

doi: 10.3969/j.issn.1672-6073.2025.01.005

# 天津市存量地区轨道交通站域 更新潜力研究 ——“节点-场所-品质”三维魔方状态 模型分析

郭源园<sup>1</sup>, 郭淳锐<sup>2</sup>, 王贞欢<sup>2</sup>, 陈放<sup>2</sup>, 刘康琦<sup>2</sup>

(1. 广州大学建筑与城市规划学院, 广州 510006; 2. 天津大学建筑学院, 天津 300072)

**摘要:** 为促进当前大都市存量地区的提质增效, 中心城区轨道交通站域空间的城市更新问题是亟待突破的难点。以传统“节点-场所”模型为基础, 纳入轨道交通站域的“品质”感知维度, 构建“节点-场所-品质”三维魔方状态分析模型, 探究在三维价值交互下存量地区轨道交通站域的更新潜力。以天津市中心城区内环地区为实证, 研究结果显示: 依赖型和失衡型站域分别占比高达 35.49% 和 38.71%, 平衡型和协调型则分别占比 22.58% 和 3.22%; 更新潜力较高的站域则集中分布于内环边缘地区, 并且在建地铁站域的更新潜力也相对较高, 而低更新潜力地区则集中分布于中心商务区。上述发现以期为大都市存量地区轨道交通站域的城市更新提供理论支持和政策启示。

**关键词:** 城市更新; 城市轨道交通; 站域; “节点-场所-品质”三维魔方状态模型; 天津

**中图分类号:** U231; TU986      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1672-6073(2025)01-0037-07

## Renewal Potentials of Rail Transit Station Area Tianjin's Inventory Areas: An Analysis Using the Node-Place-Quality Rubik's Cube State Model

GUO Yuanyuan<sup>1</sup>, GUO Chunrui<sup>2</sup>, WANG Zhenhuan<sup>2</sup>, CHEN Fang<sup>2</sup>, LIU Kangqi<sup>2</sup>

(1. School of Architecture and Urban Planning, Guangzhou University, Guangzhou 510006;

2. School of Architecture, Tianjin University, Tianjin 300072)

**Abstract:** To promote the quality and efficiency of inventory areas in metropolitans, urban renewal of transit station areas in city centers presents an urgent challenge. By incorporating the Quality dimension into the traditional Node-Place model to indicate the perception of spatial environment, this study constructs the Node-Place-Quality Rubik's Cube state model to assess the renewal potential of transit station areas in the downtown. Using Tianjin's central area as a case study, the modeling results show that the proportion of dependent and imbalanced types of transit station area is as high as 35.49% and 38.71%, respectively, while balanced and coordinated types account for 22.58% and 3.22%, respectively. The transit station areas with high renewal potential are concentrated in the edge of the Inner Ring of Tianjin, and the renewal potential of transit station under construction

收稿日期: 2024-02-02    修回日期: 2024-08-12

第一作者: 郭源园, 男, 博士, 副教授, 硕士生导师, 从事城市交通规划与政策, 交通与土地利用研究, guoqiangdida@126.com

基金项目: 国家重点研发计划课题(2023YFC3804103); 国家自然科学基金项目(52308073); 天津市应用基础研究项目(22JCQNJC01170)

引用格式: 郭源园, 郭淳锐, 王贞欢, 等. 天津市存量地区轨道交通站域更新潜力研究: “节点-场所-品质”三维魔方状态模型分析[J]. 都市轨道交通, 2025, 38(1): 37-43.

GUO Yuanyuan, GUO Chunrui, WANG Zhenhuan, et al. Renewal potentials of rail transit station area Tianjin's inventory areas: an analysis using the node-place-quality rubik's cube state model[J]. Urban rapid rail transit, 2025, 38(1): 37-43.

is also relatively high, while the transit station areas with low renewal potential are agglomerated in the central business district (CBD). These findings provide theoretical support and policy insights for the urban renewal in the transit station area in the metropolitan's downtown.

