

附件：

2021-2022 年度山西省重点研发计划 (智能化领域) 申请项目信息

1. 电机运维远程智能监控关键技术与示范

研究内容：基于智能传感装置与工业无线传输，应用 5G 技术整合电机多点绕组与轴承的温度、振动、磁场等数据采集方案，结合现代检测技术发展，开发电机单机远程数据监测仪。将采集到的数据传输至数据服务中心，经过预设的算法对数据进行分析计算，发出预警信息，实现跨企业、跨地域远程故障诊断和维修。将传统电机产品转换为智能无线连接设备。对电机进行实时控制，优化电机运行效率、提高电机运行的可靠性和安全性。

技术指标：完成高压电机及变频低压大功率电机适用的智能远程检测仪产品研发；完成云端传输存储平台及预设算法的开发。以云端传输存储平台为依托，通过大屏、桌面、移动终端进行数据的共享及综合展示，形成智能电机远程运维系统综合展示平台。

2. 高精度智能共晶焊接系统关键技术研究

研究内容：研究高精度运动控制技术，从精密结构及运动控制方面，提升系统运动轴的重复定位精度；研究视觉标定及定位技术，实现多相机高精度视觉识别和定位；研究快

速加热冷却控制技术，实现共晶焊接系统的快速加热冷却功能；研究智能生产线数据接口技术，通过加工过程数据的自动收集、上传和交互，提升设备智能化水平；研究设备数字孪生体技术，初步建立高精度智能共晶焊接系统的数字样机；通过视觉分析技术，感知俯仰相机关联位置偏移量，并通过算法自动修正偏移，保证芯片封装精度和工艺稳定性。

技术指标：系统 XY 平台运动轴重复精度 $\pm 1\mu\text{m}$ ；系统贴片精度优于 $\pm 3\mu\text{m}$ （标准测试片）；温升速率大于 100°C/s ；具备自动视觉识别及定位功能；同一特征点重复视觉定位精度 $2\mu\text{m}$ ；具备智能生产线数据接口，执行 TCP 协议；建立包含七个以上运动轴的设备数字孪生体运动模型；具备俯、仰相机关联位置自动修正功能。

3.基于 20T 全电控挖掘机用高压柱塞泵、多路阀关键技术研究

研究内容：突破与主机工况相结合的泵、阀系统化设计理论；研究柱塞泵三大摩擦副的摩擦机理、柱塞滑靴滚包工艺、泵控伺服系统控制、高承载旋转油封匹配性以及高压承载密封堵控制技术理论及算法，实现柱塞泵流量、功率、压力复合控制；研究多路阀节流阀口渐开特性、面积梯度对执行机构操作性能影响；半整体多路阀浇注工艺对材质致密性影响；双层阀体并列阀孔、成型孔精加工工艺研究；测试技术研究，采集不同工况载荷谱，从阀口节流特性、微动特性、响应特性、加速试验、等效试验等方面进行匹配性研究。

技术指标：恒压变排量轴向柱塞泵达到额定压力 35MPa、峰值压力 39.2MPa、最大排量 125mL/r、容积效率大于 95%，总效率小于 86%，噪音小于 90db；多路阀达到额定压力 34.3MPa、最高压力 37.3MPa、最大流量 300L/min、控制压力 3MPa；试验台模拟工况试验 300 小时，容积效率下降率不高于 1%。

4.智能水下无人航行器（UUV）关键结构件先进成型技术研究

研究内容：研究 5A06 铝合金内腔带筋结构件整体塑性成型技术、整体成型过程金属流动规律、产品材料利用率应用、铝合金薄板曲面与超声波塑性成型技术；研究智能水下航行器（UUV）水下耐压壳体高能束流焊接连接技术、建立基础工艺数据库；研究基于水下装备服役环境的残余应力仿真、应力消除、应力检测及应力控制技术。

