## 附件2

技术攻关类“揭榜挂帅”项目榜单

# 先进装备制造方向

## 一、高精密薄壁轴承套圈控形控性热处理技术

### **（一）研究内容**

针对高精密薄壁轴承套圈热处理过程变形大、硬度低且不均匀、服役过程精度稳定性差等问题，开展套圈热处理过程中组织变化、残余奥氏体量变化、瞬时应力和残余应力变化等研究，分析热处理工艺及参数对套圈变形、服役过程精度稳定性的影响机理，研发高精密薄壁轴承套圈的控形控性热处理技术。

### **（二）交付成果**

1. 高精密薄壁轴承套圈盐浴淬火热处理控形控性技术。

2. 两段贝氏体淬火控形控性技术。

3. 模拟运行条件下精密薄壁轴承套圈变形机理研究报告。

4. 热处理生产过程全参数精确控制技术研究报告。

### **（三）技术指标**

1. 不同规格高精密薄壁轴承套圈热处理变形较国标（GB/T34891）要求减少30%以上。

2. 残余奥氏体量≤3%。

3. 盐浴淬火热处理后表面硬度≥60HRC，两段贝氏体淬火热处理后表面硬度≥59HRC。

4. 热处理后硬度均匀性达到1HRC。

5. 技术应用产业化不少于1项。

### **（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

## 二、飞机钛合金框类零件高效铣削加工工艺

### **（一）研究内容**

聚焦先进制造业对钛合金材料的应用需求，以提升航空用关键部件和基础工艺的技术水平为目标，针对大尺寸、结构复杂的框架类钛合金零件的高效、低损伤、绿色加工难题，研究钛合金切削区低温润滑剂冷却润滑增效机制，揭示低温润滑剂雾化、浸润、传质传热特性对加工性能的影响规律；研究准干式与低温协同润滑介质可控供给装置、耐低温环保可降解润滑油品以及与机床系统集成的可持续切削成套技术；建立加工材料-工艺-刀具-加工质量多维度数据库，形成高效工艺采集与管理系统；在航空框类结构件制造产业示范应用。

### **（二）交付成果**

1. 可控宽温域微量润滑钛合金切削试验平台。

2. 具有高低温流动特性生物微量润滑剂。

3. 具有自学习能力的钛合金切削工艺参数数据库。

4. 多工况铣削力、铣削热数学模型与研究报告。

5. 大型钛合金框类零件高效、绿色、低损伤切削加工优化方案，提供论证报告和使用报告。

### **（三）技术指标**

1. 试验平台微量润滑剂供给量在40~120ml/h范围内连续可调，喷射压力在0.2~0.4MPa间连续可调，喷射区温度在0~−60℃间连续可调。

2. 低温环境下微量润滑剂精准雾化，平均粒径在60~150mm内可控，相较于传统压缩空气雾化液滴分布跨度减小20%以上。

3. 数据库涵盖钛合金材料种类≥3种，每类加工参数收集数量≥15种，刀具种类≥10种，数据量≥1万条。

4. 多工况铣削力、铣削热数学模型，理论与实验结果之间误差≤15%。

5. 工件表面形位公差≤±0.2mm，侧壁表面粗糙度Ra≤1.25μm，底面粗糙度Ra≤0.8μm，成品率≥95%；相较于传统浇注式润滑，新方法润滑剂用量减少70%以上，润滑剂使用成本降低30%以上，刀具使用寿命延长20%以上。

6. 至少在一类结构件制造中应用。

### **（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

## 三、螺杆压缩机性能提升与振动噪音检测控制技术

### **（一）研究内容**

为提升大型螺杆压缩机产品性能与技术水平，改善压缩机振动和噪声，满足光伏、CCUS、气体压缩等产业对大型螺杆压缩机的需求，开展压缩机振动噪声产生与抑制机理、流体与结构力学分析、结构优化设计、油路系统设计、振动噪声检测与控制等研究，开发具有自主核心技术的高性能高可靠性大型螺杆压缩机产品，实现产业化应用，替代国外品牌。

### **（二）交付成果**

1. 新系列大型螺杆压缩机样机1台。

2. 大型螺杆压缩机专用振动和噪声应用软件。

3. 大型螺杆压缩机减振降噪设计方法。

4. 大型螺杆压缩机效率、振动、噪声测试报告。

### **（三）技术指标**

1. 新系列大型螺杆压缩机理论输气量2000~15000m³/h，压力等级2.5 MPa /5.2MPa。

2. 与现有大型螺杆压缩机产品相比，同等工况条件下等熵效率提高5%以上。

3. 新系列大型螺杆压缩机振动≤4.5mm/s。

4. 与现有大型螺杆压缩机产品相比，同等工况条件下噪声同比降低3~8dB。

5. 产业化应用不少于1项。

### **（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

## 四、高性能节能型滑动轴承关键技术与示范应用

### **（一）研究内容**

聚焦装备制造业对新一代节能型滑动轴承的需求，以提升产业基础技术水平和配套能力为目标，针对传统滑动轴承瓦温高、加工工艺水平低、节能性不好、试验手段短缺等问题，开展滑动轴承性能预测技术、油压与油量计算方法、滑动轴承瓦块高换热性材料、轴承瓦块加工工艺、轴承性能验证等研究，攻克重大装备配套需求的高性能节能型滑动轴承关键技术，开发高性能节能型滑动轴承样品并实现示范应用。

### **（二）交付成果**

1. 高性能节能型滑动轴承性能预测与顶升计算方法。

2. 高性能节能型滑动轴承瓦块基体高效换热材料研究报告。

3. 高性能节能型滑动轴承瓦块体加工工艺方案。

4. 高性能节能型滑动轴承性能验证（油量、耗功、油膜刚性和阻尼）方案。

5. 高性能节能型滑动轴承≥1副。

### **（三）技术指标**

1. 轴承润滑油量较传统轴承降低10-20%。

2. 轴承瓦块结合强度不低于45MPa。

3. 轴承轴径≥260mm。

4. 在至少1项重大装备中实现产业化应用。

5. 较传统滑动轴承节能10-20%。

### **（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

## 五、无人值守焦炉装载装备控制系统关键技术及应用

### **（一）研究内容**

面向焦炉装备无人化、智能化发展需求，以打造行业智能装备、“黑灯”工厂为目标，针对集群焦化装载装备多机协同、人机交互、高温粉尘等复杂恶劣工况下无人化运行遇到的安全、效率与预诊断等难题，开展复杂人机环境定位及防碰撞、无人集群协同、深度嵌入式智慧数字孪生、故障预诊断等研究，攻克人机安全、柔性协同、数字场景、预测性维护等难题，开发无人值守焦炉装载装备控制系统并实现典型应用。

### **（二）交付成果**

1. 无人集群协同技术硬件系统及控制系统。

2. 故障预诊断技术硬件系统及专家机理模型。

3. 复杂人机环境定位及防碰撞技术试制样机及环境感知安全保护系统。

4. 嵌入式智慧数字孪生的硬件系统。

### **（三）技术指标**

1. 定位及防碰撞技术：行驶设备同轨道面移动物体目标定位误差≤10cm，生产构筑物场景区域内人员定位误差≤1m，系统检测误码率≤2%。

2. 无人集群协同技术：无人值守焦炉装载装备≥8台，生产效率提高30%以上。

3. 智慧数字孪生技术：数据高并发采样≥9000点，三维数字孪生整体3D显示时延≤200ms。

4. 故障预诊断技术：非计划设备维修率≤20%。

5. 应用案例≥1项。

### **（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

## 六、高端伸缩节全生命周期质量控制与状态预测技术

### **（一）研究内容**

针对高端伸缩节设计理论、方法与技术不完善、制造质量控制策略不完整、测试检验方案及运行评价模型缺乏等问题，开展高端伸缩节服役载荷环境、失效模式、设计方法、制造工艺、质量考核验证原理与方法等研究，形成伸缩节强度、刚度、寿命、稳定性和可靠性设计方法，制定伸缩节制造质量控制技术规范，建立伸缩节全生命周期质量控制策略。开发伸缩节服役状态数据采集系统，构建伸缩节服役状态评估模型和剩余寿命及可靠性预测模型，提供伸缩节状态预测及维护策略。

### **（二）交付成果**

1. 伸缩节全生命周期质量控制技术规范。

2. 伸缩节状态预测系统，实现伸缩节关键参数实时监测、状态实时预测。

3. 技术研究报告，包括伸缩节关键参数实时监测系统方案、状态参量预测模型、寿命和可靠性预测方法。

4. 伸缩节生命及可靠性试验验证报告。

### **（三）技术指标**

1. 伸缩节使用寿命大于15000次循环。

2. 伸缩节服役状态预测MAPE（平均绝对百分比误差）小于0.1。

3.伸缩节服役状态数据采集系统1套。

4. 应用场景不少于1个。

### **（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

## 七、飞机雷达罩共形喷印修复制造技术与装备

### **（一）研究内容**

聚焦新一代航空装备高质高效维修制造发展的需求，以提升雷达罩涂层修复性能与效率为目标，针对传统修复流程质量可控性差、修复制造效率低等难题，开展电场-流场复合驱动可控喷印、喷印参数与涂层性能映射、共形喷印路径优化和涂层性能验证研究，攻克雷达罩涂层高界面强度和高电学性能喷印制造关键技术，开发雷达罩多元复合涂层共形喷印装备样机并开展示范应用。

### **（二）交付成果**

1. 适用于多元涂层材料的电场-流场复合驱动喷印头1套。

2. 飞机雷达罩电场-流场复合驱动喷印修复制造装备1台。

3. 飞机雷达罩共形喷印修复制造研究总结报告1份。

4. 飞机雷达罩共形喷印修复制造工艺试验报告1份。

5. 共形喷印多元复合涂层质量控制规范1份。

### **（三）技术指标**

1. 喷印行程：喷印头相对雷达罩轴向喷印行程≥2m。

2. 喷印厚度：包含100μm抗雨蚀底面层、30μm抗雨蚀表面层、20μm抗静电磁层共3种，各层喷印厚度误差≤±10μm。

3. 喷印质量：涂层外观应光滑，无划痕、颗粒物等缺陷。

4. 涂层结合强度：满足GB/T9286-1998《色漆和清漆漆膜的划格试验》要求，试验结果不低于0级指标要求。

5. 涂层电学性能：功率传输平均值≥95%，功率反射≤2%。

### **（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

## 八、航空发动机热端部件高温兼容功能薄膜研制与应用

### **（一）研究内容**

针对新一代航空发动机性能调控的需求，以提高发动机热端部件在高温服役环境下工作稳定性为目标，针对传统功能薄膜发射率高、界面疲劳强度低、抗氧化性差等问题，开展高温兼容功能薄膜结构设计、多基体兼容涂覆工艺、薄膜界面热-力性能匹配、薄膜长期服役稳定性和可靠性评价研究，攻克高温兼容功能薄膜高稳定性制备和高热力性能调控关键技术，建立薄膜材料、工艺和质量控制技术规范，在典型航空发动机热端部件上实现示范应用。

### **（二）交付成果**

1. 确定薄膜材料成分，制定薄膜原材料验收标准。

2. 完成薄膜厚度、拉伸结合强度、高温发射率、反射率、热震、耐热、抗氧化、三防等性能评价，形成薄膜全性能测试报告。

3. 打通薄膜涂覆工艺路线，制定薄膜涂覆工艺规范。

4. 在6种及以上典型热端零部件完成应用验证。

5. 航空发动机热端部件高温兼容功能薄膜研制总结报告。

### **（三）技术指标**

1. 薄膜厚度3~20μm。

2. 室温拉伸结合强度≥20MPa、950℃发射率0.1~0.25。

3. 室温～950℃空冷热冲击≥2000次、室温～1100℃空冷热冲击≥50次。

4. 950℃ 300h恒温氧化达到完全抗氧化级。

5. 950℃保温300h、1100℃每次保温20min空冷不少于5min累计30h后薄膜无剥落，拉伸结合强度≥10MP。

6. 薄膜工艺适用于大尺寸薄壁零部件并完成典型零件薄膜涂覆工艺示范应用。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

## 九、航天液体发动机推力室喷注器增材制造关键技术

### **（一）研究内容**

聚焦航空航天装备关键零部件的高性能制造的需求，以实现航天液体发动机核心零部件的高质高效增材制造为目标，针对当前发动机推力室喷注器集成零件多、制造和装配精度难以保证等问题，开展推力室核心零部件整体化增材制造工艺、小角度无支撑打印、薄壁超高精度零件打印等研究，攻克推力室喷注器等典型复杂、大尺寸零部件增材制造关键技术，实现推力室核心零部件结构功能一体化高质高效增材制造。

### **（二）交付成果**

1. 由400-500个零件集成为一体的喷注器样件2件。

2. 小角度无支撑打印工艺方案及验证总结各1份。

3. 薄壁超高精度打印工艺方案及验证总结各1份。

4. 喷注器样件整体检测报告1份（包括尺寸、性能、液压测试结果）。

### **（三）技术指标**

1. 由400-500个零件集成为一体的喷注器样件，满足18MPa液压测试要求。

2. 无支撑特征实现15°成形。

3. 喷嘴结构直径偏差≤±0.05 mm，位置度偏差≤±0.3 mm。

### **（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

## 十、船舶自动舵控制关键技术及系统

### **（一）研究内容**

聚焦国产化平台下海洋船舶高精度定位和控制的需求，针对目前船舶自动舵控制方法航向精度低、航迹误差大的问题，开展船舶航向自适应保持智能控制、船舶自动舵原型系统和仿真平台构建、自动多航向航迹高精度控制验证研究，攻克风、浪、流复杂海况干扰下的高精度航向保持和航迹跟踪关键技术，开展典型船舶自动舵控制系统验证，通过中国船级社认证。

### **（二）交付成果**

1. 船舶航向保持自适应控制和航迹跟踪保持研究报告1份。

2. 国产化平台下的船舶自动舵原型系统1套，可实现航向舵、航迹舵控制。

3. 自动舵仿真测试平台1套，满足申请船级社认证测试要求。

4. 产品使用手册及操作规程1套。

### **（三）技术指标**

1. 自动舵系统航向跟踪连续调整精度≤0.1°，航迹跟踪平均偏离误差±500m。

2. 操舵范围±40°，操舵精度：≤1°, 随动不灵敏区：0.5° ~ 2°可调, 航向显示精度：0.1°。

3. 自动舵仿真测试平台系统1套，至少仿真A型渡船、B型集装箱、C型油船等3种典型船型，仿真海域2种以上可选，海况6级可调，用于船级社认证申请测试。

4. 自动舵控制系统的波浪扰动航向保持性能要求：A型渡轮在5级海况条件下，航向偏离最大值为±0.9°，B型集装箱航向保持精度±1.5°，C油轮航向保持精度±2.5°。

### **（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

## 十一、深远海稳定廊桥关键技术研发与装备

### **（一）研究内容**

聚焦我国海洋产业领域关键技术装备发展的需求，以提升深远海人员和装备转运能力及转运效率为目标，针对目前深远海稳定廊桥海上换乘、转运能力不足、危险性高的问题，开展深远海稳定廊桥高保真动力学建模、廊桥关键部件结构创新与优化设计、廊桥动力学控制算法与补偿控制技术研究，突破深远海稳定廊桥摇摆抑制和升沉补偿关键技术，实现深远海稳定廊桥复杂海况示范应用和验证。

### **（二）交付成果**

1. 深远海稳定廊桥的结构图纸1套。

2. 深远海稳定廊桥结构强度分析报告1份。

3. 深远海稳定廊桥整体与关键部件拓扑优化报告1份。

4. 深远海稳定廊桥动力学建模分析报告1份。

5. 深远海稳定廊桥电气图纸1套。

6. 基于拓扑优化的深远海稳定廊桥关键部件缩比样件2个。

7. 深远海稳定廊桥样机1套。

### **（三）技术指标**

1. 满足五级海况、3.0m有义波高下的作业需求。

2. 廊桥的长度≥5m, 典型优化设计部件动力学强度比传统设计提高15%。

3. 廊桥的变幅范围为-17°~50°、回转范围为360°。

4. 廊桥摇摆幅度比无补偿系统时至少降低80%。

5. 廊桥升沉运动补偿幅度≥1.2m。

6. 动力学仿真分析精度与实测数据差距≤10%。

### **（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

## 十二、大功率高速柴油机研制及示范应用

### **（一）研究内容**

聚焦新一代交通装备高性能动力系统发展的需求，以将大功率柴油机动力性、经济性和排放性指标提升至国际领先水平为目标，针对传统柴油机压比低、油耗达、排放高的问题，开展超喷射压力燃油喷射技术、超高压比涡轮增压匹配方法、低碳排后处理技术研究，攻克电控高压共轨燃油喷射大功率高速柴油机的设计和制造核心技术，开发大功率节能环保型高速柴油机并实现示范应用验证。

### **（二）交付成果**

1. 大功率高速柴油机产品样机1台。

2. 超高喷射压力电控高压共轨燃油喷射系统的喷射特性测试报告、燃烧系统优化设计方案。

3. 超高压比的二级涡轮增压系统匹配计算报告。

4. 柴油机整机性能试验报告。裸机满足：额定功率4100 kW下燃油消耗率≤195 g/kWh；加后处理系统排放达到EUV标准。

### **（三）技术指标**

1. 平均有效压力为2.5Mpa。

2. 共轨燃油喷射压力≥2200bar。

3. 标定功率时油耗：≤195g/kWh（裸机）。

4. 排放：满足EU3B(EU V）（带后处理）。

### **（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

## 十三、基于直流母线的城轨车辆辅助供电系统开发

### **（一）研究内容**

聚焦新一代轨道交通系统对高性能城轨车辆辅助供电系统的需求，以提高产业技术基础和配套能力为目标，针对直流母线城轨车辆辅助供电系统不均匀流度达、效率低、电压波动范围宽等问题，开展供电母线主回路新型拓扑、多DC/DC变流器均流方法及控制策略、谐波产生及抑制研究，攻克高效率、高稳定直流母线辅助供电系统设计制造关键技术，开发高性能小型化辅助供电电源样机并通过应用验证。

### **（二）交付成果**

1. 地铁车辆直流母线系统主回路拓扑设计报告1份。

2. 直流辅助电源DC/DC变流器拓扑设计、高效控制策略及小型化样机设计方案研究报告1份。

3. 直流辅助电源DC/DC变流器与负载间谐波产生机理及抑制方法分析报告1份。

4. 直流母线城轨车辆辅助供电系统样机1台。

### **（三）技术指标**

1. 母线不均流度小于1%。

2. DC/DC变流器样机额定功率200kW，中/低压额定电压为1500V/650V，中低压波动范围小于3%。

3. 电压纹波小于2%。

4. 最高效率大于97.5%，具有直流低电压穿越功能。

### **（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

## 十四、高性能燃料电池空气压缩机研制

### **（一）研究内容**

聚焦新能源产业对新一代高性能清洁能源系统的需求，以提升燃料电池产业础技术水平和配套能力为目标，针对燃料电池空气压缩机寄生功耗高、喘振线难以控制、噪声大、成本高等难题，开展新型压缩机高速永磁电机研制与配套控制、高性能轴承支撑结构、小流量区压缩机喘振线精确调控、压缩机寄生功耗消减与降噪控制等研究，攻克小体积涡轮增压核心结构设计制造关键技术，研制出高性能燃料电池空气压缩机样机并实现示范应用。

### **（二）交付成果**

1. 小体积涡轮增压空气压缩机产品定型设计图纸。

2. 30kW空气压缩机工程样机4套。

3. 完成高速永磁电机及控制器配套。

### **（三）技术指标**

1. 压缩机采用两级增压结构形式。

2. 空气流量范围15-200g/s，额定转速≥110000rpm。

3. 工作电压450-750V，工作温度范围-35~75℃，空压机重量≤14kg。

4. 额定功率≤30kW，最高压比3.7。

5. 轴承启停寿命≥10万次。

6. 防护等级不低于IP67。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

## 十五、室外移动机器人多模态感知与高可靠控制

### **（一）研究内容**

复杂工况及多样化作业条件下的机器人系统，需要利用多种感知设备（如激光雷达、可见光/红外摄像头、毫米波雷达等）来获取全工况环境信息，并通过多模态感知数据的融合与信息增强，实现机器人作业环境实时三维重构与自主定位，面向人车混行复杂作业环境的场景理解和障碍物检测，实现机器人智能感知与自主控制，并可对机器人作业区域进行实时监控，使机器人可以自主适应环境变化并可靠应对突发事件，从而提升机器人长期自主作业的智能性和高可靠性。

### **（二）交付成果**

1. 多模态全景感知通用部件2套。

2. 室外移动机器人多模态智能感知与自主控制系统2套，包括自主研发智能感知主机2套、自主控制主机2套、电机伺服驱动器16套。

3. 室外移动机器人运动控制、自主导航及环境适应算法及软件。

4. 室外移动机器人结构与控制设计报告、性能测试与分析报告、系统安全性和可信度评估报告。提供第三方测试报告。

5. 成果在机器人龙头企业得到示范应用。

### **（三）技术指标**

1. 开发可适用于大型室外复杂作业场景，且具有高可靠性工作能力的机器人多模态智能感知与自主控制系统，单机GPU算力＞200TOPS，且具备动态扩展GPU及CPU能力；机器人控制器、电机伺服驱动器应为自主研发，且其核心器件（微处理器、微控制器、FPGA等）为国产自主可控。

2. 环境感知传感器模态≥5种，多模态感知数据同步误差≤2毫秒，感知部件视野范围≥360°×270°。

3. 在机器人运行速度不低于30km/小时情况下，障碍物（人、自行车、汽车等）识别距离≥40m，识别准确率≥98%；具备全工况实时定位能力，平均定位误差<5cm；在GNSS受限条件下，可构建运行距离不少于5km的高精地图，建图平均误差<10cm。

4. 具备弱光或无光照条件下的工作能力，并可对雨雪雾天气进行自主识别与适应。

5. 研发机器人系统安全性和可信性评价体系，多模态测评数据模型≥5种，评测系统的安全性与可信性，评价体系可以实现多模态测评数据模型之间的可追溯性，测评数据存储能力≥50万条。

### **（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

## 十六、高精度柔性装配机器人三维主动视觉感知与交互

### **（一）研究内容**

为推动装备制造业智能化转型升级，以提高工业机器人柔性装配能力为目标，针对传统工业机器人视觉感知精度低、复杂异构零部件装配接触状态多样、装配任务复杂多变以及装配成功率低等问题，开展激光衍射元件设计与调制、目标环境与机器人视觉系统反馈训练、深度光学视觉感知学习、机器人技能优化与交互增强、视触融合装配性能验证等研究，攻克三维主动视觉感知与交互关键技术，开发工业机器人高精度柔性装配系统并实现示范应用。

