

附件：

## 2021-2022年度山西省重点研发计划 (信创、大数据和光电领域) 申请项目信息

### 一、信息技术应用创新领域重点专项

#### 1、国产 CPU 服务器主板研制

研究内容：1、设计基于国产 CPU 服务器大型主板，实现不少于 12 类功能。具体包括：BMC 控制器模块、检测传感器模组、主备电源模块、散热模块、机箱结构模块、网络模块、SAS 存储模块、USB 通讯模块、PCIe 高速总线模块、NVME 通讯模块、整机调试接口与工具、VGA 显示模块等；2、提高主板国产化元器件使用率，尽可能采用国产元器件完成设计；3、产品整机性能测试与调优；4、实现服务器 BMC 远程操作与管理，海量数据高速处理等功能。

考核指标：1、18 层及以上双路 CPU 硬件主板图纸设计；2、功能：PMU 性能监控、动态频率调节、主备双电源供电、机箱整体设计、满足双路 CPU 的整机散热方案、千兆网口、PCIex16 接口、PCIex8 接口、16 路及以上 DDR4 内存接口、NVME 接口、SATA2.0 接口、SATA3.0 接口、LPC 可信通信接口等；3、增加服务器生命周期管理与固件管理机制；4、符合批量生产工艺要求。

#### 2、基于国产 CPU 构建计算机图形处理与显示解决方案

### 关键技术研究

研究内容：1、实现基于国产 CPU 的嵌入式可信系统设计；2、完成相关设备国产 CPU 替换，实现国产 OS 或开源实时 OS 的替换与验证等；3、完成相关图像处理与显示系统迁移和技术验证，保证系统能正常启动和运行，并进行优化。

考核指标：1、开发基于国产 CPU 嵌入式操作系统，平均运行无故障时间 $>100$  小时，图形界面操作无明显迟滞、卡顿现象，常规动作响应时延 $<0.5$  秒。能提供自主或开源操作系统的板级开发包，支持后续应用开发，有典型的应用系统进行技术验证；2、相关设备部件替换后，测试包括各项功能、性能、可靠性、可移植性、图像绘制帧速率、计算资源使用情况等指标的典型应用场景运行情况，形成测试报告；3、完成典型图像处理与显示系统的图形解决方案系统优化，绘制效果、显示效率、系统运行流畅度、资源消耗等可量化指标效率提升不低于 30%。

### 3、基于北斗的多源融合定位与空间大数据关联分析关键技术研究

研究内容：1、北斗卫星系统及其它定位手段的特点及内在机理分析，全场景多源定位平台的搭建；2、贝叶斯方法和机器学习方法在信息融合中的作用机制研究；3、基于先验知识的机器学习方法和不确定性量化模型的构建；4、室内外多源融合定位及无缝切换方法的构建；5、基于位置的大数据关联分析模型及其应用研究；6、结合机器学习与贝叶斯方法的全场景多源融合定位可靠性研究。

考核指标：1、构建结合机器学习和贝叶斯方法的多源融合定位模型不少于 3 种；2、实现复杂环境下室外定位精度 $\leq 0.5$  米，室内定位精度 $\leq 0.3$  米，室内外定位切换时间 $\leq$

1s; 3、卫星信号中断情况下，定位精度小于 0.5m 的持续时间  $\geq 120$  秒，卫星信号失锁再捕获时间  $\leq 10$  秒；4、定位终端的有效接入能力  $\geq 10$  万个，位置数据关联分析模型  $\geq 10$  个，可视化实体模型  $\geq 20$  个，实体目标上图时间  $\leq 1$  秒。

#### 4、卫星导航干扰智能检测技术与系统实现

研究内容：1、干扰信号特征提取与分析检测：针对普通导航接收机易受干扰问题，突破观测量场景分类与检测技术，实现干扰信号特征提取与分析；2、导航干扰智能感知终端设计：设计导航干扰感知终端，制定导航数据源上报协议，完成导航信号实时智能检测；3、基于人工智能的干扰源定位技术研究：基于泛在的导航干扰感知终端，进行大数据研究，采用人工智能算法定位干扰源位置；4、干扰波束 DOA 监测与分析：针对大范围，强干扰情况，突破阵列天线多波束自适应调零技术，进行干扰波束 DOA 监测与强干扰源方位判断；5、干扰监测预警系统构建与示范应用：建立导航干扰网络化监测预警系统，并完成监测预警系统示范应用，实现卫星导航干扰监测、定位与智能分析。

考核指标：1、压制式、欺骗式干扰检测成功率： $\geq 95\%$ ；2、干扰检测算法适配导航接收机： $\geq 10$  种；3、干扰监测预警响应时间： $\leq 30s$ ；4、干扰监测预警系统支持同时在线监测点（最大用户数）： $\geq 2000$  个；5、干扰监测预警系统干扰源定位精度： $\leq 100m$ ；6、干扰监测智能感知终端干信比：优于  $80dB$ ；7、干扰监测智能感知终端 DOA 检测精度： $\leq 20^\circ$ ；8、干扰监测智能感知终端波束检测数量： $\geq 12$  个。

#### 5、煤矿掘进装备机载导航定位技术与装备研究

研究内容：掘进装备机载自主多参数导航定位方法；掘进导航定位系统性能现场标定方法研究；导航定位系统在掘

进工作面复杂工况下的环境适应性研究。

考核指标：1、掘进装备导航定位系统应具有空间全参数自主测量功能，测量参数包括航向、姿态、关键运动单元空间位置等；2、掘进导航定位系统应具有现场精度自评估及参数现场标校功能；3、掘进全工况下，导航定位系统的空间位置测量精度优于 5cm，航向角和姿态角测量精度优于  $0.1^\circ$ ，导航定位系统连续工作时间不低于 8h，断电重启后进入导航状态的等待时间不超过 1min。

## 6、无线高可靠性综采工作面控制系统关键技术研究

研究内容：1、研究采煤机、支架等大型设备在移动过程中位置变化对无线信号影响的机理，构建工作面高可靠、无死角无线化通信监测闭环系统，动态调节基站无线信号增益，实现综采工作面无线信号的高质量覆盖；2、研究综采工作面支架控制器无线与有线冗余通信链路的自动切换技术，以及无线通信在综采工作面复杂电磁环境下的抗干扰技术，提高信噪比，实现信号的可靠传输；3、针对综采工作面控制设备复杂、故障不易定位等工况，研究系统故障分析与快速定位等关键技术，实现工作面设备故障点的快速分析定位。

考核指标：1、系统远程控制时延  $< 200$  毫秒，冗余通讯网络故障切换时间  $< 50$  毫秒；2、实现综采工作面宽带无线网络与窄带传感器网络高质量全覆盖，工作面区域内所有安装传感器位置 RSRP 参考信号接收功率  $\geq -90\text{dBm}$ ，其中参与无线控制的重点区域 RSRP 参考信号接收功率  $\geq -85\text{dBm}$ ，信号与干扰加噪声比  $\geq 25$ ；3、无线传感器接入数量不小于 1000 个；4、控制系统平均无故障时间 MTBF  $> 24$  小时，故障修复时间 MTTR  $< 0.5$  小时；5、开发 3 个以上新产品并通过行业

资质认证。

### 7、智能矿山视觉感知关键技术研究

研究内容：1、研究井下低照度、高粉尘、高水雾典型工作场景下的人体姿态精准识别算法，提高识别准确度和速度；2、研究井下煤岩识别、煤矸识别高性能识别算法，在综采工作面环境下实现对煤岩边界的智能识别、对煤块、矸石进行智能识别；3、研究煤矿 AI 算法库架构，实现多种框架下的模型、算法融合机制，实现集团内公有库、生产企业私有库间的数据共享机制；4、研究基于 5G 网络，研究云、边一体化 AI 平台架构，研究算法资源到云边设备的动态部署机制及算力资源的分时调度机制。

