

附件 2:

## 先进材料专项申报指南

宁波在推进千亿级新材料产业集群、特色产业基地建设等方面已初显成效。新材料涉及行业领域宽广、功能独特、影响作用巨大，对促进我市“246”万千亿级产业集群的发展，以及对三大科创高地等方面建设均具有举足轻重的位置。本专项围绕集成电路、稀土磁性材料、光学电子、绿色石化、节能与新能源汽车等标志性产业链进行关键材料核心技术布局，提升稀土磁性材料、化工新材料、金属新材料、功能膜材料、电子信息材料等新材料领域竞争力，聚焦先进高分子材料、高性能工程塑料、高性能纤维及复合材料、高端合金材料、半导体材料、新型显示材料等细分产业，引导产学研开展协同创新，支撑宁波向材料强市跨越，打造新材料宁波品牌。

### 一、高分子及高性能复合材料领域

#### (一) 产业链关键核心技术攻关项目

## 1、高性能液晶聚合物（LCP）纤维制备技术研发

**研究内容：**研发 LCP 树脂聚合工艺，开发形成 LCP 纤维级树脂专用料；研究 LCP 纤维制备过程中的聚集态结构演变，厘清工艺条件对 LCP 纤维聚集态结构的影响机理，通过控制工艺参数实现对纤维结构和性能的调控，突破 LCP 初生纤维制备工艺和热牵伸工艺；研发 LCP 纤维后处理工艺；最终研发形成具有自主知识产权的高性能 LCP 纤维制备技术。

**考核指标：**建成高性能 LCP 纤维制备示范生产线，开发形成系列 LCP 纤维产品，LCP 纤维达到如下性能：拉伸强度 $\geq 3.2$  GPa，拉伸模量 $\geq 70$  GPa，吸水率 $\leq 0.04\%$ ，阻燃性能达到 U94-V0 级。项目执行期内，实现产品销售 3000 万元以上；申请或授权发明专利不少于 5 件。

**有关说明：**要求企业牵头，鼓励与高校、科研院所等联合申报。财政补助原则上不超过 500 万元，且不超过项目研发总投入的 20%。

## 2、高端医疗器械用聚酰亚胺导管的研发

**研究内容：**开展聚酰亚胺分子结构设计与聚合方法研究，形成适用于医疗导管的聚酰亚胺配方体系及合成工艺；研究多层结

构聚酰亚胺医疗导管界面性能调控技术，实现聚酰亚胺与聚四氟乙烯内芯、增强金属网、表面涂层等有效粘接；研发医疗导管的制备工艺，研究设备及工艺参数对聚酰亚胺医疗导管的热性能、力学性能和界面性能的影响，确立优化的成型装备和工艺参数，实现聚酰亚胺医疗导管的规模化制备。

**考核指标：**开发形成不同规格的医疗器械用聚酰亚胺导管系列产品，达到如下技术指标：拉伸强度 $\geq 130$  MPa，环向应力 $\geq 70$  MPa，断裂伸长率  $\geq 80\%$ ；通过介入医疗器械的生物学评价。项目执行期内，实现销售 3000 万元以上；申请或授权发明专利不少于 5 件。

**有关说明：**要求企业牵头，鼓励与高校、科研院所等联合申报。财政补助原则上不超过 500 万元，且不超过项目研发总投入的 20%。

### 3、车用聚乙烯材料制备及其加工成型关键技术研究

**研究内容：**针对汽车用聚烯烃结构件抗冲击性能和轻量化的实际需求，研究超高分子量聚乙烯和高密度聚乙烯的复配技术，重点解决组合料加工过程中可能的微弱相分离问题，形成车用聚乙烯专用料的复配工艺；研究聚乙烯复配组合料的注塑和挤出吹

塑等加工成型技术，重点解决超高分子量聚乙烯引起的流动性不足等问题；研究复配组合料加工成型过程中聚集态结构的演变机制，实现对聚乙烯制品高抗冲、高弯曲和高拉伸性能的调控。

**考核指标：**开发形成具有自主知识产权的车用聚乙烯专用料的复配技术和注塑成型、吹塑成型技术，通过该技术制备的制品达到如下技术指标：拉伸屈服强度 $\geq 25$  MPa，弯曲模量 $\geq 1200$  MPa，缺口冲击强度 $\geq 40$  kJ/m<sup>2</sup>，可以在 100 °C 以上消毒灭菌。项目执行期内，开发形成车用聚乙烯系列产品，实现销售 3000 万元以上；申请或授权发明专利不少于 5 件。

**有关说明：**要求企业牵头，鼓励与高校、科研院所等联合申报。财政补助原则上不超过 300 万元，且不超过项目研发总投入的 20%。

#### 4、功能性纺织材料制备技术研发

**研究内容：**瞄准高附加值功能性纺织品的市场需求，采用毛绒纤维、汉麻纤维等基础纤维，通过添加抑菌抗菌、远红外、抗起毛起球等功能材料，系统研究纤维材料的制备工艺与性能关系，研发复合功能性再生纤维的制备技术；利用热电等材料复合和结构设计等方法，进行智能化再生纤维与结构性纱线、织物制备技

术研究，形成智能化复合纤维与结构材料；研究功能性纤维的混纺工艺，研发形成具有抗菌、远红外、抗起毛起球、吸湿排汗等性能的功能化纤维和面料的制备技术，并实现产业化示范。

**考核指标：**建成功能性纺织材料制备示范生产线，开发形成系列功能性纺织品，产品达到如下主要性能：纱线强度 $\geq 2.0\text{CN/dtex}$ ，大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、白色念珠菌等抑菌率 $\geq 99\%$ ，50次洗涤后仍保持抑菌率 $\geq 80\%$ ，远红外发射率 $\geq 90\%$ 。项目执行期内，实现销售3000万元以上；申请或授权发明专利不少于5件。

**有关说明：**要求企业牵头，鼓励与高校、科研院所等联合申报。财政补助原则上不超过500万元，且不超过项目研发总投入的20%。

## 5、高性能功能化聚酰胺材料的研发

**研究内容：**聚焦高端应用领域对聚酰胺材料的特殊性能需求，研究高性能聚酰胺树脂的聚合温度、时间、压力等关键工艺对聚合物分子量、机械性能的影响；通过对加工温度场、流变场的调控，研发高性能聚酰胺树脂及其复合材料的加工成型工艺，建立链结构-工艺参数-聚集态结构与力学性能、功能性的耦合关系；

通过设计并引入特定结构的功能性着色助剂，开发形成高浓聚酰胺色母粒；研究具有高力学性能和功能化的聚酰胺及其制品的制备技术，实现其在新能源汽车、激光雷达、智能交互等领域的规模化应用。

**考核指标：**建成高性能功能化聚酰胺树脂或相关制品的规模化生产示范线，开发形成系列高性能聚酰胺产品，并实现在激光雷达、新能源汽车等领域示范应用，达到如下性能：透光率（905nm） $\geq 85\%$ ，拉伸强度 $\geq 60$  MPa，平衡吸水率 $\leq 1.5\%$ 。项目执行期内，实现销售 3000 万元以上；申请或授权发明专利不少于 5 件。

