

附件1

2024年度山西省重点研发计划 申报要求及支持方向信息

(信创、大数据和智能化应用领域)

一、申报要求

1.项目申报单位须是产学研联合共同体，申报主体之间应分工明确、优势互补、责权利清晰，签订合同或合作协议，明确任务分工、投入比例、成果及知识产权归属和利益分配等事项；牵头单位须为山西省行政区域内注册、具有独立法人资格的企事业单位（包括中央驻晋企事业单位），优先支持由企业牵头、具有创新平台的联合共同体，鼓励民营企业积极参与项目申报。

2.项目申报单位是项目执行的责任主体，应切实履行项目组织实施和监督管理的责任，有稳定、高素质的研究和管理团队，具有较强的创新能力、技术基础和设备条件，有配套资金保障和良好的信誉。

3.项目负责人为项目的第一责任人，须是项目申报单位的在职、在岗或在聘人员，具有完成项目所需的组织管理和协调能力，具有组织科技计划的成功经验，能将主要精力用于项目组织、协调与研究，并对申报材料的真实性、有效性、合法性负责。

其限项要求如下：同一年度内省科技重大专项、重点研发计划项目及中央引导地方科技发展资金项目限申报1项，如申报的计划项目未能立项时，方可再次申报；有在研项目的，不得再次申报同一类别计划项目（省科技重大专项、省重点研发计划项目视为同一类别），且在研和申报项目总数不得超过2项。在研项目负责人不得因申报新项目而退出在研项目，退出在研项目负责人的科研人员，在原项目执行期内，原则上不得作为负责人申报新的项目。参与计划项目编制或论证的专家，不得牵头或参与申报所编制或论证的计划项目。

鼓励青年科技人才、女性科技人才作为项目负责人申请项目。

4.项目申报单位、项目负责人及项目申报团队信誉良好，具有良好的产学研合作基础，产业化或应用转化目标明确；项目经费预算合理，配套资金落实有力，组织保障措施到位；无在惩戒执行期内的科研严重失信行为记录和相关社会领域信用“黑名单”记录。项目单位近3年未发生重大环保污染等恶劣影响事件。严禁剽窃他人科研成果、侵犯他人知识产权、虚报项目、伪造材料骗取申报资格等科研不端及失信行为。

5.项目均应整体申报，项目名称不得更改，申报时需覆盖全部研究内容；技术指标不能减少且不得低于通知要求，鼓励高于现有指标。项目执行期为三年(2025年1月-2027年12月)。经费预算中直接费用按照设备费、业务费、劳务费三

大类编制，直接费用中除 20 万元以上的设备费外，其他费用只提供基本测算说明，不需要提供明细。

项目配套资金（包括申请单位自有资金、社会渠道资金等，其他财政资金不得列为配套资金）与申请引导资金的比例不低于 2:1；企业（包括牵头单位和参与单位）须提供会计师事务所出具的上年度财务审计报告，并出具资金配套承诺书和自筹能力相关材料。项目立项后，引导资金实际资助额度未达到申请额度的，差额部分由项目申请单位自筹配套解决。

6.同一单位只能通过一个项目组织推荐单位进行申报，已获得其他财政支持的项目、同一单位研究内容相同或相近的项目不得重复、多头申报。不受理涉及国家秘密的项目。项目受理后，原则上不能更改项目名称、申报单位和项目负责人。

二、注意事项

1.项目应严格按照《山西省科技计划项目管理办法》（晋政办发〔2021〕42号）、《山西省人民政府办公厅关于改革完善省级财政科研经费管理的实施意见省科研项目经费和科技活动经费相关管理办法》（晋政办发〔2022〕16号）等执行，并严格遵循《科学技术保密规定》和《关于加强科技伦理治理的意见》等文件制度，注重科技保密和科技伦理有关要求，提高保密意识，加强科技伦理治理，确保不发生任何问题。

2.项目申报材料应客观、真实，有弄虚作假、虚夸、伪

造等行为的，一经查实，项目负责人及相关项目单位将列入科研失信记录，承担相应后果。项目申报单位和组织推荐单位要严格履行项目审核推荐职责，项目申报单位对申报材料的真实性和合法性负有法人主体责任，组织推荐部门要切实强化审核推荐责任，会同社会信用管理部门对项目申报单位社会信用情况进行审查，并对申报材料内容真实性进行严格把关，严禁审核走过场、流于形式。

3.项目申报单位在申报项目时须承诺每个项目有相对固定配备科研财务助理，可根据项目实际情况灵活配备，签订计划任务书时须明确具体人员。

4.项目申报单位应提前准备 10 分钟 PPT 汇报材料，以备进一步评审需要。进入答辩环节项目，届时会电话通知，不再预留准备 PPT 的时间。

5.鼓励支持加强关键技术领域标准研究，在科技计划项目中设置标准研制指标，以科技创新提升标准水平，及时将科技成果转化为标准，提出标准研制指标的项目预期立项占比不低于 50%。

三、方向信息

1.应用于全自动假捻变形机的数字卷绕及自动落筒自动生头技术攻关和示范

主要研究内容：（1）研究高精度运动控制技术，运用数字卷绕技术替代传统的机械式卷绕。（2）研究伺服电机的高频正反转换向控制。（3）研究电机快速变速控制响应。（4）研究智能控制接口技术，通过筒子速度数据的收集转化计算反

馈到电机速度和转向控制。(5)研究单锭自动落筒和自动生头技术。通过模拟人工落筒和生头，完成机械+气动落筒和生头，实现自动落筒和自动生头。

核心技术指标：(1) 纺丝速度1200m/min卷装成形良好，专用控制系统运行稳定，与主控系统通讯正常。(2) 卷装参数如交叉角、成形角、动程大小、硬边系数等可设置。(3) 自动生头成功率 > 98%。(4) 单锭换筒落筒时间：< 2min。

2. 法兰锻件的智能缺陷检测与三维测量技术攻关和应用示范

主要研究内容：(1) 针对法兰锻件种类多样、尺寸不一等特点，研究视觉引导的机械臂实现法兰锻件的“看-抓-放-翻”动态一体化操作方法，以实现法兰锻件的预定位放置与精准检测。(2) 根据法兰锻件的金属特性及缺陷类型，设计以同轴光为主、辅以明暗场成像和环形光源的多维度可复用光路系统，从法兰外围到孔内侧全方位提升大面积缺陷及小范围损伤的成像信噪比。(3) 针对法兰锻件缺陷样本及三维数据获取困难的问题，研究小样本深度学习缺陷检测与三维测量算法，以实现缺陷的高检出率和高识别率。(4) 开展智能缺陷检测与三维测量平台在法兰锻件质量检测的应用示范。

核心技术指标：(1) 法兰锻件可抓取部位检测准确率 $\geq 95\%$ 。(2) 构造不少于 10 种不同尺寸法兰锻件的 5 大类缺陷与三维结构标准数据集。(3) 开发小样本深度学习缺陷检测与三维测量算法，对于裂纹、折叠、夹层、黑皮等危害性缺陷识别准确率 $\geq 95\%$ ，缺陷三维测量结果纵向分辨率 $\leq 1\mu$

m, 测量精度 $RMSE \leq 0.52$, $MAE \leq 0.35$, $AbsRel \leq 0.03$, $Acc1 \geq 99\%$ 。(4) 研发一套法兰锻件的智能缺陷检测与三维测量软硬件系统集成平台, 在不少于 2 条法兰流水线开展示范应用。

