

附件 5

“高性能特种新材料”重大科技创新工程 2017-2018 年度项目申报指南

新材料产业是国民经济各领域发展的基础产业，新材料技术是制造业发展的共性关键技术。为提高我省新材料产业自主创新能力，保障国家高性能材料的供给，满足国防和新兴产业的需求，根据《山东省“十三五”科技创新规划》部署，“十三五”期间 组织实施“高性能特种新材料”重大创新工程，围绕特种金属材料、高性能纤维材料、功能膜材料等先进材料制备加工关键技术，开发高性能特种新材料制品，为我国航空航天、轨道交通、电子信息、海工装备等行业发展提供核心材料支撑。到“十三五”末，推动我省新材料研发达到国内领先水平，进一步巩固新材料产业在国内的优势地位。

2017-2018 年度，“高性能特种新材料”重大科技创新工程重点围绕特种金属材料、碳纤维、晶体材料等领域设置 15 个研发方向，具体内容如下：

一、特种金属材料技术研究

1、高强高韧铝合金材料制备及大型复杂构件成型制造技术

主要研究内容：研发高强高韧铝合金材料成分设计、特种品种系列及熔体处理技术，研发高效熔炼精炼工艺、熔体纯净化处理、大型锭坯铸造技术及其均匀化处理工艺；研究高强高韧铝合金热变形行为及其热加工图，研发大型复杂构件成型制造技术及模具技术；研究铝合金构件的强化固溶处理技术及多级多重相时效析出的强化机制，优化铝合金复杂构件的热处理工艺及内应力消除技术，形成高强高韧铝合金材料的制备技术及复杂构件成型制造技术，开发航空、轨道交通列车、船舶及汽车等领域用高性能铝合金大型复杂锻件、型材等构件，并达到批量应用。

考核指标：铝型材低倍组织无缩尾、成层、夹杂、裂纹等缺陷；50℃3.5%NaCl 溶液中慢应变速率拉伸条件下的应力腐蚀指数 $\leq 5\%$ ；抗剥落腐蚀性能无 N 级剥落；抗疲劳腐蚀性能 B 级；抗拉强度 $R_m \geq 360\text{MPa}$ ；规定非比例延伸强度 $R_{p0.2} \geq 300\text{MPa}$ ；断后伸长率 $A_{50} \geq 15\%$ 。铝合金锻件的抗拉强度 $R_m \geq 540\text{MPa}$ ，规定非比例延伸强度 $R_{p0.2} \geq 400\text{MPa}$ ；断后伸长率 $A_{50} \geq 8\%$ 。

2、耐热高强铝合金及其复合材料制品生产关键技术

主要研究内容：研究铝合金成分优化与微合金化、合金多相熔体结构演变与控制、微纳米多尺度强化相优化设计与铝基体晶种强化，大幅提高铝合金的耐热性能；研究纳米粒子、晶须及纤维增强铝基复合材料耐热行为，研究增强相尺

寸、界面结合及空间结构与复合材料高温服役行为之间的相关性，研制高强、高韧、耐热铝合金复合材料，满足航空航天、发动机零部件、军工等行业对铝合金材料等方面的要求，以实现轻量化与低排放。

考核指标：（1）耐热高强铸造铝合金 350℃拉伸强度 $\geq 145\text{MPa}$ ，屈服强度 $\geq 105\text{MPa}$ ，延伸率 $\geq 5\%$ ，320℃下服役 1000 小时后强度残留率 90%以上。（2）铝合金复合材料 350℃抗拉强度 $\geq 185\text{MPa}$ ，延伸率 $\geq 3\%$ ，320℃下服役 1000 小时后强度残留率 95%以上。

3、镁合金轻量化车身关键制造技术开发与应用

主要研究内容：进行高强高韧低成本变形镁合金成分设计与性能优化；探索合金强韧化协同调控机理和挤压材制备加工全过程微观组织的演化规律与控制机理；研发高强韧镁合金大规格铸锭半连续铸造技术、镁合金型材中低温挤压技术；开发车用镁合金、铝合金型材同质与异质材料连接技术与表面耐蚀防护处理技术；进行镁合金轻量化车身骨架 CAE 受力分析；开发镁合金轻量化车身整体制造技术。研究镁合金材料在电动客车、场地用车等应用。

考核指标：高强高韧镁合金挤压型材极限抗拉强度 $\geq 400\text{MPa}$ 、延伸率 $\geq 8\%$ 、断裂韧性 $\geq 13\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ ；新型高强度挤压镁合金型材成本低于同等规格商业 ZK60 镁合金型材；形成高合金化与高纯净镁合金大规格铸锭、超高强高韧镁合

