

基于VR技术的城市商业综合体业态与人流流动线应急分析

刘云¹, 郑重²

1. 大连工业大学, 大连 116000; 2. 辽宁轻工职业学院, 大连 116000

摘要:在新型冠状病毒肺炎疫情流行后, 国际社会的变化不仅体现在国家政治和经济的宏观层面, 还体现在具有公共安全意识和措施的微观层面。中国当代城市体系中, 大规模的商业综合体作为人流密集的公共室内区域, 占据着城市中心区。在应对突发事件时, 商业综合体必须实现最快、最有效的防护功能。基于SEIR病理模型, 获得不同时期的病毒传播性和感染率等方面的定量实验数据作为参考, 本研究通过虚拟现实技术, 将大型商业综合体的不同业态在虚拟体验空间中组成不同单元, 以不同时段、不同业态作为不同目标点, 对人流流动线与人流动度的变化进行实验。同时, 将虚拟现实中的数据可视化, 进行仿真分析, 依此提出空间设计防护的调整策略, 探讨在中、高密度人群的公共商业空间中, 降低突发事件影响的人流动线设计方法。

关键词:商业空间; 疫情; 虚拟现实技术; 业态单元; 动线设计

中图分类号: J525; TU984.191

文献标识码: A

文章编号: 2096-6946(2021)03-0065-06

DOI: 10.19798/j.cnki.2096-6946.2021.03.010

Emergency Analysis of Business Form and Pedestrian Flow Line of Urban Commercial Complex Based on VR Technology

LIU Yun¹, ZHENG Zhong²

1. Dalian Polytechnic University, Dalian 116000, China; 2. Liaoning Vocational College of Light Industry, Dalian 116000, China

Abstract: In the international community after the COVID-19 epidemic, the changes in the world are not only reflected in the macro-level of national politics and economy, but also reflected in the micro-level with public security awareness and measures. In China's contemporary urban system, large-scale commercial complexes occupy the central area of the city as public indoor areas with a dense flow of pedestrian. During the epidemic, commercial complexes must realize the fastest and most effective protection function when dealing with emergencies. Based on the quantitative experimental data provided by the SEIR pathology model in terms of virus transmission and infection rate in different periods, the world has put forward more and more specific and strict requirements for epidemic prevention. This paper uses Matlab to form different units of large-scale commercial complexes into different units in the virtual experience space, and conduct experiments on the changes in the flow of pedestrian and the density of pedestrian in different time periods and different types of businesses as different targets. At the same time, the data visualization in virtual reality and simulation analysis are carried out, and the adjustment strategy of the space design protection is proposed accordingly. This paper discusses how to design the flow line of pedestrian in the public commercial space with medium and high density population to reduce the impact of emergencies.

Key words: commercial space; epidemic; virtual reality technology; business unit; flow design

收稿日期: 2021-03-15

基金项目: 国家社会科学基金艺术学一般项目(BG04260)

作者简介: 刘云(1970—), 男, 河北人, 博士, 大连工业大学教授, 主要研究方向为城市公共空间环境设计。

21世纪以来,频发的公共安全问题作为“大城市病”的典型症状,逐渐成为了社会各界关注的焦点。新型冠状病毒肺炎疫情的蔓延使世界各国的公共卫生和防护治理系统面临严峻的考验。疫情犹如一面明镜,映射着世界各国城市的公共安全应急处理能力。各国都应综合考虑本国国情,针对性地为防疫制定策略。在疫情期间和后疫情时期,其防护设计问题尤其重要,如何回应和解决防护设计成为社会公共空间序列中的新问题。

一、疫情期间的商业综合体

(一) 疫情让商业综合体产生变化

城市核心区域的商业综合体是城市空间体系的重要组成部分,是城市一个最重要的聚会、购物和娱乐的综合性场所,城市居民在这里聚集,形成了多种形式的交流与交往,充分体现了其开放的公共性意义。作为城市里人流最大、密集度高、容易形成人群交叉感染的场所之一,它的综合应急能力显得十分重要。随着疫情的蔓延,商业综合体将产生巨大的变化,其变化主要表现在人与环境两个方面,关于人的行为会有新的规范,关于环境会有新的检测与防护措施,最核心的就是,无论空间布局、空间流线、安全设施等都会随着疫情的应急要求而作出回应。除了要求每一个人要具备防护意识,提高警惕,更需要人们在特定环境中,重新定位与规范自己的各种行为习惯。

