重量大于 20t 以上的固体、液体火箭发动机，运载火箭等的质量质心高精度测试需求，开展双平台组合式质量质心测量误差的分析，双平台质心测量优化算法的确认，双平台调平关键技术研究，双平台标定技术研究，解决目前超大量程、超长运载火箭和火

箭发动机质心测量困难、装置费用高、测量台使用量程范围小及测量误差大的问题。

考核指标：采用双平台组合式，完成原理样机 1 台；质量测量精度： $\pm 0.1\%FS$ ；纵向质心测量精度： $\pm 2mm$ ；径向质心测量精度： $\pm 0.5mm$ 。

申报条件：鼓励产学研联合申报。

4.7 空天动力作动机构动力学在线监测诊断技术研究

研究内容：针对空天动力作动装置，开展典型作动机构动力学特性及相关参数的监测与诊断，开展损伤机理研究，结合结构损伤评估、损伤事件统计构建与检测数据相关连的损伤预测模型，实现作动机构运动机理及实时寿命评估方法研究，机械零件运动参数的非接触监测与诊断方法研究及非接触式线性位移和角位移传感器开发，多参量多通道的数据采集处理平台及处理软件开发，探索非接触式微应变监测与诊断机理，突破远端微应变监测与诊断技术，实现空天动力作动装置运动趋势和关键性能参数的实时监测、诊断评价及未知故障的准确预测。

考核指标：完成作动机构运动及受力监测诊断系统样机 1 套，模拟量端口 24 个，串口 2 个，系统工作环境温度 $-40^{\circ}C \sim 70^{\circ}C$ 。样机完成后，可进行线性位移监测与诊断，误差 $\leq 50\mu m$ ；角位移监测与诊断范围 $> 360^{\circ}$ ，误差 $\leq 0.1^{\circ}$ ；相关力的监测与诊断范围 $\geq \pm 10kN$ ，误差 $\leq$ 量程的 5%。

4.8 临近空间浮空平台气囊压力调节用电机及驱动器关键技术

研究内容：以国家未来高分辨率对地观测应用需求为背景，研究 20-30km 临近空间浮空平台气囊压力调节用电机及驱动器关键技术。重点研究临近空间环境下电机电磁、结构、热特性相互作用机理及变化规律，满足气囊压力调节特性及环境特征的高效轻质化电机及驱动器设计技术，多工况下高效节能驱动控制技术，临近空间电机及驱动器模拟验证测试技术。突破临近空间温度、气压、能源、散热、结构等特殊要求下的高效率高功率密度电机及驱动器关键技术难点。提高临近空间飞行器的操纵性、有效载荷及续航时间。

考核指标：开发电机及驱动器样机，运行温度范围 $-70^{\circ}\text{C} \sim 70^{\circ}\text{C}$ ，气压范围 $4000\text{pa} \sim 100000\text{pa}$ ；20km-30km 高度下电机输出功率 $\geq 5\text{kW}$ ，效率 $\geq 95\%$ ，转速 $\geq 20000\text{rpm}$ ；电机及驱动器总重量 $\leq 15\text{kg}$ 。

申报条件：鼓励产学研联合申报。

4.9 大规模非结构化网格并行剖分技术研究

研究内容：以航空发动机、燃气轮机和火箭发动机等涉及的燃烧流动精细化数值仿真技术发展为背景，基于 Parmetis 开发，Shell 操作，开展亿级规模非结构网格生成方法研究，突破复杂结构非结构计算网格的大规模并行生成、质量评判与在线优化等关键技术，开发可支撑亿级网格图形化渲染引擎，建立亿级规模网格生成与优化平台，满足精细化数值计算与分析对网格规模和质量的要求，支撑超大规模

复杂结构 CFD 数值模拟的发展。

考核指标：完成求解模块搭建，具体性能指标为：1) 大规模网格并行生成软件支持 10 亿级规模非结构化网格的并行生成；2) 10 亿网格并行生成时间小于 1 小时。

4.10 大流量高温燃油调节方法及调节器设计关键技术

研究内容：以发动机再生冷却过程为背景，开展高温燃油调节器总体方案设计、关键元件结构设计、材料与工艺研究、性能仿真与优化设计、电气二次配套件选型等研究，突破材料与工艺、可靠性、控制性能等关键技术问题，探索大流量高温燃油调节器的设计与评估方法，提升空天发动机性能。

