

附件 1

# 重点新材料研发及应用国家科技重大专项 2026 年度项目申报指南

## 一、高温合金

### 1.1 燃气轮机用长寿命主干铸造高温合金冶炼及铸件工程化制造

**研究目标：**本项目针对重型燃气轮机透平叶片用主干铸造高温合金 K447A (UGTC48)、K4222 母合金氧氮硫等杂质元素含量偏高、铸件材料利用率低、量产质量一致性不足、长寿命组织性能数据缺乏等问题，开展合金成分优化设计、母合金和铸件稳定化制备工艺及工程应用技术研究，突破超纯净冶炼、精密铸造及热处理等关键工序控制技术，完成母合金和铸件批次稳定性评估，实现主干铸造高温合金高质量稳定供应；开展近服役条件下组织与性能评价，构建长时性能数据集，满足重型燃气轮机透平叶片长时服役对材料组织、性能数据的需求。批产产品性能、质量稳定性及全生命周期成本控制对标国际先进水平；在铸造高温合金全产业链相关单位实现技术推广和应用，全面支撑燃气轮机产业的高质量发展与关键材料的自主保障。

本项目设置 1 项课题。

**研究内容：**针对重型燃气轮机对超纯净、长寿命铸造高温合金及铸件的需求，系统开展长寿命铸造高温合金成分优化设计、近服役条件下合金组织和性能评价，构建长时性能数据集；开展高纯净母合金冶炼及复杂铸件控形控性制备及工程应用研究，突破母合金超纯净冶炼、精密铸造及热处理等关键工序控制技术，实现高性能合金-组织稳定性-铸造成

形协同控制，完成母合金和铸件批次稳定性与应用评估，为我国先进重型燃机自主发展及自主保障提供技术支撑。

### 项目考核指标：

#### 1. K447A（UGTC48）合金：

（1）材料性能：K447A（UGTC48）吨级母合金冶炼合金样本数 $\geq 10$  批次，满足以下要求。

1）真空冶炼优化 K447A（UGTC48）合金杂质元素： $S \leq 5\text{ppm}$ ， $[O]+[N]+S$  之和 $\leq 10\text{ppm}$ ；2）拉伸性能：室温拉伸抗拉强度 $\geq 750\text{MPa}$ ，屈服强度 $\geq 725\text{MPa}$ ；3）持久性能： $900^{\circ}\text{C}/205\text{MPa}$  条件下，持久寿命 $\tau \geq 100$  小时；4）每炉批次铸锭首尾主元素含量偏差 $\leq 0.1\%$ ，优化 K447A（UGTC48）合金从母合金到铸件材料利用率 $\geq 65\%$ 。

（2）优化 K447A（UGTC48）合金典型产品通过工程应用评价并在燃气轮机生产中推广应用，在燃气轮机中自主化程度不低于 90%。

#### 2. K4222 合金：

##### （1）材料性能：

1）真空感应熔炼母合金 $[O]+[N]+S$  之和 $\leq 15\text{ppm}$ ；2）拉伸性能： $760^{\circ}\text{C}$  高温拉伸抗拉强度 $\geq 750\text{MPa}$ ，屈服强度 $\geq 620\text{MPa}$ ；3）持久性能： $750^{\circ}\text{C}/420\text{MPa}$  条件下，持久寿命 $\tau \geq 200\text{h}$ ； $900^{\circ}\text{C}/140\text{MPa}$  条件下，持久寿命 $\tau \geq 200\text{h}$ ；4）长期组织稳定性： $760^{\circ}\text{C}/10000\text{h}$  热暴露无 TCP 相析出；5）建立长时性能数据集。

(2) 研制出长度 $\geq 300\text{mm}$ 的大尺寸多联复杂空心叶片，显微疏松 $\leq 2\%$ ，通过 200h 挂机考核。

**项目实施期限：**2026 年 1 月—2028 年 12 月

**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：**燃气轮机；长寿命主干叶片材料；超纯净冶炼；铸件工程化制造

**有关说明：**本项目由企业牵头申报，项目申报单位必须包含用户单位且不超过 10 家。对于 K447A 合金指标（1）材料性能全部指标，K4222 合金指标（1）材料性能指标中 1）真空感应熔炼母合金 $[\text{O}]+[\text{N}]+\text{S}$ 之和 $\leq 15\text{ppm}$ ；2）拉伸性能：760℃高温拉伸抗拉强度 $\geq 750\text{MPa}$ ，屈服强度 $\geq 620\text{MPa}$ ；3）持久性能：750℃/420MPa 条件下，持久寿命 $\tau \geq 200\text{h}$ ；900℃/140MPa 条件下，持久寿命 $\tau \geq 200\text{h}$ ，需要在申报书中设置 2027 年 12 月前的里程碑节点完成相关考核。

### 1.3 新型高温梯度液态金属冷却定向凝固技术工程化应用

**研究目标：**为满足先进航空发动机与燃气轮机用单晶涡轮叶片对高温梯度液态金属冷却定向凝固装备的迫切需

求，解决单晶叶片制备效率低、合格率低、成本高等问题，开展高温梯度液态金属（锡）冷却定向凝固装备研制与工程化应用研究，突破定向凝固装备的保温炉/冷却介质温度场控制、温度梯度提升，以及大模组单晶叶片单晶完整性、晶体取向控制、显微组织调控、尺寸控制等关键技术，开发数字化和智能化的新型高温梯度液态金属冷却定向凝固装备。利用研制的装备实现不低于 40 件/组的航机用大模组空心单晶叶片批量生产，在先进航空发动机上获得工程化应用；制备出重燃用大尺寸单晶叶片样件。为先进航空发动机与燃气轮机的核心热端部件研制与生产提供技术支撑。

本项目设置 2 项课题。

### **课题 1：高温梯度大型定向凝固装备的设计与制造**

**研究内容：**针对先进航空发动机与重型燃气轮机用单晶涡轮叶片对高温梯度液态金属冷却定向凝固装备的迫切需求，开展装备加热体形状设计、加热方式、热电偶排布与补偿、保温层材质与排布等对保温炉温度场分布的影响研究，实现高均温性保温炉的优化设计与制造；研究低熔点金属熔池形状、尺寸、加热方式、冷却方式等对低熔点冷却介质温度场的影响，优化低熔点金属熔池设计与制造，实现低熔点冷却介质温度场的精确控制；研究超过 3000mm 大长度铸型抽拉轴和超 3 吨冷却介质熔池大负荷升降轴、丝杠、轴套等参数对运动系统稳定性的影响，实现装备工作过程中铸型和熔池的精确、稳定运行；开发高温梯度大型定向凝固装备

保温炉温度、真空度、抽拉速率、锡液面位置等关键参数的自动采集系统，为基于机器学习的数据分析与建模提供数据支撑，在此基础上实现定向凝固参数实时智能调控系统的开发。突破高温梯度大型定向凝固装备用保温炉和低熔点冷却介质熔池设计与制造、运动系统稳定性控制，及关键参数自动采集和实时反馈、智能调控等关键技术。研制出可用于航机以及重型燃机叶片的高温梯度大型定向凝固装备。

## **课题 2：高温梯度大型定向凝固装备的应用研究**

**研究内容：**针对航机与重燃单晶叶片制备效率低、合格率低、成本高等问题，基于研制的高温梯度大型定向凝固装备，研究大模组陶瓷型壳/型芯综合性能调控技术，探明型壳粉胶比、矿化剂、润湿剂、溃散剂等对不同尺寸型壳强度、退让性及化学稳定性的影响规律，厘清高温梯度下小尺寸与大尺寸型芯/型壳/金属协调变形规律，优化型芯自由端/固定端及金属芯撑设计。结合大模组单晶叶片定向凝固过程精确模拟仿真，优化叶片排布、不同层间叶片连接方式等组合方案，研究保温炉温度场、动态隔热层厚度、冷却介质温度、抽拉速率等参数对大模组叶片单晶完整性、晶体取向、枝晶间距、再结晶等的影响，优化定向凝固工艺参数，开展大模组单晶叶片组织和典型性能研究。利用装备自动采集系统获得的数据，开展基于机器学习的数据分析与建模，支撑定向凝固参数实时智能调控系统的开发。突破大模组单晶叶片型芯和型壳匹配性调控、单晶完整性及晶体取向控制、显微组

织调控、全过程尺寸传递与控制、重燃单晶叶片树枝晶长程稳定生长控制等关键技术。实现高温梯度大型定向凝固装备制备航机单晶叶片的工程应用，建立大模组单晶叶片制备技术体系，形成工艺规范，批量交付单晶叶片，在先进航空发动机上得到应用验证，为先进航空发动机研制提供技术支撑。制备出重燃用单晶叶片样件，为先进重型燃机的发展提供技术储备。

### 项目考核指标:

#### 1. 高温梯度大型定向凝固装备的设计与制造:

(1) 保温炉直径不低于 650mm，高度不低于 900mm；保温炉设定 1500℃（空炉），温度波动不超过  $\pm 10^{\circ}\text{C}$ ；最高加热温度不低于 1600℃。

(2) 液态金属熔池锡容量不低于 3 吨；冷却介质金属锡从固态至完全熔化时间不超过 1.5 小时。

(3) 铸件抽拉前液态金属锡温度波动不超过  $\pm 5^{\circ}\text{C}$ ，熔池具有搅拌功能，铸件抽拉过程中液态金属锡温度升高不超过 20℃。

(4) 低熔点金属熔池纵向位移不低于 1500mm，位移控制精度不低于  $\pm 2\text{mm}$ 。

(5) 定向凝固中大模组单晶叶片温度梯度不低于 80℃/cm。

(6) 定向凝固装备自动采集关键参数不少于 15 个，实现抽拉速率、锡液面位置等不少于 3 个关键参数的实时智能

调控。

(7) 熔炼室极限真空度优于  $7 \times 10^{-2} \text{Pa}$ ; 熔炼室与铸型室联通时压升率不超过  $2 \text{Pa/h}$ ; 熔炼室从大气状态抽至  $0.6 \text{Pa}$  用时不超过  $10 \text{min}$ ; 铸型室由大气状态抽至  $5 \text{Pa}$  用时不超过  $6 \text{min}$ 。

(8) 形成高温梯度大型定向凝固装备设计图纸 1 套。

## 2. 高温梯度大型定向凝固装备的应用研究:

### (1) 航机:

1) 批生产中航机用大模组单晶叶片不低于 40 件/组; 2) 大模组 DD26 单晶合金性能达到: 室温拉伸抗拉强度不低于  $833 \text{MPa}$ 、延伸率不低于 8%、断面收缩率不低于 11.5%,  $975^\circ\text{C}/255 \text{MPa}$  条件下持久寿命不低于 40 小时,  $850^\circ\text{C}/300 \text{MPa}$  条件下旋转弯曲疲劳寿命不低于  $1 \times 10^7$  周次, 单晶合金经  $900^\circ\text{C}/3000 \text{h}$  热暴露后无 TCP 相析出; 3) 航机大模组单晶叶片包芯率不低于 95%, 晶粒合格率不低于 90%, 取向合格率不低于 90%, 再结晶报废率不超过 5%, 综合合格率不低于 70%; 4) 航机单晶叶片一次枝晶间距不超过  $0.25 \text{mm}$ , 显微疏松不超过 0.1%; 5) 航机单晶叶片外形尺寸平均偏差控制在  $\pm 0.10 \text{mm}$  以内; 6) 项目执行期内航机单晶叶片交付数量不低于 1 万件; 7) 应用考核: 航机单晶叶片通过发动机零部件考核, 并在先进航空发动机上开展装机考核验证; 8) 形成至少 2 项标准或规范。

### (2) 燃机:



1) 重燃大尺寸叶片用单晶合金 DD413 性能达到: 980°C/248MPa 条件下持久寿命不低于 45h, 900°C/220MPa 条件下持久寿命不低于 2000h, 760°C 拉伸屈服强度不低于 900MPa、抗拉强度不低于 1000MPa、延伸率不低于 5%; 2) 重燃大尺寸单晶叶片样件不少于 3 件, 单晶叶片长度不低于 280mm; 3) 形成至少 1 项标准或规范。