(二) SEIR 模型

常见的传染病模型按照传染病模型种类大致分为SI、SIR、SIRS、SEIR模型等,按照传播机理又分为基于

$$\begin{aligned}\frac{dS}{dt} &= -\frac{r(\beta I + \beta_1 E)S}{N} \\ \frac{dE}{dt} &= \frac{r(\beta I + \beta_1 E)S}{N} - \alpha E \\ \frac{dI}{dt} &= \alpha E - \gamma I \\ \frac{dR}{dt} &= \gamma I\end{aligned}$$

图1 SEIR基本数学模型

$$\begin{aligned}S_n &= S_{n-1} - \frac{r(\beta I_{n-1} + \beta_1 E_{n-1})S_{n-1}}{N} \\ E_n &= E_{n-1} + \frac{r(\beta I_{n-1} + \beta_1 E_{n-1})S_{n-1}}{N} - \alpha E_{n-1} \\ I_n &= I_{n-1} + \alpha E_{n-1} - \gamma I_{n-1} \\ R_n &= R_{n-1} + \gamma I_{n-1}\end{aligned}$$

图2 SEIR迭代数学模型

常微分方程、偏微分方程、网络动力学等不同类型,见图1—2。

SEIR模型作为一种典型的表达传染病发展趋势的数学测算模型,能够精准地对影响传染病传播发展的各项因素,包括病毒的传播速率、传播空间范围、传播的方式路径及传播动力学原理问题,进行有效分析。其测算成果用以指导对传染病的有效预防和控制^[1-3]。

在此模型中,将人群分为四类:易感者(Susceptible)记为 S ,易感者即尚未患病的人群,且有与病患接触的可能性。潜伏者(Exposed)记为 E ,潜伏者即处于疾病潜伏期的无症状模型。新型冠状病毒潜伏期也具有传染性。感染者(Infected)记为 I ,感染者即被感染人群。康复者(Recovered)记为 R ,康复者即痊愈病患。模型认为康复者不会再次被感染。由于接触、隔离和治疗,这四类人群是可以相互转化的,见图3。

模型模拟了一个传染源在不受管控下发展18天可造成近一万人感染的计算过程,见图4。当社交隔离程度达到70%及以上时,确诊人数曲线一般不再改变。这说明隔离程度达到70%以上之后,防疫效果将不再增加。政府也开始制定应急预案:派专人对公共设施进行消毒,要求民众戴口罩,勤洗手,少出门,避免多人接触。

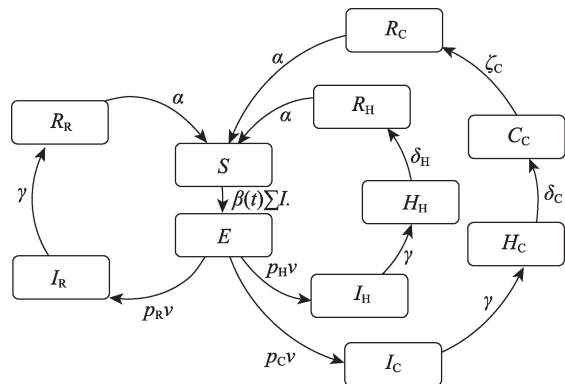


图3 SEIR模型互相转化关系

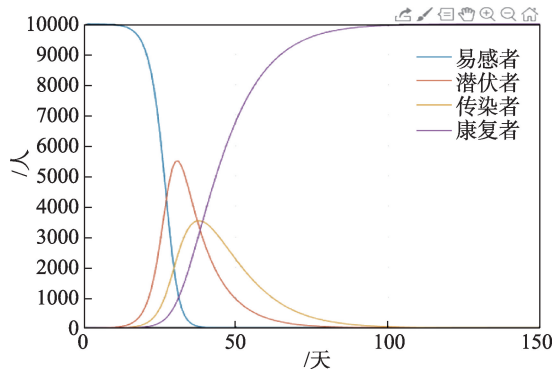


图4 病毒传播趋势示意图

(三) 城市空间的疫情防控要求

后疫情时期,公共空间从原来开放、便捷的交往与集结的方式走向为满足疫情公共安全防护要求的新公共空间活动方式。依据国家关于疫情防护数据研究成果,并结合《应急管理工作手册》,针对空间总结五点认识。第一,控制疫情的关键是减少人口流动,特别是限制疑似感染者在公共场所的流动。第二,一旦发生疫情,在最短的时间和有限的空间内阻断传播路线。因此,城市的功能空间结构也需要相应地调整。第三,注意一定的封闭与隔绝的防护行为,在开敞的公共空间中,人和人之间要在防控高度警觉的前提下交流并尽量避免直接接触,保持一定距离。第四,在进行公共性活动时,不但要注意人与人之间的距离,还要注意人和环境之间的防护关系。第五,对于城市公共空间环境提出了城市功能-空间的防疫应对措施,构建城市-片区-社区的多层级公共空间疫情防控区。

