

# 基于包容性设计流程视角下的助行器开发研究

陈奕冰, 郑思露, 汤晓颖  
(广东工业大学 工业设计系, 广州 510000)

**摘要:** **目的** 深入探讨包容性设计作为一种以人为本的设计方法和流程, 而不仅仅是设计理念, 在残障人士康复辅具开发流程中的运用价值。**方法** 结合复健拐杖的设计实例, 运用剑桥工程中心开发的“设计轮”, 将包容性设计流程四个阶段 17 个步骤结合用户共创设计方法, 通过焦点小组、用户画像、用户旅程图等方式列出需求清单, 运用形态分析法和 TRIZ 创新法进行设计创意, 快速制作原型后与参与用户和设计师共同测试、深化方案, 并进一步对设计排除进行评估后定案。**结论** 通过包容性设计理论结合助行器开发流程, 探讨了包容性设计方法与多种创意方法融合的可行性, 为更多康复辅具的包容性设计创新提供了实操性的参考思路和可行性案例, 使包容性设计不仅停留在理念层面, 还落实在具体设计操作实践流程上。

**关键词:** 助行器; 包容性设计; 共创设计; 剑桥工程中心; 设计评估

**中图分类号:** TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2022)24-0167-13

**DOI:** 10.19554/j.cnki.1001-3563.2022.24.019

## Development of Mobility Aids from the Perspective of Inclusive Design Process

CHEN Yi-bing, ZHENG Si-lu, TANG Xiao-ying

(Department of Industrial Design, Guangdong University of Technology, Guangzhou 510000, China)

**ABSTRACT:** This paper aims to deeply research the application of inclusive design as a people-oriented design method and process, not just a design concept, in the development process of rehabilitation appliances for the disabled. Based on the "design wheel" developed by the Cambridge Engineering Center, it uses design management to refine product goals and 17 links in four stages of inclusive design processes. Taking rehabilitation crutches as a design example, a list of needs is listed through focus groups, user portraits, user journey maps, etc. Use morphological analysis and TRIZ innovation method for design creativity. After the rapid prototype production, test and deepen the plan with participating users and designers. Finally, the design exclusion is evaluated and finalized. Through inclusive design theory and mobility aid development process, the feasibility of integrating inclusive design methods with multiple creative methods is explored, providing practical reference ideas and feasibility for more inclusive design innovations of rehabilitation aids cases, allowing inclusive design not only to stay at the conceptual level, but also to implement the specific practice of design methods and processes.

**KEY WORDS:** mobility aid; inclusive design; co-creation design; Cambridge Engineering Center; design evaluation

跌倒伤害高发, 已成为全球公共卫生问题, 威胁人类健康。跌倒引发长短期肢体残障, 影响生活质量。拐杖作为最常见的助行器, 常用于跌倒伤害后的创伤治疗及康复过程中的辅助行走。拐杖类助行器经多年

技术改进和设计发展对残障用户更为友好, 但对于不断变化的用户使用习惯和社交需求, 其设计亟需通过以人为本的设计方法来适应和满足能力多样化用户在不同情境中遇到的问题<sup>[1]</sup>。助行器市场近年迅速发

收稿日期: 2022-07-23

基金项目: 广东省哲学社会科学规划 2022 年度常规项目 (GD22CYS01); 2020 年广东省高等教育教学改革项目 (粤教高函[2020]20 号)

作者简介: 陈奕冰 (1978—), 女, 讲师, 主要研究方向为可持续设计与设计管理。

通信作者: 汤晓颖 (1977—), 女, 博士, 教授, 主要研究方向为新媒体传播以及动画艺术创作与理论。

展,处于行业的成长期。在助行器的用户中,肢体残疾人群在年龄、身体状况、视力、学历、生活习惯等方面存在着广泛的多样性,因此降低用户使用助行器的能力要求、提高使用的舒适性是助行器设计研究的重要方向。2019年联合国发布的《联合国残疾人包容战略》提出了残疾人用具采购的包容性要求,是联合国今后十年于包容性问题的相关愿景。英国设计委员将包容性设计定义为一种通用的设计方法,而不局限于设计理念,希望得到设计师的广泛运用,让产品和服务满足尽可能多的受众需求,降低用户使用的能力要求<sup>[2]</sup>。本研究运用了以人为本的共创包容性创新流程对助行器的结构、功能、稳定性、造型、装配便捷性等方面进行设计。

2018年世界卫生组织启动全球辅助技术合作项目(Global Cooperation on Assistive Technology, GATE)<sup>[3]</sup>,发布《世卫组织重点辅助器具清单》(Priority Assistive Products List)。助行器是清单中重要的内容,包括:手杖、腋拐、肘拐、轮式助行器、轮椅。助行器指辅助人体支撑体重、保持平衡和行走的一类工具。中国民政部国家康复辅具研究中心将助行器具(assistive products for walking)分为无动力式、智能电动助行器、有源外骨骼三类(见图1),其中无动力式助力器在用户需求和多样性上最为广泛,是包容性设计在助行器设计方面很具应用前景的研究方向。

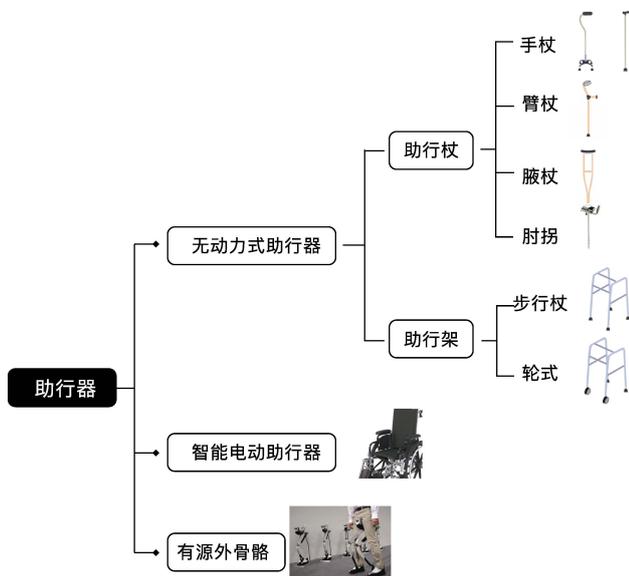


图1 助行器的类别

Fig.1 Categories of mobility aids

## 1 包容性设计方法的发展

2000年,英国政府将包容性设计定义为:包括最广泛的消费者需求的产品、服务和环境<sup>[4]</sup>。包容性设计是在承认用户多样性的情况下,倡导产品尽可能

