

2026 年度济南市科技计划 “揭榜挂帅”榜单

济南市科学技术局

2026 年 9 月

目 录

一、全市重点产业	1
（一）新能源汽车差速器智慧制造关键技术研发	1
（二）基于大模型语义分析的终端敏感文件智能分析	3
（三）国产化工业物联网高可靠无线感知与控制平台研发	6
（四）苏泽曲林关键中间体的绿色合成工艺研发	9
（五）表观遗传类 CAR-T 细胞增敏剂的研发	12
（六）规模化细胞智能制造关键装备研发与全链条质量控制体系构建	15
（七）高性能临床实验室流水线自动化系统研发	17
（八）靶向 BET 蛋白的 PROTAC 抗肿瘤创新药关键中间体 JQ1 的技术 研发	20
（九）高性能高频电刀智能能量闭环控制关键技术研发	23
（十）抗 VEGF 创新型多肽药物的研发	25
（十一）血小板生成素受体激动剂核心制备工艺研发	28
（十二）6 英寸 GaN 单晶衬底及 HEMT 器件制备关键技术	31
（十三）面向云边协同视觉大模型的异构 VPU 芯片技术研究	34
（十四）面向高功率 AI 芯片液冷的高效低噪环保循环泵关键技术研究	37
（十五）变电站智能巡视系统嗅觉传感装置研发	40
（十六）“人工智能+多模态感知”全断面扫描（CT）测流装置研发	43
（十七）多形态复杂曲面激光-视觉融合高精度定位与智能加工技术研发	45

(十八) 基于精密制造工艺的地下水视频颗粒追踪监测仪核心部件精密制造与整机研制	47
(十九) 具身智能人形机器人谐波减速器偏心轴切点跟踪磨床研究 ...	50
(二十) 轻量化高性能星载 SAR 天线/星载 SAR 宽带高功率轻量化相控阵天线技术	52
(二十一) SAR 卫星成像在轨高时效成像处理与参数自主生成技术研究	56
(二十二) 新能源设备智能诊断与预测性维护关键技术研究	60
(二十三) 基于自主进化推理智能体的社会风险全量要素自主发现及自适应分级预警系统研发	62
(二十四) 化工新材料行业大模型驱动的中试工艺数字孪生建模与参数预测平台	65
(二十五) 面向能源托管的 AI 协同优化与主动预警关键技术研究	68
(二十六) 面向高速公路自由流收费的全域车辆轨迹智能分析关键技术研究	71
(二十七) 基于人工智能一体化决策的塔吊无人驾驶关键技术研发 ...	75
(二十八) 轮胎半成品智能缺陷检测关键技术研究	77
(二十九) AI 驱动高速轨道实景三维逆向建模及智能管控技术的应用研究	80
(三十) 子母式地空协同智能安保巡逻机器人系统关键技术研究	82
(三十一) 核电厚壁管道摆动激光精准诱导电弧超窄间隙高效焊接关键	

技术与应用	86
(三十二) 超大容量新能源智能成套变电装备研发	89
(三十三) 电动汽车充电站用兆瓦级固态变压器关键技术研究	92
(三十四) 面向零碳园区的智能微电网源网荷储协同调控技术	95
(三十五) 高端风电销轴滑动轴承耐磨涂层优化与智能化开发	98
(三十六) 关键装备及隧道结构用超大直径薄壁承压筒体一体化制造项目	100
(三十七) 高速大功率磁悬浮离心式空气压缩机关键技术研究与整机研发	103
(三十八) 机器人关键力学高精度传感器自动化产线研制	106
(三十九) 基于 MOF 材料高性能纳滤膜生产技术研发	109
(四十) 丘陵全地形双擎作业动力平台研发	112
(四十一) 混合动力刚性矿卡性能集成关键技术研究	114
(四十二) 新能源电池正极材料高效干燥装备数字化提升关键技术研究	117
(四十三) 路面就地热再生沥青烟气污染物高效催化关键技术研究及车载成套专用装备研制	119
(四十四) 高效低氮智燃蓄热式锻造加热炉关键技术与装备研发	122
(四十五) 面向基础设施安全的结构多模态柔性感知与智能诊断技术研究	125
(四十六) 长寿命高筛分效率悬臂振动筛关键结构件制造与修复技术研究	

发	127
(四十七) 特种作业多模态智能安全巡检终端关键技术及系统研发	130
(四十八) 大跨度高空场景下压瓦机反吊顶作业平台关键技术研发	133
(四十九) 大田地埋滴灌智能化关键设备研制与技术集成	136
(五十) 深部矿井刮板输送机用高抗磨蚀特种钢板关键技术研发	138
(五十一) 新型轻质耐烧蚀防热涂层关键技术研究	141
(五十二) 高性能中硼硅玻璃预灌封注射器关键技术研发	143
(五十三) 增材制造适配型 FeCrNi 系中熵合金药芯焊丝关键技术攻关	146
(五十四) 超高温陶瓷前驱体关键技术研发	148
(五十五) 鸭重要种源性疫病净化关键技术集成与健康育种	151
(五十六) 药食同源资源的抗衰功能成分挖掘及产业化应用	154
(五十七) 乳品品质提升与精深加工关键技术	157
(五十八) 面向糖尿病心肌病营养干预的药食同源功能因子产品研发与 应用	160
二、未来产业	164
(五十九) 量子信息关键材料高抗灰迹 KTP(HGRT-KTP)晶体技术攻关	164
(六十) 面向激光驱动聚变能源的重频大能量频率转换技术	167
(六十一) 仔猪易感病毒病智能预警监测与高效疫苗开发	170
(六十二) 云边端协同的异构机器人群体智能调度系统研发与应用	172
(六十三) 万瓦级超大功率激光大幅面智能切割装备关键技术研发	175
(六十四) 大能量窄线宽多波长纳秒固体激光器研发	178

（六十五）大厚度光学玻璃超快激光智能切割成套装备关键技术研发	181
三、科技服务业	184
（六十六）隧道表观-内部结构病害非接触智能协同诊断与评估机器人系统	184
（六十七）既有幕墙“视振双检”定量诊断技术与标准化体系研发	187
（六十八）面向既有建筑节能改造的智能诊断设计与决策垂直大模型关键技术研发及应用	191
（六十九）面向防洪“四预”的水利大模型及智能体关键技术研究	193

一、全市重点产业

（一）新能源汽车变速器智慧制造关键技术研发

1.需求描述

新能源汽车产业正推动传动系统向高转速、高承载、低噪声、高可靠性和高一致性升级，变速器壳体、齿轮、十字轴及总成质量直接影响整车传动效率、运行平顺性与安全寿命。国际先进汽车零部件制造已由单机自动化向数字化工艺设计、机器人上下料、在线检测、边缘分析和全流程质量追溯协同发展；国内虽在数控装备、自动化产线和信息化系统方面取得进展，但仍存在工艺知识复用不足、关键工序依赖人工、设备与检测数据割裂、异常追溯效率低等短板。济南市正推进汽车、高端装备、人工智能、工业软件和先进制造融合，具备产业、政策和应用场景基础。本需求围绕变速器核心部件开展工艺规则生成、关键工序自动化、工业智能体监测和质量追溯闭环研发，可提升本地新能源汽车关键零部件高端配套能力，形成可向复杂铸件、精密机加工件及其他离散制造场景复制推广的智慧制造样板，带动汽车零部件、数控装备、系统集成、工业软件和智能检测产业链协同发展。

2.需解决的技术问题

本项目面向变速器壳体、齿轮、十字轴等复杂零件制造，重点解决：

（1）结构特征、工艺路线、工装刀具、数控程序和检测规则缺乏统一表达，经验工艺难以转化为可复用规则和生成逻辑；

（2）多规格零件抓取、姿态识别、柔性定位、可靠夹紧及转运防碰伤、防错位、防变形难，机器人、夹具、机床与检测单元节拍协同不足；

（3）设备状态、加工节拍、报警、工艺参数和检测结果等

多源数据难以实时解析，状态波动与质量异常关联建模困难；

（4）设备、自动化单元、检测设备与 MES 数据尚未贯通，产品批次—设备—程序—参数—检测—判定质量证据链不完整。拟攻克一体化程序生成、关键工序自动化、边缘工业智能体和协同智造平台技术，实现异常预警、辅助处置和质量闭环追溯。

3.考核指标

（1）技术参数：

- ①新能源汽车差速器核心部件一次交检合格率 $\geq 99\%$ 。
- ②差速器核心部件生产效率较项目实施前提高 $\geq 5\%$ 。
- ③工件自动上下料成功率 $\geq 95\%$ 。
- ④新品工艺导入周期较项目实施前缩短 $\geq 20\%$ 。
- ⑤质量问题追溯效率较项目实施前提升 $\geq 30\%$ 。

（2）成果交付形式：

论文 3 篇，专利申请 4 件（其中发明专利申请 1 件）、专利授权 2 件，软件著作权 1 个；

其他交付件：检测报告 1 份。

（3）预期绩效目标

项目将在山东汇金股份有限公司新能源汽车差速器核心部件加工产线建设智慧制造示范应用，形成集工艺参数处方管理、关键工序自动化、工业智能体辅助决策和质量追溯于一体的协同制造模式。实施后预计新能源汽车差速器核心部件一次交检合格率达到 99% 以上，生产效率提高 5% 以上，新品工艺导入周期缩短 20% 以上，质量追溯效率提升 30% 以上；减少人工上下料、定位装夹、工序转运和质量追溯环节的人力投入，降低返工、停线及质量损失成本，预计新增营收不低于 2600 万元、利润不低于 280 万元。成果可向复杂铸件、精密机加工件、汽车传动系统

零部件等场景推广，带动济南市汽车零部件、工业软件、智能装备和系统集成产业协同发展，为离散制造企业智慧化改造提供示范。

4.需求单位及联系人、电话：

山东汇金股份有限公司

吕海峰 13296347173

（二）基于大模型语义分析的终端敏感文件智能分析

1.需求描述

随着终端安全检查与数据安全监管工作持续推进，安全检查监测类产品已在党政机关及重点行业广泛部署，终端侧数据采集能力显著增强，但数据规模与分析能力之间的矛盾日益突出，已成为制约系统实效性的核心瓶颈。当前告警规模呈爆发式增长，人工研判占比普遍超过 80%，高风险告警淹没在低价值数据中；文件分析依赖关键词匹配与简单规则，文学隐喻、专业术语混用等复杂场景下误报漏判严重；检查与处置环节脱节，风险闭环处置平均周期超过 7 天，治理闭环难以有效形成。

当前，保密行业的专家知识长期处于分散、碎片化状态，难以有效转化为标准化、可复用的经验。调研显示，超过 60% 的单位存在研判标准不统一、知识传承断档等突出问题。为此，亟需引入 AI 大模型技术，在确保安全可控的前提下，不引入外部涉密信息，亦不进行涉密模型训练，可构建专家研判的自循环机制，从而实现保密风险研判领域知识的有效复用。

本项目以 AI 技术赋能计算机终端保密检查领域为核心，突破传统技术瓶颈，构建“智能识别、深度分析、主动预警、全程溯源”的终端保密防护新体系，是落实十五五规划、强化科技赋

能国家安全、保障国家重点领域秘密安全的关键举措，对筑牢数字时代国家防线、维护国家政权与制度安全具有重大战略价值。契合济南市电子信息与信息安全重点产业发展方向，可推动保密管理从“规则驱动”向“语义驱动”升级，带动区域数据安全、信创算力及相关软件产业链发展，对提升全市党政机关及重点行业保密治理能力、保障数据安全具有重要产业意义。

2.需解决的技术问题

围绕智能研判与端云协同，需突破 9 项核心技术：

一是生成式模型安全语义分析工程化，解决多格式复杂文本下结果一致性难题。

二是多源知识融合与相似研判构建，兼顾向量化建模的检索效率与匹配精度。

三是模型与系统能力协同调用，打通文件检索、行为分析等模块联动机制。

四是端云协同性能与精度平衡，兼顾分析精度、网络开销与终端响应时延。

五是大模型私有化安全部署，适配双路线 GPU，实现算力高效与调用可控。

六是五层智能研判架构协同优化，实现规则与 AI 深度联动、全流程可追溯。

七是风险实体双向关系建模，适配差异化场景，处理实体歧义与动态权重。

八是行业专家知识自动向量化，借助 RAG 领域知识增强检索，实现毫秒级响应与高语义相关性召回。

九是保密场景提示词工程，构建五步风险推理链，保障研判可解释可追溯。

3.考核指标

(1)技术参数:

①检查报告文件告警中，AI 分析后推荐用户进行判定的高风险文件，推荐准确率不低于 90%。

②检查报告文件告警中，AI 分析后进行排除的低风险文件，排除的准确率不低于 95%。

③检查报告文件告警中，AI 分析高风险文件召回率(命中高风险/全部高风险文件)不低于 90%，避免真实高风险文件漏报；

④检查报告文件告警，AI 分析效率平均不低于 3 万份文件/天；

⑤文件 AI 研判后的结果，实现 100%自动向量化，辅助相似文件召回分析，实现行业知识积累沉淀。

(2)成果交付形式:

论文 1 篇，发明专利申请 2 件，软件著作权 2 个；

其他交示件：交付 1 套 AI 大模型辅助智能研判系统。

(3)预期绩效目标

经济效益方面：项目落地后可实现告警智能分级筛选，自动过滤 85%以上低价值告警，高价值推荐结果控制在 2%以内，单文件 AI 研判平均时长约 30 秒，整体分析处置效率提升 10 倍以上。按单个单位年度节省保密工程师人工研判工作量约 1000 人天、每人天 1200 元测算，单个单位年度可节约人力成本约 120 万元。面向济南市及山东省党政机关、重点行业规模化推广后，预计 3 年内可覆盖 100 家以上单位，累计节约人力成本超 1 亿元；同时可形成标准化 AI 保密算力服务产品，带动相关产业链发展，预计 3 年内实现产品销售收入超 2 亿元。

社会效益方面：一是将失泄密风险发现时效从“天级”提升至

“分钟级”，有效防范失泄密事件发生；二是推动保密管理从“人工驱动”向“智能驱动”转型，减轻一线保密人员工作负担，使其聚焦高风险事件处置与能力建设；三是通过平台 AI 能力下放终端，压实终端用户保密主体责任，形成全员参与的保密治理新格局；四是构建可复制、可推广的 AI 保密技术体系，为党政机关及重点行业保密工作数字化转型提供示范引领，助力国家保密事业发展与数据安全治理能力现代化建设。

4.需求单位及联系人、电话

中国移动通信集团山东有限公司

张利国 1886590299

（三）国产化工业物联网高可靠无线感知与控制平台研发

1.需求描述

当前工业现场多依赖海外有线协议，布线成本高、柔性差，存在卡脖子风险；现有 Wi-Fi 等无线技术抗干扰弱、时延抖动大，无法承载 IO 控制等核心指令，工业确定性无线传输属共性难题。虽国产星闪协议栈已开源，但向工业核心场景延伸仍缺成熟方案。

需求单位系全球智慧物联网联盟及国际星闪联盟理事单位，已攻克基础组网技术、初步研制国产化物联终端及网关，并在内部模拟及代表性企业试点验证了低时延通信可行性，但面对复杂严苛工况，现有技术在确定性信道构建、微秒级时间同步及规模化应用等方面仍存在显著鸿沟。

本项目旨在研发基于全栈国产技术的高可靠无线感知与控制平台，交付工业级硬件样机及控制软件，重点解决布线束缚、无线控制不可靠、运维依赖人工等产业共性难题，实现工业现场

从“有线束缚”到“无线确定性控制”的跨越。

本项目紧扣济南软件与信息技术服务业高质量发展主线，精准对接全市“13+34”产业链体系中智能物流、高端装备等领域的数字化改造需求，依托鸿蒙+星闪工业落地应用，带动国产通信芯片、工业级传感器等上游配套在济南集聚，构建“高端软件+工业终端”一体化供给能力，补齐济南在工业确定性无线通信等领域的产业链短板，强化信创生态本地化实效。

2.需解决的技术问题

当前工业现场深陷有线依赖与无线不可靠双重困境，缺乏复杂环境下的确定性传输机制、系统-协议栈融合方案、跨层诊断技术及异构数据统一框架，制约国产化技术向工业核心场景跨越。

本项目拟开展确定性传输机制、系统-协议栈融合架构、可观测诊断模型及协同调度体系研究，构建高可靠无线感知与控制平台。需攻克关键技术环节：研发基于深度强化学习的动态时隙分配与跳频优化算法，解决确定性传输难题；实施 SLE 协议栈实时性裁剪，开发微秒级同步模块，解决系统融合难题；设计轻量级诊断探针与跨层因果推理模型，实现秒级故障定位；部署 LSTM-Transformer 时序预测与多智能体深度强化学习算法，提升设备预警与多 AGV 调度效能；建立 Fail-Safe 安全机制，完成工业级产品化落地。

3.考核指标

（1）技术参数（需在典型工业干扰环境下验证）：

①通信性能：端到端时延 $\leq 10\text{ms}$ ；可靠性 $\geq 99.999\%$ ；时间同步误差 $\leq 0.5\mu\text{s}$ ；空口速率 $\geq 12\text{Mbps}$ ；

②系统及运维效能：故障定位时间 ≤ 10 秒；故障预警准确率

≥85%; 多 AGV 吞吐量提升≥25%; 多设备协同控制响应≤100ms;

③经济能效: 相较有线方案部署成本降低≥50%; 运维人力需求下降≥60%; 终端平均功耗≤100mW;

④产品可靠性: 硬件平均无故障时间≥10000 小时; 软件支持不少于 100 台设备同时接入与数据并发处理。

(2) 成果交付形式:

论文 2 篇, 发明专利申请 4 件、发明专利授权 1 件, 软件著作权 2 个; 科技成果 1 项, 新工艺 1 项;

其他交示件: 核心功能模块样机 1 套, 包含 MQTT 网关、PN 网关、通用终端等; 覆盖技术指标的第三方测试报告; 平台底层代码及操作(或标准化实施、部署)手册。

(3) 预期绩效目标

本项目将打造以全栈国产技术为核心的智能物联工业样板。计划在济南市高端装备制造与智能仓储等重点领域, 率先建成 1-2 条技术集成示范线, 通过打通设备协同调度、内生智能诊断与云端决策闭环, 形成一套标准化、可复制的国产化工控平台升级范式, 为区域制造业提供从有线替代到智能决策的端到端解决方案;

项目落地济南后, 将通过产线全流程实时监测与设备预测性维护, 赋能本土龙头企业显著压缩生产成本并规避因中断导致的经济损失。预计项目实施期内累计新增销售收入 3000 万元, 带动产业链相关产值增长超千万元;

项目孵化的国产化工工业物联网协议栈将打破西门子、罗克韦尔等海外工控巨头的长期垄断, 带动传感器、通信模组、边缘计算设备等上游产业链在济南市域集聚, 完善信创产业生态, 直接、间接带动就业百人以上;

通过联合揭榜方及其他高等院校建立产学研用基地，每年培养智能制造领域高端人才 100 人以上，输出相关技术标准，使济南成为黄河流域智能制造技术策源地与人才枢纽。

4.需求单位及联系人、电话

济南博赛网络技术有限公司

徐兴强 15165316530

马士涛 15910092446

（四）苏泽曲林关键中间体的绿色合成工艺研发

1.需求描述

苏泽曲林由美国福泰制药研发，2025 年获 FDA 批准上市，是全球首个选择性 NaV1.8 抑制剂，也是二十余年来首款全新机制的非阿片类口服镇痛药。全球镇痛市场规模持续扩大，苏泽曲林 2030 年预计年销售额达 51 亿美元。

本项目聚焦苏泽曲林两大关键中间体的绿色合成工艺研发，高度契合济南市重点产业发展方向。2026 年济南市聚力实施工业强市战略，将生物医药列为重点发展的新兴支柱产业；全市构建“13+34”产业链体系，现代医药位列六大重点产业链之一。项目以酶催化等绿色技术替代传统高污染工艺，符合济南市推动产业智能化、绿色化、融合化发展的战略导向。

苏泽曲林尚未在国内获批上市，相关的关键中间体及原料药在全国范围内均处于起步阶段。当前国内苏泽曲林关键中间体合成普遍沿用原研专利路线，存在反应条件苛刻（超低温、无水无氧）、贵金属催化剂依赖度高、三废排放量大等瓶颈，导致生产成本居高不下。本项目若率先突破绿色低成本工艺，将填补我市在该领域的技术空白，为济南抢占非阿片类镇痛新赛道、打造绿

色制药示范标杆提供核心技术支撑。

2.需解决的技术问题

共性瓶颈问题：（1）手性中间体的制备，化学拆分效率低、稳定性差，甲基锂亲核加成反应条件苛刻、设备投入高、安全风险大；甲基锂用量高，经济性与环保性差。（2）芳香中间体的制备，催化偶联反应条件苛刻，催化剂昂贵且难以回收。

关键技术难点：（1）酶催化不对称合成技术。筛选或改造高立体选择性酰胺水解酶和脂肪酶，实现廉价前体向高纯度手性中间体的高效转化。（2）温和甲基化新体系构建。开发温和甲基化体系，替代高危甲基锂，实现在温和条件下高效构建碳-碳键。（3）非贵金属催化芳香中间体合成路线设计。通过路线重构避免使用昂贵钯催化剂，建立一条条件温和、工艺稳定、可百公斤级规模放大的新路线。

3.考核指标

（1）技术参数：

①开发一条手性关键中间体（(R)-4,4,4-三氟-3-羟基-3-甲基丁-2-酮）的高效绿色合成工艺，该工艺不涉及高温、高压、超低温等苛刻反应条件，总摩尔收率提高 10%以上；产品化学纯度和手性纯度均达 99%以上；生产成本降低 15%以上，三废产量降低 20%以上，单批次批量达到 20kg 以上。

②手性关键中间体工艺涉及酰胺水解酶和脂肪酶发酵工艺，均采用以下技术指标进行考核：发酵菌菌浓达到 90g/L 以上；底物浓度达到 80g/L 以上；酶催化湿菌（粗酶）添加量控制在整个反应体系的 30%以下；酶催化转化率达到 95%以上；手性关键中间体的手性纯度 99%以上；产品提取摩尔收率在 80% 以上。

③开发一条芳香关键中间体（3,4-二氟-2-甲氧基苯乙酸）的

高效绿色合成新工艺，避免使用昂贵催化剂，反应条件温和可控，总摩尔收率提高 10 % 以上；产品化学纯度达 99% 以上；生产成本降低 15 % 以上，三废产量降低 20% 以上，单批次批量 100kg 以上。

④对苏泽曲林的关键中间体进行质量研究，建立关键中间体的质量标准 2 项以上。建立有机溶剂回收套用标准。

（2）成果交付形式：

论文 2 篇；发明专利申请 2 件，其中，发明专利授权 1 件；实用新型专利授权 1 件；第三方科技成果鉴定证书 1 项；新工艺 2 项。其他交示件：

1.苏泽曲林手性中间体和芳香中间体绿色合成工艺描述；2.苏泽曲林手性中间体和芳香中间体绿色合成工艺流程图；3.苏泽曲林手性中间体和芳香中间体绿色合成工艺生产操作规程；4.苏泽曲林手性中间体和芳香中间体质量标准。

（3）预期绩效目标

①经济效益

项目达产后，总服务收入及产品收入 2000 万元以上，总利润 400 万元以上，总税收 150 万元以上。通过绿色低碳工艺突破，两大关键中间体生产成本大幅降低，产品市场竞争力显著增强。总总

②社会效益

本项目的实施将打破苏泽曲林关键中间体的技术垄断，从源头降低原料药生产成本，从根本上破解患者“用不起”的难题，提升突破性疗法的临床可及性。同时，项目采用酶催化等绿色合成工艺替代传统高污染路线，为原料药行业绿色转型升级提供可复制、可推广的示范样板，为践行“健康中国 2030”战略和“双碳”

目标贡献济南力量。

③新增就业与引育人才

项目建成后将新增就业岗位 20 个以上。项目期内，计划引进高层次人才 2-3 人，通过项目实践培养人才 2-3 人。

④产业带动作用

本项目拟改造一条苏泽曲林关键中间体的中试绿色合成生产线，带动上下游配套企业集聚，推动区域生物医药产业向高端化、绿色化、集群化方向迈进。

4.需求单位及联系人、电话

山东诚创蓝海医药科技有限公司

杨柳 15269108109/0531-58897079

（五）表观遗传类 CAR-T 细胞增敏剂的研发

1.需求描述

本项目聚焦临床上免疫细胞疗法难以攻克实体肿瘤难题，开展表观遗传与肿瘤免疫药物研发及联合抗癌研究，具备重要产业与国家级战略意义。项目依托多学科交叉优势，深耕表观遗传调控机制、肿瘤免疫微环境、新型治疗靶点等核心领域，突破行业关键核心技术，同时搭建产学研协同创新平台，整合多方科研资源，加速基础研究成果向临床实用药物转化，并依托技术优势助力行业标准制定，规范产业发展。项目紧扣“健康中国 2030”等国家及省市战略部署，针对肿瘤治疗耐药、复发痛点，探究表观遗传药物与免疫检查点抑制剂联合治疗方案，挖掘新型小分子化合物，突破现有技术瓶颈，填补领域技术空白，为肿瘤精准医疗提供理论与技术支撑，有效提升患者生存质量与生存率。当前国内外 CAR-T 细胞治疗增敏药物主要为免疫检查点抑制剂类，

虽展现一定治疗潜力，但整体临床疗效有限、靶点创新不足、市场普及率低，而本项目创新性采用 lncRNA-PSF 蛋白介导的表观遗传开关全新靶点，可规避药物耐药问题，增敏效果更优，市场竞争力突出。项目落地实施可有效突破本地肿瘤药物研发技术瓶颈，带动区域生物医药产业链协同创新，推动肿瘤免疫产业集群发展，强化济南生物医药产业创新活力与区域核心竞争力。

2.需解决的技术问题

用嵌合抗原受体基因工程的过继性 T 细胞治疗癌症是一种很有前途的免疫细胞治疗方法。但它仅对血液系统恶性肿瘤有效，对于实体瘤则被证明效果欠佳。其原因在于 T 细胞的低转运效率和非持久性，这是行业公认的待攻克的关键技术。其原因可以归结为 3 个因素。1.T 细胞浸润不良，实体瘤的致密 ECM 结构阻碍 T 细胞穿透，肿瘤血管紊乱导致 T 细胞难以通过内皮屏障进入肿瘤核心区域。2.免疫抑制性因素，TGF- β 、IL-10 等以及免疫检验点信号通路的激活可以抑制 T 细胞活化和增值。3.T 细胞内在的负性调节机制，如免疫抑制性受体或分子的上调，导致 T 细胞活化抑制甚至功能耗竭。为了克服这些问题，开发增敏药物，在临床治疗实体瘤时预处理 CAR-T 细胞或与其联合使用是必要的。

3.考核指标

（1）技术参数：

①CAR-T 细胞治疗药物增敏剂：获得样品，取得相关专利。

②增敏剂对 CAR-T 细胞体外扩增性能：增加 CAR-T 细胞体外扩增性能 20%以上，写入相关专利或检测报告。

③增敏剂对 CAR-T 细胞细胞活化与杀伤效能：体外联合用药杀伤率增加 20%，体内用药肿瘤体积抑制率在小鼠移植瘤模型

中，增敏剂联合 CAR-T 干预后肿瘤生长抑制率增加 20%。经 Chou-Talalay 法计算，增敏剂与 CAR-T 联合用药 CI 值 < 1.0，具备协同抗肿瘤效果，无拮抗作用，写入相关专利或检测报告。

④增敏剂对 CAR-T 细胞体内持久性：CD45RO⁺、CCR7⁺中央记忆 T 细胞比例≥40%，写入相关专利或检测报告。

⑤CAR-T 细胞耗竭标志物水平：增敏剂干预后，PD-1、TIM-3 双阳性耗竭型 CAR-T 细胞比例≤20%，写入相关专利或检测报告。

⑥外周血 CAR-T 细胞扩增峰值：增敏剂干预后，小鼠外周血 CAR 转基因拷贝数峰值≥10000 拷贝/μg 基因组 DNA（qPCR/ddPCR 检测），写入相关专利或检测报告。

⑦联合用药毒性叠加系数：联合治疗组相对单药治疗组的毒性叠加系数 < 1.5，无显著毒性叠加风险，写入相关专利或检测报告。

⑧冻存复苏后 CAR-T 功能保留率：制剂液氮冻存复苏后，CAR-T 细胞靶细胞杀伤功能保留率≥60%，满足产业化保存运输要求，写入相关专利或检测报告。

（2）成果交付形式：

论文 2 篇，发明专利申请 3 件、发明专利授权 2 件；其他交件：第三方活性检测报告 1 份，取得科技成果 1 项，同行专家评议意见或成果鉴定报告 1 份。

（3）预期绩效目标

本项目预期取得新型增敏剂独立知识产权，授权专利 2 项，发表论文 2 篇，项目过程中培养研究生 2-3 名。

从市场长远来看，新型 CAR-T 细胞治疗药物增敏剂的研发与产业化，是细胞治疗领域的前沿方向，也是我市抢占生物医药产业制高点的关键机遇。至 2030 年全球 CAR-T 市场规模预计突

破 200 亿美元，增敏剂作为重要配套产品市场规模预计也将超过 100 亿美元。如果在实体瘤方向有技术突破，市场规模还将翻倍，故本项目如有突破取得良好经济效益是可以预期的。同时通过技术创新、政策赋能和生态构建，可形成“研发驱动-产业集聚-临床转化”的良性循环，为患者提供更高效、更安全的治疗方案，同时助力我市在细胞免疫治疗赛道上实现“弯道超车”。从社会效益看，癌症至今为止仍然是最难治愈的疾病之一，很多种类的癌症缺少药物，一些有效的抗癌药物价格甚至在百万以上，这不仅给患者本人带来巨大的痛苦，也给患者家庭和国家带来沉重的经济负担。我们希望通过本项目的研究可以发现一种全新种类的抗癌候选药物，为进一步的癌症临床治疗提供一个新的选择。

4.需求单位及联系人、电话

山东省齐鲁细胞治疗工程技术有限公司

肖慧 19953153667

(六)规模化细胞智能制造关键装备研发与全链条质量控制体系构建

1.需求描述

细胞治疗的巨大潜力，作为未来技术，全球已经有 30 多种细胞疗法获得批准，同时 30000 多种基于细胞的治疗方案处在临床开发的不同阶段中。我国在细胞治疗方面布局较早，在临床治疗方面也取得了重大进展。截止 2023 年底，127 个干细胞制品获得临床项目备案，98 个免疫细胞制品获得临床项目备案。虽然我国细胞治疗临床项目很多，但国内外细胞制品上市极少，面对临床治疗细胞巨大市场，已有的细胞产品主要来自国外，在新一轮的医药产业竞争中，我国再次面临被落下的危险。这种现象

的主要原因是，虽然我国在治疗技术上与国外水平相当，但对细胞治疗的关键技术链条——细胞制备技术与装备一直不够重视，细胞制造无法实现产业化和标准化，细胞制造成本居高不下，阻碍了细胞治疗产业化与临床转化的发展，成了细胞治疗产业卡脖子的关键环节。在前期研究的基础上，突破细胞收集与提取、批量扩增、质检与评估等关键技术；打通细胞制造产业化最后一公里，实现集成式、一体化、全自动细胞制造装备的研制；实现细胞制造设备量产化，获得重大经济效益，推进山东省和全国万亿细胞治疗产业发展。

2.需解决的技术问题

细胞的分离提取：由于一直沿用实验室提取方法，过程复杂、步骤多，难以自动化，无法集成到制造设备中，而且磁珠分选的原材料成本高。因此，自动化、全封闭、高得率、可集成细胞分离与提取技术，低成本的分选磁珠是产业化应用的基础。

细胞的批量扩增：近年来，细胞的二维培养改成三维培养，但微球介质没有产业化，培养过程培养基更换难度大。因此，可降解微球介质自动化批量制备，营养物质自动补充连续培养设备，辅助细胞状态精准监控的细胞培养技术与可集成、自动化装备是细胞培养的技术批量扩增过程的瓶颈与重要挑战。

细胞功能评估与质量控制：单细胞蛋白组学分析技术，是基于单细胞质谱检测的新兴细胞检测技术，可以实现单细胞超多蛋白的分析，但分析精度有限，且价格昂贵，并且检测设备体积大，难以集成在细胞制造设备中。

3.考核指标

（1）技术参数：

①全自动细胞提取技术：免疫细胞提取流程时间 ≤ 70 分钟，细胞活率 $\geq 90\%$ ，细胞收获率 $\geq 85\%$ 。

②自适应细胞智能批量扩增技术：适用于细胞类别，同时包括干细胞和免疫细胞，细胞活率 $\geq 95\%$ 。

③超高通量细胞功能精准评估技术：单芯片单细胞检测数量达到 5000 个，细胞因子检测种类 ≥ 12 种。

④一体化封闭式全自动细胞智造装备：干细胞产量达到平均 25 份/天，免疫细胞产量达到平均 6 份/天。

⑤微生物检测、细胞因子分泌能力等符合当前行业标准。

（2）成果交付形式：

论文 1 篇，专利申请 3 件（其中发明 1 件）、专利授权 2 件，软件著作权 1 个；新产品、新工艺 2 项；其他交示件：全自动荧光细胞计数仪 1 台；全自动细胞复苏仪 1 台。

（3）预期绩效目标

项目实施期内预计新增营业收入 1800 万元，利润 180 万元，税收 20 万元，本项目产业化后带动生产、研发、销售、服务等就业岗位 ≥ 20 个。

4.需求单位及联系人、电话

山东科讯生物芯片技术有限公司

毕莲晶 13256761309

（七）高性能临床实验室流水线自动化系统研发

1.需求描述

临床检验自动化流水线是支撑精准医疗和公共卫生体系建设的关键装备，集成精密制造、智能控制和医学检测等多领域技术，是大型医疗机构提升运行效率和保障医疗数据安全的重要基

基础设施。随着人口老龄化和精准医疗深入推进，临床检测样本规模持续增长，对高通量、智能化检验装备提出迫切需求。

当前，高端检验自动化流水线主要由国外头部企业占据，国内企业在精密驱动、高端传感器及系统集成等关键环节仍存在短板，核心部件和底层架构自主能力不足，制约产业链安全和国产装备高端化发展。济南市将高端医疗器械作为重点培育的优势产业，已形成涵盖精密机械加工、光学传感器等环节的产业链基础，培育了以宏葵生物等企业为代表的高端医疗器械产业集群，具备从核心模块研发到整机制造的产业化能力。济南作为山东省重要医疗高地，拥有丰富的临床应用资源，为高端检验装备研发和产业提供了良好条件。

本项目面向高端医学检验装备自主可控重大需求，突破高性能临床检验流水线核心技术，推动装备由“单机竞争”向“智能化平台”发展。项目实施将带动上下游产业协同升级，加速济南高端医疗器械产业“聚链成群”，提升国产高端医学检验装备在全球价值链中的竞争力。

2.需解决的技术问题

产业共性问题与技术难点：一是底层核心部件自主化能力不足。精密驱动模组、高端传感器组件长期依赖进口，缺乏从核心部件到整机系统的自主研制能力；二是传统刚性架构难以满足高通量柔性检测需求，存在路径不可重构、局部拥堵和整体效率下降等问题。三是多任务高并发协同调度能力不足。面向海量样本，传统调度策略难以实现全局优化，易产生路径冲突、任务等待和系统效率瓶颈。四是复杂机电液系统稳定控制技术薄弱，亟需突破智能感知、预测优化与协同控制关键技术。**研究内容与关键技术：**一是高负载下多节点拥堵预测与动态流量平衡技术；二是柔

性传送轨道上异构管型的微米级自适应定位技术；三是多源异构数据的高并发处理与时序同步技术；四是复杂机电液系统的多物理场耦合干扰与稳定性技术。

3.考核指标

（1）技术参数：

①处理速度：系统整体处理速度 ≥ 750 管/小时，批量进样模块可达 800 管/小时，离心与视觉检查等模块均保持 480 管/小时的高效平衡，开盖速度： ≥ 900 管/小时。四轨道设计支持高达 14400 管/小时的传输速度。样本容量 8976 管。

②快速响应：针对急诊（STAT）样本，系统可实现全程优先调度，最快能在上样后 3 分钟内出具结果。

③样本质量视觉检查：系统配备多模块（俯视、侧视、离心后）视觉检查，可自动核查样本质量（如凝块、溶血、脂血），并联动分析仪进行血清指数检测，避免无效样本进入流程。

④动态管理与远程监控：支持实时 RFID 样本追踪、自定义样本优先级规则，并提供仪表盘信息管理与远程控制功能，允许通过 PC、平板或手机随时掌握实验室运行状态。

⑤模块化与可拓展性：智能化流数显采用模块化设计，可根据实验室需求灵活配置 1 型、U 型、L 型、U 型、F 型等布局。能够连接宏葵自研的高速生化模块(最高 1000 测试/小时)、高速免疫模块(最高 2880 测试/小时)、高速凝血模块(最高 1350 测试/小时)等，实现多学科联合检测。

（2）成果交付形式：

论文 2 篇，发明专利申请 4 件、发明专利授权 2 件，软件著作权 5 个；科技成果 1 项；其他交示件：研制出具有自主知识产权的临床实验室流水线 1 项，集成不少于生化、免疫、凝血等 3

个检测模块，取得临床实验室流水线集成的 2880 测试/小时全自动化学发光检验仪器、1000 测试/小时全自动生化分析仪、450 测试/小时全自动凝血分析仪等医疗器械产品注册证不少于 3 项，集成仪器取得 3 项检测报告；建立自主知识产权临床实验流水线生产线 1 条，准确性不低于国际同类水平，产品进行小批量生产，在≥10 家医疗机构进行推广应用，取得≥10 项客户验收报告。

（3）预期绩效目标

经济指标：项目完成后，临床实验室流水线年产量不少于 20 台（套），执行期实现销售收入 6000 万元，利税 800 万元，吸纳就业人员 20 余人，引进或培养人才不少于 8 人。

社会效益：项目实施将有力推动我市医疗器械产业高端化转型，通过攻克核心技术，打破进口品牌在高端流水线市场的长期垄断，加速国产化替代进程。拉动上游精密传动、传感器等关键零部件企业的发展，培育具备国际竞争力的医疗器械产业集群，显著提升我市国产高端医疗器械在全球价值链中的地位。本项目的实施将提升我市医疗机构医疗服务效率与服务质量，缓解“样本量激增但人手不足”的矛盾以及医疗资源压力，降低各医疗机构长期运营成本，同时实验室流水线赋能“一院多区”与区域医疗，支撑优质医疗资源下沉，助力我市精准医疗和分级医疗，符合医保控费政策需求。

4.需求单位及联系人、电话

宏葵生物（中国）股份有限公司

何修强 13306346997

（八）靶向 BET 蛋白的 PROTAC 抗肿瘤创新药关键中间体 JQ1 的技术研发

1.需求描述

本项目聚焦靶向 BET 蛋白 PROTAC 抗肿瘤创新药关键中间体 JQ-1 及 JQ-1 羧酸绿色合成与公斤级产业化攻关,属于济南市重点发展的生物医药高端医药中间体赛道,契合国家“十五五”生物经济与山东省医养健康产业、济南市生物医药发展战略。PROTAC 是全球第三代新药颠覆性技术,JQ 系列中间体为国内创新药研发刚需原料,当前国内高端市场高度依赖进口,海外厂商垄断定价高、断供风险突出,严重制约本土新药研发。2025 年济南生物医药产业规模突破 2000 亿元,上下游产业链配套完善,但缺失自主可控的公斤级高端中间体规模化产能。

项目重点突破集成绿色合成、全过程手性精准调控、工程化放大三大核心卡脖子技术,实现两款产品国产化稳定量产,补齐本地生物医药上游产业链短板,推动精细化工与生物医药交叉融合,培育产业新质生产力,助力济南打造全国 PROTAC 产业创新高地,筑牢生物医药产业链供应链安全屏障。

2.需解决的技术问题

当前国内以 JQ-1、JQ-1 羧酸为代表的 BET 靶点 PROTAC 高端中间体存在产业共性短板,制约本土创新药发展。现有工艺为实验室分步合成,依赖柱层析,PMI 高达 2800,仅能克级制备,生产成本低、三废排放多;手性靠终端拆分,损耗大、纯度批次不稳定;无成熟放大模型,强放热反应传质传热难匹配,放大后产率下降、消旋加重,且缺乏统一质量标准,产品达不到新药 IND 申报合规条件。

