

基于 AHP-QFD 的共享老年代步车人机工程设计

李洋¹, 刘国闯^{1*}, 刘苏², 牛瑞辰¹, 任同歌¹

(1.天津理工大学 艺术学院, 天津 300384; 2.南京航空航天大学, 南京 210016)

摘要: **目的** 本文旨在结合人机工程学理论和方法, 研究老年代步车及其相关服务领域问题, 打造更为适老的产品, 同时以共享服务为目标提供创新的解决方案。**方法** 在综合考虑老年代步车的人机关系、尺寸、交互, 以及服务等各方面的基础上, 对老年人的生理、心理及出行特征进行研究, 通过 AHP-QFD 法, 对老年人需求及服务管理需求进行实证研究, 并综合进行产品及服务设计。**结论** 研究表明, 通过分析人机需求, 将共享服务模式应用于养老社区环境的老人出行方式之中, 规范了老年人的驾驶行为, 减少了驾驶安全隐患, 综合提升了用户体验, 为解决老年人短途出行提供了新的途径。通过 AHP-QFD 法, 将不同层次的需求转化为功能, 提升了产品需求研究的科学性和准确性, 并为复杂多类型产品需求研究提供了方法。

关键词: 产品设计; 人机工程; 老年代步车; 共享服务; AHP-QFD

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2023)18-0052-09

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2023.18.007

Ergonomic Design of Shared Elderly Mobility Scooter Based on AHP-QFD

LI Yang¹, LIU Guo-chuang^{1*}, LIU Su², NIU Rui-chen¹, REN Tong-ge¹

(1.College of Art, Tianjin University of Technology, Tianjin 300384, China;

2.Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 210016, China)

ABSTRACT: The work aims to combine ergonomic theory and methods to study the issues related to the field of elderly mobility scooters and services, so as to create more age-friendly products and provide innovative solutions with a focus on shared services. Based on the systematic consideration of human-machine relations, dimensions, interactions, and services of elderly mobility products, the physiological, psychological and behavioral characteristics of the elderly were explored. Through the AHP and QFD methods, the demands of the elderly and service management were empirically studied and integrated into product and service design. The research results indicate that through the analysis of human-machine demands, the shared service models are applied to the travel mode of the elderly community environment, regulating the driving behaviors of the elderly, reducing the safety hazards of driving and comprehensively improving the user experience, providing new ways for solving the problem of short-distance travel of the elderly. By using the AHP-QFD method, the different levels of demands are transformed into functions, the scientific and accurate research of product demands is improved, and the research methods are provided for complex multi-type product demands.

KEY WORDS: product design; man-machine engineering; elderly mobility scooter; shared service; AHP-QFD

老年代步车是一种在电动轮椅的基础上, 演变而来的微型低速纯电动乘用车, 主要用于满足老年人和残疾人的出行需求。已有研究关注了老年代步车的智能操控技术、用户需求研究, 以及情感化设计等多个方面, 旨在改善老年人的使用体验。MADOKORO等^[1]进行了电动轮椅自动驾驶系统的基本设计, 并尝

试应用于实际产品之中。杨超翔等^[2]将模糊分析方法应用于老年概念产品的感性评价之中。张峰^[3]利用在线用户需求挖掘和可拓学方法进行老年代步车的设计研究。冯乙^[4]以情感化设计理论为基础, 提升老年代步车造型的人性化水平, 满足老年用户审美需求。此外, 交通安全治理的政策法规主要围绕老年代步车

收稿日期: 2023-04-25

基金项目: 天津市教委社会科学重大项目 (2018JW2D14)

产品规范、驾驶人员特殊性、管理措施优化,以及治理困境分析等方面提出治本政策,出台地方法律,以达到限制不符合标准的老年代步车的生产与销售^[5-7]。虽然目前已有研究涉及到老年代步车的人机关系和人机性能,但缺少利用共享服务理念和人机工程学方法针对性地解决老年代步车安全隐患等问题的分析和研究。

人机工程学方法是一种综合性的研究方法。以人与机器作为研究对象,从用户需求和使用的角度出发,以提高系统的易用性、效率和用户满意度,帮助进行设计研究和改进,以达到更佳的设计效果。本文以人机工程学理论为基础,对老年代步车人机关系进行研究,寻找多方面的人机需求,并将共享服务方式引入老年代步车,以提高产品适老化程度,改善安全隐患问题,并满足用户生理和心理需求。

1 共享老年代步车的可行性与优势

共享交通工具以车辆为载体,解决短距离出行问题。已有的共享交通工具服务企业在提升交通工具安全性能、智能化水平和环保水平等方面都有所作为^[8]。共享交通工具相较私人代步车更容易监管控制,能降低购车成本,避免维修保养难题。其中,共享单车、共享电动车和共享汽车等已得到普及^[9],老年人对共享交通工具也有一定程度的了解。但现有共享交通工具对驾驶技术和身体健康要求较高,不适用于老年人使用。因此,将共享服务模式引入老年代步车产品,可改进老年人出行方式,引导老年人出行行为。