技术指标：铝合金 5A06 筒形结构件挤压塑性成型原材料利用率提升 50%以上，成型效率提升 30%以上；实现 $\leq 3\text{mm}$ 铝合金薄板曲面成型超声波技术应用，屈服强度较板材 145MPa 提高 30%，表面产生残余压应力深度提高 50%，由 0.1mm~0.5mm 提高至 0.5mm~1mm；水下航行器钛合金结构件真空电子束焊接技术及水下耐压壳体激光-电弧复合成型效率提升 30%，焊接残余应力减少 80MPa。

5.C100 及以上高强度等级自密实混凝土配合比研究

研究内容：研究原材料的各项性能指标以及成分组成比

例、胶凝材料与外加剂的适应性规律；研究胶凝材料组成成分，实现由多种材料组成胶凝材料的配制技术；研究基于C60~C100不同建筑物的配合比设计，调整胶凝材料用量、水胶比、砂率、外加剂成分组成等参数，完善设计程序；研究拌合物在不同用途、不同环境条件下的应用性能指标、不同用途条件下的配合比力学性能和耐久性能指标；研究利用机制砂配制高强度混凝土配合比设计流程、计算方法及配制技术、拌合物性能、力学性能及耐久性能检测指标的适用性。

技术指标：形成1套C100及以上高强度等级混凝土配合比设计标准流程及配制技术，包含胶凝材料组成及用量、骨料粒径及组成比例、砂率、水胶比、外加剂组成成分等技术参数；利用控制机制砂级配、细度模数、石粉量、粒形等指标，形成1套高强混凝土配合比设计程序；形成由水泥与不同掺合料（粉煤灰、磨细矿粉、硅灰等）组成的新型胶凝材料产品及其配制生产技术；制定1项利用机制砂配制高强度等级混凝土配合比标准；制定或参与制定1项有关机制砂产品的行业或地方标准。

6.新型显示LED背光模组智能组装关键技术及生产线研发

研究内容：研究单工位送料工艺技术难题，设计新型集约式一体化复合送料系统，解决背光模组组件送料多样化的兼容问题，降低送料成本，提高生产效率，提高背光模组产品品质；研究工业机器人路径规划、多机器人协同控制系统

以及基于机器视觉的工业机器人定位关键技术，构建基于高精度视觉定位系统的工业机器人运动控制平台；研究多工序背光模组组装关键工艺技术，研发 LED 背光模组前工序组装和后工序贴膜工艺系统，实现 LED 背光模组胶框、PET 膜、导光板、LED 灯条、扩散膜等背光模组组件的高效高精度全自动组装；研发模块化可调式多工位同步传输系统，解决背光模组组装设备无法进行多工序、在线式组装的瓶颈，实现背光模组工艺设备的互联互通，研制新型显示 LED 背光模组智能组装生产线，实现背光模组智能化生产。

技术指标：满足 4inch-20inch 手机、PAD、车载、笔记本电脑等 LED 背光显示模组组装；组装速度达到，4inch-8inch：3.5s/pcs、8inch-12inch：7s/pcs；12inch-20inch：9s/pcs；组装精度达到，4inch-8inch：±0.05mm；8inch-12inch：±0.1mm；12inch-20inch：±0.15mm；采用 CCD 视觉对位系统，可实现 5 台以上基于视觉引导的 SCARA 工业机器人协同组装，良品率≥98%。

7.销轴类零件柔性自动化生产线关键技术研究

研究内容：研究基于 MES 的生产管理控制技术，建立上层 ERP 系统与底层自动化系统实时通信桥梁，开发生产计划、生产排程、生产调度、生产过程、质量管理、产品追溯、生产监控、生产数据的统一管理系统。研究建立面向柔性制造过程的工艺信息模型，开发基于物联网技术和人工智能的柔性自动化生产线状态监测系统，实现设备智能互联、状态

感知和系统自洽。开发专用物料机器人、智能化工装系统，实现毛坯和产品的智能化上下料，具备缺料报警、初定位、输送等功能。

技术指标：各工艺节点实时数据采集准确率 $\geq 99\%$ ；仓储作业数据统计准确率 $\geq 99\%$ ，库存数据准确率 100%；产品制造效率提升 2-3 倍；产品加工精度达到 IT8 级以上；系统远程控制时延 $< 200\text{ms}$ ，冗余通讯网络故障切换时间 $< 50\text{ms}$ ；物料机器人定位精度 $\geq \pm 2\text{cm}$ 以内；智能化工装定位效率提高 2 倍，定位精度提高 20%；系统高并发响应时间低于正常响应时间 120%。

