

# 基于POI的城市基础教育资源空间分布特征研究

## ——以湘潭市主城区为例

屈梦心

湖南科技大学, 湖南 湘潭

收稿日期: 2022年10月23日; 录用日期: 2022年11月22日; 发布日期: 2022年11月30日

### 摘要

基础教育资源的空间布局深刻影响教育公平与社会发展。基础教育资源的合理布局有利于促进教育公平, 提升资源利用效率, 是提升教育质量的基础。以湘潭市主城区雨湖区、岳塘区两区九类兴趣点(包括公共服务、居住)数据为基础, 运用标准差椭圆分析、核密度分析及空间相关性分析等方法, 对基础教育空间分布特征进行研究。结果发现: 1) 湘潭市主城区中学校分布呈“西北-东南”走向; 2) 与其他设施相比, 基础教育资源具有明显的局部集聚、总体散布的特征; 3) 基础教育资源与其他设施不存在显著关联, 其中与住宅布局联系最为紧密; 4) 各类设施之间在空间分布上存在较强相关性, 其中商务住宅与交通设施相关性最高。

### 关键词

教育设施, POI, 空间分布, 湘潭

# Research on the Spatial Distribution Characteristics of Urban Basic Educational Based on POI

## —Taking Main Urban Area of Xiangtan as an Example

Mengxin Qu

Hunan University of Science and Technology, Xiangtan Hunan

Received: Oct. 23<sup>rd</sup>, 2022; accepted: Nov. 22<sup>nd</sup>, 2022; published: Nov. 30<sup>th</sup>, 2022

## Abstract

The spatial distribution of basic educational resources has a deep impact on the educational equity and social development. The rational distribution of basic education resources is conducive to promoting education fairness and improving the efficiency of resource utilization, which is the basis for improving the quality of education. Based on the data of nine types of interest points (including public service and residence) in Yuhu District and Yuetang District, the main urban area of Xiangtan City, the spatial distribution characteristics of basic education resources are studied by using the methods of standard deviation ellipse analysis, nuclear density analysis and spatial correlation analysis. The results showed that: 1) The schools in the main urban area of Xiangtan City are distributed in a “northwest southeast” trend; 2) Compared with other facilities, basic education resources have obvious characteristics of gathering locally and dispersing as a whole; 3) There is no significant relationship between basic education resources and other facilities, among which it is most closely related to residential layout; 4) There is a strong correlation in the spatial distribution of various facilities, among which business residences have the highest correlation with transportation facilities.

## Keywords

Education Facilities, POI, Spatial Distribution, Xiangtan

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

城市基础教育资源是社会基本教育资源，其布局合理性影响着社会大众受教育的公平性与资源配置效率。近年来的“三孩”生育政策、“双减”政策将影响人口出生率、教育资源布局，提升居民对基础教育质量的重视程度。与此同时，随着城市化进程，城市的空间、人口布局均发生变化，其中基础教育资源布局呈现滞后性，空间呈现不均衡性，影响着基础教育资源的公平分布。

近年来，国内学者对城市基础教育资源空间布局开展了多样化研究。主要集中在三个方面：一是城市基础教育资源空间布局特征的研究，二是基础教育资源布局效率研究，三是对基础教育空间分布的影响因素的研究。空间布局特征方面，兰州市中心城区的基础教育资源呈现沿河谷条带状分布、组团式的东密西疏以及单位制属性特征[1]；大连市主城区中小学设施点均表现出东南多、西北少的空间分布态势[2]；西安市各类学校呈现出东北-西南方向，优质教育资源集中于中心区[3]。布局效率方面，重庆市基础教育空间均等发展导向明确、空间异质性客观存在[4]；兰州市中心城区小学的就学效率高，而远离各城区组团核心的街道小学的就学效率低[1]；西安市基础教育资源空间失配程度呈下降趋势[3]。影响因素方面，相关学者认为有城乡差距[5]、经济发展水平、当地的人口总量、基础教育办学规模和教师资水平等原因[6]。目前国内相关研究主要集中于宏观尺度及基础教育资源配置的空间布局上，对于基础教育资源与城市其他设施的相关性研究较少。湘潭市拥有悠久的工业历史，其工业布局经历了项目选址到综合发展，从工业基地到工业城市的转变，工业用地呈集中趋势[7]。各类设施、人口在空间上呈现迁移与流动，城市居民对基础教育资源的可达性与质量提出了更高要求。本文通过 POI 数据，精准获取湘潭市主城区基础教育资源空间分布格局，并研究与其他服务设施的关联性，以期为城市教育资源合理配置与

