

地铁列车内室剩余空间的视觉化设计要素研究

王汝婷, 戴端, 刘文阳

(中南大学 建筑与艺术学院, 长沙 410083)

摘要: **目的** 对列车内室剩余空间设计现状与乘客情感诉求进行研究, 形成科学合理的剩余空间视觉化设计方法, 指导视觉化设计实践, 提升乘客的乘车体验。**方法** 以乘客行为需求的交互方式为切入点, 提取剩余空间形式要素及乘客情感要素, 利用虚拟现实技术, 试图在视觉化设计原则的基础上, 改变人机交互方式及信息传播途径, 构建剩余空间视觉化交互情境, 形成协调统一、智能化、人性化的列车内室剩余空间。**结论** 创新性定义了地铁列车内室剩余空间, 推演得出了剩余空间视觉化设计与乘客情感诉求之间的制约关系, 构建了地铁列车内室剩余空间视觉化设计方法论模型, 并进行设计案例的实践验证, 有效提升了乘客乘车体验, 将为营造符合情感化需求的地铁内室环境提供新的思路与案例参考。

关键词: 地铁列车; 剩余空间; 视觉化; 设计要素; 情感体验

中图分类号: TB472 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2021)14-0284-06

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2021.14.037

Visual Design Elements of Residual Space in Metro Train Interior Room

WANG Ru-ting, DAI Duan, LIU Wen-yang

(School of Architecture and Art, Central South University, Changsha 410083, China)

ABSTRACT: In order to study the current status of the design of the residual space in the interior of the train and the emotional appeals of passengers, form a scientific and reasonable visual design method for the residual space, guide the visual design practice, and improve the passenger experience. The interaction mode of passenger behavior needs are taken as the starting point to extract the residual space form elements and passenger emotion elements, use virtual reality technology, try to change the human-computer interaction mode and the information transmission path based on the principles of visual design, and construct the residual space visualized interactive scenarios to form a coordinated, intelligent, and humane residual space in the train interior. The residual space of the inner space of the subway train is innovatively defined, and the constraint relationship between the visual design of the residual space and the passenger's emotional appeal is derived. A methodological model of the visual design of the residual space of the inner space of the subway train is constructed, and the design case practice verification has effectively improved the passenger riding experience, and new ideas and case references for creating a subway interior room environment that meets emotional needs will be provided.

KEY WORDS: subway train; residual space; visualization; design elements; emotional experience

当今中国处于经济物质飞速发展的时期, 地铁作为现代城市新型交通系统中的重要组成部分, 其发展非常迅猛。在轨道交通领域, 支锦亦归纳了站域空间和车辆设计中地域文化融入的方式, 并梳理了相关设计的理论基础和应用方法^[1]; 徐伯初通过数量化理论

I 数学分析方法, 得出了设计元素与设计风格之间的量化关系, 更加符合旅客的情感诉求^[2]; 张丙辰为了提高用户视觉舒适度, 通过实验, 探讨了视觉意象协同功能限定的参数化造型设计方法^[3]。列车内室剩余空间作为视觉感知和情感体验的主要空间, 是与乘客

收稿日期: 2021-03-09

作者简介: 王汝婷(1994—), 女, 湖南人, 中南大学建筑与艺术学院硕士生, 主攻轨道交通产品机械造型、内饰设计。

通信作者: 戴端(1958—), 女, 湖南人, 中南大学建筑与艺术学院教授、博士生导师, 主要研究方向为产品设计方法、产品设计战略和设计教育管理。

关系最为密切的部分之一。针对此特点，列车内室剩余空间的视觉化设计应该满足舒适、美观等需求。但现有轨道列车中出现了信息量大且过于复杂、以商业传播为主和信息更新慢等问题，这都会导致乘客的乘车体验不佳。因此，将视觉化设计理念引入到列车内室剩余空间的设计中，从提升情感体验的角度出发，对列车内室剩余空间进行设计改进，构建地铁列车内室剩余空间视觉化设计方法论模型。