考核指标：开发高温燃油调节器样机 1 套，完成试验验证。工作介质：RP-3 航空煤油；介质温度指标： $377^{\circ}\text{C} \sim 727^{\circ}\text{C}$ ，主介质进口压力指标： $(6 \pm 0.2) \text{MPa}$ ，计量流量设计范围： $(0 \sim 2) \text{kg/s}$ 。由高温燃油调节器关闭截止状态开始，每隔 0.25kg/s 给定 1 个计量考核点，其中关闭截止状态流量不大于 20ml/s ，其余状态实际计量流量与理论值误差应小于 5%。

申报条件：鼓励企业牵头，产学研联合申报。

5. 新一代通信技术

5.1 空地一体化网络立体致密多维覆盖技术

研究内容：针对未来空地一体化网络立体化程度高、网络结构时空尺度跨度大、高动态环境下信号传播特征变化快等特点，研究面向覆盖的空地一体化网络协议体系架构以及网络构型生成、空地协同部署和高动态资源管控方法，突破

面向空地一体化网络的立体致密多维覆盖技术瓶颈，提升空地一体化网络立体覆盖能力和信息承载能力，确保空地全场景服务的连续性、完整性和一致性。

考核指标：形成多维立体覆盖结构以及一套立体致密灵活覆盖技术方案，支持空地全场景服务，实现以下关键覆盖指标：针对 300m 高度、100km² 面积的立体区域，参考信号接收功率-90dBm 情况下，信号覆盖率>90%；针对局部热点区域流量密度可达 100Mbps/m²；构建软件仿真系统及示范验证系统，对多维覆盖技术开展示范验证，验证覆盖关键指标；申请发明专利不少于 10 项。

申报条件：鼓励产学研联合申报。

5.2 面向天地一体化大规模星座的网络化测控关键技术

研究内容：为了应对不断增长的多轨道卫星的天基测控任务的按需服务，亟待设计天地一体化的网络化测控技术，实现测控系统的自管理自优化自配置的目标。具体从研究利用中高轨卫星的天基测控与传统通过地面站的地基测控联合的网络化测控技术入手，通过星座几何拓扑结构分析，研究一种联合使用宽带、窄带测控设备频段的集中-分布式天地一体网络化的管理架构；突破大规模测控任务并发的动态任务调度技术，研究基于人工智能的测控任务编排技术实现对动态测控需求的快速响应；研制面向大规模星座的网络化测控演示验证系统，实现对我国未来面向大规模星座的网络高效运维。

考核指标：支持网络卫星节点规模不小于 1000；支持天

基测控与地基测控联合利用；支持宽带、窄带等多种通信手段的综合利用；支持测控、数传联合任务的一体调度；突发测控任务平均响应时间分钟级；相比于利用传统优化工具的任务规划方式，规划时延降低 50%；建立面向大规模星座的网络化测控算法的仿真演示验证平台；申请发明专利 2 项。

申报条件：鼓励产学研联合申报。

5.3 新型天线形态下基于大规模 MIMO 的机载数据高速传输技术

研究内容：面向海量机载数据快速卸载需求，研究新型天线形态下基于大规模 MIMO 的高速传输技术。依据 3GPP 标准构建面向海量机载数据卸载的上行传输系统架构，突破非标准机载天线形态下的大规模 MIMO 阵列流形建模与分析、通用码本映射方法、大规模 MIMO 预编码、地面多基站联合接收同步等关键技术。

考核指标：构建基于大规模 MIMO 的机载数据快速卸载技术验证场景。支持多站协同传输；地面基站数不少于 4 个，单基站天线数不少于 32，新型天线形态不少于 2 种；单次卸载数据量不少于 50GB、卸载时间不超过 600s；申请发明专利 2 项。