2 共享老年代步车人-机-环境系统需求与功能分析

2.1 老年人驾驶特点研究

2.1.1 老年人“坐”行为特点分析

老年人“坐”的行为特点主要在于静态坐姿,以及坐下和起身时的施力受力情况。适老化坐具的主要设计要求包括:保持腰部脊椎正常的生理弧度,有助于避免老年人在使用过程中产生二次伤害;坐面设定较高可使老年人的膝盖弯曲角度自然,避免承受过多的压力^[10];老年人起身时需借力扶手,以减轻对膝关节和腰部的压力;稳定性也是老年人坐椅设计中需重

点考虑的一个方面,应避免坐椅的侧翻。若没有扶手,老年人需通过上身前倾和小腿蓄力,或是手抵膝盖处支撑来减轻压力,避免重心不稳造成伤害。

2.1.2 老人视觉特征与驾驶行为分析

随着年龄增长,老年驾驶员操作速度和能力等方面均逐渐下降^[11]。研究表明,驾驶事故与视觉注意力密切相关,老年人视觉准确性较低,反应速度较慢,注视交通标志时间较长,尤其在光线不足或干扰物增多的情况下表现更为明显^[12]。此外,老年驾驶员夜间行车安全性也会因夜视反应时间增加而降低^[13]。因此,老年代步车设计应考虑驾驶员视觉特征和驾驶行为,尤其需对灯光照明进行合理设计。

2.2 养老社区环境与共享老年代步车

养老社区是以老年人居住组团为依托,综合医疗、康复和休闲娱乐等多功能配套服务内容的新型机构养老模式^[13]。在调研了北京、天津和昆明等城市的多个养老社区后发现,这些社区都配备了食堂、超市、学校、活动中心和医院等基础公共建筑,占地面积广。但社区内公共交通缺乏,老年人出行以步行为主,自主出行不便^[14]。养老社区适老化环境设计较完善,路况良好,车辆少,无障碍出行方便^[15],共享老年代步车可作为解决社区内老人短途出行问题的有效方式。因此,本文以养老社区环境为例,进行共享老年代步车产品的设计研究。

2.3 养老社区共享老年代步车用户需求分析

定义产品目标人群特征:55岁以上,身体状况良好,有自主出行的能力,有类似养老社区的居住体验。采用非结构性访谈方式,对线上线下26名符合目标人群特征的老人(年龄58~75岁,14名女性,12名男性)进行了针对出行习惯、出行目的、生活习惯、出行困难程度、对电动代步工具的态度和需求,以及养老社区体验等方面的用户调查。将采集的有效信息进行数据统计并整理,得到养老社区环境下老年人对代步工具的需求统计,如表1所示。

利用亲和图法对用户需求进行层次化展开,将重合性、近似性较高的需求词语归为一类,筛出低需求词汇,最终构建较为科学和全面的针对老年代步车用户需求层次化展开表,如表2所示。

表 1 养老社区老年代步工具用户需求统计

Tab.1 Demand statistics of elderly mobility scooter users in elderly care communities

需求信息(访谈内容)	需求内容	需求类别
提醒来车及交通信号,智能骑行辅助避免骑行危险,根据路况调整动力和调整行车速度,避免误操作	提升驾驶安全性	
遇到危险情况、事故、身体不适等情况能及时通知园区和家人,并得到及时救助	危险及时救助	出行安全需求
易保持车速适中,刹车平稳,转弯灵活且稳定	驾驶操作简单	
驾驶续航能力强,保证出行随时电量充足,避免半路没电	电量续航保障	
代步车定时维护保养,保证车辆性能安全稳定	车辆性能稳定	

续表 1

需求信息 (访谈内容)	需求内容	需求类别
推车时能助力推行, 推行转弯容易, 步行时有助力	节省力气	出行便捷需求
驾驶舒适, 上下车容易, 高度合适, 久坐不累, 手臂姿势可调整	人机尺度合理	
界面操作容易, 操作遇到问题能提供人工辅助	界面易于交互	
造型符合审美, 避免凸显老年感的外形	造型符合审美	
出行时储物方便, 有储物空间, 离开时能临时存物, 辅助重物搬运	物品存储搬运	
能定位代步车使其容易找到, 出门或短距离内容易找到车, 能随时停车, 因担心忘记还车希望能提醒还车	存取方便	优化生活需求
导航功能, 多目的地出行时规划路径, 根据日常习惯规划出行, 根据日程安排调整出行	行程规划	
提醒行程, 提醒携带物品, 提醒吃药等医疗需求	备忘提醒	
能通知并提醒社区活动, 如课程、讲座、医疗康养活动等	活动推荐	
能推荐购物优惠活动, 辅助购物结算, 提醒购物清单, 自助下单, 购物时能推行入超市	购物辅助	

