

附件 1

2025~2026 年度广东省重点领域研发计划

“前沿新材料”专项申报指南

按照《广东省科技创新“十四五”规划》《广东省重点领域研发计划“十四五”行动方案》等提出的任务和《广东省培育前沿新材料产业集群行动计划（2023-2025 年）》等有关要求，开展前沿新材料领域核心技术攻关与应用研究，产生一批产业带动性强、具有自主知识产权的新材料、新技术、新产品，有力支撑制造强省建设和战略性新兴产业的高质量发展，打造具有全球重要影响力的前沿新材料研发和制造高地。

本专项布局化工材料、先进金属材料、表面材料、电子材料、化合物半导体材料、材料基因工程及材料测试评价、前沿技术等 7 个重点专题、32 个研究方向。

专题一 化工材料

方向 1.1 酯类加氢高活性催化剂关键技术研究及应用

1. 研究内容

开发新型醋酸异丙酯加氢铜系催化剂，形成催化剂的吨级规模化制备技术，建成 10 万吨级以上醋酸异丙酯加氢装置；开发高稳定性顺酐酯化加氢铜系催化剂，形成催化剂的吨级规模化制备技术，完成催化剂中试评价；开发低单耗 1,4-环己烷二甲酸二甲酯加氢铜系催化剂，形成催化剂的吨级规模化制备技术，完成

催化剂中试评价，开发出具有经济性的 1,4-环己烷二甲醇生产技术。

2.考核指标

(1) 技术指标

醋酸异丙酯加氢铜系催化剂：醋酸异丙酯转化率 $\geq 99.8\%$ ，乙醇和异丙醇总选择性 $\geq 99.6\%$ ，单吨催化剂每年转化醋酸异丙酯质量 ≥ 1500 吨，催化剂寿命 ≥ 2 年。

顺酐酯化加氢铜系催化剂：丁二酸二甲酯转化率 $\geq 99.5\%$ ，1,4-丁二醇选择性 $\geq 88\%$ ，重组分含量 $\leq 2\%$ ，单吨催化剂每年转化丁二酸二甲酯质量 ≥ 1300 吨，催化剂寿命 ≥ 1 年。

1,4-环己烷二甲酸二甲酯加氢铜系催化剂：1,4-环己烷二甲酸二甲酯转化率 $\geq 99.0\%$ ，1,4-环己烷二甲醇选择性 $\geq 96.5\%$ ，1,4-环己烷二甲酸二甲酯/1,4-环己烷二甲醇单耗(t/t) ≤ 1.50 。

(2) 产业化指标

实现醋酸异丙酯加氢铜系催化剂工业化应用，建成 10 万吨级以上醋酸异丙酯加氢装置，完成 100 吨以上醋酸异丙酯加氢铜系催化剂生产，醋酸异丙酯加氢装置实现新增销售收入 ≥ 3 亿元。

完成 10 吨以上顺酐酯化加氢铜系催化剂试生产，形成具有自主知识产权的 500 吨/年顺酐酯化加氢技术，完成催化剂中试评价。

完成吨级低单耗 1,4-环己烷二甲酸二甲酯加氢铜系催化剂试生产，形成 100 吨/年 1,4-环己烷二甲酸二甲酯加氢技术，完成催

化剂中试评价。

(3) 其它指标

申请发明专利不少于 20 件。

3.申报要求

须由企业牵头申报，鼓励产学研联合申报。

4.支持方式与强度

采用竞争性评审、无偿资助方式，拟支持一个项目，资助额度不超过2000万元。

方向 1.2 脂肪醇醚羧酸的非贵金属氧化法制备关键技术研究与应用

1.研究内容

研究低成本高效非贵金属催化剂及其相关纳米负载型催化材料的批量制备方法，实现满足醇醚羧酸低成本绿色制备的高选择性、高效催化剂的可控制备；研究脂肪醇醚羧酸非贵金属氧化法的大规模可控制备工艺，实现脂肪醇醚羧酸的规模化生产；开发脂肪醇醚羧酸的产业化应用，开发耐硬水、耐酸碱、耐高电解质的高稳定性清洗产品，并实现在日化、纺织及金属加工业中的应用。

2.考核指标

(1) 技术指标

非贵金属催化剂：催化剂为非贵金属的有机氧化物，实现脂肪醇醚转化为脂肪醇醚羧酸的转化率 $\geq 95\%$ ，单吨催化剂转化成

品 ≥ 100 吨，催化剂使用次数 ≥ 100 次。

脂肪醇醚羧酸具备温和性、任意配伍性，玉米醇溶蛋白测试其温和性 ≤ 50 ，耐碱性 $\geq 90\text{g/L}$ ，1000ppm 硬水可添加质量分数 $\geq 95\%$ ，在饱和氯化钠/饱和氯化钙/饱和氯化镁溶液中透明度 $\geq 95\%$ ，乳化指数 ≥ 250 ，生物降解度 $\geq 98\%$ 。

(2) 产业化指标

实现有机氧化物催化剂工业化应用，建成万吨级脂肪醇醚羧酸生产线，脂肪醇醚羧酸采用该催化剂实现规模化生产，新增销售收入 ≥ 1 亿元。

(3) 其它指标

申请发明专利不少于 10 件。

3. 申报要求

须由企业牵头申报，鼓励产学研联合申报。

4. 支持方式与强度

采用竞争性评审、无偿资助方式，拟支持一个项目，资助额度不超过1000万元。

方向 1.3 二氧化碳基多元醇关键技术研究及应用

1. 研究内容

开展以二氧化碳和环氧乙烷 (EO) CO_2/EO 为聚合原料，生产聚碳酸亚乙酯多元醇 (PECPL) 的研发。开展 EO 产品的工业化技术研发，解决 EO 聚合活性高，共聚时均聚链段含量较高，产物容易生长聚醚而非聚碳酸酯等问题；开展 CO_2/EO 共聚催化

剂的开发，以及该催化剂对该聚合反应的选择性及效率的性能研究；优化聚合反应的投料比、温度、压力和时间等工艺条件，建立 CO₂/EO 共聚生产高二氧化碳含量 PECPL 生产工艺；针对不同应用场景，对 PECPL 的结构进行多样化设计，生产不同分子量的 PECPL；建成 PECPL 工业化生产装置，实现产品万吨级生产能力。

2.考核指标

(1) 技术指标

由 CO₂/EO 共聚制备的 PECPL，EO 单程转化率 $\geq 95\%$ ，产物选择性 $\geq 90\%$ 。PECPL 为纯伯羟基封端，官能度 2-6、分子量 500~4000 (g/mol)、羟值 28~360 mgKOH/g 均可控，相对分子量分布 ≤ 2 ，单位产品利用 CO₂ 的质量比 $\geq 35\%$ ，其酸值 ≤ 0.06 mgKOH/g，PECPL 密度 ≥ 1.2 g/cm³，催化剂催化效率 ≥ 3000 g 产品/g 催化剂。

制备的 PECPL 在和 MDI 反应合成线性聚氨酯时，67%的软段含量拉伸强度 ≥ 68 Mpa，断裂伸长率 $\geq 880\%$ ，和相同软段含量的己二醇型聚碳酸酯聚氨酯相比，拉伸强度高出 10%，断裂伸长率高出 50%；和相同软段含量的 PPG 聚醚聚氨酯相比，拉伸强度高出 50%，断裂伸长率高出 25%以上；对甲苯溶剂吸收率 $\leq 11\%$ ，比己二醇型聚碳酸酯型聚氨酯低 10%以上，比聚醚型聚氨酯降低 250%以上。

(2) 产业化指标

建成一套年产能万吨的 PECPL 工业化生产装置，进行工业化试生产，生产出符合技术指标要求的 PECPL 产品，新增销售收入 ≥ 1 亿元；建立工艺质量保证标准和体系。

(3) 其它指标

申请发明专利不少于 10 件。

3.申报要求

须由企业牵头申报，鼓励产学研联合申报。

4.支持方式与强度

采用竞争性评审、无偿资助方式，拟支持一个项目，资助额度不超过1000万元。

方向 1.4 高纯硫化锌合成及其在工程塑料中的研究及应用

1.研究内容

面向新能源汽车、工业结构件等产业对改性塑料和高性能聚合物复合材料的重大需求，研究高白高纯硫化锌的合成、纯度控制、晶型控制和宏观形貌控制工艺；探索合成工艺条件以及分离纯化工艺对产物的结构、纯度、晶型和产物的稳定性的影响规律，开发具有自主知识产权的高白高纯硫化锌的高通量制备技术，并建立高白高纯硫化锌的自主工业化生产技术，实现高白高纯硫化锌在高性能聚合物复合材料领域的示范应用。

2.考核指标

(1) 技术指标

外观白色粉末，外观均匀，无结块、凝固、杂质和分层现

象；白度 ≥ 97.5 ，遮盖率 $\geq 52\%$ ，硫化锌含量（以干基计） $\geq 99.0\%$ ；铅含量（以干基计） $\leq 0.3\text{mg/kg}$ ，铜含量（以干基计） $\leq 0.2\text{mg/kg}$ ，锰含量（以干基计） $\leq 0.1\text{mg/kg}$ ，镉含量（以干基计） $\leq 0.1\text{mg/kg}$ ，硫酸盐（以 SO_4 计）（以干基计） $\leq 0.10\%$ ；干燥减量 $\leq 0.2\%$ ，堆积密度 $0.6\sim 0.9\text{g/cm}^3$ ，粒径（D50） $1.0\pm 0.5\mu\text{m}$ 。

