

2025 年度自治区重点研发计划项目申报指南 (高新技术领域 98 项)

一、现代化工专项	1
(一) 专项设立背景	1
(二) 攻关方向	1
1.1 现代煤化工	1
1.1.1 煤间接液化正构烷烃产品分离技术研究及工业示范 (重大)	1
1.1.2 高碱金属低灰煤在气流床应用技术研究	2
1.1.3 煤基烯烃氢甲酰化制特种醇类化学品工艺技术开发	2
1.1.4 丙烷脱氢制丙烯高效膜催化反应过程及应用研究	3
1.1.5 双环裂解加氢催化制备环戊烷关键技术的研究	3
1.2 石油化工	4
1.2.1 环境自适应长效 PAM 基聚合物及凝胶系列产品关键技术研发及应用示范	4
1.3 电石化工	4
1.3.1 磺胺类药物二氰二氨制备合成工艺方法的研发 (重大)	4
1.3.2 尿素制氰胺新工艺开发	5
1.4 精细化工	5
1.4.1 年产 3000 吨氟苯绿色合成工艺研究	6
1.4.2 DCTF (2,3 二氯 5 三氟甲基吡啶) 的氟化合成技	

术研究	6
1.4.3 新型 S 环氧氯丙烷拆分用新型双核手性催化剂的 研制	7
1.4.4 一种生物酶法天然麦芽酚工艺开发研究	7
1.4.5 热敏性和高粘度化工中间体的高效分离提纯工艺 研究	7
1.4.6 8 羟基喹啉高效合成技术研究与应用	8
1.4.7 炔醇微界面反应高效制备乙烯基醚技术研究 ...	8
1.4.8 新型二肽甜味剂爱德万甜中间体 3 羟基 4 甲氧基 苯丙醛的研究	9
1.4.9 高选择性催化加氢制备烯丙醇技术研究	9
1.4.10 2,4 二氯苯酚连续化研发	10
1.4.11N 乙烯基己内酰胺基水合抑制剂关键技术开发	10
1.4.12 氢化三联苯再生技术研究	11
1.4.13 基于可调催化的乙酰胺绿色制备工艺	11
1.4.14 2,2 乙氟二胺绿色生产工艺的研发	12
1.4.15 巯丙基三甲氧基硅烷产品合成技术研究	12
二、新型材料专项	12
(一) 专项设立背景	12
(二) 攻关方向	13
2.1 金属材料	13
2.1.1 高品质钽靶材等径角挤压制备理论与应用技术研究	13
2.1.2 加纳碳酸锰矿石特性与高效浸出工艺研究 (创新	

联合体项目)	13
2.1.3 铍及铍合金近净成形技术研究	14
2.1.4 6N 超高纯低氧铜粉电解制备关键技术与示范	15
2.2 化工新材料	15
2.2.1 水性 PVDF 生产技术研发	15
2.2.2 芳纶自浮式桥梁防撞材料研发 (创新联合体项目) ..	16
2.3 无机非金属材料	16
2.3.1 半导体用高纯、高热导碳化硅部件成型及制备技术 ..	16
2.3.2 粉煤灰基白炭黑制备关键技术及产业化示范 ..	17
2.3.3 高强度连续式铝基陶瓷纤维材料开发及示范应用 ..	18
2.3.4 基于自蔓延高温合成法的陶瓷内衬油管的开发	19
2.3.5 氟离子的回收与资源化利用 (创新联合体项目) ..	19
2.4 新能源材料	20
2.4.1 HJT 电池用高效率硅单晶技术研发	20
2.4.2 高电阻率集中度、高吸杂、全平台支持的新型硅片产品研发制备 (创新联合体项目)	20
2.4.3 高比能量磷酸锰铁锂正极材料制备工艺技术研究 ...	21
2.4.4 高能量密度、长循环能力的钠离子电池普鲁士蓝正极材料开发	21
2.4.5 6C 超充人造石墨负极材料制备工艺技术研究	22
2.5 电子信息材料	22
2.5.1 超大尺寸蓝宝石板材导模法制备关键装备及工艺技术研发 (重大)	22

2.5.2	110 μm 极细蓝宝石切割工艺及其装备的研究.....	23
2.5.3	电子级半导体封装石墨模具及晶体硅炉石墨电极 提纯关键工艺与产业化示范	24
2.5.4	铋量子点修饰砷化镓纳米结构的精细构筑与光电 特性研究	25
三、	清洁能源专项	25
(一)	专项设立背景	25
(二)	攻关方向	26
3.1	光伏	26
3.1.1	一体化覆膜技术的应用研发（重大）	26
3.1.2	光伏光电催化耦合人工光合系统及高值化学品制 备技术	26
3.1.3	复杂地貌条件下光伏组件安装、清洁技术开发与 装备研制	27
3.2	风电、智能电网	28
3.2.1	基于精准测风的动态偏航校正场控功率优化	28
3.2.2	多元构网型设备构网能力实证试验及调控运行关 键技术研究	28
3.2.3	基于风光电热储多能互补耦合的高盐废水脱盐关 键技术及成套装备	29
3.3	氢能	30
3.3.1	加氢站灾害防控关键技术与装备研发	30
3.3.2	煤焦油渣超临界水气化制氢关键技术研发	30

四、数字信息专项	31
(一) 专项设立背景	31
(二) 攻关方向	31
4.1 智能控制	31
4.1.1 矿用平衡绳生产过程数字化、智能化技术开发与 应用研究（重大）	31
4.1.2 数控 3D 显示屏控制系统研发及示范应用	32
4.1.3 基于 AI 算法的光伏电站特种运维机器人集群控 制系统研究	33
4.1.4 电解锰化合工段智能化控制技术研究	33
4.1.5 BIM 共享管理系统	34
4.2 智能运维	34
4.2.1 热壁加氢反应器多层结构服役健康状况安全评价 与剩余寿命智能可视化系统	34
4.2.2 基于一体化监测技术的电气设备及主变压器的智 慧运维平台关键技术研究	35
4.2.3 基于 AI 智能制造云平台的数控珩磨机床智慧运 维关键技术研究与应用	35
4.2.4 基于 AI 算法的机械及旋转设备状态分析与故障 预测平台关键技术研究	36
4.3 智能检测（监测）及预警	37
4.3.1 空地一体多源数据融合的公路边坡巡检及预警技 术研究	37

4.3.2	宁夏粮食真菌毒素数据库的构建及其应用研究	37
4.3.3	基于多源时空数据融合的生态监测评价技术	38
4.3.4	大型压力球罐焊缝 TOFD 数据智能分析技术与应用系统	39
4.3.5	预拌混凝土质量追溯系统研究与应用实践	39
五、	装备制造	40
(一)	专项设立背景	40
(二)	攻关方向	40
5.1	清洁能源及新材料装备	40
5.1.1	2000mm 以上风电主轴轴承热处理自动化生产线的研制（重大）	40
5.1.2	高性能 N 型 4HSiC 关键生长装备的研制	41
5.1.3	晶体材料加工生产线在线应变检测设计开发 ..	42
5.1.4	金属锰生产用二次精炼固定式精炼炉装备研发	42
5.2	数控机床	43
5.2.1	七轴五联动数控强力珩齿工艺与装备研发	43
5.2.2	高速内冷、气保护加工中心电主轴研发	44
5.3	矿山机械	44
5.3.1	30% ~ 40% 含矸量的煤矿工作面用刮板输送机研制（重大，创新联合体项目）	44
5.3.2	碳纤维复合材料新型刮板关键技术研究	45
5.3.3	矿用隔爆型高压智能永磁驱动一体机的研发 ..	45
5.3.4	煤矿井下顺槽转运环节原煤脱水关键技术研究与	

装备研制	46
5.3.5 露天矿剥离用 20000t/h 运量带式输送机研制	47
5.3.6 煤矿巷道底板锚固支护智能化钻孔装备（创新联合体项目）	47
5.4 仪器仪表	48
5.4.1 适用于高压气化炉黑水专用角阀的研制	48
5.4.2 基于力质转换新型大量程电子吊秤检定装置及技术开发	48
5.5 绿色、智能制造	49
5.5.1 大型铸钢件铸造缺陷全位置智能焊补技术与装备研究及应用	49
5.5.2 大型储罐壁板腐蚀与应力检测的超声导波方法与攀爬设备	50
5.5.3 射频超导腔自动化加工及后处理技术研究 ...	51
5.5.4 超设计使用年限在服役承压设备的多功能微磁应力损伤监测技术及设备研发	51
5.5.5 牧草尾菜混合能源智能烘干关键技术集成研究	52
5.6 电工电气	53
5.6.1 130 兆瓦海上平台换流站高频高压变压器的研制和应用（重大）	53
5.6.2 $\pm 800\text{kV}$ 特高压直流线路复合抢修塔研发	53
5.6.3 干燥空气绝缘环网柜及其一二次融合关键技术	54
5.7 高端基础零部件	54

5.7.1 石油钻机顶驱轴承 T1120 的研制	54
5.7.2 高精密长寿命高可靠性汽车轴承研发	55
5.7.3 五缸泥浆泵轴承的研制	55
5.7.4 电动重卡多挡变速箱技术研究与应用	56
六、轻工纺织专项	56
(一) 专项设立背景	56
(二) 攻关方向	57
6.1 绿色食品加工	57
6.1.1 核苷类营养化学品的生化反应设计与合成生物系统创建(重大)	57
6.1.2 低蛋白日粮中分支链氨基酸生产效率提升关键技术研究与应用(重大)	58
6.1.3 食用菌人造肉专用蛋白基料制备关键技术研究与应用	58
6.1.4 基于酶解法制备 ACE 抑制肽发酵乳的开发与应用	59
6.1.5 宁夏特色果蔬制品高值化非热杀菌技术研究与应用示范	59
6.2 绿色发酵工艺	60
6.2.1 短链有机酸(C2C4)细胞工厂的构建与优化	60
6.3 纺织原料	61
6.3.1 山羊绒绿色高效纺纱关键技术开发与应用	61

一、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求，开发现代煤化工下游高附加值产品，研发石油化工助剂产品，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

1.1 现代煤化工

1.1.1 煤间接液化正构烷烃产品分离技术研究及工业示范（重大）

研究内容：针对现有 400 万吨/年煤间接液化油品加氢精制石脑油和脱氢塔顶油富含正构烷烃的增值利用，开展油品理化特性研究，建立产品特性数据库；开发多段蒸馏技术，分离出精制石脑油中高纯度正己烷、正庚烷，分离出氢塔顶油中高纯度正癸烷，形成一套煤间接液化以精制石脑油、脱氢塔顶油为原料正构烷烃分离技术；实现煤间接液化油品高值化开发利用，进一步延伸煤制油项目产业链，提高煤炭间接液化的经济性。

考核指标：形成 400 万吨/年煤炭间接液化项目加氢精制石脑油及脱氢塔顶油产品组成及性质数据库；形成 3 万吨/年高纯度正己烷、正庚烷和 3 万吨/年高纯度正癸烷工业分离技术工艺包；正己烷、正庚烷、正癸烷正构烷烃含量均 > 99%，产品收率大于 85%；

建设 3 万吨/年正己烷、正庚烷分离和 3 万吨/年正癸烷分离工业示范装置;

1.1.2 高碱金属低灰煤在气流床应用技术研究

研究内容: 针对高碱金属, 低灰煤种用于气流床气化炉, 运行过程存在水冷壁挂渣困难装置, 不锈钢管线腐蚀, 大规模生产难度大等问题, 以煤矸石为添加剂, 实现高碱金属低灰煤种煤质调控过渡; 优化粉煤烧嘴结构, 研究适配工艺技术, 实现高碱金属低灰煤种应用示范。

考核指标: 实现单台炉全部使用低灰(5-8%)、高碱金属(>45%)煤种运行; 期间气化炉水冷壁渣层温度最高上涨至 980℃调整后快速恢复正常; 合成气甲烷含量控制 500-1500ppm, 废锅产汽保持稳定在 3.0-4.5T/h; 盘管上回水温差 10.0-11.5℃稳定; 渣口压差最高上涨至 19kPa 排渣正常, 运行工况稳定。使用此属煤种期间, 合成气有效组分 88%-90%, 粗渣残碳<5%, 细渣残碳<24%, 碳转化效率较高。吨甲醇耗煤量基本在 1.64 吨, 单台气化炉日处理煤 2500 吨。

1.1.3 煤基烯烃氢甲酰化制特种醇类化学品工艺技术开发

研究内容: 针对 2-丙基庚醇、异构十三醇等化工助剂新技术开发需求, 开发以石脑油为原料, 经氢甲酰化、羟醛缩合、加氢及精馏形成 C4 氢甲酰化制 2-丙基庚醇工艺技术; 以费托 C5-C6 烷烯烃为原料, 以氢甲酰化、羟醛缩合及加氢精制为主要工艺路线, 开发高选择性、高稳定性氢甲酰化专用催化剂, 解决催化剂

分离难、损耗大、容易失活、与长链烯烃构型不匹配的问题，形成费托烯烃氢甲酰化制异构十三醇工艺技术。

考核指标：开发出适用于 2-丁烯氢甲酰化制戊醛催化剂配体并实现公斤级制备；烯烃转化率 $\geq 90\%$ ，醛选择性 $\geq 90\%$ ，羟醛缩合戊醛转化率 $\geq 90\%$ ，烯醛选择性 $\geq 80\%$ ，2-丙基庚醇纯度 $\geq 98\%$ ；开发出适用于费托 C5-C6 烷烯烃氢甲酰化制高碳醛催化剂， α -烯烃转化率 $\geq 90\%$ ，醛选择性 $\geq 90\%$ ，羟醛缩合醛转化率 $\geq 90\%$ ，烯醛选择性 $\geq 80\%$ ，异构十三醇纯度 $\geq 98\%$ 。