### **（二）交付成果**

1. 三维主动视觉感知与交互系统1套。

2. 工业机器人高精度柔性装配系统1套。

3. 建立工业场景虚实混合训练数据集与机器人动作技能库。

4. 形成工业机器人柔性装配控制验证方案。

### **（三）技术指标**

1. 三维视觉成像系统视场范围不小于1000mm×800mm，点云精度优于0.5mm。

2. 三维视觉成像系统能够适应阳光照射、一般工业光线及无照明等可变光照环境工作。

3. 三维目标定位精度优于±0.5mm。

4. 机器人视觉感知距离为0.2m-1m。

5. 机器人作业轨迹自动规划精度优于0.5mm。

6. 机器人三维视觉感知实时输出帧率为30帧/秒。

7. 典型示范应用场景不少于3类。

### **（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

## 十七、复杂曲面工业机器人离线编程与仿真软件平台

### **（一）研究内容**

聚焦数字工厂对工业机器人的智能化需求，针对当前工业机器人基础编程软件与应用工艺结合性不强，导致工业机器人在焊接、磨抛、喷涂、激光加工等应用场景存在效率低精度不稳定等问题，开展面向多种加工工艺的复杂曲面机器人路径规划技术、机器人运动学/动力学建模及动态仿真技术、多工艺约束下的机器人动力学优化技术研究，攻克多种工艺的加工过程仿真和数字孪生关键技术，研制工业机器人离线编程与仿真软件平台。形成面向工艺应用领域的机器人综合应用解决方案，在重点行业实现规模化应用。

### **（二）交付成果**

1. 面向多工艺的工业机器人复杂曲面自动编程与仿真平台设计方案、软件。

2. 复杂曲面机器人路径规划、机器人运动学/动力学建模及动态仿真软件、设计文档，提供算法≥3项。

### **（三）技术指标**

1. 建立面向多工艺应用的工业机器人复杂曲面自动编程系统，支持焊接、磨抛、喷涂、激光加工等不少于4种工艺形式。

2. 具有5种以上复杂曲面机器人加工路径生成策略，生成的复杂曲面机器人加工路径经后置处理生成的程序代码可支持主流国产机器人系统。

3．工业机器人虚拟仿真功能，包括机器人路径仿真、碰撞检测、奇异点检测，姿态优化、运动学/动力学参数校核等基本功能。建立工业机器人仿真模型库，并可对各种型号的工业机器人进行扩展。

### **（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

## 十八、数字孪生柔性可重构机器人装配技术与系统

### **（一）研究内容**

聚焦高端装备多品种少批量制造需求，以提升机器人柔性化装配能力为目标，解决传统机器人柔性自主装配能力差、换产调整周期长、响应速度慢等问题，开展产品装配工艺自动识别提取、机器人装配作业内容及动作自动推理、工装工具自动适配、机器人装配作业轨迹自动规划、机器人装配系统控制程序自动生成、作业精度校正等研究，攻克数字孪生柔性可重构机器人装配关键技术，开发柔性可重构机器人装配系统，在典型产品实现验证。

### **（二）交付成果**

1. 柔性可重构机器人装配系统1套。

2. 柔性装配工具库1套。

3. 装配工艺知识图谱1套。

4. 装配程序模块化编程软件1套。

### **（三）技术指标**

1. 覆盖对接、螺纹连接、螺钉连接等不少于3种典型装配工艺。

2. 可实现工装工具的自动适配，工装工具种类不少于5种。

3. 可实现机器人装配作业任务的自动推理与控制程序模块化自动编程，机器人系统的装配精度不低于±0.1mm。

4. 负载≥20kg，视觉检测精度不低于±0.05mm，力/力矩测量精度不低于±2%。

5. 在典型产品的机器人核心装配工艺环节进行验证。

### **（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

## 十九、高可靠无人机结构与控制技术研究和装备开发

### **（一）研究内容**

聚焦下一代无人机面向复杂任务的安全应用需求，以提升无人机可靠稳定飞行能力为目标，针对可变模态多功能无人机在执行复杂任务过程中的安全裕度低、环境适应能力弱、变模态过程可靠性差等问题，开展适应性结构与飞行控制融合设计、多维极限参数的安全飞行包线构建、全模态可靠飞行控制等技术研究，攻克无人机高可靠结构与控制关键技术，开发可变模态无人机样机，重点实现在典型环境下的应用验证。

### **（二）交付成果**

1. 高可靠可变模态无人机及地面操控系统。

2. 无人机适应性结构样件。

3. 无人机系统动力学模型。

4. 结构与控制设计方案。

5. 无人机安全飞行包线。

6. 无人机性能测试与分析报告。

### **（三）技术指标**

1. 全模态抗持续风能力：≥6级。
2. 全模态突风载荷降低10%。

3. 悬停位置保持精度：不大于1米。

4. 航迹跟踪精度：不大于2米。

5. 巡航速度：≥160km/h。

6. 具备结构极限、控制极限、能力极限等关键包线参数自动保护功能。

7. 在百公斤以上级变模态无人机系统上开展验证。

### **（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

## 二十、无人机数字化仿真技术研究与试验软件开发

### **（一）研究内容**

聚焦无人机产业敏捷设计与制造的需求，以提升无人机数字化仿真与验证水平为目标，针对无人机前期需求捕获与功能性能验证不充分、后期需求改进成本高、现有数字化试验效率不高等问题，开展无人机数字化仿真技术应用、无人机功能性能联合虚拟试验等研究工作，攻克无人机整机级功能性能联合仿真与验证技术，开发无人机数字化仿真与试验软件，并构建典型案例进行示范应用。

### **（二）交付成果**

1. 无人机数字化仿真与试验软件，包含仿真模型与试验管理、数据接口服务、数据采集监控等模块。

2. 无人机数字化仿真与试验基本模型集成标准，从模型的功能要求、性能要求、运行环境、接口要求等方面进行描述。

### **（三）技术指标**

1. 支持模型实时调度仿真。

2. 支持同时加载、启动、停止控制不少于20个模型。

3. 支持DDS、UDP、TCP等不少于3种通信协议的仿真。

4. 支持软件在Window、Linux两种操作系统环境下分布式部署运行。

5. 支持数据记录功能，可持续数据记录时间不少于3小时。

6. 提出无人机基本模型集成标准，模型类型不少于9类：发动机、飞行仿真、机电、雷达、武器、通信、飞管系统、任务系统、地面控制站。

### **（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

## 二十一、新型虚拟电厂关键技术及装备研发

**（一）研究内容**

聚焦“碳达峰、碳中和”对新型虚拟电厂的迫切需求，以提升新型虚拟电厂关键技术水平和配套装备为目标，针对异质能源时空转换效率低、电力市场交互特性不明确、多元储能设备智能化程度低等问题，开展储能配置规划设计、用能趋势预测、市场模式调度策略、储能装备开发和示范平台验证等方面研究，攻克新型虚拟电厂规划、运行和控制关键技术。开发高性能、高可靠性储能装备和调度平台并实现示范应用，为多能源耦合系统的优化配置和调度提供更大空间，进一步提高整个系统的能源利用效率。

**（二）交付成果**

1. 高可靠性电池储能装置。

2. 高效全自动化热/冷储能装置。

3. 智能化储能型工业蒸汽锅炉装置。

4. 多元负荷多时间尺度精准预测软件系统。

5. 电力市场交易模式下新型虚拟电厂优化调度系统。

6. 基于云-边硬件架构的新型虚拟电厂管控平台。

**（三）技术指标**

1. 用户侧电储能单体容量≥500kWh，电制热/冷储能装置24小时连续供热/冷面积≥10000m2，工业蒸汽锅炉供应量≥1t/h，连续供应时间≥10h。

2. 多元负荷的超短期预测准确率≥85%，短期预测准确率≥80%。

3. 优化调度后虚拟电厂的整体收益提高4%以上。

4. 云-边协同架构硬件环境中高性能云服务器数量≥2台，边缘设备数量≥20套；新型虚拟电厂示范应用区域面积≥3km2，用户数量≥100户，归一化折算后最大负荷≥20MW。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

## 二十二、新型电力系统背景下“源网荷储”区域绿能协同关键技术及其成套装备示范

**（一）研究内容**

结合辽宁省风光资源禀赋及能源发展需求，持续加强陆上和海上风电基地建设，“十五五”将初步建成风电、光伏发电、核电、抽水蓄能等千万千瓦级清洁能源基地。这种以多质清洁能源系统为主体构成的新型电力系统，具有多元主体、多市场主体、多用能主体的突出特征，需突破“体制、技术、市场三个壁垒”。基于绿电为主体的“源网荷储”区域供电模式具有多质清洁能源主体特征，研制高度集装化、智能化，集中箱式逆变一体化成套设备；开展基于绿能协同的“源网荷储”区域供电模式评价体系研究，建立智慧评价平台；开展新型电力系统背景下“源网荷储”区域绿能协同优化技术及其成套装备在辽宁省内示范，为类似新能源工程建设提供解决方案；提升区域清洁能源并网与消纳比例，实现区域能源绿色发展。

**（二）交付成果**

1. “源网荷储”区域新型电力系统成套装备及其在辽宁省内工程示范。

2. 基于绿电协同的“源网荷储”区域新型供电模式，设备包含新能源发电组件单元、传统火电机组单元、规模储能系统单元、绿电交易系统单元等。

3. 基于绿能协同的“源网荷储”区域供电模式评价体系，包含综合效益评价模块、综合能效评价模块、评价体系优化模块及其运行与管理硬件平台。

**（三）技术指标**

1. 成套装备高度集装化和智能化，集中箱式逆变一体化成套设备将逆变器、升压变压器、配电系统、通信系统等一体化集成，集中完成光伏发电系统的并网发电、控制、数据采集和远程传输功能，其中逆变器最大转换效率≥98.5%，综合效率≥98%；组串式逆变器匹配大功率组件，配备组件智能清扫设备，光伏系统发电效率≥85%；采用典型谐波控制技术及数字化装备，有效降低电流谐波含量；离并网无缝切换且执行时间≤20ms；组串式常规储能技术设计和智能监控温度，提升放电容量5%以上；进而降低电站建设成本，保障系统稳定运行。

2. 基于综合效益评价、综合能效评价、评价体系优化，形成新型电力系统综合评价体系及其运行与管理平台。实现区域用户用能成本降低、碳排放降低，实现区域综合能源利用效率提高10%及以上。

3. 区域绿能协同，实现清洁能源利用率达90%以上。

4. 区域示范场景能耗强度降低13.5%。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

## 二十三、光伏故障智能感知系统关键技术及设备研发

### **（一）研究内容**

针对各个传感器实时采集的数据信息，去掉大量冗余、精准性不高的数据信息，筛选出所需故障的有效特征矢量。考虑各传感节点的通信负担、计算能力和剩余能量，协调不同节点的测量和传输时序，既满足高精度的测量要求，又实现通信和计算能耗的最小化。通过感知层获取组件的诸多参数值，将当前的测量数据与标准状态下量测数据进行比较和分析，从而判断出电站是否出现故障以及故障等级，解决变化条件下标准发电量难以准确估算的技术瓶颈问题。每种故障都有其自身的特点，例如光伏热斑、阴影遮挡、异常老化、接线盒直流电弧等，因此感知层获取的数据也具有各自的故障特征。采用聚类分析、神经网络等数值计算方法，对故障特征进行自学习与自适应，从而对故障进行分类和预测。

### **（二）交付成果**

1. 故障信息数据融合平台设备。

2. 故障等级自诊断系统设备。

3. 故障自分类和自预测系统设备。

### **（三）技术指标**

1. 采集器技术指标：输入电压5V-80V；最大输出电流20A；待机功耗＜10mW，额定功耗＜0.1W。

2. 智能感知系统技术指标：实现对组件故障等级分类，包括正常、故障、严重故障三类；诊断准确率≥97%。

3. 故障自分类和自预测准确率不≥90%。

### **（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

## 二十四、能源互联网驱动下火电厂生产过程全局智能化运维装备开发

### **（一）研究内容**

在火电机组“三改联动”大背景下，充分发挥公司电力技术监督与发电机组运行监测领域优势，针对 “智慧电厂”智能生产控制层及智能管理层两个中心，开发火电厂生产过程全局智能化运维装备，应用大数据和人工智能技术挖掘火力发电厂不同工况下，减碳降耗能力。开发火电厂生产过程全局智能化运维装备，可视化呈现系统实时运行数据和经济性指标；开发自动巡检设备，周期性巡视检查全厂设备，分析设备运行状态及故障诊断。克服新能源上网、燃料变化、负荷变化等扰动条件，开发智能调控的超低排放一体化装置，保证发电效率并控制NOx、SO2和粉尘等污染物排放；研究故障诊断装置，开发多传感器数据融合装置，汇集、整合火电厂各系统数据，通过比对故障诊断库数据，准确给出故障类型及处理措施；研发金属受热面在线监控设备，开发换热面多测点监控器，输入的受热面运行时长、工作温度、磨损等数据，自动判定受热面的预期寿命，并指出现场具体位置；建立火电厂多能源能量平衡状态的信息物理融合感知系统，根据不同碳排放特性要求，自动调节火电厂输出功率及特定输出功率下厂内的能量平衡特性。

### **（二）交付成果**

1. 满足考核指标的火电厂生产过程全局智能化运维装备，包括自动巡检设备，智能调控的超低排放一体化装置，故障诊断装置和金属受热面在线监控设备。同时提供相应的源代码和说明文档。说明文档包括但不限于用户使用手册、平台运维手册等。

2. 基于多能源大数据融合的火电厂能量平衡控制系统研究报告。

### **（三）技术指标**

1. 数据采集频率：>4Hz。

2. 数据延迟：<1000ms。

3. 可视化监控点：>500个。

4. 三维可视化帧数：≥30fps。

5. 自动巡检设备检测点位数：>200个。

6. 巡检路线执行率：100%，设备巡检准确率：≥98%。



7. 数据更新频率：>5次/秒。

8. 系统首屏加载时间：<10s，系统内子页面加载时间：<5s，

数据延迟：<1000ms。

9. 变负荷等非设计工况：NOx<50mg/m3，SO2<35 mg/m3，粉尘<10 mg/m3。

10. 诊断模型所适用的火电机组类型：≥3种，诊断模型所适用的火电机组运行工况：≥3种。

11. 机炉侧故障检测速度：<2秒，金属受热面在线监控设备监测点位数：>200个。

12. 模型与算法可接入能源形式：≥2种，模型与算法可接入数据形式：≥6种。

13. 可靠性等级：平台可用率>99.99%，平台内部错误率<1%。

### **（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

## 二十五、电力监控系统网络安全装备

### **（一）研究内容**

聚焦电力装备产业对电力监控系统网络安全装备的需求，以提升电力监控系统技术督查能力为目标，针对电力监控系统涉网部分的网络安全日常技术监督手段缺乏、效率低下和不利跟踪整改等问题，开展电力监控系统网络安全装备研发工作，全面攻克集资产发现、漏洞检测、基线核查、安全加固、病毒查杀、闭环管理等功能的一体化电力监控系统网络安全督查关键技术，开发高性能电力监控系统网络安全装备并实现示范应用，满足电力监控系统安全隐患排查人员自动化完成涉网部分的网络安全日常技术监督管理工作需要，促进电力监控系统网络安全水平的提高。

### **（二）交付成果**

1. 满足技术指标的电力监控系统网络安全装备≥1套。

2. 电力监控系统网络安全装备配套管理平台1套。

### **（三）技术指标**

1. 资产发现功能：不限IP个数，单个IP的最大并发扫描线程应≥100个，单个IP的扫描时间≤30s。

2. 漏洞检测功能：应具备原理性验证，验证POC数目不少于800个。

3. 基线核查功能：至少支持Windows10、CentOS7、Kylin3.3、Ubuntu等电力监控系统中常见操作系统，Windows基线核查数≥80项，Linux基线核查数≥40项。

4. 安全加固功能：基线核查安全加固数目≥20项。

5. 具备病毒查杀功能。

6. 具备漏洞检测、基线核查、系统加固等问题的跟踪及闭环管理功能。

7. 采用便携式设计，尺寸≤400mm\*250mm\*45mm。核心处理器配置≥4核8线程，内存≥32G，硬盘≥1T，USB3.0接口≥2个，Type-C接口≥1个，RJ-45接口≥1个，串口≥1个，VGA接口≥1个，10/100/1000M自适应网口≥1个。

8. 在辽宁省内至少1个地市级供电公司实现示范应用。

### **（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

## 二十六、燃料电池热电联供关键技术与示范

### **（一）研究内容**

针对高效、环保、长寿命分布式供能系统应用需求，积极开展燃料电池热电联供关键技术研究，以推进能源供给侧到能源消费侧的全产业链转变。通过采用燃料电池发电技术同时向用户供给电能和热能的生产方式，具体解决燃料电池集成系统发电效率和供热效率，以整体能效最优化原则，整合集成系统中所有的放热反应和过程，将适宜的放热过程通过高效的水-热交换收集装置，通过能量梯级利用技术优化集成到系统中，并结合系统感知及智能自循环运行等关键技术，实现高效、集成、全自动控制的燃料电池热电联供集成。

### **（二）交付成果**

1. 小型分布式燃料电池热电联供系统样机1台。

2. 小型分布式燃料电池热电联供系统使用说明书1份。

3. 小型分布式燃料电池热电联供系统用户操作手册1份。

4. 小型分布式燃料电池热电联供系统维护保养手册1份。

5. 小型分布式燃料电池热电联供系统检测报告1份。

**（三）技术指标**

1. 冷态自启动时间：≤3min。

2. 热电联供系统额定发电功率：≥5kW。

3. 输出电压：220VAC。

4. 供热温度：≥50℃。

5. 热电联供的总效率：≥85% LHV。

6. 工作环境温度：5-40℃。

7. 整系统尺寸：≤1500\*800\*1800mm。

### **（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

## 二十七、炼化工业硫化氢分解制取氢气技术开发

### **（一）研究内容**

针对石油炼化行业节能减碳技术应用需求，开展资源高效转化利用自主创新技术开发研究，通过电化学转化、电子传输及氢气析出催化反应动力学研究，将硫化氢吸收转化、电化学循环和氢气催化析出各系统耦合集成，突破规模化、绿色化、低成本硫化氢制氢工艺技术，实现常温常压条件下电解硫化氢制取氢气和硫磺。

### **（二）交付成果**

1．提供满足指标要求的电催化分解硫化氢制氢装置，该装置可实现连续、安全、可变负荷运行，可实现自动化的、稳定的硫化氢分解制氢气。

2．提供装置技术操作规程。

3．装置硫化氢原料气处理规模≥1×104 Nm3/a。

### **（三）技术指标**

1．电催化分解硫化氢制氢装置满足长周期稳定运行要求，稳定运行总时长≥1000h。

2．电解能耗≤3.0 kWh/Nm3 H2。

3．硫化氢处理量等同于产氢量，硫化氢全分解制氢气。

4．总硫化氢吸收率≥99.99%。

5．产品氢气纯度≥99.99%。

6．全流程功率可调范围≥10~100%。

### **（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

## 二十八、全钒液流电池用新一代高导电性双极板技术开发

### **（一）研究内容**

聚焦全钒液流电池储能装备集成对于新一代新高导电性双极板材料及制备技术的迫切需求，以提升全钒液流电池双极板材料导电性和耐腐蚀性为目标，针对传统双极板材料密炼工艺难以适应高碳、低聚合物组分材料的加工难题，导致目前双极板材料导电率和耐腐蚀性能难以满足新一代高功率密度、高能量密度全钒液流电池技术的发展现状，开展高导电性双极板材料组分及设计技术研发，发展高碳、低聚合物组分材料加工工艺，攻克新一代全钒液流电池双极板成型加工技艺，并实现规模放大和示范应用。

### **（二）交付成果**

1. 板材力学性能质量证明书（包括抗拉强度、抗弯曲强度，板材厚度及公差，板材的电导率，使用板材组装标准单电池的测试数据，板材的阻/液能力等性能）。

2. 整套的双极板板材工艺技术资料。

3. 实现双极板中试实验，规模≥15000m2/y，并组装10kW及以上电堆，提供性能测试数据。

4. 建设双极板生产线，实现产能≥400000m2/y。

**（三）技术指标**

1. 双极板性能测试应符合《全钒液流电池用双极板 测试方法》NB/T 42007-2013的测试要求。

2. 化学成分：105℃，2h，热失重≤0.5%，贵金属元素含量（单个元素）≤10PPb。

3. 力学性能，抗拉强度≥25MPa，抗弯强度≥25MPa。

4. 阻气/液性能，氢气渗透率≤10^-6ml/min/cm2。

5. 电导率≥150S/cm。

6. 厚度 0.9±0.05mm，公差≤0.1mm。

7. 耐钒腐蚀性，在85%SOC的硫酸体系正极钒溶液中，60℃，48h浸泡，减重及增重≤0.5%。

8. 单电池性能，RKP标准硫酸体系电解液，30℃，电流80mA/cm2，电压效率≥82%。

### **（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

## 二十九、储能装置用大功率高温压缩机关键技术

### **（一）研究内容**

针对国家高质量发展新型储能技术的战略部署，满足市场对空气储能装置的巨大需求，保障国家新型储能产业安全和装备安全，同时构建和完善我省新型储能产业链，开展大功率高温压缩机关键技术研究。通过采用高效通流结构设计技术、静动力安全性分析优化技术、高温材料制造工艺技术等关键技术，并通过试验验证的方式，解决压缩机结构可靠性和运行可靠性问题；具备利用电网低谷电驱动压缩机压缩空气，把电能高效转化为空气势能存储起来，并为热回收提供稳定热能的功能；从而解决空气储能装置用大功率高温压缩机关键技术短板，实现该类压缩机产品国产化。

### **（二）交付成果**

1. 大功率高温压缩机样机1台。

2. 压缩机通流部件结构设计报告1份。

3. 压缩机高温材料性能研究报告1份。

4. 压缩机高温材料制造工艺报告1份。

5. 压缩机样机试验测试报告1份。

**（三）技术指标**

1. 单机功率≥60MW。

2. 排气温度≥340℃。

3. 单机多变效率≥86%。

4. 能够满足每日启停的运行工况要求。

### **（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

# 冶金新材料方向

## 一、低成本高品质模具钢材料研发

### **（一）研究内容**

针对我国汽车、电子、机械等行业精密冲压模具整体水平提升需求，面向压铸、热锻、热成型和耐蚀塑料模具钢材料应用需求，突破高导热、高强高韧、高耐磨模具钢制备关键技术，开发适应于大型化、精密化模具的高温稳定且组织均匀的模具钢种，并进行应用示范。