金挤压型材的工业化生产能力；实现高性能镁合金挤压型材在电动客车等领域的应用。

4、高性能铜基合金制造技术

主要研究内容：探索新型的组织-界面交互作用和微观组织演变规律对合金力学性能-功能特性-尺寸精度的影响机理以及制约组织性能均匀一致的关键技术参数，开发高功率电子元器件精密接插端子用超高强高弹高耐蚀铜合金箔材、空调/制冷用高导热超细铜管的工业化制造成套技术。

考核指标：超高强高弹铜合金箔材规定弹性极限 $\sigma_{0.005} \geq 950\text{MPa}$ 、抗拉强度 $\geq 1060\text{MPa}$ 、弹性模量 $\geq 135\text{GPa}$ ，导电率 $\geq 8\text{IACS}$ ，形成工业化生产能力；高导热超细铜管抗拉强度 $\geq 235\text{MPa}$ ，延伸率 $\geq 43\%$ ，形成工业化生产能力。

二、碳纤维及制品技术研究

1、高性能碳纤维制备关键技术

主要研究内容：研究性能水平与 T1000、M55J 级碳纤维相当的聚丙烯腈基碳纤维原丝制备工艺，性能水平与 T800 级碳纤维相当的聚丙烯腈基碳纤维原丝规模化低成本制备工艺；研究原丝结构、性能及预氧化、碳化工艺与纤维最终强度及模量之间的相关性；研究预氧化、碳化装备的精准控制技术；研究纺丝油剂、上浆剂的制备技术及与原丝、碳丝的匹配工艺；开发超高强中模、高强高模、高强中模碳纤维。

考核指标：性能指标达到国际同类先进水平，生产成本

合理并具有市场竞争力。

有关说明：该方向由企业牵头，鼓励产学研联合申报。

2、碳纤维复合材料快速成型关键技术

主要研究内容：研究基体树脂优选与改性、碳纤维表面处理与改性、碳纤维单丝级分散浸润技术；研究碳纤维与其他纤维的混纺织物优化设计；研究碳纤维树脂基复合材料连续化制造技术，开发碳纤维预浸料制备、复合材料快速成型成套关键工艺和配套装备；研究复合材料固化变形和结晶型树脂的形态调控技术，突破复合材料成型尺寸精度和结构稳定性控制技术；研究复合材料连接技术，开发适用于大型复合材料结构件的综合连接技术；研究建筑和交通等领域典型大尺寸结构件的设计、制造。

考核指标：与快速成型工艺配套的装备 1 套，快速成型的碳纤维复合材料中连续纤维体积含量 $>50\%$ ，大尺寸结构件成型速度达到 10min/件；碳纤维复合材料力学性能达到相同等级进口碳纤维复合材料水平；完成在民用航空、建筑、能源、交通等领域完成 2 个以上的典型件应用验证。

3、碳纤维回收关键技术

主要研究内容：研究树脂基碳纤维复合材料的碳纤维分离关键技术；研发低成本可连续化碳纤维回收技术；研制碳纤维回收工艺与配套装备。

考核指标：碳纤维回收率 $>90\%$ ；碳纤维强度保持率 \geq

80%;碳纤维回收过程不产生新的污染排放;装备的处理量达到十吨级/年规模。

三、晶体材料及器件开发

1、低成本碳化硅半导体器件与模组关键技术

主要研究内容: 研究低成本 600~1700V 碳化硅肖特基势垒二极管 (SBD) 材料与器件制备工艺, 研究 SBD 材料结构设计、复合结场限环保护、结终端延伸保护等多种高压终端结构, 研究表面电极优化制备技术等; 研究 SBD 芯片封装技术, 开发电力电子行业应用模组。

考核指标: 碳化硅 SBD 芯片达到 600~1700V/10~50A, 生产成本降低 50%以上, 模组应用于 3 种以上电力电子设备, 并取得自主知识产权。

2、超宽禁带半导体金刚石单晶加工关键技术

主要研究内容: 研究大颗粒金刚石单晶的切割、抛光等精加工技术; 研究金刚石缺陷、掺杂等对光学和半导体性能的影响, 开发具有半导体特性的金刚石衬底、热沉等应用产品。