**项目实施期限:** 2026 年 1 月—2028 年 12 月

**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:** 液态金属冷却; 高温梯度定向凝固装备; 单晶涡轮叶片

**有关说明:** 本项目由企业牵头申报, 项目申报单位必须包含用户单位且不超过 10 家。项目单位须在申报书中提供利用液态金属冷却定向凝固技术制造并交付单晶叶片, 以及开展试车考核的证明 (合同与技术协议扫描件, 用户证明扫描件等)。对于课题 1 指标 (1) 保温炉直径不低于 650mm, 高度不低于 900mm; 保温炉设定 1500°C (空炉), 温度波动不超过  $\pm 10^{\circ}\text{C}$ ; 最高加热温度不低于 1600°C; (2) 液态金属熔池锡容量不低于 3 吨; 冷却介质金属锡从固态至完全熔化时间不超过 1.5 小时; (3) 铸件抽拉前液态金属锡温度波动

不超过  $\pm 5^{\circ}\text{C}$ ，熔池具有搅拌功能，铸件抽拉过程中液态金属锡温度升高不超过  $20^{\circ}\text{C}$ ；（4）低熔点金属熔池纵向位移不低于 1500mm，位移控制精度不低于  $\pm 2\text{mm}$ ；（5）定向凝固中大模组单晶叶片温度梯度不低于  $80^{\circ}\text{C}/\text{cm}$ ；（7）熔炼室极限真空度优于  $7\times 10^{-2}\text{Pa}$ ；熔炼室与铸型室联通时压升率不超过  $2\text{Pa}/\text{h}$ ；熔炼室从大气状态抽至  $0.6\text{Pa}$  用时不超过 10min；铸型室由大气状态抽至  $5\text{Pa}$  用时不超过 6min；（8）形成高温梯度大型定向凝固装备设计图纸 1 套，需要在申报书中设置 2027 年 12 月前的里程碑节点完成相关考核。

## 二、高端装备用特种合金

### 2.1 700°C超超临界汽轮机耐热部件平台应用考核评价技术与灵活运行工况下性能表征评价

**研究目标：**建立材料及部件应用考核验证平台，完成汽轮机用转子、汽缸、叶片、紧固件、阀门等部件的全尺寸试制件应用验证。建立全链条研发-应用体系，形成耐热合金迭代和高端装备升级相互促进的创新发展模式。同时，针对新一代煤电机组清洁低碳、高效调节、快速变负荷、启停调峰的服役工况特点，研发超超临界汽轮机转子、汽缸、叶片紧固件、阀门等关键部件近服役工况中的多场耦合损伤表征评价设备，建立灵活运行工况下超超临界汽轮机关键部件性能检测和寿命评估的新标准或方法，构建深度快速调峰机组优化运行策略，实现 600°C~700°C超超临界汽轮机灵活、高效、清洁、安全运行。

本项目设置 2 项课题。

#### **课题 1:** 700°C超超临界汽轮机耐热部件应用考核与评价

**研究内容：**针对 700°C超超临界汽轮机关键部件，设计和建设 700°C超超临界汽轮机关键部件模拟服役工况考核验证平台，在进汽温度 700°C、工作转速 3000rpm 的工况条件下开展转子、汽缸、叶片-紧固件、阀门等典型件的应用考核评价和验证，形成典型件的全面性能数据，形成典型件的考核评价标准。

#### **课题 2:** 灵活运行工况下超超临界汽轮机关键耐热部件

## 性能表征与评价技术

**研究内容：**针对新一代火电机组快速变负荷、频繁启停调峰和宽负荷灵活高效的运行工况，研究灵活调峰过程中汽轮机“高温、高压、高转速”关键部件多场耦合损伤机理及不同应力、循环载荷和频率变化条件下汽轮机关键部件材料组织和性能退化机制；研究日启停及变负荷速率对汽轮机关键部件寿命影响规律；研发汽轮机关键部件几何相似、应力相似的类结构件在近服役深度调峰工况下的热机械疲劳损伤表征方法；研发汽轮机关键部件几何相似、应力相似的类结构件在近服役日启停工况下的蠕变-疲劳损伤表征评价设备与方法；研究厚大截面镍基耐热合金铸锻件高分辨小当量缺陷探伤设备并建立检测评价标准。

### 项目考核指标：

#### 1. 700℃超超临界汽轮机耐热部件应用考核与评价

(1) 建立模化比例不小于 1:2 的 700℃超超临界汽轮机耐热材料及部件应用考核验证平台。

(2) 考核验证平台在项目实施期限内的运行时间不小于 5000h。

(3) 形成不少于 4 个 700℃超超临界汽轮机转子、汽缸、叶片-紧固件、阀门材料和部件数据库。

(4) 制定不少于 4 份 700℃超超临界汽轮机转子、汽缸、叶片-紧固件、阀门评价标准规范。

#### 2. 灵活运行工况下超超临界汽轮机关键耐热部件性能

## 表征与评价技术

(1) 建立涵盖 600°C~700°C 超超临界汽轮机关键部件不少于 10 种典型耐热钢、镍基耐热合金类结构件在近服役工况下负荷变化（调峰负荷幅度 20%、30%、40%）的热机械疲劳等力学性能数据库。

(2) 获得汽轮机关键部件在日启停工况下不少于 10 种典型耐热钢、镍基耐热合金类结构件的蠕变-疲劳性能曲线。

(3) 形成汽轮机关键部件类结构件近服役工况蠕变-疲劳损伤表征设备 1 套、新方法 1 项和新标准 1 项。

(4) 形成汽轮机关键部件高分辨小当量缺陷无损测试设备 1 套、新方法 1 项和新标准 1 项。

**项目实施期限：**2026 年 1 月—2030 年 12 月

**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：**700°C 超超临界汽轮机；考核验证平台；考核评价标准；灵活调峰；类结构件；性能表征评价设备与方法

**有关说明：**本项目由相关领域优势用户单位、新材料生产应用验证平台牵头单位牵头申报，项目参研单位数量不超过 10 个。对于课题 1 中的指标（1），需要在申报书中设置 2027 年 12 月前的里程碑节点，完成“700°C 超超临界汽轮机

试验台架建设方案”并通过考核。对于课题 2 中的指标(1)，需要在申报书中设置 2027 年 12 月前的里程碑节点完成相关考核。

## **2.5 大尺寸特种合金材料及构件组织结构和应力/应变多尺度表征评价技术体系**

**研究目标：**针对高端装备用大尺寸特种合金材料及构件制备、服役过程中的形变和疲劳、蠕变、应力腐蚀等损伤失效的共性关键科学问题以及当前跨尺度表征评价技术薄弱、高精表征装备落后及联用效率低等系列挑战，研发可用于大尺寸材料及构件跨尺度组织结构及多维度全场应力/应变高效表征评价关键技术与装备，实现从材料级到部件级跨尺度组织结构、应力/应变研究的互联互通，全方位、多尺度揭示特种合金材料及构件在加工制备和服役过程中的组织、缺陷、应力/应变的演变规律及相互作用关系，构建基于真实工况的特种合金组织结构和应力/应变的表征技术新体系与材料研发新范式，提升特种合金材料及构件在工业生产中的质量控制能力和服役过程中的安全可靠性能，为高端装备用大尺寸特种合金材料及构件的高效研发提供重要保障。

本项目设置 2 项课题。

### **课题 1：大尺寸特种合金材料及构件组织结构多尺度统计表征评价技术体系**

**研究内容：**大尺寸特种合金多尺度微观组织定量统计分布表征技术与装备；高温复杂环境下特种合金介-微观组织结构高温复杂环境可视化表征技术与装备；微-纳-皮米组织结构与成分表征联用关键技术与装置；上述技术应用于超超临界汽轮机用耐热合金、大型商用飞机用高强韧铝合金、高强高导/高强耐磨铜合金、高强韧钛合金等不少于 3 类特种合金及关键部件的组织结构多尺度统计表征评价。

## **课题 2：特种合金关键构件应力/应变表征技术体系**

**研究内容：**发展特种合金材料及构件多维度多尺度全场应力/应变表征方法和装备；建立特种合金构件制备加工过程应力/应变表征技术；建立特种合金构件高温/低温/疲劳/腐蚀等复杂工况下服役过程应力/应变与服役状态综合评价技术；建立特种合金构件制造-服役全流程应力/应变评估方法和预测模型，揭示合金成分-制造工艺-宏微结构-应力/应变-服役性能的构效关系；开展大尺寸特种合金构件制造-服役全流程应力/应变表征应用示范。

### **项目考核指标：**

1. 大尺寸特种合金材料及构件组织结构多尺度统计表征评价技术体系：（1）开发基于金相显微镜的大尺寸材料及构件夹杂物表征与智能识别统计技术，在 720mm×400mm 最大检测范围内可实现 15 $\mu$ m 及以上尺寸夹杂物成分与形貌快速统计表征，单张图像采集+处理时间 $\leq 5s@3k \times 3k$ ，运动平

台定位精度 $\leq 3\mu\text{m}$ ; (2) 开发特种合金在高/低温力学、蠕变、疲劳、氧化、凝固与热处理过程的纳米分辨可视化表征评价技术及装备, 可实现宽温域(室温- $1500^{\circ}\text{C}$ 且分辨率 $\leq 20\text{nm}$ )介-微观组织结构表征, 单张显微图像采集时间 $\leq 100\text{ms}@1\text{k}\times 1\text{k}$ , 加载应力 $\geq 5\text{GPa}$ , 位移精度 $\leq 100\text{nm}$ , 变形量 $\geq 50\text{mm}$ , 稳定工作时间 $\geq 200\text{h}$ , 建立数据新算法模型 3 种及以上; (3) 开发双束扫描电镜、透射电镜及三维原子探针表征联用样品载体及样品装载、移动及保护装置, 形成上述精密表征装备跨尺度(毫米到皮米,  $\geq 8$  个数量级)联用技术, 实现 3 个及以上样品在同一载体上的高精度转移与表征; (4) 形成新技术方法 9 项、新标准规范 8 项、新装备/装置 3 台套, 在超超临界汽轮机用耐热合金、大型商用飞机用高强韧铝合金、高强高导/高强耐磨铜合金、高强韧钛合金等 3 种及以上特种合金及关键部件中进行示范表征评价。

2. 特种合金关键构件应力/应变表征技术体系: (1) 基于中子、同步辐射光源、磁、超声等, 开发适用于飞机机匣用钛合金环轧件、飞机起落架结构件、 $700^{\circ}\text{C}$ 超超临界汽轮机用耐热合金等的应力/应变无损表征新技术不少于 7 项; (2) 形成上述特种合金构件制备加工过程、复杂服役工况下应力/应变表征新标准 8 项, 研发超声、微磁、便携式 XRD、同步辐射等应力/应变表征新装备 4 套; (3) 开发构件级中子衍射法三维应力/应变表征技术, 样品处单色中子注量率



$\geq 2.0 \times 10^7 \text{ n cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ，在取样体积尺寸 $\leq 5\text{mm} \times 5\text{mm} \times 5\text{mm}$ 时：  
构件测试厚度 Al 合金 $\geq 220\text{mm}$ 、Cu 合金 $\geq 32\text{mm}$ 、Ti 合金 $\geq 20\text{mm}$ 、Fe 合金 $\geq 45\text{mm}$ 、Ni 基合金 $\geq 26\text{mm}$ ，应变测量误差 $\leq 100\mu\epsilon$ ；（4）开发构件级同步辐射应力/应变高效表征技术，应变测量误差 $\leq 50\mu\epsilon$ ，单点测量时间优于 2s，构件穿透深度 Al 合金 $\geq 60\text{mm}$ 、Cu 合金 $\geq 2\text{mm}$ 、Ti 合金 $\geq 8\text{mm}$ 、Fe 合金 $\geq 3\text{mm}$ 、Ni 基合金 $\geq 2\text{mm}$ ；（5）开发全尺寸大型铁磁合金构件微磁法全域应力检测技术，检测速度 $\geq 1\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ，检测深度 $\geq 10\text{mm}$ ，横向分辨率优于  $0.2 \times 0.2\text{mm}^2$ ，应力测量误差 $\leq \pm 8\text{MPa}$ ；（6）为大型商用飞机、燃气轮机等不少于 2 类高端装备用特种合金构件提供技术支撑和示范应用。

