

附件 1

2022 年度山西省科技重大专项计划 “揭榜挂帅” 项目信息

山西省科学技术厅

2022 年 11 月

目 录

一、企业重大技术攻关类	1
1、煤粉锅炉快速变负荷自动化控制协同降碳关键技术研究与示范	1
2、16.XMW 集成式半直驱永磁风力发电机	5
3、10MW 海上半直驱紧凑型风力发电机组开发	9
4、薄煤层等高采煤机关键技术研究	12
5、煤矿单轨辅助运输系统研发及应用	15
6、SiC 晶体激光诱导剥离工艺与装备研发	18
7、深紫外 LED 量产型金属有机化合物气相沉积 (MOCVD) 装备研发	21
8、铽化物单模大功率激光器研发与应用示范	25
9、微波射频 GaN 外延缺陷检测技术研究及设备开发	28
10、高炉富氢低碳冶炼关键工艺技术研究及工业示范	31
11、民用雷达结构功能一体化镁合金主件研发	34
12、150kW 级高功重比通用航空重油活塞动力研发	37
13、大型油膜轴承修复/强化用智能化激光熔覆成套装备技术及应用	40
14、近红外二区磷光型成像系统及纳米探针研发	43

15、治疗中风痰热腑实证药物研发·····	47
16、在役公路交通基础设施数智化关键技术与装备研发·	50
17、基于人工智能的大空间多人互动虚拟数字景区 关键技术研究·····	54
18、面向极端环境微弱目标探测的高性能单光子成像 关键技术研究·····	57
19、面向信创全系统测试仿真和性能调优关键共性技术 研究·····	60
20、面向基础设施电磁大数据的智能感知决策关键技术 研究与示范应用·····	63
21、大豆玉米带状复合种植智能播种作业装备研发·····	66
22、低品类废旧轮胎胶粉改性沥青关键技术与示范·····	69
二、重大基础前沿与民生公益类·····	73
23、耕地质量提升与退化耕地改良关键技术研究·····	73
24、肉牛边鸡地方特色畜禽种质资源创新及品种选育·····	75
25、优势特色果树新品种选育关键技术研发与应用·····	77
26、主要粮油作物关键性状优异基因挖掘与种质创新·····	79
27、云冈石窟石质文物内部凝结水监测与治理关键 技术研究·····	81

1、煤粉锅炉快速变负荷自动化控制协同降碳 关键技术与示范

一、需求企业

格盟国际能源有限公司

二、项目研究目标

以 600MW 等级及以上煤粉锅炉作为优化控制对象，提升机组变负荷速率，30%~50%负荷范围时不低于 3%Pe/min，50%~100%负荷范围时不低于 5%Pe/min，有效提高机组支撑电网稳定性的辅助服务能力；机组纯凝工况全负荷段供电煤耗下降 5g/(kW·h) 以上；有效提升燃煤机组全负荷范围灵活性变负荷响应水平。

三、项目研究内容

研究煤粉机组快速调峰技术，研究基于数据驱动的锅炉快速调峰燃烧技术，研究汽机快速变负荷及启停的机组安全控制技术，形成煤粉机组快速调峰系统工艺；研究燃煤机组自动化监测系统包括全息炉膛温度自动化监测系统、CO/CO₂ 测量及闭环控制系统，基于不同负荷下入炉燃料的分仓调节控制的炉前煤质可视化在线监测系统，能流实时在线监测与分析系统，实现机组全负荷自动化监测；研究基于大数据、深度学习的燃烧优化和汽轮机全负荷寻优技术，研究基于先进算法的宽负荷自动化控制技术，实现机组全负荷在线节能优化控制；研究深度调峰下 NO_x 高效低成本脱除技术，实现宽负荷范围内的 NO_x 优化控制；建成 600MW

等级及以上煤粉机组全负荷优化控制示范工程。

四、揭榜方任务

（一）研究开发全息炉膛温度智能监测系统和 CO 浓度在线监测系统

设计开发全息炉膛温度智能监测系统，研究应用 CO/CO₂ 在线监测和入炉燃料的分仓调节控制煤质在线监测系统，实现锅炉燃烧前馈闭环控制，提高锅炉燃烧变负荷响应特性。

（二）研究开发能流实时在线监测与分析系统

结合机组运行情况，建立计算模型并搭建平台，实时、直观地监测机组发电过程中各物质蜕变，特别是含硫、含氮物质的蜕变及污染物排放、脱除情况，并指导优化运行。

（三）开发智慧燃烧全负荷优化控制系统

智慧燃烧优化技术基于燃煤机组智能监测系统，结合机组历史运行数据及 AI 算法进行锅炉燃烧状态调整，实现锅炉主要运行参数智能自动调节运行，实现全负荷工况智慧燃烧控制，提高全负荷段的锅炉燃烧效率，降低机组供电煤耗。

（四）汽轮机全负荷寻优和蓄热特性技术研究

研究多变量下的最优主蒸汽运行压力，提高汽轮机运行效率；优化汽轮机配汽特性提高汽轮机负荷响应能力；同时对机组热力系统进行蓄热特性研究，对除氧器、加热器等热力设备变负荷特性进行研究，开发基于热力系统蓄热特性的多变量负荷响应控制策略及系统。

（五）深度调峰下 NO_x 优化控制技术研究

根据煤粉锅炉实际运行参数，对 SCR 反应区的温度场、速度场、颗粒场以及生成物浓度分布等进行数值模拟，研究不同负荷下影响 SCR 反应器脱硝效率的主要因素；通过精准高效的还原剂喷射全自动控制系统，保障整体脱硝系统的氨氮比合理，降低氨逃逸指标，实现机组 30%~100% 负荷范围 NO_x 等污染物达标排放。

五、揭榜技术考核指标

示范机组变负荷速率在 30%~50% 负荷范围时不低于 3%Pe/min，在 50%~100% 负荷范围时不低于 5%Pe/min；纯凝工况全负荷段供电煤耗降低不少于 5g/kWh；机组在 30%~100% 负荷范围内氨氮摩尔比不大于 2.0，烟尘、二氧化硫、氮氧化物排放浓度（基准含氧量 6%）分别不超过 5mg/m³、35mg/m³、50mg/m³；在不低于 600MW 等级煤粉锅炉并网机组上进行工程示范。

六、对揭榜方条件要求

（一）揭榜方应为国内外有研究开发能力的高校、科研机构、科技型企业或新型研发机构等法人单位。鼓励产学研合作，组建创新联合体揭榜。

（二）揭榜方能对张榜项目的技术需求，提出计划合理、目标清晰、路线可行的技术攻关揭榜方案，项目相关核心技术应有自主知识产权。

（三）揭榜方应具有完善的科技管理、科技合作和保障机制，能为项目实施提供技术和科技团队保障。

(四) 揭榜方财务状况良好且管理规范。

(五) 揭榜方以及团队成员应具有良好的科研诚信和社会信用, 无在惩戒执行期内的科研严重失信行为记录和相关社会领域信用“黑名单”记录。

(六) 揭榜方技术挂帅人应弘扬科学家精神, 具有优良作风学风, 为揭榜牵头单位在职、在岗人员, 能将主要精力用于项目实施。

七、联系方式

联系人: 申展、王晋权

联系电话: 13934593223、18235167761

地址: 太原市府西街国贸大厦东塔 40 层

2、16.XMW 集成式半直驱永磁风力发电机

一、需求企业

山西汾西重工有限责任公司

二、项目研究目标

本项目目标是完成一台 16.XMW 集成式半直驱永磁风力发电机样机的试制，并完成试验验证，满足 16.XMW 集成式半直驱永磁风力发电机组的技术指标要求。

发电机性能指标：效率 $\geq 98\%$ ，功率密度 $\geq 350\text{W/kg}$ ，额定功率因数 ≥ 0.91 ，绕组温升 $\leq 100\text{K}$ （发电机额定功率 17700kW，转速 536rpm）。

三、项目研究内容

1、基于高功率密度的发电机电磁设计。研究各关键设计参数对矩脉动、电流谐波含量、电压调整率、电机损耗分布等性能参数的影响，形成多套绕组高功率密度、高效率、高抗失磁能力电机电磁构型设计方案。

2、集成型发电机结构设计。开展集成式发电机结构设计和工艺技术研究，开发适用于集成型发电机结构设计方案。

3、集成型发电机多物理场仿真分析。揭示电机电磁设计参数、齿轮箱端盖的结构设计参数与系统温度场之间的映射关系，提出考虑高导热性材料、传热路径拓扑优化的高散热性冷却系统

模块设计方案。

4、集成型传动系统试验检测技术。开展集成型传动系统检测方法、装配精度提升、数据采集精度提升等研究，研究超大型高功率密度发电机试验检测方法，搭建高装配精度、高测量精度的集成型发电机系统试验检测平台。

5、强电磁干扰下的风力发电机关键参数监测及智能故障预警。开展风力发电机电磁辐射特征分析，研究强电磁干扰下的振动、噪声、温升及电流等关键参数的抗电磁干扰测量方法，设计出完全不受电磁干扰的传感测量系统；设计上位机监测系统，开展基于数据驱动的智能信息融合处理算法研究，并提出对风力发电机关键部件的剩余寿命进行可靠性预测评估的方法，实现对风力发电机的轴承、定子、转子、冷却系统等智能故障预警。

6、大功率海上风力发电机的环境适应性研究。开展适用于海上高湿、高盐等恶劣环境下发电机的防潮措施研究，机壳防护结构设计，发电机防腐表面涂覆研究，发电机绝缘系统三防性能研究等。

四、揭榜方任务

1、强电磁干扰下的风力发电机关键参数监测及智能故障预警
通过理论分析 16. XMW 风力发电机运行状态，开展参数状态建模，针对典型故障研究振动、噪声、温升及电流参数与故障特征的映射关系，为优化设计及故障诊断奠定基础；开展风力发电机电磁辐射特征分析，研究强电磁干扰下的振动、噪声、温升及

电流等关键参数的抗电磁干扰测量方法，设计出完全不受电磁干扰的传感测量系统，实现多路振动、噪声、温升及电流一体化监测；设计上位机监测系统，对信号的时域、频域特征进行高速采集，开展基于数据驱动的智能信息融合处理算法研究，并提出对风力发电机关键部件的剩余寿命进行可靠性预测评估的方法，实现对风力发电机的轴承、定子、转子、冷却系统等智能故障预警。

2、超大型高功率密度发电机高效冷却系统设计

针对高功率密度电机体积小，换热面积小，散热难度大的技术难点，建立考虑有限元的多物理场耦合仿真分析模型，对发电机散热方式、散热路径及冷却系统换热效率进行多目标拓扑优化，实现大型高功率密度发电机的高效冷却方法。

五、揭榜技术考核指标

1、完成一套不受电磁干扰的传感测量设备，实现发电机多信号同步采集和一体化监测；

2、完成发电机多物理场耦合仿真分析及散热性能优化，实现发电机温升指标要求，形成超大型高功率密度集成发电机散热评估及优化方法。

六、对揭榜方条件要求

要求具备相关风力发电机产品的开发经验，并能够独立完成相关科研产品的开发能力，相关要求如下：

1、从事风电行业的相关电机制造单位或友商；

2、从事相关电机产品开发或教研的知名院所或高校。

七、联系方式

联系人：李利民

联系电话：13934607991

地址：太原市和平北路131号

3、10MW 海上半直驱紧凑型风力发电机组开发

一、需求企业

太原重工股份有限公司

二、项目研究目标

项目采用中速永磁、全逆变全变频技术路线，突破新型轻量化、高可靠性的半直驱紧凑型传动链技术，完成 10. XMW 海上风力发电机组以及发电机、增速器等关键零部件的开发，制备 1 台风力发电整机，取得权威机构认证证书，具备完全自主知识产权。助力我省突破海上风电技术、深耕海上风电市场、培育太重成为行业有话语权的主导企业，同时带动我省齿轮箱、发电机、大型铸锻件等产业链配套产品的发展，创造良好的经济和社会效益。

