

## 2019 年度“先进制造关键支撑材料”

### 重点专项申报指南

为落实《“十三五”广东省科技创新规划（2016-2020 年）》，根据《广东省重点领域研发计划实施方案》，围绕国家重大工程和我省先进制造产业的关键支撑材料需求，结合国际新材料前沿技术发展趋势，启动实施“先进制造关键支撑材料”重点专项。

本重点专项的目标是：面向我省高端装备制造、特高压及相关电气制造产业重点领域关键材料需求和重点基础材料的性能提升需求，突破一批关键材料与技术，推动相关材料的高性能、差别化发展，提高先进制造重点领域新材料的全链条贯通、集成和应用水平。

本专项重点部署 4 个专题，每个专题支持 1 项，实施周期为 3-4 年。申报时需按专题申报，研究内容必须涵盖该专题下所列的全部内容，项目完成时应完成该专题下所列所有考核指标。每专题参研单位总数不得超过 10 个。除特别说明外，本专项要求企业牵头申报，大企业联合创新型中小企业、高校、科研院所等，产学研联合申报；项目完成时取得的成果需实现量产和销售。

## **专题 1：高品质热作模具钢研发与产业化（专题编号： 20190184）**

### **研究内容：**

研究优化高品质热作模具钢合金成分设计、全链条生产工艺对使用性能影响；研发高品质热作模具钢及模具生产加工工艺新技术，提高钢的纯净度，降低夹杂物，降低连铸坯表面裂纹，改善钢材内部质量，减少内部偏析、疏松、裂纹，实现碳元素偏析波动小，强度、韧性、耐腐蚀、耐磨损、热疲劳寿命等性能的协同提升；研发基于大科学装置平台的模具钢材料性能和残余应力等先进表征、控制技术；建立模具钢组织、性能与热疲劳特性的内在联系的数据库；研究残余应力对模具加工、服役行为及使用寿命影响规律；研究热作模具钢的服役疲劳失效机理，建立热作模具钢的疲劳评定标准；研究并开发不同工况下热作模具的表面强化技术与工艺，提高热作模具的耐磨性和服役寿命；研发模具钢全链条生产全工艺的数值仿真模型、疲劳寿命预测多尺度数值仿真模型及软件系统。

### **考核指标：**

（1）开发出性能稳定高品质热作模具钢坯/钢锭，钢中气体含量： $T.O \leq 12\text{ppm}$ 、 $N \leq 80\text{ppm}$ 、 $H \leq 1.5\text{ppm}$ ；杂质元素：

$P \leq 0.011\%$ 、 $S \leq 0.002\%$ 、 $Ti \leq 30\text{ppm}$ ；夹杂物等级：A、 $C \leq 0.5$ 级，B、 $D \leq 1.0$ 级；成分偏析：全截面碳元素波动 $\leq \pm 0.04\%$ ；

(2) 生产出高品质模具钢模块，截面尺寸 $\geq 460\text{ mm} \times 460\text{ mm}$ ，模块心部材料的硬度为 HRC44-46 时，H13 钢横向韧性（V 型缺口） $\geq 14.5\text{ J}$ ，模块心部横向冲击功（无缺口） $> 300\text{ J}$ ；改进型钢横向韧性（V 型缺口） $\geq 19\text{ J}$ ，模块心部横向冲击功（无缺口） $> 350\text{ J}$ ；

(3) 球化组织与带状偏析符合 AS1-AS5 标准；晶粒度 $\geq 8$ 级；

(4)  $300\text{ }^\circ\text{C} - 500\text{ }^\circ\text{C}$  热导率 $\geq 30\text{ W/m}\cdot\text{K}$ ；

