

我国康复辅具创新设计与展望

赵彦军¹, 李剑², 苏鹏^{2,3}, 马俐芳²

(1.石河子大学, 石河子 832000; 2. 国家康复辅具研究中心 北京市老年功能障碍康复辅助技术重点实验室, 民政部智能控制与康复技术重点实验室, 北京 100176; 3. 北京信息科技大学, 北京 100192)

摘要: **目的** 对我国康复辅具的发展概况、创新设计及未来发展趋势进行综述分析。**方法** 以我国康复辅具的发展概况和目前存在的问题为着眼点, 重点分析康复辅具的特殊性、外在特点、内在要求, 以及康复辅具设计与工业设计之间的相互关系, 以此为基础, 进一步对我国未来康复辅具的创新设计与发展趋势进行分析和展望。**结论** 未来我国康复辅具创新设计是以需求为依托、技术为手段、服务为导引、创新为基础的内在精神隐喻与外在功能实现; 是针对残障者个体特征的可持续服务设计、适配及情感慰藉; 是多尺度、多途径、多模态交互方式的信息体验及安全保障。对于解决老龄化社会的康复问题, 满足广大残障者的个性化需求, 提高康复辅具设计品质, 促进康复辅具行业发展具有积极的意义。

关键词: 康复辅具; 残障人; 工业设计; 创新设计

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2020)08-0014-09

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2020.08.003

Innovative Design and Forecast of Rehabilitation Aids in China

ZHAO Yan-jun¹, LI Jian², SU Peng^{2,3}, MA Li-fang²

(1.Shihezi University, Shihezi 832000, China; 2.Beijing Key Laboratory of Rehabilitation Technical Aids for Old-age Disability, Key Laboratory of Intelligent Control and Rehabilitation Technology of the Ministry of Civil Affairs, National Research Center for Rehabilitation Technical Aids, Beijing 100176, China; 3.Beijing Information Science and Technology University, Beijing 100192, China)

ABSTRACT: The work aims to review and analyze the general situation, innovative design and future development trends of rehabilitation aids in China. Based on the general situation and existing problems of rehabilitation aids in China, the specific characteristics, external characteristics and internal requirements of rehabilitation aids, and the relationship between rehabilitation aids design and industrial design were emphatically analyzed. Further on, the innovative design and development trends of future rehabilitation aids in China were analyzed and prospected based on the aforesaid analysis. In the future, the innovative design of rehabilitation aids in China is an internal spiritual metaphor and external function realization based on demand, technology, service and innovation. It is the sustainable service design, adaptation and emotional comfort for the disabled, as well as the information experience and security guarantee of multi-scale, multi-way and multi-mode interaction. The proposed innovative design is of positive significance to solve the rehabilitation problems in the aging society, meet the personalized needs of the disabled, improve the design quality of rehabilitation aids, and promote the development of the rehabilitation aids industry.

KEY WORDS: rehabilitation aids; the disabled; industrial design; innovative design

收稿日期: 2020-02-23

基金项目: 北京市优秀青年骨干项目(2017000026825G280); 四川省重点研发专项课题(2018SZ0036); 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金项目(118009001000160001); 北京市自然科学基金-海淀联合项目(L192018)

作者简介: 赵彦军(1983—), 男, 甘肃人, 硕士, 石河子大学讲师, 主要研究方向为无障碍设计、设计史论。

通信作者: 李剑(1985—), 男, 宁夏人, 博士, 国家康复辅具研究中心助理研究员, 主要研究方向为康复辅具、3D打印、康复机器人。

康复辅具涉及工业设计、康复工程、生物力学、机械工程、医学、人体工程学、色彩学等众多学科,以老年人、残疾人、伤病人等残障者为服务对象,利用现代科学技术和创新设计使残障者重拾生活信心、回归社会成为可能。工业设计是一门以工学、美学、经济学为基础的创新学科,包括产品设计、设计管理、环境设计等^[1]。随着老龄化社会的深入,自然灾害的多发,经济增长方式的转变及科学技术的发展,康复辅具创新设计不仅直接关系着广大残障者的生活品质与生存状态,而且紧密联系着国计民生。2016年10月23日,国务院发布了《关于加快发展康复辅助器具产业的若干意见 国发〔2016〕60号》^[2],提出“大力发展康复辅助器具(简称“辅具”)产业有利于引导激发新消费、培育壮大新动能、加快发展新经济,推动经济转型升级;有利于积极应对人口老龄化,满足残疾人康复服务需求,推进健康中国建设,增进人民福祉。”2017年2月24日,民政部组织,发改委、教育部、科技部、工信部、司法部、财政部、人社部、商务部等二十四部委参加,在北京召开加快发展康复辅助器具产业部际联席会议第一次全体会议^[3],会议传达了《国务院办公厅关于同意建立加快发展康复辅助器具产业部际联席会议制度的函》精神,审议通过了部际联席会议成员单位主要职责、任务分工及2017年的工作要点。2018年6月28日,科技部发布了首个康复辅具相关的国家重点研发计划“主动健康和老龄化科技应对”重点专项2018年度的申报指南通知,明确提出:推进养老、康复、护理、医疗一体化的老龄服务体系建设,构建连续性服务的生命全过程危险因素控制、行为干预、疾病管理与健康服务的技术产品支撑体系,为积极应对人口老龄化提供科技支撑^[4]。加强康复辅具研发,倡导康复辅具创新设计,发展康复辅具产业,完善康复辅具服务体系,已成为现阶段我国重点发展方向之一。

