

2023 年度 STS 计划-黄埔专项 申报指南（新材料组）

项目 1：高端润滑油脂的研发与产业化

（一）研究内容

1. 全合成发动机润滑油：以低粘度 mPAO 基础油为核心原料，设计不同的基础油组成配方，满足 0W/20 发动机油对高低温性能的要求；深入考察复合添加剂的适配性，重点评价其氧化安定性、抗磨减摩性能及长周期使用过程中的油泥控制能力。开展油品的规模化生产及应用示范，并对其使用性能进行跟踪监测，验证其换油周期。

2. 长寿命空气压缩机油：研究 mPAO 基础油为主调和空气压缩机油的黏温性能、橡胶相容性和耐热抗氧化性能；考察核心添加剂组成对长寿命空气压缩机油的防腐防锈、抗磨减摩、和抗水解性能的影响及调控机制；建立水分、温湿度和油液污染等因素对长寿命空气压缩机油寿命的预判模型。开展应用跟踪监测试验，实现空气压缩机油在相关领域的应用示范和产业化。

3. 高极压工业齿轮油：以 mPAO 基础油为主原料设计高极压工业齿轮油配方，考察 PAO 基础油对油品黏温性能、耐热抗氧化性能及橡胶相容性等关键指标的影响规律；评价自主开发的核心添加剂组成对油品防腐防锈、抗磨减摩和极压性能的影响

规律及调控机制；研究不同摩擦副材质、载荷、速度、运动形式、温度和油液污染等因素对油品使用效果的影响，并于进口同类产品进行对比；开展齿轮箱台架试验测试，评价油品的传动效率和对齿轮润滑保护效果；开展应用跟踪监测试验，实现高压工业齿轮油在相关领域的应用示范和产业化。

（二）考核指标

1. 研制的 0W/20 全合成发动机润滑油与矿物型产品相比，摩擦系数降低 $\geq 20\%$ ，换油里程 15000~20000Km（延长 2~3 倍），生产成本比进口同类产品下降 ≥ 1 万元/吨。

2. 研制的长寿命空气压缩机油旋转氧弹大于 1200min，铜片腐蚀小于 2 级，服役寿命比进口产品延长 20%以上，生产成本比进口产品下降 ≥ 1 万元/吨。

3. 所研制高压型工业齿轮油性能满足 NB / SH / T 0467-2010（L-SCKD）标准要求，最大无卡咬负荷 $p_B \geq 1400N$ ，烧结负荷 $p_D \geq 2200N$ ，FZG 失效负荷 ≥ 12 级，FE-8 轴承磨损试验滚柱磨损小于 20mg，传动效率优于进口油品。

4. 形成具有自主知识产权的多项核心技术，申请发明专利 ≥ 5 项，发表论文 ≥ 5 篇，培养润滑专业研究生不少于 3 名。

5. 项目完成后，可实现高端润滑油脂的千吨级工业化生产，年新增产值 ≥ 4000 万元，利润 ≥ 1000 万元。

项目 2: Pickering 乳液类日化用品用生物质基功能助剂的产业开发研究

(一) 研究内容

生物质基功能性纳微米粒子 Pickering 乳化剂的制备与 Pickering 乳液应用性能研究。

生物质功能性纳微米粒子增稠剂的制备与应用性能研究。

Pickering 乳液类日化产品的功能化设计与综合性能研究。

Pickering 乳液类日化用品用生物质基功能助剂的产业化开发与示范生产。

(二) 考核指标

1. 生物质功能性纳微米粒子 Pickering 乳化剂技术指标：
1) 粒径可大范围调节：500nm-50um；2) Pickering 乳化剂的表面润湿性可大范围调控，至少有一种 Pickering 乳化剂的水接触角分别处于 0-60°、60-100° 和 100-180° 范围内。

2. 生物质功能粒子增稠剂技术指标：(1) 生物质功能粒子增稠剂的粒径可大范围调节：500nm-50um；(2) 增稠剂产品结构内功能无机组分含量>75 wt%；(3) 成本至少低于目前同类产品（如高岭土增稠剂）20%以上；(4) 含增稠剂的特定日化产品体系，在增稠剂含量低于 15 wt%时，粘度不低于 500 mPa. s。

3. Pickering 乳液类日化用品的技术指标：(1) 风险物质含量满足或低于日化用品相关标准：汞<1 ppm；砷<1ppm；镉

<2ppm; 铅<2ppm; (2) 可形成至少 3-4 种 Pickering 乳化剂产品, 满足不同类型 (W/O、O/W 等) Pickering 乳液类日化品的调配需要; (3) 可形成至少 2-3 种功能增稠剂产品, 产品具有良好适应性、功能性和高性价比, 满足不同类型 (泥膜、乳液等) 功能日化品的调配需要; (4) 乳液类日化产品可满足乳液型日化用品相关国家标准, 如 GB/T 29665 等。