根据这些要求,对商业综合体的空间设计重新定位。不管是人和人之间的行为,还是人和环境之间的接触方式,尤其是环境当中的交通流线和空间布局等的设计,都需要具有防控性功能的变化。

二、基于VR技术探讨商业综合体后疫情分析

城市商业综合体作为体现城市复杂商业经济元素集合的综合系统,具有将城市中多种复杂多样的商业功能进行重组和集合的能力,并平衡各部分商业集聚功能的协调配合,构建一种相辅相成的和谐互赢关系,确保城市商业发展多功能、高效率,从而实现商业价值的最大化。它往往集合商业、办公、居住、旅店、展览、餐饮、会议、文娱等三项以上的城市空间功能组合^[4],不同规模的城市中心区一般都具有这种商业综合体。中国的城市商业综合体有很多品牌,如万达广场、大悦城、百年城、万象城、恒隆广场、天河城等。以万达商业中心为例,目前,万达集团已在全国三十多个省、市、区的188个城市,开设了近二百三十多家万达广场(商业中心)。据报道,2021年万达集团计划开业50家万达广场。这些购物中心成为市民们平时逛街、购物、聚会、娱乐、锻炼最频繁的去处。

本研究选取坐落于上海黄浦区南京东路的上海世茂广场为研究对象,其前身为“上海百联世茂国际广场”,由百联集团授权经营管理。2017年5月,世茂集团收回经营管理权,将其正式更名为“上海世茂广场”,并于2018年9月重新开业。该商场地处上海市中心最

繁华、闻名中外的“中华第一街”——南京路商业步行街的起点位置,作为上海地区的标志性建筑,国际水准的休闲购物中心,总体建筑面积约58 000 m²,是中外游客游览上海必达之处。作为魔都的“潮流枢纽”,其周边汇聚3条地铁主线和34条主要公交干线,交通条件四通八达,十分便捷。该商场的消费者目标群体为20~35岁的潮流人士。上海世茂广场的建筑设计风格以“剧院”为设计主元素,东区采用“轻工业风”建造风格,与西区的现代艺术美学相互呼应。全新的广场采用巨构门头的设计,整体建筑风格一改往日沉闷单调的建造风格,外立面采用通透简约的玻璃材质幕墙,实现了商场现代化的风貌重构,外广场以形态迥异的红色飞天梯衔接商场入口,使消费者带着探索性和仪式感进入商场内部。上海世茂广场一层平面图见图5。

(一) “抽象数据”的“具象感知”

在VR技术支撑下的虚拟商场空间模拟优点就是,可以将现实中的调研数据作为条件,通过模拟计算得出数据,并最终以虚拟空间变化趋势进行展现,转换成空间具象视觉并获得直观感知。这一过程的关键是基础调研数据来源于真实数据获取,以保障计算机实验计算结果更加具有真实性,并反馈在场景中更具有现实意义。上海世茂广场VR虚拟场景模型见图6。

假定调研数据作为条件设定,针对模拟空间演算出的数据游离于环境中,将环境物质条件、人流条件以及疫情防控条件都概括为数据,在计算机通过数学模型的计算方式对各类调研数据机型详细测算、解码后,并将这些测算后的精准逻辑信息运用到原始的建筑空间场所,这些数据信息就具备了可视化的“可操作性”的具象特征,这也成为了VR虚拟技术感知空间的现