1 康复辅具发展概况

康复辅具,又称“康复辅助器具”,简称“辅具”或“辅助器具”,常见产品有假肢、矫形器、轮椅、拐杖等。根据国际标准《Assistive products for persons with disability—Classification and terminology》(ISO 9999:2011)^[5]及我国标准《康复辅助器具分类和术语》

(GB/T 16432-2016)^[6]定义,是指能够有效预防、代偿、监测和缓解残障的产品、器具、设备或技术系统^[7]。国际上,康复辅具可分为12个主类、93个次类、538个支类,有上万个品种^[5-6]。2016年,世界卫生组织用中文、阿拉伯文、俄文、法文、西班牙文、英文制定出版了《重点辅助器具清单》(参考编号:WHO/EMP/PHI/2016.01)^[8],旨在增进全世界获得高质量、可负担得起的康复辅具及全球辅助技术合作。

在国外,康复辅具最早可追溯到公元前218年至公元前210年的布匿战争,罗马将军马克思·赛尔盖斯失去右手后,装配了铁手继续战斗。公元前4世纪,希腊名医希波克拉底采用支具和夹板来治疗骨折、脱臼和先天畸形,开启了矫形器的先河;公元前2世纪,希腊著名医师和教师盖伦(公元129年至公元200年)记载了希波克拉底教学的脊柱矫形器;公元前300年,在意大利卡普里岛出土了铜腿和木腿的假肢^[9]。目前,国外康复辅具创新设计及服务发展处于领先水平。其中,日本由于严重的老龄化问题,对于康复辅具的研发和创新极为重视,助行器、假肢、轮椅、洗浴类辅具等处于世界领先水平^[10]。此外,日本具有完善的老年福利政策,看护险等政策极大刺激了康复辅具的普及和发展^[11]。在欧洲,德国Otto Bock^[12]、冰岛Össur、英国的英中耐等企业积累了先进的技术,占据了我国康复辅具进口的前几名。在美国,芝加哥康复中心是全球著名的康复研究机构,开创了神经假肢、康复机器人等多项先进技术研究^[13]。这些国际前沿的研发设计和服务体系,为当下我国康复辅具创新设计起到了很好的示范效应、经验支撑及激发创新的灵感动因。

在我国,康复辅具历史悠久。中国古代康复辅具见图1,图1a的陶制假脚(新石器晚期——齐家文化时期的随葬品(距今约4000多年)),很有可能是世界上发现最早的实物假肢。此外,《晏子春秋》记载,晏婴为劝诫齐景公削减酷刑而说的“踊贵而屦贱”(公元前539年,齐景公9年)中的“踊”即为春秋时期受刖足之刑后所用的一种鞋,即现代假肢。再如南北朝时期的轮椅石刻(图1b),汉代的白玉龙凤拐杖(图1c)等。目前,我国的康复辅具尚处于发展阶段,设计水平、创新机制、研发能力等都落后于日本及欧美等发达国家,主要体现在以下几个方面。

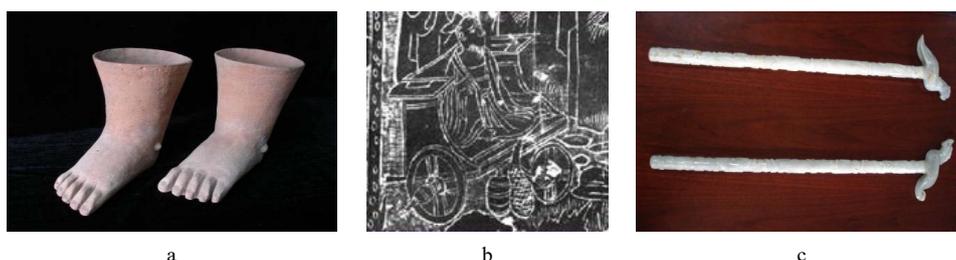


图1 中国古代康复辅具
Fig.1 Ancient rehabilitation aids in China

1.1 品种少，品质差

与发达国家相比，我国的康复辅具在种类上还很单一，主要以假肢、矫形器、轮椅、拐杖等常见辅具为主。尤其在农村和偏远地区，原始拐杖因其制作成本低廉和简易可操作性，仅仅满足基本的功能诉求，在高品质康复辅具创新设计方面严重滞后，残障者高品质的设计需求无法得到相应的满足。资料显示^[14]，美国康复辅具有43 000余种，德国康复辅具达32 000多种，日本康复辅具超过40 000种，而我国只有约1600余种，且只有约1/4的品种才有实际产品。在产品品质方面，目前，我国的康复辅具高端市场均被欧美等发达国家所垄断，自有品牌认可度不高，档次低，质量有待提升，中低端产品可靠性仍存在的问题，与发达国家还存在较大的差距^[15]。品质的塑造是人性化的极大体现，它是从物质和精神两方面出发，对康复辅具进行全方位优化与设计。德国Otto Bock部分康复辅具产品见图2，其设计的不仅是一种功能，而且更多的是一种品质和生活方式。这种品质突破了优雅的色彩外观和基本的功能满足，重要功能区醒目的色彩又不失典雅，给人一种视觉的安全感、信赖感，使每一个残障者在使用时流畅自如、得心应手，超越

