

基于 QFD 和 AHP 法的适老浴室柜设计研究

王军¹, 刘思邑¹, 伍赛², 姚楠²

(1.湖北工业大学, 武汉 430068; 2.厦门瑞尔特卫浴科技股份有限公司, 厦门 361028)

摘要: **目的** 设计出符合老年人实际使用需求的浴室柜产品, 更好地帮助他们完成日常起居的生活。**方法** 以质量功能展开(QFD)理论和层次分析法(AHP)作为理论支撑, 构建适老浴室柜质量屋(HOQ)设计理论模型, 并以此为依据对适老浴室柜进行设计实践。首先通过实地访谈和观察法等方式, 获取老年人的行为状况和需求信息, 利用KJ法对需求进行聚类 and 精炼, 得到用户需求层次化结构; 然后运用AHP法计算出各层需求的权重值; 最后利用HOQ理论将用户各项需求转化为适老浴室柜设计特征。**结果** 依据设计特征得到一款最为符合老年人需求的适老浴室柜设计方案。**结论** 该方法能够挖掘出用户最为迫切的需求, 使设计出的产品更为科学与合理, 更好地帮助老年人应对衰老所带来的困扰, 同时对同类产品的设计研究也具有重要的参考意义。

关键词: 质量功能展开理论; 层次分析法; 适老家具; 用户需求; 浴室柜设计

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2023)04-0158-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2023.04.019

Design of Bathroom Cabinet Suitable for the Elderly Based on QFD and AHP Method

WANG Jun¹, LIU Si-yi¹, WU Sai², YAO Nan²

(1.Hubei University of Technology, Wuhan 430068, China;

2.Xiamen R&T Plumbing Technology Co., Ltd., Xiamen 361028, China)

ABSTRACT: The work aims to design a bathroom cabinet that meets the actual needs of the elderly, so as to help them better in their daily life. With Quality Function Deployment (QFD) theory and Analytic Hierarchy Process (AHP) method as theoretical support, a theoretical model of House of Quality (HOQ) was constructed for the design of bathroom cabinet suitable for the elderly, and the design practice of the bathroom cabinet was carried out based on this. Firstly, through field interviews and observation methods, the behavior status and need information of the elderly were obtained, and the KJ method was used to cluster and refine the needs to obtain the hierarchical structure of user needs. Then, the AHP method was used to calculate the weight value of each layer of needs. Next, the HOQ theory was adopted to convert the needs of users into the design features of the bathroom cabinet suitable for the elderly. Finally, according to the design features, a design scheme of bathroom cabinets suitable for the elderly that could meet the needs of the elderly best was obtained. This method can dig out the most urgent needs of users, make the designed products more scientific and reasonable, and better help the elderly to cope with the troubles caused by aging. At the same time, it also has important reference significance for the design and research of similar products.

KEY WORDS: quality function deployment theory; analytic hierarchy process; furniture suitable for the elderly; user need; bathroom cabinet design

收稿日期: 2022-09-13

基金项目: 湖北省人文社科基地项目(HBCY1203); 教育部产学合作协同育人项目(201602031001)

作者简介: 王军(1970—), 男, 硕士, 副教授, 主要研究方向为工业设计、产品设计决策与优化。

通信作者: 刘思邑(1993—), 女, 研究生, 主攻产品创新设计、用户研究。

根据第七次全国人口普查数据显示,我国 60 岁及以上的人口数量为 2.64 亿,占总人口的 18.7%。比“六普”上升了 5.44%,老年人数量逐年增多,老龄化趋势加速^[1-2]。到 2030 年,我国将成为世界上人口老龄化问题最严峻的国家之一。适老家具由于能够帮助老年人完成日常生活起居,提升老年生活的安全性、舒适性和幸福指数^[3-4],在应对人口老龄化方面起到非常重要的作用,受到政府、企业和学者越来越多的关注和重视,许多研究人员开始对适老家具进行研究。如孙斌宾等^[5]借助扎根理论在用户访谈的基础上,获取座椅类家具用户的多维度需求,然后运用 FAHP 建立了适老家具的评价指标层次体系,并对两款适老座椅设计方案进行综合评价。崔敦睿等^[6]从老年人心理、生理需求出发,将 CMF 设计思想融入到适老家具设计中,旨在从表面工艺、材质、色彩三个方面分析适老家具应具备的特点,提出了适老家具 CMF 设计的基本原则。周橙旻等^[7]通过对老年人家具的市场调研和对自理老人的问卷调查及用户访谈,总结了适老家具智能设计原则,并从智能识别、调节、监测和提示等角度进行设计实践。刘昊等^[8]以老年人自助换鞋器为例,通过观察、访谈、问卷等形式收集用户需求数据,然后从功能、质量、使用、美观及价值 5 个维度确定了设计方案的评价指标,结合层次分析法对方案进行择优评价。陈欣然等^[9]通过分析国内外健康养老型家具现状,并结合老年人的身体机能、行为方式和情感需求的变化,设计了一款符合老人使用的康养衣柜。