1 剩余空间的概念要素界定

列车内室的剩余空间指的是轨道列车车厢内利用不合理的空间，包括基本设备表面和三维虚拟空间两大部分。设备表面指空间内壁、列车地面、天花板、连接端部、车窗、进出门等表面二维空间。三维虚拟空间指不以任何事物为载体的空间，即车厢内空气所占的空间。

列车内室剩余空间是列车内环境与乘客接触最为密切的场所之一。其构成要素由车内设备和车内装饰构成，主要包括：空间内壁、列车地面、天花板、连接端部、车窗及车门和导视信息等。剩余空间的可视化区域见图 1。从视觉角度来看，在列车内室剩余空间中，人的眼睛所扫视过的地方都构成剩余空间设计中的视觉元素，主要包括：造型、色彩和材质^[4]。乘客情感要素和剩余空间要素之间的相互统一，共同构成剩余空间的视觉化设计。但地铁列车内室剩余空间的设计受到技术、人因、文化和美学因素的制约，其中受技术因素的制约最大^[5]，因此，传达出的情感体验也不同。空间内壁、列车地面和天花板区域占据剩余空间的绝大部分，视觉化设计对乘客的乘车体验影响最为直接，具有时效性和地域文化特色的设计能给乘客带来良好的视觉环境氛围。连接端部、车窗及车门和导视信息区域的色彩元素运用相对较多，通过色彩的冷暖对比起到警示与提醒的作用。结合乘客乘车的视觉习惯与乘车行为分析，视觉化设计要素的合理运用成为列车内室剩余空间设计成功的关键。

2 剩余空间的视觉化要素分析

2.1 设计表达要素

地铁列车车内设施的造型、色彩和材质设计是为了营造具有整体性特点的列车内环境。以图形设计为例，通过使用同一色系和相同元素来达到图形风格的一致性，并保持光源、反射、影子和透视的统一性。因此，在列车内环境系统中，需要剩余空间和整体空间相互协调，共同营造整体一致的美感。

在列车内环境这个造物空间中生成一种人性化、规范化和系统化的人机交互关系体现了剩余空间的功能性特点。由于地铁列车中客流量较大的问题，剩余空间的视觉化设计要充分考虑乘客生理与心理上

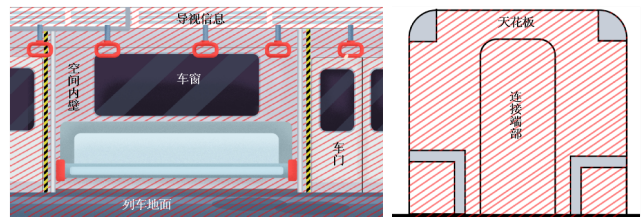


图 1 剩余空间的可视化区域
Fig.1 Visualization of residual space

的舒适度。对于乘客来说，和谐有序的形体变化、信息传播方式的变化和色彩搭配的变化能够以变化的动态吸引乘客的眼球，从而营造良好的交互情境。

列车内室剩余空间的视觉化设计是营造良好视觉氛围的核心，应体现时代审美特点。例如图形设计要符合心理学和符号学，不仅要外形美观，还要信息传递准确；色彩搭配应注重合理性，整体使用单色或同一色系，运用纹理、渐变等元素突出特色^[6]；导视信息中的文字应大小适当，字体和色彩应可识别性强。

2.2 人因诉求要素

乘客对剩余空间的认知从感官知觉作用开始，这个过程发生在本能层。当乘客身处列车内环境中，空间内壁、天花板、导视信息等造型和色彩语言带给了乘客第一感受，这种感受所激发出来的情感体验是最直接也是最强烈的，与自身的形式和构成联系密切，向乘客传达着形态、色彩、材质、性能和操作等方面的语言，而乘客则通过对这种语言的解读来理解剩余空间。

在本能层的感官知觉作用之后，乘客与剩余空间的交流进入行为层。乘客开始体验剩余空间布局的舒适性、实用性和人性化，这是乘客反复体验剩余空间舒适度的过程。这个层次强调乘客的自主参与性，表现为列车内室剩余空间除了有受乘客喜欢的表现形式，还需要在视觉上满足乘客的目标需求，符合乘客使用习惯。因此，在列车内室剩余空间视觉化设计中要突出剩余空间的主要功能，使乘客便于理解和使用，减少不必要的附加功能。

