附件2

2025年度陕西省关键核心技术攻关指南

（前沿信息技术、传感与探测、无人自主与人机协同）

**1.前沿信息技术**

前沿信息技术以交叉融合为基本特征，通过信息技术的快速发展为各个行业赋能。围绕具备落地能力的信息处理、信息通信、信息增强、测试信息等关键核心技术，突出自主创新和能力生成，聚焦两用核心关键技术综合带动产业提质增效，推动生产力形成要素跨链融合。

**1.1 面向水下的增强型罗兰辅助惯导定位技术**

**研究方向**：针对常规水下定位方法定位精度不高、受地磁影响大、需要提前建信息库的问题，围绕增强型罗兰辅助惯导定位系统，研究基于高精度地基授时系统播发的罗兰差分信息定位、不同深度惯导智能自适应融合和校准、浅潜/深潜定位模式智能切换等关键核心技术，通过试验验证优化终端设备以及相关算法。

**考核指标**：水面有效定位精度优于0.1海里（DOP<5），水下（水深3米）有效定位精度优于0.5海里（DOP<5）；罗兰-C天线尺寸直径不大于300mm，高度不大于150mm；防水等级：IP68；在发播台覆盖范围内，选取DOP<5的典型海域开展试验验证，罗兰辅助惯导定位精度优于1海里/20天；研制增强型罗兰辅助惯导定位终端设备一套。

**1.2 基于通信卫星的天空地一体协同敏捷通信终端技术**

**研究方向**：针对天基通信卫星数量少、应用效能低的实际情况，特种行业未大规模部署卫星通信终端的问题，开展天空地一体协同任务通信卫星数据链体制设计及效能分析、卫星信号大动态敏捷捕获及跟踪处理、抗干扰扩跳频体制设计及信号处理、大动态条件下跳频信号同步等关键核心技术研究。通过实物测试验证，开展通信卫星天空地一体数据链的全场景演示验证和效能评估。

**考核指标**：适用于FDMA/TDMA通信体制，具备跳频、扩频通信能力（满足通信卫星的星地通信体制）；抗干扰能力优于70dB；跳频速率不小于20000跳/秒；适应动态范围：速度≥10马赫、加速度≥20g；接收数据速率不低于2Mbps；发射数据速率不低于8Mbps；具备信息加解密处理功能；适应大动态高机动平台；研制天空地一体协同敏捷通信终端设备一套，并在轨验证同类卫星终端产品及相关技术。

**1.3 共体式磁脉冲宽频深度透地通信技术**

**研究方向**：针对传统通信系统技术体制下透地通信系统研发难以突破辐射天线尺寸和带宽的理论瓶颈的问题，采用增强磁通信强度新机理，研究频带拓展拓扑方法。开展载体平台共体化天线技术、新型透地通信技术、典型应用场景下透地通信试验研究。实现小型化、宽带化和机动化的装备级产品，解决地面信息支援任务中的透地通信技术难题。

**考核指标**：发射天线小于0.5m×0.5m×0.5m，发射器能共体于C级以下车辆；发射功率裕量>5000W；发射频段：ELF/VLF双频；透地深度：200m～500m；通信速率可根据透地深度调节，边界指标：500m透地时，速率≥2bps，可发送应急指令或短报文；200m透地时，速率≥500bps，可发送简单语音消息或指令；研制共体式磁脉冲宽频深度透地通信设备一套。

**1.4 城市复杂环境下非视距场景的无线多径同步定位制图技术**

**研究方向**：针对高楼密集区域视距传播路径受阻、多径传播导致光学传统导航定位精度下降问题，研究适用于非视距条件的无线定位与制图技术、基于多径传播的参数估计算法、协作分布式数据融合算法，以准确定位设备并识别关键地图特征，实现复杂环境下的高精度态势感知。

