

文章编号:1671-4229(2021)02-0049-06

# 地理微观尺度的中学教育资源均衡性量化研究

卢茵怡<sup>1,2</sup>, 龚建周<sup>1\*</sup>, 王茯泉<sup>2</sup>

(1. 广州大学 地理科学与遥感学院, 广东 广州 510006; 2. 岭南师范学院 物理科学与技术学院, 广东 湛江 524048)

**摘要:** 随着社会和经济的发展,国家和公众比以往都更加重视文化教育事业的发展,教育资源在空间分布的均衡性成为发展教育的重要内容之一.文章基于地理信息系统(GIS)空间分析技术,借助公平性理论和集中指数,对江门市江海区级尺度的中学教育资源配置均衡性进行研究.研究结果显示:各街道的中学数量差异明显,个别街区的学校分布稀疏,难以满足所有居民点学生就近入学的原则;江海区中学的交通可达性总体上较差;通过集中指数分析,江门市江海区的中学分布与人口分布保持一致,各个街道的居民享有的中学教育资源比较均衡.研究结论可为中学的空间优化配置与规划提供参考.

**关键词:** 教育资源;公平性;微观尺度;GIS空间分析;江门市江海区

中图分类号:G 527 文献标志码:A

## A Quantitative study on the equity of middle educational resources on the geographical micro-scale

LU Yin-yi<sup>1,2</sup>, GONG Jian-zhou<sup>1\*</sup>, WANG Fu-quan<sup>2</sup>

(1. School of Geography and Remote Sensing, Guangzhou University, Guangzhou 510006, China;

2. School of Physics Sciences & Technology, Lingnan Normal University, Zhanjiang 524048, China)

**Abstract:** With the development of society and economy, Chinese government and the public are paying more attention to the development of culture and education than ever. Based on the spatial analysis technology of geographic information system (GIS), this paper aims at the specific area of Jianghai district, Jiangmen city, and evaluates the fairness of the spatial distribution of middle schools. Finally, according to the evaluation results of fairness, it discusses the spatial layout of the middle schools in Jianghai district, Jiangmen city. The spatial layout of the middle schools in Jianghai district, Jiangmen city is moderately reasonable, and the school facilities are well integrated within the population distribution. However, from the perspective of spatial accessibility, some residential areas are outside of the service areas of middle schools which makes students unable to go to the nearest school because of the long distance. In the urban and rural planning and development, the distribution of schools should fully consider the most convenient way to school all students (including parents), and conduct a scientific spatial accessibility analysis to meet the requirement of minimum transportation expenses.

**Key words:** educational resource; equality; microscopic scale; GIS spatial analysis; Jianghai district, Jiangmen city

教育均衡是社会公平的重要基础,教育资源配置均衡则是实现教育公平的基础<sup>[1]</sup>.教育系统

的均衡状态是指教育系统各部门之间建立稳定、均衡、有秩序的关系.所谓教育资源均衡发展是指

基金项目:国家自然科学基金资助项目(42071123)

作者简介:卢茵怡(1998—),女,硕士研究生. E-mail:847617903@qq.com

\*通信作者. E-mail:gongjzh66@126.com

引文格式:卢茵怡,龚建周,王茯泉.地理微观尺度的中学教育资源均衡性量化研究[J].广州大学学报(自然科学版),2021,20(2):49-54.

依法保护所有公民平等接受教育的权利,通过调整资源配置从而提供相对均等的教育条件,以客观公正的态度和科学有效的方法应对教育效果和成功机会的相对均衡<sup>[2]</sup>. 教育部原副部长朱之文曾在中国教育学会第 31 次学术年会中指出,基础教育是现代国民教育体系的基石,对立德树人具有奠基性作用<sup>[3]</sup>. 基础教育(中小学教育)对象是 6~18 岁、身心正处于成长期,还未发展成熟的孩子. 这部分孩子不能脱离家长的监护,因此我国 1986 年通过《中华人民共和国教育法》第 9 条规定:“地方各级人民政府适当设置小学、初级中等学校,使儿童、少年就近入学”<sup>[4]</sup>. 基础教育资源的均衡配置是国家重要公共政策的重要内容之一<sup>[5]</sup>;中小学布局调整是我国近年来优化教育资源配置,是促进义务教育改革与发展的一项重要政策<sup>[6]</sup>. 从中学学校与居民点分布之间的配置关系,探讨区域教育资源配置合理与均衡性,旨在以空间为视角,为进一步优化教育资源配置提供参考.

