

附件 1

**重点新材料研发及应用国家科技重大专项
2026 年度第三批项目申报指南
(非密类)**

二〇二六年九月

目 录

一、高温合金

1.3 高温合金热控凝固技术研究及装备开发.....	1
1.5 400MW 级 G/H 级重型燃气轮机复杂冷却结构一级静叶增材制造与后处理协同调控技术.....	6
1.6 高温合金全周期工况跨尺度智能表征评价技术.....	9

二、高端装备用特种合金

2.1 700℃超超临界汽轮机旁路阀、管件、管道焊材及焊接技术开发及应用.....	15
2.3 高铁钢轨整形技术及关键部件自主化研发与应用	20
2.4 新能源汽车动力与传动系统关键部件用合金开发及应用.....	24
2.5 “国和一号”燃料组件用材料及其部件研制与工程应用.....	28
2.6 海上风电塔筒用高强度抗疲劳耐候钢研发与应用	33
2.7 高端医疗与通讯设备用超纯净高性能特殊钢产品研制与应用.....	35
2.8 海洋装备用高品质特厚板制备与应用研究.....	39
2.9 严苛服役环境下海洋装备关键材料制备及应用研究	42
2.10 特种合金材料与关键构件服役性能预测与延寿..	45
2.11 退役晶硅光伏组件再生利用关键技术与装备.....	49

三、高性能纤维及复合材料

3.1 大丝束碳纤维高速预氧化制造关键装备研发应用	51
---------------------------	----

3.2 低空浮空器用高性能液晶聚芳酯纤维囊体材料工程 化研制及应用验证.....	53
四、特种高分子材料	
4.1 超高压固相接枝聚丙烯绝缘电缆系统研制及工程应 用验证.....	57
4.3 功能型 HNBR 产品与复合材料开发及应用验证...	60
4.4 功能化液体橡胶技术及产品开发.....	63
4.5 PMP 工业试验及 BOPE 膜应用验证.....	65
4.6 烟道气 CO ₂ 膜分离捕集关键技术与工业示范.....	68
4.7 宽幅高透光特种聚乙烯醇 (PVA) 光学膜研制及应 用验证.....	70
4.8 生物基 1,6-己二酸关键技术研究 and 生物基可降解聚 酯 PBST 关键技术开发及应用.....	72
4.9 生物基橡胶规模化制备关键技术与产业化.....	75
4.10 生物基聚酰胺 PA46 和 PA12 中试验证及应用研究	77
4.11 阻燃高强和防透抗紫外两类尼龙 66 纤维制品开发 及应用.....	79
五、电子信息材料	
5.1 溶液法叠层 OLED 器件 CGL 材料与技术开发.....	83
5.2 主动发光全彩微型显示器件及投影模组关键技术	85
5.3 铟镓氮橙、红光发光材料开发及产业化.....	87
5.4 铝镓氮基深紫外远 C 波段 LED 关键技术研发及其应 用.....	91

5.5 面向激光显示与精密加工的蓝、绿光氮化镓激光器材料产业化技术攻关.....	93
5.6 超高纯羟胺和光刻胶用有机溶剂的生产与应用....	96
5.7 高效精密基板关键原材料开发.....	98
六、稀土新材料	
6.6 石化用稀土催化材料开发及应用验证.....	102
七、材料基因工程	
7.1 人工智能加速的跨尺度和集成计算设计新方法、软件开发和应用.....	105
7.2 无机非金属和高分子材料计算数据资源平台建设与应用.....	109
7.3 典型功能与结构材料数字化制备技术与智能实验装备.....	112
7.4 复杂工程构件多参量高效表征评价与服役性能提升..	116
7.5 材料语料库与通用基础大模型构建.....	118
7.6 典型材料产品制备加工数字孪生系统构建与应用..	121
7.7 数据和知识双驱动联邦学习赋能先进电子陶瓷材料研发与器件制造及应用.....	124
7.8 深远海油气资源开发关键材料极端环境服役高效评价集成应用平台.....	126
7.9 前沿材料科技数据资源节点建设.....	128
7.11 材料数据流通应用能力评测方法与系统集成应用..	132
7.12 高熵全固态电池材料自主计算设计和验证技术	137

7.13 新能源电池材料智能自主实验与数据资源节点协同创新平台.....	140
7.14 固态电池材料跨尺度原位表征与多场耦合环境服役评价技术及装置.....	144

一、高温合金

1.3 高温合金热控凝固技术研究及装备开发

研究目标：为破解高性能高温合金铸件疏松缺陷难以彻底根除、且无法通过补焊修复，导致重大工程领域“无件可用”的瓶颈难题，开展面向航空用高性能高温合金的热控凝固精密成型技术与装备的研究及工程化应用探索，实现高温合金精密铸件原位致密铸造成型，并进行全面的实践验证。重点突破热控凝固精密成型装备快速浇注与密封、模壳定向移动对炉体密封的结构设计难题，同步攻克高温合金成分智能优化、大型结构全域多点热控凝固补缩、大型整体结构铸件顺利凝固的浇冒系统设计等工艺核心技术，构建完善的大尺寸高性能高温合金零疏松成型技术体系。基于研制的热控凝固精密成型装备，研制出符合先进航空发动机技术要求的大尺寸高性能高温合金双层壁空心机匣/预旋喷嘴合格铸件，推动其在先进航空发动机上实现工程化应用，为航空发动机核心热端部件的自主研制与规模化生产提供坚实的技术支撑，助力提升我国航空发动机核心装备制造水平。加强标准制修订，合理布局高质量专利，有效保护核心研发成果。

本项目设置 2 项课题。

课题 1: 高温合金热控凝固精密铸造技术装备的设计与制造

研究内容：针对先进航空发动机用大尺寸高性能空心机匣/预旋喷嘴铸件对零疏松的迫切需求，开展“真空熔炼-热控

凝固一体化”新型铸造装备研发，突破传统铸造技术中疏松缺陷难以完全抑制的核心技术瓶颈。基于“低温浇注、高温充型、顺序凝固”的创新致密化机制，开展装备整体方案设计与核心分系统攻关，完成 2000mm 级双层水冷壁结构创新设计与强化改造，确保炉体满足大尺寸铸件成型的抽拉与冷却需求；开展炉体静密封方案优化研究，实现高真空环境工况的稳定工作；设计适配全封闭热控凝固铸造环境的金属液流量控制系统，控制高温合金熔体浇注流量，避免充型缺陷；研发温度精准采集系统，同步研究真空熔炼、浇注、定向抽拉、凝固补缩、随冷全流程时序逻辑，捕捉固液两相糊状区的最佳热控凝固窗口，精确控制热控凝固参数。实现高性能高温合金铸件的低缺陷制备，真空感应熔炼浇注的热控凝固铸件获得与热等静压相似的致密化效果，研制出可直接应用于先进航空发动机大尺寸高性能高温合金铸件生产的热控凝固精密铸造装置，为航空发动机核心部件的自主研制提供装备支撑。

课题 2: 高温合金热控凝固精密铸造技术装备的应用研究

研究内容：针对高性能高温合金内部疏松缺陷难以彻底消除、关键受力区域无法通过补焊修复的技术难题，基于研制的热控凝固精密铸造装备，开展高温合金成分智能优化与成型工艺关键技术研究。融合机器学习与材料热力学理论，构建成分-工艺-缺陷关联预测模型，实现合金成分精准设计与智能调控，在既定牌号体系内有效降低疏松形成倾向；开展真空热控凝固环境下防紊流高效浇冒系统优化设计，实现大

流量平稳快速充型；针对多热节耦合与空心结构特征，开展局域温度场调控及热扩散协同抑制研究，形成全域多点热控凝固补缩技术，匹配铸件各区域温度梯度与冷却速率，从源头减小凝固体积收缩，抑制疏松缺陷产生。通过创新耦合外力、主动补缩与精准控温的工艺方案，实现大尺寸高温合金构件全域致密化可控成型。最终研制出满足先进航空发动机服役指标的 K447A 大尺寸高性能高温合金双层壁空心机匣合格铸件和 K439B 双层壁预旋喷嘴合格铸件，完成装机考核与工程化应用验证，为我国先进航空发动机核心热端部件研制及稳定生产提供关键技术支撑与装备保障。

项目考核指标：

1. 高温合金热控凝固精密铸造技术装备的设计与制造：

（1）炉体有效工作空间直径不小于 2000mm，高度不小于 1500mm，适配航空发动机机匣铸件成型需求，最高加热温度不低于 1600℃；

（2）真空熔炼阶段极限真空度不小于 $1 \times 10^{-2} \text{Pa}$ ；

（3）金属液流量控制系统，实现 1~30kg/s 可调节范围内的流量稳定控制；

（4）模壳及固液界面顺序移动速率 5mm/min~800mm/min，移动速率可线性变速，重复定位精度 $\pm 0.1 \text{mm}$ ；

（5）温度参数实时采集系统，采集频率不小于 10Hz；

（6）多点热控凝固技术大型高温合金结构关键部位控温

精度不低于 $\pm 5^{\circ}\text{C}$;

(7)形成高温合金热控凝固精密铸造装备设计图纸1套;

(8)明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项,具有自主知识产权。

2. 高温合金热控凝固精密铸造技术装备的应用研究:

(1)成分区间内高温合金成分-工艺-缺陷关联模型预测精度不小于90%;

(2) K447A 双层壁空心机匣铸件:

1) 疏松 A 区不超过 I 级, 其他区域不超过 II 级;

2) 铸件尺寸不小于 600mm, 尺寸精度不低于 CT6;

3) 拉伸性能:

室温拉伸: $\sigma_b \geq 980\text{MPa}$, $\sigma_{0.2} \geq 800\text{MPa}$, $\delta \geq 5\%$;

800℃拉伸: $\sigma_b \geq 900\text{MPa}$, $\sigma_{0.2} \geq 750\text{MPa}$, $\delta \geq 5\%$;

900℃拉伸: $\sigma_b \geq 750\text{MPa}$, $\sigma_{0.2} \geq 550\text{MPa}$, $\delta \geq 5\%$;

4) 持久性能: 980℃/200MPa, 持久寿命 $\geq 50\text{h}$;

5) 合格率不低于 75%, 项目执行期内的机匣铸件交付数量不少于 4 件;

6) 由下游用户组织开展部件装机试验、工况考核验证, 试验数据持续迭代优化, 技术成熟度达到 7 级;

7) 形成至少 1 项标准或规范。

(3) K439B 双层壁预旋喷嘴铸件:

1) 铸件疏松 A 区不超过 I 级, 其他区域不超过 II 级;

2) 铸件尺寸不小于 500mm, 尺寸精度不低于 CT6;

3) 拉伸性能:

室温拉伸: $\sigma_b \geq 900\text{MPa}$, $\sigma_{0.2} \geq 730\text{MPa}$, $\delta \geq 3\%$;

800℃拉伸: $\sigma_b \geq 800\text{MPa}$, $\sigma_{0.2} \geq 700\text{MPa}$, $\delta \geq 5\%$;

850℃拉伸: $\sigma_b \geq 650\text{MPa}$, $\sigma_{0.2} \geq 600\text{MPa}$, $\delta \geq 5\%$;

4) 持久性能: 815℃/379MPa 条件下持久寿命>30h;

5) 合格率不低于 75%, 项目执行期内的预旋喷嘴铸件交付数量不少于 2 件;

6) 技术成熟度达到 6 级;

(4) 明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项, 具有自主知识产权。

项目实施期限: 2026 年 11 月—2029 年 10 月

项目密级: 非密

项目设置及经费需求:

拟支持 1 个项目研究, 采用公开竞争方式。

其他来源资金与中央财政资金比例原则上不低于 3:1。

中央财政资金支持方式: 事前立项事后补助。

创新分类: 产品研发

关键词: 先进航空发动机; 大型复杂薄壁铸件; 零疏松精密成型技术

有关说明: 项目参研单位必须包含用户单位且不超过 10 家。

1.5 400MW 级 G/H 级重型燃气轮机复杂冷却结构一级静叶增材制造与后处理协同调控技术

研究目标：面向我国 400MW 级 G/H 级重型燃气轮机复杂冷却结构一级静叶制造需求，针对高 γ' 含量镍基高温合金 MarM247（或 UGTC48）在增材制造过程中存在的热裂纹敏感性高、成形窗口窄、复杂内腔结构成形差、残余应力与变形控制难、组织性能稳定性不足等问题，开展合金成分优化、粉末制备与质量控制、复杂冷却结构一级静叶近净成形工艺、模型摆放与支撑结构优化、缺陷抑制与尺寸精度控制、热等静压后处理及热处理组织性能协同调控、复杂内部结构检测评价、通流能力分析及部件级制造技术研究，突破复杂冷却结构一级静叶增材制造稳定成形、缺陷抑制、后处理致密化、组织性能调控与稳定控制关键技术，建立面向复杂冷却结构一级静叶的工艺、检测评价及部件级制造技术方法，项目预期研究成果达到模拟验证，完成一级静叶部件级模拟工况试验验证，为我国燃气轮机热端关键部件先进制造和工程应用提供技术支撑。合理布局高质量专利，有效保护核心研发成果。

本项目设置 2 项课题。

课题 1：面向 400MW 级 G/H 级重型燃气轮机用复杂冷却结构一级静叶的增材制造技术

研究内容：面向我国 400MW 重型燃气轮机复杂冷却结构的一级静叶自主制造需求，开展 MarM247（或 UGTC48）

高温合金成分优化、粉末制备及质量控制研究；研究不同摆放角度、扫描策略和支撑方案下激光增材制造过程温度场、应力场及变形行为，开展流道面少支撑/低损伤支撑构建、缺陷抑制与尺寸精度控制技术研究，建立复杂冷却结构一级静叶近净成形工艺；开展复杂内部结构无损检测与质量表征、通流能力评价及部件级考核，为课题 2 开展热等静压及热处理工艺优化提供样件、工艺参数和检测数据支撑；形成复杂冷却结构一级静叶增材制造成分设计、粉末质量控制、工艺方法、缺陷控制、检测评价及部件级制造技术方案。

课题 2: 复杂冷却结构一级静叶热等静压与组织性能调控技术

研究内容: 面向课题 1 制备的复杂冷却结构一级静叶样件或典型样品，开展热等静压及热处理后处理工艺研究，重点解决增材制造高 γ' 含量镍基高温合金叶片孔隙、微裂纹、残余应力高、组织不均匀等问题；研究热等静压工艺参数对致密化、应力应变动态消减及尺寸变形的影响规律，揭示热等静压过程中缺陷演化、残余应力释放与组织调控的耦合作用机制；研究热等静压及后续热处理过程中 γ' 强化相、碳化物、晶粒、晶界组织等演化规律，建立热等静压-热处理协同调控方法，实现复杂结构件形性协同优化；结合现有热等静压装备条件，开展温度场、压力场及热流耦合仿真与工艺优化，保障一级静叶热等静压处理过程中的温度均匀性和压力稳定性；形成面向复杂冷却结构一级静叶的热等静压后处理工艺，

反馈支撑课题 1 增材制造工艺优化。

项目考核指标：

1. 面向 400MW 级 G/H 级重型燃气轮机用复杂冷却结构一级静叶的增材制造技术：

(1) 粒径为 15-53 μ m 的 MarM247 (或 UGTC48) 高温合金粉末收得率不低于 50%，球形度不低于 90%，霍尔流速不大于 15s/50g，松装密度达到合金理论密度的 55%以上，粉末批次间 C_v 值不大于 3%。

(2) 实现空间尺寸不小于 200mm $\times$ 340mm $\times$ 295mm 的复杂冷却结构一级静叶稳定成形；静叶射线检测条件下无可检出裂纹和孔洞类缺陷，荧光检测条件下表面缺陷尺寸不大于 0.4mm；复杂冷却通道连通性、叶型尺寸、壁厚偏差、喉道面积及流量检测满足一级静叶设计要求。

(3) 完成增材制造复杂冷却结构一级静叶部件级热冲击考核，热冲击温度不低于 900 $^{\circ}$ C，热冲击速度不低于 0.6Ma，循环周次不少于 600 次。

(4) 明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

2. 复杂冷却结构一级静叶热等静压与组织性能调控技术：

(1) 建立热等静压内部多场热流耦合仿真分析模型 1 套；热等静压装备缠绕张力控制中筒体收缩量跟理论计算值相差 $\leq 5\%$ ；热等静压装备内部温度均匀性 $\leq \pm 8^{\circ}$ C；最高工作压力 200MPa，压力控制精度 $\leq \pm 1$ MPa；空载条件下冷却速率

$\geq 40^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 。

(2) 经热等静压及热处理后力学性能满足以下要求：
900℃抗拉强度不低于 750MPa，屈服强度不低于 670MPa；
900℃低周疲劳（总应变不大于 0.442%）裂纹萌生寿命不少于 800 次；900℃/160MPa 条件下 1%蠕变寿命不少于 700h；
900℃/175MPa 条件下持久寿命不少于 720h。

(3) 形成成分-粉末-结构-工艺-组织-性能关联模型或数据集。

(4) 明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

项目实施期限：2026 年 11 月—2029 年 10 月

项目密级：非密

项目设置及经费需求：

拟支持 1 个项目研究，采用公开竞争方式。

其他来源资金与中央财政资金比例原则上不低于 2:1。

中央财政资金支持方式：事前立项事前补助

创新分类：其他保障

关键词：增材制造；重型燃气轮机；复杂构件；热等静压；组织性能调控

有关说明：项目参研单位数量不超过 10 家。

1.6 高温合金全周期工况跨尺度智能表征评价技术

研究目标：面向航空发动机、燃气轮机等装备关键高温

合金构件的全周期工况表征评价需求，构建跨尺度智能表征与完整性评价体系。基于多模态大模型构建 SEM/TEM 显微表征智能体，实现主动数据采集、关键特征识别与融合策略动态调整；建立超高温本构模型及寿命预测方法，形成组织-性能跨尺度关联解析能力。开发适用于面型缺陷、力学参量以及复杂构件体积型缺陷的智能化检测技术，形成覆盖不同结构构件、不同类型缺陷、多种特征参量的综合检测能力。建成集成热力耦合、大温度梯度、应力应变监测与裂纹在线侦测的模拟极端工况下结构完整性评价平台，发展物理与数据融合驱动的寿命预测方法，构建“工艺-组织-缺陷-力学-寿命”多维度数据库与关联模型，实现典型高温合金构件全周期工况结构完整性评价。合理布局高质量专利，有效保护核心研发成果。

本项目设置 3 项课题。

课题 1：高温合金微观组织智能表征与超高温本构建模

研究内容：针对高温合金微观组织的跨尺度表征需求及超高温力学行为原位表征难题，整合微观组织智能表征以及超高温原位力学与本构模型。构建基于多模态视觉-语言大模型的软硬协同显微表征智能体，针对 SEM 和 TEM 两类表征手段，实现主动数据采集、关键特征（碳化物、TCP 相等）智能识别以及表征融合策略动态调整，建立面向全周期工况组织演化与失效行为的高质量数据集，形成自动评价方法。突破耦合超高温原位力学的 DIC 技术，开发耐高温散斑制备

与黑体辐射滤波算法，实现应变场与温度场的同步解耦测量；开展超高温蠕变与宽应变率条件下的力学试验，明确与力学性能关联的关键微观参量，建立考虑温度效应（800℃及以上）、应变率效应及微结构演化特征的极端环境适用的本构模型，为课题3提供微观组织、力学性能数据和本构模型。

课题2：高温合金构件非接触智能缺陷检测技术

研究内容：针对不同结构高温合金构件在全周期工况（成型后、热处理后、服役前后）及极端温度、复杂热梯度环境下多种类型缺陷的检测需求，融合非接触扫查技术与智能化CT成像技术，形成覆盖不同结构构件、不同类型缺陷、多种特征参量的综合检测能力。开发适用于超高温（ $\geq 1200^{\circ}\text{C}$ ）环境的面型缺陷及力学参量快速非接触扫查技术，建立扫查信号特征与结构缺陷、力学性能参量之间的关联模型，实现缺陷快速定位与力学参量评估。开发适用于大长径比薄壁构件（如喷管）体积型缺陷的智能化CT检测技术，建立高保真成像与智能缺陷判读一体化技术体系，实现典型缺陷的高检出率与快速判读。针对不同构件特征及工况灵活选用或联合验证，形成适用于多种典型高温合金构件的综合无损检测能力，为课题3的结构完整性评价提供缺陷信息输入。

课题3：高温合金构件极端工况下结构完整性评价技术与试验平台

研究内容：针对高温合金关键构件在高温、高载荷、强梯度等极端服役环境下所面临的结构完整性与寿命评估难题，

构建“试验-监测-仿真-数据”一体化的集成研究平台。研发可模拟真实服役条件的热-力-振多场耦合试验系统,实现大温度梯度、高转速、振动载荷耦合等极端工况下疲劳性能测试,突破高温振动疲劳强度与高温旋转疲劳强度的高精度测评技术。发展应力/应变动态监测与裂纹在线侦测技术,形成“物理试验-智能监测”协同的结构完整性评价能力。发展基于损伤力学与数据驱动的蠕变、疲劳及裂纹扩展寿命预测模型,实现物理与数据双驱动的寿命评估。构建覆盖“工艺-组织-缺陷-力学-寿命”全周期的多维度关联数据库,支持从微观组织演化到宏观性能退化的跨尺度关联分析与寿命预测。

项目考核指标:

1. 高温合金微观组织智能表征与超高温本构建模

(1) 搭建人工智能赋能的高温合金微观组织智能表征评价系统, SEM 图像关键组织特征(如 TCP 相)自动识别准确率 $\geq 90\%$; 智能体可完成 ≥ 3 个连续表征子任务的自动分解。

(2) 基于 TEM 智能体采集的高分辨图像, 建立原子尺度位移场的人工辅助半自动定量分析方法, 典型区域位移测量精度(2σ) $\leq 5\text{pm}$ 。

(3) 超高温 DIC 工作温度 $\geq 1200^\circ\text{C}$, 应变测量精度优于 $300\mu\epsilon$ 。

(4) 建立适用于 800°C 及以上的高温合金本构模型, 模型包含至少 1 个高温合金微观组织特征量。蠕变第一、二阶段应变-时间曲线与实验对比的平均相对误差 $\leq 10\%$, 第一周

至稳定周循环应力-应变曲线与实验对比的平均相对误差 $\leq 10\%$ 。

2. 高温合金构件非接触智能缺陷检测技术

(1) 开发非接触缺陷扫查技术, 最高工作温度 $\geq 1200^{\circ}\text{C}$; 最小可检孔洞直径 $\leq 100\mu\text{m}$, 最小可检面型缺陷横向特征尺寸 $\leq 3\text{mm}$ 。

(2) 开发基于人工智能多域特征识别的 CT 技术, 典型缺陷 ($\geq 100\mu\text{m}$) 检出概率不低于 95%, 单视野智能判读与标注时间不超过 10 秒。

3. 高温合金构件极端工况下结构完整性评价技术与试验平台

(1) 搭建高温振动疲劳测试系统, 最高测试温度不低于 1400°C , 振动频率不低于 10000Hz 。

(2) 搭建高温旋转试验系统, 最高测试温度不低于 800°C , 最高转速不低于 25000rpm , 实现转子部件径向跨度 $\geq 300\text{mm}$ 的两区域间、温差 $\geq 300^{\circ}\text{C}$ 的大温度梯度, 具备高速状态下高温合金转子部件实时裂纹侦测功能, 裂纹识别灵敏度 $\leq 2\text{mm}$ 。

(3) 发展物理与数据融合驱动的寿命预测方法, 疲劳寿命预测精度提升 50%, 蠕变寿命、裂纹扩展寿命误差均 $< 15\%$; 建立涵盖 3 种以上高温合金、1000 条以上数据的多维度关联数据库。

4. 项目执行期内, 服务覆盖航空发动机、燃气轮机等至少 2 个装备制造领域, 为不少于 8 个项目提供表征评价技术

服务，由项目组直接提供技术服务累计实现收入不低于 2500 万元。明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

项目实施期限：2026 年 11 月—2029 年 10 月

项目密级：非密

项目设置及经费需求：

拟支持 1 个项目研究，采用公开竞争方式。

其他来源资金与中央财政资金比例原则上不低于 3:1。

中央财政资金支持方式：事前立项事前补助。

创新分类：其他保障

关键词：高温合金；全周期工况；人工智能；跨尺度表征；结构完整性评价

有关说明：项目参研单位数量不超过 10 家。

二、高端装备用特种合金

2.1 700℃超超临界汽轮机旁路阀、管件、管道焊材及焊接技术开发及应用

研究目标：研发出 650℃-700℃超超临界汽轮机旁路阀，突破耐热合金旁路阀锻件的成型及加工技术，掌握旁路阀部件表面堆焊、同种对接焊等焊接关键技术，完成 650℃-700℃汽轮机旁路阀设计与制造，实现旁路阀设计及制造，并分别在 700℃超超临界汽轮机考核验证平台验证，在 650℃商业示范机组中运行考核。研发出以 700℃超超临界汽轮机镍基耐热合金管件、焊接管道为代表的 key 部件，突破镍基耐热合金弯头、弯管、三通制造及焊接等关键技术，突破不同规格镍基耐热合金管道焊接成套技术，形成具有自主知识产权的耐热合金焊材，实现 700℃超超临界汽轮机镍基耐热合金管件、焊接管道 key 部件、焊材及焊接技术自主化。加强标准制修订，合理布局高质量专利，有效保护核心研发成果。

本项目设置 4 项课题。

课题 1：700℃超超临界汽轮机旁路阀用镍基耐热合金部件研发及应用

研究内容：开展旁路阀用镍基耐热合金锻件高纯净冶炼、热加工成型及均质化热处理研究，完成旁路阀制造工艺开发；完成旁路阀全尺寸部件设计与制造，开展旁路阀全尺寸部件长时持久/蠕变、疲劳、组织稳定性、抗蒸汽氧化等综合性能评价，建立旁路阀性能数据库；模化的旁路阀（模化比 1:2）

在 700℃超超临界汽轮机考核验证平台上验证。

课题 2: 650℃超超临界汽轮机旁路阀成型制备工艺开发及示范应用

研究内容: 开展阀壳、阀杆为代表的旁路阀用镍基耐热合金锻件高纯净冶炼、热加工成型及均质化热处理研究，完成全尺寸旁路阀制造工艺开发；开展旁路阀表面耐磨层堆焊、阀壳同种对接焊工艺研究；开展阀门部件综合性能评价，构建材料性能数据库；完成全尺寸旁路阀样机试制，并在商业示范机组中应用。

课题 3: 700℃超超临界汽轮机镍基耐热合金管道用焊材及焊接技术

研究内容: 针对 700℃超超临界汽轮机镍基耐热合金管道匹配焊材及焊接技术的需求，开展镍基耐热合金管道用焊材设计，开发出自主知识产权的镍基耐热合金焊材。研究镍基耐热合金管道同种/异种材料焊接和焊后热处理工艺，完成同种/异种材料焊接工艺技术开发。开展镍基耐热合金管道焊接接头的高温长时持久/蠕变、疲劳、组织稳定性、抗蒸汽氧化等综合性能评价，建立典型规格镍基合金管道焊接性能数据库，制定镍基耐热合金同种/异种材料焊接工艺操作规范，为镍基耐热合金用同种/异种材料焊接、焊接部件安全服役提供焊接技术及可靠性数据支撑。管道用焊材及焊接技术在 700℃超超临界汽轮机考核验证平台上验证。

