

家居环境下的创新智能手臂关节训练器械外观设计与场景布局优化

陈鹏¹, 徐文俊^{1*}, 杨宇飞², 叶佳琦¹, 杨洋¹, 张鑫¹, 程源¹, 王若兰¹

1. 衢州职业技术学院 机电工程学院, 浙江 衢州 324000

2. 长春理工大学 机电工程学院, 吉林 长春 130022

摘要 : 随着中国老龄化趋势的加剧, 老年人居家锻炼需求日益增长。本文针对老年人的生理特点和家庭环境, 分析了家居环境下老年人手臂关节训练的需求, 并提出了一款创新智能手臂关节训练器械的设计方案。通过外观设计与场景布局优化, 旨在为老年人提供安全、有效、便捷的锻炼体验。同时, 探讨了器械的技术创新方向、市场前景及产业发展建议, 为未来智能训练器械的发展提供了参考。

关键词 : 老龄化; 家居环境; 手臂关节训练; 智能器械; 外观设计; 场景布局

Innovative Smart Arm Joint Training Device Design and Scene Layout Optimization in Home Environment

Chen Peng¹, Xu Wenjun^{1*}, Yang Yufei², Ye Jiaqi¹, Yang Yang¹, Zhang Xin¹, Cheng Yuan¹, Wang Ruolan¹

1. School of Mechanical and Electrical Engineering, Quzhou College of Technology, Quzhou, Zhejiang 324000

2. School of Mechanical and Electrical Engineering, Changchun University of Science and Technology, Changchun, Jilin 130022

Abstract : With the intensifying trend of aging in China, the demand for home exercise among the elderly is growing. Based on the physiological characteristics of the elderly and the home environment, this paper analyzes the needs of arm joint training for the elderly in the home environment and proposes a design plan for an innovative smart arm joint training device. Through the optimization of exterior design and scene layout, it aims to provide a safe, effective, and convenient exercise experience for the elderly. At the same time, it explores the direction of technological innovation, market prospects, and industrial development suggestions for the device, providing a reference for the future development of smart training devices.

Keywords : aging; home environment; arm joint training; smart device; exterior design; scene layout

引言

在人口老龄化日益严重的当下, 如何有效提升老年人的生活质量, 已成为社会关注的焦点。家庭作为老年人日常活动的主要场所, 其环境下的锻炼设施显得尤为重要。本文围绕老年人手臂关节训练的需求, 展开了对家居环境下智能手臂关节训练器械的设计与优化研究, 旨在为老年人提供更加舒适、便捷的居家锻炼解决方案。

一、家居环境下老年人手臂关节训练需求分析

随着中国老龄化趋势的加剧, 老年人群体的健康问题日益凸显。在这一背景下, 针对老年人的生理特点和生活环境, 分析他们在家庭室内对手臂关节训练的需求, 对于设计出符合实际需要的智能训练器械具有重要意义。

(一) 老年人生理特点与锻炼需求

随着年龄的增长, 老年人的生理功能逐渐退化, 尤其是肌肉力量、关节灵活性和平衡能力的下降, 使得肩、肘、腕等关节部位容易出现酸痛和僵硬等问题。针对这些变化, 老年人对手臂关

节的锻炼需求显得尤为重要。他们需要通过锻炼来增强关节的活动范围, 预防关节僵硬, 提高肌肉力量以维持日常生活的自理能力, 改善血液循环以缓解关节疼痛, 并通过适度的锻炼来增强身体的整体协调性和平衡性。这些锻炼需求共同构成了老年人对手臂关节训练的核心目标, 即通过有效的锻炼方法, 改善和维持关节健康, 提升生活质量。

(二) 家庭室内锻炼环境分析

根据走访参观社区养老环境发现, 在健身器材建设时都采用自上而下进行建设, 这就带来了实际健身器材与老年人实际需求之间的供需错位, 缺少综合性老年公共活动设施。全民健身的推

基金项目: 2023年浙江省大学生科技创新项目(2023R479001), 2023年浙江省高职教育“十四五”第一批教学改革项目(jg20230250), 2023年衢州市科技计划指导性项目(2023ZD127)。