4. 产业化及科技指标:

(1) Pickering 乳化剂和增稠剂产品均可形成系列化功能产品, 提供技术资料完备的生产工艺包。

(2) 建成产能不小于 1000 吨的 Pickering 乳化剂和增稠剂产品全套生产线 1-2 条, 实现产品稳定成熟生产。

(3) 基于项目技术的 Pickering 乳化剂和增稠剂产品, 完成 3-6 种功能日化品的配方设计与示范性产品生产。

(4) 针对 Pickering 乳化剂、增稠剂以及基于其所衍生的功能性日化用品产品相关技术申请专利 3-5 件, 其中发明专利不少于 2 件, 形成自主核心知识产权体系。

项目 3: 连续纤维增强热塑性复合材料动力电池包高安全性壳体制备技术

(一) 研究内容

1. 面向动力电池包壳体件轻量化和安全性的应用需求, 项目拟开展连续纤维增强热塑性复合材料加工技术及工艺的

研究开发，重点研究高纤维含量热塑性复合材料阻燃技术和界面调控方法。研究高纤维含量下的树脂的结构设计与阻燃体系的复配，实现树脂分子量与阻燃配方的稳定控制，满足阻燃剂在树脂体系中的高密度分布需求。研究等离子体技术对高含量纤维的表面改性作用，阐明纤维材料表面改性与复合材料性能的构效关系，实现纤维与树脂界面的协同调控。

2. 研究热塑性复合材料复杂结构成型外观缺陷的控制方法。研究模压过程及工艺参数对复合材料复杂结构成型的影响规律，从热力学和动力学角度分析复合材料复杂结构成型的缺陷产生机制，建立复杂结构成型外观缺陷的激光/等离子体消除方法，实现复杂结构成型外观的一致性控制。

3. 研究热塑性复合材料自主化表界面处理和成型关键技术。研究复合材料表界面处理和成型中的关键技术控制点，形成自主知识产权的关键核心技术。

（二）考核指标

1. 制备得到的阻燃热塑性复合材料板材的技术指标：燃烧性能达到 UL94-V0 级、拉伸强度 $\geq 280\text{MPa}$ 、拉伸模量 $\geq 15\text{GPa}$ 、冲击强度 $\geq 100\text{kJ/m}^2$ 、弯曲强度 $\geq 250\text{MPa}$ 、弯曲模量 $\geq 15\text{GPa}$ 。

2. 制备得到的热塑性复合材料壳体的技术指标：燃烧性能达到 GB38031-2020 的火烧规范要求、拉伸强度 $\geq 250\text{MPa}$ 、拉伸模量 $\geq 12\text{GPa}$ 、冲击强度 $\geq 80\text{kJ/m}^2$ 、弯曲强度 $\geq 200\text{MPa}$ 、弯曲模量 $\geq 12\text{GPa}$ 。

3. 形成自主知识产权的相关表界面处理和成型关键技术，申请专利 ≥ 5 项。

项目 4：海洋生物污损防护活性物质的研究与开发

（一）研究内容

1. 海洋微生物来源的新颖海洋生物污损防护活性天然产物的筛选发现。

2. 生态友好型海洋生物污损防护活性物质的优化和规模化制备。

3. 以生态友好型海洋生物污损防护活性物质作为关键防污剂，进行低表面能的防污涂料研发和复合配方优化设计。

4. 防污涂料的浅海挂板试验和新型防污纳米涂料中试线的形成。

（二）考核指标

1. 从海洋微生物中分离鉴定 100 个以上天然产物，其中化学结构新颖的化合物 20-30 个；筛选发现具有抗网纹藤壶幼虫附着等抗污活性的先导化合物 3-5 个。

