

# 韧性城市视野下的 TOD 城市设计方法研究

姚 强<sup>1</sup>, 芮鸿娟<sup>2</sup>, 廖淑琦<sup>3</sup>

(1. 同济大学 建筑与城市规划学院, 上海 200092; 2. 昆明市官渡区人民政府, 云南 昆明 650206;  
3. 西安建筑科技大学 建筑学院, 陕西 西安 710055)

**摘要:** 2020 年至今的新冠病毒疫情期间, 各城市出现了不同程度的预防、管控和居民生活问题。论文以四川师大地铁站片区为例, 基于韧性城市理论, 为城市应对突发性公共卫生问题提出了概念性的 TOD 城市设计方法。研究了韧性城市的概念、发展脉络和理论内涵, 分析了其在 TOD 片区城市设计中的 3 类应用逻辑。基于对四川师大地铁站片区场地基础条件和使用人群情况的分析, 得出了结合“健康+”理念的“TOD 健康生活模式”设计成果, 对学生、上班族、退休老人以及目的性到访人员 4 类使用人群在设计成果中的生活轨迹进行了模拟。

**关键词:** 韧性城市; 城市设计; 健康+; TOD 健康生活模式; 四川师大地铁站片区

中图分类号: TU 984.199

文献标志码: A

文章编号: 1006-7930(2022)05-0780-11

## Study on TOD urban design method at district level from the perspective of resilient city

YAO Qiang<sup>1</sup>, RUI Hongjuan<sup>2</sup>, LIAO Shuqi<sup>3</sup>

(1. College of Architecture and Urban Planning, Tongji University, Shanghai 200092, China;  
2. Guandu District People's Government of Kunming Municipality, Kunming 650206, China;  
3. School of Architecture, Xi'an Univ. of Arch. & Tech., Xi'an 710055, China)

**Abstract:** During the novel coronavirus epidemic from 2020 to the present, various cities have experienced different degrees of prevention, control and residents' living problems. Taking the subway station area of Sichuan Normal University as an example, based on the theory of resilient city, this paper puts forward a conceptual TOD urban design strategy for the city to cope with sudden public health problems, studies the concept, development context and theoretical connotation of resilient city, and analyzes three types of application logic of resilient city in urban design of TOD area. Based on the analysis of the site basic conditions and users in the subway station area of Sichuan Normal University, the design result of “TOD Healthy Life Mode” combined with the concept of “Health +” is obtained, and the life trajectories of four types of users, including students, office workers, retired elderly and purpose visitors, are simulated.

**Key words:** resilient city; urban design; health plus; TOD healthy lifestyle; Sichuan Normal University subway station area

2019 年至今的新型冠状病毒肺炎(COVID-19, 以下简称新冠肺炎)疫情暴发期间, 中国对城市居民采取了社区隔离的方式, 隔离点大多就近选在酒店或居家隔离。在疫情期间, 出现了酒店费用高昂、居家隔离就诊不便、医疗物资短缺、临时医院防疫设施不足等一系列负面问题, 促使城市建立并完善能够抵御突发的灾难性事件并能迅速恢复的城市韧性机制。

韧性城市的概念最早由“宜可城-地方可持续发展协会(Local Governments for Sustainability, ICLEI)”在 2002 年联合国可持续发展全球峰会上提出。韧性城市强调通过工程改进、完善设施、公众参与、制度创新等方面相结合的系统构建行为, 提升城市系统的整体韧性。本文基于韧性城市理论, 以“TOD (Transit-Oriented-Development)”开发模式为载体, 提出“TOD 健康生活模

收稿日期: 2021-04-12

修改稿日期: 2022-10-07

基金项目: 国家自然科学基金项目(52278071); 北京市社会科学基金项目(18GLA002); 国家社会科学基金项目(17AZD011)

第一作者: 姚 强(1984—), 男, 博士后, 助理研究员, 主要研究韧性城市理论及设计应用。E-mail: yaoqiang@tongji.edu.cn

通信作者: 芮鸿娟(1998—), 女, 学士, 主要研究 TOD 城市设计理论。E-mail: 905799685@qq.com

式”作为韧性城市应对突发性公共卫生事件的城市社区设计策略。

## 1 韧性城市理论解读

### 1.1 韧性城市的概念及发展

Resilience(韧性)来自拉丁文“resilio”,源于物理学概念,意为“恢复力;弹力”,指物体在受到外部作用力后恢复原状的能力。韧性被认为是自然系统和人类系统的基本特征之一。霍林(C. S. Holling)将韧性一词引入到生态学中,将其定义为“生态系统受到扰动后恢复到稳定状态的能力”<sup>[1]</sup>。此后,韧性的概念经历了工程韧性、生态韧性、演进韧性三个阶段范式的演变<sup>[2-4]</sup>,逐渐延伸为城市可持续发展的特征之一。目前学术界尚未提出公认的韧性城市定义,本文采用联合国人居署在国际减灾战略(International Strategy for Disaster Reduction, ISDR)中的表述<sup>[5]</sup>,认为城市的“韧性”是指应对自然和人为危机影响的能力,“韧性城市”则是能够抵御灾难性事件并迅速恢复的城市。韧性城市理论起源于美国,后逐渐为英国、日本等发达国家所接受,取得了众多应用成果。当前韧性城市理论已在我国获得了较高的关注度,其倡导的稳定性、可恢复性和智慧性对于应对突发性公共卫生问题有较为显著的借鉴意义。在未来的城市发展中,韧性城市理论及其应用将会成为一类持续深化的研究重点。

### 1.2 韧性城市的内涵

根据“全球韧性百城(100 Resilient Cities)”计划中以城市复杂巨系统的复杂性和多样性为核心的整体框架<sup>[6]</sup>,对应韧性城市的不同阶段,韧性表现为不同的二级属性,如“反思性(Reflective)、资源可用性(Resourceful)、包容性(Inclusive)、完整性(Integrated)、鲁棒性(Robust)、盈余性(Redundant)和可塑性(Flexibility)。”<sup>[7]</sup>

在2015年第3届联合国减少灾害全球平台大会(the Third UN World Conference on Disaster Risk Reduction)上联合国减灾战略署(UNDRR)提出了“城市更具韧性的10条准则(10 essentials for making cities resilient)”<sup>[8]</sup>。10条准则分别是:1. 组织抗灾能力;2. 识别、理解和使用当前和将来的风险方案;3. 增强资金抵御能力;4. 追求韧性的城市发展和设计;5. 保护天然缓冲区以增强生态系统的保护功能;6. 增强机构适应能力;7. 了