### **（二）交付成果**

1. 模具钢高纯净冶炼工艺技术文件与冶炼过程优化控制软件。

2. 模具钢成分优化与组织均匀控制技术文件。

3. 模具钢精密锻造技术文件。

4. 模具钢热处理技术文件。

5. 相应模具钢样品，生产规模50-100吨/年。

### **（三）技术指标**

1. 模具钢夹杂物按标准GB/T10561-2005评级，其中，D类细系≤1.0，D类粗系≤0.5，Ds类≤0.5，提供第三方测试报告。

2. 压铸模具钢带状偏析按照标准NADCA#207-1990评级，达到A级或B级；塑料模具钢按照美国表面处理标准SPI Finish评级，表面处理后达到SPI（A1）级。

3. 压铸模具钢球化组织按照标准NADCA#207-2008评级，达到AS1-AS6级占比≥70%；室温冲击韧性≥19 J。

4. 预硬化塑料模具钢，厚度≥800 mm的整体硬度偏差≤4HRC。

5. 30吨保护气氛电渣炉国产化设备与工艺开发，最大锭型≥Φ1200 mm。

### **（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

## 二、大型石化装备铸件特种材料研发及产业化

### **（一）研究内容**

为保障我国大型石化介质输送高端装备自主研发替代进口，突破大型石化装备关键铸件耐磨抗蚀、耐压耐高温特种材料制备关键技术，研究适用于高压注入泵、管线输送泵、液力透平和进料泵、造粒机齿轮泵等固、液、气高温高压腐蚀介质输送的特种材料，并进行应用示范。

### **（二）交付成果**

1. 近净成形工艺、热处理工艺和涂层工艺等关键技术方案。

2. 耐磨抗蚀、耐压耐高温特种材料样品，批量化示范生产规模达到800吨/年。

3. 完成特种材料成套石化介质输送装备应用示范，替代进口产品。

### **（三）技术指标**

1. 450℃油浆或渣浆耐磨工况寿命≥10000小时；工况周期内无开裂事故。

2. 适用于企业批量生产的耐磨减摩涂层工艺，比基体材料耐磨抗蚀性能提升1倍。

3. 实现单件超过0.8吨典型铸件试制。

### **（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

## 三、高强高韧高铝高锰钢研发及产业化

### **（一）研究内容**

针对矿山机械、轨道交通、能源电力等领域高端装备制造需求，突破高锰高铝钢冶炼困技术瓶颈，阐明高锰高铝钢中锰、铝元素等的作用机理，突破高锰高铝钢制备关键技术，实现低成本高强高韧高锰高铝钢产品产业化。

### **（二）交付成果**

1. 高锰高铝钢中锰、铝等元素的作用机理研究报告。

2. 高锰高铝钢制备技术报告。

3. 高锰高铝钢样品。

4. 相应工业化生产方案。

### **（三）技术指标**

1. 高锰高铝钢抗拉强度≥950MPa。

2. 延伸率≥40%。

3. 室温无缺口冲击功≥190J。

4. 硬化后硬度≥300HB。

### **（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

## 四、高强度高延伸率球墨铸铁研发及产业化

### **（一）研究内容**

针对重载车辆盘式制动器用球墨铸铁产品性能提升需求，突破球磨铸铁成分设计、熔炼及石墨球化技术瓶颈，建设示范生产线，实现球磨铸铁制动盘产品稳定批量化生产及应用示范。

### **（二）交付成果**

1. 完成高性能球墨铸铁成分优化，明确主要合金元素Si、Mn、C、P、S和微合金化元素Bi、B等作用及含量。

2. 球化和孕育材料工艺规范。

3. 球磨铸铁材料及制动盘样品。

4. 建设示范生产线，生产规模50-100吨/年。

### **（三）技术指标**

1. 球墨铸铁室温机械性能：抗拉强度520-560MPa，屈服强度300-340MPa，延伸率8-12%，硬度HB180-210。

2. 球墨铸铁金相组织：球化率>85%，球径>6级，球数>85/mm2。

### **（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

## 五、难变形有色金属超细丝材成型技术及产业化

### **（一）研究内容**

针对航天航空、医疗器械、化学化工以及能源领域对有色金属超细丝材（线径≤0.3 mm）的迫切需求，突破钛合金和高温合金等难变形合金母材锭坯纯净化、均质化，以及超细丝材成型技术，实现典型领域用难变形有色金属超细丝材料产业化，建设示范生产线并实现应用示范。

### **（二）交付成果**

1. 建立难变形有色金属高纯净、匀质化锭坯制备工艺规范。

2. 建立难变形有色金属超细丝材成形工艺规范。

3. 相应难变形有色金属超细丝样品。

4. 建设示范生产线，生产规模0.5-1吨/年。

### **（三）技术指标**

1．医用纯钛及TC4钛合金缆索用细丝：直径0.05-0.2mm；退火态纯钛缆索抗拉强度≧400MPa，延伸率≧10%；退火态TC4钛合金细丝抗拉强度≧900MPa，延伸率≧8%；冷拉拔态TC4合金抗拉强度≧1100MPa，延伸率≧7%。

2. 钴基高温合金丝材：直径0.1-0.2mm；500℃拉伸性能：抗拉强度≥500MPa，屈服强度≥200MPa，延伸率≥15%；500℃/150MPa条件下持久强度≥24h；在室温/15N载荷下(Si3N4球为摩擦副)往复摩擦，高温合金磨损率≤5×10-5 mm3N-1m-1。

### **（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

## 六、高导热低膨胀电子封装铝基复合材料研发及产业化

### **（一）研究内容**

面向大功率电子器件高性能热管理散热基板材料应用需求，推动智能电网、高铁、新能源汽车等领域用大功率电子器件实现自主可控，突破绝缘栅双极性晶体管（IGBT）封装用铝基复合材料关键技术，研制适应于高热通量传导需求的高导热低膨胀电子封装铝基复合材料，建设示范生产线，并实现应用示范。

### **（二）交付成果**

1. 复杂结构电子封装铝基复合材料样品及散热基板典型样件。

2. 交付近净成形关键技术方案。

3. 建设示范生产线，批量化示范生产规模达到10000片/年。

4. 完成铝基复合材料散热基板在绝缘栅双极性晶体管（IGBT）封装级应用示范。

### **（三）技术指标**

1. 铝基复合材料散热基板性能：室温热导率≥200 W/(m·K)、热膨胀系数≤8.5×10-6 /K（25 °C~150 °C）、弹性模量≥200 GPa、弯曲强度≥350 Mpa。

2. 铝基复合材料散热基板在绝缘栅双极性晶体管（IGBT）封装级应用示范稳态热阻≤0.2 °C/W。

### **（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

## 七、粗ZrCl4提纯技术及产业化

### **（一）研究内容**

面向核电等领域对高品质海绵锆的应用需求，针对粗ZrCl4制备高纯ZrCl4开展关键技术攻关，阐明纯化过程的反应机理，解决工艺危险系数高及杂质含量高等问题，实现核用高品质锆材料产业化。

### **（二）交付成果**

1. 建立粗ZrCl4的熔盐提纯工艺规范。

2. 建立高纯ZrCl4还蒸海绵锆工艺规范。

3. 建设/改造粗ZrCl4的熔盐提纯生产线和ZrCl4还蒸海绵锆生产线。

4. 高纯ZrCl4和海绵锆样品。

### **（三）技术指标**

1. 高纯ZrCl4产品纯度（wt.%）：Al≤0.004%、Fe≤0.005%、K≤0.004%、Na≤0.004%、Si≤0.002%、Ti≤0.002%、Hf≤0.8%。

2. 海绵锆产品纯度（wt.%）：Al≤0.03%、C≤0.03%、Cl≤0.13%、Cr≤0.02%、H≤0.0125%、Hf≤3%、Mg≤0.06%、Mn≤0.01%、N≤0.01%、Ni≤0.01%、O≤0.1%、Si≤0.01%、Ti≤0.005%、V≤0.005%、Fe≤0.038%。

### **（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

## 八、高纯及超高纯石英玻璃制备技术及产业化

### **（一）研究内容**

面向半导体、集成电路、太阳能光伏、精密光学仪器、电光源等领域对高纯及超高纯石英玻璃的应用要求，突破超高纯石英玻璃制备关键技术，研制高纯及超高纯石英砂材料及高纯石英、熔融石英玻璃制品，建设中试示范线并实现应用示范。

### **（二）交付成果**

1. 制备超高纯合成石英玻璃的工艺技术文件；

2. 建设高纯石英砂提纯生产线。

3. 建设高纯四氯化硅提纯工艺中试装置。

4. 高纯石英砂、超高纯四氯化硅、超高纯石英玻璃样品。

### **（三）技术指标**

1. 高纯石英砂：颗粒粒度范围75-300 μm，纯度符合《GB/T 32649-2016 光伏用高纯石英砂》标准。

2. 超高纯四氯化硅纯度≥7N。

3. 超高纯石英玻璃：室温热膨胀系数5.5×10-7 /K，羟基含量<1 ppm，应力<5 nm/cm。

### **（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

## 九、电致变色调光玻璃制备技术

### **（一）研究内容**

紧跟下一代智能玻璃发展趋势，突破电致变色薄膜设计与制备，以及大面积化均匀成膜等关键技术，解决目前液晶调光玻璃在长期稳定性不足和节能问题瓶颈。

### **（二）交付成果**

1. 多孔、低溶胀、紫外光稳定电致变色薄膜制备工艺技术文件。

2. 准固态、固态薄膜电解质制备工艺规程。

3. 电致变色调光玻璃样品。

### **（三）技术指标**

1. 调光玻璃性能：以电致变色原理实现调光，可调节的光谱范围400-1000nm，在550-650nm范围内最小调光程度＞50%；

2. 调光玻璃稳定性：在小于10 V的直流电压下工作，紫外光连续照射5小时性能衰减＜10%。

### **（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

## 十、水下无源光照材料制备技术及产业化

### **（一）研究内容**

面向污水处理领域深度脱氮除磷、节约能耗、生物质资源可回收需求，针对目前菌藻共生系统微藻光能利用率低、污染物降解速率过慢、运行不稳定、藻类流失等问题，开发高效悬浮—蓄光型长余辉发光填料及高效上转换发光材料，建立示范生产线并实现应用示范。

### **（二）交付成果**

1. 开发满足应用需求的长余辉填料发光材料和自敏化及长激发态寿命的上转换发光材料。

2. 建设上述发光材料的规模化示范生产线，产品粒径分布均匀且≤5μm，产量不低于1kg/批次。

### **（三）技术指标**

1. 长余辉填料发光材料：太阳光辐照下，蓝粉发射波长～445 nm，余晖时间≥1800 min；绿粉发射波长～520 nm，余晖时间≥2800 min（亮度标准均为0.32 mcd/m2）。

2. 上转换发光材料：1550nm光源辐照下，发光效率高，可见光量子效率≥2.5%。

### **（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

# 石化和精细化工方向

## 一、蒽油组分反应耦合分离与高值化应用

### **（一）研究内容**

依托省内煤焦油资源，聚焦煤焦油精细化、绿色化和高值化利用需求，以延伸产业链，推动行业转型升级，维护国家新材料产业链安全为目标，针对高温煤焦油中蒽油组分传统加工理念粗放、分离工艺复杂和产品附加值不高等产业难题，开展蒽油组分精细化反应耦合分离技术及组分高值化应用技术的研究，实现蒽油组分有目的、选择性地绿色化、高效化分离；针对不同组分特点，通过功能化修饰研究，制备具有光、电功能新材料，实现蒽油组分功能化、高值化利用，解决高端产品关键原材料难题，助力新材料发展。通过高效分离与功能制备系统集成，建设百吨级中试验证线并实现产业示范应用。

### **（二）交付成果**

1. 蒽油组分绿色高效分离技术文件和研究报告。

2. 蒽油组分中蒽高值化应用技术文件和研究报告。

3. 蒽油组分中咔唑高值化应用技术文件和研究报告。

4. 建设百吨级蒽油组分绿色高效分离工艺示范线。

5. 建设十吨级蒽、咔唑等组分功能化、高值化应用工艺示范线。

### **（三）技术指标**

1. 蒽油组分中蒽转化率＞90%，选择性＞85%。

2. 光学级蒽醌产品纯度＞98%。

3. 电子级/光学级乙烯基咔唑产品纯度＞99.3%。

### **（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

## 二、基于膜分离的天然气提超纯氦关键技术

### **（一）研究内容**

氦气是一种不可再生的紧缺战略资源，我国95%以上氦气依靠进口，氦气供应链的脆弱已对航天、半导体等特殊领域的发展构成严重威胁。氦气主要来源于天然气，鉴于我国天然气具有含氦量低的资源特点，针对传统深冷提氦技术投资大、能耗高的问题，开展基于膜分离的天然气提超纯氦关键技术研究，攻克氦气分离膜材料、膜组件及生产装备全产业链国产化的“卡脖子”难题，开发膜法天然气提氦成套工艺装备并实现工业化示范应用。

### **（二）交付成果**

1. 形成百公斤级国产聚酰亚胺氦气分离膜材料的制备能力。

2. 国产高性能聚酰亚胺氦气分离膜材料研究报告。

3. 高性能中空纤维聚酰亚胺氦气分离膜样品400-500m2。

4. 中空纤维聚酰亚胺氦气分离膜机械性能、分离性能、热性能等相关测试报告。

5. 基于膜分离的天然气提氦成套工艺开发及应用报告。

### **（三）技术指标**

1. 聚酰亚胺氦气分离膜材料性能：35℃时氦气渗透系数≥2.5×10-9cm3(STP)·cm/（cm2·s·cmHg），氦气/甲烷分离系数≥100。

2. 中空纤维聚酰亚胺氦气分离膜丝直径：0.26mm~0.45mm；中空纤维聚酰亚胺氦气分离膜性能：35℃时氦气渗透速率≥2.4×10-4 cm3(STP)/（cm2·s·cmHg），氦气/甲烷分离系数≥100。

3. 在≥360万标方/天基于膜分离的天然气提纯氦气工业示范装置中实现应用。

### **（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

## 三、芳烃下游高值化转化关键技术

### **（一）研究内容**

开发应用新型催化剂及耦合工艺，将未经抽提的重整碳七组分（含甲苯约90wt%，非芳烃10wt%）及重整C10+重芳烃（含萘系物>60wt%）转化为BTX并联产乙烯裂解原料，实现炼厂减油增化的转型升级目标。重点解决含重整碳七组分及萘系物的复杂原料的精准转化与工艺耦合问题，开展高效芳烃定向转化催化剂研制，开发级配反应过程及组合工艺等关键技术。开发新型的芳烃高质转化技术并实现工业示范应用。

### **（二）交付成果**

1. 高性能芳烃转化催化剂研制和应用研究报告。

2. 重整C10+组分高选择性加氢催化剂研究报告。

3. 一体化处理重整碳七及重整C10+重芳烃的组合反应工艺方案。

4. 完成工业示范装置工艺包设计。

### **（三）技术指标**

1. C10+劣质重芳烃高值利用率>70%。

2. 重整碳七组分高值利用率>90%。

3. 完成示范装置技术方案研究及工艺包设计。

### **（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

## 四、聚烯烃弹性体用茂金属催化体系产业化应用关键技术

### **（一）研究内容**

与传统聚烯烃树脂相比，茂金属聚烯烃具有许多优异性能，如相对密度小、耐化学药品性、耐水性好、机械强度好等。随着碳中和成为全球热点，以光伏发电为代表的能源转型升级成为国家产业发展的重要方向，对以聚烯烃弹性体（POE）为代表的新材料的需求和依赖愈发强烈。突破聚烯烃弹性体用茂金属催化体系产业化应用关键技术，开发具有自主知识产权的高活性、共聚合能力强、耐温性好的茂金属催化剂，解决我国聚烯烃新材料“卡脖子”问题和POE用催化剂制备技术难题，具有较高的经济效益和社会效益。

### **（二）交付成果**

1. 开发高活性、共聚合能力强、耐温性好的茂金属催化剂，实现POE中α-烯烃插入种类和比例、POE序列分布及分子量布的调控。

2. 开发合成POE催化剂的合成技术，完成工业化生产工艺的设计。

3. 完成30t/a高端聚烯烃催化剂/催化助剂联合生产工艺包编制。

### **（三）技术指标**

1. 单体转化率≥85%。

2. 选择性≥75%。

3. 半衰期≥10000小时。

### **（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

## 五、丁烷氧化制顺酐催化剂的开发与应用

### **（一）研究内容**

针对正丁烷氧化制顺酐催化剂和生产技术均需引进，传统VPO氧化催化剂存在活性差、选择性低、不稳定等问题，通过催化剂改性，可提高反应活性和选择性，提高顺酐收率，减少副产物生成，实现清洁生产，降低生成成本，开发出高效氧化催化剂及清洁生产工艺，实现国产催化剂替代。

### **（二）交付成果**

1. 开发出高效丁烷氧化制顺酐催化剂，开展催化剂结构和性能的关系研究，获取催化体系核心配方，形成完善的催化剂制备工艺流程，提交丁烷氧化催化剂成品1公斤。

2. 建设丁烷氧化制顺酐的小试试验装置，完成实验室小试并获取催化剂应用数据，完成工艺报告编制。

3. 完成千吨级丁烷氧化制顺酐生产工艺包的编制，完成千吨级中试，为后续万吨工业化装置提供数据验证。

### **（三）技术指标**

1. 丁烷转化率≥85%、顺丁烯二酸酐选择性≥70%。

2. 催化剂寿命≥15000h。

3. 催化剂颗粒强度＞10.0 N/mm、比表面积40-50 m2/g、堆密度0.7±0.05g/ml。

### **（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

## 六、用于集成电路、电子芯片行业的吸气材料及相关纯化设备的开发应用

### **（一）研究内容**

聚焦半导体集成电路装备制造业对新一代电子特气纯度由ppm级提高到ppb、ppt级的需求，以提升产业基础技术水平和配套能力为目标，针对国内超高纯度装备依赖进口，关键核心净化材料技术产品限制进口，且成本昂贵、抵抗原料气杂质波动能力较低、对国内原料气适应性差等问题，研究基于工业气体的杂质脱除机理，制备系列高效、高容量、高选择性、低成本的新型净化剂，形成装备与智能工厂控制集成等关键技术，开发用于集成电路、电子芯片行业的吸气净化材料及相关纯化设备并实现示范应用。

### **（二）交付成果**

1. 形成高强度、高比表面积、大孔容、低磨耗、颗粒均匀的吸气材料开发及评价，并完成小试技术报告。

2. 经过放大中试生产和评价验证，提供吸气材料的生产技术工艺包。

3. 完成吸气材料的生产、评价装置的建设。

4. 适用于氢气及氦气、氩气、氙气、氪气等惰性气体纯化。

5. 吸气净化材料用于纯化装备≥1台（套）。

### **（三）技术指标**

1.吸气材料颗粒状产品规格颗粒4-10目、粉末200微米、片剂6×2mm。

2.吸气材料比表面积≥200-400m2/g，断裂强度200-400N/颗。

3.吸气材料激活条件温度≤500℃，杂质总吸附容量≥200ml/g，单项杂质吸附量≥100ml/g。

4.在至少1项重大装备中实现产业化应用。处理能力1Nm3/h—100001Nm3/h。

### **（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

## 七、光刻胶关键材料技术研发与应用

### **（一）研究内容**

聚焦国内芯片制造产业对193 nm浸没式光刻胶国产化的重大需求，以加快我国高端光刻胶核心技术突破和产业应用为目标，发展自主产权的高性能top-coat光刻胶含氟单体和树脂，解决193 nm浸没式光刻工艺中顶层浸渍溶液与下层光刻胶层易发生互相侵蚀的难题。针对国内193 nm浸没式光刻Top-Coat辅助层光刻胶单体研发力度不足、纯度较低和金属离子不稳定以及易超标等问题，开展Top-Coat光刻胶含氟树脂单体制备、纯化工艺和金属离子管控等关键技术研究，为国内193 nm浸没式光刻胶产业化应用提供支撑。

### **（二）交付成果**

1. 形成Top-Coat含氟树脂单体制备技术研究报告。

2. 树脂单体纯化工艺和金属离子管控研究报告。

### **（三）技术指标**

1. 单体纯度≥99.9%。

2. 金属离子含量<50ppb。

3. 含氟材料折射率>1.5，接触角>90o。

4. 至少一种含氟树脂单体实现产业应用，年产量百公斤级。

### **（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

## 八、锂离子电池电解液溶剂生产关键工艺技术

### **（一）研究内容**

酸酯类产品包括碳酸乙烯酯（EC）、碳酸二甲酯（DMC）、碳酸二乙酯（DEC）和碳酸甲乙酯（EMC），是公认的环境友好绿色高效的锂离子电池用电解液溶剂。开展锂离子电池电解液溶剂关键技术研发与产业化，提高转化效率与产品选择性，实现较低能耗下的高品质电池级产品产出。

### **（二）交付成果**

1. 典型的碳酸酯包括（EC、DMC、 DEC和EMC）连续化清洁绿色生产工艺路线。

2. 典型的高效催化技术。

3. 典型的过程强化技术与综合优化工艺方案。

### **（三）技术指标**

1. 千吨级碳酸酯（包含EC、DMC、 DEC和EMC）连续化生产工艺包。

2. 产品达到电池级质量标准，纯度≥99.99%。

### **（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

集成电路方向

一、用于集成电路刻蚀的高纯六氟丙烷工程化制备技术研发

**（一）研究内容**

研发用于集成电路刻蚀的高纯六氟丙烷工程化制备技术，半导体集成电路用高纯六氟丙烷是先进制程3D NAND制造工艺过程中的新一代等离子体刻蚀气体，产品纯度≥99.999%。高纯六氟丙烷制备技术采用多级吸附+低温精馏，利用高效吸附剂、催化剂等材料，将工业级六氟丙烷中的同分异构体、氟碳烃等关键特定杂质进行靶向脱除，脱出深度达到ppm级，再经过低温精馏技术脱除原料中的N2、O2、H2O、CO、CO2等共性杂质，最后产品质量达99.999%，满足半导体集成电路使用要求。

**（二）交付成果**

提供200kg针对高纯六氟丙烷中同分异构体杂质的高效吸附剂、催化剂材料，提供材料的性能指标；建成工程化装置1套；制备出高纯六氟丙烷样品（纯度≥99.999%）100kg；提供精准识别六氟丙烷中痕量杂质的检测方法1套；提供国家级检测中心认证报告2份。

**（三）技术指标**

研制的高纯六氟丙烷产品纯度≥99.999%；1,1,1,3,3,3-六氟丙烷的纯度（HTC-236FA）≥99.999%（ppm）；O2+Ar＜0.5（ppm）；N2＜1（ppm）CO2＜0.5（ppm）；H2O＜2（ppm）；HF（以F-计）＜0.5（ppm）；卤素化合物（以Cl-计）＜0.5（ppm）。其他氟碳化合物＜5（ppm）。

