

无人驾驶车移动办公空间设计研究

高曷^{1,2}, 顾颖¹, 林煊力¹

(1.上海工程技术大学, 上海 201620; 2.同济大学 上海国际设计创新研究院, 上海 200092)

摘要: **目的** 构建移动办公场景下无人驾驶座舱空间的设计方法, 以提高空间利用率与协同性。**方法** 结合 KANO 模型与 AHP 模型分析用户需求, 明确功能属性的优先级, 提出系统化的空间设计策略; 探讨不同空间结构扩展机制, 提高空间利用率并实现隐私与共享空间的平衡; 基于“认知地图”理论优化空间布局协同性, 并提出相应的设计方法流程。**结果** 以上海华美电梯装饰有限公司设计部为原型进行设计实践, 验证了设计方案的可行性和有效性。**结论** 为无人驾驶车中的移动办公空间设计提供了创新思路, 并为未来发展提供了理论与实践参考。

关键词: 智能移动座舱; 无人驾驶; 空间布局; 移动空间; 办公场景

中图分类号: TB472 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-3563(2025)04-0509-11

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2025.04.050

Design of Mobile Office Space of Driverless Car

GAO Zhu^{1,2}, GU Ying¹, LIN Xuanli¹

(1. Shanghai University of Engineering Science, Shanghai 201620, China; 2. Shanghai International Institute of Design and Innovation, Tongji University, Shanghai 200092, China)

ABSTRACT: The work aims to construct a design method of unmanned cabin space in mobile office scene to improve space utilization and collaboration. The KANO model and AHP model were used to analyze the user's requirements, clarify the priority of functional attributes, and put forward the spatial design strategy. Different spatial structure expansion mechanisms were explored to improve space utilization and balance between privacy and shared space. Based on the "cognitive map" theory, the coordination of spatial layout was optimized, and the corresponding design method and process were put forward. The design department of Shanghai Huamei Elevator Decoration Co., Ltd. was used as the prototype, and the feasibility and effectiveness of the design scheme were verified. The conclusion provides innovative ideas for the design of mobile office space in driverless cars, and provides theoretical and practical reference for future development.

KEY WORDS: intelligent mobile cabin; driverless; spatial layout; mobile space; office scene

随着无人驾驶技术的快速发展,传统汽车内部空间正经历深刻的转型,“移动空间”这一概念在智能汽车领域得到了广泛关注与重新定义^[1]。乘客可以在智能移动空间中进行工作、娱乐、休息和社交等多样化活动,标志着“到达式出行”向“移动式生活”的深刻转变,智能座舱的设计理念也因此从“软件定义座舱”逐步演化为“场景定义座舱”。相较于传统办公空间而言,移动办公空间具有流动性、共享性及微尺度特性,目前其大多以模块化办公家具设计,以单一功能单元模块设计

为主,急需深入研究其整体空间设计方法。

1 无人驾驶车的定义与分类

1.1 无人驾驶车定义与分类

无人驾驶汽车是一种自动化运输工具,具备传统车辆的运输功能,通过使用雷达、红外线、超声波和摄像头等传感器感知周围环境,并借助人工智能技术做出类似于人类的决策^[2]。据国际自动机工程师学会

收稿日期: 2024-10-11

基金项目: 上海市设计学 IV 类高峰学科资助项目 (2023ZJ003); 国家社会科学基金艺术学重点项目 (22AH018)

(SAE) 制定的自动化等级标准 (SAE J3016), 智能汽车的自动化程度从完全手动驾驶到完全自动驾驶被划分为六个等级: 0 级 (无自动化); L1 级 (驾驶辅助); L2 级 (部分自动化); L3 级 (有条件自动化); L4 级 (高度自动化); L5 级 (完全自动化)^[3]。全球管理咨询公司麦肯锡 (McKinsey) 预测, 到 2030 年, 全球将有 45% 的新车实现 L3 及以上的自动驾驶等级^[4]。因此, 未来成熟的自动驾驶技术让移动空间无需考虑底层的安全性设计, 弱化了对人为驾驶操作的需求, 强化了汽车作为移动工作空间的功能。同时, 随着新能源技术的发展, 更多的内饰空间也将得以回归用户使用。

作为智能移动载体的无人驾驶汽车, 座舱空间逐步转变为融合互联网和人工智能的小型智能移动空间^[5]。这一变革不仅重新配置了车内的物理结构, 也引发了车内空间体验的革命性变化。座舱设计正从“以驾驶为中心”向“以场景化体验为中心”转型, 车辆被赋予“第三空间”的身份, 使其成为仅次于家庭和办公场所的重要生活空间^[6]。乘客可以在智能移动空间中进行工作、娱乐、休息和社交等多样化活动, 标志着“到达式出行”向“移动式生活”的深刻转变, 同时重新定义了车辆在现代交通体系中的角色。人类活动总是嵌入特定情境之中, 通过与工具、空间及他人的互动构建生活实践^[7]。在这一背景下, 空间不再仅仅是抽象的几何维度, 而是成为人类活动的场域与媒介。智能座舱的设计理念也因此从“软件定义座舱”逐步演化为“场景定义座舱”, 为满足多场景、多角色的生活和办公需求提供了新的可能性。

1.2 移动办公

现代办公方式呈现出快节奏、高移动性和高度网络化的特点, 传统固定办公场所已无法满足现代企业

和个人的多场景办公需求^[8], 无人驾驶技术为新型办公场景的实现提供了技术支持。

无人驾驶车的研发和应用正在加速推进, 但办公场景下的无人驾驶车内空间设计仍处于初步探索阶段^[9]。尽管随着设计技术的进步, 车内空间得到了不同程度的优化, 但与传统办公环境相比, 车内空间仍然处于相对狭小的状态。传统的办公空间通常具有固定的结构布局, 包括独立的工作台、会议室、休息区、文件存储等, 而车内办公空间必须在极小的空间内实现这些功能的复合。现有的一些无人驾驶车空间设计多以乘客的基本出行需求为导向, 进行模块化家具和功能单元模块的设计, 如旋转座椅、可拆卸工作桌、隐藏办公桌、电脑配置等, 尚未充分考虑到车内作为“办公空间”的独特需求, 缺乏对移动办公空间整体设计方法的相关研究。

