

DOI:10.13409/j.cnki.jdpme.20241031001

日本片区防灾理念的应用与启示*

——以东京涩谷站为例

王晶, 胡新宁, 朱思璇, 杨畅

(北京建筑大学建筑与城市规划学院, 北京 100032)

摘要: 城市重点开发地区中人口和功能高度聚集的区域, 在面对大规模灾害时显得尤为脆弱, 易造成交通停运、人员伤亡、企业停摆的情况, 甚至进一步引发次生灾害, 影响城市经济的可持续发展。其中, 大型轨道交通站点及其周边地区是人流量大、功能业态高度复合的区域, 极具代表性, 提升其应对灾难的应变能力对于增强城市整体的防灾减灾能力具有重要意义。日本有着20多年的都市再生发展历程, 至今已经出台一系列具有较强借鉴意义的保障防灾能力的都市再生方法, 由于城市轨道交通系统发达但各类灾害频发, 日本探索出了以轨道交通车站及周边地区为整体来考虑的片区防灾理念。本研究梳理了日本都市再生安全确保计划制度中片区防灾理念的发展脉络, 解析了片区防灾的概念、运行机制和实施要点, 并选择在日本轨道交通站中最具代表性的东京涩谷站以及周边地区为例, 对在其站点周边实施的片区防灾计划的制度框架、促进机制以及在软件硬件两层面对策进行分析和总结, 以期为我国轨道交通中心站地区的防灾能力的提升提供经验借鉴。

关键词: 都市再生; 片区防灾; 轨道交通车站; 涩谷站; 疏散规划

中图分类号: TU984.191 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-2132(2024)06-1245-12

Application and Insights of Japan's Regional Disaster Prevention Concept-A Case Study of Shibuya Station in Tokyo

WANG Jing, HU Xinning, ZHU Sixuan, YANG Chang

(School of Architecture and Urban Planning, Beijing University of Civil Engineering and Architecture, Beijing
100032, China)

Abstract: Urban areas with high population and functional concentrations are particularly vulnerable to large-scale disasters, often resulting in traffic disruptions, casualties, business suspensions, and even secondary disasters, which significantly impact the sustainable development of urban economies. Among these areas, major rail transit stations and their surrounding regions are especially representative due to their high passenger traffic and complex functional interactions. Enhancing disaster resilience of these areas is crucial for strengthening the overall disaster prevention and mitigation capacity of the city. Japan, with over 20 years of experience in urban regeneration, has developed a series of effective urban regeneration strategies aimed at enhancing disaster resilience. Due to the advanced urban

* 收稿日期: 2024-10-31; 修回日期: 2024-11-22

基金项目: 中国工程院战略研究与咨询项目(2024-XBZD-19-05)、国家自然科学基金项目(51408023)资助

作者简介: 王晶(1981—), 女, 副教授, 博士。主要从事城市更新、韧性城市、交通与用地协调研究。

E-mail: wangjing@bucea.edu.cn

通信作者: 胡新宁(1998—), 男, 硕士研究生。主要从事城市规划与设计研究。E-mail: 1464282185@qq.com

rail transit system and frequent disasters, Japan has developed a regional disaster prevention concept that considers rail stations and their surrounding areas as an integrated disaster prevention zone. This study reviews the development of Japan's regional disaster prevention concept under the Urban Renaissance Safety Assurance Plan, analyzing its key concepts, operational mechanisms, and key points in implementation. Focusing on Tokyo's Shibuya Station and its surrounding area, the research explores the framework, promotion mechanisms, and disaster prevention measures in both institutional (policy and planning) and physical (infrastructure) aspects. The goal is to provide valuable insights for enhancing disaster prevention capabilities in rail hub regions in China.

Keywords: urban regeneration; regional disaster prevention; rail transit station; Shibuya Station; evacuation planning

0 引言

近年来,受全球变暖、海平面上升以及快速城市化的影响,极端灾害事件的风险日益增加,导致城市交通运输基础设施面临着严峻的挑战。2022年6月19日,国务院部门发布的《“十四五”国家综合防灾减灾规划》中提出“面对复杂严峻的自然灾害形势,我国防灾减灾救灾体系还存在短板和不足^[1]”。2024年10月,国务院颁布了《城市轨道交通条例》,明确提出要将城市轨道交通纳入城市防灾减灾规划^[2]。城市轨道交通车站地区作为人流密集、功能集中的高密度城市建成区,当面临地震等大规模灾害风险时更显脆弱,提升该地区的韧性对减少人员伤亡和经济损失、强化产业的可持续发展能力具有重要意义。

针对如何提升轨道交通系统的防灾能力已有学者在车站防灾设计、应急疏散、安全运营、灾害成因诊断和灾害演化分析^[3]、轨道设施质量评价^[4]、风险评价^[3]和减灾策略^[5-6]、防灾设施选址和布局等^[7-8]方面开展了相关研究。比如站房设计的方面,周兵等^[9]分析了大型轨道交通车站所面临的灾害特征,提出了车站的应急防灾设计建议;郭建等^[10-12]从区域综合防灾的视角探讨了铁路枢纽站公共空间的弹性设计。灾时应急疏散方面,吕薇等^[13]对人群移动特点进行了综述,梳理了应急疏散管理和灾害情境下人群心理与行为分析及震后人口分布方面的成果;李昌宇等^[14]研究了人的从众心理对轨道交通站内疏散的影响;雷斌等^[15]通过模型模拟得出站内设置引导人员会提升疏散效果;潘高等^[16]提出了深层地下车站的疏散组织策略;梁正等^[17]从站内楼梯、电梯、避难空间的设置提出了疏散方式的建议;

潘福全等^[18]结合地铁站灾害成因分类从空间、设备、乘客自身特点等方面分析了影响疏散效率的因素;此外还有针对不同场景的疏散研究,如火灾疏散^[19]、水侵疏散^[20]、恐怖袭击疏散^[21-22]等。安全运营研究方面,杜修力等^[23]从韧性城市的视角提出了一种针对城市地铁系统安全运营的评价指标体系。从已有研究来看,现状研究主要着眼于轨道交通线路及车站的防灾与疏散,缺少从规划的角度将车站和周边开发地区作为一个整体来考虑的综合性防灾理念 and 对策研究。近年来,随着我国 TOD (transit-oriented development) 项目开发和建设的不断增加和深入,站域一体化防灾规划研究的必要性也越发凸显。作为自然灾害频发的国家,日本在城市尤其是高强度开发地区的防灾方面积累了丰富的经验。本文从日本都市再生制度的发展入手,介绍针对大型轨道交通车站及周边地区实施的片区防灾理念,并选择东京涩谷站的片区防灾计划作为案例对象,系统剖析该计划的制度框架、保障措施和实施对策,总结相关经验,希望为我国国土空间安全治理和轨道交通车站一体化综合开发地区的韧性建设提供参考。

