

附件:

2023年度山西省重点研发计划 (信创、大数据和光电领域)支持方向信息

1、基于北斗的空天自主网应急通讯指挥系统的关键技术研究和应用示范

研究内容：(1)以空天通讯物联技术为基础，从通讯物理层、链路层及应用层整合多种无线通讯技术及相关通讯协议，构建一套“空、天、地”一体化轻量型通讯信息网络，以满足多种自组网通讯及手机在离线状态下数据交互的全域通讯需求；(2)自研一套空天通讯物联技术的系列产品(含物联终端、个人通讯终端及轻量型通讯中继)。主要负载自组网相互桥接，统领自组网内各通讯单元的组网逻辑及消息响应；实现自组网与常规通讯网络连接，实现在多种标准通讯协议下的数据交互；(3)开发基于GIS系统的可视化指挥平台，实现灾害应急场景各要素的一张图呈现、一张图部署、一张图指挥调度等功能。

核心技术指标：(1)搭建以北斗/商业卫星、4G/5G等的空天通讯物联，实现通讯技术的搭配兼容、自动择优使用，全域、无间断通讯；(2)研发一款基于空天通讯物联的个人通讯装备，低功耗，待机时长>30H，传输时长>10H，IP56防护，固件支持远程升级；(3)研发一款基于空天通讯物

联的多链路、轻量型通讯中继，实现秒级组网、连通，远程禁用；（4）研发一套可视化应急救援指挥平台，支持 1000 用户同步访问，响应时间<1 秒。

2、工业互联网数据采集与隔离一体化装置的关键技术研究和应用示范

研究内容：（1）研究工业互联网数据采集与隔离一体化装置体系架构，研制面向工业互联网边界与工业生产终端安全防护的一体化装置设备；（2）研究基于多模匹配和无锁技术的非内核内存交换机制，实现多种工业协议的实时精准识别与深度解析；（3）研究基于国产 CPU 芯片、桌面操作系统、内存的安全机制，集成桥接程序与 DCOM 技术，实现免 OPCServer 配置的 OPCDA 等工业数据高速实时转发；（4）研究基于一体化的人机交互架构，形成采集隔离、触屏显示控制、内嵌推拉式输入键鼠操作、机架式/导轨式工业现场部署设计的使用方式，提高装置使用体验及配置效率。

核心技术指标：（1）支持“双主机+隔离组件+多种采集接口”的灵活架构，支持无线、有线以及串行总线等多种数据通信模式，实现数据采集与隔离组件的模块化设计和工业级生产；（2）支持 OPC、ModbusTCP、SiemensS7 等 20 种以上工业互联网协议深度解析，支持 OPCServer、CommServer、InSqlModbusSlave 等多模式的数据采集，实现对数据自适应实时转发，平均网络延迟 $\leq 10\text{ms}$ ；（3）接口速率支持 $\geq$ 自适应 100M/1000M/10G；（4）技术成果进行应用示范，如煤矿

等工业互联网企业不少于3个场景案例；（5）项目执行期内实现研究课题相关产品产值不低于500万元。

3、城市社会治理领域大数据融合的关键技术研究和应用示范

研究内容：（1）建设城市大数据平台，数据采集与整合，在海量的数据中建立数据整合机制攻克多类型数据源的集成问题，对数据的质量进行管理，保障数据的有效性；（2）通过大数据分析和挖掘技术，从大规模混杂的数据中提取有效的信息；（3）智能决策与优化，通过建立模型和算法对城市社会治理问题进行预测、优化和调度，提高资源利用率和社会管理效能；（4）数据应用，根据事件的特征和需求，建立模型对事件数据进行标注和分类，并对已标注的数据智能分拨给相应的部门；（5）通过数据安全措施，保护个人隐私和数据安全，建立健全的数据管理政策和技术措施，确保数据在传输、存储和处理过程中不被滥用和泄露。

核心技术指标：（1）整合多部门、多类型数据，数据来源 ≥ 3 个部门；数据分类 ≥ 5 类（人口基础数据、综治事件数据、居民健康档案及医疗数据等）；（2）对人口流动趋势、医疗资源分配、社会治理常见需求信息进行前瞻分析和挖掘，打造分析场景 ≥ 5 种；（3）建立 ≥ 4 个常见业务模型和算法，对社会治理中安全隐患、医疗机构运营效率进行优化，安全隐患事件处置率 $\geq 80\%$ ，医疗资源分配优化 $\geq 85\%$ ；（4）事件业务协同应用实现 ≥ 5 个职能部门的时间处置流程（如城管、综治、应急、信访等）；（5）协调数据分拨准

确率达 85%；实现数据分类分级管理、访问权限控制、脱敏水印等，密码应用测评达到符合要求。

4、多源异构能源大数据智能计算及场景大模型推理平台关键技术研究和应用示范

研究内容：（1）研究能源“云-边”算网协同计算与融合调度技术，大数据和人工智能任务驱动的分布式协同计算技术，攻克多层级分布式边缘算力底座融合、解耦和负载均衡调度难题，构建能源“云-边”算网协同计算系统；（2）能源大数据智能计算及场景大模型推理平台构建，构建模型即服务（MaaS）为核心的能源大数据智能计算及场景大模型推理平台，形成“MaaS+PaaS+AI 引擎+智能计算引擎”为一体的支撑体系，具备“云-边”协同计算、大模型训练推理和能源场景大模型接口下沉能力；（3）能源行业大模型研究与平台示范应用，以电力行业为突破口，研究能源行业场景大模型训练和推理技术，构建能源场景多模态大模型并在输配电智能巡检业务开展示范应用。

核心技术指标：（1）多层级分布式边缘算力底座离线到恢复同步所需时间低于 2s，多源异构能源大数据“云-边”算力协同计算延迟低于 10ms，负载均衡整体标准差低于 10%；（2）能源场景大模型推理 API 超时率低于 0.1%，并行化和分布式训练吞吐率不低于 45%，场景业务大模型计算引擎不少于 5 类；（3）完成基于多源异构能源大数据不低于 10 亿参数量的大模型训练和边缘节点推理，在能源互联网的应用相比现有模式时间减少 30%，耗能减少 20%。