科学规划提供参考。

## 2. 研究区域与数据来源

湘潭市是长株潭城市群的主要城市之一，也是典型的老工业城市，位于 111°58'E~113°05'E，27°21'N~28°05'N，湘江穿城而过。2020 年，全市 GDP 2343.15 亿元，增长 3.8%，人均 GDP 为 8153.77 元，中心区人口下降 4.6%。本文研究其主城区，包括雨湖区和岳塘区，总面积 657.39 平方公里，总计 857,055 人。截至 2021 年，有小学 63 所，在校学生 69,286 人，中学 34 所，在校学生 46,746 人，小学和中学生师比分别为 22.99 和 12.41。

从狭义角度，本文将中小学认为基础教育资源。本文人口等数据来源为《湘潭市统计年鉴 2021》，POI 数据来源于 2022 年 6 月高德开放平台。POI 数据涉及科教文化、餐饮服务、购物服务、生活服务、体育休闲、医疗保健、商务住宅、公共设施，其中将科教文化分为基础教育和其他科教文化，故有九类数据，共计 32,864 条(图 1)。

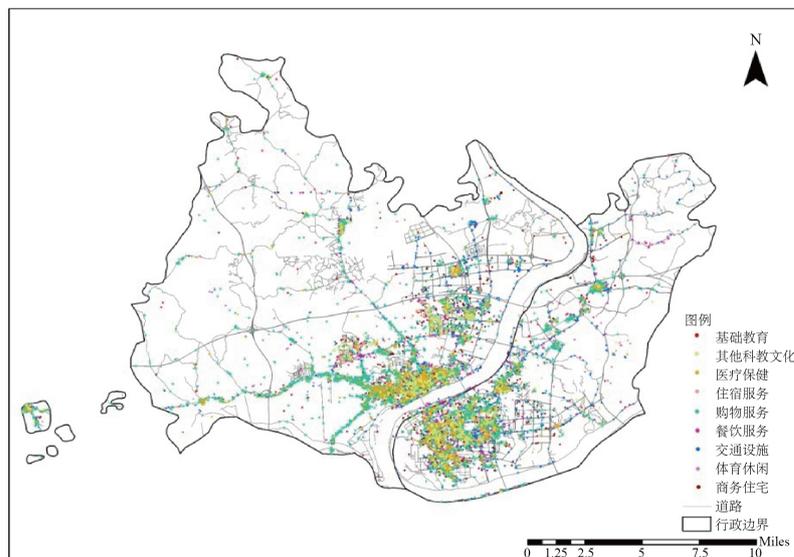


Figure 1. POI distribution in the main urban area of Xiangtan City

图 1. 湘潭市主城区 POI 分布情况

## 3. 研究方法

基于 POI 数据，本文通过标准差椭圆、核密度、空间相关性分析，探究湘潭市主城区基础教育资源空间分布特征。技术路线图如图 2 所示。

### 3.1. 标准差椭圆(Standard Deviation Ellipse)

标准差椭圆通过分析地理要素的空间分布，可总结出要素的方向趋势、平均中心，主要指标有长半轴、短半轴、方位角、中心点。椭圆的长半轴表示数据的分布方向，短半轴表示数据的聚集程度，方向角表示正北方向与椭圆长半轴的顺时针方向夹角，中心点表示数据的平均中心。本文通过此方法分析湘潭市主城区基础教育资源的方向性与集聚性。椭圆中心计算公式[8]如下：

$$SDE_x = \frac{\sum_{i=1}^n w_i x_i}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$SDE_y = \frac{\sum_{i=1}^n w_i y_i}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

