

天津市小学教育资源分布均衡性研究

孙震辉^{1,2}, 徐颖^{1,2}, 宁俊杰^{1,2}

1. 天津城建大学 地质与测绘学院, 天津 300384

2. 天津城建大学 天津市软土特性与工程环境重点实验室, 天津 300384

摘要: 教育公平是社会公平的基石, 而均衡分配小学资源是实现教育公平的关键。本文以天津市为例, 基于 GIS 技术, 运用核密度、缓冲区和网络分析等方法, 分析了小学义务教育设施的可达性和均衡性。结果表明, (1) 天津市小学教育资源整体呈“核心-边缘”分布, 不仅具有从核心市六区向边缘其他区域减少的特性, 还具有方向上的差异。(2) 小学分布受商业和人口影响, 也呈“核心-边缘”格局;(3) 核心区小学可达性高, 居民大多能在30分钟内步行到校, 而边缘区居民则需更长时间。

关键词: 小学教育资源; 教育均衡性; 核密度; 网络分析; 可达性

Study on the Balance of Distribution of Primary Education Resources in Tianjin

Sun Zhenhui^{1,2}, Xu Ying^{1,2}, Ning Junjie^{1,2}

1. School of Geology and Surveying and Mapping, Tianjin Chengjian University, Tianjin 300384

2. Tianjin Key Laboratory of Soft Soil Characteristics and Engineering Environment, Tianjin Chengjian University, Tianjin 300384

Abstract: Educational equity is the cornerstone of social equity, and the balanced distribution of primary school resources is the key to achieve educational equity. Taking Tianjin city as an example, this paper analyzes the accessibility and equilibrium of primary school compulsory education facilities by using the methods of nuclear density, buffer zone and network analysis. The results show that (1) the primary education resources in Tianjin are distributed as "core-edge", which not only has the characteristics of decreasing from the six districts of the core city to other areas of the edge, but also has differences in direction.(2) The distribution of primary schools is affected by business and population, and also shows a "core-edge" pattern; (3) the primary schools in the core area have high accessibility, and most residents can walk to school within 30 minutes, while the marginal area residents need a longer time.

Keywords: primary education resources; education balance; core density; network analysis; accessibility

引言

近年来,“择校”现象普遍,根源在于优质教育资源的不足和教育发展的不均衡。均衡且优质的义务教育资源配置是评估教育公平的关键。合理的学校布局对教育发展和公平至关重要。从教育资源均衡性的研究来看,大致可以分为教育资源配置视角的均衡性分析与学校空间布局视角的均衡性分析两类。从教育资源配置视角的研究主要有,王秋成等人利用 GIS 模型分析了天津市五个区小学资源的均衡性^[1];胡亚玲通过建立指标体系,分析了江西小学资源配置的均衡性并提出策略^[2]。李永超等人通过 GIS 空间分析,建立了教育均衡性评价模型,并对北京市基础教育均衡性和资源配置均衡性进行评价^[3]。从学校空间布局视角出发的研究有,李苒采用空间网络分析方法,分析了西安城区基础教育资源配置和学校布局的均衡性^[4];Makino 等人分析了泰国曼谷学校布局,并提出调整建议^[5];夏斌从空间视角分析了县域义务教育设施均衡性,并提出优化对策^[6]。目前教育设施均衡性研究多关注政策、制度和评价指标体系的构建,主要从资源配置角度分析,较少从空间视角进行精细化研究。本文采用网络分析法研究教育设施空间可达性,着重解决空间布局对教育公平的影响,并使用核密度剖面分析法详细分析多维度空间布局规律,考虑经济和人口因素对教育公平的影响。通过度量小学核密度与人口、经济核密度的邻近关系,以及网络分析教育设施空间可达性,本文以天津市为例,提出一个“核心-边缘”的空间布局模式,分析教育资源差异,同时为其他地区的同类研究提供借鉴。