2 无人驾驶车办公空间功能需求及基本原则

2.1 移动办公场景目标用户定义

为了明确无人驾驶车移动办公空间的目标用户及其需求, 本文通过对 103 份有效问卷的数据分析, 梳理了目标用户的核心特征。28~35 岁群体占比最高 (32.04%), 其次为 36~45 岁 (24.27%), 18~27 岁占 22.33%, 46~55 岁占 12.62%。28~45 岁群体占比超过 50%, 这部分人群通常从事脑力劳动密集型工作, 对灵活办公有较高需求。43.69% 的受访者通勤时间为 30~60 min, 25.24% 的通勤时间为 15~30 min。数据显示, 通勤时间较长的用户更倾向于使用移动办公车, 尤其是通勤时间超过 45 min 的群体, 支持比例较高。进一步交叉分析出差频率和通勤时长与办公车使用态度的关系, 如图 1~2 所示, 发现出差频率较低的用

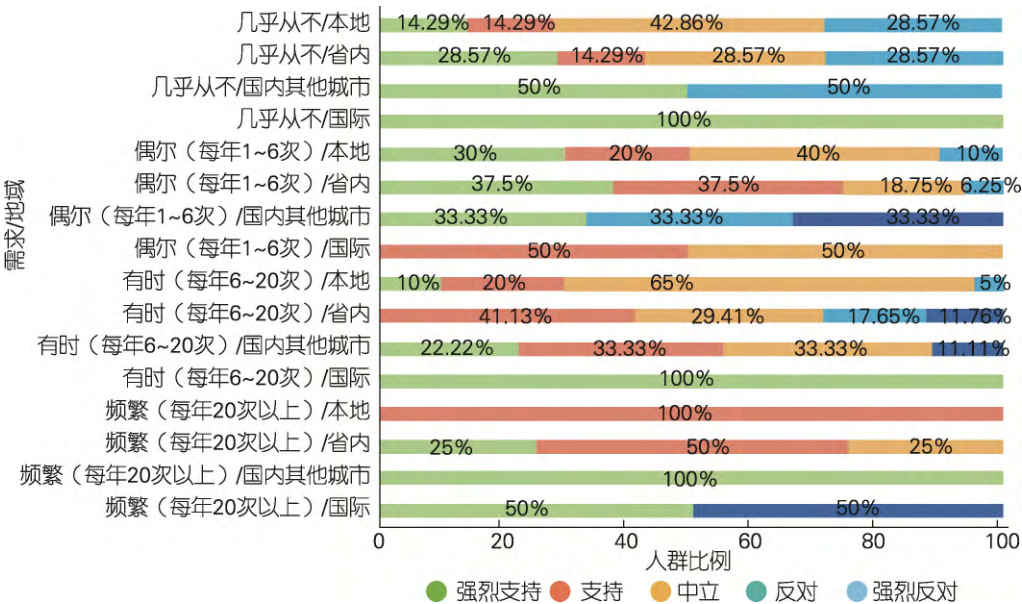


图 1 出差情况和办公车使用态度的交叉分析
Fig.1 Cross analysis of travel situation and office car usage attitude

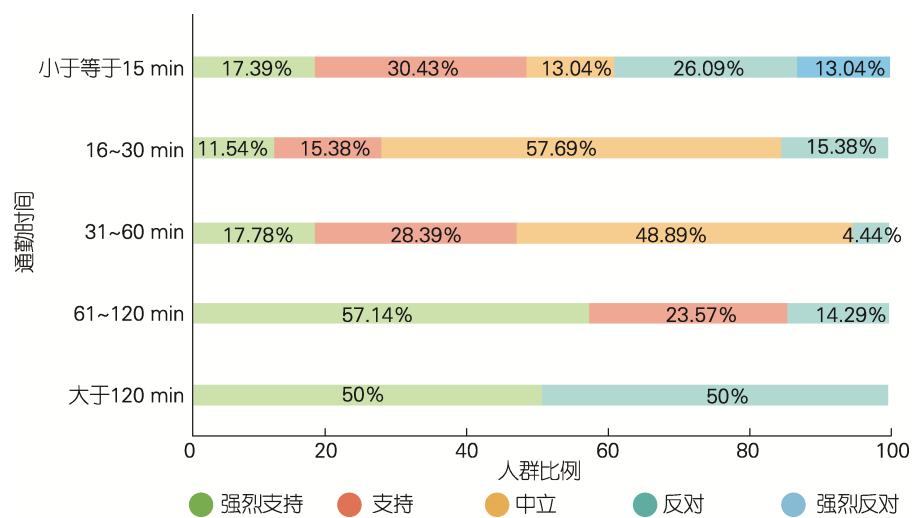


图 2 通勤时间和办公车使用态度的交叉分析
Fig.2 Cross analysis of commuting time and office car usage attitude

户不太接受移动办公车,长时间通勤的用户接受度较高。特别是通勤时长在 30~60 min 的群体,表现出较强的使用需求。

本文定义了目标用户的核心特征:职业类型:以设计师、工程师、咨询顾问等脑力劳动密集型职业为主;收入水平:月收入在 5 000~30 000 元,具备一定经济能力;通勤时长:大部分用户通勤时间为 45 min 以上,适合在通勤过程中进行工作出差频率:部分用户出差频繁,尤其是短途出差。此外,整理得到 12 项关键需求,如表 1 所示。

2.2 基于 KANO-AHP 模型的功能需求属性与优先级划分

2.2.1 功能需求属性

为了明确用户需求的属性类别,本文引入 KANO 模型^[10],将用户满意度划分为六类,分别是基本型质

量 (M)、期望型质量 (O)、兴奋型质量 (A)、无差异型质量 (I)、反向型质量 (R) 和可疑质量 (Q)。为确保模型分析的可靠性,调研问卷采用了里克特五点量表法,通过量表对目标正反态度进行评估,可以准确判断需求属性。此外,根据前文提炼的 12 项关键需求设计调研问卷,如表 2 所示。

表 1 需求总结表
Tab.1 Demand summary

编号	需求	编号	需求
1	自然光	7	白板
2	舒适座椅	8	会议空间
3	升降桌面	9	插座充电设备
4	可调式照明	10	隔音
5	厕所	11	独立办公空间
6	自由布局的空间	12	社交空间