解并增强社会适应能力;8. 增强基础架构的抵抗力;9. 确保有效的灾难响应;10. 加快恢复并更好地重建<sup>[9]</sup>。

以上对城市韧性特征的阐述主要从韧性能力类型而非城市构成要素的角度进行界定,认为“韧性”包括抵抗能力(Resistance)、应对能力(Coping Capacity)、恢复能力(Recovery)和适应能力(Adaptive Capacity),横跨个人、家庭、社区到城市及以上的多个尺度(图1)。

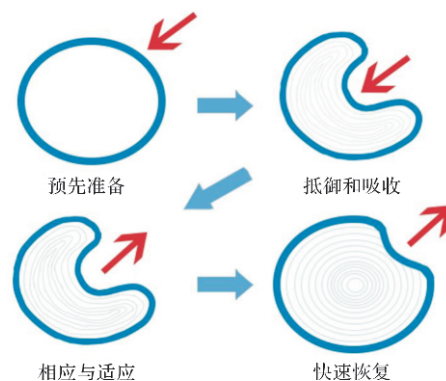


图1 复杂系统受到外部作用力的适应过程

Fig. 1 Adaptive process of complex system subjected to external forces

“抵抗能力”指减少或避免危险影响的能力,包括建设降低风险的基础设施、风险敏感的建设实践和土地开发、准确的预测、早期预警和疏散策略;“应对能力”指一个城市避免对其系统造成无法挽回的不可挽回的损害的能力;恢复能力指灾难发生后城市复原的能力,依赖地方经济的力量;“适应能力”是以确保过去的错误不再重复,并确保城市能够灵活地适应不断变化的条件,通过改变当前的政策和实践,以提高对未来的防御力的能力。

10条指标中与城市规划、建筑设计密切相关的是第4条与第6条。

第4条为“追求韧性的城市发展和设计”。随着城市的发展,交通运输网络日渐完善,既有利于城市中人流、物流的通行,也为疾病的传播提供了条件。大城市出现的人口高度集中、资源分布不均、老旧小区缺乏完善的物业管理等问题均增加了疫情防控的难度。在未来的城市发展中,应当在老旧小区改造和新城区建设过程中全面贯彻韧性的城市设计思维。

第6条为“增强机构的适应能力”。恩格尔(Engel, GL)在1977年提出了“生物-心理-社会医学

模式(The Bio-Psycho-Social model of medicine)”<sup>[10]</sup>,旨在治疗过程中同时关注生物、心理、社会3个维度(图2)。在发生公共卫生事件时,医疗机构体系是疫情防治的核心,城市设计则需要在完善医疗机构基础功能的同时创造高复合度的城市功能,确保医疗机构在日常情况以及突发公共卫生事件时均能稳定运行。

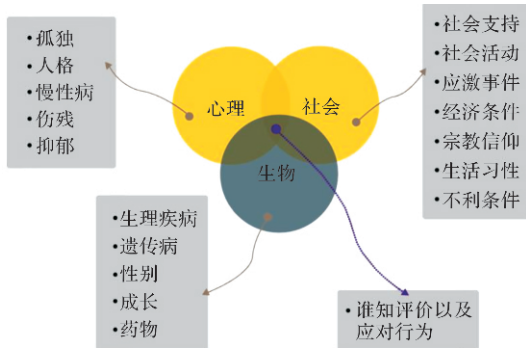


图2 生物-心理-社会医学模式的构成逻辑

Fig. 2 Schematic diagram of the Bio-Psycho-Social model

## 2 以问题为导向的韧性城市理论拓展

新冠肺炎疫情给人们带来了深刻的反思,急需探索一系列应对同类公共卫生事件的城市策略。通过对韧性城市概念、内涵的解读,本文将以下3个问题作为将韧性城市理论应用于城市设计的切入点。

(1)城市设计如何提升居民健康生活品质?

(2)城市设计如何提升城市韧性以应对突发性公共卫生事件?

(3)城市设计如何综合考虑场地交通特征、管理预防体系和居民健康生活需求?

### 2.1 扩展1:以“健康+”设计理念提升居民健康生活品质

根据“韧性城市”准则第6条“增强机构适应能力”,本文拟结合城市片区特征,从生理和心理双重层面改善社区的人文关怀度,有效提升居民健康生活品质。以“健康+”设计理念作为韧性城市理论的城市设计应用方法,通过完善城市片区的医疗系统,从日常生活和疫情暴发两种场景下关注使用者的身体健康。

大健康产业是以健康生活概念为主导的产业融合<sup>[11-12]</sup>。根据设计场地特征和使用人群的活动特点,本文进一步提出了“健康+”的设计理念,以城市片区为载体灵活地布置产业,从而建设健康韧性社区人居环境。它将医疗保健设施与居民

公寓、幼儿园以及商业休闲空间进行地上地下一体化融合,营造不同年龄段人群的健康化、便捷化和多样化生活(图3)。

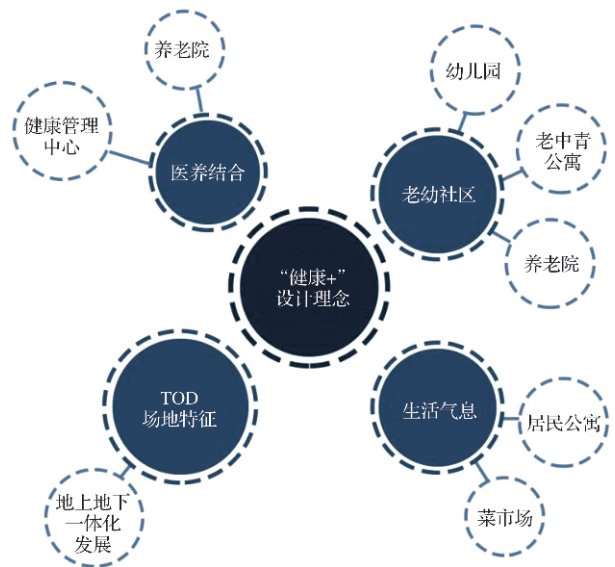


图3 “健康+”设计理念

Fig. 3 “Health plus” design concept

### 2.2 扩展2:建立管理、预防体系以提高城市片区医疗韧性

未来城市应对突发性公共卫生事件的关键点是建立有效的预防和反馈机制。韧性城市设计应提出从规划设计到城市管理策略的预防-反馈机制。在灾难发生后能够及时接收反馈数据,并快速启动处理措施。通过在灾后分析灾害数据,对预防措施进行升级和完善。本文依循“问题—要素—解决方案”的逻辑建立有效的城市片区管理和预防机制(图4)。