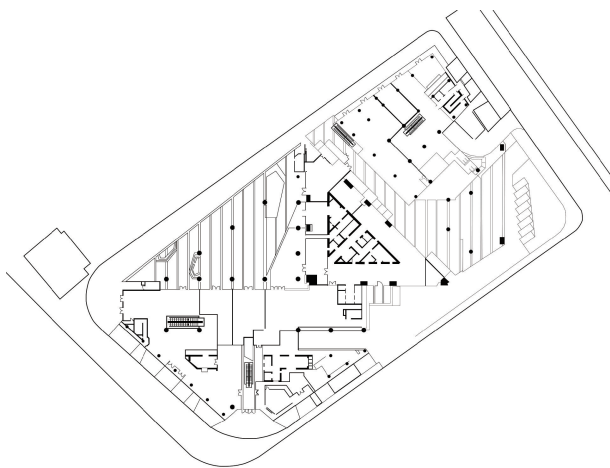


图5 上海世茂广场一层平面图

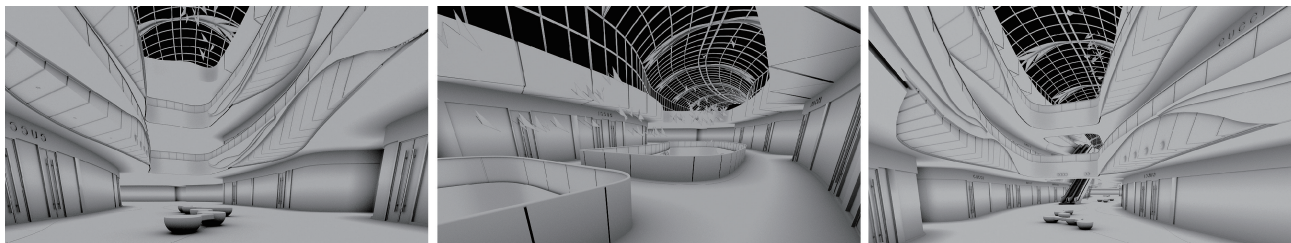


图6 上海世茂广场VR虚拟场景模型

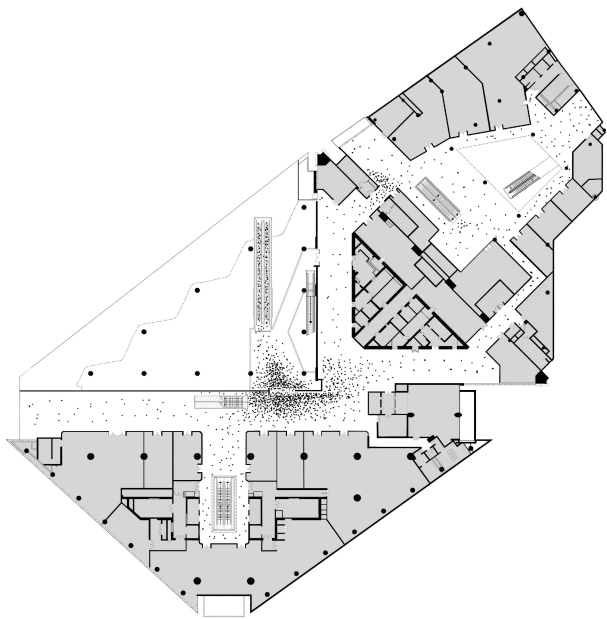


图7 VR虚拟人流运动示意截图(9:15)

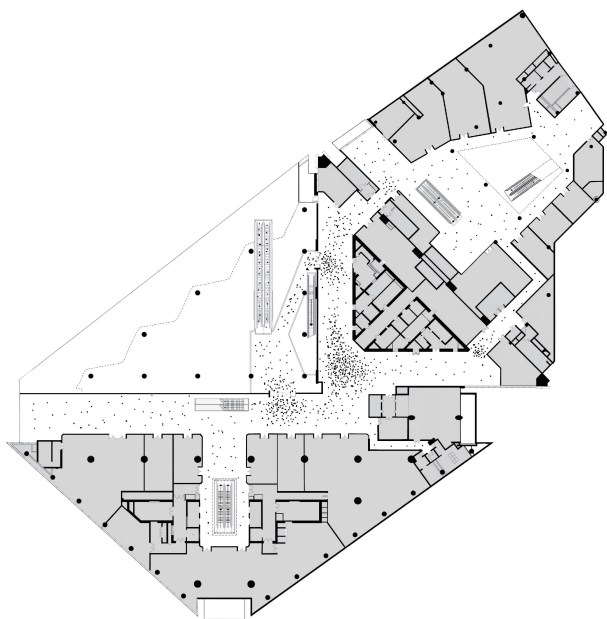


图8 VR虚拟实验场景2(10:00)