课题 4: 700℃超超临界汽轮机镍基耐热合金管件研制及

焊接技术

研究内容: 针对 700℃超超临界汽轮机镍基耐热合金管件制造和焊接需求,开展 700℃超超临界汽轮机镍基耐热合金弯头、弯管、三通研制和应用性能评价,研制出 700℃超超临界汽轮机镍基耐热合金弯头、弯管、三通,开展镍基耐热合金弯头、弯管、三通的高温长时持久/蠕变、疲劳、组织稳定性、抗蒸汽氧化等综合性能评价。完成弯头、三通焊接工艺技术开发。开展镍基耐热合金弯头、三通焊接接头的高温长时持久/蠕变、疲劳、组织稳定性、抗蒸汽氧化等综合性能评价,制定镍基耐热合金弯头、三通焊接工艺操作规范。

项目考核指标:

1. 700℃超超临界汽轮机旁路阀用镍基耐热合金部件研发及应用:

(1) 旁路阀锻件在 700℃外推 10 万小时持久强度大于 100MPa (最小试验载荷下试验时间 ≥ 10000 小时)。

(2) 旁路阀锻件平均晶粒度不粗于 2 级, 级差不超过 3 级。

(3) 完成 700℃超超临界汽轮机旁路阀全尺寸件制造, 通过解剖全尺寸部件建立性能数据库, 数据量不少于 500 条。

(4) 完成用于验证的 700℃超超临界汽轮机旁路阀模化件 1 件 (模化比 1:2)。

(5) 在 700℃超超临界汽轮机考核验证平台上验证。

(6) 制订至少 1 项标准, 明确专利等知识产权产出数量

及归属等事项，具有自主知识产权。

2. 650℃超超临界汽轮机旁路阀成型制备工艺开发及示范应用：

（1）旁路阀锻件 650℃外推 10 万小时持久强度大于 160MPa（最小试验载荷下试验时间 ≥ 10000 小时）。

（2）旁路阀锻件平均晶粒度不粗于 2 级，级差不超过 3 级。

（3）焊缝及热影响区无液化裂纹及应变时效裂纹。

（4）耐热合金同种焊焊接接头持久强度因子不低于 0.8。

（5）完成全尺寸高压/低压旁路阀样机试制（阀门公称直径 $\geq \text{DN}300$ ）。

（6）在 650℃商业示范机组中运行考核。

（7）制订至少 1 项标准，明确专利等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

3. 700℃超超临界汽轮机镍基耐热合金管道用焊材及焊接技术：

（1）开发出焊丝、焊条、焊剂各 1 种。

（2）完成不少于 2 种焊接方式的焊接工艺评定。

（3）镍基合金管道同种材料焊接接头 700℃外推 10 万小时持久强度大于 100MPa（最小试验载荷下试验时间 ≥ 10000 小时）。

（4）镍基-铁基管道异种材料焊接接头在服役温度下外推 10 万小时持久强度不低于铁基母材要求值的 80%（最小试

验载荷下试验时间 ≥ 10000 小时)。

(5) 制备管道在 700℃超超临界汽轮机考核验证平台上验证。

(6) 制订至少 1 项标准，明确专利等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

4. 700℃超超临界汽轮机镍基耐热合金管件研制及焊接技术：

(1) 研制出 700℃超超临界汽轮机镍基耐热合金弯头、弯管、三通典型件各不少于 2 种规格。

(2) 镍基耐热合金弯头、弯管、三通 700℃外推 10 万小时持久强度大于 100MPa (最小试验载荷下试验时间 ≥ 10000 小时)。

(3) 完成不少于 2 种焊接方式的焊接工艺评定。

(4) 镍基耐热合金弯头、三通同种材料焊接接头 700℃外推 10 万小时持久强度大于 100MPa (最小试验载荷下试验时间 ≥ 10000 小时)。

(5) 制备管件在 700℃超超临界汽轮机考核验证平台上验证。

(6) 制订至少 1 项标准，明确专利等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

项目实施期限：2026 年 11 月—2030 年 6 月

项目密级：非密

项目设置及经费需求：

拟支持 1 个项目研究，采用公开竞争方式。

其他来源资金与中央财政资金比例原则上不低于 3:1。

中央财政资金支持方式：事前立项事后补助。

创新分类：产品研发

关键词：650℃-700℃超超临界汽轮机；旁路阀；焊接工艺；管道及管件；焊材及焊接技术

有关说明：本指南限企业牵头申报，项目参研单位必须包含用户单位且不超过 10 家。

2.3 高铁钢轨整形技术及关键部件自主化研发与应用

研究目标：针对高铁移动式钢轨铣磨车铣削/打磨技术及关键部件（铣削刀盘刀具、打磨砂轮）的短板问题，通过研究高铁钢轨高效铣削与磨削机理，自主开发高精度铣削刀盘刀具与打磨砂轮，实现关键部件的应用验证，合理布局高质量专利，有效保护核心研发成果，提升我国轨道交通高端装备的自主创新能力。

本项目设置 4 项课题。

课题 1：高铁钢轨高效铣削和磨削机理、高精度铣削刀盘刀具和打磨砂轮设计

研究内容：研究高铁钢轨高效铣削和打磨过程中热-力耦合作用下材料去除机理及表面完整性演变规律；建立加工参数与铣磨质量的映射关系模型；设计适用于高铁钢轨高效修复的直径 $\Phi 1400\text{mm}$ 模块化高性能铣削刀盘及配套仿形组合

刀具结构；研究打磨砂轮的不平衡激励与振动特性，设计适用于高铁钢轨的复合砂轮结构。

课题 2：钢轨铣削硬质合金涂层刀具研发

研究内容：研究刀具涂层在热-力-摩擦耦合复杂工况下的组织演化规律、磨损与剥落机制，构建多元梯度、多尺度界面涂层材料动/静力学设计与数值计算方法，开发微纳梯度涂层的精细构筑技术；开发面向高铁钢轨铣削的刀具排屑槽型和特征结构，开展硬质合金基体组分设计与调控、高强度硬质合金基体制备和精细表面处理工艺研究，开发刀具表面微形貌精准控制技术；研制高强韧专用铣刀基体与微纳梯度涂层，开发适用于高铁钢轨整形长寿命铣削刀具。

课题 3：高性能钢轨打磨砂轮材料及部件开发

研究内容：研发设计直径最大可达 $\Phi 800\text{mm}$ 的平行形状砂轮，开发适用于钢轨铣磨车的新型复合砂轮材料体系；研发磨料的表面处理和刚玉磨料煅烧工艺；研究磨削效率、加工精度与砂轮自锐性的平衡调控技术；开展大规格砂轮制造工艺研究，设计内圈增强结构，攻克均质化成型工艺、曲线烧结技术。

课题 4：高铁钢轨铣磨系统集成及自主化铣削刀盘刀具、打磨砂轮的应用示范

研究内容：开展自主化铣削刀盘刀具、打磨砂轮在不同病害类型及复杂工况下的线上实车试验；构建涵盖加工质量、作业效率、运行稳定性与安全性的多维度作业评价指标体系；

评估其在复杂线路环境中的适应性与可靠性；建立自主化铣削刀盘刀具、打磨砂轮线上作业评价方法与技术规范，形成可推广、可复用的评价标准体系。

项目考核指标：

（1）形成钢轨铣削刀具性能知识图谱，建立跨尺度协同优化设计平台；铣刀盘名义直径 $\Phi 1400 \pm 0.05 \text{mm}$ ；铣削修复的钢轨廓形与标准钢轨头部廓形的相对误差 $\leq \pm 0.05 \text{mm}$ ；同组相同位置的周齿对铣刀盘轴线的法向圆跳动 $\leq 0.01 \text{mm}$ ；刀架各位置排屑顺畅且不卡滞；铣削范围：覆盖钢轨内侧 70° ~外侧 35° ；一遍作业，轨面最大铣削深度 $\geq 2 \text{mm}$ ；轨距角肥边处一遍最大可铣削 5mm ，且正常断屑；明确专利等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

（2）完成2种及以上钢轨铣削专用刀具基体材料开发，洛氏硬度 $\geq 90 \text{HRA}$ ，C型试样抗弯强度 $\geq 3000 \text{MPa}$ ；开发2种及以上高强韧涂层，纳米硬度 $\geq 30 \text{GPa}$ ，膜基结合力 $\geq 100 \text{N}$ ；开发钢轨铣磨专用铣刀产品2类及以上，专用刀具刃口制造误差 $\leq \pm 0.005 \text{mm}$ ，满足铣磨车安装要求；形成钢轨铣削专用硬质合金基体、涂层、结构选用指导规范各1份；明确专利等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

（3）完成2种及以上高铁钢轨铣磨车专用打磨砂轮材料开发。打磨砂轮采用平行形状、内外圈复合结构，其中内圈为安装增强层，外圈为磨削层，直径最大可达 $\Phi 800 \text{mm}$ 。砂轮两端面平行度公差 $\leq 0.4 \text{mm}$ ，同轴度公差 $\leq 0.5 \text{mm}$ 。砂轮允许

不平衡量 $\leq 70\text{g}$ ，最大使用线速度为 35m/s ，转速为 840r/min ；明确专利等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

（4）在铣削速度 200m/min ，铣削深度 1.0mm ，进给速度 0.8km/h 条件下干式铣削钢轨材料，各规格可转位式铣刀单刃口使用寿命 $\geq 2.5\text{km}$ ，铣削后钢轨表面粗糙度为 $\text{MRR Ra}_{\text{max}} 6$ ；在磨削线速度 26m/s 、进给速度 0.8km/h 条件下对钢轨进行干式磨削，有效消除残留铣刀纹时，打磨砂轮使用寿命 $\geq 6\text{km}$ ，磨削后钢轨表面粗糙度为 $\text{MRR Ra}_{\text{max}} 6$ 。

（5）钢轨铣刀和打磨砂轮寿命较现有国外进口产品提升 20%以上，钢轨铣削刀具和打磨砂轮在不少于 2 台钢轨铣磨车上实现装车应用。

项目实施期限：2026 年 11 月—2029 年 10 月

项目密级：非密

项目设置及经费需求：

拟支持 1 个项目研究，采用公开竞争方式。

其他来源资金与中央财政资金比例原则上不低于 3:1。

中央财政资金支持方式：事前立项事后补助。

创新分类：产品研发

关键词：高铁钢轨；铣磨车；刀盘刀具；打磨砂轮

有关说明：本指南限企业牵头申报，项目参研单位必须包含用户单位且不超过 10 家。

2.4 新能源汽车动力与传动系统关键部件用合金开发及应用

研究目标: 针对新能源汽车动力与传动系统关键部件(如驱动电机、传动系统减速器和差速器以及动力电池系统等)的高能效、大扭矩和轻量化等发展需求,研制高能效驱动电机用硅钢、传动系统用高强韧高温渗碳齿轮钢、电池液冷系统用高强耐蚀铝合金层状复合板和热冲压用 500MPa 级高强铝合金板,并在新能源汽车实现应用。加强标准制修订,合理布局高质量专利,有效保护核心研发成果。

本项目设置 4 项课题。

课题 1: 高能效驱动电机用薄规格高性能硅钢与高效制造技术开发

研究内容: 针对新能源汽车驱动电机高能效和高功率密度的发展需求,研发薄规格无取向硅钢成分设计、有利面织构和晶粒组织控制技术;研发“极低铁损、高强度、高磁感”协同提升技术;开发薄规格低铁损高磁感无底层取向硅钢复合抑制剂、隔离剂和生产工艺;开发快速固化薄自粘结涂层配方及工艺技术;突破超薄规格高强度低损耗、高磁感无取向硅钢高效制造技术以及高效加工技术;研发高性能硅钢材料应用技术,开发出高功率密度高效率低噪声驱动电机。

课题 2: 新能源汽车传动系统用高强韧高温渗碳齿轮钢开发

研究内容: 针对新能源汽车驱动电机高转速发展引起的

传动系统减速器及差速器用齿轮大扭矩、高强韧及低成本的需求，研究合金元素（不添加钼 Mo 和镍 Ni 等贵重元素）对齿轮钢棒材组织结构和力学性能的影响及其机理，化学成分及生产工艺对淬透性带宽的影响，以及析出相对高温渗碳奥氏体晶粒的影响，并评价其旋转弯曲疲劳性能；开发高强韧性、窄淬透性带宽和高温奥氏体晶粒稳定的齿轮钢棒材生产工艺技术；研发的材料实现在新能源汽车减速器及差速器上的应用。

课题 3: 新能源液冷系统用高强耐蚀铝合金层状复合板材开发及应用

研究内容: 针对新能源液冷系统对材料的特殊需求，研究芯材 6xxx 合金、3xxx 合金及耐蚀层合金成分设计优化和复合层结构设计优化；开发钎焊和热处理工艺等关键技术；研究钎焊后复合材强度、耐蚀性和导热率协同机制。确定 363 复合材中间层 6xxx 合金成分控制范围和 431 复合材中间层 3xxx 合金及耐蚀层 1xxx 合金成分控制范围；以及 363 和 431 两种复合材不同合金层的厚度比例控制范围等。开发的复合板材在新能源汽车液冷系统上实现应用。

课题 4: 汽车部件热冲压用 500MPa 级高强铝合金开发及应用

研究内容: 针对新能源汽车对关键部件轻量化的发展需求，研究冷模热料冲压专用铝合金成分、加工工艺、成品组织和性能之间的协同匹配设计；开发冷模热料冲压部件专用

500MPa 级高强铝合金板材及高强铝合金冷模热料冲压（固溶成型）一体化成形关键技术和工艺参数。开发的铝制车身零部件实现结构优化和应用。

项目考核指标：

1. 高能效驱动电机用薄规格高性能硅钢与高效制造技术开发：极低铁损无取向硅钢片，0.10mm、0.15mm 和 0.20mm 厚度铁损 P1.0/400 分别达到 $\leq 8.0\text{W/kg}$ 、 $\leq 8.5\text{W/kg}$ 和 $\leq 10.0\text{W/kg}$ ，磁极化强度 J5000 $\geq 1.64\text{T}$ ，屈服强度 $\geq 500\text{MPa}$ ；高强度无取向硅钢片，铁损 P1.0/400 $\leq 40\text{W/kg}$ ，磁极化强度 J5000 $\geq 1.60\text{T}$ ，屈服强度 $\geq 850\text{MPa}$ ；薄规格无底层自粘结涂层取向硅钢片，铁损 P1.0/400 $\leq 7.5\text{W/kg}$ ，磁极化强度 J5000 $\geq 1.96\text{T}$ ；自粘结涂层膜厚 $\leq 1\mu\text{m}$ ，固化保温时间 $\leq 2\text{min}$ ，辊动剥离粘接强度 $\geq 4\text{MPa}$ ；0.15mm 高性能无取向硅钢冷连轧宽度 $\geq 1250\text{mm}$ ，横向厚差 $\leq 2\mu\text{m}$ ；0.10mm 高性能无取向硅钢具备新能源汽车驱动电机铁心高速冲床冲片加工能力。研制的主要硅钢材料实现大批量应用。驱动电机峰值有效功率密度 $\geq 18\text{kW/kg}$ ，30min 连续功率密度 $\geq 5.5\text{kW/kg}$ ，峰值效率 $\geq 98.5\%$ ，中国轻型汽车行驶工况（CLTC）效率 $\geq 95.2\%$ ，1m 振动噪声 $\leq 72\text{dB(A)}$ ；研制的电机实现上机验证。制订至少 1 项标准，明确专利等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

2. 新能源汽车传动系统用高强韧高温渗碳齿轮钢开发：齿轮钢棒材淬透性测试，距淬火端面 3mm（J3）、5mm（J5）和 7mm（J7）的末端淬透性带宽（端淬硬度的最大值-最小值）

$\leq 3\text{HRC}$ ；热处理后抗拉强度 $R_m \geq 1200\text{MPa}$ ，室温 U 型冲击功 $KU_2 \geq 60\text{J}$ ； 1000°C 保温 4h 平均奥氏体晶粒度 ≥ 6 级；研制的高强韧高温渗碳齿轮钢实现小批量供货。明确专利等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

3. 新能源液冷系统用高强耐蚀铝合金层状复合板材开发及应用：开发出新能源液冷系统用 363、431 两种高强耐蚀铝合金层状复合板材，厚度 1.2~2.0mm，宽度 1200~1700mm；363 复合板气体保护（CAB）钎焊并热处理强化后抗拉强度 $\geq 160\text{MPa}$ ，屈服强度 $\geq 80\text{MPa}$ ，延伸率 $\geq 12\%$ ，经 720h 中性盐雾试验腐蚀深度 $\leq 50\mu\text{m}$ ，导热系数 $\geq 145\text{W/mk}$ ；431 复合板气体保护（CAB）钎焊后抗拉强度 $\geq 150\text{MPa}$ ，屈服强度 $\geq 50\text{MPa}$ ，延伸率 $\geq 15\%$ ，耐蚀层铜加速盐雾腐蚀 210h、中性盐雾腐蚀 1080h、酸性浸泡腐蚀 1080h 后的腐蚀深度 $\leq 20\mu\text{m}$ ；研制的两种复合板至少有一种材料实现小批量供货，另一种材料实现示范应用；制订至少 1 项标准，明确专利等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

4. 汽车部件热冲压用 500MPa 级高强铝合金开发及应用：开发的 7xxx 铝合金板厚度 1.2~3.0mm，宽度 1000~1700mm；冷模热料冲压成形零部件经过人工时效后，抗拉强度 $\geq 500\text{MPa}$ ，屈服强度 $\geq 425\text{MPa}$ ，延伸率 $\geq 8\%$ ，剥落腐蚀优于 EB 级；开发的热冲压高强铝合金结构部件相比在用钢制结构件减重 $\geq 20\%$ ；研制的高强铝合金板材实现示范应用；制订至少 1 项标准，明确专利等知识产权产出数量及归属等事项，

具有自主知识产权。

项目实施期限：2026 年 11 月—2029 年 10 月

项目密级：非密

项目设置及经费需求：

拟支持 1 个项目研究，采用公开竞争方式。

其他来源资金与中央财政资金比例原则上不低于 3:1。

中央财政资金支持方式：事前立项事后补助。

创新分类：产品研发

关键词：新能源汽车；高功率密度；大扭矩高疲劳；铝合金复合板；铝合金热冲压

有关说明：本指南限企业牵头申报，项目参研单位必须包含用户单位且不超过 15 家。

2.5 “国和一号”燃料组件用材料及其部件研制与工程应用

研究目标：针对“国和一号”燃料组件用 718 镍基合金以及核岛主设备用 690 镍基合金焊带焊剂的短板，研制相关材料及其部件，开展国产材料的全面应用验证，并具备示范应用条件。合理布局高质量专利，有效保护核心研发成果。

本项目设置 4 项课题。

课题 1：燃料组件上管座板弹簧用 718 镍基合金板材研制与工程应用

研究内容：（1）开展 718 镍基合金板材热处理与组织调

控研究，建立热处理制度与晶粒、析出相、晶界特征及力学性能之间的关联关系。（2）针对 718 镍基合金板材长期承受弯曲载荷和一回路水腐蚀的服役特点，开展应力腐蚀、腐蚀疲劳、应力松弛、原位氧化性能研究，阐明裂纹萌生扩展及载荷保持能力衰减机制；（3）针对 718 镍基合金板材开展辐照性能退化研究。（4）开展 718 镍基合金板弹簧加工性能研究及综合服役性能验证，建立材料—工艺—组织—性能关联关系和服役性能评价方法，形成板弹簧材料选用及设计应用基准。

课题 2: 燃料组件端部格架用 718 镍基合金带材工艺机理研究及关键服役性能验证

研究内容:（1）开展 718 镍基合金精密带材轧制、热处理与组织调控研究，建立工艺参数与带材组织、织构、表面状态及综合性能之间的关联关系。（2）开展模拟压水堆环境下带材的腐蚀、腐蚀疲劳、腐蚀磨损/微动腐蚀、原位氧化性能和应力腐蚀行为研究。

课题 3: 燃料相关组件螺旋弹簧用 718 镍基合金丝材工艺机理研究及关键服役性能验证

研究内容:（1）开展 718 镍基合金丝材热处理与组织调控研究，建立热处理制度与析出相、晶界特征、织构、缺陷状态及综合性能之间的关联关系。（2）开展 718 镍基合金丝材螺旋弹簧绕制、最终热处理及表面处理等关键工艺研究，评价加工过程对尺寸精度、组织性能、表面质量和残余应力

的影响。(3) 针对螺旋弹簧在一回路水中承受压缩、扭转和循环载荷的服役特点，开展腐蚀疲劳、应力腐蚀、原位氧化性能研究。

课题 4：690 镍基合金 FM690/EQNiCrFe-7A 堆焊焊带和焊剂工程应用研究

研究内容：(1) 依托国内核岛主设备用 690 镍基合金堆焊焊带焊剂产品研制基础，模拟核电设备实际制造焊接工况，开展国产焊带焊剂焊接工艺性评价与全套焊接工艺评定，研究焊接关键参数对堆焊层成形质量及力学性能的影响规律，形成稳定可控的堆焊工艺，满足核电主设备制造标准要求。(2) 模拟核电站长期运行工况，开展焊缝疲劳、应力腐蚀开裂等服役性能试验评估，验证产品长期服役可靠性，并与进口同类产品对比。(3) 在全部性能验证合格基础上，推进焊接材料批量化制造，实现 690 镍基合金焊带和焊剂在“国和一号”为代表的三代非能动核电厂蒸汽发生器管板堆焊等核岛关键主设备部位的工程示范应用。

项目考核指标：

1. 燃料组件上管座板弹簧用 718 镍基合金板材工艺机理研究及关键服役性能验证

(1) 建立 718 镍基合金热处理制度-微观组织-性能关联模型，提出适用于燃料组件上管座用 718 镍基合金的优化热处理制度；(2) 模拟压水堆环境 718 镍基合金应力腐蚀试验累计时长不低于 5000h；(3) 离子辐照试验的最高损伤剂量不

小于 5dpa; (4) 获得 718 镍基合金在压水堆环境下的 KISCC 及 da/dt -K 关系, 建立安全分析关键参数的设计准则; (5) 具备 718 镍基合金板材在“国和一号”为代表的三代非能动核电厂燃料组件上管座板弹簧上示范应用的条件。(6) 明确专利等知识产权产出数量及归属等事项, 具有自主知识产权。

2. 燃料组件端部格架用 718 镍基合金带材工艺机理研究及关键服役性能验证

(1) 建立 718 镍基合金精密带材“轧制工艺—热处理制度—微观组织(组织、织构、表面状态)—综合性能”关联模型, 提出适用于燃料组件端部格架用 718 镍基合金的优化轧制及热处理制度; (2) 模拟压水堆环境 718 镍基合金带材应力腐蚀试验累计时长不低于 5000h, 获得带材的腐蚀、腐蚀疲劳、腐蚀磨损/微动腐蚀及原位氧化行为数据; (3) 具备 718 镍基合金带材在“国和一号”为代表的三代非能动核电厂燃料组件端部格架上示范应用的条件。(4) 明确专利等知识产权产出数量及归属等事项, 具有自主知识产权。

3. 燃料相关组件螺旋弹簧用 718 镍基合金丝材工艺机理研究及关键服役性能验证

(1) 建立 718 镍基合金丝材“热处理制度—微观组织(析出相、晶界特征、织构、缺陷状态)—综合性能”关联模型, 提出适用于燃料相关组件螺旋弹簧用 718 镍基合金的优化热处理制度; (2) 形成螺旋弹簧绕制、最终热处理及表面处理关键工艺窗口, 明确工艺参数对尺寸精度、组织性能、表面

质量和残余应力的影响规律，形成螺旋弹簧制造工艺基准。(3) 模拟压水堆环境制成弹簧的 718 镍基合金应力腐蚀试验累计时长不低于 5000 h; (4) 具备 718 镍基合金丝材在“国和一号”为代表的三代非能动核电厂燃料相关组件螺旋弹簧上示范应用的条件。(5) 明确专利等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

4. 690 镍基合金 FM690/EQNiCrFe-7A 堆焊焊带和焊剂工程应用研究

(1) 完成不少于 3 批次的 690 镍基合金堆焊焊带和焊剂的工业化生产及性能试验。(2) 熔敷金属力学性能满足：室温拉伸性能： $R_m \geq 570\text{MPa}$ 、 $R_{p0.2} \geq 310\text{Mpa}$ 、断后伸长率 $\geq 35\%$ ；350℃拉伸性能： $R_m \geq 450\text{MPa}$ 、 $R_{p0.2} \geq 190\text{Mpa}$ ；室温冲击性能： $Akv \geq 60\text{J}$ 。(3) 采用 STF 法测试抗 DDC 高温失塑裂纹性能，不低于下列指标：950℃~1050℃下的 DDC 临界应变值 $\geq 3.5\%$ 。

(4) 焊接工艺优异，实现堆焊渣壳自动脱落。(5) 基于合格的焊接工艺评定试验结果，形成不少于 2 份面向工程应用的堆焊焊接工艺规程，包括焊接方法和参数范围。(6) 实现国产产品在不少于 1 个“国和一号”为代表的非能动核电项目的蒸汽发生器管板堆焊的示范应用。(7) 明确专利等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

项目实施期限：2026 年 11 月—2030 年 6 月

项目密级：非密

项目设置及经费需求：

拟支持 1 个项目研究，采用定向委托方式。定向委托上海核工程研究设计院股份有限公司牵头承担。

其他来源资金与中央财政资金比例原则上不低于 3:1。

中央财政资金支持方式：事前立项事后补助

创新分类：应用验证

关键词：国和一号；镍基合金；应力腐蚀；热处理；DDC 微裂纹

有关说明：项目参研单位数量不超过 10 家。应用研究相关任务需用好国内材料研发基础，聚焦应用验证环节开展工作。

2.6 海上风电塔筒用高强度抗疲劳耐候钢研发与应用

研究目标：研发出屈服强度 550MPa 级高强度抗疲劳耐候风电钢板，阐明海洋大气腐蚀环境下钢板及焊接接头疲劳断裂机理，完成全流程工艺稳定化开发，形成高性能钢质塔筒成套设计、制造与服役监测技术体系，在大容量海上风电机组上实现示范应用。合理布局高质量专利，有效保护核心研发成果。

本项目设置 1 项课题。

研究内容：针对海上风电机组大型化对钢质塔筒提出的高可靠和轻量化的要求，围绕 550MPa 级高强度抗疲劳耐候风电钢板及塔筒成套技术开展全链条研究。开展钢板成分设计、高洁净度冶炼、高均质连铸、控制轧制和控制冷却工艺

研究，探明其强韧化机理和耐海洋大气腐蚀机理，形成高性能风电钢板稳定制备技术；开展风电塔筒成型、焊接关键工艺研发，建立焊接残余应力精准调控方法；研究海洋大气腐蚀耦合交变载荷作用下，风电钢板及焊接接头疲劳损伤演化规律及失效机理，阐明焊缝几何形状参数、残余应力及热影响区微观组织对焊接接头抗疲劳性能的影响规律；开发多源数据融合算法，研发塔筒服役状态动态在线监测技术，实现塔筒运行状态实时感知；开展高强度钢塔筒减量化结构优化设计，形成风电塔筒成套设计、制造与服役监测技术体系，在大容量海上风电机组上实现示范应用。