基金项目: 2021 年度天津市教育科学规划青年一般课题“优质均衡视域下津滨双城义务教育中教师流动空间结构与优化策略研究”(编号: EHE210290)。

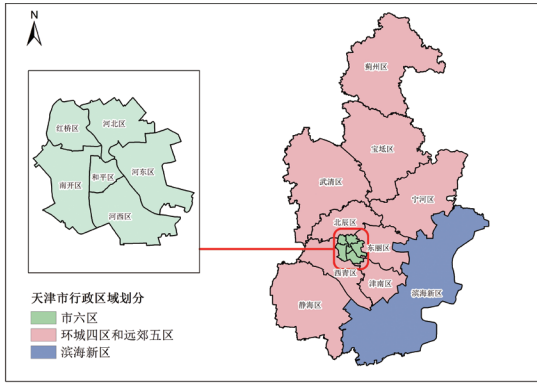
第一作者简介: 孙震辉(1987-),男,副教授,博士,研究方向为遥感图像智能化处理、地理信息理论与方法。

通信作者简介: 徐颖(1997-),女,硕士研究生,研究方向为地理信息理论与方法。

一、研究区概况与数据源

(一) 研究区概况

选取天津市作为研究范围,天津市总面积11966.45km²,常住人口1387万人,总共十六个区,分为市内六区(和平区、南开区、河北区、河东区、河西区、红桥区),环城四区(北辰区、津南区、西青区、东丽区),远郊五县(蓟州区、宝坻区、武清区、宁河区、静海区)和滨海新区,如图1所示。



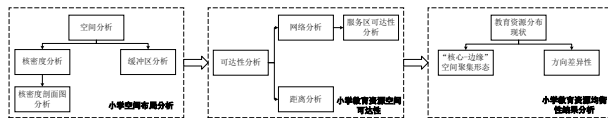
> 图1: 研究区概况

(二) 数据来源与处理

天津市统计局 (https://stats.tj.gov.cn/tjsj_52032/tjnj) 发布的2023年份统计年鉴获取人口数据;各街道人口数据,来源于第七次全国人口普查公报;通过中国科学院资源环境与数据中心 (<https://www.resdc.cn>) 获取天津市行政区划图;基于高德开放平台 (<https://lbs.amap.com>),通过数据采集软件抓取最后更新时间为2023年11月份的天津市各区小学的POI数据和商业POI数据以及居民点分布数据;通过 Open Street Map (<https://www.openstreetmap.org>) 获取城市道路网。

二、研究方法

研究首先通过核密度分析和缓冲区分析得到天津市小学空间分布结果,分析教育资源配置的合理性。其次,利用网络分析的可达性分析法评价小学教育资源布局的均衡性。最后,分析天津市小学的空间可达性差异,揭示其义务教育资源的供需现状和布局均衡性。



> 图2: 研究流程图

(一) 核密度分析

核密度分析能直观展现离散数据的空间分布^[7],利用空间点要素反映其周边区域的空间集聚特征^[8]。本研究提出核密度剖面分析和距离度量分析两个方法,以探究方向性核密度变化及小学教育资源影响,通过剖面可视化展现不同方向教育资源差异。核密度距离度量分析是通过计算其他要素最高核密度聚集点到小学最高核密度聚集点的欧式距离,评价其他要素对于小学资源的影

响程度,本研究主要研究商业和人口要素对小学的影响,其公式如下:

$$D_i = \sqrt{(Lat_i - Lat)^2 + (Lon_i - Lon)^2} \quad (i=1,2) \quad (1)$$

式中,Di为欧式距离,Lat和Lon为小学核密度最高聚集点的经纬度坐标;Lati和Loni分别为人口或商业核密度最高聚集点的经纬度坐标,i=1为人口,i=2为商业。

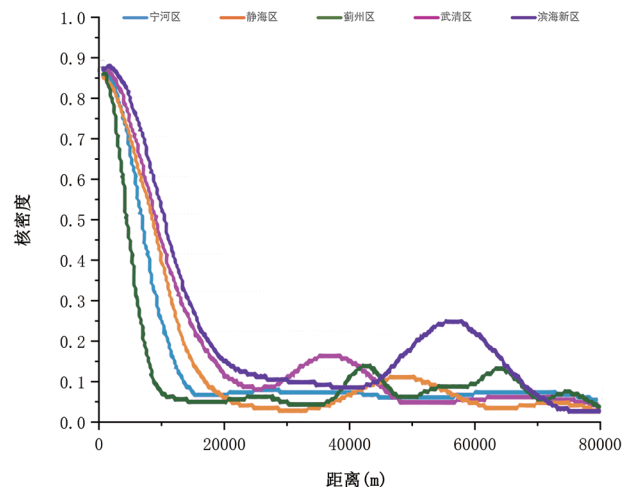
(二) 网络分析

网络分析法利用路网及其属性构建网络数据集,实现设施可达性分析^[9]。服务区分析的主要功能在于,通过构建一系列多边形来判断在特定时间或距离内能够抵达的区域。在网络分析中,服务区是指包含分析图层内所有可通行街道的地理范围^[10]。

