

Evaluation of High-Speed Railway Stations in Nanjing Metropolitan Area Based on Node-Place Model

Xinran Zhu

School of Architecture, Southeast University, Nanjing, China

Email address:

2479904995@qq.com

To cite this article:

Xinran Zhu. Evaluation of High-Speed Railway Stations in Nanjing Metropolitan Area Based on Node-Place Model. *Science Discovery*. Vol. 10, No. 6, 2022, pp. 489-494. doi: 10.11648/j.sd.20221006.27

Received: October 30, 2022; **Accepted:** November 29, 2022; **Published:** December 8, 2022

Abstract: With the deepening of the regional integration process, the connectivity of the transport infrastructure in the metropolitan area has become increasingly close, and the construction of high-speed rail network has become an inevitable trend. Facing the arrival of the high-speed railway era, it is of great practical significance to carry out classified research, scientific evaluation and reasonable planning for high-speed railway station areas to promote the sustainable and high-quality development of China's high-speed railway network. The purpose of this paper is to analyze the interaction between high-speed railway station transport and land use, based on China's national conditions and data availability, quantitatively build a node-place model suitable for China, increase the platform scale, station level, average transfer distance and other indicators, and apply the model to the empirical analysis of 29 high-speed railway stations in Nanjing metropolitan area. The results show that Nanjing Station, Zhenjiang Station and some other high-speed railway stations are in a sustainable development state, while most of the county-level high-speed railway stations deviate from the sustainable development. The author further discusses the possible development direction of different types of stations, and provides targeted optimization paths for the integrated development of high-speed rail in Nanjing metropolitan area.

Keywords: Nanjing Metropolitan Area, Node-Place Model, High-Speed Railway Station

基于节点-场所模型的南京都市圈高铁站点评估研究

朱欣然

东南大学建筑学院, 南京, 中国

邮箱

2479904995@qq.com

摘要: 伴随着区域一体化进程的深入, 都市圈交通基础设施的互联互通也愈加紧密, 高铁网络建设成为必然趋势, 面对高铁时代的到来, 如何对高铁站区进行分类研究、科学评估与合理规划, 对促进我国高铁网络可持续、高质量发展具有重要的现实意义。本文旨在分析高铁站区交通与土地利用的互动关系, 基于我国国情与数据可获取性, 定量构建适用于我国城市的节点-场所模型, 增加站台规模、车站等级、平均换乘距离等指标, 并将模型应用于我国南京都市圈内29个高铁站区的实证分析。结果表明, 南京都市圈内南京站、镇江站等高铁站周边区域处于可持续发展状态, 而大部分县级三级或四级高铁站偏离可持续发展状态。笔者进一步对不同类型站点可能的发展方向进行探讨, 并为南京都市圈的高铁一体化发展提供针对性的优化路径。

关键词: 南京都市圈, 节点-场所模型, 高铁站点

1. 引言

2020年8月国家发布《新时代交通强国铁路先行规划纲要》提出：到2035年，现代化的铁路网将在全球率先建成，20万人口以上城市实现铁路覆盖，50万人口以上城市实现高铁通达，相邻区域省会间基本实现3小时高铁圈[1]。此外提出建设现代化高质量综合立体交通网络、构建便捷顺畅的城市（群）交通网、形成广覆盖的农村交通基础设施网、构筑多层次一体化的综合交通枢纽体系。城市交通是城市要素集聚与扩散的重要渠道与载体，高质量的城市交通是推进城市群发展的重要支撑[2]。伴随着区域一体化进程的深入，城镇密集地区交通基础设施的互联互通也愈加紧密，高铁对城市群、都市圈等城镇密集地区发展的推动作用更为显著，基于多样化、高频次、强时效的城市群交通需求特点[3]，多层次多维度一体化的轨道交通网络建设成为必然趋势。

