

doi: 10.3969/j.issn.1672-6073.2023.06.001

# 面向轨道交通与土地利用一体化的 节点-场所模型研究综述

贺鹏<sup>1,2</sup>, 陈珍<sup>3</sup>, 黄靖茹<sup>4</sup>, 许奇<sup>3</sup>

- (1. 北京交通大学土木建筑工程学院, 北京 100044; 2. 北京城建设计发展集团股份有限公司, 北京 100037;  
3. 北京交通大学综合交通运输大数据应用技术交通运输行业重点实验室, 北京 100044;  
4. 广州市交通规划研究院有限公司, 广州 510030)

**摘要:** 站点地区是轨道交通和土地利用交互的主要区域, 其综合开发是交通规划和城市研究的经典问题。以公共交通为导向的发展(transit-oriented development, TOD)既是公共交通引导的社区建设模式, 也是交通与城市融合的高质量发展理念。Bertolini 提出的节点-场所模型能够有效评估公共交通站点地区的交通和土地利用一体化发展, 为 TOD 理论提供融合发展的分析框架。基于此, 本文首先从建成环境的角度介绍 TOD 的基本概念以及轨道交通与土地一体化模型, 然后系统地梳理节点-场所模型的经典形式及其改进模型, 总结节点-场所模型常见的评估指标及车站影响范围参数, 最后归纳节点-场所模型的经典应用场景, 提出其局限性及发展方向。研究成果有助于更好地评估交通和土地利用一体化发展水平, 进一步促进轨道交通站点地区的协调发展。

**关键词:** 城市交通; 轨道交通; 土地利用; TOD; 节点-场所模型

中图分类号: U231

文献标志码: A

文章编号: 1672-6073(2023)06-0001-06

## A Review of Node-Place Model for Integration of Urban Rail and Land Use

HE Peng<sup>1,2</sup>, CHEN Zhen<sup>3</sup>, HUANG Jingru<sup>4</sup>, XU Qi<sup>3</sup>

- (1. School of Civil Engineering, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044; 2. Beijing Urban Construction Design and Development Group Co., Ltd., Beijing 100037; 3. Key Laboratory of Transport Industry of Big Data Application Technologies for Comprehensive Transport, Ministry of Transport, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044; 4. Guangzhou Transport Planning Research Institute Co., Ltd., Guangzhou 510030)

**Abstract:** Stations are areas where urban rail and land use interact. The integrated development of transportation and land use in urban station areas is a key issue in traffic planning and urban studies. Transit-oriented development (TOD) represents a community development mode guided by public transportation. Additionally, it embodies a high-quality concept integrating transportation and metropolises. The node-place model proposed by Bertolini can effectively measure the coordination between transportation and land use in the area of public transportation stations and correspondingly provides an analytical framework for the integrated development of TOD. This paper introduces the basic concept of TOD and integrates models of urban rail and land use from the perspective of the built environment. Then, we systematically state the classical form of node-place models and their improved models and summarize the built environment indicators and pedestrian catchment area parameters of

收稿日期: 2023-02-01 修回日期: 2023-08-04

第一作者: 贺鹏, 男, 硕士, 教授级高级工程师, 从事城市轨道交通线网规划研究和总体设计工作, 512235513@qq.com

通信作者: 许奇, 男, 博士, 副教授, 从事城市轨道交通规划研究工作, xuqi@bjtu.edu.cn

基金项目: 国家自然科学基金(71971021)

引用格式: 贺鹏, 陈珍, 黄靖茹, 等. 面向轨道交通与土地利用一体化的节点-场所模型研究综述[J]. 都市轨道交通, 2023, 36(6): 1-6.

HE Peng, CHEN Zhen, HUANG Jingru, et al. A review of node-place model for integration of urban rail and land use[J]. Urban rapid rail transit, 2023, 36(6): 1-6.

node-place models. Finally, we conclude with classical application scenarios of node-place models and propose their limitations and development directions.

