

# 2023 年山东省重点研发计划 (重大科技创新工程) 第一批项目指南

山东省科学技术厅

2023 年 4 月

# 目 录

一、新动能培育 .....	1
(一) 新一代信息技术 .....	1
项目一：基础软件 .....	1
课题 1：智能三维 CAD 关键技术开发 .....	1
项目二：信息安全 .....	2
课题 1：互联网数据安全风险防控关键技术开发 .....	2
项目三：集成电路 .....	4
课题 1：28 纳米集成电路制造 .....	4
课题 2：集成电路用 12 寸原子层沉积关键设备研发 .....	5
课题 3：大幅面高精度纳米压印光刻装备研发 .....	6
项目四：高端芯片 .....	8
课题 1：MEMS 气体流量传感器芯片装备研制 .....	8
课题 2：超薄指静脉识别模组研制 .....	10
项目五：网络与通信 .....	12
课题 1：光芯片设计软件及通讯用激光器芯片研制 .....	12
课题 2：卫星通信射频收发芯片研制 .....	13
课题 3：薄膜铌酸锂调制器芯片关键材料制备与光子集成应用 ..	14
项目六：人工智能 .....	15
课题 1：网联汽车协同自动驾驶技术研究 .....	15
课题 2：大规模通用人工智能模型开发 .....	16
课题 3：城市轨道交通智慧信号系统开发 .....	18
(二) 高端装备 .....	20

项目一：数控机床 .....	20
课题 1：数控铣镗加工中心柔性制造系统开发 .....	20
项目二：关键零部件 .....	20
课题 1：轻型高效电机技术开发 .....	20
课题 2：宽幅线扫描机器技术研发 .....	22
项目三：典型行业高端装备 .....	24
课题 1：磁悬浮离心式空压机技术开发 .....	24
课题 2：超高压直流气体绝缘开关设备 .....	24
课题 3：绿色建材生产与装配装备开发 .....	26
课题 4：光电器件超精密装配封装技术及成套装备 .....	28
课题 5：超大型真空炉研制 .....	30
项目四：科学仪器 .....	30
课题 1：超高精度测量机研制 .....	30
项目五：工程机械 .....	33
课题 1：智能绿色工程机械成套装备 .....	33
项目六：汽车制造 .....	35
课题 1：汽车智能悬架系统研发 .....	35
课题 2：重型卡车盘式制动器研发 .....	37
课题 3：新能源汽车用轻质高性能电机铝转子研制 .....	38
课题 4：新能源汽车智能控制系统开发 .....	41
课题 5：新能源交通装备用甲醇增程器开发 .....	41
(三) 新能源新材料 .....	43
项目一：新能源 .....	43
课题 1：高温磁热材料及热泵系统开发 .....	43
课题 2：储能用高性能磷酸铁锂电池开发 .....	45

课题 3: 高比能正极补锂剂制备 .....	46
<b>项目二: 无机非金属材料 .....</b>	<b>48</b>
课题 1: 12 吋碳化硅晶舟制备 .....	48
课题 2: 电感器磁电转化关键材料制备 .....	50
课题 3: 光纤预制棒制备技术研究 .....	52
<b>项目三: 金属材料 .....</b>	<b>54</b>
课题 1: 集成电路溅射靶材关键制备技术研发 .....	54
课题 2: 高品质再生铝合金制造成套技术研发 .....	56
课题 3: 清洁能源用钢关键技术开发 .....	58
<b>项目四: 复合材料 .....</b>	<b>60</b>
课题 1: 芳纶涂覆锂电池隔膜工程化制备 .....	60
课题 2: 特种木质新材料制造 .....	62
<b>项目五: 高分子材料 .....</b>	<b>64</b>
课题 1: 三元乙丙橡胶复合材料制造 .....	64
课题 2: 轮胎用氮化石墨增强橡胶复合材料制备 .....	65
课题 3: 酯型负性光敏封装材料研制 .....	67
<b>项目六: 高性能纤维 .....</b>	<b>69</b>
课题 1: 高一致性玻纤电子基材开发 .....	69
课题 2: T1100 级碳纤维及复合材料产业化制备 .....	71
<b>(四) 现代海洋 .....</b>	<b>71</b>
<b>项目一: 海洋信息技术 .....</b>	<b>71</b>
课题 1: 高精度三维探测成像设备研制 .....	71
课题 2: 海洋气象预报系统开发 .....	73
课题 3: 北斗三号稳健通信技术与装备 .....	74
<b>项目二: 高端海工装备 .....</b>	<b>76</b>

课题 1: 海工装备用高端铜合金材料研制 .....	76
课题 2: 船用 LNG、氨气、甲醇双燃料供给系统开发 .....	77
课题 3: 船用涡轮增压器研制 .....	78
课题 4: 海工装备用关键材料与焊接技术开发 .....	79
<b>项目三: 海上风电 .....</b>	<b>81</b>
课题 1: 深远海大型海上风机安装设施开发 .....	81
课题 2: 海上风电用激光雷达遥感技术开发 .....	82
课题 3: 海上风电用湿式电缆研制 .....	83
<b>项目四: 海洋渔业 .....</b>	<b>84</b>
课题 1: 海珍品工厂化育苗技术研发 .....	84
课题 2: 贝类机械化采收技术和装备 .....	86
课题 3: 对虾循环水养殖技术开发 .....	87
<b>项目五: 海洋生物医药 .....</b>	<b>88</b>
课题 1: 海洋源兽用创新药物研发 .....	88
课题 2: 海洋生物资源高值化利用专用酶制剂开发 .....	89
<b>项目六: 海洋新材料 .....</b>	<b>91</b>
课题 1: 海洋钛合金石油套管开发 .....	91
<b>项目七: 海水综合利用 .....</b>	<b>92</b>
课题 1: 海卤水高效资源化利用技术开发 .....	92
课题 2: 无氯海/卤水提溴工艺技术装备研发 .....	93
<b>(五) 医养健康 .....</b>	<b>95</b>
<b>项目一: 重大新药创制 .....</b>	<b>95</b>
课题 1: 血液制品 1 类生物创新药研发 .....	95
课题 2: 肿瘤疾病 1 类化学创新药研发 .....	96
课题 3: 重大疾病 1 类中药新药研发 .....	96

项目二：生物医用材料.....	97
课题 1：大口径人造血管研制.....	97
课题 2：宫腔修复医用材料研发.....	99
项目三：高端诊疗装备.....	100
课题 1：病理质谱检测技术与设备.....	100
课题 2：药物不良反应风险靶点检测试剂盒.....	101
项目四：智慧医疗装备.....	102
课题 1：重症肺疾病呼吸用膜材料和支持设备研发.....	102
课题 2：电磁导航硬组织手术机器人.....	104
课题 3：体外自动除颤仪研制.....	105
项目五：生物制品.....	106
课题 1：重组人白介素 12 注射液研发.....	106
课题 2：重组胰高血糖素样肽融合蛋白注射液.....	107
项目六：生物技术与工程.....	108
课题 1：疫苗制备用核心原料酶研发.....	108
二、传统产业升级.....	110
(六) 现代轻工纺织.....	110
项目一：高端化工.....	110
课题 1：超高纯电子级氢氟酸开发.....	110
课题 2：高纯电子气体乙硅烷制备.....	110
课题 3：生物基增塑剂开发.....	111
课题 4：硝化反应连续流工艺与装备开发.....	113
课题 5：高性能促进剂 MBTS 连续化清洁工艺开发.....	115
课题 6：有机过氧化物开发.....	116
课题 7：高碳烯烃氢甲酰化成套工艺开发.....	118

课题 8: 聚乳酸成套工艺开发 .....	120
<b>项目二: 现代轻纺 .....</b>	<b>122</b>
课题 1: 微纳纤维素绿色制备 .....	122
课题 2: 无染上色关键技术开发 .....	123
课题 3: 可降解聚酯复合非织造材料制造 .....	125
课题 4: 莱赛尔纤维绿色制造 .....	127
<b>(七) 现代高效农业 .....</b>	<b>129</b>
<b>项目一: 智慧农业 .....</b>	<b>129</b>
课题 1: 无人机方舱集群协同作业调度系统研发 .....	129
课题 2: 种子芽向多维视觉识别与精准抓取装备研制 .....	131
<b>项目二: 绿色种养 .....</b>	<b>132</b>
课题 1: 黄河流域粮油复合种植节水技术研发 .....	132
课题 2: 禽类重大传播性疾病防控与生物兽药创制 .....	134
课题 3: 猪重要疫病基因工程疫苗创制 .....	135
<b>项目三: 农产品加工 .....</b>	<b>137</b>
课题 1: 小麦天然营养素开发 .....	137
课题 2: 高油酸花生油加工与增值利用技术研发 .....	138
课题 3: 畜禽肉加工与品控技术研发 .....	140
课题 4: 果蔬质量安全管控技术及装备研发 .....	141
<b>项目四: 食品制造 .....</b>	<b>143</b>
课题 1: 高品质细胞培养鱼肉创制 .....	143
课题 2: 乳品加工关键技术与装备开发 .....	145
课题 3: 预制菜营养风味品质提升技术研究 .....	146
课题 4: 淀粉基可溶性膳食纤维制备 .....	148
课题 5: 酶法合成功能性营养品 .....	149

项目五：农机装备 .....	151
课题 1：设施种植专用机械装备研发 .....	151
课题 2：土壤和肥料全流程柔性检测技术与装备 .....	153
项目六：盐碱地农业 .....	154
课题 1：耐盐植物功能组分利用技术研发 .....	154
<b>三、推动社会发展 .....</b>	<b>156</b>
<b>(八) 文化创意 .....</b>	<b>156</b>
<b>项目一：文化创意 .....</b>	<b>156</b>
课题 1：黄河流域智慧文旅关键技术开发 .....	156
<b>(九) 生态环保 .....</b>	<b>158</b>
<b>项目一：生态环保装备 .....</b>	<b>158</b>
课题 1：污染防控监测用近红外光量子雷达 .....	158
课题 2：水处理膜材料和成套装备 .....	159
课题 3：稀贵金属二次循环处置技术和成套装置 .....	160
<b>项目二：黄河流域生态保护 .....</b>	<b>162</b>
课题 1：南四湖流域矿井水资源高效利用技术及装备 .....	162
课题 2：黄河流域水生态修复与水网构建 .....	163
<b>(十) 地质勘探 .....</b>	<b>165</b>
<b>项目一：地质勘探 .....</b>	<b>165</b>
课题 1：金属深部协同探测技术装备 .....	165
<b>(十一) 公共安全 .....</b>	<b>167</b>
<b>项目一：公共安全 .....</b>	<b>167</b>
课题 1：自主可控智慧公安云原生平台建设 .....	167

## 一、新动能培育

### (一) 新一代信息技术

#### 项目一：基础软件

##### 课题 1：智能三维 CAD 关键技术开发

**研究内容：**针对国产 CAD 工业软件技术相对落后、存在卡脖子风险的现状，开展云原生智能三维 CAD 系统的开发。研究高品质曲面建模、容差建模、特征建模等关键技术，构建新一代自主三维几何建模引擎；研究大数据驱动的产品智能设计、基于云端的大规模 CAD 场景高度真实感可视化、支持大量在线用户协同设计等关键技术，研发支持协同设计的新一代云原生架构智能三维 CAD 系统；研究云原生智能三维 CAD 系统的多样化应用问题，建立“互联在线设计+协同设计”的创新云 CAD 系统服务新模式，构建自主的 3D 协同服务平台，并在高端装备、通用机械、个性化定制、教育等领域开展应用示范，提升用户设计、制造效率，促进制造业转型升级。

#### 考核指标：

**(一) 项目验收指标：**研发形成新一代自主三维几何建模引擎，具备高品质曲面建模、容差建模、拓扑命名、特征建模、直接建模等功能，支持 G1、G2 连续，支持三维 CAD 数据的高效转换，框架结构和二次开发接口具备独立商业化应用能力；结合特征自动识别、智能零部件库管理等技术，实现零部件和装配的智能快速设计；开发出新一代云原生三维 CAD 系统，支持 1000 人以上同时在线设计，支持不少于 100 人的协同设计；搭建形成自主 3D 协同服务平台，形成不少于 4 个行业的解决方案，在高

端装备、通用机械、个性化定制、教育等领域实现应用示范；申请发明专利不少于 3 项，软件著作权不少于 10 项。

**（二）绩效评价指标：**通过智能技术，助力企业创新设计，降低设计人员门槛，提高产品设计效率 30%；形成不少于 4 个典型行业应用案例；自主 3D 协同服务平台累计新增注册用户达到 300 万人，自主云 CAD 系统及自主 3D 协同服务平台服务 100 万家以上中小微企业，日新增上传模型 10 万件以上，支持交易额超过 10 亿元/年。

**申报条件：**由省内独立法人企业牵头申报，牵头企业研发占比不低于 3%。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 1000 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 5 级（初样级），完成后不低于 11 级（盈亏级）。

**项目交示件：**完成时须提供云原生智能三维 CAD 系统第三方检测报告、自主 3D 协同服务平台运行报告、云原生智能三维 CAD 系统及自主 3D 协同服务平台用户应用报告；不少于 4 个典型行业应用示范的销售合同、应用报告等证明材料；自主 3D 协同服务平台新增 300 万注册用户、每日上传 10 万件模型等证明材料；产业化生产须落地在山东省内企业。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

## 项目二：信息安全

### 课题 1：互联网数据安全风险防控关键技术开发

**研究内容：**针对海量数据对我国数据安全带来的风险挑战，

研究构建包含数据安全风险预警、多源数据融合关联分析和溯源分析平台。研究基于机器学习、深度学习、神经网络等技术优化融合的多样化海量数据分析与特征识别技术，实现音视频文本提取、文本分析、关键词拆分及深度图片筛选；研究主题词扩展、关键信息逻辑关联关系和多源数据融合关联分析引擎，实现互联网多维碎片化数据深度分析、监测，提高风险发现效率和准确率；研究基于资产化标识的数据溯源技术，开发违规流转、违规外传的碎片化数据追踪溯源工具，构建事件溯源、风险识别反馈、风险消除机制；研究一体化数据全生命周期安全监测预警、流向跟踪、事件溯源等技术，搭建互联网数据安全风险预警分析、溯源分析平台及数据安全检测评估工具，在重点领域开展应用示范，消除数据泄密风险，提升数据安全风险识别和预警能力。

### **考核指标:**

**(一)项目验收指标:** 开发出互联网数据安全风险预警分析及溯源分析平台，开发出数据安全检测评估工具。支持不低于100个情报源同时采集，支持数据范式和详细数据分类，情报离线导入速度不低于100000条/秒，接口导入不低于20000条/秒；支持数据实时索引，数据入库后秒级可查；支持分布式数据高性能采集、格式化、存储和管理；亿条记录规模下，文本检索类查询响应时间小于1秒；亿级图像规模下，图像相似性检索响应时间小于1秒；支持情报级联共享能力，级联通道处理情报能力不低于50000条/秒；支持管理存储容量不小于50PB。加密流量特征识别查全率不低于80%，多方向图片文字检测的字符识别准确率不低于99%；数据安全风险预警准确率大于85%；多源

数据融合关联分析和溯源分析正确率大于 75%。在党政、国防、能源等领域开展示范，形成不少于 5 个典型行业场景应用案例。申请发明专利不少于 10 项，软件著作权不低于 5 项。

**(二) 绩效评价指标:** 研发 1 套互联网数据安全风险预警分析及溯源分析平台和 1 套互联网数据安全检测评估工具，形成对互联网敏感信息泄露的监测、预警和处置监管能力，面向重点行业领域门户网站、公众号、博客、论坛等信息源筛查，实现对传输流量监测，对非密文本等进行关键字筛配；针对重大事项、重点目标、重要活动进行明确的监测预警和追踪溯源；带动安全咨询规划、检测评估、安全服务等产业链上下游提质增效。

**申报条件:** 由省内独立法人企业牵头申报，牵头企业研发占比不低于 3%。

**支持强度:** 省财政资助资金额度不超过 1000 万元

**技术成熟度:** 当前等级不低于 5 级（初样级），完成后不低于 10 级（销售级）。

**项目交件:** 完成时须提供互联网数据安全风险预警分析及溯源分析平台、数据安全检测评估工具的第三方测试检测报告，不少于 5 个典型行业场景应用案例的用户应用证明、销售合同等证明材料；产业化生产须落地在山东省内企业。

**张榜范围:** 面向省内外公开张榜

**项目三：集成电路**

**课题 1：28 纳米集成电路制造**

**(略)**

## 课题 2：集成电路用 12 寸原子层沉积关键设备研发

**研究内容：**针对集成电路用先进工艺的 12 寸原子层沉积设备严重依赖进口的现状，开展高性能国产化 12 寸原子层沉积关键设备研制。研究晶圆传输系统的硬件系统和软件架构，实现晶圆传输系统的自动化，满足工业量产需求的性能指标要求；优化原子层沉积反应腔气流进气方式和气流分布，突破控制晶圆镀膜沉积均匀性的核心技术；研究原子层沉积前驱体、膜层的化学性质以及研制反应腔自清洁装置，突破精确控制沉积膜层的沉积厚度和颗粒物污染的核心技术，延长设备的维护周期和提高设备生产效率；开发气体管路、阀门和射频电源等核心部件，优化管路、阀门以及射频电源的系统联动，缩短镀膜的沉积周期时间，提升镀膜效率，提高产能。

### 考核指标：

**（一）项目验收指标：**研制出具有自主知识产权的 12 寸原子层沉积设备，具备可实现晶圆自动校准功能的晶圆传输系统，满足 SECS/GEM 通讯能力且符合 SEMI S2 标准，实现薄膜片内均匀性 $<1\%$ （1 sigma）、片间均匀性 $<0.5\%$ （1 sigma）、颗粒污染 $<30@>0.06\mu\text{m}$ ，沉积周期时间 $<3\text{s}$ ，集成接口（可集成的薄膜沉积系统数量） $\geq 4$  个，机械传输效率 $\geq 100$  片/小时，实现 ALD 设备在国内半导体领域内的广泛应用。申请发明专利不少于 5 项，软件著作权不少于 1 项。

**（二）绩效评价指标：**完成应用于集成电路领域先进工艺的 12 寸原子层沉积设备的开发，设备相关零部件国产化率超过 95%，促进降低对国外进口 ALD 机台的技术依赖，为国内集成电路制

造企业提供配套和支撑。

**申报条件：**由省内独立法人企业牵头申报，牵头企业研发占比不低于 3%。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 1200 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 5 级（初样级），完成后不低于 10 级（销售级）。

**项目交件：**完成时须提供满足集成电路先进工艺晶圆量产需求的国产化先进 12 寸 ALD 设备，包括 12 寸原子层沉积设备薄膜沉积系统原理样机 1 台和 12 寸原子层沉积设备晶圆传输系统原理样机 1 台，提供满足验收指标要求的第三方技术检测报告；产业化生产须落地在山东省内企业。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

### **课题 3：大幅面高精度纳米压印光刻装备研发**

**研究内容：**针对传统光刻技术片内均匀性低、片间一致性差的产业难题，开展大幅面、高精度纳米压印光刻关键技术研究。研究大幅面压印主动间隙、光刻结构缺陷控制关键技术和滚压自适应控制算法，解决大面积纳米压印残余层过厚、结构深宽比不足的问题；研究模具和基底接触的构效关系，突破跨尺度快速自动对准关键技术，实现高精度、一致性自动压印；研究纳米压印光刻技术中设备与工艺的关系，开发大幅面、高精度纳米压印光刻装备，实现全自动、规模化纳米压印。

**考核指标：**

**（一）项目验收指标：**纳米压印精度  $\leq 10\text{nm}$ ，均匀性  $\geq 95\%$ ；

370mm×470mm 基底上压印的微纳光学结构深宽比不低于 7.5:1，残余层 ≤ 20nm，面积良率 ≥ 98%；研制出 370mm×470mm 大幅面、高精度、高密度结构纳米压印光刻装备，设备产能 UPH ≥ 2 片/小时；产品实现在 AR 衍射光波导、3D 传感、车载抬头显示等不少于 5 个典型场景的应用验证。申请专利不少于 10 项，其中发明专利不少于 5 项；制定或修订国家/行业/团体标准不少于 2 项。

**（二）绩效评价指标：**完成大幅面高精度纳米压印光刻关键技术突破与核心装备研制，形成全自动纳米压印生产线为国内集成电路制造企业提供配套和支撑，促进产业链集群化发展。

**申报条件：**由省内独立法人企业牵头申报，牵头企业研发占比不低于 3%。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 1000 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 5 级（初样级），完成后不低于 10 级（销售级）。

**项目交件：**完成时须提供完整的纳米压印光刻设备、专用材料、工艺技术与批量生产整体解决方案 1 套，及考核指标合格的第三方测试报告；370mm×470mm 基底上 UPH ≥ 2 片/小时生产示范线产能及第三方测试报告，提供量产后连续三批次产品一致性报告；不少于 5 个典型场景的用户应用报告、销售合同等证明材料；产业化生产落地须在山东省内企业。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

## 项目四：高端芯片

### 课题 1：MEMS 气体流量传感器芯片装备研制

**研究内容：**针对高端气体流量传感器芯片及组件国产化率低、自主可控度差问题，研究 MEMS 气体流量传感器芯片及系列化装备产品。研究先进 MEMS 成膜和刻蚀工艺技术，研究芯片多物理场动态建模和可靠性能提升技术，突破大硅片器件良率低、一致性差、难批量制造瓶颈；研究片上微小空间内多物理场耦合对检测精度和长期可靠性的影响，形成成套 MEMS 气体流量传感器芯片制备方案，研制高可靠性、耐酸碱腐蚀的纯固态 MEMS 流量传感器芯片；研究 MEMS 气体流量检测算法和控制组件的集成技术，开展高精度、全自动气体流量标定和复杂工况下的自适应校准研究，研制微型数字风速计、气体质量流量计等系列化装备产品，在半导体设备、动力设备、医疗设备、家电设备等不少于 4 类场景开展应用示范。

#### 考核指标：

**（一）项目验收指标：**研制出纯固态 MEMS 气体流量传感器芯片，尺寸  $\leq 3\text{mm}\times 1\text{mm}\times 0.4\text{mm}$ ，灵敏度  $\geq 0.0125\text{mV/sccm/mW}$ ，响应时间  $\leq 2.5\text{ms}$ ，在酸碱环境无保护下芯片失效时间  $\geq 2$  万小时(0.1%HF，25℃/5%NaOH，25℃)，芯片 T90 响应时间不超过 2.5ms；8 寸先进 MEMS 晶圆良率  $\geq 95\%$ ，芯片平均灵敏度片间一致性  $\geq 90\%$ ；研制出微型数字风速计、微型气体流量传感器、气体质量流量计、气体质量流量控制器等不少于 4 类系列化装备组件产品；开发成套工艺规范，形成 MEMS 气体流量传感器及系列化产品产线，产能达到 500 万颗/年；标校

平台精度优于 $\pm 0.13\% \text{ RD}$  (30%-100% F.S.), 自动化标定通量不低于 200 台/每 8 小时; 在半导体设备、动力设备、医疗设备、家电设备等行业设备中开展不少于 4 个场景的应用示范, 实现搭载不少于 5 万台商用空调主机; 申请发明专利不少于 10 项。

**(二) 绩效评价指标:** 突破 MEMS 纯固态气体流量传感器芯片的可靠性设计、可批量化制备工艺等技术难题, 实现自主可控气体流量传感器供应链条, 建立国产 8 寸先进 MEMS 工艺平台, 实现国产高端气体流量传感器的规模化应用, 带动相关产业集群化发展。

**申报条件:** 由省内独立法人企业牵头申报, 牵头企业研发占比不低于 3%。

**支持强度:** 省财政资助资金额度不超过 1000 万元

**技术成熟度:** 当前等级不低于 6 级 (正样级), 完成后不低于 10 级 (销售级)。

**项目交示件:** 完成时须提供 MEMS 气体流量传感芯片样片及第三方测试报告, 不少于 4 款系列化装备产品第三方测试报告及工艺规范文件; MEMS 工艺技术开发文档, 标定平台精度测试报告、标定通量评估报告, MEMS 气体流量传感器及系列化产品产线产能检测报告, 提供量产后连续三批次产品一致性报告; 不少于 4 个典型场景的用户应用报告、销售合同等证明材料; 产业化生产须落地在山东省内企业。

**张榜范围:** 面向省内外公开张榜

## 课题 2: 超薄指静脉识别模组研制

**研究内容:** 针对传统指纹、人脸等身份认证识别技术易篡改、易仿造的问题, 研究基于国产高安全性芯片的柔性超薄指静脉识别模组。研究以国产高安全芯片和柔性近红外 TFT 平板探测器为核心的超薄指静脉识别模组。研究国产集成电路 40nm 工艺制程下国密算法、基于格的后量子算法等快速硬件实现关键技术, 研制支持算法可重构、NFC 识别、硬件图像加速器的高安全性生物/NFC 识别芯片; 研究 TFT(薄膜晶体管)的近红外特性, 突破平板显示基板加载探测技术、大面积柔性近红外 TFT 平板探测器的读出电路等关键技术, 开展溶液法制备的近红外高灵敏的光电二极管的开发, 研制大面积超薄柔性平板探测器; 研发指静脉增强匹配算法、密码算法硬件快速实现技术, 开发平板显示基板加载探测技术、大面积柔性近红外 TFT 平板探测器的读出电路, 降低识别算法的拒真率 (FRR) 与认假率 (FAR), 研制多模态融合高安全超薄指静脉识别模组, 实现批量化生产, 并开展应用示范。

### 考核指标:

(一) 项目验收指标: 研制出基于国产 40nm 制程和国产 CPU 核的自主可控高安全芯片, 支持国密 SM2/3/4 算法、后量子算法 CRYSTALS-KYBER512, 支持 USB 2.0 接口、NFC 接口; 研制大面积柔性近红外 TFT 平板探测器, 面积 $>10\text{mm}\times 30\text{mm}$ , 分辨率 $\geq 200\times 320\text{dpi}$ ; 像素间距 $\leq 100\ \mu\text{m}$ ; 器件厚度 $\leq 1\text{mm}$ ; 器件可弯曲角度 $\geq 30^\circ$ ; 指静脉增强匹配识别算法达到拒真率 (FRR) $<0.01\%$ 与认假率 (FAR) $<0.000005\%$ , 达到国际先进水

平。研制出以高安全性生物/NFC 识别芯片为核心的高安全超薄指静脉识别模组，建成生物/NFC 识别芯片和高安全超薄指静脉识别模组批量化产线，在智能安防、智慧家居、金融、信创终端、专用领域等不少于 5 个行业领域实现不低于 10 万台套的规模化示范应用；登记集成电路布图设计 1 项，申请发明专利不少于 9 项。

**（二）绩效评价指标：**研制面向国防、安防、教育、公安、金融等场景的系列化高安全超薄指静脉识别模组，建成生物/NFC 识别芯片和高安全超薄指静脉识别模组批量化产线，解决指静脉识别器件、算法“卡脖子”问题，在典型领域实现规模化应用；推动在家庭、消费电子、金融、智慧安防等多领域实现 10 万台套规模化示范应用，带动安防产业和信息安全产业发展。

**申报条件：**由省内独立法人企业牵头申报，牵头企业研发占比不低于 3%。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 1000 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 5 级（初样级），完成后不低于 10 级（销售级）。

**项目交件：**完成时须提供高安全性生物/NFC 识别芯片、高安全超薄指静脉识别模组的第三方考核指标测试合格证明；高安全性生物/NFC 识别芯片、超薄平板指静脉传感器封装、测试、量产、产能检测报告，提供量产后连续三批次产品一致性报告；产品测试、封装工艺等规范文件；产业化生产须落地在山东省内企业。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

## 项目五：网络与通信

### 课题 1：光芯片设计软件及通讯用激光器芯片研制

**研究内容：**基于光芯片设计仿真工具和通讯用激光器芯片依赖进口的问题，开展光芯片设计软件及通讯用激光器芯片研究。研究基于光、电、热等多物理效应的激光器芯片工作机理和数学建模方法，建立激光器芯片物理仿真模型，编制光电设计自动化（EPDA）软件，实现激光器芯片全面性能仿真；研究 DML 直接调制寄生频率瞬态及绝热啁啾压制等关键技术，剖析啁啾产生机理及啁啾压制方案对 DML 芯片性能影响，探索啁啾控制方式并形成色散补偿；开展 DML 芯片有源区材料、结构的创新设计研究，实现大输出功率、大消光比、低热阻等关键性能；研究降低信号在标准单模光纤中色散代价，研究啁啾压制 DML 芯片长距离传输技术方案，实现长距离传输；研究激光器芯片关键晶圆生长工艺、处理工艺以及后续器件和模块封装技术，研制系列化通讯用激光器芯片，构建激光器芯片晶圆外延生长工艺生产线，并在终端场景开展规模化应用示范。

#### 考核指标：

**（一）项目验收指标：**研发出基于物理层面的可输出时间维度及空间维度信息的光电设计自动化仿真（EPDA）软件，实现光芯片静态、小信号及大信号调制特性的模拟仿真；研制超低啁啾 1577nm DML 芯片，光功率 $>12\text{mW}$ ，偏置电流 $\sim 80\text{mA}$ ；消光比 $\geq 10\text{dB}$ ；标准单模光纤传输距离 $\geq 40\text{Km}$ ，传输色散代价 $\text{TDP}<2\text{dB}@$ 误码率 $\text{BER}=1\text{E}^{-3}$ ；晶圆生长质量及均匀性实现层厚误差 $<\pm 8\%$ ，掺杂浓度误差 $<\pm 10\sim 15\%$ ，PL 波长误差 $<\pm 3\text{nm}$ ，应

变误差 $\leq\pm 200\text{ppm}$ ；建立激光器芯片晶圆外延生长产线 1 条，实现设计产品量产输出，激光器芯片产品在不少于 2 个终端场景规模化应用；申请发明专利不少于 5 项，软件著作权不少于 2 项。

**（二）绩效评价指标：**研制国产化的光电芯片设计软件，摆脱光芯片研发对进口软件工具的依赖，实现设计自主可控；研制出高性能超低啁啾激光器芯片，在无源光接入网（PON）系统中开展应用示范，实现国产化通讯用激光器芯片的规模化应用，带动国内光器件前沿领域的工艺水平；带动高端光芯片设计、精密制造等产业的发展。

**申报条件：**由省内独立法人企业牵头申报，牵头企业研发占比不低于 3%。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 1200 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 5 级（初样级），完成后不低于 10 级（销售级）。

**项目交示件：**完成时须提供光电设计自动化仿真软件（EPDA）的第三方验证报告及客户使用说明；超低啁啾高速直调半导体激光器芯片及封装器件或光模块的第三方检测报告及封装产品样机；激光器芯片性能及可靠性测试报告，用户应用测试报告；采购协议或销售合同等证明材料；产业化生产须落地在山东省内企业。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

**课题 2：卫星通信射频收发芯片研制**

**（略）**

### 课题 3: 薄膜铌酸锂调制器芯片关键材料制备与光子集成应用

**研究内容:** 针对光子通信对铌酸锂调制芯片国产化的需求, 开展膜铌酸锂调制器芯片关键材料制备与光子集成的研究。研究 X 轴向直拉 6-8 英寸铌酸锂晶体生长中温场设计与参数调控的匹配机制, 解决铌酸锂非对称轴 X 轴向直拉易多晶问题, 研究非极轴向提拉铌酸锂晶体生长、单畴化与晶体加工工艺, 突破大尺寸 X 轴向的铌酸锂生长技术; 优化铌酸锂晶圆离子注入、衬底键合、单晶薄膜解离与研磨加工等工艺配合机制, 实现大尺寸、高均匀度, 低表面粗糙度、厚度精确可控的高品质铌酸锂晶体薄膜批量制备; 研究铌酸锂材料的高精度刻蚀、电极与多层介质膜制备工艺, 突破基于半导体工艺的调制器芯片制备技术和高带宽射频封装技术, 研制高带宽、小尺寸、低半波电压的薄膜铌酸锂调制器芯片及器件。

#### 考核指标:

(一) 项目验收指标: 研制出 6~8 英寸 X 轴向铌酸锂晶体和晶圆, 晶体等径尺寸:  $\Phi 160 \times 60 \text{mm}$  (6 英寸)、 $\Phi 205 \times 60 \text{mm}$  (8 英寸), 晶体无散色颗粒, 头尾居里温度:  $1142 \pm 3^\circ \text{C}$ ; 晶圆衍射角  $\theta \leq 17^\circ 25' \pm 15'$ , 光学均匀性  $\Delta n \leq 5 \times 10^{-5}$ , 摇摆曲线半峰宽  $\leq 25''$ ; 晶圆尺寸  $\Phi 150 \times 0.5 \text{mm}$  (6 英寸)、 $\Phi 200 \times 1 \text{mm}$  (8 英寸), 直径误差  $\pm 0.5 \text{mm}$ 、厚度误差  $\pm 0.03 \text{mm}$ ;  $\text{TTV} \leq 0.025 \text{mm}$ ,  $\text{PLTV} 95\% @ \text{LTV} 0.4 \mu \text{m}$ ; 制备出 6~8 英寸铌酸锂单晶薄膜, 薄膜层厚度 300-900nm, 厚度偏差小于 80nm, 平均厚度允差  $\pm 20 \text{nm}$ , 上表面粗糙度小于 0.2nm; 铌酸锂薄膜层表面无色斑、无裂纹,

且与二氧化硅界面平整；研制出薄膜铌酸锂调制器芯片，3dB 带宽 $\geq 90\text{GHz}$ ，半波电压 $\leq 2.5\text{V}$ ；研制出全封装的薄膜铌酸锂调制器，3dB 带宽 $\geq 40\text{GHz}$ ，半波电压 $\leq 2.5\text{V}$ ，插入损耗 $\leq 5\text{dB}$ ；打造大尺寸(6~8 英寸)X 轴铌酸锂晶圆生产线 1 条，产能达 5 万片/年；申请专利不少于 15 项。

**(二) 绩效评价指标：**实现大尺寸 X 轴向铌酸锂晶体、晶圆加工、单晶薄膜到调制器芯片的产业示范，解决我国调制器芯“卡脖子”难题，实现国产化铌酸锂基光子集成芯片的规模化应用，带动上下游产业及配套产业集群化发展。

**申报条件：**由省内独立法人企业牵头申报，牵头企业研发占比不低于 3%。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 1500 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 5 级（初样级），完成后不低于 10 级（销售级）。

**项目交件：**完成时须提供大尺寸 X 轴铌酸锂晶圆及薄膜、调制器芯片及器件的第三方检测报告、用户应用报告，产能达 5 万片/年的大尺寸(6~8 英寸)X 轴铌酸锂晶圆生产线第三方验证报告、产能报告，以及生产连续三批次产品一致性报告；采购协议或销售合同等证明材料；产业化生产须落地在山东省内企业。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

**项目六：人工智能**

**课题 1：网联汽车协同自动驾驶技术研究**

(略)