国外对中小学空间分布的研究较早. 早在 19 世纪 90 年代,教育设施布点就已经包含在霍华德“田园城市”中的城市规划构想中,霍华德提出为了避免道路对学校上下学交通可能带来的干扰,需要将中小学融入到居住区,分布在居住区的内部. 1969 年,中小学校布点规划因为刘易斯·凯博在《城乡规划原理与实践》一书中阐述了关于中小学布局的相关理论及其实践标准而在城市建设中有了可实施性的依据,同时该书的相关理论也成为了教育设施布局的基本规范<sup>[7]</sup>. 随着技术的发展,国外学者运用 GIS 技术对学校空间分布的研究逐渐多起来. 如利用 GIS 技术对学校的空间布局进行了可达性分析<sup>[8]</sup>;采用数字高程模型(DEM),利用 GIS 对中小学校选址的规划调整,提高了中小学校布局的均衡性和规划的科学性. 而研究大多关注国家、省域范围(宏观、中观尺度)<sup>[9]</sup>,近年开始缩小空间视角,测度相对小范围的市(区)行政单元<sup>[10-11]</sup>(微观尺度). 随着我国经济的高速发展和城市化进程不断加快,城市人口结构、人口规模和人口分布也都在不断地发生变化,城市中学已呈现出学校选址和布局不够合理,造成了有的地区学校过于集中,有的地区学校很少和学生不能就近入学等问题<sup>[12]</sup>. 加强市区等地理微观尺度下的学校配置均衡性研究尤其必要.

本文以江门市江海区(微观尺度范围)为研究区域,利用 GIS 空间分析技术,从中学数量、位置与街道居民数之间配置的均衡度,通过泰森多边形、缓冲区分析法、基于交通可达性的最小邻近距离分析法和集中指数,进行中学教育资源配置均衡性的案例研究,目的在于探讨区级范围内中学的空间配置问题.

## 1 资料与方法

本文以城市街道为分析单元,从两个方面进行微观尺度的中学教育资源配置均衡性研究:①以居民点与最近中学的最短距离为衡量指标,评估抵达某教育资源的能力;②以中学数量和服务人口是否一致,评估可以到达的公共产品数量,衡量教育资源分布的均衡特性.

### 1.1 研究区域

江门,别称“五邑”,位于  $21^{\circ}27' \sim 22^{\circ}51'N$ ,  $111^{\circ}59' \sim 113^{\circ}15'E$  之间. 地处广东省的中南部、西江下游、珠江三角洲西部. 江门不仅是粤港澳大湾区重要节点城市,同时也是珠江三角洲西部地区的中心城市之一<sup>[13]</sup>. 江海区(图 1),隶属于广东省江门市,地处江门市东南部,是江门中心城区之一,北邻蓬江区,南面和西面与新会区相邻,东与“世界灯饰之都”中山古镇隔江相望. 江海区现辖外海、礼乐、江南、滘头和滘北等 5 个街道(图 2a),共有 34 条行政村和 29 个社区,面积  $109.16 \text{ km}^2$ ,常住人口 27.16 万.

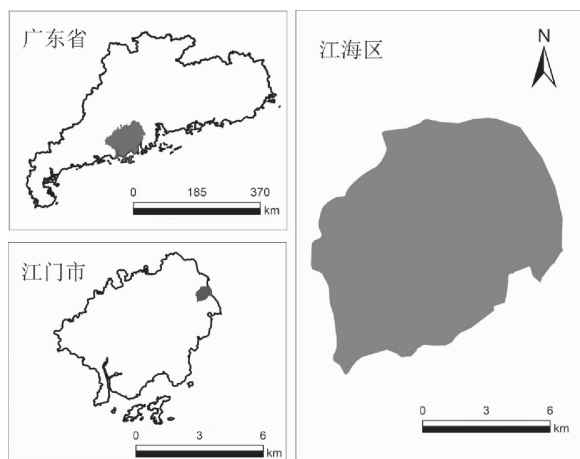


图 1 研究区域

Fig. 1 Location of the study area

江门市江海区内地形平坦,交通比较便利,图 2b 为江海区道路网图. 研究区南部道路网稀疏,中部以及北部道路网密度大,交通较南部方便.