**Keywords:** urban traffic; urban rail; land use; TOD; node-place model

城市空间的无序扩张将导致城市低密度蔓延,促进城市用地和交通高质量融合发展已成为当前亟须研究的主题。对此,新城市主义学派的部分学者提出以公共交通为导向的发展(transit-oriented development, TOD)模式。TOD的目标是通过公共交通出行代替小汽车出行,以实现城市可持续发展,并通过提高公共交通的使用率、交通和土地利用一体化程度,综合开发利用公共交通站点周边用地。采用TOD模式不但可以优化城市功能和空间结构,而且可有效控制城市边界,从而建立起紧凑、集约、高效的城市形态<sup>[1-2]</sup>。

TOD中轨道交通站点作为节点具有双重属性,包括运输乘客的交通功能和带动周边区域发展的城市功能。继Bertolini等<sup>[3]</sup>提出节点-场所(node-place, NP)模型用以评估交通服务和用地开发的协调程度后,国内外很多学者致力于改进和扩展NP模型,评估不同场景的交通和土地利用一体化发展情况。我国城市轨道交通建设方兴未艾,郊区线路建设速度超过用地开发速度,而市区则相反,站点周边功能失衡现象普遍存在。促进轨道交通站点地区的协调发展,实现站点地区空间的合理高效使用,是我国城市高质量发展的重要问题,鉴于此,本文系统地梳理面向轨道交通与土地利用一体化的NP模型及其改进模型,总结NP模型常见的建成环境特征指标,梳理研究场景并提出未来的主要研究方向。

## 1 TOD的基本概念

TOD理论是Calthorpe<sup>[1]</sup>针对美国20世纪90年代以汽车为导向的发展模式导致城市低密度蔓延、交通拥堵等问题提出的解决思路,希望通过高强度开发轨道交通车站的周边土地,配合土地混合使用和宜人的步行环境设计,形成相对紧凑的城市空间形态。

### 1.1 TOD的建成环境

交通与土地利用具有复杂的互动关系,学者对TOD建成环境及特征的诠释随时间不断细化与深入。最具代表性的是1990年以来以Cervero等<sup>[4]</sup>为代表的学者提出的多“D”理论体系,其根据美国旧金山湾区实证研究提出对抑制机动车出行具有重要影响的3D指标,即密度(Density)、多样性(Diversity)和设计(Design)。除用地开发外,Cervero等<sup>[5-6]</sup>考虑另外两个

交通类的指标,即公共交通站点距离(Distance to transit)和目的地可达性(Destination accessibility)以描述TOD建成环境,从而形成刻画TOD建成环境的5D指标模型。此外,还可采用人口统计(Demographic)和需求管理(Demand management)以刻画TOD建成环境<sup>[7]</sup>。

从TOD的7D指标来看,密度表征单位面积内活动的强度,可用城市人口、就业岗位及各种活动的密集度衡量。多样性描述研究尺度内土地利用的种类及多样性,可用土地利用混合熵、职住比等测量。设计的优劣以区域道路网密度、交叉口密度、人行道面积率等指标度量。公共交通站点距离衡量公共交通服务的可用性,度量值包括站点与主要起讫点的欧氏距离、公交线网密度、公交站点密度等指标。目的地可达性可由轨道交通站点到周边生活、就业、购物等地点便捷程度衡量。人口统计特征主要有租房家庭百分比、家庭汽车拥有率和家庭收入等。需求管理包括停车场密度、停车费、拥堵收费等指标。

### 1.2 轨道交通与土地利用的一体化

国内外学者应用多种模型刻画TOD项目的轨道交通与土地一体化开发水平。Hansen<sup>[8]</sup>首先提出可达性概念,用它分析交通与土地利用间互相影响的关系,随后可达性被广泛应用于TOD及轨道交通与土地一体化研究中<sup>[9-10]</sup>。尽管可达性研究较为丰富,但对轨道交通与土地利用的互动关系的研究仍有不足:一方面可达性虽然是交通服务与土地利用一体化的结果,但无法评估二者的协调程度;另一方面可达性对交通服务和土地利用的刻画维度仍不够系统全面。