（2）产业化指标

建立年产万吨级生产能力的硫化锌生产线，实现硫化锌产品在高性能聚合物复合材料等典型领域中规模化应用，硫化锌粉末新增销售收入 ≥ 1 亿元。

（3）其它指标

申请发明专利不少于 10 件。

3.申报要求

须由企业牵头申报，鼓励产学研联合申报。

4.支持方式与强度

采用竞争性评审、无偿资助方式，拟支持一个项目，资助额度不超过1000万元。

方向 1.5 高性能丁苯橡胶关键技术研究及应用

1.研究内容

研究丁苯橡胶聚合技术、官能化技术和加氢技术，实现对丁苯橡胶聚合物结构的精准控制；研究单端或双端官能团化溶聚合成技术，开发新型半氢化高性能丁苯橡胶、三元共聚高性能丁苯橡胶、端基官能化高性能丁苯橡胶产品；开发高性能丁苯橡胶智

能化生产装置，实现多种高端高性能丁苯橡胶产品的生产；实现高性能丁苯橡胶在绿色轮胎、新能源汽车轮胎中的应用。

2.考核指标

(1) 技术指标

溶聚丁苯橡胶中苯乙烯含量 5%~40%wt，乙烯基含量 20%~70%wt；半氢化高性能丁苯橡胶产品的加氢度为双键 50%~95%；三元共聚高性能丁苯橡胶产品中第三单体异戊二烯含量 20~40%wt；官能化溶聚丁苯橡胶官能团接入率大于 85%；产品门尼粘度 50~80，动态力学性能 0℃下 $\text{tg}\delta > 0.3$ ，60℃下 $\text{tg}\delta < 0.1$ 。项目产品丁苯橡胶在绿色轮胎、新能源汽车轮胎中的应用，符合相关轮胎产品标准技术要求。

(2) 产业化指标

建立高性能丁苯橡胶生产线；生产装置具有同时生产新型三元共聚高性能丁苯橡胶、半氢化高性能丁苯橡胶、端基官能化高性能丁苯橡胶产品的能力，实现每种橡胶分别 1~2 个牌号产品的规模化生产。项目执行期内，实现高性能丁苯橡胶产量 ≥ 5000 吨，高性能丁苯橡胶产品实现销售收入 ≥ 5000 万元。

(3) 其它指标

申请发明专利不少于 10 件。

3.申报要求

须由企业牵头申报，鼓励产学研联合申报。

4.支持方式与强度

采用竞争性评审、无偿资助方式，拟支持一个项目，资助额度不超过1000万元。

方向 1.6 高强聚酰胺 66 纤维关键技术的研究及应用

1.研究内容

开发高品质纤维级 PA66 聚合物，获得可牵伸倍数高，流变特性时温双稳定的可纺高强 PA66 切片专用料；研究高速纺丝、热定型工艺等纺丝工艺与纤维性能调控技术，开发 PA66 纤维成型工艺及关键装置，研制取向度高，结晶结构优化的高强 PA66 纤维，实现 PA66 纤维的工业化生产；开发高强 PA66 纤维在公共安全、应急防护、特种服装等领域应用示范。

2.考核指标

(1) 技术指标

高强 PA66 切片专用料指标：分子量分布 ≤ 2.0 ，相对粘度 2.6~3.2，相对粘度变化（280℃，20min） ± 0.03 ，黑点 $\leq 8\text{PCS/kg}$ 。

高强 PA66 纤维指标：纤维纤度 20-100D，纤维线密度偏差率 $\leq 3\%$ ，断裂强度 $\geq 9.0\text{cN/dtex}$ ，断裂强度不匀率（CV） $\leq 6\%$ ，断裂伸长率 16~24%，断裂伸长不匀率（CV） $\leq 8\%$ ，条干不匀率 $\leq 1.8\%$ ，沸水收缩率 $\leq 7\pm 1.5\%$ ，干热收缩率 $\leq 6\pm 1.2\%$ ，染色均匀度 ≥ 4 级；纤维纤度：100-840D，纤维线密度偏差率 $\leq 2.5\%$ ，断裂强度 $\geq 8.8\text{cN/dtex}$ ，断裂强度不匀率（CV） $\leq 4\%$ ，断裂伸长率 16~24%，断裂伸长不匀率（CV） $\leq 5\%$ ，条干不匀率 $\leq 1.6\%$ ，干热

收缩率 $\leq 5 \pm 1.2\%$ 。

(2) 产业化指标

实现涵盖中细旦高强 PA66 纤维制备技术产业化，建立产能大于 50 吨/年的高强 PA66 纤维柔性示范中试线，建设产能大于 1 万吨高强 PA66 纤维纺丝生产线；高强 PA66 纤维新增销售收入 ≥ 5000 万元，在至少两种典型应用场景中应用验证。

(3) 其它指标

申请发明专利不少于 10 件。

3. 申报要求

须由企业牵头申报，鼓励产学研联合申报。

4. 支持方式与强度

采用竞争性评审、无偿资助方式，拟支持一个项目，资助额度不超过 1000 万元。

专题二 先进金属材料

方向 2.1 复杂工况用铁基、镁基金属复合材料研究及应用

1. 研究内容

开展铁基、镁基复合材料用框架体的构型设计、成型工艺以及与基材、工况的适配性研究；研究铁基复合材料高效铸渗制备方法、高性能增强体颗粒制备、界面调控、性能及质量稳定控制技术，实现铁基复合材料稳定制备，开展工况适配服役评价及寿命预测研究；研究金属颗粒/异质镁基合金材料强韧化机理，开发高强韧、高模量镁基复合材料；研究镁基铸渗复合关键制备技

术，形成高性能镁基复合材料制造技术工艺；实现铁基、镁基复合材料关键构件应用。

2.考核指标

(1) 技术指标

抗挤压铁基复合材料：基体材料硬度 $HRC \geq 50$ ，无缺口冲击韧性 $\geq 30J/cm^2$ ，抗拉强度 $\geq 2000MPa$ ；复合层硬度 HV 范围为 1300~2000，使用寿命较 H13 钢提高 1 倍及以上。

抗高应力铁基复合材料：基体材料硬度 $HRC \geq 60$ ，无缺口冲击韧性 $\geq 5J/cm^2$ ，抗拉强度 $\geq 800MPa$ ；复合层硬度 HV 范围为 1400~2200，使用寿命较 Cr25 高铬铸铁提高 3 倍及以上。

抗冲击铁基复合材料：基体材料硬度 $HRC \geq 40$ ，无缺口冲击韧性 $\geq 50J/cm^2$ ，使用寿命较 ZG80CrMnSi 提高 1.5 倍及以上。

航空航天用镁基复合材料：抗拉强度 $\geq 600MPa$ ，延伸率 $\geq 5\%$ ，弹性模量 $\geq 60GPa$ 。

低空经济用镁基复合材料：抗拉强度 $\geq 550MPa$ ，延伸率 $\geq 8\%$ ，密度 $\leq 2.1g/cm^3$ 。

(2) 产业化指标

项目实施期内，建成冲击-磨损-腐蚀多相耦合工况服役评价实时监控装置 1 套，建成 3000 吨/年铁基、1000 吨/年镁基复合材料构件规模化生产线，新增销售收入 ≥ 2 亿元；铁基和镁基复合材料构件在隧道掘进、资源开发、航空航天、低空经济等重大工程中示范应用不少于 3 项。

(3) 其它指标

申请发明专利不少于 20 件；牵头制定铁基复合构件国家、行业或团体标准不少于 2 件。

3.申报要求

须由企业牵头申报，鼓励产学研联合申报。

4.支持方式与强度

采用竞争性评审、无偿资助方式，拟支持一个项目，资助额度不超过2000万元。

方向 2.2 海上平台用关键耐蚀钢研究及应用

1.研究内容

开展南海多元环境耦合下平台钢服役损伤行为研究，阐明复杂失效机理；开展海上平台高性能耐蚀钢合金成分体系的设计及综合性能稳定化制备关键技术研究，开发强韧耐腐蚀厚板；开展海上平台用耐蚀层状钢板组分设计及优质组坯、协调变形等制备技术研究，开发性能稳定化耐蚀层状钢板；实现海上平台用钢及其关键部件应用。

2.考核指标

(1) 技术指标

高性能耐蚀厚板：最大厚度规格达 120mm，屈服强度 420~690MPa，表面和芯部-20℃下的 $AKV \geq 60J$ ，耐蚀钢板较传统钢板耐蚀性能提升 1 倍以上（采用 GB/T40299 中腐蚀试验电化学测试方法，耐蚀钢板较海洋工程用 EH36 钢的线性极化电阻提升

1 倍以上)；配套焊材及焊接工艺下，焊缝屈服强度 420~690MPa，-20℃下的 AKV≥30J。

高性能耐蚀层状钢板：屈服强度 345~500MPa，-20℃冲击功 AKV≥100J，延伸率 $A \geq 20\%$ ，层状钢板界面剪切强度 $\tau \geq 300\text{MPa}$ ，层状钢板较传统钢板耐蚀能力提升 5 倍以上（采用 GB/T40299 中腐蚀试验电化学测试方法，层状钢板较海洋工程用 EH36 钢的线性极化电阻提升 5 倍以上）。

(2) 产业化指标

建成高性能耐蚀厚板、层状钢板规模化生产线，新增销售收入 ≥ 4000 万元，项目成果在海上平台等场景实现示范应用不少于 2 项。

(3) 其它指标

申请发明专利不少于 10 件；牵头制定国家、行业或团体标准不少于 2 件。

3. 申报要求

须由企业牵头申报，鼓励产学研联合申报。

4. 支持方式与强度

采用竞争性评审、无偿资助方式，拟支持一个项目，资助额度不超过 1000 万元。

方向 2.3 高性能低耗能汽车板研究及应用

1. 研究内容

研究残留元素 Cu、Cr、Ni、Sn 及杂质元素 S、N 等对于典

型高品质汽车板（IF 钢、HSLA、DP 钢）产品相变和组织性能调控规律；研究低碳工艺典型高品质汽车板成分设计及制备工艺，开发低碳工艺下的高品质 IF 钢、HSLA、DP 钢，有效降低碳排放；开展低碳工艺产品的成形、焊接、涂装、延迟开裂等研究及性能评价，在汽车等领域实现应用。