针对上述难点,研究将重点攻克三大关键技术环节:

(1) 研发无柱层析一锅集成串联合成工艺,实现单釜连续转化;

(2) 运用 DFT 理论解析分子层面手性消旋机理，构建源头-过程二级手性控制体系；

建立机理-模拟-验证三位一体放大技术体系，形成稳定可靠的 100kg 级工业化工艺包。

3.考核指标

(1) 技术参数：

① JQ-1 产品技术指标

- 产品外观：类白色至白色粉末
- 化学纯度（HPLC）：≥99.0%
- 手性纯度（Chiral HPLC-NP）：≥99.0%

② JQ-1 羧酸产品技术指标

- 产品外观：白色粉末
- 化学纯度（HPLC）：≥99.0%
- 手性纯度（Chiral HPLC-NP）：≥99.0%

③ 生产工艺稳定性指标

· JQ-1 及 JQ-1 羧酸批次生产合格率≥100%；出厂合格率100%；

④ 100kg 级产业化能力验证指标

· 依托集团产业化平台，完成 100kg 级工艺产业化能力验证，工艺适配集团产线，可支撑≥100kg 合格产品稳定生产，产品质量符合项目设定的技术指标要求。

⑤ 绿色制备技术指标

· JQ-1 及 JQ-1 羧酸绿色制备工艺质量强度（PMI）≤1900，较传统工艺降幅≥30%。

(2) 成果交付形式：

论文 2 篇，发明专利申请 2 件、发明专利授权 1 件，软件著

作权 1 个、新产品、新工艺 1 项；其他交示件：企业标准 1 项。

（3）预期绩效目标

①经济效益

项目实施周期内预计实现新增营业收入 1000 万元、利润 150 万元、纳税 60 万元；

②社会效益

打破国外技术与产品垄断，填补国内 JQ-1 及 JQ-1 羧酸公斤级稳定供应空白，筑牢生物医药产业链供应链安全防线；面向企业内部及行业开展技术培训 2 次，带动新增就业岗位 15 个；树立医药中间体绿色制造标杆，推动行业低碳转型，助力济南市培育 PROTAC 产业新增长点。

4.需求单位及联系人、电话

济南韶远医药技术有限公司

郑燕 18953178652

（九）高性能高频电刀智能能量闭环控制关键技术研发

1.需求描述

高频电刀通过高频电流作用于生物组织时产生的高热效应实现组织切割与凝血双重功能，其核心优势在于能够显著减少术中出血（相比传统机械手术刀可减少 50%以上失血量），同时缩短手术时间（平均缩短 30%-40%），从而降低手术并发症风险并优化医疗资源利用效率。全球高频电刀市场 2024 年规模达 42.58 亿美元，预计 2031 年增至 63.66 亿美元；中国市场规模以超 20%的年复合增长率扩张，预计 2031 年接近 217.1 亿元。目前欧美企业（德国爱尔博、美敦力柯惠）凭借精准能量控制、系统集成与智能化拓展等核心技术占据高端市场主导地位，据

QYResearch 统计，全球前五大厂商合计占有约 50%的市场份额，国产品牌主要集中在中低端市场。

本项目符合山东省“十强产业”和济南市生物医药产业发展规划，可推动高端医疗器械国产化替代，项目实施将带动高频发生器、电极刀头等上游产业发展，促进高端手术器械、微创手术配套设备、手术机器人等领域发展，对提升济南市高端医疗器械产业竞争力具有重要意义。

2.需解决的技术问题

产业共性问题：高频电刀临床应用，不同组织类型及状态致阻抗实时变化，影响切割凝血稳定性；高频电流易致邻近组织热损伤；组织汽化产生有害烟雾，威胁术野清晰度与医护健康。

核心技术难点：

①实时多参数传感与自适应能量输出。难在融合阻抗、温度、蒸汽、声反馈等多维信号，各传感单元响应速度与精度差异显著，需在微秒级完成同步采集与功率自适应调整。②组织特异性波形优化。难在脉冲参数与组织热效应呈非线性关系，缺乏系统性理论模型支撑，需建立多类型组织数据库并实现自动调用匹配波形。③低烟雾与高效抽吸集成。难在电极微型化与抽吸通道集成存在空间约束，同时需实现能量输出与抽吸强度实时联动控制。

研究内容：融合阻抗、温度、蒸汽、声反馈多维信号采集，开发 ARM 异构架构，构建组织状态识别模型，实现功率闭环控制，支持纯切、混切、凝三种模式实时切换；构建离体组织库，建立脉冲参数映射数据库，开发脂肪、血管束、含水丰富组织等特异性波形库，实现基于手术场景的波形自动匹配与动态优化；开发间歇式脉冲低烟雾模式，设计环形抽吸通道，开发烟雾浓度传感器，建立能量-抽吸联动模型，实现烟雾高效捕获。

3.考核指标

(1) 技术参数:

- ①切割深度误差 $<0.1\text{mm}$ ，避免过切/凝血失效；
- ②动态响应 $<50\text{ms}$ ；
- ③切换防止组织粘连与碳化 粘连发生率降低至 3%以下；
- ④热损伤范围 $\leq 0.5\text{mm}$ ；
- ⑤能效转化 $\geq 95\%$ ；
- ⑥降低设备发热，延长使用寿命。

(2) 成果交付形式:

发明专利申请 2 件，软件著作权 1 个；其他交示件：取得 1 个国家三类医疗器械注册证；申请实用新型专利 3 件。

(3) 预期绩效目标

项目实施期内，预计实现年产量 1000 台以上，年产值 1000 万元以上，新增销售收入 500 万元以上，提高现代外科手术核心设备的智能化、精准化水平。项目预计新增就业岗位 20 个，依托现有“海右人才”领衔的多学科交叉研发团队，进一步吸引生物医学工程、功率电子、AI 算法、医疗器械法规等领域高端人才，壮大济南市高端医疗器械人才队伍。项目将带动本地高频发生器、电极刀头等上游产业发展，促进高端手术器械、微创手术配套设备等下游领域发展。

4.需求单位及联系人、电话

济南鑫贝西生物技术有限公司

仪春春 17615869367

(十) 抗 VEGF 创新型多肽药物的研发

1.需求描述

以湿性年龄相关性黄斑变性、糖尿病性黄斑水肿、视网膜静脉阻塞继发黄斑水肿为代表的眼底新生血管性疾病，是中国乃至全球致盲的首要原因，患者数量庞大且持续增长。2025 年眼科抗 VEGF 药物市场规模约 127.3 亿美元，市场需求广阔。当前标准治疗方案为玻璃体腔注射抗 VEGF 大分子药物雷珠单抗、阿柏西普、法瑞西单抗等，存在三大临床痛点：1）注射负担重：患者需每 4~8 周注射一次，终身治疗，年注射 6~12 次；真实世界中首年失访率高达 25%，治疗中断率 46%。2）依从性差：老年患者就诊困难，注射相关并发症（眼内炎、视网膜脱离等）风险累积，患者心理负担沉重。3）疗效天花板：约 30%~40% 患者对现有抗 VEGF 治疗应答不佳，需更高效的多靶点或高穿透性方案。所有已上市抗 VEGF 眼科药物均依赖玻璃体腔注射给药，尚无获批的非注射抗 VEGF 疗法，存在未满足的临床需求。

本项目拟突破全新多肽分子设计、关键残基修饰与优化等技术瓶颈，获得靶点亲和力强、膜通透性好、生物利用度高、安全性和成药性优秀的抗 VEGF 创新型多肽药物。开发全新机制、全新剂型的可眼底穿透多肽滴眼液品种，契合国家鼓励多肽创新药研发的战略方向，符合济南市生物医药与大健康产业的发展需求，将有效提升我国多肽创新药研发竞争力，带动产业创新升级。

2.需解决的技术问题

开展抗 VEGF 多肽分子的设计，解决靶点亲和力低、体内稳定性差、眼部溶解性及眼部组织渗透性不平衡问题。合作方需具备扎实的基于 AI 多肽药物设计与分子优化能力，完成全新抗 VEGF 多肽的设计与筛选，我公司开展原料药及制剂工艺开发及质量研究等内容。

全新抗 VEGF 多肽的设计与筛选：利用 AI 辅助设计并优化

抑制 VEGF 的多肽，优化巩膜、玻璃体、晶状体的穿透能力并降低对眼组织的刺激性。

原料药合成与纯化：采用固相液相组合的化学合成法，得到纯度达到 95% 的高纯度多肽，批产量 > 2 g。

制剂处方工艺开发：攻克多肽原辅料相互作用、包材与制剂相容性等难题，确定影响产品质量的关键因素，达到眼内稳定，可穿透的滴眼液剂型。

原料药及制剂质量研究：提高与目标肽链序列类似杂质的检出能力，提升检测方法的专属性、耐用性、灵敏度和准确性。

3.考核指标

（1）技术参数：

①AI 辅助完成 3 个以上抗 VEGF 多肽新分子序列设计；完成 3 个以上抗 VEGF 创新型多肽新分子的序列筛选及合成，获得靶点亲和力高、穿透性、安全性和成药性较好的抗 VEGF 创新多肽，数量不少于 1 个，靶点亲和力应达到 nM 级，抗 VEGF 多肽分子的穿透性应 $>2 \times 10^6 / \text{cm} \times \text{S}^{-1}$ 。

②制备得到抗 VEGF 创新型多肽，纯度达到 95% 以上。

③制备得到的抗 VEGF 多肽，工艺重现性好，长期存放过程中，关键质量属性均无明显变化。

④完成抗 VEGF 多肽新分子质量标准 1 项。

⑤完成抗 VEGF 创新型多肽眼用制剂处方设计与工艺开发，开展临床前眼组织分布研究和药效研究，实现非侵入眼部给药达到高效眼底药物递送。

⑥完成抗 VEGF 多肽新分子眼用制剂质量标准 1 项。

（2）成果交付形式：

发明专利申请 1 件，获得抗 VEGF 多肽新分子 1 个，获得新

工艺 2 项，主持起草药品质量标准 2 项。

（3）预期绩效目标

抗 VEGF 注射疗法是目前湿性年龄相关性黄斑变性的标准治疗，代表药物（雷珠单抗，法瑞昔单抗，阿柏西普）近三年全球市场已达到百亿美元，且逐年呈增高趋势，市场潜力大。本项目紧扣广大眼底疾病患者的用药需求，聚焦当前尚无注射给药的 VEGF 创新型多肽药物的临床空白，旨在通过系统性的技术攻关，攻克抗 VEGF 创新型多肽药物研发中的关键核心技术，产出具备自主知识产权、疗效更优、患者依从性更高的多肽滴眼液制剂。在国内率先实现抗 VEGF 治疗从“侵入性注射”向“无创滴眼”的范式变革，更好推动国内多肽药物研发从“仿制跟跑”到“原创引领”转型，进一步优化产业结构，促进我国医药产业高速发展。

药物成功上市后，预计将带来显著经济回报，形成良好的市场竞争力。更为重要的是，该药物将为湿性年龄相关性黄斑变性及糖尿病视网膜病变患者提供全新的治疗选择，有效填补临床未满足的治疗需求，开辟无创眼底治疗全新赛道，显著减少频繁眼底注射给患者带来的痛苦及并发症风险，提升生活质量，降低患者长期治疗负担，最终惠及广大患者群体，产生深远且积极的社会效益。

4.需求单位及联系人、电话

齐鲁制药有限公司

韩荣刚 15154123870

（十一）血小板生成素受体激动剂核心制备工艺研发

1.需求描述

原发免疫性血小板减少症（ITP）是一种获得性自身免疫性

出血性疾病，全球患病人数约 52 万，中国患者规模超 11 万，67% 的患者需接受二线及以上治疗，临床存在大量未被满足的用药需求。血小板生成素受体激动剂作为治疗 ITP 的核心二线药物，通过模拟天然血小板生成素作用，长效提升血小板水平，具备肝毒性低、疗效稳定、用药便捷（每周 1 次皮下注射）等优势，临床价值显著。

当前国内生物类似药市场竞争格局良好，原研 2024 年国内销售额达 6451.15 万元，2025 年销售额 1.14 亿元；首仿 2025 年销售 2.97 亿元；全球市场持续扩容，2025 年 ITP 治疗市场规模达 35.7 亿美元，2035 年预计超 45.3 亿美元，欧洲市场年销售额超 4 亿美元，增长潜力强劲。但国内仅 1 款原研及 1 款首仿获批，供应缺口明显，同时国际市场对高质量生物类似药需求旺盛，国产替代与出海空间广阔。

本项目围绕注射用血小板生成素受体激动剂生物类似药开展处方优化、工艺开发、质量对标、稳定性研究及国际化注册，打造与原研质量、疗效、安全性一致的高品质生物类似药，打破进口依赖，提升国内用药可及性，同时布局欧盟等国际市场，助力国产生物药国际化，满足国内外 ITP 患者临床治疗需求。

2.需解决的技术问题

目前注射用血小板生成素受体激动剂生物类似药产业化主要面临分子结构精准控制、工艺稳定性、质量一致性、长效制剂稳定性、国际化质控标准适配等核心难题，需攻关关键技术难点如下：

（1）重组融合蛋白表达与折叠优化：血小板生成素受体激动剂为多肽-Fc 融合蛋白，需实现无氨基酸序列同源性的 TPO 模拟肽与 IgG1 Fc 片段精准连接，解决表达过程中蛋白聚集、降解、

折叠异常问题，保证分子结构与原研高度一致，降低免疫原性风险。

（2）规模化生产工艺放大与成本控制：开发适配工业化生产的发酵、纯化、配液、冻干全流程工艺，解决工艺放大过程中活性下降、收率降低、无菌保障难度大等问题；优化生产流程，降低单瓶生产成本，提升市场竞争力。

（3）全维度质量表征与对标体系建立：建立符合国际标准的质量评价体系，覆盖分子结构、纯度、生物学活性、高级结构、杂质分析等全维度指标，解决深度质量表征不充分、与原研质量可比性不足的问题，满足国内外注册审评要求。

（4）国际化注册合规性适配：对标欧盟药典及国际药品注册标准，完善杂质控制、稳定性研究、安全性评价等关键资料，解决国内外注册标准差异问题，保障产品顺利完成欧盟 CTA 申报及上市审批。

3.考核指标

（1）技术参数：

- ①外观：白色或类白色疏松块状物，复溶后为无色澄明液体；
- ②pH：稳定在 4.5~6.5；
- ③纯度：主峰纯度 $\geq 95\%$ ；
- ④生物学活性：与原研活性比值在 75%~125%范围内；
- ⑤无菌保障：无菌检查合格率 100%，内毒素 $\leq 5\text{EU/mg}$ ；
- ⑥稳定性：2~8℃储存 24 个月，各项指标符合质量标准；
- ⑦纯化总收率： $\geq 10\%$ 。

（2）成果交付形式：

论文 1 篇，发明专利申请 1 件；科技成果 1 项，新工艺 1 项；其他交示件：建立全维度质量可比性评价体系 1 套。

（3）预期绩效目标

经济效益：项目达产后，国内市场年新增销售额预计达 5000 万元，年新增利润 500 万元，年新增税收 200 万元；欧盟市场年出口创汇预计达 200 万美金。单支生产成本显著降低，大幅提升盈利空间与市场竞争力，填补国内中高端生物类似药利润空白。

社会效益：①提升 ITP 患者用药可及性，降低用药成本（医保后价格进一步优化），惠及国内超 11 万患者，改善患者生存质量；②直接新增高端研发、生产、质量岗位 20 人，间接带动上下游产业链就业 50 人，助力区域生物医药产业人才集聚；③推动国产重组融合蛋白药物向长效化、国际化、绿色化升级，填补国内血小板生成素受体激动剂规模化生产技术空白，打破国外技术垄断，提升我国生物药国际话语权；④助力我国生物类似药国际化进程，为后续重组蛋白药物出海提供技术范式与经验支撑，推动生物医药产业高质量发展。

4.需求单位及联系人、电话

科兴生物制药股份有限公司

窦广莹 17616039198

（十二）6 英寸 GaN 单晶衬底及 HEMT 器件制备关键技术

1.需求描述

本项目依托企业 GaN 多孔衬底制备、大尺寸单晶生长、HVPE 生长炉设计等核心技术，以及成熟的 2-4 英寸晶体生长、加工与测试设备体系，聚焦 6 英寸 GaN 单晶衬底与 HEMT 器件一体化制备攻关。GaN 基 HEMT 器件是 5G/6G 通信、相控阵雷达、卫星通信、新能源电控、高能微波装备的核心射频与功率单元，直接决定高端装备系统的带宽、功率密度与运行可靠性。

当前国内产业存在明显短板，大尺寸、低位错、高一致性 GaN 衬底供给紧缺，造成外延工艺一致性差、器件耐压与高频性能不达标等问题，高端 HEMT 器件长期依赖进口，制约国内高端半导体产业发展。

项目通过衬底、外延、器件全链条技术攻关，从材料源头解决电压漂移、栅极漏电、击穿电压不足、高频损耗大等行业共性难题，实现全产业链工艺精准匹配。项目落地可填补济南大尺寸优质 GaN 衬底本地供应缺口，满足 5G 射频、新能源功率器件等产业的本地化用材需求。同时补齐区域第三代半导体核心短板，推动产业从单一材料供应，升级为“材料+器件+系统应用”的完整体系，筑牢产业链自主可控能力，赋能本地集成电路、新能源装备等重点产业高质量发展。

2.需解决的技术问题

当前 GaN 半导体产业存在诸多短板：产业体系不成熟、规模偏小，上下游产业链协同不足、技术攻关难以形成合力；核心设备、原材料依赖进口，成本高、供货受限、存在禁运风险。国内 GaN 产品成熟度、重复性、成品率低，仅能覆盖低端市场。核心技术难点：6 英寸大尺寸 GaN 衬底加工效率低、表面质量与面形精度差，易开裂、缺陷多；大尺寸衬底外延易翘曲，载流子分布不均，衬底与外延、器件工艺匹配性差。同时现有 HEMT 器件结构应力调控能力不足，存在耐压低、漏电高、性能参数受限等问题。项目将重点优化衬底研磨抛光工艺，解决衬底加工难题，优化外延工艺与器件结构，实现应力缺陷精准调控，提升器件核心性能与产业化成品率。

3.考核指标

（1）技术参数：

- ①位错密度 $\leq 5 \times 10^6 \text{cm}^{-2}$;
- ②载流子浓度 $> 2 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$;
- ③室温电阻率 $< 0.05 \Omega \cdot \text{cm}$;
- ④表面粗糙度 $\leq 0.5 \text{nm}$;
- ⑤厚度 $450 \pm 50 \mu\text{m}$;
- ⑥厚度不均匀性 $\text{TTV} \leq 50 \mu\text{m}$ 。
- ⑦外延片载流子浓度 $\geq 1 \times 10^{13} \text{cm}^{-2}$ ，迁移率 $\geq 2000 \text{cm}^2/(\text{V} \cdot \text{s})$ 。
- ⑧器件开关电流比 $\geq 10^6$ ，反向漏电 $\leq 5 \mu\text{A}$ ，击穿电压 $\geq 1200 \text{V}$ 。

（2）成果交付形式：

论文 2 篇，发明专利申请 4 件、发明专利授权 2 件，软件著作权 1 个；科技成果 1 项，新工艺 1 项；

其他交示件：主持或参与起草国家标准 1 项、行业或地方标准 1 项。

（3）预期绩效目标

经济效益：本项目 500 万元研发投入是撬动中长期 2350 万元固投与未来 5000 万元营收的战略性、关键性引擎。依托自主技术形成的成本优势（较进口降低 30% 以上），项目预计三年内实现营收 5000 万元，替代 5% 以上的进口市场份额；规模化生产后年利润可达 1500 万元以上。这不仅能填补国内市场缺口，更能通过打破国外垄断，帮助我国在半导体材料贸易中掌握主动权，降低对进口的依赖，形成具备国际竞争力的本土产业收益模式。

社会效益：6 英寸 GaN 单晶衬底项目将打破国外高端半导体材料壁垒，保障新能源、工业电源、5G/6G 通信等领域关键芯片供应链安全，降低对外依赖，提升产业自主可控水平。项目采用大尺寸衬底可提升效率、降低成本，促进产品普及，减少能源损

耗与碳排放，助力“双碳”目标实现。项目同步突破 GaN 基 HEMT 器件关键技术，实现衬底到器件的国产化贯通，带动上下游产业集聚，催熟完整产业生态，预计项目建成后可增加上下游合作 5-6 家。实现激光器与射频芯片国产替代，引领我国 GaN 全产业链升级，破解“卡脖子”难题，提升济南在第三代半导体产业中的核心地位与影响力。

深化高校与企业产学研融合，留住半导体硕博高端人才扎根山东，预计引进博士 1 名，硕士 2 名，新增就业 20 人，提升全省半导体产业科创实力与行业话语权。

4.需求单位及联系人、电话

山东晶镓半导体有限公司

李文静 13296402198

（十三）面向云边协同视觉大模型的异构 VPU 芯片技术研究

1.需求描述

随着数字经济快速发展，视频已成为核心数据载体，超高清视频、AIGC、视觉大模型等新兴应用爆发，使传统 CPU、GPU 处理模式面临算力不足、功耗过高等瓶颈。VPU 作为新一代视频 AI 专用处理芯片，是支撑人工智能、元宇宙产业发展的战略核心。当前我国是全球最大视频应用市场，但在芯片底层架构、软件生态、大模型适配等关键领域存在短板，核心技术存在“卡脖子”风险，亟需研发自主可控的视频 AI 处理芯片，补齐产业算力底座短板。

国际科技巨头已构建“专用芯片+视觉大模型”软硬件闭环体系，依托软硬件协同设计构筑极高技术与生态壁垒。国内 VPU

产业初具规模，镭铭微电子已成功推出两代全球领先的 VPU 芯片，并实现大规模商用。但行业整体仍存在明显短板，如芯片与 AI 大模型融合程度较低，缺乏统一开源软件平台，核心 IP 自主化水平不足，亟需实现“AI+视频”底层架构的革命性突破。

济南具备项目落地的完整产业与算力基础，依托镭铭微电子的成熟量产技术经验，搭配本地“神威·蓝光”超算系统，可提供强力算力与技术支撑。同时全市智慧安防、工业视觉、智慧交通等应用场景丰富，为技术成果落地提供优质载体。本项目实施有利于完善本地芯片全产业链布局，赋能实体经济智能化升级。同时集聚高端科创人才，搭建自主 OpenVPU 平台打破国外垄断，助力济南打造全国视频 AI 计算创新高地，全面提升区域数字经济核心竞争力。

2.需解决的技术问题

当前传统 CPU 方案难以适配 8K 超高清视频与视觉大模型部署，存在三大产业短板：算力功耗失衡、推理延迟高，无法满足实时智能分析需求；芯片架构适配性差，AI 能力为外挂模块，未针对视觉大模型定制加速，难以实现语义研判技术跃迁；国内 VPU 依赖国外软件栈，开发平台碎片化，成果转化难度大。

本项目聚焦产业痛点，重点攻克三项核心技术：一是多标准融合可编程视频编解码硬件架构，适配多类编码标准，满足 8K 超高清实时处理需求；二是视觉任务专用稀疏化混合精度 AI 计算引擎，降低算力冗余，提升端边实时推理性能；三是自主 OpenVPU 软件平台与工具链，突破编译优化、端边云协同技术，搭建国产化完整软件生态。

3.考核指标

（1）技术参数：

①视频编解码能力：单芯片支持 8K@60fps、4K@240fps 或 1080P@960fps 实时编解码，全面支持 H.264、H.265、VP9、AV1 格式；

②AI 算力：集成多核 CNN 引擎，INT8 峰值算力 ≥ 80 TOPS，支持 FP16，MobileNet V2 推理速度 ≥ 1200 fps；

③编码质量：1080P@30fps、4Mbps 条件下，PSNR ≥ 38 dB、VMAF ≥ 90 ，画质优于 x264/x265 slow 档；

④集成视频转换引擎，支持 AI 超分、色彩转换、HDR/SDR 转换等，单次操作处理 8K@120fps 视频流。

⑤支持 PCIe Gen5 $\times 8$ 接口，全双向带宽 ≥ 32 GB/s，支持 2 路并行 8K@60fps YUV 数据输入；支持 MIPI-CSI2 接口，具备 4 路并行 4K@60fps 摄像头输入能力。；

⑥芯片典型功耗 ≤ 50 W，单芯片整卡功耗低于 40W，目标最低功耗 20W。

⑦精度损失 $\leq 3\%$ 前提下，通过动态稀疏化与混合量化实现边缘侧推理吞吐量提升 2-3 倍，单位功耗性能提升 $\geq 50\%$ 。

（2）成果交付形式：

申请发明专利 6 件、授权发明专利 3 件，软件著作权 2 个；

其他交示件：AIC 接口形态的智能视频处理模组 2 款，视频处理一体机 1 套。发布 OpenVPU 软件平台 1 套，提供完整 SDK 和工具链，兼容 FFmpeg 生态；完成对 Linux、Android、统信 UOS、麒麟 OS 及 x86、ARM、海光、兆芯等的适配。

（3）预期绩效目标

本项目采用“重点领域标杆示范+行业推广复制”模式。选择超高清视频直播、智慧城市安防、智慧交通、工业视觉质检等四个典型场景，与行业头部客户合作建设标杆示范工程，部署芯片、

模组，形成可复制解决方案。联合系统集成商将产品融入标准化服务器与边缘设备，实现规模化部署，形成“芯片-算法-应用”协同发展的产业化生态。

项目执行期内，累计部署不少于 5000 片，预计实现收入 2500 万元。在超高清转码场景中，单颗 VPU 处理能力相当于 100 颗高端 CPU，可降低单位视频处理能耗 70%以上，大幅降低客户运营成本。端-边-云协同架构可降低带宽占用 80%以上，减少云端存储与计算投入。项目成果将带动我省服务器制造、云计算、AI 算法、超高清内容等产业协同发展。

本项目将实现视频编解码核心 IP、芯片架构及软件栈的完全自主可控，突破国外技术垄断，保障国家信息安全。建成国内首个开放 VPU 软件生态 OpenVPU，打破 CUDA 等国外生态壁垒。成果直接服务于我省“十强产业”中的新一代信息技术、人工智能等方向，助力构建“云-边-端”协同的智能视频计算基础设施。

4.需求单位及联系人、电话

镅铭微电子（济南）有限公司

刘莹 15624370203/0531-68658136

（十四）面向高功率 AI 芯片液冷的高效低噪环保循环泵关键技术研究

1.需求描述

液冷循环泵技术因高效散热与低能耗优势，在高功率 AI 芯片、智算中心、高密度服务器散热领域得到应用，其中高效低噪循环泵作为核心动力部件直接影响散热效能与系统稳定性。液冷循环泵正朝着更高效、更智能的方向发展。国际领先企业注重系统级优化与能效管理，特别是在高精度水力模型、低噪声设计、

智能变频调节与长寿命可靠性等方面具有优势。国内企业通过优化泵体结构、永磁驱动与控制算法已取得一定成效，但在高端水力设计、低噪声协同控制、特种介质兼容等方面仍存在提升空间。

通过高效低噪循环控温技术，可提升散热效率与运行稳定性，助力绿色低碳算力建设，符合国家数字经济政策要求和可持续发展战略。项目可使济南市智算中心散热效率提升，设备噪声与能耗降低，为创建“国家数字经济创新发展试验区”提供技术支撑。

项目成功实施后，将形成一套可复制、可推广的 AI 液冷循环泵技术和解决方案，推动液冷装备行业从传统通用型向专用化、智能化、高效化升级，提升整个产业的技术水平和竞争力。济南作为省会城市，项目成果可快速辐射至山东省乃至全国，增强区域产业竞争力。

2.需解决的技术问题

产业共性问题:高功率 AI 芯片液冷系统对循环泵提出大流量、高扬程、毫秒级动态响应及低噪声（等严苛要求。现有通用泵专用化不足，难点在于：高热流下散热瓶颈需要解决；负载毫秒级波动使传统 PID 调控滞后，温度失控；宽调速下气蚀加剧振动噪声，且高效水力模型、永磁驱动、长寿命密封等核心技术依赖进口，制约自主发展。

研究内容:（1）开发适配高流阻回路的大流量高扬程专用水力模型与多工况高效叶轮；（2）构建基于 GPU 负载预测的模糊自适应调速算法，精度 $\pm 1\%$ ；（3）突破低压力脉动水力-低转矩脉动电磁-低振动结构协同降噪设计；（4）攻克永磁电机-泵一体化集成及零泄漏密封长寿命技术。

需攻克的关键技术:AI 液冷专用水力模型优化方法、毫秒级

智能控制算法、多场协同低噪设计技术、一体化电子泵及长寿命高可靠性验证技术。

3.考核指标

(1) 技术参数:

- ①最大扬程: 9–20m;
- ②最大流量: $\geq 4.5\text{m}^3/\text{h}$;
- ③电压: AC220V-240V,50Hz/60Hz; 电流: 0.82–2.7A;
- ④功率: 90–350W;
- ⑤能效指标: $\text{EEI} \leq 0.23$
- ⑥介质温度: $-10^\circ\text{C} \sim 95^\circ\text{C}$; 环境温度: $-25^\circ\text{C} \sim 50^\circ\text{C}$; 耐温等级: F;
- ⑦最大系统压力: 10bar;
- ⑧防护等级: IP44。
- ⑨实现国产化替代: 核心部件国产化率: $\geq 95\%$;

(2) 成果交付形式:

论文 1篇,发明专利申请 2件、发明专利授权 1件,实用新型专利 6个; 第三方检测机构出具的循环泵性能测试报告 1个。

(3) 预期绩效目标

经济效益目标: 项目完成后预计实现年新增营业收入 5000 万元, 新增利润 350 万元, 新增税收 80 万元。通过高效水力设计与智能动态调节技术, 运维成本降低 30%以上。

社会效益与平台建设目标: 带动济南本地高效电机、精密传感器、智能控制器等上游产业链协同发展, 新增就业岗位 50 余个, 引进高层次人才 2 人, 建成济南市 AI 算力液冷装备技术研发与公共服务平台, 为区域内算力企业、数据中心及装备厂商提供技术咨询、人才培养等开放式技术服务, 打造山东省乃至全国

重要的高端液冷泵技术创新与产业化高地。

4.需求单位及联系人、电话

卧龙电气（济南）电机有限公司

赵爱辉 13356651903

（十五）变电站智能巡视系统嗅觉传感装置研发

1.需求描述

本需求紧扣新型电力系统建设国家战略，依托济南市在电力装备与智能机器人产业领域的发展基础和独特竞争优势，旨在补齐当前变电站智能巡视“局限于例行巡视与外观缺陷识别，无法开展设备内部状态评估、性能预测和故障诊断”的突出短板，抢占电力智能嗅觉领域发展先机。

针对国外气体传感器基础性能领先但产品多针对单一气体且价格昂贵，同时国内电力巡检应用中传统嗅觉感知对设备状态特征气体抗干扰差、功耗高，导致零漂和寿命不满足现场精细化巡检难题，研发适配智能巡视的多参量智能嗅觉传感器装置，通过对设备故障前期典型特征气体的高精度采集与智能分析诊断，提前预警设备绝缘劣化、接头过热等隐患，填补现有视觉、红外监测的技术盲区。

需求项目实施将打通从核心传感器研发、整机集成到智巡应用的全链条，提升相关产业整体竞争力。通过攻克多参量传感器嵌入式系统、多传感器数据融合、故障智能识别与诊断等关键核心技术，进一步提升济南市电力装备产品的技术含量和附加值，推动智能巡视从“外观识别”向“内部状态评估”的演进升级，助力济南打造全国领先的电力智能巡检技术创新高地。

2.需解决的技术问题

(1) 共性技术问题

当前电力设备巡检领域的嗅觉传感技术，普遍存在多气体交叉干扰难以校准、复杂环境适应性不足两大产业共性难题：变电站现场存在多种背景干扰气体，单一传感元件无法区分特征气体与干扰气体，容易引发误报警；变电站长期处于温湿度波动大、电磁干扰强的环境中，普通传感装置零点漂移快，使用寿命普遍不足 2 年，难以满足无人值守变电站长期稳定运行要求。

(2) 需攻关的关键技术

一是多气体交叉敏感抑制与校准算法技术，二是低功耗多参量一体化传感集成封装技术，三是强电磁环境下传感信号稳定传输技术，四是基于小样本的电力故障气味特征智能学习技术，最终形成可适配变电站智能巡视系统的成熟嗅觉传感方案。

3.考核指标

(1) 技术参数：

①核心检测性能指标：实现一氧化碳、二氧化碳、一氧化氮、氧气、臭氧、氢气、甲烷、硫化氢、二氧化硫、六氟化硫、七氟丙烷、挥发性有机化合物 VOCs 等不少于 12 种电力故障特征气体及温湿度参数的一体化检测，系统响应时间 ≤ 30 秒，恢复时间 ≤ 60 秒，在有效检测范围内测量误差 $\leq \pm 5\%$ 。

②环境适应性与可靠性指标：系统工作温度范围覆盖 $-25^{\circ}\text{C} \sim +55^{\circ}\text{C}$ ，工作湿度范围覆盖 $5\% \sim 95\%\text{RH}$ （无凝露），具备 IP65 级防护能力和变电站强电磁环境抗干扰能力，满足电磁兼容标准要求。

③智能诊断与数据处理指标：构建电力设备故障气味指纹库，基于深度学习的故障严重程度评估准确率 $\geq 90\%$ ，支持本地边缘计算和离线运行，数据存储容量 $\geq 1\text{GB}$ 。

④ 集成适配与功耗指标：传感器模块体积 $\leq 200\text{mm} \times 100\text{mm} \times 80\text{mm}$ ，重量 $\leq 500\text{g}$ ，平均功耗 $\leq 6\text{W}$ ，峰值功耗 $\leq 10\text{W}$ ，设计标准化的机械接口、电气接口和软件通信接口，满足与变电站智能巡视系统数据交互要求。

（2）成果交付形式：

论文 2 篇，发明专利申请 4 件、发明专利授权 2 件，软件著作权 3 个；

其他交示件：集成化多参量嗅觉传感装置 3 套、智能诊断与识别算法 1 套、第三方检测报告。

（3）预期绩效目标

本项目采用“产学研用”协同的产业化示范模式，预计建成年产 1000 套智能嗅觉传感装置的示范生产线，在济南地区 3 个不同电压等级变电站开展规模化示范应用，形成“研发-生产-应用”一体化的产业化闭环。项目实施期内实现销售收入不低于 3000 万元，同时带动上游传感器芯片、电子元器件和下游电力巡检、智能运维服务等相关产业发展。项目成果可提前预警电力设备潜伏性故障，每年可减少因停电造成的经济损失。替代高危环境人工巡检，有效降低人员中毒、触电等安全风险。吸引国内电力传感器、人工智能算法、智能装备集成等领域的创新资源向济南集聚，完善电力智能巡检产业链条，巩固扩大济南市在电力智能装备领域的产业优势，助力打造国内领先的电力智能装备创新产业集群。

4.需求单位及联系人、电话

国网智能科技股份有限公司

孟健 0531-80817177

（十六）“人工智能+多模态感知”全断面扫描（CT）测流装置研发

1. 需求描述

本项目紧扣济南高端数控机床与机器人（仪器仪表）、数字水利重点产业发展方向，贴合黄河流域生态保护、国家现代水网建设系列政策要求。目前全球测流装备正向全断面、AI 自适应方向迭代，国内现有产品多为单点测量，高含沙、弯道复杂流态下误差超 5%，多传感融合、全断面数据重构等核心技术产业化滞后，存在“测不全、测不准、测不稳”、极端工况失效、抗干扰能力弱等瓶颈，聚焦灌区量测水“精准计量、智能感知、全断面覆盖、复杂环境适配”痛点，突破单一技术局限，本项目对提升灌区现代化管理水平、保障流域生态安全、推动水利数字化转型、支撑国家节水行动落地具有重大战略意义。济南具备传感器、精密制造、人工智能完备产业基础，力创科技是国家水资源计量装备产业计量测试中心的主建单位，创新平台、研发产能、试验条件齐全，可支撑项目全链条攻关。项目攻克多模态感知 CT 扫描系列关键技术，补齐国内高端灌区测流装备空白；采用 AI 算法、多模态传感、高性能材料、物联网控制等技术，培育本地“AI+智慧水利”产业集群；助力济南抢占水利计量标准制定话语权，推动国产装备走向“一带一路”市场，全面带动我市水利装备产业智能化升级，夯实全国水资源计量创新与产业化高地地位。

2. 需解决的技术问题

（1）产业共性问题

传统设备适配复杂水环境能力弱，单点测量数据误差大；泥沙、漩涡等繁杂工况下无法测量，多传感器数据不同步，缺少 AI

智能误差修正；野外设备易腐蚀，人工运维成本高，难以满足灌区全断面、无人值守精准计量需求。

（2）需攻关的关键技术

AI 驱动多模态感知与全断面 CT 重构技术、大跨度二维动态平衡伸缩技术、多传感器自适应融合与在线自校准技术、极端环境高可靠装备技术、大数据模型与云端协同技术。

3. 考核指标

（1）技术参数：

①断面扫描范围：横向 0-50m，纵向 0-10m。

②流速测量范围：0.05-5m/s；精度： $\pm(V \times 1\% \pm 0.01\text{m/s})$ （V 为流速测量值）。

③工作环境温度： $-10^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$ ，工作电压：DC 10 ~ 48V；驱动电流： $<15\text{A}$ 。

④液位测量范围：0 ~ 10m；精度： $\pm(L \times 0.5\% \pm 5\text{mm})$ （L 为水位测量值）。

⑤测量功耗： $<2\text{W}$ ；防护与电磁兼容：静电 3 级（空气 8kV，接触 6kV）；脉冲群 $\pm 2\text{kV}$ ；浪涌 $\pm 2\text{kV}$ 。

⑥测量参数：同步采集流速、水位、流量、断面、泥沙等参数。

⑦泥面和水面区域边际视觉识别精确度 $\geq 92\%$ 。

（2）成果交付形式：

发明专利申请 2 件，软件著作权 2 个；其他 3 个；

其他交示件：装置试验机 1 套、用户使用报告 2 份，第三方检测报告。

（3）预期绩效目标

联动人工智能、精密传感、模型算法、物联网通信等上下游

企业协同创新，壮大济南市节水计量装备特色产业集群，完善本地水利装备全产业链配套。项目实施期内相关产品销售收入不低于 2000 万元。实现灌区全断面精准测流，支撑黄河流域水资源节约管控与数字孪生水利落地；项目周期内新增就业岗位 20 个，引育水利专业技术人才 3 人；产品可在全国大中型灌区、黄河流域、跨流域调水工程批量复制应用，提升济南水利装备行业全国影响力，助力国产计量装备参与“一带一路”海外水利项目建设。

4.需求单位及联系人、电话

力创科技股份有限公司

郝金刚 13156801788

（十七）多形态复杂曲面激光-视觉融合高精度定位与智能加工技术研发

1.需求描述

激光制造是“智能制造”国家战略的重要支撑，多功能柔性化激光 3D 打标更是激光产业向智能制造转型的关键方向。项目聚焦高端装备领域，属于制造业中带动能力较强的创新项目，契合国家财政部关于工业级增材制造装备免征关税等支持政策，对于推动我国高端制造从“中国制造”向“中国创造”迈进、促进产业结构升级与优化具有重要战略意义。通过项目攻关，助力济南抢占高端激光制造技术的创新制高点，完善济南高端装备制造产业链的关键环节，为济南打造国家级高端智能制造产业焦群提供核心技术支撑，对济南融入国家智能制造发展战略布局、塑造区域产业竞争新优势起到关键推动作用。

当前全球激光打标领域正加速向高精度、柔性化、集成化方

向升级，下游汽车、航空航天、高端电子等领域对复杂曲面、个性化标识的需求持续增长，倒逼多功能集成的 3D 打标技术加快产业化落地。国内激光制造产业起步较晚，早期核心部件与系统集成技术长期依赖进口，但多数企业产品功能相对单一，难以满足高端装备领域复杂工况下的柔性生产需求，高端市场仍被海外企业占据较大份额，行业亟需具备全功能集成、高性价比的国产高端产品打破海外垄断格局。