当乘客经过本能层的感官感受和行为层的功能体验后，乘客与剩余空间的互动跨入反思层。这个过程强调重新获得的更高层次的体验，与乘客后天体验和先天感受有关^[7]，在满足了乘客基本的生理和心理需求后，更加关注乘客正面的情感表达，调节乘客思维和情绪状态，展现乐观向上的态度，即积极的情感体验。因此，把握积极情感体验特征要素，指导剩余空间视觉化设计，以提升乘客乘车体验水平则显得至关重要。乘客人因诉求要素分析见表 1。

2.3 表现形式要素

列车内室剩余空间中的广告信息和导视信息多

表1 乘客人因诉求要素分析
Tab.1 Analysis of passenger demand factors

情感层次	人因诉求	设计要素
本能层	感官体验	视觉:造型、色彩、照明、导视信息
		触觉:形状、材质、温度感
		听觉:噪音、广播、音乐、导视信息
行为层	行为体验	剩余空间的易用性和操作性
		乘客的活动空间和交流空间
		乘客的心理活动
反思层	反思体验	乘客情感体验
		乘客的信赖度
		地铁列车品牌价值

以文字方式呈现,因此它们都是信息视觉化的重要表现形式,直接影响视觉审美与信息传达的效果。为了吸引注意力和实现有效传播,可赋予其一定的色彩、阴影、透视和立体等艺术效果。

点可以表明所在位置;线起到连接和分隔的作用;面指代物与物之间的比例关系,并明确范围大小;箭头具有方向感和流动性,能够贴近乘客的日常视觉认识,方便乘客接受和传递信息;标识具有直接、形象的特点,能够再现事物特征,清晰明确且识别性强。

在信息属性设计中,色彩用来区分信息,具有信息分类和强化的作用。还能表达乘客思想和传递情感,由此衍生出视觉心理的概念^[8]。不同颜色代表不同属性,在列车内室剩余空间中,色彩元素总是以红色或黄色为基调,而警示信息则多为橙黄基调,蓝色往往用于科技类元素。

在乘客情感与心理交流的空间环境中,光影的感知与乘客的视知觉紧密相连,光线的虚实与强弱、光色的差异、色温的冷暖和光源形式的变化都会给乘客带来不同的视觉感受。对于列车内室剩余空间而言,顶光和柔和的散射光可以使列车内部空间更为亲切、自然^[9];光影技术的运用能快速、高效地实现信息的交流与传播,营造良好的人机交互情境。

乘客在乘车过程中,语音交互作为不可缺少的表达形式,借由语音与列车内部空间进行交流互动从而实现信息的畅通^[10]。作为物联网大数据视角下信息处理的一种高级媒介,在列车内室剩余空间中的运用能让乘客通过听觉的方式接收语音信号,从而缓解视觉疲劳。对于视障人群而言,语音交互可以帮助其提升乘车体验。

乘客在与空间环境交互的过程中是信息的接收者、评价者和欣赏者,功能设施和空间环境是信息的载体和传播者。在人机交互过程中传播方式和途径变得更加智能化、人性化,将整个剩余空间打造成虚拟的交互界面,能通过语音、灯光、色彩等调节情绪状态并调整信息密集程度,打破了无实效性、不灵活、不多变的传统平面视觉化设计。

3 剩余空间视觉化设计模型构建

3.1 空间视觉化模型设计原则

舒适性情感体验原则通过本能层、行为层和反思层3个层次来达到乘客生理和心理上的舒适。空间的形态和布局、空间的组织序列和交通流线的设置为乘客创造了顺畅的行走路线和舒适的空间体验;色彩的合理搭配、灯光的使用和语音交互的应用让乘客置身列车内部空间中,除了感受人机交互氛围的情感精神,也能感受到舒适、安全的体验感受。