考核指标：1、人体多种姿态的快速精准识别，不少于 10 种姿态、算法时延不超过 300ms、准确率不低于 80%；2、工作面煤岩识别、煤矸识别算法准确率不低于 60%，算法时延不超过 500ms；3、算法库：实现不少于 50 种井下安全生产算法，覆盖人（穿戴异常、违章行为、异常行为）、机（设备状态识别）、环（生产环境异常）场景；4、实现云边一体化架构混合部署，支持算法在终端设备的实时部署、即时启停，支持算力资源的分时调度机制。

### 8、掘进工作面成套装备数字孪生与远程智能监控系统关键技术的研究

研究内容：基于数字孪生的工作面情景再现与实操的技术研究，掘进工作面成套装备智能协同控制技术研究。

考核指标：提高远程集控可视化水平，实现掘进工作面成套装备的自主决策和运行；建立掘进工作面系统的可视化模型，实现掘进工作面掘进机、转载机、自移机尾、锚杆机等设备运动状态的虚实一体化展现；具备巷道环境实时在线

监测、危险预警，掘进装备运行状态监测、故障预警、寿命预测等功能，实现掘进装备运行状态和运行机制的智能决策。

## 9、基于信创产品的多网间数据安全交换系统研发

研究内容：信创终端安全，文件的安全交换，数据交换审批与审计，文件 DNA/关键字过滤等。

考核指标：1、性能监测：能实时显示终端设备的磁盘占用率、CPU 占用率和内存占用率；提供用户查询用户名、计算机名、设备类型、IP 地址、MAC 地址、系统版本、系统类型、IPv4 默认网关、DHCP 服务器和 DNS 服务器的界面。2、垃圾回收：能检测到设备回收站内的垃圾文件、常用软件的缓存垃圾、单文件大于 10G 的大文件，误检率不超过 0.5%，并可以一键清理。3、病毒查杀功能：主被动混合病毒查杀检出率>97%，基于 AI 技术的病毒查杀能够高效发现新病毒异常行为，并提供设置黑白名单的功能和查杀记录查询导出的功能。4、文件安全交换：所有文件交换以本项目研发系统为中心，提供用户 PC 客户端或网页客户端，保证上传和下载文件过程中高效安全加密，并且上传下载速度不低于 5Mbps。5、数据交换审批：系统使用方根据需求自主完成审批策略制定，实现全流程的审批操作。实现人工单向审批、人工双向审批或自动审批功能，以及可关联至特定的岗位角色负责数据交换审批的人工审批功能。审批策略更新后，系统能在 1 分钟内做出相应的调整。6、数据交换审计：在进行数据交换时，系统自动审计用户名、交换数据的终端 IP/MAC 地址、交换文件名、交换文件内容、路径、交换位置、交换动作（上传、下载、共享）等内容，对单个用户的审计时间不超过 2 分钟，并提供完整的操作记录导出功能。7、

文件 DNA/关键字过滤：可识别 doc、xls、ppt、pdf、zip、rar、txt 等常见文件类型；对于不带扩展名或修改扩展名的文件，能根据其文件特征识别其文件类型；能够识别带密码的 Office 文档、RAR、ZIP、PDF 文档；对上述文件实现全文全盘快速关键字检索，保证在毫秒级完成。

#### 10、基于 5G 通讯的公共交通智能监控系统

研究内容：研究实时控制技术，实现包括被控车内方向盘、刹车和油门等远程辅助控制的毫秒级响应功能；开发基于 5G 通讯的车辆同步控制、道路偏移自动控制、多车辆危险等级自动选择等软件，实现车辆级与网络级相融合的远程控制、综合风险感知和在线预警等功能；在现有公交汽车接口下，设计可以实现上述功能的系统总成装置。

考核指标：提出一套有效可行的基于 5G 网络通信技术的远程同步控制方案，制作出一套网联环境下的多功能车载终端原理机，并对原理机进行功能测试。系统技术参数：车辆同步控制的时间差 $\leq 100$  毫秒，车辆监控视频、声音上传时间差 $\leq 30$  毫秒，每车图像、数据上传量 $\geq 300$ Mbps，公交车辆监控数量 $\geq 1000$  辆，车载端运行(六核处理器的运算能力) $\geq 0.36$ GFLOPS，酒精检测灵敏度限定在 20mg/100ml，心电检测可测量血压值、心率值，并提供心电主要波形图 $\geq 3$  种，车载装置成本 $\leq 0.7$  万元。

#### 11、齿轮传动设备运行故障在线电磁监测系统

研究内容：研究大管径油液中金属磨粒的多模阵列磁激励、多模低信噪比金属磨粒磁激励响应信号探测、金属磨粒的抗磁场干扰结构设计、非金属磨粒磁激励场的激励源圆周加权信号补偿、探测区磁力梯度信号的空间加权磁信号处理等技术，研制齿轮传动部件故障的在线电磁监测系统，实时

探测强干扰环境、大管径、主油路中齿轮微小磨粒，实现齿轮传动部件故障在线监测与预测的技术自主可控。

考核指标：自主研发齿轮传动设备运行故障在线电磁监测系统原理样机 5 套。原理样机针对特定结构（角形、球形、圆柱形、圆锥形等）、物理参数（电导率、磁导率、介电常数等）、几何（直径、长度等）的典型磨粒实验样品，进行功能和精度试验验证。通过信号分析，验证下列技术指标：最小检测铁磁磨粒 $\leq 100\ \mu\text{m}$ ，最小检测非铁磁磨粒 $\leq 200\ \mu\text{m}$ ，适应主油路管径 $\leq 38\text{mm}$ ，磨粒检测分辨率 $\geq 150$  颗/秒，润滑介质流量 $\geq 30\text{L}/\text{min}$ ，故障模型相识度 $\geq 80\%$ ，典型磨粒模型 $\geq 6$  个。

## 12、复杂网络环境下数字文化内容版权服务关键技术与系统研发

研究内容：1、开展复杂网络环境下数字文化内容版权服务相关标准规范的研制；2、研究通用的变长版权标识生成与解析方法，兼容各种主流嵌入和提取方法；针对图像、音视频等数字文化内容，研究基于其掩蔽特征的版权标识隐蔽嵌入技术，以及应对复杂网络环境中各类攻击的版权标识鲁棒提取技术；3、根据图像、音视频等数字文化内容的特点，研究用深度学习提取全媒体稳定特征指纹的方法；进一步通过压缩编码、优化哈希排序，研究特征指纹的相似匹配和高效检索技术；4、研发适应复杂网络环境的数字文化内容版权服务系统，实现基于标识的版权管理和基于内容的版权监测与侵权举证，形成面向市场化的实用系统，并推广应用。

考核指标：1、制定数字文化内容资源版权管理、版权保护、权利认定、侵权监测与举证等版权服务领域相关标准

规范 $\geq 2$ 项；2、实现图像、音视频等数字文化内容的版权标识生成与解析、隐蔽嵌入与鲁棒提取功能，嵌入版权标识的图像或单帧视频的平均峰值信噪比 $\geq 40\text{dB}$ 、音频的平均信噪比 $\geq 25\text{dB}$ ，针对压缩转码、加噪/模糊、亮度改变、尺度缩放、画面旋转、片段截取等常见攻击，版权标识提取准确率 $\geq 95\%$ ；3、实现图像、音视频等数字文化内容的特征指纹提取与高效比对功能，指纹比对漏检率、误检率 $\leq 5\%$ ，视频比对效率 $\geq 30$ 分钟/秒；4、完成数字媒体内容资源版权登记注册管理与服务系统的研发，系统支持并发数 $\geq 1000$ ，响应时间 $\leq 3$ 秒；完成数字媒体内容资源版权全网监测与分析服务系统的研发，系统监测范围覆盖PC端、移动端等，监测准确率 $\geq 90\%$ ，监测网站出现侵权行为时，监测发现平均响应时间 $\leq 5$ 分钟。

