

# 基于卡诺模型和极端用户法的电动代步车设计

池宁骏, 王弓月

(西安科技大学, 西安 710054)

**摘要:** **目的** 为有效满足非主流用户的特殊需求, 并解决传统卡诺模型研究中常常忽略的反向需求和魅力型需求等问题, 通过对现有卡诺模型应用案例的研究分析, 提出一种针对卡诺模型的改良方法。**方法** 将极端用户法引入卡诺模型中, 提高卡诺模型对特定人群分析的准确度。利用卡片分类法将以往难以通过语言准确传达的描述信息视觉化, 将用户难以直观表达的喜好和需求数据化, 从而提高用户研究的真实性和准确性。通过用户旅程图, 挖掘用户在使用过程中的痛点, 以寻求更加有效的改进方案。最终通过模糊综合评价法验证了新设计方案的有效性。**结论** 以电动代步车为设计案例, 提取、分析了非主流用户群体的特殊需求, 验证了该方法的有效性, 为将来的卡诺模型研究提供了新思路。

**关键词:** 工业设计; 卡诺模型; 极端用户法; 电动代步车

**中图分类号:** TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2022)16-0162-08

**DOI:** 10.19554/j.cnki.1001-3563.2022.16.018

## Design of Electric Scooter Based on Kano Mode and Extreme User Method

CHI Ning-jun, WANG Gong-yue

(Xi'an University of Science and Technology, Xi'an 710054, China)

**ABSTRACT:** The paper aims to effectively meet the special needs of non-mainstream users, solve the problems of reverse demand and glamorous demand that are often ignored in the traditional Kano model research, and propose an improved method for Kano model. The extreme user method is introduced into the Kano model to improve the accuracy of the Kano model for specific population analysis. The card classification method is used to visualize the description information that was difficult to accurately convey through language in the past, and to digitize the preferences and needs of users that are difficult to express intuitively, thereby improving the authenticity and accuracy of user research. By making a user journey map, the pain points of users in the process of using are mined to seek more effective improvement solutions. Finally, the effectiveness of the new design scheme is verified by the fuzzy comprehensive evaluation method. Taking electric scooter as a design case, the special needs of non-mainstream user groups are extracted and analyzed, and the effectiveness of the method is verified, which provides new ideas for the future research of Kano model.

**KEY WORDS:** industrial design; Kano model; extreme user method; electric scooter

工业设计研究人、产品和环境之间的关系, 这种关系存在复杂性与不确定性<sup>[1]</sup>, 因此设计行为需要成熟有效的设计方法的指导。在众多设计方法中, 卡诺模型<sup>[2]</sup>在用户需求研究中发挥了不可替代的作用。例如黄文诗等<sup>[3]</sup>进行了基于卡诺模型的便携式智能电动滑板车的改良设计; 雷颖絮等<sup>[4]</sup>进行了基于卡诺模型的商用车市场需求分析; 郭洋等<sup>[5]</sup>进行了基于卡诺

模型的转向盘表面材质手感分析。可以发现, 研究者们关注的重点集中在卡诺模型坐标图的期望型需求曲线上, 对基本型需求、魅力型需求和反向需求缺乏关注, 相应的调研数据往往处于缺失状态。例如李永锋等<sup>[6]</sup>的《基于卡诺模型与联合分析的老年人 APP 用户体验优化设计方法》一文中, 在“用户体验指标的卡诺类别”一图中无关需求和逆向需求两栏的所有

收稿日期: 2022-03-05

作者简介: 池宁骏 (1978—), 男, 副教授, 主要研究方向为产品造型设计与创新方法。

通信作者: 王弓月 (1994—), 男, 硕士生, 主攻产品设计。

数据均为零, 这显然是一种不合理现象。发掘魅力型需求对创造颠覆性突破来说至关重要, 忽视基本型需求和反向需求可能导致用户的不满意度上升, 从而导致顾客流失。这些现象在卡诺模型的研究中亟待改进。

针对这些缺陷, 可以通过引入 IDEO 公司的极端用户法<sup>[7-8]</sup>予以改善。当前产品更新换代速度大幅加快, 敏捷开发方法被普遍接受。此时传统问卷调查方法周期长、见效慢的缺陷暴露无遗。IDEO 设计公司在为禧玛诺设计自行车变速器的项目中成功运用了极端用户方法, 仅通过专家选取了 30 位长期未使用自行车的极端用户, 就获得了更为有效的调研数据, 并缩短了项目周期。该方法不再将以往随机抽取的大量普通用户作为调查的主要对象, 而将关注点集中在对产品有浓厚兴趣、具有长期使用经验的少数专家级用户以及从来没有使用过该产品的非用户上。因为在多数情况下, 主流用户并没有明确的意见或主张, 也难以通过他们得到高质量的反馈。然而, 经过人为挑选的少量极端用户, 可以提供更有针对性的反馈结果。通过引入极端用户法, 研究者可以通过卡诺模型的 5 种需求尤其是魅力需求和反向需求获得更加全

