

## 附件 1

# 2024 年度自治区重大重点科技项目申报指南 ( 高新技术领域 )

## 一、新型材料专项

### (一) 专项设立背景

围绕打造在西部有一定影响力的新型材料生产研发基地的需求，大力发展高纯度、高强度、高精度、高性能的新型材料，重点研发应用高性能金属材料的精深加工关键技术，开发化工新材料高端化、绿色化、精细化新产品，开发无机非金属材料高端特种新产品及先进制备技术，研发应用能源与电子材料产业化生产关键技术，加快前沿新材料的技术引进与转化应用。

### (二) 攻关方向

#### 1. 金属材料

##### 1.1 金属锰电解液中离子工业化高效控制与分离技术 ( 重大攻关方向 )

研究内容：针对金属锰电解过程中硫酸锰电解液内部锌、钴、镍等阳离子及氯、硫等阴离子对电解锰产量、质量的影响机理不明，导致有针对性的离子检测、控制、去除和分离技术缺乏的难题，开展阳离子浓度控制技术、阴离子含量检测及浓度控制技术、工业化的离子测定与控制技术等研究，从而开发出世界领先的电解锰溶液净化除杂工艺。

基本考核指标：电解金属锰合格率 $\geq 95\%$ ，单板产量 $\geq 3.7\text{kg}$ ， $\text{Cl}^- \leq 500\text{mg/L}$ ， $\text{SO}_3^{2-} \leq 200\text{mg/L}$ ， $\text{S}^{2-} \leq 1\text{mg/L}$ ，Sn 离子含量 $\leq 25\text{mg/L}$ ，Pb 离子含量 $\leq 10\text{mg/L}$ ，Sb 离子含量 $\leq 7\text{mg/L}$ ，Fe 离子含量 $\leq 6\text{mg/L}$ ，Zn 离子含量 $\leq 5\text{mg/L}$ ，Ni 离子含量 $\leq 3\text{mg/L}$ ，Co、Cu、Cr、Cd、Ag、Ba 等离子

含量 $\leq 1\text{mg/L}$ 。

注意事项：本方向限“宁夏电解金属锰及锰系合金材料研发创新联合体”申报，项目中需设立至少三个子课题并根据子课题管理要求分解任务和资金（包括财政资金与自筹资金），每个子课题必须由联合体中不同的成员单位分别牵头实施。

### 1.2 含锌固废中 6N 级高纯铟的提取技术

研究内容：针对目前 6N 级以上高纯铟（含量大于 99.9999%）制备工艺能耗大、回收率低（ $<70\%$ ）以及产品质量差等问题，通过研究硫酸盐体系电解络合剂，控制电解时 Sn、Fe 等杂质析出；通过研究硫酸铟溶液电解工艺，实现高纯铟的致密平整析出；研究阴极铟再溶解-电解铟的两步电解工艺，实现铟再次提纯后纯度达到 99.9999%的目标；研究由含锌固废制备回收制备高纯铟的工艺，进行中试前的工业化试验。

基本考核指标：高纯铟产品纯度 $\geq 99.9999\%$ ，整套工艺铟的总体回收率 $\geq 95\%$ ，整体生产能力达到 10 吨/年。

### 1.3 空间卫星用直抛光学级铍扫描镜体制备及加工技术

研究内容：针对现有的采用真空热压和热等静压的铍扫描镜无法满足深空探索所面临的超低温环境（40K-100K）且可直接进行镜面加工的直抛光学级铍镜被国外禁运的现状，研究铍原料预合金提纯技术，解决铍熔炼过程中 BeO 增长，Fe、Mg 等杂质元素提纯不彻底的难题；研究铍雾化制粉技术，突破铍粉末形貌、粒径与分布、氧含量、收率等控制技术难题；研究铍扫描镜体成形技术，突破直抛光学级铍镜体材料致密性、均匀性控制及脱气与固结工艺技术难题；研究铍扫描镜面加工技术，突破光学级铍镜面磨、抛加工及检测技术难题。最终研制出包络尺寸 400mm 的直抛光学级铍扫描镜，实现关键材料自主可控。

基本考核指标：镜体材料抗拉强度 $\geq 350\text{Mpa}$ 、屈服强度 $\geq 280\text{MPa}$ 、延伸率 $\geq 3\%$ 、BeO 含量 $\leq 0.5\%$ ；成品镜体的包络尺寸达到 400mm。

#### 1.4 航空电连接器用铍铜丝制备技术

研究内容：针对航空电连接器的关键原材料 $\phi 0.03 \sim \phi 0.5\text{mm}$ 的铍铜丝主要依靠进口的问题，研究铍铜铸锭真空熔炼技术、铍铜丝连续光亮淬火技术、细径铍铜丝的拉拔技术、铍铜丝自然圈径控制技术，最终开发出满足我国航空制造企业需求的铍铜丝产品，实现航空电连接器铍铜丝国产化目标。

基本考核指标：产品成分中 Be 在 1.8-2.0%， $\text{Co}+\text{Ni} \geq 0.25\%$ ， $\text{Co}+\text{Ni}+\text{Fe} \leq 0.5\%$ ， $\text{Al} \leq 0.15\%$ ， $\text{Si} \leq 0.15\%$ ，直径 $\leq 0.20\text{mm}$ 的产品其镀前抗拉强度为 784~1078MPa，直径 $> 0.20\text{mm}$ 的产品其镀前抗拉强度为 686~980MPa。

#### 1.5 低温超导铌制品新一代制备技术

研究内容：通过深入研究微观组织等 RRR 值影响因素并加以调控，解决原有低温超导铌制品制备工艺中 RRR 值损益过大的难题；通过开发新的抛磨、酸洗及过程保护技术，解决原有工艺表面粗糙度过大的技术难题；通过开展温度场缺陷调控及畸变场控制，解决微观组织不均匀等难题。最终形成新一代达到国际先进水平的低温超导铌制品成套制备技术，并形成中试生产能力。

基本考核指标：RRR 值损益 $\leq 40$ ；超导铌制品  $R_t \leq 15\mu\text{m}$ ；晶粒度控制在  $G=5.0 \pm 1.0$  级；超导铌制品达到 20 吨/年的中试生产能力。

#### 1.6 超高温轴承用难熔高熵合金材料制备技术

研究内容：针对使用温度  $1000^\circ\text{C}$  以上的超高温轴承制造对难熔高熵合金原料的制备需求，通过开发难熔高熵合金的高强韧组分设计与可控制备技术、表面合金化及其高温耐磨-抗氧化协同设计技术，制备出超高温滑动轴承或关节轴承等典型部件，满足航空航天的具体使用要求。

基本考核指标：合金料室温断裂韧性 $\geq 20\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ ， $1200^\circ\text{C}$ 的屈服强度 $\geq 200\text{MPa}$ ，抗压强度 $\geq 300\text{MPa}$ ，断裂应变 $\geq 10\%$ ；表面合金化层厚度 $\geq 50 \mu\text{m}$ ，合金化层与基体高熵合金基体之间属于冶金结合；在

1000-1100℃的范围内磨损率 $\leq 8.0 \times 10^{-4} \text{ mm}^3/\text{N} \cdot \text{m}$ 。

### 1.7 N 型单晶硅光伏电池银浆用银粉产业化制备技术

研究内容：针对国产 N 型光伏电池银浆用银粉性能与进口产品存在较大差距的问题，开展银粉生长机理及还原工艺体系研究，解决银粉振实密度低，分散性差的技术难题；开展银粉粒径控制技术研究，解决银粉粒径范围宽、不受控的技术难题；开展银粉表面包覆材料开发及表面修饰工艺研究，解决包覆不均匀且包覆后适用性差的技术难题。最终开发出光伏用特种银粉的制备技术，并在银浆中进行应用验证，使性能与进口产品接近，且实现产业化生产，从而解决 N 型光伏电池用银粉依赖进口的问题，同时填补我区相关产品的空白。

基本考核指标：银粉 BET 为 0.30-0.60 $\text{m}^2/\text{g}$ ；松装为 1.6-3.30 $\text{g}/\text{cm}^3$ ；灼减 $<0.70\%$ ；D50 在 0.85~1.25  $\mu\text{m}$  时 TD 为 4.00~5.00 $\text{g}/\text{cm}^3$ ；D50 在 1.35~1.75  $\mu\text{m}$  时 TD 为 5.00~6.50 $\text{g}/\text{cm}^3$ 。

## 2. 无机非金属材料

### 2.1 大尺寸薄壁碳化硅热交换管材制造技术（重大攻关方向）

研究内容：针对化工行业急需的耐腐蚀、耐高温、耐高压的碳化硅陶瓷热交换管材的制造技术为国外垄断的现状，通过研究大尺寸陶瓷管材专用粉体、成型和烧结过程中密度梯度和温度场梯度控制技术、专用烧结装备与炉内支架的结构设计与制造技术，解决大尺寸薄壁碳化硅陶瓷管材成型难、烧结易变形和烧结致密度不足等瓶颈问题，从而实现长度大于 2000mm 的薄壁陶瓷管材的国产化替代。

基本考核指标：体积密度 $\geq 3.10\text{g}/\text{cm}^3$ ；弯曲强度 $\geq 350\text{MPa}$ ；断裂韧性 $\geq 3.2\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ ；长度 1000-3000mm；壁厚 1.5-3 $\pm 0.1\text{mm}$ ；管径 15-30mm；热导率 $\geq 140\text{W}/\text{m} \cdot \text{k}$ ；热膨胀系数 $\geq 4.66 \times 10^{-6}\text{RT}-1000^\circ\text{C}/\text{K}$ ；抗静压强度 $\geq 16\text{MPa}$ ；最高使用温度 $\geq 1000^\circ\text{C}$ 。

注意事项：本方向限“宁夏碳化硅陶瓷制备创新联合体”申报，项目

中需设立至少三个子课题并根据子课题管理要求分解任务和资金（包括财政资金与自筹资金），每个子课题必须由联合体中不同的成员单位分别牵头实施。

## **2.2 半导体硅材料专用长寿命高纯度石英坩埚制造技术（重大攻关方向）**

研究内容：石英坩埚是集成电路制造的关键耗材之一，但国产的石英坩埚与进口产品相比，在坩埚尺寸、纯度、寿命上存在明显差距，难以保障集成电路制造用单晶在拉晶时间和拉晶次数等方面越来越高的要求。通过研究透明层气泡生成及抑制机理、石英坩埚内表面纯度提升技术、石英坩埚厚度优化技术及后续的产业化制造技术，最终开发出一整套长寿命、高纯度、高品质的石英坩埚产品的生产制备技术，实现这一领域的国产替代。

基本考核指标:使用寿命 500h 以上;气泡位置在透明层表层 1mm 以内;  $\phi \leq 0.5\text{mm}$  的微气泡每平方毫米数量不超过 8 个; 直壁透明层厚度为 4-8mm; 底部透明层厚度为 3-5mm; R 角透明层厚度为 8-13mm; 总纯度含量小于 0.2ppm。

注意事项：本方向限“宁夏集成电路制造关键硅材料产业链协同创新联合体”申报，项目中需设立至少三个子课题并根据子课题管理要求分解任务和资金（包括财政资金与自筹资金），每个子课题必须由联合体中不同的成员单位分别牵头实施。

## **2.3 半导体晶圆装载悬臂浆用重结晶碳化硅粉体制备技术**

研究内容：针对半导体扩散炉悬臂浆对高流动性、分散性好的超细重结晶碳化硅粉体的巨大需求，开发类球形、高振实密度、超细重结晶碳化硅粉体制备技术，研究重结晶碳化硅粉体的纯化及碳杂质含量控制技术，探索重结晶碳化硅粉体的化学表面改性技术及表面包覆改性技术等，从而实现进口替代产品的制备技术开发及中试生产。

基本考核指标：粒度  $2.5\mu\text{m} \geq D50 \geq 1.5\mu\text{m}$ ；SiC 含量  $\geq 98\%$ ； $\text{Fe}_2\text{O}_3$  含量  $< 0.5\%$ ； $\text{SiO}_2$  含量  $< 0.5\%$ ；Si 含量  $< 1\%$ ；堆积密度  $\geq 0.5 \text{ g/cm}^3$ ；振实密度  $\geq 1 \text{ g/cm}^3$ ；比表面积： $4\text{-}6\text{m}^2/\text{g}$ 。

#### **2.4 高掺量粉煤灰基高强纤维一步法制备技术**

研究内容：针对我区存量巨大的粉煤灰固废高值化利用的需求，以高铝粉煤灰（氧化铝含量大于 25%）为原料，通过建立区内主要工业粉煤灰成分数据库，提出原料多元配伍配方；研究粉煤灰原料的预处理技术，有效去除物料自身的挥发性组分；研究纤维性能最佳的原料复配比例；研究熔融、拉丝、涂覆浸润工序集成的一部法制备工艺，实现粉煤灰基连续长纤维的中试制备，为粉煤灰的高值化、体量化利用提供新的方向。

基本考核指标：纤维拉伸强度  $\geq 4500\text{MPa}$ （有浸润剂）或  $\geq 1800\text{MPa}$ （不含浸润剂）；拉伸模量  $\geq 85\text{GPa}$ ；纤维中粉煤灰用量  $\geq 75\%$ ；纤维直径  $10\text{-}20\mu\text{m}$  可调；纤维体密度  $2.2\text{-}2.8\text{g/cm}^3$ ； $150^\circ\text{C}$  长度收缩率  $\leq 2.0\%$ ；最高使用温度  $500^\circ\text{C}$ ；120 小时强紫外线照射后强度损失率  $< 15\%$ 。