可视化空间交互原则不仅要解决看得见、摸得着的交互信息,还要积极引导无法触及、虚拟的信息交互。上层需求改变着视觉化交互方式的多元化、复杂化,这与乘客的基本认知和后天经验有关。因此,可以改变信息传播与交互的方式,主要通过文字、图形、色彩、光影、语音交互和人机交互来表达。

和谐性人机关系原则寄托着乘客的精神和情感追求。结合乘客的生理、心理特点和精神文化需求,可以通过调节色彩、光线等因素来塑造舒适、和谐的环境氛围。不仅能有效减少乘客对列车内环境的陌生感,还能提高心理上的安全感,有效协调乘客与列车内部空间的关系。

3.2 搭建剩余空间视觉化设计模型

经过对地铁列车内室剩余空间构成要素与视觉化要素分析,可进一步形成剩余空间视觉化设计方法论模型。主要包括剩余空间视觉化分析、提取情感体验特征和剩余空间可视化表达3个主要过程。首先,通过对剩余空间的理解与现状分析,发现地铁列车内室剩余空间利用不合理的问题。其次,结合地铁列车内室剩余空间设计的制约因素,合理分析视觉化设计要素,提取并筛选情感体验特征,这种特征应该表现为积极的和肯定的。最后,结合地铁列车内室剩余空间设计区域分析,在满足设计表达要素的基础上,结合人因诉求进行剩余空间可视化表达,列车内室剩余空间视觉化设计方法论模型见图2。

4 地铁列车内室剩余空间视觉化应用

4.1 剩余空间的视觉化设计策略

在当今中国地铁列车内室剩余空间的发展现状下,从提升乘客情感体验和视觉设计更加人性化的角度,尝试从地铁列车内室剩余空间要素进行分析,遵循“以人为本”的设计原则^[11],挖掘出关于地铁列车内室剩余空间新的研究方法。同时使各要素之间保持整体统一,让乘客情感体验的舒适度达到最佳状态。

新时代乘客需求不断变化提升,合理利用列车内室剩余空间是提升乘客情感体验的关键,但现有列车内室剩余空间呈现出一定问题:(1)信息量较大且过

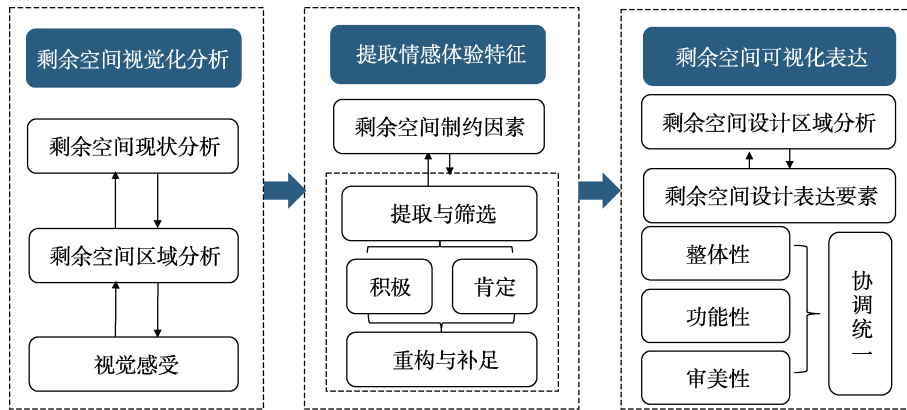


图 2 列车内室剩余空间视觉化设计方法论模型

Fig.2 Methodology model for visual design of residual space in train interior

于复杂，不利于乘客信息采集；（2）扰乱内部空间功能设备、安全警示和乘车信息等基本设备运营；（3）地域特色被弱化，以商业传播为主，功能主向偏移，信息更新慢且丧失时效性。

4.2 列车内室剩余空间的方案设计

列车内室剩余空间视觉化设计流程主要分为 3 个阶段：第 1 阶段为设计调研，发现列车内室剩余空间利用不合理的问题；第 2 阶段为剩余空间及情感体验特征分析，此阶段是设计的关键阶段，以乘客行为需求的交互方式为切入点，确定空间形式要素和乘客情感要素，剩余空间设计要素提取与表现形式要素提取见图 3，并构建剩余空间视觉化设计方法论模型；第 3 阶段为设计概念可视化，并构筑视觉设计与情感诉求之间的关系模型。