以上学者对适老家具的研究主要是从老年人的心理、生理特征和情感等方面为切入点进行的,而忽视了老年人在日常生活中的实际使用需求;尽管有少数研究者考虑到了用户需求,但没有采用科学的方法来指导设计。因此,本文以 QFD 理论和 AHP 法作为理论支撑,来构建适老家具 HOQ 设计理论模型,并以此为依据进行设计研究。实现将用户各项需求转化为适老家具的设计特征,并完成了适老浴室柜的实例设计。其具体实施流程,见图 1。

1 基于 QFD 理论的需求分析与设计转化

1.1 QFD 理论

质量功能展开理论是一种以消费者需求为导向的结构化设计工具^[10],常用于将客户需求和要求转换为新的或改进的产品和服务的技术特征^[11-12]。其核心驱动由 HOQ 完成^[13],建立各个阶段的质量屋,将用户需求映射到产品设计特性上^[14],实现需求转化,确定设计目的,最后完成产品开发的质量功能配置的整体流程。

1.2 用户需求路径展开及层次化结构

首先,为深入了解老年人日常行为的基本信息及

对适老家具产品的外观和功能需求,以适老浴室柜家具为例,通过实地访谈和观察法来了解老年人日常行为的相关问题。通过预先设定的问题(见表 1)对老年人进行提问访谈,收集他们的答案作为原始数据,同时观察他们在日常行为活动中所存在的问题,并做好记录。本次研究共访谈了 33 名年龄在 60~75 岁的老年人,其中男性 20 人,女性 13 人。

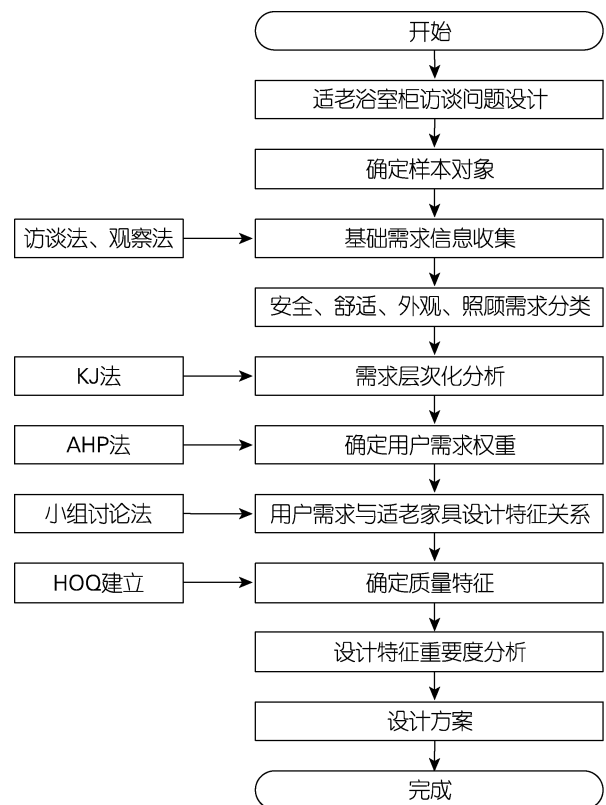


图 1 基于 HOQ 设计理论的适老浴室柜设计流程
Fig.1 Design process of bathroom cabinet suitable for the elderly based on HOQ design theory

表 1 访谈/观察概要(以适老浴室柜家具为例)

Tab.1 Summary of interviews/observations (taking the bathroom cabinet suitable for the elderly as an example)

序号	访谈问题
1	在使用家具时,行为有什么不便,或者有什么习惯?
2	是否了解过或者购买过适老家具?
3	购买适老家具时,最关注哪些方面的因素?
4	对市面上目前已有的适老家具满意与否?
5	自己理想中的适老家具是什么样子的,需满足哪些功能?