南京都市圈位于长江中下游沿江城市地带核心地区，地跨苏皖两省，是跨省的单核大都市圈[4]。近年来，南京都市圈圈层化、一体化发展态势愈加明显，建设现代化的快速交通体系以为区域经济社会发展提供强大支撑显得尤为重要。在2019年南京市人民政府发布的《南京都市圈一体化高质量发展行动计划》中，指出要打造“轨道上的都市圈”，促进干线铁路、城际铁路、市域（郊）铁路、城市轨道交通“四铁融合”。面对高铁时代的到来，需要对南京都市圈内高铁站点地区进行分类研究与科学评估，通过高铁站的情况反映南京都市圈一体化发展状况，从而进一步为其一体化的轨道交通规划提供建议。

本文旨在依据中国实际情况对现有节点-场所模型进行拓展，定量构建适用于我国城市的高铁站区分类评估模型，从而为高铁站区建设提供政策制定、规划设计等方面的实证依据。

2. 国内外研究综述

Bertolini在研究欧洲站点地区发展时基于交通与土地利用互馈的经典模型的基础上提出了“节点-场所”模型[5]。他认为城市轨道交通站点已不单是交通枢纽或城市场所，它与周边地区整合在一起，被赋予了更多的城市功能性意义，具有节点与场所的双重属性。节点场所模型既是一个认知模型，也是一个分析工具。在认知层面，站点地区具有节点价值和场所价值的双重属性，节点价值反映站点的交通属性，强调车站作为交通节点的功能，以其交通功能的强度及多样性衡量。场所价值反映站点区域的功能属性，将车站视为人流、活动和功能聚集的场所，以站区活动的多样性和强度衡量。节点价值与场所价值的平衡是站点地区发展的关键[6]。

在分析工具层面，节点-场所模型构建了一个以节点作为横轴，场所作为纵轴的基本分析框架。y轴对应站点地区的节点价值，代表节点在交通网络中的可达性；x轴对应站点地区的场所价值，代表区域城市活动的强度与多样性。基于此，节点场所模型提供了一种站点地区的分类方法。根据多站点节点和场所价值得平衡状态，站点被划分

为五个理想类别：压力区、平衡区、匮乏区、节点失衡区和场所失衡区。节点-场所模型也被认为是TOD研究领域中最重要类型学研究方法[7]。

基于节点-场所模型，Bertolini对阿姆斯特丹和乌德勒支的站区进行分类研究与比较分析，节点-场所模型图显示阿姆斯特丹的站区在“平衡”线的中心出现了聚类，乌德勒支则在底部聚集，说明阿姆斯特丹大部分站点处于平衡类别，而乌德勒支大多数站点属于交通与土地利用匮乏类别[8]。Dominik E等人利用节点-场所模型、使用聚类分析方法将瑞士1684个火车站分为五个聚类，其中聚类一和聚类二都属于“匮乏区”的范畴，节点值与场所值都很低；聚类五是交通可达性好和土地开发密集的“压力”站点；聚类三与聚类四共有超过700个站区属于“场所失衡”类别，这些站点大多位于人口稠密地区，但却缺少良好的火车、公交的接驳，这表明瑞士大多数车站周边场所开发过于密集和多样[9]。

国内学者宋文杰等人应用节点-场所模型对长三角地区26个站点进行研究，得出多数站点地区规划不能与其节点交通价值相匹配，站点处于可持续发展状态的结论[10]。陈小君与林晓言使用模型测算了京津冀地区39个高铁车站的节点价值和场所价值，评估结果显示仅北京西站处于均衡发展区，其他高铁站都不同程度地偏离了理想的发展区域，因此京津冀站城一体和区域一体化发展状况欠佳[11]。沈怡辰借助节点-场所模型对福建省33个县级及以上城市的37个高铁站区进行研究，总结评价高铁站区的现状发展情况，研究发现福建有一半的高铁站区偏离可持续发展区，而这些站点发展前景较难预测，亟需具有驱动性、有特色的产业进驻来增强其发展动力[12]。

