

生活圈视角下北京地铁站区可步行性测度

王晶¹, 冯岑², 巩彦廷¹, 胡新宁¹, 卢丽娜³

1. 北京建筑大学建筑与城市规划学院, 北京 100044

2. 世源科技工程有限公司, 北京 100142

3. 中国物流集团资产管理有限公司, 北京 100073

摘要 以轨道生活圈建设为目标, 梳理轨道站区可步行性影响因素, 分别从站点本身的步行可达性、站区服务设施的步行可达性、服务设施配置水平 3 个方面构建地铁站区可步行性测度体系。选取北京 28 个轨道微中心站点为研究对象, 运用 ArcGIS 空间分析法和步行指数法, 从定量和定性 2 个角度, 测度了站区 1000 m 范围内的可步行性, 评价了地铁站区道路网络的通达性及设施配置的均衡性和可达性, 并利用热力图验证了步行指数测度结果与实际活力区域的匹配度。提出了北京轨道微中心地区可步行性现状问题及相应的对策建议。

关键词 生活圈; 地铁站区; 可步行性; 公共交通导向的开发

步行可达性是衡量宜居型公共交通导向的开发(transit-oriented development, TOD)模式的一个重要指标。已有的轨道站点可达性研究多侧重对站点周边步行网络连通性的评价, 而忽略了轨道站点所具有的城市场所属性, 对站点与周边日常生活服务设施的关系及两者之间的步行关联性研究较为缺乏。为了促进居民日常生活出行需求与轨道交通出行相结合, 提升轨道交通的吸引力和竞争力, 优化居民出行结构, 降低碳排放, 实现绿色交通

的发展目标。从“生活圈”与轨道站区服务设施配置的耦合视角切入, 综合考虑社区生活圈规范与 TOD 圈层开发的案例经验, 确定轨道站区服务设施的种类, 将设施的可达性及功能混合度作为重要指标纳入站区可步行性测度评价体系, 在此基础上, 基于实际城市路网, 利用多源数据, 分圈层探究了 28 个北京轨道微中心站区各类服务设施的可步行性现状和问题, 并初步提出了优化措施和实施路径建议。

收稿日期: 2023-04-18; 修回日期: 2023-06-22

基金项目: 北京建筑大学研究生教育教学质量提升项目(2023007); 国家自然科学基金项目(51408023); 中国建设教育协会教育教科研项目(2021020)

作者简介: 王晶, 副教授, 研究方向为交通与用地协调、城市更新与设计、韧性城市, 电子信箱: wangjing@bucea.edu.cn

引用格式: 王晶, 冯岑, 巩彦廷, 等. 生活圈视角下北京地铁站区可步行性测度[J]. 科技导报, 2023, 41(24): 52-65; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2023.24.007

1 研究思路

1.1 影响因素分析

从建设高质量轨道生活圈的角度,影响轨道站区可步行性的因素可以分为以下几个方面。

1) 步行空间环境。空间环境因素主要涉及道路交叉口数量与密度、街道连接度、步行设施、过街设施等,对步行系统品质具有最直接的影响,其中道路交叉口密度被认为是在一定范围内对可步行性影响最大的因素^[1]。此外,街道绿化、路边建筑物的连贯性、街道家具、步道占道现象等也属于空间环境因素的一部分。

2) 站点周边服务设施的可达性。轨道站区多功能混合开发和生活圈建设,均强调一定空间范围内日常服务设施的步行可达。因此,测度站区公共服务设施可达性,可以从一定程度上表征站区生活圈配置的完善程度,站区服务设施可达性也成为影响可步行性测度的重要因素。

3) 站区用地的混合使用情况。实证研究表明,用地混合可以有效地促进步行交通出行和生活圈的建设。混合程度越好,站区可步行性越高。用地混合情况可以通过服务设施配置的混合度来体现。地铁站区多样化的服务设施配置可以满足居

民多样化的出行目的,减少因日常生活需求产生的不必要的长距离出行,提升居民的步行出行意愿,降低城市机动车出行总量,这是轨道生活圈建设的重要目标之一。

1.2 指标体系构建

地铁站区可步行性测度是指对一定范围内步行网络的可步行性进行测度。可步行性评价指标的选取不仅要关注路网本身的连通性,而且还要关注与城市功能、设施步行可达的相关性。根据前文影响因素分析,站区可步行性测度体系分别从道路连通性、功能混合度、设施可达性,以及站区活力分布4个方面构建1级指标(表1)。道路连通性方面,选取对步行可达影响较为重要的道路网密度和道路交叉口密度2个2级指标。功能混合度方面,选取站区生活服务设施种类、设施数量2个2级指标。设施可达性方面,选用单点步行指数作为2级指标层。站区活力分布利用百度热力图所表征的人流在地理空间上的集聚度来评价。通过对比分析不同城市区位的各个地铁站区高热力时段的百度热力图,分析站区人流聚集中心和活力点分布,并与步行指数所表征的服务设施高可达性地铁站区进行对比和验证,明确人流活动意愿,以指导设施配置优化策略的提出。

表1 站区可步行性测度的评价指标及测度内容

1级指标	2级指标	测度内容
道路连通性	道路网密度 道路交叉口密度	站区步行可达性
功能混合度	设施种类 设施数量	功能的多样性与均衡性
设施可达性	单点步行指数	设施的可达性
站区活力分布	人流集聚度	步行指数测算的活力点与实际活力点分布的差异

1.3 测度方法

运用ArcGIS空间分析法和步行指数法进行测度,其中,ArcGIS空间分析法包括基于点密度和线密度的道路连通性分析和基于信息熵的混合度分析,步行指数测度方法主要使用单点步行指数法对设施可达性进行分析。

1) 基于点、线密度的道路连通性分析。点密

度和线密度分析均属于密度分析,两者都是以栅格像元为中心,以一定的搜索半径画圆,落在搜寻区域内的点、线具有同样的权重,先对该搜索区域内的点或线求和,再除以搜索区域的大小,从而得到密度值。对站区道路网进行线密度分析,对站区道路交叉口进行点密度和线密度分析,根据距离衰减效应,分析城市道路网络对站区可步行性的影响。