5、基于空天大数据的河湖水域岸线监控关键技术研究 和应用示范

研究内容：（1）利用卫星、无人机遥感监测覆盖范围广、时空分辨率高的优势，研究水利工程运行中的典型环境风险和工程风险特征及遥感影像表征差异，辨识不同类别风险源的遥感监测监督要素；（2）结合卫星高分光学和 SAR 影像识别工程岸坡潜在滑坡等环境风险，多源遥感协同建立工程区大范围形变及主体结构变形的高精度时序 InSAR 监测模型，并融合地面监测进行工程变形分级预警监控；（3）融合无人机可见光、激光雷达与红外快速扫描技术，研究水利工程结构损伤、渗流隐患及水力冲刷等险情的快速巡检方法，结合点云数据重构分析与智能图像处理提出工程安全风险快速智能识别、精准定位和预警方法；（4）选取典型水利工程开展遥感监测预警应用示范。

核心技术指标：（1）聚焦水利工程运行安全与防洪安全建立主要风险源遥感监测要素指标，研发多源遥感协同的工程区大范围形变精准监测、工程结构、渗流及水力风险智能识别与精准定位等关键技术 2~3 项，建立多维数据驱动的工程风险态势推演及预警方法，有效提升遥感监测在水利工程中的监管应用水平；（2）开展典型水利工程应用示范不少于 2 处，其中工程 InSAR 变形监测精度达到厘米级，风险源准确识别率 90%以上；（3）形成技术导则 1 项。

6、文物保护与监测大数据关键技术研究应用与示范

研究内容：（1）真实赋存环境下文物本体无伤害微变

的检测与精确测量，针对文物本体劣化特点，研究不同光照等环境条件下文物位姿估计与移动边缘设备精准测量与微变检测；（2）基于多源数据融合的文物数字化模型构建，研究点云数据的采集、去噪、拼接等处理，实现高精度三维激光扫描建模；融合空地一体多源数据，建立文物三维可视化数字精细模型；（3）数据驱动的文物病害预警，确立环境监测体系，预测环境参数变化趋势；本体与环境等多源数据协同分析，研究文物病害机理，建立宏观病害现象、理论劣化过程等文物风险模型，预测病害概率及病害类型；结合数字模型构建数字孪生监测预警系统，研究文物全状态实时化和可视化，文物数字化地图构建与宏观监管。

核心技术指标：（1）开发基于信创边缘计算芯片的监测设备，实现 0.1mm 级的文物本体微变检测与精确测量；（2）构建文物三维数字化精细模型。可移动文物平均误差低于 0.01mm，不可移动文物平均误差低于 1cm；（3）构建基于数字孪生的文物监测预警系统。环境监测覆盖太原市所有全国重点文物保护单位，指标不低于 15 项；监测频率不低于 15min 一次；预测温度误差低于 5℃，相对湿度误差低于 5%。预警文物病害类型不低于 10 种，文物病害预警准确率不低于 90%。

7、基于超声能量变化技术的胶带纵撕预警系统

研究内容：在完全脱离视觉分析技术及传统纵撕保护技术弊端前提下，基于超声能量变化技术的研究应用，实现纵撕发生及时判断，研究出一套纵撕预警系统，达到国内领先水平。（1）运输机皮带超声波传播模式研究。采用双探头

的方式进行探测，避免回波的影响。建立运输机皮带三维超声波模型，为换能器及其激振、检测电路的设计奠定基础；

（2）超声换能器设计开发。采用固定式换能器及滚动式换能器两种方案，固定式换能器摸清探测设备的工作方式及适当的工作参数，然后将这些数据固定到滚动式换能器的设计中，提高项目优化迭代频率；（3）电路设计。以微处理器为核心，设计换能器信号激励与驱动电路、检测电路及远程控制电路，并在此基础上，开发上下位机的控制与探测软件系统；（4）样机试制与软件系统定制开发。研发探测预警系统样机，并进行测试试验和优化调整。根据实际生产环节，定制开发系统软件界面。

核心技术指标：（1）纵撕告警及风险预警在召回率 99% 的前提下，精确率达 95%；（2）纵撕告警响应时间 $\leq 5s$ ；（3）纵撕发生位置精准定位，误差 $\leq 2m$ ；（4）纵撕检测精度，最高可发现小至 15mm 裂口。

8、数字驱动的小径管焊缝相控阵超声精密检测关键技术研究与应用示范

研究内容：（1）针对小径管对接焊缝曲率半径小、管接头长度较短等特点，研究焊缝的相控阵超声检测方法，实现焊缝缺陷的高精度检测；（2）根据管径及壁厚范围，制定频率、阵元数、阵元间距等相控阵超声探头最优参数及检测工艺；（3）开发高分辨率相控阵超声频域成像算法，实现多种焊缝缺陷的快速精准成像；（4）针对焊缝缺陷多类别的特点，开发基于数据驱动的缺陷类型智能化识别系统，

实现焊缝缺陷的高检出率及缺陷类型的高识别率。

核心技术指标：（1）针对管径 30mm–60mm、壁厚 3mm–10mm 范围内的碳钢、低合金钢、高合金钢小径管，通过制备专用相控阵超声探头、建立高精度相控阵成像算法模型，可以对高度下限为 1mm、尺寸下限为 1.5mm 的缺陷进行检测；（2）最短可针对 80mm 长的管接头进行单面双侧检测，且缺陷检出率 $\geq 90\%$ ；（3）开发基于数据驱动的焊缝缺陷智能识别系统，对于小径管焊缝气孔、夹渣、未熔合、未焊透、裂纹等危害性缺陷的识别准确率 $\geq 95\%$ 。

