

# 基于 RAHP-FCE 的家用跑步机设计分析研究

刘晶

广东科技学院 广东 东莞 523668

**摘要：** 分析当前家用跑步机的设计重点方向，以满足用户需求，提高用户体验感和满意度。通过粗糙层次分析法和模糊综合评价法识别出了当前跑步机的重点设计方向，同时明确了可视化的信息展现、场景化的跑步体验、社群交流与分享以及易感知的人机交互等因素是家用跑步机设计中需重点关注的设计要素，以期帮助相关设计人员更准确的了解当前家用跑步机的设计方向，进而设计出用户满意度高的家用跑步机。

**关键词：** 家用跑步机；粗糙层次分析法；模糊综合评价法；设计重点

**中图分类号：** J5

**文献标识码：** A

**文章编号：** 2022060048

## Design and Analysis of Home Treadmill Based on RAHP-FCE

Liu Jing

Guangdong University of Science & Technology, Dongguan, Guangdong 523668

**Abstract：** Analyze the current design focus of household treadmills to meet user needs, improve user experience and satisfaction. The key design directions of the current home treadmill were identified through the rough analytic hierarchy process and fuzzy comprehensive evaluation method. At the same time, it was clarified that visual information display, scenario based running experience, community communication and sharing, and easy to perceive human-machine interaction are the key design elements that need to be focused on in the design of home treadmills. The aim is to help relevant designers more accurately understand the current design direction of home treadmills and design home treadmills with high user satisfaction.

**Key words：** domestic treadmill; rough analytic hierarchy process; fuzzy comprehensive evaluation method; design focus

国际医学界和体育界将用跑步机锻炼身体称为提高个人身心最有效、最科学的健身方式<sup>[1]</sup>。根据中国健身器材行业收入规模预测数据显示，我国健身器材行业收入呈现上升趋势，家用跑步机市场极具发展前景<sup>[2]</sup>。然而当前市场上家用跑步机产品繁多，企业要想抢占家用跑步机的市场份额，只有设计出符合用户需求的家用跑步机，才能赢得用户的青睐。从用户角度出发，对产品进行综合评价，来发现用户的需求重点以及当前产品的改进方向，是设计出满足用户需求的产品的有效手段，如不少学者结合 AHP 和 FCE 应用于不同的产品设计分析与评价研究中<sup>[3-6]</sup>，可知 AHP 和 FCE 相结合能有效确定用户的需求重点和产品的方向，为设计出满足用户需求的产品提供参考。但是 AHP 在确定指标权重时带有一定的主观性和不确定性，而将粗糙集理论中提出的粗糙数和粗糙边界区间二者的优点相结合运用到层次分析法中能有效避免这一问题，因此，文中提出 RAHP-PCE 模型对家用跑步机进行研究，以客观准确的确定当前家用跑步机的改进方向，为设计出满足用户需求的家用跑步机提供可靠的参考依据。

## 一、家用跑步机研究流程概述

本文构建了如图 1 所示的研究流程，对现有产品进行模糊综合评价，以识别出当前跑步机的不足之处，进而为跑步机的迭代升级提供设计参考。

## 二、家用跑步机评价指标构建

### (一) 家用跑步机评价指标层次模型构建

通过用户访谈以及查阅相关研究等方式收集有关跑步机的评

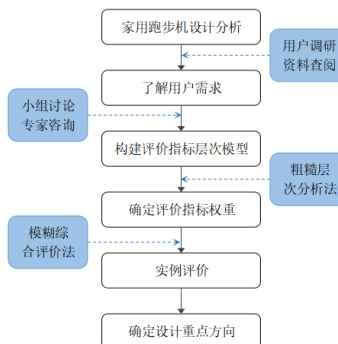
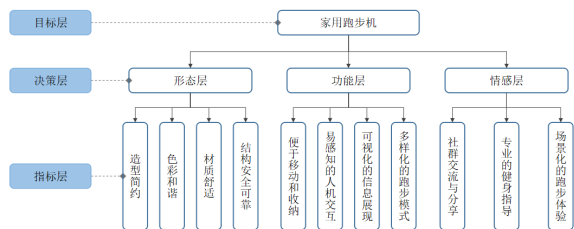


图 1 家用跑步机研究流程

价指标，然后通过小组讨论对收集的评价指标进行整合与筛选，再邀请12位专家，经过多轮咨询，最终得到如图2所示的家用跑步机评价指标层次模型。



> 图2 家用跑步机评价指标层次模型

### (二) 权重确定

RAHP主要是通过将粗糙集理论中提出的粗糙数和粗糙边界区间二者的优点相结合，运用到层次分析法中，RAHP在确定用户需求重要度时，可以直接应用原始打分数据去处理用户的主观偏好信息，无需提供所处理数据之外的其他先验信息，且能很好的应对决策多需求的问题，可有效解决用户评价信息的主观性和不精确性等问题。本研究通过邀请目标用户以两两比较的形式对用户需求重要度作出评价，进一步构建 RAHP 判断矩阵，并对其进行必要的一致性检验。