2.需解决的技术问题

(1) 产业共性问题

多工况聚焦难，高度差致失效，难在测距变焦协同；在线检测集成难，传统视觉受空间限制，难在同轴集成及易用性；多功能一体化难，国产设备单一，难在紧凑抗干扰封装。

(2) 需攻关的关键技术

激光/自然光同轴光路隔离设计，实现分时保护 CCD；光学变焦模块镀层与驱动，镀层匹配波长减小损耗，保障聚焦精度；一体化小型化封装与抗干扰，多模块紧凑互联，适应工业现场。

3.考核指标

(1) 技术参数：

①内置激光测距模块精确测定标记平面相对振镜距离，变焦模组焦距对焦偏差不超过 $\pm 0.1\text{mm}$ ；内置同轴相机配合专用视觉定位算法，自动计算量产件与标准件的位移与角度偏差并自动纠正，定位精度 $\leq \pm 0.05\text{mm}$ ；内置激光出光与强度检测模块，以每秒不低于 2000 次频率实时检测激光出光状态及强度，数据实时反馈至上位软件。

②适用曲面类型：除平面外，斜面、台阶面、球面及异形曲面均能实现清晰高质量打标。

③功能集成：具备光强检测、视觉定位读码及字符缺陷检查功能，六大功能（3D 变焦、测距、光强检测、视觉定位、视觉验证、人机界面）内置集成。

（2）成果交付形式：

论文 1 篇，发明专利申请 2 件、发明专利授权 2 件，实用新型专利 4 件，软件著作权 1 个；科技成果 1 项（新产品），新工艺 1 项；其他交件：多形态复杂曲面激光-视觉融合高精度打标机、查新报告、第三方检测报告。

（3）预期绩效目标

通过项目技术攻关，有效减少下游汽车及零部件制造企业设备采购成本，提升国产高端装备市场占有率，推动进口替代进程。项目实施期内预计新增产值≥3500 万元。项目将新增就业 22 人，引进 2 名专业经验的技术人员，通过与高校合作培养 6 名技术人才，为济南市储备激光应用人才队伍。项目可向百家企业提供曲面激光打标服务，助力汽车产业链智能化升级，起到固链、补链、强链、塑链的促进作用。项目依托济南市较为完善的激光装备配套产业链（覆盖核心光学器件、精密机械加工、电控系统等环节），带动上下游企业协同发展，进一步完善高端装备制造创新链条，巩固济南在国内汽车激光加工装备领域的领先地位，为全市实体经济高质量发展注入新动能。

4.需求单位及联系人、电话

济南中正金码科技有限公司

王文宝 18660179390

（十八）基于精密制造工艺的地下水视频颗粒追踪监测仪核心部件精密制造与整机研制

1.需求描述

地下水流速流向在线监测是泉城水生态保护、轨道交通安全运营和化工园区污染防治的核心技术支撑。济南市作为“泉城”，地铁建设与泉水保护矛盾突出，化工园区、矿山及深基坑地下水污染与突涌风险预警任务繁重，但当前监测主要依赖进口设备或传统人工方式，存在价格高昂、浊度适应性差、数据安全隐患及无法连续监测等痛点。微型高密封探头、精密光学模组等核心部件精密制造能力缺失，是制约国产化的共性瓶颈。

本项目拟研制基于精密制造工艺的地下水视频颗粒追踪监测仪核心部件精密制造与整机，突破微型高密封探头精密制造、变浊度自适应成像与颗粒物运动解算、强磁干扰动态补偿、深井图像视频质量评价算法等关键技术，实现流速、流向、水位、水温及水质参数的智能化融合感知与 AI 分析。项目成果将直接服务于济南轨道交通保泉安全、化工园区地下水监管和黄河流域水生态保护，同时依托济南“先进制造业百强市”的产业基础，带动精密加工、光学元件、传感器封装等上下游产业发展。

2.需解决的技术问题

（1）产业共性问题

①高端地下水监测装备受制于微型高密封探头及多传感器集成封装瓶颈， $\leq 100\text{mm}$ 空间内多器件共位装配精度需达 $\pm 0.01\text{mm}$ ，密封面微观不平度与热应力管理缺乏工艺；

②现有设备全浊度自适应成像能力不足，低对比度下亚像素级颗粒追踪易受噪声干扰，单点测量难以反映三维流场全局特征；

③井下铁质套管产生随深度非线性变化的强磁场，地磁微弱信号被淹没导致流向失准；

④高清视频需在边缘端实时解算并经 300m 长线缆稳定传

输，压降、衰减与有限算力构成系统性瓶颈；⑤水文－水质多参数融合感知能力不足，难支撑溯源预警。

（2）需攻关的关键技术

- ①微型高密封探头精密制造与多传感器集成封装；
- ②变浊度自适应成像与亚像素级颗粒追踪；
- ③强磁干扰实时辨识与流向动态补偿；
- ④多深度分层测量与全局流场反演重建；
- ⑤深井视频可靠传输与边缘智能解算；
- ⑥多参数联合精密标定与整机一致性制造。

3.考核指标

（1）技术参数：

①精密制造指标：集成探头外径 $\leq 100\text{mm}$ ，耐压 ≥ 500 米水柱，光学窗口视野 $1.8\text{mm}\times 1.0\text{mm}$ 、景深 $\geq 0.2\text{mm}$ ；建成标准化整机装配、多参数联合标定工艺体系，300 米深井视频与传感数据无衰减传输。

②测量性能指标：流速量程 $0.001 \sim 5\text{m/s}$ ，常规精度 $\leq 0.01\text{m/s}$ ，低速 $\leq 0.001\text{m/s}$ ；流向测量精度 $\leq 1^\circ$ ，具备井下磁干扰自动补偿；水位精度 $\leq \pm 2\text{mm}$ ，测温精度 $\leq \pm 1^\circ\text{C}$ ，设备适用井径 $\geq 25\text{cm}$ ，工作深度 $\geq 300\text{m}$ 。

③环境与功能指标：探头工作温度 $-20^\circ\text{C} \sim 70^\circ\text{C}$ ，720P 水下成像，光源自适应调节；搭载边缘计算单元，支持 4G/NB-IoT 远程控制、图像质量自检、多渠道智能报警；配套云端分析平台，开放 API 数据接口。

（2）成果交付形式：

论文 2 篇，专利申请 8 件（其中发明 5 件）、专利授权 4 件，其中发明专利授权 2 件，软件著作权 5 个；科技成果 1 项，新工

艺 1 项；其他交示件：一套地下水在线流速流向智能监测仪及第三方检测报告；一套视频颗粒追踪测速与流向解算核心算法及工具集；一套云端数据软件平台（含 Web 端和移动端）。

（3）预期绩效目标

项目采取“技术研发+样机研制+应用示范”模式，完成工程样机研制及批量试产，实现标准化量产及数据服务，面向轨道交通、化工园区地下水监管及现代水网市场，项目实施期内实现销售收入 ≥ 3000 万元，形成“设备销售+数据服务+运维保障”的产业模式。

项目成果直接服务于济南“保泉优先”战略、化工园区地下水污染防控及黄河流域水生态保护，通过水质参数扩展监测实现污染溯源预警，为保障城市水安全、防范环境风险提供自主可控的技术支撑，具有显著的公益属性。通过攻克高端监测装备“卡脖子”技术，保障国家地下水监测数据安全，带动本地精密加工、光学元件、传感器封装、工业软件等上下游产业协同发展，新增就业岗位 10 个以上。

4.需求单位及联系人、电话

山东华迪智能技术有限公司

李峰 15905312160

（十九）具身智能人形机器人谐波减速器偏心轴切点跟踪磨床研究

1.需求描述

谐波减速器被视为人形机器人的“关节核心”，偏心轴又作为其关键传动零件，其加工精度直接决定减速器的传动精度、振动噪声与使用寿命。切点跟踪磨削技术（又称随动磨削）实现一次

装夹完成主轴颈和偏心颈的磨削，代表着精密磨削技术的前沿方向。国际方面，西方制造业强国在该领域起步较早，占据我国的高端市场。国内近年也已有类似机床，但仍存在差距。

济南作为我国重要的装备制造基地，在高端数控机床与机器人产业领域已形成坚实的发展基础。通过项目实施，一是补链强链、完善产业生态。有效填补机器人核心零部件加工领域的空白，形成“核心装备—零部件制造—整机装配—场景应用”的完整链条。二是对接产业需求、形成示范效应。济南已成为人形机器人产业的重要集聚区。本地化的加工装备将形成“在地研发—在地装备—在地制造—在地应用”的良性循环。

2.需解决的技术问题

（1）技术问题

①高速高精度随动磨削运动控制技术：突破 X 轴与 C 轴高速联动下的位置精度控制问题，实现偏心圆轮廓的高精度跟踪磨削；

②恒磨除率智能控制技术：解决偏心旋转引起的磨削力不均问题，避免烧伤和振纹；

③一体化精度补偿技术：需要集成多种补偿手段，实现闭环综合精度控制。

（2）需攻关的关键技术

①高动态响应进给系统设计，X 轴在大加速度下仍保持高精度，零部件的匹配优化是核心难点；

②复杂曲面轨迹实时插补算法：需解决非圆表面磨削中的实时轨迹规划与前瞻控制问题，避免计算延迟导致的轮廓畸变；

③微小偏心距的精密测量与反馈：偏心距误差需控制在 2 微米以内，对在线测量系统的分辨率与响应速度提出极高要求。

3.考核指标

(1) 技术参数:

①加工精度: 圆度 $\leq 0.002\text{mm}$, 圆柱度 $\leq 0.005\text{mm}$, 偏心距误差 $\leq \pm 0.002\text{mm}$, 轮廓精度满足谐波减速器传动精度要求, 表面粗糙度 $Ra \leq 0.2\mu\text{m}$ 。

②动态稳定性: 加工过程中 X 轴定位精度 $\leq \pm 0.002\text{mm}$, 砂轮主轴振动幅值 $\leq 0.002\text{mm}$ 。

③连续无故障运行时间: MTBF (平均无故障间隔时间) ≥ 2000 小时, 单次连续加工能力 ≥ 1000 件。

(2) 成果交付形式:

知识产权指标: 论文 1 篇, 专利申请 4 件 (其中发明 1 件)、专利授权 2 件、软件著作权 1 个、新产品、新工艺 1 个; 其他交件: 人形机器人谐波减速器偏心轴的数控高速随动精密磨床、第三方检测报告。

(3) 预期绩效目标

项目实施期内新增产值 ≥ 1000 万元。通过技术攻关, 降低进口依赖, 替代进口随动磨床; 提升就业与技术人才培养, 通过项目研发与生产, 新增就业岗位 10 个, 培养精密加工领域专业人才 5 人; 推动行业技术进步, 形成自主可控的切点跟踪磨削技术体系, 提升山东省乃至全国在高精度随动磨削领域的核心竞争力。

4.需求单位及联系人、电话

济南四机数控机床有限公司

韩燕 13370558548

(二十) 轻量化高性能星载 SAR 天线/星载 SAR 宽带高功

率轻量化相控阵天线技术

1.需求描述

本项目契合济南市空天信息重点产业发展方向，聚焦卫星核心载荷关键技术攻关。当前全球商业 SAR 卫星加速星座化、批量化布局，国外企业依托成熟轻量化相控阵天线占据市场优势；国内虽具备卫星整机研制基础，但高性能、轻量化、低成本难以同步实现，是制约国产卫星批量组网的核心技术瓶颈。济南已形成卫星总装、遥感应用产业底座，集聚科研平台与精密加工配套资源，但 SAR 核心天线缺乏本地规模化自主研制能力，产业链存在“应用强、核心制造弱”的结构性短板。

项目围绕企业 48 颗智能 SAR 卫星星座建设需求，开展轻量化宽带高功率相控阵天线研制，填补本地高端卫星载荷制造空白。依托济南空天信息实验室、精密加工、电子装联等配套资源，打通“核心部件制造—卫星总装—遥感应用”完整产业链，显著降低星座组网、发射与在轨运维成本。成果可支撑黄河流域生态管护、地质灾害预警、城市形变监测、应急防灾等数字化治理场景。项目将突破行业共性技术痛点，拉动上下游配套产业增收，培育本地空天高端制造核心能力，推动济南商业航天向高附加值环节升级，全面提升区域空天信息产业自主创新水平与行业竞争力。

2.需解决的技术问题

（1）产业共性薄弱环节

产业结构失衡：本地缺失 SAR 相控阵天线规模化自研制造能力，产业链存在核心载荷制造短板；无法满足 48 颗卫星星座批量交付需求。

性能指标相互制衡：天线高功率、大带宽、轻量化三大指标难以同步兼顾，提升功率与带宽会增加结构重量、抬高制造成本，

单纯轻量化设计又会大幅削弱卫星成像探测性能。

太空环境适配难度大：天线高功率工作持续散热，太空高低温交变、力学振动冲击易引发器件性能衰减，一体化热控与长期在轨可靠性协同设计难度突出。

（2）核心攻关内容

- ①高功率轻量化一体化协同结构设计；
- ②宽频带天线单元与阵面性能稳定控制技术；
- ③星载高功率一体化热控与长寿命可靠性保障技术；
- ④标准化模块化架构、批量生产及快速测试验证工程体系构建。

3.考核指标

（1）技术参数：

- ①天线体制：二维扫描平面固态有源相控阵；
- ②工作频率：9800MHz±600MHz；
- ③有效孔径尺寸：≤3.90m（方位向）×0.96m（距离向）；
- ④带内增益起伏：≤±1dB（有源部分）；
- ⑤满阵平均辐射效率：≥60%（全频带，含馈电网络损耗）；
- ⑥天线对外接口驻波比：≤1.5；
- ⑦最大发射功率：≥9000W；
- ⑧方位向方向图指标：
扫描能力：≥±0.4°；
波束指向精度：≤0.02°（带内平均指向，3σ，含机电热误差）；
最大扫描副瓣/栅瓣：≤-10dB；
- ⑨距离向方向图指标：
扫描范围：≥±4°；
波束指向精度：≤0.02°（带内平均指向，3σ，含机电热误差）；

中心波束近区副瓣： $\leq -10\text{dB}$ （均匀口面、法向、 $\pm 30^\circ$ 度内）；

中心波束远区副瓣： $\leq -25\text{dB}$ （均匀口面、法向、 $\pm 30^\circ$ 度外）；

⑩温度范围要求：

天线工作温度范围： $-20^\circ\text{C}\sim +30^\circ\text{C}$ ；

天线启动温度范围： $-40^\circ\text{C}\sim +60^\circ\text{C}$ ；

天线存储温度范围： $-40^\circ\text{C}\sim +70^\circ\text{C}$ ；

⑪供电及功耗要求：

二次电源效率： $\geq 89\%$ ；

TR 组件效率： $\geq 35\%$ （15%占空比）；

平均功耗： $\leq 4000\text{W}$ ；

⑫重量： $\leq 90\text{kg}$ 。

（2）成果交付形式：

发明专利申请 2 件，发明专利授权 2 件，软件著作权 2 个；其他交付成果包括：形成适用于 48 颗 SAR 卫星星座建设的 X 频段天线技术基准，完成天线单元、有源子阵及阵面样机的研制工作，并交付不少于 1 套天线正样产品；搭建相应的测试验证平台，提供全套标准化设计图纸、工艺流程及测试验收规范。

（3）预期绩效目标

本项目兼具突出经济与社会效益，全面赋能济南空天信息产业高质量发展。**经济效益上**，项目实现星载 SAR 核心天线载荷 100%自主可控，依托商业 SAR 卫星星座建设需求搭建标准化批产体系，补齐本地高端载荷制造短板，盘活精密加工、电子元器件、航天装配上下游资源，降低卫星组网整体成本，预计带动区域空天产业链年新增销售收入百亿元，拓宽地方税源，培育全新产业增长极。

产业带动层面，项目打造“核心天线制造—卫星总装—遥感

应用”产业链，完善本地空天产业闭环，形成可复制的 SAR 载荷量产技术基线，推动产业从遥感应用向高附加值核心硬件研发制造升级，助力济南打造国内一流商业 SAR 卫星核心部件产业化高地。

人才引育与就业方面，项目可集聚培育 20 名以上雷达、航天结构、热控、量产工艺方向高端人才，带动上下游企业增设研发、生产、检测优质岗位，扩充本地高质量就业渠道，搭建产学研实训平台，夯实区域空天产业人才储备。

社会效益层面，配套自研天线的 SAR 星座可全天时全天候对地观测，应用于城市形变监测、地质灾害预警、应急减灾、自然资源监管等领域，提升城市精细化治理与防灾数字化能力，为区域生态、国土、重大基础设施安全提供持续遥感支撑，具备可观、持久的公共服务价值。

4.需求单位及联系人、电话

济南智星空间科技有限公司

李鹏 13964111323

（二十一）SAR 卫星成像在轨高时效成像处理与参数自主生成技术研究

1.需求描述

当前济南市空天信息产业已形成卫星研制、载荷生产、地面配套等基础产业体系，产业集聚效应初步显现。但整体还存在重硬件制造、轻智能算法，重地面处理、轻星上应用，高端核心技术不足、应用场景单一等发展短板，产业高端化、智能化发展有待补强。

我市依托中科卫星、齐鲁空天信息创新研究院、空天信息山

东省实验室等创新平台，已成功研制并发射研制“海哨一号”、“海哨二号”等微小 SAR 卫星。本项目针对多极化高分宽幅 SAR 成像分辨率与幅宽矛盾、多极化参数适配性弱、星上自主能力不足、成像处理时延长等四大核心问题，开展星上 SAR 成像参数自主生成技术、多模态高时效在轨成像处理技术研究，构建“自主参数规划-实时成像处理-极化信息融合”的全链路星上智能成像体系，摆脱地面系统依赖，实现 SAR 卫星在轨自适应成像，全面提升高分宽幅 SAR 卫星的自主观测能力与应急响应能力。

本项目的实施可精准补齐我市空天信息产业在轨智能处理技术领域的短板，突破多极化遥感轻量化处理核心技术，完善从卫星制造到星上智能解译的全产业链布局，推动产业由硬件制造向高端算法与智能服务延伸，助力我市空天信息产业提质增效、高质量发展。

2.需解决的技术问题

当前商业 SAR 卫星在迈向智能化、实用化过程中面临多重技术与应用瓶颈：首先，当前卫星系统的运行管理主要依赖地面运控系统人工操作，任务响应慢，卫星资源利用率低，无法满足高效运营需要。为了充分发挥卫星在轨应用效能，必须赋予卫星在轨自主运行权限，通过在轨任务规划和数据处理的自主闭环反馈控制，驱动卫星在轨实现自主运行，满足高时效卫星应用要求。其次，星上处理存在轻量化与实时传输的根本矛盾——受限于星载平台的算力、功耗与存储资源，面对高分辨率、宽幅成像带来的海量数据，传统依赖地面高性能计算的 SAR 处理算法难以直接移植，亟需构建面向嵌入式环境的轻量化、低功耗、高实时性智能处理架构。此外，商业 SAR 卫星生态尚缺标准化与规模化基础，星上智能算法缺乏统一软硬件接口、模块化设计和在轨更

新机制，导致算法迭代慢、部署成本高、星座协同难，制约了从单星验证向大规模星座智能服务的跨越。

为突破当前商业 SAR 卫星在轨智能处理能力瓶颈，亟需系统性攻关以下关键技术：

（1）SAR 成像参数自主生成技术

SAR 卫星传统任务规划中存在严重依赖地面、响应滞后、指令灵活性差和任务执行效率低等核心问题，而 SAR 成像参数生成是星上任务规划核心环节，但传统方式依赖地面计算与人工，存在流程繁琐、人力成本高、效率低等问题。轨道预报偏差易致参数错误，影响成像质量；地面上注依赖过站时间，有延误风险；且缺乏灵活性，多环节协同易出错，不适用于星上自主任务规划。为此开展星上 SAR 成像参数自主生成技术研究，针对不同任务需求采用主备融合策略，构建全自主体系，提升系统自主运行与成像效率。

（2）高时效 SAR 成像处理技术

星上实时 SAR 成像处理算法面临星载平台计算资源、存储容量和功耗的严格限制，导致传统成像算法难以在轨实现高精度、高效率的实时处理。针对以上问题，开展高时效 SAR 成像处理技术研究，通过轻量化算法设计、硬件友好型并行加速架构和系统级协同优化策略，突破资源约束下的高精度相位保持与高效流水调度技术，实现星上实时高分辨率 SAR 成像，为提升天基信息获取时效性和实现智能在轨处理提供技术支撑。

3.考核指标

（1）技术参数

①支持在轨成像处理，可以完成 SAR 数据在轨成像处理，并可通过仅处理回放+闭环在轨成像，核对成像处理结果；

②支持根据 AIS 和卫星数据等完成 SAR 成像参数自主生成，并可通过任务回放、参数包解析进行地面独立复核；

③单次仅成像参数生成时间 ≤ 30 秒；

④SAR 数据成像处理时延：条带(一景图像) ≤ 15 秒，聚束 ≤ 30 秒；

⑤成像模式：条带：标称分辨率 3 m、幅宽 30 km；高分聚束：标称分辨率 0.5 m、幅宽 3 $\times$ 5 km；聚束：标称分辨率 1 m、幅宽 10 $\times$ 10 km；可选单/双极化。

⑥星上处理数据量：最大 3 min 成像时间内允许星上处理 1 次；只成像最大回波采集时长：单/双极化 25 s/15 s；成像+提取：10 s/8 s。

(2) 成果交付形式

SAR 成像参数自主生成和 SAR 数据在轨成像处理算法一套。

(3) 预期绩效目标

具备显著的产业带动能力与长期价值转化潜力。卫星所获取的高质量、多模式遥感数据可广泛应用于海洋经济、资源调查、基础设施监测、保险评估等多个领域，推动遥感数据服务、信息产品开发及行业应用解决方案的快速发展，形成覆盖数据获取、处理、分发与应用的完整产业链，带动相关产业集聚与升级。项目期内，按照年签署数据销售合同 20 项，单个合同 100 万元测算，SAR 遥感数据每年预期产值 2000 万元以上。同时，面向海洋渔业、海上保险、环境监测等领域，还可拓展商业化应用空间，形成多元化盈利模式。在自然灾害防控方面，通过提升预警与评估能力，可有效减少灾害造成的直接经济损失及间接停产损失，具有重要的社会效益。

4.需求单位及联系人、电话

中科卫星科技集团有限公司

曾宝秀 18668974556

(二十二)新能源设备智能诊断与预测性维护关键技术研究

1.需求描述

本项目通过人工智能技术提升新能源风光储设备维护的科学化水平，构建新能源风光储设备智能诊断与预测性维护管理体系。国内已在新能源设备智能诊断与预测性维护方面取得技术突破，但仍存在知识碎片化、多模态融合深度不够、故障预测前瞻性不足、业务协同链条断裂等突出短板；国外在多模态融合与故障预测方面技术相对成熟，但对国内设备适配性差、定制化成本高，难以规模化推广。该项目高度契合国家人工智能发展方向及济南市重点产业发展需求，显著提升济南在新能源设备智能诊断领域的数字化解决方案输出能力，为新型电力新能源产业数字化转型与高质量发展提供关键支撑作用。

2.需解决的技术问题

(1) 产业共性问题

产业共性问题如下：一是风光储设备数据资源碎片化非标准化复用难题突出；二是缺陷模型多模态融合不足，复杂场景识别精度欠缺；三是传统故障预测响应滞后，精度偏低，风险预警支撑不足；四是智能体学习能力和适配落地受限，难以构建动态决策闭环。

(2) 研究内容

研究内容包括：一是构建风光储设备标准化高质量数据集；二是构建面向风光储设备的多源多模态融合缺陷识别智能体；三

是构建面向风光储设备的数据和场景融合驱动的故障预测智能体；四是研究新能源风光储设备缺陷预测智能体与问答增强技术；五是研究智能体智能决策可信校验与闭环联动技术。

3.考核指标

（1）技术参数：

①实现智能体缺陷识别与故障检测能力，缺陷识别准确率 $\geq 90\%$ ，故障召回率 $\geq 85\%$ ，故障误报率 $\leq 5\%$ 。

②实现智能体工单闭环与故障预警能力，工单闭环率 $\geq 90\%$ ；支持提前预警，预警提前量紧急故障 ≥ 7 天，严重故障 ≥ 72 小时，一般故障 ≥ 24 小时。

③智能体覆盖设备缺陷识别和可预测的故障类型 ≥ 10 类。

④平台可实现 7×24 小时稳定不间断运行，平台可用率不低于 99.9%。

（2）成果交付形式：

论文 2 篇，发明专利申请 4 件、发明专利授权 4 件，软件著作权 4 个；科技成果 1 项；其他交示件：新能源设备诊断与预测性维护多智能体管理平台 1 套，新能源风光储高质量数据集 1 套，新能源设备缺陷识别智能体 1 套，新能源设备故障预测智能体 1 套，新能源风光储设备知识问答智能体 1 套，新能源风光储设备隐患闭环处置智能体 1 套，第三方评估报告。

（3）预期绩效目标

本项目以新能源场站为试点，构建风光储标准化数据集与故障预测处置应用体系，形成“多模态数据融合—知识图谱构建—故障预判识别—检修方案生成”全技术链路，打造行业智能诊断与预测性维护示范范式。

经济效益方面，通过搭建风光储数据资产与 AI 故障预测体

系，优化新能源设备维护流程，精准识别早期隐性缺陷，降低故障抢修成本；依托智能研判自动生成标准化检修工单，优化运维资源调配，全面提升新能源场站经营效益。依托项目技术成果形成风光储设备诊断与预测性维护产业化方案，面向省内外新能源企业推广应用，预计2年内新增项目合同额1000万元以上。

社会效益方面，将行业知识结合多模态缺陷识别、智能方案输出技术，应用于风光储设备运维领域，推进人工智能与新能源深度融合。深化产学研用协同合作，构建济南市新能源领域科技创新新载体。推动设备运维模式从传统事后抢修转向数据驱动预判维护，构筑产业融合创新生态，为全省能源行业智能化升级提供标杆示范。同时可培养新能源设备运维、智能体应用、知识图谱构建类专业技术人才4人，夯实济南市数字能源产业人才储备。

4.需求单位及联系人、电话

云鼎科技股份有限公司

田兆燕 13678805509

(二十三)基于自主进化推理智能体的社会风险全量要素自主发现及自适应分级预警系统研发

1.需求描述

社会稳定是国家发展的根本前提与中国式现代化的核心保障，也是推进平安中国建设、提升基层治理效能的核心任务。近年来，国外社会风险识别预警研究已从单一治安预测转向跨部门联动治理与智能化治理模式，欧美等经济体整合政务热线记录、警情数据、城市运行数据以及空间地理信息等多源数据，接入统一城市治理平台，用于公共安全预警、风险热点识别与风险处置

工作。国内“人工智能+社会治理”领域的技术发展重心已由单项感知装备研发与风险防控工具开发，逐步拓展至社会治理复杂系统建模、城市运行体征感知以及社会治理“城市生命体”体系建设。当前国内外主流风险预警模式仍以静态风险指标体系为核心，高度依赖领域专家经验，难以实现对社会风险的动态持续跟踪。本项目实施完成后，可充分激活现有监控视频资源的潜在价值，提升社会风险主动识别能力；强化矛盾纠纷的早期苗头识别，提高基层研判工作的精准度；提升街道、社区、综治中心、派出所等基层治理单元的协同处置效率，为建设更高水平的平安济南提供智能化支撑。

2.需解决的技术问题

当前社会风险源头多元、传播链条复杂，突发性与偶然性强，矛盾隐患经网络传播、人群互动易放大，治理难度大。面向特征动态变化的社会风险，现有手段依靠人工构建指标与评估模型，难以适配复杂动态治理场景。本项目聚焦社会治理领域共性难题，构建全量风险要素量化体系，重点攻克三项关键技术：一是大规模监控视频轻量化异常感知与要素解析，依托轻量化感知与因果推理，实现异常片段定位、跨模态抽取风险要素、自动匹配同案类案等；二是跨模态风险要素融合研判与自适应分级预警，突破经验驱动、地域适配差等局限，搭建通用分级预警模型；三是开放环境下风险评估模型增量调优技术，实现指标动态扩展、权重自适应校准，持续识别新型未知风险。

3.考核指标

（1）技术参数：

①多源风险要素解析：支持公安报警、12345工单、民政登记、网格上报、视频图像、网络舆情等不少于6类数据接入；可

解析人员、时间、地点、行为、情绪、事件类型等不少于 8 类要素；文本要素抽取准确率 $\geq 88\%$ ，图像视频识别准确率 $\geq 85\%$ 。

②跨模态同案类案检索：支持文搜图、图搜图、图文搜事件等不少于 3 类检索方式；支持同一主体、同一地点、同类矛盾、相似行为等不少于 5 类风险关联分析；事件链关联准确率 $\geq 85\%$ 。

③风险评价指标生成与更新：形成不少于 20 项社会风险评价指标，覆盖主体特征、行为强度、情绪状态、历史频次、传播范围、处置难度、升级趋势等维度；支持不少于 6 类典型治理场景。

④智能体协同研判与分级预警：支持对事件链、指标触发、多模态证据、历史类案和处置反馈等信息进行综合研判；自动输出风险等级、预警依据和处置建议；风险分级准确率 $\geq 85\%$ 。

⑤系统集成与应用验证：完成“社会风险全量要素自主发现及自适应分级预警系统”研发；系统具备数据接入、要素解析、类案检索、指标评价、分级预警、反馈优化等功能；在不少于 2 个基层治理单元试点，用户满意度 $\geq 80\%$ 。

（2）成果交付形式：

论文 3 篇，发明专利申请 5 件、发明专利授权 5 件，软件著作权 4 个；主持或参与起草国家标准 1 项。

（3）预期绩效目标

产业化示范形式：项目实施期间依托济南市委政法委开展试点，聚焦婚姻家庭纠纷、邻里物业矛盾、欠薪讨薪、重复投诉等场景落地应用。试点验证成熟后完成产品标准化、可复制改造，逐步向泰安、菏泽等省内地市及河南、江苏等外省推广，预计产业化复制新增销售收入约 2500 万元，打造一套可复制推广的社会风险智能治理解决方案与产品。

经济效益：项目成果能够带动政务软件、人工智能技术服务等产业协同发展，依托平台部署、软件授权、定制模型开发、持续运维等路径实现商业化落地，有助于降低社会治理综合运行成本，提高财政资金使用效益。

社会效益：项目研发技术力争达到国内领先水平，构建拥有自主知识产权的社会风险智能治理技术体系，可实现同类产品技术替代；搭建风险发现、要素解析、分级预警、协同处置、反馈优化一体化完整业务闭环。

4.需求单位及联系人、电话

浪潮软件科技有限公司

黄海北 13573128716

(二十四)化工新材料行业大模型驱动的中试工艺数字孪生建模与参数预测平台

1.需求描述

本项目围绕化工新材料中试环节放大成功率不足 30%、试错成本高、研发周期长等突出问题，拟突破参数寻优长期依赖人工经验和反复试错的传统模式。项目构建行业大模型驱动的数字孪生仿真体系，实现中试工艺参数的智能预测与优化，推动中试工艺从经验驱动向数据驱动、机理约束与智能优化转变。

当前，国外主流技术多面向大型连续化装置，存在系统封闭、定制周期长、实施成本高等问题，对国内中小化工企业普遍采用的间歇式、半间歇式中试工艺及多品种小批量生产场景适配性不足。国内在化工数字孪生、行业大模型和过程控制优化等方面虽有一定基础，但多局限于单一环节或特定装置，面向化工新材料中试的系统化、可规模化应用融合平台尚属空白。项目拟补齐这

一关键短板，形成可复制、可推广的技术体系与应用模式。

项目深度契合济南市“13+34”先进材料产业链的发展需求，符合省市关于人工智能赋能制造、新材料科技创新及制造业中试能力提升等的重点部署。其实施将填补济南市在化工新材料大模型驱动中试智能化技术方向的空白，支撑示范企业提质增效，带动功能助剂、特种树脂等上下游协同升级。平台成熟后可在省内化工材料企业推广应用，助力济南建设先进材料产业高地。

2.需解决的技术问题

（1）产业共性问题：中试工艺依赖人工经验与试错，缺乏系统性寻优手段；复杂非线性过程难以兼顾多尺度机理与数据驱动建模，泛化性与可解释性不足；工艺数据分散、语义不一，知识难以沉淀复用；多目标优化缺乏可解释、可追溯的智能决策工具。

研究内容：①构建化工中试场景行业大模型基座与工艺知识图谱体系，实现小样本快速泛化与机理约束推理；

②建立机理-数据融合的灰箱数字孪生模型，支持高保真仿真与跨工况迁移；

③开发基于孪生仿真的多目标参数预测与优化方法，实现数智化可解释决策。

（2）关键技术环节：化工知识高质量抽取与融合、小样本条件下大模型精准学习、机理参数在线辨识与动态校准、高维非线性多目标优化求解及工程可解释性保障。

3.考核指标

（1）技术参数：

行业大模型性能指标：

①行业大模型工艺问答准确率 $\geq 85\%$ ；

②异常工况归因准确率 $\geq 80\%$;

③工艺知识抽取与结构化入库准确率 $\geq 90\%$;

工艺预测建模指标:

④关键质量指标预测误差 $\leq \pm 9\%$;

⑤关键过程变量（温度、压力、流量等）预测误差 $\leq \pm 5\%$;

系统综合与工艺优化指标:

⑥中试放大成功率提升幅度较行业基线提升不低于 50%;

⑦中试周期缩短与试错次数减少：平均周期缩短 $\geq 30\%$ ，试错批次数减少 $\geq 20\%$;

⑧产品一次合格率 $\geq 80\%$;

⑨平台可用性与运行稳定性：支持 7×24 小时连续运行，年度计划外停机时间 ≤ 48 小时，无因系统故障导致的重大停产或关键数据丢失事件。

（2）成果交付形式:

论文 2 篇，发明专利申请 4 件、发明专利授权 2 件，软件著作权 6 个；科技成果 1 项；其他交示件：化工新材料行业大模型驱动的中试工艺数字孪生建模与参数预测平台软件 1 套、平台软件系统及用户手册 1 套、第三方检测报告 1 份。

（3）预期绩效目标

经济效益：在示范企业部署化工新材料中试智能化平台，完成中试线全流程数字化验证，建成稳定可复用的“中试虚拟工厂”样板。依托数字孪生建模与工艺参数智能预测，中试研发周期、试错批次等核心指标达到行业先进水平，项目实施期内预计新增销售收入不低于 3000 万元，实现利税 600 万元，形成可量化、可复制的投入产出模式，长期经济效益可观，产业化前景广阔。

社会效益：通过精准工艺控制与参数寻优，有效降低中试过

程能耗与物耗，严控安全风险，助力化工中试绿色低碳转型。合作共建省市级科研平台 2 个，持续提升济南化工行业科技服务与工业软件方向的创新能力。

新增就业与引育人才：培养掌握“化工工艺+行业大模型/数字孪生”技术的复合型研究人员 2 人以上，新增相关就业岗位 5 个，强化产学研协同机制，为化工新材料智能化升级储备急需人才。

产业带动作用：平台成熟后可形成以点带面的辐射效应，逐步向省内其他化工细分领域延伸。构建面向济南、辐射山东的化工新材料中试智能化技术服务体系，带动功能助剂、特种树脂等上下游协同升级，培育智能中试技术服务新业态，支撑先进材料产业链自主可控与高端化发展。

4.需求单位及联系人：

山东鸿瑞新材料科技有限公司

李长振 13553178339

（二十五）面向能源托管的 AI 协同优化与主动预警关键技术研究

1.需求描述

《2030 年前碳达峰行动方案》明确要求加快提升建筑能效水平，国管局等三部门联合印发《关于鼓励和支持公共机构采用能源费用托管服务的意见》，鼓励发展能源托管市场化服务。本项目聚焦公共建筑及数据机房空调系统节能降碳，融合 AI 与暖通技术，属于绿色低碳与人工智能交叉领域，符合济南市重点产业发展方向，可有效服务济南市既有公共建筑节能改造及数据机房能效提升需求。当前，大金、海尔、海信等龙头企业正推进

AI 与暖通系统融合，但在多设备协同、精密空调动态控制、主动预警及碳资产自动核证等方面仍存在明显短板。碳资产开发在公共建筑场景落地难，核算依赖人工。山东省存量公共建筑节能改造规模巨大、数据机房众多，具备良好应用基础。

本项目研发融合专家知识与 AI 技术的协同优化与主动预警系统，实现水冷空调节能增效、精密空调智能温控及减排量自动核证。项目实施将推动我市建筑节能产业从设备更换升级为 AI 智能运维与设备改造协同，带动 AI 算法、智能传感、节能服务等上下游产业链发展。预期实现综合节电率 $\geq 12\%$ ，积极推动公共建筑节能改造转化为碳资产，为我市培育碳资产管理新业态，助力山东省“双碳”目标实现。

2.需解决的技术问题

（1）产业共性问题

① 供需动态负荷匹配难：传统 PID 或人工控制响应滞后、冗余供冷，能耗高。

② 多设备协同控制弱：冷水主机、水泵、冷却塔控制相互独立，缺乏全局协同，能效难最优。

③ AI 决策安全风险高：纯数据驱动 AI 模型可能输出超物理边界参数，存在设备损坏风险。

（2）需攻克关键技术

① AI 与专家知识融合：水冷空调大惯性、非线性，机理与 AI 深度融构安全高效决策引擎难；机房 IT 负载波动难预测，AI 动态推荐最优送风温度实现按需供冷挑战大。

② 低成本预警：数据孤岛严重，难在不大量增购传感器下，融合告警代码与运行数据实现故障提前辨识。

③ 碳资产核证：山东碳普惠方法学、CCER 方法学基线界

定与减排量计算参数多，人工核算误差大，需构建精准可追溯的实时核证引擎。

3.考核指标

(1) 技术参数:

①在真实托管项目中完成 A/B 测试，在硬件节能改造基础上实现舒适型水冷空调节电率 $\geq 12\%$ 、数据机房精密空调节电率 $\geq 12\%$ ，综合节电率 $\geq 12\%$ ，减碳指标 $\geq 10\%$ 。

②水冷空调协同优化策略引擎单次策略生成时间 ≤ 2 分钟，输出策略表包含不少于 3 类设备控制参数。

③数据机房精密空调 AI 推荐值更新周期 ≤ 15 分钟，单次推理时间 $\leq 100\text{ms}$ 。

④主动预警及健康度评估软件能解析不少于 5 类核心告警代码，典型故障提前预警准确率 $\geq 92\%$ ，并提供告警代码与关键运行数据的联合诊断依据。

⑤从数据采集到策略/预警输出的端到端延迟 ≤ 2 分钟；所有 AI 建议输出前须经安全规则引擎校验，异常情况下能自动退出 AI 建议模式，切换至本地保底控制，切换时间 ≤ 1 秒。

⑥在建筑面积不少于 2 万平方米的实际运行综合能源托管项目中完成系统部署与在线试运行，形成可复制推广的技术方案。

⑦交付全部软件源代码、可执行程序、训练好的模型文件、部署文档、用户手册及第三方机构出具的 A/B 测试节能报告。

⑧提交 AI 节能策略的可解释性分析报告，至少针对 2 个典型运行场景（如高温天气、过渡季）说明策略生成的关键决策依据与专家规则融合逻辑。

⑨减排量实时计算引擎减排量计算误差 $\leq 5\%$ ；支持至少 3 类

公共建筑场景（办公楼、学校、医院）的节能项目碳资产开发；完成 1-2 个示范项目的减排量计算与备案准备。

（2）成果交付形式：

论文 4 篇，发明专利申请 3 件，软件著作权 6 个；其他交示件：系统与应用，在 1 个实际的能源托管项目中完成系统部署，形成可参观演示的示范应用场景。技术文档，提交项目技术报告 1 份；提交算法源代码与部署文档 1 套；提交碳资产核证算法说明及示范项目备案准备材料 1 份。