三、项目研究内容

大型海上风电基础、整机一体化建模与载荷优化技术研究；低成本轻量化半直驱紧凑型主传动系统设计技术研究；紧凑型传动链动力学仿真技术研究；风机主控软件研究与开发；传动链关键零部件可靠性研究；大型增速器行星轮柔性自适应均载技术研究；大型海上风电机组高效半直驱永磁发电机关键技术研究；主传动系统制造与测试关键技术研究；大型海上风电机组内环境控

制技术研究；紧凑型传动链制造与装配工艺技术研究。

四、揭榜方任务

采用国际先进技术和设计流程，开发用于 10.XMW 海上风力发电机组的半直驱紧凑型主传动系统，提供用于主传动系统生产、装配、测试的完整技术资料，包括但不限于增速齿轮箱、主轴、轴承座、迷宫密封等主要零部件详细设计图纸，联轴器、制动器、风轮锁定、油电滑环、发电机等外购件技术规范或详细技术要求，传动链动力学分析报告、各零部件有限元计算报告、检验规范、测试大纲等。

产品性能、重量及成本均满足太原重工要求，在行业内具有显著的竞争优势，对主传动系统及相关配套件的制造和测试提供技术支持，并进行技术交底。

五、揭榜技术考核指标

太原重工 10.XMW 海上风力发电机组，额定功率 10500kW，设计寿命 25 年，风轮直径不小于 185m，应用于海上风电场，设计等级不低于 IECIB+TII。主传动系统满足整机上述要求，具体要求如下：

1. 主传动系统采用半直驱紧凑式结构，主轴承系统、齿轮箱系统、发电机系统紧凑集成；揭榜方可提供生产技术要求、技术规范，工程图纸充分考虑工艺可行性，确保产品具备产业化条件；

2. 重量：传动链总重 < 230 吨，齿轮箱额定扭矩密度 $\geq 165\text{kNm/t}$ (齿轮疲劳接触强度 ≥ 1.35 、齿轮疲劳弯曲强度 ≥ 1.7)；

3. 从传动链系统级角度，充分考虑主轴承预紧力和不同支撑刚度条件下齿轮箱行星轮系均载性能、齿轮箱对中公差，保证产品可靠性；考虑传动链系统变形对一级行星轮系均载性和可靠性的影响；

4. 发电机与齿轮箱紧密集成，要求能够考虑一体集成传动链的动力学性能、振动响应性能，同时考虑齿轮箱和发电机激振力对传动链振动的影响，消除产生共振风险；

5. 集成具有单叶片吊装的静态盘车功能。

六、对揭榜方条件要求

具有相近、类似结构的半直驱紧凑型主传动系统设计和测试经验，应用该项技术的产品已经挂机。应采用国际先进技术和设计流程，按照太原重工提出的技术、成本等要求按期完成设计，并进行技术交底。

七、联系方式

联系人：董玉磐

联系电话：13994278217

地址：山西省太原市万柏林区玉河街 53 号

4、薄煤层等高采煤机关键技术研究

一、需求企业

山西天地煤机装备有限公司

二、项目研究目标

针对薄煤层开采开展新工艺研究，完成薄煤层等高采煤机研制，实现等高采煤、垂直进刀，工作面割煤智能化、管理信息化和作业无人化。

三、项目研究内容

1. 开采工艺：破煤时空作用关系，实现垂直进刀高效开采。
2. 高功率密度传动技术：减速器多物理场耦合关系，实现轻量化和高可靠性制造。
3. 低工阻高效截割技术：滚筒截齿空间位置关系、截线间距与截深关系，优化参数，实现低工阻高效截割。
4. 减阻耐磨滑靴技术：动态仿真滑靴凝固、充型等工艺技术，满足设备强韧耐磨、低阻节能要求。
5. 链牵引系统：链条张力和牵引阻力合理匹配，实现采煤机高效、稳定割煤。
6. 自跟随拖缆系统：拖缆、牵引系统的速度、张力匹配，保证拖缆运行畅通。
7. 自主定位与调高技术：设计多源信息融合定位导航解析模

型，实现采煤机空间定位与调高。

8. 智能决策平台：建设远程可视化数字管控平台，实现装备的可视化监控与自主决策。

四、揭榜方任务

1. 研制高功率密度减速器 1 台。
2. 研制链牵引和自跟随拖缆系统 1 套。
3. 研制低工阻高效截割滚筒 1 套。

五、揭榜方考核指标

1. 高功率密度截割减速器

额定功率：500kW

功率密度： $\geq 210\text{kW/m}^3$

速比：约 30

传动效率： $\geq 96\%$

噪音： $\leq 85\text{dB}$

适应横向倾角： $\pm 12^\circ$

纵向倾斜： $\pm 15^\circ$

输出端壳体外径： $\leq 630\text{mm}$

输出扭矩： $\geq 94000\text{Nm}$

2. 链牵引和自跟随拖缆系统

牵引功率： $2 \times 70\text{kW}$

牵引速度： $0 \sim 27\text{m/min}$

牵引力： $2 \times 320\text{kN}$

拖缆功率：15kW

拖缆速度：0~13.5m/min

牵引系统与拖缆系统的速度匹配率： $\geq 92\%$

3. 低工阻高效截割滚筒

滚筒直径：1400mm

滚筒最大切入深度：800mm

截割硬度： $f \leq 6$

六、对揭榜方条件要求

依法注册的独立法人或其他组织，具有有效的质量管理体系认证证书，具有矿用采掘设备制造能力，具有省部级以上工程实验室，具有博士后科研工作站。

近5年内承担过采掘用减速器类省部级重点科研项目大于3项，具有矿用大功率减速器（功率 $\geq 1600\text{kW}$ ）和矿用高强度链条研发、制造经验。

七、联系方式

联系人：邢晨

联系电话：13934605302

地址：山西省太原市小店区科荟路1号

5、煤矿单轨辅助运输系统研发及应用

一、需求企业

太原矿机电气股份有限公司

二、项目研究目标

本项目综合柴油机单轨吊车和蓄电池单轨吊车的优点，突破柴电混合动力分配系统技术，研发一种采用小功率柴油机并联蓄电池方案，能耗低、污染少、动力足的柴电混合动力单轨吊机车。同时，结合人工智能、物联网、大数据等新一代信息技术手段，实现无人驾驶、无人巡检等功能。项目研发可延长电池的使用时间，由原来 8 小时延长至 16 小时以上，节省停车和换电池的时间，比柴油机单轨吊机车节约用油 20%。

三、项目研究内容

1. 研制柴电混合动力智能单轨吊设备。
2. 研制推进超低排放混动专用防爆柴油机、柴电混合动力分配系统。
3. 研制新型防爆永磁发电机，结构符合 GB/T 3836.1 和 GB/T 3836.2 规定，电气设计留有安全裕度。
4. 研制防爆型传感器：包括曲轴转速传感器、凸轮轴转速传感器、加速踏板传感器、水温传感器、增压压力传感器和机油压力传感器等。

5. 研制防爆油电转换控制器。

四、揭榜方任务

1. 研制油电转换控制器，柴电混合动力分配系统。

2. 研发结合人工智能、物联网、大数据等新一代信息技术的柴电混合动力单轨吊无人驾驶技术。

3. 研制无人车巡检系统，对井底巷道环境及设备状态进行实时监测，把传感器监测数据实时上传至数据中心，进行数据分析、可视化展示及安全预警。具有语音播报、双向对讲等功能。

4. 研制防爆传感器，对上述研究内容进行集成验证，解决适配和协同问题，实现搭载智能巡检系统、防爆柴电混和动力分配系统的无人单轨吊的安全运行，完成煤矿单轨辅助运输系统的研发与应用。

五、揭榜方考核指标

1. 机车主要技术参数：牵引力为 80kN 柴电混动单轨吊车，牵引电机功率 6kW*8；柴油机/发电机功率 45kW，锂电池组为 230Ah/320V。

2. 油电转化控制器的主要指标：额定功率 46kW；输入额定电压三相 230V；输入额定电流 118A；直流侧电压 320VDC；直流电流 143A；控制器效率 97%。

3. 根据国标 GB/T 3836，符合国 III 或国 IV 排放标准，发电机效率提高至 95%；采用逆变控制技术，满足机车在各种工况下的电源分配与管理。

4. 根据国标 GB/T 3836，验证防爆柴油机保护控制装置和柴电混合动力控制系统的安全性、稳定性；工业试验验证柴电混合动力单轨吊无人驾驶的先进性与安全性，随车巡检系统的可靠性。

5. 形成产品样机 1 台。

六、对揭榜方条件要求

揭榜单位具有承担相关领域国家重点科技项目的经历，有至少十年以上对煤矿辅助运输设备的设计和研发经验。

七、联系方式

联系人：薛安东

联系电话：13099077961

地 址：山西综改示范区太原唐槐园区唐槐路 93 号

6、SiC 晶体激光诱导剥离工艺与装备研发

一、需求企业

中国电子科技集团公司第二研究所

二、项目研究目标

面向 SiC 单晶加工效率低、材料损耗大等突出问题，揭示 SiC 激光垂直改质机制与断裂剥离力学模型，突破高表面质量激光垂直改质技术和多因素协同诱导剥离技术，研发高效率高可靠性 SiC 单晶剥离新工艺，研制具有自主知识产权的国产化激光剥离装备，促进我省 SiC 产业的高质量发展。

三、项目研究内容

1. SiC 激光改质机理与工艺技术。超快激光与硬脆半导体材料相互作用机理、激光垂直改质机理，激光垂直改质工艺、空间光调制方法等关键技术，激光改质多参数工艺优化方法。

2. 改质晶片剥离力学模型及工艺技术。硬脆半导体晶片剥离-破碎竞争模型，剥离应力层的高吸附性、高强度、高弹性模量改性方法，多因素协同诱导晶体剥离工艺技术。

3. 激光垂直改质与剥离装备。高效激光垂直改质组件，高可靠性晶体剥离组件，国产化激光剥离装备系统集成，装备与工艺的迭代优化及产线前后工序优化。

四、揭榜方任务

围绕 SiC 单晶的激光剥离技术，探索 SiC 与超快激光相互作用机理、晶体可控剥离过程断裂力学模型等基础科学问题，突破光束整形与光场调控、激光垂直改质工艺、剥离辅助材料设计、多因素协同诱导剥离工艺等关键技术，构建高质量、高效率的 SiC 衬底制造新技术体系，支撑激光剥离装备研发。

五、揭榜技术考核指标

- (1) 适用晶体材料：N 型及高纯半绝缘型 4H-SiC 单晶；
- (2) 适用晶体尺寸：直径 6 英寸(兼容 4 英寸)，厚度 $\leq 40\text{mm}$ ；
- (3) 晶片剥离面粗糙度： $\leq 20\ \mu\text{m}$ ；
- (4) 晶片剥离厚度： $350\ \mu\text{m}-500\ \mu\text{m}$ ；
- (5) 晶体单片激光改质时间： ≤ 15 分钟（6 英寸）；
- (6) 晶片弯曲度： $\leq \pm 20\ \mu\text{m}$ ；
- (7) 加工平台最高直线运动速度： 2m/s ；
- (8) 加工平台 X-Y 方向最大行程： $400\text{mm} \times 400\text{mm}$ ；
- (9) 加工平台最大负载重量： 15kg ；
- (10) 加工平台 Z 轴重复定位精度：偏差 $\leq \pm 2\ \mu\text{m}$ 。

