

基于 AHP 与 TOPSIS 法的游轮居住舱室 舒适性评价

马青¹, 陈哲^{2*}, 孙洪源¹, 彭欣³, 姚竞争⁴

1. 山东交通学院 船舶与港口工程学院, 山东 威海 264200;

2. 山东交通学院 艺术与设计学院, 山东 济南 250357;

3. 山东交通学院 科研处, 山东 济南 250357; 4. 哈尔滨工程大学 烟台研究院, 山东 烟台 264006

摘要:针对游轮居住舱室舒适性评价存在模糊性高、评价准则难以量化的问题,基于感官体验构建游轮居住舱室舒适性评价指标体系,采用层次分析法(analytic hierarchy process, AHP)确定各评价指标所占权重,通过逼近理想解排序(technique for order preference by similarity to ideal solution, TOPSIS)法构造决策矩阵,结合各指标权重建立加权评价模型。以某游轮居住舱室的3种舒适性设计方案为例,根据所建评价模型,计算评价指标的正、负理想解,比较各方案与正、负理想解的相对贴近系数,并通过相对贴近系数排序选择最优方案。基于AHP-TOPSIS法的游轮居住舱室舒适性评价方法具有一定的科学性与合理性。

关键词:游轮居住舱室;感官体验;AHP;TOPSIS法;舒适性评价

中图分类号:U674.110.2

文献标志码:A

文章编号:1672-0032(2022)01-0044-08

引用格式:马青,陈哲,孙洪源,等.基于AHP与TOPSIS法的游轮居住舱室舒适性评价[J].山东交通学院学报,2022,30(1):44-51.

MA Qing, CHEN Zhe, SUN Hongyuan, et al. Comfort evaluation of cruise cabin based on AHP and TOPSIS method[J]. Journal of Shandong Jiaotong University, 2022, 30(1):44-51.

0 引言

游轮作为集休闲、娱乐为一体的海上大型休闲度假场所,设计理念与一般运输船舶有本质区别,难以用普通客船或者运输船舶的设计思路进行设计^[1]。相较运输船舶,游轮更强调娱乐、休闲、购物等服务,给游客美好、舒适的旅行体验。为满足这些需求,游轮需要在乘坐体验上做出更多优化设计。根据人的作息规律,乘客每天需要在居住舱室停留8~12 h,居住舱室的人因学设计程度是游轮乘坐体验的重要影响因素之一^[2]。乘客、舱室环境和内部设施构成了复杂的人机交互环境,根据人机工程学原理,当舱室环境舒适性较差时,人体极易产生生理上的不适感和心理上的消极感,严重时甚至可能造成乘客产生抑郁情绪。为了营造舒适的环境,需要有针对性的对游轮居住舱室进行改良优化,并在不同的改良方案中选出最佳方案^[3]。刘振明^[4]从卫生学、心理学、人体工程学等多个学科出发,提出了豪华游艇居住舱室舒适性综合评价数学模型,基于Visual C++开发了舒适性评价系统,但未考虑影响因素相互作用对居住舱室舒适性的影响。闫洪因^[5]通过比较几种多属性决策方法,提出了船舶居住舱室的量化

收稿日期:2021-06-01

基金项目:工业和信息化部高技术船舶项目(MC-201917-C09);山东省艺术科学重点课题(21ZR05190006);山东交通学院科研基金项目(R201902)

第一作者简介:马青(1996—),男,河南信阳人,硕士研究生,主要研究方向为设计评价与先进设计方法,E-mail:3533298128@qq.com。

*通信作者简介:陈哲(1984—),男,山东济宁人,副教授,博士研究生,主要研究方向为设计评价与先进设计方法,E-mail:chenzhe@sdjtu.edu.cn。

评价决策模型,但存在指标体系结构及权重确定方法不够完善的情况。谭欣静^[6]通过提取游轮客舱环境设计特征,构建游轮客舱舒适性评价模型,但有效样本数量较少,部分指标的取值缺乏客观性。对舱室的设计方案进行舒适性评价有利于建立游轮居住舱室人因学设计原则,进而指导我国新建游轮居住舱室设计达到更好的体验要求^[7]。本文基于乘客的感官体验,构建游轮居住舱室舒适性评价指标体系,运用层次分析法(analytic hierarchy process, AHP)与逼近理想解排序(technique for order preference by similarity to ideal solution, TOPSIS)法建立评价模型,选择游轮居住舱室舒适性最佳设计方案。游轮居住舱室的舒适性评价涉及到声、光、色彩等多方面因素,评价过程属于典型的多准则决策问题,求解过程一般包括指标体系确立和根据指标体系进行决策 2 个过程^[8]。

