

公共交通影响下的北京公共服务设施可达性

蒋海兵¹, 张文忠^{2,3*}, 韦 胜^{4,5}

(1. 盐城师范学院城市与规划学院, 江苏 盐城 224002; 2. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101;
3. 中国科学院大学, 北京 100049; 4. 江苏省城市规划设计研究院, 南京 210036;
5. 南京大学建筑与城市规划学院, 南京 210093)

摘 要: 本文尝试利用大量微观空间数据从供需角度评价北京公共交通影响下的公共服务设施可达性及其空间效率和供需匹配情况, 分别采用比例法与最短时间距离法测算公共服务设施的可达性, 运用定序变量相关法与因子空间叠置法分析公共设施可达性的供需匹配程度。结果表明: 北京居住小区公共设施总体可达性水平较高。其中, 4环以内各类公共设施可达性水平最高, 居住小区到公共设施的平均时间20分钟内的小区占比高达90%以上; 5-6环可达性水平最差, 平均时间20分钟内的小区占比在50%以下。高需求高可达性街道比重相对较高, 而高需求低可达性街道主要分布于5-6环的东部和北部地区。在公共设施中, 小学可达性最好, 而医院和购物中心则更强调空间效率。针对识别出的公共设施的高需求低可达性街道, 应从出行方式、公共交通线路与公共服务设施建设等方面采取对策, 化解公共设施的供需矛盾问题。

关键词: 公共交通; 公共服务设施; 可达性; 供需匹配; 北京

1 引言

公共服务设施旨在保障公民生存和发展的基本需求, 是居民日常生活内容的重要组成部分, 包括: 公共交通站点、中小学、医院、公园、购物场所及体育场馆等各类公共设施。健全的公共服务体系是建设宜居城市的必要前提。2000年以来, 随着中国大都市人口迅猛增长, 政府不断加大城市公共服务设施的投入力度, 以此来解决城市公共设施供给不足的问题。

可达性不仅是公共服务设施公平性的重要内涵之一, 也是评价和谐宜居城市的重要指标之一, 公共服务设施配置需兼顾强调公平性和效率性原则, 即: 既要考虑到各种设施的可能利用效率, 同时

应满足所有公民都能均等地享受公共服务设施的权利。公平性和效率性一般很难统一, 追求效率布局的公共设施倾向于交通便利、消费需求旺盛、人流量大的枢纽地段; 而追求公平性设施则以服务居民区市民生活和学习为主要目标。如何科学、合理、公平地进行城市公共设施的布局一直是中国城市规划建设的客观要求和重要任务。近年来, 北京人口总量的快速膨胀, 导致公共服务设施资源日益拥挤, 带来就医难、就学难和出行难等城市居住问题(张文忠等, 2016)。2015年, 北京中心城区公共交通运营线路894条, 其中公共汽(电)车876条, 轨道交通18条, 城市公共交通客流量73.84亿人次, 公共交通出行比例达50%, 公共汽(电)车和轨道交通各占25%, 公共交通依然是北京市民主要出行方

收稿日期: 2017-07; 修订日期: 2017-09。

基金项目: 国家自然科学基金重点项目(41230632); 国家自然科学基金青年项目(41301108, 51608213)[Foundation: Key Program of National Natural Science Foundation of China, No.41230632; Youth Program of National Natural Science Foundation of China, No.41301108, No.51608213]。

作者简介: 蒋海兵(1978-), 男, 江苏建湖县人, 副教授, 博士, 研究方向为城市和区域交通可达性, E-mail: haibingjiang1@163.com。

通讯作者: 张文忠(1966-), 男, 内蒙古呼和浩特人, 研究员, 博士生导师, 研究方向为城市和区域发展研究,

E-mail: zhangwz@igsnrr.ac.cn。

引用格式: 蒋海兵, 张文忠, 韦胜. 2017. 公共交通影响下的北京公共服务设施可达性[J]. 地理科学进展, 36(10): 1239-1249. [Jiang H B, Zhang W Z, Wei S. 2017. Public service facility accessibility as influenced by public transportation in Beijing[J]. Progress in Geography, 36(10): 1239-1249.]. DOI: 10.18306/dlkxjz.2017.10.006

式。因此,公共交通影响下的大都市公共服务设施可达性研究对于全面评价和优化公共设施空间布局具有重要的理论和实践意义。

1980年代以来,国外学者就将可达性分析方法广泛应用于公共设施空间布局研究(Guy, 1983; Talen et al, 1998; Pasaogullari et al, 2004; Jamtsho et al, 2015),部分研究对比分析私家车、公共交通和步行等交通系统下公共设施可达性水平特征及其差异(Burns et al, 2007; Yigitcanlar et al, 2007; Widener, 2017)。2000年以后,中国城市公共服务设施可达性研究成果不断丰富,涉及到公园(俞孔坚等, 1999; 尹海伟等, 2009)、学校(孔云峰等, 2008; 韩艳红等, 2012)、医院(张莉等, 2008; 林康等, 2009; 宋正娜等, 2009; 胡瑞山等, 2012; 侯松岩等, 2014)、旅游景点可达性分析(靳诚等, 2010; 李立等, 2012),购物场所(蒋海兵等, 2010)及公共设施可达性方法研究(宋正娜等, 2010; 陶卓霖等, 2016),上述成果通过可达性指标识别出公共服务设施分配的盲区,为公共设施规划提供了有力的分析工具。目前国内大多数研究基于路网结构的GIS方法,测算公共服务设施到街道或居住小区时间距离或空间距离;少数研究探讨公共交通作用下的公共设施可达性(李立等, 2012; 侯松岩等, 2014)与就业可达性(吕斌等, 2013),但从公共交通角度评价大都市公共设施可达性水平研究仍然较为缺乏。同时,多数研究以街道为基本单元测算公共服务设施可达性,得到的可达性测算值相对粗糙,而以大量居住小区为基本单元测算可达性的研究仍然较少。另外,多数研究主要解析某类公共设施可达性特征,对多种类型公共设施可达性特征的对比研究较少。

鉴于此,本文基于GIS空间分析技术与大量数据支撑,分别采用比例法与最短时间距离法测算公共服务设施的可达性,着重从供需角度评价公共交通影响下的北京6环内的4类公共设施可达性空间格局及其空间效率和供需匹配情况,并对比这些公共设施可达性特征,为大都市公共设施规划布局提供科学依据。