其中,  $(SDE_x, SDE_y)$ 代表椭圆的中心坐标,  $(x_i, y_i)$ 代表点  $i$  的坐标,  $w_i$ 表示权重;

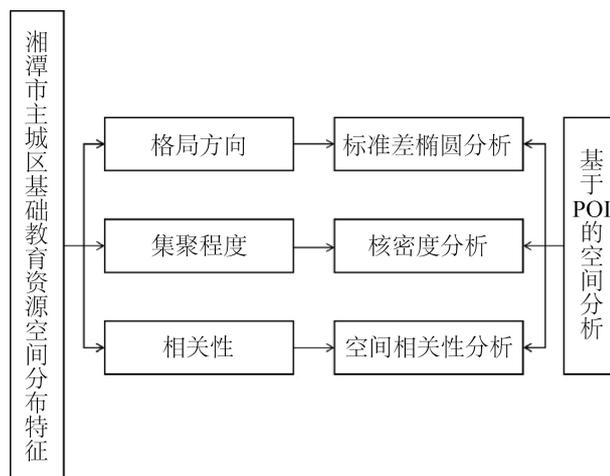


Figure 2. Technology roadmap  
图 2. 技术路线图

$$\tan \theta = \frac{\left(\sum_{i=1}^n w_i^2 \tilde{x}_i^2 - \sum_{i=1}^n w_i^2 \tilde{y}_i^2\right) + \sqrt{\left(\sum_{i=1}^n w_i^2 \tilde{x}_i^2 - \sum_{i=1}^n w_i^2 \tilde{y}_i^2\right)^2 + 4 \sum_{i=1}^n w_i^2 \tilde{x}_i \tilde{y}_i}}{2 \sum_{i=1}^n w_i^2 \tilde{x}_i \tilde{y}_i}$$

其中,  $\theta$ 为椭圆方位角,  $(\tilde{x}_i, \tilde{y}_i)$ 为点  $i = [(U_i - U_0)/U_0] / [(X_i - X_0)/X_0]$  的坐标与椭圆中心的偏差;

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (w_i^2 \tilde{x}_i \cos \theta - w_i^2 \tilde{y}_i \sin \theta)}{\sum_{i=1}^n w_i^2}}$$

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (w_i^2 \tilde{x}_i \sin \theta + w_i^2 \tilde{y}_i \cos \theta)}{\sum_{i=1}^n w_i^2}}$$

其中,  $\sigma_x$ 、 $\sigma_y$ 分别为椭圆长半轴、短半轴的长度。

### 3.2. 核密度(Kernel Density Estimation)

核密度分析通过分析地理信息在单位面积的分布密度,反映要素在空间的集聚程度[7]。本文通过对九种要素的核密度分析,使湘潭市各类服务设施的空间分布特征可视化。空间位置  $x$  的核密度函数公式[9]如下:

$$p_i = \frac{1}{n\pi R^2} \times \sum_{j=1}^n k_j \left(1 - \frac{D_{ij}^2}{R^2}\right)^2$$

其中,  $n$ 表示样本数量,  $k_j$ 为要素  $j$  的空间权重,  $D$ 表示点  $i$  与样本观测点  $j$  的距离,  $R$ 表示搜索半径。

### 3.3. 空间相关性分析(Spatial Correlation)

通过对两个或多个具有相关性的变量进行分析,获得变量之间的联系程度,可分为正相关、不相关

与负相关。空间相关系数在 0~1 时，表示变量之间存在关联，越接近于 1，相关性越大[9]。本文利用空间相关性分析方法得出九类元素的空间分布相关性程度。Arcgis 中使用皮尔逊相关系数(Person Correlation Coefficient)进行空间相关性分析，对不同图层间相同相元大小的栅格进行分析，公式[8]如下：