**项目实施期限：**2026 年 1 月—2029 年 12 月

**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；大尺寸；多尺度；组织结构；应力/应变；表征技术/装备

**有关说明：**本项目参研单位数量不超过 10 个。

项目需在 2027 年 12 月前设置里程碑节点完成如下考核指标：

课题 1: (1) 开发基于金相显微镜的大尺寸材料及构件夹杂物表征与智能识别统计技术, 在  $720\text{mm}\times 400\text{mm}$  最大检测范围内可实现  $15\mu\text{m}$  及以上尺寸夹杂物成分与形貌快速统计表征, 单张图像采集+处理时间 $\leq 5\text{ s}@3\text{ k}\times 3\text{ k}$ , 运动平台定位精度 $\leq 3\mu\text{m}$ ; (2) 开发特种合金在高/低温力学、蠕变、疲劳、氧化、凝固与热处理过程的纳米分辨可视化表征评价装备, 可实现高温 (室温- $1500^{\circ}\text{C}$  且分辨率 $\leq 50\text{nm}$ ) 介-微观组织结构表征, 单张显微图像采集时间 $\leq 100\text{ms}@1\text{ k}\times 1\text{ k}$ , 加载应力 $\geq 5\text{GPa}$ , 位移精度 $\leq 150\text{nm}$ , 变形量 $\geq 50\text{mm}$ , 稳定工作时间 $\geq 50\text{h}$ , 建立数据新算法模型 2 种及以上; (3) 形成表征评价技术体系新技术方法 $\geq 3$  项、新标准或规范 $\geq 2$  项。

课题 2: (1) 完成超声和微磁应力/应变表征新装备的研制; (2) 开发构件级中子衍射法三维应力/应变表征技术, 样品处单色中子注量率 $\geq 2.0\times 10^7\text{n}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ , 在取样体积尺寸 $\leq 5\text{mm}\times 5\text{mm}\times 5\text{mm}$  时: 构件测试厚度 Al 合金 $\geq 220\text{mm}$ 、Cu 合金 $\geq 32\text{mm}$ 、Fe 合金 $\geq 45\text{mm}$ , 应变测量误差 $\leq 100\mu\epsilon$ ; (3) 形成表征评价技术体系新技术方法 $\geq 3$  项、新标准或规范 $\geq 2$  项。

### 三、高性能纤维及复合材料

#### 3.1 基于碳纤维复合材料的超轻量化高速列车车体结构关键技术研究及应用

**研究目标：**针对高速列车车体结构轻量化应用需求，开展高速列车广域服役环境下的碳纤维复合材料制备技术研究，实现适用于高速列车的高性能碳纤维材料自主保障；攻克碳纤维复合材料在高速列车车体结构中的高效设计、工艺制造、可靠连接、结构健康监测等核心技术，形成基于碳纤维复合材料高速列车车体结构功能一体化设计体系及成本模型，完成轻量化碳纤维车体装车验证，实现碳纤维复合材料车体结构在高速列车上的应用与产业推广。

本项目设置 1 项课题。

**研究内容：**针对高速列车车体结构轻量化应用需求，研究高速列车广域服役环境下碳纤维复合材料性能演化规律，建立适用于高速列车碳纤维复合材料车体结构全生命周期的材料体系及设计方法；研究碳纤维复合材料车体结构功能一体化设计技术、高效高可靠连接技术；开展低成本高效率成型工艺、缺陷快速检测技术等关键技术研究；完成超轻量化车体样机研制，完成轻量化复合材料车体在高速列车上的示范验证，建立基于碳纤维车体高速列车的全生命周期成本分析模型，制定碳纤维复合材料高速列车车体设计制造规范。

#### 项目考核指标：

1. 基于车体设计要求开发适用于高速列车运行环境的

碳纤维复合材料体系，满足材料阻燃等级达到 EN45545 HL2 级，纤维体积含量 $\geq 55\%$ ， $0^\circ$ 弹性模量 $\geq 135\text{GPa}$ ，层间剪切强度 $\geq 65\text{MPa}$ ，冲击后压缩强度 $\geq 150\text{MPa}$ （冲击能量  $6.7\text{ J/mm}$ ，准各向同性铺层）。

2. 研制超轻量化碳纤维复合材料车体样机，车体长度 $\geq 24.5\text{m}$ ，车体结构强度设计基于 TB/T 3451-2016 和 TB/T 3548-2019，其中拉伸载荷  $1000\text{kN}$ ，压缩载荷  $1500\text{kN}$ ；车体冲击强度满足 GB/T 32058-2015。车体结构气密强度载荷： $+6500\text{Pa}$  和  $-10000\text{Pa}$ ，气密疲劳强度载荷 $\pm 5000\text{Pa}$ ，循环次数 100 万次。实现复合材料车体主结构较原铝合金车体减重 $\geq 25\%$ ，碳纤维车体主要部位结构计权隔音量 $\geq 32\text{dB}$ ，导热系数 $\leq 0.08\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 。

3. 车体结构零部件数量减少 20%以上，检测速率比现有复材制件速率提升 30%，满足实际复合材料产品应用需求，大型制件孔隙率 $\leq 2\%$ ，型面精度 $\leq 2\text{mm/m}$ 。

4. 实现轻量化碳纤维车体在高速列车示范验证，完成 5 千公里装车试验，运行速度不低于  $160\text{km/h}$ ，形成 5 项以上标准或规范。

**项目实施期限：**2026 年 1 月—2028 年 12 月

**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：**碳纤维复合材料；高速列车车体；轻量化

**有关说明：**本项目由相关领域优势用户单位、新材料生产应用验证平台牵头单位牵头申报，项目参研单位数量不超过 10 个。对于指标（1）、（2），需要在申报书中设置 2027 年 12 月前的里程碑节点完成相关考核。

### **3.2 舰船用热/声屏障结构设计及应用关键技术**

**研究目标：**面向新型舰船对耐高温、轻质柔性、隔热-隔声一体化高性能纤维制品的重大需求，通过分子结构创新设计和有机-无机杂化等策略攻克含酰亚胺、苯并咪唑或苯并噁唑等杂环单元的高性能聚合物设计合成与超细旦纤维纺丝成型关键技术，通过热/声屏障结构的协同设计，研制结构稳定、隔热-隔声性能优异的纤维织物制品，揭示纤维化学与形态结构-织物组织结构-制品隔热-隔声特性间的关系规律，开发芳香族高性能纤维在新型舰船舱壁、防火隔断、动力系统等部门的应用技术，提升我国特种高性能纤维在新型舰船热/声屏障结构设计与应用技术，支撑关键战略装备的快速发展。

本项目设置 1 项课题。

**研究内容：**研究新型含酰亚胺、苯并咪唑或苯并噁唑等杂环单元超耐热芳香族聚合物的结构设计原理，研发适应于超细旦纤维的高效纺丝理论体系，攻克该类新型芳香族聚合

物纤维连续稳定的纺丝成型与后处理关键技术；研究超细旦纤维的预处理技术和三维缠结组装技术，结合纤维配伍、组织结构调控等策略，攻克超细旦聚合物纤维的特种纺织加工技术，研制隔热防护性能突出的三维网状结构超轻絮片等产品；基于研发的新型超细旦高性能聚合物纤维和织物，通过多尺度结构设计与智能优化算法，开发具有高温隔热、低频隔声、大带宽及轻量化特性的夹芯材料，揭示热流及声波在轻质夹芯材料中的传播衰减机理，完成轻质夹芯材料的制备及其在舰船舱壁隔热-隔声降噪等方面的应用验证。

### 考核指标：

1. 超细旦高性能纤维：单根纤维纤度 $\leq 0.5\text{dtex}$ （GB/T 14343-2008），起始分解温度 $\geq 700^{\circ}\text{C}$ ， $900^{\circ}\text{C}$ 质量残留率 $\geq 85\%$ （GB/T 33047.1~3-2021），极限氧指数 $\geq 45\%$ （GB/T 5454-1997），纤维拉伸强度 $\geq 5\text{cN/dtex}$ （GB/T 14344-2008）。

2. 产品及装备：轻质隔热絮片的体积密度 $\leq 5\text{mg/cm}^3$ ，在 $200^{\circ}\text{C}$ 时热导率 $\leq 0.03\text{W/m}\cdot\text{K}$ ， $650^{\circ}\text{C}$ 时热导率 $\leq 0.10\text{W/m}\cdot\text{K}$ （GB/T 35762-2017），经100次压缩循环后，塑性形变 $\leq 5\%$ （GB/T 22796-2009）；轻质夹芯材料的厚度 $\leq 2\text{cm}$ ，面密度 $\leq 10\text{kg/m}^2$ ，热导率 $\leq 0.020\text{W/m}\cdot\text{K}$ ；轻质夹芯材料满足舰船在 $200\text{Hz}$ – $2000\text{Hz}$ 频率范围内的平均隔声量 $\geq 35\text{dB}$ （GB/T 33620-2017）。

3. 应用验证：完成新型高性能纤维基热/声屏障结构在舰船试验台上应用考核。

**项目实施期限：**2026 年 1 月—2028 年 12 月

**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：**超细旦耐热纤维；隔热絮片；热/声屏障结构

**有关说明：**本项目由相关领域优势用户单位、新材料生产应用验证平台牵头单位牵头申报，项目参研单位数量不超过 10 个。对于指标（1）和（2），需要在申报书中设置 2027 年 12 月前的里程碑节点完成相关考核。

## 四、特种高分子材料

### 4.1 聚烯烃弹性体及环烯烃共聚物新产品开发与应用验证

**研究目标：**针对聚烯烃弹性体（POE）发泡制品及环烯烃共聚物（COC）光学和医用包装的应用需求，开发发泡用 POE 及光学和医用包装用 COC 产品。研究材料结构及加工工艺对制品性能的影响，实现材料在高性能制品上的应用验证。

本项目设置 2 项课题。

#### **课题 1：发泡用 POE 产品开发及应用验证**

**研究内容：**开发发泡用 POE 产品牌号，研究材料结构与发泡性能的关系；确定发泡工艺对含 POE 发泡材料性能的影响；研制高性能运动鞋底。

#### **课题 2：COC 产品开发及应用验证**

**研究内容：**研究 COC 材料结构与性能的关系，开发光学和医用包装 COC 牌号；研究影响 COC 光学镜片、医用包装膜等制品性能的影响因素；满足在增强现实/虚拟现实（AR/VR）设备、抬头显示（HUD）设备、医用包装膜等领域的应用需求。

#### **项目考核指标：**

##### **1. 发泡用 POE 产品牌号开发及应用验证：**

开发发泡用 POE 产品牌号，应用 2000 吨以上。制备运动鞋发泡中底，中底材料密度 $\leq 0.2 \text{ g/cm}^3$ ，压缩变形 $\leq 42\%$ ，



回弹率 $\geq 65\%$ ，断裂伸长率 $\geq 300\%$ 。

## 2. COC 产品开发及应用验证：

建立 COC 材料结构与性能的关系；开发光学制品用 COC 牌号，玻璃化转变温度 $\geq 130^{\circ}\text{C}$ ，密度 $\leq 1.04\text{ g/cm}^3$ ，透光率 $\geq 91\%$ ，雾度 $\leq 1\%$ ，折射率 $\geq 1.53$ ，阿贝数 $\geq 56$ ；实现在增强现实/虚拟现实（AR/VR）设备、抬头显示（HUD）设备等光学领域的应用。开发医用包装膜用 COC 牌号，玻璃化转变温度 $\geq 60^{\circ}\text{C}$ ，水蒸气透过率 $< 0.8\text{g}/(\text{m}^2\cdot 24\text{h})$ （ $38^{\circ}\text{C}$ ， $90\%\text{RH}$ ）（ $300\mu\text{m}$  膜），拉伸强度（MD/TD） $\geq 40\text{MPa}$ ，满足医用包装应用要求。

项目实施期限：2026 年 1 月—2027 年 12 月

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：发泡用 POE；光学用 COC；产品开发；应用验证

有关说明：本项目由企业牵头申报，项目申报单位必须包含用户单位且不超过 10 家。

## 4.2 220kV 电压等级固相接枝聚丙烯电缆研制及工程应用验证

**研究目标：**本项目攻克高压接枝聚丙烯绝缘电缆及附件的制备、检测、敷设及运维等关键技术研究，实现接枝聚丙烯电缆产业化制造，开展接枝聚丙烯电缆的工程示范应用，推进接枝聚丙烯电缆的应用。

本项目设置 1 项课题。

**研究内容：**研究接枝改性聚丙烯绝缘料和半导体屏蔽料的综合性能调控技术及匹配优化方法，明确电缆加工过程与材料结构、性能的关联影响规律。开展高压固相接枝聚丙烯绝缘电缆及附件制备关键技术研究，研制 220kV 高压固相接枝聚丙烯电缆及附件。开展高压聚丙烯电缆试验检测技术研究，制定聚丙烯电缆检测技术标准体系。研究高压聚丙烯绝缘电缆敷设、运维及状态评估技术，提出聚丙烯绝缘电缆的运行可靠性评价方法。开展聚丙烯电缆自主生产制造技术研究，针对固相接枝聚丙烯绝缘材料流变特性，设计挤出加工专用核心部件，优化挤出及冷却工艺条件。