1 日本都市再生中的片区防灾

1.1 片区防灾概念的产生

片区防灾(エリア防災)构成了日本都市再生制度的一个重要组成部分,其概念于2011年3月发生的东日本大地震后首次被提出(表1)。为了从这场灾难中汲取教训,日本都市再生本部特别针对城市人口密集和功能集中片区制定了片区防灾方法,表明了日本对都市防灾问题的重视。

表1 片区防灾相关制度创建,发展与事件内容一览

Table 1 Overview of the creation, development, and details of events related to regional disaster prevention related systems

时间	相关事件及内容
2002.6	颁布《都市再生特别措施法》,成立都市再生本部,设定都市再生紧急整備地区
2011.3	发生东日本大地震,首都圈约515万人因交通停摆导致回家困难
2011.6	组成促进都市复兴专家委员会防灾工作组,提出人口和功能高度集聚的地区应加强防灾措施
2011.10	内阁对《都市再生基本方针》进行了审查,提出不该只对建筑物等实施单一防灾措施
2011.12	发表《人口、功能集聚区的片区防灾办法》,首次提出应该对人口和功能集聚区推进“片区防灾”
2012.3	修改《都市再生特别措施法》,设立“都市再生安全确保计划制度”,设定特定都市再生紧急整備地区
2013	扩充《都市再生特别措施法》中都市再生安全确保计划内容,实施地区增加“主要车站周边地区”、事业主体增加“回家困难者对策协议会”共同制定片区防灾
2016.9	扩充《都市再生特别措施法》中都市再生安全确保计划内容,增加“紧急供电设施”的要求

进入21世纪,日本内阁面对城市病问题增加、自然灾害应对能力不足、城市活力减弱等一系列问题,决定设置都市再生本部来负责相关事务,由内阁总理大臣担任部长,2002年颁布的《都市再生特别措施法》将这一制度实现了法律化。都市再生本部负责制定都市再生基本方针、地区整備方针和组织都市再生紧急整備协议会,将一些有希望成为都市再生范例的和有发展潜力的地区划定为“都市再生紧急整備地区”,从环境、防灾、国际化等角度出发,大力推进城市再生相关政策。

2011年东日本大地震,首都圈约有515万人(东京约352万人)受到影响,地铁和铁路等停止运行,许多人回家困难,主要铁路车站周边的干线道路直到黎明都非常拥挤,带来了巨大混乱^[24]。在都市再生紧急整備地区,存在大量建于1960年代的老旧房屋,面对地震等大规模灾难时受灾非常严重。在这样的背景下,2011年6月,日本内阁官房地区振兴综合秘书处联合内阁府防灾部门、国土交通省、总务省等,组成了“促进都市复兴专家委员会防灾工作组”,对地震带来的教训以及未来的城市复兴方向进行了讨论。该组织指出作为日本经济活动中心的人口和功能高度集聚的地区(以下简称为“人口、功能集聚区”)要从软件和硬件两个层面加强防灾措施。同年10月7日根据《都市再生特别措施法》,内阁对《都市再生基本方针》进行了审查,指出:“在高层建筑、地下设施、交通设施集中的街区,为应对灾害,需实施软件和硬件方面的措施,且有必要针对整个街区做政府与民间企业共同合作的综合规划,而不仅仅是实施提升建筑物防灾能力的单一措

施。”^[25]同年12月发表《人口、功能集聚区的片区防灾办法》,对这些人口和功能集聚区从整个片区的角度推进的防灾措施,简称为“片区防灾”。

2012年3月都市再生本部修改了《都市再生特别措施法》,设立了“都市再生安全确保计划制度”,要求都市再生紧急整備地区的官员成立“都市再生紧急整備协议会”以采取防灾对策,并筛选了人口、功能集聚区设立为“特定都市再生紧急整備地区”。2013年制度内容再次修改,紧急整備对象地区增加了“主要车站^①周边地区”,事业主体增加了“回家困难者对策协议会”,以配合制定片区防灾计划^[26]。

截止到2024年,日本政府共划定了52个都市再生紧急整備地区(共9539公顷),15个特定紧急整備地区(共4339公顷),集中分布在东京、大阪、名古屋三大都市圈内,其中有7个以大型轨道交通站为中心。

1.2 片区防灾概念

片区防灾概念是指在大型轨道交通站以及周边地区实施的考虑片区整体的综合防灾理念,涵盖政府与民间企业的合作、基础设施建设、防灾设施储备、疏散规划等内容^[25]。

片区防灾计划是在特定紧急整備地区,由该地区都市再生紧急整備协议会、回家困难者对策协议会等为事权主体,以日出行量超过30万人次的主要车站、核心城市的大型车站周边为规划范围^[24],和相关的各级行政机关、建筑所属企业以及铁路运营商等,相互协调制定的防灾计划,属于当地都市再生安全确保计划的一部分。2011年12月日本内阁

① 主要车站:在日本,它通常是指包括地铁在内的许多铁路线相交,公共汽车和出租车换乘的大型枢纽站,比起“点”或“线”更多的指陆路运输集中的“面”,与行政和商业区融为一体,是城市中重要的人流物流和信息集散中心^[30]。

列举了应该制定片区防灾计划的地区的特征如下：

空间特征：大城市公共交通终点站周边等地区，有高层建筑、铁路设施、地下街等水平和垂直复杂连接和相邻的空间。

人口特征：聚集大量人口，包括大量不是在当地居住的、来此工作的、仅通勤的游客。

受灾特征：发生地震等大规模灾害时，易产生大量伤亡、产生大量滞留人员和难以回家的人，由于疏散人员集中到特定地点而导致混乱和踩踏，易造成进一步的伤亡。

经济特征：聚集大量业务功能、商业功能等，是带动城市经济发展、提升城市竞争力的片区。建筑物和各种设施等损坏、生命线相关设施损坏等情况会导致当地企业难以继续经营，损害地区经济功能。反之，如果该地区的防灾能力良好，“经营的安全性”会吸引国内外企业的入驻和业务量的增加，进而促进地区的产业经济发展。

1.3 片区防灾的要点

当大规模灾害发生时，城市公共交通可能会暂停或减少运行，在客流量巨大的轨道交通车站，临时的停摆会造成大量人员滞留在站点周边。当这些人同时想要回家时，会涌向站点周边的道路上，在引发巨大混乱的同时，可能会因余震、火灾、建筑物倒塌、人员踩踏等原因造成二次伤害。而当大规模人口滞留时，还会对紧急车辆的通行带来障碍，妨碍救援、医疗、灭火活动，使得情况进一步恶化，从而造成人员伤亡、城市功能损伤，影响经济发展。为了避免这种情况，抑制大规模灾害发生后的恐慌，保证应急措施的开展，除了保障单体建筑物的抗震、防火能力，更重要的是科学的解决该地区内滞留者^②的组织和疏散问题。滞留者可以分为两类：第一类是就业者和学生，在所在建筑物坚固的前提下，让他们留在原地保持不动，减少不必要的撤离；第二类是回家困难者^③，引导他们有序疏散到临时避难场所或设施中。通过对滞留者进行有效的分类引导，来阻止整个城市的混乱现象的发生。

