

天然纤维复合材料在老年人助行器轻量化与环保设计中的应用

刘倩茹

(江西理工大学, 江西 赣州 341099)

摘要:随着我国社会老龄化发展进程的加快, 引发了老年产品市场以及产业结构的变化。目前我国老年产业处于新生阶段, 面临着产业结构空缺与市场供需不平衡等问题。本文以70-80岁, 处于介助阶段, 有轻度或中度障碍的老年人作为目标人群, 对老年人的多功能智能助行器展开设计研究。旨在设计一款符合人机工学标准, 安全稳定、功能较为完善且能够顺应当下移动互联网时代智能养老理念下的无压力的助行产品, 更好地满足老年人居家和出行活动需求。本文使用, 文献调查法, 案例分析法, 比较研究法等^[1]。本论文聚焦于老年人助行器的材料设计与优化, 深入探讨天然纤维复合材料在老年人助行器轻量化与环保设计中的应用。通过对天然纤维复合材料性能特点的分析, 结合老年人助行器的功能需求与使用场景, 研究天然纤维复合材料在助行器结构设计、加工工艺及表面处理等方面的应用方法与技术路径, 从而实现老年人助行器的轻量化, 零压力及环保的特征。了解老年人助行器的国内外研究现状、我国老年产业及国内天然纤维复合材料产品市场的发展状况; 通过总结和分析市场上现有的老年人助行产品, 找到存在的痛点及主要问题。实验与测试结果表明, 采用天然纤维复合材料可有效降低助行器重量, 同时满足力学性能要求, 且具有良好的环保优势, 从安全性、稳定性、功能性、环保性、舒适性和美观性五个维度^[4], 为老年人助行器的创新设计提供了新的思路与方向。

关键词: 天然纤维复合材料; 老年人助行器; 轻量化; 环保设计

0 引言

随着全球人口老龄化程度的不断加剧, 我国已经步入了深度老龄化的阶段。老年人对助行器具的需求日益增长。助行器作为帮助老年人改善行动能力、提高生活自理能力的重要工具, 其设计的合理性与功能性至关重要。传统助行器多采用金属、对人体有害的塑料等材料, 存在重量较大、环保性差、不易携带等问题, 难以满足老年人对轻便、舒适、环保产品的需求, 及天然纤维复合材料的应用, 轻量化, 便于操作, 如天然纤维(如亚麻、hemp、竹纤维等)与树脂复合后, 重量远轻于传统金属(如钢、铝合金)或部分合成材料。老年人体力相对较弱, 轻量化的助行器更易推动、搬运, 能减少使用时的体力消耗, 降低操作难度。良好的力学性能, 兼顾强度与安全性, 经过合理复合工艺处理后, 天然纤维复合材料具有足够的强度、刚度和抗冲击性, 可满足助行器对承重、稳定性的要求。同时, 其材质相对“柔韧”, 若发生碰撞, 对人体的冲击力小于金属, 能降低意外磕碰时的受伤风险。亲和性好, 提升使用舒适度, 触感温和; 天然纤维复合材料表面温度受环境影响小, 冬季不冰冷、夏季不烫手, 直接接触更舒适。减震性优: 相比金属, 其弹性更好, 能减少行走时的震动传递, 减轻手部

基金项目: 2025 年度江西省科学教育学会在校研究生课题《百年建党献礼工程设计史料收集整理及时代价值研究》项目

作者简介: 刘倩茹(2000-), 女, 硕士研究生在读, 研究方向为产品设计方向。

和手臂的疲劳感。环保且可持续，天然纤维来源于植物，可再生、易降解，生产过程能耗较低，符合环保理念。对于注重绿色生活的用户或社会趋势而言，是更友好的选择，设计灵活性高，复合材料易于加工成型，可根据老年人的身体特征（如手掌大小、握持习惯）定制造型，使助行器更贴合人体工学，提升使用便利性。