将采集的有效信息进行数据统计并整理,得到目标用户对适老浴室柜的基本需求统计,见表 2。

采用 KJ 法对用户需求进行层次化展开,为避免选词的重合性和近似性,需对低效的需求词汇进行合理筛选,最终构建较为科学和全面的用户需求层次化展开表,见表 3。

表2 目标用户对于适老家具的基本需求统计
Tab.2 Statistics on the basic needs of target users for furniture suitable for the elderly

访谈/观察内容	具体表现	设计表现	类别
腿脚不灵活,在潮湿的环境中行走容易滑倒	行走的稳定性	辅助性扶手设计	安全需求
发生意外时,无法及时呼叫,希望适老家具具有智能检测或警报系统	呼叫警报系统	一键呼叫按钮	安全需求
反应较慢,易与家具发生磕碰,不希望有尖角和锋利边的家具	细节圆润处理	圆角设计	安全需求
喜欢看起来结实的家具,不喜欢太细或者摇摇晃晃的家具	家具的稳定性	结构合理牢固	安全需求
对于产品的外观没有太多的要求,比较重视家具的安全性和环保性	安全环保的材料	天然环保、无污染的材料	安全需求
喜欢使用起来舒服的家具,长时间使用不会累	符合人机工程学	人机尺寸合理	舒适需求
学习能力弱,希望使用起来不要太复杂	简单实用	操作简单易用	舒适需求
偏爱低饱和度 and 低明度的颜色,不喜欢太花哨的东西	颜色、外观偏好	色彩稳重淡雅	外观需求
喜欢天然的有温度的材料,如实木、竹子和藤条等	适宜的材质	合理的材质搭配	外观需求
不喜欢太过复杂的纹理与装饰图案,喜欢朴素典雅的风格	风格偏好	造型简约耐看	外观需求
身体衰退导致部分老年人需要乘坐轮椅,如果家具能够调节高度等将会更方便	家具高度不能匹配人体高度	可调节设计	照顾需求
老花眼、视力较差,在光线较弱的地方看不清物品	辅助照明设计	自动感应灯	照顾需求
老物件舍不得扔,东西较多,希望有较大的收纳空间,同时记性也不好,总忘记东西放在哪	收纳空间和易于查看	收纳空间及可视化设计	照顾需求

表3 适老浴室柜设计用户需求层次化展开
Tab.3 Hierarchical deployment of user needs for the bathroom cabinet suitable for the elderly

第一需求 层次 A	第二需求 层次 B	第三需求 层次 C
适老浴室 柜设计 A	安全需求 B ₁	辅助性扶手 C ₁
		智能警报系统 C ₂
		无尖角和锋利的边 C ₃
		结构合理牢固 C ₄
		天然环保的材料 C ₅
	舒适需求 B ₂	人机尺寸合理 C ₆
		操作简单易用 C ₇
	外观需求 B ₃	色彩稳重淡雅 C ₈
		合理的材质搭配 C ₉
		造型简约耐看 C ₁₀
	照顾需求 B ₄	可调节设计 C ₁₁
		自动感应灯 C ₁₂
		收纳空间及可视化设计 C ₁₃

2 基于 AHP 法的用户需求权重分析

2.1 需求要素权重分析

层次分析法是一种具有极强逻辑决策的方法,可以层次化和系统化地利用定性和定量的方法解决多目标复杂问题^[15-16]。在科学合理的适老浴室柜设计方案第一需求层次 A 中,以安全需求 B₁、舒适需求 B₂、外观需求 B₃、照顾需求 B₄ 为例,邀请 5 名用户采用 1~9 评判标度法,基于浴室柜家具对各评价项目之间的重要性两两比较并转化为判断指数 W_{ij},取其均值

为最终评价结果,得到判断矩阵 A。

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 5 & 3 \\ 1/2 & 1 & 3 & 2 \\ 1/5 & 1/3 & 1 & 1/3 \\ 1/3 & 1/2 & 3 & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