各“都市再生紧急整備地区”成立“都市再生紧急整備协议会”以制定当地的都市再生安全确保计划，要求实施片区防灾的当地政府要与片区周边建筑物所有者之间联合制定计划，从硬件、软件两方

^② 滞留者：站点周边滞留的人，包括就业者、学生、游客等。

^③ 回家困难者：回家距离远，因为交通停运无法徒步回家。

面充实以片区为单位的防灾计划，并制定和完善能够有效保障对策推进的制度框架，通过抑制大规模灾害发生时的人员伤亡和提高该地企业的经营持续性，来提高该地区牵引城市经济发展的能力。《人口、功能集聚区的片区防灾办法》规定片区防灾计划的要点内容如下：

(1) 政府与民间企业合作制定计划。仅局限于单一行政机构或建筑物的层面来推进城市灾后复兴工作是远远不够的。政府需要与私营部门协同合作，共同进行深思熟虑的战略规划。

(2) 硬件对策。准备防灾储备仓库、应急通信设施、应急电源等防灾物资的储备，以及临时避难设施、避难路径、建筑物的耐震修改等公共设施层面的储备。

(3) 软件对策。制定避难疏散规划、信息传达规则、组织疏散演习以及组织防灾的宣传教育等。

2 片区防灾在涩谷站的应用案例

2.1 涩谷站概况

涩谷是东京重要的城市副中心之一，位于其核心的涩谷站是东京都市圈内的第二大交通枢纽，自大正时代(1912年~1926年)开始就反复扩建，发展至今，地区内已有4家地铁公司9条线路的6个站点，每天的换乘人数达到330万人次，周边业务功能和商业功能高度集成^[27]。在20世纪90年代，日本的城市发展策略开始从大规模的建设开发向城市更新的方向转型。这一时期，日本政府高度重视对城市各种基础设施进行重新构建、改造及维护工作，旨在重焕这些地区的活力。21世纪初，涩谷站以东横线地下化改造为契机，开展了为期数十年、始终与周边地区协同发展的滚动式更新(表2)。2011年东日本大地震后日本政府对城市安全开始重视，涩谷站以及周边地区的更新改造计划中开始融入了防灾理念。

以东急集团为代表的多家私营企业贯彻以交通为导向的发展(TOD)理念，在东京成功实施了多个围绕铁路展开的城市更新项目，取得了显著的经济效益。涩谷站的开发项目便是这些成功案例中的佼佼者，同时也是将防灾理念贯彻进更新改造计划中的优秀案例。

表 2 涩谷站片区更新改造计划发展时间线

Table 2 Timeline of Shibuya Station area redevelopment plan

时间	相关事件及内容
2005.12	“涩谷站周边地区”(139公顷)列为“都市再生紧急整備地区”,优先进行城市更新改造
2007.9	政府根据涉谷区城市更新计划,联合都市再生委员会制定了《涩谷站中心地区基础设施更新建设导则 2007》,对更新建设提供了重要指导
2011.3	政府审视了不足之处,重新修编制定了《涩谷站中心地区城市建设指针 2010》
2012.1	该地区被指定为特定都市再生紧急整備地区
2012.10	在原方针基础上,政府再次调整制定了《涩谷站中心地区基础设施整備方针 2012》,增加了提升文化功能、国际影响力和防灾功能等内容
2013.6	为确保安全舒适的步行者空间,强化交通结节功能、防灾功能以及国际竞争力,在 2012 年的版本上修改并发布《涩谷站中心地区基础设施建设城市计划变更的概略》
2015.6	发布《涩谷站中心地区基础设施整備城市计划概要》再次强调打造安全舒适的步行者空间、强化防灾功能
2016.3	对站点周边进行面向防灾的基础信息调查,发布《涩谷站周边地区都市再生安全确保计划测定业务基础调查》
2024.3	发布《涩谷站周边地区都市再生安全确保计划(Ver2.4)》并持续更新

2.2 涩谷站片区防灾机制

2.2.1 片区防灾制度框架

2012年1月,涩谷站以及周边地区被指定为特定都市再生紧急整備地区,在都市再生总部颁布的《都市再生特别措施法》的指导下,东京都都市整備局组织设立涩谷站周边城市再生紧急整備协议会,与地区行政机关和民间企事业单位等合作制定了《涩谷站周边地区都市再生安全确保计划》,同时成立了涩谷站周边回家困难者协议会负责信息共享、促进企业合作、为回家困难者提供信息,共同制定该地区的片区防灾计划,图1为片区防灾制度框架图。

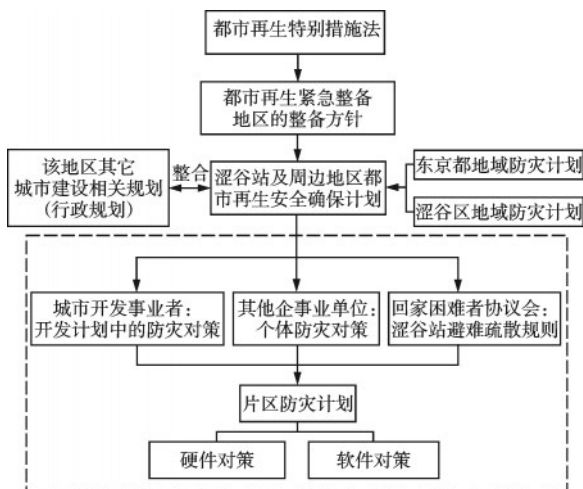


图1 片区防灾制度框架图(作者根据文献[28]自绘)

Fig.1 Framework of regional disaster prevention system (drawn based on reference [28])

2.2.2 配合防灾的促进机制

(1) 特别保障措施

为确保包括片区防灾计划在内的涩谷都市再生安全确保计划的有效实施,政府设定了一系列针对特定都市再生紧急整備地区的特别保障措施,包括:①简化认证审批流程。整合基于计划认定的需要进行抗震改造的建筑物,简化获得认证和实施改造的手续;②放宽容积率限制。都市再生安全确保计划认定的片区防灾计划相关安全设施,如防灾物资储备仓库和应急发电设施等,其面积可不计入容积率计算;③简化防灾公园整備手续。片区防灾相关安全设施允许占用城市公园,在公园管理者同意情况下,允许在城市公园内建设防灾设施等;④放宽建设限制。都市计划中对都市再生特别地区放宽道路上方建筑的建设限制,这项措施促进了涩谷站塑造其优秀的立体步行网络的建设。