通讯作者: 徐文俊(1981—), 男, 教授, 研究方向: 机械设计CAD/CAE、工业外观设计。E-mail: 2668876648@qq.com。

广，老年人对于社区内配备的专业健身器材使用方式非常陌生，锻炼强度也是参差不齐，锻炼类别更是较为单一。所以，从老年人运动健身的角度分析，针对老年人需求与养老健身器材服务设施配置之间存在的问题，探寻适宜老年人的室内健身方式和器材，为老年人群提供科学健康的运动方式研究成为重点^[1]。

而家庭室内环境作为老年人日常锻炼的主要场所，具有其独特的特点。空间上的限制要求锻炼器械设计小巧，以便于在有限的空间内存放和使用；同时，安全性是老年人锻炼时的首要考虑因素，需要器械具备防滑、防碰撞等安全特性。此外，器械的操作便捷性对于老年人来说至关重要，以确保他们能够独立且轻松地使用。当然，锻炼环境的舒适性也是不可忽视的，一个舒适的环境能够提高老年人锻炼的愉悦感和持续性，从而更好地促进他们的健康。

（三）市场现有产品存在的问题

市场上现有的手臂关节训练器械在实际应用中面临着一些挑战，如适应性不佳，未能充分考虑到老年人的生理特点和需求，操作复杂使得老年人难以轻松使用，安全性不足导致使用过程中存在风险，以及设计上缺乏人性化，忽略了老年人的使用习惯和心理需求^[2]。这些问题表明，家居环境下的老年人手臂关节训练器械设计需要更加注重用户体验，深入考虑老年人的实际需求，家庭环境的限制，以及市场的具体要求，以确保器械的安全、有效和便捷，从而更好地服务于老年人的健康锻炼。

二、创新智能手臂关节训练器械外观设计

在老龄化社会的背景下，为了满足老年人居家锻炼的需求，我们致力于设计一款创新智能手臂关节训练器械。本章节将详细介绍设计理念与原则，器械的结构组成与功能，以及外观造型的创新之处，旨在打造一款既实用又符合老年人审美的训练器械。

（一）设计理念与原则

以用户为中心的设计理念，将老年人的使用体验置于核心位置，确保了器械操作的简便性和使用舒适度^[3]。设计中追求功能与美观的和谐统一，在确保器械实用性的同时，外观设计也成为家居环境的一抹亮色。智能化与个性化的融入，通过先进技术实现器械的定制化设置，满足不同用户的特定锻炼需求。在设计原则方面，安全性是首要考虑，确保器械在使用中的稳定与可靠，预防潜在的安全隐患。舒适性同样重要，产品设计充分考虑到老年人的生理特征，遵循人体工程学原则^[4]。易用性也是设计的关键，操作流程的简化使得老年人能够轻松上手，极大提升了产品的设计水准和用户体验。

（二）器械结构组成与功能

本智能手臂关节训练器械是一款集成了先进机械结构与智能控制系统的创新产品。它由稳定的底座、无急回四杆机构、导轨滑块机构、精密伺服电机、电气控制系统和触摸屏组成。底座采用坚固的三角形结构，并配备防滑垫，确保了器械在使用过程中的稳定性和安全性。

无急回四杆机构是器械的核心部分，它能够在导轨滑块机构的辅助下自由上下移动，实现高度的无级调节，满足不同身高用户的需求。机构的蓝色杆和白色杆上端设有多个孔洞，通过插销连接，可以调节杆长尺寸，提供三种不同的角度参数，以适应患

者对多样化训练角度的需求。

在无急回四杆机构的白色杆下端，设有两个手柄，用户可通过握持不同的手柄进行圆弧曲线和近似椭圆曲线的训练。而蓝色杆上端的手柄则用于圆周曲线训练，丰富了训练方式，满足患者对多样化运动路径的需求。

电气控制系统采用 Siemens 触摸屏作为上位机，与 PLC 下位机相结合，实现了器械的智能控制。触摸屏上设有启动、复位、停止等按键，并配备红、绿、黄三色指示灯，清晰显示机器的工作状态。此外，触摸屏还具备计数功能，能够动态显示训练次数，既可累加也可清零，为用户提供便捷的数据追踪^[5]。

整体而言，这款智能手臂关节训练器械不仅设计精良，功能全面，而且通过精密伺服电机的精准控制和智能系统的优化，为用户提供了一个安全、有效、个性化的锻炼解决方案。



（三）外观造型创新

器械主体选用高品质铝合金材质，确保了轻便与耐用性，色彩上则选用温馨的米白色和淡蓝色，既迎合了老年人的审美偏好，也能和谐融入家居环境。外观设计方面，深入应用人机工程学原理，握把的形状、大小和位置均针对老年人的手形进行优化，减少使用时的不适，同时，触摸屏的角度和高度也经过精心设计，方便老年人查看和操作。整体设计旨在创建一款既满足老年人实际需求又具有现代家居美感的智能手臂关节训练器械，以提升老年人的生活质量，享受健康生活。