## 二、大数据领域重点专项

### 13、井下采掘设备大数据智能运维关键技术研究

研究内容：研究更加可靠实用的数据采集、传输方法。针对采掘设备的工作特点，以及目前多数矿井数据传输存在的问题，研究一种（或几种）适应性强、高效的数据采集、传输方法；研究多个重要部件故障预测模型，深入了解采掘设备重要部件运行规律、前期的使用维护情况，构建其故障预测模型，并在应用中继续优化、完善；研究采掘设备远程在线运维方法。

考核指标：1、新的数据采集传输方法应较常规方法效率提高25%以上；2、设计构建重要部件故障预测模型3个，能不断更新完善，故障预测准确率达60%以上。

#### 14、光伏组件产线的大数据智能制造应用技术研究

研究内容：在现有的信息化智能工厂建设基础上，以太阳能光伏组件产线为依托，利用 BI 智慧大脑新技术，为管理者提供决策支持的大数据 BI 分析系统；通过大数据应用面向智能制造设备与 MES 系统的双向互通技术，实现 MES 排程到设备执行的自动下达与数据回传，基于现场实时感知、数据与知识的应用；研究 BI 决策支持分析系统与其它信息化系统的数据交互技术，实现工厂制造大数据链与企业产品数据链、资源数据链、供应数据链以及服务数据链的深度集成应用。

考核指标：依托新能源光伏组件生产制造工厂，通过 AI 智慧大脑大数据融合创新、MaxComputer 计算、弹性计算、工业互联设备接入、管理及分析对传统光伏产线进行升级赋能，搭建一个全新的大数据智能制造创新平台。通过收集、汇总、集中呈现、分析、远程调控和参数优化，实现：1、整合 MES 和 WES 数据，搭建 AI&BI 智能大数据平台；2、各站点生产数据实时统计，准确率 $\geq 99\%$ ；3、仓储出入库作业统计，准确率 $\geq 99\%$ ；4、仓储库存数量准确率100%。

#### 15、智能起重机路径规划与柔性升降系统的电子防摇摆关键技术研究与应用

研究内容：研究智能路径规划算法，自动优化运行路径，实现起重机智能防撞功能；研究智能化防摆定位技术，克服柔性升降系统的摇摆，实现重物的精准起吊和下放作业；研究智能起重机运行状态监控系统，实现故障自诊断，完成人、机、物的交互融合；研究可重构模块化技术，针对不同类型起重机和设计要求，使设计者可独立设计各功能模块，无需重新设计整个系统。

考核指标：可以有效提高起重机的自动化和智能化水平，降低工人的劳动强度，提高起重机的生产效率。主要技术指标如下：定位精度 $\leq 10\text{mm}$ ，防摇摆摆角 $\leq 0.1\text{rad}$ ，路径规划防撞 $\geq 95\%$ ，自动化作业率 $\geq 96\%$ 。

#### 16、果园智能无人车与农艺融合技术研究

研究内容：1、针对现代果树栽培模式下存在的喷药“打不透”、运输“搬不动”、割草“割不尽”等实际问题，开展基于无人车应用的果园农艺措施研究；2、结合我省黄土高原多场景下的果园作业，筛选出经济适用的动力匹配模式；3、通过测试果园植保作业技术指标、参数和作业效果，开展无人车果园喷洒系统优化研究；4、围绕植保、割草、运输等果园作业内容，开展多功能模块切换与调节研究；5、集成果园虫情监测、果园环境数据采集、智能管控等数字果园应用技术，以降低生产成本、提升作业效果、提高果园生产效率和经济效益为目的，开展智能作业大数据平台研发。

考核指标：1、形成一套基于无人车应用下的现代果树生产机艺融合技术；2、油电混合动力或电动，满载续航时间 $\geq 4$ 小时，空载续航时间 $\geq 8$ 小时；3、喷洒量 $\geq 4$ 升/分钟；喷幅达到12-16米；药液雾化区间60-200微米且可调整；最大作业效率达到60-80亩/小时；4、功能模块间可人工轻简化切换，割草效率提高50%-70%，运输载重 $\geq 150$ 公斤；滑移转向、差速转向最小转弯半径 $\leq 0.7$ 米；5、集成数字果园智能作业大数据平台，果园生产成本降低3500-4500元/ $\text{hm}^2$ ，增收15000-18000元/ $\text{hm}^2$ 。

#### 17、基于大数据分析的高速公路风险评估与协同管控技术研究

研究内容：基于车辆基本属性、轨迹、环境及气象等相

关数据，研究并建立高速公路路网风险评估指标体系；综合分析交通安全风险指标特征，根据风险指标的类型、精度及时效性，构建区域交通风险动态分布预测模型；研究交通网络可达性和安全应急协同管理模型，研究区域道路交通协同管控方法；建立分等级的监测预警体系，形成基于大数据的高速公路风险评估与协同管控机制。

考核指标：通过对海量高速公路交通数据聚类分析，划分安全影响因素，形成典型路网风险评估指标集合，建立高速公路路网风险评估指标体系；构建区域交通风险动态分布预测模型，建立分等级的监测预警体系，动态分析区域交通安全风险的评估周期在5分钟以下；形成基于大数据的高速公路风险评估与协同管控机制，针对交通安全风险的协同管控方案生成时间少于5分钟，风险预警准确率高于90%。

#### 18、巡检机器人复杂环境智能感知与风险预警平台研究

研究内容：1、研究通过多模态融合算法对多源异构数据语义融合，构建复杂环境的多维度群体感知与风险预警平台；2、研究利用视觉同步定位与地图绘制技术深度理解周围环境，进行高精度定位和智能避障，实现巡检机器人自动运行、环境自适应、环境数据智能感知等功能；3、实现能够与环境传感器、被测对象、运维人员等主体（智能体）的数据融合，能够与其他主体（智能体）数据关联分析，协同完成复杂环境下巡检和风险预警等功能。

考核指标：1、建立1个巡检机器人复杂环境智能感知与风险预警平台的示范项目，并开展产业化试点工作；2、平台支持多体智能感知设备并发接入，在复杂环境下感知数据平均采集成功率达到95%以上；3、平台业务需求可弹性扩容，服务可用性不低于99.95%，支持多源数据感知、融合、

分析、风险预警功能；4、开发面向不少于 5 种应用场景的复杂环境大数据预测和预警算法库，其中算法的预测准确率与鲁棒性指标不低于 95%。

### 19、面向智慧物流的多 AMR 机器人群智感知与自主协同关键技术研究

研究内容：研究复杂场景中多 AMR 机器人自适应环境群体感知问题；研究复杂及柔性环境下机器人智能避障及精度导航问题；研究多类型 AMR 机器人运动中的协同调度与控制问题。

