

基于乘客行为分析的列车卧铺布局创新设计研究

王超¹, 谷美利^{1*}, 龙若佳¹, 辛悦铭², 支锦亦¹

(1.西南交通大学 人机环境系统设计研究所, 成都 610031;

2.北京理工大学 设计与艺术学院, 北京 100081)

摘要: **目的** 基于列车卧铺的乘客行为研究, 系统地进行人机工程学分析, 为列车卧铺布局设计提供有效的指导。**方法** 首先分析乘客行为与列车卧铺设施布局的映射关系, 通过任务分析法, 研究乘客在卧铺车中的行为, 引入 SAPAD 框架建立各个行为层次上的意义, 关联归纳现有卧铺布局问题, 提取具体设计属性需求。最后, 进行布局迭代的设计与验证分析。**结果** 研究了乘客在卧铺中的四种主要行为, 设计了以行为分析为指导的卧铺布局模型, 使用 Jack 软件验证了创新设计功能的可行性。**结论** 在卧铺车厢设计过程中, 进行乘客行为的人机工程学分析, 有利于发现用户在使用过程中不合理的设计内容, 得到新的基于人机工程学的卧铺布局设计方法, 提升用户乘车体验。

关键词: 行为分析; SAPAD 框架; 卧铺布局设计; Jack; 人因分析

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2023)18-0027-08

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2023.18.004

Innovative Design of Sleeper Layout Based on Passenger Behavior Analysis

WANG Chao¹, GU Mei-li^{1*}, LONG Ruo-jia¹, XIN Yue-ming², ZHI Jin-yi¹

(1. Institute of Human-machine Environment System Design, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China;

2. School of Design & Art, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China)

ABSTRACT: The work aims to systematically conduct ergonomic analysis based on the research on passenger behaviors of sleepers, so as to provide effective guidance for the layout design of train sleepers. First, the mapping relationship between passenger behaviors and the layout of train sleeper facilities was analyzed, and the behaviors of passengers in sleepers were studied through task analysis. Then the SAPAD framework was introduced to establish the meaning of each behavior level, and the existing sleeper layout problems were summarized in relation to extract. Finally, layout iterative design and verification analysis were carried out. Four standard behaviors of passengers in the sleeper were studied. A sleeper layout model guided by behavior analysis was designed, and the feasibility of the innovative design function was verified with Jack software. In sleeper design, the ergonomic analysis of passenger behaviors is conducive to discovering the unreasonable design content of users during use, and obtaining a new design method based on ergonomics to improve user riding experience.

KEY WORDS: behavioral analysis; SAPAD framework; sleeper layout design; Jack; human factors analysis

随着人们物质生活水平的不断提高, 旅游业成为提高经济活力的重要推动力^[1]。原有的列车卧铺布局已不能满足乘客的生理和心理需求, 需对现有卧铺布局进行创新设计。对乘客在卧铺车中的行为进行分析, 并结合人机工程学进行系统性地研究, 从而为列车卧

铺布局设计提供有效的指导。

根据相关研究表明, 在设计过程中, 充分采用人机工程学理论有利于提高用户体验^[2]。现有列车卧铺布局多以列车定员数和卧铺载运为需求进行设计, 对列车运营及载客流量都起了积极作用。

用户行为分析是指用户在间接或直接使用产品的过程中所产生的行为表现。行为分析法主要分析用户如何与产品进行交互,目的是将操作者对系统的需求与操作者的能力进行比较,通过修改这些需求,可减少错误。行为分析需了解行为的内容、性质,以及为谁解决任务^[3]。通过乘客在卧车中的行为分析,可系统地挖掘出列车卧铺布局存在的缺陷,从而指导完成列车卧铺布局的设计迭代工作^[4]。欧静等^[4]通过任务分析法和动素分析法对叉车驾驶员行为动作进行研究,发现现有叉车造型影响用户体验,并依据 ECRS 原则提出了创新方向;于入洋等^[5]基于对用户行为的研究,发掘用户在使用家用扫地机器人时的潜在需求并进行功能整合设计;姚湘等^[6]基于 SAPAD 方法模型探索了用户行为背后的意义以及意义对应的产品部件,提出了一种手持式头部按摩器的设计方法;王江涛等^[7]针对智能家居产品的特点结合用户行为研究的方法,提出了基于用户行为的智能家居产品设计方法;赵芳华等^[8]通过层次分析法确定了老人与护理人员的需求权重,设计了符合人机工程学的护理床并提高了用户满意度;兰永霞等^[9]基于 Jack 软件进行了高速列车司机人机工程仿真的研究,分析了现有设计方案存在的不足并提出了改进建议;谢全一等^[10]研究

了高铁卧铺设计中的人体工程学,得出了指导高铁卧铺设计的理论依据;徐平等^[11]通过 Jack 软件的虚拟人机动态行为仿真方法,对现有列车卧铺爬梯所存在的不足提出了改正意见并进行了优化设计。

