

具身认知视角下膝关节康复机的情感化设计研究

刘佳蕾, 刘子建

(陕西科技大学, 西安 710021)

摘要: **目的** 为加速膝关节生理性疾病患者的康复进程, 提升其使用康复机的体验, 并满足其潜在的心理需求, 从具身认知的视角出发, 构建目标用户心理情绪与行为经验间的关系, 探讨康复机的情感化设计策略。**方法** 以 CPM 机为例, 首先借助访谈、随行观察、数据分析等方法, 搜集并提取患者在使用康复机时的关键动作与情感需求, 从而进行重要性的排序; 其次明确影响关键动作与患者情感需求的各因素的权重; 最后进一步使用层次分析法设计评价指标体系, 进行认知情绪—具身动作—设计元素的映射研究。**结论** 提出了膝关节康复机的情感化设计策略, 满足了患者在康复过程中关键动作和认知情绪的要求, 优化了训练过程中的用户体验。设计策略可应用于膝关节康复产品的设计之中, 这有利于患者认知情绪与具身动作上的优化, 从而加快康复进程。

关键词: 具身认知; 康复机; 情感化研究; 层次分析法

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2019)22-0203-05

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2019.22.035

Emotional Design of Knee Rehabilitation Machine from the Perspective of Embodied Cognition

LIU Jia-lei, LIU Zi-jian

(Shaanxi University of Science & Technology, Xi'an 710021, China)

ABSTRACT: The paper aims to speed up the rehabilitation process of patients with physiological diseases of knee joint, enhance their experience of using rehabilitation machine, meet their potential psychological needs and construct the relationship between psychological emotion and behavioral experience of target users from the perspective of embodied cognition to discuss the corresponding emotional design strategies of rehabilitation machine. With CPM machine as an example, firstly, methods such as interview, accompanying observation and data analysis were used to collect and analyze the embodied action and emotional needs when using the rehabilitation machine, and then sort them by importance. Secondly, the weights that affect the key actions and the emotional needs of the patients were defined clearly. Finally, the analytic hierarchy process was adopted to construct a design evaluation index system, and establish a mapping relation among cognition emotions - embodied movements - design elements for analysis. The emotional design strategy of the knee rehabilitation machine is proposed, which satisfies the key action and cognitive emotion requirements of the patients during the rehabilitation process and optimizes the user experience during the training process. The design strategy can be applied to the design of knee rehabilitation products, which is conducive to the optimization of patients' cognitive emotions and embodied action, and thus accelerates the recovery process.

KEY WORDS: embodied cognition; rehabilitation machine; emotional research; analytic hierarchy process

对于膝关节存在功能性障碍的患者来说, 膝关节康复机能够初步满足患者的需求^[1]。自 20 世纪 70 年代以来, 持续被动运动(Continuous Passive Motion, CPM)

的概念由加拿大骨科专家 Salter 提出后, 临床上患者康复训练使用的主要设备是 CPM 机。目前, 国内外在康复机器人领域, 对 CPM 机的临床应用经验非常

收稿日期: 2019-08-29

基金项目: 国家社会科学基金项目(11XMZ032)

作者简介: 刘佳蕾(1994—), 女, 陕西人, 陕西科技大学硕士生, 主攻产品及交互设计。

通信作者: 刘子建(1963—), 男, 江西人, 硕士, 陕西科技大学教授, 主要研究方向为工业设计、陶瓷设计等。

不足^[2]。我国现有的康复医疗资源非常紧缺,关于下肢康复机的主动模式还须进一步研究^[3]。如今,用户除了功能层面的需求之外,对情感的需求也越来越高。然而,CPM机仅提供持续的、被动式的、有节律性的单一功能^[4],旧的机器与模式,已经无法满足用户在使用康复设备时的情感需求。

1 具身认知视角下的用户研究

具身认知理论^[5](Embodiment Cognition)是认知科学领域中的一门新兴理论。这一理论受到了文化人类学、机器人技术、人工智能等多个学科的影响,已经成为了认知心理学研究的新方向^[6]。