2) 基于信息熵的混合度分析。在混合度分析中,利用 ArcGIS 分别划定站点周边 500~1000 m 的缓冲区,并计算 2 种范围内各类服务设施占比,按照公式(1)将每个站区的各类服务设施占比加和到每一个站点,求得站区服务设施的综合信息熵。熵值越高,其混合度越高。

$$H(X) = -\sum_{i=1}^n P_i \lg P_i \quad (1)$$

式中, $H(X)$ 为变量 X 的熵,代表功能混合度水平, P_i 为 X 取值为 X_i 时的概率。

3) 基于单点步行指数法的设施可达性分析。

第 1 步,根据步行指数测算方法对日常设施进行初始权重赋值,根据各类设施的使用频率分为高频、中频和低频 3 类,分别对应的标准初始权重为 3、2、1^[2]。第 2 步,对研究范围内设施进行分类,常规的步行指数法中将日常服务设施分为教育、零售、餐饮、休闲娱乐 5 类,考虑 TOD 开发的物业类型和设施配置情况,将商务办公、酒店和公园等也纳入站区服务设施评价对象,将轨道站区服务设施分为 4 个大类、10 个中类、40 个小类,并结合已有研究进行了初始权重赋值(表 2)^[2-4]。

表 2 轨道交通站区服务设施分类及标准初始权重

大类	中类	小类	权重
商业服务设施	零售商业	大型商场、购物中心、超市、菜市场	2
		商店(含便利店、小型超市)	3
		药店	1
	餐饮	—	1
	办公	商务办公	1
		金融(银行、储蓄、ATM、证券、保险)	2
	宾馆	招待所、宾馆、酒店	1
休闲娱乐	剧院、电影院、音乐厅、游乐场、美容美发、KTV 等	1	
公共服务设施	文化设施	文化站、文化服务/活动中心、图书馆、文化馆、展览馆、博物馆、科技馆、艺术馆、纪念馆等场馆	1
	教育设施	幼儿园、小学、中学、教育机构、科研机构、高校	1
	体育设施	各类体育场馆	1
	医疗卫生设施	医院、诊所	1
公用设施	生活服务类	邮政、电信网点(移动、电信、联通)、公厕/公共卫生间、洗衣、快递/菜鸟驿站	1
公园	—	—	3

第 3 步,对爬取的城市道路网数据进行拓扑关系处理。通过网络分析工具中的 OD 成本矩阵分析,计算起始点与目的地之间的最小成本路径,分析得到站点到各个服务设施点的总路径长度,为基础步行指数计算提供数据基础。考虑到各类设施点距离站点的实际距离情况,引入距离衰减规律(按标准步行速度 80 m/min,计算结果如表 3^[5]所示)。再将站点到各类设施在距离衰减效应下所得到的总权重值分别添加到站点图层属性表中,得到轨道交通站点周边 1000 m 范围内的某类设施的基础步行指数。

表 3 距离衰减规律

时间/min	到达范围/m	距离衰减规律
5	400	不发生距离衰减, $y=1$
20	1600	快速衰减,当位于 1600 m 时,衰减率 >1 , $y=-153.6558x^3+419.4604x^2-395.9706x+201.1086$
30	2400	衰减减慢,当距离大于 2400 m 时,衰减率 >1 , $y=-92.8x^3+566.6x^2-1153.1x+786.6$

注:2400 m 以外的设施对起始点的步行指数无影响; y 为衰减率/%, x 为起始点到服务设施的距离/km。

第4步,考虑步行环境的影响,通过交叉口密度指标进行步行距离衰减率的计算(表4),并基于该计算结果修正基础步行指数,修正后的单点步行指数=基础步行指数×(100-交叉口密度衰减率)。将修正后的单点步行指数进行归一化处理,将步行指数结果确定在0~100分的范围内(表5),分数越高则代表站区的可步行性越高^[6]。

表4 交叉口密度和街区长度衰减率对照

交叉口密度/(个·km ²)	衰减率/%
≥518	0
389~518	1
312~388	2
234~311	3
155~233	4
<155	5

表5 步行指数分级及其步行特征

步行指数分级	级别	特征描述
>89~100	步行者天堂	日常出行完全可以通过步行解决
>69~89	非常适合步行	大多数日常出行可以步行到达
>49~69	步行性一般	部分设施步行可达
>24~49	对小汽车有一定依赖性	大部分出行需要通过小汽车实现
0~24	对小汽车有较大依赖性	几乎所有出行都依赖小汽车

1.4 测度体系框架

基于上述可步行性影响因素和服务设施配置影响因素分析,确定了包括道路连通性、功能混合度、设施可达性,以及站区活力在内的4个1级评价指标,6个2级评价指标,以矢量城市道路网络数

据、站点周边兴趣点(point of interest, POI)数据及百度热力图为基础,借用空间分析法和定性分析法,在统筹考虑道路网络、功能业态、服务设施,以及人流活动内容的基础上构建了轨道站区可步行性测度体系(图1)。

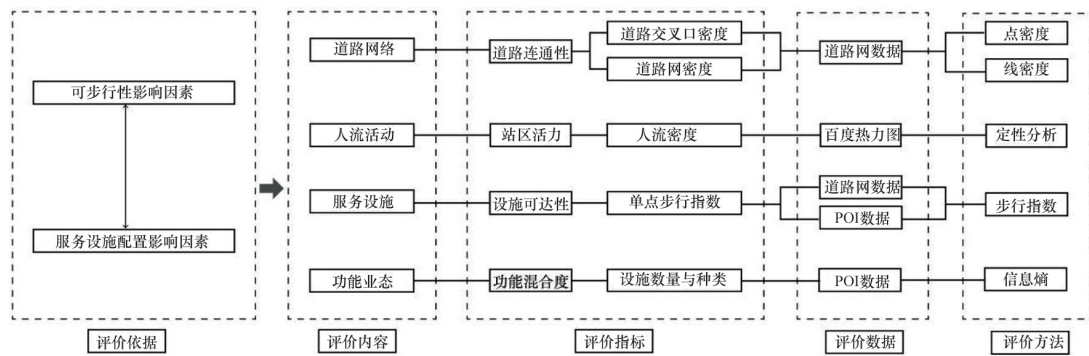


图1 轨道站区可步行性测度体系

2 实证研究

2.1 研究对象及数据获取与处理

2.1.1 研究对象

根据《北京市轨道微中心名录(第一批)》,筛选出已建成并投入使用的28个地铁站区作为研究对象(表6),分别对站点周边500、1000 m范围内的可步行性进行分析。依据《北京城市总体规划(2016

—2035年)》将站点分为中心城区站点、外围地区站点和副中心站点3类。其中,朝阳区、海淀区、丰台区和石景山区统称为中心城区,通州区称为副中心,其余地区称为外围地区,以方便对不同区位地铁站的现状进行梳理。