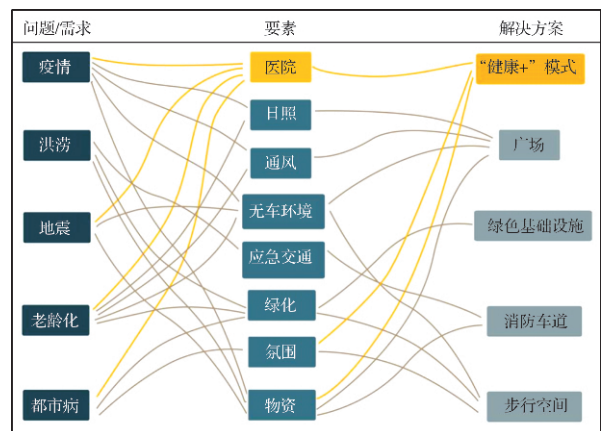


图4 韧性城市片区韧性机制的建立逻辑

Fig. 4 Establishment logic of resilience mechanism in resilient urban area

本文拟定的设计场地位于成都市锦江区地铁7

号线及13号线交汇处的地铁四川师大站点西北处,场地占地面积为56 500 m<sup>2</sup>(图5)。设计基于“健康+”理念将医疗与商业、文化、居住功能紧密结合,在场内设立3类主题保健站。

(1)公寓主题保健站——对养老公寓的老年人进行定期身体检查,数据跟踪和及时调理;

(2)商业主题保健站——提供美容、牙齿治疗、皮肤管理等医疗服务;

(3)文创主题保健站——给居民提供心理咨询服务。

健康管理中心管理3类主题保健站,并接收主题保健站的实时反馈信息。在疫情暴发时,各主题保健站可转换为社区临时隔离点,通过封闭通道进行人员流动和物资输送。城市片区以健康管理中心作为控制点,对整个区域的医疗系统进行调度和管理(图6)。

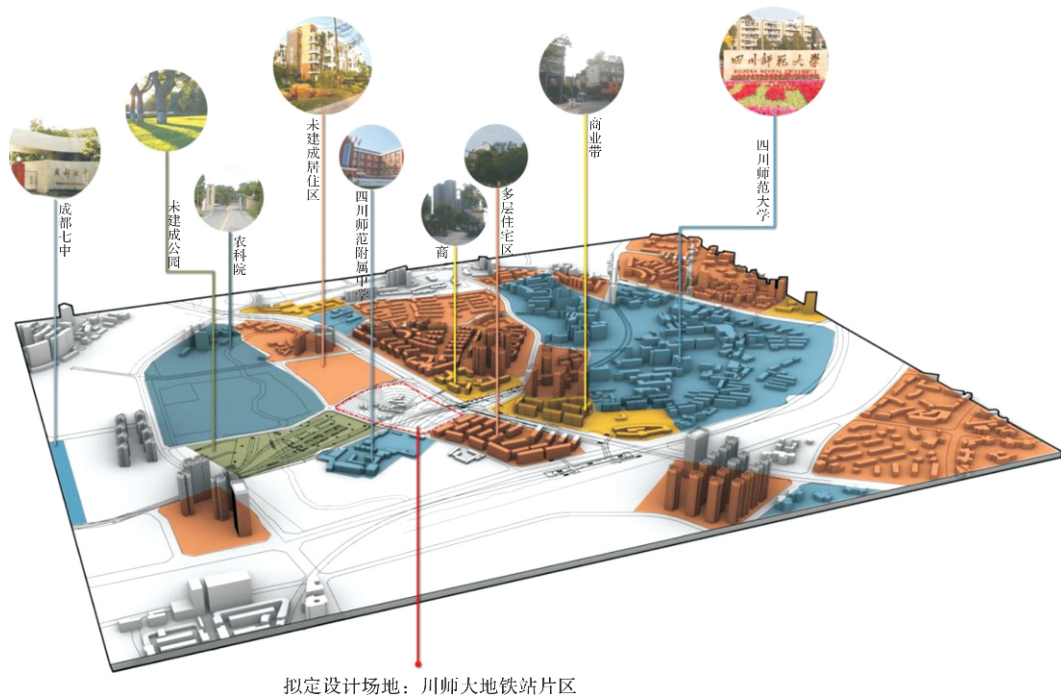


图5 拟定设计场地概况

Fig. 5 Overview of the Site

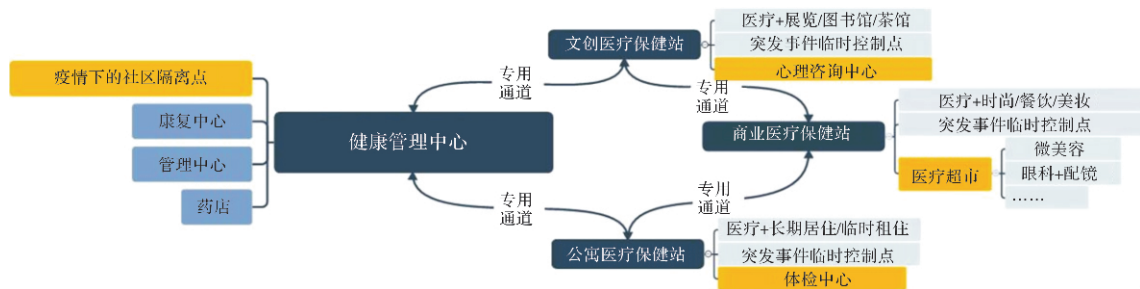


图6 “健康+”城市设计应用逻辑

Fig. 6 Urban design logic of “Health Plus”

### 2.3 扩展3:以“TOD健康生活模式”作为城市片区层级的TOD城市设计指引

针对第3个问题,本文拟结合特定片区的TOD特征,探索满足“日常”和“疫情”两类使用场景需求的城市设计策略。本文基于扩展1和扩展2的研究结论,提出“TOD健康生活模式”作为城市TOD片区的设计指引(图7)。

1992年,美国学者彼得·卡尔索普(Peter Calthorpe)提出了TOD的概念,意图解决城市无序蔓延的问题<sup>[13]</sup>。近年来,成都市把综合型开发站点划分为4级:城市级、片区级、组团级及一般级站点。四川师大地铁站属于一般级站点,同时也被列为成都市示范性TOD建设项目。

根据韧性城市理论第4条“追求韧性的城市发



展和设计”以及第6条“增强机构适应能力”的指导,在满足容积率的要求下规划合理的交通系统,开敞通风的街道,绿色充足的绿化系统,完善场地内医疗体系。同时,TOD模式的核心内容是“轨道+公交+慢行”,主要目的是防止城市无节制的扩张<sup>[14]</sup>。结合本次疫情的情况来看,防疫问题极易出现在高密度城市片区。综合韧性城市、TOD和

“健康+”设计理念,将三者内容扩展为“轨道+出行+健康生活”的“TOD健康生活”模式。在设计中建立“交通站点—大健康产业—居住区”的功能轴线,选择性加入商业、办公、文化等功能。通过将高密度的TOD片区与周边商业、居住功能和医疗系统紧密结合,以此提高其医疗韧性。