1 研究背景

1.1 研究目的与意义

1.1.1 研究目的

（1）提升助行器性能，增强老年人使用感受

减轻重量：采用低密度的天然纤维（例如亚麻、竹子、黄麻），有助于降低助行器的总重量，从而减轻老年人手臂和肩膀的负担。

提高舒适度：天然纤维的阻尼特性能够吸收震动，减少行走时的冲击，进而提升助行器的使用舒适性。

更符合人体工程学：通过复合材料的可塑性，设计出更贴合老年人握持习惯的手柄和可调节结构。

研究天然纤维复合材料在老年人助行器设计中的应用，目的是实现助行器的轻量化和环保化，提升使用体验和产品的可持续性，促进老年人辅助器具行业的绿色增长，以满足社会对适老化产品日益增长的需求。

（2）促进环保可持续康复辅具的发展

减少碳排放：与玻璃纤维或碳纤维相比，天然纤维可降解，有助于减少塑料污染，符合全球碳中和的趋势。

推动循环经济：利用农业副产品（如椰壳纤维、甘蔗渣）制造复合材料，以提高资源的循环利用。

（3）降低生产成本，提升产品的普及度

原材料成本低廉：天然纤维资源丰富，价格低于其他高性能合成材料，适合大规模生产。

适应本地化生产：在资源丰富的地区（如东南亚的竹纤维、非洲的剑麻）发展本地化生产，以降低运输成本。

（4）研究智能与多功能的集成

融合传感技术：探索如何在天然纤维基体中嵌入柔性传感器，以监测步态、预防跌倒等健康数据。自修复与抗菌特性：研究天然纤维与生物基树脂的改性，赋予助行器抗菌或自修复的功能等。

1.1.2 研究意义

（1）社会意义：改善老年人生活质量，助行器的轻量化与舒适性提升可降低使用门槛，帮助更多行动不便的老年人保持独立移动能力，减少跌倒风险，提高社会参与度。环保材料的使用符合“健康老龄化”理念，减少医疗辅具对环境的影响。

（2）经济价值：促进绿色产业的兴起，天然纤维复合材料的产业链（包括种植、加工、生产）能够促进农村经济发展，同时创造就业机会。这符合欧盟、日本等地区对可持续产品政策的扶持，提升了在国际市场上的竞争力。

（3）科技价值：推动材料科学与康复工程的创新融合，促进天然纤维在医疗辅助器材中的研究与应用，缩小传统材料与生物基材料之间的性能差异。为其他康复设备（例如轮椅、矫形器）提供可参考的材料解决方案。

(4) 提升结合力：通过研究纤维表面处理技术（例如硅烷偶联剂）来增强与树脂的粘合性。标准化与耐久性测试：构建一套适用于天然纤维助行器的疲劳和耐候性评估标准。用户接受度调查：研究老年群体对环保材料的认知和偏好，为产品设计提供指导。

天然纤维复合材料在老年人助行器领域的研究，不仅致力于提高产品性能和可持续性，而且对于推动健康老龄化和绿色制造具有深远意义。未来的发展需要跨学科的合作（包括材料科学、康复工程、工业设计），以实现技术革新和产业化的成功应用。