2.1.2 数据获取与处理

数据获取与处理主要介绍数据种类、来源、内容及预处理情况见表7。

表6 北京市28个轨道微中心地铁站点信息

区域范围	城区	地铁站数量	站点类别	
			换乘站	一般站
中心城区	海淀区	3	牡丹园	五道口、六道口
	朝阳区	2	十里河	东大桥
	丰台区	4	景风门、草桥、新宫	丰台南路
	石景山区	2	金安桥	新首钢
外围地区	亦庄新城	5	次渠	北神树、次渠北、荣昌东街、同济南路
	大兴区	1	—	大兴新城
	房山区	2	—	房山线良乡大学城、良乡南关
	昌平区	4	霍营	回龙观东大街、沙河高教园、生命科学园
副中心	通州区	5	花庄	万盛西、万盛东、群芳、高楼金

表7 数据获取与处理

数据种类	数据来源	数据内容	数据预处理
城市道路网	Open Street Map (开放街道地图)	城市道路网、过街天桥、斑马线等	将道路网数据加载入 ArcGis, 将道路交叉口打断, 并建立网络数据集
行政边界	Bigemap GIS Office	北京市朝阳区、海淀区、石景山区、丰台区、通州区、大兴区、房山区和昌平区的行政边界	提供空间分析范围, 利用该数据裁剪其他数据
POI	Bigemap GIS Office	Application Programming Interface(高德地图 JS API)	获取8个城区的全部POI数据后, 根据站区500和1000 m范围进行提取、筛选点数据
百度热力图	百度开放数据平台	2022-03-21至2022-03-27工作日和休息日6:00—23:00, 每隔1 h的热力图	—

2.2 生活圈视角下北京轨道站区步行特征解析

2.2.1 道路连通性分析

道路连通性反映了一种空间或集合的拓扑关系, 可以表征道路的相互连通情况。通过对28个轨道微中心站区道路网和道路交叉口密度的分析, 能够直观地展现站点周边道路系统的可达性。

道路网密度可以分为密度高、密度较高、密度一般、密度较低、密度极低5个等级。其中, 中心城区地铁站区的道路网密度主要集中在高、较高、一般和极低4个等级。副中心和外围地区的轨道站区路网密度主要集中在一般、较低、极低3个等级(表8)。

表8 轨道微中心站区路网密度评价

中心城站区	副中心及外围站区	道路网密度	衰减系数
五道口、六道口、牡丹园、东大桥、景风门	—	高	1.00
十里河、草桥	—	较高	0.99
金安桥、新首钢、丰台南	良乡大学城、良乡南关、荣昌东街、同济南路、生命科学园	一般	0.98
—	其他站区	较低	0.97
新宫	大兴新城、次渠、万盛西、回龙观东大街、霍营	极低	0.95

在道路交叉口密度方面, 中心城区可以分为密度较高、密度一般、密度较低和密度极低4个等级; 在副中心和外围地区, 地铁站区的道路交叉口密度

可以分为密度较低和密度极低2个等级, 整体步行可达性较差。部分轨道微中心站区道路交叉口密度及衰减系数如表9所示。

表9 轨道微中心站区道路交叉口密度评价

中心城站区	副中心及外围站区	路网密度	衰减系数
—	—	高	1.00
五道口、六道口、牡丹园、东大桥、景风门站区	—	较高	0.99
十里河和草桥站区	—	一般	0.98
金安桥、新首钢和丰台南路站区	良乡大学城、荣昌东街、同济南路、高楼金和花庄站区	较低	0.97
新宫站区	其他站区	极低	0.95

道路交叉口密度和道路网密度受所在城市区位的影响。大多位于中心城区的轨道交通站点,其周边道路交叉口密度、道路网密度较大,可步行性较高;位于城市外围地区和副中心的站点周边道路交叉口密度和道路网密度较低,可步行性较差。

2.2.2 功能混合度分析

1) 设施种类与数量分析。对28个地铁站点周边500和1000 m范围(不考虑路网可达性的以站点为中心的500、1000 m同心圆范围内)的各类服务设施种类和数量进行汇总(图2)。

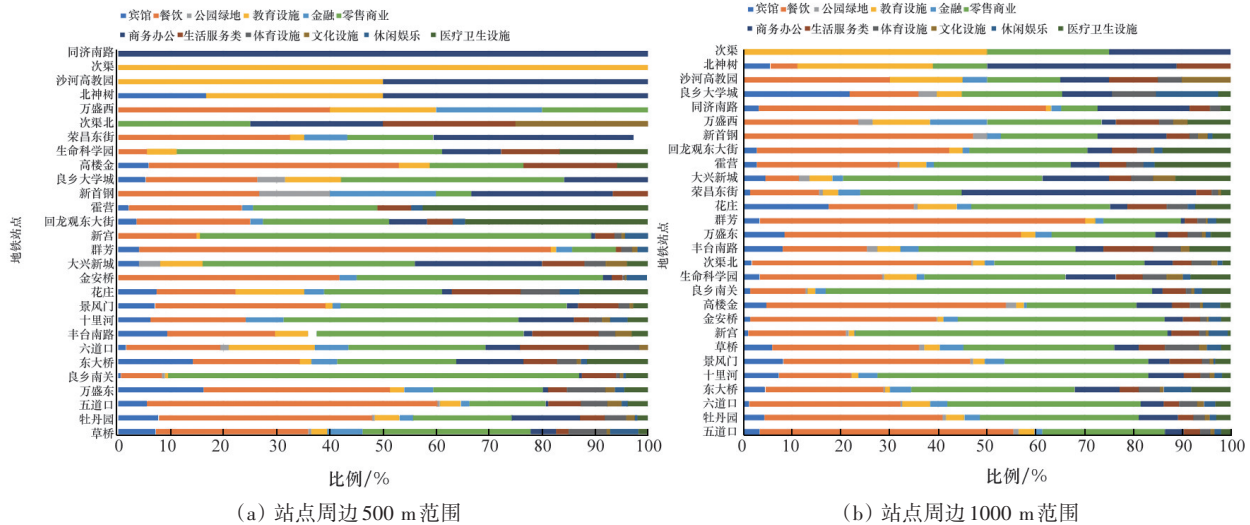


图2 站区各类服务设施占其设施总量的比例

在站点周边500 m范围内,站区设施种类变化幅度较大,并且中心城区站区内设施种类较城市副中心和外围地区丰富,如图3(a)所示。其中,五道口、牡丹园和草桥站区的设施种类最多,为12类,同济南路站和次渠站周边设施极为单一,只有1类。从整体上看,各类服务设施占比如图3(b)所示,商业服务类设施占比最高,其中,零售商业类设施(38.60%)和餐饮类(28.40%)位居前2,五道口站区餐饮设施占比最高(54.70%),草桥站区零售商业类设施占比最高(约31.74%)。从不同区域对比来看,城市外围地区和副中心地铁站区内,餐饮类

