

# 基于 PCA 分析法的城市导识系统设计

胡珊, 周明煜

(湖北工业大学, 武汉 430068)

**摘要:** **目的** 导识设计应该关注城市空间中的叙事性和参与者的体验感, 顺应城市的发展形态, 从用户的角度出发, 构建城市导识系统的用户体验量化模型, 并提出设计方案。**方法** 通过半结构化的一对一访谈与现有案例分析, 明确用户定位、用户需求与用户体验要素。通过文献分析法, 结合用户体验蜂窝模型、用户体验 5E 模型与情感化交互设计模型, 提取系统量化模型的 6 个维度与 18 个影响因子。采用 PCA 分析法, 结合 SPSS 数据分析软件确定量化模型权重, 构建量化模型, 并提出设计策略。**结论** 构建城市导识系统的用户体验量化模型, 结合量化模型, 依据用户体验的优先程度来制定设计策略。通过量化分析的方法, 总结城市导识系统的用户体验量化模型, 为此方向的研究提供参考模型与理论依据, 并对未来的研究方向进行展望。

**关键词:** 用户体验; 量化模型; 城市导识; 设计策略

**中图分类号:** TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2019)12-0097-06

**DOI:** 10.19554/j.cnki.1001-3563.2019.12.017

## City Guide System Based on PCA Analysis

HU Shan, ZHOU Ming-yu

(Hubei University of Technology, Wuhan 430068, China)

**ABSTRACT:** The design of guide system should focus on the narrative nature of the urban space and the experience sense of participants. In accordance with the future development of the city, the paper aims to construct a quantitative model of user experience of urban guide system from the perspective of user and propose a design scheme. The positioning, requirements and experience elements of user were identified through semi-structured one-to-one interviews and existing case studies. The literature analysis method was used in combination with the user experience cellular model, user experience 5E model and emotional interaction design model to extract the six dimensions and 18 impact factors of the system quantification model; the PCA analysis method was used in combination with SPSS data analysis software to determine the weights of the quantitative model, build a quantitative model and propose a design strategy. A quantified user experience model for urban guidance systems is constructed. A design strategy based on the priority of user experience is developed in combination with the quantitative model. Through quantitative analysis, the quantification model on user experience of city guide system is summarized, which provides a reference model and theoretical basis for research in this direction, and prospects future research directions.

**KEY WORDS:** user experience; quantitative model; city guide; design strategy

城市导识系统作为城市建设和城市管理的关键因素之一, 已然成为推动城市动态发展, 维持城市有序化发展的重要环节<sup>[1]</sup>。大卫·吉布森 (David

Gibson) 在其《不迷路的设计视觉指引的秘密》一书中就列举了视频显示器、大型 LED 显示装置、交互式信息站、手持式导识装置以及如"Google Maps"等

收稿日期: 2019-01-12

基金项目: 文化部国家社科基金艺术学青年项目 ([2015]15CG147)

作者简介: 胡珊 (1980—), 女, 湖北人, 硕士, 湖北工业大学副教授, 主要从事信息与交互设计、智能产品设计、服务设计方面的研究。

通信作者: 周明煜 (1994—), 男, 湖北人, 湖北工业大学硕士生, 主攻信息与交互设计。

互联网产品对导识设计的科技化创新应用<sup>[2]</sup>。传统的纸质地图寻路方式已逐渐被替代,这些新兴的导识方式可以为用户提供有针对性的有用信息,对人们的出行和寻路起到更为有效的辅助作用。现今,针对城市硬、软件系统与设施如标志导识和城市地图等的研究大多基于对功能层级的升级与优化,对用户体验方面的研究较少,而且缺少方法论。明确城市导识系统的设计策略,以及验证、提升其可识读性、交互体验、个性化服务等要素的必要性是本研究所讨论的重点。

本研究从用户的角度出发,通过用户城市导识系统的反馈信息进行数据统计分析,运用主成分分析法(Principal Component Analysis,简称PCA)<sup>[3]</sup>进行特征提取,深度挖掘用户数据,构建量化模型并提取