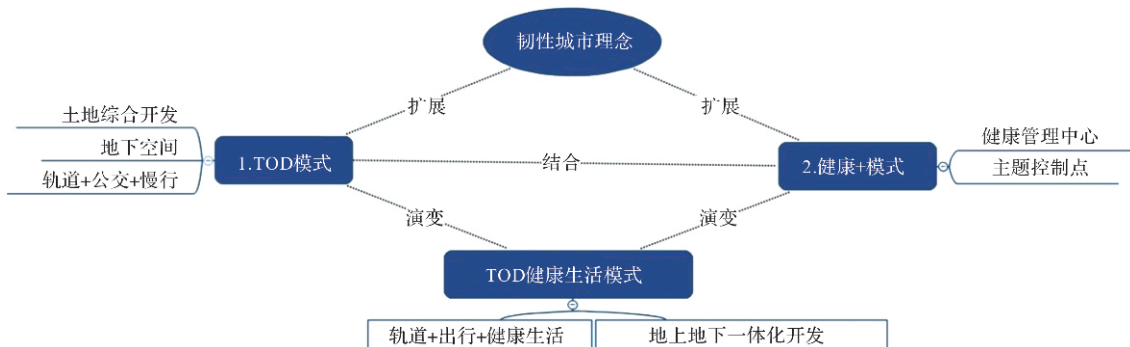


图7 韧性城市，健康+和TOD健康生活模式之间的逻辑关联

Fig. 7 Logical association between “resilient cities”, “health plus” and “TOD Healthy Living Mode”

以健康管理中心作为核心点,根据各建筑使用人群对医疗需求的强度和关联性进行总体布局,构建以TOD为中心枢纽的“TOD健康生活”模式布局(图8)。使场地内的地上、地下空间通过下沉广场与商业综合体形成一体化连接,与地铁站之间呈现“轨道站点+地下通道+配套商业与医疗设施”的耦合关系。

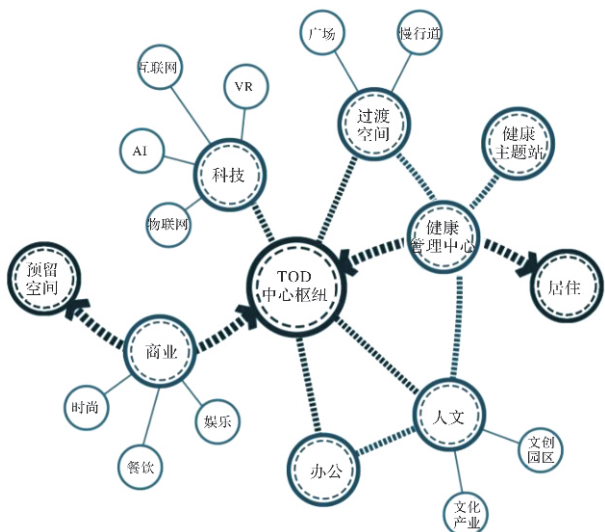


图8 TOD健康生活模式的功能连接示意

Fig. 8 Functional connection of TOD Healthy Living Mode

### 3 四川师大地铁站片区城市设计应用

#### 3.1 场地分析及总平面图设计

TOD模式鼓励土地的综合利用和紧凑开发,

减少出行成本、激发社区活力,是解决当前城市向郊区无序蔓延的有效对策。然而这种高密度、业态复合的模式对于疫情防控及同类突发公共安全事件较为不利,急需寻找相应的设计策略。近年来,成都市大力提倡TOD开发模式,将综合型开发站点划分为4级:城市级、片区级、组团级及一般级站点<sup>[15]</sup>。四川师大地铁站属于一般级站点,但同时被列为成都市示范性TOD建设项目。因此本文选取了具有TOD模式特征的川师大地铁站片区作为概念性设计场地,尝试提出具有普适意义的TOD片区的韧性城市设计方法。场地紧邻四川师大地铁站,地铁站的地下空间建设相对完善,场地内的产业形态、建筑类型、建筑功能与使用人群具有多样性,周围有学校、居住区、科研所等人群聚集区,具备良好公共交通条件和TOD基础特征。同时,场地毗邻川师文创圈产业聚集区,有利于构建场地内的文创、商业一体化布局<sup>[16]</sup>。对场地周边的地块性质、路面宽度和出入口的分析见图9。

基于以上场地分析结果,总平面图、鸟瞰图及剖面图见图10~图12。场地中的建筑功能包括:养老公寓约为30 000 m<sup>2</sup>,菜市场约为5 000 m<sup>2</sup>,幼儿园约为4 000 m<sup>2</sup>,社区服务中心约为5 000 m<sup>2</sup>,办公建筑约为70 000 m<sup>2</sup>,酒店约为40 000 m<sup>2</sup>,集中商业约为60 000 m<sup>2</sup>,地下接驳商业约为6 000 m<sup>2</sup>,保健中心约为4 000 m<sup>2</sup>,文创街区约为12 000 m<sup>2</sup>。