设施和零售商业类设施占比远高于中心城区。商务办公比例较高的站区主要集中在城市外围和副中心,如同济南路站。公共服务设施总体占比稍低,但有的站区(霍营站)医疗卫生设施较多,有的站区(次渠站、沙河高教城)教育设施突出。各站区文化、体育休闲设施占比均较小,城市外围地区和副中心的大部分地铁站区内均未配置文化、体育设施。多数站区配置了生活服务类设施,东大桥站区占比最高。只有少数站区(8个)配建了公园绿地,多位于中心城区,新首钢站区公园绿地占比最高(13.33%),牡丹园站区公园绿地占比最低(0.52%)。

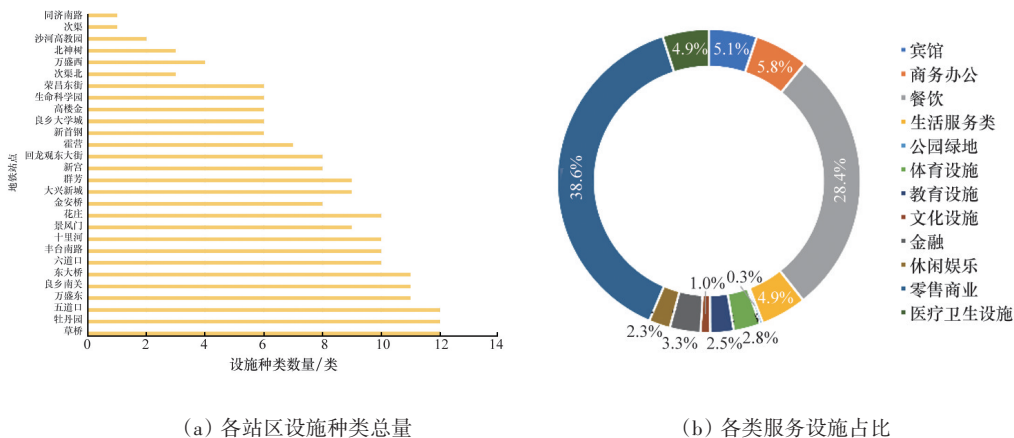


图3 站区500 m范围内各类服务设施对比

在站点周边1000 m范围内,站区设施种类变化幅度稍小,且80%以上站区设施种类均较为丰富(图4(a)),该范围内的餐饮、文化和体育类设施的占比均有提升,如图3(b)、图4(b)。而在设施配置数量方面与500 m范围内类似,站点周边1000 m范围内,大多数站区的餐饮类设施和零售商业类设施占比处于高位,上述2类设施占比最高的站区均位于副中心和外围地区内,但其占比与中心城区餐饮类设施和零售商业类设施的最高占比相差不大。

配置商务办公类设施和宾馆类设施的站区也有所增加,且副中心和外围地区站区内商务办公类设施占比较高,荣昌东街商务办公设施占比高达48.05%。公共服务设施总体占比稍低,配置文化设施和体育设施的站点数量均有较大的提升。大多数站区配置生活服务类设施和公园绿地等休闲空间,并且中心城区内的站区均设有公园绿地,但公园绿地占比最高的站区位于城市外围地区,即良乡大学城站区占比最高(3.85%)。

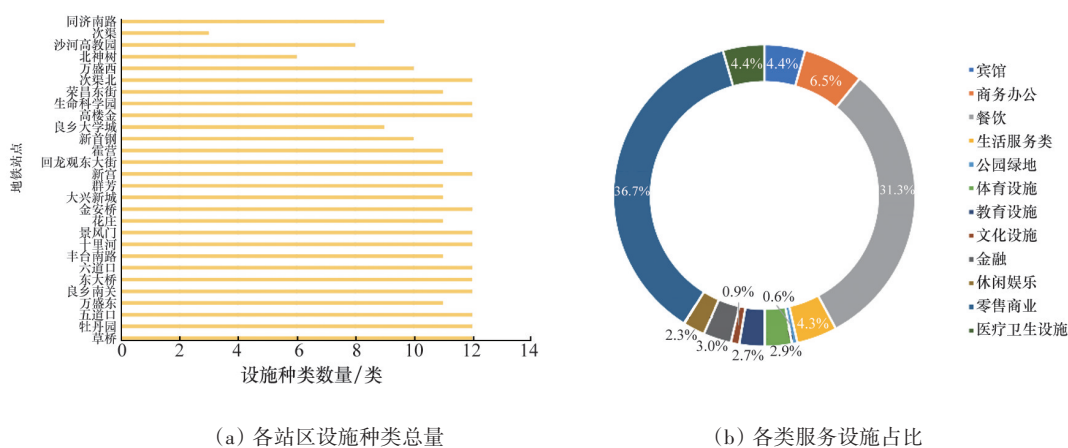
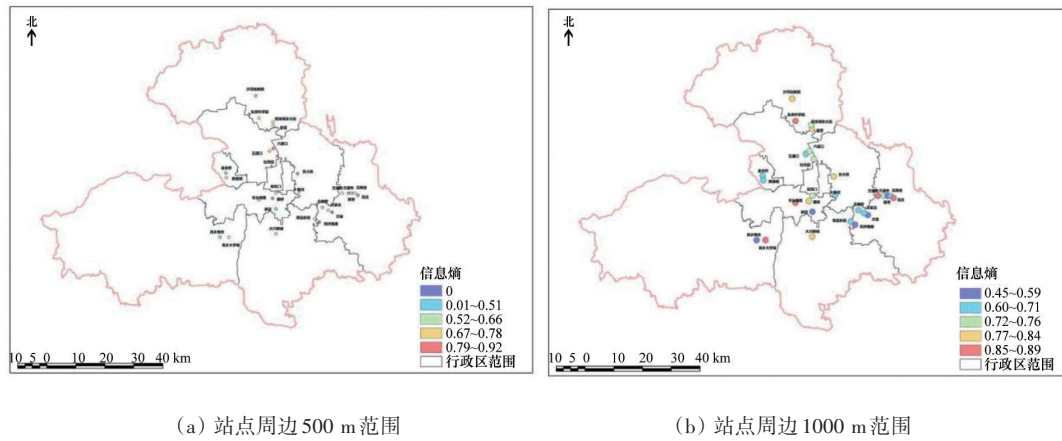