3. 丘陵山区智能全膜覆盖高粱播种机装备技术攻关和应用示范

主要研究内容: (1) 基于我省丘陵山地不规则地块和高粱全膜覆盖种植土壤墒情、播种深度、行株距等农艺要求, 研发自走桁架式高地隙履带底盘, 集成增程式电驱动、桁架式液压升降等技术。(2) 智能自主化施肥覆膜播种作业。实现农机作业航测标定作业农田边界, 智能标识田间障碍物, 一键智能规划最优避障播种作业路径, 一次性完成施肥、铺滴灌带、覆膜和播种作业。(3) 开发智能参数校准大模型。将作业数据可视化, 并利用大模型技术对参数进行智能校准。(4) 开发自动施肥覆膜播种控制系统。实时感知土壤墒情, 实时监测车载肥料、种子和地膜数量, 低于设置剩余阈值发出预警; 自动控制完成铺膜作业, 并实现播种装置单体仿地形、漏播报警、品字型穴播等关键技术。

核心技术指标: (1) 研制适宜丘陵山地作业的智能全膜覆盖高粱播种机关键技术装备 1 台, 作业丘陵山地农田坡度在 $3 \sim 8^\circ$, 行走时机具离地间隙 $15 \sim 20\text{cm}$ 。(2) 自动规划不规则地块的最优避障作业路径。(3) 自主作业速度 $0.6 \sim 1\text{m/s}$, 作业实际和规划行迹误差 $\leq 3\text{cm}$, 实现原地坦克式调头, 转弯后轨迹精准衔接。(4) 地膜宽度 1.2m , 膜间重叠 $5 \sim 10\text{cm}$,

膜上播种行距 50~60cm，品字型播种，精量 1~3 粒播种率 $\geq 90\%$ 。（5）播种示范面积 100 亩。

4.智能超高密集仓储系统关键技术攻关和应用示范

主要研究内容：（1）研究超高密集仓储系统货架结构变形误差累积机理及矫正补偿机制，解决因制造、安装、运行等过程中误差累积而导致系统整体精度较低的问题。（2）研究超高密集仓储系统提升机精准定位策略，解决提升机在多次循环过程中重复定位精度低的问题。（3）研究一种用于求解穿梭车配置优化的多目标元启发式算法，揭示吞吐量、货位数、穿梭车成本比与电容比对系统成本和效率的影响规律。（4）研究一种基于D-S证据理论的评估方法，揭示超高密集仓储系统运行信息的随机性、模糊性、可信性、不确定性对系统可靠性的敏感度。（5）研究超高密集仓储系统管理层构架方法，开发基于5G的智能超高密集仓储数智系统，助力企业在数字化转型过程中技术层面的突破。

核心技术指标：（1）实现立柱片在货格宽度和货架总长度方向的垂直度偏差及立柱片间距极限偏差 $\leq 10\text{mm}$ ，成本降低 $\geq 10\%$ 。（2）实现提升机的重复定位精度 $\pm 2\text{mm}$ ，百次提升循环超差率 $< 1\%$ 。（3）实现多台穿梭车路径规划及多任务并行作业，同层任务量 ≥ 3 ，效率提升 20%。（4）系统接入设备数量不少于 200 台，数据采集延时低于 100ms，平均任务响应时间 $\leq 3\text{s}$ 。（5）智能终端连接数 ≥ 1000 通道。（6）开展智能超高密集仓储系统关键技术应用示范不少于 3 处。

5.不锈钢中厚板高精度板形及轮廓测量核心技术攻关和应用

示范

主要研究内容：针对中厚板生产线板材智能化矫平、剪切以及压平需求，开发高精度板形及轮廓在线测量系统。（1）研究多类别不锈钢表面光投射的光照补偿模型，建立多光线投射与反射光路间相关性机制，实现不锈钢板材表面三维信息准确探测。（2）研究三维形面多元非结构化形变的显式最佳表征，构建多元三维点云分布表征函数及优化模型，实现板材表面的参数化表征。（3）探究不锈钢中厚板三维形面非结构化特征及结构化特征间差异，构建基于三维信息处理的多元形变分解模型，实现平直度、板凸度和不规则轮廓直接测量。（4）开展不锈钢中厚板板形和轮廓测量系统的应用示范。

核心技术指标：（1）实现宽幅多类别不锈钢中厚板板材平直度在线精准测量，平直度分辨率达到 0.05mm，测量精度小于 0.1mm。（2）实现不锈钢中厚板板材板凸度在线精准测量，中心板凸度测量精度小于 0.5%。（3）实现不锈钢中厚板板材不规则轮廓在线精准测量，测量精度小于 0.1mm。（4）编制不锈钢中厚板平直度、板凸度和表面轮廓等测量技术标准。（5）搭建不锈钢中厚板板形和轮廓测量系统，在一个生产现场实现应用示范。

6.智能模锻生产线关键技术攻关和应用示范

主要研究内容：（1）构建数据驱动多状态全流程模锻工艺模型，开展模型驱动和数据驱动协同的模锻工艺优化研究，提出多机共融的协同作业信息融合与优化控制方法，发

展面向高质量、低成本、短周期等多目标的全流程模锻优化调控技术。（2）研发复杂模锻作业环境的高性能机器人及配套装备，开展工件-机器人交互协同变状态多体动力学研究，实现物料输送、平台回转、钳臂伸缩升降、夹钳翻转夹紧等多输出同步调控联动多参数高精度设计。（3）构建生产线多设计变量与性能之间的映射模型，提出生产线结构要素与控制要素耦合建模、高效解耦方法，开展工艺流程-机械装备-控制算法的协同优化研究，完成智能模锻生产线创成设计及装备开发，实现智能模锻生产线应用示范。

核心技术指标：（1）形成压机-操作机-输送链-送料台-加热炉-机器人-模锻全流程智能化工程示范。（2）物料直径 300-700mm，高度 300-1000mm，载荷达到 1200kg，温度 1000-1250° C。（3）机器人定位精度 $\pm 1.5\text{mm}$ ，回转角度 180°，作业速度达 300mm/s，单次作业时间 $\leq 30\text{s}$ 。

7.皮带机逆止器状态参数在线实时远程监测与多模态故障预测技术攻关和示范应用

主要研究内容：针对皮带用逆止器在线工作状态多参数监测需求，实现逆止器腔内液位、温度、振动、油品等多参数的远程实时状态监测，研发具备本安防爆认证的多通道无线网关系统，完成逆止器工作状态在线监测及故障预警系统的关键技术攻关和示范应用研究。（1）逆止器状态参数实时监测传感器系统的小型化集封设计可靠性评估研究。（2）多通道、多模式本安防爆型高可靠无线网关系统设计与优化方法研究。（3）逆止器工作状态技术参数标准库构建与多

模态融合故障行为预测评估。(4) 逆止器实时状态远程监测系统的示范应用。

核心技术指标：(1) 液位传感器指标： $\pm 2\%FS$ 。(2) 振动传感器指标： $\pm 5\%FS$ 。(3) 油品传感器技术指标：粘度 1~400cP, 误差 $\pm 5\%$ ，密度误差 $\pm 0.5\%$ ，介电常数误差 $\pm 3\%$ ，含水率误差 $\pm 0.5\%$ ，温度范围 $-40^{\circ}C \sim 120^{\circ}C$ 、误差 $\pm 0.5^{\circ}C$ ；(4) 传感器动态响应性： $\tau \leq 5ms$ 。(5) 平均无故障时间 MTBF $>5000h$ 。(6) 系统示范应用故障预警准确率 $\geq 95\%$ 。(7) 系统具备加密与访问控制功能，误码率 BER < 0.001 。