满足更多人的需求,并深刻考虑到极端用户的感受<sup>[5]</sup>。在经过多年发展后,包容性设计的理念已经被设计师接受和认可。包容性设计有助于提高产品的用户体验,使每个个体都能尽可能独立、平等且自信地使用产品,大大降低了产品设计中的排斥感,是未来的设计趋势<sup>[6]</sup>。

包容性设计考虑了人类在能力、语言、文化、性别、年龄等方面的多样性,是强调以人为本的设计方法<sup>[7]</sup>。用户是设计的关键因素。近年关于包容性设计方法流程的主流方法有:剑桥工程设计中心(Cambridge Engineering Design Centre)联合萨根蒂(Sagentia)、海伦哈姆林中心(the Helen Hamlyn Centre)构建的“瀑布式(waterfall)”模型设计流程、挪威设计和建筑中心(DOGA)提出的“四阶段八活动”包容性设计流程、剑桥大学工程中心提出的“包容性设计轮”,都将用户放在了包容性设计流程中的重要位置。

### 1.1 剑桥工程设计中心(Cambridge Engineering Design Centre)联合萨根蒂(Sagentia)、海伦哈姆林中心(the Helen Hamlyn Centre)构建的“瀑布式(waterfall)”模型设计流程

2007年,剑桥工程设计中心(Cambridge Engineering Design Centre)联合萨根蒂研究中心(Sagentia)、海伦哈姆林中心(the Helen Hamlyn Centre)联合编写并首次出版了“瀑布式(waterfall)”模型包容性设计流程,见图2。它包括四个关键阶段,分别是:挖掘——在充分考虑所有利益相关者的情况下,系统地探索感知需求,以确保正确的设计挑战能够被解决,得到第一个结果,了解真正的需求;转化——将这种理解转化为对设计意图的分类、完整明确的描述,得到第二个结果需求规范;创造——根据需求进行评估并创建初步概念;深入——得到最终产品或服务的详细设计,准备制造或实施,得到最终结果解决方案。“瀑布式”设计流程的每个阶段都是顺序进行的,每个阶段依赖于前一个阶段的成果,顺序固定。此流程简单易用,易于管理、安排任务,适合

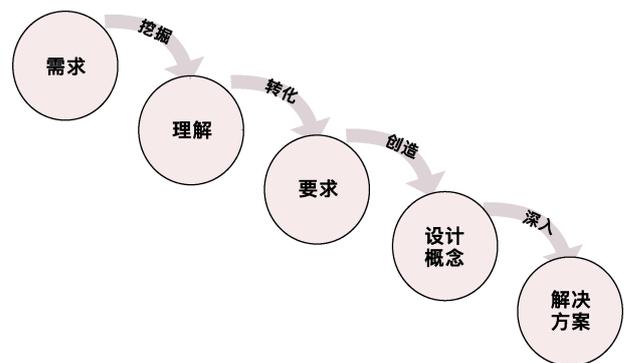


图2 “瀑布式(waterfall)”模型设计流程

Fig.2 Design process of the "waterfall" model

任务简单清楚的小型短期项目的敏捷开发, 不适合复杂或难度较高的中高风险项目。

### 1.2 “四阶段八活动”包容性设计流程

2013 年挪威设计和建筑中心建议将包容性设计融入设计开发过程中, 在产品的设计开发过程中调研、聚焦、研发、交付这四个主要阶段实施 8 项活动, 见图 3。这 8 项活动是: 理解情境——提供基于现实用户生活场景的调研; 设计研究——计划将与用户一起做什么; 发现需求——实施设计; 反映洞察——分析

设计研究结果; 转化目标——将调研结果转化为设计目标; 场景搭建——从用户的角度解决问题; ⑦用户反馈——与真实的人一起评估方案; 资源建设——收集和整理有价值的信息。挪威设计中心提出的“四阶段八活动”包容性设计流程关注领先用户 (Lead Users) 的需求和意见, 在活动 2 设计研究和活动 7 用户反馈活动中与用户一起进行, 而不局限于市场调查数据中主流用户 (Mainstream Users) 的数据, 强调调研阶段中的资料观察和令人惊喜的故事, 比调查数值更有力。

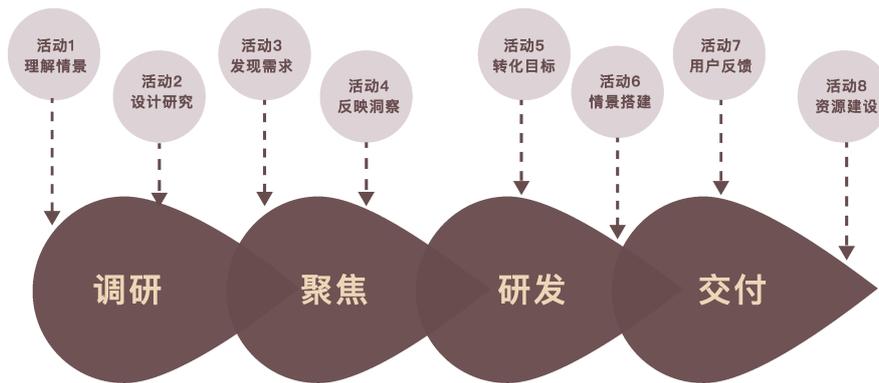


图 3 “四阶段八活动”包容性设计流程

Fig.3 Inclusive design process of "four stages and eight activities"

### 1.3 剑桥大学工程中心提出的“包容性设计轮”

2015 年剑桥大学工程设计中心提出了包容性设计更为细化的流程和步骤, 在这个包容性概念设计的轮状流程中, 包含了四个主要的阶段: 管理 (Manage)、探索 (Explore)、创意 (Create)、评估 (Evaluate), 见图 4。这四个阶段可以理解为“2W2H”, 通过管理

阶段对设计流程进行规划, 研究“下一步做什么”; 探索确定“我们需要什么”, 获得产品要满足的标准, 然后提出创意概念来解决“如何满足需求”; 评估和测试设计概念以确定“需求满足情况如何”。创新和评估阶段要清晰地理解需求、创建坚决方案以满足需求、不断验证和测试概念是否满足了需求。整个过程强调尽早、快速使用粗略原型进行测试, 并改善方案。

