

2024 年度新材料专项申报指南

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、功能独特、影响作用巨大，对促进我市“361”万千亿级产业集群的发展，以及对三大科创高地、海洋经济、“低碳双减”领域等方面建设均具有举足轻重的位置。本专项围绕新能源、集成电路、光学电子、绿色化工等标志性产业链进行关键材料核心技术布局，提升新能源材料、磁性材料、化工新材料、功能膜材料、电子信息材料、金属新材料等新材料领域的竞争力，聚焦先进高分子材料、高性能纤维及复合材料、高端显示材料、半导体材料等细分产业，引导产学研协同创新，助力提升宁波产业的国际竞争力。

一、高分子及高性能复合材料领域

（一）重大关键核心技术攻关项目

1.可化学降解环氧树脂浇注料的研制及应用示范

研究内容：针对环氧树脂固化物降解困难，造成固废积累的问题，开展可降解环氧树脂的合成和配方设计；研究动态组合化学与配方对环氧树脂浇注料综合性能、边界服役条件和降解性能的影响，实现其长效稳定使用和高效降解；研究环氧树脂固化物的非线性降解行为，实现退役浇注料的可控化学降解和高值回收；研究基于可化学降解环氧浇注料的轨道交通用干式电容器的配

套成型工艺，完成可化学回收干式电容器的研制和示范。

考核指标：环氧浇注料固化物的化学降解率 $\geq 99\%$ ，玻璃化转变温度 $\geq 110\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，阻燃级别 UL-94 V-0，绝缘强度 $\geq 31\text{ kV/mm}$ ，申请或授权发明专利不少于 3 件；项目执行期内实现销售 3000 万元以上；建成 100 吨/年可化学降解环氧树脂生产示范线，研制可化学降解的轨道交通干式电容器样机并形成典型示范。

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. 有机/金属精密复合导管研制与示范

研究内容：针对介入治疗等医用精密导管日益增加的需求以及美国等对国内的销售限制与技术垄断，开展高精度耐弯折及模量可调的医用复合管技术攻关和生物评价。研究医用导管用聚合物前驱体的分子设计和配方，医用导管增强体编织物的制备技术，多层复合医疗导管的界面性能调控，医用导管的精度旋涂制备及缺陷控制技术，完成高精度医用导管的机械性能和生物相容性评价，通过医用导管的短期介入试验验证，建成医用导管生产示范线并形成应用示范。

考核指标：研制出多规格的医用精密复合导管，满足短期医用介入治疗要求。其中聚合物导管满足拉伸强度 $\geq 140\text{ MPa}$ ，环向应力 $\geq 80\text{ MPa}$ ，断裂伸长率 $\geq 80\%$ ，导管壁厚公差 0.01 mm ；有

机/金属复合弯曲半径：2 cm不弯折，通过 ISO10993生物安全性检测，满足短期介入验证，申请或授权发明专利不少于3件；项目执行期内实现销售3000万元以上；建成100 万米/年的医用导管生产线，研制出产品并形成应用示范。

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.高力学性能超薄 PET 复合集流体基膜的研发与产业化

研究内容：开发具有良好加工性能的PET母料；研究加工过程中挤出流延、双向拉伸、热定型等关键工序段的聚集态结构演变，形成BOPET薄膜聚集态结构的精细调控及稳定控制技术；设计优化与结构演变相契合的挤出和双向拉伸设备；研究工艺参数对BOPET薄膜性能的影响，研究树脂理化特性、聚集态结构演变和成膜拉膜工艺参数的依赖关系，揭示工艺参数、聚集态结构与薄膜性能的关系规律；进行BOPET基膜的金属化镀膜性能验证。开发形成高力学性能超薄PET复合集流体基膜产业化制备技术。

考核指标：建成万吨级锂电池用PET复合集流体基膜制备示范生产线，开发形成BOPET复合集流体基膜产业化制备技术，制备的薄膜达到如下技术指标：厚度 $\leq 6 \mu\text{m}$ ；拉伸强度：MD ≥ 260 MPa，TD ≥ 260 MPa；断裂伸长率：MD $\geq 120\%$ ，TD $\geq 100\%$ ；热收

缩率：MD≤3.0%，TD≤1.0%。PET/铝复合膜表面方阻≥40 mΩ/□，铝层结合力≥3 N。项目执行期内实现销售3000万元以上；申请发明专利不少于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%。

4. 高端纯苯乙烯基单体树脂的生产关键技术

研究内容：针对汽车、医疗器械、卫生材料等领域对高性能纯苯乙烯基单体树脂（高软化点、高芳香度、颜色浅、透明度高、气味小、耐降解）的迫切需求，开展苯乙烯基单体阳离子共聚催化体系的优化设计以及连续化生产工艺研究。通过催化剂体系设计调控纯苯乙烯基单体树脂的微观结构，研究树脂微观结构对宏观性能的影响；研究树脂连续化生产面临的热传导、稳定性难题。最终开发具有自主知识产权的高端纯苯乙烯基单体树脂的连续化生产关键技术，保障特殊产业强链补链，实现高端、高性能单体树脂的进口替代。

考核指标：形成基于苯乙烯基原料的高性能单体树脂连续化制备工艺技术及产品质量在线检测平台。建成2万吨/年纯苯乙烯基单体树脂连续化生产线，开发系列高软化点、高性能纯苯乙烯基单体树脂，并达到如下性能：软化点≥135℃，黄色指数≤5.0，玻璃化转变温度≥88℃，挥发性有机化合物≤150 ppm。该项目周

期内实现新增销售3000万元以上；申请发明专利不少于10项，制定行业标准不少于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%。

5.特种生物基高性能共聚聚酯制备关键技术研究

研究内容：基于高刚性生物基单体和新型复合技术，开发生物基共聚聚酯合成关键技术，实现高模量、高强度、高耐温、高阻隔特种新型生物基共聚聚酯材料设计制备；开发新型生物基高性能共聚聚酯材料设计制备关键技术，实现百吨级生产示范；开发新型生物基高性能共聚聚酯材料产品，实现在新能源、家居用品、生命健康、电子电气和智能制造领域应用示范；开发新型特种生物基共聚聚酯材料改性加工应用关键技术，阐明特性粘度、链段结构、分子量、温度等与熔体动力粘度关系并进行热力学模拟，实现在新能源、家具用品等领域应用示范。

考核指标：突破新型特种生物基高性能共聚聚酯材料设计制备及加工应用关键技术，主要性能指标实现拉伸模量 ≥ 80 MPa，拉伸强度 ≥ 45 MPa，100 °C下弯曲模量 ≥ 125 MPa。项目执行期内实现销售3000万元以上；申请发明专利不少于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.高性能纤维复合材料/金属结构关键技术研发

研究内容：研究结构-功能一体化的纤维复合材料设计及优化技术；开展纤维复合材料/金属混杂材料构件的结构优化设计；研究纤维复合材料/金属结构件混杂界面调控、一体化成型及连接装配等关键技术，形成规模化制备技术；结合构件性能评价研究，实现纤维复合材料/金属结构在汽车防撞梁、电池包箱体等领域的规模化应用。

考核指标：开发出系列纤维复合材料/金属结构产品，在2款车型以上进行示范应用，汽车防撞梁类产品达到如下性能：实现减重25%、吸能效果增加30%，快速成型速度达到4件/分钟；电池包箱体类产品达到如下性能：材料拉伸强度 ≥ 500 MPa、拉伸模量 ≥ 20 GPa、弯曲强度 ≥ 450 MPa，材料防火绝缘性能满足1200°C火焰下30min不烧穿、且耐电压满足1000 V/DC 60 s及漏电流 ≤ 2 mA，电池包振动满足GB 38031-2020要求（且24h功率谱密度+2h正弦定频）、机械冲击满足GB 38031-2020要求（且冲击加速度提升至20 g/10 ms(X/Y/Z)）、热失控满足GB 38031-2020要求（单电芯发生热失控后电池包外部无明火、无爆炸）；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件，发表论文不少于2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500万元，且不超过项目研发总投入的20%。