实依据。本研究的设定是将区域空间体块抽象为单元体,根据功能需求确定各空间划分空间体积大小以及确定其在原有框架设定下的准确位置,假设商业售卖吸引力为均质化条件,在此基础上获得数据。

假设人流在早上9点从商厦南西两个主入口涌入,以一刻钟为单元节点观察数据,空间中的楼梯不仅是纵向交通的必要设施,而且成为单位空间之间的“连线”,与走廊的功能趋同。VR虚拟人流运动示意截图(9:15)见图7。至此,看似无序却有着缜密逻辑秩序的人流运动轨迹呈现出来。这样的操作体现了时间与空间的交织状态;数据的设定让流线也变得有迹可循、有理可依。实验的目的是以“理性的数据分析测算”这种多组“暗示”的组合和分析,给空间布局与客流交通设计带来一定的启示。

业态布局的合理划分和动线的有机规划是城市商业综合体设计的核心元素,也是设计规划的难点所在,在一定程度上是体现商业综合体空间组织是否合理化和规范化的标准。在对于商业综合体的规划设计上,要将业态和动线两者紧密联系在一起,统筹兼顾。

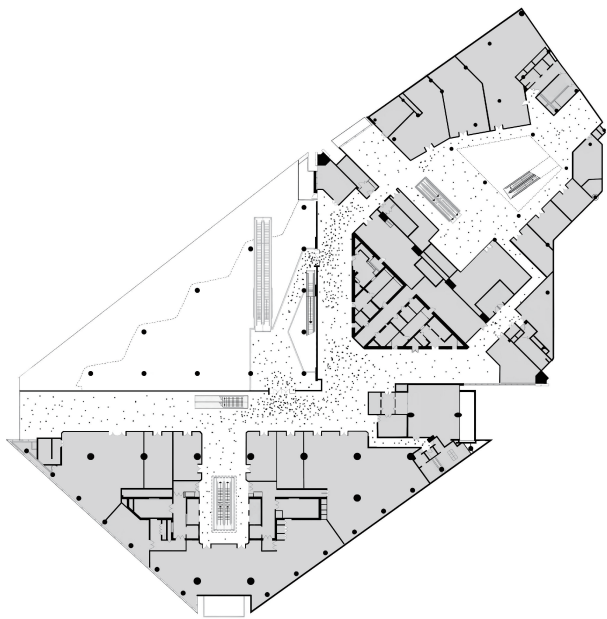


图9 VR虚拟实验场景3(11:00)

实验中,VR虚拟实验场景2和3(见图8—9)分别是在假定时间1 h后和2 h后的人群集结与流动的状态。不同时段的数据特征,通过空间噪点模拟人群流

动的特点,体现大部分人流密集的空间为公共交通节点空间。随着时间的推移,人流由相对集中的状态走向分散。虽然,购物人员数量在不断增加,密度却由大变小。采集数据过程中,分区是为了使数据更具空间可视意义。由于商业综合体的空间是混合性很强的多种业态的组合,也使问题显得更加复杂。本研究采用将业态按照调研数据排列等级,将等级转化成数据条件输入计算模型中,这样得到的结果也是有层次的,将商业综合体内的各种业态关系看作一个自然群落的生态系统,通过对创造多种业态之间的数据生态条件进行分析,以数据的变化为条件来充分显示人口的流动关系和规律^[2,5-6]。空间交通动线的连续性关键在于:动线走向与业态配置之间的商业空间逻辑组织关系,这会让实验更真实。

(二)“具象感知”的设计转化路径

疫情冲击后的人们对商业综合体空间存量的设计方面具有更加深层次而严格的要求,尤其是公共安全健康和绿色环保方面尤为偏重。而经过精确测算下的大数据不仅可以在理论层次实现对整体空间的调控,而且能够及时反馈流量人群的健康指数和空间绿色数据指标,可以提前将“灾难信息”通过可视化的数据进行传播和及时预防,适时地调节人员的分布区域和密度,在实现公共安全卫生的健康要求的同时提高了空间的利用率^[3,7]。大数据的应用对商业综合体的空间设计和利用具有极其重要的关键效用,能够使空间设计形式更好地以人为本,将数据运用作为主导因素的商业空间设计具有更加实用的现实意义^[8]。

基于SEIR模型数据,并依据模拟空间人员流动数据变化规律,可以得出基本判断,即中心性的偏封闭为主的空间,依照轴线关系可以向多轴线散点的开放模式转变,以实现将过于聚合的空间,在管控的前提下尽量开敞、有序。

