

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： 基于电液直驱技术的智能人工动力下肢研究

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

人体助力、助残机械是机器人技术应用的一个重要领域，这种智能机械系统的主要目的就是给人提供辅助支撑并提供额外动力，通过辅助的方式增强人的自然体力或者改善人的肢体功能，使得人能够更好地适应自然环境。

由于种种原因，很多健康的人不幸失去了下肢小腿，通常的补救办法是安装义肢。但是目前的下肢义肢普遍只能是从外观上给予弥补，功能上除了给予一定程度的支撑外，失去下肢的残疾人很难获得下肢的其它功能。本课题所要研究的智能动力假肢不仅需要从外观上还原体形，给予了人体必要的支撑。同时结合高功率密度比的电液直驱伺服技术，假肢中的动力机构也将提供必要的能量帮助人的正常行走。这样就使得假肢穿戴使用者避免拖动假肢体进行移动而造成额外负担。基于电液直驱技术的动力膝关节和踝关节机构能够通过一个能量的转换过程（也包括能量的临时存储和释放过程）来实现这一功能，在穿戴者指引动力假肢着地的时候，假肢的储能元件能够存储一定的能量，当穿戴者需要抬起受残的腿和穿戴的假肢时，动力机构又能释放出一定的能量，协助受残的腿向前迈进。通过设计假肢的智能控制器，穿戴者只需要自然的行走，动力假肢就会根据行走的步态，根据地形情况和行走速度实时地调节机构中的执行器，配合穿戴者的另一只脚自如的完成行走动作。膝关节和踝关节是人体非常灵活的和重要的两个关节，如何提高其仿生性能，更加逼真地实现人体膝关节和踝关节的行为动作和功能是充满挑战的研究课题。该项研究将会给下肢受残或者具有行走功能障碍的人提供极大的便利。这对于改善他们的行走能力，改变他们的生活方式，扩展他们的活动空间，丰富他们的生活，具有极其重要的意义。

为了解决智能下肢假肢的高功率密度比需求，对机-液综合高集成度驱动的智能下肢假肢仿生结构、驱动关节及假肢感知运动融合技术进行系统性设计。提出基于电液直驱技术的机-液综合的人工动力脚踝系统设计原理，解决下肢假肢中膝、踝关节高功率密度比驱动需求。对驱动关节关键机电液部件进行轻量化和小型化研制，满足智能人工脚踝中机-液系统高度集成的需求。研制出可适应复杂地形和环境感知的人-假肢协调的智能下肢假肢。本课题的主要研究内容：1）人体正常行走膝关节、踝关节生物力学特性研究。对人体行走步态及行走过程中下肢中膝关节、踝关节的运动学和动力学进行分析，对步态周期中膝关节、踝关节的运动角度和扭矩特性进行研究。2）智能人工动力下假肢的设计。在对人体正常行走步态中膝关节、踝关节的分析基础上，设计满足人体行走步态功能和性能需求的动力下肢。对机械结构和电液直驱动力机构进行集成化设计。3）智能动力膝关节、踝关节下肢的测试及优化设计。对所设计出的智能动力假肢进行性能测试，针对其仿生性能进行优化设计。

3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

基于电液直驱技术的人工动力下肢假肢系统 经费来源：国家重点研发计划，科技部机器人专项下肢假肢项目编号2018YFB1307303

2023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
<div>1. 博士论文研究方向： 考虑作动器横向振动影响的并联机构固有频率特性研究</div> <div>选题类别：<input type="checkbox"/>基础性研究                      <input checked="" type="checkbox"/>应用性研究                      <input type="checkbox"/>工程技术攻关研究</div> <div><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</div>
<div>2. 博士论文的选题背景及意义和主要研究内容简介</div> <p>并联机构的固有频率是影响其系统性能的关键因素之一。目前使用的并联机构固有频率分析方法，以液压驱动的Stewart平台为例，主要是将液压缸等效成液压弹簧，六条液压支腿构成的弹簧刚度矩阵与系统质量矩阵相互作用，分析系统在六个自由度方向上的固有频率。然而在以往的研究实践中发现，用这种方法计算出的并联机构固有频率与实验中实际测出的机构固有频率相差较大，系统实际的固有频率比计算出的固有频率低很多。造成这种结果的原因却一直没有找到。</p> <p>在分析了以往实验中的现象之后，初步认为造成这种结果的原因是液压缸的横向振动固有频率过低，从而影响了整个系统的固有频率。根据力学知识，细长杆件在受压时会产生横向弯曲，且轴向压力越大，弯曲越大。而在并联机构，如典型的Stewart平台中，使用的液压缸通常为细长的单出杆液压缸，且其工作状态经常为轴向受压。因此，对这种作动器来说，由横向弯曲引起的横向振动在分析系统的特性时不应该被忽略。</p> <p>为了在并联机构特性分析中考虑作动器横向振动的影响，需要建立包含作动器横向振动影响的系统运动学、动力学模型和振动模态分析模型。目前对于考虑作动器横向振动影响的并联机构特性分析研究方向上仍需要进行理论分析和实验研究。这对于指导多自由度并联机构的优化设计及其控制性能改善，提高并联机构性能具有重大的理论研究价值。</p> <p>本课题的主要研究内容：1) 细长单出杆作动器横向振动特性分析。对并联机构中常用的细长单出杆作动器进行建模与分析。利用哈密顿原理建立作动器的运动微分方程以及约束方程，从而建立作动器横向振动的固有频率的分析模型。2) 建立考虑作动器横向振动影响的并联机构系统运动学、动力学模型和振动模态分析模型。在并联机构系统特性分析中综合考虑作动器横向振动的影响。3) 在建立的振动模态分析模型的基础上分析并联机构系统的固有频率特性。对考虑作动器横向振动影响的并联机构系统的固有频率特性进行分析，给出并联机构固有频率特性的准确表达。对于并联机构的优化设计提供理论依据。</p>
<div>3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况</div> <p>XXX机构组合体疲劳寿命试验台      航天科技集团公司第八研究院805所</p>