申报条件：鼓励产学研联合申报。

5.4 基于区块链架构的异构无线网络资源共享技术

研究内容：面向 6G 中天基、地基等多种通信网络共建共享的发展趋势，研究基于区块链架构的异构无线网络智能、公平、安全的资源共享技术。针对异构无线网络环境复杂多

变、用户类型及业务需求多样、无线资源使用差异明显等特点，突破基于区块链架构的分布式环境自学习、面向资源交易的智能合约设计、基于分片的快速共识等关键技术。

考核指标：搭建基于区块链架构的异构网络资源共享演示验证系统。网络节点总数不少于 50 个；网络具备环境自学习能力；无线资源共享效率提升不低于 50%；在恶意节点数比例为 0.1 时，资源交易成功验证概率不低于 0.9；申请发明专利 2 项。

申报条件：鼓励产学研联合申报。

5.5 面向智能网络管控的知识表征与推理技术

研究内容：针对日益复杂的无线网络管控难的问题，建立面向信息网络管控的知识表征模型，构建网络知识图谱，实现网络域、用户域和环境域知识的结构化表征；研究基于网络知识的认知推理技术，实现知识向智能的转化，提升网络智能管控的速度和质量；探索知识时空迁移机理，形成网络知识迁移方案，克服网络知识无效迁移和负迁移等问题；构建知识表征与推理半实物演示验证系统。

考核指标：研制知识引擎 1 套，包括知识图谱以及推理引擎；网络知识表征模型包括网络域、用户域、环境域知识；构建的半实物演示验证系统节点数 ≥ 100 个，其中实物节点 ≥ 5 个，具备网络知识表征能力、推理能力与知识迁移能力；知识引擎可根据动态变化的环境给出管控策略建议，与没有知识相比，知识迁移后可使网络决策速度提升 2 倍。申请发明专利 3 项。

申报条件：鼓励产学研联合申报。

5.6 面向动态用户的自适应波束资源管控技术

研究内容：针对移动性用户的高带宽业务服务需求，研究动态环境下用户位置信息辅助的毫米波波束管控技术。探索移动场景下定位和时钟同步之间的相互作用机理，研发高精度联合定位和同步技术；设计面向动态用户的波束资源管控技术，支持波束朝向和宽度随用户轨迹动态自适应调整，实现波随人走。开发仿真平台、搭建试验系统，完成关键技术演示验证。

考核指标：具备时钟同步和定位功能，可根据用户运动状态自适应调整波束朝向和宽度；时钟同步精度 $\leq 5\text{ns}$ ；跟踪定位精度 $\leq 1\text{m}$ ；波束调整周期 $\leq 1\text{s}$ ，较用户静止情况下性能下降不超过 30%，申请发明专利 2 项。

申报条件：鼓励产学研联合申报。

5.7 复杂城市电磁环境下民用无人机快速识别与定位技术

研究内容：面向复杂城市电磁环境下民用无人机的管控需求，研究基于盲信号处理的快速识别与定位技术。突破无人机通信信号体制参数未知条件下的非合作通信信号实时检测、信号内隐知识深度挖掘、分布式无源定位等关键技术研究。研制复杂城市电磁环境下的分布式识别与定位演示验证系统，开展外场试验，验证关键技术。

考核指标：构建复杂城市电磁环境下的分布式识别与定位技术演示验证场景。支持市面主流消费级无人机；非合作

信号检测概率不低于 90%、检测时延不超过 1s；建立信号内隐知识特征库；机型识别准确率不低于 90%、定位精度优于 5m；申请国家专利 2 项。

申报条件：鼓励产学研联合申报

5.8 面向星地协同通信的资源管理与传输技术

研究内容：天地一体网络中频谱资源的有限性与不断增长的频谱需求之间的矛盾日益突出，复杂电磁干扰环境进一步降低了频谱使用率。面向星地协同通信系统，研究基于智能频谱认知的星地联合资源管理技术、天基大连接免授权接入与传输技术、抗干扰信令传输波形设计。开发仿真平台、完成关键技术验证与评估。

考核指标：设计基于环境认知的卫星自适应通信技术，链路与资源重配置响应时间达到秒级。天基大连接支持 5 万用户的接入能力，接入失败概率不超过 0.1。开发星地协同通信软件仿真平台 1 套，对基于认知的星地联合资源管理算法、天基大连接接入方案进行性能评估与验证。申请专利 3 项。