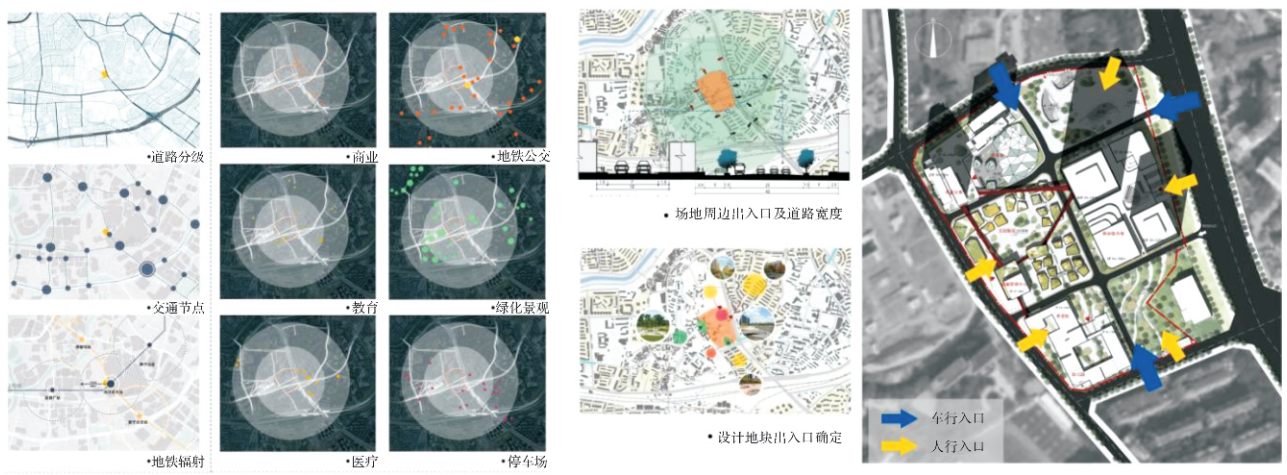


图 9 设计场地分析图

Fig. 9 Analysis diagram of design Site



图 10 四川师大地铁站片区城市设计总平面图

Fig. 10 Site plan of Sichuan Normal University subway station area



图 11 四川师大地铁站片区城市设计鸟瞰图

Fig. 11 Bird-eye views of Sichuan Normal University subway station area

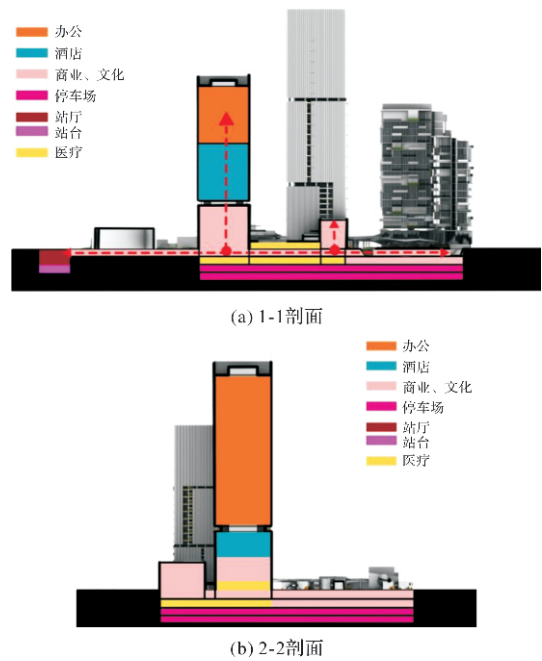


图 12 川师大地铁站片区 TOD 城市设计剖面图

Fig. 12 Sections of Sichuan Normal University subway station area

### 3.2 “TOD 健康生活”模式的设计应用

#### 3.2.1 “TOD 健康生活”疫情防控体系

本设计对场地中的商业、娱乐、办公、居住和医疗功能进行了一体化设计, 构建了满足日常生活和疫情时期两类使用情况的都市新型居住医疗体系, 以此加强城市片区应对公共卫生突发事件的能力. 在场地内设置了 4 个不同的主题保健站, 由健康管理中心统一控制, 并通过专用医疗通道直接相连(图 13).

当突发疫情时, 健康管理中心和 4 个主题保健站点立即切断与其它日常使用功能的联系, 迅速加入医疗设施和患者床位成为临时隔离点, 并加入防疫设施和药品存储. 在疫情封闭后以“1 中心、



4 站点”模式对周边社区进行防疫支持和临时管控,让外来人员情况可检可控(图 14)。

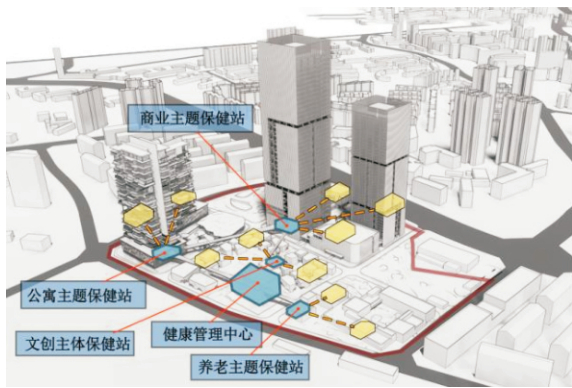


图 13 日常情况下的“TOD 健康生活”模式

Fig. 13 “TOD healthy living” in everyday situations

在 4 个主题保健站与健康管理中心之间分别设置空中医疗通道(图 15)。医疗通道采用上下两层设计,上层为人行通道,下层使用智能机器人进行日常生活和疫情时期医疗物资的储备和运送,以隔绝病毒污染。通过设置密闭门的方式,使医疗

通道在需要时可连通至屋顶平台。整个屋顶平台设置绿化,视线朝向西侧的公园。在疫情时期可使隔离人群外出透气、进行室外活动,在空气流通、减少病毒传播风险,并缓解被隔离人群的心理压力。

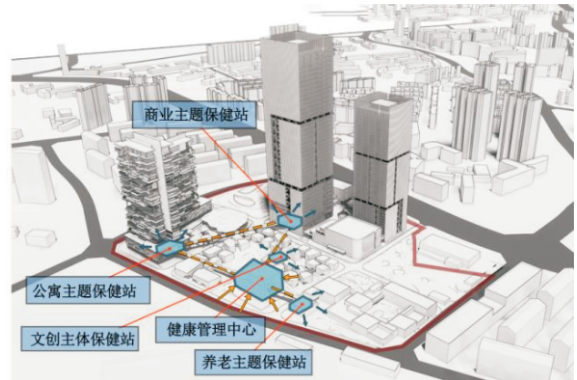


图 14 疫情防控下的“TOD 健康生活”模式

Fig. 14 “TOD healthy living” mode under epidemic prevention and control

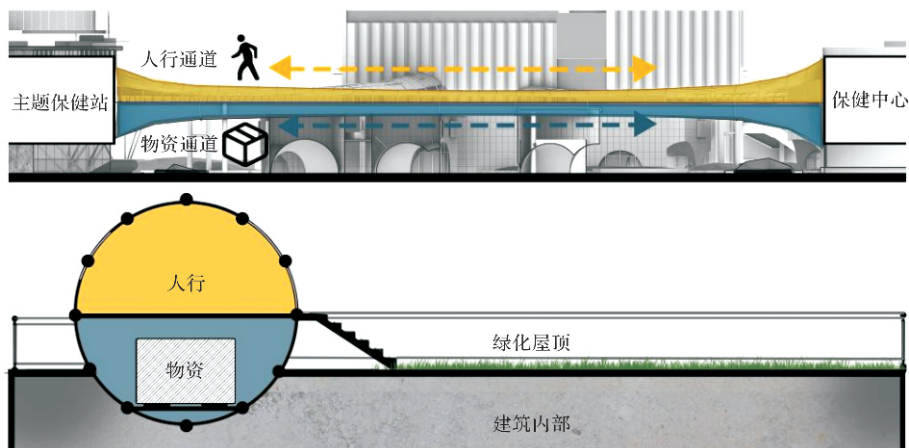


图 15 场地医疗通道剖面示意

Fig. 15 Section of a medical passage on the site

### 3.2.2 “TOD 健康生活”模式的立体化整合

基于韧性城市、TOD 和“健康+”设计理念,提出“地下空间+公共服务+轨道交通”的“TOD 健康生活”设计逻辑,对场地的地上、地下空间进行立体化设计,其中“公共服务”指商业、医疗和公共交通的集聚功能服务。