3. 研究方法

3.1. 节点与场所指标选取

笔者在Bertolini、vare等人[5, 13-15]提出的评价指标基础上，依据数据的可获得性与我国国情，确定节点指标与场所指标。

节点指标用于衡量高铁站点的综合可达性，分为交通工具种类、列车可达性、公共交通可达性、汽车可达性和换乘距离五个方面。其中，交通工具种类为本次研究新增指标，通过计算高铁站所整合的铁路、公交、地铁、城市候机楼、出租车、长途大巴等各种交通方式的数量，直接反映高铁站的交通价值。在列车可达性中，新增站台规模与车站等级两个指标，由于之前国内外相关研究大多以地铁站为研究对象，未区分站点的规模与等级，而高铁站的规模与等级是影响列车可达性的重要因素，因此将其纳入指标体系。对于汽车可达性，新增穿越轨道的道路数量，用于表现铁路对于汽车通行的阻断性。最后，平均换乘距离是衡量节点价值的重要指标之一，之前的相关研究大多包含了换乘公交或地铁的数量指标，但是忽视了换乘的便捷度，因此本研究增加了换乘距离指标。

高铁站所在城市的规模、经济总量与高铁站的场所价值息息相关，因此在场所指标中，除高铁站区周边800米半径范围内的用地、人口、土地利用混合度等指标外，新增与高铁所在城市相关的指标。

3.2. 研究区域

本次研究范围为南京都市圈，包括南京、镇江、扬州、淮安、马鞍山、滁州、芜湖、宣城和常州的溧阳市和金坛区，共33个市辖区、11个县级市和16个县，区域面积6.6万平方公里。选取南京都市圈内已开通一年以上、运营稳定的29个高铁站点作为研究对象。

3.3. 数据处理

本研究所使用的每日列车频次、2.5h内可到达的车站数等数据来自12306网站；客流量、站台规模等数据整理自全国铁路统计资料汇编；各站区人口、用地面积等数据基于卫星地图与实地调研测算；南京都市圈房价数据来自链家房价地图；POI（兴趣点）数据来自高德地图API开放

平台；各高铁开通城市的数据来自政府网站及城市统计年鉴。

通过多种渠道获取高铁站的所有节点指标与场所指标的数据后，采用Min-max标准化方法，对数据进行归一化处理[15]。

为了提取站区的主要线性不相关变量，采用主成分分析，重新组合成新的互相无关的综合指标，最终计算得出每个高铁站点的节点价值与场所价值。

为进一步了解高铁站点的列车交通与接驳交通发展情况并说明问题，本研究选取了与列车直接相关的节点指标，包括车站线路数量、每日列车频次、2.5h内可到达的车站数、年客运量、站台规模和车站等级，作为高铁节点指标进行分析。从而进行高铁节点-场所与综合节点-场所两次聚类分析，并比较两次聚类结果。

基于每个高铁站点的高铁节点-场所价值以及综合节点-场所价值，应用k均值聚类分析，得到组内方差最小、组间方差最大的高铁站点分类。借鉴国内外相关研究经验，将所有的高铁站点分为五类，并在坐标轴中绘制出。

