

附件 1

2025 年度
济南市科技计划“揭榜挂帅”
企业技术需求类榜单

目录

一、电子信息

（一）工业设备健康诊断时序大模型与智能振动感知终端研 发	1
---------------------------------------	---

二、汽车

（二）基于大数据的车联网实时分析平台研发	3
----------------------------	---

三、高端软件

（三）基于大数据与人工智能的公路养护智慧检测设计一体 化设计系统研发	6
（四）基于多源异构设备接入的全产业链智能化低代码系统 关键技术研发	8
（五）基于 AI Agent 技术的低代码 BPM+RPA 融合产品研发	10
（六）基于多模态融合与小样本学习的环境监测运维行为智 能监管系统研发	12
（七）融合人工智能的低代码关键技术研究	15

四、现代医药

（八）注射用血小板生成素拟肽治疗血小板减少症Ⅲ期临床 工艺的开发	18
（九）手性药物盐酸伊格列敏原料药的合成工艺研发	20
（十）高强度可降解仿生复合骨水泥	23
（十一）甲状腺手术中功能保护的关键技术和体系化装备的	

研发	25
(十二) 全自动封闭式结核分枝杆菌快速核酸检测系统的研 发	28
(十三) 治疗呼吸系统过敏性疾病 1.1 类创新中药鼻敏胶囊的 研发	31
(十四) 聚乙二醇化人粒细胞刺激因子注射液工艺开发	33
(十五) 盐酸达泊西汀及其关键手性中间体的绿色合成工艺 研究	36

五、集成电路

(十六) 面向高压应用的碳化硅功率器件关键技术	38
(十七) 二维磁性材料磁存储器件关键技术研究	41

六、高端数控机床与机器人

(十八) 无人机自动智能喷涂机器人系统研制	43
(十九) 石油管螺纹非接触光学检测机器人研发	45
(二十) 动柱龙门五面体加工中心关键技术研发	47
(二十一) 基于 AI 视觉技术的汽车高速冲压件智能缺陷检测 系统研发	50
(二十二) 大型复杂曲面模具的免编程激光再制造智能装备 研发	52
(二十三) 基于 AI 技术的综合管廊四轮足巡检机器人系统研 发	54

七、空天信息

（二十四）物理-仿真协同的低空飞行器在环测试系统	57
（二十五）低空场景下融合 AI 的无人机集群控制关键技术装备研发及应用	60
（二十六）桥梁工程空地协同智能安全监测关键技术与预警系统研发	62
（二十七）无人机低空赋能下的 5G 智慧高速公路场景创新关键技术研究	65
（二十八）跨域协作异构智能载运装备立体物流关键技术	68

八、人工智能

（二十九）基于 MCP 的多智能体协同信息技术咨询服务业项目管理平台	70
（三十）基于大模型的新能源商用车故障检测诊断多源异构生态平台	72
（三十一）冷链物流高精度分拣的垂域大模型与多智能体协同决策系统开发	75
（三十二）基于时序大模型的电力市场化交易辅助决策技术	77
（三十三）基于 AI 视觉技术在能源化工安全领域的创新开发	80
（三十四）睿途孪盾·智慧高速主动管控系统平台关键技术研究	82

（三十五）基于矿山语料库的智能体研究	85
（三十六）面向汽车差速器壳体的机器人辅助 AI 视觉缺陷检测系统研发	88
（三十七）基于多特征融合预测的节能低碳一体化箱式换热站	90
（三十八）基于大模型驱动的智能客服智能体系统研发	93
（三十九）深井开采顶板动态与支护健康智能分析管理系统开发	96
（四十）儿童用具身智能体“主动感知-交互-决策”关键技术的研究	98
（四十一）面向多病种的临床病理决策支持大模型的研发	100
（四十二）基于金融垂类大模型的智能视频监控与内容理解研发	103
（四十三）化工安全生产场景下的开放行为识别智能告警系统研发	105

九、新能源装备

（四十四）高端风电销轴滑动轴承耐磨涂层技术优化与智能化开发	108
（四十五）基于深度学习与多模态大模型的声振智能感知技术研究及装备开发	111

十、专用装备

（四十六）全自动化应变计研发	113
（四十七）风电 DH2500 平头塔机的研究与开发	117
（四十八）基于机器人与 DNA-PCR 技术的孢子病害识别关键技术研究	119
（四十九）高效智能粮食烘干装备关键技术研究	122
（五十）高性能智能温控核电专用混凝土搅拌站关键技术研发	124
（五十一）高炉环境除尘绿色智能运行关键技术开发	127
（五十二）零碳园区节能环保储能设备研发	129
（五十三）面向氨法脱硫的自动精准加氨装置关键技术研发	131
（五十四）湿法脱硫氧化系统智能调控关键技术及装备 ..	134
（五十五）基于 AI 模型驱动的水处理智能化加药控制系统研发	136
（五十六）高温高速潜液电泵举升装备关键技术研究	139
（五十七）大型施工机械用驱动轮/引导轮制造关键技术研究 ..	141

十一、先进材料

（五十八）高温合金返回料重熔制粉及增材制造技术研究 ..	144
（五十九）耐低温高性能尼龙 1012 聚醚胺共聚物关键技术研发	146
（六十）环保型涂装界面强耦合粘合材料研发	149
（六十一）新型四氟醚类 FEVE 常温固化树脂关键技术研发 ..	151

（六十二）多维界面协同阻燃橡胶研制与开发	154
----------------------------	-----

十二、食品与生物制造

（六十三）乳制品创新技术研究	156
----------------------	-----

（六十四）产酸菌株的筛选鉴定及酸浆标准化发酵工艺研究	159
----------------------------	-----

（六十五）高效合成 10-HDA 酵母工程菌构建及发酵关键技术 研究	161
---	-----

（六十六）山楂果黄酮提取工艺研究	163
------------------------	-----

（六十七）莱菔生姜绿色精深加工与品质定向调控关键技术 创新	166
--	-----

（六十八）芝麻香型白酒中功能成分四甲基吡嗪的高效生物 合成及分离提取	168
---	-----

一、电子信息

（一）工业设备健康诊断时序大模型与智能振动感知终端研发

1.需求描述

智能传感器作为工业智能核心底座，其价值已由硬件销售延伸至基于数据的诊断、预测与优化服务，竞争核心转向“感知-认知-应用”一体化能力。济南市在《新一代人工智能高质量发展行动计划（2024-2026年）》中提出，加快智能传感器研发，构建自主可控人工智能生态。本项目聚焦高端振动传感器国产替代与智能诊断算法自主化，针对我国高精度传感器70%以上依赖进口、模型泛化能力弱等瓶颈，攻克智能感知与时序大模型协同关键技术，构建“感知-分析-决策”一体化解决方案，推动设备运维由“被动处置”向“预测性维护”升级，助力济南高端装备制造与工业互联网产业链跃升。

2.需解决的共性技术问题

基于振动信号的预测性维护正面临制约产业可持续发展的共性技术瓶颈，缺乏高精度、自适应、可解释的国产化设备健康诊断系统。当前，在感知层受限于国产振动传感器的灵敏度与噪声抑制性能，难以精准捕获被强噪声掩盖的微弱故障信号；在模型层，主流深度学习算法在跨设备、跨工况及小样本下泛化能力显著下降，且“黑箱式”决策难以融入专家知识；在架构层，“云强边弱”问题突出，海量振动数据回传带来带宽与时延压力，制约实时诊断与控制闭环。为此亟需突破四大关键技术：微弱非平稳信号的高精度采集与特征增强、面向设备长周期退化的多尺度

时序大模型构建、融合工业知识图谱的可解释知识增强推理，支持大模型轻量化部署的云边端协同智能诊断架构。

3.考核指标

（1）技术参数：

振动智能感知终端系统性能：

①定型工业健康监测振动智能感知终端 3 款，振动传感器灵敏度 $\geq 10 \text{ mV/g}$ ，噪声密度 $\leq 60 \mu\text{g}/\sqrt{\text{Hz}}$ ，加速度测量范围 $\pm 16\text{g}$ ，频率响应范围 10~5kHz，工作温度 $-40^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$ 。

②定型与感知终端配套的边缘计算网关 1 款，处理延迟 $\leq 50 \text{ ms}$ ，发射功率不小于 +20dBm，灵敏度不低于 -148dBm，空中速率范围 200bps~15000bps；具备自组网能力，支持通信协议不少于 3 种。

大模型序列分析与诊断性能：

①构建轴承振动异常数据库 1 个，不少于 1 万条数据，完成 1 套基于大模型的故障诊断与预测算法；

②故障预测准确率不低于 92%，剩余寿命预测误差 $\leq 8\%$ ；

③融合专家知识的推理模型，推理正确率达到 90%以上；

④模型响应时间不超过 10 秒，满足状态评估与辅助决策时效要求。

（2）成果交付形式：

论文 2 篇，发明专利（申请/授权）2/2 件，软件著作权 2 个；科技成果 1 项；

其他交示件：完成 3 套以上的原型系统集成与现场部署，覆盖典型工业设备运行场景；构建 1 个工业设备健康监测示范平

台，集成远程可视化监测界面、知识图谱驱动诊断系统与模型服务能力；推动项目成果在 3 家企业应用落地，形成示范效应，支撑本地产业链集聚发展。

（3）经济社会效益：

项目 2 年内预计实现直接收入 1100 万元以上，新增税收 60 万元。通过技术推广，可助力应用企业降低设备突发故障率 10% 以上，平均停机时间减少 30%，以济南市 10 万台关键设备测算，年均可减少经济损失约 5 亿元。社会效益方面，新增就业 10 人以上，培养研究生 3 人，通过示范应用培育本地智能化运维产业生态，显著提升“数字济南”建设中的工业智能水平。

4.需求单位及联系人

山东一二三物联网科技有限公司

杨可娜 17653112338

二、汽车

（二）基于大数据的车联网实时分析平台研发

1.需求描述

当前，国内外各大商用车企业及发达经济地区积极推进车联网大数据平台开发工作，但多面向乘用车领域。少部分面向商用车的车联网大数据平台开发在算法和应用规模上不足。2025 年，济南市智能网联汽车“车路云一体化”应用试点建设专题会召开，会议指出推进“车路云一体化”，不仅是发展智能网联汽车产业的重要支撑，也是提升数字治理、加快数字济南建设的重要举措。本项目是实现“车路云一体化”的关键一环，将助力济南整合产

业链资源，加速培育世界级新能源商用车产业集群，为黄河流域绿色低碳高质量发展先行区建设提供可靠的技术工具与实践路径，同时提升济南市在全国车联网领域尤其是重型汽车车联网领域话语权。

2.需解决的共性技术问题

针对产业链各相关单位数据存储封闭形成数据孤岛缺乏数据共享机制，导致端到端的数据延迟较大，实时性效果差；发动机、电驱、氢燃料电池等关键部件故障模式复杂，传统 OBD 诊断误报率高、预警提前量不足等问题，开展开发车-云协同的高并发流式计算架构研究：单集群需同时处理>30 万辆车、>30 万 QPS 的实时报文，且满足可扩展、可容灾、低时延。构建多源异构数据统一语义模型，建立覆盖 2000+信号、6 大标准（SAE、ISO、国标、行标、企标、物流自定义）的动态本体，实现秒级语义对齐。实现 AI 驱动的实时风险决策引擎：融合驾驶行为、道路环境、车辆健康、天气、交通流等多维特征，构建毫秒级异常检测与干预模型。

3.考核指标

（1）技术参数：

①实时性：端到端延迟 $\leq 300\text{ms}$ （95 分位），覆盖车辆传感器数据采集、云端算法分析至执行指令反馈全链路，可支撑急刹预警、动力输出动态调节等毫秒级响应场景。

②并发性：支持 30 万辆商用车同时在线状态监测，峰值 QPS ≥ 30 万。

③扩展性：基于云原生微服务架构与湖仓一体数据架构，支

持存储与算力双向水平扩展至 PB 级。

④可靠性：系统可用性 $\geq 99.99\%$ ，数据持久性达 99.999%。采用多地域容灾备份、关键硬件冗余配置及智能故障转移机制，确保商用车全天候运营监测不中断。3 年运行故障率 $\leq 0.5\%$ ，年度升级停机时间 ≤ 52 分钟。

⑤安全性：全链路数据加密防护，合规性上满足 GDPR 数据跨境要求及国内相关法律要求。

⑥智能分析：算法模型涵盖多种场景，日处理数据超 10 亿条，通过时序数据挖掘与异常模式识别，赋能长尾故障提前预警。

（2）成果交付形式：

论文 3 篇，发明专利（申请）4 件，软件著作权 3 个；

其他交示件：标准草案 1 项。

（3）经济社会效益：

本项目依托超 86 万辆国六商用车与“双千兆”城市底座打造全国首个跨省商用车实时大数据平台，形成“车一路一云一服一金”一体化产业示范，上线三年内可支持 100 万辆车接入，能耗下降 5%、故障停驶率下降 20%，每年为运营企业节省成本超亿元，同时降低事故率、减少伤亡，助力减碳与绿色发展，输出标准为打造世界级新能源商用车集群赋能。

4.需求单位及联系人

中国重汽集团济南动力有限公司

绳红强 18954152639

三、高端软件

(三)基于大数据与人工智能的公路养护智慧检测设计一体化设计系统研发

1.需求描述

本项目旨在通过数字化技术提升公路养护科学化水平，构建检测、决策与设计全流程一体化养护管理体系。国内研究已在智能检测技术方面取得突破，但尚未解决复杂路网检测数据全自动计算、智能决策分析和精细设计等关键问题；国外虽在智慧检测设计一体化方面取得进展，但我国在此领域仍存在明显短板。目前我市在此领域研究基础薄弱，尚未开展全流程管理研究。本项目实施将有效解决公路养护各环节数据割裂问题，推动检测装备、数据分析等产业链发展，通过精准病害识别和方案优化，显著降低养护成本，提升公路使用寿命，对促进我市公路交通行业数字化转型和产业升级具有重要意义。

2.需解决的共性技术问题

项目围绕公路养护数字化智能化转型，需攻克以下技术难点：一是复杂环境下病害智能检测难，受光照污渍干扰且严重病害样本稀缺，导致传统算法误检率高；二是复杂路网检测数据全自动评定难，需解决每百公里 10 万多条多源数据在多种路面类型、技术等级和长短链条件下的自动处理；三是养护决策智能化难，因缺乏多维度数据与专家知识融合，导致投资决策主观性强；四是智能设计与自动出图难，行业缺少专业系统，设计精度差、效率低；五是全流程一体化实现难，需打通检测、决策、设计各环节数据链。

3.考核指标

（1）技术参数：

①数据采集与处理方面，病害识别准确率 $\geq 90\%$ ，基于 10 万张真实图像与 20 万张 GAN 生成图像训练，具备处理 10 万+条/百公里检测数据能力，支持 12 类检测指标，计算效率达 10 分钟/百公里；

②路网适应能力方面，支持 2 种以上路面类型和 5 级技术等级，长短链处理准确率 $\geq 99.9\%$ ，动态分段算法误差 $\leq 0.1\%$ ；

③智能决策系统集成 5 年以上历史数据和 100+专家规则，建立 5 级投资优先级策略，方案生成时间缩短至 4 小时，资金分配建议采纳率 $\geq 80\%$ ；

④智能设计系统实现 $\pm 1\text{cm}$ 设计精度，材料算量误差 $\leq 3\%$ ，5 分钟完成 1 公里设计，支持 10+种标准图纸；

⑤系统性能实现数据实时流转，响应时间 < 0.5 秒，业务衔接 < 1 小时，可用性 $\geq 99.9\%$ 。

（2）成果交付形式：

论文 3 篇，发明专利（申请/授权）4/2 件，实用新型专利（申请/授权）2/2 件，软件著作权 3 件；

其他交示件：研究报告一份，应用指南一份。

（3）经济社会效益：

本项目预期通过引入数字化技术与智能化决策模型，显著提升养护效率，降低全生命周期成本。实施后预计每年新增经济效益上千万元，主要来源于工期节约、方案优化、寿命延长及管理效能提升。社会效益方面，项目推动行业数字化转型与标准化体系建设，为全国推广应用奠定基础，助力交通强国战略；通过绿

色养护减少资源消耗，并借助智能预警提升道路安全、降低事故率。成果还将增强行业国际竞争力，促进技术出口与合作，为我国交通领域发展提供重要支撑。

4.需求单位及联系人

山东金衢设计咨询集团有限公司

王宗麟 18953105878

(四)基于多源异构设备接入的全产业链智能化低代码系统 关键技术研发

1.需求描述

本项目符合济南市工业互联网和软件产业重点发展方向，聚焦制造业数字化转型中设备数据孤岛、场景割裂、开发门槛高等痛点。国内外平台如西门子 Mendix、微软 PowerPlatform 在工业协议兼容性和跨系统协同方面存在短板，国内平台尚未突破跨领域知识图谱与智能体决策引擎技术。项目实施将打破国外垄断，构建自主可控数字化底座，降低设备接入成本 60%，缩短应用开发周期 70%，为我市装备制造、生物医药等产业提供核心技术支撑，推动产业链升级和生态构建。

2.需解决的共性技术问题

产业共性技术问题包括：

(1) 设备接入碎片化，协议标准各异导致系统集成成本高企，单设备改造成本超 20 万元；

(2) 场景割裂引发数据孤岛与流程断点，跨系统数据互通困难，运营效率损失达 15%-20%；

（3）智能体决策能力不足，无法处理复杂嵌套逻辑，自动化覆盖率低。

需攻克关键技术：

（1）多源设备智能接入层（协议增量对接引擎、非标设备自主数据解析、边缘网关实时处理）；

（2）行业共性场景建模工具（六维场景覆盖引擎、流程设计器、知识图谱嵌入）；

（3）大模型智能体引擎（轻量化微调、需求简化与流程转换、动态优化自学习）。

3.考核指标

（1）技术参数：

①平台实现万级设备并发接入能力，协议兼容性 ≥ 200 种，非标设备识别率 $\geq 95\%$ 。

②全链场景引擎支持6大业务模块贯通，可视化开发占比 $\geq 90\%$ 。

③大模型智能体准确解析92%自然语言需求，可完成20步嵌套逻辑任务。

（2）成果交付形式：

论文1篇，发明专利（申请/授权）3/1件，软件著作权3个；科技成果1项（达到国内领先及以上水平）；

（3）经济社会效益：

项目实施将建立设备接入认证中心，年测试100+国产设备，发展50家硬件生态伙伴，本地传感器企业占比超70%。通过SAAS模式服务100家企业，开放100+工业场景应用包。2年内

带动平台直接产值 2000 万元，硬件配套增长 8000 万元；帮助中小企业降低设备改造成本（单台从 30 万降至 5 万），减少重复开发岗位 30%；通过能耗优化助力碳排放降低，支持“双碳”目标实现。

4.需求单位及联系人

济南博佳特物联科技有限公司

齐淑玲 18615239382

（五）基于 AI Agent 技术的低代码 BPM+RPA 融合产品研发

1.需求描述

当前，国内外大中型企业在流程再造及数字化转型趋势下，BPM 业务发展态势良好，国内外有成熟产品但多为流程引擎方案，与 AI 及 RPA 融合深度有限，尚处探索阶段，且存在标准化不足、技术碎片化问题。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，对拉动济南流程融合 AI 相关产业意义重大，在技术进步上，能推动本地软件产业向高附加值转型，解决企业业务与 AI 有效融合等短板；在产业链发展方面，可形成“AI+BPM+RPA”产业链，吸引上下游企业集聚。同时，能提升济南在 AI 行业应用领域知名度，联合多方构建开放创新生态，催生新职业促进就业，优化公共服务，是推动区域产业升级、构建数字经济新高地的关键举措。

2.需解决的共性技术问题

（1）共性技术问题与产业共性问题

传统 BPM 只解决了流程引擎问题，但灵活性不足、效率低、与企业核心业务融合度低；复杂流程设计耗时长且需要专业人员；流程优化缺乏智能支持，有些流程效率低且易出错。低代码 BPM 开发平台融合 RPA 及 AI agent 技术，实现流程引擎与人工智能深度融合，深入企业核心业务，解决流程设计效率低下及决策能力差的问题。

（2）核心技术难点

BPM 与 RPA、Agent 实时稳定交互及深度融合；数据安全及算力成本；精准理解自然语言描述及流程模型智能优化；AI Agent 高效准确执行复杂任务。

（3）研究内容与关键技术环节

研究低代码 BPM 平台与 RPA、AI Agent 融合架构；开发自然语言生成流程模型技术；构建智能流程优化与预测分析模型；打造 AI Agent 自主任务执行系统；攻克数据安全加密与权限管理技术。

3.考核指标

（1）技术参数：

①该平台适应完全国产化下的服务器、操作系统及数据库环境；

②非专业编程人员可高效定义及发布流程及使用 AI agent 能力；

③可私有化部署满足大中型企业定制化及中小企业 SAAS 标准化平台能力；

④可支持国内常用开源大模型及 AI Agent、RPA 开放接口；

⑤低代码能力可提升流程开发及办公效率 80%以上;

⑥可支持 3000 人以上的并发使用。

(2) 成果交付形式:

发明专利(申请/授权) 2/1 件, 软件著作权 3 个;

其他交示件: 基于 AI Agent 技术的低代码 BPM+RPA 融合产品系统。

(3) 经济社会效益:

目前流程化管理已经深入到企业生产经营、内部管理的各个环节, 而基于生成式人工智能的低代码 BPM+RPA+AI Agent 平台在国内还处于空白。项目实施后将在国内 BPM 大模型领域处于领先地位, 通过项目的规模复制推广, 可为企业增加营收 5000 万元。低代码 BPM+RPA+AI Agent 开发平台将成为大中型企业及中小企业数字化转型的重要工具, 大大提高企业的生产及管理效率。同时, 该平台也可用于政府热线、数字政务等应用场景, 赋能数字济南发展, 具有较好的社会效益。

4.需求单位及联系人

山东达创网络科技有限公司

宋玉妹 13245416436

(六)基于多模态融合与小样本学习的环境监测运维行为智能监管系统研发

1.需求描述

本项目旨在利用环境在线监测站房内的实时监控视频, 通过人工智能视觉识别技术(包括人脸识别、姿态分析、动作追踪等),

构建环境监测仪表运维行为的智能监管系统，研制具有图像识别功能的第三代智能数据采集传输仪。系统将自动比对运维人员操作与标准流程库的合规性，改变当前依赖人工视频回溯的被动监管模式。

2.需解决的共性技术问题

需解决的共性问题

（1）运维质量失控：环境监测数据造假事件频发（如某企业篡改 COD 监测数据），传统人工抽查覆盖极小运维场景，缺乏全流程自动化监管手段。

（2）标准执行断层：生态环境部发布的《污染源自动监控运维规程》未数字化落地，不同厂商设备操作差异导致标准动作无法统一建模。

（3）追溯成本高昂：单次人工视频回溯需调阅平均 6 小时录像，效率低下。

需攻关的关键技术难点

（1）感知层：核心难点：低照度/遮挡场景下动作捕捉、风险影响：仪表操作区域识别漏检率 $>40\%$ ；动态手势识别精度：运维操作涉及旋钮调节（毫米级位移）、试剂滴加（微升级液量）等精细动作，需突破现有算法 10mm 空间误差极限。

（2）认知层：核心难点：跨设备泛化操作建模、风险影响：模型迁移准确率 $<65\%$ ；多模态特征融合：需同步解析操作动作（视觉）、仪表读数变化（光学字符识别）、设备状态（物联网传感）的三维关联性。

（3）决策层：核心难点：违规动作实时判定逻辑、风险影

响：误报率超行业容忍阈值(5%)。小样本违规学习：真实违规样本仅占数据总量 0.3%，需解决负样本稀缺下的模型过拟合

3.考核指标

(1) 技术参数：

- ①基础动作识别精度 $\geq 95\%$;
- ②跨设备模型迁移准确率，新设备适配 $\geq 85\%$;
- ③动作时序建模误差，步骤顺序偏差 ≤ 1 帧;
- ④小样本学习效率，提取 100 个样本，达到 80%准确率;
- ⑤违规动作识别准确率 $\geq 98\%$;
- ⑥实时判定误报率 $\leq 3\%$;
- ⑦操作置信度校验通过率 $\geq 99\%$;
- ⑧端到端响应延迟 $\leq 200\text{ms}$;
- ⑨系统持续运行稳定性 7×24 小时不间断;
- ⑩单站房日均分析数据量 $\geq 1\text{TB}$ 。

(2) 成果交付形式：

发明专利（申请/授权）1/1 件，软件著作权 3 个；

其他交示件：智能数据采集传输仪软件功能第三方检测报告。

(3) 经济社会效益：

技术落地后，依托“环境运维行为模型库”开发专业化场景解决方案，为全国 2 万余个环境监测站房提供智能化改造服务，按单站房改造费用 5 万元测算，潜在市场规模达 10 亿元。我公司完成该项目的建设后，预计第一年推广建设 60 个智慧站房，实现年销售收入 300 万元以上，并在此基础上逐年增加。

通过全流程自动化监管与多模态特征融合技术，彻底杜绝篡改 COD 监测数据、伪造校准记录等违规行为，为生态环境决策提供可靠数据支撑。数据造假事件的减少，将增强公众对环境治理的信任度，助力打赢污染防治攻坚战。

4.需求单位及联系人

山东智云信息科技有限公司

刘静 15688890182

（七）融合人工智能的低代码关键技术研究

1.需求描述

全球低代码平台正加速与 AI 技术融合，国际厂商已实现全生命周期智能化，国内低代码平台也在大模型集成方面快速跟进。

济南市作为“中国软件名城”，虽已形成低代码应用基础与产业生态，但仍面临平台能力多集中于基础场景，对复杂业务逻辑的可视化支持不足，且缺乏智能问答、语音交互等高级 AI 功能等挑战，难以满足企业深度数字化转型需求。

本项目将引入智能代码生成、知识管理、智能问数等核心 AI 能力，攻克技术瓶颈，大幅降低企业开发与运营成本。项目实施后，不仅能强力拉动本地软件产业链的智能化升级，显著提升济南在智能制造、生物医药等优势领域的数字化解决方案输出能力，为全市产业数字化转型与高质量发展提供关键支撑作用。

2.需解决的共性技术问题

（1）攻克复杂业务逻辑的智能代码生成，确保 AI 生成的代

码既符合业务需求，又能遵循平台规范，在预编译环节实现零报错，显著提升低代码平台处理复杂场景的开发效率与代码质量。

（2）突破自然语言深度理解技术，解决专业术语与口语表达的语义解析难题，构建智能问答体系，增强平台的知识管理能力与用户体验；

（3）解决跨系统数据标准统一问题，消除不同系统间数据定义和统计口径的差异，实现自然语言到数据指标的精准映射，提升平台的数据治理水平与统计分析效率；

（4）突破工业环境语音识别瓶颈，克服噪声与方言干扰，解决口语化表达中的指代消解问题，实现语音到表单字段的智能匹配，全面提升平台在移动场景下的交互便捷性与操作效率。

3.考核指标

（1）技术参数：

①提供智能代码生成能力，实现根据需求文档智能生成低代码开发平台所需的二次开发代码，要求生成的代码符合业务需求，可在系统应用中正常运行，复杂逻辑开发效率提升 40%以上；

②提供智能问答能力，基于双方认同的测试集进行测试，问答准确率（正确回答数占总测试样本数的比例） $\geq 80\%$ ，召回准确率（基于标注样本集评估，召回内容需包含标准答案或关键信息） $\geq 85\%$ ，单条请求召回耗时 $\leq 3s$ （知识库规模在 10 万段以内）；

③提供指标管理能力，接入 5 种主流数据源（mysql、Oracle、Doris、kingbase、pg），支持通过 API、Excel 导入数据，单指标查询平均响应时间 $< 1s$ ，复杂多维分析 $< 3s$ ；提供智能问数能

力，支持自然语言问数，问答准确率 $\geq 95\%$ ；

④提供智能语音输入能力，要求支持通过语音输入进行识别后自动填写表单，覆盖单行文本、数字、日期时间、单选、多选等 10 余种常见表单控件，在完成场景化调优后，语音转填写的整体识别准确率不低于 85%；

⑤提供前端技术组件 180+，包括 PC 端、移动端；

⑥至少在 2 个典型行业进行示范应用。

（2）成果交付形式：

发明专利（申请/授权）2/1 件，软件著作权 3 个；

其他交示件：融合人工智能的低代码开发平台 1 套。

（3）经济社会效益：

项目经济效益显著，市场前景广阔。项目期内预计新增销售收入 800 万元，新增利税 30 万元。项目升级建设完成后，预计每年可新增销售 1000 万元。项目在应用企业端，可帮助降低开发成本 50%以上，缩短项目周期 60%，有力推动企业降本增效。

本项目建设的 AI 智能低代码开发平台社会效益显著。平台可以突破国外技术垄断，实现自主可控，提升我国在数字化领域的话语权；通过构建安全技术体系并适配国产软硬件，有力保障金融、能源等关键领域安全；同时有效降低中小企业数字化门槛，缓解其资金与人才压力，并为全行业提供可复制的转型示范，助力数字中国建设与经济高质量发展。

4.需求单位及联系人

金现代信息产业股份有限公司

张树花 15753170656

四、现代医药

(八)注射用血小板生成素拟肽治疗血小板减少症Ⅲ期临床工艺的开发

1.需求描述

我公司自主研发的注射用血小板生成素拟肽(罗普司亭生物类似药),是第二代血小板生成素受体激动剂,主要用于治疗成人免疫性血小板减少症(ITP)。Ⅱ期临床试验结果表明:具有与罗普司亭原研药相似的质量、疗效和安全性。

本品作为第二代血小板生成素(TPO)药物能够有效解决第一代TPO药物的显著临床缺陷,提升药品临床可及性,尤其是针对耐药或难治性患者。可减少血小板输注依赖,缓解血源紧张问题,通过稳定血小板水平,降低出血风险,改善慢性病患者的长期预后。注射用血小板生成素拟肽的研发不仅是治疗血小板减少症的技术突破,可推动进口替代,推动国内生物类似药产业升级,促进济南生物医药与大健康产业迈上一个新的台阶。

2.需解决的共性技术问题

注射用血小板生成素拟肽已完成Ⅱ期临床试验,正在筹备关键性Ⅲ期临床试验。Ⅲ期临床试验的关键是商业化工工艺的开发。商业化工工艺需突破工艺稳定性差和原研药品可比性等共性问题。攻克的关键技术:(1)纯化工艺优化:攻克亲和层析、离子交换层析等多步纯化技术难点,电荷异质性的纯度标准不低于60%提高到不低于85%。确保与原研药品的可比性。(2)质量控制:建立符合药典标准的检测方法和检测标准,确保批次间一致性。

3.考核指标

(1) 技术参数:

注射用血小板生成素拟肽质量标准

①鉴别：免疫斑点法检测结果为阳性；

②外观：白色疏松体，加入 0.58ml 灭菌注射用水后迅速复溶为澄明液体；

③可见异物：灯检法检测符合药典要求；

④复溶时间：于 60 秒内溶解；

⑤水分：费休氏法检测水分不高于 3.0%；

⑥pH 值：pH 为 4.5-5.5；

⑦装量差异：最低装量检查法（重量法）检测符合中国药典要求；

⑧渗透压摩尔浓度：冰点下降法检测为 240-360mOsmol/kg；

⑨不溶性微粒：光阻法检测符合中国药典要求；

⑩蛋白质含量（RP-HPLC）：蛋白质含量为标示量的 85%~115%；

⑪生物学活性：为活性参考品的 65%-135%；

⑫纯度：还原 CE-SDS 法检测，纯度不低于 95.0%；

⑬纯度：非还原 CE-SDS 法检测，纯度不低于 95.0%；

⑭电荷异质性：CIEF 法检测，血小板生成素拟肽主峰峰面积不低于总面积的 85%；

⑮无菌检查：符合中国药典要求；

⑯残余抗生素活性：无残余氨苄西林抗生素活性；

⑰细菌内毒素检查：每 1 支 < 10EU；

⑮异常毒性检查：符合中国药典要求。

(2) 成果交付形式：

其他交示件：注射用血小板生成素拟肽III期临床试验方案；符合商业化工艺产品的检测报告。

(3) 经济社会效益：

血小板生成素拟肽研制的成功，可改变我国免疫性血小板减少性紫癜临床治疗方案，填补国内空白，为免疫性血小板减少性紫癜患者带来福音。本项目符合我省有关产业政策，对于促进我省基因工程药物的发展，加快高新技术的推广应用，具有积极的意义，具有显著的社会效益。

4.需求单位及联系人

山东泉港药业有限公司

宋磊 13153112830

(九) 手性药物盐酸伊格列敏原料药的合成工艺研发

1.需求描述

盐酸伊格列敏于2021年6月23日在日本上市，据IQVIA数据统计，全球销售额约807万美元。同时，目前国内外尚无该原料药的仿制申报，市场前景广阔。盐酸伊格列敏是一种首创药物，靶向线粒体功能障碍，是一款具有双重作用机制的新型口服降糖药，可改善胰岛素分泌紊乱和胰岛素敏感性，对糖尿病引起的微血管和大血管缺陷具有保护作用。

我公司目前在工艺开发过程中遇到的问题包括：手性拆分收率、晶型与溶解度、对映异构体回收、溶剂回收套用、成品手性

纯度、成品收率以及遗传毒性杂质控制问题。故希望借助政府搭建的平台来解决伊格列敏产品的工艺和质量问题，同时提高研发团队的技术水平。本项目的研究符合我市重点发展方向，有利于促进我市医药产业发展。

2.需解决的共性技术问题

(1) 晶型控制。探索盐酸伊格列敏的结晶工艺，以保证制剂的溶出速率、生物利用度与原研一致，降低审评风险。

(2) 手性拆分步骤收率偏低。开发手性合成工艺、或优化拆分工艺，或将对映异构体回收利用，提高工艺整体收率，降低成本，提高经济效益和市场竞争力。

(3) 手性纯度控制。本品为单一构型手性药物，手性纯度要求 $\geq 99.9\%$ 。需严格控制盐酸伊格列敏异构体杂质与原研一致，以保证药品的安全性和有效性。

(4) 遗传毒性杂质控制。依据 ICH 指导原则，将相关杂质控制在合理限度内，以满足监管机构对原料药的审评要求。

(5) 溶剂回收套用。研究解决溶剂回收套用，大幅度降低生产成本，避免资源的浪费，同时减少废液的产生，降低环保成本。

3.考核指标

(1) 技术参数：

- ①手性拆分步骤收率 $\geq 70\%$;
- ②解决产品晶型与溶解度问题;
- ③解决产品对映异构体回收问题;
- ④解决溶剂回收套用问题;

⑤成品手性纯度 $\geq 99.9\%$;

⑥总收率提高 10%以上, 具有明显的成本优势;

⑦遗传毒性杂质控制满足 ICH 指导原则要求。

(2) 成果交付形式:

论文 1 篇, 发明专利 (申请) 2 件, 实用新型专利 (申请/授权) 2/2 件; 新工艺 1 项;

其他交示件: 取得国家药品监督管理局申报受理通知书。

(3) 经济社会效益:

产业化示范形式: 满足国内糖尿病治疗领域对创新机制药物的迫切需求, 降低患者用药成本; 突破手性合成与晶型控制等关键技术, 提升我国在高端原料药领域的生产能力; 通过绿色生产工艺创新, 推动原料药产业可持续发展。

经济效益: 项目实施期内, 不产生直接经济效益; 获得上市批准后 (预计 2030 年), 预计年产盐酸伊格列敏 200 吨的产能规模, 实现年新增产值 1 亿元, 毛利润 2000 万元, 达到国内先进水平。

社会效益: 盐酸伊格列敏的研制, 可以带动上下游产业的协同发展, 可以培养企业创新人才 5-10 人, 增加周边地区就业 10-15 人, 带动企业综合实力提升, 掌握盐酸伊格列敏的核心技术, 增强企业的自主创新能力, 促进相关产业的发展, 为地方经济的发展做出贡献。

4.需求单位及联系人

山东科源制药股份有限公司

张雪 13884995521

（十）高强度可降解仿生复合骨水泥

1.需求描述

本项目符合济南市重点产业发展需求情况。我国骨质疏松性椎体压缩骨折（OVCFs）发病率已超 20%，年新发 220 万例，医疗费达 150 亿元。OVCFs 有致死率高、治愈难、并发症多特点，国内外目前采用聚甲基丙烯酸树脂（PMMA 骨水泥）经 PVP 和 PKP 为最常用的 OVCFs 临床治疗技术，但 PMMA 骨水泥具有生物相容性差、不可降解、手术过程中易渗漏、聚合反应放热及单体毒性等缺陷。本项目的研发将填补尚无完全可取代 PMMA 骨水泥在 PVP 和 PKP 的 OVCFs 临床应用空白，为临床治疗提供一种全新的具有足够力学支撑和稳定性、可控降解性能和生物活性良好的骨修复材料。为探索医疗器械研发和转化路径，以优质产品提高 OVCFs 临床治疗水平，推动医疗器械产业升级做出贡献。

2.需解决的共性技术问题

针对 PMMA 骨水泥生物相容性差、不可降解及临床并发症，研发可提供足够力学支撑和稳定性，具有可控降解性能和生物活性高强度可降解仿生复合骨水泥。

难点 1：突破微量元素仿生掺杂及基于疾病免疫微环境特征诱导骨再生性能。

关键技术：关键原料的微量元素仿生掺杂、相组织结构和颗粒形貌特征的精准调控技术开发。

难点 2：通过关键原料设计解决降解速度调控和骨再生匹配

问题。

关键技术：产品工程化制备及规模化生产线建立。

难点 3：构建适合人体承重部位的可降解再生修复材料，实现承重部位骨损伤的组织结构和功能重建。

关键技术：微量元素仿生掺杂等因素对骨细胞增殖、降低破骨细胞活性、维持骨细胞稳态、诱导骨再生、形成免疫调控和抗感染的功能及机制。

3.考核指标

（1）技术参数：

①高强度可降解仿生复合骨水泥抗压强度 $\geq 60\text{MPa}$ ；

②高强度可降解仿生复合骨水泥抗溃散和渗漏显著优于 PMMA，抗溃散系数 $\geq 80\%$ ，渗漏率 $\leq 12.5\%$ ；

③体内降解周期可控按需为 8~12 个月，诱导新骨再生率 $\geq 90\%$ 。

（2）成果交付形式：

论文 2 篇，发明专利（申请/授权）2/1 件，实用新型专利（申请）1 件；科技成果 1 项；

其他交示件：三类医疗器械产品技术要求 1 项，注册检验报告 1 项；高强度可降解复合骨水泥团体标准 1 项；关键植入性原材料主文档登记 1 项；动物试验报告 1 项。

（3）经济社会效益：

本项目研发可提供足够力学支撑和稳定性，具有可控降解性能和生物活性的高强度可降解仿生复合骨水泥，可用于 PMMA 骨水泥的临床应用场景，预期国内市场年手术量达 50~60 万台，

若将相关产品应用范围拓宽到四肢骨折，将扩大预期应用规模，创造更大经济效益。

本项目将填补尚无完全可取代 PMMA 骨水泥在 PVP 和 PKP 的 OVCFs 临床应用空白，为临床治疗提供一种全新的具有足够力学支撑和稳定性、可控降解性能和生物活性良好的高强度可降解仿生复合骨水泥及配套输送装置。并为探索医疗器械研发和转化路径，以优质产品提高 OVCFs 临床治疗水平，推动医疗器械产业升级做出贡献。

4.需求单位及联系人

山东冠龙医疗用品有限公司

杨金华 15269147869

(十一)甲状腺手术中功能保护的关键技术和体系化装备的研发

1.需求描述

本项目紧密契合我市重点布局的智能医疗装备产业方向，聚焦甲状腺手术中喉返神经与甲状旁腺识别与保护的临床难题。当前，国内外依赖神经监测与荧光成像等技术进行识别甲状旁腺及喉返神经，但普遍存在设备信息孤立、智能化程度低、实时导航能力不足等短板，且高分辨率内窥镜等核心部件依赖进口。项目旨在突破多模态数据融合与智能决策技术，实现腔镜、神经监测仪与 AI 系统的高效联动，达成术中精准识别、实时导航与风险预警，形成自主可控的高端智能医疗装备体系。项目的实施将有力推动高端智能手术系统国产化进程，带动人工智能医疗器械上

下游企业协同创新，对提升我市在高端医疗装备领域的核心竞争力、降低医疗成本具有重要战略意义。

2.需解决的共性技术问题

当前腔镜甲状腺手术存在术中场景与术前数据脱节、定位导航不精准、多模态信息未有效融合的产业共性问题，核心技术难点在于喉返神经持续监测、甲状旁腺高精度成像及 AI 自主识别与决策的协同集成。现有设备难以实现术中实时精准导航和多源信息交互，是制约产业高质量发展的关键瓶颈。

研究内容包括：

（1）术中三维重建与腔镜位姿精准确定，实现术前与术中数据动态匹配；

（2）喉返神经智能识别与导航预警系统研发，提升识别准确率与安全性；

（3）甲状旁腺荧光腔镜识别与血供评估，降低误识率；

（4）多模态信息融合决策系统构建，实现风险预警与手术辅助决策；

（5）一体化辅助手术系统应用验证。项目将攻克神经监测持续信号解析、荧光与白光融合成像、轻量化 AI 模型实时推理、多源信息动态加权与联动反馈等关键技术，打破智能腔镜系统的技术壁垒，促进产业链自主创新与临床高效转化。

3.考核指标

（1）技术参数：

①甲状腺、颈部等手术中，借助甲状旁腺自体荧光成像的甲状腺腔镜系统，暂时性甲状旁腺损伤率显著降低 2/3（由 30%降

低至 10%以下），暂时性喉返神经损伤发生率降低 1/2（由 10%降低至 5%以下）；

②甲状腺手术中，对喉返神经的识别率（确定当前场景是否有目标存在）可达 90%以上，定位和范围准确率可达 75%以上；对手术器械尖端的识别率可达 95%以上，定位精度可达 1-2mm；对甲状旁腺判别的准确率达到 90%以上，定位和范围准确率可达 75%以上；对甲状旁腺血供情况的判断准确率达到 80%以上；

③甲状腺手术中，该功能对手术风险（如喉返神经过度牵拉、甲状旁腺损伤性接触、甲状旁腺供血切断等）的告警准确率达到 90%以上；神经监测仪无意义电刺激和虚警降低 70%以上。

（2）成果交付形式：

论文 2 篇，发明专利（申请/授权）2/1 件，软件著作权 2 件；
其他交示件：二类医疗器械证 1-2 项。

（3）经济社会效益：

项目的实施期望实现术中对喉返神经和甲状旁腺的智能识别与标注，并实现腔镜与神经监测仪的互联互通。项目成果将实现甲状腺手术中对喉返神经和甲状旁腺的风险感知，显著减少暂时性甲状旁腺功能低下和喉返神经损伤发生率，为术后风险追溯和手术质量评估提供可靠科学的数据支持，并最终形成完整的手术质量定量评价体系 and 预警反馈体系，促进甲状腺微创手术质量高效提升。项目的成功研发和推广有望推动国内高端智能医疗装备国产化，降低政府和社会的医疗负担并提升我国微创诊疗技术的整体水平。

4.需求单位及联系人

济南显微智能科技有限公司

金辉 电话：15610155566

（十二）全自动封闭式结核分枝杆菌快速核酸检测系统的研发

1.需求描述

结核病是由结核分枝杆菌引起的严重危害人民群众健康的重大传染病。我国结核病疫情形势严峻，加大筛查力度，提高诊断效率是结核病防治的重要措施。分子生物学检测作为我国疑似肺结核患者的首选诊断方法，灵敏度高、特异性强，但对实验室环境和检测人员的要求都较高。我市目前仅部分二级以上医疗机构和定点医院具备相关检测能力，基层医疗卫生机构普遍缺乏有效的检测手段。

本项目旨在研发一款全自动、全封闭、小型化的结核分枝杆菌快速核酸检测系统，填补我市在结核菌即时分子检测领域的技术空白。项目成果可快速部署至基层医疗机构及学校、监狱等高发场所，有效解决基层检测能力不足问题，显著提升筛查覆盖率，助力我市结核病防控体系建设。

2.需解决的共性技术问题

针对现有结核分枝杆菌分子诊断耗时长、流程繁琐，开放式操作易导致污染等共性问题，开发一款全自动封闭式结核菌快速核酸检测系统。攻克以下关键技术：

（1）结核分枝杆菌样本高效处理技术。针对痰液样本粘稠度高、结核菌厚细胞壁、高脂质含量等不利因素，开发高效的样

本处理液，使核酸回收率 $\geq 95\%$ 。

(2) 封闭式核酸检测技术。开发一次性封闭式的检测试剂盒，通过预封装试剂和封闭式流体路径设计，使核酸提取、检测的全程都在密封环境中完成，有效降低污染风险。

(3) 一体化快速核酸检测技术。开发高效的微型温控模块和荧光 PCR 检测模块，集成核酸提取与扩增检测功能，优化光路结构，使设备小型化。结合配套封闭式试剂盒实现“样本进-结果出”的便捷检测。

3.考核指标

(1) 技术参数:

①核酸提取性能

样本加样量: 100-300ul;

单组分试剂最大体积: 1000uL;

洗脱体积: 60-80uL;

核酸提取过程时长: 5-10min;

提取效率: $\geq 95\%$ 。

②PCR 扩增与荧光检测性能

扩增技术: 实时荧光定量 PCR(qPCR);

反应体系: 20-50uL/反应;

温控系统: 温控精度 $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$, 升降温速率 $\geq 8^{\circ}\text{C}/\text{秒}$;

检测通道: 4-6 荧光通道;

灵敏度: 10 个菌/ml;

精密度: Ct 值变异系数 $\leq 5\%$;

特异性: 与非结核分枝杆菌及呼吸道常见病原体无交叉反

应。

③软件与数据系统

操作系统：触摸屏控制，支持中/英文界面；

数据分析：自动阈值设定、Ct 值计算、结果判读；

数据输出：支持 USB 导出、Wi-Fi/蓝牙传输、能够与 LIS/HIS 系统对接，检测结果实时上传。

④规格参数

仪器尺寸：<42cm × 32cm × 22cm；

仪器重量：<5kg。

（2）成果交付形式：

论文 1 篇，发明专利（申请/授权）2/1 件，软件著作权 1 件；

其他交示件：全自动封闭式结核分枝杆菌快速核酸检测系统及第三方测试报告、产品销售合同、用户应用报告等证明材料。

（3）经济社会效益：

本项目产品可将结核分枝杆菌检测流程简化为“样本进-结果出”的一步操作。其封闭式设计可极大降低交叉污染与生物安全隐患，显著降低应用门槛，便于基层医疗卫生机构、偏远地区、边境口岸、结核高发场所推广应用。为织密筑牢结核病防治网络，切实提升结核病筛查覆盖率和早期发现率提供关键技术支撑。项目产品达产后预计可实现年产值 800 万元。本项目的实施将直接贡献于山东省、济南市结核病防治规划，为提升区域公共卫生安全 and 人民健康福祉作出积极贡献。

4.需求单位及联系人

山东艾克韦生物技术有限公司

李艳艳 18653163213

（十三）治疗呼吸系统过敏性疾病 1.1 类创新中药鼻敏胶囊的研发

1. 需求描述

本项目聚焦呼吸系统过敏性疾病防治，符合济南市生物医药产业重点方向。当前全球过敏药物市场规模庞大，但现有治疗手段存在副作用明显、复发率高等问题。我国中医药虽在临床实践中展现优势，却受限于药效物质基础不明、质控标准粗放及机制研究不足等瓶颈，制约了中药现代化与国际化进程。

项目实施将突破中药复方“成分-机制-质控”关键技术，建立符合国际规范的质量体系，推动鼻敏胶囊等 1.1 类创新药研发与产业化。此举将强化我市“研发—临床—制造”全链条能力，带动药材种植、辅料生产、制剂制造等产业链协同发展，为济南打造生物医药产业高地、加速新旧动能转换提供有力支撑。

2. 需解决的共性技术问题

中药复方创新药研发核心难点在于：中药成分复杂，药效物质基础不清；多靶点协同作用机制不明；以及现有质量控制方法难以保证药效一致性与产业化稳定性。

针对上述难点，研究将重点攻克三大关键技术环节：

（1）药效物质解析与机制研究：采用“成分-靶标-药代-药效”整合策略，通过色谱质谱联用、网络药理学与分子对接技术，辨识入血及组织分布成分，阐明多靶点作用机制。

（2）全过程质量控制体系构建：基于质量标志物，建立从

药材到制剂的“指纹图谱+多成分定量”质控方法，提升批次一致性。

（3）产业化关键技术攻关：解决参数传递与制造过程控制等核心问题，建立从中试到大规模生产的完整技术体系，保障产品药效与质量稳定。

3. 考核指标

（1）技术参数：

①完成呼吸系统过敏性疾病中药创新药Ⅲ期临床研究，提供代表性病例报告表 20 例、临床研究总结报告 1 份、中药临床研究相关论文 1 篇；

②揭示中药创新药多靶点的药效物质基础，构建其在过敏性鼻炎治疗中 ≥ 3 个关键靶点的作用机制通路图。提供技术资料 1 份、中药作用机制相关论文 2 篇；

③建立从药材到制剂的全程质量控制标准，关键成分含量 $RSD \leq 5\%$ 。提供技术应用证明 1 份或研究综合报告、同行专家评议意见或成果鉴定报告 1 份。

（2）成果交付形式：

论文 3 篇，发明专利（申请）2 件；

其他交示件：形成研究综合报告 1 份；提供技术应用证明 1 份；同行专家评议意见或成果鉴定报告 1 份。

（3）经济社会效益：

项目预期建立中药复方药效物质群发现的共性关键技术，形成具有自主知识产权的创新药物，推广至全省乃至全国，改善呼吸系统过敏性疾病患者的生活质量。项目成果将推动中药现代化

研究范式转型，为济南市打造生物医药产业基地提供示范案例，具备良好的产业带动能力与社会效益。

4. 需求单位及联系人

山东中大药业有限公司

牛玉波 15069007923

（十四）聚乙二醇化人粒细胞刺激因子注射液工艺开发

1.需求描述

据国家癌症中心最新统计，我国每年新增恶性肿瘤病例达482万例，且以年均3.2%的增速攀升。化疗作为实体瘤及血液肿瘤的核心治疗手段，其导致的中性粒细胞缺乏性发热（FN）已成为限制化疗疗效的关键并发症。与传统短效人粒细胞刺激因子（G-CSF）需频繁注射相比，长效的聚乙二醇化人粒细胞刺激因子（PEG-G-CSF）每个化疗周期仅需注射一次，在同等有效预防FN的同时，显著提升患者依从性与生活质量，并被CSCO指南优先推荐。国内PEG-G-CSF市场高达87%份额被进口产品占据，该药物市场空间巨大：当前国内使用率（10%-20%）远低于国际水平（80%），且市场规模正快速成长，预计2030年将突破260亿元，并已纳入国家医保。

本项目旨在通过源头创新突破PEG化技术瓶颈，开发具有自主知识产权的长效G-CSF制备工艺。项目成功后将有力推动国产替代，预计上市后十年内可服务超百万患者，降低FN相关死亡率，对于产业链上下游企业的自主创新以及本地产业结构调整具有积极的促进作用。

2.需解决的共性技术问题

目前聚乙二醇化人粒细胞刺激因子注射液的产业化问题主要集中在包涵体变复性技术及 PEG 定点修饰技术难度大、修饰效率波动大（批间差异达 15-20%）、批量化纯化以及产品的稳定性存放等问题。需攻关的关键技术难点有以下三点：

（1）对短效 GC 进行聚乙二醇定点偶联，进行长效化修饰；

（2）开发稳健可控的包涵体变复性技术及纯化工艺，生产合格的原液；

（3）开发聚乙二醇化人粒细胞刺激因子为处方的制剂工艺，生产合格产品，工艺稳健性良好。

3.考核指标

（1）技术参数：

①外观的标准应无色澄明液体；

②pH 值应为 3.5~4.5；

③蛋白质含量应为 3.0mg/ml~5.0mg/ml；

④比活性应为 $6.5 \times 10^7 \text{IU/mg} \sim 10.0 \times 10^7 \text{IU/mg}$ ；

⑤电泳法纯度应不低于 95.0%；

⑥高效液相色谱法纯度 PEG-G-CSF 主峰面积应不低于总面积的 96.0%；

⑦分子排阻色谱法纯度 PEG-G-CSF 主峰面积应不低于总面积的 96.0%；

⑧高分子蛋白质总量应不高于 2.0%，残留 G-CSF 应不高于 0.5%；

⑨分子量应为 $40.0\text{KD} \pm 4.0\text{KD}$ ；

⑩外源性 DNA 残留量应不高于 1ng/mg;

⑪宿主菌蛋白质残留量应不高于蛋白质总量的 0.01%;

等电点主区带应为 5.85~6.55, 且供试品等电点图谱应与对照品一致;

⑬紫外光谱最大吸收峰波长应为 $279\text{nm} \pm 3\text{nm}$, 应与对照品图形一致;

⑭PEG 残留量应不高于 0.5%;

⑮PEG 修饰度应为 $20\% \pm 5\%$;

⑯细菌内毒素检查每 1mg 蛋白质应小于 2.0EU;

⑰纯化总收率: $\geq 20\%$ 。

(2) 成果交付形式:

论文 1 篇, 发明专利 (申请/授权) 3/1 件; 科技成果 1 项, 新工艺 1 项。

(3) 经济社会效益:

经济效益: 项目产业化并达产后, 预计年产 PEG-G-CSF 注射液 30 万支, 年销售额 5000 万左右, 净利润 1500 万左右。

社会效益: 该项目的成功实施将填补区域内长效高端生物制剂产品的空白, 有效解决患者治疗周期内频繁给药的痛点, 减少不良反应。该产品投产后预计新增就业 50 人, 带动制药装备制造、包装等行业的发展, 社会效益显著。

4. 需求单位及联系人

科兴生物制药股份有限公司

窦广莹 17616039198

(十五) 盐酸达泊西汀及其关键手性中间体的绿色合成工艺研究

1. 需求描述

盐酸达泊西汀是全球首个且唯一获准用于治疗早泄（PE）的口服化学药物，国内PE患者约1亿人，但规范诊疗率不足10%，大量需求未被满足，市场长期增长动力充足。

目前国内有超过三十家盐酸达泊西汀片仿制药获批，济南市现未有布局盐酸达泊西汀原料药的企业。省内盐酸达泊西汀原料药申报工艺均为化学法，制备收率低，生产成本低，耗能高，三废多对环境不友好，增加了制剂企业的生产成本，导致患者用药成本偏高。

本项目提出的“生物法制备盐酸达泊西汀关键手性中间体的绿色合成工艺”开发成功后，将在国内占据明显的技术优势及成本优势，可以给本市制剂企业提供质优价廉的盐酸达泊西汀原料药，显著增强本市企业在全国的竞争力，能够显著增加税收及就业。

2. 需解决的共性技术问题

（1）中间体3-氯苯丙酮能引起超敏反应，劳动保护困难，增加企业用工风险和法律纠纷，需投入更高的成本用于防护设备，环境监测和员工健康管理。

（2）目前，多数采用拆分或者手性诱导不对称合成等方法进行盐酸达泊西汀手性中心的构建。拆分最大理论收率仅50%，且工艺复杂，生产周期长，溶剂消耗大，能耗高，增加废液处理成本和环境负担。手性诱导不对称合成所需手性催化剂昂贵，且

难以回收，生产成本高。

(3) 中间体(R)-3-氯苯丙醇的化学合成法涉及金属氢化物法和催化氢化法。金属氢化物易燃易爆、废物多；催化氢化需要高压设备、贵金属催化剂成本高。

(4) 基于以上共性技术问题，导致盐酸达泊西汀原料药成本高，患者用药成本攀升，市场推广难度大。

3.考核指标

(1) 技术参数：

①开发盐酸达泊西汀原料药绿色合成工艺，该工艺要简便易行，适合工业化生产，安全可靠，三废少，环境友好，成本低廉，总收率不低于 50%；

②产出的盐酸达泊西汀外观性状好，粒度均匀。总杂质小于 0.3%，单个杂质小于 0.05%，手性异构体小于 0.1%；

③以生物酶法定向催化还原 3-氯苯丙酮制备 R-3-氯苯丙醇，还原酶催化 3-氯苯丙酮转化率 98%以上，转化 R-3-氯苯丙醇手性纯度 99%以上，R-3-氯苯丙醇摩尔收率 75%以上；

④盐酸达泊西汀原料药制备工艺中各步骤化学反应采用单一溶剂，回收套用反应溶剂达到 80%以上，制定回收溶剂套用质量标准；

⑤对盐酸达泊西汀及其中间体，盐酸达泊西汀起始物料开展质量研究，制定盐酸达泊西汀及各步中间体，盐酸达泊西汀起始物料的质量标准。

(2) 成果交付形式：

论文 1 篇，发明专利（申请/授权）2/1 件，软件著作权 1 个；

科技成果 1 项，新工艺 1 项；

其他交示件：盐酸达泊西汀绿色合成工艺工艺描述；盐酸达泊西汀绿色合成工艺工艺流程图；盐酸达泊西汀绿色合成工艺生产操作规程；盐酸达泊西汀原料药及中间体质量标准；盐酸达泊西汀起始物料质量标准。

（3）经济社会效益：

本项目开发的盐酸达泊西汀的绿色生产工艺将化学合成和生物酶法相结合，产品质量稳定可靠，较现有技术，工艺过程中所用的水、电、气和人工均减少，劳动保护容易，“三废”排放减少，生产成本降低。有助于企业构建“资源节约、环境友好”的原料药绿色生产体系，带动原料药产业向绿色制造转型升级，推动当地医药制造能力的提升。

本项目产业化后预计年产 10 吨盐酸达泊西汀及中间体，年销售额 3000 万元以上，降低终端药品成本 2000 万元以上。

本项目通过自主创新研发，实现高质量仿制药产业化，能够大幅降低患者用药成本，解决男科问题，改善育龄夫妻生活质量，提高自然受孕几率，改善社会生育率，优化人口结构，进而改善家庭关系，有利于构建和谐社会。

4.需求单位及联系人

济南立德医药技术有限公司

朱迪 15550407051

五、集成电路

（十六）面向高压应用的碳化硅功率器件关键技术

1.需求描述

在电力传输、航空航天、大负载机器人驱动、轨道交通等领域，对高压、低损耗、高频开关的功率器件需求迫切。以碳化硅为代表的宽禁带半导体，凭借其耐高压、耐高温和高频特性，是突破传统硅基器件性能瓶颈的关键。随着未来应用的不断发展，5.0 kV 及以上高压 SiC 肖特基器件技术与市场需求快速增加，晶圆制作和封装测试出符合下游应用需求的产品就迫在眉睫。

突破碳化硅高压关键技术并紧密对接产业应用，对于服务国家“双碳”战略、引领山东省产业升级至关重要。济南市拥有从衬底材料到封装测试完整的宽禁带半导体产业链生态，为突破高压 SiC 器件关键技术、推动产业化提供了坚实基础。

2.需解决的共性技术问题

针对传统硅基 PiN 器件反向恢复损耗大、开关速度慢等问题，开展 5.0 kV 及以上高性能碳化硅肖特基器件研制。研究聚焦三大关键技术：一是新型器件结构设计，采用结势垒肖特基结构，通过仿真优化参数，以实现超高耐压并将反向漏电流控制在微安级。二是攻克制备工艺难题，开发新型刻蚀技术以解决碳化硅材料加工困难，实现结终端电场的精准调制。三是提升封装可靠性，采用耐高温材料与先进焊接工艺，使工作结温达 175℃，显著增强器件在极端工况下的稳定性。

3.考核指标

（1）技术参数：

①器件性能：反向耐压 ≥ 5.0 kV，实际应用中长期运行波动范围 $\leq \pm 5\%$ ；额定电流（5A-10A）下正向压降 ≤ 1.5 V（降低导

通损耗)；室温(25℃)下反向漏电流 $\leq 30\mu\text{A}$ ，高温(175℃)下反向漏电流 $\leq 100\mu\text{A}$ ；反向恢复时间 $\leq 50\text{ns}$ (满足高频应用需求)；

②制备工艺：通过工艺优化，碳化硅芯片成品率 $\geq 80\%$ ；

③封装性能：封装热阻 $\leq 50^\circ\text{C}/\text{W}$ (确保散热性能)；经1000次温度循环(-45℃至175℃)测试后，器件性能参数变化 $\leq 20\%$ (保障封装可靠性)；

④可靠性：通过高温反偏测试(VR80%，85℃，Rh=85%，1000h)，确保器件工作寿命 ≥ 10000 小时；抗静电能力(ESD)满足人体模型(HBM)4kV等级要求。

(2) 成果交付形式：

论文2篇，发明专利(申请)3件，实用新型专利(申请)1件；新工艺1项；

其他交示件：碳化硅原型器件 100 只(样品)。

(3) 经济社会效益：

项目完成后3年内，实现至少2个高压大功率碳化硅器件的行业应用推广，适配典型电路5个以上，总产值1000万元；突破国产化高压大功率碳化硅器件关键技术，降低用户硬件成本，增强产品市场竞争力；在电力传输、轨道交通、航空航天等特殊领域，产品上市后市场占有率有望提升至30%，推动高端国产化功率器件大规模应用，助力国家大型设施与设备实现自主、可控、可靠、安全运行。

4.需求单位及联系人

济南鲁晶半导体有限公司

王娇娇 15628810835

（十七）二维磁性材料磁存储器件关键技术研究

1.需求描述

二维半导体材料被列入《前沿材料产业化重点发展指导目录（第一批）》。二维磁性材料自旋电子器件具有高集成度、低能耗、非易失等优势，为研发后摩尔时代信息存储与逻辑器件提供了重要机遇，受到了全球各大科研实验室和三星、台积电等集成电路领军企业的广泛重视。当前，美国、瑞典等国在二维异质结构、磁器件、磁测量等领域取得突破，建立技术壁垒。我国在二维磁性材料物性调控、磁电阻等方面亦取得进展，但在高精度磁测量、标准化体系和产业化能力上仍存在短板。项目契合《山东省新材料产业科技创新行动计划（2025—2027年）》未来产业发展布局行动，支持二维磁性材料与自旋电子器件的研发。项目实施将促进济南新材料和集成电路产业链协同创新。