8. 数字孪生驱动的轧机减速机运行故障诊断与预测性维护技术攻关和应用示范

主要研究内容：(1) 研究轧机减速机运行、故障、环境等多模参数融合在线监测技术，实现故障状态实时评估与动态预警，构建关系-时序融合的减速机故障数据库。(2) 通过振动、油液、温度等多源多参量退化状态特征监测，结合减速机运行状态，建立多参量融合减速机数字孪生体，实现状态及故障虚实动态映射与标注。(3) 基于边-云协同的多源多模融合数据计算技术，构建异构环境和动态生产影响的减速机早期故障诊断及预测深度迁移学习模型，实现减速机故障趋势自分析、故障类型自预告、故障寿命自计算。(4) 结合负载控制和能耗约束，实现数字孪生驱动的减速机智能运维决策与推荐，实现减速机自动化、数字化和智能化管控，降低生产中断的风险，提高生产效率。

核心技术指标：(1) 减速机运行故障评估模型 ≥ 5 类；监

测状态参数 ≥ 20 种。(2)完成减速机数字孪生系统一套；系统接入整机设备数量不少于100台，数据采集延时低于100ms，平均任务响应时间在3秒以内。(3)实现减速机故障诊断与预测深度学习技术，故障识别准确率 $\geq 92\%$ ，系统异常故障预警率 $\geq 90\%$ 。(4)因减速机设备维护不及时产生故障及异常停机 $\leq 20\%$ 。(5)研制行业或团队标准1项以上。

9.基于工业互联网的重型装备协同制造技术攻关和应用示范

主要研究内容：(1)面向重型装备制造，建立融合制造商、原材料供应商、零部件供应商、用户等关联企业网络协同制造模型。(2)研发基于工业互联网的重型装备定制规模化柔性协同制造平台，构建重型装备项目制造质量管控系统。(3)建立关系-时序融合的重型装备制造全流程数据库，研究复杂多维异构数据挖掘技术，实现全流程数据的多维度、多角度、动态跟踪分析与可视化，实时掌控和协调重型装备项目进展，并进行科学决策。

核心技术指标：(1)形成支持重型装备定制生产制造模式的网络协同制造平台架构和整体解决方案，实现项目制造周期缩短10%以上。(2)建立关系-时序融合的重型装备制造设计/制造/服务全流程数据库，开发一套重型装备网络协同制造平台，含有不少于10项功能构件。(3)申请发明专利不少于5项、软件著作权5项，制定团体或企业标准1项。(4)选取1-2个重型装备制造典型项目，验证重型装备协同制造模式和平台的有效性与先进性，实现订货准确率98%以上，制造过程信息化率95%，制造效率提高30%，项目制造整体

成本降低 15%。

10. 高压高纯气体隔膜压缩机关键技术攻关和应用示范

主要研究内容：（1）研究高纯氧气、氮气的稳定输出方式和参数调控准则，探索降低压缩机运行能耗的方法。（2）研究高压隔膜压缩机在不同工况下的振动烈度，探究压缩机振动机理，探索能够实现压缩机减振的参数调控原则。（3）研究面向高压隔膜压缩机结构承载及振动性能的参数化设计与优化技术，探索振动对压缩机寿命的影响机制，研究提升压缩机效率、提高压缩机寿命的设计与优化方法。（4）研究压缩机润滑油与密封材料及压缩介质的匹配准则，综合评估在隔膜材料、密封材料、压缩机内部结构的耦合作用下润滑油的摩擦阻力。（5）研究建立基于数字孪生技术的高压隔膜压缩机生命周期健康管理及风险预测体系。

核心技术指标：（1）排气量：氧气 85Nm³/h、氮气 120Nm³/h。（2）压缩机转速：500r/min。（3）轴功率：12kW。（4）最高排气温度：140℃。（5）最高油温：70℃。（6）压缩机的振动烈度控制在不大于 28mm/s。（7）吸气压力：3.5~25MPa。（8）排气压力：≥35MPa。（9）压缩机设计寿命达 5000 小时。（10）平均无故障工作时间(MTBF) > 500h。

11. 基于数字孪生的智能板型矫直系统关键技术攻关和应用示范

主要研究内容：（1）研究板型数据的准确获取与实时解耦技术，综合板型多影响因素，优化数据处理算法，构建板形控制工艺数学模型，实现模型与板形数据的有效关联。（2）

研究板形矫直过程的数字孪生技术，构建以数据驱动的三维可视化交互数字模型，优化数字孪生模型参数，提高模型准确性和预测能力，实现工艺参数与产品矫直质量关系的映射。（3）研究矫直工艺模型预设和自学习计算相结合的板型矫直闭环控制技术，构建基于实时数据与深度学习模型相结合的动态更新控制策略，自适应调整控制参数，优化矫直过程，实现矫直机矫直过程的稳定性和精确度。

核心技术指标：（1）板型检测精度：测量误差 $\pm 1\text{mm}$ 。（2）矫平精度优于欧洲标准（EN 10029 Edition 2001, Table 4, Class N），达到其标准的1/2。（3）3D融合数据实时推送更新速度 $\leq 2\text{s}$ 。（4）3D产线实时生产状态同步系统延时 $\leq 500\text{ms}$ 。（5）模型和状态驱动范围 $\geq 90\%$ 。（6）系统稳定运行率 $\geq 90\%$ 。（7）在不少于2家企业的矫直机上进行应用示范。

12. 矿用特种机器人驱动关节与智能控制技术研究及应用示范

主要研究内容：（1）研发矿井防爆环境专用机器人关节电机。深入分析防爆结构对齿槽力矩的影响，研究齿槽效应消除技术，提升电机效率；运用有限元分析软件优化防爆壳结构，实现紧凑布局、高效散热与轻量化，提高电机功率密度。开发系列化矿用机器人防爆电机。（2）研制零背隙、高效率、高刚性球形波减速器的驱动关节。研究驱动关节的防尘防水技术、防爆结构、抗震结构，增强关节对煤矿井下恶劣环境的适应性和稳定性。（3）研究矿用驱动关节的智能控制技术。优化防爆电机磁场导向控制算法及高频采样技

术，改进驱动电源管理与电机控制电路，提升驱动关节的控制精度、响应速度及抗干扰能力。

核心技术指标：（1）矿用驱动关节电机达到Ⅰ类防爆等级要求，防护等级达到 IP65，输出效率不小于 90%，功率密度不小于 70。（2）驱动关节球形波减速器回程精度不大于 0.5 弧分，输出效率不低于 95%。（3）驱动关节控制精度不大于 5 弧分，驱动器开关频率不低于 50kHz，驱动关节控制器电压等级满足 AC127V 或 AC660V 要求。（4）矿用防爆机械手具有稳定抓取不低于 10kg 负载的能力。（5）研制一款符合矿用Ⅰ类防爆需求的六轴机械手，实现技术应用示范。

13.智能化截链式横轴掘锚机关键技术攻关和应用示范

主要研究内容：针对国内煤矿煤层起伏大、煤层薄等地质条件，开展智能化截链式横轴掘锚机研发，实现掘进工作面掘进效率与智能化水平提升。（1）研究截链截割及传动技术、紧凑型截割调速技术，开发中部无截割盲区的截链式截割机构，解决传统横轴掘进机一次钻进深度小的难题，提高截割速度。（2）研究可伸缩装载技术，开发可伸缩立式装载机构，提高装载效率，解决传统装载机构装料调机时间长、撒料严重的问题。（3）研究锚杆钻机搭载与定位技术，解决小空顶距锚杆锚索支护劳动强度大、支护效率低等问题。（4）研究巷道空间坐标下截割头位姿自主检测技术，研究掘锚机行走轨迹、截割轨迹自主规划和动态调整技术，实现掘锚机断面截割自动成形工程应用。