六、对揭榜方条件要求

(1) 揭榜方应为省内外、境内注册的具有独立法人资格的高校、科研机构、企业等；

(2) 有较强的研发能力、科研条件和稳定的人员队伍等，有能力在规定期限内完成张榜任务；

(3) 具有良好的科研道德精神和社会诚信，近 3 年内无不良信用记录；

(4) 优先支持具有良好科研业绩的单位和团队，鼓励产学研合作揭榜攻关。

七、联系方式

联系人：刘鹏

联系电话：13994274722

地址：山西省太原市万柏林区和平南路 115 号

7、深紫外 LED 量产型金属有机化合物 气相沉积（MOCVD）装备研发

一、需求企业

山西中科潞安紫外光电科技有限公司

二、项目研究目标

预期研制出具有自主知识产权的可一次生长 20 片以上 2 英寸的氮化物材料高温 MOCVD 设备一台，其硬件性能及材料、器件满足揭榜技术考核指标；研制高产能、高效率的多片 MOCVD 设备，显著降低外延及芯片的制造成本；突破超高温氮化铝外延技术，实现高晶体质量的 AlN 单晶材料生长，推动支持紫外光电器件领域的产业化。打破国外设备厂商的垄断，为第三代半导体外延材料发展提供基础配套，提高我们在半导体设备、材料和器件领域的定价权。

三、项目研究内容

1. 高温 MOCVD 系统多物理场耦合分析。通过有限元方法和计算流体力学，研究高温环境下相互耦合的反应室内部的热场、流场分布。

2. 高温 MOCVD 中 AlN 化学反应动力学过程。分析 AlN 气相化学反应和表面化学反应的反应过程，建立高温条件下 AlN 化学反应模型。

3. 通过理论分析和软件模拟建立初始的机械设计模型。基于设计模型设计腔室结构和顶盘进气模式以及气路和 MO 源的混合反应模式。

4. 研究高温 MOCVD 装备的加热系统的热辐射、热屏蔽及其高稳定、长寿命问题，实现高可靠、高稳定的高温 MOCVD 反应腔室。

四、揭榜方任务

1. 配合发榜方完成模拟高温环境下多物理场相互耦合的 MOCVD 反应室内部的热场、流场分布。

2. 开展基于多物理场模拟和反应动力学研究，设计腔室结构、气路、顶盘进气模式以及 MO 源的混合反应模式。

3. 采用模块化设计，从仿真、加工、部件研制、组装、调试的闭环优化。

4. 解析得到高温 MOCVD 中 AlN 材料生长的气相化学反应和表面化学反应动力学过程。

5. 开展高温 MOCVD 装备的加热系统稳定性与热辐射、热屏蔽的相互关系研究，实现高可靠、高稳定的反应腔室系统。

6. 通过工艺验证，优化模块设计，完善设备总体设计。

7. 进一步优化生长工艺，提高材料与器件质量，验证 MOCVD 设备系统的综合性能。

五、揭榜技术考核指标

技术考核指标如下：

1. 各焊接零件漏率 $\leq 1 \times 10^{-9} \text{ mbar} \cdot \text{L/s}$ 。

2. 各焊接零件水道 0.4MPa 水压试验，无漏。
3. 生长室系统整体漏率 $\leq 5 \times 10^{-9}$ mbar · L/s。
4. 生长室系统极限真空 $\leq 7.5 \times 10^{-3}$ Torr。
5. 生长室系统工作真空 ≤ 50 Torr。
6. 顶盘升降部件升降平稳，无卡顿、无抖动。
7. 温度控制范围：600–1500℃，外延温度 > 1400 ℃，升温速率 1–50℃/Min，温度不稳定性 < 2 ℃。
8. 压力控制范围：50–500Torr，控制精度偏差 < 2 Torr。
9. 可一次生长 20 片以上 2 英寸的 AlN 材料，无裂纹外延层生长厚度 $> 2 \mu\text{m}$ 。
10. AlN 薄膜生长速率大于 $0.8 \mu\text{m/h}$ ，厚度不均匀性 $< 5\%$ 。
11. 制备出发光波长 $< 280 \text{ nm}$ 的大功率深紫外 LED 器件，单芯片封装后的器件光功率 $> 150 \text{ mW}$ 。

六、对揭榜方条件要求

1. 具有研发能力的高校、科研机构、企业或各类创新平台等。
2. 有较强的研发实力、科研条件和稳定的人员队伍等，有能力完成发榜方提出的目标任务。
3. 能针对发榜项目需求提出计划合理、目标清晰、路线可行的技术攻关揭榜方案，掌握自主知识产权。
4. 具有完善的科技管理、科技合作和保障机制，能为项目实施提供技术和科技团队保障。
5. 财务状况良好且管理规范。

6. 技术挂帅人应遵守通知相关的限项规定。

7. 双方前期形成的知识产权仍归各自所有，双方享有知识产权同等条件下的优先购买权；双方共同创造产生的项目知识产权归双方共有。

七、联系方式

联系人：刘乃鑫

联系电话：13810859770

地址：山西省长治市漳泽工业园区

8、铋化物单模大功率激光器 研发与应用示范

一、需求企业

晋城市光机电产业研究院

二、项目研究目标

针对国家量子通信、光电对抗等重大战略领域和智慧矿山、激光加工等领域对核心半导体光电器件的需求，在铋化物材料制备技术、光电器件制造技术，量子通信高端装备等方面实现突破，形成自主可控的量子通信高端装备，有效支撑山西省半导体产业链的强链、延链和补链，并将带动相关上下游企业形成产业集聚。

三、项目研究内容

1. 铋化物单模大功率激光器。激光器外延生长的动力学与热力学特性，工艺制备的表界面物理特性，内外腔模式竞争、模式抑制，应力或缺陷等导致的失效机理及抑制方法。

2. 高效率低噪声单光子频率转换的周期性极化铌酸锂（PPLN）波导。PPLN 波导入射端保偏光纤耦合，出射端多模光纤耦合，波导制成全光纤器件，双端光纤耦合封装。

3. 铌酸锂片上集成单光子探测器。铋化物激光器与铌酸锂波导高效率耦合结构和对模式竞争的影响，铌酸锂波导耦合器结构研究与 PPLN 波导集成，铋化物激光器、铌酸锂波导、PPLN 与硅

探测器混合集成。

4. 百公里级量子密钥分发。铋化物激光器可靠性研究及在量子通信系统中的应用，铌酸锂片上集成单光子探测器小型化、集成化及量子通信系统应用。

四、揭榜方任务

研究铋化物激光器的外延生长、工艺制备、模式竞争抑制及失效机理等内容，研制铋化物单模大功率激光器；研究 PPLN 波导上转换工作机理和全光纤制备方法，研制高效率低噪声单光子上转换 PPLN 波导；结合铋化物激光器、PPLN 波导的技术成果，研制铌酸锂片上集成单光子探测器，并进行百公里级量子通信应用示范，满足国家量子通信、光电对抗等重大战略领域和智慧矿山、激光加工等领域对核心半导体光电器件的需求。

五、揭榜技术考核指标

突破铋化物材料制备和芯片制造关键技术，形成自主可控的量子通信高端装备。铋化物单模大功率激光器，波长 $1.95\ \mu\text{m}$ ，功率 $\geq 1\ \text{W}$ ，线宽 $\leq 0.02\ \text{nm}$ ；研制周期极化铌酸锂波导和铌酸锂片上集成单光子探测模块，转换效率 $\geq 90\%$ ，暗计数 $\leq 500\ \text{cps}$ ；研制量子通信高端装备，并进行百公里级量子密钥分发应用示范；实现铋化物激光器及量子通信高端装备的产业化，年产铋化物激光器 ≥ 10000 只。

六、对揭榜方条件要求

揭榜方是指包含牵头单位和参与单位在内的产学研联合共

同体，须满足下列条件：

1. 牵头单位须为具有独立法人资格的各类创新主体，须建有市级以上研发平台；

2. 参与单位为全国范围内有研发实力的高校、科研机构、企业等主体；

3. 揭榜方具有强有力的与项目相关的科研条件，技术挂帅人和科研团队攻关实力强，在相关技术领域有雄厚的研究基础和比较优势，且具有科技成果工程化开发和产业化转化的成功经验；

4. 揭榜方能对发榜项目任务提出攻克关键核心技术的可行性方案，掌握自主知识产权。

七、联系方式

联系人：张恒

联系电话：14703562652

地址：山西省晋城市金鼎路双创产业园6号楼3层

9、微波射频 GaN 外延缺陷检测 技术研究及设备开发

一、需求企业

中电科风华信息装备股份有限公司、山西烁科晶体有限公司

二、项目研究目标

面向我国 GaN 微波射频器件急需，针对我国 GaN 外延缺陷检测设备受制于人的产业链短板，研发具有自主知识产权的相关外延缺陷检测设备，实现 GaN 外延缺陷信息的实时获取和快速分析检测，打破国外垄断，实现自主可控，保障 GaN 外延的高品质生产，满足相关器件在雷达通信、航空航天、5G 通信、新能源汽车、高速列车、能源互联网等方面的需求，支撑我国第三代半导体产业自主可控高质量发展。

三、项目研究内容

1、光致发光（PL）、明暗场、相位分析、表面形貌分析等互补型多模式融合光学检测技术研究；

2、基于 SSD 算法的缺陷高识别率智能检出技术、基于分布式并行计算的神经网络加速算法研究；

3、晶圆快速自动载入系统、螺旋线扫描变转速同步运动均匀采样控制技术及 Z 向微米级高动态响应实时自动对焦技术研究；

4、GaN 外延缺陷检测设备整机系统集成及应用验证，加速实现产业化。

四、揭榜方任务

GaN 外延缺陷定标样品的设计与制备：在氮化镓、碳化硅等第三代半导体材料衬底上生长氮化镓外延层，在外延层上设计与制备表面缺陷，包括颗粒、隆起物、沾污、划痕、凹陷、掉落物、残渣、裂痕等表面缺陷；

GaN 外延层晶格缺陷表征：对 GaN 外延缺陷定标样品外延层晶格缺陷进行结构（TEM、XRD）和光学（PL 光致发光、EL 电致发光）的表征和定位，包括层错、位错、微管等晶格缺陷；

PSL（Polystyrene Latex）标准片制备：在 GaN 外延缺陷定标样品外延层上制作 PSL 标准片。

五、揭榜技术考核指标

1. GaN 外延缺陷定标样品外延层厚度规格：1 μm 、2 μm ；
2. 表面缺陷的单边长度包括以下尺寸：100nm、200nm、500nm、1000nm；
3. 晶格缺陷尺寸覆盖 10 μm –100 μm ；
4. PSL 直径包括：100nm、200nm、500nm、1000nm。

六、对揭榜方条件要求

1. 拥有半导体外延领域前期研究基础；
2. 拥有省级以上研发平台，具备开展本项目所需的基础设施和相关研发设备。

七、联系方式

联系人：李国红

联系电话：13513614809

地址：山西省太原市小店区山西转型综合改革示范区潇
河产业园宏业东路 11 号

10、高炉富氢低碳冶炼关键工艺技术 研究与工业示范

一、需求企业

山西晋钢智造科技实业有限公司

二、项目研究目标

1. 开发氢碳共还原体系下能质匹配理论模型，制定多源富氢气体喷吹条件下高炉最低碳排的工艺参数。

2. 开发氢碳共还原体系下高炉原燃料指标控制体系，提出富氢喷吹相匹配的原燃料高效使用方案。

3. 形成成套的高炉富氢低碳冶炼基础理论、关键技术、核心装备及智能喷吹系统。

4. 建设一条富氢低碳炼铁新工艺工业化应用示范产线，并实现工业化稳定冶炼与减碳降耗。

三、项目研究内容

1. 研究直接还原度与焦比、煤比、燃料中 H_2 和 N_2 喷入量及利用率、循环煤气温度的对应关系。构建高炉综合数学模型，研究高炉炉缸喷吹 H_2 、煤层气、重整煤气的工艺参数及经济指标。