### 1.2 数据

江门市江海区中学资料来源于江门市统计局

2019年的统计资料,江海区人口数量资料来源于《江门市统计年鉴》(2019),江海区的街道行政区划图通过江门市江海区规划局获得,江海区道路交通数据来源于谷歌地球(图2b),江海区中学点数据来自高德地图的POI数据提取(2020年)(图2a),江海区居民点数据(2019年)来源于全国地理信息资源目录服务系统(<http://www.webmap.cn/commres.do?method=result100W>).

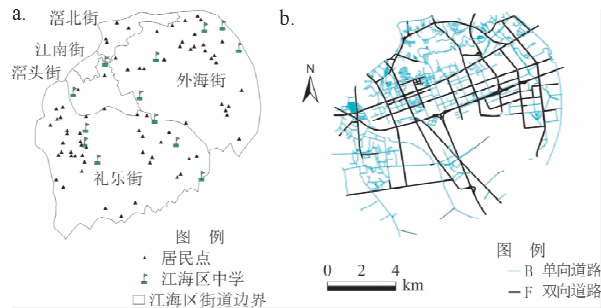


图2 江海区区划图以及学校分布、居民点、道路图

Fig.2 Jianghai district zoning map and school distribution, residential area, road map

### 1.3 方法

#### 1.3.1 基于泰森多边形制图的中学学区划分

一般用泰森多边形方法划分公共服务设施的服务范围.泰森多边形又叫冯洛诺伊图,是由连接两邻点线段的垂直平分线组成的连续多边形.泰森多边形中的任一位置距其目标点的距离皆比到任何其他目标点的距离近<sup>[14]</sup>.基于泰森多边形原理和中学位置图层划分各学校的服务范围,利用ArcGIS/Analysis/Proximity/Create Thiessen Polygons工具完成.结果是:任何一所中学所属的多边形内,其任意一点到该学校的距离小于到其他任何一所学校的距离.因此,这种基于泰森多边形服务范围的划定,保证了每个中学生的多边形内,是服务于居民点享受资源的最佳服务区域<sup>[15]</sup>.

#### 1.3.2 基于缓冲区的中学学区划分

利用缓冲区分析方法,同时进行中学的服务范围的划定.缓冲区就是地理空间目标的一种影响范围或服务范围<sup>[16]</sup>.一方面,利用ArcGIS/Analysis/Proximity/Multiple Ring Buffer工具生成各中学为源的多环缓冲区.基于《中小学校设计规范》规定的合理服务半径为1 000 m<sup>[17]</sup>,结合研究区实际,并以覆盖所有居民点为前提,分别生成500 m、1 000 m、1 500 m、2 000 m和2 500 m共5个等级缓冲区.另一方面,基于缓冲区统计各中学不同服务半径(服务范围)的居民点数.

#### 1.3.3 基于空间配置视角的教育资源均衡性

(1)基于公平性视角,从交通可达性评估抵达教育资源的能力.本文采用基于交通可达性的最小邻近距离法,进行江门市江海区的中学可达性评价,从而反映其空间配置的均衡特性.其中,交通可达性用任一居民点到其最邻近中学的实际道路距离表示<sup>[18]</sup>.利用ArcGIS/Analysis/Proximity/Network Analyst工具,评价过程如下:首先,查找离各居民点最近的一个中学;然后,查找最近路径;最后,分级统计最短路径,评价中学空间配置的均衡性.

(2)基于公平性理论,借助公平性指数考量研究区域中学数量与其服务人口数量是否匹配.具体是将研究区中学数量和该区域人口数量进行对比,计算中学数量和服务人口是否具有 consistency.集中指数计算公式<sup>[19]</sup>如下:

$$R_i = \left[ 1 - \frac{1}{2} \left| \frac{X_i}{\sum X_i} - \frac{Y_i}{\sum Y_i} \right| \right] \times 100\% \quad (1)$$

式(1)中, $R_i$ 为第*i*个街道的中学公平性指数; $X_i$ 、 $Y_i$ 分别是第*i*个街道的人口总数和境内的中学数量; $\sum X_i$ 、 $\sum Y_i$ 分别是研究区的总人口数和总中学数. $R_i$ 位于0~100之间, $R_i$ 越接近于100,说明该街道学校设施与人口分布的结合程度越好;接近于0,说明学校设施集中分布于某几个街道,与人口分布的格局极不一致<sup>[20]</sup>.