### **3. 化工新材料**

#### **3.1 阻水芳纶新产品制备技术（重大攻关方向）**

研究内容：针对光纤领域使用的特种芳纶对干式阻水性能的特殊要求，通过开展高伸长对位芳纶纤维制备技术、阻水芳纶产品制备技术、阻水芳纶应用技术等的开发，制备出可以满足光纤使用需求的特种芳纶，实现芳纶产品的高值化应用。

基本考核指标：阻水芳纶纤维拉伸强度  $\geq 18\text{cN/dtex}$ ，断裂伸长率  $3.5 \pm 1\%$ ，拉伸模量  $\geq 100\text{GPa}$ ，纤维上胶量  $\leq 12\%$ ，阻水芳纶膨胀率  $> 10\text{mL/g}$ 。

注意事项：本方向限“宁夏对位芳纶创新联合体”申报，项目中需设立至少三个子课题并根据子课题管理要求分解任务和资金（包括财政资金与自筹资金），每个子课题必须由联合体中不同的成员单位分别牵头实施。

#### **3.2 新型环保防鼠蚁高端线缆生产技术**

研究内容：针对现有的化学法防鼠蚁地下线缆刺激性气味大，而且主要线缆料为国外进口的现状，研究微胶囊技术，实现防鼠蚁剂刺激性气味的遮蔽；开发防鼠蚁剂与三嗪阻燃剂的超分子改性技术，实现驱避剂功效的可控缓释；开发大长度连续叠加组合生产工艺，研制共挤出工艺及磨具，实现新型环保防鼠蚁高端线缆的工业化生产，实现同类产品的国产替代。

基本考核指标：形成 50 吨/年的工业化生产能力；线缆无刺激性气味，可以达到防大鼠和防白蚁 1 级（FSY11），拉伸强度不低于 14MPa。

### 3.3 聚乙烯亚胺（PEI）高分子材料合成技术

研究内容：通过开发一种实现目标产品聚乙烯亚胺（PEI）分子量可调的新型引发剂、研制一款用于乙烯亚胺聚合的特殊高压釜、研究乙烯亚胺一步法合成聚乙烯亚胺的新工艺，解决 PEI 合成技术不稳定及原材料乙烯亚胺供应受限等难题，实现聚乙烯亚胺（PEI）产品的可控中试生产，完成相关产品的国产替代。

基本考核指标：固含量 $\geq 98\%$ ；色度小于 100H；pH 值在 10-12 之间；总胺值在 17-20mg/g 之间；分子量在 10000 以下；形成年产 500 吨的中试生产能力。

### 3.4 煤基聚丙烯合成 PPR 管材原料工艺

研究内容：针对我区煤基聚丙烯产业链延伸、开发高附加值产品的需求，攻关 PPR 管材料聚合工艺控制和造粒配方的技术瓶颈，通过研究催化反应体系及 MFR 控制技术、分子量及分布控制技术、乙烯含量及分布控制技术、开发产品助剂配方，得到以煤基聚丙烯为原料制备 PPR 管材料的工业化生产技术，填补我区在这一领域的空白。

基本考核指标：熔体质量流动速率  $0.3 \pm 0.1\text{g}/10\text{min}$ ；拉伸屈服应力 27MPa；拉伸应变 500%；弯曲模量 900MPa；简支梁缺口冲击强度  $80\text{kJ}/\text{m}^2$ ；负荷变形温度  $80^\circ\text{C}$ ；氧化诱导期 50min。

### 3.5 高纯度微珠 PE 蜡工业化制备技术

研究内容：针对我区现代煤化工产业链向高附加值延伸的需求，以乙烯/丙烯共聚物等煤化工副产物为原料，瞄准在塑料改性、涂料增韧、油墨增稠等方面具有显著优势的新型材料微珠 PE 蜡（由聚乙烯蜡制成的微米级颗粒），通过开发基于多级温控，高稳度热裂解技术的微珠 PE 蜡制备工艺，开发非量化自平衡控制的工业化生产技术，从而实现不同规格的微珠 PE 蜡的智能化柔性生产。

基本考核指标：PE 蜡纯度 $\geq 95\%$ ；产品密度  $0.93 \pm 0.02 \text{g/cm}^3$ ；平均粒径  $5-10 \mu\text{m}$ ；粒径分布 $\leq 1.5$ ；分子量平均值  $8000-10000\text{Da}$ ；粘度  $10-30\text{cP}$ ；工业化生产的产率 $\geq 90\%$ 。

### 3.6 聚烯烃弹性体（POE）成套工艺技术

研究内容：针对现有煤间接液化费托合成油洗石脑油中富含的  $\alpha$ -烯烃未充分提纯利用，且高附加值 POE 产品主要依赖进口、国内未实现工业化生产的现状，通过研究高活性、均匀共聚单体插入、长支链可控的新型耐高温茂金属催化剂制备技术，开发 POE 高温溶液聚合工艺及挥发物脱除工艺，形成千吨级 POE 聚合反应器及成套工艺技术。通过上述研究，实现煤炭间接液化的产业链延伸和高价值进口产品的国产替代。

基本考核指标：反应温度 $\geq 140^\circ\text{C}$ 时，茂金属催化剂活性 $\geq 2 \times 10^7 \text{g POE/mol M} \times \text{h}^{-1}$ ，1-辛烯单体插入率 $\geq 8 \text{mol}\%$ ；在 1L 的连续聚合反应装置中制备的 POE 小试样品可挥发分含量 $\leq 0.2\%$ ；完成 1000 吨/年 POE 聚合反应器设计和工艺包编制。

### 3.7 大尺寸 N 型 TOPCon 薄片电池叠层封装胶膜制备技术

研究内容：针对我区规模制备大尺寸 N 型 TOPCon 薄片电池的需要，通过研究电池叠层封装胶膜材料的配方与结构，开发胶膜挤出设备及配方，研究胶膜表面处理工艺及稳定性加工工艺，最终开发出满足电池封装要求，无过氧化物残留，抗蠕变，拥有良好阻水汽性能和耐老化性能，且模量可

控的封装胶膜，并实现批量稳定生产，从而填补我区相关产品的空白。

基本考核指标：材料与玻璃的粘结力 $\geq 85\text{N/cm}$ ；水汽透过率（ $38^\circ\text{C}$ ， $100\%\text{RH}$ ） $< 5\text{g/m}^2\cdot\text{day}$ ；体积电阻率 $\geq 1 \times 10^{16}$ ；透光率 $\geq 82\%$ ；层压后组件无隐裂、脱层、气泡等外观问题。

#### 4. 电池材料

##### 4.1 高电压富锂锰基正极材料制备技术

研究内容：针对富锂锰基正极材料高放电比容量在产业化应用阶段难题充分发挥的技术难题，通过研究多段烧结技术，解决 $\text{LiMO}_2$ 与 $\text{Li}_2\text{MnO}_3$ 两相不均匀问题；研究快离子导体构建技术，解决首周库伦效率低的问题；研究晶界粘合技术，解决循环存储产气问题，从而开发出可以在 $4.45\text{V}$ 高电压下正常使用且放电比容量充分发挥的锂离子电池正极材料，为后续在新能源汽车上大规模应用创造条件。

基本考核指标：电池正极材料的极片压实密度 $\geq 2.7\text{g/cm}^3$ ；克容量 $\geq 300\text{mAh/g}$ ；中值电压 $\geq 3.58\text{V}$ ； $4.6\text{V}$ 常温循环500周容量保持率 $\geq 80\%$ 。

##### 4.2 高电压高镍单晶三元正极材料制备技术

研究内容：针对高电压条件下使用的高镍单晶锂离子三元正极材料开发的需求，研究掺杂改性技术来降低锂镍混排，提高材料的结构稳定性和循环性能；研究表面包覆改性技术来降低高镍单晶表面残锂和残碱，提高材料的加工性能及高电压条件下的安全性和循环性能。

基本考核指标：材料 $D_{50}=3-5\mu\text{m}$ ，制成的扣式电池克容量（ $2.7-4.3\text{V}$ ， $0.1\text{C}$ ） $> 205\text{mAh/g}$ ，循环寿命（ $1\text{C}$ ） $> 1000$ 次。

##### 4.3 钠离子电池正负极材料制备技术

研究内容：针对储能领域对高性能钠离子电池正负极材料的迫切需求，（1）探索钠离子电池正极材料混合聚阴离子型化合物 $\text{Na}_4(\text{Fe}_{1-x-y}\text{Mn}_x\text{Co}_y)_3(\text{PO}_4)_2(\text{P}_2\text{O}_7)$ （简称NMPP）工业化制备路线；研究掺杂和碳包覆双重改性技术，构筑碳包覆微纳结构的掺杂NMPP，提升NMPP

作为钠离子电池正极材料的储钠性能和导电性能。(2) 研究钠离子电池负极硬碳材料的高效、低成本的合成策略，提高硬碳材料的储钠容量；研究硬碳的结构和形貌调控技术，提高钠离子的嵌入/脱嵌容量；研究硬碳材料的掺杂修饰技术，提高储钠容量和电池性能；研究硬碳材料与电解液之间的界面相互作用，提高储钠容量和电池循环寿命。

基本考核指标:(1)掺杂改性后的NMPP钠离子电池正极材料在1.7-4.6 V, 0.1 C倍率下充放电, 循环寿命大于50次, 首次放电比容量 $\geq 90\text{mAh/g}$ ;  
(2) 开发出的硬碳钠离子负极材料容量达到300 mAh/g, 寿命为3000周次循环, 可满足15min充电80%以上的技术要求。

注意事项: 正极材料(1)与负极材料(2)两个方向可以由不同的创新主体各自独立申报, 分别满足各自的考核指标即可。

## 5. 电子材料

### 5.1 磁性弹性体颗粒料规模化制备技术

研究内容: 针对高端电子元器件制造对高耐温、高阻燃、高精度的磁性弹性体材料的需求, 开发超细钕铁氮磁粉的制备与分散技术, 解决其在聚合物基体中的相容性问题; 开发颗粒料体积稳定技术, 探索复合材料形貌结构与性能间的对应关系。通过上述研究实现钕铁氮基高端电子元器件用磁性弹性体颗粒料的成套制备技术, 并开展中试生产。

基本考核指标: 磁性弹性体用颗粒料磁性能达到 $(\text{BH})_{\text{max}} \geq 10\text{MGOe}$ 、 $\text{Br} \geq 7.4\text{kGs}$ 、 $\text{Hcj} \geq 9.1\text{kOe}$ ; 中试装置产量达到50-100kg/小时。

### 5.2 电子级硫酸规模化生产技术

研究内容: 针对大规模集成电路半导体等微电子工业中清洗和蚀刻工序对电子级硫酸的需求, 解决常规精馏技术能耗大、成本高、杂质难去除、环保性差、生产规模小的难题, 开发以三氧化硫为原料, 通过蒸发除杂、循环吸收、超纯空气脱气等技术生产电子级硫酸的新工艺。

基本考核指标: 产品中硫酸含量 $\geq 99.9\%$ , 金属杂质离子含量 $< 1 \times 10^{-10}$ ,

非金属杂质含量 $<1 \times 10^{-7}$ ，大于  $0.5 \mu\text{m}$  的颗粒数量 $<5$  个/ml。

## **6. 晶体材料**

### **6.1 使用颗粒硅的 N 型单晶硅棒拉制技术**

研究内容：针对颗粒硅在 N 型单晶硅棒制备中应用面临的易出现氢爆、过量碳和粉尘引起异质成核，导致单晶硅棒性能下降问题，通过研究配料比例，开发加料工艺和颗粒硅预处理工艺，构建氢分离模型改造单晶炉，优化拉晶工艺，探索复拉料的利用技术等，最终开发出使用颗粒硅的 N 型单晶硅棒的量产技术，有力支撑我区光伏制造的转型。

基本考核指标：颗粒硅在 N 型产品中的用量占比 $\geq 30\%$ ；使用颗粒硅的 N 型单晶日单产 $>150\text{kg/d}$ ，一次成晶率 $\geq 60\%$ ；单晶产品头部氧含量 $<14.5\text{ppma}$ ，尾部碳含量 $<0.6\text{ppma}$ ，寿命 $>1000 \mu\text{s}$ 。

### **6.2 高纯电子级多晶硅用料中痕量杂质碳脱除技术**

研究内容：针对高纯电子级多晶硅用三氯氢硅原料对杂质含量极高的控制要求，通过研究多晶硅生产精馏重沸物料的痕量碳氯硅烷的浓缩回收技术及装置，研究脱碳吸附柱与四氯化硅料的混合反应吸附工艺和装置，开发出一整套有效的脱碳工艺配方，从而实现痕量（ppm 级别）碳杂质的显著降低。

基本考核指标：多晶硅精制三氯氢硅产品料中碳杂质浓度从平均  $5\text{ppm}$  降至  $3\text{ppm}$ ，多晶硅产品中碳杂质浓度从  $130\text{ppba}$  降至  $30\text{ppba}$ 。