核心技术指标：完成智能化截链式横轴掘锚机样机，开展

工程应用1处，同地质条件下掘进效率提高20%以上，迎头锚杆支护作业人员减少至3人。（1）截割机构伸缩行程 $\geq 600\text{mm}$ ；截割头宽度 $\geq 2600\text{mm}$ ；截割转速范围30–60r/min；可截割硬度 $\leq f8$ 。（2）可伸缩装载机构装载范围4–5m。（3）机载锚杆钻机支护最小空顶距 $\leq 300\text{mm}$ 。（4）自主规划的行走和截割轨迹 ≥ 5 种，截割轨迹动态调整响应时间 $\leq 200\text{ms}$ 。

14.融合分布式声纹与温度感知的带式输送机状态监测及火险预警技术攻关和应用示范

主要研究内容：（1）研究带式输送机分布式光纤声纹感知系统。包括皮带输送机故障声纹特性分析、分布式光纤声纹感知与识别方案设计、光纤声纹探测低频漂移及噪声抑制方法。（2）研究长距离高精度带式输送机分布式温度感知系统，包括自主研发分布式光纤温度感知核心器件、多波长脉冲编码及解码算法、信号匹配滤波及解调降噪方法。（3）研究基于声纹和温度特征融合分析的长距离带式输送机火险预警算法。提取不同工况下的声纹特征和温度特征，构建多参数异常点超前感知研判算法。（4）研究基于火险源精准定位及预警的长距离带式输送机自动灭火系统。设计多数字协议接口全要素数据信息交互单元，实现基于火险全要素分析的风险预警定位及自动灭火控制。

核心技术指标：（1）声纹感知距离 $\geq 20\text{km}$ ，空间分辨率 $\leq 5\text{m}$ ，频率范围0.5Hz~2kHz，自噪声优于-80dB@1kHz，采样率 $\geq 250\text{MSa/s}$ 。（2）温度感知距离 $\geq 20\text{km}$ ，空间分辨率 $\leq 1\text{m}$ ，温度误差不高于 $\pm 1^\circ\text{C}$ ，范围0~150 $^\circ\text{C}$ ，通道数 ≥ 8 ，采样率

$\geq 100\text{MSa/s}$ 。(3) 实现带式输送机异常点超前研判,托辊异常声纹识别率 $\geq 90\%$,声纹响应时间 $\leq 100\text{ms}$,温度单通道响应时间 $\leq 7\text{s}$ 。具备矿用常规传感器多数据协议通信接口,核心设备取得矿用安全标志。(4) 开展一项以上推广应用示范,研究一项以上企业或地方标准。

15.采煤工作面装备集群自适应控制关键技术攻关和应用示范

主要研究内容: (1) 研究融合视觉信息、传感器信息等数据的综采装备姿态感知技术。开发视觉测量算法和多模态数据融合测量算法,构建综采装备的精准作业姿态时空演变模型,提升装备动态感知的可靠性和精准度。(2) 构建开采效能评估模型。开发开采过程时空数据云平台,研究多模态感知数据清洗与特征提取方法,从经济、时间、安全等效能方面,构建开采效能评估模型与作业参数决策机制,获得具有高效能的综采装备协同作业目标参数。(3) 研发基于AI服务器的云边协同综采自适应控制系统。研究云边实时数据共享和分层控制机制,实现开采效能和作业参数的云端实时计算和优化决策、综采装备的边端实时控制。(4) 建设综采自适应控制系统应用工作面,实现高效能的综采装备协同作业。

核心技术指标: (1) 建立装备关键部位视觉测量模型,建立不少于5种工艺场景下装备集群的精准动态模型,模型精度 $\geq 98\%$,部位测量误差 $\leq 5\%$,算法时延 $\leq 200\text{ms}$ 。(2) 搭建时空数据云平台1套,构建开采效能评估模型,评估因子数 ≥ 8 个。(3) 研发综采自适应控制系统1套,具备基于

AI 的开采控制策略的自主寻优功能，发布团体标准 2 项，立项地方标准 1 项。（4）建立系统应用示范工作面 1 个，通过自适应控制，提高工作面采煤效率，完整一刀的开采时间缩短 10%以上。

16.煤与瓦斯突出灾害多源信息动态监测及智能融合预警技术攻关和应用示范

主要研究内容：（1）研发地音-电磁辐射-瓦斯一体化采集系统，实现采掘过程多源信号实时采集传输及煤与瓦斯突出风险定向区域监测。（2）提出复杂环境下地音、电磁辐射监测有效信号深度辨识模型及煤层瓦斯参数实时反演模型，建立基于地音、电磁辐射、瓦斯的突出风险动态预警指标体系。（3）揭示煤与瓦斯突出致灾过程动态预警指标前兆响应规律，建立突出风险前兆信息智能识别方法。（4）提出煤与瓦斯突出地音-电磁辐射-瓦斯综合监测预警原理，建立基于多源指标融合的突出风险智能分级预警模型。（5）研发煤与瓦斯突出风险动态监测及智能融合预警平台，实现突出风险智能分级预警、预警信息自动推送及监测预警“一张图”展示，建成 1 项示范工程。

核心技术指标：（1）电磁辐射信号频率范围覆盖 30 Hz~500 kHz，天线增益 $\geq 60\text{dB}$ ；地音信号频率范围覆盖 4.5 Hz~5.5 kHz，灵敏度 $\geq 50\text{V/m/s}$ ；系统可接声发射、电磁辐射传感器数量 ≥ 8 。（2）地音、电磁辐射有效信号辨识准确率 $\geq 90\%$ ，预警指标数量 ≥ 8 。（3）突出风险前兆信息识别准确率 $\geq 90\%$ 。（4）突出风险预警准确率 $\geq 90\%$ ，无漏报。（5）研发煤与

瓦斯突出风险动态监测及智能融合预警平台 1 套。（6）建成 1 项示范工程。

17.露天矿用无人驾驶宽体车关键技术攻关和应用示范

主要研究内容：（1）研究面向露天矿用无人驾驶宽体车的底盘线控系统设计方法，提高车辆在复杂路况、剧变载荷条件下作业的安全性，形成全系列无人驾驶宽体车的底盘线控设计理论体系。（2）针对宽体车的典型工况，以及核心部件的载荷特点，研究关键载荷采集与处理方法，进行核心部件寿命计算，实现车辆载荷实时在线监测与核心部件的健康状态评估。（3）研究适用于无人驾驶宽体车的复杂作业环境感知系统，具备恶劣条件下的智能感知能力。（4）研究无人驾驶宽体车的最优行驶路径及速度策略，基于生产规划、载荷与路网信息实时求解最优控制策略，提高作业效率并降低运输能耗。（5）开展无人驾驶宽体车在露天矿的应用验证。

核心技术指标：（1）编制并发布矿用宽体车底盘线控设计企业标准 1 项。（2）实现整车不少于 30 个关键部位的载荷数据采集、监测与分析。（3）环境感知系统满足环境温度 $-40\sim 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 及雨、雪、雾、尘等复杂工况条件要求，障碍物 $(0.5\text{m}\times 0.5\text{m}\times 0.5\text{m})$ 检测距离 $\geq 100\text{m}$ ，距离检测误差 $\leq 0.2\text{m}$ 。（4）实现车辆最优路径和最优速度自主控制，行车定位和控制误差 $\leq 0.3\text{m}$ ，比同机型有人驾驶效率提升 5%，能耗降低 10%。（5）实现 90t 及以上无人驾驶宽体车的实车功能验证。

18.基于煤仓环境的智能感知及应急管理系统技术攻关和应用

示范

主要研究内容: 针对井下煤仓粘壁堵塞、煤量监测、溃仓、有害气体监测、人员掉落等问题,开展基于煤仓环境的智能感知及应急管理系统开发研究。采用组装传感单元和通讯模块、控制电路、显示设备的路线,配合人工智能技术开发管理系统,解决煤仓在日常管理和应急场景辅助决策等问题,实现煤仓管理智能化零的突破目标。