8. 高端金属无缝管材冷轧成形关键技术与智能装备设计理论

研究内容：构建金属管材冷轧成形新理论与工艺技术，完善管材加工体系；研究满足高速、平稳、大变形量冷轧成形需求的新型三辊、四辊皮尔格装备关键结构形式及控制方法，构建满足生产需求多参数耦合的高效能装备；研究典型金属无缝管材服役行为，获得航空航天、海洋工程、核电等高端领域用管材评价体系与靶向机制；探索 5 种以上规格产品的生产诀窍，形成典型产品绿色化、智能化生产技术。

技术指标：可实现高精度、大变形量三辊变孔型截面新型冷轧机设备原型与高刚度、低振颤的四辊变孔型截面新型冷轧机设备原型，研制可满足最大轧制力 ≥ 70 吨、轧制速度 ≥ 200 次/min 的轧机样机 2 种；构建生产过程连续化、智能化

产线布置形式与控制技术,实现由传统“一人一机”向“一人多机”生产模式转变,生产效率达到 95%以上,人工损耗降低 80%以上;满足航空航天、海洋工程、核电等高端领域所需镍基合金、双相不锈钢、钛合金等 5 种以上典型规格产品,产品直径 $\leq\Phi 25\text{mm}$,壁厚 $\leq 0.5\text{mm}$,性能指标满足或高于 ASTM 标准。

9.基于无人机飞行精准定位管控的关键技术研究

研究内容:研究实时空域态势数据自收集、加工分析、预警提示平台一体化解决方案;研制微型北斗短报文通讯设备一套,建立无盲区、无高度限制的飞行监控网;结合空间地理信息模型及传回数据,研究无人机实现高精度可视化定位技术,实现离地真实高度管控;基于大数据分析技术解决无人机飞行行为智能决策技术和数据库冗余备份技术;研究以北斗短报文为传输介质的通讯链路加密技术,保证数据涉密安全,构建飞行作业中非法行为的智能识别、自动报警体系。

技术指标:具备禁飞区域标绘功能,满足多种图形标绘需求;当设备闯入禁飞区后,可发出警示,响应时间 $\leq 10\text{s}$ 、非法行为判别响应时长 $\leq 30\text{ms}$;独立供电,工作时间 ≥ 3 小时;体积不大于 $10\text{cm}\times 5\text{cm}\times 3\text{cm}$ (长、宽、高);作业整体功耗 $< 2\text{W}$,定位频率 1Hz/2Hz/5Hz、飞行定位精度 DGNSS 0.5m、RTK: $0.02\text{m}+1\text{PPM}$;平台满足用户并发数 ≥ 1000 ,响应时间 $\leq 3\text{s}$ 。

10.基于激光的矢量探测技术关键技术研究

研究内容：研究大动态范围下的机载高精度大气矢量探测技术，真空速范围达到 $0\text{km/h}\sim 600\text{km/h}$ ；研究高精度大气矢量探测算法，对光路布局、信号采集参数、探测器带宽参数等进行优化配置；研究信号处理算法，获取光学通道上高精度的实时径向空速，通过反演算法得到飞行器所在高度层风速和风向信息；研制机载工程化样机一套，通过采取环境适应性设计、电磁兼容性设计、电源特性设计等“五性”设计措施，确保小型化样机满足应用要求。