图4 站区1000 m范围内各类服务设施对比

2) 功能混合度分析。通过运用基于信息熵的混合度分析方法,得到站点周边500 m和1000 m范围各类服务设施混合情况(图5)。

在站点周边500 m范围内,六道口、东大桥、草

桥、万盛东和花庄站的信息熵在最高区间;1000 m范围内,信息熵最高区间的站点为丰台南路、万盛西、花庄、良乡大学城和生命科学园;此类站区信息熵较高是由于站区设施种类较为丰富,均为9~12



(a) 站点周边 500 m 范围

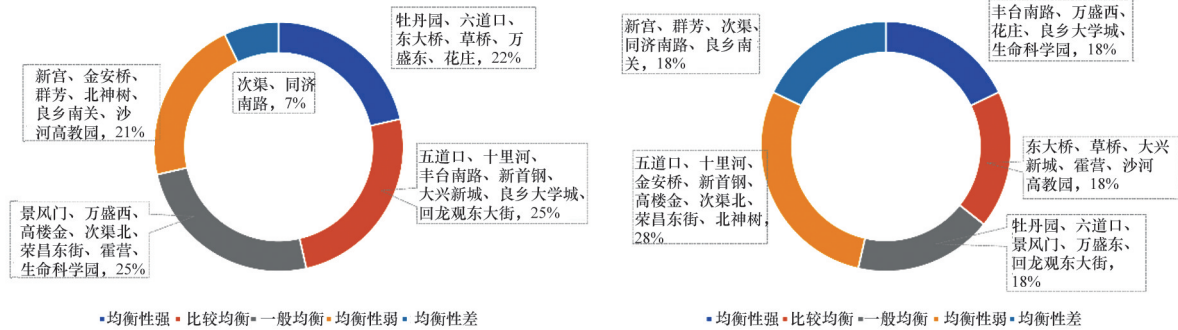
(b) 站点周边 1000 m 范围

图5 各类服务设施混合度

类,且各类设施配比较为均质。而设施种类同样丰富的五道口、十里河等站区信息熵结果偏低,因其站区某类服务设施占比极高(如餐饮类设施),导致其他设施占比较低,一定程度上也体现了该站区设施配置数量方面忽略各类功能设施的均衡性发展。

信息熵不仅反映出站区设施占比和种类的丰

富度,也反映出站区各类服务设施配置的均衡性。500和1000m范围的各站区设施配置均衡度如图6所示。500m范围均衡度好的站点占比较多;1000m范围,均衡度整体降低,中心城区仅有丰台南路站区服务设施配置较为均衡,外围和副中心地区相对较好。



(a) 站点周边 500 m 范围

(b) 站点周边 1000 m 范围

图6 各站区设施配置均衡度

2.2.3 设施步行可达性分析

依据实际城市道路网络,利用步行指数,结合距离衰减效应(表1~表6),对地铁站点周边500和1000m范围内各类日常服务设施的可达性进行了测度。步行指数分级结果从1到100共分为5个等级,可步行性越好,步行指数越高;在实际测算设施可达性时,出现了在站点周边500和1000m范围内无邻近设施的站点,这说明该站区路网连通性较差,从地铁站到达某类设施需要步行超过1000m

的距离,即存在“绕路”现象,分析中将这一类站点单独归为一个等级。

整体来看,1000m范围内步行指数得分较高的站点较多,无邻近设施的站点数量相对较少,说明与核心区域(0~500m)相比,影响区域(500~1000m)内道路系统的步行连通性更高,因而站区各类日常服务设施的步行可达性也更好。在站点周边500m范围内,日常服务设施步行指数得分较低,其整体可步行性较差。通过对中心城区与副中

心和外围地区的步行指数对比可知,副中心和外围地区多数站区可步行性均较差,其中万盛西站区无临近设施,设施可达性极低;仅有中心城区的十里河、东大桥、景风门步行指数较高,步行通达性较好(图7)。

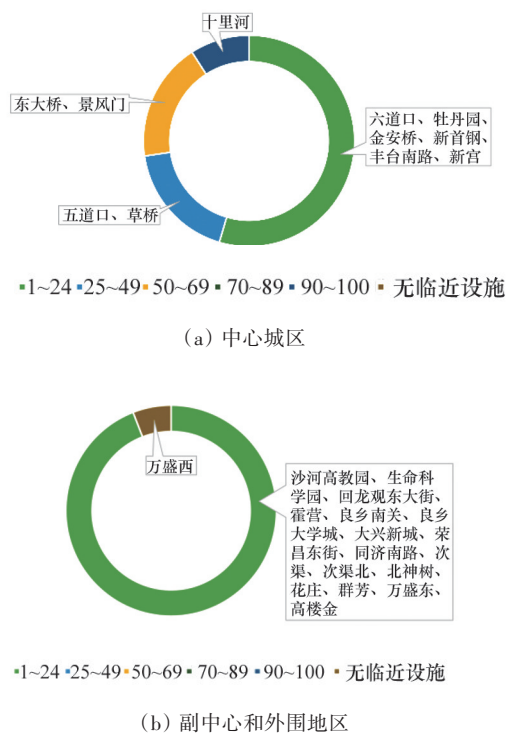


图7 站区500 m范围内日常服务设施步行指数对比

在站点周边1000 m范围内,日常服务设施可达性稍有提高,所有地铁站点均实现了一定数量的日常服务设施的步行可达,但整体可步行性水平依旧偏低。在该范围内,站区步行指数得分有明显的地理区位划分,高步行指数得分站点均位于中心城区。其中,中心城区东大桥站区步行指数最高,能够满足设施的完全可达(图8)。

通过研究发现,站点区位、站点等级对于站区可步行性程度具有较大影响,尤其是区位。如东大桥站虽不属于换乘车站,但其位于中心城区朝阳区,因其所在城区建设较为成熟,道路网络较为完善,受步行衰减效应影响较低,各类服务设施配置相对较好,因此步行指数得分较高,站区可步行性也较好。而步行指数得分最低的站点大多位于城