9、猪场机器人关键技术及管理平台研究和应用示范

研究内容：（1）开发猪只疾病预警机器人，通过研究生猪体征、行为、健康状态等信息数字化感知与获取技术，对未达到系统设置健康的猪只进行喷墨标记，对养猪生产过程中的典型疾病实时预警；（2）开发母猪发情巡检机器人，采集母猪的行为、外阴和采食数据，形成母猪发情规律，形成母猪发情监测模型，精确判断发情状态；（3）研制环境自动清消防疫机器人，设计机器人硬件，实现圈舍环境的自动监测和清消防疫；（4）开发智慧养殖管理平台，包括精准饲喂系统、环境监控预警系统及基于 RFID 的猪只全周期溯源系统，实现集约化养猪企业智能化运营，推动养殖行业的数字化进程。

核心技术指标：（1）疾病预警机器人具备健康监测及预警，预测准确率 90%以上；（2）发情巡检机器人针对外阴表征及对公猪产生的静立反射等表征，预测识别率 95%以上；

(3) 环境清消防疫机器人周期性舍内清洁和消毒，效率提升 20%；舍内 PM2.5 和 PM10 降低 80%，病菌降低 30%；(4) 智慧养殖管理平台：饲喂系统保证母猪 PSY>25，环境监控维持温度 16–18℃，湿度 60–70%， $\text{NH}_3 < 20\text{mg/m}^3$ ， $\text{SO}_2 < 8\text{mg/m}^3$ ，配备智能 RFID 耳标，实现全周期溯源；(5) 申报团体标准 1 个。

10、基于数据模型与物联网结合的蔬菜温室关键技术研究和应用示范

研究内容：(1) 建立黄瓜、番茄、辣椒、西葫芦等蔬菜作物生产温室主要环境因子数据模型，结合大数据技术搭建智慧农业平台，解决作物障碍，提高产品品质进而提高菜农的产业效益；(2) 通过蔬菜作物生产温室主要环境因子结合大数据技术采用 CO_2 施肥技术，在节能日光温室冬季栽培中实施二氧化碳施肥；(3) 通过蔬菜作物生产温室主要环境因子结合大数据技术采用人工补光技术，在节能日光温室冬季栽培中，应对连阴雨雪天和连续雾霾天，进行人工补光；(4) 通过数字技术搭建智慧农业平台，结合自动通风设备、人工补光设备、水肥一体化设备、二氧化碳施肥设备等物联网设备，达到提高产量、改善品质、节省人力、降低人工误差、提高经济效益的目的，实现温室种植的高效和精准化管理。

核心技术指标：(1) 建立蔬菜作物生产温室主要环境因子数据模型四套，环境因子包括温度、光照、湿度、二氧化碳浓度、矿质营养等；(2) 示范 CO_2 施肥技术 1300m² 左右，

增产增收 10%以上；（3）示范植物补光技术 1300m²左右，减少连阴雨雪天和连续雾霾天病害发生，减少农药使用，增产增收 10%以上；（4）建设符合蔬菜作物生产温室主要环境因子数据模型与物联网结合技术示范基地（10 亩以上）1-2 个。实现节水 20%以上、节省人工 30%以上、增产增收 10%以上。

11、数字孪生驱动矿用汽车衡在线运维的关键技术研究 和应用示范

研究内容：（1）利用矿用汽车衡非连续作业时序特点将工业大数据分段处理，建立基于时序分段模块化的汽车衡计量大数据清洗机制；（2）构建几何-机理耦合的汽车衡关键部件三维模型，可视化汽车衡运行工况，精确模拟汽车衡关键部件故障位置的三维图像；（3）研究汽车衡秤体和称重传感器等关键部件的性能退化机理以及故障诊断方法，构建数模融合的汽车衡关键部件可靠性评估模型；（4）研究数字孪生体模型库、动态虚实交互机制、快速更新数字场景的构建，搭建数字孪生驱动的汽车衡在线健康管理平台。

核心技术指标：（1）实现从数据采集到运维决策结果反馈，时延 $\leq 5s$ ，对各类原因引起的汽车衡称重故障的诊断和识别，准确率 $\geq 95\%$ ；（2）模拟汽车衡运行工况 ≥ 5 种，虚拟数字模型总和 ≥ 50 个，建模精度 $\geq 90\%$ ；（3）实现汽车衡秤体剩余寿命预测提前三天及以上，预测准确率 $\geq 95\%$ ，降低周期性维护成本 50%以上；（4）矿用汽车衡计量系统在线运维应用示范 ≥ 1 项，系统运行周期 ≥ 6 个月，历史回放时间 ≥ 6 个月，运行周期内接入设备 ≥ 5 台，接入设备型号

≥3 种。

12、5G AI 智能定时的关键技术研究和应用示范

研究内容：（1）针对 5G 基站在流量负载较低时仍保持运行状态而造成能耗浪费的问题，提出一种 5G AI 流量预测方法，构建出流量预测模型，并用于基站的智能定时控制中；（2）提出优化 k-means 算法对流量数据预测结果进行聚类分析，从而输出最优基站关闭时间，以最大程度的降低能耗，并分场景引入定时规则；（3）实现智能开关的采集和控制，解析开关的底层代码及采集、控制逻辑；完成开关的远程采集和控制，建立平台与开关硬件的对接；搭建 TCP/MQTT 服务器，以备数据发布和接收；（4）搭建 5G AI 智能开关定时的平台，编写 AI 算法与平台接口程序，功能包括基础数据、开关管理、定时规则、AI 智能定时、能耗分析统计、碳排放量统计、设备地图显示和查询、报警查询、系统管理等。

核心技术指标：（1）预测误差控制在 0.4GB 之内，MAE 在 0.15 左右；（2）定时准确率为 92%左右，且与历史经验值对比，输出的定时时间与它几乎吻合；（3）能对开关进行 AI 实时的采集和控制，采集为实时采集，运算到控制请求响应时间<3 分钟；（4）平台接入设备>10000；可存储 2 年的历史数据；原始数据解析后准确率不低于 99%；分析报表时间应小于 1 分钟；自定义的查询任务时间应小于 3 分钟；（5）推广至少 2 家单位使用。