项目考核指标：

风电钢板屈服强度 $\geq 550\text{MPa}$ ，抗拉强度 $\geq 620\text{MPa}$ ，断后伸长率 $A_5 \geq 16\%$ ，冲击功 $KV_2(-20^\circ\text{C}) \geq 120\text{J}$ ，焊接冷裂纹敏感性指数 $P_{cm} \leq 0.23\text{wt}\%$ ，参照 GB/T 19746 模拟海洋大气环境腐蚀试验 72h 腐蚀速率 $\leq 2.5\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ，且较 Q355 钢降低 $\geq 15\%$ ；典型厚度钢板环焊接头抗拉强度 $\geq 620\text{MPa}$ ，冲击功 $KV_2(-20^\circ\text{C}) \geq 60\text{J}$ ，防腐涂装后试样在模拟海洋大气环境应力比 $R=0.5$ 、 2×10^6 循环周次下疲劳应力范围 $\geq 125\text{MPa}$ ，较同涂装体系 Q355 钢环焊接头疲劳应力范围提高 $\geq 30\%$ ；在单机容量 $\geq 20\text{MW}$ 海上风电机组示范应用 ≥ 1 台，应用量 ≥ 500 吨，较替换的 Q355 钢塔筒段减重不小于 10%；形成应用设计指南 1 项，明确专利等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

项目实施期限：2026 年 11 月—2030 年 6 月

项目密级：非密

项目设置及经费需求：

拟支持 1 个项目研究，采用公开竞争方式。

其他来源资金与中央财政资金比例原则上不低于 3:1。

中央财政资金支持方式：事前立项事后补助。

创新分类：产品研发

关键词：海上风电；塔筒；高强度；抗疲劳；耐候

有关说明：本指南限企业牵头申报，项目参研单位必须包含用户单位且不超过 10 家。

2.7 高端医疗与通讯设备用超纯净高性能特殊钢产品研发与应用

研究目标：面向介入医疗器械与通讯设备风机关键部件对超纯净高性能特殊钢需求，突破超纯净冶炼、微细夹杂物控制、凝固均质化及组织超细化等关键技术，揭示夹杂物演化与组织细化调控机理，研制高强塑高质量不锈钢超细丝材与高耐磨长寿命轴承钢，实现特殊钢超纯净、高尺寸稳定与高耐久性能，形成工业稳定生产能力，在介入导丝、导管编织层等场景完成应用验证，在智算服务器、5G-A 通讯基站用风机轴承场景实现批量应用，形成超纯净特殊钢制备与评价标准规范，合理布局高质量专利，有效保护核心研发成果。

本项目设置 2 项课题。

课题 1: 介入医疗器械用超纯净高强塑不锈钢超细丝材研制及应用

研究内容: 针对介入类医疗器械用不锈钢超细丝的短板问题, 开展不锈钢精炼、凝固和变形过程中夹杂物演化机制及微细化调控, 铸锭成型与热加工过程中组织演变行为及晶粒细化调控, 高强塑性匹配丝材多道次冷加工与热处理工艺, 超高精密高光洁度冷加工模具设计与脱脂工艺研究, 低磨削缺陷组织应力控制与工艺研究, 突破超纯净高强塑 304V 不锈钢超细丝材全流程制备技术, 实现百万米级工程化制备能力, 在介入导丝、导管编织层等典型介入类医疗器械领域完成应用验证, 形成超纯净高强塑不锈钢超细丝制备和评价标准规范。

课题 2: 高端通讯设备风机轴承用超纯净高耐磨轴承钢研制与应用

研究内容: 针对高端通讯设备风机轴承的短板问题, 围绕高端轴承钢纯净度不足、成分偏析严重、组织不均匀等短板, 开展 SGT15 轴承钢成分优化设计、超低氧钛冶炼、低偏析凝固、高温扩散、均质化变形、超细化组织调控等研究, 突破大尺寸夹杂精准去除、极低偏析凝固控制、精准控轧控冷、等温球化退火和超细化热处理等关键技术, 提升尺寸一致性、耐磨性与疲劳寿命; 开展材料加工适配、轴承高精度制造、耐久测试与性能对标验证, 实现批量应用, 形成超纯净特殊钢制备与评价标准规范, 实现国产风机轴承在智算服

务器、5G-A 通讯基站场景的进口替代。

项目考核指标:

1.介入类医疗器械用超纯净高强塑不锈钢超细丝材研制及应用:

(1) 冶金质量:

1) $[O] \leq 10\text{ppm}$, $S \leq 0.002\%$, $P \leq 0.015\%$; 2) 非金属夹杂物 A 类、B 类、C 类、D 类粗系、细系均 ≤ 0.5 级, 其中, B 类氧化物尺寸 $\leq 9\mu\text{m}$ 。

(2) 丝材性能:

1) 尺寸规格: $\Phi 0.015 \sim 0.86\text{mm}$; $\Phi 0.015\text{mm}$ 规格丝材直径允许偏差 $\pm 1\mu\text{m}$; 2) 室温力学性能 $R_m \geq 2200\text{MPa}$, 延伸率 $\geq 5\%$; 3) 表面粗糙度 $R_a \leq 0.1\mu\text{m}$; 4) 成卷存放打开后直线度 $\leq 0.5\text{mm}/300\text{mm}$; 5) 拱高 $\leq 2\text{mm}/\text{m}$; 6) 经 5% 氯化钠溶液连续喷雾后无氧化、生锈、发黑。

(3) 应用考核指标:

1) 导丝扭矩传递率 $\geq 90\%$, 断裂扭转角 $\geq 2000^\circ$; 2) 导丝破裂试验: 连续缠绕 8 圈无破裂; 3) 耐腐蚀性试验: 生理盐水浸泡 5h, 沸水煮 30min 后过滤, 经 37°C 恒温 48h, 表面无腐蚀痕迹; 4) 体外细胞毒性试验: 100% 样品浸提液细胞存活率 $\geq 70\%$ 。

(4) 产业化指标:

1) 形成 500 万米/年以上精密医用超纯不锈钢丝材产能, 100 批次丝材抗拉强度 $C_{pk} \geq 1.33$; 2) 实现国产丝材在介入类

导丝、导管编织层应用量共计 ≥ 10000 套。

(5) 明确专利等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

2. 高端通讯设备风机轴承用超纯净高耐磨轴承钢研制与应用：

(1) 冶金质量：

1) 轴承钢 $[O] \leq 5\text{ppm}$ 、 $Ti \leq 10\text{ppm}$ ；2) 大颗粒夹杂物 $DS \leq 0.5$ 级；3) 铸坯中心碳偏析指数 ≤ 1.06 ；4) 中间坯水浸探伤合格率达到 100%（采用 4 级灵敏度检测，探伤频率 10~15MHz，每炉钢的检验体积 $\geq 5\text{dm}^3$ ，缺陷密度 $\leq 5\text{mm}/\text{dm}^3$ ，单个缺陷长度 $\leq 2\text{mm}$ ）。

(2) 材料性能：

1) $\Phi 5-9\text{mm}$ 丝材直径允许偏差 $\pm 0.01\text{mm}$ ，热处理后表面室温硬度 $\geq 60\text{HRC}$ ，残余奥氏体含量 $\leq 6\%$ ，碳化物带状和网状 ≤ 1.5 级，最大碳化物颗粒尺寸小于 $6.5\mu\text{m}$ ，原奥氏体晶粒尺寸 $\leq 10\mu\text{m}$ ；抗拉强度 $\geq 2300\text{MPa}$ ，无缺口冲击韧性 $\geq 100\text{J}/\text{cm}^2$ ，耐磨性能较 GCr15 钢提升 50%以上；2) 4.5GPa 交变应力下接触疲劳寿命 $L_{10} \geq 5 \times 10^7$ 次。

(3) 轴承指标：

1) 轴承加工精度 $\geq \text{P4}$ 级；2) 轴承成品音检合格率 $\geq 98.5\%$ ；3) 智算服务器用风机轴承转速 $\geq 19100\text{rpm}$ 、5G-A 通讯基站用风机轴承转速 $\geq 15000\text{rpm}$ ；4) 轴承额定动载荷 $\geq 550\text{N}$ ，在转速 30000rpm、径向 100N 和轴向 1N 条件下 $L_{10} \geq 90\text{h}$ 。

(4) 产业化指标:

1) 高精密轴承用钢年产能 ≥ 20000 吨; 2) 实现 SGT15 钢轴承在智算服务器、5G-A 通讯基站风机的应用量共计 ≥ 20000 套。

(5) 明确专利等知识产权产出数量及归属等事项, 具有自主知识产权。

项目实施期限: 2026 年 11 月—2029 年 10 月

项目密级: 非密

项目设置及经费需求:

拟支持 1 个项目研究, 采用公开竞争方式。

其他来源资金与中央财政资金比例原则上不低于 3:1。

中央财政资金支持方式: 事前立项事后补助。

创新分类: 产品研发

关键词: 超纯净冶炼; 超细不锈钢丝材; 长寿命轴承钢; 介入医疗器械; 高端通讯设备风机

有关说明: 本项目由企业牵头申报, 项目参研单位数量不超过 10 家。申报团队中应包含具备相关介入医疗器械生产资格证的企业。

2.8 海洋装备用高品质特厚板制备与应用研究

研究目标: 形成船舶海工用高强度特厚板坯电渣制备关键技术体系 1 套, 制备出高品质船舶海工用高强度钢板。免预热焊接用船舶与海工用钢及配套焊材实现示范应用。合理布

局高质量专利，有效保护核心研发成果。

本项目设置 2 项课题。

课题 1：船舶用高强钢特厚板坯电渣制备技术

研究内容：针对特种船体结构等设备关键结构件的服役工况，开展电渣重熔过程熔池结构调控研究。建立多场耦合的电渣重熔数值模型。研究电极填充比对熔池参数的影响规律。探究凝固气隙对钢锭表面界面换热系数及熔池形状的影响。确定最佳熔池结构的工艺参数。建立大厚度电渣重熔钢锭质量评价方法及工程应用标准，满足高品质特厚超高强度海洋工程用钢需求。

课题 2：免预热焊接用船舶与海工用特厚板应用研究

研究内容：针对大型船舶及海工装备建造对免预热焊接用 355MPa~460MPa 级高强度特厚板的迫切需求，通过免预热焊接用钢的应用，实现提升装备建造的焊接效率，开展免预热焊接用钢焊后性能指标稳定性、工艺适应性研究，完成系列产品在应用过程中的加工工艺控制等关键技术研究，实现免预热焊接用钢的工程示范应用，真正满足船舶与海工装备的建造效率提升。

项目考核指标：

1. 船舶用高强钢特厚板坯电渣制备技术：

(1) 板坯电渣锭重量 $\geq 60t$ ，板坯头尾主要合金元素成分波动率 $\leq 5\%$ ，H $\leq 1.0ppm$ ，O $\leq 15ppm$ ，增 N 量 $\leq 10ppm$ ；夹杂物控制水平为 A 类 0 级，B 类 ≤ 0.5 级，C 类 0 级，D 类 ≤ 0.5 级。

(2) 电渣炉熔炼速度 $\geq 2.0\text{t/h}$, 气氛控制能力 $O \leq 2000\text{ppm}$ 。

(3) 板坯电渣锭成材率稳定提高到 70% 以上。

(4) 形成船舶用高强钢特厚板坯电渣制备关键技术体系 1 套; 明确专利等知识产权产出数量及归属等事项, 具有自主知识产权。

2. 免预热焊接用船舶与海工用特厚板应用研制:

(1) 355MPa 级钢板焊接接头 $R_m \geq 490\text{MPa}$, -60°C 下 $KV_2 \geq 50\text{J}$, -10°C 下 $CTOD \geq 0.25\text{mm}$, 完成用户评价。

(2) 420MPa 级钢板焊接接头 $R_m \geq 520\text{MPa}$, -60°C 下 $KV_2 \geq 46\text{J}$, -10°C 下 $CTOD \geq 0.25\text{mm}$, 完成用户评价。

(3) 460MPa 级钢板焊接接头 $R_m \geq 540\text{MPa}$, -60°C 下 $KV_2 \geq 46\text{J}$, -10°C 下 $CTOD \geq 0.25\text{mm}$, 完成用户评价。

(4) 实现 60~100mm 厚典型牌号免预热钢板在船舶或海洋平台上的工程化示范应用 1 项, 实现批量应用 120 吨以上。

(5) 明确专利等知识产权产出数量及归属等事项, 具有自主知识产权。

项目实施期限: 2026 年 11 月—2029 年 10 月

项目密级: 非密

项目设置及经费需求:

拟支持 1 个项目研究, 采用公开竞争方式。

其他来源资金与中央财政资金比例原则上不低于 3:1。

中央财政资金支持方式: 事前立项事后补助。

创新分类: 产品研发

关键词：特厚板坯电渣制备；355MPa~460MPa 级船舶及海工特厚板；免预热焊接

有关说明：本指南限企业牵头申报，项目参研单位必须包含用户单位且不超过 10 家。

2.9 严苛服役环境下海洋装备关键材料制备及应用研究

研究目标：开发出高强韧、大尺寸、复杂结构大型铸造节点，实现南海导管架平台示范应用；完成极地装备用低温钢批量稳定生产和焊接工艺评定，实现 PC2 级及以上极地船工程化示范应用；建立全链条研发—应用体系，形成特种合金迭代和高端装备升级相互促进的创新发展模式。合理布局高质量专利，有效保护核心研发成果。

本项目设置 2 项课题。

课题 1：南海导管架平台用大型铸造节点研制及应用

研究内容：围绕大型铸造节点研制与应用中的关键技术问题，研究高强韧性、大尺寸、复杂结构导管架平台用铸造节点在凝固过程中的晶粒长大规律，阐明大单重铸钢节点凝固与偏析控制理论。研究铸造节点用高纯净化冶炼技术和节点组织均匀化技术。利用铸造数值模拟技术，研究铸钢液充型及凝固规律。突破铸钢件成分优化、铸造工艺、强韧性调控、与平台结构连接适配性等成套关键技术，完成关键装备用大型铸造节点的工业化试制与性能验证，实现大型铸造节点在南海导管架平台示范应用。

课题 2: 极地装备用 ARC 级低温钢应用研究

研究内容: 围绕极地装备建造选材需求和示范应用等工作,开展基于数值模拟分析的极地钢应用区域的结构优化设计,明确实船建造中各舱段对材料可靠性要求及不同钢级钢板的适用部位;开展极地钢的批量生产质量控制技术研究;开展极地装备用低温钢材料应用考核规范研究;开展极地钢及配套材料焊接、加工、装配工艺评定研究,保障建造过程中冷热加工工艺对材料力学性能稳定性、耐磨蚀性能的影响可控;助力并实现极地重载破冰船示范应用。

项目考核指标:

1. 南海导管架平台用大型铸造节点研制及应用:

(1) 大型铸造节点屈服强度 $\geq 355\text{MPa}$, 抗拉强度: $490\text{-}630\text{MPa}$, -40°C $\text{KV}_2\geq 34\text{J}$; 焊接接头抗拉强度 $\geq$ 母材标准值下限, -40°C $\text{KV}_2\geq 34\text{J}$, 典型缩比结构铸造节点疲劳寿命比焊接节点提高 10%。

(2) 开发的导管架平台用大型铸造节点重量 $\geq 10\text{t}$ 。

(3) 完成材料及 2 个样件的第三方评价和用户考核。

(4) 至少实现南海导管架平台应用示范 1 项, 实现大型铸造节点用钢应用 10 吨以上。

(5) 明确专利等知识产权产出数量及归属等事项, 具有自主知识产权。

2. 极地装备用 ARC 级低温钢应用研究:

(1) 390MPa 级极地装备用低温钢焊接材料熔敷金属性

能，屈服强度 $\geq 390\text{MPa}$ ，抗拉强度 R_m 510-660MPa，延伸率 $A\geq 22\%$ ；420MPa 级极地装备用低温钢焊接材料熔敷金属性能，屈服强度 $\geq 420\text{MPa}$ ，抗拉强度 R_m 520-680MPa，延伸率 $A\geq 20\%$ ；460MPa 级极地装备用低温钢焊接材料熔敷金属性能，屈服强度 $\geq 460\text{MPa}$ ，抗拉强度 R_m 570-760MPa，延伸率 $\geq 20\%$ 。出具带 CNAS/CMA 的第三方测试报告。

(2) 390MPa 级极地装备用低温钢焊接接头性能，抗拉强度 R_m 510-660MPa，侧弯性能合格，低温冲击性能 $KV_2(-60^\circ\text{C})\geq 70\text{J}$ ，热影响区 CTOD(-60°C) $\geq 0.20\text{mm}$ ；420MPa 级极地装备用低温钢焊接接头性能，抗拉强度 R_m 530-680MPa，侧弯性能合格，低温冲击性能 $KV_2(-60^\circ\text{C})\geq 70\text{J}$ ，热影响区 CTOD(-60°C) $\geq 0.20\text{mm}$ ；460MPa 级极地装备用低温钢焊接接头性能，抗拉强度 R_m 570-760MPa，侧弯性能合格，低温冲击性能 $KV_2(-60^\circ\text{C})\geq 70\text{J}$ ，热影响区 CTOD(-60°C) $\geq 0.20\text{mm}$ 。出具带 CNAS/CMA 的第三方测试报告。

(3) 生产厂提交批量生产性能合格率报告，一次合格率 $\geq 90\%$ 。

(4) 形成 1 套极地破冰船专用钢的应用技术规范，提交典型牌号低温钢焊接及冷热加工工艺规程；明确专利等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

(5) 实现典型材料在 PC2 级及以上极地船工程化示范应用 1 项，实现低温钢应用 300 吨以上。

项目实施期限：2026 年 11 月—2029 年 10 月

项目密级：非密

项目设置及经费需求：

拟支持 1 个项目研究，采用公开竞争方式。

其他来源资金与中央财政资金比例原则上不低于 3:1。

中央财政资金支持方式：事前立项事后补助。

创新分类：产品研发

关键词：大型铸造节点；极地装备用低温钢

有关说明：本指南限企业牵头申报，项目参研单位必须包含用户单位且不超过 10 家。

2.10 特种合金材料与关键构件服役性能预测与延寿

研究目标：面向高端装备制造领域对特种合金材料及构件高可靠、长寿命的迫切需求，系统开展特种合金材料及构件服役性能预测理论与延寿技术研究。建立制备工艺-微观组织-服役性能全链条关联，构建服役性能预测模型与软件平台，开发材料与构件设计制备新技术与新工艺，形成性能评价与延寿工艺标准，研制构件服役性能优化装备。实现商用飞机、燃气轮机、核反应堆用特种钢、钛合金、耐热合金材料及关键承力构件疲劳性能、蠕变疲劳性能与应力腐蚀性能预测与提升。形成材料-构件一体化服役性能预测理论与延寿技术体系，为我国高端装备自主设计与安全运行提供关键技术支撑。

本项目设置 2 项课题。

课题 1: 特种合金材料疲劳/应力腐蚀性能预测与优化

研究内容: 针对商用飞机、燃气轮机、核电装备用马氏体时效钢、TC4 钛合金、316H 耐热合金及核用 718 合金抗疲劳、抗蠕变疲劳、耐应力腐蚀需求, 揭示“制备工艺-微观组织-服役性能”之间关联与耦合机制, 阐明材料状态与服役条件对疲劳、蠕变疲劳与应力腐蚀的影响规律, 构建特种合金材料服役性能定量预测模型, 发展材料服役性能提升新方法与新工艺, 形成材料服役性能评估方法及标准规范。

课题 2: 特种合金构件服役寿命预测与延寿技术开发

研究内容: 在上述特种合金材料研究基础上, 开展关键承力构件服役寿命预测与延寿技术研究。揭示应力/应变比、应力三轴度、缺口/尺寸、保载时间、腐蚀环境等复杂工程因素对构件服役寿命的影响规律, 建立构件服役寿命预测模型与集成化软件, 研制构件延寿装备, 形成典型构件延寿技术体系及工艺标准。通过典型构件近工况考核验证, 实现关键构件服役寿命显著提升与示范应用。

项目考核指标:

1. 材料服役性能预测与优化:

(1) 预测模型: 构建特种合金强塑、强韧性能预测模型 2 个, 预测精度大于 90%; 构建特种合金疲劳强度、疲劳寿命预测模型 2 个, 疲劳强度预测精度大于 90%, 疲劳寿命预测误差小于 3 倍误差带; 构建特种合金应力腐蚀性能预测模型 1 个, 预测精度大于 90%; 建立蠕变-疲劳-腐蚀耦合寿命预

测模型 1 个，预测误差小于 2.5 倍误差带。

(2) 技术方法：开发特种合金材料疲劳局部损伤评价技术 1 项，应力腐蚀性能评价技术 1 项，蠕变-疲劳-腐蚀耦合性能评价技术 1 项，缺陷-强韧性能耦合疲劳性能预测技术 1 项，缺陷-组织协同调控疲劳性能提升技术 1 项，抗应力腐蚀性能提升技术 1 项，基于表面强化的材料级疲劳性能提升技术 1 项。

(3) 标准/规范：建立特种合金材料疲劳性能评价标准或规范 1 项，腐蚀-力学耦合服役性能评价标准或规范 1 项，抗疲劳工艺标准或规范 1 项。

(4) 性能提升：马氏体时效钢在静态性能达标前提下（屈服强度 $\geq 1600\text{MPa}$ ，抗拉强度 $\geq 1700\text{MPa}$ ，延伸率 $\geq 10\%$ ，断裂韧性 $\geq 45\text{MPa}\cdot\text{m}^{-1/2}$ ），疲劳强度由 685MPa 提升至 750MPa 以上（轴向拉压疲劳， $R=-1$ ，条件寿命 10^7 周次）。TC4 钛合金在静态性能达标前提下（屈服强度 $\geq 900\text{MPa}$ ，抗拉强度 $\geq 950\text{MPa}$ ，延伸率 $\geq 10\%$ ，断裂韧性 $\geq 75\text{MPa}\cdot\text{m}^{-1/2}$ ），疲劳强度由 600MPa 提升至 720MPa 以上（轴向拉拉疲劳， $R=0.1$ ，条件寿命 10^7 周次）。核用 718 耐热合金在高温高压（温度 $\geq 315^\circ\text{C}$ ，压力 $\geq 12.5\text{MPa}$ ）环境下抗应力腐蚀性能较现有材料提升不低于 10% 。

2. 构件服役性能预测与延寿：

(1) 预测模型：构建反映应力/应变比、应力三轴度、缺口/尺寸影响的构件服役性能预测模型 3 个，疲劳强度预测精

度大于 90%，疲劳寿命预测误差小于 2 倍误差带；建立典型构件蠕变-疲劳-腐蚀寿命预测模型 1 个，预测误差小于 3 倍误差带；开发具有自主知识产权的构件服役寿命预测软件系统 1 套。

（2）技术方法：开发构件疲劳性能快速评价技术 1 项，构件抗疲劳延寿技术 1 项。

（3）标准/规范：建立构件疲劳寿命评价标准或规范 1 项，构件表面强化抗疲劳工艺标准或规范 1 项。

（4）装备/装置：研制构件表面强化等延寿设备 2 套。

（5）性能提升：飞机起落架用马氏体时效钢外筒在典型动载条件下，样品考核寿命较优化前提升 3 倍以上；飞机舱门及起落架用 TC4 钛合金连接件在典型动载条件下，考核寿命较优化前提升 3 倍以上；高温转子系统典型类结构件经表面强化处理后，在典型工况下蠕变疲劳寿命提升幅度不低于 20%；上述延寿后的构件，须选择 1~2 种在商用飞机、能源动力装备领域实现考核验证与示范应用。

项目实施期限：2026 年 11 月—2030 年 6 月

项目密级：非密

项目设置及经费需求：

拟支持 1 个项目研究，采用公开竞争方式。

其他来源资金与中央财政资金比例原则上不低于 3:1。

中央财政资金支持方式：事前立项事前补助。

创新分类：其他保障

关键词：特种合金；疲劳性能；应力腐蚀；蠕变疲劳；构件延寿

有关说明：项目参研单位数量不超过 10 家。

2.11 退役晶硅光伏组件再生利用关键技术与装备

研究目标：针对退役晶硅光伏组件再生供给与高质保级过程多金属分离技术及装备落后的突出问题，突破战略新兴产业退役晶硅光伏组件绿色循环关键技术，形成再生智能控制集成技术体系，实现光伏组件智能解离与关键金属高效回收，提高我国金属材料高质保级利用率。

本项目设置 1 项课题。

研究内容：针对退役晶硅光伏组件绿色循环利用的重大需求，重点研发层压件有机物控氧热解与固态产物高效分选工艺及成套装备，保障有机物的高脱除，降低热处理能耗；研发含银硅片高效解离与深度提纯工艺及成套装备，实现银的高回收率与高纯度；突破层压件热处理和金属银湿法回收过程中关键工艺参数的在线检测与智能调控，形成智能控制集成技术体系；开展以银为核心的高值材料绿色再生考核评价，制定智能绿色回收标准规范。

项目考核指标：

形成层压件控氧热解、产物分选成套装备，有机物去除率 $\geq 90\%$ ，玻璃质量回收率 $\geq 97\%$ ，焊带及电池片回收率 $\geq 97\%$ ，吨层压件热处理综合能耗较行业现有平均能耗降低 10%以上；

形成关键金属湿法回收关键技术,银回收率 $\geq 98\%$ 、纯度 $\geq 99\%$;
建成处理能力 ≥ 10000 吨/年的退役晶硅光伏组件智能解离与
关键金属湿法回收示范平台,废气中氟化物排放量 $\leq 2\text{mg/m}^3$
(以氟计)光伏层压件解离回收再生过程智能化覆盖率从不足
50%提高到 70%以上;制定退役晶硅光伏组件智能解离与
绿色回收评价标准或规范 1 项。

项目实施期限: 2026 年 11 月—2029 年 10 月

项目密级: 非密

项目设置及经费需求:

拟支持 1 个项目研究,采用公开竞争方式。

其他来源资金与中央财政资金比例原则上不低于 3:1。

中央财政资金支持方式: 事前立项事后补助。

创新分类: 其他保障

关键词: 退役晶硅光伏组件; 协同冶炼; 再生供给; 高
质保级; 绿色循环

有关说明: 项目参研单位数量不超过 10 家。

三、高性能纤维及复合材料

3.1 大丝束碳纤维高速预氧化制造关键装备研发应用

研究目标：针对大丝束碳纤维规模化生产过程中，预氧化碳化速度不高、生产效率偏低、单吨能耗偏高等问题，通过预氧化-低/高温碳化装备优化研究，研发大口宽、高速预氧化、低能耗、数字化的大丝束碳纤维关键生产装备，攻克预氧化炉、低/高温碳化炉在高速运行条件下的温度均匀控制、废气高效排放、余热回收利用、长周期稳定运行等关键技术。提高大丝束碳纤维生产装备投资效率、降低大丝束碳纤维生产成本。加强标准制修订，合理布局高质量专利，有效保护核心研发成果。

本项目设置 1 项课题。

研究内容：开展聚丙烯腈（PAN）大丝束原丝高速预氧化、大口宽碳纤维生产线关键装备研制。面向低能耗、高品质、长周期稳定运行需求，研究高温碳化炉发热元件传热规律，实现传热均匀性和稳定性。开发预氧化炉循环气流组织、均温控制和气封稳定等关键技术，低温碳化炉耐高温炉体结构、多组加热单元、高效排废和长周期稳定运行技术，高温碳化炉高温均匀加热、石墨加热单元优化、保温结构设计和安全可靠运行技术。

