

基于多视角意象差异性的列车设施造型设计研究

张丙辰, 王艳群, 宋丽姝, 邵星宇

(江苏师范大学机电工程学院, 江苏 徐州 221116)

摘 要: 提高列车设施造型设计是改善铁路客运质量的重要部分, 目前列车设施造型设计重点主要是功能和结构的改良, 旅客的心理需求和视觉体验方面还有较大改善提升空间。解析意象认知与造型设计相关性的变化, 为造型参数的量化研究提供参考。在前期视觉意象与产品造型关联解析的基础上, 从走廊立位、走廊座位、中间座位、靠窗座位4个不同视角进行实验, 验证不同位置视觉意象的差异性。针对不同视角的意象特点, 统计三维样本的实验数据, 应用数量化分析的基本方法, 归纳出多视角视觉意象的变化。在数据统计的基础上, 结合视觉认知特点进行分析, 解析不同视角与视觉意象中雅致因子、凝静因子、柔润因子及宽和因子与视觉舒适度的关联机制。

关 键 词: 多视角; 视觉意象; 内装设施造型

中图分类号: TB 18; TB 472

DOI: 10.11996/JG.j.2095-302X.2018040675

文献标识码: A

文章编号: 2095-302X(2018)04-0675-04

On Modeling Design of Train Facilities Based on Differences in Multi-View Visual Images

ZHANG Bingchen, WANG Yanqun, SONG Lishu, SHAO Xingyu

(College of Electrical and Mechanical Engineering, Jiangsu Normal University, Xuzhou Jiangsu 221116, China)

Abstract: To improve the modeling design of train facilities is a significant aspect of improving the quality of service in rail transportation. At present, the modeling design mainly focuses on the improvement of its function and structure. Great improvements still need to be made on the psychological demand and visual experience of passengers. It aims to analyze the relationship between the visual image and modeling design, and to serve as reference for the quantitative research of modeling parameters. Accordingly, we verified the difference of visual image in different positions by doing experiments from four views—on the aisle, aisle seats, middle seats, and window seats. In the light of the characteristics of different view images, the experimental data of 3D samples are calculated. The basic method of quantitative analysis is used to make the induction of the changes of multi-view visual images. The visual image is associated with four main factors including elegance, stillness, softness, and wideness. On the basis of statistics, combined with the analysis of visual cognitive characteristics, the correlative mechanism between the four factors and visual comfort in different views can be analyzed.

Keywords: multi-view; visual image; modeling design of inner facilities

铁路客运是我国经济和社会发展的主动脉,提高列车设施造型设计是改善铁路客运质量的重要组成部分。目前,列车设施造型设计重点主要是功能和结构的改良,旅客的心理需求和视觉体验方面有较大提升空间^[1-2]。意象造型是以视知觉原理为基础,将形态特征作为要素,将感性评价与理性量化相结合的设计方法^[3]。国内外已有学者对基于视觉意象的造型设计进行了研究,如 DEMIRTAS 等^[4]从消费者需求出发结合有序逻辑回归,提出产品造型优化方案; HSIAO 等^[5]根据数量化 I 类理论从消费者心理出发,提出产品造型优化方案。徐江和孙守迁^[6]提出了基于遗传算法的产品意象造型优化设计方法。

根据前期研究可知,旅客视觉舒适度包含与造型特征相关的 4 个主意象因子即:雅致、凝静、柔润、宽和。其中雅致主意象因子包含优雅、现代、简洁等成分,主要与造型风格、形态比例、细节塑造等相关;凝静主意象因子包含零散、私密、厚重等成分,主要与造型封闭性、长宽比及重心位置等相关;柔润主意象因子包含光滑、柔软、亲切等意象成分,主要与造型弧线和曲面的多少等相关;宽和主意象因子包含拥挤、宽阔、平和等意象成分,主要与造型的宽度及风格变化程度等相关^[7-8]。各因子的影响度在不同视角下的差异性,反映了旅客在不同视角对列车设施的视觉认知变化,可以为复杂的列车设施的设计方向选择提供参考。