面深刻的了解, 有助于设计出更符合用户需求的产品。

## 1 研究方法

### 1.1 Citespace 数据分析

使用数据可视化软件 Citespace 5.6<sup>[9-12]</sup>对近年来有关卡诺模型的论文进行分析, 以寻求相关研究的动态。本文以中国知网 (CNKI) 数据库作为主要数据来源, 对国内外文献进行检索。

通过关键词分析可知, 近年来国内相关研究的主要方向有工业设计、服务业、医疗、交通运输等, 国外的研究方向主要为用户服务、模糊层次分析、医疗及产品设计等, 见图 1。通过对国内外历年文献数量进行分析可知, 有关卡诺模型的研究论文在近 10 年内呈现逐年增长的趋势, 且被引数快速增加, 中文引证文献从 2010 年的 10 篇增加到 2019 年的 122 篇, 外文引证文献从 2010 年的 0 篇增加到 2019 年的 127 篇, 如图 2 所示。这说明卡诺模型的相关研究正在逐步得到学术界的认可和重视。因此, 对卡诺模型在当前应用中的缺陷加以弥补就成为当务之急。



图 1 关键词分析图  
Fig.1 Keyword analysis chart

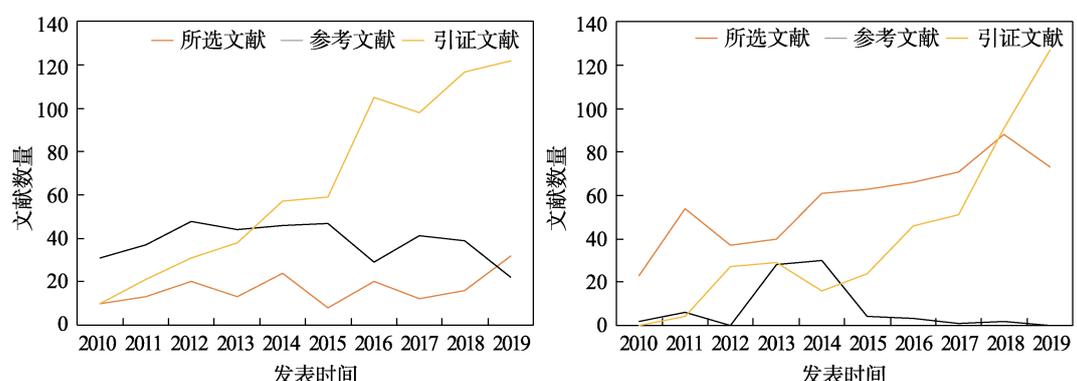


图 2 历年文献数量图  
Fig.2 Number of documents over the years

## 1.2 市场分析

工信部发布的数据显示,2019年中国自行车生产商营收488.4亿元,同比下降0.7%。电动代步车生产商营收749.9亿元,同比下降8.4%。从以上数据可以看出,电动代步车市场趋于饱和,从增量型市场转变为存量型市场,逐步进入成熟期。随着消费升级的总体社会发展趋势,消费者对电动车品质的需求也在不断提高。电动代步车轻便易用,能够有效避免城市中停车难的问题,同时又比固定线路或站点的公共交通系统更加灵活方便。综上所述,电动代步车在未来依然有较大的发展空间。在相关市场环境逐步成熟后,以往的低价倾销策略将越来越难以奏效,只有准确捕捉用户需求并对特定的目标用户进行差异化营销才能脱颖而出。

根据国家有关部门在2019年4月开始正式实施的新国标GB 17761-2018和GB/T 24158-2018可知,在公共道路上行驶的电动代步车分为3种基本类型:电动自行车、电动轻便摩托车、电动摩托车。这3种电动代步车的特点如表1所示。

表1 电动代步车种类及特征  
Tab.1 Types and characteristics of electric scooters

	电动自行车	电动轻便摩托车	电动摩托车
最高车速	≤25 km/h	> 25 km/h 且 ≤50 km/h	> 50 km/h
电机功率	≤400 w	≤4 000 w	可大于4 000 w (非强制)
整车质量 属性	≤55 kg 非机动车	可大于55 kg 机动车	可大于55 kg 机动车

## 1.3 用户需求提取

通过在相关电动车爱好者聚集的网络社区发放

调研问卷来收集用户的真实需求。被普遍提及的需求有:大容量电池,行驶速度更快、安全性更高、高亮度大灯、便携性、脚踏骑行、定位导航、储物空间、USB充电接口、脚踏驱动和在自行车上改装等。采用IDEO公司的卡片分类法,制作对应的需求卡片。对以上需求进行调研,获得极端用户对各需求的偏好度信息。