7.碳纤维在线处理、混炼、注塑、热压一体化热塑性复合材料成型技术研发与产业化

研究内容：开发碳纤维在线处理、切断、混炼、挤出、注塑、热压的一体化复合材料成型设备；研究聚丙烯、尼龙6等热塑性树脂化学改性技术、碳纤维表面改性技术，形成界面优化设计和控制技术；研究一体化成型中工艺条件对长纤维保留长度、分布、分散均匀性和复合材料聚集态结构和力学性能的影响，研究连续纤维含量与分布对复合材料力学性能的影响；建立复合材料一体化成型的成型工艺窗口及工艺控制方法，形成成套生产工艺参数优化技术体系；开发形成碳纤维增强热塑性复合材料在线混炼注塑热压一体化成型技术。

考核指标：开发形成具有自主知识产权的长碳纤维和连续纤维耦合增强的聚丙烯、尼龙6热塑性/碳纤维复合材料一体化制备技术，通过该技术制备的制品达到如下技术指标：纤维含量范围20%-40%，含量偏差 $\pm 2\%$ ；聚丙烯+30%碳纤维复合材料拉伸强度 ≥ 150 MPa，弯曲强度 ≥ 200 MPa，缺口冲击强度 ≥ 10 kJ/m²；尼龙6+30%碳纤维复合材料拉伸强度 ≥ 230 MPa，弯曲强度 ≥ 350 MPa，缺口冲击强度 ≥ 15 kJ/m²。开发形成碳纤维增强聚丙烯、尼龙6等热塑性复合材料系列产品，项目执行期内实现销售3000万

元以上；申请发明专利不少于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.用于食品包装领域的可降解生物基多层复合材料的研发与产业化

研究内容：研发生物基天然高分子的改性工艺及其与木纤维基材或铝箔的复合技术；研究生物基高分子间的架桥及相容性，厘清生物质大分子多尺度协同效应及空间网络动态调控阻隔机制，通过控制工艺参数实现对生物基天然高分子材料的结构和性能调控；突破生物基天然高分子多层阻隔材料的制备工艺，开发形成生物基薄膜与天然高分子或铝箔的多层食品包装材料的制备技术。

考核指标：开发形成具有自主知识产权的多层高档食品包装材料制备技术，建成示范生产线，开发系列产品，达到如下指标：层间剥离力达到10 N/15 mm，水蒸汽阻隔 $\leq 150 \text{ g/m}^2/\text{day}$ (38 °C、RH90%)；生物基膜堆肥降解性能：180天生物分解百分率90%以上。项目执行期内实现销售3000万元以上；申请发明专利不少于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.再生蛋白质材料关键技术研发

研究内容:通过绿色丝绒再生蛋白材料制备及高端超柔家纺品研发和示范应用,满足人民群众对柔软舒适健康家纺品的需求;研发绿色丝绒再生蛋白质纤维制备关键技术,通过蛋白质 β 折叠结构的转型,形成具有微原纤结构天然丝素蛋白、绒毛蛋白溶液;研发纺纱、织造、染整等绿色加工关键技术,突破丝绒再生蛋白质纤维梳纺加工难题;研发高端生态健康家纺品,开展应用示范。

考核指标:开展新一代再生蛋白纤维家纺面料研发,并实现在超柔高端家纺品的产业化应用,建立工业化绿色丝绒再生蛋白质材料生产线,蛋白质纤维指标达到如下性能:纤维细度:10-15微米;单纤维强度 ≥ 2.6 CN/dtex;纤维蛋白质含量 $\geq 60\%$;纤维生物可降解性能:蛋白酶可降解;项目执行期内实现销售3000万元以上;申请发明专利不少于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%。

10.基于复合材料的新型机场道面建设技术研究

研究内容:开发适用于机场道面快速化施工修复及新建全套技术。开展适用于机场道面铺装及注浆的高性能改性聚氨酯复合材料的配方设计及研究。通过改性聚氨酯复合材料和水泥混凝土

粘着强度理论分析和数值模拟，研究铺装材料与水泥混凝土层间结合力、抗疲劳开裂性能、耐久性等力学机理。开展室内试验和大型专项模拟实验，测试改性聚氨酯复合材料道面的整体性能，承载强度。开发基于改性聚氨酯复合材料的智能化施工、日常维护关键技术、工艺及装备。

考核指标：开发出基于改性聚氨酯复合材料的新型机场道面建设全套技术，主要性能指标实现抗压强度 ≥ 25 MPa、抗滑摩擦系数 ≥ 0.55 、单位面积磨损量 ≤ 1 kg/m²，剥落物质量 ≤ 10 g/m²、拉拔强度（25℃，与水泥混凝土） ≥ 2 MPa、剪切强度（25℃，与水泥混凝土） ≥ 5 Mpa。项目执行期内实现销售3000万元以上；申请发明专利不少于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。政府财政补贴原则上不超过500万元，且不超过项目研发总投入的20%。

（二）前瞻性技术基础研究项目

11. 医用缝合用可降解纤维研究

研究内容：研究聚乙交酯和聚乙丙交酯加工中的热机械降解及其缓解对策与机制，实现纤维性能提升；研究纤维熔融纺丝、热拉伸与热定型过程中的聚集态结构演化规律，探索共晶有序化过程的结构调控机理，实现纺丝工艺的优化，解决纤维品质控制技术难题；研究医用纤维在模拟人体环境的体外降解过程中的结

构演化和力学性能变化；建立纤维的链结构-纺丝工艺-结构演化-纤维性能的构效关系，形成用于可吸收手术缝合线的高性能医用纤维的制备技术。

考核指标：开发形成具有自主知识产权的可吸收手术缝合线用纤维的制备技术，通过该技术制备的纤维达到如下技术指标：拉伸强度 ≥ 6.0 cN/dtex，断裂伸长率 $\geq 12\%$ ；模拟人体环境的体外降解两周拉伸强度保持率70-78%，完全降解时间6-10周。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%。

本领域项目申报指南编制专家组名单：

刘振国 西北工业大学宁波研究院

王震 中国科学院宁波材料所

林珑 宁波工程学院

王宗宝 宁波大学

周永江 浙江华茂航天科技股份有限公司

二、金属新材料与稀土磁性材料领域

(一) 重大关键核心技术攻关项目

1. 优良服役特性的高性能钕钴永磁体研发和产业化

研究内容：研究高铁含量组分设计、组织演变规律，获得具有胞状组织结构和铜元素偏聚分布的组织结构，明确组分、组织结构与材料耐氢特性、高温磁能积、退磁曲线方形度的关联关系；建立耐氢特性、磁通损失、磁场均匀一致性与材料制备、加工、冷热后处理等工艺的关联关系；发展高均匀性高性能钕钴永磁材料的关键批产与后处理技术，实现高耐氢特性、高温高磁能积、高方形度钕钴永磁材料的批量化制备。

考核指标：（1）优良服役特性的高性能钕钴永磁材料，磁性能：150 °C最大磁能积 ≥ 30 MGOe；室温最大磁能积（BH） $\max \geq 33$ MGOe，剩磁 $Br \geq 11.8$ kGs，内禀矫顽力 $H_{cj} \geq 20$ kOe，膝点矫顽力 $H_k \geq 15$ KOe；（2）实现绝对氢气压力 ≥ 50 kPa 和工作温度 150 °C 下保持 200 小时以上磁通不可逆损失小于 3%；磁偏角 $< 1^\circ$ ，N、S 极两面磁场差异 $\leq 2\%$ ；弯曲强度 180 MPa；（3）建立优良服役特性的高性能钕钴永磁材料示范生产线，产能达到 200 吨/年；（4）项目执行期内新增产值 5000 万元，新增利税 500 万，申请发明专利不少于 5 件，其中 PCT 专利不少于 1 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.海洋工程用高强耐蚀铝青铜材料研发与产业化