**考核指标**：节点数量≥3；支持频率范围30MHz～6GHz；多径参数解算误差≤5%；在导航卫星拒止、典型500m×250m城市街道环境中，定位误差＜10m；在仅靠设备信号收发的条件下，相对定位时间≤5s。

**1.5 战术信息网IP化智能融合网关技术**

**研究方向**：针对数据链、异构互联网等异构信息网多系统兼容互操作难、广域规模化高效协同难、一线临机协同难、人工处理效率低等问题，研究软件定义智能网关核心架构、任务信道双驱动的网链智能接入控制策略、基于规则的跨网链智能路由技术和跨功能域消息解析与转译等技术，实现统一IP协议架构下的异构信息网高效协同互联。

**考核指标**：支持大容量数据链、低时延数据链、高带宽数据链等不少于3种链路扩充接入；支持典型格式消息跨网链转发≥7种；支持跨网链消息转换功能，跨网链转发有效信息损失度≤10%，跨链消息格式转换时间≤2ms；格式化消息转发能力不小于1000条/s。

**1.6 基于星载光学相机的空间目标碰撞预警技术**

**研究方向**：针对在轨卫星面临的碰撞风险，地基观测站存在工作时间和工作范围受限、大气干扰和天地通信延迟等痛点问题，开发基于星载光学相机的空间目标碰撞预警系统，研究面向动态条件下全天球自主星图识别鲁棒算法，星空背景下暗弱空间目标在轨实时检测技术，基于片上系统天基高精度定轨技术，实现在轨卫星平稳运行和博弈工况下的空间目标碰撞快速自主预警，提升我国卫星碰撞安全预警能力，促进商用卫星产业发展。

**考核指标**：相机探测极限星等：7.5Mv；星点提取精度优于0.2像元；星图识别算法全天球识别率≥99%；相机光轴指向精度优于1角秒；相机初姿确定时间＜0.5s；目标检测频率≥10Hz；目标检测正确率优于92%（@SNR=5）；700公里内的目标执行1m/s²量级的随机方向轨道机动，机动时间检测定位误差小于200s的概率为80%；支持卫星博弈时转动最大角速度：20°/s。

**1.7 野外环境下单北斗高安全通信与高精度定位技术**

**研究方向**：针对北斗短报文通信安全风险和单北斗定位精度受限等问题，研究北斗短报文量子保密通信技术、人工智能增强的量子密钥安全性能在线评估技术和北斗高精度定位技术，研发低成本、轻质量、小体积和抗干扰的单北斗高安全通信与高精度定位软硬件系统，实现量子安全级短报文高安全通信和单北斗分米级精度定位，并在野外场景开展应用示范。

**考核指标**：单北斗短报文通信成功率≥97%；通信安全性达到量子保密级别；定位精度≤0.5m；重量≤200g；体积≤100cm3；环境工作温度：-40℃～+85℃；待机时长≥380h；研发软硬件系统，单台成本不超过1万元。

**2.传感与探测**

围绕高端智能装备制造和各类探测系统对自主可控传感和探测技术的迫切需求，将传统传感技术从声、光、电、温、磁、无线电等物理信号检测，拓展至生物特征识别、无人机监测、着陆场环境感知、人脸结构分析等复合领域。促进传感极限、精度、方式的技术进步，以及部组件和系统产业化发展。通过关键核心技术创新，形成对民用与特种应用的多层次、高可靠、低成本的产业化供给能力。

**2.1 3000℃超高温快响应测温传感技术**

**研究方向**：针对航空、航天等特种装备温度参量的准确测量需求及现有接触式测试方法耐温性差、测量上限低、响应时间慢、抗冲刷性能差等问题，开展基于3000℃热电效应的超高温快响应测温传感技术研究，突破3000℃热电效应和薄膜敏感芯体晶须自生成设计、超高温异质薄膜激光加工、难熔金属电学连接微焊接工艺、抗超高温高马赫气流封装等关键技术，实现航空航天等先进武器装备极端超高温、超高速、高精度温度测试。