### **6.3 大尺寸半导体级高阻低氧单晶硅拉制技术**

研究内容：针对区熔法生产的高阻低氧半导体级单晶硅尺寸小、生产成本高、层错难以控制等问题，通过晶体生长模拟仿真分析、新型热场结构设计、磁场中心跟随系统开发，改善温度场分布，抑制熔体热对流；通过优化拉晶工艺，实现对氧杂质的有效控制；通过产业化应用，最终实现功率器件用大尺寸高阻低氧单晶硅的低成本稳定生产。

基本考核指标：8 英寸单晶硅棒头部电阻率达到  $100 \pm 5 \Omega \cdot \text{cm}$ ；氧杂

质含量最大值 $<5\text{ppma}$ ；铁杂质含量 $<1 \times 10^{10}\text{atoms/cm}^3$ ；碳杂质含量 $<0.05\text{ppma}$ ；少子寿命 $\geq 400 \mu\text{s}$ ；氧化堆垛层错密度 $\leq 10\text{ea/cm}^2$ ；抛光片内面尺寸 $\geq 80\text{nm}$ 的颗粒分布数量 $<10$ 个。

#### 6.4 半导体用大尺寸碳化硅衬底制备及加工技术

研究内容：针对半导体行业对高品质大尺寸碳化硅衬底的技术需求开展攻关，得到可用于产业化的成套技术、工艺及设备。研究适合8英寸碳化硅单晶生长的籽晶的制备及粘接方法，解决籽晶生长中传热均匀的难题；研究8英寸碳化硅单晶的生长工艺及生长装置，解决大尺寸带来的气相原料分布和输运效率及温场不均匀问题；研究8英寸碳化硅单晶的加工及退火工艺，解决大尺寸SiC单晶加工容易开裂、面型差的难题。

基本考核指标：衬底晶片的有效厚度达到20mm以上，结晶完整性(FWHM) $\leq 40\text{arcsec}$ ，纯度达到99.9999%以上；晶片所有点电阻率在 $0.015 \Omega \times \text{cm} \sim 0.024 \Omega \times \text{cm}$ ，平均值在 $0.016 \Omega \times \text{cm} \sim 0.022 \Omega \times \text{cm}$ ，均匀性 $\leq 6\%$ ；螺位错(TSD) $< 400 \text{ea} \times \text{cm}^{-2}$ ，刃位错(TED) $< 3000 \text{ea} \times \text{cm}^{-2}$ ，基平面位错(BPD) $< 1000 \text{ea} \times \text{cm}^{-2}$ ；微管密度 $< 0.2 \text{ea} \times \text{cm}^{-2}$ 。

#### 6.5 低温镜头窗口专用蓝宝石晶体材料制备技术

研究内容：针对空间红外光学相机专用低温镜头的光学窗口对大尺寸高均匀蓝宝石材料的迫切需求，研究大尺寸低吸收蓝宝石单晶生长热场构建技术，开发高光学质量蓝宝石晶体生长中的界面控制、应力控制和缺陷控制技术，研制出专用蓝宝石材料，从而实现进口替代。

基本考核指标： $\phi 550\text{mm}$ 晶体的热膨胀系数(a向)为 $5.5 \pm 2 \times 10^{-6}$ ，热导率为 $30 \pm 6 \text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ，温度适应范围为210K-320K；厚度10mm的晶片的光学均匀性 $\leq 5 \times 10^{-5}$ ，透过率 $\geq 85\%$ (@0.4-4.2 $\mu\text{m}$ )，晶向为C向 $\pm 0.5^\circ$ ，残余应力 $\leq 30\text{nm/cm}$ 。

## 二、清洁能源专项

### (一) 专项设立背景

围绕高水平建设国家新能源综合示范区的要求，开展光伏与风电制造补断点技术与产品开发，推进生产性服务技术研发应用，加快发展壮大清洁能源制造业及服务业；开展氢能、储能、新能源汽车关键技术研发应用，加快扩展清洁能源应用新领域；开展新能源智能运维、智慧电厂与智能电网关键技术研发及集成应用，加快提升能源供应的基础能力。

## （二）攻关方向

### 1. 智能电网

#### 1.1 复杂新能源并网下仿真及降损补偿技术（重大攻关方向）

研究内容：针对复杂新能源并网条件下新能源出力的随机性、波动性、谐波/间谐波所引起的复杂的电能计量误差和线路损耗问题，通过开展复杂新能源并网线损分摊机制及降损措施研究、复杂新能源并网的互感器传变特性及补偿措施研究、基于硬件在环仿真平台的复杂新能源并网仿真研究，开发出基于同步授时的电能计量装置和同步采样设备、复杂新能源接入的线损监测与分析系统、电能质量分析模块、互感器传变特性及线损分析的硬件在环仿真实验平台，提出确定特定的线损分摊机制和线损结算方式、互感器误差分析和补偿方案。

基本考核指标：电能计量装置精度达纳秒级，没有累计误差，可获取秒级电能数据；电能质量分析模块的频率偏差的最大误差 $\leq \pm 0.01\text{Hz}$ ，电压波动最大误差 $\leq \pm 5\%$ ；电压互感器的谐波测量误差 $< 0.4\%$ ，电流互感器的测量误差 $< 0.2\%$ 。

注意事项：本方向限“宁夏分布式能源数字化计量与多能互补高效利用创新联合体”申报，项目中需设立至少三个子课题并根据子课题管理要求分解任务和资金（包括财政资金与自筹资金），每个子课题必须由联合体中不同的成员单位分别牵头实施。

#### 1.2 电力系统风险预警与主动防控技术

研究内容：针对新型电力系统背景下大规模新能源、新型负荷不确定

性对传统电网调度决策带来的巨大挑战，构建电网多元异构风险因素特征自动抽取及多模态事理机制推演模型，提出电网隐性运行风险和显性故障潮流指纹预测方法以及故障全过程主动安全处置路径符号自动演算方法，开发电网故障预测与主动防控软件，从而构建电网灾前刚性、抗灾韧性、灾后弹性的电网运行风险处置体系，保障以新能源为主体的新型电力系统安全可靠运行。

基本考核指标：电力系统电网运行可预测风险类型不低于6类；风险预测推理时间 $\leq 5s$ ；风险主动防控策略生成时间 $\leq 10s$ ；风险预测准确率 $\geq 85\%$ ；电网故障预测与主动防控软件响应时间 $\leq 2s$ 。

## 2. 新能源电池

### 2.1 高效N型电池片及其硅片制备技术（重大攻关方向）

研究内容：针对我区太阳能晶硅电池由P型向N型逐步转型的需求，通过开展低能耗大尺寸单晶拉制热场系统及大投料量技术研究、N型高效硅棒硅片产品品质提升及超低氧工艺技术研究、N型晶硅太阳能电池高效机理研究及工艺技术研究，推动我区N型电池片产能零的突破。

基本考核指标：太阳能光伏电池量产转换效率由目前P型PERC工艺的23.8%提升至 $\geq 25.5\%$ ；N型单晶硅片氧含量 $\leq 10ppma$ ；开发出适配N型拉晶需要的37英寸超大热场；N型单晶硅棒制备等径功率 $\leq 45kw$ 。

注意事项：本方向限“宁夏高效太阳能单晶硅产品技术研究创新联合体”申报，项目中需设立至少三个子课题并根据子课题管理要求分解任务和资金（包括财政资金与自筹资金），每个子课题必须由联合体中不同的成员单位分别牵头实施。

### 2.2 新型钠离子电池制备技术

研究内容：针对我区缺乏成熟的钠离子电池的生产制造技术的现状，通过研制不同类型的钠离子电池硬碳负极材料及配套电池体系，在实验室开发高稳定长寿命的钠离子电池、超低温储能电池、超级快充储能电

池三类钠离子电池新产品，实现高稳定长寿命钠离子电池的中试生产，从而填补我区有关产品的空白。

基本考核指标：高稳定长循环储能电池能量密度为 130Wh/kg，倍率性能为瞬时 5C，电池组循环次数为 8000 次；超低温储能电池在 -45°C/5C 放电容量保持率达 90%；超级快充储能电池最快 5 分钟充电至 90% 电量。

### **2.3 带隙可调的大面积钙钛矿电池组件制备技术**

研究内容：针对我区钙钛矿电池产业化制备技术空白的现状，技术难题：研究钙钛矿前驱液胶粒制备技术、钙钛矿微晶薄膜印刷制备工艺、大面积电池模组的封装工艺及低成本制造技术，从而开发出钙钛矿电池的中试制造技术，获得大面积钙钛矿模组制备工艺包，并建立钙钛矿电池的示范电站。

基本考核指标：钙钛矿微晶薄膜的平均尺寸超过 1 μm，厚度在 600nm-800 μm，小面积 (0.09cm<sup>2</sup>) 光电转换效率超过 24% 以上，156×156 cm<sup>2</sup> 的模组效率超过 18%，器件在室温运行 3000 小时后衰减不超过 20%；获得大面积钙钛矿电池模组制备的工艺包；建立至少 1KW 的钙钛矿太阳能电池示范电站。

## **3. 光伏与锂电回收**

### **3.1 光伏用单晶硅生产废弃物的回收提纯利用技术**

研究内容：针对我区在光伏用硅材料切割产生的硅粉、单晶锅底料、多晶落地料等副产及废弃硅料领域缺乏循环利用手段的现状，（1）通过研制专用高频感应加热炉，探索坩埚结构改变及新的冷却方式，开发真空定向凝固提纯技术，实现提纯高纯多晶硅的目标；（2）通过开发固体氧化物电解质改性的硅碳复合结构，实现合成高硅载量硅碳负极材料的目标。通过上述方式，探索我区光伏生产中各类副产物及废弃物的回收利用技术，进一步推动我区相关光伏制造产业的绿色发展。

基本考核指标：（1）开发的设备真空度达到 10<sup>-3</sup>Pa，提纯速度 60mm/h，

提纯硅棒直径 470mm；提纯后的多晶硅纯度不低于 99.99999%，电阻率 $\geq 0.04 \Omega$ ，少数载流子寿命 $\geq 2\mu\text{s}$ ，基体中 Fe、Cr、Ni、Cu、Zn 五种金属总含量 $\leq 10\text{ppbw}$ ，总金属含量 $\leq 15\text{ppbw}$ ；(2) 硅碳材料中 Si $\geq 50\text{wt}\%$ ，比容量 $\geq 1500\text{mAh/g}$ ，振实密度 $\geq 0.8\text{g/cm}^3$ ，比表面积 $\leq 5.0\text{g/m}^2$ ，首次效率 $\geq 86\%$ ，材料的 500 周循环容量保持率大于等于 80%。

注意事项：提纯高纯多晶硅 (1) 与合成硅碳负极材料；(2) 可以由不同的创新主体分别申报，分别满足各自的考核指标即可。

### 3.2 光伏用多晶硅生产废弃物循环利用技术

研究内容：针对光伏用多晶硅反应过程中产生的大量四氯化硅副产物及渣浆废料无法充分利用的难题，通过开发四氯化硅副产物的氢化转化工艺，研究氢化反应后三氯氢硅及氯硅烷的分离提纯技术，开发多晶硅高沸物料络合净化及多级分离装置等，实现四氯化硅副产物及渣浆废料的有效转换利用。

基本考核指标：四氯化硅氢化转化率达到 29%；氢化系统生产的三氯氢硅产品中总金属 $\leq 5\text{ppb}$ ，B $\leq 50\text{ppb}$ ，P $\leq 1\text{ppb}$ ，碳含量 $\leq 10\text{ppm}$ ；渣浆回收率达到 99%，回收的渣浆中氯硅烷杂质标准达到：AL $\leq 25\text{ppm}$ 。

### 3.3 退役磷酸铁锂电池全组分绿色资源化利用技术

研究内容：针对目前国内大量退役磷酸铁锂电池回收与资源化利用的技术难题，开发废旧电解液各组份萃取-精馏耦合分离技术，实现废旧电解液组份分离纯化及调配再利用；开发正极材料中锂、铁、磷组分的高值化清洁循环利用关键技术，实现正极材料的修复再生及锂等有价值组分提取；研发金属杂质的高效转型、脱除技术与多尺度联合的石墨物性参数调控及低成本修复技术，实现废旧石墨深度净化与利用。

基本考核指标：废旧电解液回收率 $>70\%$ ；锂元素综合回收率 $>90\%$ ，磷、铁回收率 $>90\%$ ；石墨回收率 $>85\%$ ；磷酸铁锂再生材料 0.2C 首次可逆比容量 $\geq 150\text{mAh/g}$ ，1C/0.1C 倍率性能 $\geq 90\%$ ；再生石墨负极首次库伦效

率>90%，首次放电容量>330mAh/g。

## 4. 氢能与储能系统

### 4.1 通讯基站储能系统耦合应用技术

研究内容：针对我区大量通讯基站上配套储能设施并入全区新型电力系统、参与电力系统智能运维的需要，将虚拟电厂技术应用于分散的基站储能系统，通过研究人工智能算法，解决基站储能单元远程秒级快速响应与智能控制的难题；通过研究基站储能单元的数字孪生技术，解决分布式绿色能源叠加与基站稳定供电的微网智能调度的难题；通过研究直流微电网与现有开关电源并联运行技术，解决基站储能系统对源网荷储调度快速响应的难题；通过研究基站电池监测管理系统与消防联动控制系统，解决电池故障或热失控导致的安全事故处理难题。