2.考核指标

（1）技术指标

电炉工艺原料采用 100%废钢或部分直接还原铁，转炉工艺废钢比 $\geq 30\%$ 。

低碳工艺 EDDQ 级 IF 钢产品：冷轧退火产品屈服强度 120~180MPa、抗拉 270~330MPa，断裂延伸率 $A_{80} \geq 40\%$ ， $r_{90} \geq 1.9$ ，热镀锌产品屈服强度 120~200MPa、抗拉强度 260~350MPa，断裂延伸率 $A_{80} \geq 36\%$ ， $r_{90} \geq 1.6$ 。

低碳工艺 HSLA420：冷轧退火/镀锌产品屈服强度 420~520MPa、抗拉强度 470~600MPa，断裂延伸率 $A_{80} \geq 17\%$ 。

低碳工艺 DP980：冷轧退火/镀锌产品屈服强度 550~720MPa、抗拉强度 980MPa 以上、断裂延伸率 $A_{50} \geq 9\%$ ，横向 90°弯曲直径 $=1.5a$ 。

与传统生产工艺相比实现碳排放降低 30%以上，取得第三方测试报告。

（2）产业化指标

项目实施期内完成典型低碳排放高性能汽车钢的应用验证和

稳定生产 ≥ 3 种，实现高性能低碳排放钢铁材料在汽车上的应用，累计新增销售收入 ≥ 1 亿元。

(3) 其它指标

申请发明专利不少于 10 件。

3.申报要求

须由企业牵头申报，鼓励产学研联合申报。

4.支持方式与强度

采用竞争性评审、无偿资助方式，拟支持一个项目，资助额度不超过1000万元。

方向 2.4 电池级铝箔及涂碳铝箔研究及应用

1.研究内容

开展铸轧、箔轧工艺等制备技术研究，研制高强度、高韧性铝箔材料；开展高润湿性表面制备技术研究；开展涂布加工工艺研究，开发均匀薄涂高导电性涂碳铝箔，满足磷酸铁锂/磷酸锰铁锂/固态/钠离子电池集流体要求。

2.考核指标

(1) 技术指标

集流体电池用铝箔：铝含量 $> 99\%$ ；铝箔宽度 $\geq 800\text{mm}$ ，铝箔厚度 $\leq 12\text{ }\mu\text{m}$ ，厚度不均匀度 $\leq 3\%$ ，抗拉强度 $\geq 260\text{MPa}$ ，延伸率 $\geq 3.5\%$ ，达因值 $\geq 35\text{dyn/cm}$ ，针孔密度 ≤ 0.07 个/ m^2 。

集流体电池用涂碳铝箔：铝箔宽度 $\geq 800\text{mm}$ ，厚度不均匀度 $\leq 3\%$ ，抗拉强度 $\geq 260\text{MPa}$ ，延伸率 $\geq 3.5\%$ ，电阻 $< 0.2\text{ }\Omega$ ，涂层厚

度 $\leq 1\text{ }\mu\text{m}$ ，单面涂布面密度 $< 0.3\text{g/m}^2$ （ $\pm 0.05\text{ g/m}^2$ ），达因值 $\geq 65\text{dyn/cm}$ ，双面对齐精度 $\leq 0.3\text{mm}$ 。

所制备的电池极片中，电池正极材料与集流体剥离强度 $\geq 20\text{N/m}$ 。

(2) 产业化指标

集流体电池用铝箔：项目执行期内实现量产 ≥ 2000 吨，新增销售收入 ≥ 4000 万元。

集流体电池用涂碳铝箔：项目执行期内实现量产 ≥ 2000 吨，新增销售收入 ≥ 4000 万元。实现在磷酸铁锂/磷酸锰铁锂/固态/钠离子电池等新能源领域的应用。

(3) 其它指标

申请发明专利不少于 10 件。

3. 申报要求

须由企业牵头申报，鼓励产学研联合申报。

4. 支持方式与强度

采用竞争性评审、无偿资助方式，拟支持一个项目，资助额度不超过1000万元。

专题三 表面材料

方向 3.1 海洋大型设施结构长效防护涂层材料研究及应用

1. 研究内容

开展涂层界面耦合力增强、耐腐蚀性寿命提升的纳米改性技术研究，研制满足不同海洋腐蚀环境的超低 VOC、长寿命海洋重

防腐粉末配套体系；开展全寿命周期海洋长效防护涂层加速试验评价技术研究，搭建多因素耦合海洋模拟环境，实现苛刻海洋环境下涂料可靠性和寿命评价；开发多道厚涂、异形件均匀涂敷及大型构件高效涂装等一体化技术，实现规模化应用。

2.考核指标

(1) 技术指标

底涂层技术指标：粉末涂料粒度分布满足 $150\mu\text{m}$ 筛上粉末 $\leq 3.0\%$ 以及 $250\mu\text{m}$ 筛上粉末 $\leq 0.2\%$ ，不挥发物含量 $\geq 99.4\%$ ，密度 $1.1\sim 1.8\text{g/cm}^3$ ；底涂层与金属基材的粘结强度 $\geq 45\text{MPa}$ ，抗弯曲（ $23^\circ\text{C}\pm 2^\circ\text{C}$ ， 2° ）无裂纹；抗冲击（ -30°C ） $\geq 5\text{J}$ 无漏点，抗冲击（ $23^\circ\text{C}\pm 2^\circ\text{C}$ ） $\geq 8\text{J}$ 无漏点；耐磨性（CS10 轮， 1kg ， 1000r ） $\leq 50\text{mg}$ ；蒸馏水吸水率（ 60°C ， 15 天） $\leq 2.0\%$ ；电气强度 $\geq 35\text{MV/m}$ ；阴极剥离（ 1.5V ， $65\pm 3^\circ\text{C}$ ， 48h ） $\leq 4\text{mm}$ ；湿附着力（ $75^\circ\text{C}-48\text{h}$ ） ≤ 1 级（SY/T 0315）。

配套体系涂层技术指标：耐盐水浸泡（ $5\%\text{NaCl}$ ） 5000h ，无起泡、剥落、生锈等（GB/T 10834）；耐中性盐雾 6000h ，无起泡、剥落、生锈等；海水浸泡试验 5040h ，无起泡、生锈、开裂、剥落、粉化等，划线处腐蚀 $\leq 6\text{mm}$ ；循环老化 5040h （ISO 12944），起泡、生锈、裂纹、剥落、粉化为 0 级，划线处腐蚀宽度 $\leq 8\text{mm}$ ，拉拔附着力 $\geq 22\text{MPa}$ （ISO 2944-9）；VOC $\leq 5\text{ g/L}$ ；取得第三方检测报告。

(2) 产业化指标

实现苛刻环境海洋大型设施结构长效防护涂层材料在海洋工程装备领域典型批量应用 ≥ 2 项，涂层材料累计新增销售收入 ≥ 5000 万元。

(3) 其它指标

申请发明专利不少于 10 件；牵头制定国家、行业或团体标准不少于 1 件；完成不少于 2 项海洋装备示范性工程应用。

3.申报要求

须由企业牵头申报，鼓励产学研联合申报。

4.支持方式与强度

采用竞争性评审、无偿资助方式，拟支持一个项目，资助额度不超过2000万元。

方向 3.2 高端海工装备关键运动部件多功能涂层材料研究及应用

1.研究内容

开展复杂极端服役环境解耦和服役失效机理研究，研制耐磨防腐自润滑涂层、耐磨耐蚀金属陶瓷复合涂层、耐磨耐蚀复合渗层等多功能一体化海洋防护涂层，形成热喷涂-气相沉积、外场辅助内孔激光熔覆、等离子体氮化-氧化复合渗层等复合制备技术；实现多功能涂层材料的产业化应用。

2.考核指标

(1) 技术指标

耐磨防腐自润滑涂层：摩擦系数 ≤ 0.10 ，涂层硬度 ≥ 1300

HV，耐中性盐雾时间 ≥ 3000 h，磨损率 $\leq 10^{-7} \text{mm}^3 \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ 。

耐磨耐蚀金属陶瓷复合涂层：陶瓷硬质强化相含量 $\geq 65\text{wt}\%$ ，厚度1~5mm可控，无裂纹，耐磨耐蚀性能相对高氮奥氏体不锈钢基体提高2倍以上；可熔覆最小内孔直径小于35mm，长度1m以上。

耐磨耐蚀复合渗层：硬化层厚度 $\geq 0.6\text{mm}$ ，硬度 $\geq 1100\text{HV}$ ，耐中性盐雾时间 $\geq 1000\text{h}$ ，耐磨性能相对于轴承钢M50提高10倍以上。

(2) 产业化指标

实现海洋防护涂层材料在石油钻探、特种船舶等海洋工程装备领域关键零部件的批量应用 ≥ 6 种，涂层材料累计新增销售收入 ≥ 5000 万元。

(3) 其它指标

申请发明专利不少于10件；牵头制定国家、行业或团体标准不少于3件。

3.申报要求

须由企业牵头申报，鼓励产学研联合申报。

4.支持方式与强度

采用竞争性评审、无偿资助方式，拟支持一个项目，资助额度不超过1000万元。

专题四 电子材料

方向 4.1 高端电子元器件用关键材料研究及应用

1. 研究内容

开展高储能密度电容器用陶瓷介质材料构效关系、极端温度及强场下结构-性能的关联机制研究，开发高储能特性陶瓷电介质材料；开展高储能特性陶瓷电介质材料的批量制备工艺研究，并实现批量化生产能力。