(2) 特别税制优待措施

为了促进企业和居民配合都市再生安全确保计划的实施,在特定都市再生紧急整備地区内,对于认证企业、地区内的建筑所有者以及拥有建筑但已经迁出者实行特别税制优待。

对于都市再生安全确保计划中认证企业,在获取土地所有权时,可实行减收房地产购置税;认证企业建设建筑物,逐步削减所得税、法人税(5年内),同时实行减收注册许可税、固定资产税(5年内)、都市计划税(5年内)。

对于特定都市再生紧急整備地区内的居民,区分仍然留在地区内居民和迁出的居民实行不同税制。对于仍然留在地区内居民,如果继续居住则所

得税不变,如果将其长期拥有的土地转让给经授权的经营者,用于认证企业,则可实行减收所得税、法人税和个人住民税;对于迁出的居民,如果其拥有的土地未转让,则实行减收所得税、和个人住民税,如果将其长期拥有的土地转让给经授权的经营者,用于认证企业,则可实行减收所得税、法人税和个人住民税^[29]。

2.3 硬件对策

2.3.1 车站层面:交通设施的更新改造

由于涩谷站地形复杂,且多条铁路、地铁交汇,建造时期不一、所属产权不同,随着客流的不断增加,导致各线路间换乘不便、人行与车行流线组织混乱以及基础设施老化等问题,缺乏安全性、便捷性和防灾能力。四家铁路公司的九条线路历经长达百年的扩建和翻新,铁路和商业设施在三维空间中错综复杂地交织在一起。因此,为了确保在发生灾难时滞留者的安全疏散,进行了大规模的更新改造工作。

通过对占地面积较大的零散站房空间进行整合改造,使其更加紧凑集约。首先将东急东横线的车站地下化,并与东京地铁的副都心线相连,其次将都营地铁银座线站台东移,并从相对式改为岛式,退让出一个更宽裕的换乘大厅。2020年,埼京线和山手线进行了并联工作。2023年1月,山手线的外部站台完成搬迁,重建为一个宽16 m的宽敞平台,将山手线的内线和外线合二为一,方便乘客换乘(图2)。通过车站设施的更新成倍缩短了人行的换乘流线,也为老人和育儿群体提供了更加友好的步行环境,更加安全可靠^[30]。

扩建站前广场,完善换乘设施,改善机动车通行条件,提升停车设施利用率。涩谷站作为城市再生特定地区的开发项目,为了打造安全舒适的广场

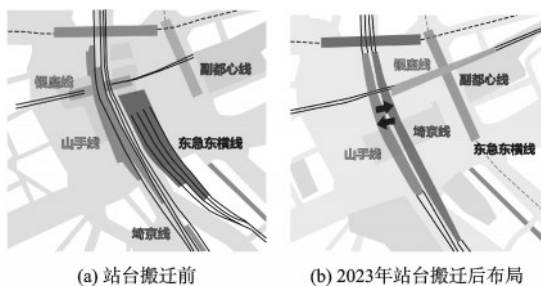


图2 涩谷站站改造前后对比(作者根据文献[30]自绘)
Fig.2 Comparison of Shibuya Station site before and after renovation (drawn based on reference [30])

空间,站前广场得到了扩建和改造(图3)。将车站扩建到相邻的用地,将原有的东西出口广场部分的建筑局部架空,置入新的公交首末站和出租车乘降点。将涩谷站周围利用率高低不一的地下停车场用地下通路直接连通,平衡使用率的同时减小站前道路的压力。拓宽国道246号,增强机动车通行能力^[31]。

打通车站站前广场与车站周边街区内的行人广场,除了休憩和交流功能,还可以将周边街区行人广场作为该地区都市再生安全确保设施中要求的临时疏散空间。

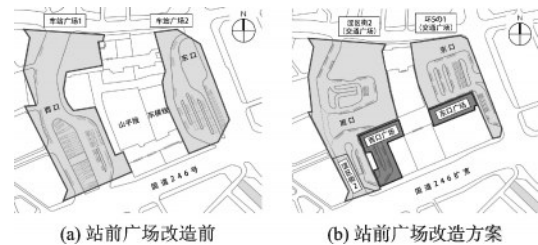


图3 涩谷站街区站前广场整划(来源:涩谷站街区基础设施整備都市計画变更2009)

Fig.3 Shibuya Station district station square redevelopment plan (source: Shibuya Station district infrastructure development, Urban Planning Revision in 2009)

2.3.2 片区层面:多层立体步行者网络

在城市车型道路上方创建的立体步行网络,是涩谷站周边地区防灾的关键措施。涩谷区的地形呈山谷状,车站位于谷底,与周边地区形成了18 m的高差,人们的出行流线穿过谷底。此外,246号国道紧挨着车站,大量车流会阻碍行人的通行,而大量的行人也会反过来使救护车等应急车辆难以接近车站^[32]。

为此,涩谷站构建了一个多层次的立体步行网络系统,以确保行人出行的安全便捷。针对水平流线,在道路上空建立了四通八达的四层连廊,以避免在谷底与车辆流线产生冲突。针对竖向流线,引入“城市核”(Urban Core)模式(图4),用自动扶梯、垂直电梯和人行步道相连,旨在连接轨道交通换乘平台、商业综合体设施、广场等不同高度的空间节点,以保证从高层到地下空间的安全高效的移动。这一系统能够在灾难发生时,为车站周边地区提供一个安全、便捷的步行环境,解决地形高差所带来的影响。同时,立体步行网络系统与地区内各个建筑物相连,在结构上起到了拉结作用,提升了建筑群的整体抗震性。

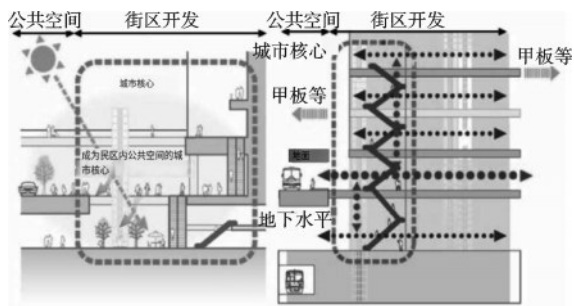


图4 城市核示意图(图片来源:《车站街改造事例集-涩谷》)
Fig.4 Schematic diagram of the urban core (source: Station Street Renovation Case Studies: Shibuya)

2.3.3 物业层面:保障建筑单体抗灾性

涩谷站以及周边地区内的主要建筑物需配合防灾计划提升自身的抗灾能力。

以“涩谷 Scramble Square”为例,该建筑由铁路运营商共同运营,位于车站正上方,与站台直接相连,可以到达所有线路。该建筑采用了钢筋加固和油阻尼器减振装置以提升抗震能力。此外,为了防止威胁高层建筑的“长周期地震运动”,建筑内安装了使用直线电机的地震控制装置,对建筑物晃动的感应可以达到 20 t,并可以向相反方向移动以抑制晃动,保证人能安全的停留在建筑物内。