1.1.4 丙烷脱氢制丙烯高效膜催化反应过程及应用研究

研究内容：针对目前 PDH 制丙烯工艺能耗高、丙烷转化率低、丙烯选择性低及催化剂易失活等技术难题，开展 PDH 高效膜催化反应器设计及应用研究。开发适用于膜催化反应器的催化体系、开展 PDH 制丙烯膜催化反应器性能评价与工艺放大、形成 PDH 制丙烯高效膜催化反应新技术，同时实现 PDH 制丙烯工艺的高转化率和丙烯高选择性，为突破 PDH 制丙烯工业化瓶颈奠定基础。

考核指标：开发出氢气、丙烷、丙烯分离膜材料 1-2 种；研制 PDH 制丙烯膜反应器 1 台；开发 PDH 制丙烯新催化体系，丙烷单程转化率 $\geq 40\%$ ，丙烯选择性 $\geq 90\%$ ，催化剂稳定性 7 天以上。

1.1.5 双环裂解加氢催化制备环戊烷关键技术的研究

研究内容：针对清洁发泡制冷剂环戊烷产能不足的问题，通过开展双环戊二烯裂解单环催化加氢制备环戊烷的研究，优化裂

解温度、压力、进料量、氢气进气量、反应釜类型等工艺参数，开发出一套连续化裂解加氢制备环戊烷的生产工艺包。

考核指标：形成一套双环裂解加氢制备环戊烷的合成工艺包；制备的环戊烷纯度不小于 99%，收率达 97% 以上；形成年产 2000 吨的中试线。

1.2 石油化工

1.2.1 环境自适应长效 PAM 基聚合物及凝胶系列产品关键技术研发及应用示范

研究内容：针对聚丙烯酰胺凝胶微球在油田应用中存在深部运移能力减弱、分子老化问题，通过设计有机、无机分子互穿网络解决凝胶强度和耐高温高盐问题，达到凝胶网络与油藏环境自适应自增强的智能功能，通过凝胶的溶胀性调控以适应深地层的石油渗透，开发从毫米封堵剂，到微米、纳米的驱油剂系列油田化学品。

考核指标：开发聚丙烯酰胺产品生产工艺包；开发 5 个以上系列的油田调驱剂新品种，至少 1 个新产品取得油田现场推广应用报告；生产成本较现有低渗透油藏主流产品降低 30% 以上，调驱剂老化两周岩心封堵率保持 80% 以上；在低渗透油田应用后，较现有产品注入量减少 50% 以上；建设年产 5000 吨以上的中试生产线。

1.3 电石化工

1.3.1 磺胺类药物二氰二氨制备合成工艺方法的研发（重大）

研究内容：针对目前石灰氮法双氰胺生产工艺存在工艺流程长、物料和能源消耗高、三废污染严重等问题，通过研制特定的高选择性催化剂，实现二氧化碳和氨气一步合成制得双氰胺气体；通过研究耐超高温、耐超高压列管反应器，实现二氧化碳和氨气一步制备双氰胺的连续化生产；通过研究双氰胺气体急冷室快速降温结晶新工艺，实现双氰胺气体凝华成固体双氰胺成品；研究二氧化碳和氨气一步法连续化生产双氰胺成套工艺，并中试生产。

考核指标：双氰胺含量 $\geq 99.50\%$ ，加热减量 $\leq 0.30\%$ ，含钙量 $\leq 0.020\%$ ，外观呈白色晶体；使用专用催化剂后，原料转化率达到 99%以上，比使用一般催化剂提高 5%以上，反应时间每批次 8 小时，比使用一般催化剂减少 4 小时；每生产一吨产品减少固废 3.0 吨，降低蒸汽能耗 2.2 吨；形成 50 吨/年中型生产线。

1.3.2 尿素制氰胺新工艺开发

研究内容：开发系列分子筛基高效催化剂，提升尿素转化率和单氰胺和双氰胺的选择性；研究基于尿素制氰胺过程的催化构效关系、催化机制和强化规律，为生产工艺研究提供理论支撑；开展公斤级/小时尿素进料量工况下尿素制氰胺工艺放大试验。

考核指标：形成尿素制氰胺新技术和新装备，建成 50 公斤/天尿素进料放大试验装置；单氰胺和双氰胺产品纯度达到 99%，总的选择性达到 75%以上；尿素制氰胺新装备连续运行时间超过 5 个月。

1.4 精细化工

1.4.1 年产 3000 吨氟苯绿色合成工艺研究

研究内容：针对目前无水氟化氢法制备氟苯工艺存在无水氟化氢单耗高、产生含氟废酸量大、安全风险高和产品质量不稳定等问题，研究以亚硝酰硫酸作为重氮化试剂，降低无水氟化氢单耗；研究降低氟化氢用量，提高废硫酸回收利用效率；研究非钠离子反应体系，降低生产过程的安全风险，研究基于上述内容的氟苯绿色合成新工艺，并建成规模化生产线。

考核指标：氟苯纯度 $\geq 98\%$ ，无水氟化氢单耗降低 33%（较无水氟化氢工艺），副产硫酸浓度 $> 90\%$ ；整体生产能力达到 3000 吨/年。

1.4.2 DCTF（2,3-二氯-5-三氟甲基吡啶）的氟化合成技术研究

研究内容：针对目前以氟化氢为原料的 2,3-二氯-5-三氟甲基吡啶生产工艺反应条件苛刻（高温高压）、氟化氢单耗高及设备腐蚀严重等问题，研究以苕胺和丙醛为起始原料、经 N-亚丙基苕胺中间体的新工艺，降低反应温度和压力；研究氟化氢吡啶溶液作为氟化剂，降低氟化剂的单耗；通过研究新型催化剂，降低对设备的要求；研究基于上述内容的 2,3-二氯-5-三氟甲基吡啶成套合成新工艺，并建成中试生产线。

考核指标：2,3-二氯-5-三氟甲基吡啶产品纯度 $> 99\%$ ，总收率 $> 70\%$ （以苕胺计摩尔收率），单一最大杂质含量 $< 0.1\%$ ；工艺反应温度 $< 150^{\circ}\text{C}$ ，压力 0.1Mpa 以内，氟化剂单耗由原来的 0.75

降低至 0.5 以下；备案企业标准 1 项；形成 500 吨/年中试生产线。

1.4.3 新型 S-环氧氯丙烷拆分用新型双核手性催化剂的研制

研究内容：针对目前 S-环氧氯丙烷拆分用单核手性催化剂催化效率低、拆分时间长等问题，开发新型双核手性催化剂，利用两个催化剂分子之间的协同作用，达到降低催化剂用量、缩短拆分时间、提高 S-环氧氯丙烷收率等目标，开发合成新型双核手性催化剂所需 4-氧杂-1,7 庚二酸、3-叔丁基-2,5-二羟基苯甲醛、Salen 配体等中间体的工艺；建成一条 1 条催化剂中试生产线。

考核指标：生产 1 吨 S-环氧氯丙烷所需催化剂用量由 10kg 降低至小于 0.1kg，S-环氧氯丙烷的收率由 43 % 提高至 47 % 以上；S-环氧氯丙烷的化学纯度>99%，光学纯度>99%ee，拆分时间减少一半以上；建成年产 1000Kg 的新型双核手性催化剂中试生产线。

1.4.4 一种生物酶法天然麦芽酚工艺开发研究

研究内容：针对化学法合成麦芽酚存在的收率低、三废排放量大、安全风险高等问题，以天然糠醛作为原料，经酶催化还原得到糠醇，后经酶催化氧化、缩合、加氢得到麦芽酚。实现温和条件下麦芽酚的安全、绿色生产。

考核指标：收率达到 78%以上，产品纯度 $\geq 99\%$ ；天然糠醛单耗 ≤ 3.0 ，还原酶单耗 ≤ 0.00028 ；天然麦芽酚工艺无固废，吨产品产生污水控制 5 吨内；年产 72 吨酶法麦芽酚；

1.4.5 热敏性和高粘度化工中间体的高效分离提纯工艺研究

研究内容：针对目前烯草酮中间体精三酮等物料在分离提纯过程中的热敏性、高粘度等问题，通过研究刮板蒸发和精馏塔耦合等工艺技术，实现高粘度、热敏性物料精三酮的连续精馏分离提纯；并进行连续精馏分离工程化设计，实现连续化高效精馏及产业化应用。

考核指标：形成以精三酮为代表的高粘度、热敏性物料的高效分离提纯工艺包；精三酮含量 > 95%、收率 > 90%；建成年处理量 3000 吨精三酮的中试线。

1.4.6 8-羟基喹啉高效合成技术研究与应用

研究内容：针对目前邻氨基苯酚甘油法 8-羟基喹啉生产工艺存在原料单耗高、副反应多、成品分离效率低以及产品含量不稳定等问题，对工艺进行优化，使用丙烯醛代替甘油浓硫酸并通过优化邻氨基苯酚、邻硝基苯酚与丙烯醛的缩合反应条件，提高原料利用率、减少副反应；通过研究基于聚合焦油类两性化合物在碱性环境下的析出特性，实现 8-羟基喹啉粗品中焦油的有效分离；通过研究不同溶剂对 8-羟基喹啉精制效果的影响，优化重结晶工艺，提高产品含量；研究基于上述内容的 8-羟基喹啉生产新工艺，并中试生产。

考核指标：8-羟基喹啉总收率 $\geq 70\%$ （以邻氨基苯酚与邻硝基苯酚总量计、摩尔收率）；8-羟基喹啉成品纯度 $\geq 99\%$ ；废水 TOC 含量 $\leq 1000\text{mg/L}$ ；生产能力达 800 吨/年。

1.4.7 炔醇微界面反应高效制备乙烯基醚技术研究

研究内容：针对现有乙烯基醚产品产能无法满足市场需求的难题，通过微界面反应技术，强化气体和液体的传质，促进乙炔和醇高效快速反应，实现同时大幅提高乙烯基醚产能和收率的目的。

考核指标：单套反应器产能由 1000 吨/年提高至 2000 吨/年以上；乙烯基醚产品纯度大于 99%，乙烯基醚产品收率大于 90%（以乙炔计）。

1.4.8 新型二肽甜味剂爱德万甜中间体 3-羟基-4-甲氧基苯丙醛的研究

研究内容：针对爱德万甜合成必需中间体 3-羟基-4-甲氧基苯丙醛市场供应量极少、不易购买等问题，研究用 5-溴-2-甲氧基苯酚先合成 3-羟基-4-甲氧基肉桂醛，经洗涤纯化后加氢反应，继而生产 3-羟基-4-甲氧基苯丙醛的完整工艺，实现 3-羟基-4-甲氧基苯丙醛的自主生产。

考核指标：3-羟基-4-甲氧基苯丙醛总收率达到 82%以上，纯度达到 90%以上；以生产的 3-羟基-4-甲氧基苯丙醛为原料，合成出符合要求的爱德万甜产品，年产爱德万甜 60 吨；异香草醛单耗 0.85 以下，阿斯巴甜单耗 1.0 以下，醋酸乙烯单耗 0.65 以下。

1.4.9 高选择性催化加氢制备烯丙醇技术研究

研究内容：针对丙烯醛产能过剩、附加值低的问题，通过对催化剂活性组分及载体的筛选，开发出高选择性催化剂，建立由丙烯醛为原料催化加氢制备烯丙醇的绿色工艺技术路线。

考核指标烯丙醇含量大于 99%，丙烯醛转化率大于 90%，催化加氢选择性大于 80%；建成产能大于 1000 吨/年的中试线。

1.4.10 2,4-二氯苯酚连续化研发

研究内容：针对传统氯化工艺合成 2,4-二氯苯酚，存在反应釜体积大、氯化时间长、产能低、选择性差、产品质量不稳定、自动化程度低、安全风险高等问题，开发氯化连续化工艺和平推流反应器替代传统釜式反应器的关键技术研究。在平推流反应器中实现原料的快速混合和反应，并将反应产生的热量及时快速移走，有效控制反应局部温度，实现反应过程的精准自动化控制，提高反应选择性，从而提高收率，减少污染物排放，同时利用平推流反应器占地面积小的优势，在原有生产空间基础上提高产能。完成氯化连续化工艺和设备的研发及产业化示范。

考核指标：开发 1 套合成 2,4-二氯苯酚连续化氯化工艺及配套合成中试反应器；装置选择性不低于 98%，收率不低于 97.5%，产品纯度达到 98%以上，杂酚不大于 0.8%，水份不大于 0.2%；产能达到 500 吨/年以上。

1.4.11 N-乙烯基己内酰胺基水合抑制剂关键技术开发

研究内容：针对 N-乙烯基己内酰胺基水合抑制剂合成过程中转化率低、反应时间过长、产品收率较低等问题，开发非均相固体碱催化合成技术，以 N-乙烯基己内酰胺、N-乙烯基吡咯烷酮、多功能烷基丙酰胺等为原料，开发 N-乙烯基己内酰胺基水合抑制剂合成技术，避免水合物的形成引发次生风险。

考核指标：开发出一种功能性 N-乙烯基己内酰胺水合抑制剂聚合物产品；水合抑制剂为聚合物粘稠液体，流动性良好，K 值 8.0-18.0，分子量 $M_w \leq 8000$ ，固含量 40+1%，原液粘度 200cPs-5000cPs；水合抑制剂性能通过第三方测试评价，凝固点 $< -15^\circ\text{C}$ ，建设年产 500 吨的中试线。

1.4.12 氢化三联苯再生技术研究

研究内容：针对废氢化三联苯再生困难、回收效率不高等问题，通过对废氢化三联苯开展成分检测、催化加氢、多级精馏等工艺技术研究，完成中试生产装置的设计及建设，再生后的氢化三联苯闪点、残炭酸值等关键指标达到原产品要求。

考核指标：建成年产 2000 吨的中试生产装置，再生后的氢化三联苯闪点达到 182°C ，凝固点 $< -25^\circ\text{C}$ ，残炭 $\leq 0.03\%$ 、酸值 ≤ 0.02 ，水分含量 $< 0.03\%$ 以下，回收率达 90% 以上。

1.4.13 基于可调催化的乙酰胺绿色制备工艺

研究内容：针对乙酰胺传统生产工艺中存在的产品单一、成本高等问题，以及产业链延伸、高附加值开发等需求，开发基于可调催化的乙酰胺、乙腈绿色制备工艺，开发出专有催化剂，可以灵活调配乙酰胺及乙腈产品产能，改变传统乙酰胺生产及纯化步骤，实现生产过程近零排放。