产品本身带来的愉悦、快感、自信。在色彩应用方面，在科学性基础上彰显更多人文关怀。康复辅具面向的是弱势群体，在设计过程中，要考虑的问题要远远多于其他产品，因此“以人为本”的品质塑造极为关键。

1.2 研究少，研发少

康复辅具属于交叉研究，涉及学科众多。由于我国近现代康复辅具技术发展缓慢，与之相关方面的研究还很欠缺。首先，在研发企业数量上，我国从事康复辅具研究和生产的人均企业数量还很少。相比美国的2100家，德国的800家，日本的1200家，我国只有约30家研发机构和1000余家生产企业，与世界第一的残障人口数量不符^[14]。其次，从研发产值上讲，美国辅具年产量达3.5亿件，规模超过1.5万亿人民币，德国年产量达2亿件，产业规模超过0.5万亿人民币，日本年产量达2.5亿件，产业规模超过1.2万亿人民币，而目前我国康复辅具产值只有约7000亿元^[15]。再次，从研发能力上讲，我国的研究能力还相对有限。近年来，国家康复辅具研究中心、北京航空航天大学、上海交通大学、清华大学、浙江大学、北方工业大学等相关单位^[16]，在十一五、十二五期间取得了一些成果，见图3，但大多属于集成创新，且停



图2 德国Otto Bock部分康复辅具产品
Fig.2 Some rehabilitation aids of Otto Bock, Germany



图3 十一五、十二五研发的部分康复辅具
Fig.3 Some rehabilitation aids developed in the period of the Eleventh Five-year Plan and the Twelfth Five-year Plan

留在实验室状态，缺乏“产—学—研—用”的全链条发展，极大限制了高水平康复辅具的推广和应用。最后，从人才培养方面来讲，我国康复辅具的从业人员学历普遍较低，且研发人才欠缺，直接相关的本科教育、研究生教育等比较滞后^[17-18]。正是基于此，中国残联会同山东省、国家卫生健康委等部门筹划在青岛建设康复大学，这也是旨在解决目前研究少、研发少困境的必然举措。

1.3 设计少，创新少

21 世纪是设计和创新的时代，康复辅具的创新设计极为关键。相比国外的康复辅具（见图 4），我国的设计水平还处于初级的结构设计和仿造阶段，工业设计思想的引入和应用非常滞后，很多研究机构及企业都将工业设计理解为简单外观装饰或美化，缺乏应有的设计部门、设计规划、设计管理及设计研究。如果没有建立在对设计本身内在精神认识和文化传承的创新，何谈创新，设计则更少。此外，当前我国对于设计知识产权的认识和保护还存在不足，以至于很多不同厂家的辅具产品，无论在结构方面，还是在外观方面都非常类似，缺乏创新的内在推动力。更有甚者，为了满足暂时利益，完全山寨国外产品，除了标志不同外，其他完全相似或相同。这些年，中国的工业设计在很多快消品领域（如手机）已经取得了不错的效果，但在康复辅具领域^[19-20]尚处于起步摸索阶段。目前，我国康复辅具的工业设计与产品研发依然是两条线，真正将工业设计融入产品研发和产品创新的企业还很少，设计附加值还很低，重视程度亟需提高。

2 康复辅具创新设计

康复辅具创新设计是工业设计的主要组成部分，是产品设计的一个重要方向。与其他产品相比，康复

辅具是面向残障人的技术创新、情感关怀及艺术隐喻，是集实用与审美于一体的民生创新设计。随着老龄化日益深入带来的巨大市场刚需，康复辅具创新设计将被赋予更大的发展空间和存在基础，具有良好的发展前景。

2.1 康复辅具的特殊性

康复辅具的服务对象是残障者，与正常人相比，他们在生理、心理、情感等方面都具有极大的群体特殊性和个体差异性，见表 1^[21]。由此，以残障者需求为着眼点的康复辅具设计，既是残障者生理特征、文化背景、生活环境的个性化需求功能实现，也是残障者心理反应、精神需求、情感特征的全方位需求满足。

2.2 康复辅具的外在特点

针对康复辅具设计的特殊性，遵循功能外化为外在形态的设计逻辑，在满足基本功能性基础上，康复辅具在外观方面，倡导简洁、含蓄的设计语言和风格。残障者具有强烈的自卑感，避免这种自卑感在心理上带来的落差，也是康复辅具的特点之一，他们不希望被过分关注，也不希望太过招摇。在交互识别方面，康复辅具要易于识别和操作，适宜于各种残障人群使用，过分复杂的设置和操作只会给残障者带来不必要的麻烦，有悖于无障碍设计的初衷。针对某一种障碍在克服某种困难方面进行信息的有意识提取和强化至关重要，必须出于解决问题的意识和导向原则。此外，立足于视觉、听觉、触觉、嗅觉等多感官信息交互模式的创建，对于康复辅具的设计极为关键。

