

基于两步搜寻移动法的三甲医院可达性研究

魏晶晶

北斗天下卫星导航有限公司 北京

【摘要】伴随着中国区域交通基础设施的快速发展,反映区域空间结构与交通网络关系的重要指标——可达性,受到了广泛的关注。相较而言,国外可达性研究的分辨率不断地提高,可达性研究的内容更趋于多元化,不断地拓宽了可达性的研究与应用领域;国内可达性研究的发展速度较快,但是可达性研究的分辨率、内容等,仍然有待提升和丰富。随着社会发展的进步和人民生活水平的提高,人们对健康的需求也随之提高,近年来,医疗可达性逐渐成为城市研究领域的重点关注对象。尤其是 2020 年爆发的新冠疫情,让人们认识到医疗可达性和社会资源配置的公平性是至关重要的。文章基于北京市城六区范围内的三甲医院、医院床位数、公共交通路线和街区单元人口等数据,利用 GIS 平台,应用改良版两步搜寻移动法使得在北京城六区范围内到达三甲医院的关于公共交通的可达性清晰化,得出有理论、数据可以依据的可达性地图,从中得出相关的结论。

【关键词】医疗可达性; 公共交通; 三甲医院; 两步搜寻移动

Research on the accessibility of tertiary hospitals based on two-step search mobile method

Jingjing Wei

Beidou Tianxia Satellite Navigation Co., Ltd., Beijing

【Abstract】 With the rapid development of Regional Transportation Infrastructure in China, accessibility, an important indicator reflecting the relationship between regional spatial structure and transportation network, has received widespread attention. In contrast, the spatial resolution of foreign accessibility research continues to improve, and the content of accessibility research tends to be more diversified, and the research and application fields of accessibility are continuously broadened; the development speed of domestic accessibility research is relatively fast, but the spatial resolution and content of accessibility research still need to be improved and enriched. With the progress of social development and the improvement of people's living standards, people's demand for health has also increased, and in recent years, medical accessibility has gradually become the focus of urban research. The COVID-19 pandemic, in particular, in 2020, has made people realize that medical accessibility and equity in the allocation of social resources are crucial. Based on the data of the top three hospitals, the number of hospital beds, the number of public transportation routes and the population of block units within the six districts of Beijing, the article uses the GIS platform to apply the improved version of the two-step search and movement method to make the accessibility of public transportation clear to the top three hospitals within the six districts of Beijing, and draws a accessibility map based on theory and data, from which relevant conclusions are drawn.

【Keywords】 medical-accessibility public-transportation tertiary- hospital two-step search move

引言

可达性的概念是由 Hansen 首先提出,并且将其定义为交通网络中各节点相互作用机会的大小,也

称为通达性、易达性。可达性是地理科学、区域与城市规划、交通运输规划等众多学科研究的一个重要概念,是目前国际交通运输地理的研究热点之一。

作者简介:魏晶晶(1993-)女,北京,助理工程师,本科,主要从事地理信息系统专业研究。

国外区域交通的可达性的研究趋势为：1.空间分辨率提高，涉及的单元尺度不断偏向微观，提高了区域可达性计算的精度，更好地描述了可达性的细节。2.研究的内容更加丰富，视角日益多样化，可达性应用的领域不断地拓宽。国内区域交通的可达性研究起步较晚，通过借鉴国外的研究理论、模型、技术方法及研究思路，相关研究得到长足发展。但是，相较而言，国内的研究内容的广度和深度仍有待进一步提高，多数的研究仍停留在相对较大的单元尺度，数据处理量有限，可达性的精度仍有待提高；多数研究仍相对于较为传统的研究对象，略显乏味。

本文以尺度相对较小并且备受关注的北京市城六区范围内的三甲医院为研究对象，基于 GIS 平台，整合街道数据、人口数据、三甲医院地理数据、三甲医院床位数据、公交站点数据、地铁站点数据，应用改良后的两步搜寻移动法，完成具体到北京城六区内街道的到达三甲医院的公共交通的可达性的栅格数字地图，并且加以分析。

1 研究区概况

城六区指北京市东城区、西城区、朝阳区、海淀区、丰台区和石景山区。三级甲等医院（简称三甲医院）是依照中国现行《医院分级管理办法》等的规定划分的医疗机构级别，是中国内地对医院实行“三级六等”的划分等级中的最高级别。