2 数据来源与研究方法

2.1 研究区域与数据来源

本文以北京6环以内区域为研究区,出行方式包括公共交通和步行,其中公共交通包括地铁和公

共汽车。研究数据包括:街道、居住小区(楼宇)、公共服务设施、公共交通线路和地铁网络数据。

(1) 交通网络数据。包括6环内的170个街道;2013年的1543条公交车线路和42161个公交车站点数据来自北京城市实验室网站(龙瀛, 2014);2014年14条地铁线路、310个地铁站点数据;2015年5月城市道路网络数据来自于OpenStreetMap网站。

(2) 居民楼与公共服务设施。居住楼宇POI来自2016年百度地图POI数据,提取北京市6环以内79623个居住小区或楼宇POI(兴趣点),其中4环以内34195个,4-5环16310个,5-6环29118个。公共服务设施兴趣点POI包括:1146所小学,645所中学,448家综合性医院,638家大型购物中心。

2.2 研究指标与技术方法

2.2.1 最短时间距离测算方法

根据百度地图提供数据设置公交车平均时速17 km/h,地铁时速根据网络提供数据(表1),步行平均时速设为4.5 km/h。考虑各种出行方式换乘,公共汽车平均等待时间10 min,地铁等待时间根据不同站点的发车频率设置。考虑换乘时间,10 min以下出行基本以步行为主。采用ArcGIS网络分析中的O-D矩阵模块计算测算居住小区(楼宇)到最近的公共服务设施的最短时间,然后再以街道或环线区域为单元统计。

2.2.2 公共服务设施可达性及其空间效率分析方法

首先,分别应用不同等级可达性水平的居住小区数和街道数占比描述中心城区公共设施可达性总体水平。其次,统计分析环线区域居住小区的公共设施可达性。第三,利用街道公共设施平均可达性和20 min内到达公共设施的街道内居住小区数

表1 地铁时速表与时间间隔设置
Tab. 1 Subway speed and departure time interval in Beijing

名称	时速 /(km/h)	等待时间 /min	名称	时速 /(km/h)	等待时间 /min
地铁 1	31.89	4	地铁 10	30.48	4
地铁 2	30.63	4	地铁 13	36.00	4
地铁 3	32.22	4	地铁 14	33.60	8
地铁 5	30.91	4	地铁 15	35.91	7
地铁 6	33.63	5	地铁 昌平线	37.41	7
地铁 7	30.95	5	地铁 房山线	35.38	7
地铁 8	33.32	7	地铁 亦庄线	33.54	7
地铁 9	31.2	6	地铁 八通线	31.94	4

占街道居住小区总数比重来刻画街道公共设施可达性空间格局。最后,通过测算公共设施 20 min 内覆盖的居住小区数量反映不同环线区域 4 类公共设施的空间效率。

2.2.3 公共服务设施可达性的供需分析方法

为定量地检测研究区街道尺度的公共设施可达性与空间需求的匹配程度,分析公共设施可达性的供需情况,采用定序变量相关分析与因子空间叠置分析法,识别高需求和低可达性街道,方法参考文献(尹海伟等, 2009)。本文基于 2010 年北京市第六次人口普查各街道人口统计数据,选取总常住人口、0~14 岁人口、15~64 岁人口和 65 岁以上人口数据。用 0~14 岁人口数量作为中小学需求指数,采用总人口数作为购物中心与医院的需求指数,将 170 个街道划分 4 类,很高需求和高需求分别为 43 个街道,中需求和低需求分别为 42 个街道。街道可达性指数采用街道 4 类公共设施平均最短时间。

3 方法实现与结果分析

3.1 居住小区与公共服务设施空间分布格局

北京市 4 环以内居住小区(楼宇)数量为 34195 个,4-5 环之间为 16310 个,5-6 环之间为 29118 个,占 6 环内居住小区总量比重分别为 42.9%、20.4% 和 36.5%。在街道尺度上,街道居住小区数量与 2010 年第六次街道普查常住人口的相关性达到 0.798,反映居住小区数基本能反映居住人口空间分布。其中北七家镇、回龙观地区、望京街道、亦庄地区、新村街道、东小口、来广营、永顺和卢沟桥地区等居住小区(楼宇)总数在 1200 个以上,主要分布在 4 环以外的街道(图 1)。

根据文献(宋正娜等, 2010)中的比例法,用不同

地区公共服务设施数量与居住小区数量比,得到表 2。由表 2 显示,4 环内医院与购物中心比重均超过总数的一半,小学与中学比重分别为 41% 与 47.5%; 4-5 环内各类公共设施占比则较为接近,为 18%~20% 左右。在公共交通方面,4 环内的地铁站数量占 6 环内地铁站总量的 52.6%,4-5 环占 15.4%,5-6 环占 32%。4 环内的公交车站数量占 6 环内总量的 35.3%,4-5 环占 20.3%,5-6 环占 44.3%。

表 2 显示,对比不同环线内居住小区与公共设施整体占比,小学与居住小区最接近,其次分别为中学、购物中心和医院。分环线看,4-5 环内居住小区与各类公共设施占比较为接近。从各环内部居住小区占比与公共设施占比分析,各类设施在兼顾效率性与公平性方面有所侧重,中学与小学更侧重公平,而医院和购物中心则偏重于效率。

表 2 说明不同环线设施总体配置状况:在不同环线内,4 类公共设施平均服务小区数量并不一致,4 环内的医院、中学与购物中心的平均服务小区数量明显

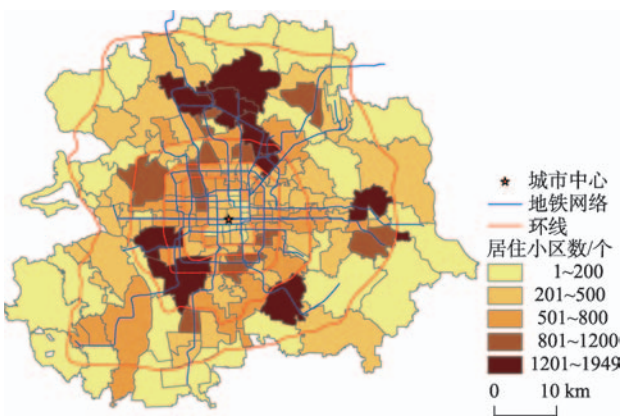


图 1 北京街道居住小区数量空间格局

Fig.1 Number of neighborhoods in residential communities (Jiedao) in Beijing

表 2 不同环线内 4 类公共服务设施占比和服务小区效率

Tab. 2 Proportion of four types of public service facilities and efficiency of service in areas within different ring roads

