

基于魅力工学的服务机器人造型设计研究

杨娟, 孔霞

(山西农业大学, 太原 030032)

摘要: **目的** 通过研究用户对服务机器人造型设计要素的偏好, 设计出符合用户需求的服务机器人造型, 给用户提供一个更加优质的体验。 **方法** 以商业综合体导识服务机器人为例, 首先对市面上现有导识服务机器人进行收集与筛选, 作为实验样本, 然后通过对用户进行访谈, 并依据访谈结果绘制评价构造图, 从而精确地提取用户偏好的导识服务机器人造型设计要素, 其次再运用数量化Ⅰ类对导识服务机器人造型设计要素进行分析, 得到用户偏好与导识机器人造型设计要素之间的关系, 并以此为参考依据进行导识服务机器人造型设计。 **结论** 通过研究导识服务机器人造型设计要素与用户偏好之间的关系, 得出了用户偏好的具体造型设计要素, 对导识服务机器人造型进行了创新设计, 验证了该方法的有效性, 同时为后续研究该方向的设计人员和学者提供了一定的参考。

关键词: 造型设计; 服务机器人; 魅力工学; 评价构造法; 数量化Ⅰ类

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2020)22-0072-05

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2020.22.011

Modeling Design of Guidance Service Robot Based on Miryoku Engineering

YANG Juan, KONG Xia

(Shanxi Agricultural University, Taiyuan 030032, China)

ABSTRACT: The work aims to design a service robot modeling that meets the user's needs by researching the user's preference for service robot modeling design elements to provide users with a better quality experience. With the commercial complex guidance service robot as an example, firstly, the existing guidance service robots on the market were collected and screened as experimental samples. Then by interviewing users, an evaluation structure was drawn based on the interview results, so as to accurately extract the user's preference for the design service elements of the guidance service robot. Next, quantitative theory class I was used to analyze the design service elements for the guidance service robot, obtain the relationship between the user's preference and the guidance service robot design elements, and design the guidance service robot modeling on this basis. By studying the relationship between the design elements of the guidance service robot and the user's preferences, the specific shape design elements of the user's preference are obtained, and the innovative design on the modeling of the guidance service robot is conducted to verify the effectiveness of the method. Meanwhile, it also provides some reference for designers and scholars who follow up this direction.

KEY WORDS: modeling design; service robot; miryoku engineering; evaluation construction method; quantitative theory class I

《美国机器人发展路线图——从互联网到机器人》预言机器人有望像计算机一样在未来几十年里遍布世界的各个角落^[1]。如今, 随着人工智能时代的到来, 服务机器人俨然成为消费热点。据统计,

2019—2021 年服务类机器人销量预计达 4023.66 万台, 价值 480 亿美元^[2]。服务机器人已逐步走进了人们的日常生活中, 随着人们对服务类机器人不断了解熟悉的同时, 对其带来的服务体验要求也越来越高。

收稿日期: 2020-07-28

基金项目: 2018 年山西省教育科学规划课题 (GH-18180)

作者简介: 杨娟 (1986—), 女, 河南人, 硕士, 山西农业大学讲师, 主要研究方向为工业设计。

为满足用户的增长需求,不少研究人员对服务类机器人进行了研究,王文年等人^[3]运用感性工学理论挖掘出符合老年群体需求的服务机器人造型设计因素,完成了家庭服务机器人造型设计;李洁等人^[4]基于动态需求论和恐怖谷理论分析不同年龄段用户与服务机器人以及用户满意度之间的映射关系并以此为设计依据指导服务机器人造型设计;朱彦^[5]运用主成分分析法和 BP 神经网络等集成方法分析家庭服务机器人造型设计要素和感性意向之间的关系,并以此为指导对家庭服务机器人造型进行设计;毕翼飞等人^[6]综合运用语义差分法和意向尺度法等从造型、色彩、材质三方面对老年陪护机器人设计要素进行分析,完成了老年陪护机器人造型设计;席乐等人^[7]基于模糊 kano 模型,对用户需求进行划分,并依次为设计参考进一步对服务机器人进行造型设计。以上这些研究为本文的研究提供了一定的参考价值,