开展高端 MLCC 用关键聚乙烯醇缩丁醛（PVB）树脂和辊印镍浆研究；开展 PVB 树脂规模化合成工艺研究，实现吨级生产能力。

开展超细纳米镍粉分级、表面包覆技术研究；研究超高层数、高速辊印下及快速烧结要求下镍浆料配方-器件工艺参数和性能的关联机制，开发出满足高容 MLCC 用 180nm 辊印镍浆。开展 PVB 树脂和辊印镍浆在产品的制程工艺适应性和可靠性研究，形成小尺寸和高容 MLCC 器件应用解决方案。

2. 考核指标

（1）技术指标

陶瓷电介质材料：储能陶瓷电介质材料实现室温（25℃）相对介电常数 ≥ 600 、介电损耗 $\leq 3.5\%$ 、温度稳定特性（TCC）：-25~85℃温度范围内相对室温变化 $\leq \pm 15\%$ 、-55~125℃温度范围内相对室温变化 $\leq \pm 22\%$ 、室温最大放电能量密度 $\geq 8\text{J/cm}^3$ 、储能效率 $\geq 80\%$ 、介电击穿强度 $\geq 50\text{kV/mm}$ ；介电储能陶瓷电容器实现室温储能密度 $\geq 15\text{J/cm}^3$ 、储能效率 $\geq 80\%$ 、介电损耗 $\leq 5\%$ 、循环寿命 $\geq 10^6$ 次、温度稳定特性：-25~85℃温度范围内相对室温变化

$\leq \pm 15\%$ 、 $-55 \sim 125^{\circ}\text{C}$ 温度范围内相对室温变化 $\leq \pm 22\%$ 。

PVB 树脂：PVB 树脂粘度在 $1050 \sim 1250 \text{mPa}\cdot\text{s}$ ，数均分子量 $90000 \sim 120000$ ，分子量分布 < 2.0 ，缩醛度 $72\% \sim 75\%$ ，玻璃化转变温度 $72 \sim 76^{\circ}\text{C}$ ，乙酰基残留量 $< 2.5\%$ ，丁醛残留量 $< 1 \text{mg/kg}$ ，卤素离子 $< 0.5 \text{mg/kg}$ ，金属离子 $< 5 \text{mg/kg}$ 。薄介质膜片流延，流延片光泽度 ≥ 60 ，最大拉伸应力平均值 (MPa) 15.5 ± 3 ，拉伸应变平均值 (%) $4 \sim 8$ ，膜厚极差 $\pm 3\%$ ，实现 $< 1.5 \mu\text{m}$ 流延膜片量产。

辊印镍浆：实现粒径分布均匀， $D_{50} \leq 180 \text{nm}$ ，最大粒径满足 $\leq 450 \text{nm}$ ；实现粘度为 $500 \sim 1500 \text{mPa}\cdot\text{s}/10 \text{rpm}$ ，镍含量为 $45 \sim 55\%$ ，且无机固含量为 $50 \sim 60\%$ 的辊印镍浆的可控制备；MLCC 产品辊印速度满足 $\geq 80 \text{m/min}$ ，印刷镍厚 $\leq 0.4 \mu\text{m}$ ；电极覆盖率 $\geq 75\%$ ，印刷变形标准 X 和 Y 均低于 0.015mm 。

PVB 和 辊印镍浆应用于 0805DT107M2R5NBK、1206DS227M2R5M 等规格 MLCC 器件，可靠性要求：施加 1 倍额定电压，在 105°C 下 1000h 无失效。

(2) 产业化指标

1) 高储能特性陶瓷电介质材料年产量 $\geq 1000 \text{kg}$ ，新增销售收入 ≥ 1000 万元；储能脉冲电容器新增销售收入 ≥ 1 亿元。

2) 实现 PVB 树脂的批量化生产，产能 ≥ 50 吨/年；实现 180nm 辊印镍浆的批量化生产，产能 $\geq 6000 \text{kg}/\text{年}$ ；高性能 PVB 树脂新增销售收入 ≥ 2000 万元，辊印镍浆新增销售收入 ≥ 5000 万元，带动通讯、汽车电子相关领域用高容 MLCC 新增销售收入 ≥ 1

亿元。

(3) 其它指标

申请发明专利不少于 20 件。

3.申报要求

须由企业牵头申报，鼓励产学研联合申报。

4.支持方式与强度

采用竞争性评审、无偿资助方式，拟支持一个项目，资助额度不超过2000万元。

方向 4.2 高频高效软磁合金材料研究及应用

1.研究内容

开展高频软磁合金材料的批量化制备及高效表征技术研究，开发兼具高饱和磁感应强度、高频率稳定性、高磁感应强度下低损耗的高性能软磁合金粉末，实现高频高性能软磁合金粉末的批量化可控制造；开展软磁合金复合材料包覆和新型粉芯成型制造技术研究；开展兼具高频高磁导率和低矫顽力的软磁合金带材及其连续化制造技术研究，实现大尺寸超薄软磁合金带材的量产制造；实现软磁合金材料在高转化效率芯片电感与磁芯器件中的示范应用。

2.考核指标

(1) 技术指标

芯片电感用复合磁粉芯：饱和磁感应强度 $B_s \geq 1.3\text{T}$ ，损耗 P_{cv} (1 MHz, 50 mT) $\leq 800\text{mW/cm}^3$ ，有效磁导率 μ_e , 1 MHz ≥ 90 ；共模电感用磁

芯：饱和磁感应强度 $B_s \geq 1.4\text{T}$ ，矫顽力 $H_c \leq 1\text{A/m}$ ，有效磁导率 μ_e , $100\text{ kHz} \geq 50000$ ， μ_e , $200\text{ kHz} > 30000$ ，损耗 $P_{\text{cm}(0.2\text{ T}, 100\text{ kHz})} \leq 18\text{W/kg}$ ，带材厚度 $10 \sim 12\mu\text{m}$ ；在 AI 服务器，新能源汽车等中实现新型高频高效软磁合金材料产品应用。

(2) 产业化指标

建设高饱和软磁合金粉体材料、超薄软磁合金带材批量化制备的示范性生产线，在 AI 服务器用 GPU、汽车 PMC 校正电感、功率输出电感等领域的示范应用，新增相应磁性材料销售收入 ≥ 5000 万元。

(3) 其它指标

申请发明专利不少于 10 件。

3. 申报要求

须由企业牵头申报，鼓励产学研联合申报。

4. 支持方式与强度

采用竞争性评审、无偿资助方式，拟支持一个项目，资助额度不超过 1000 万元。

方向 4.3 电子级超高纯铜研究及应用

1. 研究内容

开展高纯铜材料气相沉积与粉末冶金工艺、极端环境下的性能优化与后处理技术研究，研制超高纯铜靶材与线材；研究超高纯铜材料大规模高质量制备关键技术与工艺，研制专用生产装备，批量制备超高纯铜板材与铸锭；开发形态多样、尺寸可调、

晶粒均匀细化或单晶的高纯铜靶材与线材，实现电子级超高纯铜靶材与线材批量化规模量产及应用。

2.考核指标

(1) 技术指标

超高纯细晶铜：铜锭晶粒尺寸 $\leq 25\mu\text{m}$ ，铜锭直径 $\phi \geq 200\text{mm}$ ，长度不低于 400mm，纯度 $\geq 99.99995\%$ ；圆形靶材直径覆盖 $\phi 50 \sim 305\text{mm}$ 范围，厚度 $\geq 3\text{mm}$ ；板形靶材尺寸 $\geq 1500\text{mm} \times 600\text{mm}$ ，厚度 $\geq 3\text{mm}$ 。

超高纯单晶铜：单晶铜板尺寸不小于 $300\text{mm} \times 300\text{mm}$ ，厚度 $\geq 3\text{mm}$ ，纯度 $\geq 99.99995\%$ ；单晶圆靶直径覆盖 $\phi 50 \sim 305\text{mm}$ ，厚度 $\geq 3\text{mm}$ ；单晶板靶尺寸 $\geq 1300\text{mm} \times 500\text{mm}$ ，厚度 $\geq 3\text{mm}$ 。

(2) 产业化指标

建成高端铜材生产示范线，细晶铜锭年产能不低于 200 吨，单晶铜板年产能不低于 1200 块。基于高端铜材的板材、靶材产品实现应用，项目实施期内累计新增销售收入 ≥ 5000 万元。实现超高纯铜材在不少于 1 个典型领域的示范应用。

(3) 其它指标

申请发明专利不少于 10 件。

3.申报要求

须由企业牵头申报，鼓励产学研联合申报。

4.支持方式与强度

采用竞争性评审、无偿资助方式，拟支持一个项目，资助额

度不超过1000万元。

方向 4.4 叠层 OLED 电子传输层关键材料与器件研究及应用

1. 研究内容

开展高透过率、高玻璃转变温度、低热膨胀系数（CTE）的PI浆料制备工艺技术研究，开发面向柔性显示基板应用的透明非含氟聚酰亚胺材料；研究有机电子传输材料交联基团耐溶剂侵蚀机理，实现低功函、醇溶性、高玻璃转变温度电子传输材料的设计和批量合成提纯；开展溶液加工成膜机制研究，构建高性能OLED结构设计，改善载流子传输平衡，提高器件的稳定性；优化OLED印刷介质配方与印刷介质/基板界面接触特性，实现高性能叠层OLED器件制备。

