

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

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

重型燃气轮机在能源与电力工业可持续发展中具有长远的、全局性的和不可替代的战略地位。我国缺乏对机组动力学设计的基础理论方法、软件和设计经验。目前重型燃气轮机市场基本被国外机组占领，国内还没有形成真正意义上具有自主知识产权的重型燃气轮机核心设计技术。为了摆脱燃气轮机关键技术受制于国外的状况，加快我国燃气轮机产业的发展，迫切需要掌握F级重型燃机转子动力学设计技术，急需形成具有我国自主知识产权的燃气轮机结构动力学设计体系。

一、 燃气轮机转子接触界面动力学特性研究

(1) 燃气轮机拉杆转子接触界面力学模型

建立考虑旋转作用下宏观界面变形和微凸体变形、微观表面发生弹塑性变形后的滑移、法向与切向接触耦合作用等因素的燃气轮机转子接触界面力学模型；研究微观尺度下接触界面法向和切向刚度和阻尼模型；建立兼顾精度和求解效率的拉杆转子典型接触界面跨尺度力学模型。

(2) 接触界面力学传递特性及在多场耦合环境下的非线性时变动力学特性

基于粗糙表面接触力学模型，研究燃气轮机启动-运行-停止全过程中传扭端齿、轮盘、拉杆螺栓等接触界面的力学传递特性；采用热弹耦合分析方法，研究热载荷对热变形分布、接触应力分布等的影响，建立考虑热固耦合的接触界面力学模型；分析多场耦合条件下接触界面非线性时变动力学特性。

(3) 拉杆预紧力、接触界面几何工艺参数因素对接触界面力学特性的影响机理

基于建立的接触界面跨尺度力学模型，研究拉杆预紧力大小、预紧力松弛、预紧力不均、粗糙度对接触界面力学特性的影响机理；研究齿面接触的轮齿几何参数对接触界面力学特性的影响机理。

(4) 拉杆转子接触界面的动力学特性试验研究

搭建燃气轮机拉杆转子模型试验台，验证接触界面的跨尺度力学模型；搭建接触界面热弹耦合模拟实验台，模拟燃气轮机不同工况下的温度和转速条件，验证多场耦合环境下的接触界面的非线性时变动力学特性。

二、 燃气轮机复杂转子轴系动力学特性研究

(1) 燃气轮机复杂转子轴系动力学模型及求解方法

建立含接触界面拉杆转子三维非线性有限元模型；研究接触界面对转子系统力学行为的影响；综合压气机拉杆转子、透平拉杆转子、发电机转子、滑动轴承、密封等部件的动力学模型，研究燃气轮机复杂转子轴系的动力学建模与求解方法。

(2) 结构、工艺及环境对转子系统动力学行为的影响规律

研究拉杆形式、接触界面几何特征等结构参数对转子系统的临界转速、模态振型、稳定性、不平衡响应等动力学行为的影响规律；研究拉杆预紧力、接触界面配合等工艺参数对转子系统动力学行为的影响规律；研究燃气轮机工作转速等环境参数对转子系统动力学行为的影响规律。

(3) 燃气轮机转子系统多场耦合动力学特性

采用流固耦合的分析方法，考虑滑动轴承和密封非线性动力学特性，分析转子系统动力学行为；采用热弹耦合分析方法研究转子系统的振动响应特性；采用机电耦合分析方法分析快速负荷变动下的拉杆转子弯扭耦合动力学特性及振动响应特性；研究机电耦合下突发高倍强载荷对转子及轴系激励特性、拉杆不均匀引起应力松弛的特性并分析对策。

(4) 燃气轮机转子系统动力学模型工程等效约化

针对联合重燃公司的燃气轮机（F级300MW燃机、H级400MW燃机）研发工作，开展燃气轮机转子系统动力学模型工程等效约化方法研究。

(5) 燃气轮机转子系统动力学特性试验研究

针对重型燃气轮机的拉杆转子系统结构，采用相似准则、缩比模化的方法，搭建燃气轮机转子系统动力学特性模拟实验台，开展不同结构、工艺及环境下的转子动力学特性试验；流固耦合、热弹耦合和机电耦合条件下的转子动力学特性试验；工程等效模型验证试验。

