

基于感性工学的太空建筑造型设计研究

袁建豪 韩宇*

大连交通大学 辽宁大连 116000

摘要: 为提高太空建筑造型设计评价的客观性,减少主观因素干扰,提出一种基于感性工学和层次分析法(AHP)的数字太空建筑设计方法。首先,通过感性工学确定感性意向词汇组,利用李克特量表分析建立太空建筑造型设计意向尺度图。然后,采用AHP明确感性意向词汇与造型特征的关系,提炼常用设计手法,并构建评价体系,确定指标权重。最后,结合权重与映射关系,对创新设计方案与竞品进行模糊综合评价,验证方案可行性。该方法有效量化用户需求,使设计方案更加科学。

关键词: 外观设计;太空建筑;方案评价

太空探索体现了国家的科技水平与综合实力^[1],而太空探索感知研究至关重要^[2]。科学技术的飞跃使宇宙探索成为可能^[3]。根据《国家空间科学中长期发展规划(2024–2050年)》指出,2028–2035年我国将实现空间科学、技术与应用的全面发展,形成全球领先的人才竞争优势。规划优先发展“宜居行星”主题,探索太阳系及系外行星的宜居性和地外生命,重点解决月球深部、火星宜居环境、太阳风与木星磁层相互作用等重大科学问题。因此,太空建筑造型设计具有重要研究意义。

国内学者主要从宜居性、安全性和人性化三个维度研究太空建筑设计。在宜居性方面,任飞等人基于人体工程学确定了极小化空间的设计参数,并通过功能组织优化和立体复合提升有限空间效率^[4]。在安全性方面,史立刚等人提出了太空建筑光伏围护系统的设计策略,通过平面拟合优化简化计算复杂度,减少材料消耗与生产成本,提高效率^[5]。在人性化方面,付剑豪等人探讨了在极端条件下提供适宜人类居住空间的设计,包括火星环境的居住条件、材料结构选择及空间形态演变^[6]。国外学者如Karelin等指出太空环境的特殊性,包括无引力、太阳辐射和材料运输困难,并关注环境对人类的舒适性^[7]。

尽管现有研究取得一定进展,但太空建筑造型设计仍处于探索阶段,需要跨学科的设计方法^[8]。感性工学关注用户的情感和心理需求,将其转化为设计元素;层

次分析法可平衡功能性、审美性和技术性等因素,确保方案科学合理。本文探讨太空建筑造型意象及其权重获取,分析影响外观意象的特征要素,并通过样本案例梳理造型特征,探索感性意象词汇与造型特征的对应关系,验证评价方法的合理性。

一、研究概述

近年来国家科技迅猛发展,对太空的探索也逐步完善,太空建筑造型设计是不可避免的一个新的研究点。目前国内太空建筑造型主要以功能性的设计为主,针对单体太空建筑的系统性设计较少,因此太空建筑造型缺少美观性。随着国内外科研团队对于太空的探索进一步加深,实现太空落地建筑集群化将成为现实。因此,找到一种相对客观准确的太空建筑造型设计意象评价方法势在必行。

太空建筑外观造型元素主要包括主舱体、对接与连接舱、外部护罩、能量模块(太阳能板等)、通信与控制装置、外部实验平台、可视舱窗与观测平台、出入舱接口、信号接收装置等部件,造型意象是以上部件有机组合的整体表达。围绕上述造型特征,采用焦点小组讨论、意象尺度分析法、语义学解析法、符号学解析法、层次分析法、阶层类别分析法、模糊综合评价法,对太空建筑造型意象进行分析研究。

二、太空建筑造型意象选取与分析

人们对天空建筑的关注度越来越高^[9]。通过调研,未来太空建筑主要应用于科幻电影、游戏和小说。通过影视作品、设计师交流网站等渠道,收集了82个未来太空建筑模型,选取能清晰展示建筑特点的俯视45度图

基金项目: 攀枝花学院艺术设计研究所课题“数字艺术作品的创新设计与实践研究”,项目编号:2024IAD03

片，并用PS去除干扰元素。成立由5名概念设计师、2名建模师、1名设计教授、1名建筑副教授、2名机械研究生组成的焦点小组，采用KJ法精确筛选，剔除普通造型和雷同风格，最终选出21张具有代表性的样本图片作为研究对象。

在太空建筑造型设计中，关键是建筑激发的情感意象与用户期望的契合。本文通过研究太空建筑造型意向，探索用户心理需求与偏好，为设计师提供指导。由于个体理解差异和部分用户非互联网使用者，网络收集的意象词汇可能不全面。因此，采用线上（期刊、会议、网络媒体）和线下（访谈）相结合的方式，收集了138个感性词汇，并通过小组筛选，最终确定40个最能描述太空建筑特点的词汇。针对这些词汇，邀请10名专家进行李克特量表评分，确定了7个核心词汇：未来、模块、有机、科技、轻盈、秩序、安全，并补充反义词，得到7对词汇用于后续分析：复古-未来、整体-模块、刻板-有机、传统-科技、厚重-轻盈、混乱-秩序、危险-安全。接着，基于21张样本图片和7对感性词汇，向70人发放问卷，回收有效问卷60份，涵盖17个职业群体。受访者根据李克特七级量表对图片进行评分，最终通过统计分析得到7对感性词汇对应样本的平均值，如表1所示。

