

引用格式:郑智成,张丽君,秦耀辰,等. 基于互联网地图服务的开封市就医可达性分析[J]. 资源科学, 2018, 40(11): 2307-2316.  
[Zheng Z C, Zhang L J, Qin Y C, et al. Accessibility to medical care services of urban residents based on internet map service in Kaifeng City[J]. *Resources Science*, 2018, 40(11): 2307-2316.] DOI :10.18402/resci.2018.11.16

# 基于互联网地图服务的开封市就医可达性分析

郑智成<sup>1</sup>, 张丽君<sup>1</sup>, 秦耀辰<sup>1,2</sup>, 谢志祥<sup>1</sup>, 荣培君<sup>1</sup>, 李 阳<sup>1</sup>

(1. 河南大学环境与规划学院/黄河中下游数字地理技术教育部重点实验室, 开封 475004;

2. 城乡协调发展河南省协同创新中心, 郑州 450046)

**摘要:**通过构造爬虫,利用基于ArcGIS开发的交通线路与时耗工具,以加权最优时间路径模型测度开封市高峰期与非高峰期居住用地尺度的自驾就医可达性空间变化特征,并结合房价空间大数据从城市扩张等视角探讨其驱动形成机制。研究表明:①开封市就医可达性等级频率分布中,医院表现出明显的等级分异特征;②高峰期“中等”可达性水平的基础性医院数量相比非高峰有好转趋势;③各就医可达性水平在空间上亦呈现出显著的空间分异和空间集聚性,新老城区差异明显,大体呈现出由老城区向外围衰减的特征;④可达性水平在高峰期的变化波动均为其它可达性等级在不同程度上的转变结果,高峰期出行对老城区边界范围就医可达性影响最为显著。分析发现城市建成区的快速扩张和城市规划建设重点发展方向的双重作用致使开封市新城区与原有的医院在空间布局上产生错位,直接掣肘着新城区居住用地自驾就医可达性的提升。此外,开封市自驾就医可达性的空间格局是在交通现状、历史延续、就医偏好和市场经济等多重因素下共同作用形成的。

**关键词:**互联网地图服务;就医可达性;形成机制;居住区;开封市

DOI :10.18402/resci.2018.11.16

## 1 引言

医院作为公众最基本的生命健康需求,其空间分布可达性的优劣直接关系到居民接受医疗服务的机会<sup>[1,2]</sup>。然而,政府在医疗资源的空间配置和城市规划建设中发挥着主导性作用,这直接决定着医院自身的布局很难在空间上进行自由流动,由此导致医疗资源配置的空间公平问题受到持续关注<sup>[3]</sup>。进入21世纪,随着中国城市化的快速推进和城市空间结构演变,作为大量人口承载主体的老城区改造缓慢,而另一方面城市建成区迅速扩张,中国社会的主要矛盾转为人民日益增长的美好生活需要和不平衡不充分的发展之间的矛盾。在此大背景下,“倒金字塔”式的医疗资源配置格局使得中国城市居民不断增长的医疗需求与医疗资源供给约束之间的矛盾日趋恶化<sup>[4]</sup>,加之城市人口、建筑物和机动

车保有量的增加加剧了城市交通拥堵现象,屡屡导致出现医疗急救不及时等问题。因此,如何科学有效地配置城市医疗资源越来越受到学者们广泛关注<sup>[5,6]</sup>。

可达性的概念最初可追溯到1959年Hansen提出的定义,即交通网络节点相互作用机会的大小<sup>[7]</sup>,本质上讲就是交通网络系统中从某一点到目的地的便利程度<sup>[8]</sup>。围绕空间可达性,国内外学者做了大量深入的研究,主要集中于对潜在人群供需分配的研究<sup>[9,10]</sup>;多模式交通出行下的医院可达性空间对比研究<sup>[11,12]</sup>;对医院选址进行优化和预测或结合居民的社会经济属性对社会空间公平性问题探讨<sup>[13,14]</sup>。常见的就医可达性量化模型包括:2SFCA(两部移动搜寻模型)<sup>[15-19]</sup>、潜能模型<sup>[20-24]</sup>、网络分析模型<sup>[25,26]</sup>等。其中,两步移动搜寻模型一般思路是分别以供

收稿日期:2018-04-02 修订日期:2018-05-24

基金项目:国家自然科学基金项目(41501588, 41671536);中国博士后基金项目(2016M600575);河南省哲学社会科学规划项目(2014CJJ065)。

作者简介:郑智成,男,河南焦作人,硕士生,主要从事低碳生态城市研究。E-mail: zzc3148@163.com

通讯作者:张丽君, E-mail: zlj7happy@163.com

给点和需求点为基础,在一定的距离阈值范围内移动搜寻两次,最后将所有供需比相加得到需求点的可达性。潜能模型源自于牛顿引力定律,通过假设服务设施对于居民的吸引力与其“质量”(规模、等级)成正比,与彼此间“距离”(交通成本)成反比。网络分析模型则利用GIS网络分析模块,通过设定不同道路的行进成本,将网络路径距离作为度量方式来衡量设施的可达性。梳理文献发现,现有的2SFCA、潜能模型、网络分析等方法对服务范围阈值的选取具有主观性,并且大都采用欧式距离或者网络路径距离作为度量方式,忽略实际交通状况的影响。可达性不仅是一个空间概念,但同时又具有时间意义,在最近的一些文献中进一步指出,应该纳入与时间成分有关的实际交通状况(例如,交通堵塞、速度限制、等待时间、限制转弯和单向行驶等)<sup>[27, 28]</sup>。研究中往往缺乏对交通成本中动态时间成本的考量,忽视时间因素对医疗服务的紧迫性<sup>[29]</sup>,尤其在急救服务中,“时间即是生命”,患者受诊的时间直接关系着其生命存活率<sup>[30]</sup>。其次,在研究内容上侧重于对医院空间可达性格局的评价,缺乏从多源数据视角入手挖掘其驱动形成机制。最后,研究中多以人口普查统计单元作为分析单元,人口数据也来源于普查数据,造成研究结果的应用性有限。

随着空间感知及移动定位技术的快速发展及广泛应用,基于位置大数据与国民经济、社会发展紧密联系并深入居民日常生活<sup>[31]</sup>,因此,基于互联网地图开发者平台(API)为时空可达性研究提供了一个新的视角。互联网地图服务可以提供包括导航路径规划、设施的POI(Point of Interest)、建筑物轮廓等数据服务,相较于传统的可达性调查方法与意象表达更具有现实性,结果更为精准。在实时导航模块,融合了可达性评测中的时间、空间两个维度,是城市空间结构设施布局及管理等因素与需求结果的综合呈现。有鉴于此,本文通过构造爬虫,利用基于互联网地图服务的交通线路和时耗工具,以加权最优时间路径模型测度开封市高峰期与非高峰期居住用地尺度的自驾就医可达性空间变化特征,并结合房价等空间大数据从城市扩张视角探讨其驱动形成机制,以期为就医可达性研究提供新的视角与方法,为相关部门的决策提供参考。

## 2 研究区概况、数据来源及研究方法

### 2.1 研究区概况

通常而言,中心城区是城市各项社会经济活动的主要发生地,承载着大量的城市人口,也是道路交通条件最为复杂和拥堵的区域,因此本文以开封市为例(图1),选取包括老城区、新城区(西城区)、东城区与南城区在内的主城区部分作为可达性评价界限。老城区内的建筑多为1985年以来的仿古建筑,空间结构变化相对较小,居住区较为破碎;新城区多为现代高层建筑,以居住用地规模较大;南城区主要依托陇海铁路而发展,居住空间形态较为混合;东城区为开封的工业廊道,工业用地与居住用地交错分布。近年来随着郑汴一体化、中原城市群的推进,开封的城市建设逐步向外围扩展,城市各个分区发展差异明显,新城区成为城市发展扩张的重要方向。由此衍生的城市空间资源配置公平性、交通拥堵问题,加上城市各种流行病频发和人口老龄化问题愈加凸显,这对城市公共设施中的医疗卫生资源提出了巨大的挑战。

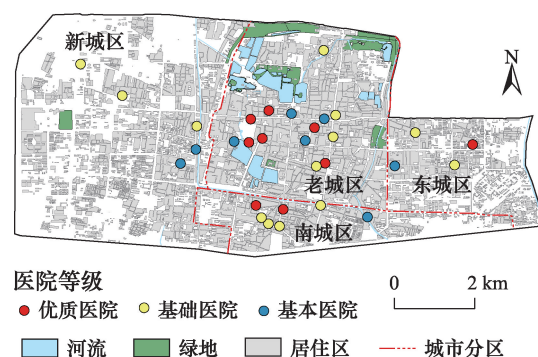


图1 研究区域

Figure 1 Location of the study area in Kaifeng

考虑到居民对于医疗急救需求的紧迫性,研究选取并筛选出具备手术能力的医疗机构30家,按照《综合医院分级管理标准(试行草案)》<sup>[32]</sup>,一级医院主要承担一般常见病和基本公共卫生等服务;二级医院除能提供一级医院服务外,还提供重症医疗服务。一级或二级医院在医护人员数量、医疗救治水平方面相对较弱,一般不会吸引较远地区的居民;三级医院医疗设施规模较大,技术力量雄厚,承担疑难病症的诊治,因此除满足周边居民的需求外也会吸引距离较远的居民。宋正娜等研究发现居民在选择



2018年11月

就医时更多考虑的是医疗设施的医疗技术水平<sup>[20]</sup>,并且开封市一级、二级医院的医护数和床位数较少,参照钟少颖等对一般性医院的划分对医院进行重分类<sup>[17]</sup>。将未划分等级的医院归类为基本医院,一级甲等和二级甲等并规为基础医院,三级甲等和三级乙等为优质医院,同时对某个医院的附属分院也视为多个医院来看待。研究区域内共包含 4000 多个建筑小区,各类基础要素数据的描述性统计见表 1。

表 1 数据要素统计

Table 1 Data elements statistics

	优质医院 /个	基础医院 /个	基本医院 /个	居住区 /个	最优导航 路径/条
老城区	6	4	4	733	733
新城区	0	3	2	1 865	1 865
南城区	2	4	1	536	536
东城区	1	2	1	1 013	1 013
合计/个	9	13	8	4 147	4 147

2.2 数据来源

本文对于多源数据的采集主要来自高德地图的 API 模块 (<https://lbs.amap.com/>), 开发者通过 API, 利用 python 脚本语言实现与网络地图的丰富交互。交通线路和时耗获取是通过构造爬虫, 利用高德地图导航服务功能来批量获取两点间的交通时距。可达性的速度测定来自于实时路况反馈, 比以往基于规划时速赋值更为精确。具体技术路线: ①起始点, 向高德地图 API 编写代码, 构建网页端应用程序, 批量解析出一定范围内的建筑物轮廓信息, 提取其质心位置作为起点坐标; ②目标点, 向高德批量请求医院 POI, 将其转换后坐标位置作为目的地点; ③交通线路和时耗, 将准备好的对应 OD 矩阵导入 ArcGIS, 通过设置出行方式和优化路径, 这里分别选用一个居住面和一家医院作为起始样本点 (图 2)。在使用高德地图导航功能时 (<https://www.amap.com/>), 系统会推荐 3 条路径, 其中推荐路径 1 耗时最短, 故本研究统一选用高德荐路径 1 作为采集数据源, 最终生成所有起始目标的最优导航路径和时距 (图 3)。

考虑到医疗救助时间紧迫性, 研究将自驾出行导航时距作为测量依据 (获取时间为 2017 年 10 月)。为了更精确地反映可达性在时态上的变化, 结合开封市区实际情况设定出行高峰时段为傍晚

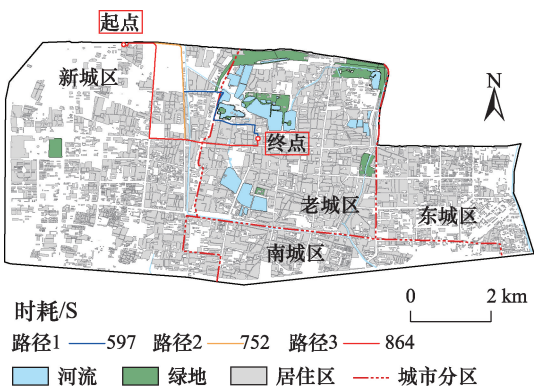


图 2 导航路径和时耗

Figure 2 Navigation path and time consumption

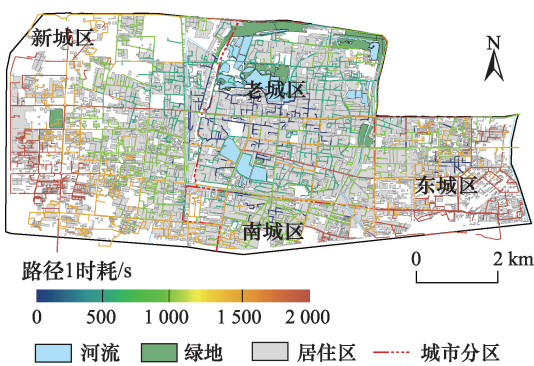


图 3 非高峰期最优导航路径和时耗

Figure 3 Off-peak optimal navigation path and time consumption

18:00—19:00; 非高峰时段为中午 10:00—11:00。

2.3 研究方法

一般在高德地图中输入起止点路线查询功能时, 系统会根据出行方式和实时路况规划出不同出行方案, 并且每条路径规划中都会包含步行与乘车的累计时距。本文推荐路径 1 为最优方案选择。各居住单元的就医可达性综合水平, 其计算公式为:

$$A_i = \sum W_j \times \frac{1}{t_{ij}} \quad (1)$$

式中,  $A_i$  为居住单元  $i$  的就医可达性综合水平;  $t_{ij}$  为居住单元  $i$  自驾导航到达医院  $j$  的最优路径时间 (计算以分钟统计);  $W_j$  为等级  $j$  医院的权重, 本文采用曾文等对等级医院的权重赋值<sup>[1]</sup>, 将优质医的权重定为 0.6, 基础医院的权重为 0.3, 基本医院为 0.1。  $A_i$  值越高, 表明该居住单元的就医可达性水平越高; 反之亦然。

3 结果与分析

3.1 高峰与非高峰时段居住区综合可达性特征

根据公式 (1) 计算的可达性结果, 借助 GIS 几何

间隔分类法(以非高峰值为标准)将其划分为“极差”(0.02~0.08)、“差”(0.08~0.09)、“中等”(0.09~0.14)、“好”(0.14~1.10)、“极好”(≥1.10)五个等级。按照所划分可达性等级计算高峰与非高峰期居住小区数量的分布频率和累积频率,以及医院等级所占比重(图4)。

由图4,自驾模式下可达性水平间的医院等级分布频率总体表现出“优质医院>基础性医院>基本性医院”。在曾文等对南京市医院可达性研究,同样表现出明显的等级医院分异特征<sup>[1]</sup>,但开封市的优质医院分布频率要远远高出其它等级医院,基础性医院和基本医院却“无人问津”。另外,各可达性等级分布频率又是不尽相同的,非高峰期的可达性水平“极差”到“差”之间的居住区分布频率由52%升骤到2%,在整个可达性水平分布频率内的波动也最为剧烈。一直到“中等”水平居住区的分布频率才有明显的提升,也是唯一一次分布频率均随着可达性综合水平提升呈现上升趋势,相比长春市居住区数量随可达性等级升高连续下降过程而言<sup>[25]</sup>,其变化波动又是复杂的。其中可达性“极差”与“极好”的两个等级居住区分别位居整个可达性等级的两个极端,“极差”占50%以上的比重,“极好”却只有1%。高峰期间的居住区各可达性分布频率、累积频率波动与非高峰存在基本一致性。

对于该研究区而言,当遇到医疗急救需求时,只有极少数居民能在最短时间内到达高等级的医院接受就诊,但仍有一半的居民在急救的最佳时间段不能及时得到有效救助,表现出主城区内自驾就

医可达性水平不容乐观,尤其就医可达性较弱的居住区对优质医院的大量需求与稀缺之间的矛盾非常突出,整体可达性在高峰期变得更差。但值得注意的是,在高峰期“中等”及以上可达性水平的基础性医院数量相比非高峰期有好转趋势,在以往研究中极少会有此类趋势出现,表明开封市等级医院空间分布格局极不均衡。

### 3.2 高峰与非高峰时段居住区综合可达性空间格局

为了剖析各居住区到医院可达性的内部差异和整体空间分布特征,按照上述综合可达性等级将其在空间上进行可视化,并将不同时态的可达性变化明显区段以红色圆圈进行区分,部分等级未曾发生改变的以黑色线段进行划分,分析结果如图5所示。

图5显示,各居住小区的综合可达性等级呈现出显著的空间分异和空间集聚性,大体呈现出由老城区向外围衰减的特征,且新城区与老城区自驾就医可达性空间差异显著。具体分布来看,可达性综合水平为“极差”的主要集中于新城区、东城区和南城区等城市外围边缘地带,以图中黑线划分最为明显,可达性综合水平为“差”的区域主要分布于老城区边缘和南部、西北部分地区。可达性综合水平为“中等”和“好”的区域在空间上类似“茶壶”状,“壶盖”、“壶身”、“壶底”分别位于老城区北部、老城区内部和南城区部分;“壶嘴”、“壶柄”分别向西北、东部方向延伸,这些居住区通常土地利用混合度较高,路网密度较为紧凑。整体可达性空间上与南京、长春等大部分国内城市的就医可达性的空间特征类似,都以老城区为中心向外围衰减。开封市各

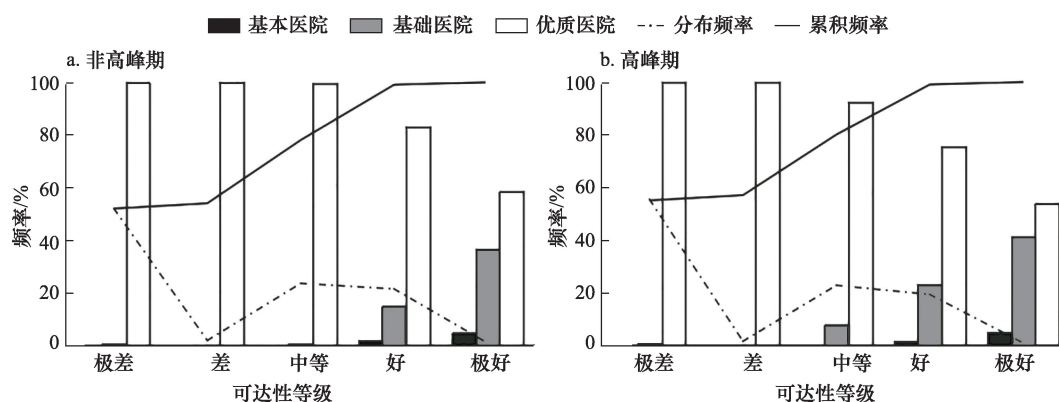


图4 就医可达性等级频率分布

Figure 4 Frequency distribution of medical accessibility level



2018年11月

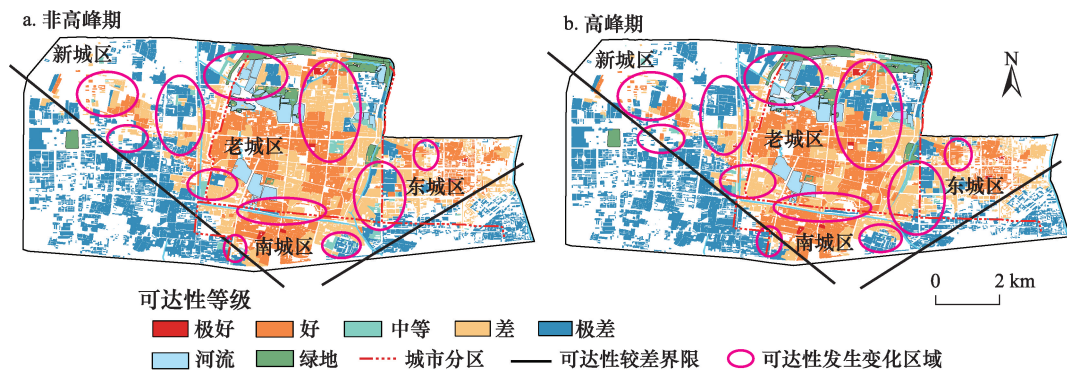


图5 就医可达性等级空间分布

Figure 5 Spatial distribution of medical accessibility level

城市分区间自驾就医可达性差异明显,城市建成区的快速扩张致使城市新城区医院建设滞后,造成与老城区资源空间分布不均衡。

从时态变化来看,虽然在高峰与非高峰期整体可达性空间格局变化不太显著,但当具体到每个居住小区时,就会发现交通拥堵对居民医疗救助可达性空间格局的影响,且对老城区边界范围的居住区影响最为显著。结合图4,发现可达性水平在高峰期的变化波动均为其它可达性等级在不同程度上的转变结果,而时态对于就医可达性综合水平为“极好”的居住区基本不存在影响,即就医空间的邻近性会削弱交通拥堵带来的影响。另外,出现了非高峰期“中等”可达性的居住区在高峰期却转向“好”的部分,从构成“中等”可达性中的医院结构分析发现:一方面等级医院分布频率分析,由“中等”可达性开始,高峰期的优质性医院分布数量就开始呈现降低趋势,相应的这部分数量不同程度分配给了基础性医院,使得基础性医院在“中等”及以上可达性平的数量相比非高峰期有好转趋势,另外也与分类方法有关;另一方面,从医院自身空间分布(图1,表1)分析,基础性医院本身数量最多,在四个城区空间上分布分散且每个城区基础性医院数量比较均匀,不像优质医院密集分布在老城区,在一定程度上可避免高峰期个别路段拥堵造成的可达性下降。从本身数据获取分析,通常人们出行偏好和社会经济活动之间复杂的相互作用会使得现实交通状况的时空动态性和时空异质性特征明显。而本研究所采集的交通出行数据来自于地图导航实时数据,这使得现实交通的时空动态性和时空异质性

更加明显。同样的道路在不同时刻的交通量会有明显差异;相同等级的道路,在同一时刻、不同地点的通行能力也会不同。这种变化状况可能对就医可达性的空间差异产生一定影响。

## 4 开封市就医可达性空间格局的形成机制探析

### 4.1 城市扩张对就医可达性空间格局的影响

前文的分析中体现出开封市自驾就医可达性水平在空间上呈现出显著的空间分异和空间集聚性,大体上由老城区向外围衰减特征,可达性水平低的区域大量集中于新城区和城市边缘地区。造成开封市居民就医可达性空间差异除了与医院自身布局密切相关外,与城市扩张居住区建设也密不可分。通常房地产业的发展代表着城市扩张和城市规划建设重点发展方向,研究获取了开封市房价数据(为了数据匹配的准确性,房价数据为2017年10月份)<sup>[33]</sup>,并在ArcGIS做空间插值分析得到开封市房价分布(图6)以及房价与就医可达性空间叠加分布,其中以非高峰就医可达性为例(图7)。

随着郑汴一体化、中原城市群的推进,开封的城市建设逐步向外围扩展,新城区成为城市扩张的重要方向,图6中也体现出新城区才是开封房地产业发展的热点区域。尽管开封较好的优质医院大多聚集在老城区周边,但其就医临近性并未对周边人口分布、房价有强引力作用。老城区除了景区附近商业圈楼盘较多,价格偏高外,其它地方并未有激烈竞争;南城区和东城区是郑汴洛工业走廊部分,相对居住氛围较差。结合房价和非高峰期就医

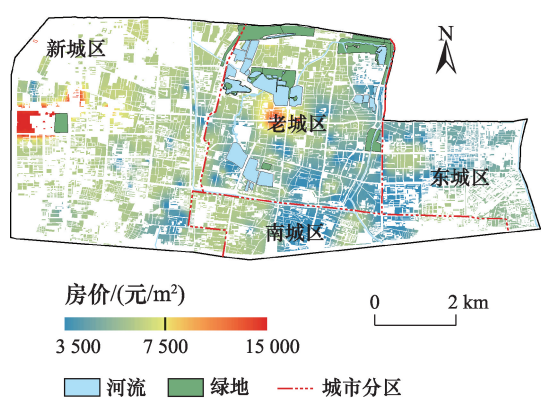


图6 房价空间分布

Figure 6 House price spatial distribution

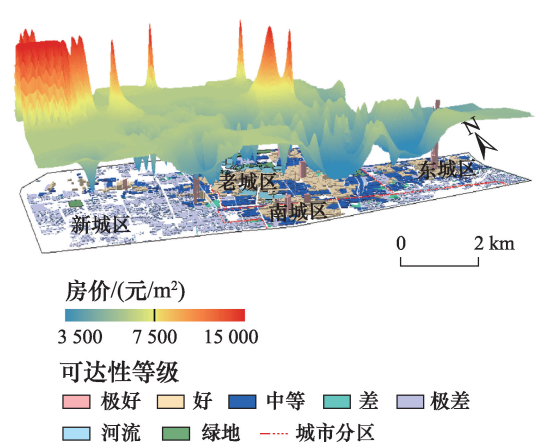


图7 房价和非高峰期就医可达性的空间叠加

Figure 7 Spatial superposition distribution of house price and off-peak medical accessibility

可达性的空间叠加分析(图7),发现就医可达性最差的新城区却是房地产业发展最为活跃的区域,即城市扩张方向对居民就医可达性影响显著。可见商业的逐利性使得开发商只看到眼前的利润,大规

模的棚户区开发造成城市开发新区和角落边缘的居住区在缺乏基础设施配置前提下超前建设,甚至很多居住区仅仅是一栋栋孤立的居民楼,周边没有任何的医疗、教育等配套设施。由此,城市建成区的快速扩张和城市规划建设重点发展方向的双重作用致使开封市新城区与原有的医院在空间布局上产生错位,直接掣肘着新城区居住用地就医可达性的提升。并且该区段代表着经济收入相对较高的居民户,一般都会选择自驾出行,小汽车的潜在高依赖性又会造成高峰期的交通拥堵,致使外围居民就医可达性水平不断恶化。

4.2 历史、体制对就医可达性空间格局的影响

对于开封市老城区而言,较好的优质医院大多聚集在老城区周边,研究区域的30家医疗机构中有14家位于老城区范围内(表1)。由于人们的就医偏好性,大都选择到高等级的优质性医院就医,造成居民不断增长的优质医疗需求与供给约束之间的矛盾显著。这里以研究区内的所有优质医院设施(表2)为例对以上的空间格局进行剖析。

从创立时间来看,主城区内的优质医院,如河大第一附属医院、河大淮河医院、市中心医院、市儿童医院等,大都建国前后没多久创立的,当时的市中心还局限于老城区范围内,所以居民的日常生活活动也都长期位于该区域内。随后又陆续新建的市眼病医院和多处基础性、基本性医院也都聚集在此或在附近。这些大型的综合性老牌医院无论职工规模还是占地规模都比较大,搬迁成本高,故历史的原因致使市区的绝大多数医疗资源,尤其优质医院长居于此。从医院自身服务上,优质性医

表2 开封市主要优质医院概况

Table 2 The main high-quality hospitals in Kaifeng

名称	等级	科室/个	编制床位/张	职工/位	年门诊量/万人	特色	面积/hm <sup>2</sup>
河大第一附属医院	三甲	36	1 600	1 700	80	高血压、糖尿病	29.00
河大淮河医院	三甲	38	3 000	2 000	100	冠心病等心血管内科	10.05
开封市中心医院	三甲	41	1 300	1 700	70	三叉神经痛技术	4.02
市第二人民医院	三甲	32	1 000	1 300	50	骨科、皮肤科	5.36
一五五医院	三甲	4	600	800	12	-	7.37
开封光大医院	三甲	-	-	-	15	男科	-
开封市儿童医院	三乙	26	450	960	10	儿科	2.00
开封眼病医院	三甲	8	97	130	8	眼科	0.60

数据来源:各医院官网,“-”表示没有数据。

2018年11月

院不但科室众多,编制床位、年门诊量均远超基础性医院和基本性医院,在专家知名度、设备技术先进性和特色科室、专业针对性方面被广大居民所熟知,出于生命健康等方面考虑,广大人民群众更愿意接受认可高等级、专业性的医院。从年门诊量来看,这种就医偏向性自然造成低等级的小医院“无人问津”,高等级的大医院“人满为患”,外围区的居民在交通高峰期和非高峰期依然会首选优质性医院。并且在社会主义市场经济体制下,市场资源的配置和城市发展规划的决策主体为政府,医院本身很难根据当地人口需求进行自由流动,政府在发展以医疗为代表的财政预算投入不足或者资源配置关注不够都会导致分配决策方案的应用性大打折扣。

## 5 结论与讨论

### 5.1 结论

(1)开封市就医可达性等级频率分布中,医院表现出明显的等级分异特征,优质医院的分布频率要远远高出其它等级医院。相比其它城市而言,可达性等级间的变化波动又是复杂的,甚至出现高峰期“中等”可达性水平下的基础性医院数量相比非高峰期有好转趋势。空间上,开封市自驾就医可达性呈现出显著的空间分异和空间集聚特征,新城区与老城区就医可达性空间差异显著,大体上表现为由城市中心区向外围衰减的特征。可达性综合水平为“极差”的主要集中于开封新城区、东城区和南城区等城市外围边缘地带;综合水平为“中等”和“好”的区域在空间上以老城区为中心类似“茶壶”状延伸。时态上,高峰与非高峰期整体可达性空间格局并未有较大改观,高峰期的变化波动均为其它可达性等级在不同程度上的转变结果,并且交通拥堵对于邻近医院的居住区基本不存在影响。相反高峰期可达性发生变化的居住区大多集中于老城区边界,另外,局部地区也出现可达性等级在高峰期转好的迹象,这主要是由部分居住区到基础性医院在高峰期的数量比非高峰期要好导致的,同时也与数据本身的实时性密切相关。

(2)在开封市就医可达性空间格局形成机制的探析中,发现城市建成区的快速扩张和城市规划建设重点发展方向对居民自驾就医可达性影响显

著。此外,开封市自驾就医可达性的空间格局是在现实交通、历史延续、就医偏好和市场经济等多重因素下共同作用形成的,历史和体制的原因使得大量优质性医院长期位居于老城区,居民的就医偏好形成低等级的小医院“无人问津”,高等级的大医院“人满为患”的局面。

### 5.2 讨论

相较传统空间距离测度的就医可达性研究,基于互联网地图服务的加权最优时间路径更符合居民出行选择的实际情况,且测度的实时性也使得可达性研究的时态意义更为鲜明。其测度更为精确、便捷,为可达性的研究提供了更加微观精细化研究的视角,也为深入分析其驱动形成机制提供了新的切入点。针对开封市自驾就医可达性反映出的种种问题,同时也是对中国大部分城市基础设施配置问题的一种折射,在未来的城市规划和管理中,应该尽量规避此类情况的再次呈现。

(1)对于时间就是生命的医疗急救而言,考虑高峰期对其可达性的影响尤为重要。因此在技术平台上,有必要构建反映实时交通状况的就医可达性评估模型来及时优化就医出行路径,提升老城区和新城区等不同城市空间居民就诊效率。

(2)政策体制上,决不能一味追求经济效益而忽略公共服务水平,尤其对于“倒金字塔”式的医疗资源,应加强对基础和基本型医院建设的扶持,不断提升其等级层次及辐射范围,推动医疗资源配置向均等化方向发展。同时放宽对医院资源规划准入的限制,跳出老城区新建优质性医院,使其随城市发展的趋势和区域人口的需求自由调整。规划中应更加注重对未来城市扩张和扩张方向的重视,加强对市场经济的管控,限制在新城区、城市边缘等各项服务配套不足的居住区的超前开发。

(3)本文出行路径数据只选取了某一天的高峰与非高峰两个时段进行采样,因此在不同的日期和时间段都会出现不同的结果。在对可达性空间格局以及其形成机制的分析中,由于缺乏各居住区的具体人口规模数据和居民行为偏好调查数据,研究结果与实际就医可达性仍存在偏差,这些问题是今后研究需要努力改善的方向。



## 参考文献(References):

- [1] 曾文, 向梨丽, 李红波, 等. 南京市医疗服务设施可达性的空间格局及其形成机制[J]. 经济地理, 2017, 37(6): 136-143. [Zeng W, Xiang L L, Li H B, et al. Spatial pattern of access to health care facilities and its formation mechanism in Nanjing[J]. *Economic Geography*, 2017, 37(6): 136-143. ]
- [2] Tobias M, Silva N, Rodrigues D. A107 perception of health and accessibility in Amazonia: an approach with GIS mapping to making decision on hospital location[J]. *Journal of Transport & Health*, 2015, 2(2): S60-S61.
- [3] 周俭, 钟晓华. 城市规划中的社会公正议题-社会与空间视角下的若干规划思考[J]. 城市规划学刊, 2016, (5): 9-12. [Zhou J, Zhong X H. Social justice in urban planning: reflections on urban planning in a perspective of social space[J]. *Urban Planning Forum*, 2016, (5): 9-12. ]
- [4] 斯子文, 石忆邵. 三甲医院对人口分布及房价影响的研究-以复旦大学附属儿科医院为例[J]. 经济地理, 2013, 33(10): 74-81. [Si Z W, Shi Y S. The impacts of class 3A comprehensive hospitals on population distribution and housing price- take children's hospital of Fudan University for example[J]. *Economic Geography*, 2013, 33(10): 74-81. ]
- [5] 樊立惠, 蒯雪芹, 王岱. 北京市公共服务设施供需协调发展的时空演化特征-以教育医疗设施为例[J]. 人文地理, 2015, (1): 90-97. [Fan L H, Lin X Q, Wang D. Spatiat-temporal succession characteristics of public service facilities supply and demand coordinated development in Beijing: a case study of educational and medical facilities[J]. *Human Geography*, 2015, (1): 90-97. ]
- [6] 丁慷, 陈报章. 城市医疗设施空间分布合理性评估[J]. 地球信息科学学报, 2017, 19(2): 185-196. [Ding S, Chen B Z. Rationality assessment of the spatial distributions of urban medical facility [J]. *Geo-Information Science*, 2017, 19(2): 185-196. ]
- [7] Hansen W G. How accessibility shapes land use[J]. *Journal of the American Planning Association*, 1959, 25(2): 73-76.
- [8] 邓羽, 蔡建明, 杨振山, 等. 北京城区交通时间可达性测度及其空间特征分析[J]. 地理学报, 2012, 67(2): 169-178. [Deng Y, Cai J M, Yang Z S, et al. Measuring time accessibility and its spatial characteristics in the urban areas of Beijing[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2012, 67(2): 169-178. ]
- [9] Hare T S, Barcus H. Geographical accessibility and Kentucky's heart-related hospital services[J]. *Applied Geography*, 2007, 27(3): 181-205.
- [10] Szymon W. Spatial accessibility of hospital healthcare in Łódź voivodeship[J]. *Quaestiones Geographicae*, 2016, DOI: <https://doi.org/10.1515/quageo-2016-0043>.
- [11] Cheng G, Zeng X, Duan L, et al. Spatial difference analysis for accessibility to high level hospitals based on travel time in Shenzhen, China[J]. *Habitat International*, 2016, 53: 485-494.
- [12] 浩飞龙, 王士君, 谢栋灿, 等. 基于互联网地图服务的长春市商业中心可达性分析[J]. 经济地理, 2017, 37(2): 68-75. [Hao F L, Wang S J, Xie D C, et al. Space-time accessibility of commercial centers in Changchun urban area based on internet map service[J]. *Economic Geography*, 2017, 37(2): 68-75. ]
- [13] Wang F H. Measurement, optimization, and impact of health care accessibility: a methodological review[J]. *Ann Assoc Am Geogr*, 2012, 102(5): 1104-1112.
- [14] 江海燕, 朱雪梅, 吴玲玲, 等. 城市公共设施公平评价: 物理可达性与时空可达性测度方法的比较[J]. 国际城市规划, 2014, 29(5): 70-75. [Jiang H Y, Zhu X M, Wu L L, et al. Comparison of physical accessibility and space-time accessibility measures in the equity of urban public facilities[J]. *Urban Planning International*, 2014, 29(5): 70-75. ]
- [15] Delamater P L. Spatial accessibility in suboptimally configured health care systems: a modified two-step floating catchment area (M2SFCA) metric[J]. *Health & Place*, 2013, 24(6): 30-43.
- [16] 胡瑞山, 董锁成, 胡浩. 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, 2012, 31(12): 1600-1607. [Hu R S, Dong S C, Hu H. 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*, 2012, 31(12): 1600-1607. ]
- [17] 钟少颖, 杨鑫, 陈锐. 层级性公共服务设施空间可达性研究-以北京市综合性医疗设施为例[J]. 地理研究, 2016, 35(4): 731-744. [Zhong S Y, Yang X, Chen R. The accessibility measurement of hierarchy public service facilities based on multi-mode network dataset and the two-step 2SFCA: a case study of Beijing's medical facilities[J]. *Geographical Research*, 2016, 35(4): 731-744. ]
- [18] 柳泽, 杨宏宇, 熊维康, 等. 基于改进两步移动搜索法的县域医疗卫生服务空间可达性研究[J]. 地理科学, 2017, 37(5): 728-737. [Liu Z, Yang H Y, Xiong W K, et al. Spatial accessibilities of medical services at county level based on optimized two-step floating catchment area method[J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2017, 37(5): 728-737. ]
- [19] 邓丽, 邵景安, 郭跃, 等. 基于改进的两步移动搜索法的山区医疗服务空间可达性-以重庆市石柱县为例[J]. 地理科学进展, 2015, 34(6): 716-725. [Deng L, Shao J G, Guo Y, et al. Spatial accessibility of medical services in mountainous regions based on modified two-step floating catchment area method: a case study of Shizhu County, Chongqing[J]. *Progress in Geography*, 2015, 34(6): 716-725. ]
- [20] 宋正娜, 陈雯, 车前进, 等. 基于改进潜能模型的就医空间可达性度量及缺医地区判断-以江苏省如东县为例[J]. 地理科学, 2010, 30(2): 213-219. [Song Z N, Chen W, Che Q J, et al. Measurement of spatial accessibility to health care facilities and defining health professional shortage areas based on improved potential

2018年11月

- model—a case study of Rudong County in Jiangsu Province[J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2010, 30(2): 213–219. ]
- [21] 宋正娜, 颜庭干, 刘婷, 等. 新重力 P 中值模型及其在城市综合医院区位决策中的实证检验—以无锡市为例[J]. 地理科学进展, 2016, 35(4): 420–430. [Song Z N, Yan T G, Liu T, *et al.* A new gravity P—median model and empirical test in urban comprehensive hospital location decision making: take Wuxi as an example[J]. *Progress in Geography*, 2016, 35(4): 420–430. ]
- [22] 丁秋贤, 朱丽霞, 罗静. 武汉市养老设施空间可达性分析[J]. 人文地理, 2016, (2): 36–42. [Ding Q X, Zhu L X, Luo J. Analysing spatial accessibility to residential care facilities in Wuhan[J]. *Human Geography*, 2016, (2): 36–42. ]
- [23] Yiannakoulis N, Bland W, Svenson L W. Estimating the effect of turn penalties and traffic congestion on measuring spatial accessibility to primary health care[J]. *Applied Geography*, 2013, 39(1): 172–182.
- [24] 陶卓霖, 程杨, 戴特奇. 北京市养老设施空间可达性评价[J]. 地理科学进展, 2014, 33(5): 616–624. [Tao Z L, Cheng Y, Dai T Q. Measuring spatial accessibility to residential care facilities in Beijing[J]. *Progress in Geography*, 2014, 33(5): 616–624. ]
- [25] 侯松岩, 姜洪涛. 基于城市公共交通的长春市医院可达性分析[J]. 地理研究, 2014, 33(5): 915–925. [Hou Y S, Jiang H T. An analysis on accessibility of hospitals in Changchun based on urban public transportation[J]. *Geographical Research*, 2014, 33(5): 915–925. ]
- [26] 张纯, 李晓宁, 满燕云. 北京城市保障性住房居民的就医可达性研究—基于 GIS 网络分析方法[J]. 人文地理, 2017, (2): 59–64. [Zhang C, Li X N, Man Y Y. Accessibility to health care service of the affordable housing residents in Beijing: base on GIS network analysis[J]. *Human Geography*, 2017, (2): 59–64. ]
- [27] Wee B V. Accessible accessibility research challenges[J]. *Journal of Transport Geography*, 2016, 51: 9–16.
- [28] Widener M J, Farber S, Neutens T, *et al.* Spatiotemporal accessibility to supermarkets using public transit: an interaction potential approach in Cincinnati, Ohio[J]. *Journal of Transport Geography*, 2015, 42: 72–83.
- [29] 陈建国, 周素红, 柳林, 等. 交通拥堵对急救医疗服务时空可达性的影响—以广州市为例[J]. 地理科学进展, 2016, 35(4): 431–439. [Chen J G, Zhou S H, Liu L, *et al.* Estimating the effect of traffic congestion on accessibility to emergency medical care services: take Guangzhou as an example[J]. *Progress in Geography*, 2016, 35(4): 431–439. ]
- [30] Pons P T, Haukoos J S, Bludworth W, *et al.* Paramedic response time: does it affect patient survival[J]. *Academic Emergency Medicine*, 2005, 12(7): 594–600.
- [31] 陈洁, 陆峰, 翟瀚, 等. 面向活动地点推荐的个人时空可达性方法[J]. 地理学报, 2015, 70(6): 931–940. [Chen J, Lu F, Zhai H, *et al.* Making place recommendations: an individual accessibility measure to urban opportunities in space and time[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2015, 70(6): 931–940. ]
- [32] 中华人民共和国卫生部. 综合医院分级管理标准(试行草案)[EB/OL]. (2017–11–10)[2017–11–10]. <http://www.nhfpc.gov.cn/>. [Ministry of Health, PRC. The grading management standards for general hospitals (draft trial)[EB/OL]. (2017–11–10)[2017–11–10]. <http://www.nhfpc.gov.cn/>. ]
- [33] 中国房价行情[EB/OL]. (2017–10–01)[2017–10–31]. <http://www.creprice.cn/>. [China's Housing Prices[EB/OL]. (2017–10–01)[2017–10–31]. <http://www.creprice.cn/>. ]

## Accessibility to medical care services of urban residents based on internet map service in Kaifeng City

ZHENG Zhicheng<sup>1</sup>, ZHANG Lijun<sup>1</sup>, QIN Yaochen<sup>1,2</sup>, XIE Zhixiang<sup>1</sup>, RONG Peijun<sup>1</sup>, LI Yang<sup>1</sup>

(1. Key Laboratory of Geospatial Technology for Middle and Lower Yellow River Regions/

College of Environment and Planning, Henan University, Kaifeng 475004, China;

2. Collaborative Innovation Center on Urban and Rural Harmonious

Development of Henan Province, Zhengzhou 450046, China)

**Abstract:** Developing traffic routes and time-consumption tools based on Internet map service by Web crawler program, the spatial variation' pattern of self-driving mode medical accessibility of residential areas in the peak and off-peak periods in Kaifeng city by weighted optimal time path model. Combined with house prices spatial big data explore its formation mechanism from the urban expansion and others. We found that in the frequency distribution of medical accessibility level in Kaifeng, hospitals showed obvious hierarchical characteristics. The number of basic hospitals at the "middle" accessibility level in the peak period is better than the off-peak period. The level of medical accessibility also shows significant spatial variation' pattern and spatial agglomeration characteristics in the spatial pattern, and declines from the old city to the peripheral area. The change of accessibility level at peak time is the result of transformation of other accessibility level to varying degrees, and peak travel has the most significant impact on the accessibility of the residential area in the old urban boundary. Analysis and discovery the spatial mismatch of new urban area and the original hospital caused by rapid urban built-up areas expansion and the key development direction of urban planning limit the accessibility of self-driving mode medical treatment in the residential land of the new urban area. In addition, the spatial pattern of self-driving mode medical accessibility in Kaifeng was formed by the traffic status, history continuation, combination of medical treatment preference and market economy.

**Key words:** internet map service; medical accessibility; formation mechanism; residential area; Kaifeng