表 2 老年代步车用户需求层次

Tab.2 Demand levels of elderly mobility scooter users

目标	需求一级准则	需求二级准则	需求具体描述
老年代步车用户需求 A	驾驶安全 B_1	辅助驾驶 C_1	控速, 巡航, 避障
		警示提醒 C_2	来车及交通信号提醒
		智能容错 C_3	错误操作智能容错
		警报救援 C_4	危险报警、及时救助
		续航保障 C_5	保证电池续航, 结合行程提醒电量
		性能稳定 C_6	定期维护保养, 保障车辆性能
	出行便捷 B_2	推行助力 C_7	步行、推行有助力辅助, 省力
		尺度舒适 C_8	尺寸角度合理, 材质舒适
		姿势调节 C_9	久坐不累, 姿势可调
		方便存取 C_{10}	车辆定位, 存取提示, 位置方便
		存储保管 C_{11}	物品存储及暂时保管
		易于使用 C_{12}	界面易操作, 人工辅助
	优化生活 B_3	导航功能 C_{13}	根据目的地导航
		出行规划 C_{14}	记录出行习惯, 根据行程路线规划
		备忘提醒 C_{15}	行程、清单、离车财物提醒等
		推荐活动 C_{16}	社区及优惠活动推荐
		辅助购物 C_{17}	自助下单、购物清单、购物结算
		造型美观 C_{18}	造型优雅、亲和力高

2.4 养老社区共享老年代步车管理需求分析

通过用户旅程图, 结合已有的共享电动车服务经验, 针对共享老年代步车服务对象和服务环境特点, 找到服务周期中的管理需求痛点。老年人使用代步车的需求主要包括: 健康安全、交通安全和易于管理三类。须保证用户和车辆周围状况的实时通知和定位, 通过辅助驾驶技术保障驾驶安全, 同时实现便捷管理, 包括存取定点、集中充电和智能自动还车等功能。具体的养老社区环境下共享老年代步车管理需求层次表, 如表 3 所示。

2.5 基于 AHP 的需求权重计算

采用 AHP 层次分析法对两类需求分别进行权重计算。邀请 3 名专业设计人员和 5 名目标用户, 根据 1~9 分准则标度表, 将同一准则层各元素进行两两比较, 经过加权和取几何平均值并取整, 得到各个准则层判断矩阵。计算出 $C_1 \sim C_6$ 对 B_1 的权重, $C_7 \sim C_{12}$ 对 B_2 的权重, 各判断矩阵均通过一致性检验, 用户需求和需求管理各层级权重及排序如表 4 和表 5 所示。在用户需求中, C_{16} 和 C_{17} 权重排序最低, 舍去。在需求管理中, F_{11} 和 F_{12} 权重排序虽然最低, 但由于 F_{12}

表 3 养老社区共享老年代步车管理需求层次
Tab.3 Demand levels of management for shared elderly mobility scooter in elderly care communities

总目标	需求一级准则	需求二级准则	需求具体描述
老年代步车管理需求 D	老人健康 E_1	健康监测 F_1	实时身体情况监测, 数据反馈
		危险报警 F_2	危险报警, 及时通知社区
		用户定位 F_3	用户精确定位, 便于应急时刻立即找到用户
		健康审核 F_4	保证健康状况适合驾驶, 审核健康情况
	出行安全 E_2	驾驶能力 F_5	保证老人能正常完成驾驶, 审核驾驶技能
		危险监测 F_6	行驶过程监控, 危险监测提醒, 紧急制动保护
		规范驾驶 F_7	行驶规范管理, 违规提醒, 规范控制
		辅助驾驶 F_8	辅助速度调节, 避障, 半自动驾驶
		车辆定位 F_9	车辆定位精准找车, 了解车辆分布及车辆情况
	易于管理 E_3	定点存取 F_{10}	存取点固定, 数量尽量少
		远程调度 F_{11}	配合自动驾驶, 完成远程控制调度
		提醒还车 F_{12}	提醒老人还车, 智能自动还车
		集中充电 F_{13}	便于更换, 通用电池型号, 集中充电

表 4 用户需求权重
Tab.4 User demand weights

需求一级准则	权重	需求二级准则	权重	最终权重	排序
驾驶安全 B_1	0.680 6	智能辅助驾驶 C_1	0.084 9	0.057 8	6
		交通警示提醒 C_2	0.048 6	0.033 1	9
		误操作容错 C_3	0.128 2	0.087 3	3
		安全警报救援 C_4	0.379 3	0.258 2	1
		电量续航保障 C_5	0.119 7	0.081 4	4
		车辆性能稳定 C_6	0.239 4	0.162 9	2
出行便捷 B_2	0.201 4	步行推行助力 C_7	0.107 8	0.021 7	12
		人机尺度舒适 C_8	0.257 4	0.051 8	7
		驾驶姿势调节 C_9	0.082 2	0.016 6	14
		方便取存 C_{10}	0.342 7	0.069 0	5
		物品存储保管 C_{11}	0.071 0	0.014 3	15
		界面易于使用 C_{12}	0.138 9	0.028 0	10
优化生活 B_3	0.117 9	导航功能 C_{13}	0.417 2	0.049 2	8
		出行规划 C_{14}	0.118 2	0.013 9	16
		备忘提醒 C_{15}	0.149 9	0.017 7	13
		推荐活动 C_{16}	0.053 8	0.006 3	18
		辅助购物 C_{17}	0.057 1	0.006 7	17
		造型美观 C_{18}	0.203 8	0.024 0	11