卡片分类法指使用多张记载有设计特征与功能的卡片对调研对象进行询问,调研对象根据喜好和印象对这些卡片进行分组和重新排列。与此同时,询问调研对象对产品功能和设计的感想和意见。从肯定、否定、中立3个选项中选出他们对所看图片的印象,并以此为契机进行更加深入的对话。

使用卡片法时应注意:首先必须向参与者明确调研目的;其次应严格控制单次调研时间不超过10 min,避免参与者因注意力下降使调查结果准确度降低;最后卡片中应包含图片和简短的文字说明,以保证信息传达的准确性。用户需求卡片如图3所示。

对较长时间内不使用该产品的人群进行调研,以获取魅力型需求和反向需求。在调研中应注意受访者以前是否使用过电动车,是什么原因导致他们后来不用了,满足哪些需求后可以使这些用户重新使用电动车。

从本校师生中选择20名在过去3年中没有使用过电动代步车的受访者,邀请他们进行一对一访谈调查。将实验分成2组,使用上述卡片,请受访者在产品有此种功能和没有此种功能2种情况下分别对其进行分类,将代表相应需求的卡片放入满意、不满意或无所谓3栏中,从而直观体现出受访者的需求倾向,如图4所示。同时,测试者观察受访者的反应(例如对该卡片进行归类时心态是果断的还是犹豫的),并询问其作出该判断的原因。

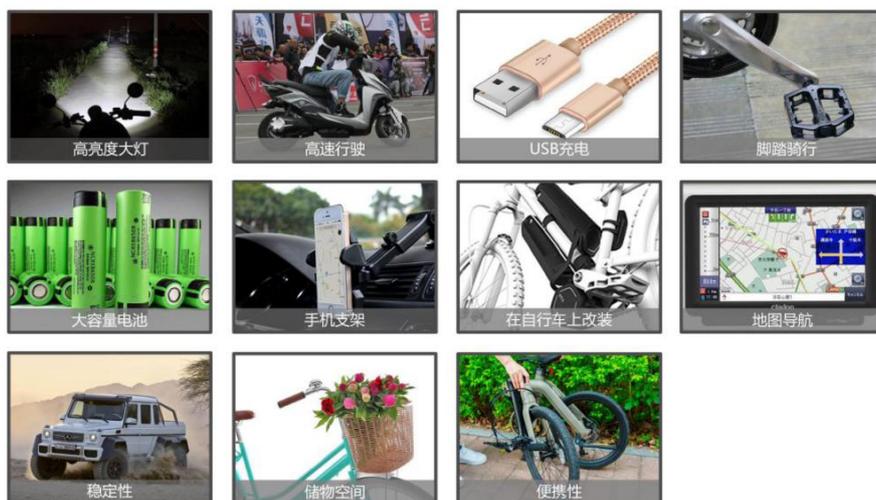


图3 用户需求卡片  
Fig.3 User demand card

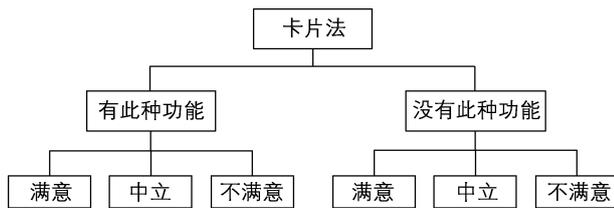


图 4 卡片分类  
Fig.4 Card sorting

例如一位受访者将高亮度大灯需求较为犹豫地放入了满意栏, 给出的原因是受访者下班时间较晚, 且道路照明条件不良, 对高亮度大灯存在需求。然而, 前照灯亮度太大可能干扰对向来车司机的视野, 导致交通事故, 因此其心态较为犹豫。通过对用户行为更深入的理解, 有助于设计者提出更有效的解决方案。

在受访者完成分类后, 要求其对满意和不满意 2 栏的卡片进行排序, 将最满意和最不满意的需求卡片置于对应栏的最上方, 以此类推向下排列。测试者通过观察受访者的反应提出问题, 例如受访者将已经排列好的卡片位置互换, 应询问其作出调整的原因, 为什么对这一张功能卡片的满意度/不满意度要比另一张功能卡片更高, 并对受访者的回答进行记录, 以供进一步分析和制定具体的设计方针。排序完成后对功能卡片进行计分, 无所谓一栏全部计 0 分, 满意栏最

上方卡片得分为该栏卡片数, 下方依次递减一分, 例如满意栏共有 5 张卡片, 最上方一张计为 5 分, 依次向下为 4 分、3 分……不满意栏使用同样的计分规则并在得分前加负号, 例如不满意栏有 4 张卡片, 最上方卡片计为-4 分。