考核指标：开发出乙酰胺联产乙腈的制备工艺，产品收率达到 99%，乙酰胺纯度达到 98% 以上，凝固点不低于 76°C ；乙腈的纯度达到 99.9% 以上，水分含量在 0.05% 以下；建立千吨级乙酰胺

胺与乙腈联产示范线。

1.4.14 2,2-乙氟二胺绿色生产工艺的研发

研究内容：以废二氟氯乙烷为原料，开发管式连续反应二氟乙胺的合成新工艺及设备，实现二氟乙胺连续生产工艺，达到进料稳定，反应条件温和、平稳，反应物转化率高，产物分离较容易的目的。

考核指标：开发新型二氟乙胺合成技术工艺包；开发出新型二氟乙胺连续流管式反应器，开发用于二氟乙胺产品提纯分离的相关设备和工艺；原料二氟氯乙烷转化率>99%，产物收率>80%，精馏后二氟乙胺成品纯度>98%；建设产能达到 200 吨/年中试装置。

1.4.15 巯丙基三甲氧基硅烷产品合成技术研究

研究内容：采用萃取-共沸精馏脱水技术，制取无水硫氢化钠产品；以高效无毒的冠醚为相转移催化剂，在常压低温反应条件下，硫氢化钠与氯丙基三甲氧基硅烷反应合成巯丙基三甲氧基硅烷。

考核指标：硫氢化钠转化率达到 100%，产品含量达到 99.0% 以上；氯丙基三甲氧基硅烷消耗 1.1 吨（吨产品）以内；建成年产 300 吨巯丙基三甲氧基硅烷生产线。

二、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，聚焦高性能金属材料、先进化工新材料，先进无机非金属材料，新能源材料、电子信息材料等领域高质量发展，强优势与补短板相结合，突破一批关键高端功能材料的加工与制备技术，推动新材料产业提档升级。

（二）攻关方向

2.1 金属材料

2.1.1 高品质钽靶材等径角挤压制备理论与应用技术研究

研究内容：针对钽材料常规塑性成型技术难以制备组织细化、织构形态不易控制的难点，研究基于超大尺寸钽坯料和高剪切应变的重型 ECAP 工艺路线模具设计；开发以 80MN 高精度智能锻压机为平台的超大尺寸钽坯料 ECAP 制备技术；研究超大尺寸钽坯料多道次累积大塑性变形 ECAP 工艺的晶粒细化与织构调控技术；研发晶粒尺寸波动范围更小、织构组份匹配及 Banding 值更小的高品质钽靶材制备工艺。

考核指标：构建超大尺寸钽坯料 ECAP 变形行为调控技术体系，形成具有自主知识产权的钽坯料大塑性变形核心技术与工艺装备 1 套；设计新型预应力结构的、具有抗压力失稳、表面耐压和抵御边界拉应力的重型 ECAP 模具 1 套；钽靶材晶粒尺寸波动 $\leq \pm 7\mu\text{m}$ ，面织构 $\{100\}$ 均值 $25\pm 5\%$ ， $\{111\}$ 均值 $30\pm 5\%$ ， $\{110\}$ 均值 $\leq 15\%$ ，Banding $\leq 5\%$ ；等径角模具转角 $\Phi=90-125^\circ$ ，变形通道 $\geq 120\text{mm}$ 。

2.1.2 加纳碳酸锰矿石特性与高效浸出工艺研究（创新联合

体项目)

研究内容: 针对加纳碳酸锰矿石难浸取、浸取时间长等问题, 研究碳酸锰矿石特性、杂质元素含量, 摸索浸出时工艺条件、搅拌方式, 提高浸出速率, 探究最佳浸取时间, 开发一套高效制液技术。同时对浸出后匹配的液体收酸工艺、中和除铁工艺、净化工艺进行研究, 得出最佳制液工艺技术路线, 为碳酸锰矿高效浸取工业化改造提供技术可行性和设计依据。

考核指标: 开发一套碳酸锰矿石生产电解锰的高效浸取技术, 浸取时间从 46 小时缩短至 30 小时以内; 实现一次浸取后渣全锰 $\leq 2.50\%$, 中性液锌含量 $\leq 25\text{ppm}$, 固体悬浮物含量 $\leq 10\text{ppm}$; 每立方米中性液生产成本降低约 30.4 元, 单条生产线可降低制液成本约 4877 万元/年。

2.1.3 铍及铍合金近净成形技术研究

研究内容: 针对铍及铍合金近净成形的技术空白, 开展铍及铍合金雾化球形粉末制备关键技术研究, 制备球形度高、流动性好的球形粉末; 研究利用模拟仿真技术进行热等静压近净形数值仿真模拟以预测材料成型过程变形趋势, 为近净形包套设计提供理论依据, 优化包套结构设计; 开展近净形包套加工方法研究, 实现粉末冶金铍铝合金复杂结构件近净形成型。最终做到热等静压成型精确控形, 从而提高铍及铍合金材料利用率。

考核指标: 铍材料材料性抗拉强度 $\sigma_b \geq 410 \text{ Mpa}$, 屈服强度 $\sigma_{0.2} \geq 310 \text{ Mpa}$, 延伸率 $\delta \geq 3\%$, 弹性模量 $E \geq 290 \text{ GPa}$, 密度

$\geq 1.85\text{g/cm}^3$ ；铍铝合金材料性抗拉强度 $\sigma_b \geq 280\text{ Mpa}$ ，屈服强度 $\sigma_{0.2} \geq 210\text{Mpa}$ ，延伸率 $\delta \geq 2\%$ ，弹性模量 $E \geq 180\text{GPa}$ ，密度 $\leq 2.1\text{g/cm}^3$ ；形成年产 40 套铍及铍铝合金的生产能力。

2.1.4 6N 超高纯低氧铜粉电解制备关键技术与示范

研究内容：针对超高纯低氧铜粉（6N）电解制备中痕量杂质深度脱除、低氧含量控制、生产过程连续化精准调控的难题，研发痕量杂质深度脱除与粒径协同控制的超重力选择性高效电解超高纯铜粉新技术、超高纯铜粉湿法-火法联合抗氧化与低氧含量精细控制技术，形成纯度-粒度-氧含量-效率协同匹配控制集成技术；研制超重力选择性电解超高纯铜粉免刮粉模块式连续化放大装备，建成低氧超高纯铜粉连续化制备中试示范线，并实现稳定运行。

考核指标：研发出连续电解可控的超高纯铜粉超重力选择性电解技术，开发出铜粉抗氧化处理方法，研制出超重力电解超高纯铜粉免刮粉模块式连续化放大装备；铜粉纯度 $>99.9999\%$ ，粒度 D50 在 10-50 微米，铜粉粒度氧含量 600-300ppm；建成年产 10 吨低氧超高纯铜粉连续化制备中试示范线，稳定运行并达产。

2.2 化工新材料

2.2.1 水性 PVDF 生产技术研发

研究内容：水性 PVDF 是新一代亲水性绿色环保型产品，采用化学改性方式生产高性能的水性氟碳树脂作为成膜物质，采用“种子乳液聚合”的方式，调整 VDF 和其他单体的比例（VDF

在 50%-70%之间)；通过碳氢和氟碳表面活性剂组成的混合剂维持聚合物粒子稳定性、控制粒径；通过控制机械搅拌速率和调整反应压力、温度的方式控制反应速率，形成具有很好化学稳定性的氟碳树脂，在锂电池正极粘结剂和隔膜材料的应用中提高粘结效果、浸润性、吸液保持率、隔膜透气性和耐高电压性能。

考核指标：建设水性 PVDF 小试、中试生产线及配套测试仪器；水性 PVDF 产品分子量在 100W 以上，热分解温度大于 419℃，电解液饱和吸液率在 30 左右，剥离强度大于 50N/m。

2.2.2 芳纶自浮式桥梁防撞材料研发（创新联合体项目）

研究内容：针对目前传统桥墩防撞体系存在防撞载荷低，防刮、耐磨性能差等问题，通过研究自浮式新型桥墩防撞材料的结构设计及撞击损伤模拟分析，建立理论模型；通过芳纶防撞、防刮、防磨材料研制，获得高韧性高耐磨材料；通过轻质纳米浮体材料研制，解决自浮设计难题；研究芳纶自浮式桥梁防撞结构制备工艺技术，并建设中试线。

考核指标：开发自浮式防撞、防刮、防磨桥墩防护芳纶产品 ≥1 项；建设桥墩防撞能力 1000-5000 吨级系列产品生产线 ≥1 台套；高强芳纶长丝性能满足强度 ≥21.5cN/dtex，弹性模量 85±10Gpa，断裂伸长率 ≤4%，表面油剂残值 < 1.5%，与橡胶有较好的粘合性能。

2.3 无机非金属材料

2.3.1 半导体用高纯、高热导碳化硅部件成型及制备技术

研究内容：针对半导体领域用高纯高热导碳化硅部件的需求，研究碳化硅第二相成分、与基体的界面结构、晶界相组成的相互影响机制，实现材料微观结构的可调控性和高热学性能-高力学性能的协同；研制可打印出大尺寸、具有微小尺度特征的复杂结构碳化硅部件的 3D 打印设备，探究碳化硅与粘结剂的相互作用，优化打印工艺参数；研究碳化硅颗粒分布、材料组分、微观结构以及烧结过程中杂质引入对碳化硅部件性能的影响，探明碳化硅部件热学、力学性能、耐高温性、耐磨损性能之间的联系，制备可满足半导体应用场景的大尺寸、复杂形状、高纯碳化硅陶瓷部件。

考核指标：形成可产业化的高纯、高热导、高耐温碳化硅陶瓷制备技术，形成大尺寸、复杂中空结构碳化硅陶瓷部件 3DP 素坯成型技术；研发可用于宽粒径分布的碳化硅的 3DP 打印设备，可打印碳化硅粉末粒径 30-200 μm ；开发 1 款针对碳化硅的专用打印粘结剂；打印碳化硅生坯密度 $\geq 1.8 \text{ g/cm}^3$ ，尺寸精度 $\leq \pm 0.3 \text{ mm}$ （零件尺寸 $\geq 400 \text{ mm}$ ）；烧结碳化硅零件尺寸精度 $\leq \pm 0.36 \text{ mm}$ （零件尺寸 $\geq 400 \text{ mm}$ ），杂质中 A1、B 元素的含量均小于 400 ppm，其他杂质如 Fe, Ca, Ti, Cr 等元素的含量均小于 200 ppm。热导率 $> 160 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ ，抗弯强度 $> 300 \text{ MPa}$ ，烧结密度 $> 3.0 \text{ g/cm}^3$ ，使用环境温度 $> 1000 \text{ }^\circ\text{C}$ 。

2.3.2 粉煤灰基白炭黑制备关键技术及产业化示范

研究内容：针对粉煤灰大宗消纳及高值化利用问题，研究环

境友好型白炭黑提纯关键技术，如 CO_2 接触法等特殊碳化法代替硫酸作为沉淀反应剂制备煤基纳米白炭黑并探索其应用场景；开发材料微纳米化及表面功能化关键技术，优化反应条件，有效减小颗粒尺寸；采用等离子体、化学镀、溶胶-凝胶法等技术改性材料表界面，增强其与基体的相容性和粘合力，阐明粉煤灰基白炭黑橡胶纳米复合材料增强原理，开发混炼制备关键技术；研究金属资源富集回收关键技术，通过改良膜电解法选择性回收粉煤灰浸出液中的铝、铅、镓、铟、锗等；实现粉煤灰活化、白炭黑提取、重金属富集回收等“全流程”工艺和设备的研制及示范应用。

考核指标：粉煤灰基白炭黑二氧化硅含量（干品） $\geq 90\%$ ，加热减量 $4.0\%-8.0\%$ ，灼烧减量（干品） $\leq 7\%$ ，总铜含量（ mg/kg ） ≤ 10 ，总锰含量（ mg/kg ） ≤ 40 ，总铁含量（ mg/kg ） ≤ 500 ，吸附比表面积（ m^2/g ） ≥ 90 ，拉伸强度 $\geq 17.0 \text{ MPa}$ ，500%定伸强度 $\geq 6.3 \text{ MPa}$ ，扯断伸长度 $\geq 675\%$ ；建成 1000 吨/年的粉煤灰基白炭黑工业生产线。

2.3.3 高强度连续式铝基陶瓷纤维材料开发及示范应用

研究内容：针对目前国产高品质铝基陶瓷纤维材料生产技术门槛高、连续性差、力学性质不强等现状，采用溶胶-凝胶法生产工艺，利用碱土金属盐、硼、锆等原位掺杂技术，改善氧化铝基陶瓷纤维前驱凝胶的纺丝性能和微观结构，制备高品质连续式氧化铝基陶瓷纤维，降低生产能耗，提高国产连续式陶瓷纤维材料的品质。

考核指标：获得直径细小均一、耐磨、耐高温的连续式铝基陶瓷纤维材料，拉伸强度 1500 Mpa 以上，单丝直径小于 30 μm ，热稳定性 900 $^{\circ}\text{C}$ 以上；开展连续式硅酸铝陶瓷纤维在陶瓷纤维研磨刷上的应用研究，开发出新型耐磨损、耐高温的陶瓷纤维刷 1 项，表面粗糙度可达 $R_a=0.2 \mu\text{m}$ ；连续式硅酸铝陶瓷纤维在高品质阻燃材料、功能性纺丝物上应用后，阻燃性能得到有效提高，在掺入 5%连续式硅酸铝陶瓷纤维后氧指数提高 8%以上；能耗降低 30%。

2.3.4 基于自蔓延高温合成法的陶瓷内衬油管的开发

研究内容：针对目前油田采油管使用有机涂层内衬管造成的涂层薄、与基管结合强度低、易损伤和易老化的问题，采用自蔓延高温合成法制备陶瓷内衬油管，开展材料制备体系、制备工艺、制备装备等技术研究，提高装备自动化程度，获得厚度均匀、成分更加优质的陶瓷内衬油管产品。