核心技术指标: (1)感知精度: $>90\%$,感知延迟: $<500\text{ms}$;传感单元设计满足IP65防护等级。(2)系统控制指令响应时间: $<1\text{s}$,系统对时精度误差不大于 1ms ;重量 $\leq 30\text{kg}$;通讯方式:无线Wifi,可以扩展4G、5G模块。(3)摄像机:30倍光学变焦,500万像素,摄像头需要不发热补光。(4)红外热像仪:分辨率: 384×288 ,测温范围: $-20^{\circ}\text{C} \sim +150^{\circ}\text{C}$,温度显示:实时显示最高温;系统工作电流: $\leq 2\text{A}$;工作电压: 12V 。

19.铁路车轴服役损伤评估及抗疲劳制造技术攻关和应用示范

主要研究内容: (1)汇总车轴服役过程中的典型故障形式,并进行成因分析。(2)开展材料疲劳极限及全尺寸实物车轴疲劳性能测试,测定实物车轴关键部位疲劳极限。(3)结合车轴疲劳性能试验数据,研究车轴在腐蚀、重载等服役条件下的损伤形成、演化机理,建立车轴损伤容限评估模型,形成车轴服役损伤评估方法。(4)开展冷滚压、激光冲击、超声冲击等强化技术在车轴加工中的应用研究,形成适应车轴不同服役需求的抗疲劳制造工艺方法,并在典型产品上实

现应用。

核心技术指标：（1）形成车轴典型故障形式及成因分析研究报告1份。（2）制定车轴行业或企业标准1项，并将项目研究提出的车轴关键部位疲劳极限指标纳入。（3）建立车轴损伤容限评估模型和方法，形成研究报告1份，申请发明专利1项以上。（4）形成车轴抗疲劳制造方法研究报告1份，抗疲劳制造工艺规范1套。（5）在铁路货车、机车车轴等产品上实现研究成果应用，实现新增产值500万元以上。

20.轨道交通车轮缺陷检测与轮廓在线高精度测量技术攻关和应用示范

主要研究内容：（1）搭建图像采集硬件系统，构建基于深度学习的卷积神经网络框架，研究宏观视野缺陷检测的精确识别算法，实现轨道交通车轮宏观缺陷特征检测。（2）研究融合深度学习和磁流体裂纹探伤的缺陷检测技术，实现车轮微观缺陷检测。（3）针对轨道交通车轮的高反光特性，研究基于多源线激光扫描技术，开发高反光材料三维快速测量系统，实现轮毂轮廓尺寸动态在线测量。（4）开展轨道交通车轮缺陷与轮廓在线高精度检测与测量的应用示范。

核心技术指标：（1）车轮宏观缺陷在线检测漏检率为0，过检率达到10%。（2）车轮微观裂纹在线检测漏检率为0，过检率 $\leq 20\%$ 。（3）开发出一种基于多源线激光扫描技术的动态高精度三维测量设备，实现高反光轮毂测量误差消除。静态条件下轮廓尺寸测量精度 $\leq 0.1\text{mm}$ ，动态条件下轮廓尺

寸测量误差 $\leq 0.5\text{mm}$ 。（4）在车轮生产现场实现示范应用，编制相关企业标准。

21. 电力机车转向架智能节拍化生产技术攻关和应用示范

主要研究内容：（1）通过对国内主流机车转向架生产工序工艺研究分析，进行详细的工序节拍化统计，分析各工步的节拍瓶颈点，通过改良工艺方法以及优化升级工位布局解决生产工序瓶颈需求。（2）明确各工序自动化改造适应点，设计制定符合实际情况的“人机交互”停止点，新增及优化四条主流产线，提升作业效率。（3）合理设置机车车轮加工、制动盘组装、驱动装置组装、转向架总成工序自动化尺寸测量、力矩紧固数据采集停止点，提升产品质量“机防”应用范围，在“人机交互”停止点处设置人工检查点，保证产品质量。（4）对既有机械加工中心数控程序进行统一汇编，保证其在加工自动化生产线中同步节拍化运行。

核心技术指标：（1）通过改良产品工序工艺方法、优化升级工位布局提升机车转向架产品加工、组装效率 20%，工序内物流转运效率提升 30%。（2）各转向架产品加工、组装工序自动化、智能化、信息化、质量“机防”覆盖率由 5%提升至 70%。（3）提升机车各车型驱动装置、转向架总成质量，降低机车驱动装置、转向架总成售后质量反馈率 20%。（4）通过智能化工序提升，减少人力资源 10%。（5）实现 HXD2 型机车新产品试制。

22. 基于多技术融合的无人机侦测定位技术攻关和应用示范

主要研究内容：（1）基于多模态数据融合的无人机侦测

定位技术：深入探索多种定位技术的融合机制，增强系统的侦测、定位能力。（2）基于人工智能的特征信号识别方法：针对未知通信频率的无人机系统，引入AI算法，通过对电磁频谱的监测分析，识别无人机特征信号。（3）基于到达信号强度的辐射源定位方法（SOA）：完善并改进该定位方法，完成针对未知通信频率的无人机定位。（4）基于多技术融合的无人机侦测定位系统：设计灵活可配置的系统架构，研制适用于多种场景的无人机侦测定位系统。（5）无人机侦测定位系统设计相关标准：开展标准研究与制订工作。

核心技术指标：（1）针对普通无人机：定位精度 ≤ 10 米、检测范围（在空旷环境） $\leq 10\text{Km}$ 、探测频段 $100\text{MHz}\sim 6\text{GHz}$ 、同时侦测数量 ≥ 10 个、响应时间 ≤ 5 秒。（2）针对未知通信频段无人机：基于SOA定位精度 ≤ 25 米、检测范围（在空旷环境） $\leq 5\text{Km}$ 、探测频段 $10\text{MHz}\sim 6\text{GHz}$ 、同时侦测数量 ≥ 5 个（在频段不同的情况下）、响应时间 ≤ 5 秒。（3）定位算法：融合SOA、CSOA、TDOA、协议解析、图像识别等。（4）参与制订相关标准（行标、地标或团标）1项。

23.通用航空飞行服务保障系统及无人机运行管理技术攻关及应用示范

主要研究内容：（1）搭建低空飞行服务保障系统，运用网联技术、大数据分析技术、多源数据融合处理及定位等技术，开发通用航空飞行服务保障系统。（2）建立与区域二级中心的连接和数据交互，为通用航空及无人机飞行活动提供有效的飞行计划、航空情报、航空气象、飞行情报、告警

和协助救援等服务。(3) 研发无人机探测和防控设备, 实现对敏感空域的全时段、全覆盖、全过程防控管控, 与通用航空飞行保障服务系统形成联动, 保障低空飞行的安全与效率。

核心技术指标: (1) 建立通用航空飞行服务保障系统。(2) 研发无人机探测防控设备 1 套, 其中探测频段为 300MHz-6000MHz, 防控频段为 900MHz/1.2GHz/1.6GHz/2.4GHz/5.8GHz, 探测识别距离 $\geq 5\text{km}$, 防控有效距离 $\geq 1.5\text{km}$, 精准响应处置时间 $\leq 60\text{s}$ 。(3) 提供山西省低空飞行服务保障整体解决方案, 在不少于 1 个通用机场开展示范应用。(4) 申请发明专利不少于 2 项、实用新型专利不少于 3 项、软件著作权不少于 2 项等。