高性能吸附材料单周期运行时间≥50 h；气体空速≥20 h-1；吸附剂样品供应量≥200kg。

研制高纯六氟丙烷样品（≥99.999%）100kg；产品工程化生产装置1套。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

二、高性能碳化硅二极管封装测试技术研发及应用

**（一）研究内容**

研发基于第三代半导体碳化硅材料二极管封测技术，设计制造热稳定性高、抗干扰强、高电压、大电流的碳化硅二极管产品，优化生产工艺，在粘片、键合、塑封、测试等工序重点管控，优化工艺参数，提高可靠性产品已经成为新能源汽车、光伏发电、电力储能和通讯传输、航天等行业领域的重要元器件，具有低导通损耗、高开关频率、高热稳定性等优异特性，生产具有2/3/4条引脚的主要外型为TO-247、工作电压1700V、工作电流为50A的碳化硅二极管，完全替代进口产品或高于进口产品。

**（二）交付成果**

满足考核指标的用量200片样片，封装成品数量400K以上并提供产品规格书，产品具有国家级检测中心认证报告。

**（三）技术指标**

最高反向工作电压（VRRM）1200V/1700V；正向连续导通电流（IF）50A；正向瞬时导通电流（IFRM）300A、（IFSM）450A；正向电压（VF）正向电压<1.4V；漏电流（IR）< 1μA；工作温度（Tj）-55℃~+200℃；电荷电容（QC）<450nF；热阻（Rth（jc））<0.13℃/w；通过AEC-Q100车规级认证。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

三、面向高灵敏激光气体感知的稀土红外光敏芯片研发及应用

**（一）研究内容**

研发面向激光气体感知的稀土红外光敏芯片。采用稀土上转换发光材料的膜层制备技术，开发基于稀土红外光敏涂层的高灵敏宽波长响应光电探测芯片。支持稀土光敏芯片气体传感器在煤炭及天然气领域的应用，气体检测波长逐步从近红外向中红外拓展，可提高器件检测灵敏度和抗干扰能力，满足痕量级气体监测，达到多种类气体检测要求。

**（二）交付成果**

满足考核指标用量的2种以上红外窄带多波段选择性稀土红外光敏涂层，每种涂层制备≥100颗芯片；提供详细的稀土上转换发光材料制备方法和芯片光敏涂层涂覆工艺原理报告；提供芯片使用说明书（至少包含芯片数据手册，用户手册，功能安全手册）。提供气体传感器在第三方应用的现场可靠性测试报告。

**（三）技术指标**

稀土红外光敏涂层≥2种；响应波长800-2200 nm；响应带宽<50 nm；芯片响应灵敏度≥150 mA/W；组件检测误差≤5%；响应速度≤15s。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

四、面向石英晶片缺陷的智能检测系统研发及应用

**（一）研究内容**

研发面向石英晶片缺陷的智能检测系统，在搭建石英晶片光学特征与图像特征之间映射模型基础上，设计增强石英晶片区域图像特征算法，实现石英晶片缺陷检测并构建基于视觉技术的石英晶片缺陷检测模型。检测晶片形状包括大微倒矩形、小微倒矩形、矩形、圆形和不规则形状；检测晶片缺陷类型包括划痕、坑点、污损、崩边、毛边、裂纹；检测晶片透明程度包括抛光石英晶片、不抛光石英晶片。满足匹配实际生产环境和生产进度的石英晶片缺陷检测需求，达到符合技术指标的检测要求。

**（二）交付成果**

满足考核指标的石英晶片缺陷智能检测系统1套，可根据生产实际调整检测参数的配套工作软件1套，完整详细的石英晶片缺陷检测系统及配套工作软件的使用说明书1套。

**（三）技术指标**

检测晶片长度区间[2mm，20mm]；检测晶片缺陷长度区间为划痕[10μm，20mm]、裂纹[10μm，20mm]、崩边[10μm，10mm]、毛边[10μm，10mm]，坑点面积区间[100μm2，10mm2]；漏检率及误报率≤5%；晶片平均检测速度≤1.5 s/片。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

工业互联网和工业软件方向

一、精细化工智能工厂管控平台研发及应用

**（一）研究内容**

研发精细化工工厂智能管控平台，支持多源异构数据融合和零代码数据建模，集成精细化工生产过程管控与智能优化系统、化工反应以及固体性质数据库和信息安全防护系统，实现业务流程优化、关键业务数字化、关键业务决策智能化、生产数据安全化。支持化工热力学数据模拟计算，具有完备的化工反应热力学数据集及相应光谱数据集；内置智能优化算法库，支持多业务场景的生产过程优化，满足精细化工一体化智能协同管控的需求；支持多种网络协议解析，匹配千种以上网络攻击特征，内置以设备安全、系统安全、协议安全为基础的多层次、多维度信息安全综合定量评估体系，为生产过程信息安全提供多重安全防御保障。

**（二）交付成果**

满足考核指标的精细化工工厂智能管控平台1套，提供使用说明书（包括软件操作指导等）、专家鉴定通过的软件验收报告、第三方测试报告。

**（三）技术指标**

精细化工间歇生产过程优化算法≥5项；符合ISA95标准的业务流程模型≥6项；数据模拟计算有机化合物性质≥300种以及超过50种固体催化剂的催化相关性质；数据库访问的响应时间≤5秒，在线人数≥200人；旁路、串行和混合部署；网络协议解析≥10种；匹配攻击特征≥1000种。至少具备应用服务器1台、存储服务器2台，数据存储至少具备TB级能力。平台支持物理服务器直接部署、虚拟机直接部署和容器化部署。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

二、区域级分布式光伏集群智能监测与运维管理系统研发及应用

**（一）研究内容**

研发区域级分布式光伏集群智能监测与运维管理系统，推动数据驱动与人工智能技术深度融合，构建新一代分布式光伏监测、评估、管理、运维、调度为一体的智能化管理系统，支持新型网络和通信技术、大数据技术、人工智能技术、决策优化技术等新一代信息技术与行业技术多方面融合创新，满足行业智慧运行、提质增效和精益管理要求，有效提升电网对分布式光伏等新能源的消纳能力，提高电网安全运行水平。

**（二）交付成果**

满足考核指标的广域分布式光伏集群监测技术方案及软件系统1套；提供人工智能算法库1套；提供相应的产品设计文件、源代码、用户手册各1套、提供第三方测试报告等。

**（三）技术指标**

传输网络覆盖单基站≥8KM（视距），单网关≥2KM（视距）；网络传输支持2.4kbps、4.8kbps、9.6kbps、19.2kbps和76.8kbps等多种速率可配置；单点支持≥100个分布式光伏电站数据接入；人工智能算法库模块化设计和封装，提供规范调用接口，支持≥10种智能算法。实现区域级分布式光伏集群电站的智能监测和运维优化决策等智能化功能。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

三、基于数字孪生的高端压缩机智能运维系统研发及应用

**（一）研究内容**

研发基于数字孪生的高端压缩机智能运维系统，采用数物融合建模、深度迁移学习、边缘智能感知、多源异构数据挖掘等技术，将高端压缩机作为边缘端为其提供数据接入能力；构建覆盖高端压缩机设计、制造及运维等全生命周期的压缩机运维数字孪生模型；构建高端压缩机预测维护模型库，研制高端压缩机运行状态仿真、预测维护以及设备运维管理的开发与技术支撑环境。满足复杂应用场景下大型高端压缩机组的健康监测和智慧运维需求，达到保障机组长周期安全可靠运行要求。

**（二）交付成果**

满足考核指标的高端压缩机智能运维系统1套，提供使用说明书（包括数字孪生模型、软件操作指导等）、专家鉴定通过的软件验收报告、第三方测试报告。

**（三）技术指标**

智能运维系统运行可靠性≥98%；智能预警算法≥10个，预警平均准确率>85%；覆盖高端压缩机主要故障模式≥10种，典型故障诊断识别率＞95%；数字孪生模型延时时间≤2秒；在≥3台高端压缩机上完成工程实践验证和示范应用。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

四、工业主机应急恢复系统软件研发及应用

**（一）研究内容**

研发工业生产控制领域中的工业主机应急恢复系统软件及配套的加密文件系统，采用全息活动日志采集、基于顺序读写控制及循环覆盖加密、基于日志的系统状态回溯推演等关键技术，具备实时记录工业主机系统IO日志、同步写入专用且独立于操作系统的循环覆盖的加密文件系统，工业主机出现系统损坏、软件失能、数据损坏时，迅速恢复至可用状态，溯回数据保障应急情况下系统持续稳定运行。

**（二）交付成果**

满足考核指标的系统软件1套（须适配windows、linux和银河麒麟）、使用说明书（至少含产品介绍、产品技术白皮书、操作使用手册、管理员手册），提供具有检测资质的第三方测试报告。

**（三）技术指标**

操作系统及软件一般错误恢复时间＜10秒，数据文件恢复及找回时间＜3秒；支持系统状态恢复至任意时间点，同步系统数据至任意时间点状态；支持主机系统和数据状态在任意时间点快速切换；实时自动记录系统全息日志；全息日志记录存储独立于操作系统外的专用文件系统。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

五、高温电工级氧化镁生产全流程智能优化控制软件研发及应用

**（一）研究内容**

研发高温电工级氧化镁生产全流程智能优化控制软件，建立高温电工级氧化镁生产过程的数据库和知识库。采用智能建模和智能优化控制方法，提高我国高温电工级氧化镁产品合格率；实现高温电工级氧化镁生产过程中普粉粒度软测量与优化、高温炉温度优化控制及有机硅包裹环节智能配比控制等；提高产品质量和合格率、降低生产成本，真正实现生产全流程智能化、数字化、绿色化。

**（二）交付成果**

满足考核指标的高温电工级氧化镁生产全流程智能优化控制软件1套，提供软件设计说明书、软件使用说明书和具有资质的第三方检测报告。

**（三）技术指标**

硬软件基础平台为国产工业软件基础平台；运行状态采样周期≥30次/秒；控制系统界面响应时间时间≤0.5秒；优化控制响应时间＜10秒。示范应用需要达到：普粉粒度分布在-35目~+325目粒级区间百分含量优化控制精度85%±3%；高温炉焙烧环节温度优化控制精度在1050℃~1100℃范围内为±30℃；轻拍振实密度2.37±0.13g/cm³；常态条件下绝缘电阻≥1000MΩ；常态条件下击穿电压≥2500V；加热条件下绝缘电阻≥3MΩ；加热条件下泄露电流≤0.2mA；加热条件下击穿电压≥1800V；高温电工级氧化镁产品合格率≥85%。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

六、焦炉智能设计与运行优化软件研发及应用

**（一）研究内容**

研发焦炉智能设计与运行优化软件，基于物理模型、专家知识和工业大数据，构建焦炉加热系统仿真模型库，实现模型参数辨识；实现工艺参数、运行参数与环境参数的最优匹配，将废气循环与分段加热相结合；构建“基础建模-模拟运行-综合评估”闭环优化体系，实现对焦炉设计与运行方案的动态优化。从设计、运行等焦炉生产基础环节助力焦化行业节能降碳与提质增效。

**（二）交付成果**

满足考核指标的焦炉智能设计与运行优化软件1套，提供使用说明书（至少含用户手册、功能安全手册、产品技术白皮书等），提供第三方测试报告。

**（三）技术指标**

计算结果误差＜5%；软件平台运行优化模块的响应时间≤2分钟，可实现≥8个焦炉关键运行参数协同优化；氮氧化物排放量对比原有技术减少30%；炼焦耗热量降低1.5%；焦饼中心温度高向温差低于50℃。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

七、深基坑智能监测及预警决策软件研发及应用

**（一）研究内容**

研发深大基坑智能监测及预警决策软件，采用基于深度神经网络的预测程序和动态数据融合驱动的预警决策技术，实现深大基坑监测数据智能分析、基坑变形智能预测、基坑稳定性智能预警以及基坑安全风险处置分级决策功能。支持复杂多变环境下深大基坑的持续自动智能监测，支持数据动态感知、智能化处理与预测、多源数据融合预警、事前事中安全决策，为结构安全风险防治与安全决策提供关键技术和软件支撑。

**（二）交付成果**

满足考核指标的基坑智能监测及预警决策系统软件1套，基坑安全风险预测深度学习算法1套；提供使用说明书（至少包含用户手册、系统配置指导手册、系统维护手册、系统技术白皮书等）；提供行业应用报告和第三方测试报告。

**（三）技术指标**

软件系统适用场景≥10类；适用基坑深度≥5米；智能预测方式≥3种；决策处置方案≥3种；适用多源数据种类≥10种；响应速度≤1分钟；兼容设备种类≥10种；预警决策平台算法模型≥8个；预测、预警准确性≥97%；开展≥6个项目示范性应用。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

八、港航多源异构数据交互底座平台软件研发及应用

**（一）研究内容**

港航多源异构数据交互底座平台软件，采用数据差分同步算法技术，实现港航领域数据的同步、交换、监控与智能分析，构建低成本、高可靠、高效率的通用数据交互平台。有效解决多年来海上卫星通信（弱网）条件下，船端与岸基数据交互不畅，数据同步困难的痛点，促进航运业数字化转型，助力航运业快速发展。

**（二）交付成果**

满足考核指标的数据交互底座平台软件，提供使用说明书（至少含系统说明书、平台接口文档、功能手册）和系统演示环境。提供具有CNAS检测资质的第三方检测报告。

**（三）技术指标**

船岸数据交互经异常重试、断点续传后通信成功率100%；具有数据交互可视化监控管理能力；网络流量异常感知＜3秒；设备数据交互范围包括机舱主推进设备、集控站等，设备和系统种类数量≥10种；采用微服务架构实现DevOps一体化。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

人工智能方向

一、基于数字孪生技术的智慧交通指挥系统研发及应用

**（一）研究内容**

智慧交通指挥中心系统通过终端设备采集的实时数据，对道路及其配套设施、周边建筑物、路上车辆等建模，构建交通场景底座，宏观展示环境、设施、事件等道路交通概况信息，以俯视角度纵观整个交通场景拥堵、封路、事故、维护等路况。基于数据化、图表化、可视化虚拟场景，直观呈现道路交通运行态势，助力指挥中心实现全局把控、及时处置、科学决策。

**（二）交付成果**

智慧交通数字孪生平台1套；路况仿真推演预测系统1套；提供使用说明书（至少包含用户手册、安全手册、部署手册、运维手册等）。提供具有行业检测资质的第三方检测报告。

**（三）技术指标**

数字孪生模型延时时间<2秒且能反映真实世界天气状况。道路异常巡检，实现道路异常情况实时告警、快速显示且延迟时间＜30s并可智能化调取异常点位周边监控视频。道路移动目标的识别准确率＞99%、快速定位、定位时间<30s，定位精度百米级别；多元交通信息集成和发布技术，交通流渠化分配技术、信息快速生成、自适应发布和诱导服务技术。多要素模拟推演预测，推演过程及结果可重复展示；预测结果平均准确率90%以上。多用户并发操作并生成推演结果，支持最大16路并发演示结果。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

二、铁路货车装载状态3D图像智能检测系统研发及应用

**（一）研究内容**

铁路货车装载状态3D图像智能检测系统，采用高清彩色3D成像、深度学习、机器视觉等技术，对行进中的铁路货车进行实时检测。能生成货车高清3D彩色图像，并按车厢进行分割完成车辆问题项的检测和标注，达到真实还原现场的效果。通过3D技术的应用，解决2D相机采集的图像中由于缺乏深度信息导致相关货检内容缺失的问题，实现铁路货运检查完全由“机检”代替“人检”。

**（二）交付成果**

基于3D高清图像扫描技术的铁路货车装载状态智能检测系统1套。交付可用于铁道现场采集信息的硬件设备（包括3D相机等现场检测单元，现场控制单元）；交付基于3D成像技术的远程铁路货车装载状态智能检测系统软件，其中包括激光轮廓分析模块，支持物体高速移动的3D成像技术模块，基于深度信息的三维重建技术模块，基于人工智能技术的异常装载状态识别模块；交付基于3D技术的铁路货车装载状态智能识别技术的文件报告；三维检测及分析数据的远程存储、转化、智能分析技术方案报告；提供具有行业检测资质的第三方检测报告。

**（三）技术指标**

32位彩色PNG三维点云成像；图像清晰度≤4mm；3D成像技术须适应车速范围为5-80km/h；图像无丢帧、压缩、拉伸等问题；自动分割图像且正确率＞98%；车辆经过时实时完成图像采集，且10分钟内完成图像智能识别；实现装载加固类、车门窗盖阀关闭类、篷布苫盖类、集装箱类、施封类、车辆技术状态类、残留物类、治安类等异常信息的智能识别准确率98%；敞车内货物体积、异物尺寸、货物超限等参数精准测量；测速精度0.1km/h；测速频率10次/秒。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

三、空地协同室内外无人智能巡检系统研发及应用

**（一）研究内容**

空地协同室内外无人智能巡检系统，采用无人车搭载无人机异构智能体设计，深度融合人工智能技术和运用面向群体智能自主无人作业的智能化装备等关键技术，构建多种复杂巡检工况下自主航线规划、智能导航避障、空地协同控制、实时协同作业、自动泊停、智能识别与检测等典型环节场景，创新多源异构信息融合方法和无人机自动收放与充电技术，实现巡检全流程无人化、精准化，提高巡检效率、降低巡检成本。

**（二）交付成果**

符合考核指标的空地协同室内外无人智能巡检硬件平台（可应用于仓储库房、生成车间、大型商场等）1套，车控和航空管理平台1套。提供具有行业检测资质的第三方检测报告。

**（三）技术指标**

无人机定位精度≤1.5cm；自动泊停误差≤5cm；6向自动避障成功率≥95%；自动充电效率不低于30分钟可从20%充至90%标准；数据传输延迟≤100ms；飞行速度10m≥m/s；尺寸（长×宽×高）：长≤600mm，宽≤550mm，高≤350mm；起飞重量≥1500g；载重≥350g。无人车尺寸（长×宽×高）：长≤1000mm，宽≤750mm，高≤400mm；整备质量≤70Kg；最高速度≥1.5m/s；最小离地间隙≥100mm；额定运动载重≥150KG；爬坡角度≤10°（带负载）；电池参数24V/≥30Ah；工作温度-20℃-45℃；悬挂形式：前轮阿克曼；防护等级≥IP64防护等级；充电时间≤3h。搭载软件具有多模态多传感器（激光雷达、深度双目相机、组合惯导RTK等）融合的环境感知能力；可以实现二维地图构建（面积≥100万m2）、三维地图构建（图面积≥50万m2）；室内水平定位精度达到±10cm，任务点垂直定位精度在±10cm，室外水平定位精度达到±10cm，任务点垂直定位精度在±10cm；具有定点导航、录制路径、手绘路径、轨道模式、组合导航等路径规划方法；实现选择遇到障碍物停止或绕行及自动充电功能。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

四、基于知识图谱和内存计算技术的政务中枢系统研发及应用

**（一）研究内容**

基于知识图谱和内存计算技术的政务中枢系统，采用分布式云原生架构应对政务数据融合处理难、共享不及时等问题。构建政务数据中枢，实现海量数据的实时互联、实时共享、实时传输、实时计算、智能融合和关系识别。支持低侵入式数据访问及以最小化干扰和影响对系统进行访问，解决政务数据的跨域共享，实现级联式数据透传；构建数据实时处理能力，实现利用SQL、Jar等方式进行数据实时分析；构建命名实体识别能力，实现文本数据的精准识别，抽取关键信息转化为结构化数据；实现运行日志的数据血缘分析，可视化展示数据的产生、加工、融合、流转消亡的全过程；构建内存计算引擎配置参数的自动调优系统，解决内存计算引擎参数配置时间慢、准确率低和鲁棒性差的问题，提升政务平台实时计算效率；构建具有归一化、抽象化和可推理的政务大数据知识图谱，实现从结构化、半结构化和非结构化文本中自动进行实体、关系、属性抽取与融合。

**（二）交付成果**

满足考核指标的基于知识图谱和内存计算技术的政务中枢系统软件产品1套，并提供使用说明书（至少包含用户手册、安全手册、部署手册、运维手册等）。提供具有行业检测资质的第三方检测报告。

**（三）技术指标**

支持数据级联实时传输；100GB数据传输时间≤5分钟；支持≥3种作业创建模式；≥5种数据源；≥2种数据恢复机制；≥2种作业运行模式；≥10000条/秒的数据实时处理；能够准确解析≥5种文本内容；文本数据识别准确率≥99%；文本数据识别召回率≥90%；文本数据识别F1≥80%；处理250个SQL从解析到全流程展示耗时≤5分钟；构建知识图谱实体、关系识别准确度≥90%；构建的政务知识图谱覆盖度≥90%；内存计算引擎参数配置时间缩短50%以上、训练数据量降低30%以上，且至少支持Spark、Flink、 Ignite、MemSQL等4种以上常见的内存计算数据库和引擎。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

五、基于生理状态智能识别的氧疗自动控制系统研发及应用

**（一）研究内容**

基于生理状态智能识别的氧疗自动控制系统，采用智能识别、智能控制技术，动态监测识别患者生理状态，提供个性化氧疗与呼吸支持策略，满足高可靠性及功能完备的要求，可减少人工干预次数，节约医疗资源，有效防止治疗延误和医疗事故。构建人体肺部气体交换模型，建立基于电生理计算理论的肺电学特性方程式和双肺腔气体交换过程方程式，构建人体血氧水平调节模型，模拟预测血氧调节效果。支持受治者生理参数测量及在线评估，低氧、呼吸困难等状态自动识别。以维持受治者生理参数目标值为目标，根据受治者状态自适应调节氧疗参数。

**（二）交付成果**

基于电生理建模与仿真分析的人体肺部生理模型，受治者生理状态识别算法及个性化氧疗与呼吸支持策略自适应控制调节方法1套，提供算法原理报告和仿真测试报告。研发基于生理状态智能识别的氧疗自动控制系统软件1套。提供具有行业检测资质的第三方检测报告。

**（三）技术指标**

肺部气体交换模型数值偏差≤15%；受治者低氧、呼吸困难等状态识别准确度≥85%；生成氧疗参数置信度≥90%。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

六、基于多元空间数据融合的实景三维平台研发及应用

**（一）研究内容**

多源空间数据融合平台基于多源异构数据构建城市实景精细化模型，模拟空天地网一体化的城市复杂场景。利用数据语义化、知识图谱、实时云端渲染等技术驱动数据实时融合。基于数据推送、网络爬虫等技术或物联网渠道采集海量数据，引入多粒度分布式思想构建地理实体语义库，以实时交互视频流（Streaming）的形式推送到用户终端，包含空间位置信息的数据不再传输到客户端，保障数据安全。能够实现超过1万平方公里的海量多尺度时空数据及三维数字模型的轻量化表达，降低对客户端硬件设备的性能要求，与人工智能技术结合，支撑城市的运营管理、应急处置及安全防范预警。