考核指标: 金刚石表面粗糙度 $\leq 1\text{nm}$, 厚度 $\geq 300\text{ }\mu\text{m}$, (111) 晶面 X 光衍射半峰宽 (FWHM) ≤ 115 弧秒; 利用金刚石热沉封装功率型器件热阻 $\leq 7^{\circ}\text{C/W}$ 。

3、超宽禁带半导体氧化物材料的生长及应用

主要研究内容: 研究氧化镓、氧化铟等高质量超宽禁带

氧化物半导体材料的生长技术、掺杂工艺，制备具有超宽禁带半导体特性的氧化物单晶、薄膜及纳米材料；研究高质量材料加工工艺、器件制备工艺及其在高压电子器件、传感器、探测器等方面的应用技术，开发具有优异特性的原型器件。

考核指标：半绝缘材料电阻率 $\geq 10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ ，导电材料电阻率 $\leq 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$ ；单晶衬底的 FWHM ≤ 50 弧秒，表面粗糙度 $\leq 1\text{nm}$ ；单晶薄膜材料厚度 $\geq 5 \mu\text{m}$ ，FWHM ≤ 100 弧秒；纳米材料直径 $\leq 100\text{nm}$ ；原型器件光电参数符合超宽禁带半导体特征。

4、新型高温压电晶体及传感器件

主要研究内容：研究大尺寸优质压电单晶的生长技术及最佳压电灵敏切型；研究耐高温电极材料的物化性质及多片式压电传感器件的组装及电荷引出方案，研究高温压电传感器的密封工艺及规模生产技术；研制压电式特种高温传感器件。

考核指标：压电单晶尺寸 $\geq 76\text{mm}$ ；光学均匀性 $\leq 10^{-4}$ ；有效压电系数 $d_{\text{eff}} \geq 4.0\text{pC/N}$ ，有效机电耦合系数 $k_{\text{eff}} \geq 15\%$ ，在 $0-900^\circ\text{C}$ 温度范围内压电系数变化率 $\leq 10\%$ ；压电传感器件灵敏度 $\geq 1\text{pC/g}$ 。

5、新型高双折射功能晶体的制备及其光电器件应用研究

主要研究内容：研究新型高双折射单晶生长关键技术，

开发双折射率大、机械性能好、不潮解、应用范围覆盖中红外波段的光学偏振器件；研究声光调制器及其外围电路的设计与封装技术，制备满足光通讯和激光技术所急需的声光器件。

考核指标：新型高双折射晶体满足 $0.5\sim 5\mu\text{m}$ 波长范围需求，晶体尺寸 $\geq 5\times 5\times 10\text{cm}^3$ ，光学均匀性 $\leq 10^{-5}$ ；偏振光学器件消光比 $\geq 20000:1$ ；制备新型声光晶体器件，其声光衍射效率 $\geq 82\%$ ，部分声光器件参数高于 TeO_2 声光器件，为高效、低成本激光器的研制和产业化打下基础。

6、自倍频黄光激光器件研制及其应用

主要研究内容：研究适用于自倍频黄光激光器的单晶生长技术及相位匹配加工工艺；研制高效半导体激光器光源，开发黄光自倍频激光器模组，并在显示、医疗等行业应用。

考核指标：晶体材料直径 $\geq 25\text{mm}$ ，无宏观缺陷，光学均匀性 $\leq 10^{-5}$ ；黄光激光器输出功率 $\geq 1\text{W}$ ；研制出规格不少于 3 种的激光模组。

7、人工晶体的应用技术研究

主要研究内容：研究 KDP/DKDP、KTP、KTA 等我省具有优势的人工晶体生长和加工技术，研究器件制备工艺及模组开发，形成批量应用。

考核指标：光学均匀性 $\leq 10^{-5}$ ，研制出全固态激光器、光开关、光电器件等模组 3-5 种，达到规模化生产水平。

8、超硬材料加工用高峰值功率激光器及加工装备开发

主要研究内容：研究应用于超硬材料切割加工的高峰值功率、高占空比激光器关键制作技术；研究激光器光斑质量控制技术；研究切割深度、切割速率及边缘切割质量的控制策略；研究开发高精度智能视觉控制模块；研制高效率超硬材料切割整机设备。

考核指标：适用于超硬材料加工用的激光器平均输出功率 $\geq 30\text{W}$ ，占空比 $\geq 40\%$ ，激光器光斑直径 $\leq 25\text{ }\mu\text{m}$ ，开发出适于超硬材料加工软件一套，制造出加工设备样机一台，在超硬材料加工企业得到应用。