项目考核指标：

1. 技术指标

预氧化炉温区 230-280℃，260℃空炉偏差 $\leq \pm 2^\circ\text{C}$ 。低温碳

化炉最高设计温度 1000℃，在 500-800℃工艺温度条件空炉测试，横向温度波动 $\leq\pm 4^{\circ}\text{C}$ （排废口 500mm 除外）；纤维运行（金属马弗外壁）多点横向温度均匀性 $\leq\pm 7.5^{\circ}\text{C}$ （排废口 500mm 除外）。高温碳化炉最高设计温度 2000℃，最高工艺温度 1800℃，空炉（900℃检测）横向温度波动 $\leq\pm 7.5^{\circ}\text{C}$ ；纤维运行（石墨马弗外壁）多点横向温度均匀性 $\leq\pm 10^{\circ}\text{C}$ 。整体排废系统最大稳定处理能力 ≥ 1.1 倍最大产能预测废气负荷；在达到国家与地方废气排放标准的前提下，排烟温度 $\leq 150^{\circ}\text{C}$ 。

生产线稳定生产速度 $\geq 18\text{m/min}$ （48K 或以上碳纤维），预氧化炉、低温碳化炉和高温碳化炉有效宽幅 ≥ 3.5 米，碳纤维单线产能 $\geq 5000\text{t/a}$ （以 48K 计），生产能耗 ≤ 1.5 万 kWh/t，生产线连续运行时间 ≥ 3 个月。

制修订不少于 1 项行业标准，明确专利等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

2. 工程化指标

在项目申报阶段需有明确的用户订单支撑，项目执行期内实现至少 3 条生产线的销售。每吨碳纤维产能的预氧化-碳化装备投资强度较 2025 年国内碳纤维投资项目均值下降 20%。

项目实施期限：2026 年 11 月—2029 年 10 月

项目密级：非密

项目设置及经费需求：

拟支持 1 个项目研究，采用公开竞争方式。

其他来源资金与中央财政资金比例原则上不低于 4:1。

中央财政资金支持方式：事前立项事后补助。

创新分类：其他保障

关键词：高效大丝束碳纤维产线；预氧化装备；高低温碳化装备

有关说明：本指南由碳纤维装备优势生产企业牵头申报，项目参研单位数量不超过 10 家。

3.2 低空浮空器用高性能液晶聚芳酯纤维囊体材料工程化研制及应用验证

研究目标：针对应急通信用系留气球对高性能主/副囊体、焊接增强带等关键囊体材料的轻质高强、低蠕变、耐折叠疲劳、耐老化、透波等性能的迫切需求，阐明纤维-织物-囊体材料在低空应用环境下的性能演变规律，攻克低克重高性能液晶聚芳酯（LCP）纤维织物设计制备技术与多层复合囊体材料的工程化研制，开展囊体材料的高可靠连接与系留球体的快速成型工艺研究，并进行综合性能评价与应用验证，合理布局高质量专利，有效保护核心研发成果，实现面向低空浮空器用高性能 LCP 纤维关键囊体材料的制备与应用，支撑我国浮空器用高端柔性囊体材料及产品的工程化发展。

本项目设置 3 项课题。

课题 1：复杂工况下囊体材料的性能演变规律及多尺度界面调控研究

研究内容：针对现用低空浮空器囊体材料在湿热/温度交

变、循环折叠、长期驻空持续受载等工况下的性能退化问题，研究其在复杂工况下的老化行为与失效机制。开展适用于大尺寸柔性承载的 LCP 纤维织物结构设计、表面改性及界面性能调控研究，探明纤维本体、织物结构与多功能层间的性能协同机理，并优化界面复合方法，为新型高性能囊体材料的结构与制造提供理论基础。

课题 2：高性能 LCP 纤维织物及囊体材料的工程化研制

研究内容：针对低空浮空器对轻质、高强与高尺寸稳定囊体材料的要求，开展囊体材料用低克重 LCP 纤维织物制备技术研究。面向低空浮空器用囊体材料（包括主/副囊体、焊接布、隔层及附件等）在强度、气密性、疲劳及老化特性等的差异化要求，开展基于高性能 LCP 纤维织物和功能层的多层柔性复合技术与囊体材料的结构设计研究，实现高性能 LCP 纤维织物及囊体材料的工程化研制。

课题 3：系留气球球体的成型设计、工艺及综合性能验证

研究内容：围绕低空应急通信用系留气球球体的高品质制造与应用需求，开展基于高性能 LCP 纤维囊体材料的高可靠连接结构设计与球体的快速集成工艺技术研究。开展系留气球球体的综合性能评价与应用验证，结合外场真实工况系留升空，系统考察球体的气动稳定性与驻空可靠性，最终形成可支撑低空浮空器工程应用的标志性产品、评价方法和技术规范。

项目考核指标：

1. 复杂工况下囊体材料的性能演变规律及多尺度界面调控研究:

开发面向主囊材料用克重 $70 \pm 5\text{g/m}^2$ 规格的 LCP 改性纤维织物 (GB/T 4669), 经/纬向断裂强度均 $\geq 600\text{N/cm}$ (GB/T 3923.1), 湿热老化 ($70^\circ\text{C}/85\%\text{RH}$, 500h) 后断裂强度保持率 $\geq 80\%$, 改性纤维织物与聚氨酯基材剥离强度较未改性样品提升 $\geq 30\%$ 。明确专利等知识产权产出数量及归属等事项, 具有自主知识产权。

2. 高性能 LCP 纤维织物及囊体材料的工程化研制:

(1) 主囊材料面密度 $\leq 180\text{g/m}^2$ (GB/T 4669), 经/纬向拉伸强度 $\geq 500\text{N/cm}$ (GJB 10762), 撕裂强度 (经/纬向) $\geq 150\text{N}$ (GJB 8177), 在波段 $6 \sim 18\text{GHz}$ 范围的透波率 $\geq 98\%$ (GJB 8177); 经揉搓 900 次 (GB/T 41347) 后, 拉伸强度保持率 $\geq 90\%$, 氦气渗透率 $\leq 1.0\text{L}/(\text{m}^2 \cdot 24\text{h} \cdot \text{atm})$ (GB/T 1038.1 差压法), 形成主囊体材料产线 10 万延米/年。在湿热交变、霉菌、太阳辐射环境环境试验后 (GJB 150A), 主囊材料和焊接布连接样件的拉伸强度下降 $\leq 20\%$ (GB/T 8949), 氦气渗透率 $\leq 3.0\text{L}/(\text{m}^2 \cdot 24\text{h} \cdot \text{atm})$ (GB/T 1038.1 差压法)。

(2) 副囊隔层材料面密度 $\leq 120\text{g/m}^2$ (GB/T 4669), 氦气渗透率 $\leq 1.0\text{L}/(\text{m}^2 \cdot 24\text{h} \cdot \text{atm})$ (GB/T 1038.1 差压法)。

(3) 尾翼隔板材料面密度 $\leq 100\text{g/m}^2$ (GB/T 4669), 经/纬向拉伸强度 $\geq 400\text{N/cm}$ (GB/T 8949)。

(4) 明确专利等知识产权产出数量及归属等事项, 具有

自主知识产权。

3. 系留气球球体的成型设计、工艺及综合性能验证：

开发系留气球体积 $1000\pm 200\text{m}^3$ ，升空高度 $\geq$ 海拔 700m(阵
地海拔 $\leq 200\text{m}$)，搭载应急通讯任务载荷(或假载荷) $\geq 150\text{kg}$ ，
补气间隔时间 ≥ 7 天。制定系留气球产品技术规范 1 份。明确
专利等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

项目实施期限：2026 年 11 月—2029 年 10 月

项目密级：非密

项目设置及经费需求：

拟支持 1 个项目研究，采用公开竞争方式。

其他来源资金与中央财政资金比例原则上不低于 4:1。

中央财政资金支持方式：事前立项事后补助。

创新分类：应用验证

关键词：低空浮空器；囊体；特种有机纤维

有关说明：本指南限用户单位牵头申报，项目参研单位
数量不超过 10 家。

四、特种高分子材料

4.1 超高压固相接枝聚丙烯绝缘电缆系统研制及工程应用验证

研究目标：攻克超高压固相接枝聚丙烯绝缘电缆及附件的制造、检测、敷设及运维等关键技术，实现超高压接枝聚丙烯绝缘电缆产业化制造及工程示范，推进接枝聚丙烯绝缘电缆的产业化应用。合理布局高质量专利，有效保护核心研发成果。

本项目设置 1 项课题。

研究内容：开展超高压固相接枝聚丙烯绝缘电缆系统关键电工材料的迭代优化，突破超高压固相接枝聚丙烯绝缘电缆制造关键技术，研制 320kV 直流或 330kV 交流、500kV 直流或 500kV 交流固相接枝聚丙烯绝缘电缆。开展适用于超高压固相接枝聚丙烯绝缘电缆配套附件的制造技术研究，研制适配 320kV 直流或 330kV 交流、500kV 直流或 500kV 交流电缆的附件。开展超高压聚丙烯绝缘电缆及附件试验检测技术研究，建立超高压聚丙烯绝缘电缆检测技术体系。研究超高压聚丙烯绝缘电缆敷设、运维及状态评估技术，开展超高压聚丙烯绝缘电缆的工程应用。

项目考核指标：

固相接枝聚丙烯绝缘料直流击穿强度不小于 410kV/mm（室温）与 260kV/mm（90℃），每公斤样品带中，无大于 0.05mm 的杂质颗粒，聚丙烯基半导体屏蔽料体积电阻率不大

于 $50\Omega\cdot\text{cm}$ （室温）与 $250\Omega\cdot\text{cm}$ （ 90°C ），每平方米样品带上无大于 0.05mm 的突起物。制造 320kV 直流或 330kV 交流固相接枝聚丙烯绝缘电缆及附件，制造 500kV 直流或 500kV 交流固相接枝聚丙烯绝缘电缆及附件；电缆导体截面积不小于 2500mm^2 ；直流电缆要求 $20\text{kV}/\text{mm}$ 场强下，绝缘电导率比值 $\gamma_{20,70}/\gamma_{20,30}\leq 100$ 、电场畸变率不大于 20% ，或者，交流电缆要求最高允许运行温度不低于 90°C ，介电损耗因数（ $\tan\delta$ ）不大于 0.0008 ；电缆系统通过第三方型式试验。超高压聚丙烯电缆材料和电缆团体标准立项不少于 3 项。完成超高压固相接枝聚丙烯绝缘电缆工程示范应用。明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

项目实施期限：2026 年 11 月—2030 年 6 月

项目密级：非密

项目设置及经费需求：

拟支持 1 个项目研究，采用公开竞争方式。

其他来源资金与中央财政资金比例原则上不低于 3:1。

中央财政资金支持方式：事前立项事后补助。

创新分类：应用验证

关键词：接枝聚丙烯绝缘电缆；电缆检测技术

有关说明：本指南限用户单位牵头申报，项目参研单位数量不超过 10 家。

4.2 动力电池隔膜用超高分子量聚乙烯加工工艺技术开

发

研究目标：基于自主超高分子量聚乙烯树脂建立“树脂分子结构-加工工艺-隔膜性能”构效关系，攻克超高分子量聚乙烯动力电池隔膜加工关键技术，支撑自主超高分子量聚乙烯产品开发，突破高端动力电池隔膜加工技术瓶颈，开发出超薄高强型动力电池隔膜，实现自主超高分子量聚乙烯树脂在超薄高强动力电池隔膜领域 6000 吨以上的示范应用验证。加强标准制修订，合理布局高质量专利，有效保护核心研发成果。

本项目设置 1 项课题。

研究内容：基于热致相分离（TIPS）技术原理，深入研究动力电池隔膜用超高分子量聚乙烯树脂分子链结构、凝聚态结构与加工工艺参数的耦合影响机制，建立“树脂结构性能-加工工艺-隔膜孔结构与性能”全链条构效关系，重点攻克动力电池隔膜高拉伸倍率双向拉伸与相分离成孔调控难题，形成超薄高强动力电池隔膜加工技术，完成高强超薄隔膜的开发及在动力电池领域的应用验证。

项目考核指标：

室温离子电导率 $\geq 5 \times 10^{-4} \text{S/cm}$ ，孔隙率 $\geq 40\%$ ，穿刺强度 $\geq 0.7 \text{N}/\mu\text{m}$ ，透气度 30-130s/100mL，膜厚 2-7 μm ，热收缩率（105℃，1h）纵向 $\leq 4\%$ ，横向 $\leq 4\%$ ；冷却成型温度 $\leq 10^\circ\text{C}$ ，石蜡油残余量 $\leq 0.5\%$ ，隔膜平均孔径 $\leq 45 \text{ nm}$ ，孔径分布 20-70 nm，项目实施期内实现树脂 6000 吨以上规模的应用。制修订

不少于 1 项标准，明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

项目实施期限：2026 年 11 月—2029 年 10 月

项目密级：非密

项目设置及经费需求：

拟支持1个项目研究，采用公开竞争方式。

其他来源资金与中央财政资金比例原则上不低于3:1。

中央财政资金支持方式：事前立项事后补助。

创新分类：应用验证

关键词：超高分子量聚乙烯；动力电池隔膜；加工工艺

有关说明：本指南限用户单位牵头申报，项目参研单位数量不超过10家。

4.3 功能型 HNBR 产品与复合材料开发及应用验证

研究目标：研发超高腈含量 HNBR、高羧基功能化 HNBR 及酯基功能化 HNBR 技术及产品，满足更加苛刻服役环境需求。开发满足 HNBR 复合材料生产需求的成套技术，形成 1000 吨/年或以上规模的 HNBR 复合材料生产能力，满足汽车用橡胶部件、智能穿戴设备部件等领域的应用要求。应用酯基功能化产品完成在航天密封用 HNBR 复合材料的开发和密封件在伺服机构上的应用验证。合理布局高质量专利，有效保护核心研发成果。

本项目设置 2 项课题。

课题 1: 功能型 HNBR 及其基础胶制备技术研究

研究内容: 开展用于功能型 HNBR 制备的超高腈含量、高羧基含量、酯基功能化基础胶制备技术研究, 开发超高腈、高羧基、酯基功能化基础胶加氢制备功能型 HNBR 技术。

课题 2: HNBR 复合材料成套技术开发及航天密封用产品应用验证

研究内容: 开发满足 HNBR 复合材料生产需求的成套技术, 形成 1000 吨/年或以上规模的 HNBR 复合材料生产能力, 满足汽车用橡胶部件、智能穿戴设备部件等领域的应用要求。针对航天装备领域对宽温域耐介质的密封需求, 基于国产酯基功能化 HNBR 产品特点, 开展 HNBR 专用混炼胶的配方设计、混炼胶综合性能及批次稳定性评估、典型密封件的制备工艺研究, 完成典型伺服机构密封件密封应用验证。

项目考核指标:

1. 功能型 HNBR 及其基础胶制备技术研究:

(1) 超高腈 HNBR: 结合丙烯腈含量 $50\pm 2\text{wt}\%$ (参考标准 SH/T 1157.2), 门尼黏度 75 ± 15 (参考标准 GB/T 1232.1)。

(2) 高羧基功能化 HNBR: 结合丙烯腈含量 $33\pm 2\text{wt}\%$ (参考标准 SH/T 1157.2), 门尼黏度 77 ± 15 (参考标准 GB/T 1232.1), 羧基含量 $\geq 3\text{wt}\%$ 。

(3) 酯基功能化 HNBR: 结合丙烯腈含量 $17\pm 2\text{wt}\%$ (参考标准 SH/T 1157.2), 门尼黏度 70 ± 15 (参考标准 GB/T 1232.1), 酯基单体摩尔含量 $\geq 14\text{mol}\%$, $T_g \leq -41^\circ\text{C}$ (参考标准

GB/T 29611)。

(4) 明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

2. HNBR 复合材料成套技术开发及航天密封用产品应用验证：

(1) HNBR 复合材料成套技术及产品：

形成 1000 吨/年或以上规模的 HNBR 复合材料生产能力，产销量 ≥ 50 吨；提供不少于 2 种应用场景使用的复合材料产品。

(2) 航天密封用 HNBR 复合材料性能：

硬度 75 ± 5 (参考标准 GB/T 39693.4)；拉伸强度 $\geq 13\text{MPa}$ ，断裂伸长率 $\geq 200\%$ (参考标准 GB/T 528)；抗撕强度 $\geq 15\text{kN/m}$ (参考标准 GB/T 529)；压缩耐寒系数 (-35°C) ≥ 0.1 (参考标准 HG/T 3866)；脆性温度 $\leq -50^{\circ}\text{C}$ (参考标准 GB/T 1682)；在 15 号液压油恒定压缩永久变形 ($100^{\circ}\text{C}\times 70\text{h}$) $\leq 40\%$ (参考标准 GB/T 7759)，质量变化率 ($150^{\circ}\text{C}\times 24\text{h}$) $\leq 30\%$ (参考标准 GB/T 1690)；热空气， $150^{\circ}\text{C}\times 72\text{h}$ ，拉伸强度变化率 $\leq 15\%$ (参考标准 GB/T 3512)。 $\geq$

(3) 航天密封件在伺服机构上的应用验证：

工作寿命不少于 50h；产品静密封部位在工作和非工作状态时，不允许渗油；产品移动密封部位在非工作状态时，不允许渗油；工作状态时允许产生油膜，但不能成滴；蓄压器排气孔处工作累计 2h 允许漏油 1 滴；油箱排气孔处工作累计

2h 允许漏油 1 滴。

上述指标测试条件要求为：工作介质为 10 号航空液压油或 15 号航空液压油、氮气工作压力，最高压力不小于 21MPa；环境及工作温度为-35~50℃（测试用温箱精度 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ ），工作时间不少于 3h；测试密封形式为径向或端面静止密封，直线往复运动密封速度 40cm/s，密封圈截面结构包括 O 型和星型。

（4）明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

项目实施期限：2026 年 11 月—2030 年 6 月

项目密级：非密

项目设置及经费需求：

拟支持 1 个项目研究，采用公开竞争方式。

其他来源资金与中央财政资金比例原则上不低于 3:1。

中央财政资金支持方式：事前立项事后补助。

创新分类：产品研发

关键词：功能型 HNBR；复合材料；航天密封；应用验证

有关说明：本指南限企业牵头申报，项目参研单位必须包含用户单位且不超过 10 家。

4.4 功能化液体橡胶技术及产品开发

研究目标：针对高性能轮胎和弹性体改性领域对功能化液体橡胶的需求，发展液体聚丁二烯橡胶链端、链中功能化

改性技术，突破功能化液体橡胶的全流程制备技术，实现硅氧烷和马来酸酐改性功能化液体聚丁二烯橡胶的可控制备，开发 3 个以上功能化液体聚丁二烯橡胶牌号，通过轮胎和弹性体改性领域头部企业的应用验证。合理布局高质量专利，有效保护核心研发成果。

本项目设置 1 项课题。

研究内容:

开展硅氧烷和马来酸酐改性液体聚丁二烯橡胶的分子结构设计、可控合成与应用技术研究；开发功能化液体聚丁二烯橡胶的分子量、微观结构、官能度精准调控以及后处理纯化技术；开发 2 个硅氧烷改性液体聚丁二烯橡胶牌号和 2 个马来酸酐改性液体聚丁二烯橡胶牌号，通过高性能轮胎、弹性体改性领域的应用验证。

项目考核指标:

硅氧烷改性液体聚丁二烯橡胶：玻璃化温度 $<-70^{\circ}\text{C}$ ，硅氧烷官能化程度 50%-98%、 30°C 动力粘度 5000-7000 $\text{mPa}\cdot\text{s}$ 可调，产品硅氧烷官能化程度相对偏差 $\leq 10\%$ ；应用于轮胎胎面胶（ $160^{\circ}\text{C}\times 15\text{min}$ 标准硫化）， 0°C 损耗因子提升 8%以上， 60°C 损耗因子下降 10%以上，通过国内轮胎头部企业的应用验证。

马来酸酐改性液体聚丁二烯橡胶：乙烯基含量 15-70wt%、马来酸酐官能度 3-10、 25°C 动力粘度 10-200 $\text{Pa}\cdot\text{s}$ 可调，产品马来酸酐官能度相对偏差 $\leq 10\%$ ；应用于三元乙丙橡胶（EPDM）基复合传动带领域，线绳抽出强度（H 抽出法）提升 30%以

上；应用于 EPDM 基复合空调管领域，粘合强度提升 100% 以上；通过国内弹性体改性头部企业的应用验证。明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

项目实施期限：2026 年 11 月—2030 年 6 月

项目密级：非密

项目设置及经费需求：

拟支持 1 个项目研究，采用公开竞争方式。

其他来源资金与中央财政资金比例原则上不低于 3:1。

中央财政资金支持方式：事前立项事后补助。

创新分类：产品研发

关键词：功能化；硅氧烷改性；马来酸酐改性；轮胎；弹性体改性

有关说明：本指南限企业牵头申报，项目参研单位必须包含用户单位且不超过 10 家。

4.5 PMP 工业试验及 BOPE 膜应用验证

研究目标：立足聚 4-甲基-1-戊烯（PMP）全产业链需求，基于百吨级以上的 4-甲基-1-戊烯（4-MP-1）单体和 PMP 工业装置开展工业试验，产出合格产品。开展 ECMO 中空纤维膜加工与性能优化，进行 ECMO 膜血液相容性检测及动物实验，完成加工应用验证。立足自主开发的双向拉伸聚乙烯（BOPE），实现多种 BOPE 基复合包装袋结构设计、生产和

应用，并对高耐温等功能性 BOPE 专用料及膜工业化产品的性能进行优化。加强标准制修订，合理布局高质量专利，有效保护核心研发成果。

本项目设置 2 项课题。

课题 1: PMP 及单体工业试验与膜加工应用

研究内容: 开展 4-MP-1 单体和 PMP 工艺包优化，在百吨级以上的工业装置开展 4-MP-1 和 PMP 的工业试验，进行工程化验证，考察尺度放大效应，优化装置运行参数，进行装置考核标定，生产出合格的 PMP 产品；开展 ECMO 中空纤维膜加工与性能优化，进行 ECMO 膜血液相容性检测和以猪为对象的动物实验。

课题 2: BOPE 产品应用拓展

研究内容: 进行 BOPE 复合包装袋结构设计、生产和应用验证；根据 BOPE 复合包装袋应用要求，优化消光、高耐温等功能性 BOPE 专用料及膜工业化产品性能，满足冷冻包装、宠物食品包装等高端包装应用需求，实现应用验证。

项目考核指标:

1. PMP 及单体工业试验与膜加工应用:

4-MP-1 单体装置产能 ≥ 100 吨/年，4-MP-1 选择性 $\geq 85\%$ ；PMP 装置产能 ≥ 100 吨/年，催化剂活性 $\geq 6000\text{gPMP/gcat}$ ，PMP 密度 $\leq 0.85\text{g/cm}^3$ ；使用自主生产的 PMP 完成中空纤维膜纺丝加工，膜平均断裂力（膜壁厚 $90\pm 10\mu\text{m}$ ） $\geq 60\text{cN}$ ，膜孔隙率 $\geq 50\%$ ；膜氧气通量 $\geq 0.2\text{ ml}/(\text{min}\cdot\text{cm}^2)$ ；膜溶血率 $\leq 5\%$ ，通过以

猪为对象的动物实验。制修订不少于 1 项标准，明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

2. BOPE 产品应用拓展：

完成 2 种以上 BOPE 复合包装袋的结构设计、生产和应用验证；消光型 BOPE 薄膜光泽度（入射角 45° ） $\leq 10\%$ ；高耐温 BOPE 薄膜加热尺寸变化率（ 100°C ，5min，MD） $\leq 3\%$ ，拉伸强度（MD） $\geq 110\text{MPa}$ ，拉伸强度（TD） $\geq 150\text{MPa}$ ；生产 1 万个以上 BOPE 包装袋并实现应用，出具应用证明，食品包装用 BOPE 薄膜通过国家食品安全测试。明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

项目实施期限：2026 年 11 月—2030 年 6 月

项目密级：非密

项目设置及经费需求：

拟支持 1 个项目研究，采用公开竞争方式。

其他来源资金与中央财政资金比例原则上不低于 3:1。

中央财政资金支持方式：事前立项事后补助。

创新分类：产品研发

关键词：PMP；BOPE；应用验证

有关说明：本指南限企业牵头申报，项目参研单位必须包含用户单位且不超过 10 家。

4.6 烟道气 CO₂膜分离捕集关键技术及工业示范

研究目标：面向实际应用烟道气 CO₂ 捕集的分膜工业需求，开发大面积 CO₂ 分离膜规模化制备技术；针对烟道气中氧化性及酸性组分对 CO₂ 分离膜结构及性能的负面影响，优化 CO₂ 分离膜材料抗氧化耐酸特性；针对实际应用工况下进气压力波动问题，优化分离膜组件结构及设计参数；建成烟道气膜分离捕集 CO₂ 工业示范装置，进行全流程能效与系统经济性评价。合理布局高质量专利，有效保护核心研发成果。

本项目设置 3 项课题。

课题 1：抗氧化耐酸大面积 CO₂ 分离膜规模化制备

研究内容：开发大面积 CO₂ 分离膜规模化制备技术，实现膜的稳定制备；针对实际烟道气中存在高含量 O₂ 及 SO₂ 等杂质气体的复杂分离场景，优化 CO₂ 分离膜材料抗氧化耐酸特性。

课题 2：面向动态工况的 CO₂ 分离膜组件开发

研究内容：针对实际应用工况下压力波动、流场分布不均等动态工况引发的结构适应性难点，开发 CO₂ 分离膜组件，针对性优化组件构型、宏观几何尺寸、内部气体流场及流道设计等参数，充分发挥膜分离性能。

课题 3：烟道气 CO₂ 膜分离捕集工业示范

研究内容：建成烟道气 CO₂ 膜分离捕集工业示范装置，开展全流程能效与系统经济性研究。

项目考核指标:

1. 抗氧化耐酸大面积 CO₂ 分离膜规模化制备:

形成幅宽>1 m 分离膜规模化制备技术; 优化 CO₂ 分离膜材料抗氧化耐酸特性, 所制膜在模拟烟道气(15% CO₂、6% O₂、50 ppm SO₂、100 ppm NO₂, N₂ 平衡组分) 体系下测试, 在 0.20 MPa (绝对压力) 下连续运行 100 小时的 CO₂ 渗透率不低于 1200 GPU, CO₂/N₂ 选择性不低于 80; 在 0.20 ~ 0.50 MPa 的压力循环测试中, 同压力下的膜分离性能差异不超过 10%。明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项, 具有自主知识产权。

2. 面向动态工况的 CO₂ 分离膜组件开发:

开发 CO₂ 分离膜工业组件, 在模拟烟道气体体系下测试, 单支膜组件单位膜面积 CO₂ 渗透通量 $\geq 0.03 \text{ Nm}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项, 具有自主知识产权。

3. 烟道气 CO₂ 膜分离捕集工业示范:

建成烟道气 CO₂ 膜分离捕集技术工业示范装置, 烟道气处理量不低于 10 万 Nm³/d, 完成 72 小时运行标定, CO₂ 捕集率 $\geq 85\%$, CO₂ 纯度 $\geq 95\%$, CO₂ 捕集能耗不高于 2.0 GJ/t CO₂, 建立系统能耗与经济性计算模型。明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项, 具有自主知识产权。