本文通过分析乘客在卧车中的行为与列车卧铺布局的对应关系,从而更直观地获取用户需求,并归纳出现有列车卧铺布局问题。采用 Jack 软件对布局迭代设计进行分析,从而进行创新设计,验证卧铺布局设计功能的可行性,以提高用户体验、满足乘客需求,同时缩短列车开发周期和节省前期成本。

1 行为分析理论概述

首先,确定列车卧铺布局为具体研究对象。通过分析乘客在卧车中的行为,对行为和卧铺的相关性做行为分析,得到卧铺布局的设计属性需求,进行卧铺布局迭代设计,并用 Jack 软件进行验证。随着用户在卧铺中行为的不断变化,在一定程度上会引导产生新的设计属性需求,从而完成产品的升级迭代。通过构建乘客模型和卧铺布局模型,采用 Jack 软件的虚拟仿真工具对乘客在卧铺中的行为进行舒适度和工作姿势的分析评估,验证模型功能可行性,见图 1。

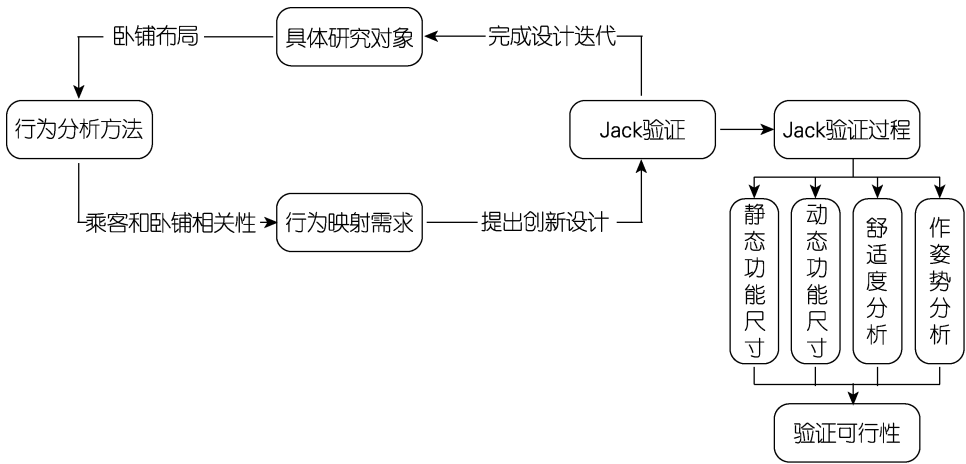


图 1 行为分析方法在卧铺布局设计中的应用流程

Fig.1 Application process of behavioral analysis methods in design of sleeper layout

2 卧铺分类及设计规范

2.1 卧铺分类

按等级,将卧铺分为硬卧、软卧和高级软卧。按布置,将卧铺分为硬卧六人开放式包厢,软卧四人包厢,高级软卧两人包厢。硬卧和软卧常通常设置在普速列车中。高级软卧一般出现在动卧列车上,也出现在普速列车和国际列车中。设置有软卧的普速列车和国际列车分别是 25K、25G 和 25T。按车种来说,25K 分为单层 25K 型客车和双层 25K 型客车;25G 型客车分为普通型和国际联运型;25T 型客车分为普通型

和青藏高原型。因 25G 型铁路客车是我国运用较为广泛的普速列车之一,故本文将 25G 普通型普速列车列为研究对象。

通过对国内外现有高级软卧的布局进行分析和归纳,总结出四种布局形式,见图 2。其中,高级软卧按等级分类为:图 2a 所示的高级双人软卧;图 2b 所示的高级双人软卧;图 2c 所示的高级单人软卧;图 2d 所示的豪华软卧。

由于卧铺空间有限,卧铺设计的空间与价格成正比,卧铺空间越大价格越高,反之价格越低。卧铺空间越大用户在卧铺中的活动空间越大,舒适度就越高,同时运量就越小,故在卧铺布局设计中需同时考

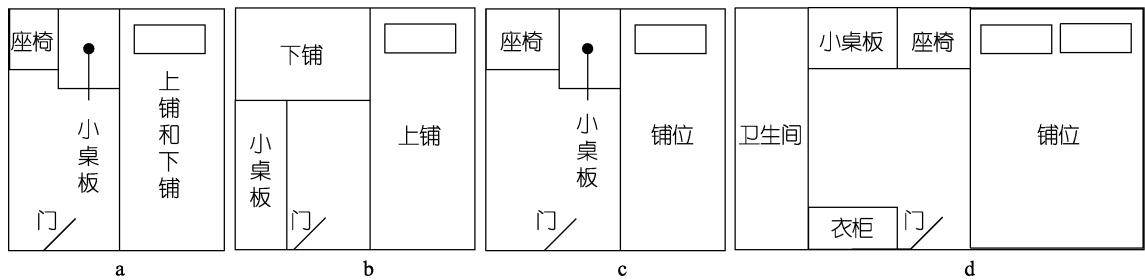


图 2 四种高级软卧布局方式
Fig.2 Four advanced soft sleeper layouts

考虑运量和空间大小。以 25T 普通型列车为例，高级软卧车定员为 16 人，包厢数量为 8 个。六人硬卧和四人软卧因其运量大、票价低等特点，在卧铺空间有限的情况下无法过多地考虑用户舒适度的问题。豪华软卧因其价格昂贵、卧铺空间宽敞，舒适度较高。而高级软卧与软卧空间大小相差不大，定员为 2 人，拟讨论将乘客需求纳入设计标准。因此，文中将 25G 普通型普速列车高级软卧的布局设计作为研究对象。