2.3 康复辅具的内在要求

安全性是康复辅具不可或缺的内在属性，它以功能安全、结构安全、使用安全为基础，逐步扩展至形态安全、人机交互安全等，是残障人身心健康的首要保证^[22]。康复辅具不仅是生理功能的补偿（如助行器）



图 4 国外康复辅具设计实例

Fig.4 Design examples of foreign rehabilitation aids

表1 残障者生理、心理特点
Tab.1 Physiological and psychological characteristics of the disabled

类别	特点
生理	残障, 需要别人帮助或工具辅助
心理	自卑感, 排斥性, 自尊心极强
情感	出于自身考虑, 富有较强同情心
价值观	悲观、迷茫
性格	孤僻、矛盾
意志	坚强、刚毅
需求	个体差异大
行动与认知	缓慢、呆滞、笨拙

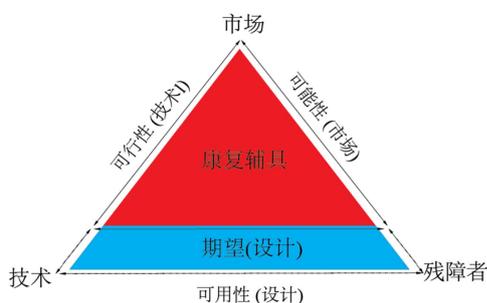


图5 工业设计对康复辅具创新的促进作用
Fig.5 Promotion effect of industrial design on the innovation of rehabilitation aids

或替代（如假肢），而且是内在心理的安慰和激励。虽然辅具本身并没有“生命”，但是经过有意识的情感设计和体验设计，可以与人实现“交流”，从而引导乐观积极的生活态度，激发生活激情和希望。满足基本功能需求的安全性和建立在体验交互方面的心理认可度同等重要，也是最终回归“物我合一”的最高设计愿景和宗旨，安全性、心理、生理各有兼具，延伸为康复辅具创新设计的内在要求。

2.4 工业设计与康复辅具

工业设计为康复辅具的研发与设计提供了新的思路，为康复辅具品质的塑造提供了保证^[23]。同时，也为康复辅具的人性化、个性化设计提供了理论依据和设计方法。主要体现在以下几个层面（工业设计对康复辅具创新的促进作用见图5）：首先，工业设计的创新理念为扩充产品种类、提高产品品质及市场推广的可能性提供了途径。其次，工业设计“以人为本”的设计宗旨，为康复辅具的人性化设计的可用性奠定了基础。再次，工业设计的创新方法^[24]为康复辅具的特殊性问题解决、个体需求满足及技术的可行性提供了保证。最后，工业设计的物质性和非物质性为辅具的未来发展指明了方向，即康复辅具设计不仅是一种产品的设计，功能的设计，而更多的是一种服务、情感、价值的设计。

3 康复辅具创新设计展望

康复辅具不仅能够替代、补偿人体的部分生理功能，而且在更大程度上保证了残障人健康、独立、有尊严的生活。据世界卫生组织估计，全世界有10亿多人需要康复辅具，到2050年人数预计将增加到20亿以上，目前全世界大约只有10%的需求得到了满足^[8]。我国有8500多万残疾人^[25]，2亿多老年人，产品需求空缺巨大，发展潜力无限。

3.1 需求激发创新

需求激发创新，创新满足需求，在需求与创新的无限循环和内在矛盾驱动下，康复辅具的需求不断增长，创新动力源源不断，从而得以长足发展和进步。康复辅具未来发展趋势见图6，康复辅具创新设计以实际服务对象的直接需求为根基，面向残疾人、老年人及伤病人，基于现代科技，在智能化、网络化、个性化、数字化方面进行无限拓展，在具体的体验和使用中不断完善，对残障者的个体需求、生活环境、文化背景、个人爱好等进行全方位统筹考虑。

3.2 科技引领创新

科学技术是第一生产力，随着3D打印、人工智能、脑机接口^[26-27]、新材料、大数据^[28]、机器人、微传感等工程技术的发展，以及生物力学、康复工程等自然学科的研究深入，以自然科学为理论，工程技术为手段，群体特征为导向，个体参数为基础的康复辅具创新设计必将走向深度的学科融合和技术融合^[8]。以色列Rewalk康复机器人见图7，以机器人技术为基础^[29]，融合可穿戴技术、多传感技术可以减缓瘫痪导致的肢体疼痛、肌肉痉挛，促进肠道消化系统蠕动和新陈代谢等^[30]。再如，手部矫形器设计及3D打印见图8，以三维逆向技术为手段，通过人体数据扫描、生物力学一体化设计、3D打印等流程，可以快速、因人而异地定制矫形器，从而改善传统制作方法流程复杂、环境脏乱差的现状，提高辅具适配度^[31]。

3.3 情感延伸创新

康复辅具创新设计不仅仅是功能性满足的设计活动，在解决人与产品关系的设计过程中，人的心理因素、情感是必须予以关照的考量因子，而且以心理学原理为基础的群体数据分析，从功能和精神两方面进行辅具的物质性创造与非物质性创造，是功能与精神同在的设计^[32]。未来，产品语义学、形态构成学等对于辅具情感体验设计、历史文脉延续、产品隐喻构思具有不可忽视的作用，是探索和挖掘人类非物质世界的有效手段^[33]。

3.4 服务指引创新

相比其他产品，大多数康复辅具（如假肢、矫形器）需要持续地使用评估和产品服务，因此可持续性

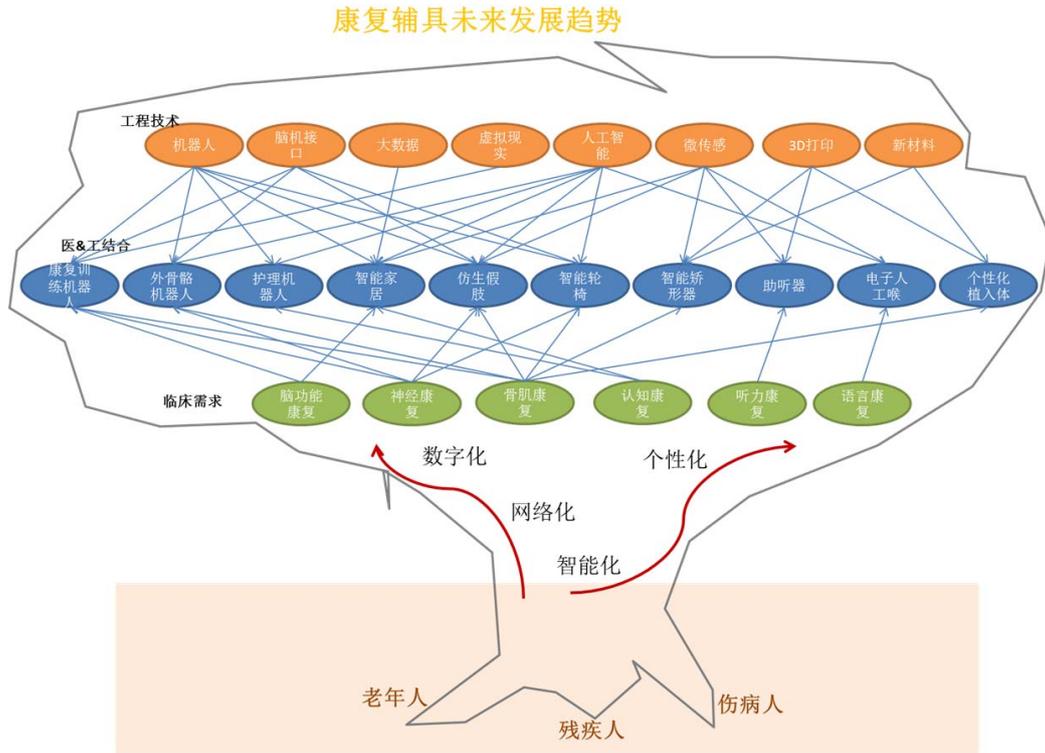


图 6 康复辅具未来发展趋势
Fig.6 Future development trends of rehabilitation aids

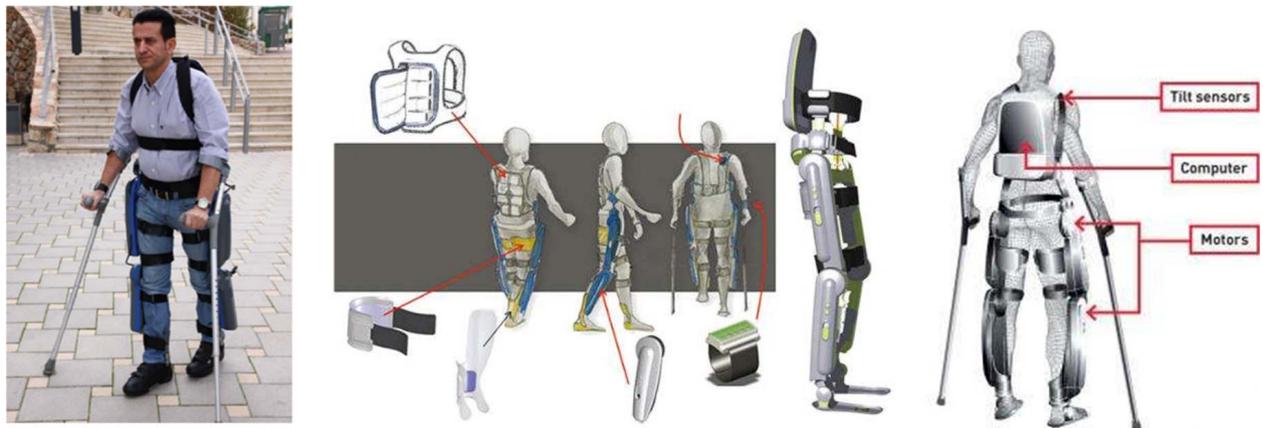


图 7 以色列 Rewalk 康复机器人
Fig.7 Rewalk rehabilitation robot from Israel



图 8 手部矫形器设计及 3D 打印
Fig.8 Design and 3D printing of hand orthosis



图9 无障碍手机设计
Fig.9 Accessible phone design

服务也是未来康复辅具的一大特点^[34]。这种可持续性服务本身是对康复辅具进行一线数据积累和实践检验的依据来源,某种程度上讲成为一种创新的手段,服务指引未来创新的方向。康复辅具创新设计提倡全方位可持续辅具服务设计,它不仅是辅具材料、资源的可持续设计,而且更多的是辅具服务体制、流程、资源等的可持续整合^[35-36]。