表1 节点、场所指标与数据来源。

维度	指标	数据来源
节点指标	交通工具种类	政府网站、相关搜索平台与实地调研进行信息整理所得
	铁路（高铁、普速）、公交、地铁、城市候机楼、长途大巴、出租车等公共交通种类	
	车站线路数量	中国铁路12306网站
	每日列车频次	中国铁路12306网站
	2.5h内可到达车站数	中国铁路12306网站
	年客运量	各城市交通年鉴、全国铁路统计资料汇编
	站台规模	全国铁路统计资料汇编
	车站等级	全国铁路统计资料汇编
	公共交通可达性	城市公共交通线路数量 城际公共交通线路数量
	汽车可达性	http://map.baidu.com/、公交网站 http://map.baidu.com/、公交网站
场所指标	换乘距离	距最近的城市主干道或快速路距离 Open street map
	换乘距离	停车场容量 实地调研、各搜索平台数据
	换乘距离	穿越轨道的道路数量 Open street map
	换乘距离	平均换乘距离 实地调研
	换乘距离	人口数量 国家地理信息公共服务平台 天地图 (tianditu.gov.cn)、实地调研
	换乘距离	各类用地面积 国家地理信息公共服务平台 天地图 (tianditu.gov.cn)、实地调研
	换乘距离	土地利用混合度 通过各类用地数据进行评价
	换乘距离	站区用地活力 http://map.baidu.com/抓取相关POI数据
	换乘距离	站区用地经济价值 链家房价地图
	换乘距离	距CBD的时间 http://map.baidu.com/
城市相关指标	开发强度	国家地理信息公共服务平台 天地图 (tianditu.gov.cn)、实地调研
	城市人口规模	各地政府网站、城市统计年鉴
	城市建设用地面积	各地政府网站、城市统计年鉴
	城市经济总量	各地政府网站、城市统计年鉴
	城市三产总量	各地政府网站、城市统计年鉴

4. 基于节点—场所模型的南京都市圈高铁站点分析

4.1. 基于高铁节点-场所价值的聚类分析结果

基于高铁节点价值—场所价值的聚类分析将南京都市圈内的高铁分为五个聚类。

聚类一为高节点、高场所值站点，为南京站和南京南站，站点高铁、列车频次高、列车可达性好，周边各类用地多样，人群活动丰富，高铁节点和场所价值都很高且处于均衡状态。

聚类二为高场所、低节点站，包含仙林站和江宁站，两个站点周边土地开发的强度和多样性使其拥有较高的场所价值，但作为高铁站本身铁路交通价值低。

聚类三为2个市级站点——镇江站与芜湖站，属于节点场所发展状况良好的平衡站点，站点规模较大、列车可达性较好，站区开发强度适中、用地布局合理多样。站点节点价值与场所价值都较高。

聚类四包含11个站点，多为较新的市级站点，如马鞍山站、芜湖南站、镇江南站、扬州站等，其高铁节点价值与场所价值在南京都市圈内处于平均值。

聚类五共有12个站点，为低节点、低场所类型，节点与场所价值大多低于平均值，站点多位于安徽诸县，站区的交通和土地利用有很大的提升潜力与开发潜力。

4.2. 基于综合节点-场所价值的聚类分析

基于综合节点价值—场所价值的聚类分析将南京都市圈内的高铁分为五个聚类。

聚类一为南京站，其节点和场所价值都较高，节点价值略高于场所价值，相较于单纯的高铁节点价值，综合节点价值上升明显，体现了南京站除高铁站铁路交通价值外，

其各类接驳交通如公共交通、私家汽车等多种交通可达性都很高。

聚类二包括南京南站、仙林站、江宁站，场所价值明显高于综合节点价值，处于场所失衡状态。在4.1的聚类分析中，南京南站的高铁节点价值在都市圈中排名第一，然而综合节点价值的测度结果远低于南京站，说明南京站的公共交通和汽车可达性、交通换乘等与其强大的高铁可达性不匹配，有待优化。而仙林和江宁站的综合节点值相较于高铁节点值有所上升，表明其他接驳交通方式对于其交通可达性的提升作用。