2.2 卧铺设计规范

根据 2018 年修订的卧铺客车结构安全标准的设计要求，制定列车卧铺布局相关技术参数^[12-13]，如表 1 所示。

表 1 相关技术参数 Tab.1 Relevant technical parameters	
相关技术参数	尺寸数值/mm
车辆长度（不计车钩）	25 500
车辆宽度	3 104
车辆高度	4 433
卧铺长度	不小于 1 800
卧铺宽	不小于 450，允许局部 宽度小于 450，但不小于 350
铺间高	不小于 750
上铺高	不小于 780
安全脚蹬高	不小于 170
卧铺布置及乘客空间	卧铺应纵向布置

3 行为分析方法与创新设计

3.1 乘客行为分析

从乘客出行行为上来看，选择卧铺出行主要有三个原因：乘坐火车旅行，能够观赏沿途风景，享受火车出行的愉悦感，这类列车舒适度需求高，需重点考虑卧铺的布局；城际旅行，作为代步工具使用，此类设计舒适度匹配相对中等；单纯作为通勤出行的卧铺使用，这类乘客不在意卧铺布局，而是关注卧铺坐卧的

合理性与舒适性。
乘客在卧铺中的行为主要有：进入卧铺、查看卧铺设施、放行李、交流、休息、爬梯、餐饮、娱乐等。其中放行李、交流、休息和爬梯这四种行为是乘客在卧铺的主要行为。

3.2 行为分析方法

3.2.1 乘客行为与对象映射

文献[14]给出了产品建构设计的符号学路径（Semiotics Approach of Product Architecture Design，SAPAD）理论。SAPAD 框架以符号学阶梯框架理论为基础，搭建起用户行为、意义，以及对象间的互动维度，SAPAD 产品建构框架层次图，见图 3。从 SAPAD 框架中可知，用户行为（人）的维度分为四个层次：活动、过程、动作和操作。对象（物）在建构中的维度也有四个层次：装配、对象、单元和组件。组件包括所有对象的活动，对象被应用在完成任务的过程中^[15]。在用户主观行为和客观对象间的交互过程中，用意义连接两者，分析行为-意义-对象的映射关系，探究以用户为中心的产品设计方法流程。

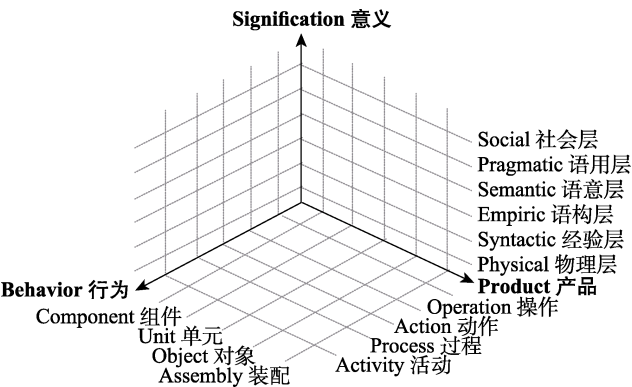


图 3 SAPAD 产品建构框架层次图
Fig.3 SAPAD product construction framework hierarchy

用户使用产品的行为都存在一定的目的性，意味着每个行为都映射了一定的含义^[15]。通过表 2 可清楚地知道乘客乘坐卧铺行为与卧铺设施的关系。在操作过程中存在一些需具体分析的动作。例如，在爬梯时，手脚与梯子的关系是什么。为得到用户行为与对象的映射关系，引入 SAPAD 框架建立各个行为层次上的意义。

表 2 乘客行为-对象的映射关系
Tab.2 Passenger behavior-object mapping relations

乘客活动	操作行为	行为相关联物
放行李 (A)	寻找行李架 (A1)	卧铺空间
	走到行李架 (A2)	卧铺空间、行李
	抬起行李 (A3)	行李、行李架
	把行李推进行李架 (A4)	行李、行李架
	确认行李全部放进行李架 (A5)	行李架
交流 (B)	查看座位 (B1)	卧铺空间
	走到座位 (B2)	卧铺空间、座位
	随手放下手中物品 (B3)	小桌板
	调整坐姿 (B4)	座椅
休息 (C)	查看铺位 (C1)	卧铺空间
	走到铺位 (C2)	卧铺空间、铺位
	调整睡姿 (C3)	铺位
	睡上铺是否会摔下 (C4)	安全脚蹬
爬梯 (D)	走到卧铺爬梯处 (D1)	卧铺空间
	双手握住爬梯扶手 (D2)	卧铺、梯子
	两只脚交替踏上爬梯 (D3)	卧铺、梯子