24. 面向星敏感器量子增强角度标校系统的技术攻关和应用示范

主要研究内容: (1) 探索高精度激光干涉测量的新原理与新方法, 阐明激光综合指标对测量精度影响的物理机制, 建立面向星敏感器角度标校系统场景应用的激光干涉测量误差演化理论模型。(2) 研究并构建新型双频激光光源体系, 研究并攻关突破现有光源频率稳定性、干涉测量信号信噪比等关键技术难题。(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, 并在其信噪比提升方面进行深入研究。(4) 研究并搭建面向星敏感器角度标校系统场景应用的实验平台, 提出提升其测量精度的方法和技术。(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 , 理论角度分辨率 ≤ 0.4 毫角秒; 同时建立误差演化模型。(2) 双频激光光源频率稳定性 ≤ 1 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 ≥ 3 dB。(4) 在对测试数据进行误差补偿后, 激光目标模拟: 角度测量精度 ≤ 0.8 毫角秒。(5) 至少在一个经典应用场景中开展应用示范。

25.面向露天煤矿边坡灾害智能监测的光纤传感技术攻关和应用示范

主要研究内容: 研究光传感信号与边坡灾变物理量关联机制, 进行露天煤矿边坡多物理场作用大型模拟试验, 开展典型露天煤矿边坡灾害监测技术验证与应用示范。(1) 研究光纤中布里渊散射、瑞利散射等光传感信号与应变、位移、温度等边坡灾变物理量作用机制, 构建光传感过程中能量传递物理模型, 揭示光传感信号与边坡灾变物理量的定量关联机制。(2) 研制露天矿边坡多物理场作用大型综合模拟试验平台, 研究光传感信号与复杂岩土体的有效耦合行为, 获得边坡内部失稳发生、发展、成灾过程多物理参数变化的内在机制。(3) 针对山西省露天矿典型地质结构研制专用光纤传感检测系统, 建设长度 10 公里级边坡高灵敏实时监测试验线, 建立边坡动态稳定性综合评价体系。

核心技术指标: (1) 建立长度 ≥ 15 m 和宽度 ≥ 6 m 露天煤矿边坡多物理场作用大型综合模拟试验平台, 典型露天矿边

坡模拟结果与实测结果符合度达到 85%以上。(2) 建设监测长度 $\geq 10\text{km}$ 和覆盖面积 $\geq 2 \times 10^4\text{m}^2$ 的露天煤矿边坡光纤传感监测试验线, 光缆嵌入坡体深度 $\geq 30\text{cm}$ 。(3) 实现边坡内部关键物理量的连续实时监测, 位置分辨率 $< 2\text{m}$, 应变响应 $\sim 10\mu\epsilon$, 温度响应 $\sim 0.5^\circ\text{C}$, 响应时间 $< 6\text{s}$ 。

26.面向二类超晶格红外探测器的表面等离子激元增强效应的技术攻关及应用示范

主要研究内容: (1) 设计制备基于贵金属的局域等离子激元纳米结构, 根据场分布溯源各种增强模式, 研究不同参数对吸收谱线的调变规律, 分析吸收增强构效关系。(2) 突破与铟化物超晶格兼容的修饰/复合工艺, 平衡高响应、宽谱、广角及工艺易用性、器件一致性, 测试探测芯片光电转换增强性能。(3) 技术成果进行应用示范, 不少于 2 个场景案例。

核心技术指标: 研制基于表面等离子激元增强的二类超晶格红外探测芯片。(1) 截止波长: $3.5\text{--}4.5\mu\text{m}$ 。(2) 量子效率: $\geq 50\%$ 。(3) 探测器阵列规格: 640×512 。(4) 像元间距: $15\mu\text{m}$ 。(5) NETD (等效噪声温差): $\leq 25\text{mK}$ 。(6) 探测率: $\geq 2 \times 10^{10} \text{ cm Hz}^{1/2} \text{ W}^{-1}$ 。(7) 申报团体标准 1 个。

27.面向输电线路地灾监测的北斗时空信息感算融合技术攻关和应用示范

主要研究内容: (1) 聚焦山西省大面积采空区输电线路高精度、实时性地灾监测需求, 提出北斗时空信息感算融合

架构。（2）研究基于知识蒸馏的边端模型轻量化技术，探索异构算力动态调度机制，构建基于云边协同的边缘定位模型。（3）研究融合环境信息和先验约束信息的精细模型改正技术，构建云端增强定位模型，实现海量北斗时空数据的智能检核提取和精准鲁棒建模。（4）研发基于北斗时空信息感算融合架构的地灾监测预警平台，选取典型场景开展应用示范。

核心技术指标：（1）支持云边协同高精度定位的系统架构，支持轻量化定位模型边缘部署，实现大范围毫米级实时地灾监测与预警。（2）研制边缘感算协同装置，集成多传感器，5分钟内完成位置解算上报，支持 ≥ 3 种近场通信协议。（3）研发北斗地灾监测预警云平台，支持4G/5G等通信方式，支持 ≥ 1000 个边缘装置同时接入，定位精度 ≤ 4 毫米，地质异常情况预警时间 ≤ 10 分钟。（4）不少于2家单位示范应用。

28.5G AI智能定时的技术攻关和应用示范

主要研究内容：（1）针对5G基站在流量负载较低时仍保持运行状态造成能耗浪费的问题，提出一种基于多头注意力机制的TCN 5G AI流量预测方法，并在分场景中进行测试，以确保适用性和稳定性。（2）提出用参数自适应麻雀搜索优化近邻传播的聚类算法进行定时，既考虑流量相似性和时间相似性，又采用参数自适应螺旋探索策略更新发现者的位置，从而输出最优基站关闭时间。（3）搭建TCP服务器与硬件开关对接。包括开关采集和控制程序，建立平台与智能开关

硬件的对接，搭建TCP/MQTT服务器，以备数据的发布和接收。（4）搭建5G AI智能开关定时平台，实现AI算法、硬件开关与平台对接，实现开关管理、AI智能定时、能耗分析和统计等功能，完成能耗的节约控制、显示和跟踪。

主要技术指标：（1）预测精度：误差控制在0.5GB之内，MAE在0.15左右。（2）定时准确率：92%左右。（3）平台接入设备>1000，可存储两年以上的历史数据，数据解析后准确率不低于99%。（4）软件响应时间的要求：对于统计分析报表，系统响应界面的呈现时间应小于1分钟；对于自定义的查询任务，系统响应界面的呈现时间应小于3分钟。（5）至少在一家单位应用示范，推广使用范围。

29.施工升降机5G远程智能管控关键技术攻关和应用示范

主要研究内容：（1）研发基于5G、IPV6、PID等多技术融合的施工升降机远程控制设备与配套的控制系統。（2）研发基于AI视频分析的施工升降机特种作业人员远程实时验证与岗位监管子系统。（3）研发施工升降机运行状态智能分析、决策与安全监控预警子系统。（4）搭建满足单工程项目可局部自组网的一体化5G网络环境。（5）开展施工升降机5G远程智能管控关键技术示范应用，实现单项目施工升降机智能化远程的并梯运行、多梯控制、智能分析与安全预警。

核心技术指标：（1）ADC（数模转换）转换时间 $\leq 300\mu s$ ，前端模拟电路选择低噪声、高速度放大器，采用差分信号传输和抗干扰设计技术，要求系统实时性达到毫秒级。（2）不

改变施工升降机原有安全防护及使用功能，通过前端控制设备适配当前建筑行业常见的各类施工升降机；核心控制板采用双 MCU 并行计算,提供核心冗余，环境温度在 $-40^{\circ}\text{C} \sim 80^{\circ}\text{C}$ 可正常工作。(3)施工现场一体化5G微基站上行速率 $\geq 1\text{Gbps}$,上行延迟 $\leq 20\text{ms}$ ，下行延迟 $\leq 15\text{ms}$ ，交互控制延迟 $\leq 35\text{ms}$ 。(4)完成1个以上工程项目施工升降机智能装备应用示范，实现远程控制作业率 $\geq 80\%$ 。