(1)地上部分以健康管理中心为中心点,以此串联纵向和横向的 2 条轴线。纵轴连接场地内的老年人公寓和养老中心,场地外的适老化住宅以及普通住宅。横轴连接文化产业、商业功能和办公功能,使用人群可经由地上步道、地下通道到达四川师大地铁站点(图 16)。

(2)通过地下 1 层的下沉广场、地下步行空间与地面的建筑形成便捷的联系。在地铁站通往场地的地下通道沿线布置了配套的商业设施,并在人流密集处设置医疗站。地下 2 层主要为商业功能,地下 3 层、4 层为停车场(图 17)。

### 3.3 对场地使用人群的活动轨迹模拟

#### 3.3.1 场地服务人群分析

对场地居住人群的性质、年龄结构以及目的性到访人群的使用时间与使用需求分析见图 18。通过分析可知,目的性到访人群、家庭居住人群、商务客群均对商业有着较高的需求,同时希望拥有高质量的休憩空间。因此在场地布局中应综合

布置相应功能，以满足不同人群在不同时间段的错峰使用。本文模拟了学生、上班族、老年人以

及目的性到访人员四类预期使用人群在设计成果中的活动轨迹。

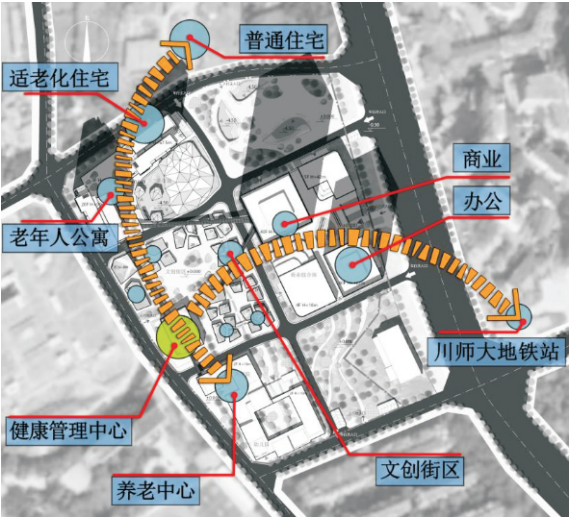
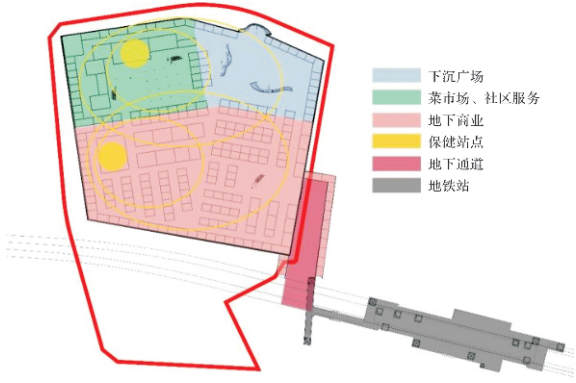
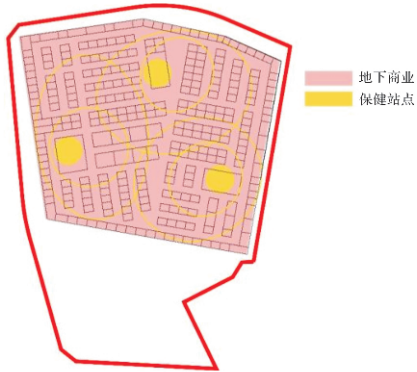


图 16 “地下空间+公共服务+轨道交通”轴线的分析  
Fig. 16 Analysis of the axis of “underground space + public service + rail transit”



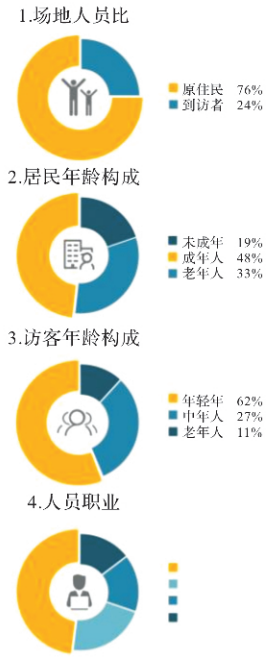
(a) 地下一层平面



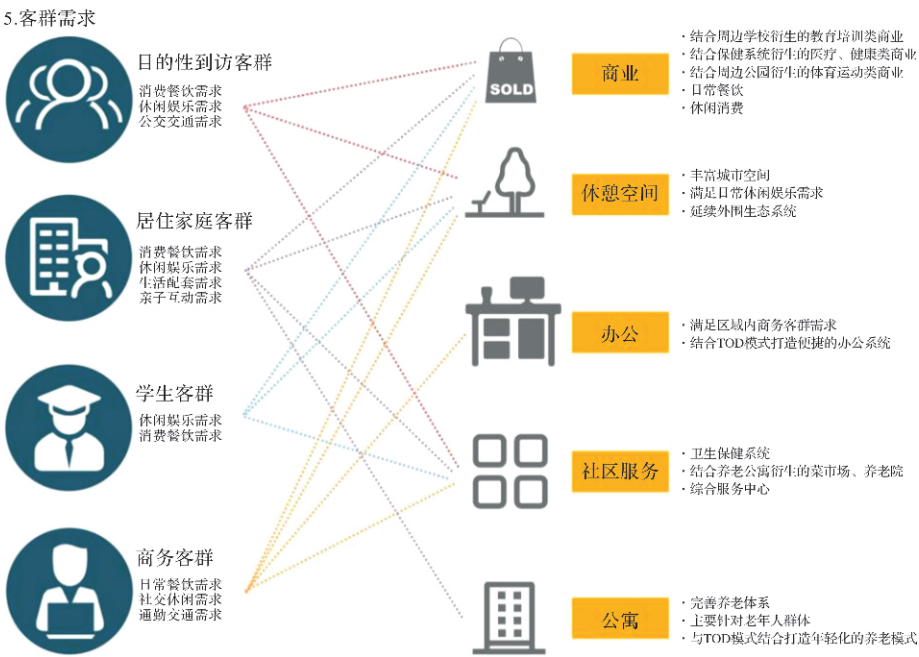
(b) 地下二层平面

图 17 四川师大地铁站片区地下空间平面示意

Fig. 17 Underground space plan of Sichuan Normal University subway station area



(a) Population composition study



(b) Population behavior study

图 18 场地服务人群分析图

Fig. 18 Analysis of the site users



### 3.3.1 学生人群使用模拟

学生人群对文创街区和商业功能的到访频率最高,因此在两类功能与地铁站点之间设置直行通道。设计将养老院与幼儿园在场地中相邻布置,两者均可作为学生志愿者的服务点,同时可为独居老人提供良好的心理健康环境(图19)。