3.2.2 乘客行为与意义映射

意义的提取就是对 16 个操作行为进行解释，分析乘客行为背后的真实意图。每一个产品都可根据不同的目标被分为几个部分，每一个单元由多部件组

成。在意义方面，SAPAD 框架基于 Stamper 的符号阶梯框架理论，将用户行为的意义分为六个层次：物理层、语构层、经验层、语义层、语用层、社会层^[15]。通过对乘客在卧铺中的行为进行操作分析，对乘客与相关部件之间交互的行为进行分解，将获取的操作行为划分到 SAPAD 框架的各个意义层中，从而得到乘客在各个层次对卧铺的设计属性需求。针对乘客在卧铺中的 16 个操作行为，从语构层、经验层，以及语义层分析乘客真实意图，如表 3 所示。

3.2.3 乘客行为与设计需求映射

在 SAPAD 框架中，乘客行为对应行为相关物，乘客行为的语义层映射设计属性需求，通过对设计属性需求进行说明，指导完成创新设计，见表 4。

3.2.4 创新设计

通过对乘客行为与对象、意义和需求属性的映射关系，可得知行为 A——“放行李”的设计属性需求为，行李架位置合理、满足人体上肢工作可达域；行为 B——“交流”的设计属性需求为，小桌板大小满足乘客使用、座位空间满足乘客舒适坐姿需求；行为 C——“休息”的设计属性需求为，卧铺空间满足乘客舒服睡觉要求、上铺安全脚蹬高度满足不低于 170 mm 标准；行为 D——“爬梯”的设计属性需求为，爬梯满足双手抓握尺寸和距离、爬梯两个脚踏板满足乘客最小爬梯距离。

根据上述行为对应的设计属性需求进行卧铺创新设计，见图 4。该设计为一种卧铺布局，其下铺可供一位成年人，或一位成年人和一位儿童休息，上铺可供一位成年人休息，下铺的上面、左面和下面架设

表 3 乘客操作行为-意义的映射分析
Tab.3 Passenger behavior-meaning mapping analysis

操作行为	语构层	经验层	语义层
寻找行李架 (A1)	位置匹配	找对合适放行李的位置	提示、收纳
走到行李架 (A2)	存储行李、放置	行李架稳定性、位置易到达	快捷、省力、轻松
抬起行李 (A3)	双手、控制	空间位置	快捷、省力、轻松
把行李推进行李架 (A4)	双手、控制	用力推、推动行李、整洁性强	快捷、省力、轻松
确认行李全部放进行李架 (A5)	保证行李放好		
查看座位 (B1)	位置匹配、确定位置	座位够大、舒适	
走到座位 (B2)	确定位置		
随手放下手中物品 (B3)	放置	桌面整洁、位置空间大	整洁、空间大
调整坐姿 (B4)	坐高、座椅空间	贴合背部、腿部空间富裕	舒适、整洁
查看铺位 (C1)	位置匹配、确定位置	床铺空间舒适	
走到铺位 (C2)	确定位置		
调整睡姿 (C3)	卧铺空间、收纳	空间范围大、身体舒适性	舒适、整洁
睡上铺是否会摔下 (C4)	卧铺空间	安全脚蹬保护、防止从上铺摔下	安全性
走到卧铺爬梯处 (D1)	位置匹配、确定位置		
双手握住爬梯扶手 (D2)	力量、支撑、抓握、反馈	梯子质量、是否好抓握、梯子贴合度、防滑性强	省力、防滑、灵活
两只脚交替踏上爬梯 (D3)	位置、高度、力量、支撑、抓握	梯子质量、梯子贴合度、防滑性强	省力、防滑、连续

表 4 乘客行为-需求属性映射
Tab.4 Passenger behavior-requirement attribute mapping

乘客行为	行为相关物	语义层	设计属性需求
寻找行李架（A1）	行李架	提示、收纳	行李位置没有遮挡
走到行李架（A2）	行李架	快捷、省力、轻松	
抬起行李（A3）	行李架	快捷、省力、轻松	
把行李推进行李架（A4）	行李、行李架	快捷、省力、轻松	行李架位置合理，满足人体上肢工作可达域
确认行李全部放进行李架（A5）	行李、行李架		
查看座位（B1）	座位		座位没有遮挡
走到座位（B2）	卧铺空间		
随手放下手中物品（B3）	小桌板	整洁、空间大	小桌板大小满足乘客使用
调整坐姿（B4）	座椅	舒适、整洁	座位空间满足乘客舒适坐姿需求
查看铺位（C1）	铺位		卧铺没有遮挡
走到铺位（C2）	卧铺		
调整睡姿（C3）	铺位	舒适、整洁	卧铺空间满足乘客舒服睡觉要求
睡上铺是否会摔下（C4）	安全脚蹬	安全性	上铺安全脚蹬高度满足不低于 170 mm 标准
走到卧铺爬梯处（D1）	卧铺、梯子		
双手握住爬梯扶手（D2）	卧铺、梯子	省力、防滑、灵活	爬梯满足双手抓握尺寸和距离
两只脚交替踏上爬梯（D3）	卧铺、梯子	省力、防滑、连续	爬梯两个脚踏板满足乘客最小爬梯距离