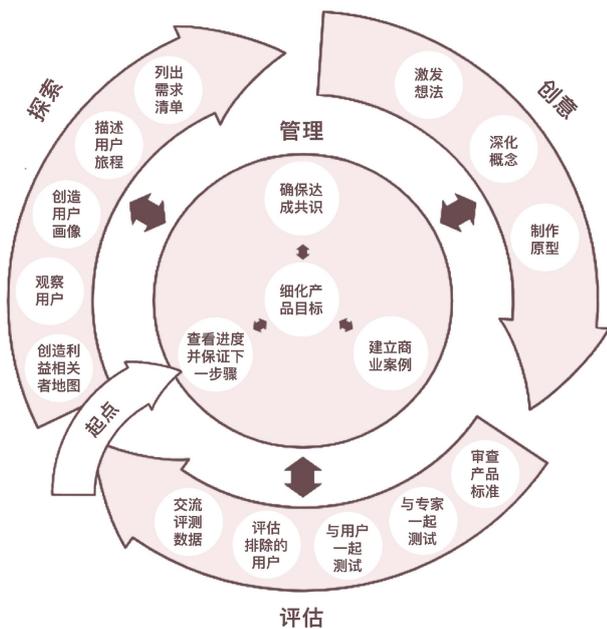


图 4 包容性设计轮

Fig.4 Cambridge Engineering Centre's inclusive design wheel

## 2 基于包容性设计流程视角下的助行器开发设计实例

以上三种设计流程都强调在调研和概念阶段作出正确的决策, 否则在后面的阶段改变主意成本会很高。剑桥大学工程中心“设计轮”工具包较另外两个设计流程考虑了利益相关者和商业案例, 并将专家、用户都纳入评估环节中, 更为周到全面。通过对以上包容性设计理论的梳理, 笔者采用剑桥大学工程中心官网发布“设计轮”流程工具包, 以拐杖类助行器设计研究为例进行开发研发。

助行器是帮助老人、残障人士支撑体重、保持平衡和行走的工具, 包括了无动力式功能性电刺激式和动力式<sup>[8]</sup>。助行器要解决残障用户在行走过程中的稳定平衡、助力行走问题。因此, 降低老人等残障人士助行器使用的能力需求、提升用户体验是助行器设计的关键环节。包容性设计流程通过用户参与的方式分析用户情景、探索用户行为、洞察用户需求, 然后创

造性地构建解决方案,这有助于为助行器带来良好的用户体验。同时用户参与式的共创设计被认为是了解目标受众需求并创建高质量解决方案的较好方法之一<sup>[9]</sup>。为了更好地掌握多样性用户的需求,项目团队邀请了用户参与设计,给本次设计工作带来了很大帮助。

## 2.1 管理阶段

### 2.1.1 查看进度并计划项目步骤

包容性设计轮流程的起点是管理阶段,其四个步骤能帮助开发团队有效地管理包容性设计项目,包括项目阶段工作需要以及各阶段时间安排。因此,“管理”处于轮的内层。管理阶段指导探索、创意、评估流程,信息双向流动,及时指引过程并反馈调整思路和进度,是一个双向箭头。在这个阶段,调查项目团队的当前状态并分析团队的优劣势,讨论项目过程中的风险问题,确定项目的时间节点和设计规划。包容性设计流程需包含不同观点的群体参与,设计团队应该尽可能多样化,并包括“极端用户”、有实际经验的个人和专家用户。用户参与设计比数字化的定量调研更为可靠<sup>[10]</sup>。团队在探索、创造、评测阶段邀请了8位助行器用户参与设计,其中1位是专家型用户,2位极端型用户,5位主流用户,这三类用户有各自的特征(见表1)。专家用户比普通主流用户有更为突出的需求,在设计创意阶段,邀请专家用户参与设计更有利于搜集信息并设计一个更为包容的方案,探

索主流用户无法表达的用户需求。此外以识别极端用户的需求来对抗设计排斥。

表1 参与用户类型及其特征

Tab.1 Participate in user types and their characteristics

用户类型	特征
专家型用户	专家用户善于表达,对产品使用体验非常敏锐和丰富,能为设计师提供设计师不容易察觉到的用户痛点。
极端型用户	因为能力差异,他们对设计提出比主流用户更高的要求,也是设计容易被排斥的用户。
主流用户	是产品使用的典型用户,观察其日常行为,有助于了解最普遍的产品使用心态,建立一个主流使用者的标准。

### 2.1.2 细化产品目标

通过市场调研找到产品的市场定位(见表2),细化产品设计目标方向,为后面的设计方案提供重点和方向。项目试图解决多样化用户在不同情景中遇到的问题,为残障人士提供更以人为本的用户体验。智能电动助行器、有源外骨骼两类助行器因技术不普遍、价格高昂等原因而不能广泛被残障人士接受。助行架是无动力式助行器中最不常见的一种,使用者的重量主要集中于前臂上,体积较大,使用场景较为受限。

表2 国内市场助行器差异化分析

Tab.2 Differentiation analysis of mobility aids in domestic market

种类	腋下单拐	肘拐	助力行走车	步行辅助器	免撑腿部支架
品牌	雅德	乐来福	好护士	中量	中量
价格	44	128	115	69	355
疾病	关节炎、膝关节损伤、韧带损伤、骨质增生、骨质增生	关节炎、膝关节损伤、骨质增生	软组织损伤、韧带损伤	中风、偏瘫	脚踝骨折、韧带拉伤
症状	关节痛、行动不便、运动创伤	关节痛、行动不便、运动创伤但脚可以着地	关节痛	单侧麻痹、腿脚虚弱	脚踝骨折、韧带拉伤、术后恢复期、运动扭伤
适用人群	不限	下肢力量薄弱人群	不限	不限	不限
材质	铝合金	铝合金	铝合金	铝合金	铝合金、EVA
优点	无需穿戴、高度可调	受力舒服,缓解减轻脚着地的力度	推动行走、累了可坐、辅助起身、可做洗澡椅	无动力源	高度可调节、适用不同身高、解放双手
缺点	助力有限	脚会着地	使用不便	不支撑站立	膝盖以上受伤无法使用

图片



在助行杖四个主要类型中, 手拐只能承担用户 25% 的重力, 只适合轻度腿脚不便人士; 腋拐用户因姿势不当易导致拉伤和肌肉疼痛, 造成二次伤害; 臂拐需要使用者拥有良好的上肢力量, 对用户能力要求高; 而肘拐满足用户多种行走方式和步态, 适用于多种情景, 在力量、姿势、协调、舒适方面有更大的优势。因此, 项目将助行器的开发方向定在肘拐上。