(三)“业态”的分级与空间行为的有序

顾客的消费行为一般分为两类:目的性消费和随机性消费。其对应业态为可视化百货零售、生活配套设施、中小型餐饮等为随机性消费业态类型,其余业态类型如超市、酒楼、娱乐、健身、教育等为目的性消费业态。商业综合体的设计规划同其他类型的建筑设计一样,不仅要对建筑项目用地进行合理考察,而且要在此基础上对交通优势和人流特点进行详细分析。其业态规划和布局也与人流交通、城市环境等因素息息相关。例如,将具有独特商业特色的业态项目放置于醒

目的区域位置,临主街、主入口干道进行布局规划。餐饮业态空间不仅要考虑人流密度,还有追求观赏性的环境景观等因素。除此之外,商业综合体的业态布局还需注意以下原则:

(1)人员密度变化呈较大波动状态;(2)在不同业态空间中,存在人员过于集中现象;(3)人员流动中存在距离过近的易感危险。

(四)“弹性空间”的应急作用

空间意义上的“弹性空间”指的是空间具备一定的“容量”可变性,作为人口流动方式的主动适应而存在。它是在大数据对原有人流数据收集、整理测算后,通过计算机模拟实验,体现人群行为的一种弹性变量可视化数据。

在大数据支持下,“弹性空间”成为本次空间实验的首要特征。计算机通过对人流空间环境数据的实时汇总相应作出适应性反馈,以此来实现“弹性空间”对人流动向的引导和控制^[9],例如,在空间布置热传感设备,并对区域空间不同时段的不同人群的运动数据进行统计采集,通过人脸捕捉、温度检测等仪器探索而得的数据对人群密度进行合理测算固化,从而实现对空间人群的移动走向和速率的量化把控,同时启动空间健康绿色指标调控系统,显现人口流动路径空间的“弹性”,体现特定人群的“个性化”路线。

以本案为例,依据设备捕捉的数据归纳和总结,重叠不同时段的可视图示,相应的过程空间属性则需接受“弹性指标”的调控。然而,由于“弹性指标”调控的存在,使得原本静态固化并单一的路径空间在“间距”和“交叉模式”的配合下,使“个性化”流线路径得以完整呈现。

就弹性系数本身的影响来看,空间中的流线分布始终处于一种活化的充分弹性动势。位于数据集合中部的数据弹性变化的幅度一定强于两极端数据弹性变化的幅度。首先,计算机对搜集到的大数据进行分析,而后为其提供更为丰富且复杂的流动线路,其中包括与同行人的流线共享。空间布局的轴线调整建议见图10,空间布局的应急空间设计调整建议见图11。

“弹性空间”技术的现实应用,实现了后疫情时代对商业空间的合理化管控,借助大数据分析引导,其意义超越了本身静态物理属性之外,空间弹性在一定程度上也保证了路线体验的有效性。除此之外,通过对不同目的的商业性质需求从而选择特定的数据路线,并在商业空间内对其路线进行限定,主动为其提供体验行为的数据支持。特定空间的展开秩序不同,获取

