

2025年招生计划

1. 博士论文研究方向：

地外星球高荷重比运载系统设计方法；高性能轮式移动系统构造方法及运动控制策略；  
索驱并联机器人设计方法及实验

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

1) 地外星球高荷重比运载系统设计方法研究：运载系统是地外星球载人移动探测、无人货运、工程作业、大范围机动采样的共性需求，将获得多型号、多场景、长时间的应用。星表的重力场有差异、地形崎岖、星壤松软多变，传统地面运载车辆的设计理论及方法无法直接适用。由于载荷重力低，玉兔号月球车和祝融号火星车的载荷自重比为5:1、在研月面移动实验站可达7:1，而地面货车仅为0.6~1.5:1。低重力环境下可实现高荷重比，但也带来新问题：满载时整车的质心高、动载大，使得各方向固有频率过低、行驶稳定性差；空载/满载的车辆参数差异过大等问题。因此，揭示低重力对运载系统在崎岖地形的行驶稳定性影响机理，提出悬架、转向及驱动复合功能约束下的分布式移动系统构型方法，突破悬架参数设计及优化难题；在此基础上，复分析低重力场中连续地面激励下整车侧翻失稳机制，提出整车失稳风险判据和失稳边界描述，并针对失稳风险设计主动调控策略来实现整车主动附着和倾覆抑制，实现高荷重比运载系统在星表的高效稳定作业。本课题拟开展的主要研究内容包括：（1）星表高荷重比运载系统构型设计方法研究；（2）星表高荷重比运载系统侧翻稳定性机理研究；（3）星表高荷重比运载系统侧翻稳定性主动调控策略研究；（4）星表高荷重比运载系统地面实验与评估分析。

2) 高性能轮式移动系统构造方法及运动控制策略：内容简介：轮式移动具有高移动效率、承载力强、控制简单和可靠性高的特点被广泛应用，但在非结构地形下通过性能受到限制。因此，提高轮式移动系统的通过性能可以在结构化地形下的优势扩展至非结构地形下，可以获得媲美于足式移动系统性能，具有广泛的应用前景。提高轮式移动系统的通过性能主要有两种方法：（1）借鉴足式移动的离散支撑形式进行非结构地形下的障碍避让；（2）提高轮式移动的附着能力以增强其越障性能。本课题将基于不同方法展开高性能移动系统的构造方法研究，并根据不同形式的设计代价、性能差异给出最优的轮式移动系统设计方法。其次建立所设计的高性能的移动系统的运动学、动力学模型，分析两个层面上通过性提高的根本因素。最后以提高通过性进行控制目标的设计，并建立与新型移动系统特点匹配的运动控制策略。本课题拟开展的主要研究内容包括：（1）高性能轮式移动系统创成要素及构造方法研究；（2）高性能轮式移动系统动力学特性分析；（3）高性能轮式移动系统运动控制策略研究；（4）面向复杂地形的高性能轮式移动系统地面试验与评估。

3) 索驱并联机器人设计方法及实验：索驱并联机器人具有负载比高、运动空间大和安装便利的特点，在货物搬运、微低重力模拟和风洞流场测量等场合发挥重要作用。现有设计方法将索驱并联机器人设计为通用构型，设计目标为机器人各个自由度上具有各向同性的运动能力。而不同任务中，机器人在各个方向上的负载特点和运动需求等是不相同的。与通用构型相比，面向任务的索驱并联机器人应考虑定向刚度、定向操作度等方面进行设计构型，从而增大机器人在变化载荷方向的刚度和固有频率，减小机器人在运动方向的能耗。在机器人动平台的结构参数设计方面，现有设计方法将动平台尺寸参数作为变量、力可行条件作为约束，利用优化函数进行迭代求解，得到动平台尺寸结果。动平台参数与力可行条件的机理关系并不明确，缺乏动平台结构参数与可行张力的表达关系。鉴于上述两个问题，同时结合索驱并联机器人的力可行工作空间判断和绳索碰撞检测算法，完善面向任务的索驱并联机器人设计方法。主要研究内容包括：（1）索驱并联机器人的定向指标建模方法；（2）基于定向指标的索驱并联机器人构型优化设计及分析；（3）索驱并联机器人的样机研制与实验。