可达性指人们从空间中任意一点到达目的地的难易程度，反映了人们到达目的地过程所克服的空间阻力(spatial resistance)大小。国外对医院可达性的研究历史悠久，经过多年的发展，度量方法也多种多样，不同方法反映了医院可达性的不同方面，各有优劣，但至今还没有一种方法能够涵盖医院可达性的全部信息。国内相关研究起步较晚，对医院可达性的研究仍相当欠缺。另外，国外对于区域公共交通可达性研究仍为交通地理学的研究热点，在方法上日益关注微观单元尺度，重视描述区域内部可达性变化细节，在内容上考虑交通政策与供需等因素，使可达性研究视角日趋多样化。然而，较国外而言，国内相关研究内容的广度和深度仍有待进一步提高，多数研究仍然热衷于交通时间可达性格局与演变本身，较少探讨交通需求因素影响下的可达性。同时，多数研究仍停留在相对较大的单元尺度可达性精度仍有待提高。

2 研究方法与数据来源

2.1 数据获取与处理

研究中所需的地理数据包括北京市城六区的 30 米分辨率的遥感影像数据、三甲医院地理位置、三甲医院床位数、街道数据、第七次人口普查数据、公交站点、地铁站点、地铁线路数据。其中 30 米分辨率的遥感影像数据、三甲医院地理位置、街道数据、地铁站点、地铁线路数据来源于“树谷科技”公众号，公交站点数据来源于高德 API，三甲医院床位数来源于北京市预约挂号统一平台、医院官网、百度百科、微医等，第七次人口普查数据来源于红黑人口库。按照街道名称，关联街道数据和人口数据，导出带有人口数量的街道数据；按照医院名称，关联医院数据和床位数据，导出带有床位数量的医院数据；通过 Arcgis 中的要素转点、点距离计算工具、交集制表分析工具，“连接(join)”功能，可以实现两步移动搜寻法，见图 1。

2.2 研究方法：两步搜寻移动法及其改良

两步移动搜寻法(two-step floating catchment area method)是由早期的移动搜寻法(flowing catchment area method)演变而来。两步移动搜寻法是一种基于机会累积思想的可达性研究方法^[1]，分别以供给地和需求地为基础，以设定的出行极限距离或时间的临界值为搜索半径(即距离阈值)，移动搜寻两次，对临界值内居民可以接近的资源或设施数量进行比较，数值越高，可达性越好^[2,3]，因此称为两步移动搜寻法，其方法可用公式(1)表示：

$$A_i = \sum_{j \in \{d_{ij} \leq d_0\}} R_j = \sum_{j \in \{d_{ij} \leq d_0\}} \frac{S_j}{\sum_{K \in \{d_{ij} \leq d_0\}} P_K}$$

式中： A_i 表示可达性值； R_j 是三甲医院个数与搜寻域 i 即($d_{ij} \leq d_0$)内的人口数量比值； P_K 是普查单元 K 的人口数； d_{ij} 是普查单元 i 与设施 J 之间的出行距离或时间； d_0 表示出行极限距离或时间。为了更好的应用两步搜寻移动法来标明三甲医院的公共交通的可达性， P_K 是 POP(街道单元的人口数)与 $N1$ (街道单元的公交站点数)的乘积，POP(街道单元的人口数)与 $N2$ (街道单元的地铁站点数)的乘积，POP(街道单元的人口数)与 $N3$ (每百人床位数)的乘积。通过对极限距离或时间的设定判定三甲医院的可达性，考虑了三甲医院与居民间的相互作用，但该方法的难点在

于如何确定临界距离。设定三甲医院的服务半径为 15000 米, 搜索服务范围内的街道的质心, 并且结合服务范围内的人口数据, 计算 K 位置的供需比。对每个街道的质心, 判断三甲医院是否在距离阈值的范围内, 如在范围内, 按照街道中人口位置汇总的供需比, 即为街道的可达性, 从而完成北京城六区范围内具体到街道并且在设定的合理的距离阈值范围内的到达三甲医院的可达性研究, 从而得出带有诸多地理信息的关于可达性的数字地图。

3 北京市城六区三甲医院可达性研究

3.1 人口数据统计分析

本次研究集中在北京市城 6 区, 由 134 个街道(乡)组成。为了简化计算, 假设在每一街道即城六区街道单元内人口均匀分布, 并用街道单元中心代替人口分布中心, 详见下图 2:

3.2 公共交通统计分析

公交站点、地铁站点覆盖了城六区街道, 其中中心区域的分布较为聚集, 边缘区域的分布较为分散, 详见下图 3:

3.3 床位统计分析

城六区范围内的三甲医院的床位统计分析, 58 个医院中 26 个医院的床位大于 1000 张, 详见下表 4:

3.4 两步搜寻移动法的实现

通过 Arcgis 中的要素转点、点距离计算工具、交集制表分析工具, “连接(join)” 功能, 可以实现两步移动搜寻法, 具体操作步骤如下所示:

(1) 应用 Arcgis 中的要素转点工具, 提取城六区街道数据的质心, 并命名为城六区街道质心。

(2) 加载 BUS 数据、街道数据, 应用交集制表工具, 生成一新表 A, 按照 SNAME 字段, 汇总的 PIN_COUNT, 即为街道中的公交站点数, 生成表 B。

(3) 连接城六区街道质心和 B, 打开城六区街道质心的属性表, 新增另一字段 pop1, 赋值为 pop (街道单元的人口数) *N (PIN_COUNT: 街道单元的公交站点数)。

(4) 计算北京城六区街道质心与城六区范围内三甲医院出入口的距离, 并命名为 DistAll。

(5) 提取 15000m 极限距离范围内的选项, 形成新表(命名为 Dist15000)。

(6) 将城六区范围内三甲医院出入口数据和城六区街道质心数据连接到距离表 Dist15000 中。

(7) 汇总城六区范围内三甲医院每个出入口数据的城六区街道质心数据中的人口数, 生成表 sum_out put_1。

(8) 新增一字段, 命名为 popR, 按城六区范围内三甲医院出入口的位置, 计算出入口-人口比。

(9) 将出入口-人口 (popR) 比连接到表 Dist15000 中。

(10) 按城六区街道质心中人口数据位置汇总出入口-人口比值数据 (popR), 生成表 sum_out put_2。

(11) 最后将表 sum_out put_2 通过城六区街道数据连接(join)到城六区街道数据属性表, 用于公交可达性地图的显示和分析。

(12) 参照上述步骤, 加载地铁数据、街道数据, 注意新增另一字段 pop2, 赋值为 pop (街道单元的人口数) *N (PIN_COUNT: 街道单元的地铁站点数)。实现地铁可达性分析。

参照上述步骤, 加载三甲医院床位数、街道数据, 注意新增另一字段 pop3, 赋值为 pop (街道单元的人口数) *N (每百位床位数), 实现街道内每百人床位可达性分析。

4 北京市城六区三甲医院可达性分析

4.1 公交可达性分析

(1) 由三甲医院公交可达性分析图可知, 结合了与街道质心的距离、街道单元内的人口数、以及街道单元内的公交站点数等因素, 阈值为 15000 米时, 北京市城六区内的具体到街道的三甲医院的公共交通的可达性由中心从内向外依次降低。经过两步搜寻, 城六区内的 134 条街道中, 在阈值为 15000 米的前提下, 街道单元内的居民与三甲医院具有相互作用的共 131 条, 占总数的 98%, 包括了北京市城六区范围内的大部分街道。

(2) 街道单元内的居民与三甲医院具有相互作用的街道中, 五环内由于地理位置覆盖多数城六区范围的三甲医院, 所以可达性优秀。上庄地区、苏家坨地区位于海淀边界, 在西六环附近, 周围仅有解放军总医院第八医学中心(原 309 医院)一家三甲医院, 距离大于 15000 米, 可达性为 0; 黑庄户地区位于朝阳区与通州区边界, 周围无三甲医院, 可

达性为 0。其他区域的可达性一般，可达性由内向外逐渐减小。

4.2 地铁可达性分析

(1) 由三甲医院地铁可达性分析图可知，结合了与街道质心的距离、街道单元内的人口数、以及街道单元内的地铁站点数等因素，阈值为 15000 米时，北京市城六区内的具体到街道的三甲医院的公共交通的可达性由中心从内向外依次降低。经过两步搜寻，城六区内的 134 条街道中，在阈值为 15000 米的前提下，街道单元内的居民与三甲医院具有相互作用的共 131 条，占总数的 98%，包括了北京市城六区范围内的大部分街道。

(2) 街道单元内的居民与三甲医院具有相互作用的街道中，五环内由于地理位置覆盖多数城六区范围的三甲医院，所以可达性优秀。上庄地区、苏家坨地区位于海淀边界，在西六环附近，周围仅有解放军总医院第八医学中心(原 309 医院)一家三甲医院，距离大于 15000 米，可达性为 0；黑庄户地区位于朝阳区与通州区边界，周围无三甲医院，可达性为 0。其他区域的可达性一般，可达性由内向外逐渐减小。

4.3 每百人床位数可达性分析

(1) 由三甲医院每百人床位数可达性分析图可知，结合了与街道质心的距离、街道单元内的人口数、以及街道单元内的地铁站点数、三甲医院床位

数等因素，阈值为 15000 米时，北京市城六区内的具体到街道的三甲医院的每百人床位数公共交通的可达性由中心从内向外依次降低。经过两步搜寻，城六区内的 134 条街道中，在阈值为 15000 米的前提下，街道单元内的居民与三甲医院具有相互作用的共 131 条，占总数的 98%，包括了北京市城六区范围内的大部分街道。

