

2024年招生计划		
四、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：旋翼式火星飞行器设计与控制		
选题类别： <input type="checkbox"/> 基础性研究 <input type="checkbox"/> 应用性研究 <input checked="" type="checkbox"/> 工程技术攻关研究		
<input type="checkbox"/> 新开辟的研究方向 <input type="checkbox"/> 已有研究方向的继续 <input type="checkbox"/> 其他		
2. 博士论文的选题背景及意义和主要研究内容简介		
<p>旋翼式火星无人机作为空中探测平台对火星探测任务具有重要的意义，主要体现在：1）无人机的飞行速率比火星车的行进速率高一个数量级，这极大地提升了火星的探测速度和效率；2）无人机能够适应复杂多变的火星地形，飞跃峡谷、沙丘等火星漫游车难以到达的区域；3）无人机广阔的高空视野能够扩展火星漫游车的探测范围，这有助于火星车选择前进路线并远离沙坑等危险区域。火星飞行环境与地球飞行环境存在极大的差异。火星大气密度仅为地球大气密度的七十分之一，此时黏性效应与流场分离现象对无人机的气动特性将产生巨大影响，因此建立在高雷诺数基础上的飞行理论已经难以满足火星无人机的低雷诺数飞行理论建模需求。美国NASA预计于2020年在发射火星车的同时，携带一个1 kg左右的旋翼式火星无人机，目前已在地球上完成了各种环境测试。我国计划于2020年发射火星探测器，对火星的大气环境、地形地貌、微重力环境及自然现象进行研究，这将为我国开展火星无人机研究奠定良好的技术基础，从而加快我国深空探测的研究进程。在邓宗全教授的强力支持下，开辟了火星无人机研究方向。火星无人机的研究工作主要包括四个方面：1）空气动力学建模与仿真，采用计算机模拟无人机在火星大气环境中的飞行状态，完善低雷诺数条件下层流、紊流理论，准确评估层流分离等现象对仿真结果的影响；2）低气压实验测试，构建了具有超低压环境的火星大气环境模拟器，通过对不同形式旋翼的升阻特性与动力学特性进行测试与对比，完成旋翼结构形式的优选；3）无人机姿态控制，实现无人机在低气压环境下的悬停、移动、旋转等运动状态改变；4）无人机系统集成，采用集成化方法将无人机各功能部分模块化以降低无人机的总质量，从而提高无人机的有效载荷能力与工作时长。目前，已成功研制了火星大气环境模拟器与旋翼升阻特性测试平台，探讨了火星低雷诺数环境下的旋翼构型及气动特性。邓宗全教授将火星无人机方向上未来研制的原理样机命名为“火星飞鸟”系列。火星无人机的研究将为我国在2030年前后在火星实现无人飞行科学探测奠定技术基础。</p> <p>1）火星飞行环境数值模拟与飞行条件分析：我国尚未成功开展火星探测任务，没有掌握火星大气的实际探测数据。针对火星的稀薄大气环境，构建适用于着陆区范围的低空含尘大气模型，确定飞行器飞行工况的边界条件。</p> <p>2）低雷诺数翼型设计理论与方法研究：研究针对低雷诺数、高马赫数状态下的翼型设计方法，提出适用于火星大气环境的低雷诺数翼型，研究低雷诺数翼型动力学特性与飞行效率评价理论和方法。</p> <p>3）火星飞行器旋翼气动特性及组构方法研究：研究火星飞行器旋翼桨叶的设计方法与组合旋翼的动力学特性，通过提取不同组构旋翼的形式特点及适用范围，创新设计出适应不同探测任务需求的旋翼组构形式。</p> <p>4）信息缺失条件下的自主飞行控制方法：针对火星大气环境特点与火星地形地貌特征，开展基于视觉与高度计信息融合的地形相对导航研究。</p> <p>5）火星飞行器原理样机研制及性能评价：研究轻质高效的飞行器机械系统设计与控制系统设计方法，实现飞行器配置方案的最优化。针对火星大气环境特点搭建火星大气环境模拟系统，进行原理样机姿态控制测试与复杂飞行工况测试，验证原理样机的自主导航性能与地形构建功能。</p>		
3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况		
中国空间技术研究院		