（3）预期绩效目标

本项目对能源托管项目实现 AI 赋能，研发的轻量化 AI 插件可实现低成本、可复制推广模式。通过水冷空调协同优化策略引擎及氟泵空调温度推荐模型，可实现舒适型水冷空调节电率 12% 以上，数据机房精密空调节电率 12% 以上，单个 2 万平方米典型项目年增加节电收益 20 万元以上；基于多源数据融合的主动预警技术，可提前发现空调故障隐患，减少突发停机损失，有效降低运维风险；为能源托管增加碳资产分成新盈利模式。项目成果产业化后，可形成软件授权、技术服务等多元化收入，研发投入预计 4 年左右可收回，预计年新增税收 20 万元以上。推广至多个同类项目后，累计节能收益可达数百万元，减碳指标达 10% 以上，碳减排量达数千吨/年，培养硕士研究生 3 人以上，助力山东省“双碳”建设。

4.需求单位及联系人、电话

国网山东综合能源服务有限公司

周光雨 15733564947

（二十六）面向高速公路自由流收费的全域车辆轨迹智能分

析关键技术研究

1.需求描述

高速公路自由流收费是交通领域数字化转型的重要方向。交通运输部将自由流建设列为“十五五”期间“人工智能 + 交通运输”重点创新方向。全国高速公路总里程已突破 19.1 万公里，年通行量超百亿车次，路网规模与通行密度持续攀升，传统以人工识别、分段计费为主的运营管理模式已难以满足大规模路网下“无感通行、精准计费、高效运维”的精细化治理需求。自由流收费的关键在于依托全域车辆轨迹智能分析，实现跨路段的连续、可信轨迹重构与匹配。

国内外研究面临的短板：一是复杂环境感知能力不足，夜间、恶劣天气下车辆目标易丢失，漏检误检率高；二是跨域轨迹关联能力薄弱，多类型感知设备数据融合壁垒明显，跨路段的车辆身份难以实现全链条可信关联；三是机电基础设施运维协同滞后，核心感知底层仍依赖人工巡检，故障发现与预警存在时延。

项目以自由流收费场景为牵引，突破复杂环境下车辆目标感知、跨域多源轨迹关联与补全、轨迹驱动的机电设施智能运维等关键技术，构建覆盖“感知—关联—重构—应用”的车辆轨迹智能分析体系。

项目可为无卡便捷通行、安全运营和智慧运维提供关键技术支撑，带动相关产业协同升级。项目符合济南市重点产业发展需求，属于人工智能、电子信息等新一代信息技术与智慧交通深度融合领域，是济南市打造智慧交通示范先导城市、推动交通领域数字化转型的重要方向。

2.需解决的技术问题

（1）产业共性问题

①低照度等复杂环境影响造成数据劣化及特征丢失，目标识别不准；

②多路段采集数据特征各异、时空偏差，易出现轨迹断点，无法实现全路径画像；

③核心设施运维依赖人工巡检，故障发现慢，预警滞后，无法实现预测性维护。

(2) 研究内容

①针对低照度、雾霾等采用 UNet-Transformer 混合结构、GAN、DenseNet 与 Conv-LSTM 级联网络等技术实现增强；

②基于 YOLOv8 检测与 LSTM-DeepSORT 跟踪，结合卡尔曼滤波与级联匹配，保持目标身份标识；通过超分辨率拼接等技术，实现轨迹连续可信；

③机电预测性维护，利用堆叠 LSTM 捕捉时序退化规律，贝叶斯优化等强化关键特征，并构建一体化监测平台。

(3) 关键技术

①恶劣天气图像增强与特征保真技术；

②跨视角车辆身份稳健关联技术；

③多源异构轨迹融合重构技术；

④机电设施预测性运维技术。

3.考核指标

(1) 技术参数：

①构建包含密集遮挡、光影突变等复杂场景的数据集(≥ 5000 帧)，车辆检测精确率 $\geq 95\%$ 。

②同一车辆 ID 持续追踪成功率 $\geq 98\%$ 。

③车辆完整轨迹重构准确率 $\geq 97\%$ 。

④研发交通异常事件监测算法，实现停车、拥堵、逆行、车

道行人、占用应急车道、连续变道等 10 余种异常事件监测，检测精确率大于 97%；

⑤系统在线监测设备不少于 3 万台（套），监测各类设备关键指标不少于 20 万项。

（2）成果交付形式：

申请发明专利 5 件、授权发明专利 2 件；登记软件著作权 3 件；发表论文 1 篇；其他交示件：提交核心算法应用系统 1 套；提交项目研究报告 1 份、项目工作报告 1 份、第三方检测报告 1 份。

（3）预期绩效目标

本项目以山东高速路网为核心应用场景，在出行安全、应急响应、机电设施运维、运营收费等领域落地，推动技术成果向行业转化，构建可复制推广的智慧交通产业生态。

经济效益方面：可通过项目研发形成自主产品和核心技术能力，新增收入 5100 万元，利润 220 万元，税收 130 万元；依托技术成果在省内规模化应用及推广，带动软硬件产品销售和技术服务收入增长，提升市场竞争力和成果转化能力。

社会效益方面：依托车辆多特征识别和全域连续轨迹分析能力，及时发现轨迹异常等情况，为车辆定位、应急救援和安全保障提供支撑，提升路网应急响应和司乘人员出行安全与服务水平；通过对车辆属性、通行轨迹及流向等数据进行分析，形成具有行业价值的交通运输数据，为政府行业决策提供参考；支撑高速公路无卡便捷通行模式加快落地，提升路网通行效率和公众出行体验。

推动智慧交通研发团队建设，培养人工智能、大数据、智能感知等方向的 6-8 名算法核心人员及 2-3 名骨干，打造专业团队。

推动交通监控从“被动记录”转向“主动感知”，降低二次事故30%，提升出行安全效率；通过数字化运维实现故障预警与精准定位，减少通行中断，降低巡检风险。为“智慧交通”“智慧运维”“交通强省”战略提供技术支撑。

4.需求单位及联系人、电话

山东通维信息工程有限公司

华彩成 15318862571

(二十七)基于人工智能一体化决策的塔吊无人驾驶关键技术研发

1.需求描述

“十五五”规划纲要为智能建造与高端工程装备发展指明了方向。当前国内塔吊市场需求稳定增长，2023—2025年国内塔吊行业产销量、设备租赁市场规模年均复合增长率分别达9.5%、12%，但传统人工塔吊作业存在四大痛点：安全隐患突出（塔吊事故占建筑施工安全事故超35%）、用工矛盾凸显、作业效率低（无效作业时间占比20%—30%）、智能化水平不足。国际上欧美相关技术仍停留在实验室阶段，未形成成熟工程化应用；国内多依托5G远程操控，尚未攻克全流程无人驾驶核心技术，在数字孪生建模、高精度导航、动态避障、群塔协同等领域存在明显技术空白。济南是国家装配式建筑示范与智能建造试点城市，拥有山东大学、山东建筑大学、国家超算济南中心等高端创新资源，中建八局一公司等企业已完成样机试制与中试迭代，具备完整产业基础。本项目研发无人驾驶智能塔吊，可打造济南智能建造标杆装备，牵引上下游产业集聚，降低高空作业事故发生率，减少塔吊能耗，助力济南建设国家级智能建造创新高地，推动高端建

筑施工装备国产化替代。

2.需解决的技术问题

(1) 复杂场景感知建模精度低、实时性差：施工现场遮挡率高、动态目标密集，传统建模精度仅 5—15cm，建模时间大于 25 分钟，存在漂移误差，无法支撑无人化自主决策。

(2) 叫钩定位不准及无线通信不稳定：定位偏差大，通信易受电磁干扰，出现信号波动、丢包，影响设备可靠运行。

(3) 路径规划智能化不足：路径规划时间长、路径不合理，无效行程占比 20%—30%，路径缺乏全局最优性。

(4) 吊物稳定性差、吊装精度不足：塔高超过 35m 后吊钩末端到位误差达 1—5m，摆角衰减缓慢，无法满足高精度吊装要求。

(5) 群塔协同能力弱：多塔并行依赖人工指挥，协同响应时间达 500ms，3 台以上作业冲突概率显著上升，安全隐患突出。

3.考核指标

(1) 技术参数：

①环境感知建模：实现 150m 半径全范围高精度三维建模，整体精度 $\leq 5\text{cm}$ ，细节区域 $\leq 6\text{cm}$ ，建模时间 ≤ 15 分钟。

②定位及信号稳定性：人员定位精度 $\pm 10\text{cm}$ 以内，施工现场信号丢包数 ≤ 3 次/分钟。

③路径规划：具备一键叫钩自主路径规划能力，规划响应时间 $\leq 100\text{ms}$ ，无效行程占比 $\leq 10\%$ ，可实时识别障碍物并自动避让。

④运动控制：实现全流程自动驾驶，塔高 $< 35\text{m}$ 时末端定位精度 $\leq 1\text{m}$ 、35—55m 时 $\leq 1.5\text{m}$ 、55—100m 时 $\leq 2\text{m}$ ； ≤ 6 级风工况下稳定运行。

⑤群塔协同：支持 4 台及以上塔吊并行协同作业，碰撞预警

响应时间 $\leq 200\text{ms}$ ，自动避让准确率 $\geq 90\%$ 。

（2）成果交付形式：

论文 2 篇，专利申请 5 项、专利授权 4 项，软件著作权 2 项；其他交示件：检测报告 1 项、团体标准 1 项、科技查新报告 1 项。

（3）预期绩效目标

以济南章丘无人塔吊试验测试基地为核心，打造技术验证、标准输出、样机试制、工程示范、产业推广、人才培养全链条产业化示范体系。项目实施后，落地 8 台无人驾驶塔吊装备，完成典型场景应用验证；编制 1 项团体标准、1 套技术导则，形成可复制、可推广的无人塔吊规模化应用模式，带动产业链协同升级。经济效益方面，可适配新增塔机及存量设备改造，新增营业收入 1000 万元，新增固定资产投资 30 万元。社会效益方面，消除塔吊高空作业安全隐患，保障作业人员生命安全；通过智能路径规划与精准调度，减少施工能耗与污染物排放，推动绿色建造普及，助力济南实现碳达峰、碳中和目标；培育智能建造新生态，带动上下游产业集聚，提升区域产业竞争力，助力济南打造国家级智造创新高地，赋能建筑产业转型升级。

4.需求单位及联系人、电话

中建八局第一数字科技有限公司

董军业 18806409566

（二十八）轮胎半成品智能缺陷检测关键技术研究

1.需求描述

本项目深度契合济南市人工智能与高端装备制造重点产业发展布局，聚焦轮胎半成品工序质量检测的行业核心痛点开展关键技术攻关，是推动区域轮胎制造业转型升级的重点赋能项目。

目前，国内高精度轮胎检测核心设备造价高昂、适配性有限，难以匹配国内轮胎企业柔性化、定制化的生产场景，严重制约产业发展。

同时，行业现有检测技术存在诸多不足，黑色橡胶低对比度成像效果差、钢丝帘布工况下异物识别精度不足、多模态数据融合算法不完善、高速产线实时检测适配能力弱、现场抽检无法实时全部检测等问题突出。轮胎前期失效故障大多源于半成品生产阶段的质量缺陷，不仅造成企业生产损耗、制约产业提质增效，还直接影响道路交通安全，行业亟需智能化、高精度的国产化检测解决方案。

本项目创新性融合机器视觉、X 光无损检测与人工智能大模型技术，针对性补全行业技术难点，攻克轮胎半成品检测系列技术难题。项目落地后，可有效补齐济南轮胎制造产业链核心短板，推动本地轮胎产业向高端化、智能化、国产化转型，打造国内领先的轮胎智能检测装备产业化标杆，为区域高端装备制造产业高质量发展注入强劲动能。

2.需解决的技术问题

（1）共性问题及难点

共性问题在于轮胎半成品曲面、异形截面的多样性；40-60米/分钟高速运行中的上下左右跳动和形变；

核心技术难点在于 2D 视觉、3D 激光、X 光透视多源数据融合分析；在毫秒级内完成图像采集、处理、分析及判定；高精度装备的研发和部署调试。

（2）研究内容及需攻克的关键技术

①建立 2D 图像与 3D 点云和 X 光的精确配准模型，设计多模态特征提取网络，融合纹理特征与几何特征，攻克 2D、3D、

X 光多源融合—配准的尺寸、厚度测量，表面形状和内部异常检测的复杂关键技术。

②设计模型剪枝与量化压缩方案，将多模态大模型转化为可在工控机实时运行的轻量版本；建立分级报警机制，区分致命、可修复缺陷。

3.考核指标

（1）技术参数：

①检测精度指标

宽度测量精度 $\leq \pm 0.5\text{mm}$ ，内部异物检出率 $\geq 99.5\%$ ，误报率 $\leq 5\%$

②检测效率指标

适配生产线速度 40–60 米/分钟，单工位检测响应时间 ≤ 0.5 秒，多规格产品换型时间 ≤ 5 分钟，支持配方代码自动切换。

③技术功能指标

实现 2D 视觉、3D 激光、X 光多源数据融合检测与统一判定 完成低对比度黑色橡胶成像增强，有效抑制曲面反光干扰构建缺陷分级报警体系（致命/重大/轻微），支持与 MES 系统数据互通实现工艺参数闭环反馈。

④样机与应用指标

完成 1 套轮胎半成品在线智能检测样机研制，系统连续稳定运行时长 ≥ 720 小时，设备故障率 $\leq 1\%$ 。

（2）成果交付形式：

论文 2 篇，发明专利申请 2 件、发明专利授权 2 件，软件著作权 5 个；其他交示件：形成完整技术方案、操作规范各 1 套。

（3）预期绩效目标

项目实施期内，实现新增营业收入不低于 800 万元，新增纳

税总额不低于 60 万元。

推动轮胎行业向高端化、智能化、绿色化转型，助力“山东轮胎”品牌提质升级，增强国际竞争力；显著降低因轮胎半成品质量缺陷导致的爆胎风险，保障道路交通安全，提升公共安全保障能力。

培育人工智能与智能制造领域核心技术人才 10 个，新增就业岗位不少于 5 个，为传统制造业数字化转型提供可复制、可推广的济南方案，契合工业领域大规模设备更新政策导向，培育轮胎行业新质生产力。

4.需求单位及联系人、电话

山东奇妙智能科技有限公司

张广平 18764443221

（二十九）AI 驱动高速轨道实景三维逆向建模及智能管控技术的应用研究

1.需求描述

铁路作为国家交通网络的核心骨干，其勘察设计、施工建造、运维巡检、安全管控全流程，高度依赖高精度实景三维数字底座、自动化逆向建模能力、装备全生命周期智能管控支撑。国外，欧美、日本等国家已形成成熟的铁路三维建模与智能运维技术体系，但适配低密度、标准化轨道场景，无法适配我国高速轨道线路长、环境复杂、设备密集、动态干扰强、安全要求高的复杂工况，国内行业普遍存在逆向建模自动化程度低、设备管控滞后、模型精度不足三大短板，同时缺乏全流程一体化智能管控体系，高度依赖人工处理，难以满足规模化、无人化智能建造与运维需求。项目聚焦铁路营业线复杂场景痛点，构建自主可控的AI 驱

动铁路营业线实景三维逆向建模及智能管控体系，补齐本地交通数字化产业技术短板，推动人工智能、数字孪生与轨道交通产业链深度融合，完善区域数字交通产业生态，助力济南打造全国交通数字化创新高地，促进济南数字经济高质量发展。

2.需解决的技术问题

铁路营业线实景三维逆向建模面临以下**产业共性问题**：

（1）设备影像识别鲁棒性不足。复杂光电环境及严重前景遮挡导致训练样本污染，底层识别精度下降，提取的影像数据存在几何与语义信息缺失。

（2）跨模态空间数据融合困难。二维影像语义分割与三维点云几何建模相互割裂，点云密度不均、聚类精度不足。

（3）模型参数化提取自动化程度低。现有实景三维多为表面网格模型，缺乏专业台账属性和单体化结构。

需攻关的关键技术难点：

（1）基于图像修复的设备影像智能识别技术：攻克复杂遮挡场景特征提取难题，提升关键设备的识别精度与鲁棒性。

（2）基于三维聚类的点云部件实例分割技术：通过多视角数据融合校验，实现轨道部件点云精准分割。

（3）基于标准构件库的部件级模型快速构建技术：采用粗精两阶段配准，并引入局部形变补偿，实现带形变点云的亚厘米级对齐，自动挂接台账属性，完成标准化部件级模型的快速构建。

3.考核指标

（1）技术参数：

①支持包括轨道、道岔、信号机、接触网支柱等在内的 ≥ 6 种关键设备的图像语义分割，平均分类准确率 $\geq 90\%$ 。

②基于语义映射与双重约束的三维点云实例分割，支持自动

化提取设施类型 ≥ 5 种，点云实例分割的分类准确率 $\geq 90\%$ 。

③构建铁路多专业标准化构件库，构件种类 ≥ 10 种，包含独立参数化特征表达的构件数量 ≥ 50 个。

（2）成果交付形式：

论文 2 篇，发明专利申请 4 件，软件著作权 3 个；其他交示件：AI 驱动铁路营业线实景三维逆向建模及智能管控系统 1 套（包括系统使用手册等配套文档），第三方检测报告 1 份。

（3）预期绩效目标

经济效益：项目实施期内，预计实现新增销售收入 3000 万元、新增利税 350 万元。

社会效益：项目有效解决铁路营业线复杂场景下特征提取偏差、人工建模误差大、全域动态管控困难、运维隐患发现滞后等痛点，有效提升轨道设施三维建模精度、施工管控能力与线路运营安全性。项目推动轨道基建从人工事后整改、静态管控、经验调度的传统模式，转向 AI 实时感知、三维动态重构、全流程智能闭环管控的智慧新模式，助力济南轨道交通及智慧基建产业升级，优化区域交通智造与人才就业结构。

4.需求单位及联系人、电话

中铁十局集团第一工程有限公司

王晨 17852729208

（三十）子母式地空协同智能安保巡逻机器人系统关键技术研究

1.需求描述

本项目高度契合济南市高端智能装备、军工无人系统、军民融合重点产业发展方向，适配当地产业扶持政策与科创发展布

局，贴合城市产业升级核心需求。

当前全球安保机器人产业快速发展，欧美、新加坡企业产品存在地空协同松散、环境适配性差、多机管控薄弱等短板，核心部件依赖进口；国内产品多为单一地面平台，空地集成度低、复杂场景适配不足，缺乏成熟集群协同调度体系，难以满足军方实战化立体防控需求，行业存在明显技术空白。

项目落地对济南产业发展意义重大：一是补齐军用智能安保装备产业短板，集聚上下游企业，完善无人装备全产业链条，打造特色军民融合产业集群。二是依托核心技术国产化突破，带动本地激光雷达、专用芯片等配套企业技术升级，培育军工专精特新主体，强化产业自主可控能力。三是实现军技民用，赋能城市智慧安防与公共安全建设，同时拉动经济、吸纳高端人才，全面提升济南高端制造与科创产业核心竞争力。

2.需解决的技术问题

产业共性问题：地空协同一体化弱，无立体巡逻闭环；装备轻量化与结构强度、机动性适配矛盾，复杂场景适应性差；多机编队智能化不足，复杂环境作业效率低；多终端管控机制缺失，指令冲突、调度滞后；核心部件国产化率低，装备环境适应性薄弱。难点在于多性能指标无法兼容、动态复杂环境自适应调控、多终端协同无管控体系、核心技术自主可控难，制约装备实战化、规模化落地。

研究内容：轻量化高机动性无人巡逻机器人平台集成设计技术研究；动态环境下分布式多机器人抗扰动自适应编队控制技术研究；空地协同场景下无人机自主伴飞与动态起降技术研究；复杂场景下地空多源信息融合与协同智能决策控制技术研究。

3.考核指标

（1）技术参数：

①地面机器人平台

重量性能：设备整体重量不超过 400kg。

外廓尺寸：设备外形尺寸长、宽、高分别不大于 2.6m、1.3m、1.2m,该尺寸标准不含天线及外接载荷结构。

续航能力：在常温、平坦路面、不载人、行驶速度 5km/h 的标准工况下，设备续航时间不低于 5 小时。

爬坡能力：在水泥、柏油常规路面工况下，爬坡角度不低于 35 度。

越障性能：可跨越高度不低于 300mm 的垂直障碍物。

越壕性能：可跨越宽度不低于 450mm 的壕沟障碍。

涉水性能：安全涉水深度不低于 400mm。

可见光识别能力：在晴朗白昼、能见度 $\geq 5\text{km}$ 的环境条件下，对车辆目标识别距离不小于 3km,对直立人员目标识别距离不小于 2km。

红外识别能力：在无月晴空、环境温差 $\geq 4^{\circ}\text{C}$ 的环境条件下，对车辆目标识别距离不小于 2km,对直立人员目标识别距离不小于 1.5km。

应急处置能力:搭载催泪染色发射器，可发射催泪弹染色弹，有效距离 7 米，实现对紧急状态下的应急处置。

强声驱离能力:可发出尖刺强声，最大声音强度不小于 120 分贝，实现人员驱离，应急处突。

②无人机系统

收纳尺寸：设备收纳状态下，长、宽均不大于 580mm,高度不大于 290mm。

重量参数：无人机搭载光电侦察系统整体重量不超过 2.6kg,

配套机舱重量不超过 15kg。

续航能力：在平原环境、飞行速度 20km/h 的工况下，续航时长不低于 50 分钟。

飞行速度：最大飞行速度不低于 70km/h。

动态起飞性能：在机器人行驶速度 10km/h 的动态工况下，无人机起飞准备及完成时间不超过 5 秒。

降落固定性能：在飞行高度 100m、机器人静止、环境风速小于 5m/s 的工况下，无人机降落固定完成时间不超过 36 秒。

抗风性能：无人机空机状态下，可抵御 6 级风力稳定作业；搭载载荷状态下，可抵御 5 级风力稳定悬停。

③内置机舱

输入功率：内置机舱工作输入功率不超过 400W。

充电功能：具备无人机自动充电功能。

车机协同能力：支持无人机在地面机器人动态行驶过程中完成起降作业。

④操控终端

车载终端：采用三联屏配置，单屏幕尺寸为 20 英寸，屏幕分辨率为 1920×1080,单台车载终端可同时控制的设备数量不少于 6 台(架)。

手持终端：设备重量不超过 3kg,常温环境下续航时长不低于 5.9 小时，单台手持终端可同时控制的设备数量不少于 3 台(架)。

（2）成果交付形式：

发明专利申请 4 件、发明专利授权 2 件，软件著作权 1 个；其他交示件：产品样机。

（3）预期绩效目标

项目执行期内新增销售收入 800 万元、利润 50 万元、税收

15 万元。项目军工级地空协同、智能防控、应急处置技术可快速辐射智慧城市安防、重大活动安保、园区管控、应急救援等民用领域，实现军民技术双向转化、双向赋能，推动济南智慧安防与公共安全产业升级，巩固区域高端制造与科创产业核心地位，同时拉动区域营收、税收增长，带动高端就业提质增效。

4.需求单位及联系人、电话

华戎信息产业有限公司

邢风娟 18560026592

(三十一)核电厚壁管道摆动激光精准诱导电弧超窄间隙高效焊接关键技术与应用

1.需求描述

核电以清洁低碳、安全高效的特性而成为我国能源安全的重要保障力量，是我国重点发展的新能源。济南具有包括工程总包、核心部件制造、核级仪控设备及安全检验检测等完备的核电装备产业链，并建有济南核电高端产业园区，以主回路管道为代表的核电站厚壁管道对核电站运营安全具有重要影响，其焊接制造质量的优劣直接关系到核电机组能否安全可靠运行。以耐热钢为主要材质的核电站厚壁管道对焊接热输入等工艺条件要求苛刻，当前主要采用手工电弧焊和国际技术 NG-TIG 焊接技术实现核电厚壁管道的预置生产，前者存在焊接质量稳定性差、效率低的问题，而后者存在生产效率低、核心技术受制于人的问题，亟待开发低热输入、低热损伤、低应力、高熔敷效率的超窄间隙焊接技术。基于激光焊接技术和 CMT 焊接及其复合的技术优势，研发核电厚壁管道大功率摆动激光精准诱导 CMT 电弧超窄间隙（ $\leq 8\text{mm}$ ）焊接成套技术与装备，实现核电厚壁管道超窄间隙焊

接技术的完全自主可控。项目主要技术指标均优于国际主流指标，打破国外核心技术垄断，实现国产化替代，大幅提升我国核电产业竞争力。项目研究成果将助力济南市千亿级核电高端装备产业集群建设，将济南市建设成为国内一流的能源装备焊接制造技术研发基地。

2.需解决的技术问题

(1) 超窄间隙焊接未熔合缺陷防止技术

超窄间隙坡口易出现侧壁燃弧造成层间未熔合缺陷，更可能出现因侧壁加热不足而造成侧壁未熔合缺陷。项目通过摆动激光诱导并钉扎 CMT 电弧，并调控二者能量时空匹配，防止未熔合缺陷产生。

(2) 超窄间隙焊接过程实时监控技术

但由于空间狭窄、深邃，超窄间隙焊接过程实时监控是超窄间隙焊接必须攻克的质量保证技术难题。项目基于多源信息数据融合，实现激光+CMT 电弧超窄间隙焊接过程数智化实时监控。

(3) 核电厚壁管道超窄间隙焊接过程形性协同控制技术

从熔池溶质元素分布调控入手，研究激光+CMT 电弧超窄间隙焊接过程组织性能与应力变形协同调控策略，实现了核电厚壁管道超窄间隙焊接形性协同调控。

3.考核指标

(1) 技术参数：

①核电厚壁管道大功率摆动激光诱导 CMT 电弧焊接装备参数：

- a. 坡口宽度 $\leq 8\text{mm}$ 、坡口深度 10-100mm;
- b. 熔敷效率 1.2 kg/h，与窄间隙 TIG 焊相比提高 30%;
- c. 热输入不高于 NG-TIG 焊;

d. 生产效率:8 天/焊口($\phi 952.5 \times 82.6$ mm 管道),相比 NG-TIG 焊提高 1 倍。

② 超窄间隙焊接焊缝跟踪系统参数: 焊缝跟踪精度 ± 0.10 mm、深度 ± 0.10 mm。

③核电厚壁管道焊接接头性能及质量

a. 侧壁熔合可靠性检测达 100%, 侧壁熔合率达 99%以上;

b. 接头韧性 $\geq 190\text{J}@20^{\circ}\text{C}$, 残余应力水平比 NG-TIG 焊接头降低 30%;

c. 常温和高温抗拉强度不低于母材 90%, 达到国际同类产品水平。

(2) 成果交付形式:

论文 4-6 篇,发明专利申请 4 件、发明专利授权 2 件,软件著作权 2 个;科技成果 1 项,新工艺 1 项;其他交示件:核电厚壁管道模拟件焊接接头 1 套以上。

(3) 预期绩效目标

经济效益目标: 项目将依托济南临港“核电高端产业园区”、济南平阴“中电建核电装备智造基地”, 预计实现新增销售收入 1 亿元、利税 2000 万元, 带动焊接装备、核级焊材、检测设备等上下游企业 ≥ 50 家, 推动产业链升级。

社会效益目标: ①技术创新方面, 突破国际技术封锁, 实现核电主管道焊接成套技术及装备的自主知识产权化, 填补国内技术空白, 丰富和发展我国核电装备等高端装备超窄间隙焊接成形制造基础理论、技术与装备, 提升我国装备制造的自主创新能力。

②工程应用方面, 研究成果还可以在海工舰船、能源重装等领域推广应用, 突破厚壁结构低热损伤、低应力变形、高熔敷效率的高质量焊接“卡脖子”技术瓶颈, 为我国高端装备制造提供有

力技术支撑，服务国民经济建设主战场、助力制造强国战略实施。

行业发展带动作用：项目的实施契合山东省“十强产业”高端装备制造的发展战略，推动了科技链、创新链和产业链的深度融合。通过技术在济南落地并实现产业化，补强从核心技术、智能装备到工程服务的完整产业链条，有力推动了济南市核电高端装备制造业的发展壮大。有力支撑济南争创国内一流核电先进焊接技术研发高地。

4.需求单位及联系人、电话

中国电建集团核电工程有限公司

刘顺刚：15562552528

（三十二）超大容量新能源智能成套变电装备研发

1.需求描述

在国家重大战略智能电网及双碳目标推动下，新能源智能成套变电装备在新的市场下面临重大技术挑战，现有成套变电装备在先进控制技术、智能化集成系统及高效能材料应用等关键技术严重受国外卡脖子制约且依赖进口。本项目将在新能源变电节能装备上实现重大突破和国产化替代，带动风电、光伏等新能源输配电产业链的可持续发展。

我省作为国内新能源产业和智能制造的重点区域，已初步形成涵盖新能源发电、输配电设备制造及智能电网技术的完整产业链。济南市基于国家战略布局和本地新一代信息技术与智能装备制造的产业优势，逐步在电力装备领域拥有了相对完整的产业链条和配套企业产业。

本项目聚焦预装式变电站的智能制造升级，符合《济南市“十四五”高端装备制造业发展规划》中“打造全国领先的新能源装备

产业集群”的战略方向，是济南市推进“双碳”目标、构建新型电力系统的重要载体。通过项目实施大幅提升成套变电装备的制造水平，为风电、光伏等新能源大规模并网提供高可靠性装备支撑，有效增强新能源产业链供应链的自主可控能力，将吸引钣金加工、绝缘材料等上下游配套企业集聚，完善区域产业生态，助推济南新能源装备产业集群向“数字化+精益化”高端跃升，成为鲁中地区制造业高地的重要支撑。

2.需解决的技术问题

在国家重大战略智能电网及双碳目标推动下，新能源智能成套变电装备在新的市场下面临重大技术挑战，现有成套变电装备在先进控制技术、智能化集成系统及高效能材料应用等关键技术严重受国外卡脖子制约且依赖进口。本项目将在新能源变电节能装备上实现重大突破和国产化替代，带动风电、光伏等新能源输配电产业链的可持续发展。需解决如下共性技术问题：

（1）超大容量成套装备的高效节能变压系统及可靠性提升关键技术；

（2）成套变电装备智能化、模块化系统集成技术；

（3）超大容量新能源智能成套变电装备制造工艺标准化体系建设及产业化关键技术。

3.考核指标

（1）技术参数：

①研制高效节能变压器产品， $8000\text{kVA} \leq \text{变压器容量} \leq 12500\text{kVA}$ ，空载损耗 $\leq 5.6\text{kW}$ ，负载损耗（ 75°C ） $\leq 50.7\text{kW}$ ，平均A计权声压级 $\leq 65\text{dB}(\text{A})$ ，A计权声功率级 $\leq 73\text{dB}(\text{A})$ 。

②采用高效油冷散热设计，顶层油温升 $\leq 50\text{K}$ ，绕组平均温升 $\leq 55\text{K}$ ，绕组热点温升 $\leq 68\text{K}$ ，油箱及结构件表面温升 $\leq 70\text{K}$ 。

③研制超大容量新能源智能成套变电装备，设备运行故障率<0.1%，过载 1.1 倍长期稳定运行。

(2) 成果交付形式:

发明专利申请 5 件、发明专利授权 4 件；科技成果 1 项，新工艺 1 项，参与起草团标 2 项；其他交件：样机、测试数据报告、第三方检测报告；成套变电装备技术方案；用户场景反馈意见；产线产能报告及量产后连续三批次产品一致性报告；销售合同等。

(3) 预期绩效目标

通过本项目,将建设超大容量新能源智能成套变电装备生产线，研制出超大容量新能源智能成套变电装备。项目完成后预计年销售收入 12000 万元，利税 1800 万元。项目将打破国外该领域高端技术“卡脖子”技术的制约，填补和补齐国内产品节能技术的空白、短板，实现国内自主的国产化替代。同时对产业链上下游具有显著的引领和带动作用。它不仅推动了上游企业的技术创新和产能扩张，促进了中游企业的设备集成化和产业升级，还为下游用户提供了更高效、更可靠的电力供应，推动了智能电网和新能源产业的发展。在政策支持和产业集群发展的背景下，智能成套变电装备将继续引领电力产业链的高质量发展，为实现“双碳”目标提供重要支撑。实现在风电、光伏、大规模储能等新能源领域不少于 3 个场景的应用示范，预计项目中产品应用效果显著，实际节能减排效果达到 20%，培养专业技术人才 10 人，引进高层次人才 2 人，项目的实施预计带动就业 100 人以上。

4.需求单位及联系人、电话

山东泰莱电气股份有限公司

张冠来 17563413015

(三十三)电动汽车充电站用兆瓦级固态变压器关键技术研究

1.需求描述

SST 是第三代半导体与高频电力电子融合的颠覆性装备，集电压变换、电气隔离、交直流双向调控、电能质量治理于一体，可弥补传统工频变压器体积大、效率低、调控能力缺失的缺陷，适配兆瓦级快充高密度、高效率、高可控应用要求。

从国内外产业形势看，国家《节能装备高质量发展实施方案（2026—2028 年）》提出推进大容量固态变压器推广；《推动新能源重卡规模化应用实施方案》规划布局大量兆瓦级电动重卡充换电站，数据中心、兆瓦级超充站成为 SST 两大核心增量市场，政策与市场双重驱动下产业发展空间广阔。

目前产业仍存在明显短板：受半导体功率器件耐压、容量制约，兆瓦级 SST 多模块级联数量达 5-10 级，若提高单模块电压功率，压缩级联至 3-4 级，可提升可靠性与功率密度，但对功率器件封装散热、高频隔离变压器设计、多模块协同控制等技术提出较高挑战。

济南作为特高压输变电重要基地、省内新能源装备核心区域，电力电子、充电设备产业链完整，半导体与高频材料配套条件优越，但固态变压器领域仍存在产业空白。本项目实施将突破关键技术，补齐本地产业短板，有力拉动我市电力电子、功率半导体、充电装备产业链技术迭代与上下游协同发展。

2.需解决的技术问题

（1）共性技术问题：传统多级级联拓扑可靠性低，无法适配超充冲击负载与长期运营要求；国产高压 SiC 器件耐压、高温

损耗及可靠性不足；功率模块存在多芯片均流失衡、寄生参数大、散热差问题；高频变压器在高压高频工况下损耗、局放、寄生参数失控问题突出；多模块协同均压均流及故障容错重构能力不足，系统稳定性差。

(2) 核心研究内容与攻关技术：重点攻关 3-4 级精简级联拓扑架构与闭环优化技术，适配超充复杂工况；多维优化 3300V 高压 SiC 器件结构工艺、提升器件可靠性；研发纳米铜封装工艺、优化低寄生布局与并联均流技术；开展变压器电磁-热-绝缘多物理场协同设计，精准管控寄生参数；搭建多模块协同控制与保护体系，全面提升整机可靠运行能力。

3.考核指标

(1) 技术参数：

①兆瓦级固态变压器工程样机额定容量 $\geq 1.0\text{MW}$ ，系统输入额定电压为 10kV 三相交流、50Hz，输出额定电压 800V($\pm 5\%$ 范围可调)；

②额定工况最高变换效率 $\geq 98\%$ ；

③负载动态响应时间 $\leq 200\text{ms}$ ；

④多模块并联运行功率环流 $\leq 3\%$ ；

⑤并网电流总谐波畸变率 $\text{THDi} \leq 3\%$ 。

⑥SiC MOSFET 器件击穿电压 $\geq 3300\text{V}$ ，连续电流 $\geq 80\text{A}$ ，导通电阻 $\leq 40\text{m}\Omega$ ；

⑦多芯片并联模块寄生电感 $\leq 13\text{nH}$ ，动态电流不均衡度 $\leq 10\%$ ；

⑧芯片级/系统级铜烧结层剪切强度 $\geq 45\text{MPa}$ ，温度冲击 1000cycles 无分层；

⑨高频隔离变压器原副边耐压 $\geq 35\text{kVAC/min}$ ，连续满载运行

2h 后绕组热点温升 $\leq 90\text{K}$ 、磁芯热点温升 $\leq 90\text{K}$;

(2) 成果交付形式:

论文 2 篇, 发明专利申请 4 件、发明专利授权 2 件, 软件著作权 1 个; 科技成果 1 项; 其他交示件:

①揭榜单位应协助需求单位完成固态变压器整机一台, 并协助完成具备 CMS/CNAS 资质机构的第三方检测报告, 额定容量 $\geq 1.0\text{MW}$, 系统输入额定电压为 10kV 三相交流、 50Hz , 输出额定电压 $800\text{Vdc}(\pm 5\%\text{范围可调})$, 额定工况最高变换效率 $\geq 98\%$, 负载动态响应时间 $\leq 200\text{ms}$, 多模块并联运行功率环流 $\leq 3\%$, 并网电流总谐波畸变率 $\text{THDi} \leq 3\%$;

②SiC MOSFET 器件样品 20 颗, 击穿电压 $\geq 3300\text{V}$, 连续电流 $\geq 80\text{A}$, 导通电阻 $\leq 40\text{m}\Omega$;

③多芯片并联模块样品 5 个, 寄生电感 $\leq 13\text{nH}$, 动态电流不均衡度 $\leq 10\%$;

④纳米铜膏产品 1 款, 铜烧结层剪切强度 $\geq 45\text{MPa}$, 温度冲击 1000cycles 无分层;

⑤高频隔离变压器样品 3 个, 原副边耐压 $\geq 35\text{kVAC/min}$; 连续满载运行 2h 后绕组热点温升 $\leq 90\text{K}$ 、磁芯热点温升 $\leq 90\text{K}$ 。

(3) 预期绩效目标

依托需求单位超 2 亿元的稳定产值及持续增长的发展态势, 具备突出的经济、产业及社会综合效益。

经济效益方面, 项目执行期内预期新增销售额 5000 万元、利润 400 万元、税收 400 万元, 大幅提升企业经营营收与属地纳税贡献。

产业带动方面, 项目落地后 2-3 年内可完成兆瓦级 SST 样机市场化落地推广, 逐步搭建标准化、规模化产业体系。项目投产

后产能与产值稳步攀升，产业化进程清晰有序：投产首年可实现年产 10-20 套产能，年产值 1000-2000 万元；第二年扩产至 30-40 套，年产值提升至 3000-4000 万元；第三年产能达到 50-100 套，年销售收入 5000 万元以上有望冲击亿元规模，全面建成成熟产业化体系，有效引领区域电力变电设备产业迭代升级。

社会效益层面，项目聚焦人才引育与技术创新，项目执行期内落地 1 项校企产学研合作项目，新增 6 名专业技术研发人员，筑牢企业核心创新能力，同时项目直接创造 15 个就业岗位，有效拓宽社会就业渠道。

技术应用及绿色低碳方面，自研 SST 方案相较传统变压器，可将光储充充电站运营功率损耗降低 4% 以上，显著提升电力运营效率，绿色节能优势突出。

4.需求单位及联系人、电话

山东积成智通新能源有限公司

李伟硕 13953106051

(三十四)面向零碳园区的智能微电网源网荷储协同调控技术

1.需求描述

(1) 项目符合济南市重点产业发展需求情况

本项目紧扣济南市“十五五”规划及新型电力系统建设战略，聚焦新能源装备产业中的光伏、储能装备方向，与《山东省新能源产业科技创新行动计划（2025-2027 年）》等政策重点高度契合。济南市已建成投运 14 家虚拟电厂，聚合容量超 200 万千瓦，为本项目提供了坚实的产业落地基础。

(2) 国内外研究和产业发展形势、不足与短板

国际方面，产品重心偏重底层硬件与系统集成，面向零碳园区的全链条数据融合、智能化协同调控等高级决策功能方面尚未形成标准化产品。国内方面，行业内普遍存在“重硬件、轻算法”“重集成、轻优化”的问题。当前产业共性问题突出：源网荷储资源碎片化、协同耦合薄弱；传统调控模式智能化水平低，缺乏 AI 算法支撑；经济性与低碳性难以协同，商业模式单一。

（3）对拉动我市相关产业技术进步、产业链发展的重要意义

本项目将重点突破多源异构数据融合、云边协同优化调控等关键技术，填补济南在智能微网调度、虚拟电厂聚合、智慧用能等领域的技术空白，显著提升本地能源装备附加值与市场竞争力。项目可规模化应用于高新区、起步区等各类产业园区，为全省全国零碳园区建设提供可复制推广的“济南模式”。

2.需解决的技术问题

当前零碳园区智能微电网产业存在突出共性难题：源网荷储资源碎片化、协同调度能力弱；园区负荷种类多、波动随机性强，供需动态平衡难度较大；传统调控智能化水平不足，缺少实时优化算法，微电网并离网切换易产生电气扰动；储能盈利模式单一，现有调度难以统筹供电可靠性、运行经济性与低碳目标。