研究内容：开展多元复合元素 Al、Fe、Ni、Mn 等在合金中的分布、存在形式及其对合金组织性能、流动性的影响研究；高质量大尺寸铸锭均质化、成分稳定化、形变热处理技术对铝青铜的性能影响机理研究；研究高质量多元复杂铝青铜合金形变热处理-组织-性能的内禀关系及新型高强高耐磨多元复杂铝青铜腐蚀行为与服役环境研究；产业化成套技术应用研究，集成多元复杂铝青铜合金制备加工全过程组织-性能-表面-工艺之间的关联关系，开发新型 $\text{CuAl}_{10}\text{Ni}_5\text{Fe}_4$ 、 $\text{CuMn}_{13}\text{Al}_{18}\text{Fe}_3\text{Ni}_2$ 等多元复杂铝青铜合金材料工业化成套技术。

考核指标：产品性能指标：抗拉强度 ≥ 740 MPa；屈服强度 ≥ 400 MPa；延伸率 $\geq 10\%$ ；硬度（HB2.5/187.5） ≥ 200 ；冲击韧性 ≥ 8 J；质量指标：产品经超声波探伤无缺陷。学术指标：申请或获得授权发明专利 ≥ 3 项，发表高水平学术论文 ≥ 5 篇。经济效益：建立一条新型高强高耐磨多元复杂铝青铜合金材料生产线，项目执行期内实现产品销售 5000 万元以上。

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%。

3.大型动力电池壳体总成新型铝合金材料及复合成形技术

研究内容：开展新型铝合金材料研究，获得具有良好力学性能、挤压和焊接工艺性能的新材料；研究承载结构与液冷功能一体化壳体的挤压成形工艺，优化多流道薄壁空心铝合金壳体挤压模具设计和挤压工艺参数；研究多种结构异质材料焊接工艺与质量控制方法研究，实现挤压件与压铸件的可靠连接；进行大型动力电池壳体总成的制造和可靠性测试，通过产品考核试验；搭建材料、挤压、焊接一体化动力电池壳生产平台，实现产业化示范应用。

考核指标：电池包长度不小于 1700 mm、宽度不小于 600 mm；经 150 °C/1000 h 热暴露试验后室温屈服强度不小于 230 MPa；屈服强度不小于 240 MPa 的新型铝合金制造的结构件通过碰撞压溃性能考核；形成 5 万套/年的生产能力；项目执行期内实现销售 3000 万元以上；申请发明专利不少于 5 件，发表学术论文不少于 5 篇。

有关说明：要求企业牵头，鼓励与科研院所、高校等联合申报。财政补助原则上不超过 500 万元，且不超过项目研发总经费的 20%。

4. 高精密 BTB 用超高强低应力铜合金箔材研发

研究内容：采用数据驱动的机器学习和遗传算法等材料基因工程方法，开展超高强弹性铜合金成分-强度/导电率预测模型研究，实现超高强弹性铜合金理性设计；研究析出相在熔铸-热加

工-热处理过程的演变规律与细化机理，开发强化相尺寸与分布调控技术；研究冷加工对组织的演变规律以及张力退火对残余应力的影响规律，实现尺寸精度-表面质量-板型-残余应力的协同控制。

考核指标：建立高精密BTB用超高强低应力铜合金箔材产业化示范线，铜合金箔材抗拉强度 ≥ 1100 MPa，导电率 $\geq 32\%$ IACS，残余应力 ≤ 80 MPa，箔材厚度 ≤ 0.12 mm，尺寸公差 $\leq \pm 2\%$ ，表面粗糙度 ≤ 0.09 μm ，抗高温软化温度 ≥ 550 $^{\circ}\text{C}$ ，项目实施期间箔材累计销售额超过2000万元。

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.钢基体/减摩铜合金双金属材料固-液复合制备关键技术研究

研究内容：开展柱塞泵配流盘用无铅减摩铜合金材料成分设计，阐明减摩铜合金微观组织与摩擦学特性内在联系，优化出最佳减摩铜合金成分；研究电磁振动固-液连续复合过程中钢基体/减摩铜合金界面处Cu/Fe扩散结合规律与第二相生长机制，突破铜合金富锡相形貌分布控制与全冶金结合界面控制技术；开发制备钢基体/减摩铜合金双金属复合材料成套设备和材料工程化制造技术，实现典型柱塞泵配流盘制造、考核和应用。

考核指标：开发出固-液复合法制备钢基体/减摩铜合金双金属复合材料成套设备；复合层实现冶金结合，界面扩散层厚度不小于3 μm，界面结合强度不低于铜基体强度的90%；制造的配油盘通过42 MPa级柱塞泵服役性考核；项目执行期内实现销售3000万元以上；申请发明专利不少于5件，发表学术论文不少于8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500万元，且不超过项目研发总投入的20%。

6.高导热高寿命压铸模具用新型高熵合金材料研究及3D打印技术研发

研究内容：开发具有优异力学性能、导热性能、抗软化性能、耐腐蚀性能以及低热膨胀系数的高熵合金成分，揭示高熵效应对综合性能的影响规律；研究不同高熵合金成分的粉末制备工艺，以及对3D打印样品性能的影响机理；研究不同热处理工艺对3D打印样品微观结构和各种物理化学性能的影响规律，开发打印工艺、热处理、组织结构和性能调控技术；研究开发商用高导热高寿命压铸模具的工业化集成制造技术。

考核指标：开发具备高导热、高寿命、良好3D打印性能的商用压铸模具用新材料，替代进口CX/1.2709模具钢材料，形成高导热高寿命压铸模具用高熵合金产品；研制出的高熵合金模具

导热系数达到 $40 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ ，抗软化温度 $\geq 800 \text{ }^\circ\text{C}$ ，模具表面硬度指标 $\geq 58 \text{ HRC}$ ，模具使用寿命不低于 4 万模次；项目执行期内实现销售 3000 万元以上，申请发明专利不少于 4 件，发表学术论文不少于 6 篇。

有关说明：要求企业牵头，鼓励与科研院所、高校等联合申报。财政补助原则上不超过 500 万元，且不超过项目研发总经费的 20%。

7.高比功率电机用低铁损复合磁体集成技术开发及示范应用

研究内容：针对高比功率电机用高耐温磁体重稀土含量过高的问题，研究成分和微观结构、合金共渗扩散，优化成分和工艺的设计，实现重稀土元素梯度分布和极致利用；针对高比功率电机减涡流损耗的迫切需求，研究高电阻率添加材料、磁体表面电阻改性以及复合结构的构筑与永磁体电阻率、铁损和磁性能的关联性，实现磁体综合性能的极致发挥；研究低铁损永磁体的复合技术对高比功率电机对最高运行转速额定功率下效率的影响，获得适用于电机的最优结构磁体以及复合低铁损永磁体在电机中的应用关键技术。

考核指标： $20\pm 3^\circ\text{C}$ 磁体剩磁 $\geq 1.45 \text{ T}$ ，磁体内禀矫顽力 ≥ 1990 千安/米；永磁体电阻率 ≥ 1.3 微欧·米；复合永磁体电阻值在 500 V 下 $\geq 10 \text{ M}$ 欧姆；磁体装机后电机最高运行转速额定功率下效率