表 5 管理需求权重
Tab.5 Management demand weights

需求一级准则	权重	需求二级准则	权重	最终权重	排序
老人健康 E_1	0.428 6	健康监测 F_1	0.144 3	0.061 9	6
		危险报警 F_2	0.422 6	0.181 1	1
		用户定位 F_3	0.270 8	0.116 1	4
		健康审核 F_4	0.162 2	0.069 5	5
出行安全 E_2	0.428 6	驾驶能力 F_5	0.285 1	0.122 2	3
		危险监测 F_6	0.406 9	0.174 4	2
		规范驾驶 F_7	0.088 7	0.038 0	11
		辅助驾驶 F_8	0.102 0	0.043 7	10
		车辆定位 F_9	0.117 3	0.050 3	9
管理方便 E_3	0.142 9	定点存取 F_{10}	0.383 7	0.054 8	7
		提醒还车 F_{11}	0.165 8	0.023 7	12
		远程调度 F_{12}	0.089 5	0.012 8	13
		集中充电 F_{13}	0.361 0	0.051 6	8

与 C_{13} 相近, 故保留, 舍去 F_{11} 。

2.6 基于 QFD 的设计特征转化

首先, 根据用户需求和管理需求, 以及对应的需求描述, 将需求进行归类, 相近的需求合并。之后, 对应需求匹配适合的设计特征, 并将设计特征相互比较和调整, 归类相近特征, 最终得到 14 个设计特征。设计特征与需求对应图, 见图 1。有些设计特征同时对多个需求, 而一些需求需要多个设计特征共同实现。

利用 QFD 质量屋法对产品特性重要程度进行排序。将产品特性导入质量屋天花板, 需求和需求权重导入质量屋左墙壁, 质量屋的中间则是需求与产品特性矩阵图。通过计算得到特性权重, 并做归一化处理, 将权重填入质量屋地下室部分。图 2 为构建的质量屋模型。根据质量屋模型, 依据质量屋地下室的产品特性重要度权重, 由高到低排序依次为: Y_{14} , Y_9 , Y_7 ,

Y_{11} , Y_{13} , Y_8 , Y_6 , Y_2 , Y_{10} , Y_{12} , Y_5 , Y_4 , Y_3 , Y_{10} 。

3 共享老年代步车设计

3.1 适老化功能设计

基于老人生理和心理特点, 根据需求分析和产品特性转化得到产品设计关键特性。将产品特性和产品设计进行匹配, 得到映射关系, 以指导产品功能设计, 见图 3。老年代步车的功能设计考虑了人机尺寸适老化、驾驶姿势可调节、健康数据采集、造型亲和安全感、交互界面适老化、储物空间设计, 以及电池易取易还等方面, 具体设计效果见图 4。其中, 座椅深度和宽度尺寸增大, 并与人脊柱曲线相匹配, 可支撑腰背, 提高驾驶时的舒适度。车扶手高度、角度和座椅高度可调节, 符合老年人身体特征和驾驶习惯。健康数据采集片位于手柄处, 能实时采集驾驶过程中的人