安全防撞板，避免儿童在休息时发生磕碰，同时乘客在爬梯时可抓握右侧扶手以辅助爬梯。后文在进行 Jack 软件验证时，为更直观地分析乘客的主要行为，隐藏了卧铺包厢右边的墙面。上下铺可通过票价进行区分，下铺空间更大票价更贵，反之上铺空间小价格便宜。通过设计模型得出卧铺布局图，见图 5。卧铺相关尺寸依据国家标准规范确定，见表 5。



图 4 卧铺创新设计模型
Fig.4 Illustration of innovative design of sleepers

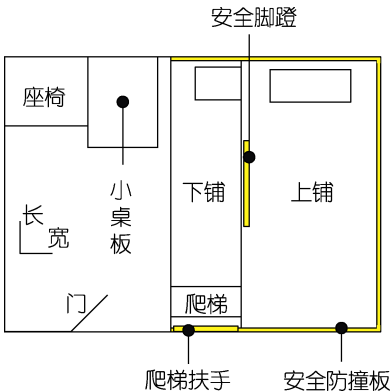


图 5 卧铺布局
Fig.5 Sleeper layout

表 5 卧铺相关尺寸
Tab.5 Sleeper related dimensions

对象	长/mm	宽/mm	高/mm	备注
内部空间	2 000	2 670	2 550	
上铺	1 900	950	990	
下铺	1 900	1 350	1 050	
上铺安全脚蹬			170	设计过程
座椅面距离地面距离			310	尺寸已考
座椅座面	510	670		虑功能修
座椅靠背			830	正量和着
小桌板	690	490		装修正量
小桌板距离地面距离			730	
爬梯角度/(°)			65.6	
爬梯		220	1 050	

4 Jack 可行性验证

4.1 静态生理尺寸分析

静态尺寸是人体主躯干处于固定标准状态下测量所得的数据，如身高、体质量、臂长、腿长等数据。在人的工作生活中，常用的人体尺寸主要包括身高、眼睛高度、肘部高度、挺直坐高、肩宽、臀高、大腿厚、膝盖高度，以及臀部到膝盖长等。这些基本的人体测量数据在具体设计中约束了最大或最小尺寸。

文献[16]给出了Ⅲ型产品（平均尺寸产品设计）尺寸设计只需要第五十百分位数作为产品尺寸设计的依据。列车卧铺布局设计是为多数人服务的，故属于Ⅲ型产品。在进行 Jack 软件验证时，在对“放行李”“交流”“休息”行为进行分析时需考虑男性第五十百分位数，在“爬梯”行为分析时需考虑女性第五十百分位数。在 Jack 软件中按照《GB 10000—1988 中

国成年人人体尺寸》^[17]中人体主要尺寸数据建立男性和女性第五十百分位（分别为男 P50，女 P50）人体模型，用于人机工程学仿真分析（如图 6 所示），其人体身体身高和体质量尺寸，见表 6。



图 6 男性和女性第五十百分位百分位人体身体尺寸
Fig.6 Human body sizes of P50

表 6 人体身体身高和体质量尺寸
Tab.6 Human body height and weight

人体百分位	身高/mm	体质量/kg
男 P50	174.2	77.7
女 P50	163.0	63.0

4.2 动态功能尺寸分析

动态尺寸是人体进行运动时肢体接触的空间范围，是肢体活动运动所产生的长度和角度的范围尺寸。在实际生活中，人体的运动往往通过水平或垂直的 1~2 种以上的复合动作来达到目标，从而形成动态的立体作业范围。通过对动态尺寸的定义，可知卧铺的空间不能仅由人体静态尺寸决定，人由卧姿起身到座位坐姿的肢体活动尺寸，也是设计的重要参考尺寸^[4]。

通过对现有卧铺设计建模，同时考虑乘客在卧铺的运动范围，根据 Jack 软件对人体模型的“放行李”（A）、“交流”（B）、“休息”（C）“、爬梯”（D）这四种行为进行分析，见图 7。

4.3 Jack 分析工具

4.3.1 舒适度分析

舒适度分析用于评价乘客某个行为下关节及整体姿势的舒适度。该工具基于表 7 所示的指标来评价舒适度。Jack 软件中舒适度分析工具将显示各个关节弯曲情况，根据数值及颜色即可判断整体舒适度^[9]。