2. 考核指标

(1) 技术指标

非含氟透明聚酰亚胺浆料：透明聚酰亚胺不含氟元素、不含全氟和多氟烷基物质（PFAS）的材料，粘度3000~5000cps；颗粒度>0.5微米，≤20EA/ml，固化成膜厚度8微米；在氮气氛围450°C下退火120分钟后测试物性，满足：CTE≤12ppm/°C（@室温~450°C）；热分解温度≥500°C（@热失重达1%）；伸长率≥10%；空气参比条件下，平均透过率≥85%（波长@380~780纳米）；黄度指数≤10。

电子传输层关键材料及溶液型叠层OLED器件：电子传输层关键材料玻璃化转变温度≥200°C，迁移率≥10⁻⁴cm²/Vs；溶液法叠

层 OLED 显示面板 R/G/B 三基色叠层器件： $R \geq 80 \text{cd/A}$ ，亮度 1000nit 下 T95 寿命 $\geq 30000 \text{h}$ ； $G \geq 280 \text{cd/A}$ ，亮度 1000nit 下 T95 寿命 $\geq 40000 \text{h}$ ； $B \geq 13 \text{cd/A}$ ， $\text{CIE}_y \leq 0.05$ ，亮度 1000nit 下 T95 寿命 $\geq 800 \text{h}$ 。

(2) 产业化指标

实现高性能非含氟透明聚酰亚胺浆料的 100L 规模制备能力，浆料新增销售收入 ≥ 2000 万元；形成完整的电子传输层材料及溶液型叠层 OLED 器件的批量制备能力，器件新增销售收入 ≥ 5000 万元。

(3) 其它指标

申请发明专利不少于 10 件。

3. 申报要求

须由企业牵头申报，鼓励产学研联合申报。

4. 支持方式与强度

采用竞争性评审、无偿资助方式，拟支持一个项目，资助额度不超过 1000 万元。

专题五 化合物半导体材料

方向 5.1 1200V 以上用低缺陷高可靠氮化镓异质外延及器件关键技术研究与应用

1. 研究内容

开展低成本、低缺陷密度 GaN 材料的制备技术研究；开展 1200V 高耐压 GaN 功率电子器件的电场调控结构设计及器件制备

工艺技术研究，研究材料中缺陷和杂质对器件性能的影响规律、强电场下的漏电机理、功率器件的散热技术等；开展 1200V 高耐压 GaN 功率器件的可靠性机理研究，开发高可靠性器件设计与产业化制备技术，研究高耐压器件的动态电导退化和可靠性机理；研究 GaN 器件在过压、过流、过温条件下的失效机制及保护方法，实现 1200V GaN 功率 HEMT 器件在新能源汽车、工业电机、光伏逆变器以及智能电网配电终端等领域的示范应用。

2.考核指标

(1) 技术指标

6 英寸或 6 英寸以上 GaN 异质外延材料位错密度 $\leq 5 \times 10^7 / \text{cm}^2$ ，翘曲度 $\leq 30 \mu\text{m}$ ，方块电阻 $\leq 280 \Omega / \text{sq}$ ，GaN 高阻层方块电阻 $\geq 3 \times 10^{11} \Omega / \text{sq}$ ，材料漏电流 $\leq 1 \mu\text{A} / \text{mm} @ 1200\text{V}$ ；1200V GaN 功率器件击穿电压 $\geq 2000\text{V}$ ，关态漏源电流 $\leq 1 \mu\text{A} / \text{mm} @ 1200\text{V}$ ，器件导通电阻 $\leq 70\text{m}\Omega$ ，器件封装热阻 $\leq 1^\circ\text{C} / \text{W}$ ；在 1000 小时 HTOL 测试下器件动态电阻增加率 $\leq 20\%$ ，器件栅极耐压 $\geq 14\text{V}$ ，通过 1000 小时 HTGB 测试的栅极电压 $\geq 7.5\text{V}$ 。

(2) 产业化指标

1200V GaN 功率器件产品通过 JEDEC 可靠性验证，大规模量产单片晶圆上芯片良率大于 90%，新增销售收入 ≥ 5000 万元。

(3) 其它指标

申请发明专利不少于 10 件。

3.申报要求

须由企业牵头申报，鼓励产学研联合申报。

4.支持方式与强度

采用竞争性评审、无偿资助方式，拟支持一个项目，资助额度不超过1000万元。

方向 5.2 超高压碳化硅厚膜材料及功率器件关键技术研究及应用

1.研究内容

研究高均匀性厚膜外延生长及缺陷控制技术、少子寿命调控技术，实现 8 英寸百微米级、低缺陷密度的多层 SiC 材料的高质量同质外延；研究超高压器件多应力控制、分选电场超高压元胞及终端模拟仿真、多维复合结构高质量栅氧制备等关键技术，开发 8 英寸 SiC 超高压器件并开展应用；实现基于 8 英寸 4H-SiC 晶圆的超高压大功率装置的示范应用。

2.考核指标

(1) 技术指标

电压 6.5~20kV 的 8 英寸 SiC 外延片：实现漂移区厚度目标 50~220 μm ，厚度偏差不超过 $\pm 10\%$ ，厚度不均匀性不超过 5%，漂移区浓度目标 $2.0 \times 10^{14} \sim 10.0 \times 10^{14} \text{cm}^{-3}$ ，片内掺杂浓度偏差 $\leq \pm 20\%$ ，掺杂浓度不均匀性 $\leq 10\%$ ，弯曲度 Bow $\leq \pm 60 \mu\text{m}$ ，翘曲度 Warp $\leq 90 \mu\text{m}$ ，表面致命缺陷（三角形缺陷、胡萝卜缺陷和微管缺陷）密度 $\leq 0.5 \text{cm}^{-2}$ ，少数载流子寿命 $> 5 \mu\text{s}$ 。

8 英寸 SiC 超高压器件：耐压 20kV SiC MOSFET 器件，比导

通电阻 $\leq 400\text{m}\Omega\cdot\text{cm}^2$ ；耐压 20kV SiC IGBT 器件，工作电流 $\geq 20\text{A}$ ；6.5~10kV SiC MOSFET 器件及 SiC 二极管器件：工作电流 $\geq 20\text{A}$ ，其中 SiC MOSFET 器件阈值电压 $\geq 3\text{V}$ ，比导通电阻 $\leq 130\text{m}\Omega\cdot\text{cm}^2$ 。

应用装置功率 $\geq 2000\text{kW}$ 。

(2) 产业化指标

6.5kV 以上 SiC 外延片及相关超高压 SiC 器件累计新增销售收入 ≥ 3000 万元；20kV 以上 SiC 外延片及相关超高压 SiC 器件形成销售收入。

(3) 其它指标

申请发明专利不少于 10 件。

3. 申报要求

须由企业牵头申报，鼓励产学研联合申报。

4. 支持方式与强度

采用竞争性评审、无偿资助方式，拟支持一个项目，资助额度不超过1000万元。

方向 5.3 基于碳化硅键合衬底的高质量外延材料关键技术研究及应用

1. 研究内容

研究 8 英寸基于 4H-SiC/poly-SiC 和高质量 4H-SiC/低质量 4H-SiC 两种类型键合衬底键合过程新引进缺陷的抑制技术；开发不同热膨胀系数材料外延应力的消除方法；开发支撑层材料暴露

的抑制方法；研究外延过程中基平面位错增殖、晶片翘曲的有效控制方法，开发基于上述两种类型键合衬底的碳化硅外延晶片，并实现规模化量产。

2.考核指标

(1) 技术指标

8 英寸基于 4H-SiC/poly-SiC 和高质量 4H-SiC/低质量 4H-SiC 两种类型键合衬底的碳化硅外延晶片：外延生长速率 $\geq 60\mu\text{m/h}$ ，外延厚度均匀性 $\leq 2\%$ ，掺杂浓度均匀性 $\leq 5\%$ ；外延 BPD 位错密度 $\leq 0.2\text{cm}^{-2}$ ，表面粗糙度 $\leq 0.5\text{nm}$ ，表面形貌缺陷（三角形缺陷、胡萝卜缺陷、微管）密度 $\leq 0.5\text{ cm}^{-2}$ ；外延晶片弯曲度（BOW） $\leq 30\mu\text{m}$ ；外延晶片翘曲度（WARP） $\leq 50\mu\text{m}$ 。

(2) 产业化指标

项目执行期内，新增基于键合衬底的外延晶片销售收入 ≥ 2000 万元。

(3) 其它指标

申请发明专利不少于 10 件；牵头制定国家、行业或团体标准不少于 5 件。

3.申报要求

须由企业牵头申报，鼓励产学研联合申报。

4.支持方式与强度

采用竞争性评审、无偿资助方式，拟支持一个项目，资助额度不超过1000万元。

专题六 材料基因工程及测试评价技术

方向 6.1 人工智能驱动的新型无机材料智能化关键技术及大模型研究

1. 研究内容

建立“大数据、人工智能、机器人”一体化研发技术，构建高度标准化、可复用、具有自主知识产权的无机材料科学数据库；研发具有高准确度、强泛化本领的材料物性预测模型及算法，建立基于文献论文与数据探查的大语言模型和材料科学知识库，并实现智能化问答、海量材料相空间探查等功能；开发机器人材料科学平台，实现无机材料的自动化迭代和开发。形成从材料预测、筛选到合成、迭代的完整闭环，发展出具有支撑能力的通用数据资源、人工智能模型和基础研发服务。

2. 考核指标

(1) 技术指标

无机材料科学数据库使用主流密度泛函理论计算软件第一性原理计算，获得无机材料数据 ≥ 150 万种，计算收敛精度 $\leq 10^{-5}$ eV/atom，数据包括无机材料的晶体结构、电子结构、热力学稳定性、力学性能、介电常数等基础数据，数据库对外开放共享使用。