1 不同视角的视觉意象实验

25G 型硬座车是我国现有车辆中保有量最大的车辆之一,尺度符合我国铁路客车界限标准^[9]。因此,实验样本采用 25G 型硬座车尺度作为基准原型。从乘客位置分布来看,旅客在内装空间中所处位置不同,视角也会产生变化。5 人排座椅为统型车硬座固定配置,由于列车平面布局的一、二位侧具有对称性,取 3 座连排的视角进行建模渲染,获取最终的实验样本。

1.1 实验对象

参与实验的共 28 人,其中男性 15 人,女性 13 人;年龄区间为 19~25 岁,平均年龄 22.1 岁;有工业设计专业背景的 21 人,其余为环艺、平面等设计专业背景。所有人员均有乘坐硬座车的经历,并知情同意。

1.2 实验样本

实验样本采用走廊站姿和 3 人座椅坐姿的 4 个视角,建模使用 Alias 三维软件(图 1),并将样本的对比度、亮度等特征调节为统一基准。样本转为灰度模式,消除色相差异。样本画面的亮度均值、中间值等参数利用 PS 软件中的亮度直方图进行统一处理。



图 1 部分多视角实验样本

1.3 实验程序

实验样本采用液晶显示器(HP LV2011)全屏显示,分辨率为 1280×720,环境照度为 155 lx,视角约 21°,观看距离约为 0.6 m。样本播放由点击鼠标控制,每张样本播放后的屏幕显示为灰屏,并停顿 8 s 以上,减弱视觉残留带来的影响。由于实验样本数较多,在实验过程中每经过一轮走廊站立及靠走廊、中间、靠窗座 4 个视角后,被试停止观看样本 3 min,以便缓解视觉疲劳。

2 统计分析

2.1 多视角意象描述性统计分析

以前期研究的视觉意象因子为基础,对实验数据进行分析^[7]。

(1) 由表 1 统计实验数据可知雅致因子的最大值、最小值及均值有减小的趋势。当测试画面、被试群不变时,由于视角造成测试画面产生变化,使统计数据产生了变化。雅致因子包含多种组成,如优致、豪华、现代、独特、丰富等。由于样本视角下降,视野中的造型特征有所减少,走廊站立视角的样本画面容易带来对称性及整体性的视觉感受,造型细节较多。在靠走廊座、中座、窗座样本画面中,设施造型特征关联性逐渐减弱,细节逐渐减少。窗座样本画面由于视角较小,均值最低。

表 1 基于雅致因子的不同视角分值

视角	样本数	最小值	最大值	平均值	标准差
走廊立位	51	3.16	6.78	4.51	0.57
走廊座	51	3.12	6.76	4.48	0.58
中座	51	3.12	6.56	4.34	0.57
窗座	51	2.84	6.08	4.03	0.56

(2) 由表 2 统计实验数据可知凝静意象的极大值、极小值、均值有增高趋势。凝静意象包含多种成分，有散乱、私密、平稳成分。由于样本画面视角高度减小，视野中的造型变化逐渐减少。走廊立位视角较大，画面中的内装设施较多。在靠走廊座、中座、窗座视角的样本画面中，内装设施及其造型细节减少，画面中的同一设施，如侧墙所占的面积增大，而且画面重心降低。靠走廊座与走廊站视角的画面内容组成较为类似，分值较为近似。

表 2 基于凝静因子的不同视角分值

视角	样本数	最小值	最大值	平均值	标准差
走廊立位	51	3.22	6.28	4.75	0.52
走廊座	51	3.23	6.29	4.77	0.52
中座	51	3.42	6.32	4.85	0.51
窗座	51	3.57	6.54	5.02	0.51

(3) 由表 3 统计实验数据可知柔润意象的极大值、极小值、均值有增大趋势。柔润意象包含多种成分，如光滑、柔软、亲切。走廊站立的画面视角较高，其中主要包括车顶造型的纵向线条细节及层次，使画面中直线轮廓所占比例较高。在靠走廊座、中座、窗座的样本画面中，座椅所占面积较多，座椅造型与行李架、顶板比较，视觉感受更加柔和，分值增高。靠窗座视角样本画面中的侧墙及行李架所占面积比例大，视角变小。侧墙及车窗造型细节及变化少，分值减少。