(5) 截面内残余应力水平 $\leq 200\text{ MPa}$ ；

(6) 热作模具正常使用条件下寿命达 10 万模次以上，2 万模次内无热蚀斑点、无龟裂；

(7) 热冲压以不低于 3SPM 节拍连续冲压 2 万模次内关键型面尺寸变化低于  $0.1\text{ mm}$ ；

(8) 建立热作模具钢的疲劳评定标准，建立热作模具钢疲劳寿命预测模型；

(9) 申请核心生产工艺及技术发明专利 8 件以上；

(10) 项目完成时，实现高端热作模具钢替代进口并实现产业化应用，新增产值 2 亿元。项目成果应用示范指标如下：

① 汽车轻量化合金冲压模具。尺寸 $\geq 500\text{ mm} \times 500$

mm×180 mm，碳偏析 $\leq\pm 0.02$  wt%，热处理完成后硬度均匀性 $\leq\pm 2$ HRC，变形度在 0.1 mm 以内，关键尺寸加工精度在 0.02 mm 以内，CNC 精加工完成后粗糙度在 Ra0.8 以内，模具内残余应力 $\leq 200$  MPa，寿命 $\geq 10$  万模次。

② 5G 通讯基站铝合金构件压铸模具。屏蔽盖压铸模具：尺寸 $\geq 840$  mm×650 mm×140 mm，变形度在 0.2 mm 以内；围框压铸模具：尺寸 $\geq 650$  mm×650 mm×120mm，变形度在 0.1 mm 以内。关键尺寸加工精度在 0.02 mm 以内，碳偏析 $\leq 0.02$  wt%，热处理完成后硬度均匀性 $\leq\pm 2$ HRC、CNC 精加工完成后粗糙度在 Ra0.8 以内，模具内残余应力 $\leq 200$  MPa，寿命 $\geq 10$  万模次。

**支持方式与强度：**无偿资助，每项不超过 2000 万元。

**专题 2：超硬材料及其在典型工程中的应用研究（专题编号：20190185）**

**研究内容：**

开发具有高硬度、高强度和高耐磨性的纳米/超细晶硬质合金材料设计及制备技术；研究晶粒生长抑制剂在纳米/超细晶硬质合金中存在状态的调控技术，解决抑制剂分布不均匀的难题；研究大长径比硬质合金棒材/管材的近净成形技术和高致密化处理技术；优化硬质/超硬涂层刀具形状及几何角度设计和加工工艺算法；开发基于高分辨率、高帧率数字图像

的刀具几何参数在线检测系统；研究涂层制备过程形核、生长及显微组织演化，揭示显微组织对性能（力学、高温及摩擦磨损等性能）的影响规律，建立硬质/超硬涂层组织性能调控理论；探索涂层与刀具之间的匹配性，建立涂层与刀具之间的适应性准则；研究硬质/超硬涂层刀具的服役性能（切削、抗高温氧化及摩擦磨损性能等），揭示其失效方式和退化机理；研究适用于难加工材料的精密高效切削工艺，建立研发刀具高速切削数据库。

### 考核指标：

（1）纳米/超细晶硬质合金平均截线晶粒度  $d_m \leq 0.2 \mu\text{m}$ ，抗弯强度  $\geq 4900 \text{ MPa}$ ，洛氏硬度  $\text{HRA} \geq 94$ ；

（2）刀片研磨精度尺寸在  $0.003 \text{ mm}$  以内，成型刀具成型轮廓精度控制在被加工部件公差  $1/3$  以内，径向跳动和端面跳动控制在  $0.003 \text{ mm}$  以内；

（3）开发刀具几何参数在线监测系统，重复测量精度需达到  $2 \mu\text{m}$  以内；

（4）硬质涂层厚度： $1\text{-}20 \mu\text{m}$ ；硬度  $\geq 35 \text{ GPa}$ ，结合力  $\geq 70 \text{ N}$ ；抗氧化温度  $\geq 900 \text{ }^\circ\text{C}$ ；

（5）金刚石超硬涂层的厚度： $3\text{-}20 \mu\text{m}$ ，硬度  $\geq 80 \text{ GPa}$ ；涂层耐冲刷时间  $\geq 180$  秒，涂层耐磨性比基材提高 5 倍以上；