2. 研究富氢气体与煤粉混合喷吹条件下气固相燃料竞争反应机制，提出多源富氢气体喷吹时煤粉强化燃烧技术，揭示富氢气体喷吹对炉温和煤气流分布的影响规律。

3. 研究氢碳共还原体系下温度、压力、还原剂组成等对含铁炉料还原、熔分行为的影响，揭示富氢气氛对焦炭气化反应和劣化行为的作用机制，提出高炉炉料入炉标准与高效使用方案。

4. 开发高炉富氢气体喷吹操作技术、新型风口富氢喷吹设备，编制富氢气体安全喷吹规范，建设高炉低碳富氢气体喷吹工业示范。

四、揭榜方任务

1. 开发氢碳共还原体系下能质匹配理论模型，制定多源富氢气体喷吹条件下高炉最低碳排的工艺参数。

2. 开发氢碳共还原体系下高炉原燃料指标控制体系，提出富氢喷吹相匹配的原燃料高效使用方案。

3. 形成成套的高炉富氢低碳冶炼基础理论、关键技术、核心装备及智能喷吹系统。

五、揭榜技术考核指标

1. 高炉指标最终实现吨铁煤层气喷吹量 $80 \sim 100\text{m}^3$ 左右，置换比达到 $0.7 \sim 0.8$ (kg / Nm^3)。

2. 高炉直接还原度降低到 $28 \sim 23\%$ ，富氧率达到 10% ，吨铁燃料比降低 $50\text{kg}/\text{t}$ 。

3. 相比传统工艺，高炉富氢低碳冶炼工艺减碳 10% 以上，实现经济稳定运行。

4. 形成覆盖研究内容的技术专利与标准(申请发明专利或软件著作权 15 件以上，形成国家、行业或团体标准及规范征求意见

见稿 2 项以上)。

六、对揭榜方条件要求

1. 揭榜方应为省内外、境内注册的具有独立法人资格的高校、科研机构、企业等；

2. 有较强的研发能力、科研条件和稳定的人员队伍等，有能力在规定期限内完成张榜任务；

3. 优先支持具备工程建设总承包甲级资质的企业或承担过钢铁冶金类国家级科研项目，同时具有国家级科研平台的科研院所揭榜。

七、联系方式

联系人：郑品院

联系电话：0356-3878667

地址：山西省晋城市泽州县巴公镇

11、民用雷达结构功能一体化镁合金主件研发

一、需求企业

山西银光华盛镁业股份有限公司

二、项目研究目标

针对民用雷达领域对结构功能一体化轻质镁合金的迫切需求，开展镁合金天线背板制备与加工、钎焊、导电微弧氧化等方面的研究工作，形成大规格镁合金匀质厚板制备与加工、镁合金高可控精密钎焊、镁合金天线背板导电-耐蚀-自愈合功能一体化高效防护三个核心技术，实现民用雷达镁合金天线背板全流程制备，开发的镁合金天线背板通过典型环境考核，实现其在民用雷达领域中的应用。

三、项目研究内容

1. 大规格镁合金匀质厚板制备与加工。高品质大规格镁合金真空熔炼技术，铸锭多向锻造、轧制变形和热处理工艺。

2. 镁合金高可控精密钎焊技术。设计制备稀土与增强体颗粒协同强化的高强轻质镁合金专用复合钎料，实现对镁合金的瞬间液相扩散连接；钎焊与卡装工艺优化，形成镁合金雷达天线背板高可控精密钎焊技术。

3. 镁合金天线背板导电-耐蚀-自愈合功能一体化高效防护技术。研究具有导电能力的微弧氧化工艺，分析导电微弧氧化涂

层损伤后的自愈合行为，开发出导电-耐蚀-自愈合功能于一体的镁合金天线背板。

4. 镁合金天线背板应用可靠性评价。对镁合金天线背板进行结构力学仿真和振动试验环境评价，评价镁合金天线背板的稳定程度，实现其在民用雷达例行环境试验的验证性示范应用。

四、揭榜方任务

1. 开发高品质大规格镁合金真空熔炼技术，基于多向锻造、轧制变形和热处理工艺控制，形成大规格镁合金匀质厚板制备与加工技术。

2. 研发高强轻质镁合金专用复合钎料，研究钎焊与卡装工艺，形成镁合金雷达天线背板高可控精密钎焊技术。

3. 研发兼具导电和自愈合能力的镁合金微弧氧化涂层，开发出导电-耐蚀-自愈合功能于一体的镁合金天线背板。

4. 评价镁合金天线背板的稳定程度，实现其在民用雷达例行环境试验的验证性示范应用。

五、揭榜技术考核指标

密度 $\rho \leq 1.85 \text{ g/cm}^3$ ，弹性模量 $E \geq 45 \text{ GPa}$ ，室温力学性能 $R_m \geq 380 \text{ MPa}$ 、 $R_{0.2} \geq 220 \text{ MPa}$ 、 $EL \geq 10\%$ ，螺纹强度 $\geq 200 \text{ MPa}$ ；镁合金厚板尺寸 $1020\text{mm} \times 704\text{mm} \times 40\text{mm}$ ，典型构件 $\geq 960\text{mm} \times 640\text{mm} \times 18\text{mm}$ ，平面度变化 $\leq 0.15 \text{ mm}$ ，尺寸精度 $\pm 0.03 \text{ mm}$ ；样件表面微弧氧化导电防护涂层中性盐雾环境耐蚀考核不小于 96h，任意两点间的搭接电阻小于 $10 \text{ m}\Omega$ ，涂层增重小于 0.5 g/dm^2 ，经

1 千克载荷钢丝绒耐磨测试高于 500 次；同现役铝合金雷达背板相比，减重 20%以上；依据雷达产品例行环境试验大纲，开展鉴定级正弦和随机振动环境测试，振动后外部无机械损伤、内部无裂纹、平面度变化不大于 0.15 mm。

六、对揭榜方条件要求

1. 揭榜方应拥有省级及以上重点实验室、工程技术研究中心，可开展镁合金天线背板制备与加工、钎焊、导电微弧氧化、可靠性评价与应用的试验研究；

2. 项目技术挂帅人应在镁合金领域具有较高的学术水平及研发经验，具有较强的科研项目组织协调和管理能力。

七、联系方式

联系人：赵春博

联系电话：18295909909

地 址：山西省运城市闻喜县姚村工业园中路 1 号

12、150kW 级高功重比通用航空重油 活塞动力研发

一、需求企业

山西柴油机工业有限责任公司

二、项目研究目标

目标针对载重 800kg ~ 1500kg 货运无人机“自主国产动力、高空 5000m 升限、降低运行成本”等需求，开展高功重比重油活塞动力产品的核心关键技术攻关与整机设计工作；建立成熟完备的采购、制造、装配以及试验检验等配套体系，研制形成完全自主可控的 150kW 级重油活塞动力产品。

三、项目研究内容

项目以集成创新为主，重点开展发动机与无人机总体协同设计、发动机系统集成设计、发动机轻量化结构可靠性设计、高空环境下的燃烧系统匹配设计、高空低温环境下冷却系统匹配、整机振动及隔振结构材料应用，发动机台架试验和模拟高空环境发动机试验测试等研究工作。突破高功重比结构轻量化设计、高空低温环境高效燃烧匹配、电控双冗余高精度控制、机-桨优化匹配设计等关键技术，完成整机结构设计、性能开发、螺旋桨匹配、制造装配以及试验标定等工作，形成具有自主可控的 150kW 级通用航空重油活塞发动机。

四、揭榜方任务

1. 按照飞机总体技术指标要求，进行动力系统性能细化分解，确定各分系统技术指标要求。

2. 与飞机总体单位协同设计，开展动力总成集成技术、结构轻量化与可靠性技术研究，完成样机的方案与工程设计，形成总成设计图样与技术文件。

3. 针对高空低温环境，开展重油（柴油/航煤）压燃高效燃烧系统、进排气系统、冷却散热系统等匹配技术研究，满足燃油经济性及环境适应性要求。

4. 开展发动机与安装节振动分析及减、隔振技术研究，匹配高效减隔振阻尼单元降低发动机对飞机的振动影响。

5. 开展重油活塞动力双冗余控制系统技术研究，实现变海拔工况下稳定及控制。

6. 开展动力总成试验技术研究，完成发动机台架性能测试、标定、可靠性等试验研究，完成螺旋桨标定试验与高空模拟试验。

五、揭榜方考核指标

研制形成的 150kW 级通用航空重油活塞发动机满足以下技术指标要求：

1. 起飞功率： $\geq 165\text{kW}$

2. 持续功率： $\geq 150\text{kW}$

3. 功重比： $\geq 1\text{kW/kg}$

4. 巡航功率燃油消耗率： $\leq 220\text{g/kW} \cdot \text{h}$

5. 高空性能：升限 ≥ 5000 米；3000米最大持续功率下降不超过10%；5000米最大持续功率下降不超过30%。

六、对揭榜方条件要求

1. 单独揭榜单位应具有内燃机研究设计类的独立法人资格；多个单位组成联合体揭榜方不超过两家独立法人，至少一家单位具有内燃机研究设计类的独立法人资格，并需要明确主牵头单位并提供联体证明材料。

2. 具备成熟的内燃机装备研发技术实力与试验测试能力，近三年承担过飞机发动机设计研究项目工作，拥有优秀的设计研究人才队伍。

3. 对需求方提出的关键核心技术具有自主知识产权或技术可行性方案且无产权纠纷；科研道德和社会诚信良好，财务良好，近三年内无不良信用记录；项目周期内按照需求方的要求合理使用研究经费，按时完成任务。

七、联系方式

联系人：丁菲

联系电话：18635213737

地址：山西省大同市大庆西路97号

13、大型油膜轴承修复/强化用智能化激光熔覆成套装备技术及应用

一、需求企业

太原重工股份有限公司

二、项目研究目标

以轧机油膜轴承产品的性能提升和再制造研究为目标，研制出达到国际先进水平的油膜轴承高效激光熔覆装备，零件熔覆路径算法及软件，熔覆过程在线监测系统，油膜轴承激光熔覆用合金材料及工艺，形成油膜轴承激光熔覆修复与强化成套技术体系，并在其他领域推广应用。

三、项目研究内容

1. 智能化高效激光熔覆装备开发

(1) 开发出激光熔覆集成设备，包括激光器、熔覆头、冷水机、送粉设备、机器人、零件旋转变位机等；

(2) 开发出大尺寸薄壁曲面零件熔覆路径自动规划算法及软件系统；

(3) 开发激光熔覆实时在线监测控制系统。

2. 高效激光熔覆用材料及工艺开发

(1) 开发衬套激光熔覆用高耐磨性、高减摩性、抗高温蠕变性的新型轴承合金材料及工艺；

(2) 开发轴套激光熔覆用高耐蚀性、高强韧性的合金钢材料及工艺。

3. 高效激光熔覆技术推广及效果评价

依托太重产业优势和市场需求，对油膜轴承高效激光熔覆应用技术开展工程化效果评价，并在煤机、冶金、电力等行业进行推广应用。

四、揭榜方任务

1. 高效激光熔覆装备的智能化开发。

2. 研制出大尺寸薄壁曲面零件熔覆路径自动规划算法及软件系统。

3. 研制出激光熔覆实时在线监测控制系统。

4. 研制出用于油膜轴承激光熔覆的新材料及新工艺。

五、揭榜方考核指标

1. 开发大型油膜轴承修复/强化用智能化激光熔覆成套装备。熔覆效率 $0.5-1.2\text{m}^2/\text{h}$ ，缺陷分类精度 $\geq 96\%$ ，粉末利用率 $\geq 85\%$ 。