项目围绕零碳园区智能微电网协同调控开展技术攻关：研发风光与多元负荷联合高精度预测模型；构建源网荷储多目标协同优化调度算法；突破多元异构能源数据融合互通技术；研究园区碳-电协同调控量化方法，实现能源调度与动态碳排放核算有机融合，打造兼顾安全供电、经济运行与低碳减排的园区微电网智能调控体系。

3.考核指标

（1）技术参数：

①构建高精度预测模型，园区新能源出力、负荷预测精度提升；

②实现微电网并网/离网无缝切换，切换响应时间 $\leq 20\text{ms}$ ，无电压、频率振荡；

③搭建统一数据融合平台，实现园区全能源设备互联互通，数据传输延迟 $\leq 1\text{s}$ 。

（2）成果交付形式：

发明专利申请 4 件、发明专利授权 2 件，软件著作权 1 个；科技成果 1 项，新工艺 3 项。

（3）预期绩效目标

经济效益

项目打造“硬件+智能调控软件”标准化产品体系，推动示范园区新能源就地消纳率提升、综合能耗下降，显著降低企业用电支出。三年实现系统及配套服务新增营收超千万元，助力企业由单一硬件供应商转型为综合能源服务商，激活分布式能源参与电力市场。

社会效益与降碳成效

示范园区综合碳排放削减，为山东零碳园区建设夯实技术基础，服务区域“双碳”战略实施。项目产出标准化技术方案与成熟运营模式，可面向省内工业园区、高速服务区、物流园区快速复制推广，加速传统园区向零碳智慧园区转型。

新增就业与人才引育

项目创造不少于 15 个就业岗位，重点引进电力系统、人工智能、储能、碳管理领域高端人才，搭建跨专业复合型技术团队，持续为济南市新能源产业储备核心专业人才。

产业带动作用

拉动电力电子、智能控制、储能装备、能源管控软件等上下游产业链协同发展，培育虚拟电厂运维、碳资产管理、综合能源托管等低碳新业态。

4.需求单位及联系人、电话

山东山大电力技术股份有限公司

陈颜东 13021728301/0531-88726622

(三十五) 高端风电销轴滑动轴承耐磨涂层优化与智能化开发

1.需求描述

随着全球能源结构的加速转型，海上风电正在全球范围内迎来爆发式增长。而风电齿轮箱作为风电主机的核心部件，其轴承系统的性能直接影响到风电机组的整体运行稳定性及寿命。传统的滚动轴承容易出现故障，严重制约了风电机组的可靠性和经济性。因此，滑动轴承替代滚动轴承成为风电行业的发展趋势。滑动轴承通过面接触承载，能够有效分散应力，提升耐冲击能力，适用于风电这种低速重载的复杂工况。而风电齿轮箱销轴部位长期承受低速重载等复杂工况，磨损失效是滑动轴承的主要故障形式，开展高端风电销轴滑动轴承耐磨涂层技术开发是破解这一痛点的核心举措。因此，开发高性能的滑动轴承，特别是能够满足风电齿轮箱销轴部分需求的滑动轴承，成为了风电设备领域迫切的技术需求。

本项目可以加速高端轴承国产化替代进程，开创新设计制造新模式，发挥金雷股份在大型轴类部件领域深厚的制造与协同研发经验，为整机厂提供一站式传动系统解决方案，缩短研发周期，

降低系统集成成本。通过规模化生产和技术创新，降低滑动轴承的制造成本，进而降低大兆瓦风机的整体造价。推动济南市新能源装备行业，尤其是风电装备行业，从单纯的规模扩张向技术创新和质量提升转变，实现高质量发展。

2.需解决的技术问题

本项目集聚风电齿轮箱滑动轴承合金涂层激光熔覆工艺技术创新，主要解决以下技术难题：

一是当前激光熔覆铜合金涂层在孔隙率控制方面仍缺乏系统性理论支撑，且高孔隙率显著削弱涂层耐磨性与疲劳强度。本项目将从激光能量调控等方面出发，研究涂层组织致密性演化规律，并提出低孔隙率形成机制。

二是滑动轴承存在载荷波动等工况因素，对涂层性能构成挑战。本项目将开展干摩擦、油润滑、低转速等多场景摩擦试验，揭示服役环境对涂层失效模式的影响规律。

三是激光熔覆过程存在热输入不均、快速冷却易致裂纹等问题。项目拟构建能量输入—组织结构—性能之间的定量关联模型，实现工艺参数与目标性能之间的反向调控。

3.考核指标

（1）技术参数：

①CuSn12Ni2 合金涂层技术考核指标：孔隙率： $\leq 0.5\%$ （无大于 $50\mu\text{m}$ 的连通孔隙）；剪切强度 $\geq 40\text{MPa}$ ；1.5mm 试样结合强度 $\geq 90\text{MPa}$ ；显微硬度：180-220HV；

②涂层摩擦磨损性能建模考核指标：工况覆盖范围涵盖载荷 0-20MPa、转速 0-300r/min、温度 20-120℃；

③激光熔覆数字建模与反向优化考核指标：参数映射精度：工艺参数-性能映射模型决定系数 $R^2 \geq 0.95$ ；参数库规模：包含

≥1000 组有效工艺-性能数据对;

④智能激光熔覆装备考核指标: 加工能力: 可加工最大销轴尺寸φ600mm;

⑤建立有限元仿真模型, 模拟熔池温度场, 残余应力演化, 熔池流动等解释部分缺陷产生机理, 反向优化工艺参数, 提交具有指导作用的模拟分析报告等。

(2) 成果交付形式:

论文 2-5 篇, 专利申请 4-5 件 (其中发明 1 件)、专利授权 1 件; 其他交件: 形成 5 份实验报告; 制备中试级滑动轴承样件 3 件。

(3) 预期绩效目标

通过技术成果产业化后, 实现年新增营业收入 1000 万元, 利税 200 万元。培养人才、新增就业 30 人。

通过项目实施, 滑动轴承涂层技术通过自主研发, 能够替代进口技术, 尤其在风电设备及核心部件的生产中, 增强成本控制能力; 同时提升风电设备的可靠性, 特别是在高负荷、复杂工况下, 涂层的耐磨性和耐腐蚀性延长了设备寿命, 降低故障率, 减少停机和维修成本, 整体提升风电项目的经济效益, 增强我国风电产业的全球竞争力, 推动风电行业的可持续发展。

4.需求单位及联系人、电话

金雷科技股份有限公司

孙伟 15666284399

(三十六) 关键装备及隧道结构用超大直径薄壁承压筒体一体化制造项目

1.需求描述

本项目紧扣济南市“13+34”标志性产业链体系，面向高端装备产业中专用装备、轨道交通建设装备及隧道智能掘进设备等核心方向，是支撑济南打造北方先进制造业基地的关键技术环节。

技术短板：大直径薄壁筒体因径厚比大、刚度小，在焊接、热处理及机加工过程中极易产生不均匀变形，严重影响尺寸精度与结构可靠性。国内外主流工艺存在明显瓶颈：板材卷弯拼焊工艺的环向/纵向焊缝降低整体强度与可靠性，效率偏低；芯模强力旋压严重依赖巨大芯模，模具成本高昂、设备吨位大，难以适应民用市场多样化需求；新兴的对轮旋压工艺形性调控复杂，核心装备技术长期受美、德等国家封锁。此外，我国在钛合金、高温合金等材料的快速精密旋压技术仍处于起步阶段，大直径薄壁整体旋压件尚未批量应用，复杂薄壁结构制造标准不成体系，协同制造能力不足。

意义：攻克超大直径薄壁承压筒体极限制制造技术，将填补济南市在高端承压构件“近净成形—精密焊接—控形变热处理”全流程能力空白，直接服务于隧道智能掘进装备等本地龙头产业，带动高档数控机床、激光装备、智能焊接、精密传感器等上下游配套集聚，提升济南高端装备产业链完整性与全国竞争力，为新旧动能转换提供核心引擎，并具有向核电、航空航天等领域辐射推广的重要战略价值。

2.需解决的技术问题

一是大直径薄壁筒体变形与精度控制难：筒体直径可达8~16米，壁厚仅60~150mm，热处理、机加工过程中极易产生椭圆度超差、母线直线度偏差与局部屈曲，行业普遍面临“焊后校形量大、加工余量保守、成品率低”的问题。

二是超大尺寸环形/筒形件残余应力调控难：多层多道焊接

与巨大散热差异会导致复杂残余应力场，影响尺寸稳定性与疲劳寿命；目前缺乏适用于 8 米以上薄壁筒体的高效去应力与评定手段。

三是大尺寸薄壁件运输与吊装变形风险：制成后公路/水路运输、现场翻转吊装可能导致不可逆变形，产业缺乏系统化“制造—转运—装配”一体化变形与防护规范。

四是检测与质量标准体系不足：超声、射线、相控阵在大曲率薄壁厚大直径工件上信号衰减与几何补偿困难；现行国标/行标对“超大直径薄壁承压筒体”专项要求不够细化，影响批量交付信任度。

3.考核指标

（1）技术参数：

①实现直径 8~16m、壁厚 60~150mm、高度 4m 级筒体一体化制造；

②圆度/椭圆度 $\leq 15\sim 20\text{mm}$ 、母线直线度 $\leq 5\text{mm}$ ；

（2）成果交付形式：

论文 1 篇，发明专利申请 2 件、发明专利授权 2 件；科技成果 1 项，新工艺 1 项。

（3）预期绩效目标

经济社会效益：薄壁化设计可大幅降低特种钢材用量、运输重量及设备整体负荷，降低全生命周期能耗与碳排放，符合济南市“绿色低碳高质量发展示范区”方向。项目成果可直接服务于城市地下空间开发、跨江越海通道建设及大型水电站工程等国家重大工程，为济南切入盾构/TBM 核心结构件供应链、参与国际标准制定提供核心技术支撑。

产业带动作用：项目落地将把济南推向“全球超大直径薄壁

筒体制造高地”，形成难以复制的装备与工艺壁垒。通过技术溢出效应，拉动特种钢材、焊接材料、大型数控机床、在线检测、热处理装备等上下游协同发展，提升本地配套率，增强济南在高端装备产业链中的议价能力与核心竞争力。

新增就业与人才引育：项目实施将依托伊莱特等龙头企业与中科院金属所李依依院士团队建立的院士工作站，培育一批从事极限制造工艺研究、大型环件轧制与控形变热处理的复合型工程技术人才；通过“制造—转运—装配”一体化技术体系的构建，带动高端数控机床操作、大型工件检测、智能装备运维等技能岗位的本地就业，形成“人才—技术—产业”良性循环，为济南装备制造人才专项计划的实施提供标杆载体。

4.需求单位及联系人、电话

伊莱特能源装备股份有限公司

纪兰 13864106370

（三十七）高速大功率磁悬浮离心式空气压缩机关键技术研究与整机研发

1.需求描述

本项目属于济南市重点支持的高端装备制造领域，深度适配全市先进制造业强市发展方向，拥有一批压缩机、风机、电机及控制系统生产企业。同时，济南市在电力电子、嵌入式控制、精密制造方面具备配套能力。

国际上，法国 S2M 公司、美国 NASA、瑞士 ETH Zurich 等机构是磁悬浮轴承技术早期代表。国际领先企业的技术优势体现在：高精度控制算法、集成化设计、低成本制造、成熟的售后服

务。但国外产品也存在价格高昂、供货周期长、售后响应慢、对国内用户定制化需求支持不足等问题。

我国磁悬浮轴承技术研究起步于上世纪 90 年代，清华大学、南京航空航天大学、山东大学等高校及科研机构积累了丰富的理论成果。但仍存在以下差距：自适应和鲁棒控制算法应用不足、功率放大器效率偏低、发热严重、转子动力学分析不够精细、易出现超临界共振等问题。

项目可突破磁悬浮轴承控制系统与离心式压缩机整机集成的关键技术，形成具有完全自主知识产权的高端磁悬浮空压机产品，填补省内空白，提升我市在高端节能装备领域的核心竞争力。项目成果可带动上游传感器、功率电子、精密加工等产业链协同发展，并推动压缩空气系统能效升级，助力我市工业绿色低碳转型。

2.需解决的技术问题

磁悬浮轴承高精度悬浮控制、高速转子动力学匹配、无油压缩系统集成等成为该行业需解决的产业共性问题。

研究内容：

- （1）磁悬浮轴承-转子系统动力学建模与仿真分析；
- （2）高性能磁悬浮轴承控制算法与控制器硬件开发；
- （3）高精度位移传感器与功率放大器设计；
- （4）高速永磁同步电机与离心叶轮一体化设计；
- （5）整机集成、热管理与可靠性试验；
- （6）远程运维与能效管理平台开发。

关键技术：

- （1）强非线性、多变量耦合系统的建模与控制；
- （2）高精度、低时延的位移检测与传感器容错；

- (3) 恶劣工业环境下的可靠性;
- (4) 系统成本控制与批量化工艺。

3.考核指标

(1) 技术参数:

- ①额定功率: ≥ 200 kW (可扩展至 400 kW), 额定转速: ≥ 40000 rpm。
- ②排气压力: 0.3 ~ 0.5 MPa 可调。供气流量: ≥ 30 m³/min (标准工况)。
- ③等熵效率: $\geq 82\%$ (整机)。
- ④磁轴承悬浮精度: 径向跳动 ≤ 20 μ m, 轴向位移 ≤ 20 μ m。
- ⑤启动至额定转速悬浮稳定时间: ≤ 30 s。
- ⑥振动烈度: ≤ 2.5 mm/s (依据 ISO 10816-3)。噪声: ≤ 85 dB(A) (1 米处)。
- ⑦控制器采样频率: ≥ 10 kHz, 控制延时 ≤ 100 μ s
- ⑧磁轴承系统功耗: $\leq$ 额定功率的 1.5%。
- ⑨辅助轴承跌落寿命: ≥ 10 次 (无损坏)。
- ⑩平均无故障运行时间 (MTBF): ≥ 6000 h。

(2) 成果交付形式:

论文 2 篇, 发明专利申请 3 件, 软件著作权 2 个; 其他交示件 行业或地方标准 1 项; 企业标准 1 项; 完整的磁悬浮轴承控制系统设计图纸、原理图、PCB 版图; 第三方检测机构出具的整机性能测试报告; 用户现场应用报告 (至少 2 个不同行业的试用证明); 项目验收报告与技术文档。

(3) 预期绩效目标

建设一条年产 100 台套磁悬浮离心式空气压缩机组装与测试线。在济南市选取 2 家典型企业 (如制药厂、汽车制造厂) 开

展示范应用，替换原有螺杆压缩机，形成节能数据对比报告。建立磁悬浮压缩机远程运维云平台，实现状态监测与预警。

项目实施期内，预计新增销售收入 2000 万元，新增利润 180 万元，新增税收 120 万元。

每台设备年减少 CO₂ 排放约 180 吨（按电网排放因子 0.6 kg/kWh 计算），助力“双碳”目标。打破国外高端磁悬浮压缩机技术垄断，提升我国高端装备自主可控能力。新增就业岗位 10 个，培训专业技术人才 10 人以上。形成可复制的“产学研用”协同创新模式，推动我市高端节能装备产业集群发展。

4.需求单位及联系人、电话

山东明天机械集团股份有限公司

马海超 13396449192

（三十八）机器人关键力学高精度传感器自动化产线研制

1.需求描述

高端数控机床与机器人是济南市重点发展的产业方向之一。当前，人形机器人正从样机验证迈向规模化应用，关节力矩感知、末端多维力反馈等场景对高精度力学传感器提出迫切需求。

国内外发展现状方面，以 ATI、Bota Systems 等为代表的外企已形成成熟产品体系和自动化生产能力，头部企业单厂年产能普遍可达数十万甚至上百万套，产品一致性好，占据高端市场话语权。国内方面，现阶段相关产品生产主要依赖人工或半自动化工艺，特别是在应变片贴装、温度补偿等核心环节高度依赖工人经验，易导致批次一致性不足。目前国内多数厂家（包括我单位在内）仍采用传统人工生产模式，年产量不足 1 万套，在灵巧手、人形机器人等高端应用场景中对进口产品依赖程度较大。

济南市现有基础方面，济南是全省智能制造与高端装备重要集聚地，具备精密制造、电子装配、装备集成等较完整产业配套能力，且应用场景丰富，具备传感器模组到机器人整机协同发展的产业条件。

本项目的实施将突破高精度传感器结构、工艺、标定全链条核心技术，实现关键工艺设备自动化率提升至 80%，填补我市在高能力觉传感器自动化制造领域的技术空白，带动材料、芯片、装备、机器人产业协同发展，支撑济南抢占智能传感与具身智能产业新高地。

2.需解决的技术问题

（1）高精度应变片贴装与微结构一致性控制。传感器尺寸小、结构复杂，人工贴装易出现位置偏移、角度误差及胶层厚度不均，热压固化后产生残余应力与微变形，导致零点漂移。需突破视觉定位—智能点胶—精准贴装—热压固化协同控制技术。

（2）温度漂移与微弱信号稳定检测。机器人应用场景复杂，传感器处于频繁动态接触，环境干扰易导致零点漂移与灵敏度波动，人工调试效率低。需突破零点补偿、动态漂移修正及信号抗干扰处理技术。

（3）全流程自动化协同与在线检测。现有设备接口不统一，自动上下料、在线检测、工艺补偿及质量追溯协同性不高，未形成完整自动化体系。需突破 MES 集成、多设备协同调度及质量控制技术。

3.考核指标

（1）技术参数：

①研制不少于 2 类系列化高性能传感器产品，覆盖工业型（量程 0~5kN）、人形关节型（量程 0~500N）；

②综合精度 $\leq \pm 0.5\% \text{F.S.}$ ，维间串扰 $\leq 0.5 \sim 1\% \text{F.S.}$ ，响应频率 $\geq 5 \text{kHz}$ ，过载能力 ≥ 3 倍，温度零漂 $\leq 0.02\% / 10^\circ \text{C}$ ，非线性误差 $\leq 0.5\% \text{F.S.}$ ；

（2）成果交付形式：

论文 1 篇，发明专利申请 8 件、发明专利授权 5 件，软件著作权 10 项；其他交示件：制定行业或团体标准 ≥ 2 项；机器人关键力学高精度传感器自动化产线，提供生产线建设报告、产能验证报告。开发全自动高精度传感器标定平台，标定精度 $\leq \pm 0.05\% \text{F.S.}$ ，单台标定时间 ≤ 30 分钟，日标定通量 ≥ 100 台；提供全自动标定平台样机、标定精度与通量测试报告、标定工艺文件。

（3）预期绩效目标

经济效益：项目产业化后，关键工序生产效率提升 70%以上，人工依赖降低 60%以上，产品制造成本降低 50%，利润率达 50%以上。达产后年产能 ≥ 5 万套，新增销售收入 1.2 亿元。关键工艺设备自动化率提升至 80%，减少高端传感器进口依赖。

新增就业：项目建成后将新增生产、技术、质量检测等岗位，涵盖精密仪器、传感器制造、自动化控制等方向，预计新增就业岗位约 50 个。

引育人才：项目实施期间预计培养技术骨干 30-50 人，涵盖技术攻关、工艺开发与产业化管理等领域，形成高精度传感器研发与产业化人才梯队。

产业带动作用：建立自主可控高精度传感器产业链，带动材料、芯片、装备、机器人产业协同发展，实现国产化批量生产，填补国产高端高精度传感器空白。成果可提升机器人在精密装配、柔性制造和人机协作等场景的力感知能力，拓展应用于智能

制造装备、精密检测、航空航天和结构健康监测等领域，支撑先进制造业强省建设。

4.需求单位及联系人、电话

山东金钟科技集团股份有限公司

周俊杰 13969010190

（三十九）基于 MOF 材料高性能纳滤膜生产技术研发

1.需求描述

企业深耕水处理领域 18 年，是专业的水处理综合运营商，立足现有超滤膜技术基础，启动高性能纳滤膜生产及应用研发项目，完全契合山东省将“高性能分离膜材料”列为新材料产业重点攻坚方向的战略部署。项目可充分依托省会政策资源、黄河流域中心城市区位优势，以及本地化工、制药等高耗水行业的旺盛市场需求，深度融入济南市绿色低碳发展和新旧动能转换大局。

全球高端纳滤膜市场高度集中，杜邦、东丽等国际巨头占据约 70%市场份额，在通量、选择性和稳定性上优势显著。国内产业规模持续扩大，但中低端市场红海竞争，高端纳滤膜国产化率不足 30%，存在严重“卡脖子”风险。国产膜普遍难以兼具高通量、高截留率、强抗污染能力等性能，在原创性材料设计、核心工艺装备方面与国际先进水平存在系统性差距。

本项目以 MOF 材料为核心，创新采用喷涂辅助界面聚合工艺，可填补山东省高端纳滤膜产品空白，带动济南新材料产业向价值链高端跃升。项目产业化后，将直接拉动膜组件制造、精密喷涂设备、自动化生产线等本地配套产业协同发展，形成具有核心竞争力的产业集群，为济南市培育新的经济增长点，同时为黄

河流域生态保护和工业节水提供核心技术支撑。

2.需解决的技术问题

高性能纳滤膜产业的结构性矛盾，根源在于从材料创新到工程应用的全链条技术代差。难点在于：一是高端材料源头受制，MOF 等新兴材料的分子设计与界面锚定能力薄弱，易引入缺陷影响膜性能；二是精密制造装备依赖进口，批次稳定性差、极端工况寿命不足，规模化落地受限。

研究内容及需攻克的关键技术环节：

功能化 MOF 精准协同构建：研究 MOF 表面功能化修饰及化学锚定技术，解决界面兼容性差导致的膜性能衰减。

连续化精密制膜工艺：开发高精度抗堵塞喷涂模头阵列及智能反馈系统，建立定量模型与质控标准。

复杂场景应用适配与验证：针对市政再生、工业废水等场景，优化组件工程适配性，通过真实工况集成验证，提供工程案例

3.考核指标

（1）技术参数：

①形成新型复合纳滤膜材料的连续化生产线 1 条，生产能力 200m²/天，并形成三批次产品稳定性报告。

②开发新型复合纳滤膜及其膜组件 1 种，分子量≥300 Da 小分子有机物去除率≥98.5%，MgSO₄ 去除率≥99%，并同时实现膜渗透通量的大幅提升（膜片渗透通量≥110 L m⁻² h⁻¹，测试溶液硫酸镁浓度 2000 mg/L，测试压力 1.0MPa）。

③应用于市政污水再生装置 1 套，处理规模≥100 m³/d，系统硫酸盐去除率≥98.5%，COD 去除率≥98%。

④应用于工业废水再生回收处理示范工程 1 个，处理规模≥2000 m³/d，硫酸盐去除率≥98.5%，回收水电导率≤10 μS/cm，

回收水率 $\geq 80\%$

（2）成果交付形式：

论文 2 篇，发明专利申请 2 件、发明专利授权 1 件，软件著作权 2 个；新工艺 1 项；其他交示件：第三方测试报告 ≥ 2 份；8040 型高性能晶态多孔材料复合纳滤膜组件 5 支；处理规模 $\geq 100 \text{ m}^3/\text{d}$ 为的市政污水再生装置 1 套；工业废水高回收率示范工程应用报件。

（3）预期绩效目标

本项目计划通过构建“实验室研发-中试验证-产业示范”的完整链条，将技术成果推向产业化应用。建设产能不低于 $200 \text{ m}^2/\text{天}$ 的新型纳滤膜连续化示范生产线，在市政污水再生（ $\geq 100 \text{ m}^3/\text{d}$ ）与工业废水再生回收（ $\geq 2000 \text{ m}^3/\text{d}$ ）两类典型场景建设集成应用示范工程，探索物料分离领域的应用。重点验证膜产品在真实工况下的分离性能、运行能耗及“水-资源”双回收效果，为技术在同类行业的大规模复制推广提供可直接移植的解决方案与工程范例。

本项目生产的高性能纳滤膜凭借成本优势驱动纳滤膜技术在工业废水零排放及再生水等市场的加速渗透，打破膜产品价格高、市场难以接受的困局，催生百亿级再生水和工业废水市场；同时可以填补山东省高性能纳滤膜产品空白，打破国外垄断，保障产业链安全可控，为再生资源高效循环利用提供中国解决方案；通过市政废水再生、工业废水处理回用，推动国家《节约用水条例》的执行。本项目研发的纳滤膜应用于工程项目中，实现工程产值 15000 万元，增加税收 750 万元，增加利润 1500 万元，随着产品的推广，未来将为企业每年增加 15000 万元销售收入，增加 1000 万元利润，为企业收益稳定增长提供有力支撑。

4.需求单位及联系人、电话

山东奥美环境股份有限公司

刘进杨 18953112115

（四十）丘陵全地形双擎作业动力平台研发

1.需求描述

丘陵山区是我国重要的农林业与特色经济作物生产基地，占国土面积的 41.7%。丘陵山区地形复杂、地块分散、多为坡地和泥泞地，对动力底盘的牵引力、稳定性和作业效率等方面提出更高的要求。因此研发专用动力底盘是推动丘陵山区农业机械化发展、提升农业机械生产效率与作业质量的关键突破口。国外凯斯、约翰迪尔等企业已实现履带拖拉机低比压、高通过性及智能化集成，具备大坡度自适应能力；国内以中国一拖、潍柴雷沃等为代表的企业虽在该领域取得一定进展，但核心技术与产业化水平仍落后，存在整机技术代差、能量管理粗放和智能化薄弱三大短板。

济南市依托山东大学、山东省农业机械科学研究院等科研院所的科研实力，已形成从高校前沿算法研究到企业工程化落地的完整创新链条，为丘陵全地形双擎平台研发提供了强有力的支撑。本需求通过混合动力技术对传统农机底盘进行彻底的电气化重构，推动农业机械从“平原适配”向“全地形覆盖”转型。项目旨在破解丘陵地区农业机械化发展瓶颈，提升国产农机的市场占有率；同时实现节能降耗，提高耕地利用率，为乡村振兴与绿色发展战略赋能；还可带动高精度传感器、智能芯片等上下游产业发展，延伸农业装备产业链。

2.需解决的技术问题

丘陵山区农业机械动力耦合度高，行走与作业动力难以解

耦；泥泞坡道通过性差，防滑越障能力不足；缺乏动态能量管理策略，能效低；缺乏适配山东丘陵山地的专用导航算法，导航精度不足。

研发基于动态工况辨识与多目标优化的实时能量管理策略，通过发动机－电池功率动态分配，实现全局能效最优。攻克仿形调平技术，基于倾角传感与模糊 PID 控制算法实时调姿；优化履带板－土壤黏附力模型，实现减粘脱附。构建多源协同导航与路径规划方案，融合导航算法与碎片化地块路径规划优化算法，保障导航定位精度与路径覆盖效率。适配山东梯田、坡耕地，支撑小麦、玉米及果树种植的旋耕、播种与转运全流程精准作业。

3.考核指标

（1）技术参数：

①爬坡角度 $\geq 20^\circ$ ，越障高度 $\geq 200\text{mm}$ ；调平角度误差 $\leq \pm 1.5^\circ$ ，横向姿态调整角 $\leq 15^\circ$ ，纵向姿态调整角 $\geq 30^\circ$ ；

②能效指标：相较于传统同功率柴油底盘，在同等作业强度下，燃油消耗降低 25%—35%；

③发动机运行区间：发动机工作点集中于其最佳燃油经济区（特定区间）的时间占比提升至 90%以上；

④纯电模式可满足行走系统 1 小时工作，整机作业续航时间 4 小时；

⑤PTO 稳定作业阶段的输出扭矩 $\geq 1000\text{N}\cdot\text{m}$ ；

⑥北斗/融合导航水平误差 $\leq 5\text{cm}$ ；纯视觉导航连续偏差 $\leq 15\text{cm}$ ；田埂识别率 $\geq 90\%$ ，已耕/未耕分割率 $\geq 92\%$ ；路径规划覆盖率 $\geq 98\%$ ，重叠率 $\leq 8\%$ ；导航数据更新频率 $\geq 10\text{Hz}$ ；小雨薄雾环境稳定运行 $\geq 4\text{h}$ 。

（2）成果交付形式：

论文 3 篇，发明专利申请 5 件、发明专利授权 3 件；其他交示件 创新研发丘陵全地形双擎作业动力平台 1 种、第三方检测报告；产品销售合同、用户应用报告等证明材料。

（3）预期绩效目标

在济南市丘陵山区典型区域（如梯田、坡耕地集中片区）建设示范基地，投放搭载项目核心技术的全地形农机，开展小麦精量播种、玉米高效植保、果树株间管理等耕种管收全流程示范作业；与本地农机企业开展深度合作，推动技术成果落地转化，实现双擎动力系统、履带底盘、农用导航系统的产业化量产配套体系建设；组织农机大户、合作社开展现场观摩与操作培训，推广示范技术，扩大应用覆盖面，验证技术产业化推广的可行性与实用性。预计新增销售额 500 万元，新增利税 100 万元，新增就业岗位 15 个，引进硕士及以上学历的高层次专业人才 5 人。带动高精度传感器、智能芯片等上下游产业发展，促进丘陵山区智能农机产业链的协同升级。形成技术研发、成果转化、人才集聚与产业升级的良性循环，为济南丘陵山区农业现代化提供坚实支撑。

4.需求单位及联系人、电话

济南科亚电子科技有限公司

沈兵 15615710924

（四十一）混合动力刚性矿卡性能集成关键技术研究

1.需求描述

在“双碳”战略、绿色矿山建设和高端装备自主化加速推进背景下，露天矿山对高效、低碳、安全、舒适、可靠重型运输装备的需求日益迫切。混合动力刚性矿卡兼具长续航、高负载、强适

应性和显著节能优势，是破解纯电矿卡补能效率、续航及复杂工况适应性瓶颈的重要技术路径，也是矿山运输装备向绿色化、智能化、高端化升级的关键载体。

目前，国外头部企业已形成较成熟的混动刚性矿卡产品和技术体系，但核心系统封闭、采购与运维成本高，对国内高粉尘、大坡度、重载连续作业等复杂工况适配不足；国内混动宽体矿卡已实现规模化应用，而高吨位混动刚性矿卡仍处于技术攻关与示范应用阶段，在多动力源高效低能耗匹配、安全控制、结构可靠、舒适性及系统集成等方面仍存在明显短板。

济南作为省内高端装备制造核心区域，具有较完整的新能源矿山装备研发制造和零部件配套基础。本项目的实施可突破混合动力刚性矿卡性能集成关键技术，推动三电系统、智能控制、热管理及关键零部件协同升级，补齐国内高端矿山运输装备技术短板，提升济南在新能源矿山装备领域的技术策源和产业引领能力，带动形成具有国际竞争力的高端装备产业集群，为济南打造世界级新能源矿山装备研发制造基地提供重要支撑。

2.需解决的技术问题

产业共性问题：一是极限工况整车能效偏低，主要受制于多动力单元动态匹配、全域热管理统筹不足，难以兼顾动力性与运营经济性；二是矿区全域安全统筹设计不足，难点在于如何实现多感知信息全面融合、多执行系统高效协同以及极端工况安全冗余设计；三是整车关键承载结构可靠性与舒适性难以兼顾，难点在于复杂激励下承载刚度与冲击吸能的动态博弈设计。

研究内容及关键技术：一是多动力增程系统与动力电池组的高效耦合及同步电机动态能量分配控制技术，二是重载复杂工况下的多源感知实时融合与整车失稳边界精准识别技术，三是多执

行系统动态协同控制与危险场景下的一体化安全冗余技术，四是强随机高冲击工况下整车结构可靠性与舒适性协同优化技术。

3.考核指标

(1) 技术参数:

①整车指标:整车满载总质量 $\geq 250\text{t}$;最小转弯半径 $\leq 13\text{m}$;

②动力性指标:整车驱动系统总功率 $\geq 1600\text{kW}$;最高车速 $\geq 50\text{km/h}$;

③经济性指标:满载综合油耗 $\leq 8\text{L/km}$;满能持续作业时间 $\geq 12\text{h}$;

④舒适性指标:驾驶舱夏季温度 $\leq 26^{\circ}\text{C}$, 40°C 环境下,典型矿区工况连续工作,所有关键部件热管理超温报警次数不超过1次/h;驾驶员座椅总加权加速度均方根值 $\leq 0.9\text{m/s}^2$;

⑤安全性和可靠性指标:在 30km/h 车速和普通路面附着条件下制动距离 $\leq 40\text{m}$;疲劳、闭眼、分心等驾驶员异常驾驶行为识别准确率 $\geq 90\%$;悬架台架冲击试验可靠性累计 ≥ 40 万次。

(2) 成果交付形式:

论文 3 篇,发明专利申请 5 件、发明专利授权 4 件,软件著作权 3 个;科技成果 1 项,新产品/新工艺 1 项;其他交示件:VTH150 混合动力刚性矿卡样机 1 台。

(3) 预期绩效目标

项目将完成矿区产业化示范落地,实现至少 1 个矿区的工程示范应用,推进技术成果落地转化与小批量市场化推广,每年可实现 8000 万元以上经济效益,有效降低矿山运营能耗与运输成本,提升高端矿卡国产化市场占有率。

社会效益方面,项目攻克混动刚性矿卡核心“卡脖子”技术,创新全新动力架构,填补国内技术空白、打破国外技术垄断,构

建自主可控的矿山装备技术体系，夯实行业高端化、低碳化发展根基。同时搭建矿区智能安全防护体系，提升矿山作业安全管控水平，推动矿山产业智能化、安全化升级。

项目可强力带动上下游产业链协同发展，加速矿卡核心零部件国产化替代，完善本地新能源矿山装备产业生态，强化区域产业集群优势。同时有效新增优质就业岗位，引育高端装备研发、智能控制、新能源技术领域专业人才，持续赋能区域实体经济提质增效，助力矿山绿色低碳转型与高端装备产业高质量发展。

4.需求单位及联系人、电话

临工重机股份有限公司

张平 15562590966

(四十二) 新能源电池正极材料高效干燥装备数字化提升关键技术研究

1.需求描述

2024 年国内磷酸盐系正极材料产能达 530 万吨，三元材料达 142 万吨，预计 2027 年两者合计产能将突破千万吨级，在“双碳”战略及新能源产业高速发展驱动下，我国已成为全球最大锂电池材料生产国，新能源材料行业也进入规模化高质量发展阶段。干燥作为新能源材料制备关键工序，其装备能效、自动化及数字化管控能力已成为产品性能提升及产业降本增效的关键瓶颈。本项目符合济南市智能制造产业发展规划重点方向，聚焦新能源正极材料领域的干燥装备数字化程度低、智能化水平弱、能源利用效率差、缺乏数字孪生与预测性维护能力等痛点，提升干燥系统智能化与数字化水平，实现，推动产业向高端化、智能化、绿色化转型。项目实施对保障产业链供应链安全、助力济南打造

新能源材料智能制造示范高地具有重大战略意义。

2.需解决的技术问题

(1) 基于多物理场协同模拟的装备结构优化，突破高效动态热质传递强化与均匀化技术，解决干燥设备热质传递不均匀难题，提升系统干燥效率。

(2) 研制多源传感器集成方案，开发干燥多参数闭环控制系统，解决多目标协同优化与智能自适应控制难题，提升产品品质和批次一致性。

(3) 搭建干燥装备数字孪生系统，并构建故障预测模型，实现全流程工艺参数实时监控，解决数字化水平滞后的问题，提升系统稳定性，降低运行成本。

3.考核指标

(1) 技术参数：

①干燥效率提升 $\geq 20\%$ ；综合能耗降低 $\geq 10\%$ ；成套系统能源利用率 $\geq 80\%$ ；

②干燥后物料含水率控制精度 $\leq \pm 0.1\%$ ；温控精度 $\leq \pm 1^\circ\text{C}$ ；批次间水分、粒径波动较传统工艺降低 $\geq 15\%$ ；在线监测参数（温度、压力、流量、水分）覆盖率 100%；

③数字孪生仿真精度 $\geq 98\%$ ；

(2) 成果交付形式：

论文 3 篇，申请专利 4 件（其中发明 2 件）、授权专利 2 件（其中发明 1 件），软件著作权 1 个；新产品 1 项，新工艺 1 项；其他交示件：开发新能源正极材料高效智能干燥装备样机 1 台，单台套处理能力 $\geq 100\text{kg/h}$ ；开发智能控制系统软件、数字孪生系统软件。

(3) 预期绩效目标

经济效益：项目执行期内，相关技术与装备新增销售收入≥5000 万元，利税≥500 万元。

社会效益：本项目通过推动干燥装备向数字化、智能化、绿色化转型，显著降低能耗与碳排放，有力支撑“双碳”目标实现。打破国外技术垄断，提升区域产业协同创新能力。项目成果可向锂电负极材料、粉体、催化剂等行业辐射推广。项目产业化实施，将引进/培养跨学科技术人才 20 名以上，为新能源汽车和储能产业高质量发展提供人才保障。

4.需求单位及联系人、电话

山东天力能源股份有限公司

王寿权 18678778837

(四十三)路面就地热再生沥青烟气污染物高效催化关键技术研究及车载成套专用装备研制

1.需求描述

沥青路面就地热再生技术可实现废旧沥青混合料 100%就地循环利用，是公路养护领域核心绿色技术。然而，路面加热过程中释放的含 VOCs、多环芳烃、硫化物等沥青烟气，已成为该项绿色技术大规模推广的“卡脖子”难题。

国内外就地热再生装备体系相对成熟，但烟气治理多依赖负压收集与喷淋降尘，缺乏高效末端净化手段；现有收集装置普遍存在沥青粘结堵塞、捕集效率低等问题；VOCs 治理多采用活性炭吸附或高温焚烧，存在二次污染、能耗高、与移动作业工况不匹配等缺陷。低温高效催化氧化是国际前沿方向，但适用于沥青烟气复杂组分、可在施工余热条件下稳定运行的专用催化剂尚属空白，一体化车载成套装备国内外均无成熟产品。

本项目实施将有力培育绿色交通养护装备新赛道，推动我市装备制造业向智能化、绿色化升级，带动催化新材料、环保装备产业链协同发展；成套装备具备广阔推广前景，可形成新的经济增长点，提升济南在绿色交通装备领域的影响力，为美丽济南建设和黄河流域生态保护贡献科技力量。

2.需解决的技术问题

产业共性问题：当前就地热再生施工中沥青烟气治理是全行业长期未能有效破解的共性难题：一是污染机理认识不清，缺乏烟气全流程释放规律的系统量化研究，装备设计缺乏科学依据；二是收集装置可靠性差，沥青冷凝粘结导致堵塞、捕集效率衰减，难以满足连续作业；三是末端净化手段不适配，缺乏与施工现场移动、间歇、变工况特点相匹配的高效低耗净化方案。

关键技术难点：①沥青烟气复杂组分的精准辨识与释放规律建模，多物理参数耦合条件下规律提取与验证难度大；②高温含粘性烟气条件下收集装置的防粘结、自清洁与高效捕集，需涂层、保温、结构优化协同实现长周期不堵塞；③适配沥青烟气工况的低温高效复合催化剂研制，低温活性、抗中毒性、寿命与再生性能协同优化是最大难点；④多单元一体化车载集成与稳定运行，有限空间内实现收集、催化、温控、智控协同，适应移动振动变工况环境。

3.考核指标

（1）技术参数：

①完成不少于 3 个工程现场的烟气采样，覆盖不同温度、湿度、流速工况，采样数据不少于 100 组；完成组分定性定量检测，识别污染物不少于 10 种；建立烟气释放速率数学模型。

②研制两级串联式防粘结自清洁烟气收集装置样机 1 套，集

成重力沉降、惯性分离与固定床过滤功能；连续运行不堵塞，累计稳定运行不少于 1440 小时；单位处理能耗满足车载移动作业要求。

③制备纳米过渡金属基复合催化剂不少于 5 种；优选催化剂 VOCs 转化率不低于 80%，催化起活温度不高于 350℃；具备抗硫、抗颗粒物中毒性能，稳定运行不少于 3 个月；再生后 VOCs 转化率恢复至初始值 90%以上。需提供第三方检测报告。

④完成一体化车载成套专用装备 1 套，累计稳定运行不少于 1440 小时；系统 VOCs 总去除率不低于 80%。

（2）成果交付形式：

研究论文 3 篇；专利申请 3 件（其中发明 2 件）、专利授权 1 件（其中发明 1 件）；其他成果 1 个（科技成果获奖）；其他交件：路面就地热再生沥青烟气污染物高效催化关键技术研究及车载成套专用装备研制技术报告 1 套。