表 2 KANO 模型量调研表
Tab.2 KANO model scale survey

若具备这种功能,您的态度是?					功能需求	若不具备这种功能,您的态度是?				
满意	合理	中立	能忍受	不喜欢		满意	合理	中立	能忍受	不喜欢
					自然光线					
					舒适座椅					
					升降桌面					
									

调研过程中共发放问卷 130 份,经过设置部分反向问题以剔除无效问卷后,最终回收有效问卷 102 份。为确保数据质量,对问卷的正向题与反向题进行了信度和效度分析。其中,Cronbach α 系数为 0.954 (大于 0.9),KMO 值为 0.952 (大于 0.8),表明样本数据适合进行进一步分析。

根据每项需求的质量结果数值,采用最大值归类法对需求属性进行了进一步分类,所得结果如表 3 所示。

为了更直观地评估各需求对用户满意度的影响,进一步计算了 Better-Worse 系数,绘制了 Better-Worse 系数四分位图,如图 3 所示,包括以下两个指标:增加后的满意系数 B (Better):反映满足需求后用户满意度的提升程度,见式 (1);消除后的不满意系数 W (Worse):反映未满足需求时用户满意度的下降程度,见式 (2)。

$$B = \frac{A + O}{A + O + M + I}$$

(1)

表 3 基于 KANO 模型进行需求分类
Tab.3 Requirements classified based on KANO model

功能	A/%	O/%	M/%	I/%	R/%	Q/%	分类结果	B/%	W/%
自然光线	12.00	23.00	38.00	23.00	4.00	0.00	必备属性	36.46	-63.54
舒适座椅	41.00	22.00	8.00	28.00	1.00	0.00	魅力属性	63.64	-30.30
升降桌面	16.00	49.00	14.00	19.00	2.00	0.00	期望属性	66.33	-64.29
可调式照明	21.00	13.00	19.00	42.00	5.00	0.00	无差异属性	35.79	-33.68
厕所	11.00	54.00	15.00	20.00	0.00	0.00	期望属性	65.00	-69.00
自由布局的办公桌	20.00	20.00	17.00	39.00	4.00	0.00	无差异属性	41.67	-38.54
白板	22.00	15.00	21.00	36.00	6.00	0.00	无差异属性	39.36	-38.30
会议空间	18.00	49.00	14.00	16.00	3.00	0.00	期望属性	69.07	-64.95
插座充电设备	8.00	27.00	44.00	15.00	6.00	0.00	必备属性	37.23	-75.53
隔音空间	17.00	56.00	9.00	16.00	2.00	0.00	期望属性	74.49	-66.33
独立办公桌	13.00	58.00	9.00	17.00	3.00	0.00	期望属性	73.20	-69.07
社交空间	17.00	51.00	9.00	22.00	1.00	0.00	期望属性	68.69	-60.61

$$W = -1 \times \frac{O + M}{A + O + M + I} \tag{2}$$

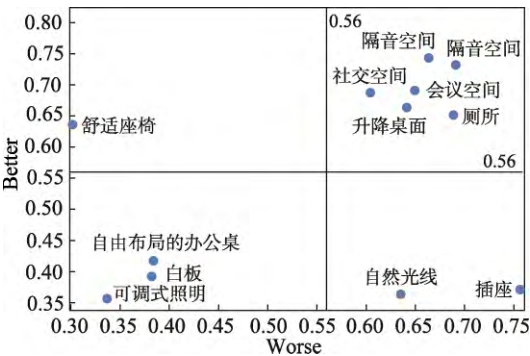


图 3 Better-Worse 系数四分位图
Fig.3 Better-Worse coefficient quartile map

2.2.2 需求优先级

在 KANO 分类的基础上得出 9 个最重要的需求，本文进一步采用层次分析法（AHP）对需求进行了权重计算，以明确其在设计中的优先级。结合 AHP 法，构建了层次分析模型，该模型分为以下 3 个层级，如表 4 所示。为量化各层级间的相对重要性，构建了判

表 4 需求层次分析表
Tab.4 Hierarchical analysis

AHP 层次模型		
目标层	准则层	方案层
移动办公空间 方案设计（B）	办公采光（B1）	小窗采光（B11）
		落地窗采光（B12）
		天窗采光（B13）
	办公空间（B2）	会议空间（B21）
		隔音空间（B22）
		社交空间（B23）
	办公设备（B3）	升降桌面（B31）
		插座及充电设备（B32）
		独立办公桌（B33）

断矩阵，并采用九级标度法对各需求的相对重要性进行量化。根据计算结果，得出了各需求项的权重值，如表 5～8 所示。通过 KANO-AHP 模型，最终得出了各需求的权重分布，如表 9 所示。

表 5 各需求层次权重分析示意表 1
Tab.5 Schematic diagram of weight analysis for each requirement level 1

B	B1	B2	B3	权重
B1	1	2.4	2.05	0.480 1
B2	0.416	1	1.8	0.263 8
B3	0.487	0.555	1	0.257 1

表 6 各需求层次权重分析示意表 2
Tab.6 Schematic diagram of weight analysis for each requirement level 2

B1	B11	B12	B13	权重
B11	1	0.198	0.327	0.108 1
B12	5.05	1	2.05	0.585 0
B13	3.05	0.487	1	0.306 8

表 7 各需求层次权重分析示意表 3
Tab.7 Schematic diagram of weight analysis for each requirement level 3

B2	B21	B22	B23	权重
B21	1	1.5	1.6	0.435 8
B22	0.666	1	1.2	0.302 2
B23	0.625	0.833	1	0.261 9

表 8 各需求层次权重分析示意表 4
Tab.8 Schematic diagram of weight analysis for each requirement level 4

B3	B31	B32	B33	权重
B31	1	0.172	0.540	0.106 1
B32	5.8	1	5.65	0.732 4
B33	1.85	0.176	1	0.161 3

表 9 各需求层次权重排序表
Tab.9 Ranking of the weight of each requirement hierarchy

序号	需求	权重	对应准则层排序	全排序
B11	小窗采光	0.051 8	3	7
B12	落地窗采光	0.278 4	1	1
B13	天窗采光	0.147 2	2	3
B21	会议空间	0.114 9	1	4
B22	隔音空间	0.079 7	2	5
B23	社交空间	0.069 1	3	6
B31	升降桌面	0.002 7	3	9
B32	插座及充电设备	0.188 3	1	2
B33	独立办公桌	0.041 5	2	8