### **项目考核指标：**

1. 揭示绝缘和屏蔽超光滑界面性能调控机制，电缆成型后绝缘与屏蔽界面突起尺寸不超过 50 $\mu\text{m}$ 。实现固相接枝聚丙烯电缆产业化制造，电缆导体截面不小于 2500mm<sup>2</sup>，最高允许运行温度不低于 105℃，介电损耗不大于 0.0008，电缆系统通过第三方型式试验及预鉴定试验，完成长度不少于 1.5km 的 220kV 固相接枝聚丙烯电缆工程示范应用。

2. 设计优化固相接枝聚丙烯绝缘材料挤出加工核心部

件和工艺，实现绝缘长时间稳定挤出加工，连续挤出 100m 电缆，厚度波动不大于 1.5%，利用自主装备制造 110kV 固相接枝聚丙烯电缆，通过型式测试。

**项目实施期限：**2026 年 1 月—2027 年 12 月

**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：**固相接枝聚丙烯电缆；电缆检测技术；电缆应用验证

**有关说明：**本项目由相关领域优势用户单位、新材料生产应用验证平台牵头单位牵头申报，项目参研单位数量不超过 10 个。

### 4.3 茂金属聚乙烯产品应用验证

**研究目标：**研究对茂金属聚乙烯树脂结构、加工工艺与制品应用性能的关联关系；开发出茂金属聚乙烯薄膜料和管材料加工技术，基于国内原料生产出合格茂金属聚乙烯薄膜及管材，性能达到同类进口产品水平，完成材料在包装、管材等领域的应用验证。

本项目设置 2 项课题。

**课题 1：**薄膜用茂金属聚乙烯产品应用验证

**研究内容：**完成茂金属聚乙烯薄膜料在应用过程中树脂多层级结构、加工配方、加工参数对薄膜产能、性能的影响规律研究，开发茂金属聚乙烯薄膜料加工技术，薄膜性能达到进口产品水平。完成茂金属聚乙烯薄膜料在重包装膜、流延膜和热收缩膜制品领域的应用验证。

## **课题 2：管材用茂金属聚乙烯产品应用验证**

**研究内容：**定量表征茂金属聚乙烯管材树脂共聚组成分布和多层级结构，影响茂金属聚乙烯管材树脂结晶和流变行为的关键微观结构参数，开发适用于茂金属聚乙烯管材树脂的加工工艺和助剂配方体系，在保证管材性能的同时解决管材料加工性能不足的问题，性能达到进口产品水平。

### **项目考核指标：**

#### **1. 开发出高性能茂金属聚乙烯薄膜制品：**

(1) 重包装膜：1) 纵向断裂标称应变 $\geq 550\%$ ；2) 横向断裂标称应变 $\geq 550\%$ ；3) 落镖冲击破损质量 $\geq 550\text{g}$ ；4) 厚度 $120\text{--}140\mu\text{m}$ 。

(2) 流延膜：1) 纵向断裂标称应变 $\geq 300\%$ ；2) 横向断裂标称应变 $\geq 300\%$ ；3) 厚度 $< 50\mu\text{m}$ ；4) TD 断裂伸长强度 $\geq 14\text{MPa}$ ；5)  $0.5\text{--}1\text{mm}$  鱼眼 $\leq 10$  个/ $\text{m}^2$ 。

(3) 热收缩膜：1) 纵向断裂标称应变 $\geq 95\%$ ；2) 横向断裂标称应变 $\geq 95\%$ ；3) 纵向收缩率 $\geq 45\%$ ；4) 横向收缩率 $\geq 45\%$ ；5) TD 断裂伸长强度 $\geq 40\text{MPa}$ 。

(4) 实现规模化应用，项目实施期内用量超过 1 万吨。

## 2. 开发出高性能茂金属聚乙烯 PERT 管材制品：

(1) PERT 管材氧化诱导期 $\geq 35\text{min}$  ( $210^{\circ}\text{C}$ )。

(2) 静液压强度：管材的静液压强度需在以下条件下达到无破损、无渗透：1) 当静液压应力为  $9.9\text{MPa}$ ，试验温度  $20^{\circ}\text{C}$ ，持续试验 1 小时；2) 静液压应力  $3.8\text{MPa}$ ，试验温度  $95^{\circ}\text{C}$ ，持续试验 22 小时；3) 静液压应力  $3.6\text{MPa}$ ，试验温度  $95^{\circ}\text{C}$ ，持续试验 165 小时；4) 或静液压应力  $3.4\text{MPa}$ ，试验温度  $95^{\circ}\text{C}$ ，持续试验 1000 小时；5) 每种条件下测试三个样品，三种样品均应满足无破裂、无渗透的要求。

(3) 实现规模化应用，项目实施期内用量超过 1 万吨。

**项目实施期限：**2026 年 1 月—2027 年 12 月

**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：**茂金属聚乙烯薄膜；茂金属聚乙烯管材；应用验证

**有关说明：**本项目由相关领域优势用户单位、新材料生产应用验证平台牵头单位牵头申报，项目参研单位数量不超过 10 个。

#### **4.4 耐高温及复杂介质 HNBR 复合材料开发及产品应用验证**

**研究目标：**本项目针对油田、新能源等关键产业的应用需求，开展 HNBR 加工应用技术研究，开发油田用封隔器胶筒、锂电池密封等场景用 HNBR 复合材料，实现耐高温、复杂介质等关键性能突破并开展制件制备和性能评价；开展自主开发的 HNBR 在航空装备领域的产品应用验证，完成制件的制备和性能评价。

本项目设置 2 项课题。

##### **课题 1：耐高温及复杂介质 HNBR 复合材料开发**

**研究内容：**面向油田和锂电池应用场景，研究不同结构梯度 HNBR 与复合材料全流程加工应用性能的关联关系；面向深地油气开采封隔器胶筒对耐高温高压、井下介质的服役要求，开发专用 HNBR 复合材料，研究胶筒结构与性能的关联关系，开展封隔器胶筒的制备、实验室性能评价和油田井下应用验证；面向锂电池密封制件对耐高温、耐电解质、苛刻密封性能的服役要求，开发专用 HNBR 复合材料，开展实验室性能评价。

##### **课题 2：航空装备用 HNBR 产品应用验证**

**研究内容：**针对自主开发的 HNBR 的产品特点，开展航空装备用 HNBR 复合材料的配方与工艺开发；研究 HNBR 胶料与带垫卡箍的功能匹配性，开展带垫卡箍的全面环境适应性考核验证和功能匹配工程化考核验证；研究 HNBR 胶料

与弹性前轴套成型工艺匹配性研究，开展弹性前轴套高、低温工作性能及耐久性疲劳性能考核验证。

### 项目考核指标:

#### 1. 耐高温及复杂介质 HNBR 复合材料开发:

(1) 完成油田封隔器胶筒、锂电池密封等 2 个应用场景下橡胶复合材料性能与自主开发的 HNBR 牌号的匹配性研究。

(2) 完成深地油气开采封隔器胶筒用复合材料开发与应用验证:

1) 拉伸强度 $\geq 25\text{MPa}$ 、断裂伸长率 $\geq 130\%$ (参考标准 GB/T 528-2009); 2) 压缩永久变形 ( $150^{\circ}\text{C}\times 70\text{h}$ )  $\leq 15\%$  (参考标准 GB/T 7759.1-2015); 3) 热氧老化性能 ( $150^{\circ}\text{C}\times 70\text{h}$ ) 拉伸强度保持率 $\geq 85\%$ 、断裂伸长率保持率 $\geq 60\%$  (参考标准 GB/T 3512-2014); 4) 完成不少于 3 种不同结构封隔器胶筒的应用性能分析; 5) 完成封隔器胶筒制备, 实验室性能评价, 现场应用验证不少于 10 井次。

(3) 完成锂电池密封用复合材料开发与评价:

1) 拉伸强度 $\geq 18\text{MPa}$  (参考标准 GB/T 528-2009); 2) 压缩永久变形 ( $170^{\circ}\text{C}\times 70\text{h}$ )  $\leq 15\%$  (参考标准 GB/T 7759.1-2015); 3) 热氧老化性能 ( $150^{\circ}\text{C}\times 70\text{h}$ ) 拉伸强度保持率 $\geq 85\%$ 、断裂伸长率保持率 $\geq 80\%$  (参考标准 GB/T 3512-2014); 4) 耐电解液体积变化率(碳酸二甲酯 DMC,  $100^{\circ}\text{C}\times 70\text{h}$ ) $\leq 40\%$ 。

## 2. 航空装备用 HNBR 产品应用验证:

### (1) 带垫卡箍性能:

1) 橡胶复合材料耐液体性 (YH-15 航空液压油, 70°C×70h) 体积变化率≤10%; 2) 经振动试验后不出现裂纹、变形和断裂; 3) 经热冲击试验后不出现裂纹、粘性和剥蚀。

### (2) 弹性前轴套性能:

1) 橡胶复合材料低温脆性温度≤-56°C; 2) 经 130°C 高温恒温工作试验后, 橡胶与金属件粘接面应无分层; 3) 130°C 与 23°C 的轴向压缩刚度比值为 0.85 ~ 1; 4) 经 -45°C 低温工作试验后, 橡胶与金属件粘接面应无分层; 5) -45°C 与 23°C 的轴向压缩刚度比值为 1 ~ 1.5。

**项目实施期限:** 2026 年 1 月—2027 年 12 月

### **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:** HNBR 复合材料; 高温; 复杂介质; 航空装备; 应用验证

**有关说明:** 本项目由企业牵头申报, 项目申报单位必须包含用户单位且不超过 10 家。

## 4.6 医用特种高强度透气膜工业化技术开发及装置建设



**研究目标：**开发医用特种高强度透气膜工业化制备技术，装置满足工业化技术要求，并产出合格产品；建立 PMP 结构与 ECMO 膜性能的构效关系，明晰中空纤维膜成膜工艺对 ECMO 膜结构性能的影响机制。

本项目设置 2 项课题。

**课题 1：**医用特种高强度透气膜工业化技术开发及装置建设

**研究内容：**

（1）基于医用特种高强度透气膜中试技术和装置，开发工业化装置，产品幅宽和装置产能达到要求。

（2）研究聚合物分子结构、溶液或熔体性质等对透气膜的力学、透气性和微生物阻隔性的影响，确定满足工业生产的物料技术要求。

（3）研究工业化放大过程中工艺参数对透气膜关键性能指标的影响规律，并根据生产过程对生产工艺和装置进行优化，开发稳定的工业化生产工艺，产品关键性能指标达到要求。

（4）对工业化产品进行与医疗器械无菌包装等应用领域相关的性能评价，产品满足下游环氧乙烷灭菌及其它使用要求。

**课题 2：**PMP 结构与 ECMO 膜性能关系研究

**研究内容：**进行 PMP 性能分析及分子链与聚集态结构表征，评价 ECMO 膜性能，建立 PMP 分子量及分布、结晶

性能等结构与 ECMO 膜性能的构效关系；研究中空纤维膜成型过程不同温度、溶剂、浓度等成膜工艺对 ECMO 膜性能与结构的影响机制；开展 PMP 微结构优化设计。

