

附件

# 2021 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  
二〇二一年十月

# 目 录

## （一）企业重大技术攻关类

1. 大尺寸 4H-SiC 单晶衬底材料制备产业化技术研发·····1
2. 8 英寸碳化硅单晶生长设备研发·····4
3. 柔性 OLED 照明核心材料及其面板制备关键技术·····7
4. 国产超高强高韧 T1100 碳纤维及预浸料工程化制备技术研发·····9
5. 通用级沥青碳纤维长丝制备技术开发·····11
6. 面向大功率电子设备高通量石墨烯散热膜批量化制备技术开发·····14
7. 低（不含）重稀土高性能钕（铈、镧）铁硼磁体开发与产业化·····16
8. 基于多学科/多目标协同的四/五座多用途飞机总体设计与气  
    动优化技术·····19
9. 航空用轻质高强碳纤维/金属层合板制备关键技术与装备·····23
10. 基于高可靠性服役条件的大直径复杂结构机车轮关键技术研究·····26
11. 抗新型冠状病毒双特异性中和抗体药物研发·····29
12. 深部煤层气多煤层水平井共采技术研究·····32
13. 面向大气污染治理和碳中和的天空地一体化精准监测技术  
    与装备研发·····36
14. 焦化行业高盐废水资源化利用关键技术与示范·····41
15. 低温冷启动氢燃料电池客车关键技术与示范·····43
16. 突破新一代效率 25%以上低成本硅基异质结太阳能电池/组

件产业化成套关键技术·····	46
17. 太阳能+空气能一体化热泵关键技术研究及示范·····	50
18. 智能矿山云平台关键技术研究·····	55
19. 工控系统可信安全环境构建关键技术研究·····	58
20. E级超算互联异构融合自适应软件系统关键技术研究·····	61
21. 广域数联网系统关键技术研究·····	64
22. 基于矿山信息物理系统的智能煤矿安全生产关键技术研究 及示范应用·····	67

## (二) 重大基础前沿与民生公益类

23. 集成电路用高纯度半导体碳纳米管制备关键技术研发·····	71
24. 超高速真空管道列车车体密封/降噪/磁屏蔽一体化智能化 结构设计技术研究·····	73
25. 深层裂缝型储层 EGS 地热开发关键技术研究·····	75
26. 大规模离子阱量子计算的关键技术研究·····	77
27. 基于量子光源的激光干涉引力波探测器原型机关键技术研究·····	79
28. 有机旱作农业技术体系构建与示范应用·····	82
29. 山西省特色杂粮作物优异基因资源挖掘及育种应用·····	84

# 1、大尺寸 4H-SiC 单晶衬底材料制备 产业化技术研发

## 一、所属产业方向

集成电路

## 二、需求企业

山西烁科晶体有限公司

## 三、项目研究目标

研制新产品 6 英寸 N 型 4H-SiC 单晶衬底，填补国内 6 英寸 N 型 4H-SiC 单晶衬底产业化空白，技术水平达到国际先进，满足新能源汽车、轨道交通、特高压输变电等“新基建”对高质量碳化硅衬底的需求。

项目达成后可实现产值 3.5 亿元、利润 4000 万元，助力国家相关产业实现自主可控。以半导体衬底这种基础材料强大的规模化基础，吸引省外产业上下游相关优质企业建厂或成立分公司，补齐我省第三代半导体产业链，带动我省形成第三代半导体产业集群，形成产业化示范。

## 四、项目研究内容

开展大尺寸 4H-SiC 单晶生长的热力学和动力学特性研究、晶体生长过程中杂质、多晶型和缺陷控制技术研究，突破有限元

仿真双线圈高梯度坩埚热场结构设计、微管、位错、碳包体等缺陷抑制；开展 4H-SiC 单晶生长一致性、稳定性、低表面损伤单晶衬底规模化制备技术研发；研究高效、低损耗的加工技术和大尺寸 4H-SiC 单晶衬底表面粗糙度控制技术；推进大尺寸、低成本碳化硅单晶衬底材料产业化。

## 五、揭榜方任务

通过结合外延工艺，研究 SiC 单晶衬底材料可靠性评估技术，评价产品可靠性关键指标试验方法合理性。根据高温性能、外延验证等试验，得到可靠性试验数据，据此对生长、加工工艺进行优化，全面提升 SiC 单晶衬底材料的可靠性，最终提升器件可靠性。

## 六、揭榜方考核指标

1. 实现 6 英寸碳化硅衬底：1.总位错缺陷密度 $<10000/\text{cm}^2$ ，基平面位错密度 $<1\text{E}3/\text{cm}^2$ ，螺位错密度 $<1\text{E}3/\text{cm}^2$ ；2.90%有效面积微管密度 $\leq 0.1/\text{cm}^2$ ；3.电阻率 $0.015\sim 0.025\Omega\cdot\text{cm}$ ；4.TTV/Bow/WARP $<10\mu\text{m}/20\mu\text{m}/30\mu\text{m}$ ；5.表面粗糙度 $< 0.2\text{nm}$ ；6.单锭厚度 $> 25\text{mm}$ ；7.单锭合格衬底出片数 $\geq 20$ 片。

2. 外延片载流子浓度： $3\text{E}15/\text{cm}^3\sim 3\text{E}16/\text{cm}^3$ 、外延层厚度： $10\mu\text{m}\sim 30\mu\text{m}$ 、可用面积 $>95\%$ 、表面缺陷 $<0.5/\text{cm}^2$ 、表面粗糙度 $\leq 0.5\text{nm}$ 、BPD 2mm yield $>92\%$ 、Die 2mm yield $\geq 95\%$ 、划痕 $< 1$ 倍直径。

## 七、对揭榜方条件要求

拥有在半导体外延方面丰富的研发生产经验，具备省部级研发平台及相关研发设备，满足完成项目的必要条件。

## 八、联系方式

联系人：张瑾

联系电话：13935154382

地址：山西综改区潇河园区汾潇街9号

## 2、 8 英寸碳化硅单晶生长设备研发

### 一、所属产业方向

集成电路

### 二、需求企业

山西烁科晶体有限公司

### 三、项目研究目标

以提升自主可控的大尺寸碳化硅单晶材料生长能力为目的，开展设备研制与工艺应用的融合创新，强化设备工艺适应性、可靠性、稳定性，以提高碳化硅单晶尺寸、均匀性与生长速率为主要目标，研制高质量、高稳定性、自主可控的 8 英寸高纯半绝缘碳化硅单晶生长设备，促进我省碳化硅产业的持续发展。

### 四、项目研究内容

1. 超高温热场梯度仿真与控制技术：基于热场/流体场耦合仿真技术，研究 8 英寸碳化硅物理气相输运过程的稳定可控高温物质输运，并通过热场部件结构与热场仿真，构建适合碳化硅单晶生长的高温稳定热场。

2. 真空密封技术：基于真空物理基础与设计原理，设计先进密封结构，完成坩埚旋转运动部件的动密封，实现低漏率高真空度的设备密封，保证反应充分性与掺杂均匀性。

3. 晶体缺陷控制技术：结合单晶生长设备与工艺，研究碳化硅本征深能级点缺陷的形成机理及工艺技术，研究晶型控制、

微管抑制与应力降低，获得适合自主研发单晶生长设备的配套工艺解决方案。

## 五、揭榜方任务

以提升自主可控的大尺寸碳化硅材料生长能力为目的，开展设备研制与工艺应用的融合创新，强化设备工艺适应性、可靠性、稳定性，以提高碳化硅单晶尺寸、均匀性与生长速率为主要目标，研制高质量、高稳定性、自主可控的 8 英寸高纯半绝缘碳化硅单晶生长设备，促进我省碳化硅产业的持续发展。

## 六、揭榜方考核指标

1. 适应生长晶体尺寸：8 英寸；
2. 冷态极限真空度  $< 5 \times 10^{-6}$  mbar、单点漏率  $< 5 \times 10^{-9}$  mbar·L/s；
3. 最高温度：2600℃；
4. 具备顶部/底部红外测温，测温精度  $\pm 1$ ℃；
5. 压力 0.5~800mbar 可控，控压精度  $\pm 0.1$  mbar；
6. 生长速率  $> 200$   $\mu\text{m/h}$ ；
7. 晶体厚度  $> 15$  mm。

## 七、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。

## 八、联系方式

联系人：张瑾

联系电话：13935154382

地址：山西综改区潇河园区汾潇街9号

### 3、柔性 OLED 照明核心材料及其面板制备关键技术

#### 一、所属产业方向

高端新材料

#### 二、需求企业

晋能控股煤业集团有限公司

#### 三、项目研究目标

为推动我国半导体照明产业在“十四五”期间健康可持续发展，面向国家战略需求，以实现 OLED 照明面板的大面积化、轻量化、柔性化为目标，开发具有自主知识产权体系的有机半导体光电材料，实现国产化替代进口，从而解决制约我国柔性 OLED 照明产业发展的“卡脖子”问题，掌握柔性 OLED 照明面板的制备的关键核心共性技术，构建完整的柔性 OLED 照明技术链、产品链和产业链。

#### 四、项目研究内容

1. 设计与合成具有自主知识产权体系的核心材料—有机半导体光电材料，研发量产与升华提纯关键技术，实现小批量示范性生产；2.设计与制备高效稳定的柔性 OLED 照明器件；3.柔性 OLED 照明面板制备关键技术与工艺研发，如真空镀膜制备技术、封装工艺、印刷制膜技术等。

#### 五、揭榜方任务

1.设计与合成具有自主知识产权体系的核心材料—有机半导体光电材料，研发量产与升华提纯关键技术，实现小批量示范性生产；2.设计与制备高效稳定的柔性 OLED 照明器件；3.柔性 OLED 照明面板制备关键技术与工艺研发，如真空镀膜制备技术、封装工艺、印刷制膜技术等。

## 六、揭榜方考核指标

1.开发具有自主知识产权体系的可实现量产的有机半导体光电材料，其器件性能指标为：当器件亮度在 100~1000 cd/m<sup>2</sup> 范围内，蓝光材料和红光材料的电流效率分别大于 10 cd/A 和 20 cd/A；2.掌握有机半导体光电材料的量产关键技术与真空升华提纯技术，材料纯度大于 99%，实现年产 100 公斤的量产能力；3.开发柔性单色光和柔性白光 OLED 照明面板，其器件性能指标：阈值电压小于 3.5 V，发光效率大于 20 lm/W，面板可弯曲次数大于 3000 次，寿命大于 2000 小时。

## 七、对揭榜方条件要求

优先支持具有创新平台、创新团队或高新技术企业的联合共同体；优先支持与省外、国外具有比较优势的科研机构联合共同申报。

## 八、联系方式

联系人：田利军

联系电话：18703522999

地址：山西省大同市矿区新平旺

## 4、国产超高强度高韧 T1100 碳纤维及预浸料 工程化制备技术开发

### 一、所属产业方向

高端新材料

### 二、需求企业

山西科林化工新材料有限责任公司

### 三、项目研究目标

1. 形成 10 吨/年 T1100 级碳纤维批量制备能力，性能指标达到国外公司同等级产品性能。

2. 建成超高强度高韧碳纤维工程化技术平台，产品填补国内空白，服务航空航天需求。

### 四、项目研究内容

开展前驱体及干喷湿法原丝精细结构控制研究，均质氧化炭化技术研究，确立 T1100 级碳纤维工程化制备工艺；开展高性能增韧剂及高韧性环氧树脂体系及预浸料制备技术研究，建立预浸料制备方案。

### 五、揭榜方任务

1. 前驱体及干喷湿法原丝精细结构控制研究：针对高等级碳纤维及原丝制备工艺和结构特性的要求，优化前驱体合成体系，确立 T1100 级原丝的干喷湿法高效稳定制备工艺。

2. 均质氧化炭化技术研究：研究干喷湿纺细直径原丝在氧

化过程中的环化、氧化、交联反应动力学和散热机理，强化丝束中和单丝内部热、质双扩散效应，实现预氧化纤维结构的均质化，建立精细控制碳化技术。

3. 高性能增韧剂及高韧性环氧树脂体系制备技术研究：合成高温环氧体系的高分子增韧剂，明确增韧机理，形成高韧性环氧树脂体系。

## 六、揭榜方考核指标

T1100 碳纤维拉伸强度 $\geq 6.8$  GPa，拉伸模量  $324\pm 10$  GPa，断裂伸长率 $\geq 1.9\%$ ，体密度  $1.79\pm 0.01$  g/cm<sup>3</sup>，束丝规格 3K 或 12K，束丝连续长度 $\geq 2000$  m。