无机材料的通用力场模型具备开箱即用能力，模型代码及参数开源，模型训练集 ≥ 6 千万个单点能，在原子尺度预测原子结构能量精度优于 $\text{MAE}=25\text{meV/atom}$ 、原子间受力精度优于

MAE=60meV/Å、应力精度优于 MAE=0.3GPa。

无机材料通用哈密顿量模型具备开箱即用能力，公开模型代码及参数开源，模型训练集不少于 10 万个无机材料，能带结构的预测精度优于 MAE=2meV。

基于检索增强生成技术的文献数据知识库收录不少于 50 万篇材料科学领域的文献全文，实现在线问答功能，并生成精确的数据及引文。

机器人材料合成测试平台具备无机材料自动化固相合成能力，实现 7×24 小时运行能力，样品配样误差优于 3mg，样品合成能力不低于 240 个/周，具备 XRD 表征自动化混相识别能力和智能化迭代能力。

(2) 其它指标

面向行业开展材料数据调用、计算分析测试与研发试验等开放共享公共服务，数据库开放共享，无机材料科学人工智能模型开源。项目实施期内数据库、模型和平台服务用户不少于 5 万人次。申请发明专利不少于 10 件。

3. 申报要求

自由申报，鼓励产学研联合申报。

4. 支持方式与强度

采用竞争性评审、无偿资助方式，拟支持一个项目，资助额度不超过800万元。

方向 6.2 非晶态光学材料的高通量计算与制备研究

1. 研究内容

开展非晶态材料的结构模拟和高通量并行计算，研究非晶态材料光学性能和成分相关的特征结构基因，实现构建非晶态材料成分-化学反应-结构基因-光学性能的综合物理化学计算模型，建立非晶态光学材料的结构信息、性能数据以及计算方法等数据库；开展复杂成分和结构空间的非晶态激光材料的高通量光学性能预测，研究多成分/功能基元空间的非晶态材料高通量准确预测技术，筛选并制备出高增益非晶态激光材料，实现在光纤激光器中的应用。

2. 考核指标

(1) 技术指标

开发不少于 2 套关于光学性能研究的非晶态材料基因设计软件系统、不少于 3 个构建构效关系的物理计算模型、不少于 1 个工艺仿真模块、不少于 1 套高通量实验制备工艺。

研发不少于 1 个非晶态材料多光学性能参数预测系统，实现 10^4 级候选材料的全流程自动筛选，筛选范围小于 1% 的具有优异光学性能的非晶态材料可行域。

实现在 5 组分以上的成分/功能基元空间的非晶态材料中，对发射截面、辐射寿命、增益参数等 3 个以上激光性能参数的高通量准确预测，准确率达到 95%。

研发 5 种以上性能优异的新型非晶态激光材料，在 $\sim 1.0\mu\text{m}$ 波段新型非晶态激光材料的增益品质因子 (FOM) $> 20.6 \times 10^4$

$^{24}\text{cm}^2\text{s}$ ，在 $\sim 1.5\mu\text{m}$ 波段新型非晶态激光材料的 $\text{FOM} > 82 \times 10^{-24}\text{cm}^2\text{s}$ ，在 $\sim 2.0\mu\text{m}$ 波段新型非晶态激光材料的 $\text{FOM} > 141.5 \times 10^{-24}\text{cm}^2\text{s}$ 。

(2) 其他指标

建立非晶态光学材料成分-结构基因-光学性能的研发体系，研发高性能非晶态激光材料，提供满足技术指标的光纤激光器样品，具备小批量的生产能力。服务于不少于 10 家企业开展相关产品的研发。申请发明专利不少于 10 件；申请软件著作权登记不少于 2 项。

3. 申报要求

自由申报，鼓励产学研联合申报。

4. 支持方式与强度

采用竞争性评审、无偿资助方式，拟支持一个项目，资助额度不超过 800 万元。

方向 6.3 新型电子材料高通量计算与制备研究

1. 研究内容

研究发展人工智能驱动的电子材料创制技术，开展电子封装材料、光电/X 射线探测功能材料等电子材料科学数据与知识驱动的多模态科学大模型研究，形成训练数据库和科学知识库；开发具有自主实验能力的电子材料智能制备系统，实现材料实验过程中的高度自动化和智能化，形成电子材料优化合成方案；建立多智能体系统，实现新型电子封装材料、光电/X 射线探测功能材料

等新型电子材料设计、合成、表征过程的协同优化，并在电子材料领域形成应用示范。

2.考核指标

(1) 技术指标

建立 1 个多样化的电子材料数据库，数据库规模不少于 500 万条，包含介电常数、载流子迁移率等性能的原创数据，数据类型覆盖不少于 10 种电子材料体系；围绕电子封装材料、光电/X 射线探测功能材料等领域建立 >150 万条相关数据，获得 >10 万个分子级别的模拟计算数据，材料性能预测精度 $\geq 90\%$ ；开发高性能、高可信、高效率的材料领域多模态科学大模型 1 套，用于预测电子材料的介电常数等性能参数，训练数据量 ≥ 500 万条电子材料基础性能数据，模型推理速度 ≤ 30 秒/预测；建设新材料智能制备系统 1 套，单次合成条件通量 ≥ 10 种，合成效率 ≥ 500 组/天，机器人实验操作空间位移精度 $\leq 10\mu\text{m}$ ，固体、液体试剂操作误差 $\text{CV} \leq 1\%$ ；搭建协同高效的多智能体系统 1 套，自动化推理、合成与表征的实验优化迭代计算能力 ≥ 1 万次/天，并行优化能力 ≥ 500 种组合方案，实现 ≥ 10 类电子材料体系的优化及示范。

获得 5 类以上高性能电子封装材料，介电常数 ≤ 2.5 ， $T_g \geq 300^\circ\text{C}$ ；获得 3 类以上光电探测功能材料，载流子迁移率 $\geq 500 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ ，外量子效率 (EQE) $\geq 95\%$ ；获得 2 类以上 X 射线探测功能材料，探测器灵敏度 $\geq 10^6 \mu\text{C Gy}^{-1} \text{ cm}^{-2}$ ，最小可探测剂量 $\leq 1\mu\text{Gy}$ 。

(2) 其它指标

新型电子材料大模型、数据库和具备自主实验能力的智能制备系统对外开放共享，并在新型电子材料创制的应用场景中实现人工智能技术的系统性整合与应用，服务于不少于 10 家企业开展相关产品的研发，并在电子材料领域形成技术应用示范不少于 3 项；电子材料中试产品及成果满足用户制程要求，与用户签订正式采购协议，项目完成实现单批次量产 $\geq 50\text{kg}$ ；申请发明专利不少于 10 件。

3.申报要求

自由申报，鼓励产学研联合申报。

4.支持方式与强度

采用竞争性评审、无偿资助方式，拟支持一个项目，资助额度不超过800万元。

方向 6.4 高端热界面材料测试评价技术与设备开发

1.研究内容

面向高端芯片用热界面材料，开展热界面材料热特性测试方法研究，研究材料导热系数和热阻等关键热特性测试方法和影响机制，开发基于稳态热流法的热传导参数测试技术；开展材料热特性验证方法研究，研究热界面材料的异质/异构界面在复杂应力下的微效应演变与失效机制，开发基于时域热反射技术的材料热特性测试方法及系统；开展跨尺度材料评价模型研究与标准研究，开发热阻可靠性测试工装夹具，研究材料-器件评价指标体

系、验证评价方法，制定覆盖导热凝胶、石墨烯基等多种热界面材料热特性测试验证方法标准。

2.考核指标

(1) 技术指标

高端热界面材料覆盖凝胶类、绝缘垫片类、石墨烯基、碳纤维基等四大类型，涵盖基础理化性能、热性能、力性能、电性能、可靠性等类型，各类性能测试方法不少于 3 个，开发热阻可靠性夹具不少于 1 套，其中导热系数测试范围覆盖 $0.001\sim 2000\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，界面热阻测试范围覆盖 $0.001\sim 50(\text{cm}^2\cdot\text{K})/\text{W}$ ，温度范围 $-193^{\circ}\text{C}\sim 526^{\circ}\text{C}$ ；建立热传输矩阵的物理模型建模 2 个，多层材料中特定层的热导率以及界面热阻信息测量精度 $\geq 90\%$ 。

完成热传导参数测试系统样机开发，实现冷热端温度范围 $25^{\circ}\text{C}\sim 150^{\circ}\text{C}$ ，导热系数测试范围 $0.001\sim 50\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，热阻测试范围： $0.001\sim 50(\text{cm}^2\cdot\text{K})/\text{W}$ 。完成超快激光热测量样机开发，空间分辨率 $1\mu\text{m}$ ，时间分辨率 1ps ，半导体界面热阻测试范围由 $1\times 10^{-7}(\text{cm}^2\cdot\text{K})/\text{W}\sim 0.1(\text{cm}^2\cdot\text{K})/\text{W}$ 。

完成典型热界面材料在大尺寸芯片的验证（芯片尺寸 $\geq 40\text{mm}\times 40\text{mm}$ ），经过湿热试验（ $85^{\circ}\text{C}/85\%\text{RH}$ ）、高温试验（ $\geq 80^{\circ}\text{C}$ ）、温度循环试验（ $-40^{\circ}\text{C}\sim 125^{\circ}\text{C}$ ）、振动（ $\geq 2.5\text{RMS}$ ）、冲击试验（ 100g 峰值）后，芯片表面温度劣化不超过 3°C 。