（3）预期绩效目标

经济效益：项目按“研发攻关—样机研制—工程应用—产业推广”路径推进，依托山东省路桥集团就地热再生工程开展不少于 1 项工程应用。成果通过制造与市场渠道实现装备定型量产和催化剂产品化，构建“装备销售+技术服务+耗材供应”商业模式，形成稳定销售收入。形成沥青烟气专用催化剂配方 5 份、车载催化反应器专用装备 1 项，带动催化新材料、环保装备等关联产业协同发展，助推济南高端装备制造产业链延伸升级。

社会效益：高效净化沥青烟气 VOCs 和颗粒物，助力蓝天保卫战与黄河流域生态保护；显著改善施工现场作业环境，保障劳动者职业健康；推动沥青路面就地热再生技术绿色升级，服务国家“双碳”战略。项目实施期间预计新增固定资产投资 136 万元，

培养和引进催化材料、环保装备等领域高端技术人才，形成自主知识产权，提升济南在绿色交通养护装备领域的创新能力和行业话语权，为打造全国绿色交通装备产业高地、建设强省会提供有力科技支撑。

4.需求单位及联系人、电话

山东省路桥集团装备科技有限公司

管延峰 15098873706

(四十四)高效低氮智燃蓄热式锻造加热炉关键技术与装备研发

1.需求描述

锻造行业是装备制造业的核心基础产业。我国全球锻造产能领先但大而不强，传统加热炉能效低、污染高、温控差，制约高端锻造绿色精密化发展。本项目聚焦研发具备高效燃烧、超低氮排放、精准智能控温一体化能力的蓄热式锻造加热炉装备，契合国家双碳与制造业升级政策，保障高端装备产业链自主可控。国外高端加热炉热效率、低氮、温控指标优异，但存在成本高、核心技术垄断、适配性差等问题；国内设备核心部件国产化率不足40%，热效率、污染物排放、控温精度与国际差距显著，一体化智能调控体系缺失，高端装备存在技术市场缺口。

济南为省内高端装备与精密锻造集聚地，拥有 600 余家锻造铸造企业、完整锻造产业链，还有具备多层级研发平台的本地工业炉配套企业，产业场景与研发配套基础雄厚。项目落地可助力济南落实双碳、减轻环保压力；突破关键技术实现装备国产替代，提升本地核电、风电、航空锻件品质与竞争力，补齐我市高端锻造产业链关键装备短板；依托我市锻造产业集聚优势，构建“高

端加热装备研发-精密锻造生产-高端零部件配套”协同发展新格局，推动锻造产业上下游技术升级，壮大精密锻造集群，打造北方绿色高端锻造高地，支撑强省会制造业发展。

2.需解决的技术问题

高效燃烧与超低氮排协同技术：传统燃烧技术高温充分燃烧、低温抑氮无法兼顾。研发燃料/配风深度分级、烟气内循环耦合技术，开发出新型低氮高效蓄热式烧嘴。

高抗热震性浇注料研发及长效炉体结构优化技术：传统耐火材料抗热震弱，高温交变易开裂。优化浇注料配方提升结构韧性，优化炉体模块化浇筑结构与承重、热变形适配设计。

炉膛全域精准智能控温技术：传统单点控温模式难以解决炉膛温差大的问题，搭建立体化、多点位炉膛温度监测网络，突破温度数据实时采集、偏差分析、动态修正核心算法。

多模块一体化智能协同控制技术：现有设备独立运行，联动性差，研发多参数耦合协同控制算法，整合各功能系统，实现数据互通、联动调控。

3.考核指标

（1）技术参数：

①形成自主可控的高效低氮智燃蓄热锻造加热核心技术体系及成套装备，工程示范应用项目≥5套；

②燃料燃烧效率≥99%，炉子热效率≥80%；

③加热炉加热工件在均热段/恒温段（≥800℃）时，氮氧化物排放浓度≤50mg/Nm³（基准含氧量8%）；

④加热炉加热工件在均热段/恒温段（≥800℃）时，炉膛全域温度均匀性控制在±10℃以内；

⑤锻件加热合格率≥99.5%；

⑥开发出高抗热震性浇筑材料，热震稳定性（1100℃水冷循环，GB/T 30873-2014）≥30 次；

⑦炉体内墙、烧嘴壳体无开裂、塌裂，稳定运行时长≥8000h。

（2）成果交付形式：

论文 5 篇，发明专利申请 1 件，软件著作权 3 个；其他交示件：实用新型专利申请 4 件；主持或参与起草行业或地方标准 1 项；项目完成后，提交技术研发报告 1 份，产业化应用示范销售合同或用户应用证明材料 1 套，并提供由第三方检测机构出具的加热炉性能检测报告 1 套，检测内容至少包括 NO_x 排放浓度、炉膛温度均匀性、燃烧效率、热效率、炉体热稳定性等指标。

（3）预期绩效目标

经济效益：（1）项目研发装备综合热效率可达 80%以上，较传统加热炉提高 10%以上，有效降低吨件燃料消耗。（2）依托全域精准控温技术，炉膛温场均匀性大幅优化，锻件加热品质显著提升，合格率提升至 99.5%以上。（3）项目预计实现销售收入 2500 万元，新增利润 200 万元，新增税收 30 万元。

社会效益：（1）通过项目实施带动新增就业 12 人。（2）从燃烧源头严控污染物，氮氧化物排放浓度稳定低于地方排放限值，有效削减污染物总量，优化厂区大气环境，减轻企业环保整改负担，助推区域工业绿色低碳转型。（3）构建高效低排、温控精准、智能运维的全新生产体系，补齐行业装备老旧、智能化不足的短板。设备热效率显著提高，有效压降产品能耗与碳排放，贴合国家节能降碳产业政策。

4.需求单位及联系人、电话

山东一然环保科技有限公司

徐海健 15066667826

(四十五)面向基础设施安全的结构多模态柔性感知与智能诊断技术研究

1.需求描述

本项目紧扣济南市智能传感器产业发展与交通基础设施智慧运维的双重需求。当前，我国交通基础设施建设正从“重建设、轻管养”向“建管并重、养护优先”转变，《交通强国建设纲要》等政策明确要求强化基础设施安全保障与健康监测。国内外传统表观病害检测方法存在效率低、精度差、易受干扰等问题，且多为单点单线检测，难以满足长期健康监测需求；柔性传感技术虽在可穿戴、医疗等领域应用广泛，但在基础设施性能监测领域鲜有应用，核心瓶颈在于高拉伸性、高循环稳定性与环境适应性难以兼顾。济南市虽具备传感器产业政策支持与园区载体基础，但面向基础设施安全的结构多模态柔性感知技术仍处于起步阶段，缺乏专业化设计与工程化产品。本项目的实施将推动柔性传感技术向工程化、专业化应用跨越，补齐济南智能传感器产业链中高环境适应性、高可靠性柔性感知装备的短板，促进传感器制造、人工智能算法、交通运维服务等上下游协同创新，加速济南智能传感器产业园从“聚企业”向“育产品”升级，培育面向交通基础设施安全监测的新兴产业增长点，助力济南打造具有核心竞争力的智能传感器特色产业集群。

2.需解决的技术问题

(1) 需解决的产业共性问题

柔性传感技术工程化应用面临三大共性问题：一是严苛环境下长效稳定性不足，温湿度、盐雾等导致性能衰减，难以满足十年以上监测需求；二是高灵敏度与大应变范围难以兼得，无法兼

厘米级裂缝检测的精度与拉伸需求；三是多模态数据与病害演化模型融合诊断能力欠缺，预警阈值难确定，误报漏报率高。

（2）需攻关的关键技术难点

聚焦“机理揭示－硬件研制－系统开发”三个层面：一是建立表观病害演化模型，揭示劣化规律；二是优化阵列式柔性传感器微结构设计，攻克核心制备工艺；三是建立多模态数据驱动的病害分级预警机制，实现动态智能评估。

3.考核指标

（1）技术参数：

①阵列式柔性感知装备性能：循环稳定性 ≥ 10 万次，拉伸性 $\geq 50\%$ 应变，灵敏度系数 $GF \geq 2$ ，非线性误差 $\leq 10\%$ ，迟滞误差 $\leq 8\%$ ，响应时间 $\leq 300\text{ms}$ ，恢复时间 $\leq 350\text{ms}$ ，温度波动误差（ $-10^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$ 环境） $\leq 10\%$ ；

②表观裂缝识别精度达到 0.1mm ；

③覆盖病害尺寸最大可达 $0.1 \times 0.2\text{m}$ 。

（2）成果交付形式：

论文 1~2 篇，发明专利申请 4~5 件、实用新型专利申请 3~4 项，软件著作权 1~2 个，科技成果 1 项；其他交示件：完成不少于 1 类柔性传感器的研发，具备不少于 2 类测项的感知功能；面向典型市政基础设施项目，完成 1 项以上的示范工程应用与现场部署。

（3）预期绩效目标

产业化示范形式：本项目选择济南市域内 1~2 座在役桥梁或隧道作为示范工程，在结构表观病害关键部位布设阵列式柔性感知装备，开展不少于 3 个月的连续在线监测，搭建面向基础设施安全的结构多模态智能诊断云平台，形成“感知－传输－诊断－

决策”一体化示范系统。

经济效益：项目成果将促进柔性传感器制造、人工智能算法、交通运维服务等相关产业升级与融合，形成新的高科技产业和经济增长点，带动材料、设备等上下游产业发展，项目完成后具备规模化推广应用条件，可创造显著经济效益。

社会效益：实现交通基础设施表观病害的早期精准识别与主动预警，从根本上保障结构长期运营安全，降低全生命周期运维成本，避免因结构失效引发的安全事故，提升城市基础设施韧性与安全保障水平。

人才与就业：项目实施过程中将培养柔性传感技术、结构健康监测、人工智能算法等领域专业技术人才，新增就业岗位 5~6 个以上，为济南智能传感器产业发展提供人才支撑。

产业带动：推动济南智能传感器产业链向高环境适应性、高可靠性的工程化应用方向延伸，提升产业集群的行业辨识度与核心竞争力。

4.需求单位及联系人、电话

山东汇通建设集团有限公司

杨万霖 15764225917

(四十六)长寿命高筛分效率悬臂振动筛关键结构件制造与修复技术研发

1.需求描述

悬臂振动筛的易磨损结构件（筛棒，耐磨内衬）多采用弹簧钢、不锈钢、耐磨钢及堆焊复合板材，普遍存在抗冲击与耐蚀性不足、易开裂剥落等不足，难以适配振动筛分场景下的高频重载冲蚀、交变冲击工况，造成设备失效、筛分效率下降，制约稳定

生产。国内外适配振动筛分行业的构件表面强化技术普遍存在强化层硬度、韧性、耐蚀性难以兼顾的短板，关键构件综合性能不足，寿命短，难以保障筛分设备长期稳定服役。

本项目依托济南市完善的激光加工产业配套，采用激光熔覆工艺，以 FeCoCrNiMn 系高熵合金作为基体，添加各种合金化和微合金化元素，综合运用固溶强化，析出强化和细晶强化等强化机制，对悬臂振动筛的易磨损关键构件进行表层强化及失效修复。

本项目贴合济南市“13+34”产业链布局，聚焦专用装备、先进材料、钢铁产业链研发，补齐我市高端构件强化技术短板，带动激光加工、特种粉体、钢铁冶金等上下游产业协同升级，助力工业节能降碳，推动区域高端装备制造产业高质量发展。

2.需解决的技术问题

（1）产业共性问题

①常用构件材料综合性能存在短板，难以适配极端工况需求。

②构件磨损失效后整体报废浪费严重，修复技术缺失。

③强化层合金成分-组织-性能之间影响规律不明，缺乏理论支撑体系。

（2）主要研究内容

①以 FeCoCrNiMn 高熵合金为基体，添加多种合金化和微合金化元素设计熔覆层合金成分。

②探究激光熔覆层组织性能变化规律与失效机理。

③仿真和实验相结合，优化激光熔覆参数，形成筛分设备易磨损构件激光熔覆强化与修复标准化工艺。

（3）需攻克的关键技术

①合金组分对熔覆层硬度-强韧性-耐蚀性能的影响规律。

②细晶、固溶、析出等强化方式对熔覆层性能提升的贡献及其耦合作用机理。

③激光熔覆工艺参数对成形质量的影响规律。

3.考核指标

(1) 技术参数:

①激光熔覆层硬度 $\geq 70\text{HRC}$ ，与基材实现高强度冶金结合。

②在振动设备高频动态交变载荷冲击（或等效模拟测试）条件下，熔覆层及界面处无脆性裂纹、崩碎、剥落。

③熔覆层的耐磨性能（体积磨损率）较 65Mn 提高 2.5 倍以上，自腐蚀速率降低 50%以上。

④槽下、烧结整粒等大吨位极端工况下，关键物料接触构件的实际平均服役寿命比 65Mn 提升 2 倍以上，确保稳定运行周期 ≥ 12 个月。

⑤振动筛分设备的筛分效率（E 值）在运行周期内稳定在 90%以上。

(2) 成果交付形式:

论文 3 篇，发明专利申请 2 件、发明专利授权 1 件，软件著作权 2 个；其他交示件：①项目结题报告 ②项目技术报告 ③实物展示（筛棒、筛板、熔覆试样）④第三方检测报告 ⑤寿命评价与失效分析报告。

(3) 预期绩效目标

①经济社会效益

建设耐磨构件产线与钢铁筛分示范基地，助力高炉分选线降本增效。构件修复再制造可减少钢材损耗，助力双碳目标，保障钢铁产业连续稳定生产。

②新增就业

新增激光加工、材料改性岗位 10~15 个，带动上下游配套就业 20~30 人。

③引育人才

依托项目集聚材料、激光熔覆高技能人才，完善研发团队架构，夯实技术创新能力。

④产业带动作用

形成耐磨构件制造与修复标准化工艺，输出重载冲蚀工况下表面强化技术。补齐本地高端耐磨防护产业链短板，贴合济南产业链布局，带动激光熔覆、特种粉体上下游协同发展，提升区域高端装备制造产业竞争力。

4.需求单位及联系人、电话

济南中燃科技发展有限公司

王学亮 18753121047

(四十七)特种作业多模态智能安全巡检终端关键技术及系统研发

1.需求描述

山东作为工业大省，特种设备保有量超 200 万台，化工、电力等高危作业场景风险突出，传统巡检存在纸面维保、漏检误判、整改不闭环等顽疾，安全治理亟待数字化转型。国家及省市出台系列政策部署“工业互联网+安全生产”与智慧监管，本项目正是落实战略、推动“人防”向“技防”转变的必然选择。当前，国内外虽有智能巡检技术探索，但普遍存在终端多模态环境适应性差、边缘端本地智能不足、云端缺乏行业知识库支撑等问题，尚未形成“端-边-云”一体化的全链条解决方案。

济南具备坚实产业基础，人工智能核心规模逾 480 亿元，特种设备使用单位数量庞大，智能化管控需求迫切。项目聚焦特种设备维保和安全环保检查两大场景，构建“端-边-云”一体化智能管控体系，研发集成多模态传感的便携终端、边缘推理网关及融合行业知识图谱与大模型的云端平台，实现复杂工况取证、弱网断网边缘处理、云端智能研判及作业全流程数字化闭环，有效解决取证难、数据异常、决策缺依据等痛点。项目实施将显著提升安全生产治理能力，带动智能终端、AI 算法、工业软件等上下游集聚，培育智慧安全产业集群，形成可复制的行业标杆，助力济南打造智慧安全产业高地，为全省安全治理数字化提供示范。

2.需解决的技术问题

特种作业和安全生产工况复杂，智能巡检技术受限于 TRL 4-5 级，核心“难”点交织：极端工况多模态取证弱；弱网边缘侧推理缺失致业务断档；端侧算力受限易误判，且云端缺乏行业知识图谱支撑，难以形成数据闭环；此外，核心元器件受制于人、高质量数据集匮乏及标准空白，严重制约产业规模化落地。

为破解瓶颈，关键技术攻关聚焦：

（1）研发低功耗多模态融合终端，突破复杂环境智能自适应交互。

（2）构建轻量化边缘 AI 引擎，攻坚弱网下主动式稳定数传技术。

（3）融合行业知识图谱与大模型检索增强链路，实现决策全流程闭环。

（4）搭建“端-边-云”协同云脑系统，开发数据闭环迭代以支撑跨场景快速迁移。

项目预期达 TRL 10 级，完成 2 个典型场景完成验证。

3.考核指标

(1) 技术参数:

①便携式多模态融合智能终端：低功耗边缘 AI SoC 上实现视觉、语音、定位等多任务并行推理与长续航平衡，续航时间 $\geq 12\text{h}$ ，集成可见光、红外、阵列麦克风、IMU、RFID 及环境传感器，弱光宽动态成像、稳像防抖与工业级 IP68 防护，适配高噪声环境的骨传导语音交互与物理按键逻辑；

②边缘侧轻量化 AI 模型，异常故障识别准确率 $\geq 96\%$ ，弱网高可靠数据传输时延 $\leq 100\text{ms}$ 、丢包率 $\leq 1\%$ ，云端复审模型复审检出率 $\geq 98\%$ ；

③智能辅助大模型：针对安全环保检查等典型作业场景，RAG 知识库标准条文检索召回率 $\geq 85\%$ ，多跳逻辑链条推理正确率 $\geq 85\%$ ；

④数字化综合管理平台。实现支持并发数 ≥ 200 ，API 接口平均响应时间 $\leq 2\text{s}$ ，全年服务可用率 $\geq 99\%$ ，支持主流协议设备连接成功率 $\geq 99\%$ ，具备数据汇聚、辅助决策、第三方集成等功能。

(2) 成果交付形式:

论文 2 篇，专利申请 6 件（其中发明 4 件）、发明专利授权 2 件，软件著作权 3 个；科技成果评价 1 项，新产品 2 项；其他交付件：国家权威机构出具的智能安全帽、便携式 AI 视频记录仪检测报告合计 2 份，用户使用证明 2 份。

(3) 预期绩效目标

经济效益：项目实施期内，通过智能终端销售、SaaS 平台订阅及定制化服务实现累计销售收入 500 万元、净利润 100 万元。依托“硬件+平台+服务”模式，构建稳定营收体系。项目将带动产业链上下游发展，间接拉动产业产值 3000 万元。

社会效益：项目破解特种作业“看不见、听不到、传不出”难题，杜绝纸面维保、虚假整改，保障人员安全。依托数字化证据链，实现作业可核查、责任可追溯、隐患全闭环，推动监管向远程智慧模式转型。项目在实施过程中将有效带动相关领域新增就业岗位，并通过技术培训、产教融合等方式引育一批数字化、智能化方向的专业人才，为行业可持续发展提供人力支撑。项目形成的标准与规范，可为行业技术标准制定提供支撑，助力行业由经验驱动转向标准驱动。

产业带动作用：项目在山东打造不少于 5 个特种设备维保智能巡检、安环检查智慧监管示范工程，覆盖化工、电力、工地等典型场景，部署智能安全帽、便携式 AI 视频记录仪等终端不少于 2000 台/套，打造可观摩、可复制的行业标杆。同时针对两大核心场景各形成 2 套标准化解决方案，涵盖终端部署、边缘 AI 模型、云端平台、业务规范及交付 SOP，实现全流程落地应用。

4.需求单位及联系人、电话

济南致业电子有限公司

庄晓 18678770517

(四十八)大跨度高空场景下压瓦机反吊顶作业平台关键技术研发

1.需求描述

(1) 符合济南市重点产业发展需求情况

本项目属于济南市重点支持的高端装备制造领域，深度适配全市先进制造业强市发展方向，完全契合济阳区高空作业平台特色产业集群发展规划，可依托本地完善的产业链配套体系实现快速落地。

（2）国内外产业态势与现存短板

当前全球市场由 JLG、Genie 等国际头部品牌主导，国内行业虽快速追赶，但在大载荷抗风稳定、动态平衡控制、复杂高工作业适配等核心技术上仍存在明显短板，适配反吊顶压瓦专属场景的成熟国产装备尚属空白，核心零部件长期依赖进口，难以满足大跨度重大工程的安全高效施工需求。

（3）对我市产业的核心价值

项目将直接突破高端高空施工装备领域的技术空白，打造全新增经济增长点；带动精密液压、智能控制、高端钢结构等上下游产业链向成套化升级，巩固济南全国高空作业装备核心产业地位；吸引结构设计、智能安全等方向高端人才集聚，加速本地产学研协同创新；形成可复制的标准化装备施工工法，助力济南打造全国高端高空装备产业高地。

2.需解决的技术问题

（1）产业共性问题

当前大跨度高空压瓦反吊顶施工依赖人工吊装，系统协同性差，核心难点在于大载荷与轻量化的矛盾难以兼顾，平台易受风载、人员走动等影响晃动变形，材料输送与设备运行衔接不畅，全流程安全监测预警体系缺失，制约施工连续性与安全性，是行业升级的核心薄弱环节。

（2）研究内容

- ①复杂高空工况下大载荷轻量化稳定承载技术。
- ②大跨度、高载荷条件下的结构可靠性与疲劳控制技术。
- ③高空连续作业中的姿态保持与运行平顺控制技术。
- ④作业风险主动识别与人机协同安全防护技术。

（3）关键技术环节

重点突破大载荷轻量化承载构型设计、长跨构件刚度优化、多源扰动耦合动力学控制、全工况安全联锁监测四大核心环节，补齐行业成套化智能装备短板。

3.考核指标

(1) 技术参数:

①工作高度方面：整机最高工作状态下，平台台面距离基础地面的垂直距离 $\geq 26\text{m}$;

②最大载荷能力：满功率状态下，工作平台台面承担有效载荷 $\geq 3\text{t}$;

③举升速度：整机机臂伸展过程中，平台台面相对于地面垂直方向上相对速度 $\geq 3.5\text{m/min}$;

④行走速度：满功率状态下，整机在平整路面上的行进速度 $\geq 1.2\text{km/h}$;

⑤设备尺寸：整机在非工作状态下，整体收拢后的外包络尺寸限于 $14.2*3*3.5\text{m}$ 空间以内。

(2) 成果交付形式:

论文 5 篇，发明专利申请 4 件，软件著作权 3 个；其他交示件：实物样机一套及第三方检测报告或专家现场验收意见。

(3) 预期绩效目标

在产业化示范方面，本项目将围绕大型工业厂房、物流仓储、能源场站及装备制造基地等高大空间施工需求，建成高空压瓦机反吊顶平台工程化样机及成套施工方案，在不少于 3 类典型场景开展应用验证。通过示范应用，实现高空压瓦、反吊顶施工、物料连续输送、平台自动调平及安全联锁等功能的协同运行，形成模块化装配、连续作业组织与标准化施工成果，为高大复杂空间施工提供装备化、智能化、成套化解决方案，并为产品定型、批

量制造与行业推广提供可复制样板。

在经济与社会效益方面，项目产业化后可形成专用装备批量制造与推广能力，项目实施期内预计新增销售收入 5000 万元以上，新增利税 850 万元以上。平台应用后，高空施工效率提升 30%以上，周期缩短约 20%，综合成本降低 15%左右，显著减少脚手架搭拆、高空吊装与人工搬运等低效环节。项目将推动核心部件国产化配套，增强产业链自主可控能力，带动上下游协同发展。同时，项目填补国内专用施工装备空白，满足重大工程对高效安全装备的需求，事故风险预计降低 40%以上，显著减轻人员劳动强度，提升施工质量与现场组织效率，为建筑施工机械化、智能化及安全水平提升提供有力支撑。

4.需求单位及联系人、电话

山东矗峰重工机械有限公司

商振军 13031703777

（四十九）大田地埋滴灌智能化关键设备研制与技术集成

1.需求描述

（1）符合济南市重点产业发展需求情况

水资源短缺是威胁我国粮食安全生产的核心瓶颈之一，农业用水量占全国总用水量的 61.6%，但农田灌溉水有效利用系数仅 0.580，与发达国家 0.8 以上水平差距显著。滴灌是公认的高效节水灌溉方式，但传统地表滴灌存在阻碍农事作业、机械易损毁设备、需每年回收铺设、塑料残体污染土壤等缺陷。地埋滴灌水资源利用率可提升 10%-20%，同时具备保护土壤团粒结构、适配全程机械化作业等多重优势。美国、以色列等农业科技先进国家已实现大田地埋滴灌技术的规模化应用。我国地埋滴灌智能技术正处于快速发展期。山东作为“齐鲁粮仓”，已明确将水肥一体化

列为高标准农田建设重点，计划每年新增粮油作物水肥一体化面积 300 万亩以上，2030 年突破 2000 万亩。然而，大田作物地埋滴灌智能控制技术的大规模推广仍面临堵塞防控体系不完善、滴灌带埋深缺乏科学确定方法、系统维护与灾害防控技术缺失、专用铺设装备适配性不足等四大核心技术瓶颈。本项目的实施对突破上述技术瓶颈、推动济南市乃至全国节水灌溉产业向智能化转型升级具有重要意义。

2.需解决的技术问题

本项目聚焦三大核心技术难题：

（1）地埋滴灌滴头堵塞预防与控制技术。地埋滴灌需满足：
a.多年持续稳定运行，b.承受负压吸泥、根系入侵及物理、生物、化学的耦合堵塞，机制更复杂；故，水肥一体化场景加不同肥、药掺入，使堵塞防控难度剧增。

（2）兼顾轮作需求与作业安全的毛管适宜埋深方法与专用铺设装备。有些地域为小麦-玉米一年两熟轮作，两种作物根系汲取水肥空间存在显著差异。毛管埋深须同时兼顾水肥需求与作业安全，现有技术缺乏科学系统的确定方法与专用铺设设备。

（3）地下滴灌设备运行状况的智能监控与快速诊断技术。核心设施全部埋于地下，须及时发现、快速定位并修复滴头堵塞、毛管破裂等场景。传统人工排查效率低、精度差，不宜大规模应用的需求。

3.考核指标

（1）技术参数：

① 形成大田作物地埋滴灌专用型滴头 2 类，滴头年堵塞率 < 5%；

② 构建大田作物地埋滴灌智能管控系统及应用模式 1 套，

关键部件寿命 ≥ 10 年；

③ 提出毛管埋深确定方法 1 套，毛管埋与作物根系适配度 $\geq 90\%$ ；

④ 确定的滴头加工精度 $\leq 3\%$ ；

⑤ 大田作物地埋滴灌系统节水效率 $\geq 25\%$ 。

(2) 成果交付形式：

发明专利申请 3 件、发明专利授权 1 件，软件著作权 2 个；新产品、新工艺各 1 项；其他交示件：检测报告 1 份。

(3) 预期绩效目标

经济效益：项目技术推广后，亩均节水 30%以上（约 100-150 立方米）、节肥 20%以上，降低水电与农资成本 150-200 元/亩；通过精准水肥管理实现作物增产，亩均增收 200-300 元；亩均年直接经济收益增加约 400 元。3-5 年内形成年产值 5 亿元以上的智能灌溉装备与服务生态，年创利税超 5000 万元，带动研发、生产、销售、技术服务等全链条就业岗位 300-500 个。

社会与生态效益：若推广至 100 万亩，年节水量达 1 亿立方米，有效缓解华北地下水漏斗区压力；精准水肥管理使养分淋失量降低 25%以上。核心技术自主可控，核心装备进口替代率达 30%以上，引领全国节水灌溉产业向智能化、长效化转型。

4.需求单位及联系人、电话

山东春雨节水灌溉设备有限公司

李增峰 18463463507/0531-78679668

(五十)深部矿井刮板输送机用高抗磨蚀特种钢板关键技术
研发

1. 需求描述

本项目聚焦济南市精品钢、先进材料重点产业布局，面向深部煤矿极端工况，开发刮板输送机用高抗磨蚀钢板。当前全球高端耐磨钢板被国外企业垄断，国内高腐蚀矿井领域进口依赖度超90%，国产化替代需求迫切。现有国产耐磨钢仅侧重单一耐磨性，未适配煤矿高湿、高矿化度腐蚀环境，难以同时兼顾耐磨、耐蚀与焊接性能，无法满足智能化采煤装备 8000 小时无故障运行的指标要求，造成装备寿命短、经济损失大，成为制约煤机装备国产化的核心瓶颈。

我市拥有宽厚板精品钢生产基地及其相关重点实验室等研发平台，具备“先进钢铁材料制造-高端装备示范-工程实践应用”全链条协同创新。项目实施可突破高抗磨蚀钢板关键核心技术，补齐煤机核心材料短板，推动钢铁产业向高端特种钢材转型，提升产品附加值，带动上下游产业技术升级，培育专业技术人才，实现关键材料自主可控，为我市先进制造业高质量发展及国家能源安全保障提供有力支撑。

2.需解决的技术问题

本项目聚焦煤矿采运装备用特种钢板产业共性瓶颈，亟需解决以下共性技术问题：

一是性能协同调控难，高耐磨、高耐蚀、高可焊性相互制约，强化耐磨易加剧腐蚀、提升耐蚀易劣化焊接韧性，缺乏一体化材料设计理论与方法。

二是失效机理与评价难，井下磨蚀、多介质腐蚀、交变载荷多场耦合失效机制尚不明确，无专用工况评价体系，研发缺少精准支撑。

三是规模化稳定制备难，多元合金工业化生产易出现成分偏析、组织不均、铸坯缺陷，实验室性能难以稳定批量转化。

四是产业链配套难，缺少专用行业标准，配套焊接工艺、辅材及寿命预测体系不完善，制约规模化应用。需攻克多性能协同设计、多场耦合机理、稳定制备工艺及全链条配套关键技术。

3.考核指标

(1) 技术参数:

①产品规格与力学性能:

HBW400 级：厚度 $\leq 80\text{mm}$ ，宽度 $\geq 1800\text{m}$ ，屈服强度 $\geq 900\text{MPa}$ ，抗拉强度 $\geq 1200\text{MPa}$ ，断后伸长率 $\geq 10\%$ ， -20°C 冲击韧性 $\geq 35\text{J}$ ，表面硬度 HBW400-430；

HBW450 级：厚度 $\leq 80\text{mm}$ ，宽度 $\geq 1800\text{m}$ ，屈服强度 $\geq 1100\text{MPa}$ ，抗拉强度 $\geq 1250\text{MPa}$ ，断后伸长率 $\geq 9\%$ ， -20°C 冲击韧性 $\geq 30\text{J}$ ，表面硬度 HBW420-480；

HBW500 级：厚度 $\leq 80\text{mm}$ ，宽度 $\geq 1800\text{m}$ ，屈服强度 $\geq 1200\text{MPa}$ ，抗拉强度 $\geq 1400\text{MPa}$ ，断后伸长率 $\geq 8\%$ ， -20°C 冲击韧性 $\geq 27\text{J}$ ，表面硬度 HBW470-530。

②耐磨性能：实验室磨料磨损率 $\leq 0.12\text{g/h}$ 。

③耐蚀性能：在模拟高矿化度矿井水（矿化度 $\geq 3000\text{mg/L}$ ， $\text{pH}=4-8.5$ ）中，腐蚀速率 $\leq 0.05\text{mm/a}$ 。

(2) 成果交付形式:

论文 2 篇，专利申请 4 件（其中发明专利 4 件），新产品、新工艺 1 项；其他交示件：核心研究报告 1 份；第三方权威检测报告 3 份（力学性能、耐磨性能、耐蚀性能）；焊接工艺规范文件 1 份；工业示范应用证明 2 份；项目验收报告 1 份。

(3) 预期绩效目标

通过本项目实施，开发具有自主知识产权的耐磨蚀钢，带动示范应用 5 万吨以上，新增销售收入 1000 万元以上，利税 100

万元以上，相关产品实现进口替代；培养高端材料研发和产业化人才 2 人以上。

本项目坚持“产学研用”全产业链协同创新，开发超高强韧耐磨蚀钢板及系列核心技术，为制造强省战略实施和满足高端制造、新能源新材料等产业重大需求，提供原创性理论、关键技术储备、高品质钢铁材料和产业化示范支撑，实现济南市精品钢全产业链协同创新聚链发展，引领行业技术与进步。

4. 需求单位及联系人、电话

山东钢铁股份有限公司

陈豪卫 17660200388

（五十一）新型轻质耐烧蚀隔热涂层关键技术研究

1.需求描述

耐烧蚀隔热涂层是商业航天、飞行器、发动机及高端装备热防护的关键基础材料。随着济南市商业航天、低空经济、新能源装备和高端制造产业发展，对兼具轻量化、低热导率、高韧性和耐极端温度冲击的隔热材料需求持续增长。国外已形成以硅橡胶、环氧等为基体的成熟烧蚀热防护体系，可实现低密度、低热导率和高可靠性协同；国内相关材料虽已在部分型号应用，但仍存在密度偏高、隔热与力学性能难以兼顾、极端热应力下易开裂剥落、施工周期长及关键原料自主可控水平不足等短板。济南市已具备有机硅、功能高分子、无机填料和高端装备制造产业基础。通过本项目攻关，可突破轻质高效烧蚀隔热涂层关键共性技术，形成原材料、涂层制备和装备应用产业链，支撑商业航天、低空飞行器、动力电池热防护及高端装备等领域发展。

2.需解决的技术问题

现有烧蚀耐热涂层的核心难点是轻量化、隔热、耐烧蚀和力学可靠性之间存在耦合制约：降低密度易削弱强度和抗冲刷能力，提高无机填料比例又易导致脆化、开裂及界面失效；同时存在多尺度填料分散和界面结合困难、厚层施工易开裂、批次一致性、工程化放大不足等问题。

本项目拟通过揭榜合作，完成以下内容：

- ①硅橡胶/改性硅橡胶基体高温稳定与韧性协同调控；
- ②空心微球、片层和纤维等多尺度填料轻质、隔热、抗冲刷协同设计及界面改性；
- ③高温烧蚀过程热应力匹配与抗裂结构构筑；
- ④厚涂层连续施工、固化及规模化稳定制备技术，并完成1200℃条件下耐热性能验证。

3.考核指标

（1）技术参数：

- ①涂层基本性能：涂层厚度 $\leq 10\text{ mm}$ ；涂层密度 $\leq 0.60\text{ g/cm}^3$ ；涂层热导率 $\leq 0.14\text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ ；涂层比热容 $\geq 1.2\text{ J/g}\cdot\text{K}$ ；
- ②涂层力学性能：拉伸强度 $\geq 1.0\text{ MPa}$ ；断裂伸长率 $\geq 10\%$ ；剪切强度 $\geq 1.5\text{ MPa}$ ；压缩永久变形 $\leq 50\%$ ；Shore A 硬度 ≥ 60 ；
- ③涂层耐烧蚀性能：TGA（25~800℃），残余质量 $\geq 30\%$ ；涂层1200℃条件下10 mm厚度背面温度不高于150℃；涂层通过最高热流密度 $\geq 1.4\text{ MW/m}^2$ ，总加热时间 $\geq 150\text{ s}$ 的电弧风洞试验，背温 $\leq 150^\circ\text{C}$ ，后退烧蚀量 $\leq 1\text{ mm}$ ；
- ④涂层服役可靠性：耐湿热性能（10个周期）， ≤ 1 级；耐盐雾性能（96 h）， ≤ 1 级；耐霉菌性能（28天II类菌种霉菌）， ≤ 1 级；耐温度冲击性能（-55℃~70℃，40 h）， ≤ 1 级。
- ⑤涂层施工要求：涂料能够喷涂或刷涂，在钢基材或铝基材

表面喷砂或氧化处理后无底漆涂覆，室温固化。

（2）成果交付形式：

论文 2 篇，发明专利申请 3 件，新产品、新工艺 2 个（满足所有性能指标的新型轻质耐烧蚀隔热涂层的生产工艺文件 1 套、施工工艺文件 1 套）；主持或参与起草行业或地方标准 1 件；其他交示件：涂料样品 1 桶（10 kg）、涂层喷漆样板交示件 1 件、检测报告 1 套。

（3）预期绩效目标

项目实施后依托需求单位现有产线完成改造，构建“研发—中试—量产—验证—推广”一体化能力，形成轻质耐烧蚀隔热型产品。项目量产后预计年销售收入不低于 300 万元，涂层防护成本降低 20% 以上。围绕商业航天、低空经济、新能源动力电池热失控防护和高端装备等领域开展应用示范，带动特种树脂、轻质填料、纤维增强材料及涂层施工等上下游协同发展。培养科技带头人 2 人、技能带头人 1 人，吸引培养青年科技人才 7 名，新增就业 20 人以上，提升济南市极端环境特种防护材料产业化和自主保障能力。

4.需求单位及联系人、电话

山东北方现代化学工业有限公司

孙文婷 15606396051

（五十二）高性能中硼硅玻璃预灌封注射器关键技术研发

1.需求描述

预灌封注射器（PFS）是疫苗、生物制剂、GLP-1 受体激动剂及基因治疗药物等高端制剂的重要包装载体，具有给药便捷、剂量准确、污染风险低等优势。随着生物医药产业快速发展，全

球预灌封注射器市场持续增长，但国内高端中硼硅玻璃预灌封注射器仍存在管材依赖进口、精密成型与低缺陷制造能力不足、硅化均匀性和组合件密封一致性不高、智能在线检测及全流程追溯能力薄弱等短板，尚难充分满足疫苗、单抗、mRNA 药物等对低微粒、低硅油、高密封和高一致性包装的需求。济南已形成以山东力诺医药包装股份有限公司为龙头，玻管、模具、灭菌、检测及药包材配套较为完善的产业基础。项目拟突破中硼硅玻璃材料、精密成型、低应力退火、均一低硅油硅化、组合件密封及AI 在线检测等关键技术，构建从玻璃管材、成型退火、硅化装配到质量检测与追溯的全链条技术体系，建设智能化绿色示范产线，提升高端药包材自主可控和规模化制造能力，带动上游玻管、橡胶活塞、模具检测及下游生物医药产业协同发展。

2.需解决的技术问题

一是针管壁厚、卷边高度、锥头同心度等关键尺寸控制精度及批次一致性不足，与成型设备、护帽及推杆的装配匹配度不高，难以稳定满足 ISO 11040-4 要求；

二是退火温场分布及升温、保温、冷却过程控制不均，易产生残余应力、隐裂和运输破损风险；

三是硅油喷涂定量精度及管内壁分布均匀性不足，存在硅油迁移、润滑力波动及微粒释放风险；

四是外观缺陷、关键尺寸、残余应力和组合件密封性能检测仍依赖人工抽检，缺少在线全检、质量追溯及工艺闭环控制。

需攻克超精密旋转成型、低应力梯度退火、定量低硅油硅化、组合件零泄漏密封、AI 多模态在线检测与工艺参数自适应调控等关键技术，形成覆盖成型、退火、硅化、装配和检测环节的全过程质量控制体系。

3.考核指标

(1) 技术参数:

①材料性能：针管采用中硼硅玻璃，线热膨胀系数 $0.000004/\text{K} \sim 0.000005/\text{K}$ ，三氧化二硼含量 $8\% \sim 12\%$ ；预灌封注射器针管壁厚偏差 $\leq \pm 0.05\text{mm}$ ，管长公差 $\pm 0.5\text{ mm}$ ， $0.5 \sim 5\text{ mL}$ 规格内外径公差符合 ISO 11040-4。

②产品精度：针管内应力光程差 $\leq 36\text{ nm/mm}$ （严于 $\leq 40\text{ nm/mm}$ 标准）；内表面耐水性 HC1 级， 121°C 颗粒法耐水性 1 级；硅油量 $\leq 0.9\text{ mg/支}$ ；滑动启动力 $\leq 15\text{ N}$ ，持续力 $\leq 8\text{ N}$ ；器身密合性零泄漏；针与针座连接牢固无松动；不溶性微粒： $\geq 10\text{ }\mu\text{m}$ 微粒数 $\leq 60\text{ 个/支}$ ， $\geq 25\text{ }\mu\text{m}$ 微粒数 $\leq 6\text{ 个/支}$ ；药液残留量 $\leq 3.5\%$ ，组合件整体缺陷率 $\leq 0.1\%$ 。

③智能化生产：建成智能化示范产线，年产中硼硅玻璃预灌封注射器及注射剂瓶 4000 万支，产品合格率 $\geq 99.5\%$ ，生产效率提升 10%。

(2) 成果交付形式:

论文 3 篇，发明专利申请 3 件；其他交示件：形成新产品、新工艺合计 2 项，其中开发医用高性能包材产品 2 种；制定标准 3 项。

(3) 预期绩效目标

项目将建设年产 4000 万支中硼硅玻璃预灌封注射器及注射剂瓶智能化绿色示范工厂，产品合格率 $\geq 99.5\%$ ，生产效率提升 10%；开发医用高性能包材产品 2 种，制定企业标准 3 项，申请国家发明专利 3 项，发表高水平论文 3 篇，培养研究生 2 名，新增就业岗位 40 个。产品将在流感及 mRNA 疫苗、GLP-1 受体激动剂、眼科抗 VEGF 药物、低分子肝素及医美透明质酸钠等领域

实现规模化应用。项目达产后预计年产值突破 3000 万元，带动上下游精密模具、高硼玻管、灭菌服务等新增产值 1 亿元，形成“中硼硅玻璃管—精密成型—硅化组装—终端应用”产业链。项目将提升高端疫苗及生物药包材自主可控能力，保障重大公共卫生事件下应急包装供应安全；通过全电熔窑炉、余热回收等绿色技术实现年减碳千吨级，推动传统药用玻璃向高端化、绿色化、低碳化转型，为济南生物医药产业高质量发展提供支撑。

4.需求单位及联系人、电话

山东力诺医药包装股份有限公司

孙庆伟 13606370720

（五十三）增材制造适配型 FeCrNi 系中熵合金药芯焊丝关键技术攻关

1.需求描述

相较于激光增材与实芯焊丝电弧增材工艺，药芯焊丝电弧增材技术具有成本低、配方可调和沉积效率高的优势，可按需调控构件合金成分和性能，已成为大型装备高效制造的重要途径。铁铬镍（FeCrNi）系中熵合金药芯焊丝具有优异的强韧性、耐磨性与耐蚀性，是增材制造的重要填充丝材。当前国内外该方向仍处于实验室研究和小试探索阶段，尚未形成成熟产业化体系，普遍存在成分配比优化不足、强化机理不明确、增材工艺体系不完善、成型稳定性差等短板，难以满足工程化批量应用需求。

本项目聚焦 FeCrNi 系中熵合金药芯焊丝及其配套增材制造工艺研发，契合济南市“13+34”产业链体系中的先进材料、高端装备制造产业链，符合我市新材料升级与高端装备绿色再造的重点产业发展导向。

2.需解决的技术问题

(1) 产业共性问题

①FeCrNi 系中熵合金增材专用药芯焊丝短缺，现有焊丝无法兼顾耐磨、耐蚀与强韧性。

②沉积层强化机理不明，成分、组织与性能耦合规律不清，焊丝配方优化缺少理论依据。

③配套增材工艺不完善，成型缺陷多，构件性能一致性差。

(2) 主要研究内容

①FeCrNi 系药芯焊丝成分配比，适配重载磨蚀等工况需求。

②合金元素强化机制，建立成分-组织-性能对应关系。

③优化增材工艺参数，降低沉积层缺陷，保障构件性能稳定。

(3) 需攻克的关键技术

①焊丝成分对沉积层性能的影响规律。

②合金元素对沉积层微观组织形态及其演变的作用机理。

③增材工艺参数对沉积层成型的影响规律。

3.考核指标

(1) 技术参数:

①Fe、Cr、Ni 等主元元素含量偏差控制在 $\pm 0.3\%$ 以内。焊丝在自动送丝系统中连续送丝 100 米无卡滞、无扭曲。药芯焊丝生产成品率达到 99%以上。

②增材构件致密度 $\geq 99.5\%$ ，气孔率 $\leq 0.2\%$ 。制造过程飞溅量 $\leq$ 焊丝总量的 1.5%。表面平整，无变形、塌陷、拉丝、起皮。尺寸偏差 $\leq 1\%$ ，形位公差 $\leq 1\%$ 。

③沉积层力学性能:HRC ≥ 50 ;抗拉强度 $\geq 500\text{MPa}$ ，屈服强度 $\geq 420\text{MPa}$ ，断后伸长率 $\geq 20\%$ 。室温冲击吸收功 $\geq 27\text{J}$ ，腐蚀速率不高于 316 不锈钢。

④建成 50 吨级增材制造专用药芯焊丝中试生产线。在 2-3 个典型应用场景完成工程化应用验证。

(2) 成果交付形式:

论文 3 篇, 发明专利申请 2 件、发明专利授权 1 件, 软件著作权 2 个, 新产品新工艺 2 项; 其他交件: 结题报告 1 份。

(3) 预期绩效目标

经济效益: 完成 FeCrNi 系专用药芯焊丝中试, 搭建中试生产线, 为量产线建设奠定基础; 完成典型应用场景工程化应用验证; 编制覆盖成分设计、焊丝制备、增材工艺及性能评价的企业技术标准; 助力下游企业降低零部件修复成本, 带动产业链上下游发展。

社会效益: 减少工业废料产生, 落实绿色循环制造, 助力装备制造产业低碳转型, 兼具环保效益与行业示范价值。

带动就业: 直接新增岗位 10~20 个, 间接带动技术服务、工程施工岗位就业 20 人以上。

产业带动效益: 项目成果将填补省内高端合金药芯焊丝产业空白, 推动济南市先进材料产业向价值链高端攀升, 助力济南市产业体系中先进金属材料产业链的完善, 为建立自主可控的高端焊材体系提供支撑。

4.需求单位及联系人、电话

济南法瑞纳焊接器材股份有限公司

王莉 13589022360

(五十四) 超高温陶瓷前驱体关键技术研发

1.需求描述

超高温陶瓷前驱体是支撑高超声速飞行器、航空发动机、新

一代核能装备、国防热防护系统的关键战略材料，直接决定终端陶瓷的抗烧蚀性、高温稳定性及综合服役性能。当前，我国中低端高温陶瓷前驱体已实现国产化，但适配空天、核工等高端领域的高纯、高稳定、固溶可控超高温前驱体，长期依赖进口，核心合成与精准调控技术被国外垄断，是制约极端材料产业自主可控的关键“卡脖子”环节。

国外超高温陶瓷前驱体产业发展成熟，技术壁垒极高，美、日、德等国家长期垄断全球高端市场。国内产业处于实验室突破、小试向中试过渡的追赶阶段，高端产品普遍存在纯度不足、陶瓷转化率低、批次稳定性差等问题，钎钽复合碳基高端前驱体尚无成熟规模化产能，无法适配航空航天、核能等高端装备需求，行业呈现“低端过剩、高端缺失”格局。

本项目紧密契合济南市“13 条标志性产业链+34 条重点产业链”产业矩阵中先进材料的重点培育方向。项目可有效贯通“精细化工原料—超高温陶瓷前驱体—极端环境特种陶瓷—高端装备构件”全产业链，填补我市高端超高温陶瓷前驱体产业空白，推动本地传统化工与陶瓷产业向精细化、高附加值方向转型升级，具有重大国防战略价值与产业发展价值。

2.需解决的技术问题

国内超高温陶瓷前驱体产业处于中试向产业化过渡阶段，共性瓶颈突出：产品纯度、稳定性不足，杂质残留超标；钎钽复合前驱体固溶调控难，易组分偏析、相分离；工艺参数敏感，批次波动大，无标准化量产体系；生产条件严苛，原料利用率低、能耗高；产学研衔接不畅，量产放大工艺不完善。

需攻关五大关键技术：高纯金属有机前驱体精准合成，解决配位反应不完全与副产物残留；钎钽碳固溶组分精准调控，突破

多金属均匀配位与同步热解，杜绝偏析；低缺陷精密提纯，保护分子结构前提下去除微量杂质；规模化量产稳定控制，攻克放大效应，建立标准生产体系；高陶瓷转化率调控，优化分子结构，提升热解碳化效率。

3.考核指标

（1）技术参数：

①ZrC 前驱体

外观均一液体，粘度 60~130 mPa·s，固化残重 55~62%，1000 度 TG 结果 75~83%，XRD 显示纯相 ZrC 时的陶瓷化温度不高于 1600℃，陶瓷产率不低于 25%；

②TaC 前驱体

粘度 40~100 mPa·s，固化残重 55~60%，1000 度 TG 结果 75~85%，XRD 显示纯相 TaC 时的陶瓷化温度不高于 1500℃，陶瓷产率不低于 30%；

③铪钽碳基前驱体

粘度 40~110 mPa·s，固化残重 55~62%，1000 度 TG 结果 75~85%，XRD 显示纯相铪钽碳固溶体时的陶瓷化温度不高于 1600℃，陶瓷产率不低于 35%。

（2）成果交付形式：

论文 2 篇，发明专利申请 2 件；科技成果 1 项，新工艺 3 项；其他交示件：形成完整的生产工艺方案，建成十吨级试制装置；实现超高温陶瓷前驱体的量产，为超高温陶瓷前驱体在空天、核工等领域的应用提供技术支持。

（3）预期绩效目标

经济效益：本项目将实现超高温陶瓷前驱体的应用示范，预计项目期内将新增销售收入 400 万元，利税 100 万元；未来 5 年，

新增销售收入 5000 万元，利税 2000 万元。

社会效益：本项目将突破美、日、德等国的长期技术垄断，实现高纯、高稳定超高温陶瓷前驱体的国产化替代，彻底解决高超声速飞行器、新一代核能装备及国防热防护系统等国家战略领域的关键材料“卡脖子”问题，有力保障国防安全与高端装备供应链自主可控。项目将引领国内超高温陶瓷材料产业从低端同质化向高端精细化升级，带动上下游关联产业协同创新，提升我国新材料产业整体核心竞争力。

此外，依托济南市及山东省的产学研优势，项目将吸引和培养一批顶尖科研与工程技术人才，构建本土化人才梯队，促进区域科技繁荣与高端人才集聚，综合社会效益显著。

4.需求单位及联系人、电话

山东圣泉新材料股份有限公司

牛玉波 15069007923

(五十五)鸭重要种源性疫病净化关键技术集成与健康育种

1.需求描述

我国已成为世界最大的肉鸭养殖国和消费国，山东作为全国水禽养殖第一大省，约占全国总产量的 60%以上。沙门氏菌（*Salmonella* spp.）和新型鸭呼肠孤病毒（Novel Duck Reovirus, NDRV）是当前危害我国种鸭养殖业最重要的两种种源性疫病，检出率分别在 50%、10%以上。因此，系统开展种鸭重要种源性疫病的净化关键技术研究，对提升我省种鸭种质质量、推进种业振兴行动具有重大战略意义。

国际上发达国家在家禽上已建立完善的种禽沙门氏菌净化体系和检测技术；但是在水禽上未明确关键净化技术。在国内，

水禽上沙门氏菌和 NDRV 的检测技术、疫病净化和防控技术尚处起步阶段，制约了规模化推广。济南作为山东省省会和畜牧业高质量发展先行区，在水禽种业、疫病检测与净化技术方面具备良好的产业基础和创新资源，为实施本项目提供了有力支撑。

该项目形成沙门氏菌+NDRV 种源性疫病的联合净化技术方案，填补省内乃至国内水禽种源性疫病综合净化技术体系空白，项目成果形成标准化的种鸭疫病净化技术方案（SOP）和健康育种操作规范，可在省内其他种鸭养殖企业快速复制推广，为我市乃至全省种业振兴和畜牧业高质量发展提供技术支撑和实践样板。

2.需解决的技术问题

（1）高通量检测技术在净化中的使用不足：现有检测方法难以满足净化监测需求，目前还没有商品化的检测试剂盒，亟需建立高通量的检测技术体系；（2）疫苗保护效力不足：针对 NDRV，现有疫苗的免疫保护水平有限；雏鸭母源抗体水平不高；被动免疫保护效果有限。（3）种源性疫病联合净化技术标准缺失：尚无针对种鸭的联合净化技术标准和操作规范；（4）净化-免疫协同策略缺乏：尚无成熟的技术路线；（5）生物安全体系不完善：种源与商品代养殖脱节，需构建“种禽场—孵化厅—商品场”无缝生物安全屏障。

3.考核指标

（1）技术参数：

①重要种源性高通量检测技术体系：建立沙门氏菌、NDRV 单一或二重荧光定量 PCR 检测方法；建立沙门氏菌、NDRV 的 ELISA 抗体检测方法；完成标准化 SOP 操作规程。

②疫苗效力提升及效价评估：研发或筛选出高保护效力的

NDRV 活疫苗和灭活疫苗各 1 株,确定高效的种鸭疫苗免疫程序,使得雏鸭母源中和抗体阳性率 $\geq 80\%$,母源抗体维持有效保护水平($\text{GMT} \geq 1:32$)持续 ≥ 7 日龄。

③联合净化技术标准与效果评价: 建立基于 qPCR+ELISA 联合判定的感染状态分型标准,判型准确率 $\geq 90\%$;设计形成种鸭场差异化净化技术方案 ≥ 2 套(区分核心群、扩繁群/生产群);建立 2 个以上规模化种鸭场实践基地;形成种鸭沙门氏菌-NDRV 联合净化技术规程(草案)或团体标准 ≥ 1 项。

④全链条生物安全屏障: 制定种鸭场、孵化厅、商品场的生物安全管理规范各 1 套;建立"种鸭场—孵化厅—商品场"三场联动疫病信息追溯系统 1 套;制定实践场生物安全体系审核评分表 1 份。

(2) 成果交付形式:

论文 4 篇,发明专利申请 2 件、发明专利授权 1 件;其他交件: 行业或地方标准 1 项、其他 1 个、获新兽药证书或临床批件 1 项、专家成果评价报告 1 份。

(3) 预期绩效目标

①研发种鸭沙门氏菌、NDRV 单一及二重荧光定量 PCR 检测方法 ≥ 2 项,建立沙门氏菌和 NDRV ELISA 抗体检测方法各 1 项,实现上述病原的高通量、高灵敏联合检测;筛选 NDRV 新型灭活疫苗和活疫苗候选产品 ≥ 2 种,免疫保护率达到 90%以上。

②建立基于 qPCR+ELISA 联合判定的感染状态分型标准及差异化净化技术方案,形成种鸭沙门氏菌-NDRV 联合净化技术规程及"种鸭场—孵化厅—商品场"全链条生物安全管理规范;集成疫病综合防控技术体系,实践种鸭场雏鸭出雏率提升 $\geq 10\%$,养殖死淘率降低 $\geq 15\%$,每只种鸭养殖综合效益增加 ≥ 5 元;项

目期内规模化推广相关养殖端效益增加 500 万元。

3) 建立种鸭联合净化技术实践场 ≥ 2 个，举办技术培训/现场会 ≥ 3 次，培训基层防疫人员与养殖技术人员 ≥ 100 人次；项目技术成果覆盖推广种鸭存栏量 ≥ 50 万羽，为济南市乃至山东省种鸭产业疫病净化提供可复制推广的技术范式。

4.需求单位及联系人、电话

山东和康源生物育种股份有限公司

贾立英 13869104889

(五十六)药食同源资源的抗衰功能成分挖掘及产业化应用

1.需求描述

随着“健康中国”战略推进和老龄化加速，抗衰老成为大健康产业核心赛道，2032 年全球市场规模预计达 4988 亿美元。药食同源资源兼具营养与保健属性，是天然抗衰老干预的理想载体，开发药食同源抗衰老产品已成为引领产业升级的战略方向。但当前国内外该领域短板突出：活性成分不明、量效不清、机制尚未科学阐释；产业集中于低附加值环节，工艺粗放，智能化水平低，绿色精细加工技术匮乏，高价值产品不足，亟需从经验性养生转向分子精准干预。

国家《“健康中国 2030”》《“十五五”规划》要求挖掘药食同源抗衰老潜力。山东省《现代食品产业科技创新行动计划（2026-2028 年）》提出打造千亿级健康食品产业集群，济南市《推动生命健康产业高质量发展行动方案（2026-2030 年）》推动“医药养”融合发展，已形成一定产业基础，但距高值化、智能化、品牌化仍有差距。

本项目聚焦活性成分高效筛选、绿色制备、机制解析及产品

创制等关键技术瓶颈，构建全链条创新体系，提升智能化水平。实施后将推动济南药食同源产业向高值精细转型，创制具有明确量效关系的抗衰老功能食品、保健食品及化妆品。项目高度契合国家及省市战略，对济南抢占全国药食同源抗衰老技术创新与产业化高地、培育新质生产力具有重大战略意义。

2.需解决的技术问题

（1）产业共性问题：

①复杂基质下高活性抗衰成分难以精准挖掘：传统活性成分发现方法难以精准锁定具有显著抗衰潜力的目标分子群。②高价值稀缺成分的绿色制备：稀有人参皂苷等成分丰度极低，而异源生物合成关键酶催化效率低，难以实现从实验室分离到规模化绿色制备的跨越。

（2）研究内容：

- ①AI 驱动的抗衰活性成分多维筛选。
- ②抗衰活性成分的绿色制备。
- ③抗衰活性成分的功效验证与评价。
- ④抗衰功能产品创制及产业化示范。

（3）需攻克的关键技术：

①构建细胞/动物模型，融合 AI 与分子对接，解决活性筛选假阳性高、耗时长问题；②构建微量-快速-靶向分离体系，攻克定向分离难题；③采用酶催化与动态调控，实现稀有成分规模化绿色制备；④建立纳米包埋稳态化与智能控制技术，解决加工储运活性衰减问题。

3.考核指标

（1）技术参数：

- ①采用体内外抗衰活性评价技术，筛选出具有抗衰活性的药

食同源资源 10-15 种。

②构建具有抗衰活性药食同源资源成分数据库 1 个，收录化合物数不少于 2000 个；集成分子对接、机器学习等技术，筛选出具有潜在抗衰活性的化学成分 30-50 个。

③建立黄精、红参、西洋参等药食同源抗衰活性成分高效分离制备技术体系 3-5 套；采用体内外抗衰活性评价技术筛选出具有显著抗衰活性化合物/有效部位 8-10 种。

④完成 1-2 种稀有人参皂苷类化合物的酶法生物转化，转化率不低于 80%。

⑤建立活性成分稳态化保护、非热加工技术 2-3 种，较未保护技术活性成分保持率提高 20%。

⑥开发出 2-3 种抗衰老功能产品，使晚期糖基化终末产物水平下调>20%，端粒酶相对活性提升>30%。

⑦建立 DCS 系统全过程自动化控制工艺 2-3 项。

⑧形成企业标准/团体标准>5 项。

⑨进行相关技术咨询/技术服务不少于 100 人次，引进、培养高层次人才 3 名。

（2）成果交付形式：

论文 3 篇，发明专利申请 3 件、发明专利授权 1 件；新工艺 2 项。

（3）预期绩效目标

经济效益：项目通过 2-3 种高附加值抗衰功能产品的产业化落地，预期带动企业新增产值 ≥ 2000 万元。同时，推动黄精、红参、西洋参等大宗药食同源资源及其加工副产物的高值化综合利用，延伸农业与大健康产业链条，助力形成新的区域经济增长点。

新增就业与引育人才：项目建成开放共享的技术服务平台，

接受技术咨询与服务不少于 100 人次；引进培养高层次人才不少于 3 名，充实区域健康产业创新力量。项目产业化示范线的运营及上下游配套需求，将直接创造生产、质检、技术管理等就业岗位，预计带动新增就业 50 人以上。

产业带动作用：项目可为药食同源抗衰老产业提供“从成分发现到产品落地”的可复制技术范式，带动黄精、红参、西洋参等特色资源精深加工产业整体升级；辐射带动周边道地药材规范化种植，间接创造种植、采收、初加工等环节就业机会，有效促进农民增收致富，打造济南大健康产业新旧动能转换的标杆样板。

社会效益：项目开发的抗衰功能产品可直接惠及广泛人群，服务“健康中国”战略和民生福祉改善。同时，药食同源资源的高值化综合利用有效促进绿色生态发展，助力乡村振兴，产生积极深远的社会影响。

4.需求单位及联系人、电话

山东明仁福瑞达制药股份有限公司

许敏 18253176205

（五十七）乳品品质提升与精深加工关键技术

1.需求描述

本项目将突破“加减法”精准配方、功能成分稳态化等精深加工技术瓶颈，开发面向“一老一小”的高附加值功能性乳品，推动济南乳品产业从“基础营养供给”向“精准营养干预”的战略转型，从而提升产业的附加值与市场竞争力。同时，项目充分挖掘平阴玫瑰、龙山小米等本地特色农产品的功能价值，开辟高值化利用的新路径，带动上游种植业及下游健康服务、冷链物流等关联产

业的协同发展。通过抢占“一老一小”营养健康赛道，助力济南本土乳企形成差异化产品矩阵，率先在区域市场建立先发优势，加速打造华北地区功能性健康食品产业高地。

2.需解决的技术问题

面向“一老一小”的功能性乳品配方体系缺失 现有乳品产品同质化严重，缺乏针对老年人群骨骼健康、免疫力维持、血糖血脂管理等健康需求的系统配方研究，针对儿童视力保护、骨骼生长、大脑发育等需求的科学配方体系亦存在不粗。尤其是“加减法”（减糖减脂减负担、加功能加营养加支撑）精准配方技术尚未获得突破，无法实现营养干预的精准化与个性化。

功能成分在乳品体系中的稳态化与靶向递送技术不成熟 乳铁蛋白、益生菌等热敏性成分在加工和储存过程中易失活，DHA、虾青素等脂溶性功能因子在乳品体系中溶解性低、稳定性差、易沉淀，导致产品功效难以保持。目前缺乏成熟的纳米包埋、乳化稳定等稳态化技术体系，尤其是多组分的分区负载和协同输送关键技术有待突破。

本地特色农产品与乳品融合的技术薄弱 平阴玫瑰、龙山小米、阿胶等本地特色农产品及副产物中富含活性成分，但其功效因子解析不清，多因子协同作用机制不明，与乳品体系的兼容性较差，易出现沉淀、变色、风味劣变及工艺适配性等问题，制约了其在功能性乳品中的高值化应用。

面向特殊人群乳产品的功效评价体系尚未建立 目前缺乏针对老年人和儿童的乳品功效评价标准，包括体外模拟消化、细胞模型、动物实验及临床验证等系统化评价手段，导致产品的功能声称缺乏科学依据，难以获得市场与消费者的认可。

3.考核指标

（1）技术参数：

①成功开发 3-5 款针对“一老一小”细分人群的功能性乳制品，建立完整技术档案，并完成中试生产线验证，具备产业化转化条件。

②实现减糖 $\geq 50\%$ 、减脂至 $\leq 1.5\text{g}/100\text{mL}$ ，建立多组分协同作用的配方体系，解决低糖低脂带来的口感差、风味劣变问题。

③热敏成分保留率 $\geq 80\%$ ，脂溶性因子包埋率 $\geq 85\%$ ，沉淀率 $\leq 5\%$ ，形成成熟的乳蛋白基包埋载体及多组分协同运载体系。

④形成活性成分高效提取、定向酶解、复合酶解等成套技术方案，解决沉淀、变色及工艺适配性问题。

⑤完成功效机制解析，构建系统评价体系。

⑥申请专利 3-4 件，发表论文 4-5 篇，制定企业标准 2-4 项，形成完整的自主知识产权体系。

（2）成果交付形式：

论文 4 篇，专利申请 4 件（其中发明 1 件）、专利授权 4 件（其中发明 1 件）、新产品、新工艺 2 个、行业或地方标准 2 项。

（3）预期绩效目标

本项目实施后，预计将产生显著的经济与社会效益。通过开发适老适小高附加值功能性乳制品，新产品占企业乳品营收比例提升至 10%以上，产品溢价能力提升 10%-30%，项目实施期内预计实现产值 5000 万元，新增税收 200 万元。项目将带动上游本地特色农产品种植及下游健康服务、冷链物流等关联产业发展，强化“核心城市研发+周边基地生产”的区域协同模式，为济南乳品产业转型升级注入新动能。同时，项目积极响应“健康中国 2030”战略和积极应对人口老龄化国家战略，为“一老一小”重点人群提供科学循证、精准营养的功能性健康食品，切实满足国

民营养与健康需求。本项目将依托济南市“十五五”规划“项目赋能年”契机，通过“企业+合作社+农户”的订单农业模式带动本地特色农产品种植户增收，促进就业岗位增加 10 人以上，推动济南打造华北功能性健康食品产业高地，形成科技赋能、三产融合、区域联动的产业升级示范效应。

4.需求单位及联系人、电话

山东兴牛乳业有限公司

骆延波 15318823295

(五十八)面向糖尿病心肌病营养干预的药食同源功能因子产品研发与应用

1.需求描述

近年来，糖尿病患病率持续攀升，我国患者已达 1.4 亿，心血管并发症已成为糖尿病患者死亡的首要原因。糖尿病心肌病作为糖尿病直接引起的特异性心肌病变，早期干预是延缓疾病进展的关键窗口，但当前临床与市场均缺乏安全、可长期使用的营养干预产品。欧美及日韩在植物源发酵功能产品领域已形成一定规模，但多集中于肠道健康方向；国内研究则主要停留于经验性工艺优化，缺乏围绕特定疾病功能导向的定向转化技术，高端功能产品供给严重不足。

我市已将生物医药与大健康产业列为重点培育的战略性新兴产业，并将食品与生物制造纳入“13+34”产业链体系重点方向，平阴玫瑰、金银花、黄精等道地药材已形成规模化种植，中国（济南）特医食品城、“药食同源类产品智能制造山东省工程研究中心”等平台为产业升级提供了有力支撑。然而，我市药食同源产业仍存在精深加工能力薄弱、高附加值功能产品匮乏等短板，尤

其在糖尿病心肌病营养领域尚属空白。

为此，本项目提出以下核心技术需求：一是建立功能导向型菌株筛选模型与定向生物转化技术，解决活性成分转化效率低的问题；二是构建菌酶复合发酵工艺体系与工程化放大控制技术，突破传统提取工艺效率低、难以规模化的瓶颈；三是建立糖尿病心肌病体内评价模型，填补产品功能验证标准的空白。上述技术的突破，将填补糖尿病心肌病营养产品市场空白，对我市药食同源产业向功能精准化、高值化方向升级具有重要示范意义。

2.需解决的技术问题

当前药食同源产业向功能精准化升级面临三大共性技术难题：

（一）功能导向型菌株筛选缺乏科学依据。药食同源物质化学成分复杂，同一菌株对不同基质的转化效率差异显著，导致菌种选择依赖经验试错，转化效率低、功能指向不明。

（二）菌酶复合发酵工艺缺乏系统调控。传统单一发酵无法兼顾底物分解与定向转化，菌酶协同的代谢网络与调控机制尚未解析，实验室工艺放大时批次稳定性差，制约工程化应用。

（三）功效评价缺乏统一标准。糖尿病心肌病尚无规范的动物模型及核心评价终点指标，产品功能无法被科学验证，成为进入市场的根本障碍。

针对上述难题，本榜单需攻克的关键技术环节：（1）构建“底物-菌株-功效”定向筛选模型，获得高效功能菌株；（2）建立菌酶复合发酵工艺参数体系与控制策略；（3）构建涵盖结构、功能、分子维度的三级功效评价体系，明确剂量-效应关系。

3.考核指标

（1）技术参数：

①筛选不少于 2 株高活性功能菌株，围绕黄精、黄芪、人参等具有心血管保护作用的药食同源物质，完成菌酶复合发酵工艺优化，形成稳定可复制的工艺方案，发酵产物中核心功效成分含量较原料提高 30%以上。发表论文 1 篇，申请专利 1 件。

②开发不少于 3 款面向糖尿病心肌病人群的药食同源功能产品。完成配方设计、工艺定型及稳定性研究，保质期内核心功效成分保留率不低于 85%。

③构建 1 种稳定的糖尿病心肌病动物模型，以抗心衰经典药物沙库巴曲缬沙坦钠为阳性对照，验证评价体系的有效性。要求不少于 3 项核心评价终点指标：干预组较模型组，心脏彩超检测射血分数提升不少于 10%；Masson 染色定量间质纤维化面积显著降低；Collagen I、Collagen III 等纤维化相关蛋白表达显著降低，上述指标差异均有统计学意义。发表论文 1 篇，申请发明专利 1 件。

④建立企业内部标准 3 套，确保产品批次间核心功效成分含量稳定可控。

（2）成果交付形式：

论文 2 篇，专利申请 2 件（其中发明 1 件）、新产品、新工艺 3 个；其他交示件 3 个（企业标准）。

（3）预期绩效目标

依托企业现有 GMP 生产体系及覆盖全国的销售网络，本项目将在技术成果验证基础上，开发面向糖尿病心肌病及相关代谢性心血管疾病人群的功能食品。根据企业现有渠道覆盖能力，结合

同类产品销售情况，预计项目实施完成后新增销售收入约 1000 万元，新增利润约 150 万元，新增税收约 100 万元。项目

实施期内预计新增就业岗位约 5 人，柔性引进高层次人才 2 名。

本项目面向我国 1.4 亿糖尿病及心血管并发症高风险人群，围绕糖尿病性心肌病这一尚缺乏有效营养干预手段的细分领域，开发安全、可长期使用的药食同源功能产品，有望填补该领域精准功能食品的市场空白。

项目成果将推动慢性病管理模式由传统“对症药物干预”向“功能营养+日常管理”的协同模式转变，在降低慢病进展风险、改善患者生活质量方面具有明确应用价值，并对减轻社会整体慢病医疗负担产生积极影响。

4.需求单位及联系人、电话

山东创时代生物工程有限公司

陆继臣 15662760078/0531-66891297

二、未来产业

（五十九）量子信息关键材料高抗灰迹 KTP(HGTR-KTP)晶体技术攻关

1.需求描述

量子信息技术是产业竞争和信息安全的重要方向。“十五五”规划提出发展量子科技等前沿产业，强化原始创新与应用。量子通信利用量子纠缠、不可克隆等原理，可为政务、金融、能源、电力、国防等领域提供高等级安全保障，并带动量子计算、精密测量、量子成像发展。

高质量非线性光学晶体是纠缠光源、单光子源和量子频率转换器的核心材料。高抗灰迹 KTP（HGTR-KTP）是制备 PPKTP 器件和稳定量子光源的关键。当前国内量子通信集成优势明显，但适配周期极化的高质量 KTP 晶体仍存在工艺门槛高、批次一致性不足、缺陷难调控等问题，高端材料依赖进口。

本项目聚焦灰迹效应、缺陷控制和周期极化兼容性，攻关 KTP 生长机理、助熔剂体系、装备优化、性能评价及器件适配技术。依托济南量子技术研究院、山东大学晶体材料全国重点实验室、齐鲁工业大学及山东极致光电的晶体生长、加工、检测和器件开发基础，推动 HGTR-KTP 国产化。项目实施后，将补齐产业链材料短板，带动生长装备、精密加工、光学镀膜、周期极化器件及量子光源协同发展，构建“高性能晶体材料—器件制造—量子信息应用”产业链，提升济南量子光电材料竞争力。

2.需解决的技术问题

项目重点解决三项共性问题：

一是缺陷调控机制不清。KTP 灰迹效应受氧空位、钾空位、 Ti^{3+} 缺陷中心、杂质离子及组分偏离等因素耦合影响，缺乏缺陷

结构与抗灰迹性能的关联机制。

二是大尺寸、高一致性晶体稳定制备困难。生长中易出现传质不均、界面失稳、组分偏析、包裹体和内应力，亟需建立工艺参数—缺陷结构—晶体性能协同优化方法。

三是材料与 PPKTP 周期极化适配不足，缺陷调控会影响电导率、矫顽场及畴反转行为。

围绕上述问题，重点攻克：

- (1) 阐明 KTP 晶体生长机理与实现缺陷调控；
- (2) 生长工艺设计与优化；
- (3) 生长装备改造与工艺参数协同优化技术；
- (4) 优化周期极化工艺参数，材料与极化工艺协同调控。

3.考核指标

(1) 技术参数：

- ①晶体尺寸：获得重量 ≥ 240 g，尺寸达到 40*30*30mm
- ②晶体质量：晶体完整性、无宏观裂纹、明显包裹体、明显散射中心和严重生长条纹
- ③抗损伤阈值 $> 600\text{MW}/\text{cm}^2@1064\text{nm}$
- ④吸收系数 $< 50 \text{ ppm}/\text{cm} @1064 \text{ nm}$ 、 $< 150 \text{ ppm}/\text{cm} @532 \text{ nm}$
- ⑤灰迹吸收 $< 150\text{ppm}/\text{cm}$
- ⑥技术成熟度达到 9 级以上水平，初步具备批量生产能力
- ⑦完成高抗灰迹 KTP 晶体周期极化适配验证，制备 PPKTP 样品，实现均匀铁电畴反转和准相位匹配频率转换。

(2) 成果交付形式：

论文 3 篇，专利申请 5 件（其中发明 2 件）、 专利授权 1 件，软件著作权 2 个；新工艺 2 项。

（3）预期绩效目标

项目实施后，将建成高抗灰迹 KTP 晶体材料小试生产线，建立涵盖高纯原料控制、晶体生长、缺陷调控、精密切割抛光及材料性能评价的完整技术流程，制备大尺寸高抗灰迹 KTP 晶体样品及适用于后续周期极化加工的 KTP 基底样品，形成企业内部技术规范和质量评价标准，实现由实验室研发向工程化产品转化。

产业化方面，依托项目承担单位建设的小试生产平台，面向量子通信、量子光学、高端激光器件及周期极化晶体企业开展样品验证和小批量供货，预计项目实施后 1-2 年内形成 3-5 家意向客户或试用单位，实现样品销售及小批量订单，新增销售收入约 100 万-300 万元；项目产业化推广后 3-5 年，随着量子光源、PPKTP 器件及高端激光应用市场拓展，预计实现年销售收入 500 万-1000 万元。

社会效益方面，项目将突破高端 KTP 晶体材料国产化关键技术，提升我市在量子通信关键光电材料领域的自主供给能力，带动晶体生长装备、精密光学加工、检测评价、周期极化器件等上下游产业协同发展。

人才培养方面，项目实施过程中将培养和引进晶体生长、材料分析、光学加工、器件开发等专业技术人才，形成高端光电晶体材料研发团队，为区域量子信息和光电产业发展提供人才支撑。

4.需求单位及联系人、电话

山东极致光电科技有限公司

李玉斌 15318866026

(六十)面向激光驱动聚变能源的重频大能量频率转换技术

1.需求描述

(1) 济南市重点产业发展需求情况

济南市将激光制造列为六大重点未来产业之一，出台《激光产业发展行动方案》等政策，正在编制“十五五”激光产业发展规划，为项目实施提供了有力政策保障。

(2) 国内外发展现状

国外，2025 年日本滨松实现 200J/10Hz 的 LD 泵浦固体激光输出，美国与德国启动 ICONIC-FL 项目开发 15Hz 全天候运行激光器系统。频率转换方面，美国 NIF 单次脉冲三倍频效率约 75%，捷克 HiLASE 实现了 50J/10Hz 三次谐波转换。

国内，中物院激光聚变研究中心“神光”系列装置稳定三倍频效率超 80%，但其为四小时一发。山东大学晶体全重在频率转换晶体生长方面全球领先。山东华光光子股份有限公司已开发出电光转换效率 $\geq 50\%$ 的高功率 LD 泵源模块。

技术瓶颈：重频运行下激光晶体热透镜、热致双折射效应导致基频激光退偏与光束质量下降；重频大能量导致非线性晶体损伤阈值下降，重频运行导致废热管控困难，动态温变造成相位失配，转换效率降低甚至晶体炸裂。

(3) 对我市产业发展的重要意义

项目将打通从 LD 泵源芯片到激光聚变驱动器的完整产业链条，吸引上下游企业集聚，构建聚变能源产业生态，使济南成为我国激光聚变能源产业的重要发源地。相关技术还可广泛应用于高端制造、航空航天等领域，推动济南经济高质量发展。

2.需解决的技术问题

(1) 产业共性问题

①重频大能量频率转换热管理共性技术不足。

②国产晶体重频工况可靠性验证体系不完善。

③尚未有区域实现从 LD 芯片、泵浦模块到基频光源、频率转换系统的全链条国产化集成。

(2) 研究内容

①LD 泵浦源优化与集成：优化 20kW QCW LD 泵浦模块芯片结构和封装工艺，设计高效散热系统。

②激光器研制：设计固体激光器，优化谐振腔结构，实现 2J/50Hz 基频激光输出。

③全波段频率转换系统集成与测试：设计倍频级联转换光路；开发高精度温度控制和相位匹配调节系统；进行系统集成和性能测试。

(3) 需攻克的关键技术环节

①20kW QCW LD 泵浦模块系列与增益介质高效耦合技术。

②重频运行下频率转换晶体热致相位失配补偿技术。

③高重频激光下晶体损伤抑制技术。

3.考核指标

(1) 技术参数：

①泵浦模块集成输出功率 $\geq 20\text{ kW}$ ；

②基频光源输出 $\geq 2\text{ J}/50\text{ Hz}$ ；

③倍频效率 $\geq 50\%$ ，三倍频 $\geq 30\%$ ，四倍频 $\geq 20\%$ 。

(2) 成果交付形式：

论文 4 篇，专利申请 4 件、专利授权 2 件，新产品、新工艺 1 项；其他交示件：LD 泵浦重频大能量全波段频率转换实验研究平台 1 个；《LD 泵浦重频大能量全波段频率转换研究报告》1 份。

(3) 预期绩效目标

产业化示范形式

①核心技术验证平台示范：将建成的重频大能量多波段频率转换实验平台打造为济南市激光产业公共技术服务平台，面向“齐鲁光谷”所有企业开放共享。平台提供激光参数测试、光学元件损伤阈值检测、频率转换系统定制化验证等服务。

②产学研协同创新模式示范：形成“企业提出产业需求-高校开展基础研究-成果就地转化”的闭环创新模式。通过共同确定研究方向、共享科研成果、联合培养人才等方式，解决企业亟需技术需求。

③关键产品小批量应用示范

LD 泵浦模块示范：将优化后的 20kW QCW LD 泵浦模块系列实现小批量生产，在中国工程物理研究院等客户进行示范应用。

频率转换晶体示范：将研发的频率转换晶体实现小批量生产，为国内科研院所和激光企业提供定制化频率转换解决方案。

④产业链协同发展示范：依托本项目成果，吸引上下游企业加入，涵盖 LD 芯片、光学元件、激光装备、系统集成等环节。推动济南成为国内激光聚变能源核心材料及部件的重要供应基地。

经济效益：项目期内累计销售收入 ≥ 1500 万元，利税 ≥ 300 万元。项目完成后 2 年累计销售收入 ≥ 5000 万元。

4.需求单位及联系人、电话

山东华光光子股份有限公司

周瑞涵 17862921560

（六十一）仔猪易感病毒病智能预警监测与高效疫苗开发

1.需求描述

生猪养殖是关系国计民生的支柱产业，也是济南市畜牧业重要板块，本项目契合济南市重点产业发展方向。当前产业发展层面，国外生猪养殖发达国家已建立风险前置、智能管控、分层净化、持续技术迭代的生猪疫病治理模式，疫病防控重心由事后应急处置转向常态化健康管理及疫病区域净化；国内多数养殖区域仍采用传统监测方式，存在数据更新滞后、风险预警能力不足等问题，商品化疫苗与流行毒株匹配度偏低，抗原纯度、免疫保护力有待提升，同时普遍缺少自主病原监测网络与地方毒株资源库，流行病学基础研究薄弱，阻碍疫病精准防控与疫苗持续迭代。

我市 2025 年生猪出栏量约 200 万头，规模化养殖占比高，产业集约化、标准化水平位居全省前列，但养殖场布局集中、生猪调运频繁，疫病传播风险突出，叠加自主监测网络缺失、毒株资源库不完善、智能诊断技术及高效疫苗研发能力不足等短板，产业瓶颈亟待依靠技术攻关突破。

开展本项目研究，能够补齐我市生猪疫病防控领域技术弱项，推动相关产业技术进步，完善疫病防控上下游产业链条，筑牢生猪产业安全屏障，助力全市畜牧业高质量可持续发展。

2.需解决的技术问题

当前我国生猪产业存在以下共性技术难题：病毒持续变异，传统检测技术通量低，缺少可同步检测多种病原的高通量监测手段和智能化平台，无法满足常态化疫病监测需求；混合感染问题突出，不同病原特性差异较大，且同种病原不同分型交叉保护力弱，大幅增加了疫病防控难度；现有疫苗佐剂单一、生产工艺传统，疫苗安全性与免疫原性有待提升，同时储运适配性较差，难