**有关说明：**要求企业牵头，鼓励与高校、科研院所等联合申报。财政补助原则上不超过 500 万元，且不超过项目研发总投入的 20%。

## 6、生物基特种聚酯工程塑料制备关键技术研究

**研究内容：**开发新型金属-磷配体复合催化体系，实现高分子量生物基聚酯制备；研究生物基聚酯结晶动力学和熔体流变性能；研究非平面环结构的引入及其立体构型变化对特种聚酯聚集态结构、结晶速度及拉伸强度、模量等力学性能的影响；研究特

种聚酯工程塑料制品的加工成型工艺，编制基础数据工艺包，开发形成基于生物基原料的高耐热、高抗冲击的特种聚酯工程塑料，实现在电子电气、新能源电池等领域的应用。

**考核指标：**建设生物基特种聚酯工程塑料千吨级示范生产线，开发新产品 2 项、新技术 1 项，完成生物基特种聚酯工程塑料在新能源电池等领域示范应用。生物基特种聚酯工程塑料生物基含量 $\geq 70\%$ ，特性粘度 $\geq 0.80$  dL/g，熔点 $\geq 250$  °C，半结晶时间 $\leq 10$  s；制品拉伸强度 $\geq 60$  MPa，拉伸模量 $\geq 2.5$  GPa。项目执行期内，实现销售 2000 万元以上；申请或授权发明专利不少于 3 件。

**有关说明：**要求企业牵头，鼓励与高校、科研院所等联合申报。市本级财政资助原则上不超过 300 万元，且不超过项目研发总投入的 20%。

## 7、高性能有机硅封装材料制备关键技术研究

**研究内容：**针对显示面板、光伏面板、新能源电池等器件粘接和封装的实际需求，研究具备高可靠、高粘结性能的有机硅高分子材料及其补强材料，以提高有机硅封装材料的本体强度和使用寿命，以及粘接和封装的可靠性和耐候性；研究具备快速固化特征的有机硅封装材料的制备工艺，以适应工业化生产的效率要

求；开发环保、清洁、无害的有机硅封装技术，实现面板封装制程的低 VOC 排放以及限制有毒有害物质释放。

**考核指标：**针对面板封装和粘接制程中的高低表面能材料，实现粘接强度 $>1$  MPa；硅胶本体拉伸强度 $>1$  MPa，断裂伸长率 $>100\%$ ；击穿电压 $>14$  kV/mm；封装硅胶整体 VOC $<1\%$ ；固化时间 $<1$  小时；光学透明度 $>80\%$ ；双 85 老化测试 1000 小时机械强度衰减 $<50\%$ 。项目执行期内，实现销售 3000 万元以上；申请或授权发明专利不少于 5 件。

**有关说明：**要求企业牵头，鼓励与高校、科研院所等联合申报。财政补助原则上不超过 500 万元，且不超过项目研发总投入的 20%。

## **8、高性能碳纤维复合材料关键技术研发研究**

**研究内容：**基于碳纤维复合材料轻量化、高强度等使用性能，研究碳纤维的表面处理技术，提高纤维与弹性体或热塑性塑料等基体间的界面结合力；开展碳纤维的编织、热塑性碳纤维预浸料制备和多尺度碳纤维增强体的设计与多维增强等关键技术的研究；开发连续-非连续碳纤维复合材料一体化快速成型、连接装配和高压注射成型等工艺技术，形成碳纤维与聚氨酯、橡胶或热



塑性塑料等复合材料的规模化制备技术,实现碳纤维复合材料在传动传送带、汽车座舱骨架等领域的规模化应用。

**考核指标:**建成碳纤维与聚氨酯、橡胶或热塑性塑料等复合材料的规模化制备示范生产线,开发形成系列碳纤维复合材料产品,传动传送带类产品达到如下性能:产品耐久寿命 $\geq 600$  h,拉伸强度 $\geq 3000$  N/mm,参考力伸长率 $\leq 0.8\%$ ;汽车座舱骨架类产品达到如下性能:达到汽车座舱骨架安全要求(GB15083/GB14167/ECE R14),达到QC/T 740 常温/高低温疲劳耐久(-40°C +80°C) 15000 循环,相比全金属件减重 $\geq 30\%$ 。项目执行期内,实现销售 3000 万元以上;申请或授权发明专利不少于 5 件。

**有关说明:**要求企业牵头,鼓励与高校、科研院所等联合申报。财政补助原则上不超过 500 万元,且不超过项目研发总投入的 20%。

## 9、高辉度高强度复合增亮膜关键技术研发

**研究内容:**通过调整棱镜树脂的基体链结构,研究改性树脂的折光率、内聚强度、粘结能力的变化规律,开发形成高折射、高粘结力复合树脂配方;研究贴合胶的流变性质,确定不同配方

贴合胶的可涂覆性和高速加工过程中的稳定性，开发形成涂布、在线复合的工艺路线，研制配套装备，开发形成涂布、复合、成型一体化成型技术；研究“胶-膜”表面相互作用机制，通过薄膜表面物理处理以及微纳结构的引入，配合“浸润-剥离”模型，设计胶膜“自粘结构”，完成多层复合结构、全贴合产品开发，最终形成新型显示用高辉度高强度复合增亮膜的制备技术。

**考核指标：**建成高性能贴合类复合增亮膜的规模化示范生产线，开发形成系列复合增亮膜产品，产品达到如下性能：辉度增益 $\geq 1.75$ ，剥离力 $\geq 80$  gf/inch，硬度 $\geq H$ ，附着力为 0 级。项目执行期内，实现销售 3000 万元以上；申请或授权发明专利不少于 5 件。

**有关说明：**要求企业牵头，鼓励与高校、科研院所等联合申报。财政补助原则上不超过 300 万元，且不超过项目研发总投入的 20%。

## 10、聚偏氟乙烯中空纤维膜制备关键技术及其医药分离工程应用

**研究内容：**研究水溶性潜溶剂与聚偏氟乙烯（PVDF）材料的相容性及其分子相互作用机理；研究热致相分离过程中潜溶剂

复合体系对膜材料微结构调控和抑制 PVDF 材料球晶化生长的影响规律；研究亲水性聚合物对热致相分离过程的影响及膜材料分离性能、抗污性能间的内联联系；研究复合凝固浴/芯液体系对热致相分离梯度微结构生长的作用机制；开发精准分离过程及高效应用工艺，形成热致相分离法制备高性能 PVDF 中空纤维膜技术及其在高端医药分离领域的应用示范。

**考核指标：**建成热致相分离法制备高性能 PVDF 均质中空纤维膜及其组件示范生产线，实现在医药行业的示范应用。PVDF 中空纤维膜产品达到如下性能：外径 1.0-1.5 mm 可调，膜层厚度  $<250\ \mu\text{m}$ ，断裂拉力  $>6\ \text{N}$ ，纯水通量  $500-1500\ \text{Lm}^{-2}\text{h}^{-1}\text{bar}^{-1}$  可调，分离精度 50-200 nm 精准可调，水滴初始接触角小于  $70^\circ$ 。项目执行期内，实现销售 2000 万元以上；申请或授权发明专利不少于 5 件。