指标权重,用定性与定量的双数据分析方法制定科学、有效的城市智能导识系统设计策略。

## 1 寻路导识界面量化模型维度与因子的确定

### 1.1 用户访谈

在进行用户访谈之前,笔者采用田野调查法,对5个地点进行了短时、高频的田野调查,田野调查记录见表1。通过对观察结果的分析与讨论,总结出用户访谈提纲,其中包括用户的基本信息,用户的出行方式以及出行过程中所使用的导识工具类别。然后,针对用户的出行方式与使用的导识工具,让用户回忆导航过程中的主观体验,并请他们提出对导识系统优化的建议或期待。

表1 田野调查记录  
Tab.1 Field investigation records

地点	人群属性	寻路目的	各群体的寻路特征
市中心某高校附近	学生及社会人士,学生群体多于社会人士	学生:基本出行,出行目的地不明显 社会人士:校内办事等	学生:使用打车软件,乘坐出租车、公交车、地铁等交通工具,查看公交站牌,使用手机地图查看路线 社会人士:查看校内标识,询问路人,使用手机地图查看商圈地图、标志指示牌,询问路人
商圈某大型商场附近	青少年与中年群体为主,女性较男性稍多	购物、逛街等	
某社区附近	用户属性差异不显著、较混杂	基本出行,出行目的地不明显	青少年群体:使用打车软件和出租车、公交车、地铁等交通工具,查看公交站牌,使用手机地图导航 中老年群体:自驾,乘坐出租车、公交车、地铁等交通工具,查看公交站牌等
某科技产业园写字楼附近	工作人群为主,年龄差异不明显	基本出行,出行目的地不明显	使用打车软件,乘坐出租车、公交车、地铁等交通工具,查看公交站牌,使用手机地图查看路线
某交通枢纽人群密集地附近	用户属性差异不显著、较混杂	基本出行,倾向不明显	使用打车软件,乘坐出租车、公交车、地铁等交通工具,查看公交站牌,使用手机地图查看路线(由于环境的复杂性与流动人群的密集性,寻路过程耗时较长)

#### 1.1.1 用户访谈的实施

本研究着重探讨城市导识系统在普遍适用条件下的设计策略,目标人群为青少年、青年、中年、初老人群。笔者采用半结构化的一对一开放式访谈,由被访者自由地描述事件、态度、感受,访谈主持人适时抛出问题。通过前期的问卷筛选,挑选了30位用户接受访问。考虑到性别差异会导致寻路行为与寻路策略上的差异<sup>[4]</sup>,以及各个地区的经济、城市规划等会造成的差异,为确保访谈结果的有效性,挑选了不同性别、年龄、地域以及职业的用户进行访谈。

#### 1.1.2 用户访谈内容分析

访谈结束后,笔者对访谈内容进行了归纳分析,得出了城市导识系统的相关因素,结果如下。

1) 根据目的地的远近程度,在远距离导航任务中,用户需求表现为搜索、个人定位与目的地定位、路线信息与实时路况、目的地信息、相关性周边服务、

信息推送等方面的关注;而在步行导航任务中,用户需求表现为对于点对点定位、周边信息、周边服务、详细路线等方面的关注。

2) 体验要素应包括导航流程的易操作性,定位的精准性,路线规划的合理化,信息架构清晰、美观的软件界面;服务信息的丰富性,导识系统的稳定性与更新的及时性。

### 1.2 现有出行导识系统的分析

据调查显示,2016年中国手机地图的用户规模已累计达6.42亿。其中,高德地图和百度地图依然以32.6%和29.3%的比例稳稳占据市场份额前两位。以高德地图为例,笔者将高德地图界面信息架构进行了梳理,高德地图信息架构见图1。在路线选择模块上,高德地图充分考虑了用户的出行活动属性。在共享经济与智能用车APP服务快速发展的背景下,高德地图实时地丰富了其电子地图数据库的内容,推出