肘拐作为一个轻便的助行工具是用户群体最多的一个品类, 在老年人、青年人、中年人腿部骨骼和肌肉受损时候使用。

### 2.1.3 建立商业案例

建立非正式的商业案例以证明企业承担产品包容性设计项目的商业价值和市场机会。世界卫生组织估计, 世界上有 15% 的人口患有某种形式的残疾。预期寿命的延长加剧全球老龄化, 有障碍的老龄化人口将继续增加。《国家创新驱动发展战略纲要》《“健康中国 2030”规划纲要》《中国制造 2025》《国务院关于加快发展康复辅助器具产业的若干意见》等一系列文件推动“十四五”时期辅助器具事业高质量发展, 进一步满足社会对辅助器具的需求。而我国的助行器设计开发还处于起步阶段, 产品种类少, 仍有很大的发展空间。根据我国民政部国家康复辅具研究中心官

网公布的数据显示, 2020 年 7 月这一个月淘宝拐杖月销售额为 1 923 万, 老人助行器月销售额为 1 288 万; 拐杖平均价格为 97.5 元, 助行器平均价格为 173 元。拐杖和助行器的淘宝月销售额均在千万级。综合来看, 包容性助行器是一个非常大的细分市场。Monash 大学包容性设计中心在其官网上和微软与 Adobe 共同发布的全球报告中, 指出“包容性设计的产品比非包容性产品的客户多 4 倍”。因此, 这是一个可以让企业获取更大市场份额的机会, 也是促进企业提升设计研发能力的过程; 通过包容性设计产品能提高顾客对企业的品牌忠诚度。

### 2.1.4 确保达成共识

项目设计开发团队和企业就产品开发时间、成本、人员合作、开发方向等愿景达成了共识(见图 5): 设计一款集提升手部舒适度、可站立、解放双手、辅助康复的肘拐助行器。

## 2.2 设计探索阶段

### 2.2.1 创建利益相关者

在确定了产品目标后, 8 位用户参与者、生产厂家和设计团队一起对每个人伤残的原因、部位、生活情境进行了广泛的交流并确定了利益相关者(见图 6)。



图 5 项目目标愿景  
Fig.5 Project objective and vision



图 6 参与用户设计团队共同讨论设计目标  
Fig.6 Participate users and design team to discuss design goals

### 2.2.2 观察用户

在焦点小组的用户研究中,专家型用户参与者提出在下肢受伤使用助行器的阶段,医生要求残障人士进行日常康腿部的康复训练,促进肌肉恢复。当专家用户提出这个康复需求后,得到了3位主流用户参与者和1位极端用户的支持。因此,设计师将康复使用场景和需求纳入了下一步的用户研究过程。

70%的参与用户反映肘拐使用者下肢骨骼受损位置不同,会导致使用拐杖时身体的应力位置不同。这为肘拐的受力结构设计提供了重要的依据(见图7)。



图7 对参与的目标用户进行行为观察  
Fig.7 Observe the behavior of participating target users

通过团队分析和调研骨骼受伤恢复期间医生的康复治疗建议,进一步了解产品使用周期,发现在不

同病症的康复期肘拐使用的时间长度不同。青少年为2~3个月,成年人3~6个月,老年人使用时间较长为6~10个月,甚至更长(见图8和表3)。

### 2.2.3 生成用户画像

在参与用户的招募时,避免选择相同类型的用户。选择伤残部位、年龄、职业、文化、助行器使用时间多样化用户,可避免数据趋同化。青少年暂时性残疾人、中年永久性残疾人、具有情景障碍的老龄用户三类人群是拐杖的主流用户,项目过程中对他们常用的拐杖类型、使用频率、使用痛点进行分类描述,描绘出拐类助行器的目标用户画像(见图9)。

### 2.2.4 描述用户旅程

在确定了主流用户后,针对杖类助行器用户在工作、通勤、上学等不同生活环境中遇到的相关物,画出3张用户旅程图,包含用户一天的活动起点(起床、洗漱)到居家、通勤、上学、归家等各个时间阶段;从用户可能接触到的各类居家家具、办公家具、交通工具、公共设施来对相关参与角色进行分析;根据各个接触点的用户行为、情绪发现痛点,从而形成设计洞察。在第一次用户旅程图洞察的基础上,继续梳理有用信息,明确行为和使用场景后进行第二次更有针对性的用户旅程图描述,旨在更精准地确立痛点并寻找设计机会点(见图10),将用户居家、工作、通勤、上学环境中遇到的相关物画出用户旅程图,分析用户在各个接触点的行为、情绪,发现痛点,从而形成设计洞察。八成用户反映拐杖使用过程中对腋窝、手腕、前臂、肘部、肩膀几个部位有一定压迫感,且停用拐杖时存在放置问题。全部用户都认为不能共同实现手机和拐杖的便利使用。一半的用户反映在下肢肌肉或



图8 骨骼康复治疗调研  
Fig.8 Investigation of bone rehabilitation therapy

表 3 常见骨折康复建议  
Tab.3 Common fracture rehabilitation recommendations

骨折类型	康复时间	治疗建议
股骨骨折	青少年、儿童: 2~3 个月完成骨折断端愈合 成年人: 3~6 个月完成骨折断端愈合 老年人: 6~10 个月完成骨折断端愈合	术后一个月左右, 才可带拐杖下床走路, 避免负重, 避免剧烈运动 三个月左右可以丢拐杖行走, 避免剧烈奔跑 定期复查 x 片检查, 观察骨折愈合的情况 加强关节的功能锻炼, 特别是膝关节锻炼, 避免关节僵直、黏连
髌骨骨折	伤势不重, 一般四周左右就可下床正常活动, 6 周以后可完全愈合	术后需要严格的卧床休息, 适当地抬高患肢, 以促进血液的回流 术后 1~2 个月, 适当地进行关节活动, 防止肌肉萎缩, 关节僵硬
胫腓骨骨干骨折	8~18 周可达到临床愈合状态, 3~8 个月可完全恢复	术后不可碰水, 注意多卧床休息, 避免过早的下地行走 术后 3 个月左右, 可以拄拐进行一些适当的活动