**Keywords:** urban renewal; urban rail transit; station area; Node-Place-Quality Rubik's Cube state model; Tianjin

## 0 引言

轨道交通作为城市更新的触媒,为存量规划和城市更新发展带来新的动力<sup>[1]</sup>。国内外轨道交通建设发展印证了轨道交通是实现城市空间结构优化、土地协调发展、城市内部再开发的重要方式之一<sup>[2-3]</sup>。目前,我国轨道交通的建设作用已不仅局限于优化城市公共交通体系、提升公共交通出行频次,更重要的是利用轨道交通的建设带动城市内部优化和更新,利用轨道交通开发带动周围区域一体化开发。因此,城市轨道交通系统也是塑造站点周边城市地区发展的“活动引擎”,并且为地铁站域这一特殊城市空间提供了增效提质的重要机遇,对于重塑城市空间发挥着重要作用。

“节点-场所”模型作为评价轨道交通站域发展状态的常用模型,能为引导站域交通与土地利用向协同状态转变的规划提供指导<sup>[4-6]</sup>,近些年来也逐渐被用于存量地区轨道交通站域的协调发展评价研究。例如,王成芳等<sup>[7]</sup>以广州为例,将“节点-场所”理论结合旧城空间发展特征进行应用拓展,构建旧城地铁站点空间动态耦合评价模型,从时间和空间双重维度测度站点地区与旧城空间耦合;周珂慧等<sup>[8]</sup>基于“节点-场所”模型测度苏州市历史城区的空间耦合关系,并提出4类不同站域空间的协同发展策略,以引导历史城区开发从公共交通导向走向公共交通引领城市更新提质;杜强等<sup>[9]</sup>以西安市为例,建立“节点-场所”模型,评估2018、2019年城市轨道交通站点与周边建成环境的协同发展程度,揭示了西安市轨道交通站点与建成环境协同水平在空间上呈“由中心古城区向周围地区逐渐降低”的带状分布格局。

然而,对于存量地区的轨道交通站域而言,站域的更新不仅是对节点功能的强化(交通驱动)和场所功能(土地使用)的重塑,更是使用者对站域空间环境品质感知的社会价值提升(区别于节点的交通价值和场所的经济价值)。因此,存量地区的轨道交通站点的“嵌入”会带来站域交通、经济和社会价值的重塑,三种价值的交互作用对于客观反映存量地区站域的更新需求有重要指导意义。这也要求在评估存量地区站点区域协同发展与更新需求时,站域环境的空间品质感知是不可或缺的评价维度,尤其是在存量更新的语境下,仅

仅基于“节点-场所”模型从节点交通驱动、土地使用两个维度研判站域空间的更新基础并不准确,需要进一步从使用者的视角补充对环境品质的感知,进而弥补存量地区站域更新分析过程中对于社会价值研究的缺失。

因此,本研究在传统“节点-场所”模型的基础上,拓展“品质”维度以突出使用者对站域空间环境的感知,构建适用于存量地区轨道交通站域的“节点-场所-品质”三维模型,基于三维魔方状态分析框架探讨轨道交通站域的发展状态及城市更新潜力,以期为大都市存量地区的城市更新提供新的理论视角和实践参考。

## 1 研究区域

本研究以天津市中心城区为研究范围,包括和平区、南开区、河西区、河东区、河北区和红桥区在内的主城六区,六区面积共计183.18 km<sup>2</sup>,人口414.1万,共计65个街道。由于主城六区的部分边缘地域当前并未面临城市更新问题,为更好地界定中心城区的存量空间,本研究在老城六区行政范围的基础上,结合交通主干道合围成的外环、中环和内环分布特征,拟将内环区域定义为天津市的核心存量地区(见图1),面积