孙伦等人^[8]提到产品造型设计是展现产品外在表现的一个必要过程,是设计师和用户沟通的一条重要纽带,一个产品的外在表现在很大程度上影响着用户对该产品的体验感,这恰好与魅力工学是一种以消费者喜好为主导所发展出来的设计观念,使设计师与消费者之间有一沟通接口的概念相契合。但国内关于将魅力工学应用在产品造型设计中的研究较少^[9-10],因此,本文通过引入魅力工学对用户偏好的造型魅力因素进行分析与研究,一方面期望准确的找到服务机器人造型特征中对用户具有吸引力的魅力因素,形成一套完善的产品造型设计流程,并以此为参考对导识服务机器人造型进行创新设计,从而带给用户一个更好的体验;另一方面在一定程度上丰富了有关服务类机器人造型设计研究方法。

1 研究方法

1.1 魅力工学

魅力工学是 1991 年由日本学者宇治川正人集合多位学者发起的研究,以“创造具有魅力的产品、空间的技术与学问”为目的,主要是捕捉个人认知概念并列表整理的研究方法^[11]。它是一种以消费者喜好为主导所发展出来的设计观念(Preference-based Design),使设计师与消费者之间有一沟通接口^[12]。魅力工学的主要研究方法有评价构造法和数量化 I 类分析法。

本文以魅力工学为理论基础,展开对导识机器人造型设计的研究。首先根据研究的主题,广泛而全面的收集导识服务机器人图片,并进行一定的筛选,将最终筛选出的导识服务机器人图片作为实验样本,然后依据评价构造法对访谈对象进行深度访谈,获取用户偏好的造型要素,并进一步绘制评价构造图,再从绘制的评价构造图中提取出导识服务机器人魅力造

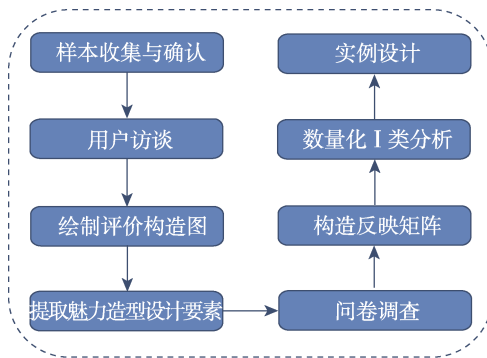


图 1 设计研究流程

Fig.1 Flow chart of design research

型设计要素,并运用李克特七级量表制作问卷调查,围绕魅力语义词汇对各个实验样本进行评分,最后根据数量化 I 类方法构造反映矩阵,并进行数量化 I 类分析,得出导识服务机器人魅力造型设计要素与用户偏好之间的量化关系,进而依据分析结果指导导识服务机器人造型设计。具体设计研究流程见图 1。

2 研究过程

2.1 实验样本的收集与确定

首先通过网上查阅相关资料、浏览国内外相关网站、杂志等方式,尽可能广泛而全面的收集有关导识服务机器人的图片,然后通过对搜集的图片进行初步筛选,剔除辨识度较差的图片,经过初步筛选后,保留的导识服务机器人图片共计 180 张,再通过小组讨论的方式进一步剔除造型相似以及造型过于个性化的导识服务机器人图片,最终确定了 56 张导识服务机器人图片作为本次的实验样本。在进行实验之前,为了避免图片背景内容影响被试者在实验过程中的判断,运用图像处理软件 photoshop 对图片背景进行处理,将图片背景统一为白色,并统一图片尺寸为竖版 A4 大小;为避免导识服务机器人角度对被试者的干扰,尽可能地将角度调整到一致;将样本图片统一去色处理,避免色彩对被试者的影响。

2.2 提取用户偏好的魅力造型设计要素

评价构造法(Evaluation Grid Method)^[13]是捕捉个人认知概念并以列表整理的研究方法,探讨设计新产品时创造产品的魅力特点为何。通过个人访谈对对象 A 与 B 的成对比较,明确讨论出对象的相似或差异关系,因此整理出目标对象的个别特质^[14]。经由评价构造法最终得出产品造型的上位项目、中位项目和下位项目,将其对应于产品造型设计过程中的魅力语义词汇、魅力因素和具体魅力特征,在此基础上,设计师可以找到造型设计与用户偏好之间的联系,洞悉产品造型对用户偏好产生的不同影响,从而设计出用户喜爱的产品造型。由于本次实验主要是围绕导识服务机器人造型设计而展开的,为提高研究结果的可靠