（6）建立多因素耦合下刀具损伤失效的评价方法，提供完整的涂层刀具切削性能评价体系。建立包含系统管理模

块、基础信息管理模块及工艺参数管理模块的刀具高效切削数据库，实现刀具寿命与加工质量的准确预测；

(7) 项目完成时关键材料实现产业化，实现目标产品在航空航天、轨道交通等重点工程上应用，能够替代同类进口产品，新增产值 4 亿元以上，项目成果应用示范指标如下：

① 航空碳纤维复合材料加工用金刚石超硬涂层刀具：表面粗糙度 $\leq 0.5 \mu\text{m}$ ，加工寿命 $\geq 160$  小时；

② 3C 智能终端石墨模具加工用金刚石超硬涂层刀具：加工石墨模具 450 分钟，刀具后刀面磨损量 $\leq 0.30 \text{ mm}$ ；

③ 不锈钢加工用硬质涂层刀具：表面粗糙度 $\leq 1 \mu\text{m}$ ，加工寿命 $\geq 20$  小时；

④ 高强度钢加工用硬质涂层刀具：干式加工条件下，铣削加工硬度 $> \text{HRC}60$  的高强度钢，表面粗糙度 $\leq 0.5 \mu\text{m}$ ，刀具寿命 $\geq 10$  小时；

(8) 申请核心发明专利 10 件以上。

**支持方式与强度：**无偿资助，每项不超过 1000 万元。

**专题 3：高性能铝/镁轻合金在重点工程中的应用研究**  
(专题编号：20190186)

**研究内容：**(1) 研究高性能铝/镁轻合金的成分优化设计与强化相调控；(2) 研究熔体洁净化、细晶化和均质化处理技术以及大规格高品质 7000 系铝合金锭的铸造技术；(3)

研究宽幅薄壁铝合金挤压材的制造工艺与性能均匀性控制技术；(4) 研究大尺寸薄壁铝/镁合金高真空压铸件的控形控性技术；(5) 研究相关的工艺与模具设计、连接等关键应用技术；(6) 研究镁合金表面防护技术 (7) 建立宽幅薄壁铝合金挤压材和大尺寸薄壁铝/镁合金高真空压铸件示范生产线；(8) 实现研发的 7000 系铝合金宽幅薄壁挤压材在高铁车体、汽车保险杠等部件的典型应用，以及实现铝/镁合金高真空压铸件在汽车减震塔、底盘后纵梁、车门内板和电池包托盘等部件的典型应用。

#### 考核指标：

(1) 新型铝合金挤压构件主要指标要求如下：抗拉强度 $\geq 650$  MPa，屈服强度 $\geq 580$  MPa，延伸率 $\geq 10\%$ ；抗应力腐蚀性能（沸腾氯化钠溶液法）：抗拉强度 $\delta_{\text{溶}} \geq 0.98\delta_{\text{空}}$ ，断裂时间 $T_{\text{溶}} \geq 0.5T_{\text{空}}$ ；疲劳性能： $10^7$  次应力循环后不发生断裂的疲劳极限 $\geq 250$  MPa；焊接性能：MIG 焊焊缝强度系数 $\geq 70\%$ ，搅拌摩擦焊焊缝强度系数 $\geq 90\%$ ；

(2) 新型铝合金材料的大规格铸棒最大直径 $\geq 650$  mm，含氢量 $\leq 0.10$  mL/100g Al，含渣量 $\leq 0.2$  mm<sup>2</sup>/kg，偏析层厚度 $\leq 1$  mm；

(3) 镁合金熔体纯净度：Fe 含量 $\leq 20$  ppm，Si 含量 $\leq 40$  ppm，夹杂物体积含量 $\leq 0.8\%$ ，夹杂物最大尺寸 $\leq 20$   $\mu\text{m}$ ，流动性试样长度 $\geq 1000$  mm；