2.3 移动办公空间设计原则

通过对移动办公空间的功能需求进行深入分析,结合 KANO 模型和 AHP 模型的权重计算,得出了一些关键的设计需求,并对这些需求提出了相应的空间设计原则。

自然光线 (B12、B13) 作为基本需求,权重分别为 0.278 4 和 0.147 2,在全排序中排名第 1 和第 3,显示自然光对用户满意度的强烈影响。因此,必须优先保证自然采光,通过大面积落地窗和天窗设计,光线分布的优化应兼顾隐私保护。插座及充电设备 (B32) 权重为 0.188 3,全排序第 2,属于基本功能类需求,缺失时用户满意度会显著下降。同时,会议空间 (B21) 也被赋予显著的权重 (0.114 9),以满足会议和协作需求。在保持这些优先需求的基础上,还需特别注重隔音空间 (B22) 和社交空间 (B23),为用户提供宁静的工作环境和社交互动的机会。此外,对于舒适座椅需求 (属于魅力型属性),其设计优先级低于期望型属性 (O) 和必备型属性 (M)。相关设计策略原则如下:

1) 平衡私密性与开放性。移动办公空间作为尺度空间,必须合理规划共享空间和独立工作区的布局,以支持不同的办公模式。开放空间有助于促进团队合作和灵活的工作方式,而私密空间则为个人集中工作提供安静的环境。同时,空间设计应充分利用自然光,尤其是通过大面积的落地窗和天窗采光来增强室内的光线感和通透性。

2) 考虑多场景联通。实现多功能场景的无缝衔接是提升车载空间利用效率与灵活性的重要设计原则。随着工作模式的日益多样化,移动办公空间不仅需满足个人办公与会议需求,还需能够适应不同场景和功能的转换。在有限的车载空间内,功能区间的高效连通与转换设计至关重要,使办公空间能够灵活支持多种工作模式与任务需求。

3) 注重场景适配性。场景适配性原则强调移动办公空间设计需具备灵活性与动态可调节能力,以应对不同使用场景的需求。这不仅要求空间布局具有模块化与灵活性,还需引入智能化设备,以实现功能区域的动态调整和资源的高效利用。通过场景适配性设计,可有效提升办公空间的实用性与适应性,为用户提供更加便捷与高效的移动办公体验。

3 空间设计方法流程

3.1 空间结构扩展机制平衡隐私与共享空间

在有限的车体内部空间中最大化利用空间并满足不同使用需求,是无人驾驶办公空间设计中的关键问题之一。由于无人驾驶车辆的空间往往受到物理尺寸的限制,因此,在房车、拖挂车等车型设计中,国内外广泛采用了车体扩展方式,以增加车内可用空间。这种扩展机制不仅能够增加物理空间,还可以提升空间功能的灵活性与可调节性——即根据实际需求,动态调整共享空间的大小,以适应个人工作与社交场景的变化。空间结构扩展机制通常分为两种类型:刚性扩展和柔性扩展,如表 10 所示。具体选择何种扩展方式,需根据车内空间的稳定性需求、自动驾驶底盘的适配性等多个因素进行综合考虑。在此背景下,前后方向拓展和双向侧面拓展被认为是最合适的设计方案。

1) 前后方向拓展-适用于个人办公场景。前后方向的空间拓展通过延伸车体的前后部分,将原有空间分隔为 4 个相对独立的个人办公区域,如图 4 所示。这种拓展方式特别适合于个人办公场景,提供更高的空间分隔自由度,能够有效满足个人工作需求。设计中采用透明墙体和大尺寸窗户,不仅可以引入自然光,增强与外部环境的互动,还能显著提升空间的开放感和舒适性。这种扩展方式的空间延伸保持在原有空间的 30% 以内,确保车体结构的稳定性,且与日产 NV350 概念车的扩展理念相似。

2) 双向侧面拓展-适用于会议协作空间。双向侧面拓展通过扩展车体的侧面结构,实现车内空间的横向延伸,确保拓展后的空间与原有区域保持连通,而不破坏原有的空间功能,如图 5 所示。这一拓展方式适用于需要保持空间功能一致性的办公需求,能够为团队协作提供充足的空间,尤其适用于会议室等需要较大空间的商务场景。通过车身侧面的延展,不仅能够满足会议和协作的需求,还能够保证空间的灵活性和高效利用。

3.2 基于“认知地图”的移动办公空间布局设计

在空间设计中,认知地图是用户理解和表征空间的重要工具,它是用户在脑海中形成的环境心理表征^[11]。Kevin Lynch 提出了认知地图的构成要素,包括道路、边界、区域、节点和标志物^[12]。Appleyard 进

表 10 汽车空间拓展结构
Tab.10 Automobile space expansion structure

拓展方式	名称	图片	介绍	空间增加比例量/%
单向空间 扩展	Raptor XC 露营拖车		为汽车后段增加大量的生活空间。	50
刚性 拓展	双向空间 扩展	FlexCamp	墙体向外突出,屋顶向上抬起,提供空间。	100
	上下空间 拓展	Maxus Life Home V90 别墅版	顶面可以向上延伸,形成上层平台。	100
柔性 拓展	帐篷式 结构	Bailey Discovery D4-2	外挂充气遮阳篷,在车体外部创造了两倍的私人空间。	200
	风箱 结构	旅行拖车 De Markies	风箱般塑胶膜结构,放下后能扩大三倍空间。	300

