

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： 滚动轴承局部缺陷及其扩展的激励机理与特征提取

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

滚动轴承作为重大装备和主机产品的关键基础件，广泛用于航空航天、轨道交通、风电设备等领域，滚动轴承局部缺陷及其扩展的激励机理与特征提取研究已经成为机械故障诊断领域的基础性关键问题，引起国内外学者广泛关注。研究滚动轴承多参数复合函数缺陷形貌的表征模型，构建基于局部缺陷形貌表征模型的振动响应激励函数，探求轴承载荷和转速等对缺陷诱发的振动响应特性的影响规律；研究时变位移激励和时变接触刚度激励耦合的滚动轴承局部缺陷及其扩展的动力学模型，揭示滚动轴承局部缺陷及其扩展的形貌特征演变的动态激励机理；研究基于不对称高斯线调谐小波的自适应小波基函数、多共振分量、多参数全局优化方法相结合的共振稀疏分解特征提取方法，实现滚动轴承动态响应信号微弱耦合特征信息的有效提取，并进行实验研究与工程应用。研究内容将为滚动轴承的故障诊断和状态监测提供基础理论和关键技术，具有重要的学术研究和工程应用价值。

- (1) 滚动轴承局部缺陷及其扩展的轮廓形貌特征的振动响应激励机理
研究滚动轴承局部缺陷表面轮廓特征，分析滚动体与缺陷的不同接触形式，研究不同形状、尺寸的局部缺陷及其扩展的激励振动响应的波形特征，建立滚动轴承缺陷表面轮廓特征参数与激励振动波形特征的定量关系表达式，研究轴承载荷（径向和轴向）和转速等因素对缺陷诱发的振动响应特性的影响规律。
- (2) 滚动轴承局部缺陷及其扩展的耦合激励动力学模型
根据滚动体与局部缺陷边缘之间的接触形式，建立时变位移激励和时变接触刚度激励耦合的滚动轴承局部缺陷动力学模型。根据滚动体在进入、离开扩展缺陷边缘时的不同情况，建立扩展缺陷诱发的激励响应动力学模型。依据所建立的动力学模型，研究在载荷和转速等工况参数的影响下，扩展缺陷的形貌特征演变对滚动体与滚道之间接触刚度以及轴承振动响应特征的影响规律。
- (3) 缺陷激励振动信号分离与多共振成分自适应小波基函数库构建
研究信号共振稀疏分解方法与消噪技术、信号增强技术相结合，实现从低信噪比的振动耦合信号中有效分离微弱冲击故障信号。针对现有信号共振稀疏分解方法只能对两个共振成分进行分解的局限，在构造表征缺陷激励分量的自适应小波基函数库的基础上，研究具有多个品质因子的自适应小波基函数库构造方法，充分拟合滚动轴承复合故障振动信号的多个特征成分。
- (4) 多分量目标函数构建与多参数全局优化共振稀疏分解方法
针对滚动轴承复合故障激励产生的信号形态特征，研究共振稀疏分解参数与复合故障激励振动信号特征之间的关系，建立共振稀疏分解多分量目标函数表达式，研究解决目标函数优化问题的快速算法。研究多共振成分的共振稀疏分解目标函数的多参数全局优化方法。

3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

1. 不完备信息下基于流向图的诊断知识获取理论与方法, 51175102;
2. 滚动轴承复合故障信号的共振稀疏分解方法研究, HIT. NSRIF. 201638;