由运营商作为单独事权主体,在建筑物内设置防灾中心。每天 24 h 监测整个建筑物的振动,通过不间断的观察建筑物最轻微的晃动或变形,以此来确定地震发生时,是否需要组织疏散。同时,涩谷地区的片区防灾计划要求各建筑配备紧急发电供电设施,以保证灾难来临时能够自主供电,且能够在灾难时,反过来为周边提供电力,为东京电力公司减轻压力。

2.4 软件对策

涩谷站片区防灾的软件对策包括:制定避难疏散规划、制定信息传达机制、建立信息共享平台和组织宣传教育等。

2.4.1 制定避难疏散规划

涩谷地区人口众多,灾难发生时,为了能顺利组织回家困难者有序地移动到避难设施,涩谷站周边的行政机关与都市开发运营商、铁路运营商等共同成立“涩谷站周边回家困难者对策协议会”,负责进行避难疏散规划的制定。具体流程如下:

(1) 片区现状调查

涩谷站的片区防灾计划范围,是以从车站为中心正常步行约 10 min 的所能到达的片区范围。制

定片区防灾计划,首先要掌握片区基本情况,明确人口及交通状况(白天和夜间人口分布、铁路使用人数)、片区内建筑和用地现状(涩谷站周边现状土地利用性质、建筑物耐震性、大型和零售店铺的数量及分布)、避难场所和避难设施的面积及分布状况、医疗设施分布状况、城市生命线性能(水、电、通讯、天然气)、周边企业的防灾对策状况(避难引导、应急发电设备、信息传达设施、储备物资)^[28]。

根据调查,得出涩谷站周边(紧急整備地区)的防灾对策重点:要以白天的人员疏散为主,涩谷站内的客流量巨大,要防备交通停运时导致的回家困难者的混乱;商业用地占比较大,多数人在本地没有居住属地,且存在大量建成时间久远的中小规模建筑,需考虑在建筑密集区和商业密集的车站周边设置临时避难所和回家困难者接收设施;临时疏散空地不足,尤其是大规模商业设施较多的车站附近,但区域外侧有代代木公园和大学等避难场所,应考虑滞留者向区域外疏散的需求。

(2) 制定疏散计划

根据现状调查,分析该地区的疏散人口分布情况,计算灾难发生时可能产生的需要疏散的人流量和周边避难设施所能够接收的人员数量(按照 1m²/人计算),制作回家困难者分布图(图5)以及区域外临时避难所分布图(图6)。

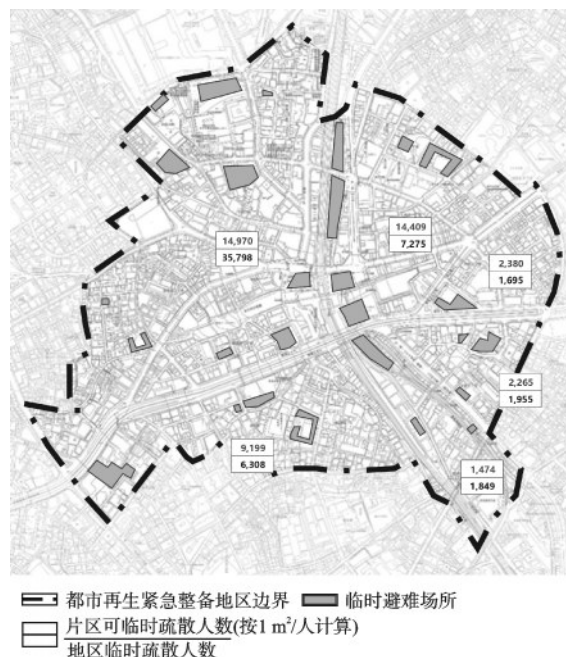


图5 按片区划分的疏散人口分布(作者根据文献[28]自绘)
Fig.5 Distribution of evacuees by region (drawn based on reference [28])

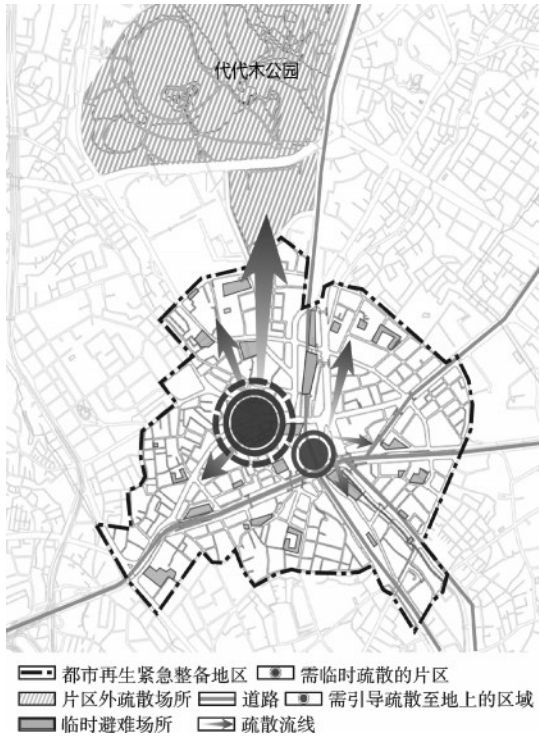


图6 片区内外避难所分布图(来源:作者根据文献[28]自绘)
Fig.6 Distribution of shelters inside and outside the region (drawn based on reference [28])

因为铁路线和国道在地面空间上有分割的作用,所以要针对这些线路分割出来的不同片区别进行疏散规划,本文选择面积和人口最多的被JR山手线和国道246号线包围的西北地区为例,滞留者分类以及疏散流量如图7所示。

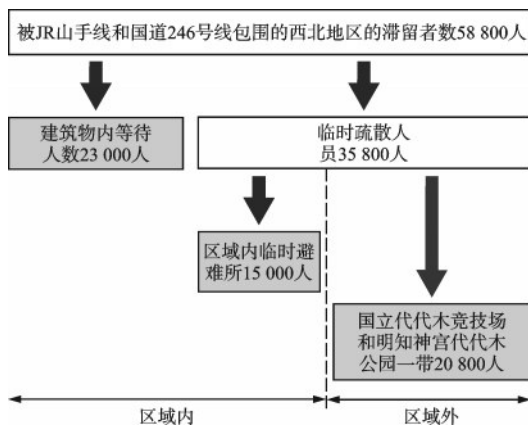


图7 滞留者分类以及疏散流量(作者根据文献[33]自绘)
Fig.7 Classification of stranded people and evacuation flows (drawn based on reference [33])