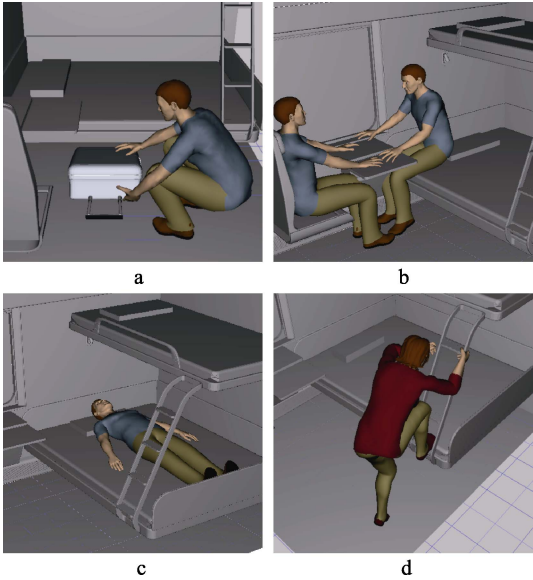


图 7 四种行为
Fig.7 Four behaviors

表 7 舒适度分析测量部位及范围
Tab.7 Comfort analysis measurement site and range

测量部位	范围/(°)	典型值/(°)
头部弯曲角度	-10~26	7
左/右上臂弯曲角度	19~75	50
左/右肘弯曲角度	86~164	128
左/右大腿弯曲角度	90~115	101
左/右膝盖弯曲角度	99~138	121
左/右脚弯曲角度	80~113	96

4.3.2 工作姿势分析

工作姿势分析评价可快速检查工作姿势。评价基于背部、手臂和腿负载要求的工作姿势的不舒适度。分析结果分为四个纠正需求等级：级别一，姿势是正常的，没有纠正必要；级别二，姿势可能有一定的不良影响，虽不需要立即采取行动，但也应在近期做调整；级别三，姿态有不良影响，应尽快纠正；级别四，姿势非常有害，必须立即纠正^[9]。

4.4 “放行李”行为分析

针对乘客“放行李”的行为，构建相应任务模型，进行舒适度分析和工作姿势分析评估，见图 8。其中，图 8a 为“放行李”舒适度分析；图 8b 为“放行李”工作姿势分析。分析结果显示：舒适度的相关数据认为乘客头部、上臂、肘部、大腿、膝盖和脚的弯曲角度显示绿色，都处于舒适范围内，因此判定坐立行为舒适度正常，其中左右肘部和左右膝盖的值即将超出舒适范围，肘部和膝盖的设计还有改进的空间。“放行李”行为的纠正需求为等级一，表明放置行李姿势是正常的，没有纠正必要。

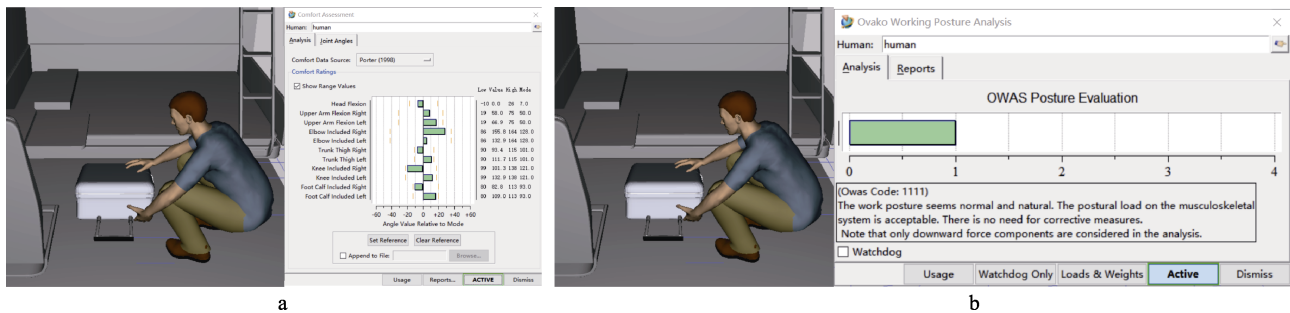


图 8 放行李行为分析
Fig.8 Luggage placement behavior analysis

4.5 “交流”行为分析

针对乘客的“交流”行为构建相应任务模型,进行舒适度分析和姿势分析评估,如图 9 所示。其中,图 9a 为“交流”舒适度分析;图 9b 为“交流”姿势分析。分析结果显示:舒适度相关数据认为乘客的头部、上臂、肘部、大腿、膝盖和脚的弯曲角度显示绿色,均处于舒适范围内,因此认为交流行为舒适度正常,其中左右肘部和左右膝盖的值即将超出舒适范围,肘部和膝盖的设计还有改进的空间。“交流”行为纠正需求为等级一,表明交流姿势是正常的,没有纠正必要。