### 刘先生

永久性残疾人

#### 基本信息

“ 年龄: 35 岁  
角色: 兼职写作  
居住: 珠海  
性别: 男



使用类型: 腋杖  
使用频率: 外出办事  
使用时长: 5 年

#### 受伤原因

下肢因病受伤而畸形, 失去自主行走能力

#### 痛点

长期需要使用, 操作不方便

### 勤勤

暂时性残疾人

#### 基本信息

“ 年龄: 20 岁  
角色: 学生  
居住: 广州  
性别: 男



使用类型: 臂杖  
使用频率: 上下学  
使用时长: 20 个月

#### 受伤原因

脊髓神经受损, 腿部肢体无力, 行走不便

#### 痛点

长期需要康复训练和助行, 携带工具麻烦

### 杨奶奶

情景障碍残疾人

#### 基本信息

“ 年龄: 72 岁  
角色: 奶奶  
居住: 深圳  
性别: 女



使用类型: 手杖  
使用频率: 外出买菜  
使用时长: 10 年

#### 肢体不便原因

膝关节损伤, 肌力失调, 承受力下降

#### 痛点

拐杖掉落难以弯腰拾取, 上楼梯不方便

图 9 用户画像  
Fig.9 User persona

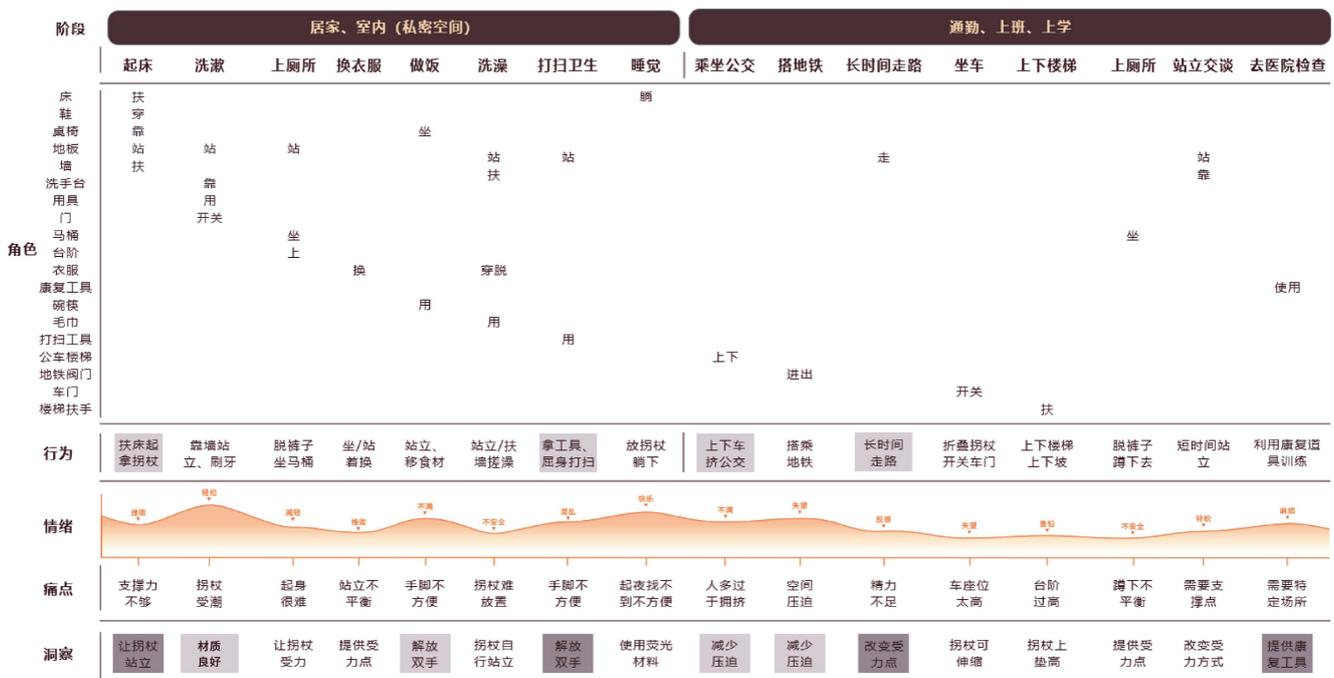


图 10 用户旅程图  
Fig.10 User journey map

骨骼受损进行康复的过程中还需要购买腿脚康复器材进行一天数次的康复训练。

### 2.2.5 获取需求清单

通过用户旅程图找到痛点和设计洞察并进一步分类和排序,寻找产品的创新机会:出行需求、安全需求、易用性需求、情感需求。第一,满足目标用户的出行需求、短暂休息需求以及外出时康复训练需求;第二,助行器作为腿脚不便患者(包括但不限于老年人)等各类残障人士的外出必备工具,需要在安全性上有较多考量,应充分考虑并保证使用用户的安

全;第三,助行器应满足用户使用过程中的易用性和易学性,减少用户使用产品的能力要求,以此降低操作成本;第四,助行器应满足用户的情感需求。在整体造型、材料材质和色彩搭配上应符合用户的情感心理特征,以此让用户能够接受产品的使用<sup>[11]</sup>。

此外,通过会话流程的整理,提炼特色功能,总结出拐类助行器设计展开矩阵(见图11)。并得到用户需求等级排序,包括最重要的、一般重要的、不太重要的三个档次(见表4)。其中,“手部舒适性”“肘拐可站立”“解放双手”“辅助康复”为最重要的需求。