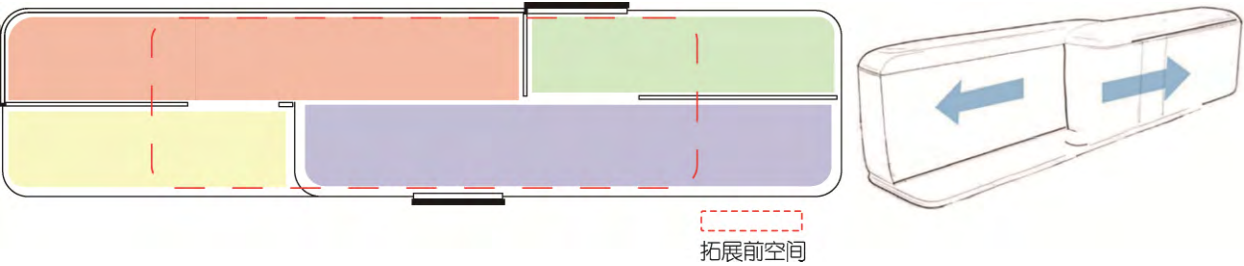


图 4 前后方向拓展方式
Fig.4 Forward and backward direction expansion mode

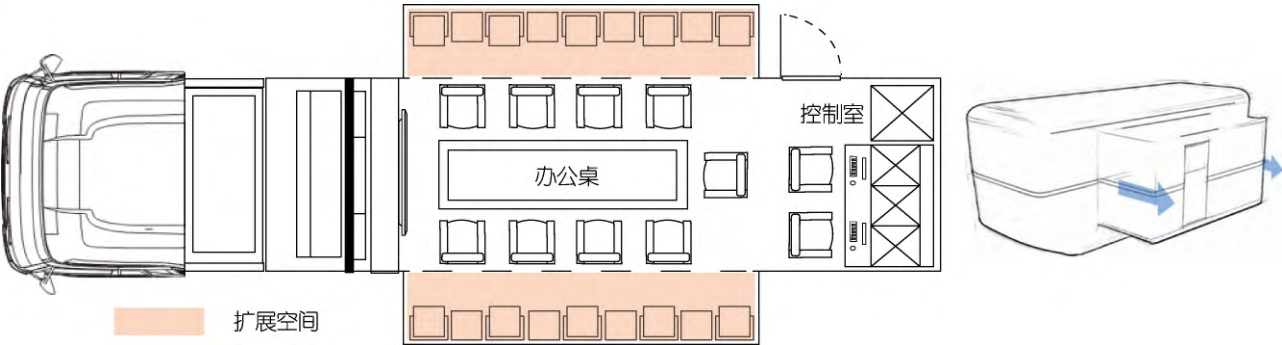


图 5 双向侧面拓展方式
Fig.5 Two-way side expansion mode

一步根据空间尺度将其归纳为两种类型: 大尺度空间以人的移动路径和时间序列为导向, 而小尺度日常使用空间则侧重于元素的分布及其关系^[13]。因此, 对于无人驾驶智能座舱而言, 作为微尺度空间, 其内部布局应着重于元素的合理分布, 而外部功能车群的协同布局则应优先考虑人群动线与流通性, 以实现空间的最大化利用和高效功能切换。

3.2.1 办公空间各功能区及元素

通过调研, 典型办公空间可划分为若干功能区, 工作区、会议区、接待区、休息区。根据空间的功能需求, 对这些区域的元素进行提炼分析, 如表 11 所示。根据空间的功能需求, 对这些区域的元素进行提炼分析如表 11 所示, 提取常见的 4 种功能区域的空间布局, 从这些布局中提取区域的功能。

表 11 常规办公区域与各区域要素分析
Tab.11 Analysis of routine office areas and regional elements

名称	功能	常见用品	共性元素	特殊元素
工作区	日常办公、处理工作文件	办公桌、办公椅、储物柜、展示柜、电源、插座、办公灯具、计算机支架、隔板、移动储物		
会议区	召开会议、团队讨论和信息交流	会议桌、会议椅、白板、投影仪、会议室窗帘、饮水设施、工作台、电源插座	桌子、椅子、储物空间、电源、隔板、书架	工作台、白板、投影仪、沙发
接待区	接待访客、处理文件和简单交流	前台、接待桌、接待椅、咖啡桌、装饰画、陈列柜、接地毯、电源插座、登记本		
休息区	临时工作区、休息区	沙发、休闲椅、书架、咖啡机、移动屏风、白板写字桌、工作台、餐椅餐桌、投影仪		

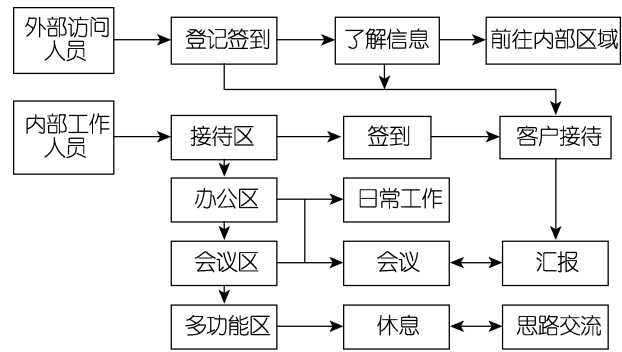


图 6 人员动线流程图
Fig.6 Flow chart of internal personnel

接待区的设计中, 来访人员与工作人员的动线应该有清晰的区分。来访人员的动线从接待区进入, 而工作人员的动线则直接通向工作区。工作区的设计应考虑到小组形式的办公管理需求, 其中负责人的位置通常需要与其他工作人员的动线进行区分, 以避免干扰和提高管理效率。休息区的设计重点是隐私性和灵活性, 动线设计应该尽量避免人员的交叉干扰。休息区的动线应该确保用户在享受休息功能的同时, 能够自由地进行小型会议或轻松交流, 而不打扰他人。会议室动线设计确保了空间的高效利用与人员流动性。配置了两个独立进出

3.2.2 动线的模块化场景适配

动线把空间内的各种信息联系在一起, 通过连接不同功能区, 实现空间的合理流动和无障碍使用。在动线设计中, 大致可分为 5 个要素: 道路要素、边界要素、区域要素、节点要素和标志要素^[14]。在几何学的视角下, 这些要素集中在点和线两大基本元素上, 点和线构成了空间的基本骨架。动线通过端点与节点之间的连接, 形成一个有序的、能够有效流动的整体。动线的起点通常是与外部环境的接口点, 具有较高的可辨识度, 确保使用者能够迅速识别并顺畅进入空间。节点则是不同动线的交汇点, 可以理解为一系列连接不同功能区的关键位置。在模块化移动办公车群的设计中, 动线不仅局限于局部区域的流动, 还涉及整体空间的连通性和协同功能。办公空间的内部外部人员动线, 如图 6 所示。