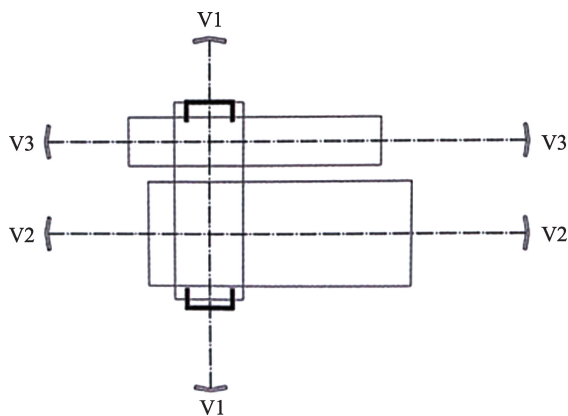


图10 空间布局的轴线调整建议

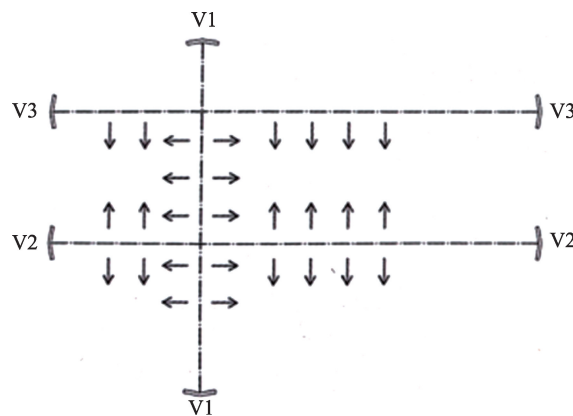


图11 空间布局的应急空间设计调整建议

的空间理解认知也随之不同。

总而言之,“弹性空间”模式本质上就是通过对空间人群活动进行的数据搜集,从而改变环境空间,并对人群进行实时性的调整。具有灵活的实时应变性,让空间中的不确定因素得以实现平稳过渡转化。从某种意义上来说,空间弹性所启发的价值,通过交互手法介入人群,不断变化新的社交边界和尺度,从而引发新的空间格局和交通流线的随机性的管控曲线变化。这种“弹性空间”机制下的空间数据的自组织状态,为有限的商业空间提供了更广阔的空间管控的数据支持^[10]。在满足人们对空间追求的体验感的同时,也为商业空间提供了应急管控的方法途径。这种弹性机制实验证明:空间与客流行为的关系不会因为疫情发生本质性的改变,面对多种多样的消费行为,面对疫情的波动,在商业空间中预先取得大数据的人流动线分析结果,并做出随机性或永久性的空间设计回馈,是可以做到的。

三、结语

本研究针对城市商业综合体的空间模拟实验讨论,当大数据被数学计算模型解析并体现在空间的设计规划中,信息的价值与空间的多维互动也被激发出新的功能价值。对数据的收集、调整、筛选及再组合,使得原始建筑场地的空间属性被重新焕活,为空间的操作留下活动空间。归纳了对于封闭高密度商业综合体空间设计的几点启示:(1)新型冠状病毒传播机理的认知、大型商业室内空间的应对策略上基本方向一致;(2)针对疫情应对指南的措施开展了专题研究,对于典型案例本文进行了综合梳理,为今后研究提供参考;(3)本着务实原则,对于综合商业中心的室内流线,空间布局提出应急设计策略;(4)随着新型冠状病毒肺炎疫情的常态化,需要重新审视和检验前期研究提出的策略的可操作性。

参考文献

- [1] 翟萌. 新冠病毒肺炎 COVID-19 的传播途径及预防和防护[J]. 基因组学与应用生物学, 2020, 39(10): 4895-4898.
ZHAI Meng. Transmission Pathway and Prevention and Protection of COVID-19[J]. Genomics and Applied Biology, 2020, 39(10): 4895-4898.
- [2] 吴伟慎. 天津市某百货大楼新型冠状病毒肺炎聚集性疫情调查分析[J]. 中华流行病学杂志, 2020(4): 489-492.
WU Weishen. Investigation and Analysis of the Epidemic Situation of COVID-19 in a Department Store in Tianjin [J]. Chinese Journal of Epidemiology, 2020(4): 489-492.
- [3] 宓国彦. 基于疫情探讨室内精装健康的提升策略[J]. 绿色建筑, 2020, 12(2): 7-9.
FU Guoyan. Discussion on Promotion Strategy of Interior Hardcover Health Based on Epidemic Situation[J]. Green Building, 2020, 12(2): 7-9.
- [4] 赵永宪. 疫情中应急管理防控与城市公共空间设计的意义[J]. 中国应急管理科学, 2021(3): 57-62.
ZHAO Yongxian. Prevention and Control of Emergency Management in Epidemic Situation and Significance of Urban Public Space Design[J]. China Emergency Management Science, 2021(3): 57-62.
- [5] 严巧凤. 浅谈 VR 技术对公共应急救援设施的应用价值[J]. 西部皮革, 2020, 42(12): 75.
YAN Qiaofeng. Discussion on the Application Value of VR Technology to Public Emergency Rescue Facilities[J]. Western Leather, 2020, 42(12): 75.
- [6] 王成荣. “后新冠时代”加快智慧型社区商业服务体系建设的思考[J]. 商业经济研究, 2020(12): 5-9.

(下转第83页)

2017(4):92-96.

WANG Yu. A Diagram of Peter Eisenman's Architecture [J]. Journal of Jilin University of Arts, 2017(4):92-96.

- [12] EISENMAN P. Diagram Diaries[M]. London: Thames Hudson, 2005.

(上接第56页)

- [7] 周扬, 钱才云. 友好边界: 住区边界空间设计策略[J]. 规划师, 2012, 9(28):40-43.