1.2 分析国内外研究现状

1.2.1 国内研究现状

中国学者在老年人助行器领域应用天然纤维复合材料的研究迅速发展，主要关注点包括材料改良、结构优化以及生态设计理念的融合。国家“双碳”战略的实施和老龄化社会需求的增加，促使国内科研机构和企业加强了对环保助行器材料的研究，取得了一系列有实用价值的成果^[2]。国际竹藤中心在竹纤维复合材料研究方面领先，其“以竹代塑”创新在 SAMPE 中国 2025 年展览会上备受瞩目。该中心展示了 170 余件竹纤维合成革、复合毡材/板材等代塑产品，展现了竹纤维在替代传统塑料方面的广泛应用潜力。竹纤维具有生长迅速、可再生和高强度等特性，其复合材料密度仅为 1.1-1.3g/cm³，比铝合金轻 50% 以上，比强度接近某些铝合金，非常适合用于助行器的轻量化设计。国际竹藤中心通过技术创新，解决了竹纤维复合材料在耐候性和界面结合强度等问题，为老年人助行器领域的应用扫清了技术障碍。在生态设计理念融入助行器研究方面，单振宇和王弘扬提出了基于生态设计原则的老人助行设备设计框架。他们认为，由于老年人身体状况的变化，助行器需要频繁更换，导致资源浪费，而生态设计策略可以显著改善这一问题。研究团队总结了六条老人助行产品的生态设计原则：渐变式设计（通过模块化、可扩展设计延长产品生命周期）、空间适应设计（优化结构便于收纳）、功能适老化设计（可调节结构适应不同需求）、二次利用设计（构件可重组为其他用品）、五感生态设计（通过材料触感等提升环保意识）以及生态共享系统设计（建立助行器租赁体系）。这些原则为天然纤维复合材料在助行器中的应用提供了系统的设计指导。在标准制定与产业化方面，中国存在一定的差距。目前，国内尚未形成专门针对天然纤维复合材料助行器的产品标准和评价体系，相关研究多处于实验室阶段或小规模试制，大规模产业化应用案例较少。国际竹藤中心王戈研究员指出，竹纤维等天然材料复合产品的性能评价标准及其应用前景是需要重点研究的课题。随着“以竹代塑”倡议的推进和产学研合作的深化，预计未来几年中国在天然纤维复合材料助行器的产业化方面将取得突破性进展。从市场需求角度分析，中国的助行器产业正处在转型升级阶段。《2024-2030 年中国助行器行业发展调研与前景趋势预测报告》指出，随着老龄化社会的到来以及医疗保障制度的完善，助行器的社会需求将持续增长，推动产业向更加专业化、服务化的方向发展。报告预测，未来助行器将更加注重使用环保材料和技术，减少生产过程中的能源消耗和废弃物排放^[2]。这一市场趋势将为天然纤维复合材料在助行器领域的应用创造有利条件。区域性发展特色也逐渐显现。浙江、广东等沿海地区凭借竹木资源丰富和制造业基础雄厚的优势，在竹纤维、麻纤维复合材料助行器研发方面走在前列；而北方地区则更多关注天然纤维与耐寒材料的复合研究。这种基于区域资源禀赋和技术积累的差异化发展，有助于形成多元互补的产业格局，推动天然纤维复合材料助行器技术的全面进步。

1.2.2 国外研究现状

在老年人助行器领域应用天然纤维复合材料呈现出技术多元化、应用深度化的特点，欧美发达国家凭借其材料科学和医疗康复设备的领先优势，在创新材料研发、智能化融合及全生命周期评估等方面取得了显著进展。这些研究不仅关注材料本身的性能提升，更注重从用

户需求出发,构建完整的生态化解决方案。瑞士 Freshape 公司开发的 HiWood 木纤维纸增强材料代表了当前国际天然纤维复合材料的高性能化研究成果。这种革命性材料在 2025 年巴黎 JEC 世界复合材料展览会上引起广泛关注,其密度仅约 1.3g/cm^3 ,杨氏模量超过 40GPa ,弯曲强度高达 450MPa ,机械性能可与某些钢材和铝合金媲美。HiWood 材料采用连续木材改性技术,保留了天然木材的纹理和美学特性,同时具备完全生物降解和可回收的特点,为助行器结构件的轻量化环保设计提供了全新选择。Freshape 公司已尝试用 HiWood 替代碳纤维材料打造无人机和自行车原型,验证了其在要求严苛的结构应用中的可行性,这一技术路线对高性能助行器开发具有重要启示。英国国家复合材料中心(NCC)与慈善机构 Motivation 合作开发的亚麻纤维增强轮椅座板是天然纤维复合材料在助行设备中实际应用的典型案例。该设计采用固瑞特(Gruit)公司的亚麻纤维和 Sicomin 公司的 Infugreen 生物基树脂,替代了传统轮椅使用的胶合板底座和 PU 泡沫座垫。这种绿色复合材料座板不仅重量更轻,而且更能适应高温高湿的气候条件,解决了原有材料易变形、降解和污染的问题。特别值得注意的是,该项目采用了“本地化制造”理念,根据不同地区资源禀赋,亚麻纤维可替换为亚洲的黄麻或南美的剑麻,降低运输成本的同时提高当地就业技能。这种因地制宜的技术路线对发展中国家助行器的普及具有重要参考价值。在生态设计理论研究方面,国际学者提出了更为系统的助行器全生命周期管理框架。与国内研究相比,国际上的生态设计更强调从原料获取到废弃处理的完整链条优化,包括绿色材料选择、低碳生产工艺、使用阶段能耗降低以及报废后的生物降解或循环利用。NCC 研究工程师 Adam Healey 指出,他们的轮椅座板设计留有很大空间用于进一步优化,并计划探索座椅底板的回收潜力,以获取更多的环境效益。这种贯穿产品全生命周期的生态设计思维,为天然纤维复合材料助行器的可持续发展提供了方法论指导。