1 游轮居住舱室评价指标体系

游轮居住舱室的设计能否达到舒适性要求,取决于是否满足乘客生理及心理需求。感官是人体的接受器官,是人与外部世界连接的桥梁,人的五感相互独立的接受外界信息,多维度的信息通过眼、耳、皮肤、鼻、舌 5 个感受器传输给神经中枢,并反映给大脑,大脑反馈形成对某个事物的综合感知,因此在游轮居住舱室的舒适性设计中要特别注重乘客的感官体验^[9-10]。

游轮居住舱室舒适性的主要影响因素包括内部空间、振动强度、家具设计及摆放、环境气味、地板形式等,本文根据人的感官进行分类,建立基于感官体验的游轮居住舱室舒适性评价指标体系如图 1 所示,包括 $A_1 \sim A_4$ 共 4 个一级评价指标, $B_1 \sim B_{13}$ 共 13 个二级评价指标。

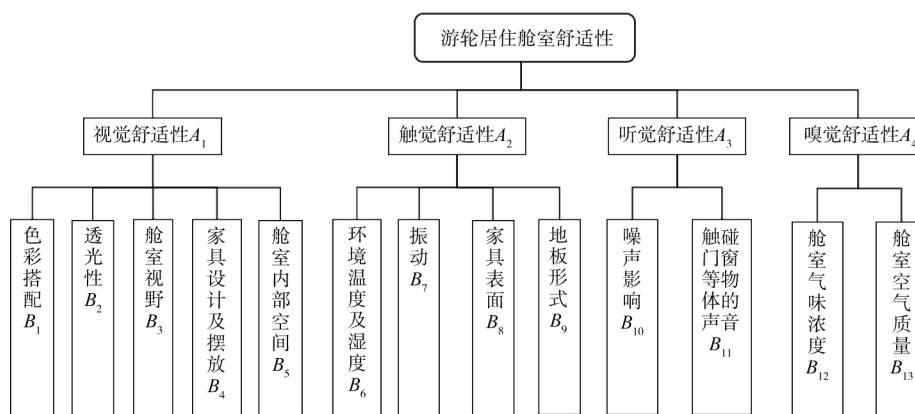


图 1 基于感官体验的游轮居住舱室舒适性评价指标体系

2 游轮居住舱室舒适性评价

2.1 方法基础

在评价游轮居住舱室舒适性设计方案中,影响因素相互联系,需要多名专家根据评价指标对备选方案进行优选^[11]。AHP 是一种定性结合定量的多准则决策方法,将复杂的决策问题建立层次结构模型,评价指标两两比较判断,由高层次的评价指标往低层次的评价指标逐一分解,对每个指标进行评分,最终得到指标权重的定量分析^[12]。但 AHP 所用数据量较少,定量研究不充分,且指标权重的确定由专家单方面评判,存在决策依据单一,说服力有限的缺陷。

TOPSIS 法是一种有限方案多目标决策评价方法,通过计算各备选方案的相对贴近系数进行排序,相对贴近系数越大说明方案越优,但该方法在计算权重时会受到决策者的主观影响,导致权重结果不具备客观性^[13]。本文将 AHP 与 TOPSIS 法相结合,克服仅仅使用 TOPSIS 法而无法加权的情况,达到计算结果更加科学合理的目的。

AHP-TOPSIS 法评价流程如图 2 所示。先进行专家主观评价,基于 AHP 确定各个指标权重,并进行一致性检验;再设计调研问卷,发放给相关专家评价打分,将处理后的评价结果与第一步中得出的指标权重相结合,建立评价模型,进行设计方案排序,选出最优方案。