聚类三为镇江站，该站点综合节点价值高于场所价值，说明其多种交通方式整合水平较高。

聚类四包含芜湖南站、滁州站、丹阳站、扬州站等，共16个站点，这类站点场所价值和节点价值处于平均值附近，处于较为平衡的状态。

聚类五包含8个站点，此类站点节点与场所价值大多低于平均值，有较大的提升空间。

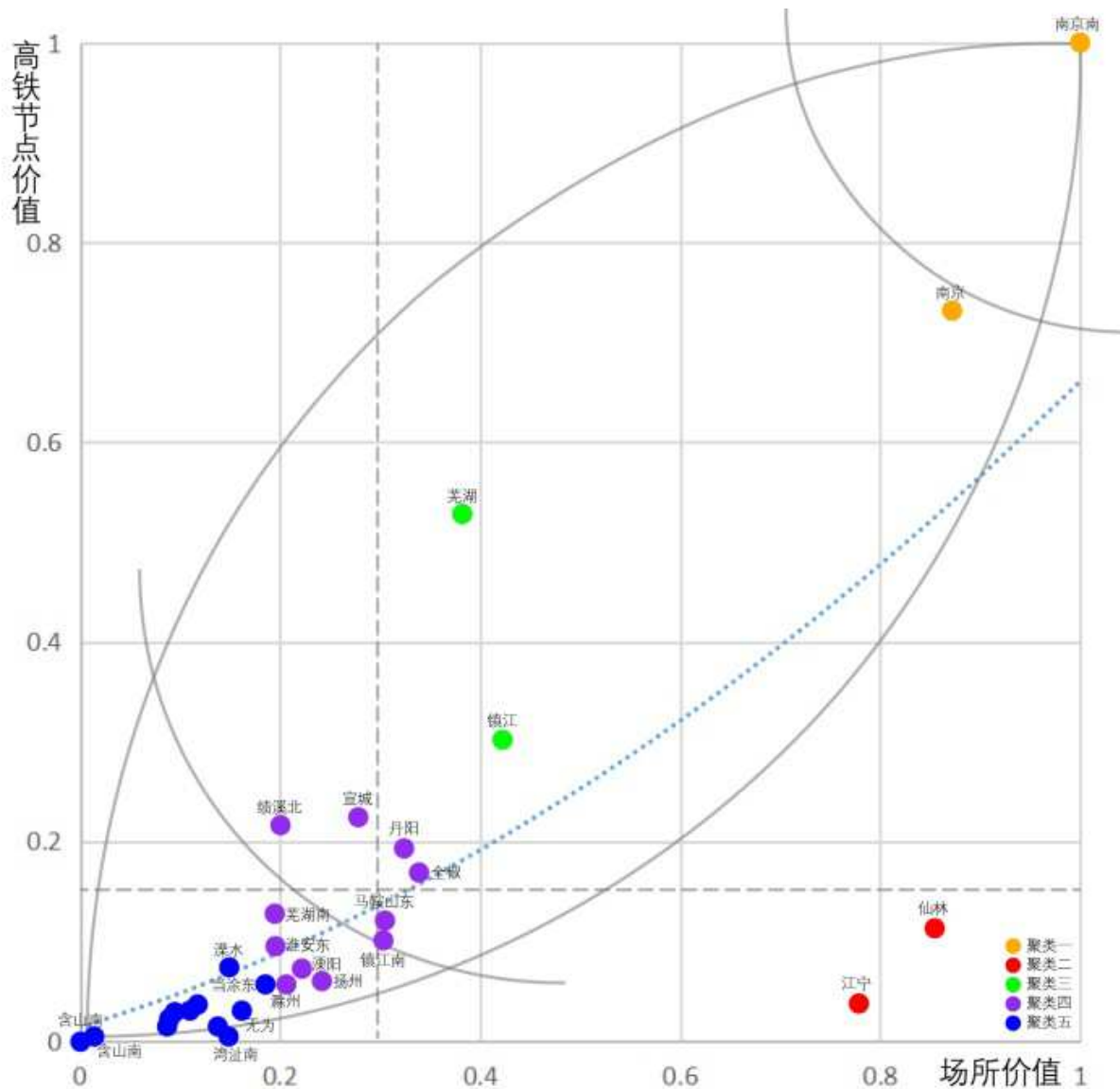


图1 高铁节点价值-场所价值聚类结果图。