考核指标：1、利用激光与视觉融合导航技术，使导航定位精度从当前平均水平的 $\pm 10\text{cm}$ 提升到 $\pm 5\text{cm}$ 内，对接精度从当前平均水平的 $\pm 10\text{mm}$ 提升到 $\pm 5\text{mm}$ 内；2、利用环境感知多维异构数据，提升调度算法，在无人或少人环境下自主协同工作的 AMR 机器人数量 $\geq 1000$ 辆，路径规划耗时 $\leq 500\text{ms}$ ；3、调度系统故障率 $\leq 1\%$ （连续运行 1000h 不出故障）；4、多机器人群智感知典型应用场景 $\geq 3$ 种，支持机器人动态加入、撤销的能力和任务场景的可扩展能力，支持机器人数据复用，调度系统可快速响应机器数量增减的需求。5、在不少于 3 个仓储物流的场景下对项目的整体解决方案进行应用示范。

### 20、复杂场景下基于深度学习的机器人分拣系统关键技术研究

研究内容：1、自建特定图像数据集，将群体智能算法以及多源传感器感知信息与深度学习算法融合，能够更好满足复杂场景下工业分拣机器人对于视觉识别的需求，有效提升识别的速度和准确率；2、多种传感器融合物品检测与识别辅助系统，提供更强的识别能力，能够全天候、全方位的

智能感知物品信息，为复杂场景下机器人堆叠目标分拣系统提供重要的辅助作用；3、采取将测距技术与深度学习目标检测结合，获取目标物品的三维信息之后传输至机器人抓取装置的方式，不必再要求物品必须在传送带等平面上分开摆放；4、为提高系统通用性和可靠性，复杂场景下机器人堆叠目标分拣系统采用模块化设计原则。

考核指标：1、三维工件识别速度 $\geq 5\text{fps}$ ，工件识别准确率 $\geq 90\%$ ；2、尺寸测量误差 $\leq 0.1\text{mm}$ ；工件位置测量误差 $\leq 0.1\text{mm}$ ；姿态测量误差 $\leq 1^\circ$ ；3、混叠复杂场景下，可同时识别的最大工件数量 $\geq 5$ 个；单张图片的检测平均时间 $\leq 0.05\text{s}$ ；4、分拣系统根据功能要求划分为至少七个功能模块，由中心逻辑控制器来确定工作模式。

## 21、自主可控的大数据流式计算平台关键技术研究

研究内容：1、针对 Storm 处理大数据难以扩展的问题，研究 Storm 动态调整算法，构建应用模块；2、基于云基础设施和分布式系统架构建立 SCS 模型，实现面向 SCS 的流式计算应用；3、构建基于 SCS 模型和大数据分析等技术的工业物联网大数据流式计算平台，实现协同制造、生产管理过程的全面决策分析服务。

考核指标：1、数据采集频率 $\leq 100\text{ms}$ 一次，一次采集可实现 $\geq 5$ 万个设备点位的数据采集；2、采集的点位数据经实时计算后写入业务属性，计算延迟不高于 10 秒；3、负载均衡支持可伸缩，可根据实时业务场景，扩大或收缩集群规模，实时调配整个系统的并发承载压力，高并发业务场景系统整体响应时间低于正常响应时间的 150%；4、物联设备支持数据存储时长不少于 1 年，数据告警推送时间不超过 2s；5、支持 5 种以上传输协议包括但不限于 OPC/MODBUS、TCP/IP、

MQTT、UDP、HTTP；6、完成示范项目 1 项。

## 22、煤矿及电网雷击事件预警云服务平台研究

研究内容：1、选择示范区，安装雷电监测设备，并收集整理近 10 年的气象、煤矿、电网多源监测数据、煤矿及电网雷击个例和对应的天气形势及环境参量；2、建立气象-煤矿-电网数据库系统，研究网格化气象-煤矿-电网逻辑关系，实现气象与煤矿及电网大数据的跨界融合；3、以数据库系统、中尺度数值模式为支撑，进行中尺度分析、数值模拟、控制试验和敏感性试验；探索雷击发生时跨界多源监测数据与大气环境参量的相关性，揭示煤矿及电网雷击事件的形成机理；4、研究煤矿及电网雷击事件数值模式物理量预报产品释用技术，建立雷电和雷击预警模型；5、通过灰色关联计算与雷击关联度最高的环境参量和雷暴参数，研发山西煤矿和电网雷击事件预警云服务平台。

考核指标：1、在示范区安装 2 套大气电场仪，实现实时大气电场变化监测；2、完成近 10 年气象、煤矿、电网多源监测数据的收集和分析，建立气象-煤矿-电网数据库系统，实现气象与煤矿及电网大数据的跨界融合；3、揭示煤矿及电网雷击事件的形成机理；4、建立雷电和雷击预警模型，预警准确率分别达 80%和 70%；5、构建煤矿及电网雷击预警云服务平台。

## 23、声纹监控在煤矿上的应用技术研究

研究内容：开发煤矿地面电力设备声纹监控系统；开发矿山水系统声纹监控系统；开发矿山瓦斯系统的监测声纹监控系统；开发抽风机系统声纹监控；实现电力防爆系统声纹监测。

考核指标：1、通过声纹监控，可以识别电力变压器/主

设备 20 多种故障；2、算法服务器内嵌声纹算法框架，研发支持多种 GPU 的模块；3、搭建智慧矿山光缆振动感知侦听系统；4、8 路高清声纹采集，研发可扩展 16\*8 路；5、上网模块即插即用，研发 4G/5G 模块；6、故障即时提醒，研发 APP、微信、钉钉、短信故障提醒；7、骨传导+DSP 降噪：复杂工况下真正商业落地；8、超高识别率：识别率>99%。

#### 24、新一代物联网设备接入平台关键技术研究

研究内容：1、研究新一代物联网设备接入平台关键技术，实现主流物联网协议接入适配；2、研究统一的安全认证与鉴权；3、研究海量设备并发连接管理及设备连接的生命周期管理（接入认证、订阅鉴权、状态监测、强行下线）；4、实现应用与设备间双向通信；5、研究海量设备数据存储；6、实现统一的数据管理及数据交换。

考核指标：1、多协议支持：兼容 TCP, MQTT/MQTTS (QoS: 0,1,2), CoAP, HTTP/HTTPS 等主流设备接入协议；2、设备侧安全：接入认证，一机一密，订阅/发布鉴权；3、百万级设备并发连接管理：设备接入，状态监测，强行下线；4、设备与应用间的双向通信：状态数据上报，远程指令下发与控制；5、海量数据存储：实现海量设备数据的高效存储与查询。单节点（单核，16 字节每记录）插入速度 $\geq 1$  万条/秒；查询速度 $\geq 1000$  万条/秒；6、异步消息分发：基于消息队列，实现消息分发功能。

#### 25、面向铁路极端环境的一体化人员安全监测与智能风险管控技术

研究内容：1、研究基于空天辅助物联网的铁路施工人员安全监控多源信息采集融合技术，搭建人员安全监控数据中台；2、挖掘人员生命体征参数的时空变化规律和环境参

数对人员健康状况的影响规律，研究基于多模态无线感知信息融合的人员生命健康状态评估与预警模型构建方法；3、研究基于卫星导航、计算机视觉以及近距离无线通信等多手段融合的场景自适应人员实时精准定位方法，依据施工人员时空位置信息研究基于聚类算法和热点区域的施工人员行动轨迹挖掘算法；4 研究基于多源异构信息融合的复杂动态时空环境中人员不安全行为的特征提取和智能识别方法；形成面向极端环境的人员健康状态-定位检测-行为识别的一体化人员安全监测与风险监控技术理论。