### 项目考核指标：

#### 1. 透气膜幅宽和装置产能：

透气膜幅宽 $\geq 800\text{mm}$ ，装置产能 $\geq 125$  万平米/年。

#### 2. 透气膜工业化产品技术指标：

(1) 厚度：厚度 $\leq 220\mu\text{m}$ ，GB/T 451.3-2002。

(2) 微生物屏障分等 LRV：微生物屏障分等 LRV $\geq 4.2$ ，YY/T 0681.10-2011。

(3) 本特生透气度：本特生透气度 $\geq 1.2\mu\text{m}/(\text{Pa}\cdot\text{s})$ ，GB/T 458-2008。

(4) 抗张强度：抗张强度 $\geq 5.0\text{kN/m}$ ，GB/T 12914-2018。

(5) 撕裂度：撕裂度 $\geq 2500\text{mN}$ ，GB/T 455-2002。

3. 建立 PMP 结构与 ECMO 膜性能的构效关系，明晰中空纤维膜成膜工艺对 ECMO 膜结构性能的影响机制。

**项目实施期限：**2026 年 1 月—2027 年 12 月

### 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：**医用；透气膜；工业化装置；PMP；ECMO 膜

**有关说明：**本项目由企业牵头申报，项目申报单位必须包含用户单位且不超过 10 家。

#### **4.7 氮气分离膜用聚酰亚胺材料开发和 CO<sub>2</sub> 等难分离气体中空纤维膜及平板分离膜产品开发**

**研究目标：**开发氮气分离膜用聚酰亚胺材料及 CO<sub>2</sub> 中空纤维分离膜用聚酰亚胺材料合成工艺，探明工业放大过程中工艺参数对聚酰亚胺材料结构及性能的影响。建成 2 吨/年和 20 吨/年产能的分离膜用聚酰亚胺生产装置，其中 20 吨/年装置生产氮气分离膜用聚酰亚胺，2 吨/年装置可柔性生产氮气氮气分离膜用聚酰亚胺及高性能 CO<sub>2</sub> 中空纤维分离膜材料。设计合成高性能 CO<sub>2</sub> 聚合物分离膜材料及新型多孔功能膜材料，建成 CO<sub>2</sub> 平板分离膜材料制备中试装置。开发 CO<sub>2</sub> 中空纤维分离膜和平板分离膜的规模化制备技术，完成 CO<sub>2</sub> 驱油伴生气及烟道气脱碳的中试应用验证。

本项目设置 3 项课题。

##### **课题 1：分离膜用聚酰亚胺材料开发及生产装置建设**

**研究内容：**开发氮气分离膜、CO<sub>2</sub> 分离膜用聚酰亚胺材料及其合成放大工艺，研究工业放大过程中工艺参数对聚酰亚胺材料结构及性能的影响；建成 2 吨/年和 20 吨/年产能的分离膜用聚酰亚胺生产装置，其中 20 吨/年装置生产氮气分离膜用聚酰亚胺，2 吨/年装置可柔性生产氮气氮气分离膜用聚酰亚胺及高性能 CO<sub>2</sub> 中空纤维分离膜材料。

##### **课题 2：CO<sub>2</sub> 等难分离气体中空纤维膜材料规模化制备**

及产品开发

**研究内容:** 针对天然气以及页岩油、低渗透油藏和含  $\text{CO}_2$  油藏开采产生的伴生气脱碳需求, 研究耐溶胀型  $\text{CO}_2/\text{CH}_4$  中空纤维分离膜专用聚酰亚胺材料, 实现公斤级规模化制备。开发高性能  $\text{CO}_2$  中空纤维分离膜, 建成伴生气脱碳中试装置并进行应用验证。

**课题 3:  $\text{CO}_2$  等难分离气体平板分离膜规模化制备及产品开发**

**研究内容:** 针对烟道气等体系中的  $\text{CO}_2$  分离, 设计合成高性能  $\text{CO}_2$  聚合物分离膜材料及新型多孔功能膜材料。开发  $\text{CO}_2$  平板分离膜材料及高性能  $\text{CO}_2$  平板分离膜规模化制备技术, 建成  $\text{CO}_2$  平板分离膜材料制备中试装置, 开发膜法  $\text{CO}_2$  分离成套工艺, 并进行应用验证。

**项目考核指标:**

1. 分离膜用聚酰亚胺材料开发及生产装置建设:

氮气分离膜用聚酰亚胺产品的重均分子量在 10-40 万可控, 多分散系数在 1.0-2.5 之间, 纯度超过 99.8%, 拉伸强度大于 80MPa, 本征氮气渗透系数大于 80Barrer, 氮气/甲烷选择性大于 200; 完成氮氮分离膜用聚酰亚胺产品开发, 材料本征氮气/氮气选择性大于 6.5, 氮气渗透系数大于 10Barrer;  $\text{CO}_2$  分离用聚酰亚胺产品重均分子量在 7-20 万可控, 分散系数在 1.5 到 2.5 之间, 拉伸强度大于 40MPa, 本征  $\text{CO}_2$  渗透系数大于 100Barrer,  $\text{CO}_2/\text{CH}_4$  选择性大于 30。建成 2 吨/年和 20 吨/年产能的分离膜用聚酰亚胺生产装置, 其中 20 吨/

年装置生产氮气分离膜用聚酰亚胺，2 吨/年装置可柔性生产氮气氮气分离膜用聚酰亚胺及高性能 CO<sub>2</sub> 中空纤维分离膜材料。

2. CO<sub>2</sub> 等难分离气体中空纤维膜材料规模化制备及产品开发：

（1）天然气脱碳用中空纤维膜对 CO<sub>2</sub> 的渗透率  $\geq 200$  GPU，CO<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub> 的选择性  $\geq 40$ ，完成应用验证；CO<sub>2</sub> 驱油伴生气用中空纤维膜在进料为 CO<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub> 混合气（组成 50/50）条件下，CO<sub>2</sub> 的渗透率  $\geq 500$  GPU，CO<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub> 的选择性  $\geq 40$ ；（2）建成日处理伴生气 5000 Nm<sup>3</sup> 中试装置，CO<sub>2</sub> 回收率  $\geq 95\%$ ，处理后天然气浓度  $\geq 96\%$ ，CO<sub>2</sub> 浓度  $\geq 95\%$ ，CO<sub>2</sub> 捕集能耗不高于 0.5 GJ/吨 CO<sub>2</sub>。完成大于 1000h 的应用验证，装置的伴生气处理能力衰减率小于 10%。

3. CO<sub>2</sub> 等难分离气体平板分离膜规模化制备及产品开发：

（1）建成 CO<sub>2</sub> 平板分离膜材料制备中试装置，规模大于 1kg/批；（2）建成 20 万 m<sup>2</sup>/年的 CO<sub>2</sub> 平板膜中试生产线，所制平板膜在进料为 CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> 混合气（组成 15/85）条件下，CO<sub>2</sub> 的渗透率  $\geq 1500$  GPU，CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> 的选择性  $\geq 100$ 。（3）建成日处理量 10000 Nm<sup>3</sup> 膜法 CO<sub>2</sub> 捕集中试装置，中试装置对燃煤电厂烟道气中 CO<sub>2</sub> 回收率  $\geq 80\%$ ，捕集后 CO<sub>2</sub> 浓度  $\geq 98\%$ ，CO<sub>2</sub> 捕集能耗不高于 2.0 GJ/吨 CO<sub>2</sub>。完成大于 1000h 的应用验证，装置的烟道气处理能力衰减率小于 10%。

项目实施期限：2026 年 1 月—2027 年 12 月

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：**氦气分离膜；聚酰亚胺；高性能二氧化碳分离膜；高通量高选择性；耐溶胀

**有关说明：**本项目由企业牵头申报，项目申报单位必须包含用户单位且不超过 10 家。

#### **4.8 二氧化碳转化及生物基对二甲苯、新型生物基助剂、新型生物基辅剂制备关键技术**

**研究目标：**研究二氧化碳制备低碳化合物、低碳化合物转化高分子材料单体关键技术，以及生物基对二甲苯、新型生物基助剂、新型生物基辅剂制备关键技术。

本项目设置 5 项课题。

**课题 1：**二氧化碳制备低碳化合物关键技术研究

**研究内容：**以二氧化碳为原料，设计电催化反应流程，开发高效稳定的催化剂，研制高稳定的固态电解质反应器，探索乙酸等低碳化合物的制备技术。

**课题 2：**低碳化合物生物转化制备高分子材料单体关键技术研究

**研究内容：**研制具有自主知识产权的高活性高稳定性酶及多酶级联途径或基因工程菌株，以甲醇、乙酸等低碳化合物为原料，研究 1, 3-丙二醇、3-羟基丙酸等高分子材料单体

的制备技术。

**课题 3: 生物基对二甲苯关键技术研究**

**研究内容:** 以纤维素、2,5-二甲基呋喃 (DMF) 等生物原料, 探索生物基对二甲苯的不同制备工艺, 设计和制备高转化率催化剂, 开发高效的分离纯化工艺。

**课题 4: 反式乌头酸酯类新型生物基增塑剂制备关键技术**

**研究内容:** 解析工业发酵过程中丝状真菌高产有机酸的代谢规律, 阐明底盘细胞抗逆、碳源高效利用与产品靶向合成的分子机理, 创制反式乌头酸高产细胞工厂。阐明反式乌头酸酯增塑的理化分子基础, 开展反式乌头酸酯类增塑剂的应用研究。

**课题 5: 生物基脂质衍生物制备关键技术**

**研究内容:** 揭示枯草菌脂肽钠等溶脂天然活性成分的作用机制及构效关系, 开展细胞对高浓度产物耐受机制研究, 开发高效细胞工厂及发酵分离技术, 探索其人工生物合成技术及应用研究。

**项目考核指标:**

**1. 二氧化碳制备低碳化合物关键技术研究:**

乙酸法拉第效率 $\geq 40\%$ , 电流密度 $\geq 200\text{mA}/\text{cm}^2$ ; 产物中阳离子浓度 $< 10\text{ppm}$ 。

**2. 低碳化合物生物转化制备高分子材料单体关键技术研究:** 1, 3-丙二醇滴度 $\geq 20\text{g}/\text{L}$ , 3-羟基丙酸滴度 $\geq 120\text{g}/\text{L}$ 。

**3. 生物基对二甲苯关键技术研究:**

生物基 PX 转化率 $\geq 0.30\text{g/g}$  纤维素，生物基 PX 纯度 $\geq 99.7\%$ ，间二甲苯 MX 含量 $\leq 0.2\%$ 。

4. 反式乌头酸酯类新型生物基增塑剂制备关键技术：

反式乌头酸高产细胞工厂，滴度 $\geq 120\text{g/L}$ ，糖酸转化率 $\geq 0.70\text{g/g}$ ；完成反式乌头酸酯类增塑剂的 3 种应用研究。

5. 生物基脂质衍生物制备关键技术：

枯草菌脂肽钠高产工程菌株，滴度 $\geq 50\text{g/L}$ ；枯草菌脂肽钠产品纯度 $\geq 99\%$ 。

**项目实施期限：**2026 年 1 月—2027 年 12 月

**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：**二氧化碳生物制造；生物基对二甲苯；生物基助剂；生物基辅剂

**有关说明：**本项目由企业牵头申报，项目申报单位必须包含用户单位且不超过 10 家。



## 五、电子信息材料

### 5.1 高性能 Micro-LED 车载显示驱动关键材料开发

**研究目标：**针对车载显示核心材料和工艺技术薄弱问题，以建立自主保障的 Micro-LED 车载显示关键技术研发及产业化应用为目标，研究高性能 Micro-LED 车载显示驱动关键材料，开发高性能覆晶薄膜和各向异性导电膜两种材料，并完成相关电学、结构、信赖性等验证。

本项目设置 1 项课题。

**研究内容：**为满足 Micro-LED 显示驱动高通道数的要求，基于可剥离耐高温 PI 膜材料，打通柔-硬-柔全新工艺路线，突破国外现有双面覆晶薄膜（COF）材料加工工艺以及 4000Pin 以上通道限制，研究高密度走线对电学信号的影响，实现超高通道数 COF 材料的自主研发。研发兼具导电和绝缘两种特性的各向异性导电膜材料，实现高电传导特性、精细间距及相关信赖性的车载产品驱动芯片连接。

#### 项目考核指标：

1.CO F 覆晶薄膜：可支持通道数 $\geq 4000$ ，走线最小 pitch $\leq 10\mu\text{m}$ ，过孔 Hole 直径 $\leq 8\mu\text{m}$ 。热膨胀系数 $\leq 10\text{ppm}/^\circ\text{C}$ ，剥离强度 $\geq 0.4\text{kgf}/\text{cm}$ ，表面绝缘电阻 $\geq 10^{16}\Omega$ 。60 $^\circ\text{C}$ 、RH=90% 240 小时以及 -40 $^\circ\text{C}$ （30 分钟）~85 $^\circ\text{C}$ （30 分钟），100cycle 信赖性条件下，COF 材料无剥离、起泡、断裂，1000 次弯折（半径 1.0mm）后电阻变化率 $\leq 5\%$ 。