1.1 CPM机使用方法及流程分析

在膝关节置换术后的康复训练中,最重要的部分是通过肌力训练来进行康复,临床上通常采用传统CPM机开展康复训练^[7],见图1。



图1 使用CPM机开展康复训练
Fig.1 Rehabilitation training with CPM machine

每位患者的康复训练方案都依据膝关节康复训练的基础规划来确定,见表1。患者在术后的每个阶段都有对应的康复目标,每位患者的生理状况各不相同,医护人员会根据患者的恢复情况、患者能承受的运动强度、患者的疼痛感受、患处的手术方式等因素,制定出阶段性的训练任务。

表1 术后患者康复训练基础规划
Tab.1 Basic plan of rehabilitation training for patients after operation

术后阶段	0~2周	2~4周	4~6周	6~12周
阶段	独立训练	完全伸膝	主—被动	继续锻炼
目标	肿胀消除	疼痛减少	完全伸膝	改善步态
节点	伸膝 0°	屈膝角度	屈膝角度 ≥ 110°	
任务	屈膝 90°	≥ 100°	停止使用辅具	

1.2 康复机使用过程中的关键动作分析

用户的康复行为是由若干行为共同构成的^[8],通

过随行观察法和深入式访谈法,记录下患者使用CPM机时的动作状态。护士为帮助患者进行康复训练,临床上使用的是传统的CPM机,其原理是采用推杆机构结合控制系统,牵引膝关节完成屈曲动作,使患者的肌力得到锻炼,CPM机的使用流程见图2。首先,将CPM机平放至病床适当位置,在患者的配合下根据患肢长度调整CPM机的各个部件,使用固定粘带、脚步固定托板等对患肢一侧进行固定。其次,对CPM机的参数进行调整,主要参数包括机器运行速度、屈曲角度、动作频率和训练时间,并通过开关控制CPM机的开始和结束。刚开始训练时,角度一般设定在30°~40°,护士需要根据患者的情况和临床的经验进行设定,并通过手动设定来增加训练的屈曲角度。患者中途如出现不适,需要通过手动控制器来急停或主动向护士提出停止。

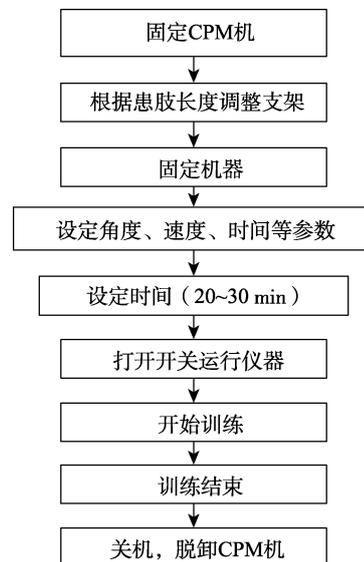


图2 CPM机使用流程
Fig.2 Use flow chart of CPM machine

使用CPM机进行训练的患者,主要有以下几个特征行为。首先是平卧,平卧是术后患者的主要需求,也是训练开始时的姿态;其次是膝关节的屈曲动作,因为患者术后还有伤口,所以屈曲动作对患者有一定程度的挑战;再次是耐受点停留,当屈曲度达到最大时,患者疼痛感也最为强烈,因此对患者来讲极具挑战;最后是在异常情况下对机器进行调整,特征行为分析见表2。

表2 特征行为分析
Tab.2 Characteristic behavior analysis

特征行为	形态示意	内在认知
躯体平卧		平稳安全
膝关节屈曲		具挑战性
耐受点停留		极具挑战
调整控制器		灵活可调整

在对患者使用 CPM 机进行康复训练的特征行为进行分析时，需要对患者的关键动作进行两两对比。确定动作频率 c_1 、康复重要性 c_2 与经验符合度 c_3 为特征行为的三项评价指标。权重计算及一致性检验矩阵见表 3。

表 3 权重计算及一致性检验矩阵

Tab.3 Weight calculation and conformance check matrix

A	c_1	c_2	c_3	W_i	W_i^0	λ_{mi}
c_1	1	2	1/2	1.0000	0.3108	3.0536
c_2	1/2	1	1/2	0.6300	0.1958	3.0536
c_3	2	2	1	1.5874	0.4934	3.0536