2. 通过微生物发酵或者化学合成的手段，规模化制备克级的防污剂 2 个。

3. 研发适用于海洋生物污损防护的低表面能材料，研制开发出 1 个复合活性物质的无毒海洋防污仿生材料中试产品。

4. 形成中试线及小规模生产线和 1 个船舶应用示范点，每

年增加产值 1000 万以上。

5. 申请发明专利 3~5 项，发表高水平论文 5~8 篇。

项目 5：血液净化膜材料关键技术研发及应用

（一）研究内容

1. 血浆分离膜/血液透析膜（高通量血液透析）工艺参数研究

拟采用非溶剂致相转化法制备空心纤维膜，研究不同反应条件对纤维膜的孔径大小、孔径分布、膜面积及理化性能的影响。

（1）采用聚醚砜为纺丝原料，研究不同的添加剂、溶剂、反洗溶液配方对纤维膜产品性能的影响。

（2）研究不同的纺丝工艺参数，包括纺丝温度、凝固浴温度、喷丝头形状、气隙距离、喷丝压力、收丝速度等对纤维膜产品性能的影响。

（3）采用扫描电子显微镜（SEM）、原子力显微镜（AFM）和毛细流动法孔径分析等技术手段，对空心纤维膜的膜面积、膜孔径大小、膜的理化性质等进行分析评价。

2. 血液净化膜性能评价

对血液净化膜的分离效果、理化性能、血液相容性（溶血、凝血、血小板粘附和血栓形成等）和毒理学指标（细胞毒性试验、迟发性超敏试验、皮内刺激试验、急性全身毒性试验等）

进行评价。

(二) 考核指标

1. 高通量血液透析器-中空纤维膜技术参数

壁厚： $30 \pm 5 \mu\text{m}$ ；

膜内直径： $200 \pm 15 \mu\text{m}$ ；

孔径平均： $8 \sim 9\text{nm}$ （最大直径 9nm ）；

$\text{TMP} \geq 500\text{mmHg}$ （YY0465 检测方法）；

清除率：尿素的清除率： $175 \sim 216\text{mL}/\text{min}$ ，肌酐清除率
 $175 \sim 215\text{mL}/\text{min}$ ，维生素 B12 清除率 $144 \sim 176\text{mL}/\text{min}$ （测试条件：
有效膜面积 1.9 m^2 ， $\text{QB}=200 \text{ mL}/\text{min}$ ， $\text{QD}=500 \text{ mL}/\text{min}$ ， $\text{QF}=10$
 mL/min ，温度： $37 \pm 1^\circ\text{C}$ ，允许误差为 $\pm 10\%$ ）。

2. 血浆分离器-中空纤维膜技术参数：

壁厚： $85 \pm 10 \mu\text{m}$ ；

膜内直径： $300 \pm 20 \mu\text{m}$ ；

孔径平均为 $0.5 \mu\text{m}$ （最大直径 $0.6 \mu\text{m}$ ）；

$\text{TMP} \geq 100\text{mmHg}$ （YY0465 检测方法）；

血浆滤过率 \geq 血液流速的 30%。

项目 6：高硬、耐磨、自润滑 DLC 涂层制备装备及产业化关键技术开发应用

(一) 研究内容

1. 高能效空调滑片用类金刚石碳基涂层的组配方案优化

综合考察新型环保制冷剂润滑特性，开展类金刚石碳基涂层的组配方案设计与研究工作，指导高效空调滑片用类金刚石碳基涂层组分设计及优化。

2. 高效空调滑片用类金刚石碳基涂层的性能优化与应用研究

在原有类金刚石碳基涂层沉积设备上对涂层工艺性试验，考察涂层沉积工艺对高效空调滑片用类金刚石碳基涂层微观结构与成分、力学性能、与应用性能的影响研究。

3. 自主研发高效空调滑片用类金刚石碳基涂层沉积装备

深度剖析 Oerlikon Balzers、Hauzer、Teer 等国外涂层设备，针对高效空调滑片服役工况，开展等离子体电源、沉积室与冷却系统等关键组件的匹配性研究，自主研发高效空调滑片用类金刚石碳基涂层沉积装备。

(二) 考核指标

1. 制备的滑片涂层性能指标达到：厚度不高于 $3\ \mu\text{m}$ ，纳米硬度不低于 $10\ \text{GPa}$ ，摩擦系数不高于 0.1 ，表面粗糙度 R_a 不高于 $0.08\ \mu\text{m}$ 。

2. 高性能涂层处理后的涂层滑片产品，其涂层性能指标达到：洛氏压痕法测得结合力为 HF1 级，划痕法测得结合力大于 35N ，经 TF-1 测试得耐磨次数高于 2 万次。

3. 研制的滑片用高性能碳膜沉积装备指标按高效空调

滑片涂层制备装备的验收标准，具体如下：

真空室：不锈钢 SUS304 材质，内表面抛光，真空腔体尺寸 $\phi 1200 \times 1200$ mm。

真空度：极限本底真空 $< 1 \times 10^{-4}$ Pa，由大气抽至 2.0×10^{-3} Pa 少于 20 分钟。

温度：室温 $\sim 600^\circ\text{C}$ 。

产能：每批次 10000 件。

真空系统阀门、气路系统、冷却水系统工作、中控程序的设定、修改及自动故障报警系统工作稳定可靠。