2.各向异性导电膜：可对应最小电极间距 10 $\mu\text{m}$ 。膜厚

$\leq 15\mu\text{m}$ ，导电粒子直径 $\leq 3.4\mu\text{m}$ ，尺寸区间 $\pm 0.1\mu\text{m}$ 。导电粒子 200MPa 下球体不粉碎。85℃、RH=85% 240 小时条件下工作正常。

**项目实施期限：**2026 年 1 月—2027 年 12 月

**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：**COF 覆晶薄膜；各向异性导电膜

**有关说明：**本项目由企业牵头申报，项目申报单位必须包含用户单位且不超过 10 家。

## **5.2 高能效宽谱系 LED 材料与芯片开发及示范应用**

**研究目标：**研发微小尺寸 Micro-LED 材料与器件，形成高效节能的氮化物半导体材料与微小尺寸 Micro-LED 解决方案，实现 Micro-LED 全彩显示模组的新产品应用；研制大功率高能效氮化物半导体发光材料与器件，面向智能汽车开发高分辨率 RGB/白光微小尺寸 LED 光源，实现 Micro-LED 光源数字前照灯和投影交互及应用验证；研发面向现代农业的高效节能、成本可控宽谱系 LED 材料与器件，满足新一代农业种植领域对光源的多样性需求；研发可见到红外各光波段的高效 LED 材料及器件技术，实现面向医疗健康的高能效

宽谱系 LED 材料、高精度光谱 LED、高性能数字光源模组；研制可穿戴健康监测与光疗设备，推广超高能效智慧光源在医疗健康领域的示范性应用。

本项目设置 4 项课题。

**课题 1：微显示用半导体全色 LED 材料及示范应用**

**研究内容：**针对微显示应用，研发尺寸 $\leq 8\mu\text{m}$ 的 LED 材料与器件。研究大失配异质结构的高均匀性外延生长动力学，提高大尺寸衬底上 Micro-LED 外延材料波长均匀性；设计适用于微小尺寸 Micro-LED 的高效出光结构，提高 Micro-LED 器件光取出效率。开发 Micro-LED 微显示芯片晶圆级键合技术，研制出微显示模组，推广 Micro-LED 微显示材料及器件规模化应用。

**课题 2：面向智能车灯应用的高分辨率 RGB/白光微小尺寸 LED 光源**

**研究内容：**针对智能像素化车灯应用，研发微小尺寸 Micro-LED 材料与器件；研究大失配异质结构的高质量外延生长动力学和大电流密度下载流子输运与复合的调控方法；研制大功率高能效氮化物半导体发光材料与器件，开发 RGB 全彩和白光数字信息车灯光源模组；研究 Micro-LED 封装技术对智能车灯应用场景，构建低成本、高效率 Micro-LED 智能车灯，并实现示范应用。

**课题 3：面向现代农业的高效节能、成本可控宽谱系 LED**

## 材料及示范应用

**研究内容：**研发用于垂直农场和温室补光种植的智慧光源照明技术。研究植物照明所需的高效率白光、蓝光、红光和近红外 LED 材料的外延生长和结构设计、制备工艺，以及 LED 器件光、电、热耦合技术，发展高取光效率、低工作电压、低热阻的 LED；开发用于垂直农场和温室工厂化补光生产所需的高效节能、多光谱、成本可控的 LED 灯具及其配套光环境智能调控系统；研究适于垂直农场和温室工厂化生产、且具有高经济效益作物的高效补光 LED 光配方及其配套种植关键技术；制定技术规范/标准，并开展应用示范。

**课题 4：**面向医疗健康的精准光谱控制 LED、数字光源模块及应用

**研究内容：**针对医疗健康应用，研究可见到红外宽光谱的高效率 LED 技术；研究面向关节炎、慢性疼痛以及神经系统疾病的专用 LED 与光源模组；研制基于多波段 LED 的可穿戴健康监测与光疗设备；基于目标疾病，研究医用光源指标、设计光疗模组与临床应用方案，建立用于医学机理研究的光疗大数据系统；推广超高能效智慧光源在医疗健康领域的示范性应用。

### 项目考核指标：

1. 研制出 6 英寸高波长均匀性、窄光谱半高宽微显示 Micro-LED 外延片，在 10cm×10cm 区域内外延材料波长标准

差 (STD): 蓝光 $\leq\pm 0.9\text{nm}$ , 绿光 $\leq\pm 0.9\text{nm}$ , 红光 $\leq\pm 0.8\text{nm}$ ; 开发尺寸 $\leq 8\mu\text{m}$  Micro-LED 器件, 在  $50\text{A}/\text{cm}^2$  电流密度,  $25^\circ\text{C}$  条件下, 蓝光外量子效率 EQE (峰值)  $\geq 38\%$ , 电光转换效率 WPE (峰值)  $\geq 35\%$ ; 绿光外量子效率 EQE (峰值)  $\geq 30\%$ , 电光转换效率 WPE (峰值)  $\geq 28\%$ ; 红光外量子效率 EQE (峰值)  $\geq 10\%$ , 电光转换效率 WPE (峰值)  $\geq 8\%$ ; 实现像素尺寸 $\leq 8\mu\text{m}$  Micro-LED 产品在微显示领域应用, 完成高分辨率高像素密度微显示样机制作, 亮度 $\geq 10$  万 nit; 针对超高分辨率 ( $\geq 5000\text{PPI}$ ) 应用, 实现尺寸 $\leq 3\mu\text{m}$  的高像素密度微显示样机制作。RGB Micro-LED 晶圆年产能达到 5000 片, 自主化程度不低于 70% 。

2.4 英寸及更大尺寸衬底上  $6\text{cm}\times 6\text{cm}$  区域内, 蓝/绿/红光 Micro-LED 器件单像素尺寸 $\leq 20\mu\text{m}$ , 氮化物半导体等发光、材料主波长范围分别为  $465\pm 15\text{nm}$  /  $525\pm 15\text{nm}$  /  $625\pm 15\text{nm}$ , 波长跨度分别 $\leq\pm 2\text{nm}$ 、 $\leq\pm 3\text{nm}$ 、 $\leq\pm 5\text{nm}$ ; 白光像素尺寸 $\leq 30\mu\text{m}$ ; 像素数量 $\geq 25000$ , 像素良率 $\geq 99.9\%$ , 色温范围  $5300\text{K}\sim 6500\text{K}$ , 注入电流密度  $180\text{A}/\text{cm}^2$  条件下, 亮度 $\geq 80$  万 nit, 光源光通量 $\geq 4000\text{lm}$ ; 实现 RGB 全彩和白光 Micro-LED 光源样机 3 套, 并在车载照明企业开展应用测试, 实现车载 Micro-LED 晶圆年产能 1 万片, 制定相关国家/行业/团体标准或技术规范 (报批稿) 2 项。

3. 峰值波长  $660\pm 5\text{nm}$  红光 LED 在  $15\text{A}/\text{cm}^2$  电流密度下

电光转换效率  $WPE \geq 83\%$ ；峰值波长  $450 \pm 5\text{nm}$  蓝光 LED 在  $6\text{A}/\text{cm}^2$  电流密度， $25^\circ\text{C}$  条件下，电光转换效率  $WPE \geq 83\%$ ，白光光效达到  $230\text{lm}/\text{W}$ ；峰值波长  $730 \pm 5\text{nm}$  近红外 LED 在  $35\text{A}/\text{cm}^2$  电流密度下，电光转换效率  $WPE \geq 55\%$ ；专用 LED 灯具光合光量子系统发光效率  $\geq 3.2$  微摩尔/焦耳，灯具寿命  $\geq 54000$  小时，IP 等级  $\geq \text{IP65}$ ；建设示范基地  $\geq 2$  个，示范面积  $\geq 10,000$  平方米；专用 LED 灯具推广应用数量  $\geq 120,000$  套；农业种植用 LED 晶圆达到 12 万片/年产能规模，制定相关国家/行业/团体标准或技术规范（报批稿）2 项。

4.  $850 \pm 5\text{nm}/870 \pm 5\text{nm}/940 \pm 5\text{nm}$  波长红外 LED，4 寸外延材料波长标准差（STD） $\leq 1.5\text{nm}$ ， $1\text{A}/\text{cm}^2$  电流密度下，电光转换效率  $WPE \geq 35\%$ ，实现多波段红外 LED 晶圆  $\geq 15$  万片的产能规模，自主化程度不低于 70%；多波段光源光神经调控装置、可穿戴光疗设备等 12 套；制定相关国家/行业/团体标准或技术规范（报批稿）2 项。

**项目实施期限：**2026 年 1 月—2027 年 12 月

**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：**微显示、量子效率/功率效率、模组；RGB

Micro-LED、智能车灯；红光/红外波段、电光转换效率、现代农业；医用多波段红外 LED、可穿戴光疗设备

**有关说明：**本项目由企业牵头申报，项目申报单位必须包含用户单位且不超过 10 家。

### **5.3 高性能深紫外半导体发光与探测关键技术研发及产业化应用**

**研究目标：**研究高性能深紫外半导体发光与探测材料、器件产业化关键技术，突破材料、芯片、封装及应用等环节的关键核心技术和工程化堵点问题，促进深紫外 LED 和紫外探测器产品尽快完善成熟，并在重点领域实现规模化应用。

本项目设置 2 项课题。

**课题 1：**高能效长寿命深紫外 LED 发光材料与器件产业化关键技术及其应用

**研究内容：**研究高 Al 组分 AlGaIn 材料外延生长的缺陷抑制、应变调控、掺杂效率与均匀性提升及不同波段深紫外 LED 的高效量子结构设计外延等产业化关键技术；研究高光提取效率、高可靠的深紫外 LED 芯片制备技术和封装材料与工艺；开发面向静态水与流动水杀菌消毒、公共场所环境消杀、健康光疗、环保光固化等产业需求的模组和装备技术，形成行业标准，并在公共市政、医疗卫生、工业制造等领域实现规模化应用。

**课题 2：**面向生命健康、污染物检测和半导体装备应用

的高灵敏度、多谱段紫外探测关键技术研发与产业化

**研究内容：**开展低缺陷密度、高均匀性 AlN 和高 Al 组分 AlGa<sub>N</sub> 紫外探测材料外延生长动力学、缺陷和杂质的生成机制和行为规律研究，发展新的材料外延方法和缺陷抑制技术；研究紫外单光子、日盲紫外、真空紫外、极紫外探测和宽谱多元阵列探测器件的结构设计、关键制备技术及量子效率提升方法；研究宽禁带紫外光电探测器的可靠性评估技术、低噪音放大电路技术、纳秒级脉冲能量检测方法及模块集成应用技术；面向生命健康、污染物检测、航天和高端半导体装备等领域研发紫外辐照剂量监测模组和光学测量模组。

#### **项目考核指标：**

1. 高能效长寿命深紫外 LED 发光材料与器件产业化关键技术及其应用：研制出发光波长  $280\text{nm}\pm 5\text{nm}$  的高能效长寿命 AlGa<sub>N</sub> 基深紫外 LED 产品，电光转换效率  $\geq 15\%$ ，寿命 (LT50)  $\geq 15000$  小时；高能效长寿命深紫外 LED 实现量产，自主化程度达到 50%；制定国家/行业/团体标准  $\geq 2$  项，形成面向公共市政、医疗卫生、工业制造等领域需求的系统解决方案，实现规模化应用。

2. 面向生命健康、污染物检测和半导体装备应用的高灵敏度、多谱段紫外探测关键技术研发与产业化：AlN 模板位错密度  $< 1 \times 10^6 \text{cm}^{-2}$ ；高 Al 组分 ( $> 45\%$ ) AlGa<sub>N</sub> 材料位错密度  $< 2 \times 10^7 \text{cm}^{-2}$ ，组分不均匀性  $< 1\%$ ； $280 \pm 10 \text{nm}$  波段紫外单光子探测效率  $\geq 35\%$ ；日盲紫外雪崩探测增益  $\geq 3 \times 10^6$ ，暗电