≥92.5%。项目执行期内，申请发明专利 5 项，国家标准 1 项；新产品新增销售 3 亿元以上。

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%。

8.新型镁合金半固态二次增压注射成型技术研发及产业化

研究内容：开展镁合金注射成型过程中二次增压原理设计和凝固行为研究，制造出二次增压装置；研究具有二次增压功能的新型镁合金注射成型工艺技术，优化一次和二次增压时机和压力匹配关系，获得工艺参数对镁合金组织与性能影响规律和优化的工艺参数范围；完成镁合金汽车次承力件的制造与考核验证；搭建镁合金二次增压示范性生产平台，实现批量生产。

考核指标：镁合金典型汽车次承力件本体取样屈服强度≥150 MPa、抗拉强度≥260 MPa、伸长率≥8%；开发出不少于两种以上新产品，壁厚部位缩松、缩孔达到等级 1 水平(ASTM E505)；项目执行期内实现销售 3000 万元以上；申请发明专利不少于 5 件，发表学术论文不少于 5 篇。

有关说明：要求企业牵头，鼓励与科研院所、高校等联合申报。财政补助原则上不超过 500 万元，且不超过项目研发总经费的 20%。

9.航空电子连接用高强高弹高耐磨铍青铜合金关键技术研

发

研究内容：研究微量元素对高铍铍青铜中铍元素的分布影响规律；开发基于环保的熔铸技术，研究铸造过程 β 相生成及长大机理；研究形变热处理对高铍铍青铜晶粒取向以及位错等组织的影响规律，开发基于预变形和固溶的形变热处理工艺，实现变形组织和 β 相的控制；研究晶粒、析出相与长期服役性能的匹配关系，实现服役性能一致性提升；建立缺陷数据库，实现产品在航空电连接件的示范应用测试。

考核指标：突破高铍铍青铜均质化控制、 β 相析出尺寸和分布协同控制、绿色环保熔铸等技术，开发出铍青铜棒材，抗拉强度 ≥ 1200 MPa，延伸率 $> 3\%$ ，硬度 36~40 HRC， β 相含量不超过 6%，高周疲劳：500 MPa 载荷下循环次数 $\geq 1.0 \times 10^6$ ，冲击功 $\alpha_{ku} \geq 120$ kJ/m²，缺陷数据库 ≥ 1000 条；申请或授权发明专利不少于 3 项；项目执行期内实现销售收入 3000 万元以上。

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%。

10.超细晶不锈钢精密箔带材制备关键技术研发及产业化

研究内容：探明不同类型精密不锈钢箔带材轧制过程塑性变形机理、相变机理及组织稳定性变化规律；基于带材出入口弹性区影响，发展辊间压扁计算方法和金属塑性成形模型，开发出适

合宽幅超薄不锈钢精密箔带材轧制的厚度和板形精准控制技术；研究关键工艺参数对带材微观组织和力学性能的影响规律；建立工艺-组织-性能等之间的对应关系，开发制备超细晶不锈钢精密箔带材用热处理工艺。研究带材塑性变形率与弯曲曲率、张力之间的关系，分析带材张力沿张力辊的分布规律，揭示带材与张力辊包角对滑移的影响机制，建立最佳拉弯矫结构参数控制模型。建立高品质宽幅超薄不锈钢箔带材轧制产业化示范生产线，优化轧制工艺，构建数字化监测系统。

考核指标：开发 4J42、0Cr21Al6、SUS316L 等典型的不锈钢箔带材产品的稳定轧制工艺。实现精密箔带材轧制过程厚度控制精度达到 ± 0.001 至 ± 0.002 mm，平整度控制精度为浪高 ≤ 0.5 mm。开发出制备超细晶(5~8 μm 及更细组织)SUS316L 合金带材热处理工艺。建立厚度范围 0.02~0.06 mm，延伸率最大 3%，残余应力 20 MPa，平整度控制精度为浪高 ≤ 0.5 mm 的不锈钢箔带材拉矫工艺。确定以上不锈钢精密带材稳定轧制工艺，制备出厚度 0.02~0.06 mm、幅宽 600 mm 的产品。实现部分 4J42、0Cr21Al6、SUS316L 等箔带材进口替代，推进产业化升级，贡献年产值 5000 万元/年。培养研究生 5 名，培养工程师 2 名，高级工程师 2 名。发表论文 5 篇，申请发明专利 3 件，制定企业标准 1 项。

有关说明：要求企业牵头，鼓励与科研院所、高校等联合申报。财政补助原则上不超过 500 万元，且不超过项目研发总经费

的 20%。

11.基于高功率密度驱动电机的高性能钕铁硼磁体设计与关键技术开发

研究内容：开展磁体、驱动电机一体化研究，通过电机验证磁体性能，并反馈指导磁体磁性能参数设计，进行高性能钕铁硼磁体制备新技术及机理研究；电机用高性能钕铁硼磁体设计和制备。开展高性能扩散磁体新制备技术研究，研究高效、高质量镀膜技术，高沉积速率下各参数匹配及对磁体镀层性能影响，研究晶界扩散新方法，研究影响磁体微结构和磁性能关键因素，以获得高磁性能，并高效利用重稀土和降低成本；研究影响磁体温度系数的关键因素和调控方法；根据电机性能要求，结合磁体制备和机理理解，获得性能最优电机用磁体；进行电机新型拓扑结构设计，优化电机结构参数及所需磁体性能参数，结合研发的高性能钕铁硼磁体，有效提升电机效率与功率密度。

考核指标：研发性能优化高性能磁体：剩磁 ≥ 1.39 T，矫顽力 ≥ 3 T，最高工作温度 > 180 °C。基于研制的磁体，研究高功率密度电机：峰值功率 210 kW，峰值扭矩 400 N·m，最高转速 18000 rpm，电机重量 ≤ 30 kg，电机驱动效率 $\geq 96\%$ ；发表论文 6 篇以上，申请专利 6 项以上；培养研究生 ≥ 6 人，相关技术人才 ≥ 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%。

12.高温自润滑轴承用复合材料关键技术研究及应用

研究内容：开展固体润滑剂与基体材料工程设计研究，获得 MX2 系固体润滑剂和 NiCrW 系基体的成分及协同效应；研究 NiCrW 系合金粉体预制技术，分析高能球磨结合水/气雾化制粉工艺对金属粉体粒度、润滑剂混合效果的调节作用；研究复合材料一体化制备工艺技术，分析致密化烧结机理、耐磨减摩机制和多组分固体润滑剂的协同润滑机理；进行高温自润滑轴承的加工制造工艺与应用考核，建立示范生产线。

考核指标：开发应用于航空航天、钢铁冶金等领域的高温自润滑轴承系列产品，实现进口替代；密度 6.8-7.6 g/cm³；硬度≥HV 1000，抗压强度≥1200 MPa；室温至 800 °C，摩擦磨损率≤10⁻¹⁵ m³/N·m；申请发明专利 4 项，论文不少于 2 篇；实现销售收 3000 万元。

有关说明：要求企业牵头，鼓励与科研院所、高校等联合申报。财政补助原则上不超过 500 万元，且不超过项目研发总经费的 20%。

（二）前瞻性技术基础研究项目

13.非晶合金亚稳特征调控及其对磁热性能的影响机制研究

研究内容：研究非晶合金能量状态随着热历史的变化规律，研究弛豫动力学与能量状态的依赖关系；测量温度-时间-晶化转

变(TTT)曲线，研究热历史对晶化行为的影响规律和机制，探究退火参数变化对弛豫和晶化行为的影响机制；研究弛豫退火和晶化退火后非晶合金的微观结构演变规律，探究稀土基非晶合金亚稳特征调控与微观结构之间的关系，研究合金纳米晶形核、生长动力学和晶相取向演化规律；研究晶化析出相对非晶磁性材料磁热性能的影响规律，探索兼具平台状磁热曲线、大磁热性能和近室温工作温区的非晶磁性材料；研究非晶磁性材料磁结构演化规律及其与磁热性能的关联性，明晰非晶磁性材料磁热性能的协同增强机制。