3.5 体验完善创新

工业设计可以为康复辅具的研发、创新提供诸多方法,为康复辅具产业的发展提供新的思路^[37-38]。各种康复辅具的体验可以为完善康复辅具产品设计与创新实践提供潜在的各种可能,体验可以让创新手段不断完善和提升。对于不同的残障者,交流的方式不同。如对于视障者,交流可以是语言、语音或触觉感受;而对于听觉障碍者,交流可以是视觉、动作或触觉等^[39]。针对视觉和触觉有障碍的群体,尝试和开发具备良好可操作性的语音唤醒的智能辅具产品,通过康复辅具体验进行智能化设计创新,增强其应用性和普及性。康复辅具创新设计倡导多感官交流模式的创建,即针对不同种类的残障者,通过产品语义学、符号学、语音学及材料学等知识的应用,有意识地使康复辅具产品在视觉、听觉、触觉、味觉、嗅觉等方面具备沟通性和体验性^[40],促进信息和情感的无障碍交流,从而完善产品使用的体验链^[41]。

无障碍手机设计见图9,使用视觉和触觉两种途径为老年人等弱视群体创造了相同的使用体验。

4 结语

康复辅具设计是工业设计“设计为人服务”的进一步范畴延展,旨在建构更加人性化、涵盖面更加广泛的设计服务体系。在为残障者提供物质帮助的同时,工业设计可以克服人自身在某些方面的先天不足。同时,关注深层次情感和基本功能需求的工业设计,可以提供美的形态和独特的文化内涵,是人性化设计与人文关怀的极大体现,也是创建和谐社会,营造和谐化设计语境氛围,关爱弱势群体的必要措施。为此,基于工业设计基础建构,科技推动创新,注入更多情感、服务、体验的内涵设计,倡导自主知识产权创新设计,是未来康复辅具发展的重点和趋势。

参考文献:

- [1] 柳冠中. 走中国当代工业设计之路[J]. 装饰, 2005(1): 6-9.
LIU Guan-zhong. Taking the Road of Chinese Contemporary Industrial Design[J]. Zhuangshi, 2005(1): 6-9.
- [2] 国务院. 国务院关于加快发展康复辅助器具产业的若干意见[EB/OL]. (2016-10-27)[2020-02-10]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2016-10/27/content_5125001.htm.
The State Council. Opinions of the State Council on Accelerating the Development of the Rehabilitation AIDS Industry [EB/OL]. (2016-10-27)[2020-02-10]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2016-10/27/content_5125001.htm.
- [3] 民政部. 加快发展康复辅助器具产业部际联席会议第一次全体会议在京召开[EB/OL]. (2017-02-24)[2020-02-10]. <http://www.mca.gov.cn/article/xw/mzyw/201702/20170215003395.shtml>.
Ministry of Civil Affairs. The First Plenary Meeting of the Inter-ministerial Joint Conference on Accelerating the Development of Rehabilitation Aids Industry was Held in Beijing [EB/OL]. (2017-02-24)[2020-02-10]. <http://www.mca.gov.cn/article/xw/mzyw/201702/20170215003395.shtml>.
- [4] 科技部. 科技部关于发布国家重点研发计划“蓝色粮仓科技创新”等重点专项2018年度项目申报指南的通知[EB/OL]. (2018-06-28)[2020-02-10]. http://www.most.gov.cn/mostinfo/xinxifenlei/fgzc/gfxwj/gfxwj2018/201807/t20180706_140465.htm.
Ministry of Science and Technology. Notice on the Guidelines for the Application of National Key r&d Plan “Blue Granary Science and Technology Innovation” and Other Key Special Projects in 2018[EB/OL]. (2018-06-28)[2020-02-10]. http://www.most.gov.cn/mostinfo/xinxifenlei/fgzc/gfxwj/gfxwj2018/201807/t20180706_140465.htm.
- [5] 朱图陵. ICF与ISO9999辅助产品分类法[J]. 中国康