表 3 基于柔润因子的不同视角分值

视角	样本数	最小值	最大值	平均值	标准差
走廊立位	51	3.47	6.14	4.80	0.52
走廊座	51	3.43	6.22	4.86	0.53
中座	51	3.39	6.30	4.92	0.54
窗座	51	3.43	6.03	4.73	0.51

(4) 由表 4 统计实验数据可知宽和意象的极大值、极小值、均值有减小趋势。宽和意象包含多种成分，有拥挤、宽阔、平和成分。由于走廊站立视角较为宽阔，且处于列车中心附近，画面中设施造型具有较强的规律性。靠走廊座、中间座、靠窗座视角画面中，样本画面内容中的上部行李架及侧墙所占面积较多，视角减小，分值降低。由此可知，相同样本在上述不同视角中的分值逐渐降低。

表 4 基于宽和因子的不同视角分值

视角	样本数	最小值	最大值	平均值	标准差
走廊立位	51	3.47	5.84	4.76	0.70
走廊座	51	3.43	5.77	4.70	0.69
中座	51	3.39	5.70	4.64	0.68
窗座	51	3.35	5.64	4.58	0.67

2.2 视觉舒适度回归分析

经过以上数据统计，以雅致因子、凝静因子、柔润因子及宽和因子为自变量，视觉舒适度为因变量进行分析。经整理分析后，各数据点类似直线分布，说明自变量与因变量之间的关联可利用线性回归进行分析(图 2)。

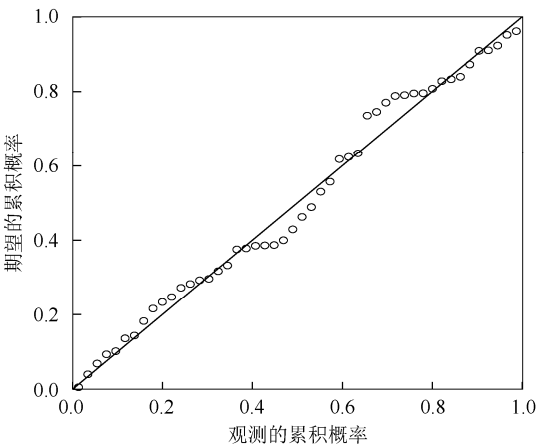


图 2 视觉舒适度回归 p-p 图

表 5 为各不同视角的视觉舒适度数据回归分析，其显著性小于 2，即意象因子与视觉舒适度之间有类似线性回归的关联；杜宾-沃森值近似 2，残差与自变量没有关联，说明线性回归分析成立。

表 5 基于多视角差异的因子回归分析

视角	视觉意象自变量因子	未标准化回归系数	标准化回归系数	T 值	Sig 值	杜宾-沃森值
走廊立位	常量	-2.67	—	-30.50	0.10	1.92
	雅致	0.55	0.62	64.90	0.10	
	凝静	0.23	0.25	31.00	0.20	
	柔润	0.23	0.25	27.60	0.10	
	宽和	0.18	0.17	21.50	0.10	
走廊座	常量	-2.99	—	-115.00	0.10	1.90
	雅致	0.79	0.85	245.00	0.20	
	凝静	0.47	0.46	116.00	0.10	
	柔润	0.45	0.46	103.20	0.30	
	宽和	0.42	0.40	84.90	0.10	
中座	常量	-2.94	—	-146.00	0.10	1.72
	雅致	0.76	0.81	296.00	0.30	
	凝静	0.47	0.46	149.80	0.30	
	柔润	0.47	0.48	140.20	0.10	
	宽和	0.45	0.42	118.20	0.10	
窗座	常量	-2.90	—	-44.00	0.10	1.94
	雅致	0.65	0.73	71.75	0.10	
	凝静	0.49	0.51	45.76	0.20	
	柔润	0.45	0.48	38.33	0.10	
	宽和	0.48	0.47	36.84	0.10	

3 讨 论

综上,如被试群体不变,随着画面视角的变化,视觉意象 4 个主因子与舒适度均值产生了少许波动(表 6)。

表 6 不同视角的意象均值

视角	雅致	凝静	柔润	宽和	舒适度
走廊立位	4.51	4.75	4.80	4.76	2.86
走廊座	4.48	4.77	4.86	4.70	6.95
中座	4.34	4.85	4.92	4.64	7.04
窗座	4.03	5.02	4.73	4.58	6.51