项目实施期限: 2026 年 11 月—2030 年 6 月

项目密级: 非密

项目设置及经费需求：

拟支持 1 个项目研究，采用公开竞争方式。

其他来源资金与中央财政资金比例原则上不低于 3:1。

中央财政资金支持方式：事前立项事后补助。

创新分类：应用验证

关键词：工业应用示范；膜法碳捕集；二氧化碳分离膜；烟道气

有关说明：本指南限用户单位牵头申报，项目参研单位数量不超过 10 家。

4.7 宽幅高透光特种聚乙烯醇（PVA）光学膜研制及应用验证

研究目标：面向大尺寸薄型高透光显示面板的高端应用需求，研究国产宽幅高透光特种 PVA 光学膜的结构性能构效关系及拉伸过程中聚集态结构的演变规律；在此基础上突破光学膜制造关键技术，研制出宽幅高透光 PVA 光学膜产品；探明该光学膜在偏光片制程中的加工窗口，系统考核其在大尺寸、轻薄化、高透光等高端应用场景下以及湿热等条件下的性能稳定性与指标可靠性，最终在车载显示等典型场景完成应用验证。合理布局高质量专利，有效保护核心研发成果。

本项目设置 1 项课题。

研究内容：

1.面向大尺寸、轻薄化、高透光显示面板等高端应用需求，

进行成膜配方与制膜工艺开发，调控光学膜的透光率、偏光度、色相及力学特性，形成宽幅高透光特种 PVA 光学膜专用原料及膜材料的性能指标体系。

2.以代表性国产宽幅高透光特种 PVA 光学膜为对象，系统研究高分子链结构与光学应用性能之间的内在关联规律，为宽幅光学膜制造稳定性和高透光性的设计与工艺优化提供理论依据。

3.针对所开发的宽幅高透光特种 PVA 光学膜，系统研究其在偏光片制程中的工艺适应性，建立工艺参数与光学性能之间的定量关系模型，明确最优加工窗口，为批量化稳定制备提供工艺指导。

4.综合优化原料指标与制膜工艺，研制宽幅高透光特种 PVA 光学膜产品；针对车载显示、TV、光学镜片、摄影镜头等多类典型应用场景，系统开展光学性能稳定性、环境可靠性及使用寿命考核，完成光学膜在高端领域的应用验证与可行性评估，形成可推广的国产替代方案。

项目考核指标：

1.本项目宽幅高透光特种 PVA 光学膜为国内自主生产；开展工业化产线设备国产化研究，建成幅宽 4100mm 及以上工业化产线 2 条，其中至少 1 条幅宽大于 5100mm，合计产能达到 2600 万 m^2 /年。

2.高透光特种 PVA 光学膜配套偏光片产品满足单体透过率 $\geq 43.5\%$ 的高透产品需求。偏光片实现稳定产销 3000 万 m^2 。

3.完成车载显示、高穿透 TV、大尺寸 TV、光学镜片(3D 眼镜)、摄影镜头等应用场景验证，其中：车载显示用偏光片通过 85℃、85RH%、500h 老化性能验证，无曲翘、气泡、分层、剥离；高穿透 TV 用偏光片单体性能满足偏光度 $\geq 99.995\%$ ；大尺寸 TV 用偏光片适用屏幕大小不低于 75 英寸，通过 60℃、90%RH、500h 老化性能验证，无曲翘、气泡、分层、剥离。

4.明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

项目实施期限：2026 年 11 月—2029 年 10 月

项目密级：非密

项目设置及经费需求：

拟支持 1 个项目研究，采用公开竞争方式。

其他来源资金与中央财政资金比例原则上不低于 3:1。

中央财政资金支持方式：事前立项事后补助。

创新分类：产品研发

关键词：国产宽幅高透光 PVA 光学膜；偏光片；应用研究

有关说明：本指南限企业牵头申报，项目参研单位必须包含用户单位且不超过 10 家。

4.8 生物基 1,6-己二酸关键技术和生物基可降解聚酯 PBST 关键技术开发及应用

研究目标：研究生物基 1,6-己二酸一步法生物合成关键

技术；开展生物基可降解聚对苯二甲酸丁二酸丁二醇酯（PBST）的结构调控等关键技术研究；开发生物基可降解 PBST 规模化制备关键技术；完成生物基可降解 PBST 改性产品研制及规模化应用验证。合理布局高质量专利，有效保护核心研发成果。

本项目设置 3 项课题。

课题 1：生物法制备生物基 1,6-己二酸关键技术研究

研究内容：针对生物基 1,6-己二酸，开展一步法生物合成技术研究，构建工程菌株；开发生物基 1,6-己二酸的发酵制备及纯化精制小试技术，获得生物基精 1,6-己二酸；基于生物基精 1,6-己二酸合成生物基聚对苯二甲酸-己二酸丁二酯（PBAT）。

课题 2：生物基可降解 PBST 制备关键技术开发

研究内容：研究生物基可降解 PBST 分子链拓扑结构与性能关系；研究聚合工艺条件，开发生物基可降解 PBST 规模化制备关键技术。完成生物基可降解 PBST 碳足迹的全生命周期评价。

课题 3：生物基可降解 PBST 改性产品开发及应用

研究内容：开发高阻隔生物基可降解 PBST 地膜产品，完成生物基可降解 PBST 地膜的规模化应用验证。开展 PBST 地膜农田适用性和安全性综合评价。

项目考核指标：

1. 生物法制备生物基 1,6-己二酸关键技术研究：

生物基 1,6-己二酸工程菌株，转化率 $\geq 0.44\text{g/g}$ 。

发酵 1,6-己二酸滴度 $\geq 80\text{g/L}$ 。

精 1,6-己二酸含量 $\geq 99.80\%$ ，氨溶液色度 ≤ 5 （铂-钴色号），生物碳含量 $\geq 98\%$ 。

基于生物基 1,6-己二酸合成的生物基 PBAT 熔指 $\leq 4\text{g/10min}$ ，端羧基含量 $\leq 20\text{mol/t}$ 。

明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

2. 生物基可降解 PBST 制备关键技术开发：

生物基可降解 PBST：熔指 $\leq 5\text{g/10min}$ ，端羧基含量 $\leq 15\text{mol/t}$ ，b 值 ≤ 10 ，生物碳含量 $\geq 20\%$ ，通过工业堆肥降解认证。拉伸强度 $\geq 23\text{MPa}$ ，断裂伸长率 $\geq 500\%$ 。

新建或升级改造生物基可降解 PBST 合成装置合计产能 ≥ 15 万吨/年。

明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

3. 生物基可降解 PBST 改性产品开发及应用：

生物基可降解 PBST 地膜专用改性料熔指 $\leq 5\text{g/10min}$ ；生物基可降解 PBST 改性地膜水蒸气透过量最优水平 $\leq 200\text{g/m}^2\cdot\text{d}^{-1}$ ；通过工业堆肥降解认证。

在项目执行期内，生物基可降解 PBST 地膜累计应用面积 ≥ 20 万亩。

明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事

项，具有自主知识产权。

项目实施期限：2026 年 11 月—2029 年 10 月

项目密级：非密

项目设置及经费需求：

拟支持 1 个项目研究，采用公开竞争方式。

其他来源资金与中央财政资金比例原则上不低于 3:1。

中央财政资金支持方式：事前立项事后补助。

创新分类：产品研发

关键词：生物基聚酯；生物基可降解 PBST；生物基可降解地膜；生物基 1,6-己二酸

有关说明：本指南限企业牵头申报，项目参研单位必须包含用户单位且不超过 10 家。

4.9 生物基橡胶规模化制备关键技术及产业化

研究目标：开展生物基单体（丁二烯和异戊二烯）放大工艺研究，开发出生物基单体制备关键技术。开展高分子量生物基橡胶规模化制备关键技术研究，生物基橡胶规模化生产装置总产量达到 25 万吨/年。合理布局高质量专利，有效保护核心研发成果。

本项目设置 1 项课题。

研究内容：开展生物基单体（丁二烯和异戊二烯）放大工艺研究，开展智能割胶技术研究，无人机智能运输胶乳技术研究，非胶组分调控技术研究，超聚态天然橡胶规模化制

备技术研究，开展高分子量、高转化率、低凝胶生物基衣康酸酯橡胶关键合成工艺研究，开展改性天然橡胶规模化制备技术研究，以及蒲公英橡胶和杜仲胶规模化综合提取技术研究，生物基橡胶规模化生产装置总产量达到 25 万吨/年。

项目考核指标：

建设乙醇脱水制丁二烯中试装置，催化剂装填量不低于 100ml，丁二烯选择性不低于 70%。固定式智能割胶系统一套，树皮损伤率 $\leq 5\%$ ，无人机运输胶乳系统一套，自动接胶率 $\geq 95\%$ ，超聚态天然橡胶重均分子量 ≥ 100 万，橡胶烃含量 $\geq 95\%$ ；生物基衣康酸酯橡胶重均分子量 ≥ 60 万，聚合转化率 $\geq 85\%$ ，凝胶含量低于 1%；改性天然橡胶拉伸强度 $\geq 20\text{MPa}$ ，与金属粘接强度 $\geq 10\text{kN/m}$ ；蒲公英橡胶拉伸强度 $\geq 20\text{MPa}$ ，断裂伸长率 $\geq 750\%$ ；杜仲橡胶拉伸强度 $\geq 23\text{MPa}$ ，断裂伸长率 $\geq 400\%$ ；生物基橡胶总产量达到 25 万吨/年。明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

项目实施期限：2026 年 11 月—2030 年 6 月

项目密级：非密

项目设置及经费需求：

拟支持 1 个项目研究，采用公开竞争方式。

其他来源资金与中央财政资金比例原则上不低于 3:1。

中央财政资金支持方式：事前立项事后补助。

创新分类：产品研发

关键词：生物基橡胶；生物基单体；产业化

有关说明：本指南限企业牵头申报，项目参研单位必须包含用户单位且不超过 10 家。

4.10 生物基聚酰胺 PA46 和 PA12 中试验证及应用研究

研究目标：完成生物基单体 1,4-丁二胺与 12-氨基十二烷酸中试验证，进一步实现高性能生物基 PA46 与生物基 PA12 的中试验证，通过材料在汽车零部件上的应用评估，形成从单体、聚合物材料到应用验证的完整技术链。合理布局高质量专利，有效保护核心研发成果。

本项目设置 4 项课题。

课题 1：生物基 1,4-丁二胺关键技术开发及中试验证

研究内容：针对生物基单体 1,4-丁二胺，构建以葡萄糖为底物合成 1,4-丁二胺的工程菌株，优化精制纯化工艺提升产品纯度，实现聚合级 1,4-丁二胺中试验证。

课题 2：生物基耐高温聚酰胺 PA46 中试验证及应用研究

研究内容：以生物基 1,4-丁二胺为原料制备生物基 PA46，提高树脂的相对粘度，实现中试验证；突破改性材料高耐热、高耐磨等关键技术，制备汽车执行器齿轮专用料并通过应用端性能验证。

课题 3：生物基 12-氨基十二烷酸关键技术开发及中试验证

研究内容：针对生物基单体 12-氨基十二烷酸，构建具有自主知识产权的以生物基月桂酸为底物的 12-氨基十二烷酸

高效合成菌株，根据代谢途径设计发酵工艺，开发精制纯化工艺，实现生物基 12-氨基十二烷酸中试验证。

课题 4: 生物基长碳链聚酰胺 PA12 中试验证及应用研究

研究内容: 以生物基 12-氨基十二烷酸为原料制备生物基 PA12，开发熔融缩聚环化抑制技术，降低十二内酰胺等环状物残留，深入研究其构效关系，实现中试验证；突破改性材料增韧、高介电性等关键技术，制备汽车汇流排专用料并通过应用端性能验证。

项目考核指标:

1. 生物基 1,4-丁二胺关键技术开发及中试验证：生物基 1,4-丁二胺滴度 $\geq 75\text{g/L}$ ，转化率 $\geq 0.25\text{g/g}$ 葡萄糖，纯度 $\geq 99.7\%$ ，实现生物基 1,4-丁二胺百吨级中试验证。明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

2. 生物基耐高温聚酰胺 PA46 中试验证及应用研究：（1）生物基 PA46 熔点 $\geq 295^\circ\text{C}$ 、相对粘度 2.5-3.5，实现生物基 PA46 百吨级中试验证；（2）生物基 PA46 汽车执行器齿轮专用料性能：弯曲强度 $\geq 130\text{MPa}$ ，热变形温度 $\geq 190^\circ\text{C}$ （1.8MPa），摩擦系数 ≤ 0.09 （100N），磨损量 $\leq 75 \times 10^{-3}\text{mm}^3$ （100N），通过汽车执行器齿轮应用评估。明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

3. 生物基 12-氨基十二烷酸关键技术开发及中试验证：开发生物基 12-氨基十二烷酸生物合成技术，滴度 $\geq 150\text{g/L}$ ，原料摩尔转化率 $\geq 80\%$ ，纯度 $\geq 99\%$ ，实现生物基 12-氨基十二

烷酸百吨级中试验证。明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

4. 生物基长碳链聚酰胺 PA12 中试验证及应用研究：（1）生物基 PA12 熔点 $\geq 178^{\circ}\text{C}$ ，相对粘度 ≥ 2.3 ，实现生物基 PA12 百吨级中试验证；（2）生物基 PA12 汽车汇流排专用料性能：拉伸强度 $\geq 40\text{MPa}$ ，断裂伸长率 $\geq 50\%$ ，介电强度 $\geq 40\text{kV/mm}$ ，体积电阻率 $\geq 2.0 \times 10^{15} \Omega \cdot \text{mm}$ ，通过汽车汇流排应用评估。明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

项目实施期限：2026 年 11 月—2029 年 10 月

项目密级：非密

项目设置及经费需求：

拟支持 1 个项目研究，采用公开竞争方式。

其他来源资金与中央财政资金比例原则上不低于 3:1。

中央财政资金支持方式：事前立项事后补助。

创新分类：产品研发

关键词：生物基 1,4-丁二胺；生物基 12-氨基十二烷酸；PA46；PA12；齿轮与汇流排

有关说明：本指南限企业牵头申报，项目参研单位必须包含用户单位且不超过 10 家。

4.11 阻燃高强和防透抗紫外两类尼龙 66 纤维制品开发及应用

研究目标：聚焦“长效阻燃、轻质高强、耐磨耐候”的核心目标，以共聚阻燃尼龙 66 为基体，开发携行具用粗旦纤维及帆布材料，研制新型共聚阻燃携行具产品，打破涂层阻燃技术路径依赖，实现从纤维、帆布到终端产品的全链条自主生产，解决阻燃持久性与结构轻量化的矛盾。开发兼具防透、抗紫外、吸湿速干及隐汗协同功能的高性能尼龙 66 纤维制品，并拓展其在户外极端工况下的应用。加强标准制修订，合理布局高质量专利，有效保护核心研发成果。

本项目设置 2 项课题。

课题 1：共聚阻燃粗旦尼龙 66 纤维及产品的制备与性能调控

研究内容：开发携行具用共聚阻燃粗旦尼龙 66 长丝制备及性能调控技术、携行具用共聚阻燃尼龙 66 帆布织造及性能调控技术、携行具用共聚阻燃尼龙 66 帆布迷彩印花及性能调控技术，完成新型共聚阻燃尼龙 66 携行具产品的生产及应用验证。

课题 2：高性能防透抗紫外尼龙 66 纤维制品关键技术开发

研究内容：开展功能粉体制备及纤维纺丝关键技术研究，攻克粉体与 PA66 基体的界面相容技术瓶颈，实现功能粉体在 PA66 基体中的高掺量、高稳定性均匀分散，建立适配功能粉体均匀掺杂的 PA66 纺丝技术体系，最终实现 PA66 特种服饰的批量连续制备与产业化应用验证。

项目考核指标:

1. 共聚阻燃纺丝级尼龙 66 纤维及产品的制备与性能调控:

(1) 开发携行具用共聚阻燃粗旦尼龙 66 长丝: 1) 纤度 ≤ 550 D; 2) 强度 ≥ 5.8 cN/dtex; 3) 极限氧指数 $\geq 28\%$ 。(2) 开发携行具用共聚阻燃尼龙 66 帆布: 1) 质量 ≤ 330 g/m²; 2) 垂直燃烧: 续燃时间 ≤ 2 s, 阴燃时间 ≤ 2 s, 损毁长度 ≤ 80 mm; 3) 断裂强力: 经向 ≥ 2600 N, 纬向 ≥ 2000 N; 4) 撕破强力: 经向 ≥ 280 N, 纬向 ≥ 190 N; 5) 耐磨性: ≥ 10000 次; 6) 色牢度: 耐光色牢度 ≥ 5 级; 耐摩擦(干)色牢度 ≥ 4 级, 耐摩擦(湿)色牢度 $\geq 3-4$ 级(黑色 2-3); 耐洗色牢 ≥ 4 级, 耐刷色牢度 ≥ 4 级。(3) 完成新型共聚阻燃粗旦尼龙 66 携行具产品应用验证, 并出具试穿试用报告。(4) 明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项, 具有自主知识产权。

2. 高性能防透抗紫外尼龙 66 纤维制品关键技术开发:

(1) 尼龙 66 单丝纤度 ≤ 1.15 dtex, 断裂强度 ≥ 3.3 cN/dtex, 断裂伸长 $22\% \pm 4\%$; (2) 纤维中功能粉体含量 ≥ 8 wt%; (3) 防透值 OP ≥ 97 ; (4) 紫外线防护系数 UPF > 50 ; (5) 防汗渍性能: 非贴肤面变色 ≥ 4 级; (6) 吸湿速干性能: 干燥速率 ≥ 1 mL/h; (7) 形成 2000 件高性能尼龙 66 防透、抗紫外服饰应用, 并出具销售证明。(8) 制修订不少于 1 项标准, 明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项, 具有自主知识产权。

项目实施期限：2026 年 11 月—2030 年 6 月

项目密级：非密

项目设置及经费需求：

拟支持 1 个项目研究，采用公开竞争方式。

其他来源资金与中央财政资金比例原则上不低于 3:1。

中央财政资金支持方式：事前立项事后补助。

创新分类：应用验证

关键词：共聚阻燃；携行具；防透；抗紫外；吸湿速干

有关说明：本指南限用户单位牵头申报，项目参研单位数量不超过 10 家。

五、电子信息材料

5.1 溶液法叠层 OLED 器件 CGL 材料与技术开发

研究目标：以溶液法叠层 OLED 显示技术为目标，开发溶液法叠层 OLED 器件电荷产生层（CGL）材料、电荷产生层器件结构方案、电荷产生层工艺制程技术方案；开展溶液法叠层 OLED 的打印验证，打通溶液法叠层 OLED 技术路线，同时实现 OLED 性能的大幅度提升，满足高亮度长寿命的 OLED 显示产品规格需求。合理布局高质量专利，有效保护核心研发成果。

本项目设置 1 项课题。

研究内容：研究溶液法叠层 OLED 中 CGL 电荷产生层的形成机理、高效率的电荷产生层结构设计方案，结合 AI 机器辅助设计技术与材料基因工程开发适合溶液法的电荷产生层材料，包括溶液法高电导率材料、溶液法电子掺杂材料、溶液法空穴掺杂材料等，建设溶液法 OLED 叠层 CGL 的材料数据库；开发叠层 OLED 电荷产生层墨水配方及相应打印、成膜技术；研究印刷工艺对叠层 OLED 性能影响规律，提升溶液法叠层 OLED 器件性能；开发 RGB 全套溶液法叠层 OLED 方案，达成考核指标。

项目考核指标：

1. 溶液法叠层 OLED 电荷产生能力：

（1）在电流密度 $J=10\text{mA}/\text{cm}^2$ 条件下，RGB 两叠器件效率 ≥ 1.7 倍单层标准器件效率；

(2) 在 1000cd/m^2 初始亮度下, RGB 两叠器件 LT95 寿命 ≥ 2 倍单层标准器件 LT95 寿命;

(3) 在电流密度 $J=10\text{mA/cm}^2$ 条件下, RGB 两叠器件电压 ≤ 2.2 倍单层器件电压。

2. 溶液法叠层 OLED 器件, 1000cd/m^2 亮度下:

(1) 溶液法两叠红光器件效率 $CE \geq 90\text{cd/A}$, 寿命 $LT95 \geq 20000\text{h}$;

(2) 溶液法两叠绿光器件效率 $CE \geq 300\text{cd/A}$, 寿命 $LT95 \geq 20000\text{h}$;

(3) 溶液法两叠蓝光器件效率 $CE \geq (280 \times \text{CIEy})\text{cd/A}$, 寿命 $LT95 \geq 400\text{h}$ 。

3. 溶液法高电导率材料电导率 $\geq 1\text{S/cm}$; 溶液法电子与空穴 CGL 材料本征载流子迁移率 $\geq 10^{-4}\text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$ 。

4. 将叠层 OLED 电荷产生层墨水应用到喷墨打印工艺中, 完成上机验证, 制作显示尺寸 ≥ 3 英寸的 RGB 印刷 OLED 叠层器件, 并由面板企业组织完成产业应用可行性评价。

5. 建设溶液法 OLED 叠层 CGL 材料数据库一个, 入库数据量达到一万条以上, 在新材料大数据中心统一服务门户上线发布; 基于所建数据库数据, 建立预测 CGL 电荷传输能力的机器学习模型一套, 预测精度达到 90%。开展不少于 3 批次的独立验证实验, 模型预测值与实测值相对误差 $\leq 10\%$ 。

6. 明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项, 具有自主知识产权。

项目实施期限：2026 年 11 月—2029 年 10 月

项目密级：非密

项目设置及经费需求：

拟支持 1 个项目研究，采用公开竞争方式。

其他来源资金与中央财政资金比例原则上不低于 3:1。

中央财政资金支持方式：事前立项事前补助。

创新分类：其他保障

关键词：溶液法叠层 OLED；电荷产生层；电子掺杂；空穴掺杂

有关说明：项目参研单位数量不超过 10 家。

5.2 主动发光全彩微型显示器件及投影模组关键技术

研究目标：掌握投影用全彩微米级 LED 显示芯片及其驱动的设计制造，突破微米级大功率像素光束收集、整形及彩色化技术，开发硅基 Micro LED 单片全彩显示器件，实现车用主动发光全彩微型显示器件及投影模组在车用平视显示系统中的集成应用，实现上机验证。合理布局高质量专利，有效保护核心研发成果。

本项目设置 1 项课题。

研究内容：开展低缺陷 LED 外延材料生长技术研究；研发高亮度单片全彩微米级 LED 显示像素阵列制备技术；开展微米级发光像素光整形、光提取、防串扰材料及其制备技术研究；开展像素阵列构型设计、微纳加工工艺、彩色化技术、

硅基 CMOS 驱动电路设计与流片验证,突破微米级 LED 发光单元与像素级驱动的集成技术,开展全彩微米级 LED 像素片上与片外出光调控光学微结构设计与制备工艺研究,研制高清晰度车用主动发光全彩微型显示器件、投影模组及高效率成像的光学组合器;构建微型显示器件、投影模组、光学组合器相匹配光学链路模型,开展车用系统紧凑布局设计,开发高亮度车用平视显示标志产品,实现投影模组车载应用验证。

项目考核指标:

1. 材料指标

(1) 蓝光 LED 外延片, PL 主波长 $STD \leq 0.6\text{nm}$, PL 主波长 $FWHM \leq 22\text{nm}$, LED 外延片 002 晶面 XRD 摇摆曲线半高宽 $\leq 120\text{arcsec}$, 102 晶面 XRD 摇摆曲线半高宽 $\leq 170\text{arcsec}$;

(2) 绿光 LED 外延片, PL 主波长 $STD \leq 0.8\text{nm}$, PL 主波长 $FWHM \leq 29\text{nm}$, LED 外延片 002 晶面 XRD 摇摆曲线半高宽 $\leq 120\text{arcsec}$, 102 晶面 XRD 摇摆曲线半高宽 $\leq 170\text{arcsec}$;

(3) 红光 LED 外延片, PL 主波长 $STD \leq 0.4\text{nm}$, PL 主波长 $FWHM \leq 20\text{nm}$, 电流扩展层匹配差异 $\leq 500\text{ppm}$ 。

2. 显示屏指标

硅基 Micro LED 单片全彩显示屏 ≤ 0.7 英寸, $PPI \geq 3000$, 像素尺寸 $\leq 8.5\mu\text{m}$; 对比度 $\geq 10^5:1$, 色域 $\geq 90\%$ DCI-P3, 产能 ≥ 1 万台/年。

3. 模组指标

投影模组光效 $\geq 20\%$ ，光学系统 MTF ≥ 0.2 ；实现车用平视入眼显示亮度 ≥ 18000 尼特，视场角 $\geq 13^\circ \times 5^\circ$ ，虚像距 $\geq 10\text{m}$ ；产能 ≥ 1 万台/年，完成不少于 1 家整车厂商车载基础适配验证。

4. 知识产权指标

明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

项目实施期限：2026 年 11 月—2029 年 10 月

项目密级：非密

项目设置及经费需求：

拟支持 1 个项目研究，采用公开竞争方式。

其他来源资金与中央财政资金比例原则上不低于 3:1。

中央财政资金支持方式：事前立项事后补助。

创新分类：其他保障

关键词：硅基 Micro LED 单片全彩显示屏；平视显示；全彩微型投影

有关说明：项目参研单位数量不超过 10 家。

5.3 铟镓氮橙、红光发光材料开发及产业化

研究目标：面向新型照明和信息提示应用需求，开展高电光转换效率、高温稳定性的铟镓氮橙、红光 LED 技术研究。研制金属有机物化学气相沉积（MOCVD）装备，突破高质量铟镓氮橙、红光材料生长关键技术，并开发配套工艺。研制铟镓氮单色橙光、红光 LED 芯片和以橙光为主体的双色独立可

调 LED 芯片，开展器件封装研究，并在智能健康照明与信息提示等场景进行示范应用，实现我国铟镓氮橙、红光发光材料和器件性能世界并跑，抢占产业制高点。加强标准制订，合理布局高质量专利，有效保护核心研发成果。

本项目设置 4 个课题。

课题 1：铟镓氮橙、红光发光材料生长装备研制

研究内容：研究高氨气流量占比和宽气压范围生长条件下，MOCVD 系统的气体输运、流场和温场调控技术，开发出适合铟镓氮橙、红光材料生长的 MOCVD 装备。

课题 2：铟镓氮橙、红光发光材料生长工艺开发

研究内容：研究铟镓氮橙、红光 LED 量子阱生长技术，开发高质量高铟组分铟镓氮材料；开展铟镓氮橙、红光 LED 能带设计和载流子输运机理研究，设计高效发光的外延结构；研究铟镓氮橙、红光 LED 光电性能的温度依赖特性，开发兼具高光效和高温度稳定性的铟镓氮橙、红光外延结构。

课题 3：铟镓氮橙、红光 LED 晶圆制造

研究内容：开发高可靠性的铟镓氮橙、红光 LED 芯片；研究以橙光为主体的双色独立可调芯片制造技术，降低工作电压，提升双色芯片光效；实现芯片制造的原材料、设备和技术自主可控。

课题 4：铟镓氮橙、红光 LED 封装应用

研究内容：开发含铟镓氮橙、红光芯片宽色温区间可调的封装模组；研究满足变温环境、高显色指数等应用需求的

纯芯片光配方；实现含铟镓氮橙、红光芯片的产品推广应用。

项目考核指标：

1. MOCVD 装备在 500°C - 1100°C 条件下，可实现反应室气压 $\leq 50\text{Torr}$ ；满足铟镓氮量子阱生长时，氮气最大流量占比 $\geq 90\%$ ；MOCVD 装备兼容 4 英寸和 6 英寸铟镓氮外延片生长，4 英寸和 6 英寸外延片光致发光 (PL) 主波长 $\geq 590\text{nm}$ ，片内波长均匀性标准偏差 (std) $\leq 1.5\text{nm}$ ，整炉产能 4 寸 ≥ 14 片、6 寸 ≥ 6 片，整炉片间波长均匀性标准偏差 (std) $\leq 2.5\text{nm}$ 。明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