(2) 产业化指标

测试方法与设备在热界面材料上实现示范应用，完成测试验证 ≥ 1000 批次，实现服务性收入 ≥ 2000 万元。服务于产业链上下游企业不少于 10 家次。

(3) 其它指标

申请发明专利不少于 10 件。牵头制定国家、行业或团体标准不少于 5 件。

3. 申报要求

自由申报，鼓励产学研联合申报。

4. 支持方式与强度

采用竞争性评审、无偿资助方式，拟支持一个项目，资助额度不超过800万元。

专题七 前沿技术

方向 7.1 二维磁光电半导体材料研究

1. 研究内容

面向集成电路后摩尔时代对小尺寸、低功耗、高密度器件的需求，研究材料成分、晶体结构、电子结构、磁结构等对二维磁性半导体材料磁光电性能的影响规律，开发兼具高磁有序温度、高载流子迁移率等优异磁光电性能的二维磁性半导体材料；研究二维磁性半导体材料的可控制备技术并实现毫米级生长；研究高可靠性、高良率、低功耗的新原理器件阵列和空间堆垛方法，开发高性能的存储、逻辑及类脑运算器件。

2. 考核指标

(1) 技术指标

开发不少于 2 种环境稳定、室温磁有序的二维磁性半导体单晶材料，尺寸 $\geq 1\text{mm} \times 1\text{mm}$ ，单晶缺陷密度 $\leq 10^{12}/\text{cm}^2$ ，最高居里温度 $\geq 300\text{K}$ ，载流子迁移率 $\geq 50\text{cm}^2/\text{V.s}$ ，阻尼因子 < 0.1 ；形成不少于 2 种基于二维磁性半导体单晶材料的新型感存算一体器件，具有 6 种以上电阻态，磁场灵敏度 $\leq 50\text{mV} \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{Oe}^{-1}$ ，分辨率 $\leq 0.1\text{nT} \cdot \text{Hz}^{(-1/2)}$ ，单次操作功耗 $\leq 10\text{fJ}$ ，擦写次数 $\geq 10^{12}$ ，响应速度 $\leq 100\text{ps}$ ，集成阵列 $\geq 10^3$ 。

(2) 其它指标

申请发明专利不少于 10 件。

3. 申报要求

自由申报，鼓励产学研联合申报。

4. 支持方式与强度

采用竞争性评审、无偿资助方式，拟支持一个项目，资助额度不超过 500 万元。

方向 7.2 金属氧化物单晶薄膜新型制备技术研究

1. 研究内容

研究金属氧化物异质外延生长过程中温度、氧分压等热力学参数对金属氧化物选择性生长的调控规律，建立普适性热力学调控策略，开发不使用气相金属前驱体的金属氧化物单晶薄膜制备新方法，实现氧化物薄膜在合金基底上单一晶相的选择性生长；研究基底表面晶向对氧化物成核取向的影响，揭示界面键合与应

力释放的微观机制，实现金属氧化物晶畴单一取向优先成核；研究金属氧化物二维生长动力学，揭示二维单晶薄膜的横向扩展机制，实现厚度与均匀性有效控制。

2.考核指标

(1) 技术指标

外延生长过程中不使用气相金属前驱体，实现合金基底表面同种工艺外延生长晶圆级氧化铝、氧化铪、氧化钼薄膜，薄膜尺寸 ≥ 6 英寸，平均厚度 $\leq 20\text{nm}$ ，表面粗糙度 $\leq 0.2\text{nm}$ ，最大单晶畴区 $\geq 2\text{cm} \times 2\text{cm}$ ；氧化铝薄膜，漏电流密度 $\leq 10^{-6}\text{A/cm}^2 @ 2\text{MV/cm}$ ，击穿电压 $\geq 10\text{V}$ ，介电常数 ≥ 10 ；氧化铪薄膜，室温条件下，剩余极化强度 $\geq 20\mu\text{C/cm}^2$ ，循环耐久性 $\geq 10^9$ ，矫顽力 $\leq 2\text{MV/cm}$ ；基于氧化钼薄膜设计室温中红外光谱探测器件，响应截止波长 ≥ 12 微米，比探测率 $\geq 10^{10}$ 琼斯，光谱分辨率优于 10nm 。

(2) 产业化指标

实现至少一种金属氧化物薄膜产品的小试生产，并在两家或以上用户进行试用。

(3) 其它指标

申请发明专利不少于 10 项。

3.申报要求

自由申报，鼓励产学研联合申报。

4.支持方式与强度

采用竞争性评审、无偿资助方式，拟支持一个项目，资助额

度不超过500万元。

方向 7.3 自适应光芯片材料与器件研究

1. 研究内容

研究拓扑外尔特性低损耗光感知计算机理，开发新型神经形态自适应拓扑光电材料；构建基于拓扑材料的异质结，研制突触-神经元复合器件，并开发具有自适应特性的光突触-神经元阵列，实现对光信号自适应的感知和计算；研究超表面神经元的特征提取机制，制备自适应拓扑光芯片，并构建高能效仿昆虫光学传感系统，实现超越人眼的偏振光和宽时间尺度感知。

2. 考核指标

(1) 技术指标

拓扑材料及其异质结在可见光和红外波段展现出自适应光强响应特性，即光电流 I_{ph} 与入射光功率 P 的关系常满足以下光电流幂律指数关系 $I_{ph} \propto P^\alpha$ ： $0.99 \leq \alpha \leq 1.01$ ($P < 10 \text{mW/cm}^2$)， $\alpha < 1$ ($P \geq 10 \text{mW/cm}^2$)， $\alpha < 0.5$ ($P \geq 100 \text{mW/cm}^2$)；突触-神经元复合器件光电响应速度 $< 0.5 \text{ms}$ ，光子突触调节状态 ≥ 32 ，单个突触能耗 $< 0.5 \text{fJ}$ ；光突触-神经元阵列密度 ≥ 500 万/ cm^2 ；拓扑光芯片计算速度 $\geq 10^3 \text{TOPS}$ ，能效 $\geq 10^3 \text{TOPS/W}$ ，基于拓扑光芯片的视觉传感器融合感知和计算的时间尺度覆盖 $10^{-2} \sim 10^3 \text{s}$ ，视野感知范围 $\geq 270^\circ$ 。

(2) 其它指标

申请发明专利不少于 10 件。

3.申报要求

自由申报，鼓励产学研联合申报。

4.支持方式与强度

采用竞争性评审、无偿资助方式，拟支持一个项目，资助额度不超过500万元。

方向 7.4 高分辨短波红外成像材料研究

1.研究内容

研究有机半导体材料分子结构及电子结构对光响应的影响规律，研制短波红外波段具有高灵敏和宽光谱响应特性的有机/聚合物光敏材料和界面材料；研制有机半导体光探测器阵列，研究其内部光场和光吸收分布机理，量化层间光损耗、寄生吸收量化和阵列内部光场分布，在低像素间串扰条件下，实现高外量子效率和高有效像素开口率；研究短波红外有机半导体光探测器阵列集成工艺，研制高分辨、高灵敏短波红外有机成像芯片，并探索在半导体晶圆探伤、光伏探伤、激光光斑定位等领域的应用。

2.考核指标

(1) 技术指标

构建工作范围在短波红外波段的有机半导体光敏材料体系以及与之能级匹配的界面材料体系，响应光谱涵盖可见-短波红外波段 $0.4\sim 1.7\mu\text{m}$ ；研制的光探测器件，探测率 $\geq 10^{12}\text{Jones}$ ，暗电流密度 $< 10\text{nA}/\text{cm}^2$ ；有机半导体短波红外成像芯片分辨率 $\geq 1280\times 1024$ ，像元中间距 $\leq 7.5\mu\text{m}$ ，外量子效率 $> 50\%$ ，像元有效

填充率>50%，动态范围>60dB，有效像元率>99.9%，非均匀性<5%，稳定工作≥500小时@60℃。

(2) 其它指标

申请发明专利不少于 10 件。

3.申报要求

自由申报，鼓励产学研联合申报。

4.支持方式与强度

采用竞争性评审、无偿资助方式，拟支持一个项目，资助额度不超过500万元。

方向 7.5 垂直亚纳米二维通道离子液晶膜研究

1.研究内容

面向新能源存储与转化等产业对离子传导膜的高选择性兼高通量性能的共性需求，研究二维液晶自组装的调控机制、二维通道垂直取向的控制机制，开发集液晶相变控制、剪切诱导通道垂直取向及原位光固化一体的综合性技术，实现米级膜内尺寸在亚纳米范围精准可控的二维垂直通道构筑，制备兼具高离子选择性与高通量的亚纳米通道分离膜，并探索其在液流电池等场景应用。

2.考核指标

(1) 技术指标

层状液晶相的形成条件控制在 15℃到 30℃温度区间内且固含量不低于 50%；膜内二维亚纳米通道尺寸在 0.3 至 1.0nm 范围

内可调；米级膜（30×100cm）厚度在 10μm 至 100μm 范围内可调，膜内亚纳米通道尺寸误差<20%；双向断裂拉伸强度>10MPa；水环境质子传导工况下，横向膜溶胀率<5%；在米级尺度实现膜内二维亚纳米通道跨基膜方向的垂直取向、膜通道及膜表面 Zeta 电位的极性可调；作为离子交换膜，室温下，质子扩散系数 $>2\times10^{-9}\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$ ，钒离子扩散系数 $<2.5\times10^{-13}\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$ ，室温质子传导率 $>100\text{mS cm}^{-1}$ ，质子面电阻 $<0.04\Omega$ ；实现含全钒液流电池在内 2 种以上的场景应用，其中液流电池场景下，100mA/cm² 工况下，钒液流单电池能量效率>87%，库伦效率>98%，电压效率>90%，单电池循环寿命>1000 次。