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

其中， $n$  表示样本数量， $x_i$ ， $y_i$  分别代表变量  $x$ ， $y$  对应  $i$  点观测值， $\bar{x}$  是  $x$  样本平均数， $\bar{y}$  是  $y$  样本平均数。

## 4. 湘潭市主城区基础教育资源的空间分布

### 4.1. 空间分布态势

利用 Arcgis 方向分析及平均中心工具，分别获取小学和中学标准差椭圆及其中心。由图 3、图 4 可知，小学和中学的空间方向呈“西北 - 东南”。通过测量，小学标准差椭圆长半轴、短半轴分别为 8.72 km、5.9 km，中心坐标为 112°54'00"E，27°52'9"N；中学标准差椭圆长半轴、短半轴分别为 11.2 km、5.9 km，中心坐标为 112°53'24"E，27°52'50"N。二者中心相近，均位于湘潭站以西，代表着湘潭市主城区基础教育设施点集中于城区南部。中学标准差椭圆的方位角、扁率均大于小学，说明湘潭市中心城区小学的空间布局方向性较弱，空间分布相对公平。

由图 5 可知，九类设施点平均中心均集中于湘江北岸雨湖区，距离较近。其中基础教育、住宿服务、交通设施的平均中心偏北。

### 4.2. 空间分布差异

如图 6，应用核密度分析法，进一步对湘潭市主城区九类设施进行分析，探究各类设施的空间分布集聚与分散特征。

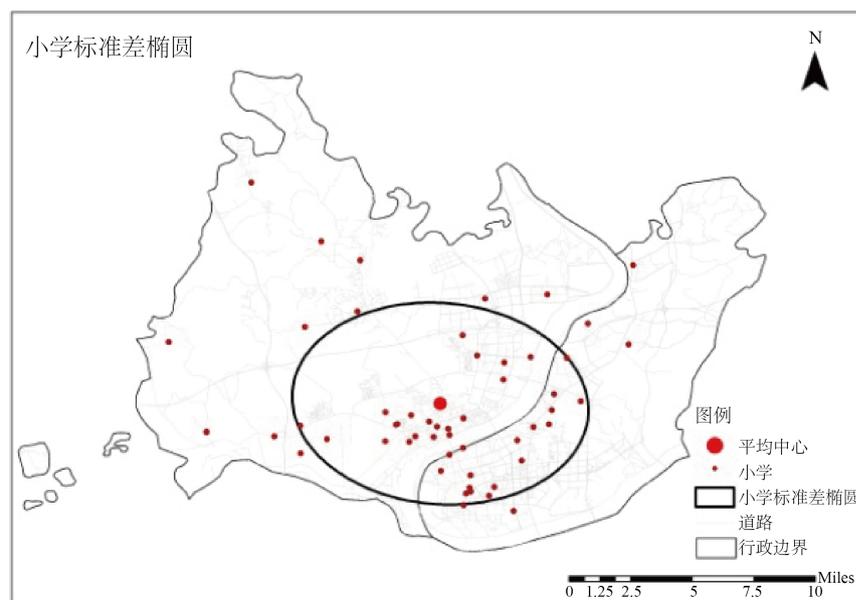


Figure 3. Primary standard deviation ellipse

图 3. 小学标准差椭圆

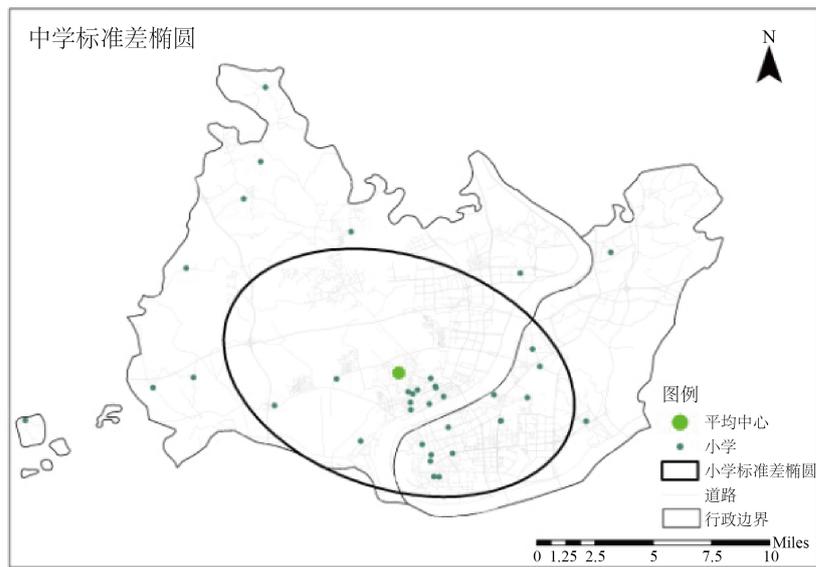


Figure 4. Secondary standard deviation ellipse  
图4. 中学标准差椭圆

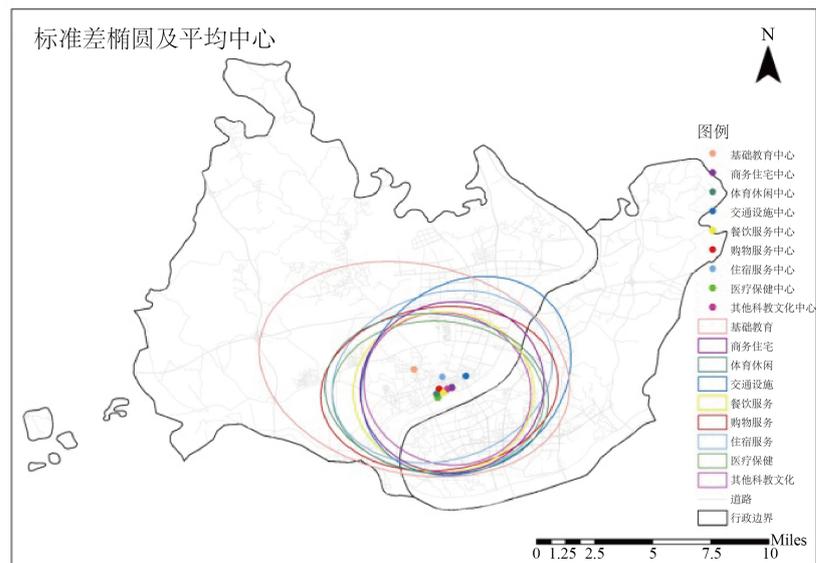
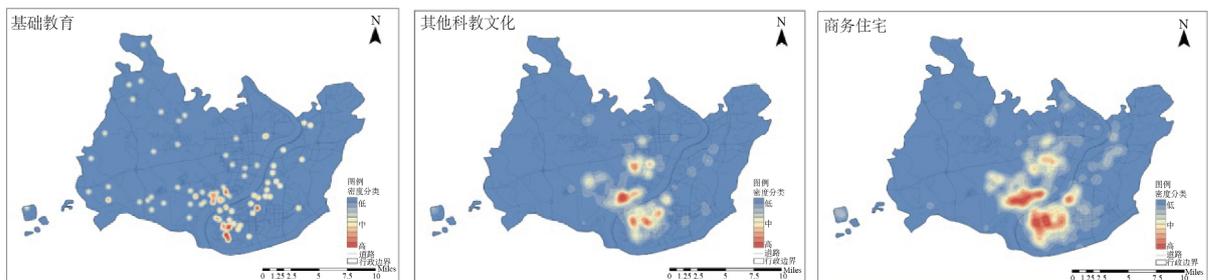
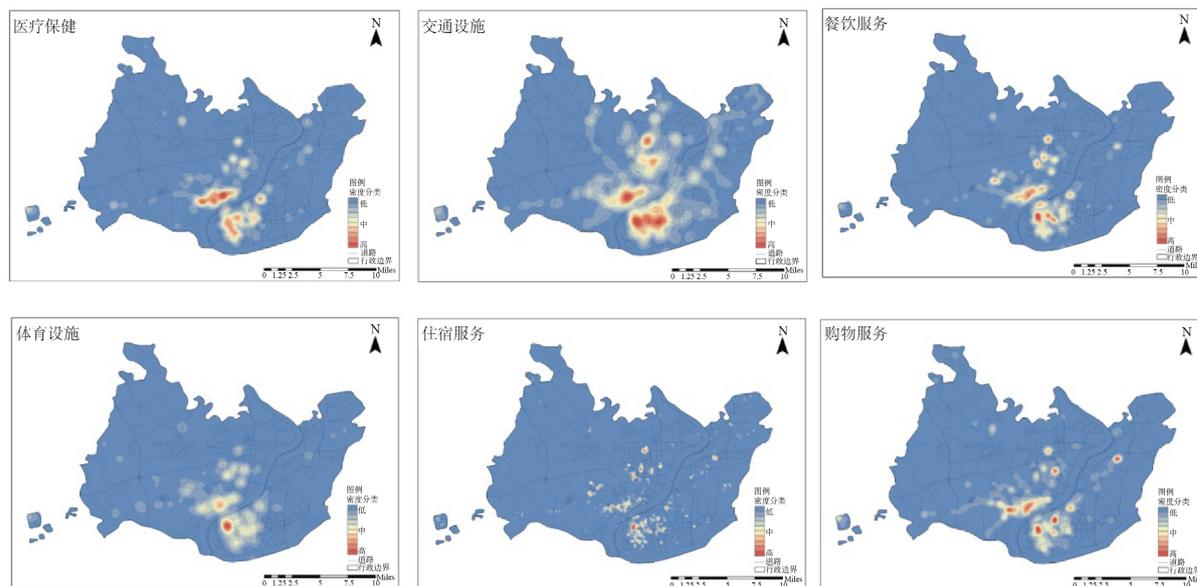