## 2 结果

### 2.1 江海区中学的空间分布状况

由图2a可见,无论从数量还是空间布局看,中学教育资源配置都是不均衡的.街道面积较大的礼乐、外海两街道,中学数量也最多,各有6所、5所中学;其次是滘头、滘北街道各有1所中学;江南街道内没有中学.从空间布局看,中学集中分布在外海街道和礼乐街道,各街道间差异明显.

基于泰森多边形划定的中学服务范围,如图3a所示,统计结果如表1.可以看出,各学校的影响势力范围或大或小.如江海区阳光学校(代码为11)所在泰森多边形中的学生上学距离较近,而礼乐第二初级中学(代码为8)的部分学生需要到离家较远的学校上学.统计结果进一步显示各中学服务的居民点数量具有较大的差异,五邑大学附属中学、礼乐第三初级中学和江海区阳光学校3所学校服务范围内都有10个居民点,服务居民点

的比例达 13.5%, 总共高达 40.5%; 江门市第一中学的最合理服务区域内却没有分布着居民点; 江海区陈伯坛学校服务范围也只有 1 个居民点. 各中学缓冲区服务范围内居民点分布及统计结果如图 3b 和图 3c.

由图 3b 和 3c 可知, 40.5% 的居民点分布于 1 000 ~ 1 500 m 之间的缓冲区中. 居民点分布在服务半径在 1 500 ~ 2 000 m 之间的服务范围有 9 个, 占总数的 12.2%; 服务半径在 2 000 ~ 2 500 m 之间服务范围内的居民点有 4 个, 占总数的 5.4%; 甚至有 12.2% 的居民点分布在服务半径大于 2 500 m 的区域内.



图 3 各中学服务范围内居民点个数

Fig. 3 Resident points within the service area of each middle school

注: 图中绿色数字代表中学代码编号, 其含义如表 1

表 1 各中学服务的居民点数量

Table 1 Number of residential areas served by each middle school

代码	中学名称	居民点数量/个	所占百分比/%
1	五邑大学附属中学	10	13.5
2	外海麻园初级中学	5	6.8
3	江门市第一中学	0	0
4	江门市江海区陈伯坛学校	1	1.4
5	江门市中港英文学校	5	6.8
6	江海区原雅学校	4	5.4
7	江海区礼乐中学	7	9.5
8	礼乐第二初级中学	7	9.5
9	礼乐第三初级中学	10	13.5
10	江海区博雅学校	4	5.4
11	江海区阳光学校	10	13.5
12	江门市第十一中学	7	9.5
13	江门市文昌中英文学校	4	5.4

国务院规定相关城镇中学的服务半径在 1 000 m 的距离内<sup>[17]</sup>, 只有 29.7% 的居民点能够达到这个要求; 共有大约 70% 的居民点分布在以学校为圆点的 1 500 m 服务半径覆盖的范围内, 说明江门市江海区中学的服务范围主要是在 1 500 m 为服务半径的地理空间内.

## 2.2 中学空间配置的均衡性

### 2.2.1 基于交通可达性的中学配置均衡性

基于交通可达性的均衡性结果如图 4.

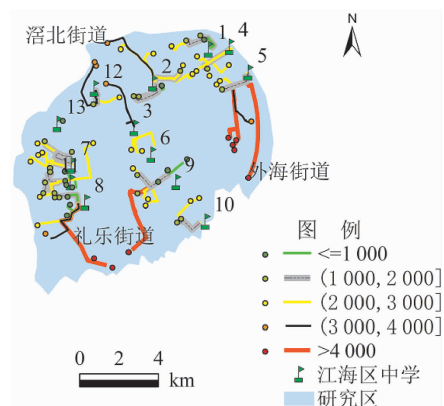


图 4 居民点到中学最短距离图

Fig. 4 Shortest distance from residential area to middle school  
注: 图中数字 1 ~ 13 表示表 1 的中学

由图 4 可知, 江门市江海区中学的交通可达性存在较大的差异性, 可达性最差的地区为礼乐街道的南部、外海街道的南部和滘北街道的北部, 当地居民都需要大于 3 000 m 的路程才能到达距离最近的一个学校, 这些地区道路网相对稀疏(图

2b),孩子入学距离成本较高.图层属性数据显示,可达性最好的为泗丰到礼乐第三初级中学,路程为52 m;可达性最差的为大厂到江门市中港英文学校,路程为5 742 m,可达性极差.

