2022年招生计划

三、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： 高温变马赫数喷管关键技术研究

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

以某变马赫数自由射流高超声速风洞为背景，在较长时间内实现试验来流较高马赫数（3-7马赫）、总温（2150K）、总压（18MPa）等极端工况下参数的连续变化，实现高超声速飞行器地面试验参数模拟，为组合发动机的模态转换研究、超燃发动机的加减速性能提供技术支撑。在风洞运行过程中，主要部段如高温变马赫数喷管内部的气流状态及总温总压等参数实时变化，使得各部段机械结构受到相应温度、压力、振动等多场耦合、参数瞬变的复杂作用，机械结构的强度、刚度、模态等实时变化且难以预测。通过本项目拟达到以下目标：基于高超声速高温、高压、长时变马赫数喷管型面设计、热力载荷分析及冷却优化等基础理论，获得高温变马赫数喷管热力耦合模型及全工况参数化设计方法；突破高精度型面驱动和流场校测技术、大尺度长程动密封器件及冷却通道优化、非接触式在测量等高温变马赫数喷管设计制造相关理论和关键技术，实现喷管高品质流场的均匀性、柔板弹性变形与气动型面匹配及大尺度曲面空间的在线精密测量，支撑国家高新武器研制。相关技术可应用于高超声速武器热防护试验台、空天发动机进气道/整机实验台等相关国防设施。

本项目研究采用“理论-仿真-关键技术攻关-应用”相结合的技术路线。首先基于高超声速高温变马赫数喷管在极端高温、高压、瞬时冲击等工况下的基础设计理论，开展高马赫数下可调喷管型面设计方法研究，建立气动型面热力耦合动力学模型；然后针对高温高压变马赫数可调喷管热载荷分析与冷却优化，开展喷管整体热力载荷分布、冷却通道流动特性、传热效率及临界热流密度判定等热力学仿真，进而探索喷管机构的耐热性、绝热性和热防护技术难题；在此基础上研究高温变马赫数喷管大尺度、长程动密封器件与热力耦合环境下密封材料及密封结构设计优化技术；面向大型高超声速变马赫数喷管工作过程中型面标定、流场均匀性非接触式在线测量技术难题，攻克振动高温高压环境下，测量温度漂移在线校准、多普勒频移解耦与误差补偿、多通道测量信号分离提取等关键技术；最后，研制高温变马赫数喷管原理样机，开展关键技术攻关验证试验及出口流场均匀性整机试验验证。

3.该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

中科院工程热物理研究所济南先进动力研究所空天发动机临近空间环境模拟整机验证实验台