2. 研制 4 英寸和 6 英寸铟镓氮外延片，外延层厚度范围 $3.5\mu\text{m}$ - $4.0\mu\text{m}$ 的双晶摇摆曲线半高宽 (FWHM): (002) ≤ 250 弧秒，(102) ≤ 300 弧秒；高铟组分材料，铟组分 $\geq 35\%$ ；外延片表面粗糙度 $R_a \leq 1\text{nm}$ 。器件单边尺寸介于 0.4mm - 0.7mm 范围，工作电流密度 $20\text{A}/\text{cm}^2$ 下，峰值波长 $590 \pm 2\text{nm}$ 铟镓氮橙光 LED 电光转换效率 $\geq 30\%$ ，峰值波长 $625 \pm 5\text{nm}$ 铟镓氮红光 LED 电光转换效率 $\geq 20\%$ ，实现铟镓氮橙光 LED（峰值波长 $590 \pm 2\text{nm}$ ）和铟镓氮红光 LED（峰值波长 $625 \pm 5\text{nm}$ ）在稳态 80°C 与稳态 25°C 条件下，色坐标 x 和 y 偏移绝对值 ≤ 0.004 ，光功率的比值 $\geq 75\%$ 。明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

3. 工作电流密度 $20\text{A}/\text{cm}^2$ 下，峰值波长 $590 \pm 2\text{nm}$ 铟镓氮橙光 LED 和峰值波长 $625 \pm 5\text{nm}$ 铟镓氮红光 LED 的 L70

寿命 ≥ 10 万小时；以橙光为主体的双色独立可调芯片，色坐标 x 可调范围 ≥ 0.4 ，电流密度 $5\text{-}20\text{A}/\text{cm}^2$ 范围内，光效 $\geq 100\text{ lm}/\text{W}$ ；单边尺寸介于 $0.4\text{mm}\text{-}0.7\text{mm}$ 范围的铟镓氮橙光 and 红光 LED（含单色橙光、单色红光、双色独立可调芯片）产能 ≥ 1 亿颗/年。

4. 研制出含铟镓氮橙、红光芯片的光源模组，色温在 $2500\text{K}\text{-}6500\text{K}$ 可调；测试温度 $25^\circ\text{C}\text{-}55^\circ\text{C}$ 范围，显色指数 $R_a \geq 95$ ，色温变化 $\leq 200\text{K}$ ；开发智能健康照明和信息提示用含铟镓氮橙、红光芯片的封装产品 ≥ 3 款，实现产品销售数量 ≥ 3 万套，项目设备和材料国产化率 $\geq 90\%$ 。制订 1 项标准，明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

项目实施期限：2026 年 11 月—2029 年 10 月

项目密级：非密

项目设置及经费需求：

拟支持 1 个项目研究，采用公开竞争方式。

其他来源资金与中央财政资金比例原则上不低于 4:1。

中央财政资金支持方式：事前立项事后补助。

创新分类：产品研发

关键词：铟镓氮；橙、红光；LED；半导体照明

有关说明：本指南限企业牵头申报，项目参研单位必须包含用户单位且不超过 10 家。

5.4 铝镓氮基深紫外远 C 波段 LED 关键技术研发及其应用

研究目标：突破铝镓氮（AlGaN）基深紫外远 C 波段（far-UVC）LED 发光材料的高效载流子注入与量子结构外延关键技术，突破 far-UVC LED 热管理与光提取技术，材料和芯片性能保持国内领先、进入世界先进行列，实现芯片与模组在光刻、生物安全消杀等领域的示范应用。加强标准制订，合理布局高质量专利，有效保护核心研发成果。

本项目设置 3 项课题。

课题 1：高铝组分铝镓氮材料及量子结构制备关键技术

研究内容：研究高铝组分铝镓氮（铝组分 $\geq 75\%$ ）材料的缺陷抑制及其 p 型掺杂技术；研究生长动力学与应力工程对表面平整度及量子阱组分均匀性的协同调控技术；研究 far-UVC LED 量子结构载流子输运、复合机理与调控技术，研制出高质量高铝组分铝镓氮材料及量子结构。

课题 2：深紫外远 C 波段 LED 器件制备关键技术

研究内容：开发 far-UVC LED 器件制备关键技术，研究横磁（TM）偏振光高效提取结构设计及其制备工艺；研究高铝组分铝镓氮与金属形成良好欧姆接触的调控方法，研制出高输出功率、低开启电压深紫外远 C 波段 LED 器件。

课题 3：深紫外远 C 波段 LED 模组开发及示范应用

研究内容：研究发光波长 $245\pm 5\text{nm}$ 和 $235\pm 5\text{nm}$ 的 far-UVC LED 模组制备关键技术，研究器件阵列集成与光分

布均匀性调控技术；开发芯片级封装与微透镜阵列集成技术，以提升光功率密度；研究 far-UVC LED 热管理与新型散热关键技术；开展 far-UVC LED 芯片与模组在光刻、生物安全消杀等领域的示范应用。

项目考核指标：

1. 高铝组分铝镓氮材料及量子结构制备关键技术：铝组分 $\geq 75\%$ 的铝镓氮材料位错密度 $\leq 5.0 \times 10^7/\text{cm}^2$ ；铝组分 $\geq 75\%$ 的 p-AlGaIn 材料空穴浓度 $\geq 1.0 \times 10^{18}/\text{cm}^3$ ；铝组分 $\geq 75\%$ 的铝镓氮材料表面粗糙度 $\leq 0.5\text{nm}$ ，2 英寸量子结构晶圆波长不均匀性 $\leq 4\text{nm}$ 。明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

2. 深紫外远 C 波段 LED 器件制备关键技术：实现具有新型光提取结构的 far-UVC LED 光提取效率相比典型结构提升 $\geq 50\%$ ；实现发光波长 $245 \pm 5\text{nm}$ 的 far-UVC LED 芯片光输出功率 $\geq 10\text{mW}$ ，开启电压 $\leq 10\text{V}$ ；实现发光波长 $235 \pm 5\text{nm}$ 的 far-UVC LED 芯片光输出功率 $\geq 4\text{mW}$ ，开启电压 $\leq 12\text{V}$ 。明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

3. 深紫外远 C 波段 LED 模组开发及示范应用：研制 far-UVC LED 模组，阵列像元数 ≥ 25 ；实现发光波长 $245 \pm 5\text{nm}$ 的 far-UVC LED 模组光功率密度 $\geq 20\text{mW}/\text{cm}^2$ ，光功率密度均匀度 $\geq 90\%$ ；实现发光波长 $245 \pm 5\text{nm}$ 的 far-UVC LED 芯片结温 $\leq 100^\circ\text{C}$ ，发光波长 $235 \pm 5\text{nm}$ 的 far-UVC LED 芯片结温

≤120℃；实现发光波长 245±5nm 的 far-UVC LED 模组在光刻领域的示范应用≥1 项，实现发光波长 235±5nm 的 far-UVC LED 模组在生物安全消杀领域的示范应用≥2 项；实现相关产品销售≥1 台/套；制订 1 项标准，明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

项目实施期限：2026 年 11 月—2029 年 10 月

项目密级：非密

项目设置及经费需求：

拟支持 1 个项目研究，采用公开竞争方式。

其他来源资金与中央财政资金比例原则上不低于 2:1。

中央财政资金支持方式：事前立项事后补助。

创新分类：产品研发

关键词：深紫外远 C 波段 LED；高铝组分铝镓氮；量子结构；光刻；光生物安全

有关说明：本项目限具备深紫外远 C 波段 LED 研究开发能力的优势单位牵头申报，参研单位必须包含用户单位且不超过 10 家。

5.5 面向激光显示与精密加工的蓝、绿光氮化镓激光器材料产业化技术攻关

研究目标：面向激光显示与精密加工的产业需求，围绕蓝、绿光氮化镓激光器，开展 6 英寸、8 英寸高质量氮化镓单晶衬底材料攻关，突破大功率高可靠性蓝、绿光氮化镓激光

器制备技术，实现氮化镓单晶衬底及外延材料、芯片工艺及封装的自主可控，提升产品竞争力和市场占有率，从核心材料上支撑我国激光显示与精密加工等产业高质量发展。加强标准制订，合理布局高质量专利，有效保护核心研发成果。

本项目设置 2 项课题。

课题 1: 蓝、绿光氮化镓激光器同质外延材料产业化技术攻关

研究内容: 突破激光器核心关键材料氮化镓单晶衬底的产业化制备技术；研究氮化镓单晶衬底材料中穿透线缺陷的亚原子尺度构型与演化机理、晶格失配应力及热应力控制技术、可控掺杂工艺技术；研究亚纳米表面损伤的衬底材料机械化学加工及清洗工艺技术；研究蓝、绿光激光器中量子阱生长与线缺陷、界面应力的耦合规律，突破光场限制波导、P 型掺杂等关键结构的同质外延材料生长技术；实现 6 英寸氮化镓单晶衬底的小批量供货和 8 英寸氮化镓单晶衬底的上机验证。

课题 2: 高可靠性蓝、绿光氮化镓激光器芯片制备及产业化应用技术

研究内容: 突破高可靠性蓝、绿光激光器芯片制备技术，研究量子阱及波导结构、P 型欧姆接触层等同质外延材料对光场限制、欧姆接触等器件工艺参数的影响规律；研究温度对阈值电流、输出功率、寿命等激光器性能参数的影响规律；发展界面键合新技术，研究多芯片集成一体化封装技术，实

现大功率高可靠性蓝、绿光氮化镓激光器在激光显示与精密加工等领域的大批量应用。

项目考核指标:

1. 蓝、绿光氮化镓激光器同质外延材料产业化技术攻关: 6 英寸氮化镓晶体的厚度 $\geq 3\text{mm}$, 穿透线缺陷密度 $\leq 5 \times 10^5 \text{cm}^{-2}$; 6 英寸氮化镓单晶衬底厚度 $\geq 500\mu\text{m}$, 总厚度偏差 $\leq 50\mu\text{m}$, 电阻率 $\leq 15\text{m}\Omega \cdot \text{cm}$, 表面粗糙度 $\leq 0.15\text{nm}$, 产能 ≥ 5000 片/年; 8 英寸氮化镓单晶衬底厚度 $\geq 650\mu\text{m}$, 穿透线缺陷密度 $\leq 1 \times 10^6 \text{cm}^{-2}$, 产能 ≥ 100 片/年; 6 英寸蓝、绿光激光器同质外延层的穿透线缺陷密度 $\leq 5 \times 10^5 \text{cm}^{-2}$, 主波长片内标准差 $\leq 15\text{nm}$ 。下游应用企业采用国产氮化镓单晶衬底(折合 6 英寸)占比 $\geq 80\%$ 。制订 1 项标准, 明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项, 具有自主知识产权。

2. 高可靠性蓝、绿光氮化镓激光器芯片制备及产业化应用技术: 激光精密加工用蓝光($445 \pm 5\text{nm}$)激光器功率(单发光点) $\geq 20\text{W}$, 工作电压 $\leq 4\text{V}$; 激光显示用蓝光($455 \pm 5\text{nm}$)激光器功率(单发光点) $\geq 15\text{W}$, 工作电压 $\leq 4\text{V}$; 激光显示用绿光($525 \pm 5\text{nm}$)激光器功率(单发光点) $\geq 2.5\text{W}$, 绿光($525 \pm 5\text{nm}$)激光器功率(多发光点) $\geq 7\text{W}$, 工作电压 $\leq 4.5\text{V}$; 室温条件下蓝、绿光激光器的 L50 寿命 ≥ 10000 小时。基于 6 英寸氮化镓单晶衬底的激光器芯片产能 ≥ 8000 万颗/年, 下游应用企业采用国产蓝、绿光氮化镓激光器的占比 $\geq 50\%$ 。制订 1 项标准, 明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属

等事项，具有自主知识产权。

项目实施期限：2026 年 11 月—2029 年 10 月

项目密级：非密

项目设置及经费需求：

拟支持 1 个项目研究，采用公开竞争方式。

其他来源资金与中央财政资金比例原则上不低于 3:1。

中央财政资金支持方式：事前立项事后补助。

创新分类：产品研发

关键词：蓝光激光器；绿光激光器；氮化镓晶体

有关说明：本指南限企业牵头申报，项目参研单位必须包含用户单位且不超过 10 家。

5.6 超高纯羟胺和光刻胶用有机溶剂的生产与应用

研究目标：针对超高纯羟胺生产与应用过程中产品批次稳定性不足、包装储运易导致二次污染等行业共性问题，开发高效生产与品质管控技术，实现超高纯羟胺的规模化生产，满足集成电路用清洗液生产要求。针对光刻胶用有机溶剂产品纯度提升困难、金属杂质脱除难度大等技术瓶颈，开发耦合分离纯化技术，实现丙酮、环己酮、N-甲基吡咯烷酮等 3 款光刻胶用有机溶剂的中试，满足 KrF 和 ArF 光刻胶及辅助材料生产要求。加强标准制订，合理布局高质量专利，有效保护核心研发成果。

本项目设置 1 项课题。

研究内容：系统研究工艺波动、包装储运等对产品品质的影响规律，建立全过程质量管理体系，开发高效生产与品质管控技术，实现超高纯羟胺的规模化生产，确保生产过程稳定，解决超高纯羟胺产品一致性、稳定性等问题。开发精馏、吸附等耦合分离纯化技术，解决光刻胶用有机溶剂产品纯度提升困难、金属杂质脱除难度大等技术瓶颈，实现丙酮、环己酮、N-甲基吡咯烷酮等 3 款光刻胶用有机溶剂的中试。

项目考核指标：

1. 实现超高纯羟胺规模化生产，打通并稳定生产工艺，通过不少于连续 3 批次的一致性考核，羟胺含量 $50\pm 2\%$ ，单一金属杂质 $\leq 0.1\text{ppb}$ ， $\text{Cl}^- \leq 5\text{ppm}$ ，装置产能 ≥ 500 吨/年，产品通过用户单位测试验证，实现持续供货，累计销售 ≥ 200 吨。

2. 实现丙酮、环己酮、N-甲基吡咯烷酮等 3 款光刻胶用有机溶剂的中试，有机纯度 $\geq 99.99\%$ ，单一金属杂质 $\leq 0.1\text{ppb}$ ，单一阴离子 $\leq 100\text{ppb}$ ，中试装置规模 ≥ 10 吨/年，实现 3 批次以上稳定制备，产品通过用户单位测试验证，累计使用 ≥ 100 千克/款。

3. 制订 1 项标准，明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

项目实施期限：2026 年 11 月—2029 年 10 月

项目密级：非密

项目设置及经费需求：

拟支持 1 个项目研究，采用公开竞争方式。

其他来源资金与中央财政资金比例原则上不低于 3:1。

中央财政资金支持方式：事前立项事后补助。

创新分类：产品研发

关键词：超高纯羟胺；光刻胶用有机溶剂；丙酮；环己酮；N-甲基吡咯烷酮

有关说明：本指南限企业牵头申报，项目参研单位必须包含用户单位且不超过 10 家。

5.7 高效精密基板关键原材料开发

研究目标：攻克高效精密超薄基板用关键原材料制备核心技术。开展低温共烧陶瓷（LTCC）用玻璃粉体、生瓷带、铜导体浆料、增材制造复合粉体等材料关键技术研究。建立相关产品评价技术规范，完成产品性能评估，基板典型用户国产化率达到 70%；设计重点产品典型应用场景，实现在新一代移动通信、光通信等领域典型应用，玻璃粉体、铜导体浆料等原材料在其下游典型用户单个厂家国产材料占同类材料采购比例超过 50%。加强标准制订，合理布局高质量专利，有效保护核心研发成果。

本项目设置 2 项课题。

课题 1：超薄层厚 LTCC 基板关键原材料技术开发

研究内容：研究玻璃粉的组成与结构设计，揭示玻璃网络结构对本征强度、玻璃软化点温度的协同调控机制；基于优化后玻璃粉，开展系列化粉体设计研究，开发 LTCC 粉体

流延配方体系和烧结工艺参数集，实现陶瓷基板的制备；开展工艺参数的系统性优化研究，实现铜导体浆料的制备；开展国产材料在典型应用环境下使用性能评价，支撑用户端批量应用。

课题 2：高效散热复合微流道基板关键原材料技术开发

研究内容：研究多尺度及多配比粉末设计，形成混合增强粉体体系；研究低膨胀、高热导、高强度复合材料选择性激光熔化（SLM）增材制造成型工艺与原位界面调控技术，解决复合材料热物理-力学性能协同优化难题；开展陶瓷-金属复合微流道散热结构与加工技术研究，实现 SLM 微流道和陶瓷基板微流道复合基板的一体化批量制备；开展国产材料在典型应用环境下使用性能评价，支撑用户端批量应用。

项目考核指标：

1. 超薄层厚 LTCC 基板关键原材料技术开发：（1）玻璃粉：玻璃平均抗弯强度 $\geq 200\text{MPa}$ （品种 1），玻璃平均抗弯强度 $\geq 100\text{MPa}$ （品种 2），平均粒径 D50 $1\sim 3\mu\text{m}$ ，玻璃软化温度 $600^{\circ}\text{C}\sim 800^{\circ}\text{C}$ ；（2）系列化粉体制备的 LTCC 基板：流延配方体系 ≥ 2 种，烧结工艺参数集 ≥ 2 种，生瓷带最薄单层厚度 $50\pm 2\mu\text{m}$ ，基板平均抗弯强度 $\geq 400\text{MPa}$ （品种 1）和 $\geq 200\text{MPa}$ （品种 2），基板介电常数 $D_k 6\sim 8$ （@1MHz）（品种 1）和 $D_k 3\sim 6$ （@1MHz）（品种 2）；（3）铜导体浆料：方阻 $\leq 3\text{m}\Omega/\square$ ，细度 $\leq 5\mu\text{m}$ ，附着力 $\geq 10\text{N}$ ；（4）粉体等产品评价技术规范 ≥ 3

份，产品性能检验报告 ≥ 3 份，基板在通讯行业头部典型用户采购中国国产化率达到 70%。基板年产能达到 2 万只，实现在新一代移动通信、光通信等领域的批量应用，玻璃粉、铜导体浆料等原材料在其下游典型用户单个厂家国产材料占同类材料采购比例超过 50%。制订 1 项标准，明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

2. 高效散热复合微流道基板关键原材料技术开发：（1）增材制造复合粉体：粉体粒径（微米级，D50 1-3 μm ；纳米级，D50 40-60nm），膨胀系数 $\text{CTE} \leq 16\text{ppm/K}$ ，热导率 $\geq 180\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，抗拉强度 $\geq 300\text{MPa}$ ；（2）陶瓷-金属异质复合微流道基板：嵌入式分层微流道层数 ≥ 3 层，复合微流道介质材料种类 ≥ 2 种，热流密度 $\geq 500\text{W}/\text{cm}^2$ （芯片温度 $\leq 125^\circ\text{C}$ ）；复合微流道基板年产能达到 5000 只；（3）粉体等产品评价技术规范 ≥ 2 份，产品性能检验报告 ≥ 2 份，基板典型用户国产化率达到 70%。实现在新一代移动通信、光通信等领域的批量应用，增材制造粉体等原材料在其下游典型用户单个厂家国产材料占同类材料采购比例超过 50%。明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

项目实施期限：2026 年 11 月—2029 年 10 月

项目密级：非密

项目设置及经费需求：

拟支持 1 个项目研究，采用公开竞争方式。

其他来源资金与中央财政资金比例原则上不低于 3:1。

中央财政资金支持方式：事前立项事后补助。

创新分类：产品研发

关键词：玻璃粉；铜导体浆料；超薄层厚 LTCC 基板；
增材制造复合粉体；陶瓷-金属异质复合微流道基板

有关说明：项目参研单位必须包含用户单位且不超过 10 家。

六、稀土新材料

6.6 石化用稀土催化材料开发及应用验证

研究目标：针对石化烟气脱硝、丙烷脱氢和乙苯脱氢等石油化工用稀土催化材料自主保障能力不足的现状，开发石化烟气脱硝用新型稀土分子筛基催化材料、丙烷脱氢用新型稀土改性氧化铝材料和乙苯脱氢用新型稀土改性铁系催化材料，并开发基于以上材料的规模化应用技术，进而提升我国石油化工用稀土催化材料的研发能力。加强标准制修订，合理布局高质量专利，有效保护核心研发成果。

本项目设置 3 项课题。

课题 1：石化烟气脱硝用稀土催化材料开发与应用

研究内容：创制高活性、高稳定性的宽温域无钒稀土改性分子筛基烟气脱硝催化材料，开发稀土改性分子筛基烟气脱硝催化材料绿色和批量化制备新技术，实现石化烟气脱硝催化材料钒金属替代；基于稀土改性分子筛基催化材料开发石化烟气脱硝催化剂组件，建设催化剂组件生产线，实现示范应用。

课题 2：丙烷脱氢用稀土催化材料开发与应用

研究内容：创制高强度、大孔容的丙烷脱氢用稀土改性氧化铝材料，开发稀土改性氧化铝材料批量化制备和成型新技术，建设稀土改性氧化铝材料生产线；突破稀土改性氧化铝负载铂族金属的高稳定分散与减量技术；开展稀土改性氧化铝材料与丙烷脱氢低铂族金属催化工艺、装备的适配性研

究，在丙烷脱氢中实现规模化应用。

课题 3：乙苯脱氢用新型稀土催化材料及关键制备技术

研究内容：开展晶粒孔堆积调控机理解析和活性位点结构设计机制研究，创制高活性、高选择性的乙苯脱氢用新型稀土改性铁系催化材料，开发稀土改性铁系催化材料批量化制备和成型新技术；开展稀土改性铁系催化材料在低反应温度和低水油比乙苯脱氢工艺中的应用技术研究，并通过应用验证。

项目考核指标：

1. 石化烟气脱硝用稀土催化材料开发与应用：创制适用于宽温域（170℃-550℃）、不同 NO_x 浓度（100-1500ppm）石化烟气脱硝的无钒稀土改性分子筛基催化新材料，在空速为 3000-7000h⁻¹、SO₂ 含量为 10-100ppm、H₂O 含量为 5vol%-20vol%时，满足 NO_x 超低排放要求（<50mg/m³）。建成 1000 吨/年稀土改性分子筛基催化材料生产线；基于稀土改性分子筛基催化材料研发出整体蜂窝式催化剂、涂覆蜂窝式催化剂和脱硝除尘一体化复合组件，建成年产 3000 立方米的蜂窝式催化剂和年产 20 万平方米的除尘一体化复合组件的示范线，在工业装置上得到应用，NO_x 脱除率>90%。

2. 丙烷脱氢用稀土催化材料开发与应用：丙烷脱氢用稀土改性氧化铝材料强度>40N、堆密度为 0.58-0.70g/mL、孔容>0.6mL/g，占比≥98%的颗粒粒度为 1.5-2.0mm、占比<0.1%的颗粒粒度<1.4mm，并建成年产能>500 吨的生产线，基于稀

土改性氧化铝材料制备的丙烷脱氢催化剂铂族金属含量降至 0.28wt% 以下；基于稀土改性氧化铝材料制备的低铂族金属含量丙烷脱氢催化剂在十万吨级工业装置上规模化应用，丙烷单程转化率 >32%，丙烯选择性 >85%。

3. 乙苯脱氢用新型稀土催化材料及关键制备技术：开发出新型高性能稀土改性铁系催化材料，实现年产百吨级批量稳定制备，稀土改性铁系催化材料挤压成型并经 600℃/4h 高温焙烧后，比表面积 $\geq 4\text{m}^2/\text{g}$ ，抗压强度 $\geq 110\text{N}$ ；在 600-620℃ 反应温度、水油比 <1.1 条件下实现乙苯单程转化率 $\geq 65\%$ ，苯乙烯单程选择性 $\geq 95\%$ ，在工业装置上通过应用验证。

4. 项目形成不少于 3 项标准（征求意见稿），明确专利等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

项目实施期限：2026 年 11 月—2030 年 6 月

项目密级：非密

项目设置及经费需求：

拟支持 1 个项目研究，采用公开竞争方式。

其他来源资金与中央财政资金比例原则上不低于 3:1。

中央财政资金支持方式：事前立项事后补助。

创新分类：产品研发

关键词：石化烟气脱硝；丙烷脱氢；乙苯脱氢；稀土系催化材料；应用示范

有关说明：本指南限企业牵头申报，项目参研单位必须包含用户单位且不超过 10 家。

七、材料基因工程

7.1 人工智能加速的跨尺度和集成计算设计新方法、软件开发和应用

研究目标：面向前沿新材料和具身智能用合金设计中对大尺寸、动态演化、外场响应等复杂体系的计算需求，发展跨尺度计算和集成计算设计新算法及软件产品，突破基于多源计算数据的跨体系集成计算设计方法和跨域多智能体协同决策技术，应用于新材料的发现和优化设计。合理布局高质量专利，有效保护核心研发成果。

本项目设置 4 项课题。

课题 1：人工智能加速的材料高效计算方法、软件与应用

研究内容：面向大尺寸和多场响应条件下材料计算中精度、规模与效率难以兼顾等问题，发展人工智能与物理模型融合的材料高效计算方法与软件。发展 AI 加速的多电子薛定谔方程和大规模电子结构求解方法，构建哈密顿量、电子密度及光电热磁响应的机器学习模型，支持从材料结构到电子结构及多场响应性质的高效预测；研究物理约束神经网络和神经算子等 AI 加速的偏微分方程求解方法，支持相场、扩散、传热等耦合方程的高效计算。形成自主知识产权软件，开展规模化计算、验证和迭代，应用于空间动力系统用金属工质、制冷压卡等前沿新材料的发现和设计。

课题 2：跨时空尺度和耦合物理场分子动力学模拟方法和软件

研究内容: 针对新材料研发中跨时空尺度计算设计需求, 依托自主知识产权分子动力学模拟软件, 发展融合人工智能的全原子-粗粒化多尺度耦合、高效增强采样与时间加速、物理场耦合等算法, 突破跨时空尺度计算和非平衡分子动力学模拟技术; 开发支持电荷转移、电子极化等复杂物理化学环境材料模拟的高精度机器学习势函数, 支持外加物理场耦合下材料结构和性能计算模拟; 开展软件产品的规模化计算、验证和迭代。

课题 3: 高性能长寿命轻合金的跨尺度集成计算设计和制造

研究内容: 面向高性能、长寿命轻合金的高效计算设计和产品开发需求, 研究轻合金体系机制模型的矩阵式参数标定方法, 建立多尺度数据的网络式链接算法与集成式模块; 突破各尺度机制数据间的高效联用技术和基于数据链的跨尺度集成计算设计技术, 应用于高强抗疲劳增材制造钛合金、高强耐磨轻质复合材料的设计和制造。

课题 4: 面向分布式数据的具身智能用新合金设计算法与产品开发

研究内容: 面向新一代具身智能用新合金的系统性高效率开发需求, 发展针对材料制备、加工工艺流程和服役行为评价的多源、多标准和多模态数据的统一表达算法, 开发合金体系计算智能体和跨合金体系多智能体协同决策技术, 突破基于本地训练和跨域协同的闭环优化技术, 应用于关节模

组无框力矩电机用软磁合金、具身机器人铰链用超高强钢等新合金的设计与制造。

项目考核指标:

1. 人工智能加速的材料高效计算方法、软件与应用: 开发 AI 加速的电子结构计算方法 ≥ 4 项 (含多电子薛定谔方程求解、哈密顿量、电荷密度和能带预测等), 电子结构计算效率比传统自洽计算方法提升 10 倍以上, 实现 10^4 原子规模体系的快速电子结构预测, AI 预测哈密顿量精度达到毫电子伏特级别; 开发 AI 加速的多场耦合偏微分方程求解程序 1 套, 计算效率相比传统数值方法提升 2 个数量级; 软件产品支持光电热磁等多物理场耦合响应计算, 在新材料大数据中心统一门户集成和开放使用; 应用于 2 种以上新材料发现设计, 其中稳定性溶解压卡制冷材料中压卡熵变 $\geq 500\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ 、绝热温变 $\geq 20\text{K}$ 、驱动压力 $\leq 0.2\text{GPa}$ 、循环寿命 $\geq 10^4$ 次; 金属工质材料电离能 $\leq 520\text{kJ/mol}$, 离子密度 $\geq 10^{21}\text{m}^{-3}$, 电极工作温度降幅大于 200°C , 应用于新一代百千瓦电推进系统; 明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项, 具有自主知识产权。

2. 跨时空尺度和耦合物理场分子动力学模拟方法和软件: 实现原子—电子耦合、跨空间尺度和跨时间尺度等 4 项新增功能, 势函数支持电荷转移等 4 种新场景, 软件产品支持金属、无机非金属和高分子等 3 类材料的计算研究, 主要功能、计算效率和计算精度达到国际同类软件水平; 软件在新材料

大数据中心统一门户集成和开放使用，有效用户 ≥ 500 ；明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

3. 高性能长寿命轻合金的跨尺度集成计算设计和制造：建立覆盖 4 种尺度的集成计算方法，形成各尺度机制联用算法与合金设计算法的新功能模块 ≥ 3 个，完成软件集成和 2 类材料设计与验证，其中增材制造钛合金屈服强度 $>1200\text{MPa}$ ， 1×10^7 周次下旋转弯曲疲劳强度 $>500\text{MPa}$ ；轻质复合材料密度 $<2.9\text{g/cm}^3$ ，弹性模量 $>95\text{GPa}$ ，抗拉强度 $>700\text{MPa}$ ，延伸率 $\geq 7\%$ ，室温干摩擦条件下复合材料耐磨损性能较标准热处理态 7075 铝合金提高 20 倍以上；明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

4. 面向分布式数据的具身智能用新合金设计算法与产品开发：建立具身智能用功能合金独立子集式数据库 3 套，数据挖掘、性能预测和多智能体计算设计算法 10 套。完成 2 类材料设计与验证，其中铰链用超高强钢的时效态盘条抗拉强度 $\geq 2.85\text{GPa}$ ，延伸率 $\geq 6\%$ ， 10^7 周次疲劳强度 $\geq 850\text{MPa}$ ；特种软磁合金厚度 $\leq 0.2\text{mm}$ ，抗拉强度 $>350\text{MPa}$ ，延伸率 $>15\%$ ，磁感应强度 $B_{10000} \geq 1.88\text{T}$ ，铁损 $P_{1.5/400} \leq 35\text{W/kg}$ ，销量 ≥ 100 吨，应用于机器人 ≥ 10000 台；明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

项目实施期限：2026 年 11 月—2029 年 10 月

项目密级：非密

项目设置及经费需求：

拟支持 1 个项目研究，采用公开竞争方式。

其他来源资金与中央财政资金比例原则上不低于 2:1。

中央财政资金支持方式：事前立项事后补助。

创新分类：其他保障

关键词：跨尺度计算；集成计算材料工程；自主知识产权软件；合金

有关说明：项目参研单位数量不超过 20 家。

7.2 无机非金属和高分子材料计算数据资源平台建设与应用

研究目标：面向先进建筑材料在设计、制备、加工和服务全链条中的计算仿真与数据驱动研发需求，建立典型无机非金属材料和高分子材料的高效计算能力体系，发展融合物理信息的机器学习代理模型、基于主动学习的高通量自主计算等关键技术，集成国产材料计算设计软件，建成数据量丰富、持续运行、开放共享的先进建材计算数据资源平台，服务于低热水泥、石英玻璃、红外硫系玻璃、高性能纤维及其高分子基复合材料等典型先进建材的高效研发和工程示范应用。合理布局高质量专利，有效保护核心研发成果。

本项目设置 2 项课题。

课题 1：无机非金属材料计算数据资源平台典型应用

研究内容：针对典型无机非金属材料在设计、制备、加工和服役过程中涉及的结构演化、缺陷调控和热-力-化学多场耦合等问题，发展多目标约束下的材料高维成分和结构空间计算高效筛选、面向材料制备和加工工艺的多物理场耦合集成计算设计、融合物理信息神经网络与跨尺度计算的一体化设计等新方法，突破基于主动学习等人工智能方法的高通量自主计算技术，建设无机非金属材料计算数据资源平台，支持无机非金属材料成分结构和工艺参数的高效设计，应用于低热水泥、石英玻璃、红外硫系玻璃等典型无机非金属材料的高效研发。

课题 2: 高性能纤维及其高分子基复合材料计算数据资源平台建设和应用

研究内容：面向高端装备对高分子、高性能纤维及其复合材料数字化研发需求，发展多层级跨尺度建模与数据映射算法和软件，突破多组分树脂配方适配、纤维成分及表界面调控设计、热历史-工艺参数耦合、固化缺陷生成与演化、机加工结构损伤等计算仿真技术，构建涵盖材料组分、界面特征、制造工艺、缺陷结构、力学性能、服役参数的计算数据资源体系，建设高性能纤维及其高分子基复合材料计算数据资源平台，应用于高分子树脂和高性能纤维配方优化、复合材料成型工艺窗口筛选和构件服役性能预测，服务于航空、航天、深海领域高端复合材料的数字化设计与精益化制造。

项目考核指标：

1. 无机非金属材料计算数据资源平台典型应用：集成国产无机非金属材料计算设计软件 ≥ 10 件，开发出基于人工智能的材料成分、工艺和服役性能计算设计新方法 3 种，建成无机非金属材料计算数据资源平台 1 个，数据量 ≥ 100 万条，建立专门运行机构，保障平台持续运行和数据持续积累，达到新材料大数据中心节点建设要求，与主平台实现数据融通；研制出低热水泥、石英玻璃、红外硫系玻璃等 3 种新材料，其中 1 种在雅下工程实现示范验证；明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

2. 高性能纤维及其高分子基复合材料计算数据资源平台建设和应用：集成国产高分子树脂、高性能纤维及其复合材料计算设计软件 ≥ 5 件，开发计算建模、配方设计和工艺仿真新方法 4 种；建成标准化、结构化、可溯源的高性能纤维及其高分子基复合材料计算数据资源平台 1 个，数据量 ≥ 100 万条；建立专门运行机构，保障平台持续运行和数据持续积累，达到新材料大数据中心节点建设要求，与主平台实现数据融通；研制 2 种适配航空航天深海装备的新型高性能纤维及其高分子基复合材料，其中 1 种实现水下工程示范验证，建成 1 条 5000 吨/年的特种玻璃纤维生产线；明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

项目实施期限：2026 年 11 月—2029 年 10 月

项目密级：非密

项目设置及经费需求：

拟支持 1 个项目研究，采用公开竞争方式。

其他来源资金与中央财政资金比例原则上不低于 3:1。

中央财政资金支持方式：事前立项事后补助。

创新分类：其他保障

关键词：计算数据资源平台；高分子材料；无机非金属材料；建筑材料

有关说明：项目参研单位数量不超过 15 家。

7.3 典型功能与结构材料数字化制备技术与智能实验装备

研究目标：面向重大装备、医疗健康等领域对功能与结构材料性能提升与精准制造的需求，发展数字化的构件铸锻和医用内植物 3D 打印技术和智能实验装备，开发智能体驱动的制备工艺流程自主寻优方法，在大尺寸铸锻构件和医用结构功能一体化材料的性能提升和制造优化中取得工程应用。加强标准制修订，合理布局高质量专利，有效保护核心研发成果。

本项目设置 2 项课题。

课题 1：基于多智能体协同的大尺寸复杂铸锻构件数字化设计制造关键技术与应用

研究内容：针对大型复杂铸锻构件制造面临的跨工序强耦合、工艺窗口窄、组织性能控制难及试制周期长等痛点问题，构建计算、加工与表征多智能体协同的分布式智能创制

系统；研究成分—工艺—形性控制—性能响应关联关系，发展机理模型与数据驱动融合的快速预测与多目标优化方法，打造金属热加工工艺智能化仿真设计与数字孪生平台；重点突破领域知识增强大模型支持的多智能体协同机制，实现复杂加工任务全局寻优、最优工艺自主生成及缺陷风险预警，并通过多智能体驱动热加工自动化实验与多模态在线表征闭环，实现多元异构数据自动采集、多维校核与模型自适应进化；开展典型零件的示范应用验证，形成大尺寸铸锻构件工艺智能设计与形性精准调控的群智演化热制造新范式。

课题 2: 医用结构功能一体化构件数字化 3D 打印技术及智能实验装备

研究内容: 面向医疗健康领域高端植入式医疗器械发展需求，瞄准金属内植物构件的材料活性成分精准设计、形状尺寸定制化加工、微观缺陷精准控制及生物相容性和可吸收性等关键目标，研发医用结构功能一体化内植物构件的数字化 3D 打印技术及智能实验装备，实现融合人工智能模型和 CT 成像数据的可吸收金属内植物构件智能设计验证；开发可吸收金属内植物构件的定制建模与制造工艺过程的数字孪生等关键技术，突破金属内植物构件的精准制造、功能特性的精准预测、力学特性的精准调控等技术瓶颈；开展医用结构功能一体化可吸收金属内植物构件的高效研发和应用示范，解决金属内植物活性材料的生物相容性、可吸收性和可显影性之间相互矛盾的临床难题。

项目考核指标:

1. 基于多智能体协同的大尺寸复杂铸锻构件数字化设计制造关键技术与应用: 建成大型复杂铸锻件热加工智能研发系统 1 个, 集成计算、建模、实验、表征和工艺决策等不少于 5 类智能体, 研制出新型自动实验与在线表征装备 1 台套, 集成热模拟、凝固模拟、热处理、组织表征和在线监测等不少于 5 类功能; 建立大尺寸铸锻构件工艺库及数字孪生平台 1 套, 覆盖不少于 4 类合金体系、3 类热加工工艺和 5 类典型构件, 高风险缺陷位置预测吻合度 $\geq 90\%$, 典型组织性能预测误差 $\leq 10\%$; 建立多智能体协同驱动的生成方案—加工/表征验证—工艺窗口修正迭代流程, 工艺模型参数校核周期缩短 30% 以上, 典型工艺有效验证轮次减少 30% 以上; 取得不少于 3 类大型复杂铸锻件示范应用, 研发周期缩短 20% 以上, 废品率或返修率降低 20% 以上, 至少 1 类构件通过近服役或等效考核; 明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项, 具有自主知识产权。

2. 医用结构功能一体化构件数字化 3D 打印技术及智能实验装备: 研制出医用结构功能一体化内植物构件数字化 3D 打印智能实验装备 1 台套, 从建模设计到打印成型的周期缩短 50% 以上; 开发出数字化 3D 打印智能体软件 1 件, 能够根据植入物服役需求逆向设计植入体材料成分和几何结构特征, 并根据植入体材料和结构特征智能推荐打印工艺, 结构和尺寸打印精度 $\leq 0.1\text{mm}$; 研发出生物相容性良好、可吸收、

可显影的锌基内植物材料 ≥ 2 种，抗拉强度 $\geq 550\text{MPa}$ 、抗压强度 $\geq 600\text{MPa}$ 、断后伸长率 $\geq 45\%$ 、相对密度 $\geq 99\%$ ，样品于室温（ $23 \pm 2^\circ \text{C}$ ）、相对湿度 40%-60%的干燥、避光环境中储存 6 个月内（期间避免受潮、阳光直射及腐蚀影响）抗拉强度、抗压强度及断后伸长率保持率 $\geq 90\%$ ，实现骨科临床应用示范不少于 15 例，材料研发到应用验证的周期缩短 60%以上、成本降低 30%以上；制修订不少于 1 项标准，明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

项目实施期限：2026 年 11 月—2029 年 10 月

项目密级：非密

项目设置及经费需求：

拟支持 1 个项目研究，采用公开竞争方式。

其他来源资金与中央财政资金比例原则上不低于 2:1。

中央财政资金支持方式：事前立项事后补助。

创新分类：其他保障

关键词：数字化制造；工艺自主优化智能体；大型复杂铸锻件；医用内植物 3D 打印

有关说明：项目参研单位数量不超过 15 家。

申报要求：项目申报团队需具备大型复杂铸锻件设计、制造、评价，生物应用材料研究、转化和临床应用能力。研制过程应充分利用新材料大数据中心数据资源，生成的材料

计算和实验数据汇交至新材料大数据中心主平台，支撑相关领域材料科技数据资源节点建设。

7.4 复杂工程构件多参量高效表征评价与服役性能提升

研究目标：面向能源电力、轨道交通、航空航天等极端服役工况下，大型复杂工程构件质量控制与服役性能提升对高效评价及数据驱动决策技术的迫切需求，开发复杂工程构件成分、组织、缺陷、残余应力、服役性能等多参量高效表征评价方法和装置，突破宏观-微观-纳观跨尺度协同表征、多源异构数据融合、服役性能智能预测与退化评估等关键技术，实现表征评价结果反向驱动材料设计和制备工艺优化的数据闭环，支撑复杂工程构件高效表征评价与服役性能提升。加强标准制修订，合理布局高质量专利，有效保护核心研发成果。

本项目设置 1 项课题。

研究内容：面向能源电力、轨道交通、航空航天等极端服役工况，发展复杂工程构件成分、组织、缺陷、残余应力、服役性能等多参量高效表征评价方法，建立宏观-微观-纳观跨尺度协同表征体系；研究多源异构表征数据的标准化获取与智能融合技术，建立跨尺度、多模态表征数据的统一描述规范与全服役周期多参量数据库；揭示构件成分-组织-性能-服役寿命的跨尺度统计映射规律，构建数据驱动的数字化统计映射关联模型，实现服役性能智能预测与退化规律评估；建

立表征评价结果反向驱动材料设计和制备工艺优化的数据闭环，实现面向服役性能提升的智能决策方法；开发多参量协同分析的智能表征评价数据平台，在能源电力、轨道交通、航空航天等高端制造领域典型构件实现高效表征评价与服役性能提升验证。

项目考核指标：

建立宏观-微观-纳观跨尺度协同表征方法 1 套，开发出复杂全尺寸构件跨尺度、多参量高效表征评价装置 1 台套，实现成分、组织、缺陷、残余应力、服役性能等不少于 5 个关键参量的高效表征；构建全服役周期多参量数据库 1 套，数据量 ≥ 100 万条，制定多源异构表征数据统一描述规范 1 项，数据资源纳入新材料大数据中心体系，达到节点建设要求，与主平台实现融通，数据质量符合完整性、准确性、可靠性、可用性；开发数字化原位统计映射关联模型，实现服役性能智能预测，预测精度不低于 90%；开发多参量协同分析的智能表征评价数据平台 1 套，实现 TB 级多参量数据映射；应用于能源电力、轨道交通、航空航天等 3 个以上领域 5 类典型工程构件的质量评价和服役性能提升，表征评价效率提升 50%以上，构件关键服役性能指标提升不低于 10%；制修订不少于 5 项标准，明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

项目实施期限：2026 年 11 月—2029 年 10 月

项目密级：非密

项目设置及经费需求：

拟支持 1 个项目研究，采用公开竞争方式。

其他来源资金与中央财政资金比例原则上不低于 2:1。

中央财政资金支持方式：事前立项事后补助。

创新分类：其他保障

关键词：复杂工程构件；多参量表征；数据驱动；统计映射关联；服役性能提升

有关说明：项目参研单位数量不超过 10 家。

7.5 材料语料库与通用基础大模型构建

研究目标：围绕新材料大数据中心建设和人工智能+材料研发范式推广，针对通用语言大模型在材料领域存在的知识体系覆盖不系统、机理认知不深入、复杂构效关系推理能力不足等问题，建设覆盖金属材料、无机非金属材料、高分子及复合材料等知识体系的全门类材料语料库，为材料领域通用基础大模型发展奠定基础。结合新材料大数据中心的数据资源优势，构建材料科学基础大模型，提升大模型对材料科学知识的理解与推理计算能力，为新材料研发设计提供人工智能基础底座支撑。针对材料专业领域组织与结构设计过程中多尺度耦合复杂、结构形成机制难以统一建模的问题，构建材料多尺度组织-结构图像生成预训练模型，实现材料组织-结构从图像表征、预测到生成设计的一体化建模能力，为面

向新材料研发的组织-结构设计提供基础模型支撑。加强标准制修订，合理布局高质量专利，有效保护核心研发成果。

本项目设置 3 项课题。

课题 1：材料语料标准与语料库建设

研究内容：构建材料通用基础大模型多维度评测基准与方法，开发自动化评测工具，形成支撑材料领域垂类大模型统一评价的标准体系。建设覆盖金属材料、无机非金属材料、高分子及复合材料等全门类材料知识体系的语料标准和高质量语料库，研发高质量问答对和思维链语料生成技术、面向材料小样本语料场景的多模态知识高效预训练技术等，形成覆盖基础概念理解、标准技术规则识别、科学计算等类型的专题语料库，形成可动态演进的语料库发展机制。

课题 2：材料通用基础大模型构建

研究内容：研究材料通用基础大模型架构与建设技术路线，突破数据与机理协同驱动的预训练机制、多模态材料数据对齐与表征技术，以及工具调用与外部计算引擎的协同方法和多层次框架，构建材料科学通用基础大模型，实现材料科学基础知识理解、理论推演计算和研发规划。

课题 3：材料多尺度组织/结构图像生成式预训练模型

研究内容：面向金属结构和金属功能材料等体系，围绕微观组织、缺陷结构、相组成等关键要素，融合实验表征图像数据、数值模拟数据及性能响应数据，研发面向多尺度组织-结构图像的表示学习、物理一致性约束生成及结构-性能关

联建模等关键技术；针对数据稀疏场景，研究机理嵌入的组织-结构图像预训练技术、模型蒸馏和迁移等技术，构建材料多尺度组织结构图像生成式预训练模型，实现材料多尺度图像的表示、预测和生成式设计；构建兼顾预测精度和物理保真度的金属材料多尺度图像模型多维度评测基准与方法，开发自动化评测工具，形成支撑金属材料图像预训练模型的统一评价标准体系。

项目考核指标：

1. 材料语料标准与语料库建设：构建覆盖金属、无机非金属材料、高分子、复合材料的全门类语料库，涵盖基础概念理解、科学计算等专题语料，构建材料基础大模型多维度评测体系，制修订不少于 2 项标准，明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

2. 材料通用基础大模型构建：建成材料科学基础大模型 1 套，基于评测基准，材料专业知识问答准确率>90%、辅助理论计算成功率>85%；在新材料大数据中心应用，指导研发 4 种新材料，大模型在典型材料研发场景中实现应用。明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

3. 材料多尺度组织/结构图像生成式预训练模型：建成覆盖典型金属结构材料和金属功能材料等多尺度组织结构预训练模型不少于 3 套，基于评测基准，材料图像的像素预测准确率>90%、生成图像的物理保真度>85%；突破多尺度组织结

构高保真表示与物理一致性生成关键技术不少于 2 项，形成软件 1 项，在新材料大数据中心统一门户集成和开放使用；构建金属材料多尺度组织预训练模型的多维度评测体系，制修订不少于 2 项标准；指导研发 2 种新材料，模型在典型材料研发场景中实现应用；明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

项目实施期限：2026 年 11 月—2029 年 10 月

项目密级：非密

项目设置及经费需求：

拟支持 1 个项目研究，采用定向择优方式。定向择优范围为新材料大数据中心主平台建设单位。

其他来源资金与中央财政资金比例原则上不低于 2:1。

中央财政资金支持方式：事前立项事前补助。

创新分类：其他保障

关键词：材料语料库；材料大模型；模型基准；组织/结构预训练模型

有关说明：项目参研单位数量不超过 20 家。

7.6 典型材料产品制备加工数字孪生系统构建与应用

研究目标：构建典型金属构件加工与高纯石英棒材连熔制备过程数字孪生系统，揭示金属材料塑性成形中微观组织与流变协同演化规律及石英棒材连熔制备过程中杂质输运与缺陷演化规律。通过建立模型驱动的闭环控制体系，形成工

艺优化与实时调控能力，并建设对应的数字孪生智能示范生产线，实现复杂材料产品的高效设计与制造。相关成果将为航空航天、新能源汽车、高算力芯片及光电子等领域的关键材料数字化制造提供关键技术支撑。合理布局高质量专利，有效保护核心研发成果。

本项目设置 2 项课题。

课题 1: 金属材料成形数字孪生系统迁移泛化关键技术与应用验证

研究内容: 围绕材料加工闭环控制全过程，揭示塑性成形过程中多物理场耦合作用下不同材料微观组织与流变行为协同演化的共性规律，研发材料加工过程多尺度/全过程实时仿真技术、多物理场快速重构与产品质量预测等关键技术；阐明不确定性扰动下数字孪生虚实一致性保持与稳定闭环调控机理，建立虚实动态映射与鲁棒反馈控制方法，构建具备多材料泛化能力的材料加工数字孪生闭环调控平台，建成面向高端材料金属构件成形的数字孪生智能生产线。

课题 2: 高算力芯片用石英棒材熔制工艺数字孪生系统关键技术研发

研究内容: 针对半导体产业对第三代低介电电子布（Q 布）等关键基础材料的迫切需求，聚焦上游高纯石英棒材连熔工艺中 2000℃以上高温炉膛“黑箱”难题，研究连熔炉内多物理场耦合建模与实时重构方法，融合多源感知数据实现三维温度场高精度动态可视化；研究杂质输运与缺陷演化动

态预测技术，建立工艺参数与棒材纯度、成分与微观组织均匀性的高置信度关联模型；开发基于数字孪生的工艺自适应优化与闭环控制技术，构建软硬件一体化平台，在不少于 1 条生产线上实现工程化验证。

项目考核指标：

1. 面向金属材料成形数字孪生系统迁移泛化关键技术与应用验证：研制不少于 2 种金属材料的多尺度/全过程数字孪生共性底座平台 1 套，在航空、航天、新能源汽车等 3-5 种典型金属构件进行应用，实现复杂产品良品率达到 98%、尺寸精度波动范围缩小 20%以上、产品锻造质量一致性变异系数 C_v 值下降 25%。明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

2. 高算力芯片用石英棒材熔制工艺数字孪生系统关键技术研发：建成 1 套高纯石英棒材连熔炉数字孪生系统，具备实时状态可视化、质量在线预测、工艺参数优化推荐及闭环控制接口功能，实现炉内关键物理场分布的秒级更新，炉内关键区域三维温度场预测平均绝对误差 $\leq 1\%$ 。建立一套考核评价模型，在不少于 1 条高纯石英棒材及拉丝生产线上完成验证，目标棒材产品的关键杂质总含量波动范围控制在 $\pm 10\%$ 以内，产品综合良品率提升 $\geq 10\%$ ；通过工艺优化，实现石英砂利用率由 50%提高至 75%以上；明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

项目实施期限：2026 年 11 月—2029 年 10 月

项目密级：非密

项目设置及经费需求：

拟支持 1 个项目研究，采用公开竞争方式。

其他来源资金与中央财政资金比例原则上不低于 3:1。

中央财政资金支持方式：事前立项事后补助。

创新分类：其他保障

关键词：实时仿真；产品质量预测；闭环调控；数字孪生技术；数字孪生生产线

有关说明：项目参研单位数量不超过 10 家。

7.7 数据和知识双驱动联邦学习赋能先进电子陶瓷材料研发与器件制造及应用

研究目标：面向电子陶瓷材料中成分-结构-性能-服役特性关联复杂及关键性能指标相互制约等难题，发展数据与知识双驱动的材料智能研发与制造新技术。围绕先进电子陶瓷材料，开发性能预测、逆向设计与自主优化模型，构建融合设计、制备、表征与决策的智能实验平台，形成数据与知识双驱动的材料研发智能体与自主迭代优化体系。实现高性能电子陶瓷材料的智能研发与制造，并在超高比容多层陶瓷电容器（MLCC）、高可靠高精度压电驱动器等器件中开展应用验证。加强标准制修订，合理布局高质量专利，有效保护核心研发成果。

本项目设置 1 项课题。

研究内容：研究基于高通量智能实验的电子陶瓷材料数据生产、数据规范化、数据汇聚及多模态数据的联邦学习技术；基于大数据和领域知识，发展电子陶瓷材料多目标性能预测、逆向设计和服役寿命预测模型；开发“设计-制备-表征-决策”全流程智能运行的电子陶瓷智能体，研究功能陶瓷材料智能体的自主决策、执行与闭环迭代技术；基于智能化平台和方法，开展介电陶瓷、压电陶瓷等先进电子陶瓷材料研发，实现其在高端元器件中的产业化应用验证。

项目考核指标：

建立 10 个以上电子陶瓷材料数据模板，入库数据量 10 万条以上；构建 ≥ 5 家单位的联邦学习联合体，开发 3 个以上电子陶瓷材料性能预测、逆向设计和服役寿命预测模型、1 个以上电子陶瓷研发智能体；研制出具有自主知识产权的电子陶瓷材料 ≥ 5 种，其中高比容 MLCC 介电陶瓷粉体平均晶粒尺寸 $\leq 200\text{nm}$ 、室温介电常数 ≥ 4000 、 -55°C - 125°C 温度范围内介电常数变化率 $\leq \pm 15\%$ ，绝缘电阻 $\geq 1 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{m}$ ；高可靠压电陶瓷压电系数 $d_{33} \geq 30\text{pC/N}$ ，温度变化率 $\leq 5\%$ （ 25°C - 500°C ）、在 500°C 和 30MPa 压力下服役时长 $\geq 10000\text{h}$ （服役前后 d_{33} 变化率 $\leq 10\%$ ）；至少通过 3 类典型电子元器件实现产业应用验证，其中 MLCC 元件介质层烧结厚度 $\leq 2\mu\text{m}$ ，层数 ≥ 350 层，比容量 $> 2\mu\text{F}/\text{mm}^3$ ；开发的元器件实现产值 1 亿元以上；明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

项目实施期限：2026 年 11 月—2029 年 10 月

项目密级：非密

项目设置及经费需求：

拟支持 1 个项目研究，采用公开竞争方式。

其他来源资金与中央财政资金比例原则上不低于 2:1。

中央财政资金支持方式：事前立项事后补助。

创新分类：其他保障

关键词：数据和知识双驱动；电子陶瓷；智能研发与制造技术

有关说明：项目参研单位数量不超过 10 家。

7.8 深远海油气资源开发关键材料极端环境服役高效评价集成应用平台

研究目标：面向深远海油气资源开发和我国能源安全保障对关键材料安全长寿服役的重大需求，建设深远海苛刻工况环境油气资源开发与重大工程建设关键材料性能验证、服役评价和失效分析的高效集成试验平台，加速深远海重大工程关键材料自主研发、制造与工程化应用。合理布局高质量专利，有效保护核心研发成果。

本项目设置 1 项课题。

研究内容：针对深远海油气资源开发中关键材料在苛刻工况服役环境下的腐蚀、断裂、疲劳等失效风险，开发和集成高温、高压、高含 H_2S — CO_2 、高盐、深远海等极端环境模