考核指标：形成陶瓷内衬油管产品 1 种，规格为 $\phi 73\text{mm} \times 5.51$ J55NU，陶瓷层硬度不低于维氏 HV1000；拉伸强度 J55 $\geq 600\text{MPa}$ ，N801 $\geq 700\text{MPa}$ ；抗冲击 J55 > 65 焦耳，N801 > 65 焦耳；陶瓷层密度大于 3.4 g/cm^3 ，内衬层厚度偏差不大于 $2.5\text{mm} \pm 0.5\text{mm}$ ，内衬油管弯曲度不大于 0.2%；备案标准 1-3 项；建设年产 20 万米陶瓷内衬油管中试生产线 1 条。

2.3.5 氟离子的回收与资源化利用（创新联合体项目）

研究内容：研究多金属聚合物形态与 pH 环境对于除氟效果

影响的互联机制，开发含氟废水回收氟化钙与复杂条件下深度除氟及氟离子回收工艺路线，制备适用于不同 pH 环境的多金属聚合物除氟剂（Al-DF1-7）。

考核指标：开发出一种氟离子回收工艺技术，建成 1 吨/小时的氟资源化利用中试系统装置，实现氟离子回收率 > 90%。

2.4 新能源材料

2.4.1 HJT 电池用高效率硅单晶技术研发

研究内容：针对单晶硅棒尺寸精度要求高、表面光洁平整度、少子寿命要求高等难点，开展单晶硅棒尺寸精度控制、半棒开方、热场改造、开发原料回收等技术研究。

考核指标：短边边长 $105 \pm 0.15\text{mm}$ ，长边边长 $210 \pm 0.15\text{mm}$ ，头部氧含量 $\leq 12\text{ppma}$ ，头部少子寿命 $\geq 7000\mu\text{s}$ ，尾部少子寿命 $\geq 3500\mu\text{s}$ ，电阻率 $0.7\text{-}1.6\Omega\cdot\text{cm}$ ，崩边 $< 0.5\text{mm}$ 。

2.4.2 高电阻率集中度、高吸杂、全平台支持的新型硅片产品研发制备（创新联合体项目）

研究内容：区别于目前光伏行业硅单晶主流生产工艺 RCZ 法以及无法量产应用的 CCZ 法，创新性研发推广全新改良 TRCZ 工艺技术及全新硅片产品，开展等径可变低炉压低真空度拉晶技术、电阻率测算模型建立及掺杂剂浓度挥发控制技术研究，实现整根硅棒电阻率分布不受棒长限制，头尾电阻比缩小至 1.5 倍以内；研究全新掺杂剂类别及配方应用技术，辅以硅料备料掺杂配比、方式新工艺开发，实现常规 N 型掺杂剂的替代，形成硅片系

列新产品；开发硅片吸杂工艺，降低 Fe 杂质迁移活化能，提升硅片少子寿命。

考核指标：光伏用 N 型单晶硅棒单根晶棒电阻率分布范围由 RCZ 技术的 3 倍缩窄至 1.5 倍以内，整炉电阻率集中度由 4 倍缩窄至 2 倍以内；实现硅片少子寿命提升 $\geq 10\%$ ，高阻产品 R1 段 B 面少子寿命提升至 $\geq 12000\mu\text{s}$ ；电池端转换效率提升 0.05%-0.1%，在 N 型 BC 电池技术上应用的转换效率不低于 26.5%；实现常规 N 型掺磷单晶掺杂剂替代，形成 N 型新产品 1 项；实现硅片产品在 HPBC、IBC、TOPCon、HJT 等电池片全平台技术应用。

2.4.3 高比能量磷酸锰铁锂正极材料制备工艺技术研究

研究内容：针对目前磷酸铁锂电池正极材料能量密度不高、续航能力不足、低温保持率低及单瓦成本高等问题，研究磷酸锰铁锂正极材料的合成及金属掺杂工艺、自有碳包覆和抑制锰离子溶出工艺、磷酸锰铁锂材料电子传输能力和晶体结构稳定性等关键技术，实现高比能量磷酸锰铁锂的制备。

考核指标：形成一套磷酸锰铁锂正极材料制备新技术，产品粉末压实密度 $\geq 2.3\text{g/cm}^3$ ；锰离子溶出率 $\leq 50\text{mg/kg}$ ；电压范围在 2.5-4.5V 下，0.2C 放电容量 $\geq 150\text{mAh/g}$ ，0.2C 中值电压 $\geq 3.75\text{V}$ ，0.2C 能量密度 $\geq 550\text{mWh/g}$ ，1C 放电容量 $\geq 138\text{mAh/g}$ ， -20°C 的低温保持率 $\geq 75\%$ ；形成年产 5 吨磷酸锰铁锂中试生产线。

2.4.4 高能量密度、长循环能力的钠离子电池普鲁士蓝正极材料开发

研究内容：针对钠离子电池普鲁士蓝正极材料循环稳定差和比容量低问题，研究钠离子电池普鲁士蓝化合物正极材料制备技术，可控调节普鲁士蓝正极材料中结合水或间隙水含量，通过控制制备工艺参数，优化合成工艺并进行中试实验。

考核指标：0.1C 首次放电容量 $>140\text{ mAh/g}$ ，1C/0.2C 容量保持率 $>90\%$ ，1C 倍率下充放电循环寿命 >1000 次；建成吨级生产能力中试线。

2.4.5 6C 超充人造石墨负极材料制备工艺技术研究

研究内容：针对目前快充石墨负极在本征结构和浓差极化方面的技术难题，导致锂离子电池充电速度慢、电池性能和寿命衰减快等问题，开展调控焦原料结构设计及不同结构的比例研究，开发 6C 超快充骨料所用焦原料；开展均质包覆技术精准调控造粒产品取向性技术研究，开发 6C 超快充包覆/造粒材料开发；开展 6C 超快充人造石墨包覆、造粒等设备及成型工艺研究，开发 6C 超充人造石墨负极材料成套工艺技术并中试制备。

考核指标：形成一套 6C 超充人造石墨负极材料制备新技术；克容量 $\geq 355\text{ mAh/g}$ ，极片压实 $\geq 1.60\text{ g/cc}$ ，10%-80%SOC 满足 6C 充电不析锂，循环次数达到 3000 次时，放电容量不低于初始容量的 80%。

2.5 电子信息材料

2.5.1 超大尺寸蓝宝石板材导模法制备关键装备及工艺技术研发（重大）

研究内容：针对超大尺寸蓝宝石板材关键技术需求，以导模法晶体生长晶体技术原理为基础，研究设计可生长尺寸超过1200mm的蓝宝石板材导模法晶体生长专用设备及晶体生长热场系统；开发机器视觉控制系统，解决超大尺寸引晶难控制问题；研究大尺寸板材生长所需结晶潜热的管控、结晶驱动力管理、炉内高温环境下强化学反应控制和板材高速生长缺陷控制技术；开发超大尺寸（>1200mm）尺寸蓝宝石板材超精密加工装备及精密加工技术。

考核指标：开发一套超大尺寸蓝宝石板材晶体生长及加工的关键设备（导模法装备，超大、超平面研磨等设备）和关键工艺技术；产品晶片尺寸为1200mm×450mm×15mm（长宽厚），透光率>85%（300nm~3800nm波段），折射率<2，弯曲强度≥600Mpa，努氏硬度>1900Knoop，杨氏模量（室温）>450±50GPa；建成长宽1200mm×450mm（厚度15mm）超大尺寸的蓝宝石板材晶体中试生产线。

2.5.2 110μm 极细蓝宝石切割工艺及其装备的研究

研究内容：针对蓝宝石切割晶片存在的表面质量问题，研制线径110μm的极细蓝宝石切割专用金刚线，优化母线上金刚石的形貌种类、比例及分布；依据金刚石的细线产品切割力及张力特性，分别从多线切割设备的轴距、线速度、加速度、导轮材质等方面进行匹配升级改造；研发不同工艺分段的张力、线速度、进给速度等，优化工艺条件充分发挥设备和金刚线的性能，改善

蓝宝石切割晶片的 Warp、Bow 和切割损伤层深度等晶片表面质量，提升衬底成品片质量。

考核指标：研发一款线径 $110\mu\text{m}$ 的蓝宝石专用切割线，产品线径 $110\mu\text{m}\pm 3\mu\text{m}$ ，出刃率 300-500 ($> 3\mu\text{m}$) 粒/毫米，出刃高度 $10\text{-}12\mu\text{m}$ ，破断张力 $\geq 25\text{N}$ ，扭转 > 60 (1kg) 圈，断线率 $\leq 0.3\%$ ；改进一款适配细线化切割的蓝宝石专用高速多线切割机，研发一种细线化蓝宝石切割工艺，蓝宝石切割晶片的表面质量厚度偏差 $\leq 8\mu\text{m}$ ，WARP: $90\% < 25\mu\text{m}$ ，BOW: $96\% < 7\mu\text{m}$ ，TTV $\leq 10\mu\text{m}$ ，损伤层深度 $< 12\mu\text{m}$ 。

2.5.3 电子级半导体封装石墨模具及晶体硅炉石墨电极提纯关键工艺与产业化示范

研究内容：针对电子级半导体封装用高纯石墨模具和晶体硅炉用石墨电极灰分高，灰分杂质影响半导体封装质量及晶体硅纯度的问题，拟采用高温纯化炉对石墨模具及晶体硅炉石墨电极进行高温加热，通入四氟化碳气体，使其分解为卤素气体，利用卤素气体或氟利昂置换出半导体封装模具和晶体硅炉用石墨电极中的灰分杂质及其他元素，解决石墨模具及晶体硅炉用石墨电极受灰分影响品质的问题，提高晶体硅纯度；优化制备工艺并产业化示范。

考核指标：工作温度 2400°C ，工艺时间 $\leq 72\text{h}$ ，杂质总含量 $\leq 3\text{ppmw}$ (GDMS 检测)，关键杂质元素含量 $\leq 10\text{ppbw}$ (二次离子质谱检测)；建成提纯半导体封装用高纯石墨模具和晶体硅炉用

石墨电极中试生产线。

2.5.4 铋量子点修饰砷化镓纳米结构的精细构筑与光电特性研究

研究内容：针对砷化镓光电材料对红外光谱响应范围窄、灵敏度低的难题，创新性研发铋量子点掺杂砷化镓光电材料配方粉。利用原位还原制备铋量子点修饰砷化镓（QDBi/GaAs）纳米结构；精确调控铋量子点尺寸与分布，提高 QDBi/GaAs 的红外光谱响应范围和光电探测灵敏度；系统研究铋量子点尺寸、分布对砷化镓微观组织结构、光谱响应范围、响应度的影响规律；优化 QDBi/GaAs 结构、成分，实现 QDBi/GaAs 的光谱响应范围在 800-1500nm 精确可调，形成系列新产品。

考核指标：开发 Bi 量子点修饰砷化镓（QDBi/GaAs）光电材料，使 Bi 量子点尺寸在 5~40 nm 可调；QDBi/GaAs 对波长 800-1500nm 的红外光响应敏感，响应范围可调；近红外辐照下，Bi 量子修饰砷化镓比纯砷化镓对近红外光的吸收率提高 20%；在 800nm 激光下，Bi 量子修饰砷化镓的响应度高于 95 mA/W。

三、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，加快光伏、风电、氢能、智慧电厂与智能电网等领域新技术、新产品开发，推进生产性服务技术研发应用，加快清洁能源全产业链发展，持续提升能源供应的科技支撑。

（二）攻关方向

3.1 光伏

3.1.1 一体化覆膜技术的应用研发（重大）

研究内容：针对薄片化的 OBB 无主栅电池，研发采用工业 PC、PLC、伺服、直线电机、机器视觉等自动化技术，实现使用胶膜将焊带及电池片同步低温互联，研发一体化覆膜新技术及自动化串焊设备。

考核指标：产能 ≥ 3600 整片/小时；电池片破损率 $< 2\%$ （以片计算）；覆膜温度控制精度为 $0-180^{\circ}\text{C}$ 范围内调节，调节精度 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ ；焊接后电池串外形中电池片间距误差 $\pm 0.2\text{mm}$ （不包括电池片自身误差），电池串长度误差为 $\pm 0.5\text{mm}$ ，电池串直线度误差 $\leq 0.5\text{mm}$ ；获得新产品认定，实现年产 200 台生产规模。

3.1.2 光伏-光电催化耦合人工光合系统及高值化学品制备技术

研究内容：针对光电催化二氧化碳还原制备碳氢燃料以及氮还原制备氨仍然面临吸光效率低、反应动力学慢、光生电荷复合严重等问题，研究光伏-光电催化耦合方式，探索构筑光伏-光电催化集成光电极；开发系列二氧化碳还原制备碳氢燃料及氮还原制备氨的高效催化剂；研究产物形成机制及构效关系，反向指导催化剂设计。

考核指标：搭建光伏-光电催化耦合人工光合系统 1 套，光电极面积 $\geq 625\text{cm}^2$ ，太阳追踪角度 $0-60^{\circ}$ 可调，单独产氢速率 $\geq 10\text{ L/h}$

(电流密度: 20-50mA/cm²), 液体流量 0.1-1 L/min 可调, 太阳能到氢能转化效率≥18%; 二氧化碳还原制备碳氢燃料催化剂对高附加值碳氢燃料选择性达 50%以上(如甲烷≥70%、甲醇≥60%、乙烯≥50%、乙烷≥50%), 电流密度达 50mAcm⁻² 以上, 法拉第效率达 60%以上; 氮还原合成氨电流密度达 40 mAcm⁻² 以上, 法拉第效率达 70%以上, 氨的产率达 200μg h⁻¹mgcat⁻¹; 氮还原合成氨催化剂纳米微反应器尺寸≤500 nm, 比表面积≥100 m²g⁻¹, 循环稳定性达 1440 h 以上。