长时间未使用过电动代步车的潜在用户的使用场景以轻度使用为主。经观察, 这种用户的活动半径一般不会超过 10 km, 单次使用时长不会超过 1 h, 否则用户更倾向于选择其他出行方式, 如自驾车或乘坐公共交通工具。该使用类型包括上下班通勤和日常休闲购物等。由此, 预测目标用户有如下使用情景: 场景一, 用户在工作日从自己的住处前往学校或工作单位, 使用电动代步车进行短途通勤, 用户上午 7:00 出发, 下午 6:00 返回住处, 白天将电动代步工具停放在工作单位, 可以进行充电; 场景二, 用户在休息日外出进行购物休闲活动, 全程持续 3~4 h, 车辆停放在户外公共停车区内, 有一定概率存在充电设施; 场景三, 用户在休息日前往市区内的公园广场等地进行短途自驾旅行, 不需要专门的停放地点, 但也没有充电设施可供使用。

选择场景二作为典型使用场景, 邀请受访者实际使用电动代步车, 并用观察法对受访者在使用过程中行为进行记录, 如表 2 所示。用户旅程图如图 5 所示。

表 2 观察内容  
Tab.2 Content of observe

情景	以用户周末外出购物作为使用情景, 观察用户在整个任务过程中的使用体验
场景	用户从学校出发, 前往 5 km 外的某商场购物并返回学校, 场景包括学校、商场以及途中的道路和路口等
任务	观察记录几乎不使用电动代步车的极端用户群体在使用过程中的情绪变化, 并借此寻找设计痛点
情绪	重点观察用户在使用流程各阶段的使用体验, 将对应的情绪记入用户旅程图
记录	对使用者在整个任务流程中的关键触点进行文字记录和拍摄记录, 以便日后复盘和归纳整理



图 5 用户旅程图  
Fig.5 User journey map

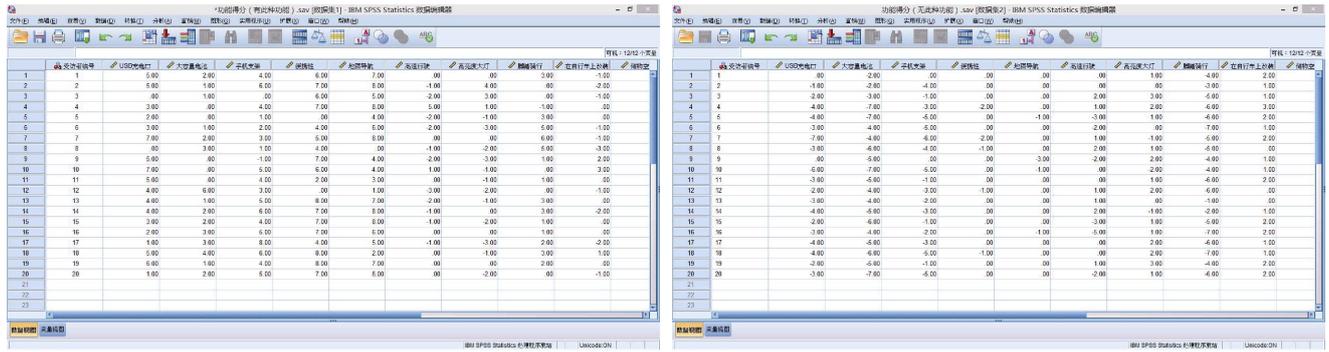
开锁、通过十字路口、寻路和收纳物品时情绪较差。用户因没有养成骑车出行的习惯而忘记带钥匙。车体稳定度较低, 在低速和停止时用户需要单腿撑地以稳定车身, 导致用户疲劳度增加。用户在骑行过程中频繁拿出手机导航不仅割裂了骑行体验的连贯性, 还大大增加了交通事故发生的概率。用户使用的电动自行车没有安装储物篮, 导致用户只能将购物袋挂在车把手上, 购物袋在骑行过程中来回晃动, 经常干扰到用户的正常骑行, 造成了很大的不便。因此, 需要对停车等待、寻路和收纳物品 3 个触点进行改进。

将收集到的数据录入统计软件 SPSS 24.0<sup>[13-14]</sup>中进行分析 and 整理, 得到如下结果 (见图 6), 功能需求得分如表 3 所示。

## 2 数据分析

通过对用户旅程图进行分析可知, 用户在骑行时情绪最好, 说明用户很享受骑行本身带来的快乐。在

根据卡诺模型定义: 无此种功能时, 用户不满意度较高, 有此种功能时, 用户满意度较低, 为基本型需求; 有此种功能时用户满意度较高, 没有此种功能时, 用户不满意度也较高, 为期望型需求; 有此种功



功能得分 (有此功能)

功能得分 (无此功能)