(2) 街道单元内的居民与三甲医院具有相互作用的街道中，有 17 个街道的每百人床位数可达性较高，均>100，具体是北太平庄街道、北下关街道、大红门街道、德胜街道、东铁匠营街道、甘家口街道、广安门外街道、海淀八里庄街道、和平里街道、花园路街道、十八里店地区、学院路街道、羊坊店街道、月坛街道、展览路街道、中关村街道、紫竹院街道。

(3) 以上街道人口较为集中，平均人口数大约 14 万，周围临近多个三甲医院，平均距离约为 9093，因此可达性优秀。

(4) 上庄地区、苏家坨地区位于海淀边界，在西六环附近，周围仅有解放军总医院第八医学中心(原 309 医院)一家三甲医院，距离大于 15000 米，可达性为 0；黑庄户地区位于朝阳区与通州区边界，周围无三甲医院，可达性为 0。其他区域的可达性一般，可达性由内向外逐渐减小。

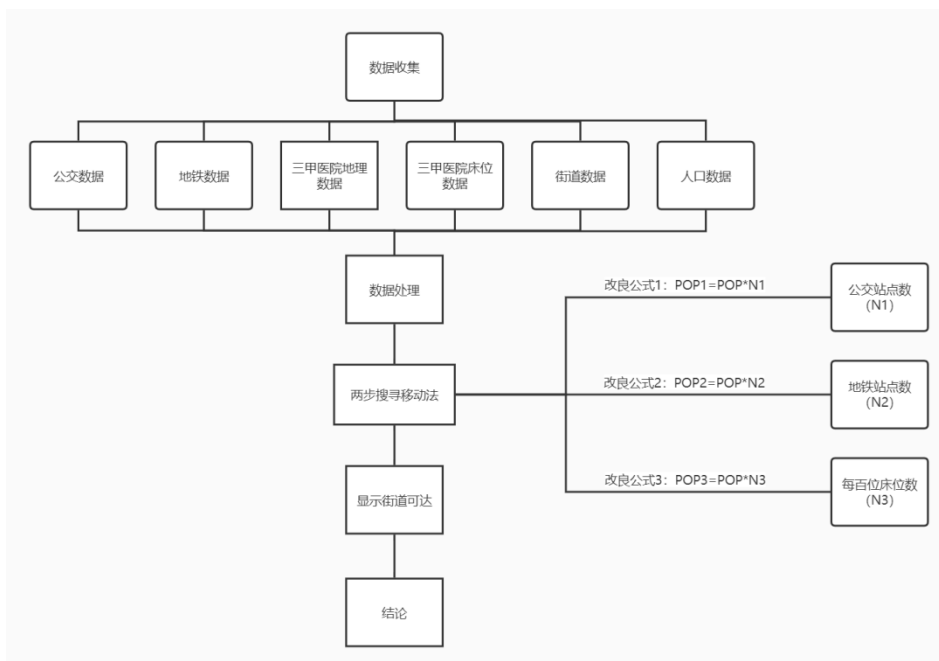


图 1 数据获取与处理流程图

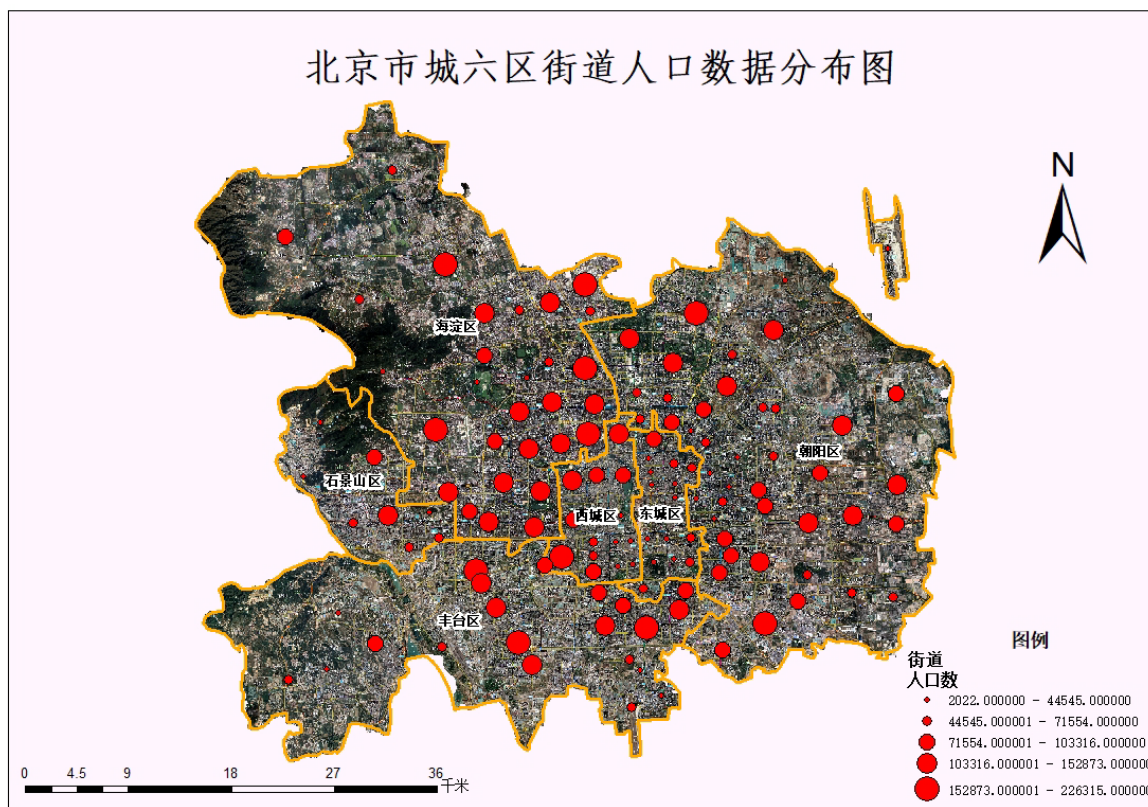


图2 北京市城六区街道人口数据分布图



图3 北京城六区三甲医院交通分析图

表 4 城六区范围内三甲医院的床位统计表

OBJECTID*	Shape*	name_chn	P.C	Add.1	Add.3	Add.4	Add.6	bed
1	点	北京市第一中西医结合医院(东坝院区)	100020	北京市	朝阳区	东坝	东风大队二条	504
2	点	首都医科大学附属北京口腔医院(王府井院区)	100010	北京市	东城区		锡拉胡同	50
3	点	北京市丰台中西医结合医院	100071	北京市	丰台区	长辛店乡		500
4	点	首都医科大学附属北京朝阳医院西区(石景山)	100043	北京市	石景山区	八角街道	京原路	500
5	点	首都医科大学附属北京世纪坛医院	100089	北京市	海淀区	羊坊店街道	铁医路	1100
6	点	中国中医科学院广安门医院	100032	北京市	西城区		北线阁街	650
7	点	北京中医药大学东方医院	100071	北京市	丰台区			800
8	点	北京大学人民医院	100032	北京市	西城区		西直门南大街	1448
9	点	首都医科大学附属北京安定医院	100032	北京市	西城区		安康胡同	800
10	点	中国中医科学院西苑医院	100089	北京市	海淀区			575
11	点	北京中医药大学附属护国寺中医医院	100032	北京市	西城区		棉花胡同	365