（2）其它指标

申请发明专利不少于 10 件。

3.申报要求

自由申报，鼓励产学研联合申报。

4.支持方式与强度

采用竞争性评审、无偿资助方式，拟支持一个项目，资助额度不超过500万元。

方向 7.6 新型节能多孔框架材料研究

1.研究内容

面向石油化工原料分离和转化过程中的低耗能需求，研究超分子主客体化学作用机理，开发具备孔结构和表面活性位点可精准调控、性能稳定并可重复使用功能的框架材料，探索针对性吸

附分离、催化转化等多孔材料的结构组装与功能高效协同规律，实现高效烷烃/烯烃分离、同分异构体分离、二氧化碳捕获、低碳小分子活化转化的工业化应用，构建变革性分离和低碳转化应用的新型多孔材料体系。

2.考核指标

(1) 技术指标

开发 12 种以上基于新型多孔材料的新型吸附剂和催化剂。

吸附剂（常温常压下）：化学稳定性 ≥ 180 天；相对湿度 50% 条件下，循环次数 ≥ 30 次；烯烃优先吸附材料，吸附容量 ≥ 2.7 mmol g⁻¹，烯烃/烷烃选择性 ≥ 20 ；烷烃优先吸附材料，吸附容量 ≥ 4 mmol g⁻¹，烷烃/烯烃选择性 ≥ 3 。

催化剂（常温常压下）：化学稳定性 ≥ 180 天，相对湿度 50% 条件下，循环次数 ≥ 10 次，产物选择性 $\geq 95\%$ ；获得至少 2 种可将二氧化碳还原为低碳烃、醇或酸等高价值化工原料的高效、稳定催化剂，产物选择性 $\geq 95\%$ ，电催化法拉第效率 $\geq 85\%$ ，电流密度 ≥ 250 mA cm⁻²，连续工作时间 ≥ 100 小时。

(2) 产业化指标

实现多孔吸附剂材料的公斤级合成以及成型制备，实现低碳烃类气体分子的常温常压、湿度条件下的连续分离，获得聚合级烯烃类化学品；实现多孔催化材料公斤级制备，通过连续流反应装置，实现复杂环境下低浓度二氧化碳的连续催化转化，获得十克、百克级高价值化学品。多孔吸附剂材料、多孔催化剂材料形

成相关销售收入。

(3) 其它指标

申请发明专利不少于 10 件。

3.申报要求

自由申报，鼓励产学研联合申报。

4.支持方式与强度

采用竞争性评审、无偿资助方式，拟支持一个项目，资助额度不超过500万元。

方向 7.7 铜氧基高温超导带材制备技术研究

1.研究内容

针对开发大尺寸、高载流、低成本高温超导双面带材制备技术需要，研究适合于批量化的带材抛光技术和双轴织构工艺，实现高性能铜氧化物高温超导双面带材稳定制备；开展高密度铜氧化物纳米磁通钉扎制备技术，高质量、高密度厚膜掺杂技术，高温超导带材缓冲层、超导层以及封装等工艺研究，突破铜氧化物厚膜效应，实现超导带材高载流能力，建立“掺杂-微观结构-钉扎特性-高场性能”的关联体系；开展高场磁体电磁-机械分析方法研究，实现大尺寸螺线管应力与应变有效控制，提高线圈的强度和传热效果，开发大尺寸高质量单晶硅生长炉高温超导磁体。

2.考核指标

(1) 技术指标

铜氧化物高温超导双面带材单次沉积带材宽度 $>30\text{mm}$ ，铜氧

化物超导层厚度均匀性 $<20\%$ ，临界电流密度 $>3\text{MA}/\text{cm}^2$ ，单根带材长度 $>300\text{m}$ ；掺杂厚膜高温超导带材在 77K 下的临界电流 $>750\text{A}/10\text{mm}$ ，在 10T 磁场下的临界电流 $>2000\text{A}/10\text{mm}@4.2\text{K}$ ；形成大尺寸双面高温超导带材在单晶硅生长炉等应用的高温超导磁体1台，磁体磁感应强度 $\geq 1500\text{Gs}$ ，磁体运行温度 $\leq 20\text{K}$ ，室温孔内径 $\geq 1800\text{mm}$ ；大尺寸铜氧化物高温超导双面带材制备能力 $\geq 500\text{km}/\text{年}@4\text{mm}$ 宽。

(2) 产业化指标

建立基于物理和化学气相沉积技术的双面铜氧化物带材制造示范线，相关超导带材形成销售收入。

(3) 其他指标

申请发明专利不少于10件。

3. 申报要求

自由申报，鼓励产学研联合申报。

4. 支持方式与强度

采用竞争性评审、无偿资助方式，拟支持一个项目，资助额度不超过500万元。

方向 7.8 锂电池用高效稳定预锂化材料研究

1. 研究内容

开展新型预锂化材料设计与制备研究，考察其在锂电池正极（NCM、LCO等）、负极（硅碳负极、石墨负极等）、电解液中的预锂化性能，实现电极材料的可控高效预锂化；研究固液电

解质的高效安全补锂新技术以及相关补锂机制；突破硅负极高能量密度电池实际应用中电池首次效率低、循环寿命不足的技术瓶颈；研发新材料在软包、铝壳、钢壳等硅负极高能量密度电池中进行材料应用验证，为新一代高效率、长寿命和高安全性锂电池提供支撑。

2.考核指标

(1) 技术指标

预锂化材料：残锂（ LiOH ） $<1\%$ ，残锂（ Li_2CO_3 ） $<1\%$ ；2%材料 PH 值 ≤ 10 ；脱锂重量 $\leq 20\%$ 。水氧条件下化学结构稳定、不分解，无需特定环境和设备工艺要求。

正极预锂化材料：电压范围 3.5~4.7V，LFP 和三元等电池容量提升率 $\geq 10\%$ 。负极预锂化材料：电压范围 0~2V；硅碳负极首次库仑效率 $\geq 90\%$ ，SiOC 硅负极材料首次库仑效率 $\geq 85\%$ ，容量提升率 $\geq 10\%$ 。电解液补锂材料：首次库仑效率提升 $\geq 5\%$ ，容量提升 $\geq 10\%$ ，电解液与脱/嵌锂态活性电极作用的分解温度 $\geq 380^\circ\text{C}$ 。

预锂化材料应用于硅负极高能量密度软包电池技术验证，电池 85°C 高温存储 6h 气体膨胀率 $\leq 5\%$ ；电池针刺安全性测试温升 $\leq 100^\circ\text{C}$ ；硅负极（硅材料含量 $\geq 15\%$ ）高能量密度软包电池首次库仑效率提升 $\geq 8\%$ ，1000 次循环容量保持率 $\geq 80\%$ ；安全性符合国家电池检测标准。

(2) 其他指标

申请发明专利不少于 10 件。

3.申报要求

自由申报，鼓励产学研联合申报。

4.支持方式与强度

采用竞争性评审、无偿资助方式，拟支持一个项目，资助额度不超过500万元。

方向 7.9 原油采集管道用防污防粘树脂涂层关键技术研究

1.研究内容

开展硅改性树脂硅基类液界面的防污功能分子机理研究，研制具有防污、防粘附、粘度可调的功能树脂材料；研究树脂溶剂挥发及成膜过程中硅基链段取向迁移行为及涂层结构演化机制，形成具有自主知识产权的防污表层和优异粘结底层的树脂涂层材料；研究树脂涂层材料与防腐材料界面增强技术，实现油管内大面积涂装成膜，满足高温高矿化度等油田井下苛刻服役环境要求；实现功能树脂及涂层材料的产业化，并在石油输送等实际工程中应用。

2.考核指标

(1) 技术指标

功能树脂固体含量高于 50%，不含氟、不含三苯、甲醛以及重金属等有毒成分，粘度可调至 50~70s，满足喷涂等涂装工艺，并具有半年以上的稳定性；5 μ m 厚度的树脂涂层表面粗糙度小于 10nm；500nm 可见光透过率高于 95%；树脂涂层在金属、玻璃钢、防腐涂层等各类基材上的附着力 0 级，拉拔附着力 5MPa 以

上；原油在树脂涂层表面滑动角小于 5° ，油接触角大于 120° ，涂层表面能小于 10mN/m ；涂层硬度高于 50MPa ，铅笔硬度达 3H 以上；最小弯曲半径小于 1mm ；获得 3H 至 9H （含 9H ）系列硬度并具有显著防原油粘附功能的涂层材料，适用于不同偏磨场景；正反耐冲击高于 1kgm ；耐磨性（ 1kg ， CS17 轮， 1000r ）小于 100mg ， $5\mu\text{m}$ 厚度的涂层在磨损 $2\mu\text{m}$ 后仍具有防原油粘附功能，滑动角 $<10^{\circ}$ ；耐高温 200°C 以上 168h 不软化；涂层耐水性 5000h 无起泡、无脱落、无开裂，耐化学介质（ $10\%\text{H}_2\text{SO}_4$ ， $10\%\text{NaOH}$ ， $3\%\text{NaCl}$ ） 90d 无破坏，耐盐雾 5000h 无破坏，耐油田污水（ 80°C - 5000h ）无破坏，耐原油（ 80°C - 1500h ， 23°C - 5000h ）无破坏；涂层对 30°C 原油减阻率大于 55% ；涂层在油田井下服役稳定性超过 1 年，洗井时间 >300 天。

（2）产业化指标

功能树脂材料形成销售收入，并实现百根以上油管涂装；原油防污涂层及油管涂装工艺技术实现在广东省内海上油田的现场应用。

（3）其它指标

申请发明专利不少于 10 件；牵头制定国家、行业或团体标准不少于 1 项。

3. 申报要求

自由申报，鼓励产学研联合申报。

4. 支持方式与强度

采用竞争性评审、无偿资助方式，拟支持一个项目，资助额度不超过500万元。