**（二）交付成果**

满足考核指标的多源空间数据融合平台，并提供使用说明书（至少含用户手册、功能安全手册、底层软件、中间件接口）与具有行业检测资质的第三方检测报告。

**（三）技术指标**

矢量数据响应时间不低于1000条/s；三维模型数据响应时间不低于50平方公里/s；数据转换速度达到500MB/分钟；航片检索、提取与纠正的响应速度<0.1秒；用于航片检索的航片数量不少于200万张（每张约125M的jpg格式）；软件功能可用度≥99.99%；软件平均无故障工作时间（MTBF）≥1500小时（2.2倍的平均无故障时间内允许两次故障）；提供包括TXT、SHP、GDB、TIF、OSGB、3dTiles、OBJ、LAS等在内的多种数据格式接口，并具有可拓展能力；数据融合类型包括但不限于地形、交通、水系、建筑物、植被、城市基础设施等；转换数据坐标系支持OSGB和OBJ两种格式的ENU/UTM互转；三维模型纹理转换实现视线穿透效果，包含半透明材质（如玻璃贴图）和全透明材质（如栏杆贴图）；三维重建无重叠面、闪面，纹理映射可选择、无突变或不恰当衔接等；包括航片索引反查功能，为航片建立索引，并使用PostgreSQL数据库进行存储。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

七、基于多维数据映射分析建模技术的世界经贸分析预测平台研发及应用

**（一）研究内容**

基于跨源异构数据多维映射建模技术的世界经济与国际贸易分析预测平台是采用云计算和大数据开发技术、多维数据映射建模分析技术及前端可视化技术，整合世界各国官方公布的GDP、土地、人口和货物贸易统计数据，利用预处理程序实现数据高效清洗、处理和分析；支持大数据计算引擎以实现复杂计算；输出自研外贸产业发展预测模型、出口竞争市场预测模型及潜力市场评价模型实现各类预测功能；实现数据可视化并提供多维度数据分析；提供交互式探索功能，支持用户通过与图表、图形或地图进行交互来深入研究。平台直观呈现全球宏观经济和国际贸易的最新情况以及相关变化趋势；预测未来全球各国的贸易产业发展潜力并提供最有可能发展的产业清单；对中国的重要出口产业进行监测，列出与中国有产业竞争的国家以及重点竞争目标市场并对其变化趋势进行预测；预测针对中国或中国各省份的各细分贸易产品的全球潜力市场发展排名。

**（二）交付成果**

世界经济与国际贸易分析预测平台系统软件，提供软件著作权、发明专利交底书、平台使用说明书、系统测试报告及所需相关技术文档。提供具有行业检测资质的第三方检测报告。

**（三）技术指标**

数据库覆盖国家或地区≥200个；数据库覆盖全球贸易总量≥95%；参与模型运算数据库覆盖国家或地区≥ 130个；参与模型运算贸易统计数据库时间跨度≥10年；参与模型运算贸易统计数据库更新至最新年份；参与模型运算贸易统计数据覆盖全球贸易总量≥90%；研究细分产业门类≥900个；商品编码颗粒度≥6位；支持运算数据量≥20亿条；算法模型（申请专利并进入实质性审查）≥2个。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

八、基于AI虚拟数字人的多场景智能交互服务平台研发及应用

**（一）研究内容**

AI虚拟数字人多场景交互智能交互服务平台，采用虚拟数字人形象创建、唇形驱动、语音识别与智能交互等关键技术，解决数字人口型、动作、表情和语音不匹配问题，满足交互交互服务线上线下智能交互多元化发展要求，提供集音频、视频为一体的呼叫中心业务，支持低延时率的实时互动交流拟人化服务，赋能售前、售中、售后与管理多种业务场景，打造全新的可视化、多场景无界交互服务。

**（二）交付成果**

满足考核指标的基于虚拟数字人智能交互方法的软件或技术报告，及虚拟数字人多场景视频交互平台，提供操作手册和具有行业检测资质的第三方检测报告。

**（三）技术指标**

建立数字人生成平台，通过图片或文本可快速生成3D数字人，支持自定义数字人声音与形象，每个虚拟形象内置至少10种不同的表情，如微笑、愤怒、惊讶、哭泣、激动等。建立唇动3D模型，支持提取不少于25个面部特征点，准确地捕捉唇部的形状变化，流畅地根据语音拟合出唇形，表情匹配准确率达到95%。语音唇形训练数据量不少于50000个音素数据，使模型更加充分地学习不同发音者和语音特征之间的关系。通过语音合成模型优化算法，使口型匹配准确率超过95%。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

九、多模态人机交互智能仿生人形服务机器人研发及应用

**（一）研究内容**

多模态人机交互智能仿生人形服务机器人，采用人工智能多模态学习技术、远程控制技术和多驱动协调控制技术，实现基于文本、情感、面部、人体关键点和环境五大特征的融合感知；实现基于多模态知识图谱的用户意图识别以及多驱动协调控制；从端到端打通各个模态之间的关系，形成可以多模态交互的智能仿生人形服务机器人产品。

**（二）交付成果**

满足考核指标且具备多模态人机交互功能的智能仿生人形服务机器人产品。提供具有行业检测资质的第三方检测报告。

**（三）技术指标**

支持模型包括但不限于Transformer、多模态QA、Stable Diffusion、YOLOv7等；ROS支持电机数量≥50个；峰值扭矩5.75Nm；模态类型数量≥5种；电机参数控制方法包括但不限于参数自动生成、动作捕捉映射、参数自动优化、手动调整；软件要求支持指定语言开发、支持在指定架构下开发、支持封装成API接口、支持云端智能、支持调用超算等外部资源；语音部分要求唤醒词的响应时间≤500ms；语音识别准确率≥95%；意图理解识别精度≥90%、召回率≥90%、F值（F1-score）＞0.8、AUC（Area Under Curve）＞0.7。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

十、基于量子区块链的车联网数据安全共享、集成和态势感知系统研发及应用

**（一）研究内容**

基于量子区块链车联网的数据安全共享、集成和态势感知系统是以量子群智能技术和量子区块链技术为核心、以数据融合为驱动的智能车网系统。该系统由量子区块链云控服务器、路侧量子通讯网关、车端量子通信单元组成。

**（二）交付成果**

满足考核指标的基于量子区块链车联网的数据安全共享、集成和态势感知系统1套（其中包括：量子区块链云控服务器一台套、路侧量子通讯网关30台、车端量子通信单元30台）。提供使用说明书（至少含用户手册、功能安全手册、底层软件、中间件接口）和虚拟攻击测试库。提供开放道路应用证明（部署≥20个路口，智能网联车型≥3种）。

**（三）技术指标**

量子区块链云控服务器能满足量子群决策建模和基于量子联盟链的车联网数据安全感知与分析要求。具备支持QKD密钥分发与PQC融合、抗量子计算密码（QRC）替代两种方式的量子区块链构建模式；支持跨多种操作系统；支持基于量子密钥的认证机制、C2C模式加解密、C2S模式的加解密；支持半导体量子处理器计算平台。路侧量子通讯网关同时支持Uu+PC5接口加密；时延<50ms；峰值速率上行>30Mbps，下行>100Mbps；支持海思巴龙通信芯片和基于相位涨落的量子随机数芯片；支持无线/有线两种回传方式；支持RSU互联。车端量子通信单元支持量子密钥分配，支持量子认证机制。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

十一、基于国产高实时工业安全无线技术的AR+AI原型系统研发及应用

**（一）研究内容**

研发基于国产高实时工业安全无线技术的AR+AI原型系统平台，系统由基于GB/T 26790.2-2015的国产高实时工业安全无线网络通信环境、AR眼镜安全无线通信模块和AR+AI应用系统平台组成。原型系统平台支持样本自动采集标注算法，解决真实环境下样本采集困难、样本标注费时费力、采集及训练效率低等问题；为客户基于AR+AI技术的发动机零部件装配操作辅助原型系统构建，满足复杂工业装配环境下工具识别、盘点、交互式电子工卡等多种融合AR创新操作。

**（二）交付成果**

满足考核指标的原型样机1套（含无线网关、无线AP、无线AR眼镜、密码机等设备）和AR+AI应用平台，提供使用AR+AI应用平台使用说明书、无线设备底层嵌入式驱动软件、无线模块接口规范、原型系统技术报告、AI算法原理和实验测试报告、典型应用测试报告。

**（三）技术指标**

高实时工业安全无线网络通信平台：无线通信平台支持快速部署和自组网功能，具有较强的网络健壮性和自恢复性，全自恢复性时间≤90s；采用无线技术接入的AR眼镜支持在无线网络覆盖范围内的多个无线AP之间无缝漫游，切换时延≤20ms。基于安全无线网络通信平台的AR+AI的工业装配原型系统：基于国产AR设备典型工业应用场景加载时间≤800ms；基于国产AR设备物体识别速度≤10ms；人机交互式查询和结果推送响应时间≤50ms；模型格式数量≥4种。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

十二、5G实时超宽带无线通信基站技术研发及应用

**（一）研究内容**

5G实时超宽带无线通信基站，采用国产化芯片，支持R16协议栈软件功能，可解决大数据低延时业务问题，提高用户感知，优化网络运营效率，也能满足高安全级别和高可靠性的要求。

**（二）交付成果**

满足考核指标的700M、2.1G、2.6G、3.5G、4.9G频段的5G一体化基站样机及相应的安装配件各1套，并提交其使用说明书（至少包含产品说明书、安装手册）以及具有行业检测资质的第三方检测报告。

**（三）技术指标**

基站支持5G大宽带下多用户灵活调度策略，支持上下行多流的传输方案自适应策略，可保证5G系统的高传输速率及频谱效率；针对5G网络特有的URLLC业务，支持mini-slot调度、PDCCH增强、上行抢占、上行免授权等技术，可满足行业领域的高可靠、低时延要求；针对不同的业务可提供精细化的QoS管理，保障高优先级业务及时响应，提升用户感知体验；支持可视化运维支撑技术。支持700M、2.1G、2.6G、3.5G、4.9G频段；20-100M带宽；通道数2T2R/4T4R；激活用户数200，连接态用户数400；峰值速率2T2R下，单下行峰值速率可达850Mbit/s，4T4R下，单下行峰值速率可达1.5Gbit/s，单上行两流峰值速率可达500Mbit/s；用户体验速率可达100Mbit/s；流量密度支持10Mbps/m2量级；满足特殊业务往返时延5ms、可靠性99.999%级别的需求；支持GPS、北斗同步、1588；直流-48V /交流220V/直流12V供电；室外型IP65，室内型IP30防护；室外型挂墙/抱杆，室内型吸顶/挂墙/桌面形式安装。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

先进医疗装备方向

一、超高速大孔径多能谱CT成像系统研制

**（一）研究内容**

本次发榜需求内容为多能谱CT高质量重建方法与临床智能应用关键技术研究，具体包含3项内容。

1.多能谱高质量重建技术

在现有的能谱成像技术方案中，以西门子公司force产品的双球管方案以及GE公司的revolution产品为代表的快速能谱切换方案在一些运动器官的双能量数据的匹配、运动抑制等方面均有非常好的表现，可以进行运动器官以及常规CTA的能谱心脏应用，但同时也存在整体价格昂贵和国际厂商专利壁垒等现实问题，因此需揭榜方在不支持快速能谱切换的设备情况下，创新地研究针对运动器官的多能谱扫描及对应的高清晰度多能谱成像技术，具体包括两个方面：

（1）在满足设备的能谱切换指标的情况下，提出适用于该设备的支持运动器官的多能谱扫描方案，包括扫描方式、切换过程，以及配套的重建技术等；

（2）开发配套带有多能谱数据配准的成像技术，且该技术能够在上述扫描方案下，支持受运动器官影响的部位（如肺部，受心脏运动的影响）的能谱图像的临床应用。

2.冠脉血管、肺气管精准分割与识别技术

目前冠脉血管分割与识别技术存在对于冠脉支架、冠脉走形异常等复杂情况分割精度不高，对于冠脉弥漫性钙化、冠脉管腔完全闭塞等情况不适用的问题，冠脉分割的准确率和鲁棒性亟待提高；此外，实现细支气管分割和自动化识别仍具挑战性，传统方法耗时长，缺乏实用性，而深度学习网络方法又面临手工标注困难，训练时样本分布不平衡，以及受多种肺部疾病影响分割精度等问题。因此，需要揭榜方针对如上问题进行以下关键技术研究：

（1）研究更加精准的冠脉分割技术，解决冠脉起源异常、冠脉走形异常、心肌桥、冠脉发育纤细、冠脉粥样斑块等情况对冠脉管腔的分割精度影响问题，简化医生操作流程，提高诊断效率，降低误诊、漏诊情况的发生；

（2）研究基于深度学习的肺气管精准分割与识别技术，解决数据分布不均衡问题，增强模型泛化能力，从而实现在高分辨率CT图像上的亚毫米级细支气管分割与分段的识别命名。

3.头颈CTA血管精准分割技术与基于能谱CT的斑块评估技术

目前业内的头颈动脉分割提取技术受个体血管形态差异过大、闭塞病变导致动脉显影不清等问题的影响，还存在精细度不足、走行异常数据分割效果不好、侧枝循环血管无法自动定位和分割等问题；于此同时，常规CTA图像下钙化斑块评估存在骨骼附近的动脉钙化斑块与骨难以区分、低钙化程度斑块与动脉难以区分、低密度斑块与周围软组织难以区分的问题，识别的准确程度亟待提升。因此需揭榜方研究基于AI的头颈CTA血管精准分割技术及基于能谱CT VNC（虚拟平扫图像）图像/物质分解图像的斑块自动分割及分类技术，具体研究内容如下：

（1）研究头颈CTA血管精准分割技术，实现头颈CTA图像中各支动脉的自动分割，主要包括主动脉、颈动脉、椎动脉、基底动脉、颅内动脉（大脑前动脉、大脑中动脉及大脑后动脉）；

（2）研究基于能谱CT VNC图像/物质分解图像的斑块自动分割及分类技术，结合能谱CT 的物质分解技术和AI技术，自动分割出斑块，并对斑块类型进行判断，如钙化斑块和非钙化斑块。

**（二）交付成果**

1.提交满足拟开发设备切换指标的能谱扫描重建方案，支持包括肺部、CTA、头部、腹部、肾结石类型判断、痛风识别等典型的能谱应用；实现基于冠脉CTA图像的冠脉分割训练和肺气管分割训练的模型，并支持重新训练和使用预训练模型继续训练微调；实现头颈CTA血管的精准分割训练和可以实现基于能谱CT VNC图像/物质分解图像的斑块分割以及分类训练的训练模型，并支持重新训练和使用预训练模型继续训练微调。

2.输出关于多能谱高质量重建技术研究报告、关于冠脉血管和肺气管精准分割与识别技术研究报告，以及关于头颈CTA血管精准分割技术与基于能谱CT的斑块评估技术研究报告各1份，报告中需包括同类技术/产品的性能测试对比评价。

3.揭榜方应在系统完成后，配合发榜方进行技术的集成测试，并提供源代码辅助发榜方完成系统部署，与发榜方的系统软件顺利对接。

4.形成超高速大孔径多能谱CT样机。

**（三）技术指标**

1.多能谱高质量重建技术：支持输出6类能谱图像（运动器官）。

2.冠脉血管、肺气管精准分割与识别技术：

（1）冠脉血管分割准确度与临床医生匹配度达到90%以上；

（2）冠脉血管分割统计时间≤120秒；

（3）冠脉主要分支识别准确率达到90%以上；

（4）冠脉血管分割数据集描述：具有心电门控的冠脉CTA数据，收集350例，其中含不同程度的冠脉狭窄数据（轻度、中度、重度及正常数据各25%），250例用于训练，50例用于调优，50例用于测试。入组标准：入院后完成具有心电门控的冠脉CTA扫描，心率低于90bpm；图像质量无严重缺陷，无运动伪影，冠脉强化范围位于200~450HU间，主动脉根部管腔内的CT值标准差在30HU以下，数据层厚0.500~0.625mm。

（5）肺气管二值化分割实现算法结果与临床医生标注的Dice系数，主气管及左右气管到达到92%以上，叶级支气管达到87%以上，段级支气管82%以上，在高分辨率CT影像上能分割出细支气管，至少10级以上支气管；

（6）肺气管分段识别能够至少得到1类主气管、2类左右气道、5类叶级支气管、18类段级支气管，共计26类识别结果，其评价标注以解剖学定义为准。实现算法结果与临床医生标注的26类Dice系数均达到80%以上。

3.头颈CTA血管精准分割技术与基于能谱CT的斑块评估技术：

（1）分割DICE系数在0.9以上；

（2）血管分割统计时间≤120秒；

（3）最大径大于2mm斑块识别准确率在90%以上；

（4）斑块识别统计时间≤120秒。

（5）基于能谱扫描协议的头颈CTA及平扫NCCT数据，其中NCCT数据可用于确定钙化斑块位置和大小的参考图像，收集350例（最大径大于2mm钙化斑块和非钙化斑块的数据均不少于50%），250例用于训练，50例用于调优，50例用于测试。入组标准： 数据扫描范围为含主动脉弓至颅顶，数据层厚小于1mm；清晰显示主动脉弓、头臂干、左颈总动脉和左锁骨下动脉；清晰显示颈总动脉、颈内动脉、椎动脉起始段的走行和充盈缺损情况；颈部动脉的横断面影像中CT值在300~350HU范围内；颈部静脉的横断面影像中CT值不超过150HU；清晰显示大脑前、中、后动脉，基底动脉和前、后交通动脉；头部动脉的横断面影像中CT值不低于200HU；颅内静脉的横断面影像中CT值不超过150HU。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

二、全图像引导高端智能医用直线加速器研制

**（一）研究内容**

本次发榜需求内容为面向高质量锥束CT重建、肿瘤靶区精准识别与勾画，以及高精度弹性配准等放疗图像引导技术研究，具体包括3项内容。

1.高质量锥束CT重建技术

针对图像引导放疗中锥束CT图像噪声大、对比度差，无法满足自适应放疗需求的临床问题，需要在现有图像引导硬件条件下，研究如何获得更高质量的锥束CT图像，为此，需揭榜方研究基于人工智能的锥束CT伪影消除和sCT（synthetic CT）生成技术，减少由于光子饥饿、散射等原因造成的锥束CT伪影，同时生成CT值准确的sCT图像，解决锥束CT重建时由于 CT值误差造成的放疗剂量计算不准确问题，使锥束CT图像质量得到大幅提升，满足自适应放疗需求。

2.肿瘤靶区精准识别及勾画技术

肿瘤靶区和危及器官的精确识别和勾画是精准放疗的关键，针对目前对小器官勾画吻合度不高的问题，需要研究如何进行高精度的肿瘤靶区识别和勾画，满足精准放疗对于精准的勾画的需求，因此，需要揭榜方研究微小部位增强勾画方法，设计能够增强弱小部位勾画灵敏度的人工神经网络，解决在勾画明显大器官的整体结构时淹没微弱细节的问题，从而实现靶区高精度自动识别和勾画。

3.高精度弹性配准技术研究

针对图像引导放疗中传统配准技术计算形式过于复杂，配准速度慢，尤其在进行复杂图像配准时准确率低的问题，需要研究如何对配准精度和速度进行提升，以解决传统配准技术的局限性。因此，需要揭榜方研究基于人工智能的弹性形变配准技术，提升形变量大的组织器官的配准精度和效率，设计基于无监督学习的网络结构，减少在训练过程中大量的人工标注过程，以降低由于标注不准确带来的误差，进而提升放疗的精准度。

**（二）交付成果**

1.输出网络结构设计方案，可以实现至少4个部位的锥束CT重建图像质量优化训练、肿瘤靶区精准识别训练、器官和肿瘤的弹性配准训练，并支持重新训练和使用预训练模型继续训练微调；

2.输出关于高质量锥束CT图像重建的技术、关于肿瘤靶区自动识别及勾画的技术、关于弹性配准技术的研究报告各1份；

3.揭榜方应在系统上线后，配合发榜方进行算法模型的单元测试和集成测试，并提供源代码辅助发榜方完成训练与系统部署，与发榜方的系统软件顺利对接；

4.形成全图像引导智能医用直线加速器样机。

**（三）技术指标**

1.高质量锥束CT重建技术：

（1）结构相似性≥85%；

（2）CT值准确性：±10HU；

（3）优化速度≤0.5s。

2.肿瘤靶区精准识别及勾画技术：

靶区识别勾画Dice系数≥85%。

3.高精度弹性配准技术研究：

（1）弹性配准Dice系数≥85%；

（2）配准精度≤1mm；

（3）速度≤1s。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

三、便携式制氧机关键零部件技术攻关

**（一）研究内容**

收集大量临床采集数据，进行大样本量处理，从而获得精准的使用数据，通过软硬件相结合，应用于实际产品。便携式制氧机压力传感器要做到一是精度更高，误差要求在±0.50%FS以内；二是灵敏度更高，量程范围为±2 inH2O，三是爆破压力要高，需耐受120kPa压力。四是轻量化设计技术，通过材料轻量化、结构优化等方式提高其便携性和使用舒适度。具体为：硬件方面首先要考虑传感器本身的响应速度和测量精度，响应速度需要达到毫秒级，由于呼吸信号非常微弱，对传感器的测量精度要求非常高，还要考虑硬件线路的无线干扰信号的消除。微处理器的性能必须满足数据采集和运算处理的实时性要求。软件方面需要研发呼吸触发判断算法，判别有效呼吸信号和吸氧管路抖动带来的误触发信号，精确地控制氧气流量，并实现对便携式制氧机的故障检测功能。

采用自主研发脉冲剂量控制算法，根据使用者呼吸频率精确调整每次氧气脉冲的气体容积，保证使用者每分钟累计吸气量按设定挡位执行，以达到精确的给氧治疗。此外，实现高灵敏度吸气检测，以及快速反应的流量控制阀。传感器感应到呼吸信号开始加上流量控制阀的开启时间总和在10ms内完成。