三、结果与分析

(一) 核密度空间布局分析

市六区小学中和平区核密度最大,向外围减小;环城四区和远郊五区的高密度区域主要集中在北辰区、东丽区西南部、津南区北部、武清区南部、静海区中部,宝坻区北部和蓟州区中部;滨海新区的核密度主要集中于西部地区。相较于市六区,环城四区、远郊五区和滨海新区的核密度呈现出一种逐渐减弱的趋势。为了直观分析核密度的方向差异,研究从和平区最高核密度聚集点向边缘各区最高核密度聚集点做剖面线。可以发现,天津市核密度总体呈现“核心”高“边缘”低的聚集形态。和平区-武清区小学核密度呈现“w”型趋势;和平区-蓟州区核密度呈现“波浪型”趋势;和平区-宁河区核密度呈现“L”型趋势;和平区-滨海新区与和平区-静海区的核密度趋势相似,呈现“u”型趋势,见图3。通过对小学核密度进行比较分析可知,各区小学数量和集聚差异都有所不同,空间分布也不同。这种不均衡的“核心-边缘”空间格局反映了天津市内各区在教育资源配置上的多样性和复杂性。



> 图3: 天津市小学核密度剖面图

(二) 距离度量邻近分析

为探讨人口与商业对小学的影响程度,利用式(1)得到和平区、武清区、蓟州区、宁河区、滨海新区和静海区中的人口和商

业到小学的最高核密度聚集点的距离，距离越近则认为人口或商业对于小学的影响越大。

表1：人口和商业到小学最高核密度聚集点的距离

区域 / 距离 (m)	D_1	D_2
和平区	258.563	122.151
武清区	878.913	1691.931
蓟州区	3746.718	3926.384
宁河区	4081.895	3850.069
滨海新区	287.169	312.941
静海区	1156.668	992.814

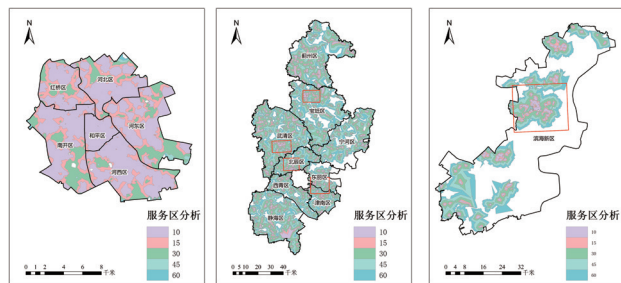
表1可见，和平区、宁河区和静海区的小学更多受商业影响，而武清区、蓟州区和滨海新区的小学则更多受人口影响。和平区和滨海新区商业聚集区和人口聚集区距离小学聚集区更近，说明小学与商业、住宅布局更为接近，受两者影响较大。蓟州区和宁河区由于地理位置的限制，学校聚集区和商业以及人口聚集区存在着显著距离，受两者影响较小，武清区和静海区居中。可以看到，距离邻近上也存在“核心-边缘”的空间格局。

(三) 步行可达性分析

小学步行可达性能反映居民点步行达到就近小学的难度。小学生步行速度一般为3km/h，步行15min后速度减缓，当步行超过30min应借助交通设施。因此以15min、30min步行时间为判断依据，以居民点为起点、小学为目标点分别计算10、15、30、45、60分钟的可达性覆盖范围，同时采用服务面积比作为分析小学步行可达性和服务能力的评判标准，其计算公式为：