申报条件：鼓励产学研联合申报。

5.9 大规模集群无人机多模态组网及网络化抗干扰技术

研究内容：大规模集群无人机因其高效、灵活、机动的优点，在军民领域发挥着越来越重要的作用。面向保障大规模集群无人机在大范围勘察应用场景中高效可靠工作，针对环境变化和任务变化提出多模态组网协议，使网络具备快速组网和灵活应变能力，严格保障各类业务差异化服务质量；

针对复杂电磁环境提出网络化抗干扰技术，通过网络结构和群智协作抵御干扰，实现可靠通信；研制系统级网络仿真平台，实现协议栈，评估所提组网协议及抗干扰技术的性能。

考核指标：网络节点数目不小于 100 个；至少严格保证 3 类典型业务的 QoS 需求；针对不同环境状态提出不少于 3 种组网模态，各种模态间可自由切换；初始组网时间小于 1s，网络重构时间小于 3s；至少提出 3 种网络化抗干扰技术；构建系统级网络仿真平台，验证所提组网协议及抗干扰技术的性能；申请发明专利 3 项。

申报条件：鼓励产学研联合申报。

5.10 面向低轨星座的相控阵卫星动中通天线技术

研制内容：随着我国国网低轨星座项目建设和天基设施不断完善，卫星通信在国防建设、公共安全、应急通信、舰船、航空等领域发挥重要的作用。方便快捷的相控阵卫星通信终端需求迎来了爆发式增长。通过相控阵天线关键技术的深入研究，掌握相控阵卫星动中通天线射频一体化集成、高精度自适应跟踪、天线快速幅相校准、卫星多波束跟踪等技术，并开展相控阵天线的标准化模块研究，完成基于相控阵技术的低轨卫星动中通天线产品研制。

考核目标：研制相控阵卫星动中通天线原理样机 1 套；具备同时快速跟踪 4 颗低轨星座卫星能力，可实现在不同卫星间的业务无缝切换，Ku 频段，双圆极化，波束扫描范围 $\pm 45^\circ$ ，法向波束接收 G/T 值 $\geq -5\text{dB/K}$ ，发射 EIRP $\geq 31\text{dBW}$ ，轴比 $\leq 1.5\text{dB}$ ；波束宽度 $> 8^\circ$ 。形成企业标准 2 项，申请专

利 3 项以上。

6.文化和科技融合

6.1 公共文化空间关键共性技术研发与应用示范

研究内容：研究公共文化空间的形式与规范，构建公共文化空间素材库。利用 5G+VR、AI，5G+大数据等新技术加快中华优秀传统文化、革命文化、社会主义先进文化等文化资源、文化 IP 的数字化转化，通过全方位、全链条的改造创新公共文化空间供给模式。开展公共文化空间人与自然互动、集约化展示各类文化资源等关键技术研究，通过可交互空中成像技术、无接触人机交互终端、参数化可动数字建筑系统、多空间交互仿真等技术提供系统标准化解决方案。打造地方特色公共文化空间服务新模式，融合陕西地方特色文化建立以提升公共文化服务水平为目标的应用示范。

考核指标：形成公共文化空间开发素材库，汇集不少于 10 个类别的相关素材，开发公共文化空间素材 1000 件。研发具有智慧化和公益性的公共文化产品展示、互动和体验等功能的虚拟现实一体化的公共文化空间系统平台，结合地方特色公共文化空间进行应用示范不少于 2 处。

申报条件：鼓励省级以上文化和科技融合示范基地相关企业牵头，产学研联合申报。

6.2 传统文化元素创意转化关键技术研发与应用示范

研究内容：基于大数据、人工智能等技术，建设传统文化元素数据库，对传统文化元素进行数据收集、挖掘、整理与整合，挖掘传统文化内涵；精准了解用户需求，挖掘传统

文化特色，凝练传统文化元素特色，形成传统文化 IP；开发传统文化元素创意转化虚拟仿真平台，基于 IP 进行传统文化元素的创意转化及产品创意设计虚拟仿真，开展示范应用。