**张榜范围：**面向省内公开张榜

## 课题 2：大规模通用人工智能模型开发

**研究内容：**针对工业领域需求多样化、任务差异化、算法普适性差难以泛化等问题，开展基于多模态、知识建模和强化学习等的工业领域大规模通用人工智能模型（工业 GPT）关键技术的研究。开展多模态工业场景的数据分析、标注与预处理，研究分布式数据存储、数据库治理方式，研究基于超级计算的工业多模态场景海量数据治理技术，建立不同模态的工业场景海量数据知识图谱；搭建 Transformer 模型编码解码器结构的变体，研发满足各类工业需求的大规模知识体系，构建多模态、多任务场景下的工业视觉、工业时序异常检测、工业大数据分析及辅助决策等的统一模型，解决工业领域多场景任务差异化、模型泛化能力差等问题；研究基于领域知识迁移技术的模型量化技术，打造基于统一任务模型的工业边缘计算场景轻量级模型；研究工业领域通用人工智能大模型关键技术标准，建立工业检测智慧化标准体系；开展面向工业场景海量多模态数据的平台级高并发数据接入、融合存储、协同质控和智能分析技术研究，构建集工业数据管理、模型训练推理、资源优化调度等的一体化工业领域通用人工智慧平台，并在多领域工业场景开展应用示范。

### 考核指标：

**（一）项目验收指标：**搭建工业场景全产业链的大规模数据库 1 套，覆盖不少于 3 个工业领域缺陷检测、故障诊断与预测等数据  $\geq 8000$  万条；突破复杂工业场景环境与数据融合感知、工业核心部件的时序故障诊断以及基于领域知识迁移等关键核心

技术；构建可用于工业领域视觉检测、时序故障诊断等不同工业实际需求场景的通用大模型，模型参数超千亿，响应时间 $\leq 2$ 秒；构建多模态数据知识图谱引擎 1 套；面向工业场景形成基于领域知识迁移技术的轻量化软件 1 套；构建工业领域通用人工智能智慧平台，智能算力达到 500PFlops@FP16，除 GPU 算力外，配置包含华为昇腾等 3 种以上国产 AI 算力，兼顾服务与自主可控；推动在玻璃容器、装备零部件、电机核心部件等不少于 3 个工业领域开展缺陷检测、故障诊断与预测等示范应用；形成工业领域通用人工智能标准体系 1 套，制定或修订地方/团体标准不少于 10 项；申请发明专利不少于 15 项，软件著作权不少于 10 项。

**（二）绩效评价指标：**构建大规模、多模态工业场景全产业链数据库，形成涵盖工业视觉识别、工业时序数据异常检测及故障诊断、工业产品全周期辅助决策等不同工业场景的通用人工智能“大模型”模式，填补工业领域通用人工智能大模型空白，完成“工业 GPT”自主研发和国产化应用，提升工业领域数据资源的核心竞争力，打造基于“工业 GPT”智慧平台，带动产业数字化转型发展。

**申报条件：**由省内独立法人单位牵头申报，鼓励高新技术企业联合高校、科研院所申报。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 1000 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 5 级（初样级），完成后不低于 10 级（销售级）。

**项目交示件：**完成时须提供工业场景全产业链的大规模数据库、通用大模型、轻量级模型（软件）、多模态数据知识图谱引

擎等满足考核指标的第三方检测报告；建成工业领域通用人工智能省级智慧平台，提供技术开发文档和针对平台配置及运行的第三方测试报告；不少于 3 个工业场景用户应用报告等证明材料；产业化生产须落地在山东省内企业。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

### **课题 3：城市轨道交通智慧信号系统开发**

**研究内容：**针对国内智慧城轨信号系统核心技术与国外存在较大差距、国际竞争力不足等问题，开展基于国标的新一代智慧城轨信号系统技术攻关。研究智慧信号系统运营场景和系统架构，形成新一代智慧信号系统场景文件和系统架构设计文件；研究新一代列车控制技术，突破全电子联锁技术、联锁 ZC 一体化技术、车载 ATP/ATO 一体化技术、车-车通信技术、资源精细化管理技术、高性能测速测距技术、基于 UWB 的通信和定位技术、中高速铁路防护技术、列车自主运行技术等列车控制关键技术，提升列车运行安全性和运行效率；研究智能化运营维护技术，突破智能调度技术、智能运维技术、灵活编组技术和列车运行图计划编制技术，提升运营维护智能化水平；研制新一代智慧城轨信号系统产品，包括车载控制系统、地面控制系统、智能调度系统和信号智能维护系统；搭建新一代智慧城轨信号系统验证测试平台，完成平台验证和安全评估，并开展示范应用。

**考核指标：**

**(一)项目验收指标：**研制出新一代智慧城轨信号系统产品，支持轨道交通自动化运行最高等级 GoA4，兼容 GoA3~GoA1；

安全性达到安全完整性等级 SIL4 要求；设备的可靠性指标 MTBF 值  $\geq 1 \times 10^5$ h, 可用性  $\geq 99.99\%$ ；安全计算机平台 CPU 主频 1.2G, 车载响应时间  $\leq 50$ ms, 达到国际先进水平；列车能耗降低 5%；信号系统建设设备成本降低 15%以上, 维护成本降低 20%以上；列车  $\pm 0.3$ m 内停车精度  $\geq 99.99\%$ , 定位分辨率  $< 0.1$ m；列车正线追踪间隔  $\leq 90$ s, 运行冲击率  $\leq 0.75$ m/s<sup>3</sup>, 满足行业对舒适性要求；搭建出新一代智慧信号系统测试验证平台, 完成新一代智慧城轨信号系统第三方安全评估, 实现在不少于 1 条示范线示范应用, 示范线包含正线和试车线, 正线至少包含 10 个车站, 示范里程不低于 20km；申请发明专利不少于 40 项, 软件著作权不少于 20 项。

**(二) 绩效评价指标：**突破新一代智慧城轨信号系统列车自主运行、智能调度等关键技术难题, 研制完成新一代智慧城轨信号系统硬件设备和系统软件, 打破国外城轨信号系统技术垄断, 实现新一代智慧城轨信号系统的国产化应用, 降低城轨信号设备建设成本、维护成本和列车能耗, 助力打造集信号通信、综合监控、车辆于一体的轨道交通全产业链。

**申报条件：**由省内独立法人企业牵头申报, 牵头企业研发占比不低于 3%。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 1000 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 5 级（初样级），完成后不低于 12 级（利润级）。

**项目交示件：**完成时须提供新一代智慧城轨信号系统场景分析、系统架构等文件；新一代智慧城轨信号系统硬件设备和系统

软件；新一代智慧信号系统验证测试平台；新一代智慧信号系统测试报告、验证报告、确认报告和独立第三方安全评估证书；新一代智慧信号系统在示范线的示范应用证书；产业化生产需落地在山东省内企业。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

## **（二）高端装备**

**项目一：数控机床**

**课题 1：数控铣镗加工中心柔性制造系统开发  
（略）**

**张榜范围：**面向省内公开张榜

**项目二：关键零部件**

**课题 1：轻型高效电机技术开发**

**研究内容：**针对交通领域用轻型高效电机被国外垄断的现状，开展软磁复合材料轻型高效电机开发。研究新型高饱和磁化强度、低损耗软磁合金材料，研究精准可控的绝缘纳米包覆技术，实现包覆层厚度精准可控的绝缘纳米包覆；研究基于软磁复合材料轻型高效电机三维磁路结构下混合冷却技术，解决高集成电机的冷却问题，研制基于软磁复合材料的轻型高效电机；开展高开关频率下的逆变器设计，解决碳化硅（SiC）驱动电路在高开关频率下的死区效应和桥臂串扰技术难题，开发高电压、高开关频率和高散热效率的软磁复合材料轻型高效电机用控制器；轻型高效电机及控制器在新能源汽车、船舶等开展应用示范。

## 考核指标:

**(一)项目验收指标:** 研制出高饱和磁化强度、低损耗软磁复合材料,指标达到饱和磁通密度 1.7T、损耗(1kHz, 1T)100W/kg、最大磁导率达到 300、矫顽力达到 180A/m; 研制出基于软磁复合材料的轻型高效电机(含电机所有结构件),峰值功率密度 $\geq 7\text{kW/Kg}$ 、峰值转矩 $\geq 220\text{N.m}$ 、额定功率密度 $\geq 3.5\text{kW/Kg}$ ,电机 80%高效区占比超过 82%,优化冷却结构液冷流量 $\geq 8\text{L/min}$ ,进出口液体温差 $\leq 18\text{K}$ ,电机最高温升 $\leq 80\text{K}$ ; 研制出基于 SiC 的软磁复合材料轻型高效电机用高频大功率电机控制器,峰值功率 $\geq 160\text{kW}$ ,最高效率 $\geq 93\%$ 、峰值功率密度 $\geq 15.7\text{kVA/kg}$ ; 建成软磁复合材料高效电机及控制器规模化产线,实现产能 2 万台/年; 产品在新能源汽车、船舶等不少于 2 种场景下规模化示范; 申请发明专利不少于 5 项,制定或修订国家/行业/团体标准不少于 1 项。

**(二)绩效评价指标:** 完成软磁复合材料轻型高效电机及控制器研发,实现国产化轻型高效电机及控制器在新能源汽车、船舶等领域的规模化应用,大幅降低高效电机系统重量、提升材料利用率,并可在工业机器人、无人机等高端产品应用,有效助力动力机械降低成本和能耗,助力低碳绿色发展。

**申报条件:** 由省内独立法人企业牵头申报,牵头企业研发占比不低于 3%。

**支持强度:** 省财政资助资金额度不超过 1000 万元

**技术成熟度:** 当前等级不低于 7 级(环境级),完成后不低于 11 级(盈亏级)。

**项目交示件：**完成时须提供软磁复合材料、高效电机、电机控制器等第三方检测合格报告；不少于 2 种场景应用的用户验证报告、销售合同及发票等证明资料；年产 2 万台以上规模的电机、电机控制器生产线第三方检验报告；产业化生产须落地在山东省内企业。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

## **课题 2：宽幅线扫描机器技术研发**

**研究内容：**针对工业视觉检测中宽幅线扫描机器依赖进口的现状，开展宽幅线扫描机器的研究。研究 1200/600/300dpi 高速感光芯片（传感器）的设计与制备技术，研究双路模拟数据串行传输技术，提高像素传输速度，研究分辨率切换技术，实现分辨率切换时兼顾横向和纵向分辨率，开发高分辨率高速感光芯片与图像传感系统；研究 CoaXPress 接口 CameraLink 接口技术，采用非对称的高速点对点串行通信数字接口，实现灰度图和真彩图的高速传输；研究数字图像处理技术和图像信号软硬件处理工艺，实现高精度的色彩还原；研究 EMI 对策及高速差分布线，增强高速数字接口信号处理板的抗干扰性；研制多型号的系列化宽幅扫描机器产品，并在锂电池、碳纤维等领域示范应用。

### **考核指标：**

**（一）项目验收指标：**开发出高分辨率高速感光芯片，感光传感器时钟频率 40MHz，实现 1200/600/300DPI 的分辨率；单个感光芯片可实现 1 路、2 路切换模拟数据输出，相机行频达到 100kHz@600DPI、50kHz@1200DPI；研制出系列化宽幅线扫描

机器，单台宽幅线扫描相机扫描宽度最高达到 2300mm，采用白光/R/G/B/IR/UV 多光谱光源或其中某一种或多种光源；相机工作距离达到 0~30mm；最大景深达到  $\pm 1$ mm；数据深度 8/10bit；色彩还原误差小于 10%。其中，1500mm 宽幅线扫描产品可实现 Full Cameralink 接口，传输速度 680×3MB/s；1500 mm 幅面产品可实现 CoaXPress 接口，传输速度 1400×5MB/s；建成宽幅线扫描机器生产线，实现产能达 10000 台（套）/年，在锂电池、碳纤维检测等不少于 2 个领域推广应用案例不少于 2 项，实现批量交付产品不少于 2000 台套；申请发明专利不少于 6 项。

**（二）绩效评价指标：**研制形成宽幅线扫描机器，打破国外企业对宽幅线扫描机器的垄断，建立宽幅线扫描 CIS 生产线，实现国产化宽幅线扫描机器在工业检测领域的规模化应用，保障下游应用企业产业链供应链自主可控，带动工业检测和制造业产业发展。

**申报条件：**由省内独立法人企业牵头申报，牵头企业研发占比不低于 3%。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 500 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 5 级（初样级），完成后不低于 12 级（利润级）。

**项目交示件：**完成时须提供高分辨率高速感光芯片（传感器）、宽幅线扫描机器考核指标测试合格的第三方检测证明及用户应用验证报告；宽幅线扫描相机生产线第三方检测报告，以及产品量产后连续三批次产品一致性验证报告；不少于 2 个领域示范及批量交付不少于 2000 台（套）产品的销售合同、用户验收报告

及应用证明；产业化生产须落地在山东省内企业。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

**项目三：典型行业高端装备**

**课题 1：磁悬浮离心式空压机技术开发**

**（略）**

**张榜范围：**面向省内公开张榜

**课题 2：超高压直流气体绝缘开关设备**

**研究内容：**针对长距离海上输电工程所用交流输电平台存在电抗、电磁损耗较高的问题，开展超高压直流气体绝缘开关设备的研究；研究具有表面电荷抑制能力的超高压直流绝缘子设计理论，优化直流气体绝缘开关设备固体绝缘件智能算法，解决绝缘气固界面电荷消散及绝缘高可靠性运行问题；研究直流电压下金属微粒的运动特性，破解直流环境中微粒抑制问题；研究三元乙丙生胶制备关键技术，开展密封件的寿命预测，提高密封件的绝缘气体兼容性、老化性；研究高灵敏度缺陷检测及全景信息感知技术，实现光子高灵敏度缺陷检测及精准识别；研究远程智能化气体绝缘开关设备温控系统关键技术，解决开关设备在极端环境中的可靠运行问题；探究功能元件设计及考核评价标准，研制超高压直流气体绝缘开关设备，并实现海上风场的应用示范。

**考核指标：**

**（一）项目验收指标：**形成 $\pm 500\text{kV}$ 直流气体绝缘开关设备固体绝缘件智能优化算法，优化后 $\pm 500\text{kV}$ 直流盆式绝缘子对比

500kV 交流盆式绝缘子，稳态表面电荷密度降低  $\geq 30\%$ ，盆式绝缘子与隔离开关合格率  $\geq 99.5\%$ ；掌握直流电压下金属微粒抑制方法，微粒捕获效率  $\geq 80\%$ ；GIS 密封系统年漏气率  $\leq 0.1\%$ ，降低温室效应排放；光强测量模块峰值光灵敏度  $\geq 2 \times 10^6$  V/lm，光子计数模块 300nm~700nm 波段计数灵敏度  $\geq 4 \times 10^4 \text{s}^{-1} \cdot \text{pW}^{-1}$ ；监测系统局部放电检测模块灵敏度  $\leq 5 \text{pC}$  以内；研制出  $\pm 500 \text{kV}$  直流气体绝缘开关设备（包含母线、隔离开关、接地开关功能单元），满足耐受直流电压  $\pm 750 \text{kV}/60 \text{min}$ ，耐受 1550kV 雷电冲击电压正负各 3 次，通过  $\pm 638 \text{kV}$  极性反转试验，额定通流能力 5000A 等技术条件；形成  $\pm 500 \text{kV}$  直流气体绝缘开关设备量产能力，并在不少于 2 个海上风场实现应用示范；申请发明专利不少于 9 项。

**（二）绩效评价指标：**研制出超高压直流气体绝缘开关设备，解决中、远海海上风电工程和路上直流工程建设面积大、投资成本高的难题，实现直流开关设备的技术领先，大幅提升输电产业产品附加值，带动输电产业、绝缘产业高质量发展。

**申报条件：**由省内独立法人企业牵头申报，牵头企业研发占比不低于 3%。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 1000 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 5 级（初样级），完成后不低于 10 级（销售级）。

**项目交件：**完成时须提供超高压直流气体绝缘开关设备满足考核指标的第三方检测报告、用户应用验证报告；不少于 2 个海上风场应用示范的用户应用报告、销售合同等证明材料；产业化生产须落地在山东省内企业。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

### **课题 3：绿色建材生产与装配装备开发**

**研究内容：**针对建筑行业低碳化对绿色建材高智能化成套装备的需求，开展绿色建材生产装备与装配技术开发。研究绿色建材智能化生产和施工的全流程整体解决方案，建立全流程绿色技术体系；研究面向生产线工艺设计、仿真分析和预测性维护的绿色建材智能制造生产线数字孪生技术，建立实际运行数据驱动的生产线数字多领域孪生模型；开发具备生产状态信息实时感知、不合格品自动剔除、智能装备全面联网、重要装备远程可控等功能的绿色建材智能化生产装备；研制精确上料控制系统，开发基于多源信息融合的绿色墙材生产线运行智能监控系统；基于工业物联网系统集成技术，研发绿色建材装备柔性化定制、全生命周期管理等智能化服务系统；研究施工装配机器人运动控制算法和 BIM 模型驱动的负碳建材施工装配机器人运动规划、人机协作，开发建筑施工机器人。

#### **考核指标：**

**（一）项目验收指标：**构建绿色建材智能制造生产线数字孪生系统，具备生产线实时映射、预测性维护、虚拟调试、三维综合展示以及历史数据回放等功能；开发出绿色建材智能化生产系统，包含智能化布筋系统、自动布料机、自动码垛机、精确上料控制设备等；构建绿色建材装备柔性化定制系统、全生命周期管理服务系统、检验检测智能化服务系统、远程运维智能化服务系统；开发出新型建筑工业化固废资源化减碳绿色建材智能装备，

单条生产线用工人数量 $\leq 6$ 人，单位时间(H)能耗 $\leq 180\text{kW}$ ；产品精度（长度） $\leq \pm 1\text{mm}$ ，产品精度（宽度） $\leq \pm 1\text{mm}$ ；布料方式自动+手动；钢筋制品安装方式自动；堆垛入窑生产节拍 $\leq 7\text{min}$ ；年产量（同等车间规模） $\geq 30000\text{m}^3$ ；实现固体废物利用5万吨/年；减排二氧化碳5000吨/年；生产的板材幅面规格达到 $(2.4\text{m}-3.6\text{m}) \times 0.6\text{m} \times (90\text{mm}-150\text{mm})$ ，平均隔音量 $\geq 45\text{dB}$ ，耐火时长 $\geq 4.5$ 小时。开发出固废负碳建材生产工艺方案1个；开发出建筑施工机器人不少于2款；新型建筑工业化固废资源化减碳绿色建材智能装备的生产能力不少于20台套/年；申请发明专利不少于10项，软件著作权不少于4项，制定或修订国家/行业/团体标准不少于1项。

**（二）绩效评价指标：**开发出面向建筑工业化的智能化建造机器人和绿色建材智能生产装备，突破智能化成套技术，降低设备进口依赖程度，显著提升我国绿色智能建造水平；带动智能制造、装配式建筑产业发展，协同处理电石渣、炉渣、粉煤灰等工业固废近100万吨/年，助力建筑领域碳中和，助力建筑产业转型升级和可持续、高质量发展。

**申报条件：**由省内独立法人企业牵头申报，牵头企业研发占比不低于3%。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过1000万元

**技术成熟度：**当前等级不低于5级（初样级），完成后不低于10级（销售级）。

**项目交示件：**完成时须提供新产品新型建筑工业化固废资源化减碳绿色建材智能装备第三方检测报告、客户应用报告；绿色

建材装备柔性化定制系统、全生命周期管理服务系统、检验检测智能化服务系统、远程运维智能化服务系统等第三方检测报告；固废负碳建材生产工艺方案；不少于 2 款建筑施工机器人的第三方检测报告；产业化生产须落地在山东省内企业。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

#### **课题 4：光电器件超精密装配封装技术及成套装备**

**研究内容：**针对声光电器件复杂和高性能制造对超精密装配、封装的需求及相应智能化高性能成套装备依赖进口的现状，开展光电器件超精密装配封装技术及成套装备开发。研究高精度高稳定性微间隔光固化胶水配方、混合工艺，开发叠合装配优化算法，研究微间隔组件高速超精密光固化装配技术和控制方法，搭建微间隔光固化胶水制备系统与微间隔组件超精密光固化装配系统；建立点胶喷射流-固-热振动脉冲加载多物理场耦合系统分析和喷胶微流道优化设计模型，优化设计微胶滴喷射封装关键部件，实现喷射点胶量、形精确控制；开展精密封装工艺与关键部件设计，提高封装组件动态响应稳定性，实现封装点胶高一致性；研究高速压电驱动及超精密伺服控制技术，开发适用于精密封装的高精度多运动协同系统，实现高效封装缺陷检测及智能化封装；研究基于视觉伺服的多轴运动位姿调整方法与系统，开展高性能伺服控制研究及多运动协同系统设计，研制高精度对准及装配装置；研究光电元器件超精密装配的误差预测方法与软件，研究智能装配与封装高效率工艺集成协同技术，开发高速超精密智能装配、封装与测试系统，研制光电器件高速超精密装配、封装与检

测系统成套装备，并开展应用示范。

### 考核指标:

(一)项目验收指标: 搭建微间隔光固化胶水制备系统与微间隔组件超精密光固化装配系统: 叠合光电元件特征尺寸  $\geq \phi 35\text{mm}$ , 组件片间距  $\leq 100\mu\text{m}$ , 间距偏差  $\leq 1\mu\text{m}$ ; 搭建微胶滴喷射封装设备, 实现亚纳升点胶: 胶喷射封装喷嘴组件喷胶粘度  $\geq 20000\text{cps}$ , 单点胶体积  $\leq 0.5\text{nL} \pm 20\%$ , 单点胶直径  $\leq 0.15\text{mm}$ ; 研制高性能伺服控制系统以及智能化多运动协同系统: 压电驱动器带宽高于  $100\text{KHz}$ , 噪声  $< 100\mu\text{V RMS}$ ; 设计压电高性能控制及补偿方案不少于 3 套; 压电式微纳伺服系统定位精度  $\leq \pm 5\text{ nm}$ ; 研制高精度对准及装配装置: 光学产品焦距  $\leq 5\text{mm}$ ; 光学装配偶件间距离 ( $z$ )  $\leq \pm 0.125D$  (虚像距); 光学装配偶件间俯仰/倾斜 ( $\text{tip/tilt}$ )  $\leq \pm 0.125D$  (虚像距); 光学装配偶件间水平偏移 ( $x/y$ )  $\leq 10\mu\text{m}$ ; 光学装配偶件间旋转 ( $\text{roll}$ )  $\leq \pm 0.1^\circ$ ; 搭建光电器件高速超精密装配、封装与检测系统成套装备, 光学模组 MTF 测量: 轴上测量精度  $\leq \pm 0.02$ , 轴外测量精度  $\leq \pm 0.03$ ; 测量稳定性  $\leq \pm 0.01$ ; 装配与封装系统效率:  $< 30\text{s/件}$  (不含光固化时间), 良品率  $\geq 99.5\%$ , 在 VR、AR 等不少于 3 个产品中实现产业化应用示范。申请发明专利不少于 20 项, 软件著作权不少于 3 项。

(二)绩效评价指标: 突破超精密装配与封装核心技术, 突破国外装配与封装技术壁垒, 研制出国产化光电器件高速超精密装配、封装与检测系统成套装备, 满足光电器件超精密装配与封装的技术及产业化需求, 促进精密制造、电子设备、智能检测等相关领域高质量发展。

**申报条件：**由省内独立法人企业牵头申报，牵头企业研发占比不低于 3%。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 1200 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 5 级（初样级），完成后不低于 10 级（销售级）。

**项目交示件：**完成时须提供微间隔光固化胶水制备系统与微间隔组件超精密光固化装配系统、微胶滴喷射封装设备、高性能伺服控制系统以及智能化多运动协同系统、高精度对准及装配装置、光电器件高速超精密装配封装与检测系统成套装备等满足考核指标的第三方检测证明；不少于 3 个产品中实现产业化应用示范的用户应用报告、销售合同等证明材料；产业化生产须落地在山东省内企业。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

## **课题 5：超大型真空炉研制**

**（略）**

**张榜范围：**面向省内公开张榜

## **项目四：科学仪器**

### **课题 1：超高精度测量机研制**

**研究内容：**针对国产测量机精度低、测量行程小、运行速度检测效率低、测量功能弱等问题，研究超高精度的测量机产品。开展铝合金精密三角横梁和陶瓷 Z 轴等高精密框架结构的研究，研究高精密气浮轴承、环形光栅系统、高精度转台系统等，实现

无摩擦、无噪音、高承载的传动和状态三项微米级误差等级；结合先进激光采集技术，研究动、静态 21 项误差补偿技术，进一步提高测量精度；基于温度场的变化，建立机器导轨随温度梯度变化弯曲的数学模型，开展结构温度补偿技术研究，动态的进行误差补偿，提高测量机的温度变化下的测量精度；研究纳米级高精度正余弦细分技术和高性能滤波、补偿、细分算法，研究高精度规划插补、高精度运动控制参数自调整、测力与位置环复合控制、四轴联动控制等技术，开展返回式扫描、高速扫描安全防护及多类型传感器控制技术研究，实现四轴联动转台的控制，优化测量数据、提高检测效率；研究全类型高级扫描策略、三维扫描算法、复杂曲线/曲面轮廓数据处理等模型、算法，开发全特征及复杂零部件计量软件；研究多 CPU 并行处理和实时监控技术，开发多种几何量元素评价与分析计量软件，实现测量软件源代码的自主可控及二次开发；研究三维扫描侧头，设计开发测针自动更换架和高精度光学探测系统，集成开发国产化超高精度测量机，实现规模化量产，并开展示范应用。

### **考核指标:**

**(一)项目验收指标:** 开发出全特征及复杂零部件计量软件，支持 3D 智能安全区域的编程功能和包含自动查找、相对测量、测针三维矢量补偿、曲面矢量与位置自动判断调整等薄的壁件测量模块，实现复杂的曲线/曲面的轮廓度评价及未知零件的测绘任务；开发多种几何量元素评价与分析计量软件，具备基本几何元素测量、复杂曲线曲面和多种专业复杂零件检测和 CAD 等功能，兼容 I++ 接口，支持 HPO 光纤激光测量系统、PRECITEC

LR 超高精度白光测量系统、PROFILER R 粗糙度测头、SENMATION 自动测座等探测系统；三维扫描测头，重复精度达到 0.45um，最大扫描采点率达到 1000 点/秒，水平侧头  $\geq 800\text{nm}$ ；测针自动更换架，适用于多种测量设备；高精度光学探测系统，分辨率  $\leq 0.9\text{nm}$ ；研制配置开发部件、软件、系统的国产高精度测量机，实现四轴联动转台控制，测量范围不小于  $1000\text{mm}\times 800\text{mm}\times 500\text{mm}$ ，测量精度  $\leq 0.5\ \mu\text{m}$ ；15-30℃ 环境下实现高精度测量，可驱动直径  $\geq 600\text{mm}$  或负载  $\geq 750$  公斤转台，具备安全扫描功能和传感器灵活、自动化切换功能；建成国产高精度测量机规模化生产线，产能达 50 台套/年；实现在汽车、新能源、医疗器械、精密制造等不少于 4 个行业领域的应用示范，实现规模化推广不少于 30 台套；申请发明专利不少于 4 项，软件著作权不少于 2 项，制定或修订国家/行业标准不少于 2 项。

**（二）绩效评价指标：**掌握国际先进的误差补偿技术，实现测量软件源代码的自主可控及二次开发，实现四轴联动转台的控制，打造自主可控的超高精度测量机生产线，实现测量机控制系统技术自主可控和国产化批量生产，满足多行业对高精度、高效率的检测要求，突破国内高端测量机依赖纯进口的“卡脖子”难题，实现规模化国产化替代，填补国产超高精度测量机的空白，助力汽车、新能源、医疗器械、精密制造等高端制造业高质量发展。

**申报条件：**由省内独立法人企业牵头申报，牵头企业研发占比不低于 3%。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 1000 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 6 级（正样级），完成后不低于 10 级（销售级）。

**项目交付件：**完成时须提供全特征及复杂零部件计量软件、多种几何量元素评价与分析计量软件设计文件及第三方验证报告，三维扫描测头、测针自动更换架、高精度光学探测系统及超高精度测量机第三方测试报告及工艺规范文件；超高精度测量机生产线产能检测报告，并提供量产后连续三批次产品一致性报告；不少于 4 个行业领域、不少于 30 台套推广应用的 用户应用报告、销售合同等证明材料；产业化生产须落地在山东省内企业。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

## **项目五：工程机械**

### **课题 1：智能绿色工程机械成套装备**

**研究内容：**针对传统工程机械能耗高、排放污染重的问题，开展智能化绿色工程机械成套装备的研发。研发新能源工程机械整机快速构型、智能匹配技术，构建纯电驱动、氢燃料电池驱动两类新能源工程机械的多物理场耦合-多层次-多目标全局优化设计模型；研发工程机械人-机-环境-工况自适应全局自趋优能量管理技术，突破新能源工程机械整机智能控制技术，建立新能源工程机械控制系统开发的自主技术体系；研发适用于新能源工程机械的智能热管理系统并系列化，解决全天候复杂环境的适应性问题；开展整机可靠性设计和安全管理技术研究，突破动力电池和氢燃料电池监控、故障诊断和运维支持技术，构建新能源工程机械的故障诊断及预警系统；基于新能源工程机械典型架构，结

合测试推土机、挖掘机、装载机循环工况，完善测试评价体系，提出适应整车平台的模块化设计方法，实现新能源工程机械制造技术突破。

### **考核指标:**

**(一)项目验收指标:** 实现新能源工程机械动力系统智能匹配设计，匹配模型的动力性指标和经济性指标与实机误差 $\leq 2\%$ ；实现工程机械人-机-环境-工况自适应全局自趋优智能能量管理，构建不少于5种适应作业场景的智能控制策略；对比燃油工程机械，纯电工程机械节约使用成本 $\geq 50\%$ ；纯电推土机持续作业时间 $\geq 4\text{h}$ ，纯电装载机持续作业时间 $\geq 5.5\text{h}$ ，纯电挖掘机持续作业时间 $\geq 4.5\text{h}$ ，氢燃料电池推土机作业氢耗 $\leq 6\text{kg/h}$ （170马力）；环境适应性： $-30^{\circ}\text{C}-50^{\circ}\text{C}$ ；实现对动力电池的智能监测及诊断功能，动力电池热失控提前预警时间不小于60分钟；开发260马力纯电推土机，作业效率 $\geq 330\text{m}^3/\text{h}$ ，最大牵引力 $\geq 195\text{kN}$ ；开发不低于170马力氢燃料电池驱动推土机，氢燃料电池-动力电池电-电混合驱动下额定驱动功率 $\geq 200\text{kW}$ ；开发7吨纯电装载机，最大牵引力 $\geq 178\text{kN}$ ，最大掘起力 $\geq 185\text{kN}$ ；开发22吨纯电挖掘机，最大牵引力 $\geq 210\text{kN}$ ，铲斗最大挖掘力 $\geq 135\text{kN}$ 。相关产品实现在不少于3个场景的应用示范，累计推广产品不少于50辆；申请发明专利不少于10项，授权软件著作权不少于6项，制定或修订国家/行业/团体标准不少于2项。

**(二)绩效评价指标:** 开发系列化智能绿色工程机械成套装备，在建筑、矿业等领域实现推广应用，助力工程机械施工过程中的碳排放降低，实现工程机械行业转型升级绿色发展，助推新

能源装备产业链集群发展。

**申报条件：**由省内独立法人企业牵头申报，牵头企业研发占比不低于 3%。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 800 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 5 级（初样级），完成后不低于 10 级（销售级）。

**项目交件：**全球最大马力纯电推土机、不低于 170 马力氢燃料电池驱动推土机、大马力纯电装载机、纯电挖掘机等产品满足技术要求的第三方性能测试报告；不少于 3 个应用场景示范及累计推广不少于 50 辆产品的销售合同、用户验收报告及应用证明；产业化须落地在山东省内企业。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

## 项目六：汽车制造

### 课题 1：汽车智能悬架系统研发

**研究内容：**针对汽车智能悬架系统及核心零部件依赖进口的现状，开展汽车智能悬架系统关键技术攻关。研究复杂工况阻尼连续可调智能悬架控制技术和基于路面预瞄的阻尼连续可调智能悬架分频控制算法；开展基于机-电-液-磁多领域物理耦合理论的先导电磁阀和 CDC 减振器的优化设计，建立核心零部件物理、数学模型；研究阀芯机加和表面处理工艺及铜钎焊工艺等，研究阻尼连续可调减振器及先导电磁阀的参数匹配与设计、制造工艺与装配等关键技术，开展阻尼连续可调智能悬架系统仿真与整车试验评价，研制阻尼连续可调智能悬架系统。

## 考核指标:

**(一) 项目验收指标:** 研制出阻尼连续可调智能悬架系统, 典型路况舒适度: 降低驾驶员加速度均方根值 $>10\%$ ; 操稳性: 最大侧倾角降低 $>10\%$ ; 优于经典的天棚阻尼控制; 减少 2 个车轮加速度或位移传感器, 拓宽有效控制频率范围到 10Hz 以内; 磁控理论的计算精度 $\geq 80\%$ , 电磁阀响应时间 $<40\text{ms}$ ; 阻尼力理论的计算精度 $\geq 80\%$ , 核心部件安全系数 $<2.5$ ; 阀座配合表面粗糙度  $R_a < 0.2$ , 阀芯表面真空电镀, 镀层厚度 0.002~0.007mm, 阀座表面镀锌镍合金, 镀层厚度 0.005~0.007mm, 阀座中性盐雾试验 $>500\text{h}$ ; 仿真计算结果的准确率误差 $\leq \pm 20\%$ ; 减振器复原阻尼力在 0.52m/s 速度时调整范围 4 倍以上, 减振器可靠性试验循环次数 $>400$  万次; 电磁阀响应时间 $<40\text{ms}$ ; 先导电磁阀阀座钎焊强度耐油压 $>15\text{MPa}$ ; 建成集研发、测试、生产一体的阻尼连续可调智能悬架系统产线, 产能达 1 万套/年, 实现系统及零部件批量交付 10000 套以上; 申请发明专利不少于 10 项。

**(二) 绩效评价指标:** 汽车智能悬架系统技术指标达到国际先进水平, 逐步实现国产智能悬架在新能源汽车方面的规模化应用, 带动汽车产业高质量发展。

**申报条件:** 由省内独立法人企业牵头申报, 牵头企业研发占比不低于 3%。

**支持强度:** 省财政资助资金额度不超过 800 万元

**技术成熟度:** 当前等级不低于 5 级 (初样级), 完成后不低于 10 级 (销售级)。

**项目交示件:** 完成时须提供汽车智能悬架系统满足考核指标

的第三方检测报告、用户应用验证报告；智能悬架系统产线第三方检测报告和产能报告，以及量产后连续三批次产品一致性证明；系统及零部件批量交付 10000 套以上的销售合同、用户验收报告及应用证明；产业化生产需落地在山东省内企业。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

## **课题 2：重型卡车盘式制动器研发**

**研究内容：**针对重型卡车对盘式制动器国产化应用的需求，开展重型卡车盘式制动器的研究。开展压力臂杠杆比调整、材料改变及结构化设计，研究制动调整机构内部结构，建立盘式制动间隙自动调整机构，攻克高端卡车气压盘式制动器自调机构技术难题，保障刹车间隙恒定；研究温度传感器与智能温控可淋水装置在盘式制动器中的匹配问题，研制形成智能温控可淋水的盘式制动器，保障刹车片高温不失效、降温不开裂；研究气压盘式制动器轻量化技术，实现制动减重，满足高端卡车盘式制动器发展要求；研究气压盘式制动器综合性能测试试验方法，搭建自主化测试试验台。