2 天然纤维复合材料分类

2.1 天然纤维复合材料定义

天然纤维复合材料是以天然纤维(如亚麻纤维、竹纤维、剑麻纤维等)为增强体,与可降解或环保型基体材料(如生物基树脂、天然橡胶等)复合而成的材料。根据基体材料的不同,可分为天然纤维增强生物基树脂复合材料、天然纤维增强橡胶复合材料等。通过优化纤维排布和树脂配比,在保证强度的前提下降低材料密度,实现“轻量但坚固”的特性。比传统金属材料(如铝合金)更轻,可减少产品整体重量,同时保持一定的抗压、抗弯曲性能,适合对便携性有要求的场景。

天然纤维复合材料的环保性,材料从生产到废弃的全生命周期中,对环境影响较小的特性。天然纤维可自然生长,来源可再生,减少石油基材料依赖;生产过程能耗低,碳排放少;废弃后可生物降解,不会长期残留污染土壤或水源。

2.2 天然纤维复合材料性能特点

(1) 轻量化:天然纤维密度较低,相较于金属和传统塑料,能有效减轻制品重量,密度低(通常 $1.0\text{--}1.5\text{g/cm}^3$),比铝合金(2.7g/cm^3)、钢材(7.8g/cm^3)更轻,适合对重量敏感的产品(如老年人助行器、汽车内饰)。便于老年人操作和携带助行器。

(2) 力学性能:具有一定的强度和模量,通过合理的纤维排布与基体选择,可满足助行器的力学性能要求,保障使用安全。

(3) 环保性:天然纤维可再生,且部分基体材料可降解,天然纤维(亚麻、剑麻、竹等)源自植物,生长周期短,可重复种植;搭配可降解树脂(如聚乳酸)时,废弃后在自然

环境中可被微生物分解,减少白色污染。产品废弃之后,能够有效减少环境污染,符合可持续发展的原则。

(4) 承重性能:单位重量的强度接近玻璃纤维复合材料,抗拉、抗弯性能良好,适合替代部分传统金属材料;冲击韧性,纤维自身的柔韧性可吸收冲击能量,减少材料断裂风险。

(5) 加工与功能特性:成型性好:可通过热压、注塑等工艺制成复杂形状,适应多样化产品设计;隔热与隔音:天然纤维的多孔结构使其具有一定隔热和降噪效果,适用建筑、汽车领域;耐腐蚀性:对酸、碱等化学物质的耐受性优于金属材料,不易生锈。

(6) 局限性:耐水性差,天然纤维易吸水膨胀,导致强度下降,需通过表面涂层或改性处理改善;耐高温性有限:长期使用温度通常低于 100℃,不适合高温环境;性能分散性:纤维品质受种植环境影响,可能导致材料性能波动,需严格控制原料筛选。

(7) 舒适性:天然纤维具有良好的亲肤性,表面触感温和,在与人体接触的部位使用,可提升老年人使用助行器的舒适度。

3 天然纤维复合材料在老年人助行器轻量化设计中的应用

3.1 结构设计优化

(1) 力学分析与结构选型:运用有限元分析软件,对助行器的结构进行力学模拟,分析不同部位的受力情况,优化框架结构,选择合理的杆件形状与连接方式,在确保结构强度的同时,降低材料用量。例如,采用三角形框架结构增强稳定性,同时适当减小非关键部位的杆件尺寸。