技术指标：真空速范围达到 $0\text{km/h}\sim 600\text{km/h}$ 、真空速精度达到 $\pm 0.9\text{km/h}$ 、风速精度达到 $\pm 0.5\text{m/s}$ 、风向精度达到 $\pm 1^\circ$ ；攻角测量精度： $\pm 5^\circ$ ($3.6\text{km/h}\leq\text{真空速}<20\text{km/h}$)、 $\pm 1^\circ$ ($20\text{km/h}\leq\text{真空速}<40\text{km/h}$)、 $\pm 0.5^\circ$ ($40\text{km/h}\leq\text{真空速}<80\text{km/h}$)、 $\pm 0.25^\circ$ ($80\text{km/h}\leq\text{真空速}\leq 600\text{km/h}$)；侧滑角测量精度： $\pm 5^\circ$ ($3.6\text{km/h}\leq\text{真空速}<20\text{km/h}$)、 $\pm 1^\circ$ ($20\text{km/h}\leq\text{真空速}<40\text{km/h}$)、 $\pm 0.5^\circ$ ($40\text{km/h}\leq\text{真空速}<80\text{km/h}$)、 $\pm 0.25^\circ$ ($80\text{km/h}\leq\text{真空速}\leq 600\text{km/h}$)。

11.地面保障用大气数据测试仪关键技术研究

研究内容：设计安全防护措施，避免压力超限对设备造成损坏；可满足多种型号飞机大气数据系统检测要求、任意通道（两通道、三通道、多通道）气压检测要求、达到体积小、重量轻；人机功效性好、可实现大气类产品参数和气检夹具综合化；研究自由适配通道模式技术、快速通道跟随控

制技术、全量程动静态控制稳定性技术，可实现飞机的原位定检。

技术指标：重量小于 35Kg、外形尺寸达到 650mm×520mm×320mm、贮存温度在-45℃~70℃之间、工作温度在-40℃~55℃之间、精度达到 0.01%FS；当压力为 500hPa 时，泄露量≤30Pa/min；测量范围为全压 Pt：10~3500hPa、静压 Ps：10~1400hPa。

12. 航空航天典型筒体智能机械加工技术研究

研究内容：以大型铝合金筒体为研究对象，针对研究对象外形尺寸大、精度高、变形难以控制、壁厚难保证等关键要素及难点，运用数字化测量、加工等智能制造技术，开展基于智能感知优化的大型铝合金筒体径向移动稳定性技术研究。研究基于数字孪生技术的大型铝合金筒体最优加工位姿技术、基于智能制造单元的大型铝合金筒体加工工艺技术、基于本质安全的大型铝合金筒体柔性物流技术，建成满足航空航天典型筒体系列化制造的高精度、高效率的智能制造单元。

技术指标：构建 1 个大型铝合金筒体智能制造单元，实现直径不小于 2400mm，高度不低于 4800mm 的大型筒体柔性制造；开发大型薄壁筒体智能预调找正装备 1 套(含软件)，智能调姿范围≥4800mm，快换装置重复定位精度≤0.03mm；加工效率提升 40%以上；研制多品种大型薄壁筒体自适应调度及柔性物流系统 1 套。

13.内燃机车绿色、节能技术升级及新能源转型技术研究

研究内容：确定以氢燃料电池和锂电池为混合动力的机车总体技术指标，研究氢燃料电池和锂电池技术特点，提出混合动力系统技术方案。开展新能源机车用多能源耦合能量管理策略研究，提出满足整车牵引动态功率需求与辅助功耗的多能源耦合能量管理策略优化技术与评估方法，实现机车最佳能量管理模式。研究动力系统地面联调试验及装车试验技术；研究多种形式储氢系统可行性，提高系统单位空间储氢量；研究氢燃料电池混合动力机车及动力系统安全技术、氢气在轨道交通系统使用过程中制、运、储、加等配套技术，从材料、结构、电气、泄露等方面开展各环节安全因素的识别和要求。

技术指标：（1）机车主要参数：最大速度 100km/h，功率 $\geq 1000\text{kW}$ ，起动牵引力 $\geq 400\text{kN}$ ，轴式 Co-Co，轴重 23t，混动比 $\geq 1:1$ ，平直道上牵引吨位 $\geq 3000\text{t}$ ；（2）机车动力系统采用新能源技术，整车 CO₂ 排放为零、节能率达到 10%以上、司机室噪声相比原车降低 10%以上；（3）完成至少一种机车改造。