**有关说明：**要求企业牵头，鼓励与高校、科研院所等联合申报。财政补助原则上不超过 500 万元，且不超过项目研发总投入的 20%。

## 11、高性能低损耗树脂及其 IC 封装基板的研究

**研究内容：**研究高性能低损耗树脂的设计与改性技术；研究

填料的表面处理、分散及高填充技术；研究 IC 封装基板制备技术；研究 IC 基板的应用评价技术；研发封装基板的产业化生产及应用推广。

**考核指标：**建成厚度 100-1600  $\mu\text{m}$  的 FC-BGA 封装基板制备生产线，实现在芯片产业的示范应用。产品达到如下性能：玻璃化温度( $T_g$ ) $\geq 320$   $^{\circ}\text{C}$ ，热膨胀系数( $\text{CTE}_{x-y}$ ,  $T_g$  以下) $\leq 5$   $\text{ppm}/^{\circ}\text{C}$ ，弯曲模量 $\geq 30$   $\text{GPa}$ ， $\text{Dk}@1$   $\text{GHz}$ （介电常数） $\leq 3.5$ ， $\text{Df}@1$   $\text{GHz}$ （损耗因子） $\leq 0.006$ ， $\text{Df}@5$   $\text{GHz}$  $\leq 0.007$ ， $\text{Df}@10$   $\text{GHz}$  $\leq 0.009$ 。项目执行期内，实现销售 3000 万元以上；申请或授权发明专利不少于 5 件。

**有关说明：**要求企业牵头，鼓励与高校、科研院所等联合申报。财政补助原则上不超过 500 万元，且不超过项目研发总投入的 20%。

## **12、微纳矢量高导热双拉聚酰胺 6 薄膜制备关键技术研究**

**研究内容：**研究无机导热填料在聚酰胺 6 基体中的相容和均匀分散；研究填料/基体、填料/填料之间界面热阻的抑制、导热通路的设计及有效构筑；研究微流场中导热填料与其他成分的增容与协同；研发聚酰胺 6 阻隔、导热母粒的配方和工艺；研发三

层共挤方案设计和双向拉伸工艺开发，开发形成微纳矢量高导热双拉聚酰胺 6 薄膜制备技术。

**考核指标：**建成一条微纳矢量高导热双拉聚酰胺 6 薄膜示范生产线，实现在电子行业的示范应用。产品达到如下性能：膜厚 $\leq 20\mu\text{m}$ ，氧气透过量 $\leq 4\text{ cm}^3/(\text{m}^2\cdot\text{d}\cdot\text{atm})$ ，双向拉伸强度均 $\geq 240\text{ MPa}$ ，断裂伸长率 $\geq 110\%$ ，穿刺力 $\geq 10\text{ N}$ ，法向导热系数 $\geq 1.0\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 。项目执行期内，实现销售 3000 万元以上；申请或授权发明专利不少于 5 件。

**有关说明：**要求企业牵头，鼓励与高校、科研院所等联合申报。财政补助原则上不超过 500 万元，且不超过项目研发总投入的 20%。

## **(二) 前沿引领技术攻关项目**

### **13、超高分子量聚乙烯高强膜的低温制备技术研发**

**研究内容：**研发保留伸直链晶体的超高分子量聚乙烯（UHMWPE）树脂部分溶解的新型溶解工艺；研究工艺条件对 UHMWPE 冻胶膜聚集态结构的影响，开发 UHMWPE 低温成膜工艺；研究保留的伸直链晶体对其它晶体形成的影响，开发 UHMWPE 膜热拉伸工艺；建立 UHMWPE 膜制备过程中工艺参

数-结构演化-力学性能之间的对应关系，实现工艺条件对聚集态结构演化的调控，形成溶解过程中保留伸直链晶体的 UHMWPE 膜新型冻胶制膜工艺。

**考核指标：**开发形成具有自主知识产权的 UHMWPE 高强膜低温（加工温度 $\leq 160^{\circ}\text{C}$ ）制备技术，通过该技术制备的 UHMWPE 膜达到如下技术指标：膜厚 8-50  $\mu\text{m}$ 、拉伸断裂强度 $\geq 1.5$  GPa、拉伸模量 $\geq 30$  GPa，断裂伸长率 $\leq 5\%$ 。申请或授权发明专利不少于 3 件，发表学术论文不少于 3 篇。

**有关说明：**高校院所、企事业单位均可牵头申报，财政补助不超过 100 万元，如企业牵头，则不超过项目研发总投入的 30%。

#### **14、基于高分子微孔材料清洁组件的研制及其在芯片制造领域的应用**

**研究内容：**研究高分子微孔材料制备过程中的交联反应与致孔反应间的耦合关系；分析交联剂、催化剂、温度等工艺条件对微孔材料形貌及性能的影响，开发高通孔率的微孔材料；开发高分子微孔材料清洁组件的无尘成型工艺，突破组件制备关键技术；开发强螯合清洗复合助剂；制备形成适用于芯片制造领域的高分子微孔材料清洁组件。

**考核指标：**提供微孔材料清洁组件样机 1 套。清洁组件达到如下技术指标：孔隙率 $\geq 85\%$ ，压缩应力 $\geq 5$  kPa，拉伸强度 $\geq 300$  kPa，断裂伸长率 $\geq 350\%$ 。项目执行期内，申请或授权发明专利不少于 3 件，发表学术论文不少于 3 篇。

**有关说明：**高校院所、企事业单位均可牵头申报，财政补助不超过 100 万元，如企业牵头，则不超过项目研发总投入的 30%。

## **15、面向海洋可穿戴柔性高分子凝胶力学传感材料的研发**

**研究内容：**针对潜水等海洋探索活动对适用于海洋环境的柔性可穿戴传感技术的迫切需求，研究耐海水的柔性可穿戴高分子凝胶力学传感材料与海洋传感技术，探明导电高分子凝胶表界面性质对其结构与性能稳定性的影响规律，提出导电高分子凝胶耐海水改性的通用方法，开发在海水环境中具有抗溶胀、抗盐、抗水压、自粘附等功能的海洋可穿戴柔性高分子凝胶力学传感材料，实现多模式传感；设计与优化传感供能、信号采集、信号传输等系统的一体化集成技术，发展出耐海水、抗干扰、长续航、多模式的海洋可穿戴柔性传感设备。

**考核指标：**研发 3 种接触角在  $125^\circ$  以上的耐海水高分子凝胶力学传感材料，经第三方检测达到如下技术指标：海水中的传

感灵敏度 (GF)  $\geq 5$ , 响应时间  $\leq 150$  ms, 在海水环境中浸泡 100 h 后传感性能衰减  $\leq 5\%$ 。项目执行期内, 发表论文不少于 3 篇, 申请或授权发明专利不少于 3 件。

**有关说明:** 高校院所、企事业单位均可牵头申报, 财政补助不超过 100 万元, 如企业牵头, 则不超过项目研发总投入的 30%。

#### **本领域项目申报指南编制专家组名单:**

姚菊明	宁波大学
殷石	宁波时科新材料科技有限公司
王震	中科院宁波材料所
林珑	宁波工程学院
杨振	宁波润禾高新材料科技股份有限公司
贾志欣	浙大宁波理工学院
孙韬	宁波日晟新材料有限公司



## 二、金属新材料与稀土磁性材料领域

### (一) 产业链关键核心技术攻关项目

#### 1、CPU Socket 用高性能铜合金带材研发

**研究内容：**1)成分优化设计：揭示合金元素协同作用对综合性能的影响规律，设计出最优 CPU SOCKET 用高性能合金成分；2)大规格高质量合金铸锭熔铸技术与热轧开坯研究：研究半连续铸造工艺，开发高性能合金大尺寸板坯高质量熔铸技术；明确合金铸锭热轧开坯过程中的组织演变规律，优化工艺参数，开发合金铸锭的热轧工艺；3)变热处理-组织-性能交互作用与调控研究：研究轧制加工、固溶处理、多级时效制度对合金带材的微观组织、析出相形态及分布、综合性能的影响，开发形变-热处理-组织-性能调控技术；4)工业化制造成套技术研究：通过成分优化设计、大规格板坯熔铸、高温在线固溶处理、形变-热处理等工艺的集成，开发 CPU SOCKET 用高性能合金带材的工业化制造成套技术，建立产能达 5000 吨/年的示范生产线，形成规模化生产。

