

1. 博士论文研究方向：超燃冲压发动机微型喷嘴智能调控技术研究

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

选题背景及意义： 作为高超声速飞行器的关键部件，超燃冲压发动机是目前实现高超声速飞行的最佳动力装置。超燃冲压发动机燃烧室中气流速度可达千米每秒，燃料在燃烧室中的驻留时间仅为毫秒量级，对燃料掺混及燃烧组织带来极大困难。燃料的掺混恶化及燃烧不均匀等现象极易引起局部超温现象，从而导致涡轮叶片损坏、燃烧室壁面烧蚀等后果，严重制约超声速燃烧室的高效工作性能。如何更精细化的调节和掌控燃烧过程是提高发动机性能和延长寿命的重要手段。 燃料供给与控制系统是超燃冲压发动机的核心组成部分，承担改变发动机内部燃烧状态、控制发动机推力和对发动机超温、超压、溢流、熄火等模式进行安全保护的任务。目前，航空发动机燃烧室固定式喷嘴无法独立实现智能喷注，适用于超声速燃烧室的可调喷注器研究较少，亟需一种适用于宽范围、多工况且具有自感知能力的燃料智能调控微型喷嘴技术，以实现分布式燃料喷嘴智能协同喷注，解决超声速燃烧室高效工作难题。故而，具有自感知能力的燃料调控喷嘴小型化、集成化以及智能控制研究具有重要的理论和实用价值，亦可为未来高超声速飞行器发动机智能化技术提供关键技术支撑。

主要内容： 基于微型传感器的新型驱动燃料喷嘴小型化和集成化问题是微喷嘴精确智能调控的重要基础性问题，微喷嘴的小型化和集成化必须采用新原理的驱动方式、新型传感器、集成结构设计、多物理场的耦合优化以及智能控制方法。如何通过微喷嘴过流截面的快速精确调节和微传感器的高精度监测形成流量闭环控制策略从而实现发动机燃料流量的精确连续调节是发动机工作状态调节的关键，也是燃料调节微喷嘴实现智能控制的前提。本课题将开展基于新型驱动方式燃料喷嘴的小型化、集成化以及智能控制研究，给出微喷嘴优化结构和微型传感器结构，建立微喷嘴集成化多场耦合数学模型，研究微喷嘴智能控制方法，最终实现兼顾动态响应和控制精度的燃料智能调控微型喷嘴技术，为适用于复杂环境的超然冲压发动机燃料供给系统研制奠定技术基础。

3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

该课题依托国家某引才计划青年项目，总经费300万元，研究经费充足。

1. 博士论文研究方向： 基于特斯拉微通道热沉的高速磁性液体机械密封设计理论与技术

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

选题背景及意义：磁性液体密封是一种利用磁场控制的新型流体密封技术，具有零泄漏、长寿命、高可靠、低摩擦等独特优点，广泛应用于航空航天、国防、军工等高端领域。然而、由于离心力和温升影响，磁性液体高速（ $\geq 20\text{m/s}$ ）密封始终未取得重大突破。针对现有磁性液体密封理论与技术不能满足极端工况下高端装备的需求，研制高性能磁性液体密封装置已成为当前亟需解决的问题。其中，温升是导致高速磁性密封失效的关键因素，研究高速密封下磁性液体的热磁对流传热机理及高能效密封散热结构优化设计对拓展其在高速密封领域的应用具有重要的现实意义。

主要研究内容：本项目拟针对高速磁性液体密封中温度及离心力升高等关键问题，开展适用于高速密封的磁性液体制备技术、基于多场耦合的粘性耗散生热与热磁对流传热机理、高能效密封散热结构优化设计方面的研究工作，最终得到高速磁性液体机械密封综合设计及优化新方法，揭示高速磁性液体机械密封中的磁/液/机/热能量转换与传递机理，形成符合设计要求的高速磁性液体机械密封样件。同时，研究高速磁性液体密封装置的试验测试方法，对高速磁性液体密封装置进行不同转速下磁感应强度、转矩、压力、泄漏率和温度特性测试，研究提高其高速动密封性能的改进措施。

3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

该课题依托横向项目，总经费68万元，研究经费充足。