2.需解决的共性技术问题

二维磁性材料磁存储器件在应用中主要面临三大难题：（1）高质量可控制备难，需满足大尺寸、高均匀性与界面精度要求；（2）磁矩翻转能耗高，需与当前 CMOS 工艺兼容；（3）室温磁电阻低，稳定性差。项目拟攻克如下关键技术：（1）阐明原子级精准可控的生长动力学原理，通过分子束外延、分步气相沉积等实现高质量晶圆级二维磁性材料制备及其异质结构集成。

（2）通过多物理场协同实现高效自旋轨道矩驱动磁矩翻转，引入电控磁各向异性、面外自旋极化等，突破数据写入过程中高临

界电流密度、外磁场辅助等技术瓶颈，实现高效磁矩翻转。（3）设计具有高室温磁电阻的新型磁异质结构，制备自旋轨道矩磁性随机存储器原型器件，加速推动二维自旋电子器件的实际应用。

3.考核指标

（1）技术参数：

①二维磁性材料的制备：实现高质量、大面积、可控厚度的二维磁性材料（如 Fe_3GaTe_2 、 Fe_3GeTe_2 等）的批量制备；

②自旋轨道矩效应的优化：通过材料选择与结构设计，增强二维材料中的自旋-轨道耦合效应，提高自旋轨道矩效率，临界翻转电流密度降至 $5 \times 10^6 \text{ A/cm}^2$ ；

③器件结构设计：设计新型磁性异质结构，实现室温磁电阻 $\geq 100\%$ 。

（2）成果交付形式：

论文 3 篇，发明专利（申请/授权）3/1 件，软件著作权 10 个；

其他交示件：第三方检测报告。

（3）经济社会效益：

产业化示范形式

围绕二维磁性材料磁存储器件关键技术，建校企联合中试线，突破原子层沉积制备、异质结集成等瓶颈，开发二维磁性材料基存储芯片原型。联合下游企业搭建测试平台，验证高密度、低功耗特性，形成“材料 - 器件 - 应用”示范链条，加速技术转化。

经济社会效益

随着大数据、云计算、物联网等领域的快速发展，对高性能存储技术的需求将持续增长。本项目研发的二维材料自旋轨道矩磁性随机存储技术有望在未来几年进行产业化，形成较大的市场规模，为企业创造可观的经济效益。项目完成后预期量产后每年可实现销售收入 1500 万元，预计实现年新增利润 375 万元，年新增税收 195 万元。本项目将推动二维材料在自旋电子学领域的应用研究，促进相关技术的创新与发展，推动存储产业的升级转型，提高我国在全球存储技术领域的竞争力。

4.需求单位及联系人

山东万博科技股份有限公司

崔昌云 19953101656

六、高端数控机床与机器人

（十八）无人机自动智能喷涂机器人系统研制

1.需求描述

当前，我国涂装行业智能化水平不足，关键设备进口依赖度高，尤其在复杂曲面喷涂精度、多系统协同控制等方面与国外存在差距，制约了高端无人机等产业的规模化发展。针对济南市高端装备制造、人工智能等重点产业发展方向，开展无人机自动喷涂机器人系统研制，将突破九轴联动控制、3D 视觉定位、路径规划等关键技术，推动涂装工艺向绿色化、智能化升级，提升本地产业链协同能力，带动上下游产值增长，强化济南市在智能装备领域的话语权，助力“制造强市”战略实施。

2.需解决的共性技术问题

针对产业面临大尺度复杂曲面（如无人机机翼）涂层均匀性差（厚度波动 $\pm 30\mu\text{m}$ ）、强风扰下轨迹偏移（ $>8\text{mm}$ ）导致合格率骤降（ $<65\%$ ）、高危防爆环境（如 IIB 级氢气）人工作业风险高，以及小批量定制化生产难以降本等核心瓶颈，开发多视角图像三维重建技术，基于刚体骨架构建与位姿解算实现对无人机工件的自动测量和定位；开展复杂曲面路径规划研究，保证 100% 覆盖与涂层均匀；开发离线编程与仿真软件，集成工艺数据库，实现喷涂参数优化与碰撞检测；开发挂壁式中空手腕机器人，兼容多涂料与内走线布局；通过 PLC/工控机架构协同机器人、供漆、视觉系统，搭建示范产线。

3.考核指标

（1）技术参数：

①喷涂与运动精度：设备末端转速检测精度 $\pm 0.5\%$ ；

②复杂曲面喷涂精度控制：攻克翼展 ≤ 25 米大型无人机曲面喷涂路径覆盖难题；

③视觉与数据处理：无人机表面三维重建误差 $\leq \pm 5\text{mm}$ ，定位速度 ≤ 1 分钟；

④多系统协同优化：解决机器人与视觉检测系统的实时数据交互问题，响应延迟 $\leq 100\text{ms}$ ；

⑤工艺效率：将单台设备喷涂效率提升至人工的 3 倍，涂料利用率从 60%提升至 85%以上；

⑥涂装环保性 VOC 减排:15%-20%。

（2）成果交付形式：

论文 1 篇，发明专利（申请/授权）2/1 件，软件著作权 1 个；

其他交示件：样品 1 台。

（3）经济社会效益：

经济效益：项目实施期内预计实现销售收入超 2 亿元，带动喷涂机器人、智能控制器等上下游产业链发展。通过自动化升级，单线可降低人工成本 30%-50%，涂料节省 10%以上，喷涂效率提高 40%，显著优化企业成本结构。

社会效益：项目推动喷涂技术绿色智能化转型，有效消除有机溶剂对工人的健康危害，降低职业病风险。突破九轴联动、3D 视觉等关键技术，实现高端喷涂装备自主可控，打破国外垄断，提升我国智能制造产业链安全水平。

4.需求单位及联系人

济南希润自动化科技有限公司

杨培培 18053107200

（十九）石油管螺纹非接触光学检测机器人研发

1.需求描述

当前国内螺纹检测仍以人工和接触式量具为主，存在精度低、效率差、不可追溯等短板，难以适应深井、高压井等复杂工况要求。国外企业已布局光学扫描与智能算法融合的高端检测装备，国内技术尚处于起步阶段。面向济南市高端装备与智能制造重点产业发展需求，聚焦油管、套管螺纹加工质量在线检测这一行业瓶颈环节，契合石油装备制造数字化、智能化升级方向，推动机器视觉、三维重构、智能算法等先进技术在石油装备领域的集成应用，促进济南市在智能检测装备、高端传感器及工业软件

等产业链环节的协同发展，显著提升区域制造业数字化水平与核心竞争力。

2.需解决的共性技术问题

针对管道螺纹检测方法普遍存在定位精度不足、识别算法鲁棒性差及系统集成度低等共性技术瓶颈，制约了检测智能化与产业规模化应用。项目拟重点突破三项关键技术难题：一是基于三维点云的管道端面识别与机器人引导定位技术，解决复杂工况下管端识别与机器人高精度对位难题，实现非接触、高通用性的自动定位；二是基于亚像素边缘检测的轮廓识别与螺纹特征提取技术，攻克环境干扰下螺纹边缘检测精度与稳定性问题，实现多参数高精度测量；三是软硬件一体化的智能检测装备开发技术，突破算法、传感器与机器人控制间的协同集成瓶颈，构建具备自主检测、分析与报告能力的工程化装备体系，从根本上提升螺纹检测的自动化、数字化与智能化水平。

3.考核指标

（1）技术参数：

- ①适用螺纹类型：圆螺纹、偏梯形螺纹；
- ②支持管径范围： $\Phi 114\text{mm}-\Phi 340\text{mm}$ ；
- ③管端中心定位误差 $\leq \pm 2\text{mm}$ 、管道轴线角度误差 $\leq \pm 1^\circ$ ；
- ④检测参数类型：累计螺距误差、齿高、齿厚、锥度、牙顶径、椭圆度、管端倒角；
- ⑤测量尺寸误差 $\leq \pm 0.01\text{mm}$ 、测量角度误差 $\leq \pm 1^\circ$ ；
- ⑥单件检测时间 $\leq 60\text{s}$ 。

（2）成果交付形式：

发明专利（申请/授权）3/1件，软件著作权2个；

其他交示件：管道螺纹非接触测量机器人 1 台。

（3）经济社会效益：

本项目的实施将显著提升螺纹检测效率与质量，特别适用于石油行业套管、油管、管线管螺纹等需高精度密封控制的应用场景，具备广阔的行业推广价值。除油气领域外，该系统还可拓展应用于核能设备、特种压力容器、航天航空连接构件等对螺纹质量要求极高的制造领域。

项目建成后，预计可形成具有自主知识产权的智能螺纹检测机器人系统，填补国内在该领域高端智能装备的技术空白，打破国外技术封锁，实现从“人工检测”到“智能检测”的跃升。该成果有望为济南市在智能制造、先进装备等领域的技术突破与产业升级提供有力支撑，带动相关核心零部件、控制软件、图像算法等配套产业发展，提升区域制造业整体技术水平与核心竞争力。预计可为企业带来 3500 万的销售额及 200 万元左右的税收。

4.需求单位及联系人

山东德晟机器人股份有限公司

刘慧 18766130302

（二十）动柱龙门五面体加工中心关键技术研发

1.需求描述

高端数控机床被誉为“工业母机”，其技术水平直接决定了航空航天、汽车、能源等关键领域的核心零部件加工能力。目前，国内机床产业尚处于高速发展阶段，与国际巨头在结构刚度、热

误差控制和智能化方面存在“代差”，制约了高端装备的自主可控与应用推广。针对大型复杂结构件高效高精加工需求，攻克龙门五面体加工中心结构拓扑优化、热误差补偿等关键技术，推动产品达到国际先进水平并实现产业化，带动上下游核心部件、智能控制系统等协同发展，有效提升本地高端设备配套率与制造业韧性和区域技术创新与产业链竞争力。

2.需解决的共性技术问题

针对国内机床技术存在的机床的结构刚性不足，导致精度不稳；部件的材料性能受限，难以满足高负载运行要求；机床的工作面可靠性不足，易磨损、热变形大，影响长期精度等3大共性难题，研制新一代 B0SM-12000×4000 动柱龙门五面体加工中心。开展大尺寸机床刚性与载重提升技术研究，通过拓扑优化、复合支撑设计及热变形主动补偿，提升整机刚度，降低热误差；开展关键部件材料性能优化技术研究，开发高模量铸铁材料、双金属复合材料及寿命预测模型，提高强度和疲劳寿命；开展机床工作面强化技术研究，采用激光熔覆+梯度涂层+智能检测体系，提高耐磨性与重复定位精度。

3.考核指标

（1）技术参数：

①核心参数：工作台面积 $\geq 12000\text{mm} \times 4000\text{mm}$ ，承重 $\geq 50\text{t}$ ，定位精度 $\leq 0.005\text{mm/m}$ ，重复定位精度 $\leq 0.003\text{mm}$ ，主轴转速 $\geq 6000\text{r/min}$ ，多轴联动精度满足微米级加工要求；

②功能特点：支持五面体一次性加工（铣削、钻孔、镗孔、攻牙等多工序集成），适配大型复杂曲面工件（如航空航天叶片、

船舶结构件、汽车模具等），兼容铝合金、钛合金，高强度钢等多种材料；

③应用场景：航空航天制造、船舶重工、汽车及新能源汽车核心部件加工、能源设备（汽轮机/发电机壳体）生产等高端装备领域。

（2）成果交付形式：

论文 2 篇，发明专利（申请/授权）1/1 件，实用新型专利（申请/授权）2/2 件；

其他交示件：升级版动柱龙门五面体加工中心一个；第三方检测报告。

（3）经济社会效益：

经济效益：国产替代节约外汇支出，替代进口设备（如德国德玛吉、日本马扎克等），单台成本降低 50%-60%，预计每年可为下游企业节约采购成本超 2 亿元；企业营收增长，达产后，预计年产动柱龙门五面体加工中心 50 台，利润贡献率提升至 35%以上。

社会效益：国家产业安全保障，突破国外对高端五轴机床的技术封锁与限制，实现航空航天、武器装备等关键领域核心设备自主可控，提升国家制造业供应链安全性；技术标准引领，制定 1 项以上团体标准或行业标准（如《五轴龙门加工中心精度检测规范》、《大型机床智能运维技术要求》），推动国产机床标准体系与国际接轨；高端人才培育，培养 20 人以上研发团队（涵盖机械设计、数控系统开发、智能运维等）。

4.需求单位及联系人

济南章力机械有限公司

韩纪光 13605413016

（二十一）基于 AI 视觉技术的汽车高速冲压件智能缺陷检测系统研发

1.需求描述

随着新能源汽车和轻量化趋势推进，中国汽车产业对车身冲压件高强度、复杂曲面和高精度提出更高要求。国外如德国、日本在部分冲压产线已实现高速自动化和 AI 视觉缺陷检测，具备秒级反馈能力，但多为单工位优化，缺乏跨工序、多缺陷类型在线识别的全流程解决方案；国内大多数产线仍依赖人工判定，高速多缺陷在线检测能力不足。为突破高速冲压件在线缺陷检测技术瓶颈，实现高精度、高速、多缺陷类型的 AI 视觉检测能力，契合济南市智能制造与高端装备产业发展方向，推动机器视觉、AI 算法、光学设备及系统集成等关键环节技术进步，提升汽车零部件产业链智能化水平，强化区域制造业创新能力和核心竞争力。

2.需解决的共性技术问题

针对高速节拍下缺陷识别难、复杂曲面与光学干扰、多缺陷类型识别与算法鲁棒性不足和数据处理与实时性瓶颈等问题，开展高速冲压件多缺陷在线识别算法开发；高速、高精度视觉成像系统设计；多模态数据融合与实时缺陷判断技术；在线检测系统集成及验证，实现高速、高精度、多缺陷类型检测能力。

3.考核指标

（1）技术参数：

①质量检测系统

检测速度： ≥ 15 件/分钟（匹配冷冲生产节拍）；

检测准确率： $\geq 98\%$ （缺陷识别的正确率）；

缺陷类型覆盖：开裂、毛刺、缩颈等常见缺陷；

缺陷识别最小尺寸： $\geq 1\text{ mm}$ ；

误报率： $\leq 5\%$ ；

漏检率： $\leq 1\%$ 。

②智能调度与排产系统

实时数据采集频率： $\geq 100\text{MS}$ （设备状态、模具状态、原料库存等）；

排产优化周期：动态实时调整，最短调度间隔 ≤ 5 分钟；

插单响应能力：插单判定及排产调整时间 ≤ 30 秒；

系统可支持的并发设备数量： ≥ 50 台。

③自动物流与仓储系统

AGV 导航定位精度： $\leq \pm 20\text{ mm}$ ；

AGV 平均运行速度： $\geq 1\text{m/s}$ ；

同时支持 AGV 数量： ≥ 10 台；

自动装框速度： ≥ 15 件/分钟。

④系统集成与通讯

通讯延迟： $\leq 100\text{ ms}$ （设备间数据交换）；

数据传输可靠性： $\geq 99.9\%$ ；

系统可扩展设备数： ≥ 100 台。

（2）成果交付形式：

论文 1 篇，发明专利（申请）1 件，软件著作权 4 个。

（3）经济社会效益：

高速冲压件在线检测可将缺陷识别率提升至 99% 以上，按年产冲压件 9 亿~30 亿件计算，每年可避免数十万件潜在次品，保障整车质量和安全性；

每条冲压产线部署在线检测系统可减少人工检测 50% 以上，按全国 3000 条产线估算，每年可节约人工成本约数亿元，同时降低因缺陷返工造成的材料和物流浪费；

智能检测系统将带动机器视觉、AI 算法、光学设备及系统集成等上下游产业发展，市场潜力可达 100~200 亿元，提升区域产业技术水平与竞争力；

通过实时缺陷检测，可降低废品率 1~3%，节约材料消耗及能源使用，提升生产效率与资源利用率；

缩小与德国、日本部分企业高速冲压件在线检测能力技术差距，提高国内汽车零部件产业自主创新能力，为制造强国战略提供关键技术支持。

4.需求单位及联系人

济南奥图自动化股份有限公司

李光峰 18653179288

（二十二）大型复杂曲面模具的免编程激光再制造智能装备研发

1.需求描述

在大型复杂曲面零部件的激光增材修复领域，目前国内外主

流技术路线采用依赖离线编程模式的机器人自动化加工。这一技术路线的工艺流程极为繁琐复杂，对操作人员的专业素养要求极高；难以实现加工工艺参数与机器人空间位姿的实时精准协同和动态优化，缺陷率始终居高不下，严重制约了该技术的工程化应用和大规模推广。为攻克上述技术瓶颈，开发数智化激光增材机器人控制系统，填补济南市在高端激光增材制造领域的技术空白，凭借国际领先的技术突破，显著提升济南在全球激光增材修复领域的技术话语权和产业影响力。

2.需解决的共性技术问题

针对复杂曲面机器人空间位姿的路径规划，开发视觉软件研究复杂曲面模具的激光熔覆再制造工艺，开发光-丝/粉逻辑的底层代码，实现机器人空间位姿与熔覆工艺的有效协同；针对激光熔覆过程中的形性控制难题，研究适用激光熔覆熔池在线监测的方法，探究激光熔覆工艺与加工过程熔池特征之间相关性；开展激光熔覆再制造装备的集成与应用示范。

3.考核指标

（1）技术参数：

①视觉识别工件后机器人可同步获取工件相对于机器人的空间位姿及坐标；视觉识别精度 $\pm 0.05\text{mm}$ ，工件与机器人空间精度 $\pm 0.05\text{mm}$ ；

②研究并形成常用模具材料的工艺数据库。激光功率 1000w-5000w 可调可控，扫描速度 5-35mm/s 可调可控。工件任意位置摆放，不需要定位。最大可修复产品尺寸不小于 3000mm × 5000mm；

③数智化免编程，快速生成机器人运动轨迹，扫描到轨迹生成时间不超过 5min，并能协同激光器送丝送粉器等辅助设备设施。送丝速度 1-50mm/s 可调可控。送粉 0.1-50g/s 可调可控。

(2) 成果交付形式:

论文 5 篇，发明专利（申请/授权）5/1 件，软件著作权 1 个；新工艺 1 项；

其他交示件：技术检测报告。

(3) 经济社会效益:

经济效益方面，该技术可减少金属冶炼和加工环节，降低能源与原材料消耗。项目将在冷冲压、超高强钢热成形、注塑、大型锻压模具等行业应用示范 20 台套激光再制造装备，实施期内预计形成销售额 4500 万元、利税 300 万元，全部达产后，每年新增收入 6000 万元、利税 500 万元。

社会效益上，激光再制造技术作为绿色制造技术，以高精度激光束扫描实现材料微米级修复，减少废料与资源消耗，契合国家可持续发展计划和循环经济。项目突破国外技术垄断，实现核心技术自主可控，将推动传统模具产业数字化、智能化转型，提升我国全球制造业竞争力。

4.需求单位及联系人

山东小鸭精工机械有限公司

胡心平 17865185927

(二十三) 基于 AI 技术的综合管廊四轮足巡检机器人系统研发

1.需求描述

当前，城市地下综合管廊（一种集中敷设电力、通信、给水、燃气等市政管线的公共隧道）结构复杂且任务多变，传统轮式平台难以满足高效、稳定作业要求。基于人工智能（AI）的综合管廊四轮足巡检机器人可搭载 AI 视觉识别、热成像分析及结构健康监测技术，能够精准捕捉管廊内细微裂缝、管道渗漏等早期故障。该机器人是济南城市基础设施智能化升级的核心驱动力之一，可执行综合管廊中的复杂巡检、安全监测等任务。其不仅能显著增强城市地下生命线的韧性与可靠性，更将重塑济南在智慧城市领域的竞争力。随着该技术的深入应用与生态体系的完善，济南市有望成为全国地下空间智能运维的标杆城市，引领未来城市基础设施管理的创新模式。

2.需解决的共性技术问题

（1）设计轻量化高能效腿轮复合机构，研发复杂管廊环境下轮足机器人动态稳定运动控制方法，满足轮腿机器人执行地下管廊巡检任务时，需具备的强大地形适应能力，以及实现步态的自主选择与在线轨迹规划能力。

（2）构建广域工作空间中的轮足机器人多传感器融合定位与导航策略，融合处理激光雷达、相机、IMU、GNSS 等多种传感器信息，满足机器人在单一传感器发生退化的场景下利用其他感知信息弥补特征缺失，在执行特定任务时实现实时避障规划。

（3）开发复杂非结构场景下垂直领域大模型驱动的轮足机器人的识别检测与精准作业技术，设计面向管廊巡检场景垂直领域大模型，构建通用型识别检测与作业策略，攻克动态复杂环境

下轮足机器人的精准作业技术。

3.考核指标

(1) 技术参数:

①多模态地形适应能力: 通过 30° 斜坡、80cm 非连续高台、20~25cm 连续台阶及碎石、草地等非结构化地形种类 ≥ 4 种, 跨越沟壑距离 30cm;

②高精度动态定位: 里程计定位误差 $\leq 5\text{cm}$ (室内)、 $\leq 15\text{cm}$ (室外);

③续航能力: 连续作业 $\geq 2\text{h}$;

④负载能力: 持续负载作业能力, 自重负重比 $\geq 45\%$;

⑤抗冲击运动稳定性: 机器人以 0.5m/s 运动状态下, 受到 30kg · m/s 侧向冲击后 2s 内可稳定站立;

⑥通信数据传输安全可靠: 数据传输距离 $> 500\text{m}$ 和延迟时间 $< 1\text{s}$;

⑦异常检测项: 各类仪器仪表异常、阀门开关状态、有害气体浓度、电缆过热、电缆破损、管道裂缝渗漏等巡检项不少于 30 项, 异常状态识别精度 $\geq 95\%$ 。

(2) 成果交付形式:

论文 1 篇, 发明专利 (申请) 3 件;

其他交示件: 交付满足考核指标要求的四轮足巡检机器人样机或产品 1 台。

(3) 经济社会效益:

全天候自动化作业, 覆盖复杂地形: 其自主导航与避障功能

结合 SLAM 技术，可在复杂拓扑结构的管廊内动态规划最优路径，实现长距离无死角巡检，效率达到人工的 8-12 倍。

降低运维成本，优化资源配置：减少专业巡检人员数量及防护装备、安全培训等费用，运维成本可降低 30% - 50%。

能效与调度优化：日均移动距离减少 28%，电池消耗降低 19%，通过智能充电管理实现续航优化。

高精度检测隐患，预防重大事故：实现设备故障的趋势预测和主动维护，显著降低城市断水、断电、燃气泄漏等重大事故风险。

强化应急响应能力：高效响应机制在济南泉水区等地质复杂区域尤为重要，可有效缩短应急处置时间，减少次生灾害损失，保障城市生命线系统的连续。

4.需求单位及联系人

浪潮智能终端有限公司

王怀震 13290336679

七、空天信息

（二十四）物理-仿真协同的低空飞行器在环测试系统

1.需求描述

该项目拟通过融合实物平台与数字仿真，为通用航器、无人机、eVTOL 等低空飞行器提供高保真、全工况、快速切换的测试与适航验证能力。

国外普遍遵循“先低空后高空”发展规律，目前我国在低空领域起步较晚，核心测试设备仍依赖进口，模型耦合精度不足，

制约适航效率与产业落地。本项目将突破关键技术，打通“研发-适航-商业化”通道，推动飞控、航电等核心部件从“实验室样机”向“装机验证”快速过渡。

项目将填补高精度在环测试平台的空白，增强济南市在低空装备全产业链中的主导地位，与本地制造、运营、应用场景形成协同互补，构建“研发-制造-验证-应用”完整产业链体系。

2.需解决的共性技术问题

当前低空飞行器测试存在三大瓶颈：传统物理测试成本高、周期长；纯软件仿真简化物理特性，验证可信度不足；在环测试平台专用性弱，难以覆盖多场景耦合需求。

针对以上问题，本项目重点开展以下研究：

（1）多物理场耦合动态建模，构建气动-结构-热-电一体化模型；

（2）物理-仿真实时协同与数据同步，研发高精度时钟同步与低延迟通信中间件；

（3）半物理在环测试平台构建，集成实物与虚拟模型，支持极端工况重构；

（4）系统性能评估与自适应优化，通过机器学习建立评估-优化闭环。

需攻克多物理场高精度建模、异构系统实时同步、全工况平台集成与自适应优化等关键技术，形成“建模-验证-优化”闭环测试体系，为低空飞行器研发与适航认证提供核心支撑。

3.考核指标

（1）技术参数：

①多物理场耦合动态仿真建模技术。模型覆盖通航环控（气

流输送、压力调节)与无人机飞行(热交换、气动响应)核心物理过程;模型与实际系统偏差 $\leq 5\%$;

②异构系统实时数据交互与协同控制技术。交互框架兼容 ARINC429、CAN 等 ≥ 2 种主流协议,中间件信号转换准确率 $\geq 99\%$;数据交互延迟 $\leq 10\text{ms}$;支持实物测试、半实物仿真、全仿真 3 种模式灵活切换,切换响应时间 $\leq 30\text{s}$;

③全工况半物理在环测试平台构建技术。平台集成环境控制、飞控计算、任务载荷等 ≥ 3 类实物硬件,虚拟-实物闭环响应时间 $\leq 20\text{ms}$;工况编辑器支持高空低压、电机失效等 ≥ 5 种场景快速构建,参数加载时间 $\leq 1\text{min}$;监控界面实时展示 ≥ 5 类核心数据,异常警告延迟 $\leq 5\text{s}$,实现全流程监测与故障追溯;

④全工况性能评估与优化技术。覆盖正常运行、故障诱发、极端环境等 ≥ 5 类工况,同步采集 ≥ 8 维数据,采集准确率 $\geq 95\%$;基于机器学习的评估模型关键指标分析准确率 $\geq 90\%$,参数优化迭代周期 \leq 传统方法 50%;自动生成符合 CCAR/FAA 标准测试报告,数据追溯与故障复现成功率 $\geq 95\%$ 。

(2) 成果交付形式:

论文 3 篇,发明专利(申请/授权) 3/1 件,实用新型专利(申请/授权) 4/2 件,软件著作权 2 个;科技成果 1 项,新工艺 1 项;

其他交示件: 搭建“物理-仿真协同的低空飞行器在环测试系统”1 套;建立“物理-仿真协同在环测试标准”1 项。

(3) 经济社会效益:

本项目将形成标准化“物理-仿真协同在环测试平台”,面向低空飞行器国产化企业与无人机检测机构推广,构建“硬件设

备+定制测试”双轨产业模式。

经济效益方面，平台可缩短零部件测试周期 30%，降低验证成本 30%以上，助力企业年均节省研发投入超百万；推动济南国产环控部件认证周期压缩至 3 个月内，产品提前 6-12 个月上市，预计 3 年带动合作企业新增产值超千万元；平台年服务航空企业 20 家，实现技术服务收入约 2000 万元，其中济南本土企业收入占比不低于 50%。

社会效益包括：支撑 10 个核心部件进口替代，增强产业链自主可控；将试飞验证风险降低 70%，提升飞行安全保障能力；输出覆盖 CCAR/FAA 的测试数据规范，推动建立国内首个物理-仿真协同在环测试标准，完善行业标准体系。

4.需求单位及联系人

山东翔宇航空技术服务有限责任公司

刘树奇 18560058689

（二十五）低空场景下融合 AI 的无人机集群控制关键技术装备研发及应用

1.需求描述

当前国内外无人机集群与 AI 融合应用面临诸多共性技术难题，如复杂环境下无人机智能感知能力弱、动态环境中无人机自主规划不足、无人机集群协同调控能力和编队控制不完备、无人机集群自主巡检调度大规模高并发异构数据处理困难等。本项目丰富济南市低空经济应用场景，壮大空天信息产业与人工智能产业共同体，加快形成低空经济新质生产力，推动低空经济产业高

质量发展，打造全国低空经济发展先行区、集聚区和示范区。

2.需解决的共性技术问题

（1）核心技术难点：低空复杂场景中微小目标捕捉精度差且识别率低；低空多变环境下无人机自主避障能力极弱且路径规划实时性不足；低空高密度大频次飞行时无人机集群协同调控不精准且编队控制不完备。

（2）研究内容：基于轻量化混合模型的微小目标高精度检测方法；全局局部双层架构下融合 AI 的无人机实时路径规划算法；基于多源数据融合的无人机集群高精度定位与高效协同控制机制；构建无人机集群自主巡检调度系统平台。

（3）需攻克的关键技术：基于 AI 的低空微小目标高精度识别技术；复杂环境中无人机集群自主避障与路径规划技术；无人机集群协同调控和编队控制技术。

3.考核指标

（1）技术参数：

①算法端到端运行速度提升 20%以上，低空复杂场景下目标特征识别均值平均精度（mAP）提升 40%以上，动态场景下每秒检测帧数（FPS）稳定达到 20 帧以上；

②多机协同作业时无人机间相对位置误差小于 0.5 米，多机协同操作链路中指令与数据通信延迟小于 100 毫秒，编队单/多机故障时系统自主重构与稳定性恢复时间不超过 3 秒，无人机集群任务综合完成度不低于 95%；

③电网巡检中应用中绝缘子破损、销钉缺失、杆塔倾斜、防振锤位移等目标检测准确率大于 90%，对比人工执行巡检流程系统任务执行时间效率提升 50%以上。

(2) 成果交付形式:

论文 1 篇, 发明专利 (申请/授权) 3/2 件, 软件著作权 3 个;

其他交示件: 无人机自主巡检集群及管理调度平台装备 1 套。

(3) 经济社会效益:

本项目以 AI 技术与无人机集群融合为核心, 以电网巡检为示范点, 带动无人机集群在测绘、应急等多行业规模化应用, 预计两年签订合同 1300 万元, 新增税收 80 万元以上。通过本项目的实施, 构建“核心技术攻关-场景联试示范-产业链配套”协作体系, 降低无人机企业智能化改造成本 30%, 三年内拓展至 10 家本地企业应用场景, 拉动配套产业产值增长 2000 万元, 新增就业岗位 50 个, 推动制定无人机集群智能应用的“济南标准”, 为空天信息产业链强链补链提供核心动能。

4.需求单位及联系人

山东巨微智能技术有限公司

张成秀 13012997663

(二十六)桥梁工程空地协同智能安全监测关键技术与预警系统研发

1.需求描述

2024 年底, 我国桥梁总数已经超过 100 万, 位居世界首位。尽管全国桥梁数量与质量稳步上升, 但是危桥、旧桥和低荷载桥梁数量也在增加。传统桥梁健康监测系统复杂、成本高昂, 数据处理效率低、响应滞后预警准确率不高、传感器长期稳定性差;

现有的轻量化健康监测系统在数据准确性、系统稳定性、监测部位的针对性、监测参数的多样性和数据处理与分析能力方面仍存在不足。

济南市现有桥梁在重载与大流量压力、极端天气、早期设计标准滞后以及车辆超载等因素的影响下，面临着路面老化、结构疲劳、钢筋锈蚀、裂缝扩张等诸多安全隐患，对结构安全耐久性构成挑战。

