

2023年招生计划

三、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： 上肢外骨骼康复机器人人机共融控制与康复评价方法

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

该选题以中风患者(Contralateral Seventh Cervical Nerve Transfer, CSCNT)术可重建上肢患侧的运动神经通路的神经医学理论为依据，以线驱动上肢外骨骼康复机器人为研究对象，面向术后导致新的康复任务需求，重点解决可互换全上肢仿生外骨骼机构设计、基于人机共融刚度模型的变刚度柔顺控制和面向人机协同康复模式的多维度运动能力评价方案等若干共性关键技术问题，为CSCNT术后中风患者加快上肢康复进程和提高康复效果奠定理论与技术基础。

主要研究内容包括：

(1) 本课题拟设计一种全上肢可互换仿生外骨骼机构。采用并-串联线驱动机构以及人机相容性思想设计基于平行四连杆的并联线驱动肩部外骨骼、基于类杠杆被动补偿机构的拮抗扭簧串联线驱动肘部外骨骼。特别是需要考虑腕、手距离人体躯干远、等效惯量大设计四边形簧片并联线驱动腕部外骨骼、以及“三明治”簧片串联欠驱动手部外骨骼。引入镜像互换的设计思想，解决健侧和患侧外骨骼便捷互换问题，满足CSCNT术后康复训练需求。

(2) 本课题将所设计上肢外骨骼康复机器人视为人机共融系统，拟研究基于人机共融刚度模型的变刚度柔顺控制策略。利用sEMG和Hill肌肉力学模型获取肌肉刚度，融合人体上肢骨骼刚度和外骨骼机器人刚度，构建可实时更新的人机共融刚度模型，实现具有变刚度反馈的人机共融柔顺控制策略，提高人机共融系统的刚度与柔顺性之间的兼容性。

(3) 本课题拟研究面向“模仿-同步-合作”人机协同康复模式的多维度运动能力评价方法。根据多康复模式的不同任务类型，凝练了肌肉疲劳度、训练路径精度与健患肢合作任务完成度三个不同维度的运动能力评价指标，实现康复全过程的差异化与精量化评价，并通过临床试验进行具体验证。

3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

国家自然科学基金面上项目（62073097）。