三项指标的权重为：

$$W = (0.3108, 0.1958, 0.4934)^T \quad (1)$$

根据李克特量表，将每一个准则分为非常低、较低、正常、较高、非常高五个等级，每个等级分别记为 1 分、2 分、3 分、4 分和 5 分^[9]。一共选择十人，其中手术医师六人，康复治疗师四人。使用评价指标对关键动作进行打分和统计，得出特征行为的得分矩阵 B 为：

$$B = \begin{bmatrix} 48 & 18 & 32 & 6 \\ 44 & 20 & 40 & 11 \\ 39 & 31 & 15 & 28 \end{bmatrix} \quad (2)$$

四个特征行为最终的加权分数为：

$$S = B^T W = (42.7762, 24.8058, 25.1786, 17.8338) \quad (3)$$

各个特征行为的加权分数为：膝关节屈曲为 42.7762，躯体平卧为 24.8058，耐受点停留为 25.1786，调整控制器为 17.8338；按重要度排序依次为膝关节屈曲、耐受点停留、躯体平卧和调整控制器。

1.3 膝关节障碍患者的心理分析

对患者来说，心理的整体活动会影响到康复训练的情况。有主动运动意图的康复训练对患者的恢复更加有效^[10]，因此，用户的心理情感研究成为加快患者恢复、优化使用体验的重要环节。用户的每一种特征都有相对应的需求信息，通过对患者在使用 CPM 机时的生理动作和心理情绪进行特征分析与调查，可总结出患者在使用 CPM 机时的情绪特征需求，见表 4。

通过在陕西中医药大学附属医院进行实地研究，采用深入式访谈并结合问卷调查的方法，对使用 CPM 机进行康复训练的患者进行调研。根据李克特量表，将每一个情绪特征需求分为不需要、较不需要、需要、较需要、非常需要五个等级，分别记为 1 分、2 分、3 分、4 分和 5 分。选择男性测试者十六人，女性测试者十四人，共三十人。将获取的原始数据运用数据分析的方法进行整理后，通过 Matlab 生成数据矩阵，用户需求数据矩阵见图 3。

表 4 用户情绪特征需求

Tab.4 Emotional characteristics requirements of users

编号	需求描述
A ₁	使用舒适
A ₂	动作协调
A ₃	缓解痛苦
A ₄	了解康复程度
A ₅	保障安全
A ₆	消除依赖

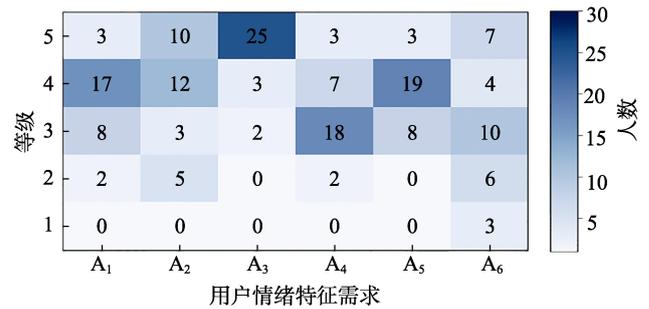


图 3 用户需求数据矩阵

Fig.3 Data matrix diagram of users' requirements

根据患者情绪需求数据分析的结果，缓解痛苦位于首要需求，然后依次是动作协调、保障安全、使用舒适、了解康复程度与消除依赖。考虑到不同患者的不同情况，患者的基本生理信息、手术方案等存在差异，CPM 机需要满足患者的重点情绪需求。

2 情感化设计策略

2.1 设计评价指标体系构建

确定关键设计要素需要深入理解认知情绪与具身动作间的关系。例如，无印良品经典的 CD 机设计中，设计师深泽直人使用了拉绳这一设计来触发开关，从行为经验上唤醒了人们使用换气扇的记忆，引发了用户的怀旧情绪。因此，结合具身认知理论，利用层次分析法建立起的评价指标体系，见图 4。

