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： 基于仿生的柔性复合材料表面可控设计及摩擦学机理研究

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

《中国民用航空发展第十三个五年规划》指出，我国通用航空器将达到5000架以上。另据报道，我国军队现役装备的飞机总量约为3400架。飞机舱门密封是防止舱内漏气或失压的重要保障，而橡胶密封件是关键部件，主要由橡胶和织物组成，其性能对飞行安全有重要意义。随着航空技术发展和国家战略需要，飞机在海洋气候、沙尘等复杂环境下服役需求急剧增加，舱门密封问题显得更为突出，对橡胶密封性能设计带来了严峻考验。以舰载机为例，它有90%以上的时间停放在航母甲板或甲板下方的机库内，须面对高温、高湿及高酸性盐雾等海洋气候环境。此外，军用飞机还需满足多任务环境飞行要求，如沙尘环境下颗粒物对舱门密封性能影响显著，尤其是在我国沙尘频繁的西北地区。面临新的环境考验，一方面需提高橡胶密封材料服役寿命，另一方面揭示复杂环境下密封失效机理，实现密封性能可控设计显得更为关键。然而，我国关于复杂环境下飞机舱门橡胶织物复合材料失效机理研究目前还近乎空白，密封性能可控设计更是缺乏。我国在上述研究领域中的基础研究缺失导致国内还不能为有效实现复杂环境下飞机舱门密封结构可控设计并延长其服役寿命等方面提供足够的科学依据和可靠的解决途径，严重影响飞行安全。因此，迫切需要开展复杂服役环境下柔性橡胶复合材料密封失效机理及其可控设计研究，为高性能飞机舱门密封制品设计与制备提供理论支撑。

本课题将从橡胶密封材料多因素耦合老化失效机理研究入手，揭示其接触表面微观形貌及其宏观物理力学性能的演化规律。基于此，结合实验与仿真手段，揭示复杂服役环境对橡胶织物复合材料密封性能的影响规律，结合仿生学研究，提出一套基于多尺度仿真的密封性能可控设计方法。本项目的研究成果必将为高性能飞机舱橡胶密封制品设计与制备提供理论和技术支撑，进而为飞机多任务飞行安全提供保障。

3.该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

该选题经费充足，该方向可用研究经费175万，为该方向的研究奠定基础。依托的科研项目有：1.军委科技委基础加强计划重点基础研究项目专题（100万，负责人）；2. 中国航发合作课题（20万，负责人）；3. 中国航发合作课题（20万，负责人）；4.航天一院合作课题（35万，负责人）。

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： 苛刻服役工况下橡胶材料的热粘滑磨损机理研究

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

大飞机一般指起飞重量超100吨的军/民用运输类飞机，也包括150座以上的干线客机。截至2017年底，我国民航干线飞机共3103架，其中波音占比 50.5%（1569架）。发展国产大飞机，对提高我国综合国力具有极为重要的意义。2017年5月C919顺利完成首飞，更大的CR929预计在2025年首飞。大飞机轮胎是维系起降安全保障的关键部件，也是大飞机国产化的重要组成部分。目前，米其林在航空子午胎领域占主导地位，C919的也是由其提供。显然，大飞机航空子午胎国产化势在必行。而航空子午胎是大飞机与机场道面接触的唯一部件，其服役工况远较车辆轮胎苛刻（高载、高速、大变形），起飞与降落阶段飞机事故发生的频率最高，占飞行事故一半以上。这一苛刻工况下航空子午胎与机场道面的高速摩擦行为直接影响其摩擦温升及胎面磨损，进而影响飞机的安全性。航空轮胎是飞机与道面接触的唯一部件，在着陆过程中承受着复杂的交变应力和热应力，是服役条件最苛刻的航空橡胶制品之一。据统计，飞机着陆瞬间及前几分钟内发生的飞行事故占总事故数的50%以上，其中80%与轮胎有关。航空轮胎着陆工况远较传统车辆轮胎苛刻，尤其是大飞机航空轮胎；其单胎负荷大于15吨，着陆速度大于200 km/h。由于橡胶粘弹性和冲击摩擦耦合作用，着陆时轮胎局部温度最高达150° C以上，使橡胶材料的微观结构、物理力学性能等发生剧烈的演变，进而影响其磨损机制。且道面形貌特征对航空轮胎磨损也有很大影响。因此，为确保飞机的着陆安全，航空轮胎必须具备有良好的高温耐磨性。又因航空轮胎胎面橡胶材料直接与道面摩擦接触，故胎面橡胶材料的高温磨损性能研究显得尤为必要，对航空轮胎耐磨性设计具有重要指导意义。 基于国内外研究现状可知，建立苛刻工况下胎面橡胶材料与道面冲击摩擦实验方法，揭示温度、工况参数、粗糙道面形貌特征与胎面橡胶材料磨损行为的内在关系是研究其冲击摩擦磨损问题的重点。

为此，本课题将基于热力耦合数值模拟，结合冲击摩擦磨损相关实验手段，开展苛刻工况下杜仲橡胶材料与道面的热粘滑磨损机理及其抗磨方法的基础科学研究，为大飞机高耐磨航空子午线轮胎胎面材料设计与制备提供理论依据。

3.该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

该选题经费充足，该方向在研科研经费118万，为该方向的研究奠定基础。依托的科研项目有：1、国家自然科学基金面上项目（(52075119，58万，负责人）；2、国家自然科学基金重大项目课题（51790502，本人承担40万子课题负责人）；3、山东省重点研发计划（2019GGX102051，20万，负责人）；4、山东省自然科学基金项目（ZR2018QEE004，14万，负责人）；5、威海科技计划项目（2017DXGJ011，10万，负责人）。