居民点到中学最短距离统计结果如表2.相对最邻近学校而言,可达性在1 000 m内的有13个居民点,占总数的17.6%,符合国务院关于适龄中学生就近入学步行距离在1 000 m以内<sup>[14]</sup>的规定.可达性在1 000~2 000 m、2 000~3 000 m的居民点分别有21和26个,占比为28.4%和35.1%.可达性在3 000~4 000 m的居民点有6个,占8.1%;大于4 000 m的居民点有8个,占10.8%.整个研究内中学的平均交通可达性为2 170 m,高于国家标准,有超过82.4%的居住区上学距离超过1 000 m,表明江海区中学的交通可达性水平总体上较差,有必要对江海区中学的空间布局进行调整.

表2 居民点到中学最短距离统计表

Table 2 Statistics of the shortest distance from residential area to middle school

就学最近距离/m	所覆盖居民点/个	百分比/%
<1 000	13	17.6
1 000~2 000	21	28.4
2 000~3 000	26	35.1
3 000~4 000	6	8.1
>4 000	8	10.8

### 2.2.2 基于一致性的中学配置均衡性

根据式(1)的计算,均衡性结果见表3.江南街道的公平性指数最低,为93.8%,在5个街道中为最低值,这表明江南街道的中学分布和人口分布的格局一致性相对其他街道较差;滘北街道的公平性指数为102.6%,是5个街道中公平性指数最接近100%的街道,说明滘北街道是5个街道中中学分布与人口分布结合程度最好的街道,合理性最高.外海街道的公平性指数为106.8%,礼乐街道的公平性指数为106.2%,因为外海街道和礼乐街道的居住人口数量多,对学校的需求高,所以学校分布数量也多,公平性指数超出了100%;滘头街道的公平性指数为96.8%,因为居住人口数量少,对学校需求较其他街道低,分布的学校相对较少,所以公平性指数低于100%,呈现缺乏状态.从总体上看,江门市江海区5个街道的公平性指数都接近100%,均衡性比较好,整个研究区的中学分布与人口分布结合程度较好.

表3 江海区各街道中学空间分布一致性指数

Table 3 Consistency index of spatial distribution of middle schools in Jianghai district

街道名称	含有中学数/个	街道人口数目/江海区人口总数	公平性指数 $R_i$ /%
外海街道	6	94 666/254 313	106.8
礼乐街道	5	82 612/254 313	106.2
滘头街道	1	35 972/254 313	96.8
滘北街道	1	9 363/254 313	102.6
江南街道	0	31 700/254 313	93.8

## 3 结论与讨论

### 3.1 结论

本文通过泰森多边形、缓冲区分析法、基于交通可达性的最小邻近距离分析法和集中指数对江门市江海区中学教育资源配置的均衡性进行研究,得出以下结论:

(1)中学集中分布在外海街道和礼乐街道,各街道的中学数量差异明显.有些区域的学校分布相对稀疏,难以满足所有居民点学生就近入学的原则,会造成学生入学难、上学路程过远以及交通事故等问题<sup>[21]</sup>.在城市规划发展中,学校的分布应充分考虑城市所有学生(包括家长)到达学校的最便捷程度,进行科学的空间可达性分析,以尽量满足城市所有人口到达学校最低成本的要求.

(2)超过82.4%的居住区上学距离超过1 000 m,表明江海区中学的交通可达性水平总体上较差,有必要对江海区中学的空间布局进行调整.江门市江海区中学的服务范围过大,无法满足学生就近入学的教育资源分布原则;居住于在中学合理服务范围之外区域的学生就学距离过大,需要更进一步填补教育资源.

(3)通过公平性指数分析,江门市江海区的中学分布与人口分布保持一致,5个街道学校设施与人口分布的结合程度很好,各个街道的居民享有的中学教育资源比较均衡.