重要性判断标度含义见表 5，平均随机一致性指标 RI 见表 6。分别对目标层—关键动作层，关键动作层—情绪需求层，情绪需求层—设计要素层，参考表 5—6 进行计算。构造判断矩阵、权重计算及一致性检验， $U-U_i$ 判断矩阵见表 7，这里只列出目标层—关键动作层的计算过程，其余各部分计算过程类似，不再赘述。

$$\lambda_{\max} \approx \frac{1}{4} \times (4.2342 + 4.2303 + 4.2291 + 4.2354) = 4.2323 \quad (4)$$

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} = 0.0774 \quad (5)$$

$$RI = 0.90 \quad (6)$$

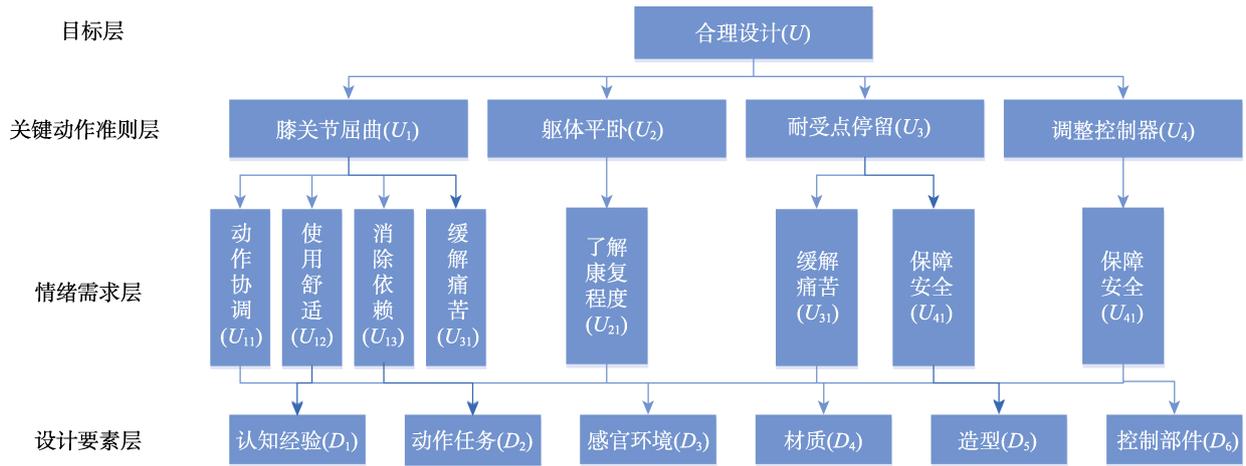


图4 评价指标体系
Fig.4 Evaluation index system

表5 重要性判断标度含义
Tab.5 Meaning of importance estimation degree

相对重要程度 a_{ij}	定义	释义
1	同等重要	目标 i 与 j 同样重要
3	略微重要	目标 i 与 j 略微重要
5	相当重要	目标 i 与 j 相当重要
7	明显重要	目标 i 与 j 明显重要
9	绝对重要	目标 i 与 j 绝对重要
2, 4, 6, 8	介于两相邻重要程度之间	目标 i 比 j 绝对重要
倒数	两要素相比, 后者比前者重要	目标 j 比 i 的重要程度

表6 平均随机一致性指标 RI
Tab.6 Average random consistency indicator RI

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RI	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45

表7 $U-U_i$ 判断矩阵
Tab.7 $U-U_i$ judgment matrix

U	U_1	U_2	U_3	U_4	W_i	W_i^0	λ_{mi}
U_1	1	7	3	8	3.6002	0.5688	4.2342
U_2	1/7	1	1/6	3	0.5170	0.0817	4.2303
U_3	1/3	6	1	7	1.9343	0.3056	4.2291
U_4	1/8	1/3	1/7	1	0.2778	0.0439	4.2354

$$CR = \frac{CI}{RI} = 0.086 < 0.1 \quad (7)$$

最终计算所得结果为:

目标层—关键动作层(各关键动作对目标层决策的影响程度占比):

$$W_1 = (0.5688 \ 0.0817 \ 0.3056 \ 0.0439)^T \quad (8)$$

关键动作层—情绪需求层(各情绪需求对某一关

键动作的需要度占比):

$$W_2 = \begin{bmatrix} 0.5325 & 0 & 0 & 0 \\ 0.1389 & 0 & 0 & 0 \\ 0.0552 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0.2734 & 0 & 0.8333 & 0 \\ 0 & 0 & 0.1667 & 1 \end{bmatrix} \quad (9)$$

情绪需求层—设计要素层(各设计要素能够满足某一情绪需求的程度占比):

$$W_3 = \begin{bmatrix} 0.4481 & 0.1250 & 0.3343 & 0.0817 & 0.0736 & 0.2222 \\ 0.2564 & 0.1250 & 0.3343 & 0.4508 & 0.0736 & 0.2222 \\ 0.1119 & 0.2500 & 0.1495 & 0.0817 & 0.4392 & 0.556 \\ 0.0612 & 0.2500 & 0.0606 & 0.0817 & 0.2102 & 0.556 \\ 0.0612 & 0.1250 & 0.0606 & 0.0817 & 0.0736 & 0.2222 \\ 0.0612 & 0.1250 & 0.0606 & 0.2224 & 0.1298 & 0.2222 \end{bmatrix} \quad (10)$$

经过计算后得出结论:针对一致性要求,以上所构建的判断矩阵,在各权重矩阵的计算过程中均达标。各设计要素对目标层,即对合理设计所贡献的比例,计算如下:

$$W = W_3(W_2W_1) = (0.2143168, 0.18612122, 0.25044442, 0.13836013, 0.08824549, 0.12279392)^T \quad (11)$$

由此可见,各设计要素在设计时所考虑的优先级为: $D_3 > D_1 > D_2 > D_4 > D_6 > D_5$, 即在设计时应考虑的设计要素次序为 No.1 感官环境, No.2 认知经验, No.3 动作任务, No.4 材质, No.5 控制部件, No.6 造型。

2.2 情感化设计策略

2.2.1 创建交互式康复环境

感官环境是首要设计要素。在 CPM 机的使用环境中,感觉感官感知和动觉感官感知相互作用,构成

了康复训练过程中复杂的感官环境。该过程中患者的主要困难是恐动心理,从具身认知理论出发,发挥感觉感官中视觉、听觉等的积极作用,配合动觉感官,为患者在使用 CPM 机进行训练的过程中,营造出积极主动的、富有感染力的感官环境。

在初次使用 CPM 机以及训练初期,采用游戏激励机制培养患者主动、积极的康复态度。该策略可与虚拟现实、混合现实等技术相结合,建立多维度交互式的游戏体验。在该交互环境中也可以融合可视化的患肢数据,使患者能够实时监控到患肢的数据信息、康复训练的进程,通过视觉、听觉等通道,了解自己的康复进程,一定程度上缓解患者的心理压力和生理痛苦,激励患者克服术后的恐动心理,提升其参与训练的主动意愿。

2.2.2 提供符合认知经验的康复功能

人体的日常行为过程中,平衡占据了主要地位,运动规范中常常在每个动态和静态的动作中强调身体的平衡,康复训练中的训练动作亦是如此。本文的研究对象具有一定的特殊性,由于常年的疾病,所以使得患者行走不稳,身体不能保持平衡,常见有一瘸一簸、重心不稳等。这种运动状态也让患者将疼痛、不安全感等消极情绪与之联系起来。在患者人群的认知经验中,不平衡的运动经验会直接唤醒消极情绪,这也为 CPM 机的结构和训练模式提出了新要求。

从具身的行为经验出发,膝关节的康复训练应重点考虑两条腿的平衡运动,通过使用 CPM 机来纠正其非对称的行为习惯。这就要求 CPM 机的设计能够满足双腿训练的功能需求。根据双腿训练的需求,CPM 机的机构设计中应考虑增加双腿位,完善患者的康复训练,在训练动作上,能够满足双腿交替进行动作训练。