3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

经费来源于与北京卫星制造厂的合作项目、国家自然科学基金联合基金和校内重大培育项目等。

2025年招生计划

1. 博士论文研究方向：

地外星球高荷重比运载系统设计方法；高性能轮式移动系统构造方法及运动控制策略；  
索驱并联机器人设计方法及实验

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

1) 地外星球高荷重比运载系统设计方法研究：运载系统是地外星球载人移动探测、无人货运、工程作业、大范围机动采样的共性需求，将获得多型号、多场景、长时间的应用。星表的重力场有差异、地形崎岖、星壤松软多变，传统地面运载车辆的设计理论及方法无法直接适用。由于载荷重力低，玉兔号月球车和祝融号火星车的载荷自重比为5:1、在研月面移动实验站可达7:1，而地面货车仅为0.6~1.5:1。低重力环境下可实现高荷重比，但也带来新问题：满载时整车的质心高、动载大，使得各方向固有频率过低、行驶稳定性差；空载/满载的车辆参数差异过大等问题。因此，揭示低重力对运载系统在崎岖地形的行驶稳定性影响机理，提出悬架、转向及驱动复合功能约束下的分布式移动系统构型方法，突破悬架参数设计及优化难题；在此基础上，复分析低重力场中连续地面激励下整车侧翻失稳机制，提出整车失稳风险判据和失稳边界描述，并针对失稳风险设计主动调控策略来实现整车主动附着和倾覆抑制，实现高荷重比运载系统在星表的高效稳定作业。本课题拟开展的主要研究内容包括：（1）星表高荷重比运载系统构型设计方法研究；（2）星表高荷重比运载系统侧翻稳定性机理研究；（3）星表高荷重比运载系统侧翻稳定性主动调控策略研究；（4）星表高荷重比运载系统地面实验与评估分析。

2) 高性能轮式移动系统构造方法及运动控制策略：内容简介：轮式移动具有高移动效率、承载力强、控制简单和可靠性高的特点被广泛应用，但在非结构地形下通过性能受到限制。因此，提高轮式移动系统的通过性能可以在结构化地形下的优势扩展至非结构地形下，可以获得媲美于足式移动系统性能，具有广泛的应用前景。提高轮式移动系统的通过性能主要有两种方法：（1）借鉴足式移动的离散支撑形式进行非结构地形下的障碍避让；（2）提高轮式移动的附着能力以增强其越障性能。本课题将基于不同方法展开高性能移动系统的构造方法研究，并根据不同形式的设计代价、性能差异给出最优的轮式移动系统设计方法。其次建立所设计的高性能的移动系统的运动学、动力学模型，分析两个层面上通过性提高的根本因素。最后以提高通过性进行控制目标的设计，并建立与新型移动系统特点匹配的运动控制策略。本课题拟开展的主要研究内容包括：（1）高性能轮式移动系统创成要素及构造方法研究；（2）高性能轮式移动系统动力学特性分析；（3）高性能轮式移动系统运动控制策略研究；（4）面向复杂地形的高性能轮式移动系统地面试验与评估。

3) 索驱并联机器人设计方法及实验：索驱并联机器人具有负载比高、运动空间大和安装便利的特点，在货物搬运、微低重力模拟和风洞流场测量等场合发挥重要作用。现有设计方法将索驱并联机器人设计为通用构型，设计目标为机器人各个自由度上具有各向同性的运动能力。而不同任务中，机器人在各个方向上的负载特点和运动需求等是不相同的。与通用构型相比，面向任务的索驱并联机器人应考虑定向刚度、定向操作度等方面进行设计构型，从而增大机器人在变化载荷方向的刚度和固有频率，减小机器人在运动方向的能耗。在机器人动平台的结构参数设计方面，现有设计方法将动平台尺寸参数作为变量、力可行条件作为约束，利用优化函数进行迭代求解，得到动平台尺寸结果。动平台参数与力可行条件的机理关系并不明确，缺乏动平台结构参数与可行张力的表达关系。鉴于上述两个问题，同时结合索驱并联机器人的力可行工作空间判断和绳索碰撞检测算法，完善面向任务的索驱并联机器人设计方法。主要研究内容包括：（1）索驱并联机器人的定向指标建模方法；（2）基于定向指标的索驱并联机器人构型优化设计及分析；（3）索驱并联机器人的样机研制与实验。

3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

经费来源于与北京卫星制造厂的合作项目、国家自然科学基金联合基金和校内重大培育项目等。