**考核指标**：测温上限≥3000℃；温度响应时间≤1ms；测温精度≤1.5%；热流密度上限≥20MW/m²；探头直径≤8mm；耐马赫数冲击≥2Ma；可选接口M20×1.5标准螺纹；引线长度≥3m；3000℃超高温快响应测温传感器实物样机1套。

**2.2 面向无人机探测雷达的低成本轻量化两维有源相控阵天线技术**

**研究方向**：针对便携式无人机探测雷达应用需求，开展低成本、轻量化、同步两维有源相控阵天线研究。涵盖单板集成两维有源相控阵天线轻量化架构设计、低成本大功率硅基射频器件应用、综合同步并行技术研究、相控阵智能控制技术研究和相控阵自动化校准测试等关键核心技术，并实现试验验证。

**考核指标**:工作频段X波段；两维电扫描≥±45°；副瓣电平≤-25dB；差波束零深≤-25dB；波束切换时间≤1㎲；发射EIRP≥69dBm；接收G/T≥-5dB/K；重量(含辐射单元、TR组件、控制板、电源模块等)≤350g；成本指标：小批量生产（500套以上）硬件成本≤1万/套;大批量生产（5000套以上）≤0.5万/套。

**2.3 基于片上光谱成像的飞行器发动机尾烟检测技术**

**研究方向**：针对接触式检测方法对发动机尾烟在极端环境下难以检测的问题，研究片上光谱光电传感器核心技术、系统集成与小型化技术，实现片上光谱成像系统对发动机尾烟成分和比例的有效分析能力，提高其在航空领域的应用潜力和实用性。

**考核指标**:成像系统包含4～9个光谱通道，支持解析航空发动机尾焰中的多种成分（CO、NO、CO2、镍基合金等）及其相对浓度；样机工作温度：-40℃～+50℃，可测尾焰温度≥+750℃；工程样机1台；提供试验数据及诊断算法1套。

**2.4 高集成度硅谐振压力传感器技术**

**研究方向**：面向高精度测高应用，研究芯片级高精度硅谐振压力传感器，突破小型化芯体设计技术、MEMS谐振式传感器专用ASIC电路设计等关键核心技术，实现低功耗、抗串扰、自标定等功能，并应用验证。

**考核指标**：压力量程：5kPa～140kPa（静压，对应-500m～20000m气压高度）；5kPa～280kPa（总压）；全温综合精度：±0.02%F.S.（静压/总压）；输出形式：压力信号输出为TTL方波频率信号（压力频率范围：30kHz～50kHz），温度信号输出为直流电压形式（温度电压范围：300mV～1800mV）；工作温度范围：-55℃～85℃；加速度影响＜5Pa/g；重量≤14g。

**2.5 无人机集群高分辨率复合探测技术**

**研究方向**：针对复杂无人机成像侦察任务中典型地面目标分辨率低，精度不足的问题，深入挖掘光源光谱及传递函数对成像模型的影响，开展集群式联合编码成像方法设计，研究编码方式对信息记录及解译的影响，实现系统复点扩展函数、复目标光场之间的记录，结合集群探测合成孔径高分辨率计算重构算法，实现目标高精度等效口径分辨率解译，并进行试验验证。

**考核指标**：无人机集群孔径数≥9；集群探测系统光学孔径≤30mm；集群探测系统空间分辨率≤0.07m；集群探测系统重建图像信噪比≥30dB；集群系统探测距离≥5km。

**2.6 空投物资无人机搜寻系统技术**

**研究方向**：针对空投物资快速搜寻应用需求，开发基于物联网窄带无线的无人机物资搜寻系统。研究以空投物资标识电子标签、无人机机载单元为核心的无人机物资搜寻系统架构及协议工作方式；突破无人机移动环境下大数量标签低功耗接入识别MAC协议、无人机机载边缘协同计算及北斗拒止自主定位方法、空间数字地图快速压缩及无人机离线应用方法等关键技术；形成空投物资无人机搜寻系统标签存储、数据接口、展开方式等数字化应用模式，结合应用场景特点进行系统验证。