考核指标：建成传统文化元素资源库 1 个，集成包括物质文化/非物质文化在内不少于 10 个类别的传统文化内容；研发传统文化元素创意转化虚拟仿真平台系统以及创意转化设计和研发设备，并形成自主知识产权；结合传统文化元素创意转化进行应用示范不少于 2 处。

申报条件：鼓励省级以上文化和科技融合示范基地相关企业牵头，产学研联合申报。

6.3 面向增强现实博物馆的虚实融合显示与智能交互关键技术及应用示范

研究内容：针对增强现实博物馆系统中场景和对象不易无缝融合及交互体验差等难题，研究基于 2D 影像的对象姿态估计技术、虚实融合实时响应技术等智慧博物馆虚实展示和交互关键技术；研究支持语音、动作等多种形态的智能交互技术；研发具有实时识别、虚拟讲解等功能的增强现实博物馆平台。

考核指标：建立博物馆数字资源库；研发 1 套提供识别与定位、姿态估计与追踪、智能交互与虚实叠加等功能的增强现实博物馆服务平台；在博物馆等场景进行应用示范。

申报条件：鼓励省级以上文化和科技融合示范基地相关企业牵头，产学研联合申报。

6.4 虚拟数字人技术与融媒体结合研究与应用示范

研究内容：基于虚拟人、深度学习等人工智能前沿技术，对人脸建模技术、虚拟人驱动技术、语音合成、方言合成技术进行研究，建设智能化融媒体音视频生产平台，实现虚拟人音视频内容的智能化生产。结合陕西文化，创新性地打造具有陕西特色的虚拟数字人，通过线上新媒体、线下大屏等传播渠道和方式，在旅游文化等领域进行示范应用。

考核指标：打造至少一个数字人资产，提供一套智能音视频生产系统，系统支持普通话、陕西方言的音视频快速生成。完成至少 1 家媒体或文旅单位中进行应用示范。

申报条件：鼓励省级以上文化和科技融合示范基地相关企业牵头，产学研联合申报。

6.5 新基建背景下的非遗传播及传承关键技术研发与应用示范

研究内容：聚焦陕西非遗保护传承与开发利用，建立开放式的非遗分类标识体系；研究基于新媒体技术的非遗数据采集、展示和传承技术，构建基于 SaaS 架构的传承人网站云服务平台；研究新基建背景下的非遗传播、传承关键技术，以富媒体形式构建非遗展示和传承平台；研究传承人网络赋能新模式，并应用示范。

考核指标：建立非遗分类标识体系，集成不少于 12 个大类、100 个子类的非遗内容；完成基于 SaaS 架构的传承人网站开发，入驻非遗传承人不少于 1000 人；完成富媒体形式的非遗展示和传承平台开发，采集非遗短视频不少于 5000

段，其中教学短视频不少于 2000 段；构建不少于 25 个典型非遗项目的虚拟传承空间；完成不少于 100 个网络赋能应用示范；申请专利 2-3 项，软件著作权 4-6 项。

申报条件：鼓励省级以上文化和科技融合示范基地相关企业牵头，产学研联合申报。

6.6 陕西文化旅游符号基因库数字化开发利用与应用示范

研究内容：基于陕西文化旅游资源大数据，匹配文旅产业数字化发展走向，打造虚拟数据多样应用场景，建立一套具备标准化自动化符号评价体系的陕西文化旅游符号基因库数字化系统，大力推动中华民族文化基因库（陕西）建设，包含红色文化库、历史文化库等，探索版权保护及利用的路径，形成制度或标准。运用以 5G 移动互联网为支撑的 AR/VR 等技术，实现库内资源编辑、资源推广，推进库内符号与旅游相关单位的互动，打造可复制推广的示范性项目。

考核指标：创建陕西文化旅游符号评价标准，建成陕西文化旅游符号基因库数字化系统，库内采集不同类别、形态的符号不少于 1000 个，再次设计相关符号元素、开展数字化应用至少 2 项。