Figure 5. The ellipse-level average center of the standard deviation of facilities in the main urban area of Xiangtan City  
图5. 湘潭市主城区设施点标准差椭圆级平均中心





**Figure 6.** Analysis of core density of facilities in the main urban area of Xiangtan City

**图 6.** 湘潭市主城区设施点核密度分析

**基础教育资源分布情况：**基础教育资源空间分布集聚性较不明显，分布较均匀，中心区密度值较高，外围区较低。相对于雨湖区，岳塘区的基础教育分布集聚更明显，最高值出现在岳塘区湘钢以东居住区。受工业区影响，此处工人众多、居民点密集，小学、中学密度大，有湘钢一中、湘机小学、湘潭电机子弟中学等，形成兴趣点的集中地。

**其他科教文化分布情况：**其他科教文化包括图书馆、文化宫、培训机构、科教文化场所等，对于教育质量提升有辅助作用，主要分布在以湘潭一桥为中心的核心区两侧，外围区密度极少，集聚效应明显。最高值出现在建设北路，湘潭市文化市场综合执法局，此处科教文化资源丰富。

**商务住宅分布情况：**商务住宅包括家属院、居住小区、公寓、宿舍楼等居民点，分布较广，空间分异明显。主要在雨湖区湖南科技大学、九华经济技术开发区红旗社区、湘潭大学、岳塘区河东大道以南。最高值出现在湘潭一桥以北建设北路段，与其他科教文化吻合，说明此处是湘潭市中心城区生活、文化中心。