口, 可以提高疏散效率, 为应对紧急情况提供了有力保障, 如图 7~10 所示。

3.2.3 车群的空间集成设计: 连接性及其协同系统性

在非驾驶状态下, 无人驾驶车辆通过模块化车群设计, 可基于不同功能模块的车辆分工, 实现场景的动态切换和灵活适配, 从而最大化利用有限的空间资源。模块化车群不仅使每辆车体能够专注于特定功能 (如接待、会议、办公、休息等), 还可通过车群的协同实现多功能的综合利用, 以满足更复杂的场景需求。车群的空间集成不仅是对单一车体功能的扩展, 更是对空间资源与功能模块在多个单元间的协同整合。

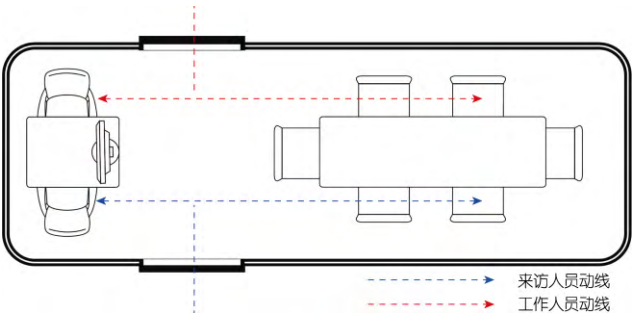


图 7 接待区人员动线分析
Fig.7 Personnel moving line analysis in reception area

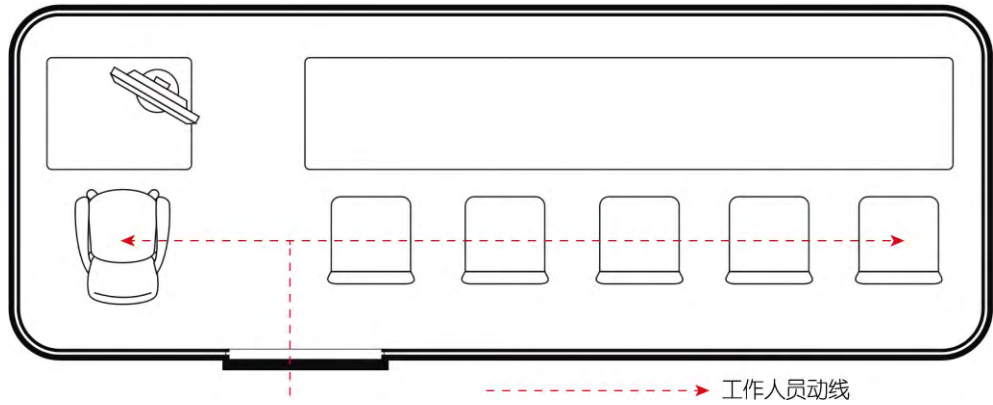


图 8 工作区人员动线分析
Fig.8 Personnel moving line analysis in working area

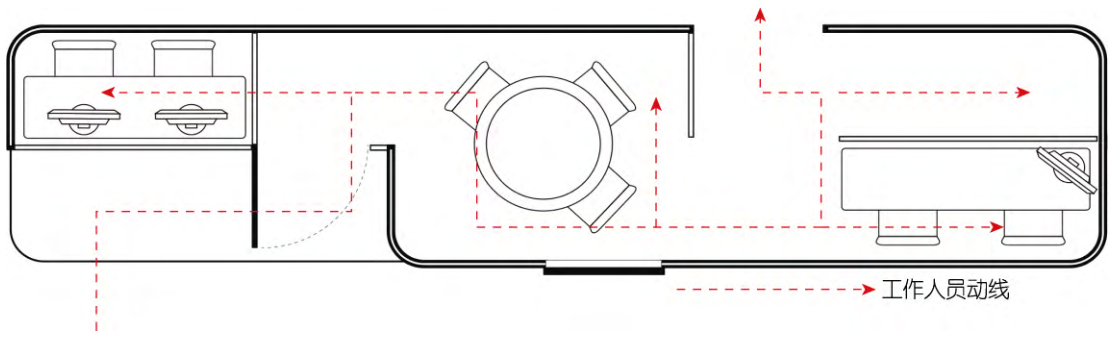


图 9 休息区人员动线分析
Fig.9 Personnel moving line analysis in rest area

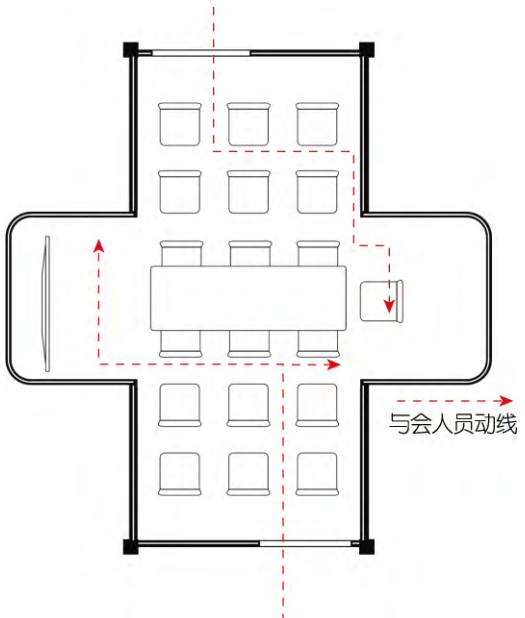


图 10 会议区人员动线分析
Fig.10 Personnel moving line analysis in meeting area

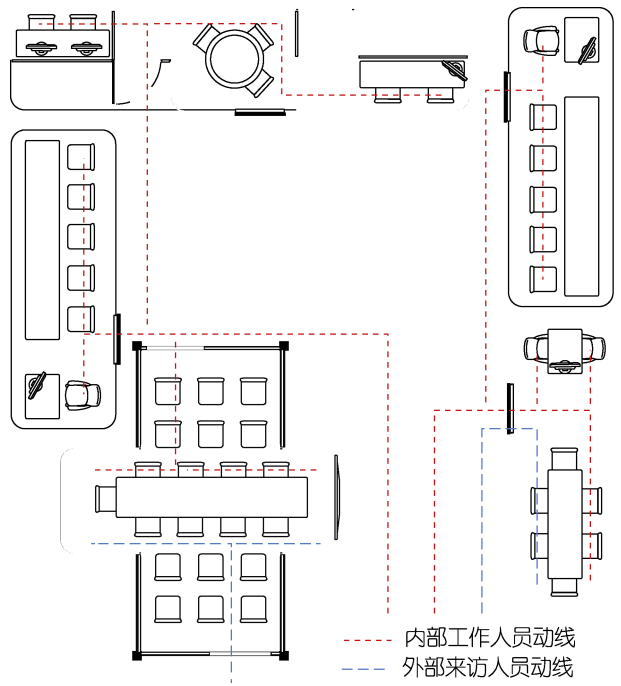


图 11 移动办公车群人员动线整合与布局
Fig.11 Personnel moving line integration and layout in mobile office car group