基本考核指标：管理平台的基站接入能力 $\geq 100$ 万座，实际接入至少10座基站；单基站储能系统满足3小时储能+2小时备电，理论充放循环次数达到8000次；电源AC/DC转换效率达到96%；在至少2座基站完成全绿电运行试点。

### 4.2 电化学液冷储能系统健康诊断与安全保障技术

研究内容：针对大规模电化学液冷储能系统存在因温度管理策略不当导致储能电芯寿命衰减、甚至出现过热火灾的安全隐患，研究电芯健康诊断技术、主动寻优及智能均衡控制技术，智能安全控制和多簇在线交直流绝缘检测技术，用于提高液冷电池系统的安全性和高效性，从而实现对储能系统电池的簇级精细控制管理，提高储能系统的高效性、均衡性以及系统安全性。

基本考核指标：储能系统异常电芯识别准确率 $\geq 99\%$ ；SOH健康预测平均绝对百分比误差 $\geq 85\%$ ；系统电池簇能量效率 $\geq 92\%$ （@ $25\pm 3^\circ\text{C}$ ，BOL，0.5P），电池Pack温差 $\leq 3^\circ\text{C}$ ，一个充放电周期提升充放电量 $> 6\%$ ，做到单簇在线绝缘检测，绝缘电阻不小于 $1\text{M}\Omega$ 。

### **4.3 大型风光电基地构网型储能运行优化技术及装置**

研究内容：针对我区高比例新能源接入的新型电力系统构建中对储能优化配置的迫切需求，通过研究构网型储能接入大型风光电基地的安全稳定机理，开发构网型储能的极高占比风光电汇集接入技术，提升构网型储能的本体性能及安全性能，研发大型风光电基地构网型储能运行优化协同控制技术及装置，实现大型风光电基地新能源消纳能力和安全稳定运行水平明显提升的目标。

基本考核指标：研制电站级协调控制装置 1 套，风光电接入容量不小于 100 万千瓦，储能接入容量不小于 10 万千瓦，响应时间不大于 10 秒，控制精度小于 1%。

### **4.4 人造硐室压缩空气储能系统及多储能耦合技术**

研究内容：压缩空气储能作为一种新型储能技术，大规模推广应用需要进一步提升系统效率、降低单位千瓦造价，采用人造硐室地下储气技术可以解决这一难题。通过研究地下储气系统的密封技术、百兆瓦级压缩空气储能系统的运行控制技术、电化学储能与压缩空气储能的耦合设计与协同控制技术，建成国内乃至国际首个采用全人工地下储气库的百兆瓦级压缩空气及电化学复合储能系统，为解决宁夏高比例新能源接入的电网容易断面受限问题提供可行解决方案。

基本考核指标：人造硐室容量  $100000\text{m}^3$ ，工作压力范围为 0.1-10.5MPa，充放气全过程压力损失  $\leq 50\text{kPa}$ 。整个储能系统容量为 400MWh，系统额定工况 AC-AC 储能效率为 65%，系统变工况运行范围为 20%-110%。

## **5. 传统火力发电**

### **5.1 燃煤电厂 350MW 汽轮机节能降耗技术**

研究内容：针对燃煤电厂超临界 350MW 汽轮机组通流升级改造的共性技术难题，通过改进汽轮机汽动设计，优化高中压内缸，优化低压内缸及末级叶片，研究蒸汽泄漏控制技术，从而大幅降低机组的热耗率，提升

机组的经济性和安全性，使我区此类机组的能耗水平达到国内领先水平。

基本考核指标：350MW 机组在 THA 工况下预估热耗降低 228.2kJ/(kW.h)，供电煤耗降低 9.6g/(kW.h)，机组年节煤标量 2.50 万吨。

## 5.2 熔盐辅助的 330MW 煤电机组深度调峰技术

研究内容：随着我区电网绿电的大量接入，需要进一步提升火电机组的调峰能力，根据这一需求，研究槽式熔盐光热系统的聚光及传热技术，研究电热熔盐储能装置、熔盐-蒸汽发生系统，建立火电机组电储热深度调峰热力学模型及电热、电汽转化的最优模式，最终形成经济性优、安全性好的熔盐辅助的煤电机组深度调峰策略。

基本考核指标：向下调峰能力达 10%Pe，深调时长 4h；向上顶峰能力达 9.5%Pe，顶峰时长 2h。

## 三、现代化工专项

### （一）专项设立背景

围绕加快煤炭资源高效清洁转化利用、打造现代煤化工产业示范区的需要，开发现代煤化工下游高附加值产品，研发应用煤化工废渣处置与资源化综合利用技术，研发应用高盐、高浓有机废弃物净化技术，开发电石化工下游高附加值产品，推动电石化工和精细化工产业集成应用绿色化、连续化生产技术。

### 二、攻关方向

#### 1. 现代煤化工

##### 1.1 煤液化费托渣蜡中费托蜡/废催化剂分离利用技术

研究内容：针对费托合成工艺中产生费托渣蜡作为危险废弃物难以处置和资源化利用的技术难题，通过研究费托渣蜡多能量场梯级高效分离技术、废催化剂再生及残余费托蜡精制耦合技术、再生催化剂对费托蜡的脱色精制技术，形成煤液化费托渣蜡危废的全组分综合利用技术。

基本考核指标：费托渣蜡的分离效率>90%；废催化剂再生效率>80%，

再生后催化剂比表面积增加 200m<sup>2</sup>/g；费托蜡脱色后熔点 >90℃，凝点 >80℃，色号 ≥15saybolt。

## 1.2 气化渣自稳定燃烧和飞灰高附加值利用技术

研究内容：针对煤化工气化细渣含水量高、热值低燃烧困难、无法资源化利用等难题，开发高含水低热值气化细渣的自稳定燃烧技术，研制 1MWt 多级转化中试装置（300kg/h 的给渣量），研究燃烧飞灰耦合 CO<sub>2</sub> 制备预拌混凝土技术，设计出气化细渣自稳定燃烧技术工业装置工艺包（70t/h 给渣量），为在宁东地区开展百万吨级/年的工业示范奠定基础。

基本考核指标：气化细渣燃料收到基热值在 1100 kcal/kg 以上（物料水分 ≤30%）能自稳定燃烧；燃烧飞灰残碳值小于 5wt%，燃烧效率大于 78%。

## 1.3 费托合成尾气资源化利用及 VOCs 净化技术（重大攻关方向）

研究内容：针对现有煤间接液化费托合成过程产生尾气中富含的甲烷、液化气、氢气等高附加值组分未充分利用，挥发性有机物组分（VOCs）浓度高（250~2000 mg/Nm<sup>3</sup>）且缺乏国产化的催化氧化材料及工艺的现状，通过开发多级除杂净化的重烃脱除技术、低沸点惰性组分分级冷凝分离技术、低浓甲烷液化回收工艺，形成一套费托合成尾气制液化天然气（LNG）的油气联产技术；通过研究规模化涂覆催化剂制备技术与蓄热式催化氧化（RCO）工艺，形成一套尾气 VOCs 治理的国产化成套技术。通过上述研究，显著降低煤间接液化过程的能耗及二氧化碳排放量，提升环保治理水平。

基本考核指标：（1）形成煤间接液化费托合成尾气资源化利用技术工艺包；建成 15 万吨/年 LNG 示范装置；重烃 C<sub>4+</sub>组分由 8000ppm 脱除至 100ppm，惰性组分 N<sub>2</sub> ≤1mol%，甲烷纯度 ≥86mol%，LNG 热值 ≥38MJ/Nm<sup>3</sup>；应用工艺包后煤炭间接液化产品综合能耗下降 4%、二氧化碳减排 20 万吨/年。（2）建成 0.5m<sup>3</sup>/天的蓄热式催化氧化催化剂中试生产装

置；形成费托合成尾气 VOCs 净化技术工艺包；在风量 100000 Nm<sup>3</sup>/h 以上工业装置内完成催化剂应用示范，示范装置排放尾气非甲烷总烃小于 100mg/Nm<sup>3</sup>。

注：尾气资源化利用及 VOCs 治理两个研究方向可以由两个不同的研发团队分别申报，需分别满足（1）与（2）各自的指标。

#### **1.4 费托合成产能提升技术及新型加氢裂化催化剂开发**

研究内容：针对现有煤间接液化费托合成反应器产能未充分释放，现有加氢裂化催化剂石脑油产率高、柴油产率低的现状，通过开展费托合成浆态床反应动力学、流体力学等基础研究，研制新型反应器及其核心组件，优化工业浆态床反应器换热系统，形成高产能（70 万吨/年）费托合成浆态床的成套工艺技术；通过优化催化剂载体酸性、调控活性组分金属配比，开发高中馏分油加氢裂化催化剂，完成吨级放大制备及工业化应用，形成新型高中馏分油费托合成油加氢裂化的成套技术。通过上述研究，显著提升煤间接液化费托合成反应产能，提高柴油收率，进一步提高煤间接液化技术的经济性。

基本考核指标：（1）形成 70 万吨/年费托合成浆态床反应技术工艺包，单台浆态床反应器产能在 50 万吨/年基础上提升 40%。（2）形成新型费托合成油催化加氢生产技术工艺包；在氢分压 $\leq 8.0\text{MPa}$ 、反应温度 $\leq 380^\circ\text{C}$ 、总体积空速 $> 0.8\text{ h}^{-1}$ 、氢/油体积比 500~900 v/v 条件下，柴油产品凝点达 $-20^\circ\text{C}$ ，总液收（C5+以上）收率 $\geq 95\%$ ，且满足①催化剂单程转化率 $\geq 55\%$ ，160~365 $^\circ\text{C}$ 馏分油选择性 $\geq 70\%$ 或②全回流下 160~365 $^\circ\text{C}$ 馏分油收率 $\geq 60\%$ 。

注：产能提升技术及新型加氢裂化催化剂开发两个研究方向可以由两个不同的研发团队分别申报，需分别满足（1）与（2）各自的指标。

#### **1.5 1,4-丁炔二醇高性能催化剂及气液固三相反应器内颗粒-液相交叉反应调控技术**

研究内容：针对宁东 1，4-丁二醇（BDO）产业链中甲醛-乙炔偶联体系中，由于铜基催化剂活化和反应过程中破碎及组分流失、气液固三相反应器内颗粒表面-液相主体多种反应时空交叉作用，导致的反应器堵塞生产周期短的问题（运行 60 天，停车 7 天），通过研究炔醛偶联催化中心演变机制及反应动力学、炔醛偶联反应器传递与分散强化机制、炔醛偶联主-副反应路径调控机制、工业反应器过滤堵塞机制及调控方法，成功解决现有生产中的实际问题。

基本考核指标：甲醛-乙炔偶联反应器运行时间在现有的 60 天基础上再延长 25%。

## 2. 精细化工

### 2.1 锌二次资源中 TOC（总有机碳）检测与去除技术

研究内容：针对现有锌二次资源中有机物及油类，特别是 TOC（总有机碳）的种类多、数量杂，严重制约了氨法电锌系统原料使用来源的扩大及稳定生产的难题，通过有机物及油类对氨法电积锌过程的影响与危害分析、固体粉料和高氯盐电解液中 TOC 检测的新方法、原料或电解液中高效去除有机物的方法三方面研究，从而实现锌二次资源中 TOC（总有机碳）的有效检测方法与去除技术。本项目将解决行业共性技术难题，对我区各类废弃物的资源化利用有很好的支撑作用。

基本考核指标：电解溶液在浸出工序、净化工序、电解工序的有机物消解率达到 30%、20%、5%；在实验室阶段有机物脱除率 60%，中试阶段有机物脱除率达到 50%；原料和高氯盐溶液的 TOC 检测方法分析误差不超过 5%。

注意事项：本方向限“宁夏含锌固废综合利用创新联合体”申报，项目中需设立至少三个子课题并根据子课题管理要求分解任务和资金（包括财政资金与自筹资金），每个子课题必须由联合体中不同的成员单位分别牵头实施。

## 2.2 高纯度新烟碱类农药噻虫嗪原药水相法制备技术

研究内容：针对国内外原有的有机溶剂法生产噻虫嗪原药工艺所面临的反应收率低、“三废”含量高等难题，通过研究水相法合成噻虫嗪的小试中试工艺、噻虫嗪结晶干燥等后处理工艺、合成噻虫嗪过程的中控及成品分析方法、“三废”处理工艺等，从而实现国际首创水相法高效制备噻虫嗪原药的目标。

基本考核指标：形成年产 50 吨中试生产，产品总收率 92%、产品含量 $\geq 98\%$ ，二甲基甲酰胺不溶物 $\leq 0.3$ ，水份 $\leq 0.5$ ，pH 值 5.0~8.0。用水代替有机溶剂，每吨产品减少固废 300 公斤，产生的废水回收率 $\geq 90\%$ 。

注意事项：本方向限“宁夏新烟碱类农药中间体连续化生产方式创新联合体”申报，项目中需设立至少三个子课题并根据子课题管理要求分解任务和资金（包括财政资金与自筹资金），每个子课题必须由联合体中不同的成员单位分别牵头实施。