流密度  $<1 \times 10^{-8} \text{A/cm}^2 @ -50 \text{ V}$ ；193 nm 紫外探测响应度  $\geq 0.05 \text{A/W}$ ，经  $500 \text{kJ/cm}^2$  剂量辐照后响应度漂移  $<3\%$ ；13.5nm 极紫外探测响应度  $\geq 0.06 \text{A/W}$ ，平方厘米级感光面响应度不均匀性  $<3\%$ ；宽谱段多元阵列探测 200-360nm 量子效率  $\geq 20\%$ ；实现多谱段紫外探测芯片产业化，探测波长 200nm 以下光刻机用宽禁带紫外探测产品自主化程度达 50%；申请发明专利  $\geq 15$  件，编制国家/行业/团体标准  $\geq 1$  项。

**项目实施期限：**2026 年 1 月—2027 年 12 月

**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：**深紫外 LED；高能效长寿命；多谱段紫外探测；高灵敏度

**有关说明：**本项目由企业牵头申报，项目申报单位必须包含用户单位且不超过 10 家。

#### **5.4 超高阻和区熔电子级多晶硅关键技术工程化开发**

**研究目标：**2027 年确保产品目标对标国际领先超高阻和大尺寸区熔多晶硅商用水平，攻克集成电路和大功率半导体硅片用高品质多晶硅产业化技术，开发产品通过 12 英寸超高阻硅单晶和 8 英寸区熔硅单晶试用，并建立中试产线，产

品通过用户试用，实现小批量销售；2030 年确保完善规模化生产体系，产品通过 12 英寸超高阻硅单晶和 8 英寸区熔硅单晶及芯片生产企业验证，形成批量供应能力。

本项目设置 1 项课题。

**研究内容：**开发优化量产电阻率  $10000\Omega\cdot\text{cm}$ （N 型）以上的超高阻电子级多晶硅物料提纯技术、超高纯度杂质控制技术、超高洁净度表面处理技术；开发优化大尺寸区熔多晶硅棒动态应力控制技术、微晶颗粒度控制技术、表面精抛精制技术；建立超高纯度多晶硅施主杂质、受主杂质、体金属、表面金属等关键杂质的分析方法。

**项目考核指标：**对标国际领先超高阻和大尺寸区熔多晶硅商用水平，攻克集成电路和大功率半导体硅片用高品质多晶硅产业化技术，开发产品通过 12 英寸超高阻硅单晶和 8 英寸区熔硅单晶试用，并建立中试产线，实现小批量销售，其中 12 英寸硅片用超高阻电子级多晶硅和 8 英寸用区熔多晶硅年销售量均不低于 50 吨。超高阻电子级多晶硅施主杂质浓度、受主杂质浓度均  $<5\text{ppt}$ ，电阻率  $>10000\Omega\cdot\text{cm}$ ，区熔多晶硅直径  $>150\text{mm}$ ，长度  $>1800\text{mm}$ ，电阻率  $>9000\Omega\cdot\text{cm}$ ，其他考核具体指标以用户确认的考核大纲为准。

**项目实施期限：**2026 年 1 月—2027 年 12 月

**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：**超高阻电子级多晶硅；区熔级电子多晶硅

**有关说明：**本项目由企业牵头申报，项目申报单位必须包含用户单位且不超过 10 家。

### **5.5 石英基板用靶材**

**研究目标：**研究开发相移层镀膜靶材等光掩模上游原材料关键工艺技术，攻克关键原材料的自主保障难题，产品通过用户试用并实现小批量销售，达成相关领域的重大原创性突破，技术水平达到国内顶尖。到 2027 年，相移层镀膜靶材满足光掩模基板要求，通过用户应用验证，完成规模化产线建设，实现规模化供应；基于国内靶材的光掩模基板满足 90-28 纳米集成电路光掩模工艺要求，系列产品通过用户试用，建立中试产线，实现小批量销售。

本项目设置 1 项课题。

**研究内容：**攻克大尺寸高纯铬靶、高纯硅钼靶等相移层镀膜材料纯化、精密加工、高可靠焊接、镀膜质量控制等系列关键技术；对应用于光掩模石英基板的靶材的性能进行应用验证，收集并反馈测试数据，助力持续优化使用国内靶材生产的光掩模石英基板的工艺参数、提升关键性能指标。

**项目考核指标：**

1. 攻克光掩模基板用相移层镀膜靶材原材料制备产业化技术，满足 90-28 纳米集成电路光掩模基板工艺要求，利用自主材料的光掩模基板产品通过用户应用验证，完成规模化产线建设，产品成熟度达到 8 级，实现一定的可规模化供应能力，自主材料占同类产品采购比例超过 50%。到 2027 年底，建成 Cr 和 Mosi 石英基板用靶材生产线，合计年产 2000 块，并实现销售。其他考核具体技术指标以用户确认的考核大纲为准。

2. 靶材：制备出的铬靶材样品纯度 $\geq 99.999\%$ 、相对密度 $\geq 99\%$ 、O 含量 $\leq 100\text{ppm}$ 、焊合率 $\geq 97\%$ 、晶粒尺寸 $\leq 100\mu\text{m}$ 、靶面粗糙度  $R_a \leq 0.8\mu\text{m}$ 、靶材直径 $\geq \phi 300\text{mm}$ ，厚度 $\geq 6\text{mm}$ ，尺寸公差 $\pm 0.1\text{mm}$ ；制备出的硅钼合金靶材样品纯度 $\geq 99.999\%$ 、O 含量 $\leq 1000\text{ppm}$ 、硅含量 $\geq 65\text{ wt.}\%$ 、第二相尺寸 $\leq 50\mu\text{m}$ 、相对密度 $\geq 99\%$ 、焊合率 $\geq 97\%$ 、靶面粗糙度  $R_a \leq 0.8\mu\text{m}$ 、靶材直径 $\geq \phi 300\text{mm}$ ，厚度 $\geq 6\text{mm}$ ，尺寸公差 $\pm 0.1\text{mm}$ 。

**项目实施期限：**2026 年 1 月—2027 年 12 月

**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：**石英基板用靶材

**有关说明：**本项目由企业牵头申报，项目申报单位必须

包含用户单位且不超过 10 家。

## 5.6 超高纯聚合物材料

**研究目标：**开发超高纯聚偏氟乙烯、超高纯乙烯-三氟氯乙烯共聚物和超高纯全氟醚橡胶产品，发展超高纯聚合物材料制备、品控及加工成型技术，推进在集成电路领域的龙头企业验证和替代应用，并形成规模销售。

本项目设置 1 项课题。

### **研究内容：**

1. 研究超高纯聚偏氟乙烯（PVDF）性能、结构与聚合工艺的相互关系；开发分子量及其分布和缺陷结构控制的精准聚合技术；开发超高纯 PVDF 全套洁净度控制方案；建设超高纯 PVDF 中试产线；开发超高纯 PVDF 的加工成型技术及集成电路领域用户所需制件，进行长周期应用验证；编制超高纯 PVDF 生产工艺包，并建成生产装置，进行试生产。

2. 研究乙烯-三氟氯乙烯共聚物（ECTFE）的结构、性能和工艺之间构效关系；开发超高纯 ECTFE 聚合工艺和纯化技术；构建原辅料、成品超高纯 ECTFE 表征方法和平台；建设超高纯 ECTFE 中试线；开发超高纯 ECTFE 成型加工技术及集成电路领域用户所需制件，进行长周期应用验证；编制超高纯 ECTFE 生产工艺包。

3. 研究超高纯全氟醚橡胶（FFKM）的精准聚合技术，包括全氟甲基乙烯基醚、硫化点单体均匀共聚改性技术，端

基可交联遥爪共聚物受控制备技术；开发超高纯 FFKM 纯化技术；开发超高纯 FFKM 加工成型技术及集成电路领域用户所需制件；验证制件在集成电路领域设备和厂务等场合的长周期使用效果；建设超高纯 FFKM 中试装置；编制超高纯 FFKM 生产工艺包。

### 项目考核指标：

1. 建成 6000 吨/年超高纯 PVDF 生产线、吨级超高纯 ECTFE 和 20 吨/年超高纯 FFKM 的中试线。

2. 超高纯 PVDF 产品达到：重均分子量 20 万-60 万，熔指 1-30g/10min，拉伸强度 $\geq 45\text{MPa}$ ，断裂伸长率 $\geq 400\%$ ，总金属离子析出 $\leq 125\mu\text{g}/\text{m}^2$ ，氟离子析出 $\leq 2500\mu\text{g}/\text{m}^2$ 。

3. 超高纯 ECTFE 产品达到：熔指：5-10g/10min，其他阴离子析出率 $\leq 300\mu\text{g}/\text{m}^2$ ，总金属离子析出 $\leq 125\mu\text{g}/\text{m}^2$ ，氟离子析出 $\leq 2500\mu\text{g}/\text{m}^2$ 。

4. 超高纯 FFKM 产品达到：拉伸强度 $\geq 10\text{MPa}$ ，断裂伸长率 $\geq 120\%$ ，压缩永久变形（ $250^\circ\text{C} \times 70\text{h}$ ） $\leq 35\%$ ，总金属离子析出 $\leq 200\mu\text{g}/\text{m}^2$ ，氟离子析出 $\leq 10000\mu\text{g}/\text{m}^2$ 。

5. 上述金属离子析出和氟离子析出测试依照 SEMI F57 标准。

6. 加工制成满足超纯水和化学品系统输送等所需的管道及阀件、涂层、密封圈等制件，通过集成电路领域典型用户试用，实现销售不低于 100 吨。

7. 其他考核具体指标以典型用户确认的考核大纲为准。

**项目实施期限：**2026 年 1 月—2027 年 12 月

**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：**超高纯含氟聚合物；半导体装备制件加工；极低金属析出

**有关说明：**本项目由企业牵头申报，项目申报单位必须包含用户单位且不超过 10 家。

### **5.7 先进封装基板用原材料关键技术开发**

**研究目标：**攻克先进封装基板用关键原材料制备核心技术。开展氮化铝等陶瓷基板材料、高性能热沉复合材料和高导热纳微米材料制备关键技术研究。建立产品中试产线，设计重点产品典型应用场景，产品通过用户试用。

本项目设置 3 项课题。

**课题 1：**高功率陶瓷基板用原材料关键技术开发

**研究内容：**研究氮化铝及氮化硅粉体制备工艺，制备出高纯度粉体；探索无氧铜带高温条件下晶粒度控制及与封装基板应用相关性机理，建立高性能无氧铜带全套工艺；开展基于高纯度粉体的高精度流延、烧结等工艺研究，并在此基

础上开展基于无氧铜带的覆铜等工艺研究，解决高性能低空洞率陶瓷基板全套制备难题；发展薄型化功能陶瓷成型、陶瓷表面金属化电极集成、金属化陶瓷电极与半导体热电材料异质界面焊接集成等技术，提升热电器件控温性能。建立相关产品评价技术规范，完成产品性能评估；系列产品通过用户试用，建成中试生产线，实现小批量销售。

**课题 2：高功率半导体器件热沉复合材料关键技术开发**

**研究内容：**面向新能源汽车、先进轨道交通、智能电网等领域高功率半导体器件铝碳化硅热沉复合材料高性能化的需求，开发高性能预制体材料规模化制备技术；开展铝碳化硅热沉复合材料快速近净成型技术研究；攻克产业化制备技术，形成小批量生产能力；开展基于高性能铝碳化硅热沉复合材料的电驱功率模块散热效率和可靠性验证，并进行应用示范。建立相关产品评价技术规范，完成产品性能评估；系列产品通过用户试用，完成智能化复合示范生产线建设，实现小批量销售。

**课题 3：面向高功率密度功率器件的高导热纳微米材料关键技术开发**

**研究内容：**开发面向高功率密度功率器件的高导热纳微米材料关键制备技术：纳微米银粒子的制备技术开发，银膏所需有机溶剂的制备，纳米银粒子的防凝集材料的开发，以及纳微米银烧结材料合成技术开发等，包括无压烧结材料和



有压烧结材料；研究建立可以量产的智能化、规模化烧结银产线技术；进行高导热纳微米烧结材料在高功率密度半导体器件上的应用（有压烧结和无压烧结）验证。建立相关产品评价技术规范，完成产品性能评估；系列产品通过用户试用，完成智能化复合示范生产线建设，实现小批量销售。同时进行有压银烧结设备的开发，满足有压银烧结需求。

