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： 张拉整体机器人刚度分布特性及内禀曲率控制研究

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

仿生机器鱼是一种极具发展前景的自主水下航行器，它在我国智慧海洋战略框架下占有重要地位。但从目前的仿生机器鱼的游动效率和游动速度等性能指标来看，仍然与真鱼的卓越游动性能存在巨大差距。本申请研究对象为一种张拉式柔性仿生机器鱼，其特征在于：采用张拉式柔性关节代替传统机器鱼的刚性关节，使得鱼体骨骼刚性构件能够浮动连接，从而克服传统机器鱼因关节增多、摆动频率增加而造成的机械摩擦损失大的缺点，提高了鱼体的身体机械传递效率，在缩短与真鱼的游动性能差距方面，开辟了新的解决路径。张拉式柔性仿生机器鱼属于机器人新兴领域——张拉机器人，它是张拉整体结构快速向机器人领域渗透的结果。它继承了张拉整体结构轻量、承载能力强的优点，经过可靠性设计，有望扩展为身体长度在3米到30米大尺度机器鱼，具有可观的军事价值；张拉式鱼体易于采用浸水式设计，在深水作业方面有较大的挖掘潜力。张拉式柔性仿生机器鱼还是一种用于鱼类高效游动机理研究的科学样机。在鱼类游动机理研究中，主/被动游动系统的研究正逐渐成为国际学者们关注的热点和前沿方向。对于真实鱼类的游动来说，其鱼体的波动或摆动显然是主动游动与被动游动两种机制共同作用的结果。遗憾的是，之前的研究只关注了二者之一的作用，而没有考虑二者的共同影响，这也是目前仿生机器鱼游动性功能提升的主要障碍之一。其研究的难点在于，缺少一种机器鱼科学样机作为有效的实验手段。这种机器鱼科学样机必须具有鱼类的某个或某几个与游动性能有关的身体特征，并能够对这些特征进行独立操控和改变，从而进行定量试验和分析，验证科学假说，寻找其中的规律。而本研究提出的张拉机器鱼具有身体刚度分布与关节角度独立可控的特点，正可以用于主/被动游动系统的协调匹配机制的实验研究。

3.该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

本课题是国家自然科学基金面上项目“基于超冗余串并联机构的变刚度仿生摆动推进装置机理及其关键技术研究(51275127) ”的延续和拓展。课题组前期在柔性鱼体的高效游动机理分析、变刚度设计、游动模型等方面开展了深入研究，提出的张拉式柔性机器鱼科学样机的已经取得了一些突破性的科研成果，得到了仿生游动领域的国内外学者关注。部分研究成果发表在 IEEE Transactions on Robotics, Soft Robotics等机器人领域顶级期刊上。现已具备张拉关节试验台、张拉柔性机械臂、 高速摄像头、实验水池、小型 3D 打印机等实验设备，这些设备为本项目的实施提供了 部分实验条件。项目的部分经费来源于“深远海多功能救助船工程开发与专用救助装备研制”子课题，课题组也正在积极争取“国防科技173计划基金”的经费支持。