T1100/环氧预浸料性能指标：高韧性环氧树脂体系断裂韧性  $K_{IC}\geq 0.7$  MN/m<sup>3/2</sup>，冲击强度 $\geq 16$  KJ/m<sup>2</sup>，玻璃化转变温度 $\geq 205$ °C；层压板 I 型层间断裂韧性 $\geq 230$  J/m<sup>2</sup>，II 型层间断裂韧性 $\geq 2000$  J/m<sup>2</sup>，纵向拉伸强度 $\geq 3300$ MPa，层间剪切强度 $\geq 95$ MPa。

## 七、对揭榜方条件要求

具有强有力的科研基础条件，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。

## 八、联系方式

联系人：张俊昌

联系电话：18635118825

地址：山西综改示范区太原唐槐园区武洛街 8 号

## 5、通用级沥青碳纤维长丝规模化制备技术

### 一、所属产业方向

高端新材料

### 二、需求企业

山西焦化股份有限公司

### 三、项目研究目标

建立 10 吨/年沥青精制-可纺沥青调制-连续化熔融纺丝-不熔化-碳化/石墨化五个关键工艺单元技术的通用级沥青碳纤维长丝产业化示范。

### 四、项目研究内容

1. 通过可纺沥青的分子组成和胶体结构设计进行可纺沥青结构调控，实现可纺沥青规模化制备；
2. 明晰可纺沥青的流变性能与纺丝特性的内在关系，阐明沥青分子结构和纺丝技术变量对沥青纤维微观结构的调变规律，实现沥青纤维的连续稳定纺丝；
3. 阐明沥青纤维不熔化处理过程不同组分及组分间发生氧化交联与缩合交联的反应机理，开发预氧化和碳化皮芯结构抑制及热解产物瞬时排出工艺；
4. 研制沥青缩聚系统、精制反应、连续纺丝及预氧化等关键设备，解决系统反应装备的放大效应，形成沥青碳纤维长丝连

续化制备技术。

## 五、揭榜方任务

1. 可纺沥青规模化制备：阐明沥青烯热缩聚反应机理，形成调控可纺沥青的分子组成和胶体结构的工艺，实现可纺沥青批次稳定性；

2. 可纺沥青的连续纺丝：考察可纺沥青的流变性能对纺丝特性的影响机制，揭示沥青分子结构和纺丝技术变量对沥青纤维微观结构的调变规律，实现沥青纤维的连续稳定纺丝；

3. 沥青纤维不熔化及碳化：分析沥青纤维不熔化处理过程不同组分及组分间发生氧化交联与缩合交联的反应机理，形成沥青纤维不熔化处理和碳化的工艺技术；

4. 研制沥青缩聚系统、精制反应、连续纺丝及不熔化处理等关键实验设备，为解决系统反应装备的放大效应，形成沥青碳纤维长丝连续化制备技术提供基础。

## 六、揭榜方考核指标

沥青纤维稳定连续化纺丝，单孔纺丝长度 $\geq 60000$ 米，1K 纺丝长度 $\geq 3000$ 米；沥青碳纤维长丝性能达到日本三菱化学公司、大阪燃气公司通用级沥青碳纤维的性能指标：直径 $\leq 15\ \mu\text{m}$ ，拉伸强度 $\geq 800\ \text{MPa}$ ，弹性模量 $\geq 70\ \text{GPa}$ ，密度  $1.60\text{-}1.65\ \text{g/cm}^3$ ，伸长率 $\leq 2.4\%$ ，导热率  $5\text{-}10\ \text{W/m/K}$ ，热膨胀系数  $3\text{-}5 \times 10^{-6}/\text{K}$ ，体积电阻率 $\leq 150\ \mu\Omega\cdot\text{m}$ 。

## 七、对揭榜方条件要求

具有强有力的科研基础条件，技术带头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。

## 八、联系方式

联系人：师晋恺

联系电话：15536782081

地址：山西省洪洞县广胜寺镇

## 6、面向大功率电子设备高通量石墨烯 散热膜批量化制备技术开发

### 一、所属产业方向

高端新材料

### 二、需求企业

华阳新材料科技集团有限公司

### 三、项目研究目标

面向大功率电子产品的高通量散热需求，以氧化石墨烯为前驱体，突破关键瓶颈技术，开发批量化制备工艺及配套装备，建成年产万平米级高通量石墨烯散热膜工业示范线，研制出超厚型高通量石墨烯散热膜，实现其在 5G 通讯终端、智能终端等高功率密度电子产品中散热设计中的应用。

### 四、项目研究内容

1. 大片径氧化石墨烯浆料规模化可控制备工艺及装备开发；
2. 超厚型氧化石墨烯原膜快速组装成型工艺及装备开发；
3. 氧化石墨烯膜低成本高效热处理工艺及装备开发；
4. 石墨烯膜分级致密化工艺及装备开发。

### 五、揭榜方任务

开发高通量石墨烯散热膜批量化制备技术，研制配套的氧化石墨烯膜快速组装和热处理装备、石墨烯膜分级致密化装备，完成年产万平米石墨烯膜生产线的设计与建设，形成年产 20 万平米石墨烯膜工艺包。

## 六、揭榜方考核指标

1. 氧化石墨烯浆料固含量 $\geq 1$  wt%，灰分 $< 0.1$  wt%，平均片径 $\geq 5$   $\mu\text{m}$ ；

2. 氧化石墨烯原膜厚度 $\geq 500$   $\mu\text{m}$ ；

3. 石墨烯膜厚度 100-300  $\mu\text{m}$  可调，面内热导率 $\geq 1000$  W/mK，垂直热导率 $\geq 5$  W/mK，耐弯折次数 $\geq 20000$  次，弯曲半径 $< 2$  mm，密度 $\geq 1.6$  g/cm<sup>3</sup>，拉伸强度 $\geq 20$  MPa。

## 七、对揭榜方条件要求

具有强的科研基础条件，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的成功经验。

## 八、联系方式

联系人：张伟

联系电话：0351-5613672/18234120572

地址：太原市高新区科技街 18 号

## 7、低（不含）重稀土高性能钕（铈、镧）铁硼磁体开发与产业化

### 一、所属产业方向

高端新材料

### 二、需求企业

山西汇镝磁性材料制作有限公司

太原红日强磁材有限公司

### 三、项目研究目标

实现低重稀土 50UH、52UH、54SH 高牌号烧结磁体产业化示范；实现 N50-N52 牌号镧铈钕铁硼烧结磁体、N35-N52 牌号铈钕铁硼烧结磁体产业化；实现无重稀土钕铁硼各向异性粘结磁体（特别是磁环）产业化示范，打破国外技术垄断，解决“卡脖子”问题；建立一个钕铁硼各向异性粘结磁体产业化示范线。研制成功用于钕铁硼烧结磁体的磁场等静压机。从项目执行开始三年内实现总产值不低于 9 亿元。

### 四、项目研究内容

低重稀土 50UH、52UH、54SH 高牌号钕铁硼烧结磁体研发与产业化示范；N50-N52 牌号无重稀土镧铈钕铁硼烧结磁体研发与产业化，N35-N52 牌号无重稀土铈钕铁硼烧结磁体研发与产业化；无重稀土钕铁硼各向异性粘结磁体（特别是磁环）的研发

与产业化示范，打破国外产品技术垄断，解决产品技术“卡脖子”问题；研发用于制备高性能钕铁硼烧结磁体的磁场等静压新技术设备；研发钕铁硼各向异性粘结磁环产业化关键技术设备，包括一次成型的各向异性粘结钕铁硼多极磁环压机，打破国外设备技术垄断，解决制造设备“卡脖子”问题；同时开展稀土永磁材料高性能机理研究。

## 五、揭榜方任务

1. 低重稀土 50UH、52UH、54SH 高牌号钕铁硼烧结磁体研发与产业化示范；

2. N50-N52 牌号无重稀土镧钕钕铁硼烧结磁体研发与产业化、N35-N52 牌号无重稀土钕钕铁硼烧结磁体研发与产业化；

3. 无重稀土钕铁硼各向异性粘结磁体（特别是磁环）的研发与产业化示范；打破国外技术垄断，解决卡脖子问题；

4. 研发用于制备高性能钕铁硼烧结磁体的磁场等静压机；研发钕铁硼各向异性粘结磁环产业化关键技术设备，包括一次成型的各向异性粘结钕铁硼多极磁环压机，打破国外技术垄断，解决卡脖子问题。

5. 完成建设一条钕铁硼各向异性粘结磁体（磁环）产业化示范线。

## 六、揭榜方考核指标

1. 高牌号钕铁硼烧结磁体（磁体厚度不超过 3mm）：50UH（剩磁 14.0-14.2 kGs，内禀矫顽力 $\geq 25$  kOe，方形度 $\geq 90\%$ ），重稀

土占磁体总质量 $\leq 1.3$  wt%; 52UH (剩磁 14.2-14.4 kGs, 内禀矫顽力 $\geq 25$  kOe, 方形度 $\geq 90\%$ ), 重稀土 $\leq 1.6$  wt%; 54SH( 剩磁 14.4-14.6 kGs, 内禀矫顽力 $\geq 20$  kOe, 方形度 $\geq 90\%$ ), 重稀土 $\leq 1$  wt %。

2. 不含重稀土的高丰度稀土烧结磁体: N50-N52, 镧钕占磁体总质量:1-1.5 wt%; N50-N52, 钕占 2 -2.5 wt%; N45, 钕占 6-8 wt %; N40, 钕占 8.5-10 wt %; N35, 钕占: 11.5-12.5 wt%。

3. 不含重稀土的钕铁硼各向异性粘结磁体, 最大磁能积 $\geq 20$  MGOe, 最大磁能积 (MGOe) +内禀矫顽力(kOe) $\geq 32$ ; 外径 40 mm (27 mm), 内径 36mm (23 mm), 高 20mm (34mm) 的各向异性粘结四极磁环, 最大表面磁场值不低于 2 kGs。

4. 磁场等静压设备: 静磁场 1.5T, 脉冲磁场 4T; 等静压强 200MPa, 全自动操作, 循环周期小于 45 秒; 一次成型。

5. 各向异性粘结多极磁环压机: 模腔磁场强度不小于 1.5T; 一次成型。

## 七、对揭榜方条件要求

为省内外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。

## 八、联系方式

联系人: 张燕庆

联系电话: 0351-7013402

地址: 太原市综改示范区学府园区晋阳街 170 号

## 8、基于多学科/多目标协同的四/五座多用途飞机总体设计与气动优化技术

### 一、所属产业方向

航空航天

### 二、需求企业

禧佑源航空科技集团有限公司

### 三、项目研究目标

以研制国内自主知识产权的通用航空飞行器，带动航空材料、航空电子、航空运动等通航全产业链发展，助力山西“通航强省”建设为目标，基于 CCAR-23 部《正常类、实用类、特技类和通勤类飞机适航规定》中相关条例规定，开展四/五座多用途飞机总体设计与气动优化技术研究。研发型号在最大载重、综合航电系统、经济性、可靠性和维修性等方面达到国内领先水平。

### 四、项目研究内容

#### 1. 多学科/多目标协同设计平台开发

充分考虑总体、气动、结构、控制和航电等各学科间的耦合关系和协作机理，权衡模型精度和计算成本，制定飞行器多学科设计优化流程，开发基于多学科/多目标的协同设计平台。

#### 2. 构型设计与气动优化

针对该型飞机技术需求，开展四/五座多用途飞机构型初步

设计，确定总体构型方案。采用气动分析仿真方法，对不同机翼、尾翼、机身等部件构型参数组合进行整机气动性能计算并优化，得到不同目标函数权重下的最优构型参数，并采用高精度气动仿真方法验证优化结果的准确性。

### 3. 风洞试验

针对不同设计构型，开展风洞试验，验证 CFD 仿真分析精度，同时进一步验证优化结果的准确性并确认最优构型下的整机气动性能。

### 4. 全寿命周期型号成本控制与优化设计

采用飞机成本控制分析方法，针对四/五座飞机的设计制造和直接使用成本进行对比分析，并优化。

## 五、揭榜方任务

1. 开发基于多学科/多目标的协同设计平台，实现四/五座多用途飞机的高效总体设计优化。

2. 基于 CCAR-23 部《正常类、实用类、特技类和通勤类飞机适航规定》中相关条例，开展型号初步构型与总体方案设计，针对机翼、尾翼、机身等设计参数进行气动计算与优化。