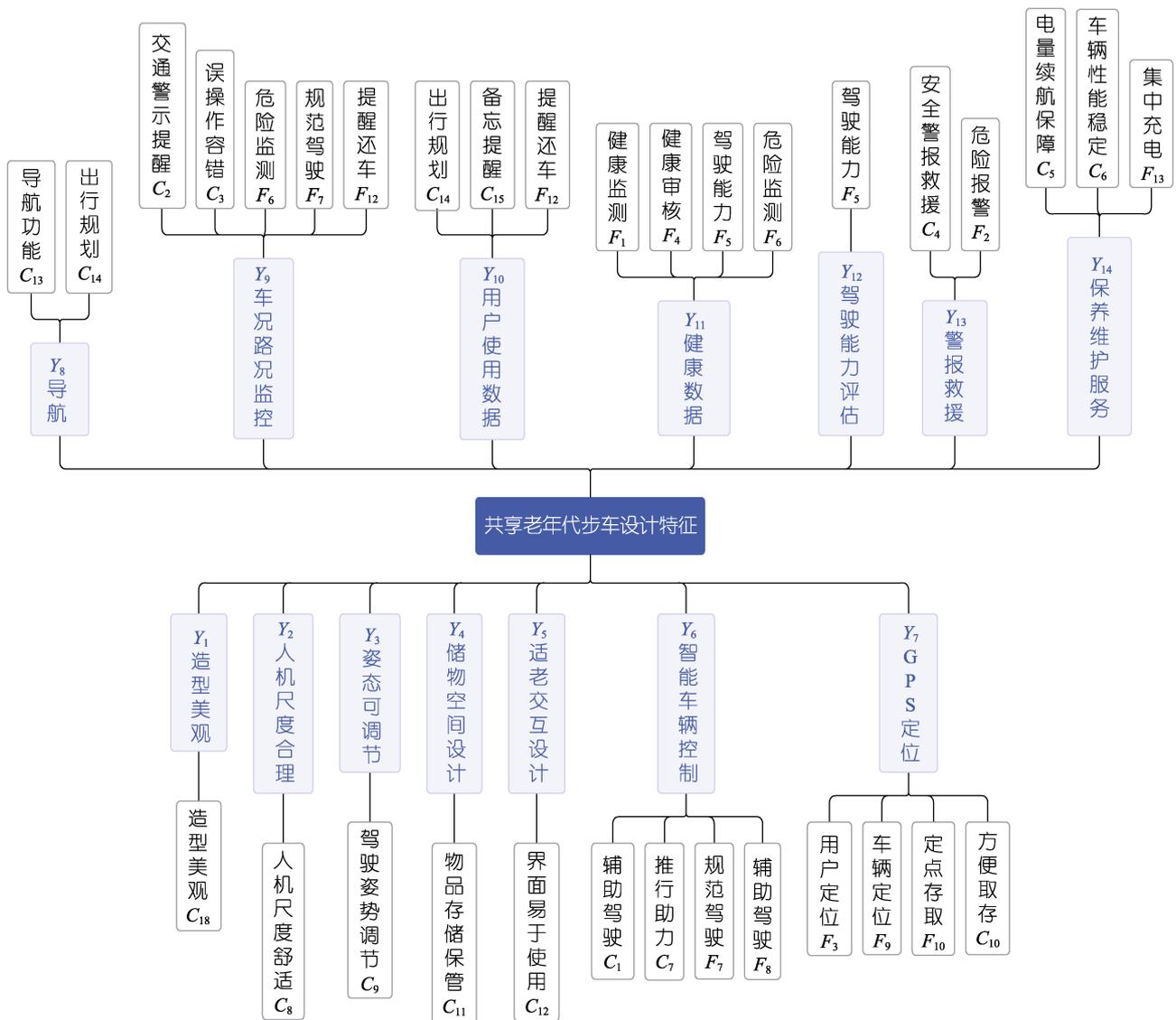


图 1 设计特征与需求对应图

Fig.1 Correspondence of design features and demand

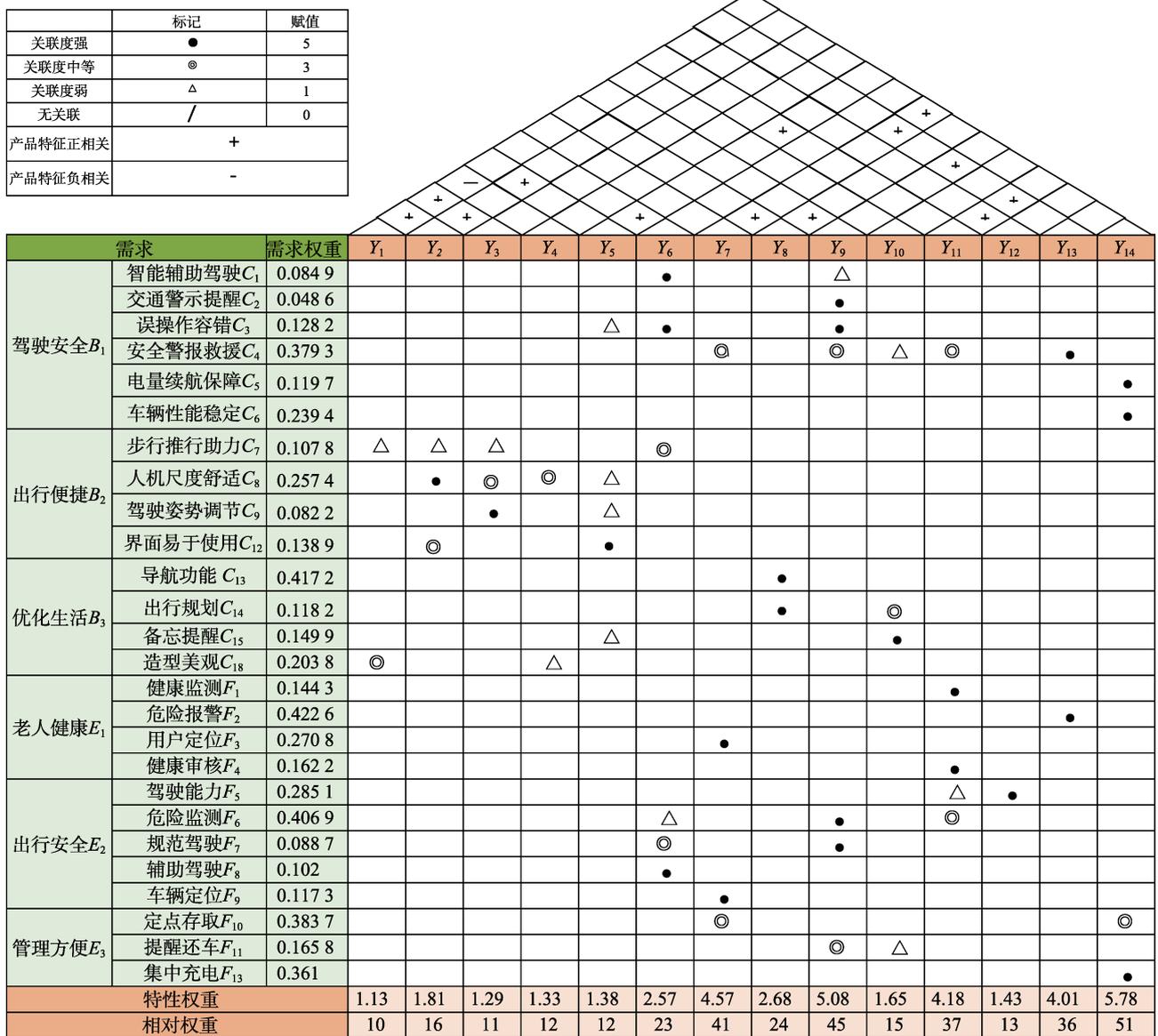


图 2 质量屋模型
Fig.2 House of Quality model

体数据。车体外形采用柔和线条和干净的白灰配色,同时避免大量机械结构外露,提升了产品亲和力和安全性。车扶手平面增加了交互显示屏,支持触摸和语音控制,可同步手机客户端信息,并配备了一键报警求助实体按钮,紧急情况下还可通知社区子女或报警。车前部增加了可伸缩储物篮设计,可调节储物空间,方便存车调度。还车时储物篮内的感应装置能检测遗落物品并自动收回。电池布局在易于操作的位置,易于取出和更换,并采用了系统认证设备,以防止用户自行充电或操作失误,带来安全隐患。

3.2 结构功能尺寸设计

老年代步车座椅和操控台的尺寸是关键尺寸,需基于人体测量学数据进行设计。老年人身体尺寸与年轻人存在明显差异,但国内目前没有针对老年人的人

体尺寸标准。参考老年医学研究数据,发现 60~80 岁老年男性身高平均下降约 1.9%,老年女性平均身高下降约 4.0%。运用这些老年人身高的降低率近似推算出老年人身高尺寸。设 H 为《中国成年人人体尺寸》中 26~35 岁年龄组任意百分点的身高, H' 为对应的老年时期身高,则相关计算为:

$$H'_m = H_m(100 - 1.9\%) \tag{1}$$

$$H'_w = H_w(100 - 4\%) \tag{2}$$

式中: m 为男性; w 为女性。

以此作为老年人身体尺寸的计算依据,结合《中国成年人人体尺寸 GB 10000—1988》中 26~35 岁年龄组的人体尺寸进行调整,得出老年人人体尺寸百分位数据。