车群内部的功能模块需通过人员动线对其空间布局将进行设计以实现无缝连接,使多辆车的集体办公场景表现出一致性和高效性。结合内部和外部动线布局移动办公车群,如图 11 所示,将各个分区结合起来,与办公空间相似,接待区靠近整个工作场景的前端部分,

工作区处于整个办公区中间的核心位置,而会议区伴随工作区并且与接待区的动线相连,多功能区一般与外界隔离,位于办公分区的角落以及后半部分。移动办公车

群活动流线设计的关键在于整合有限的空间资源,以实现工作效率和用户体验的最优化。

3.3 空间布局设计方法流程

在移动办公车群的空间布局设计中,合理的设计流程是确保空间资源优化、功能高效衔接以及协同流动的关键。以下设计流程概述了空间布局的 5 个核心阶段,如图 12 所示。

1) 分析需求与定义功能目标。首先,需要明确移动办公车群的使用场景及目标用户群体。结合实际可用空间面积和功能需求,对不同区域的功能进行初步定义,明确功能优先级及其空间需求,并据此制定合理的空间分配方案确保设计方案符合使用者的实际需求。

2) 划定功能分区与元素。根据需求分析结果,对车内空间进行功能分区,并确定每个区域的布局范围和核心功能元素的配置。此阶段需结合车体的物理限制与功能需求,合理规划分区空间大小和位置,同时将功能元素科学地分布在各自区域内。功能元素的配置需符合人体工程学原则,以提升用户的舒适性和工作效率。

3) 规划动线与核心功能区。通过动线规划实现空间的流动性与通达性。每条动线需明确起点(如车内或车外入口)与终点(如会议区、工作区等功能目标区域),尽量减少交叉或拥堵,避免形成冗余路径或死角。与此同时,各功能区之间的可达性需经过充分优化,以确保访客和工作人员能够高效、安全地进入目标区域,形成顺畅的人员流动模式。

4) 模块化车群布局与协同设计。在模块化车群设计中,需要明确每辆车的核心功能定位,避免功能重复或资源浪费。各车体的功能区域(如接待区、工作区、会议区等)通过模块化布局和动线连接形成整体协同系统。合理的车群布局不仅确保了各功能区域的无缝衔接,还通过动态配置实现车体之间的协同效能。

5) 优化空间与动态适配。在完成初步设计后,对车群的空间布局进行全面优化和验证,以确保能够满足多样化场景的需求。此阶段包括对空间布局的动态测试,如模拟不同场景下的人员流动、功能区使用频率等,以发现并解决潜在问题。此外,还需为车群的动态扩展或缩减提供可行性方案,例如,通过模块化调整适应不同规模的使用需求,以确保设计具有灵活性和可扩展性。

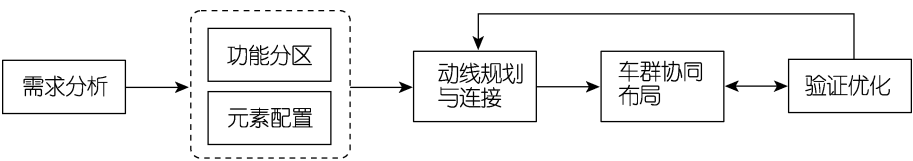


图 12 移动办公空间布局设计流程
Fig.12 Flowchart of the layout design process for mobile office space

4 空间设计的评价

4.1 案例设计

本文以上海华美电梯设计部为设计原型,并以上海市松江区周边可停车区域为基点,对移动办公空间的设计进行实践探索,如图 13~14 所示。车厢模块的侧面设计采用大面积的落地玻璃,兼顾了通

透感与办公属性,并通过可雾化玻璃技术在满足自然采光需求的同时,有效保护车内的隐私性与安全性。这种设计不仅赋予车辆鲜明的科技属性,还进一步强化了智能化办公环境核心理念,为未来移动办公车的设计提供了新的参考方向。多辆移动办公车可以形成巡回办公系统,定期在不同地点停留,为员工提供更广泛的办公覆盖范围,尤其适用于跨地区或多地点的企业。



图 13 移动办公空间设计实践
Fig.13 Design practice of mobile office space



图 14 移动办公空间车群布局场景
Fig.14 Layout scene of mobile office space car group

4.2 设计验证

为了验证所设计的移动办公车是否能够有效满足用户需求,本研究采用问卷调查法,依据前文提出的需求模型向社会公众开展调研。评估体系采用 5 分计分法,分值越高代表满意度越高。本次调研共回收有效问卷 78 份。为确保数据质量,对问卷结果进行了信度和效度分析,Cronbach α 系数为 0.901,KMO 值为 0.894,均处于可信范围内,表明问卷数据具有较高的可靠性和有效性。根据问卷反馈的需求满意度数据分析,所有项目的得分均在 3.8 分以上,如表 12 所示,表明所设计的移动办公空间总体上能够有效满足用户的基本需求。

表 12 设计验证评价表
Tab.12 Design validation evaluation form

需求/功能	相当喜欢	理所当然	无所谓	勉强接受	很不喜欢	平均分
落地窗采光	28	25	16	6	3	3.88
插座充电设备	28	33	11	5	1	4.05
可调式照明	38	23	11	4	2	4.16
模块化设备	33	29	11	4	1	4.14
可变工位	31	23	18	4	2	3.98
拓展空间	31	25	15	4	3	3.98
升降桌面	28	24	18	5	3	3.88
会议空间	22	38	11	7	0	3.96
独立会议空间	31	30	12	5	0	4.11
独立办公空间	34	29	13	2	0	4.21
开放会议空间	34	31	7	5	1	4.17
休息空间	28	27	17	4	2	3.96
社交空间	28	29	17	4	0	4.03
办公车造型	28	27	19	4	0	4.01