### **考核指标：**

**（一）项目验收指标：**开发新型盘式制动间隙自动调整机构产品不少于 2 款；开发集成智能温控可淋水装置的盘式制动器产品不少于 2 款；研制新型轻量化气压盘式制动器较传统产品减重 30% 以上；盘式制动器产品，整体重量  $\leq 30\text{kg}$ ，最大制动力  $\geq 22000\text{Nm}$ ，滑动阻力  $< 100\text{N}$ ，制动间隙  $0.8\text{-}1.2\text{mm}$ ，调整机构耐久  $> 200$  万次，拖滞力矩  $< 14\text{N}$ ；开发气压盘式制动器综合性能试

验设施，具备模拟惯量、扭转疲劳等实验测试能力，实现制动器自主检测能力；建成新型盘式制动器总成生产线，产能达 10 万套/年；申请发明专利不少于 5 项。

**（二）绩效评价指标：**研制重型卡车盘式制动器，逐步实现规模化国产设备的应用，推动重型车辆关键零部件国产化进程，拉动商用车制动器产业链创新发展。

**申报条件：**由省内独立法人企业牵头申报，牵头企业研发占比不低于 3%。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 500 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 8 级（产品级），完成后不低于 12 级（利润级）。

**项目交示件：**完成时须提供重型卡车盘式制动器第三方项目验收报告、用户应用验证报告，产线和气压盘式制动器综合性能试验设施的第三方检测报告、产能报道，以及产品量产后连续三批次产品一致性证明；产业化生产需落地在山东省内企业。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

### **课题 3：新能源汽车用轻质高性能电机铝转子研制**

**研究内容：**针对新能源汽车异步感应电机对转子高强度、高精度、高电导率和轻量化等需求，开发新能源汽车用轻质高性能电机铝转子产品。研究 Fe、Si、Mg、Cu 等典型金属元素加入到纯 Al 中后的存在形式和元素之间的相互左右和组织性能关系规律，建立轻量化新能源汽车高性能电机铝转子专用多元微合金化铝合金材料性能设计准则；研发高性能铝合金制备工艺，研究铝

合金转子用铝合金材料增材制造设计理论，开发新型高性能铝转子合金铝材；研究新能源汽车铝合金转子离心成型制造工艺，实现铝合金材料对异形导条的填充，降低铝合金转子产品在高转速下的蠕变程度；设计建立铝转子无损检测缺陷检测系统；开发轻量化新能源汽车高性能电机铝转子产品规模化生产和应用技术，建立智能化、自动化生产线，实现成型、车加工、动平衡、断条检测等制造工艺和设备运维的智能化，形成新能源汽车电机铝转子批量产业化生产能力，实现产品在新能源汽车上装车测试、应用及验证。

#### **考核指标：**

**（一）项目验收指标：**研发出不少于 3 种不同使用工况的高性能新能源汽车电机转子用多元微合金化铝合金材料体系，建立精准的合金元素添加比例预测模型，模型预测值误差低于 5%；铝合金材料屈服强度达到 80~100MPa，电导率达到 32~34.5MS/m；铝转子产品成型后致密度  $\geq 99\%$ ；离心铸造成型后填充率  $\geq 98\%$ ，孔隙率  $\leq 1\%$ ，高速转动（20000r/min）5min 后，蠕变量  $\leq 0.05\%$ ，X 射线工业 CT 机影像下无可见裂纹、无熔合缺陷；开发出产品成型、机加工、动平衡、断条自动化检测的成套工艺；硅钢片铁芯同心度偏差  $\leq 0.08\text{mm}$ 、圆度误差  $\leq 0.05\text{mm}$ 、平面度  $\leq 0.3\text{mm}$ ；建立起产品无损检测缺陷的检测系统；建成国产高精度、高效率规模化生产线 2-3 条，形成铝转子批量产业化生产能力，产能达 30 万台套/年以上；实现不少于 1000 台套铝转子产品在新能源汽车上装车测试、应用及验证；申请发明专利和实用新型专利不少于 6 项。

**(二) 绩效评价指标:** 掌握国际先进的铝转子制造专用铝合金材料设计与制备技术, 实现高性能多元微合金化铝合金材料应用于轻量化高性能电机铝转子制造; 掌握国际先进的新能源汽车铝合金转子离心成型制造工艺, 打造自主可控的高精度、高效率规模化生产线; 建立起新能源汽车电机铝转子无损检测缺陷的检测系统; 突破国内新能源汽车电驱动核心零部件轻量化难题, 实现铝转子技术自主可控和产业化生产, 满足新能源汽车行业对轻量化高性能电机铝转子高强度、高效率要求和国内外新能源汽车行业高端化发展需要, 助力新能源汽车产业高质量发展。

**申报条件:** 由省内独立法人企业牵头申报, 牵头企业研发占比不低于 3%。

**支持强度:** 省财政资助资金额度不超过 800 万元

**技术成熟度:** 当前等级不低于 6 级 (正样级), 完成后不低于 10 级 (销售级)。

**项目交示件:** 项目完成时承担单位须提供高转速、轻量化、高电导率、低孔隙率、低蠕变量的新能源汽车电机铝转子产品指标测试合格的第三方检测报告, 提供 2 份以上自动化加工及检测工艺报告; 2-3 条国产高精度、高效率规模化电机铝转子生产线产能报告, 并提供量产后连续三批次产品一致性报告; 提供不少于 1000 台套推广应用的客户应用报告、销售合同等证明材料; 产业化生产须落地在山东省内企业。

**张榜范围:** 面向省内外公开张榜

#### 课题 4: 新能源汽车智能控制系统开发

(略)

张榜范围: 面向省内公开张榜

#### 课题 5: 新能源交通装备用甲醇增程器开发

**研究内容:** 针对国内新能源汽车传动动力系统存在动力性差、车速适应范围窄、电机效率低、价格高和体积大的问题, 开展新能源交通装备用甲醇增程器的研究。研究被动式燃气点燃、高效燃烧系统、多点进气气道喷射以及阿特金森循环等关键技术, 匹配研究发动机专用电喷阀、各缸单独缸压传感器, 研究点进气气道喷射、预燃室主动点火等关键技术, 研究缸内直喷喷射、高滚流流动及米勒技术等, 研制形成当量稀薄燃烧兼顾、高滚流、低排放、高效率的甲醇发动机; 研究双输入轴交替换挡技术, 解决动力源匹配中断难题, 开发增程器双输入混动专用动力总成, 并开展示范应用。

**考核指标:**

(一) 项目验收指标: 甲醇发动机, 气缸数 6 个, 总排量  $\geq 12.8\text{L}$ , 低怠速  $\geq 600 \pm 50\text{r/min}$ 。研究出 2 种燃料动力型号甲醇增程器, 单燃料甲醇增程器额定功率达到  $316 \sim 53\text{kW}$ , 额定转速  $\geq 1900\text{r/min}$ , 最大扭矩  $1900 \sim 050\text{N}\cdot\text{m}$ , 最大扭矩转速  $1000 \sim 1500\text{r/min}$ , 最小比油耗  $406 \sim 410\text{g}/(\text{kW}\cdot\text{h})$ , 辅助冷启动温度  $\leq -35^\circ\text{C}$ , 无功率降海拔能力  $2800\text{m}$ , 噪声  $\leq 95\text{dB(A)}$ , 发动机 B10 寿命  $\geq 1500000\text{ km}$ ; 双燃料甲醇增程器额定功率达到

367~412kW，额定转速 1800r/min，最大扭矩 2240~2600N·m，最大扭矩转速 1100~1400r/min，最小比油耗（柴油/甲醇）147(181)/118(29)g/(kW·h)，带辅助起动装置的冷启动温度 $\leq -40^{\circ}\text{C}$ ，无功率降海拔能力 3000m，噪声 $\leq 95.3\text{dB(A)}$ ，发动机 B10 寿命 1600000 Km；建成甲醇增程器生产线，产能达 5000 套/年；实现 2 种燃料动力型号甲醇增程器在不少于 4 个场景下的商用车整车、船舶等应用不少于 2000 台/套；申请发明专利不少于 5 项。

**(二)绩效评价指标：**突破增程器双输入混动专用动力总成、高效燃烧发动机技术难题，实现甲醇增程器的产业化生产及应用，在商用车、船舶等动力需求行业设备中批量应用，助力交通领域节能减碳，带动发动机、发电机等传统产业链发展，推动新能源商用车、船舶等产业创新发展。

**申报条件：**由省内独立法人企业牵头申报，牵头企业研发占比不低于 3%。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 800 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 5 级（初样级），完成后不低于 10 级（销售级）。

**项目交示范件：**完成时须提供甲醇发动机、2 种燃料动力型号甲醇增程器等满足考核指标的第三方检测报告；产能达 5000 套/年的甲醇增程器生产线第三方检测报告和产能报告，以及量产后连续三批次产品一致性证明；2 款甲醇增程器在不少于 4 个场景下的商用车、船舶等应用不少于 2000 台/套的销售合同、用户验收报告及应用证明；产业化生产需落地在山东省内企业。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

### **（三）新能源新材料**

#### **项目一：新能源**

##### **课题 1：高温磁热材料及热泵系统开发**

**研究内容：**基于传统热泵效率低、采用非环保介质、核心零部件依赖进口等问题，开展高温磁热材料及热泵系统技术研究。研究高温磁热泵循环构造理论，建立磁热泵磁-热-力场作用下循环的动态性能表征模型，明晰不同运行参数及结构参数对制热效率、制热量、温跨等性能参数的影响规律；研究高居里温度、高磁熵变的多温段磁热材料配方，形成高温磁热材料的合成制备技术方案；研究磁热泵循环的回热机理和大温跨磁热回热器及其与磁热泵单元模块的高效融合，设计基于微元回热技术的新型高效磁热泵回热器，开发大温跨磁热泵单元模块；研发适用于高温的高效热管换热技术，设计适用于高温的高效换热模块，研究高效空调的集成设计技术，探究磁热泵技术在多场景的应用方法，开发磁热泵空调，并开展应用示范。

#### **考核指标：**

**（一）项目验收指标：**建立磁热泵制热循环理论模型 1 套；研制高温磁热材料，居里温度不低于  $100^{\circ}\text{C}$ ，磁熵变  $\geq 5\text{J/kgK}@1.5\text{T}$ ；开发磁热泵回热器，回热器换热效率  $\geq 55\%$ ，开发磁热泵单元模块不少于 3 套，单个模块温跨  $\geq 15\text{K}$ ，多个模块复叠温跨  $\geq 40\text{K}$ ；开发高效换热模块，换热效率  $\geq 90\%$ ；研制磁热泵空调产品，工作温度范围  $-15\sim 45^{\circ}\text{C}$ ，对应制热效率可达到

120~200%，最高制热温度 $\geq 60^{\circ}\text{C}$ ，低温下制热效率 $\geq 120\%$ ，制热量 $\geq 100\text{W}$ ；建立系列化磁热泵空调生产线，在商场、家庭、工厂等不少于3个应用场景开展磁热泵应用示范；申请发明专利不少于20项，制定或修订国家/行业/团体标准不少于1项。

**（二）绩效评价指标：**打破高温热泵技术国外垄断现状，实现磁热泵知识产权自主可控，创新空调运行模式，实现整体效能提升20%；研发磁热材料及永磁体材料，促进中国稀土材料的推广应用，提高稀土产品附加值，为家庭用热、新能源汽车热泵、工农业加热等制热行业提供高能效磁热泵产品，带动产业链上下游集聚发展。

**申报条件：**由省内独立法人企业牵头申报，牵头企业研发占比不低于3%。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过1200万元

**技术成熟度：**当前等级不低于5级（初样级），完成后不低于10级（销售级）。

**项目交示件：**完成时须提供磁热泵制热循环理论模型1套；高温磁热材料、磁热泵回热器、磁热泵单元模块、磁热泵空调产品第三方考核指标测试合格报告；系列化磁热泵空调生产线第三方检测报告；在不少于3个应用场景示范销售合同、用户验收报告及应用证明；国家级第三方机构出具的成果鉴定证书，技术成果达到国际领先水平；产业化生产需落地在山东省内企业。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

## 课题 2：储能用高性能磷酸铁锂电池开发

**研究内容：**面向建设新型电力系统、推动能源绿色低碳转型对安全高效的新型储能的巨大需求，开展高可靠性高能量密度磷酸铁锂电池的开发。研究磷酸铁锂正极片柔韧性提升技术、晶体控制技术，制备球形核壳结构磷酸铁锂材料，提高磷酸铁锂电池材料压实密度和克容量；研究先进碳包覆和离子掺杂等技术，提高磷酸铁锂材料导电性和批次稳定性；研究纳米粉体分散技术，提高循环性能和安全性；模拟磷酸铁锂电池内部结构、研究集流体表面改性和高电子传导技术，优化电池内部结构，提升磷酸铁锂电池能量密度；研究高比能磷酸铁锂电液体系，提高磷酸铁锂电池环境适应性；研究高能量密度磷酸铁锂电池生产工艺及生产设备智能化控制设备，建成储能用高性能磷酸铁锂电池产线，实现安全高效绿色储能技术产业化，并实现储能用磷酸铁锂电池规模化应用示范。

### 考核指标：

**（一）项目验收指标：**球形核壳结构磷酸铁锂材料：压实密度 $>2.7\text{g/cc}$ ，1C 克容量 $>150\text{mAh/g}$ ，电导率 $>0.1\text{S/cm}$ 。储能磷酸铁锂电池性能：能量密度 $>180\text{Wh/kg}$ ，100%DOD 循环寿命 $>5000$ 次，60%DOD 循环寿命 $>12000$ 次， $-20^\circ\text{C}$ 低温放电容量保持率 $>70\%$ ； $85^\circ\text{C}$ 高温存储 1000h 容量保持率 $>75\%$ ；建成储能用高性能磷酸铁锂电池产线，产能达到 1GWh/年，储能用磷酸铁锂电池实现在电力系统（发电、供电）储能、基站储能和家庭储能等不少于 4 种储能场景的规模化示范；申请发明专利不少于 5 项。

**（二）绩效评价指标：**突破磷酸铁锂电池能量密度低的技术

瓶颈问题，完成高可靠性高能量密度的高性能磷酸铁锂电池开发及产业化研究，拓宽磷酸铁锂电池在储能领域的应用，助力能源结构转型，带动储能电池、磷酸铁锂材料、电解液等新能源电池产业发展。

**申报条件：**由省内独立法人企业牵头申报，牵头企业研发占比不低于 3%。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 1000 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 5 级（初样级），完成后不低于 10 级（销售级）。

**项目交示件：**完成时须提供磷酸铁锂材料、储能用磷酸铁锂电池等满足考核指标的第三方检测报告；产能达 1GWh/年的高效绿色储能用磷酸铁锂电池生产线第三方检测报告和产能报告，以及量产后连续三批次产品一致性证明；储能用磷酸铁锂电池应用于电力系统储能、基站储能和家庭储能等不少于 4 种储能场景的销售合同、用户验收证明及应用报告；产业化生产需落地在山东省内企业。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

### 课题 3：高比能正极补锂剂制备

**研究内容：**针对富锂铁酸锂制备技术难、空气稳定性差、表面残碱高、高温存储产气等问题，开展小粒径、低极化、低残碱制备工艺攻克及产业化研究。研究富锂铁酸锂的成核、晶体生长过程，分析结块、匣钵粘壁等问题；优化前驱体筛选、混料方式，解决高锂量下的富锂铁酸锂生长不均匀、过度生长问题；分析富

锂铁酸锂在空气中的质变过程监控和机理，掌握质变规律，指导产品包覆改性方向；研究不同包覆层隔绝空气效果，明确最佳包覆层种类、包覆层厚度，指导优化最佳包覆源、包覆条件；研究富锂铁酸锂的表面残碱降低技术，提高产品在电池应用中匀浆涂覆稳定性，减少材料与电解液副反应，提高电池能量密度和长循环性能；研究制备-包覆连续化生产技术，减少或裁断成品在空气中后处理环节，提高有效可用比容量，并提高生产效率、降低生产能耗和成本；开展匣钵材质的选型和涂层材料的开发，减少匣钵腐蚀，减少产品杂质引入，避免杂质影响电池性能；开展富锂铁酸锂在动力、储能电池领域中电池体系的匹配和应用研究，包含 NP 比设计、电解液匹配、化成截止电压探究、二次注液等，搭建高比能正极补锂剂制备产线，并实现在动力电池、储能电池等产品应用推广。

### 考核指标：

**（一）项目验收指标：**开发出小粒径化、低残碱、高比能及空气兼容度佳的富锂铁酸锂，充电比容量  $\geq 700\text{mAh/g}$ ，游离总碱值  $\leq 0.5\%$ ，粒径  $D_{50} \leq 8\mu\text{m}$ ，20%空气湿度存储 7 天容量  $\geq 600\text{mAh/g}$ ；开发非水溶液碱值测试方法，正确指导碱值的测试与评估；开发制备-包覆的连续化生产工艺，建成高比能正极补锂剂制备产线和示范中心，产能规模达 1000t/年，具备正极补锂剂的定制化设计和生产能力；应用高性能正极补锂剂，实现磷酸铁锂动力电池比能量提高率  $>4\%$ ，单体能量密度达到  $180\text{Wh/kg}$ ，磷酸铁锂储能电池循环寿命提升 3000 周以上，循环寿命提升至 10000 周以上；实现在动力电池、储能电池等领域不少于 3 家电

池客户的规模化推广，应用不少于 500t；申请发明专利不少于 20 项。

**（二）绩效评价指标：**攻克高比能富锂铁酸锂的制备技术、产业化技术，形成国际领先的高比能正极补锂剂技术，广泛应用于储能电池、动力电池等方面，助力锂离子电池循环寿命和能量密度同步提升，推动锂离子电池产业创新发展。

**申报条件：**由省内独立法人企业牵头申报，牵头企业研发占比不低于 3%。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 1000 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 6 级（正样级），完成后不低于 10 级（销售级）。

**项目交示件：**完成时须提供富锂铁酸锂（高比能正极补锂剂）、应用高比能正极补锂剂的动力磷酸铁锂电池和储能磷酸铁锂电池满足考核指标的第三方检测报告；高比能正极补锂剂制备产线和示范中心等第三方检测报告、产能报告，以及量产后连续三批次产品一致性报告；不少于 3 家电池客户的使用评价反馈报告、销售合同等证明材料；发明专利受理/授权通知书；产业化生产须落地在山东省内企业。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

**项目二：无机非金属材料**

**课题 1：12 吋碳化硅晶舟制备**

**研究内容：**针对国内高端芯片制程用碳化硅晶舟完全依赖进口的问题，开展 12 吋碳化硅晶舟制备关键技术的研究。研究碳

化硅原料的高品质精选、高纯碳化硅提纯工艺、碳化硅粉体表面改性工艺和碳化硅粉体粉碎、整形技术，研制适用于超复杂 12 吋碳化硅晶舟的高纯碳化硅微粉；研究超复杂 12 吋碳化硅晶舟的精准成型技术，优化碳化硅原料配方和添加剂、烧结助剂添加量，探究料浆性能对坯体成型、成型工艺对产品性能的影响，设计最佳成型工艺方案；针对 12 吋碳化硅晶舟烧结过程中材料纯度问题，研究装烧方式、烧结气氛、烧结环境等晶舟的烧结技术，突破晶舟的烧结工艺；研究 12 吋碳化硅晶舟材料和产品的全过程检测技术，建立完整的检测手段和检测标准体系，优化超复杂 12 吋碳化硅晶舟的智能化加工方案，提升结构件关键位置的尺寸精度，降低粗糙度。

#### **考核指标:**

**（一）项目验收指标：**研制出高纯碳化硅微粉，纯度 $>99.995\%$ ，振实密度 $\geq 1.85\text{g/cm}^3$ ；研制出超复杂 12 吋碳化硅晶舟，杂质含量 $<100\text{ppm}$ ，坯体成型达到产业化要求，合格率 $>90\%$ ，材料密度 $\geq 3.03\text{g/cm}^3$ ，室温弯曲强度 $\geq 300\text{MPa}$ ，高温弯曲强度( $1200^\circ\text{C}$ ) $\geq 330\text{MPa}$ ，导热系数( $1200^\circ\text{C}$ ) $\geq 30\text{W/m}\cdot\text{k}$ ，晶舟最大尺寸 $\phi 350\times 1000(\text{mm})$ ，关键位置尺寸公差 $\pm 0.1\text{mm}$ ，关键位置表面粗糙度 $0.8\mu\text{m}$ ；建成碳化硅 12 吋晶舟生产线，产能超过 500 套/年，完成 2 项以上（含）超复杂 12 吋碳化硅晶舟在半导体制程工艺中的示范应用；申请发明专利不少于 5 项，制定或修订国家/行业/团体标准不少于 3 项。

**（二）绩效评价指标：**突破超复杂 12 吋碳化硅晶舟精密成型、烧结、智能精密加工等制备关键技术，解决晶舟制备“卡脖

子”难题，逐步实现国产超复杂碳化硅晶舟的规模化应用，产品价格与进口相比下降 60%，提升高端芯片产业链独立自主、安全可控水平。

**申报条件：**由省内独立法人企业牵头申报，牵头企业研发投入占比不低于 3%。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 800 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 5 级（初样级），完成后不低于 10 级（销售级）。

**项目交示件：**完成时须提供超复杂碳化硅 12 吋晶舟第三方测试检测报告；形成高纯碳化硅粉体的制备工艺技术、超复杂碳化硅 12 吋晶舟的精准成型技术、烧结技术和精密加工技术工艺包；碳化硅 12 吋晶舟生产线的第三方检测报告和产能报告；2 项以上（含）的超复杂 12 吋碳化硅晶舟在半导体制程工艺中的示范应用采购协议或销售合同等证明材料；产业化生产须落地在山东省内企业。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

## **课题 2：电感器磁电转化关键材料制备**

**研究内容：**面向系统级芯片小型、高频等性能需求，研究芯片系统集成电感用高频软磁铁氧体材料开发、薄膜制备与应用。研究材料磁化动力与阻力间竞争关系调控、磁化机制与磁畴形态间关系控制、广义各向异性诱导及各向异性场调控机制，开发电感用高频软磁铁氧体薄膜材料；优化磁性薄膜的旋转喷涂工艺，突破薄膜的低温（ $\leq 400^{\circ}\text{C}$ ）晶化及与半导体工艺兼容等关键技

术，解决软磁铁氧体薄膜沉积技术难以与半导体工艺兼容难题，消除制备技术缺陷导致的磁性能不佳等应用限制，实现低温晶化的软磁铁氧体薄膜材料和系统级芯片集成用软磁铁氧体薄膜电感器的规模化制造。

### **考核指标:**

**(一) 项目验收指标:** 研制出低温沉积 ( $<150^{\circ}\text{C}$ ) 的软磁铁氧体薄膜，饱和磁化强度  $4\pi M_s=4000\text{Gs}\pm 20\%$ ，磁导率  $\mu_r \geq 100$  (100MHz)，截止频率  $f_r \geq 500\text{MHz}$ ，居里温度  $T_c \geq 200^{\circ}\text{C}$ ，薄膜厚度  $0.5\sim 2.0\mu\text{m}$ ，薄膜厚度均匀性  $\pm 10\%$ ，薄膜性能参数一致性  $\pm 10\%$ ；薄膜电感实现与半导体工艺兼容，应用频率  $f \geq 100\text{MHz}$ ，电感密度  $L \geq 10\text{nH}/\text{mm}^2$  (100MHz)，品质因数  $Q \geq 10$  (100MHz)；建成智能化生产线，产能达 2000 吨/年；申请发明专利不少于 10 项。

**(二) 绩效评价指标:** 形成芯片系统集成电感用高频软磁铁氧体材料及软磁铁氧体薄膜的制造能力，打破国外系统级芯片用元器件及其原材料的封锁与垄断；实现高频软磁铁氧体薄膜材料的产业化，加速国产化集成电感的应用普及。

**申报条件:** 由省内独立法人企业牵头申报，牵头企业研发投入占比不低于 3%。

**支持强度:** 省财政资助资金额度不超过 800 万元

**技术成熟度:** 当前等级不低于 5 级 (初样级)，完成后不低于 10 级 (销售级)。

**项目交示件:** 完成时须提供软磁铁氧体薄膜及电感器第三方考核指标测试合格报告；智能化生产线第三方检测报告，量产后

连续三批次产品一致性报告以及封装工艺等规范文件；企业订单或采购协议等证明材料；产业化生产须落地在山东省内企业。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

### **课题 3：光纤预制棒制备技术研究**

**研究内容：**面向光纤光缆等网络基础设施对高性能光纤预制棒的需求，开展光纤预制棒制备技术的研究。研究 OVD 芯棒剖面设计、B/A 数值选型及 OVD 芯棒掺氟技术对光纤低衰减及光学性能稳定的影响机制；开展多喷灯相对位置对火焰稳定性影响的研究，解决多喷灯干扰问题，提升包层沉淀均匀性；研究喷灯内各种气体流量比例、喷灯之间的气体流量对沉积转化率和疏松体密度、折射率剖面的影响，设计出合格的折射率剖面，提高光纤预制棒稳定性；研究喷灯和沉积靶在沉积过程中的动态距离、靶棒移动和旋转速度对沉积密度的影响，提升多喷灯沉积速率和沉积转化效率；明晰 VAD 喷灯的角度、位置变化对折射率剖面的影响，利用多喷灯 VAD 制备出复杂剖面光纤预制棒；探索烧结速度、温度对成品棒玻璃化的影响，实现光纤预制棒完全玻璃化，研制 $\text{Ø}150\text{mm}$  光纤预制棒，优化 OVD 烧结工艺，提升 $\text{Ø}150\text{mm}$  光纤的直径均匀性。

#### **考核指标：**

**（一）项目验收指标：**芯棒沉积速率  $\geq 20\text{g/min}$ ，收集效率  $\geq 60\%$ ；单根芯棒重量  $\geq 15\text{kg}$ ；研制出 $\text{Ø}150\text{mm}$  光纤预制棒，外观无坑洼缺陷，预制棒内部无气泡、气现等缺陷，OVD 沉积速率  $90\text{g/min}$ ，收集效率从 55% 提高到 70% 以上，光纤预制棒外径

均匀性控制在  $D_{\max}-D_{\min} \leq 15\text{mm}$  内；研制 G.657.A2 型号光纤预制棒，1550nm  $1 \times 7.5\text{mm}$  半径弯损耗  $\leq 0.3(0.5)\text{dB}$ ；1625nm  $1 \times 7.5\text{mm}$  半径弯曲损耗  $\leq 0.8(1.0)\text{dB}$ ；研制出 G.654.E 型号光纤预制棒，光纤在 1550nm 波长下损耗  $\leq 0.165\text{dB}$ ；MFD： $11.5 \sim 12.5\mu\text{m}$ ；建设三喷灯 VAD 产线 2 条，OVD 掺氟产线 2 条，OVD 生产线 2 条；申请发明专利不少于 10 项。

**（二）绩效评价指标：**研制具有优秀抗弯曲性能的光纤预制棒，实现 G.657.A2 和 G.654.E 等光纤预制棒规模化量产，实现预制棒综合成本降低 10%，增大光纤的传输距离，降低 5G 网络建设成本。

**申报条件：**由省内独立法人企业牵头申报，牵头企业研发占比不低于 3%。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 1000 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 5 级（初样级），完成后不低于 10 级（销售级）。

**项目交示件：**完成时须提供  $\text{O}150\text{mm}$ 、G.657.A2、G.654.E 等光纤预制棒产品第三方检验报告；三喷灯 VAD、OVD 掺氟和 OVD 产线的第三方检测报告，以及各类型产品量产后连续三批次产品一致性报告、用户验证报告；销售合同、销售收入等证明材料；产业化生产须落地在山东省内企业。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

### 项目三：金属材料

#### 课题 1：集成电路溅射靶材关键制备技术研发

**研究内容：**针对国产集成电路溅射靶材不能完全满足要求，进口溅射靶材“卡脖子”的问题，开展集成电路用溅射靶材制备技术与应用研究。探究 Cu 电沉积过程杂质析出的影响因素与机制，开发成套电解精炼设备，研究优化 7N 超高纯铜深度电解精炼提纯工艺；研究真空熔炼工艺及低熔点金属杂质/非金属杂质含量控制技术和铸锭缺陷控制技术，制备出 6N5~7N 大规格超高纯铜、铜铝合金以及铜锰合金等铜合金铸锭；开展先进制程用大尺寸超高纯铜及铜铝、铜锰等铜合金溅射靶材制备技术研究，解析铜及铜合金的塑性变形及再结晶特性，优化形变热处理、大规格靶材高精密加工、靶材内部微颗粒检测工艺，建成 6N5~7N 超高纯铜、铜铝合金及铜锰合金靶材生产线。

#### 考核指标：

**(一)项目验收指标：**超高纯电解铜纯度  $\geq 7N$  (99.99999wt%，分析金属杂质元素 40 个以上)，关键杂质元素  $Ag \leq 0.08\text{ppm}$ 、 $Si \leq 0.05\text{ppm}$ 、 $Fe \leq 0.005\text{ppm}$ ；超高纯铜、铜铝合金及铜锰合金铸锭直径  $\geq 280\text{mm}$ ，铜铸锭纯度  $\geq 7N$ ，铜铝合金和铜锰合金铸锭纯度  $\geq 6N5$  (99.9995wt%，分析金属杂质元素 40 个以上，除非金属杂质元素用减量法计算)，关键金属杂质元素  $Ag \leq 0.09\text{ppm}$ 、 $Si \leq 0.09\text{ppm}$ 、 $Fe \leq 0.05\text{ppm}$ ，关键非金属杂质元素  $C \leq 1\text{ppm}$ 、 $H \leq 0.1\text{ppm}$ 、 $N \leq 1\text{ppm}$ 、 $O \leq 1\text{ppm}$ ，其余杂质元素含量满足“GB/T 39159-2020 集成电路用高纯铜合金靶材”要求，合金元素含量偏差  $\leq 10\%$ ；超高纯铜、铜铝合金及铜锰合金靶材纯度  $\geq 6N5$

(99.9995wt%), 平均晶粒尺寸 $\leq 50\mu\text{m}$ , 靶材直径 $\geq 400\text{mm}$ , 靶材焊合率 $\geq 98\%$ , 表面粗糙度 $R_a \leq 0.4\mu\text{m}$ ; 建成超高纯电解铜年产能 $\geq 300$ 吨生产线, 建成超高纯铜、铜铝合金及铜锰合金铸锭年产能 $\geq 300$ 吨生产线, 开发不少于10款的超高纯铜、铜铝合金及铜锰合金靶材产品; 建成12英寸超高纯铜、铜铝合金及铜锰合金靶材年产能 $\geq 5000$ 块生产线; 申请发明专利不少于5项, 制定或修订国家/行业/团体标准不少于8项。

**(二) 绩效评价指标:** 开发出6N5~7N超高纯铜、铜铝合金及铜锰合金靶材, 解决当前高端集成电路用溅射靶材“卡脖子”问题, 实现靶材国产化替代和自主可控; 建立300吨以上的电解铜、超高纯铜、铜铝合金及铜锰合金铸锭、靶材生产线, 提升我省高端制造产业附加值, 保障国内集成电路供应链安全, 推动产业发展迈向全球价值链中高端。

**申报条件:** 由省内独立法人企业牵头申报, 牵头企业研发占比不低于3%。

**支持强度:** 省财政资助资金额度不超过1000万元

**技术成熟度:** 当前等级不低于5级(初样级), 完成后不低于10级(销售级)。

**项目交示件:** 完成时须提供不少于5款的超高纯铜及铜合金靶材产品以及量产后连续三批次产品一致性报告、用户验证报告; 1000吨/年的高端集成电路用合金背板产能生产线、300吨/年产能的超高纯电解铜生产线、300吨/年产能的超高纯铜及铜合金铸锭生产线、5000块/年产能的超高纯铜及铜合金靶材生产线的第三方检测报告; 销售合同、销售订单等证明材料; 产业化生产须

落地在山东省内企业。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

## **课题 2：高品质再生铝合金制造成套技术研发**

**研究内容：**围绕铝矿资源严重依赖进口制约产业发展现状，聚焦回收铝预处理污染严重、再生铝处理与加工关键设备依赖进口等问题，开展高品质再生铝合金制造技术研究。研究废铝表面化合物的热降解/氧化技术及连续热解工艺，开发挥发性有机化合物气体的高效吸附材料及吸附工艺技术，揭示再生铝预处理热辐射和回流再循环规律，掌握再生铝绿色、智能化、低能耗预处理技术；基于铝熔体中的团簇演变，揭示回收铝与再生铝合金组织性能的关联关系，开发再生铝的熔体处理技术、微合金化品质提升技术、杂质元素调控与变质技术、晶粒细化技术和热处理技术，开发高品质再生铝合金的铸造关键技术，建立铝合金圆铸锭智能制造生产线；研究集成高品质再生铝绿色高效循环利用关键技术，建立再生铝的成形制造关键技术并形成铝加工高端制造产业链闭环生态圈，形成再生铝合金高端制造产品体系，实现再生铝在 3C 产品、新能源汽车轻量化等领域的典型应用示范。

### **考核指标：**

**（一）项目验收指标：**再生铝熔体，杂质总含量  $\leq 0.5\text{wt.}\%$ ；夹杂物含量  $\leq 0.5\text{mm}^2/\text{Kg}$ ，氢含量  $\leq 0.12\text{ml}/100\text{gAl}$ 。再生铝合金圆铸锭，再生铝添加比例  $\geq 50\%$ ，熔体氢含量  $\leq 0.13\text{ml}/100\text{gAl}$ ；铸锭低倍组织无羽毛晶、裂纹、气孔、光亮晶粒等缺陷，高倍组织无过烧、晶粒度一级、疏松一级；6XXX 系挤压型材本体取

样抗拉强度 $\geq 260\text{MPa}$ 、屈服强度 $\geq 240\text{MPa}$ 、伸长率 $\geq 8\%$ 。再生铝开发的 7XXX 系 3C 电子产品（再生铝添加比例不少于 50%），平均晶粒 $\leq 140\ \mu\text{m}$ 、最大晶粒 $\leq 453\ \mu\text{m}$ 、晶粒纵横比要求 0.8-1.2；夹杂物尺寸 $\leq 25\ \mu\text{m}$ ；本体取样，抗拉强度 $\geq 380\text{MPa}$ 、屈服强度 $\geq 353\text{MPa}$ 、断后延伸率 $\geq 10\%$ 。形成一套完备的再生铝预处理、熔铸、均匀化热处理工艺，研发再生铝预处理装备，建成具备除杂（油污、橡胶塑料等包覆杂质、泥沙等）、破碎、除铁、磁选、X 光选、脱漆、清洗、烘干等功能的再生铝合金智能化预处理生产线 1 条，处理能力不低于 2 万吨/年；建成回收铝-预处理-再生铝-再合金化-全新铝合金产品一体化智能生产线 1 条，高品质再生铝高端制造产品产能不低于 1 万吨/年。实现再生铝在 3C 产品、新能源汽车轻量化等不少于 2 个领域的典型应用示范，应用规模不少于 5000 吨。申请相关发明专利不少于 4 项，参与制定或修订国家/行业标准不少于 2 项。