以 B₁~B₄ 为例进行运算,其结果见式(2)~(7)。矩阵 A 的几何平均值 t:

$$t_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n Y_{ij}} = [2.3403 \quad 1.3161 \quad 0.3861 \quad 0.8409] \quad (2)$$

其所有结果归一化处理,得到相对权重 W:

$$W = t_i / \sum_{i=1}^n t_i = [0.4792 \quad 0.2695 \quad 0.0791 \quad 0.1722] \quad (3)$$

计算出最大特征根 λ_{max}:

$$ZW = [1.9301 \quad 1.0907 \quad 0.3221 \quad 0.7039] \quad (4)$$

式(4)中 Z 为判断矩阵 A,则:

$$\lambda_{max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{ZW}{W_i} = \frac{1}{4} \times \left(\frac{1.9301}{0.4792} + \frac{1.0907}{0.2695} + \frac{0.3221}{0.0791} + \frac{0.7039}{0.1722} \right) = 4.0592 \quad (5)$$

最后对结果进行一致性检验:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = \frac{4.0592 - 4}{4 - 1} = 0.0197 \quad (6)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0.0197}{0.89} = 0.0222 \quad (7)$$

式(7)中 RI 数值(见表 4),当 CR ≤ 0.1 时,说明决策者对要素的评判是合理的,反之,则需要对矩阵中的各项目值重新计算,直到 CR ≤ 0.1 为止。

表 4 R/数值表
Tab.4 RI value

<i>n</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0.52	0.89	1.12	1.24	1.41	1.41	1.46	1.49

计算得出 CR 的数值是 0.022 2 < 0.1, 所以该矩阵判断数值是可行的。同理可计算出第三需求层 C 的其他需求要素的矩阵评价结果, 其一致性检验 (CR 均小于 0.1), 各层需求权重, 见表 5。

表 5 用户需求权重计算
Tab.5 User need weight calculation

第二需求层 B	权重	第三需求层 C	权重	最终需求权重	排序
安全需求 B ₁	0.479 2	辅助性扶手 C ₁	0.144 2	0.069 1	5
		智能警报系统 C ₂	0.136 2	0.065 3	6
		无尖角和锋利的边 C ₃	0.257 1	0.123 2	3
		结构合理牢固 C ₄	0.359 3	0.172 2	2
		天然环保的材料 C ₅	0.103 2	0.049 5	9
舒适需求 B ₂	0.269 5	人机尺寸合理 C ₆	0.800 0	0.215 6	1
		操作简单易用 C ₇	0.200 0	0.053 9	7
外观需求 B ₃	0.079 1	色彩稳重淡雅 C ₈	0.297 0	0.023 5	12
		合适的材质搭配 C ₉	0.539 6	0.042 7	10
		造型简约耐看 C ₁₀	0.163 4	0.012 9	13
照顾需求 B ₄	0.172 2	可调节设计 C ₁₁	0.155 7	0.026 8	11
		自动感应灯 C ₁₂	0.551 4	0.094 9	4
		收纳空间及可视化设计 C ₁₃	0.293 0	0.050 4	8

表 6 适老浴室柜设计特征与预期效果
Tab.6 Design features and expected effects of bathroom cabinet suitable for the elderly

代号	设计特征要素	设计预期效果
Y ₁	在浴室柜周边增加扶手设计	增加产品的安全性
Y ₂	设置一键报警按钮	发生意外时及时通知家人
Y ₃	圆角设计	增强亲近感、安全性、减少磕碰受伤
Y ₄	合理的结构设计	增强产品的稳定性
Y ₅	选用天然的实木材质	保证产品的安全性和品质感
Y ₆	科学的产品尺寸设计	避免使用过程出现不舒适情况
Y ₇	简洁明了的操作方式	增加产品的可操作性
Y ₈	语音提示设计	及时给出操作反馈, 使用更放心
Y ₉	明度低和饱和度低的色彩	使产品更加温馨与亲和
Y ₁₀	多种材质组合使用	增加产品的舒适性与合理性
Y ₁₁	简约典雅的外观设计	提高老年用户的接受度
Y ₁₂	浴室柜高度可升降	满足不同身高用户及轮椅使用者的使用
Y ₁₃	浴室镜角度可调节	轮椅使用者也能照到镜子
Y ₁₄	柜门和抽屉开门增加感应灯	在黑暗中也能看清柜内物品
Y ₁₅	增加收纳空间	能够存放更多的物品
Y ₁₆	开放式和透明柜门设计	无需开门即可查看存储物品