3.1.3 复杂地貌条件下光伏组件安装、清洁技术开发与装备研制

研究内容: 针对光伏组件安装清洁需求, 设计具有随形装夹、自主移动、位姿调控、多轴联动及光伏板铺装清洁一体的履带式作业装置; 开展复杂工况下光伏板铺装视觉高精度感知及“手-眼”高精度标定方法研究, 开发可满足不同污染程度光伏组件清洁需求的自适应随形清洁技术与末端; 研究条纹结构光视觉伺服下的“手-眼”分步式标定方法, 提出高亮表面全局型面高质量重建方法, 实现光伏自适应随形清洁末端的高精度引导。

考核指标: 形成具有自主知识产权的可满足光伏组件安装清洁需求及复杂地貌条件的光伏板铺装清洁一体化样机; 视觉感知系统误差不超过±3mm; 机械臂放置误差不超过±5mm; 光伏自适应随形清洁末端视觉引导精度不超过±5mm; 光伏板铺装速度提升 8-10 倍, 光伏组件清洁效率提升 30%以上; 完成某型 GW 级

光伏组件在位清洁现场测试，并示范应用。

3.2 风电、智能电网

3.2.1 基于精准测风的动态偏航校正场控功率优化

研究内容：偏航误差动态校正及尾流优化场控技术可提高风电机组发电量、减少疲劳载荷及延长机械部件使用寿命。通过部署安装高精度 16 光束激光测风雷达，创新应用偏航误差动态校正及尾流优化场控技术，控制风力发电机组实现偏航误差动态校正，减少尾流影响，达到提高机组发电量、减少疲劳载荷及延长机械部件使用寿命的目的。

考核指标：采用 16 光束测风激光雷达精准测量风机前 200 米处风向风速等风况值，可提前测出 3-5 秒后风机迎风风况；偏航误差小于 $\pm 1^\circ$ ；尾流优化场控技术应用后风电机组容量因子提升 2%-5%；通过仿真及算法分析技术服务，提升年发电量（AEP）平均 3%以上。

3.2.2 多元构网型设备构网能力实证试验及调控运行关键技术研究

研究内容：针对多元构网型设备并网系统的构网能力评估问题，研究多元构网型设备并网系统构网能力评估实证试验技术并构建试验平台，解决实际运行条件下构网型设备性能验证问题。研究多元构网型设备短路电流计算方法及控制技术，缓解多元构网型设备并网系统短路电流超标风险；探索多类型构网型设备宽频振荡协同抑制技术，解决弱系统宽频振荡问题；开展在线构网

能力评价技术研究及平台研发，实现构网型设备构网能力实时监测；研究故障方式下含构网型设备的并网系统离网运行紧急控制技术装置，解决电网故障时含构网型设备的并网系统独立运行问题。

考核指标：构建多元构网型设备并网系统构网能力实证试验平台，开展典型场景实证验证；研发多元构网型设备在线构网能力监测平台；研制含构网型设备的并网系统故障方式下离网运行紧急控制装置 1 套，故障后 200ms 内恢复稳定供电，暂态响应时间应小于 10ms，电压和频率的稳定度可能要求在 $\pm 1\%$ 以内，设备能在故障条件下持续运行 30 分钟以上。

3.2.3 基于风-光-电-热-储多能互补耦合的高盐废水脱盐关键技术及成套装备

研究内容：针对我区化工行业高盐废水处理的重点和难点问题，研究高效风-光-热界面蒸发水盐分离材料和结构，其中包括：高效光热驱动界面蒸发材料与结构、高效风能驱动界面蒸发材料与结构、光热驱动-风能驱动界面蒸发结构耦合、蒸发界面抗盐结晶和水蒸发/盐结晶区域分离提取；研究风-光-电-热-储多能互补耦合的高盐废水处理效率优化调度，其中包括：光伏-储能-电热系统构建、光伏-储能-电热系统与风-光-热界面蒸发系统耦合、多能互补耦合系统的优化调度控制硬件与软件构建、实际高盐废水脱盐应用场景的测试与优化；最终将形成一套光、风、热多能耦合驱动的水盐分离与储能功能集成的中试示范装置。

考核指标：构建不低于 50 平方米的示范装置；设备每平方占地处理高盐废水速率 $\geq 50\text{L}/(\text{m}^2 \times \text{天})$ ；每吨废水处理所需电能耗 $\leq 5\text{kW} \times \text{h}$ ；连续工作一个月蒸发速率衰减 $\leq 2\%$ ；蒸发出的水质符合相应行业和区域的排放标准；高盐废水提盐率 $\geq 95\%$ 。

3.3 氢能

3.3.1 加氢站灾害防控关键技术与装备研发

研究内容：辨识加氢站内重大危险源，建立加氢站危险源指标评价体系，开发加氢站灾害风险评估方法和风险评估软件；研究加氢站关键部件失效后氢泄漏扩散规律，开发先进的氢气泄漏探测报警技术；研究氢气射流燃爆行为及传热规律，研究防火墙对喷射火作用的效能，开发防火隔离墙设计方法与关键参数；研究细水雾、水幕墙等防控技术对氢射流燃爆火焰影响，开发适用于加氢站氢气射流燃爆的防控关键技术。

考核指标：研制高精度快速响应的氢浓度探测器样机：氢浓度探测器 T90 响应时间不大于 0.2s；研发新技术 3 项，即快速响应氢探测技术、氢火灾数值仿真技术、氢爆炸数值仿真技术；建立新方法 3 项，即氢探测器数据采集方法、加氢站安全距离设计方法、加氢站防火墙设计方法。

3.3.2 煤焦油渣超临界水气化制氢关键技术研发

研究内容：研究煤焦油渣超临界水气化制氢过程中反应参数对气化特性的影响规律，根据不同气化参数下的三相产物分布特性与分布规律，总结归纳目标产物的调控特性；根据中间产物分

析，开发煤焦油渣超临界水气化制氢过程的反应路径，建立目标产物的非线性拟合反应动力学模型，预测不同运行参数下的目标产物产率；开发连续式超临界水气化反应器，建设煤焦油渣超临界水气化制氢装置，实现高浓度焦油渣超临界水气化高效制氢工程技术示范应用。

考核指标：研制焦油渣超临界水气化制氢试生产装置，制氢规模 $>2000\text{Nm}^3/\text{h}$ ；实现焦油渣碳气化率 94%以上， H_2 产率达到 $1.51\text{Nm}^3/\text{kg}$ 以上， H_2 纯度达到 99.999%以上，输送压力 $>23\text{ MPa}$ ；能耗较传统气化技术降低 30%，废渣实现回收利用，无废水等污染物排放。

四、数字信息专项

（一）专项设立背景

围绕全国一体化算力网络宁夏枢纽节点和国家新型互联网交换中心建设需求，以“产业数字化、数字产业化”为目标，以“东数西算”为重心，重点在电子信息制造、工业数字化升级、垂直领域大模型、生态环境智能监测等领域强化技术攻关和应用研究，推动云计算、大数据、物联网、新一代通信网络、人工智能等数字信息技术与产业的融合发展。

（二）攻关方向

4.1 智能控制

4.1.1 矿用平衡绳生产过程数字化、智能化技术开发与应用研究（重大）

研究内容：依据现有传统手工平衡绳编制机工作机理，确定关键系统的结构及控制方式，完成矿用平衡绳编制机整机设计及组成部件结构参数；研究编织机构的运动特点，分析系统控制的实现方式，对整机的控制系统进行模块化设计，增强整机控制方案的适用性；对整机进行验证试验，以编绳速度、单位长度重量、尺寸、公称抗拉强度为指标，衡量矿用平衡绳编织机的整机控制系统和整机工作性能；利用国产有限元仿真软件确定设备可靠性，核心部件锥体，拉紧机构等进行强度、疲劳仿真，试验验证仿真结构的可参考性；研发基于国产软件构建的智能制造系统，能够满足多接口传输。

考核指标：建成数字化、智能化矿用平衡绳编织生产线，生产速度不低于 10m/h；单机台操作工降低 50%，降低工人劳动强度 60%；建立基于国产有限元仿真的数字孪生系统，确保系统的稳定性和易操控性；实现矿用平衡绳年产 700 吨。

4.1.2 数控 3D 显示屏控制系统研发及示范应用

研究内容：针对传统 LED 显示单元控制精度低、噪音大、响应速度慢等问题，开展 LED 显示单元的精密机电系统研究；开发 3D 显示专用数控系统，研究 3D 显示画面与显示模组高精度、高效率、高速度运行的平衡关系。

考核指标：数控 3D 显示模块可在 0-20cm 范围内精确调整位置；显示模块之间的拼接缝隙 $\leq 2\text{mm}$ ，运行噪声 $\leq 40\text{dB}$ ；3D 显示模块运行重复定位精度 $\leq 0.1\text{mm}$ ，最大移动速度 500mm/s；开发

3D 显示专用数控软件 1 套，实现对显示单元运动轨迹的精确控制；建成年产 1000 套 3D 显示屏中试生产线一条。

4.1.3 基于 AI 算法的光伏电站特种运维机器人集群控制系统研究

研究内容：通过远程跟踪+图像分析+应急处置研究，实现光伏组件清扫、表面异常分析、反面电缆剪断告警、远程可见光巡检一体化融合，构建“数字孪生”的智能光伏电站全量高精度数字化信息系统

考核指标：开发新能源场站特种机器人集群协同控制系统 1 套，移动平台 1 台，视觉导航运维机器人不少于 8 台，自动调整姿态运维机器人不少于 1 台；新能源集群发电能力提升 $\geq 8\%$ ，故障识别准确率超 98%，处理定位典型故障率的能力 $\geq 85\%$ ；年运维成本可节约超过 10%；可应用于沙漠、戈壁等同类型光伏电站，形成工信部智能光伏试点示范应用 1 个。

4.1.4 电解锰化合工段智能化控制技术研究

研究内容：研究一套适合电解金属锰化合工段智能化控制系统，通过 DCS 控制系统实现电解金属锰化合工段智能化控制，实现生产过程原辅料消耗及产量的数字化和信息化管理；对整个工艺环节的重点环节实现远程可视化监控及系统控制、实现精准投料，控制反应过程中各项指标并进行及时检测反馈，及时调整反应过程中辅料的添加速率、时间等外界条件，使制液过程更加高效节能，生产出的液体更加稳定。

考核指标：完成 1 条化工段智能化控制试验线改造；实现制液系统操作人员减少 30%；投料配比精细化、标准化，实现电解锰中性液锰离子浓度控制由目标值 $\pm 4\text{g/L}$ 变为 $\pm 1.5\text{g/L}$ 。

4.1.5 BIM 共享管理系统

研究内容：针对 BIM 标准构件等资源不足的问题，研发符合施工实际需求的 BIM 技术应用和管理工具；研究统一管理机制，促进 BIM 技术应用的深度和广度；构建施工人员 BIM 技术培训体系；研发 3D 可视化交底方案，提高施工人员对 BIM 技术的掌握程度。

考核指标：研制 BIM 共享管理系统 1 套；构建高质量 BIM 标准构件库 1 套；系统上线半年内用户日活达到 200 人次以上；系统上线一年后使用 BIM 管理系统的工地不少于 40 个。

4.2 智能运维

4.2.1 热壁加氢反应器多层结构服役健康状况安全评价与剩余寿命智能可视化系统

研究内容：针对热壁加氢反应器服役过程中堆焊层和器壁母材多层结构的性能退化和安全性降低的问题，开展其复杂损伤行为与运行安全量化评估相关研究，开发在役反应器安全健康状况的数字化智能评价系统和高温高压临氢环境下多类型损伤机制驱动的数字孪生寿命预测技术，实现反应器剩余寿命精确预测与健康健康管理。

考核指标：寿命预测准确度 $\geq 80\%$ ；开发 1 套在役反应器安全

健康状况评价的三维数字化显示系统，可视化分辨率 $\leq 1\text{mm}$ ；开发 1 套在役反应器高温高压临氢环境下，多类型腐蚀机制驱动的数字孪生寿命预测技术，多目标腐蚀机制预测准确度 $\geq 85\%$ ；建立 1 个基于多类型腐蚀损失机制的反应器剩余寿命数据包络分析系统，响应时间 1-10s，系统处理能力 1 次/秒，吞吐量 100000 个/分钟，并发用户数 5000 户。

4.2.2 基于一体化监测技术的电气设备及主变压器的智慧运维平台关键技术的研究

研究内容：基于变压器在线监测、在线运行、巡检记录及历史缺陷故障等多源信息，按照技术要素开展主变压器的健康状态评估分析，评价变压器当前的风险等级及失效概率；研究杜瓦尔三角、杜瓦尔五角等变压器油色谱可视化分析工具，自动判断变压器的缺陷类型及严重程度，实现从油色谱、局放、过热等维度对变压器健康状态进行分析；构建主变压器智能检修决策库，对设备运行状态提供前瞻性指导，实现设备智慧运维，保障电力系统安全稳定运行。

考核指标：开发 1 套变压器设备状态评价与诊断智能系统；传感器可分离检测 9 种特征气体；乙炔的检测限能达到 $0.1\mu\text{L/L}$ ；监测脱气率 $\geq 95\%$ ；控温精度 $\pm 0.1^\circ\text{C}$ ；在线测量变压器油中气体的测量相对误差 ≤ 0.19 。

4.2.3 基于 AI 智能制造云平台的数控珩磨机床智慧运维关键技术研究与应用

研究内容：针对我区数控设备等高端制造装备数据互联性不强、加工质量不稳定、系统可靠性不高等问题，设计多源数据与工况映射算法，提高故障识别准确率；利用机器学习调整现有知识图谱数据集，建立设备关键零部件故障机理模型；构建融合深度强化学习的专家智能化决策系统，开发具备自感知、自学习、自决策多元化能力的智慧运维平台。

考核指标：研发基于 NC-link 通信协议开发多源数据与工况映射算法 1 套，开发智慧运维平台 1 套，实现 365×24 全天智慧运维；建立设备关键零部件故障机理模型 ≥ 10 个，包含寿命预测模块；故障检测准确率不低于 95%；预测性维护准确性不低于 90%；示范应用 2 个点，实现示范地维修费用下降 20%以上。