3. 针对型号构型方案，开展风洞试验，以及试验数据处理与分析。

4. 全流程参与配合公司四/五座多用途飞机总体设计和适航取证工作，编写设计、适航资料。

## 六、揭榜方考核指标

1. 四/五座多用途飞机总体设计方案报告，附相关适航符合性验证文件。

2. 四/五座多用途飞机多学科/多目标协同设计优化方法，提供详细的执行流程及计算分析程序。

3. 全机结构重量较竞争机型降低 5%。

4. 巡航状态升力系数、阻力系数仿真分析结果与模型风洞试验测量结果误差在 10%以内。

5. 巡航状态下升阻比高于现有竞争机型，最大升阻比超过 14。

6. 设计取证成本较现有竞争机型降低 10%，生产制造成本降低 15%。

## **七、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。

2. 需拥有通用航空技术相关的省级及以上重点实验室等平台，可开展飞行器设计研发工作，近三年内承担过省级及以上飞行器型号研发项目，能够为开展项目研究工作提供良好基础与条件。

3. 技术挂帅人在相关技术领域具有较强的学术水平及型号研发经验，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。

## 八、联系方式

联系人：陈金鹏

联系电话：0351-7552282/15343437303

地址：山西综改示范区庆云街 19 号太原武宿综合保税区  
通关服务中心企业孵化楼 A 座二层 219 号

## 9、航空用轻质高强碳纤维/金属层合板制备关键技术装备

### 一、所属产业方向

航空航天

### 二、需求企业

山西太钢不锈钢精密带钢有限公司

### 三、项目研究目标

以碳纤维和金属薄带为研究对象，通过制备工艺、结构设计、服役评估和成形装备研发，攻克现有纤维金属层合板易分层、强度低、加工难等关键技术瓶颈，开发出新一代航空用新型轻质高强纤维金属层合板。拓宽省内碳纤维和金属薄带企业的产品应用领域，促进航空航天产业发展。

### 四、项目研究内容

1. 高性能碳纤维金属层合板制备工艺的开发与优化；
2. 树脂基碳纤维复合材料与金属界面的调控设计；
3. 高性能碳纤维金属层合板零部件的精确成形；
4. 高性能碳纤维金属层合板使役性能评估模型研究；
5. 高性能碳纤维金属层合板的产品开发及其制备装备设计与研发。

## 五、揭榜方任务

1. 对高性能碳纤维金属层合板的制备工艺进行开发与优化，分析层合板组元性能与铺层结构对整体性能的影响规律，明晰最优碳纤维金属层合板的制备工艺；

2. 开展界面复合调控研究，阐明固化温控与压力分配对柔性界面的形成及理化结构组成的影响；

3. 揭示尺寸/形状精度和成形性对组织结构和成形条件的依赖关系，发展基于大曲率过渡区局部形/性一体化控制的变曲率构件精确成形理论与技术；

4. 对所制层合板的动、静态力学性能开展系统研究，评估层合板在不同环境中的服役性能，提出能够准确预测层合板服役失效的理论模型；

5. 综合考虑制备过程中涉及的组元铺设、组元加热、辊压成形机中间补热等工艺对设备的需求，设计新型制备装备。

## 六、揭榜方考核指标

1. 研发出高性能碳纤维金属层合板制备原理及成形工艺；

2. 开发出高性能碳纤维金属层合板辊压成形成套装备，研制出原理样机，原理样机压力辊宽度不小 150mm；

3. 通过高温高压工艺制备出的高性能碳纤维金属层合板宽度不小于 100mm，长度不小于 500mm；

4. 试制出高性能碳纤维金属层合板结构件，结构件最小曲率半径小于 20mm，深度大于 30mm；

5. 高性能碳纤维金属层合板界面拉剪强度不低于 20MPa;

6. 金属/纤维/金属的三明治结构(总厚度为 3mm)碳纤维金属层合板抗弯强度大于 700MPa;

7. 开发出新型高性能碳纤维金属层合板制备工艺, 制备效率较现有的热压方式提高 15%以上。

### **七、对揭榜方条件要求**

1. 拥有省级及以上重点实验室、工程技术研究中心, 可开展纤维金属层合板制备工艺和装备制造及服役评估的试验研究;

2. 具有雄厚的技术基础, 承担过省级以上或类似项目, 具有复合板装备制造和研发研究能力;

3. 有较强的科技研发能力, 团队应具有制备工艺、装备制造、服役评估等方面研究经验丰富的科研人员。

### **八、联系方式**

联系人: 赵永顺

联系电话: 15110395878

地址: 山西省太原市示范区中心北街 2 号

# 10、基于高可靠性服役条件的大直径复杂结构机车轮关键技术研究

## 一、所属产业方向

先进轨道交通装备

## 二、需求企业

太原重工轨道交通设备有限公司

## 三、项目研究目标

项目完成后形成 2 项以上新产品，并形成产业化应用。货运机车车轮技术开发填补省内空白，大直径复杂结构客运机车车轮填补国内空白，产品替代进口。

## 四、项目研究内容

1. 开展基于车轮大截面特点开展材料成分设计及车轮性能调控技术研究，提升机车车轮基于珠光体组织条件下强韧性匹配关系和截面性能一致性；
2. 进行大直径、无锥度、圆形钢锭冶炼及浇铸控制方法研究，实现并掌握高致密性大截面圆形钢锭铸造控制方法；
3. 通过开展并应用复杂结构大直径车轮精准成形控制技术，获得优良的锻件质量控制技术；
4. 开展机车车轮钢组织演变过程及组织调控技术研究，掌

握组织与性能匹配的精细控制；

5. 开展机车车轮服役评价技术研究，评判车轮服役效果，为产品再优化提供数据支持。

## 五、揭榜方任务

### 1. 复杂结构大直径车轮精准成形控制技术

基于机车车轮直径大、结构复杂的技术特点，开展锻-轧热成形数值模拟分析与数字化工艺设计协同研究，研究塑性成形参数、成形力、成形质量间关联关系与相互作用机理；应用宏观、微观相结合的方法开展大直径车轮热成形质量评价研究。

### 2. 机车车轮钢组织演变过程及组织调控技术研究

应用数值模拟、物理热模拟等多手段开展车轮钢热加工过程组织演变规律研究，车轮组织原位分析方法研究，开展车轮钢轮辋不同深度的组织演变研究。掌握车轮热加工各阶段组织演变机理，并结合成分设计，确定车轮钢组织控制方法，实现组织与性能匹配的精细控制。

## 六、揭榜方考核指标

1. 形成大直径复杂结构车轮锻-轧一体塑性成形模拟研究方法，结果能够同张榜方企业生产工艺相适应，在 1250mm 机车车轮锻轧工艺上实现应用，车轮成形质量不低于同等产品，成形力降低 5%以上；

2. 获得铸态、锻轧态、热处理态车轮钢组织演变、遗传规律，提出满足车轮高强韧性匹配关系的组织调控方法，在大功率

货运机车或客运机车上实现应用，车轮毛坯表层非珠光体组织 < 5mm，晶粒度 $\geq 8$ 级，车轮性能满足技术指标要求。

### **七、对揭榜方条件要求**

1. 拥有省部级及以上研究平台，拥有项目所需的主要实验设备，可满足本项目研究所需；
2. 拥有与揭榜任务研究方向相关的知识产权或相关论文专著；
3. 拥有承担省部级重点科研项目经验；
4. 根据大功率机车车轮特点，针对揭榜任务内容能够开展必要的理论和试验研究。

### **八、联系方式**

联系人：魏华成

联系电话：13466817012

地址：山西省转型综改示范区电子街 17 号

# 11、抗新型冠状病毒双特异性中和抗体药物 研发

## 一、所属产业方向

医药及医疗设备

## 二、需求企业

亚宝药业集团股份有限公司

## 三、项目研究目标

本项目将最终实现抗 COVID-19 双特异性中和抗体药物上市，为中国传染病防控策略提供新方法、新技术，预计将成为全球首个“双特异性”中和抗体新药。基于中科院微生物所高福院士团队早期基础研究，采用快速、并行研发策略，分两个阶段工作，第一阶段主要开展药学、临床前研究及 I 期临床研究。

## 四、项目研究内容

1. 通过工程细胞的大规模培养，表达双特异性抗体。进行分离纯化，获得高纯度双特异性抗体原液。通过制剂工艺，将双特异性抗体原液制备成水针成品。通过质量研究制定并不断完善质量标准，对产品原液及制剂进行表征、放行、稳定性等多项指标研究和检验。

2. 使用灵长类动物（恒河猴、食蟹猴等），模拟新冠病毒感染，并利用本产品进行治疗，证明药效学有效性。使用灵长类动

物（恒河猴、食蟹猴等），进行各剂量水平的毒理学、药代动力学研究，证明产品安全性。对突变病毒及突变位点进行持续的体外测定与研究，证明产品对多种突变新冠毒株的有效性。

3. 开展 I 期临床研究，通过健康人爬坡试验等确定安全用药范围，证明人体的安全性。

## **五、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，达到规模化批次生产能力，制备供临床前及一期临床使用制剂。

2. 揭榜方应进行临床前药代、毒理、药效研究，取得药效学、药代动力学、安全性动物试验数据，支持人体临床研究申报。

3. 揭榜方应负责临床研究申报资料的编写，并符合申报要求。

## **六、揭榜方考核指标**

1. 揭榜方中试生产规模应达到 1000L 生物反应器，生产用于临床前及临床研究产品不少于 4000 支，产量大于 1.0g/L，纯度达到 95%以上。研究数据符合 CDE 申报规范；

2. 揭榜方应完成药代、毒理学研究，获得毒性反应、毒性靶器官、毒代动力学特性及免疫原性、4 周毒性反应恢复及延迟毒性反应、药代动力学等数据。研究数据符合 CDE 申报规范；

3. 揭榜方应完成临床前药效研究预试验及正式实验，探索非人灵长类动物新冠病毒感染条件下药效数据。研究数据符合 CDE 申报规范；

4. 揭榜方完成临床申报注册资料撰写。符合 CDE 申报规范。

## 七、对揭榜方条件要求

1. 具备 GMP 1000L 生物反应器中试生产条件；

2. 具备临床前 GLP 研究资质及条件；

3. 具备非人灵长类动物 P3 生物安全研究平台及新冠病毒研究资质；

4. 具备创新药申报经验。

## 八、联系方式

联系人：李梁

联系电话：0359-3388228 13593553318

地址：山西运城市风陵渡经济开发区

## 12、深部煤层气多煤层水平井共采技术研究

### 一、所属产业方向

非常规天然气

### 二、需求企业

山西蓝焰煤层气集团有限责任公司

### 三、项目研究目标

针对深部煤层多储层共存的特点，通过系统研究煤层气赋存条件，查明各煤层气系统的空间展布规律，研究影响煤层气多煤层共采的地质与工程因素，分析不同煤层气系统流体的相互作用，评价多煤层气系统共采技术可行性，研究多煤层气系统水平井高效开发方式，探索多煤层共采水平井的钻井、压裂、排采关键技术，最终形成深部煤层气多煤层水平井共采技术体系，推动山西深部煤层气水平井开发规模化应用。

### 四、项目研究内容

#### 1.深部煤层气系统的构造-岩性-岩相格架与精细评价技术

以山西武乡、横岭、石楼等重点地区深部煤层气多煤层为研究对象，分析煤层气的赋存特征与空间展布规律，研究煤层气的生-运-储过程，揭示煤层气赋存的地质控制因素；开展系统的构造、岩性岩相研究，确定其对煤层气系统的控制，明确不同煤层气系统的岩性岩相特征，进而形成地质-地球物理-测井相结合的

煤层气系统识别技术与评价技术，确定影响煤层气多系统开发主要地质因素，为开发方式、压裂层位优选提供地质基础，有利开发区精准率达 70%。

## 2.深部多煤层气系统共采可行性评价指标与技术

查明不同储层条件下煤层气的运移产出流态，建立相应的数学模型；分析不同煤层气系统的压力特征、流体组成，以此为基础，模拟分析不同煤层气系统的共采过程中流体的相互作用，研究多层水平井共采的控制因素，确定共采的地质与流体条件，建立共采可行性的评价指标体系，形成深部共采评价技术与方法，共采层位优选率达 65%。