## 2.3 四氟丙烯高端制冷剂合成技术

研究内容：针对四氟丙烯高端制冷剂生产技术为国外所垄断的现状，研究高选择性的各类过程催化剂及氟化工艺，得到高产五氟丙烷中间体、高纯四氟丙烯中间体、纯度四氟氯丙烷中间体；研究分段精馏及脱水技术，得到纯度 99.5% 以上的产品，并实现中试生产，从而实现进口替代，填补我区在高端制冷剂领域的空白。

基本考核指标：纯度 $\geq 99.5\%$ ，水分 $< 30\text{mg/kg}$ ，酸度 $< 1.0\text{mg/kg}$ ，沸点 $-29^\circ\text{C}$ ，蒸发残留物 $< 100\text{ppm}$ 。

## 2.4 S-环氧氯丙烷专用双核手性催化剂制备技术

研究内容：针对原有 S-环氧氯丙烷拆分所需的单核手性催化剂量大、拆分效率低、拆分成本高的难题，通过合成专用中间体 4-氧杂-1,7 庚二酸、3-叔丁基-2,5-二羟基苯甲醛、Salen 配体等，最终合成新型的双核手性催化剂，达到显著提升合成效率、减少拆分时间的目标。

基本考核指标：催化剂用量由原先每生产 1 吨 S-环氧氯丙烷耗 10kg 催化剂下降到 0.1kg 以下，S-环氧氯丙烷的拆分时间减少一半以上，收率由原先的 43% 提高到 47%，综合生产成本降低 15%。

## 2.5 高分子量聚乙烯基醚合成技术

研究内容：针对高分子量聚乙烯基醚需要大量进口的现状，通过研制合适的聚合反应器和微界面混合装置，研究聚合反应的工艺条件，通过开发的微界面气液混合技术促进乙烯基醚在溶剂中均匀分散并发生聚合反应，从而得到高分子量聚乙烯基醚产品。

基本考核指标：形成年产 2000 吨的中试装置；聚乙烯基醚产品分子量 >6w、产品 K 值 55~65、产品固含量 48~52%、产品动力粘度 5000~20000mpa.s。

## 2.6 氯乙酸酯类绿色连续合成工艺

研究内容：针对氯乙酸酯类精细化工中间体传统的以浓硫酸为催化剂的间歇法生产工艺设备腐蚀严重、产生大量废水，无法连续化生产的问题，通过研究氯乙酸酯类的自催化反应，研究产品的连续化精制技术，研究整套生产装置的连续酯化生产工艺，开展新装置的工业化应用实验，最终形成一套采用自催化反应、反应精馏一体化的生产工艺，在不产生含盐废水的条件下实现氯乙酸酯类精细化工中间体的工业化生产并获得高纯产品，为我区精细化工行业的转型升级提供借鉴。

基本考核指标：实现一次性稳定试生产 30 天，产品纯度超过 99.5%，转化率超过 96%，不产生含盐废水。

## 2.7 粉煤灰基烟气脱硝催化剂制备技术

研究内容：针对我区粉煤灰固废缺乏高值化利用技术的难题，通过研究粉煤灰中催化剂毒害元素的脱除技术及粉煤灰改性技术，开发多孔的催化剂载体的制备技术，研究负载的活性组分及助催化剂，最终开发出粉煤灰基的高价值脱硝催化剂，促进粉煤灰固废与固定源烟气脱硝的协同治理。

基本考核指标：多孔材料比表面积为  $500\text{m}^2/\text{g}$ - $1000\text{m}^2/\text{g}$ ；粉煤灰内碱金属或碱土金属组分脱除率达原含量 90% 以上；制成的催化剂的脱硝效率  $\geq 85\%$ 。

### 2.8 二甲硫醚与液体甲硫醇钠规模化联产技术

研究内容：针对国内现有甲硫醇钠制备过程中二甲硫醚气体直接焚烧导致的资源浪费问题，通过研究反应原料配比及合成路线，实现高收率联产甲硫醇钠和二甲硫醚的中试工艺；通过研发高纯度二甲硫醚的纯化技术与核心装备，实现能耗的显著降低；集成应用全流程自动化控制技术，实现生产工艺和产品质量的稳定性。最终实现二甲硫醚与液体甲硫醇钠的规模化联产技术工艺包，填补目前此类工艺国内的空白。

基本考核指标：主要原料硫酸二甲酯有效利用率  $\geq 98\%$ ，二甲硫醚回收率  $\geq 98\%$ ，纯化后二甲硫醚含量  $\geq 99\%$ ，生产线整体能耗比传统精馏法降低 30%。

## 3. 电石化工

### 3.1 石墨炔基光催化剂分解水制氢技术

研究内容：围绕宁夏电石产业链的延伸及氢能产业发展需求，开发以电石为原料的新型石墨炔碳材料的合成方法，实现高选择性宏量制备石墨双炔；开发以石墨双炔为基体的新型石墨炔基复合光催化剂，实现稳定的光催化分解水制氢技术；探索光催化分解水制氢耦合制备高值化学品的技术路线，为后续新型催化剂的规模化应用提供借鉴。

基本考核指标：以电石为原料的石墨炔合成工艺产量达到  $500\text{mg}/48\text{h}$ ；开发出的石墨炔基复合光催化剂纯度  $\geq 95\%$ 、能量转化效率  $\geq 15\%$ ；光催化分解水制氢量子效率  $\geq 6\%$ 。

## 四、装备制造

### 一、专项设立背景

围绕推动我区先进装备制造业的高端化升级、绿色化发展、智能化转型和数字化赋能的需求，研制一批技术领先、市场竞争力强、实现国产化替代的重大高端装备产品，研发应用一批绿色化智能化先进制造技术，开发示范服务型制造新模式，推进装备制造产业价值链向中高端迈进。

## 二、攻关方向

### 1. 绿色智能制造

#### 1.1 重卡商用车零部件智能柔性制造技术

研究内容：针对汽车零部件装配多品种、小批量，需要智能化、柔性化制造的需求，通过机器人视觉引导涂胶和检测技术研究、机器人跟随拍照和引导技术研究、机器人力控装配技术及柔性装配控制系统开发，从而实现重卡商用车零部件的自动化装配柔性制造及智能化生产。

基本考核指标：涂胶宽度检测精度为 $\pm 1\text{mm}$ ；视觉定位减壳、箱盖的相对定位精度为 $\pm 0.7\text{mm}$ ；上螺栓视觉引导定位精度为 $\pm 0.5\text{mm}$ 。

注意事项：本方向限“宁夏汽车零部件柔性制造创新联合体”申报，项目中需设立至少三个子课题并根据子课题管理要求分解任务和资金（包括财政资金与自筹资金），每个子课题必须由联合体中不同的成员单位分别牵头实施。

#### 1.2 人机混合智能装配技术

研究内容：针对离散制造企业智能化装配面临的产品多样性与个性化、操作及环境非标准化、装配流程高度复杂、人机协作交互性强等问题，研究基于知识图谱的多源异构信息融合、基于机器视觉的高密集细粒度零部件检测、基于多源信息引导的人机混合智能装配、基于多源信息感知的装配部件正确性验证等技术，从而构建面向人机混合智能装配的多元信息数据平台，实现智能识别、定位、引导和验证功能，为装配过程中的分拣、配套、运送、组装等环节提供数字手段，并在装备制造企业进行示范应用。

基本考核指标：数据平台数据集标注错误率 $\leq 5\%$ ，数据源覆盖率 $\geq$

80%，知识图谱覆盖率 $\geq 75\%$ ；在 2 家以上的离散制造企业开展应用示范，降低产品装配错误率 $\geq 30\%$ 、提升装配效率 $\geq 20\%$ ，降低产品成本 $\geq 10\%$ 。

### 1.3 无人机羽翼智能制造技术

研究内容：针对我国开展大型无人机羽翼智能化制造的迫切需求，开发相应的工业机器人智能制造系统。研制新型龙门桁架系统及机械手，研究机械手控制及补偿技术，解决 500KG 以上重载桁架机械手 Z 轴安全问题、Y 轴变形问题、双 X 轴同步运行问题，提升机械手精度、锁紧力及抗热变形能力。

基本考核指标：空间桁架机械手达到 5 轴数，机械手重复定位精度达到 $\pm 0.2\text{mm}$ ；空间桁架机械手末端负载 500kg；X 轴、Y 轴、Z 轴最大运行速度分别为；60m/min、40m/min、40m/min；X 轴、Y 轴、Z 轴最大加速度速度达到 $1\text{m/s}^2$ ；Y 轴挠度变形 $\leq 2\text{mm}$ ；五轴联动空间精度 $\leq 0.1\text{mm}$ 。

## 2. 材料成型制造

### 2.1 车用轻质大尺寸铝合金轮毂制造技术

研究内容：针对传统汽车铝轮毂锻压生产方式技术复杂、设备投入大、生产成本低、产品易开裂等问题，以电解铝和再生铝（重量比 7：3）为原料，通过开发铝合金成份优化设计及熔体控制技术、铝合金熔体渣控制技术、基于仿真技术的大尺寸轮毂优化设计开发与寿命预测技术、反向铸造多浇道低压铸造模具及冷却技术、低压铸造机台氮气充型系统、低压铸造与旋压集成技术等，有效提升轮毂的机械性能，实现高性价比、轻量化的汽车轮毂制造。

基本考核指标：开发出的合金材料铸态抗拉强度不低于 190MPa；经过热处理的汽车轮毂成品抗拉强度 $\geq 270\text{MPa}$ 、屈服强度 $\geq 200\text{MPa}$ 、延伸率 $\geq 5\%$ 、硬度 $\geq 95\text{HB}$ 、弯曲疲劳试验 $\geq 5000000$  转。

### 2.2 新能源汽车长续航里程电池 PACK 一体化托盘制造技术

研究内容：针对新能源汽车长续航里程电池包尺寸大、壁厚薄、密封要求

高导致的成型困难、易变形等问题，通过开发托盘成型和铸造工艺，优化设计压铸模具，攻关热成型后取件的防变形技术，最终开发出高强度的新能源汽车长续航电池 PACK 一体化铝合金托盘，满足新能源汽车的特殊需求，实现铝合金的高附加值应用。

基本考核指标：电池托盘尺寸 1400mm×900mm×80mm；主体壁厚≤3.8mm；F 态拉伸强度≥200MPa；延伸率≥6%；硬度 HB≥55；一次成形合格率≥93%。

### 2.3 储氢压缩机专用镍基合金部件铸造及后处理技术

研究内容：针对镍基合金铸造易产生裂纹、火焰切割易开裂、冶炼及浇注易氧化、凝固易偏析、焊接成型难等技术难题，通过开展铸造工艺理论研究及仿真设计，开发复合脱氧及过程保护的冶炼工艺，研究预固溶、冷加工的冒口切割新工艺，摸索性能最佳、组织稳定性最好的均匀化工艺，制定镍基合金专用的焊接工艺，最终获得储氢压缩机专用镍基合金部件的成套铸造及后处理技术，满足相关部件国产化替代的需求。

基本考核指标：铸件的抗拉强度≥485MPa，屈服强度≥275MPa，断后伸长率≥25%；铸件尺寸精度达到 CT13；非金属夹杂物≤2.5 级。

### 2.4 航空复杂精密构件铸造用陶瓷型壳的 3D 打印制造工艺

研究内容：针对现有的航空精密零件熔模铸造工艺无法满足复杂薄壁构件多样化和市场快速响应需求的难题，开发替代熔模的陶瓷型壳的 3D 打印制造工艺。通过开发陶瓷微粉复配技术及对应的喷射打印工艺和设备，研究陶瓷型壳的固化、清粉、焙烧工艺，选择不同的零件进行陶瓷型壳的应用验证，最终开发出能够满足实际需求的成套工艺、设备及材料。

基本考核指标：陶瓷型壳内表面粗糙度  $Ra \leq 6.3 \mu m$ ，尺寸精度±0.1~0.3mm；1000℃与 1500℃焙烧后的型壳样品室温抗折强度  $\sigma_b$  分别不低于 8MPa 和 5MPa；700℃-800℃焙烧后的型壳显气孔率≥20%；开发出的型壳在 5 种以上金属零件的铸造中完成应用验证。

## 2.5 智能总线型燃机计量阀

研究内容：针对西气东输、川气东送、中俄、中吉、中哈输气管线中增压站配套燃气轮机所需的计量控制阀的高精度快速响应、物理量可视、严酷环境下可靠运行、低摩擦低扭矩复合密封、高精度曲面阀芯等特殊要求开展研发，形成智能总线型燃机计量阀，实现对国外产品的替代。

基本考核指标：智能控制阀流量控制范围 6g/s~1500g/s，公称压力 Class600，公称通径 2"，泄漏等级 ANSI/FCI 70-2 V，防爆等级 ExdbIIBT4Gb；具备 Can 总线通讯的控制器回差 $\leq 0.2\%$ ，死区 $\leq 0.2\%$ ，位置输出信号基本偏差 $\leq \pm 0.2\%$ ；位置重复性误差 $\leq \pm 0.2\%$ ；响应时间 $\leq 0.12s$ ，全行程时间 $\leq 0.3s$ ；智能控制板工作环境温度 $-40^{\circ}\text{C} \sim +105^{\circ}\text{C}$ 。