视觉舒适度与雅致、凝静、柔润、宽和 4 因子分别以 A 、 B_1 、 B_2 、 B_3 、 B_4 表示,运用数量化理论^[10-11]对实验数据进行整理分析,得到走廊立位(式(1));走廊座(式(2));中座(式(3));窗座(式(4))不同视角下视觉舒适度与意象主因子间的回归关系式

$$A_1 = -2.67 + 0.55B_1 + 0.23B_2 + 0.23B_3 + 0.18B_4 \quad (1)$$

$$A_2 = -2.99 + 0.79B_1 + 0.47B_2 + 0.45B_3 + 0.42B_4 \quad (2)$$

$$A_3 = -2.94 + 0.76B_1 + 0.47B_2 + 0.47B_3 + 0.45B_4 \quad (3)$$

$$A_4 = -2.90 + 0.65B_1 + 0.49B_2 + 0.45B_3 + 0.48B_4 \quad (4)$$

从以上回归关系式可知,处于走廊立位视角时,雅致因子对视觉舒适度有较大影响;宽和因子的影响度较小。处于靠走廊座椅视角时,雅致因子影响较大,凝静因子影响度较小;中间座椅视角下,雅致因子有较大影响,凝静、柔润因子有较小影响;处于靠窗座椅视角时,雅致、凝静、宽和因子有较大影响。

4 结 论

从式(1)~(4)可推知视角变化与视觉因子影响系数的关联性。视角分别为走廊立位、走廊座、中座、窗座 4 个不同视角时,雅致因子影响度逐渐减小;凝静因子影响度先降后升;柔润因子影响度先降后升;宽和因子的影响度逐步变大。通过以上对实验

数据的讨论分析可知,视角变化时,视觉意象因子与视觉舒适度的关联基本稳定,自变量与因变量的回归关系有小幅波动。

统计数据发现用户处于不同位置时,同一设施的形态特征对于意象认知的影响没有变化。推断形态特征的认知依赖于用户的视觉识别能力,用户变换位置时,仍能较好地识别出设施的形态特征。从实验统计来看,随着造型参数调节,意象评分及舒适度也产生一定变化。在造型设计过程中,分值最高的造型参数可能由于成本、工艺等原因受到制约,可以根据意象分值变化趋势选择变化小而效果好的造型参数。

参 考 文 献

- [1] 张丙辰, 过伟敏. 基于用户心理的铁路客车内装系统和谐性研究[J]. 图学学报, 2014, 35(1): 74-78.
- [2] ZHANG B C, WANG Y Q. Research on the characters of interior system of railway passenger car [J]. 2009 International Symposium on Computational Intelligence and Design, 2009, 26(1): 253-255.
- [3] 苏建宁. 产品意象造型设计关键技术研究进展[J]. 机械设计, 2013, 32(1): 97-100.
- [4] DEMIRTAS E A, ANAGUN A S, KOKSAL G. Determination of optimal product styles by ordinal logistic regression versus conjoint analysis for kitchen faucets [J]. International Journal of Industrial Ergonomics, 2009, 39(5): 866-875.
- [5] HSIAO S W, CHIU F Y, LU S H. Product-form design model based on genetic algorithms [J]. International Journal of Industrial Ergonomics, 2010, 40(3): 237-246.
- [6] 徐江, 孙守迁. 基于遗传算法的产品意象造型优化设计[J]. 机械工程学报, 2007, 43(4): 53-58.
- [7] 张丙辰, 过伟敏. 面向列车内装造型设计的旅客视觉意象研究[J]. 机械工程学报, 2016, 52(4): 102-108.
- [8] 张丙辰, 王艳群. 视觉意象与列车内装产品造型特征元素的关联研究[J]. 包装工程, 2017, 40(14): 32-36.
- [9] 张丙辰, 过伟敏. 25G 型铁路客车座椅设计研究[J]. 人类工效学, 2012, 18(2): 62-65.
- [10] 甘怡群. 心理与行为科学统计[M]. 北京: 北京大学出版社, 2005: 234-237.
- [11] 阳吉宝. 数量化理论在确定滑坡稳定性影响因素中的应用[J]. 数据统计与管理, 1995, 14(2): 7-11.