2.2.3 构建主—被动相辅的运动机制

鉴于持续、被动的运动模式是传统 CPM 机所固有的,其除了满足患者的功能性需求外,难以实现患者在舒适度和克服依赖上的需求,因此绝大多数的医学学者认为,减少患者的负面情绪从而增强患者的机体抵抗能力尤为关键,而这其中起到决定性作用的是术后训练模式(被动节律式—半主动—全主动)^[11]。基于主动运动模式从而实现患者的机体数据通过视觉层面得到实时反馈,全面激发患者的参与感,从而提高康复训练的针对性和有效性。

主—被动康复训练模式是在被动节律式模式下,增加主动运动模式。在实际情况中,患者病况和身体机能存在一定差异性。主动模式正是依据该情况充分考虑患者自身的情绪,从而优化康复体验,提升康复效果。在训练过程中,患者可实时监测膝关节的训练数据,该数据通过位于 CMP 机中的传感器获取。该模式被实验证实可提高患者的完成度,减少患者的恐

动心理。

3 结语

本文主要面向膝关节障碍者,利用具身认知理论,对使用 CPM 机时患者的具身行为与认知情绪进行了深度分析,分别得到了关键动作和情绪需求间的重要性排序,并进行了患者情绪—关键行为—设计元素间的映射研究,转化为有效的设计要素。CPM 机的情感化设计策略表明:促进康复训练的开展,创建多感官融合的交互式康复环境;改善康复训练的机制,一种协调的、双腿交替运动的康复训练功能,更加符合人体的具身认知经验;构建主—被动相辅的运动机制,完善康复数据的反馈机制。结合具身认知的 CPM 机情感化设计,能够满足患者认知情绪的特征需求,优化具身动作的训练模式,加快患者的康复进程。

参考文献:

- [1] 侯增广, 赵新刚, 程龙, 等. 康复机器人与智能辅助系统的研究进展[J]. 自动化学报, 2016, 42(12): 1765-1779.
HOU Zeng-guang, ZHAO Xin-gang, CHENG Long, et al. Recent Advances in Rehabilitation Robots and Intelligent Assistance Systems[J]. Acta Automatica Sinica, 2016, 42(12): 1765-1779.
- [2] KREBS H I. Rehabilitation Robotics: an Academic Engineer Perspective[C]. International Conference of the IEEE Engineering in Medicine & Biology Society, 2011.
- [3] VAN D W, VAN K H, KOOPMAN B, et al. Improving the Transparency of a Rehabilitation Robot by Exploiting the Cyclic Behaviour of Walking[C]. IEEE International Conference on Rehabilitation Robotics, 2013.
- [4] 杨昱. 柔顺主-被动膝关节康复训练技术研究[D]. 南京: 南京理工大学, 2011.
YANG Gang. The Passive-active Rehabilitation Apparatus for Knee Joint Recovery[D]. Nanjing: Nanjing University of Science and Technology, 2011.
- [5] GOLDMAN A, VIGNEMONT F. Is Social Cognition Embodied[J]. Trends in Cognitive Sciences, 2009, 13(4): 154-159.
- [6] 叶浩生. 具身认知: 认知心理学的新取向[J]. 心理科学进展, 2010, 18(5): 705-710.
YE Hao-sheng. Embodied Cognition: New Orientation of Cognitive Psychology[J]. Advances in Psychological Science, 2010, 18(5): 705-710.
- [7] CHEN K, ZHE Y U. Effects of Different Exercise Treatments on Postoperative Function Recovery in Patients with Total Knee Replacement[J]. Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2010, 25(1): 50-52.

(下转第 218 页)

4 结语

诚然,景区的环境与游客的整体素质、环保意识息息相关,呼吁游客环保的步伐不能停。我们也该意识到,游客素质不是一个孤立的问题,折射出的深层次问题是景区管理水平与服务质量的缺失。日本在环保层面上的作为不仅因为整个民族的教育水平、国民素质高,宣传力度大及环保管制严也是不容小觑的原因之一^[10]。利用服务设计理念准确定义在景区中垃圾箱分类上的各类问题,通过垃圾箱自身特性的改善、与周边环境的视觉统一、提升产品内外创意等解决用户痛点,增加产品附加值,提升用户整体体验。景区呼吁游客文明,而游客也需要景区的便利。通过双方共同努力,全面推进我国旅游景区管理水平和服务质量与效率的提升,共创健康和谐的社会生态环境。