2. 油膜轴承衬套熔覆后外径变形 $< 1\text{mm}$ ，合金层厚度 $1.5-2.5\text{mm}$ ，合金与基体结合强度 $\geq 80\text{MPa}$ ，金相分析冶金过渡层 $6-12\ \mu\text{m}$ 。

3. 油膜轴承锥套熔覆后外径变形 $< 1\text{mm}$ ，合金层厚度 $0.5-1.5\text{mm}$ ，熔覆层硬度 $\geq 40\text{HRC}$ 。

4. 开发出的设备及工艺能够满足规格尺寸 $\varnothing 500-1670\text{mm}$ 的

大型板带轧机油膜轴承的修复/强化。

六、对揭榜方条件要求

1. 省内外在激光熔覆方面,具有设备集成、智能化软件开发、材料工艺开发能力的高校、企业、科研机构组成的产学研联合体,有较强的研发条件,有能力完成揭榜任务。

2. 技术挂帅人在激光熔覆技术领域具有较强的学术水平及装备研发经验,能够承担实质性研究工作并担负科研组织指导职责,负责制定并牵头落实项目实施方案、组织开展项目研究,应具有较强的科研项目组织协调和管理能力。

七、联系方式

联系人: 杨汇荣

联系电话: 13994265040

地址: 山西省太原市万柏林区玉河街 53 号

14、近红外二区磷光型成像系统及 纳米探针研发

一、需求企业

山西医科大学第一医院、山西国惠光电科技有限公司

二、项目研究目标

本项目将开发构建一种近红外二区（NIR-II）磷光成像系统及相应成像探针，针对性解决核心组件 NIR-II 相机进口化这一卡脖子问题。以精准化肿瘤诊疗技术为切入点，提升 NIR-II 相机临床应用性能，构建完全本土自主知识产权的 NIR-II 磷光成像系统，将 NIR-II 磷光探针与 NIR-II 相机成像优势相结合，通过成像探针靶向特异性，精准、清晰定位肿瘤及其边界位置，实时动态高清图像采集，高效引导手术精准切除，减少患者术后复发率，推动我省精准医疗创新事业的发展。

三、项目研究内容

1. 新型近红外二区磷光成像相机的研发。开发新型深度制冷 NIR-II 磷光相机，基于本土化芯片性能优势，利用先进制冷降噪技术，实现高信噪比与量子效率，获得高清晰分辨成像效果。

2. 近红外二区磷光成像系统的研发。开发一种新型 NIR-II 磷光成像系统，优化激发和探测系统、照明与光调制整形系统，实现明场白光与 NIR-II 双通道成像，提升精确病灶定位性能；

高性能配套系统软件，实现实时图像高分辨率信息处理，提升肿瘤的精准确除效率。

3. 肿瘤靶向近红外二区磷光纳米探针的研发。开发具有生物安全性高的新型 NIR-II 磷光纳米探针。根据肿瘤特异性标志分子、病理微环境特性，设计构建高肿瘤靶向富集 NIR-II 磷光纳米探针，实现纳米探针对肿瘤的精确定位和切缘的清晰化。

4. 近红外二区磷光成像系统临床转化应用。利用 NIR-II 磷光成像系统开展临床研究，对肝癌、乳腺癌等多种肿瘤类型进行手术导航，证实其成像引导的有效性，推进临床应用。

四、揭榜方任务

1. 揭榜方应承担新型深度制冷 NIR-II 磷光相机组件开发、集成，对成像性能进行调制，达到规模批量化生产 NIR-II 磷光相机能力。

2. 揭榜方利用所开发的深度制冷 NIR-II 磷光相机，搭建 NIR-II 磷光成像系统，完成从硬件整合到软件开发，实现双通道成像，提升肿瘤精准识别效果；申报并获批国家二类医疗器械注册证书。

3. 揭榜方应负责设计开发具备高肿瘤靶向富集、高生物安全性的新型 NIR-II 磷光纳米探针，优化制备工艺，批量稳定生产，实现微小肿瘤病灶的精准成像。

4. 揭榜方应开展 NIR-II 磷光成像系统的临床研究与推广，证实多种类型肿瘤术中导航的精准性。

五、揭榜方考核指标

1. 开发国产化新型深度制冷型 NIR-II 相机，工作波段 0.4-1.7 μm ，像元数 $\geq 640 \times 512$ ，量子效率 $> 90\%$ ；机芯模组系统 TEC 温差 $\Delta T = -75\text{ }^\circ\text{C}$ ，制冷方式 $\leq \text{TE}$ 4 级制冷。

2. 研发一套可肿瘤精准定位的 NIR-II 磷光成像系统，获批国家二类医疗器械注册证书；实现明场白光与 NIR-II 双通道单相机成像，获得空间分辨率 15 μm 和 $\geq 200\text{ mm} \times 200\text{ mm}$ 成像视野。

3. 开发 1-2 种高生物安全性 NIR-II 磷光纳米探针，实现百克级量产，荧光量子效率 $> 20\%$ ，荧光寿命 $> 300\text{ }\mu\text{s}$ ，实现对 $< 1\text{ mm}$ 的微小隐匿肿瘤病灶的高灵敏检测。

4. 获批国家二类医疗器械注册证书；实现对 5 家三甲医院应用推广，并对 100 例以上临床患者开展治疗应用。

六、对揭榜方条件要求

1. 具有强有力的科研基础条件，应建有相关领域重点实验室、工程技术研究中心等省部级以上技术创新平台；

2. 具有与项目实施相匹配的创新人才和团队，技术挂帅人为国家级人才并获得过省级科学技术一等奖及以上奖项的优先；

3. 在相关技术领域有雄厚的研究基础和比较优势，揭榜单位承担过省部级以上科研项目，有较为健全的科研管理制度和财务管理制度。

七、联系方式

联系人：刘晓东

联系电话：13934165161

地址：山西省太原市迎泽区解放南路 85 号山西医科大学第一医院

联系人：石佳

联系电话：18935185685

地址：山西省太原市高新区亚日街 1 号山西国惠光电科技有限公司

15、治疗中风痰热腑实证药物研发

一、需求企业

山西振东制药股份有限公司

二、项目研究目标

按照最新《药品注册管理办法》的要求，依托王永炎院士通过化痰通腑法治疗中风危重症的临床经验方，开发具有清热化痰、通腑导滞之功效中药一类新药，治疗中风急性期痰热腑实证，将化痰通腑法理论运用到了临床实际治疗，完成临床前药效、毒理等方面研究。

三、项目研究内容

1. 开展产品小试到中试生产工艺开发，药材、中间体、制剂质量研究，达到规模化批次生产能力，制备供临床前使用制剂及中间体；通过质量标志物研究、药效物质基础研究，建立药材、饮片、制剂等全过程的质量控制方法。

2. 开展临床前药效及机理研究，解决没有痰热腑实证药效动物模型的“卡脖子”技术问题。取得药效学试验数据，阐明中风后脑肠轴改变及化痰通腑法治疗痰热腑实证的效应机理，支持人体临床研究申报。

3. 开展临床前毒理研究，取得安全性动物试验数据，支持临床研究申报。

4. 开展中医药理论撰写、人用经验整理、临床试验方案设计工作，总结临床前研究数据并撰写临床研究申报资料。

四、揭榜方任务

1. 揭榜方应承担产品小试到中试生产工艺开发，以及药材、中间体、制剂质量研究，达到规模化批次生产能力，制备供临床前使用制剂及中间体。

2. 揭榜方应进行临床前药效研究，取得药效学试验数据，支持人体临床研究申报。

3. 揭榜方应进行临床前毒理研究，取得安全性动物试验数据，支持人体临床研究申报。

4. 揭榜方应承担中医药理论撰写、人用经验整理、临床试验方案设计，取得前期临床数据总结及下一步临床试验实施方案，支持人体临床研究申报。

5. 揭榜方应负责临床研究申报资料的编写，并符合申报要求。

五、揭榜方考核指标

1. 完成工艺开发及质量研究，中试生产规模不少于 10kg/批，工艺稳定、质量可控，符合国家药品评审中心申报规范；

2. 完成临床前药效研究预试验及正式实验，探索 2 种脑中风动物模型下核心药效数据及辅助药效数据，符合国家药品评审中心申报规范；

3. 揭榜方应完成毒理学研究，获得毒性反应、剂量-反应关

系、毒性靶器官（靶组织）、4周毒性反应恢复及延迟毒性反应等数据，研究数据符合国家药品评审中心申报规范；

4. 完成临床资料的撰写（包括：中医药理论、人用经验、临床试验、临床价值评估等研究），符合国家药品评审中心申报规范；

5. 取得药物临床试验批件。

六、对揭榜方条件要求

1. 具备具有中药创新药研究获批成功的案例，中间体达到不少于10kg/批中试生产条件；

2. 具备脑卒中相关的药效及机制研究基础，具有国家级重点实验室的科研实力；

3. 具备临床前 GLP 研究资质及条件；

4. 具备创新药申报经验。

七、联系方式

联系人：游蓉丽

联系电话：17799990006

地址：山西省长治市上党区光明南路振东科技园

16、在役公路交通基础设施数智化关键技术 与装备研发

一、需求企业

山西交通科学研究院集团有限公司

二、项目研究目标

为落实《交通强国建设纲要》部署要求，加快推进公路数字化，推动公路养护高质量发展，本项目主要在以下两方面实现突破：

一是研发交通基础设施关键要素数字化采集系统，实现基于激光点云和全景影像的在役公路高效率、低成本数字化建模，搭建实体公路和数字公路两个体系。

二是研发面向基层养护人员的结构物病害位置、特征信息智能识别和快速采集系统，集成国内首台套结构物病害信息轻量化智能移动辨析装置。

基于以上智能装备，建设交通基础设施数智化管控平台，开展在役高速公路数字孪生试点应用，形成完善的数据体系，加强数字化应用场景业务流程闭环管理，驱动养护运营管理水平提质升级，支撑养护资源配置决策，提升公路基础设施服役能力。

三、项目研究内容

开展紧耦合多传感器融合、同步、定标与处理等关键技术研

究，研发在役公路关键要素数字化移动采集装备，开展基于 3D 点云和全景影像的在役公路资产普查技术研究。

开展可视化技术在公路养护的应用研究，形成在役公路全周期业务数据采集、检索、查询、仿真、展示等可视化解决方案，实现不同业务在物理世界和数字世界的高效协同。

开展基于人工智能的结构病害图像识别算法研究，面向自动化巡查、检查需求完成光学传感器、数据分析平台以及搭载平台的选配、测试和改装。

建立数智化管控平台，支持通过自定义数据模型和传输接口实现弹性数据接入，集成公路资产数字化采集装备、结构物病害智能识别装置。选择约 100km 高速公路，开展基础设施数智化管控应用示范。

四、揭榜方任务

建设数字公路资产自动清查系统，根据仿射变换原理构建倾斜目标检测框，通过基于图像的道路特征目标自动检测，实现在役公路资产自动清查。

建设数字公路资产巡查定位系统，提出在役公路资产位置信息核查算法，基于车辆的位置及姿态信息进行计算，按照目标对象资产基础数据实现自动匹配和信息比对；针对不同资产建立标准化的通讯协议，实现核查数据与云平台的实时自动传输，完成资产的位置核查和信息自动更新。

建立不同结构物的病害形成机理先验知识库，进行病害细粒

度特征分析，研究高鲁棒性的深度学习病害分析识别模型，支撑多源异构光学传感器在可移动式桥梁、隧道、路面病害快速采集设备上的集成应用。

五、揭榜方考核指标

1. 建设数字公路资产自动清查系统。系统自动检测、识别综合准确率不低于 90%，经人工后处理准确率不低于 99.9%，实现资产自动对比清查。

2. 建设数字公路资产巡查定位系统。对在役公路特征目标进行自动定位，在定位传感器误差小于 2cm 且定姿传感器误差 $<1^{\circ}$ 时，目标定位精度不低于 30cm。将检测到的目标信息按指定通信协议发送到管理端，实现在数字公路上的自动标绘。