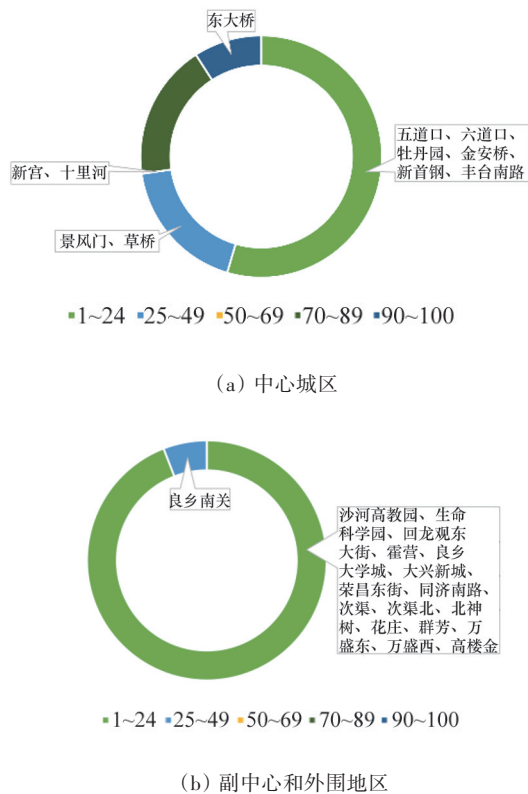


图8 站区1000 m范围内日常服务设施步行指数对比分析

市外围地区或副中心,正处于发展建设中,相比中心城区,道路网络连通性较差,可步行性也较差,并且服务设施配置不完善,设施吸引力较低。

2.2.4 热力图对比验证

分析站区热力图可得到人流聚集程度和分布特征,热力值高说明人流聚集度高,站区可步行性高,站点周边设施吸引力强;热力值低说明人流聚集度低,站区可步行性低,站点周边设施吸引力弱。将热力图与可步行性测度结果比对,可以验证可步行性评价结果与实际活力区域的匹配情况。

1) 人流活动特征。根据百度热力图所显示各个站区人流集聚状态,中心城区站区的人流集聚程度明显高于副中心和外围地区,且工作日的人流活动和高聚集时段均较休息日提前1~2 h。

中心城区地铁站区人流活动呈现周期性规律。工作日大多站区从7:00开始出现人流活动与变化(仅五道口和牡丹园站区在8:00开始出现人流活动),且在上午和下午均会出现人流活动和集聚的

高峰时段(表10)。大多数站区人流活动最为密集的时间集中在12:00前后,五道口等部分站点全天均持续高人流聚集状态。此外,在站点的不同圈层范围内,人流活动和集聚方式也不尽相同(表11)。

休息日大多数站区在8:00之前没有较大人流变化,但在上午和下午均会出现人流活动和集聚的高峰时段(表12)。

表10 中心城区各站区人流量高峰时段发生时间

关键时间段	站区名称	发生时间点
最大高热面积	五道口、六道口、十里河、东大桥、丰台南路和景风门	12:00
	草桥	9:00
	新宫	19:00
	牡丹园	13:00
人流量小高峰	金安桥	18:00
	五道口、六道口、牡丹园、十里河、东大桥、丰台南路和景风门	18:00
	草桥、新宫	19:00

表11 中心城区各站区人流活动和集聚方式

站区名称	集聚方式	人流聚集程度
丰台南路	由内而外	500 m范围内的人流聚集程度一直较低状态
牡丹园	由内而外	500~1000 m范围内均出现高热区域
十里河、五道口、六道口、景风门、新宫、金安桥、东大桥、草桥	同时发生	500 m范围内率先出现高热区域
新首钢	不发生	全天未出现任何高热区域

表12 中心城区各站区人流活动和集聚方式

关键时间段	站区名称	发生时间点
最大高热面积	金安桥	11:00
	五道口、六道口、十里河、景风门、草桥、丰台南路	12:00
	东大桥	13:00
	牡丹园、新宫	14:00
	草桥、新宫、十里河	17:00
人流量小高峰	丰台南路、景风门、东大桥	18:00
	五道口、六道口	19:00
	牡丹园、金安桥	20:00

城市副中心和外围地区,站区人流活动较少,个别站区全天没有高强度的人流活动,活力相对较低。一般情况下,站点周边7:00—8:00开始出现少量人流活动,工作日站区人流活动最密集的时间集中于18:00—21:00(表13),且晚上多集中于站点周边住区内;在休息日高热区出现时间则集中在11:00—12:00(表14)。根据人流活动发生范围和时段可以将其分成5种类型(表15)。

2) 热点区域对比验证。根据热力图结果,工

作日中心城区站区活力远高于城市副中心和外围地区。热力图所显示的500 m范围内人流聚集程度较高的区域一般为站点及周边小范围内,而1000 m范围内的热点区域面积有所扩大,即在站点周边500 m范围内步行可达的服务设施种类和数量与500~1000 m范围内相比要少,设施的吸引力也相对较低。在中心城区内,站区活力最高的站点为东大桥站,其次为十里河站,而丰台南路站区活力较低,新首钢站区活力最低;上述站点周边全

表 13 城市副中心和外围地区各站区人流量高峰时段发生时间

关键时间段	站区名称	发生时间点
最大高热面积	高楼金、花庄	14:00
	生命科学园、良乡大学城、良乡南关	18:00
	万盛西、霍营、回龙观东大街	19:00
	次渠、次渠北	20:00
	万盛东、北神树、大兴新城	21:00
	群芳	—

表 14 城市副中心和外围地区休息日各站区高热显示区域发生时间点

关键时间段	站区名称	发生时间点
高热显示区域	次渠	10:00
	次渠北、霍营、回龙观东大街、生命科学园、大兴新城、良乡大学城、良乡南关	11:00/12:00
	高楼金、花庄、沙河高教园	20:00/22:00
	北神树	23:00
	万盛东、群芳	全天无高热区域
	万盛西	人流活动强度最低

表 15 城市副中心和外围地区各站区人流活动发生范围

人流活动发生范围及时间段	站区名称
500~1000 m 范围内全天无高强度人流量	群芳、万盛西
500 m 范围内全天无高强度人流活动,1000 m 范围内 14:00—18:00、20:00—21:00 出现人流聚集	万盛东、次渠、沙河高教园、高楼金、花庄
1000 m 范围内 8:00—9:00 和 21:00—23:00 出现人流聚集	北神树
500 m 范围内 21:00 后出现人流聚集	大兴新城
1000 m 范围之外出现人流聚集活动	回龙观东大街、沙河高教园