**医疗保健分布情况：**空间格局与商务住宅相近，说明医疗资源与居民点有密切关系。最高值出现在雨湖区湘潭市中心医院，湘潭市中心医院与湘潭市第二人民医院形成局部连片，此处医疗优势明显。

**交通设施分布情况：**交通设施沿道路发展趋势明显，呈现东南密、西北疏的格局。受长潭西高速、京港澳高速、沪昆高速影响，交通点沿高速形成三条轴线。其中南北走向的长潭西高速影响最为显著，密度值较高点在主城区形成南北带状，串联湘潭北站、九华工业园区、湘潭长途汽车站、步步高广场、湘潭汽车东站。

**餐饮服务分布情况：**餐饮服务以湘潭大学、湖南科技大学、九华工业园区、基建营、湘钢居住区、电厂新村居住区为中心，形成了聚集点。主分布在商业区以及居住区，沿道路发展特征明显，分布范围广。

**体育休闲分布情况：**体育休闲设施空间分异较明显，形成“中间多、外围少”的格局。最高值出现在建设南路华隆步步高，体育休闲设施集聚明显。

**住宿服务分布情况：**住宿服务未形成大规模集聚效应，最大值出现在九华工业园区、湖南科技大学、

湘潭汽车西站、华龙步步高。大部分规模较小，零散分布。

购物服务分布情况：购物服务集中在中心区南部湘江沿岸，横向效应较明显，沿 320 国道与河东大道发展。最大值出现在湘潭汽车西站、基建营、华隆步步高、中天家居广场。

### 4.3. 空间关联性分析

如图 7，基础教育与其他设施点并未显著联系，整体分布较为公平。受工业布局影响，局部形成集聚，如湘钢以东居住区。住宿服务与其他设施联系较一般，主要与餐饮联合布置，原因是住宿服务的服务对象并非本地居民，集聚并不能增加效益。剩余公共服务设施、商务住宅之间联系较紧密。餐饮服务、商务住宅与其他设施联系最紧密，表明餐饮是其他设施依赖度较大的设施，居民点是其他设施布置的主要依据。

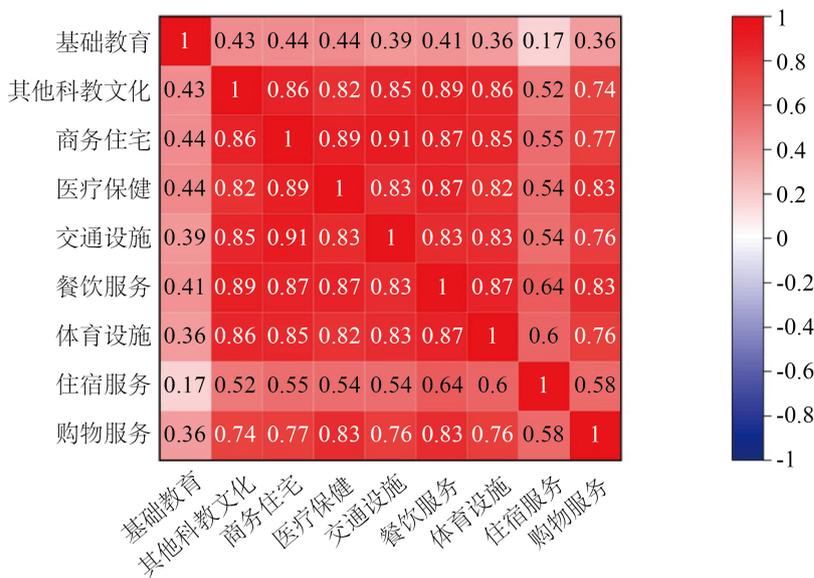


Figure 7. Correlation analysis  
图 7. 相关性分析

## 5. 结论与讨论

### 5.1. 结论

本文充分发挥 POI 数据的准确度与实时性，以湘潭市主城区为研究范围，探究基础教育资源分布特征及其与周边设施的关联性，得出以下结论。

#### 5.1.1. 空间分布态势

通过标准差椭圆分析，得出湘潭市基础教育资源呈现南多北少、中间多四周少的分布特点。中小学校的平均中心相近，均位于湘潭站以西。总体方向呈“西北 - 东南”态势，小学分布相对中学公平。其他设施标准差平均中心相近，均位于雨湖区湘江北岸。设施点多分布于湘江两岸，受河流方向影响，分布态势与基础教育资源不同，大致呈“东西向”或“东北 - 西南”方向，大多集聚程度明显。