(4) 项目完成时实现目标产品在高铁、新能源汽车等重点工程上的应用，实现部分产品替代同类进口产品，累计新增产值 15 亿元，项目目标产品及性能指标如下：

① 高铁车体用大规格薄壁铝材：铝材最大宽度 $\geq 900$  mm，壁厚 $\leq 2$  mm，屈服强度波动范围 $\leq 15$  MPa；抗拉强度 $\geq 550$  MPa，屈服强度 $\geq 450$  MPa，延伸率 $\geq 10\%$ ；抗应力腐蚀性能：抗拉强度 $\delta_{\text{溶}} \geq 0.98\delta_{\text{空}}$ ，疲劳性能  $10^7$  次应力循环后不发生断裂的疲劳强度极限 $\geq 250$  MPa；MIG 焊缝强度系数 $\geq 70\%$ ；

② 汽车保险杠和动力电池托盘铝挤压材：壁厚 $\leq 2.0$  mm，屈服强度波动范围 $\leq 20$  MPa；抗拉强度 $\geq 560$  MPa，屈服强度 $\geq 480$  MPa，延伸率 $\geq 10\%$ ；抗应力腐蚀性能：抗拉强度 $\delta_{\text{溶}}/\delta_{\text{空}} \geq 0.98$ ，MIG 焊缝强度系数 $\geq 70\%$ ；疲劳性能在 50-100 万次之间。

③ 铝/镁合金底盘后纵梁、减震塔、车门内板、电池包托盘构件等高真空压铸件：最大尺寸 $\geq 1300$  mm $\times 600$  mm $\times 350$  mm，最大投影面积 $\geq 0.8$  m<sup>2</sup>，最小壁厚 $\leq 2.0$  mm，平均壁厚 $\leq 3.0$  mm；铝高真空压铸构件抗拉强度 $\geq 350$  MPa，屈服强度 $\geq 280$  MPa，伸长率 $\geq 10.0\%$ ；镁压铸构件抗拉强度 $\geq 300$  MPa，屈服强度 $\geq 160$  MPa，伸长率 $\geq 8.0\%$ ，耐中性盐雾试验 3000h 以上；

(5) 申请核心技术发明专利 10 件以上，围绕项目形成的创新成果发表高水平论文。

**支持方式与强度：** 无偿资助，每项不超过 1500 万元。



**专题 4：电气领域环保含氟化合物的开发与工业化示范**  
**（专题编号：20190187）**

**研究内容：**

- （1）具有独立知识产权的全氟异丁腈合成工艺路线开发；
- （2）过程催化剂开发及机理研究，建成吨级/年催化剂生产线；
- （3）全氟异丁腈工业示范装置开发；
- （4）全氟异丁腈物性参数测定及大气化学机理研究；
- （5）建立全氟异丁腈分析检测标准；
- （6）开发全氟异丁腈混气与回收装置。

**考核指标：**

- （1）建立 100 吨/年全氟异丁腈工业示范装置，氟化物排放标准按照大气污染物综合排放国家最新标准执行；
- （2）产品全氟异丁腈满足以下指标：纯度 $\geq 99.0\%$ ，水分 $\leq 10$  ppm，六氟丙烯 $\leq 0.1\%$ ，酸度（以 HF 计量） $\leq 1$  ppm，空气 $\leq 0.3\%$ ；
- （3）过程催化剂主原料转化率 $> 85\%$ ，收率 $> 80\%$ ，催化剂选择性 $> 85\%$ ，催化寿命 $> 15000$  h；
- （4）牵头或参与制定全氟异丁腈分析检测行业标准 2 件以上；

(5) 研制全氟异丁腈混气样机与回收装置样机；

(6) 申请发明专利 20 件，围绕项目形成的创新成果发表高水平论文，产品实现应用验证。

**申报要求：**本项目要求由省实验牵头申报。

**支持方式与强度：**无偿资助，每项不超过 3000 万元。