对于老年代步车座椅尺寸的分析,座椅座高、座宽和座深,分别参考第五百分位女性和第九十五百分位

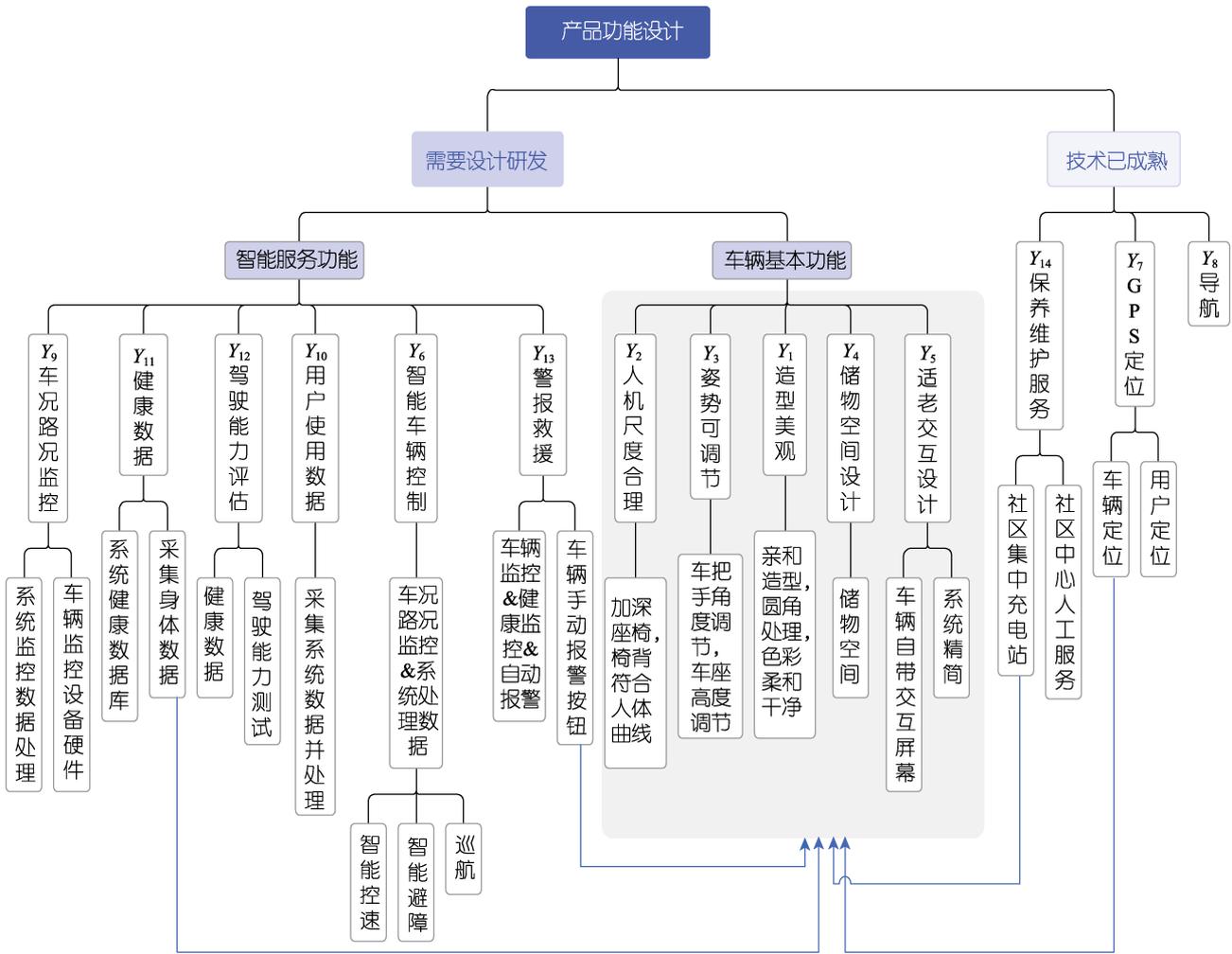


图3 产品特性与功能映射图
Fig.3 Mapping product features and functions



图4 共享老年代步车整车设计图
Fig. 4 Design Drawing of shared elderly mobility vehicle

男性坐姿膝高数据、第九十五百分位女性坐姿臀宽数据，以及第五百分位女性坐姿深度数据。经过功能修正量和心理修正量的修正，座椅坐面离脚踏平面高度的调整范围为 310~420 mm，坐面宽度不窄于 400 mm，坐面深度不超过 400 mm。座椅扶手高度和间距尺寸，参考第五百分位和第九十五百分位男性坐姿肘宽数据，扶手高度座面为 210~230 mm，左右扶手间距范围在 410~450 mm。

座椅坐垫的最大压力常集中在坐骨结节处，越向外压力越小，坐面前边缘处压力最小。为改善此压力分布状态，座椅坐面与水平方向的夹角应略微提高，同时也能防止老年人因向前滑动而导致的肌肉疲劳。此外，为避免腹部和大腿之间的血管受到压迫，躯干和大腿之间的角度应保持在 95°~105°，座椅靠背应略微向后倾，以舒适支撑腰部，减轻疲劳。充分考虑到人体脊柱侧面弧度，座椅靠背与腰部接触，并采用弹性材料，使座椅与垂直面呈现 5°~20°的夹角，以维持躯干和大腿之间的角度。

对于操控台高度及其与座椅的距离，参考人机工程学对近身作业空间的设计要求，手臂活动范围由肩关节转轴高度和转轴到手心的距离决定。操控平面角度参考坐姿控制台角度，操作平面和扶杆结合调整控制以满足不同身材老年人的需求。操控作业范围由肩关节转轴的高度和该转轴到手心的距离决定，确定为 800 mm。脚作业空间以老年代步车的正常坐姿为参考，双脚平放在踏板即可，确定为 300 mm 以上。关键功能尺寸见图 5。



图 5 关键功能尺寸
Fig.5 Dimensions of key functionalities

3.3 操作界面设计

适合老年人使用的代步车操纵器有按钮、旋钮、踏板和操作杆等,老年代步车操纵器要便于触觉识别,设计的形状与尺寸应和人手脚的生理特点相适应。老年人协调能力差,为避免发生错误,刹车需设计在老年人脚的附近,方便操作。老年人视力下降,旋钮等采用了不同的形状,易于区分。喇叭使用频率高,故放在人手容易操作的位置。将常用操纵器根据安全重要性、使用频率和使用顺序,设计各部件大小及位置,并采用不同色彩做区分以提升辨识度。为保障老人骑行安全,设计紧急制动拉环,使用时与老人相连,发生离车和坠车等情况时,拉环随即启动制动功能,以减小身体伤害,操作控制界面见图 6。



图 6 操作控制界面
Fig.6 Control interface

4 结论

文中基于人机工程学理论和方法,提出了一种共

享老年代步车设计方案,在为老年人提供更为方便、经济和安全的短途出行方式的同时,促进了老年人出行和养老服务的发展。文中对老年人的需求和服务管理需求进行了系统的实证研究,将不同层次的需求转化为产品功能,从而提升了产品需求研究的科学性和准确性。在人机工程学理论下应用 AHP-QFD 也为研究复杂多类型产品需求提供了研究方法。

但文中针对研究产品设计后的人机仿真分析和实际用户满意度验证等环节仍存在不足,未来需通过更为科学系统的试验验证来完善设计方案。使设计方案更好地保障老年人安全出行需求并提升整体出行体验。

参考文献:

[1] MADOKORO H, SHIRAI K, SATO K, et al. Basic Design of Visual Saliency Based Autopilot System Used for Omnidirectional Mobile Electric Wheelchair[J]. Computer Science and Information Technology, 2015, 3(5): 171-186.

