2022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： 小行星探测

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

围绕基于超声波钻的锚固采样的工程需求， 建立小行星探测锚固过程的理论模型， 并结合小行星表面特性，研
究环境工况对锚固装置的影响。 主要研究内容包括：
1、 基于圆弧破坏面假设及极限平衡原理， 利用郎肯被动黏性土压力理论和莫尔库伦强度准则， 建立单杆锚体锚
固过程的理论模型， 利用理论模型对影响锚固性能的环境参数进行分析。
2、 结合小行星表面特性， 对影响锚固性能的环境参数进行分析， 利用仿真研究摩擦角、 黏结强度、 孔隙率、 锚
土摩擦系数等环境参数对锚固过程的影响规律。
3、 分析影响锚固性能的参数， 并利用仿真研究锚体叶片个数、 单杆上锚体个数等锚体改进结构参数对锚固性能
的影响。
4、 针对整体锚固装置的结构特点、 颗粒床的外形尺寸、 内部颗粒的尺寸及颗粒间接触模型， 建立多杆锚体锚固
的离散元仿真模型， 通过对比仿真结果与实验结果验证仿真建立的离散元仿真模型准确性。
5、 设计搭建三自由度气浮实验平台， 并分别针对单杆锚体和多杆锚体研制地面微重力锚固实验平台。

3.该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

小行星探测预研项目
国家自然基金面上项目

2022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： 火星探测

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

针对未来火星探测的需求， 提出一种新型火星弹跳机器人， 该弹跳机器人结合串联弹性致动器与并联弹性腿式
机构， 采用复合的扭簧和直线弹簧作为储能元件来增大能量密度， 利用单电机单向旋转控制弹性能量的储存与
释放， 实现稳定、 高效、 高性能弹跳。 主要研究内容包括：
1、 弹跳机制设计及弹跳性能研究
1） 分析弹跳前的能量储存及弹跳动作的触发过程， 获得机器人弹跳机构构型参数对能量储存密度的影响规律，
进行参数优化来实现弹跳前的最大化能量储存。 2） 构建机器人弹跳动力学模型， 并进行实验验证。 3） 采用数
值模拟的手段分析机器人不同初始姿态下的弹跳起飞过程， 获得起跳前姿态对起飞瞬时姿态和起飞轨迹的影响规律。
2、 弹跳机器人在非结构化地形的姿态调控研究
1） 构建机器人在平地上从尾部转角到机体地面姿态的正向运动学模型， 获得尾部尺寸及位置参数对调姿范围的
影响规律。 2） 构建非结构化地形调姿时的正向运动学模型并确定调姿范围， 构建从机体姿态到尾部转角的逆向
运动学模型。 3） 构建机器人足端、 尾端与不同地面介质的接触力学模型， 并基于逆运动学模型规划尾部旋转轨
迹并针对不同特性的地面开展调姿实验。
3、 弹跳机器人连续弹跳控制研究
1） 分析弹跳机器人连续弹跳过程， 分解控制为路径规划及弹跳过程控制， 获得每部分控制策略。 2） 建立简化
的弹跳机器人系统模型并由仿真及单自由度实验台进行验证， 通过理论推导及仿真插值的方法建立弹跳机器人
三维空间内运动规律模型， 基于实验验证正确性。 3） 基于四元数法对机器人空中姿态进行解算， 由卡尔曼滤波
器通过陀螺仪与加速度计所测得的重力加速度向量叉乘进行误差补偿， 研究的基于机器人弹跳动力学模型的姿态补偿方法。

3.该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

火星探测预研项目