研究基于视觉化设计理念，在传统地铁列车内部

空间设计的基础上，实现剩余空间的规范化、有序化。此方案“和谐未来”概念源于矩形切割与重组，配以经典中国红作为内部空间的色彩点缀，如图 3b，寓意在科技创新且飞速发展的时代，引领中华文化源远流长。

和谐有序的形体衍变，营造奇妙科幻而又生机盎然的交互情境，展现新一代地铁列车内部空间设计的独特与希望。空间色彩整体设计充满文化、奋进、科技和未来之感，避免大范围色彩变化，表现形式要素的应用见图 4，保证剩余空间在特定技术下的有效利用与开发，提升剩余空间的可视化表达效果，感受新时代下信息交互方式，引领时代向前发展。

试图利用虚拟现实技术，实现在实物载体和虚拟空间中交互信息的传播与交流，确保内部空间基本乘坐功能的实施，合理利用开发内室剩余空间，其主要包括列车内壁、车窗顶部、地面等实物载体及空气所占的三维虚拟空间，真正实现交互信息的实效性、易

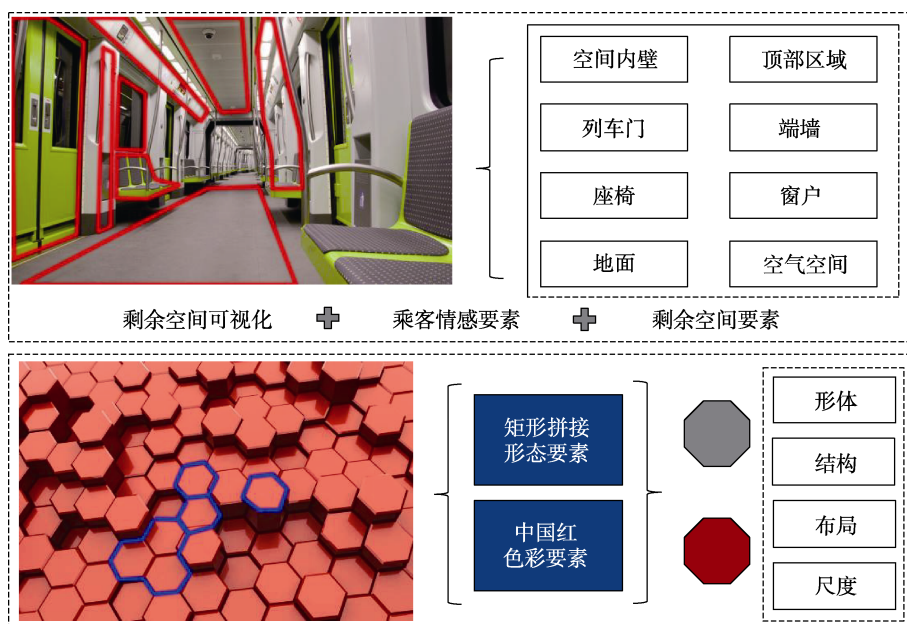


图 3 剩余空间设计要素提取与表现形式要素提取

Fig.3 Extraction of residual space design elements and expression form elements

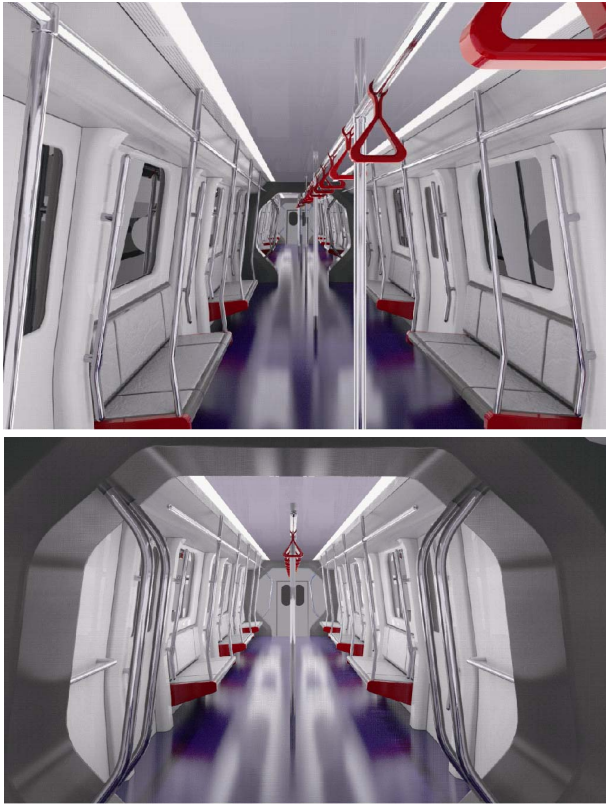


图4 表现形式要素的应用
Fig.4 Application of Expression Elements

更新、易理解和便识取。满足乘客快捷、舒适、美观、实用和安全等情感需求，提升乘客乘车体验，营造优质视觉审美空间，剩余空间的人机交互情境可视化，见图5。

当人们置身于剩余空间中并环顾四周时，人与空间的交互会把各个形态或视觉刺激作为一种视觉感受，经过一系列心理活动，完成剩余空间体验。结合乘客心理需求与剩余空间的功能来突出“以人为本”的设计理念，进而构筑出剩余空间的视觉设计与乘客情感诉求的关系模型，视觉设计与情感诉求关系模型见图6。