**考核指标：**1)性能目标：屈服强度 $\geq 960\text{MPa}$ 、延伸率 $\geq 1\%$ 、维氏硬度 $\geq 310$ 、导电率 $\geq 40\% \text{IACS}$ ；2)质量目标：厚度公差 $\pm 2\%$ 、宽度挠曲 $\leq 0.05\text{mm}$ 、表面粗糙度 $\leq 0.08\mu\text{m}$ ；3)产线建设：建成一条产能达 5000 吨/年的规模化生产线，实现 CPU SOCKET 用高性能

能铜合金带材的规模化生产。项目执行期内，实现新增销售不低于 2000 万元；申请或授权发明专利不少于 3 件。

**有关说明：**要求企业牵头，鼓励与高校、科研院所等联合申报。财政补助原则上不超过 500 万元，且不超过项目研发总投入的 20%。

## **2、高性能钕铁硼磁体选区增强磁性的低成本制备技术研发**

**研究内容：**研发高剩磁粉末烧结钕铁硼的高成材率制备技术，研发高磁性能钕铁硼磁体尺寸精度和磁性范围双高均匀性的制备技术，研发高磁性能钕铁硼磁体选区增强矫顽力的制备技术并产业化，以满足民用高技术领域对高性能磁材磁矩均匀性、成本的严苛要求。

**考核指标：**无重稀土钕铁硼毛坯尺寸波动范围  $< 0.5 \text{ mm}$ ，基材  $B_r \geq 15 \text{ kGs}$ ， $H_{cj} \geq 12 \text{ kOe}$ ；重量 20g 以下的磁钢从原料到成品的成材率  $\geq 84\%$ ，尺寸精度波动范围  $< 50 \mu\text{m}$ ；选区磁性增强磁体矫顽力提升  $12 \text{ kOe}$ ，磁体的 Dy 含量  $< 0.5\%$ ，Tb 含量  $< 0.3\%$ ；同一规格成品磁矩波动范围小于  $2.5\%$ （抽查其 50 个批次、每批次 10 个样品）。项目执行期内，实现销售收入不低于 2 亿元，利税不低于 3000 万元；申请或授权发明专利不少于 3 件。

**有关说明：**要求企业牵头，鼓励与高校、科研院所等联合申

报。财政补助原则上不超过 500 万元,且不超过项目研发总投入的 20%。

### 3、环保高性能银基电接触材料关键技术研发

**研究内容:**开展银基电接触材料无害化成分设计与优化,揭示锡、铟等元素与镉的等效替代规律;研究银基电接触材料粉末冶金和选择性内氧化界面控制技术,揭示内氧化工艺参数、氧化物形态与分布等因素对电接触材料微观组织与性能的影响规律;研究银基电接触材料形性调控技术,揭示氧化物等第二相在基体中的分布规律及其对物理性能和电气性能的影响;开展银基触点材料抗电流冲击、耐腐蚀能力评价和工艺验证研究,实现规模化可控制备及产业化应用。

**考核指标:**(1) 环保性:满足 RoHS、REACH 等环保指令法规;(2) 力学性能:抗拉强度  $R_m \geq 320$  MPa, 延伸率  $A_5 \geq 10\%$ , 硬度  $\geq 105$  HV ; 氧化物粒径 0.5-3.5 $\mu$ m 范围,且分布均匀,无夹杂和裂纹缺陷;(3) 载流性能:材料导电率  $\geq 70\%$  IACS, 电阻率  $< 2.1 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ , 热导率  $\geq 350$  W/m·k ; 在接触载荷 4N 条件下, 50 小时摩擦磨损量  $\leq 0.1$ mm;(4) 电气应用性能:应用于继电器中电寿命 $\geq 8$  万次;应用于接触器中温升 $\leq 55$ K; 典型产品接触电阻 $\leq 18$  m $\Omega$ 。项目执行期内,实现销售收入 5000 万元以上;

申请或授权发明专利不少于 3 件，发表学术论文不少于 3 篇。

**有关说明：**要求企业牵头，鼓励与高校、科研院所等联合申报。财政补助原则上不超过 300 万元，且不超过项目研发总投入的 20%。

#### **4、集成电路用金属基高纯溅射靶材关键技术研发**

**研究内容：**研究大尺寸铸锭缺陷成因与控制技术，实现低缺陷水平材料的制备；研究基于高能场的熔体控制技术、高效后处理技术，实现大尺寸靶材铸锭的晶粒控制；研究开发高纯熔铸装备，建立 5N 级高纯溅射靶材产品生产线，形成工艺流程/规范，实现产业化制备，改变我国在集成电路用高端溅射靶材上长期依赖进口的局面。所突破的关键技术在 Ni/Ti/Al 等典型靶材产品上实现产业化示范应用，并可向其它高纯金属制备领域推广应用。

**考核指标：**建立金属基高纯溅射靶材产品和装置产业化示范生产线，实现其在集成电路等领域应用；靶材产品直径 $\geq 300\text{mm}$ 、纯度 $\geq 99.999\%$ 、心部与边部晶粒尺寸偏差小于 10%。项目执行期内，实现销售 3000 万元以上；申请或授权发明专利不少于 3 项，制定标准不少于 1 项，发表学术论文不少于 3 篇，培养专业技术人员不少于 3 人。

**有关说明：**要求企业牵头，鼓励与高校、科研院所等联合申

报。财政补助原则上不超过500万元，且不超过项目研发总投入的20%。

## **5、空天领域发动机用高性能增材制造高温合金粉末关键制备技术研发**

研究内容：以航空航天动力装置高温部件增材制造为背景，以新一代高温合金粉末为对象，突破合金成分优化设计、熔体控制技术、高质量低成本粉末制备技术以及增材制造高温合金组织调控技术。主要研究内容：增材制造用高温合金成分优化设计与熔体控制技术研究，合金粉末雾化高效制备，合金增材制造件微观组织与缺陷调控技术。

考核指标：合金粉末细粉收得率 $\geq 45\%$ ，球形度 $\geq 80\%$ ，空心粉率 $\leq 1.5\%$ ，制成K438和GH3536粉末松装密度分别 $\geq 4.25\text{g/cm}^3$ 和 $4.3\text{g/cm}^3$ 、振实密度分别 $\geq 4.8\text{g/cm}^3$ 和 $4.9\text{g/cm}^3$ ，10%/50%/90%粒径分布为 $20\pm 3/32\pm 3/57\pm 3$ 微米、氧含量 $\leq 130\text{ ppm}$ ，氮含量 $\leq 30\text{ ppm}$ ；改进型GH3536合金增材制造件 $800^\circ\text{C}$ 屈服强度 $\geq 200\text{ MPa}$ ，抗拉强度 $\geq 360\text{ MPa}$ ，延伸率 $\geq 50\%$ ； $900^\circ\text{C}$ 屈服强度 $\geq 180\text{ MPa}$ ，抗拉强度 $\geq 240\text{ MPa}$ ，延伸率 $\geq 45\%$ ；改进型K438合金增材制造件 $900^\circ\text{C}$ 屈服强度 $\geq 400\text{ MPa}$ ，抗拉强度 $\geq 580\text{ MPa}$ ，延伸率 $\geq 7.5\%$ 。项目执行期内，实现销售高温合金粉末不低于120吨，并在空天