## 2.6 船用超大尺寸高强关重构件电弧增材制造技术

研究内容：针对船舶大型水下附体关重结构艉轴架传统铸造工艺尺寸公差大、制造周期长、易出现缩孔等缺陷问题，突破大型高强钢厚壁结构电弧增材形-性协同调控机理等关键科学问题，攻克高强钢电弧增材制造跨尺度组织性能强韧化均匀调控、几何连续性设计与路径自主规划、在线测量与精度控制等关键技术，研制出集测量-规划-成形一体化的机器人电弧增材智能制造装备，实现船舶艉轴架的整体制造。

基本考核指标：沉积宽度在线测量精度 $\leq 0.1\text{mm}$ ；温度测量范围 $100-1800^{\circ}\text{C}$ ；温度场采样频率 $\geq 30$  帧/秒；熔池监测尺寸 $\geq 5\text{mm} \times 5\text{mm}$ ；最大成形尺寸 $\geq 1200\text{mm}$ ，成形效率 $\geq 2000\text{cm}^3/\text{h}$ ；增材样件抗拉强度 $\geq 490\text{MPa}$ ，下屈服强度 $\geq 370\text{MPa}$ ，增材样件冲击吸收功 $\geq 27\text{J}$ ；增材样件超声波检测质量等级优于 GB/T 7233.1-2009 表 1 的 2 级要求。

## 2.7 大型风电复材叶片在位修复技术

研究内容：针对大型风电机组复合叶片人工挖补修复时高空作业危险性大、停机时间长、维修难度大、成本居高不下的问题，在损伤区域复合材料挖补结构的自适应在位精准加工、复杂环境下风电复材叶片的表面损

仿视觉感知、挖补结构自动化随形铺贴、在位装备空中整体吊装技术等方开展研究，最终实现“视觉感知、自适应加工、随形铺贴与装夹”功能于一体的在位修复关键技术与智能装备，从而在大型风电复材叶片服役能力的快速有效恢复及智能运维中示范应用。

基本考核指标：自适应随形在位修复主机适用于多曲率变化、有效加工范围为  $300\text{ mm} \times 300\text{ mm} \times 50\text{ mm}$ ，整机重  $\leq 300\text{ kg}$ ，动态负载指标  $\geq 15\text{ kg}$ ；层间尺寸偏差小于  $\pm 0.02$ ；损伤识别准确率  $> 90\%$ ，视觉局部测量精度优于  $\pm 0.08\text{ mm}$ ；布层裁剪误差小于  $\pm 0.1\text{ mm}$ ；预浸料铺贴误差小于  $\pm 0.1\text{ mm}$ ；修复工作效率提高  $50\%$  以上。

## **2.8 风机塔筒纵-环焊缝窄间隙成形工艺及装备**

研究内容：针对风机塔筒制造关键环节——焊接工艺中传统埋弧焊耗材、长时间、大坡口、易夹渣、未焊透、难以自动化等问题，开发磁-超双场辅助的激光-电弧高效复合窄间隙焊接方法，研制双场辅助下窄间隙自动化焊接实验平台，开发数字孪生的成形质量在线监测预测仿真平台，最终形成风机塔筒纵-环焊缝窄间隙成形的成套工艺及装备，显著提升风机塔筒制造的效率和质量。

基本考核指标：焊接工艺适用母材厚度为  $30\text{ mm}-55\text{ mm}$ ，窄间隙焊接中坡口距离的范围在  $5\text{ mm}-10\text{ mm}$ ；纵缝单次焊接长度是  $50\text{ m}-120\text{ m}$ ；环缝单次焊接长度是  $50-120\text{ m}$ ；焊缝性能达到 I 级；整体焊接效率相比传统埋弧焊至少提高  $20\%$ 。

## **3. 清洁能源装备**

### **3.1 海上风力发电机大扭矩全密封电磁制动器**

研究内容：针对大功率海上风力发电机组面临的高盐雾、大冲击载荷等特殊工况对大扭矩、高防护、高可靠性、全密封电磁制动器的迫切需求，通过电磁仿真、结构设计与样机试验，开发出适合在海洋环境下能正常运行的大扭矩全密封产品，以提高风电偏航系统运行的可靠性，同时满足风

电行业机组制动器使用寿命要求，实现同类产品的进口替代。

基本考核指标：扭矩 90Nm、防护等级 IP65、绝缘等级 F 级、温升 $\leq$ 100k、气隙 0.25~0.45mm、响应时间 $<0.5s$ 。

### **3.2 陆上风力发电机集成式高速双馈增速器**

研究内容：针对陆上风力发电机的增速器采用集成式结构后会导致传动链均载性能降低，对行星轮轴承、行星架、连接齿圈、齿轮箱等关键部件的性能要求显著提升的问题，开展仿真分析，研究行星轮轴承、行星架、箱体以及其他关键零件的强度提升技术，研制高扭矩密度、高润滑性能、高密封性能的新型齿轮箱，从而开发出满足最新 8 兆瓦大功率陆上风力发电机要求的集成式高速双馈增速器。

基本考核指标：齿轮箱整体重量小于 58 吨；齿轮箱扭矩密度小于 165N/kg；齿轮箱在额定工况下运行时，振动加速度有效值小于  $7.5m/s^2$ ，振动速度有效值小于 3.5mm/s；齿轮箱在额定功率下噪声小于 95db(A)；齿轮箱不均载系数小于 1.5，响应时间 $<0.5s$ 。

## **4. 工业母机**

### **4.1 卧式五轴联动加工中心**

研究内容：针对我区先进制造业对先进多轴联动加工中心的迫切需求，通过研究主轴和进给轴的性能匹配技术、中空丝杠冷却技术、卧式机床结构设计技术、高刚性铸件结构设计技术、刀尖跟随技术等，解决五轴加工中心制造面临的 A 轴摆头、空间干涉、多轴快移等技术难题，从而制造出卧式五轴联动加工中心样机，满足航空航天等领域精密加工的需求。

基本考核指标：X/Y/Z 轴行程 $\geq 800mm$ ；快速移动速度 $\geq 36m/min$ ；主轴转速 $\geq 5000rpm$ ；定位精度 $\leq 0.01mm$ ；重复定位精度 $\leq 0.006mm$ ；五轴联动空间精度 $\leq 0.1mm$ 。

### **4.2 船用发动机大深间断缸孔数控立式珩磨机床**

研究内容：根据船用发动机大尺寸缸孔珩磨精加工工序的市场需求，

通过开发大跨距、高框架大型立式珩磨机床结构，研究双动力同步驱动珩磨机床往复技术，研制拼接式轻量化珩磨头，研究大惯量条件下机床主轴往复、旋转精密控制技术，研究大深间断孔的珩磨工艺技术，最终开发出新型立式珩磨机床，其珩孔直径、珩孔深度达到国内立式珩磨机床最大规格，满足国产替代的基本需要。

基本考核指标：最大珩孔直径 1000mm，最大珩孔深度 4500mm，加工精度圆度 $\leq 0.05\text{mm}$ ，网纹  $Ra \leq 1.0$ 、 $Rpk < 0.3$ 、 $Rvk$  为 1.0-4.0、 $Rk$  为 0.5-1.3、网纹夹角为  $30^\circ - 60^\circ$ 。

## 5. 先进煤炭机械

### 5.1 大倾角急倾斜工作面输送机

研究内容：针对  $30^\circ$  以上急倾斜工作面刮板输送设备及皮带输送设备面临的推移防滑难、原煤大煤块（矿物大块）的输送防护与控制难等问题，通过（1）开发专用驱动系统，开发防滑和下滑偏移快速调控技术，研究刮板输送机和转载机装煤口防冲击技术等，得到可以满足  $30^\circ$  以上急倾斜工作面工作要求的 1000mm 槽宽的刮板输送设备；（2）通过研究带式输送机承载带和覆盖带的驱动张紧协同控制及同步运行技术，研究垂直面转弯处凹凸弧处理技术，研制压紧、防跑偏、凹凸弧转弯等关键部件及整体结构集成等，得到可以满足  $34^\circ$  以上急倾斜工作面要求的皮带输送机。

基本考核指标：（1）刮板输送机总装机功率减小 20%； $30^\circ$  以上 280~340m 长急倾斜工作面上，在推进 2000m 后刮板机机头下滑距离 $\leq 500\text{mm}$ ；刮板输送机和转载机装煤口挡板抗冲击次数 $\geq 100000$  次；（2）带式输送机输送角度不低于  $35^\circ$ ；长度为 50 m、带宽 1200 mm；带速为 0~4.5 m/s；运量为 300~1000 t/h。

注意事项：刮板输送机与皮带输送机可由不同的创新主体分别申报，分别满足相应的考核指标即可。

### 5.2 顺槽用煤水分离转载机

研究内容：针对现有煤矿井下煤炭输送系统水煤运输困难、资源浪费严重的问题，通过研究顺槽转载机转运环境下原煤脱水技术、筛下粗煤泥回收技术，并设计顺槽用煤水分离转载机局部及整体结构，研制出一套样机，实现原煤中明水在顺槽转载机上顺利脱离，并能将筛下煤水混合物中粗煤泥有效回收。

基本考核指标：顺槽用煤水分离转载机样机 1 套，内槽宽 $\geq 900\text{mm}$ ，输送量 $\geq 2000\text{t/h}$ ；顺槽用煤水分离转载机在工作面涌水量 $\leq 100\text{m}^3/\text{h}$ 时，明水分离率达到 80%。

## 6. 智能农业机械

### 6.1 奶牛智慧牧场智能化饲养成套装备（重大攻关方向）

研究内容：针对区内规模化养殖牧场的养殖装备短板突出、各环节装备标准化程度低、不能成套一体化推进、无成体系全环节解决方案、综合智能化无人化程度不高等问题，通过中央厨房全自动精细化配料及饲喂装备的研制、智慧牧场设施装备管控平台开发、奶牛粪污综合利用关键技术与装备研发、智慧牧场核心装备自动化控制系统研发、智慧牧场（奶牛）智能化饲养技术和装备系统化集成示范等，从而构建以“智能牧场设施设备神经中枢检测”为核心的智慧牧场（奶牛）关键技术装备体系，为我区智慧农机装备领域的开发树立标杆。

基本考核指标：中央厨房全自动精细化配料成套装备料仓综合有效容积不低于  $100\text{m}^3$ ，配料精度误差 $\pm 1\%$ ，布料均匀度 $> 90\%$ ，仓底物料自然残留率 $< 0.5\%$ ；布料机器人布料速度  $10\text{-}20\text{m}/\text{min}$ ，非布料速度  $35\text{-}70\text{m}/\text{min}$ ，爬坡角度 $\geq 5^\circ$ ，装载容积 $\geq 6\text{m}^3$ ，续航时长 $\geq 2$ 小时；推料及料渣清理机器人推料宽度 $\geq 0.8\text{m}$ ，续航时长 $\geq 3$ 小时，转弯半径 $\leq 1.5\text{m}$ ，工作速度 $\geq 15\text{m}/\text{min}$ ，爬坡能力 $\geq 5^\circ$ ；粪污清理机器人清粪量 $\geq 1.5\text{m}^3/\text{次}$ ，续航时长 $\geq 3$ 小时，转弯半径 $\leq 1.5\text{m}$ ，清粪工作速度 $\geq 10\text{m}/\text{min}$ ，非清粪行走速度 $\geq 30\text{m}/\text{min}$ ，爬坡能力 $\geq 5^\circ$ ；牛粪固液分离机处理量 $\geq 10\text{m}^3/\text{h}$ ，处理后固体

含水率 $\leq 70\%$ ，干湿度可调；牛粪卧床垫料再生利用系统处理能力 $\geq 10\text{m}^3/\text{d}$ ，高温发酵持续时间 $\geq 3\text{d}$ ，产出垫料含水率 $\leq 45\%$ ，牛卧床垫料无二次升温；牛粪翻堆机工作效率 $\geq 300\text{m}^3/\text{h}$ ，翻堆深度 $\geq 1.7\text{m}$ ，翻堆位移 $\geq 3\text{m}$ ，行走速度 $\geq 600\text{m}/\text{h}$ ；智慧牧场设施装备管控平台可实现以上所有装备及系统的自动调度控制及整个牧场的数字孪生全景展示。

注意事项：本方向限“宁夏智能化饲养装备（牛羊）创新联合体”申报，项目中需设立至少三个子课题并根据子课题管理要求分解任务和资金（包括财政资金与自筹资金），每个子课题必须由联合体中不同的成员单位分别牵头实施。

## 6.2 多能源牧草智能烘干技术

研究内容：针对区内大力发展牛羊养殖业对高品质烘干牧草日益扩大的市场需求，开发专用成套牧草智能化烘干生产线。研究太阳能和空气能的高效结合，提高能源利用效率；研究智能化控制系统，令生产线可以根据待加工牧草的性质和状态自动调整参数、自主切换烘干热源；研究全流程自动化技术，形成牧草打散切断、烘干到打包处理的自动化流水作业。

基本考核指标：流水线日烘干牧草百吨以上；烘干后苜蓿草蛋白含量 $>23$ ，RFV值 $>170$ ；烘干一吨成品干草，平均用电量 $<400\text{kwh}$ 。