12	点	北京大学第一医院	100032	北京市	西城区		西什库大街	1600
13	点	北京大学第六医院	100089	北京市	海淀区		花园北路	240
14	点	北京大学第三医院	100089	北京市	海淀区		花园北路	1498
15	点	首都医科大学附属北京天坛医院	100020	北京市	朝阳区		京顺东街	1650
16	点	空军特色医学中心	100089	北京市	海淀区		阜成路	1000
17	点	战略支援部队特色医学中心(原解放军第306医院)	100020	北京市	朝阳区		德外安翔北路	1008
18	点	北京博爱医院	100071	北京市	丰台区		角门北路	1100
19	点	北京中医药大学东方医院西院区(二七院区)	100071	北京市	丰台区			375
20	点	中日友好医院	100020	北京市	朝阳区	和平里	樱花东路	1500
21	点	首都医科大学附属北京中医医院	100010	北京市	东城区		美术馆后街	565
22	点	北京中医药大学东直门医院	100010	北京市	东城区		海运仓胡同	574
23	点	中国中医科学院望京医院	100020	北京市	朝阳区		阜通东大街	1100
24	点	首都医科大学附属北京朝阳医院	100020	北京市	朝阳区		白家庄路	1400
25	点	首都医科大学附属北京安贞医院	100020	北京市	朝阳区	安定门外		1500
26	点	北京市和平里医院	100010	北京市	东城区		和平里北街	407
27	点	中国人民武装警察部队北京市总队医院	100020	北京市	朝阳区		三里屯路	450
28	点	中国人民解放军第三零五医院	100032	北京市	西城区		文津街	500
29	点	首都医科大学宣武医院	100032	北京市	西城区		长椿街	1159
30	点	首都医科大学附属北京佑安医院	100071	北京市	丰台区		右安门外西头条	750
31	点	北京市中西医结合医院	100089	北京市	海淀区		永定路东街	600
32	点	中国人民解放军总医院	100089	北京市	海淀区		复兴路	3500
33	点	首都医科大学附属北京天坛医院	100071	北京市	丰台区		南四环西路	1650
34	点	北京中医药大学第三附属医院	100089	北京市	海淀区		西四环中路	520
35	点	北京医院	100010	北京市	东城区		大华路	1100
36	点	北京同仁医院	100010	北京市	东城区		崇文门内大街	1759
37	点	北京协和医院	100010	北京市	东城区		东单北大街	2000