[2] 杨超翔, 程建新, 丁伟, 等. 基于模糊分析的老年概念产品感性评价方法研究[J]. 包装工程, 2018, 39(10): 128-132.

YANG Chao-xiang, CHENG Jian-xin, DING Wei, et al. Research on Perceptual Evaluation Method of Conceptual Products for the Aged Based on Fuzzy Analysis[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(10): 128-132.

[3] 张峰. 基于在线用户需求挖掘与可拓学的老年代步车设计研究[D]. 天津: 天津工业大学, 2020.

ZHANG Feng. Research on Elderly Mobility Scooter Design Based on Online User Demand Mining and Ex-

- tension[D]. Tianjin: Tianjin Polytechnic University, 2020.
- [4] 冯乙. 面向情感化的老年电动代步车造型设计研究[J]. 机械设计, 2014, 31(11): 122-125.
FENG Yi. Research on the Shape Design of Electric Mobility Scooter for the Elderly Oriented towards Emotion[J]. Journal of Machine Design, 2014, 31(11): 122-125.
- [5] 陶辉. 从车、人和管理三方面浅析如何促进“老年代步车”的规范化管理[J]. 国际公关, 2022, (17): 86-88.
TAO Hui. Analysis of How to Promote the Standardized Management of "Mobility Scooter for the Aged" from Three Aspects of Vehicle, Human and Management[J]. PR Magazine, 2022, (17): 86-88.
- [6] 马驰. 中小城市治理“老年代步车”政策研究[D]. 北京: 中国政法大学, 2022.
MA Chi. Study on the Policy of "Mobility Scooter for the Aged" in Small and Medium-sized Cities[D]. Beijing: China University of Political Science and Law, 2022.
- [7] 许杨, 陈鹏. “老年代步车”相关法律问题初探[J]. 道路交通与安全, 2016, 16(3): 45-49.
XU Yang, CHEN Peng. Preliminary Study on Legal Issues Related to "Mobility Scooter for the Aged"[J]. Road Traffic and Safety, 2016, 16(3): 45-49.
- [8] 佚名. 共享电动自行车注重安全设计, 保障交通安全[J]. 中国自行车, 2022, (4): 32-35.
Anonymous. Shared Electric Bicycles Pay Attention to Safety Design and Ensure Traffic Safety[J]. China Bicycle, 2022, (4): 32-35.
- [9] 向远宁, 王珺. 基于交互理念的共享交通工具设计创新策略[J]. 湖南包装, 2022, 37(3): 5-7.
XIANG Yuan-ning, WANG Jun. Design Innovation Strategy of Shared Transportation Based on Interactive Concept[J]. Hunan Packaging, 2022, 37(3): 5-7.
- [10] 张璐璐. 基于老年人骨骼关节问题的适老化坐具设计研究[D]. 石家庄: 河北科技大学, 2021.
ZHANG Lu-lu. Research on the Design of Suitable Seat for Aging Based on Skeletal and Joint Problems in the Elderly[D]. Shijiazhuang: Hebei University of Science and Technology, 2021.
- [11] 张名芳, 马艳华, 吴初娜, 等. 公交驾驶员心理状况影响因素分析与疾病判别模型[J]. 交通运输系统工程与信息, 2021, 21(6): 96-104.
ZHANG Ming-fang, MA Yan-hua, WU Chu-na, et al. Analysis of Influencing Factors and Disease Discrimination Model of Bus Drivers' Psychological Status[J]. Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology, 2021, 21(6): 96-104.
- [12] 王晓敏, 左宇坤, 姜沪, 等. 易发事故驾驶员的人口学特征与其个性特征关系研究[J]. 中华疾病控制杂志, 2017, 21(11): 1145-1148.
WANG Xiao-min, ZUO Yu-kun, JIANG Hu, et al. Study on the Relationship between Demographic Characteristics and Personality Characteristics of Accident-prone Drivers[J]. Chinese Journal of Disease Control and Prevention, 2017, 21(11): 1145-1148.
- [13] 蔡贤云, 翁季, 田心怡. 驾驶员年龄因素对公路隧道照明设计的影响[J]. 光源与照明, 2022(S1): 87-90.
CAI Xian-yun, WENG Ji, TIAN Xin-yi. Influence of Driver Age on Highway Tunnel Lighting Design[J]. Lamps and Lighting, 2022(S1): 87-90.
- [14] 窦金花, 张芳燕. 京津冀田园综合体养老服务模式构建与养老服务设施设计研究[J]. 包装工程, 2022, 43(2): 186-191.
DUO Jin-hua, ZHANG Fang-yan. Construction of Rural Comprehensive Pension Service Mode and Research on Design of Pension Service Facilities in Beijing-Tianjin-Hebei Region[J]. Packaging Engineering, 2022, 43(2): 186-191.
- [15] 尹宝莹. 基于智慧养老的适老化环境设施设计[J]. 包装工程, 2023, 44(8): 312-315.
YIN Bao-ying. Design of Age-Friendly Environmental Facilities Based on Smart Elderly Care[J]. Packaging Engineering, 2023, 44(8): 312-315.

责任编辑: 蓝英侨