5 结语

本文通过引入 KANO 模型与 AHP 模型,系统性分析了用户需求,明确了功能属性的优先级,并针对无人驾驶车内移动办公空间的设计提出了空间设计策略。同

时,结合“认知地图”理论构建了一种空间设计的方法框架,以优化空间布局的合理性和功能配置的协同性,提升空间利用率和协同性,确保不同功能模块在有限空间内的协调运作,满足移动办公场景对多功能性、灵活性和隐私性的需求。本研究不仅为无人驾驶车在办公场景中的实际应用提供了创新设计思路,还拓展了智能化交通工具在复杂使用场景中的设计可能性。

未来无人驾驶车的移动办公空间设计可以进一步融入人工智能、车联网和动态适配技术,满足更广泛的用户需求。本文为这一领域提供了理论依据和实践参考,对推动无人驾驶车在多场景、多功能应用中的发展具有一定意义。

参考文献:

[1] 闫增辉. 场景体验下的自动驾驶内舱模式设计探索[D]. 长沙: 湖南大学, 2021.
YAN Z H. Research on Scenario-based Auto-driving Car Interior Mode Design[D]. Changsha: Hunan University, 2021.

[2] 谭浩, 孙家豪. 基于语义分析下汽车无人驾驶和自动驾驶用户体验研究[J]. 包装工程, 2016, 37(14): 58-62.
TAN H, SUN J H. Research on User Experience of Autonomous Driving and Driverless Driving of Automobiles Based on Semantic Analysis[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(14): 58-62.

[3] 郝瑞敏. 自动驾驶技术驱动的汽车内饰设计研究[J]. 装饰, 2018, (7): 102-105.
HAO R M. Research on Automotive Interior Design Driven by Autonomous Driving Technology[J]. Decoration, 2018, (7):102-105.

[4] 周沛桦. 场景旅游视域下的沉浸式移动空间体验设计——以宜兴雅达小镇为例[D]. 无锡: 江南大学, 2023.
ZHOU P H. Immersive Mobile Space Experience Design from the Perspective of Scene Tourism: A Case Study of Yixing Yada Town[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2023.

[5] 覃京燕, 何嘉聪. 无人驾驶车元宇宙智能座舱的场景交互设计研究[J]. 包装工程, 2023, 44(18): 67-76.
QIN J Y, HE J C. Scenario Interaction Design of Metaverse Intelligent Cockpit for Autonomous Vehicle[J]. Packaging Engineering, 2023, 44(18): 67-76.

[6] 杨君宇, 项忠霞, 贡小雷, 等. 微建筑视角下无人驾驶汽车舱内视知觉设计研究[J]. 包装工程, 2018, 39(12): 10-14.
YANG J Y, XIANG Z X, GONG X L, et al. Investigation of the Visual Perception Design in the Interiors of Autonomous Vehicle from the Micro-Architecture Perspective[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(12): 10-14.

[7] HEIDEGGER M, STAMBAUGH J, HEIDEGGER M. Being and time[M]. SCHMIDT D J, ed. Revision edition. Albany, NY: State Univ. of New York Press, 2010.

[8] 聂浩宇, 曹勇, 刘潇潇, 等. 移动办公对写字楼办公模式的影响分析[J]. 当代石油石化, 2022, 30(07): 15-19.
NIE H Y, CAO Y, LIU X X, et al. Analysis of the Impact

- of Mobile Office on Office Mode in Office Buildings[J]. Petroleum & Petrochemical Today, 2022, 30(07): 15-19.
- [9] 刘明, 曹鸣. 基于隐式交互的无人驾驶移动办公空间设计研究[J]. 大众文艺, 2020(5): 68-69.
- LIU M, CAO M. Research on Design of unmanned mobile office Space based on Implicit Interaction[J]. Art and Literature for the Masses, 2020, (5): 68-69.
- [10] 钟光明, 张粤晖, 傅晓怡, 等. 基于 KANO-AHP 的可成长性儿童坐具设计研究[J]. 包装工程, 2023, 44(14): 118-126.
- ZHOU G M, ZHANG Y H, FU X Y, et al. Research on Design of Growth-able Children's Seating Aids Based on KANO-AHP[J]. Packaging Engineering, 2023, 44(14): 118-126.
- [11] 王雪皎. 基于认知地图理论的墨西哥城地铁导视系统设计研究[J]. 包装工程, 2021, 42(12).
- WANG X J. Research on the design of Mexico City Subway guidance System based on Cognitive map theory[J]. Packaging Engineering, 21, 42(12).
- [12] LYNCH K. The image of the city[M]. MIT press, 1964.
- [13] SOINI K. Exploring human dimensions of multifunctional landscapes through mapping and map-making[J]. Landscape and Urban Planning, 2001, 57(3-4): 225-239.
- [14] 崔朕玫. 商业空间布局与人流动线合理性研究[D]. 天津: 天津科技大学, 2017.
- CUI Z M. Research on the Rationality of Commercial Space Layout and Human Flow Lines[D]. Tianjin: Tianjin University of Science and Technology, 2017.
-
- (上接第 508 页)
- [23] 吴琼. 基于情感化的新能源老年代步车内饰设计研究[D]. 济南: 山东大学, 2020: 64-65.
- WU Q. Research on Interior Design of New Energy Scooter for the Aged Based on Emotion[D]. Jinan: Shandong University, 2020: 64-65.
- [24] 田晨智, 宋敏, 田继伟, 等. 基于眼动追踪的指挥控制系统人机交互效能评估方法[J]. 航空兵器, 2023, 30(4): 57-66.
- TIAN C Z, SONG M, TIAN J W, et al. Evaluation Method of Human-Computer Interaction Effectiveness of Command and Control System Based on Eye Tracking[J]. Aero Weaponry, 2023, 30(4): 57-66.
- [25] ZADEH L A. Fuzzy Sets[J]. Information and Control, 1965, 8(3): 338-353.
- [26] LI Q. A Novel Likert Scale Based on Fuzzy Sets Theory[J]. Expert Systems with Applications, 2013, 40(5): 1609-1618.
- [27] VIDULICH M A, TSANG P S. Techniques of Subjective Workload Assessment: A Comparison of SWAT and the NASA-Bipolar Methods[J]. Ergonomics, 1986, 29(11): 1385-1398.