

“高强度碳纤维混编单向布的关键技术研发和产业化”成果登记公示信息

成果名称:	高强度碳纤维混编单向布的关键技术研发和产业化
完成单位:	深圳鼎信德新材料科创有限公司
完成人员:	李天海,吴建玲,杜光莹,罗永聪,吴秋匀
研究起止日期:	2021-01-01 至 2024-12-31
主要应用行业:	制造业
高新技术领域:	新材料
评价单位:	产学研(广州)科技项目评价有限公司
评价日期:	2025-10-28
成果简介:	<p>一、课题来源与背景</p> <p>航空航天、汽车制造等高端装备制造业蓬勃发展,对高性能复合材料需求持续攀升。碳纤维因高强度、高模量、低密度等优势广泛应用,但传统碳纤维复合材料存在力学性能待提升、电磁屏蔽性能不稳定、加工效率低、质量控制难等问题,制约其高端应用,难以满足市场对高性能、轻量化、低成本材料的需求。为此,本项目聚焦高强度碳纤维混编单向布关键技术研发,旨在攻克技术瓶颈,推动其在高端装备制造领域应用,助力产业升级与可持续发展。</p> <p>二、技术原理及性能指标</p> <p>1.技术原理</p> <p>(1) 纤维复合结构优化技术:通过精准选材与结构设计,结合有限元模拟、拉伸 / 弯曲力学测试,调整纤维排列、分布密度及连接方式,提升力学性能与抗疲劳性;利用 SEM 观察微观结构,确保生产可行性。</p>

(2) 高性能树脂配方与界面改性技术：以化学改性（引入官能团 / 添加剂）提升树脂 - 碳纤维界面结合强度；通过 TGA、DSC 研究树脂热性能与固化行为优化配方，增强韧性、耐热性与耐候性；经剥离 / 剪切强度测试验证，且配方适配现有设备，降本提效。

(3) 加工工艺精细化控制：预浸料制备用高精度涂覆与温控确保树脂 - 纤维均匀浸润；成型阶段精准控压、温、时减少缺陷；固化阶段按材料特性分阶段控温时，避免变形开裂，保障批量化生产稳定性。

(4) 电磁屏蔽性能评估与优化：基于电磁仿真软件建立屏蔽效能预测模型，结合实际测试，综合材料电磁参数、结构及环境因素，精准预测不同频率效能；多阶段分析提准确性，调整材料配方与结构，确保 0.1MHz-18GHz 频段屏蔽效能稳定。

(5) 毛丝量高效检测与校正技术：用图像处理算法与高分辨率显微镜检测毛丝；通过大量数据建立预测模型，结合置信区间分析与多阶段模拟校正，检测精度 $\leq 0.01\text{g/m}^2$ ，保障质量控制。

(6) 异型零件加工路径优化技术：综合机床性能、工艺参数及工件尺寸，构建能耗预测模型，分析加工子路线能耗，优化路径以降能耗、提效率，支撑复杂零部件加工。

2.性能指标

(1) 力学性能：抗拉强度 $\geq 1500\text{MPa}$ ，弹性模量 $\geq 100\text{GPa}$ ， 10^6 次循环加载后强度保持率 $\geq 80\%$ ；

(2) 电磁屏蔽性能：0.1MHz-18GHz 频段平均屏蔽效能 $\geq 40\text{dB}$ ，波动范围 $\leq \pm 5\text{dB}$ ；

(3) 加工性能：加工效率较传统工艺提升 $\geq 30\%$ ，能耗降低 $\geq 20\%$ ；

(4) 质量控制：毛丝量检测精度 $\leq 0.01\text{g}/\text{m}^2$ ，产品性能一致性 $\geq 95\%$ ；

(5) 耐久性：200℃下工作 1000 小时性能下降率 $\leq 10\%$ ，-50℃至 +80℃极端环境性能保持率 $\geq 90\%$ 。

三、技术的创造性与先进性

1.复合结构优化创新：采用多维度理论分析与模拟仿真，深度优化纤维结构，实现纤维协同效应，提升力学与抗疲劳性能，且结构易生产、成本可控，适配高端装备需求。

2.树脂配方与界面改性革新：化学改性提升界面结合强度，配方耐高温、耐极端环境，同时适配现有设备，兼顾性能与产业化效率，降低生产成本。

3.加工工艺精细化创新：覆盖预浸料、成型、固化全环节参数控制，减少缺陷，保障批量化生产质量与稳定性，兼顾操作性与成本，具产业化潜力。

4.电磁屏蔽评估优化创新：构建预测模型结合多阶段分析，提升测试准确性，优化后屏蔽性能稳定，为电子设备电磁兼容设计提供支撑。

5.电磁屏蔽评估优化创新：构建预测模型结合多阶段分析，提升测试准确性，优化后屏蔽性能稳定，为电子设备电磁兼容设计提供支撑。

6.异型零件加工路径创新：基于能耗预测模型分析子路线能耗，优化路径降本提效，适配航空航天、汽车领域复杂零部件加

工需求。

7.多领域融合集成创新：融合材料科学、力学、电磁学等多学科技术，构建从研发到应用的全流程体系，提升材料综合性能与市场竞争力，为高端装备提供高性能、低成本解决方案，具行业引领性。