

航空发动机热结构用碳化硅纤维预成型体设计、调控、制备及应用

项目完成单位：中国航空制造技术研究院、江南大学、宜兴市新立织造有限公司

碳化硅纤维增强碳化硅基体（SiC/SiC）复合材料是新一代高推重比（10~15）航空发动机热端高温部件的理想材料。作为 SiC/SiC 复合材料的增强相，SiC 纤维预制体的设计与制造是决定构件可靠性和承载效率的关键环节。目前，面临的主要挑战包括：（1）SiC 纤维属于“脆性”陶瓷材料，二 / 三代 SiC 纤维束具有更高模量和更低断裂伸长率，是编织难度最大的一类纤维。（2）SiC 纤维价格昂贵，且热结构趋向于多类型、整体化和复杂化等，传统试错法、工艺理论及织造装备已无法满足研制要求。



该项目具体创新包括：（1）创建了高性能 SiC/SiC 复合材料预制体设计 - 制造一体化理论。率先建立了含真实微结构单元 SiC/SiC 多维多向编织复合材料的数字化模型和多尺度力学方法，解决了结构 / 预制体一体化设计基础性问题。（2）独创了高性能 SiC 纤维预制体可编性关键技术。开发了毛丝测量装置及评价体系，研制了 SiC 纤维的专用上浆剂和线材，解决了 SiC 纤维不耐弯折及磨损等问题。（3）攻克了高性能 SiC 纤维预制体专用装备技术。开发了 SiC 纤维包 - 编 - 织专用设备，提升了织造稳定性，实现了高质低损。（4）突破了高性能 SiC 纤维异型编织预制体成形关键技术。构建了工艺 - 结构 - 性能设计软件平台，解决了五类热结构预制体的精细化成形难题。

项目获授权发明专利 6 件。项目产品实现 SiC/SiC 复合材料在国内航空发动机型号产品的首次应用，对国产 SiC 纤维及制品行业的自主发展将起到决定性的推动作用。

中国航空制造技术研究院是专门从事航空与国防先进制造技术与专用装备开发的综合性研究机构，主要承担航空材料、制造工艺、专用装备等基础、应用和工程转化研究工作，为中国新型飞机、发动机、导弹等航空装备研制和航空工厂的技术改造提供先进制造技术和工艺装备，也为国防工业其它领域，如航天、电子、兵器、船舶等提供先进制造技术。