领域发动机中示范应用,且销售额不低于8000万元;制定标准1~2项;发表论文不少于4篇;申请或授权发明专利不少于3项。

有关说明:要求企业牵头,鼓励与高校、科研院所等联合申报。财政补助原则上不超过300万元,且不超过项目研发总投入的20%。

## **6、新能源汽车1000V架构电机用高耐热高纯度超低无氧铜扁线短流程关键技术研发**

**研究内容:** 1) 超微合金化熔体精炼剂及工艺研究。探明超微合金化元素与多组元极微量杂质的交互作用及其去除机理,厘清超微合金化元素提升铜耐热性能的机制,优化超微合金化熔体精炼剂成分设计及其添加工艺; 2) 高纯铜熔、铸过程超低氧含量精确控制技术研究。研究氧在熔体中的分布规律及富集特征,集成优化底吹混合气体+高纯脱氧覆盖剂+超微合金化熔体精炼剂协同作用下除氧脱氢技术,实现连续铸造过程中的超低氧含量及其分布调控; 3) 变形与快速退火的协同调控硬度技术研究。研究连续挤压-拉拔和在线退火工艺与晶粒尺寸和取向的相互关系,通过控制织构组成和再结晶组织含量来调控晶粒的高温稳定性,实现连续化制造过程中铜硬度的高温稳定性; 4) 表面质量在线检测与均匀性控制技术研究。研究表面缺陷形成机理,建立

缺陷标准库，开发尺寸公差测量、表面沙眼等缺陷检测的集成在线检测技术和装备。

**考核指标：**1) 新能源汽车电机用耐热高纯无氧铜扁线产品铜含量 $\geq 99.99\%$ ；氧含量 $\leq 5$  ppm，氢脆金相测试 $\leq$ 二级；导电率 $\geq 100\%$ IACS；耐热性（ $280^{\circ}\text{C}$ 保温10min）HV90~110；2) 耐热高纯无氧铜扁线制造技术同比传统半连续铸造-热挤压-冷拉拔技术，吨能耗节能50 kg标煤；3) 采用该型铜扁线所制备的绕组扁线，按照TZzB0324-2018标准测试，绕组扁线表面针孔数每30米 $\leq 2$ 个；绕组扁线常温下局部放电电压(PDIV) $\geq 1500\text{V}$ 。项目执行期内，建成年产10000吨的生产线，新增销售7亿元，年节能500吨标煤，新增利税1000万元；申请或授权发明专利4项，发表高水平论文2篇，主持或参与制定国家/行业标准1项。

**有关说明：**要求企业牵头，鼓励与高校、科研院所等联合申报。财政补助原则上不超过500万元，且不超过项目研发总投入的20%。

## **(二) 前沿引领技术攻关项目**

### **7、稀土改性铝合金超声耦合激光多能场复合焊接技术研究**

**研究内容：**研究稀土改性铝合金焊丝的超声耦合激光多能场复合焊接工艺；研究稀土复合改性添加方式和添加量对铝合金焊

丝的氢含量和组织性能的影响；研究超声耦合激光多能场复合焊接缺陷与成形精度控制机制和方法；研究超声耦合激光多能场复合焊接接头性能、焊接质量评价技术。

**考核指标：**焊丝氢含量 $\leq 19\mu\text{g}/(100\text{g Al})$ ，平均晶粒尺寸 $\leq 30\mu\text{m}$ ，焊丝抗拉强度 $\geq 210\text{MPa}$ ，断后伸长率 $\geq 5.0\%$ ；缝焊内部质量达到 2 级及以上标准 (GB/T37910.1)，焊缝中心平均晶粒尺寸 $\leq 30\mu\text{m}$ ，焊接接头残余应力纵向残余应力比自动 MIG 焊降低 30% 以上，焊接接头强度 $\geq 210\text{MPa}$ 、屈服强度 $\geq 205\text{MPa}$ ，接头断后伸长率 $\geq 6\%$  (母材为 6061-T6)；提供第三方检测报告 1 份；发表学术论文不少于 5 篇，申请或授权发明专利不少于 3 件。

**有关说明：**高校院所、企事业单位均可牵头申报，财政补助原则上不超过 100 万元，如企业牵头，则不超过项目研发总投入的 30%。

## 8、弥散强化铜合金短流程制备与组织性能调控研究

**研究内容：**研究合金成分、组织与材料性能之间的交互关系，设计新型纳米增强相，研究微合金化元素、第二相粒子的存在形式与复合强化机制，突破纳米相熔体分散控制技术，探索喷射沉积熔铸工艺，形成弥散强化铜合金短流程熔铸制备技术，具备大尺寸坯料样品制备能力。



**考核指标：**室温力学性能： $R_m \geq 500\text{MPa}$ ； $A \geq 15\%$ ；抗高温软化温度 $\geq 850^\circ\text{C}$ ；室温导电率： $\geq 94\%$ IACS；热导率： $\geq 350\text{W}/(\text{m}\cdot\text{k})$ ；晶粒尺寸： $\leq 25\mu\text{m}$ ；硬度 $\geq 68\text{HRB}$ 。项目执行期内，发表论文不少于3篇，申请或授权发明专利不少于3件。

**有关说明：**高校院所、企事业单位均可牵头申报，财政补助原则上不超过100万元，如企业牵头，则不超过项目研发总投入的30%。

## 9、轻质合金增材制造过程的原位实时 X 射线诊断技术

**研究内容：**针对高性能轻质合金（如铝合金、镁合金等）增材制造的瓶颈问题，研制适配于同步辐射光源诊断的激光增材制造原理性装置，发展针对轻质合金增材制造过程的同步辐射 X 射线动态原位实时诊断（如相衬成像和衍射）技术，搭建基于同步辐射光源的增材制造测试平台，对轻质合金材料及其构件的增材制造过程进行观测和诊断，揭示合金材料在增材制造过程中熔池、缺陷（如匙孔）、组织等的形成和演化动力学规律，形成原位实时 X 射线诊断技术和增材制造轻质合金性能和微细观结构调控方法，指导改进打印策略、优化打印工艺，研发高性能增材制造轻质合金材料。

**考核指标：**研发适配于检测线站的增材制造装置：激光功率

100 W，激光打印部件重量 $\leq 100$  kg，三维位移台承重不小于 200kg、三维行程不小于 100 mm、精度高于 $\pm 0.1$  mm；原位 X 射线成像空间分辨率不低于 10  $\mu\text{m}$ ；时间分辨率不低于 2.5  $\mu\text{s}$ ，穿透粉末厚度不低于 1.5 mm；发表论文不少于 6 篇，申请或授权发明专利不少于 2 件。

**有关说明：**高校院所、企事业单位均可牵头申报，财政补助原则上不超过 100 万元，如企业牵头，则不超过项目研发总投入的 30%。

## **10、稀土永磁体反磁化行为的原位精细表征及退磁失效机制的研究**

**研究内容：**选取高饱和磁化强度和高磁导率软磁材料作为铁芯材料，使用聚焦离子束方法制作微型磁场发生装置，使最大磁场值能够达到 1.5T，实现稀土永磁材料磁畴结构的原位观察。研究烧结钕铁硼磁体中核壳结构的磁硬化机理，晶界相磁隔离作用的具体表象；研究热压钕铁硼磁体中晶界结构与化学成分和磁畴壁钉扎的关系。通过对高温和磁场作用下磁畴的原位观察，研究 2:17 型钕钴磁体中胞壁相的磁畴壁钉扎和反常矫顽力现象；研究随温度升高局域的磁化反转行为和微观结构的关系，阐明矫顽力变化和剩磁变化的机理，探讨提高高温稳定性的方法。研究钕铁