表1 样本评分数值

感性词汇对	样本得分均值								
	样本1	样本2	样本3	样本4	...	样本19	样本20	样本21	
复古-未来	0.37	1.43	0.52	1.25	...	1.08	0.98	1.38	
整体-模块	0.67	0.75	0.93	0.85	...	0.68	0.67	0.83	
刻板-有机	0.37	0.83	0.73	0.8	...	0.97	0.7	0.95	
传统-科技	0.75	1.1	0.83	1.13	...	0.73	1.05	0.83	
厚重-轻盈	0.43	0.88	1.02	1.17	...	0.55	0.6	0.62	
混乱-秩序	1.25	0.58	1.05	1.47	...	0.88	0.95	1.17	
危险-安全	0.58	0.92	0.65	0.65	...	1	0.9	1.35	

将上述表格中数据运用SPSS27.0进行分析，选择最大方差正交旋转法对数据采取降维处理，获得典型样本感性词汇的公因子方差见表2。

由表2可知，公因子方差提取最大的成分为有机、科技、安全、未来。

三、太空建筑的造型阶层类别分析

采用阶层类别分析法对太空建筑造型设计进行系统映射，将感性意象逐层转化为设计视觉特征，构建感性

表2 公因子方式差

感性词汇	初始	提取
未来	1.000	0.841
模块	1.000	0.734
有机	1.000	0.863
科技	1.000	0.786
轻盈	1.000	0.703
秩序	1.000	0.374
安全	1.000	0.789

层次与设计特征之间的关系模型。首先明确感性目标，通过小组讨论和头脑风暴细化为拓展层，再将其转化为具体设计要素。该方法能够精准匹配感性意象与设计元素，有效指导设计方案的概念构思与意象表现。基于用户研究与统计分析，使用阶层类别分析法将感性词汇与设计元素系统映射，转化为对应的视觉特征设计元素。

四、创新方案设计

基于前文对太空建筑造型设计评价指标权重分析，选定未来作为创新设计方案的主题，并将安全、科技、有机作为次主题。根据阶层分析结果，未来体现在超现实感和功能前瞻，设计时需考虑动态结构与多行星适配问题。使用人工智能设计工具Midjourney进行设计实践，首先根据未来关键词生成方案A（如图1）；然后采用图生图方法，将方案A作为底图，加入次主题设计要素（如封闭设计、柔和中性色、几何切面、模块设计、柔和曲线、叶片结构），得到方案B（如图2）。



图1 方案A



图2 方案B

结论

感性意象的输出，实际上是用户对评价客体感性需求和表达。设计师可以参考感性意象词汇，捕捉用户的感性特点和潜在的心理需要，设计出更符合用户需求的产品。本文以21款太空建筑外观造型为研究对象，通过感性工学和阶层类别分析法，总结筛选出样本的感性意象词汇及其映射的造型设计与设计要素。采用人工智能Midjourney呈现太空建筑创新造型设计方案。

参考文献

[1]刘益清,梅洪元,刘鹏跃,等.月球环境下建筑设计策略研究[J].当代建筑,2022,(01):21-24.

[2]Pyrkosz-Pacyna, Joanna, Cieslak, Katarzyna. Space Exploration Perception-Current and Future Research Directions[C]. Krakow, POLAND:6th Space Resources Conference (KGK),2024.

[3]韩林飞,李翠.宇航事业与建筑师——先知先觉者创新的悠悠历程[J].世界建筑,2012,(01):119-123.

[4]任飞,屈小羽,周意,等.太空建筑的宜居性提升设计策略[J].世界建筑,2024,(06):104-111.

[5]史立刚,张远雪,闫洪哲,等.太空建筑光伏围护系统设计优化研究[J].当代建筑,2021,(02):139-142.

[6]付剑豪,叶雨辰,陈昊.太空极端条件下的人性化建筑营造——以火星建筑为例[J].建筑与文化,2018,(12):159-162.

[7]Karelin, D, Zaitsev, N, Karelina, M. The Image of Future Space [J]. 3rd International Multidisciplinary Scientific Conference on Social Science and Arts Sgem 2016 ,2016,4.3: 499-506.

[8]Andreas V, Jesper J. Windows to the world - Doors to Space. A reflection on the psychology and anthropology of space architecture[J]. 7th Workshop on Space and the Arts,2005,38(5):390-399.

[9]Ansdell M, Ehrenfreund P, McKay C. Stepping stones toward global space exploration[J].ATCA ASTRONAUTICA, 2011, 68:2098-2113.