13、NFT 数据管理关键技术研究和在版权管理与服务中的应用示范

研究内容：针对 NFT 技术在版权管理与服务中存在的底层协议对应用场景和原生属性支持不足、可扩展存储没有量化优化模型、以及共识机制可扩展性差等问题，开展以下研究：（1）研发支持不可分割权利（NFR）、适应于版权管理和服务的 NFT 标准，覆盖多个权属人共同持有一件版权作品的权属流转场景；抽取各类数字作品共同的关键属性，为它们提供原生属性支持；（2）研究多参数数据可用性度量、去中心化程度度量、数据冗余度与数据可用性以及去中心化之间的量化关系模型；（3）研究 NFT 高并发事务处理与动态可扩展共识机理问题，提出高效 DAG 区块链交易排序算法，在不丢弃分叉的同时提高 tip 利用率和交易排序效率；（4）集成上述技术，研发基于 NFT 技术的版权管理和服务系统，并推广应用。

核心技术指标：（1）提出版权管理和服务 NFT 标准一套，支持作品权属的分割流转和关键属性的原生支持；（2）提出区块链数据可用性度量模型、去中心化程度度量模型、数据冗余度与数据可用性以及去中心化之间的量化关系模型；（3）提出两种运行于确定性网络的高效交易排序算法，在多模态数据共享负载下，吞吐量达到 6000TPS 以上；（4）集成关键技术（1）—（3），研发一套基于版权管理和服务 NFT 标准的版权管理与服务系统，支持版权登记、流转、确权、侵权认证。

14、基于网络加密与终端生物识别技术的医联体服务模式关键技术研究与应用示范

研究内容：（1）研发面向网络层的零信任加密网络设

备，设计医联体数据中心资源全面验证和授权的控制引擎，创建基于新一代互联网技术的跨系统、低复建医联体 SaaS 调度管理中台，利用微分隔和细粒度边界规则，研究无边界的医联体网络互通技术；（2）研发基于多重生物特征识别技术的终端身份识别模块，根据特定业务场景选择准确可靠的生物特征进行识别验证，探索基于生物识别技术的医疗机构与医务人员之间多身份认证的可信模式；（3）利用人工智能、数字孪生技术、VR 等技术，研究真实医疗场景的全流程医联体在线医疗跨平台服务范式，研发基于数据流共享模式的远程会诊一体机；（4）实现各医联体机构跨平台、高安全、低成本的远程医疗服务模式，提升优质医疗资源下沉及分级诊疗成效。

核心技术指标：（1）实现医联体内医疗机构接入加密网络设备；（2）支持影像会诊与报告审核、心电会诊与报告审核、在线查阅病历与在线会诊、会诊意见记录、病例讨论和远程培训等至少 6 种服务场景模式；（3）实现网络安全与授权达到 100%；（4）终端生物识别准确率 $\geq 99\%$ ；（5）共享数据的时效性=满足时间段内正确数据集个数/总数据集个数 $\geq 90\%$ ；（6）共享数据的可访问性=可获取的数据集总数/共享开放的数据集总数 $\geq 95\%$ 。

15、“实景三维山西”大数据服务关键技术研究 and 应用示范

研究内容：（1）针对“实景三维山西”大数据集成管理难度大的问题，研究地理信息数据实体化改造和快速生产

的技术方法，构建实景三维大数据集，形成实景三维大数据组织规范，实现多模态实景三维大数据汇聚和信息关联；（2）研究“实景三维山西”大数据分析和知识挖掘方法，探索实景三维模型众源大数据语义增强方法，通过基础地理信息知识挖掘、空间推理、空间知识服务、地理知识关联形成专题数据集；（3）以数字孪生技术快速搭建面向不同行业应用的三维场景，构建实景三维大数据泛在服务技术平台，形成实景三维时空大数据的集成、存储、共享等能力，满足实景三维大数据的公共使用需求。

核心技术指标：（1）PB 级时序多模态实景三维大数据汇聚不少于 10 类，构建 1 套实景三维大数据集；（2）实景三维大数据多尺度时空重构、跨域多要素耦合分析算法不少于 10 个；（3）不少于 3 种的基于时空知识图谱关联规则、实景三维多层次递进的自然资源管理知识挖掘模型；（4）TB 级实景三维大数据关联查询效率优于秒级，实时交互响应优于 50 帧/秒；（5）应用服务平台 1 套，选择山西省 2-3 个地方或行业，不少于 3 种包含全空间场景的应用示范。

16、汽车发动机积碳程度检测与识别的关键技术研究和应用示范

研究内容：（1）研究基于特征点集的积碳图像光场自适应、增益校正方法，构建基于泛在内窥镜图像的汽车发动机积碳图像标准数据库，建立积碳图像部位识别模型和不同部位积碳程度的识别模型，研究多部位图像信息融合的积碳程度识别方法，研制基于内窥镜的发动机内部多部位积碳程

度检测识别样机 1 套；（2）研究积碳识别模型轻量化方法，构建低参数量、低运算量、低成本的压缩模型，优化推理速度，设计图像采集、图像处理和图像识别全流程闭环的嵌入式系统，研制手持嵌入式积碳程度识别设备 1 套；（3）开展汽车发动机积碳程度检测识别系统和手持嵌入式识别设备的应用示范。

核心技术指标：（1）积碳程度检测识别样机满足至少 5 种发动机、5 个部位、5 个等级积碳程度的识别，部位识别准确率 $\geq 97\%$ ，积碳程度识别平均精确率 $\geq 90\%$ ，所建立积碳图像标准数据库数据量达 25000 幅；（2）手持嵌入式识别设备的图像分辨率 $\geq 640 \times 480$ ，设备识别速度 $\geq 20\text{FPS}$ ，部位识别准确率 $\geq 85\%$ ，积碳程度识别平均精确率 $\geq 80\%$ ；（3）至少在 5 家汽车发动机检测服务机构开展应用，应用于至少 5 种汽车发动机类型。