考核指标：获得兼具平台状磁热曲线、大磁热性能和近室温工作温区的稀土基非晶复合材料，磁熵变峰值 $\Delta S > 10 \text{ J/kg/K}$ ，磁制冷能力 $RC > 1000 \text{ J/kg}$ ；磁相变温度 $350 \text{ K} \geq TC \geq 250 \text{ K}$ ，制冷温区 $\Delta T \geq 100 \text{ K}$ ；从实验结果和理论分析两方面，给出非晶磁性材料磁热性能的优化工艺方法，为其在磁热领域的应用提供理论指导；预期发表高水平SCI论文5篇以上，申请发明专利 ≥ 3 项，培养博士和硕士研究生5名以上。

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. 铅冷快堆叶轮表面 MAX 相防护涂层与耦合损伤机制

研究内容：开展四代铅冷快堆主泵叶轮面临的 Pb-Bi 熔盐损伤问题，开展 MAX 相防护涂层的多尺度理论设计，建立高性能

熔盐防护的材料优化体系；采用高离化 PVD 技术实现 MAX 相涂层可控制备，研究涂层在结构应力、熔盐介质、动态冲刷工况下的强韧力学、氧化腐蚀性能变化规律，探讨表界面微结构演变与多因素耦合损伤机理；突破异形件金属表面强结合、均匀制备关键技术，建立服役性能评估模型并提出延寿策略，发展高性能铅冷快堆用防护涂层材料与关键应用技术。

考核指标：设计和发展出四代铅冷快堆叶轮表面防护高性能 MAX 相涂层材料。涂层性能：厚度 $> 10 \mu\text{m}$ ；结合力 $> 50 \text{ N}$ ；在 $550\text{-}700 \text{ }^\circ\text{C}$ 动态 Pb 基熔盐介质中冲刷 1000 小时后，腐蚀层厚度小于涂层总厚度的 $1/3$ 。申请发明专利不少于 3 件，发表学术论文不少于 5 篇。培养青年骨干和研究生 3-5 名。

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. 基于高端铝合金焊接材料表层组织调控的焊丝性能机理研究

研究内容：研究铝合金焊接材料表面状态对焊接电弧稳定性的影响规律，构建焊接材料表层组织形貌与焊材抗氧化性、送丝过程摩擦磨损、接头气孔率的构效关系；研究合金化对焊接材料表层组织结构及焊接性能的影响机理；研究新型加工工艺对焊丝表层组织性能的影响规律；研究铝镁合金焊丝表层钝化对焊接工艺性的影响机理，开发合金化、铸轧工艺以及表面钝化对焊接材

料表层组织的调控技术。

考核指标：开发出送丝阻力小、焊接电弧稳定性高、接头气孔率低的表层可控的铝合金焊接材料，性能达到国外同类产品水平。直径1.2 mm规格的盘装焊材翘曲度 ≤ 6 mm，松弛直径400 mm~600 mm；每焊接6 Kg焊接材料导电嘴烧损量 ≤ 1 个；焊接接头气孔率达到ISO 10042-2018/B级标准。项目执行期内，发表SCI等高水平论文不少于6篇，申请或授权发明专利不少于4件。研发1~2款具有特控表层组织的焊接材料，掌握核心关键技术。

有关说明：牵头高校院所、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%。

16.耐腐蚀、可循环低钴硬质合金研发与制备技术

研究内容：开展硬质合金成分、粘结相结构、添加剂种类与强韧性、硬度、腐蚀电流密度等目标性能的相图相变及机器学习研究，构建硬质合金成分-结构-性能数据库，突破成分与组织性能调控、微观组织与力学性能匹配等关键技术；开展硬质合金成形与致密化烧结及后热处理工艺研究，发展关键部件热处理增强增韧、高致密材料尺寸稳定性控制等技术，建立工艺参数与性能匹配的协同机制；针对耐腐蚀低钴硬质合金长寿命、可循环的发展需求，开展服役过程表面退化机制研究，阐明硬质合金的电化学腐蚀、高温-盐雾循环腐蚀等多因素损伤行为和失效机理；研制

低钴硬质合金密封环，满足海洋环境长效使用寿命及精度要求，初步完成典型硬质合金密封环等关键部件示范应用。

考核指标：发展硬质合金设计与制备关键技术，建成包含 W、C、Co 等 10 种元素在内的热力学数据库，开发耐腐蚀低钴硬质合金智能设计软件；合金中粘结相的钴含量 ≤ 2 wt.%；硬度 ≥ 1700 HV3，断裂韧性 ≥ 8.5 MPa，抗弯强度 ≥ 2200 MPa；硬质合金密封环在 3.5% NaCl 中腐蚀电流 $\leq 8 \times 10^{-7}$ A/cm²，在 0.1 M NaOH 碱性环境中腐蚀电流 $\leq 4.5 \times 10^{-6}$ A/cm²；申请发明专利不少于 3 件，发表学术论文不少于 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%。

17.高导热微合金化/陶瓷改性铜合金材料设计及增材制造技术研究

研究内容：研究微合金化元素 Cr、Sn 等、陶瓷相复合改性铜基粉末的成分设计；研究铜基粉末的半固态复合球化制备技术；研究铜合金的强化相原位生成及其界面行为；研究微合金化/陶瓷改性铜合金的 SLM 制备工艺同合金性能之间的机理关系；研究复杂构件铜合金 SLM 成形结构优化、性能评价技术。

考核指标：改性粉末松装密度 ≥ 4.4 g/cm³，流动性 ≤ 20 s/50g，1064 nm 波长激光吸收率 $\geq 70\%$ ，粉末球形度 $\geq 85\%$ ；铜基打印制

件致密度 $\geq 99.5\%$ ，抗拉强度 ≥ 350 MPa，延伸率 $\geq 20\%$ ，热导率 ≥ 300 W/(m·K)；项目执行期内发表 SCI 论文不少于 5 篇，申请或授权发明专利不少于 3 项，提供第三方检测报告 1 份；制定铜合金复合粉末和构件制造技术相关工艺规范不少于 2 项。

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%。

18. 新型轻质高性能可锻 TiAl 合金研究

研究内容：开展新型轻质耐高温 β/γ -TiAl 合金成分优化设计，提出双相组织设计准则，建立高温性能稳定性设计控制方法；研究 β/γ -TiAl 合金热变形行为，建立反映合金内禀变形特性的热加工图和热变形本构方程，制定优化锻造工艺参数；研究热处理调控 TiAl 合金组织的新方法，分析 β 相的存在形式和演变机制，对由 α_2 和 γ 相组成的片层组织的热稳定性进行评价；形成航空发动机低压叶片 TiAl 合金材料-工艺-应用一体化技术。

考核指标：室温抗拉强度 ≥ 600 MPa，伸长率 $\geq 1.2\%$ ；700 °C 抗拉强度 ≥ 550 MPa，伸长率 $\geq 3.5\%$ ；试制出航空发动机低压叶片样件，本体取样经 700 °C/1000 h 热暴露试验后 700 °C 抗拉强度不降低、伸长率降低幅度不大于 25%；申请发明专利不少于 3 件，发表学术论文不少于 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