14.面向多应用场景的电磁及电动磁浮系统关键技术研究

研究内容：针对高速电机中磁浮轴承及其控制系统的技术难点问题，开展磁悬浮轴承系统关键技术研究。分析磁浮电机转子电磁力机理，建立转子五自由度、位移传感器和功

率放大器数学模型；开展径向磁轴承和轴向磁轴承的本体设计；完成磁悬浮控制器开发；研究磁浮系统控制策略和控制逻辑，完成磁悬浮轴承系统样机研究与开发，完成高速电机运行试验。开展电磁悬浮系统、超导电动悬浮系统关键技术研究，形成磁力系统力学性能分析计算方法，完成磁力系统长定子同步直线电机原理样机开发，实现悬浮、导向、牵引力静态测试；验证磁力学仿真计算与电机本体设计定量关系。

技术指标：完成装载磁浮轴承的高速电机产品开发，电机功率不低于 200kW，电机转速不低于 20000r/min；完成长定子同步直线电机原理样机开发和验证，其中电机应满足高速磁浮列车速度 $\geq 600\text{km/h}$ ，列车牵引力 $\geq 350\text{kN}$ ，全速度范围内平均加速度 $\geq 0.7\text{m/s}^2$ 的要求。

15.城市轨道交通轨道板智能制造生产线研究

研究内容：针对传统台座法轨道板制造技术的不足，研制流水机组法生产线，并运用智能视频监控、智能传感等智能感知技术，借助无线射频、图像识别、机器学习等分析技术，研发智能感知系统，实现生产线上模具、轨道板等状态的智能识别；运用智能控制等技术，研制模具清理、脱模剂喷涂、螺旋套管安装、预应力张拉、振动密实、放张和等轨道板全工序自动设备及自动调整系统，实现轨道板生产的全工序机械化、全流程智能化，提升轨道板的生产效率；融合激光传感器、磁栅尺及光学传感器的立式靶向测量技术，研

制轨道板的快速智能检测设备，提升轨道板检测精度与效率。

技术指标：完成城市轨道交通轨道板自动化柔性生产线的研发；生产效率较传统生产模式提高 20%以上、厂房占地面积减少 50%以上、人力需求降低 60%以上；单个轨道板检测时间小于 10min，检测精度在 0.2mm 以内。

16.高铁车轴抗飞砂冲击涂层的研究

研究内容：合成不同类型的端氨基聚醚，将端氨基聚醚应用于环氧树脂固化剂，作为车轴防护底漆；合成环保高性能聚氨酯固化剂，将聚氨酯材料作为车轴防护的中间层；进一步合成聚脲材料作为车轴防护的面漆。结合以上内容，研究材料与基材、材料与材料之间的附着力、耐腐蚀性、抗冲击性等物理化学综合性能。

技术指标：制备出环氧树脂-聚氨酯-聚脲复合涂层材料样品并应用于高铁车轴表面防护，相对于现有产品综合性能提高 10%，节约材料 10%~20%，涂层厚度相对于现有产品减少 10%；指标符合欧洲标准 EN13261 “铁路应用-轮对和转向架-车轴-产品要求”中对车轴防腐保护和防机械冲击保护的规定。

17.长寿命、高可靠性车轮材质开发研究

研究内容：针对国内既有机车车辆车轮损伤情况进行调研，研究典型机车车辆车轮损伤机制和影响机车车辆车轮服役性能的关键材料学因素；利用理论和仿真的方法，研究机

车车辆车轮运营边界条件和服役特征，提出车轮材料优化方向；开展机车车辆车轮新材料长寿命化和高可靠性技术研究，基于车轮损伤机理，对车轮成分体系及制造工艺进行设计和优化，显著改善车轮服役性能；依据机车车辆车轮损伤机制、运营边界条件以及服役特征，从实验室试验和实际运用考核两个维度，开展机车车辆车轮新材料长寿命化和可靠性评估。

技术指标：实现新开发机车车辆车轮关键性能和服役应用指标不低于国外同类产品水平，其中 $0.57\% \leq C$ 含量 $\leq 0.67\%$ ，轮辋硬度 $\geq 265HB$ ，轮辋屈服强度 $\geq 600MPa$ ，轮辋常温冲击 $KU \geq 13J$ ，轮辋 $KQ \geq 55MPa\sqrt{m}$ ，预期使用寿命不低于 160 万公里，特殊线路不低于 80 万公里；建立机车车辆车轮服役性能考核指标（包括裂纹扩展速率、门槛值、低周疲劳性能、轮轨硬度匹配范围）。