## 五、数字信息专项

### 一、专项设立背景

围绕打造西部有一定影响力的电子信息产业集聚高地和“西部数谷”的需求，以“产业数字化、数字产业化”为目标，以“东数西算”为重心，重点推动以国产化CPU、GPU等国产硬件，操作系统、数据库等基础软件，工业设计等应用软件为底座的算力平台开发；支持大模型高效并行训练与调优对齐技术开发，支持百亿参数模型推理的高效压缩、端侧部署技术及典型应用场景的开发；开展云计算、大数据、物联网、新一代通信网络、人工智能、区块链等数字信息技术的高效融合应用研究。

## 二、攻关方向

### 1. 数字底座支撑

#### 1.1 东数西算人工智能公共算力开放平台

研究内容：针对我区结合“东数西算”重大工程推进人工智能公共算力服务的迫切需求，集成算网深度融合技术，推进算网服务极简一体化；集成多方安全计算、联邦学习、机密计算等隐私计算技术，提升算力底座和中台数算融合能力；集成云原生、异构计算、存算一体、边缘计算、端计算等技术，提升算力服务平台的智算能力；研发多云共管、云网管控编排等一体化云网系统，提升算力服务平台的综合管理能力；集成 SRV6、无损网络、确定性网络等技术，提高算力服务平台的运行稳定性。最终形成的平台能为大规模任务智慧匹配算力资源、提供无损智算算力，具备一体化协同调度和交易系统，且集成应用国产人工智能芯片和国产 GPU 软件栈等开放架构，具备较高的自主可控水平。

基本考核指标：基于国产芯片的算力标称值占全部系统算力标称值的 70% 以上；系统算力不低于 100P FLOPS (FP16)；平台图像识别领域中正常大小图片 ( $\leq 300\text{KB}$ ) 的并发访问量达到 10000qps 以上，准确率不低于 95%；语音识别领域可以实现实时语音的转写，对于普通话的错字率不高于 2%；自然语言处理领域能够运行千亿级参数的预训练模型。

#### 1.2 国产自主可信区块链底链的数据安全技术（重大攻关方向）

研究内容：针对传统区块链技术中限制系统性能的上链速度的瓶颈问题，通过提升加密算法强度、优化密钥管理方式、引入混合共识机制，从而有效提升国产自主可信区块链底链的数据安全及整体性能。

基本考核指标：区块链底链的代码自主率 85% 以上，不依赖于现有的开源区块链框架和源码；采用国密算法或更高级别的加密算法；密钥管理采用分层加密体系；在 8GB 云服务器上部署可达到 3000TPS 的能力。

#### 1.3 计算机高级持续威胁检测及处置技术

研究内容：针对自主可控安全设备使用中面临的高级持续威胁（APT）难以检测及对攻击源头精准定位的问题开展攻关，研究基于机器学习的代码基因抽取和检测技术，用于检测和防范潜在的安全风险，保护业务系统免受恶意攻击；开发多源大数据处理和威胁猎捕安全技术，加强威胁情报收集和处理；开发高级持续威胁（APT）攻击场景的安全模拟技术，推动 APT 攻击的提前识别和防范策略优化。

基本考核指标：流量分析支持超过 36 种网络协议解析；场景模拟支持覆盖超过 150 种攻击技巧的 APT 场景，且可自定义 C2 通信协议以及远控可执行的命令、功能及接口，并支持主流攻击链阶段定义；威胁情报分析支持具有超过 3000W 的 URL 分类，并覆盖 100 种以上细分应用场景的识别。

## **2. 电子制造**

### **2.1 一二次融合环保气体绝缘环网开关设备**

研究内容：通过研究一次部件与二次传感、智能组件一体化融合技术，研制具备智能配网功能的高度集成终端（DTU）控制设备，研发采用环保气体的新型气体绝缘开关设备，解决一二次融合环保气体绝缘环网开关设备面临的部件绝缘和强弱电磁场兼容困难、气体替代后开断能力与温升裕度下降等技术难题，最终开发出一整套一二次融合的环保气体绝缘环网开关设备，填补我区在同类产品上的空白。

基本考核指标：额定电压 12kV；额定电流 630A；额定短时耐受电流 20kA；额定短路关合电流 50kA；故障电流/持续时间 20kA/1s；采用干燥空气或 N<sub>2</sub> 作为绝缘气体。DTU 核心单元运行功耗 <25VA；波形失真 ≤5%；事件分辨率 <2ms；在 1.5I<sub>n</sub> 下，整组动作时间 ≤40ms；保护出口动作精度 ±2.5 %。

### **2.2 模拟自然光环境的 LED 节律照明系统**

研究内容：针对写字间、商场、地铁等公共设施使用的照明系统一般

光源色温不变、光谱结构不变、照射强度不变，不符合人体生物节律，达不到智慧照明要求的问题，通过建立自然光环境数据模型，研制 LED 多芯片封装的光组件，设计可编程的数字化电源管理系统，研制自然光动态模拟 LED 系统。最终开发出可以模拟自然光环境动态变化实现色温调节、光照强度调节的智慧照明系统。

基本考核指标：色温 3000-8000 无级可调；发光强度 0-100%无级可调；发光效率 3.0J/w；LED 驱动电压 >100V，驱动频率 >100KHz。

### **3. 应用场景**

#### **3.1 区域减污降碳天空地一体化精准监测技术**

研究内容：围绕宁夏区域减污降碳协同增效能力提升的需要及北斗卫星与遥感技术应用场景开发的需要，通过开发大气污染物的卫星遥感定量反演技术、高分辨率温室气体排放清单的自上而下遥感反演技术、基于北斗导航和卫星遥感的热点网格快速定位和动态监测技术，构建天空地一体化大气环境监测与分析平台，实现对典型地区全域覆盖、精细网格、快速更新、高精度的大气成份和碳排放监测，提升重点地区污染溯源和预警预报的综合能力。

基本考核指标：（1）空气质量监测指标包括 PM2.5、PM10、O<sub>3</sub>、NO<sub>2</sub> 等大气成份，示范区监测的空间分辨率达到 1 公里，监测精度达到 85%。

（2）碳排放监测指标包括碳排放总量、燃煤企业用户碳排放、交通源碳排放、居民源碳排放等；示范区碳排放总量、居民源碳排放产品的空间分辨率为 1 公里，燃煤企业用户碳排放的监测单元为单个企业，交通源碳排放产品涉及高速、一至四级道路等。

#### **3.2 空地一体多源数据公路边坡巡检及预警技术**

研究内容：针对传统公路管养模式效率低、病害处理不及时、安全隐患大等问题，通过研究无人机的最优道路养护巡检策略，形成高速公路无人机的飞行定巡检操作指南；通过研发复杂环境下公路边（滑）坡安全隐

患识别技术，实现安全隐患的多源协同识别；通过研发异构大数据融合的公路边（滑）坡安全隐患预警技术，构建数据驱动的自学习实时预警模型，提出分级预警和精准预警；通过开发公路边坡巡检预警平台，实现公路的数智化主动预防性养护技术。

基本考核指标：巡检范围包括边坡表面、泥石流、山体崩塌沉降等，监测精度满足相邻基点高差中误差 $\leq \pm 1.0\text{mm}$ ，每站高差中误差 $\leq \pm 0.3\text{mm}$ 要求，可根据预设的告警值进行短信、声光等多种形式预警。

### **3.3 政务服务大语言模型构建技术**

研究内容：围绕宁夏政务服务领域智能化的需求，利用已有的政务服务领域专业知识进行语义处理后开发专用知识库与知识树，搭建大语言模型平台并开展持续训练，应用低秩适应大语言模型微调技术对大模型进行优化调整，对自然资源领域专业知识进行语义处理后开发专用知识库，最终开发出适合政务服务领域的高并发、低延迟的智能响应平台。

基本考核指标：（1）行业性大模型要求训练参数不低于一百亿；训练语料不低于千万条，每条语料迭代量不低于10次，总训练量不低于5000万次；开发出的平台智能响应速度 $<1000\text{ms}$ ，并发能力不低于50。（2）特定细分领域的专业性大模型要求训练参数不低于1万个，训练语料不低于100万条，每条语料迭代量不低于50次，总训练量不低于5000万次；开发出的平台智能响应速度 $<1000\text{ms}$ 。

注意事项：行业性大模型与细分领域专业性大模型可由不同的创新主体分别申报，分别满足相应的考核指标即可。

### **3.4 社会化灾情信息获取装备和智能辨识技术**

研究内容：针对宁夏现有应急体系中社会化灾情信息获取不便、识别不精准的技术难题，通过构建灾情信息标签规范体系和灾情表达范式，开发社会化灾情的标识技术；通过构建典型自然灾害的灾情机器学习辨识模型及算法，开发社会化灾情的智能精准识别技术；开发基于微信小程序的

众包式灾情采集及信息处理软件；开发集成各类传感器及音频、图片、视频采集系统的便携式灾情采集装备，最终形成满足我区社会化防灾减灾需求的成套技术与装备。

基本考核指标：软件具备任务发布、用户上传、灾情信息展示与质量鉴定等功能，软件的灾情辨识精度大于等于 85%，平均响应时间不高于 20 秒；硬件重量 $\leq 1.5\text{Kg}$ ，连续工作时间不低于 3 天，音频响应范围为 200~3000Hz，灵敏度 10mV/Pa，摄像头分辨率 480P，内置传感器 2 种并可扩展外接传感器不低于 10 种；灾情智能辨识模型样本库应包含大坝地质图数据，每日可容纳更新的地震地质灾害监测及水文监测数据量不低于 400MB。

### **3.5 大规模低成本肉牛身份数据库构建技术**

研究内容：针对肉牛耳标佩戴混乱、身份标识不统一，产业链各环节不能准确识别牛只身份、共享牛只信息的难题，通过开发能够大规模应用的低成本“多标合一”电子耳标和专属识读设备，开发以数字防疫为关键应用场景的肉牛身份采集系统，构建肉牛身份标识及可拓展的信息档案数据库，支撑肉牛全产业链的数据共享共通。

基本考核指标：“多标合一”电子耳标成本低于 3 元，识读距离提高到 6~8m，支持国家动物疫病预防控制中心的算法编码，适配国家动物标识及动物产品追溯系统；识读器电池性能大于 2500mAh，读取速率 200Tag/S；采集系统界面响应时间 $< 3$  秒，并发数不小于 100，安全级别达到等保三级；数据库满足第三范式，并发能力不小于 1000，响应时间 $< 1\text{ms}$ ，采集信息不少于 30 万条。

### **3.6 高端装备预测性运维数字平台**

研究内容：针对目前国内中高端数控机床等高端装备缺乏系统的机理模型知识库及其预测性运维平台的现状，通过设计嵌入式电路，融合无线通信技术，形成工业级电子电路；通过开发嵌入式通信与边缘计算软件，

形成标准化数据采集接口；通过开发多设备、多特征数据关注的装备感知系统，形成业务应用的微服务化；通过开发机床全生命周期管理与机床运维的机理模型，提升预测性维护的有效性。最终开发出可为中高端工业设备的制造方、使用方、维修团队、上游核心零配件供应商等行业相关角色均提供服务的公共数字平台。

基本考核指标：实现典型通用化的运维机理模型 20 个；研制智能工业网关及智能三色警示灯样机；开发至少 15 种品牌数控机床或 PLC 的工业通信协议；至少 5000 台设备入驻平台并具备二维码标识；扫码后匹配运维人员及运维模型的时间周期不超过 5 分钟。

## 六、轻工纺织专项

### （一）专项设立背景

围绕打造绿色食品加工优势区的需求，开展特色农副产品绿色储运、新型加工、清洁生产、品质调控等共性关键技术攻关，以枸杞、乳制品、葡萄酒等为重点，开发附加值高的功能食品、营养食品、保健食品。开发各类功能性纺织原料、面料和制品。围绕构建绿色、低碳、高效目标，开发生物发酵新技术、优良菌种与高值化加工产品，推进生物化学原料药和制剂及医药中间体的清洁生产工艺研发应用。

### （一）攻关方向

#### 1. 绿色生物发酵

##### 1.1 绿色生物制造中工业酶表达效率提升技术

研究内容：针对轻工行业绿色生物制造中对高表达效率的工业酶的迫切需求，通过构建工业酶蛋白的高效表达分子工具箱，建立高效工业酶合成系统平台，实现蛋白表达分泌的精准调控；通过上述系统开发淀粉制糖、制革、洗涤、造纸、纺织等轻工专用工业酶，建立精细化智能化的反馈调控技术，实现发酵/后提取多阶段协同，提高轻工酶的生产效率。

基本考核指标：建立的工业酶蛋白的高效分泌表达系统，酶蛋白表达

量 $\geq 60\text{g/L}$ ；建立的新表达系统发酵工艺中酶蛋白的发酵成本 $< 100$ 元/kg酶干重；开发出轻工业核心酶不少于6种，表达量 $\geq 20\text{g/L}$ ；开发规模化新型轻工业核心酶生产工艺，能够实现不少于3种核心酶百吨级产业化生产。

## 1.2 宁夏肉牛饲用单细胞蛋白饲料制备技术

研究内容：针对宁夏玉米秸秆降解难度大、回收利用率低、肉牛发酵饲料蛋白含量不高、蛋白类家畜饲料制造成本高等产业瓶颈问题，突破微生物发酵玉米秸秆制备单细胞蛋白饲料上下游关键环节，通过构建马克斯克鲁维酵母工程菌，开发马克斯克鲁维酵母工程菌与平菇混菌发酵制备玉米秸秆产单细胞蛋白饲料的工艺，探索单细胞蛋白饲料饲喂宁夏肉牛的最优方式，最终实现宁夏肉牛饲用酵母单细胞蛋白饲料的制备和应用的成套技术。