图 6 SPSS 数据整理  
Fig.6 SPSS data collation

表 3 功能需求得分  
Tab.3 Functional requirement score

需求	有此功能	无此功能	需求	有此功能	无此功能
USB 充电	3.6	-3	高亮度 大灯	-0.7	0.95
大容量电池	1.7	-4.9	脚踏骑行	1.9	-4.95
手机支架	3.75	-2.95	在自行车 上改装	-0.45	1.35
便携性	5.5	-0.35	储物空间	3.65	-3.8
地图导航	5.35	-0.3	稳定性	5.4	-0.45
高速行驶	-0.6	-0.3			

能时用户满意度非常高,无此种功能时,用户不满意程度较低,为魅力型需求;有此种功能时用户不满意程度增加,为反向需求;无论是否有此种功能,用户满意度都没有明显变化,为无效需求。因此,可对以上需求进行分类,结果如表 4 所示。

表 4 需求分类  
Tab.4 Demand classification

基本型需求	大容量电池;脚踏骑行
期望型需求	手机支架;USB 充电接口;储物空间
魅力型需求	便携性;地图导航;稳定性
反向需求	在自行车上改装;高亮度大灯
无效需求	高速行驶

极端用户组成员为大学师生,他们的日常出行需求大多为短途出行,一般使用共享单车或乘坐出租车和公交车。在深入访谈中了解到他们不使用电动车的主要原因有:附近没有停车棚导致停车不便;缺乏充电桩难以在校区内充电;电动车驾驶者行车不规范给人留下安全性较差的印象。这些受访者普遍有被对向来车的远光灯照射的经历,因此他们认为应当对电动车使用高亮度大灯进行限制。他们希望去除那些自己几乎不会使用到的功能,专注于电动代步工具本身,

从而降低自己的学习成本。

唐娜<sup>[15]</sup>指出:对个性化服务来说,魅力型需求是终极服务,能够推进创新型服务的应用。该电动代步车设计方案首先考虑魅力型需求,即便携性、稳定性和导航功能。其次必须满足基本型需求,脚踏骑行和大容量电池都应包含在内。随后手机的使用便捷性和储物空间的设置应该在不妨碍前述需求的情况下尽可能满足。最后,反向需求和无效需求等内容应予以摒弃。

分析可得最适合该极端用户群体的是电动自行车。电动自行车作为非机动车无需车牌和驾照,使用门槛较低,有利于吸引新用户。因此,本研究选择电动自行车作为设计方向。

### 3 设计案例

依据何安等<sup>[16]</sup>的研究结论,单轮后置倒三轮结构具有稳定性好、紧急制动时产生的向外合力小、不易侧翻等优点。同时前两轮为被动轮,可以避免差速器等复杂零件的使用,可以极大地降低代步车成本,使其更符合此次设计项目的定位。采用倒三轮结构可满足稳定性需求。考虑到用户有携带代步车中途转乘地铁公交车等公共交通工具的可能性,可采用折叠结构以满足便携性需求,同时储物空间也可以进行折叠化设计,以减小折叠后的体积。地图导航、手机支架和 USB 充电需求可进行合并,可以设计手机接口以满足用户在骑行过程中使用手机的需求。电池容量采用目前允许的电动自行车电池最大容量 20 Ah。电动自行车都带有脚踏板。

根据上文的卡诺模型和极端用户法对极端用户组的分析结果进行设计实践,得出 3 种初步设计草案,如图 7 所示。

对以上 3 个基础方案的用户满意度进行测试<sup>[17]</sup>,参与的测试者是与上文实验中相同的 20 位极端用户。设定评价指标  $F = \{f_1, f_2, \dots, f_s\} (s=1,2,3,4)$ ,评价指标描述见表 5。采用李克特量表<sup>[18]</sup>设定评语集  $V = \{\text{非常}$