综上所述，亟需研发一整套桥梁工程空地协同智能安全监测关键技术与预警系统，解决目前地质灾害预警能力不足、投入及维护成本过高、协调性差等问题，提升桥梁安全运营水平。

2.需解决的共性技术问题

（1）产业的共性问题

目前国内外桥梁工程的空地协同智能安全监测与预警系统研发刚刚起步，技术水平及成熟度较低，系统研发既需桥梁工程背景，又需要工程力学、传感器与仪器、信息、计算机等专业知识，涉及多学科交叉，同时多信息融合的桥梁病害诊断定级尚缺乏标准。

（2）研究内容

①复杂场景桥梁细观病害无人机自主巡检与快速智能识别方法及系统；

②桥梁典型病害（梁体变形、支座位移、桥墩撞击/倾斜等）轻量化无线传感器研制与系统自组网；

③桥梁病害智能识别空地协同监测预警平台开发；

④济南市桥梁安全监测工程应用与评估分析。

（3）攻克的关键技术

- ①桥梁工程全场景覆盖无人机自主巡检技术；
- ②无人机巡检图像高质量预处理及快速智能病害识别技术；
- ③桥梁典型病害轻量化监测传感器自组网与数据融合技术；
- ④空地协同系统的多源数据高效融合与监测预警平台开发。

3.考核指标

（1）技术参数：

①工程无人机，巡检遥控信号有效距离 ≥ 2 千米，六向避障距离 ≥ 2 米，最大水平飞行速度 ≥ 40 千米/小时，单次作业最长续航 ≥ 30 分钟，具备抗6级风和小雨防护能力；

②云台相机，搭载定焦、变焦相机，可实现至少8倍变焦，图像分辨率 ≥ 1200 万像素，具备三轴机械云台，俯仰可控转动范围 $\geq -90^\circ$ 至 0° ；

③机器视觉智能测量系统，测量距离 ≥ 200 米，测量精度 $\leq 1\text{mm}$ ，通讯方式4G，防护等级IP65；

④桥梁支座部位梁体偏移检测传感器，量程 $\geq 200\text{cm}$ ，测量精度 $\leq 3\text{mm}$ ，通讯方式4G，防护等级IP65；

⑤振动和倾斜一体化系统，振动量程 $\geq \pm 8\text{g}$ ，测量精度 $\leq 0.01\text{g}$ ；倾角量程： $\pm 30^\circ$ ，绝对精度 0.1° ，分辨率 0.01° ，通讯方式4G，防护等级IP67；

⑥桥梁典型病害识别，准确度 $\geq 90\%$ ，平均精度 $\geq 90\%$ 。

（2）成果交付形式：

论文4篇，发明专利（申请/授权）3/2件，软件著作权1个；其他交示件：实物成果，空地协同监测预警平台；机器视觉

桥梁变形智能测量系统；桥梁支座部位梁体偏移检测传感器；车船撞击桥梁与独柱墩桥梁倾覆振动倾斜一体化传感器。技术成果，第三方权威机构的传感器性能测试与检测报告；无人机监测系统、桥梁病害多源监测传感器测试方法与技术报告；至少两处的工程安全监测实际应用报告。

（3）经济社会效益：

本项目实施后，将产生一系列低空无人机监测和轻量化监测传感器和技术成果，为市场提供有竞争力的产品。成果可广泛应用于桥梁工程建设和运营中，既能服务于交通管理部门的全域监管，也能为工程养护企业提供精准作业指导，还可支撑应急管理部门的灾害预警与处置决策。此外，成果基于自主研发设备，具备低成本、易推广的特点，适合在济南市乃至全国不同地域桥梁中应用，市场潜力巨大，仅仪器需求方面每年将产生数亿元的经济效益。而且项目技术成果可为工程安全和保障经济社会良好运行提供可靠支撑，形成的社会效益显著。

4.需求单位及联系人

铁正检测科技有限公司

孟令强 15297639981

（二十七）无人机低空赋能下的 5G 智慧高速公路场景创新关键技术研究

1.需求描述

济南市依托完善的通航基础设施、领先的 5G 网络覆盖率、密集的高速路网以及政策支持，使其成为探索“低空+高速”融

合应用的理想试验田。尽管基础扎实，济南在高速公路场景的低空技术应用仍存在高密度车辆接入及复杂地形区域的通信拥塞与信号盲区问题、巡检无人机端及边缘站算力资源受限、无人机探测“低、慢、小”等问题，难以满足高速公路复杂场景应用。

本项目旨在研发无人机-5G 融合的智慧高速解决方案，构建低空安全防护体系，开发 AI 中台，将济南 5G 基建优势、空天研发资源与智慧高速需求深度融合，形成“硬件研发+软件服务+场景运营”全产业链条，为济南打造千亿级空天产业集群提供核心场景抓手，强化济南在智慧交通低空应用领域的全国话语权，助力山东省在万亿级低空经济赛道中确立先发优势。

2.需解决的共性技术问题

（1）研发空天-车-路-空协同下高速公路自动驾驶车辆的多维度环境感知与动态决策控制机制。突破高速移动下融合空天信息与低空无人机的高精度定位、多目标识别与轨迹预测技术，攻克高速移动下通信延迟与可靠性问题，实现极端场景自适应决策。

（2）构建面向高速公路低空安全的智能无人机反制体系。突破高速公路下对“低慢小无人机”探测、识别、跟踪与处置技术，构建集“侦、扰、拦、毁”主动防御体系，探索分级式、精准化反制策略及云边协同指挥平台。

（3）研发高速公路智能巡检技术。突破无人机多光谱视觉感知系统在高速公路复杂环境中适应性，解决高速公路典型异常场景辨识度问题，攻关高速公路巡检中无人机端及边缘站算力资源受限难点。

3.考核指标

（1）技术参数：

①可通过计算机仿真验证自动驾驶车辆在高速路场景下融合空天-低空信息的环境感知准确率达到 90%以上，对 100 米范围内障碍物的识别率不低于 90%，结合无人机超视距感知实现 500 米范围内潜在风险预判准确率不低于 93%；

②可通过计算机仿真验证多用户车联网支持同时接入不少于 20 辆的自动驾驶车辆及 10 架/百公里的协同无人机，数据传输丢包率低于 1%（ $\text{snr} > 20\text{dB}$ ）；

③开发嵌入式智能巡检软件平台原型，支持 ≥ 3 类高速公路典型异常的实时检测（帧率 $\geq 15\text{fps}$ ），检测精度（ $\text{mAP}@0.5$ ） $\geq 85\%$ ；

④可通过计算机仿真验证综合探测识别准确率不低于 92%；

⑤可通过计算机仿真验证对于“软杀伤”模式，90%以上的情况下可成功迫使目标无人机偏离预定航线或迫降。

成果交付形式：

论文 6 篇，发明专利（申请/授权）6/2 件；

其他交示件：形成一套融合空天信息与低空无人机的高速路场景车路协同自动驾驶技术方案报告；形成一套高速公路无人机多光谱智能巡检技术方案报告；形成一套面向高速公路低空安全的智能无人机反制体系技术方案报告。

（3）经济社会效益：

通过项目的实施，预计每年新增销售收入可达 500 万元以上，通过车路协同与智能巡检降低事故率与养护成本，提升道路

通行效率；无人机反制体系削减单公里防护支出，共同推动智能网联汽车与低空经济产业链发展，形成千亿级市场；通过超视距预警与应急路径规划降低重大事故死亡率，全天候智能巡检保障道路安全畅通，车路协同技术缓解驾驶疲劳。项目还将培育空地融合、边缘计算等新兴技术集群，带动产业链整合与高端就业，并通过路径优化降低车辆能耗，促进绿色低碳发展。

4.需求单位及联系人

山东省邮电规划设计院有限公司

肖明萃 13791036507

（二十八）跨域协作异构智能载运装备立体物流关键技术

1.需求描述

山东省济南市作为全国物流枢纽和制造业大省，正面临城市配送效率不足、山区物流覆盖薄弱等现实挑战。传统物流模式受限于平面交通网络，难以满足新零售、楼宇高空清洗、应急保障等场景的立体化作业需求。研发无人机、无人车等智能载运装备的跨域协作技术，可突破地理空间限制，助力济南市构建空陆一体化的立体物流体系，对推动济南市新旧动能转换、培育低空经济产业集群具有战略意义。本项目聚焦异构智能载运装备协同感知、控制、调度与动态环境自适应能力迁移等核心技术，旨在为济南市打造全国智能物流示范高地提供技术支撑。

2.需解决的共性技术问题

跨域协作异构智能载运装备立体物流产业面临多重共性挑战，需重点突破四大技术瓶颈。其一，跨域异构载具交互融合感

知技术，需解决多模态数据时空对齐精度低的问题，攻克极端环境感知鲁棒性难题，提升全天候作业能力。其二，多智能体抗干扰协同运动控制技术，开发自适应滑模控制算法与动态风扰补偿机制，解决异构载具厘米级协同对接难题。其三，基于深度强化学习的动态调度技术，开发考虑任务优先级的抢占式调度引擎，构建层次化路径规划模型，解决跨域全局路径平滑过渡与冲突消解问题。其四，群体智能系统自适应进化技术，开发无监督神经网络架构搜索引擎，通过梯度优化实现跨场景知识高效迁移，实现群体系统动态环境下的持续自主优化。

3.考核指标

（1）技术参数：

①多模态数据融合延迟 $\leq 50\text{ms}$ ，实现无人机视觉数据与无人车激光点云的亚像素级匹配；

②智能异构载具（无人机与无人车）协同响应时间 $\leq 80\text{ms}$ ，无人车轨迹跟踪误差 $\leq 0.1\text{m}$ ，实现无人机悬停卸货与无人车移动接驳的厘米级协同控制；

③研发研制货运无人机载重 $\geq 80\text{kg}$ ，可在6级风力条件下实现无人机轨迹跟踪误差 $\leq 0.5\text{m}$ ，具备强风环境稳定作业能力；

④调度系统任务重规划响应时间 $\leq 1\text{s}$ ，任务调度成功率 $\geq 98\%$ ，配送准时率 $\geq 98\%$ ；

⑤实现城市峡谷环境厘米级（ $\pm 5\text{cm}$ ）实时三维建图，构建多尺度时空语义地图模型。

（2）成果交付形式：

论文 2 篇，发明专利（申请/授权）4/2 件，实用新型专利（申

请/授权) 5 件, 软件著作权 2 个;

(3) 经济社会效益:

产业化示范形式为在港口、厂区、工业园区等限定区域场景推广应用跨域协作异构智能载运装备立体物流系统, 累计推广不少于 20 套产品。

经济效益方面, 项目实施后产生直接经济效益 500 万元, 带动山东省智能物流产业链协同发展, 服务智能物流装备企业 3 家以上。

社会效益方面, 显著提升物流运输效率, 缩短配送时效(如山区物资配送时效从 10 小时缩短至 4 小时), 降低人力成本与运营成本; 助力构建绿色低碳新型物流基础设施, 支撑“双碳”目标实现; 培育低空经济产业集群, 推动新旧动能转换; 通过人才联合培养与技术攻关, 为智能物流领域输送复合型人才, 增强区域产业竞争力。

4.需求单位及联系人

山东百易智能装备股份有限公司

袁继恩 18865900087

八、人工智能

(二十九) 基于 MCP 的多智能体协同信息技术咨询服务业项目管理平台

1.需求描述

基于 MCP 协议的多智能体协同项目管理平台, 旨在通过标准化协议实现跨领域智能体的任务分解、动态调度与资源分配,

显著提升信息技术咨询项目的执行效率与协同能力，推动从“单一智能体”到“全流程智能协同”的转型。国际上，OpenAI、微软等巨头已广泛应用 MCP 技术，而国内在复杂咨询协同领域尚存短板。济南市产业基础雄厚、数字设施完善，具备发展条件。该平台将填补国内信息化咨询服务多智能体协同解决方案空白，赋能济南市信息技术咨询服务业，助力其打造黄河流域“AI+咨询”服务高地，为区域数字经济发展注入新动能。

2.需解决的共性技术问题

针对信息技术咨询服务业多智能体面临的通信与协作机制不统一、智能体自主决策能力感知能力差，以及 MCP 与现有系统的集成等面临的技术难点，选择一种广泛应用且具有良好扩展性的通信协议作为基础，结合强化学习优化任务分配与冲突解决；利用大数据与强化学习环境感知，构建可解释的学习决策模型；通过开发数据转换工具与接口适配层，确保 MCP 与多元现有系统无缝兼容、数据高效流转，从而打通信息壁垒，提升整体运营与决策效率。

3.考核指标

（1）技术参数：

①支持至少 5 个智能体的高效协同；多智能体模型通信协议（MCP）在模拟的复杂网络环境下（如高延迟、丢包）保持稳定可靠的通信，消息传递延迟 < 50 毫秒（内部网络）；

②根据场景选择，实现关键决策共识，达成共识时间 < 2 秒；

③智能体可通过发布/订阅、直接查询等方式访问共享知识库，知识召回延迟 < 1 秒；

④系统可容纳的客户数不少于 20000 人，在线人数不少于 1000 人，并发数不少于 300 人；

⑤系统事务正常响应时间 ≤ 1 秒，峰值响应时间 > 2 秒且 < 4 秒，事务平均响应时间 ≤ 1 秒，最长不超过 4 秒。

(2) 成果交付形式：

论文 2 篇，发明专利（申请/授权）5/2 件，软件著作权 5 个；其他交示件：多智能体协同项目管理平台；第三方测试报告。

(3) 经济社会效益：

研发一套基于 MCP 的多智能体协同信息技术咨询服务业项目管理平台，助力信息技术咨询服务精准决策支持，优化资源配置，强化风险管理，引领行业效率智变与价值重塑，赋能产业升级蝶变，构筑起资源共享、创新共融、价值共生的智慧生态链。项目实施期内，完成基于 MCP 的多智能体协同信息技术咨询服务业项目管理平台开发并应用，实现营收 2000 万元以上。

4.需求单位及联系人

山东正中信息技术股份有限公司

李士宽 17852157656

(三十)基于大模型的新能源商用车故障检测诊断多源异构生态平台

1.需求描述

本项目聚焦新能源商用车故障检测与智能诊断技术，契合国家智能制造和新能源汽车发展战略。济南市作为全国首个科创金融改革试验区及千亿级新能源车辆产业基地，拥有中国重汽等龙

头企业和完整产业链，具备实施该项目的产业、技术和数据基础。当前，国内外智能故障诊断技术快速发展，但国内在数据融合、大模型应用等方面仍存短板。项目依托人工智能、工业互联网等先进技术，构建跨模态数据融合与智能诊断平台，有助于破解维修人才短缺难题，推动新能源商用车向智能化、服务化转型，提升产业链协同效率，助力济南打造全国领先的智能网联汽车创新应用高地，为智慧城市建设和“双碳”目标提供有力支撑。

2.需解决的共性技术问题

新能源商用车智能运维面临四大核心技术难题：一是诊断精准度与效率瓶颈，传统检测手段无法有效识别复杂多发故障，故障定位效率低；二是数据孤岛与融合难题，不同车企采用的传感器标准和系统架构差异导致数据格式不统一，形成信息孤岛；三是技术适配性滞后，现有监测系统基于静态阈值告警，无法适应新型故障模式；四是运维成本高与安全风险突出，缺乏预测性维护能力，被动维修导致停运时间长、成本高。

针对上述难题，需攻克的关键技术环节：多源数据融合与跨模态分析技术，实现异构数据高效整合；大模型与小模型协同推理机制，构建“云-边-端”三级智能诊断体系；动态增量优化与模型反馈机制，支持在线增量训练和自适应更新。

3.考核指标

（1）技术参数：

①支持 ≥ 5 种数据类型（时序、图像、文本、日志、传感器）等多源异构数据融合接入；

②实现毫秒级全链路分析延迟，数据融合分析系统指令响应

时间 $\leq 200\text{ms}$;

③ 车辆故障诊断推理准确率 $\geq 95\%$, 模型诊断准确率年衰减率 $\leq 3\%$;

④ 支持 10 类以上复杂工况的实时诊断与预测性维护。

(2) 成果交付形式:

论文 2 篇, 发明专利 (申请/授权) 3/2 件, 实用新型专利 (申请/授权) 3/2 件, 软件著作权 3 个;

科技成果 9 项;

其他交示件: 新能源商用车智能诊断大模型生态平台系统 1 套; 维修知识库 1 套; 平台部署手册 1 套、行业解决方案技术规范。

(3) 经济社会效益:

生态平台系统将通过预测性维护与主动防御式安全监控、远程技术支持与数据共享等方面示范应用。

经济效益: 通过大模型的深度学习能力, 诊断准确率提升至 95% 以上, 减少因误诊导致的不必要零部件更换, 预计降低维修成本 20-30%; 通过预测性, 提前保养, 降低新能源商用车故障率和维修成本 30%。通过提前预警避免重大安全事故, 单次重大事故避免可节省数百万元损失。

社会效益: 减少新能源商用车故障引发的安全事故, 保障施工、救援等场景人员安全; 通过预测性维护降低零部件更换量, 减少碳排放; 平台开源框架向全国推广, 助力中小车企提升智能化水平, 推动行业技术普惠。

4. 需求单位及联系人

中国重型汽车集团有限公司

绳红强 18954152639

(三十一)冷链物流高精度分拣的垂域大模型与多智能体协同决策系统开发

1.需求描述

本需求聚焦冷链物流高精度分拣智能化升级,研发冷链垂域大模型与多智能体协同决策系统,符合济南市“十四五”科技创新规划中人工智能赋能物流的方向,契合全国性物流枢纽建设及新旧动能转换需求。国际冷链智能化侧重硬件集成,缺分拣垂域模型;国内头部企业在冷冻变形识别、多智能体实时协同上存在短板,济南暂缺自主可控的冷链垂域大模型。项目可推动本地冷链产业升级,拉动低温 AGV、高精度传感器等上下游发展,巩固济南物流枢纽地位,培育新质生产力,助力相关产业技术进步与产业链协同。

2.需解决的共性技术问题

(1) 产业共性问题

①低温效率与温控失衡: -25°C 至 10°C 环境下设备故障率高 3-5 倍,生鲜损耗超 15%;

②冻品识别失效: 结霜/包装变形致条码识别率 $< 70\%$, 错分率超 5%;

③数据割裂协同差: 70%企业仓储-分拣数据不通, 车辆等待超 2 小时;

④订单波动应对弱: 订单波动 3-5 倍时设备利用率 $< 60\%$;

⑤成本高标准化低：分拣成本占物流成本 25%-30%，质量差异 15%-20%。

（2）研究内容与关键技术

①建多模态数据集：采集 30 万+样本，联邦学习清洗，搭冷链商品知识图谱；

②研发垂域大模型：基于 CLIP/BLIP 预训练+RLHF 微调，量化至 $\leq 500M$ 、推理延迟 $\leq 20ms$ ；

③开发协同框架：云端+边缘决策，MARL 训练策略，10 秒内故障重分配；

④系统集成优化：搭数字孪生分拣中心测试，在线学习每周更新模型。

3.考核指标

（1）技术参数：

①低温环境($-25^{\circ}C$ 至 $10^{\circ}C$)下商品多模态识别准确率 $\geq 97\%$ （覆盖 50+ 冷链品类，含冷冻变形、结霜包装商品）；

②智能体动态任务分配响应时间 $\leq 100ms$ ，单设备故障后任务重分配完成时间 ≤ 30 秒；

③单小时分拣量 ≥ 2000 件，错分率 $\leq 1\%$ ，生鲜损耗率较行业平均下降 $\geq 10\%$ 。

（2）成果交付形式：

论文 3 篇，发明专利（申请/授权）5/2 件，软件著作权 6 个；

其他交示件：1 套可商业化“冷链物流高精度分拣协同决策系统”原型（含硬件集成方案、软件部署包），2 份示范应用报告，1 套技术培训材料。

（3）经济社会效益：

经济效益：在济南建设医药冷链智能分拣线、生鲜多品类柔性分拣线双场景示范基地，形成“硬件+算法+运营”标准化方案，年输出解决方案 10 套以上；带动山东深蓝机器新增智能装备订单 4000 万元、新增利税 500 万元，助力巩固济南全国性物流枢纽地位。

社会效益：食品安全溯源覆盖率提升至 100%，消费者投诉率下降 40%；低温作业人工占比从 70% 降至 30%，劳动强度降低 60%；分拣环节年节电 800 万度，减少碳排放 5000 吨；培养智能冷链专业人才 200 余人，推动行业从劳动密集向技术密集转型。

4.需求单位及联系人

山东深蓝机器股份有限公司

孙欣 0531-88622036/15335319720

（三十二）基于时序大模型的电力市场化交易辅助决策技术

1.需求描述

我国电力交易市场规模持续扩大，全国超过 60% 的电量已进入市场交易，但电力交易业务具有较强的复杂性和专业性，依赖人工经验的传统交易模式难以满足新时期电力市场的业务开展需求。当前国内电力交易决策技术，存在着电价预测和负荷预测准确度低、算法模型较为传统等问题，难以应对电力市场规则复杂多变和新能源高渗透率的挑战。

山东省是新能源装机大省和用电大省，本项目将围绕服务电

力市场经营主体，利用时序大模型等人工智能技术，突破电力市场化交易辅助决策技术，依据精准的预测模型为用户提供科学的交易策略，实现电力交易全周期智能化管理，降低交易风险，提高交易利润，助力电力交易市场机制的完善，推动我省从新能源“装机大省”向“消纳强省”跃升。

2.需解决的共性技术问题

基于时序大模型的电力市场化交易辅助决策技术研究，需解决电力交易市场价格博弈、电力市场时序数据预测难、电力交易策略有效制定难等产业共性问题，本项目需攻关的关键技术难点包括：（1）复杂博弈模型构建技术：围绕博弈论体系下的电价形成机理，从理论建模与模型落地两方面构建解决方案。（2）基于时序大模型的电力市场时序数据预测技术：引入时序大模型技术，搭建预测技术体系，重点实现长周期预测中的误差抑制。

（3）大模型驱动的交易策略生成技术：基于电价、负荷、新能源功率等时序数据的预测结果，利用大模型技术，考虑盈利预测等因素，以收益最大化或降低风险为目标动态制定交易策略。

3.考核指标

（1）技术参数：

①应用技术指标：应用提供多租户隔离等级，操作日志 100%留存且>180 天；大模型算法提供在线热升级能力，单次升级时间小于 5min；集群 95%API 响应 ≤ 800ms,年度服务可用率 ≥ 99.9%；支持水平扩展，在线扩容过程业务零中断；数据库采用关系数据库与时序数据库结合的方式，能够适配国产数据库及操作系统。预测精度指标：负荷预测准确率在 D+7 周期内 ≥ 90%；

日前现货电价预测准确率在 D+7 周期内 $\geq 80\%$; 现货价差方向预测准确度 $\geq 75\%$;

②大模型技术指标性能: 训练数据总量 $\geq 150\text{GB}$, 核心预训练语料规模 ≥ 120 亿 Token, 形成高质量数据集 ≥ 10 个, 微调训练电力交易大模型 1 个, 并取得国家网信办算法备案;

③算法模型: 围绕电力交易的预测、智能决策等技术, 形成不少于 5 个算法模型, 时序数据预测精度指标: 负荷预测准确率在 D+7 周期内 $\geq 90\%$; 现货电价预测准确率在 D+7 周期内 $\geq 80\%$; 现货价差方向预测准确度 $\geq 75\%$; 滚动撮合预测准确率在 D+2、D+3 周期内均 $\geq 80\%$, 集中竞价预测准确率在 D+7 周期内 $\geq 98\%$;

④智能体开发: 开发智能套餐测算智能体、智能申报决策智能体等不少于 3 个智能体。

(2) 成果交付形式:

论文 3 篇, 发明专利 (申请/授权) 10/8 件, 软件著作权 2 个;

其他交示件: 电力交易大模型 1 个, 包含不少于 3 个智能体; 电力辅助决策交易系统 1 套, 并提供系统测试与使用报告。

(3) 经济社会效益:

基于时序大模型的电力市场化交易辅助决策技术研发项目, 可实现度电收益提升 0.8-1.2 分/千瓦时的显著效益, 通过精准预测和优化定价, 实现辅助电力交易可达 10 亿度电, 收益提升平均达到 30% 左右。依据国家能源局发布 2024 年度中国电力市场发展报告, 综合判断项目预期市场规模 40 亿元, 预期销售收入

1000 万元，预期利润 300 万元。项目将显著提升新能源消纳比例与市场交易效率，降低企业用能成本，增强极端天气下的供电可靠性。

4.需求单位及联系人

山东浪潮智慧能源科技有限公司

王伟 17753143384

（三十三）基于 AI 视觉技术在能源化工安全领域的创新开发

1.需求描述

本项目聚焦 AI 视觉技术在能源化工安全领域的创新应用，围绕油液泄漏实时检测、管道沿线工程监控、管沟作业 3D 检测、化工实验室安全监测、特殊作业规范性识别等五大场景，构建全链条智能安全监测体系。当前国内 AI 视觉在工业安全领域仍存在算法精度不足、环境适应性差、多模态融合能力弱等短板。项目实施将推动济南市“AI+工业安全”产业生态形成，助力打造全国领先的工业安全智能监管技术高地，符合济南市人工智能与能源化工产业融合发展战略，对提升区域安全生产水平、带动产业链发展具有重要意义。

2.需解决的共性技术问题

产业共性问题是传统安全监管依赖人工巡检，普遍存在效率低下、监管覆盖不全面、风险响应滞后等。核心技术难点具体包括：多形态油液泄漏的精准识别、小目标、遮挡、不同油液介质检测适配、背景干扰抑制；动态场景下施工车辆精准识别、威胁

行为判断，以及夜间、恶劣天气、烟雾遮挡等特殊环境下识别算法的鲁棒性提升；管沟作业三维参数的高精度测量与稳定性科学评估；实验室百余项安全要点的细粒度识别与高并发数据处理；特殊作业全过程实时监控与违规行为智能判定。需重点攻克多模态感知融合、高精度 3D 重建、开放域检测、边缘模型推理（含国产化、效率优化）、人机协同与应急联动、边缘-云协同架构等关键技术，确保监测结果能快速转化为实际处置行动。

3.考核指标

（1）技术参数：

①多场景油液泄漏检测准确率 $\geq 92\%$ ，召回率 $\geq 90\%$ ；

②管道沿线工程车辆危险行为识别准确率 $\geq 93\%$ ，召回率 $\geq 95\%$ ；

③管沟作业 3D 检测中土堆高度/管沟尺寸测量误差 $\leq \pm 2\text{cm}$ ，石头粒径识别误差 $\leq \pm 1\text{cm}$ ；

④化工实验室违规行为识别准确率 $\geq 93\%$ ，召回率 $\geq 95\%$ ，支持 ≥ 15 路视频流并发处理；

⑤特殊作业违规识别准确率 $\geq 90\%$ ，召回率 $\geq 93\%$ 。

（2）成果交付形式：

论文 3 篇，发明专利（申请/授权）3/3 件，软件著作权 2 个；

其他交示件：支持五大场景全功能的原型系统 1 套；算法模型库（含改进视觉检测模型、Transformer 模块）；第三方权威机构认证测试报告。

（3）经济社会效益：

项目实施将构建“场景验证-产品开发-区域推广”三级示范

体系，形成模块化可复制平台与软硬件套装。预计降低示范单位事故损失 30%以上，项目实施期内创造直接产值超 1000 万元，利税超 200 万元。全面推广后可使行业事故率下降 40%以上，推动制定智慧化工安全监测行业标准，新增 10 余个高技能岗位，强化济南在 AI 创新应用领域的战略地位，为国家“科技兴安”战略提供关键技术支持。

4.需求单位及联系人

山东云天安全技术有限公司

车得璐 0531-58677162 / 15064090611

（三十四）睿途孪盾·智慧高速主动管控系统平台关键技术研究

1.需求描述

当前我国高速公路里程超 17 万公里，但交通管理面临三重核心痛点：一是“数据孤岛”严重，收费站、监控摄像头、气象站等设备数据分属不同系统，路网状态认知碎片化，如山东省高速路网数据互通率不足 40%；二是管理模式被动，传统管控依赖事故后响应，对团雾、横风等极端场景及节假日极值流量（如春节高峰流量超日常 3 倍）缺乏前瞻预判；三是协同能力薄弱，宏观路网调控与隧道、事故黑点等微观区域精细化管理脱节，导致拥堵扩散速度加快、事故处置效率低。

从产业发展看，国内外同类平台多聚焦单一场景（如仅做流量监测或单一隧道管控），缺乏多模态数据融合与全场景覆盖能力。本项目研发的“睿途孪盾·智慧高速主动管控系统”，通过构

建“数据融合-仿真推演-主动管控”三位一体系统，融合既有与新建数据采集设施，搭建多场景多分辨率数字孪生底座，实现“秒级响应、公里级调控、全场景覆盖”，对拉动济南智慧交通产业链（带动传感器、仿真算法、运维服务等配套产业）、突破国外仿真软件垄断（如 VISSIM）、提升我国高速智能化管理水平具有关键意义。

2.需解决的共性技术问题

共性技术问题与关键技术

主要针对智慧高速“数据割裂、响应滞后、协同不足”共性问题：

数据融合难：需攻克多源异构数据（流量、气象、视频、车辆轨迹）实时清洗与关联技术，解决极端场景（团雾、横风、夜间低照度）数据信噪比低、节假日极值流量数据突发暴涨的处理难题，实现数据接入延迟 $\leq 500\text{ms}$ 。

仿真精度低：突破可变异性中观交通建模技术，解决传统中观模型无法精准模拟车辆跟驰、车道变换等微观行为的问题，设计秒级计算高效算法，确保仿真结果与实际路网误差 $\leq 15\%$ 。

管控协同弱：攻克基于仿真迭代的不动点快速算法与实时最优路径规划技术，解决宏观路网调控与微观区域管理协同断层问题，实现管控策略生成时间 ≤ 10 秒。

3.考核指标

（1）技术参数：

①路段交通流量预报精度 85 %以上；路段交通密度预测达 85%以上；路段平均交通速度预测达 85%以上；算法的求解速度

达秒级以上；

②省域高速公路网动态交通流实时展现，路段通行状况判定准确率大于 90%，实时分析系统单次处理全网数据小于 60S；

③系统支持 TCP/IP、UDP 等协议的数据通信，与前端设备和后台系统无缝连接；数据传输覆盖至少 30 公里的城市交通区域；交通数据采集精度需 > 95%（0 ~ 220Km/h），车辆速度采集精度 > 95%，总体车速平均采集精度 > 95%。

（2）成果交付形式：

发明专利（申请/授权）4/2 件，实用新型专利（申请/授权）4/2 件，软件著作权 8 个；

其他交件：交付可演示的“睿途李盾·智慧高速主动管控系统”原型 1 套。

（3）经济社会效益：

经济效益：通过系统销售与运维服务，2026 年底完成 1-2 个城市试点，实现销售收入 1500 万元；2027 年进入大规模推广阶段，预计新增销售收入 2000 万元。

社会效益：本项目实现“从实验室到实战”的技术转化，平台通过可变信息标志、动态车道控制等主动策略，可使高速拥堵时长减少 25%、事故率降低 30%；极端场景下预警提前量 ≥ 10 分钟，如团雾路段可提前引导车辆减速，减少连环事故风险；每年为市民节省出行时间超 100 万小时，降低燃料消耗约 8000 吨，减少碳排放约 2.5 万吨，助力“双碳”目标实现。