考核指标：1、构建 $\geq 5$ 种生命体征参数（体温、心率、血压、呼吸频率、血氧浓度等） $\geq 5$ 种环境参数（大气压、含氧量、有害气体、放射性物质、强磁场等）的健康状态评估与预警模型，准确率提升 $\geq 5\%$ ；2、实现 $\geq 3$ 种场景的人员定位和轨迹跟踪，定位误差 $< 30\text{cm}$ ，跟踪准确率 $\geq 95\%$ ；3、实现 $\geq 5$ 种不安全行为（跌倒、越界、吸烟、脱帽、长躺等）的智能识别，准确率提升 $\geq 10\%$ ；4、建成1套川藏铁路人员安全与风险监控示范工程，无故障时间：3-5个月。

## 26、面向高端装备制造领域知识体系的质量大数据融合应用研究

研究内容：1、围绕高端装备产品质量提升需求，重点进行高端装备制造领域工业大数据知识体系架构研究；2、进行装备产品的质量大数据管理方法、基于数据循证的质量问题溯源、制造过程质量控制与优化等关键技术的研究；3、构建高端装备产品的质量大数据分析应用平台，进行质量检验数据的自动采集、数据管理、数据挖掘应用；4、在典型制造企业开展应用示范。

考核指标：1、突破高端装备领域工业大数据知识体系、

质量问题溯源、制造过程质量控制与优化等 3 项关键技术；2、研发装备产品检测过程质量大数据分析平台；3、质量数据采集率达到 100%；4、起草行业、地方或企业标准不少于 2 项。

## 27、基于大数据分析的脑卒中发病风险预测关键技术研究及应用

研究内容：1、设计并开发医疗脑卒中发病风险预测智能分析系统。设计开发智能分析系统实现架构，设计脑卒中数据采集接口实现策略，进行系统界面设计及实现，研究并设计人机交互界面及可视化显示功能；2、基于病历数据进行脑卒中发病关键危险因素分析研究。研究并建立基于脑卒中病历数据的发病关键危险因素分析模型，结合临床专家建议进行脑卒中发病风险预测及优化；3、基于脑卒中 EEG 数据进行脑卒中发病风险预测模型构建研究。研究针对脑卒中 EEG 数据新的特征提取方法，建立脑卒中发病风险预测模型，结合临床专家建议优化预测模型性能；4、基于 MRI 数据进行脑卒中病灶分割模型构建研究。建立脑卒中病灶分割模型，结合临床专家建议，优化模型性能。

考核指标：1、开发一个脑卒中发病风险预测智能分析系统，可对接脑卒中联盟医院筛查数据，具备对录入数据的发病风险等级预测以及人机交互界面、可视化显示预测结果等功能；2、提出一种高效挖掘潜在未知脑卒中发病关键危险因素的新方法。针对脑卒中 EEG 数据，提出一种脑卒中发病风险预测模型，预测准确率 $\geq 90\%$ ；3、针对脑卒中 MRI 数据，提出脑卒中病灶分割模型，预测性能预期达到  $DSC \geq 59\%$ 、 $F2\text{-score} \geq 60\%$ 、 $Precision \geq 69\%$ 、 $Recall \geq 65\%$ 、 $APR \geq 0.65$ ；4、建立至少一个示范项目。

## 28、基于机器学习的蜂窝肺医学影像识别与分割技术

研究内容：深入研究分析各类前沿模型对蜂窝肺病灶识别与分割的泛化性及有效性；构建蜂窝肺医学影像基础大数据，促进其科研利用；开展相关影像数据的去噪、增强、处理、计算等基础技术研究；研究动态特征选择、拆分注意力、深度可分离卷积、自适应特征融合、VIT、MLP-Mixer 等技术的机理机制及融合框架；设计高效精准的蜂窝肺医学影像智能识别模型；构建高性能、低成本的蜂窝肺医学影像病灶智能分割模型。

考核指标：蜂窝肺医学影像智能识别模型：识别准确率 (Accuracy)  $\geq 99.5\%$ ，召回率 (Recall)  $\geq 99.5\%$ ，特异性 (Sensitivity)  $\geq 99.5\%$ ，敏感性 (Specificity)  $\geq 99.5\%$ 。蜂窝肺医学影像病灶智能分割模型：平均像素准确率 (Mean Pixel Accuracy, MPA)  $\geq 98\%$ ，交并比 (Intersection over Union, IoU)  $\geq 90\%$ ，平均交并比 (mean Intersection over Union, mIoU)  $\geq 95\%$ ，Dice 相似系数 (Dice Similarity Coefficient, DSC)  $\geq 95\%$ ，平均 Dice 相似系数 (mean Dice Similarity Coefficient, mDSC)  $\geq 98\%$ 。

## 29、医疗器械全生命周期智能化管理应用平台关键技术研究

研究内容：1、以 UDI 和工业互联网标识解析体系为核心，实现医疗器械全生命周期智能化管理场景的数据定义与数据融合；2、以具备应用链接能力的动态资产标识为依托，融合移动互联网，大数据，云计算技术，实现医疗器械全生命周期管理场景的在线化，数据化，移动化和智能化；3、医疗器械智能管理场景中主数据治理体系；4、基于物联网，时序数据智能算法，大数据平台技术，实现医疗器械位置分

布，状态监测，使用效率分析等场景应用的智能化。

考核指标：1、实现医疗器械UDI体系和工业互联网标识体系融合；2、建立不少于2万台件医疗器械全生命周期数据化全息档案，完成不少于10个核心场景工业互联网应用场景；3、建立不少于1500个医疗器械标准产品单元主数据模型；4、实现生命急救支持类医疗器械等重点移动有源医疗设备的房间级定位，并实现设备使用环境的动态监测；5、数据分析准确率达到80%以上；6、实现不少于100台件重点有源医疗设备基于电气指纹的智能状态监测。

### 30、面向多模态心音心电信号的心脏健康智能诊断系统研究

研究内容：高性能心电、心音同步采集技术及装备研发；多模态心音心电数据感知；心脏疾病诊断模型构建；智能辅助诊断平台搭建与应用验证。

考核指标：1、采集装备的信噪比 $\geq 35\text{dB}$ 、时延 $\leq 110\text{ns}$ ；2、多导心电与多路心音同步采集装备2台；3、交互诊断软件系统1套；4、建立总量不低于2000例的病例数据库；5、构建出心脏疾病智能诊断模型，经测试集验证其测试精度不低于90%；6、搭建心脏疾病智能诊断平台，并服务于合作医疗机构进行初步试用，着力解决心脏疾病早期预防与筛查之困境，以期拓展推广。

### 31、基于车辆自动驾驶技术的智能道路设计与改造方法研究

研究内容：1、新建智慧道路设计研究。通过选取典型路段进行自动驾驶路测试验和基于自动驾驶技术建立测试模拟仿真平台等方法，研究道路线形选择、智能道路设施布设对车辆自动驾驶安全性的影响规律，综合考虑道路线形坡

度、道路条件、交通状况、智能网联汽车渗透率等因素，对适用于自动驾驶汽车的交通标志标线、路线条件及信号装置等方面进行研究，确定经济、美观、适用于恶劣天气的自动驾驶专用车道设计方案。2、既有道路的智能化改造研究。综合考虑感应设备需采集的信息，确定感应设备、智能情报板以及所需配套设施（如供电、网络信号）的设置位置与范围，与传统道路的信号电子设备、安全防护措施相结合，确定既有道路的智能化改造研究。

考核指标：1、提出适用于自动驾驶的智慧道路设计技术参数、道路设施设备设计参数，发表标准或图集 1 部。自动驾驶辅助车辆在专用车道上的自动驾驶安全行驶速度提高 $\geq 20\%$ ，提高道路通行能力。2、提出既有道路的智能化改造设计技术参数、道路设施设备设计参数。自动辅助驾驶车辆的信息采集速率与正确率提高 $\geq 20\%$ ，自动驾驶技术反应时间减少 $\geq 10\%$ ，提高车辆行驶安全性。