性,选取有使用过导识服务机器人经历的50名用户作为此次实验的被试,其中男性28名,女性22名,包括设计师10名,产品设计专业学生15名,设计类教师10名,普通用户15名。让每位被试在收集的56张样本图片中选取自己喜爱的图片,并对其进行访谈,询问吸引其的理由,记为中位项目,并向上询问该因素带给其的感受,记为上位项目,向下询问吸引其的具体魅力特征,记为下位项目。例如,询问针对某一款导识服务机器人,吸引被试的地方是头部,则将头部记为中位项目,并询问被试:“该款导识服务机器人的头部比较吸引您,那么它带给您什么感受呢?”如果被试回答:“给我的感受是比较可爱。”那么将可爱记为上位项目,并进一步询问被试“该款导识服务机器人头部具体什么特征吸引您呢?”如果被试回答:“因为这个导识服务机器人的头部圆形的,是个球形。”则将球形记为下位项目。将访谈收集的资料进行整理,统计每个上位、中位及下位项目被提及的次数,绘制评价构造,见图2。然后选取上位项目被提及次数排名第一的魅力语义词汇,运用李克特七级量表,围绕魅力语义词汇对56个样本进行评分,并求出每个样本对应魅力语义词汇的加权平均值。

2.3 数量化 I 类分析

数量化一类理论,就是研究一组定性变量 X (自变量)与一组定量变量 Y (因变量)之间的关系,利

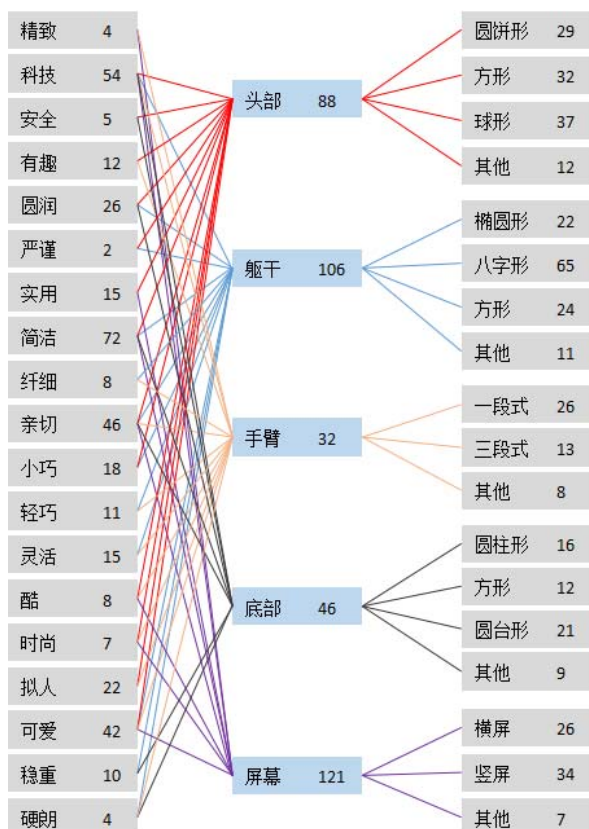


图2 评价构造

Fig.2 Evaluation structure

用多元回归分析,建立它们之间的数学模型,从而实现对因变量 Y 的预测^[15]。根据数量化理论 I 类的思维方法,将造型设计要素作为自变量,记为 X ,将感性评价价值作为因变量,记为 Y ,假设有 m 个中位项目,记为 $P_1, P_2, \dots, P_m$,其中,其中第 g 个中位项目 P_g 有 n 个下位项目,那么 $\delta_i(g, k)(g=1, 2, \dots, m; k=1, 2, \dots, n)$ 是指第 g 个中位项目第 k 个下位项目在第 i 个导识服务机器人样本中的反映^[16]。则:

$$\delta_i(g, k) = \begin{cases} 1 & (\text{当第 } i \text{ 个样本中第 } g \text{ 个中位项目为第 } k \text{ 个下位项目时}) \\ 0 & (\text{其他}) \end{cases} \quad (1)$$

假定上位项目的感性评价价值与中位项目及下位项目造型设计各要素之间存在线性关系,则可建立数学模型:

$$Y_i = \sum_{g=1}^m \sum_{k=1}^n \delta_i(g, k) b_{gk} + \varepsilon_i \quad (2)$$