18. 基于 BIM 的三维智能化矿井透水应急救援平台研发

研究内容：基于 BIM 技术开发井下巷道三维建模软件，实现井下巷道可视化、立体化、数据化；研究被困人员位置精准定位技术，突破多样本特征提取技术和动态预测关键技术，解决被救人员所在位置或可能的被困位置精准定位技术难题；研究矿井透水救援辅助决策系统，建立矿井透水应急救援平台；通过现场实施验证，确保平台运行可靠性和准确性。

技术指标：形成一套基于 BIM 的三维智能化矿井透水应

急救援平台，实现矿井巷道信息化、被困人员位置精准化、救援辅助决策智能化；建立矿井工程数据库，参数化生成巷道模型，形成的巷道信息准确率达到 90%以上、矿井透水量计算准确率达到 80%以上、透水仿真准确率达到 80%以上；与传统方法相比，时间可缩短 60%以上；确定被困人员位置误差小于 25 米。

19.大型带式输送机智能巡检机器人技术研究

研究内容：采用挂轨方式的行走方法，可在巷道内任意跨越、规避线缆等障碍物，不受地形状况影响；完成对皮带跑偏、托辊损坏以及机头、机尾核心部件的故障监测功能；对整个巷道气体含量分布情况准确采集、并关联分析；采用热成像测温及轨道运行技术，实现重要部件全角度测温；自动识别托辊异响、爆炸等异常声音，实现高噪声环境中的异响识别和定位；采用本安型自换电方式，突破井下巡检机器人连续运行的关键技术，实现 24 小时不停机在线巡检。

技术指标：I类防爆，如煤矿；ExibIMb，本安类型；外形尺寸为 500mm×300mm×450mm（长、宽、高，±10mm）；巡检设备重量：≤30kg、速度为 0.5m/s、具有 40°爬斜坡能力、转向半径为水平 1.5m、垂直 2m；水平巷道连续运行 3km、换电时长：≤1min；防护等级为 IP54；最大支持 1000 个智能预置点；手机 App 及 Web 均支持显示。

20.基于国产龙芯控制的井下复杂工况巡检机器人研究

研究内容：基于现代故障诊断和大数据技术，研究井下复杂工况下带式输送机故障深度挖掘与智能诊断系统、基于优化深度置信网络的带式输送机故障融合诊断方法，可以从复杂海量数据中建立故障特征与故障类型之间复杂映射关系，实现带式输送机故障智能诊断的关键性能指标不低于国外同类产品水平；研发基于“中国龙芯”的矿用控制单元，实现井下复杂工况巡检机器人及其核心元件的国产化；研究巡检机器人与带式输送机的智能融合，巡检机器人的运动结构形式、动力学特征（如爬升、同步等）、电路抗干扰、控制策略等，实现就地数据采集，远程服务器诊断，多路同步巡检，异步控制的架构模式，解决设备实时性差，处理不及时的难题。

技术指标：能够在模拟井下环境下，实现数据采集、数据传输及数据处理；可采集图像信号、噪声信号、光信号等；能够实现设备的卡死故障、烧燃故障、电机故障以及其它故障等，准确率不小于 80%；实现巡检机器人搭载容量 4Ah 电池时的单次巡检周期续航时间不低于 5h，满足单班巡检需求；巡检速度不大于 0.5m/s；整机重量不大于 20kg；实现胶带输送机巡检人员减人 30%，减少胶带输送机事故率。

21.综采装备智能健康管理关键技术研究

研究内容：建立综采装备关键零部件故障诊断和剩余寿命预测模型，分析故障机理、数据处理算法和深度学习模型之间的关联关系，实现多层面、多维度故障特征的提取和分

类，解决深度学习存在的小样本、不均衡、弱特征问题；研究近数据源的边缘设备部署策略和云边访问及云边协同存储机制，建立综采装备健康状态敏捷分析和动态存储方案；构建健康特征数据库和健康标尺，划分健康等级，对综采装备的健康状况进行特征表征和健康度评价；开发综采装备智能健康管理系统，实现状态监测、故障预警、动态预测及健康评价功能。