(2) 选择天然纤维复合材料应用于助行器的哪些部位:依据力学分析,建议在助行器的非主要承重或辅助承重区域(例如扶手、装饰板、部分框架等)优先考虑使用天然纤维复合材料。至于主要承重部分,则推荐将天然纤维复合材料与金属等高强度材料结合使用,以达到减轻重量和确保安全性的均衡。

3.2 天然纤维复合材料性能提升与优化

(1) 纤维改性:利用表面改性技术对天然纤维进行处理,例如运用碱处理、偶联剂处理等手段,目的是加强纤维与基质之间的界面粘结力,进而提高复合材料的整体力学性能^[8]。

(2) 选择与优化基体:挑选出符合助行器使用标准的基体材料,并探究各种基体材料对复合材料性能的作用^[6]。通过引入增韧剂、增强剂等辅助材料,改善基体的性能,以适应助行器的使用标准。

(3) 纤维与基体配比的优化:通过实验确定不同纤维含量、纤维长度与基体的配比,找出最优组合,确保复合材料在减轻重量的同时,也拥有优秀的强度、韧性和耐久性。

3.3 天然纤维复合材料在老年人助行器中的设计应用思路

(1) 性能提升与材料功能化

强化机械特性:探索创新纤维改良方法(例如纳米纤维素增强、生物基树脂复合)来增强材料强度、柔韧性和抗疲劳能力,以符合助行器长期使用的标准。

提高环境耐受性:研发耐潮湿、防霉变、抗紫外线的天然纤维复合材料,确保在各种气候条件下均能正常使用。

集成多功能特性:研究具备自我修复、抗菌或温度感应功能的智能复合材料,以提升助行器的安全与舒适度。

(2) 设计创新与减轻重量

仿生结构改进：参考自然界中的轻质结构（如蜂窝、竹节结构），结合拓扑优化算法，设计出既坚固又轻巧的助行器框架。

模块化构建：开发可拆卸、可调整的助行器结构，满足不同老年人的身高、体重和使用偏好。

3D 打印技术运用：采用生物基材料的加成制造技术，实现个性化复杂结构的定制，减少生产成本。

（3）环保性与循环经济结合

全生命周期评估（LCA）：系统分析天然纤维助行器从原料获取、生产、使用到废弃的碳排放和环境影响，优化绿色制造工艺。

可降解与回收技术：研究助行器废弃后的高效降解或回收方法，如生物降解树脂复合、纤维分离再利用等，减少环境污染。

低碳生产模式：推广农业废弃物（如秸秆、甘蔗渣）作为纤维原料，降低生产成本并促进资源循环利用。

（4）智能化与适老化结合

智能传感集成：在天然纤维复合材料中嵌入柔性传感器，实时监测使用者的步态、重心变化，预防跌倒风险。

人机交互优化：结合老年人操作习惯，开发语音控制、触觉反馈等友好界面，降低使用门槛。

健康数据联动：通过物联网技术将助行器与健康管理系统连接，提供运动量监测、跌倒报警等功能。

（5）标准化与产业化推进

建立行业标准：制定天然纤维复合材料助行器的性能测试标准（如耐久性、安全性），推动规范化生产。

跨学科合作：促进材料科学、康复医学、工业设计的深度融合，加速产品落地。政策与市场驱动：呼吁政府补贴环保型助行器研发，并通过消费者教育提升市场接受度。

4 天然纤维复合材料在老年人助行器环保设计中的应用

4.1 环保的全生命周期考量

在选择原材料时，我们优先考虑可再生和可分解的天然纤维以及基质材料，以确保从源头减少对环境资源的消耗和污染。

在生产过程中，我们致力于环保，通过改善天然纤维复合材料的加工技术，采用绿色制造技术，如模压成型、注射成型等低能耗、低污染的成型技术，以降低生产环节的能源消耗和废物排放^[2]。

在产品使用和回收方面，我们设计了易于拆卸的助行器结构，便于废弃后对不同材料进行分类回收。同时，我们也在研究天然纤维复合材料的回收再利用技术，以提高资源利用率，降低产品全生命周期的环境影响。

在表面处理和环保装饰方面，我们采用环保型涂料或表面处理技术，对天然纤维复合材料进行表面处理，以提高材料的耐磨性、耐水性和美观性。例如，我们使用水性涂料进行涂装，以避免传统溶剂型涂料中挥发性有机化合物（VOCs）的排放。