17、面向山西能源行业态势感知与决策分析关键技术研究

研究内容：（1）围绕“数据赋能”，汇聚能源领域产、供、储、销四大方面基础数据，研发构建全方位多尺度的煤矿监管数据采集平台；（2）以煤炭行业监管规程规范及省内管理现状为依托，建立多维度综合性的煤炭行业态势感知指标体系；（3）以煤炭行业态势感知指标体系为支撑，搭建海量多源异构数据驱动的全省煤炭行业态势感知语义生成模型；（4）研发一套全省煤炭行业态势感知语义生成模型的应用系统。

核心技术指标：（1）煤炭行业监控数据来源 ≥ 1000 个或接入传感器数量 ≥ 1000 个；（2）煤炭行业态势感知指标体系中指标数量 ≥ 10 种；（3）模型可与省级能源监管服务数字化平台系统集成，并给出友好的可视化与预警通知功能；（4）研发模型可同时支持省级监管部门及生产煤矿，可为100家以上能源相关单位提供使用服务；（5）形成应用示范1项，应用示范的数据来源 ≥ 1000 个，示范系统运行周期 ≥ 3 个月。

18、基于 AIOT 的空天地一体化智慧农业大数据的关键技术研究和应用示范

研究内容：（1）天空地一体化农业数据感知与监测。构建天空地一体化感知网，综合利用卫星遥感、航空摄影、物联网等技术手段感知基础地理信息、遥感监测、监控与业务等数据，实现农业生产全要素、农业全领域、流通全过程、产供销全覆盖等一体化数据监测体系；（2）智慧农业精准种植与精细化作业。利用人工智能与大数据等技术，构建农机精准作业、农机状态监测、农作物播种面积、农作物估产、农作物病虫害监测、土壤墒情、环境监测、土地利用现状、地块分布、农作物估产等模型，为农业多维度应用提供“耕、种、管、收”一体化服务；（3）农作物流通销售与安全监管。利用区块链技术实现农产品生产、种植、加工、销售等全生命周期监管与质量追溯，为农产品的质量安全提供可靠保障。实现农作物的产量监测与预测、产业结构分析、价格监测预测，以及流通态势一张图显示，为流通调度及农民增

收提供准确的信息服务。

核心技术指标：（1）感知的多源异构农业数据种类 ≥ 5 类，数据类型 ≥ 5 种；（2）构建至少 8 种农业精准种植模型，农作物病害识别准确率达 90%以上，农作物虫害预测准确率达 90%以上，灌溉用水预测误差 $\pm 1\text{m}^3/\text{亩}$ 等；（3）构建农机状态智能监测与精细化作业调度系统，智能监测系统至少包含 20 种功能，作业调度系统覆盖至少 6 种农业机械；（4）构建农作物流通态势感知系统，至少实现 5 种态势感知功能，覆盖农产品生产、种植、加工、销售全生命周期；（5）至少完成 1 项智慧农业示范应用。

19、城镇供水管网病害诊断与智慧运维关键技术研究和应用示范

研究内容：（1）研究多参量高精度管网实时渗漏状态监测与传感网络优化布局、基于管网 GIS、SCADA、病害监测系统等多源异构数据融合的虚实交互数字孪生模型，再现管网病害状态，实现长管段、远距离病害监测与定位；（2）研究病害机理与数据模型联动的管网腐蚀、冻害、变形等多病害智能诊断、预警与预测模型，实现多层次多类型病害及时精确识别及多病害机制下管网全寿命周期服役性能演化趋势预测；（3）结合管网安全风险和运行效率评估，研究基于病害诊断和预测的管网智能运维决策优化，实现管网病害运维方案自动推荐与远程管控；（4）研发集“感知—识别—决策—管控”于一体的管网数字孪生及病害诊断与运维平台系统，并进行应用示范。

核心技术指标：（1）开发基于管网数字孪生的病害诊断与智慧运维软件系统1套，管网状态监测指标不少于5类，特征病害指标不少于20种，病害退化机制不少于3种；（2）实现管网病害智能诊断、服役性能动态预测与运维方案智能优化，系统响应时间 $\leq 3s$ ，病害识别率 $\geq 92\%$ ；（3）提出2种以上供水管网性能精准维护与提升技术，管网功能提升或漏损率降低10%以上；（4）实现50万人口以上城区应用示范 ≥ 1 项，形成供水管网病害诊断与智慧运维系统地方标准1项。

20、口腔与全身疾病智能预测大数据平台关键技术研究 和应用示范

研究内容：（1）以口腔流行病学调查人群和临床就诊的口腔疾病患者人群的数据为基础，结合多尺度环境污染与气候变化大数据，构建“实体识别+关联规则+因果推理”的面向口腔疾病患者的个性化动态健康画像；（2）通过深度学习、增量关联挖掘等技术，采用贝叶斯时空统计模型与因果机器学习方法，结合构建的个性化动态健康画像，研建口腔与全身疾病智能监测与动态预警系统，实现多模态医学影像的识别\分割\配准，实现疾病快速识别上报与智能精准预警；（3）基于环境污染与气候变化时空大数据、口腔与全身疾病大数据，通过强化学习、智能优化和推荐算法等技术，构建“智能预测+科学决策+个性推荐”的口腔与全身疾病诊断与预后智能预测大数据平台。

核心技术指标：（1）口腔与全身疾病智能预测大数据

平台并发数 ≥ 1000 ，平均无故障时间 $\geq 6000h$ ，数据库样本 ≥ 3 万，疾病指标 ≥ 100 项，单项指标样本 ≥ 1 万；（2）构建环境污染与气候因子时空变化背景下龋病等口腔常见疾病与慢病的智能预测模型，预测精度 $\geq 80\%$ ；（3）面向 ≥ 3 个应用场景（单纯口腔疾病、口腔伴精神疾病、口腔伴代谢性疾病）；（4）实现同时接入 ≥ 100 家口腔相关医院示范应用；（5）构建1所口腔+全身疾病的移动智能诊疗车医院。