#### 5.1.2. 空间聚集程度

基础教育资源总体空间集聚程度不明显，为中心区集聚，外围区散布的格局。受老工业基地影响，

湘钢周边居民点分布多,小学、中学较密集,形成集聚中心。外围地区密度低,空间分布较均匀。与教育紧密相关的其他科教文化设施集聚性明显,呈现“中间多、两侧少”的格局,特别是西部乡村地区,极少有设施点分布。

### 5.1.3. 空间关联性

教育资源与其他设施点没有明显关联,具有相对独立性,反映了一定的公平性。其中,与其他科教文化、医疗保健、商务住宅关联性最大,说明湘潭市基础教育布局考虑了与周围其他教育资源联立,提高资源利用效率;距离居民点近,利于缩小上学通勤距离;提升医疗资源覆盖程度。

## 5.2. 讨论

与其他设施相比,湘潭的基础教育资源空间分布较均匀,呈总体散布,局部集聚格局。作为典型的老工业城市,湘潭的基础教育资源分布受老工业基地影响显著,老工业基地基础教育资源较健全,而九华经济开发区、岳塘经济开发区、高新技术产业开发区等新型工业园区的基础教育资源呈现滞后状态。基础教育资源布局落后于工业格局调整。在“三孩生育”与“双减”政策背景下,要及时调整基础教育空间布局,科学规划中小学规模,以应对即将到来的入学高峰。

作为城市实体在地理空间的抽象表达,POI本身只具备经纬度信息,缺少地理实体的属性信息,对于POI在城市空间权重对城市空间结构的影响,值得下一步继续深入探索[9]。基于POI数据,单从位置角度分析,未考虑基础教育资源规模,存在一定缺陷。本文选取的数据种类基于高德开放平台提供的分类方法,选取其中八种以解释空间格局,对于城市空间的探索,仍需扩大至更大范围以及更多典型城市以寻找普遍规律。

## 参考文献

- [1] 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. <https://doi.org/10.13448/j.cnki.jalre.2017.008>
- [2] 丛雪萍, 李雪铭, 田深圳, 宫一路. 基于POI的城市义务教育资源空间分布特征研究——以大连市主城区为例[J]. 教育教学论坛, 2021(40): 5-9.
- [3] 张祎阳. 西安市基础教育资源空间失配及时空演化研究[D]: [硕士学位论文]. 西安: 西安建筑科技大学, 2018.
- [4] 罗静, 沙治慧. 均等化视角下义务教育资源空间演化及适配度研究——以重庆市中小学为例[J]. 重庆社会科学, 2022(3): 6-25. <https://doi.org/10.19631/j.cnki.css.2022.003.001>
- [5] 刘小帅, 王玉清, 任新成. 城乡义务教育不公平原因及对策分析研究——以陕北地区城乡义务教育学校调查为例[J]. 教育界, 2021(29): 30-32.
- [6] 张青. 河北省义务教育资源配置效率及其影响因素研究[D]: [硕士学位论文]. 乌鲁木齐: 新疆财经大学, 2020. <https://doi.org/10.27428/d.cnki.gxjc.2020.000079>
- [7] 廖美中. 湘潭市城市发展过程中工业布局的演变研究[D]: [硕士学位论文]. 湘潭: 湖南科技大学, 2016.
- [8] 杨子江, 何雄, 张堃, 张军. POI视角下的外卖与城市空间关联性分析研究——以昆明主城区为例[J]. 城市发展研究, 2020, 27(2): 13-17.
- [9] 张家旗, 刘晏男, 宋斌玢. 基于POI数据的郑州市主城区生活服务业空间分布特征研究[J]. 世界地理研究, 2022, 31(2): 399-409.