环线	居住小区 /%	医院 /%	小学 /%	中学 /%	购物中心 /%
4 环	42.9	53.61	41.49	47.57	50.17
4-5 环	20.4	18.04	19.54	18.73	18.58
5-6 环	36.5	28.35	38.97	33.71	31.25
环线	—	医院平均服务 小区数 /个	小学平均服务 小区数 /个	中学平均服务 小区数 /个	购物中心平均 服务小区数 /个
4 环	—	164.40	90.46	134.63	118.32
4-5 环	—	233.00	91.63	163.10	152.43
5-6 环	—	264.71	82.02	161.77	161.77

低于4环外区域,5环外公共服务设施覆盖小区数量较多,尤其是医院;但小学则覆盖小区数量各环线内较为接近,并为5环外唯一比4环内低的公共服务设施。上述公共设施平均服务小区数量分析反映不同环线区域的公共设施总量上的配置状况,即:4环内公共设施配置数量多,5环外公共设施配置数量相对较少。

3.2 基于居住小区计算的各级研究单元尺度下公共服务设施可达性分析

3.2.1 居住小区公共服务设施可达性总体水平

根据《中小学校设计规范(2011)》和《购物中心业态组合规范》,居住区大多数公共设施适宜服务半径在1000 m以内,步行10分钟左右,并按10分钟一个等级增加,分为4个等级。据此,将可达性分为4类,0~10分钟、10~20分钟、20~30分钟和30分钟以上分别为很好、好、较差和差。公共设施可达性分类分析显示(表3):居住小区尺度的医院、小学、中

学和购物中心可达性为很好和好的居住小区数占全部小区总数比重分别为67.2%、85.98%、73.3%和74.7%;街道尺度上可达性很好和好的街道数占总街道数的比重分别为69.4%、89.4%、76.5%和74.7%。在城区,超过67%以上的居住小区和69%以上街道可达性水平较好,表明北京6环内公共交通影响下的公共设施可达性水平总体较高。在公共设施之间,按照20分钟居住小区可达占比,小学最好,医院最差,这从侧面说明不同类型公共设施空间分布特征:小学分布较为均衡,医院集聚于市中心区。

3.2.2 环线区域尺度的公共服务设施可达性分析

对各环线区域公共服务设施可达性分析发现(图2),4类公共服务设施区域尺度的可达性特点为:

(1) 综合性医院。4环以内居住小区,10分钟内到达医院的小区数量占4环内小区的35%;10~20分钟占53.7%。20分钟内的小区达88.5%,4环内小

表3 居住小区与街道水平上公共设施可达性分类统计分析/%

可达性分类/min		占居住小区总数量的比重				占街道小区总数量比重			
		综合性医院	小学	中学	购物中心	综合性医院	小学	中学	购物中心
0~10(可达性很好)	居住小区	22.46	43.46	30.36	28.08	街道水	11.18	39.41	24.71
10~20(可达性好)	水平(共	44.74	42.52	42.94	46.61	平(共	58.24	50.00	51.76
20~30(可达性较差)	79623个)	20.60	11.00	17.28	16.16	170个)	17.65	9.41	16.47
>30(可达性差)		12.20	3.03	9.41	9.15		12.94	1.18	7.06

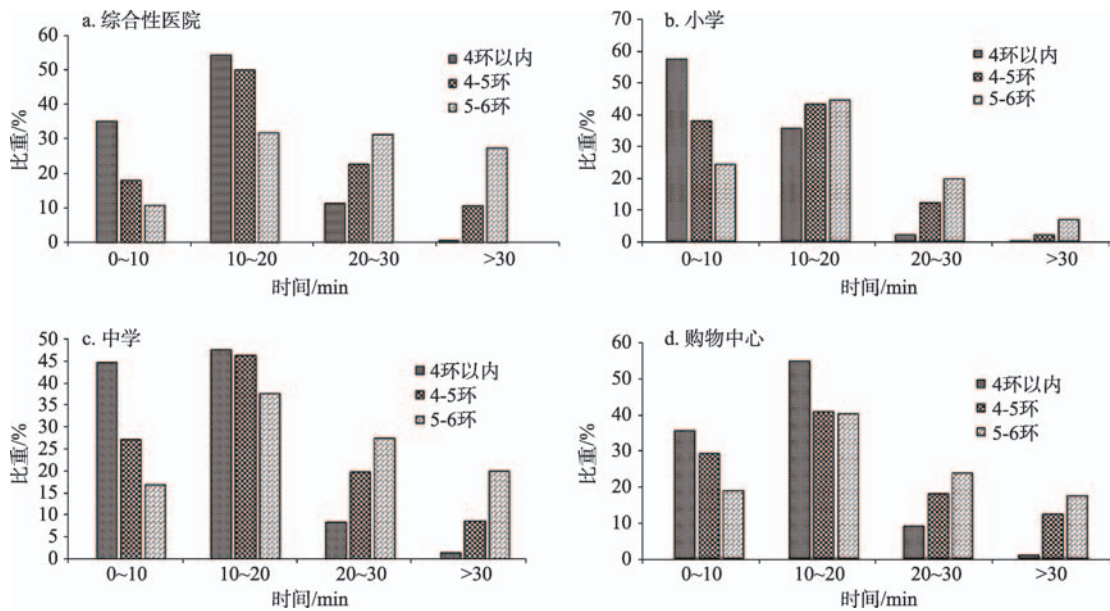


图2 不同环线内居住小区公共服务设施可达性比重分析图

Fig. 2 Neighborhood public service facility accessibility in areas within different ring roads

区可达性最好;4-5环的居住小区,10分钟内到达的小区数量占17.8%,20分钟内小区为67.3%;5-6环的居住小区,10分钟内到达的小区仅占10.6%,10-20分钟占31.5%。30分钟以上小区则占到27%,医院可达性整体相对较差。

(2) 小学。4环内小区,10分钟内的小区数量占60.5%,20分钟内到达小区的数量占97.9%;4-5环小区,10分钟内到达的小区占39.9%,20分钟以内到达占85.3%;5-6环小区,10分钟到达的仅占25.5%,20分钟以内到达的占72.3%,30分钟以上到达也达7%。

(3) 中学。4环内小区,10分钟到达的小区数量占43.9%,20分钟内到达的小区数量占90.7%;4-5环小区,10分钟到达的占26.7%,20分钟内到达占72.2%;5-6环小区,10分钟到达的仅占16.5%,20分钟以内到达的占53.5%,30分钟以上占19.5%。