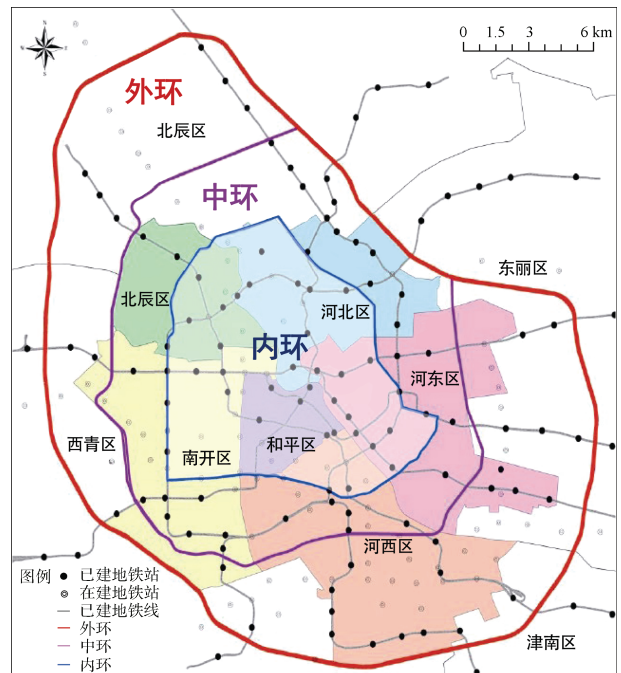


图1 研究范围:天津市中心城区内环

Figure 1 The study area: the inner ring area of Tianjin

约 70 km<sup>2</sup>，有 45 个已建成轨道站点，另有 17 个轨道站点在建。

作为对比，内环与中环间区域有建成站点 32 个，在建站点 13 个；中环与外环间区域则分别有 31 个建成站点和 34 个在建站点。由此可见，无论是中心城区的核心存量地区，还是近郊地区均有大量在建轨道交通，也说明站域开发不仅仍然需要依托 TOD 实现近

郊的发展，同时更需要以城市更新为导向，对中心城区等存量地区实现质量提升。

## 2 研究方法

### 2.1 “节点-场所-品质”模型指标体系

基于文献研究中经典“节点-场所”模型的各类指标，构建基于三个维度、十个类型共计 27 项指标的“节点-场所-品质”模型指标体系，见表 1。

表 1 “节点-场所-品质”模型指标体系  
Table 1 Node-Place-Quality index system

维度	类型		指标	指标描述与计算	数据源
节点	节点可达性		公交车可达性	站点周边 800 m 范围内可到达的其他公交车站数量	高德地图中公交站和地铁站 POI
			地铁可达性	站点周边 800 m 范围内可到达其他地铁站点的数量	
			小汽车可达性	站点周边 800 m 范围内道路密度	
	节点中心性	节点承载力	出入口数量	各个轨道交通枢纽的出入口数量	天津市地铁运营线路和时刻表
			服务方向数	普通线路服务双向，双线换乘站服务四向，以此类推	
	节点服务力		发车间隔*	轨道交通枢纽内发车的间隔时间	
		运营时间	站点每日运营的时间		
	节点辐射性	节点平均乘距*	站点同与该站点直接相连的站点间的间距	高德地图中地铁站 POI	
场所	土地	土地混合度	土地利用熵	站点周边 800 m 范围内不同土地利用类型的混合程度	2019 年天津市土地利用现状图
	社会	人口	常住人口	站点周边 800 m 范围内的常住人口数量	依据第七次人口普查数据，采用 200 m×200 m 的渔网进行人口数据空间化统计(需假定人口均匀分布于整个区域内)
			外来人口比例	站点周边 800 m 范围内的外来人口/常住人口	
			老年人口比例*	站点周边 800 m 范围内的老年人口/常住人口	
	经济	空间价值	房价	站点周边 800 m 范围内的在售房屋平均单价	贝壳网爬取居住小区房屋价格
		业态价值	GDP	站点所在栅格的 GDP(2020 年) <sup>[10]</sup>	2021 年 DMSP/OLS 天津市夜间灯光数据
			企业数量	站点周边 800 m 范围内的企业数量	高德地图城市企业及商铺 POI
			商铺数量	站点周边 800 m 范围内的商铺数量	
	设施	设施配给	文化教育设施	站点周边 800 m 范围内的文化教育设施数量	高德地图商铺、文化教育设施、体育设施和交通设施 POI
			体育设施	站点周边 800 m 范围内的体育设施数量	
			交通设施	站点周边 800 m 范围内的交通设施数量	
		老旧小区	老旧小区面积占比	站点周边 800 m 范围内老旧小区面积占比	百度地图 AOI 数据
	品质	出行品质	机动化程度	基于深度学习全卷积网络的街景语义分割计算站点街景中车行道、汽车等所占画面比重	高德地图 2020 年天津市街景数据
			慢行交通便利度	基于深度学习全卷积网络的街景语义分割计算站点街景中行人、人行道路、照明设施等所占画面比重	
环境品质		绿视率	基于深度学习全卷积网络的街景语义分割计算站点街景中绿植、街道建筑、天空分别所占画面比重		
		街道围合度			
		天空开敞度			
生活品质		生活便利指数	以站点周边 800 m 范围内的居住小区步行 5 min 范围内的商业设施数量反距离权重计算值	高德地图商业设施 POI	
	街道人群活力指数	站点周边 800 m 范围内的百度地图城市热力图数据	百度地图城市热力图数据		