3 适老浴室柜设计特征转化

3.1 需求转化为设计特征

运用小组讨论法对设计特征进行合理推断, 以符合用户需求, 并确定适老浴室柜设计特征所能达到的预期效果, 如 C₁₁ 需求为可调节设计, 合理推断可以获得 Y₁₂ 浴室柜高度可升降和 Y₁₃ 浴室镜角度可调节的设计特征。具体见表 6。

3.2 适老浴室柜 HOQ 分析与建立

建立适老浴室柜用户需求和设计特征的质量屋, 邀请专家对设计特征与用户需求的重要度用 0~5 的取值来进行评价, 0 (表示不想关)、1 (表示弱相关)、3 (表示相关)、5 (表示强相关), 其中 2 和 4 介于其间。其结果, 见表 7。

3.3 设计特征权重分析

利用独立配点法计算适老浴室柜设计特征的权重值, 设 *i* 项用户需求与 *j* 项设计特征的关系影响值 $S = \{S_{ij}, i \in M; j \in N\}$, $\{M=1, 2 \dots 13; N=1, 2 \dots 16\}$; 最终用户需求权重值为 $T = \{T_y, y \in Y\}$, $\{Y=1, 2 \dots 16\}$, 若设计特征权重值为 O_y , 则:

$$O_y = S_{ij} / \sum_{i=1}^n (S_{ij} \times T_y)$$

其运算结果, 见表 8。

表7 适老浴室柜 HOQ 建立
Tab.7 Establishment of HOQ of bathroom cabinet suitable for the elderly

设计特征 用户需求	需求占比	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₇	Y ₈	Y ₉	Y ₁₀	Y ₁₁	Y ₁₂	Y ₁₃	Y ₁₄	Y ₁₅	Y ₁₆
C ₁	0.069 1	5	1	2	2	1	1	0	0	0	3	0	1	1	0	0	0
C ₂	0.065 3	2	5	1	0	0	0	3	1	0	0	1	0	0	0	0	0
C ₃	0.123 2	1	0	5	3	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
C ₄	0.172 2	2	1	1	5	1	3	1	0	0	1	2	2	2	1	1	1
C ₅	0.049 5	1	0	0	1	5	0	0	0	1	3	1	0	0	0	0	0
C ₆	0.215 6	3	2	1	1	0	5	4	3	0	1	0	3	3	0	1	1
C ₇	0.053 9	1	4	0	3	0	2	5	4	0	0	0	2	2	1	0	1
C ₈	0.023 5	1	3	0	0	2	0	2	0	5	1	3	0	0	0	0	1
C ₉	0.042 7	2	1	0	1	2	0	0	0	1	5	1	0	0	0	0	0
C ₁₀	0.012 9	2	1	4	3	1	3	1	0	1	1	5	0	2	0	1	2
C ₁₁	0.026 8	0	0	0	3	0	3	3	2	0	0	0	5	1	0	0	0
C ₁₂	0.094 9	0	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	5	0	3
C ₁₃	0.050 4	1	0	0	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3	5	4

表8 适老浴室柜家具设计特征权重结果
Tab.8 Results of weights of design features in bathroom cabinet suitable for the elderly

代号	设计特征要素	权重	排序
Y ₁	在浴室柜周边增加扶手设计	0.096	4
Y ₂	设置一键报警按钮	0.069	5
Y ₃	圆角设计	0.065	7
Y ₄	合理的结构设计	0.113	1
Y ₅	选用天然的实木材质	0.039	14
Y ₆	科学的产品尺寸设计	0.108	2
Y ₇	简洁明了的操作方式	0.099	3
Y ₈	语音提示设计	0.050	10
Y ₉	明度低和饱和度低的色彩	0.011	16
Y ₁₀	多种材质组合使用	0.054	9
Y ₁₁	简约典雅的外观设计	0.039	13
Y ₁₂	浴室柜高度可升降	0.067	6
Y ₁₃	浴室镜角度可调节	0.063	8
Y ₁₄	柜门和抽屉增加开门感应灯	0.044	12
Y ₁₅	增加收纳空间	0.033	15
Y ₁₆	开放式和透明柜门设计	0.050	11