(4) 购物中心。4环内小区,10分钟到达的小区数量占35.6%,20分钟内到达小区占90.4%;4-5环小区,10分钟到达小区占29.1%,20分钟内到达占68.8%;5-6环小区,10分钟到达的仅占18.7%,20分钟内到达的占58.9%,30分钟以上占17.3%。

对比不同圈层20分钟内与30分钟以上到公共

服务设施的小区数量占比发现,4环内居住小区公共设施的可达性最佳,利用公共交通到公共服务设施时间最短,20分钟以内到达各类公共设施均在90%左右;4-5环,20分钟到达各类设施的小区占70%左右;5-6环居住小区整体可达性相对较差,除小学外,其余3类设施20分钟到达小区占比不到60%。对比4类设施,小学的整体可达性最好,20分钟到达的小区所有区域均在70%以上;其次分别为购物中心和中学,占比在50%以上;最后是医院,占比在50%以下。

3.2.3 街道尺度的公共服务设施可达性分析

3.2.3.1 居住小区到公共设施的平局最短时间

在街道尺度上,统计测算居住小区到公共设施的平局最短时间,得到图3,其中4类公共服务设施街道尺度的可达性特点为:

(1) 医院。4环内大多数街道居住小区到医院平均时间在15分钟以内,少数街道如左家庄、展览路、椿树、海淀街道在20分钟以内。4-5环内,多数在20分钟以内,少数街道在15分钟以内,包括学院路、青龙桥、清华园、永定路、万寿路、八宝山和老山、酒仙桥、垡头和东高地街道;少数街道超过20分钟,包括平房、东风、四季青、王四营、南苑和小红

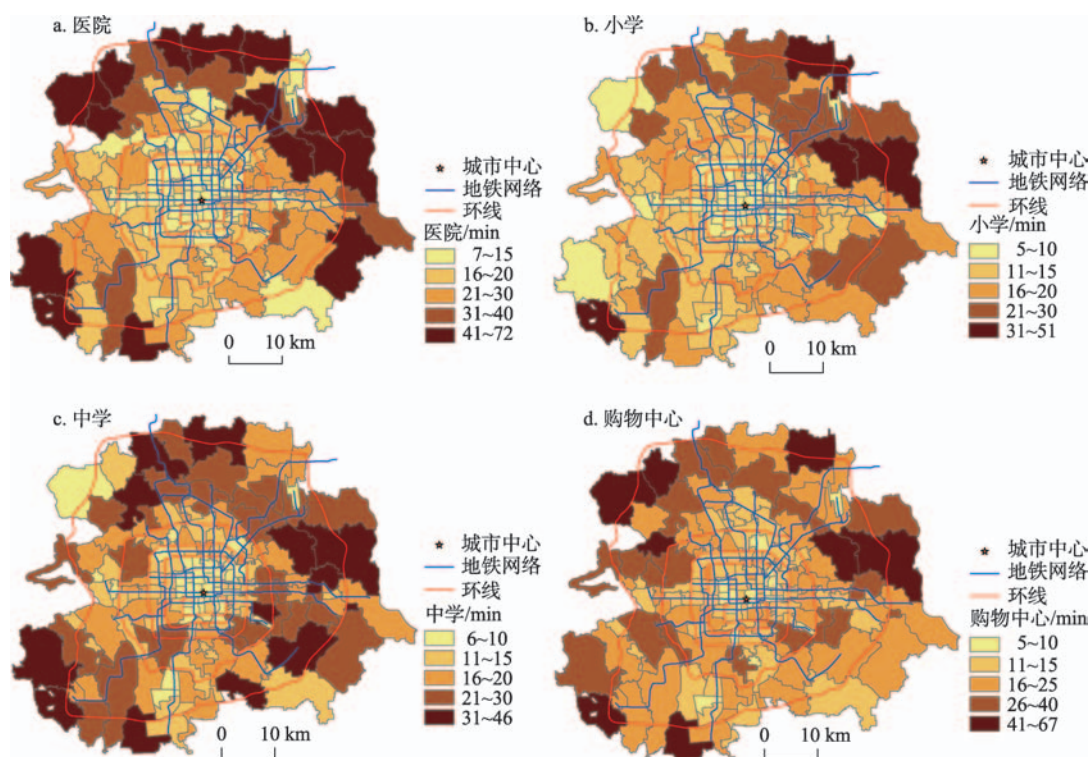


图3 街道尺度居住小区到达公共服务设施的平均时间

Fig. 3 Average travel time from neighborhoods to public service facilities in residential communities

门。5-6环,多数街道在20分钟以上;少数街道在15分钟以内,包括东小口、东升、香山、三间房街道。6环附近的高丽营、宋庄、金盏、阎村镇则在30分钟以上。

(2) 小学。4环内,10分钟到达小学的道路占绝大多数。4-5环内,10-15分钟到达小学的道路占大部分。5-6环,则是以15分钟以上的道路居多,仅有少数街道在10分钟以内,包括古城街道、八角和林校路街道和玉桥街道;还有少数街道在30分钟以外,如高丽营、金盏、南法信和宋庄镇。

(3) 中学。4环内,15分钟到达中学的道路占绝大多数,极少数在16-20分钟内。4-5环内,15-30分钟与15分钟内到达各占一半。5-6环内,16-30分钟到达的则占较大比重,少数街道在10分钟以内,包括机场、古城、兴丰、林校路、清源等街道;部分街道甚至超过30分钟,如沙河、小汤山、永顺、西北旺、台湖、宋庄、金盏和瀛海地区。

(4) 购物中心。4环内,大多数街道平均时间为15分钟以内。4-5环内,大多数街道在25分钟以内,少数街道在26-40分钟,包括十八里店、南苑和四季青地区。5-6环,25分钟以上的街道为主,部分

街道在25-67分钟,主要分布在北部地区,包括宋庄、金盏、西北旺、香山、长辛店地区等。

从街道层面看,居住小区到医院、中小学和购物中心的平均最短时间整体上由市中心向外围逐渐递增,6环附近少数街道平均时间较短;其中,小学在各环线区域平均时间最短。

3.2.3.2 20分钟内到达公共设施的居住小区数占比分析

将20分钟内作为公共设施可达性好的重要标准,每个街道20分钟内到达设施小区数占街道居住小区总数的比重作为反映街道整体可达性的一个重要指标(图4)。

(1) 医院。4环内街道居住小区比重在90%以上占多数。4-5环,50%以上占多数,少数低于20%,如四季青、南苑和王四营地区。5-6环,北部地区低于20%的较多,南部多为20%~50%,少数街道在70%以上,包括机场、垡头、兴丰街道、古城、苹果园、来广营、东小口街道,5环外地铁延伸区域医院可达性均在50%以上。