三、智能手臂关节训练器械场景布局优化

随着智能家居理念的深入人心，如何将智能手臂关节训练器械和谐地融入家庭环境，成为一个重要的设计考量。本章节将探讨场景布局的原则，家庭室内空间的有效利用，器械摆放与使用场景的适配，以及智能交互与场景的融合，旨在为老年人提供一个舒适、便捷的锻炼环境。

（一）场景布局原则

在设计布局时，先确保器械的功能性，使其能够安全高效地服务于锻炼目标。同时，亦注重美观性，确保器械的摆放与家居风格相得益彰，以保持环境的整体美观与和谐。舒适性是设计的另一个重点，细致考虑使用者的体验，力求在使用过程中不造成任何不便^[6]。安全性始终是关注的焦点，器械的摆放不仅要求稳固可靠，还要预防家中其他成员，尤其是儿童的意外触碰或误用，确保家庭环境的安全性。

（二）家庭室内空间利用

在规划家庭训练器械的布局过程中，深入分析各个区域的功能与活动特征，以寻找最适合的放置地点。通过精心设计的家具布局

和室内装饰,训练器械得以无缝融入家居环境,无论是在客厅的温馨角落还是卧室的开放空间,都能和谐存在。同时,注重空间的充分利用,确保在使用器械时,周围环境宽敞,不会造成使用上的不便或安全隐患,从而提升整体的锻炼体验和居住安全性。

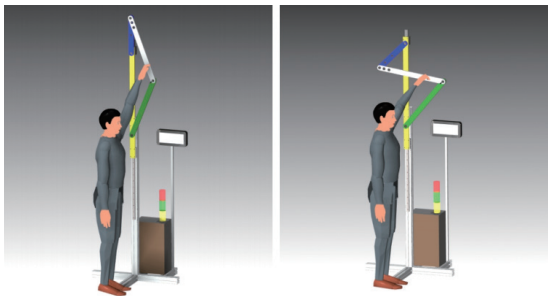
(三) 器械摆放与使用场景适配

在构思家居环境中的智能手臂关节训练器械布局时,选择合适的放置位置显得尤为关键^[7]。理想的位置应该是那些易于到达、光线充足的区域,这样不仅能够为老年人提供便利,还能确保他们在使用过程中拥有良好的视野和充足的光线。将器械安置在靠近窗户或电视的地方,可以使得老年人在锻炼时享受到户外的自然景观或室内的娱乐节目,这样的设计不仅增加了锻炼的乐趣,也提高了他们持续锻炼的动力。

此外,器械的摆放方向也应考虑到使用者的个人习惯和具体需求,确保操作界面朝向最有利于用户的方向。为了进一步提升使用体验,辅助设施的配置同样重要。在训练器械周围安装扶手、配置舒适的座椅,以及考虑到放置水杯和小物品的托盘,这些细节都能为老年人在锻炼前后提供必要的便利和支撑。

(四) 智能交互与场景融合

通过智能家居系统的整合,训练器械与家中其他智能设备如电视、音响等实现互联,创造出更加丰富和互动的锻炼体验。智能系统的应用还允许器械根据使用者的习惯和身体状况自动调整设置,实现定制化的锻炼方案^[8]。此外,通过设计多种锻炼情景模式,如早晨唤醒和晚间放松,锻炼过程变得更有趣味和多样性。这些场景布局的优化不仅为老年人打造了一个高效的锻炼环境,同时也提升了家居的舒适度和智能化水平,将锻炼转化为日常生活中的一种享受。



四、家居环境下智能手臂关节训练器械发展趋势

随着科技的不断进步和人口老龄化问题的加剧,智能手臂关节训练器械在家庭健康领域扮演着越来越重要的角色。本章节将探讨家居环境下智能手臂关节训练器械的技术创新方向,市场前景展望,以及产业发展建议,为未来的产品研发和市场布局提供参考。