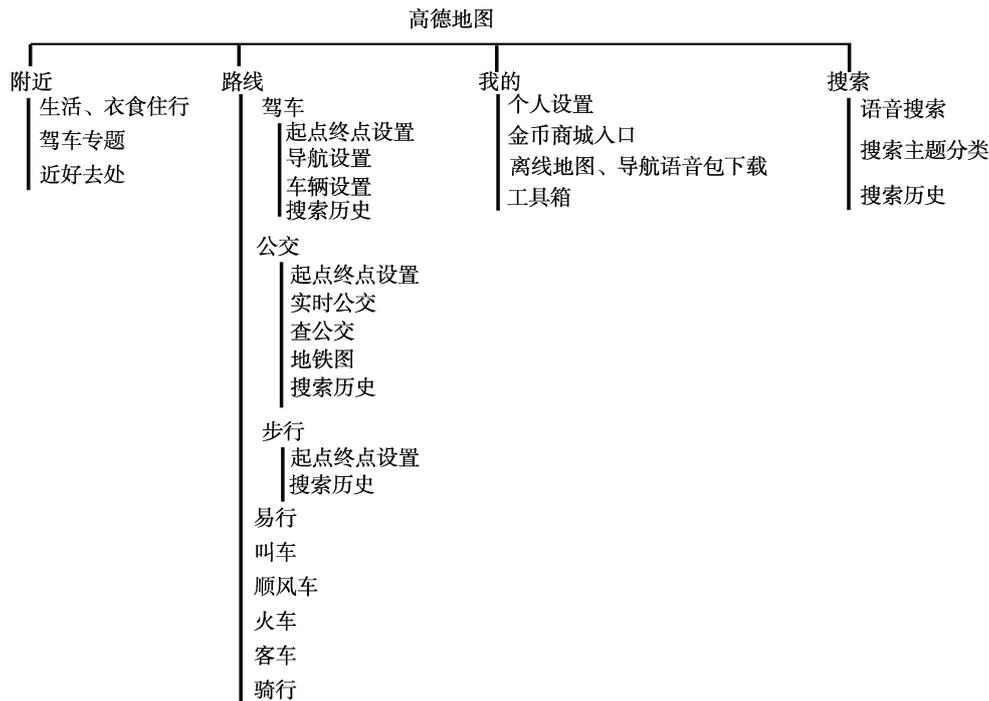


图 1 高德地图信息架构  
Fig.1 Amap information architecture

了叫车、骑行以及易行等路线选择方式，以满足用户不同的出行需求。在交互维度方面，它主要采用了视觉交互（路线标识、箭头标识等）与听觉交互方式（语音导航等），并为用户提供了丰富的信息服务功能。高德地图的精准性、其界面信息架构的合理性和流畅度及其对于用户寻路行为的准确把握是使其用户满意度大大领先于其他地图的重要原因。

综上所述，导识系统的实用性、丰富性以及交互性等多种因素都会对用户寻路过程中的体验产生直接影响。基于用户与实际案例的分析提取其影响因素，构建量化模型。

## 2 城市导识系统量化模型的构建

### 2.1 量化模型维度与因子的提取

通过文献分析法与案例分析，并参考用户体验蜂窝模型<sup>[5]</sup>、用户体验 5E 模型、情感化交互设计模型等量化模型的影响因素，结合访谈归纳的用户需求与体验要素，提取城市导识系统量化模型的 6 个维度与 18 个因子。

1) 实用性维度。包含汽车、公交、地铁等交通工具的路线信息，能高效快捷地满足用户不同的出行方式需求。导识系统界面设计得清晰易懂，功能划分明确。导识系统有合理的路线规划功能，且反应速度快。这一维度也体现在导识产品与设施是否便捷易操作的层面。