4.6 “休息”行为分析

针对乘客的“休息”行为构建相应任务模型,进行舒适度分析和姿势分析评估,见图 10。其中,

图 10a 为“休息”舒适度分析;图 10b 为“休息”工作姿势分析。分析结果显示,舒适度相关数据认为乘客的头部、上臂、肘部、大腿、膝盖和脚的弯曲角度显示绿色,均在舒适范围内,因此判定“休息”行为舒适度正常。“休息”行为的纠正需求为等级一,表明下铺卧姿姿势是正常的,没有纠正必要。

4.7 “爬梯”行为分析

针对乘客的“爬梯”行为构建相应任务模型,进行舒适度分析和姿势分析评估,如图 11 所示。其中,图 11a 为“爬梯”舒适度分析;图 11b 为“爬梯”姿势分析。分析结果显示:舒适度相关数据认为乘客的头部、上臂、肘部、大腿、膝盖和脚的弯曲角度显示绿色,都处于舒适度范围内,因此认为“爬梯”行为舒适度正常。“爬梯”行为的纠正需求为等级一,表明爬梯姿势是正常的,没有纠正必要。

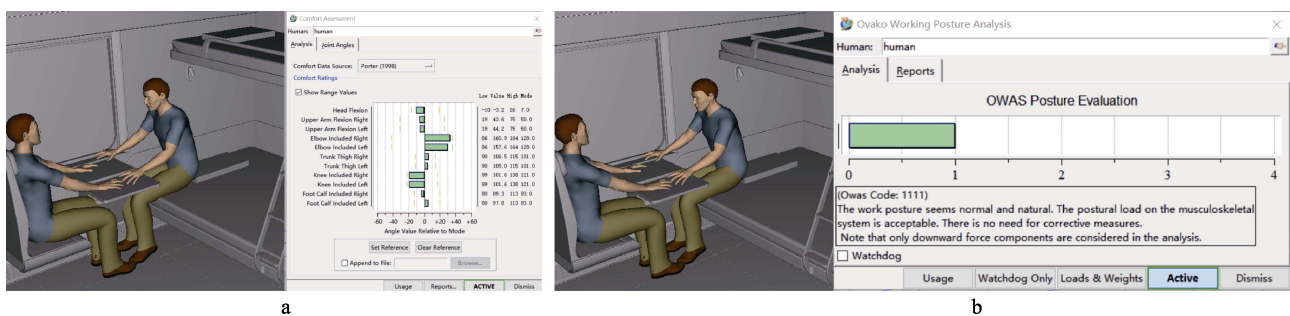


图 9 交流行为分析
Fig.9 Communication behavior analysis

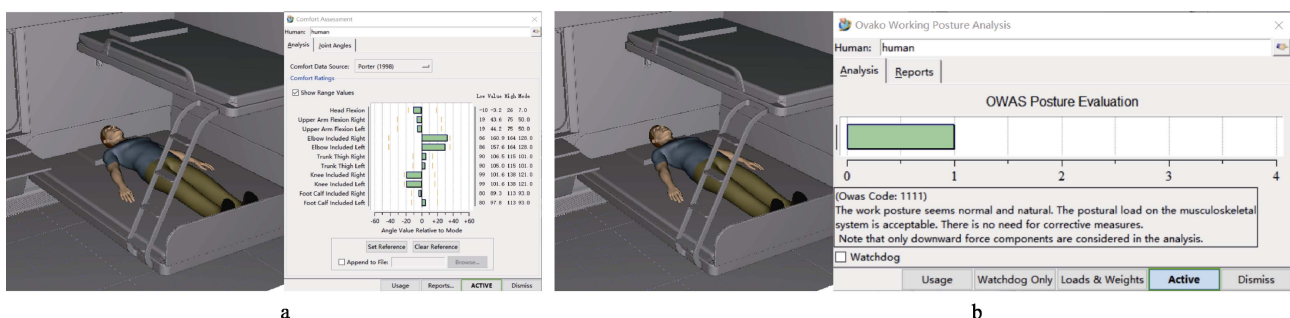


图 10 休息行为分析
Fig.10 Rest behavior analysis

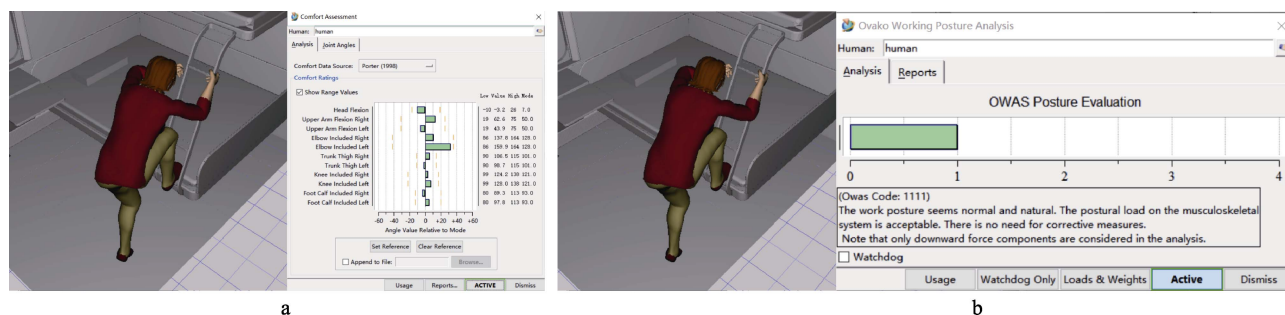


图 11 爬梯行为分析
Fig.11 Ladder climbing behavior analysis

4.8 小结

基于行为分析得到了乘客行为与对象的映射关系及设计属性需求,通过 Jack 软件对乘客在卧铺中的四个主要行为进行舒适度和工作姿势分析评估,通过实验结果说明在创新卧铺布局设计中用户体验良好、舒适度较高,验证了创新设计的合理性和可用性。

5 结论

以乘客在卧铺空间中的行为为中心,基于传统的卧铺布局进行创新设计。行为分析过程中引入 SAPAD 框架,获取乘客各行为背后的真实意图,根据乘客行为与列车卧铺的映射关系、乘客行为意义分析,以及乘客行为的需求得出设计属性需求,最后根据用户在列车卧铺中的四个主要行为,选用 Jack 软件进行针对性及普适性的人机验证分析,确保创新设计的可用性与合理性。

运用 SAPAD 框架进行分析研究,通过对乘客行为和对象的意义进行具体分析,将用户行为、操作意义与关联物进行映射,完整清晰呈现出整个交互系统。SAPAD 框架构建出来的设计方案与后续列车制造运营联系更为密切,最终的创新设计可从研究过程中获取设计属性需求。

文中研究方法和分析结果可为 25G 普通型普速列车高级软卧布局设计的进一步迭代与优化提供参考。但本研究仅是基于 SAPAD 框架的个案,由于关注的是乘客的一般行为,在意义分析时停留在语构层、经验层和语义层,后续研究拟通过迭代设计,在社会层和语用层深度研究,以期产生更多的产品创新机会。

参考文献:

- [1] 薛帅. 国务院印发《“十四五”旅游业发展规划》[N]. 中国文化报, 2022-01-21(01).
XUE Shuai. The State Council Issued the "14th Five-Year Plan for Tourism Development"[N]. China Culture News, 2022-01-21(01).

- [2] PUCILLO, FRANCESCO, CASCINI, et al. A Framework for User Experience, Needs and Affordances[J]. Design Studies, 2014, 35(2): 160-179.