**（二）绩效评价指标：**突破再生铝绿色、智能化、低能耗预处理制造技术，建成回收铝预处理-再生铝-再合金化-全新铝合金产品一体化智能生产线，技术水平达到国际先进，有效完善废弃铝材资源回收、分选和加工网络，突破再生铝处理与加工关键设备“卡脖子”难题，实现再生铝在高端铝部件中循环利用，驱动铝加工产业和汽车、3C 电子、精密制造等高端制造业高质量发展。

**申报条件：**由省内独立法人企业牵头申报，牵头企业研发占比不低于 3%。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 1000 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 6 级（正样机），完成后不低于 10 级（销售级）。

**项目交示件：**完成时须提供再生铝熔体、再生铝合金圆铸锭、再生铝开发的 3C 电子产品等满足考核指标的第三方检测报告；再生铝预处理、熔铸、均匀化热处理工艺规范文件；建成再生铝合金智能化预处理生产线、回收铝-预处理-再生铝-再合金化-全新铝合金产品一体化智能生产线，提供产能检测报告和量产后连续三批次产品性能一致性报告；提供在不少于 2 个领域应用规模不少于 5000 吨的用户应用报告、销售合同等证明材料；产业化生产须落地在山东省内企业。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

### **课题 3：清洁能源用钢关键技术开发**

**研究内容：**针对水电工程、LNG、氢能等清洁能源对高性能钢材的需求，开展系列化清洁能源用钢的开发。研究低碳、低碳当量、低焊接裂纹敏感性调质高强钢组织调控技术，实现板厚方向显微组织梯度与板厚方向淬火冷却速度匹配，研究高强钢两阶段轧制、特殊梯度淬火工艺，实现特厚钢板沿板厚方向晶粒均匀性，开发水电工程用低碳、低碳当量、低焊接裂纹敏感性调质高强钢；研究镍系超低温环境压力容器钢板洁净钢冶炼、-196℃低温冲击韧性保证、表面质量控制、剩磁控制、极限薄规格板形控制技术开发，制定 9Ni 钢炼钢和连铸的工艺参数和操作规程及预案，开发大型 LNG 储运用 9Ni 钢板；研究低碳当量、多次模焊储氢容器强韧性匹配技术，添加微量 Nb、V 补充降碳强度损失，

采用控轧控冷、细化晶粒，提高焊后热处理后强度水平，充分化正火，提高低温韧性，开发低碳当量、多次模焊储氢容器钢板；搭建水电工程用调质高强度钢板、LNG 储运用 9Ni 钢板、储氢容器钢板规模化生产线，并开展应用示范。

### 考核指标:

**(一)项目验收指标:** 开发出 800MPa 级水电用钢工艺技术，研制出 800MPa 级高强水电用钢板，化学成分： $C \leq 0.09\%$ ， $C_{eq} \leq 0.52\%$ ， $P_{cm} \leq 0.25\%$ ，力学性能： $ReL \geq 690MPa$ ， $R_m: 770MPa-930MPa$ ， $A \geq 15\%$ ， $-40^\circ C$  横向冲击功  $\geq 100J$ ， $-20^\circ C$  横向时效冲击功  $\geq 100J$ ；研制出 LNG 储运用 9Ni 钢板，力学性能： $ReL \geq 560MPa$ ； $R_m 680 \sim 820MPa$ ； $A \geq 19\%$ ； $-196^\circ C Akv$ （横向） $\geq 100J$ ；研制出低碳当量、多次模焊储氢容器钢板，碳当量  $\leq 0.43\%$ ，力学性能： $R_{p0.2} \geq 345MPa$ ， $R_m 485-620$ ， $A \geq 18\%$ ， $-20^\circ C$  以下冲击  $\geq 27J$ ；建成 800MPa 级水电钢、LNG 储运用 9Ni 钢、储氢容器钢生产线，整体产能达 15000 吨/年以上，相关产品实现在水电工程、LNG 储运、储氢容器等不少于 3 个领域应用示范，实现百吨级批量化供应；申请发明专利不少于 2 项，制定或修订国家/行业标准不少于 1 项。

**(二)绩效评价指标:** 突破低焊接裂纹敏感性调质高强钢组织调控、LNG 储运用 9Ni 钢板成套、微量 Nb、V 补充降碳强度损失等技术，制备出 800MPa 级水电钢、LNG 储运用 9Ni 钢、储氢容器钢等产品，实现清洁能源用钢，推动钢材高值化应用，助力清洁能源产业发展。

**申报条件:** 由省内独立法人企业牵头申报，牵头企业研发占

比不低于 3%。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 1000 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 6 级（正样级），完成后不低于 10 级（销售级）。

**项目交示件：**完成时须提供 800MPa 级高强水电用钢板、LNG 储运用 9Ni 钢板、低碳当量多次模焊储氢容器钢板等满足考核指标的第三方认证报告，800MPa 级水电钢、LNG 储运用 9Ni 钢、储氢容器钢生产线产能检测报告，并提供量产后连续三批次产品一致性报告；在水电工程、LNG 储运、储氢容器等不少于 3 个领域应用示范，实现百吨级批量化供应的用户应用报告、销售合同等证明材料；产业化生产须落地在山东省内企业。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

#### 项目四：复合材料

##### 课题 1：芳纶涂覆锂电池隔膜工程化制备

**研究内容：**针对传统锂电池隔膜耐热性差、浸润性差等问题，通过相转换方法，研究芳纶涂覆隔膜制备技术。研究浆料一致性精准调控技术，明确单体配比、浓度、溶剂体系以及缩聚反应温度、时间对聚芳酰胺分子量大小及分布的影响机制，设计浆料组成配比方案，实现涂布成形均匀性控制；研究聚芳酰胺分子量大小及其分布、浆料组成、浓度和温度等参数对其流变行为的影响，揭示凝固过程中浆料流变性能的变化规律；研究聚芳酰胺高分子-溶剂-致孔剂复杂体系在凝固剂中的相变规律，明确膜聚集态结构的调控机制，建立成形工艺条件、流变性能、隔膜结构与性能

之间的构效关系，优化芳纶涂覆浆料配方和涂覆成形工艺，建设芳纶涂覆锂电池隔膜模化生产装置。

**考核指标：**

**（一）项目验收指标：**研制出芳纶涂覆隔膜，涂层厚度单层 $2\mu\text{m}$ ，双层 $4\mu\text{m}$ ，透气值 $200\pm 50\text{ s}\cdot 100\text{cc}^{-1}$ ，横向、纵向热收缩值 $\leq 3.0\%$ ，在 $120^\circ\text{C}$ 下加热1小时，破膜温度 $\geq 230^\circ\text{C}$ ，闭孔温度 $< 130^\circ\text{C}$ ，拉伸强度 $\geq 200\text{ MPa/MD}$ ；应用芳纶涂覆隔膜制备的锂电池与陶瓷涂覆隔膜制备的锂电池相比高/低温放电容量高5%以上，锂电池循环寿命高5%以上；建成芳纶涂覆锂电池隔膜规模化生产装置，产能达1亿平方米/年；申请发明专利不少于2项。

**（二）绩效评价指标：**开发芳纶隔膜涂覆技术，实现芳纶锂电池隔膜国产替代，与国外同类产品相比降本达50%，实现高端动力锂电池隔膜材料的自主可控，提升国产高端锂电池隔膜的全球竞争力，推动锂电池成本降低5%，保障我国新能源汽车领域产业安全；推动完善芳纶上下游产业链，带动芳纶下游应用技术进步和应用领域高端化发展。

**申报条件：**由省内独立法人企业牵头申报，牵头企业研发占比不低于3%。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过1500万元

**技术成熟度：**当前等级不低于5级（初样级），完成后不低于10级（销售级）。

**项目交示件：**完成时须提供芳纶浆料及其流变学性能技术研究报告，第三方隔膜及锂电池测试报告，涂覆工艺等规范文件；

隔膜产品第三方检测报告；高端锂电池隔膜 1 亿平方米/年的规模化装置第三方检测证明及产能证明，以及量产后连续三批次产品一致性报告；采购协议或销售合同等证明材料；产业化生产须落地在山东省内企业。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

## **课题 2：特种木质新材料制造**

**研究内容：**基于对木材增强塑化、绿色胶接以及高附加值利用的需求，开展绿色轻量特种木质新材料的研究。研究“湿-热-力”对折叠木进行超塑性变形永久固定与密实化对折叠木耐久性和力学强度增强影响规律，优化工艺配方，实现木材良好加工成型性和力学强度，开发特种轻量高强折叠木质新材料制造技术；创新绿色无醛仿生胶黏剂合成技术，研发仿生无醛胶黏剂，建立仿生无醛绿色胶黏剂规模化示范生产线；研究无醛绿色超薄木质纤维饰面新材料的原材料，解决甲醛污染、初黏性低、连续化生产难度高和耐水性差的技术难题，突破高品质木质纤维单元连续制造和连续化生产工艺，研究制造特种无醛绿色超薄饰面新材料，建立产业化示范生产线。

**考核指标：**

**（一）项目验收指标：**研制特种轻量高强折叠木质新材料不少于 3 种，折叠木最大弯折度 90 度，反复对折次数  $\geq 100$  次，拉伸强度  $\geq 500$  MPa，冲击韧性  $\geq 6$  J cm<sup>-2</sup>，压缩强度  $\geq 80$  MPa，防火阻燃等级为难燃级（B1 级）；折叠木质管材（木吸管）压缩强度  $\geq 20$  MPa，90℃热水煮不开胶的时间  $\geq 6$  h；折叠木质蜂窝

结构密度  $\geq 0.1\text{g/cm}^3$ ，压缩强度  $\geq 10\text{MPa}$ ，比压缩强度  $\geq 100\text{MPa}/(\text{g/cm}^3)$ ；超薄饰面新材料的厚度  $\leq 0.60\text{mm}$ ，连续化生产在线速度  $\geq 100\text{m/min}$ ；产品性能指标满足 T/CNFPIA3007-2019 性能要求，甲醛释放量 ENF 级；开发出仿生无醛胶黏剂，建成年产 10 万吨仿生无醛胶黏剂生产线 1 条，建成年产 18 万  $\text{m}^3$  的特种超薄木质纤维饰面新材料连续化生产线 1 条；申请发明专利不少于 3 项。

**（二）绩效评价指标：**突破特种折叠木质新材料关键技术，实现木质材料在汽车、飞机和高层建筑等高端领域的应用，实现木材产业高附加值发展，推动木材产业绿色可持续发展。

**申报条件：**由省内独立法人企业牵头申报，牵头企业研发占比不低于 3%。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 800 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 5 级（初样级），完成后不低于 10 级（销售级）。

**项目交示件：**完成时须提供绿色轻量特种高强折叠木质新材料、特种超薄木质纤维饰面新材料第三方考核指标测试合格报告和用户使用报告；年产 10 万吨仿生无醛胶黏剂生产线、年产 18 万  $\text{m}^3$  的特种超薄木质纤维饰面新材料连续化生产线第三方检测报告及产能报告；产业化生产落地山东省内企业。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

## 项目五：高分子材料

### 课题 1：三元乙丙橡胶复合材料制造

**研究内容：**针对三元乙丙橡胶的生产技术被外国企业垄断、三元乙丙橡胶复合材料原料依赖进口等问题，开展三元乙丙橡胶生产技术及其复合材料国产化攻关。探究三元乙丙橡胶复合材料的构效关系和催化聚合机理，研究三元乙丙橡胶催化与聚合反应控制关键技术和三元乙丙橡胶产业化全流程制造技术，开发三元乙丙橡胶国产化成套工艺技术和应用于多个领域的三元乙丙橡胶复合材料产品；研究国产化三元乙丙橡胶及其复合材料混炼、成型、数字化、循环利用、控制等方面的技术、方法和关键装备，建设 3 万吨/年国产化三元乙丙橡胶复合材料制造成套装备，完成生产验证与示范，填补国内空白。

#### 考核指标：

**（一）项目验收指标：**开发 2 个牌号的三元乙丙橡胶产品，ENB 含量 3.0~5.0%，挥发分  $\leq 0.50\%$ ，灰分  $\leq 0.10\%$ ，钒含量  $\leq 10\mu\text{g/g}$ ；牌号 1：门尼黏度 50~60（ML125℃1+4），乙烯含量 52.5%~57.5%，拉伸强度  $\geq 12\text{MPa}$ ，300%定伸应力  $\geq 9\text{MPa}$ ，拉断伸长率  $\geq 350\%$ ；牌号 2：门尼黏度 65~75（ML125℃1+4），乙烯含量 66.0%~71.0%，拉伸强度  $\geq 14\text{MPa}$ ，300%定伸应力  $\geq 10\text{MPa}$ ，拉断伸长率  $\geq 320\%$ ；开发不少于 2 款三元乙丙橡胶复合材料，电缆防护用复合材料：拉伸强度  $\geq 8.5\text{MPa}$ ，伸长率  $\geq 200\%$ ，体积电阻率(20℃)  $\geq 1 \times 10^{13}\Omega \cdot \text{m}$ ，介电强度  $\geq 30\text{kV/mm}$ ；汽车密封用复合材料：门尼粘度  $60 \pm 30$ （ML100℃1+4），门尼焦烧时间(120℃)： $t_5 \geq 2\text{min}$ ，拉伸强度  $> 6\text{MPa}$ ，扯断伸长率  $\geq 200\%$ ，

压缩永久形变 ( $23\pm 2^{\circ}\text{C}/70\text{h}$ )  $\leq 35\%$ 。建成 3 万吨/年三元乙丙橡胶复合材料的生产线。申请发明专利不少于 6 项。

**(二) 绩效评价指标:** 实现三元乙丙橡胶复合材料国产化制造与成套装备示范, 推进同类产品的国产化替代, 助力橡胶产业向高端化、可持续化转型升级。

**申报条件:** 由省内独立法人企业牵头申报, 牵头企业研发占比不低于 3%。

**支持强度:** 省财政资助资金额度不超过 800 万元

**技术成熟度:** 当前等级不低于 5 级 (初样级), 完成后不低于 11 级 (盈亏级)。

**项目交件:** 完成时须提供 2 个牌号的三元乙丙橡胶产品、2 款三元乙丙橡胶复合材料 (电缆防护用复合材料、汽车密封用复合材料) 等产品第三方检测报告和应用性能测试报告; 年产 3 万吨三元乙丙橡胶复合材料国产化成套装备示范生产线第三方检测报告, 以及量产后连续三批次产品一致性报告; 销售合同、销售收入等证明材料; 产业化生产落地在山东省内企业。

**张榜范围:** 面向省内外公开张榜

## **课题 2: 轮胎用氮化石墨增强橡胶复合材料制备**

**研究内容:** 聚焦新能源汽车对高性能低成本轮胎的应用需求, 研究氮化石墨工业转化及氮化石墨增强橡胶材料。研究以石化副产物芳烃 (如沥青) 和酞菁化合物为原料, 通过固相催化转化制备氮化石墨技术; 研究石墨烯氮掺杂工艺, 实现氮掺杂可控调节, 突破石墨与功能树脂原料均匀混合难、界面不相容的瓶颈, 实现

低成本氮化石墨规模化技术及纳米石墨功能预分散物制备；针对纳米石墨基材料功能化难，表面性质、本征物理特性以及结构之间的界面相互作用等机理不清晰等问题，研究氮化石墨功能预分散物与基体材料如橡胶（SSBR/Nd-BR）、白炭黑（或少量添加炭黑）、硅烷偶联剂、硫化助剂的复合工艺，研究硫化过程中纳米石墨、白炭黑等与基体橡胶间的界面强化效应，突破匀分散、强界面氮化石墨/橡胶复合材料关键性制备技术；针对高性能轮胎特殊应用需求，研究氮化石墨/橡胶复合材料的流变特性对轮胎成型和硫化工艺的影响，优化复合材料配合体系和轮胎生产工艺流程，研制氮化石墨增强橡胶复合材料的高性能轮胎，开展试验胎应用性能评测和示范应用。

#### 考核指标：

（一）项目验收指标：氮化石墨：层数少于 10 层，片层尺寸（长、宽）范围控制在 200 nm~2 μm，比表面积 $>200 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ ，碳质量分数 $\geq 80\%$ ，氧质量分数 $\leq 7\%$ ，氮质量分数 $\geq 4\%$ ；高性能轮胎专用氮化石墨增强橡胶复合材料：邵氏 A 硬度： $65\pm 5$ ，300%定伸强度 $\geq 12 \text{ MPa}$ ，拉伸强度 $\geq 18 \text{ MPa}$ ，扯断伸长率 $\geq 420\%$ ，撕裂强度 $\geq 30 \text{ kN/m}$ ，DIN 磨耗 $\leq 0.18 \text{ cm}^2$ ，体积电阻率 $\leq 109 \Omega \cdot \text{cm}$ ，滞后损耗因子（ $\tan\delta @60^\circ \text{ C}$ ，7%应变，10Hz） $\leq 0.08$ ；导热系数 $\geq 0.24 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ；开发出不少于 2 款基于用氮化石墨/橡胶复合材料的高性能轮胎：225/55R18 101W、235/55R19 105W，滚动阻力系数达到欧盟标签法 B 级，湿路面抓地系数达到欧盟标签法 A 级，轮胎电阻 $\leq 10^9 \Omega$ （未使用导电胶条），实现不少于 10 万条高性能轮胎的示范应用；形成新产品

和工艺 2 项以上，建成产能达百万吨/年的氮化石墨规模化生产线，申请发明专利不少于 6 项，制定或修订国家/行业标准不少于 2 项。

**(二) 绩效评价指标：**突破氮化石墨工业转化及氮化石墨增强橡胶材料制备技术，大幅度降低氮化石墨的规模化制备成本，研制出氮化石墨/橡胶复合材料的高性能轮胎应用，进一步提高车辆行驶安全，实现轮胎较于现有产品成本降低 15% 以上，实现应用高性能轮胎车辆省油 3~5%，实现规模化省油减碳，助力交通领域碳达峰。

**申报条件：**由省内独立法人企业牵头申报，牵头企业研发占比不低于 3%。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 800 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 5 级（初样级），完成后不低于 10 级（销售级）。

**项目交示件：**完成时须提供氮化石墨、用氮化石墨增强橡胶复合材料、2 款氮化石墨增强橡胶轮胎等满足考核指标的第三方检测报告；产能达表万吨/年的氮化石墨工业应用示范生产线第三方检测报告和产能报告，以及量产后连续三批次产品一致性证明；不少于 10 万条高性能轮胎的示范应用的销售合同、用户验收证明及应用报告；产业化生产需落地在山东省内企业。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

### **课题 3：酯型负性光敏封装材料研制**

**研究内容：**针对先进 IC 晶圆级封装材料依赖进口的现状，

开展高端酯型负性光敏封装材料（nPSPI）关键技术研究。研究 nPSPI 前驱体树脂结构和综合性能间的关系，对树脂进行定向结构合成，解决材料核心树脂结构设计问题；探索 nPSPI 助剂体系与作用机理，研究关键单体及助剂的自主设计合成技术和各项助剂的配比方案；研究制程场景中 nPSPI 与其他材料协同作用的服役行为及失效机制，揭示光敏聚酰亚胺结构对晶圆级封装中服役行为的影响规律，优化 nPSPI 材料应用匹配工艺及配方；开发 nPSPI 材料及工程放大技术，实现 nPSPI 材料产业化，研制单批次 200Kg 的高温固化高性能材料的整套工程化装备。

#### 考核指标:

**（一）项目验收指标：**研制出前驱体树脂、感光助剂及高端酯型负性光敏封装材料。前驱体树脂：单体纯度>98%，离子含量<10ppm，树脂膜断裂应力>130MPa，断裂伸长率>30%；感光助剂：纯度≥99.0%，单个金属离子（钠、钾、铁、铜四种金属离子）≤100ppb，感光助剂吸收范围 200~450nm；固化温度 350℃，拉伸强度>140MPa，断裂伸长率>40%，Tg>270℃，5%热分解温度>400℃，热膨胀系数：20~70ppm，介电常数≤3.3，聚酰亚胺膜与铜的附着力>70MPa，光刻精度≤5μm/5μm（线宽/线距，深宽比≥1，曝光能量 200~400mJ/cm<sup>2</sup>）；膜厚度≤10μm，膜均匀性≤5%，建成单批次>200Kg 的晶圆级封装用 nPSPI 材料产业化生产线 1 条；申请发明专利不少于 8 项。

**（二）绩效评价指标：**完成高端酯型负性光敏封装材料的原型配方开发和批量化生产工艺开发，建成国内首条 nPSPI 材料产业化生产线，实现相关材料的国产化应用。

**申报条件：**由省内独立法人企业牵头申报，牵头企业研发占比不低于 3%。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 800 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 5 级（初样级），完成后不低于 10 级（销售级）。

**项目交示件：**完成时须提供高端酯型负性光敏封装材料第三方检测报告；nPSPI 材料产业化生产线第三方检测报告，单批次不小于 200Kg 生产能力的第三方验证报告，量产后连续三批次产品一致性报告、客户端产线的晶圆级先进封装制程验证报告；采购协议或销售合同等证明材料；产业化生产须落地在山东省内企业。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

## 项目六：高性能纤维

### 课题 1：高一致性玻纤电子基材开发

**研究内容：**面向新一代信息技术产品对玻纤电子基材高一致性的需求，开展高一致性玻纤电子基材的开发。研究玻纤设备、工艺、环境、张力、摩擦力等影响因素，开发超高频超低损耗低介电常数玻璃配方；研究智能化生产控制策略、微细玻纤截面垂直度保障及视觉在线检测技术，提升玻纤产品的质量均一性、高一致性；研发拉丝成型数字孪生系统，探究窑炉、漏板、拉丝机与玻璃纤维成型的作用机理，构建交互模型，研究拉丝成型的数值仿真技术和鲁棒控制算法，优化拉丝参数，实现拉丝缠绕过程

中玻纤保持最优张力、缠绕平顺；研究 RFID 电子芯片技术及智能化采集技术，开发铁质高湿环境下智能化质量追溯跟踪系统，实现玻纤生产数据的全过程智能化采集和质量溯源。研发无人值守式含水、含固率精密在线高效检测及反馈系统，提升检测效率，实现高品质玻纤量化的全流程高可靠性生产。

### **考核指标：**

**（一）项目验收指标：**开发出超高频超低损耗玻纤产品生产工艺配方，超高频超低损耗玻纤产品介电常数（10GHz） $\leq 4.3$ 、介电损耗（10GHz） $\leq 0.002$ ，中空纤维数（ppm） $\leq 10$ ；产品纤维规格：4.1 $\mu\text{m}$ ~7.5 $\mu\text{m}$ ，纤维直径中心值 $\pm 10\%$ ；玻璃纤维直径 CV $\leq 5\%$ ；开发出拉丝成型仿真分析系统，拉丝张力 $\leq 350\text{cN}$ ；开发出 RFID 电子芯片技术及智能化采集系统，RFID 正确识别率 $\geq 99\%$ ，RFID 电子芯片读取速度 $\leq 0.5\text{s}$ ；开发出玻纤直径视觉在线检测系统，样品数据检测误差范围 $\pm 0.04\mu\text{m}$ ，单次采样数量 $\geq 100$ 个，识别精准度 $\geq 99.9\%$ ，识别响应时间 $\leq 5\text{s}$ ；建成在线智能检测平台，检测速率达到 20 批次/h，称重精度小于 0.1mg，称重延时小于 0.1s；设计并建成智能制造生产线，超高频超低损耗玻璃纤维产能达到 500 吨/年；申请发明专利不少于 10 项。

**（二）绩效评价指标：**开发高一一致性玻纤电子基材，解决关键基材“卡脖子”难题，产品达到国际先进水平，满足新一代信息技术用高端 CCL 和 PCB 性能要求；带动高端通信设备、元器件产品创新，推动面向新一代信息技术应用场景的技术融合，增强终端信息产品竞争优势。

**申报条件：**由省内独立法人企业牵头申报，牵头企业研发投

入占比不低于 3%。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 1000 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 5 级（初样级），完成后不低于 10 级（销售级）。

**项目交示件：**完成时须提供超高频超低损耗玻纤电子基材产品满足考核要求的第三方检测报告和用户应用报告；RFID 电子芯片技术及智能化采集系统、拉丝成型仿真分析系统、玻纤直径视觉在线检测系统等第三方检测报告；智能制造生产线、在线智能检测平台的第三方检测报告；采购协议或销售合同等证明材料；产业化生产须落地在山东省内企业。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

## **课题 2：T1100 级碳纤维及复合材料产业化制备（略）**

### **（四）现代海洋**

#### **项目一：海洋信息技术**

##### **课题 1：高精度三维探测成像设备研制**

**研究内容：**针对当前深海探测成像、识别和定位技术等存在探测手段单一、探测范围有限、成像精度与维度不足等瓶颈问题，重点攻克低功耗小型化三维探测声呐成像、水下光学探测三维成像、声光融合高精度三维成像系统集成和综合性能评测等关键技术，研制适用于深海移动探测平台和固定平台的声光融合三维探测成像设备，构建深海声光融合三维成像系统综合性能评测技术

体系，验证其在深海探测领域的使用效能，开展典型场景示范应用，进行产业化推广。

**考核指标：**

**（一）项目验收指标：**深海三维成像声呐工程样机 1 套，最大工作深度 6000m，成像分辨率  $\leq 2\text{cm}$ ，中央波束水平和垂直波束角宽  $\leq 0.5^\circ$ ，水平覆盖角宽  $\geq 90^\circ$ ，垂直覆盖宽度  $\geq 45^\circ$ ，波束数为  $180 \times 90$ （水平波束数  $\times$  垂直波束数），作用距离  $\geq 50\text{m}$ 。完成可适用于水下固定和移动平台的高精度三维成像光学设备工程样机各 1 套，工作水深  $\geq 6000\text{m}$ ，激光线扫描角度  $\geq 50^\circ$ ，测距分辨率  $1.3\text{mm}@3\text{m}$ ， $4.5\text{mm}@10\text{m}$ ，三维成像距离 1.5-20m，单线点云数 2048，采样频率 61440 点/秒。水声和光学三维成像数据采集和传输系统集成技术方案 1 套，设备信号接收时间  $\leq 100\text{ms}$ ，信号反馈时间不超过 15s，系统平均响应时间  $\leq 120\text{s}$ ；提供声光数据融合算法 1 套，实现声学图像与激光扫描图像的无缝拼接。制定深海声光融合三维成像系统综合性能评测技术体系团体或行业标准 1 项。授权专利  $\geq 5$  项，软件著作权  $\geq 5$  项。

**（二）绩效评价指标：**实现年产样机超 50 台套，完成销售 10 台套以上。年新增经济效益 3000 万元以上。在海上风电场、海洋养殖牧场及深海资源探测等示范应用。

**申报条件：**牵头单位须为山东省境内依法注册成立的具有独立法人资格的企业。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 1000 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 5 级（初样级），完成后不低于 11 级（盈亏级）。

**项目交付件：**完成时须研制深海三维成像声呐工程样机 1 套，可适用于水下固定和移动平台的高精度三维成像光学设备工程样机各 1 套。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

## **课题 2：海洋气象预报系统开发**

**研究内容：**面向更高时空分辨率、更高预测精准度和中小尺度海洋气象预报的需求，研究数值模式和人工智能相结合的精细化海洋气象预报技术。基于海洋气象数值预报理论，研究区域高分辨率的中小尺度风、浪数值模式预报技术。融合海洋气象实时观测数据、历史数据、再分析数据，研发风、浪、雾等主要气象要素人工智能预报模型，研究基于人工智能的海洋气象要素预报技术。定制化开发海洋气象精细化预报服务系统，在海洋能源产业、海洋渔业和海洋港口航运等重点海洋行业示范应用。

### **考核指标：**

**（一）项目验收指标：**区域精细化预报技术的时间分辨率达到未来 7 天逐 1 小时，重点区域空间分辨率达到 500 米，区域风速平均绝对误差小于 2m/s，区域海浪有效波高 24 小时预报误差小于 18%（波高在 2m 以内绝对误差小于 0.4m）、48 小时预报误差小于 22%（波高在 2m 以内绝对误差小于 0.5m）；基于人工智能的单点海风风力、海浪有效波高预报准确率较优化前提升 20% 以上，可见光卫星云图海雾识别分割准确率达到 85% 以上；完成海洋能源、海洋渔业、港口航运业行业海洋气象预报服务系统开发，应用于海上风电站  $\geq 3$  个、海洋牧场企业  $\geq 10$  家、渔船  $\geq 100$

艘；授权发明专利 $\geq 2$ 项，软件著作权 $\geq 5$ 项。

**（二）绩效评价指标：**完成销售数量 50 套以上，年新增经济效益 3000 万元。为海上风电、海洋渔业、海洋港口客户提供精细化海洋气象服务，缩短施工工期，提高作业效率。

**申报条件：**牵头单位须为山东省境内依法注册成立的具有独立法人资格的企业。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 500 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 5 级（初样级），完成后不低于 10 级（销售级）。

**项目交件：**完成时须提供山东海域海洋气象服务平台通用版 1 套、山东海域海洋气象服务平台专业版 4 套（包括风电版、养殖版、渔船版、港口版）、模块化大气-海洋智能数值预报模型 1 套。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

### **课题 3：北斗三号稳健通信技术与装备**

**研究内容：**面向当前我国海洋全域自主移动通信的迫切需求，研究基于北斗三号卫星系统的跨洲际海洋移动通信技术，研制适配商船、渔船、浮潜标、无人航行器等高海洋环境适应性的系列北斗海洋移动卫星通信终端，以及面向典型海洋应用的分理服务平台，实现基于北斗三号 GEO/MEO 卫星的跨洲际卫星移动稳健通信服务，开展地中海、南太平洋、白令海峡典型示范区域应用验证，并进行产业化推广。

**考核指标：**

**(一)项目验收指标:**完成基于北斗三号系统的3种海洋移动卫星通信系统工程样机研制;形成北斗三号同步轨道卫星波束自适应调节数据信息图谱;单次通信报文最大长度14000bits;三级海况下定位通信成功率 $\geq 95\%$ ;语音编码速率600/1200/2400bps可调。分理服务运营管理平台由用户管理分系统、数据处理分系统、基础支撑分系统和运营管理分系统组成;满足分布式架构的要求,能通过分布式部署进行扩展;满足主流的浏览器要求,APP需要兼容主流安装系统。完成至少3个航次/场景的应用验证,涵盖地中海、南太平洋、白令海部分海域;授权发明专利 $\geq 2$ 项。

**(二)绩效评价指标:**完成地中海、南太平洋、白令海峡典型示范区域应用验证,实现产品年产能力超亿元,年新增经济效益超3000万元。

**申报条件:**牵头单位须为山东省境内依法注册成立的具有独立法人资格的企业。

**支持强度:**省财政资助资金额度不超过1000万元

**技术成熟度:**当前等级不低于6级(正样级),完成后不低于10级(销售级)。

**项目交示件:**完成时须提供海洋移动卫星通信系统工程样机3套,北斗三号分理服务运营管理平台1套。

**张榜范围:**面向省内外公开张榜

## 项目二：高端海工装备

### 课题 1：海工装备用高端铜合金材料研制

**研究内容：**针对耐蚀铜合金超大口径筒形件的制造技术难题，研究高端铜合金材料设计与熔铸、管材精确塑性成形和铜合金腐蚀机理与耐蚀关联性研究，研究铜合金均匀腐蚀、点蚀、冲刷腐蚀机制，建立铜合金服役寿命预测模型，攻克超大口径耐蚀铜合金管件的高精度近净成型技术。

#### 考核指标：

**（一）项目验收指标：**铜合金寿命预测模型包含不同腐蚀形式 $\geq 3$ 种；超大口径耐蚀无缝铜合金管材最大外径 $\geq 500\text{mm}$ ；径厚比 $\leq 45$ ；室温抗拉强度 $\geq 500\text{MPa}$ 、断后伸长率 $\geq 30\%$ ； $3.5\text{m/s}$ 海水冲刷腐蚀速率 $\leq 0.20\text{mm/年}$ ，授权发明专利 $\geq 2$ 项。

**（二）绩效评价指标：**解决现有海洋装备泵体、管路及阀门等零部件材料耐蚀性差、服役寿命短、高端材料依靠进口的问题，填补国内空白。年新增经济效益超 4 亿元。

**申报条件：**牵头单位须为山东省境内依法注册成立的具有独立法人资格的企业。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 1000 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 5 级（初样级），完成后不低于 10 级（销售级）。

**项目交示范：**完成时须开发耐高流速海水冲刷铜合金铸件及管材，通过权威第三方检测。形成 2000 吨/年管件的生产能力。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

## **课题 2：船用 LNG、氨气、甲醇双燃料供给系统开发**

**研究内容：**面向国际相关海事公约对船舶排放的要求，开展 LNG、氨气、甲醇等船舶清洁燃料供给系统的研究与应用。研究大型商船燃料供给系统的构成形式和压力建立方式；根据工艺要求开展阀组模块压缩机组模块、驳运与增压单元、加热器与蒸发器模块、集中控制单元、ESD 系统等模块设计，研制完成燃料供给系统集成技术及关键设备；研究基于风险评估的系统泄漏检测及应急处理措施，实现对燃料供给系统样机陆基测试；开发 FGSS、FASS、Methanol-LFSS 上位机操作系统；分别研制出 LNG、氨气、甲醇船舶气体双燃料供给系统样机，并实现实船示范应用。

### **考核指标：**

**（一）项目验收指标：**LNG 燃料供给压力 6bar，氨供给系统压力 7bar，甲醇供给系统压力 10bar；燃料供给温度 25-45℃；研制 LNG 供给系统原理样机、示范样机各 1 套，1 套示范样机应用至主机功率 10000HP 以上的大型商船；研制氨供给系统原理样机、示范样机各 1 套，示范样机应用至主机功率 5000HP 以上的商船；研制甲醇供给系统原理样机、示范样机各 1 套，示范样机应用至 2 万 TEU 以上的大型集装箱船；授权发明专利 6 项，软件著作权 6 项。

**（二）绩效评价指标：**推动国内航运企业船舶低碳化升级换代，促进零碳、低碳燃料产业结构升级改造。年新增经济效益超 2 亿元。

**申报条件：**牵头单位须为山东省境内依法注册成立的具有独立法人资格的企业。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 1500 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 5 级（初样级），完成后不低于 12 级（利润级）。

**项目交示件：**完成时须研制 LNG、氨、甲醇供给系统示范样机各 1 套，每种供给系统至少 1 套实船示范应用。分别完成测试报告 1 份，测试通过第三方船级社认证。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

### **课题 3：船用涡轮增压器研制**

**研究内容：**面向低排放船舶对提高涡轮增压器效率的需求，重点突破离心压气机设计、涡轮气动设计、涡轮壳和叶轮结构设计、轴系和转子动力学设计、油-气综合冷却设计、空气冷却设计等关键技术，研发高压比高效率涡轮增压器产品。

**考核指标：**

**（一）项目验收指标：**研发高端高压比高效率低排放船舶涡轮增压器，增压比  $\geq 6.0$ ；压气机效率  $\geq 81\%$ ；涡轮增压器整体效率  $\geq 63\%$ 。完成研究报告 5 份；授权发明专利  $\geq 2$  项。

**（二）绩效评价指标：**获得 3 款商用产品，年新增经济效益约 6000 万元。

**申报条件：**牵头单位须为山东省境内依法注册成立的具有独立法人资格的企业。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 1000 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 5 级（初样级），完成后不低于 10 级（销售级）。