以适配规模化生猪养殖防疫保障需求。

针对以上产业痛点，项目聚焦四项核心技术开发攻关，重点突破仔猪易感病毒病高通量测序与病原生态学监测、流行毒株分离鉴定与甄选、病原关键抗原靶标精准识别与改造、新型纳米佐剂研发及疫苗生产工艺优化技术，全面攻克仔猪病毒病防控技术瓶颈。

3.考核指标

（1）技术参数：

①智能预警监测平台：建成 1 个仔猪易感病毒病智能预警平台，预警准确率不低于 85%，可支持不少于 200 种生猪病原的数据分析与风险研判。

②病原资源与模型：分离、鉴定并保藏具有代表性的仔猪病毒病临床毒株 10-20 株；建立稳定、可重复的仔猪易感病毒病靶动物攻毒模型 3-4 个。

研发新型纳米佐剂 1-2 种：与传统佐剂相比，在同等抗原剂量下，能显著提高中和抗体滴度且安全性良好。

④研发新型猪塞内卡病毒病灭活疫苗对流行强毒株的攻击，免疫仔猪保护率不低于 80%。

⑤研发猪伪狂犬病变异株系列疫苗，对流行毒株的保护率达到 100%。

⑥发表构建可推广的生猪疫病防控及净化方案 1 套。

（2）成果交付形式：

论文 2 篇，发明专利申请 2 件、发明型专利授权 1 件，软件著作权 1 个；科技成果 1 项，新产品、新工艺 1 项，主持或参与起草行业或地方标准 1 项；其他交示件：国家新兽药注册证书、兽药产品批准文号、流行菌毒株鉴定报告、专利受理通知书或授

权证书、发表论文电子版或论文接收证明、软件著作权证书、制定行业标准证明、用户应用报告等。

(3) 预期绩效目标

①产业化示范形式

项目将通过“技术方案+核心产品+示范基地”的模式进行产业化示范。具体包括：建立 2-4 个示范场或示范基地；召开培训会 10-20 场，累计培训约 1000 余人次；在生产、销售、研发等环节提供就业岗位 10-20 个；研发技术和新产品项目期内推广应用 1000 余万头生猪。

②项目实施后带来的经济、社会效益

项目研发的新技术和新产品推广应用后，项目期内可实现增收约 1000 万元；同时，可有效降低示范场仔猪死亡率、提高产出率，预计可减少养殖端经济损失近亿元。疫苗产品的产业化将在生产、销售、研发等环节直接提供 10-20 个就业岗位，并带动上下游产业链发展。

项目的实施将大幅提升济南市及山东省对仔猪病毒病的主动防控能力，保障生猪稳定供应和猪肉食品安全。形成的智能化防控模式与净化方案，可为全国生猪养殖业疫病防控提供“济南经验”，推动产业整体转型升级。通过技术培训，将为基层培养一批疫病防控技术骨干，提升全行业科学养殖水平。

4.需求单位及联系人、电话

齐鲁动物保健品有限公司

贾爱琴 15206662288

(六十二)云边端协同的异构机器人群体智能调度系统研发与应用

1.需求描述

人工智能与机器人技术加速融合，具身智能正由单机智能向多机器人协同、自主决策和群体作业演进，已成为国内外机器人产业竞争的重要方向。济南市将机器人、人工智能作为重点培育产业，已形成较好的产业集聚、技术研发和场景应用基础，并持续发布机器人应用场景清单、建设具身智能产业载体，为项目实施提供了良好产业条件。

现阶段国内外多机器人系统仍以同构设备、预设规则和单一任务协作为主，异构机器人之间缺少统一能力描述与协同机制，在复杂动态场景下存在任务分配效率低、路径冲突频发、协同决策适应性不足、经验难以沉淀复用等短板，制约了规模化行业应用。项目面向化工、应急、算力运维等场景，突破异构机器人统一建模、群体协同决策、动态任务规划和云边端持续进化等关键技术，有利于提升济南市机器人核心软件与群体智能技术能力，带动机器人本体、感知设备、控制系统、算法平台及行业应用协同发展，完善具身智能产业链，形成可复制推广的示范应用，提升济南在具身智能产业领域的竞争力。

2.需解决的技术问题

（1）共性技术问题

面向化工、应急、算力运维等复杂场景的多类型机器人协同作业，当前产业普遍存在异构本体能力差异大、缺少统一能力描述与任务适配机制，复杂动态环境下任务分配、路径规划、冲突消解和动态任务插入能力不足，多机协同经验难以沉淀、迁移和持续优化等问题。

（2）需攻关的关键技术

研究异构机器人统一能力建模、任务分解与角色分配、动态

路径规划、多机协同决策、云边端协同学习及策略闭环优化方法，构建多场景、多任务群体智能协同作业体系；重点攻克异构本体能力元模型与语义映射、知识—数据双驱动多机调度、动态任务插入与冲突消解、多机经验表征迁移、云边端安全协同进化等关键技术，提升异构机器人协同作业、实时决策和持续进化能力。

3.考核指标

（1）技术参数：

①系统支持同时协同调度的异构机器人类型不少于 3 种；智能任务分配算法对单任务的机器匹配准确率 $>95\%$ 。

②支持巡检、复核、侦察、运输/递送等不少于 4 类任务调度，任务执行成功率不低于 $>90\%$ 。

③在不少于 10 项并发任务场景下，支持不少于 3 级任务优先级以及任务新增、取消、优先级调整等动态任务变更；开展不少于 30 次动态任务变更测试，系统正确响应率 $\geq 95\%$ ，动态任务变更后单次调度决策时间 $\leq 2s$ 。

④可同时为 ≥ 3 种运动学异构机器人规划时空路径，单次全局协同路径规划计算时间 $\leq 1s$ ；在 ≥ 10 台机器人并发运行时，路径级死锁发生率 $\leq 1\%$ ，死锁自动解锁时间 $\leq 3s$ 。

⑤协同巡检任务漏检率 $\leq 0.5\%$ ，多机器人接力巡检、空地联合复核等复合协同任务成功率 $\geq 98\%$ 。

⑥通信降级或边缘节点故障时，机器人基于本地知识图谱进行避障与让行决策，确保安全自主运行成功率 $\geq 99\%$ 。

（2）成果交付形式：

论文 1 篇，发明专利申请 5 件，软件著作权 1 个；科技成果 1 项；其他交示件：异构机器人群体智能调度系统 1 套、第三方检测报告。

(3) 预期绩效目标

在济南等城市不少于 2 个重点场景开展示范应用，连续试运行不少于 3 个月，获得常态化运行应用证明并形成可复制推广方案。项目实施期内相关产品及服务销售收入 ≥ 2000 万元，推动机器人替代人工进入高危环境开展巡检、侦察和处置，提高安全生产及应急救援效率；引育具身智能、机器人控制、人工智能等领域高层次及核心技术人才 3 人。带动机器人本体、传感器、通信、控制系统及行业应用等上下游企业协同发展，推动不少于 3 家产业链企业参与联合研发或示范应用，提升济南具身智能产业集聚和技术创新能力。

4.需求单位及联系人、电话

浪潮云信息技术股份公司

杜玉禄 17669495550

(六十三) 万瓦级超大功率激光大幅面智能切割装备关键技术研发

1.需求描述

全球高端高功率激光切割装备由德国通快、瑞士百超、日本天田等企业主导，虽然国内激光切割设备产值超 450 亿元，但多为中小功率设备，为实现从“高功率替代”向“超大幅面+智能化”的技术跃迁，亟待解决与万瓦级超大幅面激光切割装备面临的“光-机-热”多场耦合失稳、长行程重载龙门热变形补偿精度不足、高反材料厚板切割工艺窗口窄等瓶颈难题。

济南拥有完整激光上下游产业，激光装备是济南市高端数控机床与机器人产业链群重点产业，装备出口连续多年全国第一，已形成“激光元器件—激光器—装备制造—应用服务”生态，万瓦

级激光切割是产业链核心装备之一。

齐鲁工业大学（山东省科学院）、山东省科学院激光研究所等在工业母机功能部件、智能感知与数控技术、激光技术等方面具备深厚的科研积累；且中国重汽、比亚迪济南基底等大型企业的高端激光加工设备的需求持续增长。本项目攻关 60kW 级超大功率超大幅面激光切割装备的热刚度主动补偿、熔池智能感知闭环控制、工艺优化等关键技术，可赋能新能源汽车、船舶等产业降本提质；培育高端激光装备自主品牌，契合智能制造、高端装备国产化的国家核心战略，对夯实高端制造产业基础、保障产业链与供应链安全具有重要战略价值。

2.需解决的技术问题

（1）产业共性难题：

①高功率激光切割加工装备“光-机-热”多场耦合失稳难题，强瞬态热载荷引发结构热变形、光学热透镜效应，热变形非均匀分布且实时演变，是制约加工精度的基础性科学难题；

②为实现万瓦级激光切割毫秒级工艺闭环控制，针对激光熔池辐射强度与形貌高频演变，必须集成可见-近红外-长波红外多光谱成像系统，建立高时空分辨率的实时传感系统；

③针对激光切割加工的多材质、多厚度、多工况场景，需在有限实验数据的基础上，构建自动工艺参数匹配与智能优化技术。

（2）需攻克的关键技术环节：

①万瓦级激光加工机床多场耦合热刚度设计与主动补偿技术；

②高功率激光熔池动态行为在线感知与工艺闭环控制技术；

③基于数据驱动的激光复合加工工艺智能优化技术。

3.考核指标

(1) 技术参数:

- ①碳钢最大切割厚度 $\geq 40\text{mm}$;
- ②30mm 厚度碳钢切割垂直度偏差 $\leq 0.30\text{mm}$;
- ③20mm 厚度不锈钢切割垂直度偏差 $\leq 0.30\text{mm}$;
- ④15mm 厚度铝合金切割垂直度偏差 $\leq 0.30\text{mm}$;
- ⑤20mm 厚度碳钢切割断面粗糙度 $Ra \leq 12.5\mu\text{m}$;
- ⑥机床重复定位精度 $\leq \pm 0.03\text{mm}$;

⑦热补偿优化后设备连续加工精度保持性达标,连续 8 小时加工精度波动 $\leq \pm 0.06\text{mm}$; 熔池视觉传感成像帧率 $\geq 500\text{fps}$ 。

(2) 成果交付形式:

论文 1 篇,发明专利申请 2 件、发明型专利授权 1 件,软件著作权 5 个;科技成果 2 项,企业或团体标准 1 项,其他交示件:60Kw 大功率激光切割样机 1 台; 第三方技术检测报告 1 份。

(3) 预期绩效目标

项目实施周期内,在 2 家以上本地制造企业开展工业化实景应用验证;依托自研 60kW 万瓦级智能激光切割装备,实现新增销售收入不低于 1.2 亿元,新增利税不少于 1000 万元;突破多场耦合热补偿、熔池智能感知等核心卡脖子技术,完善国产高功率激光装备技术体系,提升我国高端激光装备自主可控水平;助力济南市激光装备产业高端化升级,完善区域高端装备产业链布局,创造优质就业岗位,新增就业岗位 3 个以上;牵头或参与制定万瓦级超大幅面激光切割机床热补偿技术规范相关企业或团体标准 1 项。引领行业从价格竞争转向技术价值竞争,赋能新能源汽车、工程机械、船舶海工等战略产业转型升级,打造省内领先、国内先进的超高功率激光装备产业化示范标杆。

4.需求单位及联系人、电话

华工星动科技有限责任公司

闫波 15927261410

（六十四）大能量窄线宽多波长纳秒固体激光器研发

1.需求描述

大能量窄线宽多波长纳秒激光是集成电路、精密制造、显示半导体、量子科技等领域不可或缺的基础工艺光源与精密制造工具。绿光/紫外纳秒激光是实现高端精密制造的理想“光刀”，贯穿集成电路行业晶圆制造、封装、芯片检测全环节；大能量多波长纳秒激光在激光剥离、退火等诸多显示半导体细分加工场景大量使用；大能量窄线宽多波长纳秒激光是大气多参数探测量子激光雷达的核心光源，决定了雷达探测的距离、分辨率和精度。据《中国激光产业报告》，大能量多波长纳秒激光器的市场空间已达数十亿元。

目前，我国大能量窄线宽纳秒固体激光器主要依赖进口，采购和维护成本高，且存在系统核心技术和关键器件“卡脖子”风险，且纳秒激光向更大能量、更窄线宽、更宽波长范围、更长的寿命等方向发展。国产光源虽有所突破，但核心指标较进口产品差距明显，国产化固体激光增益模块及整机工程化尚未完成，变频器件也面临长时间运行时带来的损伤风险，但同时意味着巨大的国产替代空间。因此，亟需加快核心器件研发和整机工程化进程，实现大能量多波长窄线宽纳秒固体激光器国产化。本项目对推进济南市激光产业链补链和强链，驱动壮大高端装备产业链，前瞻布局量子科技产业具有重要意义。

2.需解决的技术问题

当前国内大能量窄线宽多波长纳秒激光器面临产业共性难题：

(1) DFB 单频光纤激光器噪声和中心频率抖动问题。揭示噪声起源和演化机理，厘清宽频段单频激光稳频机制，发展超窄线宽稳频新技术，从源头上解决放大激光线宽展宽和中心频率稳定性难题。

(2) 高效热管理和窄线宽纳秒激光放大难题。优化激光增益器件导热性能、探索高效热管理方法，攻克放大过程中时域脉冲整形、ASE 和线宽展宽抑制、光束质量控制等关键技术，解决限制固体激光能量提升的核心问题。

(3) 光学元器件和晶体光损伤难题。需揭示纳秒激光诱导损伤机理，发展高质量晶体表面处理新技术，攻克非线性晶体延寿、光束整形与耦合等关键技术，提高绿光和紫外激光器能量水平。

3.考核指标

(1) 技术参数：

①DFB 单频光纤激光器：功率 $\geq 10\text{ mW}$ ，线宽(3dB) $\leq 1\text{ kHz}$ ，波长稳定性(RMS) $\leq 300\text{ kHz}@30\text{ 分钟}$ 。

②大能量窄线宽多波长纳秒固体激光器：

波长 $1064.3\pm 0.5\text{ nm}$ 、能量 $\geq 600\text{ mJ}$ 、线宽 $\leq 10\text{ MHz}@1064\text{ nm}$ 、重频 $100\text{-}500\text{ Hz}$ 、脉宽 $\leq 100\text{ ns}$ 、能量稳定性(RMS) $\leq 1\% @8\text{ 小时}$ ；波长 $532.1\pm 0.5\text{ nm}$ 、能量 $\geq 300\text{ mJ}$ 、线宽 $\leq 10\text{ MHz}$ 、重频 $100\text{-}500\text{ Hz}$ 、脉宽 $\leq 100\text{ ns}$ 、能量稳定性(RMS) $\leq 3\% @8\text{ 小时}$ ；波长 $354.7\pm 0.5\text{ nm}$ 、能量 $\geq 200\text{ mJ}$ 、线宽 $\leq 10\text{ MHz}$ 、重频 $100\text{-}500\text{ Hz}$ 、脉宽 $\leq 100\text{ ns}$ 、能量稳定性(RMS) $\leq 3\% @8\text{ 小时}$ 。

③光束质量 $M^2\leq 3$ 、指向稳定性 $\leq 200\text{ }\mu\text{rad}$ 、偏振度 $\geq 200:1$ 、

连续工作 1000 小时能量衰减 $\leq 3\%$ 。

（2）成果交付形式：

论文 5 篇，发明专利申请 5 件、发明型专利授权 2 件，软件著作权 2 个；新工艺 2 项；其他交示件：DFB 单频光纤激光器、大能量窄线宽多波长纳秒固体激光器各 1 台；大能量窄线宽多波长纳秒固体激光器年产能达到 30 台/套，良率达到 95%以上。

（3）预期绩效目标

本项目将搭建“基础研究-技术攻关-工程量产”产学研协同体系，打通从实验室样机到工业化量产的完整成果转化链条，通过实现大能量窄线宽纳秒固体激光器的国产化和规模化生产，降低生产成本，提升产品技术水平、企业品牌影响力和行业竞争力。计划培养/引进固体激光和软件工程师 2 人，重点培养光纤和固体短脉冲激光产生和放大、光束整形、非线性频率变换等技术领域博士 2 人，硕士 3 人，组建高水平技术攻关团队，预计新增就业 5 人。通过引育结合、梯队搭建、机制赋能，打造结构合理、创新力强、稳定性高的专业化研发队伍，为大能量多波长窄线宽纳秒激光器技术迭代、成果转化及产业化持续提供人才支撑。

本项目建设完成后预计将实现大能量窄线宽多波长纳秒激光器销售 1 亿元。同时，相关技术成果可带动上下游产业链扩展发展，形成新经济增长点，预计创造区域经济效益超 5 亿元，补齐山东省激光产业链中游激光器核心技术和产业短板，提升产业链自主可控能力，加快形成激光器及高端制造装备新质生产力，引领构建具有山东优势的现代化激光产业体系，为新时代强市/省建设贡献力量。同时对集成电路、显示半导体、量子科技、科研和军事国防等行业的产业升级与经济效益增长产生显著贡献。

4.需求单位及联系人、电话

山东铂锐激光科技有限公司

李静 17305417586

(六十五)大厚度光学玻璃超快激光智能切割成套装备关键技术研发

1.需求描述

本项目聚焦大厚度光学玻璃超快激光贝塞尔光束成丝切割关键技术，紧密契合济南市“十五五”重点产业发展方向。济南虽为激光装备产业重镇，但优势集中于金属板材切割，在光学玻璃激光切割这一高附加值细分领域基础薄弱，产业链协同配套处于起步阶段。光学玻璃是航空航天、高端光学等领域关键材料，其大厚度高效高质量切割为行业公认难题。国际利用贝塞尔光束超快激光已实现 10 mm 以上玻璃切割，但面向 25 mm 及以上厚度的一次成丝分离，仍存在工艺稳定性不足、成丝-裂片协同控制难等问题。

本项目实施将填补我市大厚度光学玻璃激光切割技术空白，拉动激光产业由金属切割向硬脆材料精密加工跃迁，精准对接“13+34”产业链体系中航空航天暨低空经济、先进材料等标志性产业链。项目将带动高性能超快激光器、贝塞尔整形器件、精密运动控制等上游核心部件迭代，为下游光学元件、汽车玻璃提供本地化精密加工方案，打通“材料-器件-装备-应用”高端闭环。同时，抢占技术标准与市场先发优势，塑造“中国激光第三极”特色名片，促进专精特新企业融链固链，优化产业生态，为济南建设北方先进制造业基地提供核心支撑。

2.需解决的技术问题

(1) 根据玻璃规格设计真空吸附、桁架抓取等夹持装置，

研制无损上下料平台。

(2) 研究模块化光路，抑制热透镜漂移，构建光路-轨迹协同系统；基于深度学习与有限元分析，动态匹配参数并预测应力，规划复杂形状裂片轨迹。

(3) 建立非线性吸收动态模型。揭示热非平衡相变，攻克多次切割拼刀精度，优化激光复合切割方案，建立“工艺-状态-质量”在线评估方法。

(4) 融合多源传感数据，实现激光衰减等渐变故障超前预警。

(5) 研制超快激光切割装备，协同直线电机与振镜，集成 CCD 视觉与大理石平台，完成示范应用。

3.考核指标

(1) 技术参数：

①光学玻璃切割厚度：1-120mm

②切割速度： $\geq 150\text{mm/s}$

③崩边量： $\leq 3\mu\text{m}$

④表面粗糙度： $\leq 3.2\mu\text{m}$

⑤开发大厚度光学玻璃超快激光切割设备样机 1 台，超快激光功率 $\geq 60\text{W}$ ，脉冲宽度 $\leq 10\text{ps}$ ，可加工范围 $\geq 1500\text{mm} \times 1000\text{mm}$ ，产品装备集成误差补偿、远程监控及故障诊断等智能化技术。

⑥大厚度光学玻璃超快激光切割工艺数据库 1 个，制定光学玻璃超快激光切割工艺规范文件。

(2) 成果交付形式：

论文 1 篇，专利申请 5 件，发明专利申请并授权 1 件，软件著作权 2 个；新工艺 1 项；其他交示件：技术方案与工艺规范 1 份、大厚度光学玻璃超快激光切割样机 1 台。

（3）预期绩效目标

经济效益方面，项目实施期间预计可实现销售收入 5000 万元、利润 300 万元，打破大厚度光学玻璃对外协加工的依赖，填补本地产业链断点；拉动超快激光器、贝塞尔光学器件、精密运动平台等上游核心产业产值大幅增长，新增就业 100 人以上，新增税收提升显著。

社会效益方面，以超快激光冷加工替代传统机械刻划，根除崩边与异形切割缺陷，开辟硬脆材料绿色智造新路径；创造高技能岗位，为济南培养复合型人才；编制工艺规范与装备标准，助力建立细分领域话语权，打破进口垄断，提升国产高端装备自主保障能力。

产业带动方面，紧扣济南“十五五”“13+34”产业链体系，以 120mm 超厚玻璃切割为突破口，牵引激光企业从金属切割红海向航空航天、高端光学等高附加值蓝海转型，打通“原材料-超快激光切割-高端应用”全链条，拉动核心部件迭代扩产，深化“人工智能+制造”融合，培育专精特新和单项冠军，有力支撑济南打造“中国激光第三极”和北方先进制造业基地。

4.需求单位及联系人、电话

济南新天科技有限公司

刘洁 15562623865

三、科技服务业

（六十六）隧道表观-内部结构病害非接触智能协同诊断与评估机器人系统

1.需求描述

本项目紧密契合济南市重点产业发展需求。项目聚焦智能感知、高端检测装备、人工智能算法、数字孪生等领域，这与济南市推动高端装备制造智能化升级、促进人工智能与产业深度融合的发展方向高度一致。

从国内外形势看，发达国家技术体系相对成熟但设备成本高、适应性有限；我国虽已实现车载综合检测系统初步应用，但仍普遍存在高速行驶下成像不稳、病害定位不准、智能识别准确率偏低、内部缺陷检测手段有限等问题，整体技术成熟度和系统集成能力落后于国际先进水平。济南市现有基础虽已掌握表观病害基础检测与初步识别能力，具备激光超声技术储备，但在高速高清成像稳定性、多源数据配准精度、智能识别准确率、内部缺陷成像反演等方面仍存在明显短板，系统集成度与算法鲁棒性不足。

项目实施对我市产业发展意义重大：将推动检测装备向智能化、系统化、国产化方向升级，提升高端装备制造水平；构建AI病害智能识别平台，推动人工智能与交通运维产业深度融合；形成“表观采集—智能解译—内部检测”三位一体技术体系，填补隐蔽病害移动检测技术空白，助力济南打造全国隧道智能检测技术先行区和示范区；同时支撑城市安全与智慧城市建设，保障重大基础设施运行安全。

2.需解决的技术问题

（1）产业共性问题

当前隧道衬砌检测存在三大瓶颈：一是高速移动下表观病害高清采集与模型配准困难。二是海量数据快速解译与分级评估能力不足。三是内部隐蔽病害移动式无损检测手段匮乏。

（2）研究内容

①研发表观病害高精检测机器人，集成激光视频 AI、三维点云扫描与多源感知。②构建快速解译与健康诊断平台，融合目标检测、病害分割、骨架提取及结构缝误判抑制，实现病害识别与分级评估。③研发脉冲激光激发-多普勒接收-CT 反演一体化检测车，实现近表层缺陷三维可视化成像。

（3）关键技术环节

高速成像、空间定位与模型配准；多源数据时空配准；结构缝与病害鲁棒区分；激光激发、振动采集、运动补偿与层析成像反演。

3.考核指标

（1）技术参数：

①隧道移动式表观病害高精检测机器人

成像与识别精度：衬砌表面图像采集分辨率达到 0.2mm/pixel，裂缝识别精度达 0.5mm。

三维扫描与定位：三维点云扫描速度超过 100 万点/秒，支持自主移动、避障、三维建图与空间定位。

行驶与续航能力：最高检测速度达 1.5m/s，最大爬坡能力 25°，全功率续航时间 2~2.5 小时，最大行程约 10km。

环境适应性：工作温度范围 -10℃~60℃，满足隧道复杂环境连续巡检需求。

数据配准：实现病害图像与行驶里程、断面位置、三维点云坐标的同步解算与模型配准，支撑多时段检测数据坐标系对齐。

②衬砌表面病害快速解译与健康诊断评估软件平台

识别效率：单幅图像病害初筛时间不超过 0.1 秒。

识别准确率：主要病害（裂缝、渗漏水、剥落）识别准确率达到 80%以上。

分割精度：病害区域分割交并比达到 70%以上。

量化精度：裂缝长度、最大宽度的量化精度不低于 90%。

评价体系：构建包含裂隙率、分级维数、病害面积率等指标的多元表征与分级评估体系，实现病害分级诊断评估。

预防预警功能：集成基于检测大数据的病害发展趋势预测模型，具备病害风险预警与预防性维护建议输出能力。

③衬砌内部结构质量移动检测装置（激光超声）

激发能力：脉冲激光震源能量 1~2J，重复频率最高 50Hz，具备 5m 以上非接触检测距离。

检测深度与范围：重点识别近表层 3~10cm 范围内的脱空、分层、疏松等缺陷；典型缺陷识别范围边长 120~200mm。

缺陷检出率：针对典型内部缺陷（脱空、分层、疏松），检出率预计达到 75%以上。

成像能力：结合层析成像算法，实现混凝土内部二维/三维图像重建，直观呈现病害位置、范围与规模。

（2）成果交付形式：

论文 5 篇，专利申请 8 件（其中发明 4 件）、专利授权 5 件（其中发明 2 件），软件著作权 10 个；科技成果 3 项，新产品、新工艺 3 项，其他 2 个。

（3）预期绩效目标

经济社会效益：本项目实施后，隧道检测效率较传统人工方式提升 5~10 倍，单座隧道年均节约检测成本 30~50 万元，大

幅降低人力投入与作业成本。项目成果转化后 3 年内，预计形成年产值 5000 万元以上的智能检测装备及服务市场，带动济南市高端装备制造、人工智能算法、软件平台开发等上下游产业链协同发展。

新增就业：项目研发与示范应用期间，预计新增就业岗位不少于 20 个，涵盖智能装备研发、算法工程、数据分析、系统集成及现场检测服务等方向。

引育人才：通过产学研协同，引进和培育一批在智能感知、激光超声检测、深度学习与数字孪生领域具有创新能力的高层次人才，形成 20 人以上核心研发团队，其中软件工程、机电机械方向专业技术人才不少于 5 人，为济南市储备隧道检测技术领域领军人才与高技能工程人才。

产业带动作用：依托隧道移动式表观病害检测机器人和激光超声内部结构质量移动检测车的示范应用，以及病害检测数据服务中心的构建，形成可复制推广的智能检测示范线，带动省内及全国公路、铁路、地铁等地下工程检测市场需求释放。推动济南市成为隧道智能检测技术策源地和产业化高地，辐射带动传感器、机器人、云计算等配套产业发展，提升区域产业集群竞争力。

4.需求单位及联系人、电话

舜泰检测科技集团有限公司

董吉德 15315576543

(六十七)既有幕墙“视振双检”定量诊断技术与标准化体系研发

1.需求描述

本项目紧扣济南市建筑业高质量发展、城市更新及建筑行业

数字化转型战略需求，契合城市基础设施“上云、用数、赋智”发展导向。济南高层、超高层建筑体量庞大，存量幕墙进入老化高发期，传统人工检测模式数字化程度低、数据无法上云归集、检测结果难以量化建档，存在高空盲区、主观误差大、安全底线不清等突出短板，无法满足建筑安全数字化监管、云端管控及“先体检后更新”的刚性监管要求。

当前，国内外幕墙检测仍以目视观察、局部破拆为主，行业数字化、智能化水平薄弱。无人机视觉受光照及反射影响误检漏检率高，振动检测技术工程应用不成熟，隐蔽节点损伤难以定量反演，且各类检测数据分散孤立，未形成云端融合分析能力，缺少标准化、数字化的安全评级体系，是制约建筑安全数字化转型的核心短板。

项目研发“视振双检”定量诊断技术，构建幕墙安全检测数据上云、智能分析、云端建档、动态预警的数字化新范式，填补我市建筑幕墙智能化、数字化安全检测技术空白，推动行业从经验定性向数据定量、云端管控转型。同时带动智能传感、AI 算法、云端数据运维等上下游产业集聚，助力济南打造城市建筑安全数字化检测高地，为城市更新和建筑设施数字化治理提供核心技术与装备支撑。

2.需解决的技术问题

（1）产业共性问题

当前幕墙检测存在三大产业共性技术难点，严重制约行业数字化、精准化升级：一是高空异形幕墙受镜面反射、复杂纹理干扰，细微裂纹弱特征难以提取，毫米级损伤识别精度不足，易错检漏检；二是隐蔽连接节点无有效检测手段，弱环境激励下振动信号微弱、时变混杂，节点刚度退化无法定量反演；三是视觉、

振动多源数据异构割裂，无科学融合评级模型，难以形成标准化定量评价体系。

（2）研究内容

针对性开展三项核心研究：多类型幕墙损伤无人机视觉智能定量识别技术、隐蔽节点刚度退化振动定量反演技术、多源数据融合安全评级模型与标准体系。

（3）关键技术环节

重点攻克复杂背景弱特征提取、微弱振动信号稀疏反演、双源损伤指数融合评级三大核心技术难题。

3.考核指标

（1）技术参数：

① 构建大规模损伤图像数据库，覆盖玻璃、石材、金属板三类幕墙，样本量不少于 50000 张。针对性攻克复杂幕墙场景弱特征提取技术，针对宽度不大于 0.3mm 的裂纹，进行长度识别，典型损伤综合识别准确率不低于 80%。

② 研制振动传感检测装置。利用环境激励下的振动响应，实现幕墙等效支撑强度的定量估计，对损伤位置判断准确率不低于 80%。

③ 构建无人机视觉表观损伤指数与结构刚度损伤指数双融合智能评级模型，攻克多源异构数据耦合评级难题，可输出 I~IV 级标准化损伤评价等级，评级结果与现场实体核验一致性 $\geq 80\%$ ，最终形成集数据采集、智能特征提取、精准损伤识别、多源融合评级、标准化报告输出于一体的全链条幕墙安全检测评估方法体系。

（2）成果交付形式：

论文 2 篇，发明专利申请 2 件；

其他交示件

- ①幕墙损伤检测软件 1 套，损伤定量诊断与评级软件 1 套；
- ②振动传感器检测装置原型样机 1 套；
- ③示范工程检测报告 1 份；
- ④标准化检测与评估方法体系文件 1 份。

（3）预期绩效目标

经济效益：项目投用后单栋高层幕墙检测周期由 3-5 天压缩至 1 天内，检测成本降低 40% 以上；依托需求单位在济南及全国的城市业务布局，预计三年带动检测服务产值超 1500 万元。

产业带动：引领工程检测行业从人工定性向智能定量转型，带动无人机巡检、无线传感、AI 算法等上下游产业协同发展，完善幕墙安全检测产业链条，为全行业智能化升级提供可复制技术范式。

引才就业：项目实施期引育结构检测、算法研发等高端技术人才 10 名以上，带动检测运维、数据处理等就业岗位 20 余个；搭建产学研协同平台，培养复合型智能检测专业人才。

社会效益：填补国内既有幕墙隐蔽节点定量检测技术空白，精准预警高空坠落风险，筑牢城市公共安全防线，有力支撑城市体检与城市更新战略落地，形成行业示范效应。

4.需求单位及联系人、电话

山东中坚工程质量检测有限公司

贾勃 15692281699

(六十八)面向既有建筑节能改造的智能诊断设计与决策垂直大模型关键技术研发及应用

1.需求描述

我国既有建筑存量、能耗高，建筑运行碳排放约占全国碳排放总量比重显著，既有建筑绿色低碳改造已成为“城市更新”“双碳”战略落地的核心抓手，也是“人工智能+”赋能传统产业的关键场景。济南市作为“山东新旧动能转换综合试验区”核心城市，亟需破解既有建筑改造诊断效率低、方案适配性差、投资决策依据不足等突出瓶颈，实现城市更新与碳减排的协同共进。

当前改造依赖人工经验，诊断需建筑、暖通、电气等多专业人员反复踏勘，效率低、成本高；改造方案“模板化”，跨专业协同不足；“投资回报不透明”，业主“不敢改、不愿改”。同时，人工智能在建筑改造领域的应用尚处起步阶段，全链条智能化的核心技术亟待突破。

当前，济南市正聚力培育壮大数字经济与绿色低碳产业集群，建筑节能改造智能化是城市更新与“人工智能+”深度融合的重要赛道，市场空间广阔。本项目研发面向既有建筑节能改造的智能诊断与决策大模型，构建“输入即响应、调整即更新、输出即可用”的智能诊断服务平台，可显著提升我市建筑节能服务产业的智能化水平，带动智能体开发、节能设备、绿色建材、碳资产管理等上下游产业链协同发展，为济南打造全国建筑绿色低碳转型示范高地提供核心技术支撑。

2.需解决的技术问题

(1) 产业共性问题

既有建筑改造产业“小、散、弱”，诊断依赖多专业人工经验，耗时长，效率低、成本高，决策缺乏量化支撑，产业未形成“感

知—诊断—决策—治理”闭环，制约规模化发展。

（2）研究内容

①构建专业知识库、算法工具库与减碳产品库，实现规范规则结构化与算法模块化；

②研发多目标协同优化决策引擎及融合碳资产的财务评估模型，实现全局寻优与投资精准测算；

③研发“双模服务”智能诊断平台，构建多智能体架构，实现全流程智能化。

（3）关键技术环节

①建筑规范定性条款向结构化计算规则转化；

②多系统下多目标全局寻优与融合碳资产的财务评估；

③自然语言驱动的动态约束响应与快速重算；

④大模型“幻觉”抑制与计算可信度保障；

⑤多智能体协同调度。

3.考核指标

（1）技术参数：

① 诊断精度：既有建筑智能诊断准确率 $\geq 95\%$ ，系统生成的报告中，改造成本估算偏差不高于 10%；

② 诊断效率：初诊阶段，单栋建筑诊断周期 ≤ 30 分钟；精细定制阶段，单栋建筑改造方案编制周期 ≤ 72 小时；

③ 课题科技成果鉴定，达到国际先进水平。

（2）成果交付形式：

论文 2 篇，发明专利申请 5 件、发明型专利授权 5 件、软件著作权 2 个；其他交付件：绿色建筑智能诊断算法工具集 1 套、面向既有建筑物的绿色改造智能服务平台 1 套。

（3）预期绩效目标

项目成果将有效激发业主改造意愿、扩大改造市场规模，为济南市建筑节能服务企业提供高端智能化供给。成果转化后至少可承接诊断、方案设计及工程改造项目 3 项以上，按照每个项目平均 1000 万元左右投资计算，预计项目成果转化后实现每年收入 600 万元以上。另外，项目成果转化后可带动能服务、绿色建材、智慧能源管理等上下游产业发展，培育建筑节能智能化新业态，引育建筑节能与大模型交叉领域复合型人才，形成济南市建筑智能化人才高地。为全市城市更新和绿色低碳转型提供可量化、可审计、可推广的技术支撑，助力“双碳”目标实现。

4.需求单位及联系人、电话

通用技术集团工程设计有限公司

张伟光 15665888705

（六十九）面向防洪“四预”的水利大模型及智能体关键技术研究

1.需求描述

当前，水利行业数字化转型持续提速，智慧水利千亿级市场空间加速释放。济南市在《新一代人工智能高质量发展行动计划（2024—2026 年）》中明确提出，要推动人工智能应用场景赋能与开放，持续开展“AI 泉城”赋能行动。本项目作为济南市人工智能与水利产业深度融合的重点攻关方向，深度契合我市工业互联网、软件产业及智慧水利重点发展方向。

从国内外发展现状看，欧美发达国家已初步将 AI 与水文模型耦合应用于流域风险管控，但核心算法多呈封闭状态；国内虽已涌现一批数字孪生流域平台，但普遍停留在数据可视化阶段，缺乏具备自主推理能力的垂直大模型与智能体，产业智能化跃迁

面临核心技术壁垒。

从我市现有基础看，济南拥有一批深耕水利数字化、工业互联网的优势龙头企业，具备布局“AI+水利”交叉产业的优良生态。但目前在水利垂直大模型、智能体协同调度等前沿领域仍存在技术布局空白。

该项目实施对我市产业发展的重大意义在于：技术上，可填补我市水利大模型与智能防洪领域的核心技术空白；产业上，将助力本地企业向水利高端应用场景延伸，抢占千亿级智慧水利市场；生态上，有望在济南形成“AI+智慧水利”特色产业集群，为打造黄河流域智慧水利创新高地注入核心动能。

2.需解决的技术问题

（1）产业共性问题

大模型与水利业务逻辑存在知识鸿沟，需要进行水利领域微调适配，而微调依赖的水利领域知识工程尚未系统构建；其次在水利专业模型上，一方面传统水文物理模型在城市化与极端暴雨下参数率定困难、精度骤降，另一方面大模型与水利专业模型间缺乏协同驱动机制，导致大模型“有脑无手”，难以形成闭环应用。

（2）研究内容

- ①自然语言指令与水利专业表述语义对齐
- ②水利领域知识库高效构建及优化
- ③基于大语言模型的水利知识图谱自动化构建
- ④“物理+数据”双驱动洪水预报模型的构建
- ⑤大语言模型自主调用水利专业模型的驱动机制。

3.考核指标

（1）技术参数：

- ①模型微调数据集覆盖水文、气象、工程、调度、灾情等多

源异构水利相关数据超 20 万条。微调后的语义向量检索系统，其 Top-5 召回率 $\geq 92\%$ ，平均检索响应时间 ≤ 800 毫秒；

②水利知识库自动化构建系统支持 10 个以上文档的自动化处理，支持水利领域的知识图谱自动化构建与动态增量更新，具备实体自动对齐与消歧能力，并支持图谱版本管理与数据来源追踪。日均增量处理能力 ≥ 1 万条实体关系，图谱节点覆盖率 $\geq 90\%$ ，三元组关系抽取 F1 值 $\geq 90\%$ ；

③“物理+数据”双驱动洪水预报模型在典型流域测试中，落地雨洪水模拟流量纳什效率系数达到 0.7 以上，洪峰流量预报误差 $\leq 20\%$ ，提升极端天气工况下模型鲁棒性，满足业务级实时滚动预演要求。

④实现大语言模型对水利专业模型的智能调用与结果解读，任务调度成功率 $\geq 95\%$ ，“自然语言指令 $\rightarrow$ 专业模型执行 $\rightarrow$ 结果语义化输出”流程在水文预报场景下处理时间 ≤ 30 秒，支持并发请求处理能力 $\geq 50\text{QPS}$ ，支持多个专业模型并行编排与结果汇总分析。

（2）成果交付形式：

论文 3 篇，发明专利申请 4 件、发明型专利授权 2 件，软件著作权 3 个。

（3）预期绩效目标

经济效益：通过技术能力提升，新增营收 2400 万元、利润 480 万元、税收 230 万元，区域市场占有率提升 5%—8%，投资回收期 < 3 年。

社会效益：（1）通过非工程措施提高区域防洪减灾韧性，实现洪水高精度快速预报、风险动态智能预警、调度方案多情景智能预演和应急预案自适应生成，显著提升流域防洪减灾的智慧

化支撑能力；（2）降低洪水预报等专业平台的操作门槛，支撑基层水利人员高效完成洪水预报、业务研判等日常工作，切实破解复杂水利业务系统操作难、应用难、推广难的问题；（3）支撑数字孪生与智能调度，服务国家水网建设及黄河重大战略，推动行业从经验驱动向数据知识双驱动升级，形成可纳入地方标准的“济南样板”。

新增就业：新增高层次岗位 8-10 个。

引育人才：产学研协同培养硕博 2-4 人、青年专业人才 4-6 人，产出高水平论文 3 篇、申请专利 4 项、其中授权发明专利 2 项、软著 3 项。

产业带动作用：建成面向防洪“四预”的水利大模型及智能体系统，依托济南典型流域及重点工程完成 ≥ 2 项省级/市级示范应用，形成工程化标杆。打通“算法研发—平台集成—场景适配—商业交付”全链条，以 SaaS、软硬一体机及解决方案等形式面向全国推广，带动本地算力、软件、传感等上下游协同发展。

4.需求单位及联系人、电话

水发规划设计有限公司

王君诺 15753199710