## 3.深部多煤层气系统水平井共采钻-压-排关键技术

研究小间距单一水平井穿层压裂合采方法和大间距双层水平井多层合采方法，研究水力裂缝穿层精准致裂机理与工艺方法，实现多煤层贯通达到多层合采目标。研究双层水平井井间施工干扰规律，优选合适的钻井完井方法、压裂改造工艺以及合层排采方法，研究不同煤层气系统钻完井工艺、压裂层位优选与穿层改造理论，确定不同流体条件下多煤层共压裂技术方案，分析不同煤层气系统单一排采特征及其对共排的影响规律，优化多层排采技术方案，形成深部多煤层水平井共采的钻-压-排关键技术。

## 4.深部煤层气开发工程实践与效果评价

优选有利区/层、优化水平井部署层段和井位、优选合适井

型进行工程实践，水平井产量达 8000m<sup>3</sup>/d 以上，开展工程效果评价，并总结形成多煤层气系统共存下的煤层气多煤层水平井共采开发成套技术体系。

## 五、揭榜方任务

1. 深部煤层气系统的构造-岩性-岩相格架与精细评价技术；
2. 深部多煤层气系统共采可行性评价指标与技术；
3. 深部多煤层气系统水平井共采钻-压-排关键技术；
4. 优选有利区块及层位，指导完成煤层气开发工程实践与效果评价；
5. 完成揭榜研究内容及整个项目研究报告的编写。

## 六、揭榜方考核指标

1. 圈定 1-2 个甜点有利区块，摸清各储层条件，有利区精准率 $\geq 70\%$ ；
2. 建立多煤层共采可行性的评价指标体系，形成评价技术，优选 2000m 以内的 2-3 个有利层位，优选率 $\geq 65\%$ ；
3. 形成适合山西省深部煤层气多煤层共采水平井开发成套技术，并指导现场完成试验，达到以下考核指标：
  - (1) 钻井技术指标：完成 1 组深部多煤层水平井的工程试验，目的煤层 $\geq 2$  层，钻井总进尺 $\geq 4000\text{m}$ ，水平段总长度 $\geq 2000\text{m}$ ，水平段平均埋深 $\geq 1200\text{m}$ ，水平段煤层钻遇率 $\geq 80\%$ ；
  - (2) 压裂技术指标：水平段压裂总段数 $\geq 20$  段，压裂规模提高 20%以上，钻井、压裂综合成本降低 10%以上；

(3) 排采技术指标：平均产量 $\geq 8000\text{m}^3/\text{d}$ 以上，稳产时间 $\geq 180\text{d}$ 。

4. 形成适合山西省深部煤层气多煤层共采水平井开发成套技术。

## 七、对揭榜方条件要求

1. 拥有相关专业国内科研团体，拥有相应的省部级以上重点实验室或工程技术研究中心；

2. 有雄厚的技术基础，能够完成煤层气开发工程设计或钻井工程施工；

3. 承担过大型企业或省部级以上相关或类似科研项目，具备完善的相应试验研究设施和多年煤层气行业相关技术研究经历。

## 八、联系方式

联系人：何庆宏

联系电话：15935600459

地址：山西省晋城市沁水县嘉峰镇李庄村

# 13、面向大气污染治理和碳中和的天空地一体化精准监测技术与装备研发

## 一、所属产业方向

煤炭清洁高效利用与节能环保

## 二、需求企业

山西大地环境投资控股有限公司

## 三、项目研究目标

突破天空地一体化精准监测关键技术并研发相应装备，实现焦化、煤电、钢铁等重点耗煤行业大气污染物和温室气体排放的精准管控，为我省的大气污染治理和碳中和路径提供客观、科学的技术支撑，并为形成环保技术装备产业奠定基础。

## 四、项目研究内容

1. 研究适用于山西省的高精度、高分辨率、多组分（PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>、NO<sub>x</sub>、SO<sub>2</sub>、CO、CH<sub>4</sub>、O<sub>3</sub>、CO<sub>2</sub>）卫星遥感反演技术，建立一个“山西省大气环境卫星遥感监测平台”，实现全省区县尺度的全覆盖监测；

2. 研究能源消费 CO<sub>2</sub> 排放卫星遥感反演方法，获得山西省的火电、焦化、钢铁等主要煤炭消费行业的 CO<sub>2</sub> 排放信息，实现全省区县尺度的全覆盖监测；

3. 研究多种工作模式的 NO<sub>x</sub> 和 SO<sub>2</sub> 遥感监测装备，实现工

业园区全工序排放的全覆盖，在工业园区开展监测与管控应用示范，包括：1) 车载走航模式  $\text{NO}_x$  和  $\text{SO}_2$  遥感监测装备，可通过走航方式反演监测路径的污染气体立体分布信息并结合风场数据计算排放通量；2) 定点成像模式  $\text{NO}_x$  和  $\text{SO}_2$  遥感监测装备，结合成像光谱技术与 DOAS 技术，实现对重点区域污染物的扫描成像测量；3) 机载成像模式  $\text{NO}_x$  和  $\text{SO}_2$  遥感监测装备，利用高分辨成像 DOAS 探测系统建立复杂地形条件下机载痕量气体二维探测技术，快速获得区域大气污染物分布变化信息；

4. 研究基于地面傅里叶变换红外光谱成像仪、地面涡动相关测量系统、地面测风雷达、无人机遥测及宽幅高光谱卫星、高空间分辨率微纳卫星的甲烷排放扩散效应与观测尺度转换机制，构建煤矿区甲烷排放量卫星遥感反演方法，实现煤矿区甲烷排放的定量核算并开展应用示范；

5. 研究卫星遥感观测的  $\text{NO}_2$ 、甲醛、太阳辐射、云量等参数与臭氧污染的定量关系，建立基于卫星遥感观测的近地面臭氧浓度反演方法；

6. 协同卫星-无人机-走航车监测平台，结合大气扩散数值模拟，揭示典型工业园区排放的  $\text{NO}_x$ 、 $\text{SO}_2$ 、CO 等一次污染物与附近空气质量监测站点  $\text{PM}_{2.5}$  和  $\text{O}_3$  浓度的时空关联，建立工业园区大气污染精准溯源管控技术。

## 五、揭榜方任务

1. 研究适用于山西省的气溶胶光学厚度多源卫星遥感融合

方法，研究适用于山西省的 S5P/TROPOMI 卫星对流层  $\text{NO}_2$ 、边界层  $\text{SO}_2$ 、CO 总柱浓度、 $\text{CH}_4$  总柱浓度、 $\text{O}_3$  总柱浓度遥感反演方法，研究卫星遥感观测的  $\text{NO}_2$ 、甲醛、太阳辐射、云量等参数与臭氧污染的定量关系，建立基于卫星遥感观测的近地面臭氧浓度反演方法，研究卫星遥感驱动的山西省近地面  $\text{PM}_{2.5}$ 、 $\text{PM}_{10}$ 、 $\text{NO}_x$ 、 $\text{SO}_2$ 、CO、 $\text{O}_3$  浓度空间分布制图方法；

2. 研究化石能源消费  $\text{CO}_2$  排放卫星遥感反演方法，获得山西省的火电、焦化、钢铁等主要煤炭消费行业的  $\text{CO}_2$  排放信息；

3. 研究多种工作模式的  $\text{NO}_x$  和  $\text{SO}_2$  遥感监测装备，实现工业园区全工序排放的全覆盖，包括：1) 车载走航模式  $\text{NO}_x$  和  $\text{SO}_2$  遥感监测装备，可通过走航方式反演监测路径的污染气体立体分布信息并结合风场数据计算排放通量；2) 定点成像模式  $\text{NO}_x$  和  $\text{SO}_2$  遥感监测装备，结合成像光谱技术与 DOAS 技术，实现对重点区域污染物的扫描成像测量；3) 机载成像模式  $\text{NO}_x$  和  $\text{SO}_2$  遥感监测装备，利用高分辨成像 DOAS 探测系统建立复杂地形条件下机载痕量气体二维探测技术，快速获得区域大气污染物分布变化信息；

4. 研究基于地面傅里叶变换红外光谱成像仪、地面涡动相关测量系统、地面测风雷达、无人机遥测及宽幅高光谱卫星、高空间分辨率微纳卫星的甲烷排放扩散效应与观测尺度转换机制，构建煤矿区甲烷排放量卫星遥感反演方法；

5. 研究揭示典型工业园区排放的  $\text{NO}_x$ 、 $\text{SO}_2$ 、CO 等一次污

染物与附近空气质量监测站点  $\text{PM}_{2.5}$  和  $\text{O}_3$  浓度的时空关联, 建立工业园区大气污染精准溯源管控技术。

## 六、揭榜方考核指标

1. 卫星遥感监测的近地面  $\text{PM}_{2.5}$ 、 $\text{PM}_{10}$  浓度分布图的空间分辨率高于 1 千米、时间频次为 1 小时 1 次 (无云晴空条件下), 与地面国控站点观测值的验证结果总体相关系数大于 0.9, 相对误差低于  $\pm 8\%$ ;

2. 卫星遥感监测的近地面  $\text{SO}_2$ 、 $\text{CO}$ 、 $\text{CH}_4$ 、 $\text{NO}_x$ 、 $\text{O}_3$  浓度分布图的空间分辨率高于 5 千米、时间频次为每天 1 次 (无云晴空条件下), 与地面国控站点观测值的验证结果总体相关系数大于 0.85, 相对误差低于  $\pm 12\%$ ;

3. 卫星遥感反演的能源消费的  $\text{CO}_2$  排放量, 空间分辨率高于 5 千米、时间频次为每季度, 与“自下而上”排放清单的相对误差低于  $\pm 20\%$ , 与地面观测的排放量相对误差低于  $\pm 40\%$ ;

4. 定点成像模式  $\text{NO}_x$  和  $\text{SO}_2$  遥感监测装备: 水平观测范围为  $0\sim 360^\circ$ , 垂直观测范围为  $0\sim 60^\circ$ , 污染气团观测角分辨率为  $1^\circ$ , 全景扫描时间分辨率:  $\leq 30$  分钟;

5. 机载模式  $\text{NO}_x$  和  $\text{SO}_2$  遥感监测装备: 工作方式为天底方向推扫, 空间分辨率为  $150\text{m}$  (垂直飞行方向)  $\times 200\text{m}$  (沿飞行方向) (飞机速度  $100\text{m/s}$ 、飞行高度  $10000\text{m}$  条件下, 若飞行平台改变, 则可按比例计算调整);

6. 定点成像模式和机载模式的  $\text{NO}_x$  和  $\text{SO}_2$  遥感监测装备都

可以识别静风或微风条件下工业园区污染物超限排放( $\text{NO}_x$  排放超过  $30 \text{ mg/m}^3$ 、 $\text{SO}_2$  排放超过  $10 \text{ mg/m}^3$ )；装备在实验室样气标定精度为， $\text{NO}_2$  柱浓度精度优于 5%、 $\text{SO}_2$  柱浓度精度优于 10%， $\text{NO}_2$  和  $\text{SO}_2$  柱浓度测量均为下限  $4\text{ppm}\cdot\text{m}$ ；

7. 卫星遥感反演的甲烷排放量与地面观测反演结果的相对误差低于 $\pm 30\%$ 。

### **七、对揭榜方条件要求**

1. 揭榜牵头单位拥有相关领域的省级以上重点实验室，拥有稳定的大气环境天空地监测研究团队，与欧空局 S5P/TROPOMI 卫星团队有良好的合作关系；

2. 为促进研究成果尽快在生态环境管理部门推广应用，联合揭榜单位应包含山西省生态环境厅相关直属事业单位；

3. 揭榜方技术挂帅人应长期从事大气环境遥感监测研究，曾作为负责人承担过国家级科研项目。

### **八、联系方式**

联系人：杨成立

联系电话：13333515557

地址：山西省太原市迎泽区菜园广场写字楼

# 14、焦化行业高盐废水资源化利用关键技术与示范

## 一、所属产业方向

煤炭清洁高效利用与节能环保

## 二、需求企业

山西焦化股份有限公司

## 三、项目研究目标

针对现有焦化行业高盐有机废水资源化过程操作复杂和效果不稳定等共性问题，突破难降解有机物低成本脱除、蒸发结晶稳定运行控制等技术，并建立工程应用示范。通过应用示范，带动节能环保相关产业的发展壮大，为山西的生态保护和高质量发展提供技术支撑。