基于 RAHP 计算步骤求解各层级指标重要度<sup>[11]</sup>，最终得到如表1所示的家用跑步机评价指标重要度。

表1 家用跑步机评价指标重要度

| 目标层     | 决策层            | 指标层              | 总体重要度 | 排序 |
|---------|----------------|------------------|-------|----|
| 家用跑步机设计 | 形态层<br>(0.197) | 造型简约 (0.364)     | 0.072 | 6  |
|         |                | 色彩和谐 (0.197)     | 0.039 | 9  |
|         |                | 材质舒适 (0.113)     | 0.022 | 11 |
|         |                | 结构安全可靠 (0.326)   | 0.064 | 8  |
|         | 功能层<br>(0.399) | 便于移动和收纳 (0.098)  | 0.039 | 9  |
|         |                | 易感知的人机交互 (0.277) | 0.110 | 4  |
|         |                | 可视化的信息展现 (0.445) | 0.178 | 1  |
|         |                | 多样化的跑步模式 (0.180) | 0.072 | 6  |
|         | 情感层<br>(0.404) | 社群交流与分享 (0.375)  | 0.152 | 3  |
|         |                | 专业的健身指导 (0.226)  | 0.091 | 5  |
|         |                | 场景化的跑步体验 (0.399) | 0.161 | 2  |

### 三、模糊综合实例评价

模糊综合评价法是以模糊数学理论为指导思想，针对模糊性和不确定性问题，依据多因素隶属等级标准，对评价对象进行一个综合评估的过程，这种方法能有效提高设计评价的客观性以及

科学性。本文选取市场上一款较为畅销的家用跑步机作为评价对象，邀请10位专家对选取的家用跑步机进行评价，具体步骤如下：

1) 确定家用跑步机评价指标集  $H=\{H1、H2、H3\}$ ，根据图2可知，H1、H2、H3分别代表形态层、功能层和情感层，其中：

$H1=\{造型简约、色彩和谐、材质舒适、结构安全可靠\}$ ；

$H2=\{便于移动与收纳、易感知的人机交互、信息的可视化展现、多样化的跑步模式\}$ ；

$H3=\{社群交流与分享、专业化的健身指导、场景化的跑步体验\}$ 。

2) 确定评语等级  $K=\{K1、K2、K3、K4、K5\}=\{优秀、良好、中等、合格、不合格\}$ ，对应的分值为90、80、70、60、50，则赋值后的评语等级向量表示为  $K=(90, 80, 70, 60, 50)^T$ 。

3) 确定各层级下评价指标的重要度。根据表2可得决策层评价指标重要度  $M=(0.197, 0.399, 0.404)$ ，形态层、功能层和情感层对应评价指标的重要度分别为  $M1=(0.364, 0.197, 0.113, 0.326)$ 、 $M2=(0.098, 0.277, 0.445, 0.180)$ 、 $M3=(0.375, 0.226, 0.399)$ 。

4) 建立模糊综合评价矩阵。通过邀请10位专家对家用跑步机进行打分，通过计算专家打分对应的评语等级次数，得出各评价指标对应于评价等级的隶属度，进而构建形态层、功能层和情感层的模糊综合评价矩阵，分别记为  $S1、S2、S3$ 。

进一步由单指标模糊综合评价矩阵运算，得出决策层评价结果

$$T_1 = M_1 \times S_1 = (0.108 \quad 0.548 \quad 0.325 \quad 0.020 \quad 0.000)$$

$$T_2 = M_2 \times S_2 = (0.100 \quad 0.439 \quad 0.389 \quad 0.072 \quad 0.000)$$

$$T_3 = M_3 \times S_3 = (0.023 \quad 0.405 \quad 0.455 \quad 0.117 \quad 0.000)$$

进而得出总指标模糊综合评价矩阵

$$S = \begin{bmatrix} 0.108 & 0.548 & 0.325 & 0.020 & 0.000 \\ 0.100 & 0.439 & 0.389 & 0.072 & 0.000 \\ 0.023 & 0.405 & 0.455 & 0.117 & 0.000 \end{bmatrix}$$