### 项目考核指标：

1. 高功率陶瓷基板用原材料关键技术开发：陶瓷基板用氧化铝粉体平均粒径 D50  $2\mu\text{m}$ ；高纯度氮化铝粉体平均粒径 D50  $1.2\mu\text{m}$ ，氧含量 $\leq 0.5\text{wt}\%$ ，弛豫时间 $\leq 100\text{ms}$ ，氮化铝粉体产能 $\geq 600$  吨/年；高纯度氮化硅陶瓷粉体平均粒径 D50  $0.7\mu\text{m}$ ， $\alpha$ 相含量 $\geq 95\text{wt}\%$ ，氧含量 $\leq 0.8\text{wt}\%$ ，碳含量 $\leq 0.1\text{wt}\%$ ，铁含量 $< 100\text{ppm}$ ，产能 $\geq 500$  吨/年；高纯度无氧铜带纯度 $\geq 99.99\%$ ，高温晶粒度 $< 400\mu\text{m}$ （ $800^\circ\text{C}$ ），表面粗糙度（Ra）（ $0.2 \sim 0.3$ ） $\mu\text{m}$ ，产能 $\geq 800$  吨/年；氮化铝覆铜基板热导率 $\geq 220\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，抗弯强度 $\geq 300\text{MPa}$ ，焊接空洞率 $\leq 1\%$ ，温度循环可靠性（ $-55\sim 150$ ） $^\circ\text{C} \geq 300$  次，年产能 $\geq 200$  万片；氮化硅覆铜基板抗弯强度 $\geq 700\text{MPa}$ ，热导率 $\geq 90\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，焊接空洞率 $\leq 1\%$ ，温度循环可靠性（ $-65\sim 175$ ） $^\circ\text{C} \geq 3000$  次，年产能 $\geq 200$  万片；面向主动式半导体控温器件的金属化陶瓷基板莫氏硬度 $\geq 7$ ，体积电阻率 $\geq 1.26 \times 10^{12}\Omega\cdot\text{m}$ ，覆铜厚度 $\geq (20 \pm 8)\mu\text{m}$ ；主动式半导体控温器件最大制冷功率密度 $\geq 100\text{W}/\text{cm}^2$ ，最大制冷温

差 $\Delta T \geq 110^{\circ}\text{C}$  (热端  $50^{\circ}\text{C}$ ), 控制精度 $\leq \pm 0.05^{\circ}\text{C}$ , 响应时间 $\leq 0.2\text{s}$ , “双 85”条件下 2000 小时带电工作后性能衰减 $\leq 3\%$ 、5000 次温度和电循环后性能衰减 $\leq 3\%$ 。考核具体指标以用户确认的考核大纲为准。

2. 高功率半导体器件热沉复合材料关键技术开发: 预制体材料室温热导率 $\geq 50\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ , 抗弯强度 $\geq 50\text{MPa}$ ; 热沉复合材料室温热导率 $\geq 230\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ , 平均热膨胀系数 $\leq 8.0 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$  (室温 $\sim 150^{\circ}\text{C}$ ), 密度 $\leq 3.05\text{g}/\text{cm}^3$ ; 基于热沉复合材料的电驱功率模块: 2000 次 $(-40 \sim 125)^{\circ}\text{C}$ 热冲击循环, 以及 20000 次 $\Delta T \geq 120^{\circ}\text{C}$ 分钟级功率循环后, 模块测试单元压降 $\leq 5\%$ , 模块热阻增加 $\leq 20\%$ ; 完成智能化复合示范生产线建设。考核具体指标以用户确认的考核大纲为准。

3. 面向高功率密度功率器件的高导热纳微米材料关键技术开发: 开发出无压纳微米 (微米或纳米或组合) 银膏: 室温热导率 $\geq 230\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ , 烧结温度 $\leq 220^{\circ}\text{C}$ , 应用于 RRU 基站空腔功率管管芯粘接, 可通过 $(-65 \sim 150)^{\circ}\text{C}$ 500 次温度循环试验, 试验后管芯粘接分层面积 $\leq 5\%$ ; 开发出有压烧结银膏: 免清洗, 印刷, 贴片和烧结性能良好, 适用于大功率模组的芯片烧结和模组与散热器的烧结。芯片烧结: 室温热导率 $\geq 250\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ , 烧结温度 $\leq 220^{\circ}\text{C}$ , 加压力 $\leq 15\text{MPa}$ , 烧结时间 $\leq 3\text{min}$ , 烧结气氛  $\text{N}_2$ , 应用于 SiC 芯片粘接 (SiC 芯片面积 $\geq 25\text{mm}^2$ ), 剪切强度 $\geq 60\text{MPa}$ , 满足可靠性要求; 模组

和散热器烧结：室温热导率 $\geq 230 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ ，烧结温度 $\leq 220^\circ\text{C}$ ，加压力 $\leq 10\text{MPa}$ ，烧结时间 $\leq 10\text{min}$ ，应用于模组和散热器的粘接（粘接面积 $\geq 900\text{mm}^2$ ），满足可靠性要求；完成智能化复合示范生产线建设，基于本项目开发的同类型无压银膏产品，在国内头部用户端市占率达到 30%，基于本项目开发的同类型有压银膏产品，在国内头部用户端市占率达到 60%；有压银烧结设备：最大压强 $\geq 30\text{MPa}$ ，最高温度 $\geq 350^\circ\text{C}$ ，具备烧结和冷却过程的氧化防止功能，加压烧结不损伤芯片和模组，满足工艺和可靠性要求，通用模具和专用模治具皆可用，压力连续可调，有效烧结面积 $\geq 320\text{mm}\times 220\text{mm}$ ，量产机型，芯片烧结后的模组参照 AQG324 标准，满足可靠性要求。考核具体指标以用户确认的考核大纲为准。

**项目实施期限：**2026 年 1 月—2028 年 12 月

**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：**陶瓷覆铜基板；氮化铝；氮化硅；AMB 基板；金属化陶瓷；主动式半导体控温器件；热沉复合材料；高功率模块；银烧结材料；高功率密度功率模组；高导热纳微米材料；有压银烧结设备

**有关说明：**本项目由企业牵头申报，项目申报单位必须包含用户单位且不超过 10 家。项目需在 2027 年 12 月前设置里程碑节点完成以下考核指标：氮化铝、氮化硅和无氧铜带等关键材料满足大功率陶瓷基板应用要求，系列产品通过用户试用，建成中试生产线，实现小批量销售，陶瓷基板用氧化铝粉体平均粒径 D50  $2\mu\text{m}$ ，氮化铝粉体平均粒径 D50  $1.2\mu\text{m}$ ，氮化硅粉体平均粒径 D50  $0.7\mu\text{m}$ ，攻克高性能热沉复合材料和高导热纳微米材料产业化制备技术，完成智能化复合示范生产线建设，基于本项目开发的同类型无压银膏产品，在国内头部用户端市占率达到 30%，基于本项目开发的同类型有压银膏产品，在国内头部用户端市占率达到 60%。粉体平均粒径指标以用户确认的测试大纲为准。

## 5.8 集成电路用关键原辅材料标准体系建设

**研究目标：**本项目针对集成电路关键原辅材料标准体系不健全问题，围绕 7 类集成电路关键原辅材料标志性产品开展标准体系研究，分类制定产品及分析方法标准，完成电子级多晶硅、超高纯等静压石墨及制品、天然石英砂及合成石英砂及制品、光掩模基板及关键材料、超高纯有机溶剂、超高纯聚乙烯和超高纯氟聚合物、大功率陶瓷基板用原材料等集成电路用关键原辅材料产品和分析方法标准体系建设，为新材料重大专项产品成果鉴定和验收提供标准支撑，推动集成电路用关键原辅材料产品应用。

本项目设置 1 项课题。

**研究内容：**围绕超高纯多晶硅、超高纯等静压石墨及制品、超高纯石英砂及高品质石英制品、光掩模基板和保护膜、超高纯有机溶剂、超高纯聚乙烯和氟聚合物、高功率陶瓷基板用原材料等集成电路用关键原辅材料标准化需求，开展标准体系研究，研制集成电路用关键原辅材料产品和分析方法标准，完善标准体系，配合新材料重大专项相关产品同步开展标准验证与推广，支撑集成电路用关键原辅材料产品实施与应用。

**项目考核指标：**

1.完成集成电路用原辅材料标准体系框架搭建；完成超高纯多晶硅、超高纯等静压石墨及制品、超高纯石英砂及高品质石英制品、光掩模基板和保护膜、超高纯有机溶剂、超高纯聚乙烯和氟聚合物、高功率陶瓷基板用原材料等关键原辅材料产品及检测分析方法团体标准（发布或报批）41 项；以团体标准应用成效为基础，研制行业级以上标准（报批或审定）不少于 5 项。

2.开展标准验证，验证报告不少于 30 份，覆盖 7 类集成电路用关键原辅材料；组织宣贯、培训、对接等各类标准推广活动，服务不少于 1000 人次。

**项目实施期限：**2026 年 1 月—2027 年 12 月

**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 1:1。

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：**集成电路用关键原辅材料；标准体系研究；产品标准；分析方法标准；标准验证

**有关说明：**本项目参研单位数量不超过 10 个。

## 七、材料基因工程

### 7.2 数据和知识双驱动的新型核反应堆和催化材料设计与工程化应用

**研究目标：** 战略产业新材料的生产应用、关键材料生产水平和质量提升是制约两类材料产业发展的瓶颈问题，高效提升材料性能、快速迭代材料产品，是国家产业升级的基础，也是国家能源和基础建设的保障，亟需利用发展的数据驱动材料研发与智能制造技术，突破基于材料生产大数据的人工智能建模技术与设计工具，构建材料智能设计-虚拟实验制造-实验自主迭代的人工智能驱动研发范式，开展数据和知识双驱动的新型核反应堆关键材料和新型催化材料等战略产业新材料智能制造，应用示范数字化研发范式变革成效，为提升材料产业竞争力提供有效途径。

本项目设置 2 项课题。

**课题 1：** 数据和知识双驱动的新型核反应堆关键材料设计研发

**研究内容：** 面向新型核反应堆对抗辐照、抗蠕变、高耐蚀等高性能金属结构材料的需求，突破广域成分和工艺空间强化学习算法；建设数据内容完备的新型核反应堆关键材料数据库；开发多组元成分逆向生成算法、反馈式实验迭代优化等关键技术；利用数据和知识双驱动的材料设计方法，高效研发新型核反应堆用高性能金属结构材料。

**课题 2:** 数据和知识双驱动的新型催化材料研发与工程化应用

**研究内容:** 围绕催化材料“多相、多态、多尺度”特征和构效关系复杂的科学问题,发展基于材料描述因子的催化材料理性设计方法体系;开发知识和数据双驱动的新型催化材料研发新算法与专业工具;利用数据和知识双驱动的材料设计方法,实现催化新材料的高效开发与工业应用。

**项目考核指标:**

1. 数据和知识双驱动的新型核反应堆关键材料设计研发新型核反应堆关键材料设计研发:建设新型核反应堆关键材料数据库,数据量达到 10 万条以上;强化学习智能体推荐材料的目标量分布信息熵不高于 10;开发出 2-3 种新型核反应堆关键材料,综合性能较传统材料提升 10%以上,材料研发周期缩短 50%以上,研发成本降低 30%以上。

2. 数据和知识双驱动的新型催化材料研发与工程化应用:开发出面向新型催化材料研发与工程化应用的专用人工智能新算法与专业工具,预测精度达到 90%以上,实现实验迭代 8 次以内材料性能与设计指标误差小于 5%,开发具有自主知识产权的催化新材料 2-3 种,研发周期缩短 50%以上,研发成本降低 30%以上,实现 1-2 种催化新材料的工业应用。

**项目实施期限:** 2026 年 1 月—2028 年 12 月

**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：**数据驱动；人工智能；核反应堆材料；催化材料

**有关说明：**项目参研单位数量不超过 10 个。

项目需在 2027 年 12 月前设置里程碑节点完成如下考核指标：

课题 1：数据和知识双驱动的新型核反应堆关键材料设计研发

建设新型核反应堆关键材料数据库，数据量达到 8 万条以上；开发出 1-2 种新型核反应堆关键材料，综合性能较传统材料提升 10%以上。

课题 2：数据和知识双驱动的新型催化材料研发与工程化应用

开发出面向新型催化材料研发与工程化应用的专用人工智能新算法与专业工具，预测精度达到 85%以上，实现实验迭代 10 次以内材料性能与设计指标误差小于 10%，开发具有自主知识产权的催化新材料 1-2 种，至少 1 种催化新材料实现工业应用。