2) 有用性维度。导识系统功能明确，有较高的可操作性；设计和标识清晰、美观，具备合理性<sup>[6]</sup>。

3) 可靠性维度。定位与导航功能模块精准，无

偏差。导识系统能准确提供当前时间段道路车流状况，并合理规划路线。Weisman 提出影响寻路行为的 4 种环境变量<sup>[7]</sup>，用户对环境的熟悉程度能够直接影响到用户的寻路绩效，因此在环境发生改变时，道路、标志建筑信息变动能够及时通知用户，且在信息输出方面，导识系统不提供错误的信息，如路线信息、道路车流情况有误等。

4) 可用性维度。这一维度指系统的稳定性与实时性。当用户进行错误操作时，导识系统能及时提醒并纠正。

5) 可识读性维度。导识系统应该化被动为主动，做到无时无刻地为用户传达信息。导识系统应该展现城市文化，发挥作为城市文化载体的作用。

6) 交互性维度。导识系统能够与用户产生良好的互动性。导识系统能够记录用户常用信息，并提供更为丰富的信息推送，如美食预定、车位信息等。导识系统应给予用户好的用户交互体验，力求达到人机自然交互的层次。用户在信息的识读方式上，能够拓展更多新颖的交互方式，如触觉交互、听觉交互、嗅觉交互等。

### 2.2 调查问卷设计与统计方法

本研究使用数据统计软件 SPSS22.0 进行信度分析，采用“李克特 5 级量表”<sup>[8]</sup>进行评定。问卷共发放 350 份，其中网络问卷 250 份，实体问卷 100 份。回收问卷有 320 份，有效样本率为 91.43%。为检验问卷可靠性，对 18 项指标进行信度分析<sup>[9]</sup>，见表 2，从表中可知克朗巴哈系数（Cronbach's Alpha）值为 0.883，大于标准值，满足信度分析要求。

表2 信度分析  
Tab.2 Reliability analysis

项目	克朗巴哈系数
指标 1~18	0.883

笔者对问卷进行效度分析,判定各项指标的关联性以及能否进行因子分析。效度分析见表3。由表可知, KMO 值大于 0.8, sig 值远小于 0.05, 因此适合做因子分析。

表3 效度分析  
Tab.3 Validity analysis

取样足够度的 Kaiser-Meyer-Olkin 度量	0.835	
Bartlett 的球形度检验	近似卡方	3814.589
	df	153
	sig	0.000

2.3 构建量化模型

通过 PCA 分析法确定城市导识系统量化模型指标权重,主成分提取与成分矩阵见表4,并依次计算出各指标系数、所有指标在综合得分模型中的系数以及指标权重,见表5。通过上述分析得出的城市导识系统各维度与因子的指标系数,得出城市导识系统量化模型,各指标系数及权重见表6。

表4 主成分提取与成分矩阵  
Tab.4 Principal component extraction and composition matrix

因子	初始特征值			指标	成分	
	特征根	方差的/%	累积/%		1	2
1	6.424	35.689	35.689	Q1	0.440	-0.008
2	2.583	14.349	50.039	Q2	0.550	-0.048
3	2.052	11.402	61.441	Q3	0.360	0.486
4	1.287	7.149	68.590	Q4	0.551	0.075
5	0.992	5.509	74.098	Q5	0.608	0.022
6	0.783	4.348	78.446	Q6	0.734	0.472
7	0.652	3.623	82.069	Q7	0.700	0.523
8	0.606	3.364	85.433	Q8	0.558	0.267
9	0.534	2.967	88.401	Q9	0.775	0.399
10	0.416	2.308	90.709	Q10	0.659	-0.032
11	0.351	1.950	92.659	Q11	0.633	-0.568
12	0.322	1.787	94.446	Q12	0.720	0.177
13	0.272	1.513	95.959	Q13	0.592	-0.638
14	0.213	1.181	97.140	Q14	0.644	-0.619
15	0.172	0.956	98.095	Q15	0.609	-0.564
16	0.127	0.704	98.799	Q16	0.281	0.303
17	0.116	0.643	99.442	Q17	0.624	0.046
18	0.100	0.558	100.000	Q18	0.478	-0.230