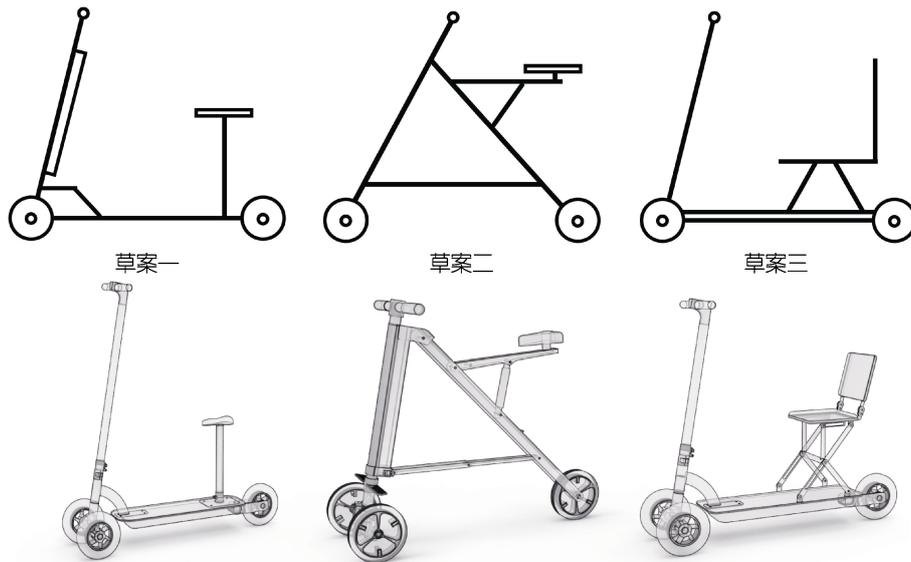


图 7 设计草案  
Fig.7 Design draft

满意、满意、一般、不满意、非常不满意}。根据认知心理学理论,用户对产品的认知分为本能层、行为层和反思层。用户对产品的视觉感受属于本能层,使用体验属于行为层,对产品安全性的预期属于反思层。因此,分别从认知心理学的3个层次以及前文设定的4项评价指标对产品进行评价。使用专家调查权重法设定基础方案的评价指标权重  $W=(0.3,0.2,0.2,0.3)$ ,评价指标中  $f_1$  和  $f_4$  是吸引极端用户的主要优势,因此所占权重较高。

表 5 设计草案的评价指标及专家权重  
Tab.5 Evaluation index and expert weight of design draft

评价指标	评价指标描述	评价指标权重
$f_1$	产品具有易用性,适合缺乏经验的新用户驾驶	0.3
$f_2$	产品符合我的审美标准	0.2
$f_3$	产品有安全感	0.2
$f_4$	能够激发我的购买欲望	0.3

组织 20 名极端用户受访者对 3 个基础方案分别进行打分,构建基础方案评价计量表。方案一统计结果如表 6 所示。

表 6 方案一评分表  
Tab.6 Scheme one score form

评价指标	非常满意	满意	一般	不满意	非常不满意
$f_1$	8	5	4	3	0
$f_2$	2	5	10	2	1
$f_3$	1	4	6	5	4
$f_4$	3	9	6	2	0

由此可得设计草案一的评分矩阵  $D$  为:

$$D = \begin{bmatrix} 0.4 & 0.25 & 0.2 & 0.15 & 0 \\ 0.1 & 0.25 & 0.5 & 0.1 & 0.05 \\ 0.05 & 0.2 & 0.3 & 0.25 & 0.2 \\ 0.15 & 0.45 & 0.3 & 0.1 & 0 \end{bmatrix}$$

由此可得综合评价模型  $B$  为:

$$B = W \times D = (0.3, 0.2, 0.2, 0.3) \times \begin{bmatrix} 0.4 & 0.25 & 0.2 & 0.15 & 0 \\ 0.1 & 0.25 & 0.5 & 0.1 & 0.05 \\ 0.05 & 0.2 & 0.3 & 0.25 & 0.2 \\ 0.15 & 0.45 & 0.3 & 0.1 & 0 \end{bmatrix} = (0.195, 0.3, 0.31, 0.145, 0.05)$$

对设计草案一的评价结果为: 19.5%的人认为非常满意; 30%的人认为满意; 31%的人认为一般; 14.5%的人认为不满意; 5%的人认为非常不满意。对 3 个设计草案的评分进行统计后,对设计草案二感到满意和非常满意的人占比为 64%,明显超过了其他 2 个方案。该方案规避了极端用户群体的反向需求和无效需求,在现有条件下最大限度地满足了用户的魅力型需求,使验证的信度更强。因此,在草案二的构型上设计的针对极端用户的电动代步车如图 8 所示。



图 8 电动代步车设计最终效果图  
Fig.8 Final renderings of electric scooter design

该电动代步车设计方案力求改变传统电动自行车给用户留下的刻板印象,创新地采用了可折叠式车身,从而满足用户的便携性需求。采用倒三轮结构以满足用户易用性和稳定性需求。设计细节如图9所示。

前轮转向机构设置了主销后倾角,使前轮在行驶中有回正的趋势,可以让车辆的行驶更加稳定,同时节省使用者的体力。该电动自行车在车把上方设置了可以安置手机的旋转支架并配备有充电接口,手机可通过数据线与电动代步车控制电路相连以获取导航信息。例如当手机导航软件提示下个路口向左转时,该车左侧握把的LED指示灯带会变红且闪烁,左侧握把内的振动马达也会同步震动,握把下方扩音器播报高分贝的提示语音,同时从视觉、听觉和触觉3方