适老浴室柜组合分为4个区域,分别是镜柜区1、壁柜区2、抽屉区3和边柜区4。浴室柜主体采用天然的胡桃木材料,并通过榫卯结构进行连接,结构牢固可靠,实现 Y₄ 的设计特征。整体呈原木色,环保透气,使卫生间营造出一种舒适温馨的环境氛围。浴室柜在转角连接位置使用大圆角处理,避免了尖角对老年人造成伤害,实现 Y₃ 的设计特征。

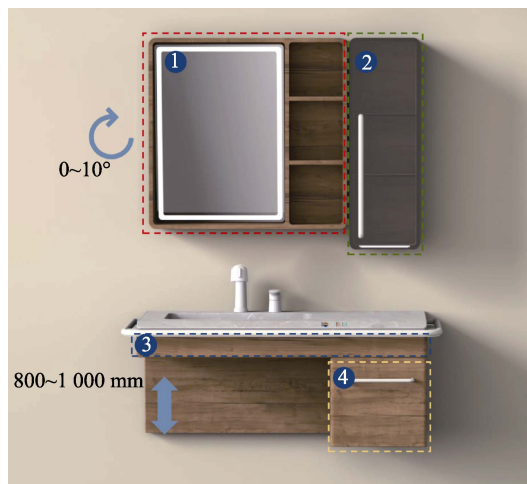


图2 适老化浴室柜设计方案
Fig.2 Design scheme of bathroom cabinet suitable for the elderly

4 适老浴室柜家具设计实践

4.1 适老浴室柜设计方案

通过表8的结果可以得到设计特征权重依次是 Y₄>Y₆>Y₇>Y₁>Y₂>Y₁₂>Y₃>Y₁₃>Y₁₀>Y₈>Y₁₆>Y₁₄>Y₁₁>Y₅>Y₁₅>Y₉。其中重要度前8的分别是:合理的结构设计、科学的产品尺寸设计、简洁明了的操作方式、在浴室柜周边增加扶手设计、设置一键报警按钮、浴室柜高度可升降、圆角设计和浴室镜角度可调节。并以此为依据对适老浴室柜进行设计实践,见图2。

基于人体工程学原理^[17-19]确定浴室柜的各部分尺寸比例。浴室柜的高、宽、深分别为 520×1 200×550 mm,同时考虑到轮椅使用群体的膝部和足部状况,浴室柜一侧的底部留出有高、宽、深分别为 660×800×460 mm 的空间供其进行移动,实现 Y₆ 的设计特征。浴室柜具有升降功能,升降范围为 800~1 000 mm,这样能同时满足不同身高及坐轮椅的人群使用。镜柜

中安装有角度可在 0~10° 电动调节的镜子, 即使坐在轮椅上也能正常照镜子, 实现 Y_{12} 、 Y_{13} 的设计特征。浴室柜的高度升降和倾斜镜的角度调节, 均通过简洁明了的上、下、左、右 4 个按键进行控制, 实现 Y_7 的设计特征。另外, 浴室柜周围设置有一圈包塑的扶手, 该扶手可以给行动不便的老年人提供稳定的支撑, 以减少因浴室地滑、乏力、眩晕和反应迟缓所引起的跌倒风险, 该扶手还能作为毛巾架使用, 方便老年人拿取; 壁柜区柜门拉手采用竖直的圆杆设计, 和

扶手一样设置了一圈包塑, 既可作为柜门拉手的同时也可作为扶手使用, 实现 Y_1 的设计特征。由于老年人视力感知力衰退, 在镜子和储物柜里安装有自动感应灯, 开门即亮起, 方便老年人看清柜内物品。

老年人以独居为主, 卫生间比较湿滑, 容易发生意外。因此, 在浴室柜的侧边设置有紧急呼叫按钮(见图 3d), 以便老年人在发生紧急情况时, 可及时通知家人和社区医护人员进行救治, 提高独居老年群体居住空间的安全性, 实现 Y_2 的设计特征。