天内的第 2 个小高峰所显示站区活力也遵循上述规律(图 9)。通过与上述站区步行指数得分进行

对比,热力图所显示的活力最高的 2 个站点与实际步行指数测算结果也基本吻合。另外,城市副中心

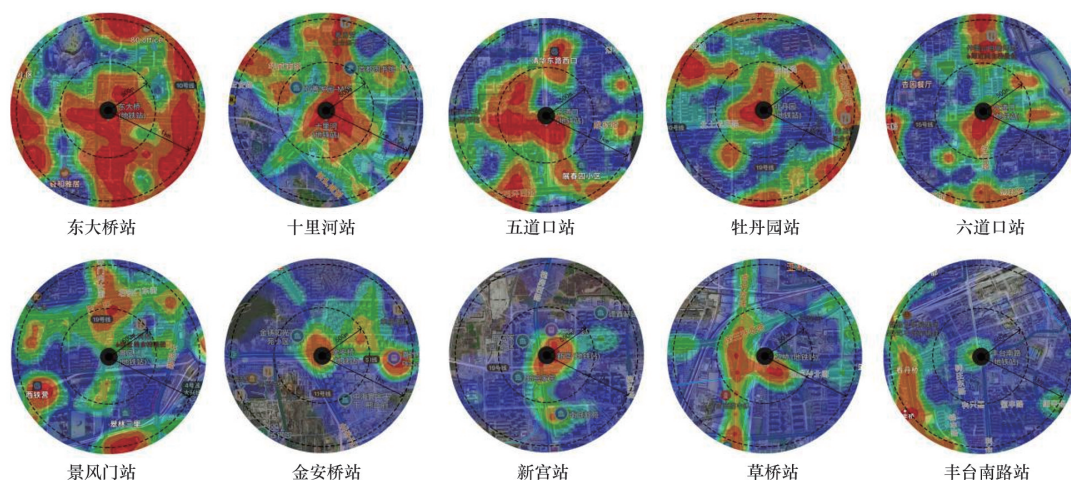


图 9 工作日中心城区站区人流活动高峰时段热力图

和外围地区中各站区步行指数综合评分均较低,这一结论也与热力图表征保持一致(图10、图11)。

休息日中心城区各站区人流聚集程度较为平均,且相比工作日有所下降,但东大桥、十里河站区依旧为人流聚集程度最高的站区,与上述步行指数结果基本一致。城市副中心和外围地区内的站点周边活力均有较大提升,出现高热区域的站点数量也有所增加。根据热力图结果,回龙观东大街和生命科学园站区高热区域与工作日情况类似(图12),这一结果与步行指数测度结果也保持一致(图10)。

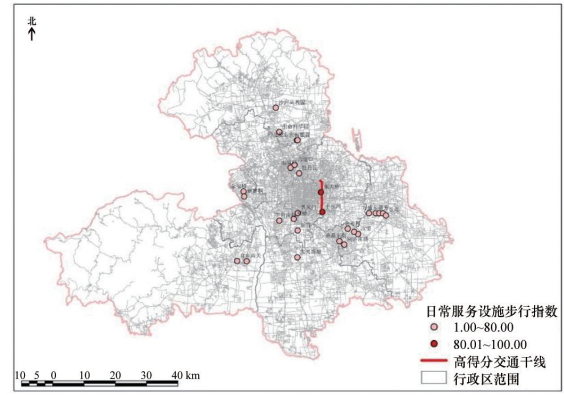


图10 日常服务设施高步行指数空间示意

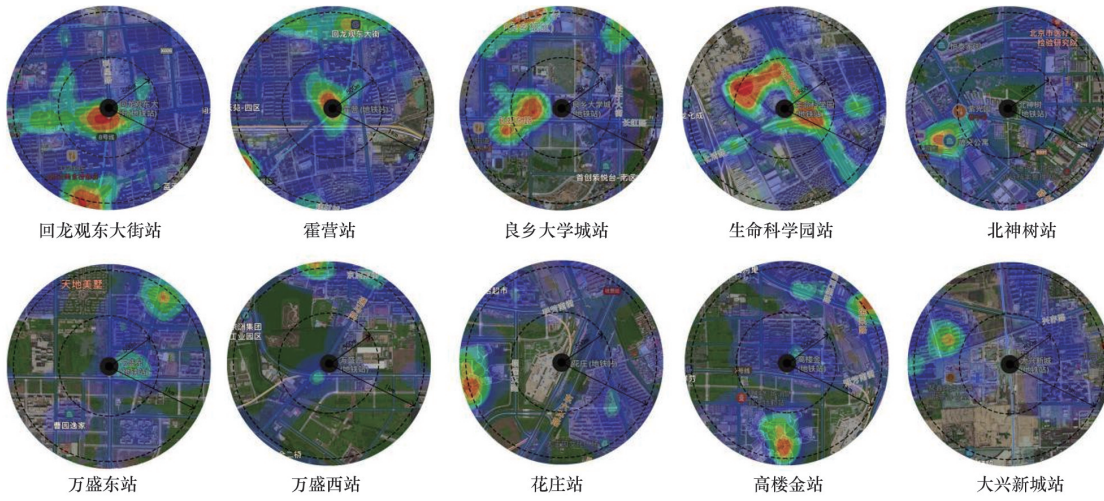


图11 工作日城市副中心、外围地区站区人流活动高峰时段热力图

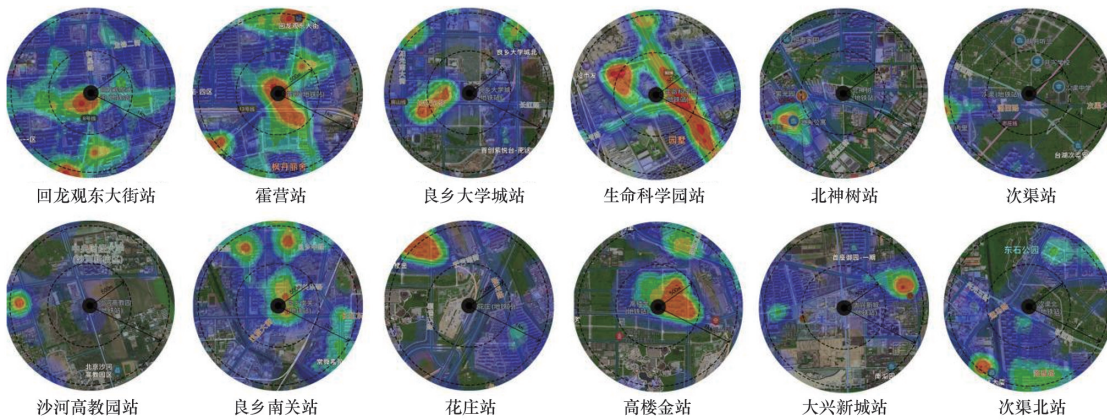


图12 休息日城市副中心、外围地区站区人流活动高峰时段热力图

3 问题与建议

3.1 北京轨道微中心地区可步行性现状问题

1) 道路网连通性有待提升。在道路密度方面,城市副中心和外围地区,道路网密度不高,街区尺度较大,道路连通性较低,对小汽车依赖性较强,道路系统仍有待完善。在道路交叉口密度方面,中心城区边缘地区(即石景山区和丰台区),仅景风门站区道路交叉口密度较大。城市副中心和外围地区,各站点周边道路交叉口密度均较低,街区尺度较大,受距离衰减效应影响较大,站区可步行性受到一定影响。部分站区虽然在500~1000 m范围内配置了较多种类和数量的服务设施,但由于道路连通性较差,需要通过“绕路”到达目的地,降低了行人的步行出行体验,增加了步行距离。