3. 提出结构物表观病害检测模型。训练环境下，块状病害综合 mAP $>95\%$ ，裂缝 mAP $>90\%$ ，识别处理耗时 $<0.1s$ ；实际场景下，病害综合 mAP $>85\%$ ，成像时间 $<0.2s$ 情况下，单张识别处理耗时 $<1s$ 。

六、对揭榜方条件要求

揭榜团队具有长期从事智慧交通、移动测量、智能检测、装备研发等研究工作的经历，拥有采集可量测实景影像的移动道路测量系统，可提供必要的演示案例、相关项目合同作为佐证材料。有承担国家及省级科学基金和研发项目的经验。

七、联系方式

联系人：赵晓晋

联系电话：18100346651

地 址：山西省示范区武洛街 27 号

17、基于人工智能的大空间多人互动 虚拟数字景区关键技术研究

一、需求企业

山西文旅集团信息技术有限公司

二、项目研究目标

以“华夏古文明，山西好风光”为主题，通过主题化、场景化的设计创造超现实体验，跨时空全息呈现三晋大地表里山河；从展览走向“展演”，让山西厚重的历史文化和丰富的旅游资源以先进的数字化方式直观展现出来。结合山西历史文化的 VR 内容，可以让参观游览者体验到有趣的可多人交互的虚拟世界中穿梭千年时空隧道，感受悠久的历史 and 厚重的文化底蕴。

结合文化旅游数字内容，实现文旅各类现实场景和虚拟数字内容的连接、交互和应用。为游客提供个性化服务的基础平台，提供如虚拟数字人、导览及沿途虚拟街景等代表性智能体验服务，进一步为文化旅游数字内容体系提供完善的技术载体和先进的交互手段。

三、项目研究内容

1. 基于人工智能的文旅多人互动场景研究

基于 5G MEC 等基础设施，实现大空间文旅应用和内容在云端进行渲染、管理，通过切片技术保障多个独立 VR 互动场景并

行运行和管理。

2. 基于 5G 的虚拟现实场景高速通讯研究

围绕近眼显示、网络传输、感知交互、内容制作、渲染处理等关键细分领域，研究“5G 虚拟现实+”内生能力，叠加赋能“5G 虚拟现实+ABC”的外延能力。

3. 基于深度学习的文旅模型操作系统研究

为项目的交付提供人工智能算法能力的自由选择权限，每个场景可以自定义个性化的算法能力。形成事前全面布防、事中预警、事后回溯的全闭环式管控。

4. 基于人工智能的文旅场景规模化应用研究

在景区、场馆、商圈等示范效应显著、方案相对成熟的细分领域，落地可复制、易推广、有产出、上规模的应用示范。

四、揭榜方任务

基于 5GMEC 云渲染的方式在大空间尺度内构建文旅行业全国首个 VR 与人工智能结合的多人互动场景，为体验者提供轻量化 VR 和动作捕捉装备，同时体验者在 VR 文旅多人互动场景中可进行多人交互漫游。

五、揭榜方考核指标

多人互动：基于 5GMEC 云渲染的方式为体验者提供轻量化 VR 和动作捕捉装备，同时支持不少于 64 个体验者在文旅多人互动剧场中进行多人交互漫游。

5G MEC 边缘云渲染：在 5G MEC 边缘云侧对 GPU 集中管理，

实现 GPU 虚化，多路云渲染，支持 GPU 资源动态调度，节约物理 GPU 资源 30%以上。

交互式云渲染: 对亿面级别的模型内容，渲染场景的帧率可以达到每秒 20 帧以上，满足实时可交互的帧率要求。

端到端系统低延时: 端到端延时降低到 50ms 以内，增强用户沉浸感，提升 VR 体验。

知识产权: 平台采用人工智能 TF-IDF 建设数字画像、应用深度域识别 DeepFM 算法进行服务推荐、使用 MASK-RCNN 算法完成实施目标检测图像处理任务，基于 5G MEC 边缘云渲染技术，达到提升用户交互式体验目的。100%自主设计研发。

六、对揭榜方条件要求

优先省内外具有研究开发能力的高校、企业、科研机构组成的产学研联合体，有较强的研发条件，有能力完成揭榜任务。

七、联系方式

联系人: 张晋钟

联系电话: 18435172408

地址: 山西省太原市小店区龙城大街文旅大厦 C 座

18、面向极端环境微弱目标探测的高性能单光子成像关键技术研究

一、需求企业

北方自动控制技术研究所

二、项目研究目标

提出单光子频域量子探测新原理，实现高鲁棒性、高动态范围、高信背比单光子成像，核心技术指标达到国际领先水平。面向应急救援领域研制单光子成像探测无人平台和应急管理云平台，助力我省应急救援装备产业发展。

三、项目研究内容

1. 基于频域量子探测的新原理，研制阵列式单光子频域成像核心器件，构建单光子信号探测及成像系统，实现高性能多维单光子成像数据采集，满足极端环境下微弱目标探测及成像需求；

2. 开展基于深度学习的单光子频域成像原理研究，构建单光子成像优化算法。提出一种卷积神经网络结构，实现被测目标特征的深度分析与决策，提升动态目标识别准确率；

3. 研制用于应急抢险救援场景的无人平台，能够在极端条件下满足空中/地面/地下等复杂环境中对人员、车辆以及财产设备的搜救探测需求；

4. 研发应急救援领域的综合云计算平台，建立数据管理策略

及数据库模型，实现单光子图像、视频及识别模型的关系化存储以及在云平台的训练、测试评估。

四、揭榜方任务

1. 提供一套单光子频域成像硬件系统，实现单光子量级微弱信号的探测及成像，具备数据采集和存储功能，能满足全天候工作条件；

2. 研究多维度阵列式单光子图像优化及目标识别算法，能针对不同视场进行目标检测与目标跟踪识别，具有较高的目标识别效率和准确率；

3. 研发面向应急救援领域的云计算平台，可实现图像、视频数据的海量存储和扩展，具备高并发、高速海量实时数据处理能力及深度学习模型训练、测试和评估能力。

五、揭榜技术考核指标

1. 单光子成像。单光子探测像元规模 $\geq 8 \times 8$ ，成像像素 $\geq 640 \times 480 @ 10 \text{ Hz}$ ，单光子成像动态识别频率范围 $\geq 1 \text{ MHz}$ ，成像信号背景比 $\geq 1: 100$ ，探测维度 ≥ 5 ，在通视条件下可实现 10km 有效探测距离（在大气能见度 $< 100 \text{ m}$ 条件下）。

2. 目标识别。目标识别类型包括人员、车辆、建筑物、火点等，识别频率 $\geq 20 \text{ Hz}$ ，识别准确率 $\geq 80\%$ ，虚警率 $\leq 5\%$ 。

3. 云计算平台。数据搜索匹配执行帧率 $> 20 \text{ fps}$ 、平均精确率（mAP） $\geq 55\%$ 、云平台存储 $\geq 200 \text{ TB}$ 、CUDA 核心数 ≥ 10752 。

六、对揭榜方条件要求

1. 拥有与揭榜任务研究方向相关的知识产权或论文专著；
2. 揭榜方技术挂帅人应具备长期从事单光子技术研究的基础，有主持国家级重点及以上科研项目经历的优先考虑。

七、联系方式

联系人：武云鹏

联系电话：13811020208

地址：山西省太原市体育路 351 号

19、面向信创全系统测试仿真和性能调优 关键共性技术研究

一、需求企业

山西长城计算机系统有限公司

二、项目研究目标

模拟生产环境，对标国外 X86 体系，发现性能和稳定性瓶颈，对应用进行全技术栈优化和技术攻关，形成《适配调优方法论》、《基础软硬件和应用系统的性能、稳定性评价指标》、3 个以上关键行业应用软件调优及成果转化。

三、项目研究内容

1. 搭建基于 X86、飞腾和鲲鹏 CPU 的全系统仿真生产测试环境，算力不少于 3000 个计算核，总内存不少于 8960GB；
2. 基线指标定义和测试：研究应用系统对信创底座的稳定性和性能要求，建立测试指标体系和工具集，模拟生产环境建立指标基线数据；
3. 面向基础软硬件的调优：通用终端方面 BIOS 启动时间、整机启动时间，数据中心针对服务器 CPU、网络、存储、整机、云计算和数据库等方面设计性能和稳定性评价指标体系，过硬件、操作系统、基础软件进行联合调优；
4. 面向应用软件的全栈仿真和调优：与省内能源、煤炭、装

备、教育、电子政务相关领域三个以上的关键应用进行生产系统仿真测试及全面调优，其稳定性和主要功能性能指标不低于 X86 体系，并且成果有效转化。

四、揭榜方任务

1. 基线指标定义和测试：建立测试指标体系和工具集，模拟生产环境建立指标基线数据；

2. 面向基础软硬件的调优：通用终端 BIOS 及整机启动时间调优，数据中心相关软硬件设计性能和稳定性评价指标体系，基于 X86 体系形成指标基线数据，对硬件、操作系统、基础软件进行联合调优；

3. 面向应用软件的全栈仿真和调优：与省内能源、煤炭、装备、教育、电子政务相关领域三个以上的关键应用进行生产系统仿真测试及全面调优，辅助发榜方完成有效的成果转化。

五、揭榜技术考核指标

1. 基线指标定义及测试：关键指标不少于 10 个，包括 CPU 性能评分（SPEC CPU）、内存、硬盘、网络 and 整机（UnixBench）性能指标；云计算 100 台虚拟机生成时间，虚拟机性能指标；数据库 TPMC 等指标。

2. 通用终端 BIOS 启动时间不高于 8 秒，整机启动时间不高于 18 秒；云计算 100 台虚拟机生成时间，虚拟机性能，数据库 TPMC 等关键指标均不低于 X86 相应指标。

3. 应用系统调优 ≥ 3 个，在 200 访问并发访问下（LoadRunner

压测)，性能数据不低于 X86 基线指标，7 天常稳测试业务正确率达到 6 个 9 以上（ $\geq 99.9999\%$ ，正确率=（总业务数-故障业务数）/总业务数）。

六、对揭榜方条件要求

1. 在中国大陆境内注册的具有独立法人资格的高校、科研机构、企业等，有省级重点实验室或类似研发经验优先；
2. 技术挂帅人在相关技术领域具有较强的学术水平及研发经验，负责制定科研项目实施方案、组织开展科研项目研究。

七、联系方式

联系人：王文星

联系电话：15624980888

地址：太原市不锈钢经济园区阳兴南街 96 号

20、面向基础设施电磁大数据的智能感知 决策关键技术研究与应用

一、需求企业

中国电子科技集团公司第三十三研究所

二、项目研究目标

针对煤矿智能化建设过程中存在的电磁信号相互干扰问题，现有电磁兼容性设计无法形成全周期电磁干扰治理能力，通过电磁智能感知决策关键技术研究，准确感知智能化煤矿电磁安全态势，实现智能化电磁安全分析诊断。

三、项目研究内容

1. 针对多场景、海量电磁数据，研究电磁大数据安全感知理论与技术，完成电磁安全数据的提取；
2. 针对智能煤矿作业中供电网络、电力通信设备电磁环境敏感阈值变化、电磁干扰因素复杂等问题，搭建电磁安全感知模型，设计电磁安全智能决策算法，实现电磁异常状态溯源；
3. 开展电磁安全数据全周期监测，实现电磁数据与现实场景动态关联，形成电磁信号异常变化事件图谱。