在轻量化设计技术

研究方面，轻量化技术作为天然纤维复合材料应用于老年人助行器的核心优势之一，已成为当前研究的重点方向。通过结构优化、材料复合和制造工艺创新等多维度探索，研究人

员不断突破传统助行器的重量限制,同时确保足够的结构强度和稳定性,为老年用户提供更加轻便、舒适的使用体验。

5 实验与测试

5.1 实验设计

(1) 材料制备: 根据前期研究确定的纤维与基体配比及处理方法, 制备不同类型的天然纤维复合材料试样。

(2) 助行器模型制作: 选取典型的助行器结构, 采用设计优化后的天然纤维复合材料制作助行器模型。同时, 制作采用传统材料(如铝合金、塑料)的助行器对比模型。

5.2 性能测试

(1) 力学性能测试: 对复合材料试样及助行器模型进行拉伸强度、力学性能测试^[3], 包括弯曲强度和压缩强度等。评估其是否满足助行器的使用要求。

(2) 重量测试: 测量不同材料助行器模型的重, 对比分析天然纤维复合材料在轻量化方面的优势。

(3) 环保性能测试: 对天然纤维复合材料进行生物降解性能测试, 评估其在自然环境中的降解速度与程度。

(4) 性能提升与功能增强: 通过纤维的改性处理(例如使用碱处理、硅烷偶联剂处理)或与可分解树脂(例如 PLA、环氧大豆油树脂)的混合, 可以进一步增强材料的抗湿性、耐磨性和界面的结合力, 以适应助行器的长期使用。天然纤维的阻尼特性有助于振动的吸收, 从而提高使用的舒适度; 某些纤维(如亚麻)的抗菌性能还能改善卫生条件。

5.3 天然纤维复合材料助行器轻量化设计用材

天然纤维基材: 植物纤维: 如亚麻、黄麻、剑麻等, 具有低密度(约 $1.2-1.5\text{g/cm}^3$)、高比强度的特点, 且来源广泛、成本较低, 是助行器框架等结构件的常用纤维材料。

动物纤维: 羊毛纤维等, 虽强度稍逊, 但弹性和韧性较好, 可用于局部缓冲部件, 提升使用舒适度。

常用基体材料: 聚合物基体: 以热塑性塑料(如聚丙烯、聚乙烯)和热固性树脂(如环氧树脂)为主。它们能与天然纤维良好结合, 形成复合材料, 既保留纤维的力学优势, 又通过基体的塑形性满足助行器的结构设计需求, 同时进一步降低整体重量。这些材料的组合应用, 可在保证助行器承载能力和使用安全性的前提下, 有效实现轻量化设计, 提升用户使用的便捷性。

5.4 结果分析

整理并分析实验的测试结果, 比较天然纤维复合材料助行器与传统材料助行器在力学性能、重量、环保性能等方面的差异, 以验证天然纤维复合材料在老年人助行器轻量化与环保设计中的可行性与优势。

6 天然纤维复合材料视角下老年人助行器设计思路

6.1 助行器可用性设计流程

在开发基于天然纤维复合材料的产品时, 首要任务是辨识并确定用户的真实需求, 随后依据这些需求和可用性原则来设定评估标准。以此为基准, 设计出产品方案, 并搭建原型。原型搭建完成后, 通过模拟用户与产品的互动来检验产品的可用性, 确保它符合既定的用户需求。若测试中发现问题, 则必须对方案进行调整和改善, 这一过程需持续进行, 直到最终