- 复理论与实践, 2006, 12(1): 88-90.
ZHU Tu-ling. Classification of ICF and ISO9999 Auxiliary Products[J]. Rehabilitation Theory and Practice in China, 2006, 12(1): 88-90.
- [6] 朱图陵, 金德闻. 辅助器具与辅助技术[J]. 中国康复医学杂志, 2006(3): 252-254.
ZHU Tu-ling, JIN De-wen. Assistive Devices and Assistive Techniques[J]. Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2006(3): 252-254.
- [7] 沈晓军, 张晓玉. 我国康复辅具发展概况[J]. 中国医疗设备, 2009, 24(12): 1-4.
SHEN Xiao-jun, ZHANG Xiao-yu. Overview of the Development of Rehabilitation AIDS in China[J]. Chinese Medical Equipment, 2009, 24(12): 1-4.
- [8] 董理权, 吴小高, 任伟华, 等. 我国落实世卫组织《增进获得辅助技术决议》的基础与路径[J]. 残疾人研究, 2019(2): 45-49.
DONG Li-quan, WU Xiao-gao, REN Wei-hua, et al. Basis and Approach for China's Implementation of the WHO Resolution on Improving access to Assistive Technologies[J]. Research on Disabled People, 2019(2): 45-49.
- [9] 朱图陵. “辅具”史话[J]. 中国残疾人, 2007(12): 49-51.
ZHU Tu-ling. Historical Words of “Auxiliary Tools”[J]. Chinese Disabled People, 2007(12): 49-51.
- [10] LOIĆ G, KHASNABIS C, WALKER L, et al. Medical and Assistive Health Technology: Meeting the Needs of Aging Populations: Table 1[J]. The Gerontologist, 2016, 56(2): 293-302.
- [11] 李军. 日本的老年福利政策[J]. 社会福利, 2011(4): 51.
LI Jun. Elderly Welfare Policy in Japan[J]. Social Welfare, 2011(4): 51.
- [12] KRICHELS J. Ottobock North American Headquarters Page Austin, Texas[J]. Architectural Record, 2017, 205(4): 105-106.
- [13] 张晓玉. 我国智能辅助器具科技创新的现状与发展[J]. 中国康复理论与实践, 2013, 19(5): 401-403.
ZHANG Xiao-yu. Current Situation and Development of Scientific and Technological Innovation of Intelligent Assistive Devices in China[J]. Chinese Rehabilitation Theory and Practice, 2013, 19(5): 401-403.
- [14] 四川省民政厅. 我省出台康复辅助器具产业三年实施规划[EB/OL]. (2019-09-04)[2020-02-10]. <http://mzt.sc.gov.cn/scmzt/mzyw/2019/9/4/ebfb96d0dc894042823ec7e64d780fac.shtml>.
Department of Sichuan Province. Three Years to Implement a Rehabilitation Equipment Industry in Our Province Planning[EB/OL]. (2019-09-04)[2020-02-10]. <http://mzt.sc.gov.cn/scmzt/mzyw/2019/9/4/ebfb96d0dc894042823ec7e64d780fac.shtml>.
- [15] 健康报. 国务院: 鼓励治疗性康复辅具纳入医保支付[J]. 中国数字医学, 2016, 11(11): 79.
Health Report. State Council: Encouraging the Inclusion of Therapeutic Rehabilitation Aids in Medical Insurance Payments[J]. China Digital Medicine, 2016, 11(11): 79.
- [16] 张晓玉. 智能辅具与机器人技术[J]. 机器人技术与应用, 2011(5): 6-13.
ZHANG Xiao-yu. Intelligent Auxiliary Equipment and Robotics[J]. Robotics Technology and Application, 2011(5): 6-13.
- [17] 方新, 李高峰, 熊宝林, 等. 康复辅助器具服务模式与人才队伍建设[J]. 中国康复医学杂志, 2018, 33(2): 211-214.
FANG Xin, LI Gao-feng, XIONG Bao-lin, et al. Service Model of Rehabilitation AIDS and Construction of Talent Team[J]. China Journal of Rehabilitation Medicine, 2018, 33(2): 211-214.
- [18] 董理权, 吴小高. 构建辅助器具适配体系探讨[J]. 残疾人研究, 2014(2): 16-19.
DONG Li-quan, WU Xiao-gao. Building an Adaptation System for Auxiliary Devices[J]. Research on the Disabled, 2014(2): 16-19.
- [19] 赵寅, 周莹, 李若辉. 残疾人辅助器具的人本关怀设计研究[J]. 家具, 2016(5): 63-67.
ZHAO Yin, ZHOU Ying, LI Ruo-hui. Human-centered Care Design of AIDS for the Disabled[J]. Furniture, 2016(5): 63-67.
- [20] 宗明明, 项仁明. 基于无意识设计的下肢肢体残疾人辅助器具设计[J]. 设计, 2015(11): 40-44.
ZONG Ming-ming, XIANG Ren-ming. Design of Assistive Devices for the Disabled of Lower Limbs Based on Unconscious Design[J]. Design, 2015(11): 40-44.
- [21] 刘晓奇. 残疾人心理特征与无障碍设计[J]. 四川建筑, 2010, 30(4): 28-30.
LIU Xiao-qi. Psychological Characteristics of the Disabled and Barrier-free Design[J]. Sichuan Architecture, 2010, 30(4): 28-30.
- [22] 李剑, 李辉, 李立峰, 等. 康复辅具安全设计探析[J]. 包装工程, 2012, 33(6): 65-68.
LI Jian, LI Hui, LI Li-feng, et al. Analysis of Rehabilitation Aids Safety Design[J]. Packaging Engineering, 2012, 33(6): 65-68.
- [23] 王伟伟, 黄琳. 面向老年人群的参与式产品设计方法[J]. 机械设计, 2016(7): 117-120.
WANG Wei-wei, HUANG Lin. Participatory Product Design Method for the Elderly[J]. Mechanical Design, 2016(7): 117-120.
- [24] 王陈璐. 工业设计实践中创新方法分析[J]. 设计, 2015(15): 62-63.
WANG Chen-lu. Analysis of Innovative Methods in In-