2.2 基于 AHP 的评价模型

2.2.1 构造判断矩阵

使用 1~9 级标定法构造判断矩阵,其标度及含义如表 1 所示^[14]。

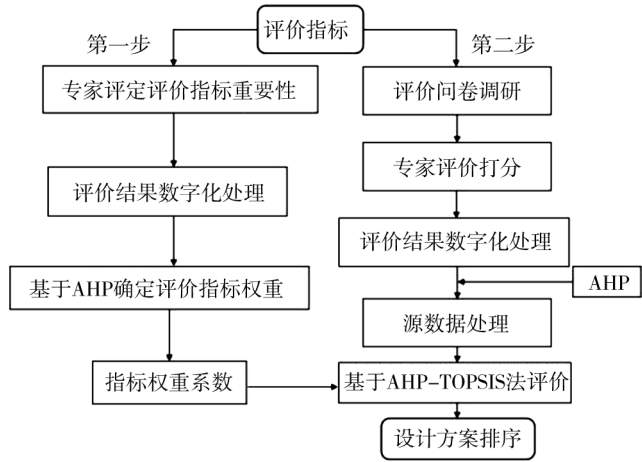


图 2 AHP-TOPSIS 法评价流程

表 1 1~9 级标定法的标度及含义

标度	含义	标度	含义
1	2 个元素相比,同等重要	9	2 个元素相比,前者非常重要
3	2 个元素相比,前者稍重要	2,4,6,8	取上述值的中间值
5	2 个元素相比,前者比较重要	倒数	同一层次结构的 2 个元素重要性相反
7	2 个元素相比,前者很重要		

用 a_{ij} 表示第 i 个元素相对于第 j 个元素的比较结果, a_{ij} 一般是根据实际情况采用专家评分法得出。通过两两比较评价指标的相对重要性,建立判断矩阵

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix}, i, j = 1, 2, \dots, n, \quad (1)$$

式中: n 为评价指标数量, $a_{ji} = 1/a_{ij}$ 。

2.2.2 确定指标权重

对式(1)进行列向量归一化处理,得

$$b_{ij} = a_{ij} / \sum_{i=1}^n a_{ij}, \quad (2)$$

式中 b_{ij} 为归一化判断矩阵中的元素。

对归一化判断矩阵进行行求和得

$$B_i = \sum_{j=1}^n b_{ij}, \quad (3)$$

式中 B_i 为归一化判断矩阵第 i 行的和。

计算归一化判断矩阵第 i 行所占的权重

$$W_i = B_i / \sum_{i=1}^n B_i, (i = 1, 2, \dots, n)。 \quad (4)$$

计算矩阵的最大特征值

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(AW)_i}{W_i}, \quad (5)$$

式中: W 为特征向量, $W = [W_1 \ W_2 \ \cdots \ W_n]^T$ 。

计算 A 的一致性指标

$$C_1 = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1), \quad (6)$$

计算一致性比例

$$C_R = C_1 / R_1, \quad (7)$$

式中: R_1 为随机一致性指标,1~9 阶矩阵 R_1 取值如表 2 所示。

表 2 1~9 阶矩阵 R_1 的取值

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9
R_1	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45

当 $C_R < 0.1$ 时,符合一致性要求;反之,应重新调整判断矩阵^[15-16]。

2.3 基于 TOPSIS 法的评价模型

2.3.1 构造初始判断矩阵

评价游轮舱室舒适性时,初始判断矩阵 R 可表示为^[17]:

$$R = (r_{xj})_{m \times n} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \cdots & r_{mn} \end{bmatrix}, \quad (8)$$

式中: r_{xj} 为第 x 个方案的第 j 个指标,其中 $x \in [1, m], j \in [1, n], m$ 为方案的个数。

2.3.2 建立标准化决策矩阵

根据性质差异评价指标分为成本型指标和效益型指标。成本型指标越小越好,效益型指标越大越好^[18]。评价指标经过标准化处理后可以得到标准化决策矩阵

$$B = (b_{xj})_{m \times n}, \quad (9)$$

成本型指标和效益型指标分别为:

$$b_{xj} = (r_{j\max} - r_{xj}) / (r_{j\max} - r_{j\min}), \quad (10)$$

$$b_{xj} = (r_{xj} - r_{j\min}) / (r_{j\max} - r_{j\min}), \quad (11)$$

式中 $r_{j\max}, r_{j\min}$ 分别为第 j 个指标的最大值和最小值。

2.3.3 建立加权评价矩阵

结合式(4)所得 W_i 建立加权评价矩阵

$$C = (c_{xj})_{m \times n} = \begin{bmatrix} W_1 b_{11} & W_2 b_{12} & \cdots & W_n b_{1n} \\ W_1 b_{21} & W_2 b_{22} & \cdots & W_n b_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ W_1 b_{m1} & W_2 b_{m2} & \cdots & W_n b_{mn} \end{bmatrix}. \quad (12)$$