其中: b_{gk} 仅依赖于第 g 个项目的第 k 类常数; ε_i 为第 i 次抽样的随机误差。

根据图2的评价构造图得到导识服务机器人造型设计要素,见表1,然后对照表1及公式(1),以上位项目简洁的为例,得到56个样本的反应矩阵,见表2。

3 研究结果

通过数量化理论 I 类分析,可获得各造型设计要素类目得分及偏相关系数、常数项、复相关系数、决定系数的数值,其中造型设计类目得分表明各设计要素对感性意象的影响程度和方向,偏相关系数表示该造型设计项目对感性意象的贡献度,当决定系数大于0.7时,表明分析的结果具有较高的可信度。结果见表3。

从表3中分析出的数据可知,该模型的决定系数为0.735,高于0.7,说明该模型对应预测值具有较高的可信度。从表中偏相关系数一列可以看出,中位项目魅力因素中,屏幕(X_5)的偏相关系数最高,为0.741,说明在导识服务机器人造型上,屏幕对于用户偏好的影响最大,进一步可以看出下位项目竖屏(X_{52})这一具体魅力特征对用户偏好影响较为明显,因此在进行导识服务机器人造型设计时,可多采用竖屏来向用户提供信息;其次,中位项目魅力因素躯干(X_2)偏相关系数为0.452,说明躯干这一造型对用户偏好也有一定的影响,与其对应的下位项目中,八字形造型得分最高,说明用户更倾向于这一造型特点;其他中位项目影响程度依次为手臂(X_3)、头部(X_1)、底部(X_4),与之相对应的下位项目 X_{31} 、 X_{12} 、 X_{43} 对用户偏好影响较大。从表中还可以看出,下位项目中横屏和方形的底部等造型特征得分均为负值,表明其对用户偏好产生了一定的消极作用,因此在设计导识服务机器人造型时应尽量避免运用横屏和方形底部这些造型特征。

表 1 导识服务机器人造型设计要素
Tab.1 Design elements of guidance service robot

中位项目	头部（X1）	躯干（X2）	手臂（X3）	底部（X4）	屏幕（X5）
下位项目	圆饼形（X11）	椭圆形（X21）	一段式（X31）	圆柱形（X41）	横屏（X51）
	方形（X12）	八字形（X22）	三段式（X32）	方形（X42）	竖屏（X52）
	球形（X13）	方形（X23）	其他（X33）	圆台形（X43）	其他（X53）
	其他（X14）	其他（X24）		其他（X44）	

表 2 反映矩阵（部分）
Tab.2 Reflection matrix (partial)

样本编号	上位项目	X1				X2			
	简洁的	X11	X12	X13	X14	X21	X22	X23	X24
1	3.32	1	0	0	0	1	0	0	0
2	2.74	1	0	0	0	1	0	0	0
3	2.72	0	1	0	0	0	1	0	0

表 3 数量化理论 I 类分析
Tab.3 Analysis of quantitative theory class I

中位项目	下位项目	得分	偏相关系数
X1	X11	0.865	0.314
	X12	1.207	
	X13	1.028	
	X14	0.857	
X2	X21	0.466	0.452
	X22	0.810	
	X23	0.650	
	X24	0.304	
X3	X31	0.646	0.437
	X32	0.253	
	X33	0.306	
X4	X41	0.167	0.356
	X42	-0.008	
	X43	0.262	
	X44	-0.077	
X5	X51	-0.723	0.741
	X52	0.244	
	X53	-1.260	

注：常数项 $C=1.023$ ；复相关系数 $R=0.802$ ；决定系数 $R^2=0.735$

4 造型魅力因素的设计分析与应用

4.1 导识服务机器人造型设计

结合上面数据分析结果，在满足大部分用户对导识服务机器人造型简洁这一需求意向下，对导识服务机器人进行造型设计。首先信息显示屏幕采用竖屏的方式，使导识服务机器人给用户展现整体性的同时，能更清晰、更全面的展示导识信息，凸显信息传播这一功能，其次，在导识服务机器人造型设计上配以一