注：老旧小区面积占比为负向指标。

各项指标的选择与轨道交通站域的城市更新存在直接或间接关联，通过构建多维“节点-场所-品质”模型指标体系以衡量站域在不同情形下的更新可能

性。其中，节点价值反映轨道站点作为城市交通节点所呈现出的交通服务功能和价值。从站点可达性、节点中心性、节点辐射性等方面构建评价指标体系，其

中站点可达性和节点辐射性变量依据高德地图中公交站和地铁站 POI 的位置数据计算而得；节点中心性变量则通过查询天津市地铁运营线路和时刻表获得。

场所价值反映轨道站点所在站域的建成环境是否有利于城市更新，基于传统“节点-场所”模型中的主要指标，选取土地混合度以评价土地利用价值；以第六次人口普查的人口相关指标与数据反映轨道站域内的社会特征是否有城市更新的必要性；利用高德地图 API 获取的天津市中心城区 POI 数据以及 GDP 栅格数据<sup>[10]</sup>，选取空间价值与业态价值以衡量站域经济发展水平；选取设施配给与老旧小区占比以反映站域层面的设施供给是否有利于城市更新发展。

品质价值维度部分，本研究侧重站域空间与存量地区更新的结合，因此从城市站域空间品质角度完善扩展“节点-场所”模型，增加以使用者视角感知站域空间品质的评价维度。在品质维度下，使用基于深度学习全卷积网络的街景语义分割方法获取使用者视角地铁站域街景信息，结合基于居住小区的反距离权重商业设施配给、百度地图城市热力图等数据，分别从出行品质、环境品质与生活品质三方面对站域空间品质的社会感知进行评价。

### 2.2 “节点-场所-品质”三维魔方状态分析

纳入品质维度构建“节点-场所-品质”三维体系，通过对轨道交通站域三种维度的定量测度并根据其评分投影到三维坐标系中，“节点”、“场所”和“品质”的评分划分为三等分，即高值(H)、中值(M)和低值(L)，将三个维度的得分交互状况以魔方的形式呈现，展现出 27 种站域的发展状态，如图 2 所示。

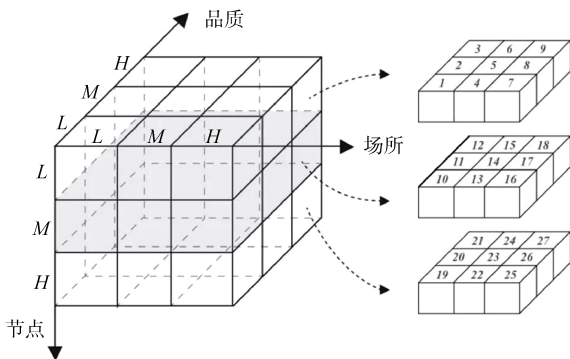


图 2 “节点-场所-品质”三维魔方状态模型

Figure 2 Node-Place-Quality Rubik's Cube state model

进一步地，将相同“节点”与“场所”价值的轨道交通站点被划分为一类。因此，低价值的“节点”与低-中-高价值的“场所”、中价值的“节点”与低-

中-高价值的“场所”、高价值的“节点”维度与低-中价值的“场所”维度一一对应，共产生 8 类不同的轨道交通站域更新类型。值得注意的是，当“节点”与“场所”价值均较高时，则进一步以品质维度细分为 3 类状态以更好地与站域更新需求匹配，因此 27 种站域发展状态可进一步概括为 11 种站域类型。

表 2 “节点-场所-品质”三维魔方状态及更新潜力  
Table 2 Node-Place-Quality Rubik's Cube state and renewal potentials