**项目交付件：**完成时须提供满足技术指标的高压比涡轮增压器，适用单台增压器匹配发动机功率 2500KW-5000KW 的系列化船舶用涡轮增压器 6 台套。完成国内领先的大型船舶涡轮增压器综合性能测试台架 1 套。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

#### **课题 4：海工装备用关键材料与焊接技术开发**

**研究内容：**面向大型海工装备对高效焊接制造的需求，研究中厚板、特厚板高效焊接材料、技术和装备，并示范应用。研发屈服强度为 355MPa 的 D 级中厚、特厚板制造方法和配套焊接材料；研究高效焊接 355MPa 的 D 级中厚、特厚板的施工技术，研发中厚板大功率激光-电弧复合焊接成套装备及特厚板气电立焊接成套装备，形成能够指导实际工程应用的中厚板、特厚板焊接的工艺数据库及专家系统；研制基于光学断层相干扫描原理的 OCT 系统，实现焊接熔池实时监测、焊枪和焊缝偏差实时修正；研究焊接中厚板、特厚板的综合性能、应用性能及焊接接头集成评价技术，建立焊接接头海洋环境腐蚀评价技术，掌握焊工装备高效焊接用材料的研发、生产、高效应用的成套技术。

#### **考核指标：**

**（一）项目验收指标：**正火轧制或 TMCP 态钢板厚度规格  $\geq 60\text{mm}$ ，屈服强度  $\geq 355\text{MPa}$ ，抗拉强度 490-630MPa，在不少于 3 种海洋环境下开展暴露试验不少于 1 年；中厚板激光-电弧复合焊接接头最大承载激光功率  $\geq 30\text{kW}$ ，重量  $\leq 13\text{kg}$ ，一次性焊透板材厚度  $\geq 30\text{mm}$ ，焊缝无气孔及裂纹，焊接速度  $\geq 1.2\text{m/min}$ ；

特厚板母材及焊接接头-20℃冲击功 $\geq 50\text{J}$ ，焊接热输入不低于400kJ/cm，焊接接头热影响区-10℃的CTOD性能 $\geq 0.15\text{mm}$ ；研制光学相干断层扫描同轴焊缝跟踪与控制系统1套；开发中厚板激光-电弧复合焊及特厚板气电立焊接装备及配套焊接工艺方法各1套，制订1套能够指导中厚板、特厚板实际焊接应用的焊接工艺数据库及专家系统；授权专利 $\geq 3$ 项。

**（二）绩效评价指标：**提高焊接效率，缩短建造周期。实现中厚板、特厚板高质高效焊接成套装备应用和产业化，年新增经济效益5000万元。

**申报条件：**牵头单位须为山东省境内依法注册成立的具有独立法人资格的企业。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过1500万元

**技术成熟度：**当前等级不低于5级（初样级），完成后不低于10级（销售级）。

**项目交示件：**完成时须提供厚度规格不低于60mm的海工装备特厚板 $\geq 100$ 吨级，配套焊接材料 $\geq 500\text{kg}$ ；中厚板激光-电弧复合焊及特厚板高效焊接装备及配套焊接工艺规程各1套；光学相干断层扫描同轴焊缝跟踪与控制系统1套，指导中厚板、特厚板实际焊接应用的焊接工艺数据库及专家系统1套；在深远海大型装备进行示范应用，数量不少于10套。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

### 项目三：海上风电

#### 课题 1：深远海大型海上风机安装设施开发

**研究内容：**针对海上风电场施工窗口期短、对接工序要求高、施工设施荷载复杂等问题，研究大型海上风机整体安装设施关键技术，重点突破海上风机整体安装的甲板可变载荷性能优化、应力集中判断与消减方法、吊装控制以及适应地层变化的平稳升降和数字化研发与智能化等技术，研建深远海大型海上风机安装设施，完成工程示范。

#### 考核指标：

**（一）项目验收指标：**提出大型海上风机安装设施总体布置优化技术方案，作业水深 $\leq 70\text{m}$ ，桩腿长度 $>120\text{m}$ ，吊机主钩能力 $\geq 1500\text{t}$ ，吊高 $\geq 170\text{m}$ （主甲板以上），甲板作业面积 $>4000\text{m}^2$ ，甲板可变载荷 $>6500\text{t}$ ；开发 1 套海上风机安装船应力监测安全预警系统，运动姿态监测准确率 $\geq 90\%$ ，关键部位结构应力监测准确率 $\geq 75\%$ ；完成升降系统设备设计方案 1 套，快速拔桩系统一体化设计方案 1 套；完成风电安装设施数字化三维仿真模型 1 套，平台运营管理智能决策系统 1 套；完成船载化改造，并通过船级社相关认证；研建完成深远海大装载一体化风电安装设施。研究报告 5 份；授权发明专利 $\geq 3$  项、软件著作权 2-3 项。

**（二）绩效评价指标：**年度安装 10MW 以上大型风机 $\geq 50$  台。技术应用于第 4 代风电安装船，带动相关产业发展。年新增经济效益 10 亿元。

**申报条件：**牵头单位须为山东省境内依法注册成立的具有独立法人资格的企业。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 1800 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 5 级（初样级），完成后不低于 10 级（销售级）。

**项目交件：**完成时须研制深远海大装载一体化风电安装设施（船）1 台（艘）；海上风机安装设施总布置优化技术研究方案报告及图纸；海上风机安装设施数字孪生系统 1 套。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

## **课题 2：海上风电用激光雷达遥感技术开发**

**研究内容：**面向海上大型风电场对风速测量精度以及智能控制等需求，研发、示范运行新一代机舱型多普勒测风激光雷达，开发海上风机前馈控制模型，提高变桨控制效率，降低叶片疲劳破坏风险；完成基于激光雷达海上风机尾流场反演，基于尾流数据提升风电场整体发电效率和运行安全。面向海上风电场对勘察期测风的需求，完成浮标型风资源勘测激光雷达系统研发，替代传统海上固定式测风塔。

### **考核指标：**

**（一）项目验收指标：**完成机舱型多普勒测风激光雷达系统 1 套，实现轮毂高度水平风速、风向序列观测，风速测量误差  $\leq 0.3\text{m/s}$ ，风向测量误差  $\leq 3^\circ$ ，探测距离 50m-300m，距离库  $\geq 20$ ，数据刷新率  $\geq 1\text{Hz}$ ，雷达功耗  $\leq 100\text{W}$ ，重量  $\leq 30\text{kg}$ ，防护等级  $\geq \text{IP66}$ ，并与控制器结合，实现智能变桨；完成浮标型风资源勘测激光雷达系统 1 套，风速测量误差  $\leq 0.3\text{m/s}$ ，风向测量误差  $\leq 3^\circ$ ，探测高度 20m-300m，距离库  $\geq 20$ ，数据刷新率  $\geq 1\text{Hz}$ ，激光雷

达功耗 $\leq 100\text{W}$ ，防护等级 $\geq \text{IP66}$ ，浮标平台直径 $\geq 6\text{m}$ ，系统适用水深 $10\text{m}-250\text{m}$ ，海上连续运行时间 $\geq 6$ 个月，具备北斗卫星数据通讯功能。以上系统均具备大气湍流强度、低空风切变等参数反演能力。完成研究技术报告2份、系统设计文件2份。授权发明专利 $\geq 2$ 项、软件著作权 $\geq 5$ 项。

**(二)绩效评价指标：**年产超50台套机舱型激光雷达系统，5台套浮标型风资源勘测激光雷达系统。年新增经济效益超5000万元，服务山东省“智慧海上风电场”建设。

**申报条件：**牵头单位须为山东省境内依法注册成立的具有独立法人资格的企业。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过800万元

**技术成熟度：**当前等级不低于5级（初样级），完成后不低于11级（盈亏级）。

**项目交示件：**完成时须提供机舱型多普勒激光雷达遥感与控制装置1台套；风机型式认证报告1份、风功率曲线验证报告1份；浮标型风资源勘测激光雷达系统1套，第三方测试报告1份。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

### **课题3：海上风电用湿式电缆研制**

**研究内容：**面向海上风电的电力输送需求，开展海上风电湿式电缆整体振动与稳定性和截面设计等研究，重点突破风电电缆流固耦合、湿式电缆绝缘阻水、电缆软接头设计制造、大长度湿式绝缘海缆成缆退扭等关键技术，研制适用于海上风电的大长度湿式绝缘海缆，完成工程示范。

## 考核指标:

(一) **项目验收指标:** 提出 66kV 及以下海上风电用电缆及软接头总体设计方案, 极限水深 100m, 极限设计波高 5m, 极限流速 1m/s, 在 90kV 工频耐压下 30min 不击穿, 阻水层在 1Mpa 水压下 7 天无水分渗透现象; 焊接完成导体部分的抗拉能力不低于本体导体强度的 70%; 完成完整样缆的制造, 成品样缆通过第三方认证。完成研究报告 5 套; 授权发明专利  $\geq 3$  项、软件著作权 2-3 项。

(二) **绩效评价指标:** 湿式绝缘海缆生产线 1 条, 实现年产能 150km。年新增经济效益超 1.2 亿元。

**申报条件:** 牵头单位须为山东省境内依法注册成立的具有独立法人资格的企业。

**支持强度:** 省财政资助资金额度不超过 1000 万元

**技术成熟度:** 当前等级不低于 5 级 (初样级), 完成后不低于 10 级 (销售级)。

**项目交示件:** 完成时须提供海上风电电缆整体振动及稳定性分析报告 1 份; 湿式电缆设计方案报告及图纸 1 份; 湿式电缆软接头设计方案及图纸 1 份; 海上风电湿式电缆样品 1km 及测试报告 1 份。

**张榜范围:** 面向省内外公开张榜

## 项目四: 海洋渔业

### 课题 1: 海珍品工厂化育苗技术研发

**研究内容:** 针对皱纹盘鲍、刺参、海胆等海珍品苗种繁育能

耗高、效率低等问题，研究海水控温培育、工厂化大水体尾水处理及热量回收循环利用新技术，研制机械化倒池、苗种自动剥离等轻简化机械装备，建立基于新型温度、饵料调控的亲本人工催熟技术，重点突破鲍鱼苗种渡夏高温胁迫和高死亡率难题，研究刺参海区网箱苗种中间培育技术，研究春秋两季海胆人工繁育大规格苗种培育技术，研发实时苗种培育及养殖智能决策系统；构建绿色、高效的苗种繁育技术体系，并开展应用示范。

### **考核指标：**

**（一）项目验收指标：**研制海珍品工厂化育苗轻简化机械装备 2-3 台（套），作业效率提高 30%；建立适宜海珍品生物学特性的海水升温、尾水处理及循环利用等技术各 1 项；研发皱纹盘鲍、海参和海胆亲本温饵调控的人工催熟技术各 1 项；构建皱纹盘鲍工厂化常温育苗技术 1 套，与现行技术相比能耗降低 30% 以上，出苗规格提升 20% 以上；建立基于海区网箱的刺参苗种中间培育技术 1 项，单位水体苗种产量提高 20% 以上；建立春秋两季海胆人工繁育大规格苗种培育技术 1 项，单位水体苗种产量提高 20% 以上；开发海珍品苗种生产管理和智能决策系统 1 套；制定海珍品苗种繁育低碳降能相关技术行业标准 1 个；授权发明专利 3 项。

**（二）绩效评价指标：**形成黄渤海区海珍品人工苗种低碳高效产出综合性技术规范 1 套，建立工厂化应用示范水体 5000m<sup>3</sup> 以上。应用推广面积 6000 亩以上，年新增经济效益 3000 万元。

**申报条件：**牵头单位须为山东省境内依法注册成立的具有独立法人资格的企业。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 1000 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 5 级（初样级），完成后不低于 11 级（盈亏级）。

**项目交付件：**完成时须研制海珍品温控循环水苗种培育生产线 1 套；海珍品工厂化育苗轻简化机械装备 2-3 台（套）；海珍品亲本性腺促熟专用饵料 1 份；制定海珍品苗种低碳繁育技术行业标准 1 个。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

## **课题 2：贝类机械化采收技术和装备**

**研究内容：**针对菲律宾蛤仔、文蛤和硬壳蛤等滩涂埋栖贝类探查精度不高与采收效率低等问题，研究滩涂埋栖贝类声学探查数据的高效处理算法，研制声学精准探查装备，建立多源数据融合精准探查技术体系；研究滩涂埋栖贝类采收触土部件“底-水-机”互动、贝采收损伤及惊扰等机理，研制耐磨减阻脱附仿生采收铲构型、“贝-底”快速分离及惊扰装置，研发机械化生态采收智能装备。针对不同水深及贝苗/成贝等情境进行探查和机械化生态采收应用示范。

### **考核指标：**

**（一）项目验收指标：**研制滩涂埋栖贝类声学精准探查样机 1 套，穿透深度  $\geq 30\text{cm}$ ，垂直距离分辨率  $0.5\text{cm}$ ，探查准确率  $\geq 80\%$ ，单机作业效率  $\geq 5$  亩/小时；研制滩涂埋栖贝类机械化生态采收样机 3 套，轻简化率  $\geq 30\%$ ，贝破损率  $\leq 5\%$ ，单机作业效率  $\geq 3$  吨/小时；制定采收装备设计工艺及作业方式改良方案 1

项；应用示范面积 $\geq 10$ 万亩；授权发明专利3项，制定行业标准2项。

**（二）绩效评价指标：**减少用工40%以上，对比现有设备采收效率提高30%以上，在山东海域示范面积达10万亩以上，年新增经济效益6000万元以上。

**申报条件：**牵头单位须为山东省境内依法注册成立的具有独立法人资格的企业。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过1000万元

**技术成熟度：**当前等级不低于5级（初样级），完成后不低于10级（销售级）。

**项目交示件：**完成时须研制埋栖贝类声学精准探查样机1台套，机械化生态采收样机3套。行业标准2项。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

### **课题3：对虾循环水养殖技术开发**

**研究内容：**针对对虾循环水养殖运行成本高、尾水处理技术效率低等问题，研究养殖污物高效过滤与排出、虾壳死虾自动收集与分离等循环水养殖过程控制技术；研发车间水体升温节能技术和养殖设备节能降耗技术，构建设备能量高效管控系统，研制养殖管理机器人，构建对虾循环水养殖准无人工厂；研发养殖尾水处理和资源化利用技术，实现尾水滤渣高值化利用。构建智能化绿色凡纳滨对虾循环水养殖技术体系并示范应用。

**考核指标：**

**（一）项目验收指标：**研发以养殖水浊度控制为核心的智能

化过程控制循环水对虾养殖技术 1 项，循环水利用率  $\geq 95\%$ ，单产能耗降低 20%以上；利用养殖尾水滤渣开发新产品 1-2 种；研制集饵料投喂、虾壳收集、尾水处理等无人化全年连续稳定产出的循环水养殖成套设备 4 套，构建新养殖模式 1 套，示范水体 1600m<sup>3</sup> 以上，对虾单茬单产  $\geq 10\text{kg}/\text{m}^3$ ；推广应用成套循环水养虾新技术装备 20 套以上；形成对虾循环水养殖技术规范 1 项，授权发明专利 2 项。

**（二）绩效评价指标：**年新增经济效益 1000 万元，新装置、新设备推广应用 1000 套以上。

**申报条件：**牵头单位须为山东省境内依法注册成立的具有独立法人资格的企业。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 800 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 5 级（初样级），完成后不低于 10 级（销售级）。

**项目交示件：**完成时须构建循环水养虾准无人工厂示范面积  $\geq 3700\text{m}^2$ ，示范循环水处理成套系统 4 套，总计养殖水体 1600m<sup>3</sup>。产量验收报告 1 份。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

## 项目五：海洋生物医药

### 课题 1：海洋源兽用创新药物研发

**研究内容：**面向病毒引发的禽畜重大感染性疫病防治需求，突破海洋源兽用创新药物规模制备技术，系统性开展临床前研究与临床研究，研发海洋来源、具有自主知识产权、市场前景好的

原创性一类新药，获得兽药创新药批号。

### **考核指标:**

**(一)项目验收指标:** 形成全套兽药新药申报数据，获得一类化学新兽药注册证书。建立符合国家新兽药注册审批要求的GMP生产车间，建立原料药生产线，一类化学新兽药实现上市销售。国家一类化学新兽药知识产权、证书和产业化均落户山东。

**(二)绩效评价指标:** 建立原料药生产线1条，新药获批后年新增经济效益5000万元以上。

**申报条件:** 牵头单位须为山东省境内依法注册成立的具有独立法人资格的企业。

**支持强度:** 省财政资助资金额度不超过1000万元

**技术成熟度:** 当前等级不低于5级(初样级)，完成后不低于13级(回报级)。

**项目交示件:** 完成时须提供一类化学新兽药注册证书1份。

**张榜范围:** 面向省内外公开张榜

### **课题2: 海洋生物资源高值化利用专用酶制剂开发**

**研究内容:** 针对目前海洋生物资源高值化利用专用酶制剂活性低、稳定性差、成本高等问题，筛选新型海藻降解酶、脂质加工专用酶和中性植酸酶基因，通过蛋白质工程改造技术，增强酶的稳定性，突破高效表达、发酵放大及规模化制备技术，开发低成本、高效的海藻降解用酶、脂质加工专用酶、中性植酸酶系列产品。

### **考核指标:**

**（一）项目验收指标：**开发海藻降解复合酶制剂 5-6 种；脂质加工专用酶 8-10 种（含适用于 DHA/EPA、DHA/EPA 磷脂、DHA-甘油酯等制备的专用酶 5-7 种）、中性植酸酶 3-5 种。海藻降解复合酶制剂室温储存 3 个月，酶活  $\geq 80\%$ ；马尾藻降解率（固体酶解率） $\geq 60\%$ ，海带降解率（固体酶解率） $\geq 70\%$ ，泡叶藻降解率（固体酶解率） $\geq 80\%$ 。固定化脂肪酶用于鱼油生产，产品中 EPA+DHA 含量最高达 85%以上，10 次循环使用后酶活  $\geq 90\%$ 。中性植酸酶最适范围为 pH6-7，90℃条件下 3 分钟后残留酶活  $\geq 80\%$ ，解磷效率  $\geq 80\%$ 。授权发明专利  $\geq 2$  项。

**（二）绩效评价指标：**年新增经济效益 1.5 亿元，加大生物酶制剂在海洋生物资源中的应用，取代传统高能耗、高污染的物理化学降解工艺，减少生产用水量与污水排放量。

**申报条件：**牵头单位须为山东省境内依法注册成立的具有独立法人资格的企业。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 1000 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 5 级（初样级），完成后不低于 10 级（销售级）。

**项目交示范件：**完成时须提供海藻降解复合酶制剂 5-6 种、脂质加工专用酶 8-10 种、中性植酸酶 3-5 种；建立固定化酶制剂示范生产线 1 条、海藻降解复合酶制剂生产线 1 条、中性植酸酶生产线 1 条，产能 5000 吨/年。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

## 项目六：海洋新材料

### 课题 1：海洋钛合金石油套管开发

**研究内容：**面向深海钻探及海洋能源开发对高性能石油油套管的迫切需求，研究满足海洋油气及可燃冰开发的高强度高韧、长寿命钛合金石油油套管材料及加工制备技术，形成钛合金石油油套管配套的完整高承载接头结构设计、制备、检验及现场技术体系，提升应用于海洋油气的高性能钛合金管材和螺纹接头生产制备能力。研制适用于深井及超深井苛刻环境耐磨耐蚀涂层成分体系，开发长深油井管壁高速熔覆系统；研究模拟工况下涂层的磨损、腐蚀耦合损伤机制；建立特殊腐蚀环境涂层耐磨、耐蚀性能考核评价方法。研制钛合金石油油套管系统样机和耐磨耐蚀涂层，具备深水油气田示范应用条件。

#### 考核指标：

**（一）项目验收指标：**钛合金石油油套管长度 9-12m，壁厚范围 7-12mm，屈服强度  $\geq 820\text{MPa}$ ， $0^\circ\text{C}$  时冲击功  $\geq 45$  焦，水下生产条件下，均匀腐蚀速率  $\leq 0.025\text{mm/a}$ ；开发出满足深水深层工况高承载特殊螺纹及配套技术，钛合金油管螺纹上卸扣 9 次以上不粘扣，模拟工况下气密封能力  $\geq 100\text{MPa}$ ，螺纹表面硬度 HRC  $\geq 30$ ；产品通过国家石油管材质量监督检验中心评价。开发长深石油油套管管壁激光熔覆系统，实现孔径  $\phi \geq 100\text{mm}$  管壁激光熔覆，光纤激光器功率  $\geq 6\text{kW}$ ，熔覆速率  $1-1.5\text{m}^2/\text{h}$ ，涂层厚度  $\geq 0.2\text{mm}$ 。形成磨损、腐蚀耦合损伤机制研究报告 1 份，建立特殊腐蚀环境涂层耐磨、耐蚀性能考核评价方法 1 套。授权发明专利 3 项。

**（二）绩效评价指标：**高性能钛合金油井管、耐磨耐蚀涂层满足国内市场需求，年新增经济效益超 8000 万元。

**申报条件：**牵头单位须为山东省境内依法注册成立的具有独立法人资格的企业。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 1200 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 5 级（初样级），完成后不低于 10 级（销售级）。

**项目交示件：**完成时须研制钛合金石油油套管及高承载接头 10 套，完成专业级第三方测试报告 1 份、现场应用结果评估报告 1 份。长深石油油套管内或外壁激光熔覆系统 1 套。钛合金/钛钢复合管柱设计方案 1 份，完成总体方案研究报告 1 份。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

## 项目七：海水综合利用

### 课题 1：海卤水高效资源化利用技术开发

**研究内容：**针对海卤水精制过程中存在的氯化钠利用率不高、通量低、易结垢等问题，开发新型正负离子定向分离选择性纳滤膜，研究基于分域控制理论的海卤水溶质离子定向分离等关键技术，研究高镁钠浓卤水资源化利用专用连续反应结晶中试技术；开发智能化海卤水资源化利用软件（平台）并应用，研制高品质浓盐水生产装置，实现与纯碱等盐化工产业链的耦合接入。

### 考核指标：

**（一）项目验收指标：**预处理出水浊度  $\leq 0.2\text{NTU}$ ，藻类去除率  $\geq 92\%$ ；高品质浓盐水的氯化钠含量  $\geq 120\text{g/L}$ ， $\text{Mg}^{2+}$ 去除率

≥96%，Ca<sup>2+</sup>去除率≥92%，SO<sub>4</sub><sup>2+</sup>去除率≥98%；淡水的TDS≤500mg/L；浓卤水中Mg<sup>2+</sup>:Na<sub>2</sub><sup>2+</sup>≥4.0；新型正负离子选择性工业化纳滤膜产品2种，其中S<sub>Ca/SO<sub>4</sub></sub>≤0.45，S<sub>Na/Mg</sub>≤0.18；海卤水综合利用率≥70%；纳滤膜全生命周期数字化管理流程和行业标准1件；10000m<sup>3</sup>/d高品质浓盐水工业化装置1套；授权发明专利7项。

**（二）绩效评价指标：**高镁钠浓卤水资源化利用专用连续反应结晶中试装置1套，生产高品质浓盐水330万m<sup>3</sup>/年，淡水561万m<sup>3</sup>/年，建成浓盐水应用于纯碱生产示范工程。年新增经济效益1.7亿元。提高原盐生产效率，减少土地占用，降低浓水排放。

**申报条件：**牵头单位须为山东省境内依法注册成立的具有独立法人资格的企业。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过1000万元

**技术成熟度：**当前等级不低于5级（初样级），完成后不低于11级（盈亏级）。

**项目交示范件：**完成时须研制新型正负离子选择性工业化纳滤膜产品2种；高镁钠浓卤水资源化利用专用连续反应结晶中试装置1套；10000m<sup>3</sup>/d高品质浓盐水工业化装置1套。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

## **课题2：无氯海/卤水提溴工艺技术装备研发**

**研究内容：**针对海/卤水空气吹出溴素生产工艺依赖氯气、二氧化硫等危险化学品的的问题，研究选择性电氧化分离溴离子、聚四氟乙烯气态膜法直接制备溴化钠等关键技术，研发配套设备；

研制溴离子电氧化与气态膜法浓缩富集耦合生产设备，优化耦合生产工艺，建设无氯提溴中试生产线和“电氧化+空气吹出”生产示范线。

**考核指标:**

**(一) 项目验收指标:** 电氧化耦合气态膜法中试装置 10 吨/年(以溴计)，“电氧化+空气吹出”示范线  $\geq 100$  吨/年(以溴计); 海/卤水中溴氧化率  $\geq 90\%$ ，电氧化单位能耗  $\leq 1500\text{kWh/t}$ ; 吸收完成液中溴离子浓度大于  $50\text{g/L}$ ; 溴素质量达国家行业标准一级品以上。

**(二) 绩效评价指标:** 实现电氧化耦合气态膜法生产溴素 10 吨/年，建成 300 吨级“电氧化+空气吹出”示范线 1 条，年新增经济效益 1000 万元，摆脱传统生产技术中对氯气、二氧化硫等化学危险品依赖，生态环保效益显著。

**申报条件:** 牵头单位须为山东省境内依法注册成立的具有独立法人资格的企业。

**支持强度:** 省财政资助资金额度不超过 600 万元

**技术成熟度:** 当前等级不低于 5 级(初样级)，完成后不低于 10 级(销售级)。

**项目交示范件:** 完成时须研制溴离子电氧化设备 1 套，10 吨/年电氧化耦合气态膜法中试装置 1 套，300 吨级“电氧化+空气吹出”示范线 1 条。

**张榜范围:** 面向省内外公开张榜

## **(五) 医养健康**

### **项目一：重大新药创制**

#### **课题 1：血液制品 1 类生物创新药研发**

**研究内容：**面向危害人民健康的重大血液系统疾病，针对已进入 II 期临床试验后期且按照 1 类新药注册的抗体药物、多肽药物、重组白蛋白等生物新药，组织开展安全性评价、耐受剂量研究、药物有效性方面的研究，重点支持具有自主知识产权、创新性强、临床价值大、市场前景好的 1 类生物创新药，加快推进完成临床试验研究。

#### **考核指标：**

**(一) 项目验收指标：**突破 3 项左右生物药新药研发关键技术，完成药物临床试验研究，并取得不少于 1 项 1 类药品注册证书。

**(二) 绩效评价指标：**取得 1 项以上 1 类药品注册证书。

**申报条件：**山东省境内依法注册成立的具有独立法人资格的企业牵头，鼓励省内外高校、科研院所、企业可通过产学研方式共同参与，技术成果须在山东省内转化产业化。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 2000 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 5 级（即已进入 II 期临床试验后期），完成后不低于 10 级（销售级）。

**项目交件：**完成时须取得 1 类药品注册证书，获得医保部门准入，在省内医疗机构开展临床应用。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

## 课题 2：肿瘤疾病 1 类化学创新药研发

**研究内容：**针对乳腺癌、卵巢癌、结直肠癌等危害我国人民健康的重大恶性疾病，组织开展小分子化学药、化学原料药等创新药物的安全性评价、耐受剂量研究、药物有效性研究，重点支持具有自主知识产权、创新性强、临床价值大、市场前景好，已进入 II 期临床试验后期且按照 1 类新药注册的项目，加快推进完成临床试验研究。

### 考核指标：

**（一）项目验收指标：**突破 3 项左右化学药新药研发关键技术，取得不少于 1 项 1 类药品注册证书。

**（二）绩效评价指标：**取得 1 项以上 1 类药品注册证书。

**申报条件：**山东省境内依法注册成立的具有独立法人资格的企业牵头，鼓励省内外高校、科研院所、企业可通过产学研方式共同参与，技术成果须在山东省内转化产业化。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 2000 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 5 级（即已进入 II 期临床试验后期），完成后不低于 10 级（销售级）。

**项目交件：**完成时须取得 1 类药品注册证书，获得医保部门准入，在省内医疗机构开展临床应用。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

## 课题 3：重大疾病 1 类中药新药研发

**研究内容：**针对危害我国人民健康的重大疾病，组织开展中药创新药物安全性评价、耐受剂量研究、药物有效性方面的研究，

重点支持具有自主知识产权、创新性强、临床价值大、市场前景好，已进入Ⅱ期临床试验后期且按照 1 类新药注册的项目，加快推进完成临床试验研究。

**考核指标:**

**(一) 项目验收指标:** 突破 3 项左右中药新药关键技术，取得不少于 1 项药品注册证书。

**(二) 绩效评价指标:** 取得 1 项以上 1 类药品注册证书。

**申报条件:** 山东省境内依法注册成立的具有独立法人资格的企业牵头，鼓励省内外高校、科研院所、企业可通过产学研方式共同参与，技术成果须在山东省内转化产业化。

**支持强度:** 省财政资助资金额度不超过 2000 万元

**技术成熟度:** 当前等级不低于 5 级（即已进入Ⅱ期临床试验后期），完成后不低于 10 级（销售级）。

**项目交示件:** 完成时须取得 1 类药品注册证书，获得医保部门准入，在省内医疗机构开展临床应用。

**张榜范围:** 面向省内外公开张榜

**项目二: 生物医用材料**

**课题 1: 大口径人造血管研制**

**研究内容:** 针对心血管疾病重大临床需求和制约我省相关产业发展关键技术问题，研发生产大口径新型人造血管。研究优化现有织物组织结构和织造方法；研究人造血管精密织造和紧密赋弹技术，开发人造血管成套织造设备和工艺；研究人造血管高效清洁和生物涂层技术，开发人造血管高效清洁与均匀涂层成套设

备和工艺。

**考核指标:**

**(一)项目验收指标:** 取得 1 个以上国家三类医疗器械注册证。人造血管制造设备 2 套。开发  $\phi 8\text{mm}$ 、 $\phi 10\text{mm}$ 、 $\phi 12\text{mm}$ 、 $\phi 16\text{mm}$ 、 $\phi 30\text{mm}$  直径不同的 5 种人造血管, 人造血管轴向拉伸强度大于 500N, 圆周向拉伸强度大于 25N/mm, 探针破裂强度大于 500N, 整体水渗透性小于  $0.5\text{ml/cm} \cdot \text{min}$ , 动态顺应性 3-10%/100mmHg, 通畅率(术后 12 个月)达到 85%以上。授权发明专利 5 项以上。

**(二)绩效评价指标:** 大口径人造血管年产量 1 万根以上, 年产值 2 亿元以上。

**申报条件:** 山东省境内依法注册成立的具有独立法人资格的企业牵头, 鼓励省内外高校、科研院所、企业可通过产学研方式共同参与, 技术成果须在山东省内转化产业化。

**支持强度:** 省财政资助资金额度不超过 1500 万元

**技术成熟度:** 当前等级不低于 5 级(初样级), 完成后不低于 10 级(销售级)。

**项目交示范:** 完成时须取得 1 个以上国家三类医疗器械注册证。建成年产大口径人造血管 1 万根以上生产线。项目产品在 3 家以上医院应用评价证明。

**张榜范围:** 面向省内外公开张榜

## 课题 2：宫腔修复医用材料研发

**研究内容：**针对生殖健康重大临床需求及宫腔粘连（IUA）的痛点与难点，开展新型宫腔修复高端医用材料关键技术研究，研制一种能够治疗宫腔粘连的以细胞外基质（ECM）为基底材料的植入性医疗器械，材料具备双层多孔结构。重点突破可吸收组织再生材料防粘连关键技术与内膜创面隔离修复与 I 型胶原降解吸收的同步性关键技术。探索 ECM 在引导子宫内膜隔离创面、内膜再生以及肌肉胶原重建作用机制，确定双层多孔材料结构制备工艺。开展新型宫腔修复高端医用材料临床研究，建立新型宫腔修复高端医用材料用于预防宫腔粘连分离术后再次粘连的有效性和安全性的多中心、随机对照、优效性临床试验模型。对照传统宫内节育器建立新型宫腔修复高端医用材料在预防粘连复发的成功率、术后 AFS 评分、术后月经血量等疗效指标表现评价体系，解决我国当前宫腔粘连治疗领域暂未有引导组织再生生物学功能修复材料的关键核心问题。

### 考核指标：

**（一）项目验收指标：**突破子宫内膜修复材料组织再生材料防粘连与内膜创面隔离修复与 I 型胶原降解吸收的同步性关键技术 2 项。研制用于轻中度宫腔粘连的子宫内膜修复材料 1 项。确定子宫内膜修复材料生产制备工艺 1 项。建立新型宫腔修复高端医用材料产品技术要求 1 项。确定临床试验中心 6 家以上，开展子宫内膜修复材料安全性、有效性临床评价研究，完成 IUA 患者临床入组及随访 200 例以上，取得临床评价报告 1 份以上。取得 1 个以上国家三类医疗器械注册证。授权发明专利 2 项以上。

**（二）绩效评价指标：**项目完成后，实现年产量 10 万片以上，年产值 2.5 亿元。在全国 100 家以上医疗机构推广应用。

**申报条件：**山东省境内依法注册成立的具有独立法人资格的企业牵头，鼓励省内外高校、科研院所、企业可通过产学研方式共同参与，技术成果须在山东省内转化产业化。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 1500 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 5 级（初样级），完成后不低于 10 级（销售级）。

**项目交件：**完成时须取得 1 个以上国家三类医疗器械注册证。授权发明专利 2 项以上。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

### **项目三：高端诊疗装备**

#### **课题 1：病理质谱检测技术与设备**

**研究内容：**针对临床肿瘤手术中对于切缘快速定性的现实需求，重点研发红外激光解吸电离离子源技术，有效解吸并电离组织样本细胞中的小分子代谢物，使其可以被质谱检测；研发柔性可弯曲离子传输系统，对于大气压环境下获得的组织样本离子，将其从任何远端（如病床旁）传送至质谱仪内进行检测。集成手持式肿瘤样本采集器、离子高效传输管路等关键核心部件，研发基于质谱技术的肿瘤切缘快速检测设备。通过大量病理样本进行累积数据建模，结合人工智能算法，形成临床专用质谱快速检测系统。

**考核指标：**

**（一）项目验收指标：**取得 1 个以上国家三类医疗器械注册证。授权发明专利 3 项以上，取得软件著作权 2 项以上。离子传输系统支持范围不小于 2 米，单次检测时间不大于 20 秒，对于某种特定肿瘤检测结果特异性和灵敏度不小于 95%。具有自主知识产权的 1 套基于质谱技术的肿瘤切缘快速检测设备。

**（二）绩效评价指标：**项目完成后，设备实现年产值 5 亿元左右。用户使用报告 3 份以上。所构建的数据库包含肿瘤患者 50 例以上。

**申报条件：**山东省境内依法注册成立的具有独立法人资格的企业牵头，鼓励省内外高校、科研院所、企业可通过产学研方式共同参与，技术成果须在山东省内转化产业化。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 1000 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 5 级（初样级），完成后不低于 10 级（销售级）。

**项目交件：**完成时须取得 1 个以上国家三类医疗器械注册证。授权发明专利 3 项以上，取得软件著作权 2 项以上。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

## **课题 2：药物不良反应风险靶点检测试剂盒**

**研究内容：**针对重症药物不良反应难以预防、死亡率高等问题，开展药物不良反应风险靶点的发现和转化医学研究。重点开展重症药物不良反应预防靶点的发现、快速检测和临床应用关键技术的研究；自主研发针对中国人群的重症药物不良反应预防靶点检测方案，包括对已发现的药物不良反应风险位点检测试剂盒