38	点	首都医科大学附属北京友谊医院	100032	北京市	西城区		永安路	1256
39	点	北京市第一中西医结合医院(本部)	100020	北京市	朝阳区		金台路	504
40	点	中国人民解放军火箭军总医院(第二炮兵总医院)	100032	北京市	西城区		新街口外大街	700
41	点	北京大学第四临床医学院北京积水潭医院(新街口院区)	100032	北京市	西城区		新街口东街	1000
42	点	中国人民解放军总医院第三医学中心(武警总医院)	100089	北京市	海淀区			1380
43	点	解放军总医院第七医学中心(陆军总医院)	100010	北京市	东城区			1300
44	点	解放军总医院第八医学中心(原 309 医院)	100089	北京市	海淀区			1430
45	点	中国人民解放军总医院第六医学中心(原海军总医院)	100089	北京市	海淀区			1475
46	点	解放军总医院第五医学中心(原 302 医院)	100071	北京市	丰台区			2763
47	点	中国医学科学院阜外医院	100032	北京市	西城区		北营房中街	962
48	点	首都医科大学附属北京妇产医院北京妇幼	100020	北京市	朝阳区		姚家园路	330
49	点	中国中医科学院眼科医院	100043	北京市	石景山区		鲁谷路	435
50	点	北京市肛肠医院(二龙路医院)	100032	北京市	西城区		德外大街	400
51	点	北京大学口腔医院(魏公村总院)	100089	北京市	海淀区		中关村南大街	157
52	点	北京大学肿瘤医院	100089	北京市	海淀区		阜成路	790
53	点	北京马应龙长青肛肠医院	100089	北京市	海淀区		闵庄路	300
54	点	首都医科大学附属北京妇产医院北京妇幼	100010	北京市	东城区		骑河楼大街	330
55	点	首都医科大学附属北京儿童医院	100032	北京市	西城区		南礼士路	970
56	点	首都儿科研究所附属儿童医院	100020	北京市	朝阳区		雅宝路	400
57	点	中国医学科学院肿瘤医院	100020	北京市	朝阳区		潘家园南里	1598
58	点	首都医科大学附属北京口腔医院(天坛院区)	100010	北京市	东城区		天坛西里	50