4.需求单位及联系人

山东博安智能科技股份有限公司

（三十五）基于矿山语料库的智能体研究

1.需求描述

矿山语料库是矿山领域智能发展的基础，当前矿山智能化面临专业语料碎片化、知识服务能力弱等突出问题，严重制约了智能决策与风险防控能力的提升。国外已在高端制造领域建成专业语料库并实现智能应用，而国内矿山领域仍缺乏高质量、场景化的语料体系。本项目通过构建覆盖矿山全流程的专业语料库，研发具备自主决策能力的矿山智能体，能够有效填补国内在矿山高质量语料与知识服务方面的空白，推动人工智能在能源、工业等垂直行业的应用创新。项目建成后，将形成“语料库构建-模型训练-场景应用”的完整技术链条，显著提升济南在矿山智能化领域的技术标准话语权和产业影响力，对拉动我市人工智能产业链协同发展、赋能传统产业数字化转型具有重要战略意义。

2.需解决的共性技术问题

（1）产业共性问题

知识管理碎片化，各类标准规范分散形成数据孤岛；智能问答精准度低，通用模型存在专业理解偏差；知识版本管理混乱，缺乏自动化更新机制；多模态数据融合困难，跨系统联动能力弱。核心技术难点在于多源异构知识的语义统一、领域大模型的精准适配、动态知识体系的自动化治理。

（2）研究内容与需攻克的关键技术

矿山多模态语料标准化技术，建立知识分类体系，研发实体

抽取与跨模态对齐工具；领域大模型适配技术，通过 SFT 与 RAG 实现精准问答与答案溯源；动态知识治理技术，开发文件时效性审核算法，构建知识版本图谱；多模态融合技术，构建统一向量数据库，打通业务系统接口；分级访问控制技术，建立权限模型与敏感信息脱敏机制。

3.考核指标

（1）技术参数：

①语料库需覆盖国家法规、设备手册、事故案例等多领域文本，并整合图纸、视频等多模态数据，确保规模满足智能体训练需求且领域分布均衡。核心领域数据的覆盖率大于 90%，法规修订、设备更新等数据需在发布后 24 小时内同步至语料库，语料库存储的原始文本总量大于 1TB；

②针对用户提问能否找到正确来源，对 TOP3 返回结果溯源准确率要达到 90%，即针对 50 次用户提问命中正确来源文档次数须达到 45 次及以上规则：根据用户提问，返回三篇文档来源，其中若有正确来源文档，则为 1 分；若无对应文档，则为 0 分，可由使用部门指定应用场景使用人员，给出指定量级的测评集问答对数据，随机抽取 50 次用户提问命中正确来源文档次数需达到 45 次及以上。图文混合查询 TOP3 结果中至少包含 1 个正确关联的多模态数据；

③系统单次平均响应时间小于 10 秒，支持 100 个以上并发用户的查询；

④针对智能体回答中出现明显错误并返回来源的情况予以扣分，占比不得超过 5%，即由使用部门指定应用场景使用人员，

给出指定量级的测评集问答对数据，随机抽取 50 次用户提问回答错误次数不得超过 3 次。

（2）成果交付形式：

论文 2 篇，发明专利（申请/授权）4/2 件，软件著作权 3 个；科技成果 1 项；

其他交件：矿山行业语料库 1 套，智能问答助手软件系统 1 套，第三方评估报告 1 份。

（3）经济社会效益：

通过构建矿山语料库及人工智能解决方案，优化生产流程，提升设备协同效率，减少故障停机时间，降低维修成本；精准管控人员操作与工艺参数，提高资源开采率，降低能耗。同时，整合数据资源助力科学决策，减少安全事故损失，提升煤炭生产综合效益。2 年内新增产值 2000 万元以上。将语料库智能体首次引入矿山领域，提升矿山上下游企业人工智能行业创新和应用水平，构建煤矿行业科技创新的新载体。推动矿山行业从“经验驱动”向“数据驱动”转型，培育人工智能与传统产业融合的创新生态，为行业升级提供示范，助力安全生产与可持续发展。建设过程中，将培养 3 名以上研究生，输出矿山智能化专业人才；带动 10 人以上就业岗位。项目将以某矿山为对象开展研究与示范应用。

4.需求单位及联系人

云鼎科技股份有限公司

田兆燕 13678805509

（三十六）面向汽车差速器壳体的机器人辅助 AI 视觉缺陷检测系统研发

1.需求描述

本项目聚焦汽车差速器壳体复杂曲面缺陷检测难题，集成机器人、多源视觉与深度学习技术，并创新性融合激光清洗，构建智能检测与主动干预的闭环质量控制系统。

当前，全球智能制造加速发展，但针对深腔、多曲面零件的全覆盖精密检测仍是行业瓶颈，国外技术亦存短板，国内多数企业仍依赖人工，核心技术和装备国产化率低。济南市作为国家新旧动能转换核心区，已将智能制造与高端装备列为发展重点，拥有雄厚的汽车零部件产业基础和创新平台。

项目实施将直接攻克我市相关产业在智能检测环节的“卡脖子”问题，提升核心技术自主可控能力。成果可推广至发动机、变速箱等高附加值零部件产线，强力带动本地机器人、高端传感器、激光装备等上下游产业链协同发展，形成产业集群效应，为我市制造业智能化升级提供关键支撑与示范样板。

2.需解决的共性技术问题

本项目致力于攻克高端零部件制造中的三大产业共性难题：一是复杂曲面的全覆盖高精度检测难，传统方法存在盲区；二是油污等表面污染物导致缺陷误判率高；三是检测系统柔性差，难以适配多品种生产。

针对上述问题，项目将重点开展以下研究：

（1）研发机器人协同引导与三维视觉融合技术，实现复杂

曲面的自适应精准扫描；

（2）开发视觉引导的激光清洗工艺，消除表面干扰，提升识别准确率；

（3）构建多通道深度学习模型，实现微细缺陷的智能识别与分类；

（4）建立基于边缘计算的质量数据闭环系统，实现检测流程优化与全生命周期追溯。

需攻克的关键技术包括：复杂曲面三维建模与机器人路径规划、激光清洗参数自适应匹配、小样本缺陷模型泛化等。项目实施将突破行业检测瓶颈，为我市汽车零部件及高端装备制造业提供核心技术支持，推动产业智能化升级。

3.考核指标

（1）技术参数：

①缺陷检测准确率 $\geq 98\%$ ，漏检率 $\leq 1\%$ ；

②单件检测时间 ≤ 60 秒；

③系统自动化率 $\geq 95\%$ ；

④能适配不少于5种变速器壳体型号；

⑤激光清洗效率 $\geq 90\%$ ，无二次损伤；

⑥样机通过1000小时稳定运行测试。

（2）成果交付形式：

论文1篇，发明专利（申请/授权）1/1件，软件著作权1个；

其他交示件：完整的检测系统样机1套，算法与检测软件包，技术说明书及应用报告。

（3）经济社会效益：

本项目在济南莱芜区等重点园区建设产业化示范线，采用“智能检测系统+AI 算法平台+自动激光清洗”一体化架构，形成面向变速器壳体等高端零部件的标准化智能质检方案。通过全域成像、智能分级与机器人分拣，结合激光定点去污与复检闭环，显著降低误检/漏检率，减少人工依赖。方案的模块化设计降低改造门槛，带动本地机器人、机器视觉、工业软件与激光器件等产业链协同发展，打造“AI×制造”示范样板。

实施后预计年新增营收 ≥ 1000 万元，利润 ≥ 100 万元，税收 ≥ 20 万元；年节省用工与返修成本 ≥ 20 万元；单件检测效率提升 $\geq 60\%$ ，返修率下降 $\geq 20\%$ ，质量事故率下降 $\geq 50\%$ ，新增高技能岗位 ≥ 5 个。

4.需求单位及联系人

山东沪金精工科技股份有限公司

贾文杰 18663466968

(三十七)基于多特征融合预测的节能低碳一体化箱式换热站

1.需求描述

集中供热行业作为能源消耗与碳排放的重点领域，其绿色低碳转型具有紧迫性和全局性意义。研发集成智能结垢识别与按需清洗控制、关键设备预测性健康管理两大核心功能的风光互补节能低碳一体化箱式换热站，是实现该领域深刻变革的关键战略举措。风光互补节能低碳一体化箱式换热站提升了可再生能源利用率与环保性能，显著削减了传统集中供热，尤其在北方城市普遍

存在的高能耗、高污染问题，有效助力煤炭消费减量与二氧化碳等主要污染物排放强度的降低。更重要的是，它代表了供热行业向智能化、精益化、低碳化方向转型升级的先进路径。

2.需解决的共性技术问题

核心技术难点

（1）换热站结垢识别依赖人工定期检查，凭间接参数推断，难精准实时判定垢层类型与厚度；化学清洗易腐蚀设备、废液处理成本高，物理清洗需停机且对复杂结构适配性差。

（2）关键设备轴承故障诊断中，微弱故障特征易被噪声掩盖，传统手段难以实现早期、精准、跨工况诊断。

研究内容

（1）构建深度学习结垢识别模型，结合知识迁移学习与多目标优化切换最优清洗策略，研发清洗-运行协同决策机制规避供热中断。

（2）利用深度生成式特征增强技术增强微弱故障特征解释性，构建跨域多模态数据融合轴承故障诊断框架。

需攻克的关键环节

（1）多传感器数据融合与深度学习结垢识别。

（2）知识迁移与多目标优化清洗。

（3）特征增强与跨域多模态融合故障诊断。

3.考核指标

（1）技术参数：

①换热站结垢识别与自动清洗：结垢类型识别准确率 $\geq 98\%$ ；结垢厚度检测分辨率 $\leq 1\text{mm}$ ；知识迁移学习适配不同换热

设备模型识别精度衰减 $\leq 3\%$ ；基于多目标优化的清洗策略决策响应时间 $\leq 10s$ ；切换化学/物理清洗方式时系统工况过渡平稳性 $\geq 90\%$ ；结垢清除率 $\geq 98\%$ ；清洗-运行协同决策机制需确保清洗时段避开供热高峰（负荷 $\geq 80\%$ 时段），供热中断时长 $\leq 0s$ ；清洁能源风光利用率在清洗时段 $\geq 60\%$ ，外购电耗较传统清洗模式降低 $\geq 15\%$ ；

②关键设备轴承故障诊断：跨域信号融合诊断准确率 $\geq 96\%$ ；跨工况诊断精度衰减 $\leq 3\%$ ；多源特征分离度（t-SNE）类间距离 ≥ 0.85 ；类内距离 ≤ 0.15 ；生成样本与实测数据频谱误差（RMSE） $\leq 4\%$ 。

（2）成果交付形式：

论文 3 篇，发明专利（申请/授权）5/2 件，实用新型专利（申请/授权）5/5 件，软件著作权 5 个；科技成果 1 项；

其他交示件：团体标准 1 项，企业标准 2 项，产品测试报告 1 份，查新报告 1 份，新成果鉴定报告 1 份，项目结项报告 1 份。

（3）经济社会效益：

经济效益：项目采用工厂预制与模块化组装模式，大幅降低土建规模与工期，减少建材与人力投入，显著节约建设成本。运行中依托高效换热与智能控制系统，实现精准供热，避免过/欠供导致的能源浪费，有效降低运行成本。整体投入减少与能效提升共同缩短投资回收周期，增强项目盈利能力。本项目完成并投产后，节约成本 30 万元，实现新产品销售收入 4500 万元，利润实现 430 万元，上缴税金 22 万元。

社会效益：一体化集成设计提升系统可靠性，减少连接节点

与故障隐患，保障供热持续稳定。工厂化预制施工减少现场扬尘与噪音污染，降低对周边环境干扰。运行阶段通过精准调控，从源头减少能源消耗与污染物排放，实现绿色低碳供热。

4.需求单位及联系人

山东金拓热能科技有限公司

李荣泉 18660130836

（三十八）基于大模型驱动的智能客服智能体系统研发

1.需求描述

当前国外智能体市场规模加速扩张，大模型驱动的智能客服正向“主动预测+情感交互”升级；国内技术虽持续突破，仍受困于大模型垂直成本高、多模态体验割裂、情感识别提升等关键技术，现有客服系统多依赖规则脚本，复杂场景理解不足，跨行业适配能力弱。

项目聚焦大模型技术与智能体应用开发，通过攻克大模型轻量化、行业知识蒸馏等关键技术，推动智慧政务、智慧金融、智能制造等典型应用场景落地，拉动本市产业升级，提升济南人工智能产业链竞争力，打造“智慧服务”标杆提供核心引擎，助力济南建设国家新一代人工智能创新发展试验区和创新应用先导区。

2.需解决的共性技术问题

（1）共性技术难点

跨模态统一语义解析与动态交互，“难”在多源异构数据的实时建模；复杂问题人机协同场景，“难”在分级机制缺失，人机责任边界模糊且未反馈闭环；通用大模型缺乏垂直领域知识且

业务变动频繁，“难”在数据标注成本高，增量学习遗忘与轻量化精调技术不成熟；联邦推理与数据安全，“难”在要求数据不出域与模型效能平衡；情感计算与个性化交互难，“难”在情感识别需结合语调、用词、语境多维分析，且需与联合推理优化。

（2）研究内容

研究多模态融合与动态决策，实现意图-情感-实体的联合推理；研究场景感知引擎，人机协同分级机制；行业动态知识库需结合主动学习与增量训练技术，开发适配算法实现实时更新；平衡智能体的数据隐私安全与效能；融合情感计算与响应生成。

（3）需攻克的关键技术

①解决小样本领域适配与轻量化推理技术，在有限数据和算力下实现高精度推理；

②攻克数据异构鸿沟，实现跨模态连续交互体验；

③解决智能体知识更新滞后和决策能力僵化两大核心问题，实现实时适应；

④解决数据不出域的隐私安全要求与模型泛化能力；

⑤提升情感识别准确率和回应合理性。

3.考核指标

（1）技术参数：

①小样本适配能力：支持 500-1000 条标注数据完成政务、制造业等垂直领域适配，较传统方案数据量降低 90%以上；

②知识更新效率：业务规则变更后系统响应延迟 ≤ 1 小时，较传统规则引擎（7天）提升 168 倍；

③长程记忆能力：支持 ≥ 30 轮跨渠道对话上下文记忆，关

键信息提取准确率 $\geq 99\%$;

④敏感领域适配性：政务、金融场景信息处理合规率 100%，隐私数据保护符合行业安全指南要求；

⑤复杂情绪解析能力：反讽、隐喻等复杂语气误判率 $\leq 8\%$ ，多源信息（语义 + 语调 + 历史行为）融合识别准确率 $\geq 95\%$ 。

（2）成果交付形式：

发明专利（申请/授权）2/2 件，软件著作权 6 个；

其他交示件：基于大模型驱动技术的智能客服智能体系统 1 套；《基于大模型驱动的智能客服智能体系统技术白皮书》；通过科技成果鉴定 1 项。

（3）经济社会效益：

经济效益：利用场景规模化落地、分阶段推广、标准共建机制。预计将形成销售收入 2000 万元，利润 200 万元，税收 80 万元。

社会效益：目标客户群精准定位于政务、金融、制造业领域，预期 3 年内服务企业数量达 30 家，其中大中型企业占比 40%，市场占有率进入国内前列；政务服务场景中，市民咨询首次解决率从 60% 提升至 90% 以上，平均响应时间从 1 小时缩短至 15 分钟；政务、金融、制造业等服务领域客户满意度提升 40%，投诉率下降 50%，跨渠道服务重复陈述率从 30% 降至 5% 以下。

实现政务、金融、制造业等敏感领域数据零泄露，合规性通过率达 100%，消除企业应用智能客服的隐私顾虑，推动 80% 以上的敏感行业企业落地 AI 服务系统；释放传统客服人力，转向更高价值的客户运营、问题攻坚岗位，促进服务业人力结构升级。

4.需求单位及联系人

山东远联信息科技有限公司

李世勇 13708931324

(三十九)深井开采顶板动态与支护健康智能分析管理系统 开发

1.需求描述

矿产资源是工业经济的基石，其智能化转型是实现安全、高效发展的核心路径。当前，随着开采深度增加，矿山面临顶板压力剧增、矿压显现复杂等严峻挑战。尽管国内外在矿压监测与可视化方面已有积累，但在顶板来压精准预测、支护系统健康诊断、“监测-分析-预警-处置-考核”全流程智能化管理等方面仍存在技术短板。本需求旨在研发一套可直接部署于现场的深井开采顶板动态与支护健康智能分析管理系统，融合电液控大数据、深度学习等前沿技术，实现顶板状态实时感知、周期来压精准预测、支护健康智能评估，并与安全管理流程标准化联动，推动矿压管理从“被动响应”向“主动预警、数据驱动”转变，为建设本质安全型智能矿山提供核心技术支撑。

2.需解决的共性技术问题

(1) 顶板动态预测难题：顶板来压具有非线性、突发性等复杂特征，传统依赖经验与静态模型的方法，难以准确捕捉其动态演化规律，无法实现有效超前预警。

(2) 数据价值挖掘不足：综采工作面电液控系统采集了海量压力、位移等数据，但多数仅用于基础监控，数据价值未被深

度挖掘，未能有效服务于顶板状态识别与支护健康评估。

（3）系统智能决策缺失：现有矿压监测软件功能单一，多侧重于历史数据展示，普遍缺乏基于人工智能的来压趋势预测、支架健康动态评估及智能辅助决策能力。

（4）预警响应机制滞后：现行预警机制多依赖人工静态规则，缺乏动态阈值与分级响应能力，导致对突发风险响应迟缓，影响生产安全与应急处置效率。

3.考核指标

（1）技术参数：

①预测精度：构建高精度矿压预测模型，实现顶板来压位置预测误差小于 1.6 米（以采煤机 2 刀煤的推进度为基准），来压预测准确率不低于 80%；

②识别准确率：提出支护健康状态自适应评估算法，对支架漏液、堵塞、欠压、过载等典型故障的自动识别准确率不低于 80%；

③系统性能：系统端到端数据延迟 ≤ 10 秒；界面数据刷新频率 ≤ 5 秒；系统平均无故障运行时间（MTBF） ≥ 2000 小时；数据传输加密率 100%，支持 TLS/SSL 等安全协议。

（2）成果交付形式：

论文 2 篇，发明专利（申请）1 件，软件著作权 2 个；科技成果 1 项；

其他交示件：完成“深井开采顶板动态与支护健康智能分析管理系统”1 套，提供用户操作手册、系统安装部署指南及培训资料，具备现场可部署能力；在示范矿井完成系统集成与运行调

试，形成完整的工程应用案例，交付运行报告和效果评估材料；提交研究生培养或高级职称晋升相关材料；提交项目总结材料：包括技术报告、项目总结报告、推广应用建议书等。

（3）经济社会效益：

经济效益：项目成果应用后，通过替代人工巡检、降低误检率、优化生产节奏，预计累计实现经济效益 1000 万元（其中产值 1000 万元，利税 200 万元）。

社会效益：显著提升煤矿本质安全水平，有效防范顶板事故；打造可复制、可推广的智能矿山管理样板，推动行业智能化转型；通过项目实施，凝聚和培养一批高层次技术人才，增强区域创新能力。

4.需求单位及联系人

山东鼎安检测技术有限公司

霍志超 18653136221

（四十）儿童用具身智能体“主动感知-交互-决策”关键技术的研究

1.需求描述

项目契合济南“十四五”人工智能重点产业需求，顺应《济南市新一代人工智能创新发展行动计划》。国内外具身智能领域，国际侧重通用或简单儿童交互，国内缺具身化与深度交互，均存在技术融合瓶颈。济南有政策、算力、产业及科研基础，项目可推动本地 AI 和智能制造升级，规避同质化竞争，树立行业标杆，拉动 AI 算法、硬件制造等产业链发展，创造教育、民生等价值，

为全国提供 “济南样板”。

2.需解决的共性技术问题

（1）产业共性问题：感知存隐私顾虑与盲区，交互缺认知适配，决策延迟高、隐私差。

（2）技术难点：弱信号难提取特征、异构信号难融合；大模型难安全适配与动态交互；端侧模型难平衡轻量与性能、多任务难实时推理。

（3）研究内容：建物理 + 数据感知框架提精度；构知识图谱 + LoRA 训垂域大模型；用知识蒸馏 + QAT 优化端侧模型，搭端云协同架构。

（4）关键技术：多模态融合、大模型适配、端侧轻量化、端云协同。

3.考核指标

（1）技术参数：

① “误报率 < 10%” “家长满意度 ≥ 80%” 等实测数据，出具测试报告，附用户反馈视频；

② 多模态条件下视觉算法跌倒准确率 ≥ 95%；“危险报警响应时间 ≤ 1 秒”，通过 50 户家庭与幼教机构模拟测试验证；

③ 逻辑与目标儿童年龄段的认知匹配度 ≥ 85%；

④ 核心任务上精度损失率 ≤ 10%； 动态情绪响应：开发“情绪-话术”映射模型，如识别儿童哭闹时自动切换安抚模式（播放儿歌），情感共鸣度提升至 85%。

⑤ 个性化交互准确率 ≥ 90%。构建儿童语料库：采集 3-12 岁儿童对话数据 5 万条，按认知水平分级，确保交互“无尬聊”。

（2）成果交付形式：

论文 1 篇，发明专利（申请/授权）2/1 件，实用新型专利（申请/授权）2/2 件，软件著作权 2 个；科技成果 1 项；

其他交示件：儿童具身智能体原型系统/模型 1 套；第三方检测报告 1 份。

（3）经济社会效益：

以“政策赋能+技术突破+场景落地”为路径。依托国家战略，建产学研联合实验室突破多模态交互核心技术，形成从百元级教育硬件到高端陪伴机器人的梯度产品体系，在学校、社区设场景化示范基地，嵌入民族文化数字化内容，兼具教育陪伴与文化传承功能。经济效益上，核心技术转化培育 AI 产品新增长点，年营收 1500 万、利税 150 万，带动上下游就业，规模效应降本后形成“技术研发-产品销售-内容服务”盈利闭环。

社会效益多元，可个性化学习提教育质量、借文化算法护非遗、以低成本方案促教育资源均衡，其“感知-交互-决策”机制重塑教育模式，助偏远地区儿童获优质资源，还能培养青少年科技素养。

4.需求单位及联系人

山东中维世纪科技股份有限公司

刘倩文 17554028243

（四十一）面向多病种的临床病理决策支持大模型的研发

1.需求描述

国际上，AI 病理诊断技术发展迅速，欧美发达国家在数据

整合、算法优化和临床验证方面处于领先地位。我国起步稍晚，面临高质量标注数据不足、跨机构数据共享不畅及复杂病例算法鲁棒性欠缺等瓶颈。

济南市发展多癌种全流程临床病理决策支持大模型，将有力推动济南市医疗健康产业向数字化、智能化方向转型升级，形成“AI+医疗”的产业新生态。此举将显著提升济南在黄河流域乃至全国医疗 AI 领域的影响力，助力建设区域性医疗人工智能创新中心，支撑“康养济南”城市品牌打造。同时，该技术的推广应用还将带动相关硬件制造、软件开发、数据服务等配套产业发展，形成完整的产业生态圈，为济南经济高质量发展注入新动能。

2.需解决的共性技术问题

产业共性问题：

（1）数据质量与标注效率低。超高分辨率图像处理算力需求大，专家标注成本高且主观性强，设备差异加剧数据异构性。

（2）多模态融合与可解释性不足。需解决多源数据尺度差异，并通过注意力机制等工具破解“黑箱”问题。

（3）小样本与罕见病处理能力弱。需借助迁移学习实现知识迁移，利用元学习促进模型动态进化。

（4）实时推理与临床整合困难。需通过轻量化部署与标准化接口满足全流程实时性要求，克服系统异构性问题。

解决需突破以下关键技术：

（1）多模态数据整合与标准化。

（2）基于人机协同的半监督智能标注与病理知识图谱构建。

（3）多模态大模型训练与优化。

(4) 面向罕见病的小样本持续学习与临床验证。

(5) 模型决策可视化与轻量化云端协同部署。

3.考核指标

(1) 技术参数:

①完成 ≥ 10 万例多模态病理数据集, 涵盖呼吸系统、消化系统、生殖系统、免疫系统、循环系统等1000种疾病类型, 其中罕见病种类覆盖 ≥ 100 种; 标注错误率 $\leq 1\%$;

②构建涵盖上述疾病的多模态病理知识图谱, 实体识别准确率 $\geq 95\%$, 关系抽取准确率 $\geq 85\%$;

③发布临床病理决策支持大模型, 在基准测试中, 常见病图像检索准确率 $\geq 85\%$, 罕见病识别召回率 $\geq 75\%$, 响应速度 ≤ 3 秒/WSI;

④在3家医院完成500例前瞻性试验, 与专家委员会诊断一致性 $\geq 90\%$ 。

(2) 成果交付形式:

论文2篇, 发明专利(申请)2件, 软件著作权2个; 科技成果1项;

其他交示件: 形成1份临床病理决策支持大模型的专家共识; 临床病理决策支持大模型系统1套。

(3) 经济社会效益:

产业示范将联合N家三甲医院病理科, 构建“产学研医”一体化示范体系, 重点建设多模态病理数据库、协同标注平台、全流程AI诊断系统, 并在不少于5家三甲医院和20家基层医疗机构部署应用, 目标实现三甲医院诊断符合率 $\geq 95\%$ 、基层病理

服务覆盖率提升 60%。形成可推广的“技术标准-临床路径-商业模式”示范模板。

全链路质控系统通过 AI 实现标准化管理，可将单例病理分析时间从数小时缩短至 10 分钟内，效率提升超 10 倍，缓解基层医生短缺问题。规模化应用将推动病理 AI 软硬件产业升级，形成百亿级市场。

此外，病理大模型积累的数据将助力医学研究，加速新药研发和精准治疗，推动我国病理学科发展，最终实现“减少误诊、普惠医疗、推动科研”的综合价值。

4.需求单位及联系人

山东云旗信息科技有限公司

王丽萍 18560190025

(四十二)基于金融垂类大模型的智能视频监控与内容理解研发

1.需求描述

本项目契合济南市金融科技与 AI 产业发展重点需求，响应国家“科技自立自强”战略。国际金融智能监管缺乏垂类模型支撑，国内仍以人工为主、通用模型准确率不足 70%，存在监管效率低、成本高的短板。济南作为山东金融中心，聚集 20 余家银行区域总部及 5000 余个网点。项目落地可推动济南金融产业数字化转型，带动“AI+金融”产业集群发展，促进国产化技术产业化，提升城市金融安全等级，助力打造区域金融科技标杆。

2.需解决的共性技术问题

(1) 产业共性问题：金融监管覆盖不足（人工抽查<1%）、响应滞后（T+N 模式）；业务与视频系统“数据孤岛”，电子凭证缺场景佐证；设备兼容性差、边缘算力浪费、国产化适配不足；中小银行缺标注数据与算力，难建专属垂类模型。

(2) 核心技术难点：突破多模态数据安全融合（双网隔离+1 秒内时序对齐），解决数据打通的隐私保护难题；攻克银行专属 CV 模型小样本学习（单场景标注≤500 条达 95%准确率），应对金融场景数据稀缺问题；优化边缘算力调度（资源复用率提升 60%），解决实时推理延迟；实现全链路国产化适配（兼容鲲鹏/麒麟），满足金融自主可控要求。

3.考核指标

(1) 技术参数：

①银行专属 CV 模型在现金操作、柜面交易等核心场景识别准确率≥90%；多目标跟踪算法对现金跟踪溯源准确率≥95%；自适应 S-DBSCAN 算法人数计数准确率≥98%；

②业务与视频数据联动响应≤1 秒；形成“业务属性+视频场景”新型电子凭证生成效率提升 100%；

③单边缘服务器支持≥20 路摄像头分析，资源复用率≥90%，推理延迟≤500ms；

④完成国产芯片/操作系统全兼容，测试通过率 100%；

⑤支持银行网点现金管理、柜面监督、服务质检、厅堂运营等≥200 个监管模型，每月新增模型≥5 个，实现“4 数字员工+N 算法”全场景覆盖；

⑥建立数据脱敏流程，采用联邦学习确保数据合规，符合《个

人信息保护法》。

(2) 成果交付形式:

论文 1 篇, 发明专利 (申请/授权) 4/2 件, 软件著作权 4 个;

其他交付件: 基于金融垂类大模型的智能视频监控与内容理解系统 1 套; 第三方测试报告 1 份, 至少 3 个银行试点场景应用报告 1 份, 《金融垂类模型部署指南》1 份。

(3) 经济社会效益:

经济效益: 实施期内企业新增销售收入 ≥ 3000 万元、税收 ≥ 200 万元, 带动本地国产化硬件采购规模增长;

社会效益: 形成 “AI+金融监管” 济南样板, 吸引 ≥ 5 家省内外企业交流, 培养 30 名垂类模型应用人才; 推动金融领域国产技术应用占比提升, 助力打破国外技术垄断。

4.需求单位及联系人

山东恒迈信息科技有限公司

李大栋 0531-88030606/18553832352

(四十三) 化工安全生产场景下的开放行为识别智能告警系统研发

1.需求描述

化工安全生产领域, 需要通过视频分析技术, 对海量的安全生产隐患进行识别。由于场景的碎片化, 导致 AI 算法一客一定制, 甚至一场景一定制的现状, 研发投入大, 交付成本高。

本项目旨在通过垂域大模型技术, 实现仅通过文字描述, 无需训练样本, 即可快速启动一个全新的视频识别算法, 该方案定

义为“开放行为识别智能告警系统”，并实现其国产化边缘侧部署。项目符合济南“人工智能+工业”重点产业战略，推动了垂域多模态大模型的研发与应用，预研发成果处本市领先水平。

国内外多模态大模型加速发展，在细分行业场景的落地应用已成为未来趋势。国外技术领先，但存在成本高昂和算力资源困境，因此中小企业难以负担。同时该系统研发还面临：零样本启动、多模态与特征聚合、国产化边缘计算部署等技术短板。

本需求通过固化全要素算法研发及布控流程，使产业链上下游厂商具备算法定制布控能力，实现 AI 和化工安全生产产业链效能与成本优化，提升合规监管，产业链生态协同，破解全球化贸易壁垒。

2.需解决的共性技术问题

产业共性问题：“AI+化工安全生产”一直面临着“两低两高”的产业共性问题：需求满足率低、落地成效低、定制开发耗时高、交付成本高。

核心技术难点：构建化工安全生产专属的多模态预训练基座模型，利用工业场景需求与工艺知识库，结合动态自适应布控策略引擎，满足多场景任意开放行为的识别布控需求。

研究内容：广泛应用于化工生产、消防安全等领域，支持通过文字描述，不需训练样本即可启动新算法，对特定行为或物体进行多模态开放行为识别智能告警，化工安全生产管控效果提升85%以上。

需攻克的关键技术：更高准确率的文本特征和视觉行为特征的对齐技术，多模态大模型的高精度量化技术、迁移学习技术和

其在算力有限的国产芯片上展现最大性能。

3.考核指标

（1）技术参数：

研发 1 款多模态开放行为识别智能告警系统，并实现其在 1 款化工安全生产智能分析产品中的应用。

①在 <20T 算力的国产化 AI 芯片上实现至少 16 路并发视频流分析；

②支持 20 种以上化工场景定制算法的开放行为识别技术，算法准确率 90%以上；

③支持异常事件的告警时延 < 1s；

④输入数据支持视频流和图片流 2 种输入模式；

⑤支持提示词 10 个、屏蔽词 10 类文本态语义灵活配置，提升识别准确率；

⑥完成至少 3 个典型场景的示范应用（提供用户使用报告，包含系统使用前后对比数据，并附用户盖章确认函）。

（2）成果交付形式：

论文 4 篇；发明专利（申请/授权）2/1 件，软件著作权 2 个；

其他交示件：交付 1 份化工安全生产场景下的开放行为识别智能告警系统第三方检测报告。

（3）经济社会效益：

经济效益：项目可实现产业化收入 1020 万元，新增利润 105 万元，新增税收 50 万元。预计 2027 年将在 3 个典型场景形成示范应用，带动智慧化工产业链的经济增长。

社会效益：新增就业 4 人，培养人才 3 人，促进相关产业

链 100 人次专业人才的就业。推动济南市化工产业在 AI、大数据中心等方面的技术突破和产品升级换代，奠定新化工的技术和产业基础，实现行业高速发展和革新；推动企业 300 余个上下游集成商、工程商、业主用户切换多模态开放行为识别智能告警系统，使其具备定制开发细分场景算法能力，全部达产后将带动 1 条国产化芯片、化工安全生产项目集成、传统企业等上下游产业链的拉通。

4.需求单位及联系人

济南宇视智能科技有限公司

孙鸪鸪 18560197879

九、新能源装备

(四十四) 高端风电销轴滑动轴承耐磨涂层技术优化与智能化开发

1.需求描述

项目面向可再生清洁能源技术及相关产品，契合济南新能源装备、材料与智造布局。全球风机大型化正推动齿轮箱行星级由滚动向滑动轴承演进，国际上衬套/铸铜方案经济性不足，涂覆化与系统集成成趋势，国内总体处于样机验证向批量爬坡阶段。当前短板在于高载荷耐磨涂层体系、整机~齿轮箱~润滑一体化匹配以及全寿命评估与标准等。亟需攻关 CuSn 系、复合梯度涂层与热喷涂多参数协同，构建“有限元+数据驱动”设计与试验谱，形成可复制技术包与产业链配套。项目的实施将实现风能关键部件国产化，突破滑动轴承涂层与智能熔覆关键技术，推动济南市

合金材料、轴承及智能装备产业链协同升级，促进技术进步、延链补链强链与区域绿色发展。

2.需解决的共性技术问题

在激光熔覆铜合金风电齿轮箱销轴的产业中熔覆工艺难度大，铜合金对红外激光的吸收率低，需要高功率激光器才能形成熔池，但这又容易导致熔池不稳定、产生飞溅，形成孔洞缺陷。熔覆粉末材料难以控制目前市面上的 CuSn12Ni2 铜合金粉末的技术要求还不够统一，粉末稳定性差，这也增加了激光熔覆的难度。

需要攻克的关键技术环节：（1）CuSn12Ni2 合金涂层孔隙率控制技术及其结构均匀性形成机制；（2）多工况下涂层摩擦磨损性能的可预测性建模方法；（3）激光熔覆参数与性能间的数字建模与反向优化技术；（4）面向风电滑动轴承工程应用的智能激光熔覆一体化装备开发。

3.考核指标

（1）技术参数：

①孔隙率精准调控：通过正交试验优化激光功率（5~8kW）、扫描速度（3~5m/min）、送粉率（20~40g/min）等参数，结合工艺试验和数值模拟预测孔隙分布，目标在金相显微镜×100倍的最差视野下孔隙率≤0.5%，1.5mm厚度的熔覆层结合强度要>90MPa，5mm厚度的熔覆层结合强度要>340MPa；

②多工况性能验证：开展干摩擦、油润滑及不同载荷下的摩擦磨损试验，建立摩擦性能数据库；

③工艺-结构-性能一体化设计：提出“低孔隙率+梯度硬度”

涂层结构，熔覆层显微硬度要求高于 150HV0.2，热影响区及基体硬度低于 380HV0.2。可以兼顾表面耐磨性与基体韧性；

④智能化装备应用：引入激光熔覆控制系统，实现工艺参数实时精准控制，并实现熔覆效率达到 0.27m²/h。

（2）成果交付形式：

论文 2 篇，发明专利（申请/授权）1/1 件，实用新型专利（申请/授权）2/2 件；

其他交示件：形成 1 份实验报告；形成 1 份《激光熔覆滑动轴承工程应用技术规范》；制备中试级滑动轴承样件 3 件，并在风电齿轮箱台架上完成 300 小时服役模拟测试；组织召开 1 次中期成果研讨会；推动技术在企业首批样机中试装应用不少于 1 项。

（3）经济社会效益：

经济效益：本项目将推动风电行业的可持续发展，预计销轴滑动轴承寿命提升约 30%，制造与运维综合成本下降约 10%，整机可用率提升约 0.5 个百分点。同时，激光熔覆技术也可以用于修复产品，每台风机预计每次维修期间每台风机可降低约 11.5 万元。同时，通过技术推广，涂层材料生产商、设备制造商和整机生产商形成紧密合作，推动产业链向高附加值方向发展。

社会效益：项目实施后可为我市提供更多技术岗位，新增就业人数 10~20 人。同时，通过提高风电设备的可靠性和运行效率，提升风能利用水平，有助于降低温室气体排放、减少对传统能源的依赖，进一步推动我市绿色低碳发展与就业市场优化。

4.需求单位及联系人

金雷科技股份有限公司

孙伟 15666284399

(四十五)基于深度学习与多模态大模型的声振智能感知技术研究及装备开发

1.需求描述

本项目服务济南市智能制造与高端装备产业链升级，契合重点产业需求。声振智能感知技术及装备融合多模态传感与智能模型，是工业智能核心手段，国内外依托“多源协同感知”大力发展，但当前多以单一传感、传统诊断为主，高频故障捕捉、强噪降噪、实时智能决策等专业化场景多处于理论或试点阶段，存在多源数据割裂、高频故障漏检率超 35%、90dB 工业噪声下误报率达 40%、诊断响应滞后等不足。项目研发的声振智能终端，填补国内高频域（>16kHz）、强噪环境下的技术空白，推动国产高端传感器替代进口，联动本地高温材料、MEMS 传感器企业，助力工业互联网感知层技术革新，以单价 ≤1500 元的高性价比产品占领市场，拉动产业链升级、发挥行业引领作用。

2.需解决的共性技术问题

工业设备状态监测产业面临多源信号同步采集难、强噪下诊断精度低、极端工况可靠性不足等共性瓶颈，制约国产高端装备替代与产业链升级。需攻克三大关键技术：一是超宽频声振温同步采集，解决超声段（>20kHz）信号衰减、多通道毫秒级同步及宽温域（-40℃-140℃）传感漂移问题，实现全频段高保真；二是强噪声自适应降噪，突破 90dB 工业环境下误报率高的痛点，提升信噪比与诊断精准度；三是边缘轻量化智能诊断，破解离线

诊断响应滞后难题，实现毫秒级故障预警与 OTA 远程规则更新。技术突破将推动声振智能传感与装备的国产替代，助力智能制造产业链升级。

3.考核指标

（1）技术参数：

①核心感知性能

声学感知：频率范围 0-80kHz，线性度误差 $\leq \pm 1.5\text{dB}$ ；

振动感知：量程 $\pm 100\text{g}$ （峰值），频率响应 0-15kHz，线性误差 $\leq \pm 2.8\%$ ；

温度采集： -40°C - 140°C ，精度 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。

②智能系统特性

多模态分析：实时提取声纹 MFCC/梅尔谱特征及振动小波包能量谱，支持多种机械故障识别；

通信可靠性：双通道冗余传输（RS485+CAT1），通信成功率 $\geq 99\%$ ；

预警响应：延迟 $\leq 1\text{s}$ ，本地数据存储深度 ≥ 10 万条（断网续传 $\geq 72\text{h}$ ）。

③可靠性

功耗控制：静态功耗 $< 5\text{VA}$ ；

环境适应性：工作温度 -40°C ~ 85°C ，防护等级 IP65。

（2）成果交付形式：

论文 1篇，发明专利（申请/授权）2/1件，实用新型专利（申请）1件，软件著作权 1个；

其他交示件：产品样机 1 套；第三方功能/性能测试报告 1

份。

（3）经济社会效益：

经济效益：项目建成三年内实现终端量产（单价 1 万元/台），在多领域部署 5000 台，创直接产值 5000 万元；年节约运维成本超 2000 万元，拉动济南本地高温材料、MEMS 传感器等上下游产业，新增订单超 1500 万元。

安全与生态效益：终端可在高温强振工况下 48 小时预警故障，减少 90%重大机械事故（年规避超 100 起）；通过预测性维护延长设备寿命 2-3 年。

社会效益：培养 20 名复合型人才，支撑济南智能制造升级；助力“双碳”与新型电力系统建设，推动运维向“精准预测”转型；支撑国家电网“无人值守变电站”建设，为济南打造百亿级智能传感产业集群提供核心驱动力。

4.需求单位及联系人

山东华科信息技术有限公司

毛景龙 18853102716

十、专用装备

（四十六）全自动化应变计研发

1.需求描述

本项目高度契合济南市重点发展的智能传感器产业。当前，高精度应变计市场需求旺盛，但高端市场近 30%份额被德、美巨头垄断，国内产业在核心工艺上仍落后国际十年以上。济南市虽具备雄厚的制造业基础、创新资源和完备产业链，但在该细分领

域，尤其 30 μm 以下线宽光刻与多层复合工艺上存在明显短板。

本项目将有力突破上述“卡脖子”技术，实现从“中低端制造”向“高端智造”的跃升，填补本市产业空白。通过技术突破、共建实验室和制定标准，项目将直接拉动我市精密仪器、新材料、半导体装备等产业链的技术进步与协同发展，对于打造国家级智能传感器产业高地、构建“智造强市”新增长极具有重大战略意义。

2.需解决的共性技术问题

（1）产业共性问题：

①多物理场耦合建模工具缺失：当前国内缺乏自主可控的多场耦合仿真平台，对多片叠加时的层间应力传递、胶层流变特性等模拟精度不足。

②核心装备与算法自主化不足：高端装备与核心算法长期受制于人，成本高，制约了产业自主可控与产能扩张。

③数字化工艺与质量闭环未形成：生产数据链断裂，工艺传承依赖经验积累，无法实现质量的稳定与可追溯。

（2）关键技术环节：

①开发自主多物理场耦合仿真平台，实现对层间应力、胶层流变等行为的精准模拟。

②突破高精度视觉定位、智能涂胶与激光焊接等核心算法，并研发其国产化高端装备，构建自主技术体系。

③构建全流程数字孪生与质量追溯系统，实现工艺参数优化与产品质量的闭环控制。

3.考核指标

(1) 技术参数:

①指标参数: 测量范围

技术攻关目标: $0-20000\ \mu\text{m/m}$;

实现条件: 复合基底材料优化、宽量程设计;

功能要求: 覆盖工业级全场景应变测量需求。

②指标参数: 温度稳定性

技术攻关目标: $-30^{\circ}\text{C}\sim+80^{\circ}\text{C}$ 误差 $\leq \pm 0.5\%$;

实现条件: 双金属温度补偿、智能校准算法;

功能要求: 确保极端环境下的测量精度。

③指标参数: 疲劳寿命

技术攻关目标: ≥ 1000 万次 (1%应变);

实现条件: 强化箔材处理、界面优化工艺;

功能要求: 满足长期动态测量。

④指标参数: 量产良品率

技术攻关目标: $\geq 95\%$;

实现条件: 全自动检测系统、SPC 过程控制;

功能要求: 满足大规模商业化生产要求。

⑤指标参数: 响应时间

技术攻关目标: $\leq 1\text{ms}$;

实现条件: 低阻抗设计、高速信号传输方案;

功能要求: 满足动态力测量需求。

通过上述性能指标的实现,本项目将带来技术突破与功能升级:具备 1 克力高精度感知与智能温度补偿能力,支持实时寿命预测功能,生产周期缩短至 30 秒/片。全面提升应变计的测量精度、环境适应性和量产稳定性,为消费电子、工业传感及高端装

备领域提供高精度、高可靠、智能化的国产应变计解决方案。

（2）成果交付形式：

论文 1 篇，发明专利（申请/授权）8/4 件，软件著作权 15 个；科技成果 1 项，新工艺 1 项；

其他交示件：①实物样机：高精度应变计样品（联苯基底+伊文箔材三叠片应变计样品、PEEK 基底+康铜箔材应变计样品、全自动三叠片生产线样机）。②技术文件：设计图纸、材料选型与性能测试报告及温度补偿算法设计文档；测试报告：计量性能测试报告、环境适应性测试报告及疲劳寿命测试报告；生产规范：关键工序作业指导书、质量检验标准设备操作维护规程。③产业化示范：完成 3 个以上应变计示范项目，形成实际应用用户报告，验证设备性能；同步制定小批量量产方案，编制量产工艺文件，为后续推广提供产业基础。④人才培养：开发操作维护培训手册，配套开展专项培训，培养技术骨干不少于 20 人，支持后续工程化推广与服务。

（3）经济社会效益：

①产业化示范

填补国内技术空白，实现 30μm 线宽蚀刻与 95%良品率，打破欧美垄断。

带动本地光刻设备、特种箔材等产业链协同发展。

主导制定高精度应变计行业标准，推动技术成果转化为国家规范，提升行业话语权。

②经济与社会效益

经济效益：项目达产后实现日产 10 万片，年产值超 1.5 亿元，利润率 50%以上；关键材料与设备国产化率提升至 80%，

显著降低进口依赖。

社会效益：为 5G、AI 终端等提供高精度力感知元件，赋能智能穿戴、医疗机器人等新产业；产品疲劳寿命突破 1000 万次，提升桥梁、航天等领域安全可靠；联合高校培养 50 名专业人才，共建智能传感器实验室，增强区域创新能力。

4.需求单位及联系人

山东金钟科技集团股份有限公司

王春军 18605317812

（四十七）风电 DH2500 平头塔机的研究与开发

1.需求描述

项目面向“双碳”战略下风电产业高质量发展需求，契合济南市重点发展高端装备制造产业的导向。全球风电装机规模持续扩大，低风速、复杂地形开发趋势推动超大型风机（8-10MW）及超高塔筒（ ≥ 200 米）成为主流，催生了对起重能力 ≥ 200 吨、作业高度 ≥ 280 米的超大型塔机的迫切需求。目前国内在超大型塔机领域仍存在核心部件依赖进口、耦合动力学建模能力不足、智能控制实时性差等短板，制约产业链安全与可持续发展。本项目通过攻克塔机-混凝土塔筒协同设计、动态力矩平衡、模块化制造等关键技术，将填补济南在高端起重装备领域空白，带动钢结构、智能控制、特种材料等产业链协同升级，强化区域高端装备集群竞争力，为国家能源战略实施提供核心装备支撑。

2.需解决的共性技术问题

（1）产业共性技术问题

①塔机与超高混凝土塔筒耦合动力学建模不完善，传统方法难以准确预测风振-吊载联合作用下结构响应，导致局部过载与疲劳风险；

②实时力矩平衡控制系统响应慢、抗干扰弱，极端工况下动态平衡精度不足，限制吊装效率与安全性；

③高强钢模块化标准节焊接变形控制难、精度一致性差，制约批量化生产与塔身顶升精度。

（2）研究内容：

①开展刚柔耦合体系动力响应研究，建立塔机-混凝土塔筒高保真模型，分析附着节点载荷分布与屈曲稳定性；

②研发多模态传感融合的动态力矩平衡系统，设计基于滑膜控制与神经网络的非线性控制算法；

③构建“预变形补偿-智能焊接-精度修复”全流程制造体系，突破高强钢焊接工艺瓶颈。

（3）需攻克关键技术：

①多体动力学与有限元耦合算法；

②毫秒级高鲁棒力矩平衡控制技术；

③焊接热-力-冶金多场耦合工艺数字化控制。

3.考核指标

（1）技术参数：

①额定起重力矩 ≥ 2500 吨·米，最大起重量 ≥ 200 吨；

②独立升起高度 ≥ 280 米，工作幅度 ≥ 30 米；

③工作风速耐受 $\geq 12\text{m/s}$ ；

④关键零部件国产化 $\geq 60\%$

⑤满足 8-10MW 风机吊装需求。

(2) 成果交付形式:

论文 4 篇, 发明专利(申请/授权) 5/2 件, 软件著作权 3 个; 科技成果 10 项, 新工艺 2 项;

其他交示件: DH2500 平头塔机工程样机 1 台; 示范应用报告 3 份; 行业标准草案 1 项。

(3) 经济社会效益:

本项目实施后, 将产生显著的社会与经济效益。经济效益方面, 项目产业化可形成年产 5 台超大型塔机的能力, 直接产值超亿元; 吊装效率提升 30%、周期缩短至 48 小时, 显著降低风电场建设成本; 关键部件国产化率提升, 可降低进口依赖 60% 以上, 增强产业链自主可控能力。社会效益方面, 项目填补国内 200 吨级超高风机安装装备空白, 满足 8-10MW 级超大型风机安装需求, 为“双碳”目标实现提供核心技术支撑; 模块化设计与智能控制技术降低事故率 60%, 保障高空作业安全; 通过技术示范与人才培养, 推动济南高端装备产业集群发展, 提升区域创新能力与行业标准话语权。

4.需求单位及联系人

大汉科技股份有限公司

毕京芹 0531-83278877

(四十八) 基于机器人与 DNA-PCR 技术的孢子病害识别
关键技术研究

1.需求描述

孢子病害初期症状隐蔽，人工巡检和采样效率低、误差大。作物病害智能巡检机器人通过多技术协同，先完成“定位可疑区域→采集目标样本”，为后续 PCR 检测提供高质量、高针对性的样本。将机器人识别孢子病害与 DNA 扩增、PCR 显色反应结合，构建“机器人田间初筛→样本采集→实验室”的全流程体系，解决“从田间快速定位可疑病灶并采集样本”的问题，DNA 扩增和 PCR 显色反应则解决“精准确认是否为目标病害孢子及种类”的问题，二者结合可大幅提升病害检测的效率与准确性。

本项目领域属于专用装备—农机装备，契合济南市发展智慧农业、推进农业现代化的重点产业需求，助力保障区域粮食安全。

2.需解决的共性技术问题

（1）DNA 扩增共性技术问题：机器人初筛只能判断“可能是某类孢子病害”，无法 100% 确认种类，如不同锈病孢子形态相似，肉眼/显微图像难区分。而 DNA 扩增可特异性扩增目标病害孢子的 DNA 片段，PCR 显色反应则验证扩增结果，二者结合能实现“物种级精准识别”，解决机器人精准识别孢子病害问题。

（2）PCR 显色反应共性技术问题：机器人采集的样本可能含多种孢子，如田间同时存在白粉病和灰霉病孢子，但 PCR 通过“引物特异性”可精准锁定目标病害，避免机器人初筛时因形态相似导致的误判。机器人通过实时监测到的荧光信号确定孢子病害种类和数量，为防治作物病害提供依据，进行提早预防。并利用卷积神经网络(CNN)等深度学习算法对图像进行深度分析。

3.考核指标

（1）技术参数：

①聚焦常见大田粮食作物，通过机器人采样与 DNA-PCR 等技术结合，实现常见作物病害孢子识别准确率 $\geq 90\%$ ；孢子混合液浓缩范围 10-50ng/ μl ；

②搭载环境监测传感器精度：湿度传感器测量范围为 10-95%RH(相对湿度)、精度为 $\pm 3\%$ RH；温度的测量范围-20-60 $^{\circ}\text{C}$ ，精度 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ，24V DC 供电。能实时精准感知田间温湿度变化，为病害发生趋势预测提供可靠数据；

③智能巡检机器人组合导航定位精度 $\leq 3.5\text{cm}$ ，具有动态环境感知，自主避障、路径规划、自动充电等功能，确保复杂田间环境下安全稳定作业。可实现预探测作业环境和 0-5m 内障碍物信息，自主避障，单次充电续航时间 ≥ 6 小时，具有 IP65 级以上防护。确保复杂田间环境下安全稳定作业；

④实现孢子高清图像采集分辨率 ≥ 800 万像素，具有 4G/5G 网络模块，延迟 $\leq 200\text{ms}$ 。DNA 扩增和 PCR 显色反应，显色指数 ≥ 80 。

（2）成果交付形式：

论文 2 篇，发明专利（申请/授权）3/2 件，软件著作权 3 件；产品样机 1 套；

其他交示件：产品检测报告。

（3）经济社会效益：

经济效益方面：每台套智能巡检机器人可覆盖 100 亩农田，减少农药使用量 15-20%、减少人力成本 2-3 人，亩均综合效益提升约 80-120 元。规模化应用后，带动各类智能传感器、智能算法等产业链产值增长，培训相关产业领域人才，为农业产业赋

能。

社会效益方面：减少农药使用量，降低环境污染与农产品残留风险。通过精准监测与防控，保障粮食安全，推动农业绿色可持续发展。同时，提升农业智能化水平，助力乡村振兴，为中小农户提供高效生产工具，缩小城乡数字鸿沟。

4.需求单位及联系人

山东祥辰科技集团有限公司

白俊风 18253116063

（四十九）高效智能粮食烘干装备关键技术研究

1.需求描述

本项目面向济南市高端装备与智慧农业产业发展需求，聚焦粮食烘干环节长期存在的热效率低、品质调控难、智能化程度不足等瓶颈问题。目前，国内外虽已推广部分智能烘干装备，但仍存在能耗偏高、核心控制模型依赖进口、整机协同性与余热回收效率不足等短板。研发高效低温烘干与多参数智能控制系统，可实现关键部件本土化生产，拉动济南在精密机械、环保设备、电子控制等领域产业链升级，形成智能烘干装备产业集群。项目成果将推动产后减损与粮食提质，助力济南打造“智慧农业装备”技术高地，增强产业竞争力，并为乡村振兴提供关键技术支撑。

2.需解决的共性技术问题

针对粮食烘干产业高能耗、品质难控、热效率低等共性问题，核心技术难点在于多参数耦合下的高效热交换与智能精准控制，具体表现为热风场与物料动态匹配难、多系统协同调控难、余热

回收与能耗平衡难，制约了装备智能化与绿色可持续发展。

本研究聚焦粮食烘干产业高能耗与品质调控难的核心痛点，重点突破高效低温热交换技术及多参数智能协同控制瓶颈，具体包括：研发高效低温热交换系统，实现热交换量与风速的动态匹配；开发天然气燃烧炉智能控制工艺，实现燃烧过程精准监测与自适应调节；构建成套装备智能控制体系，实现烘干过程提质、精准、低耗的闭环控制；集成热风输送、烘干及余热回收技术，实现烘干塔内流场与温度场的可调可控。

3.考核指标

（1）技术参数：

①烘干塔仿真及优化：温度仿真值与实测值的平均绝对误差 $\leq 3^{\circ}\text{C}$ ；相对湿度仿真值与实测值的平均相对误差 $\leq 8\%$ ；粮层热通量仿真值与热流计实测值的相对误差 $\leq 10\%$ 。烘干仓粮温 $57 \pm 3^{\circ}\text{C}$ ，风温 $115 \pm 3^{\circ}\text{C}$ ；处理量 ≥ 400 吨/日；干燥不均匀度 $\leq 1\%$ ；热交换器的换热效率 $\geq 85\%$ ；热交换输出温度的稳态偏差 $\leq \pm 1^{\circ}\text{C}$ ；

②燃烧炉智能控制：充分燃烧率大于98%；燃烧温度控制范围：80-300 $^{\circ}\text{C}$ ，控制精度 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ ；燃烧状态动态监测包括火焰温度、燃气压力、空气流量、排烟温度等关键参数；

③烘干塔智能控制：出口粮食含水率控制精度在 $\pm 1\%$ 内；同一批次粮食含水率均匀性（标准差） $\leq 1\%$ ；成套装备的智能自适应控制闭环反馈响应速度：当来料水分波动 $\pm 3\%$ 时，系统调整参数至稳定状态的时间 ≤ 5 分钟，出口水分偏差 $\leq 1\%$ ；

④集成烘干工艺：余热回收装置的热回收率 $\geq 60\%$ ；集成系

统的综合能效 $\geq 70\%$ ；烘干塔内流场均匀性：同一截面风速偏差 $\leq 15\%$ ；温度场调控范围：40-120℃，塔内同一水平截面温度偏差 $\leq 3^\circ\text{C}$ ；热风输送系统压力损失 $\leq 500\text{ Pa}$ ；满足玉米、小麦、大豆、水稻等多种粮食作物烘干品质需求。

（2）成果交付形式：

论文 2 篇，发明专利（申请）4 件，实用新型专利（申请/授权）1/1 件，软件著作权 2 个；新工艺 1 项，新产品 1 项；

其他交件：高效智能粮食烘干装备样机 1 套，并实现试运行；粮食烘干智能控制算法、软件及相关源代码；新产品第三方检测报告。

（3）经济社会效益：

通过项目实施，可形成具有自主知识产权的高效智能绿色烘干装备技术，预计新增产值 3000 万元以上，新增利税 600 万元。核心部件本地化生产将推动济南机械制造、电子控制等配套产业集聚，形成年产值超亿元的产业集群。推广高效烘干技术可显著减损保粮，并与机械化收割、智慧农业协同，破解小农户分散晾晒难题。此外，烘干集群服务也可有效推动种粮大户快速增长，促进土地集约经营。

4.需求单位及联系人

山东天鹅棉业机械股份有限公司

李怀坤 13589019598

（五十）高性能智能温控核电专用混凝土搅拌站关键技术研发

1.需求描述

高性能智能温控核电专用混凝土搅拌站是“双碳”目标下清洁能源建设的关键装备，核电工程对其性能要求严苛。一是温度控制精度高，混凝土出机温度误差需 $\leq \pm 1^{\circ}\text{C}$ ，极端环境需防管路结冻或物料变质；二是安装要求严，需模块化无高空安装，适配核电现场安全标准与紧凑工期。国外技术垄断高端市场，国内普通装备成熟，但核电专用核心技术依赖进口，存在结构与温控协同短板。

项目“机械设计-装备研发-智能控制”全链条的创新需求契合济南市装备制造重点产业发展需求，项目落地将推动济南高端装备跃升，带动上下游原材料、自动化控制等产业协同，深化产学研融合，提升产业竞争力，助力国家核电战略与“双碳”目标。

2.需解决的共性技术问题

（1）共性技术问题

结构与搅拌性能不足：传统提升机构因钢丝绳误差致料斗倾斜，封装需高空安装（效率低、风险高），搅拌难实现高粘度混凝土立体循环（均匀度差），难兼顾精度、安全与效果；

温控与调控滞后：骨料保温不均、多介质水路切换慢， -20°C 至 40°C 极端环境易结冻变质，难协同适配核电要求。

（2）研究内容

设备结构创新设计：研发双绳提升机构自动张紧调平装置与间断型螺旋搅拌结构，开发“地面预组装-整体吊装”工艺；

多介质智能温控协同控制技术：改进骨料仓分区蒸汽保温管路，研发温湿度动态补偿算法；

混凝土配比动态补偿与适配技术：构建核电混凝土配方数据库，开发含水率自动补偿算法，实现混凝土配比自适应调整。

3.考核指标

（1）技术参数：

- ①理论生产率：180 m³/h；
- ②提升系统功率：45kW；
- ③骨料计量精度：±2%；
- ④粉料计量精度：±1%；
- ⑤水计量精度：±1%；
- ⑥外加剂计量精度：±1%；
- ⑦温度控制：出料温度 15℃~25℃。

（2）成果交付形式：

论文 1 篇，发明专利（申请/授权）2 /1 件，软件著作权 2 个；

其他交示件：新装备 1 台/套。

（3）经济社会效益：

项目完成后，将形成年产 30 台（套）智能温控核电专用混凝土搅拌站的规模化生产能力，预计年新增产值 3000 万元、利税 500 万元，显著提升企业营收规模与市场竞争力。通过项目实施，掌握核心制造技术，形成自主知识产权，填补国内核电专用智能温控搅拌装备的技术空白，推动我国建材机械行业整体技术水平向国际先进梯队迈进。产品可完全替代进口设备，打破国外在该领域的技术垄断和市场封锁。项目将拉动上游特种钢材、智能传感器、保温材料等产业创新升级，催生下游核电混凝土施工

技术服务等新业态，形成年产值超 5000 万元的产业集群，新增就业岗位，助力区域产业链供应链现代化水平提升。此外，项目成果可推广至水利、国防等高端工程领域，进一步放大技术辐射效应，为国家重点行业高质量发展提供装备支撑。

4.需求单位及联系人

山推建友机械股份有限公司

孙庆华 0531-89815035

（五十一）高炉环境除尘绿色智能运行关键技术开发

1.需求描述

本项目面向高炉炼铁除尘系统，聚焦其在“双碳”目标下的绿色智能化转型需求。当前系统普遍存在运行粗放、能耗高、调控滞后等问题，难以适应精细化管控要求。国内外先进企业已逐步推进智能化升级，而我国在除尘系统自主决策与能效优化方面仍存短板。本项目通过融合工业物联网、图像识别、大数据与人工智能等技术，开发高炉环境除尘绿色智能运行关键技术，实现系统节能、减排与智能运维。项目的实施将推动济南市环保装备产业链向高端化、智能化升级，助力钢铁等行业绿色转型，增强区域产业竞争力，并为全国提供可复制的智慧除尘解决方案。

2.需解决的共性技术问题

当前高炉除尘系统存在逸尘识别滞后、系统感知薄弱、故障预警缺失、调控智能化水平低、运维依赖经验等共性问题。技术难点在于：工业逸尘图像识别与负荷量化、系统全域状态实时感知与掌上巡检、滤袋破损精准定位与除尘系统健康诊断、风量动

态协同调控与能耗优化。

需攻克的关键技术包括：基于深度学习的烟尘视觉识别、全域实时监测与掌上巡检技术、除尘系统健康诊断技术、除尘管网联动平衡技术，构建“感知-诊断-优化-决策”一体化智慧除尘平台。

3.考核指标

（1）技术参数：

①高炉环境除尘绿色智能运行关键技术 in 钢铁行业高炉除尘系统或其他应用场景应用示范，实现除尘系统整体电耗降低20%以上；

②岗位粉尘浓度 $\leq 8\text{mg}/\text{Nm}^3$ ；

③烟气排放浓度小于 $10\text{mg}/\text{m}^3$ ；

④开口式捕集罩烟尘捕集率目标 100%；

⑤除尘系统人工干预降低 30%以上。

（2）成果交付形式：

论文 1篇，发明专利（申请）2件，软件著作权 1个；

其他交示件：开发 1 套除尘系统智慧管控系统。

（3）经济社会效益：

经济效益方面：智慧除尘系统的应用预计可使高炉除尘系统整体电耗降低 20%以上，直接转化为可观的电费节省。通过健康诊断与预测性维护，能有效延长滤袋、风机等关键设备寿命，降低维修与更换频率，减少维护成本。同时，系统实时监测与智能调控减少了非计划停机，保障了生产连续稳定，间接提升了企业运营效益。

社会效益方面：项目实施后岗位粉尘浓度可稳定控制在 $\leq 8\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，极大改善员工作业环境，保障职业健康，并对提升区域空气质量做出贡献。本项目将为钢铁行业提供一套可复制、可推广的智慧除尘解决方案，树立绿色制造标杆，推动整个行业环保水平与技术能力的提升，增强济南在绿色智能制造领域的影响力。

4.需求单位及联系人

山东力净环保科技有限公司

郭远祥 18663495150

（五十二）零碳园区节能环保储能设备研发

1.需求描述

本项目精准锚定济南市“未来产业前沿技术突破”之未来能源领域，契合济南“双碳”目标与新型储能产业发展布局，属重点培育方向。国际上，凝胶储能材料聚焦实验室级研发（如MIT界面疲劳阈值水凝胶），国内的凝胶储能技术产业化水平滞后，存在大尺寸凝胶力热性能不足、储能系统设计无统一标准等短板。项目落地可突破核心技术壁垒，拉动济南新材料、新型储能产业链上下游协同，提升区域绿色能源技术竞争力，为济南零碳园区建设、新质生产力培育及绿色低碳产业体系构建提供关键支撑。

2.需解决的共性技术问题

（1）产业共性问题：一是大尺寸凝胶复合材料力热性能薄弱，力学强度低、热导率与相变潜热不足，且制备工艺无统一标

准，导致产品稳定性差；二是相变储能系统缺乏规范设计体系，热管理效率低、智能控制滞后，储冷能力与成本控制难平衡，制约产业规模化。

（2）研究内容：揭示凝胶网络对相变特性的调控机理，优化大尺寸材料微结构，调整导热通路，提升相变温度、潜热、热导率等性能，控制冰晶定向生长；研发新型凝胶储能系统集成优化方案和设计体系，降低产业化成本。

（3）关键技术环节：大尺寸高韧性凝胶规模化制备、冰晶生长精准调控、储能系统集成优化。

3.考核指标

（1）技术参数：

①凝胶材料：凝胶复合材料标准试件拉伸强度大于 40MPa；压缩强度大于 60MPa；材料相变潜热大于 150kJ/kg；热导率大于 1.22 W/(m·K)；

②凝胶板材：材质均匀、长方板材，尺寸>2m*2m，厚度>2cm；

③冷储能系统：结合智能控制技术，设计并优化一套基于水凝胶的标准化多功能相变冷储能系统方案；典型样机尺寸：1m*1m*1m，相比传统相变储能技术，储能提高 30%以上，在设定温度范围内波动不超过 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ ；成本降低：相比传统储能技术，成本降低 10%以上。

（2）成果交付形式：

论文 1 篇，发明专利（申请/授权）2/1 件，软件著作权 1 个；

其他交示件：①新产品技术报告 1 项及新工艺报告 1 项，合计 2 项；②兼具力热性能的多功能凝胶保冷材料制备方案 1 套，

凝胶储冷材料制备工艺文件及材料参数数据库 1 份，大尺寸、超韧性、不融化凝胶保冷材料样件 3 件；③相变储能系统设计方案 1 套。

（3）经济社会效益：

通过产业化应用，带动济南市新材料、新型储能产业链上下游协同发展，助力打造新质生产力，树立科技赋能的“绿色低碳、节能减排”示范标杆；同时强化产学研合作，促进技术创新与成果转化，为产业发展注入持续动力。经济效益上，依托凝胶相变储能技术突破，构建零碳园区储能技术体系，形成材料研发、装备制造至应用服务完整产业链，为区域经济增添增长动能。社会效益上，降低企业能源成本，优化能源结构、提升可再生能源利用率，推动零碳园区储能产业转型升级与绿色发展。

4.需求单位及联系人

山东润鲁工程咨询集团有限公司

李郭成 15064102192

（五十三）面向氨法脱硫的自动精准加氨装置关键技术研发

1.需求描述

氨法脱硫自动精准加氨装置关键技术的研发具有深远的战略意义：首先，该技术是实现超低排放目标的核心保障，通过精准控制氨剂投加，可确保 SO_2 稳定达标排放，助力国家“双碳”战略实施；其次，作为传统高耗能行业绿色转型的关键装备，其智能化升级可显著降低氨耗 15%-20%，提升副产物资源化价值，推动循环经济发展；再次，突破在线监测传感器、智能控制算法

等“卡脖子”技术，可打破国外垄断，保障我国环保装备产业链安全；最后，依托我国全球最大的脱硫市场需求，该技术的突破将培育具有国际竞争力的环保装备产业，为“一带一路”绿色基建输出智能化的解决方案，同时通过减少氨逃逸带来的气溶胶污染，对改善区域空气质量具有重要生态环境价值。

2.需解决的共性技术问题

针对氨法脱硫系统普遍存在的加氨控制精度低、响应滞后、执行机构适应性差及系统稳定性不足等核心痛点，结合当前脱硫控制依赖人工经验、调控环节割裂、关键部件性能受限的现状，需重点攻克以下共性难题：

（1）解决二氧化硫实时检测与精准调控闭环缺失的问题

由于缺乏高精度、快响应的 SO_2 排放实时检测与数据反馈机制，导致加氨调控指令滞后且与实际需求脱节，无法实现基于烟气参数的精准闭环控制。

（2）解决加氨装置伺服控制不准确的问题

由于缺乏高性能的专用伺服控制系统，目前难以根据实时检测的 SO_2 浓度、流量等数据，快速、精准地反馈调控加氨阀门开度，实现氨水投加的动态最优匹配。

（3）解决关键设备集成度与结构稳定性低的问题

加氨装置由氨水罐、抽水泵、输送管道、控制阀等关键设备组成，其布局分散、连接刚性差、振动抑制不足，需通过集成化优化设计提升整体结构稳定性与抗干扰能力，保障氨水输送与计量环节在长期运行中的可靠性和精度。

3.考核指标

（1）技术参数：

①加氨量控制精度： $\leq \pm 3\%$ ；加氨控制阀门开度控制精度： $\leq \pm 0.5\%$ ；SO₂传感器浓度检测(T90)时间 $< 30s$ ，信号反馈控制器响应时间： $\leq 150ms$ ，伺服驱动系统调控响应时间： $\leq 200ms$ ；

②通过智能加氨装置的调控，达到氨逃逸量 $\leq 3.5ppm$ ；现有氨法脱硫装置要求 $5ppm$ 的运行效果；

③智能加氨装置核心部件国产化率： $\geq 95\%$ 。

（2）成果交付形式：

论文 2 篇，发明专利（申请/授权）3/1 件，软件著作权 3 个；

其他交示件：完成 1 项创新科技成果鉴定和成果奖申报；测试报告 1 份、检验报告、采购合同或清单、受理/授权/备案资料、成果鉴定证书 1 份。

（3）经济社会效益：

经济效益：通过高精度计量和智能控制技术，可降低氨水消耗量节约液氨采购成本。装置采用模块化设计，可以降低维护成本，节省运维费用。智能预测功能可延长关键部件使用寿命 20% 以上，进一步降低设备更换成本。该技术的应用将提升电厂环保指标，为碳交易创造额外收益，具有显著的经济和环境双重效益。随着产品战略和资本战略的落地，项目完成后预计三年内可实现销售收入 1 亿以上，实现利税 1000 万元，解决新增就业 30 人以上，打造成为智慧环保装备的国内标杆企业。

社会效益：氨法脱硫智能化精准控制技术的突破，将有力带动济南本地高精度传感器、专用伺服驱动器、耐腐蚀阀门制造等上游产业链发展，提供就业岗位，并拓展其在电力、钢铁、化工

等高排放行业的下游应用市场。通过构建“产学研用”协同创新体系，可以培养环保智能控制领域高端技术人才，为产业自主可控提供核心支撑。通过主导或参与制定智能化精准脱硫控制技术行业标准，带动环保产业集群升级，促进就业增长与区域经济绿色转型。

4.需求单位及联系人

山东明晟环保科技有限公司

邢月娜 15063386251

（五十四）湿法脱硫氧化系统智能调控关键技术及装备

1.需求描述

本课题紧密契合济南市重点发展的新能源装备、环保装备及人工智能应用等产业方向。当前，湿法脱硫系统中亚硫酸盐浓度依赖人工离线检测，氧化风机缺乏智能调控，导致能耗高、系统稳定性差。国外设备（如美国 GE、韩国 KNTec）对华禁售，国内技术尚不成熟，存在测量周期长、精度低、适应性差等短板。

项目突破亚硫酸盐在线检测与智能调控关键技术，实现核心装备国产化，可替代进口，推动济南环保装备产业向智能化、高端化升级。

项目落地将带动本地产业链协同发展，提升产业集群竞争力，助力济南打造“智能环保装备”产业高地，并为全国火电、钢铁等行业节能降碳提供关键技术支撑，具有显著的经济与社会效益。

2.需解决的共性技术问题

（1）需解决的共性技术问题：

①亚硫酸盐浓度依赖人工离线检测（频次 ≤ 1 次/天），无法实时预警浆液异常，导致结垢、中毒等非计划停机；

②氧化风机缺乏智能调控，在机组深度调峰时仍满负荷运行，能耗占系统总电耗 15%-30%；

③现有设备抗干扰性差，难以适配火电、钢铁、化工等多行业复杂工况（如重金属离子干扰、浆液起泡），制约技术跨领域推广。

（2）核心技术难点与“难”点分析：

①感知难：浆液高腐蚀、多相混流特性使传统光学/电化学法测量误差超 20%，需突破复杂介质下的实时精准检测；

②调控难：需构建多参数（负荷、pH、溶氧等）强耦合动态模型，解决 PID 控制滞后问题；

③工程化难：恶劣工况下采样系统年故障率超 30%，电子元件易失效，保障长期可靠性挑战严峻。

（3）研究内容与关键技术环节：

①研发高鲁棒性亚硫酸盐在线检测仪，采用电位滴定-动态浊度补偿融合方法，集成超声波防结晶与防腐流路设计；

②构建机理-数据双驱动智能调控模型，引入粒子群算法优化风量动态函数，部署边缘计算网关实现毫秒级响应；

③开展多行业工业化应用验证，通过参数库一键切换适配火电、钢铁、化工等场景，完成技术迭代与推广。

3.考核指标

（1）技术参数：

研发脱硫浆液亚硫酸盐在线检测仪与氧化风机智能调控关键技术，仪器参数满足：

①测量范围：0.25-5 mmol/L，具备高低量程自动切换；

②测量误差： $\leq \pm 5\%$ FS；

③单次检测时长： < 10 min；

④整机寿命应不低于 10 年。

（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：脱硫浆液亚硫酸盐在线检测仪样机 1 台。

（3）经济社会效益：

经济效益方面：项目将突破国外技术垄断，实现亚硫酸盐在线检测仪及智能调控系统的国产化替代。

社会效益方面：项目有力服务国家“双碳”战略，通过精准调控大幅降低电厂碳排放与社会总能耗；提升我国环保装备自主可控水平，保障能源与环境安全；并推动济南市环保产业集群向“智能装备”与“解决方案”高端价值链跃升，形成新质生产力。

4.需求单位及联系人

山东创宇能源科技股份有限公司

李奎 15154100288

（五十五）基于 AI 模型驱动的水处理智能化加药控制系统研发

1.需求描述

欧美等发达国家在智能加药 AI 控制领域起步较早，技术相

对成熟。如德国西门子、美国霍尼韦尔等，已推出一系列先进的智能加药系统。与国外相比，国内在核心算法的创新性、系统的精细化程度以及高端产品的市场占有率等方面仍存在一定差距。

本项目符合济南市重点产业发展需求，智能加药 AI 控制系统的实施将带动我市水处理相关产业从传统的粗放式运行管理向智能化、精细化转变。该系统的应用能够实现对污水处理过程中药剂的精准控制，提高水处理效率，降低运行成本，促进水处理企业向智能化运营模式转型。这种智能化升级模式可以辐射到化工、制药、电力等多个行业，提升我市产业的自主创新能力，带动全市工业企业智能化、数字化水平的提升。

2.需解决的共性技术问题

现有水处理加药精度低、过程调整不及时，常出现加药过量造成浪费或者加药不足造成处理效果差的困境，我们结合现有检测监控仪器仪表的技术进步和人工智能技术的发展，决定开发一套实时性强，适应复杂工况、能够精准控制的 AI 加药控制系统，针对工业污水、矿井水、生活污水等不同应用场景设定不同的加药原则，攻关技术难点如下：（1）多源数据融合与处理：采集的水质、流量、设备运行等数据具有多模态、异构特点，需有效融合与清洗，提取关键特征为智能决策提供可靠数据支持。（2）高精度智能建模：构建能准确反映加药过程复杂非线性关系的数学模型，考虑多种影响因素，实现精准的加药量预测和控制。（3）实时控制与动态优化：在毫秒级时间内完成数据处理、模型计算和控制指令下达，并且根据实时工况动态调整加药策略。（4）自进化与自适应协同机制：实现“波动-响应-修正”实时适配，

提供精准预判依据。

3.考核指标

(1) 技术参数:

①模型预测控制精度: LSTM 模型预测浊度误差 $\leq 8\%$, 污泥浓度预测误差 $\leq 10\%$, CNN 矾花评分准确率 $\geq 90\%$;

②控制响应执行效率: 加药量调节滞后时间 ≤ 15 分钟, 回流比控制精度 $\pm 1\%$, 故障预警响应时间 ≤ 5 分钟;

③系统设备可靠性: 平均无故障运行时间 (MTBF) $\geq 10,000$ 小时, 双 PLC 切换时间 ≤ 10 秒;

④出水水质: 浊度 ≤ 5 NTU, 硬度 ≤ 100 mg/L, 优于国标《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918-2002) 一级 A 标准;

⑤能效优化指标: 药剂成本降低 20%-30%, 电耗下降 15%-20%, 人工干预减少 70%, 故障预警准确率 $\geq 90\%$;

⑥效益指标: 项目年运行成本减少 150 万元 (药剂与电耗节约); 减少药剂浪费与碳排放, 吨水处理碳排放量降低 10%-25%。

(2) 成果交付形式:

论文 1 篇, 发明专利 (申请/授权) 2/1 件, 实用新型专利 (申请) 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: AI 加药控制系统示范项目 1 个。

(3) 经济社会效益:

智能加药 AI 控制系统的成功开发能够提高水处理行业的数字化、智能化水平, 实现节能降耗, 节约运营成本。

以处理量 $500\text{m}^3/\text{h}$ 的矿井水处理系统高密度澄清软化池加药控制系统为例, 项目完成后, 预计每年可节省药剂成本 150 万元、

人工成本 20-30 万元、维护费用 70-80 万元、电费 60-120 万元，合计降低运行成本约 400 万元/年。扣除系统投资维护费用，每年可增加利润 100 万元以上。推广至 1200 万 m³/d 的运行规模，全年可以节约运行成本 400 亿元，增加利润 100 亿元。

AI 智能加药控制系统可以避免药剂排放对环境的污染，降低土地污染风险，保障公共安全。AI 智能加药控制系统的成功开发将大幅度提高公司的市场竞争力和营业收入，促进公司高质量发展。

4.需求单位及联系人、电话：

山东奥美环境股份有限公司

姚付江 13326293536

（五十六）高温高速潜液电泵举升装备关键技术研究

1.需求描述

“双碳”目标指引下的能源革命既离不开对传统化石能源的提质增效开采和应用，也离不开对新型能源的开发和利用，国外利用干热岩的增强型地热系统发电技术，采用蒸汽吞吐和蒸汽辅助重力泄油技术开采稠油已进入了规模应用阶段，高温地热水和高温原油的举升迫切需要高温潜液电泵。目前，国外两家公司掌握的相关高温液体举升设备仅适用于 250℃ 以下的地热井和稠油井，随着干热岩开采深度的进一步提升以及稠油注采一体化工艺的实施，井下液体的温度进一步提高，现有国内外技术的耐温、排量、扬程、功率密度难以满足 350℃ 高温、数千吨/天排量、高扬程的需求。

项目实施可以促进能源结构优化与绿色转型,可有效补充传统化石能源,推动高端装备制造、智能监测、新材料领域发展,促进能源装备产业升级,形成新的经济新增长点。

2.需解决的共性技术问题

项目主要解决现有国内外的高温液体举升设备的耐温、排量、扬程、功率密度难以满足 350℃高温、数千吨/天排量、高扬程的产业共性问题。

(1) 高温高速高效潜液电机设计及可靠性研究。解决制约高温电机的高温绝缘材料问题,攻克高功率密度电机设计和热管理技术,降低电机温升,进行热-电磁-机械应力耦合作用下的绝缘、结构失效机理及可靠性研究。

(2) 变频宽幅离心泵设计及性能研究。完成高速、大排量、高扬程离心泵叶轮型线优化设计和性能匹配研究,完成高温离心泵的气蚀和空化机理及削弱方法研究。

(3) 强补偿高温电机保护器设计。完成保护器对电机油大温差下剧烈膨胀和收缩的高容纳结构设计,进行高温高速面接触旋转机械密封的设计及友好工作环境空间设计,进行高温高速重载平面推力轴承的高润滑能力设计及磨损研究。

3.考核指标

(1) 技术参数:

①高温高速潜液永磁电机,运行环境温度: $\geq 350^{\circ}\text{C}$; 电机绝缘极限耐温: 375°C ; 功率: 30kW-1000kW; 电压: $\leq 2000\text{V}$; 转速: 5000rpm; 电机效率: $\geq 90\%$;

②高温高速离心泵耐温: $\geq 350^{\circ}\text{C}$;

③高温电机保护器耐温： $\geq 350^{\circ}\text{C}$ ；

④系统指标：扬程 ≥ 5000 米，排量 $\geq 1000\text{m}^3/\text{d}$,耐温 $\geq 300^{\circ}\text{C}$ 。

(2) 成果交付形式：

论文 2 篇，发明专利（申请/授权）3/1 件，实用新型专利（申请/授权）3/3 件；科技成果 1 项，新工艺 1 项；

其他交示件：检测报告 1 项；用户使用报告 2 项。

(3) 经济社会效益：

通过该项目实施，可为高温地热水和稠油低成本、高效率开发开辟新路径，将推动我国高温地热水和稠油热采行业的技术进步和技术发展，提高我国石油装备制造业的技术等级，提升在国际市场上的竞争能力和扩大在国际市场的市场份额，对于加快推动我国稠油产能，降低运营成本，营造绿色新能源生产，实现高温地热水和稠油开采的稳定快速发展具有里程碑式的意义和作用。项目期内，达到 100 台套/年加工能力，相关产品实现销售收入 3000 万元，实现利税 1000 万元。

4.需求单位及联系人

山东威马泵业股份有限公司

滕兴宝 13863425506

（五十七）大型施工机械用驱动轮/引导轮制造关键技术研究

1.需求描述

本项目聚焦大型施工机械用高强韧性低合金耐磨铸钢关键零部件研发与产业化，高度契合济南市做强先进材料与高端装备

产业的战略方向。当前，国际龙头企业已凭借成熟材料体系与工艺占据主导，而国内产业在高端部件上仍依赖进口，存在材料体系不完善、工艺稳定性不足等短板。本项目的实施，将依托我市以大众机械等企业为核心的产业基础，突破高性能材料与智能制备技术瓶颈，实现关键零部件自主可控。此举不仅能直接填补我市产业空白，推动传统铸造向智能化升级，更将强力带动从原材料、精密加工到装备制造的全产业链协同发展，对于提升我市产业基础能力、锻造新的产业集群竞争优势具有重大战略意义。

2.需解决的共性技术问题

本项目致力于突破大型工程机械耐磨铸钢零部件产业发展的核心瓶颈：材料性能不足制约产品升级、生产工艺落后导致质量不稳、研发周期长限制技术创新。技术难点集中体现在：需在有限合金含量范围内实现多元元素的强韧化协同调控，突破强度与韧性此消彼长的制约关系；在非真空条件下将铸坯氧含量稳定控制在 20ppm 以下，同时确保晶粒细化与缺陷控制。

研究将系统开展：构建 Cr-Si-Mo-Ni 多元合金设计模型，开发新型热处理工艺，实现碳化物均匀分布与晶界偏聚精准控制；采用复合精炼工艺，建立基于直读光谱与 LIBS 技术的成分精准调控体系；开发多尺度凝固模拟技术，集成改进 Niyama 判据与相场模型，优化浇注系统与新型发热保温冒口设计。

3.考核指标

（1）技术参数：

①材料淬火硬度需达到 HRC48-58（齿面工作层），抗拉强度 $\geq 700\text{MPa}$ （GB/T 228.1 标准测试），基体硬度 $\geq 190\text{HB}$ （未

淬火区域)；

②淬硬层方面，齿顶有效淬硬深度 $\geq 25\text{mm}$ （硬度 $\geq \text{HRC } 45$ ），齿根有效淬硬深度 $\geq 6\text{mm}$ （硬度 $\geq \text{HRC } 40$ ），淬硬层梯度变化 $\leq 5\text{HRC/mm}$ ；

③塑性指标要求断面收缩率 $\geq 30\%$ （标距 50mm ），延伸率 $\geq 20\%$ （标距 $5d$ ）；

④工艺控制指标要求淬火变形量 $\leq 0.5\text{mm/m}$ ，磁粉检测零裂纹，截面硬度差 $\leq 3\text{HRC}$ 。

（2）成果交付形式：

论文 2 篇，发明专利（申请/授权）2/1 件，实用新型专利（申请/授权）2/2 件；

其他交示件：新型号的大型施工机械用高碳低合金耐磨铸钢驱动轮/引导轮各一个；第三方检测报告。

（3）经济社会效益：

本项目实施后将产生显著的经济社会效益。经济效益方面，预计新增营业收入 2000 万元，利税 500 万元，并通过为工程机械整机制造商提供高端耐磨部件配套，有效替代进口，提升产业链自主可控能力。社会效益方面，将建立产学研协同创新机制，引进高端人才 1-2 人，培养技术骨干 5 名，培训产业工人 50 人次，新增就业岗位 20 个，构建可持续的创新人才培养体系。项目成果将在挖掘机、重卡等装备的极端工况下进行应用验证，形成可推广的技术与管理模式，通过示范效应带动上下游企业协同发展，显著提升国内高端耐磨零部件自给率，增强产业链韧性，促进区域经济高质量发展和产业转型升级。

4.需求单位及联系人

山东大众机械制造股份有限公司

赵勇 13376347887

十一、先进材料

（五十八）高温合金返回料重熔制粉及增材制造技术研究

1.需求描述

在全球资源日益紧张背景下，资源的高效利用和循环再利用成为可持续发展的关键。国内外在粉末循环利用方面，已将循环粉末的化学成分、物理性能和成形件性能变化进行系统研究，但在实际应用中，粉末循环利用的效率、产品纯净度和质量稳定性均存在显著短板。因此通过优化重熔制粉工艺、引入稀土元素进行纯净化处理，以及开发高效的粉末回收与筛选技术成为行业急需解决难题。

本项目旨在突破高温合金返回料循环利用技术瓶颈，实现高温合金返回料的高质量转化与循环利用，填补济南在高附加值金属增材制造材料领域的空白，推动新材料产业向高端化发展。项目成果可服务于航空航天、能源装备等济南重点产业，强化本地在山东省新材料领域的核心地位。

2.需解决的共性技术问题

当前增材制造用高温合金返回料在回收与再利用过程中存在主要问题有：一是重熔制粉工艺参数多、交互作用影响复杂导致制得的粉末纯净度低；二是球形度和粒度分布不理想，影响产品整体性能；三是力学性能和耐腐蚀性不足等产业共性问题。问题核心在于材料在多次热循环和机械处理中的性能退化，表现为

化学成分污染、物理形态劣化，并最终导致力学和化学性能的下降。

项目通过数字化定向设计优化重熔参数并添加稀土元素，实现对重熔过程的精准控制，开发高效、高质量的粉末回收与再利用工艺，确保制备的粉末具有良好的球形度、粒度分布，优异的力学性能和低氧含量。针对生产和使用过程中未完全利用的粉末，开发回收、清洁和筛选技术，优化粉末的粒度分布和形貌特征，提高粉末的循环利用率。通过打印验证，利用拉伸试验、扫描电子显微镜和透射电子显微镜等手段，全面评估返回料粉末在增材制造中的应用性能，并优化打印参数，确保其性能与新粉相当，满足复杂构件的制造需求。

3.考核指标

（1）技术参数：

①循环后制备的 GH4169 返回料粉末粒度范围 15 ~ 53 μm ，流动性小于 15s/50g，氧含量低于 100ppm；球形度大于等于 90%；

②针对 GH4169 返回料的打印件，常温下抗拉强度大于等于 1200MPa，屈服强度大于等于 900MPa，延伸率大于等于 15%；650℃时抗拉强度大于等于 800MPa，屈服强度大于等于 550MPa，延伸率大于等于 10%；

③开发 GH4169 高温合金粉末循环制备技术；

④形成 GH4169 高温合金返回料重熔制粉工艺流程。

（2）成果交付形式：

论文 5篇，发明专利（申请/授权）1/1件，软件著作权 1个；其他交示件：增材制造样件 1 个。

（3）经济社会效益：

本项目完成后，建成高温合金返回料重熔制粉与增材制造示范生产线，实现产值 1000 万元，利税 200 万元。解决高温合金返回料回收利用中的产品现存的共性质量问题，带动航空航天、高端装备制造、医疗器械等上下游产业协同发展。突破高温合金返回料稀土元素协同纯净化、重熔参数优化与精准调控、粉末高效回收与质量提升及增材制造工艺适配与参数优化等关键技术，实现高温合金返回料的高质量循环利用和粉末利用率的显著提升，成本降低 30%以上，填补济南市在高附加值金属增材制造材料循环利用领域的空白，促进新材料产业向高端化、绿色化转型及循环经济的发展。对提升济南市在粉末冶金和高端材料制造领域的技术水平与产业竞争力，支撑国家绿色制造与“双碳”战略具有重要的作用。

4.需求单位及联系人

山东鲁银新材料科技有限公司

张德金 13561711520

（五十九）耐低温高性能尼龙 1012 聚醚胺共聚物关键技术研发

1.需求描述

长碳链尼龙（PA12）具有卓越韧性和低吸水率，是新能源汽车、航空航天等领域不可或缺的基础材料。目前国内 90%依赖进口，技术长期被国际巨头垄断。长碳链尼龙 1012 性能与其相当且更具成本优势，但存在低温冲击强度不高（-40℃，<

15kJ/m²)、吸水率偏高(1%-1.2%)导致的尺寸稳定性差、耐酸性较弱等问题,难以满足寒区零部件、精密部件与复杂化学环境的应用要求。聚醚胺的引入可以显著改善以上技术痛点。通过尼龙 1012 与聚醚胺的分子级共聚与工艺设计,可打破国外在高端聚醚胺嵌段尼龙领域的专利壁垒,解决“卡脖子”困境。济南市拥有新材料产业园区,发展兼具尼龙强度与聚醚胺韧性的高性能材料,将助力济南市新材料产业向价值链高端攀升,带动产业链上下游协同发展。

2.需解决的共性技术问题

(1) 开发原料深度纯化与批次稳定化技术:生物基癸二胺纯度不足且批次波动大,致使分子量难以突破3万、性能波动超15%。需攻克高纯度单体($\geq 99.5\%$)制备和批次稳定技术。

(2) 创制连续化嵌段共聚工艺:聚醚胺与尼龙 1012 相容性差,间歇聚合易致软段聚集($5\mu\text{m}$)与分子量分布宽($\text{PDI}>2.5$)。亟需开发新型的低温聚合工艺,在连续化生产条件下实现聚醚胺嵌段的高效接入率 $\geq 85\%$,软段粒径 $\leq 1\mu\text{m}$,分子量精准控制 $\text{PDI} \leq 2.2$ 。

(3) 建立分子序列结构与性能协同调控方法:现有技术无法兼顾低温韧性、刚性与功能性。亟需开发精确控制聚醚胺嵌段的添加时序与种类(如分子量、官能度、链段柔韧性),设计合成具有特定交替序列结构(如硬段-软段、无规-嵌段)的共聚物分子链。

3.考核指标

(1) 技术参数:

①拉伸强度 $\geq 40\text{Mpa}$ ；断裂伸长率 $\geq 200\%$ ；弯曲强度 $\geq 25\text{Mpa}$ ；

②简支梁缺口冲击强度：25JNB 冲不断； -40°C 简支梁缺口冲击强度： $\geq 15\text{KJ/m}^2$

③颜色 b 值 ≤ 3 ；熔点 $192 \pm 3^{\circ}\text{C}$ ；密度 $1.02 \sim 1.03\text{g/cm}^3$ ；

④吸水率（饱和， 23°C 水中） $\leq 1.2\%$ ；

⑤耐化学腐蚀性目标材料综合成本：在 23°C 的 IRM 903 号油中浸泡 168h 后，拉伸强度保持率 $\geq 90\%$ ；在 23°C 的 50% 乙二醇水溶液中浸泡 168h 后，拉伸强度保持率 $\geq 70\%$ ；

⑥目标材料综合成本与进口尼龙 12 相比具有显著优势（例如：成本降低 15% 以上）。

（2）成果交付形式：

论文 1 篇，发明专利（申请/授权）2/1 件，实用新型专利（申请/授权）2/2 件

其他交示件：项目结题研究报告 1 份，第三方检测报告 1 份。

（3）经济社会效益：

实现耐低温高性能尼龙 1012 聚醚胺共聚物的产业化与国产化替代，为同类产品自主化奠定关键技术基础。该材料具备优异的机械性能、低吸水性及加工稳定性，应用前景广阔，可拓展至新能源汽车、电子电器、航空航天及医疗器械等高价值领域。项目全面投产后，预计年产能达 500 吨以上，实现销售收入超 2000 万元，利税 500 万元，持续扩能将为区域经济贡献重要新增量。通过项目实施，将为济南市创造多元化就业岗位，预计引进人才 2 名，培养骨干人员 3 名，新增就业岗位 10 人并带动上游原材料供应、中游零部件制造、下游深加工及销售服务等全产业链协

同发展，有效提升区域制造业能级，为绿色低碳高质量发展注入新动能，显著增强我市相关产业在国际市场的核心竞争力。

4.需求单位及联系人

山东东辰瑞森新材料科技有限公司

毕燕 18853185028

（六十）环保型涂装界面强耦合粘合材料研发

1.需求描述

环保型涂装界面粘合材料及其应用技术是推动制造业绿色转型的关键支撑技术之一。德国汉高、巴斯夫与日本帕卡等企业分别掌握硅烷、锆酸盐及硅烷-锆复合技术的核心，并在中国占据较大市场份额，尤其在汽车、航空等高端应用领域处于主导地位。我国在该领域经过多年积累与发展，已从初期的技术模仿逐步转向自主创新，在无磷前处理、硅烷化处理等方向取得显著进展。然而，国内企业在面向汽车整车、航空航天、电子信息等领域的产品研发中，仍面临防腐蚀性能不足、附着力不强及普适性差等问题。本项目致力于开发具有界面强耦合性能的新型粘合材料，将有力推动我市汽车、电子信息等高端制造业产线的绿色升级进程。