总体评价结果

$$T = M \times S = (0.070 \quad 0.447 \quad 0.403 \quad 0.080 \quad 0.000)$$

其评价结果对应的分值为

$$W = T \times K = 3.070$$

根据评价结果分值可知，该款家用跑步机的评价等级处于中等，说明其还有一定的提升空间。综合表1中各评价指标重要度和专家打分情况来看，产品主要在可视化的信息展现、社群交流与分享以及场景化的跑步体验等方面还未较好的满足用户当前需求，需要在后续的迭代设计中给予重点关注。

### 四、家用跑步机设计重点

基于对当前阶段用户对于家用跑步机这一产品需求的了解，再综合文中对家用跑步机评价指标重要度的求解和实例评价来

看,设计师在进行家用跑步机设计时,应当着重关注以下几方面:

#### 1) 可视化的信息展现

随着各种检测技术和感知技术的不断发展,极大的扩充了人们获取与跑步有关信息的途径,也丰富了获取的信息种类,通过可视化技术不仅能详细的展现用户的日常跑步数据,还能在时空上将用户的内心体验与跑步数据连接起来,进而唤醒用户跑步时的心境体验。跑步信息的可视化展现使得用户不再完全依赖于主观判断来感知跑步过程,而是可以通过实时的可视化数据轻松的了解与掌控整个跑步过程,进而提升用户对于跑步锻炼情况的认知水平以及跑步过程的体验感。因此,在跑步机的设计中,应当着重关注用户对于信息可视化的需求,以及通过合适的表现方式清晰明了的将信息传递给用户。

#### 2) 场景化的跑步体验

在当前体验经济盛行的消费背景下,用户日益重视在与产品或者服务的交互过程中获得的体验价值,提升用户的体验感知和体验价值成为增强企业产品竞争力的必然选择。在家庭跑步锻炼活动中,场景化的属性是营造运动氛围,吸引用户注意力不可或缺的体验要素,丰富多样的场景以及具有运用氛围的适宜外界环境更加有利于用户在跑步过程中获得多感官刺激,进而促进用户达到最佳的体验状态。所以,可通过构建虚拟的跑步场景,辅以相应的声音、气味、微风等外界元素,模拟户外跑步的真实场景,带给用户沉浸式的跑步体验。

#### 3) 社群交流与分享

用户在运动锻炼时,常常由于缺乏毅力、运动过程乏味以及孤单感等因素的影响而无法长期坚持运动,而社群交流与分享可以增强跑步这一运动的趣味性,让用户在社交中获得参与感与归

属感,为这些无法长期坚持运动的用户提供动力源泉和情感支撑,促进其坚持运动。社群交流与分享是当代人们的特殊社会性表现,尤其是实时的线上虚拟社交以及线上转变为线下的互动体验。因此,可借助现代成熟的信息技术手段,通过强化跑步健身运动的社交属性,有效地将用户与跑步健身连接起来,增强用户黏性,强化健身效应。

#### 4) 易感知的人机交互

在实际的跑步情境下,用户通常希望能够方便快捷的进行相关操作,以维持跑步运动的流畅体验,避免因复杂难懂的人机交互造成跑步运动中断。因此,交互的框架层应当避免使用过多的信息层级,宜运用窄而浅的信息架构,从而建立简单明了的操作流程,此外还运用用户所熟知的交互手势和易于理解的图标,让交互线索变得可感知,从而降低用户的大脑认知负荷,为用户创造一个简单易学的人机交互环境,提升用户跑步过程中的流畅感和沉浸感。

## 五、结语

本文通过用户调研及专家咨询等方式,从形态层、功能层以及情感层三个维度构建了符合当前用户需求的家用跑步机设计评价层次模型,并将粗糙集理论引入层次分析法中,客观科学的得出了各个评价指标的重要度,进一步运用模糊综合评价法对家用跑步机进行实例评价,识别出当前家用跑步机的优化方向,并综合各个评价指标重要度和评价结果,明确了当前家用跑步机的设计重点方向,研究结果可帮助相关设计人员把握当前家用跑步机的设计方向,进而有针对性的设计出符合用户需求的家用跑步机。

## 参考文献:

- [1]刘易梦琪. 不同人群对常用健身器材的选择分析[J]. 体育时空, 2017,(13):36-38
- [2]孙耀清. 基于模糊 Kano 模型的家用跑步机设计[D]. 西安理工大学, 2020.
- [3]徐晓琪,程永胜,陈国强. 基于 AHP 法的房车造型评价方法及应用研究[J]. 机械设计, 2020,37(06):140-144.
- [4]杨柳,汪天雄,张润梅,雷经发,马玉平. 基于模糊层次分析法的智能电饭煲设计评价与应用[J]. 机械设计, 2019,36(04):129-133.
- [5]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(05):849-855.
- [6]李静,王依晨,朱子源,祖江颖. 基于 AHP-FCE 的康复训练仪设计[J]. 包装工程, 2021,42(18):213-219.