### 3.3.2 工作人群使用模拟

由于场地毗邻四川师大站,各类工作者能够乘坐地铁便捷抵达场地内,经由地上地下一体化的多重连接直达写字楼、健康保健中心、文创街区等办公地点,工作者全天的工作、饮食,休憩以及医疗服务需求均可在场地内得到满足(图20)。

### 3.3.3 老年人群使用模拟

养老公寓内的独居老人,既可以去附近公园晨练遛狗、在菜市场买菜、在广场和保健站进行社交和健身,也可在各个医疗保健站定期预约健康检查。为方便老人日常生活,上述功能均临近养老公寓设置(图21)。

### 3.3.4 目的性到访人群使用模拟

目的性到访人员对于场地的使用以文创体验、餐饮娱乐和亲友探望为主,可便捷地经由室内外通道到达场地各处(图22)。

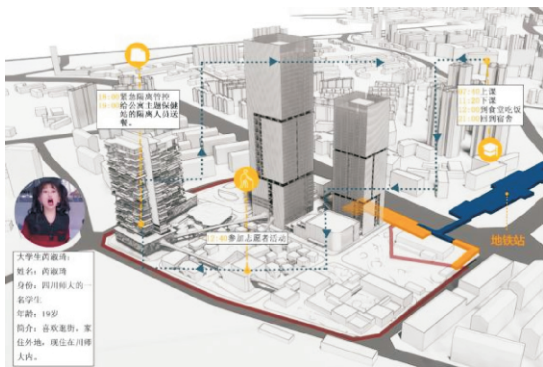


图19 学生人群的活动轨迹模拟

Fig. 19 Simulation of the movement trajectory of students

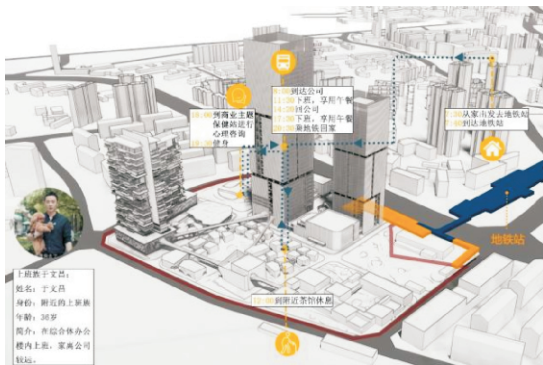


图20 办公人群的活动轨迹模拟

Fig. 20 Simulation of the movement trajectory of office crowds

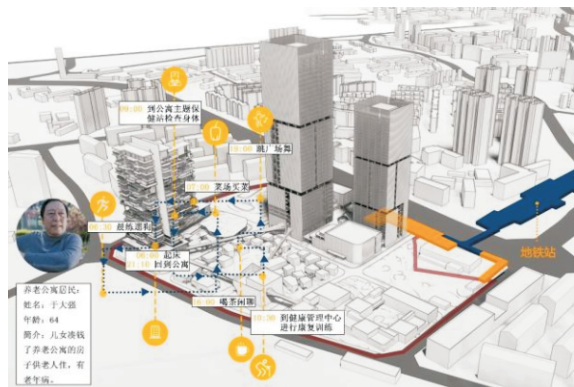


图21 老年人的活动轨迹模拟

Fig. 21 Simulation of the movement trajectory of the elderly

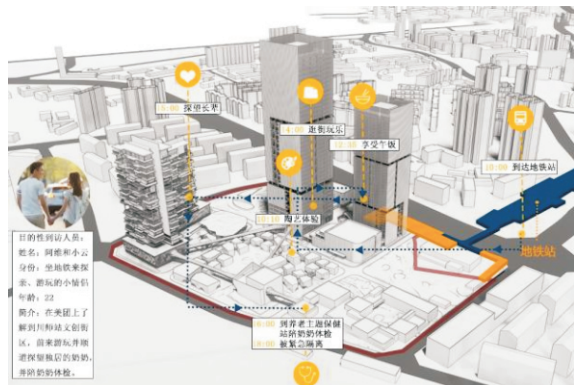


图22 到访人员的活动轨迹

Fig. 22 Simulation of the movement trajectory of purposeful visitors

经过模拟检验,川师大地铁站片区的四类使用人群均能充分享有“TOD 健康生活模式”所带来的生活、工作和医疗便利。

## 4 结论

2020年的新冠肺炎疫情给整个人类社会造成了巨大的灾难,也给各行各业带来了众多新的思考。为了高效应对同类突发性公共卫生事件,本文以成都市四川师大站片区为概念性设计场地,基于韧性城市10大准则、“健康+”设计理念和设计场地的TOD特征,提出了3条“TOD 健康生活模式”的城市设计策略;并通过模拟4类片区使用人群的活动轨迹,对设计方案的可行性做出了验证。

(1)以“健康+”设计理念提升居民健康生活品质。将医疗体系与居民公寓、幼儿园、商业、餐饮以及超市有机融合,提升居民生活便利,弱化医疗的沉重感;

(2)通过建立有效的管理预防体系以提高城市

片区的医疗韧性。提出“一中心、多站点”的医疗体系,在日常生活和疫情时期两种场景下为场地使用者提供健康保障。根据不同使用人群的流线设置多个医疗控制点,由管理中心进行集中管理,从而能够监控整个场地的疫情防控情况;

(3)在城市设计中,将韧性城市、“健康+”与TOD模式有机融合形成“TOD健康生活模式”,以此作为城市TOD片区的韧性设计指引。综合考虑城市TOD片区的地上与地下空间特征、公共服务需求和轨道交通功能,以满足不同年龄段人群的健康化和便捷化生活。