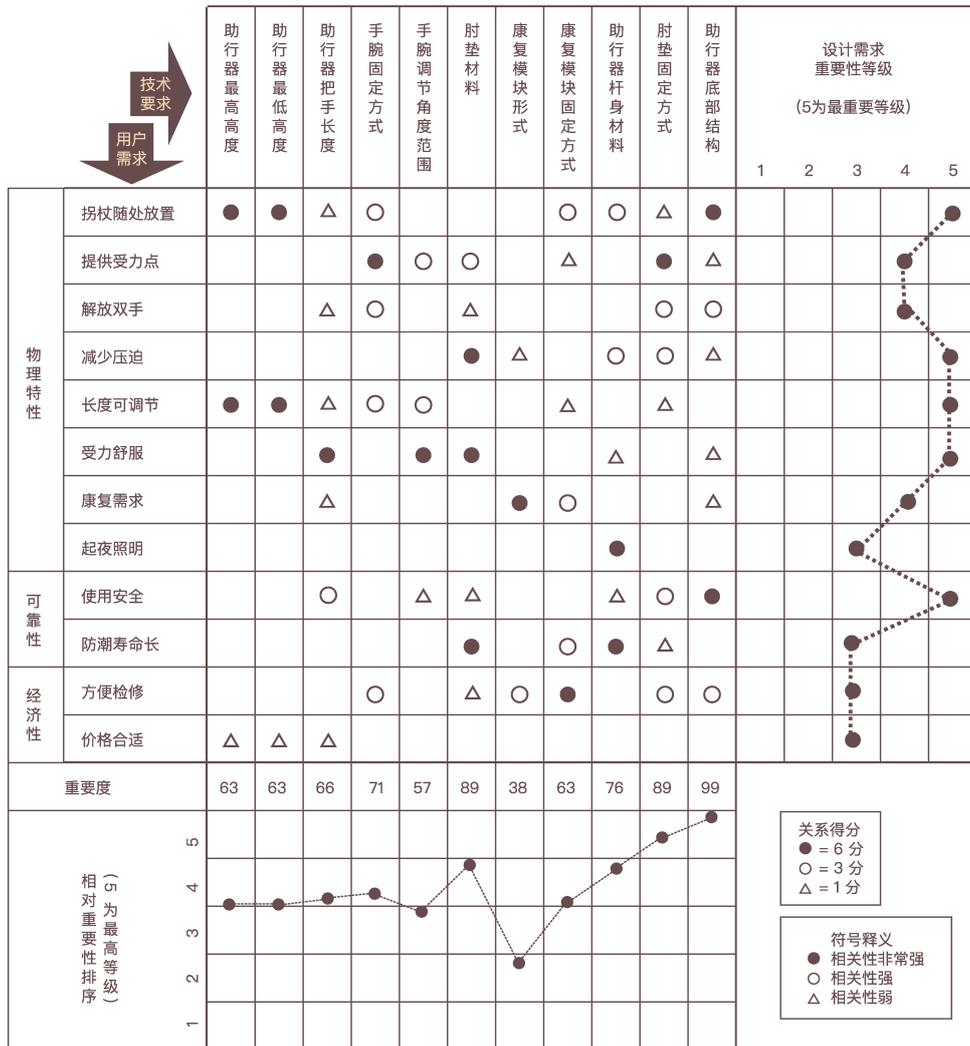


图11 设计展开矩阵  
Fig.11 Count expansion matrix

## 2.3 创造阶段

根据列表中需求排序,课题提出的设计目标是:设计一款满足日常复健需求、更为友好舒适的助行器。

### 2.3.1 激发想法

结合需求排序分析,拐类助行器应满足“减轻腋窝、手腕、前臂、肘部、肩膀几个部位的压力”“肘

拐可站立”“解放双手”“辅助康复”四大功能,用户参与者和设计师一起通过语言、手绘、实验等形式相互传达想法进行共创设计。最终,6位用户参与者表示喜欢结构安全、风格简洁的助行器。设计师在纸张、电脑上根据四个主要功能绘制了10个拥有简约外形的拐类助行器设计方案(见图12)。在10个草图方案中,让用户参与者选择出5个方案,并进行深入沟通,完成2个方案的细化<sup>[12]</sup>。

表 4 需求优先级排序  
Tab.4 Requirements prioritization

最重要的	一般重要的	不太重要的
提升手部舒适度	长度可调节	起夜照明
拐杖随处放置	使用安全	寿命长
解放双手	价格合适	方便检修
康复需求		

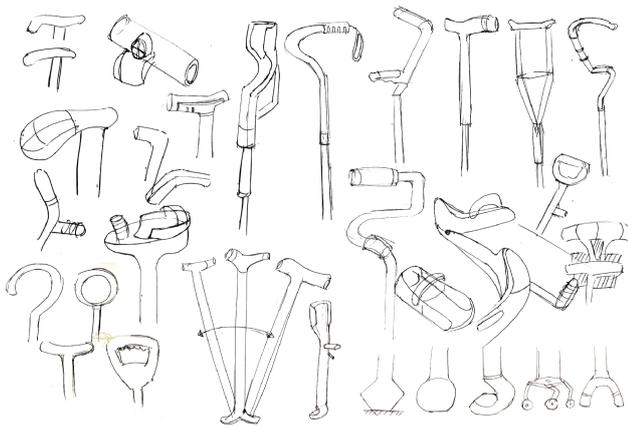


图 12 助行器设计方案  
Fig.12 Mobility aids design scheme

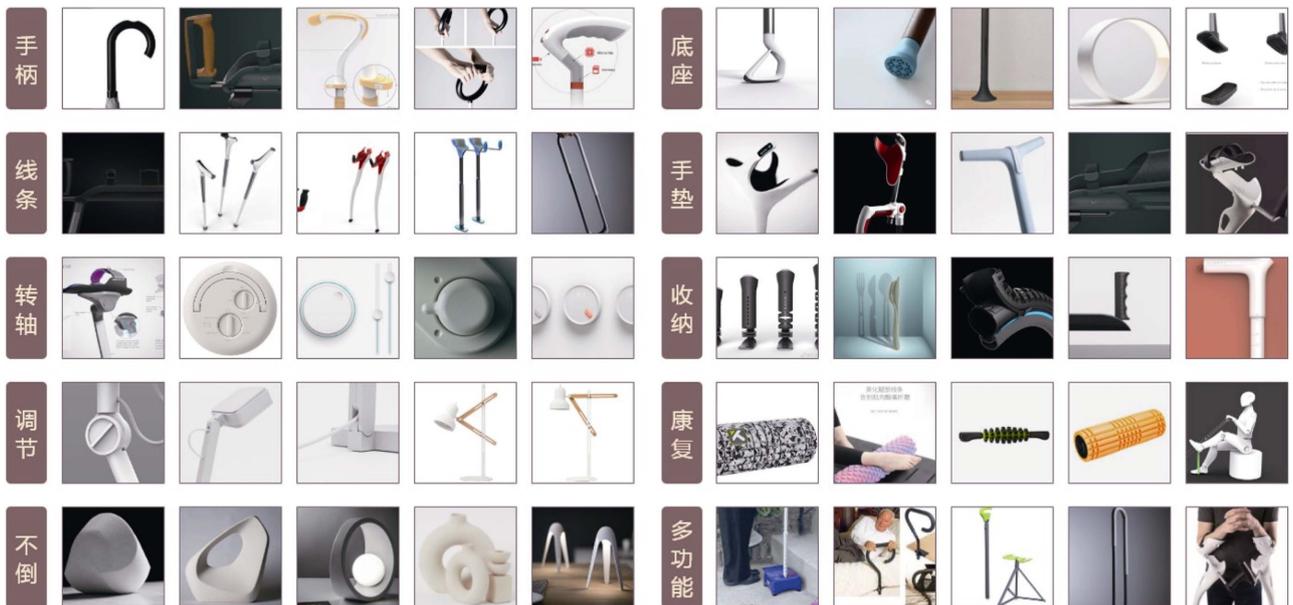


图 13 运用形态分析法对助行器进行造型概念深化  
Fig.13 Using the morphological analysis method to deepen the modeling concept of the mobility aids