四、揭榜方任务

围绕构建电磁大数据安全感知理论与技术体系，研究电磁辐射源快速定位算法，搭建电磁安全场景下的数据关联模型，挖掘

电磁辐射内隐知识，开展关联学习驱动的电磁空间数据特征提取，探索电磁安全感知机制。利用在电磁大数据安全领域形成的新技术、新方法，针对智能煤矿井下供电网络、电力通信网络等典型场景的电磁安全问题，配合发榜单位做好电磁大数据安全的示范应用与产品研制。

五、揭榜技术考核指标

1. 在电磁数据帧大于 10 万的大规模数据集下，完成电磁辐射源快速定位，时间不大于 30 分钟；

2. 电磁辐射源、基础设施平台、系统等实体及构建的关系规模总和不低于 100 个，建立信息传输速率、准确率、电力通信网完整性影响与电磁敏感阈值的相关性评价；

3. 提供 ≥ 5 种电磁辐射源内隐知识挖掘算法；

4. 在智能煤矿、电力通信等典型场景下，支持光纤传输、无线传输、电力通信 3 种以上典型电磁数据分析任务的智能模型，电磁干扰信号感知准确率达到 90%；

5. 构建关联学习驱动的电磁空间数据特征提取方法，具备至少 3 种以上电磁信号的无监督学习。

六、对揭榜方条件要求

1. 揭榜方为机器学习领域的稳定科研团队，并包括煤矿智能化领域相关系统、设备的运行、调试技术团队；

2. 揭榜方技术挂帅人拥有主持省部级以上重点科研项目或工程研究中心等相关平台的运行经验。

七、联系方式

联系人：史建中

联系电话：18649311082

地址：山西省太原市综改区唐槐园区彩虹街1号

21、大豆玉米带状复合种植智能播种作业装备研发

一、需求企业

神农农业机械发展（山西）集团有限公司

二、项目研究目标

研发大豆玉米带状复合种植智能播种装备 2 套。研发智能播种机控制系统 1 套，该系统在满足本项目研究内容的同时，具备一定的兼容扩展能力。

三、项目研究内容

（一）智能电驱排种、排肥装置研究。在基于北斗定位的农业物联网背景下，以电驱代替机械驱动，以智能感知机构提升机械浮动平衡机构、种子投放质量控制机构，提高播种精度，降低重播、漏播率。（二）智能调节行距、株距的控制系统研究。设计一种浮动播种单体，在驱动器作用下，能方便调整行距、株距，解决苗带不直、地头横向种植错行问题。（三）研究一种能够方便调整播种深度、覆土压力的操作机构。使其满足不同条件下不同作物播种作业对于播种深度、覆土压力等主要农艺参数要求。（四）开发一种智能复式控制平台。该平台可实现对不同作业机具的对接，从而实现整地、播种、中耕、除草等智能化复式作业功能。（五）研究一套智能作业控制系统，以中央控制系统（含

集群控制)的模式,实现对项目开发机具的整体智能化控制,在差分系统定位下实现整机的智能自走作业。

四、揭榜方任务

(一)完成自走式智能播种装备及系统的研发,提高播种精度,降低重播、漏播率,实现行距、株距的精准调整,解决苗带不直、地头横向种植错行问题;同时该装备应能满足不同条件下不同作物播种作业对于播种深度、覆土压力等主要农艺参数要求。(二)进行桁架式智能复式控制平台,整合播种全过程中不同作业机具,实现集整地、播种、中耕、除草等功能为一体的智能化复式作业。(三)负责开发一套智能作业中央控制系统,通过集群控制母机及控制系统实现对项目开发机具的单体及集群智能化控制,使各机具均能按要求精准进行智能自走及协同作业。

五、揭榜方考核指标

(一)研发的智能播种装备主要指标:

(1)田间掉头时间 ≤ 1 min;

(2)实现10台以上集群控制;

(3)株距在80mm~600mm范围可调;

(4)播种速度6~12 km/h;

(5)以模块化形式实现整地、播种、中耕、除草等复式作业;

(6)作业效率20亩/h;

(7) 作业行数 6 行以上;

(8) 北斗定位精度平面 (x, y) $\pm 2-5\text{cm}$; 高度 (H) $\pm 5\text{cm}$ 。

(二) 装备进行大豆玉米播种田间应用实证:

验证面积 ≥ 5000 亩; 建立产业化示范基地 1~2 个。

六、对揭榜方条件要求

1. 有较强的研发能力、科研条件和稳定的人员队伍、有较为健全的科研管理制度和财务管理制度等, 有能力完成张榜任务。

2. 优先支持具有良好科研业绩的单位和团队, 鼓励产学研合作揭榜攻关。

七、联系方式

联系人: 王咏棠

联系电话: 13623669576

地址: 小店太原高新技术产业区创业街 35 号

22、低品类废旧轮胎胶粉改性沥青 关键技术与示范

一、需求企业

山西交通科学研究院集团有限公司

二、项目研究目标

1. 开发低品类胶粉(轿车胎、农用车胎及其它工程机械胎)在道路工程中的再利用技术。

2. 通过胶粉界面化学改性、添加活化助剂等措施,协同发挥废旧轮胎胶粉改性沥青粘度高的优势,综合提升低品类胶粉与洞渣的黏附效果,实现隧道洞渣高值化再利用。

3. 形成低品类、高性能废旧轮胎胶粉改性沥青技术体系,确保性能满足行业要求基础上,每吨胶粉改性沥青混合料(与SBS改性沥青混合料相比)成本降低约650-1100元;每吨低品类胶粉洞渣沥青混合料较现有技术多节约500元。

4. 实现废旧轮胎胶粉改性沥青生产设备在节能方面的技术突破,减少生产过程中能量消耗12%-15%。

5. 将低品类废旧轮胎胶粉改性沥青关键技术进行工程示范,示范里程不少于50km。

三、项目研究内容

1. 低品类胶粉改性沥青技术研究

研究胶粉级配设计、表面活化处理、掺加添加剂等技术对提升低品类胶粉与沥青相容性的规律。形成低品类胶粉道路领域规模化应用数据源。

2. 高性能胶粉改性沥青技术研究

分析全钢子午胎胶粉和低品类胶粉在沥青中的溶胀和降解行为，揭示两类胶粉对沥青性能的提升机理。开发两类胶粉复合应用方案，形成高性能胶粉改性沥青制备技术。

3. 低品类胶粉与隧道洞渣双废共用技术研究

揭示低品类胶粉与隧道洞渣粘附机理，针对性添加助剂，改善低品类胶粉改性沥青与隧道洞渣界面接触效果，提升两者间的粘附功。开展沥青混合料抗冻融冲刷、抗水损害、加速加载长期性能等试验，提出不同性能洞渣应用于沥青路面的技术方案。

4. 节能型胶粉改性沥青生产设备改进

针对目前胶粉改性沥青制备工艺温度高、耗能大的问题，利用胶粉改性沥青产生的废气对胶粉进行预热，再利用胶粉热能补给沥青热能，实现废气热能再利用。

5. 工程示范应用

将低品类胶粉与隧道洞渣双废共用技术进行工程示范应用。

四、揭榜方任务

1. 低品类废旧轮胎胶粉评价体系建立、预处理技术开发；
2. 低品类胶粉改性沥青技术研究；
3. 高性能胶粉改性沥青技术研究；

4. 低品类胶粉与隧道洞渣双废共用技术研究。

五、揭榜技术考核指标

1. 低品类胶粉改性沥青技术指标

(1) 胶粉消纳方面：低品类胶粉用量占沥青用量 $\geq 40\%$;

(2) 性能指标方面：胶粉改性沥青软化点 $\geq 70^{\circ}\text{C}$ ； 5°C 延度 $\geq 13\text{cm}$ ； 180°C 粘度 $1.5\text{--}4.0\text{Pa}\cdot\text{s}$ ； 25°C 针入度 $40\text{--}60(0.1\text{mm})$ ； 25°C 弹性恢复 $\geq 75\%$ 。

2. 高性能胶粉改性沥青技术指标

(1) 胶粉消纳方面：胶粉用量占沥青用量 $\geq 43\%$ ，其中低品类胶粉占沥青用量 $\geq 20\%$ ；

(2) 性能指标方面：高性能胶粉改性沥青软化点 $\geq 85^{\circ}\text{C}$ ； 5°C 延度 $\geq 15\text{cm}$ ； 180°C 粘度 $1.5\text{--}4.0\text{Pa}\cdot\text{s}$ ； 25°C 针入度 $40\text{--}60(0.1\text{mm})$ ； 25°C 弹性恢复 $\geq 90\%$ 。

3. 洞渣高值化利用指标

将 50% 沥青混合料用集料采用隧道洞渣代替，实现低品类胶粉与隧道洞渣双废共用，胶粉改性沥青混合料路用性能满足规范要求，指标包括：动稳定度大于 2500 次/mm，低温弯曲应变大于 $2800\mu\varepsilon$ ，冻融劈裂残留强度比 $\geq 80\%$ ，疲劳试验荷载作用次数 ≥ 20 万次。

4. 气体污染物排放指标

生产过程中气体排放标准： $\text{SO}_2 \leq 30\text{mg}/\text{m}^3$ ，氮氧化物 $\leq 80\text{mg}/\text{m}^3$ ；苯并(α)芘 $\leq 0.29\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，沥青烟 $\leq 70\text{mg}/\text{m}^3$ ，非甲烷

总烃 $\leq 100\text{mg}/\text{m}^3$ 。

六、对揭榜方条件要求

揭榜团队具有长期从事高分子材料、沥青相关材料的研究工作的经历，拥有完备的高分子加工与性能表征设备和丰富的研究经验；有承担国家及省级科学基金和研发项目的经验；具有沥青及高分子材料领域研究成果，具有良好的理论技术和实验积累；拥有丰富的改性沥青研究经验及工程经验。

七、联系方式

联系人：张军

联系电话：18636960317

地址：山西省示范区武洛街 27 号

23、耕地质量提升与退化耕地改良 关键技术研究

一、项目研究内容

(一) 研究影响耕地质量构成的各种因素和演变规律, 以及土壤有机质累积转化机制与提高途径, 建立土壤质量综合指标体系和土壤健康评价系统。(二) 研究高标准农田和新造地土壤快速增碳、肥沃耕层构建、养分协同增效等关键技术, 创制基于畜禽粪便等有机资源的功能性生物肥料, 研制开发沃土专用肥料, 构建高标准农田和新造地快速培肥与地力提升技术, 进行示范推广。(三) 针对大同盆地耕地盐渍化严重、水资源匮乏制约盐碱地改良与利用以及我省工矿区因土地沉陷、尾矿压占造成的耕地损毁严重等问题, 研究水肥盐运筹调控、耐盐作物品种筛选与特色抗逆植物适应性种植、土壤快速重构等关键技术, 研发盐碱障碍消减专用改良调理剂、多功能生物制剂等新型调理剂产品, 集成盐碱耕地控盐改碱与水肥高效技术模式以及工矿区土壤肥力提升技术模式, 进行示范应用。(四) 利用耕地质量大数据研究开发耕地资源信息管理系统, 建立土壤质量监控平台与土壤信息智能服务平台, 实现耕地资源数字化管理。

二、项目考核指标

(一) 建立耕地质量评价体系 1 套, 高标准农田新造地 地

力提升技术体系 1~2 套，盐碱地改良与综合利用技术体系 2~3 套，工矿区损毁土地恢复与快速培肥技术体系 2~3 套，构建耕地质量数字化管理信息系统 1 套。（二）研制开发土壤改良调理剂产品 2~3 个，研发新型复混肥料、生物有机-无机专用肥等作物高效专用肥料 2~3 个，建立产品技术标准，实现年产 1 万吨产业化生产。（三）建立高标准农田新造地核心试验基地 100 亩，示范基地 1000 亩；建立盐碱地改良核心试验基地 100 亩，示范基地 2000 亩；建立矿区土地复垦核心试验基地 100 亩，示范基地 1000 亩。