**考核指标**：平坦开阔地形环境下，无人机升空20m以上，物资识别距离≥1km，识别标签≥300个，识别速度≥20个/分钟，识别信息至少包括物资信息、北斗位置信息；中等起伏地形环境下，无人机升空50m以上，物资识别距离≥5km；在北斗拒止情况下，支持物资标签的多无人机协同自主定位。

**2.7面向城市环境中低空微小型无人机的5G感知定位系统技术**

**研究方向**：针对城市环境中5G系统对低空微小型无人机感知定位能力不足，空域难以实现有效管控的问题。借鉴卫星导航定位的原理，开展5G感知定位系统的网络架构、目标回波信号处理、相对延时测距、发射基站的几何位置选择、基于AI雷达杂波抑制、多发多收目标定位等关键技术研究。构建可扩展的5G感知定位网，实现对城市环境中低空微小型无人机的有效探测和精确定位，提升5G网络对无人机的管控能力。

**考核指标**：定位精度误差≤1m；探测距离≥1km，探测灵敏度≤-186dBW；信杂比≥12dB；能够同时定位并分辨无人机≥5架。

**2.8 面向UUV应用的复杂多相流中光学动态成像技术**

**研究方向**：针对复杂海水中动态目标光学成像清晰度差、实时性不足、探测距离受限等问题，研究复杂海水的多相流场分布及其对矢量光时空演化的影响，设计时空调控选择性增强照明光源，建立基于混叠信息准确高效解耦的水下动态目标计算成像机制，开发复杂多相流场中动态目标的智能识别算法，实现复杂多相流场干扰下动态目标增程清晰化视频成像，为水下UUV探测与识别能力提升提供全新手段。

**考核指标**：实时成像能力：图像可全画幅（1024\*1024）同时获取并实时处理显示；清晰化成像能力：等效2类海水中，水下图像质量评价指标UIQM与传统成像相比提升不低于80%；增程成像能力：等效2类海水中，成像距离不低于2倍衰减长度；视场角：不小于15°；智能识别能力：舰船关键部位识别准确度≥85%；矢量光学动态成像原理验证样机1台。

**2.9 分布式协同低空无线定位与信号智能识别技术**

**研究方向**：针对低空无人机被动探测时目标信号微弱、易受同频干扰和地形地物遮挡、定位跟踪与识别精度低等问题，开发分布式协同低空目标被动探测定位与识别系统。开展城市和郊区环境下低空无人机信号传播信道建模、分布式多天线阵列的高精度同步信号采集与协同测向定位、频谱信号实时流盘存储与处理，以及无人机信号的时频参数、波形体制及飞控参数的智能识别等技术研究，实现实时高精度无人机被动侦测、定位与识别。

**考核指标**：无人机探测频率范围：2GHz～6GHz；目标探测数率≥5架/s；水平测向范围：0°～360°；水平测向误差（RMS）≤1°；监测半径≥8km；阵列数量≥3，单个阵列阵子数量≥16。

**2.10 基于三维人脸重建的身份唯一性认证模组技术**

**研究方向**：针对身份唯一性认证模组国产化、轻量化、小型化的硬件适配难题，研究三维结构光成像、三维人脸重建、三维人脸识别算法与国产芯片、国产操作系统适配，实现高精度、高防伪的身份唯一性认证系统国产化，满足多种场景的身份认证需求，并开展国产化身份唯一性认证产品的软硬一体化产品在多场景中的示范应用工作。

**考核指标**：识别速度＜0.5s；模组尺寸：长≤8cm，宽≤3cm；可在无光环境进行身份认证；可输出脱敏三维人脸数据，数据大小≤500kb；三维人脸重建和身份认证的原型系统1套。

**2.11分布式机动雷达高分辨成像技术**

**研究方向**：面向小型无人机全天时全天候探测成像需求，针对光学成像跟踪速度慢，穿透能力差，微波雷达孔径小，成像能力弱等问题，研究分布式机动雷达高分辨成像技术，分析分布式微波雷达载体稳定性及机动性对成像精度的影响；研制多波段分布式机动雷达，实现系统快速布设，稀疏布阵扩展孔径等功能，提高雷达的响应速度、成像精度和识别率，提升无人机等“低小慢”目标的防护能力。