### 32、研发智能电缆检测系统管理平台

研究内容：1、研究多捆电缆的单根识别技术，通过对振动速度、时间、位移及加速度分析，确定振动位置，通过对应力信号的强度、频率分析，对智能电缆进行相序身份识别，实现信息识别；2、研究不同状态下振动、应力信号的监测关键技术，通过监测数据对比分析，精确确定振动范围和外力破坏形式，确定电缆承受应力值；3、采集不同敷设状态下电缆线路监测数据，并进行数据整合分析，确定状态监测数据的有效性，形成典型案例数据库。

考核指标：形成智能电缆监测系统一套（含电缆自检软件 1 套、电缆自身信息卡软件 1 套、防外破监测软件 1 套、温度监测软件 1 套、主动防御型外破监控系统集成装置）定

位精度为 $\leq 10$ 米，空间分辨率（2~3）米，采样频率 200MHz，响应时间 $\leq 1s$ ，误报率 $\leq 2\%$ 。应力监测设备，激光光源脉冲宽度达到 2~3m 的空间分辨率，实现监测距离 40km；智能识别系统，监测距离 $\geq 20km$ ，识别准确率 100%；形成智能电缆监测数据库。

### 33、面向数据共享交换与开发利用的数据管理属性研究

研究内容：面向数据共享交换与开发利用的数据管理属性研究内容主要包括：数据作用域（流通域）、数据可信度、数据访问方式、数据访问粒度控制、数据衍生、数据生产源分类、数据分权、数据运营规程、数据流通审计、数据供需与货币价值等。

考核指标：1、数据管理属性目录树 1 棵，目录树深度不低于 4，属性及子属性总和不低于 60 个；2、数据统筹管理体系框架 1 个，数据统筹管理业务规程至少覆盖生产、归集、共享、交换、开发五大环节；3、数据资源台帐 1 套，涵盖业务系统数据不低于现有业务系统数据总量的 80%，属性值准确率不低于 90%，并确保 70%以上数据可流通等。

### 34、区域性股权市场金融服务创新关键技术研发及应用示范

研究内容：1、研究通过区块链的身份认证、新型分级访问控制、跨域可信及可信服务机制等技术，提升企业证券交易、流转、结算的各类信息存证的建设方法，实现“交易即结算”的新型交易所服务架构；2、研究区块链系统的隐私安全风险，研究区块链匿名交易技术，研究安全可重组的隐私保护技术；研究监管友好的区块链交易隐私保护机制和交易追踪溯源技术，在控制风险同时，简化证券登记、确权、交易的流程及成本；3、研究基于人工智能的数据分析及数

据共享的安全多方计算技术与方法，按照上市标准对重点企业进行实时监测及运行数据评估；4、研究基于大数据和人工智能算法的中小企业关联图谱跨尺度分析技术、时序数据深度关联技术、企业全息画像动态维持技术以及山西省重点产业价值链、产业链、供应链的三链合一的全方位数据价值展示技术，实现跨行业跨地域的动态分析机制；5. 建设区域性股权市场私募证券交易平台，开展应用示范。

考核指标：1、区块链协议具备在并发混合使用场景下的安全性，提供严格的形式化等证明，实现区块链交易隐私保护机制的功能正确性和规范一致性证明，满足可追溯性和可验证性；提出不少于 3 种区块链交易隐私保护方法；2、提交企业信用增信穿透式信息存证平台建设的技术报告，实现三大技术创新体系，包括基于区块链技术的股权登记托管模式和综合系统创新、数据存储调用方式和业务信息共享创新、基于大数据和人工智能技术的企业信用评价方式和应用创新。平台技术成果应用不少于 3 类场景；3. 平台服务器响应时长：30 s 内 5000 个请求；吞吐量 1G 以上；存储能力 1PB 以上；平均故障恢复时间（MTTR）简单 10 min，复杂任务 60 min；上线 1 年后达到新增服务企业数大于 1000 家，辅助 500 家以上企业完成信息披露，辅助 100 家以上的企业实现融资，融资规模超过 10 亿元。

### **35、海量政务大数据治理与共享交换平台研究**

研究内容：设计一种基于数据驱动的政务治理和共享一体化平台；制定数据治理所涉及的一整套数据标准；构建统一数据“资源池”；构建个性化的业务场景服务应用；构建基于区块链的数据治理方案。

考核指标：1、平台至少覆盖 80%以上政务部门的数据；

2、平台提供的数据服务满足至少 80%以上的业务部门的需求；3、平台的存储和计算能力可以根据业务需求进行弹性扩展；4、每秒能够响应的查询次数（即最大吞吐量）QPS 达到百万级，每秒能够响应的事务数 TPS 达到万级。

### 36、面向战略性新兴产业的企业创新能力画像自动生成关键技术研究及应用

研究内容：数据的汇聚与融合；创新要素自动获取；创新能力画像自动生成；构建创新能力评价指标。

考核指标：1、构建 1000 万+的组织机构数据库；2、构建 30 维+的组织画像标签库；3、构建包含 3000 万+实体（组织机构、专利、论文等科研成果）的创新知识图谱；4、构建组织机构创新能力指标体系；5、自主研发面向企业创新要素的海量文本语义分析工具；6、自主研发支持创新组织机构画像展示的可视化平台。

## 三、光电领域重点专项

### 37、高精度分布式光纤多参量传感技术

研究内容：1、研究基于宽频低相干光源的分布式光纤传感新原理与新方法。探明混沌激光的光纤非线性散射特性和布里渊增益多重模式特征，研究基于混沌激光相干耦合效应的分布式光纤传感新方法。2、研究面向轨道交通安全监控的新型分布式光纤传感关键技术。研究光纤融合布里渊和拉曼的新型本征型分布式散射光纤传感技术，建立光纤解调结果与轨道结构应力场、振动场、温度场的关联模型。研究前馈神经网络对多源传感信息的识别分类技术。3、研制面

向轨道交通的多参量（温度、应变、振动）安全监控系统。研究高空间分辨率、高精度、大动态应变范围、多参数的新型智能光纤传感器件及系统集成技术，实现快速、实时、智能的轨道交通工程实用化光纤传感监测。

考核指标：研制一款高精度分布式光纤多参量传感系统，其核心技术指标为：1、空间分辨率 $\leq 10\text{cm}$ ；2、测温精度 $\leq 0.5^\circ\text{C}$ ；3、应变精度 $\leq 5\mu\epsilon$ ；4、动态应变幅度测量范围： $-15000\sim 15000\mu\epsilon$ ；5、传感距离 $\geq 20\text{km}$ 。

### 38、测量纳米尺度电磁力的超冷原子探针技术

研究内容：研究纳米尺度的周期性势场中超冷原子的制备、操控技术；研究超冷原子在两维周期性光场中受恒定电磁力而产生的布洛赫振荡等动力学过程，建立超冷原子动力学分析模型；发展周期性势场中超冷原子的布洛赫能带映射探测技术，精确测量超冷原子在能带中的位置转移，实现超冷原子电磁力探针；分析超冷原子探针系统的噪声来源，并计算出测量的量子极限，进一步提高灵敏度。

考核指标：利用原子芯片上光晶格中的超冷原子气体实现高灵敏度微弱力测量，能够实现对 $10^{-21}\text{N}$ 大小的微弱力的测量，预期测量灵敏度达到 $1\text{yN}/\text{Hz}^{1/2}$ ；实现对超冷原子和纳米材料之间相互作用力的测量。