### 3.2 讨论

基于泰森多边形制图的中学学区划分,该方法的缺点是没有考虑生成这个多边形的学校能容纳的学生数量<sup>[22]</sup>.在进行学校布局规划时,必须以区域内一定的现实人口为基础进行合理的空间布局,尤其是对于人口分布相对比较稀疏的地区,学校在空间上的布局会影响到受教育人口入学途径的远近.人口分布不仅决定着学校的空间布局,而

且还决定着教育的未来发展状况.因此,应在现实人口的基础之上,科学合理地预测未来人口的分布状况,为学校合理布局学校提供重要的依据<sup>[23]</sup>.

获得了13所中学的泰森多边形对空间的划分之后,从统计数据可看出,有些学校的泰森多边形内分布着很多的居民点,教育资源较为紧张.但是有一所学校的泰森多边形内并没有居民点分

布.这所中学是江门市第一中学,是一所全寄宿市高级中学.学生周末上学选择的方式有很多,距离对这所学校的服务范围并无太大影响.随着城市建设的不断向外扩展,中学空间布局不均衡这一问题将会更加严重,城市中学布局的不均衡已经不能满足未来发展的需求,因此,合理配置教育资源就成为必须关注和研究的重点问题之一.

#### 参考文献:

- [1] 朱晓妹,李燕娥,张靖风,等.基于建构主义的专业教育和创新创业教育协同发展研究[J].上海对外经贸大学学报,2017,24(5):87-96.
- [2] 邵艳.基于GIS的天津市基础教育均衡发展研究[D].济南:山东大学,2012.
- [3] 柴超前.中国基础教育资源时空分异及影响因素研究[D].赣州:赣南师范大学,2019.
- [4] 张品.基础教育资源配置与居住空间分异——以天津市为例的研究[J].经济研究导刊,2013(36):279-282.
- [5] 周健,黄军林,段献.基于GIS的基础教育设施空间均等化测度研究——以长沙市为例[C]//2019中国城市规划年会.重庆:中国建筑工业出版社,2019.
- [6] 刘楠,王志恒,李香颖,等.天津市市内六区基础教育资源空间可达性评价[J].地理空间信息,2020,18(1):77-80,97.
- [7] 杨史瑞.城区中小学布局调整规划研究——以西安市碑林区为例[D].西安:西北大学,2013.
- [8] 唐少军.基于GIS的公共服务设施空间布局选址研究[D].长沙:中南大学,2008.
- [9] 刘宏燕,陈雯.中国基础教育资源布局研究述评[J].地理科学进展,2017,36(5):557-568.
- [10] 邓翼.中小学教育资源空间分布文献综述[J].科教文汇(下旬刊),2019(475):125-126.
- [11] 陈芸芬,雒占福.兰州市基础教育资源空间分布特征及布局效率研究[J].干旱区资源与环境,2017,31(1):44-50.
- [12] 高瑞珍.临汾市中学空间布局研究[D].临汾:山西师范大学,2012.
- [13] 江门市统计局.江门市概况[EB/OL].(2019-11-28)[2020-02-13].<http://www.jiangmen.gov.cn/bmpd/jmstjj/>.
- [14] 杨震,汪桂生,仇凯健,等.基于GIS的城市基础教育机构空间可达性及优化研究——以田家庵区为例[J].智慧城市,2016,2(7):245-248.
- [15] 丁榛,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.
- [16] 林康,陆玉麒,刘俊,等.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,2009,28(1):215-224.
- [17] 中华人民共和国住房和城乡建设部.中小学校设计规范GB50099—2011[M].北京:中国建筑工业出版社,2012.
- [18] 张鲜鲜,李久生,赵媛,等.南京市高级中学可达性及空间分布特征研究[J].测绘科学,2015,40(11):111-114.
- [19] 李文通.呼和浩特市中心城区公园绿地公平性研究[D].呼和浩特:内蒙古师范大学,2018.
- [20] 金银日,姚颂平,刘东宁.基于GIS的上海市公共体育设施空间可达性与公平性评价[J].上海体育学院学报,2017,41(3):42-47.
- [21] 孔云峰,吕建平.就近入学空间模型分析——以河南省巩义市初级中学为例[J].地理与地理信息科学,2011,27(5):87-90.
- [22] 张腾,常军,孙艺璇.济南市中小学教育资源空间布局与可达性分析[J].测绘科学技术学报,2019,36(4):418-423.
- [23] 王远飞.GIS与Voronoi多边形在医疗服务设施地理可达性分析中的应用[J].测绘与空间地理信息,2006(3):77-80.

【责任编辑:孙向荣】