表5 各指标系数及权重  
Tab.5 Index coefficients and weights

指标	指标在各主成分线性组合中的系数		所有指标在综合得分模型中的系数	指标权重
	1	2		
Q1	0.174	-0.005	0.123	0.0414
Q2	0.217	-0.030	0.146	0.0491
Q3	0.142	0.302	0.188	0.0633
Q4	0.217	0.047	0.168	0.0565
Q5	0.240	0.014	0.175	0.0589
Q6	0.290	0.294	0.291	0.0979
Q7	0.276	0.325	0.290	0.0976
Q8	0.220	0.166	0.205	0.0690
Q9	0.306	0.248	0.289	0.0972
Q10	0.260	-0.020	0.180	0.0606
Q11	0.250	-0.353	0.077	0.0259
Q12	0.284	0.110	0.234	0.0787
Q13	0.234	-0.397	0.053	0.0178
Q14	0.254	-0.385	0.071	0.0239
Q15	0.240	-0.351	0.071	0.0239
Q16	0.111	0.189	0.133	0.0448
Q17	0.246	0.029	0.184	0.0619
Q18	0.189	-0.143	0.094	0.0316

表6 城市导识系统量化模型  
Tab.6 Quantitative model of city guide system

维度	维度系数	总权重
实用性 (Q1-Q4)	0.625	0.2103
有用性 (Q5-Q6)	0.466	0.1568
可靠性 (Q7-Q10)	0.964	0.3244
可用性 (Q11-Q12)	0.311	0.1046
可识读性 (Q13-Q14)	0.124	0.0417
交互性 (Q15-Q18)	0.482	0.1622