设计能够获得用户的认可。致力于实现助行器的材料环保型以及产品的轻量化设计,要做到用材对人体无危害,做到绿色设计。

6.2 助行器可用性用户需求分析

为更准确地把握目标用户群体的实际需求和对现有产品的可用性评价,收集量的用户数据,体现了用户对助行器产品的需求。

四轮助行器的坐垫位置设计不当,导致用户在从助行模式转换到休息模式时必须转身或者绕行至助行器的前面,这个过程中平衡能力较差的用户很容易摔倒,且绕行过程中,设计不合理的助行器突出的支架,也容易绊倒用户,增加了使用的危险性。其次,储物空间的布局也存在问题,用户反映,大多数产品将储物袋设计在坐垫底或坐垫后侧下方,这要求用户在坐下休息时必须起身或者大幅度转身才能拿到物品,对于那些行动不便或有身体限制的用户来说很不方便。以及,部分用户认为助行器前侧的空间不够宽敞,最后,用户还指出现有助行器包含过多调节部件,使其感到困惑,过多的调节步骤不仅增加了学习和记忆产品使用步骤的难度,还可能导致用户在户外使用时因操作不当而发生意外。此外,一些助行器采用的材料是对人体有害的物质材料,长期使用会潜移默化的影响使用者的健康,所以在选材时,要选用环保且对人体无毒无害的材料来制作产品。以及,一些用户反映某些助行器在收纳时不方便折叠且重量大,不适宜老人独自一人时使用,这些都是需要改良的点。

6.3 助行器可用性评价指标

根据上述用户需求的可用性分析,结合用户的生理和心理需求^[5],以及产品所涉及的人机工程学方面的要求,总结了四个评价维度包括:易学性(考察用户能否快速掌握助行器的使用方法),易用性(评估该产品的各功能能否方便用户使用),用户满意度(体现了用户在使用过程中的整体满意程度,包括情绪因素及美观以及使用便携等),用材方面(用材环保,力学性能优异,承重能力优异,整体轻量化设计,保证性能的前提下,与天然纤维符合材料结合,成本相对较低)。

依据这四个层面,设定了明确的评估标准,这些指标被整理成一个表格,如表1所示,用于系统化地衡量和改进天然纤维复合材料助行器的用户可用性。

评价维度	评价指标	指标描述	
易学性	易操作	第一次使用时能快速理解使用	
	易记忆	第二次使用时仍会操作使用	
易用性	易切换模式		是否可以快速实现助行模式与休息模式或他人助推模式转换
	易取物	方便拿取及放置物品	
	易稳定	是否容易侧翻	
	易行走	行走时不会有阻碍或心理压力，更灵活	
用户满意度	舒适	使用行走与休息时是否舒适且方便	
	方便	是否有助于日常生活行走，更便捷	
	美观	外观设计是否符合消费群体的审美，配色是否美观	
	情绪	使用过程中无心理压力，心情愉悦	
用材	环保型	用材要环保性好，遵循可回收，再循环，再利用原则	
	力学性能优异	耐磨、抗压等方面表现更均衡，适用范围更广，注意弹性、韧性结合。	
	轻量化	可以选用复合材料结合，做到轻量化设计	
	成本相对较低	在保证性能的前提下，与天然纤维复合材料结合，降低材料整体成本，性价比更高。	

表 1 天然纤维复合材料助行器可用性评价指标

7 结论与展望

本研究揭示,天然纤维复合材料在设计轻便且环保的老年人助行器方面展现出巨大的潜力。通过精心设计结构、提升材料性能和选择合适的加工技术,使用天然纤维复合材料的助行器在满足必要的力学性能的同时,实现了减轻重量,并且具有优秀的环保特性,满足老年人对助行器的需求以及社会可持续发展的目标。轻便的设计减轻了老年人的负担,增强了助行器的便携性和操作的灵活性,特别适合那些肌肉力量减弱的老年人。由于天然纤维来自可再生资源,其生产过程产生的碳排放远低于合成纤维或金属,这与可持续发展的理念相契合。这些材料可以生物降解或通过低碳方式回收,减少了助行器废弃后对环境的影响,符合“绿色设计”的趋势。性能的提升和功能的扩展,使得天然纤维原料成本较低,尤其适合在资源丰富的地区推广,有助于降低助行器的生产成本。环保特性可以增强产品的市场竞争力,满足消费者对健康生活和生态责任的双重追求。天然纤维复合材料为老年人助行器的轻量化和环保设计提供了有效的解决方案,其综合性能、生态效益和社会价值都十分显著。未来,通过材料的改良和技术的整合,有望在老年健康辅助设备领域得到更广泛的应用。