4.2.4 基于 AI 算法的机械及旋转设备状态分析与故障预测平台关键技术的研究

研究内容：构建实时数据采集系统，实现对设备状态数据的快速有效采集；利用多维度，判断多工况，综合判断设备报警，并能够根据历史数据自动调整阈值；基于设备振动机理，利用专门的分析算法，提取设备关键特征数据，结合旋转设备故障规则，进行故障结论推理，给出维修指导建议；采用机器学习等 AI 算法，从历史数据中提取设备状态关键特征，利用预测模型对设备健康状态进行有效预测。

考核指标：开发一套设备健康度预测系统；数据采集加速度范围 $\geq \pm 50g$ ，数据采集加速度精度 $\leq 6\%(F.S.)$ ，数据采集同步误差

$\leq 10\mu\text{S}$ ，传感器的灵敏度 100mV/g ($\pm 5\%$)，系统内涵轴承型号和参数 ≥ 30000 条。

4.3 智能检测（监测）及预警

4.3.1 空地一体多源数据融合的公路边坡巡检及预警技术研究

研究内容：针对公路边坡巡检过程中多种技术共用时探测数据时空错位、探测特征维度不相容、探测结果片面不统一的问题，研究空地协同道路养护巡检过程中无人机及巡检车协同巡检方法及策略，形成高速公路空地协同巡检操作指南；研究复杂环境下公路边（滑）坡多源协同监测技术，实现安全隐患的全天候识别；研发异构大数据融合的公路边（滑）坡安全隐患分级预警平台，构建数据驱动的自学习实时预警模型，实现公路的数智化主动预防性养护。

考核指标：巡检范围涵盖边坡表面、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；公路边坡安全隐患预警准确率达到 80%以上；形成高速公路空地协同巡检操作指南 1 项；研发 1 套公路边坡预警平台。

4.3.2 宁夏粮食真菌毒素数据库的构建及其应用研究

研究内容：粮食真菌毒素的检测缺乏通用的样品前处理技术，造成粮食及其制品中真菌毒素含量、污染水平、安全性、人体膳食暴露量评估不准等问题，利用高分辨质谱 Q-TOF 开展粮食

中真菌毒素高通量快速筛查技术研究,开发相关检测方法数据库,并利用超高效液相色谱-串联质谱仪研发灵敏度高、准确性好的定性定量方法;在此基础上,对宁夏粮食及其制品中真菌毒素含量进行检测,探讨其污染水平,对粮食及其制品的安全性进行评价,对人体的膳食暴露量进行初步评估。

考核指标:建立 13 种真菌毒素一级质谱数据库;分离出 22 个属 58 种真菌;编制宁夏粮食真菌电子图 1 套;研制宁夏粮食真菌毒素监测、预警网络平台 1 套;绘制宁夏稻谷、小麦、玉米等粮食作物真菌黄曲霉在宁夏的污染状况分布图 1 套;完成 30 属 100 种真菌,小麦真菌种类 30 属 100 种扩大到 33 属 120 种。

4.3.3 基于多源时空数据融合的生态监测评价技术

研究内容:针对宁夏生态系统监测平台有待完善及监测数据缺乏系统性等问题,在优化空天地空一体多源时空数据(卫星遥感数据、航空遥感数据、地面观测数据)融合技术的基础上,综合运用不同时空分辨率和光谱特性获取生态系统的综合信息;优化集成典型生态系统监测指标和方法,确立典型生态系统退化特征、关键驱动因素及预警指标;获取生态稳定性的空间差异、主要驱动因素、时间模式,识别生态恢复力的时变模式及其关键时间转折点;研发生态系统服务评估模型,研发生态系统监测评价与国土空间格局优化的协同优化方法;开发空天地一体多源数据生态系统监测评价服务系统,集成生态系统监测评价、生态系统服务评估和国土空间格局优化模型,提高生态系统监测和评价的

精度和效率。

考核指标：开发空天地一体多源数据生态系统监测评价服务系统 1 套；提出宁夏典型生态系统评价指标 2 套；提出宁夏生态评价与国土空间格局优化技术方案 1 套；建设宁夏国土空间优化支撑平台 1 套，集成数据不少于 30 类，响应速度不超过 7 秒；形成生态系统监测评价服务评估和国土空间格局优化地方标准 1 套。

4.3.4 大型压力球罐焊缝 TOFD 数据智能分析技术与应用系统

研究内容：针对当前大型压力球罐焊缝缺陷探测漏检、误检风险高的问题，开展基于生成式深度学习的正常焊缝 TOFD 图像识别技术、融合领域专家知识的焊缝缺陷目标探测技术、融合领域专家知识的焊缝 TOFD 图像缺陷区域分割技术、基于 TOFD 数据的图像及波形双模态特征融合的缺陷类型识别技术研究，研发一套面向大型压力球罐焊缝 TOFD 数据的智能分析与应用系统。

考核指标：研发大型压力球罐焊缝 TOFD 数据的智能分析与应用系统 1 套，实现正常焊缝识别、缺陷探测、缺陷分割、缺陷类型识别；缺陷目标探测漏报率不高于 8%，缺陷类型识别正确率 90%以上；形成大型压力球罐 TOFD 图像焊缝常见缺陷数据库 1 套（不少于 4000 例）；对缺陷的定位误差小于 1MM。

4.3.5 预拌混凝土质量追溯系统研究与应用实践

研究内容：聚焦预拌混凝土全链条质量数据采集与标准化，

设计集成大数据与云计算的追溯系统，实现从原料至成品的质量可视化；通过历史数据分析，开发质量风险预警模型，预先识别潜在问题；采用数据清洗、分布式云平台架构与机器学习技术，保证数据质量与模型精度，针对混凝土质量问题提出改进措施或提供解决方案，系统在企业实践应用中持续优化，形成行业通用的高效率质量追溯解决方案，全面提升预拌混凝土行业的质量管理水平与竞争力。

考核指标：研发智能化预拌混凝土质量追溯系统 1 套，形成全链条数据检测记录（N 条），形成改进措施或提供解决方案 3 个，提升数据准确率至 98% 以上；开发混凝土质量预测模型，预警准确率达到 90%；建立一套行业标准的数据采集与处理规程；形成示范应用点 3 个。

五、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，推进装备制造产业价值链向中高端迈进。

（二）攻关方向

5.1 清洁能源及新材料装备

5.1.1 2000mm 以上风电主轴轴承热处理自动化生产线的研制（重大）

研究内容：针对 2000mm 以上风电主轴轴承热处理目前普遍采用的自由淬火或简易模具限形淬火方式带来的淬火变形大、需多次回火矫正、尺寸及硬度离散性大、生产效率低、成本居高不下、轴承精度与寿命与国外产品存在较大差距等问题，深入研究大型轴承模压淬火技术与装备的特征、模压淬火生产工艺的组合、模块化限形模具技术在大型轴承圈的淬火应用以及智能化控制执行系统与加热、转移、后清洗、油烟收集净化系统等装备高度的组配与融合，研制风电轴承热处理自动化生产线，实现 2000mm 以上轴承圈在加热后的连续热处理。

考核指标：完成大型轴承圈模压淬火机床的研制；淬火后工件最大直径变形量 $\leq 0.5\%$ ，同件硬度差 3HRC；淬火工件内径 $\geq 2000\text{mm}$ ，外径 $\leq 4000\text{mm}$ ，高度 $\leq 500\text{mm}$ ，工件重量 ≤ 5 吨；生产线整线节拍 $\geq 15\text{min/盘}$ （可调），形成自动化生产线示范应用。

5.1.2 高性能 N 型 4H-SiC 关键生长装备的研制

研究内容：针对大尺寸、高品质 SiC 晶体生长的技术需求，研究通过优化温度载荷约束、热场描述以及模型结构，建模分析生长工艺参数与设备结构参数对于热场分布的影响，提出 PVT 炉结构优化措施；分析径向及轴向温度梯度对粉料升华、气相物质输送、长晶表面形貌以及位错的影响，设计最优温度梯度控制曲线；分析压力对晶体质量的影响，优化比例控制阀，设计非线性压力控制算法，提高压力跟随性和稳定性；整理并建模评估自动控制系统各项功能的层次权重，通过优化架构、UI、算法等，提

升用户生产效率。

考核指标：制作碳化硅生长炉样机一台，适用于直径 4-8 英寸碳化硅单晶生长，加热方式为电阻加热，坩埚升降行程为 50mm（快速升降速率 0-75mm/min，慢速升降速率 0-0.8mm/hr），温度控制范围 1000-2300℃，温度控制精度 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ ，压力控制范围 200-80000Pa，压力控制精度 $\pm 0.5\%$ 。

5.1.3 晶体材料加工生产线在线应变检测设备设计开发

研究内容：针对晶体材料加工生产线缺乏表面应变检测手段，利用白光劳厄衍射对蓝宝石衬底片进行检测，开发数据处理软件；对在线检测单晶应变装置进行设计，加工，调试，开发可移动在线单晶应变检测装置，实现对加工关键流程中产品表面应变进行检测，指导优化加工流程和工艺，提升产品良率，形成行业标准。

考核指标：设计开发一套晶体加工过程应力应变检测设备，完成一套可移动在线单晶应变检测工艺；设备结合开发的数据处理软件，可以检测 $\leq 10^{-3}$ 的应变，检测精度 $\pm 5\%$ ，检测时间 $\leq 10\text{min}$ ；晶体材料应力应变检出率 $\geq 90\%$ ；产品良率提升 5%。

5.1.4 金属锰生产用二次精炼固定式精炼炉装备研发

研究内容：针对二次精炼炉湿法冶金过程中，生产能力较低，生产反应时间长，对设备腐蚀性大，液固分离困难等难题，开发出冶金行业急需的新型金属锰生产用二次精炼固定式精炼炉；形成新型火法二次精炼金属锰固定式精炼炉制造技术，提高二次精

炼生产效率和综合回收率。

考核指标：新型的金属锰生产用二次精炼固定式精炼炉的直径 $> 5000\text{mm}$ 、炉高度 $> 2000\text{mm}$ ，形成一套二次精炼金属锰的固定式精炼炉的制造技术；金属锰含量 $\geq 97\%$ ，其杂质总含量 $\leq 3\%$ ，其中 $P \leq 0.1\%$ ， $S \leq 0.1\%$ ， $Fe \leq 2\%$ ， $Si \leq 1\%$ ；新型金属锰固定式二次精炼技术与传统二次精炼湿法冶金工艺相比，生产效率提高 $\geq 20\%$ ，金属锰年产量提高 ≥ 2000 吨，锰元素回收率提高 $\geq 20\%$ 。

5.2 数控机床

5.2.1 七轴五联动数控强力珩齿工艺与装备研发

研究内容：针对齿轮加工中提高齿轮精度、延长使用寿命及提高齿轮对工作平稳度的工艺需求，通过对系统控制技术及加工工艺研究，实现对珩齿加工过程的精准控制，完成精密珩齿机床的研制。

考核指标：研制数控内啮合强力珩齿机 1 台，并开展性能测试和试验，机床整体尺寸 $2100 \times 2340 \times 2080 \text{ mm}$ ，加工齿轮外径 $25\text{--}250 \text{ mm}$ ，工件模数 $0.5\text{--}6\text{mm}$ ，珩磨轮内径 $\Phi 280\text{mm}$ ，最大加工齿宽 40mm ；C1 轴（珩轮）最高转速 400r/min ，C2 轴（工件）最高转速 1600r/min ；珩磨轮最大安装直径 400mm ，珩磨轮厚度 30mm ，珩磨轮法向压力角 20° ，珩磨轮螺旋角 13.97° ；X 轴进给行程范围 398 mm ，Z 轴进给行程范围 750 mm ，A 轴最大回转角度 $\pm 25^\circ$ ，B 轴最大回转角度 $\pm 10^\circ$ ；加工精度 GB 等级 4-6 级，齿面表面粗糙度 $Ra 0.4\mu\text{m}$ ；采用国产数控系统进行二次开发满足

珩齿机床功能需要。

5.2.2 高速内冷、气保护加工中心电主轴研发

研究内容：针对国产电主轴产品设计水平较低、质量稳定性较差、生产工艺和检测手段落后等问题，开展高速内冷、气保护加工中心电主轴部件的研制。通过电主轴的结构优化及润滑、冷却、动平衡和运动控制等关键技术研究，完成与加工中心配套的高速内冷、气保护电主轴的研制。

考核指标：主轴转速范围 $\geq 18000\text{RPM}$ ，（主轴安装轴径 230，前轴承内径 70），主轴加速时间 $0-6000\text{ rpm} \leq 0.3\text{ 秒} \pm 10\%$ ，主轴功率 $\geq 11/18.5\text{kW}$ ，扭矩 $\geq 56\text{Nm}$ ；轴端锥孔跳动 $\leq 0.003\text{MM}$ ，锥端端面跳动 $\leq 0.003\text{MM}$ ；标准测试棒 10MM 处跳动 $\leq 0.003\text{MM}$ 。

5.3 矿山机械

5.3.1 30% ~ 40%含矸量的煤矿工作面用刮板输送机研制（重大，创新联合体项目）

研究内容：针对目前煤矿井下高矸石含量的特殊工作面对刮板输送机高可靠、高耐磨和易维护等需求，开展 1000mm 槽宽刮板输送机高耐磨机头尾、中部槽、过渡槽，新材料、新结构链轮等核心部件关键技术研究，解决 30% ~ 40%含矸量特殊工作面刮板输送机易磨损、寿命低、难维护、严重影响原煤输送效率等难题。

考核指标：研制适用于 30% ~ 40%含矸量的煤矿工作面用刮板输送机样机；刮板输送机槽宽 1000mm，装机功率 $\geq 2 \times 1000\text{kW}$ ，

链速 $\geq 1.3\text{m/s}$ ，能够在 30%~40%含矸量的煤矿工作面具备年产量 $\geq 6\text{Mt}$ 的输送能力（月产量 $\geq 0.5\text{Mt}$ ）；中部槽和过渡槽中板磨损量 $\leq 4\text{mm/Mt}$ ，链轮寿命 ≥ 3 个月。