3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

依托项目：航空发动机及燃气轮机重大专项-基础研究项目，工业与信息化部，项目预计2000万元，本人课题预计300万元。

2019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

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

重型燃气轮机在能源与电力工业可持续发展中具有长远的、全局性的和不可替代的战略地位。我国缺乏对机组动力学设计的基础理论方法、软件和设计经验。目前重型燃气轮机市场基本被国外机组占领，国内还没有形成真正意义上具有自主知识产权的重型燃气轮机核心设计技术。为了摆脱燃气轮机关键技术受制于国外的状况，加快我国燃气轮机产业的发展，迫切需要掌握F级重型燃机转子动力学设计技术，急需形成具有我国自主知识产权的燃气轮机结构动力学设计体系。

一、 燃气轮机转子结构动力学设计方法及软件

(1) 燃气轮机转子系统结构动力学设计

对燃气轮机转子系统进行临界转速、稳定性、不平衡响应及扭振频率与强度校核的动力学设计，构建燃气轮机转子系统转子动力学设计流程和设计方法。

(2) 燃气轮机转子结构动力学设计关键参数的选取准则

分析轴系预紧力、接触界面几何、工艺等参数变化对燃气轮机转子系统动力学特性的影响及灵敏度变化规律；确定燃气轮机转子结构动力学设计关键参数；形成燃气轮机转子结构动力学设计准则。

(3) 燃气轮机转子结构动力学设计数据库

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。

(4) 燃气轮机拉杆转子系统结构动力学分析软件

开发高效的动力学方程求解器和方程组耦合求解器；分析设计模型的高效管理方法、动力学参数调整方法；集成数据库、求解器、人机交互系统等模块，开发燃气轮机转子系统结构动力学分析与振动控制设计软件，提高燃气轮机拉杆转子系统结构动力学设计与振动控制设计效率。

二、 燃气轮机转子系统振动控制技术研究

(1) 燃气轮机转子系统振动控制理论

基于转子结构与约束结构的相互作用机理，建立燃气轮机轴系刚度与阻尼全工况动力学模型，研究轴系振动的作用机理和振动幅值控制技术。

(2) 燃气轮机转子系统典型振动控制模式

研究非线性耦合振动的调频、调相、调幅机理，研究燃气轮机轴系结构刚度、阻尼的全工况特性与减振措施；研究端面齿间接触效应对拉杆转子弯曲刚度和转子振型的影响机理；分析新型整体式挤压油膜阻尼器的减振机理和对拉杆转子的振动控制规律；研究蜂窝密封抑制拉杆转子气流激振的作用机理；研究燃气轮机拉杆转子振动传递基本原理，设计基于拉杆转子不平衡响应的主动控制策略。

(3) 燃气轮机转子系统振动控制设计方法

建立燃气轮机轴系刚度与阻尼全工况动力学模型，研究燃气轮机转子系统非线性耦合振动谐调控制技术及其方法；开展基于整体式挤压油膜阻尼器的拉杆转子减振技术设计方法研究；研究燃气轮机本机动平衡减振技术；探索密封气流激振对燃机拉杆转子动力学特性的影响机理，建立转子密封系统动力学特性分析与减振设计方法；形成燃气轮机电磁式自动平衡设计方法。

(4) 燃气轮机转子振动抑制试验

开展燃气轮机转子系统非线性耦合振动谐调控制技术的实验验证；搭建燃气轮机本机动平衡试验台，开展拉杆转子本机动平衡方法研究；搭建整体式挤压油膜阻尼器-拉杆转子系统试验台，研究整体式挤压油膜阻尼器对燃气轮机拉杆转子临界转速、不平衡响应等动力学特性的影响规律，研究整体式挤压油膜阻尼器转子系统振动的抑制机理；搭建燃气轮机蜂窝密封试验台，研究蜂窝密封对转子气流激振的抑制规律；搭建燃气轮机电磁式自动平衡模拟试验台，验证自动平衡技术对拉杆转子不平衡振动的抑制效果。

3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

依托项目：航空发动机及燃气轮机重大专项-基础研究项目，工业与信息化部，项目预计2000万元，本人课题预计：300万元。