21、面向基层治理的政务大数据服务的关键技术研究和应用示范

研究内容：（1）围绕省域治理数字化转型目标，研究面向基层治理的政务大数据标准规范，探索省市县一体化基础数据平台的建设路径；（2）基于区块链、数据水印等技术，研发贯穿省市县一体化供给、申请、校验、凭证、利用等全生命周期的政务数据流通追溯系统；（3）选取基层治理的具体应用场景，建立基于数据关系网络的“感知-认知-任务-反馈”的现实业务触发及任务调度模型，实现数据流驱动业务流程再造的模式转型；（4）选取市县级政府部门，开展政务数据一体化服务应用示范。

核心技术指标：（1）编制并发布不少于3项标准，要求为省级地方标准或国家标准，并形成基础数据平台建设路径的研究报告；（2）开发政务数据流通追溯系统1套，支持数据申请的智能审核，“一数一源”的数据校核，出具数据调用凭证等功能；（3）开发不少于1类特定场景的数据关系网络，不少于3类数据要素驱动的变迁感知、业务认知、

任务触发、处置反馈的任务调度模型；（4）在不少于1个市县级政府部门，开展政务数据流通、数据驱动业务的应用示范。

22、管棒材形面特征与表面缺陷一体化在线检测关键技术研究与应用示范

研究内容：（1）针对管棒材精整线低照度、多粉尘、振动等复杂环境下产品形状质量检测需求，研究共面多视觉传感器联合标定及截面轮廓高精度测量技术，实现管棒材圆度、直径在线扫描测量；（2）研究多组双光栅传感器联合标定及多截面中心高精度求解算法，实现管棒材直线度在线测量；（3）研究基于图像多尺度变化和表面反光的深度学习缺陷检测技术，实现管棒材表面缺陷在线分类识别与判定；（4）研究管棒材运动环境下共焦激光抗干扰技术及长度测量技术，实现管棒材最大直径偏差、最大挠度、表面缺陷等轴线方向信息的在线定位；（5）开展在线检测系统在管棒材精整线上的应用示范。

核心技术指标：（1）搭建一套管棒材直线度、圆度及表面缺陷一体化检测系统，并实现现场应用示范；（2）实现管棒材圆度及直径精准测量，圆度测量精度达到 $\pm 0.1\text{mm}$ 、直径测量精度达到 $\pm 0.01\text{mm}$ ；（3）实现管棒材直线度在线实时精准检测，检测精度达到 $\pm 0.1\text{mm/m}$ ；（4）开发基于深度学习的管棒材表面缺陷高精度检测算法，检测精度达到90%以上；（5）最大直径偏差、最大挠度、表面缺陷等轴线方向信息的在线定位精度 $\pm 2\text{mm}$ 。

23、机械臂多模态感知无人作业关键技术研究 and 应用示范

研究内容：（1）研究多模态融合的智能感知技术，建立主动感知网络实现多模数据融合，获取全面操作数据；（2）研究柔顺力控作业技术，实现实际场景下的稳定抓取和精细操作，并评估抓取质量；（3）基于强化学习方法的自学习技术研究，实现机械臂序列任务学习及智能场景应用的有效扩展；（4）完成技术应用示范，推动技术产业化进程。

核心技术指标：（1）系统包含 3 种以上（如视、听、触等）的模态感知方式，其中，视觉分辨率 $\geq 1280 \times 720\text{dpi}$ ，帧率 $> 60\text{fps}$ ，视觉识别最小距离 $\leq 0.5\text{m}$ 、最大距离 $\geq 2.5\text{m}$ ；触觉传感器质量 $\leq 50\text{g}$ ，分辨率 $\leq 0.5\text{N}$ ，响应时间 $\leq 2\text{ms}$ ；听觉传感声源定位分辨率 $< 2^\circ$ ，拾音距离 $> 8\text{m}$ ；（2）机械臂环绕抓取物体最大直径 $> 90\text{mm}$ ，抓取时间 $\leq 5\text{s}$ ，力控精度 $< 1\text{N}$ ，负载能力 $\geq 1.5\text{kg}$ ；（3）多模融合物体识别准确精度 $> 90\%$ ，处理时间 $< 50\text{ms}$ ；（4）实现至少 2 个场景下（如工业、协作等）的作业验证。

24、谐振型光电调制及光电探测功能器件的关键技术研究 and 应用示范

研究内容：（1）基于电光晶体及谐振匹配电路，研发具有高调制深度及极低剩余振幅调制的谐振型光电相位调制器件；（2）研究晶体尺寸及谐振器件损耗等因素对调制深度及半波电压影响关系，研究晶体加工楔角及温漂等因素对抑制相位调制中剩余振幅调制影响机制；（3）研究光电

二极管与电感 Q 值对谐振探测回路的 Q 值、增益及信噪比影响关系；构建集成测试平台，利用网络分析仪、频谱分析仪等对谐振光电探测器的传输函数、增益及信噪比进行多维评估，突破极微弱信号高增益谐振光电探测技术；（4）基于谐振型光电调制器及光电探测器，构建极微弱信号调制及提取链路，在光电反馈、量子光源制备、量子精密测量等光电领域及量子科技领域中形成应用示范。

核心技术指标:（1）光电相位调制器波长范围 400nm–1.5 μm ；半波电压 $\leq 10\text{V}@852\text{nm}$ ；调制深度 $\geq \pi$ ；（2）光电相位调制器谐振频率范围为 300kHz–100MHz；单频点调谐范围大于谐振频率 10%；光电相位调制器中剩余振幅调制抑制比 $\geq 45\text{dB}$ ；（3）谐振探测器可探测激光波长范围为 400nm–1.5 μm ；谐振频率范围为 1MHz–300MHz；单频点调谐范围大于谐振频率 10%；（4）谐振探测器 Q 值 ≥ 30 ；光电探测总增益 $\geq 40\text{dB}$ 。（5）在至少两个典型场景中形成应用示范。