根据上述计算结果,得出该片区的滞留者分类以及不同类型的滞留者临时疏散的大致流量,以此为根据规划设置西北地区临时避难引导路线和引

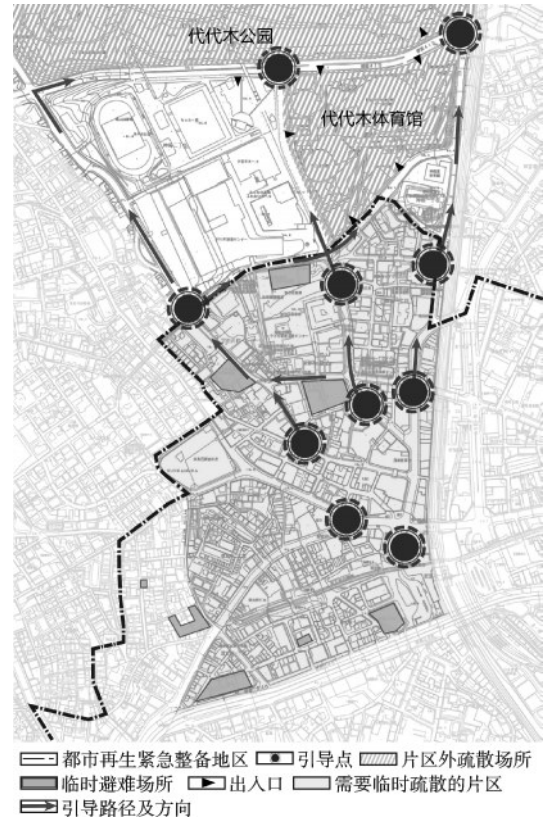


图8 西北地区临时避难引导路线和引导要点(作者根据文献[33]自绘)
Fig.8 Temporary shelter evacuation routes and key guidance points in the Northwest (drawn based on reference [33])

导要点(图8)。引导要点包括在通往涩谷站的周边主要道路上设置引导点,禁止方向不明的滞留者在灾害发生后向站点方向移动,并在站内设置地下引导点,组织滞留者疏散到地上开敞空间,避免聚集。根据人员分布以及避难场所的位置设计引导路径和引导方向,引导路线交汇处应尽量设置在有疏散空间的交叉口,避免汇合导致的混乱。并根据周边医疗、消防设施的分布,划定需要避开的道路,确保消防车、医疗车的通行。图9为灾难发生时各个角色的运行流程。

2.4.2 制定信息传达机制

快速、准确的信息传达措施是片区防灾中实现高效疏散的支撑。灾害发生时,涩谷区将会立刻成立灾害对策本部,实时掌握片区内与灾害有关的信息。需要各合作单位实时反馈灾难情报、受灾情况、人员数量等信息,由灾害对策本部汇总各项情报并加以处理,并向各疏散引导点、临时避难所、回家困难者接受设施等进行指示。片区内

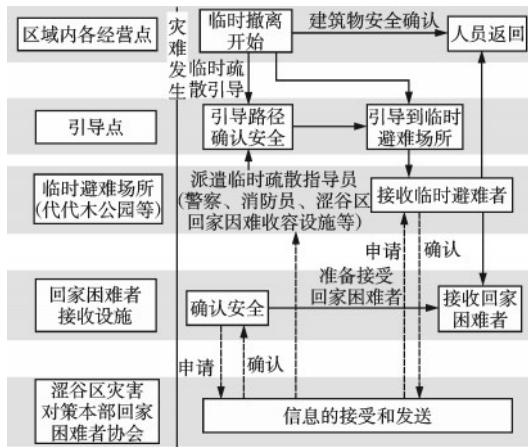


图9 灾难发生时各个角色的运行流程(作者根据文献[33] 自绘)

Fig.9 Operational processes of each role during a disaster (drawn based on reference [33])

的滞留者通过发布的灾难情报和避难信息,配合防灾疏散计划。图10是灾害发生时的信息传达路线。

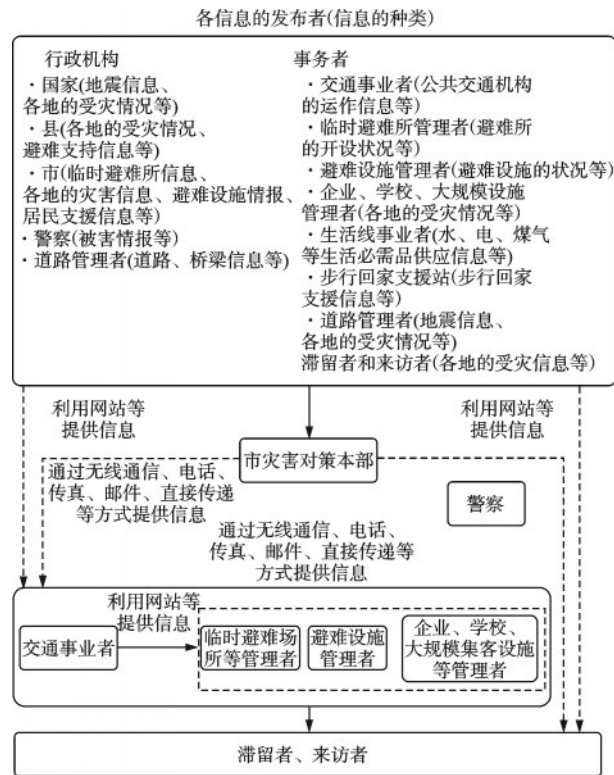


图10 灾害发生时的信息传达路线(作者自绘)

Fig.10 Information transmission routes during a disaster

2.4.3 建立信息共享平台和组织宣传教育

为了实现上述信息传达路径,涩谷对于信息传递工具十分重视,建立了诸多信息分享平台。除了

基本的无线电、警报、广播设施等,涩谷创新性的建立了涩谷区防灾门户网站以及配套的手机防灾APP^[33],用以分享和采集情报(图11)。灾难发生后,整備地区将会启用紧急室外WIFI,滞留者连接后手机会自动打开涩谷区防灾门户网站。同时涩谷区在多个社交平台建立官方防灾账号,在平时进行有关防灾的宣传教育工作。



图11 涩谷区防灾APP及门户网站(图片来源:文献[28])

Fig.11 Shibuya district disaster prevention App and website (source: reference [28])

3 结论与启示

通过对日本都市再生安全确保计划制度中片区防灾概念的发展沿革、制度框架和实施措施的梳理,可以发现片区防灾是为了应对其城市在更新过程中面临的各种新挑战而探索出来的综合策略,并随着都市再生制度的深化而不断的完善和聚焦。本文以日本东京涩谷站为案例,详细介绍了其在都市再生安全确保计划制度下的片区防灾计划的各项措施。具体表现为以下几方面的经验:

(1)将片区防灾理念应用于轨道交通车站综合开发地区。涩谷站的成功案例表明,针对大型轨道交通站点及周边地区等城市人口、功能密集地区,结合其特点制定具有针对性的片区防灾规划是十分重要的。仅考虑单体建筑的防灾不够,应该从整个片区出发考虑整体计划。