不超过 100 万元，如企业牵头，则不超过项目研发总投入的 30%。

19. 复杂取向异型永磁体短流程近终成型技术

研究内容：利用塑性变形有限元模拟开展异型磁体的方案设计，阐明异型磁体近终成型过程中，磁体的应力-应变关系以及流变规律，开发出最佳热挤压工艺的数字化解决方案；开展异型磁体的实验研究工作，将数字化有限元分析结果与实验相结合，阐明材料的应力-应变分布规律与材料织构演变规律的内在依赖关系，研究短流程近终成型异型磁体织构取向物理机制；开发近终成型异型磁体的特殊充磁技术，开展异型磁体磁场分布的有限元分析，优化异型磁体的磁场分布，获得具有高气隙磁场的复杂取向近终成型异型磁体。

考核指标：开发出磁性能达到 $Br \geq 14 \text{ kGs}$, $H_{cj} \geq 18 \text{ kOe}$, $(BH)_{max} \geq 50 \text{ MGOe}$ 的异型磁体，获得峰值表磁 $\geq 500 \text{ mT}$ @ 厚度 $\leq 2 \text{ mm}$ 的组合式环形磁体；开发出高耐温性无重稀土纳米晶钕铁硼异型磁体，磁性能达到 $Br \geq 13 \text{ kGs}$, $H_{cj} \geq 20 \text{ kOe}$, $(BH)_{max} \geq 40 \text{ MGOe}$ ，获得峰值表磁 $\geq 400 \text{ mT}$ @ 厚度 $\leq 2 \text{ mm}$ 的组合式环形磁体；无重稀土纳米晶钕铁硼异型磁体一体成型技术，开发出剩磁不均匀性 $\leq 5\%$ ， 150°C 磁通不可逆损失 $\leq 5\%$ 的近终成型磁体；发表 SCI 学术论文 5~8 篇，申请国家发明专利 10 项以上。

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：

王军强 中国科学院宁波材料所

朱秀荣 兵科院宁波分院

徐金富 宁波工程学院

吕向科 宁波韵升股份有限公司

刘峰 宁波兴业盛泰集团有限公司

孟宪旗 宁波博德高科股份有限公司

三、新型功能材料领域

(一) 重大关键核心技术攻关项目

1. 高性能钠离子电池关键材料的研发

研究内容：针对高比能钠离子电池发展重大需求，开发高容量长寿命钠离子电池关键材料技术。开发低成本、高性能聚阴离子型 $\text{Na}_4\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2(\text{P}_2\text{O}_7)$ （简称 NFPP）正极材料规模化制备技术；优化合成工艺，调控材料孔隙率，提升 NFPP 材料快充性能；研究材料结构参数、掺杂技术和表面修饰技术等，开发长循环高容量 NFPP 正极材料制备工艺技术；研制 NFPP 正极材料生产装备，完成吨级规模化制备关键工艺技术开发；开发与 NFPP 正极匹配的高容量负极材料、电解液等体系，实现在钠离子电池中的应用。

考核指标：研制出 NFPP 正极材料，其产品性能指标达到：压实密度 $\geq 2.0\text{g/cm}^3$ ，在 0.2C 倍率下扣电池比容量 $\geq 110\text{mAh/g}$ ，在 10C 倍率下循环 10000 次后扣电池容量保持率 $\geq 80\%$ ，在 0.3C 倍率下，循环 6000 次后全电池容量保持率 $\geq 80\%$ ；与 NFPP 匹配的高容量负极材料，在 0.2C 倍率下扣电池比容量 $\geq 400\text{mAh/g}$ 。项目执行期内，建成 NFPP 正极材料的生产线，实现 NFPP 正极材料销售收入 3000 万元以上；申请或授权发明专利不少于 3 件，主持或参与制定标准（国家标准、行业标准或团体标准）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%。

2. 新能源电池热失控防护材料的研发与应用

研究内容：针对新能源电池安全性的问题，开发新型隔热防护材料的制备技术。研究高效防护材料体系构建，结合对防火性能的影响规律，实现材料防火、阻燃体系的配方设计与开发；研究热源温度、材料组成、材料结构与隔热防火性能之间的耦合关系，开发高性能防护材料制备工艺技术；开发防护材料加工装备，完成规模化制备工艺技术开发，实现其在新能源电池上的规模化应用。

考核指标：研制出新型隔热防护材料，其性能达到如下指标：导热系数 $\leq 0.03\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，击穿电压 $\geq 2500\text{V}$ ，阻燃等级达到 UL94-V0。项目执行期内，建成新能源电池热失控防护材料的生产线，实现防护材料的销售收入 3000 万元以上；申请或授权发明专利不少于 3 件，主持或参与制定标准（国家标准、行业标准或团体标准）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，且不超过项目研发投入的 20%。

3. 高性能偏光片表面处理薄膜技术开发及产业化

研究内容：聚焦高端显示应用领域对防眩且高清晰度的性能需求，开发具备有均匀防眩效果和高清晰度的高性能精密涂布薄膜。研究涂层树脂中的各组分匹配、推演成膜机理并开发高容错率、量产工艺窗口宽且性能优良的配方体系；研究防眩粒子的粒径、折射率及添加量对涂层雾度、清晰度及光泽度的影响，并针对微粒团聚导致涂层表面缺陷开发高

精密的过滤技术；研究涂层表面形貌的构筑机理并创新研究稳定的工艺路线，实现高良率、大规模量产偏光片用高性能表面处理薄膜。

考核指标：开发出高性能偏光片表面处理薄膜，实现产品性能如下：550nm 透过率 $\geq 90\%$ ，雾度 $3.5\pm 2\%$ ，铅笔硬度 $\geq 500\text{g}/2\text{H}$ ，光泽度(60°) 130 ± 20 ，清晰度 ≥ 400 。项目执行期内，建成偏光片表面处理薄膜产业示范线，实现偏光片表面处理薄膜销售收入 3000 万元以上，申请或授权发明专利不少于 3 件，主持或参与制定标准（国家标准、行业标准或团体标准）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%。

4.海洋工程高延性复合材料制备关键技术与应用示范

研究内容：针对当前海洋工程材料碳排放量大、性能协同调控难、服役状态监测复杂等瓶颈问题，研究掺加工业固废且具有高耐久、高耐磨及高抗冲击性的低碳-智能高延性复合结构材料制备技术；研究掺加微纳碳基材料的高延性复合材料的自养护、自感应信号与基体变形的量化关系；基于海工待修复结构和薄壳组合结构服役环境，确定低碳-智能高延性复合材料的应用关键技术参数，建立结构体系服役性能的智能评估体系；最后，开展低碳-智能高延性复合材料的生产工艺优化研究，开发应用低碳-智能一体化高延性复合材料结构构件，并建立相应生产示范线和海工结构应用示范。

考核指标：再生利用大宗固体废物作为胶凝材料和集料，开发至少两种利用低碳-智能高延性复合材料的预制海工结构构件。在单方低碳-智能化高延性复合材料中的质量百分数达到 60%以上，低碳-智能高延性复合材料的强度等级范围为 C40~C120，拉伸应变率为 5~8%，抗冲磨强度（水下钢球法）大于 $8.0 \text{ h}/(\text{kg}\cdot\text{m}^2)$ ；与相同强度等级混凝土相比，氯离子扩散系数小于等于 $1.5\times 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$ ；自然养护 28 天收缩应变降低至 $150 \mu\text{ε}$ 以下；项目执行期内，建成预制海工结构构件的示范生产线，完成工程应用 2 项以上；实现海工结构构件销售收入 3000 万元以上；申请或授权发明专利不少于 3 件，发表高水平论文不少于 2 篇，主持或参与制定标准（国家标准、行业标准或团体标准）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%。

