

2023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： 转子动力学 <div>选题类别：<input type="checkbox"/> 基础性研究                      <input type="checkbox"/> 应用性研究                      <input type="checkbox"/> 工程技术攻关研究 <input type="checkbox"/> 新开辟的研究方向                      <input checked="" type="checkbox"/> 已有研究方向的继续                      <input type="checkbox"/> 其他</div>
2. 博士论文的选题背景及意义和主要研究内容简介 <div>一、主要研究内容 (1) 燃气轮机转子系统结构动力学设计方法 形成自主知识产权的燃气轮机转子系统结构动力学设计方法体系，发展燃气轮机转子轴系多因素及参数变化对动力学特性的灵敏度影响规律分析、燃气轮机转子系统临界转速、不平衡响应及稳定性动力学设计方法。 (2) 燃气轮机转子结构动力学设计和运行参数的选取准则 掌握拉杆预紧力、接触界面几何、工艺参数、多场耦合环境因素等参数变化对轴系动力学特性灵敏度的影响规律；在课题研究和吸纳国外设计准则的基础上，形成我国燃气轮机转子系统结构动力学设计的关键设计和运行参数的选取准则。 (3) 燃气轮机转子结构动力学设计数据库及软件 集成燃气轮机拉杆转子接触界面力学特性、转子轴系建模及动力学特性分析等方面的研究成果，综合研究和吸纳国外燃气轮机轴系动力学设计数据库的具体组成形式、条款内容等成果形式，建立我国燃气轮机转子系统结构动力学设计数据库，开发具有我国自主知识产权的燃气轮机拉杆转子系统结构动力学设计分析软件。</div> <div>二、关键技术及难点 该部分是将拉杆转子轴系动力学研究成果进行有效集成，形成针对燃气轮机的完整实用的转子轴系动力学设计工程化方法，并进行符合燃气轮机实际运行环境的试验验证，主要难点包括： (1) 实际燃气轮机转子结构复杂，转子各个部位结构细节都将对动力学特性产生影响，因此需要准确分析确定关键设计和运行参数的动力学设计特性灵敏性。 (2) 发展能够实现工程化的动力学特性分析、载荷及响应分析、临界转速设计、不平衡响应分析和稳定性分析、振动抑制措施技术等完整的动力学设计技术。 (3) 设计运行能够开展对动力学设计方法进行精确试验验证的试验系统。 (4) 各子课题的研究结果与实验验证成果在燃气轮机转子动力学分析软件中的实现；集成其他子课题研究成果形成的源代码和程序形成适用于燃气轮机转子动力学分析软件的后台求解器。</div>
3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况 两机重大专项（第四子项）：272万元。

2023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
<div>1. 博士论文研究方向： 转子动力学</div> <div>选题类别：<input type="checkbox"/> 基础性研究                      <input type="checkbox"/> 应用性研究                      <input type="checkbox"/> 工程技术攻关研究</div> <div><input type="checkbox"/> 新开辟的研究方向                      <input checked="" type="checkbox"/> 已有研究方向的继续                      <input type="checkbox"/> 其他</div>
<div>2. 博士论文的选题背景及意义和主要研究内容简介</div> <div><div>(1) 重型燃气轮机轴系多场耦合非线性密封力模型及求解方法</div><div>1) 综合分析现有基于Muszynska密封力模型，基于三维振荡流体力学，建立流固、热弹和机电耦合等多物理场耦合条件下的新型密封动力学模型；</div><div>2) 典型燃机机组结构因素（级间和叶顶气固耦合不均匀密封、界面接触摩擦、间隙尺寸、介质特性、温度和压力条件）动力学模型及表征方法；</div><div>3) 重型燃气轮机密封高维模型方程组维度缩减及降阶方法；</div><div>4) 研究并提出重型燃气轮机轴系密封系统非线性耦合模型高效求解方法。</div><div>(2) 重型燃气轮机轴系新型密封系统设计及动力学特性分析</div><div>1) 在建立燃气轮机轴系密封系统动力学模型的基础上，分析燃气轮机轴系密封结构的类型，设计其新型迷宫密封系统，分析密封结构参数，如齿数、齿腔、间隙等，对密封腔内流场的分布影响规律；</div><div>2) 密封系统中转子碰摩、松动以及不对中等故障对系统稳定性、稳定裕度和失稳临界条件的影响分析；</div><div>3) 转子-轴承-密封系统中非线性油膜力与密封力的不均分布对系统稳定性、稳定裕度和失稳临界条件的影响；</div><div>4) 研究在非线性油膜力和密封力耦合激励下燃气轮机轴系的非线性稳定性、失稳特征 和模式、分岔规律和动力学响应等动态特性。</div><div>(3) 重型燃气轮机转子-轴承-密封系统动力学特性实验研究</div><div>1) 搭建重型燃气轮机转子-轴承-密封系统实验台，研究密封齿数、凸台数量和密封齿长均影响动力系数在频域上的变化规律；</div><div>2) 实验测试不同密封结构（如间隙、齿高、齿距等）对燃气轮机转子系统动力学参数的影响；</div><div>3) 测试燃气轮机密封结构齿腔平均压力和脉动压力的周向分布规律，与理论结果进行比较；</div><div>4) 改变相同密封结构的相关参数，测试其对燃气轮机流场变化，泄露，转速和密封效率的作用规律。</div><div>(4) 重型燃气轮机转子密封系统非线性稳定性优化及设计准则</div><div>1) 根据实际机组轴系的结构特点、采用稳定性理论和方法，确定系统的非线性稳定性边界及非线性稳定裕度的衡量指标和参数；</div><div>2) 运用现代优化设计算法，确定燃气轮机优化设计函数，以及相关设计变量和约束条件，求出最优参数解集，确定密封结构关键动力学参数；</div><div>3) 分析系统结构参数和运行参数变化对非线性稳定裕度的影响规律，形成多场耦合 激励下重型燃气轮机轴系的非线性稳定性、失稳特征和模式、分岔规律和动力学响应等动态特性计算方法；</div><div>4) 给出重型燃气轮机轴系密封系统线性及非线性动力学设计准则。</div><div>(5) 重型燃气轮机转子-密封系统动力学特性计算分析软件开发</div><div>1) 应用CFD方法建立重型燃气轮机密封动力学特性的求解模型，比较稳态旋转坐标方法和瞬态动网格方法的仿真结果与实验结果的一致性；</div><div>2) 运用单控体、双控体模型、流线型模型、全三维模型等对密封介质进行研究，结合实验数据确定密封结构参数对轴系动力学特性的影响规律；</div><div>3) 理论分析与实验测试结合确定燃气轮机密封结构系统动力学设计参数；</div><div>4) 对高参数密封转子进行动力学计算分析，开发燃气轮机轴系密封系统动力学计算平台，更高效的探究转子-轴承-密封系统的动力学特性。</div></div>
<div>3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况</div> <div>国家自然科学基金项目：重型燃气轮机轴系密封系统动力学特性及设计准则，2021.01—, 2024.12，直接费用：62万元。</div>