- dustrial Design Practice[J]. Design, 2015(15): 62-63.
- [25] 赵燕潮. 中国残联发布我国最新残疾人口数据 全国残疾人口逾 8500 万[J]. 中国残疾人, 2012(4): 20.
ZHAO Yan-chao. China's Latest Data of Disabled Population Released by China Disabled Persons Federation[J]. China Disabled People, 2012(4): 20.
- [26] MILLÁN, JOSÉ D R. Combining Brain-Computer Interfaces and Assistive Technologies: State-of-the-art and Challenges[J]. Frontiers in Neuroscience, 2010, 161(4): 1-15.
- [27] SHENOY K V, KAUFMAN M T, SAHANI M, et al. A Dynamical Systems View of Motor Preparation: Implications for Neural Prosthetic System Design[J]. Progress in Brain Research, 2011, 192: 33-58.
- [28] RADU G B, LUCIAN N, VLAD C, et al. A New Integrated System for Assistance in Communicating with and Telemonitoring Severely Disabled Patients[J]. Sensors, 2019(19): 1-31
- [29] ESQUENAZI A, TALATY M, PACKEL A, et al. The ReWalk Powered Exoskeleton to Restore Ambulatory Function to Individuals with Thoracic-level Motor-complete Spinal Cord Injury[J]. American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation, 2012, 91(11): 911-921.
- [30] 李根生, 倡国宁, 徐飞. 下肢外骨骼机器人控制策略研究进展[J]. 中国康复医学杂志, 33(12): 110-116.
LI Gen-sheng, SI Guo-ning, XU Fei. Lower Limb Exoskeleton Robot Control Strategy Research Progress[J]. Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 33(12): 110-116.
- [31] GABRIELE B, SAMI H, ALBERTO S. A Critical Analysis of a Hand Orthosis Reverse Engineering and 3D Printing Process[J]. Applied Bionics and Biomechanics, 2016(5): 1-7.
- [32] 孙斐. 以用户为中心的老年人可穿戴产品设计研究[J]. 包装工程, 2016, 37(8): 158-161.
SUN Fei. User-centered Wearable Product Design for the Elderly[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(8): 158-161.
- [33] 乔现玲, 宋海卉. 考虑人际敏感特征的残疾人辅助器具设计研究 [J]. 包装工程, 2014, 35(12): 33-36.
QIAO Xian-ling, SONG Hai-hui. Design of AIDS for the Disabled Considering Interpersonal Sensitivity[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(12): 33-36.
- [34] TEDESCO T L, MCLENING B, HENDRIE W, et al. Is There a Standard Procedure for Assessing and Providing Assistive Devices for People with Neuro-disabling Conditions in United Kingdom? A Nation-wide Survey[J]. Disability and Health Journal, 2019, 12(1): 93-97.
- [35] 陈振声. 中国残疾人辅助器具服务体系的构建[J]. 中国康复理论与实践, 2011(6): 89-91.
CHEN Zhen-sheng. Construction of Service System of Assistive Devices for the Disabled in China[J]. Rehabilitation Theory and Practice in China, 2011(6): 89-91.
- [36] JENNIFER A G, JENNIFER L Z, JAMES H R. Built Environment Instruments for Walkability, Bikeability, and Recreation: Disability and Universal Design Relevant?[J]. Disability & Health Journal, 2012, 5(2): 87-101.
- [37] CREWS D E, ZAVOTKA S. Aging, Disability, and Frailty: Implications for Universal Design[J]. Journal of Physiological Anthropology, 2006, 25(1): 113-118.
- [38] JONATHAN G. Choosing Children: Genes, Disability, and Design[J]. Denver Journal, 2006, 117(5): 180-183.
- [39] DAVIS A, MCMAHON C M, PICHORA-FULLER K M, et al. Aging and Hearing Health: the Life-course Approach[J]. The Gerontologist, 2016, 56(2): 256-267.
- [40] 李辉, 刘琦, 李剑. 基于形态体验的老年康复辅具设计[J]. 包装工程, 2018, 39(20): 152-158.
LI Hui, LIU Qi, LI Jian. Design of Elderly Rehabilitation Aids Based on Morphological Experience[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(20): 152-158.
- [41] 陶裕仿. 工业设计在提升康复器材企业竞争力中的作用[J]. 中国康复医学杂志, 2010, 25(3): 263-264.
TAO Yu-fang. The Role of Industrial Design in Enhancing the Competitiveness of Rehabilitation Equipment Enterprises[J]. Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2010, 25(3): 263-264.