的研发及推广、对国外发现的药物不良反应风险位点进行研究验证、发现新的药物不良反应风险位点。

**考核指标:**

**(一)项目验收指标:** 取得 1 个以上国家三类医疗器械注册证。授权发明专利 5 项以上, 制定行业标准或临床指南共识 1 项以上。试剂盒检测准确性大于 99%、检测特异性大于 99%、检测精密度不大于 5%, 试剂盒最低检测限不大于 5ng/mL。

**(二)绩效评价指标:** 项目完成后, 年产量 50 万人次, 实现年产值 4 亿元以上。在全国 50 家以上医疗机构推广应用。

**申报条件:** 山东省境内依法注册成立的具有独立法人资格的企业牵头, 鼓励省内外高校、科研院所、企业可通过产学研方式共同参与, 技术成果须在山东省内转化产业化。

**支持强度:** 省财政资助资金额度不超过 1000 万元

**技术成熟度:** 当前等级不低于 5 级 (初样级), 完成后不低于 10 级 (销售级)。

**项目交件:** 完成时须取得 1 个以上国家三类医疗器械注册证。授权发明专利 5 项以上, 制定行业标准或临床指南共识 1 项以上。

**张榜范围:** 面向省内外公开张榜

**项目四: 智慧医疗装备**

**课题 1: 重症肺疾病呼吸用膜材料和支持设备研发**

**研究内容:** 面向重症肺疾病患者治疗需求, 研发呼吸用膜材料和支持设备; 研发系统整体抗凝涂层, 实现低血流速下抗凝效

果；研究改进中空纤维片编织工艺，攻克气体交换器稳定量产技术；开展整机性能验证及临床研究；开发气体交换与病患呼吸循环融合的数字孪生系统、基于 5G 技术和云/边协同计算的高性能控制系统，实现低时延下的设备远程可视化监测和远程操控。

### **考核指标：**

**（一）项目验收指标：**在整机和膜肺方面，取得 1 个以上国家三类医疗器械注册证。建成呼吸用膜材料和支持设备生产线各 1 条。产品实现低血流速下抗凝效果，远程监测可视化延迟低于 500 毫秒，实现设备的远程操控，控制响应时间小于 1 秒。授权发明专利 5 项以上，取得软件著作权 5 项以上。制定行业/团体标准 5 项以上，制定临床应用专家共识 2 项以上。

**（二）绩效评价指标：**整机年产量 100 台以上，膜肺、管路等配套材料年产量 1 万套以上，年产值 2.5 亿元以上。

**申报条件：**山东省境内依法注册成立的具有独立法人资格的企业牵头，鼓励省内外高校、科研院所、企业可通过产学研方式共同参与，技术成果须在山东省内转化产业化。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 1000 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 6 级（正样级），完成后不低于 10 级（销售级）。

**项目交示件：**完成时须取得 1 个以上国家三类医疗器械注册证。建成整机、配套耗材生产线各 1 条，形成批量化订单。在 3 家以上医院应用评价证明。授权发明专利 5 项以上，取得软件著作权 5 项以上。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

## 课题 2：电磁导航硬组织手术机器人

**研究内容：**面向外科精准诊疗和治疗的需求，开展应用于创伤骨科、神经外科、脊柱外科等领域的电磁导航硬组织手术机器人关键技术研发与产业化。研发功能区分多系统模块化精确配准技术，实现兼融光、声、电磁多模式的导航功能；研发多模态光声磁医学影像融合技术，实现实时/精准/高效的全视场多模态成像；研发智能化配准及多体实时追踪导航技术、迭代自动配准算法，结合 AI 实现多模态智能配准；研发高带宽（5G+）多端远程协同控制技术，突破远程手术的实时性、准确性、同步性等关键技术。

### 考核指标：

**（一）项目验收指标：**取得 1 个以上国家三类医疗器械注册证。开发 5 种不同类型的电磁导航手术机器人系统，并实现临床手术 100 例以上。产品机械臂不少于 6 个自由度，工作空间不小于  $150 \times 100 \times 100$  毫米，智能化配准精度提高至误差精度小于 2 毫米，机械手臂定位精度小于 1 毫米，电磁导航重复定位精度达到 0.5 毫米，电磁导航追踪周期小于 200 毫秒，影像系统分辨率优于 0.15 毫米，骨折复位误差实现小于 1.5 毫米。授权发明专利 3 项以上。

**（二）绩效评价指标。**项目完成后，年产量 200 台以上，结合配套相关医疗器械实现年产值 5 亿元以上。在 5 家以上医疗机构推广应用。

**申报条件:** 山东省境内依法注册成立的具有独立法人资格的企业牵头, 鼓励省内外高校、科研院所、企业可通过产学研方式共同参与, 技术成果须在山东省内转化产业化。

**支持强度:** 省财政资助资金额度不超过 1500 万元

**技术成熟度:** 当前等级不低于 5 级 (初样级), 完成后不低于 10 级 (销售级)。

**项目交件:** 完成时须取得 1 个以上国家三类医疗器械注册证。授权发明专利 3 项以上。

**张榜范围:** 面向省内外公开张榜

### **课题 3: 体外自动除颤仪研制**

**研究内容:** 针对双向波低能量除颤系统技术、可除颤节律识别算法关键技术难题, 开展心电信号预处理、可除颤节律特征值计算、可除颤节律识别决策框架、心电数据库大规模测试研究, 开发具有自主知识产权基于移动互联网技术的体外自动除颤仪 (AED) 管理平台、远程定位和线路导航, 构建云平台数据监控系统 and 紧急医学救援网络。

#### **考核指标:**

**(一) 项目验收指标:** 取得 1 个以上国家三类医疗器械注册证。开发 1 套以上具有自主知识产权的 AED 管理平台系统软件。产品室颤识别准确度达 99%, 窦性心率识别率达 99%, 储能电容不低于 2000 伏, 容值 4700 微法, 除颤能量 150-200 焦, 1 分钟内不发生击穿或闪弧现象。授权发明专利 2 项以上, 取得软件著作权 3 项以上。

**(二) 绩效评价指标。**项目完成后，实现年产量 3 万台，年产值 3 亿元以上。

**申报条件：**山东省境内依法注册成立的具有独立法人资格的企业牵头，鼓励省内外高校、科研院所、企业可通过产学研方式共同参与，技术成果须在山东省内转化产业化。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 1000 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 5 级（初样级），完成后不低于 10 级（销售级）。

**项目交件：**完成时须取得 1 个以上国家三类医疗器械注册证。授权发明专利 2 项以上，取得软件著作权 3 项以上。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

## **项目五：生物制品**

### **课题 1：重组人白介素 12 注射液研发**

**研究内容：**面向目前艾滋病相关卡波西肉瘤的治疗需求，围绕创新细胞因子类蛋白药物的临床开发，通过基因工程、细胞工程，研发白介素 12 的重组蛋白药物。研究白介素 12 治疗卡波西肉瘤的临床药效及安全性、耐受性，突破治疗难题；针对 GMP 体系建立白介素 12 生产和质量控制体系，开展 GMP 条件下 200L 发酵工艺和纯化工艺的开发，完成稳定性、工艺验证和工艺表征研究，突破产能低、活性不稳定的关键技术难题。

### **考核指标：**

**(一) 项目验收指标：**取得 1 项 1 类药品注册证书，授权发明专利 2 项以上，临床试验总结报告 1 份。获得白介素 12 在 GMP

生产条件下的 200L 发酵和纯化工艺规程文件一套。发酵产率 240mg/L 以上。

**(二) 绩效评价指标:** 项目结束后, 实现批产量 100 万支, 年产能 1000 万支, 年产值 15 亿元。

**申报条件:** 山东省境内依法注册成立的具有独立法人资格的企业牵头, 鼓励省内外高校、科研院所、企业可通过产学研方式共同参与, 技术成果须在山东省内转化产业化。

**支持强度:** 省财政资助资金额度不超过 1000 万元

**技术成熟度:** 当前等级不低于 5 级 (即已进入 II 期临床试验后期), 完成后不低于 10 级 (销售级)。

**项目交件:** 完成时须取得 1 项 1 类药品注册证书, 授权发明专利 2 项以上。

**张榜范围:** 面向省内外公开张榜

## **课题 2: 重组胰高血糖素样肽融合蛋白注射液**

**研究内容:** 针对国内胰高血糖素样肽主要依赖进口, 同时存在体内容易被降解、半衰期短等问题, 研发半衰期长、生物活性高的重组胰高血糖素样肽融合蛋白。重点突破 GLP-1 蛋白与抗体 Fc 融合关键技术研究, 以人源天然铰链区代替长效 GLP-1 类似物的连接肽 (linker); 完成 200L 规模到 2000L 规模生产工艺放大, 完成与 2000L 规模相匹配的四步蛋白纯化工艺、超滤、纳滤、制剂生产等工艺的放大, 并完成工艺优化; 完成三期临床研究, 确定试验药物的安全性和有效性。

**考核指标:**

**(一)项目验收指标:**完成药物临床试验研究,并取得不少于1项1类药品注册证书;授权发明专利1项以上,取得临床总结报告2项以上。实现2000升规模生产工艺,蛋白浓度25mg/ml、实现制剂有效期36个月以上,注射频次每2周1次,蛋白表达量实现2.5g/L以上,蛋白纯度95%以上,蛋白收率90%以上,制剂产品率99%以上。

**(二)绩效评价指标:**项目完成后年产量600万支,产品上市后三年内销售至全国500余家医院,治疗2型糖尿病、肥胖等患者600万人次,在全国实现销售收入10亿元以上,市场占有率10%左右。省内销售收入2亿元以上,市场占有率10%左右。

**申报条件:**山东省境内依法注册成立的具有独立法人资格的企业牵头,鼓励省内外高校、科研院所、企业可通过产学研方式共同参与,技术成果须在山东省内转化产业化。

**支持强度:**省财政资助资金额度不超过1000万元

**技术成熟度:**当前等级不低于6级(正样级),完成后不低于10级(销售级)。

**项目交示件:**完成时须取得1项以上1类药品注册证书。适应症临床总结报告2项以上。授权发明专利1项以上。

**张榜范围:**面向省内外公开张榜

## 项目六: 生物技术与工程

### 课题1: 疫苗制备用核心原料酶研发

**研究内容:**针对mRNA疫苗原料依赖进口的问题,开展mRNA疫苗生产用酶及相关原料规模化研究。研发无动物源性培养基,

解决下游临床药用产品不确定的生物污染风险；研发大规模大肠杆菌高密度发酵技术，实现大肠杆菌发酵高密度生长；研发大规模高效的蛋白纯化技术，通过独有的料液澄清技术和组合层析技术，在保证酶活性的前提下去除细菌蛋白、内毒素、宿主 DNA 残留等；开发高效 mRNA 转录体系，通过研究相关酶的反应特性，采用 DoE 试验方法设计，确定相关酶的配比、反应体系 pH、关键离子强度等，获得高 mRNA 产量的体外转录混合物配方。

### **考核指标：**

**（一）项目验收指标：** 生产线 2 条，mRNA 产量达到 10g/L，2000L 规模大肠高密度发酵（菌体湿重达 180g/L）；加帽效率 95% 以上；外转录 RNA 的长度 100bp-10K；单次反应体系（20ul）的 RNA 产量 120-200ug；合成长度可达 10K；灵敏度 1ng 模板；纯度 95% 以上。

**（二）绩效评价指标：** 项目完成后，年销售收入超过 1 亿元。

**申报条件：** 山东省境内依法注册成立的具有独立法人资格的企业牵头，鼓励省内外高校、科研院所、企业可通过产学研方式共同参与，技术成果须在山东省内转化产业化。

**支持强度：** 省财政资助资金额度不超过 1000 万元

**技术成熟度：** 当前等级不低于 5 级（初样级），完成后不低于 10 级（销售级）。

**项目交条件：** 完成时须建成生产线 2 条，mRNA 产量达到 10g/L，2000L 规模 mRNA 原料酶的稳定的生产工艺。

**张榜范围：** 面向省内外公开张榜

## 二、传统产业升级

### (六) 现代轻工纺织

#### 项目一：高端化工

#### 课题 1：超高纯电子级氢氟酸开发

(略)

张榜范围：面向省内公开张榜

#### 课题 2：高纯电子气体乙硅烷制备

**研究内容：**针对用于集成电路用乙硅烷气体纯度不足，高纯产品严重依赖进口的问题，开展高效低污染乙硅烷高纯制备、应用与产业化研究。研究硅镁合金化的物料与催化剂配比和反应条件，提高乙硅烷产出率；研究乙硅烷产品与氨、甲硅烷的分离和提纯技术，设计特殊分离设备，提高乙硅烷收率；研究产品精准的杂质分析检测方法和分析技术，改进工艺流程采样点和质量控制方法，开发样品杂质含量分析技术，提高纯化技术和精准杂质分析能力，实现工业化制备高纯乙硅烷产品。

#### 考核指标：

**(一) 项目验收指标：**开发出高效乙硅烷分离提纯技术与系统，乙硅烷产出率 $\geq 30\%$ 、收率 $\geq 25\%$ ；杂质检测分析能力达到 Cp/Cpk 标准，达到 ppm 级，金属离子含量检测能力达到 ppb 级；建成高纯电子气体甲乙硅烷生产装置，纯度不低于 5N 级的乙硅烷产能达到 10 吨/年，纯度不低于 7N 级甲硅烷产能达 18 吨/年；申请发明专利不少于 3 项。

**(二) 绩效评价指标：**实现高纯乙硅烷规模化生产的技术突

破，集成电路用高纯乙硅烷实现规模化应用，打破外国企业对高纯乙硅烷市场和技术的垄断，保障我国先进集成电路制造和高端光电产业链供应链安全。

**申报条件：**由省内独立法人企业牵头申报，牵头企业研发占比不低于 3%。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 500 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 5 级（初样级），完成后不低于 10 级（销售级）。

**项目交示件：**完成时须提供年产 10 吨乙硅烷和 18 吨甲硅烷生产装置第三方检测报告，量产后连续三批次产品一致性、考核指标测试合格的证明，产品进入客户产线验证证明、销售合同等；产业化生产需落地在山东省内企业。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

### 课题 3：生物基增塑剂开发

**研究内容：**针对石油基邻苯类增塑剂因健康危害亟待被替代，生物基增塑剂因成本高、性能不足无法实现广泛替代的产业困境，开展新型生物基增塑剂研究。解析微生物高效合成有机酸的分子机制，研究高效生物反应过程及化学协同技术，创制可实现不饱和和多元有机酸高效合成的人工细胞工厂，开发微生物发酵生产新工艺，解决原料可及性难题，实现不饱和和多元有机酸产品的微生物规模化绿色制造；通过生物、化工和材料的多学科交叉协作，优化合成生物技术、绿色化学均相/非均相催化技术和定制化酯化技术，开发新型不饱和和多元有机酸酯类系列化生物基增塑剂产

品，完成生物发酵、催化酯化和分离纯化等关键技术的开发及生产示范验证，实现成套工艺和设备的优化定型，编制可复制、可放大的全链条生产工艺包；开展反式乌头酸等多元有机酸酯类系列化增塑剂的增塑性能、热稳定性能、耐溶剂抽出性能和耐迁移性能等综合性能测试，在医用聚氯乙烯（PVC）塑料、食物容器等领域开展应用示范，推动新型绿色生物基增塑剂的产业化和市场化进程。

### 考核指标：

**（一）项目验收指标：**提出 2 种以上多元有机酸高效生物合成分子机制，表征 5-10 种多元有机酸合成关键催化和调控元件，设计构建不少于 3 种高效合成不饱和多元有机酸的人工细胞工厂，完成百吨罐的生产工艺开发及示范验证，产量大于 60 g/L，产酸速率  $\geq 0.50$  g/L/h，形成发酵工艺包 1 套；提出 3 种以上多元有机酸酯化技术，开发 5 种以上不饱和多元有机酸酯类增塑剂，完成医用健康（一次性输血/液器具）、食物容器等 3 种以上应用场景的应用示范，增塑效率（参照 DOP） $\geq 130\%$ 、挥发性  $\leq 0.60\%$ 、抽出性  $\leq 0.80\%$ 、迁移性  $\leq 0.30\%$ ，产品醇溶出物标准  $\leq 10$  mg/100 mL；其中一次性输血/液器具邵氏 A 硬度在 40~90 范围内时，拉伸强度  $\geq 12.4$  MPa，断裂伸长率  $\geq 300\%$ ；2 种以上不饱和多元有机酸酯增塑剂产品实现生物发酵、催化酯化和分离纯化的一体化生产技术贯通，产率  $> 90\%$ ，建成千吨/年产能生产示范线，形成生产工艺包 1 套，成本  $\leq 2.0$  万元/吨；申请发明专利不少于 15 项。

**（二）绩效评价指标：**研制新型生物基增塑剂，缓解产业困

境。完成不饱和多元有机酸微生物绿色制造技术开发，具备生产百吨罐生产示范线，通过生产方式变革为市场提供一种不饱和多元有机酸新产品；形成不饱和多元有机酸酯增塑剂的千吨级生产能力，为市场提供多种新的生物基增塑剂产品。

**申报条件：**由省内独立法人企业牵头申报，牵头企业研发占比不低于 3%。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 1500 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 5 级（初样级），完成后不低于 10 级（销售级）。

**项目交件：**完成时须提供 5 种以上不饱和多元有机酸酯类增塑剂第三方检测报告；3 种以上应用场景中的应用性能评测证明、销售合同、用户应用报告等；生产线及产能第三方验证报告，以及量产后连续三批次产品一致性报告；产业化生产需落地在山东省内企业。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

#### **课题 4：硝化反应连续流工艺与装备开发**

**研究内容：**针对有固体参与或生成，且反应强放热的硝化反应所存在的安全性差、能耗高、污染重、生产效率低、设备易堵塞等问题，开展硝化反应连续流工艺和装备研制。研究连续流硝化反应技术体系、反应机理，建立基础支撑数据库，以间甲基苯甲酸连续流硝化反应为先导，结合管式反应器结构形式和性能特点，开展动力学和热力学实验研究，揭示间甲基苯甲酸硝化反应机理，确定本质安全的最佳工艺条件；研究最佳硝化反应工艺条

件，设计高效传热、传质、防堵的连续流管式反应器结构形式，建立间甲基苯甲酸连续流硝化管式反应器机理模型；研究硝化反应设备与连续流工艺条件匹配技术，研制连续流管式反应器结构；开发间甲基苯甲酸连续流技术集成工艺包，开展中试验证，建成工业化应用示范装置，进行工程应用示范。

### 考核指标：

**（一）项目验收指标：**研制出连续流管式反应器结构，实现管式反应器传质系数  $\geq 0.01\text{kmol}/(\text{m}^2\cdot\text{s})$ ，换热系数  $\geq 1000\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{k})$ ，换热比表面积  $\geq 6.6\text{m}^2/110\text{L}$ ；开发出间甲基苯甲酸连续流技术集成工艺包，开发间甲基苯甲酸连续流硝化示范装置，单台设备生产能力  $\geq 500$  吨/年，单位容积产能  $\geq 4500$  吨/ $(\text{m}^3\cdot\text{年})$ ，建立间甲基苯甲酸连续流产线，2-硝基-3-甲基苯甲酸生产能力  $\geq 3000$  吨/年。原料间甲基苯甲酸转化率为 100%，目标产物 2-硝基-3-甲基苯甲酸得率  $\geq 65\%$ （较传统间歇釜式工艺提高 18%），单位产品能耗  $\leq 0.3\text{tce}/\text{吨}$ ，原料消耗较传统间歇釜式硝化工艺降低 5%以上。申请发明专利不少于 2 项、实用新型专利不少于 2 项；制定或修订国家/行业/团体标准不少于 1 项。

**（二）绩效评价指标：**突破连续流硝化反应工艺放大技术，依托连续流管式反应器和硝化反应工艺的完美契合，解决传统硝化反应热量移走不及时、工艺条件不稳定、高耗能、高污染等行业难题，实现从实验室级别向工业化千吨级连续流硝化反应工艺放大，为化工行业绿色化、智能化、连续化转型升级提供支撑。

**申报条件：**由省内独立法人企业牵头申报，牵头企业研发占比不低于 3%。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 1000 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 5 级（初样级），完成后不低于 12 级（利润级）。

**项目交示件：**完成时须提供连续流管式反应器结构性能满足考核指标的第三方检测报告；2-硝基-3-甲基苯甲酸产品指标合格的第三方测试报告；连续硝化生产示范产线第三方检测报告和产能报告，以及量产后连续三批次产品一致性报告；产业化生产需落地在山东省内企业。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

### **课题 5：高性能促进剂 MBTS 连续化清洁工艺开发**

**研究内容：**针对传统 MBTS 生产工艺存在氮氧化物污染、溶剂消耗与能耗大，废水和废盐污染的问题，开展氧气催化氧化法连续化合成高性能促进剂 MBTS 清洁工艺研制。系统性研究促进剂 MBTS 的化学反应过程，建立 MBTS 反应动力学机理模型；研究亚硝酸钠法、双氧水钠盐法、溶剂法的废水、废气、废料的零排放理论与工艺，研究各催化剂的催化效果，形成最优催化剂组合配方，建立 MBTS 氧气氧化法催化反应模型，探索釜式连续化合成方法反应模型与最佳反应条件，中试修正反应模型，研究万吨级氧气催化氧化法连续化合成 MBTS 生产工艺包，搭建万吨级 MBTS 连续化清洁工艺生产线。

**考核指标：**

**（一）项目验收指标：**开发高性能促进剂 MBTS 连续化清洁工艺，实现三废零排放；形成高性能促进剂 MBTS 连续化清

洁工艺包，建成 MBTS 连续化清洁工艺生产线，产能达万吨级每年，产出 MBTS 产品，初熔点  $\geq 168.5^{\circ}\text{C}$ ，产品纯度  $\geq 97.5\%$ ，产品收率达  $\geq 97\%$ ，达到医药级产品级别；产品生产成本低约 2000 元/吨，成本低于 1.4 万元/吨；申请发明专利不少于 2 项。

**（二）绩效评价指标：**完成高性能促进剂 MBTS 连续化清洁工艺研制，实现高效清洁生产工艺应用，带动橡胶产品高附加值发展，进一步提升我国橡胶产品的国际竞争力。

**申报条件：**由省内独立法人企业牵头申报，牵头企业研发占比不低于 3%。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 1000 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 5 级（初样级），完成后不低于 10 级（销售级）。

**项目交件：**完成时须提供 MBTS 产品满足考核指标的第三方检测报告、客户采购规格书等；高性能促进剂 MBTS 连续化清洁工艺包；万吨级 MBTS 连续化清洁工艺生产线第三方检测报告，以及量产后连续三批次产品一致性报告；产业化生产需落地在山东省内企业。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

## 课题 6：有机过氧化物开发

**研究内容：**针对有机过氧化物不稳定、反应过程放热高、耗时长、能耗大、生产过程危险性高的问题，开展基于微反应器的有机过氧化物生产研究。针对有机过氧化物生产和放大过程中关键共性问题，研究微化工-有机过氧化物合成、微化工-叔丁基过

氧化氢 TBHP 分离精制技术,开发本质安全的有机过氧化物工业生产新技术,生产二叔丁基过氧化氢 DTBP、叔丁基过氧化氢 THBP、过氧化甲乙酮 MEKP 等 3 种典型代表的有机过氧化物产品;优化有机过氧化物合成关键微化工设备中试和工业化设备设计、中试/工业化过程工艺,开发前后工序如提纯和精制等配套新工艺,建立微化工-有机过氧化物生产技术应用示范线。

### **考核指标:**

**(一)项目验收指标:**有机过氧化物的生产效率提升,二叔丁基过氧化氢 DTBP、叔丁基过氧化氢 THBP、过氧化甲乙酮 MEKP 单批次生产所需时间均缩短到 30min 以内;二叔丁基过氧化氢 DTBP 合成收率>96%,纯度>99%,叔丁醇转化率>99%;叔丁基过氧化氢 THBP 合成收率 $\geq$ 70%,THBP 分离收率>90%;过氧化甲乙酮 MEKP 合成收率 $\geq$ 70%,活性氧含量>10%,闪点>30℃;完成不少于 3 种典型有机过氧化物中试,单套设备折合产能 30 吨/年/套;完成不少于 2 种典型有机过氧化物的工业试验,工业试验的单套设备折合产能 600 吨/年;新技术生产过程的风险等级降低到 I-II 级;申请发明专利不少于 3 项。

**(二)绩效评价指标:**完成基于微反应器的有机过氧化物生产研究,解决生产过程危险性高的问题,实现本质安全的工业生产新技术的示范,提高国内企业有机过氧化物自主研发能力和生产安全性,推动过氧化物产业生产水平提升。

**申报条件:**由省内独立法人企业牵头申报,牵头企业研发占比不低于 3%。

**支持强度:**省财政资助资金额度不超过 1000 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 5 级（初样级），完成后不低于 10 级（销售级）。

**项目交示件：**完成时须提供有机过氧化物生产专用微化工中试关键设备不少于 3 套、有机过氧化物生产专用微化工工业化试验关键设备不少于 2 套的第三方检测报告，及单套产能检测报告。微化工-二叔丁基过氧化氢 DTBP、微化工-叔丁基过氧化氢 TBHP、微化工-过氧化甲乙酮 MEKP 等提供复合考核指标要求的第三方检测报告、用户应用报告等。微化工-有机过氧化物的工业化试验第三方检测报告，单套套折合产能为 600 吨/年的工业示范线和工业化试验报告；产业化生产需落地在山东省内企业。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

### **课题 7：高碳烯烃氢甲酰化成套工艺开发**

**研究内容：**针对高碳烯烃氢甲酰化技术被国外垄断，高碳醇/酸产品依赖进口问题，围绕烯烃氢甲酰化关键原料、催化剂及工艺进行研究。研究 1-丁烯/2-丁烯聚合机理，开发丁烯聚合催化剂及聚合工艺，探索高选择性 C12 烯烃的合成技术；开展过渡金属与有机配体、一氧化碳、氢之间的作用关系研究，设计开发氢甲酰化催化剂配体，合成高性能氢甲酰化催化剂，剖析原料结构与催化剂之间的构效关系，提升催化性能；开展烯烃氢甲酰化工艺研究，解析反应微流场，创新结构设计，提高传质、传热，提升反应效率，降低能耗；开发催化剂循环回收利用工艺，提高催化剂利用效率，降低催化剂成本。

**考核指标：**

**（一）项目验收指标：**完成不少于 2 种 1-丁烯/2-丁烯聚合催化剂的开发，实现 C12 烯烃收率  $\geq 30\%$ ，C12 烯烃氢甲酰化单程转化率  $\geq 40\%$ ，催化剂稳定运行 1000h 以上；完成不少于 2 种氢甲酰化催化剂开发，实现二聚异丁烯氢甲酰化转化率  $\geq 95\%$ ，目标醛选择性  $\geq 98\%$ ，催化剂稳定运行 1000h 以上，烯烃转化率和目标醛选择性不降低；搭建烯烃氢甲酰化关键催化剂及工艺开发技术平台，建设烯烃氢甲酰化示范装置 1 套，产能达百吨级/年以上，输出万吨级工业化装置工艺包；申请发明专利不少于 6 项，授权专利不少于 3 项。

**（二）绩效评价指标：**打造烯烃氢甲酰化关键催化剂及工艺开发技术平台，掌握国际先进的 1-丁烯/2-丁烯聚合催化剂及丁烯聚合工艺，实现低碳烯烃到高碳烯烃的转化；开发自主知识产权的氢甲酰化催化剂，攻关新一代氢甲酰化工艺，实现国产化替代，填补国内高碳烯烃氢甲酰化产品的空白，助力酯类合成油、表面活性剂等行业高质量发展。

**申报条件：**由省内独立法人企业牵头申报，牵头企业研发占比不低于 3%。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 800 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 5 级（初样级），完成后不低于 10 级（销售级）。

**项目交示件：**完成时须提供关键催化剂开发技术报告、高碳烯烃氢甲酰化万吨级工艺包、提供工业示范装置产品在下游客户性能测试合格的验证报告。产业化生产须落地在山东省内企业。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

## 课题 8: 聚乳酸成套工艺开发

**研究内容:** 目前国内外乳酸单体主要由玉米、木薯等富糖生物发酵进行规模化生产, 针对聚乳酸生产工艺路线长、与民争粮等问题, 研究开发煤基化学品为原料的甲醇合成聚乳酸新工艺。研究改进间歇反应技术, 开展工艺条件验证和催化剂性能分析, 研究甲醇制备乳酸单体的连续分离技术, 优化产物分离方法, 开发甲醇制备乳酸的连续反应工业路线, 形成自主知识产权的规模化成套工艺技术, 实现乳酸单体精制, 设计和建设规模化甲醇制备乳酸生产装置; 改进传统乳酸聚合工艺方法, 研究乳酸聚合制备聚乳酸一步法聚合工艺, 确定最佳工艺条件, 实现工艺流程缩短, 提高聚乳酸收率和质量; 优化设计连续反应器、聚合釜、关键精制装置等工艺设备, 开发千吨级成套工艺装备, 提高生产效率和产品质量; 基于千吨级中试, 开展工业放大及工程示范研究, 优化产物分离方法, 研究开展十万吨级工业生产装置工艺包的开发和设计, 建成煤基可降解材料乳酸单体及聚乳酸生产线, 并实现聚乳酸产品在包装材料、医药材料、塑料工业等场景应用推广。

### 考核指标:

**(一)项目验收指标:** 研发出甲醇制备乳酸的连续反应工艺, 以甲醇计乳酸收率  $\geq 60\%$ , 乳酸甲酯纯度  $\geq 98\%$ , 乳酸纯度达到聚乳酸原料要求或工业乳酸产品的行业标准; 形成乳酸合成聚乳酸的新工艺, 以乳酸计总聚合收率达到理论收率的  $95\%$  以上, 聚乳酸产品的甲醇单耗  $\leq 2.2$  t/t, 聚乳酸产品达到国家标准 GB/T29284-2012 要求; 建成规模化甲醇制备乳酸生产装置 (中

试), 产能达 2000 吨/年, 建成聚乳酸成套生产装置(中试), 产能达 1000 吨/年; 实现中试放大, 开发出年产十万吨级煤基聚乳酸工业装置工艺包, 完成产能 10 万吨/年煤基可降解材料乳酸单体及聚乳酸生产线项目审批立项; 实现乳酸单体成本降低 10%, 聚乳酸产品成本降低 5%; 实现聚乳酸产品在包装材料、医药材料、塑料工业等不少于 3 种行业领域, 不少于 500 吨的规模化应用; 申请相关发明专利不少于 4 项, 参与制定或修订国家/行业标准不少于 1 项。

**(二) 绩效评价指标:** 突破甲醇制乳酸(酯)和直接聚合聚乳酸的生产工艺, 形成年产十万吨级煤基可降解材料乳酸单体及聚乳酸工艺包和生产线, 技术水平达到国际先进水平, 实现乳酸单体和聚乳酸产品成本降低, 助力医疗、塑料、纺织等产业绿色低碳发展。

**申报条件:** 由省内独立法人企业牵头申报, 牵头企业研发占比不低于 3%。

**支持强度:** 省财政资助资金额度不超过 1200 万元

**技术成熟度:** 当前等级不低于 5 级(初样级), 完成后不低于 10 级(销售级)。

**项目交示件:** 完成时须提供乳酸、聚乳酸产品满足考核指标的第三方验证报告, 模化甲醇制备乳酸生产装置(中试)、聚乳酸成套生产装置(中试)产能检测报告; 煤基聚乳酸工业装置工艺包和年产十万吨的煤基可降解材料乳酸单体及聚乳酸生产线产能检测报告、立项文件, 并提供量产后连续三批次产品一致性报告; 聚乳酸产品不少于 3 种行业领域、不少于 500 吨的规模化

应用的用户应用报告、销售合同等证明材料；产业化生产须落地在山东省内企业。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

## 项目二：现代轻纺

### 课题 1：微纳纤维素绿色制备

**研究内容：**针对微纳纤维素新材料制备高端产品受国外垄断的现状，开展微纳纤维素绿色制备的研究。研究微晶纤维助渗透技术及定向酸水解技术，探索不同因素对纤维素水解反应产物微晶纤维素得率、聚合度、纤维形态和结晶结构等指标的影响，实现微晶纤维素产品的粒径、粒径分布的调控，研究生物化学机械法绿色制备微纳米纤维素关键技术，产出高性能指标要求的微晶纤维素产品；研究预处理程度与纳米纤维素、纤维分离之间的关系，研究微晶纤维素及纳米纤维素形态结构与高值化功能化调控技术，研发纳米纤维素表面改性和修饰技术，实现纳米纤维素的绿色制备及高值化利用；研究纳米纤维素和微晶纤维素的关键制造集成技术，建成纳米纤维素、微晶纤维素千吨级生产线。

### 考核指标：

**（一）项目验收指标：**微晶纤维素聚合度达到 100~320、粒径（20~50 $\mu\text{m}$ ；50~80 $\mu\text{m}$ ；80~120 $\mu\text{m}$ ；120~180 $\mu\text{m}$ ，定向制备）、结晶度>90%，经表面修饰后的微晶纤维素再分散后，放置 24 小时的沉降比  $\geq 0.95$ ；纳米纤维素聚合度达到 100~300、粒径 10-40nm、结晶度>92%；应用于生物基防水放油阻隔性功能材料：经过改性调控的纳米纤维素疏水疏油能力达到 Cobb1800  $\leq 5$ ，

Kit 值达到 12 级。建成年产 4000 吨/年的微晶纤维素生产线不少于 2 条,纳米纤维素产能 2500 吨/年的产业化示范线不少于 2 条,分别完成微晶纤维素和纳米纤维素在生物医药、高端功能材料等相关领域应用示范;申请发明专利不少于 8 项;制定或修订国家/行业/团体标准不少于 2 项。

**(二) 绩效评价指标:** 研究微纳纤维素绿色制备技术,开发可替代国外高端微纳纤维素产品,实现微纳纤维素自主可控,带动生物基新材料产业发展。

**申报条件:** 由省内独立法人企业牵头申报,牵头企业研发占比不低于 3%。

**支持强度:** 省财政资助资金额度不超过 1000 万元

**技术成熟度:** 当前等级不低于 5 级(初样级),完成后不低于 10 级(销售级)。

**项目交示件:** 完成时须提供纳米纤维素、微晶纤维素考核指标测试合格的第三方证明及应用验证报告;年产 4000 吨/年的微晶纤维素生产线不少于 2 条、年产不低于 2500 吨的纳米纤维素产业化生产示范线不少于 2 条的第三方检测报告,以及量产后连续三批次产品一致性证明;产业化生产需落地在山东省内企业。

**张榜范围:** 面向省内外公开张榜

## **课题 2: 无染上色关键技术开发**

**研究内容:** 针对纺织品染色流程长、污染大的问题,以及对流程再造与提升的迫切需求,开展微纳镶嵌无染上色关键技术研究。研究基于色彩基因改写的纺织品微纳纤维静电纺镶嵌无染上

色技术；研究彩色微纳米纤维-本色纺织纤维镶嵌结构、多尺度界面耦合的色彩调控机理和彩色微纳纤维静电纺镶嵌技术，建立微纳纤维镶嵌色彩工程体系；研究彩色微纳米纤维/本色纤维色纺成纱技术，揭示多尺度纤维在纤维集合体中的界面接触行为和界面作用关系，构建彩色微纳米纤维均匀分布调控技术；研究纺丝溶液控制、电场控制、气流控制、微纳米纤维取向控制、配色控制的无染上色系列装备体系，研发微纳纤维静电纺镶嵌产业化关键装备；建立基于彩色纳米纤维空间尺度、转移、镶嵌、耦合的色彩改写工程体系，建立相关的无染上色纺织产品设计和评价技术体系，研发系列无染上色纺织产品，形成产品标准和产业化示范应用。

### 考核指标:

**(一) 项目验收指标:** 建立微纳纤维静电纺镶嵌无染上色加工体系，盐助剂用量减少 90%，染料利用率  $\geq 80\%$ ，可适用阳离子染料、活性染料等多种染料，染料占微纳纤维含量达 0~30%；研发系列微纳米纤维无染上色新装备，在梳棉机出口至聚集成条喇叭口之间进行静电纺丝无染上色，棉网运行长度  $\geq 2$  米，幅宽  $\geq 1$  米，速度  $\geq 90$  米/分，棉网克重  $\geq 6$  克，微纳米纤维平均细度  $\leq 300$  nm，有机溶剂回收率  $\geq 95\%$ ；构建一套微纳基因改写色彩体系，建立基因改写纺织品色谱数据库及配适的工艺体系和相关标准，采用 CIE Lab 标色系（红色约为：L\*:85、a\*:15、b\*: 5，蓝色约为：L\*:85、a\*:5、b\*:-20，绿色约为：L\*:90、a\*:-15、b\*:10）。建成微纳纤维无染上色示范线不少于 2 条，研发 2 款以上无染上色的彩色风格纺织产品，产能达 500 吨/年；无染上色纱线耐磨

擦色牢度达到 3~4 级，耐高温色牢度应达到 3~4 级，纺织品吸湿性、柔软性和可纺性与传统纺织品一致。申请发明专利不少于 10 项。

**（二）绩效评价指标：**突破微纳纤维静电纺镶嵌无染上色技术，解决染色高能耗、高排放问题，建立以自主研发新纺织技术为核心的无染上色产业链和技术链新生态，带动传统纺织产业转型升级。

**申报条件：**由省内独立法人企业牵头申报，牵头企业研发占比不低于 3%。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 1000 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 5 级（初样级），完成后不低于 10 级（销售级）。

**项目交件：**完成时须提供微纳镶嵌无染上色加工体系工艺包；微纳米纤维无染上色新装备第三方检测报告；2 款以上无染上色彩色风格纺织产品样品；不少于 2 条微纳镶嵌无染上色工程示范线第三方检测报告和产能报告，以及量产后连续三批次产品一致性报告；产业化生产需落地在山东省内企业。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

### **课题 3：可降解聚酯复合非织造材料制造**

**研究内容：**基于环保、能源、电子等产业对环境及人体友好型可降解聚酯材料的需求，开展可降解聚酯复合非织造材料关键技术研究。研究成纤用可降解聚酯材料的可控聚合、化学结构与聚集态结构调控及合成/杂化技术，通过化学共聚、纳米复合或

功能助剂引入，解决可降解聚酯材料的加工温度窗口窄、可降解性、机械性能及功能性之间难以协同提高的技术难题；研究改性可降解聚酯超细纤维的可控成形机制及技术，解决可降解聚酯热稳定性差及无机粉体添加量多、分散性差造成的纤维成形加工难、强度低等问题；研究可降解聚酯非织造材料的梯度结构构筑机制及制造技术，解决聚酯非织造材料均匀度低、孔结构难以满足高性能需求的共性突出问题，研究可降解聚酯母粒及聚酯复合非织造制品的生物降解行为，阐明功能助剂、加工工艺等对制品降解性能的影响规律，开发系列化可降解聚酯复合非织造材料，并实现产品的生物降解性能的全面评估。

### **考核指标：**

**（一）项目验收指标：**研发粘度可精确调控适用于熔喷及纺粘加工成型的可降解聚酯母粒各 1 种，特性粘度  $\leq 0.65\text{dL/g}$ ；研发可降解聚酯纺粘-熔喷复合非织造材料产品不少于 2 种，适用于熔喷及纺粘加工成型，可降解聚酯特性黏数和熔体粘度可精确调控；可降解聚酯超细纤维平均直径  $\leq 4\mu\text{m}$ ，纤维强度  $\geq 3.0\text{cN/dtex}$ ，满足非织造材料的成型及实际使用；可降解聚酯复合非织造材料平均孔径  $\leq 5\mu\text{m}$ ，最大孔径  $\leq 15\mu\text{m}$ ；可降解聚酯母粒及聚酯复合非织造材料可降解性满足国家标准（GB/T 41010-2021）。建成环境友好与安全型聚酯复合非织造材料制造生产线，产能达 1 万吨/年；申请发明专利不少于 7 件，制定或修订国家/行业/团体企业标准不少于 1 项。

**（二）绩效评价指标：**完成可降解聚酯复合非织造材料的绿色规模化制备，缓解可降解聚酯非织造材料的“卡脖子”问题，

并实现规模化应用，带动聚酯非织造产业集群发展。

**申报条件：**由省内独立法人企业牵头申报，牵头企业研发占比不低于 3%。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 1000 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 5 级（初样级），完成后不低于 10 级（销售级）。

**项目交件：**完成时须提供不少于 2 种可降解聚酯非织造材料产品的满足考核指标的第三方检测报告，用户应用验证报告；环境友好与安全型聚酯复合非织造材料制造生产线第三方检测报告和产能报告，以及量产后连续三批次产品一致性证明；产业化生产需落地在山东省内企业。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

#### **课题 4：莱赛尔纤维绿色制造**

**研究内容：**针对莱赛尔纤维防原纤化技术受国外封锁和筒纱染色工艺存在高污染等问题，开展莱赛尔纤维防原纤化工艺与绿色制备技术研究。研究莱赛尔纤维超分子结构模型与原纤化原理，揭示原纤等多层次结构在纤维溶胀过程中的变化规律，研究纤维原纤化触发机理；研究莱赛尔纤维纤维素结晶及取向结构对原纤化的影响规律，通过理论计算结合实验测试剖析原纤化机理。研究莱赛尔纤维快速原位着色及高温潮固色机理和纤维原纤化机制，揭示纤维快速上染及固色方法；研究莱赛尔织物防原纤化关键技术和典型交联剂特定官能团对原纤间架桥作用，开发柔软-交联一步法处理工艺，实现莱赛尔织物防原纤化加工技术的柔性

生产；研究莱赛尔纤维制品绿色染整加工技术及产业化，开发新型自动化染整装备；研究生产过程中的碳足迹和水足迹，构建瓦尔拉-卡塞尔模型，实现流程单元碳足迹和水足迹动态监测和莱赛尔纤维制品的绿色低碳产业化生产。

### **考核指标：**

**（一）项目验收指标：**研发出莱赛尔纤维织物，达到优等品水平，抗起毛起球 $\geq 3\sim 4$ 级，缩水率 $1\sim 4\%$ ，洗涤外观 $\geq 3.2$ 级，色牢度（耐摩擦、耐皂洗、耐汗渍、耐水） $\geq 4$ 级，甲醛含量 $< 65\text{mg/kg}$ ，强力损失率 $< 10\%$ ；与棉织物相比，能耗减少 $20\%$ 以上，废水排放量减少 $20\%$ 以上，产品碳排放当量降低 $25\%$ 以上；开发出新型自动化染整装备，建成无盐少水在线染色生产线 $2$ 条，莱赛尔纤维织物生产能力达 $6000$ 万米/年，形成数控在线染色技术的产业化应用；申请发明专利不少于 $15$ 项，制定或修定国家/行业/团体标准不少于 $4$ 项。

**（二）绩效评价指标：**突破莱赛尔原纤化防控技术，打破国外技术垄断，促进纺织产业绿色转型升级，推动纺织产业高质量发展和节能减碳。

**申报条件：**由省内独立法人企业牵头申报，牵头企业研发占比不低于 $3\%$ 。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 $1000$ 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 $6$ 级（正样级），完成后不低于 $10$ 级（销售级）。

**项目交示件：**完成时须提供莱赛尔纤维织物、新型自动化染整装备等第三方检测报告；无盐少水在线染色生产线 $2$ 条的第三

方检测报告及产能报告，以及量产后连续三批次产品一致性证明；产业化生产需落地在山东省内企业。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

## **（七）现代高效农业**

### **项目一：智慧农业**

#### **课题 1：无人机方舱集群协同作业调度系统研发**

**研究内容：**针对小麦、玉米等大田作物开展低空多模态农情生境信息、作物生长和病虫害数据的耦合研究，构建面向作物多源信息的知识图谱地图和全生命周期动态生长模型，探索病虫害精准防控与产量预测机制，研发基于最优生产的智能决策管控平台；研制无人机专用 5G 高速通信、信息采集及机载储运关键部件；研制具备气象感知、快速充/换电、药/肥自动加注功能的可移动无人机方舱，研究基于无人机-方舱的拓扑实现方式及空-地协同架构；研究基于“云-边-端”的交叉物联数据链路和通信组网协议，突破智能决策与异构混编等关键技术，研发无人机-方舱集群协同作业的智慧调度系统；实现规模化农业示范应用。

#### **考核指标：**

**（一）项目验收指标：**开发作物农情信息解析及动态生长模型，农情参数定量解析精度 $>85\%$ ，作业区域减少农药使用量 $>20\%$ ，产量预测误差 $<3\%$ ；研发无人机专用 5G 高速通信模块、视觉及光谱数据采集终端等无人机机载式关键部件 3-5 种，无人机专用 5G 高速通信模块组网数据延迟 $\leq 10\text{ms}$ ，作物光谱时序样本数据 $>10000$  份，无人机储运负载能力 $\geq 50\text{kg}$ ；方舱无人机换

电耗时 $\leq 3\text{min}$ ，充电时间 $\leq 20\text{min}$ （电量从 20%充至 90%），药/肥自动加注时间 $\leq 3\text{min}$ ；研制异构无人机-方舱集群协同作业关键技术 4-6 项，研发云-边-端集群协同作业的无人机-方舱智慧调度信息系统 1 套，可支持装机容量 $\geq 500$  台。申请发明专利或软件著作权 15-20 项。

**（二）绩效评价指标：**单套系统作业示范应用总面积不低于 10 万亩；建立农业无人机-方舱集群协同作业智能调度应用场景 1-2 个；相比传统作业模式，提高综合生产效率 $\geq 15\%$ ，减少人工成本 $\geq 40\%$ ；相关无人机机载式关键部件及无人机方舱年产量不少于 20 套。

**申报条件：**牵头申报单位须为山东省境内依法注册成立的具有独立法人资格的企业。鼓励省内外高新技术企业、重点科研院所、高校以产学研合作形式共同申报。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 1000 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 5 级（初样级），完成后不低于 10 级（销售级）。

**项目交示件：**完成时须提供作物全生命周期生长信息监测与生长识别处理模型以及无人机多机协同作业飞行控制算法 2 套；无人机机载式关键部件 4-5 种；快速充/换电、药/肥自动加注无人机方舱 2 套；云-边-端集群协同作业的无人机-方舱智慧调度信息系统 1 套。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

## **课题 2：种子芽向多维视觉识别与精准抓取装备研制**

**研究内容：**针对高端芽菜生产自动化、智能化程度低、生产不集约、环境监测及智能管控能力差、快速生产工艺研究不足等问题，重点突破机器视觉识别与分析技术、机械手精准抓取技术、大规模作业环境精准管控等关键技术；研发智能选种浸种、精量播种、自动转运、无损伤自动采收、包装等成套全流程智能作业装备及自动化物流系统，实现高端芽菜大规模定制生产；研究不同高端芽菜最优生产工艺和环境参数，开发环境智慧监测与智能管控系统，提高高栽培容积率条件下车间环境调控均匀度和作业管控精准度；集成高端芽菜智能工厂生产工艺流程，进行高端芽菜工厂成套化智能装备示范应用。

### **考核指标：**

**（一）项目验收指标：**突破机器视觉识别与分析技术、机械手精准抓取技术、大规模作业环境精准管控等核心技术 3 项以上；创制成套智能作业装备及自动化物流系统，高端芽菜精量播种机器人播种准确率  $\geq 98\%$ ，芽菜采收机器人作业效率不低于 20 秒/盘，定位精度  $\pm 1\text{mm}$ ，芽菜包装机器人包装速度 1 秒/包，损伤率  $\leq 5\%$ ；开发高端芽菜智能工厂环境智慧监测及智能管控系统 1-2 套，实现栽培车间内温度均匀性  $\pm 2^\circ\text{C}$ ，相对湿度均匀性  $\pm 5\%$ ；建成日产芽菜 10 吨、栽培层数达 15 层的无人化植物工厂，实现 2-3 种高端芽菜周年生产；申请专利 4-6 项。

**（二）绩效评价指标：**研制全流程机器人及配套设备 6 台（套）以上；创制高端芽菜智能工厂环境智慧监测及智能管控系统 1-2 套；集成高端芽菜智能工厂生产工艺流程，建成高端芽菜智能植

物工厂示范基地 1-2 处，实现日产芽菜能力 10 吨以上；提高作业效率 50%以上，减少人工成本 50%以上，减少土地用量 90%以上；全省示范推广 20 座以上。

**申报条件：**牵头申报单位须为山东省境内依法注册成立的具有独立法人资格的企业。鼓励省内外高新技术企业、重点科研院所、高校以产学研合作形式共同申报。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 1000 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 5 级（初样级），完成后不低于 10 级（销售级）。

**项目交件：**完成时须研制芽菜智能选种浸种、精量播种、自动转运、无损伤自动采收、包装等全流程机器人及配套设备 6 台（套）以上，高端芽菜智能工厂环境智慧监测及智能管控系统 1-2 套，日产芽菜 10 吨、栽培层数达 15 层的高端芽菜智能植物工厂应用示范基地 1-2 处。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

## 项目二：绿色种养

### 课题 1：黄河流域粮油复合种植节水技术研发

**研究内容：**针对黄河流域粮油复合种植全生长周期水分精准管理模型算法匮乏和深度节水关键技术不匹配的问题，研究粮油作物复合种植模式下水肥种间互补与竞争机制，探析深度节水增产协同效应，开展水分高效型粮油复合种植模式优选；创新多源水分数据驱动的农田水分精准调控算法，构建复合种植全生长周

期深度节水模型；研发与水肥一体化相配套的分区变量灌溉技术与智能装备，研发基于云原生技术的“感知-决策-执行-反馈”一体化云端互通深度节水数据服务系统，实现复合种植精准自动灌溉；集成构建粮油作物复合种植全生长周期深度节水技术模式，并在山东黄河流域进行示范推广。

### **考核指标：**

**（一）项目验收指标：**创新粮油复合种植周年深度节水关键技术 3-4 项，制定行业/地方标准（技术规程）2-3 项；开发粮油复合种植全生长周期精准水分管理模型 2 套，水分调控准确度  $\geq 90\%$ ；研发分区变量灌溉智能装备 2-3 套。

**（二）绩效评价指标：**在山东黄河流域建设核心试验基地 8-10 个，示范推广面积 100 万亩，实现周年水分利用效率提高 15%以上、节本增效 200 元/亩以上。

**申报条件：**牵头申报单位须为山东省境内依法注册成立的具有独立法人资格的企业。鼓励省内外高新技术企业、重点科研院所、高校以产学研合作形式共同申报。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 500 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 7 级（环境级），完成后不低于 10 级（销售级）。

**项目交示件：**完成时须提供粮油复合种植周年节水增产增效技术规程 2-3 项，云端互通深度节水数据服务系统 1 套，节水灌溉装备 2-3 套。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

## 课题 2：禽类重大传播性疾病防控与生物兽药创制

**研究内容：**针对禽白血病、网状内皮组织增殖病、鸡传染性贫血、呼肠孤病毒病、鸭细小病毒病、星状病毒病等禽类重大垂直传播性疾病及种源性疾病防控中存在的病原遗传演化和致病机制不清、病原检测精准度低、净化不完全、疫苗免疫过载、新型疫苗及生物药物研制技术缺乏等瓶颈问题，开展病原遗传演化及致病机制研究，揭示病原遗传演化对致病性的影响，筛选获得疫苗候选毒株；开展病原精准检测技术研究，建立多重核酸实时检测、抗原可视化检测和表位标识检测等精准高通量检测技术体系；开展净化技术研究，建立禽白血病和鸡传染性贫血等疾病科学高效的净化技术；开展新型疫苗研究，创制减毒活疫苗、亚单位疫苗、重组载体疫苗、多联多价疫苗等新型疫苗；开展新型靶向生物兽药研究，创制安全高效的宿主天然防御因子等新型靶向药物。对研发的检测技术、生物制品及生物兽药进行产业化开发与应用示范。

### 考核指标：

**（一）项目验收指标：**突破禽类垂直传播性疾病精准检测技术 5 项以上，研制特异性强、敏感度高、重复性好的试剂盒 4 种以上，实现禽类各个生长周期及病毒潜伏期的精准监测；建立禽白血病、传染性贫血等疾病的净化技术标准 2-3 项，实现疾病净化场的无疫状态；突破禽垂直传播性疾病疫苗“卡脖子”技术，研制新型减毒疫苗、亚单位疫苗、载体重组苗 2-3 个，实现垂直传播性疾病的有效防控；突破靶向抗病毒生物兽药研制技术，研制新型靶向抗病毒制剂 2-3 个，实现体内定向清除病毒。获得临床

试验批件 2 件，获得新兽药注册证书 2 件，申报或授权专利 12 件，申报地方标准 4-6 项，推广技术 5 项，制定企业技术标准 5 项，建立应用示范基地 10 处。

**（二）绩效评价指标：**检测试剂盒精准度 100%，无交叉反应；净化后禽种群相关病原感染率达 0.1% 以下；疫苗保护率达 98% 以上；新型靶向生物药物无毒无残留，治愈率 90% 以上；应用示范基地禽类产蛋率提高 2% 以上，孵化率提高 2% 以上。熟化产业化技术 5 项以上，实现产业化，形成企业技术标准 5 项。

**申报条件：**牵头申报单位须为山东省境内依法注册成立的具有独立法人资格的企业。鼓励省内外高新技术企业、重点科研院所、高校以产学研合作形式共同申报。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 1000 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 6 级（正样级），完成后不低于 10 级（销售级）。

**项目交示件：**完成时须提供检测试剂盒 4 种，减毒疫苗、亚单位疫苗及载体重组疫苗 2-3 个，新型靶向抗病毒制剂 2-3 个，新兽药注册证书 2 件，地方技术标准申请书或批准书 4 项，企业技术标准 5 项，专利申报书或授权书 12 件，应用证明 10 份。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

### **课题 3：猪重要疫病基因工程疫苗创制**

**研究内容：**针对目前生猪重要疫病混合感染严重和多联多价疫苗缺乏问题，研究反向遗传构建病毒感染性克隆、基因编辑改造流行毒株和细胞系等技术；进行病毒悬浮培养、细菌高密度发

酵、病毒样颗粒组装、抗原蛋白高效重组表达等“卡脖子”技术攻关；筛选开发适用于不同疫苗抗原的新型水溶性佐剂或免疫增强剂；研制猪圆环病毒 2 型、猪支原体肺炎、猪 A 型塞内卡病毒病、猪流行性腹泻、猪传染性胃肠炎、猪流感等重要疫病的基因工程亚单位、口服活载体等“多联多价”疫苗，实现“一针防多病”的免疫接种方式。

### **考核指标:**

**(一) 项目验收指标:** 突破生猪重要疫病“多联多价”疫苗创制关键技术 4-5 项；建立病毒反向遗传、基因编辑、抗原蛋白高效表达等技术平台 3-4 个，重组抗原蛋白表达含量不低于 0.5 mg/mL，病毒样颗粒组装效率不低于 80%，支原体含量不低于  $1.5 \times 10^9$  CCU/mL，高密度发酵重组菌含量不低于  $5.0 \times 10^9$  CFU/mL；研制基因工程多联多价疫苗 4-5 个，开发多抗原兼容性新型佐剂或免疫增强剂 1-2 种。获得国家新兽药证书 1 项、兽药国家标准 1 项、生产批准文号 1 件、农业转基因生物安全证书和新兽药临床试验批件 2-3 项，申请或获得发明专利 8-10 项。

**(二) 绩效评价指标:** 建立示范基地 2-3 处，累计应用猪只 500 万头以上。

**申报条件:** 牵头申报单位须为山东省境内依法注册成立的具有独立法人资格的企业。鼓励省内外高新技术企业、重点科研院所、高校以产学研合作形式共同申报。

**支持强度:** 省财政资助资金额度不超过 1000 万元

**技术成熟度:** 当前等级不低于 6 级（正样级），完成后不低于 10 级（销售级）。

**项目交示件：**完成时须获得国家新兽药证书 1 项、兽药国家标准 1 项、生产批准文号 1 件、农业转基因生物安全证书和新兽药临床试验批件 2-3 项，申请或获得发明专利 8-10 项。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

### 项目三：农产品加工

#### 课题 1：小麦天然营养素开发

**研究内容：**针对我国小麦加工过程中天然营养素资源浪费严重、生物利用率低、产品附加值低等问题，开展小麦新型制粉关键技术研究，研制低能耗、低温升的精准分层剥皮和撞击式磨粉装备，开发安全性高，加工品质好，B 族维生素、烷基间苯二酚等天然营养素保留率高的新型营养面粉加工技术；采用微波、短波红外等物理场处理小麦胚芽和糊粉层，提高小麦胚芽油的成品率、维生素 E 的保留率和糊粉层的稳定性；采用超声、亚临界水等物理场协同固态发酵、多酶耦合等生物技术处理小麦麸皮、胚芽粕和面筋蛋白，提高麸皮中酚酸的生物利用率，制备水溶性高阿魏酰阿拉伯木聚糖、阿魏酰低聚糖、活性肽等功能因子，研究功能因子的构效、量效关系及其协同增效机制，突破功能因子的高效生物转化及活性保持等关键技术，开发系列高附加值功能食品。

#### 考核指标：

**（一）项目验收指标：**突破小麦加工中天然营养素保全、富集、稳定化与功能性产品制备等关键技术 8-10 项；研制小麦精准剥皮、制粉、活性肽制备等关键设备 3-4 台（套）；新型活性

肽生物反应器中小麦湿面筋充分分散时间 $\leq 15\text{min}$ ；营养面粉中天然营养素保留率达到90%以上，小麦胚芽油成品率及维生素E保留率达到95%以上；主要活性物质的生物利用率提高2-3倍；开发功能性食品10种以上，申请发明专利12项以上，制定相关标准或技术规程10项以上。

**（二）绩效评价指标：**建立/改造日加工小麦300吨的营养面粉示范生产线1条；建立/改造日加工小麦胚芽200吨的胚芽油示范生产线1条；建立/改造年产5000吨高活性面筋蛋白肽示范生产线1条。

**申报条件：**牵头申报单位须为山东省境内依法注册成立的具有独立法人资格的企业。鼓励省内外高新技术企业、重点科研院所、高校以产学研合作形式共同申报。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过1500万元

**技术成熟度：**当前等级不低于6级（正样级），完成后不低于10级（销售级）。

**项目交示件：**完成时须建立/改造日加工小麦300吨的营养面粉示范生产线1条；建立/改造日加工小麦胚芽200吨的胚芽油示范生产线1条；建立/改造年产5000吨高活性面筋蛋白肽示范生产线1条；研制小麦加工关键设备3-4台（套）；申请发明专利12项，制定相关标准或技术规程10项。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

## **课题2：高油酸花生油加工与增值利用技术研发**

**研究内容：**针对花生油加工能耗及排放高，产品功能性差，

饼/粕蛋白变性严重、附加值不高等突出问题，研发智能温控烘烤调质、物理场稳态预处理等柔性加工新技术，研制高效节能预处理关键配套装备；突破低温柔性压榨、生物酶法解离、新型流体萃取、油脂物理生物精制等绿色制油与精制新技术，研发高品质高油酸花生油新产品；建立黄曲霉毒素等危害因子快速检测方法，构建基于“花生原料—花生油—饼粕”的典型危害因子链条化防控技术体系；研发蛋白绿色高效制取、生物酶法定向修饰、精准重组增效等花生蛋白食品化加工关键技术，开发功能性花生蛋白/肽、花生乳等高值化新产品并进行产业化示范。

#### **考核指标:**

**(一) 项目验收指标:** 突破智能温控烘烤调质、低温柔性压榨、油脂物理生物精制、生物酶法定向修饰等关键核心技术 6-8 项；研制智能温控烘烤调质机、物理场稳态预处理装置等高效智能化装备不少于 2 台(套)；开发高油酸花生油、功能性蛋白/肽、花生乳等高值化新产品 3-7 种；资源食品化利用率提高 15%以上，花生油中油酸含量高于 75%、角鲨烯、生育酚等功能性油脂伴随物保留率达 90%以上，毒素控制在国标限量水平。

**(二) 绩效评价指标:** 建设年产 10 万吨高品质高油酸花生油示范生产线 1 条，实现加工能耗降低 10%以上；申请国家专利 5-10 项。

**申报条件:** 牵头申报单位须为山东省境内依法注册成立的具有独立法人资格的企业。鼓励省内外高新技术企业、重点科研院所、高校以产学研合作形式共同申报。

**支持强度:** 省财政资助资金额度不超过 1200 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 7 级（环境级），完成后不低于 10 级（销售级）。

**项目交示范件：**完成时须建立高油酸花生油柔性加工产业化示范线 1 条，高油酸花生油产品中功能性油脂伴随物保留率达 90% 以上。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

### **课题 3：畜禽肉加工与品控技术研发**

**研究内容：**针对山东省畜禽肉特征品质不清、特色不明，及加工、仓储、物流过程品质劣变重、损耗大、能耗高、智能化程度低、监控不精准等突出问题，挖掘山东不同畜禽品种的资源禀赋与肉质特色，开展畜禽肉时空多维品质数字化表征与评定技术研究，开发智能评定系统，研建畜禽肉品质指纹数据库；研发肉类食味、营养、加工、道地等多维品质同步数字识别技术，开发智能化在线检测监测系统与设备；开展新型快速预冷保质、物理场辅助冰温/超冰温保鲜、新型活性包装等精准保鲜减损技术研究，研建畜禽肉柔性组合保质保鲜技术体系；研发肉类产品、环境因子多元信息自主感知系统，研发畜禽肉智能分切、数字仓储物流技术与设备，开发与中式消费方式相匹配的鲁式菜肴工业化加工专用的高值高质畜禽肉产品并进行产业化示范。

#### **考核指标：**

**（一）项目验收指标：**研发畜禽肉品质数字识别与智能物流关键技术 8-10 项，研发新装备不低于 3 种、研发新材料不低于 3 种，开发新产品 20 种以上，研建畜禽肉品质数据库，畜禽肉冷

链物流过程在线检测覆盖率 70%以上，在线检测准确率 90%以上；新建数字化加工示范线 5 条以上，设备数字化率 60%以上，授权发明专利 3 项以上。

**（二）绩效评价指标：**项目完成后，示范企业加工效率提高 50%以上，节省人工 40%以上，产品合格率  $\geq 98\%$ ，畜禽肉物流全程损耗降至 3%以下，产品增值 30%以上，培养科技骨干 20 名以上。

**申报条件：**牵头申报单位须为山东省境内依法注册成立的具有独立法人资格的企业。鼓励省内外高新技术企业、重点科研院所、高校以产学研合作形式共同申报。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 1000 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 5 级（初样级），完成后不低于 10 级（销售级）。

**项目交示件：**完成时研发新装备不低于 3 种、研发新材料不低于 3 种，新建示范线 5 条以上，设备数字化率 60%以上，开发畜禽肉类新产品 20 种以上。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

#### **课题 4：果蔬质量安全管控技术及装备研发**

**研究内容：**针对山东主要果蔬（苹果、草莓、芹菜、豇豆等）质量安全快速管控技术可检测危害因子少、通量性差、智能化弱、数字化不足的瓶颈问题，重点解决危害因子特异性识别元件筛选效率低、种类少、制备成本高的技术难点，研究识别元件结构信息及构效关系，研发识别元件高效筛选与制备技术，研制高通量

纳米材料标记探针，开发高通量纸基横向免疫层析微阵列芯片技术，创制高通量检测结果识别与收集仪器装备，开发物联网-地理信息（GIS）数据智能融合技术，构筑高通量、数字化、智能化快速管控技术平台；开展快速管控技术平台与果蔬质量安全大数据及全产业链风险溯源技术适配性研究，构建主要果蔬集成化、可信追溯全程质量智能管控系统，并开展规模化应用示范。

### **考核指标：**

**（一）项目验收指标：**新开发典型危害因子传统抗体类识别元件 40-50 种、基因工程抗体类识别元件 10-15 种、核酸适配体类识别元件 5-10 种，开发高通量纳米材料标记探针 2-3 类，建立高通量纸基横向免疫层析微阵列芯片快检产品 2-3 套，单个芯片检测通量性  $\geq 16$ ，对典型果蔬样本的灵敏度  $\geq 99\%$ ，特异性  $\geq 90\%$ ，假阴性率  $\leq 1\%$ ，假阳性率  $\leq 10\%$ ；研发高通量检测结果识别与收集仪器装备 1-2 套，单通道识别通量性  $\geq 16$ ；开发物联网-地理信息（GIS）数据智能融合系统 1 套；建立山东主要果蔬质量安全数据库 2-3 个，建立集成化、可信追溯全程质量智能管控系统 1 套，并面向 5-8 种山东特色果蔬品类开展规模应用示范；授权国家（际）专利  $\geq 6$  项。

**（二）绩效评价指标：**构建山东主要果蔬质量安全危害因子快速检测技术体系，代表性危害因子的检测时间缩短 50%以上、综合成本降低 60%以上；制定国家标准或行业标准 1-2 项；制定技术规程或产品标准 10-15 项；技术成果推广到企业、商超、合作社等相关单位 10-15 家。

**申报条件：**牵头申报单位须为山东省境内依法注册成立的具

有独立法人资格的企业。鼓励省内外高新技术企业、重点科研院所、高校以产学研合作形式共同申报。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 1000 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 5 级（初样级），完成后不低于 10 级（销售级）。

**项目交示件：**完成时须交付新开发识别元件 50-60 种；微阵列芯片 2-3 套，单个芯片检测通量性  $\geq 16$ ；高通量检测结果识别与收集仪器装备 1-2 套，单通道识别通量性  $\geq 16$ ；物联网-地理信息（GIS）数据智能融合系统 1 套；山东主要果蔬质量安全数据库 2-3 个；全程质量智能管控系统 1 套；应用示范结果评估报告 5-8 份。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

#### **项目四：食品制造**

##### **课题 1：高品质细胞培养鱼肉创制**

**研究内容：**针对高品质细胞培养鱼肉创制中干细胞、无血清培养基、3D 细胞培养支架、食品化等方面存在的关键技术瓶颈，构建海水鱼肌肉卫星细胞和脂肪干细胞细胞系，开发适于海水鱼肌肉卫星细胞和脂肪干细胞细胞系体外增殖和分化的基础培养基；创制定制化海水鱼肌肉卫星细胞和脂肪干细胞增殖、干性维持和快速分化用无血清培养基；构建可食用 3D 细胞培养支架，研发支架定向裂解和规模化培养细胞无损收集体系；创新基于食品风味与质构特征的细胞培养鱼肉食品化技术；基于生物反应器构建细胞体系化增殖放大工艺，结合 3D 打印技术，创新集成规

模化生产工艺，创制高品质细胞培养鱼肉，并形成规模化制备系统。

### **考核指标:**

**(一) 项目验收指标:** 开发三文鱼、石斑鱼与大黄鱼肌肉卫星细胞和脂肪干细胞细胞系，基础增殖和分化培养基 4 种；研制筛选肌肉卫星细胞和脂肪干细胞细胞系增殖、干性维持和分化用无血清培养基各 2 种；创制高性能 3D 细胞培养支架 6 种；开发食品化技术 3 个，可食用模拟天然海水鱼鱼肉特征的细胞培养鱼肉 3 种，具备类似天然鱼肉纹理结构，硬度 $>8.5\text{N}$ ，咀嚼性 5-15g，蛋白质含量 10-25%，脂肪含量 0.5-22%，模拟肌肉肌原纤维长度 100-200nm，形成技术标准或规程 3 项以上，建立高品质细胞培养鱼肉规模化制备系统 1 套；申请发明专利 10-15 项。

**(二) 绩效评价指标:** 完成 10 升级生物反应器培养海水鱼干细胞，单批次获得细胞培养海水鱼肉 10 克级。

**申报条件:** 牵头申报单位应为山东省境内注册的科研院所、高等学校、企业。鼓励省内外高新技术企业、重点科研院所、高校以产学研合作形式共同申报。

**支持强度:** 省财政资助资金额度不超过 500 万元

**技术成熟度:** 当前等级不低于 4 级（功能级），完成后不低于 9 级（系统级）。

**项目交件:** 完成时须形成海水鱼肌肉卫星细胞和脂肪干细胞细胞系规模化培养方法 1 种；创新适宜于细胞系规模化快速增殖的无血清培养基配方 1 种；开发可食用大体积具备天然鱼肉纹理的高品质细胞培养海水鱼肉 3 种；建设高品质细胞培养鱼肉规

模化制备系统 1 套。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

## **课题 2：乳品加工关键技术与装备开发**

**研究内容：**针对乳品智能化生产关键技术、设备和关键控制系统国产化率低问题，开展乳品蛋白酶、脂肪酶底物-信号-酶活非靶向分析研究，开发多靶标实时、自动判读技术以及消减控制调控规程，研制基于生物传感器的原料乳生物酶智能检测装备；研究乳品微生物核酸自动采集、靶向富集技术，开发多场景多靶标实时快速检测控制器及检测规程，研制智能采样机器人及免疫核酸双靶标微生物自动化检测装备；研究挥发性风味物质演化规律，开发基于 GC-IMS 技术的乳品风味多组分高通量检测技术，研制痕量挥发性风味智能检测装备；研究乳品热加工副产物乳蛋白复合体模型、特性与形成机制，开发消减控制技术，优化升级现有乳品热加工技术和装备；开发包材智能拉运、辅料集成控制、垫片自动输送、立体式集成入库等全链条智能升级技术和装备。实现乳品智能加工关键技术和装备国产化，并进行示范应用。

### **考核指标：**

**（一）项目验收指标：**突破乳品生物酶、微生物、风味、热加工品质优化关键技术 6-7 项，研制标准化、智能化乳品品质优化装备 5 种、试剂盒 2 套，乳品蛋白酶、脂肪酶响应 $<1\text{U/mL}$ 、时间 $<20\text{min}$ ，4 种乳品微生物（金黄色葡萄球菌、荧光假单胞菌、单核细胞增生李斯特氏菌、蜡样芽孢杆菌）检出限 $\leq 10^2\text{CFU/mL}$ 、时间 $<30\text{min}$ ，乳品挥发性风味物质检测 $>400$  种、响应 $<10\text{ppb}$ 、

时间<30min，乳品热加工副产物积累量降低 50%以上。乳品品质检测装备国产化率达到 95%以上；乳品智能制造生产线国产化率达到 85%以上，其中关键环节设备达到 90%。

**（二）绩效评价指标：**覆盖液态乳、发酵乳、冰淇淋 3 大类产品，乳品智能化生产车间规模达到 30 万吨/年，包材智能拉运、辅料集成控制、垫片自动包装、立体式集成入库生产关键环节实现设备国产化率达到 90%以上，作业效率提高 4 倍以上；示范验证 100 万吨。

**申报条件：**牵头申报单位须为山东省境内依法注册成立的具有独立法人资格的企业。鼓励省内外高新技术企业、重点科研院所、高校以产学研合作形式共同申报。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 800 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 5 级（初样级），完成后不低于 10 级（销售级）。

**项目交件：**完成时须提供 100 万吨液态乳、发酵乳、冰淇淋三大类产品示范证明；乳品品质智能化技术标准、技术规程 6-7 项；微生物高通量实时筛查试剂盒 2 套；乳品品质智能化装备及机器人 5 种，乳品热加工优化升级装备 1 套；包材和辅料、垫片包装，入库环节关键设备，国产化率 90%以上。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

### **课题 3：预制菜营养风味品质提升技术研究**

**研究内容：**针对预制菜加工、贮运、复热过程中存在的风味失真、营养损失等品质劣变问题，产业链中有害物控制、溯源、

预警等质量保障技术体系不完善问题，研究非热杀菌、超低温冷冻、快速冷却等新技术对预制菜风味因子的影响，研发预制菜“锁鲜保味”品质提升技术；研究多元加热方式对蛋白质、脂肪等营养成分含量、结构和功能的影响，解析食品组分-加工条件-品质变化的相互作用机制，研发预制菜营养品质保持技术；研究外源化学性危害物、加工伴生危害物、包装材料中的加工助剂等品质危害因子在预制菜加工、贮藏过程中的迁移、转化机制及控制技术，研发抗菌保鲜包装材料，延长产品货架期；研发基于仿生抗体、光致发光增强双模光子晶体等高灵敏快速检测技术及自动化检测装置，研究不同加工条件下典型食源性致病菌的生长增殖、生物膜形成规律，构建预制菜全产业链安全监测与质量保障技术体系。

### **考核指标:**

**(一)项目验收指标:**研发预制菜营养品质保持技术 3-4 项，建立预制菜“锁鲜保味”品质提升技术 3-4 项；研发预制菜抗菌保鲜包装材料 2-3 种；研发农兽药残留等化学危害物精准快速检测技术 10-15 种、快速自动化检测装置 3-5 套；分离鉴定预制菜产品中的重要致病菌 30-50 株，建立食源性致病菌数据库；建立数字化全产业链安全追溯体系 1 套；申请国家发明专利 15-20 件，其中国际专利 3-5 件。

**(二)绩效评价指标:**畜禽类预制菜品质提升与全产业链安全控制技术体系，至少在 2-3 家预制菜企业实现应用；培训技术人员 500-1000 人，技术成果示范推广企业 10-15 家。

**申报条件:**牵头申报单位须为山东省境内依法注册成立的具

有独立法人资格的企业。鼓励省内外高新技术企业、重点科研院所、高校以产学研合作形式共同申报。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 1000 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 5 级（初样级），完成后不低于 10 级（销售级）。

**项目交示件：**完成时须提交专利授权证明或专利进入实质性审查阶段证明 15-20 件，其中国际专利 3-5 件；论文 15-20 篇；预制菜抗菌保鲜包装材料 2-3 种，致病菌数据库 1 个，自动化检测装置 3-5 套，数字化全产业链安全追溯体系 1 套。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

#### **课题 4：淀粉基可溶性膳食纤维制备**

**研究内容：**针对淀粉基可溶性膳食纤维产业存在的制备效率不高、健康功效不明确、高值化产品创制不足等问题，开展带式高温可控聚合、物理-复合酶耦联改性等关键技术研究，重点突破模拟移动床色谱多元分离、多级膜同步纯化等关键技术，建立高品质抗性糊精、低聚异麦芽糖、聚葡萄糖等可溶性膳食纤维绿色高效可控制备技术体系；采用动物实验、临床试验等评价手段，探明可溶性膳食纤维对高血糖、高血脂、肥胖、炎性肠病等慢病的健康功效及作用机制，开发不同病期患者专用的膳食纤维补充剂、特定全营养配方食品等高附加值产品，制定相关标准，并进行产业化示范。

**考核指标：**

**（一）项目验收指标：**建立淀粉基可溶性膳食纤维高效制备、

精制纯化技术 3-4 项，开发高品质膳食纤维产品 3-4 种，其中，抗性糊精得率  $\geq 75\%$ ，膳食纤维含量  $\geq 99\%$ ；低聚异麦芽糖得率  $\geq 75\%$ ，含量  $\geq 96\%$ ；聚葡萄糖含量  $\geq 97\%$ ，其中分子量 3000-5000 Da 的聚葡萄糖占比  $\geq 60\%$ 。开展可溶性膳食纤维功效评价 3-5 项，开发慢病人群专用功能食品、特殊膳食食品 6-8 种，生理功效提高 20%以上；建立团体标准等相关标准 3-5 项，申请国家发明专利 4-6 件。

**（二）绩效评价指标：**建设可溶性膳食纤维和高值化产品示范生产线 2-3 条；预期经济效益累计 6 亿元以上，利润累计 1.5 亿元以上，税收累计 5000 万元以上，新增就业 120 人以上。

**申报条件：**牵头申报单位须为山东省境内依法注册成立的具有独立法人资格的企业。鼓励省内外高新技术企业、重点科研院所、高校以产学研合作形式共同申报。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 800 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 5 级（初样级），完成后不低于 10 级（销售级）。

**项目交示件：**完成时须建设可溶性膳食纤维和高值化产品示范生产线 2-3 条，开发新产品 6-8 种。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

### **课题 5：酶法合成功能性营养品**

**研究内容：**针对果糖转化生成功能性营养品 D-阿洛酮糖、D-塔格糖的关键酶催化效率低、稳定性差等问题，解析酶与底物结合模式和互作机制，组建集成模拟分析、亲和性改造、催化凹

槽理性重构、超高通量筛选以及创新非人工干预迭代定向进化等多重技术的高效精准糖酶分子改造平台，筛选底物亲和力、催化效率和热稳定性显著提高的突变体，实现糖酶催化性能的优化提升；针对产酶工程菌生长和产酶过程的复杂性、高度非线性、时变性、多变量耦合等特征，在食品级枯草芽孢杆菌 CRISPR/Cas9 表达系统基础上，通过表达元件优化、协调转录与翻译，建立高效胞外表达体系，有机整合工程菌的微观细胞生理代谢调节和宏观放大发酵环境控制，阐明定向有序及定量可控的酶转化机理，构建高效酶转化体系；针对转化产品各组分间分子结构高度相似难以分离及产品收率低的问题，开展精准多组分色谱分离技术研究，同时耦联先进的膜分离技术、真空煮晶耦合程序控温结晶技术，实现 D-阿洛酮糖等产品的高品质精制纯化，建立功能性营养品合成工艺应用示范；开展功能性营养品产品应用研究，延伸功能糖产业链，提升产业附加值。

#### **考核指标：**

**（一）项目验收指标：**构建 D-阿洛酮糖高效生产菌株，酶活力  $\geq 2500\text{U/ml}$ ，酶转化率  $\geq 35\%$ ，D-阿洛酮糖产品结晶收率 45-50%，产品纯度  $\geq 99\%$ ；构建 D-塔格糖高效生产菌株，酶活力  $\geq 10000\text{U/L}$ 、酶转化率  $\geq 30\%$ ，D-塔格糖产品结晶收率  $\geq 50\%$ ，产品纯度  $\geq 99\%$ ；开发功能性营养品产品应用方案 3-5 项；申请国家发明专利 4-6 项。

**（二）绩效评价指标：**建设/改造年产万吨级 D-阿洛酮糖生产线 1 条，累计新增销售收入 1 亿元，新增利税 1500 万元，出口创汇 1200 万美元，新增就业 50 人以上。

**申报条件:** 牵头申报单位须为山东省境内依法注册成立的具有独立法人资格的企业。鼓励省内外高新技术企业、重点科研院所、高校以产学研合作形式共同申报。

**支持强度:** 省财政资助资金额度不超过 800 万元

**技术成熟度:** 当前等级不低于 6 级（正样级），完成后不低于 10 级（销售级）。

**项目交件:** 完成时须建立高效酶法制备 D-阿洛酮糖及 D-塔格糖工艺技术体系，开发功能性营养品产品应用方案 3-5 项。申请国家发明专利 4-6 项，发表论文 3-5 篇。

**张榜范围:** 面向省内外公开张榜

## **项目五：农机装备**

### **课题 1：设施种植专用机械装备研发**

**研究内容:** 针对我省设施种植专用农机装备短缺、人工用量大、劳动强度高、内燃动力污染严重等问题，开展设施种植关键生产环节专用农机装备研究，研制多功能作业底盘及配套农机具（旋耕起垄、施肥、覆膜铺管、对靶喷雾）、蔬菜高速定植全自动移栽机、叶类蔬菜低损有序收获机、茄果类蔬菜采摘机等电动作业装备；研究交/直流电双动力驱动、多功能复式一体化作业、高速定植与缺苗智能补偿、叶类蔬菜有序收获与茄果类蔬菜选择性收获等技术，提高设施种植机械化、智能化、绿色化水平；突破设施种植专用机械装备特殊生产工艺技术，实现关键零部件国产化。

**考核指标:**

**(一)项目验收指标:**突破设施种植智能作业装备关键技术8-10项,研制设施种植专用农机装备8种以上;全自动移栽速度 $\geq 90$ 株/分钟,钵苗栽植合格率 $\geq 98\%$ ,漏苗率 $\leq 2\%$ ;底盘整机功率15-60kW,导航精度 $\pm 2\text{cm}$ , $360^\circ$ 原地转向,行驶速度0-30km/h(可调),可以挂接旋耕起垄、施肥、覆膜铺管、对靶喷雾等机具;旋耕深度 $\geq 12\text{cm}$ 、起垄高度可调,对靶喷雾定位准确率 $\geq 95\%$ 、施药量控制精度 $\leq 5\%FS$ ;叶菜收获采净率 $\geq 95\%$ 、作业效率 $\geq 3$ 亩/小时,茄果类单果采摘作业耗时 $\leq 8\text{s}$ 、采摘成功率 $\geq 90\%$ ,运输小车载重质量 $\geq 200\text{kg}$ 、智能跟随;设计温室多机具跟随式供电系统1套;开发温室农机装备智能控制系统1套。

**(二)绩效评价指标:**大幅提高设施蔬菜生产机械化、智能化技术水平,生产效率提高90%以上,亩均降低人工成本500元以上,节约能耗70%以上,综合经济效益提高40%以上;关键零部件国产化率达到90%以上。

**申报条件:**牵头申报单位须为山东省境内依法注册成立的具有独立法人资格的企业。鼓励省内外高新技术企业、重点科研院所、高校以产学研合作形式共同申报。

**支持强度:**省财政资助资金额度不超过1000万元

**技术成熟度:**当前等级不低于5级(初样级),完成后不低于10级(销售级)。

**项目交示件:**完成时须提供电动多功能作业底盘1台及配套旋耕起垄、施肥、覆膜铺管、对靶喷雾机具4套,电动全自动移栽机1台、智能电动叶菜收获机1台、智能电动茄果类蔬菜采摘机1台、智能运输小车1台,温室多机具跟随式供电系统1套,

温室农机装备智能控制系统 1 套。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

## **课题 2：土壤和肥料全流程柔性检测技术与装备**

**研究内容：**针对土壤和肥料传统检测手段存在的土壤样本前处理效率低、滴定结果判定精度差、样本分析周期长、自动化/智能化/系统化程度低等问题，按照国家检测标准操作规程，研究滴定终点智能实时影像识别、氯离子含量高通量快速检测、移动作业机器人自主柔性作业与协同控制、检测流程快速重构和智能混排等关键技术；研制土壤样本快速制备装备、智能自动滴定装备、氯离子/氮素快速分析装备、智能移动作业机器人和检测信息管理系统；集成开发土壤和肥料智能柔性检测系统并研制快速检测实验室/方舱，实现土壤与肥料氮、磷、钾、氯、有机质、pH 等关键指标的智能快速检测，满足实验室分析、市场快速抽检、田间现场检测等不同场景的应用需求，开展应用示范。

### **考核指标：**

**（一）项目验收指标：**突破精准影像滴定控制、氯离子快速检测、机械臂-移动底盘协同控制与自主柔性作业、检测流程快速重构和智能混排等核心技术 4-6 项；研制土壤样本快速制备装备，实现 10 目一次过筛率  $\geq 90\%$ ，单个土壤样本制备时间  $\leq 5\text{min}$ ；研制智能影像滴定装备、便携式氯离子快速分析装备、氮素快速分析装备，检测效率提升 20% 以上；研制全向自主移动检测作业机器人，运动速度  $\geq 1\text{m/s}$ ；实现氮、磷、钾、氯、有机质、pH 等不少于 6 项关键指标的智能快速检测，单批次样品检测平均完

成时间 ≤45min。制定技术标准 3-5 项；集成建设土壤和肥料智能快速检测实验室 1-2 家、可移动智能检测方舱 1-2 个。

**（二）绩效评价指标：**相关装备实现产业化生产，并在 5 家以上检测机构开展示范应用。

**申报条件：**牵头申报单位须为山东省境内依法注册成立的具有独立法人资格的企业。鼓励省内外高新技术企业、重点科研院所、高校以产学研合作形式共同申报。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 1000 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 5 级（初样级），完成后不低于 10 级（销售级）。

**项目交示件：**完成时须开发土壤样本快速制备装备、智能自动滴定装备、氯离子快速分析装备、土壤全氮元素快速分析装备和移动作业机器人等检测装备 7-10 种，检测信息管理系统 1 套，并面向实际作业场景研制智能柔性检测实验室/方舱各 1 个。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

## 项目六：盐碱地农业

### 课题 1：耐盐植物功能组分利用技术研发

**研究内容：**针对碱蓬、罗布麻、酸枣、野生大豆等黄河三角洲耐盐植物典型功能组分挖掘利用不足、功能成分不明、量效关系不清以及深加工产品质量不高的问题，对耐盐植物的多酚、生物碱、多糖与皂苷、功能脂等成分进行分析和评价，建立耐盐植物功能组分评价体系 and 基础数据库；对高功能因子耐盐植物开展功能学评价，解析耐盐植物典型功能物质的健康功能机理，研究

功能物质的吸收和代谢动力学特点，阐明功能物质对健康影响的“量-效”关系；构建不同响应场景的多组分稳态化共载体系，实现活性组分的稳态保持、可控装载、靶向递送与精确控释，建立相应增效技术体系；建立高活性功能物质高效绿色生产工艺，开展相关原料组方复配和协同增效研究，开发机理清晰、质量可控、安全有效的健康功能食品并进行示范应用。

### **考核指标:**

**(一) 项目验收指标:** 建立耐盐植物功能因子评价技术 1 套，功能组分基础数据库 1 个；研发功能组分功能学评价技术与装置 3-5 个；构建高活性物质绿色高效提取分离制备技术 3-5 项，创制稳态化、高生物利用率剂型的降脂、降血压和辅助睡眠等大健康产品 4-6 个；建立绿色制造中试线 2-3 条；申请或授权专利、软件著作权 5-8 项，制定标准 2-3 项。

**(二) 绩效评价指标:** 建设高功能组分耐盐植物原料生产基地 1000 亩，建设健康功能食品加工示范基地 5000m<sup>2</sup>，引进高层次人才 2-3 人，培养企业技术人才 50 人以上，孵化企业 1-2 家。

**申报条件:** 牵头申报单位须为山东省境内依法注册成立的具有独立法人资格的企业。鼓励省内外高新技术企业、重点科研院所、高校以产学研合作形式共同申报。项目成果须在黄河三角洲国家农高区落地应用并建立示范基地。

**支持强度:** 省财政资助资金额度不超过 1000 万元

**技术成熟度:** 当前等级不低于 5 级（初样级），完成后不低于 10 级（销售级）

**项目交示件:** 完成时须提供盐碱地特色功能性产品、技术标

准和中试生产线。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

### 三、推动社会发展

#### （八）文化创意

##### 项目一：文化创意

##### 课题 1：黄河流域智慧文旅关键技术开发

**研究内容：**针对黄河流域存在文旅资源监管难、数字化呈现难的问题，开展基于四维实景模型、数字孪生技术的智慧文旅技术研究。研究基于三维实景地图和多源实时数据的综合分析及预测技术，研究数字孪生技术、四维实景建模与更新技术、知识图谱与 GIS 地理空间信息系统融合算法，构建黄河文化遗产及文旅资源知识图谱，提高文化旅游感受、增强文旅生产效率和文旅产业社交化、互动化效果；研究海量游客时空数据的旅游轨迹分析与预测算法和基于游客位置预测模型的景区客流、车流感知及应急仿真调度技术，研究基于摄像头监控网络的精准区段客流和车流分析与预测算法，建立游客精细化管理与绿色行为引导系统；基于超级计算、大数据等信息技术手段，研究面向文旅海量数据的平台级高并发数据接入、质控、存储和动态分析技术，建立海量文旅数据治理技术和一体化文旅数据分析预警技术与模型；开发基于 60Pflops 超高性能计算集群的黄河流域文旅产业一体化智慧管理平台，打通全省文旅产业各环节、全链条数据壁垒，实现高并发数据接入、实时存储和及时分析预测，研究制定关键技术标准，构建黄河流域智慧文旅标准体系。

## 考核指标:

**(一) 项目验收指标:** 构建黄河流域(山东段)文化遗产及文旅资源分布图、知识图谱,包含沿黄9市文化遗产及文旅资源不少于100个,知识图谱覆盖全省,四维实景文旅知识点不少于500个;建成不少于1个黄河流域文化公园(景点)数字孪生场景,场景累计规模不小于500平方公里;搭建形成黄河流域游客“实时监控-分时预约-智能推荐”系统,在不少于3个代表性黄河流域景区(省外场景不少于1个)开展应用示范,在线注册游客数量不少于500万,在线访问次数不少于5000万次;向线下文旅景区引流次数不少于1000万次;建设基于60Pflops超高性能计算集群的黄河流域文旅产业一体化智慧管理平台;申请发明专利不少于6项,软件著作权不少于10项;形成标准体系1套,制定或修订地方/团体标准不少于5项。

**(二) 绩效评价指标:** 支撑“数字黄河文旅”建设,催生数字孪生、数字原生、沉浸式文旅、XR/MR等黄河文旅新产品、新业态,推动数字孪生、沉浸式文旅、XR/MR等数字赋能黄河流域文旅产业发展,实现兼顾经济效益和生态保护的黄河文旅景区核心保护区发展新模式;提升文旅产业多元多维服务水平和优化景区精细化管理能力。

**申报条件:** 由省内独立法人企业牵头申报,牵头企业研发占比不低于3%。

**支持强度:** 省财政资助资金额度不超过1000万元

**技术成熟度:** 当前等级不低于5级(初样级),完成后不低于10级(销售级)。

**项目交付件：**完成时须提供黄河文化（山东段）基因数据库；黄河流域（山东段）文旅资源数字分布图；黄河（山东段）国家文化公园（代表性景点）数字孪生场景；黄河流域游客“实时监控-分时预约-智能推荐”系统。产业化须落地在山东省内企业。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

## （九）生态环保

**项目一：生态环保装备**

**课题 1：污染防控监测用近红外光量子雷达**

**研究内容：**针对大气环境中颗粒物实时溯源问题，研发 1.55 微米波段高性能红外单光子探测器，攻克近红外背景噪声消除、减少后脉冲影响等关键技术，提高采集系统的光学信噪比；研制高效望远镜收发光路模块、高效率的光学收发采集模块、时间同步电路和高速采集模块，提升系统获取有效数据的单径向时间分辨率，大幅缩短 360 度全周期扫描时间；开发污染源自动判定识别算法，结合人工智能和图像处理技术，实现对城市污染源的高时空分辨率全自动识别；建立多设备联动、数据共享的数据服务中心，开发多设备组网联动数据协调处理算法，实现对污染物的飘逸轨迹、扩散范围等的判定。

**考核指标：**

**（一）项目验收指标：**光量子雷达系统人眼安全等级达到 1M（人眼安全）级别，系统探测距离不小于 7 千米，在典型值探测距离（5000 米）下单径向获取有效数据的时间分辨率  $\leq 2$  秒，角分辨率  $\leq 1.5$  度，空间分辨率  $\leq 15$  米，360 度扫描时间  $\leq 8$  分

钟，对污染源识别准确率达到 95%以上；近红外探测器的探测效率  $\geq 15\%$ ，噪声  $\leq 3$  千赫兹（由第三监测机构提供）；授权发明专利 2 项以上，获批软件著作权 1 件以上。

**（二）绩效评价指标：**项目完成后，实现年产值 2.5 亿元以上，市场占有率达到 40%。

**申报条件：**山东省境内依法注册成立的具有独立法人资格的企业牵头，鼓励省内外高校、科研院所、企业可通过产学研方式共同参与，技术成果须在山东省内转化产业化。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 1500 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 5 级（初样级），完成时不低于 10 级（销售级）。

**项目交示范：**完成时须实现光量子雷达系统在 50 余个地市推广应用，并组网运行；建成光量子雷达组网数据共享中心 1 个，实现远程客户端实时查看；授权发明专利 2 项以上，获批软件著作权 1 件以上。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

## **课题 2：水处理膜材料和成套装备**

**研究内容：**针对国内现有国产化反渗透膜材料稳定性不足、成套装置能耗高等问题，开发适用于水处理体系的具有合适孔径结构的高性能、高稳定性多孔反渗透材料规模化制备技术，研究反渗透膜的高效清洗方法；开发均匀分布、厚度可控的无缺陷复合膜一体化成型规模化制备技术；研究适应于反渗透膜特性的膜组件制备技术，研制低成本、低能耗膜技术集成工艺及成套装置。

## **考核指标:**

**(一)项目验收指标:** 研发的反渗透膜材料可适用于海水淡化、垃圾渗滤液处理等核心领域,研发的膜元件主要原料实现国产化、本省化,水通量不小于 2 L/hBar,当氯化钠强度达到 1000 mg/(L·h)时,氯化钠稳定截留率不小于 99.6%,综合截留率高于 99%,膜孔径在 2.65-6.64 之间可控,膜分离层厚度小于 300 纳米,膜寿命正常使用条件下不低于 5 年,同等条件下清洗周期和生产成本不高于进口膜水平,授权发明专利 3 项以上。

**(二)绩效评价指标。**形成具有完全自主知识产权的膜法水处理全流程技术链和产业链,实现可年产值 3 亿元。

**申报条件:** 山东省境内依法注册成立的具有独立法人资格的企业牵头,鼓励省内外高校、科研院所、企业可通过产学研方式共同参与,技术成果须在山东省内转化产业化。

**支持强度:** 省财政资助资金额度不超过 1000 万元

**技术成熟度:** 当前等级不低于 5 级(初样级),完成后不低于 10 级(销售级)。

**项目交示件:** 完成时须建成年生产能力 50 万 m<sup>2</sup>的反渗透膜和纳滤膜规模化生产线,分离膜的幅宽 ≥ 1 米,规模化制备出工业规模膜组件 1 万支/年。研发小型苦咸水用膜撬装装置 1 台(套)。授权发明专利 3 项以上。

**张榜范围:** 面向省内外公开张榜

## **课题 3: 稀贵金属二次循环处置技术和成套装置**

**研究内容:** 针对稀贵金属二次资源循环利用存在的技术装备

参差不齐、回收率低、流程长、能耗高等问题，研究稀贵金属二次资源循环利用过程元素赋存状态、嵌布特征与迁移分配规律；研发原生资源与多源稀贵金属二次资源协同冶炼关键技术与装备、稀贵金属二次资源超高温定向捕集技术与装备；研制协同熔炼炉、超高温炉关键装备与核心零部件；设计稀贵金属选择性吸附新材料，开展吸附材料中功能单体与目标离子之间作用研究；开发基于分子识别技术的稀贵金属选择性吸附材料制备技术；构建废弃贵金属催化剂高效回收与清洁提取技术体系；开展技术装备集成及工程示范，实现稀贵金属二次资源高效循环利用。

#### **考核指标:**

**(一)项目验收指标:** 形成原生资源与多源稀贵金属二次资源协同冶炼、超高温稀贵金属捕集等技术 3-5 项，稀有金属回收率 >95%，铂族金属捕集率 >99%；实现关键设备 100%国产化；掌握稀贵金属选择性吸附材料制备技术，开发金、钯、铂、铑 4 种金属选择性吸附材料，吸附容量分别  $\geq 500\text{mg/g}$ 、 $\geq 400\text{mg/g}$ 、 $\geq 200\text{mg/g}$ 、 $\geq 100\text{mg/g}$ ，在不同初始浓度下吸附平衡时间均  $\leq 60\text{min}$ ，选择性系数 >10，体系中综合回收率均  $\geq 95\%$ ；授权国家发明专利 5 项以上，制定技术规范或团体标准 2 项以上。

**(二)绩效评价指标:** 项目完成后，通过技术转化和装备推广应用实现年产值 3 亿元以上。

**申报条件:** 山东省境内依法注册成立的具有独立法人资格的企业牵头，鼓励省内外高校、科研院所、企业可通过产学研方式共同参与，技术成果须在山东省内转化产业化。

**支持强度:** 省财政资助资金额度不超过 1000 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 5 级（初样级），完成时不低于 10 级（销售级）。

**项目交件：**完成时须研制高温熔炼炉 1 台，建成吨级原料稀贵金属二次资源循环利用示范工程 1 个；授权国家发明专利 5 项以上，制定技术规范或团体标准 2 项以上。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

## 项目二：黄河流域生态保护

### 课题 1：南四湖流域矿井水资源高效利用技术及装备

**研究内容：**针对南四湖流域等重点区域的矿井水水热协同利用一体化程度低、治理成本高、环境风险高、绿色低碳技术匮乏等瓶颈问题，研究高矿化度、高硫酸根、大流量矿井水高效低成本处理技术与装备；研究矿井水资源分级利用模式与异层回灌多场模拟技术，建立矿井水多模式梯级协同利用技术与工程示范；研究矿井水高效换热、地源、空气源等热能复合技术，构建生产矿井和废弃矿井多能互补耦合利用技术体系，建立高矿化度矿井水高效换热及热能梯级利用技术与工程示范；研制矿井水高效热转换和除氟等采热与提质专用设备，建立矿井水“盐-水-热”协同利用工艺流程与工程示范。

### 考核指标：

**（一）项目验收指标：**形成矿井水高效利用、低碳水热协同利用关键技术 5 项以上，矿化度去除率  $\geq 80\%$ ，硫酸根去除率  $\geq 80\%$ ，相比较离子交换树脂法处理成本降低 30%；开发兆瓦级高矿化度矿井水高效高可靠换热器及单台设备处理能力  $500\text{m}^3/\text{h}$

套的氟化物处理设备，出水氟离子浓度小于 1.0mg/L，运行费用 <1.5 元/m<sup>3</sup>；建立规模 ≥ 5000t/d 的矿井水水热协同利用及全过程风险防控示范工程 1 处，矿井水利用率 ≥ 70%，单井全生命周期减排废水 15%-20%，整体环境效益提升 10-15%；授权发明专利 5 项以上。

**（二）绩效评价指标：**矿井水梯级利用技术方案的实施有望实现 40%以上节能率，矿井水单井回灌能力提升 30%，资源化利用效率提高到 70%，矿井水处理成本降低 30%。

**申报条件：**山东省境内依法注册成立的具有独立法人资格的企业牵头，省内外高校、科研院所、企业可通过产学研的方式共同参与项目，技术成果须在山东省内转化产业化。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 1000 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 5 级（初样级），完成时不低于 10 级（销售级）。

**项目交示件：**完成时须研发兆瓦级冷热转换成套设备 5 台套；温室气体和主要污染物在线监测传感器 5 套，年产新型改性沸石除氟及改性纳滤产品 20 吨。建成高矿化度、高硫酸根、大流量矿井水高效低成本处理示范工程 3 处，总处理规模不小于 5 万 m<sup>3</sup>/d。建设矿井水水热协同利用全过程风险防控模式示范工程 1 处，回用水量不小于 1 万 m<sup>3</sup>/d。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

## **课题 2：黄河流域水生态修复与水网构建**

**研究内容：**针对黄河流域生态保护与修复、水资源刚性约束

等突出问题，开展基于流域尺度的现代水网的工程布局优化与河湖复苏技术研究；开发区域尺度的现代水网构建与地下水生态修复技术，提出构建集补水、排水、排盐于一体的“渠道—暗管—竖井—排水沟”系统工程技术与关键装备，解决高碱地区排水管材不环保以及排水能力低下、降水改碱效果不佳造成的生态环境问题；针对跨区域、复杂水网水量调度等问题，提出面向适应性管理的黄河水权多维分配机制与水资源集约节约利用路径。构建黄河三角洲水系连网工程示范区、引黄灌区水盐综合调控试验区、生态暗管工程示范区、“暗管+泵吸+虹吸”一体化集水排水示范区。

### **考核指标：**

**（一）项目验收指标：**水系连通工程示范区供水能力提高5%，生态补水能力提高15%，河湖复苏河段比例提高20%，地下水超采面积减少90%，黄河水超载率降低85%。引黄灌区水盐综合调控试验区土壤可溶性含盐量不大于0.5%，处理后排水全盐量 $<2\text{g/L}$ 。“渠道—暗管—竖井—排水沟”系统工程技术与关键装备体系较现有技术和装备体系成本降低不少于10%。提出面向适应性管理的黄河三角洲水权多维分配方案1套。提交政府或部门关于湿地生态补水和应急抗旱用水不占用引黄指标的建议1套。授权发明专利5项以上。

**（二）绩效评价指标：**项目完成后，渗灌设备实现年产1000套的规模，渗灌节水技术实现产业化，年创造经济效益10亿元以上。

**申报条件：**山东省境内具有独立法人的单位牵头申报，鼓励

产学研联合申报，研发的技术和成果须在山东省内转化产业化。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 1000 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 5 级（初样级），完成后不低于 10 级（销售级）。

**项目交示件：**完成时须构建 3 处以上不同尺度的水系连网示范工程，示范面积不小于 1 万亩，建成生态暗管工程示范区和“暗管+泵吸+虹吸”一体化集水排水示范区。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

## （十）地质勘探

### 项目一：地质勘探

#### 课题 1：金属深部协同探测技术装备

**研究内容：**针对深部矿产资源探测与勘查高端装备缺乏，影响国家能源资源安全等问题。重点突破大深度弱物性差异围岩中金矿体高分辨定位、厚覆盖强干扰场景下复杂产状斑岩型铜多金属矿床三维精细探测、三维建模和三维成矿预测技术。攻克服强干扰环境下厚覆盖、大深度、弱差异条件下的成矿信息提取难题，形成矿体精细定位技术体系；开展找矿信息挖掘和成矿空间数值模拟，预测重点找矿区；研发、改造地表钻探设备和孔内钻探工具，解决超深复杂地层钻进中钻探设备能力不足、钻进效率不高难题；建立勘查增储示范区，支撑我国金、铜战略储备安全保障。

#### 考核指标：

（一）**项目验收指标：**形成鲁东地区蚀变岩型金矿和斑岩型铜多金属矿床成矿模式、勘查标识体系各 1 套，提交蚀变岩型金

矿、斑岩型铜多金属矿等矿床类型的三维勘查技术体系及矿体定位技术 2 套，金矿成矿系统向深部延伸标志不小于 5 千米，铜多金属成矿系统向深部延伸标志不小于 3 千米。大深度、弱物性差异围岩中金矿体高分辨定位有效探测深度不小于 3 千米，深部矿体空间分辨率不小于 200 米。厚覆盖、强干扰场景下复杂产状斑岩型铜多金属矿床三维精细探测三维极化率不小于 1.5 千米。建立基于重磁、电阻率等地球物理和钻孔约束的三维地质建模技术 1 项，形成适用于矿集区/矿田尺度的三维机器学习成矿预测方法 1 个。

**（二）绩效评价指标：**项目完成后，增储金金属量 100 吨，其中金矿不少于 50 吨。

**申报条件：**由山东省辖区内具有独立法人单位牵头申报，鼓励产学研联合申报，研发的技术和成果须在山东省内转化产业化。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过 800 万元

**技术成熟度：**当前等级不低于 7 级（环境级），完成后不低于 10 级（销售级）。

**项目交示件：**完成时须实现蚀变岩型金矿和斑岩型铜多金属矿床成矿相关技术在我省 5 处以上矿区找矿实践中应用示范；开发超深孔岩心钻探高压泥浆泵设备 1 台，升级改进的钻机和专用钻塔成功应用示范不少于 1 孔，在山东推广应用单位不少于 5 家。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜

## **（十一）公共安全**

### **项目一：公共安全**

#### **课题 1：自主可控智慧公安云原生平台建设**

**研究内容：**研发以开发运维、微服务化、容器化等云原生服务为核心的服务框架，实现常用核心云原生服务的国产化替代；研发针对视频数据的国产 GPU（图形处理器）架构下的推理技术和计算框架，实现视频应用的平滑迭代；研究跨域公安大数据治理与模型协同服务框架体系，构建国产化海量数据统一存储与处理系统；研究基于自主可控基础设施的公安信息化应用的迁移、适配、优化和共性解决方案，实现典型共性应用落地示范；开展以信创云为基座的警务服务模型算法、多源数据融合、融合通信等关键技术攻关，研发突发公共事件应急指挥保障系统；研究建设以视频图像数据为核心的数据融合标准，为警种应用提供标准化数据支撑。

#### **考核指标：**

**（一）项目验收指标：**构建 1 套大规模云原生基础设施平台，规模不低于 1000 节点且支持不少于两款国产处理器；研发国产云原生架构的数据融合计算平台，支持至少三种计算模式，发布配套全栈原生国产化软件解决方案；建设基于零信任架构的跨域大数据治理与数据模型计算协同服务平台，实现山东 16 市公安业务数据汇聚和不少于 10 类警务数据源接入，发布不少于 1000 个满足公安业务应用的数据模型，并在不少于 5 种典型警务应用场景进行示范；研发形成 1 套业务公安信息化应用国产化迁移适配标准，支持不少于 2 种国产化架构的适配；研发 1 套以国产三

维地理信息平台、视频分析平台、智能语音平台、大数据平台等为应用基础，以视频监控系统、卫星定位系统、图像传输系统、执法终端系统、网络通信系统等为数据支撑的突发公共事件应急指挥保障系统，响应时间（平均值） $\leq 4.0$ 秒；发布至少1项国产化迁移替代解决方案，面向全省公安系统发布1项自主可控云原生平台建设标准；制定《视频图像数据与大数据融合应用建设指南》1项。

**（二）绩效评价指标。**建立1套视频图像数据标准、数据治理及服务共享管理机制，并在山东省16市公安系统推广应用。

**申报条件：**由山东省辖区内具有独立法人单位牵头申报，鼓励产学研联合申报，研发的技术和成果须在山东省内转化并产业化。

**支持强度：**省财政资助资金额度不超过800万元

**技术成熟度：**当前等级不低于5级（初样级），完成后不低于10级（销售级）。

**项目交示件：**完成时须发布国产云原生架构的数据融合计算平台和配套全栈原生国产化软件解决方案，并发布1套迁移适配辅助工具套件，1个面向行业应用的国产化适配验证平台；发布1套面向公安大数据的分布式数据治理与协同服务系统；研发1套基于新创云的突发公共事件应急指挥保障系统；发布山东省视频图像数据融合标准规范。

**张榜范围：**面向省内外公开张榜