### 39、高精度激光干涉仪长度传感与控制技术

研究内容：1、面向引力波探测控制系统建设，实验研究并用软件仿真干涉仪的干涉相位、臂腔共模、臂腔差模、功率循环、以及信号循环五个长度自由度的控制技术，优化各自由度的解耦合度，探索控制时序，实现五个自由度的数字控制；2、围绕激光干涉精密测量，研究臂腔增强、功率循环、信号循环等技术对干涉测量灵敏度的增强效应；研究

精密测量噪声的来源及其对测量灵敏度的贡献度；3、研究自动锁定与控制技术，实现激光干涉仪的长期稳定控制。

考核指标：1、实现激光干涉仪臂腔共模长度，臂腔差模长度，迈克尔逊相位差长度，功率循环腔长度，以及信号循环腔长度五个自由度的同时控制；干涉仪臂长为1米左右时，五个自由度的剩余均方根误差均优于 $10^{-8}$  m rms；2、基于臂腔增强、功率循环、信号循环等技术，实现对镜片微小位移的激光干涉精密测量，测量灵敏度优于 $10^{-9}$  m/sqrt(Hz)；3、连续稳定工作时间不小于8小时。

#### 40、固态量子材料到集成器件与检测系统研究

研究内容：探索研究新材料中量子色心的发掘与新制备工艺；研究量子色心特征光谱检测表征技术；研究集成化器件制备工艺与电磁兼容性技术；研究集成化器件制备工艺与电磁兼容性技术。

考核指标：1、集成器件体积：微波源独立情况1-2 cm<sup>3</sup>；微波源集成情况10cm<sup>3</sup>；2、系统检测灵敏度：初步原理样机实现 nT/Hz<sup>1/2</sup>，升级系统后接近 pT/Hz<sup>1/2</sup>；3、所测 ODMR 信号参数：金刚石色心对比度>10%，碳化硅色心：单空位1%，双空位>10%；4、系统检测噪音：千分之一伏特以下，光谱分析精度<1nm。

#### 41、基于 MiniLED 单总线芯片的显示屏背光源行业应用

研究内容：1、应用一种单总线高速 miniLED 芯片级指示灯，实现指示灯亮度、色温、颜色由串行信号控制，后期可以将此单总线 miniLED 指示灯制作成不同封装尺寸的 LED 点光源，适配不同尺寸显示屏；2、研制针对不同尺寸显示屏的串行总线 miniLED 背光源模块及背光源控制模块，打造芯片封装定制及应用、外围控制模块定制、成品行业化应用

的产业链。

考核指标：

1、miniLED 指示灯

- a) 总线频率： $\geq 5\text{MHz}$ ；
- b) 颜色范围： $256\text{K}\sim 16\text{M}$ ；
- c) 总线功能：亮度控制、颜色控制、色温控制；
- d) 色温：可在  $5000\text{K}\sim 12000\text{K}$  范围内进行调节；
- e) 封装尺寸： $\leq 1.5\text{mm}\times 1.5\text{mm}$ 。

2、背光源模块

- a) 行排列灯数： $\geq 50$ ；
- b) 列排列灯数： $\geq 50$ ；
- c) 灯间距： $\leq 2\text{mm}$ ；
- d) 功耗： $\leq 10\text{W}$ 。

3、背光源控制模块

- a) 区域控光数量： $\geq 256$  区；
- b) 控制芯片：采用单主控芯片实现；
- c) 调光方式：通过接收指令（串口、网口等）控制背光源实现色温及亮度调节；
- d) 控光算法：实现控光算法通用 SDK 开发包。

**42、基于 OFDR 的分布式应变传感机理研究**

研究内容：1、研究基于 OFDR 的分布式应变传感机理，量化分析物体表面形状变化与应变的关系，建立基于表面微元曲率变化的形状与应变关系数学模型；2、结合 OFDR 系统传感特性和工程实际进行 OFDR 硬件系统设计和传感光纤布设方案设计，编写基于 OFDR 应变传感和表面微元曲率的形状解调还原算法及相关上位机程序；3、分析影响 OFDR 系统性能的相位噪声、偏振衰落与交叉敏感问题，影响形状传感

准确度的应变区域对齐和传感光纤扭矩问题，并对上述问题的解决方法展开研究与实践，解决形状传感系统的性能制约因素；4、研究外调制高线性扫频 OFDR 系统、基于 GPU 的高效率 STFT 算法和基于频域插值的传感精度提升方法，进一步提升系统性能，最终实现应用于形状感知的高性能 OFDR 仪器研发。

考核指标：1、探明表面微元曲率变化与应变的量化关系，建立数学模型并进行仿真和实验验证；2、搭建应用于形状传感的 OFDR 硬件与软件系统，包括光路部分、电路部分，以及用于控制系统和数据解调的上位机程序；3、基于 OFDR 形状传感系统，开发一款用于形状感知的高精度 OFDR 仪器，实现对待测物体的实时表面形状及形变传感，传感距离  $\geq 10\text{m}$ ，空间分辨率  $\leq 5\text{mm}$ ，形状还原误差  $\leq 1\text{cm}$ ，单次数据更新时间  $\leq 10\text{s}$ 。

#### 43、基于线性调频光源的相敏光时域反射振动传感技术

研究内容：1、在数字副载波调制理论基础上，开展高质量线性调频光脉冲产生方法的研究；探索优化调制函数、调制深度等实现调制稳定性优化问题；2、基于弹光理论研究振动-光纤耦合机理，建立传递反演模型研究传递响应幅频特性；研究振动波形高精度提取和自校正方法；3、利用大规模光纤分布传感数据，研究基于 LFM 光源的高精度  $\Phi$ -OTDR 振动信号清晰化处理算法，减小噪声和阵列点传播函数的影响；进行实验研究并开展现场测试。

考核指标：1、实现高质量线性调频光脉冲的产生，并对其稳定性进行优化；2、建立基于线性调频光源的相敏光时域反射振动传感系统，实现对待测环境振动信号的远程在线监测，并研制原理性样机 1 台；3、样机的具体指标：传

感距离 $\geq 50\text{km}$ ；空间分辨率 $\leq 5\text{m}$ ；频率响应范围为 $5\text{Hz}\sim 20\text{kHz}$ ；响应时间 $\leq 3\text{s}$ 。

#### 44、激光侦听光斑特征检测识别技术及产品

研究内容：1、弱光斑特征多重识别技术：针对单一特征识别准确率较低，提出通过提取光斑形状特征和光斑动态运动特征，并且结合背景干扰消除技术进行多重识别和判断，以提高识别准确率；2、强光自适应光斑识别技术：针对自然光强对光斑识别的影响较大，拟合出自然光强度和曝光积分时间曲线，确保可以最优化凸显光斑特征，以提高识别准确率和适应复杂环境。3、运动相机下的光斑识别技术：针对近红外相机视场有限无法满足防护区域较大的问题，采用辅助云台，并且对区域进行网格划分，提出相机相对静止识别光斑技术，并且不增加预警识别时间，以提高防护面积和降低响应时间。

考核指标：面向商业和党政军等重要信息保密场景，针对激光侦听系统开发出激光侦听反制系统。1、激光侦听识别准确率 $\geq 90\%$ ；2、单台防护窗口面积： $\geq 10\text{ m}^2$ ；3、可识别激光侦听设备距离： $L\geq 100\text{m}$ ；4、预警识别响应时间： $t\leq 30\text{s}$ 。开发至少1套激光侦听反制系统样机，在对应使用场景中完成预警，并至少在1个实际场景落地应用。