拟，力学-化学-电化学损伤耦合，材料失效过程表征，损伤评价智能实验等关键技术和装置；研发人工智能驱动的油气工程材料极端环境服役智能评价和预测方法，开发安全评估和寿命预测智能体；建设极端环境服役高效评价集成应用平台和数据生产节点，持续生产积累深远海及苛刻油气资源开发关键材料服役数据资源，支撑高耐蚀、高强韧、低成本新材料开发和示范应用。

项目考核指标：

建成深远海油气资源开发极端环境材料服役高效评价集成试验平台，集成关键装备 ≥ 5 台套，建立独立运行机构和市场化运行机制，保障平台持续运行和高值数据持续积累；开发出服役安全评价和寿命预测软件 ≥ 3 件，性能预测准确性90%以上，实现在5种以上极端环境材料服役高效评价和寿命预测示范应用，在新材料大数据中心统一门户集成和开放使用；围绕深远海苛刻油气资源开发，建成深远海油气资源开发关键材料极端环境服役数据生产节点，节点建设符合新材料大数据中心统一要求，与主平台实现数据融通，持续生产高价值材料服役数据，数据量达到100万条以上，数据具备完整性、准确性、可靠性、可用性，实现数据流通和人工智能应用；研发出1种及以上具有自主知识产权的深远海油气资源开发关键材料；明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

项目实施期限：2026年11月—2029年10月

项目密级：非密

项目设置及经费需求：

拟支持 1 个项目研究，采用公开竞争方式。

其他来源资金与中央财政资金比例原则上不低于 3:1。

中央财政资金支持方式：事前立项事后补助。

创新分类：其他保障

关键词：油气工程；极端环境；服役评价；集成应用平台

有关说明：项目参研单位数量不超过 10 家。

7.9 前沿材料科技数据资源节点建设

研究目标：面向前沿新材料探索发现与“人工智能+材料”智能研发对高质量科技数据的需求，在前沿材料领域，针对典型材料类别，建设分布式材料科技数据资源节点，实现材料数据资源的汇聚积累、开放共享、流通应用和价值提升，支撑新材料大数据中心数据资源体系建设，服务人工智能驱动的前沿新材料研发、制造与应用。依据《新材料大数据中心总体建设方案》，参照工业战略性新兴产业分类目录，重点建设高性能陶瓷材料、先进金属基复合材料、先进塑料与橡胶、高效催化材料等数据资源节点。加强标准制修订，合理布局高质量专利，有效保护核心研发成果。

本项目设置 4 项课题。

课题 1：高性能陶瓷材料科技数据资源节点建设

研究内容：面向电子信息、功能器件、精密仪器、高端装备等领域对高性能陶瓷材料的研发制造需求，建设“物理分散、逻辑统一”的高性能陶瓷材料科技数据资源节点；围绕人工智能驱动高性能陶瓷材料发现、设计、研发、中试验证、制造、应用全环节和高价值数据应用场景，构建数据资源目录，汇聚领域优势资源，高效采集、生产、治理、整合和积累“成分—工艺—结构—性能”全链条科技数据，建设高质量数据集；构筑高性能陶瓷材料数据资源供给体系，实现数据多源采集、持续积累、质量管控、价值提升、分级共享、安全流通、高效应用，针对应用需求研发数据产品，实现人工智能驱动的高性能陶瓷新材料研发，突破多性能耦合制约和工程应用难题。

课题 2：先进金属基复合材料科技数据资源节点建设

研究内容：面向航空航天、深海深地探测等重大工程高端装备关键结构对先进复合材料研发制造的需求，建设“物理分散、逻辑统一”的先进金属基复合材料科技数据资源节点；围绕人工智能驱动金属基复合材料设计、研发、中试验证、制造、应用全环节和高价值数据应用场景，构建数据资源目录，汇聚领域优势资源，高效采集、生产、治理、整合和积累不同类型复合材料体系“界面—工艺—性能”数据，建设高质量数据集；构筑先进复合材料数据资源供给体系，实现数据多源采集、持续积累、质量管控、价值提升、分级共享、安全流通、高效应用，针对应用需求研发数据产品，

服务面向极端服役环境的高性能金属基复合材料设计制造。

课题 3：先进塑料与橡胶材料科技数据资源节点建设

研究内容：面向新能源汽车、低空飞行器、人形机器人等国民经济重点领域和未来产业对高性能塑料和橡胶材料研发制造的需求，建设“物理分散、逻辑统一”的先进塑料与橡胶材料科技数据资源节点；围绕人工智能驱动先进塑料与橡胶材料发现、设计、研发、中试验证、制造、应用全环节和高价值数据应用场景，构建数据资源目录，汇聚领域优势资源，高效采集、生产、治理、整合和积累全链条科技数据，建设高质量数据集；构筑先进塑料与橡胶材料数据资源供给体系，实现数据多源采集、持续积累、质量管控、价值提升、分级共享、安全流通、高效应用，针对应用需求研发数据产品，服务人工智能驱动的塑料与橡胶新材料研发与应用。

课题 4：高效催化材料科技数据资源节点建设

研究内容：面向重点工业领域对高性能催化材料研发应用需求，建设“物理分散、逻辑统一”的高效催化材料科技数据资源节点；围绕人工智能驱动高效催化材料发现、设计、研发、中试验证、制造、应用全环节和高价值数据应用场景，构建数据资源目录，汇聚领域优势资源，高效采集、生产、治理、整合和积累全链条科技数据，建设高质量数据集；构筑高效催化材料数据资源供给体系，实现数据多源采集、持续积累、质量管控、价值提升、分级共享、安全流通、高效应用，针对应用需求研发数据产品，服务人工智能驱动的高

效催化新材料研发与应用。

项目考核指标:

1. 汇聚本领域优势单位，整合本领域数据资源，分别建成高性能陶瓷材料科技数据资源节点、先进金属基复合材料科技数据资源节点、先进塑料与橡胶材料科技数据资源节点、高效催化材料科技数据资源节点。

2. 节点建设符合新材料大数据中心统一规范和能力要求，具备“逻辑统一”的材料数据技术底座，实现数据规模化和高效化采集、积累、治理和流通；节点与主平台实现数据融通，保障网络稳定连接、数据可信交互，项目执行期间访问量超过 30 万人次；建立独立稳定的建设和运营机构，实现公益服务和可持续发展；围绕领域特色打造高价值数据应用场景、建设高质量数据集，公益数据实现开放共享，高值数据支持有偿利用，形成行业引领效应。

3. 各节点构建本领域覆盖全面、专业细致的材料数据资源目录，建设数据模板 10 个以上，形成数据标准规范 5 项以上；各节点围绕科技和工业场景的数据要素应用，建设数据内容，积累、融通和发布数据量达到 500 万条以上，其中开放共享的公益数据占比超过 50%；形成人工智能就绪的高质量数据集，数据具备完整性、准确性、可靠性、可用性，涵盖成分、工艺、结构、性能等要素，能够支持数据驱动的材料设计、研发、中试验证、制造和应用等。

4. 支撑新材料数字化和智能化研发，各节点开发数据产

品 2 种及以上，在主平台集成、开放使用；各节点围绕材料研发制造各环节“人工智能+材料”落地应用，形成并发布数据应用案例合计 30 个以上；各节点应用高质量数据集和数据产品，开发出 2 种及以上新材料，关键性能领先同期国际先进水平或应用于重大工程。

5. 制修订不少于 4 项标准，明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

项目实施期限：2026 年 11 月—2029 年 10 月

项目密级：非密

项目设置及经费需求：

拟支持 1 个项目研究，采用公开竞争方式。

其他来源资金与中央财政资金比例原则上不低于 3:1。

中央财政资金支持方式：事前立项事前补助。

创新分类：其他保障

关键词：材料数据；分布式节点；数据资源；数据累积

有关说明：项目参研单位数量不超过 20 家。

7.11 材料数据流通应用能力评测方法与系统集成应用

研究目标：围绕新材料大数据中心建设发展亟需，针对数据标准化体系建设、材料多源数据质量管控与可信流通、材料科学模型能力测评、数据联合应用与价值提升等需求，研发高值数据来源真实性与可信赖性评估、AI 生成或合成鉴定等技术，建立数据集质量评定与价值评估体系；建立材料

各领域多粒度、可通用、可拼接、可复用的数据模板库，建立材料科学模型能力、数据贡献、赋能成效的规范化评估方法和指标体系，形成标准测试集与评估机制；解决材料多源异构、多模态数据全链路溯源难题，实现材料数据流通应用过程的“标准可依、量值可溯、质量可信、过程可控”，支撑数据安全可信流通交易与多方联合应用；形成可复制、可推广、国际化的典型应用模式，实现典型场景示范，支撑高值数据质量管控、有序流通、人工智能应用和数据赋能高效服务。加强标准制修订，合理布局高质量专利，有效保护核心研发成果。

本项目设置 3 项课题。

课题 1: 材料数据可信度评价与数据集价值评估方法及系统

研究内容: 面向新材料大数据中心建设和数据资源流通应用对材料多源数据可信赖性、数据集质量与价值科学合理评估的需求，研发高值数据和数据集的溯源认证、数据来源真实性与可信赖性评估、数据 AI 生成或合成属性鉴定、数据可靠性及复现性评估、数据 AI 可用性评估等关键技术，建立数据集质量评定和价值评估体系，基于新材料大数据中心统一数据底座和“1+N”架构开发测评软件系统，建立支撑高值数据质量管控、有序流通、应用服务的长效机制。

课题 2: 材料数据标准化模板库构建与科学模型评测方法体系建设

研究内容：面向新材料大数据中心建设和数据资源流通应用对数据治理与应用效果、材料科学模型能力评测的需求，建立原始数据-数据模板-数据集的标准组织方式，构建关键领域可通用、可拼接、可复用且适配人工智能发展的材料标准通用数据模板库，支撑数据采集流通源头治理；针对材料科学模型能力、数据赋能应用成效，建立测评方法及多维度指标体系，形成基准数据集（Benchmark）；建立数据集与模型协同的规范化评估机制，开发评价软件系统，实现材料数据资源与科学模型应用能力可靠评估。

课题 3：材料高质量数据可信流通与集成应用服务系统

研究内容：围绕新材料大数据中心建设和数据资源流通应用需求，集成标准、计量、合格评定等质量基础设施，针对材料成分、工艺参数、组织图像、性能数据、文献知识和模型结果等多源数据，开发适配多源海量数据接入、智能标注、质量评估、可信溯源和模型调用的软件工具。建设材料数据标准化采集、清洗、存储、标注、评价和溯源机制，保障各环节数据可靠贯通，构建可信知识溯源、逻辑一致性校验、安全可信数据流通和多方联合建模应用技术框架，支撑人工智能+材料研发制造全环节应用，建立数据生态持续迭代优化机制，实现材料多源异构数据价值提升，在典型材料领域开展示范应用。

项目考核指标：

1. 材料数据可信度评价与数据集价值评估方法及系统：

开发材料数据可信度评价技术 3 项以上、形成软件 3 项以上，实现高值数据集溯源认证、可信赖度评定、AI 生成鉴别、可靠性校核等；建立材料数据集质量评定和价值评估规则机制和标准规范 3 项以上，支撑材料专业数据流通应用能力测评；技术和标准在新材料大数据中心主平台和 10 个以上数据资源节点实现应用，软件在统一门户集成和开放使用，服务 20 个以上新材料智能研发制造场景和 50 家以上研发生产单位；明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

2. 材料数据标准化模板库构建与科学模型评测方法体系建设：形成体系覆盖全面的材料数据模板库，标准数据模板总量不少于 100 种，覆盖钢铁、有色金属、无机非金属、石化化工、纤维制品及复合材料、前沿材料等不少于 6 类领域，包含成分、工艺、结构、性能等关键数据维度；形成系统化的材料科学模型评测方法体系与标准规范；建立包含性能预测准确性、泛化能力、可解释性、计算效率等不少于 3 个评测维度的指标集；形成训练/验证/测试数据的规范划分与统一评测协议，构建用于模型评测的基准数据集与比对库，建成模型评测软件 1 套；建立材料科学模型评估标准，在新材料大数据中心应用，实现 10 类以上模型评估；明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

3. 材料高质量数据可信流通与集成应用服务系统：建成

材料高质量数据治理与流通集成应用系统 1 套，实现数据采集、数据治理、模型分析的协同应用，支撑材料多源异构数据的汇聚、治理、标注、溯源和调用；开发关键技术不少于 5 种，包括材料数据全流程溯源技术、多源异构材料数据质量评估技术、智能标注与特征提取技术、数据可靠性比对技术、面向正向预测和逆向设计的多方联合建模技术；形成智能软件工具不少于 3 套，在新材料大数据中心统一门户集成和开放使用；围绕材料数据可信流通应用，制定标准不少于 5 项；在不少于 3 个材料领域实现示范应用，提升研发效率；在新材料大数据中心实现应用，支撑多源异构材料数据流通应用，服务材料研发机构用户 50 家以上；明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

项目实施期限：2026 年 11 月—2029 年 10 月

项目密级：非密

项目设置及经费需求：

拟支持 1 个项目研究，采用公开竞争方式。

其他来源资金与中央财政资金比例原则上不低于 2:1。

中央财政资金支持方式：事前立项事前补助。

创新分类：其他保障

关键词：材料数据；数据质量；模型评价；可信流通；集成应用

有关说明：项目参研单位数量不超过 15 家。

7.12 高熵全固态电池材料自主计算设计和验证技术

研究目标：面向全固态电池对高电导、高稳定电解质和高比能、低应变正极等共性基础材料技术需求，针对电池材料关键性能指标多目标优化技术难题，开发高熵全固态电解质和正极材料性能预测和逆向设计垂类模型，解决多主元材料成分结构设计和工艺优化的高维试错空间复杂问题，基于国产材料计算设计软件和自主研发的高通量实验装备，建成数据与知识双驱动的电解质和正极材料研发智能体，提升新材料智能设计和实验验证效率，应用于高性能全固态电解质和正极材料研发制造，并在全固态电池产品研制中完成材料技术示范应用。合理布局高质量专利，有效保护核心研发成果。

本项目设置 2 项课题。

课题 1: 高熵全固态电解质材料自主计算设计和验证技术

研究内容：面向低空经济等新兴产业对高性能全固态锂金属电池的需求，针对高熵固态电解质材料计算设计中成分和结构多样、试错数量庞大等挑战问题，开发全固态电解质材料的高通量自主计算和实验验证技术，依托新材料大数据中心数据资源，突破数据驱动的计算设计筛选、实验验证反馈的闭环迭代技术；应用于新型高熵全固态电解质材料成分设计、结构设计、性能预测和实验验证，突破热力学稳定性和电化学活性难以兼顾的瓶颈问题；解决固态电解质和正极材料之间的固固界面接触及稳定性问题，在动力型高电压全

固态锂金属电池研制中实现应用示范。

课题 2: 数据和知识驱动的低应变高熵正极材料设计及验证技术

研究内容: 面向全固态电池对高比能、高安全、低体积应变正极材料的迫切需求, 针对现有正极材料储能密度与结构稳定性相互制约的瓶颈问题, 依托新材料大数据中心数据资源, 开发基于生成模型算法的材料逆向设计方法, 突破强化学习、智能决策、自主调度的全固态电池高熵正极材料研发智能体关键技术; 构建全固态电池正极材料制备和表征智能实验平台, 实现智能设计-自动制备与高效表征的自主迭代优化研发流程闭环; 应用于嵌入型氧化物、转换型氟化物及新型多相复合化合物等高熵正极材料体系的设计研发和工艺优化, 支撑正极材料储能密度和循环体积应变等关键性能协同优化、成本降低, 在全固态电池中实现正极材料技术应用验证。

项目考核指标:

1. 高熵全固态电解质材料自主计算设计和验证技术: 开发出基于高通量自主计算的全固态电池关键材料高效设计和筛选软件 1 件、高通量计算-实验闭环迭代技术 1 项, 支持高熵全固态电解质和高熵正极材料的组分设计和多目标性能预测与优化, 支撑新能源电池材料科技数据资源节点建设; 开发出高熵全固态电解质, 实现室温离子电导率 $\geq 35\text{mS/cm}$ 、电化学窗口 $\geq 5.5\text{V}$; 开发出面向低空经济等应用场景的全固态锂

金属电池产品原型，实现能量密度 $\geq 500\text{Wh/kg}$ 、循环寿命 ≥ 800 次；研发周期缩短 50%以上，研发成本降低 30%以上；明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

2. 数据和知识驱动的低应变高熵正极材料设计及验证技术：开发至少 1 个全固态电池高熵正极材料智能设计垂类大模型，生成式配方推荐的性能预测误差 $\leq 8\%$ ；搭建 1 套智能体驱动的正极材料智能研发平台，实现材料设计-制备-表征全流程通量 ≥ 100 组/周，表征测试覆盖材料成分、结构、工作电压、比容量、循环应变等关键参量 5 个以上；开发高比能、近零应变正极材料 ≥ 3 种，材料比能量 $\geq 1000\text{Wh/kg}$ ，电极充放电循环体积应变 $\leq 1\%$ ；在全固态锂金属电池产品原型研制中形成正极材料示范应用，支撑新能源电池材料科技数据资源节点建设；明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

项目实施期限：2026 年 11 月—2029 年 10 月

项目密级：非密

项目设置及经费需求：

拟支持 1 个项目研究，采用公开竞争方式。

其他来源资金与中央财政资金比例原则上不低于 2:1。

中央财政资金支持方式：事前立项事后补助。

创新分类：其他保障

关键词：自主计算设计；数据和知识双驱动；智能设计

垂类大模型；高熵全固态电解质；低应变高熵正极材料

有关说明：项目参研单位数量不超过 15 家。

申报要求：项目申报团队应具备低应变正极和全固态电解质材料公斤级以上研制基础。项目攻关过程应充分利用新材料大数据中心新能源电池数据资源，生成的数据资源汇交至新材料大数据中心主平台，并支撑新能源电池材料科技数据资源节点建设。

7.13 新能源电池材料智能自主实验与数据资源节点协同创新平台

研究目标：面向国家能源安全保障和能源结构调整对新一代电池技术的发展需求，针对新能源电池关键材料研发效率低、工艺放大难、数据资源分散等瓶颈问题，研制出适于大规模部署和推广应用的模块化自主实验装备及配套的数字孪生系统，重点突破智能体驱动的数字化烧结智能实验装备技术和制备工艺流程自主寻优方法，建成基于数字孪生的电池材料智能创制平台，形成新能源电池材料科技数据资源节点，以数据融通驱动电池材料计算设计、实验验证、工艺放大、推广应用等全链条智能创制，在新一代电池材料研发及应用中形成示范验证。加强标准制修订，合理布局高质量专利，有效保护核心研发成果。

本项目设置 3 项课题。

课题 1：固态离子/电子混合导体材料数字化超快烧结与

精准制备技术及智能实验装备

研究内容：针对新一代固态离子/电子混合导体材料组分和结构复杂、性能对元素缺陷和价态敏感，导致材料设计和制造工艺难度大，量产一致性和稳定性差等瓶颈问题，研制基于超快烧结工艺和在线表征反馈的固态混合导体材料数字化精准制备技术及智能实验装备；依托新材料大数据中心数据资源，开发固态混合导体材料配方自主设计和全流程工艺自主优化的智能体；应用于固态混合导体材料配方发现与性能提升，以及低能耗、高一致性制备工艺开发。

课题 2：基于数字孪生的电池材料智能创制平台

研究内容：面向新型储能、电动交通、无人装备、具身智能等领域对电池系统高比能、高安全、高环境适应性的需求，针对锂电池、钠电池、固态电池等新能源电池关键材料研发效率低、验证周期长、工艺放大难等瓶颈问题，研发配方智能筛选、工艺自主寻优、器件高效验证技术及模块化智能实验装置；依托新材料大数据中心数据资源，开发全流程贯通的数字孪生系统，开发具备构效关系科学推理能力的电池材料研发及应用专用智能体；建设基于数字孪生的电池材料智能创制平台，形成电池材料计算设计、实验验证、工艺放大、示范应用等全链条试验数据生产能力；开展正极、负极、电解质、界面添加剂等 4 种以上固态电池关键材料的全链条智能创制及应用示范。

课题 3：新能源电池材料科技数据资源节点建设

研究内容：面向未来产业对下一代高能安全电池研发和“源—网—荷—储”一体化零碳发展对前沿材料的需求，建设“物理分散、逻辑统一”的新能源电池材料科技数据资源节点；围绕人工智能驱动液态/凝聚态/全固态锂、钙钛矿光伏等新能源电池材料发现、设计、研发、中试验证、制造、应用全环节和高价值数据应用场景，构建数据资源目录，汇聚领域优势资源，高效采集、生产、治理、整合和积累全链条科技数据，建设高质量数据集；构筑新能源电池材料数据资源供给体系，实现数据多源采集、持续积累、质量管控、价值提升、分级共享、安全流通、高效应用，研发数据产品，响应大储能、长续航、快充、低温等应用需求，服务人工智能驱动的新能源电池新材料研发制造。

项目考核指标：

1. 固态离子/电子混合导体材料数字化超快烧结与精准制备技术及智能实验装备：研制出固态离子/电子混合导体材料数字化超快烧结与精准制备智能实验装备 1 台套，材料样品制备通量 ≥ 1000 样品/30 分钟，在线监测的工艺参数和原位表征的材料参数的维度 ≥ 6 种；开发出固态混合导体材料配方自主设计和全流程工艺自主优化的智能体软件 1 件，研发周期降低 50%以上；开发出 3 种以上性能优异的固态混合导体材料，实现室温离子电导率 $\geq 10\text{mS/cm}$ 且电子电导率 $\geq 300\text{mS/cm}$ ，在全固态电池器件中进行示范应用，产生的数据支撑新能源电池材料科技数据资源节点建设；明确专利、

软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

2. 基于数字孪生的电池材料智能创制平台：建成基于数字孪生的电池材料智能创制平台，集成模块化的电池材料配方自主筛选、工艺快速放大和器件高效验证装置 ≥ 10 台套，建立独立运行机构和市场化运行机制，保障平台持续运行和全链条数据持续积累，支撑新能源电池材料科技数据资源节点建设；开发出数字孪生系统 ≥ 5 个，实现工艺参数事先优化，典型工艺迭代验证轮次减少 30%以上；开发出电池材料研发及应用专用智能体 ≥ 3 个，实现新能源电池材料研发到应用全链条科学推理，材料性能预测准确性 $\geq 95\%$ ，电池材料计算设计、合成制备、工艺放大到器件应用验证的迭代周期降低 90%以上；研发出正极、负极、电解质和界面添加剂等新材料不少于 4 种，支撑研制出能量密度 $\geq 600\text{Wh/kg}$ 、循环寿命 ≥ 500 次的具身智能机器人用固态锂金属电池产品并完成示范应用；明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

3. 新能源电池材料科技数据资源节点建设：建成符合新材料大数据中心统一规范的新能源电池材料科技数据资源节点，与主平台实现数据融通，项目期内访问量超 30 万人次；建设数据模板 10 个以上、数据标准规范 5 项以上，积累发布数据量 500 万条以上（公益数据占比超 50%）；开发数据产品 2 种及以上、数据应用案例 30 个以上，支撑开发 2 种及以上

新型电池材料，关键性能达同期国际先进水平；明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

项目实施期限：2026 年 11 月—2029 年 10 月

项目密级：非密

项目设置及经费需求：

拟支持 1 个项目研究，采用公开竞争方式。

其他来源资金与中央财政资金比例原则上不低于 3:1。

中央财政资金支持方式：事前立项事后补助。

创新分类：其他保障

关键词：电池材料；自主实验；数据资源节点；数字孪生；集成应用平台；全链条自主研发

有关说明：项目参研单位数量不超过 20 家。

申报要求：项目申报团队攻关过程应充分利用新材料大数据中心新能源电池材料数据资源，生成的高质量新能源电池材料实验数据资源需汇交至新材料大数据中心主平台，并承担新能源电池材料科技数据资源节点建设任务。项目形成的成果需落地于大数据中心主平台。

7.14 固态电池材料跨尺度原位表征与多场耦合环境服役评价技术及装置

研究目标：面向固态电池产品在真实工况条件下安全可靠服役的需求，发展固态电池材料跨尺度原位表征与多场耦

合环境服役评价技术并研制智能化试验装置，形成高维服役评价数据高效生产能力，构建微观结构-介观应变-宏观性能耦合关系模型，建立智能体驱动的固态电池材料服役评价方法和技术体系，支撑固态电池材料与器件服役行为精准预测和安全可靠性提升。加强标准制修订，合理布局高质量专利，有效保护核心研发成果。

本项目设置 1 项课题。

研究内容：面向固态动力和特种电池在真实工况下服役行为精准预测和安全可靠性提升的需求，研发电池材料服役跨尺度、多参量原位表征与多场耦合行为评价技术及智能试验装置，重点突破应力、温度、电流、化学等多场环境下的实时监测能力，以及正负极、电解质、集流体等关键材料服役行为和器件界面演化过程的原位实时表征技术；依托新材料大数据中心数据资源，建立数据和知识融合驱动的微观结构-介观应变-宏观电化学性能耦合关系模型，开发智能体驱动的电池材料、界面与器件服役行为评价方法和软件技术；应用于固态电池材料与器件在电动车辆和特种装备中服役行为的精准预测，实现安全可靠性的显著提升。

项目考核指标：

研制出具有环境加载功能的 Nano-CT 服役评价智能试验装置 1 台套，具备力、热、电、化等 4 种以上物理场加载功能，开发出电芯内置温度传感器，测量范围-20℃~60℃、精度±1.0℃，内置气压传感器，测量范围 50~120kPa、精度为

5%FS、分辨率为 200Pa，信号传输自供电功耗 $\leq 10\text{mW}$ ；开发出自主知识产权的真实工况条件下跨尺度、多参量耦合的全固态电池材料服役行为仿真模型 1 个，输出微观结构—介观应变—宏观性能的定量关联关系，开发服役行为评价智能体软件 1 件，对界面剥离、接触失效、锂枝晶生长及穿透等 4 类典型失效模式的智能预警准确率 $\geq 90\%$ ；在固态动力电池和固态特种电池典型场景中形成应用示范，实现复杂工况下服役的 SOC/SOH 精准预测与循环寿命显著提升，动力电池 SOH 评估准确率 $\geq 90\%$ ，循环寿命提升 20%，特种电池 SOC 预测精度误差 $\leq 20\%$ 、循环寿命提升 50%以上；服役评价数据发布，支撑新能源电池材料科技数据资源节点建设；制修订不少于 1 项标准，明确专利、软件著作权等知识产权产出数量及归属等事项，具有自主知识产权。

项目实施期限：2026 年 11 月—2029 年 10 月

项目密级：非密

项目设置及经费需求：

拟支持 1 个项目研究，采用公开竞争方式。

其他来源资金与中央财政资金比例原则上不低于 2:1。

中央财政资金支持方式：事前立项事后补助。

创新分类：其他保障

关键词：全固态电池材料；跨尺度原位表征；多场耦合建模；智能体驱动；高效服役评价

有关说明：项目参研单位数量不超过 10 家。

申报要求：项目申报团队需具备全固态电池设计、制造、生产和整站级极端工况服役评价能力。项目攻关过程应充分利用新材料大数据中心新能源电池数据资源，生成的高维服役评价数据资源汇交至新材料大数据中心主平台，并支撑新能源电池数据资源节点建设。