(一) 技术创新方向

集成先进的传感器和人工智能技术,训练器械实现了智能监测、实时反馈和自适应调整,从而为用户提供了量身定制的锻炼方案。人机交互方面,通过开发直观易操作的用户界面,包括语音控制和手势识别,进一步提升了用户的操作体验。在材料与工艺上,采用新型轻质、高强度材料以及精密加工技术,增强了器械的耐用性和外观美感。同时,利用大数据和云计算技术,对用户的锻炼数据进行深入分析,为健康管理提供数据支持,形成了一

套完善的数据分析与健康管理系统。

(二) 市场前景展望

随着我国老年人口比例的不断攀升,以及社会对健康老龄化生活方式的日益重视,市场对于能够辅助老年人进行日常锻炼的智能手臂关节训练器械的需求正在稳步增长^[9]。消费者群体对于这类产品的期待不再仅仅局限于其基础功能,而是更加注重产品的设计感、智能化程度以及使用体验,这一趋势使得高端智能训练器械逐渐成为市场的焦点。与此同时,智能手臂关节训练器械与医疗健康、智能家居等领域的深度融合,为产品的创新性发展开辟了新的路径。这种跨界合作不仅推动了产品功能的丰富和性能的提升,还促进了产品形态的多样化,满足了不同用户群体的个性化需求,为整个行业的发展注入了新的活力和可能性。

(三) 产业发展建议

在市场动态不断演变的大背景下,企业需持续增强研发力度,致力于技术创新,紧跟市场需求和技术进步的节奏。通过创新驱动,企业能够确保其智能手臂关节训练器械领先于行业,不断满足消费者的高标准期待^[10]。同时,企业应积极参与行业标准的制定,以提升产品品质 and 安全性,推动整个行业的健康成长。

对于消费者教育和市场推广,企业应采取多元化策略,通过不同渠道和方式提升智能训练器械的公众形象和认可度。向消费者普及产品的优势和正确使用方法,有助于开拓市场并扩大用户群体。

五、结束语

本文通过对家居环境下老年人手臂关节训练需求的分析,提出了一款创新智能手臂关节训练器械的设计方案,并对场景布局进行了优化。展望未来,随着科技的不断进步和市场需求的日益增长,智能手臂关节训练器械将朝着更加智能化、个性化、舒适化的方向发展。希望本文的研究能为相关领域的产品研发和市场布局提供有益的借鉴,为老年人的健康生活贡献一份力量。

参考文献

- [1] 张世玉. 老年人室内健身器材设计研究 [D]. 河北科技大学, 2021. DOI: 10.27107/d.cnki.ghbku.2021.000011.
- [2] 窦汝桐. 腱驱动机器人手臂模块化关节及运动学逆解研究 [D]. 沈阳工业大学, 2023. DOI: 10.27322/d.cnki.gsgyu.2023.000011.
- [3] 沈达. 面向智能终端的手臂运动实时监测关键技术研究 [D]. 武汉大学, 2022. DOI: 10.27379/d.cnki.gwhdu.2022.000115.
- [4] 宋世奇. 绳驱关节置换机器人变导纳控制方法研究 [D]. 哈尔滨工业大学, 2021. DOI: 10.27061/d.cnki.ghgdu.2021.003937.
- [5] 徐雪峰, 黄余. 基于机器视觉的机器人智能采摘实验平台开发 [J]. 中国农机化学报, 2019, 40(12): 177-183. DOI: 10.13733/j.jcam.issn.2095-5553.2019.12.31.
- [6] 张雷乐. 基于机器视觉的机械臂手势控制方法研究 [D]. 西安工业大学, 2021. DOI: 10.27391/d.cnki.gxagu.2021.000376.
- [7] 卢桂萍, 钟宇涛, 陈晓文, 等. 智能手指关节功能康复训练器创新结构设计 [J]. 机电工程技术, 2024, 53(04): 227-230.
- [8] 褚天月, 王景炎, 潘黎明, 等. 一种可供踝关节康复训练的智能轮椅设计 [J]. 中国医疗设备, 2024, 39(03): 38-45+62.
- [9] 高志强. 肘腕关节术后康复机器人设计与分析 [D]. 燕山大学, 2023. DOI: 10.27440/d.cnki.gysdu.2023.001171.
- [10] 胡恒通. 基于肌力预测的肘关节机器人虚拟现实康复训练研究 [D]. 哈尔滨工业大学, 2023. DOI: 10.27061/d.cnki.ghgdu.2023.001175.