图5 剩余空间的人机交互情境可视化
Fig.5 Visualization of human-computer interaction situation in residual space

以列车内室剩余空间为中心的设计是地铁列车内环境设计的创新点，也是从一种新的视角来研究和分析地铁内部空间。根据设计方案的实施来探讨列车内室剩余空间视觉化设计方法论模型。从视觉化设计整体来看，无论是列车内室剩余空间的形态语言、色彩语言，还是视觉环境氛围的合理程度都体现出在列车内室剩余空间设计中，视觉设计与情感诉求关系之间的重要性，更好地体现出“以人为本”的设计原则，真正做到了从乘客的角度出发，进行人因诉求分析，了解乘客的真实心理及需求，有效利用有限的空间区域，设计出更舒适、更具情感化和人性化的地铁列车内室剩余空间。

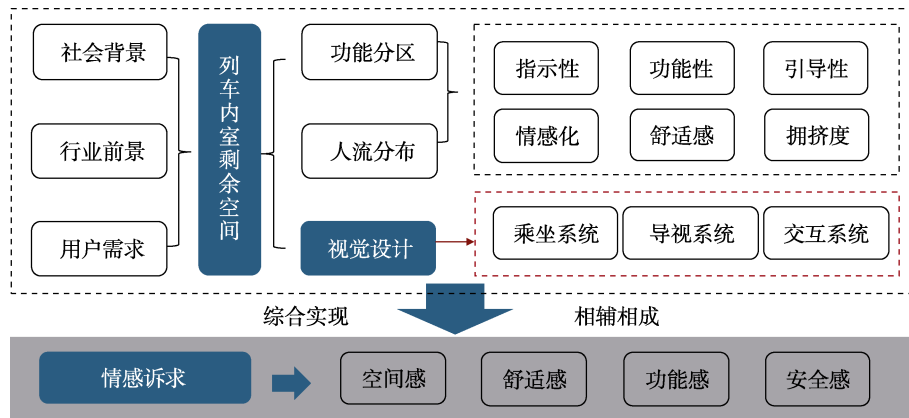


图6 视觉设计与情感诉求关系模型
Fig.6 Model of relationship between visual design and emotional appeal

5 结语

随着现代城市地铁交通事业的高速发展,从现有地铁列车内室剩余空间的实际情况来看,地铁列车内室剩余空间的设计与乘客的期望存在差距,剩余空间视觉化设计理念还需发展与完善。本文基于视觉化设计理念,有效提取了列车内室剩余空间视觉化设计要素,并构建了指导设计实践的剩余空间视觉化设计方法论模型。从情感体验的角度出发,分析了剩余空间的视觉化设计和乘客情感诉求之间的关系,为地铁列车内室剩余空间视觉化提供了设计依据。由此验证,地铁列车内室剩余空间设计中处理好视觉化设计表达和乘客情感诉求之间的制衡关系是轨道交通行业亟待探讨的话题。