NP模型是不同于可达性分析方法的轨道交通与土地一体化模型,其将代表土地的场所指标与代表交通的节点指标作为建成环境平等的两方面,分析二者的协调性,较全面地评价TOD项目一体化。此外,NP模型提出要突出轨道交通站点“场所”与“节点”的双重属性,推动这两个维度指标体系的形成,并强调TOD的协同发展。后续改进的NP模型则进一步细化TOD的交通指标,并将模型分析维度从“场所”“节点”向“客流”“设计”等方向拓展,从而实现对轨道交通TOD更全面详细的评估。

## 2 节点-场所模型及其扩展

### 2.1 节点-场所模型

NP 模型从微观视角分析单个站点地区交通与土地利用的协同性,为站点地区提供规划决策<sup>[11]</sup>。轨道交通站点与其周边区域相互关联,相辅相成,既具有交通功能,也带动周边区域具有城市功能。NP 模型综合评价站点区域的交通与城市的发展水平、匹配程度、交互潜力,为 TOD 发展战略提供有力的决策支持。

NP 模型以站点地区的节点价值为  $y$  坐标、场所价值为  $x$  坐标,通过建立二维坐标系量化节点价值和场所价值之间互为影响的协同关系,如图 1 所示。NP 模型中  $45^\circ$  对角线表明节点价值与场所价值相互协同。纺锤形区域可以按照节点和场所属性的强度划分为从属、平衡、压力等 3 种状态。顶部是“压力”状态,表示交通服务和城市活动的强度均处于最大水平,交互潜能趋于饱和,区域的进一步发展会导致交通和城市的不相容;底部是“从属”状态,表明站域的提升空间大;中部是“平衡”状态。此外,纺锤形右下方对应“失衡节点”状态,表示该站域的交通服务优于城市发展(如城市边缘地区的新建站点);纺锤形左上方对应“失衡场所”状态,表示该地区的城市发展优于交通服务(如处于城市中心位置的老城区)。

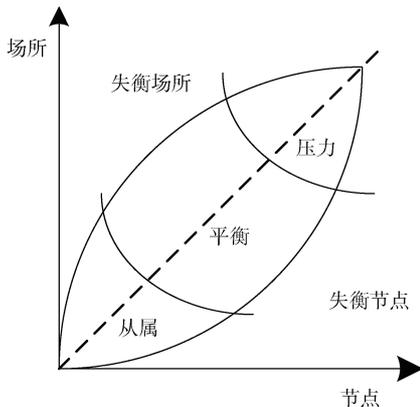


图 1 节点-场所模型

Figure 1 Node-Place model

### 2.2 模型扩展

根据不同的应用场景,国内外学者改进并扩展多种 NP 模型,具有代表性的改进 NP 模型如表 1 所示。按照时间顺序, Lyu 等<sup>[12]</sup>参考 TOD 概念,以 Transit 和 Development 表示节点和场所指标,并新增 Oriented 指标以表示交通与城市发展的交互。Li 等<sup>[13]</sup>通过分析交通和土地利用间的形态和功能联系而拓展 Tie 维度,

认为其在土地与交通的反馈循环中起关键作用。Vale 等<sup>[14]</sup>考虑车站区域步行可达性的城市条件,并将其纳入 Design 指标,类似研究还有 Zhang 等<sup>[15]</sup>、Pezeshknejad 等<sup>[16]</sup>和 Su 等<sup>[17]</sup>从不同角度研究车站周边土地利用、交通服务和步行环境三者之间的相互作用以更好地刻画公共交通特征。