硼和钐钴不同相结构的自旋再取向对磁畴结构的影响,揭示利用自旋再取向稳定永磁材料矫顽力现象的机理。

**考核指标:** 研发透射电镜原位强磁场样品表征系统,磁场能够在 $\pm 1.5\text{T}$  范围内连续可调,温度能够在 $-170$  度至室温和室温至 $500$  度连续可调,实现变温和磁场同时作用下的原位磁畴观察。电子束偏折角:  $1.5\text{T}$  时小于  $0.8$  度。项目执行期内,申请或授权发明专利不少于 3 件,发表高水平论文不少于 5 篇。

**有关说明:** 高校院所、企事业单位均可牵头申报,财政补助原则上不超过 100 万元,如企业牵头,则不超过项目研发总投入的 30%。

## 11、高导磁纤维研发及其在电子皮肤中的应用研究

**研究内容:** 研究高导磁纤维的批量化可靠制备、柔性磁弹性体中复合方式和微结构设计对其力-磁性能的影响规律,柔性磁弹性体与柔性磁敏感单元的复合方式、结构设计对传感器力-电性能的影响规律,以及柔性传感器的稳定可靠性等关键问题,开展高导磁的柔性磁敏感纤维材料研究,并以此作为核心敏感材料,构建柔性磁敏感单元,研究其电信号随磁场的变化规律;设计开发磁弹性体,研究磁弹性体的复合方式、微观结构与磁场梯度分布的关联规律;进一步研发柔性多功能电子皮肤,揭示应力、位

移等条件下柔性多功能电子皮肤的响应规律，实现接触力、接触位置、接近度的多功能感知，并在智能假肢、智能机器人等领域形成演示应用。

**考核指标：**柔性压力电子皮肤，实现微牛级别的压力感知；柔性电子皮肤实现微米级位移感知。高导磁纤维直径小于 50 微米，矫顽力小于 1A/m，初始磁导率大于 10000；柔性电子皮肤的应变量 $\geq 30\%$ ，位移分辨率不低于 100 微米，压力分辨率不低于 5 微牛。项目执行期内，申请或授权发明专利不少于 5 件，发表 SCI 论文不少于 8 篇。

**有关说明：**高校院所、企事业单位均可牵头申报，财政补助原则上不超过 100 万元，如企业牵头，则不超过项目研发总投入的 30%。

#### **本领域项目申报指南编制专家组名单：**

周风华 宁波大学  
黄伟 兵科院宁波分院  
包崇玺 东睦新材料集团股份有限公司  
王军强 中科院宁波材料所  
林鑫 西北工业大学宁波研究院  
孙文声 宁波博威合金材料股份有限公司

张雷 中机智能装备创新研究院（宁波）有限公司

### 三、新型功能材料领域

#### (一) 产业链关键核心技术攻关项目

##### 1、半导体芯片用清水抛光垫的研发

**研究内容：**围绕芯片产业高精度磨抛需求，突破传统抛光液/抛光垫磨抛技术路线，研制出半导体芯片用清水抛光垫。研究不同聚氨酯胶水配方对纳米氧化铈的固定机制、分散性和抛光垫的回弹性影响机制，提升清水抛光垫的磨抛效率、精度和寿命；研究不同芯片材料的磨抛机理和特性，设计专用的清水抛光垫表面结构和纳米氧化铈分散系数；研究不同芯片材料相对应的磨抛工艺，提高磨抛效率和精度；研制出多款抛光垫产品，并在芯片制造和芯片封装领域中小批量应用。

**考核指标：**研制出符合芯片使用要求的清水抛光垫，成为货架产品供应国内知名芯片企业客户 1 家以上，实现产品或服务营收 3000 万元以上。其研磨精度 $\leq 28\text{nm}$ ，抛光垫使用寿命 $\geq 45$  天，最高研磨速度 $\geq 120$  转/min，氧化物去除速率 $\leq 500 \text{ \AA}/\text{min}$ ，多晶硅去除速率 $\leq 500 \text{ \AA}/\text{min}$ ，良品率 $\geq 99\%$ ；项目执行期内，申请或授权发明专利 5 项以上，形成新产品不少于 3 款，主持或参与制定国家或者行业标准 1 项以上。

**有关说明：**要求企业牵头，鼓励与高校、科研院所等联合申

报。财政补助原则上不超过 500 万元,且不超过项目研发总投入的 20%。

## **2、光子晶体传感光纤制备关键技术**研究

**研究内容:**开展用于分布式光纤传感的高灵敏度光子晶体光纤的产业化制备关键技术研发。开发高精度光子晶体光纤结构控制技术 & 光纤成缆工艺,实现产业化制备;开发基于光子晶体光纤的分布式光纤传感器,并实现应用示范。

**考核指标:**研制出散射增强型的单模光子晶体光纤,其纤芯直径 $<5$  微米,数值孔径  $0.2 \sim 0.5$ ,包层空气孔占空比  $0.75 \sim 0.95$ ,传输损耗 $<3$  dB/km,工作温度 $-150 \sim 350^{\circ}\text{C}$ ,建成年产大于 100km 的特种光子晶体光纤的生产线。项目执行期内,实现销售收入 3500 万元以上;申请或授权发明专利不少于 4 件,主持或参与制定国家或行业标准不少于 1 项。

**有关说明:**要求企业牵头,鼓励与高校、科研院所等联合申报。财政补助原则上不超过 500 万元,且不超过项目研发总投入的 20%。

## **3、钠离子电池用高性能硬碳负极材料开发**

**研究内容:**针对钠离子电池对碳负极的重大需求,研制高性能硬碳材料,实现高容量、高首效、长循环等钠电池性能;开发

绿色制备前驱体的工艺及技术，制备高容量、高稳定性的多级梯度式前驱体材料；研究硬碳负极材料结构参数、表面修饰技术，开发高容量、高首效硬碳负极材料制备工艺，以及批量化制备一致性稳定技术；开发前驱体制备、碳化、原位包覆等装备；开发与硬碳负极匹配的粘结剂、电解液等体系，实现其在钠离子电池中的应用。

**考核指标：**建成一条年产 1000 吨的生产线，硬碳负极材料比容量 $\geq 320\text{mAh/g}$ ，压实密度 $\geq 1.0\text{g/cm}^3$ ，首效 $\geq 88\%$ ，循环 2000 次容量保持率 $\geq 80\%$ 。项目执行期内，实现产品销售 3000 万以上；申请或授权发明专利 $\geq 5$  件。

**有关说明：**要求企业牵头，鼓励与高校、科研院所等联合申报。财政补助原则上不超过 500 万元，且不超过项目研发总投入的 20%。

#### 4、替代电镀先进多功能陶瓷涂层研发

**研究内容：**针对汽车和智能家居制造对绿色表面涂层技术的重大需求，研究替代电镀用的先进 PVD 多功能陶瓷涂层材料与关键应用技术，开展兼具耐腐蚀、耐磨损、抗指纹与多色泽功能一体的碳基/氨基涂层材料组分和结构优化设计；开发高离化稳定放电 PVD 镀膜装备技术，调控沉积工艺和等离子体参数，研