技术指标：构建综采装备智能健康管理体系，开发综采装备智能健康管理系统 1 套；覆盖 100+ 监测数据指标种类，具备对监测数据的预处理功能，可解决数据采集、传输过程中导致的数据丢失和异构数据的标准化、规范化等问题，数据平均处理能力为 10M/s，数据处理延迟 $\leq 2s$ ；可实现综采装备关键零部件运行数据的监测、故障预警、寿命预测、健康状态评估、结果存储及可视化等功能，诊断时间 $\leq 5s$ ，健康评价准确度 $\geq 92\%$ 。

22. 基于机器视觉的巷道掘进场景监视-控制-管理视频智能应用研究

研究内容：采用机器视觉理论，研究掘进作业截割、锚索支护、作业验收完整流程的标准化作业流程纠正，解决井下作业过度依赖经验、工程质量没有客观评价等问题；研究基于掘进过程中瓦斯析出情况，掘进设备位姿、工况运行状态信息，各工序人员作业情况等生产过程人机环数据，解决目前掘进工作面关键设备智能协同控制问题；采用大数据分

析技术，研究掘进作业截割、支护等关键工序的大数据建模，针对工人操作提供新手指引并对作业过程数据进行记录、评分给出操作建议。突破数据建模过程中数据采集、实时分析等技术，通过对作业过程的数据统计、分析，减少交接推诿、工序衔接时间、辅助用工等浪费，优化生产工艺和生产组织，提高掘进效率。

技术指标：智能掘进协同管理系统一套，可实现巷道掘进截割、支护等关键工序的智能感知，综掘机报警实施联动，掘进业务数据统计分析、智能决策等应用能力；经过模型标注，场景自主学习，截割、支护等工序识别模型准确率达到90%，特定场景识别模型准确率达到95%；环境数据预测，如一氧化碳、瓦斯等大数据模型MSE、MAE等指标趋于1。

23.基于重型堆垛机的智能仓储系统研发关键技术研究

研究内容：开发新一代曳引式重型堆垛机，对堆垛机平衡配重配置比例及机构进行优化设计，达到系统节能和高效；对重型堆垛机行走驱动装置的前后同步、上下同步运行控制研究，以及立柱抗倾翻结构研究；对重型货架进行有限元分析和结构研究；对重型载货台桁架结构应用研究，进行组合货叉的多叉联动、货物托举点适应性研究和试验；研发堆垛机系统在货物存取过程中的能量回收技术，实现系统节能；研究智能搬运机器人运行轨迹路径规划、路径优化及多车协同调度等技术，开发智能搬运机器人库前辅助输送系统，实现入库货物的智能化搬运。

技术指标：额定起重量可达 5000kg；堆垛机行走速度为 120m/min；提升速度为 60m/min；较传统智能仓储系统节能 10-20%；智能搬运机器人停车和导航精度达到 $\pm 5\text{mm}$ 。

24.酒醪取料复合机器人关键技术研究

研究内容：研究复合机器人的底盘结构设计及自主导航技术，实现机器人在窄间距松软土质的地缸间行走及大场景少特征地面导航；研究彩色和深度图像处理技术，实现地缸中酒醪位置、深度信息提取，规划酒醪取料方式；研究复合机器人的酒醪取料装置，实现高效、快捷的酒醪抓取、尾料清理及缸体清洗；研究由 AGV、机械臂和取料装置组成的复合机器人整体控制方案，实现 AGV、机械臂和取料装置的协同工作，完成地缸间行走及取料作业。

技术指标：完成至少 1 台酒醪取料复合机器人样机的开发；AGV 底盘导航精度不大于 0.1m，停车精度不大于 0.1m，最大承载能力 800kg，最大移动速度 0.8m/s，最小转弯半径 0.8m；酒醪视觉定位精度误差不大于 10mm、酒醪取料速度不小于 2000kg/h、酒醪复合机器人对地面压强不大于 0.7MPa、酒醪尾料清理及缸体清洗质量符合企业相关标准要求。