面给予用户刺激信息,以应对道路环境中噪音、强光等干扰源对用户感知能力的影响。为解决储物篮与便携性之间的矛盾,该电动自行车具备一种同样可折叠的储物篮。储物篮长30 cm、宽12 cm、高23 cm,可满足用户容纳手提包、购物袋、保温杯等随身携带物品的需求。该储物篮利用了车座下方的闲置空间,同时可以降低车辆重心。储物篮下方通过一个可旋转的支架与车体相连,前方通过一个挂钩固定在车架的U型金属扣上,折叠时只需向下按压,整个储物篮就会收缩成一个高约2 cm的薄板,极大地节约了空间且不影响车架的折叠操作。该电动自行车前后挡泥板上安装有LED灯,车辆在转向或刹车时会闪烁红灯进行提示,且轮毂侧面安装有警示灯。

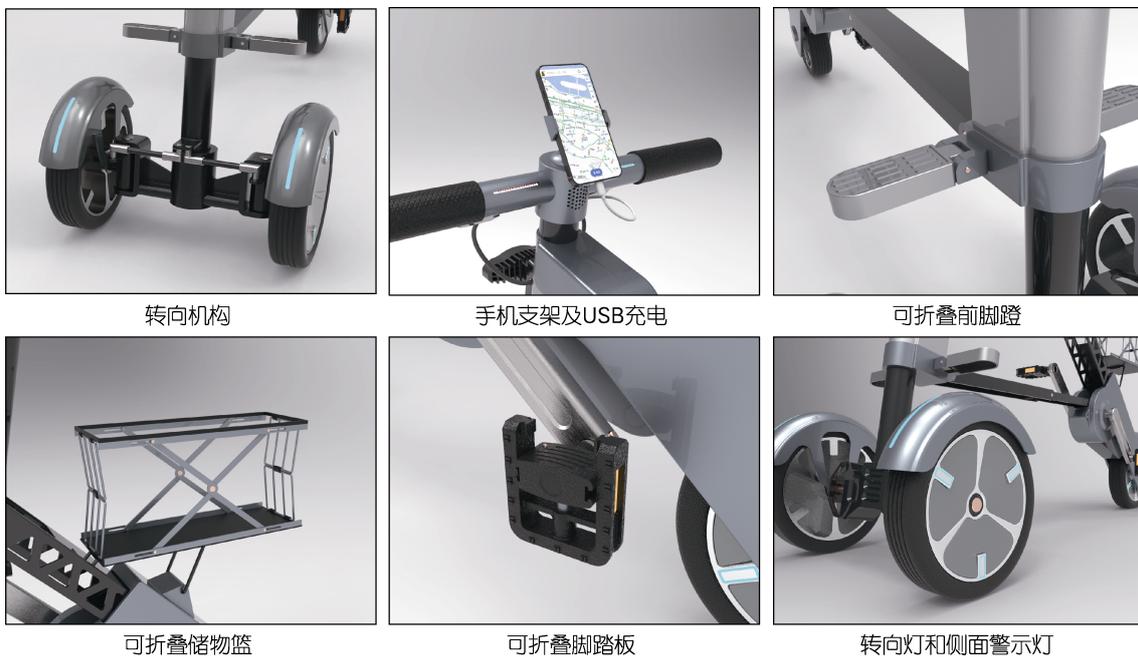


图9 电动代步车设计细节图  
Fig.9 Electric scooter design details

## 4 结语

相比于传统的卡诺模型(主要关注如何更好地满足用户的期望型需求),通过极端用户法改进的新研究方法更好地照顾了不被过去研究所重视的非主流用户群体的诉求,弥补了反向需求和魅力型需求在研究中的缺失,透过大数据展现的表象发掘了用户更深层的行为逻辑。该方法有助于打破当前市场上产品同质化严重、低水平价格战的现状,拓展了目标用户的范围。

### 参考文献:

- [1] 张磊,葛为民,李玲玲,等. 工业设计定义、范畴、方法及发展趋势综述[J]. 机械设计, 2013, 30(8): 97-101.
- [2] ZHANG Lei, GE Wei-min, LI Ling-ling, et al. Overview on Definition, scope, method and Development Trend of Industrial Design[J]. Journal of Machine Design, 2013, 30(8): 97-101.
- [3] KANO N. Attractive Quality and Must-be Quality[M]. Tokyo: Hinshitsu Quality, the Journal of Japanese Society, 1984.
- [4] 黄文诗. 便携式智能电动滑板车的改良设计与研究[D]. 南昌: 南昌大学, 2018.
- [5] HUANG Wen-shi. Improved Design and Research of Portable Intelligent Electric Scooter[D]. Nanchang: Nanchang University, 2018.
- [6] 雷颖絮, 胡磊, 李应涛. 基于卡诺模型的商用车市场需求聚类分析[J]. 重型汽车, 2019(3): 37-39.
- [7] LEI Ying-jie, HU Lei, LI Ying-tao. Cluster Analysis of Commercial Vehicle Market Demand Based on Carnot