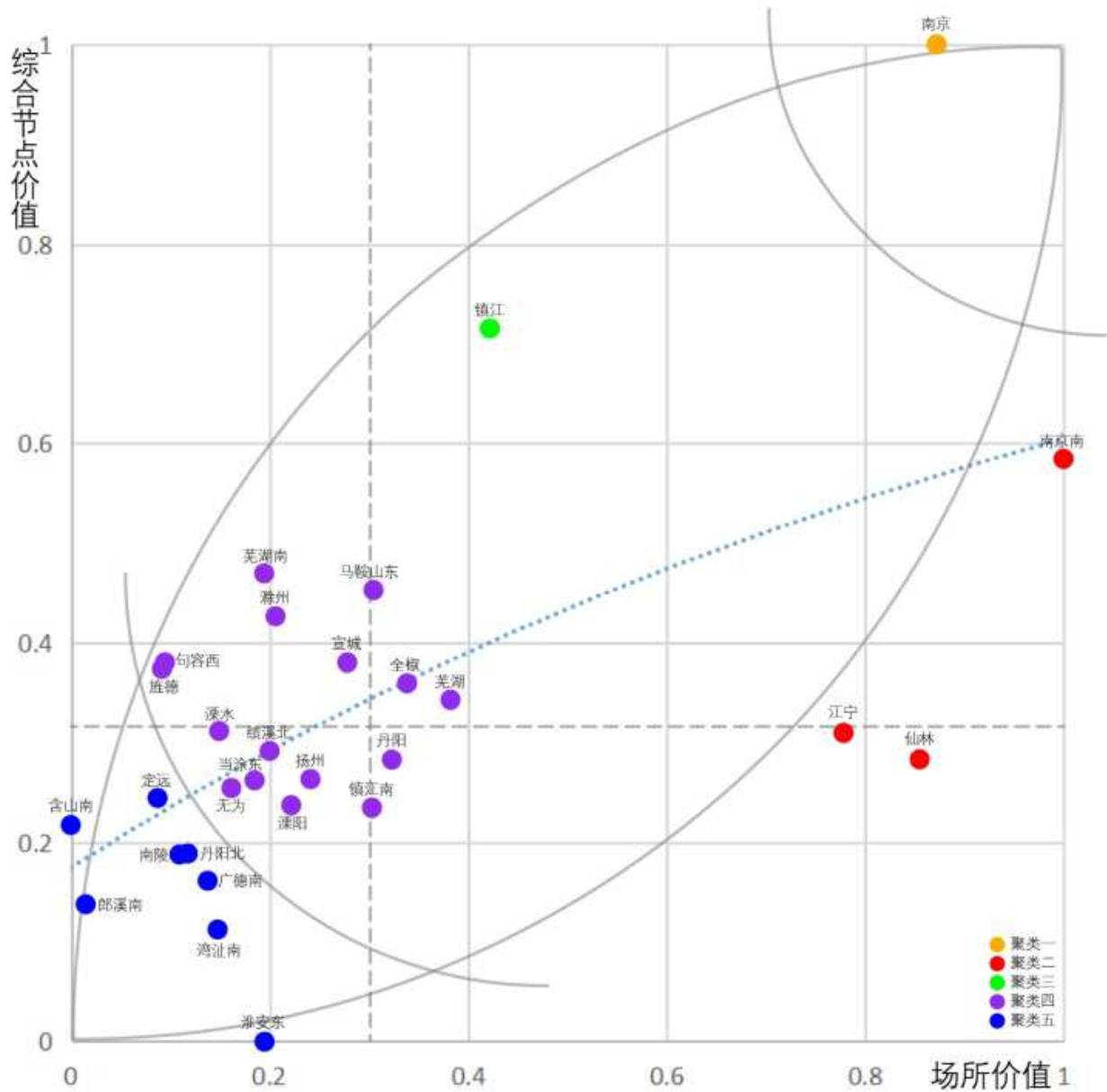


图2 综合节点价值-场所价值聚类结果图。

4.3. 研究小节

分城市来看，南京市内南京站和南京南站节点和场所价值均较高，说明站点交通功能、站区土地利用强度和活动多样性程度高。基于前文的分析可知，南京南站高铁节点价值极高，但缺乏与之相匹配的公共交通可达性，因此建议增加公交线路数量与配套汽车客运站的城际线路。