3 城市导识系统设计策略

结合城市导识量化模型,按优先级来划分,总结了城市导识系统的设计策略,以优先顺序排列有以下6点,维度优先级见图2。

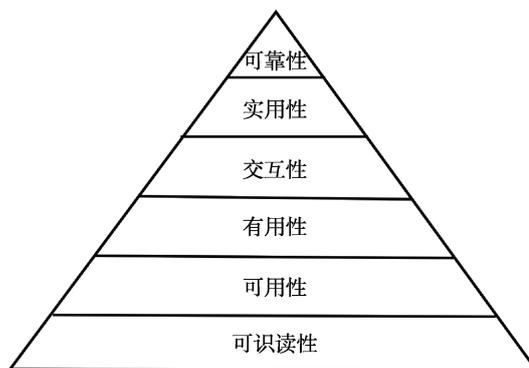


图2 维度优先级  
Fig.2 Dimension priority

1) 将路线信息、定位信息精准、明确地传达给用户,并及时为用户提供道路、建筑等变更的信息。

2) 软硬件设计应具备易学性,其操作应简单易上手。对于交通工具分类与路线选择应满足不同活动属性用户的需求。

3) 软件系统应具备信息的丰富性,能够满足用户的期待心理。硬件设备能通过多种交互方式带给用户良好的交互体验,并需注重交互方式对寻路行为的影响。

4) 导识系统的界面、标识等应清晰美观,符合多数用户的审美标准。

5) 导识系统应保持系统稳定性与实时性,提升系统的容错率,为用户提供高效且有质量的服务。

6) 能够适宜的为用户展现城市文化属性,使用户产生城市归属感。

城市导识系统的设计首先应保证定位与导航的精准性及信息反馈的实时性,能够最大程度地提升用户的寻路绩效,并将路线信息、最优路线规划、目的地信息与当前路况信息等明确地显示给用户。其次,在设计过程中,应考虑用户出行目的以及区域的差异。例如,在商业空间环境下,用户的寻路需求倾向于获取商铺、美食等服务信息导识;而在地铁、车站等公共空间,用户的寻路需求更倾向于路线、站点等导向服务。研究用户活动属性对城市导识设计起着至关重要的作用,设计者需明确用户出行需求以及环境属性,从而提供相应的导识与信息服务。在交互性维度方面,导识系统应提供更为丰富的信息服务,例如为车主提供当前目的地车位信息,提供周围美食店铺排队信息等。在本研究中,交互性维度的权重值虽低于可靠性与实用性维度,这可能与用户现阶段使用的导识系统交互方式较为单一有关,其交互方式可以从人的感官进行划分<sup>[10]</sup>,以视觉、听觉交互方式为主流交互方式,触觉、嗅觉等交互方式作为其补充进行设计,例如百度地图步行AR实景导航地图,见图3,



图3 AR实景导航地图  
Fig.3 AR navigation map

百度地图的AR实景地图通过文字、语音以及虚拟路标等多种交互方式直观的呈现用户目的地路线,从而指引用户完成步行寻路任务。通过多种交互方式的结合,能够有效提升用户的参与感与体验感。此外,城市导识设计在满足上述必要条件的时候,还可通过有用性、可用性与可识读性等维度的设计进行补充,其具体表现为:(1)在明确用户属性、环境属性与交互方式等前提下,应保证标识、界面信息的准确和美观;(2)操作系统的流畅性、错误反馈与修正的及时性,应避免带给用户不好的用户体验;(3)城市导识作为智慧城市发展的重要组成部分,能够适时展现出城市文化属性。

本研究探讨了城市导识系统在普遍适用条件下的设计策略,具有指导意义。在实际应用设计时,应考虑用户出行目的、用户属性、环境易读性等多个因素,结合导识量化模型进行设计。除上述讨论外,在将来还可针对性别、策略、导航方式、寻路行为及交互方式等方面展开研究。根据本研究构建的量化模型,可以发现交互维度的优先级并不显著。笔者认为城市导识系统交互方式的差异化与用户性别差异、寻路策略以及空间认知能力差异等因素存在着一定的交互效应,因此,在后续的研究中会着重分析、讨论交互方式、寻路策略、性别等因素之间的交互效应以及对寻路行为的影响,以期能够进一步指导下一步的设计工作。

## 4 结语

我国的城市导识系统还处于探索阶段,导识系统的设计大多为功能层级的优化,且相关研究较少。本研究从用户的角度出发,挖掘用户在出行过程中使用导识系统的痛点,分析用户在体验过程中的体验反馈,采用定性、定量双数据论证的研究方法,深度分析并得出了多维度的权重数据。通过总结用户在体验过程中所考虑的优先层级,结合量化模型,依据用户体验的优先程度,制定了城市导识系统的设计策略。从整体上看,提高了城市导识系统的迭代效率,并为今后城市导识系统的研究与设计提供了参考模型与理论依据。

## 参考文献:

- [1] 吴国欣,李文杰.城市导识系统战略新论[J].同济大学学报(社会科学版),2015,26(5):53—58.  
WU Guo-xin, LI Wen-jie. New Ideas of City Guiding System Strategy[J]. Tongji University Journal(Social Science Section), 2015, 26(5): 53—58.
- [2] GIBSON D. The Wayfinding Handbook: Information Design for Public Places[M]. New York: Princeton Architectural Press, 2009.
- [3] 陈佩.主成分分析法研究及其在特征提取中的应用