5.3.2 碳纤维复合材料新型刮板关键技术研究

研究内容：针对超长工作面刮板输送机刮板组件采用合金钢制造导致自重大、空载功率高等问题，开展碳纤维复合材料新型刮板关键技术研究：研发适配的碳纤维复合材料；研制具有高强度、高刚度、高耐磨性、低密度、低功耗特性的碳纤维复合材料刮板。

考核指标：形成研发碳纤维复合新型刮板的材料、结构、工艺、装备等全套技术；研制碳纤维复合材料新型刮板样件，适配槽宽 1250mm 刮板输送机的碳纤维复合材料新型刮板样件单件重量 $\leq 36\text{kg}$ ，较同规格锻造合金钢重量降低 $\geq 60\%$ ；新型刮板材料的耐磨性能 \geq 锻造合金钢刮板材料的 1.3 倍（依据 GB/T 12444《金属材料磨损试验方法试环-试块滑动磨损试验》检验标准进行试验检验）；新型刮板磨损寿命提升 $\geq 20\%$ ；刮板输送机整机空载功耗降低比例 $\geq 3\%$ ，空载功率降低 $\geq 108\text{kW}$ （以 SGZ1250/3 \times 1200 型刮板输送机安装全套碳纤维复合材料新型刮板计算）。

5.3.3 矿用隔爆型高压智能永磁驱动一体机的研发

研究内容：针对刮板输送机驱动系统传动链长、故障点多、传动效率低、智能化程度低等问题，开展永磁电机、制动器、减速机、变频器等一体化技术及高功率密度集成技术研究；开展智

能驱动控制技术、设备状态监测技术、智能化紧链制动控制系统研究；完成刮板输送机用 1200kW 智能永磁变频驱动减速系统研制，实现刮板输送装备节能高效可靠运转，减短传动链，减少故障点，推动煤炭开采高端化、智能化和绿色发展。

考核指标：试制矿用隔爆型高压智能永磁驱动一体机样机；电压范围 3.3kV，功率 1200kW，额定转矩 297.7kNm，最大转矩 446.5kNm，调频范围 5 ~ 90Hz，调速范围 3 ~ 38.5/min；防护等级 IP55，一体机永磁电机效率 97.5%，系统效率 95%，系统工作噪音 $\leq 100\text{dB}$ ；运行状态电压、电流、数据通讯、转速、温度、湿度、转矩等物理参数实时监测；异常电压、电流、负载、温度、湿度、通讯数据等即时预警、保护；可并入智慧矿山环网、实现智能化、自动化驱动运行。

5.3.4 煤矿井下顺槽转运环节原煤脱水关键技术与装备研制

研究内容：针对涌水量大的煤矿保障井下输煤系统连续高效运输的需求，开展顺槽转运环节原煤脱水技术、筛下粗煤泥回收技术、顺槽用煤水分离转载机结构研究，开发顺槽用煤水分离转载机。

考核指标：形成顺槽用煤水分离转载机样机；顺槽用煤水分离转载机内槽宽 $\geq 900\text{mm}$ ，输送量 $\geq 2000\text{t/h}$ ，链速 $\geq 1.5\text{m/s}$ ，装机功率 $\geq 400\text{kW}$ ，整机高度 $\leq 2900\text{mm}$ ，脱水能力 $\geq 80\text{m}^3/\text{h}$ ，筛下粗煤泥回收能力 $\geq 30\text{t/h}$ 。

5.3.5 露天矿剥离用 20000t/h 运量带式输送机研制

研究内容：针对露天矿剥离排土运输系统运量小、排土慢、剥离时间长的问题，开展超大运量、超大带宽移置式输送机布置方式及关键技术、托辊组结构型式与吊挂托辊组调偏方式、移置式单元机身强度、稳定性、履带式驮运机头站结构形式、移置式输送机各部件移设方式、锚固装置等研究，研制露天矿剥离用 20000t/h 运量带式输送机。

考核指标：研制露天矿剥离用 20000t/h 运量带式输送机样机；运量不低于 20000t/h，带宽不小于 2.4m，功率 $4 \times 1800 + 1800 \text{ kW}$ ，带速不小于 5.6m/s，垂直提升高度 10m，带强为 ST3150。

5.3.6 煤矿巷道底板锚固支护智能化钻孔装备（创新联合体项目）

研究内容：针对煤矿巷道底板人工钻孔存在的钻孔效率低、钻场布置不合理及钻孔质量评价不规范等问题，设计研发一套适用于巷道底板注浆锚固需求的智能化钻孔装备，实现巷道底板注浆锚固钻场的自动化布置、随钻参数的在线提取及交互融合、钻机高效率钻进参数的实时调控、钻孔深度及轨迹的实时评价等目标。

考核指标：研发适用于井下环境的巷道底板钻孔装备样机；底板钻孔转矩 $\geq 330 \text{ N} \cdot \text{m}$ ，转速 $\geq 200 \text{ r/min}$ ，钻孔进给力 $\geq 30 \text{ kN}$ ，最大钻孔深度 ≥ 15 米；具有自主行走能力，整机宽度 $\leq 1.2 \text{ m}$ ，具备 15° 爬坡能力，行走速度 $\geq 20 \text{ m/min}$ ；具有实时采集钻孔过程中参

数（如钻速、扭矩、钻压等）的能力，能够自主优化调整钻机工作参数；具备随钻监测系统，能够实现监测钻孔深度和轨迹等关键参数，并对钻孔质量进行实时评价。

5.4 仪器仪表

5.4.1 适用于高压气化炉黑水专用角阀的研制

研究内容：针对国内煤化工行业气化装置所需黑水灰水角型关键控制阀，无法满足大压差、抗气蚀、耐磨损等工况问题，通过角阀结构优化设计、内腔及阀内件表面硬化处理工艺研究，满足大压差、抗气蚀、抗磨损的要求。

考核指标：使用寿命不小于 4000 小时，公称通径 DN50-DN400，压力等级 Class150-Class1500，适用温度 -196-566℃；阀体材料为 WCB、A105、304、316、双相不锈钢等；阀门内件材料为 316、316L、双相不锈钢、INCONEL625、MONEL；泄漏等级 ANSI CLASS VI 级，定位器防爆等级 Exd II CT4、CT6 等级。

5.4.2 基于力质转换-新型大量程电子吊秤检定装置及技术开发

研究内容：针对传统大量程电子吊秤检定方法的操作性、准确性、稳定性差，安全性低、无法全量程检定，检测准确性无法满足现有装备制造业发展需求等问题，通过开展力质转换技术、高精度传感器与数据校准技术、传感器选型和机电一体化高精度控制匹配技术研究，制定检定方法；优化检定方法和流程，提出

替代传统检定方法的科学方案，研发出一套功能完善的自动化检定装置。

考核指标：研制大量程电子吊秤检定装置一套，满足 10t-50t 电子吊秤计量性能检定要求，检定装置的准确度达到国家检定规程 JJG539-2016《数字指示秤》检定规程中的要求，误差不超过被检吊秤相应载荷最大允许误差的 1/3；装置传感器精度达到 ± 0.0003 ；检定装置在力值数据达到检测点时，刻度值稳定时间达到 10s；开发大量程电子吊秤自动化检定系统一套，系统软件反馈时间 $\leq 3s$ ；信息浏览平均响应时间，90%的操作 $\leq 1s$ ，其他操作 $\leq 3s$ ；平均加载时间 $\leq 15s$ ，单个应用服务器支持不低于 100 个以上并发用户访问；建立 1 套大量程电子吊秤检定标准。

5.5 绿色、智能制造

5.5.1 大型铸钢件铸造缺陷全位置智能焊补技术与装备研究及应用

研究内容：针对大型铸钢件补焊存在的劳动强度大、焊接过程质量不稳定、效率低等问题，研发一套采用摄像扫描技术测量缺陷信息，计算机自动模拟焊接路径，六轴机器人自动焊接的智能机器人系统应用于大型铸钢件缺陷焊补，开展自动焊接工艺技术研究，建立焊接数据库，建设一条机器人智能焊补生产线，实现焊接技术创新和焊接机器人设备的应用。

考核指标：建设机器人智能焊接生产线 1 条，适用于焊接重量在 50 吨以下，尺寸在 6.0 m x 4.0 m x 3.8 m 以内的各类材料(碳

钢、低合金钢、高合金耐热钢及各类不锈钢)的铸钢件;焊接效率 $\geq 1.8\text{kg/h}$;一次焊接合格率 $\geq 95\%$,清渣合格率 $\geq 100\%$,视觉识别精度优于 0.5mm ;建立铸钢件材料焊接数据库 ≥ 5 套。

5.5.2 大型储罐壁板腐蚀与应力检测的超声导波方法与攀爬设备

研究内容:针对在役大型储罐壁板健康状态的全面评估和高空检测作业难题,基于磁致伸缩超声导波单一原理,研发大型储罐壁板腐蚀与应力检测的超声导波方法与攀爬设备。建立应力的磁致伸缩超声导波声源表征理论模型,揭示传感器磁声转换效能曲线与应力的量化关系;研究负压吸附耦合和旋转式阵列磁致伸缩传感器、励磁场幅度扫略和时延匹配电路等技术,研发储罐壁板腐蚀缺陷与应力检测的专用导波仪器;集成磁致伸缩导波仪器与攀爬机器人,研发可远程操控、具备数据无线传输的储罐壁板攀爬检测设备;开发全矩阵数据拼接重构的缺陷聚焦成像算法和壁板应力大小、方向的评估算法,为大型储罐壁板健康状态提供可视化评估手段。

考核指标:研制负压吸附耦合的圆环型磁致伸缩导波阵列传感器,通道数 ≥ 8 ,可控旋转角度不高于 10° ;开发磁致伸缩传感器效能曲线检测电路,励磁场强度范围覆盖 $0\text{--}10\text{kA/m}$,扫查步长不高于 100A/m ;研制可无线远程操控的大型储罐壁板磁致伸缩导波攀爬检测设备,整机重量小于 30kg ,可覆盖检测直径范围 $\geq 10\text{m}$,可检出直径 10mm 、深度为壁厚 10% 的腐蚀缺陷,应力检

测精度 $\pm 20\text{MPa}$ ；检测机器人垂直攀爬负载能力 $\geq 50\text{kg}$ ，移动速度可调范围为 $0.01\text{-}5\text{m/min}$ ，可连续工作时长 ≥ 2 小时，姿态角最大偏差 $\leq 2^\circ$ ，定位精度 $\pm 2\text{cm}$ ，无线通信距离 $\geq 100\text{m}$ ；在 2 个以上企业示范应用。

5.5.3 射频超导腔自动化加工及后处理技术研究

研究内容：针对射频超导腔零部件产品加工稳定性和一致性较差、行业自动化水平较低的问题，开展射频超导腔零部件自动化车削、铣削加工技术，自动化物流技术，自动化打磨抛光技术，自动化缓冲化学及电化学腐蚀抛光等技术研究。

考核指标：1.3GHz-9Cell 半碗厚度冲压成型后变化 $\leq 0.3\text{mm}$ ，轮廓度 $\leq 0.2\text{ mm}$ （占比 80%），半碗加工后频率 $\leq 1\text{MHz}$ ，哑铃加工后高度 $\leq 0.2\text{mm}$ ；室温下射频超导腔预调谐后频率 $1298.5\pm 0.5\text{MHz}$ ，腔场平坦度好于 95%，1.3GHz-9Cell 射频超导腔品质因数 $Q \geq 2.7 \times 10^{10}$ ，垂测时加速梯度 $\geq 22\text{MV/m}$ ；低温冷链传导射频超导腔工作温度实现 4K 下运行；射频超导腔品质因数 $Q \geq 6 \times 10^9$ ，垂测时加速梯度 $\geq 10\text{MV/m}$ ；形成年产 400 支射频超导腔能力。

5.5.4 超设计使用年限在服役承压设备的多功能微磁应力损伤监测技术及设备研发

研究内容：针对大量超设计使用年限的在服役承压设备短期内无法及时更新、易发生安全事故的现状，基于微磁检测原理，开展超设计使用年限在服役承压设备应力损伤监测及状态评估技

术研究。

考核指标：研发多功能微磁应力损伤监测仪器样机 1 台；探头能够同时检测应力和缺陷，应力分辨率达到 20 兆帕，缺陷分辨率达到探头面积的 1/10；1k-100kHz 信号源频率范围，能远程调控幅值、频率；基站主机可以与检测系统无线通讯，且最少能够携带 8 路传感器，单通道数据采集速率不少于每分钟 10 个有效监测数据及特征信号；检测系统带有数据存储功能和预警评价算法，能够对设备危险状态进行预警提示，数据存储量达到两周以上；至少在本区域内 2 个重点承压设备企业系统测试验证，并提供测试报告。

5.5.5 牧草尾菜混合能源智能烘干关键技术集成研究

研究内容：针对我区牧草烘干对清洁高效烘干设备的需求及尾菜处理成本高、易造成环境污染的问题，集成利用太阳能、空气能 and 除湿热回收技术，开发专用成套的烘干自动化流水线；研究智能化烘干控制系统，根据环境温度太阳能和空气能两种热源系统自动切换；根据物料种类、状态、含水率等因素的变化自动调整温度、湿度、时间等烘干参数等。

考核指标：形成规模化、批量化成套的牧草尾菜烘干流水线设备，实现日处理烘干牧草 ≥ 100 吨，日处理烘干尾菜 ≥ 50 吨；烘干后一吨成品干草用电量 $< 600\text{kwh}$ ，烘干后一吨成品尾菜平均用电量 $< 4800\text{kwh}$ ；采用低温烘干工艺（温度设定在 40-60℃），烘干后的苜蓿草尾菜品质高，蛋白含量 ≥ 23 ；设置好温差（波动值

±1℃)后,根据室外温度自动切换热源;设置好物料烘干曲线自动调整烘干参数,系统实现具备远程操控运行,故障报警率 99%。

5.6 电工电气

5.6.1 130 兆瓦海上平台换流站高频高压变压器的研制和应用(重大)