### 参考文献 References

- [1] 杨锋. ISO 37123《城市可持续发展韧性城市指标》解读[J]. 标准科学, 2019(8): 11-16.  
YANG feng. Analysis of ISO 37123, Sustainable cities and communities; Indicators for resilient cities [J]. Standard Science, 2017, 32(5): 15-25.
- [2] 邵亦文, 徐江. 城市韧性: 基于国际文献综述的概念解析[J]. 国际城市规划, 2015, 30(2): 48-54.  
SHAO Yiwen, XU Jiang. Understanding urban resilience: a conceptual analysis based on integrated international literature review[J]. Standard Science, 2017, 32(5): 15-25.
- [3] 方东平, 李在上, 李楠, 等. 城市韧性: 基于“三度空间下系统的系统”的思考[J]. 土木工程学报, 2017, 50(7): 1-7.  
FANG Dongping, LI Zaishang, LI Nan, et al. Urban resilience: a perspective of system of systems in trio spaces[J]. China Civil Engineering Journal, 2017, 50(7): 1-7.
- [4] FOLKE C. Resilience: The emergence of a perspective for social-ecological systems analyses[J]. Global environmental change, 2006, 16(3): 253-267.
- [5] ISDR. Hyogo framework for action 2005-2015: building the resilience of nations and communities to disasters [EB/OL]. 2005. [2022-09-25]. [https://www.unescap.org/sites/default/files/DiDRR\\_hyogo-framework-for-action.pdf](https://www.unescap.org/sites/default/files/DiDRR_hyogo-framework-for-action.pdf)
- [6] SPAANS M. WATERHOUT B. Building up resilience in cities worldwide -Rotterdam as participant in the 100 Resilient Cities Programme[J]. Cities, 2017, 61: 109-116.
- [7] 徐耀阳, 李刚, 崔胜辉, 等. 韧性科学的回顾与展望: 从生态理论到城市实践[J]. 生态学报, 2018, 38(15): 5297-5304.
- [8] XU Yaoyang, LI Gang, CUI Shenghui, et al. Review and Perspective on Resilience Science: From Ecological Theory to Urban Practice[J]. Acta Ecologica Sinica, 2018, 38(15): 5297-5304.
- [9] JOHNSON C, BLACKBURN S. Advocacy for urban resilience: UNISDR's making cities resilient campaign [J]. Environment and Urbanization, 2014, 26(1): 29-52.
- [10] UNDRR. Moving to the Decade of Action with MCR2030. UNDRR. [EB/OL]. 2021-09-14. [2022-09-25]. <https://www.unisdr.org/campaign/resilientcities>
- [11] ENGEL G L. The need for a new medical model: a challenge for biomedicine [J]. Science, 1977, 196(4286): 129-136.
- [12] 海青山, 金亚菊. 大健康概念的内涵和基本特征[J]. 中医杂志, 2017, 58(13): 1085-1088.  
HAI Qingshan, JIN Yaju. Connotation and basic characteristics of great health concept[J]. Journal of Traditional Chinese Medicine, 2017, 58(13): 1085-1088.
- [13] 雷顺群. 大健康的核心思想和中心内容[J]. 中医杂志, 2017(2): 91-95.  
LEI Shun Qun. The core idea and central content of great health[J]. Journal of Traditional Chinese Medicine. 2017(2): 91-95.
- [14] 石晓冬, 赵怡婷, 吴克捷. 生态文明时代超大城市地下空间科学规划方法探索: 以北京城市地下空间规划建设为例[J]. 隧道建设(中英文), 2020, 40(5): 611.  
SHI Xiaodong, ZHAO Yiting, WU Kejie. Research on scientific planning methods of underground space in megacities in era of ecological civilization: a case study of beijing city underground space development [J]. Tunnel Construction, 2020, 40(5): 611.
- [15] 胡昂, 郭仲薇, 戴维维, 等. 基于差异层级大数据的地铁站域街道空间品质多维评价: 以成都市中心城区为例[J]. 西安建筑科技大学学报(自然科学版), 2020, 52(5): 740-751.  
HU Ang, GUO Zhongwei, DAI Weiwei, et al. Multi-dimensional evaluation of street space quality in metro station catchment areas based on big data at different hierarchy: take downtown Chengdu as an example[J]. J. of Xi'an Univ. of Arch. & Tech. (Natural Science Edition), 2020, 52(5): 740-751.
- [16] 郝玲, 杨豪中, 何杰. TOD模式在城市旧区更新改造规划中的探索[J]. 西安建筑科技大学学报(自然科学版), 2012, (2): 277-282.

HAO Ling, YANG Haozhong HE Jie. TOD theory probed reconstruct planning of the City's old district [J]. J. of Xi'an Univ. of Arch. & Tech. (Natural Science Edition), 2012, (2): 277-282.

- [16] 成都市规划管理局. 锦江区分区详细规划(2016-2035年) [EB/OL]. 2017-12-27. [2022-09-25]. [http://mpnr.chengdu.gov.cn/ghhzrzyj/tzgg/2019-07/03/content\\_09bf86a2714b4e649b6c5aa3a87c238c.shtml](http://mpnr.chengdu.gov.cn/ghhzrzyj/tzgg/2019-07/03/content_09bf86a2714b4e649b6c5aa3a87c238c.shtml).

Chengdu Planning Administration. Detailed Zoning Plan of Jinjiang District (2016-2035) [EB/OL]. 2017-12-27. [2022-09-25]. [http://mpnr.chengdu.gov.cn/ghhzrzyj/tzgg/2019-07/03/content\\_09bf86a2714b4e649b6c5aa3a87c238c.shtml](http://mpnr.chengdu.gov.cn/ghhzrzyj/tzgg/2019-07/03/content_09bf86a2714b4e649b6c5aa3a87c238c.shtml).

(编辑 桂智刚)

(上接第 664 页)

- [17] 宰金珉. 开挖回弹预测的简化方法[J]. 南京建筑工程学院学报, 1997(2): 23-27.

ZAI Jinmin. The Simplified method of prediction for the foundation ditches rebound of excavation[J]. Journal of Nanjing Architectural and Civil Engineering Institute, 1997(2): 23-27.

- [18] 刘毅, 张勇, 袁青, 等. 邻近边坡地铁车站基坑顺逆结合施工稳定性分析[J]. 西安建筑科技大学学报(自然科学版), 2019, 51(6): 873-881.

LIU Yi, ZHANG Yong, YUAN Qing, et al. Analysis on the stability of bias metro station pit excavated through the combination method of bottom-up and top-down technology [J]. J. Xi'an Univ. of Arch. & Tech. (Natural Science Edition), 2019, 51 (6): 873-881.

- [19] 郑刚, 张立明, 王琦, 等. 基坑开挖对坑内工程桩影响的实测及有限元分析[J]. 天津大学学报, 2012, 45 (12): 1062-1070.

ZHENG Gang, ZHANG Liming, WANG Qi, et al.

Field observation and finite element analysis of effect of overlying excavation on piles[J]. Journal of Tianjin University, 2012, 45(12): 1062-1070.

- [20] 郑刚, 刘庆晨, 邓旭, 等. 天津站地下换乘中心基坑工程 2 标段盖挖逆作法的实测分析[J]. 天津大学学报, 2012(10): 930-937.

ZHENG Gang, LIU Qingchen, DENG Xu, et al. Analysis on monitoring of top-down method of section 2 of tianjin railway station underground transfer centre [J]. Journal of Tianjin University, 2012 (10): 930-937.

- [21] 郑刚, 张涛, 程雪松, 等. 天津地铁车站基坑立柱回弹的实测统计分析[J]. 岩土力学, 2017(S1): 387-394.

ZHENG Gang, ZHANG Tao, CHENG Xuesong, et al. Statistical analysis of measured data of center post upheaval in metro station excavations in Tianjin[J]. Rock and Soil Mechanics, 2017(S1): 387-394.

(编辑 桂智刚)