

# 冬奥冰雪运动损伤康复机器人

## 1 技术背景

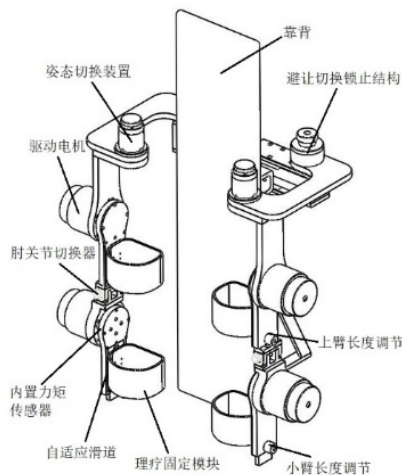
在开展冬奥会及冬残奥会运动项目时，往往因运动量大、外界气候寒冷等，致使局部血液循环差、肌肉顺应性差甚至肌肉痉挛，运动员上场比赛极易导致肌肉、韧带、关节囊、骨关节等组织受伤，不仅直接影响比赛成绩，而且损伤多为复合损伤，涉及多个器官、组织。因此，快速有效地止痛、修复各种运动损伤，是冰雪运动医疗保障的重要工作内容。

常规的运动性损伤康复严重依赖人工，存在治疗周期长、康复效果欠佳、康复设备单一且缺乏整体性和智能性等不足。通过机器人手段，根据运动损伤的具体特点，将机械治疗、按摩、磁疗、热疗等多种运动治疗和物理治疗手段耦合、协同治疗，能更好地提高康复效果，达到快速康复目的。此外，利用冬奥会的社会影响和后期带动效应，冰雪运动及户外运动在我国将会出现发展高潮，运动康复产品以及衍生的其他运动损伤产品需求量将稳步增长。

## 2 技术方案

结合冬奥会以及冬残奥会竞赛过程中容易出现多器官、多组织损伤的特点，进行运动性损伤康复医疗基础数据分析及实验研究，将单一功能康复治疗和多功能康复治疗手段的数据进行对比，识别运行性损伤康复治疗的关键数据及影响机制，并应用于临床实验研究，为运动性损伤康复机器人的研制提供基础数据和技术要求。

针对上下肢康复形式、主被动运动康复模式的功能需求，耦合按摩、电疗、磁疗、热疗等多功能康复治疗方法，将机械、物理等多种疗法合理集成，进行康复机器人上下肢运动机构、主被动运动机构、运动员力量训练机构等运动学和动力学分析，突破运动性损伤多姿态全身康复机器人机构设计和多功能康复控制等关键技术；通过合理施加运动关节温度场、振动场及表面肌电信号，改善中枢神经系统肌肉运动的协调性，建立从外周到中枢再到外周的康复训练闭环神经控制通路；运动功能康复本质是脑功能层面的重塑与代偿，通过控制技术和传感器技术，来构建人-机之间最优的辅助力传递和互动模式，刺激脑功能的活跃，达到快速康复的目的。



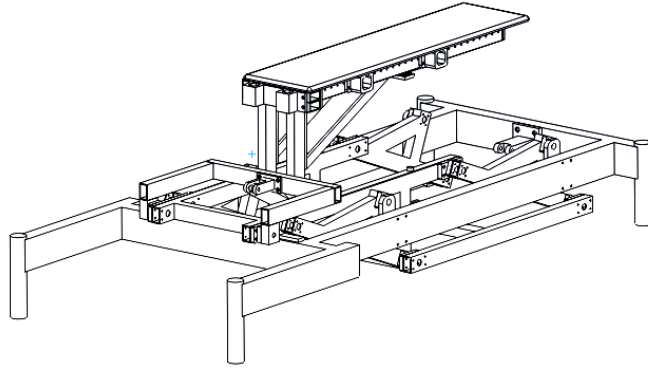


图 1 上肢康复部分结构图

图 2 多功能床体整体结构图

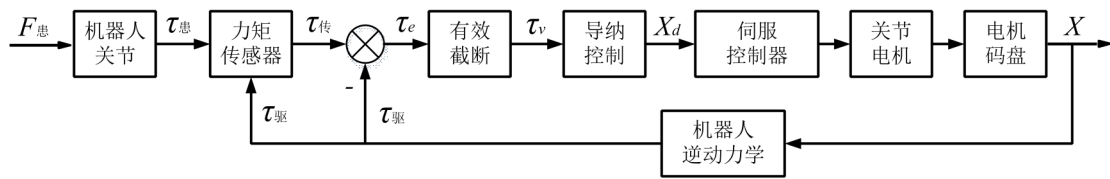


图 3 基于导纳控制的等速运动控制模型

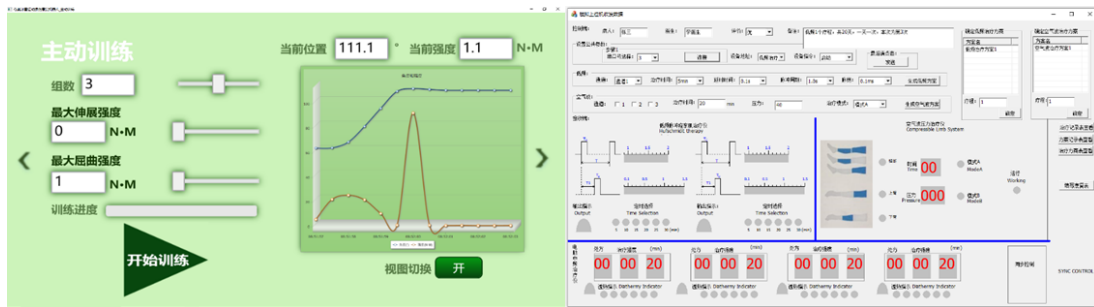


图 4 多数据融合康复管理系统

### 3 技术指标

#### (1) 功能

- ✓ 康复部位：肩、肘、髋、膝、踝；
- ✓ 康复姿态：躺姿、坐姿、站姿；
- ✓ 康复方式：运动康复（主动、被动、助动）耦合理疗康复（空气压力波、电疗、热疗）；

#### (2) 机构主体部分参数

- ✓ 最大适合承受重量 220kg；
- ✓ 适合身高范围 135-240cm；
- ✓ 下肢活动范围超过 0-180° ；
- ✓ 上肢活动调节范围 0-180° ；
- ✓ 踝关节屈伸角度超过屈曲 0-45° ，背屈 0-25° ；

#### (3) 理疗部分参数

- ✓ 按摩气压：25kPa-32kPa，分级可调；
- ✓ 脉冲频率：3Hz-1000Hz，分级可调；
- ✓ 热疗温度：37-42℃，分级可调。

#### 4 应用案例

(1) 2018年10月-2019年12月，在北京清华长庚医院完成34例踝关节损伤康复，患者康复评估717项/次，踝关节机器人训练734人次。

(2) 2019年7月-2019年12月，在张家口市第二医院进行了运动性损伤康复机器人临床试用，共完成各类运动性损伤患者训练36例。





图 5 患者临床康复训练情况

## 5 对接联系

联系人：薛龙（机械工程学院教授） 曹莹瑜（机械工程学院高工）

邮 箱：caoyingyu@bipt.edu.cn