- [3] 罗仕鉴, 朱上上. 用户体验与产品创新设计[M]. 北京: 机械工业出版社, 2010.
LUO Shi-jian, ZHU Shang-shang. User Experience and Product Innovation Design[M]. Beijing: China Machine Press, 2010.
- [4] 欧静, 郑云爽, 赵江洪, 等. 基于行为分析的叉车驾驶室造型设计研究[J]. 包装工程, 2019, 40(14): 128-134.
OU Jing, ZHENG Yun-shuang, ZHAO Jiang-hong et al. Research on Forklift Cab Modeling Design Based on Behavior Analysis[J]. Packaging Engineering, 2019, 40(14): 128-134.
- [5] 于入洋, 王江涛, 何人可, 等. 基于用户行为的扫地机器人 APP 体验优化方法研究[J]. 包装工程, 2022, 43(2): 90-97.
YU Ru-yang, WANG Jiang-tao, HE Ren-ke, et al. Research on Optimization Method of Sweeping Robot APP Experience Based on User Behavior[J]. Packaging Engineering, 2022, 43(2): 90-97.
- [6] 姚湘, 郭雨晴, 李萌. 用户行为分析视角下的产品人机优化设计[J]. 包装工程, 2020, 41(18): 90-100.
YAO Xiang, GUO Yu-qing, LI Meng. Human-machine Optimization Design of Products from the Perspective of User Behavior Analysis[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(18): 90-100.
- [7] 王江涛, 何人可. 基于用户行为的智能家居产品设计方法研究与应用[J]. 包装工程, 2021, 42(12): 142-148.
WANG Jiang-tao, He Ren-ke. Research and Application of Smart Home Product Design Method Based on User Behavior[J]. Packaging Engineering, 2021, 42(12): 142-148.
- [8] 赵芳华, 孙惠东, 关玉明. 基于 Jack 虚拟仿真分析的介助老人护理床人机工程学设计[J]. 包装工程, 2020, 41(24): 30-39.
ZHAO Fang-hua, SUN Hui-dong, GUAN Yu-ming. Ergonomic Design of Mediated Elderly Care Bed Based on Jack Virtual Simulation Analysis[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(24): 30-39.

(下转第 51 页)