**考核指标**：工作频段：X、Ku、Ka；分布式孔径≥100m；俯仰和方位角范围：不小于±45°;探测距离优于5km（RCS≤0.01平方米），低空目标检测概率≥90%（虚警率≤10-6）；搜索模式数据率≥0.3Hz，多目标跟踪模式数据率≥5Hz；成像分辨率0.3m@5km;分布式机动雷达布阵时间不大于10秒。

**2.12 基于微流控技术的小型光激化学发光生物毒素检测技术**

**研究方向**：针对生物毒素检测灵敏度低、操作复杂、耗时长等不足，研究基于微流控技术与红外波段光激化学发光的快速多毒素兼容检测技术，实现毒素即混即用、即时检测；研制便携小型生物毒素快速检测系统，提升基层机构快速准确检测能力。

**考核指标**：芯片尺寸≤100mm×100mm;兼容检测生物毒素≥2种；测定值误差±5%；浓度变异系数CV≤5%；线性相关系数r≥0.99；实现葡萄球菌肠毒素、蓖麻毒素、肉毒素等至少2种生物毒素进行检测，低浓度10pg/mL仍能有效检出;重量≤10kg；检测时间≤20min。

**2.13 等离子体实时高精度微波诊断技术**

**研究方向**：针对宽电子密度范围的等离子体参数诊断，解决单一频点诊断精度低、多种传播类型耦合及相位周期模糊、诊断时效性差等问题。面向连续变化等离子体微波诊断实际需求，开展不同等离子体状态下最优诊断频率的选择、对多种传播类型及相位周期模糊的解耦、实现等离子体参数实时高精度诊断研究，并在地面等离子体模拟装置中开展实验验证。

**考核指标**：可诊断等离子体电子密度范围：1017～1019/m3;诊断频率范围覆盖2～110GHz，170～260GHz；实时性：不大于500ms；电子密度诊断精度：不低于80%；研制实时微波诊断系统原理样机1套。

**3.无人自主与人机协同**

以推动无人技术持续创新和与经济社会发展深度融合为主线，围绕我省在无人自主与人机协同领域的短板弱项和关键环节，瞄准无人自主协同信息处理体系、通信感知、体系安全、智能提升、自主感知、协同规划、策略优化等方向开展技术攻关，突出自主创新和能力生成，聚焦两用核心关键技术综合带动产业提质增效，推动生产力形成要素跨链融合。

**3.1 面向纳型无人机的异构智能计算系统技术**

**研究方向**：面向复杂场景下纳型无人机提升自主能力的迫切需求。从模型、架构、映射及实现的角度出发，采用软硬件协同重构和优化的方法，研究任务统一表示方法、可支持快速动态重构的异构多核处理器架构、具有自演化能力的任务调度策略、插件式和模式化的无人机控制系统实现方法，获得高效费比的无人机计算系统实现技术。

**考核指标**：最小避障距离≤0.15m；针对以Anti-UAV数据集代表的无人机应用场景，相对于典型目标检测算法--YOLOv7，目标检测精度mAP @0.5指标≥0.80；相对于典型的目标跟踪算法-- YOLOv7+DeepSort，目标跟踪精度≥60%；处理速度24f/s、功耗4W、能效5MOPS/mW；硬件成本≤2000元；处理器芯片版图功耗≤300mW，能效≥150MOPS/mW。

**3.2 基于华为信息技术的无人机机载信息处理技术**

**研究方向**：针对现役中大型机载电子系统存在资源受限、生产周期长、技术更新慢等问题，研究以民商头部企业技术生态为软硬件基础，结合机载电子系统设计集成验证技术，研发机载信息处理平台，解决机载软件和AI模型运行环境下，设备间“互联、互通、互操作”等通信问题。支持灵活裁剪扩展，可应用于各种机载、车载等场景。形成先进开放式标准化研发体系，提升产品复用率，缩短飞机的研制周期、降低采购成本。

