

2026 年度山西省重点研发计划 支持方向信息

2026 年 8 月

目 录

1.硬夹矸煤层掘进工作面高功率密度截割系统关键技术	1
2.硬夹矸煤层采煤机智能截割关键技术	2
3.高尘低照恶劣工作面智能感知与精准掘进系统关键技术	3
4.燃煤机组深度及快速调峰受热面智能动态监测技术	4
5.火电机组深度调峰智慧精准喷氨系统研发与应用	5
6.煤电机组耦合全钒液流混合储能调频关键技术与工程示范	6
7.焦化行业多源废气耦合协同催化净化与余热梯级利用关键技术及示范	7
8.焦化废水酚氨资源低碳回收关键技术及装备研发	9
9.10 万吨级超深裂缝型地层二氧化碳安全永久封存关键技术研发与示范	10
10.复杂工况下铁路重载货车车轮性能提升关键技术攻关及应用示范	11
11.动车空心轴多传感融合无损检测关键技术攻关与应用示范	12
12.高强韧车轴设计及制造关键技术攻关与应用示范	13
13.模块化垂起复合翼应急巡检无人机关键技术攻关与应用示范	15

14.面向低照度灾害搜救的低空无人机态势感知与自学习控制关键技术攻关及应用示范	17
15.低空飞行器起落架典型镁合金承力构件挤压成型技术攻关及应用示范	19
16.低空飞行器复杂截面承力构件全流程制造关键技术攻关及应用示范	21
17.复杂构件智能焊接全景感知与协同控制技术及应用	23
18.薄壁构件制造变形控制智能工艺关键技术及应用	24
19.机器人精密传动零件制造形性协同智能调控技术及应用	26
20.重载输送装备用支承部件柔性化制造关键技术及应用	28
21.能源领域超纯净高性能合金钢钢管全流程制备技术研发与示范	30
22.直径 1400mm 以上高强韧飞轮储能转子全流程制造关键技术研究	32
23.新一代含氮高速冷轧辊用钢关键技术研发及应用示范	34
24.新一代铁路货车用不锈钢/低碳钢复合板制备及应用	36
25.-60℃极寒工况用低碳低合金高强韧耐磨铸钢件的研发	38
26.基于花岗岩尾矿制备高性能纤维增强岩基材料关键技术研发及应用示范	40
27.高硬度高透明耐摔纳米微晶玻璃研究与应用示范	42

28.面向碳化硅晶圆 CMP 工艺的无纺布抛光垫关键技术研究	44
29.大尺寸低缺陷砷化镓单晶生长装备与热场优化	46
30.350mm 高质量碳化硅籽晶及零部件单晶材料	48
31.SiC 基有图形晶圆明暗场缺陷检测设备研制	50
32.碳化硅图形化晶圆激光划切工艺及设备技术	52
33.8 英寸碳化硅基 650V 氮化镓功率晶体管的制备工艺研究 ..	54
34.高探测率红外量子级联探测器关键技术研究	56
35.高功率 2004 纳米铽化物单模半导体激光器研制及应用	58
36.耐压壳体固相增材制造轻质合金研发与应用示范	60
37.面向核电用低温高韧抗辐照高熵合金的开发	62
38.煤基碳量子点绿色规模化制备与性能调控技术研发	64
39.新鲜同种异体骨软骨移植关键技术研发与应用示范	66
40.肝硬化门静脉高压精准介入诊疗体系构建与临床转化研究	68
41.类器官技术在乳腺癌精准治疗决策中的研究与推广应用	70
42.慢性脑缺血证候演进早期预警感知技术研发和示范应用	72
43.治疗小细胞肺癌的三特异性抗体药物临床前研究	74
44.妇科分泌物数字芯片显微检测分析诊断技术研究及应用示范	76
45.基于高密度 CMUT 环形阵列的乳腺超声高分辨成像检测系 统研发	78
46.轻量化智能伴游系统关键技术及应用	80

47.高粱品种提质增效及主食化利用关键技术研究	82
48.甜糯融合型鲜食玉米品种培育与配套栽培技术研究	84
49.耐盐碱向日葵种质创新、新品种选育与产业化开发	86
50.特色瓜类作物种质创新及新品种选育	88
51.旱薄地耕地质量提升与作物单产协同增效技术	90
52.恒山黄芪土壤-气候因子与道地品质耦合机制及适生区划研究	92
53.玉米茎腐病抗性种质资源创制及绿色防控栽培技术研究	94
54.大同黄花菜加工与高效利用关键技术研究产业化	96
55.酒糟蛋白饲料高值化利用关键技术研发与示范	98
56.猪精准营养调控与地源性饲料资源高效利用关键技术集成及应用	100
57.防控猪繁殖与呼吸综合征（PRRS）兽用中药新药创制及产业化开发	102
58.基于山西道地药材的新型渔药和绿色生物防控技术研发 ..	104
59.基于噬菌体-拮抗菌协同作用的果蔬及山西道地药材病害绿色防控产品创制与应用	106

方向 1：硬夹矸煤层掘进工作面高功率密度截割系统关键技术

一、主要内容

围绕面向山西地质条件的硬夹矸煤层高效掘进需求，开展掘锚一体机高效全宽截割掘进关键技术研究。开展煤岩界面硬夹矸交变冲击载荷特性研究，揭示含硬夹矸煤层的高效截割机理；研究截齿排布、滚筒结构参数对硬夹矸截割性能的影响，研制适应硬夹矸煤层的全宽伸缩式截割滚筒；研究高功率密度紧凑型截割传动技术，研制高功率密度截割减速器；研究截割电流、振动、截割进刀量等信号与截割载荷的机理关系，开发基于截割载荷控制的自适应控制系统。

二、核心技术指标

形成面向硬夹矸煤层掘进工况的高功率密度全宽截割机构设计技术包 1 套；试制高功率密度截割系统 1 套，截割夹矸硬度不低于 f7 且夹矸厚度不低于 500mm；截割功率不低于 660kW；截割滚筒截割直径不大于 1.3m、截割宽度不低于 5.4 m；截割过载率不大于 15%。在山西省选取 1 处典型巷道完成不少于 3 个月的工程应用。

有关说明：承担单位配套经费与财政经费比例不低于 3:1。

方向 2：硬夹矸煤层采煤机智能截割关键技术

一、主要内容

围绕山西矿区煤岩界面起伏多变、夹矸构造发育的复杂工况下采煤机精准高效截割需求，开展采煤机智能截割轨迹规划关键技术研究。开展煤岩界面截割高度演化与刀间轨迹耦合作用机理研究，揭示多源传感数据融合的截割高度精准计算规律；研究基于簇中心聚合的小回刀干扰去除、刀间权重衰减的轨迹平滑方法，构建割顶轨迹动态校正算法模型；研究井下边缘端算法轻量化部署技术，实现轨迹规划算法井下实时运行；研究采煤机摇臂姿态与行走状态协同控制方法，开发截割轨迹自适应规划控制系统。

二、核心技术指标

形成采煤机智能截割成套技术方案 1 套；开发截割轨迹自适应规划控制系统 1 套，截割高度控制精度不大于 $\pm 5\text{cm}$ ，边缘端轨迹规划算法运算响应时延 $\leq 80\text{ms}$ ；截割电机负载波动降低 20%，截齿平均磨损量减少 15%，原煤煤矸混入率降低 8%；工作面平均截割推进速度提升 12%，设备作业效率提升 5%以上。在山西省选取 1 处典型综采工作面完成不少于三个月的工程应用。

有关说明：承担单位配套经费与财政经费比例不低于 3:1。

方向 3：高尘低照恶劣工作面智能感知与精准掘进系统关键技术

一、主要研究内容

围绕山西硬夹矸煤层掘进工作面高粉尘、低照度环境下的智能感知与辅助掘进需求，开展雷达空间同步与坐标融合、实时点云处理、目标识别与跟踪、人机协同决策四个方面技术攻关，研发一套包含距离、速度、方位角、俯仰角四维感知功能的掘进工作面自动导航与辅助掘进系统，实现煤壁三维建模、掘进头实时跟踪和掘进边界智能提醒等功能，在山西选取 1 处矿井完成工程示范。

二、核心技术指标

雷达点云数据实时处理能力达到每秒 30 万点以上，数据处理延迟小于 100 毫秒；煤壁三维模型构建精度误差控制在 ± 10 厘米以内，掘进头定位精度误差小于 ± 10 厘米；在高粉尘、黑暗和水雾环境下，系统连续稳定运行时间超过 12 小时，设备故障率低于 5%，且无明显性能下降；从检测到掘进头达到预设位置到发出提醒的时间小于 0.5 秒，提醒方式误报率低于 10%，漏报率低于 5%。

有关说明：承担单位配套经费与财政经费比例不低于 3:1。

方向 4：燃煤机组深度及快速调峰受热面智能动态监测技术

一、主要研究内容

建立受热面烟气侧管内工质传热模型，研究炉膛燃烧与工质水动力耦合条件下三维壁温分布特征，建立壁温预测模型；研究深度及快速调峰工况下，锅炉各受热面局部超温及金属热应力的动态评估方法，形成受热面安全性提升调控策略；开发锅炉受热面实时在线监测系统平台，在 300MW 及以上等级煤电机组应用。

二、核心技术指标

在 300MW 及以上等级燃煤机组开展技术应用，深度及快速调峰工况下，各级受热面壁温预测值与实测值的绝对偏差 $\leq 10^{\circ}\text{C}$ ；开发锅炉受热面动态监测系统平台，实现各级受热面全场水动力、三维壁温分布以及金属热应力 3-5 分钟数据更新频次；受热面爆管率低于 0.3 次/年。

有关说明：承担单位配套经费与财政经费比例不低于 3:1。

方向 5：火电机组深度调峰智慧精准喷氨系统研发与应用

一、主要内容

研究全负荷工况、不同煤质特性与 NO_x 生成浓度的映射规律，研发电站锅炉 NO_x 生成浓度在线预测技术；研究全尺度三维建模方法模拟烟气速度场、温度场和氨氮摩尔比分布；开发深度调峰条件下多级动态精准喷氨控制系统并在火电机组应用。

二、核心技术指标

构建脱硝入口 NO_x 浓度预测模型，实现不小于 1 分钟的超前预测，且预测误差不大于 $15\text{mg}/\text{m}^3$ （干基标态，下同）；实现锅炉 30%超低负荷时，脱硝出口 NO_x 浓度所有分区实时平均值小于 $30\text{mg}/\text{m}^3$ ，动态过程中总排口 NO_x 浓度与设定值偏差不高于 $\pm 15\text{mg}/\text{m}^3$ ，氨逃逸浓度不大于 $2.28\text{mg}/\text{m}^3$ (3ppm)；脱硝出口 NO_x 浓度各分区之间最大偏差小于等于 $15\text{mg}/\text{m}^3$ 。

有关说明：承担单位配套经费与财政经费比例不低于 3:1。

方向 6：煤电机组耦合全钒液流混合储能调频 关键技术与工程示范

一、主要研究内容

开展适配煤电机组的全钒液流电池-功率型电池/电容混合储能联合建模，优化储能容量和功率配比，构建“能量型+功率型”混合储能系统；建立多时间尺度的自适应功率频段分解模型，设计能量双向传输拓扑结构，开发一体化调频控制系统；完成 300MW 及以上等级煤电机组示范工程，并进行全工况性能验证。

二、核心技术指标

混合储能系统响应时间 $\leq 200\text{ms}$ ，稳态功率控制偏差 $\leq \pm 0.5\% P_e$ ，调频响应合格率 $\geq 95\%$ ，系统综合可用率 $\geq 99.5\%$ ；混合储能系统投运后，煤电机组 AGC 综合性能指标 $KP \geq 5$ ；建成 300MW 及以上等级煤电机组耦合全钒液流混合储能调频示范工程，混合储能额定总功率不低于机组额定功率的 3%，全钒液流配置 $\geq 1\text{MW}/4\text{MWh}$ 。

有关说明：承担单位配套经费与财政经费比例不低于 5:1。

方向 7：焦化行业多源废气耦合协同催化净化与余热梯级利用关键技术及示范

一、主要研究内容

开展焦炉烟气、干熄焦废气耦合体系全域工况特征解析，探明混合烟气中 NO_x 、NMHC、 NH_3 、CO 多组分耦合反应规律与变负荷波动特性，厘清水汽、硫化物对催化体系的干扰机理，阐明 NMHC 催化燃烧、高浓度 CO 催化燃烧、协同脱硝多重作用机制。构建低温氧化反应器内反应动力学与传热理论模型，研发适配两类废气掺混协同净化新工艺，突破低温条件下多污染物同步深度脱除技术瓶颈。明晰耦合烟气催化反应全过程余热释放变化规律，建立废气余热梯级利用机制。搭建耦合废气智能管控平台，实现烟气配比、净化反应、热能分配全流程自适应调控，形成焦化多源废气耦合净化成套技术。

二、核心技术指标

建成覆盖焦炉烟气与干熄焦废气耦合体系组分、变负荷工况的动态特征数据库 1 套；建成单套处理风量 ≥ 3 万立方米/小时工业示范装置，连续稳定运行时长不少于 1000 小时；现场工况下，经催化剂处理后， NO_x 、NMHC、CO 脱除率分别 $\geq 95\%$ 、 $\geq 80\%$ 、 $\geq 70\%$ ，出口 NO_x 、NMHC、 NH_3 、CO 排放浓度依次低于 50 mg/m^3 、 60 mg/m^3 、 8 mg/m^3 、 2800 mg/m^3 ，全面优于 GB16171.1-2024 焦