序号	节点	场所	品质	站域状态类型	解释	更新潜力
1	L	L	L	依赖型	当节点与场所价值均为较低水平时，站域表现为依赖型	高潜力
2	L	L	M			高潜力
3	L	L	H			高潜力
4	L	M	L	一般失衡场所型	当节点价值较低、场所价值中等时，站域表现为一般失衡场所型	高潜力
5	L	M	M			中潜力
6	L	M	H			中潜力
7	L	H	L	失衡场所型	当节点价值较低、场所价值较高时，站域表现为失衡场所型	高潜力
8	L	H	M			中潜力
9	L	H	H			低潜力
10	M	L	L	一般失衡节点型	当节点价值中等、场所价值较低时，站域表现为一般失衡节点型	高潜力
11	M	L	M			中潜力
12	M	L	H			中潜力
13	M	M	L	平衡发展型	当节点和场所价值均为中等水平时，站域表现为平衡发展型	中潜力
14	M	M	M			中潜力
15	M	M	H			中潜力
16	M	H	L	场所优先平衡型	当节点价值中等、场所价值较高时，站域表现为场所优先平衡型	中潜力
17	M	H	M			中潜力
18	M	H	H			低潜力
19	H	L	L	失衡节点型	当节点价值较高、场所价值较低时，站域表现为失衡节点型	高潜力
20	H	L	M			中潜力
21	H	L	H			低潜力
22	H	M	L	节点优先平衡型	当节点价值较高、场所价值中等时，站域表现为节点优先平衡型	中潜力
23	H	M	M			中潜力
24	H	M	H			低潜力
25	H	H	L	低品质发展型	当节点和场所价值均较高，品质为低水平时，站域表现为低品质发展型	低潜力
26	H	H	M	一般品质平衡型	当节点和场所价值均较高，品质为中等水平时，站域表现为一般品质平衡型	低潜力
27	H	H	H	协调发展型	当节点、场所、品质价值为高水平时，站域表现为协调发展型	—

更新潜力与站域的三维状态密切相关。节点价值反映了轨道交通站域在更新中的区位潜力，场所价值和品质价值则是更新的主要对象，即通过城市更新提

升站域的“土地-社会-经济-设施”价值，并从居民视角提升出行、环境、生活等方面的感知品质，从而实现以人为本的城市更新。选取(H-H-H，协调发展型)为更新潜力评估参照，依据状态中三个维度的M、H、L组合情况，将站域的更新潜力分为高(2-3L)、中(2-3M或1M1H1L)、低(2H)3类。

### 3 结果与讨论

#### 3.1 三维度指标体系维度评分结果

在对天津市内环在建和已建轨道交通站点的各维度评分进行标准化处理后，进行均等权重评分，并将每个维度划为高(H)、中(M)、低(L)3个等级。

节点维度评分结果如图3所示，可知少部分站域处于高水平，例如东南角、鼓楼、津湾广场等地铁站，中低水平数量相近且数量居多，这说明天津市轨道交通站域在节点维度下的现实状态尚有不足，轨道交通站点建设水平有待提升。节点维度下大部分站点处于中低水平与其建设时间较为久远、地铁站点更新难度相对较大有关。

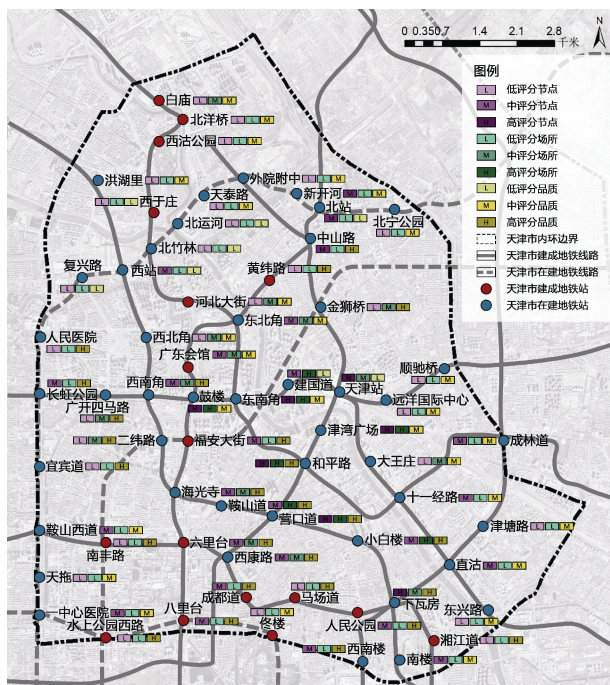


图3 天津市内环轨道交通站域“节点-场所-品质”三维评分  
Figure 3 Node-Place-Quality assessment of transit station area in Tianjin downtown

