2021 年招生计划

六、预计招收博士生的课题研究方向和研究工作简介

1. 博士论文研究方向：

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

随着一次性使用低成本蜂群无人机技术等集群打击技术的发展， 新型预研装备对实现一次性电动舵机高可靠度设计的需求极为迫切。一次性电动舵机中集成的行星滚柱丝杠是决定舵机机械系统可靠度的核心部件，其设计使用寿命极短（ 以“ 秒” 为单位）， 以高频正反向、 近满载使用为工作常态， 且具有较高的传动精度要求， 是一种典型的一次性机械。

作为一次性机械的一种重要失效形式和特殊设计考量， 疲劳弹性失效（ Shape Instability Failure）主要用于描述材料在较高水平循环应力的作用下， 最初能够保持弹性变形， 但随着循环应力作用次数的增加， 保持弹性变形的能力逐渐丧失， 进而在疲劳断裂前出现明显塑性变形的现象。 疲劳弹性失效概念的提出为一次性机械设计提供了重要的理论依据。 区别于常规机械设计中主要关注的高周疲劳断裂失效， 一次性机械中疲劳弹性失效主要发生在低周疲劳初始阶段， 通过显著的塑性变形影响机械零件的形位精度， 从而造成整个系统的性能指标降低甚至设计功能丧失。 基于疲劳弹性失效行为研究的一次性机械设计， 是针对一次性机械短寿命、 近满载使用的特点，突破常规机械设计采用的最大载荷和额定载荷的二元设计结构， 模糊静载荷和疲劳载荷的区别， 在低周疲劳理论框架下， 主动缩短设计寿命， 同时将所用材料的许用循环应力峰值从疲劳极限大幅提升至静载弹性极限附近， 从而减小设计尺寸和重量， 达到高功重比的目的。 此时， 较高水平的循环应力将引起疲劳弹性失效， 为了保证设计结果的安全性， 需要具有较高置信度的材料疲劳弹性寿命分散带作为高可靠度设计的依据。 因此， 为了实现一次性机械高可靠度设计， 如何预测由具有显著分散性特征的疲劳弹性寿命数据组成的疲劳弹性寿命分散带， 成为一项亟待解决的重要课题。

鉴于 GCr15 轴承钢是机械传动系统中多种零部件的常用材料， 因此， 本课题以 GCr15 轴承钢为典型研究对象， 以一次性电动舵机行星滚柱丝杠为应用载体， 以实现疲劳弹性寿命分散带预测为研究目标， 建立多尺度仿真模型， 通过理论和试验对比研究材料内禀不确定性因素对疲劳弹性寿命分散性的影响， 获取疲劳弹性寿命分散带， 指导一次性电动舵机行星滚柱丝杠的高可靠度设计。 本课题的研究成果对于完善一次性机械设计理论、 推进一次性机械设计方法应用有着极其重要的意义。

3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

该课题依托国家自然科学基金面上项目： 面向一次性机械的轴承钢疲劳弹性寿命分散带多尺度预测方法。