申报条件：鼓励省级以上文化和科技融合示范基地相关企业牵头，产学研联合申报。

6.7 地方特色文化资源开发利用技术集成与应用示范

研究内容：研究地方特色文化资源 3D 建模、VR 呈现等新型数字化关键技术，汇聚地方特色文化资源建立素材池；

基于自然语言处理等技术，结合地方特色文化资源素材标识规范，建立标识管理与自动解析服务系统；基于人工智能、新型传感器以及物联网等技术，研究基于语音、动作、图像等的智能交互技术，并应用于地方特色文化资源的传承与开发利用；研究开发地方特色文化资源服务平台，创新地方特色文化资源公益服务与商业运营并行互惠的服务模式。

考核指标：采集和汇聚地方特色文化资源数据 10 万件以上，形成以内容管理为核心的地方特色文化资源服务平台，并为文化产业、公共艺术等提供服务；围绕陕西地方特色文化资源建立应用示范 2 个，实现运营收入不低于 200 万元。

申报条件：鼓励省级以上文化和科技融合示范基地相关企业牵头，产学研联合申报。

6.8 文物保存环境风险监测关键技术研究及应用

研究内容：针对可移动文物，开展库房、展厅、运输过程风险监测及调控关键技术研究；针对古寺等不可移动文物，开展风险监测及预警关键技术研究；针对考古发掘现场，开展基于地下微振动的防盗关键技术研究；研发可移动文物、不可移动文物及考古发掘现场信息管理系统。

考核指标：研发电子恒湿机，支持与省级文物风险管理平台双向通信，可调控展柜空间 $\geq 10\text{m}^3$ ，调控准确度 $\pm 1\%\text{RH}$ ；研发减隔震装置，水平方向减震率不低于 50%；研发文物运输车辆车厢门开关状态、北斗定位监测终端及预警系统，支持偏航、超速、在途车辆车厢门异常开启报警，响应时间 $< 2\text{s}$ ；研发砖石质文物本体含水率、表面温度无损监测终端及

水分运移可视化监测系统，各类无损监测终端均应支持双向无线通信，通信距离 $\geq 5\text{km}$ ，续航时间 ≥ 1 年；研发地下微振动监测终端及系统，支持车辆、行人、盗掘、爆破等模式识别及场景泛化；研发可移动文物、不可移动文物及考古发掘现场监测站点级风险管理系统，为全省 30 个以上文物收藏单位提供风险监测服务。

申报条件：鼓励省级以上文化和科技融合示范基地相关企业牵头，产学研联合申报。

6.9 远程个性化实时游览关键技术与应用示范

研究内容：面对疫情及特殊情况下出行受限问题，研究景区远程、个性化游览关键技术，以提升消费者的参观游览体验。研究多角度视觉信息的实时采集与合成技术；研究基于 5G、云平台的数据实时传输技术；研究基于对抗机器学习的远程游览用户身份认证技术；研究基于情感化交互体验的游览对象个性化推荐技术；研发景区远程、个性化游览系统，并开展示范应用。

考核指标：针对旅游景点远程安全访问和情感化远程交互、个性化推荐等提出不少于 2 项关键技术，研制相关的标准；研发一套景区远程个性化游览系统，研发设计消费者远程 VR 眼镜或头盔；在至少 2 个景点进行应用示范并探索商业模式，运营收入不低于 200 万。

申报条件：鼓励省级以上文化和科技融合示范基地相关企业牵头，产学研联合申报。

6.10 宽波段文物高光谱数字化系统研发

研究内容：为了弥补传统的文物数字化系统获取和展示信息的不足，针对考古现场与文保实验室应用需求，研究文物高光谱数字化理论，宽波段文物高光谱数字化系统总体设计，开发文物高光谱数字化软件，研制宽波段文物高光谱全自动扫描系统，利用光谱成像技术实现文物材质和隐藏信息的数字化，实现对文物光学的高维数字化。

考核指标：研发一套覆盖可见光谱/短波红外光谱的高分辨率高光谱立体扫描系统，其中可见光光谱仪光谱范围优于 400nm~850nm、光谱分辨率优于 2nm，短波红外光谱仪光谱范围优于 900nm~1700nm、光谱分辨率优于 10nm。完成不少于 3 类信息（如：空间视觉，材质光谱，人眼不可见信息等）的数字化展示方案，并获得不少于 100 件文物或艺术品的数字化结果。

申报条件：鼓励省级以上文化和科技融合示范基地相关企业牵头，产学研联合申报。