2.3.4 确定理想解

式(12)的正理想解 C^+ 与负理想解 C^- 的表达式为:

$$\begin{cases} C^+ = \{(\max(c_{xj}), |j \in J_1), (\min(c_{xj}), |j \in J_2)\} \\ C^- = \{(\min(c_{xj}), |j \in J_1), (\max(c_{xj}), |j \in J_2)\} \end{cases}, \quad (13)$$

式中: J_1 为效益型指标集, J_2 为成本型指标集。

2.3.5 计算距离尺度

评价方案与 C^+, C^- 的差异分别为 S_x^+, S_x^- , 其表达式为:

$$\begin{cases} S_x^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (c_j^+ - c_{xj})^2} \\ S_x^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (c_j^- - c_{xj})^2} \end{cases}, \quad (14)$$

式中 c_j^+ 和 c_j^- 分别为 C^+ 和 C^- 中相对应的元素。

2.3.6 排序

计算各评价方案的相对贴近系数

$$k_x = S_x^- / (S_x^+ + S_x^-), \quad (15)$$

根据 k_x 大小对方案进行排序, k_x 越大, 表示该方案越优^[19]。

3 实例分析

3.1 确定权重

游轮居住舱室舒适性评价指标在影响程度上存在差别, 且既有定性指标, 又有定量指标, 因此采用问卷调查的方式确定权重^[20]。问卷调查累计发放(现场发放和网络发放)给威海船厂内部船舶建造及工艺设计类专家 40 份, 收回问卷 38 份, 其中有效问卷 37 份, 问卷回收率为 95%, 有效问卷回收率为 93%, 符合实际调查统计分析要求^[21]。

通过统计分析问卷调查数据构建一级评价指标对目标层的判断矩阵

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 1/4 & 2 & 1 \\ 4 & 1 & 5 & 3 \\ 1/2 & 1/5 & 1 & 1/2 \\ 1 & 1/3 & 2 & 1 \end{bmatrix}。$$

根据式(2)~(7)计算 A 的 W 、 C_R 分别为:

$$W = [0.168\ 2 \quad 0.556\ 6 \quad 0.094\ 6 \quad 0.180\ 7]^T,$$

$$C_R = 0.007\ 8 < 0.1,$$

A 通过一致性检验, 符合要求。

同理, 分别计算 A_1 、 A_2 、 A_3 、 A_4 的特征向量

$$W_{A_1} = [0.391\ 9 \quad 0.062\ 6 \quad 0.233\ 5 \quad 0.091\ 5 \quad 0.220\ 4]^T,$$

$$W_{A_2} = [0.370\ 1 \quad 0.345\ 1 \quad 0.185\ 0 \quad 0.099\ 9]^T,$$

$$W_{A_3} = [0.666\ 7 \quad 0.333\ 3]^T,$$

$$W_{A_4} = [0.500\ 0 \quad 0.500\ 0]^T。$$

计算 A_1 、 A_2 、 A_3 、 A_4 的一致性比例为: $C_{R1} = 0.013\ 7$ 、 $C_{R2} = 0.003\ 8$ 、 $C_{R3} = 0$ 、 $C_{R4} = 0$, 均通过一致性检验。

将一级评价指标权重与对应的二级评价指标权重相乘, 得到游轮居住舱室舒适性评价指标综合权重如表 3 所示。

表 3 游轮居住舱室舒适性评价指标综合权重

评价指标	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6	B_7	B_8	B_9	B_{10}	B_{11}	B_{12}	B_{13}
综合权重	0.065 9	0.010 5	0.039 3	0.015 4	0.037 0	0.206 0	0.192 1	0.103 0	0.055 6	0.063 0	0.031 5	0.090 4	0.090 4

3.2 综合评价

3.2.1 原始数据

针对不同指标因素确定 3 种备选方案, 从 3 种备选方案中确定最优方案。不同评价指标采用不同的方式获得原始数据, B_2 、 B_5 、 B_6 、 B_7 、 B_{10} 、 B_{11} 、 B_{12} 、 B_{13} 指标的分数可根据专业设备直接测出, B_1 、 B_3 、 B_4 、 B_8 、 B_9 指标的分数是邀请 20 位舱室设计专家采用 7 级量表(见表 4)打分求平均值^[22], 得到游轮居住舱室舒适性评价指标原始数据如表 5 所示。

