

1. 博士论文研究方向： 纤维增强复合材料夹芯结构多元功能耦合机理研究

选题类别： ☒ 基础性研究 ☐ 应用性研究 ☐ 工程技术攻关研究

☐ 新开辟的研究方向 ☐ 已有研究方向的继续 ☐ 其他

2. 博士论文的选题背景及意义和主要研究内容简介

随着运载工具技术的发展，其在功能、能源和环保等方面的需求不断提升。因此，运载工具对连续纤维增强复合材料及其结构的性能提出了更高的要求，承载、电磁、介电、导热等多功能一体化材料与结构的研究备受重视，已经成为先进复合材料技术研究中的一个前沿方向。在功能结构方面，新一代运载工具超机动性、超隐身性、超感知性的特征要求发展具有吸波/传感/承载一体化的多元功能材料。 以多功能热塑性复合材料为研究对象，以吸波-传感-承载多元功能需求结构为导向，围绕高性能复合材料结构的跨尺度设计与制造开展研究。多功能高性能热塑性复合材料的吸波、传感、承载性能涉及多材料体系、多时空尺度、多目标因素的耦合影响，为实现材料-性能-结构的一体化设计与制造，需要从纳、微、宏不同尺度对各个功能的行为机制进行研究，协同实现结构性能的优化与调控。 研究内容包括： （1）在微纳尺度域内，表征多材料界相区结构特征，建立多重材料界面的分子模型；探究结构受载下应力在材料内部的传递规律及对微观界面结构的影响，揭示应力、载流子等力电属性在结构中的传递运输机制。 （2）探究复合基体谐振单元表面的电磁波传播方向调控机理，阐明复合叠加结构对电磁波传输及损耗的影响机制，建立谐振单元表面格栅传感网络拓扑模型，发展基于有限元模型的阻抗变化识别反迭代策略，探究结构吸波-传感-承载多元功能耦合机理。 （3）探究轨迹参数与构件力学性能的映射关系，发展多目标-多材料-多尺度协同并行优化设计方法，开展连续纤维增强功能复合结构一体成型方法与技术研究，为材料-多元功能-结构一体化制造提供新方法。

3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

国家部委基础研究项目

1. 博士论文研究方向： 薄壁叶轮构件铣削数字孪生系统开发

选题类别：

☐基础性研究

☒应用性研究

☐工程技术攻关研究

☐新开辟的研究方向

☐已有研究方向的继续

☐其他

2. 博士论文的选题背景及意义和主要研究内容简介

随着物理建模方法、仿真技术和虚拟制造的不断更新和完善，数字孪生与制造领域的结合日益密切。薄壁零件由于自身刚度较差，在切削过程中容易发生颤振，对加工效率、加工精度和表面质量造成诸多不良影响，加速刀具磨损和破损，严重时导致零件报废。数字孪生具有实时同步、忠实映射、高保真的特性，可以对铣削加工过程进行实时监控和在线迭代优化，并为其制定更优的生产策略，实现铣削加工过程的全生产周期的自我监控、自我预测和自我维护。

1. 建立薄壁叶轮零件铣削过程的数字孪生模型，通过传感器采集实时的数据交互，实现虚拟仿真与物理真实加工系统的迭代优化。

2. 基于铣刀的运动模型，考虑刀具-工件相对振动和材料去除效应，引入实际铣削力信号并建立表面形貌在线监测模型，实现铣削形貌的三维动态形貌预测和可视化。

3. 搭建薄壁叶轮构件铣削过程的数字孪生平台，与实体机床进行数字化集成，实现与物理真实加工系统对应的数字孪生系统。

3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

航天单位委托项目