化行业排放标准（排放限值： NO_x 150 mg/m³、NMHC 100 mg/m³、 NH_3 8 mg/m³）；形成焦化废气余热梯级利用技术方案 1 套，系统年运维能耗 $\leq 40 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{立方米烟气}$ ，余热回收系统年产出能量 $\geq 220 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{立方米烟气}$ 。

有关说明：承担单位配套经费与财政经费比例不低于 3:1。

方向 8：焦化废水酚氨资源低碳回收关键技术及装备研发

一、主要研究内容

研究氨在膜界面的热质耦合迁移规律，构建氨气—水蒸气混合传递模型，研发新型脱氨膜材料和膜组件，阐明复杂组分跨膜传质分离及膜污染机制；开发全产业链的抗污染脱氨膜材料、膜组件、膜回收装备和节能低碳工艺，形成成套化膜脱氨技术体系并开展工程示范。开发高效提酚技术，研制新型络合萃取剂及树脂吸附工艺，强化酚类资源回收与分离效率，形成焦化废水全过程资源高效回收与低碳降耗技术。

二、核心技术指标

采用新型回收酚工艺，酚类物质回收率大于 50%，酚类提取段出水 COD 不高于 1000 mg/L；形成抗润湿脱氨膜材料及装备，氨回收率大于 98%，脱氨膜污染速率较传统疏水膜降低 25%；形成 1 套适应焦化废水水质特征的高效脱氨提酚废水资源化技术集成工艺包；建设 200 吨/天的膜脱氨示范工程，连续稳定运行时长不少于 3 个月，脱氨综合成本低于 15 元/吨水，较传统蒸氨工艺降低 50%以上。

有关说明：承担单位配套经费与财政经费比例不低于 3:1。

方向 9：10 万吨级超深裂缝型地层二氧化碳安全永久封存关键技术研发与示范

一、主要研究内容

针对 $\geq 4000\text{m}$ 超深裂缝型地层巨量 CO_2 压裂注入、裂缝带注入与长久封存过程，开展 4000 米深储层的 CO_2 注入速率控制关键因素研究；揭示高地应力及高温条件下裂缝型地层与 CO_2 相互作用下的气-液-超临界多相态多元流体的运移机理；开发超深裂缝型地层巨量 CO_2 快速封存技术，搭建经济高效、运行可靠的 CO_2 快速注入系统；构建注入-封存全生命周期的 CO_2 泄漏监测系统；建设 10 万吨级煤化工园区高浓度 CO_2 就地超深地层地质封存示范工程。

二、核心技术指标

形成 ≥ 4000 米超深裂缝型变质岩储层 CO_2 封存潜力评估方法 1 套；建立超深裂缝型地层巨量 CO_2 快速封存技术，平均日封存 $\text{CO}_2 \geq 300$ 吨；建成覆盖全生命周期风险管控的 CO_2 泄漏监测智能化装备及安全评价方法 1 套；建成 10 万吨级煤化工园区高浓度 CO_2 超深地层封存示范工程，注入的 CO_2 年泄漏量 $\leq$ 注入总量的 0.001%，闭场一年内泄漏监测井内 CO_2 浓度增幅 $\leq$ 原始值的 0.5%。

有关说明：承担单位配套经费与财政经费比例不低于 3:1。

方向 10：复杂工况下铁路重载货车车轮性能提升关键技术攻关及应用示范

一、主要研究内容

1. 建立热-机械应力耦合下车轮损伤演化与失效评价模型，揭示多场耦合条件下车轮损伤诱因与失效规律，攻克复杂工况下车轮疲劳抗性设计及结构优化关键技术。

2. 系统分析合金成分、微观组织对车轮强度、硬度、韧性性能影响，优化车轮钢成分配比，实现强韧性协同提升。

3. 研究车轮结构参数与锻造、热处理工艺适配规律，建立工艺质量调控技术；建立车轮损伤与全寿命周期可靠性评价方法，制定配套检测评价标准，实现车轮综合服役性能提升。

二、核心技术指标

1. 轮辋抗拉强度 $\geq 1080\text{MPa}$ ，轮辋屈服强度 $\geq 650\text{MPa}$ ，轮辋断面硬度 $\geq 320\text{HB}$ ，断裂韧性 $\geq 50\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ 。

2. 轮辋疲劳极限 $\geq 400\text{MPa}$ ，车轮整体疲劳试验辐板循环载荷最大径向应力提升 5%，循环试验后车轮无裂纹；热疲劳抗性提升 $\geq 10\%$ 。

3. 完成样机研制并通过型式试验，制定配套检测评价标准。

有关说明：承担单位配套经费与财政经费比例不低于 3:1。

方向 11：动车空心轴多传感融合无损检测关键技术攻关与应用示范

一、主要研究内容

1. 攻关复杂曲面自适应恒距控制与动态提离信号实时补偿技术，优化超声与涡流探头适型构型及扫查参数，实现变径凸台薄弱部位的稳定、不漏检扫查。

2. 研究多模态信号分离与智能诊断模型，分析超声、涡流、磁记忆等传感信号缺陷表征优势与检测盲区，开发多源数据融合智能缺陷诊断算法，实现涂层下缺陷精准识别与快速定位。

3. 研制适配复杂曲面、带涂层工况下动车空心轴智能控制无损检测成套装备，建立多传感融合检测工艺规范并应用示范。

二、核心技术指标

1. 动车空心轴曲面变径凸台薄弱区裂纹漏检率为 0，超声检测轴向定位误差 $\leq 2\text{mm}$ ，周向定位误差 $\leq 2^\circ$ 。

2. 可检测内部 $\Phi 2\text{mm}$ 当量孔缺陷，带漆层（漆层 $\leq 0.5\text{mm}$ ，钼层 $\leq 0.2\text{mm}$ ）车轴可完全检出表面深度 $\geq 0.5\text{mm}$ 的周向/纵向裂纹，并有效识别应力集中区。

3. 建立多模态信号融合分离模型 1 套，研制无损检测成套设备示范样机 1 套，整机综合缺陷检出率 100%，误判率 $\leq 2\%$ 。

有关说明：承担单位配套经费与财政经费比例不低于 3:1。

方向 12：高强韧车轴设计及制造关键技术攻关与应用示范

一、主要研究内容

1. 研究车轴用钢材料配比方法, 开发兼具高强度与优良韧性的新型车轴用钢。

2. 突破匹配新材质的低能耗热处理技术, 攻克晶粒细化与强韧协同调控瓶颈。

3. 开展轮座等关键承载部位实施强度评估和构型优化, 形成融合新结构、新材质与新性能指标的车轴系统方案。

4. 通过车轴全流程工业试制, 贯通锻造、热处理、机加工及无损检测环节, 建立工艺稳定、质量可追溯的新型车轴制造体系。

二、核心技术指标

1. 车轴抗拉强度 $\geq 635\text{MPa}$, 屈服强度 $\geq 350\text{MPa}$, 纵向冲击指标 (20°C KU_2) $\geq 39\text{ J}$ 。

2. 光滑试样疲劳极限 $\geq 250\text{MPa}$, 缺口试样疲劳极限 $\geq 170\text{MPa}$, 缺口敏感系数 ≤ 1.47 。

3. 在 10^7 循环载荷下, 车轴轴身部位全尺寸疲劳性能 $\geq 200\text{MPa}$ 。

4. 新热处理工艺能耗较现役车轴工艺降低 $\geq 10\%$, 生产节拍缩短 $\geq 20\%$ 。

有关说明:承担单位配套经费与财政经费比例不低于 3:1。

方向 13：模块化垂起复合翼应急巡检无人机关键技术攻关与应用示范

一、主要研究内容

1. 研究多任务驱动模块化平台架构与气动协同优化方法，建立模块构型与飞行性能耦合模型。开展轻量化结构与变构机构协同设计，依托多物理场分析实现结构、机构与飞行性能匹配。

2. 探究构型变动下动力学响应，研发强鲁棒自适应控制策略，实现多飞行模态平稳切换。融合多源传感数据，构建灾害智能识别模型，实现灾害隐患自主感知与预警。

3. 完成平台系统集成，研制样机并开展多场景试飞验证，形成自然资源与灾害巡检工程示范体系。

二、核心技术指标

1. 研制垂起复合翼应急巡检无人飞行平台样机 1 套，完成系统集成与试飞验证。

2. 核心技术指标：最大起飞重量 $\geq 150\text{kg}$ ；最大载重 $\geq 40\text{kg}$ ；结构重量占比 $\leq 35\%$ ；气动布局形式：垂直起降可折叠复合翼；航时 $\geq 2\text{h}$ ；航程 $\geq 250\text{km}$ ；飞行速度 $\geq 150\text{km/h}$ ；抗风等级 $\geq 12\text{m/s}$ ；定位精度 $\leq 1\text{cm}$ ；作业任务完成率 $\geq 95\%$ 。

3. 建立典型灾害场景智能识别模型不少于 2 类；典型灾害特征识别精度 $\geq 90\%$ 。

有关说明:承担单位配套经费与财政经费比例不低于 3:1。

方向 14：面向低照度灾害搜救的低空无人机态势感知与自学习控制关键技术攻关及应用示范

一、主要研究内容

1. 研究多模态融合感知算法，构建光-热-声协同感知系统，融合生命微动、声学、气体及水文信息，实现目标定位与次生灾害研判。研究搜救路径规划，突破 GNSS 拒止、通信中断环境自主避障难题；结合强化学习实现抗扰高精度姿态与轨迹跟踪控制。

2. 研制远距离磁感应通信设备，构建无人机磁干扰抑制模型，利用驻留接收策略完成地下弱磁信号自主捕获解码。

3. 开发集成边缘计算的一体化机载装备，依靠机载实时运算降低传输压力，开展试飞示范。

二、核心技术指标

1. 研制集成边缘计算、声-光-热多源感知的低空无人机自主搜救系统 1 套，完成两类典型场景示范应用。

2. 在夜间、遮挡、强噪等复杂环境下最低照度 0.5lux，目标识别距离 $\geq 200\text{m}$ ，定位精度 $\leq \pm 0.5\text{m}$ ，识别准确率 $\geq 90\%$ ；针对复杂形态障碍物，路径规划调整 $\leq 100\text{ms}$ ，障碍规避成功率 $\geq 95\%$ ，路径重复率 $\leq 5\%$ ；复杂扰动下姿态误差、轨迹跟踪精度均优于 0.5。

3. 无人机动力磁干扰抑制 $\geq 20\text{dB}$ ，弱磁报文解码成功率 $\geq 95\%$ ，低温雨雪接收成功率 $\geq 90\%$ 。

4. 申请发明专利 1 项。

有关说明：承担单位配套经费与财政经费比例不低于 3:1。

方向 15：低空飞行器起落架典型镁合金承力构件挤压成型技术攻关及应用示范

一、主要研究内容

1. 面向低空飞行器承力构件，优化低稀土镁合金微合金化方案，改善传统镁合金强度、耐蚀短板；开发高纯熔体熔炼精炼技术，降低气孔、夹渣缺陷，制备均质稳定镁合金铸锭。

2. 针对起落架管棒或长条构件开展温控热挤压研究，优化温度、速率、模具、变形量参数，解决挤压开裂、组织不均、精度不足问题，形成起落架承力构件专用挤压工艺。

3. 开发热处理与表面防护配套工艺，开展力学、腐蚀、疲劳及振动等测试，验证服役适配性。

二、核心技术指标

1. 研发低空飞行器起落架镁合金承力构件 2 件，完成适配验证。

2. 合金室温抗拉强度 $\geq 400\text{MPa}$ ，屈服强度 $\geq 330\text{MPa}$ ，断后延伸率 $\geq 5\%$ ，稀土总添加量 $\leq 2\%$ ，实现低成本。合金中性盐雾测试时长 $\geq 480\text{h}$ 无明显锈蚀，可适应低空飞行户外潮湿、雾气、雨水等腐蚀环境。

3. 工艺技术指标：形成镁合金挤压加工工艺方案及操作规程，实现构件小批量试制，构件尺寸精度、表面质量满足相应承

力构件的图纸要求，成品合格率 $\geq 95\%$ 。

4. 申请发明专利 1 项，形成企业技术标准 1 项。

有关说明：承担单位配套经费与财政经费比例不低于 3:1。

方向 16：低空飞行器复杂截面承力构件全流程制造关键技术攻关及应用示范

一、主要研究内容

1. 开展低空飞行器用高强高韧铝合金组织调控与成分优化，实现高纯均质细晶铸锭制备。

2. 探究复杂约束下合金大塑性变形流变行为与强韧化机理，研发复杂截面构件形性一体化成型技术，建立承力构件技术规范，构建铸锭、开坯、成型至热处理全流程成套生产工艺。

3. 研究精准热处理与残余应力消减方法，提升构件尺寸稳定性与疲劳寿命；通过力学、疲劳振动、尺寸稳定性及耐蚀等试验，验证构件面向低空飞行器的服役适配能力。

二、核心技术指标

1. 研发低空飞行器用复杂截面承力构件 2 件，完成适配验证。

2. 型材样件力学性能参数：抗拉强度 $\geq 700\text{MPa}$ ，屈服强度 $\geq 620\text{MPa}$ ，断后延伸率 $\geq 7\%$ ；室温断裂韧度 $K_{IC} \geq 25\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ ；疲劳强度 $\sigma_{-1} \geq 160\text{MPa}$ （ 10^7 次循环， $K_t=1$ ）。