(2)提供制度保障。涩谷站片区防灾计划的实施得益于日本都市再生制度的框架和相关政策支持,“放宽空中建筑限制”的特殊措施和有关配合防灾的税制优惠等政策为片区防灾计划的实施提供了有力的制度保障。

(3)软硬兼施的系统化防灾对策。涩谷站周边的基础设施改造从车站层面、片区层面、物业层面出发,通过城市空间的塑造、立体步行网络的建设以及提升单体建筑防灾能力等措施,保障了避难疏散路径的畅通、避难设施的坚固性以及相关物资的

储备。同时,涩谷站片区内开展了详细的现状调查,通过制定疏散计划和保障信息传达等软件对策,涩谷站能够有效组织和管理在灾害发生时的人流疏散,减少混乱和伤亡。

(4)事权主体多元化协同且分工明确。站点的防灾工作由上级政府下达制定规则与规划方向,地方政府、轨道交通开发商、企业单位、社区及民间组织等多方主体共同协作。通过明晰各方职责,形成了以政府主导、企业、社会参与的国土空间安全治理模式,共同进行基础设施建设和疏散规划,可以有效提升城市在面对大规模灾害时的应对能力。

我国现有防灾规划体系多侧重于灾时的应急避难和救灾研究,对常态防灾规划的研究还处于起步阶段,以轨道交通车站周边地区为代表的高强度开发地区的防灾意识还不足。日本的片区防灾理念及其实施经验,对于促进我国防灾规划的制定和实施具有很好的借鉴意义。

第一,制定针对城市轨道交通车站以及周边实施 TOD 开发片区的综合防灾专项规划,并将片区防灾理念深度融入现有防灾规划体系中,提升我国超大城市人口和功能密集片区的整体的防灾能力。

第二,制定不同场景的疏散规划并实施精细化管理。针对不同灾害场景,掌握片区情报,制定流线合理、动态反馈的疏散引导规划以及精细化的实施策略,以确保设施在灾害发生时能够满足人们的疏散、避难等需求。

第三,建构多方联合、事权明确的分工合作机制。科学划定高强度开发地区防灾安全保护区范围,明确安全保护区内涉及的多级别、多部门以及各企事业单位的职责内容与负责范围,建立轨道交通站点周边特定片区的防灾合作组织,共建科学高效的片区防灾规划。

参考文献:

[1] 国家减灾委员会关于印发《“十四五”国家综合防灾减灾规划》的通知[EB/OL]. [2024-10-30]. https://www.mem.gov.cn/gk/zfxxgkpt/fdzdgknr/202207/t20220721_418698.shtml.

[2] 城市公共交通条例[N]. 人民日报, 2024-10-30 (014).

[3] 骆丘垵.城市轨道交通灾害链演化模型及风险评价研究[D].重庆:重庆交通大学,2023.

Luo Q D. Research on the disaster chain evolution model and risk assessment of urban rail transit[D].Chongqing:

Chongqing Jiaotong University,2023. (in Chinese)

[4] Deng Y, Song L, Zhou J, et al. Analysis of failures and influence factors of critical infrastructures: a case of metro[J]. Advances in Civil Engineering, 2020, 2020, 14(1): 1-13.

[5] 毕湘利.城市轨道交通系统安全韧性思考与实践[J].城市轨道交通研究,2024,27(9):1-5.

Bi X L. Thinking and practice of urban rail transit safety resilience[J].Urban Mass Transit, 2024, 27(9):1-5. (in Chinese)

[6] Jiao L, Luo Q, Lu H, et al. Research on the urban rail transit disaster chain: Critical nodes, edge vulnerability and breaking strategy[J]. International Journal of Disaster Risk Reduction, 2024, 102: 104258.

[7] 董卫军,刘阳.城际、地铁一体化的防灾救援规划研究[J].中国安全生产科学技术,2021,17(增2):48-53.

Dong W J, Liu Y. Research on disaster prevention and rescue planning of intercity railway and metro integration [J].Journal of Safety Science and Technology, 2021, 17 (Sup2):48-53. (in Chinese)

[8] Wang Y, Zhao O, Zhang L. Modeling urban rail transit system resilience under natural disasters: a two-layer network framework based on link flow [J]. Reliability Engineering & System Safety, 2024, 241: 109619.

[9] 周兵,文鹏.城市轨道交通大型换乘车站应急防灾设计[J].城市轨道交通研究,2024,27(3):220-224.

Zhou B, Wen P. Emergency disaster prevention design for large urban rail transit transfer station [J]. Urban Mass Transit, 2024, 27(3):220-224. (in Chinese)

[10] 郭建,李传成.应对突发事件的交通枢纽公共空间弹性设计策略研究[J].当代建筑,2020,1(10):64-67.

Guo J, Li C C. Research on the flexible design strateg of public space of transportation hub for emergency [J]. Contemporary Architecture, 2020, 1 (10) : 64-67. (in Chinese)

[11] 郭建,张立旌.基于区域综合防灾的站前广场避难适宜性评价[J].建筑与文化,2021,18(12):137-138.

Guo J, Zhang L J. Suitability evaluation of refuge in station square based on comprehensive regional disaster prevention [J]. Architecture & Culture, 2021, 18(12) : 137-138. (in Chinese)

[12] 郭建,李传成,周希霖.区域综合防灾视角下的铁路客车站站前广场利用潜力分析[J].华中建筑,2022,40(2):124-129.

Guo J, Li C C, Zhou X L. Analysis on the utilization potential of railway station square from the perspective of regional comprehensive disaster prevention [J]. Hua-