(2) 小学。4环街道绝大多数在90%以上,4-5环,多数在70%以上。5-6环之间多数在50%以上,

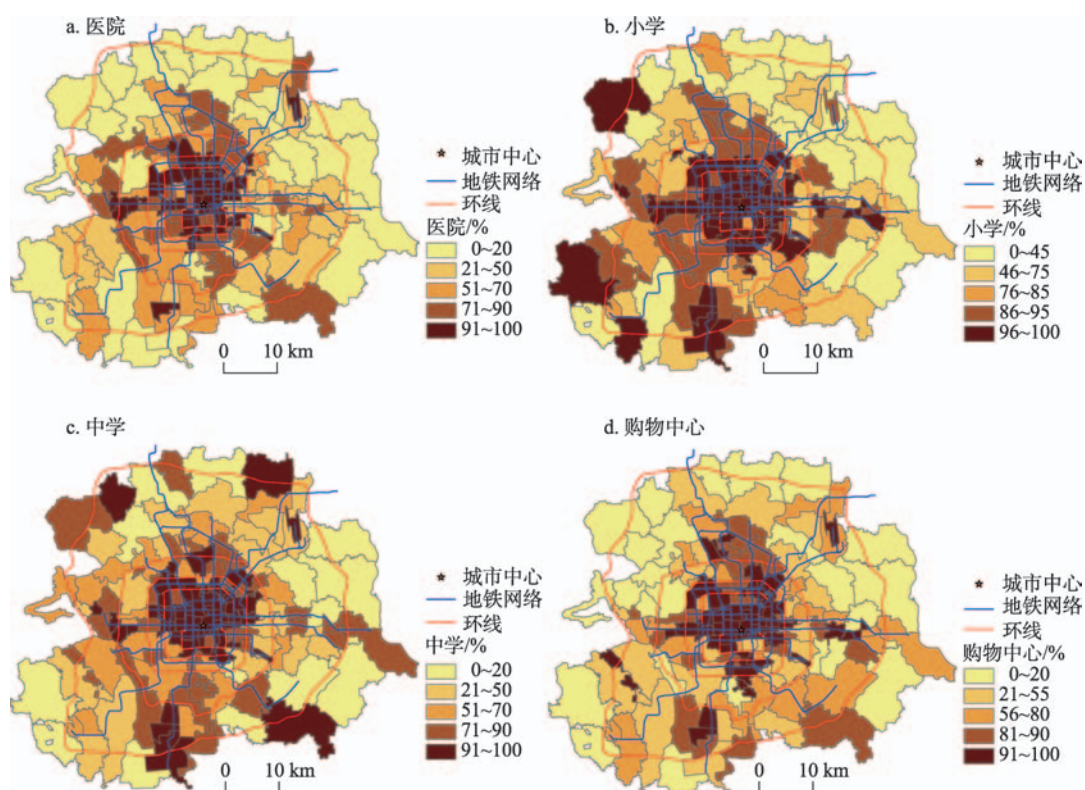


图4 20分钟内到达公共服务设施的街道内居住小区数占街道小区总数比重分析

Fig.4 Proportion of neighborhoods with travel time less than 20 minutes to public service facilities in residential communities

少数在95%以上,包括新华、北苑、玉桥、三间房、林校路、天宫苑等街道。

(3) 中学。4环街道绝大多数在90%以上,4-5环,多数在50%以上。5-6环之间在50%以下,东部和北部部分街道在20%以下,包括沙河、西北旺、金盏、宋庄、永顺和台湖等。

(4) 购物中心。4环内,街道居住小区比重在90%以上占大多数,极少数街道在55%以下,如太平桥、天坛和龙潭街道。4-5环内,56%以上街道占大多数,少数低于20%,如四季青和南苑。而在5-6环,则以55%以下街道为主,仅有极少数街道在90%以上,如清源、北苑和管庄街道。

总体来看,4环内的街道,20分钟到达的4类公共设施比重在90%以上;4-5环则多在50%;5环外则更多在50%以下。5环外,只有轨道交通延伸的北部地区、东部和南部地区的少数街道比重高。

3.3 基于公共服务设施可达性的设施配置空间效率分析

测算4类公共设施20分钟内覆盖居住小区数量,根据公共服务设施数量,大致将其空间效率均匀地分成高、较高、一般、较低和低等5类,在1146所小学中选取覆盖小区数量排名前后200所,448家医院和638家购物中心选取覆盖小区数量排名前后100家,645所中学选取覆盖小区数量排名前后150所,最后统计公共设施在不同圈层内的占比。

(1) 医院。排名靠前的100家中,61%在4环内,4-5环占12%,5-6环占27%;排名靠后的100家中,50%在4环内,21%在4-5环,29%在5-6环。

(2) 小学。排名前200家中,50%集中于4环内,4-5环内18.5%,31.5%在5-6环内;排名靠后200家中,28.3%在4环内,18.6%在4-5环,53.1%在5-6环。

(3) 中学。排名靠前的150家中,53.3%在4环内,20.7%在4-5环内,26%在5-6环;排名靠后150家中,40.6%在4环内,20.9%在4-5环内,38.5%在5-6环内。

(4) 购物中心。覆盖小区数量排名前100家中,超过59%集中于4环内,15%在4-5环内,26%在5-6环内;。排名靠后的100家,超过52%在4环内,13%在4-5环内,5-6环内在35%。

总体来看,20分钟覆盖小区数量多的公共设施仍以中心城区居多。覆盖小区数量较少的公共服务设施,5环外小学较高,5-6环中学和4环内中学覆盖小区数量相差不大,而医院和购物中心仍以中

心区明显居多。这表明,4环内核心区公共设施供给数量多且地域分配不均衡,导致部分公共设施覆盖居住小区数量多寡不均;5环外部分公共设施则由于受制公共交通网络束缚,导致公共设施覆盖居住小区数量有限,尤其是小学。可见,公共设施与公共交通站点以及居住小区分布格局决定公共服务设施的可达性格局与公共设施服务效率。