参考文献:

- [1] ANDY Polaine, LAVRANS Lovlie, BEN Reason. 服务设计与创新实践[M]. 北京:清华大学出版社,2015.
ANDY Polaine, LAVRANS Lovlie, BEN Reason. Service Design and Innovation Practice[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2015.
- [2] 阎宪, 马江雅, 郑怀礼. 完善我国城市生活垃圾分类回收标准的建议[J]. 环境保护, 2010(15): 44-46.
YAN Xian, MA Jiang-ya, ZHENG Huai-li. Suggestions for Improving the Classification and Recycling Standards for Urban Waste in China[J]. Environmental Protection, 2010(15): 44-46.
- [3] 茶山. 服务设计微日记 2[M]. 北京:电子工业出版社, 2017.
CHA Shan. Service Design Micro Diary 2[M]. Beijing: Electronic Industry Press, 2017.
- [4] 李忱. 基于服务设计的城市公共自行车体验研究——以济南市历下区公共自行车为例[J]. 菏泽学院学报, 2018, 40(1): 94-97.
LI Chen. Urban Public Bicycle Experience Research Based on Service Design: Take Public Bicycles in Lixia District Jinan as an Example[J]. Journal of Heze University, 2018, 40(1): 94-97.
- [5] 唐纳德·A·诺曼. 设计心理学 1: 日常的设计[M]. 北京: 中信出版社, 2015.
DONALD·Arthur·Norman. Design Psychology 1: Daily Design[M]. Beijing: China CITIC Press, 2015.
- [6] 江明明, 朱甜甜, 吴佳怡. 论旅游景区的公共设施设计[J]. 艺术科技, 2017, 30(1): 49.
JIANG Ming-ming, ZHU Tian-tian, WU Jia-yi. On the Design of Public Facilities in Tourist Attractions[J]. Art Technology, 2017, 30(1): 49.
- [7] 舒贝宁, 韩军. 基于共享经济的服务设计思考——以共享单车为例[J]. 科教文汇(中旬刊), 2018(1): 186-188.
SHU Bei-ning, HAN Jun. Service Design Thinking Based on Sharing Economy: Take Sharing Bicycle as an Example[J]. The Science Education Article Collects (Mid-term Journal), 2018(1): 186-188.
- [8] 茶山. 服务设计微日记 1[M]. 北京: 电子工业出版社, 2015.
CHA Shan. Service Design Micro Diary 1[M]. Beijing: Electronic Industry Press, 2015.
- [9] 贺雪岚, 熊建新. 服务设计理念下的产品设计创新方法[J]. 包装工程, 2017, 38(20): 286-289.
HE Xue-lan, XIONG Jian-xin. Product Design Innovation Method under Service Design Concept[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(20): 286-289.
- [10] 窦林娟, 刘兆芳. 浅析日本垃圾分类措施顺利实施的原因[J]. 北京城市学院学报, 2012(5): 101-103.
DOU Lin-juan, LIU Zhao-fang. Analysis of the Reasons for the Smooth Implementation of Japanese Waste Sorting Measures[J]. Journal of Beijing City University, 2012(5): 101-103.
- [11] 刘佳蕾. 基于具身认知理论的膝关节功能恢复器体验设计研究[D]. 西安: 陕西科技大学, 2019.
LIU Jia-lei. Research on the Experience Design of the Knee Joint CPM Machine Based on Embodied Design Theory[D]. Xi'an: Shaanxi University of Science & Technology, 2019.

(上接第 207 页)

- [8] 胡飞, 周坤, 刘章生. 基于 SAPAD 的社区老龄康复服务设计研究[J]. 包装工程, 2018, 39(2): 1-7.
HU Fei, ZHOU Kun, LIU Zhang-sheng. Service Design of Community Rehabilitation for the Elderly Based on SAPAD Framework[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(2): 1-7.
- [9] 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. Design Approach on Participatory Products for the Elderly[J]. Journal of