- zhong Architecture, 2022, 40(2):124-129. (in Chinese)
- [13] 吕薇, 汤俊卿, 赵鹏军, 等. 我国地震灾害影响下的人群移动研究回顾与展望[J]. 灾害学, 2024, 39(4): 125-130.
- Lyu W, Tang J Q, Zhao P J, et al. Review and prospect of research on human mobility under earthquake disasters in China[J]. Journal of Catastrophology, 2024, 39(4):125-130. (in Chinese)
- [14] 李昌宇, 李季涛, 宋小满, 等. 基于从众心理的城市轨道交通站内应急疏散仿真研究[J]. 铁道运输与经济, 2016, 38(9):77-81.
- Li C Y, Li J T, Song X M, et al. Research on simulation of emergency evacuation from urban rail transit station based on conformity mentality[J]. Railway Transport and Economy, 2016, 38(9):77-81. (in Chinese)
- [15] 雷斌, 寻天祥, 郝亚睿, 等. 城市轨道交通突发事件下换乘站应急疏散路径优化研究[J]. 中国安全生产科学技术, 2023, 19(5):186-193.
- Lei B, Xun T X, Hao Y R, et al. Study on emergency evacuation path optimization of transfer station under urban rail transit emergencies[J]. Journal of Safety Science and Technology, 2023, 19(5):186-193. (in Chinese)
- [16] 潘高, 王大川, 周铁军, 等. 深层地下车站疏散安全挑战及组织策略探析[J]. 地下空间与工程学报, 2022, 18(4):1051-1061, 1074.
- Pan G, Wang D C, Zhou T J, et al. Analysis on the security challenges and organization strategy of evacuation in deep underground station[J]. Chinese Journal of Underground Space and Engineering, 2022, 18(4):1051-1061, 1074. (in Chinese)
- [17] 梁正, 黄寅, 周铁军. 深埋轨道交通车站的消防安全疏散设计研究[J]. 中国市政工程, 2022, 47(6):93-96, 127-128.
- Liang Z, Huang Y, Zhou T J. Research on fire safety evacuation design of deep-buried rail transit station[J]. China Municipal Engineering, 2022, 47(6):93-96, 127-128. (in Chinese)
- [18] 潘福全, 亓荣杰, 王健, 等. 地铁特殊事件成因及人群疏散影响因素分析[J]. 交通科技与经济, 2018, 20(3):1-5, 10.
- Pan F Q, Qi R J, Wang J, et al. Analysis of the causes of subway special event and the factors influencing crowd evacuation[J]. Technology & Economy in Areas of Communications, 2018, 20(3):1-5, 10. (in Chinese)
- [19] 姜学鹏, 蒲婷, 张帆. 地铁车站火灾人员疏散可靠度研究[J]. 安全与环境学报, 2021, 21(5):2170-2177.
- Jiang X P, Pu T, Zhang F. Reliability research of human evacuation in subway station fire[J]. Journal of Safety and Environment, 2021, 21(5):2170-2177. (in Chinese)
- [20] 胡明伟, 汤静妍, 何国庆. 地铁车站水侵应急疏散仿真研究[J]. 深圳大学学报(理工版), 2022, 39(2):159-167.
- Hu M W, Tang J Y, He G Q. Simulation study on emergency evacuation due to water invasion in subway stations[J]. Journal of Shenzhen University (Science and Engineering), 2022, 39(2):159-167. (in Chinese)
- [21] 李枫, 吴潼, 葛丽娟. 恐怖袭击情境下地铁车站应急疏散仿真方法改进研究[J]. 城市轨道交通研究, 2020, 23(3):106-112.
- Li F, Wu T, Ge L J. Research on the improvement of metro station passenger emergency evacuation simulation method in the context of terrorist attacks[J]. Urban Mass Transit, 2020, 23(3):106-112. (in Chinese)
- [22] 姚远. 地铁站恐怖袭击风险分析与人群疏散仿真研究[D]. 北京: 中国人民公安大学, 2021.
- Yao Y. Simulation study on crowd evacuation and risk analysis of terrorist attack in subway station[D]. Beijing: People's Public Security University of China, 2021. (in Chinese)
- [23] 杜修力, 张洋, 缪惠全, 等. 韧性城市视角下地铁系统安全运营评价指标体系[J]. 自然灾害学报, 2023, 32(3):1-13.
- Du X L, Zhang Y, Miao H Q, et al. Indicator system for the evaluation of metro system safe operation from the perspective of resilient cities[J]. Journal of Natural Disasters, 2023, 32(3):1-13. (in Chinese)
- [24] 都市再生: 都市再生安全確保計画制度 - 国土交通省 [EB/OL]. [2024-10-30]. https://www.mlit.go.jp/toshi/toshi_machi_tk_000049.html.
- [25] 都市再生安全確保計画制度について [EB/OL]. [2024-10-30]. <https://www.chisou.go.jp/tiiki/toshisaisei/yuushikisya/anzenkakuho/index.html>.
- [26] 報道発表資料: 「都市再生特別措置法等の一部を改正する法律案」を閣議決定
 ~安全で魅力的なまちづくりを推進します ~ - 国土交通省 [EB/OL]. [2024-10-30]. https://www.mlit.go.jp/report/press/toshi05_hh_000271.html.
- [27] 王晶, 丁震. 东京涩谷站 TOD 开发模式及其借鉴意义[J]. 综合运输, 2021, 43(1):127-132, 142.
- Wang J, Ding Z. On the TOD development mode and reference significance of Tokyo Shibuya Station[J]. China Transportation Review, 2021, 43(1):127-132, 142. (in Chinese)

- [28] 涩谷站周边地区城市安全确保计划|城市计划(地域・地区・城市设施)|涩谷区门[EB/OL]. [2024-10-30]. https://www.city.shibuya.tokyo.jp/kankyo/toshikeikaku/toshikeikaku-chiiki/anzenkakuho_plan.html.
- [29] 张朝辉. 日本都市再生的发展沿革、主体制度与实践模式研究[J]. 国际城市规划, 2022, 37(4): 51-62.
Zhang C H. Research on the development process, main system and practice mode of urban regeneration in Japan [J]. Urban Planning International, 2022, 37(4): 51-62. (in Chinese)
- [30] エリア防災 生まれ変わるまちの機能を知ろう! | NHK 防災 [EB/OL]. [2024-10-30]. <https://www.nhk.or.jp/bousai/articles/21523/>.
- [31] 涩谷站街区基础整備城市计划变更的梗概|涩谷站周边整備の关联计划・城市计划/城市基础整備|涩谷区门[EB/OL]. [2024-10-30]. https://www.city.shibuya.tokyo.jp/kankyo/shuhen-machizukuri/eki-kanremplan/gaiku_kiban.html.
- [32] 街路・連立・新交通:交通結節点整備等の推進 - 国土交通省[EB/OL]. [2024-10-30]. https://www.mlit.go.jp/toshi/toshi_gairo_tk_000019.html.
- [33] 都市再生整備計画 | 渋谷駅周辺整備の関連計画・まちづくり | 渋谷区ポータル [EB/OL]. [2024-10-30]. <https://www.city.shibuya.tokyo.jp/kankyo/shuhen-machizukuri/eki-machizukuri/toshisaisei.html>.
- (本文编辑:周小潭)



(上接第 1244 页)

附表 6 地下交通基础设施辅助设施运行碳排放因子

Table 6 Carbon emission factors for the auxiliary facilities in underground transportation infrastructure

辅助设施项目	碳排放因子/(kgCO ₂ e·(h·km) ⁻¹)
照明设备	29.84
通风设备	687.70
灯具维护	0.53

附表 7 北京市不同城市植被类型单位面积年净碳吸收量

Table 7 Carbon sequestration factors (CSF) of different urban vegetation types in Beijing

城市植被类型	净碳吸收量/(kgCO ₂ e·(m ² ·Y) ⁻¹)
附属绿地	0.557 8
公园绿地	0.613 6
保护性绿地	0.468 6
区域绿地	0.834 3