3.4 公共服务设施供需匹配度分析

3.4.1 定序变量相关分析

运用定序变量相关分析得出:全市170个街道中,0-14岁人口数量与中小学可达性指数的斯皮曼等级相关系数和肯氏等级相关系数分别为0.217、0.215和0.145、0.149,显著性水平为0.01。街道65岁以上人口规模与医院和购物中心的斯皮曼等级相关系数和肯氏等级相关系数分别为-0.412、-0.355和-0.271、-0.233,显著性水平为0.01。街道常住总人口规模与医院和购物中心的斯皮曼等级相关系数和肯氏等级相关系数分别为0.017、-0.036和0.014、-0.021,相关性不显著,街道15-64岁人口规模与医院和购物中心的斯皮曼等级相关系数和肯氏等级相关系数分别为0.018、-0.041和0.016、-0.25,相关性不显著。分析表明中小学就学人口规模与设施可达性水平呈反相关性,儿童人口分布呈现出外环高内环低的格局(张文忠等,2017),而中小学可达性水平则呈现出内环高外环低,中小学可达性的供需存在一定程度的错位。老年人口与两类设施可达性呈正相关性,老年人口与公共设施均存在中心环线高密度集聚且从内向外逐渐减少的分布态势,老年人口与两类设施空间分布基本吻合。

3.4.2 公共设施可达性的供需分析

通过因子叠加分析识别出各类公共设施的高需求低可达性街道、高需求高可达性街道以及低需求高可达性街道,并辨析公共设施可达性的供需匹配情况(图5、表4)。

(1) 小学。很高或高需求而可达性很差或差的街道数量仅有9个,占街道总数的5.2%,主要分布在6环附近的街道或镇,包括沙河、北七家、崔各庄和宋庄镇等(图5a)。很高或高需求街道中,89.5%具有很好或好的可达性;中或低需求街道中,则有89.2%具有很好或好的可达性。

(2) 中学。很高或高需求而可达性很差或差的街道数量24个(图5b),不仅包括上述小学中的9个街道,还有北五环外的西北旺、东小口、回龙观、马

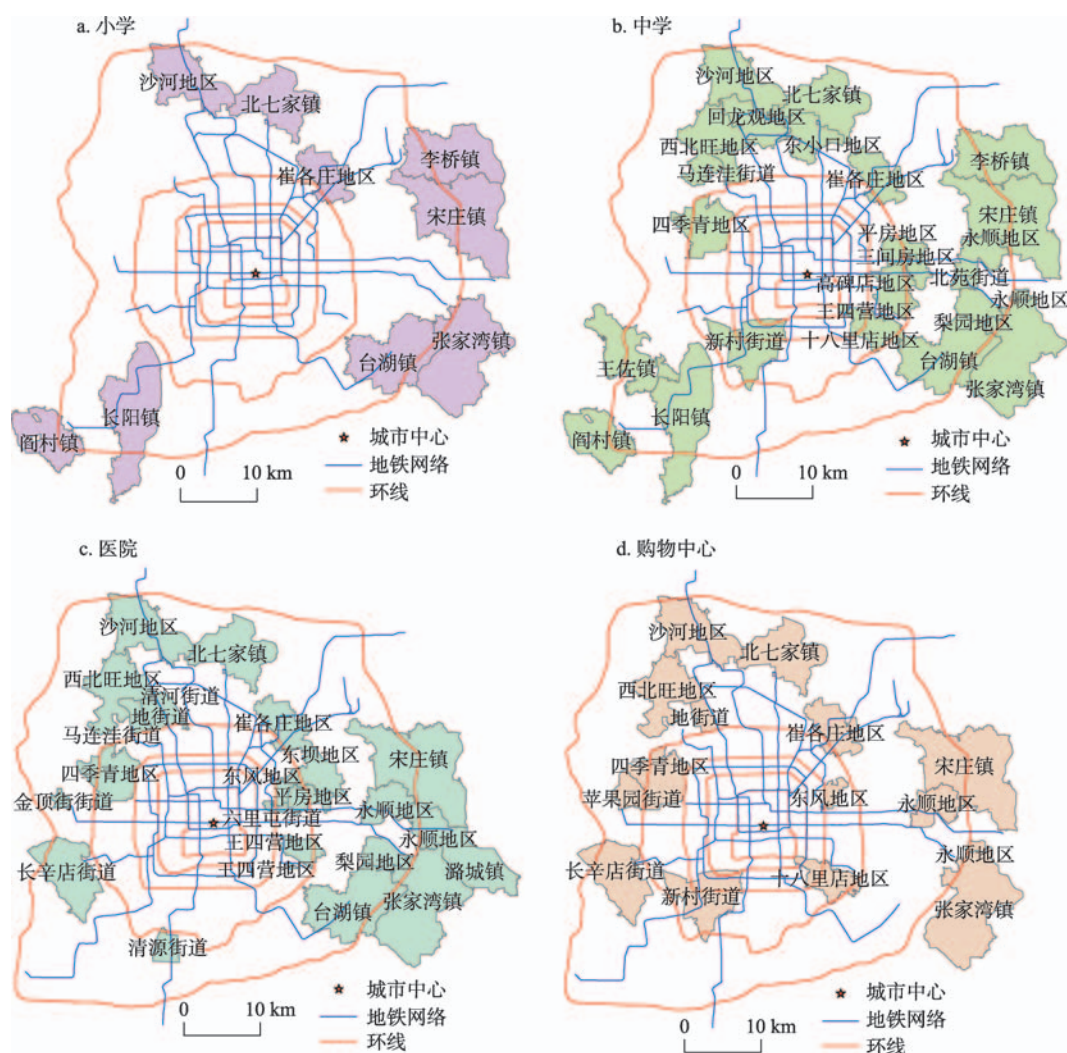


图5 公共服务设施高需求低可达性街道空间分布图

Fig.5 Spatial distribution of residential communities with high demand for and low accessibility to public service facilities

连洼、四季青地区;东4环外的王四营、高碑店、梨园和北苑等街道;西南有王佐镇和新村街道,合计占街道总数的14.1%。在很高或高需求街道中,72%具有很好或好的可达性;而中或低需求街道中,则有80.9%具有很好或好的可达性,超过高需求街道水平。

(3) 医院。很高或高需求而可达性很差或差的街道数量有22个,占街道总数的12.9%,主要集中于北五环外和东4环外的街道(图5c)。很高或高需求街道中,74.4%具有很好或好的可达性;而中或低需求街道中,64.2%具有很好或好的可达性。

(4) 购物中心。很高或高需求而可达性很差或差的街道数量为14个,占街道总数的8.2%,主要分布于5-6环之间(图5d),包括西北旺、沙河地区、上地街道、崔各庄、北七家地区、新村等街道。很高或