3. 工艺技术指标：形成铝合金承力构件成型工艺方案及操作规程，实现构件小批量试制，构件尺寸精度、表面质量满足相应承力构件的图纸要求，成品合格率 $\geq 95\%$ 。

4. 申请发明专利 1 项，形成企业技术标准 1 项。

有关说明:承担单位配套经费与财政经费比例不低于 3:1。

方向 17：复杂构件智能焊接全景感知与协同控制技术及应用

一、主要研究内容

1. 针对强遮挡与宽容差变坡口工况，研究全路径重构机制，建立盲区轨迹推演方法，实现残缺视野下焊接轨迹的高保真重构。

2. 突破传统固定运动模式，研究工艺参数与空间轨迹协同优化方法，揭示柔性摆动与时变热源对成形演化的影响规律。

3. 开发高频动态纠偏算法，建立带有物理安全边界的瞬态响应模型，实现位姿漂移与参数波动下的实时闭环干预。

4. 构建感知推演、协同优化与高频执行一体化的闭环体系，在典型构件产线上完成工程验证。

二、核心技术指标

1. 定位与跟踪：重复定位精度 $\leq \pm 0.05\text{mm}$ ，焊缝跟踪精度 $\leq \pm 0.5\text{ mm}$ 。

2. 规划效率：典型构件路径规划时间 $\leq 60\text{s}$ 。

3. 补偿与响应：多层多道焊层间偏移自动补偿精度 $\leq \pm 0.3\text{ mm}$ ，变形实时预测与纠偏响应时间 $\leq 1\text{s}$ 。

4. 工艺效果：表面残余压应力不超过材料屈服强度的 30%。

有关说明：承担单位配套经费与财政经费比例不低于 3:1。

方向 18：薄壁构件制造变形控制智能工艺关键技术及应用

一、主要研究内容

1. 多源数据感知集成：采集多维工艺参数，破除工序数据壁垒，建工艺数据库，支撑建模优化。

2. 变形预测数字孪生：融合物理机理与机器学习，构建双驱动预测模型，依托数字孪生实现加工可视化、变形预判。

3. 工艺闭环自适应调控：优化多目标算法，动态调整切削走刀参数，搭建数据- 预判- 优化- 验证体系，抑制加工变形。

4. 多模态检测与质量管控：搭建在线检测平台，深度学习识别微缺陷，形成检测- 分析- 优化- 验证质量闭环。

二、核心技术指标

1. 适配 $\phi 300-700\text{mm}$ 铝合金薄壁件，兼容 5 类以上构件。

2. 长径比 ≥ 2 复杂薄壁构件变形控制 $\pm 0.05\text{mm}$ 以内。

3. 6 级精度薄壁筒件合格率 $\geq 98\%$ 。

4. 相较传统模式，加工效率提升 $\geq 30\%$ ，能耗降低 $\geq 15\%$ ，材料损耗率降至 3% 以下。

5. 检测精度 $\pm 0.05\text{mm}$ ，表面缺陷检测精度 $\geq 99.5\%$ ，孔径 $\geq 0.1\text{mm}$ 内部缺陷准确率 $\geq 99\%$ ；单件全项检测 ≤ 60 秒，漏检率 $\leq 0.1\%$ 、误检率 $\leq 0.5\%$ ，实现加工全检。

有关说明:承担单位配套经费与财政经费比例不低于 3:1。

方向 19：机器人精密传动零件制造形性协同智能调控技术及应用

一、主要研究内容

1. 研究坯料等材锻造宏微本征-工艺/设备参数与响应多维适配机制，开发现场多源传感融合与机理驱动的近表组织感知、微尺寸检测及缺陷判别技术。

2. 研究减材加工热-力-振动-高速下多模态信息提取融合，建立误差预测模型，开发电液伺服控制与动态补偿技术，实现误差实时校正与自适应调参。

3. 研究等-减材多工序质量数据关联与传递规律，建立全流程偏差累积模型，开发成形参数预控与加工主动补偿方法，实现精密传动零件高性能制造。

二、核心技术指标

1. 适配钛合金支架、环件等精密传动零件，建立多维适配模型及形性一体化智能控制模型，关键尺寸的过程能力指数 ≥ 1.33 ，表面缺陷在线检出率 $\geq 90\%$ ，材料利用率提升 8%以上。

2. 开发实时路径修正与自适应调参系统，加工误差降低 50%以上，实现加工精度动态补偿，零件配合面加工精度达到 IT5 级。

3. 产品不同部位晶粒度级差 ≤ 2 级，关键力学性能（如抗拉强度 $\geq 960\text{MPa}$ ）的批次间离散度 $\leq 5\%$ ，疲劳寿命 ≥ 1000 万次，

实现典型精密传动零件规模化制备。

有关说明:承担单位配套经费与财政经费比例不低于 3:1。

方向 20：重载输送装备用支承部件柔性化制造关键技术及应用

一、主要研究内容

1. 研究零件在一次装夹、复合加工中减材行为、组织演变与缺陷萌生扩展规律，定量关联工艺参数与表面完整性，研发可规避基准转换误差的多工序集成加工技术。

2. 探究装配中零件形位公差累积传递与在位检测方法，构建多源数据驱动的装配精度预测模型，开发柔性装配工艺与力位协调控制技术。

3. 揭示服役工况下典型失效、组织损伤与声-振-速信号间跨尺度关联，融合多源传感信息构建寿命预测模型，开发 AI 预警系统，实现服役状态智能管控。

二、核心技术指标

1. 建立零件加工工艺-组织-缺陷-性能关联模型 1 套，预测准确率 $\geq 95\%$ ；研发 ≥ 8 道工序的集成加工技术 1 套。

2. 构建柔性装配工艺与力位协调控制技术 1 套，精度 ± 0.05 mm，实现 ≥ 3 项性能在线全检，装配一次合格率 $\geq 98\%$ ；以直径 159 mm，长度 1100mm 托辊部件为例：径向圆跳动 ≤ 0.35 mm，旋转阻力 ≤ 2.0 N，轴向窜动 ≤ 0.25 mm，淋水密封试验 ≤ 15 g，使用寿命 > 50000 小时。

3. 构建基于声音-振动-速度多源信号融合的寿命预测模型与 AI 预警平台 1 套，实现典型故障识别准确率 $\geq 99\%$ 。

有关说明:承担单位配套经费与财政经费比例不低于 3:1。

方向 21：能源领域超纯净高性能合金钢钢管全流程制备技术研发与示范

一、主要研究内容

1. 转炉-LF 炉-VD 炉流程下超纯净合金钢冶金技术。基于钢-渣-气反应的热力学和动力学条件，强化渣-金反应，优化精炼底吹气泡能量参数，调控真空气体分压，开发有害元素深脱除模型，提升钢液洁净度。

2. 合金钢连铸圆坯凝固高成坯率控制技术。研究连铸过程弯月面至凝固终点的传热行为，优化电磁搅拌、二冷段冷却等工艺参数，调控等轴晶转变率，研发合金钢管坯防控裂纹技术，并提升铸坯各向组织均匀性，协同改善铸坯内外部质量，实现高成坯率目标。

3. 穿管轧制尺寸-组织-性能协同控制技术。剖析内外折叠、壁厚不均等质量问题形成机理，抑制混晶与成分偏析缺陷产生，形成合金钢无缝钢管高质量产品制备技术。

4. 合金钢钢管硫化物应力腐蚀开裂（SSCC）全流程调控机制研究。研究硫化物应力腐蚀开裂（SSCC）损伤机理，弱化有害氢陷阱，构建“超纯净冶炼-析出调控-组织遗传-抗 SSCC 性能”关联模型。

5. 合金钢钢管全流程精益制造技术。建立关键工艺参数与成

品性能的精准映射数据库，实现生产全链条数字化动态监测与智能风险预警，形成合金钢管生产的全流程精益智造技术体系。

二、核心技术指标

1. $[P] \leq 0.008\%$, $[S] \leq 0.001\%$, $[H] \leq 1.0 \text{ ppm}$, $[O] \leq 10 \text{ ppm}$ 。
A、C 类粗、细夹杂物级别 ≤ 0.5 级；B、D 类粗、细夹杂物级别 ≤ 1.0 级；A+B+C+D 粗细之和 ≤ 3.0 级；Ds 类夹杂物级别 ≤ 2.0 级。连铸圆坯成坯率 $\geq 98\%$ ，热轧无缝管合格率 $\geq 93\%$ 。屈服强度 758~965 MPa，抗拉强度 $\geq 862 \text{ MPa}$ ，采用横向夏比 V 型缺口全尺寸（10 mm×10 mm×55 mm）试样，0℃冲击功均值 $\geq 80 \text{ J}$ 。依据 API 与 NACE，采用 NACE-A 试验溶液，在 $24 \pm 3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 、H₂S 分压 0.1 MPa 条件下，试样加载至材料 80%实测屈服强度（606 MPa），连续试验 720 h，试样无开裂。

2. 备年产 10 万吨高端合金钢无缝管材的生产能力，新增产值超 3 亿元。

有关说明：承担单位配套经费与财政经费比例不低于 5:1。

方向 22: 直径 1400mm 以上高强韧飞轮储能转子全流程制造关键技术研究

一、主要研究内容

1. 高强韧钢低硅低铝夹杂构型优化与疲劳协同控制技术研究。研究不同 Si、Al 含量飞轮转子夹杂物类型,明晰夹杂物的形成及演变规律;探明夹杂物对疲劳性能的影响机理;开发产品成分控制及纯净化冶炼工艺。

2. 大直径锻件晶粒细匀化自学习成形技术研究。研究非连续变形间歇期间材料不同截面处静态再结晶行为及锻后冷却过程表层至芯部组织转变机理,开发基于数据模型晶粒细匀化锻造工艺,以及高强度飞轮转子批量锻件程序化锻造与锻后控冷工艺技术。

3. 多参数耦合下大直径锻件全截面控冷控性热处理仿真技术研究。建立不同截面处冷却速率-组织转变模型,探明镍 Ni 对大直径锻件淬透性的影响规律,开发多参数耦合下大直径锻件冷速-性能控制技术。

二、核心技术指标

1. $\phi 1400$ mm 以上大直径飞轮储能锻件电炉+精炼 (EAF+LF) 短流程炼钢 $Si \leq 0.10\%$ 条件下全氧 $T[O] \leq 20$ ppm; 转子芯部屈服强度 $R_{p0.2} \geq 900$ MPa、韧性 $AK_v/J(20^\circ C) \geq 80$ J, 全区域探伤

缺陷当量 $<\phi 1.6\text{ mm}$ ；全截面硬度差 $\leq 40\text{ HB}$ ；芯部性能满足试验应力最高 700 MPa ，频率 $\geq 80\text{ Hz}$ 条件下，疲劳寿命 ≥ 200 万次；

2. 实现两种规格飞轮储能转子全流程制造并推广应用，新增产值 2000 万。

有关说明：承担单位配套经费与财政经费比例不低于 3:1。

方向 23：新一代含氮高速冷轧辊用钢关键技术 研发及应用示范

一、主要研究内容

1. 成分优化及高洁净冶炼技术。研究氮等关键元素对奥氏体化、碳氮化物析出及组织演变的影响规律，研究冶炼中常压增氮、钢液窄成分及洁净度控制技术，建立冶炼-电渣重熔工艺高洁净度控制模型，提升钢液洁净度。

2. 热变形规律及多火次锻造工艺优化。研究热变形过程中的动态再结晶行为、流变应力演化及组织演变规律，优化多火次锻造温度-变形量-保温时间协同工艺。

3. 二次硬化行为及热处理工艺控制。研究加热速度、奥氏体化温度、保温时间等奥氏体化参数和冷却速度等因素对含氮高速冷轧辊用钢组织的影响，研究其二次硬化的温度范围并研究回火温度对其析出相种类及分布的影响，研发兼顾硬度梯度与回火稳定性的热处理协同调控技术。

4. 新型高速冷轧辊用钢的产业化应用示范。构建涵盖成分设计、冶炼铸造、锻造热加工及热处理的全流程协同控制技术，最终形成具有自主知识产权的高纯净度、高均质性和高性能一致性的含氮高速冷轧辊用钢规模化生产能力。

二、核心技术指标

1. 制备出 N 含量在 0.03-0.06 wt.% 的新型高速冷轧辊用钢 (Fe-Cr-Mo-V 系), 经锻造后气体含量要求 $[H] \leq 2 \text{ ppm}$ 、 $[O] \leq 25 \text{ ppm}$; 非金属夹杂物 A 类 ≤ 1.0 级, B 类 ≤ 1.5 级, C 级 ≤ 1.0 级, D 类 ≤ 1.5 级, Ds 类 ≤ 1.0 级, $A+B+C+D \leq 4.0$ 级; 带状碳化物 ≤ 2.0 级, 液析碳化物 ≤ 2.0 级, 网状碳化物 ≤ 2.0 级; 锻件热处理后性能满足抗拉强度 $\geq 1800 \text{ MPa}$, 延伸率 $\geq 5\%$, 硬度 $\geq 88 \text{ HSD}$, 45 mm 淬透层硬度 $\geq 74 \text{ HSD}$, 残余奥氏体含量 $\leq 8\%$;

2. 建设年产 1000 吨含氮高速冷轧辊用钢的生产示范线, 新增产值 1000 万元。

有关说明: 承担单位配套经费与财政经费比例不低于 5:1。

方向 24:新一代铁路货车用不锈钢/低碳钢复合板制备及应用

一、主要研究内容

1. 生产工艺研究。研究 T4003 不锈钢与 Q450NQR1 碳钢直接焊接封装高效制坯、非对称轧制异钢种均匀加热、复合坯界面高强度结合等关键核心技术, 实现 T4003+Q450NQR1 复合板的高效稳定规模化生产与供应。

2. 服役性能评估与优化。联合钢材生产企业开发厚度 5 mm (复板厚 0.5 mm) 的 T4003+Q450NQR1 复合板, 研究其在铁路货运条件下的磨损与耐蚀性能。

3. 应用技术研究。研究 T4003+Q450NQR1 复合板折弯及模具压弯无裂纹、焊接接头疲劳强度不低于母材强度等关键技术, 提升其在铁路货车制造中的适用性与可靠性。

4. 铁路漏斗车样机研制。采用 T4003+Q450NQR1 复合板, 对 70 t 级铁路漏斗车车体材料进行升级, 完成新一代铁路漏斗车样机试制。

二、核心技术指标

1. 复合板全厚度屈服强度 ≥ 450 MPa, 抗拉强度 ≥ 550 MPa, 剪切强度 ≥ 300 MPa, 基板 -40 °C 夏比冲击功 ≥ 60 J; 不锈钢覆层厚度 ≥ 0.5 mm; 结合面积达到一级 R1 ($\geq 99\%$), 折弯裂纹发

生率 $\leq 5\%$ 。焊接接头疲劳性能 $\geq 2 \times 10^6$ 次（许用应力下），接头强度不低于母材；建立车体结构安全性及可靠性评价准则。

2. 完成铁路漏斗车样机试制，新增新型复合材料铁路货车产值 5000 万元，支撑铁路货运装备绿色化与轻量化升级。

有关说明：承担单位配套经费与财政经费比例不低于 3:1。

方向 25:-60℃极寒工况用低碳低合金高强韧耐磨铸钢件的研发

一、主要研究内容

1. 低碳低合金成分体系优化研究。研究主合金与微合金元素配比方案,减少 Cr、Ni、Mo 等贵重合金添加量,在保证材料-60 ℃高强韧性能的前提下降低原材料成本。

2. 钢液精炼及大型复杂结构铸钢件铸造工艺研究。研究适配低碳低合金成分体系的钢液精炼调控技术,有效提升钢液纯净度;研究大型复杂曲面铸钢件成型与凝固过程的控制机制,优化铸造工艺参数,抑制铸件成分偏析、内部孔隙等缺陷萌生与扩展,显著提升铸钢件组织致密性。

3. -60 ℃极寒工况适配的热处理工艺研究。研究热处理温度、分段升降温速率、淬火介质配比等关键工艺对铸钢件微观组织演化的调控机制,构建热处理工艺及组织与-60 ℃低温强韧性能的关联机制,实现大截面厚壁铸钢件心部组织与力学性能的稳定可控,完善极寒工况下高强韧铸钢件的热处理调控机理体系。

二、核心技术指标

1. 碳含量 $\leq 0.32\%$, 贵重合金 Cr、Ni、Mo 的成分总含量 $\leq 3.5\%$, 钢液有害杂质可控: S $\leq 0.015\%$ 、P $\leq 0.015\%$; 800 MPa 级低碳低合金耐磨铸钢件: 抗拉强度 ≥ 800 MPa, -60 ℃下冲击功

≥27 J，布氏硬度≥260 HB；1000 MPa 级低碳低合金耐磨铸钢件：抗拉强度≥1000 MPa，-60 °C 下冲击功≥20 J，布氏硬度≥320 HB；1300 MPa 级低碳低合金耐磨铸钢件：抗拉强度≥1300 MPa，-60 °C 下冲击功≥15 J，布氏硬度≥380 HB。

2. 建成 1 万吨/年极寒工况用低碳低合金高强韧耐磨铸钢件产业化示范生产线，实现年产值≥2 亿元，直接经济效益 2000 万元以上。

有关说明：承担单位配套经费与财政经费比例不低于 3:1。

方向 26：基于花岗岩尾矿制备高性能纤维增强 岩基材料关键技术研发及应用示范

一、主要研究内容

1. 纤维选型与编织技术。研究不同纤维理化性能，建立纤维表面特性与编织性能的关联模型。系统研究工艺参数对纤维骨架质量的影响规律，优化工艺参数组合，提高纤维骨架质量稳定性。

2. 纤维与岩基材料的应力应变耦合机理研究。研究纤维骨架与岩基复合材料协同变形、岩基复合材料胶黏剂选型与改进、岩基复合材料硅质超硬岩骨料配比技术。

3. 复杂构型纤维骨架高压成型技术。研究压力-时间-温度耦合作用下的纤维骨架压缩本构模型，优化成型工艺参数，开发复杂构型纤维骨架高压成型关键技术。

4. 岩基复合材料产品开发、制造及应用示范。研究岩基复合材料产品开发、制造及应用，建设岩基复合材料批量生产线，建立全链条质量管控体系，实现产品在不同场景的应用示范与推广。

二、核心技术指标

1. 山西黑尾矿掺量 $\geq 90\%$ ；强度性能：抗压强度 ≥ 120 MPa，抗折强度 ≥ 30 MPa，莫氏硬度 ≥ 6.5 ，动弹性模量 ≥ 35 GPa，冲击韧性 ≥ 2.8 kJ/m²；磨耗磨损 ≤ 5.0 cm³/50cm²；导热系数 ≤ 0.6

W/(m.K), 表面电阻率 $\geq 4 \times 10^{13}$; 阻尼比为 0.01-0.03, 吸水率 ≤ 0.1 , 透波率 $\geq 80\%$;

2. 建设年产 5 万吨的岩基复合材料生产线。

有关说明:承担单位配套经费与财政经费比例不低于 3:1。

方向 27：高硬度高透明耐摔纳米微晶玻璃研究与应用示范

一、主要研究内容

1. 纳米微晶玻璃高效熔制技术研究。研究组成对玻璃热学性能、高温粘度、液相线温度等工艺性质的影响，液面排料、表面消泡、池底鼓泡、机械搅拌、超声波强制均化多重手段协同作用的多级均化技术，获得难熔纳米微晶玻璃的高效熔制工艺及技术。

2. 宽温区自限制晶化技术研究。研究分相形貌演变过程中离子迁移规律以及富硅铝相液滴产生核壳结构的机理，中间相（ Li_2SiO_3 ）失稳分解与 $\text{LiAlSi}_4\text{O}_{10}$ 再结晶工艺条件，热处理制度对结晶度和晶相比例（ $\text{Li}_2\text{Si}_2\text{O}_5/\text{LiAlSi}_4\text{O}_{10}$ ）的调控工艺，获得适应工业生产的宽温区晶化技术。

3. 纳米微晶玻璃复合增强增韧技术研究。研究离子交换熔盐对表面压应力（CS）、应力层深度（DOL）、中心张应力（CT）随化学强化温度和时间变化规律，化学强化对纳米晶玻璃的透过率、维氏硬度、抗折强度、落球高度的影响，获得高效快速复合增强增韧技术。

二、核心技术指标

1. 维氏硬度 ≥ 7.50 GPa；透过率 $\geq 91\%$ ；跌落高度 ≥ 1.8 m

(20 次以上)；雾度 ≤ 0.3 ；离子交换深度 (DOL) $\geq 130 \mu\text{m}$ ；
离子交换后表面压应力 (CS) $\geq 250 \text{ MPa}$ ；

2. 建成年产 3 万片中试生产线，新增产值 30 万元。

有关说明：该项目为与晋城市厅市合作项目，承担单位配套经费与财政经费比例不低于 5:1。

方向 28：面向碳化硅晶圆 CMP 工艺的无纺布抛光垫关键技术研究

一、主要研究内容

1. 复合无纺布纤维界面活化改性研究。研究等离子物理刻蚀、亲水化学接枝改性纤维技术，提升纤维和聚氨酯界面浸润性和结合力。

2. SiC 衬底抛光用耐腐蚀聚氨酯浆料合成研究。研究胶液浓度、NCO 含量、阻聚剂的有序调控技术，实现聚氨酯浆料耐腐蚀性能和储存稳定性的有效平衡。

3. 梯度浸渍与凝固成型工艺研究。研究压力梯度浸渍、粘度梯度填充、浓度梯度凝固多场耦合成型工艺技术；研究预凝固表层锁孔、终凝固梯度成孔的双级凝固技术，实现微观结构可控成型。

4. 抛光垫生产稳定性与缺陷控制研究。研究原料、工艺、环境等因素对产品稳定性的影响，建立气泡、针孔、分层、表面不均等典型缺陷的工艺修正体系，制定抛光垫企业标准与检测评价方法。

二、核心技术指标

1. 制备 SiC 衬底 CMP 用无纺布抛光垫，压缩率：2%-4%，压缩回弹率：65%-80%，硬度：shore A 86-88，孔隙率 $\geq 60\%$ ；耐

化学腐蚀性 ≥ 15 h，稳定去除率 $\geq 4 \mu\text{m/h}$ ，SiC 衬底表面粗糙度 $R_a \leq 0.3 \text{ nm}$ ，SiC/SiC 键合强度 $\geq 15 \text{ MPa}$ ，晶圆（6 英寸）级键合率 $\geq 98\%$ 。

2. 建成一条高端精密无纺布抛光垫生产线和后加工设备线，年产规模达 3500 m^2 ，年均营收 500 万元，三年达 1500 万元。

有关说明:承担单位配套经费与财政经费比例不低于 3:1。

方向 29：大尺寸低缺陷砷化镓单晶生长装备与热场优化

一、主要研究内容

1.6 英寸硅掺杂砷化镓单晶规模化工艺研究。研究优化炉体结构、调整热场布局、精准控制原料配比、引入高温退火修复技术，形成一套稳定、可量产、高品质的 6 英寸硅掺杂砷化镓单晶量产工艺。

2.6 英寸半绝缘高阻砷化镓单晶规模化工艺研究。研究精准控温、原料精准配比、碳掺杂含量控制技术，优化设备热场结构与杂质控制工艺，形成一套工艺稳定、性能一致、适合大批量生产的 6 英寸半绝缘高阻砷化镓单晶制备技术。

3.8 英寸硅掺杂砷化镓单晶制备技术及生长设备开发。研发 8 英寸晶体生长所需的专用设备，重点突破高精度控温、原料精准配比、内部缺陷抑制、硅均匀掺杂等核心关键技术。研究内部热场系统设计与改造，拟建立规模化生产 8 英寸硅掺杂砷化镓单晶体全套技术基础。

二、核心技术指标

1.6 英寸砷化镓单晶产品良率稳定在 60%以上。

2.8 英寸掺硅砷化镓晶体直径 $D \geq 200 \text{ mm}$; $EPD_{ave} < 100/\text{cm}^2$, $EPD_{max} < 5000$; $CC(0.4 \sim 4) \times 10^{18}/\text{cm}^3$; 电阻率 $(0.8 \sim 9) \times 10^{-3}$

ohm.cm; 迁移率 $>1000\text{ cm}^2/\text{v.s.}$ 。

3.8 英寸晶体生长设备一套，6 英寸产品新增产值 1 亿元以上。

有关说明:承担单位配套经费与财政经费比例不低于 5:1。

方向 30:350mm 高质量碳化硅籽晶及零部件单晶材料

一、主要研究内容

1. 大尺寸碳化硅单晶生长体系温场仿真研究。结合晶体生长炉结构、保温组件、热场布局建立全域仿真模型，研究适配 350 mm 大尺寸碳化硅生长的温场调控技术。

2. 碳化硅晶体应力分析研究。研究应力缓释配套技术，持续削减晶体内部残余应力与局部集中应力，有效防范晶体形变、开裂等问题，提升大尺寸单晶整体结构稳定性。

3. 单晶晶型稳定与缺陷控制研究。研究生长环境、工艺条件对碳化硅晶型、晶格取向及微观缺陷的影响，制定精细化生长管控工艺，重点抑制杂晶、位错、孔洞等缺陷生成，稳定单晶晶型结构。

4. 激光剥离技术研究。研究多光点像差校正和时空同步聚焦的超快激光碳化硅晶圆剥片技术，建立激光与碳化硅材料相互作用的理论模型，探索激光诱导材料改质层区域裂纹形成规律及定向扩展机制。

二、核心技术指标

1. 单晶直径 ≥ 350 mm、衬底直径 350 ± 1 mm；晶片厚度 $500 \mu\text{m}$ ；微管密度 ≤ 0.5 个/ cm^2 ；表面粗糙度 ≤ 0.15 nm；TTV $< 5 \mu\text{m}$ 、

BOW<10 μm 、WARP<20 μm ；350 mm 标准晶锭，10 块样品；满产后可实现产值 1 亿元。

有关说明：承担单位配套经费与财政经费比例不低于 3:1。

方向 31：SiC 基有图形晶圆明暗场缺陷检测设备研制

一、主要研究内容

1.SiC 基有图形晶圆明暗场高速成像技术研究。开发明场照明及成像系统、暗场照明及成像系统，实现明暗场对图形晶圆复杂缺陷同时检测分析。

2.抗图形干扰的高精度自动对焦技术研究。设计高速响应的 Z 轴追焦系统，完成图形晶圆检测过程中高精度实时自动对焦，实现大翘曲度晶圆的全片清晰成像。

3.基于 AI 的复杂图形缺陷识别过滤算法研究。研究基于晶粒间图形对比（Die to Die）和晶粒与标准晶粒对比（Die to Golden Die）的复杂图形缺陷识别过滤算法，提高检测可靠性。

4.缺陷关联及预测性分析研究。建立缺陷关联及预测性分析系统，根据关联分析识别早期工艺段致命缺陷，分析不同工艺段缺陷演化，形成“衬底—外延—器件”缺陷关联及预测性分析核心能力。

5.研制 SiC 基有图形晶圆明暗场缺陷检测设备。通过开展设备核心技术指标工程化应用验证，实现国产化替代。

二、核心技术指标

1.可检测晶圆尺寸 4-8 吋 SiC 基有图形晶圆；缺陷识别准确

率 $\geq 85\%$ ；缺陷识别重复性 $\geq 90\%$ ；缺陷坐标定位精度 $\leq \pm 5 \mu\text{m}$ ；光学放大倍率集成 $5\times$ 、 $10\times$ 、 $20\times$ 物镜；检测效率 $\geq 10 \text{ wph}$ （8 吋晶圆， $5\times$ 放大倍率）；颗粒检测灵敏度 $\leq 0.15 \mu\text{m}$ 。

2. 研制 SiC 基有图形晶圆明暗场缺陷检测设备 1 套并应用验证。

有关说明：承担单位配套经费与财政经费比例不低于 3:1。

方向 32：碳化硅图形化晶圆激光划切工艺及设备技术

一、主要研究内容

1. 碳化硅激光隐切热效应控制补偿技术研究。研究绿光皮秒激光隐切过程的多物理场耦合作用机理，分析热累积、热扩散及热致应力演化机理，建立电冷台辅助温控的热效应抑制方法。

2. 激光时域-空域联合调控的内部改质精确控制技术研究。研究激光脉冲时域波形调制与空间光束整形技术，揭示脉冲包络、子脉冲间隔等时域特性及光斑形状、能量分布等空域特性对内部改性层形貌的影响规律，优化内部改性层形貌、尺寸及裂纹扩展走向。

3. 碳化硅晶圆激光焦点自适应技术研究。研究大尺寸晶圆翘曲规律及其对聚焦位置的影响，开发基于激光测距的晶圆表面形貌在线检测与三维重构系统，建立焦点位置动态跟踪与 Z 轴高速随动控制算法。

4. 碳化硅绿光皮秒激光隐切工艺及设备集成技术研究。开展激光隐切工艺与设备的优化迭代，研究集成热效应调控、光场时空整形、焦点自适应控制等关键技术，构建绿光皮秒隐切工艺体系，研制 8 英寸碳化硅图形化晶圆激光隐切设备。

二、核心技术指标

1. 碳化硅划切工艺装置满足以下技术指标：热影响区宽度 $\leq 5\ \mu\text{m}$ 、晶圆尺寸 8 英寸、晶圆加工厚度 $120\ \mu\text{m}$ - $180\ \mu\text{m}$ 、激光单边切割崩边 $\leq 5\ \mu\text{m}$ 、对位精度 $\leq \pm 3\ \mu\text{m}$ ；

2. 研制 8 英寸碳化硅划切工艺装置 1 台套，新增 1000 万元经济效益。

有关说明：承担单位配套经费与财政经费比例不低于 3:1。

方向 33：8 英寸碳化硅基 650V 氮化镓功率晶体管的制备工艺研究

一、主要研究内容

1.8 英寸 SiC 衬底上高质量 GaN 外延生长工艺研究。重点攻关 GaN 缓冲层与过渡层应力调控技术，优化 GaN 沟道层及 AlGaN 势垒层等关键功能层的生长参数，实现高迁移率二维电子气浓度控制。

2. 器件隔离工艺研究。优化感应耦合等离子体刻蚀工艺，降低刻蚀损伤，实现刻蚀深度和侧壁形貌精确控制，完成高绝缘性的器件间隔离。

3. 栅极结构制备工艺研究。研究栅介质生长/沉积工艺；优化栅极金属沉积和图形化工艺，实现低栅极漏电和精确的栅长控制；研究栅极金属与 GaN/AlGaN 界面的稳定性，提升阈值电压稳定性和可靠性。

4. 欧姆接触制备工艺研究。优化基于 8 英寸晶圆工艺的源/漏区欧姆接触金属堆叠和退火工艺，减小导通损耗，实现超低的接触电阻。

5. 钝化层及表面处理工艺研究。优化高性能钝化层的沉积工艺，提升膜层质量和 GaN 表/界面特性，降低表面缺陷密度。

二、核心技术指标

1. GaN 外延片位错密度小于 10^8 cm^{-2} ，厚度均匀性误差小于 5%；漏源电压大于 700 V，导通电阻小于 $50 \text{ m}\Omega$ ，最大漏极电流大于 25 A，阈值电压 2.5 V；按照 JESD22-A108 标准，器件持续 500 小时以上的可靠性测试。

2. 项目完成后，新增产值 1000 万元。

有关说明：承担单位配套经费与财政经费比例不低于 5:1。

方向 34：高探测率红外量子级联探测器关键技术研究

一、主要研究内容

1. 红外量子级联探测器能带结构的研究。设计异质能带梯度结构，优化能带势垒分布，抑制暗电流，提升光电探测效率，突破灵敏度与响应速度的互斥瓶颈，提供不依赖载流子陷阱的高稳定性微秒级响应解决方案。

2. 红外量子级联探测器外延生长技术研究。研究优化波导层掺杂浓度以抑制自由载流子吸收损耗，精确控制量子阱外延厚度，引入界面生长中断工艺，实现晶格匹配异质结构构建，提升器件光电响应性能与热稳定性。

3. 红外量子级联探测器关键制备技术研究。研究低损伤等离子体刻蚀技术，通过优化气体种类、配比、流量及功率等条件，获得光滑垂直台面，降低等离子体损伤与负载效应。研究复合钝化工艺，减少表面复合速率，降低表面漏电流。

二、核心技术指标

1. 探测器像元尺寸 $\leq 0.1\text{ mm} \times 0.1\text{ mm}$ ；像元间距 $\leq 0.05\text{ mm}$ ；峰值探测率 $\geq 1 \times 10^9\text{ cm} \cdot \text{Hz}^{1/2}/\text{W}$ ；峰值响应波长： $\geq 4.6\text{ }\mu\text{m}$ ；在 77 K 工作温度下零偏暗电流 $\leq 50\text{ pA}$ ；工作温度 $\geq 250\text{ K}$ ；

2. 红外量子级联探测器外延材料样品 4 片，累计销售额 800

万元以上。

有关说明:承担单位配套经费与财政经费比例不低于 3:1。

方向 35：高功率 2004 纳米铟化物单模半导体激光器研制及应用

一、主要研究内容

1. 铟化物半导体激光器能带结构的机理研究。基于微扰理论与紧束缚模型，设计 InGaAsSb/AlGaAsSb 量子阱能带结构，研究超晶格势垒和势阱对电子、空穴的量子限制效应，抑制俄歇复合，实现高效激射。

2. 铟化物激光器件分子束外延生长技术研究。研究高质量铟化物低维激光器材料的分子束外延生长技术，分析激光材料俄歇复合机制并表征载流子寿命，实现低缺陷密度短周期铟化物超晶格材料的可控高质量生长。

3. 电子束曝光制备光栅工艺研究。创新采用 SiO₂ 替代传统光刻胶作为光栅掩模材料，提高光栅图形保真度与重复性；优化电子束曝光参数和胶厚参数，提高侧壁垂直度和线宽精度；优化图形修正技术，补偿电子束散射引起的邻近效应，改善图形展宽问题。

4. 铟化物半导体激光器制备与封装工艺研究。研究干法刻蚀工艺对材料表面结构的影响机理，优化腔面膜反射率与透过率，提升单模激光器长期可靠性；研究烧结工艺对器件粘附性、欧姆接触电阻及热导率的影响，完成高稳定性封装工艺开发。

二、核心技术指标

1. 研制铽化物激光器 4 英寸外延材料, 光致发光谱中心波长 2004 (± 10) 纳米; 研制高功率 2004 (± 1) 纳米铽化物单模激光器, 室温连续工作电流 ≤ 200 mA, 输出功率 ≥ 20 毫瓦, 边模抑制比 ≥ 35 dB。

2. 完成高功率 2004 纳米铽化物单模激光器试制生产线 1 项, 月产能达到 200 只以上, 实现累计销售额 600 万元以上。

有关说明:该项目为与晋城市厅市合作项目, 承担单位配套经费与财政经费比例不低于 5:1。

方向 36：耐压壳体固相增材制造轻质合金研发与应用示范

一、主要研究内容

1. 高强铝合金搅拌摩擦增材组织性能调控及层间结合机理。研究固相增材过程晶粒与主强化相析出演化行为，阐明新型高强韧铝镁系合金成分设计准则；研究“热-力-流”多物理场耦合作用机制，揭示固相增材过程中的塑性变形行为与界面结合机理。

2. 搅拌摩擦增材装备改造及长寿命增材轴肩研制。研制具备连续打印、多轴联动、力位混合控制能力的智能化搅拌摩擦固相增材制造平台，开发具有优异热稳定性和耐磨性的工具材料和结构。

3. 搅拌摩擦增材高强铝合金构件的精准热处理调控。阐明搅拌摩擦增材构件热处理过程的性能下降以及开裂问题的本质原因，开发热处理工艺，建立全流程性能调控方法，实现典型构件的可靠制造。

4. 搅拌摩擦增材高强铝合金构件可靠性评价与应用验证。完成典型高端装备关键构件的中试制造与应用验证，包括室温力学性能和服役环境考核试验，形成可推广的工程化解决方案。

二、核心技术指标

1. 固相增材高强铝合金抗拉强度 ≥ 550 MPa，屈服强度 ≥ 450

MPa，断后延伸率 $\geq 5\%$ ，室温断裂韧度 $K_{IC} \geq 25 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 。240 h 中性盐雾腐蚀试验后，点蚀坑直径 $\leq 0.5 \text{ mm}$ 。

2. 高强铝合金搅拌摩擦增材装备 ≥ 1 台，幅面尺寸 $\geq 2 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 0.5 \text{ m}$ ，增材效率 $\geq 5 \text{ kg/h}$ ；长寿命搅拌摩擦增材轴肩 ≥ 10 个，有效增材长度 $\geq 2000 \text{ m}$ ；高强铝合金搅拌摩擦增材壳体样件 ≥ 2 件（壳体尺寸 $\geq \Phi 500 \text{ mm} \times H500 \text{ mm}$ ），耐外水压 $\geq 5 \text{ MPa}$ 。

3. 完成固相增材壳体的工程应用验证和推广应用，新增产值 3000 万元以上。

有关说明：承担单位配套经费与财政经费比例不低于 5:1。

方向 37：面向核电用低温高韧抗辐照高熵合金的开发

一、主要研究内容

1. 500 公斤级单相高熵合金热成型板材的制备技术研究。通过多重相形成判据，包括原子半径差、混合焓、混合熵、价电子浓度、层错能等，进行 FeMnCrNiMo 系单相面心结构高熵合金的成分设计；开展高熵合金铸锭成分偏析控制工艺技术研究；开发板材热机械加工工艺，确定锻造和轧制等工艺窗口，实现组织均匀、性能一致不同厚度板材的制备。

2. 高熵合金低温服役行为的研究。开展高熵合金板材在室温、液氮、液氦温度下的拉伸变形行为研究，明晰位错组态、化学有序、孪生及相变等组织结构在服役中的演化规律；开展高熵合金组织、结构、温度、变形参数等对合金磁导率的影响研究。实现高熵合金在低温服役环境中的相与结构稳定性评估。

3. 高熵合金离子辐照硬化行为的研究。开展辐照前后材料中缺陷演化及相稳定性的实验和模拟研究，包括位错环、空洞、氦泡等辐照缺陷的产生与输运情况；基于纳米压痕技术，构建多机制耦合的离子辐照硬化模型，实现辐照缺陷硬化效应的分离与定量分析，阐明高熵合金的抗辐照机理。

二、核心技术指标

1. 开发 500 公斤级 FeMnCrNiMo 系高熵合金制备与板材成型工艺；

2. 在力学性能方面，液氮拉伸屈服强度 ≥ 900 MPa，断后伸长率 $\geq 20\%$ ，断裂韧性 $K_{IC} \geq 150$ MPa $\cdot m^{1/2}$ ，液氮拉伸屈服强度 ≥ 1000 MPa，断后伸长率 $\geq 15\%$ ；在磁性能方面，实现液氮拉伸断口处合金磁导率 ≤ 1.02 ；在辐照损伤方面，实现室温 1 dpa 下 He 离子辐照的硬化率 $\leq 25\%$ 。

有关说明：承担单位配套经费与财政经费比例不低于 3:1。

方向 38：煤基碳量子点绿色规模化制备与性能调控技术研发

一、主要研究内容

1. 绿色规模化制备技术与装备开发。研发低成本、环境友好的绿色选择性氧化剂体系，构建适用于煤基碳量子点规模化生产的反应工艺，开发匹配的连续制备、分离纯化工艺及专用装备。

2. 性能调控理论与技术研究。研究不同类型煤基原料的选择性氧化过程，揭示活性物种演化规律及反应机制，实现煤基碳量子点尺寸、结构及表面成分的调控，建立反应配方与发光性能的构效关系。

3. 高值化应用技术与产品开发。面向催化、光热、传感、储能等应用领域，开发煤基碳量子点宏量应用技术，完成典型应用场景下的性能评价与工艺验证，形成应用示范。

二、核心技术指标

1. 研制年产 500 公斤煤基碳量子点制备示范装置 1 套。

2. 煤基原料转化为碳量子点总产率 $\geq 35\%$ ，碳量子点荧光颜色 ≥ 3 种，粒径分布 2-5 nm，表面 Zeta 电位 ≤ -30 mV，荧光量子产率 $\geq 20\%$ ，产品批次氧含量偏差 $\leq 10\%$ ，产品荧光谱峰位与半峰宽批次偏差 ≤ 10 nm。

3. 开发 1 种煤基碳量子点宏量应用技术，形成产品示范。

有关说明:承担单位配套经费与财政经费比例不低于 3:1。

方向 39：新鲜同种异体骨软骨移植关键技术研发与应用示范

一、主要研究内容

针对关节软骨损伤发病率递增、致残率很高的临床需求，围绕新鲜同种异体骨软骨移植开展新技术研究和辅助器械产品研发。

1.开展骨软骨组织获取分割技术研究，包括定位导向器、空心环钻、微创获取等器械结构与尺寸优化设计，形成标准化骨软骨组织取材与分割技术方案。

2.开展骨软骨移植抗原处理技术的研究，包括专用器具性能设计、理化性能及生物安全测试等，构建规范高效的抗原处理临床应用技术体系。

3.开展骨软骨移植外形匹配移植技术研究，包括骨软骨移植物塑形、受区适配、微创植入等成套器械构型设计，形成一体化同种异体骨软骨移植外形匹配与植入操作技术体系。

4.起草相关临床应用指南或行业标准，申报国家二类医疗器械注册证。

二、核心技术指标

1.制定新鲜同种异体骨软骨移植治疗软骨损伤临床应用指南或行业标准 ≥ 1 项；获得国家二类医疗器械注册证 ≥ 2 个。

2. 获得国家发明专利 ≥ 1 项；实现新鲜同种异体骨软骨移植技术医疗机构推广应用 ≥ 5 家。

3. 获取导向器、空心平头钻各 10 种规格，直径范围：8 - 26mm（间隔 2 mm 递增）；软接触敲击器 2 种规格（8mm、20 mm）；覆盖 $\geq 90\%$ 常见骨软骨缺损尺寸；移植物匹配误差 $\leq 0.2\text{mm}$ （满足临床匹配精度要求）；植入成功率 $\geq 95\%$ （通过临床应用验证）；各器械产品表面粗糙度（除滚花、网纹外）Ra 值应不大于 3.2 μm ；耐腐蚀性采用 YY/T 0149-2006 压力蒸汽试验法至少达到 b 级的要求。

有关说明：承担单位配套经费与财政经费比例不低于 2:1。

方向 40：肝硬化门静脉高压精准介入诊疗体系构建与临床转化研究

一、主要研究内容

针对经颈静脉肝内门体分流术（TIPS）术前高危患者筛选、术中精准分流、术后肝性脑病防控等临床难点，开展多组学与人工智能的肝硬化门静脉高压精准介入诊疗体系研究。

1. 构建基于影像与临床多维度数据的 TIPS 术前高危患者智能筛选模型。

2. 开发基于计算流体力学的 TIPS 术中精准分流优化系统，优化 TIPS 分流路径与支架置入个体化诊疗策略。

3. 筛选 TIPS 术后肝性脑病患者相关血清/代谢组学生物标志物，研发基于多组学的肝性脑病早期筛查诊断试剂盒；形成 TIPS 围术期一体化精准介入诊疗方案。

二、核心技术指标

1. 完成 TIPS 围术期一体化精准介入诊疗方案 1 套，编写 TIPS 相关国家级临床指南/专家共识 ≥ 1 个，至少在 10 家医疗机构进行应用推广。

2. 建立 TIPS 术前风险预测模型，模型灵敏度及特异性均 $> 80\%$ ，获得国家二类医疗器械注册证 1 项。

3. 开发 TIPS 术中精准分流优化系统，降低术后肝性脑病发

病率 10-20%，申请发明专利或软件著作权 ≥ 1 项。

4. 研制 TIPS 术后肝性脑病诊断试剂盒，诊断灵敏度及特异性均 $>70\%$ ，申请发明专利 1 项。

有关说明:承担单位配套经费与财政经费比例不低于 2:1。

方向 41：类器官技术在乳腺癌精准治疗决策中的研究与推广应用

一、主要研究内容

针对相同分子分型乳腺癌患者对标准治疗方案治疗反应异质性较大的临床问题建立乳腺癌来源的类器官模型，筛选个体化的治疗方案。

1. 建立适合本地类器官培养技术，培养与患者肿瘤组织高度相似的乳腺癌类器官模型。

2. 开展现有临床治疗方案体外评价，比较不同方案对患者肿瘤的抑制能力，筛选个体化治疗方案。

3. 开展治疗后残留肿瘤风险评估，评价残留肿瘤细胞继续生长和再次形成肿瘤的能力，识别潜在复发高风险患者，形成类器官技术制备指南，建立类器官药敏指导辅助方案筛选的临床应用指南。

二、核心技术指标

1. 形成标准化技术流程（SOP）：手术组织类器官可评价率 $\geq 70\%$ ，穿刺组织可评价率 $\geq 50\%$ ；类器官与原始肿瘤主要病理分型一致率 $\geq 85\%$ 。

2. 样本接收至功能检测完成周期 ≤ 14 天；类器官检测结果与患者临床疗效总体一致率 $\geq 75\%$ 。

3. 优化区域性乳腺癌类器官制备技术体系, 形成标准化操作指南; 建立至少为省级专家共识或行业团体标准, 参与制定单位 ≥ 5 家三甲医院; 申请发明专利 ≥ 2 项; 申请软件著作权 ≥ 1 项。

4. 建立类器官体外功能评价平台, 建立乳腺癌组织样本数据库, 累计纳入患者样本 100 例以上。5. 在医保政策下推动形成医疗辅助技术收费项目申报材料。

有关说明:承担单位配套经费与财政经费比例不低于 2:1。

方向 42：慢性脑缺血证候演进早期预警感知技术研发和示范应用

一、主要研究内容

针对慢性脑缺血中医临床精准诊疗需求,开展基于中医气血稳态理论的早期预警感知技术研究和产品研发。

1. 聚焦气血稳态失衡在慢性脑缺血证候病机演进过程中的关键作用,构建“客观生理指标—气血功能定量指标—中医四诊信息”三维融合判定体系。

2. 通过构建慢性脑缺血气血稳态失衡多模态数据集,结合脉搏波、心率变异性、血氧、电阻抗、步态等多源生理信号的联合传感技术,建立慢性脑缺血的气血稳态定量评价指标体系与证候演进早期预警模型,研发慢性脑缺血证候演进早期预警感知设备。

3. 通过专家共识与模型算法逻辑融合并相互校准,实现气血稳态量化与证候分级精准映射,开展临床研究和评价,在医疗机构进行临床示范应用。

二、核心技术指标

1. 形成基于气血稳态理论的慢性脑缺血证候演进专家共识1份

2. 建立基于气血稳态失衡的慢性脑缺血病案数据库1个,构

建慢性脑缺血证候演进早期预警感知模型 1 个，其准确率不低于临床专家辨识准确率的 90%，并申请软著 1 份。

3. 获得国家二类医疗器械注册证 1 项，疾病检出和进展早期预警灵敏度 $\geq 90\%$ ，软件运行故障率 $< 1\%$ ；至少在 5 家临床医疗机构实现推广应用。

有关说明:承担单位配套经费与财政经费比例不低于 2:1。

方向 43：治疗小细胞肺癌的三特异性抗体药物 临床前研究

一、主要研究内容

针对目前治疗小细胞肺癌有效药物缺乏的需求，利用三特异性抗体技术开发国家 1.1 类新药。

1. 开展候选分子筛选、优化与人源化改造研究，采用“双表位结合策略”，筛选高亲和力抗体，构建靶向三特异性抗体，降低非特异性 T 细胞激活风险。

2. 开展体内外功能评价，完成人源化改造以降低免疫原性，确定临床候选分子。

3. 开展生产工艺研究，开发高表达稳定细胞株，优化培养基与培养参数，建立纯化工艺并开展制剂稳定性研究。

4. 开展临床前评价研究，包括药效学、药代动力学及安全性研究；申报国家新药临床试验批件。

二、核心技术指标

1. 获得三特异性抗体临床候选分子 1 个，体内外药效优于现有同类药物。

2. 建立稳定生产工艺：抗体表达量 $\geq 2\text{g/L}$ ，纯化收率 $\geq 60\%$ ，产品质量符合生物制品指导原则。

3. 完成临床前药效、药代及 GLP 毒理评价，明确作用机制与

安全性特征，正式提交 IND 申请并获得《药物临床试验批准通知书》。

有关说明:承担单位配套经费与财政经费比例不低于 2:1。

方向 44：妇科分泌物数字芯片显微检测分析诊断技术研究及应用示范

一、主要研究内容

针对现有妇科分泌物检验设备价格高、系统复杂、基层医疗机构配置率低等问题，开展低成本、小型化妇科分泌物多功能分析技术与诊断器械研发。

1. 开展无透镜数字芯片显微成像、芯片与微流腔精密集成、液基薄层制片等关键技术研究，实现大视野、高分辨率显微成像。

2. 研制集全自动进样、显微成像与智能分析于一体的妇科分泌物分析设备，实现形态学与功能学一体化联检。

3. 联合临床医疗机构，以人工镜检为对照开展临床性能评价，完成国家二类医疗器械注册申报，并推动产品在省内外基层医疗机构开展应用示范。

二、核心技术指标

1. 研制基于无透镜数字芯片显微成像技术原理的低成本、小型化全自动妇科分泌物分析仪，取得二类医疗器械注册证。

2. 申请发明专利 ≥ 2 项、软著 ≥ 1 项，实现医疗机构推广应用 ≥ 5 家。

3. 芯片像素 ≥ 4 亿；仪器通量 ≥ 35 样本/小时；单次上样 ≥ 30 个；成像通道数量 ≥ 2 个；实现白带干化学（pH、H₂O₂、LE、SNA、

PIP、NAG、OA) 与有形成分(上皮细胞、白细胞、线索细胞、霉菌、滴虫、杆菌、红细胞等)检测,重复性 $CV \leq 5\%$,携带污染率 $\leq 0.05\%$;与人工镜检比对,主要项目灵敏度、符合率均 $\geq 85\%$, $Kappa \geq 0.6$;安全性符合 GB/T 42125、YY/T 0648 等标准。

有关说明:承担单位配套经费与财政经费比例不低于 2:1。

方向 45：基于高密度 CMUT 环形阵列的乳腺超声高分辨成像检测系统研发

一、主要研究内容

针对乳腺癌早期病变的精确诊断和高分辨检测需求，研发基于高密度 CMUT 环形阵列的乳腺超声高分辨成像检测系统。

1. 开展蜂窝状平面微腔阵列结构微电容超声换能器的制作，提高器件结构加工精度和阵元加工一致性，实现高密度 CMUT 环形阵列的制备。

2. 制定通道数据重构策略，优化 CMUT 阵列发射/接收配置，开展基于深度学习的超声图像伪影抑制与高分辨重建方法研究，实现伪影抑制与成像分辨率提升。

3. 开发多通道超声波发射/接收电路模块，实现具有超声相控阵控制、多通道采集、快速成像功能的 CMUT 环阵超声系统开发与测试。

二、核心技术指标

1. 开发一套基于高密度 CMUT 环形阵列的乳腺超声高分辨成像检测系统，建立应用于乳腺癌早期病变精确诊断的高分辨成像方法，获得国家二类医疗器械注册证。

2. CMUT 换能器灵敏度 $\geq -55\text{dB}@70\text{mm}$ ，带宽 $\geq 100\%$ ，CMUT 环阵直径 20cm，阵元数 ≥ 256 ，阵列一致性为 $\pm 2\text{dB}@3\text{MHz}$ ；具备完

整的发射电路和采集电路模块，发射/接收通道数为 256，实现系统整机集成；进行乳腺成像实验，图像分辨率优于 1mm，图像重建时间 $\leq 12\text{s}$ 。整机价格 $\leq$ 进口同类设备的 1/3，系统实现国产化。

有关说明:承担单位配套经费与财政经费比例不低于 2:1。

方向 46：轻量化智能伴游系统关键技术及应用

一、主要研究内容

1. 研究受限场景下文旅实体的文本、影像、三维扫描等多模态数据融合与对齐技术，形成高价值可复用的数字资产库。

2. 研究知识引导的多模态大模型生成方法，建立多源交叉验证可溯源标准体系，实现文物场景的可信内容生成。

3. 研究多轮交互、拍照即讲、个性化适配技术和动态路线规划等多模态伴游交互技术，提升文物场景智能讲解与个性化服务能力。

4. 研究轻量化终端集成与边缘推理部署技术，研制嵌入 AR/VR 智能眼镜的智能应用，实现弱网及离线环境下的伴游。

二、核心技术指标

1. 研制可信智能伴游系统 1 套，包含 AR 和 VR 智能眼镜、导览屏、适老化小程序等交互终端 4 类；知识库实体 ≥ 5 万个、关系 ≥ 20 万条、覆盖文物 ≥ 8 类，知识准确率专家抽检 $\geq 99\%$ ，系统响应时间 $\leq 80\text{ms}$ 。

2. 封闭知识域事实性幻觉率 $\leq 2\%$ ，知识问答准确率 $\geq 95\%$ ，单次响应 ≤ 3 秒；离线模式核心功能可用率 $\geq 80\%$ ，端侧推理帧率 $\geq 15\text{fps}$ 。

3. 在 ≥ 5 处文物景区开展示范，其中 ≥ 2 处上线运行，授权发明专利 ≥ 2 项、输出建设与内容规范 ≥ 2 项，形成直接经济收益 ≥ 200 万元。

有关说明:承担单位配套经费与财政经费比例不低于 2:1。

方向 47：高粱品种提质增效及主食化利用关键技术研究

一、主要研究内容

1. 专用高粱种质创新及新品种选育。①高粱优异种质资源鉴定及创新。针对高粱种质资源的农艺性状、抗逆性、加工品质等性状，开展表型鉴定与基因型分析，筛选、鉴定优异种质，发掘关键基因并开发分子标记，创制满足育种、加工需求的株型紧凑、抗逆、加工特性优良的优异育种材料。②专用高粱新品种选育。通过杂交、回交、分子标记辅助育种等方法，聚合优质、高产和抗逆性相关基因，创制配合力强的优质高粱亲本系；创新高粱杂种优势利用途径，开展大规模的亲本系配合力鉴定，选育高产、优质、抗逆、适宜机械化生产的酿造、食（饲）用高粱新品种。

2. 专用高粱品种加工适应性评价及高值产品研发。开展不同酿造高粱品种酿造效果研究，分析评价高粱籽粒品质与酿造加工特性互作关系，鉴定优质酿造专用新品种；开展食用高粱新品种的加工特性研究，建立功能成分检测和加工特性评价技术体系，改善高粱产品适口性，降低产品抗营养因子，研发低 GI、抗氧化等功能性食用高粱新产品。

3. 专用高粱新品种及高粱产品产业化示范。①在不同生态区开展高粱新品种区域适应性测试，建设标准化、规模化高粱新品

种繁育示范基地，开展高产优质专用高粱新品种示范。②高粱新产品示范，集成高粱食用产品关键加工技术，开展高粱产品加工工艺中试，建立“品种筛选-工艺优化-产品开发-功效评价-市场推广”的可复制产业化示范模式。

二、核心技术指标

1.发掘重要功能基因 1~2 个，创制酿造新材料 20 份以上，食用高粱新材料 10 份。

2.选育并通过登记酿造高粱新品种 1~2 个，食用高粱新品种 1~2 个。

3.建设高粱新品种繁育基地 1~2 个；新品种示范基地 1~2 个，新品种示范推广 5 万亩。

4.鉴选并向企业推荐优质加工专用品种 2~3 个；研发高值化产品 2~3 个、加工工艺 2~3 套。

5.申请发明专利 1~2 项。

有关说明：承担单位配套经费与财政经费比例不低于 2:1。

方向 48：甜糯融合型鲜食玉米品种培育与配套栽培技术研究

一、主要研究内容

1.针对目前市场主栽甜加糯玉米品种甜、糯籽粒分离、蒸煮加工后外观商品性差等问题，通过快中子诱变、Mu 突变体等创制甜糯融合型新种质，开发相应的分子标记和 SNP 育种芯片，并进行育种应用。

2.结合山西生态环境与气候特点，依托分子标记技术，将甜糯融合型新种质快速转育至育种骨干自交系，基于 SNP 育种芯片完成种质资源精准分型、性状鉴定和杂种优势预测，培育甜糯融合型鲜食玉米新品系，重点提升品种食用和加工品质，定向选育高花青素、香味浓郁、适配深加工的专用型甜糯融合型玉米新品种，兼顾鲜食消费与加工产业需求。

3.基于甜糯融合型鲜食玉米特殊生理特征，联动上下游企业，整合良种繁育、农机作业、田间栽培、精深加工等关键环节，构建“良种+农机+良法”一体化生产模式，解决制种、栽培、加工等产业瓶颈，形成全产业链技术闭环，实现规模化示范推广。

二、核心技术指标

1.研发甜糯融合型鲜食玉米分子标记 1~2 个、育种基因芯片

1 套，完成种质资源精准分型和杂种优势预测。

2.创制优质甜糯融合型鲜食玉米自交系 15~20 份,涵盖白色、黄色和黑色，培育优良新品系 3~5 个，完成 1~2 个新品系区域试验流程。

3.申请植物品种权 2~3 件，发明专利 1~2 项。

4.建成标准化试验示范基地 2~3 个，研发新品种配套制种、栽培关键技术 1~2 项，新品种示范推广面积 1~1.5 万亩。

有关说明:承担单位配套经费与财政经费比例不低于 2:1。

方向 49：耐盐碱向日葵种质创新、新品种选育与产业化开发

一、主要研究内容

1.种质资源精准鉴定与高效育种技术体系构建。广泛收集各类向日葵种质资源，基于表型与生理生化指标构建高通量耐盐碱鉴定评价体系，明确鉴定时期与分级标准；利用多组学技术挖掘耐盐碱关键基因与调控网络，开发功能分子标记，建立以骨干亲本为受体的高效遗传转化与基因编辑技术体系，定向改良耐盐碱性状，探索小孢子单倍体培养技术，快速创制 DH 纯系，形成“快速纯合+精准筛选”的高效育种新策略。

2.种质创新与新品种选育。优选耐盐碱优异种质为核心亲本，联合高产、优质、抗病骨干材料构建杂交育种群体。融合分子标记辅助选择与田间表型鉴定技术，聚合多项优良性状，创制新型耐盐碱种质资源；通过配合力测定、多点盐碱地鉴定筛选优势组合，开展品系对比及区域试验，完成新品种 DUS 与 VCU 专项测试。

3.示范推广与产业化开发。集成耕整地、播种、植保、收获等环节的机械化、智能化作业技术，形成一套适用于盐碱地的向日葵机械化高效生产技术模式。在晋北典型盐碱区搭建核心示范基地，示范推广新品种与配套技术。开展精深加工研发，延伸产

业链，提升产品附加值。

二、核心技术指标

1.创制高耐盐碱（1级）材料 ≥ 5 份。

2.选育向日葵杂交新品种 1~2 个。

3.在 0.3%~0.5%盐碱地示范种植，示范总面积 ≥ 500 亩，产量 ≥ 150 公斤。

4.开发耐盐碱相关分子标记 1~2 个。

有关说明:承担单位配套经费与财政经费比例不低于 2:1。

方向 50：特色瓜类作物种质创新及新品种选育

一、主要研究内容

1.西葫芦种质精准鉴定及关键基因挖掘。选择代表性种质和育种材料开展标准化表型和基因鉴定；菜用类型重点评价环境适应性、瓜形、瓜色、产量及病毒病等主要病害抗性，籽用类型重点评价产量、籽粒大小、饱满度、油脂含量和抗逆性，筛选优异资源和骨干亲本。围绕重点优异性状构建 F_2 、 BC_1 或重组自交系群体，结合 BSA-seq、连锁与表达分析定位稳定主效位点，筛选候选基因，开发 KASP、InDel、CAPS 等低成本标记。

2.西葫芦种质创新及新品种选育。采用杂交、回交、分子标记辅助选择和优异等位基因聚合等方法创制新种质。菜用类型重点聚合环境适应性强、高产、抗病、皮色油绿光亮商品性好等性状；籽用类型重点聚合大籽粒、饱满、高产、高油、抗逆及适合规模化生产等性状。开展配合力分析、组合选配、田间筛选和品种比较试验，选育菜用、籽用西葫芦新品种。

3.西葫芦新品种区域验证及示范应用。在不同生态区组织区域试验，评价产量、品质、抗性和稳定性，开展品种认定、植物新品种权申请。完善良种繁育和配套生产技术规程，建立“基因挖掘-分子标记-种质创新-品种选育-示范推广”育繁推一体化模式。

二、核心技术指标

1.定位稳定主效 QTL 或基因位点 2~3 个，其中 1 个位点缩小至 500 kb 以内；筛选候选基因 3~5 个；开发分子标记 4~6 个，检测成功率 95%以上、基因型与目标表型一致率 90%以上。申请国家发明专利 1~2 项。

2.精准鉴定西葫芦种质及育种材料 150~200 份；创制目标性状突出、遗传稳定的新种质 8~15 份，选育优质、抗逆新品种或优良组合 2~4 个并通过认定，申请植物新品种权 2~3 项。

3.建设新品种繁育或示范基地 1~2 个，累计示范推广 5000 亩以上。

有关说明:承担单位配套经费与财政经费比例不低于 2:1。

方向 51：旱薄地耕地质量提升与作物单产协同增效技术

一、主要研究内容

1.针对我省旱薄地中低产田存在的耕层浅、有机质低、保水保肥能力差等问题,开展旱薄地保护性耕作保墒增碳定向培育技术研究,通过条带耕作、秸秆覆盖、深松扩容和有机物料局域施用等措施实现地力提升与定向培育。阐明农田定向培育与关键限制因子改良扩容增碳提质驱动机制,量化土壤质量提升对作物产量提升的贡献。

2.针对土壤生物多样性差、土壤养分失衡与缺乏并存、养分利用效率低等问题,开展根际土壤微生态定向调控与养分精准调控技术研究,系统挖掘抗旱促生、养分活化和有机质转化功能微生物,解析根际微生物-植物-土壤互作如何协同实现作物增产与养分高效机制,建立以根际局域施肥为核心的耕地根际养分精准调控技术,实现碳氮磷协同共济、有机无机养分均衡稳定高效供给。

3.针对我省主要作物产量低且稳定性差、耕地质量提升与作物增产良性循环难等问题,开展作物高产稳产优质群体构建与相应的栽培技术研究,集成创新以根层局域土壤保墒增碳定向培育、根际土壤微生态定向调控与养分精准调控为核心的旱薄地耕地质量提升与作物单产协同增效综合技术模式。

二、核心技术指标

1.研发旱薄地保护性耕作保墒增碳定向培育、根际土壤微生态定向调控与养分精准调控、作物高产栽培等关键核心技术 3~4 项。

2.集成旱薄地耕地质量提升与作物单产协同增效综合技术模式 1~2 项。

3.在忻州市、晋中市等典型应用场景建立百亩核心示范区 2~3 个，实现示范区耕地有机质提升 5%~10%，粮食产能提升 10%~20%，养分利用效率提升 15%以上。

4.申请山西省农业主推技术 1 项。

有关说明:承担单位配套经费与财政经费比例不低于 2:1。

方向 52:恒山黄芪土壤-气候因子与道地品质耦合机制及适生区划研究

一、主要研究内容

1.系统调查恒山黄芪产区土壤、气候及资源特征，采集不同生境下土壤（质地、pH、有机质等）与气候（光照、温度、降水等）数据，建立生态环境数据库；同步鉴定不同生境下黄芪农艺性状及关键药效成分，解析土壤-气候多因子对有效成分积累的调控规律，明确品质响应范围。

2.针对恒山黄芪道地品质环境驱动机制不清的技术瓶颈，探究土壤-气候因子对有效成分积累的驱动作用，揭示生态因子调控品质形成的响应规律与阈值效应，明确制约道地品质形成的关键土壤-气候驱动因子，基于品质响应特征，构建道地品质适宜性评价指标体系。

3.针对恒山黄芪产区生境差异大、优质产区界定不清的问题，开展县域尺度适生性综合评价与精细化区划，精准划定高品质黄芪适生种植区，为道地黄芪规范化布局与优质稳产栽培提供科学依据和技术支撑。

二、核心技术指标

1.建立恒山黄芪生态环境、品质特征基础数据库 1 套，实现土壤、气候、品质等多源数据集成。

2.调查评价恒山黄芪资源样品 100 份以上，明确核心农艺性状与关键药效成分（黄芪甲苷、毛蕊异黄酮葡萄糖苷、多糖等）积累规律。

3.解析土壤-气候多因子耦合调控机制，筛选品质形成核心驱动因子 3~5 个，明确关键因子适宜阈值区间。

4.构建恒山黄芪道地品质适宜性评价指标体系 1 套。

5.完成恒山黄芪高品质适生区划，形成空间分布图 1 套。

6.申请发明专利 1~2 项，登记软件著作权 1~2 项。

有关说明:承担单位配套经费与财政经费比例不低于 2:1。

方向 53：玉米茎腐病抗性种质资源创制及绿色防控栽培技术研究

一、主要研究内容

1.抗茎腐病玉米种质资源筛选与改良创新。收集玉米种质资源进行茎腐病接种鉴定并划分抗性等级，筛选综合抗病性达到中抗以上的玉米种质。运用杂交、回交、分子标记辅助选择、单倍体育种等技术创制新种质，通过田间鉴定、配合力测定，选育一批抗茎腐病表现突出的玉米新种质。

2.高产、优质、抗茎腐病玉米新品种选育。开展多点鉴定、多逆境胁迫、多环境筛选，筛选出产量突出、适应性较好，对茎腐病抗性达到中抗的玉米新组合并通过审定。

3.揭示茎腐病区域化发生与环境因子的耦合机制。针对山西中部春玉米区和晋东南春玉米区两个典型生态区，系统开展以下研究：①茎腐病发生动态与关键环境因子定量关系研究。同步监测灌浆期至蜡熟期的日均温、相对湿度、降雨量、田间持水量及连作年限等关键环境指标，明确茎腐病发病率、病情指数与各环境因子的定量耦合关系，确定晋中盆地降水偏多年份和晋东南渍涝年份茎腐病偏重流行的临界阈值。②覆膜栽培对茎腐病发生的影响机制研究。对比分析覆膜对耕层土壤温湿度、病原菌数量和茎腐病发病率的影响，为区域化覆膜决策提供科学依据。

4.构建“良种布局+绿色栽培”区域化技术集成模式并示范推广。根据不同生态区的病害特点、气候条件和种植制度，定向集成差异化的绿色防控技术模式。在晋中、晋东南分别建立百亩级核心示范区，依据不同年份的气象差异动态调整技术参数（如包衣菌剂浓度、灌溉调控时机等），为市县种植规划和农技推广提供成套技术方案。

二、核心技术指标

1.创制和筛选出配合力高且对茎腐病抗性达到中抗的玉米自交系材料 3~5 份。

2.选育并审定高产稳产、对茎腐病抗性达到中抗以上的玉米新品种 3~4 个。

3.根据抗病良种与各类覆膜方式、施肥模式的增产、减排效果，形成分区域差异化绿色栽培方案；在不同区域累计建设核心试验示范区 400 亩，推广辐射 2 万亩以上。

4.核心示范田玉米增产 5%以上，抗茎腐率达 90%以上。

有关说明:承担单位配套经费与财政经费比例不低于 2:1。

方向 54：大同黄花菜加工与高效利用关键技术研究与产业化

一、主要研究内容

1.黄花菜功能活性物质挖掘与高效提取技术。针对山西省黄花菜营养组分构成不明确、关键功能活性物质开发不足等问题，系统筛选黄花菜中的主要营养与功效成分，建立关键功能活性组分（囊泡、外泌体、槲皮素等）的绿色高效提取、富集与纯化技术，明确其组成特征与提取规律。

2.黄花菜营养健康功效机制解析。围绕黄花菜的健康调节作用，利用体内外研究模型（动物及细胞），系统解析囊泡、外泌体、槲皮素等关键组分的抗氧化、抗炎、调节代谢等营养健康效应的作用机制。

3.不同加工技术对功效活性物质及品质变化的影响规律。针对黄花菜加工技术水平相对落后的问题，研究蒸制、干制、冻干、热风、微波等不同加工方式对功效活性物质保留、转化与损失的影响，揭示加工过程中营养品质、风味品质及功能品质的变化规律。

4.黄花菜功能食品关键技术集成与产品创制。面向产业化应用需求，集成黄花菜功能食品加工关键技术，构建“原料筛选-活性提取-加工优化-品质评价-产品创制”技术体系，开发黄花菜健

康制品及系列功能产品，推动产业提质增效。

二、核心技术指标

1.建立黄花菜关键功能活性组分的高效提取与纯化技术体系。

2.阐明黄花菜营养健康效应的关键作用机制，明确不同加工技术对黄花菜功效活性物质保留、转化及品质变化的影响规律。

3.形成可推广的产业化应用示范，创制功能活性原料及营养健康产品 2~3 种，申请专利 2~3 项。

4.制定技术标准 2~3 个，产品附加值提高 20%以上，经济效益提高 10%以上。

有关说明:承担单位配套经费与财政经费比例不低于 2:1。

方向 55：酒糟蛋白饲料高值化利用关键技术研发与示范

一、主要研究内容

1.研发高效率低成本的酒糟高蛋白饲料生产工艺。采用 ROTOR 机械式雾化动态烘干，结合梯度脱水设计，实现湿酒糟高效脱水；集成振动筛分与气流分选的复合分选系统，精准分离稻壳并获得高蛋白酒糟；构建以壳料低碳燃烧产热为基础的热能循环利用体系，实现闭式节能烘干，形成“零排放”的清洁生产系统；设计时产不低于 2 吨干酒糟高蛋白饲料。

2.建立酒糟高蛋白饲料饲用价值精准评定与营养成分数据库系统。构建涵盖“化学成分分析-近红外检测建模-体外消化验证-体内代谢评价-营养价值数据库构建”的全方位、多层次营养价值精准评定体系，挖掘高酒糟高蛋白饲料的饲用潜力。

3.确定酒糟高蛋白饲料的畜禽营养平衡日粮配制技术方案。基于酒糟高蛋白原料能值、氨基酸组成及其消化率等参数，针对单胃动物和反刍动物不同生长阶段的生理特性与营养需求，科学确定酒糟蛋白适宜添加量及豆粕替代比例，科学精准制定低豆粕日粮配方，形成以酒糟为特色的畜禽多元化日粮方案。

二、核心技术指标

1.研发低成本、高效率、产业化的高蛋白酒糟烘干和稻壳分

离工艺 1 套，高蛋白酒糟时产 ≥ 2 吨。

2.生产的高蛋白酒糟中粗蛋白含量 $\geq 30\%$ ，粗灰分 $\leq 4.5\%$ ，粗纤维 $\leq 12\%$ ，水分 $\leq 10\%$ ，形成山西白酒糟蛋白饲料资源数据库 1 套。

3.形成畜禽高蛋白酒糟饲料替代豆粕精准营养日粮配制方案 3~4 套。

4.降低日粮中豆粕添加量 $\geq 4\%$ ，养殖成本降低 2%~3%。

有关说明:承担单位配套经费与财政经费比例不低于 2:1。

方向 56：猪精准营养调控与地源性饲料资源高效利用关键技术集成及应用

一、主要研究内容

1.山西特色饲用资源普查与营养价值精准评定。系统采集省内杂粮主产区及重点加工企业的原料与副产物样品，采用化学分析、体外仿生消化、近红外光谱等技术，测定常规营养成分、有效能值、氨基酸消化率、关键抗营养因子及关键生物活性物质（多糖、多酚、多肽等），构建区域性特色饲料资源动态数据库。

2.特色资源在生猪饲料中的高效利用技术研究。针对杂粮、油料杂粕等特色资源，探索膨化、微生物发酵、复合酶解等适宜预处理工艺，改善资源适口性，提高养分利用率并消除抗营养因子。通过动物饲养试验，研究不同种类不同比例的预处理对畜禽生长性能、养分消化率及健康状态的影响，构建融合山西特色原料的精准饲料配方模型，开发系列多元化、节粮型饲料配方。

3.基于特色资源活性成分的功能性产品创制与机理研究。针对红枣渣、黄芪渣、连翘叶等特色资源，优化其活性物质（多糖、多酚、黄酮等）的绿色高效提取与稳态化技术。通过细胞模型和动物试验，系统评价活性成分在调节肠道菌群平衡、增强肠黏膜屏障功能、抗炎抗氧化等方面的功效，并初步阐明其作用机制。

将验证有效的活性成分与益生菌、酶制剂等进行科学复配，开发具有改善动物健康、提升生产性能的饲料添加剂产品。集成数据库、多元化配方技术、功能性产品及应用参数，在养殖场开展示范应用。

二、核心技术指标

1.完成山西特色饲用资源的系统评价，研发的多元化日粮使生猪饲料中豆粕用量占比降至 10%左右；试验猪群平均日增重与常规饲料组相比差异不显著（ $P>0.05$ ），饲料转化效率（料肉比）保持稳定。

2.筛选 2~3 种具有明确肠道健康改善作用的活性成分，并阐明其核心作用通路。

3.开发具有改善动物健康、提升生产性能的饲料添加剂产品 1~2 种。

4.示范场配合饲料综合成本每吨降低 50~60 元。申请发明专利 2~3 项。

有关说明：承担单位配套经费与财政经费比例不低于 2:1。

方向 57：防控猪繁殖与呼吸综合征（PRRS） 兽用中药新药创制及产业化开发

一、主要研究内容

1.抗猪繁殖与呼吸综合征病毒（PRRSV）兽用中药候选活性组分发现。基于 PRRS 中兽医辨证,通过“方剂-中药材-活性成分”多级解析,构建抗 PRRSV 活性组分数据库。从宿主靶标和病毒靶标两方面建立 PRRS 疾病靶标库。利用分子对接等人工智能技术,针对关键靶标进行高通量虚拟筛选,并结合成药性分析,建立抗 PRRSV 候选活性成分库。

2.候选活性组分抗 PRRSV 作用及机制解析。构建并利用感染 PRRSV 的细胞模型、类器官模型及靶动物模型,多层次评价候选活性组分的抗病毒效果;采用药物靶点“钩钓”等化学生物学技术,系统发现并鉴定候选组分作用的直接靶点群及其调控的信号通路网络,通过现代分子学技术手段进行功能验证,在分子和细胞水平上揭示其抗病毒作用机制。

3.组分中药创制与临床前评价研究。开展组分组方设计与优化,在靶动物感染模型中评价、筛选出防控效果最优组分组方。严格遵循一类新兽药注册要求,全面开展药学研究(工艺、质控、稳定性)以及临床前安全药理学、毒理学评价。

4.新兽药注册申报。开展实验性临床试验与扩大临床试验,

将完成的药学研究、药理毒理试验、临床试验报告等整合，提交国家一类新兽药注册申报材料。

二、核心技术指标

1.建成抗 PRRSV 兽用中药候选组分数据库 1 个；建立 PRRS 疾病多靶标数据库 1 个；阐明 1~2 个核心活性组分抗 PRRSV 的作用机制，发现其直接作用靶点 2~3 个。

2.确定防控 PRRS 的组分组方 1 个，完成国家一类新兽药药效学综合评价报告，建立该组分中药的质量标准草案与生产工艺规程各 1 套，完成临床前研究报告。

3.建立规模化临床试验基地 3 个，累计完成 100 万头猪的临床推广应用。在示范基地实现抗生素使用减量 80%以上，哺乳仔猪健仔率 $\geq 90\%$ ，断奶仔猪成活率 $\geq 95\%$ 。

4.完成国家一类新兽药注册申报。

有关说明：承担单位配套经费与财政经费比例不低于 2:1。

方向 58：基于山西道地药材的新型渔药和绿色生物防控技术研发

一、主要研究内容

1. 鱼类病原感染模型与分子机制研究。聚焦嗜水气单胞菌、草鱼呼肠孤病毒、神经坏死病毒等主要流行病原，构建基于斑马鱼模式动物及草鱼、石斑鱼等经济鱼类的感染模型，建立渔药药效评价标准化流程。应用多组学联合分子细胞生物学技术揭示病原感染导致疾病的分子机制，筛选鉴定可作为临床干预的潜在分子靶标，通过动物基因组编辑技术评价分子靶标的有效性。

2. 山西道地药材抗感染活性筛选与作用机制解析。采集山西主产区连翘、党参、黄芪等道地药材及非药用部位样品，建立体外抑菌活性筛选模型，采用活性追踪分离技术鉴定活性化合物结构，优化绿色提取工艺。利用建立的鱼类感染模型评价候选活性成分的体内药效，测定血清免疫指标及免疫相关基因表达，应用 16S rRNA 测序技术分析活性成分对肠道菌群的影响，揭示“菌-肠-免疫”轴调控机制。

3. 新型绿色渔药创制与产业化转化研究。以连翘叶、党参叶等非药用部位及中药药渣为原料，优化活性成分提取工艺，开展复方配伍筛选。设计开发适宜水产养殖应用场景的剂型（散剂、

溶液剂、微囊制剂、纳米乳剂等），优化制剂处方和关键工艺参数，开展中试放大验证。建立制剂的定性鉴别方法和含量测定方法，形成产品质量标准草案，推动新兽药注册申报和绿色生产资料认证。

二、核心技术指标

1.建立 2~3 种重大鱼类病原的斑马鱼及经济鱼类感染模型，阐明病原感染导致疾病的分子机制；筛选获得 2~3 个与病毒感染密切相关的靶标分子。

2.筛选获得 1~2 种具有高效抗病活性的山西道地药材活性成分，明确其免疫调控机制。

3.研制 1~2 种新型绿色渔药新产品，建立质量控制标准 1 套。

4.申请发明专利 2~3 项，建立应用示范基地 1 个。

有关说明：承担单位配套经费与财政经费比例不低于 2:1。

方向 59:基于噬菌体-拮抗菌协同作用的果蔬及山西道地药材病害绿色防控产品创制与应用

一、主要研究内容

1.重要病原菌的分离与鉴定。采集我省番茄、马铃薯种植区和主要中药材产区病株及根际土壤，分离病原菌，通过致病基因检测和致病性测定确定目标病原。

2.广谱噬菌体的分离筛选。以分离的病原菌为宿主，从土壤及污水中富集分离噬菌体，测定宿主谱、裂解效率、环境稳定性，筛选广谱高效噬菌体。

3.噬菌体-拮抗菌协同制剂的研制。将筛选的广谱噬菌体与拮抗菌 BC-1 等复配，优化载体、保护剂及剂型，延长货架期和田间持效期。

4.室内及盆栽防效评价。在人工气候箱和温室条件下，测定复合制剂对目标作物和药材幼苗及成株的防病效果，以及对果蔬和药材生长的影响。

5.田间示范与推广。选择代表性果蔬和药材种植基地开展田间试验，监测病害消长、药材产量及品质指标，评估应用效益。

二、核心技术指标

1.分离鉴定果蔬和中药材源病原菌 ≥ 5 株。

2.筛选广谱噬菌体 ≥ 15 株，噬菌体鸡尾酒对目标病原裂解率

100%。

3.噬菌体鸡尾酒与拮抗菌（BC-1 等）复配制剂对目标病害的盆栽防效 $\geq 75\%$ 。

4.田间示范面积 ≥ 50 亩，防效 $\geq 65\%$ 。

5.噬菌体产品常温储存货架期 ≥ 6 个月。

6.申报新型噬菌体环境消毒剂 1 个，形成噬菌体-拮抗菌复合制剂田间应用技术规程 1 套，申请发明专利 2~3 项。

有关说明:承担单位配套经费与财政经费比例不低于 2:1。