场所维度评分结果显示，近半数站域为低水平状态，高、中水平数量相近，其中东南角、和平路、小白楼、津湾广场等地站域的场所得分较高，处于高水

平状态，而场所得分相对较高的轨道交通站点往往处于滨江道、小白楼等核心商圈附近。在这些商业区域，基础设施建设与商服设施配置相对比较完善。

品质维度的评分结果显示只有少部分站域处于低水平状态，大部分处于中高水平状态，这说明天津市内环区域的整体品质相对较高。对品质维度得分处于低水平状态的站域(例如北运河、北站、西站、天津站等)进行分析表明，铁路等大型交通设施附近的站域往往品质得分相对较低，可能的原因在于高密度的人流量、较为封闭的地铁站域空间、较弱的可达性带来较差的品质感知。

#### 3.2 三维度相互作用下的站域发展状态分析

基于上文对天津市内环轨道交通站域三个维度下的评分结果与等级分类，利用“节点-场所-品质”三维魔方评价模型，对天津市内环地铁站域三维度相互作用下的多种发展状态进行研判。

各轨道交通站域的发展状态如图4所示，天津市内环共计62个轨道交通站域被划分为依赖型、一般失衡场所型、一般失衡节点型、平衡发展型、场所优先平衡型、节点优先平衡型、一般品质平衡型与协调发展型共计8类(失衡场所型、失衡节点型和低品质发展型3类存在缺失)。

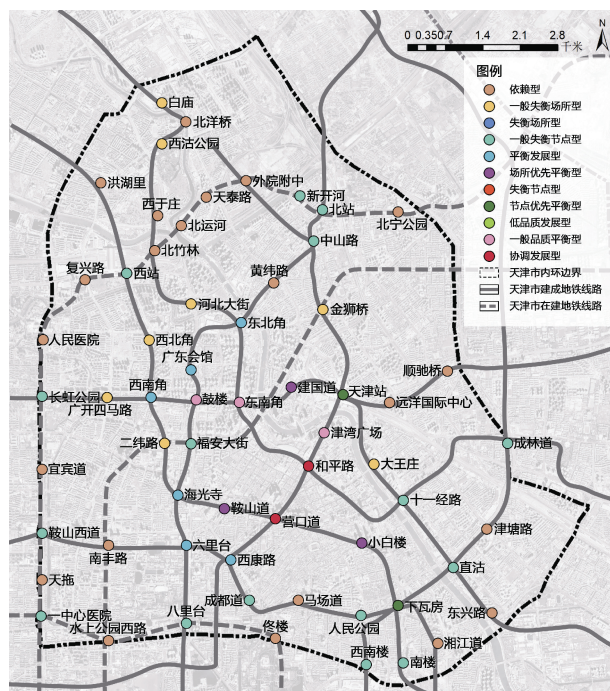


图4 天津市内环轨道交通站域三维发展状态  
Figure 4 Three-dimension development state of transit station area in Tianjin downtown

依赖型站域状态较多,共计 22 个,占比高达 35.49%,主要分布于内环的西北部地区,其中在建地铁站 8 个,建成地铁站 14 个。

失衡型站域共计 24 个,占比最大,高达 38.71%。其中,一般失衡场所型共有 8 个,包含 3 个在建地铁站和 5 个建成地铁站,其中二纬路、广开四马路、金狮桥站域品质得分较高;一般失衡节点型共计 16 个,在建的包含八里台、成都道等的 4 个地铁站均为高品质得分,而建成的 12 个地铁站中,北站、西站品质得分较低。