表 4 7 级量表

量级	很不重要	不重要	较不重要	一般	较重要	重要	很重要
分数	1	2	3	4	5	6	7

表 5 游轮居住舱室舒适性评价指标原始数据

评价指标	指标类型	方案 1	方案 2	方案 3	评价指标	指标类型	方案 1	方案 2	方案 3
B_1	效益型	7.00	6.33	6.67	B_8	成本型	5.00	5.67	5.00
B_2	效益型	90.00	92.00	95.00	B_9	成本型	5.67	5.00	5.67
B_3	效益型	5.33	5.67	5.33	B_{10}	成本型	45.00	50.00	55.00
B_4	效益型	6.33	7.00	6.67	B_{11}	成本型	50.00	54.00	48.00
B_5	效益型	20.00	25.00	25.00	B_{12}	成本型	0.10	0.06	0.08
B_6	成本型	21.00	22.00	21.00	B_{13}	效益型	0.06	0.08	0.08
B_7	成本型	2.50	1.50	3.00					

3.2.2 建立标准化决策矩阵

因各评价指标间的量纲、类型差别较大,为消除影响,根据式(8)~(11)对原始数据进行处理^[23],得到标准化决策矩阵

$$B = \begin{bmatrix} 1.000 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1.000 & 0.333 & 1.000 & 0 & 1.000 & 0.667 & 0 & 0 \\ 0 & 0.400 & 1.000 & 1.000 & 1.000 & 0 & 1.000 & 0 & 1.000 & 0.500 & 0 & 1.000 & 1.000 \\ 0.507 & 1.000 & 0 & 0.507 & 1.000 & 1.000 & 0 & 1.000 & 0 & 0 & 1.000 & 0.500 & 1.000 \end{bmatrix}。$$

3.2.3 建立加权标准化决策矩阵

根据式(12)与评价指标权重(表 3),得到加权标准化决策矩阵

$$C = \begin{bmatrix} 0.066 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.206 & 0.064 & 0.103 & 0 & 0.063 & 0.021 & 0 & 0 \\ 0 & 0.004 & 0.039 & 0.015 & 0.037 & 0 & 0.192 & 0 & 0.056 & 0.032 & 0 & 0.090 & 0.090 \\ 0.033 & 0.011 & 0 & 0.008 & 0.037 & 0.206 & 0 & 0.103 & 0 & 0 & 0.032 & 0.045 & 0.090 \end{bmatrix}。$$

3.2.4 方案排序

由于评价指标中既有效益型指标又有成本型指标,所以先确定指标的属性,然后通过式(13)计算得到所有指标的理想解

$$C^+ = \{0.066, 0.011, 0.039, 0.015, 0.037, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0.090\},$$

$$C^- = \{0, 0, 0, 0, 0, 0.206, 0.192, 0.103, 0.056, 0.063, 0.032, 0.090, 0\}。$$

根据式(14)(15),计算游轮居住舱室 3 种方案的 S_x^+ 、 S_x^- 和 k_x 并进行排序,结果如表 6 所示。

由表 6 可知:方案 2 优于方案 1、3,所以方案 2 为最优方案,其舒适性评价结果最好。

表 6 各方案的 S_x^+ 、 S_x^- 、 k_x 及排序

方案	S_x^+	S_x^-	k_x	排序
1	0.270	0.179	0.398	3
2	0.231	0.257	0.527	1
3	0.240	0.236	0.496	2

4 结语

本文针对游轮居住舱室舒适性评价具有模糊性较高的特点,提出了基于 AHP 和 TOPSIS 法的评价方法。基于感官分类构建游轮居住舱室评价指标体系,通过 AHP 确定各指标的权重,结合 TOPSIS 法求解最接近理想状态的权重。通过计算某游轮居住舱室 3 种设计方案的相对贴近系数,确定最优方案。评价结果能客观反映现实,可操作性较强,对于豪华游轮其他区域的舒适性评价问题,此方法仍具有适用性。

参考文献:

- [1] 田壮,崔笑声. 空间体验与叙事:中国首制邮轮的设计方法分析[J]. 艺术与设计(理论),2021,2(3):64-68.
TIAN Zhuang, CUI Xiaosheng. Special experience and narration:design method study for the first cruise ship made in China [J]. Art and Design, 2021,2(3):64-68.
- [2] 柳化松. 基于人机交互的邮轮客舱设计评价方法研究[D]. 武汉:武汉理工大学,2020.
LIU Huasong. Research on evaluation method of cruise cabin design based on human-computer interaction[D]. Wuhan:Wuhan University of Technology, 2020.
- [3] 初建杰,裴卉宁,余隋怀,等. 民机客舱舒适度评估指标体系及评估方法研究[J]. 人类工效学,2017,23(3):50-55.
- [4] 刘振明. 豪华游艇居住舱室舒适度综合评价研究[D]. 济南:山东交通学院,2017.
LIU Zhenming. Research on the comprehensive evaluation in the luxury yacht accommodation comfort[D]. Jinan:Shandong Jiaotong University,2017.
- [5] 闫洪园. 船舶居住舱室人-机-环境评价系统[D]. 哈尔滨:哈尔滨工程大学,2008.
YAN Hongnan. The human-machine environment evaluation system of ship living cabin [D]. Harbin:Harbin Engineering University, 2008.
- [6] 谭欣静. 邮轮客舱“人-机-环境”关系及设计研究[D]. 武汉:武汉理工大学,2020.
TAN Xinjing. Research on “human-machine-environment” relationship and design of cruise cabin [D]. Wuhan:Wuhan University of Technology, 2020.
- [7] 杨骏,朱煜,单小芬,等. 船舶舱室设计中的人机工程仿真合理性评估[J]. 船舶工程,2019,41(增刊2):105-109.
YANG Jun, ZHU Yu, SHAN Xiaofen, et al. Rationality evaluation of ergonomic simulation in ship cabin design[J]. Ship Engineering, 2019,41(Suppl. 2):105-109.
- [8] 许永平,朱延广,杨峰,等. 基于 ANP 和模糊积分的多准则决策方法及其应用[J]. 系统工程理论与实践,2010,30(6):1099-1105.
XU Yongping, ZHU Yanguang, YANG Feng, et al. New multi criteria decision making approach based on ANP and fuzzy integral with its application[J]. Systems Engineering-Theory & Practice,2010,30(6):1099-1105.
- [9] 毛晓蕾,鲍懿喜. 感官体验在家居生活类创意产品中的设计应用[J]. 设计,2014(11):51-53.
MAO Xiaolei, BAO Yixi. The design applicatioan on household creative product design based on sensory experience [J]. Design, 2014(11):51-53.
- [10] 杨梅,薛明明. 基于用户多维感官需求的家具意象评价方法探究[J]. 包装工程,2020,41(8):111-117.
YANG Mei, XUE Mingming. Furniture image evaluation method based on user's multi-dimensional sensory needs [J]. Packaging Engineering, 2020,41(8):111-117.
- [11] 陈湛,蔡薇,李嘉宁. 基于功能流模型及感性评价法的邮轮模块划分方法[J]. 武汉理工大学学报(交通科学与工程版),2020,44(4):743-748.
CHEN Zhan, CAI Wei, LI Jianing. Cruise ship module partition method based on functional flow model and perceptual evaluation method[J]. Journal of Wuhan University of Technology(Transportation Science & Engineering), 2020, 44(4):743-748.
- [12] 高喜银,王贺,宋强,等. 基于 AHP-TOPSIS 的果园作业平台舒适性评价及优化[J]. 图学学报,2020,41(5):788-795.
GAO Xiyin, WANG He, SONG Qiang, et al. Evaluation and optimization of the orchard work platform's comfortability based on AHP-TOPSIS[J]. Journal of Graphics, 2020, 41(5):788-795.
- [13] 李玮祎,徐中阳,陈燕. 基于 AHP-TOPSIS 的医疗健康 App 用户体验评价[J]. 医学信息,2021,34(1):7-11.
LI Weiyi, XU Zhongyang, CHEN Yan. User experience evaluation of medical health App based on AHP-TOPSIS [J]. Medical Information, 2021, 34(1):7-11.
- [14] 杨冠彬. 基于 AHP-TOPSIS 的港口引航风险综合评价研究[J]. 中国水运(下半月),2017,17(8):42-44.
- [15] 刘建华,魏铭冠,刘意先. 基于 AHP-TOPSIS 的渗透测试工具的综合评价模型[J]. 计算机与数字工程,2021,49(2):322-326.
LIU Jianhua, WEI Mingguan, LIU Yixian. Comprehensive evaluation model of penetration tools based on AHP-TOPSIS [J]. Computer and Digital Engineering, 2021, 49(2):322-326.
- [16] WU Zhibin, TU Jiancheng. Managing transitivity and consistency of preferences in AHP group decision making based on