25.智能终端人机交互关键技术研发及应用

研究内容：以满足用户终端实时、便捷、多源化交互需求为目标，开展多源人机交互总体技术研究，分析终端人机交互典型应用场景，构建具有模块化、分层化特点的开放式

技术架构，研究智能人机信息融合与交互展现技术，构建支持多任务场景的人机交互模型，分析不同情境下的用户行为动机，实现用户需求精细感知、信息展示精确到位。开展以语音、手势为主的智能人机交互技术研究，重点突破低质量语音和噪声环境下的轻量化语音交互、离线式语音处理、语义识别及交互控制等技术；研究高精度低延迟手势识别技术，支持连续动态手势交互，提高识别精度，提升交互效率。开展智能交互技术集成与验证研究，搭建多源智能交互演示验证环境，对信息融合展现技术、智能人机交互技术的正确性以及综合效能进行测试、验证。

技术指标：形成通用化的基本交互流程场景不少于 3 种，支持交互方式不少于 3 种；支持按需手势自定义和扩展，支持 10 秒内连续手势识别个数不低于 5 个；在主频不低于 1.8GHz，内存不小于 3G 的硬件环境，基于静态手势识别的准确率不小于 90%，基于连续手势识别的准确率不小于 85%；基于室外场景，在 80 分贝噪声环境中，近讲条件下（30cm 内），按照每 10 秒 30 个字符（正常普通话），命令词识别准确性不小于 92%、自由说识别准确率不小于 90%；基于室内场景，在 70 分贝噪声环境中，近讲条件下（30cm 内），按照每 10 秒 30 个字符（正常普通话），命令词识别准确性不小于 93%、自由说识别准确率不小于 92%；支持离线条件下的实时语音识别和音频文件识别，支持离线条件下的语音合成和手势交互。

26.基于人工智能的超远距离目标光学识别技术

研究内容：研究超远距离目标的光学识别新技术。提出并设计在极微弱光学信号下多维度单光子阵列探测系统，实现对目标光子的偏振态、轨道角动量、特征光谱、空间二阶关联函数、自关联函数等维度的同步测量新技术；发展基于人工智能的多维单光子目标识别技术，利用多维度单光子阵列探测系统获得的被测超远距离目标的新奇多维度信息对神经网络进行学习训练，构造多变量深度学习神经网络结构，开展对被测目标全参量特征的准确识别、捕获和跟踪的创新性研究。

技术指标：光学感知距离 100km(@能见度>20km)；单光子感知像元规模>4*4；动态识别频率范围>10kHz；目标识别准确率>90%；目标同步探测维度>5。

27.基于 AI 机器视觉的光场重聚焦与图像增强关键芯片技术研究

研究内容：针对复杂光场图像云数据传输，设备端重聚焦，图像增强等方面带来的巨大机器视觉硬件消耗问题，基于可商品化方案，对光场重聚焦分析、图像增强处理自适应性、建模及 AI 视觉芯片化展开研究。针对基于 AI 视觉的光场重聚焦、场景自主适应图像增强等技术，选取例如多层感知机(MLP)，支持向量机(SVM)等动态参数预测算法，以及蒙特卡罗(Monte Carlo Methods)，Actor-critic method 等增强学习算法。搭建机器 AI 视觉处理平台及专有系统，实现应

用验证与示范，产品关键性能和服役应用指标不低于国外同类产品水平。

技术指标：开发 5 套 AI 视觉处理芯片，2 套光场重聚焦视觉处理平台；光场重聚焦范围覆盖率达 95%，重聚焦核心参数机器学习的准确率达 90%，设备端重聚焦后的图像 $PSNR \geq 40dB$ ；针对室内、室外、商场、体育场、景点等 3 种以上场景自适应增强，基于 AI 的需求场景识别率达 90%，验证机器 AI 视觉图像增强后的画质评价 MOS (Mean Opinion Score) 达 4.0 以上。