30.基于储能技术的船用智能供电系统的研究与应用示范

主要研究内容：(1)研制船用储能电源的蓄电池组以及电池能源管理系统。(2)研制船用储能 PCS 变流器。(3)开发储能系统的本地监控系统平台。

核心技术指标：(1)直流电压范围： $\text{DC}680\text{V} \sim 900\text{V}$ ；直流最大电流： 176A ；额定直流功率： 100kW ；稳压精度： $\leq \pm 5\%$ ；最大转换效率： $\geq 95\%$ ；允许环境温度： $-20^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$ ；防护等级： $\text{IP}20$ ；允许相对湿度 $\leq 95\%$ 。(2)在真实场景下应用示范。

31.基层政务服务多模态数据融合技术攻关和应用示范

主要研究内容：(1)研发一套综合便民服务管理平台，通过文本、语音、视频监控等多模态数据融合，实现政务服务向基层延伸，高频事项全覆盖、办事方式多元化等目标。(2)采用自主安全可控数据交换技术与现有政务平台对接，实现政务数据可信交换与管控，政务数据跨域、跨级互通，跨部门数据审批。(3)通过 AI+多模数据特征提取技术，解析和关联不同数据类型中的同类信息，实现精确的事件识别

和用户行为预测。（4）构建智能问答交互机器人，通过融合自然语言大模型和知识图谱技术，增强模型对复杂场景的理解和感知，满足多样化问答需求，提高答案准确率。（5）开展区县级以下基层政务服务应用示范。

核心技术指标：（1）融合不少于10个行业领域数据，提供多端联动服务渠道， ≥ 50 个省内跨域通办及高频政务事项。（2）实现数据资产分类分级管理、数据安全集中管控、数据脱敏水印管理、数据服务加密等功能。（3）建立 ≥ 10 种常见业务模型与算法，识别准确率 $\geq 90\%$ 。（4）交互机器人答案准确率 $\geq 85\%$ ，具有引导民众完成复杂的业务咨询、办理与引导功能。（5）形成典型场景应用示范 ≥ 1 项、参与标准制定 ≥ 1 项、形成发明专利 ≥ 1 项。

32. 极端情况下的高速公路交通流大模型技术攻关和应用示范

主要研究内容：（1）采集海量交通流数据，构建高速公路交通流基础大模型。（2）研究极端情况下（小长假、恶劣天气）的交通流大模型微调方法，预测极端情况下的车流变化。（3）研究极端情况下的高速公路车流异常检测与诊断方法，利用高速公路路网拓扑结构和车流时空特征识别并诊断车流异常路段。（4）研究高速公路车流态势判别与道路安全分级策略，构建面向交通状态的缓解随机一致性的机器学习模型，解析交通状态变化规律，形成道路安全分级策略。（5）基于国产化一体机集成上述技术，研发高速公路车流监控系统，在山西省开展50公里以上高速公路段的车流态势分析示范应用。

核心技术指标：（1）构建十亿级参数的高速公路交通流基础大模型。（2）极端情况下高速公路车流预测的平均绝对百分比误差 $MAPE \leq 30$ ，高速公路异常事件检测准确率 $\geq 90\%$ ，诊断准确率 $\geq 80\%$ ，畅通态判别的准确度 $\geq 90\%$ ，缓慢态和拥堵态判别的准确度 $\geq 80\%$ 。（3）高速公路车流监控国产化一体机实现车流预测、异常检测与诊断、车流态势判别、异常发布、路况可视化监控等功能。（4）在山西高速公路路段开展不少于 50 公里的示范应用。

33.大数据驱动环境空气质量精细化监管技术攻关与应用示范

主要研究内容：（1）研究多源异构数据聚类融合方法，构建融合受体点监测、走航监测、交通流量、人口分布、MODIS 下垫面类型（卫星遥感）等多种数据的排放清单，旨在优化传统排放清单中的 $NO_x/VOCs$ 组成结构和空间分辨率，并最终增强空气质量模型的预测准确性。（2）研发双驱融合预测技术，构建更为精准的预测模型。深度融合 CMAQ 模型在空间变化趋势预测上的优势和 AI 预测模型在短期多点位精准预测上的优势，研究多模型深度融合技术，大幅度提升预测预报数据准确率。（3）研发短期污染天气动态调控技术，构建排放-污染物浓度的动态响应曲面，实现排放-浓度准确快速量化，并基于动态响应曲面技术，研究 $VOCs$ 的最优化减排技术，构建多场景减排方案的最优化路径，支撑科学决策。

核心技术指标：（1）融合不低于 4 类数据，空间分辨率不低于 $3km \times 3km$ ，AQI 准确率提升不低于 10%，臭氧准确率提升不低于 15%。（2）搭建多模式预测预报系统，并在 3 个

以上城市进行示范，确保 AQI 指数预报准确率提升不低于 20%、常规六参污染物预报准确率提升不低于 10%。（3）建立动态响应曲面算法 1 个，空间分辨率不低于 $3\text{km} \times 3\text{km}$ ，排放变化快速响应浓度变化响应时间不高于 1min，空间分布平均误差准确率不高于 10%，多场景最优化 VOCs 减排路径响应 $<10\text{min}$ ，可选最优化目标不低于 3 个。

34. 数字化文物保护与文化遗产技术攻关和应用示范

主要研究内容：（1）研究弱纹理、非朗伯表面文物的 3D 模型重建，建立可移动文物的几何模型。（2）研究多源异构、不同类可移动文物的精细化表达方法，构建跨模态文物的数据库模型。（3）研究基于神经隐式场的 NeRF 渲染技术，实现 3D 文物模型到 2D 的高真实感快速呈现。（4）研究晋国、北朝文物的本体数据（2D 图像、3D 模型、研究成果等）与知识图谱之间的关联关系，建立文物本体与知识图谱之间的连接。（5）整合现有可移动文物数据，建立一体化数据管理平台，研发数据再利用的可视化技术，为文物展览、文创作品、文物活化利用等提供便捷服务。（6）示范应用：数字化呈现晋国、北朝时期的文物展览，形成落地可复制、易推广、有产出的文物数字化保护和传承示范工程。

核心技术指标：（1）点云模型平均点误差 $\leq 0.5\text{mm}$ ，完整度 $\geq 98\%$ 。（2）网格模型尺寸误差 $\leq 0.5\text{mm}$ ，完整度 $\geq 94\%$ 。（3）纹理采样分辨率 $\geq 150\text{DPI}$ （每英寸点数）。（4）文创衍生品 ≥ 3 类。（5）文物数据一体化管理平台（软件 1 套），软件包含多源异构文物数据的处理与几何重建、文物的可视

化呈现、文物知识图谱与本体数据的关联、文物数字化展示与文创应用等功能。（6）晋国、北朝时期的数字化文物展览1次以上。

35.多模态电力大数据智能计算及场景大模型推理平台技术攻关和应用示范

主要研究内容：（1）研究大数据和人工智能任务驱动的分布式协同计算技术，攻克多层次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）构建模型即服务（MaaS）为核心的电力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、多模态大模型训练推理和接口下沉能力。（3）研究电力行业场景多模态大模型训练和推理技术，构建电力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）多层次分布式边缘算力底座离线到恢复同步所需时间低于2s，多源异构电力大数据“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）业务场景大模型推理API超时率低于0.1%，吞吐率相较于基准模型提升不低于10%，计算引擎不少于5类。（3）完成基于多源异构电力大数据不低于10亿参数量的多模态大模型训练和边缘节点推理，在电力场景的应用相比现有模式降碳降耗30%，人力节省40%，效能提升5倍以上。