高需求街道中,83.7%具有很好或好的可达性;而中或低需求街道中,65.5%具有很好或好的可达性。

以上供需分析发现:小学最好,其次为购物中心、医院和中学。中小学的中低需求高可达性的街道比重占比与高需求高可达性的街道相差不大,甚至高于高需求高可达性街道,再次表明该类设施更注重公平性。而医院与购物中心的可达性与需求更为匹配,较中小学更关注效率性。高需求低可达性街道主要分布于5-6环,今后应从出行方式、公共交通线路与公共设施规划建设等方面采取对策化解公共设施的供需矛盾问题。

4 结论与讨论

本文以北京6环以内区域为研究对象,采用比

表 4 公共服务设施的可达性及其需求指数叠加统计分析
Tab. 4 Crosstabulation of public service facility
accessibility and demand

类型/min	需求指数			
小学可达性水平	很高	高	中	低
0~10(可达性很好)	8	18	20	21
10~20(可达性好)	34	17	16	18
20~30(可达性较差)	1	6	4	2
> 30(可达性差)	0	2	2	1
中学可达性水平	很高	高	中	低
0~10(可达性很好)	4	10	12	16
10~20(可达性好)	29	19	21	19
20~30(可达性较差)	8	9	5	6
> 30(可达性差)	2	5	4	1
购物中心可达性水平	很高	高	中	低
0~10(可达性很好)	4	1	5	9
10~20(可达性好)	33	34	22	19
20~30(可达性较差)	2	7	10	4
> 30(可达性差)	4	1	5	10
医院可达性水平	很高	高	中	低
0~10(可达性很好)	0	4	8	7
10~20(可达性好)	36	24	19	20
20~30(可达性较差)	5	11	9	5
> 30(可达性差)	2	4	6	10

例法和最短时间距离法测度公共交通影响下的居住小区的公共服务设施可达性水平,然后运用定序变量相关法与因子空间叠置法分析公共设施可达性的供需匹配程度。研究结果表明:公共交通影响下的居住小区的各类公共设施可达性水平总体较高。其中,小学最高,医院最低。在街道尺度,居住小区到公共设施的可达性水平总体上由内城向外围逐渐下降,4环内4类公共设施可达性最优,20分钟以内到达公共设施的居住小区占比在90%左右;5-6环居住小区的可达性水平最差。中学、医院和购物中心的可达性空间效率最高和最低的公共设施均主要集中于4环内,而可达性效率最低的小学则主要在5-6环内。绝大多数高需求地区均具备相对较高的公共设施可达性水平,公共设施可达性的供需匹配程度较好。可达性供需分析表明,医院和购物中心更注重效率,而中小学则突出强调公平,4类公共设施的高需求低可达性街道集中于5-6环的东部和北部地区。

4环内,可达性水平促进该区域市民选择步行和公共交通出行到达公共设施,而5环以外部分街

道市民则被迫选择私家车或其它交通方式克服公共设施可达性瓶颈问题。对于高需求高可达性和低需求高可达性街道,结合可达性效率分析,应关注设置合理的公共服务设施规模,满足不同街道实际需求,从而提高公共设施的利用效率。而针对高需求低可达性街道,则亟需打通居住小区和设施之间的快速通道,通过多种出行方式的组合、新建公共交通线路及新建公共设施等手段,提高公共设施可达性水平,化解公共服务设施的供需矛盾,努力做到基于供需匹配的城市内部公共服务设施的均衡分布。

由于研究视角与数据资料所限,本文所选公共服务设施未考虑其等级与服务质量,未考虑到中小学学区划分和择校问题以及医院分级诊疗制度,未考虑公共自行车与其他公共交通方式的结合,未考虑流动人口对医院和购物中心的影响,未结合公共交通需求程度高的社会群体重点评价公共交通背景下的公共设施可达性水平,这些都是有待于今后进一步深入探讨的问题。

参考文献(References)

韩艳红, 陆玉麒. 2012. 教育公共服务设施可达性评价与规划: 以江苏省仪征市高级中学为例[J]. 地理科学, 32(7): 822-827. [Han Y H, Lu Y Q. 2012. Accessibility assessment and planning of public service facilities for education: A case study on senior high schools in Yizheng City [J]. Scientia Geographica Sinica, 32(7): 822-827.]

侯松岩, 姜洪涛. 2014. 基于城市公共交通的长春市医院可达性分析[J]. 地理研究, 33(5): 915-925. [Hou S Y, Jiang H T. 2014. An analysis on accessibility of hospitals in Changchun based on urban public transportation[J]. Geographical Research, 33(5): 915-925.]

胡瑞山, 董锁成, 胡浩. 2012. 就医空间可达性分析的两步移动搜索法: 以江苏省东海县为例[J]. 地理科学进展, 31(12): 1600-1607. [Hu R S, Dong S C, Hu H. 2012. A Two-step Floating Catchment Area (2SFCA) method for measuring spatial accessibility to primary healthcare service in China: A case study of Donghai county in Jiangsu Province[J]. Progress in Geography, 31(12): 1600-1607.]

蒋海兵, 徐建刚, 祁毅, 等. 2010. 基于时间可达性与伽萨法则的大卖场区位探讨: 以上海市中心城区为例[J]. 地理研究, 29(6): 1056-1068. [Jiang H B, Xu J G, Qi Y, et al. 2010. The quantitative analysis of large scale supermarkets

- location based on time accessibility and Gasa rules[J]. *Geographical Research*, 29(6): 1056-1068.]
- 靳诚, 陆玉麒, 范黎丽. 2010. 基于公路网络的长江三角洲旅游景点可达性格局研究[J]. *自然资源学报*, 25(2): 258-269. [Jin C, Lu Y Q, Fan L L. 2010. Research on accessibility of scenic spots in the Yangtze River Delta based on land traffic network[J]. *Journal of Natural Resources*, 25(2): 258-269.]
- 孔云峰, 李小建, 张雪峰. 2008. 农村中小学布局调整之空间可达性分析: 以河南省巩义市初级中学为例[J]. *遥感学报*, 12(5): 800-809. [Kong Y F, Li X J, Zhang X F. 2008. Analysis of spatial accessibility for school redistricting in rural China: A case study of the secondary schools in Gongyi city, Henan Province[J]. *Journal of Remote Sensing*, 12(5): 800-809.]
- 李立, 汪德根. 2012. 城市低碳公共交通对旅游景点通达性影响研究: 以苏州市为例[J]. *经济地理*, 32(3): 166-172. [Li L, Wang D G. 2012. The impact of urban low-carbon public transport to tourist attractions' accessibility: Suzhou City area as the example[J]. *Economic Geography*, 32(3): 166-172.]
- 林康, 陆玉麒, 刘俊, 等. 2009. 基于可达性角度的公共产品空间公平性的定量评价方法: 以江苏省仪征市为例[J]. *地理研究*, 28(1): 215-224, 278. [Lin K, Lu Y Q, Liu J, et al. 2009. Assessment of fair space of public product based on accessibility: A case of Yizheng city[J]. *Geographical Research*, 28(1): 215-224, 278.]
- 龙瀛. 2014. Bus routes and stops of Beijing[DB/OL]. 北京城市实验室, 2014-12-12 [2015-10-13]. <http://www.beijingcitylab.com/data-released-1/data1-20/>. [Long Y. 2014. Bus routes and stops of Beijing[DB/OL]. Beijing City Lab, 2014-12-12 [2015-10-13]. <http://www.beijingcitylab.com/data-released-1/data1-20/>.]
- 吕斌, 张纯, 陈天鸣. 2013. 城市低收入群体的就业可达性变化研究: 以北京为例[J]. *城市规划*, 37(1): 56-63. [Lü B, Zhang C, Chen T M. 2013. Study on changes in Job accessibility for the urban low-income: A case study of Beijing [J]. *City Planning Review*, 37(1): 56-63.]
- 宋正娜, 陈雯. 2009. 基于潜能模型的医疗设施空间可达性评价方法[J]. *地理科学进展*, 28(6): 848-854. [Song Z N, Chen W. 2009. Measuring spatial accessibility to health care facilities based on potential model[J]. *Progress in Geography*, 28(6): 848-854.]
- 宋正娜, 陈雯, 张桂香, 等. 2010. 公共服务设施空间可达性及其度量方法[J]. *地理科学进展*, 29(10): 1217-1224. [Song Z N, Chen W, Zhang G X, et al. 2010. Spatial accessibility to public service facilities and its measurement approaches[J]. *Progress in Geography*, 29(10): 1217-1224.]
- 陶卓霖, 程杨. 2016. 两步移动搜寻法及其扩展形式研究进展[J]. *地理科学进展*, 35(5): 589-599. [Tao Z L, Cheng Y. 2016. Research progress of the two-step floating catchment area method and extensions[J]. *Progress in Geography*, 35(5): 589-599.]
- 尹海伟, 徐建刚. 2009. 上海公园空间可达性与公平性分析[J]. *城市发展研究*, 16(6): 71-76. [Yin H W, Xu J G. 2009. Spatial accessibility and equity of parks in Shanghai[J]. *Urban Studies*, 16(6): 71-76.]
- 俞孔坚, 段铁武, 李迪华, 等. 1999. 景观可达性作为衡量城市绿地系统功能指标的评价方法与案例[J]. *城市规划*, 23(8): 8-11, 43. [Yu K J, Duan T W, Li D H, et al. 1999. Landscape accessibility as a measurement of the function of urban green system[J]. *City Planning Review*, 23(8): 8-11, 43.]
- 张莉, 陆玉麒, 赵元正. 2008. 医院可达性评价与规划: 以江苏省仪征市为例[J]. *人文地理*, 23(2): 60-66. [Zhang L, Lu Y Q, Zhao Y Z. 2008. Accessibility assessment and planning of hospital: A Case Study on Yizheng City[J]. *Human Geography*, 23(2): 60-66.]
- 张文忠, 谌丽, 党云晓, 等. 2016. 和谐宜居城市建设的理论与实践[M]. 北京: 科学出版社. [Zhang W Z, Chen L, Dang Y X, et al. 2016. Theory and practice of harmonious and livable city construction[M]. Beijing, China: Science Press.]
- Burns C M, Inglis A D. 2007. Measuring food access in Melbourne: Access to healthy and fast foods by car, bus and foot in an urban municipality in Melbourne[J]. *Health & Place*, 13(4): 877-885.
- Guy C M. 1983. The assessment of access to local shopping opportunities: A comparison of accessibility measures[J]. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 10(2): 219-238.
- Jamtsho S, Corner R, Dewan A. 2015. Spatio-temporal analysis of spatial accessibility to primary health care in Bhutan [J]. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 4(3): 1584-1604.
- Pasaogullari N, Doratli N. 2004. Measuring accessibility and utilization of public spaces in Famagusta[J]. *Cities*, 21(3):

- 225-232.
- Talen E, Anselin L. 1998. Assessing spatial equity: An evaluation of measures of accessibility to public playgrounds[J]. *Environment and Planning A*, 30(4): 595-613.
- Widener M J. 2017. Comparing measures of accessibility to urban supermarkets for transit and auto users[J]. *The Professional Geographer*, 69(3): 362-371.
- Yigitcanlar T, Sipe N, Evans R, et al. 2007. A GIS-based land use and public transport accessibility indexing model[J]. *Australian Planner*, 44(3): 30-37.

Public service facility accessibility as influenced by public transportation in Beijing

JIANG Haibing¹, ZHANG Wenzhong^{2,3*}, WEI Sheng^{4,5}

(1. School of Urban and Planning, Yancheng Teachers University, Yancheng 224002, Jiangsu, China;

2. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China;

3. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China;

4. Jiangsu Institute of Urban Planning and Design, Nanjing 210036, China;

5. School of Architecture and Urban Planning, Nanjing University, Nanjing 210093, China)

Abstract: This study evaluated Beijing metropolitan public service facility accessibility, use efficiency, and supply and demand mismatch using a massive amount of spatial data. Ratio and shortest time distance methods were applied to calculate public service facility accessibility. By employing the rank correlation and spatial overlay methods, this study analyzed the mismatch between supply and demand of accessibility. The results show that the overall facility accessibility is good in Beijing. Accessibility of all types of facilities is best within the 4th ring road, where the average shortest travel time from residential areas to facilities is lowest. Facility accessibility is worst between the 5th and the 6th ring roads, where the average shortest travel time is the longest among all zones. Residential communities with high demand and high accessibility account for the highest proportion. Residential communities with high demand and low accessibility are mainly located in the eastern and northern parts of the city between the 5th and the 6th ring roads, where facility accessibility needs to be improved. Among the four types of facilities, primary schools have the highest accessibility because primary and middle schools attached greater importance to equity in access. However, hospitals and shopping malls emphasized more on spatial efficiency. For the residential communities with high demand and low accessibility, measures should be taken to improve travel modes and public transportation routes and construct new facilities in order to solve the accessibility problem and address the imbalance between supply and demand.

Key words: public transportation; public service facility; accessibility; supply and demand mismatch; Beijing