**考核指标**：刷新频率≤20ms；支持两个以上的AI模型软件运行；软件调度周期≤40ms。

**3.3 多通道自适应阵列天线数据链终端技术**

**研究方向**：针对无人设备对高可靠、低时延、强抗扰、抗截获、能定位的新型数据链的需求，研究数据链联合抗干扰技术、无人协同节点之间低时延协同信息传输模式、数据链终端的主动定位技术，实现支持大规模低时延无人协同网络、多维域联合抗干扰、卫导拒止情况下主动定位功能的多通道自适应阵列天线数据链终端，满足通信距离为超近程/近程/中程的无人设备数据链/无人协同组网等应用场景。

**考核指标**：干信比不低于50dB；30个节点间协同信息交互帧频不小于20Hz；节点间测距精度小于20米，测角精度小于20毫弧度。

**3.4 外部通信拒止条件下UUV集群深远海协同自主游猎技术**

**研究方向**：针对外部通信拒止条件下UUV集群深远海协同自主游猎中稳定能力生成的问题，研究水下对抗态势分析与目标行为预测、对水下目标协同跟踪行为生成、对目标行为塑造及猎取规划等关键核心技术，为形成博弈条件下的稳定跟踪态势和有利猎取态势提供强有力的技术支撑。

**考核指标**：建立包括防、抗、反、攻、藏、逃等6种以上行为模型；至少包含协同跟踪、攻击占位、主攻佯攻等3种以上全维行为模型；在外部通信拒止条件下，UUV集群能够自主执行任务的比例达到100%，UUV集群对典型目标协同跟踪成功率不低于85%，目标行为预测准确率≥90%，态势分析和行为预测时间≤1s。

**3.5 面向无人机系统的云边端协同可信安全防护技术**

**研究方向**：针对无人系统使用过程中在安全方面，有效遏制截获方使用的需求，研究基于完全自主可控的芯片级无人机可信执行环境安全防护、面向无人机网络的匿名无线通信安全防护、无人机飞行控制异常检测等关键核心技术，构建高技术成熟度的无人机系统协同可信安全防护技术验证平台，用于数据采集和全系统运行，并进行应用验证。

**考核指标**：完全自主可控的芯片级可信安全技术；无人机TEE 系统轻量化，TEE 镜像占用固态存储空间小于 3MB，运行空间小于 12MB(不含 TA)，TEE 和 REE 切换平均时间小于 1ms，TEE 启动速度小于 0.8秒；无人机系统的安全保障，防范对无人机系统镜像的改攻击、恶意软件植入攻击、非法指令启动攻击、关键部件替换攻击；基于可信执行环境的安全加解密，支持RSA2048、RSA4096，SHA256，SHA512，AES-CBC,AES-ECB 等典型算法,加解密性能满足验证平台实际应用需求；安全通信协议支持基于形式化方法的建模与验证，能够抵御欺骗攻击和重放攻击等典型网络攻击，安全性至少达到 128bit级别安全；能够检测无人机控制参数组合错误。

**3.6基于谐振式磁耦合的无人机空中无线信能协同传输技术**

**研究方向**：针对小型旋翼无人机续航能力不足、电场通信易被干扰等问题，研究基于谐振式磁耦合的无人机空中无线信能协同传输技术，突破面向空中无人机的高效大功率无线传能、无线通信及无人机无线信能协同传输最优控制等关键技术，开发基于谐振式磁耦合的无人机空中无线信能协同传输系统，并实现试验验证。

**考核指标**：最大输出功率≥500W，充电距离≥2m，接收电能传输效率≥70%；2m距离磁耦合通信条件下，信息传输速率大于50kbps，误码率小于10-5。