- [D]. 西安: 陕西师范大学, 2014.  
CHEN Pei. Principal Component Analysis Research and Its Application in Feature Extraction[D]. Xi'an: Shaanxi Normal University, 2014.
- [4] 房慧聪, 周琳. 性别、寻路策略与导航方式对寻路行为的影响[J]. 心理学报, 2012, 44(8): 1058—1065.  
FANG Hui-cong, ZHOU Lin. The Effect of Gender, Wayfinding Strategy and Navigational Support on Wayfinding Behavior[J]. Acta Psychologica Sinica, 2012, 44(8): 1058—1065.
- [5] MORVILLE P, ROSENFELD L. Information Architecture for the World Wide Web[M]. Sebastopol: O'Reilly Media, 2006.
- [6] 段琦, 史英杰. 寻路行为策略的进化博弈分析[J]. 运筹与管理, 2015, 24(2): 87—91.  
DUAN Qi, SHI Ying-jie. Evolutionary Game Analysis of Wayfinding Behavior[J]. Operations Research and Management Science, 2015, 24(2): 87—91.
- [7] WEISMAN J. Evaluating Architectural Legibility: Wayfinding in the Built Environment[J]. Environment and Behavior, 1981(13): 189—204.
- [8] 亓莱滨. 李克特量表的统计学分析与模糊综合评判[J]. 山东科学, 2006, 19(2): 20—28.  
QI Lai-bin. The Statistical Analysis and Fuzzy Comprehensive Evaluation of Likert Scale[J]. Shandong Science, 2006, 19(2): 20—28.
- [9] 张虎, 田茂峰. 信度分析在调查问卷设计中的应用[J]. 统计与决策, 2007(21): 25—27.  
ZHANG Hu, TIAN Mao-feng. The Application of Reliability Analysis in the Questionnaire Design[J]. Statistics and Decision, 2007(21): 25—27.
- [10] 薛岩. 基于信息传达的导识设计研究[J]. 江苏科技信息, 2016(15): 78—80.  
XUE Yan. Research on Guide Design Based on Information Transmission[J]. Jiangsu Science & Technology Information, 2016(15): 78—80.

(上接第33页)

#### 参考文献:

- [1] LYUBOMIRSKY S. The How of Happiness: a Scientific Approach to Getting the Life You Want[M]. New York: Penguin Press, 2008.
- [2] DIENER E, OISHI S, LUCAS R E. Subjective Well-being: the Science of Happiness and Life Satisfaction[M]. Oxford: Oxford University Press, 2009.
- [3] HASSENZAHN M. Experience Design: Technology for All the Right Reasons[M]. California: Morgan & Claypool, 2010.
- [4] ORTH D, THURGOOD C, HOVEN E. Designing Objects with Meaningful Associations[J]. International Journal of Design, 2018, 12(2): 91—104.
- [5] HASSENZAHN M, ECKOLDT K, DIEFENBACH S, et al. Designing Moments of Meaning and Pleasure. Experience Design and Happiness[J]. International Journal of Design, 2013, 7(3): 21—31.
- [6] POHLMAYER A E. Positive Design: New Challenges, Opportunities, and Responsibilities for Design[C]. DUXU/HCI, 2013.
- [7] DESMET P M A, POHLMAYER A E. Positive Design: an Introduction to Design for Subjective Well-Being[J]. International Journal of Design, 2013, 7(3): 5—19.
- [8] DESMET P M A, SCHIFFERSTEIN H N J. From Floating Wheelchairs to Mobile Car Parks: a Collection of 35 Experience-Driven Design Projects[M]. Netherlands: Eleven Publishers, 2011.
- [9] CASH P J. Developing Theory-driven Design Research[J]. Design Studies, 2018(56): 84—119.
- [10] 吴春茂, 陈磊, 李沛. 共享产品服务设计中的用户体验地图模型研究[J]. 包装工程, 2017, 38(18): 62—66.  
WU Chun-mao, CHEN Lei, LI Pei. User Experience Map Model in Sharing Product Service Design[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(18): 62—66.
- [11] 吴春茂, 李沛. 用户体验地图与触点信息分析模型构建[J]. 包装工程, 2018, 39(24): 172—176.  
WU Chun-mao, LI Pei. User Experience Map and Construction of Touchpoint Information Analysis Model[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(24): 172—176.
- [12] CAMERE S, SCHIFFERSTEIN H N J, BORDEGONI M. From Abstract to Tangible: Supporting the Materialization of Experiential Visions with the Experience Map[J]. International Journal of Design, 2018, 12(2): 51—73.