表 1 NP 模型的扩展应用

Table 1 Extended application of node-place model

学者及 成果发表时间	评价指标维度	研究案例
Lyu 等(2016) <sup>[12]</sup>	Transit(交通)-Oriented(融合)- Development(城市)	中国北京
Li 等(2019) <sup>[13]</sup>	Node(节点)-Place(场所)-Tie(联系)	中国上海
Vale 等(2018) <sup>[14]</sup>	Node(节点)-Place(场所)-Design (设计)	葡萄牙 里斯本
Zhang 等(2019) <sup>[15]</sup>	Node(节点)-Place(场所)-Design(设计)	英国伦敦
Pezeshknejad 等 (2020) <sup>[16]</sup>	Node(节点)-Place(场所)-Design(设计)	伊朗 德黑兰
Su 等(2021) <sup>[17]</sup>	Node(节点)-Place(场所)-Functionality (功能)	中国京沪 深汉杭
Nigro 等(2019) <sup>[18]</sup>	Node(节点)-Place(场所)-Feeder Transport(交通)	意大利 坎帕尼亚
Olaru 等(2019) <sup>[19]</sup>	Node(节点)-Place(场所)-Background Traffic(交通)	澳大利亚 珀斯
Cao 等(2020) <sup>[20]</sup>	Node(节点)-Place(场所)-Ridership (客流)	日本东京
Laura 等(2018) <sup>[22]</sup>	Node(节点)-Place(场所)-Experience (感知)	荷兰 鹿特丹

既有研究主要关注城市核心区域,忽略远郊区等低密度城市环境下 TOD 的开发策略。Nigro 等<sup>[18]</sup>考虑郊区乘客通常以私家车、自行车和其他公共交通方式作为轨道交通的接驳出行方式,将相关指标扩展为 Feeder Transport 维度。对于低密度城市, Olaru 等<sup>[19]</sup>考虑交通基础设施对交通流的影响,增加 Background Traffic 维度,衡量车站周边的路网密度、公共交通、私人交通和交叉口服务水平对车站客流的影响。

针对节点和场所价值对车站客流量的影响, Cao 等<sup>[20]</sup>考虑客流不仅反映居民使用轨道交通出行的特点,而且与土地利用促进轨道交通出行有关,因而在 NP 模型中增加“客流”维度,并以东京地铁为例分析车站区域的交通、土地利用与客流三者之间的互动关系和协调性。据此,张志健等<sup>[21]</sup>提出节点-场所-客流模型,分析三者之间的综合效应。Laura 等<sup>[22]</sup>从乘客的体验角度出发,将乘客对交通服务质量的感知作为第 3 维度增加至 NP 模型中。

为评估公共交通和土地开发的可持续效益，Rodríguez 等<sup>[23]</sup>扩展“Integration”与“Value”等两个维度，形成多维模型供规划者和政策制定者评估公共交通站点发展潜力。同样采用多维指标的研究还有 Yang 等<sup>[24]</sup>，其考虑车站区域开发的紧凑性及其与城市结构的相互作用，引入“Design”和“Vibrancy”两个维度分析广州和深圳的城市轨道交通站点的开发协调性。

表2 NP模型中常见的建成环境特征指标

Table 2 Selection of existing built environment indicator system of node-place models

节点	场所	出行环境与设计
复杂网络节点中心性 <sup>[17,20,23,25]</sup>	职住密度 <sup>[12,14-18,23,25-28]</sup>	自行车道长度/密度 <sup>[15,18,23,28-29]</sup>
距城市核心区距离 <sup>[16,20,23,28-29]</sup>	土地利用混合度 <sup>[12,14-17,20,23,25-29]</sup>	停车场容量 <sup>[12,14-15,20,23,25-26,28-29]</sup>
公交/地铁线路/站点数量 <sup>[13-15,20,23,25,28-29]</sup>	各行业就业者数量/比例 <sup>[12,14,25-29]</sup>	人行道和绿化带长度 <sup>[14-15,18,25]</sup>
发车频率 <sup>[14-15,20,25,28-29]</sup>	轨道交通客流量 <sup>[13,20-21,25-26,29]</sup>	绿地密度 <sup>[28]</sup>
路网/交叉口密度 <sup>[12,14,16-17,20,25]</sup>	步行吸引范围内兴趣点(Point of Interest, POI)密度 <sup>[14-15]</sup>	自行车停车面积 <sup>[25,28]</sup>
距高速路入口距离 <sup>[14-15,26,28-29]</sup>	容积率 <sup>[21]</sup>	各类 POI 到车站平均距离 <sup>[13,17]</sup>
城市服务可达性 <sup>[21]</sup>	商业与办公场所 <sup>[20,23,28]</sup>	街道连通性 <sup>[17]</sup>