**（二）交付成果**

通过符合CE认证要求的第三方测试并出具测试报告。

**（三）技术指标**

额定出氧流量(呼吸频率20次/min时)：1档（12ml)、2档（17ml)、3档（25ml)，4档（33ml)，5档（42ml) 最大1000ml/min

误差精度：±15%

氧浓度：90-96%

触发灵敏度：<40Pa

最大出口压力：120kPa

整机噪音：声压级≤60dBA，声功率≤68dB

支持的呼吸频率：2–40 BPM

封装形式：SMT-8\_L10.0-W13.3-P2.54

功能安全等级：Ⅱ类BF型

可靠性等级：满足国际标准，符合医疗器械的相关行业标准，通过CE认证。

经济指标：预计2025年新增年经济收入1000万左右；

技术指标：压力传感器需测量低至±2 inH2O的压力，测量精度在±0.50% FS，响应速度≤5ms；

成果指标：取得核心自主知识产权专利2项。

压力传感器技术指标：

测量范围：±2 inH2O

测量精度：±0.50% FS

破坏压力：1.5bar

响应速度：≤5ms

数据接口：I2C或SPI

数据位数：12~14bit

工作温度：0℃ - 70℃

工作湿度：0 - 95% RH

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

四、快速高精度磁共振成像系统研制

**（一）研究内容**

本次发榜需求内容为磁共振快速、高质量重建及一站式肝脏扫描关键技术研究，具体包含3项内容。

1.多时相磁共振快速重建技术

磁共振可以通过观察造影剂的渗透速率判断肿瘤良恶性，所以在扫描时不仅关注传统的空间分辨率，还非常关注时间分辨率，尤其在腹部、心脏等易受运动影响的部位，需要病人屏气或者结合生理门控才可以获得图像，对时间的要求更加严格。因此，需要研究多时相磁共振快速重建技术，在相同的扫描时间内既要保证原有的空间分辨率，做到对小的病灶的识别率，同时又能进一步提高时间分辨率，为临床病灶的良恶性鉴别提供更多的依据。

具体需要揭榜方完成如下研究内容：

（1）研究基于部分时相序列数据的快速、高质量重建算法，实现在小于4s的时间内完成一期磁共振图像；

（2）在项目整机硬件系统的基础上进行先进的成像技术研究，使成像速度达到传统成像方法的16倍以上，满足影像诊断精度对时间分辨率和空间分辨率的双重要求。

2.多参数磁共振高质量重建技术

在磁共振成像过程中，为获得更高分辨率的图像，往往需要进行多次采集，因此，磁共振的扫描平均时间远远长于CT扫描时间，同时，长时间扫描也会引起患者不自主的身体运动，造成伪影，严重影响了磁共振临床应用范围。针对如何丰富磁共振影像的诊断信息，提高诊断精确性，需揭榜方进行多参数磁共振高质量重建技术的研究，充分挖掘磁共振多参数成像中存在大量冗余信息，开发基于自监督学习磁共振超空间分辨率重建算法，并完成该技术在磁共振上的集成应用，满足影像诊断的高精度要求。

3.肝脏快速精准多定量成像关键技术

肝脏多对比度多定量成像方法对于脂肪肝、肝硬化等疾病的诊断具有非常重要的意义。在肝脏的定量成像中，扫描范围大，组织交界区域多，呼吸影响严重等因素限制了肝脏的定量准确性；另外，传统的多次扫描获得多对比度图像的方法，容易发生图像间的位置偏差，从而影响定量图像的计算准确性。如何在一次短时间的扫描内获得尽可能多的对比度图像，并提供更加精准的定量信息，是肝脏定量成像的关键。因此需揭榜方研究肝脏快速扫描及多对比度成像算法，满足一站式肝脏成像序列的算法开发需求，并配合企业完成相关序列开发。

**（二）交付成果**

1.提供一种算法，可以实现16倍加速后采集数据的重建，同时满足时间和空间分辨率要求；提供可以实现快速重建多参数高分辨率图像的算法和训练完成的深度学习网络，并支持重新训练和使用预训练模型继续微调网络；形成能够满足考核指标要求的成像方案，并提供提高定量准确性的校正方法。

2.输出关于多时相磁共振快速重建的技术、关于多参数磁共振高质量技术，以及关于多模态肝脏扫描关键技术的研究报告各1份，且如上三项技术需通过第三方测试评价，形成测试报告。

3.揭榜方应在系统完成后，配合发榜方进行算法模型的单元测试和集成测试，并提供源代码辅助发榜方完成训练与系统部署，与发榜方的系统软件顺利对接。

4.形成满足如上考核指标的磁共振样机。

**（三）技术指标**

1.多时相磁共振快速重建技术：

（1）一个序列（45-50层）重建时间不高于14s；

（2）重建基础数据：多时相数据基础个数大于6。

2.多参数磁共振高质量重建技术：

（1）重建速度：一种序列（大于18层）重建时间不多于5s（计算机环境不高于：CPU 18核，主频 3GHz，内存128G）；

（2）重建基础数据：目标分辨率512\*512（扫描视野<300mm\*300mm）。

3.肝脏快速精准多定量成像关键技术：

（1）实现在18s之内获取不少于6种对比度的肝脏定量成像；

（2）扫描范围覆盖全肝（大于 18cm），层厚小于6mm；

（3）计算速度：重建时间不多于2s（计算机环境不高于：CPU 18核，主频 3GHz，内存128G）。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

五、基于中医诊疗理论的数字化、智能化医疗设备关键技术攻关

**（一）研究内容**

1.多维纳米材料柔性传感器

中医是中医四诊当中的重要组成内容，远程复现脉诊仪通过采集、网络传输和复现脉搏的强弱、迟数、缓急，多维复现血管的宽度、弹性等信息。当前的脉象采集传感器多采用单一模态，无法满足脉象多维采集和复现需求，进而需开发设计多维纳米材料柔性传感器，满足桡动脉脉搏波三维动态监测需求，确定模拟指端柔性传感阵列制备工艺并可实现批量生产。

2.中医闻诊辅助诊断决策系统

开展言语气息和脏腑病理变化所发出异常声响声学特征提取，依托闻诊（听诊）知识图谱，建立声学数据库，分析建立气虚、阴虚、实证等中医闻诊声学模型，实现中医闻诊辅助诊断决策功能。

3.中医经穴人工智能识别技术

开展中医经穴人工智能识别技术攻关，包括采集多样性人体经穴数据，应用人工智能模型进行训练，模型评估、临床验证以及系统开发和优化设计，以满足脉诊、艾灸和针灸等中医智能化诊疗的临床需求。

**（二）交付成果**

3.1交付满足性能技术指标脉象采集的柔性传感器产品2款，并提供装配使用说明书、制备工艺技术文件和生物安全性评价报告，产品技术研究报告或第三方测试评价报告。

3.2交付满足性能技术指标的言语气息和脏腑病理变化声纹识别算法1套，产品技术研究报告或第三方测试评价报告，智能闻诊仪功能样机2台。

3.3交付满足性能技术指标的中医智能经穴定位软件系统1套，并提供使用说明书（至少含软件源代码、用户手册、功能安全手册）、相关软件驱动，提供具有资质的第三方测试评价报告。

**（三）技术指标**

1.多维纳米材料柔性传感器

性能指标：传感器阵列压力检测范围0-35kPa、灵敏度20Pa、响应时间10ms、线性度误差±2%FS、60%负载线性度±1%、信噪比1/1000-1/500、寿命>100万次。柔性传感器传感单元尺寸不大于13mm(长)\* 12mm(宽)，柔性PCB的标准厚度尺寸不大于0.2mm(高)。

功能安全指标：满足GB9706.1、GB9706.102、YY/T 0611、YY/T 0670和GB/T16886医用电子设备和医疗器械生物学评价的相关要求。

2.中医闻诊辅助诊断决策系统

性能指标：系统模型需包含幅度( 或功率) 谱、过零率、线性预测系数( LPC) 、LPC 倒谱系数( LPCC) 、梅尔倒谱系数( MFCC)等6种以上声学特征，频率范围：100-8000赫兹。

功能安全指标：满足GB9706.1、GB9706.102和GB/T16886医用电子设备和医疗器械生物学评价的相关要求。

3.中医经穴人工智能识别技术

性能指标：经穴位置的误差为：±2mm、单帧处理时间在30帧/秒以上、模型的准确率须达到90%以上、精确率和召回率都须达到80%以上

功能安全指标：满足GB9706.1、GB9706.102、GB/T 25000.51-2016 系统与软件工程、系统与软件质量要求和评价。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

生物医药方向

一、木丹颗粒治疗糖尿病肾病的新药研究

**（一）研究内容**

研究和评估木丹颗粒提取工艺、质量标准、稳定性，确定最佳的制备方案。构建糖尿病合并肾脏病变的动物模型，采用随机、阳性药对照的方法进行药效学实验，获得药效学数据，确定木丹颗粒是否具有治疗糖尿病肾病的作用，用以指导进一步的临床研究。木丹颗粒的毒理学研究或评估，包括单次给药和多次给药的毒理实验研究，明确木丹颗粒的安全性。开展木丹颗粒治疗糖尿病肾病随机、双盲、安慰剂/阳性药、平行对照、优效性/非劣性多中心临床研究，获得木丹颗粒治疗糖尿病肾病的有效性和安全性数据。

**（二）交付成果**

1.治疗糖尿病性肾病药效学研究试验成果及毒理学研究或评估成果，为进一步的新药临床研究提供证据支持。药效学要求进行两种大鼠模型的试验研究。

2.按《中药注册分类及申报资料要求》，中药新药2.3类“中药增加功能主治”，完成申报治疗糖尿病肾病临床研究的药学研究、药理毒理研究、临床方案等申报资料的撰写。

3.木丹颗粒治疗糖尿病性肾病临床研究试验成果，解决糖尿病肾病新药注册临床依据问题，为新药注册审批提供证据支持。

**（三）成果形式**

试验报告和新药注册申报资料的纸质版本、电子版本。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

二、香茅草抗动脉粥样硬化研究及产品开发

**（一）研究内容**

香茅草提取物具有明显的活血化瘀、降血脂、抗血栓作用，为推动中药香茅草抗动脉粥样硬化新药的研发。须开展如下研究：

1.香茅草提取物制备工艺研究，提取物中β-榄香烯含量≥30%；

2.香茅草抗动脉粥样硬化临床前药效学研究；

3.香茅草的指纹图谱研究，为香茅草产品质量标准的建立提供依据。

**（二）交付成果**

1.各项研究原始资料或复印件（如不能提供原件，应承诺发榜单位可以随时查阅）；

2.揭榜单位提供加盖公章完整的研究报告，一式两份；

3.发表1-2篇高质量文章（署名应包含发榜单位及其相关研发人员）。

**（三）技术指标**

1.香茅草提取物中β-榄香烯含量不低于30%；

2.建立1种香茅草提取物的色谱分析方法；

3.建立1种香茅草药材指纹图谱分析方法；

4.建立1-2种器官芯片体外模型，进行香茅草提取物相关活性评价；

5.利用1-2种体内模型，进行香茅草提取物降血脂及抗动脉粥样硬化作用研究。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

三、新型CRISPR超大片段基因定点敲入技术开发及应用

**（一）研究内容**

1.结合CRISPR技术，设计sgRNA对含有部分人源抗体重链可变区胚系基因的BAC基因组引导切割、改造，加上同源重组臂，删除冗余DNA序列。并对多个BAC克隆进行拼接，得到用于定点敲入打靶的BAC克隆（含有人源抗体重链IGHJ6到IGHV4-34胚系基因组）。拼接成功的BAC克隆测序正确、酶切验证无误；

2.人源抗体重链IGHJ6到IGHV4-34胚系基因组共511 kbp的DNA片段在CRISPR引导切割下，定点插入到小鼠基因组中，原位替换小鼠Ighj1到Ighv14-1的基因组片段；

3.阳性小鼠先通过PCR鉴定，经全基因组DNA测序验证正确，并通过Southern Blot 进行进一步验证，DNA图谱与设计方案完全匹配。

**（二）交付成果**

1.人源抗体重链可变区部分人源化（包含全部D和J区）可繁育小鼠模型6只；

2.项目实施过程中的技术资料（包括实验数据，序列文件，设计方案等）；

3.关键技术研究报告（技术方案需具有原创性及可重复性），包括但不仅限于：（1）基于CRISPR技术的BAC克隆基因修饰和克隆拼接技术研究报告；（2）运用CRISPR技术实现超大片段基因定点敲入技术研究报告。

**（三）技术指标**

1.本项目中优选的所有sgRNA的切割效率经过体外和体内测试，sgRNA切割效率须达到85%以上，sgRNA脱靶效应经过严格评估和测试，趋近为零；

2.结合CRISPR技术的BAC克隆基因修饰和拼接的克隆阳性率不低于30%；

3.本项目中原位替换并插入的人源抗体重链胚系基因组DNA长度应不小于500 kbp；

4.人源抗体重链胚系基因组超过500 kbp的DNA片段在CRISPR引导切割下，定点插入到小鼠基因组中，并原位替换小鼠基因组片段的阳性率应不低于10%（以出生小鼠计）；

5.该项目中所构建的人源抗体重链可变区部分人源化小鼠应可繁育，能稳定遗传。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

四、硫酸氨基葡萄糖胶囊

**（一）研究内容**

按照现行《药品注册管理办法》和国家药品监督管理局关于化学药品注册分类及申报资料要求的通告（2020年第44号）等相关法规的技术要求，完成硫酸氨基葡萄糖胶囊的处方研究及工艺研究、质量研究、质量标准的制定、系统稳定性研究等。并协助我公司做好本项目申报工作，按审批审评要求，做好资料补充完善工作，最终取得药品注册证书。

**（二）交付成果**

按照药物研发相关法律、法规的技术要求，完成硫酸氨基葡萄糖胶囊的处方研究、工艺研究、质量研究、质量标准的制定、系统稳定性研究等。完成整套完整的工艺转移、形成一套完整的药品注册申报资料（以国家药品监督管理局要求的所需申报资料为准），协助完成向国家药品监督管理局进行该产品的药品注册申请并取得药品注册证书。

**（三）程序要求**

1.制定原辅料、直接接触药品包装材料的质量标准，选择合格供应商。

2.完成全部物料（参比制剂、杂质对照品、原辅料等）的采购。

3.完成处方筛选及处方优化、确定关键工艺参数、参比制剂的逆向剖析工作。

4.完成自制品与参比制剂的质量对比研究，中间品及成品分析方法开发和分析方法初步验证，拟定质量标准草案；完成小试影响因素实验等。

5.保证本项目的全部技术与方法能够顺利转移，指导并完成转移批次、工艺验证3批及生产工艺与检验方法的交接与验证，完成稳定性试验研究。

6.完成药品注册申报资料进行申报，完成研制现场、生产现场核查、补充资料工作。

剂型：胶囊剂

规格：250mg

工艺：混合粉末灌装

包装：铝塑泡罩包装

适应症：原发性及继发性骨关节炎

**（四）质量要求**

1.原料在胶囊内容物中的混合参数通过制剂工艺摸索及验证，以保证其质量可控。

2.胶囊填充过程中调整设备填充速度参数摸索及验证产品装量差异，以保证其工艺可控。

3.包装的严密性将会导致货架期产品降解及有关物质超限，摸索及验证合适的药品包装解决包装密封性，以保证其质量可控。

4.进行自制品与参比制剂的质量标准研究，拟定的质量标准满足该产品注册的需要，以保证其质量可控。

**（五）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

五、抗炎类滴眼剂药物研发

**（一）研究内容**

本项目研发产品属于化学药品仿制药4类,主要用于外眼及眼前节炎症的对症治疗(眼睑炎、结膜炎、角膜炎、巩膜炎、浅层巩膜炎、虹膜睫状体炎、术后炎症)。

按照国家相关药品开发指导原则及要求，完成以下工作：

1.实验室小试研究：包括参比制剂剖析、处方工艺筛选、原辅料及包材供货商筛选考察、实验室阶段稳定性考察，初步确定产品制剂工艺，制定原辅料、制剂中间体及成品的质量标准草案；

2.中试1批：撰写中试生产方案及SOP，确定实验室小试研究工艺参数与生产设备及产线的匹配性；分析方法建立、验证及转移；

3.工艺验证3批：撰写工艺验证方案及报告，完成3批样品制备及清洁验证，确定商业化生产工艺参数；

4.稳定性考察：温度、光照等影响因素试验、加速及长期试验；

5.相容性：包材相容性研究（密封性和完整性）、滤芯相容性研究、生产组件相容性；

6.安全性评估：非临床局部刺激性试验、过敏性试验、毒性试验、元素杂质研究、抑菌效力试验；

7.资料撰写：按照国家注册申报要求，撰写申报资料，申报注册生产并取得产品生产批件。

**（二）交付成果**

1.立项调研报告；

2.提供原辅包等物料供应商清单；参比制剂剖析、小试处方筛选及工艺优化方案及报告；原辅料质量标准草案、中间产品及成品质量标准草案；

3.生产验证批物料、设备清单；生产技术转移方案及报告；样品检验报告；分析方法验证方案及报告；

4.提交工艺验证、清洁验证方案及报告；确认的成品质量标准；分析方法转移方案及报告；

5.完成6个月稳定性研究影响因素稳定性考察报告；长期和加速稳定性考察报告；

6.包材相容性研究（密封性和完整性）报告、滤芯相容性研究报告、生产组件相容性报告；

7.非临床局部刺激性试验、过敏性试验、毒性试验、元素杂质研究报告；

8.申报注册及申报资料；

9.取得国家局生产批件；

10.申报国家发明专利1项。

**（三）技术指标**

确定产品商业化生产工艺参数，保证产品质量稳定且符合拟定的产品质量标准，保证与参比制剂产品的质量和疗效一致，取得国家局生产批件，实现商业化生产。

产品质量符合《中国药典》，应符合以下技术要求：

1.性状：无色的澄明液体；

2.含量≥90%；

3.总杂质≤5%；

4.PH值：6.0~8.5；

5.渗透压：0.8~1.2%；

6.防腐剂：0.05~0.1mg/ml；

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

六、左卡尼汀口服液技术开发项目

**（一）交付成果**

药学部分的研究：使得工艺改进后生产的制剂体外溶出与原研制剂一致，确保了药品的安全性和有效性。深入研究该品种不同晶型药物在人体内的吸收与代谢过程，开发合理的生物等效性方案，增加病人用药的顺应性，使人体更易吸收，进一步促进人民群众的身体健康。各项关键技术指标均应符合ICH国际质量标准和指导原则要求；另外将自制产品与原研药品的含量、有关物质、耐酸及溶出曲线等关键质量参数对比研究，参照美国、欧洲、英国及中国药典标准，使自制产品的质量标准不低于国际标准。生物等效性试验研究：负责深入研究高变异药物在人体内的吸收与代谢过程，开发合理的生物等效性方案；通过临床试验数据指导自制产品生产工艺参数的调整，取得真实、全面、合规的试验资料，评价自制产品与参比制剂的生物等效性。

对揭榜方承担研发内容：通过仿原研技术，突破左卡尼汀口服液生产工艺及质量关键技术，保证执行的研究方案符合国家最新的仿制药注册相关指导原则和一致性、保证所有技术资料的真实性且原始资料记录符合国家相关法规要求，满足审评机构的核查审计要求，并能准确反映技术细节、负责进行申报资料的整理及项目申报直至通过审评审批,并最终形成左卡尼汀口服液批量生产。

最终交付成果：形成完整的左卡尼汀口服液处方和工艺规程，能够与国外参比制剂（在售的左卡尼汀口服液）符合的质量标准，取得国家局下发的批件，形成左卡尼汀口服液批量生产。

**（二）技术指标**

1.需要解决的关键技术问题

（1）罗列出仿制药与国外参比制剂（在售的左卡尼汀口服液）物料清单

（2）原料性质研究，包括溶解度、晶型等。

（3）原料药各国质量标准对比情况。

（4）原料药有关物质研究。

（5）原料药供应商提供杂质列表，并给出哪些是降解杂质。哪些是工艺杂质。乙方在制剂的研究过程中对原料药的降解杂质进行研究，并结合制剂稳定性结果确定是否定入制剂质量标准。给出基于制剂的原料药质量标准制剂各国药典比较研究，确认最适质量标准。

（6）参比制剂与国外参比制剂（在售的左卡尼汀口服液）性状研究。

（7）参比制剂与国外参比制剂（在售的左卡尼汀口服液）杂质研究。

（8）参比制剂与国外参比制剂（在售的左卡尼汀口服液）逆向分析。

（9）原料药与参比制剂与国外参比制剂（在售的左卡尼汀口服液）杂质对比研宄。

（10）小试处方研究。

（11）小试工艺研究。

（12）初步确定质量标准及中间体标准。

（13）处方工艺车间预放大。

（14）预稳定性研究。

（15）方法学研究。

（16）工艺验证。

（17）稳定性检测 （6个月）。

（18）完成实验室部分研究。

（19）最终确定质量标准形状、含量、有关物质、PH值、微生物限度。

2.使得工艺改进后生产的制剂体外溶出与原研制剂一致，确保了药品的安全性和有效性深入研究高变异药物在人体内的吸收与代谢过程，开发合理的生物等效性方案，增加病人用药的顺应性。

3.将自制产品与原研药品的相关键技术指标均应符合国际质量标准和指导原则要求。

4.该产品不需要做临床试验，不过要保证产品稳定性同样满足标准要求。

**（三）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

七、蒙医药大健康产品产业化关键技术研究

**（一）研究内容**

1.蒙药创新型新药研究

基于蒙医300年应用历史的清肝八味丸（暂定名，以国家药监局核定名为准，下同），开发蒙药创新型新药。

处方：诃子、西红花、熊胆粉等

功能：清肝热，止痛。

主治：肝区痛，肝肿大，肝血盛扩散，眼黄。

研究项目：按照国家药监局《药品注册管理办法》、《中药分类及申报资料要求》及相关的技术指导原则开展创新型新药研究工作，满足临床前研究申报的要求，包括药材资源评估、剂型选择的依据，工艺研究、质量研究、稳定性研究等药学研究，药理学研究、毒理学研究等临床前研究项目。

2.蒙药特色大健康产品研发

以阜新瑞应寺门巴扎仓（清康熙八年）记载蒙药名方，开发具有下列功能的蒙药特色大健康产品三个。

（1）化学性肝损伤有辅助保护功能

以蒙药名方—故力功竹苏木，开发具有化学性肝损伤有辅助保护功能大健康产品

配方：红花、丁香、草果等

（2）辅助改善记忆功能

以蒙药名方—五好油剂，开发具有辅助改善记忆功能大健康产品。

配方：石榴，芫荽子，荜茇等

（3）缓解体力疲劳功能

以蒙药名方—希木吉勒，开发具有缓解体力疲劳功能大健康产品。

配方：鹿茸、黄精等

研究项目：按照国家市场总局《保健食品注册与备案管理办法》进行处方优化，开展产品配方研究论证、生产工艺研究、质量标准制订、功效成分或标志性成分研究、安全性及保健功能评价、药理学研究、人体相关试验等研究项目。