5.低密度、高强度动力电池导热结构胶制备关键技术

研究内容：开展低密度、高强度动力电池导热结构胶设计、高效制备和应用技术研究。重点研究可提升导热性能和粘结性能的低密度填料复配体系和聚氨酯预聚物体系，探究填料表面处理方法及其分散分布、预聚体聚集态结构对材料导热性能与粘结性能的影响规律；考评动力电池在不同应用场景和工况环境下的导热结构胶综合性能及工艺适用性，发展出电芯和冷却板可拆卸的导热结构胶应用技术；开发规模化制备低密度、高强度导热结构胶的生产工艺体系，实现在

动力电池的产业化应用。

考核指标：针对不同应用场景开发出不少于 2 种的低密度、高强度导热结构胶新产品，结构胶导热率 $\geq 2.2\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 、密度 $\leq 2.15\text{g}/\text{mL}$ ，对铝合金的粘结强度 $\geq 8\text{MPa}$ ，对涂层铝的粘结强度 $\geq 10\text{MPa}$ ，断裂伸长率 15-25%；双 85(85°C, 85%R.H.) 条件下老化 1000 小时，强度保持率 $\geq 85\%$ 。项目执行期内，建成胶粘剂生产及应用示范生产线，实现电池导热结构胶的销售收入 3000 万元以上；申请或授权发明专利不少于 3 项，主持或参与制定标准（国家标准、行业标准或团体标准）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.特高压换流阀电容器用金属化薄膜的研发及产业化

研究内容：针对特高压换流阀电容器对高性能金属化薄膜的需求，开展聚丙烯薄膜聚集态结构精细调控及稳定控制研究，建立双向拉伸聚丙烯薄膜分子量-工艺参数-微观结构-性能之间的构效关系，实现聚丙烯薄膜结构性能优化调控与制备；开展薄膜-金属镀层间界面调控研究，探究蒸镀工艺条件对金属镀层粘附力、微观结构及方块电阻的影响，开发出高性能金属化聚丙烯薄膜稳定制备技术；开展金属化聚丙烯薄膜在特高压换流阀电容器中的应用验证研究，掌握特高压换流阀电容器用金属化聚丙烯薄膜产品全流程制造技术，实现产业化生产。

考核指标：金属化聚丙烯薄膜厚度 $\leq 6.0\ \mu\text{m}$ ，偏差 $\leq 0.15\ \mu\text{m}$ ；纵向拉伸强度 $\geq 175\text{MPa}$ ，横向拉伸强度 $\geq 285\text{MPa}$ ；在 120°C 下横向热收缩率 $\leq 0.4\%$ 、纵向热收缩率 $\leq 2.7\%$ ；介电强度（50点电极法） $\geq 550\ \text{KV/mm}$ 。项目执行期内，实现在3款以上特高压换流阀电容器的示范应用，实现特高压换流阀电容器销售3000万元以上；申请或授权发明专利不少于3件，主持或参与制定标准（国家标准、行业标准或团体标准）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.生物基耐热高速3D打印耗材技术开发及产业化

研究内容：针对生物基3D打印材料制品耐热性低、成型速度慢的难题，开展新一代生物基耐热高速3D打印耗材产业化制造关键技术攻关。研究高环氧值等高反应活性生物基扩链剂、可溶性硬脂酸酰胺等有机成核剂、生物基高分子增韧剂的定向设计合成及分子作用机制，协同构建诱导生物基材料分子链段在粘流/高弹相变中产生稳态拓扑重构且快速结晶的复合材料体系；探究改性生物基材料体系在快速3D打印增材制造中，在线形成高速熔融流动与快速诱导结晶的匹配控制原理与工艺方法；完成生物基耐热高速3D打印耗材规模化制造技术的开发，并实现产业化应用。

考核指标：研制出高性能生物基耐热高速3D打印耗材，实现产品性能如下：材料拉伸强度 $\geq 50\text{MPa}$ ，熔融指数

≥8g/10min，耐热温度≥80°C 打印速度≥150mm/s，堆肥降解 6 个月降解率≥95%。项目执行期内，建成生物基耐热高速 3D 打印耗材的千吨级生产线，实现生物基耐热高速 3D 打印耗材及制品销售收入 3000 万元以上。申请或授权发明专利不少于 3 件，发表高水平论文不少于 2 篇，主持或参与制定标准（国家标准、行业标准或团体标准）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%。

8.深海钻井平台高性能内防喷器装置关键技术

研究内容：内防喷器是海洋石油作用中关键的安全装置，研究开发一种高强高韧耐蚀低摩擦扭矩的内防喷器，具体涉及：新型氧化锆陶瓷球阀的配方、加工工艺及表面处理技术，不同尺度下球阀的摩擦磨损机理及其在高压冲击下的形变，降低选择扭矩，探索表面各涂层之间的结合及改性技术，获得具有一定润滑、耐酸蚀一体的功能涂层。

考核指标：研制出一种高强高韧耐蚀和低摩擦扭矩的内防喷器，实现产品性能如下：空载开关扭矩≤50N·m，在压差为 3000psi 时开关扭矩≤400N·m；密封性能：静压低压试验压力 250psi 保压 10min 时压降≤50psi；静压高压试验压力为 22500psi 保压 10min 时压降≤100psi。项目执行期内，建成深海钻井平台高性能内防喷器的关键材料生产线，实现内防喷器的销售收入 3000 万元以上；申请或授权发明专利不少于 3 件，主持或参与制定标准（国家标准、行业标准或团体标准）

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%。

9.碱性水电解槽关键隔膜材料的开发及规模化制备技术

研究内容：针对低能耗电解水制氢碱性电解槽对新一代高性能复合隔膜材料的需求，研究复合浆料配方设计及其稳定性和流变特性、制膜工艺及对隔膜纳米微孔结构的调控机制，重点突破二元混相浆料相分离制膜关键技术；研究复合隔膜在槽体工况环境下的性能，探究其降解机制，掌握制膜工艺参数与膜微孔结构、渗透性等性能的对应关系，实现高隔气性、低面电阻的高性能复合膜的可控制备；开发大幅宽隔膜连续制备技术，实现高性能碱性水电解槽隔膜的批量化生产。

考核指标：隔膜孔径偏差 ≤ 20 nm，孔隙率偏差 $\leq 10\%$ ，泡点 ≥ 3 bar；隔膜面电阻 $< 0.1 \Omega \text{ cm}^2$ （85 °C、30 % KOH）；镍基电极、80-90 °C，30 % KOH、4000 A/m² 工况下，隔膜装配的碱性电解槽小室电压 ≤ 1.75 V。项目执行期内，建成复合隔膜生产线，实现碱性电解槽隔膜材料销售收入 3000 万元以上；申请或授权发明专利不少于 3 件，发表高水平论文不少于 2 篇，主持或参与制定标准（国家标准、行业标准或团体标准）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%。

10.印制电路板（PCB）用超低损耗高速覆铜板材料开发

研究内容: 为了满足高速 PCB 更高的频率、更快的速率、更小的损耗、更低的延迟等要求，研究新型低介电常数和低损耗树脂的分子结构设计与合成；优化低损耗无卤有机填料与无机填料的配方，实现高填充含量填料技术；研究低轮廓铜箔或填料与树脂基体的界面结合力，提高材料界面强度；完成超低损耗高速覆铜板材料的量产工艺技术开发，实现材料在高性能计算的应用。

考核指标: 建成超低损耗高速铜板材料的生产线，铜板材料技术指标: 玻璃化温度(T_g) $> 200^{\circ}\text{C}$ ；热膨胀系数 (T_g 以下) $\leq 50\text{ppm}/^{\circ}\text{C}$ ；在 10GHz 条件下，介电常数 ≤ 3.5 ，损耗因子 ≤ 0.0015 ；铜箔剥离强度 $> 0.7\text{kN/m}$ ；无卤阻燃等级: V-0。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，发表高水平论文不少于 2 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 500 万元，且不超过项目研发总投入的 20%。