平衡型站域共计 14 个,占比 22.58%。其中,平衡发展型 6 个,包括在建的广东会馆与六里台地铁站,以及建成的 4 个地铁站;场所优先平衡型 3 个,全部为建成站,其中建国道地铁站品质得分较低;节点优先平衡型全部为建成站,共计 2 个;一般品质平衡型 3 个,包含东南角、鼓楼、津湾广场建成地铁站。

此外,协调发展型则包含和平路与营口道 2 个处于商圈中心的建成站点。

### 3.3 轨道站域更新潜力讨论

对天津市内环各个轨道交通站域进行更新潜力研判,得出不同站域更新潜力的空间差异,如图 5 所示。

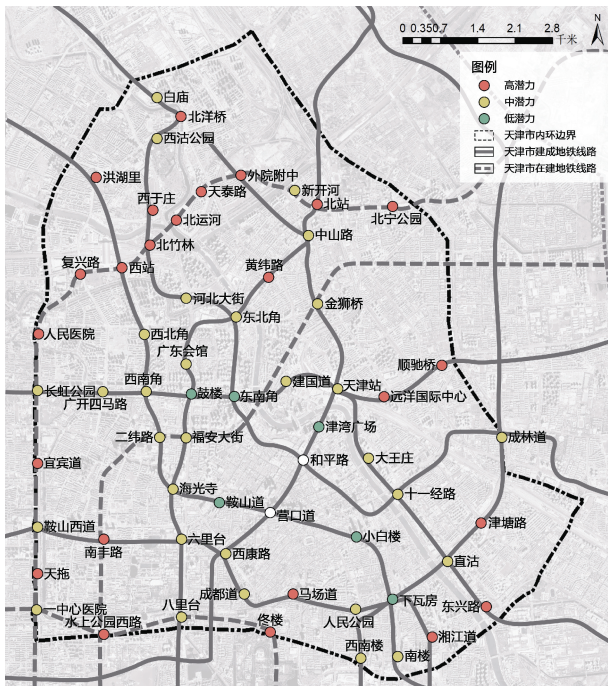


图 5 天津市内环轨道站域更新潜力

Figure 5 Renewal potentials of station area in Tianjin downtown

天津市内环共有低潜力站域 6 个,中潜力站域 30 个,高潜力站域 24 个。其中,低潜力地铁站主要分布

于以和平路、营口道为核心的中心城区商务核心周边,例如鼓楼、东南角、津湾广场、小白楼等;中潜力地铁站分布比较分散,除内环核心区域外的建成地铁线路所穿过的地铁站更新潜力基本处于中游水平,并相对表现出以西南角为核心的西北角、广开四马路、二纬路、海光寺等中潜力地铁站相对集聚。

相比之下,高潜力地铁站主要分布于在建地铁沿线,例如地铁 6 号线、11 号线、13 号线上均分布有大量更新潜力较高的地铁站点,尤其在地铁 6 号线沿线的复兴路、西站、北竹林、北运河等 9 个地铁站域均为具有高更新潜力,这可能与三岔河口附近城市更新需求相对较高有关。不仅如此,相比于核心商务区的低潜力集聚,高潜力站域则更呈现出沿内外边缘分布的特点,这与内环边缘地区老旧小区分布广泛且更新难度相对较低有关。

## 4 结论

城市轨道交通不仅是重要的交通基础设施,更是城市地区发展的“活动引擎”,对于重塑城市空间发挥着重要作用。在当前我国存量发展的背景下,深入理解大都市轨道交通建设对城市存量地区的更新影响并评估存量地区轨道交通站域的更新潜力,有助于制定合理的城市交通与空间规划,以促进城市存量发展。本研究创新性地引入基于使用者视角的“品质”维度,通过构建“节点-场所-品质”三维模型及魔方状态分析框架,以刻画中心城区存量地区轨道交通站域的发展状态及更新潜力,研究结果如下:

1) 品质维度是衡量存量地区轨道交通站域协调发展的重要内容。“节点-场所-品质”三维魔方状态模型表明天津市内环区内只有少部分站域处于低水平状态,大部分为中高水平状态,这说明天津市内环区域的整体品质相对较高。

2) 天津市内环区内的失衡型站域状态最多,集中分布于内环部分的河北区,其次为依赖型,分别占比 38.71%, 35.49%;处于平衡型和协调型的站域分别占比 22.58%为 3.22%,主要分布于中心城区的 CBD 以及内环南部的河西地区。