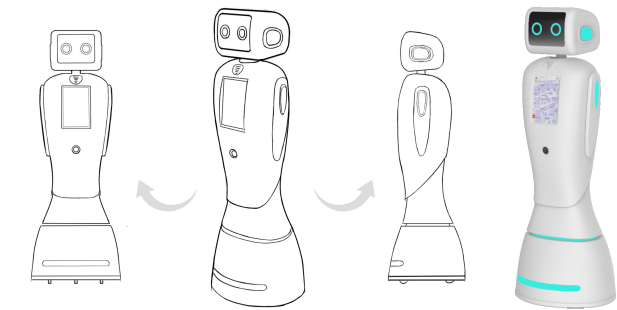


图 3 设计草图和效果
Fig.3 Design sketches and renderings

段式手臂的造型，可与用户形成互动，增加了机器人的亲和度；再结合八字形的躯干、方形的头部和圆台形的底部这些造型对导识服务机器人主要造型特征进行创新设计，例如对方形的头部进行倒角处理并加以变化，将八字形的躯干进行一定角度的倾斜，并将屏幕放置于躯干前部，与其形成一体，以便更好地满足用户操作，躯干下部与圆台形的底部进行圆滑连接，一段式手臂与躯干曲线近似贴合，给用户一种整体协调之感，从而设计出符合用户感性需求的导识机器人，更好的发挥其导识作用。通过以上分析绘制草图并用三维建模软件进行模型制作，最终草图和效果见图 3。

4.2 设计验证

为进一步验证基于魅力工学理论所设计出的导识服务机器人造型符合用户的偏好。选取实验阶段对 56 个样本运用李克特七级量表评分排名前三的导识服务机器人作为对照组，以文中设计的导识服务机器人作为实验组，同样运用李克特七级量表，邀请 20 名用户对四张导识服务机器人进行评分。收集数据后计算 20 名用户对导识服务机器人评分的加权平均值，结果见表 4。可以看出，实验组中导识服务机器人的得分高于对照组，验证了文中方法的有效性。

表4 对照组和实验组的加权平均值
Tab.4 Weighted average of control group
and experimental group

	对照组			实验组
编号	C1	C2	C3	T1
加权平均值	3.40	3.25	3.30	3.55

在实验研究过程中所邀请的受访者均为使用过导识服务机器人的年轻人群,在一定程度上提高了实验结果的准确性和可靠性。但样本的数量和质量,受访者的年龄,性别,职业背景等对实验结果也存在一定的影响,在后续的研究中将会收集更加全面的样本,增加受访者的多样性,探讨人群的差异性对实验结果的影响,从而获得更加客观严谨的数据,为设计师设计出满足用户偏好的产品造型提供一定的参考。

5 结语

随着服务类机器人的广泛应用,其在带给用户更便捷的生活方式的同时,也应该带给用户视觉上的享受,造型作为视觉呈现不可或缺的一部分,应受到设计人员的关注。基于此,本文引入魅力工学的相关方法,以导识服务机器人为研究对象,采用定性和定量分析相结合的方法,建立了用户偏好与产品造型设计要素之间的联系,完成了导识服务机器人造型创新设计,验证了该方法能有效地挖掘用户偏好的产品造型设计要素,帮助设计师设计出基于用户喜好的产品造型,为设计师在产品造型设计方面提供了一定的参考价值。接下来笔者将进一步分析不用服务类型机器人以及不同语义词汇与造型设计要素之间的关系,并建立不用服务类型机器人及不同语义词汇下用户偏好与造型设计要素对应关系库,从而帮助设计师在服务类机器人造型设计过程中根据用户感性需求,快速便捷的找到对应的造型设计要素,提高其工作效率和用户满意度。

参考文献:

- [1] 刘辛军,于靖军,王国彪,等. 机器人研究进展与科学挑战[J]. 中国科学基金, 2016, 30(5): 425-431.
LIU Xin-jun, YU Jing-jun, WANG Guo-biao, et al. Advances in Robot Research and Scientific Challenges[J]. China Science Foundation, 2016, 30(5): 425-431.
- [2] 梁文莉. 全球机器人市场统计数据[J]. 机器人技术与应用, 2018(6): 43-48.
LIANG Wen-li. Analysis of Global Robot Market Statistical Data[J]. Robot Technology and Application, 2018(6): 43-48.
- [3] 王年文,王剑. 面向感性需求的家庭服务机器人造型设计研究[J]. 机械设计, 2018, 35(11): 111-116.
WANG Nian-wen, WANG Jian. Research on the Modeling Design of Home Service Robot for Perceptual Needs[J]. Mechanical Design, 2018, 35(11): 111-116.
- [4] 李洁,郭士杰,朱立爽. 基于需求动态论的服务机器人造型设计研究[J]. 机械设计, 2018, 35(7): 109-113.
LI Jie, GUO Shi-jie, ZHU Li-shuang. Research on Modeling of Service Robot Based on Demand Dynamic Theory[J]. Mechanical Design, 2018, 35(7): 109-113.
- [5] 朱彦. 家庭服务机器人整体造型感性设计的 BP 神经网络应用[J]. 包装工程, 2018, 39(4): 151-154.
ZHU Yan. The Application of BP Neural Network for the Perceptual Design of the Overall Shape of the Home Service Robot[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(4): 151-154.
- [6] 毕翼飞,王年文,朱亦吴. 基于感性工学的老年陪护机器人造型设计[J]. 包装工程, 2018, 39(2): 160-165.
BI Yi-fei, WANG Nian-wen, ZHU Yi-wu. Modeling Design of Elderly Accompanying Robot Based on Perceptual Engineering[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(2): 160-165.
- [7] 席乐,张辉,程建新. 基于模糊 Kano 模型的游客服务机器人造型设计[J]. 机械设计, 2017, 34(7): 110-113.
XI Le, ZHANG Hui, CHENG Jian-xin. Modeling of Tourist Service Robot Based on Fuzzy Kano Model[J]. Mechanical Design, 2017, 34(7): 110-113.
- [8] 孙伦,吴耀. 基于基因识别的产品形态设计[J]. 包装工程, 2017, 38(22): 167-173.
SUN Lun, WU Yao. Product Shape Design Based on Gene Recognition[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(22): 167-173.
- [9] 席乐,吴义祥,叶俊男,等. 基于魅力因素的微型电动车造型设计[J]. 图学学报, 2018, 39(4): 661-667.
XI Le, WU Yi-xiang, YE Jun-nan, et al. Model Design of Micro Electric Vehicles Based on Charm Factors[J]. Journal of Graphics, 2018, 39(4): 661-667.
- [10] 张抱一. 基于偏好的设计: 魅力工学及其在产品中的应用研究[J]. 装饰, 2017(11): 134-135.
ZHANG Bao-yi. Preference-based Design: Charm Engineering and Its Application in Product Design[J]. Zhuangshi, 2017(11): 134-135.
- [11] 宋昱亭. 疗愈灯具魅力要素研究[D]. 成功大学, 2015.
SONG Yu-ting. Charm Elements of Healing Lamps[D]. Chenggong University, 2015.
- [12] 陈姿宇. 应用生活型态问卷与评价构造法探讨手提袋包之魅力[D]. 树德科技大学, 2012.
CHEN Zi-yu. Apply Life Style Questionnaire and Evaluation Construction Method to Explore the Charm of Handbags[D]. Shude University of Science and Technology, 2012.
- [13] 马敏元. 浅谈日本新产品开发之感“心”技术[J]. 工业材料, 2010, 280.
MA Min-yuan. “Heart” Technology of New Product Development in Japan[J]. Industrial Materials, 2010, 280.
- [14] 李翊禾,马敏元,李玮蓁. 从儿童气质探讨游戏偏好与玩具耐玩性[J]. 装饰, 2015(6): 28-32.
LI Yi-he, MA Min-yuan, LI Wei-zhen. Game Preferences and Toy Playability from Children’s Temperament[J]. Zhuangshi, 2015(6): 28-32.
- [15] 苏建宁,李鹤歧. 应用数量化一类理论的感性意象与造型设计要素关系的研究[J]. 兰州理工大学学报, 2005(2): 36-39.
SU Jian-ning, LI He-qi. Study on the Relationship between Perceptual Image and Modeling Design Elements Based on Quantitative Theory[J]. Journal of Lanzhou University of Technology, 2005(2): 36-39.
- [16] 刘春荣. 产品创新设计策略开发[M]. 上海: 上海交通大学出版社, 2015.
LIU Chun-rong. Product Innovation Design Strategy Development[M]. Shanghai: Shanghai Jiaotong University Press, 2015.