25、高精度分布式光纤多参量传感关键技术研究和应用示范

研究内容：（1）探明混沌激光光纤多维散射特性，研究混沌激光分布式光纤多参量融合原理，建立基于混沌激光相干耦合效应的多参量分布式光纤传感模型；（2）研究混沌激光布里渊和拉曼融合效应的高精度多参量光纤传感技术，突破传感距离与空间分辨率无法兼顾的技术瓶颈。研究基于压缩感知采集重构的多源传感信息识别分类方法；（3）研究多维密集分布式光纤传感阵列的高时空精度分布式空

间显示技术，实现空间连续信息的实时解调和“一体化”显示，研制温度、应变、振动多参量监测的分布式光纤传感系统，实现水工隧道、轨道交通等领域的分布式光纤传感示范工程应用。

核心技术指标：高精度分布式光纤多参量传感系统技术指标为：（1）探测距离 $\geq 20\text{km}$ ；（2）空间分辨率 $\leq 10\text{cm}@20\text{km}$ ；（3）测温精度 $\leq 0.5^{\circ}\text{C}$ ；（4）测温范围 $-10^{\circ}\text{C} \sim 90^{\circ}\text{C}$ ；（5）应变精度 $\leq 5\mu\epsilon$ ；（6）动态应变幅度测量范围： $-15000 \sim 15000\mu\epsilon$ ；（7）研制1项行业标准；（8）实现1项示范工程应用。

26、碳排放浓度场超分成像与预测诊断关键技术研究和应用示范

研究内容：（1）碳排放浓度场高精度探测与三维超分辨率重建技术，构建可调谐激光吸收光谱技术耦合大面阵图像传感器的CO₂浓度场探测系统，建立几何锥形光学投影模型与浓度场超分辨率重建模型，实现CO₂浓度场快速层析成像；（2）碳排放浓度场时空分布长短期演化规律与预测技术，开发离散时空序列的CO₂浓度场预测算法，提取CO₂浓度时空分布演化特征，建立浓度场预测模型，实现动态化浓度场的连续预测；（3）碳排放场景诊断技术示范应用，设计碳排放数字化监测和闭环控制系统，结合物料平衡碳核算方法，在监测站、电力、钢铁企业等场景开展温室气体实时探测—成像—预测示范应用，完成对火电行业和控排企业碳排放的科学指导。

核心技术指标：围绕山西煤炭能源大省对碳中和产业集群降污减排需求，基于大视野下吸收光谱融合 AI 算法的 CO₂ 浓度场诊断技术，构建碳排放智能监控系统，解决碳排放浓度场的高精度探测、超分辨率成像、多维度预测问题，助力企业资源高效利用，推进能源系统深度减排。具体技术指标如下：（1）碳排放浓度场超分辨率重建精度： $\geq 95\%$ ；（2）碳排放浓度场时空分布预测不确定度： $\leq 10\%$ ；（3）碳排放浓度检测误差（量程内）： $\leq 5\%$ （0~1500ppm）

27、高速公路边坡光伏系统光纤传感监测关键技术研究及应用示范

研究内容：（1）研究不同工况及载荷下的高速公路边坡及光伏系统支架结构应力演化规律，分析光伏设施-边坡防护工程力学作用模式；（2）研究基于光纤传感的边坡光伏系统安全监测关键技术，包括光伏系统发电组件温度场监测及火灾预警、光伏系统支架应力分布及变形预警；（3）研究光纤传感融合多源数据分析的光伏边坡稳定性监测关键技术，包括融合点式传感器、分布式光纤传感、GNSS 高精度定位、气象、遥感等多源信息实现边坡变形、光伏支架系统受力监测、边坡稳定性评估及灾变预警；（4）设计高速公路边坡光伏系统全生命周期健康监测与运维管理平台，实现对边坡光伏系统基础设施、防护工程、安全保障、健康监测、维护调度等信息的数字化统筹管理。

核心技术指标：（1）光伏发电组件温度场监测距离 $\geq 10\text{km}$ ，空间分辨率 $\leq 1\text{m}$ ，温度精度 $\leq \pm 1^\circ\text{C}$ ，温度范围

-30℃~+100℃；支护基础变形监测距离 $\geq 10\text{km}$ ，空间分辨率 $\leq 1\text{m}$ ，变形测量精度 $\leq \pm 0.005\%$ ，变形测量范围 $\pm 1\%$ ；（2）GNSS 静态精度平面 $\leq 2.5\text{mm}+1\text{ppm}$ ，高程 $\leq 5.0\text{mm}+1\text{ppm}$ ，InSAR 监测频率不低于 1 月/次；（3）构建高速公路边坡光伏系统全生命周期健康监测与运维管理平台，具有多源数据全时监测与灾变预警功能，形成边坡光伏系统运维管理指南；（4）提出一套完整的高速公路边坡光伏系统全生命周期健康监测关键技术，开展一项应用示范。

28、小型化片上集成甲烷检测系统的关键技术研究和应用示范

研究内容：（1）研究激光器理论设计、外延生长、器件制备，开展低维半导体能带结构研究；研究高质量激光器分子束外延生长技术，实现低缺陷短周期超晶格材料的高质量生长；研究光栅制备技术，优化光栅干法刻蚀条件；实现高效率、高边模抑制比单模激光器；（2）研究片上集成关键技术，开展片上气体传感的检测理论、光场特性、传输特性等研究，利用光波导结构增强光与气体相互作用、优化探测灵敏度的方法；研究单模激光器、探测器和光波导片上混合集成的模式耦合技术和键合技术，减小模式竞争对精度的影响；（3）片上集成甲烷检测系统应用示范，针对煤矿安全、燃气安全等领域对小型化、低功耗、高性能激光甲烷传感器的迫切需求，形成产品原理样机，并开展应用示范。