### 3.2 车站影响范围

轨道交通和土地利用的互动主要在车站周边，既有关于 TOD 的研究通常以公共交通站点为圆心、一定距离为半径的圆形区域作为车站影响范围。从交通角度来看，车站的影响范围可表述为步行范围(Pedestrian catchment area)和站点服务区(Service area)等，其划分的目的旨在有效匹配交通资源。从空间角度来看，车站的影响范围可表述为公共交通引导发展或开发地区(TOD area)和站点地区(Station area)，其目的旨在创造多样活力的站域空间<sup>[30]</sup>。

对于车站影响范围的边界形状，大多数研究采用 3 种基本方法：①标准圆，以轨道交通站点为圆心，一定距离为半径的圆；②泰森多边形，以不规则的泰森多边形刻画站点影响的区域；③等时圈，考虑到站点区域的出行环境，以时间距离得出以站点为中心、一定时间内可到达的区域。由于地形或道路隔断，等时圈形状大多是不规则多边形。

国内外 TOD 规划设计导则中对车站影响范围的界定多在 500~1 500 m 之间。通常单一线路的城市轨道交通影响区可作为一个带型地区统一规划控制<sup>[31]</sup>。墨西哥可持续交通中心 2014 年发布的《城市社区 TOD 导则》将 TOD 邻里街区定义为 600 m，即步行 10 min 内可到达区域<sup>[32]</sup>，此外加拿大渥太华规划交通与环境

## 3 评估指标及车站影响范围

### 3.1 评估指标

NP 模型揭示轨道交通站点地区节点、场所价值的互动关系，提供评估站点地区融合发展的研究框架，通常使用多维度指标分析站点地区的交通和土地利用的协调性，进而对 TOD 发展水平分类和评估。表 2 归纳总结国内外学者应用 NP 模型时所选取的节点指标和场所指标，以及出行环境与设计指标 3 类。

部也以 600 m 划定 TOD 地区的边界<sup>[33]</sup>。

由于国内外案例研究场景的独特性，不同学者对轨道交通站点影响范围的界定存在差异。常见的圆形半径通常为 300 m<sup>[34]</sup>、500 m<sup>[16,20,23]</sup>、700 m<sup>[14,27]</sup>、800 m<sup>[17]</sup>、960 m<sup>[15]</sup>、1 000 m<sup>[35]</sup>、1 200 m<sup>[25]</sup>，甚至 2 000 m<sup>[36]</sup>。此外，根据案例中不同城市、线路及站点发展情况和功能定位的不同，需进一步考虑放大或缩小轨道交通站点影响范围。如 Eizaguirre-Iribar 等<sup>[37]</sup>在研究废弃铁路站点周边的土地利用情况时，由于废弃铁路站点处于城市外围地区，功能发展条件、路网密度和公交覆盖度均不如城市核心区，在此情况下出行者可接受的接驳距离更长，故以 2 500 m 作为边界划分站点影响区域。