#### 45、开发一种渗透性超弹性液态金属纤维毡

研究内容：1、通过简单的涂敷或打印液态金属嫁-钢半导体金属纳米线到一个静电纺丝压电弹性纤维垫子上制造一种可在垂直方向设备集成的弹性可拉伸超柔性电子器件；2、液态金属悬挂在弹性纤维之间，自组织成横向网状垂直弯曲结构，研究其对气体的渗透性、可拉伸性、导电性、电学输出特性及稳定性；3、构建液态金属纤维毡电子器件，

研究器件生物相容性、对应变全面智能适应性和电学力学稳定性。

考核指标：展现使用液态金属纤维毡作为构建块，以实现高渗透性多功能可拉伸弹性电子，技术指标如下：1、二氧化碳气体渗透率可达 100%，人体汗液渗透率 90%以上，耐酸碱腐蚀 pH 应用范围 2~10；2、对 1800%应变的全面拉伸智能适应性、在 1800%以内的拉伸范围 95%的压阻保持率；3、良好的能量收集采集和应用特性，开路电压达到 10V 及以上、电流输出高达 0.1mA、输出功率达到 mW 级；4、柔性电子器件在持续拉伸 10000 次，信号输出仍保持稳定，稳定性和抗疲劳性好，技术指标达到在可穿戴电子产品、皮肤电子产品、软机器人技术和生物电子产品中的应用。

#### 46、面向激光器强度噪声抑制的电压参考基准研制及噪声表征技术

研究内容：针对引力波探测需要极低频率低噪声功率谱电压基准的要求，研究极低频段大倍频程傅里叶变换算法及图示方法、研究 0.01 mHz~0.1Hz 频段噪声功率谱密度的测试、评估、图示技术、研究电压参考基准的频率起伏噪声与基准腔内环境空气温度和功率的依赖关系、研制能满足引力波探测应用的电压参考基准。

考核指标：要求在频率范围 0.01mHz~1Hz 内电压分析分辨率 $\leq 30\text{nV}$ 、分析频率分辨率 $\leq 5\ \mu\text{Hz}$ 、电压基准噪声谱密度 $\leq 1\text{E}(-5)\text{V}_{\text{rms}}/\sqrt{\text{Hz}}@ (0.01\text{mHz}\sim 1\text{Hz})$ 、长期稳定性： $\leq \pm 2\ \mu\text{V}/\text{V}_{\text{rms}}(\text{年})$ 。（注：测试环境：IEC 61326-2-1；CISPR 11：1 组，A 类受控电磁环境，室温  $25^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ 。）

#### 47、耐伽马射线辐照光纤光栅传感器研制

研究内容：1、耐辐射光纤的工作机理。明晰耐辐射光

纤的工作机理；研究 FBG 受  $\gamma$  辐射致损耗增大和中心波长漂移特性；2、耐辐射 FBG 敏感元件优化制备。探索利用超快激光在耐辐射光纤中优化制备 FBG 的方法；研究耐辐射 FBG 的反射光谱随温度、湿度、压力和应变的漂移特性，以及受  $\gamma$  辐射时随辐射剂量的漂移特性；3、耐辐射光纤传感器的设计与封装。优化设计 FBG 温度、湿度、压力和应变传感器结构；解决各待测量之间的交叉敏感问题；研究各型 FBG 传感器的封装工艺；对研制的 FBG 传感器性能参数进行测试和表征；4、高性能 FBG 解调仪研制。研制高性能 FBG 解调仪；分析和优化 FBG 中心波长的提取算法；开发多功能数据采集、分析、反演和管理软件，开展相关试验验证。

考核指标：1、构建 FBG 受  $\gamma$  辐射的物理模型，获得辐射致其损耗增大和中心波长漂移的特性；2、利用超快激光制备出抗辐射的 FBG 敏感元件，获得其温度、压力、湿度、应变传感特性和受  $\gamma$  辐射时的漂移特性；3、在  $\gamma$  辐射剂量率  $\geq 0.6\text{Gy/s}$  时，研制的 FBG 温度、压力、湿度和应变传感器可耐受  $1\text{kGy}$  以上的总辐射剂量，其测量范围分别为  $-40\sim 100^\circ\text{C}$ 、 $0\sim 2\text{MPa}$ 、 $20\%\sim 95\%\text{RH}$  和  $-2000\sim 6000\mu\epsilon$ ，测量精度均优于  $1\%\text{F.S.}$ ；4、研制的高性能 FBG 解调仪具有不小于  $80\text{nm}$  的带宽和  $2\text{Hz}$  的采样频率。

#### 48、太赫兹电场量子精密测量技术

研究内容：1、里德堡原子与太赫兹波电场共振相干耦合作用机制研究，宽带太赫兹波与里德堡原子失谐相互作用机制研究；2、里德堡原子的太赫兹电场相互作用下噪声转移特性研究及噪声抑制技术，提升太赫兹电场量子测量灵敏度；3、太赫兹电场场强测量不确定度评估和误差分析，太赫兹电场高灵敏探测装置集成化和模块化研究。

考核指标：研制太赫兹电场高灵敏量子精密测量装置，  
1、可响应太赫兹波段：0.1-3THz；2、场强探测灵敏度优于-110dBm/Hz；3、太赫兹电场强度测量不确定度<20%。

#### 49、一种兼具高响应度高探测率有机光电成像器件的研究

研究内容：1、对基于不同界面层材料及厚度单像元探测器件光场分布进行模拟仿真，研究不同界面层材料及厚度对单像元探测器件光吸收的调控规律，为实验研究提供科学依据；2、研究基于不同界面层单像元探测器件的可控制备工艺，优化各功能层的制备工艺及相关参数，以获得兼具高响应度、高探测率的单像元探测器件；3、理论结合实验，探究不同材料及厚度界面层插入对器件光吸收、空穴隧穿等行为的影响规律，并与无界面层器件做对比，探索相关物理机制；4、研究基于界面层多像元成像器件的可控制备工艺及实际成像效果，以获得高分辨率多像元成像器件。

考核指标：1、单像元探测器光谱响应覆盖紫外-可见光-近红外；2、单像元探测器响应率（ $>1000\text{A/W}$ ）、探测率（ $>10^{14}\text{ Jones}$ ）且弱光探测能力（ $<10\text{nW/cm}^2$ ）；3、实现 $46*46$ 多像元的成像应用示范，积极推动研究成果在光学成像领域的应用实施。

#### 50、窄线宽紫外激光器关键技术研究

研究内容：从三波耦合法方程出发对二次谐波产生的理论进行深入研究，推导倍频转换效率在大、小信号近似下的解析方程；研究晶体的 I 类和 II 类相位匹配方式，推导出相位匹配角、走离角、以及相位匹配宽度的方程表达式。利用谐振腔理论分析设计四镜环形谐振腔结构，通过优化腔长扩大 BBO 晶体处的腰斑半径，在较高倍频转换效率的条件下优

化266 nm 紫外光的光束质量。根据阻抗匹配的理论，推导计算输入耦合镜的最佳透射率。

考核指标：中心波长  $266 \pm 0.5\text{nm}$ ，线宽  $< 100\text{kHz}$ ，平均功率  $> 100\text{mW}$ ，功率稳定性  $< \pm 2\%$  over 5h，光束质量  $M2 < 1.3$ ，光束直径  $1 \pm 0.2\text{mm}$ ，发散角  $< 1.1\text{mrad}$ ，圆度  $> 90\%$ ，偏振比  $> 100:1$ 。