参考文献:

- [1] 支锦亦, 沈千惠, 卜柳茹, 等. 城市公共交通形象中地域文化的设计再现与感知体验[J]. 包装工程, 2019, 40(24): 18-26.
ZHI Jin-yi, SHEN Qian-hui, BU Liu-ru, et al. Design Reproduction and Perception Experience of Regional Culture in Urban Public Transportation Image[J]. Packaging Engineering, 2019, 40(24): 18-26.
- [2] 李娟, 徐伯初, 董时羽, 等. 基于感性工学的高速列车内环境设计[J]. 机械设计与研究, 2013, 29(6): 47-49.
LI Juan, XU Bo-chu, DONG Shi-yu, et al. Design of Internal Environment of High Speed Train Based on Perceptual Engineering[J]. Mechanical Design & Research, 2013, 29(6): 47-49.
- [3] 张丙辰, 毕译文, 李闯, 等. 视觉意象协同功能限定的列车内装参数化造型设计研究[J]. 包装工程, 2019, 40(8): 158-162.
ZHANG Bing-chen, BI Yi-wen, LI Chuang, et al. Research on Parametric Modeling Design of Train Interior with Limited Visual Image Coordination Function[J]. Packaging Engineering, 2019, 40(8): 158-162.
- [4] 谢玄晖, 刘永翔. 具有主题特色的地铁列车内环境设计研究[J]. 包装工程, 2018, 39(24): 309-316.
XIE Xuan-hui, LIU Yong-xiang. Research on the Interior Environment Design of Subway Trains with Theme Characteristics[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(24): 309-316.
- [5] 杜军, 支锦亦, 董石羽, 等. 基于接受心理视角的高速列车内装设计研究[J]. 机械设计, 2017, 34(9): 124-128.
DU Jun, ZHI Jin-yi, DONG Shi-yu, et al. Research on Interior Design of High-speed Trains from the Perspective of Acceptance Psychology[J]. Mechanical Design, 2017, 34(9): 124-128.
- [6] 支锦亦, 刘峰. 列车座椅织物视觉质感对车内环境认知的影响[J]. 装饰, 2016(2): 124-125.
ZHI Jin-yi, LIU Feng. Influence of the Visual Texture of Train Seat Fabric on the Perception of Interior Environment[J]. Zhuangshi, 2016(2): 124-125.
- [7] 李洋, 徐伯初. 高速列车内室的情感化设计[J]. 机械设计与制造, 2010(3): 249-251.
LI Yang, XU Bo-chu. Emotional Design of High-speed Train Interior Room[J]. Mechanical Design & Manufacturing, 2010(3): 249-251.
- [8] 钱家渝. 视觉心理学: 视觉形式的思维与传播[M]. 上海: 学林出版社, 2006.
QIAN Jia-yu. Visual Psychology: Thinking and Communication in Visual Form[M]. Shanghai: Xuelin Press, 2006.
- [9] 唐林涛, 赵自然. 城市轨道交通车厢内部空间人性化设计[J]. 装饰, 2015(4): 80-82.
TANG Lin-tao, ZHAO Zi-ran. Humanized Design of Interior Space of Urban Rail Transit Cars[J]. Zhuangshi, 2015(4): 80-82.
- [10] 廖青林, 王玫, 冯战. 基于情感交互的智能家居产品语音交互设计[J]. 包装工程, 2019, 40(16): 37-42.
LIAO Qing-lin, WANG Mei, FENG Zhan. Voice Interaction Design of Smart Home Products Based on Emotional Interaction[J]. Packaging Engineering, 2019, 40(16): 37-42.
- [11] 赵月, 戴端. 地铁车辆内部空间属性的设计研究[J]. 包装工程, 2016, 37(24): 102-107.
ZHAO Yue, DAI Duan. Design and Research on Interior Space Attributes of Metro Vehicles[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(24): 102-107.