- minimum modifications[J]. *Information Fusion*, 2021, 67:125-135.
- [17] 张明霞, 韩丹, 赵桐鸣. 基于博弈论-TOPSIS 法的船型综合评价方法[J]. *应用科技*, 2020, 47(5):13-19.
ZHANG Mingxia, HAN Dan, ZHAO Tongming. Comprehensive evaluation of ship type based on game theory and TOPSIS [J]. *Applied Science and Technology*, 2020, 47(5):13-19.
- [18] 陈哲, 尚凯, 张青, 等. 基于 TOPSIS-PSI 方法的办公座椅设计评价[J]. *林业工程学报*, 2020, 5(6):179-184.
CHEN Zhe, SHANG Kai, ZHANG Qing, et al. Evaluation of office chair design using TOPSIS-PSI method[J]. *Journal of Forestry Engineering*, 2020, 5(6):179-184.
- [19] BAKI R. Evaluating hotel websites through the use of fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS[J]. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 2020, 32(12):3747-3765.
- [20] KUNDU A, DUTTA D, PATEL N R, et al. Evaluation of socio-economic drought risk over Bundelkhand Region of India using analytic hierarchy process (AHP) and geo-spatial techniques[J]. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 2021, 49:1365-1377.
- [21] 毕珊珊, 姜侃, 冯云. 基于 AHP 的深圳港集装箱运输系统港口综合竞争力评价[J]. *山东交通学院学报*, 2018, 26(2):50-54.
BI Shanshan, JIANG Kan, FENG Yun. Evaluation of port comprehensive competitiveness of container transportation system of Shenzhen Port based on AHP[J]. *Journal of Shandong Jiaotong University*, 2018, 26(2):50-54.
- [22] 张阔远, 陈辉, 商蕾. 综合评价方法在船舶驾驶舱设计的应用[J]. *武汉理工大学学报(交通科学与工程版)*, 2011, 35(5):1077-1080.
ZHANG Kuoyuan, CHEN Hui, SHANG Lei. Application of comprehensive evaluation method in evaluation of design for cockpit room[J]. *Journal of Wuhan University of Technology (Transportation Science & Engineering)*, 2011, 35(5):1077-1080.
- [23] NEERAJ L, PRIYAVRAT T. Developing the structural model based on analyzing the relationship between the barriers of green supply chain management using TOPSIS approach[J]. *Materials Today:Proceedings*, 2021, 43(6):1-8.

Comfort evaluation of cruise cabin based on AHP and TOPSIS method

MA Qing¹, CHEN Zhe^{2*}, SUN Hongyuan¹, PENG Xin³, YAO Jingzheng⁴

1. School of Naval Architecture and Port Engineering, Shandong Jiaotong University, Weihai 264200, China;

2. School of Art and Design, Shandong Jiaotong University, Jinan 250357, China;

3. Department of Scientific Research, Shandong Jiaotong University, Jinan 250357, China;

4. Yantai Research Institute and Graduate School, Harbin Engineering University, Yantai 264006, China

Abstract: Due to the high ambiguity and the evaluation criteria that are difficult to quantify in the comfort evaluation of cruise cabin, the comfort evaluating indicator system of cruise cabin is constructed based on sensory experience. The analytic hierarchy process (AHP) method is used to determine the weight of each indicator. The technique for order preference by similarity to ideal solution (TOPSIS) method is introduced to obtain the decision matrix, and a weighted evaluation model is established by the weights of various indicators. Taking the three schemes of comfort design for the cruise cabin as an example, the positive and negative ideal solutions of the evaluation criteria are calculated, and the relative closeness coefficient of all of schemes with the positive and negative ideal solutions are compared. The optimal scheme is selected by the rank of the relative closeness coefficient. The comfort evaluation of cruise cabin based on AHP-TOPSIS has certain scientificity and rationality.

Keywords: cruise cabin; sensory experience; AHP; TOPSIS method; comfort evaluation

(责任编辑:杨秀红)