随着社会老龄化的迅速发展,这不仅展示了技术创新与设计的结合,也体现了人文关怀和社会责任感的具体化。未来的研究可以进一步深入,探索新型天然纤维复合材料的开发,以提高其性能和性价比;天然纤维复合材料在老年人助行器领域的应用,不仅能够满足轻量化和环保的需求,还可以通过智能化和个性化设计来提升用户体验。未来的研究需要突破材料性能、制造工艺和成本的限制,同时加强产学研的合作,推动这一绿色技术从实验室走向产业化,为全球老龄化社会提供可持续的解决方案。优化助行器的整体设计,结合智能化技术,提升产品的功能性和安全性及天然纤维复合材料成本造价相对较低,使得价格更能被大多数老年人接受;加强天然纤维复合材料在助行器大规模生产中的应用研究,解决生产工艺

中的关键技术问题,推动天然纤维复合材料在老年人助行器及其他适老化产品中的广泛应用。

参考文献:

- [1] 王子卿. 可持续设计理念下的老年人智能助行器创新设计研究[D]. 广东工业大学, 2019.
- [2] 曹森伟, 朱亮, 谢开元. 一种一体式自沉型结构的可降解海草种植模块生产工艺:202410656451 [P]. 2024-08-02.
- [3] 张雁鸿. 纳米颗粒增强 PTFE 材料的制备方法及其性能研究[D]. 华中科技大学, 2006.
- [4] 饶旭日. 老年人无动力助行器设计研究与实践[D]. 北京工业大学, 2020.
- [5] 李晗京, 陈欣然, 李晶. 基于可用性洗护瓶产品研究设计[J]. 设计, 2021, 34 (13): 133-135.
- [6] 洪钧. 天然纤维增强复合材料的制备及性能研究[D]. 安徽工程大学, 2012.
- [7] 陈婉, 任钟鸣, 孔李波. 可用性视角下的老年人助行器设计研究[J]. 工业设计, 2025, (3): 29-32.
- [8] 任超. 苎麻/聚乙烯复合材料热氧老化性能与机理[D]. 南京林业大学, 2009.

Application of Natural Fiber Composites in Lightweight and Environmental Design of Walking Aids for the Elderly

LIU Qianru

(Jiangxi University of Science and Technology, Ganzhou 341099, Jiangxi, China)

Abstract: With the acceleration of China's social aging process, changes have been triggered in the elderly product market and industrial structure. At present, China's elderly industry is in the emerging stage, facing problems such as gaps in industrial structure and imbalance between market supply and demand. This paper takes the elderly aged 70-80, who are in the assisted living stage with mild or moderate disabilities, as the target group, and conducts design research on multi-functional intelligent walking aids for the elderly. The purpose is to design a pressure-free walking aid product that meets ergonomic standards, is safe and stable, has relatively complete functions, and conforms to the intelligent elderly care concept in the current mobile Internet era, so as to better meet the elderly's needs for home and travel activities. This paper adopts methods such as literature survey, case analysis, and comparative research ^[1]. This paper focuses on the material design and optimization of walking aids for the elderly, and deeply explores the application of natural fiber composites in the lightweight and environmental design of walking aids for the elderly. By analyzing the performance characteristics of natural fiber composites and combining the functional requirements and usage scenarios of walking aids for the elderly, it studies the application methods and technical paths of natural fiber composites in the structural design, processing technology, and surface treatment of walking aids, so as to realize the lightweight, pressure-free, and environmental protection characteristics of walking aids for the elderly. It also understands the domestic and foreign research status of walking aids for the elderly, as well as the development status of China's elderly industry and the domestic natural fiber composite product market; by summarizing and analyzing the existing walking aid products for the elderly on the market, it identifies the existing pain points and main problems. Experimental and test results show that the use of natural fiber composites can effectively reduce the weight of walking aids while meeting the mechanical performance requirements, and has good environmental advantages. From the five dimensions of safety, stability, functionality, environmental protection, comfort, and aesthetics ^[4], it provides new ideas and directions for the innovative design of walking aids for the elderly.

Keyword: Natural Fiber Composites; Walking Aids for the Elderly; Lightweight; Environmental Design