## 4 应用场景

国内外学者基于 NP 模型评估公共交通站点的交通服务与用地开发的协调性，采用聚类方法识别相似特征的站点，为城市规划决策者和开发商提供不同类型站点的差异化发展策略，以促进 TOD 发展。这类研究统称为 TOD 类型学，始于 Bertolini 对车站及其周边地区发展前景的研究。这一概念模型已被许多研究学者应用和扩展，用于分析 TOD 发展状况<sup>[12,18,27]</sup>、可达性<sup>[36]</sup>、土地利用影响<sup>[38]</sup>等方面。国内学者大多采用 NP 模型评估轨道交通站点的 TOD 发展水平，案例

研究包括长三角地区高铁<sup>[39]</sup>、厦门地铁<sup>[21]</sup>、乌鲁木齐地铁<sup>[40]</sup>等。NP 模型本质是分析框架,其指标体系不局限于特定的环境或交通因素,而是根据问题突出研究重点,并据此改进模型。在最近的研究中,许多学者强调“设计”在交通和土地利用之间反馈循环的作用,并将其作为第 3 维度指标扩展 NP 模型<sup>[11,13-15]</sup>。

Reusser 等<sup>[29]</sup>针对经典 NP 模型未考虑指标权重的局限性,采用专家打分法赋予指标不同权重以筛选出最具有价值的指标,并将其纳入评估指标集。此类方法虽然能更好地描述车站与环境之间的相互作用,但没有考虑到其他可能成为 TOD 的区域,正如 Thomas 等<sup>[41]</sup>所言,街区无论是否配套车站都具备成为 TOD 的潜力。对此,Kamruzzaman 等<sup>[42]</sup>将澳大利亚布里斯班人口普查单元作为研究对象,提出节点和场所之间的关系类型识别方法,指出 TOD 的实施情况会因街区的类型不同有所差异,需要因地制宜地实施开发。

大多数研究学者在评估节点或场所的总体指标值时,通常先标准化指标值,后采用多标准决策方法将各 TOD 加权指标汇总至最终模型。多数 TOD 类型学研究仅考虑城市社会环境的静态特征,而忽略城市动态特征即人群活动模式。另外,由于研究对象的内在因素以及外在特征等诸多差异,即使多数研究采取的理论方法相似,学者对节点与场所的指标理解也很难统一。以客流指标为例,许多学者将客流需求作为模型的节点价值,并将其用于分类车站。然而,Zemp 等<sup>[43]</sup>对此持不同观点,即客流是 TOD 发展程度的衡量标准。而 Cao 等<sup>[20]</sup>指出,客流可以作为与节点、场所重要程度相当的衡量 TOD 的效果指标。

## 5 结语

NP 模型在国外应用的规模逐渐广泛,但是在我国引入的时间较晚,既有研究仍多应用于轨道交通中,场景比较单一,对模型的扩展也较少。目前基于 NP 模型的研究越来越趋于多维度、多尺度、多粒度评估轨道交通车站的 TOD 发展水平,但还缺少时间维度的研究,对于不同时间段,研究结果会有很大差别,不可一概而论。另外模型缺少基准值,只能定性却不能定量地判断站点车站及其周边地区的发展程度。

借鉴已有经验,未来我国对 NP 模型的应用有很大的发展空间。可根据不同的研究背景和目标策略进行模型的系统开发,划定不同层级的站域以满足多元复杂化的轨道交通接驳方式;利用模型的普适性探索更多研究领域的应用路径,加强新技术联动,构建不

同时空尺度的多维度指标,以更好地动态评估站区协调性;NP 模型可用于 TOD 项目的规划建设及后评估,决策者需结合实际条件深入分析,构建更全面的 TOD 分析框架以满足不同需求。

## 参考文献

- [1] CALTHORPE P. The next American metropolis: ecology, community, and the American dream[M]. New York: Princeton Architectural Press, 1993.
- [2] BERNICK M, CERVERO R. Transit Villages in the 21st century[M]. New York: McGraw-Hill, 1997.
- [3] BERTOLINI L, SPIT T. Cities on rails: the redevelopment of railway station areas[M]. London: E & FN Spon, 1998.
- [4] CERVERO R, KOCKELMAN K. Travel demand and the 3Ds: density, diversity, and design[J]. Transportation research part D: transport and environment, 1997, 2(3): 199-219.
- [5] CERVERO R, SARMIENTO O L, JACOBY E, et al. Influences of built environments on walking and cycling: lessons from bogotá[J]. International journal of sustainable transportation, 2009, 3(4): 203-226.
- [6] EWING R, CERVERO R. Travel and the built environment[J]. Journal of the American Planning Association, 2010, 76(3): 265-294.
- [7] EWING R, CERVERO R. Travel and the built environment: a synthesis[J]. Transportation research record: Journal of the transportation research board, 2001, 1780(1): 87-114.
- [8] HANSEN W G. How accessibility shapes land use[J]. Journal of the American Institute of Planners, 1959, 25(2): 73-76.
- [9] PAPA E, MOCCIA F D, ANGIELLO G, et al. An accessibility planning tool for network Transit Oriented Development: SNAP[J]. PLANUM, 2013, 2(27): 1-9.
- [10] 陈威, 焦洪赞, 王涛. 廊道式 TOD 土地利用遗传优化模型[J]. 武汉大学学报(工学版), 2020, 53(11): 995-1005.  
CHEN Wei, JIAO Hongzan, WANG Tao. Corridor TOD land use genetic algorithm optimization model[J]. Engineering Journal of Wuhan University, 2020, 53(11): 995-1005.
- [11] BERTOLINI L. Spatial development patterns and public transport: the application of an analytical model in the Netherlands[J]. Planning practice and research, 1999, 14(2): 199-210.
- [12] LYU G W, BERTOLINI L, PFEFFER K. Developing a TOD typology for Beijing metro station areas[J]. Journal of transport geography, 2016, 55: 40-50.
- [13] LI Z K, HAN Z X, XIN J, et al. Transit oriented development among metro station areas in Shanghai, China: variations, typology, optimization and implications for land use planning[J]. Land use policy, 2019, 82: 269-282.
- [14] VALE D S, VIANA C M, PEREIRA M. The extended node-place model at the local scale: evaluating the integration

- of land use and transport for Lisbon's subway network[J]. *Journal of transport geography*, 2018, 69: 282-293.
- [15] ZHANG Y R, MARSHALL S, MANLEY E. Network criticality and the node-place-design model: Classifying metro station areas in Greater London[J]. *Journal of transport geography*, 2019, 79: 102485.
- [16] PEZESHKNEJAD P, MONAJEM S, MOZAFARI H. Evaluating sustainability and land use integration of BRT stations via extended node place model, an application on BRT stations of Tehran[J]. *Journal of transport geography*, 2020, 82: 102626.
- [17] SU S L, ZHANG H, WANG M, et al. Transit-oriented development (TOD) typologies around metro station areas in urban China: a comparative analysis of five typical megacities for planning implications[J]. *Journal of transport geography*, 2021, 90: 102939.
- [18] NIGRO A, BERTOLINI L, MOCCIA F D. Land use and public transport integration in small cities and towns: assessment methodology and application[J]. *Journal of transport geography*, 2019, 74: 110-124.
- [19] OLARU D, MONCRIEFF S, MCCARNEY G, et al. Place vs. node transit: planning policies revisited[J]. *Sustainability*, 2019, 11(2): 477.
- [20] CAO Z J, ASAKURA Y, TAN Z B. Coordination between node, place, and ridership: comparing three transit operators in Tokyo[J]. *Transportation research part D: transport and environment*, 2020, 87: 102518.
- [21] 张志健, 高顺祥, 陈越, 等. 基于改进节点-场所模型的城市轨道交通 TOD 评估[J]. *交通运输研究*, 2022, 8(3): 143-153.  
ZHANG Zhijian, GAO Shunxiang, CHEN Yue, et al. Evaluation of urban rail transit TOD based on enhanced node-place model[J]. *Transportation standardization*, 2022, 8(3): 143-153.
- [22] GROENENDIJK L, REZAEI J, CORREIA G. Incorporating the travellers' experience value in assessing the quality of transit nodes: a Rotterdam case study[J]. *Case studies on transport policy*, 2018, 6(4): 564-576.
- [23] RODRÍGUEZ D A, KANG C D. A typology of the built environment around rail stops in the global transit-oriented city of Seoul, Korea[J]. *Cities*, 2020, 100: 102663.
- [24] YANG Y X, ZHONG C, GAO Q L. An extended node-place model for comparative studies of transit-oriented development[J]. *Transportation research part D: transport and environment*, 2022, 113: 103514.
- [25] CASET F, TEIXEIRA F M, DERUDDER B, et al. Planning for nodes, places and people in Flanders and Brussels: developing an empirical railway station assessment model for strategic decision-making[J]. *Journal of transport and land use*, 2019, 12(1): 811-837.
- [26] VALE D S. Transit-oriented development, integration of land use and transport, and pedestrian accessibility: combining node-place model with pedestrian shed ratio to evaluate and classify station areas in Lisbon[J]. *Journal of transport geography*, 2015, 45: 70-80.
- [27] MONAJEM S, EKRAM NOSRATIAN F. The evaluation of the spatial integration of station areas via the node place model: an application to subway station areas in Tehran[J]. *Transportation research part D: transport and environment*, 2015, 40: 14-27.
- [28] ORTUÑO-PADILLA A, ESPINOSA-FLOR A, CERDÁN-AZNAR L. "Development strategies at station areas in southwestern China: the case of Mianyang city"[J]. *Land use policy*, 2017, 68: 660-670.
- [29] REUSSER D E, LOUKOPOULOS P, STAUFFACHER M, et al. Classifying railway stations for sustainable transitions—balancing node and place functions[J]. *Journal of transport geography*, 2008, 16(3): 191-202.
- [30] 王亚洁. 国外城市轨道交通与站域土地利用互动研究进展[J]. *国际城市规划*, 2018, 33(1): 111-118.  
WANG Yajie. International studies on the interaction between urban rail transit and land use of station areas[J]. *Urban planning international*, 2018, 33(1): 111-118.
- [31] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 城市轨道交通沿线地区规划设计导则[R/OL]. (2015-11-18)[2022-10-16] [https://www.mohurd.gov.cn/gongkai/zhengce/zhengcefilelib/201512/20151210\\_225899.html](https://www.mohurd.gov.cn/gongkai/zhengce/zhengcefilelib/201512/20151210_225899.html).
- [32] SARMIENTO C, ZAMORANO L, KING R, et al. TOD guide for urban communities[S]. Mexico City: EMBARQ Mexican sustainable transportation center, 2014.
- [33] Planning, Transit and the Environment Department of Ottawa. Land use and design guidelines for transit oriented development of Ottawa[S]. Ottawa: Planning, transit and the environment department of Ottawa, 2007.
- [34] CASET F, VALE D S, VIANA C M. Measuring the accessibility of railway stations in the Brussels regional express network: a node-place modeling approach[J]. *Networks and spatial economics*, 2018, 18(3): 495-530.
- [35] KIM H, SULTANA S, WEBER J. A geographic assessment of the economic development impact of Korean high-speed rail stations[J]. *Transport policy*, 2018, 66: 127-137.
- [36] MONIRUZZAMAN M, OLARU D, BIERMANN S. Assessing the accessibility of activity centres and their prioritisation: a case study for Perth Metropolitan Area[J]. *Urban, planning and transport research*, 2017, 5(1): 1-21.
- [37] EIZAGUIRRE-IRIBAR A, GRIJALBA O, HERNÁNDEZ-MINGUILLÓN R J. An integrated approach to transportation and land-use planning for the analysis of former railway nodes in sustainable transport development: the case of the vasco-navarro railway[J]. *Sustainability*, 2020, 13(1): 322.

(下转第123页)