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： 软体爬壁机器人

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

汽轮机、核电站堆芯等复杂装备内部的关键零部件必需定期检测以保证其平稳运行，但大型零部件的拆解及运输消耗大量人力物力，且造成设备长时间停机，带来巨大的经济损失。为解决复杂装备内部零件状态的在体检测问题，提出超薄软体爬行机器人解决方案，让机器人沿设备内部零件表面爬行至待检区域，完成检测任务。为使机器人能够产生被动变形、实现与零件表面的充分贴合，拟采用弹簧骨架构造机器人柔性躯干、采用薄层软结构实现机器人脚与零件表面的自适应接触。为实现机器人的超薄尺寸，采用静电吸附方式，并利用吸附变形引起的绝缘层电容变化来测量吸附力，解决静电吸附力难以实现内部测量的问题。课题拟利用软体机器人解决汽轮机叶片裂纹的原位探测问题，研究结果对实现大型复杂装备内部零件的原位检测具有重要的理论和工程价值。主要内容包括：

1、软体爬壁机器人力学模型的构建
2、机器人软脚吸附变形模型的构建
3、机器人脚接触力及机器人自身变形感知
4、机器人变形控制及界面接触控制

3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

横向课题：基于软体机器人的汽轮机通流叶片叶身表面状态在线检测系统研究

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： 软体机械臂

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

面向太阳翼辅助解锁等典型的狭小空间维修操作需求，提出基于柔体操作臂携带末端维修工具的解决方案，研究该类型柔体操作臂的构型设计、力学模型、参数优化及变形控制问题，实现该类型多段长臂的准确位置控制。在此基础上研制末端操作器具，并开展太阳翼辅助解锁任务的地面模拟操作实验，为柔体机械臂的轨道空间应用提供基础理论和关键技术支撑，为在轨航天器的维修操作提供创新解决方案。主要研究内容如下：

1） 超大弯曲变形弹簧骨架的力学建模问题

本项目使用的弹簧骨架较传统弹簧不同，因为本项目不仅将其作为伸缩弹簧使用，还将其作为柔性梁使用，利用线驱动使其产生超大弯曲变形。在弹簧弯曲变形建模方面，尚无可借鉴的成果，本项目将探索该类弹簧在超大弯曲变形过程中的力学问题，建立相关模型，为其参数优化和变形控制提供理论依据。

2） 线驱动柔性弹簧骨架的变形控制

本项目利用驱动线的位移解算弹簧骨架的变形量，进而解算软体机械臂的臂形及末端位置姿态；同时将柔性弹簧骨架作为传感元件，利用其电感变化测量机器人的伸缩和弯曲，对计算结果进行校准。利用驱动线位移与臂形和末端位姿之间的关系控制电机位移，实现机械臂末端执行器的准确位姿控制。

3） 软体机械臂的环境感知及自身状态感知

3.该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

航天五院CAST创新基金：面向航天器在轨维修的狭小空间柔体操作臂关键技术研究