ZHOU Yang, QIAN Caiyun. Friendly Neighborhood Boundary Space Design[J]. Planners, 2012, 9(28):40-43.

- [8] 克莱尔·库珀·马库斯, 卡罗琳·弗朗西斯. 人性场所——城市开放空间设计导则[M]. 北京: 北京科学技术出版社, 2020.

CLAIR C M, CAROLYN F. People Places: Design Guidelines for Urban Space[M]. Science and Technology of China Press, 2020.

(上接第64页)

- [8] 严雅琦, 田莉. 漫步四平: 上海社区微更新之街道空间的活化[J]. 人类居住, 2019(2):38-41.

YAN Yaqi, TIAN Li. Strolling in Siping: Revitalization of Street Space in the Micro-renewal of Shanghai Community [J]. Human Settlements, 2019(2):38-41.

- [9] 王思琪, 尹若冰. 高校知识溢出效应下的社区微更新探索——以上海同济周边四平街校企合作模式为例[J]. 建筑技艺, 2019(11):92-97.

WANG Siqi, YIN Ruobing. Exploration of Community Micro-renewal Under the Effect of University Knowledge Spillovers: Taking the Mode of Siping Street- School

- [13] 张爱莉, 沈妍君. 传统文化在室内设计中的可拓性应用 [J]. 家具与室内装饰, 2019(2):15-17.

ZHANG Aili, SHEN Yanjun. The Application of Extensibility of Traditional Culture in Interior Design[J]. Furniture & Interior Design, 2019(2):15-17.

- [9] 魏逸娇, 魏羽力. 城市老旧住区更新中产权边界空间类型及优化研究——以南京市南阴阳营片区为例[J]. 城市建筑, 2020, 17(374):33-36.

WEI Yijiao, WEI Yuli. Study on the Types and Optimization of Plot Boundary in the Renovation of Urban Old Residential Districts: A Case of South Yinyangying Area in Nanjing[J]. Urbanism and Architecture, 2020, 17(374):33-36.

- [10] 克里斯托弗·亚力山大. 建筑模式语言[M]. 北京: 知识产权出版社, 2002.

ALEXANDER C. A Pattern Language[M]. Beijing: Intellectual Property Publishing House, 2002.

Cooperation Around Tongji in Shanghai as an Example [J]. Architecture Technique, 2019(11):92-97.

- [10] 饶畅. 浅谈几种城市家具设计的艺术化手法[J]. 家具与室内装饰, 2016(6):54-56.

RAO Chang. Introduction to Several City Furniture Design Artistic Technique[J]. Furniture Interior Design, 2016(6):54-56.

- [11] 涂伟, 杨天瑶. 基于城市社区建设的新类型公共艺术开发策略[J]. 美术教育研究, 2021(4):40-41.

TU Wei, YANG Tianyao. New Types of Public Art Development Strategies Based on Urban Community Construction[J]. Art Education Research, 2021(4):40-41.

(上接第70页)

WANG Chengrong. Thoughts on Accelerating the Construction of Intelligent Community Business Service System in Post COVID-19 Era[J]. Commercial Economy Research, 2020(12):5-9.

- [7] 王世福. 疫情背景下的人居环境规划与设计[J]. 南方建筑, 2020(3):49-56.

WANG Shifu. Planning and Design of Human Settlements Under the Background of Epidemic Situation[J]. Southern Architecture, 2020(3):49-56.

- [8] 孙钰洁. 后疫情时代下建筑室内空间设计的现实思考 [J]. 中国建筑装饰装修, 2020(9):120-121.

SUN Yujie. Realistic Thinking of Architectural Interior

Space Design in Post COVID-19 Era[J]. China Building Decoration, 2020(9):120-121.

- [9] 曹阳. 疫情大考后对我国室内设计行业发展的思考[J]. 城市住宅, 2020, 27(3):29-32.

CAO Yang. Thoughts on the Development of China's Interior Design Industry After the Epidemic Situation Examination[J]. Urban Housing, 2020, 27(3):29-32.

- [10] 张宁. 环境设计《微光都市计划——疫情传播下公共空间反思设计》[J]. 中国民族博览, 2020(22):10.

ZHANG Ning. Environmental Design. Shimmering Urban Plan-Reflective Design of Public Space under the Spread of the Epidemic[J]. China National Expo, 2020(22):10.