基本考核指标：获适于秸秆发酵的优良克鲁维酵母菌株1株；玉米秸秆有效组分综合利用率 $> 60\%$ ；玉米秸秆产单细胞蛋白饲料中易于消化的粗蛋白含量达到 $2.5\text{g}/100\text{g}$ ；养殖基地使用玉米秸秆产单细胞蛋白饲料替代同类青储黄储饲料成本降低10%以上。

## 2. 绿色食品加工

### 2.1 新型枸杞八宝茶饮料生产技术

研究内容：针对我区枸杞资源深加工不足、产品附加值不高的问题，结合西北地区传统的“八宝茶”在饮用不便、不易携带上的不足，通过枸杞八宝茶饮料功能成分提取工艺研究、枸杞原汁稳态化加工关键技术研究、枸杞八宝茶饮料配方调制与稳定性加工技术的研究，最终开发出一款新型枸杞八宝茶饮料。

基本考核指标：产品中果汁含量 $\geq 5\%$ 、可溶性固形物 $\geq 4\%$ 、茶多酚 $\geq 200\text{mg}/\text{kg}$ ；细菌总数 $< 100\text{CFU}/\text{mL}$ ，大肠菌群 $< 6\text{MPN}/100\text{mL}$ ，致病菌不能检出。

注意事项：本方向限“宁夏枸杞饮料研发及产业化应用创新联合体”

申报，项目中需设立至少三个子课题并根据子课题管理要求分解任务和资金（包括财政资金与自筹资金），每个子课题必须由联合体中不同的成员单位分别牵头实施。

## **2.2 预制菜复合调味品加工技术**

研究内容：针对预制菜复合调味品开发中面临的成分高效提取、生物增味、调味传递等技术难题，通过研究天然香辛料高效提取与风味品质技术、专用牛油基产品配方及品质控制技术、植物油产品配方及品质控制技术、调味品工业化生产技术等，实现预制菜复合调味品的高水平加工与工业化生产。

基本考核指标：形成牛羊肉制品、黄花菜系列、清炖类、凉拌菜系列等四个系列的调味料产品；形成年产 3000 吨的预制菜调味品示范生产线。

注意事项：本方向限“宁夏速食食品复合调味品关键技术研究产业化创新联合体”申报，项目中需设立至少三个子课题并根据子课题管理要求分解任务和资金（包括财政资金与自筹资金），每个子课题必须由联合体中不同的成员单位分别牵头实施。

## **2.3 低脂脱脂乳基原料风味加工技术**

研究内容：针对低脂脱脂产品中乳脂特有香气和风味缺失影响消费者接受的问题，通过筛选产香菌株并研究其发酵产香代谢规律、筛选生物酶并研究其酶解乳原料产物释放特点及风味特征变化规律、开发改善乳基原料风味的发酵及酶解的工程化技术及在线处理技术，最终建成一条低脂脱脂乳基原料风味加工示范生产线并开发相应的新产品。

基本考核指标：形成日处理鲜奶 200 吨的加工示范线；筛选出产香菌株 2-3 株、产香酶 2-3 种，开发出低脂脱脂乳基原料产品 2-3 种。

## **2.4 耐高温水煮微胶囊化香辛料精油制备技术**

研究内容：针对目前食品行业微胶囊化的食品配料产品在高温或高湿环境下风味迅速衰减且损失严重，无法保持风味一致的瓶颈问题，通过微

胶囊芯材、壁材设计及自组装等制备工艺开发，制备出在高温水煮环境下可缓慢释放的高性能斥水性微胶囊；通过集成美拉德反应、喷雾干燥、调香等产业化技术，开发出可使用在火锅、卤制等不同场景下的风味食品配料新产品。

基本考核指标：微胶囊包埋率不低于 90%；高温水煮 1.5h 后，其感官评价强度 $\geq 6$ 分(未包埋水煮精油评分为 10)；应用耐高温水煮微胶囊香辛精油使得食品配料产品的耐水煮时间，由 0.5h 提升到 1.5h。

## **2.5 鲜食玉米精深加工与高值化利用技术**

研究内容：针对我区鲜食玉米现有真空加工工艺保鲜期短、风味易流失、高值化深加工不足、副产物利用不充分等问题，通过研究加工适宜型鲜食玉米最佳收获期，最大限度保留鲜食玉米的营养物质；研究鲜食玉米穗（段）、粒保鲜加工技术，在保留鲜香口感的同时延长加工期、增加售货期；研究鲜食玉米香气物质提取技术和代餐粉加工技术，提升鲜食玉米的经济价值；开发鲜食玉米加工副产物综合利用技术，实现鲜食玉米近零废弃物的深度利用。最终开发出经济价值显著超出现有真空鲜食玉米的新型鲜食玉米收获保鲜与精深加工工艺，为我区特色农产品的高值化利用提供参考。

基本考核指标：鲜食玉米加工期或售货期延长 1-3 个月；鲜食玉米香气提取物应用于饲料添加，饲料利用率及禽类增重提高 10%；代餐粉中鲜食玉米含量为 100%，脂肪含量低于 3%，蛋白含量达到 10%；鲜食玉米废弃物（玉米残渣、玉米芯等）综合利用率从 80%提高到 90%以上。

## **3. 纺织原料及产品**

### **3.1 高感性功能纺织面料加工技术与产品**

研究内容：针对开发舒适性、功能性、生态环保性纺织产品中面临的新型功能纤维可纺性差、成纱质量低，面料织造加工过程中浆纱生态环保性和退浆后织物功能性难以兼顾等难题，通过新型成纱技术与多组分高质

纱线纺制、高感性功能纺织面料加工、纺纱织造全流程生态设计等关键技术，开发兼具良好手感、热湿舒适性和品质的高档多功能纺织面料产品并形成生产能力。

基本考核指标：建立一条2万锭高感性多功能纱线和年产能百万米布以上的高感性功能纺织面料加工示范生产线，开发柔软、吸湿速干、抗静电、抑菌等新产品4-5种。

注意事项：本方向限“宁夏新型纱线及面料创新联合体”申报，项目中需设立至少三个子课题并根据子课题管理要求分解任务和资金（包括财政资金与自筹资金），每个子课题必须由联合体中不同的成员单位分别牵头实施。

### 3.2 滩羊皮新型无醛复合铬鞣技术

研究内容：针对传统滩羊皮鞣制采用醛、铬鞣剂污染环境、危害健康，而且容易出现皮毛泛黄、表面过鞣、鞣制不均匀等成革缺陷的问题，开展多羧基、多磺酸基二元共聚物的设计与合成，并使用共聚物与传统铬鞣剂进行结合鞣制应用，缓解铬鞣剂的水解配聚，彻底取代醛鞣剂，从而形成一套成革缺陷少、产品性能佳，而且清洁环保的滩羊皮鞣制新工艺。

基本考核指标：皮板中无六价铬，游离甲醛小于20mg/kg；鞣制毛皮颜色洁白；鞣制毛皮收缩温度 $\geq 70^{\circ}\text{C}$ ，抗张强度 $\geq 10\text{ N/mm}^2$ ，撕裂力 $\geq 10\text{ N}$ ；毛皮产品55 $^{\circ}\text{C}$ 条件下，采用紫外老化法连续照射12h后皮板、毛被不泛黄。

## 七、安全生产专项

### （一）专项设立背景

落实自治区党委第十三届四次全会关于安全生产重要精神，着力赋能于“技”，通过科学技术提升安全生产风险隐患防范能力。组织开发先进防护和救援装备；开发重点行业领域安全生产风险监测预警技术；以煤矿等领域为重点，着力开发保障安全生产的各类新产品、新技术、新工艺、

新装备。

## （二）攻关方向

### 1. 煤矿安全生产

#### 1.1 自适应吸能让位液压支架及其智能监测装备（重大攻关方向）

研究内容：现阶段煤矿井下作业液压支架等支护装备难以自动适应复杂多变的巷道冲击地压、变形来压和破坏特征，严重制约了煤矿的安全高效开采。通过研制自适应吸能让位液压支架及其智能监测装备，以多维数据融合的传感器监测为核心，通过大数据赋能，显著提升液压支架在冲击地压来临以及巷道大变形时的运行稳定性和安全，为提升煤矿安全生产水平提供有力支撑。

基本考核指标：自适应智能协同控制时间，小于巷道快速大变形或冲击载荷作用时间；自适应吸能让位液压支架智能监测装备（黑匣子）承受冲击地压的损坏率 $<5\%$ ；自适应吸能液压支架让位距离 $>50$ 毫米。

注意事项：本方向限“宁夏智能支护装备创新联合体”申报，项目中需设立至少三个子课题并根据子课题管理要求分解任务和资金（包括财政资金与自筹资金），每个子课题必须由联合体中不同的成员单位分别牵头实施。

#### 1.2 综采综放工作面运输顺槽超前支护与转载机一体化装备

研究内容：针对现有的综采、综放工作面使用的常见超前支护支架配套复杂，支护设备反复支撑顶板对顶板破坏严重，对巷道宽度要求高，转载机自移装置区域和破碎机区域无法布置等难题，通过开发滑移式超前支护支架、窄机身紧凑型转载破碎一体机、超前支护与转载机一体化智能控制系统，开发出一套填补国内空白的支护与转载一体化智能设备，从而达到安全生产、减员增效的目的。

基本考核指标：破碎机外形宽度由 $4000\text{mm}$ 降为 $3700\text{mm}$ ；滑移式超前支架与转载机的配合形式为一体化；在巷道宽度 $\leq 5.3$ 米的情况下，超前

支护长度 $\geq 30\text{m}$ ，端头支架支护强度 $\geq 0.40\text{MPa}$ ，超前支架支护强度 $\geq 0.35\text{MPa}$ ，锚固支架支护强度 $\geq 0.25\text{MPa}$ 。

### 1.3 巷道辅助作业机器人—支护一体化装备

研究内容：针对现阶段煤矿井下作业环境恶劣、作业空间狭窄、人工劳动强度大、工作效率低等问题，突破煤矿井下装备作业状态不清晰、空间作业环境适应性差、关键作业工艺可视化程度低等技术难题，通过建立有限空间多自由度液压机械臂闭环联动控制策略，构建多装备作业状态感知系统网络、远程可视化系统平台，开发具备自主定位、路径规划、自主决策作业能力的矿用智能辅助作业机器人系统，形成巷道辅助作业机器人-支护一体化装备，为提升煤矿安全生产水平提供有力支撑。

基本考核指标：巷道辅助作业机器人-支护一体化装备能适应端头及顺槽支护区域辅助作业要求，机器人系统能够实现在  $1.6\text{m}$  以内狭窄空间协同作业，具备  $20^\circ$  爬坡、避障功能；机器人系统具备自主作业/远程操作/手动作业三种模式切换控制功能；机器人系统各设备具备多自由度机械臂联动协同作业、末端路径轨迹精准规划、位置自适应识别调整、自主移动作业、状态信息交互等功能，应用机器人系统后在原有作业班组基础上实现减员  $50\%$  以上，工作效率提高  $30\%$  以上。

注意事项：本方向限“宁夏智能支护装备创新联合体”申报，项目中需设立至少三个子课题并根据子课题管理要求分解任务和资金（包括财政资金与自筹资金），每个子课题必须由联合体中不同的成员单位分别牵头实施。

### 1.4 煤矿高应力复杂环境软岩巷道安全生产技术

研究内容：针对我区部分煤矿软岩巷道环境复杂、应力高，围岩易变形、支护易失效，存在严重安全风险的技术难题，通过分析煤岩力学参数与围岩变形规律，开展围岩稳定性评估，研究注浆加固、跨界分级连续化

锚固控制技术，研制锚固注浆与抗剪装置等，在煤矿软岩巷道实现工程化示范。

基本考核指标：建立井下工程化示范点一处；提出围岩控制、全锚索支护成套技术方案；通过注浆与锚固技术能够增加锚索端部 1.5m 范围内的抗剪切强度。

## 2. 燃气使用安全

### 2.1 液化气罐阀门锁

研究内容：针对现有瓶装液化石油气使用管路中减压阀等阀门私人可以随意拆装，存在重大安全隐患的问题，通过研究阀门之间连接锁闭机制、锁闭装备成型材料及成型方式等，开发出一款不改变现有瓶装液化石油气使用管路内部结构，可以加装在外部不同阀门的连接部位的新型阀门锁产品，从而提升燃气使用的安全水平。

基本考核指标：产品采用高强度塑料注塑成型；采用合页开闭方式，开合寿命不低于 1 万次；采用电磁锁闭形式，但留有机机械应急开启装置；拥有外悬挂设计；可以安装在液化气瓶角阀与减压阀之间或减压阀与电磁阀之间，对市场上常规的阀门均具有较好的适应性；锁闭后可以阻止阀门连接处手轮发生相对转动，所适应手轮的最大直径 $\leq 60\text{mm}$ 、最大厚度 $\leq 15\text{mm}$ ；在至少一家瓶装液化气生产配送企业进行实际使用验证。