### 2.3.3 制作原型

为了进一步完善和评估概念, 采用敏捷迭代法。采用海绵材质制作手肘垫, 验证海绵的硬度和尺寸以及造型, 杆身采用 PVC 管材, 确定肘拐的长度和高度, 底部使用泡沫测试防滑的最佳形态, 保证肘拐在使用过程中与地面的抓地力, 也方便在损坏时进行替换 (见图 14)。为了敏捷迭代设计方案, 一边创意方案, 一边多次制作草模快速验证方案的问题, 直接在

### 2.3.2 深化概念

将不同的想法整合在一起形成一个完整的解决方案。在这个阶段使用 TRIZ 创新方法对设计问题寻找能够恰当解决问题的结构<sup>[13]</sup>:

1) 将设计目标定位到 TRIZ 工程参数群组中的相关领域。将“辅助康复功能”“解放双手”的设计目标在 TRIZ 工程参数领域中定位到“能力领域”的“适应性及多用性”参数。

2) 将领域问题转化为标准问题。利用阿奇舒勒矛盾矩阵, 找到标准问题——改善的是“适应性及多用性”参数, 而恶化的是“运动物体重量”参数。

3) 将冲突对应至具体发明原理。在阿奇舒勒矛盾矩阵提供的第 1、6、15、8 项发明原理中, 挑选了第 1 项-分割 (Division) 和第 15 项-动态化 (Dynamics) 原理来探索合适的结构解决方案, 考虑将手肘支撑结构分割成支撑板和肘垫两部分, 便于用户在操作助行器的同时, 手部可进行其他的动作任务<sup>[14]</sup>。

4) 运用形态分析法将助行器拆分成手柄、底座、肘垫、康复等多个子结构和子功能, 寻找相应有价值相关联的元素图片, 根据设计目标对方案综合考量后组合成新的方案 (见图 13)。

草模上进行修改。这个环节快速推进了项目的进程<sup>[15]</sup>。

## 2.4 评测阶段

### 2.4.1 审核标准

剑桥包容性设计设计流程中的审核从用户、厂家、环境三个角度来制定评价标准, 评价标准贯穿方案设计、产品生产、分销、使用、处置、再循环整个产品的生命周期 (见图 15)。



图 14 参与用户进行原型测试  
Fig.14 Participate in user prototype testing

性能审查标准	
	开发它 实现它 贡献/卖它 用它 传递它 再处理它
用户	用户体验 总拥有成本 社会影响
厂家	成本与收入 (产品和业务运营) 技术风险 经营风险 (含品牌资产)
环境	稀缺资源枯竭 能源使用 废物影响 (自然资本)

图 15 “设计论”中的设计评价标准  
Fig.15 Design evaluation criteria

2.4.2 与专家和用户一起测试

这个阶段需要邀请厂家技术人员、设计师、参与设计的用户对产品在购买、安装、使用、维护和处置方面进行评测。

首先，邀请专家制定测试任务（见图 16），这是整个测试的关键点。此测试角度包括康复功能、身体应力舒适、解放双手三个方面。项目开发过程中邀请了运动康复治疗师制定测试任务对拐杖使用过程中手部应力进行分析。其次，任务设计具有场景化、情感化特征。准备好所有样本模型，尽可能还原真实环境，让 8 位用户模拟肘拐使用进行预测试。在一个相对安静且不受打扰的环境让用户测试不同结构和

尺寸的模型，进行正式测试，观察用户使用肢体表现出来的舒适度，捕捉用户脸部的轻松、困惑、自信、不满等表情，设计团队时刻观察并记录用户的肢体语言和表情信号（见图 17），进行讨论并不断修改模型结构和尺寸，多次测试。

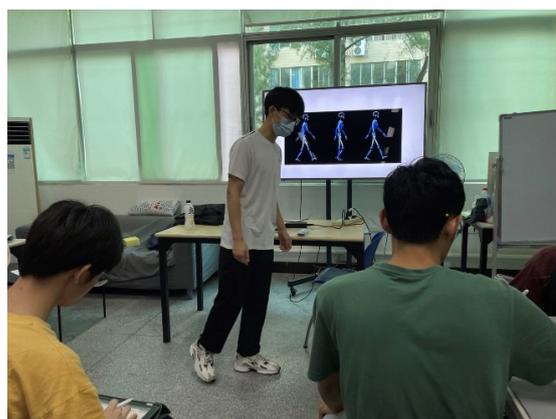


图 16 运动康复专家测试情景  
Fig.16 Sports rehabilitation expert evaluation scenario

在任务结束后，让 8 位参与者进行问卷填写（见图 18），使用 SUS 量表表达可用性、有效性、效率和满意度，辅助设计团队客观评价任务。量表一般由 10 道题组成，包括了奇数项的正面阐述和偶数项的反面阐述。当所有问卷完成后，奇数项分数为得分-1，偶数项 5-得分，最后所有得分相加后再乘以 2.5，得到最终的 SUS 分数。最终，8 位用户的 SUS 平均分数为 81.875，分数等级达到 A 级，表示被调研用户认为此产品比部分同类产品更为好用<sup>[16]</sup>。

2.4.3 评估用户的排除

根据不同能力、等级的腿部残障人士的身形、身高、灵活型、移动的便利性、伸手可及性、身高、手部尺寸等来确定有没有人被排除在原型之外。邀请参与用户一起来测试肘拐每个功能的使用步骤，尽量降低使用肘拐的能力要求。通过用户测试得到使用反馈，设计师再对人机尺寸进行进一步细化，修改模型。



图 17 用户肢体语言和表情信号  
Fig.17 User body language and facial expression signals

问题	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	总计
1.我会愿意经常使用这个产品	4	1	5	2	3	3	4	1	2	2	
2.我认为这个产品没有必要这么复杂	5	2	4	1	3	3	5	2	5	1	
3.我认为这个产品很容易使用	4	1	4	2	2	1	5	2	4	1	
4.我觉得需要有经验的人来帮助我才能使用这个产品	5	1	3	3	5	2	4	2	3	1	
5.我觉得这个产品的多种功能整合的很好	5	2	5	1	5	1	3	1	5	3	
6.我觉得这个产品有太多不一致	4	1	5	2	4	1	5	3	5	1	
7.我觉得大多是人人都可以很快学会使用这一产品	5	2	5	1	4	2	5	1	3	2	
8.我发现这个产品使用起来很麻烦	5	3	4	3	5	1	5	2	3	1	
9.在使用过程中我感觉自信	37	13	35	15	31	14	36	14	30	11	
10.为了操作这个产品, 我需要学习很多东西	4.625	1.625	4.375	1.875	3.875	1.75	4.5	1.75	3.75	1.375	
总得分	3.625	3.375	3.375	3.125	2.875	3.25	3.5	3.25	2.75	3.625	32.75
平均分											