## 四、项目研究内容

重点研究突破难降解有机物深度去除、混盐高纯度分离回收、复杂废水蒸发结晶过程稳定化控制等技术，实现污染物高效降解、废水循环利用和无机盐高值利用，形成焦化行业高盐有机废水资源化利用成套技术并进行工程应用示范。

## 五、揭榜方任务

针对现有焦化行业高盐废水资源化利用效率低、运行不稳定

等共性问题，突破高盐废水难降解有机污染物去除、高效蒸发结晶等重大关键共性技术瓶颈，形成焦化行业高盐废水资源化新工艺，并开展工程示范。

## 六、揭榜方考核指标

1.水回用率大于 95%，回用水满足《工业循环冷却水处理设计规范》（GB/T 50050-2017）规定的“再生水用于间冷开式循环冷却水系统补充水的水质指标”指标要求；

2.产品盐（硫酸钠、氯化钠）回收率大于 85%，杂盐（危废）产生量小于 15%，且硫酸钠满足《煤化工副产工业硫酸钠》（T/CCT001-2019）A 类标准和氯化钠满足《煤化工副产工业氯化钠》（GT/CCT002-2019）工业干盐一级标准要求；

3.膜前采用氧化等预处理方法 COD 去除率达 40%以上，蒸发结晶系统连续稳定运行时间大于 60 天。

## 七、对揭榜方条件要求

拥有国家或省部级重点实验室平台，在焦化废水处理和浓盐水资源化利用等方面有相关技术和工程应用示范。

## 八、联系方式

联系人：师晋恺

联系电话：15536782081

地址：山西省洪洞县广胜寺镇

# 15、低温冷启动氢燃料电池客车关键技术 与示范

## 一、所属产业方向

新能源汽车

## 二、需求企业

山西吉利新能源商用车有限公司

## 三、项目研究目标

面向新能源汽车产业发展需求，针对氢燃料电池客车低温冷启动性能差、动力总成系统设计难、整车模块化制造难、整车运行监测难等技术瓶颈，重点突破金属燃料电池客车低温冷启动“卡脖子”技术，解决金属燃料电池客车极寒气候适应性差、服役寿命低、运行趴窝的问题，填补国内外空白；同时完成动力电池制造技术与试验验证，形成具有国内先进水平的车用动力电池核心技术，解决省内车用动力电池比能量低、环境适应性差的应用技术难题；形成氢燃料电池客车专用设计制造平台、安全风险监测平台，制定全温区氢燃料电池客车设计制造技术规范，形成具有自主知识产权、国际领先的低温冷启动氢燃料电池客车制造核心技术，为技术的产业化奠定基础。

## 四、项目研究内容

研究适应低温环境的高性能、长寿命金属双极板燃料电池发动机总成的理论设计、数值模拟及试验技术，研究宽温区金属双

极板燃料电池发动机总成工程化制造与集成技术，开发动力电池辅助动力系统及其匹配方法，研究低温环境整车动力系统高可靠性设计技术、稳定性控制技术及动力系统低温启动技术，研发基于新能源汽车监管国家通讯标准和数据采集存储架构的氢燃料电池客车运行监测和基于端云融合的安全风险识别技术，研究氢燃料电池发动机、动力电池及驱动电机等重要部件的整车热管理系统设计方法及控制策略，研究模块化氢燃料电池客车专用平台技术及匹配方法，开展整车轻量化优化设计与高可靠性车身应用技术研究，开发高适应氢燃料电池客车整车系统并开展示范验证。

## 五、揭榜方任务

配合需求单位的研究内容，重点开展适应低温环境的高性能、长寿命金属双极板燃料电池发动机总成的理论设计、数值模拟及试验测试技术，开展宽温区金属双极板燃料电池发动机工程化制造与集成技术，开发耐低温动力电池辅助动力系统及其匹配方法；配合需求单位研究氢燃料电池动力系统低温启动控制策略技术；研发基于新能源汽车监管国家通讯标准和数据采集存储架构的氢燃料电池客车运行监测和基于端云融合的安全风险识别技术，形成具有自主知识产权、国内先进的低温冷启动氢燃料电池客车制造核心技术。

## 六、揭榜方考核指标

1.氢燃料电池发动机总成：耐久性寿命 $\geq 8000\text{h}$ ；铂含量 $\leq 0.2\text{gPt/kW}$ ；氢燃料电池金属堆额定输出功率 $\geq 100\text{kW}$ ；燃料电池堆体积功率密度 $\geq 4.0\text{kW/L}$ ；燃料电池金属堆低温启动温度

≤-50℃。

2.动力电池系统：磷酸铁锂单体能量密度≥185Wh/kg；系统能量密度≥160Wh/kg；SOC、SOH、SOE、SOP估计误差绝对值≤5%；电芯循环寿命≥5000次（25℃，0.5C，100%DOD）；低温倍率放电性能-25℃放电倍率≥1C、-35℃放电倍率≥0.5C；低温倍率充电性能-10℃充电倍率≥0.5C。

3.氢燃料电池客车监测系统：数据采集周期≤1s；定位精度≤1m；单机数据存储时间≥7d；氢燃料电池汽车监控数据≥70项；氢燃料电池客车安全风险识别模型≥3个；氢燃料电池客车运行监测平台1套，通讯符合GB/T32960标准；不少3辆氢燃料电池客车接入新能源汽车国家监测与管理平台示范验证。

## 七、对揭榜方条件要求

1.拥有国家级新能源汽车实验室，同时具备新能源汽车国家级监管平台建设和运营技术经验，在电动客车领域有强有力的科研团队。

2.拥有或申请过支持本项目相关研究的知识产权。

3.具有金属双极板氢燃料电池产线，具有承担新能源汽车网联平台、金属双极板氢燃料电池省部级科研项目能力和经验。

## 八、联系方式

联系人：王友元

联系电话：18739921144

地址：山西省晋中市山西示范区晋中开发区新能源汽车园区吉利路388号

# 16、突破新一代效率 25%以上低成本 硅基异质结太阳能电池/组件产业化成套 关键技术

## 一、所属产业方向

新能源

## 二、需求企业

晋能光伏技术有限责任公司

## 三、项目研究目标

硅基异质结太阳能电池量产平均转换效率达到 25%；阐明新型表面织构化技术及其对非晶硅界面特性影响规律；明确硅基异质结太阳能电池的传输损耗机理；实现精准控制高性能非晶硅薄膜生长及透明导电薄膜量产沉积技术；实现大尺寸硅片、低损耗切割等技术在异质结产品的应用；优化硅基异质结太阳能电池在组件端的应用方案。

## 四、项目研究内容

本项目将在已有异质结量产技术上开展新一代 166mm 大尺寸高效异质结太阳能电池量产技术研究工作，主要通过新型电池技术的研发以及先进组件工艺的开发两个方面开展：

### 1.新型电池技术的研发方面

(1)开发低化学品耗量，绒面形貌可控的表面织构化技术并阐明其对非晶硅界面钝化特性，载流子传输机制的影响规律，少子寿命优于 4000  $\mu\text{s}$ ;

(2)新型高透明、高导电氧化物薄膜的可控制备技术及其与非晶硅薄膜的界面性能的研究，实现透明导电氧化物的电阻率优于  $4 \times 10^{-4} \Omega\text{cm}$ ，透光率优于 85%，弄清透明导电氧化物和非晶硅膜层特性与其界面接触电阻之间的影响规律;

(3)高透过率硅基薄膜的制备工艺及其界面特性研究，阐明其与硅衬底和透明导电氧化物薄膜之间的钝化接触特性与能带结构之间的关系,使得电池效率提升 0.1%以上;

(4)对硅片厚度，电池正、背面硅基薄膜膜系结构以及透明导电氧化物薄膜进行光电性能的优化设计和实验验证，通过理论和实际结合获得最佳的电池结构，实现最佳的太阳光谱利用;

(5)面向大尺寸电池的电极图案优化设计，探究电极图形设计对电池特性、组件功率的影响，在获得最大输出功率的同时，降低导电浆料的耗量至 180mg/片以下。

## 2.先进组件工艺的开发方面

(1)低损耗、高功率半片电池组件的工艺开发及机理研究，将组件功率提升 3-5W;

(2)面向光伏组件应用的高效钝化薄膜工艺及其量产制程开发，提升电池与封装胶膜之间的拉力 10%以上，从而进一步提高组件可靠性。

## 五、揭榜方任务

### 1.新型电池技术研发方向

(1)开发新型表面织构化技术并阐明其对非晶硅界面特性的影响规律；

(2)开发高透过率硅基薄膜的制备工艺并阐明其界面特性；

(3)完成面向大尺寸电池的电极图案优化设计。

### 2.先进组件工艺的开发方面

(1)完成低损耗、高功率半片电池组件的工艺开发及机理研究；

(2)完成面向光伏组件应用的高效钝化薄膜工艺及其量产制程开发。

## 六、揭榜方考核指标

1.开发出一套新型表面织构化量产技术方案；

2.开发出一套高透过率硅基薄膜的制备工艺并阐明该薄膜的界面特性；

3.完成一套面向大尺寸电池的电极图案优化设计方案。

4.完成一套低损耗、高功率半片电池组件的工艺方案并做相关机理解释；

5.完成一项面向光伏组件应用的高效钝化薄膜工艺及其量产制程开发。

## 七、对揭榜方条件要求

具有强有力的科研基础条件，技术挂帅人和科研团队攻关实

力强，在微电子、太阳能电池、光电材料等领域有雄厚的研究基础和比较优势。

## 八、联系方式

联系人：贾慧君

联系电话：18531247719

地址：山西省晋中市榆次区广安东街 533 号

# 17、太阳能+空气能一体化热泵关键技术 研究及示范

## 一、所属产业方向

新能源

## 二、需求企业

中核第七研究设计院有限公司

## 三、项目研究目标

开展太阳能+空气能一体化热泵商用机型的研制，形成系列化产品，建立应用示范项目，编制设备标准，形成设备集成、调试、性能检测平台，为太阳能+空气能一体化热泵产业化应用奠定基础。

## 四、项目研究内容

### 1.太阳能镀膜技术研究

基于太阳能+空气能一体化热泵集热蒸发器薄肋片结构，研究镀膜材料太阳能吸收性能、镀膜方式和工艺；建立太阳能集热蒸发器辐射+对流换热理论仿真模型，研究镀膜对太阳能集热蒸发器翅片间空气流动特性与换热性能的影响，研究太阳辐射对太阳能+空气能一体化热泵性能的影响；确定镀膜材料和工艺参数。

### 2.太阳能+空气能一体化热泵的气流组织研究

由于室外机(蒸发器)结构改变，对热泵运行性能产生影响，

通过软件模拟与实验，分析气流分布规律，考虑气流均布技术，研究风机、均流板、换热器不同耦合形式对系统性能影响，建立标准化风机、均流板、换热器与透明盖板耦合方式。

### 3. 太阳能+空气能一体化热泵室外机结构研究

研究蒸发器换热排管形式及布置方式，研究分析太阳能辐射特性，确定高效、合理的室外机结构；研究室外机夏季遮阳方式，将遮阳设施与机组整合成一体，统一控制以提高机组的协同程度，提高机组效率。通过遮阳性能的理论分析与实验分析，进行遮阳设计研究，构建标准化遮阳方式。

### 4. 太阳能+空气能一体化热泵系统集成及性能研究检测

通过在设计工况下及名义工况下对以 R410a 为制冷剂的热泵的性能进行分析，并进行实验性能研究，建立新型产品内部构件的静态耦合准则；对热泵不同工况下动态模拟，并实验验证，分析不同辐射强度和不同室外温湿度下，热泵的运行性能及各部件的匹配性分析，建立新型产品内部构件的动态耦合准则；建立太阳能+空气能一体化热泵集成、调试、性能检测平台，开展太阳能+空气能一体化热泵蒸发器、压缩机、冷凝器、电子膨胀阀四大部件匹配性研究，确定热泵加工工艺；研究模拟太阳光源与热泵的协同作用机制，开发太阳能+空气能一体化热泵性能检测技术，建立基于太阳辐射的一体化热泵性能检测系统。

### 5. 产品标准化、系列化开发研究

对太阳能+空气能一体化热泵系统全性能分析，绘制系统量

化压焓图、温熵图，分析评价综合部分负荷制热性能系数 IPLV 和名义制冷性能系数 COP<sub>c</sub>，并建立系统标准化智能化运行控制策略，构建系统自动控制系统，形成标准化、系列化太阳能+空气能一体化热泵系统；编制太阳能+空气能一体化热泵标准；通过搭建示范项目研究太阳能+空气能一体化热泵的应用及性能测试，研究确定阵列化设计原则。

## 五、揭榜方任务

### 1. 研究基于肋片结构的太阳能镀膜技术

基于太阳能+空气能一体化热泵集热蒸发器薄肋片结构，研究镀膜材料太阳能吸收性能、镀膜方式和工艺；建立太阳能集热蒸发器仿真模型，研究镀膜对太阳能集热蒸发器翅片间空气流动特性与换热性能的影响，研究太阳辐射对太阳能+空气能一体化热泵性能的影响；确定镀膜材料和工艺参数。

### 2. 建立太阳能+空气能一体化热泵性能检测系统

研究模拟太阳光源与热泵的协同作用机制；开发太阳能+空气能一体化热泵性能检测技术；为需求方建设基于太阳辐射的一体化热泵性能检测系统（需求方提供建设场地及配套系统）。

### 3. 根据要求进行太阳能+空气能一体化热泵试制，编制 3 个系列化产品技术手册

进行新型太阳能集热蒸发器及一体化热泵整机制造的加工工艺研究；根据要求试制太阳能+空气能一体化热泵；形成 3 个太阳能+空气能一体化热泵系列产品技术手册。

#### 4. 建立太阳能+空气能一体化热泵中试生产线

进行太阳能+空气能一体化热泵的设备加工、集成工艺研究，建立太阳能+空气能一体化热泵中试生产线，并完成安装调试。

5. 提供示范项目用太阳能+空气能一体化热泵并完成安装调试

#### 6. 协助编制太阳能+空气能一体化热泵企业标准

### 六、揭榜方考核指标

1. 基于肋片结构的集热蒸发器镀膜太阳能吸收率达 0.94-0.96;

2. 形成测试能力达 150kW 的太阳能+空气能一体化热泵性能检测系统及技术要求;

3. 完成太阳能+空气能一体化热泵(65kW)试制，满足太阳能+空气能一体化热泵综合部分负荷性能系数 IPLV 达到 3.2-3.3;

4. 形成 3 个太阳能+空气能一体化热泵系列产品技术手册;

5. 研究建立太阳能+空气能一体化热泵中试生产线;

6. 提供示范项目用太阳能+空气能一体化热泵并安装调试;

7. 协助编制太阳能+空气能一体化热泵企业标准。

### 七、对揭榜方条件要求

1. 由国内高校与具备较强研发能力的空调制造企业组成联合体共同申报;

2. 具有较强的研发能力、良好的科研条件和稳定的人才队伍;

3. 技术挂帅人长期从事太阳能、空气能利用方面的研究，承担过国家级科研项目；

4. 拥有太阳能+空气能一体化热泵技术研究的经验和经历；

5. 拥有太阳能+空气能一体化热泵设备加工经验和经历，能够按照需求方的研究调整产品；

6. 拥有空气源热泵生产线建设能力，能够按照太阳能+空气能一体化热泵调整工艺流程。

## **八、联系方式**

联系人：程瑞仙

联系电话：13834653895

地址：山西省太原市并州南路西一巷9号

## 18、智能矿山云平台关键技术研究

### 一、所属产业方向

信息技术应用创新

### 二、需求企业

华晋焦煤有限责任公司

### 三、项目研究目标

项目拟针对我国煤矿生产效率提升慢，自主安全水平低，采掘系统的环境感知芯片、基础软件及智能监控等构成智慧矿山关键软硬件技术主要依靠国外等问题，研发出国产自主极弱光环境图像采集系统、采掘过程数据工业级实时/实序数据库和煤机装备科学数据共享服务云平台，形成全面感知、实时互联、分析决策、动态预测的智能控制系统，为矿山智能开采及产业集群提供核心技术支撑，构建完整的国产自主矿山智能采掘体系。

### 四、项目研究内容

1.研发能源矿山工业领域的工业云平台，建立关键装备智能故障诊断和失效分析模型，实现综采装备健康状态实时分析和设备状态感知与安全预警；

2.研发弱光环境图像采集芯片及硬件系统，满足井下掘进和综采工作面环境感知的高分辨率微光成像，可快速发现目标或危险源，并且实现视频信号实时自适应增强和快速传输；

3.研发采掘过程数据的国产时实/时序数据库，实现数据全流程数据加密，支持主、备、级联多种复制模式，攻克多核缓存一致性调度技术，建立数据管理策略及高效数据库模型。

## 五、揭榜方任务

1.提供一套综采装备智能故障诊断软件，实现综采装备运行数据的监测、实时故障诊断、指导维修、结果可视化、结果存储等功能；整合已有的软硬件资源，形成煤机装备专题知识库，提供煤机装备科学数据共享服务云平台。

2.研发出基于国产 EMCCD 成像芯片的微光环境视频采集芯片及系统，实现对极微弱光信号快速动态探测与实时采集；基于边缘计算技术应用图像自适应增强算法进行分析和处理，并且融合激光雷达数据，提高发现目标及危险源的精度。

3.研发出适用于综采/掘进面的国产实时/时序数据库，该数据库系统具备高并发、高速海量实时数据处理能力，实现数据的分布式存储和在线横向扩展能力。

## 六、揭榜方考核指标

1.工业云平台研发方面：建立的煤机装备科学数据共享服务云平台，存储能力不低于 500TB，大数据系统平台数据正确率不低于 99.9%，整体性能达到国际先进水平。

2.弱光环境图像采集芯片及硬件研发方面：研发满足井下掘进和综采工作面环境感知的高分辨率微光成像芯片，成像帧率不低于 30 帧，在  $10^{-3}\text{Lux}$ （国内  $10^{-2}$ ，国际  $10^{-4}$ ）光条件下实现对

目标图像的获取，通过边缘计算实现图像的实时智能化处理。

3.国产实时/时序数据库研发方面：建立的数据管理策略及高效数据库模型，支持 T 级别内存缓冲区管理，实时数据每秒交易性能达百万级，在 60%负载条件下故障恢复时间小于 10s（国际目前 30s），具备处理万级并发任务的能力（国际目前 5000-6000 并发）。

## **七、对揭榜方条件要求**

鼓励多方合作完成本项目，主承研单位具有从事过超大型云平台建设的经历，并且对项目中的关键技术拥有自主知识产权，参研单位具有信创和设备故障诊断方面的科研能力，有从事国产成像芯片关键技术研发的经历和智能故障诊断、设备健康管理方面的经历。

## **八、联系方式**

联系人：孔唯一

联系电话：18635888839

地址：吕梁市离石区久安路华晋苑

# 19、工控系统可信安全环境构建关键技术 研究

## 一、所属产业方向

信息技术应用创新

## 二、需求企业

百信信息技术有限公司

## 三、项目研究目标

主要面向工业设备、主机、网络、应用的安全防护需求，从工业设备可信验证、工业主机可信执行、工业网络可信连接和工业应用可信防护四方面入手，利用可信计算技术构建工控系统可信安全防护体系，拟解决工控系统可信启动、关键数据防篡改等安全可信技术问题，突破信任链传递、动态度量、密码算法硬件化等关键技术，研制支持五种以上工业总线的具有安全互联功能的工控系统硬件安全模块，实现工业设备可信验证、工业主机可信执行、工业网络可信连接和工业应用可信防护，从而建立基于可信计算技术构建的工控系统安全防护体系。

## 四、项目研究内容

主要面向工业设备、主机、网络、应用的安全防护需求：

1.研究可信启动、动态度量和关键数据防篡改等工控系统安

全可信基础理论与方法。研究适用于工控系统的信任链机制及相应的动态度量模型，建立具有灵活性和兼容机制的可信计算硬件安全机制。

2.研究可重构可信安全芯片等安全硬件架构：研究密码算法硬件化及加解密硬件引擎机制，可支持国际通用和国家自主的商用密码算法两套加解密算法，包括对称算法、非对称算法和哈希算法等多种算法。研究动态可重构设计方法，以满足工控系统计算力弱和异构性的特点。

3.研制智能网联硬件安全模块：研究云-边-端协同场景下现场工控设备、控制、网络、数据、应用等的安全协同机制，进而构建起完整的自主可控的工控系统可信安全防护体系。

## **五、揭榜方任务**

研究可信启动、动态度量和关键数据防篡改等工控系统安全可信基础理论与方法；完成可信安全芯片等安全硬件架构和密码算法硬件化设计；研制智能网联硬件安全模块；配合发榜单位做好工控系统主动免疫可信计算体系架构的构建，完成关键核心技术的成果化。

## **六、揭榜方考核指标**

1.建立适用于工控系统的可信启动、动态度量模型和关键数据防篡改等可信安全方法。

2.可信安全芯片具有动态可重构功能，具有工作状态分隔、内存隔离和主动控制功能；兼容国外通用和国家自主的商用密码

算法两套加解密算法，可信安全芯片主频>600MHz。

3.智能网联硬件安全模块具有数据透传功能，可支持五种以上总线接口，具有智能识别和检测五种以上工控协议，实现可信连接，安全互联的功能。

4.配合发榜单位，共同构建1套面向工控系统主动免疫的可信计算体系架构，可实现工控设备可信验证、工控主机可信执行、工控网络可信连接和工控应用可信防护等功能，进而形成基于可信计算技术构建的工控系统安全防护体系。

## **七、对揭榜方条件要求**

1.有较强的硬件设计及软件开发科技研发能力，有充足的研发投入、良好的科研条件和稳定的人员队伍，拥有项目所需的主要实验设备，可满足本项目研究及测试所需。

2.能针对发榜项目需求，提出攻克关键核心技术的可行性方案，具备独立研究能力，掌握自主知识产权。

3.科研单位、高校等组成联合体共同申报，联合体成员需有承担省部级以上相关课题的经验，鼓励产学研合作揭榜攻关。

## **八、联系方式**

联系人：郝爱爱

联系电话：15110398510

地址：山西综改示范区横河西二巷5号百信信创产业基地

## 20、E 级超算互联异构融合自适应软件系统 关键技术研究

### 一、所属产业方向

大数据融合创新

### 二、需求企业名称

山西数据技术有限公司

### 三、项目研究目标

本项目目标主要是解决超级计算软件系统未来面临超融合、多域互联、自适应调度等关键技术问题，实现多形态融合、大规模计算、超级算力互联、数据互联等技术，实现软件定义高性能计算，多域算力调度、数据互联等，对于我国超算新型计算架构带来颠覆性创新，推动不同计算技术之间的交叉融合及其在量子、类脑、光子、新型变革性器件等领域的深度集成应用具有重大意义。

### 四、项目研究内容

1.研究 E 级计算系统软件运行的互联融合机制，根据应用需求，灵活构建计算规模、调整系统配置、整合计算形态，研制适应应用需求的新型高性能计算机系统。

2.研究算力调度一体化，构建新一代多域、跨中心高效资源调度系统，实现资源一体化调度，充分发挥现有和在建超级计算

机的资源潜力，探索超算中心算力调度一体化方式，提升超算对科技创新、经济建设、社会发展的推动能力。

3.研究超算互联网，实现多域算力调度、数据互联，基于超算互联、异构业务类型业务特性，实现算力、数据、网络等联通调度，促进多中心之间的资源联动，实现超算互联互通。

4.推动产业链发展、探索创新生态机制，凝聚山西各类合作伙伴力量，促进计算产业创新发展，推动智能计算产业的健康持续发展。

## 五、揭榜方任务

实现 E 级（适用于 1.5E 级、2E 级及未来发展）计算机系统在多域、多样性、混合计算场景下的异构资源环境下的超大规模应用稳定运行，开展四个方向研究：一是研究 E 级（适用于双精度的 1.5E 级、2E 级及未来发展）计算系统软件运行的超融合机制，实现软件定义高性能计算；二是研究算力调度一体化，构建新一代多域、跨中心高效资源调度系统，三是研究超算互联网，实现多域算力调度、数据互联；四是推动产业链发展、探索创新生态机制。

## 六、揭榜方考核指标

1.实现能够应对多域、多样性和混合计算的场景，突破目前在海量数据分析、智能计算的高效融合机制。

2.实现多域算力资源一体化调度，实现具备 5+多域超级计算中心一体化调度条件，调度核心最大规模 100 万以上，支持 100PB 以上级别的数据规模和数据处理能力，作业启动延迟达秒级，作

业提交吞吐率达到 6000 个/秒，进行推理推演原型验证。

3.构建新一代智能化超算互联融合异构自适应系统的软件架构、规范、理论体系，与需求方共同申报 1 项行业细分标准。

4.开展不少于 10 类以上的应用验证，包括应涵气象、生命科学、石油勘探、盖图像识别、自然语言理解等领域。

5.形成 10 项发明专利(项目验收时专利状态为提交受理)、获得软件著作权 1 项。形成一项行业细分标准(项目验收时为申报状态)。

6.形成软件包：E 级超算互联异构融合自适应软件系统(包含软件安装介质、使用说明书、安装手册、白皮书等)。

## **七、对揭榜方条件要求**

1.揭榜方为国内在高性能计算方面有研究开发能力的高校、科研机构、科技型企业，鼓励与省内知名高校联合揭榜。

2.拥有相关专业国内科研团队，拥有省级及以上实验室或工程技术研究中心。

3.具有强有力的科研基础条件，技术挂帅人承担过与研究内容相近的省部级科研项目。

4.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相关或类似项目。

## **八、联系方式**

联系人：张森玮

联系电话：15735659465

地址：山西综改示范区太原学府园区长治路 345 号

## 21、广域数联网系统关键技术研究

### 一、所属产业方向

大数据融合创新

### 二、需求企业

山西省信息产业技术研究院有限公司

### 三、项目研究目标

本项目面向国际前沿，针对在不可信互联网之上实现可信的数据要素互联互通与融合应用的迫切需求，开展大规模组网、高数据吞吐量、高可用的数联网关键技术和平台研究。结合我省信创云平台建设及相关高校院所科研条件，率先在我省开展探索和实践，支持我省数字山西建设及信创产业的发展，为在全国乃至全球范围内推广以数联网为底座的大数据新型基础设施打好基础。

### 四、项目研究内容

为实现在大规模、多主体、不可信网络环境中打造以数据为中心的数联网新一代信息基础设施，把互联网从机器互联升级为数据互联，实现全网巨量数据的统一标识、细粒度全程管控及跨主体可信协同，满足数联网环境下数字资源统一标识和全网巨量数据跨主体可信协同的核心技术需求。

开展 5 个方向研究：(1)面向数联网的超大规模数字对象标

识与解析技术研究；(2)面向数联网的不可控网络空间中数字对象可信高效协同技术研究；(3)全网巨量数据互联的复杂系统体系架构研究；(4)数据全生命周期内责权利的全程管控技术研究；(5)行业技术标准研究。

形成 1 项产品：满足节点大规模组网、数据高吞吐率、系统高可用等技术特性的广域数联网试验床。

## 五、揭榜方任务

1.研究面向数联网的超大规模数字对象标识与解析技术，支持省-市-区（县）三级联动的省域政务数据数字对象标识注册管理与动态解析。

2.研究面向数联网的不可控网络空间中数字对象可信高效协同技术，支持政务数据的跨部门可信协同与融合应用。

3.研究全网巨量数据互联的复杂系统体系架构，形成科技报告和面向政务信息化场景的广域数联网技术体系实施方案。

4.研究数据全生命周期内责权利的全程管控技术，支持应用示范场景实现数据使用的全生命周期可信溯源。

5.研究数联网技术的共性技术特点，面向特定行业形成数联网技术行业标准。

## 六、揭榜方考核指标

1.提出全网巨量数据互联的复杂系统体系架构，解决数字对象标识与解析、数据全生命周期内责权利的全程管控以及不可控网络空间中数据可信高效协同等制约性关键技术，取得知识产

权，形成发明专利 5 项（项目验收时专利状态为受理）。

2.完成 1 项产品：广域数联网试验床。广域数联网试验床预计支持的节点数量不少于 500、管理数据量可达到 PB 级；在互联网环境 500 节点网络规模下，数联网核心系统交易性能超过 100 万 TPS，申请软件著作权 2 项。

3.申报 1 项行业标准：数联网技术标准。

4.实现成果产业化转化。基于广域数联网试验床提供的基础技术数据服务，在政务信息化领域，完成至少 1 项关键应用示范工程。

## **七、对揭榜方条件要求**

揭榜方具有强有力的科研基础条件，承担过省部级以上相关或类似项目，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。技术挂帅人承担过与研究内容相近的省部级科研项目。

## **八、联系方式**

联系人：高晶

联系电话：13834556140

地 址：山西省太原市平阳路 42 号

## 22、基于矿山信息物理系统的智能煤矿 安全生产关键技术研究及示范应用

### 一、所属产业方向

大数据融合创新

### 二、需求企业

晋能控股煤业集团同忻煤矿山西有限公司

### 三、项目研究目标

研究基于矿山信息物理系统的技术体系，构建可复制的智能煤矿建设模型，实现煤矿智能化研究的重大创新，达到煤矿信息化与自动化深度融合。解决煤矿安全生产关键技术难题，减少煤矿井下作业人员 20%以上，技术达到国际领先水平。形成工业示范应用，带动我省智能矿山特色产业链快速发展。

### 四、项目研究内容

面向智能煤矿建设需求，构建矿山信息物理系统 M-CPS ( Mine-Cyber Physical Systems ) 的技术架构体系，形成智能矿山建设参考模型；研究矿山生产过程智能感知、数字孪生与数字建模理论和方法，开发形成基于数据驱动的虚实交互高沉浸式调度指挥决策平台；聚焦煤矿安全生产环节，重点开展：综采工作面高质量全覆盖低延迟的无线网络传输与自主截割控制系统研究，

主运输系统多级协同优化控制与视频异物识别和设备故障超前诊断预警技术研究，辅助运输系统车辆辅助驾驶和路径智能规划以及人员与物资智能调度技术研究，通风系统三维仿真建模与通风网络动态解算以及全网智能调控技术研究，供电系统新型零时限选择性继电保护与智能巡检无人值守关键技术研究，构建矿山信息物理系统单元级与系统级，实现煤矿一体化智能管控，减少井下作业人员；并进行煤矿工业现场示范应用。

## 五、揭榜方任务

1.结合矿山行业特点，提出与构建矿山信息物理系统 M-CPS 的技术架构体系，形成智能矿山建设参考模型。

2.构建智能煤矿数字孪生系统，搭建实际控制系统与虚拟装备间的双向数据交互通道，实现综采工作面、辅助运输系统、矿井通风系统等场景物理实体与数字孪生体的虚实映射、实时交互，并实现虚拟仿真及设备运行调试。

3.针对安全生产控制子系统，开发形成具有高质量全覆盖低延迟的无线网络传输与自主截割的综采工作面控制系统；建立具有设备故障超前诊断预警的主运输多级协同优化控制系统；开发车辆辅助驾驶功能，构建全矿井人员与车辆实时调度系统；实现矿井风量三维仿真模拟与通风网络动态解算，建立全矿井风网智能调控系统；构建无人值守的智能供电系统。

4.实现工业现场示范应用。完成关键核心技术的成果转化，支撑同忻煤矿建立国家首批智能化煤矿先导应用示范工程。

## 六、揭榜方考核指标

1.研制 M-CPS 数字孪生平台，实现“人-机-环”全要素深度融合与生产过程在线规划和精准调控，系统融合承载能力 $\geq 50$ 个智能化子系统。

2.实现工作面宽带无线信号全覆盖与动态优化，信号 RSRP $\geq -85\text{dBm}$ ；实现采煤机、支架电液控、工作面运输设备数据的无线采集与远程遥控，控制指令时延 $\leq 200\text{ms}$ ；完成综采装备机群自主截割优化算法模型 $\geq 10$ 个；工作面智能化控制手动干预率低于 13%。

3.实现主运输皮带全过程协同优化控制，减少现场作业人员 20%以上；井下皮带大块异物视频识别率 $\geq 80\%$ ；机电设备轴承、齿轮等关键部位故障预警准确率 $\geq 90\%$ 。

4.实现矿井车辆辅助驾驶和调度智能优化。井下运输线路车辆定位精度 $\leq 30\text{cm}$ ，智能调度最优路径规划时间 $\leq 1\text{s}$ 。

5.实现矿井风网自动调节控制，风网解算结果(风量与风压)误差 $\leq 6\%$ ，减少通风管理与作业人员数量不低于 30%。

6.实现矿井供电系统无人值守远程控制，供电专用通信网络传输保护逻辑信息时延 $< 25\mu\text{s}$ ，继电保护故障切除时间 $< 90\text{ms}$ 。

## 七、对揭榜方条件要求

1.揭榜方在煤矿智能化技术领域有雄厚的研究基础和优势，拥有省级技术中心等技术创新平台，具有科技成果工程化开发和产业化转化的成功经验，具有相关产品的开发能力。

2.揭榜方为相关专业的稳定科研团队，具有煤矿智能化领域多年的实践经验，并在相关方面拥有与项目相关的知识产权或相关论文专著，且承担过省级或国家级重点研发计划项目。

3.技术挂帅人专业从事矿山行业智能化技术研究与实践工作，拥有承担省部级以上重点科研项目经验。

## 八、联系方式

联系人：王冬波

联系电话：13703522232

地址：大同市云冈区窑子坡村南

## 23、集成电路用高纯度半导体碳纳米管制备 关键技术研发

### 一、所属产业方向

集成电路

### 二、项目研究内容

1. 高纯度半导体单壁碳纳米管材料的大规模制备方法研究；
2. 碳纳米管网络和阵列薄膜大面积制备方法研究；
3. 高性能碳纳米管薄膜晶体管制备工艺研究；
4. 对碳纳米管材料的高精度成像研究。

### 三、项目考核指标

1. 研究出 1-2 种高纯度单壁半导体碳纳米管材料的大规模制备方法，对单壁半导体碳纳米管的手性实现一定的调控，并实现纯度 $>99.99\%$ 的半导体碳纳米管的稳定可控制备。

2. 实现大面积（8 寸圆片或  $200\text{mm}\times 200\text{mm}$  方片）均匀密度可控的碳纳米管网络薄膜的稳定制备，片上和片间密度均匀性涨落 $<15\%$ 。

3. 研究出碳纳米管阵列薄膜的制备方法，实现大面积（4 寸圆片）碳纳米管阵列薄膜的稳定可控制备。

4. 研究出碳纳米管薄膜晶体管的半导体制造工艺，器件迁移率 $>100\text{cm}^2/\text{Vs}$ ，阈值电压均一性 $\Delta V_{\text{th}} < 0.5\text{V}$ ，界面态密度 $<5 \times 10^{12}/(\text{cm}^2 \cdot \text{eV})$ ，开态电流涨落 $<20\%$ ，阈值电压漂移 $<2\text{V}$ (1小时)。

5. 实现利用原子芯片上光晶格中的超冷原子气体进行高灵敏度微弱力测量，探测灵敏度优于 $10^{-24}\text{N}/(\text{Hz})^{1/2}$ ，实现对碳纳米管的精准二维成像。

#### 四、对揭榜方条件要求

1. 揭榜团队具备良好的开展本项目的前期研究基础。
2. 具备开展本项目所需的基础设施条件和设备条件。

#### 五、联系方式

联系人：山西省科技厅半导体与新材料科技处 李大赵

联系电话：13513515958

地址：山西省太原市万柏林区滨河西路南段 129 号  
焦煤双创基地 A 座 1117 室

## 24、超高速真空管道列车车体密封/降噪/磁屏蔽 一体化智能化结构设计技术研究

### 一、所属产业方向

先进轨道交通装备

### 二、项目研究内容

1.开展超高速低真空管道磁浮车体的使用环境与运用条件研究，建立车体使用保管环境条件。

2.依据车体使用保管环境条件要求，完成原型车体的磁屏蔽结构、隔热结构、降噪结构、密封结构设计，建立结构功能一体化原型车体数字模型。

3.完成原理样件、结构样机的研制及试验验证，各项性能指标满足考核要求。

### 三、项目考核指标

1.使用真空度：0.1kPa~101kPa；

2.使用温度：-30°C~45°C；

3.原理样件尺寸：≦1000mm（长）×1000mm（宽）×1000 mm（高）；

4.原理样件：≦1套；

5.车体样机尺寸：≦3500mm（长）×2900mm（宽）×3100mm

(高);

6.车体样机:  $\leq 1$  套;

7.样件、样机外部磁感应强度不小于 10.8mT 时, 舱内座椅位置磁感应强度不高于 0.5mT;

8.样件、样机外部噪声不小于 130dB 时, 舱内座椅位置噪声不高于 70dB;

9.样件、样机外部温度不小于 45℃ 时, 舱内座椅位置温度不高于 30℃;

10.样件、样机结构承载压差:  $\leq 100\text{kPa}$ ;

11.样件、样机结构局部漏率:  $\geq 1 \times 10^{-3}\text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ ;

12.样件、样机结构增压舱泄漏量:  $\geq 0.022\text{kg/s}$ ;

13.样件、样机结构具备智能监测能力, 可智能感知关键部位的温度、压力、磁感应强度与结构应力, 当气压低于 75kPa, 磁感应强度大于 1.2mT, 车内温度高于 30℃ 或关键部位结构应力发生突变时, 智能结构能主动预警;

14.原型车设计抗冲击能力:  $\leq 200\text{kJ}$ ;

15.原型车设计寿命: 30 年。

#### 四、联系方式

联系人: 山西省科技厅智能化应用科技处 索 静

联系电话: 0351-4068001

地 址: 山西省太原市万柏林区滨河西路南段 129 号  
焦煤双创基地 A 座 1110 室

## 25、深层裂缝型储层 EGS 地热开发 关键技术研究

### 一、所属产业方向

新能源

### 二、项目研究内容

1.查明太原市 3500-4000m 深层变质岩地层地热资源量( EGS 地热储层) 和品位( 温度)。

2.研究该地层裂缝分布特征与渗透系数。通过取芯, 研究变质岩地层的裂隙分布; 通过抽水和压水试验, 研究热储层渗透系数; 通过高温高压试验, 研究不同温度、地层压力以及水压下, 热储层渗流特性、地质力学特征; 通过高温高压试验, 研究长期水岩作用下热储层的渗流特征; 进一步研究裂隙岩体长期水岩作用下的传热特征。

3.通过地球化学、水文地质、岩石力学等方法, 研究变质岩 EGS 地热储层含水特征、储水系数与水头及补水机制; 研究变质岩热储层地热水水质特征及其对回灌影响。

4.通过抽水试验, 研究变质岩 EGS 地热储层排水量 - 降深关系、水温 - 排采水量关系。

5.通过井筒传热试验, 结合不同井位布置方式, 研究太原市 EGS 地热高效开发技术, 采用数值模拟进行开发方案模拟。

6.进行 1000 小时以上采热与回灌示范试验，为大规模工业开发提供设计参数；研究高效供热系统方案。

### 三、项目考核指标

1. 形成国内外独有的深层裂缝型热储 EGS 地热开发的理论与技术体系。

2. 井深达到 4000m，揭露变质岩地层厚度 1000m 以上。

3. 地热井口温度不低于 90℃。

4. 单井采热量不低于 100t/h。

5. 单井供暖面积达到 12 万平方米。

6. 地热尾水 100%回灌。

### 四、对揭榜方条件要求

1. 拥有省级及以上重点实验室或工程技术研究中心，拥有项目所需的主要实验设备，可满足本项目研究所需；

2. 研究团队具有前期研究基础，并主持过高温岩体地热相关国家级项目；

### 五、联系方式

联系人：山西省科技厅能源与节能环保科技处 张杰

联系电话：0351-4043057

地址：山西省太原市万柏林区滨河西路南段 129 号焦煤  
双创基地 A 座 1212 室

## 26、大规模离子阱量子计算的关键技术研究

### 一、所属产业方向

量子信息

### 二、项目研究内容

基于囚禁离子系统的高速大规模量子模拟与计算，包括：

1. 结合低温制冷技术，在宏观离子阱系统中开展量子比特数扩展的实验与理论研究。通过对离子阱技术新机制的研究，将现有离子数目大幅提高。

2. 利用微机电技术和互补金属氧化半导体工艺，加工生长二维离子阱芯片。为实现包含量子纠错功能的大规模容差计算量子计算提供了技术基础。

3. 结合超快光脉冲的非绝热逻辑门，同时考虑利用里德堡离子间强的偶极相互作用，实现百纳秒量级的双离子纠缠门。

4. 离子阱量子计算原型机的研制。结合离子阱囚禁及量子比特操控技术，研制离子阱量子计算原型机。将激光系统、微波控制系统及离子阱主体有效集成，同时开发面向用户的可编程软件，实现离子阱量子计算原型机。

### 三、项目考核指标

可开放使用的 30 比特量子计算，两比特纠缠门保真度达

到 99%，达到世界领先水平；实验室超过 60 比特有效量子计算系统，实现一定规模的量子容差计算，达到世界先进水平。

#### **四、对揭榜方条件要求**

1. 揭榜方具有在离子阱量子计算领域有雄厚的研究基础和优势，拥有省级以上重点实验室，具有相关科学技术的研发能力。

2. 揭榜方为相关专业的稳定科研团队，可开展离子阱体系量子操控等方面的技术研究，并在相关方面拥有与项目相关的知识产权或相关论文专著。

3. 技术挂帅人拥有主持国家级重点科研项目经验。

#### **五、联系方式**

联系人：山西省科技厅信创和大数据科技处 陈慧峰

联系电话：0351-4081306

地址：山西省太原市万柏林区滨河西路南段 129 号

焦煤双创基地 A 座 1119 室

## 27、基于量子光源的激光干涉引力波探测器 原型机关键技术研究

### 一、所属产业方向

空天开发

### 二、项目研究内容

开展第3代地基引力波探测器的设计和相关技术验证等工作。

1. 压缩角随频率旋转的高压缩度压缩态技术。研究压缩光产生系统噪声传递的物理机制，突破超低损耗压缩光系统、超低位相锁定、极微弱信号探测等技术。研制小型化、窄线宽滤波腔，制备频率依赖的压缩光。

2. 基于反馈控制的低强度噪声激光技术。研究激光器噪声传递的物理机制，突破低噪声、大动态范围探测器技术，超稳定电压参考源技术，高增益、大带宽PID控制等技术，抑制低频段激光强度噪声。

3. 激光干涉仪振动隔离系统技术研究。研制用于放置超大型激光干涉仪中各光学系统、部件的振动隔离系统；突破隔振系统中位移、加速度等高精密测量技术、主被动反馈控制技术以及高隔离比的悬挂技术等。

4. 激光干涉仪超高真空系统技术研究。研制用于放置超大型光学干涉仪及其辅助器件的超高真空系统，突破超大型真空管道、腔体的超高真空的获得、监测和维护等技术。

5. 激光干涉仪辅助系统。低损耗、高功率兼容的光学元器件研制，包括光学隔离器、低剩余振幅调制器等；自适应波前控制技术；高功率下的光机非稳性研究及控制技术；基于光机弹簧的干涉仪灵敏度增强技术，实现干涉仪高灵敏频段的精准动态调控。

6. 激光干涉仪控制和数据系统技术研究。研制用于超大型光学干涉仪的监视和控制处理系统，通过后处理和分析，区别周期和随机背景信号以获得引力波信号的技术。

### 三、项目考核指标

1. 建造压缩度达 15 dB 的量子光源；

2. 建造输出功率为 50W、波长为 1550nm 的单频、窄线宽激光光源，噪声指标达国际同类激光器最高水平；

3. 利用量子光源辅助技术，实现突破散粒噪声极限 10dB 的灵敏度提高（目前国际最高指标为 3dB）；

4. 建造 2 级水平方向隔震加 2 级垂直方向隔震组成的震动隔离系统，将水平方向的地震噪声降低 5 个数量级，垂直方向的地震噪声降低 3 个数量级；

5. 建造大尺度、低噪声的真空系统，真空度为  $2 \times 10^{-5} \text{Pa}$ ；

6. 建造大尺度、低损耗镜片生产系统，镜片的直径为 12cm，

损耗为 100ppm。

#### 四、联系方式

联系人：山西省科技厅综合前沿科技处 李蕾

联系电话：0351-4067992

地址：太原市万柏林区滨河西路焦煤双创基地 A 座  
1116 室

## 28、有机旱作农业技术体系构建与示范应用

### 一、所属产业方向

有机旱作农业和现代农业

### 二、项目研究内容

围绕山西干旱少雨的旱区背景和优势特色作物，开展：不同生态区与水资源承载力和环境容量相匹配的农业结构和种植制度优化、雨水集蓄资源化与智能水肥一体化、作物绿色覆盖高效用水技术及机制研究；耕地质量提升技术及机制、轮作增碳消障与土壤肥力培育技术模式及机制研究；农业废弃物资源化多级利用生态循环技术模式及其机制研究；秸秆快速腐解剂与生物菌肥等产品研发；抗旱耐瘠节水新品种和新种质创制；优势特色作物艺机一体化有机旱作技术集成与场景应用，并辐射推广。

### 三、项目考核指标

建立 3000 亩核心示范区、3 万亩示范区；核心区耕层土壤有机质含量提高 0.5g/kg 以上，耕地质量提高 1-2 个等级、肥料利用率提高 15%以上、有机物料综合还田利用率 90%以上、降水利用率由 50%提高到 60%以上、作物水分利用效率提高 15%以上、农药化肥减施 20%以上；研发耕地质量提升、退化耕地改良调理剂产品 3-5 个，作物高效专用肥料 8-10 个；集成有机旱作农业技术模式 10-15 项；创制抗旱耐瘠新种质 10 份以上、培

育抗旱节水品种 5-10 个；研发微生物菌肥（剂）产品 3-5 个；改进（研发）艺机一体化智能农机装备 8-10 台（套）、认证绿色（或有机）产品面积占核心示范面积 80%以上；制定有机旱作技术规程 7-8 项、发布地方标准 6-7 项；项目累计辐射推广 30 万亩以上、平均亩增收 200-500 元以上、实现社会效益 0.6-1.0 亿元。

#### **四、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。

#### **五、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

## 29、山西省特色杂粮优异基因资源挖掘 及育种应用

### 一、所属产业方向

有机旱作农业和现代农业

### 二、项目研究内容

依托山西省丰富的杂粮种质资源和雄厚的杂粮常规育种积淀，以谷子、高粱、荞麦和杂豆等重要杂粮作物为研究对象，系统收集和整理山西省特色杂粮作物种质资源，构建杂粮作物微核心种质，并用于重要性状的精准鉴定；解析杂粮作物重要农艺性状与功能物质形成以及环境适应性的分子机理与调控网络，发掘用于杂粮作物分子设计育种的重要基因资源；建立杂粮作物产量、品质及养分高效分子育种模块，采用基因编辑以及分子标记辅助选择等现代生物技术手段结合常规杂交、回交以及人工诱变育种技术，开发与株型、高光效、抗旱以及氮磷高效吸收利用有关的分子标记；解析杂粮作物根际微生物组及调控养分利用的分子网络；培育一批高产优质的杂粮作物新品种，促进山西杂粮产业的高质量绿色发展。

### 三、项目考核指标

构建我省主栽谷子和高粱品种的三维基因组各 1 个，组装谷子、高粱、荞麦和杂豆（芸豆、红小豆或绿豆）等杂粮作物代表性品种的高质量参考基因组各 1 个；构建谷子、荞麦和代表性杂

豆的微核心种质 5 个，构建谷子、高粱、荞麦和杂豆等杂粮作物核心种质资源表型和基因型数据库不少于 5 个，建设可供遗传和育种利用的杂粮作物优异种质共享平台 5 个；获得谷子、高粱、荞麦、杂豆等杂粮作物产量、营养品质、氮磷养分高效利用、环境适应性以及抗逆和抗病等性状紧密连锁的 QTL 区段或 SNP 位点 20-30 个，挖掘调控谷子、高粱、荞麦、杂豆等杂粮作物产量、营养品质、株型和高光效等性状关联的重要基因 5-10 个；发掘调控苦荞高芦丁、谷子高叶酸和富硒、高粱低木质素含量的重要基因 3-5 个，并解析其调控杂粮重要品质性状形成的分子机制；开发具有重要育种应用价值的分子标记 5-10 个；解析杂豆根际微生物组及固氮调控网络 1-2 个；培育高产、优质、抗旱、抗病的谷子、高粱、荞麦和杂豆新品种合计 5-10 个。

#### **四、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。

#### **五、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