究涂层微结构与物化性能之间的构效关系，并实现其高质量可控制备；突破涂层大面积和复杂形状均匀制备技术，形成自主知识产权的涂层材料体系-沉积装备-工艺技术成套规范，实现耐蚀耐磨多功能改性碳基/氨基涂层技术的产业化应用。

**考核指标：**涂层颜色 L: 25-50, a:  $0\pm 1$ , b:  $0\pm 1$ , 均匀性  $\Delta E\leq 3$ ；涂层结合力(LC3 $\geq 15$ N) ，硬度 $\geq 10$ GPa；涂层耐中性盐雾大于 96H、耐酸性盐雾大于 24H；与水的接触角大于  $100^\circ$ 。项目执行期内，开发具有自主知识产权的替代电镀用 PVD 功能涂层产业化生产线，发展出至少 2 种碳基/氨基涂层新材料，并实现其在汽车和智能家居领域的示范应用，实现销售不少于 3000 万；申请或授权发明专利不少于 5 件。

**有关说明：**要求企业牵头，鼓励与高校、科研院所等联合申报。财政补助原则上不超过 500 万元，且不超过项目研发总投入的 20%。

## 5、耐高温高韧性聚乳酸材料及制品的关键制造技术研究

**研究内容：**基于环境友好技术和材料系统开展聚乳酸材料的复合改性工艺研究。开展聚乳酸材料的结构设计与结晶行为研究，提高聚乳酸材料及制品的耐热性；研究生物可降解材料与聚乳酸的复合工艺，调控分子链段结构以强化聚乳酸材料及制品的韧性；以绿色增容剂提高聚乳酸与不同组分的界面相容性，提高性能稳

定性并降低聚乳酸用量。最终形成高性价比的耐高温高韧性聚乳酸材料及制品的大规模产业化，在国内外取得竞争优势。

**考核指标：**建成年产 2000 吨的耐高温高韧性聚乳酸材料及制品生产线；聚乳酸制品热变形温度 $\geq 100^{\circ}\text{C}$ 、断裂伸长率 $\geq 15\%$ 、冲击强度 $\geq 22 \text{ kJ/m}^2$ 、聚乳酸用量 $\leq 60\%$ 。项目执行期内，实现销售收入 3000 万以上；申请或授权发明专利不少于 4 件，主持或参与制定国家及行业标准不少于 1 项。

**有关说明：**要求企业牵头，鼓励与高校、科研院所等联合申报。财政补助原则上不超过 500 万元，且不超过项目研发总投入的 20%。

## 6、长效纳滤与选择性分离材料研发

**研究内容：**研发大通量、抗结垢的纳滤膜材料，突破膜结构精细控制技术和加工稳定性控制技术；开发高效脱除水中微污染物的选择性分离材料，实现批量稳定生产；研究纳滤膜材料和选择性分离材料的封装耦合技术，开发科技化集成过滤系统。最终形成新一代智能净水设备的大规模产业化，在国内外取得竞争优势。

**考核指标：**建成纳滤膜制备系统，纳滤膜实现渗透通量 $\geq 15 \text{ LMH/bar}$ ，过水量 $\geq 7500 \text{ L/m}^2$ ， $\text{MgSO}_4$ 截留率 $\geq 90\%$ ，寿命终点流量衰减 $\leq 20\%$ ，使用寿命 $\geq 2$  年；净水设备整机流量 $\geq 2 \text{ L/min}$ ，水

处理副产物去除率 $\geq 95\%$ 。项目执行期内，实现销售收入 3000 万以上，申请或授权发明专利不少于 3 件，主持或参与制定国家及行业标准不少于 1 项。

**有关说明：**要求企业牵头，鼓励与高校、科研院所等联合申报。财政补助原则上不超过 500 万元，且不超过项目研发总投入的 20%。

## **7、滨海城市地下综合管廊低碳建造和耐久性提升关键技术研究**

**研究内容：**研究大流动性混凝土拌合物的静/动态离析泌水、原始缺陷形成机制和预防措施，提出现浇、预制构件混凝土流变调控和密实工艺优化方案；研究低碳胶材矿物优化、晶种和石墨烯诱导水化、化学减缩与物理阻裂匹配等技术，降低大型管廊预制构件的养护能耗和早期开裂风险，提高混凝土抗硫酸盐和氯盐腐蚀能力；研究不同形状预制管片的配筋构造和接口形式对结构强度、吊装安装效率和密封性的影响规律；研究新型有机和有机-无机复合接口密封和防水材料的施工效果和长期耐久性；开发具有速凝早强、耐水抗分散、耐蚀长寿命、界面粘结力强的新型抢修材料及应用技术，建立相关标准体系并进行示范应用。

**考核指标：**预制混凝土管廊构件的综合碳排放降低 10%，表面渗透性降低 20%以上，抗碳化和耐海水腐蚀性能提高 30%以

上；提出 C30-C60 泵送混凝土流变参数调控方法与最佳密实工艺，混凝土原始界面缺陷降低 70%以上，抗氯离子渗透性提高 50%以上；研发快速抢修堵漏材料，初凝时间 10-20min，1 小时强度大于 20MPa，24 小时度大于 40MPa；开发 2-3 种类型的预制装配式地下管廊混凝土制品，在宁波地区建成年产 8 万 m<sup>3</sup> 预制管廊混凝土产品生产线，完成工程示范 2 项及以上；项目执行期内，实现销售 5000 万以上；形成现场安装省级施工工法不少于 2 部；形成标准、图集 2 项以上；申请或授权发明专利不少于 6 件。

**有关说明：**要求企业牵头，鼓励与高校、科研院所等联合申报。财政补助原则上不超过 300 万元，且不超过项目研发总投入的 20%。

## **8、高温特种金属连接关键材料与低成本制备技术**

**研究内容：**针对高温固体氧化物燃料电池/电解池在多场复杂环境下用特种金属极板连接的重大需求，开展低成本高 Cr 耐热特种金属连接板关键材料与制备技术开发研究，重点研究高 Cr 耐热特种金属连接板的低成本粉末压制成型与微量稀土元素的增强作用，高温多场环境下特种金属连接板结构变化与导电特性，以及耐热特种金属连接板与陶瓷电极材料的界面稳定性及其防护和应用。

**考核指标：**形成特种金属连接板的加工工艺与生产线，特种金属连接板尺寸 $\geq 11\text{ cm}\times 11\text{ cm}$  (厚度 $\leq 2.5\text{ mm}$ )，致密度 $\geq 95\%$ ， $800\text{ }^\circ\text{C}$  实测  $1000\text{ h}$  下热膨胀系数与电池/电解池保持一致；电导率 $\geq 100\text{ S}\cdot\text{cm}^{-1}$  (实测  $3000\text{ h}$ ,  $800\text{ }^\circ\text{C}$ )，每千小时氧化增重 $\leq 0.1\text{ mg}\cdot\text{cm}^{-2}$ ，连接板材料服役寿命 $\geq 40000\text{ h}$ ； $800\text{ }^\circ\text{C}$  下连接板/电池复合组件面电阻 $\leq 0.5\text{ }\Omega\cdot\text{cm}^2$ ，实测 $\geq 1000\text{ h}$ ，寿命 $\geq 20000\text{ h}$ ；建成一条年产 100 万片的示范生产线，且产品成本 $\leq 60\text{ 元/片}$ 。项目执行期内，实现相关产值销售 3000 万以上；申请或授权发明专利 $\geq 5$  件。

**有关说明：**要求企业牵头，鼓励与高校、科研院所等联合申报。财政补助原则上不超过 500 万元，且不超过项目研发总投入的 20%。

## 9、高折射率硫系玻璃研发

**研究内容：**高折射率硫系玻璃的研发及其在红外市场应用的产业化应用。研究不同元素和配比对玻璃性能的影响，特别是与折射率变化的对应关系；开发并量产一款折射率  $> 3.5@10\mu\text{m}$ ，玻璃化转变温度  $T_g > 170\text{ }^\circ\text{C}$  硫系玻璃产品；搭建一条量产化玻璃熔炼产线，该量产化工艺熔制的硫系玻璃批次折射率差异  $< 6\times 10^{-4}$ ；在红外镜头应用，实现高折射率硫系玻璃替代单晶锗。

**考核指标：**研制出高折射率硫系玻璃，折射率： $n > 3.5@10\mu\text{m}$ ，

8-12 $\mu\text{m}$  平均透过率 $\geq 50\%$ ,  $T_g > 170^\circ\text{C}$ , 玻璃其它品质性能达到国家与行业标准。高折射率玻璃不同批次折射率差异  $< 6 \times 10^{-4}$ , 口径尺寸  $\geq 120\text{mm}$ ; 研发不少于 3 款高折射率硫系玻璃红外镜头, 开发镜头光圈  $< F1.2$ , 0.8F 处 MTF  $> 0.25 @ 30\text{lp/mm}$ 。项目执行期内, 高折射率硫系玻璃镜头实现销售不低于 3000 万元; 申请或授权专利 6 件以上, 其中发明专利不少于 2 件。

**有关说明:** 要求企业牵头, 鼓励与高校、科研院所等联合申报。财政补助原则上不超过 500 万元, 且不超过项目研发总投入的 20%。

## 10、面向芯片封装用聚酰亚胺薄膜材料研发

**研究内容:** 针对芯片封装高密度化和集成化对于耐高温、高模量、高强度、低膨胀系数薄膜材料的苛刻需求, 开展新一代聚酰亚胺材料结构设计, 重点研究聚合物反应机理、聚合物链结构、聚酰亚胺单体纯化机制; 针对对苯二胺在 DMAC 难溶解难题, 通过研究反应热控制, 提高单体在 DMAC 的溶解性, 替代国外使用的 NMP 溶剂, 解决该领域对苯二胺在 DMAC 难溶解的共性技术难题; 探索和优化新一代高端聚酰亚胺成膜工艺, 突破反应放大过程中的聚合物结构、组分调控、及其加工稳定性控制技术, 实现薄膜材料的低成本产业化。

**考核指标：**实厚度范围区间为  $25\pm 2\mu\text{m}$ （根据各类应用需求厚度可调），纵向拉伸强度 $\geq 580\text{Mpa}$ ，弹性模量 $\geq 10.0\text{GPa}$ ，热膨胀系数 $< 15\text{ppm}/^\circ\text{C}$ ，吸湿率 $\leq 2.0\%$ ，热收缩 $< 0.07\%$ ；建成一条年产百吨新一代高品质聚酰亚胺薄膜生产线，实现面向芯片封装用新一代高端聚酰亚胺薄膜材料的国产替代。项目执行期内，实现销售 3000 万元以上；申请或授权发明专利不少于 4 件，主持或参与制定国家或行业标准 1 项。

**有关说明：**要求企业牵头，鼓励与高校、科研院所等联合申报。财政补助原则上不超过 500 万元，且不超过项目研发总投入的 20%。

## **(二) 前沿引领技术攻关项目**

### **11、常温常压电化学储氢/释氢关键材料与技术**

**研究内容：**面向低成本、高安全的储氢技术需求，开展可用于常温常压电化学储氢/释氢的材料与技术研究，具体包括研发制备耐腐蚀、难溶质子氢的存储载体材料；揭示质子氢在载体中的扩散行为及载体结构演变规律；开展常温常压电化学储氢/释氢系统示范。

**考核指标：**常温常压下质子氢存储载体比容量 $\geq 100\text{mAh/g}$ ，

可逆释氢量 $\geq 98\%$ ，储氢/释氢循环 1000 次性能保持 $\geq 85\%$ ；示范系统储氢/释氢速率 $\geq 2\text{g H}_2/\text{min}$ ，氢气纯度 $\geq 99.9\%$ 。项目执行期内，发表高水平论文 $\geq 3$  篇，申请或授权发明专利 $\geq 2$  件；提供单槽十瓦级常温常压电化学质子氢存储小型样机一套，并提供第三方权威机构检测报告 1 份。

**有关说明：**高校院所、企事业单位均可牵头申报，财政补助原则上不超过100万元，如企业牵头，则不超过项目研发总投入的30%。

## 12、硫化物固体电解质纳米粉体研究

**研究内容：**开展新一代硫化物固体电解质粒径可控研究，研究溶剂化作用、成核控制剂、烧结制度等对硫化物电解质粒径的影响规律，提出实现兼具纳米尺度以及高室温锂离子电导率硫化物固体电解质制备的策略；探索纳米尺寸硫化物电解质对全固态锂二次电池性能的影响，实现其在全固态锂电池中的应用验证。

**考核指标：**研制纳米尺寸的硫化物固体电解质材料，粒径



$\leq 100$  纳米, 室温锂离子电导率 $\geq 5 \text{ mS cm}^{-1}$ , 实现正极层活性物质占比 $\geq 92\%$ , 提供第三方权威机构检测报告 1 份, 并形成公斤级制备技术; 发表高水平论文 $\geq 5$  篇, 申请或授权发明专利 $\geq 3$  件。

**有关说明:** 高校院所、企事业单位均可牵头申报, 财政补助原则上不超过100万元, 如企业牵头, 则不超过项目研发总投入的30%。

### 13、绿色大规模制备石墨烯电热浆料的技术研发

**研究内容:** 瞄准国家发展新能源和新电热方面的政策动态, 结合石墨烯电热浆料的特性和电热产品市场需求, 开展规模化制备环保型、低成本、高效率石墨烯电热浆料的工艺技术研发, 突破石墨烯电热浆料的绿色和高效生产的关键技术, 重点探究石墨烯电热浆料作为涂层对电热产品表/界面性能的影响, 揭示电-热转化的物理机制, 阐明界面间的相互耦合作用机理并阐述影响电热效率的内在因素。

**考核指标:** 石墨烯电热浆料产率 $> 70\%$ , 纵向尺寸可控 ( $< 10$  个原子层) 电热转化效率  $> 60\%$ ; 石墨烯电热浆料作为涂层附

着力 0 级，硬度  $\geq 6H$ ，致密性 99.9%；耐弯折  $\geq 10000$  次，断裂拉升  $\geq 100\text{ N}$ ；发表论文  $\geq 3$  篇，申请发明专利和实用新型  $\geq 4$  件；开展工程化制备与应用技术研发及应用示范；绿色工艺和材料性能通过权威机构出具的第三方检测报告。

**有关说明：**高校院所、企事业单位均可牵头申报，财政补助原则上不超过 100 万元，如企业牵头，则不超过项目研发总投入的 30%。

**本领域项目申报指南编制专家组名单：**

陆之毅 中科院宁波材料所

罗云杰 宁波大学

魏宇杰 宁波市东方理工高等研究院

刘铁 宁波建工工程集团有限公司

梅武 宁波绿动氢能科技研究院有限公司

郑超 甬江实验室

仇丹 宁波工程学院

袁强 宁波甬强科技有限公司