图 18 SUS 量表以及数据  
Fig.18 SUS scale and data

这样若干轮的从设计-测评-修改方案的快速迭代过程之后, 以“提高腋窝、手腕、前臂、肘部、肩膀舒适度”“肘拐可站立”“解放双手”“辅助康复”为主要需求痛点得到了相应的完善解决方案, 设计了一款降低用户撑扶能力要求的拐杖, 为用户使用时减轻手部压力 (见图 19); 在结构上, 通过手柄、肘垫、高度的可调节结构, 拐类助行器更贴合不同用户群体的姿态动作、身高、手臂尺寸, 实现了产品对多样化用户的包容性 (见图 20); 根据医生的康复医嘱, 拐类助行器还能帮助用户在腿伤康复阶段进行腿部踩压锻

炼和脚部按摩, 这是两个模块化的组件, 用户可根据不同的使用场景自由拆装 (见图 21); 拐杖底部的六角蜂巢结构便于患者在助行时保持平衡, 降低对肘部的伤害, 适用于多种路面并在用户上楼梯时有一个更好的辅助, 也满足拐杖易于放置的需求 (见图 22)。拐杖以碳纤维和铝合金为整体架构, 拥有可靠的稳定性以及轻盈的使用体验 (见图 23)。包装采用绿色可降解材料, 便于收纳和携带 (见图 24)。这款基于包容性设计方法的拐杖设计为未来残障人士出行以及康复提供了全新的设计思路。



图 19 肘拐使用场景  
Fig.19 Use scenarios

Details



图 20 肘拐的可调节性  
Fig.20 Adjustability of the crutch



图 21 肘拐康复训练模块  
Fig.21 Manual crutch rehabilitation training module



图 22 肘拐底部设计  
Fig.22 Crutchbottom design



图 23 肘拐的结构说明  
Fig.23 Crutch structure



图 24 包装  
Fig.24 Packaging

### 3 结语

本研究针对无助力助行器的用户能力多样性需求问题, 基于剑桥大学工程中心包容性设计流程和方法, 从管理、探索、创意、评测四个阶段中的 17 个步骤结合助行器具体设计步骤展开论述, 并将用户参与式设计创新纳入包容性设计流程中, 更有效地确保身体残障人士和老年人用户尽可能不因自身能力差异而被排除在产品之外。本研究通过包容性设计理论结合助行器开发流程, 探讨了包容性设计方法与多种创意方法融合的可行性, 为助行器具的包容性共创设计提供了具有实操性的参考思路和案例研究, 更易于设计师们在辅具的设计实践中运用包容性设计, 为残障人士和老龄用户创造更多友好的辅具产品。

#### 参考文献:

- [1] 杨焕, 马蒂亚斯·阿沃拉, 斯蒂芬·霍姆利德, 等. 包容性服务设计的三个视角: 以用户为中心、自适应系统和服务逻辑[J]. 装饰, 2020(11): 18-22.  
YANG Huan, MATTIAS A, STEFAN H, et al. Three Perspectives on Inclusive Service Design: User-Centred, Adaptive Systems, and Service Logics[J]. Art & Design, 2020(11): 18-22.
- [2] JOHN CLARKSON P, et al. History of Inclusive Design in the UK[J]. Applied Ergonomics, 2015, 46: 235-247.
- [3] 邱卓英, 郭键勋, 杨剑, 等. 康复 2030: 促进实现《联合国 2030 年可持续发展议程》相关目标[J]. 中国康复理论与实践, 2017, 23(4): 373-378.  
QIU Zhuo-ying, JOSEPH K, YANG Jian, et al. Rehabilitation 2030: Realization of United Nation Sustainable Development Goals 2030[J]. Chinese Journal of Rehabilitation Theory and Practice, 2017, 23(4): 373-378.
- [4] 袁姝, 姜颖, 董玉妹. 通用设计及其研究的演进[J]. 装饰, 2020(11): 15.  
YUAN Shu, Jiang Ying, Dong Yumei. The Evolution of

Universal Design and Its Research[J]. Art & Design, 2020(11): 15.

- [5] 张凯, 朱博伟. 包容性设计研究进展、热点与趋势[J]. 包装工程, 2021, 42(2): 64-69, 103.  
ZHANG Kai, ZHU Bo-wei. Progress, Hotspots and Development Trend of Inclusive Design[J]. Packaging Engineering, 2021, 42(2): 64-69, 103.
- [6] 胡新明, 徐伶俐, 王剑, 等. 包容性设计视域下学龄前视障儿童玩教具设计研究[J]. 包装工程, 2020, 41(20): 139-144.  
HU Xin-ming, XU Ling-li, WANG Jian, et al. Design of Game Teaching Appliance for Preschool Visually Impaired Children in the Context of Inclusive Design[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(20): 139-144.
- [7] 董华. 包容性设计英中比较及研究分类[J]. 设计, 2020, 33(15): 56-58.  
DONG Hua. Inclusive Design: China and UK Compared[J]. Design, 2020, 33(15): 56-58.
- [8] 许洪伟, 庞灵. 康复护理学[M]. 北京: 北京大学医学出版社, 2017: 51-72.  
XU Hong-wei, PANG Ling. Rehabilitation nursing[M]. Beijing: Peking University Medical Press, 2017: 51-72.
- [9] MARCUS A, WANG Wen-tao. Design, User Experience, and Usability: Theory, Methodology, and Management[M]. Berlin: Springer, 2017
- [10] BLANCHFLOWER T M. Leavy, P. (2017). Research Design: Quantitative, Qualitative, Mixed Methods, Arts-Based, and Community-Based Participatory Research Approaches. New York, NY: The Guilford Press. ISBN 9781462514380.300 Pp. (Paperback)[J]. Family and Consumer Sciences Research Journal, 2018, 47(1): 101-102.
- [11] 侯宏平, 朱剑刚. 基于 FBS 模型的下肢支撑力量薄弱人群助行器设计研究[J]. 家具与室内装饰, 2019(7): 86-88.  
HOU Hong-ping, ZHU Jian-gang. Study on the Design of Walker for People with Weak Lower Limb Support Strength Based on FBS Model[J]. Furniture & Interior Design, 2019(7): 86-88.

(下转第 188 页)