36.电子雷管智能化爆破技术攻关和应用示范

主要研究内容：（1）针对民爆物品仓储、爆破过程信息化管控盲区，开发智能仓储、起爆管控平台。（2）基于YOLO、SAM和自学习技术，研发适用于省内露天矿山、井下采掘、隧道掘进等多场景自识别寻孔系统和装备，实现目标多尺度检测，炮孔精准识别、定位。（3）研发智能装药装备，基于设计方案、现场三维建模和数据共享，利用机器人完成电子雷管的安全、稳定、精准取放装填；基于不同场景、地质结构，研究人工智能阻力感知、孔深探测、微差识别关键技术；实现炸药与岩石硬度自动匹配并自动装药。（4）研究无线电子雷管及起爆系统；研究电子雷管无源自充电、低功耗无线通信和复杂电磁条件下的抗干扰技术；研究面向多雷管自组网安全路由技术。

核心技术指标：（1）实现煤矿民爆物品库存100%数字化管理；煤矿井下雷管流转、瓦检、警戒、起爆全流程信息化监管。（2）研发自动寻孔系统，满足山西不同地质条件的矿山、高铁、高速隧道建设等作业环境，准确率 $\geq 85\%$ 。（3）智能装药装备，满足单次装药量 $\geq 500\text{kg}$ ，单孔计量误差 $\pm 50\text{g}$ 以内，单孔装药时间 $\leq 30\text{s}$ ，成本减少10%；作业人员减少75%，提升本质安全。（4）实现无线电子雷管埋深 $\geq 15\text{m}$ ，组网数量 ≥ 300 发，无线传输距离 $\geq 3\text{km}$ ，推动爆破技术数字化转型。

37.视听双模刺激的脑机接口系统技术攻关及应用示范

主要研究内容：（1）视听双模式刺激的脑功能连接模型研究。依照不同脑功能区建立听、视、心理等功能连接关系模型。（2）视听觉整合的脑电信号分离研究。研究将双模

刺激下脑电信号分离为单一刺激模式中多个单一对象刺激下脑电信号的方法。（3）视听双模刺激的脑活动重构研究。为解决重构图像和声音时间错位问题，研究视听觉同步的脑电到模态信息映射，重构出脑对外界视听场景的感知。（4）视听双模刺激的脑机接口系统搭建。结合脑电信号重构结果和大语言模型，搭建系统，实现双模刺激下脑和外部设备间的双向信息交换。（5）视听双模刺激的脑机接口系统示范应用。研发1-2款兼具清扫和陪护功能的机器人，或兼具提升学习效率和思想疏导的机器人等。

核心技术指标：（1）构建脑认知模型，并据此提出视觉、听觉及心理脑电信号单通道盲源分离方法，分离信号与源信号的平均PCC ≥ 0.8 ，平均RRMSE ≤ 0.25 。（2）依据分离出的多路脑电信号分量解码脑神经活动，重构图像、语音等信号，重构信号与源信号的平均重构ACC ≥ 0.8 ，平均PCC ≥ 0.85 ，平均RRMSE ≤ 0.25 ，平均MCD ≤ 3.8 。（3）搭建的视听双模刺激的脑机接口系统需在1-2种机器人上进行示范应用。（4）申请发明专利2-5项，培养博士和硕士研究生5-8名。

38.基于类脑感算混合先进视觉的矿井复杂环境智能监控技术研究与应用示范

主要研究内容：（1）研究基于类脑传感与计算的的矿井监控动态视觉系统，设计前端视觉感知硬件架构。（2）复杂环境下混合矿井监控视觉信号并发神经网络模型与边缘端算法研究。构建多源异构数据的智能分析模型，可望突破单一技术受复杂矿井环境等因素影响的技术瓶颈，支持视频

重建溯源、目标识别和追踪等下游任务。（3）基于混合感算系统集成及在矿井智能监控场景中的应用验证。完成异构类脑视觉感算系统集成，验证矿井监控场景的实时监测性能，确保高效率处理复杂场景环境下的监测问题。（4）围绕煤矿智能化转型目标，研究面向矿区智能监控的团体标准规范。

核心技术指标：（1）研发基于类脑感算的矿井监控视觉系统1套；前端视觉感知硬件架构1套，架构典型功耗 $\leq 20W$ ，且并发运行不少于2个专用模型时能效 ≥ 1.8 TOPS/W，感知分辨率 $\geq 640 \times 320$ ，事件响应时间分辨率 $\leq 100 \mu s$ 。（2）构建多源异构智能分析模型，视频重建精度 $\geq 90\%$ ；目标识别准确率 $\geq 90\%$ ；并发神经网络处理延迟 $< 100ms$ ；边缘算法能耗降低30%。（3）完成2个试点应用，检测场景数量不少于3类，如：低光照下人员检测、异常行为检测、皮带异物检测、渗水检测、标牌识别等，准确率均 $\geq 90\%$ 。（4）编制并发布团体标准1项。

39.基于时空数据关联性的人脸视频鉴伪技术攻关与应用示范

主要研究内容：（1）依据公开数据，构建真实人脸鉴伪数据集。构建多分辨率、多场景、样本均衡的大样本数据集，解决现有数据集量少、样本不均衡等问题，满足项目研究。

（2）基于时空连续性的人脸鉴伪算法研究。通过分析视频帧间的微小差异和变化模式来鉴别伪造人脸。（3）基于时空关键点相关性检测的人脸鉴伪算法研究。通过关键点检测与跟踪、空间域上的特征提取、空间域上的模型融合等研究，

从脸图像中提取出能够区分真实和伪造人脸的空间特征。

(4) 基于辅助任务及 Transformer 的人脸正面化算法研究。将结合时间序列视频的人脸鉴伪和人脸空间判别，构建能够同时利用视频帧间连续性和人脸空间特征的鉴伪方法。(5) 人脸鉴伪系统研发。完成一套完整的人脸鉴伪系统，并进行示范应用。

核心技术指标：(1) 制作人脸鉴伪视频数据集，分辨率 720P、1080P 以及高清 2K、4K 视频数不低于 1500 个。(2) 解决人脸视频帧内空间相关性和帧间时间相关性分析中关键问题，提高人脸鉴伪算法性能。(3) 算法在公开数据集正确率不低于 95%，在制作数据集正确率不低于 90%，处理效率不低于 25FPS。(4) 研发一套完整的人脸鉴伪系统，并在不少于 2 个单位应用。(5) 申请专利 1-2 项，软件著作权 2 项。

40. 基于多模态大模型技术的机车工业设计技术攻关及应用示范

主要研究内容：(1) 明确机车工业设计图片生成模型的功能架构和目标，选定合适的技术路线，确立技术架构。(2) 建立工业设计数字化知识库、案例库和素材库，实现先进知识与理念的覆盖和既有知识的继承。基于知识图谱技术，整合这些知识库和素材库，并融合至图片生成模型中，定向微调模型以符合机车工业设计要求。(3) 研究大模型分布式运算、推理调度优化，加速训练与推理；运用蒸馏、剪枝等技术精简模型，实现轻量化；研究专用硬件优化配置，实现

软硬件协同优化。（4）以机车车体为应用场景验证工业设计大模型，快速生成实用图片，并依据反馈优化设计，提升设计质量与效率。

核心技术指标：（1）大语言模型至少具有 90 亿个参数，图像模型至少具有 20 亿个参数。（2）图像生成时间 6 秒以内。（3）支持生成分辨率为 512×512 及 1024×1024 的图像。（4）单次可生成多达 8 张颜色风格各异的图片。（5）实现局部优化功能，可精确到单个像素。（6）支持多达六个角度生成机车的图像，包括但不限于正面、侧面、顶部等。（7）Mesh 图生成成功率在给定高质量文本描述的情况下可达到 90%。（8）实现多模态大模型技术在机车工业设计领域的应用示范，方案采用率大于 60%。