3) 天津市内环存量地区内的轨道交通站域大多更新潜力一般。在建地铁沿线的各个站域则普遍具有很好的更新潜力,此外内环边缘的站域也有较高的更新潜力,而中心城区的站域更新潜力较低。

本研究对于轨道站域更新潜力的评价结果可以为后续站域更新时序提供理论依据,评价为高潜力的站

域优先更新。这一评价可以平衡不同更新项目间的时序关系,支撑多元主体参与机制与多时序行动方案相结合的站域更新政策。更新项目需协同政府、投资方、居民、社会团体等参与主体,界定轨道交通站域更新过程的关键时间节点,明晰各方诉求,构建时间序列和多元主体推动的行动网络,确定站域更新行动方案。

本研究的主要贡献在于:①将轨道交通站域的品质特征纳入站域发展状态的评价体系,并进一步构建“节点-场所-品质”三维魔方状态模型,更为详细地刻画轨道交通站域的发展状态;②从更新视角剖析站域的品质特征,结合三维魔方状态模型解析在建和已建轨道交通站域的更新潜力等级,为站域的城市更新提供更为针对性的参考。

### 参考文献

- [1] 申红田,严建伟,邵楠.触媒视角下城市快速轨道交通对旧城更新的影响探析[J].现代城市研究,2016,31(9):89-94.  
SHEN Hongtian, YAN Jianwei, SHAO Nan. Analysis on the influence of city fleetness orbit traffic to the old city update under the perspective of catalyst[J]. Modern urban research, 2016, 31(9): 89-94.
- [2] 邱志勇,张晋钰.存量规划背景下城市更新策略:以哈尔滨地铁1号线为例[J].建筑与文化,2020(4):149-150.  
QIU Zhiyong, ZHANG Jinyu. Urban renewal strategy under the background of inventory planning—taking Harbin metro line 1 as an example[J]. Architecture & culture, 2020(4): 149-150.
- [3] 朱丹,刘李红,荣朝和,等.轨道交通TOD推进城市更新的机制保障与实现路径:以东京二子玉川站再开发为例[J].都市快轨交通,2023,36(6):129-136.  
ZHU Dan, LIU Lihong, RONG Chaohe, et al. Mechanism guarantee and realization path of urban regeneration promoted by rail transit TOD: a case study of futako-tamagawa station in Tokyo[J]. Urban rapid rail transit, 2023, 36(6): 129-136.
- [4] 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.
- [5] WU Hao, LEE J, LEVINSON D. The node-place model, accessibility, and station level transit ridership[J]. Journal of transport geography, 2023, 113: 103739.
- [6] 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].都市快轨交通,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.
- [7] 王成芳,周健莹.基于“节点-场所”的旧城地铁站点空间耦合模型与实证研究:以广州为例[J].现代城市研究,2021,36(7):80-87.  
WANG Chengfang, ZHOU Jianying. Spatial coupling model and empirical study of metro stations in old city based on “node-place”: a case study of Guangzhou[J]. Modern urban research, 2021, 36(7): 80-87.
- [8] 周珂慧,席广亮,张振龙.苏州历史城区轨道交通站域空间协同发展策略:基于“节点-场所”模型实证[J].城市轨道交通,2023,21(4):32-41.  
ZHOU Kehui, XI Guangliang, ZHANG Zhenlong. Coordinated development strategies of rail transit station domain space in Suzhou historic district: empirical research based on “node-place” model[J]. Urban transport of China, 2023, 21(4): 32-41.
- [9] 杜强,黄又丹,郝婷婷,等.城市轨道交通站点与建成环境协同发展时空特征分析[J].都市快轨交通,2023,36(5):132-138.  
DU Qiang, HUANG Youdan, HAO Tingting, et al. Spatio-temporal dynamics of coordinated development between urban rail transit stations and the built environment[J]. Urban rapid rail transit, 2023, 36(5): 132-138.
- [10] ZHAO Naizhuo, LIU Ying, CAO Guofeng, et al. Forecasting China's GDP at the pixel level using nighttime lights time series and population images[J]. GIScience & remote sensing, 2017, 54(3): 407-425.

(编辑:傅依萱)