核心技术指标：（1）关键器件：研制单模激光器，激光波长范围在 $1.6\text{--}3.3\mu\text{m}$ ，室温连续功率 $\geq 10\text{mW}$ ，边模抑制

比 $\geq 35\text{dB}$ ；研制硅基光波导，等效光程达到厘米级，传输损耗 3dB/cm ，插入损耗 $\leq 30\text{dB}$ ；（2）片上集成甲烷检测系统：研制片上集成甲烷检测系统，检测范围 $0-100\%\text{LEL}$ （爆炸下限），灵敏度 $\leq 0.1\%\text{LEL}$ ，检测误差 $\leq 3\%\text{F.S}$ ，体积约为 $2\times 2\times 2\text{cm}^3$ ，并在燃气泄漏、煤矿安全等领域开展应用示范；（3）申报两项发明专利，撰写关键技术工艺标准1项。

29、高性能量子光源的关键技术研究和应用示范

研究内容：（1）超低损耗量子光源制备技术：研究泵浦功率、输出耦合镜透射率、晶体长度、晶体吸收损耗等因素对逃逸效率的影响，实现超低逃逸效率的光学参量振荡腔；（2）超低噪声量子光源控制系统：研究基于相干锁定的自动控制技术，研究高增益、大带宽比例积分控制系统，实现泵浦光与信号光相对位相的长期稳定控制；（3）超高效率量子光源探测系统：研究本振光与压缩光的超高模式匹配技术，研究超低噪声、超高量子效率、超高共模抑制比的平衡零拍探测系统，实现压缩光源的超高效率探测；（4）量子增强压力传感：研究高效率、低损耗的辐射压力传感器，开展量子增强压力传感灵敏度的研究，在量子传感领域形成应用示范。

核心技术指标：（1）波长： 1064nm ；（2）光学参量振荡腔逃逸效率 $\geq 99\%$ ；（3）量子光源压缩度 $\geq 15\text{dB}$ ；（4）量子光源总光学损耗 $\leq 3\%$ ；（5）系统相位抖动 $\leq 3\text{mrad}$ ；（6）连续稳定工作时间 ≥ 4 小时；（7）平衡零拍探测器共模抑制比 $\geq 50\text{dB}$ ；（8）量子效率 $\geq 99\%$ ；（9）压力传感器的Q值

$\geq 10^5$; (10) 量子增强压力传感的灵敏度 $\geq 6\text{dB}$; (11) 应用示范 ≥ 1 项。

30、高光效低能耗长寿命大功率 LED 单一点 COB 光源关键技术研究及应用示范

研究内容：(1) 开展 GaN 基外延材料的界面结构调控研究。调控 GaN 外延材料的关键生长工艺，结合亚埃级水平的微观晶体结构表征和材料的宏观光电性能分析，实现位错密度低于 $10^7/\text{cm}^2$ 以及内量子效率超过 92% 的高质量 GaN 基外延材料；(2) 开展发光芯片制程工艺研究。研究多芯片阵列式封装结构，设计发光芯片集成电路，优化芯片结构布局，实现芯片低压弱电驱动。分析发光芯片镀膜和刻蚀不同的工艺参数对芯片光电性能的影响，制备出大功率 COB 发光芯片；(3) 开展高效解导散热技术研究。开展导热介质材料、相变导热机理、三维空间解热结构研究，将节点温度控制在 55°C 以内；(4) 开展二次光学模组研究制作。完成二次光学的设计和制造，为发光芯片配备专属镜头减少色散。

核心技术指标：(1) GaN 基外延材料的位错密度小于 $10^7/\text{cm}^2$ 、内量子效率大于 92%；(2) COB 灯珠光效大于 195 lm/W ，单一点功率达到 60W，色温控制在 2700 K–6500 K，显色指数大于 98%；(3) 发光芯片 T_j （节点温度）低于 55°C ，使用寿命大于 9.6 万小时；(4) 二次光学满足 15° 、 26° 、 36° 、 50° 、 60° 、 80° 和 135° 照明需求；(5) 加工满足以上技术指标单一点 COB 灯珠 (60W) 2.6 万颗，产业化技术产品在不少于 2 个典型照明场景展开应用示范。

31、面向星敏感器量子增强角度标校系统的关键技术研究 和应用示范

研究内容：（1）探索高分辨率激光干涉测量的原理与新方法，阐明激光综合指标对分辨率和精度影响的物理机制，建立面向星敏感器角度标校系统激光干涉测量误差理论模型；（2）研究并构建新型双频激光光源体系，研究突破现有光源频率稳定性、提升干涉信号信噪比等关键问题的机理；（3）借助压缩光源实现光场噪声（误差来源）的进一步压缩，研究量子增强的高信噪比信号提取单元，并在其信噪比提升机理方面进行深入研究；（4）研究并搭建面向星敏感器的角度标校系统实验平台，提出提升其精度的路线、方法和技术；（5）基于面向星敏感器指向测量应用的角度标校系统，面向国家在航天任务、精密机床等领域的重大需求，开展应用示范工作。

核心技术指标：（1）波长 1064nm，角度测量范围 $\geq \pm 1^\circ$ ，光学细分倍数 ≥ 2 ，电子细分倍数 ≥ 2048 ，理论角度分辨率 ≤ 1 毫角秒，同时建立非线性误差模型；（2）双频激光光源频率稳定性 $\leq 1\text{ppb}$ ；激光干涉单元的基模模式纯度 $\geq 99\%$ ，干涉对比度 $\geq 99\%$ ；（3）量子增强信噪比 $\geq 3\text{dB}$ ；（4）在对测试数据进行误差补偿后，激光目标模拟：角度测量分辨率 ≤ 1 毫角秒；（5）在至少一个典型应用场景中开展应用示范。