11.氢能源转换膜电极关键材料的产业化制备技术

研究内容: 开展低成本、高性能质子交换膜电解水和燃料电池膜电极关键材料研究，重点研究膜电极材料-结构-性能映射关系，提出一体化匹配设计方法，开发出低成本高性能大面积电解水与燃料电池膜电极关键材料，突破膜电极大功率密度高传质难题；研究膜电极封装技术，研发高稳定、

高精度、高效率一体化膜电极生产线和实时质量监控系统；设计并优化大面积电解水和燃料电池膜电极器件，开展电产氢与氢发电应用验证，实现膜电极大规模产业化。

考核指标：膜电极材料功率密度 $\geq 2.2 \text{ W/cm}^2$ ；耐高温质子交换膜运行温度 $\geq 120 \text{ }^\circ\text{C}$ ；产线涂布速率 $\geq 25 \text{ m/min}$ ，实现膜电极面积在 $25\text{-}900 \text{ cm}^2$ 精准可调。项目执行期内，研发高稳定、高精度、高效率一体化膜电极生产线，实现氢电转换膜电极的销售收入 3000 万元以上；申请或授权发明专利不少于 3 件，发表高水平论文不少于 3 篇，主持或参与制定标准（国家标准、行业标准或团体标准）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%。

12.长循环高比能磷酸锰铁锂正极材料的开发

研究内容：针对磷酸锰铁锂能量密度偏低、循环寿命短的难题，开发兼具长循环、高比能的磷酸锰铁锂正极材料规模化制备关键技术。研究材料形貌设计，实现压实和容量兼顾，提高能量密度；研究最佳锰元素比例，以及高锰元素占比下，循环过程中金属离子溶出抑制；研究磷酸锰铁锂材料结构参数、掺杂技术和表面修饰技术，开发长循环高比能磷酸锰铁锂材料制备工艺，以及批量化制备一致性稳定技术；开发与其他正极材料掺混技术，及其匹配的粘结剂、电解液等体系，实现在锂离子电池中的应用。

考核指标：研制出长循环高比能磷酸锰铁锂正极材料，

其产品性能指标达到：在 220Mpa 下压实密度 $\geq 2.23\text{g/cm}^3$ ，在 0.2C 倍率下扣电池比容量 $\geq 150\text{mAh/g}$ ，在 1C 倍率下 3000 次循环后全电池容量保持率 $\geq 85\%$ 。项目执行期内，建成磷酸锰铁锂正极材料生产线，实现磷酸锰铁锂正极材料的销售收入 3000 万元以上；申请或授权发明专利不少于 3 件，主持或参与制定标准（国家标准、行业标准或团体标准）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%。

（二）前瞻性技术基础研发项目

13. 聚合物支撑型高效 MOF 分子筛分离膜的研发

研究内容：针对 MOF 分子筛膜在烯烃/烷烃分离、锂离子筛分等重要化工分离过程中存在渗透性和选择性难以兼顾的难题，开发兼具高通量、高选择性以及高稳定性的 MOF 分子筛膜材料及其制备关键技术；研究膜材料、膜结构与分离性能之间的构效关系，设计并制备低传质阻力的新型膜载体结构；研究微/介观尺度下 MOF 分子筛膜孔道结构及其物理化学微环境的精准调控方法，提升膜的渗透性和选择性；探究 MOF 分子筛膜在实际工业分离条件下的性能变化规律，探索增强 MOF 分子筛膜长效稳定性的普适性策略，实现高效、稳定、节能的化工分离膜开发。

考核指标：开发用于气体分离或离子筛分的聚合物支撑型高效 MOF 分子筛分离膜。用于气体分离的聚合物支撑型高效 MOF 分子筛分离膜性能指标如下：在 $\text{C}_3\text{H}_6/\text{C}_3\text{H}_8$ 混合气

体体系下测试， C_3H_6 通量 ≥ 1000 GPU， C_3H_6/C_3H_8 选择性 ≥ 30 ，在工业分离测试条件下，连续稳定工作时间不少于 6 个月；用于离子筛分的聚合物支撑型高效 MOF 分子筛分离膜性能指标如下：在 Li^+/Mg^{2+} 混合离子体系下测试， Li^+ 通量 $\geq 10 \text{ mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ ， Li^+/Mg^{2+} 选择性 ≥ 100 ，在工业分离测试条件下，连续稳定工作时间不少于 1 个月。项目执行期内，研制出 MOF 分子筛分离膜的组件，提供第三方检测报告或用户试用报告；申请或授权发明专利不少于 3 件，发表高水平论文不少于 3 篇。

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

14. 晶圆级高效离子型二维忆阻器件的制备技术研发

研究内容：以神经形态芯片前瞻技术的国家战略布局为导向，围绕忆阻器芯片国产化重大需求，突破晶圆级范德华二维忆阻薄膜制备关键技术瓶颈，发展大面积无损伤集成方法，批量化制备晶圆级高性能离子型二维忆阻器件，完成神经形态芯片功能验证，实现对图像识别的高准确性和鲁棒性。重点探究无损伤集成工艺对异质结接触界面质量的影响规律及机制，解决可控性差、稳定性低、界面态高的共性难题；进一步阐明离子迁移的外电场调控与材料微结构、内建电场、界面接触等的相互耦合作用过程，揭示离子迁移调控对高性能二维忆阻器件关键技术参数的影响机制。

考核指标：研制晶圆级二维忆阻器件，尺寸 ≥ 2 英寸，单

颗芯片针脚数 ≥ 16 ；非线性及开关比 $\geq 10^5$ ；可操作阻态数 ≥ 1000 ；线性权重增强 ≥ 0.95 ；图像识别率 $\geq 99\%$ 。项目执行期内，实现图像识别忆阻器原型芯片的批量化生产，提供第三方检测报告或者用户试用报告；申请或授权发明专利不少于 3 件，发表高水平论文不少于 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%。

15.高性能大尺寸 AlN 陶瓷均热盘关键制备技术研究

研究内容：针对半导体领域全自动显影机对大尺寸高匀热高绝缘氮化铝（AlN）陶瓷盘部件的国产化需求，开展高流动性氮化铝粉体批量化处理、氮化铝陶瓷盘素坯高精度低损伤成型、液相烧结大尺寸氮化铝致密化研究，重点探究各相分压变化及第二相组成对材料致密化的影响规律，突破基于液相分压调控的大尺寸氮化铝陶瓷均匀致密化技术，揭示氮化铝陶瓷物相组成、第二相分布和晶粒尺寸等微观结构与力学、热学性能之间的构效关系，提出有效实现大尺寸氮化铝陶瓷材料均匀致密化的多相设计准则与控制方法。

考核指标：发展高性能大尺寸 AlN 陶瓷均热盘粉体处理→素坯精密成型→均匀致密化烧结的全流程制备技术，实现 AlN 陶瓷均热盘的直径 340 mm、厚度 10 mm。AlN 陶瓷均热盘常温抗弯强度 ≥ 330 MPa，体积电阻率 $\geq 1 \times 10^{14} \Omega \cdot \text{cm}$ ，热膨胀系数 $\leq 5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ；120°C 下 AlN 陶瓷均热盘不同部位的温度偏差 $\leq 0.5^\circ\text{C}$ 。项目执行期内，研制出大尺寸高性能 AlN 陶

瓷均热盘样件，提供第三方检测报告或者用户试用报告；申请或授权发明专利不少于 3 件，发表高水平论文不少于 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：

仇丹 宁波工程学院

蒲吉斌 中国科学院宁波材料所

周明炯 宁波大学

刘铁 宁波建工工程集团有限公司

周开河 中科银亿新材料有限公司

刘威 宁波惠之星新材料科技有限公司