2) 大多站区存在设施配置不均衡问题。设施配置不均衡主要表现为2种模式。(1) 部分站区设施种类较丰富,数量较多,但因为其中某1~2类设施的数量过多,而其他类设施所占比例较小,各类设施配置的均衡性较弱。(2) 部分站区虽然混合度较高,但总体设施配置种类和数量较少;或者混合度极低,仅配置某1类或2类设施,对站区活力有较大影响。

3) 设施可达性亟需提升。在站点周边500~1000 m范围内存在较多站区无邻近设施的情况,该类站点多分布于城市副中心和外围地区,中心城区较少。而无论是中心城区还是城市副中心和外围地区,在站点周边500~1000 m范围内,大多数站点均无邻近的文化和休闲娱乐类设施;站点周边500 m范围内,中心城区内无邻近设施的站点一般位于中心城区边缘地区,即石景山区和丰台区,而在城市外围地区,该范围内无邻近设施的站区多位于昌平区、房山区、大兴区和亦庄新城。城市副中心内站点周边设施可达性稍高;站点周边1000 m范围内,中心城区内仅新首钢站区无邻近公园绿地,其他站区设施可达性均有提升,而在城市副中心和外围地区,所有站区在该范围内均存在无临近的不同类型的设施。

4) 活力点空间分布差异较大。站区中心城区

步行可达性相对较高,设施吸引力相对较大,站区活力较大。但对于中心城区边缘地区,无论休息日还是工作日,站区活力均较低,这与其站点周边设施配置现状有较大关系。而在城市副中心和外围地区的站区活力则更低,部分站点周边500 m范围内全天无高热区域出现。

3.2 北京轨道微中心地区可步行性提升对策

1) 织补交通肌理。(1) 提高道路连通性,提升地面可步行性。通过打开封闭街区、增加支路系统、打通断头路、完善城市道路“微循环系统”等方式提升站区道路网密度;加密的道路网络和合理的道路交叉口的设置,可以有效降低距离衰减效应对站区可步行性的影响,提升区地面步行出行效率和舒适度。(2) 促进站区步行系统与城市功能要素和公共空间整合。加强空间联系,采用立体化步行措施完善综合步行网络。实现轨道交通站点在不同城市基面上与更大空间范围内的功能设施与空间进行连接,形成便捷、舒适、可达性高的综合立体化的步行网络,构建功能完善、设施齐全、生活便利、环境舒适的宜居生活圈。

2) 优化设施配置。推动轨道微中心生活圈建设。精细化调研居民日常活动需求,通过不同圈层内的日常服务设施数量和区位的合理配置,优化提升设施吸引力和站区活力,提升公共交通的吸引力,形成以轨道交通站点为核心的新的城市活力中心,最终促进北京市“主中心—次中心—轨道站区”的绿色空间发展模式的形成。

3) 保障实施路径。(1) 需求引领,技术辅助,精准施策。借助大数据等技术手段更精细化地了解站区周边居民的轨道生活圈配置需求,以需求为导向,通过智慧治理实现精细化配置方案。(2) 以点带面,分圈层实施。轨道生活圈的建设将是一个长期过程,建议以微更新的方式分圈层、分阶段推进开发,循序渐进地完善各类业态和设施种类,最终实现站区的多元化设施配置需求。(3) 分类指引,差异化发展。中心城区实行修补类指引与规划,外围地区和副中心实行增补提质类指引与规划,在此基础上追求实现“一站一策”。(4) 政策引导,动态化管理。轨道生活圈建设涉及部门众多,

需要构建多利益主体合作机制和利益分配机制,并出台相关支持政策,建立动态监督与管理平台,来确保一体化工作的开展。

参考文献(References)

- [1] 方丽艳. 城市建成环境可步行性及其影响因素研究: 以杭州为例[D]. 杭州: 浙江工业大学, 2015.
- [2] 翁敏, 李霖, 苏世亮. 空间数据分析案例式实验教程[M]. 北京: 科学出版社, 2019.
- [3] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 城市居住区规划设计标准: GB 50180—2018[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2018.
- [4] 自然资源保护协会, 清华大学建筑学院. 中国城市步行友好评价——城市活力中心的步行性研究[R/OL]. (2019-05-14) [2023-04-14]. <http://www.nrde.cn/Public/uploads/2019-05-14/5cda8a3a95e6e>.
- [5] 谭欣, 黄大全, 赵星烁, 等. 基于百度热力图的职住平衡度量研究[J]. 北京师范大学学报(自然科学版), 2016, 52(5): 622-627.
- [6] Walk score methodology[EB/OL]. (2020-01-01) [2023-04-14]. <https://www.walkscore.com/methodology.shtml>.

Research on the measurement of walkability in Beijing subway station area from the perspective of living circle

WANG Jing¹, FENG Cen², GONG Yanting¹, HU Xinning¹, LU Lina³

1. School of Architecture and Urban Planning, Beijing University of Civil Engineering and Architecture, Beijing 100044, China
2. S.Y. Technology, Engineering & Construction Co., LTD. Beijing 100142, China
3. China Logistics Group Ltd. Asset Management Company, Beijing 100073, China

Abstract The walkability measurement research of subway station area is carried out with the goal of the construction of rail life circle. The walkability influencing factors of rail station area are sorted out, and the walkability measurement system of subway station area is constructed from three aspects: the walkability of the station itself, the walkability of the service facilities in the station area, and the configuration level of the service facilities. Taking 28 track micro centers in Beijing as research objects, this paper uses ArcGIS Spatial analysis method and pedestrian index method to carry out quantitative and qualitative analysis and measurement of the walkability within 1000m of the station area, comprehensively evaluates the road network accessibility and the facilities configuration balance and accessibility in the subway station area, and verifies the matching degree between the measurement results of pedestrian index and the actual dynamic area by thermal map analysis. The current situation of walkability in Beijing track micro center area is pointed out and corresponding countermeasures and suggestions are proposed.

Keywords living area; subway station area; walkability; TOD ●



(责任编辑 王微)