而同样位于南京的仙林和江宁站在分析中呈现场所价值远高于节点价值的结果，调研所得的基础资料也反映出两个站点在列车班次、公共交通数量、汽车可达性等方面均存在问题，导致站点难以发挥其交通节点的功能，建议增加城市和城际公交线路，提升其可达性水平，在可能情况下增加列车停靠的班次。

南京都市圈内有较多县级三级或四级高铁站的节点价值与场所价值很低，尤其是合杭高速铁路沿线的含山南、湾沚南、郎溪南等站，以及合福高速铁路沿线的无为、南陵等站，这些站点大多建成时间短，周围缺少配套开发建设，且距离市中心远、公共交通不便到达，使得站区作为交通节点和功能集聚场所的价值均难以体现，站点交通功能和地区场所功能处于相互依赖状态，无法形成良性循环促进作用，难以带动区域的实效性发展。建议对这类站点周边用地进行合理的土地利用规划，促进站区土地利用的强度和多样性的提升，并增加公共交通线路、提升换乘便捷度以推动节点价值的升高。

分指标来看，站点的节点指标之间、场所指标之间差异巨大，且和站点等级规模有一定正相关性。聚类四和聚类五站点的综合节点价值相较于高铁节点价值有

所上升,说明南京都市圈内规模中小、等级较低的高铁站也注重其接驳交通的打造,实际调研结果同样指向各高铁站都整合了公交、出租等多种换乘方式,而由于站点的列车服务水平较低,所以往往会出现接驳交通利用率不高的情况。

5. 结论

本文基于“节点—场所”模型,对南京都市圈内高铁站点地区进行实证分析,模型评估结果显示,南京都市圈的29个高铁站区中,部分交通价值与场所价值相匹配,发展状况良好,处于可持续发展状态。但多数站点地区的场所功能不能与其节点交通价值相匹配,偏离价值均衡区,处于不可持续发展状态。而节点-场所模型结果一定程度上也反映出南京都市圈交通一体化存在的问题,因此基于前文分析,本文为南京都市圈一体化的交通规划提出了如下建议。

- (1) 构建“南京—中心城市—区县”三级铁路网络:南京都市圈内镇江站、芜湖站、滁州站、扬州站、全椒站等站点相较于其他站点有更高的节点和场所价值,同时这些城市与南京的联系也更为紧密。而某些区县如南陵、郎溪县等,虽然已经开通高铁,但是与南京的联系还是不甚紧密,高铁带来的正向影响也难以体现,严重影响了南京都市圈一体化发展进程。因此必须推进区县通过轨道交通接入邻近的中心城市,从而实现与南京的紧密联系,缩短城市间的时空距离。
- (2) 单站辐射向多点布局发展:南京范围内南京站与南京南站的节点价值远高于仙林与江宁站,通过调研也发现南京站与南京南站的交通压力过大,使得目前南京都市圈铁路枢纽呈现单站辐射的特征。而未来伴随着高铁出行需求的不断扩大,南京站与南京南站的过度负荷可能会产生不良影响。而南京市内的仙林与江宁站,有着良好的场所价值基础,而节点价值却过低,因此要通过增加高铁停靠班次、提高公共交通可达性等多种手段,提升两个站点的节点价值,使仙林与江宁站也成为南京范围内的重要枢纽节点,推动南京单站辐射格局朝向多点布局发展。
- (3) 推进站城一体:现阶段,都市圈内的通勤、商务出行规模正在增加,此类出行人群对时间更敏感,更希望到站即到目的地,对站区周边高品质设施需求更高。因此需要推动南京都市圈内高铁站点周边功能和设施的建设,形成集约高效、多功能的混合空间。
- (4) 便利绿色接驳:当下居民出行特征呈现“高频次、中短距、高时间价值”,铁路出行应体现便捷高效和时间价值,实现铁路区段更短的乘距、枢纽集散更短的接驳距离。因此站点应该优先公共交通的接驳,缩短换乘距离、清晰的换乘标识、制定合理的公交线路和运行时刻、推动城际公交的开通。考虑到未来站城一体和TOD的发展趋势,必须优化步行和非机动的接入便利性。