$$SAR = (SA / TA) \times 100\% \quad (2)$$

式中，SAR为服务面积比，SA为服务面积，TA为总面积。



(a) 市六区服务可达性 (b) 环城四区和远郊五区服务可达性 (c) 滨海新区服务可达性

图4：天津市小学步行服务可达性空间分布

天津市小学可达性的空间分布呈现“核心-边缘”的聚集形态，见图4。图4-a可知，市六区小学15分钟内服务可达性高，服务面积比为82.16%，30分钟几乎全覆盖，说明市六区小学空间布局均衡。图4-b可知，相较于市六区，环城四区和远郊五区15分钟内服务面积比为18.08%；30分钟内为51.25%，整体可达性一般，但各区核心部分（红色方框区域）可达性高。环城四区大部分地区30分钟内可达，远郊五区可达性有所降低。在远郊五区中，蓟州区和宁河区常住人口较少，可达性也相对较低，说明教育资源分布失衡。图4-c可知，滨海新区可达性中间部分偏高，与人口密度匹配；而西南、北部部分偏低，学校数量较少。15分钟服务面积比为16.19%，学生步行难度大；30分钟内为42.49%，需要采取其他交通方式。

表2：天津市小学步行可达性情况

分区	出行时间 (min)	服务面积 (km ²)	服务面积比 (%) r
市六区	0~10	107.76	58.91
	10~15	42.53	23.25
	15~30	30.42	16.63
	30~45	1.59	0.87
	45~60	0.63	0.34
环城四区和远郊五区	0~10	710.98	8.86
	10~15	740.48	9.22
	15~30	2662.64	33.17
	30~45	2325.19	28.96
	45~60	1588.59	19.79
滨海新区	0~10	92.18	8.21
	10~15	89.62	7.98
	15~30	295.43	26.30
	30~45	321.34	28.61
	45~60	324.62	28.90

四、讨论与结论

天津市小学教育资源在空间分布上表现出一种明显的空间聚集现象，即城市中心区与外围郊区之间存在显著的“核心-边缘”模式。

(1) “核心”市六区核密度最大，并以和平区为核心向外部逐渐降低；“边缘”环城四区、远郊五区以及滨海新区核密度呈现出逐渐减弱的趋势。核密度剖面分析表明核密度具有方向差异性，并且不同行政区商业和人口对于小学的影响具有差异性。

(2) 服务区可达性分析结果表明，市六区小学服务可达性很好，几乎实现30分钟全覆盖；环城四区和远郊五区整体可达性一般，环城四区大部分地区30分钟内可达，远郊五区可达性有所降低；滨海新区可达性较差，步行30分钟到达学校难度大，需要采取其他交通方式。这种“核心-边缘”的空间聚集形态导致天津市小学教育供需不均衡。

参考文献

- [1] 王秋成, 王力涛, 田风勋. 基于GIS模型的天津市教育资源公平性分析[J]. 测绘与空间地理信息, 2021, 44(01): 110-111+115.
- [2] 胡亚玲. 县城间小学教育资源配置均衡性预警系统的构建与应用[D]. 江西师范大学, 2018.
- [3] 李永超, 杨元飞, 李奕, 等. 首都基础教育均衡性评价模型设计与实现[J]. 地球信息科学学报, 2010, 12(05): 662-667.
- [4] 李萼. 西安市城区基础教育资源配置与空间布局的均衡性研究[D]. 西北大学, 2015.
- [5] Taylor R G, Causby V J F. Integrated Planning for School and Community: The Case of Johnston County, North Carolina [J]. Interfaces, 1999, 29(1): 67-89.
- [6] 刘庆芳, 程杨, 高卿, 等. 林芝市义务教育学校空间可达性及其布局多情景模拟[J]. 云南地理环境研究, 2023, 35(03): 1-14.
- [7] 方铁路, 闻鸿, 曾慕琳. 基于POI的公共服务设施核密度分析——以眉山市北部新城为例[J]. 中国水运(下半月), 2022, 22(03): 150-152+155.
- [8] 方远平, 陆莲芯, 毕斗斗, 等. 珠江三角洲港资服务业企业的空间格局及影响因素研究[J]. 地理科学, 2020, 40(09): 1421-1428.
- [9] 黄波. 基于可达性的城市基础教育设施布局研究[D]. 长江大学, 2023.
- [10] 张一帆, 景海涛, 王莉. 基于GIS的城市教育资源均衡性与优化研究[J]. 地理空间信息, 2020, 18(03): 55-60+7.