研究内容:针对海上风电大规模开发呈现出远距离、深海化及机组大型化趋势,通过对海上风电机组变压器的重量、体积、可靠性和维护性研究,开发出一种 66kV/850kW/5kHz 的变压器,满足大容量、可靠性高、易维护、抗风险能力强的要求。

考核指标:生产一套 850kW 变压器及谐振电感样机;额定功率 850kW,额定频率 5kHz,隔离电压 66kV,局部放电 AC 66kV 时≤10pC,绝缘耐压 DC 120kV/1min,温升≤90K,噪声≤75dB,体积(长×宽×高)约为 1050×690×1090mm,重量约 700kg;变压器应满足容量 130MW、电压等级±66kV 的海上风力直流汇集系统的应用需求;建设 1 条中试线。

5.6.2 ±800kV 特高压直流线路复合抢修塔研发

研究内容:针对跨区特高压直流输电线路应急抢修、快速恢复的需求,通过对特高压直流全绝缘抢修塔物理性能、电气性能、力学性能、绝缘性能以及材料、杆塔结构等相关技术研究,研制一种±800kV 特高压直流线路复合抢修塔。

考核指标:制作符合 GB 50790-2013 ±800kV 直流架空输电线路设计规范要求复合材料抢修塔成品 1 套,并立塔展示;抢修

塔使用条件满足海拔高度 $\leq 2500\text{m}$ ，基准风速 29m/s ，覆冰 15mm ，导线 $8\times\text{JL/G3A-1000/45}$ ；地线一根为 LBGJ-150-20AC ，一根为 0PGW-150 ；塔高（m）66，呼称高度（m）56，水平档距（m）350，垂直档距（m）400。

5.6.3 干燥空气绝缘环网柜及其一二次融合关键技术

研究内容：针对 SF_6 气体绝缘和环氧树脂固体绝缘材料为介质的环网柜存在的环保问题，通过干燥空气绝缘特性和一次导体载流温升、操动机构机械特性以及一次器件与二次器件、智能组件一体化融合技术研究，研制环网柜用智能终端（DTU）测控保护装置和三工位断路器开关等核心部件，研发一种基于干燥空气绝缘的新型气体绝缘环网柜。

考核指标：研制基于干燥空气绝缘的新型气体绝缘环网柜样机，额定电压 12kV ，额定电流 630A ，额定短路开断电流 20kA ，额定短路关合电流 50kA ，故障电流/持续时间 $20\text{kA}/1\text{s}$ ，温升 $1.1\times 630\text{A}$ ，防护等级 IP4X ，气体年泄漏率 $\leq 0.01\%$ ，可靠性指标 E2/M2/C2 级；DTU 终端技术指标：在 $1.5I_n$ 下，整组动作时间 $\leq 40\text{ms}$ ，保护出口动作精度 $\pm 2.5\%$ ，在线监测指标为温度等。

5.7 高端基础零部件

5.7.1 石油钻机顶驱轴承 T1120 的研制

研究内容：针对石油钻机顶驱轴承使用寿命短、主要依赖进口的现状，通过此类轴承结构设计优化与制造工艺技术的研发，改善轴承受力状态，有效提升轴承使用寿命。

考核指标：T1120 轴承转速 0-240r/min，长期运行转速 90-140r/min，额定动载荷 $C_a=5860$ kN，额定静载荷 $C_{0a}=24500$ kN，轴承运行温度不高于 120°C ，轴承使用寿命达到 4 万小时（等效试验测算）；开发 P5 级精度的滚道凸度加工磨床，形成滚道凸度加工、检测技术标准或工艺文件；开发轴承寿命试验机，试验机转速 0-350r/min，轴向载荷 0-4500KN，且加载过程中不允许偏载；试验过程可监测试验轴承转速、载荷、温度、振动，试验过程实现润滑脂润滑。

5.7.2 高精密长寿命高可靠性汽车轴承研发

研究内容：针对汽车用国产轴承存在精度低、寿命短、可靠性差等问题，通过轴承结构优化设计、轴承密封性能、轴承加工工艺等技术研究，研制出高精密长寿命高可靠性汽车轴承。

考核指标：形成高精密长寿命高可靠性汽车轴承，并实现示范应用；精度等级高于 P5 级，加速度振动噪声值低于 58 分贝，轴承最高工作转速达到 10000rpm，轴承最高工作温度不超过 100°C ，连续运转的轴承寿命达到 1000h 以上；轴承品种规格为内径 d 为 20-60mm 的深沟球轴承、内径 d 为 20-120mm 的圆锥滚子轴承、内径 d 为 20-80mm 的轮毂轴承单元。

5.7.3 五缸泥浆泵轴承的研制

研究内容：针对大功率泥浆泵轴承长期依赖进口的现状，通过轴承结构设计、制造工艺及装配工艺技术研究，研制出用于五缸泥浆泵配套轴承。

考核指标：轴承额定动静载荷 $C_r=1940\text{ kN}$ 、 $C_{or}=4850\text{ kN}$ ，轴承精度等级 P6，工作转速 120rpm；满足 2600HP 五缸泥浆泵完成钻井深 7000 米以上，水平段最长 3000 米以上的配套轴承要求；

研制的轴承完全满足五缸泥浆泵高压喷射钻井、大位移水平井、深井、超深井等作业的配套轴承要求；形成研制五缸泥浆泵配套轴承的技术标准或工艺文件。

5.7.4 电动重卡多挡变速箱技术研究开发

研究内容：针对目前电动重卡高转速低扭矩电机匹配的变速箱技术不成熟的问题，通过研究高转速油封、双中间轴、齿轮修形及先进的 CAE 分析等关键技术，采用优化设计、精细加工工艺、润滑系统优化及轻量化设计等方法，开发出一款具备低传动噪音、高效率传动以及轻量化特性的变速箱产品。

考核指标：重卡多挡变速箱采用电动换挡模式来实现不同挡位之间的切换，且换挡可靠，无乱挡、掉挡现象，换挡平顺，换挡时间低于 1s；要求各挡位综合效率 $\geq 96\%$ ；在测试点距离变速箱外廓 1m 处，空挡和前进挡（超速挡除外）最大声压级 $\leq 90\text{dB(A)}$ ，超速挡和倒挡最大声压级 $\leq 92\text{dB(A)}$ ；匹配最大牵引质量 49 吨的电动重卡，多挡变速箱总重量 $\leq 320\text{kg}$ ；电动重卡多挡变速箱整箱静扭安全系数 ≥ 3 ；同等条件下电机和变速箱二合一动力总成综合成本降低 15%-20%；在一种车型上进行上车试验验证。

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，开展特色农副产品新型加工、清洁生产、品质调控等关键技术攻关，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。

（二）攻关方向

6.1 绿色食品加工

6.1.1 核苷类营养化学品的生化反应设计与合成生物系统创建（重大）

研究内容：针对核苷类营养化学品生产成本低、效率低等问题，创建重要核苷类营养化学品生物合成技术；构建高表达的基因工程菌或酶表达菌；开展核苷类营养化学品的规模化合成制备研究，优化核苷类营养化学品合成的生物系统，评价合成生物系统的安全性与稳定性，开发多尺度调控发酵技术，建立核苷类营养化学品的发酵制备工艺与绿色高效的提取工艺，提高生产效率，形成从细胞创制到工艺创新的全链条技术方案。

考核指标：构建 2 种以上具有多重可调控基因回路、可编程控制产物积累的新型核苷生物合成底盘细胞；完成 1-2 种重要核苷碳代谢和调控网络的定量动态分析，开发 1-2 种重要核苷产品的生物合成与调控模块；每万元产值降低 30%COD 总量，节省 20%能源消耗，发酵工艺每年回用 5000m³中水；发酵单位达到 30000μg/ml，获得含量≥98%，纯度≥99%的成品；完成 2-3 种核苷

类营养化学品吨级规模示范生产。

6.1.2 低蛋白日粮中分支链氨基酸生产效率提升关键技术研究与应用（重大）

研究内容：针对低蛋白日粮中添加的分支链氨基酸等关键限制性氨基酸生产技术提升的迫切需求，研究生产菌株的高精度数学模型，建立高效基因组迭代编辑与连续进化方法，实现途径高通量无缝组装和精准调控；研究代谢调控动态分析及发酵精准调控策略，建立精准智能调控与高效制造集成的生产工艺，提升分支链氨基酸的生产效率。

考核指标：建立生产菌株全局性改造优化的合成生物学技术平台，构建应用于低蛋白日粮的分支链氨基酸工程菌株不少于 2 株，产量 $\geq 60\text{g/L}$ ；开发规模化的氨基酸生产工艺 3 套；实现至少 1 种关键氨基酸千吨级中试示范线，实现至少 1 种关键氨基酸万吨级产业化生产。

6.1.3 食用菌人造肉专用蛋白基料制备关键技术研究与应用

研究内容：针对食用菌蛋白提取率低、功能特性差、应用范围窄等技术难题，研究香菇、平菇、大球盖菇、羊肚菌等食用菌蛋白的理化性质、加工特性和生物利用率，研发物理场辅助酶法高效制备食用菌蛋白技术；开展食用菌蛋白挤压组织化改性技术研究，利用改性食用菌蛋白开发人造肉产品，探究食用菌蛋白质分子在人造肉重组过程中的构效关系规律；研究食用菌蛋白分子间作用力以及与外源分子相互作用影响人造肉质构和风味的机

制，优化人造肉加工工艺，提高食用菌蛋白人造肉产品的感官品质。

考核指标：创制食用菌人造肉蛋白核心基料 1 个，建立食用菌蛋白高效制备、改性提质、食品化加工等关键技术 2-3 项，制定产品生产规程或技术标准 2-3 项；开发食用菌人造肉产品 3-4 个，产品与动物肉制品的感官评分差异在 10%以内，不含胆固醇，蛋白含量 $\geq 16\%$ ，膳食纤维含量 $\geq 5\%$ ；建立食用菌人造肉专用蛋白基料中试生产线。

6.1.4 基于酶解法制备 ACE 抑制肽发酵乳的开发与应用

研究内容：针对消费者对功能乳制品的需求，通过酶解法、从乳蛋白中制备 ACE 抑制肽，进而开发出功能性发酵乳，确立生产富含 ACE 抑制肽发酵乳的最佳工艺条件；研究影响 ACE 抑制肽产品的影响因素，提升产品品质；建设 ACE 抑制肽功能性发酵乳中试线。

考核指标：构建 ACE 抑制肽的发酵菌种数据库 1 个，收集并分离 ACE 抑制肽的菌种 20-30 株；开发 ACE 抑制肽发酵乳产品发酵工艺路线及参数 1 套；开发出具有 ACE 抑制功能的发酵乳产品不少于 2 个，其 ACE 抑制率 $> 73\%$ ；备案团体标准 1-2 项；建设年产 ACE 抑制肽发酵乳 500 吨的中试线。

6.1.5 宁夏特色果蔬制品高值化非热杀菌技术研究与应用示范

研究内容：针对热杀菌严重损害果蔬制品营养和感官品质的

问题，采用非热加工技术替代热杀菌技术并在宁夏特色果蔬制品中应用，研究适合于宁夏特色果蔬制品非热杀菌技术，解决果蔬制品品质与微生物安全的矛盾；开展非热加工装备与工艺的集成研究，提高非热加工装备的杀菌效果，创建宁夏果蔬制品高值化非热加工技术体系。

考核指标：形成宁夏特色果蔬制品非热杀菌技术 3 项以上；研发非热加工果蔬产品 6 个以上，制定规范化生产操作规程或产品质量标准 6 项以上；集成微射流、高压脉冲电场或超声波等杀菌技术，创建高品质、高效率加工模式 5 套以上，与现有热杀菌加工技术水平相比，大幅度提升宁夏特色果蔬制品的色泽、质构、营养和风味指标，如果蔬制品亮度值提高 20%、脆度值提高 25%、维生素 C 保留率提高 40%、特征风味物质保留率提高 30%以上；建设可复制、可推广的果蔬制品非热加工生产线 3 条，加工能力达到 2 吨每天以上，生产效率提升 15%以上。

6.2 绿色发酵工艺

6.2.1 短链有机酸（C2-C4）细胞工厂的构建与优化

研究内容：针对短链有机酸在生产过程中产品收率低、菌株耐受差和生产成本高等问题，采用生物传感器、高通量筛选技术和基因组测序技术筛选鉴定高产菌株；优化合成途径，引入产物转运蛋白和辅因子工程，提升底盘细胞活力；偶联细胞生长与产物合成，适应性进化提升菌株的耐受性，降低生产成本；利用组学和反向代谢工程策略，解析菌株耐受性强化机制；优化发酵工

艺参数，建立高效稳定的短链有机酸生产工艺，获得新一代乙醇酸、乳酸、琥珀酸和苹果酸等重要有机酸细胞工厂。

考核指标：筛选获得 3 种以上高产短链有机酸的野生菌株；鉴定 8-10 种可用于强化短链有机酸合成效率的催化、调控与转运新元件；发展 5 种以上代谢调控策略，构建 3 种以上高产短链有机酸的工程菌株，部分生产指标或原料利用率较现有最优水平提高 10%以上；建立 2-3 种实验室适应性进化技术，获得 1 种以上耐酸进化菌株，在 pH 值 2.8 以下，实现正常细胞生长和短链有机酸生产；完成 1 种以上短链有机酸产品的吨级中试生产。

6.3 纺织原料

6.3.1 山羊绒绿色高效纺纱关键技术开发与应用

研究内容：针对山羊绒纤维纺纱适纺性差、纺纱过程沾污设备、洗缩环节油剂残留使山羊绒制品手感发黏等问题，开发亲水性山羊绒纤维的纺纱优控剂，替代传统油剂型和毛油，满足纤维润滑、抱合力增强与抗静电的功能，提升纤维集束性能，降低梳纺过程对设备的沾污，提高纺纱效率，降低洗涤污水中 COD。

考核指标：开发新产品不少于 1 种；纺纱过程平均纤维长度损失 2.0mm 以下，平均纺纱制成率 98.3%以上，洗缩排放废水平均 200mg/L 以下；建立年产 60 吨生产示范线。