参考文献

- [1] 中共中央国务院. 交通强国建设纲要 [EB/OL]. 2019 [2019-09-19]. <http://www.gov.cn/zhengce/2019-09/19/content>.
- [2] 汪光焘, 王婷. 贯彻《交通强国建设纲要》, 推进城市交通高质量发展 [J]. 城市规划, 2020, 44 (03): 31-42.
- [3] 孙宝. 多网融合背景下江苏省都市圈市域(郊)铁路发展规划研究[J]. 铁道运输与经济, 2022, 44 (07): 21-28. DOI: 10.16668/j.cnki.issn.1003-1421.2022.07.04.
- [4] 江苏省人民政府 安徽省人民政府关于印发南京都市圈发展规划的通知 [J]. 江苏省人民政府公报, 2021 (06): 5-7.
- [5] Tejo Spit, Luca Bertolini. Cities on Rails: the Redevelopment of Railway Station Areas, 1996.
- [6] 杨仙, 于洋, 周睿. 国外节点—场所模型的研究进展及其启示——应用、扩展与系统化开发 [J/OL]. 国际城市规划: 1-17 [2022-11-10]. DOI: 10.19830/j.upi.2022.013.
- [7] Anna Ibraeva, Gonçalo Homem de Almeida Correia, Cecília Silva, António Pais Antunes, Transit-oriented development: A review of research achievements and challenges, Transportation Research Part A: Policy and Practice, 2020: 110-130.
- [8] L. Bertolini, Spatial Development Patterns and Public Transport: The Application of an Analytical Model in the Netherlands, Planning Practice and Research 14 (2), 1999: 199-210.
- [9] Dominik E. Reusser, Peter Loukopoulos, Michael Stauffacher, and Roland W. Scholz. Classifying railway stations for sustainable transitions – balancing node and place functions. Journal of Transport Geography, 2008, 16 (3): 191-202.
- [10] 宋文杰, 史煜瑾, 朱青, 张文新, 丁俊翔. 基于节点—场所模型的高铁站点地区规划评价——以长三角地区为例 [J]. 经济地理, 2016, 36 (10): 18-25+38.
- [11] 陈小君, 林晓言. 京津冀地区高铁车站开发价值评估——基于节点—场所模型 [J]. 技术经济, 2018, 37 (12): 82-93.
- [12] 沈怡辰. 基于节点-场所模型的高铁站区规划反思与优化路径 [D]. 天津大学, 2018.
- [13] Freke Caset, David S. Vale, Cláudia M. Viana. Measuring the Accessibility of Railway Stations in the Brussels Regional Express Network: a Node-Place Modeling Approach. Networks and Spatial Economics, 2018, 18 (3): 495-530.
- [14] Md Kamruzzaman, Douglas Baker, Simon Washington, and Gavin Turrell. Advance transit oriented development typology: case study in Brisbane, Australia. Journal of Transport Geography, 2014, 34: 54-70.
- [15] Freke Caset, Filipe Marques Teixeira, Ben Derudder, Kobe Boussauw, Frank Witlox. Planning for nodes, places and people in Flanders and Brussels: Developing an empirical railway station assessment model for strategic decision-making. Journal of Transport and Land Use, 2019, 12 (1): 811-837.