按照国家市场总局《食品生产许可审查通则（2022版）》的要求完成全部的申请材料，并通过审查。

**（二）交付成果**

1.根据项目要求和已有资料进行分析，制订适宜的产品开发方案，形成报告。

2.根据产品开发工作不同，完成清肝八味丸创新型新药的临床前研究项目，形成全套的申报资料；完成三个保健食品注册的产品研发报告，并申报获得国家市场总局的受理。

3.申报与数据补充，根据不同产品要求，形成申报资料，配合企业申报。

4.专利，申请国家专利5-10项。

5.著作及论文，完成3-5篇学术论文。

**（三）技术指标**

1.按照《药品注册管理办法》完成全部的新药临床前研究资料。

2.完成三个保健食品的产品申报及通过食品生产许可的申请材料审查。

3.蒙药及大健康产品生产工艺具备产业化条件，达到国内先进水平。

4.各产品的质量标准达到国内先进水平。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

八、中药1类新药药学药效学研究技术攻关

**（一）研究内容**

1.组方论证、药材基原确定。将处方按中医药理论进行方解，明确辩证分型，确定组方药材基原、处方及用法用量。

2.处方中各药味的收集及炮制方法研究。药材种植、生产、加工、流通、贮藏过程中包括农药残留、重金属及有害元素等对药材安全性的影响。

3.提取物理化性质分析、化学成分研究。理化性质包括性状、总固体等质量信息，确定影响药品质量的关键质量属性。化学成分研究包括成分的化学类别、结构、含量以及分析测定方法等。

4.剂型选择和成型工艺研究。参照制剂通则设定关键控制指标；研究成型工艺过程对药用物质的影响和质量控制方法；确定制剂工艺关键控制点和控制目标，保证药品质量稳定。

5.质量标准研究、稳定性试验。通过收集多批次的中药复方制剂，结合中药的主要药效成分建立适合的质量标准。稳定性试验包括影响因素试验、加速试验和至少 6 个月的长期稳定性试验。

6.药效学和毒理学研究：对中药复方的适应症进行细胞、器官、动物水平的药理学研究，选择多种AD动物模型，阐明是否明显改善模型动物的学习记忆能力和空间探索能力障碍。如化学损伤模型（东莨菪碱模型、D-gal模型）、手术模型（Aβ诱导模型）、转基因模型（APP/PS1基因突变小鼠模型）。考察中药复方与市售药物相比的药理作用。根据处方药味组成结合新药法规要求进行相应的毒理学研究。

**（二）交付成果**

1.确定组方、药材基原、处方及用法用量。

2.按中国药典等技术标准要求，对收集的药材完成检测研究；确定方药味的炮制方法。

3.确定提取物理化性质、化学成分。

4.确定制剂工艺，确定关键工艺参数。

5.制剂的质量标准、稳定性试验资料。

6.药效学研究资料（中药制剂治疗AD的药效学研究，与阳性药进行比较）。

7.毒理学研究资料。

**（三）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

九、医药/新材料/化学品安全评价动物替代关键技术体系建立

**（一）研究内容**

体外替代评价方法的技术核心是化学品的毒代和毒效的精准表征、测量和预测。替代评价体系涉及基于历史数据的毒代和毒效计算模型构建、靶器官毒性体外测试模型的开发和验证，以及多元数据的整合应用。项目针对肝脏、肾脏、肺脏、血液、神经等主要靶器官/组织毒性开展替代技术方法研究，建立自主知识产权的替代毒性测试体系，开发基于关键共性毒性机制和靶器官关键特征的体外毒性测试模型，构建基于多元数据开展替代毒性测试的整合计算平台，应用于医药/新材料/化学品的安全性评价。

**（二）交付成果**

1.提供肝脏、肾脏、肺脏、血液、神经等靶器官毒性的替代毒性测试体外/细胞体系及标准化构建/培养工具包不少于5套；

2.提供基于关键共性毒性机制和靶器官关键特征的毒性测试终点及检测方法不少于10项，完成验证；

3.构建毒性测试评估用计算毒理学模型不少于3套，获得自主知识产权供发榜方使用。

**（三）技术指标**

1.体外测试模型具备针对肝脏、肾脏、肺脏、血液、神经等靶器官/组织毒性的精准表征、测量和预测能力，体系能够转移，具备标准操作流程（SOP）；

2.靶器官毒性测试方法基于AOP关键特征终点，每个系统包含2-3套测试模型，模型至少经5种化合物验证，达到实验室验证标准；

3.计算毒理学模型的开发基于PBTK/TD原理，模型软件具有自主知识产权。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

十、负载干细胞的脱细胞羊膜组织工程筋膜对腹腔器官脱垂的再生修复作

**（一）研究内容及技术指标**

1.寻找适合接种的干细胞类型，包括脂肪干细胞和骨髓干细胞

干细胞应达到的技术指标为：

A.干细胞活率：≥90%

B.干细胞流式表型：CD14,CD19,CD34,CD45，HLA-DR均＜10%，CD73≥70%,CD90≥95%,CD105≥85%。

C.干细胞三系分化能力：成骨，成软骨，成脂均可以

2.寻找合适的羊膜脱细胞方法，保存良好的组织结构蛋白

脱细胞羊膜应达到的技术指标为：

A.DNA定量：＜50 ng dsDNA/每克羊膜

B.HE染色：未见细胞

C.胶原回收率：≥90%

D.ECM结构：Masson`s 三色染色未见明显变化

3.脱细胞羊膜负载干细胞构建组织工程筋膜

组织工程筋膜应达到的技术指标为：

A.体外实验：脱细胞羊膜和干细胞相容，干细胞群体倍增时间不少于5天。

B.体内实验：相比于单纯脱细胞羊膜移植，组织工程筋膜重量变化较少。

**（二）交付成果**

1.提交产业化组织工程筋膜技术工艺方案；

2.获得2项发明专利授权；

3.发表论文1篇。

**（三）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

十一、基于活性导向的参鹿系列产品研发

**（一）研究内容**

以缓解体力疲劳及增强免疫力等为导向对人参进行深加工产品的开发，尤其是黑参的加工及新产品的研发。以缓解体力疲劳和抗癌作用为导向进行鹿的深加工产品的研究，尤其是鹿胶、鹿血等的深加工产品的开发。对产品的制备工艺、质量标准、稳定性、药效学、毒理学等进行评价。

1.黑参及鹿制品功能探索及产品开发

（1）稀有皂苷的药理作用及作用机制研究。Rh2、Rg3、Rg5、Rk1

（2）黑参的质量标准及药理作用。抗心衰作用；抗肿瘤作用。

（3）黑参多肽精华素。抗疲劳类

（4）人参（稀有）皂苷制品。含Rh2、Rg3、Rg5、Rk1成分的保健食品。

（5）鹿胶粉。保健类，养颜美容、补血止血、补肾壮阳

（6）鹿血粉。保健类，改善记忆，抗疲劳

（7）鹿鞭糕。保健类，补肾、壮阳、益精

2.研发工艺技术

（1）人参皂苷提取工艺技术

（2）黑参饮片加工工艺技术

（3）鹿血粉加工工艺技术

（4）鹿血肽提取工艺技术。

3.体系建设

（1）通过上述研究建立黑参、梅花鹿产品加工、检验检测体系。

（2）通过上述研究建立产品质量保证体系。

**（二）交付成果**

1.黑参多肽精华素、人参（稀有）皂苷制品、鹿胶粉、鹿血粉、鹿鞭糕等产品完成实验室实验，会同发榜单位完成中试，形成样品不少于五份。保证具有产品的功效。

2.根据人参、梅花鹿开发的不同产品，完成三个大健康产品的制备工艺、质量标准、稳定性、药效学和安全性评价工作，形成申报保健食品等研究报告，并配合企业申报。

3.针对人参皂苷提取、黑参饮片加工、鹿血粉加工、鹿血肽提取工艺技术的优化研究，形成研究报告。

**（三）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

十二、特征环氧树脂3,4-环氧环己基甲酸-3′,4′-环氧环己基甲酯工艺

**（一）研究内容**

国外学者通过采用特殊合成工艺得到了脂环族环氧树脂，并进行了产业化，占领了国内高端市场。脂环族环氧树脂具有粘度低、热稳定性好、耐候性好等特点，是环氧树脂领域的卡脖子技术。新型的脂环族环氧树脂，其分子结构当中的环氧基团直接与脂环相连，与传统双酚Ａ型环氧树脂相比，其具有黏度低、热稳定性好、耐候性高、电绝缘性能优异等特点，可广泛运用于医药领域的封装材料、复合型材料、黏合剂、涂料等。

因脂环族环氧树脂具有众多优点，且国内因材料紧缺及工艺不太成熟，而导致不能大规模的生产，有必要选择脂环族环氧树脂作为研究项目，在相对低能耗的条件下合成该产品，找出一条节能环保、新型高效的合成工艺流程，最终实现工业化，并应用于医药领域和其他领域。通过本揭榜挂帅项目的实施，争取早日解决脂环族环氧树脂的卡脖子问题，用来弥补国内生产这种环氧树脂的空缺，争取以价格低廉、高质量的产品早日实现对进口产品的取代。

产品生产工艺绿色环保，解决生产过程中技术难关。

成本控制在合理范围，有市场竞争优势。

封装形式采用15Kg、50Kg或200Kg包装桶。

**（二）交付成果**

由揭榜方交付环氧树脂3,4-环氧环己基甲酸-3′,4′-环氧环己基甲酯小试和中试工艺，要求工艺稳定；由揭榜方交付环氧树脂3,4-环氧环己基甲酸-3′,4′-环氧环己基甲酯小试和中试样品，并由第三方机构进行性能检测，达到要求技术指标；催化剂可循环使用，达到合理化的回收率。申请专利1-2项，形成技术报告一份。

**（三）技术指标**

（1）环氧当量：126-135

（2）色度：50max

（3）粘度：220-300mPa·s/25℃

（4）含量≧97%

（5）密度：1.150-1.180

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

黑土地保护性耕作方向

一、辽宁典型土壤保护性耕作“辽河模式”的构建与应用

**（一）研究内容**

建立基于地理信息系统的作物丰产、资源高效、固碳减排等多目标于一体的网格数据库；制定全省耕作制度新区划；建立我省土壤健康评价技术指标体系，开展黑土地土壤健康诊断。重点研究保护性耕作技术和保护性耕作配套机具和产品优化筛选；研究集成适合辽宁全部土壤类型的耕地保护与产能提升技术体系。示范研究构建辽东丘陵山区农田降酸培肥与产能提升模式。

**（二）交付成果**

提交基于地理信息的多因素数据库1个。构建气候变化、地理信息、作物生长、土壤质量、固碳减排等多因素的指标评价体系1套。保护性耕作配套农机具2套；秸秆快速腐熟菌剂2个以上。形成降酸培肥与产能提升技术模式1套以上。制定地方或行业标准和规程2项以上。

**（三）技术指标**

构建耕作制度区划大数据平台。突破耕作制度区划评价指标体系构建、主要作物发展优先序和技术优先序关键技术2项以上。示范区作物产量提升3%以上，形成主推技术或标准，集成示范黑土地保护“辽河模式”。构建土壤健康的指标体系，研发培肥产品2-3个。辽东丘陵示范区耕层土壤有机质含量提高0.1%个单位以上，作物产量提高5%以上，经济效益提高10%以上。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

二、盐碱地等后备耕地开发及宜栽番茄新品种选育技术研究与应用

**（一）研究内容**

针对辽宁不同区域盐碱地土壤条件特征以及番茄品种，确定土壤障碍因子和阻碍番茄生长的关键瓶颈问题，形成针对不同类型盐碱地的耕作模式。研制不同功能的针对性改良培肥产品。研究土壤耕作和水肥管理技术，培育抗盐碱番茄新品种等作物。开展不同亚逆境环境对番茄秧苗质量影响、育苗温室物联网技术智慧化控制的应用研究。

**（二）交付成果**

筛选培育耐盐碱作物品种3种（选育优质多抗番茄新品种1个以上），研制盐碱地微生物调理剂或微生物菌剂产品3种以上。形成应对亚逆境环境对番茄秧苗质量影响和智慧化应用研究报告1份。

**（三）技术指标**

绘制辽宁省盐碱地分布图、利用现状图。厘清辽宁地区不同区域、不同类型盐碱地分布及主要障碍因子，形成盐碱地改良模式2套。完成种苗繁育基质的集约化加工工艺1套。完成番茄秧苗繁育的亚逆境应对及智慧化控制方案，制定地方或行业标准和规程1项。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

建设食品工业大省方向

一、辽宁特色食品预制化关键技术研究与示范

**（一）研究内容**

开展辽菜预制食品不同加工过程中质构变化、组分互作、风味形成、品质改良、调味料复配等对产品品质的作用规律研究；构建预制菜原料、加工、运输、品质评价标准系统，制定预制菜原配料、加工、产品、感官评价等相关标准；研究特色水产品主料在加工过程中蛋白质、脂质、碳水化合物等内源营养素与糖、油、盐等外源配料之间的互作机制及其结构变化对产品品质的影响规律；研究水产品预制菜中微生物在加工贮运过程中的胁迫适应机制，重点开展绿色前处理、低（非）热加工、纳米抗菌包装和智能包装等技术研究。研究海洋食品功能物质体内消化吸收、代谢机制与生物效价的内在联系，构建海洋食品靶向控释-协同增效-定向健康干预和功效提升理论，创制海洋功能食品。以畜牧业和水产行业加工中的皮和骨等副产物为原料，研究新型功能肽结构信息及构效关系，开展胶原蛋白肽与不同营养要素的适配性研究，定向创制系列特需食品。

**（二）交付成果**

关键技术突破由技术报告、第三方评价报告、发明专利、相关技术使用指南及规程等形式呈现。研发产品以产品质量企业标准报告、技术应用企业的产品年度生产报告及产品新增效益报告形式交付。

**（三）技术指标**

建立原配料筛选、加工操作单元、产品品质量化、感官评价规范等标准或规程3项以上。形成预制菜绿色保鲜、高效冷冻、创新工艺技术、智能包装等加工关键技术3项以上。开发辽宁特色预制菜产品3类以上，创制便利化、个性化、功能化、精准化预制菜4种以上。创制具有改善肠道健康、调节肝脂代谢健康功效的海洋营养健康食品2个以上。开发新型特需食品3种以上。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

二、防敏无麸质面食品制备技术优化及产品创制

**（一）研究内容**

针对目前无麸质食品加工过程中不易形成稳定空间网络结构、产品种类单一且同质化严重等问题，研究从植物原料中发掘麸质替代物，以黑米、高粱米、藜麦、豌豆等为原料，改善粮食原料的加工状态，优化配伍，提升原料加工适用性，实现无麸质食品的提质升级和产品创新研发。

**（二）交付成果**

创制无麸质营养系列产品3-8种。申请专利2-4项。优化加工工艺1-2项。

**（三）技术指标**

无麸质面条制品麸质蛋白含量≤5mg/kg，烹调复水增重100-120%，无任何添加剂。无麸质面包制品麸质蛋白含量≤10mg/kg，水分含量≤50%。无麸质饼干食品麸质蛋白含量≤20mg/kg，水分≤6.5g/100g。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

构建多元化食物供给体系方向

一、辽宁林下人参新品种选育及生态栽培技术研究

**（一）研究内容**

筛选优质林下人参等药材优异品系并构建良种繁育体系；开展人参等高效生态栽培技术研究，达到精准施肥，减少肥药用量的目的，提高产量及品质，形成高效栽培技术体系。

**（二）交付成果**

收集筛选优质创新资源50份，建立林下人参繁育体系3套以上。构建高效生态栽培标准化模式2套以上。建立质量评价标准2项以上；申请专利5项，制定地方或行业标准2项。

**（三）技术指标**

提高种子种苗成活率5%以上；肥药用量比常规减量5%以上，产量提高10%以上。通过建立示范基地展示新品种、新技术，辐射周边带动技术升级，覆盖率80%以上。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

二、夏洛来肉羊新品系选育

**（一）研究内容**

围绕辽宁省肉羊新品种选育，开展夏洛来羊肉用新品系培育；构建育种创新平台，集成夏洛来羊主推品系育繁推技术体系；开展双肌臀基因和多羔基因鉴定、遗传同质选配、高效繁殖等关键技术研究。

**（二）交付成果**

利用现代育种和扩繁技术选育夏洛来羊双肌臀、多羔和体大新品系。建立核心示范羊场和示范基地，开展绵羊新品系高效养殖技术应用示范和推广，制定完成相关技术标准2项以上。

**（三）技术指标**

育种核心群母羊3000只，其中特、一级母羊2500只。选育夏洛来羊双肌臀、多羔和体大新品系：羔羊初生重≥3.5Kg ，45d断奶重≥18 Kg ，公羔达50Kg 体重日龄≤150天，饲料转化率≤1:4.6，50Kg 体重时活体背膘厚≤5mm；生产性能：成年公羊体重120㎏-160㎏，成年母羊体重90㎏-120㎏；六月龄体重50㎏以上，胴体重28㎏以上，屠宰率55%以上；繁殖率190%以上。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

农业减肥减药增效绿色生产技术方向

一、小分子有机肥开发与粪污快速降解循环利用模式构建

**（一）研究内容**

开发粪污快速降解转化为肥效较高的新型小分子有机肥处理技术，快速分解粪污中的有机物，对营养成分（如氮、碳、磷等）进行捕获固定，解决传统腐解周期长、营养元素流失以及产生氨气、硫化氢、甲硫醇、甲烷等气体及沼液污染等问题。构建种养结合和化肥减量的绿色低碳循环经济模式。

**（二）交付成果**

开发能够满足鲜粪有机肥企业标准的粪污有机肥2种以上，制定相应产品企业标准1个以上。建立化肥减量种植示范基地1万亩。

**（三）技术指标**

突破快速制备粪污有机肥的关键技术2项，粪污降解有机肥总固体含量≥30％；有机质（干基）含量≥30；总养分含量≥4％；重金属含量及卫生指标均满足NY/T525-2021标准要求。减少化肥用量50%以上。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

二、防治辽宁粳稻重要病害农药四霉素研发与示范

**（一）研究内容**

筛选获得四霉素高产菌株，完成生物农药四霉素发酵生产设备升级改造；研发具有协同增效作用的环境友好混剂产品。通过联合毒力试验，靶向性制剂及应用技术研究，室内生物活性测定及田间药效验证试验，开发具有协同增效作用的环境友好混剂产品。

**（二）交付成果**

筛选出高性能菌种2株左右。制定高标准的不吸水链霉菌发酵代谢调控技术规程1套。形成年产4000吨四霉素数字化生产线改造方案1套。提供四霉素混剂室内及田间药效验证试验报告1份。示范推广面积不少于10万亩。

**（三）技术指标**

所获得的菌种发酵液有效成份含量是初发菌株2倍以上。

四霉素混剂制剂产品的各项技术指标符合 NY/T 2989-2016《农药登记产品规格制定规范》要求。四霉素混剂制剂室内及田间药效验证试验对水稻重要病害的防效达到80%以上，对水稻安全。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

三、设施蓝莓数字化智能生产系统开发与示范

**（一）研究内容**

利用日光温室实现蓝莓工厂化生产，开展蓝莓改良式无土栽培模式研究；建立蓝莓设施栽培配方施肥营养诊断和调控技术；创建设施蓝莓促成栽培选光和补光新技术；开展设施蓝莓CO2气肥增产研究。实现以选配国产农业全生态传感器、数字显示与整合、设施自动化控制为特征的系统开发，实现蓝莓工厂化智能生产。

**（二）交付成果**

筛选出优新品种2-5个（组合），创建改良式蓝莓基质无土栽培体系。创建日光温室蓝莓水肥一体式供应系统数字化监控体系。

**（三）技术指标**

完成鲜食蓝莓设施主栽品种定向研究，优选适栽品种2个以上。鲜食蓝莓设施栽培浆果成熟期提早上市1个月。创新园艺作物优质、高产增施CO2技术规程，增效达20-30%。优化设施蓝莓水肥管理优化措施，利用AI技术和系统实现自动化调控。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

四、丘陵山地宜栽梨品种主栽模式创新与系统集成示范

**（一）研究内容**

筛选适宜葫芦岛地区丘陵山地栽植的优质、高效、抗逆、专用以及适宜机械化和轻简化作业的优新品种；构建现代集约高效栽植模式，创新高光效树形，制定适宜不同品种的轻简化整形修剪技术体系；研发丘陵果园地力培肥和水肥一体化技术；示范丘陵山地果园全程机械化技术；示范适宜辽西地区密植果园的施肥、灌水、打药、旋耕、割草等机械化设备。

**（二）交付成果**

选育品种在主栽区域完成示范并推广。形成栽培技术标准或规范。果园管理机械化率达到70%以上。

**（三）技术指标**

筛选出梨优新品种6个以上。研发果树专用同步营养肥料4种左右，实现全园水肥一体化。建成核心区梨果示范基地1500亩以上。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

节能降碳技术方向

一、二氧化碳驱油与地质封存协同调控技术研发

**（一）研究内容**

面向二氧化碳提高采收率与地质封存协同控制需求，提出油藏碳库地质体封存潜力评价方法；开展典型生产条件下油藏碳库气窜规律试验研究，建立气窜预警识别图版与气窜综合判识标准；提出二氧化碳提高采收率与封存率协同评价方法，揭示注采模式对油藏碳库采收率与封存率的影响规律，形成二氧化碳驱注采调控技术；研究油藏碳库工业示范场区油藏地质条件与注采方案，提出示范场区碳库运行模式与注采优化参数，建成油藏碳库采收与封存协同调控工业示范场区。

**（二）交付成果**

形成二氧化碳提高油藏采收率与地质封存协同调控关键技术研究报告，建成二氧化碳注入量15万t/a油藏碳库采收与封存协同调控工业示范场区。

**（三）技术指标**

气窜判识准确率≥80%；技术调控有效率≥85%；采收率提高15%以上；二氧化碳注入量≥15万t/a。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

二、工业低温烟气的余热发电技术研发

**（一）研究内容**

围绕石灰窑低温烟气利用，研究低温烟气余热发电技术，建立有机朗肯循环系统的多目标优化模型；研发高效蒸发器，实现有机介质在蒸发器内部的直接转换；在最优工况下，分析热源温度、蒸发器的最小传热温差以及工质物性参数对系统性能的影响；建立系统的经济分析模型，对比分析最佳条件下系统的经济性；开发直接换热式有机朗肯循环（ORC）系统发电装置，形成低温烟气余热发电项目设计方案，完成石灰窑烟气余热发电示范装置建设。