三、对揭榜方条件要求

应建有相关领域重点实验室、工程技术研究中心等省部级以上技术创新平台，具有与项目实施相匹配的创新人才和团队，有较为健全的科研管理制度和财务管理制度。

四、联系方式

联系人：山西省科技厅现代农业科技处 王潇冉

联系电话：0351-4052368

地址：太原市万柏林区滨河西路焦煤双创基地 A 座
1218 室

24、肉牛边鸡地方特色畜禽种质资源创新及品种选育

一、项目研究内容

(一) 创立全省肉牛分子育种大数据平台和品种资源数据库；对本地肉牛特色基因和调控元件进行挖掘利用，全面深度解析晋南牛品种优势性状形成的遗传基础和分子机理；采用中高密度基因芯片、高通量测序、基因组选择、全基因组关联分析等技术对我省肉牛种群在保种的基础上进行选育提高和杂交改良，培育出快长、抗病、高繁、优质、综合性能优良的肉牛新品种(系)并示范推广。(二) 利用基因组重测序、全转录组测序等技术，对边鸡优良性状的候选基因进行挖掘，筛选可利用的分子标记位点；在已有的遗传资源收集、专门化品系合成，以及系统选育的基础上，应用常规选育结合分子标记辅助选择技术进行持续选择，进行品系间的配合力测定，筛选特色新品种(配套系)并示范推广。

二、项目考核指标

(一) 肉牛。发掘肉牛重要经济性状相关的关键基因或分子标记 3~5 个；组建肉牛核心育种群 8~10 个，申报国家新品种(系) 1 个；建立肉牛示范场 2 个。培育肉牛品系生产性能显著提高：种公牛成年体重达到 800 kg，种母牛成年体重达到 550 kg，

育肥期平均日增重不低于 1 kg，料肉比不高于 6.0，屠宰率达到 60%，配种受胎率提高 5%~8%，难产率小于 2%，后躯发育性能显著提高。（二）边鸡。建立具有自主知识产权的边鸡基因组 SNP 分子标记的筛选方法；发掘影响边鸡产蛋量、蛋肉品质性状功能基因 2~3 个，筛选可利用分子标记 3~5 个。培育边鸡新品种（配套系）1 个，在保留边鸡肉质品质的同时，提高新品种的生产性能和屠宰性能，边鸡新品种 60 日龄公鸡体重达 1.7 Kg，80 日龄母鸡体重达 1.7 Kg，屠宰率达 90%，全净膛率达 63%，配套系中试示范商品代 50 万只。

三、对揭榜方条件要求

应建有相关领域重点实验室、工程技术研究中心、种质资源圃等省部级以上技术创新平台，具有与项目实施相匹配的创新人才和团队，有较为健全的科研管理制度和财务管理制度。

四、联系方式

联系人：山西省科技厅现代农业科技处 王潇冉

联系电话：0351-4052368

地址：太原市万柏林区滨河西路焦煤双创基地 A 座
1218 室

25、优势特色果树新品种选育关键技术 研发与应用

一、项目研究内容

(一) 苹果、梨、葡萄。研发新的表型性状测定技术，建立种质资源表型性状精准评价体系；综合利用基因组学和分子生物学等技术手段，发掘与产量、品质和抗性相关的优异基因资源；研发用于基因型分析和品种选育的高通量 SNP 基因芯片，构建高效分子标记辅助育种技术体系；选育适合黄河流域生态治理建设的果树新品种，构建优质轻简高效配套生产技术体系并示范应用。(二) 核桃、枣。基于基因组、转录组学和代谢组学等技术，挖掘调控品质和抗逆性状的关键基因，解析这些性状形成的分子机制；研发精准、快速选择技术，创制新种质资源；培育综合性能优良，主选性状突出的鲜食型、加工型等不同用途的优良核桃新品种；选育以抗裂果和优质为主，熟期配套和不同用途的优良红枣新品种。

二、项目考核指标

(一) 苹果、梨、葡萄。开发育种相关分子标记 10~20 个，研发高通量基因分型芯片技术 1 项，筛选重要农艺性状关键调控因子 5~10 个；挖掘砧木种质 10~20 份，创制优质特异抗逆新种质 15~20 份，选育优质特色新品种 3~5 个，获得植物新品种

权或品种登记 3~5 件；优化果树省力化栽培技术体系 3 套，建立核心示范基地 3 个、面积 1000 亩，辐射带动 3 万亩。（二）核桃、枣。建立分子标记辅助育种技术体系 1 个，开发重要性状分子标记 5~10 个；创制优质抗病抗逆新种质 10~20 份，选育优质特色新品种 3~5 个，获得植物新品种权或品种登记 3~5 件；集成优质高效栽培技术体系 3~5 套，建立核心示范基地 2 个、面积 1000 亩，辐射带动 3 万亩。

三、对揭榜方条件要求

应建有相关领域重点实验室、工程技术研究中心、种质资源圃等省部级以上技术创新平台，具有与项目实施相匹配的创新人才和团队，有较为健全的科研管理制度和财务管理制度。

四、联系方式

联系人：山西省科技厅现代农业科技处 王潇冉

联系电话：0351-4052368

地 址：太原市万柏林区滨河西路焦煤双创基地 A 座
1218 室

26、主要粮油作物关键性状优异基因挖掘与种质创新

一、项目研究内容

(一) 小麦。鉴定优异种质资源，挖掘优质强筋、抗旱、抗病等重要功能基因；建立基因编辑分子育种技术体系，提高育种的精准性和高效性；培育高产优质多抗新品种，集成新品种配套生产技术体系并大面积推广。(二) 玉米、大豆。鉴定抗旱种质资源，挖掘抗旱重要功能基因；利用聚合杂交和分子标记辅助选择等技术手段对抗旱、抗病、耐寒、耐除草剂、抗倒等相关性状进行遗传改良；建立协同改良产量品质抗逆性状的精准育种技术，创制优质高产多抗新种质。(三) 花生、油菜。定位与挖掘决定品质、产量、抗性等重要性状的关键基因；应用高通量分子生物技术、芯片技术，获得经济高效的分子标记，建立基因型、生理特征和农艺性状相关联的高效分子育种技术体系；建设大面积连片高效繁制种基地，创建高产稳产示范田。

二、项目考核指标

(一) 小麦。挖掘出具有优异性状的种质资源 10~15 份以上；培育小麦新品种 3~5 个，高产品种亩产量水平达到 600~700 公斤，优质品种品质特性达到国家中强筋国标二级水平以上；新品种具有抗寒、抗旱、耐热、氮磷高效利用等性状，累计推广

面积 100 万亩。（二）玉米。挖掘玉米重要性状控制基因 10~15 个，开发功能分子标记 3 个，创制优异种质资源 15 份，培育玉米新品种 3~5 个；具有脱水快、耐密性好、抗倒伏、宜全程机械化的特点；累计推广面积 100 万亩。（三）大豆。发掘大豆重要性状控制基因 5 个，开发功能分子标记 5 个；创制优异种质资源 10~15 份；选育高产优质高效大豆新品种 1~2 个，产量水平达到 350 公斤/亩，累计推广面积 1 万亩。（四）花生。挖掘花生重要性状控制基因 3 个，开发功能分子标记 4 个，创制优异新种质 10 份；培育高产、抗病、高油酸花生新品种 1~2 个，累计推广面积 1 万亩。（五）油菜。发掘与油菜抗逆性状相关分子标记 10~15 个；选育高产抗寒、耐旱耐盐碱油菜品种 1~2 个，累计推广面积 1 万亩。

三、对揭榜方条件要求

应建有相关领域重点实验室、工程技术研究中心、种质资源圃等省部级以上技术创新平台，具有与项目实施相匹配的创新人才和团队，有较为健全的科研管理制度和财务管理制度。

四、联系方式

联系人：山西省科技厅现代农业科技处 王潇冉

联系电话：0351-4052368

地址：太原市万柏林区滨河西路焦煤双创基地 A 座
1218 室

27、云冈石窟石质文物内部凝结水监测与治理关键技术研究

一、项目研究内容

1. 凝结水形成机制及其对石质文物的作用机理研究。采用无损检测技术结合矿物组成与结构等分析，全面评估云冈石窟典型洞窟石质文物的风化程度；开展石窟砂岩中气态水扩散、吸附和凝结规律研究，构建气态水由砂岩表面至内部的扩散、吸附、凝结模型，明确凝结水形成的关键影响因子；开展凝结水对不同风化程度砂岩影响的研究，揭示凝结水对石质文物的作用机理。

2. 石窟寺凝结水监测技术与方法研究。建立石质文物内外网格化温湿度及水汽循环监测系统，研究复杂环境下、不同风化程度石质文物表面及内部凝结水形成的条件；针对石质文物内部凝结水引起的物理信号反应微弱等特点，研发具有高灵敏度的探测装备，突破石质文物内部微小水量精细探测关键技术；结合多源监测系统，构建石窟内部多物理场精准仿真模型，模拟各种工况，揭示石质文物内部凝结水形成与时空分布规律，建立凝结水预测模型与预警技术，形成石窟寺凝结水实时在线智能感知体系。

3. 凝结水综合智能治理技术研究及应用示范。依据试验研究成果、理论模型及现场监测大数据，模拟各种工况下窟檐门窗的控制模式，形成凝结水治理模型，构建融“自然通风+人工调控”

为一体、具有自适应三级反馈响应功能的凝结水治理智能解决方案，从根本上解决云冈石窟文物表面及内部凝结水形成引起石质文物风化的突出问题。基于上述研究成果，选择云冈石窟典型洞窟开展凝结水综合治理应用示范研究，形成一套可推广的石窟寺文物内部凝结水监测、治理整体解决方案。

二、项目考核指标

项目总体指标: 揭示复杂环境下石窟寺文物内部凝结水形成机制，确定水汽在不同风化程度石质文物内部扩散、吸附、凝结规律，突破凝结水综合智能治理技术，解决凝结水引起石质文物风化的突出问题，并在云冈石窟开展示范应用。

具体技术指标:

1. 建立石窟砂岩凝结水形成相关的理论模型 1 套;
2. 建立石窟寺文物表面及内部凝结水网格化监测系统 1 套;
3. 引入 3 种以上无损检测、监测技术，建立凝结水对石质文物影响的评估方法 1 套;
4. 确定不同环境、3 种以上不同风化程度典型石质文物凝结水形成的临界条件;
5. 研发石窟寺文物内部凝结水形成的人工智能预测技术 1 套;
6. 完成 1 套具有自适应三级反馈响应功能的石窟寺文物凝结水治理实时智能解决方案，凝结水治理效果达到 95%以上;
7. 完成云冈石窟 2 个典型洞窟凝结水监测与治理示范应用。

三、对揭榜方条件要求

1. 揭榜方应为国内外在石质文物保护研究领域有开发能力的高校、科研机构、科技型企业或新型研发机构等法人单位，鼓励产学研结合组建创新联合体揭榜。

2. 揭榜方应承担过石窟寺凝结水研究或治理及其他国家及省部级石质文物保护相关项目，并提供在文物保护领域获国家、省部级奖励等业绩证明材料。

3. 揭榜方能对张榜项目的技术需求，提出计划合理、目标清晰、路线可行的技术攻关揭榜方案，项目相关核心技术应有自主知识产权。

4. 揭榜方应具有完善的科技管理、科技合作和保障机制，能为项目实施提供技术和科技团队保障，财务状况良好且管理规范。

四、联系方式

联系人：山西省科技厅大健康与生物医药科技处 薛强强

联系电话：0351-4046610

地址：太原市万柏林区滨河西路焦煤双创基地 A 座
1111 室