图 3 适老浴室柜细节展示
Fig.3 Details of the bathroom cabinet suitable for the elderly

4.2 设计评价

为了验证该设计方案的满意度, 再次邀请前期参与调研的 33 名老年人根据设计特征与需求指标的匹配度进行打分, 本次打分采用 7 点标度(3 非常满意、2 很满意、1 满意、0 中等、-1 不满意、-2 很不满意、-3 非常不满意)的语义差异量表进行, 横轴分别为合理的结构、科学的产品尺寸、简洁明了的操作方式、浴室柜周边增加扶手、一键报警按钮、浴室柜可升降、圆角设计和浴室镜可调节, 纵轴为满意度, 取 33 名老年人打分的平均值, 评分越高说明用户满意度越高。最终所有需求指标的得分均大于 2, 因此该适老浴室柜的设计方案满意度较高, 其具体结果见图 4。

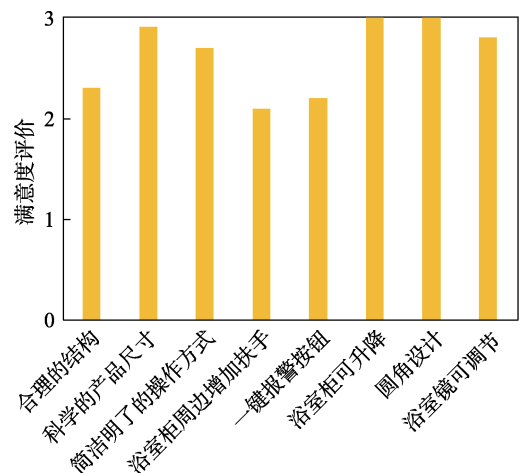


图 4 设计评价结果
Fig.4 Design evaluation results

5 结语

产品设计中首先要考虑的因素就是用户需求, 以老年人的实际使用需求为出发点, 提出了一种质量功能展开和层次分析法相结合的设计方法。通过前期调研获取了老年人的行为状况和对浴室柜的基础需求信息, 然后结合 KJ 法将需求信息分为安全、舒适、

外观和照顾需求四大类, 并运用 AHP 法计算出各需求的权重值, 再通过 HOQ 理论完成了用户需求到设计特征的转变, 最后以适老浴室柜为例进行了设计实例, 并验证了该方法的可行性。实例表明, 该方法能够较为准确地将用户需求转变为产品设计特征, 提高

设计过程的科学性与合理性。

参考文献:

- [1] 韩雪. 今天,我们该怎么认识老年人、老龄化?[N]. 人民政协报, 2021-07-27(1).
HAN Xue. Today, How Do We Understand the Elderly and Aging?[N]. CPPCC DAILY, 2021-07-27(1).
- [2] 童玉芬. 中国人口的最新动态与趋势——结合第七次全国人口普查数据的分析[J]. 中国劳动关系学院学报, 2021, 35(4): 15-25.
TONG Yu-fen. Latest Dynamics and Trends of Population in China—An Analysis Combined with the Seventh National Census Data[J]. Journal of China University of Labor Relations, 2021, 35(4): 15-25.
- [3] 薛坤, 祝远虹, 毛安, 等. 基于居家养老模式的适老家具设计研究[J]. 林产工业, 2020, 57(12): 61-64.
XUE Kun, ZHU Yuan-hong, MAO An, et al. Research on the Design of Furniture Suitable for the Elderly Based on the Home Care Mode[J]. China Forest Products Industry, 2020, 57(12): 61-64.
- [4] 冯鑫浩, 马玉香, 吴智慧. 日本适老家具对中国适老家具设计的影响与启示[J]. 家具与室内装饰, 2020(5): 26-27.
FENG Xin-hao, MA Yu-xiang, WU Zhi-hui. Impacts and Enlightenments of Japanese Elders-Friendly Furniture on the Design of Chinese Ones[J]. Furniture & Interior Design, 2020(5): 26-27.
- [5] 孙斌宾, 杜鹤民. 基于扎根理论和 FAHP 的适老家具设计评价与应用[J]. 家具与室内装饰, 2021(10): 1-5.
SUN Bin-bin, DU He-min. Design Evaluation and Application of Furniture for the Elderly Based on Grounded Theory and FAHP[J]. Furniture & Interior Design, 2021(10): 1-5.
- [6] 崔敦睿, 万千, 宋莎莎. 适老家具的 CMF 设计研究[J]. 林产工业, 2020, 57(5): 61-64.
CUI Dun-rui, WAN Qian, SONG Sha-sha. Research on CMF Design of Aging-Friendly Furniture[J]. China Forest Products Industry, 2020, 57(5): 61-64.
- [7] 周橙旻, 张玉荣, 周焘. 面向自理老人的适老家具设计研究[J]. 包装工程, 2020, 41(16): 176-182.
ZHOU Cheng-min, ZHANG Yu-rong, ZHOU Tao. Design of Age-Appropriate Furniture[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(16): 176-182.
- [8] 刘昊, 刘李明, 曹梦涛, 等. 以用户为中心的设计理念在老年产品开发中的应用[J]. 机械设计, 2021, 38(3): 140-144.
LIU Hao, LIU Li-ming, CAO Meng-tao, et al. Application of UCD in Product Development for the Elderly[J]. Journal of Machine Design, 2021, 38(3): 140-144.
- [9] 陈欣然, 王佳楠. 基于居家养老模式的康养衣柜设计研究[J]. 林业机械与木工设备, 2021, 49(3): 53-56.
CHEN Xin-ran, WANG Jia-nan. Research on the Design of Healthcare Wardrobes Based on the Home-Based Endowment Model[J]. Forestry Machinery & Woodworking Equipment, 2021, 49(3): 53-56.
- [10] ZAIM S, SEVKLI M, CAMGÖZ-AKDAĞ H, et al. Use of ANP Weighted Crisp and Fuzzy QFD for Product Development[J]. Expert Systems With Applications, 2014, 41(9): 4464-4474.
- [11] KOWALSKA M, PAZDZIOR M, KRZTON-MAZIOPA A. Implementation of QFD Method in Quality Analysis of Confectionery Products[J]. Journal of Intelligent Manufacturing, 2018, 29(2): 439-447.
- [12] 李惠, 王时英, 李娟莉. 基于 QFD—PUGH 的人机界面评价方法研究[J]. 图学学报, 2021, 42(6): 1043-1050.
LI Hui, WANG Shi-ying, LI Juan-li. Research on Human-Machine Interface Evaluation Method Based on QFD-PUGH[J]. Journal of Graphics, 2021, 42(6): 1043-1050.
- [13] 华中生, 汪炜. 基于 QFD 与 TRIZ 技术工具的产品概念设计方法[J]. 计算机集成制造系统, 2004, 10(12): 1588-1593.
- [14] HUA Zhong-sheng, WANG Wei. Method of Product Conceptual Design by Integrating QFD and TRIZ Technical Tools[J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2004, 10(12): 1588-1593.
- [15] 杨健. 定量分析方法[M]. 北京: 清华大学出版社, 2018.
YANG Jian. Public Administration Series[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2018.
- [16] 王媚雪, 翟洪磊. 基于 AHP 与 TOPSIS 法的自闭症儿童康复训练产品设计评价方法及应用[J]. 图学学报, 2020, 41(3): 453-460.
- [17] WANG Mei-xue, ZHAI Hong-lei. Evaluation Method and Application of Rehabilitation Training Products for Autistic Children Based on AHP and TOPSIS[J]. Journal of Graphics, 2020, 41(3): 453-460.
- [18] 王志愿, 戴志鹏. 基于 FDM 与 FAHP 的儿童滑板车设计评价与改进[J]. 图学学报, 2021, 42(5): 849-855.
WANG Zhi-yuan, DAI Zhi-peng. Design Evaluation and Improvement of Children's Scooter Based on FDM and FAHP[J]. Journal of Graphics, 2021, 42(5): 849-855.
- [19] T/CBCSA 33-2020, 无障碍卫生间洁具[S].
T/CBCSA 33-2020. Accessible Toilet Sanitary Ware[S].
- [20] GB 50763—2012, 无障碍设计规范[S].
GB 50763—2012, Codes for Accessibility Design[S].
- [21] 全国人类工效学标准化技术委员会, 中国标准出版社第四编辑室. 人类工效学标准汇编—人体测量与生物力学卷[M]. 北京: 中国标准出版社, 2009.
- [22] National Ergonomic Standardization Technical Committee, China Standard Publishing House No. 4. Compilation of Ergonomic Standards[M]. Beijing: Standards Press of China, 2009.

责任编辑: 陈作