**（二）交付成果**

形成系统整体设计和技术解决方案；完成石灰窑烟气余热发电示范工程建设（烟气量≥80000Nm3/h）。

**（三）技术指标**

低温烟气热电转换效率提高至10%以上；换热系统出口液相比例≤10%，经气液分离装置处理后，液相比例≤0.5%；在设计工况条件下，膨胀机的等熵效率≥87%，在运行工况条件下，膨胀机的等熵效率≥80%；发电机所发电量接入后，在发电系统的启动和运行过程中都不影响原有系统的运行。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

三、超低能耗建筑墙材关键技术研发

**（一）研究内容**

以超低能耗为目标，开发寒冷地区超低能耗保温与结构一体化建材制备与应用技术，包括固废制备高精度自保温砌块技术及其应用研究，重点研究固废制备高精度自保温砌块关键性能指标优化及砌块与主体结构连接技术；装配式超低能耗建筑墙材制备与应用关键技术，重点研究墙材围护体系热工性能优化技术、能耗模拟以及工程现场安装维护技术；气凝胶类室内保温建材制备与应用关键技术，重点研究低碳型气凝胶类室内保温材料配方与制备工艺优化。

**（二）交付成果**

以文字形式说明所研究的3项技术的技术路线及实施方法，包括原料配方、制备工艺及安装维护整体技术方案。高精度自保温砌块年产量50万㎡，工程应用量10万㎡；装配式超低能耗建筑墙材年产量20万㎡，工程应用量2万㎡；气凝胶类室内保温材料年产量20万吨，工程应用量10万㎡。获批企业标准2项。

**（三）技术指标**

高精度自保温砌块性能达到《建筑节能与可再生能源利用通用规范》标准要求，围护体系整体传热系数小于0.15w/㎡·k，抗压强度≥5MPa，空气声计权隔声量≥45db,墙片内侧的耐火极限≥2小时、墙片外侧的耐火极限≥1小时；装配式超低能耗建筑墙材性能达到《近零能耗建筑技术标准》标准要求，围护体系整体传热系数小于0.10w/㎡·k，抗冲击次数不小于5次，空气声计权隔声量≥45db,墙片内侧的耐火极限≥2小时、墙片外侧的耐火极限≥1小时；气凝胶类室内保温材料性能达到GB/T 20473-2021《建筑保温砂浆》要求，燃烧性能A级，干密度≤450kg/m3，抗压强度≥1.0MPa，导热系数≤0.05w/㎡·k，线性收缩率≤0.3%，蓄热系数≥1.5w/㎡·k。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

减污降碳技术方向

一、工业园区综合污水再生资源化技术研发

**（一）研究内容**

针对工业园区污水资源化利用技术难点开展创新性研究，开发深度氧化处理技术，降低来水难降解物质；相对传统除硬技术，开发能耗少、投加药剂低、产泥量少的高效除硬处理技术；在开发具有自主知识产权的高效抗污染反渗透膜元件基础上，研制适于污水再生处理的抗污堵反渗透膜组件产品，构建污水反渗透处理工艺增效降耗关键技术体系；针对膜处理的浓缩液，开发有效的高浓度、高盐份膜浓缩液处置技术；开发智能控制管理控制系统。

**（二）交付成果**

形成工业园区综合污水再生资源化技术系统解决方案1套，建成处理规模5000t/d以上示范工程；申请发明专利1-2项。

**（三）技术指标**

示范项目建成运行后，可减少投加药剂５～１0%，污泥产生量减少5%以上，超滤反渗透装置膜清洗周期延长20%以上，运行成本降低15%以上。标准测试条件下，膜元件稳定脱盐率≥99.5%； 智能控制管理控制系统实现示范工程节能低碳运行，有效降低能耗8%以上。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

二、高盐有机釜残类危险废物焚烧关键技术研发

**（一）研究内容**

针对辽宁老工业基地高盐有机釜残产量大、环境污染严重、安全处置难的问题，攻克高盐有机釜残协同低热值危废高效焚烧技术，重点研发高盐有机釜残黏度分析模型及釜残可溶相与不溶相流动CFD-DEM耦合模型，开展釜残非牛顿流体传输机理及交互影响机制研究，研制釜残调质与自动进料系统；识别釜残可溶相与不溶相输运喷射成核成晶诱因，揭示传统炉窑釜残雾化系统喷嘴堵塞问题，探索结构改进关键技术；构建工业窑炉釜残固相颗粒运动及流动相流动反应模型，形成基于工业窑炉温度场优化调控的高热值釜残协同焚烧处置低热值危废成套技术方案，开展示范工程建设。

**（二）交付成果**

模型研究报告，技术方案报告；建成处置规模50kg/h以上的示范工程1套。

**（三）技术指标**

构建高盐有机釜残黏度分析模型、非牛顿流体CFD-DEM耦合模型、工业窑炉釜残固相颗粒运动模型、流动相流动反应模型各1套，模拟结果准确度>90%；釜残调质与自动进料系统进料速率≥50kg/h；形成高热值釜残协同处置低热值危废成套技术方案，示范工程连续稳定运行≥72h，吨处置成本较传统炉窑降低30%，投资成本≤100万元/吨•天，满足高盐有机釜残类危险废物处置设备制造、运行规范化要求。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

三、低频振动与噪声控制关键技术研发

**（一）研究内容**

围绕低频振动与噪声控制技术瓶颈难题，开展声子晶体、声学构件等优化算法研究；开展声屏障顶部声学构件优化设计研究，开发宽频带吸隔声构件；开展声子晶体结构优化设计研究，开发低频高效消声器；开展吸声材料、周期结构和人工原子优化设计研究，对人工声子带隙材料的能带结构进行合理调制，形成噪声源噪音有效控制技术方案；开展低频振动的隔振系统优化设计研究，形成抑制设备低频振动的技术方案。

**（二）交付成果**

低频振动与噪声控制关键技术研究与应用技术报告；低频高效消声器、宽频带吸隔声构件、设备基础隔振系统样件各1个；分项成套技术示范应用2项以上。

**（三）技术指标**

宽频带吸隔声构件比传统声屏障实现低频绕射噪声衰减3dB以上；消声器通流面积＞60%，声传输能量降低90%以上；优化设计的声场控制方案实现500Hz以下低频段平均吸声系数0.8以上；优化设计的隔振系统实现设备隔振效率95%以上。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

四、基于数字孪生的化工行业环境安全风险控制技术研发

**（一）研究内容**

研究危化品环境安全风险全过程识别技术，识别化工行业有毒有害物质环境风险特征，创建以毒性、易燃易爆等为特征的多因子、多要素、全过程的安全风险识别关键指标体系。构建危化品环境安全风险数字化评估模型，研究危化品不同暴露场景及迁移归趋，融合数字化信息技术构建不同暴露场景下环境风险评估模型。研究危化品微泄漏监测与预警技术，针对典型化工企业涉危化品工艺，研发危化品微泄漏智能监测预警技术及配套装备，并筛选优化关键预警指标阈值，形成预警技术方案。开发危化品泄漏的自动应急处置技术，根据典型危化品环境风险特性，开发危化品泄漏自动应急处置技术及配套装备，支撑泄漏紧急收集及应急处理处置。

**（二）交付成果**

构建典型危化品安全风险全过程识别指标体系；建立危化品安全风险数字化评估模型，形成《典型环境风险物质环境安全风险评估技术规范》企业标准；形成典型有毒有害危险化学品痕量泄漏监测预警技术方案；开发有毒有害物质泄漏的自动应急处置技术装备1套。

**（三）技术指标**

环境安全风险识别指标体系中的一级指标≥3项，二级指标≥10项；环境风险评估场景≥2个；可实现连续24小时不间断监测预警，痕量泄漏虚警率≤3%；单次应急收集处置时间≤0.5小时，应急收集处置有毒有害气体物质体积≥1Nm3/s。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

循环经济技术方向

一、城市有机固废高效产甲烷技术研发

**（一）研究内容**

针对城市污泥和生活垃圾排放量大、城市污泥中的有机质去除率低、餐厨垃圾有机质转化率不足、生产运行稳定性差问题，研究建立在直接种间电子传递基础上的新型厌氧技术，直接将有机质转化为甲烷，形成城市有机固废高效厌氧产甲烷技术；研究城市有机固废酸醇化预处理技术，形成优越的电子释放进料条件；研发和建立合适厌氧微生物群落，实现直接种间电子传递产甲烷技术；设计研发新型的生产装备，通过传统厌氧与新型厌氧的耦合，实现城市有机固废的高效产气和沼渣减量化。

**（二）交付成果**

完成关键技术流程衔接和集成，形成城市有机固废高效产甲烷新技术，建成800t/d规模以上的城市有机固废处理示范生产线，提供三个月生产运行报告及同行专家现场评价报告，实现城市有机固废沼渣减量和资源化利用。

**（三）技术指标**

城市有机固废厌氧消化产系统中，沼气中的甲烷含量＞67%。城市污泥的减量化率（以挥发性有机质去除率计，下同）＞40%，餐厨垃圾的减量化率＞80%；或城市污泥和餐厨垃圾混合物料的减量化率>45%。单吨物料（以含水率90%计）产甲烷量＞15m³。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

二、大型燃煤锅炉掺烧污泥高效低污染发电关键技术研发

**（一）研究内容**

针对我国大型燃煤锅炉掺烧污泥发电技术的发展时间较短，在燃烧热稳定性、锅炉结焦结渣、燃烧污染物排放、重金属对脱硝催化剂和脱硫石膏的影响等诸多问题，研发污泥高效热干化技术，建立煤掺烧污泥中试试验平台，研究高污泥掺烧工况下重金属迁移转化和烟气污染物释放特性，掺烧污泥对脱硝催化剂寿命、脱硫废水及石膏重品质影响，开发高温烟气重金属控制技术，形成燃煤掺烧污泥低污染关键技术，建成电厂燃煤锅炉掺烧污泥示范工程；基于IPCC碳核算准则，核算掺烧污泥碳减排潜力。

**（二）交付成果**

形成大型燃煤锅炉高效低污染污泥掺烧发电技术方案，包含污泥高效低污染热干化技术、污泥掺烧低污染关键技术和燃煤锅炉掺烧污泥发电技术的碳排放计算模型；建成100t/d规模以上的电厂燃煤锅炉掺烧污泥示范工程。

**（三）技术指标**

污泥最大掺烧比例≥8%；NOx排放＜50mg/Nm³，SO₂排放＜35mg/Nm³（折算6%氧量）；电厂大型锅炉掺烧污泥前后锅炉效率变化≤0.3%；污泥掺烧CO₂减排13万吨/年；污泥干化热能耗低于670kcal/kg-水，电耗低于45 kcal/kg-水。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

三、锗加工废料回收及制备高纯锗关键技术研发

**（一）研究内容**

针对含锗加工废料循环利用难题，研发环境友好的锗加工废料预处理及增值回收利用工艺，阐明锗废料中主要组分迁移转化规律，形成锗泥固废清洁再生及资源化利用关键技术，研制核心装备，提高含锗废料的资源化率，实现锗的低成本高效回收；研发绿色、低能耗、品质可控的高纯锗制备工艺，优化制备工艺参数，开发多管双线圈区熔制备高纯及超高纯锗技术并研制核心装备；研发二氧化锗连续还原工艺，突破低氯高纯二氧化锗产品制备的技术瓶颈，有效提升高纯二氧化锗制备工艺技术水平和产品品质；集成锗加工废料回收利用、高纯锗和低氯根高纯二氧化锗制备等技术及装备，开展锗资源高值化利用工程示范。

**（二）交付成果**

锗加工废料回收及装备关键技术，锗加工废料回收技术、高纯二氧化锗制备技术等技术报告。建成年产5t/a锗产品能力的锗资源高值化利用工程示范线，稳定运行90天以上；提供具有资质的第三方检测机构的检测报告、产品用户使用报告、示范工程生产运行报告及同行专家现场评价报告。

**（三）技术指标**

锗泥固废锗的资源化率>90%；低氯根高纯二氧化锗产品在符合国标GB/T11069 《高纯二氧化锗》标准，且氯含量＜100ppm；区熔锗锭符合国标GBT11071《区熔锗锭》标准，且锗纯度达到6N以上。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

战略性矿产资源开发利用方向

一、超深超大规模矿山安全高效开采技术研发

**（一）研究内容**

研究超深超大规模矿山开采过程中矿山地质条件、矿岩及充填体性质演化规律，揭示不同开采技术条件下深部采场结构变形、能量演化特征，建立全尺度三维动力灾害倾向性模型，提出采场设计优化原则与典型失稳判据；提出基于地压平衡的区域和局部超前卸压原理及支护方法的合理采充顺序，建立适应于超深超大规模矿山开采的采矿工艺参数、采场布置方向及采矿顺序等动态设计方法；针对深部开采特点，研发深部采场垂直深孔落矿阶段矿房法一次成井技术与大规模高效爆破技术，提出相关工艺连续技术与采矿工艺过程各环节产能匹配方法。

**（二）交付成果**

超深超大规模矿山安全高效开采关键技术研究报告；建成千米以深单中段采矿规模750万t/a示范矿山。

**（三）技术指标**

基于地压均衡原理的采场连续工艺、结构参数满足盘区生产能力＞3000t/d；采场矿石损失率＜10%，贫化率＜5%，炸药单耗降低 10%；动力灾害预警位置和等级与实际发生一致率≥80%。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

二、贫杂难选铁矿资源高效绿色开发技术研发

**（一）研究内容**

针对辽宁贫杂难选铁矿资源分选流程长、能耗高及利用率低等问题，基于鞍山式铁矿石矿物晶体化学特性设计新型低温浮选药剂分子结构；研究新型低温浮选药剂的构效关系；研制新型低温浮选药剂工业化制备技术；研究贫杂铁矿石高效预选低碳分选新工艺；研究难选铁矿石高压辊磨产品与球磨机磨矿介质匹配及优化技术。形成集成创新技术并完成工程示范。

**（二）交付成果**

提交新型铁矿低温浮选药剂体系和低碳分选新工艺研究报告，提供新型浮选药剂样品。实现新药剂与新技术的工业应用，建成一条百万吨级/年工程示范线。

**（三）技术指标**

开发出新型低温反浮选捕收剂并建立相应的药剂体系，取消矿浆加温系统，在矿浆温度17-22℃条件下，获得浮选精矿品位≥66%，浮选作业回收率≥80%。研发成功贫杂铁矿石高效预选低碳分选新工艺，形成适应新型粉料的磨矿介质优化方案，磨机处理能力提高40%以上，磨矿能耗、钢耗降低25%以上。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

三、有色金属及硫铁矿山场地污染协同修复技术研发

**（一）研究内容**

围绕辽宁省有色金属和硫铁矿山场地重金属污染问题，基于“源头固化/稳定化-传输阻控-生态恢复”思路，构建场地渣、土、水协同治理的修复技术体系。重点研发矿渣和场地土壤重金属原位矿化技术，将不稳定的重金属转化为稳定矿物，达到长期稳定效果；研发场地水土协同治理的生态沟拦截、阻控及固定技术，实现矿区场地重金属的污染扩散阻断；研发老旧矿井深部涌漏水帷幕注浆材料，实现致污矿化带过水断面重金属的有效阻控；研发老旧矿井地下深部矿化带污染溯源阻控防治技术，实现深部漏涌水致污矿化带重金属污染阻控。

**（二）交付成果**

矿渣重金属稳定化技术核心参数1套；土壤重金属稳定化材料实物和配套应用方法；地表径流砷的传输拦截技术核心参数1套；深部矿化带过水断面中重金属阻控稳定化注浆材料实物1-2种和配套应用工艺方法；建设典型示范工程1-2个，规模不低于5公顷。

**（三）技术指标**

矿渣重金属稳定化技术1-2种，砷等重金属稳定化率≥90%；土壤重金属阻控稳定化材料1-2种，对砷的阻控率≥90%；地表径流砷的传输拦截技术1-2种，砷径流量减少60%以上。深部矿化带过水断面中重金属阻控稳定化帷幕阻隔材料1-2种，pH≥7，终凝强度达到25Mpa，对致污重金属的阻控率≥90%。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

菱镁精深加工技术方向

一、核电站镁基电热功能氧化镁粉体制备技术研发

**（一）研究内容**

针对核电站级氧化镁产品高绝缘、高导热、高耐温、低水化率等性能指标问题，研究以辽宁省菱镁矿为原料，使用青海盐湖镁资源进行掺杂复配，开发含稀土元素掺杂材料，改善大粒径氧化镁晶型和堆积效果，攻克易潮解水化、易电流泄漏、耐压性低等瓶颈技术，制备核电站镁基电热功能氧化镁，从产品化学物理指标到电性能评价指标等形成全环节技术检测方法，建设300t/a核电站级氧化镁示范生产线。

**（二）交付成果**

建成300t/a核电站级氧化镁示范生产线，稳定运行3个月，产品符合核电级氧化镁技术指标要求。形成国家、行业或团体标准及规范征求意见稿1 项以上。

**（三）技术指标**

氧化镁粉体化学指标方面，氧化镁（MgO）w/%：≥99.0；氧化钙（CaO）w/%：≤0.06;三氧化二铁（Fe2O3）w/%：≤0.08; 总碳（以C计）/（mg/kg）：≤50；氧化镁粉体物理指标方面，磁性物（mg/kg）：≤150；晶体（骨料）真实密度g/cm3：3.45;粉体振实密度（g/cm3）：2.4;球形化率/ %：≥50;显气孔率：≤0.5%;粉体的流速(s/100g) ：< 45;水化率：≤0.5%;氧化镁粉体电性能指标方面:绝缘电阻(0.5 m) /MΩ：> 10000;绝缘耐压强度(7500V/mm，5 min)：不击穿;粉体导热率：50w/mk。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

二、利用低品位菱镁矿的零碳低碳免烧镁钙产品制备技术研发

**（一）研究内容**

针对具有优良抗热震性、抗渣性、抗剥落性、抗侵蚀性、低热导率的无碳、低碳免烧镁钙制品技术瓶颈问题，采用含钙4-8%的电熔镁砂、再生镁钙、镁碳等为原料，结合反应机理优化生产工艺，研究钙、碳含量对产品质量影响规律，开发防水化处理技术，研究筛选优质环保结合剂、分散剂、增强剂等，探究高钙镁砂和普通电熔镁砂原料的常温生产和高温使用内在本质关系，研发既满足冶金设备的使用要求又可降低生产成本的无碳、低碳免烧镁钙制品，替代普通镁碳砖、铝镁碳砖在精炼钢包上示范应用。

**（二）交付成果**

形成零碳低碳免烧镁钙产品技术研究报告1份以及第三方检测单位出具的产品检测报告；研发零碳低碳免烧镁钙产品技术与成套装备，并建设年产量千吨级生产示范线，稳定运行3个月以上；形成国家、行业或团体标准及规范征求意见稿1 项以上。

**（三）技术指标**

无碳、低碳免烧镁钙制品技术指标为MgO：50-70%，SiO2≤5%，Al203≤5%，CaO：30-50%，C≤6%；显气孔率（%）≤4，体积密度（g/cm3）≥3.0，常温耐压强度≥55（MPa），高温抗折强度≥8（MPa）。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

安全应急技术方向

一、煤矿气动定向钻进排渣及防灭火一体化智能制氮关键技术研发

**（一）研究内容**

研发具有智能监测实时水温变化，并可以依据实时温度变化补排冷却水的智能循环系统，保障压缩空气质量及设备可靠性；研发利用残余浓度不纯氮气为介质的余气自冷却装置，为空气压缩机作业区域降温，提升空压机轴承、密封件及机头整体使用寿命；受限于煤矿现场水质问题，研发循环冷却系统阻垢技术及装备，解决冷却水长期运行易结垢、影响换热效率等问题，保障冷却系统稳定运行。

**（二）交付成果**

煤矿制氮机外部自供给冷却水智能循环系统，煤矿空气压缩机作业区域余气自冷却装置，循环冷却系统阻垢技术装备各1套，相关技术报告3份。

**（三）技术指标**

煤矿制氮机外部自供给冷却水智能循环系统处理能力≥40m3/h，进/出口温度45℃/35℃，可应用于煤矿井下爆炸性气体环境；煤矿空气压缩机作业区域余气自冷却装置具有温度参数智能监测功能，压缩机电机工作区域环境温度≤48℃；循环冷却系统阻垢技术装备阻垢率≥95%。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。

防沙治沙科技重大专项

一、科尔沁沙地南缘荒漠化协同治理关键技术研发与示范

**（一）研究内容**

综合评估科尔沁沙地南缘沙漠化及固沙植被生态系统演变过程及驱动力，甄别区域生态系统在荒漠化防治中存在关键的问题及成因；揭示以“全量水资源”为纽带的“山水林田湖草沙人”生态“耦合与协同”机理；确定全量水资源刚性约束下，“生态-社会-经济”协同的科尔沁沙地南缘“山水林田湖草沙”各生态系统空间分布及对应阈值，并基于耦合与协同机理，优化区域农-林-牧（草）-镇等土地利用格局；针对固沙植被生态系统，研发多尺度固沙植被结构优化与调控技术，构建基于全量水资源承载力下多样性促进稳定性的衰退固沙植被近自然恢复模式；针对农田风蚀区及荒漠化重建区，明确作物种植模式及规模、研发秸秆高留茬覆盖还田-水肥一体化的压沙增墒技术、创建全量水资源定绿与“格局-效益”农田防护林布局等技术；制定基于“山水林田湖草沙人”一体化的区域系统治理、固沙植被构建和经营、适合沙地发展的作物种植模式、适合现代化农业的农田防护林防蚀新布局等系列标准规范。

**（二）考核指标**

（1）科尔沁沙地南缘沙漠化程度时空格局：空间分辨率≤5米，时间1970-2023年，每五年。

（2）确定全量水资源刚性约束下，“生态-社会-经济”协同的农林牧镇生态要素空间布局与阈值：空间分辨率≤5m。

（3）研发协同理论下的林草防沙治沙功能提升、基于乡土植物多物种的衰退植被近自然稳定恢复模式：稳定性提升≥10%，植被覆盖率提升≥10%；风蚀模数下降≥10%，水资源利用效率提升≥10%。

（4）研发控制农田地表裸露风蚀的作物种植模式与技术、“格局-效益”协调的农田防护林新布局方案：植被覆盖率提升≥15%；风蚀模数下降≥10%。

（5）知识产权及应用：申请发明专利≥5件；形成行业应用标准≥3项，技术规程应用≥5项，示范区范围以典型乡镇为单元，总面积≥400km²。

**（三）申报要求**

牵头单位及成员单位除应符合《辽宁省科技重大专项项目及资金管理办法（试行）》有关要求外，还应符合以下条件：

（1）牵头单位需为辽宁省内生态系统化治理的国家权威单位。

（2）研究型单位成员应包括行业内优势高校、科研院所。

（3）企业成员应包括以生态环保、水资源和国土空间管理等方向的应用企业。

**（四）项目周期**

2023年7月-2026年6月。