2.需解决的共性技术问题

（1）产业的共性问题

①环保型粘合材料的防腐蚀性能较差，在应用过程中，尤其是在夏季空气湿热的作业环境中，经常出现工序间生锈的问题，严重影响涂装质量；

②普适性差，难以同时处理碳钢、铝合金、镀锌钢等材料，环保型粘合材料与不同金属发生成膜反应时，反应的驱动力不同，导致形成的膜层性能差异较大；

③核心知识产权被国外企业封锁。

（2）研究内容

①金属/粘合材料界面微观结构对附着力及防腐性能的影响；

②新型粘合材料的设计、合成；

③膜层组成及微观结构对附着力及防腐性能的影响。

（3）攻克的关键技术

①金属/粘合材料耦合界面的调控技术；

②“有机-无机”杂化薄膜的制备技术。

3.考核指标

（1）技术参数：

①可以在碳钢、镀锌、铝合金、不锈钢等多种金属表面成膜的粘合材料及应用技术 1-2 种；

②粘合材料所形成的薄膜均匀：光学照片观察颜色均匀一致，电子显微镜放大 1000 倍观察无明显裂痕；

③粘合材料所形成的薄膜的耐腐蚀性能：在冷轧钢表面制备的薄膜在自然环境下（温度 25 摄氏度，湿度 50%）自然晾干不出现锈点，在 3.5wt% 的 NaCl 溶液中浸泡 60 分钟不出现锈点；

④涂装（电泳和静电喷粉）性能：以 49 N/cm^2 对涂装的金属板样品进行冲击，冲击点背面不出现放射性裂纹；百格实验达到 0 级；涂装样品在 600 小时的划 × 中性盐雾试验过程中锈蚀单

边扩延不超过 2 mm。

(2) 成果交付形式:

论文 2 篇, 发明专利 (申请/授权) 2/1 件;

其他交示件: 环保型涂装界面强耦合粘合材料新产品及生产工艺方案, 新产品施工工艺包, 新产品技术指标第三方鉴定报告。

(3) 经济社会效益:

项目产品为环保型金属涂装界面粘合材料及配套成膜技术体系, 可显著增强金属基材的耐腐蚀性能, 有效解决涂装过程中常见的锈蚀、发黑、雾化等工艺缺陷; 大幅提升涂层界面结合力, 使外涂装层具备优异的抗冲击性和机械耐久性。产品定位为高端制造业表面处理系统解决方案, 主要服务于汽车制造、智能家电、重型装备、海洋工程及精密仪器等战略性新兴产业。项目产品研发成功后首年预期: 新增产值 2000 万元, 创造净利润 700 万元; 三年规划: 实现年增销售收入 7000 万元, 年利润 2400 万元。通过项目的实施将直接创造 20 个技术岗位就业机会; 带动上下游产业链协同发展。提升我国在表面处理领域的国际话语权, 助力山东省打造全球涂装材料产业高地。

4.需求单位及联系人

山东东融环境科技有限公司

秦建家 15705415555

(六十一) 新型四氟醚类 FEVE 常温固化树脂关键技术研发

1.需求描述

醚类 FEVE 树脂作为一种高性能含氟聚合物材料, 具备优异

的耐候性、耐腐蚀性与化学稳定性，是高端工业涂料和新能源装备中的关键基础材料。国内现有 FEVE 树脂普遍存在分子量分布过宽的问题，导致树脂性能一致性差、加工窗口不稳定，制约其在苛刻环境下的长期可靠性。开发具有自主知识产权的四氟醚类 FEVE 常温固化树脂并实现国产化突破，对打破国外企业的技术垄断具有重要的战略意义。济南聚焦新材料产业生态圈建设，该项目将为我市新能源、绿色建材等战略性新兴产业提供关键材料保障，助力“双碳”目标下光伏产业与节能建筑等领域的绿色转型，填补济南市在高性能含氟树脂领域的空白，完善新材料产业链条，补链强链，提升本地化工产业附加值。

2.需解决的共性技术问题

（1）四氟乙烯/乙烯基醚定向共聚与序列调控。通过构建共聚动力学模型，解析分子链氟屏蔽机制，建立老化寿命预测体系。攻克 CTFE 树脂中 C-Cl 键光解不稳定的技术瓶颈，显著提升树脂的耐候性与耐盐雾性能，使关键性能指标达到国际先进水平。

（2）大位阻醚类单体设计与微相分离控制。通过合成新型乙烯基醚单体，阐明醚键构象与链柔性的构效关系，并开发动态交联控制技术。从分子层面破解传统酯基材料“增韧必牺牲耐水性”的技术矛盾。

（3）活性可控聚合与反应工程放大。设计合成专用氟系调控剂，构建高效混合与移热反应系统，实现过程在线监测与智能闭环控制，以攻克 TFE 聚合热失控引发的支化度高、分子量分布宽等共性技术难题。

3.考核指标

(1) 技术参数:

- ①外观: 无色透明无机械杂质;
- ②固含量(%): 60 ± 2 ;
- ③氟含量(%): ≥ 26 ;
- ④酸值(mgKOH/g): $0 \sim 10$;
- ⑤羟值(mgKOH/g): $50 \sim 70$;
- ⑥密度(g/cm³): $1.03 \sim 1.13$;
- ⑦耐人工气候老化性: $\geq 5000\text{h}$ (第三方检测报告);
- ⑧耐盐雾性: $\geq 2000\text{h}$;
- ⑨产品用户应用报告。

(2) 成果交付形式:

论文 1 篇, 发明专利 (申请) 2 件;

其他交示件: 技术研究报告 1 项 (包括: 工艺参数、分析测试方法、三废处理方案、设备参数), 第三方检测报告 1 份; 提供样品。

(3) 经济社会效益:

实现四氟醚类 FEVE 常温固化树脂的产业化。达产后, 预计年新增销售收入 750 万元, 毛利润 284 万元, 年上交税金 42 万元。通过技术研发与工艺优化, 树脂单位成本可控制在 3.8 万元/吨以内, 市场售价约 7.5 万元/吨, 具备显著成本与性能优势。项目将有力推动氟碳树脂行业技术升级, 提升国产高端树脂的国际竞争力, 打破国外产品对国内市场的长期垄断。在带动就业方面, 项目运营预计新增就业岗位 15 个, 引进高层次人才 2 人, 培养专业技术骨干 3 人, 为地方经济和产业人才生态建设注入新动力。

4.需求单位及联系人

山东华氟化工有限责任公司

刘桂香 13011715961

（六十二）多维界面协同阻燃橡胶研制与开发

1.需求描述

当前，在全球无卤阻燃技术与高端产品研发领域，国外企业仍占据明显领先地位。相比之下，国内技术发展面临显著瓶颈：传统阻燃体系难以兼顾橡胶的阻燃与力学性能，高填充又极易导致材料强韧性骤降、烟毒性大，且部分高性能阻燃剂依赖进口，制约了“本质安全型”煤矿装备发展。本项目面向煤矿本质安全的国家重大需求，契合济南市新材料与智能制造等重点产业发展方向。突破高性能阻燃橡胶的“卡脖子”技术，对保障能源安全生产、强化济南市在新材料领域的产业链协同与集群发展、抢占行业标准制高点具有重大意义，将助力我市打造全国领先的特种橡胶材料研发与产业化高地。

2.需解决的共性技术问题

（1）产业共性问题

阻燃性能与力学性能、加工性能难以协同，以及燃烧时烟毒危害突出。其“难”在：多元阻燃元素的协同机理复杂，难以精准调控；阻燃剂与橡胶基体界面极性差异大，导致相容性差、易团聚，成为性能薄弱环节；高填充体系严重劣化加工流动性及制品耐久性。

（2）研究内容与关键技术

①高效多维协效阻燃体系精准构建与调控：研究磷-氮-金属氧化物等多元素协同阻燃机制，设计低添加、高效率的阻燃体系；

②阻燃剂多维界面强韧化与稳定分散技术：攻克阻燃剂表面改性技术，解决其在橡胶基体中的分散性与界面结合力难题；

③高填充阻燃橡胶加工-结构-性能协同调控技术：优化混炼、硫化等加工工艺，在高填充下实现阻燃橡胶力学、加工及长期稳定性的综合提升。

3.考核指标

（1）技术参数：

①阻燃性能：极限氧指数 $\text{LOI} \geq 30\%$ ；UL-94 垂直燃烧等级 V-0（3mm）；烟密度等级 Ds （有焰） ≤ 80 ；

②力学性能：拉伸强度 $\geq 14 \text{ MPa}$ ；扯断伸长率 $\geq 350\%$ ；撕裂强度 $\geq 35 \text{ kN/m}$ ；耐磨性（DIN 磨耗） $\leq 200 \text{ mm}^3$ （相比基础胶性能下降率控制在 15%以内）；

③加工性能：门尼粘度（ $\text{ML}(1+4)100^\circ\text{C}$ ） ≤ 50 ；焦烧时间（ $\text{T}_{10}@150^\circ\text{C}$ ） $\geq 5 \text{ min}$ ；具备良好的混炼均匀性和挤出/压延成型性；

④长期稳定性： 85°C ，85%RH 湿热老化 720h 后，阻燃剂析出率 $\leq 3\%$ ；力学性能保持率 $\geq 75\%$ ；阻燃等级维持 UL94 V₀。

（2）成果交付形式：

论文 1 篇，发明专利（申请/授权）2/1 件；新工艺 1 项；

其他交示件：完成产品标准 1 项；为目标客户提供批量样品验证；建设中试生产线 1 条，产业化生产线 1 条。

（3）经济社会效益：

本项目采用“轻资产、重技术”模式，以自主知识产权为核心，构建从实验室到中试再到规模化生产的全链条产业化体系。项目执行期内预计实现销售收入 3000 万元、利税 500 万元，项目完成后年销售收入达 8000 万元。产品将依托济南区位优势，快速覆盖华北高端阻燃橡胶市场。

项目实施可赋能下游 30 余家煤矿企业安全装备升级，助其生产成本降低 5% 以上，带动相关企业年新增产值约 50 亿元。当前国内阻燃橡胶年需求超 80 万吨，高性能产品自给率不足 60%。本项目将打破国外技术封锁，推动高端阻燃橡胶进口依赖度降低 0.6 个百分点。

此外，项目将新增就业 10 余人，建设市级科研平台 1 个，培养一批工程技术人才，为产业持续发展提供支撑。

4.需求单位及联系人

山东众甫新材料有限公司

王艳辉 13954163576

十二、食品与生物制造

（六十三）乳制品创新技术研究

1.需求描述

本项目聚焦“药食同源”功能性乳制品开发，响应济南市健康食品与生物医药产业发展需求。当前乳业正向功能化转型，但国内行业仍面临同质化严重、深加工水平低、功能性成分利用不足等问题，尤其缺乏针对特定人群的精准产品与科学支撑。济南虽拥有佳宝乳业及“平阴玫瑰”“阿胶”等资源，但产业融合不

足。本项目通过推动“医药+农业+食品”跨界协同，突破药材发酵增效、功效因子解析等关键技术，开发高附加值产品，构建全链条质量标准，旨在提升济南乳业核心竞争力，延伸产业链与价值链，为打造华北功能性健康食品高地、助力农业升级与乡村振兴提供支撑。

2.需解决的共性技术问题

当前产业面临以下共性技术瓶颈：产品同质化严重，缺乏针对细分人群的精准化设计与科学评价体系；药食同源原料多采用粗提物形式添加，活性成分利用率低、稳定性差、风味口感不佳；功效因子作用机制不明确，缺乏系统研究与数据支撑；质量标准不完善，活性成分检测方法不足，批次稳定性难以保障。

核心难点在于突破传统简单添加模式，实现药材功能因子在乳品体系中的高效保留、靶向递送与吸收增效。

需攻克的关键技术包括：

- （1）基于细分人群需求的精准配方设计与功能评价技术。
- （2）专用发酵菌株筛选与稳态化发酵工艺。
- （3）运用多组学等技术解析核心功效因子及协同作用机制。
- （4）构建覆盖全产业链的指纹图谱库与高灵敏快速检测标准体系。

3.考核指标

（1）技术参数：

①产品开发：成功开发 3-5 款针对细分人群、含道地药材（如黄精、金银花等）的功能性乳制品，并建立其功能评价体系；

②发酵工艺：筛选获得 2-4 株用于药食同源药材发酵的高效

专用菌株；发酵产物与乳基质兼容性好，无絮凝沉淀，肠道吸收率提升；

③功效解析：完成对 2-4 种发酵药材（如黄精）的核心功效因子解析，阐明其调节肠道菌群、抗炎等作用机制，并建立“成分-靶点-功能”关联模型；

④质量标准：构建覆盖从药材到终端产品的质量检测体系，制定 2-4 种药食同源原料的指纹图谱，并开发相应的活性成分高灵敏检测方法。

（2）成果交付形式：

论文 2 篇，发明专利（申请）2 件；

其他交件：制定企业标准 4 项。

（3）经济社会效益：

本项目实施后，预计将产生显著的经济与社会效益。通过开发高附加值功能性乳制品，产品占比提升至营收 30% 以上，直接提升产品溢价能力 50%，项目实施期内预计新增产值 1500 万元，新增税收 150 万元，并带动上游道地药材种植与下游健康服务等关联产业发展，强化“核心城市研发+周边地区生产”的协同模式，为区域经济注入新动能。同时项目响应“健康中国”战略，为消费者提供科学循证的功能性健康食品，满足国民营养与健康需求；通过订单农业等模式带动农户增收，促进就业，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、跨界融合的产业升级示范效应。

4.需求单位及联系人

济南佳宝乳业有限公司

张成柱 13964180777 0531-87809999

(六十四)产酸菌株的筛选鉴定及酸浆标准化发酵工艺研究

1.需求描述

酸浆豆腐因其“无添加、口感好、保质期长”等特性，正逐步成为中高端豆制品消费新趋势；其市场售价普遍高于普通豆腐30%以上，且供不应求，具备竞争优势。豆清液是酸浆豆腐的天然发酵剂来源，若能实现“豆清液→酸浆→豆腐”的闭环利用，不仅能取消豆清液处理成本，还可实现“负成本原料”变“高附加值产品”。

欧美植物基饮食兴起，部分厂商尝试将酸浆豆腐作为“清洁标签”产品推广，但受限于工艺复杂，尚未规模化。济南可借鉴酸浆豆腐工艺，结合本地泉水文化，及山东冠珍轩豆制品食品有限公司优势（济南市鲜豆腐销量的30%），打造特色产品。济南市“十四五”规划强调农产品深加工和乡村振兴，酸浆豆腐作为特色农产品加工项目，可申请农业项目扶持。

2.产业共性问题

目前，酸浆的生产工艺主要分为自然发酵法和纯种发酵法两种。自然发酵法采用传统开放式发酵方式，但存在一定缺点：经验判断终点，发酵程度和使用量完全依赖操作者的感官经验，缺乏量化标准。因此存在一定的技术风险与缺陷，如环境中杂菌（如霉菌、致病菌）可能污染酸浆；温度、湿度等气候条件直接影响发酵效果，稳定性差。仅适用于小作坊或小型工厂，无法满足工业化生产需求。

通过宏基因组学分析和高通量筛选技术，可以从传统酸浆中分离出优势菌株，建立标准化的菌种库，为纯种发酵奠定技术基础。由于微生物种类数量可控、发酵条件可控，其发酵终点和使用量均可精准控制，该法酸浆品质量稳定、安全风险可控，适合酸浆豆腐工业化生产、标准化生产。

3.考核指标

（1）技术参数：

①获得 10 种产酸菌株，筛选出 1-2 株为产酸能力强的菌株；

②纯种发酵的时间，温度，接种量等参数进行固定量化，制定相关标准 1 个；

③建立酸浆标准化示范生产线 1 条。

（2）成果交付形式：

论文 2 篇，发明专利（申请/授权）2/1 件，软件著作权 2 个；

其他交示件：开发产品 2-3 个，菌株分类鉴定报告，酸浆豆腐的产品检测报告，结题报告。

（3）经济社会效益：

①建成济南市首个标准化生产酸浆的生产线；

②建成自动回收豆清液的机械化装备；

③建成济南市首个酸浆豆腐标准生产车间；

④3 年实现销售产品 1 亿元，利润 1000 万元，缴税 150 万元；

⑤3 年累计提供直接就业岗位 30 人，间接经销商、零售商等带动就业 50 人以上，减少豆清液的浪费和环境污染，获得高值化产品，为企业和农民增加收入。

4.需求单位及联系人

山东冠珍轩豆制食品有限公司

刘东顺 15806693355

(六十五)高效合成 10-HDA 酵母工程菌构建及发酵关键技术研究

1.需求描述

王浆酸 (10-hydroxy-2-decenoic acid, 10-HDA) 是蜂王浆的关键活性成分, 具有抗菌、抗炎、抗肿瘤、免疫调节和延缓衰老等功效, 含量仅为 1.4%~2.4%, 且难以提取, 产量极低, 难以普及。利用合成生物学技术规模化生产 10-HDA, 相较于传统化学合成法, 兼具绿色环保、成本低及纯度高等优势。企业前期已利用癸酸为原料实现了 10-HDA 在酵母工程菌的生物合成, 在此基础上, 提出利用基于鲁棒性能强的酿酒酵母、解脂耶氏酵母等酵母平台, 以可再生脂质原料合成 10-HDA, 降低其合成成本, 并开拓其在皮肤护理产品、营养保健品、材料方面的应用, 实现新经济发展的新突破。

2.需解决的共性技术问题

解决生物合成 10-HDA 规模化生产过程中影响产量与生产稳定性的关键共性问题, 包括: (1) 设计合成 10-HDA 的新型酶分子改造模型、优化酶的表达和活性, 解决规模化生产中酶催化效率低及活性稳定性差的问题; (2) 开发高效和便捷的基因编辑方法进行酵母菌诱导系统以及代谢工程改造, 解决 10-HDA 代谢途径受葡萄糖代谢阻遏效应制约的问题; (3) 进行维持酵

母工程菌的碳源代谢干扰下的诱导强度-细胞生理稳态平衡技术研究，解析中链脂肪酸对酿酒酵母抑制机制，解决中链脂肪酸对酵母细胞膜完整性的干扰以及代谢过程中诱导氧化应激的问题；

(4) 基于代谢通量分析的智能反馈控制策略，优化工程菌发酵工艺，实现酿酒酵母 10-HDA 稳定合成和批量发酵。

3.考核指标

(1) 技术参数：

①设计针对 P450 酶、酯酰 CoA 氧化酶、硫酯酶人工智能酶分子改造技术。改造后催化元件 P450 转化率由 65.4%提高至 80%以上，酯酰 CoA 氧化酶转化率由 57%提高至 80%以上、硫酯酶由 71%提高至 80%以上；

②优化 Cas 蛋白与宿主的适配性，构建 CRISPR-CAST、CRISPR-Cas9 等效率高、脱靶率低的酵母细胞多重基因组编辑工具。开发 1~2 套具有自主知识产权的酿酒酵母基因编辑系统，单基因编辑效率在 80%以上，多基因编辑效率在 70%以上；

③改造后酿酒酵母对癸酸耐受性由改造前 0.8g/L 提升至 2.0g/L，发酵菌体浓度 OD600 值由 10 提升至 25 以上；

④研发低成本的缺陷型酿酒酵母培养基，设计并优化葡萄糖和半乳糖双碳源代谢动力学模型，进而提高 10-HDA 关键催化元件的表达稳定性和大规模发酵稳定性。

(2) 成果交付形式：

论文 2 篇，发明专利（申请/授权）2/1 件；新工艺 1 项；

其他交示件：1~2 套具有自主知识产权的酿酒酵母基因编辑系统。

（3）经济社会效益：

本项目实施后可进一步降低 10-HDA 成本，并扩大 10-HDA 在下游产品的应用规模。项目转化后，预期实现新增收入 8000 万元，新增利税 1280 万元。随着项目规模的扩大，还将创造大量就业岗位，预计新增就业 30 人，在推动区域经济增长的同时促进社会和谐稳定。

4.需求单位及联系人

山东福瑞达生物股份有限公司

陈玉荣 15854165041

（六十六）山楂果黄酮提取工艺研究

1.需求描述

山楂富含黄酮、有机酸等活性成分，在降血脂、防治心血管疾病等领域应用广泛，契合天然保健食品开发趋势。当前国内外研究聚焦其黄酮与有机酸提取，但应用多集中于医药领域，食品端技术研究不足，且传统提取方法存在效率低、耗时久等痛点，缺乏专项检测标准与食品应用规范。

我市山楂产业以初级加工为主，附加值与竞争力薄弱。亟需研发室温高效提取技术，建立山楂黄酮液相检测标准，推进其在普通药食同源食品中的开发应用。这将推动产业向精深加工转型，优化产业结构，提升核心竞争力，助力区域山楂产业高质量升级。

2.需解决的共性技术问题

山楂黄酮提取需依据成分性质与杂质选取溶剂，核心围绕提

取分离工艺优化，系统考察影响提取得率的关键因素。当前高纯度山楂黄酮粉依赖中高浓度乙醇制备，仅限保健食品原料，应用场景受限，其普通食品领域的安全性、有效性需通过实验论证及备案审批，亟需建立市场认可的行业规范。

本研究聚焦山楂黄酮超高压提取技术，通过单因素试验明确影响提取效率的核心变量，优化乙醇浓度、液料比、提取压力等关键参数，旨在构建经济高效的规模化生产工艺，阐明黄酮与有机酸的提纯分离机理。检测方面，开发精准稳定的高效液相检测方法，对工艺优化及产品质量控制具有重要支撑作用，可为山楂黄酮产业化应用提供技术保障。

3.考核指标

（1）技术参数：

①针对山楂果中功效成分构成情况进行系统分析；对进口的以山楂为原料的保健食品进行核心功效成分分析；

②山楂果黄酮提取方法对照验证，从超高压提取法、快速溶剂萃取法、微波提取法、超临界提取法等多种提取方法中实验验证最佳方法，设置乙醇浓度、液料比、提取压力、提取时间、提取率（%）等多个因素；

③结合实验效果和经济效益，综合选择最适用提取参数，乙醇浓度 50%、液料比 45:1、提取压力 300MPa、提取时间 10s、提取率 9.2%；

④定向开发山楂果黄酮液相检测方法，从山楂果功效成分分析中选择含量最高、功效最显著的代表性黄酮类物质作为参数，确定为金丝桃苷、牡荆素、槲皮素、异槲皮素、芦丁；

⑤对山楂果提取黄酮粉进行急性经口安全毒性实验，以最大给药量 10g/kg·BW 灌胃饲养观察 14 天表现；

⑥建立混合型高血脂动物模型，并设置四个剂量组[50、100、200、500（mg/kg·BW）]进行连续灌胃给药 30 天动物饲养，以 TG、TC、LDL-C、HDL-C 检测值评价山楂果黄酮在维持血脂健康水平方面的效果；

⑦建立山楂果提取黄酮粉的普通药食性食品开发应用标准规范。

（2）成果交付形式：

论文 2 篇，发明专利（申请/授权）2/2 件，软件著作权 1 个；新工艺 1 项；

其他交示件：山楂果黄酮液相检测方法标准规范；山楂果黄酮有助于维持血脂健康水平动物实验检测报告。

（3）经济社会效益：

项目落地后将建设山楂产业化园区，打造综合产线整合上下游资源，建成年产 10 吨山楂果黄酮粉生产线，预计年产值 1000 万元。通过产学研合作深化提取技术研发与产品创新，实现山楂黄酮含量提升 1%（液相检测），推动产业向高附加值转型，增强企业竞争力，丰富市场产品种类，优化公司经济结构与可持续发展能力。社会效益显著，全产业链覆盖可年增税收超 100 万元，新增就业 30 人以上；黄酮类成分的普通食品应用，能通过日常饮食助力消费者调节机能、预防疾病，契合“健康中国”战略，提升公众健康水平，同时带动区域山楂产业升级。

4.需求单位及联系人

山东金晔农法食品有限公司

刘位刚 18865582258

(六十七)莱芜生姜绿色精深加工与品质定向调控关键技术 创新

1.需求描述

作为全国生姜主产区与“中国生姜之乡”，济南市莱芜区依托资源禀赋深化产业优势，已构建“种植—加工—销售”一体化完整产业链，产业年加工出口规模占全国总量70%以上，产品覆盖全球100余个国家和地区。通过“企业+基地+农户”模式规模化整合种植端，配套建成电商产业园与专业化冷链物流体系，实现全产业链协同高效运转。当前，莱芜生姜加工以鲜食、干制、腌渍等产品为主。针对国际市场竞争加剧及消费者对高品质农产品的需求升级，亟需突破加工技术瓶颈、提升产品品质，构建绿色高效加工利用技术体系，推动产业提质增效。本项目立足莱芜生姜优质资源，聚焦高值化利用关键技术攻关，提升产品科技含量与附加值，推动产业链向高端化延伸，为区域生姜产业升级与乡村振兴提供技术支撑和产业动能。

2.需解决的共性技术问题

(1) 产业共性技术瓶颈：莱芜生姜加工产业在干燥、脱辣、杀菌三大核心环节存在技术短板。传统热风干燥技术效率低，且姜辣素等功能性活性成分损失严重；现有热水漂烫脱辣技术脱辣效果差，生姜质构品质降低；热杀菌技术引发姜汁等制品褐变，导致营养风味组分损耗。

(2) 核心研究内容：研发催化红外、热泵等高效节能干燥技术，揭示干燥过程中热质传递机制及品质组分演变规律；构建低温等离子体、超声等非热脱辣工艺体系，实现脱辣效率与风味保留的协同优化；突破超声、紫外等非热杀菌技术，阐明其对微生物灭活效果及活性成分保留的作用机制。

(3) 关键技术攻克方向：聚焦并突破高效节能干燥、绿色低损脱辣、非热保质杀菌三大核心技术，形成覆盖生姜加工关键环节的技术解决方案。

3.考核指标

(1) 技术参数：

①与热风干燥相比，实现姜片干燥时间缩短 40%以上，活性成分损耗率降低 20%以上；

②与热水漂烫脱辣方式相比，腌渍姜片中姜酚、姜酮等姜辣素组分含量减少 10%以上；

③与巴氏杀菌方式相比，在保证杀菌效果的同时，姜汁等生姜制品活性组分损失率减少 10%以上。

(2) 成果交付形式：

论文 2 篇，发明专利（申请）2 件，软件著作权 2 个；

其他交示件：形成技术报告 1 份，开发生姜新产品 1-2 个，技术培训和组织技术交流证明材料 2-3 份。

(3) 经济社会效益：

本项目精准聚焦莱芜生姜产业发展瓶颈，以科技创新为核心驱动力，推动产业向绿色化、高端化、集约化转型。通过攻克高效节能干燥、绿色低损脱辣、非热保质杀菌等关键技术，突破生

姜精深加工品质瓶颈，实现产品高值化跨越。依托龙头企业有效辐射带动区域高端生姜产业集群化发展，深化产学研协同创新机制，加速科技成果向现实生产力转化。在项目实施期内企业产值增加 5000 万元，显著提升生姜产品附加值与国际市场议价能力，推动产业结构优化升级，形成“以销促产、产销联动”的良性循环，带动上游种植业规模化、标准化发展。从社会效益看，项目将为打造乡村振兴齐鲁样板提供产业支撑，助力食品加工产业高质量发展，对促进区域经济增收、稳定就业具有重要意义，综合效益显著。

4.需求单位及联系人

莱芜万兴果菜食品加工有限公司

柳浩清 18463428288

(六十八)芝麻香型白酒中功能成分四甲基吡嗪的高效生物合成及分离提取

1.需求描述

白酒酿造过程中，吡嗪类化合物是决定香气与典型风格的重要物质，其中四甲基吡嗪（TTMP）对提升芝麻香型白酒口感柔和度和香气典型性、持久性方面具有关键作用，且具有药理功效。目前的酿酒生产中 TTMP 生成效率低、菌群稳定性差、风味一致性不足，已成为制约品质的主要因素。尤其当今人们对饮酒品味及健康问题的重视，亟需提高白酒中健康功能因子及香气口感。

目前，我司在菌种优化及协同强化、混菌发酵通路解析和工

艺放大验证方面仍存技术短板。为此，拟联合高校科研团队，解析生物合成 TTMP 的代谢机制，开发枯草芽孢杆菌与乳酸菌协同高产 TTMP 的关键技术，提高芝麻香型白酒的品质和功效，同时拓展在食品与饲料工业、医药与健康产品的原料多元化开发应用。

2.需解决的共性技术问题

目前，芝麻香型白酒中吡嗪类物质生成效率低、菌群发酵体系不稳定、TTMP 发酵生产成本较高，已成为制约产品品质提升和产业规模化发展的关键技术瓶颈。我司在生产研究中发现，枯草芽孢杆菌能够发酵合成 TTMP，对突出芝麻香型白酒的香气及口感具有重要作用。但是，不同批次酿造及蒸馏形成的白酒中 TTMP 含量不高且不稳定，导致发酵效率波动大、香气稳定性差。

共性技术问题：（1）如何利用生物技术手段提高枯草芽孢杆菌的 TTMP 合成能力并应用到白酒酿造中，切实提升蒸馏酒中 TTMP 的含量。（2）菌群协同机制不明，代谢平衡难以控制：芽孢杆菌与乳酸菌协同促进 TTMP 合成的关键成分及作用途径尚未解析，难以精准调控酿酒过程及白酒成品中 TTMP 的稳定高含量。

3.考核指标

（1）技术参数：

①提高枯草芽孢杆菌发酵生成的乙偶姻产量达到 90 g/L 以上、TTMP 产量达到 35 g/L 以上并分离提取 TTMP 纯品（白色针状晶体纯度 99.95%以上）；

②构建稳定的枯草芽孢杆菌 - 乳酸菌协同高产 TTMP 体系

并应用到芝麻香型酒酿造工艺中，新品酒体中 TTMP 含量范围控制在 2000 $\mu\text{g/L}$ -2500 $\mu\text{g/L}$;

③拓展生物合成 TTMP 的应用方向，研发 1 款高端调味酒，并探究应用在香精香料、动物饲料、医药健康等多元场景。

(2) 成果交付形式:

论文 3 篇，发明专利（申请/授权）3/2 件；

其他交示件：形成 1 个企业标准。

(3) 经济社会效益:

本项目面向芝麻香型白酒中关键风味物质 TTMP 的高效生物合成与应用，具有显著的经济与社会综合效益。通过优化纯菌合成能力、建立“乳酸菌-枯草芽孢杆菌”共培养体系，构建稳定可控的生物强化发酵工艺，显著提升 TTMP 产量与产品香气稳定性，预计芝麻香型白酒年产值不低于 2000 万元，进一步增强企业核心竞争力。

项目实施后，将推动芝麻香型白酒的风味标准化与高端化，贯通上下游菌种开发、发酵装备及功能食品原料产业链协同发展，提升高附加值生物产品供给能力，带动传统产业转型升级和区域人员就业，并基于本项目指导培养研究生和本科生 3 位及以上，促进济南市生物制造与传统发酵产业链延伸，为济南市“发酵+健康”产业融合发展提供重要支撑。

4.需求单位及联系人

济南趵突泉酿酒有限责任公司

张梦梦 18765885011