- Model[J]. Heavy Truck, 2019(3): 37-39.
- [5] 郭洋, 白哲, 董松梅, 等. 基于卡诺模型的转向盘表面材质手感分析[J]. 汽车工程师, 2020(2): 41-44.  
GUO Yang, BAI Zhe, DONG Song-mei, et al. Analysis on Hand Feeling of Steering Wheel Surface Material Based on Kano Model[J]. Auto Engineer, 2020(2): 41-44.
- [6] 李永锋, 刘焕焕, 朱丽萍. 基于卡诺模型与联合分析的老年人 APP 用户体验优化设计方法[J]. 包装工程, 2021, 42(2): 77-85.  
LI Yong-feng, LIU Huan-huan, ZHU Li-ping. Optimization Design Approach for User Experience of the Elderly APP Based on Kano Model and Conjoint Analysis[J]. Packaging Engineering, 2021, 42(2): 77-85.
- [7] Nikkei Desigh. 好设计, 真的有好方法[M]. 杜慧鑫, 译. 武汉: 华中科技大学出版社, 2017.  
NIKKEI D. Design Research 10 Methods[M]. DU Hui-xin, Translated. Wuhan: Huazhong University of Science and Technology Press, 2017.
- [8] 蒂姆·布朗. IDEO, 设计改变一切[M]. 侯婷, 译. 沈阳: 万卷出版公司, 2011.  
TIM B. Change by Design: How Design Thinking Transforms Organizations and Inspires Innovation[M]. HOU Ting, Translated. Shenyang: Wanjuan Publishing Company, 2011.
- [9] CHEN Chao-Mei, IBEKWE S F, HOU Jian-hua. The Structure and Dynamics of Co-Citation Clusters: A Multiple-Perspective Co-Citation Analysis[EB/OL]. (2010-08-19)[2021-06-22]. <https://arxiv.org/abs/1002>.
- [10] 陈超美, 陈悦, 侯剑华, 等. CiteSpace II: 科学文献中新趋势与新动态的识别与可视化[J]. 情报学报, 2009, 28(3): 401-421.  
CHEN Chao-mei, CHEN Yue, HOU Jian-hua, et al. CiteSpace II: Detecting and Visualizing Emerging Trends and Transient Patterns in Scientific Literature[J]. Journal of the China Society for Scientific Andtechnical Information, 2009, 28(3): 401-421.
- [11] 杨思洛, 韩瑞珍. 知识图谱研究现状及趋势的可视化分析[J]. 情报资料工作, 2012(4): 22-28.  
YANG Si-luo, HAN Rui-zhen. A Visual Analysis of the Status Quo and Trend of Knowledge Mapping Research[J]. Information and Documentation Services, 2012(4): 22-28.
- [12] 付希金, 郑燕林, 马芸. 我国创客教育研究现状、热点及趋势——基于中国知网数据库刊载相关文献的可视化分析[J]. 现代远距离教育, 2018(6): 42-50.  
FU Xi-jin, ZHENG Yan-lin, MA Yun. The Research Status, Hotspots and Trends of Marker Education in China—Based on the Visualization Analysis of the Relevant Literature Published in CNKI Database[J]. Modern Distance Education, 2018(6): 42-50.
- [13] 杨承根, 杨琴. SPSS 项目分析在问卷设计中的应用[J]. 高等函授学报(自然科学版), 2010, 23(3): 107-109.  
YANG Cheng-gen, YANG Qin. Application of SPSS Project Analysis in Questionnaire Design[J]. Journal of Higher Correspondence Education (Natural Sciences), 2010, 23(3): 107-109.
- [14] 武松. SPSS 实战与统计思维[M]. 北京: 清华大学出版社, 2019.  
WU Song. SPSS and statistical thinking[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2019.
- [15] 唐娜. 基于 KANO 模型的个性化服务功能分析[J]. 内蒙古科技与经济, 2018(9): 133-135.  
TANG Na. Analysis of Personalized Service Function Based on KANO Model[J]. Inner Mongolia Science Technology & Economy, 2018(9): 133-135.
- [16] 何安. 滑移式倒三轮概念车设计与分析[D]. 长沙: 湖南大学, 2016.  
HE An. Design and Analysis of Sliding Inverted Three-Wheeled Concept Car[D]. Changsha: Hunan University, 2016.
- [17] 冯青, 吴梦迪, 余隋怀, 等. 基于 BP 神经网络的罐式车辆配色与评价方法研究[J]. 机械设计, 2019, 36(1): 118-123.  
FENG Qing, WU Meng-di, YU Sui-huai, et al. Research of Tank Vehicle Colour Matching and Evaluation Method Based on BP Neural Network[J]. Journal of Machine Design, 2019, 36(1): 118-123.
- [18] 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): 18-23.  
QI Lai-bin. Statistics Analysis and Fuzzy Comprehensive Evaluation of Likert Scale[J]. Shandong Science, 2006, 19(2): 18-23.

责任编辑: 马梦遥