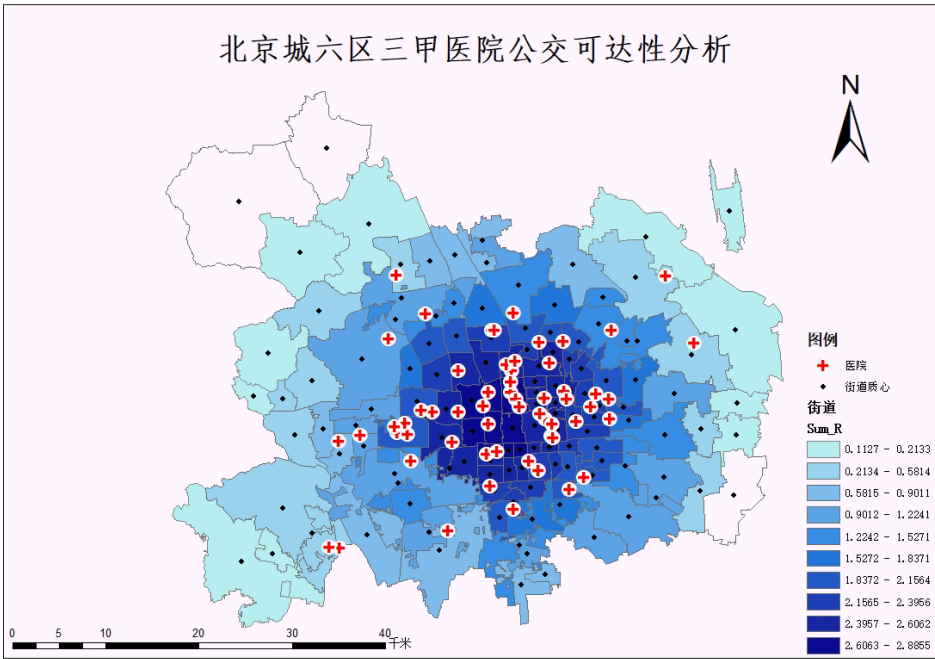


图 5 北京城六区三甲医院公交可达性分析图

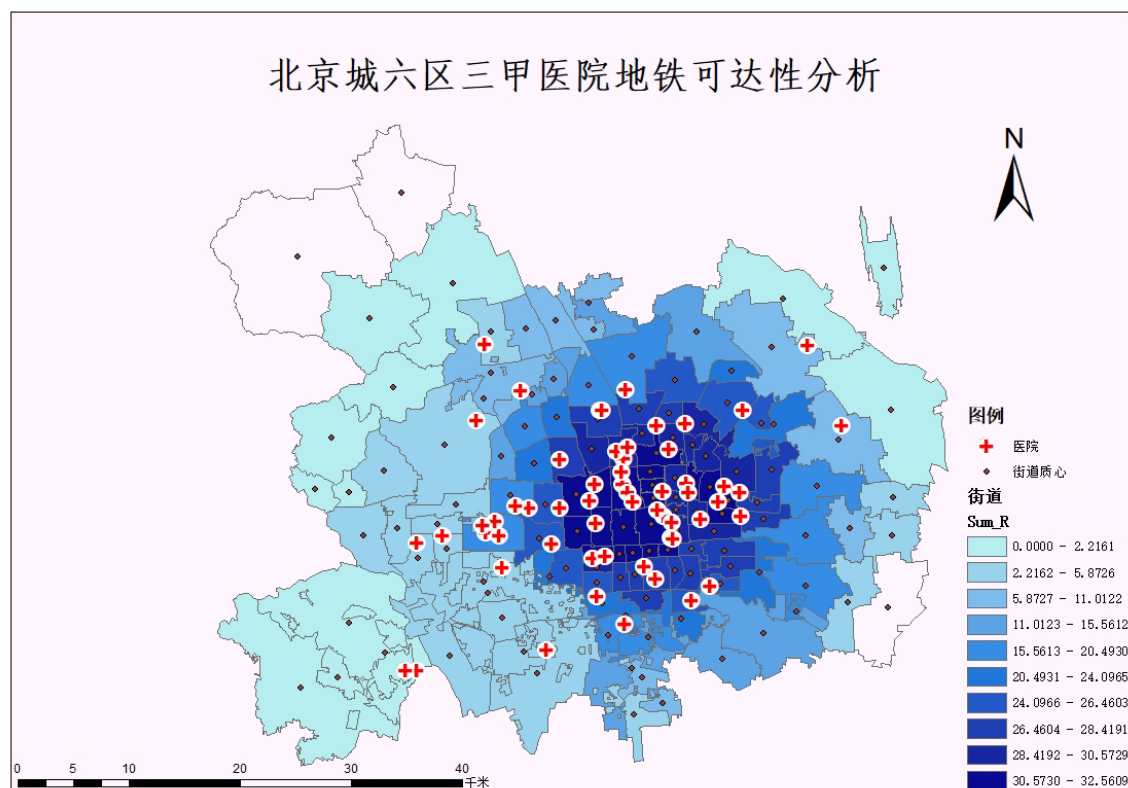


图 6 北京城六区三甲医院地铁可达性分析

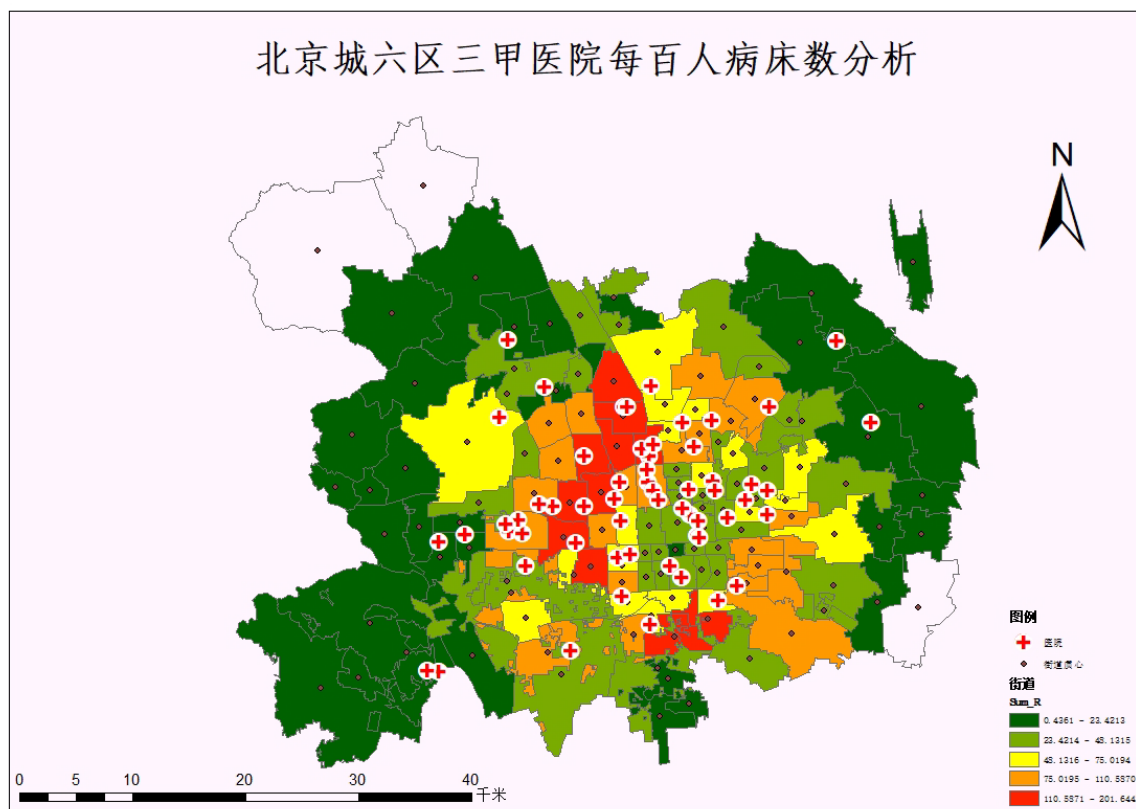


图 7 北京城六区三甲医院每百人病床数分析图

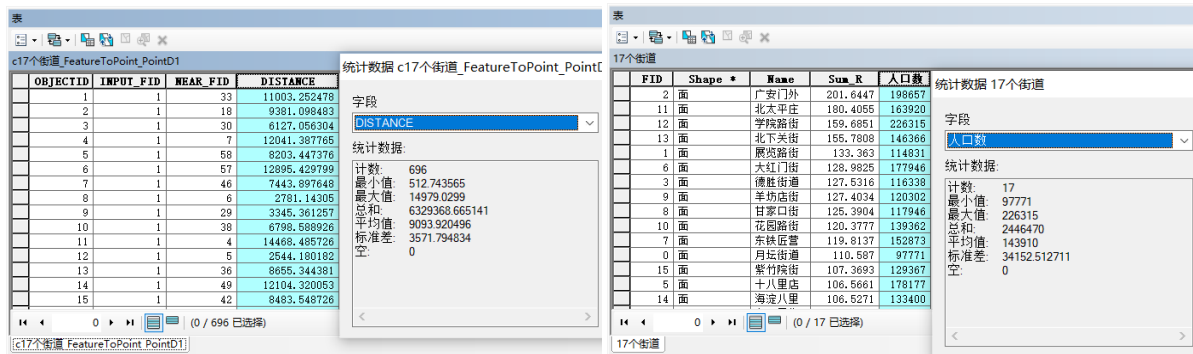


图 8 每百人床位数可达性较高街道人口及与三甲医院距离统计图

5 结论

本文主要探讨了基于 GIS 的两步搜寻移动法在三甲医院公共交通的可达性研究方面的应用。两步搜寻移动法,在本质上是供需比,而本文实施了两步搜寻移动法改良,加入了街道单元内的公交站点数、地铁站点数、三甲医院床位数,则可以表明三甲医院的公共交通的可达性特征。该值越大,也就意味着服务区域内居民与三甲医院之间的空间可达性越好。

将改良后两步搜寻移动法应用到三甲医院公共交通的可达性研究中,可以直观的展现出具体到北京市城六区范围内的具体到街道的三甲医院的公共交通的可达性以及其他的有价值的地理信息。

因此改良后的两步搜寻移动法在三甲医院公共交通的可达性的研究中具有较高的应用价值。

参考文献

- [1] WANG Fahui. Quantitative methods and applications in GIS[M]. Boca Raton, Florida: CRC Press, 2006: 77-96.
- [2] SONG Zhengna(宋正娜), CHEN Wen(陈雯), ZHANG Guixiang(张桂香), et al. Spatial accessibility to public

service facilities and its measurement approaches[J]. Progress in Geography(地理科学进展), 2010, 29(10): 1217-1224.

- [3] CHEN Jie(陈洁), LU Feng(陆锋), CHENG Changxiu 程昌秀). Advance in accessibility evaluation approaches and applications [J]. Progress in Geography(地理科学进展), 2007, 26(5): 100-110.

收稿日期: 2022 年 8 月 8 日

出刊日期: 2022 年 9 月 8 日

引用本文: 魏晶晶, 基于两步搜寻移动法的三甲医院可达性研究[J]. 地球科学研究, 2022, 1(2):5-13
DOI: 10.12208/j.jesr. 20220012

检索信息: 中国知网 (CNKI Scholar)、万方数据 (WANFANG DATA)、Google Scholar 等数据库收录期刊

版权声明: ©2022 作者与开放获取期刊研究中心 (OAJRC) 所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS