

基于多尺度空间分析的宜宾市学前教育资源集聚特征与影响因素研究

张家瑶, 喻涛

西南医科大学人文与管理学院, 四川泸州

摘要: 学前教育资源的合理配置是教育普惠优质均衡发展的基础。通过探究宜宾市学前教育资源的空间分布特征及影响因素, 为宜宾市学前教育资源配置提供科学依据与决策支持。以最近邻指数法、地理集中指数、核密度分析、探索性空间分析以及地理探测器为研究方法, 分析宜宾市学前教育资源的空间分布类型、均衡度、核密度特征以及影响因素, 结果显示, 宜宾市学前教育资源空间分布呈集聚特征, 呈现“一核多点”的空间分布格局, 以宜宾主城区为高密度核心区, 其余区(县)呈多中心散布。除高县学前教育资源表现出明显的“低-高”空间集聚模式, 其他区(县)学前教育资源空间分布呈随机状态。同时, 经济发展水平和政策因素对学前教育资源配置具有重要影响, 并且所有因子交互作用后影响力显著增强。

关键词: 空间分布; 学前教育; GIS

Research on the Characteristics and Influencing Factors of Preschool Education Resource Agglomeration in Yibin City Based on Multi-scale Spatial Analysis

Jia-Yao Zhang, Tao Yu

School of Humanities and Management, Southwest Medical University, Luzhou, Sichuan

Abstract: Rational allocation of preschool education resources is the foundation of inclusive, high-quality and balanced development of education. By exploring the spatial distribution characteristics and influencing factors of preschool education resources in Yibin City, we provide a scientific basis and decision support for the allocation of preschool education resources in Yibin City. Using the nearest-neighbor index method, geographic concentration index, kernel density analysis, exploratory spatial analysis and geographic detector as the research methods, we analyzed the spatial distribution type, balance, kernel density characteristics and influencing factors of preschool education resources in Yibin City, and the results showed that the spatial distribution of preschool education resources in Yibin City is characterized by agglomeration, presenting a “one-core-multipoint” spatial distribution pattern. The results show that the spatial distribution of preschool education resources in Yibin City is characterized by agglomeration, presenting a “one-core-multi-point” spatial distribution pattern, with Yibin's main urban area as the high-density core area, and the rest of the districts (counties) scattered in multiple centers. Except for Gao County, where preschool education resources show an obvious “low-high” spatial agglomeration pattern, the spatial distribution of preschool education resources in other districts (counties) is random. At the same time, the level of economic development and policy factors have an important influence on the allocation of preschool education resources, and the influence of all factors is significantly increased after the interaction.

Keywords: Spatial Distribution; Preschool Education; GIS

1 引言

合理配置资源是推动学前教育普及普惠安全优质发展的基本保障。[1]党的二十大报告提出优化区域教育资源配置和强化学前教育、特殊教育普惠发展的目标[2]，力图解决普惠性资源区域性不平衡、结构性短缺的矛盾，健全普惠性学前教育保障机制。[3]当前，从空间布局分析普惠性学前教育资源的适配性、对标学前教育优质均衡发展目标的研究相对较少。科学预判并灵活调整教育资源空间布局，推动城乡间、区域间学前教育优质均衡发展方面的工作尚处于起步阶段。[4]基于已有研究，本文从空间地理角度分析宜宾市学前教育资源空间分布特征，并运用地理探测器分析主要驱动因素，期望为西南地区市级学前教育资源科学合理配置提供科学依据和决策支持。

2 研究区概况及数据来源

2.1 研究区概况

宜宾市位于四川盆地南缘，地处云贵川三省结合地，是金沙江、岷江、长江的三江交汇处。全市辖3区7县，总面积13283平方千米，2023年末全市户籍总人口547.5万人。市境东邻泸州市，南接云南昭通地区，西接凉山彝族自治州和乐山市，北靠自贡市，东西最大横距153.2千米，南北最大纵距150.4千米。

2.2 数据来源

研究数据包括两大类：(1)宜宾市学前教育资源POI数据。以高德地图为数据源，通过网络爬虫得到，截止日期是2023年9月。高德地图以“幼儿园”为检索类别，采集宜宾市三区七县范围内学前教育资源POI数据，相关信息包括幼儿园的名称、地址、wgs84_lng(经度)、wgs84_lat(纬度)、行业大类、行业子类等，获取数据17928条。同时，参考各区(县)政府官网发布的2023年秋季幼儿园基本信息公示表，对数据进行核对、清洗，将重复数据、幼儿园附属项目部以及其他科教文化场所予以手动剔除，最终得到有效数据852条(含建设中的幼儿园)，所得数据与《宜宾市2023年国民经济和社会发展统计公报》中公布的855所基本一致。(2)社会经济数据。相关经济、人口、交通等数据均来自《宜宾市2023年统计年鉴》；人口数量为2022年年末常住人口；房价数据采用年鉴中各区(县)商

品房销售额与商品房销售面积的比值(元/m²)。

2.3 指标选取

参考已有研究[5-7]，学前教育资源的空间分布除受地形地貌影响外，还与经济、人口、政策和交通等密切相关。(1)经济因素。主要以房价、GDP以及一、二、三产占地区GDP比重表示。GDP能比较直观的反映地区经济水平，一、二、三产业占地区GDP比重反映产业结构。(2)人口因素。用常住人口数量、人口密度和学前适龄人口数量表示。

(3)政策因素。采用教育经费表示，教育经费投入在一定程度上反映出当地政府对教育是否重视。(4)交通因素。采用公路总里程表示交通条件，交通是否便捷在很大程度上影响着家长的选择。(5)教育资源采用学校教师数量表示。最终从经济、人口、政策、交通、教育资源5个维度选取11个指标作为宜宾市学前教育资源空间分布的主要影响因子。

3 研究方法

3.1 最近邻指数法

将学前教育资源在空间上视为点状要素的形态呈现，其分布形式通常有以下3种：集聚、随机和均匀分布[8,9]。最近邻指数法可以测算和评估宜宾市幼儿园在地理空间中相互邻近的程度，进而反映其空间分布类型。计算公式如下：

$$d_i = \frac{1}{2} \sqrt{n/S} \quad (1)$$

$$R = \frac{d_j}{d_i} \quad (2)$$

式(1)和(2)中： d_i 为预期平均距离； d_j 为平均观测距离； n 为学前教育资源数量； S 为研究区域面积； R 为最近邻指数。当 $R=1$ 时，表明宜宾市学前教育资源的分布类型为随机分布型；当 $R>1$ 时，趋于均匀分布型；当 $R<1$ 时，趋于集聚分布。

3.2 地理集中指数

最近邻指数法是从总体的角度出发反映点状要素的聚集性或分散性[10,11]，用地理集中指数则主要是分析点宜宾市学前教育资源空间分布的集中程度和均衡情况。

$$G = 100 \times \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (p_i)^2}{Q}} \quad (3)$$

式(3)中： G 为地理集中指数； P_i 表示第 i 个区(县)学前教育资源的个数； Q 为宜宾市学前教育资源的总数； n 表示区(县)的个数。 G 的取值是

[0,100], 当 G 值越大, 则代表资源越集中于某一区(县); G 值越小, 则代表分布越分散。

3.3 核密度分析

核密度分析可以直观反映空间点位在一定区域内出现的概率事件, 可以更好地揭示宜宾市学前教育资源空间分布的集聚特征[12, 13]。核密度估计值越大, 表示点位要素的集聚程度越高、分布越密集, 反之则表示集聚程度越低、分布越稀疏。

$$f(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n k\left(\frac{x-x_i}{h}\right) \quad (4)$$

式(4)中: n 表示该邻域内点的个数; h 表示宽度, 且大于零; $x - x_i$ 为估值点 x 到数据点 x_i 的距离; $k\left(\frac{x-x_i}{h}\right)$ 表示核函数; $f(x)$ 为核密度函数, 其值越大, 则说明学前教育资源的分布越密集。

3.4 探索性空间数据分析

结合文献[14, 15], 本研究分别采用全局 Moran's I 指数和局部 Moran's I 指数对宜宾市学前教育资源配置进行探索性空间数据分析, 分别从整体和局部来反映整体的空间依赖性及各区县与邻域间的空间异质性。全局 Moran's I 指数的取值范围为 (-1, 1), 当 I>0 时, 表示空间正相关, 值越大, 空间相关性越明显; 当 I<0 时, 表示空间负相关, 值越小, 空间差异越大; 当 I=0 时, 表示空间呈随机性。局部 Moran's I 指数绘制 LISA 聚类图, 共分为 4 种空间集聚类型: H-H (高高聚集)、H-L (高低聚集)、L-H (低高聚集)、L-L (低低聚集)。

4 宜宾市学前教育资源空间集聚特征

4.1 空间分布概况

表 1 学前教育资源数占比

区(县)	学前教育资源数量(个)	占比/(%)
翠屏区	157	18.4%
南溪区	68	8.0%
叙州区	135	15.8%
江安县	61	7.2%
长宁县	84	9.9%
高县	84	9.9%
珙县	85	10.0%
筠连县	81	9.5%
兴文县	63	7.4%
屏山县	34	4.0%
合计	852	100%

由表 1 可见, 翠屏区、叙州区两个区学前教育

资源比较丰富, 超过 1/3 的学前教育资源位于这两个区; 南溪区、屏山县两个区学前教育资源相对较少, 占比分别为 7.3%、4%; 其他几个区县学前教育资源占比在 8%-10%之间。

4.2 空间分布类型

通过 ArcGIS10.8 得出最近邻指数 $R=0.635406<1$, $Z=-19.050653<-1.645$, $p<0.01$, 表明宜宾市学前教育资源空间分布趋于集聚分布。同时, 运用公式(3)计算得出宜宾市学前教育资源的地理集中指数 $G=33.89$ 。将 852 处学前教育资源平均分布于三区七县, 则各区(县)的学前教育资源平均数为 85.2, 此时地理集中指数 $G_0=31.62$, $G>G_0$, 表明宜宾市学前教育资源在各区(县)分布均衡性较差。

4.3 空间密度特征

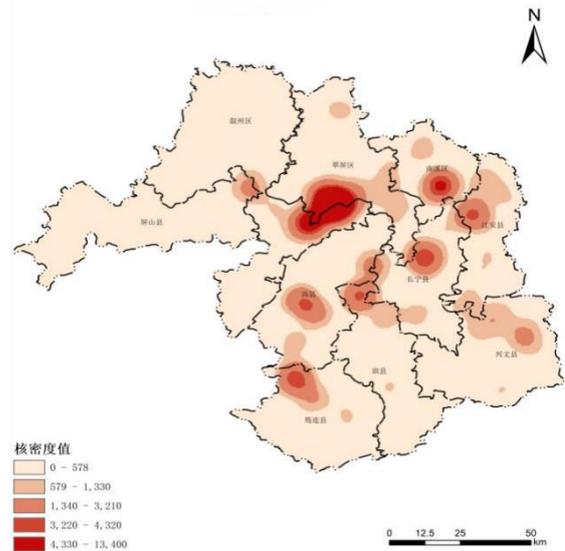


图 1 宜宾市幼儿园核密度图

利用 ArcGIS10.8 核密度分析工具对宜宾市学前教育资源进行核密度分析。如图 1 所示, 宜宾市学前教育资源在空间结构上呈“一核多点”的空间结构。“一核”是在翠屏区南部和叙州区东部的交界处, 形成明显高密度区。翠屏区南部与叙州区东部交界处为宜宾市主城区, 是金沙江、岷江、长江的三江汇合点, 中心城区经济相对较发达且人口稠密, 核密度值在 4330-13400。“多点”则是在其余区(县)呈多中心散布的空间分布格局, 表现为多个次级中心零散分布于东南部周边各区(县), 且核密度分布峰值中心相对独立, 其密度值由中心向外围递减, 表现为面状扩散发展模式。同时, 位于宜宾市西部

的屏山县和东南部的兴文县核密度值相对最低，集聚规模较小且波动不明显，数值在 0-578 之间，两个县面积相对较大，区域内幼儿园数量较少，分布比较分散。

4.4 探索性空间数据分析

4.4.1 全局莫兰指数

利用 Geoda 软件,采用 Queen Contiguity 算法,对宜宾市各区县的学前教育资源配置进行全局 Moran's I 指数计算,探究宜宾市学前教育资源配置全局空间集聚特征。结果显示,宜宾市学前教育资源配置的全局 Moran's I 指数对应的 Z 值未超过 1.96,且均未能通过 5%的显著性检验。表明宜宾市各区县学前教育资源空间分布呈随机状态,空间自相关性不显著。

4.4.2 局部莫兰指数

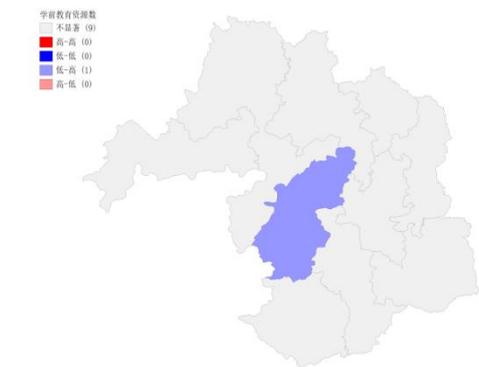


图 2 宜宾市学前教育资源 LISA 聚类图

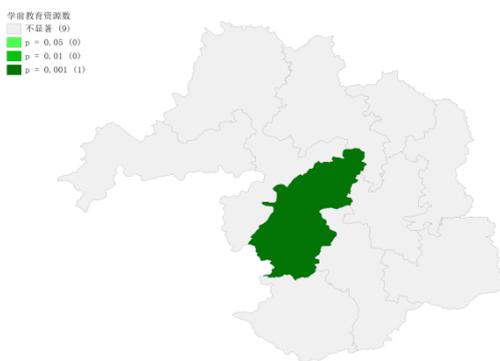


图 3 宜宾市学前教育 LISA 显著性图

为进一步识别宜宾市学前教育资源局部空间分布态势及平稳性,并确定其显著性水平,本文利用 Geoda 软件分析宜宾市学前教育资源 LISA 聚集图和显著性水平图。结果显示,宜宾市大部分地区未出现显著的空间异质性,仅高县学前教育资源表现出明显的“低—高”空间聚类模式(图 2)。通过 5%

的显著性检验,呈现出空间上的异质特征(图 3)。表明高县地区学前教育资源受相邻区县高水平学前教育资源影响,使得地区的学前教育资源配置相对较低。

5 宜宾市学前教育资源空间分布特征的影响因素

5.1 自然因素

利用 ArcGIS10.8 软件将收集到的 852 处学前教育资源以点状要素可视化的形式标注在宜宾市地形图上,生成宜宾市学前教育资源空间分布图(图 4)。由图 4 可知,宜宾市地形整体呈西南高、东北低态势。西部地区为大凉山余脉,有海拔 2004 米的屏山县五指山,南部为云贵高原北坡,有海拔 1795 米的兴文县仙峰山及海拔 1777 米的筠连县大雪山等,多为山地地形,地势较高且落差大。东南部位于四川盆地南缘,三江在此汇合,地形以丘陵、平原为主,学前教育资源相对较多。西南部的山地地形地势陡峭,学前教育资源相对较少。整体来看,宜宾市学前教育资源数量随着海拔升高而递减。

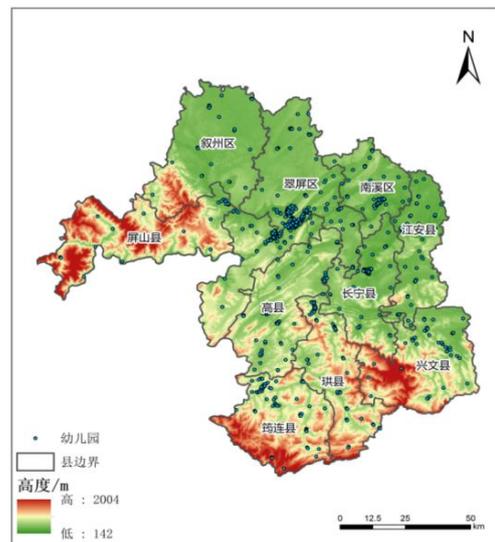


图 4 宜宾市学前教育资源空间分布图

5.2 人文因素

本文采用地理探测器中的因子探测及交互作用探测来分析宜宾市 852 个幼儿园空间分布的影响因素及交互作用。影响因子包括房价(X_1)、GDP(X_2)、一产占地区 GDP 比重(X_3)、二产占地区 GDP 比重(X_4)、三产占地区 GDP 比重(X_5)、人口数量(X_6)、人口密度(X_7)、学前适龄人口(X_8)、教育经费(X_9)、公路总里程(X_{10})、教师数量(X_{11})。

5.2.1 最优参数选择

为进一步解释影响宜宾市学前教育资源空间分布的驱动因素，从运用地理探测器的过程中筛选出空间数据离散的最佳尺度，并对宜宾市学前教育资源空间分布的分异特征进行因子探测和交互探测分析。首先运用自然断点法将分类等级设置为3~6类，从中筛选出q值最大的空间尺度作为地理探测器分析的参数。结果显示，不同的空间集散方式和不同的区间数量组合方式对q值有明显的影响变化。根据调试结果，一产占地区GDP比重(X₃)采用6分类为最优参数选择，其他因子则采用4分类为最优参数选择。

5.2.2 地理探测器结果分析

q值的大小表示因变量Y在多大程度上受自变量X的影响，q的值域是[0,1]。分异及因子探测结果发现(表2)：在置信度0.1水平下，除了三产占地区GDP比重(X₅)、人口密度(X₇)和教师数量(X₁₁)以外，其余因子对宜宾市幼儿园空间分布均有显著影响，尤其是一产占地区GDP比重(X₃)，解释力为0.953。总体来看，不同因子对宜宾市学前教育资源空间布局的影响力差异明显，由大到小为：经济因素>政策因素>交通因素>人口因素>教育资源因素，其中经济发展情况、政策倾向是宜宾市学前教育资源空间布局形成的主要因素，而交通、人口、教育资源等因素的影响力相对较弱。

表2 分异及因子探测结果

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁
q statistic	0.849	0.859	0.953	0.844	0.150	0.802	0.317	0.820	0.846	0.827	0.796
p value	0.055	0.047	0.024	0.057	0.861	0.100	0.680	0.079	0.058	0.070	0.106

交互探测用于识别不同风险因子X_s之间的交互作用，即评估因子X₁和X₂共同作用时是否会增加或减弱对变量Y的解释力，或这些因子对Y的影响是独立的。交互探测结果(表3)显示，交互作用类型均出现双因子增强，这说明所选取的11个因子中任意两个因子的交互力均大于单一因子的影响力，即各因子间交互的驱动作用对宜宾市学前教育资源空间分布特征解释力更强。具体来看，X₁∩X₅和X₇∩X₁₀的交互作用最强，q值均为1，表明房价与第三产业发展情况、人口密度与交通条件对宜宾市学前教育资源空间布局有显著影响。q值大于0.9的交互作用还有X₁∩X₂、X₃∩X₄、X₃∩X₅等39对

交互因子，显示双因子较单因子对宜宾市幼儿园的空间分布驱动作用更强的解释力。其中，在q值大于0.9的交互作用中X₃交互最为频繁，体现了第一产业发展水平对学前教育资源空间分布的重要作用。同时，X₅和X₇与其他因子的交互作用远高于单因子的解释力，三产占地区GDP比重和人口密度虽然单独作用于宜宾市学前教育资源空间分布特征的解释力较小，但与其他因子交互之后则具有较强解释力。

表3 交互探测结果

交互作用	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁
X ₁	0.849										
X ₂	0.947	0.859									
X ₃	0.981	0.969	0.953								
X ₄	0.949	0.885	0.958	0.844							
X ₅	1	0.987	0.987	0.967	0.150						
X ₆	0.881	0.886	0.981	0.866	0.980	0.802					
X ₇	0.968	0.893	0.987	0.913	0.581	0.915	0.317				
X ₈	0.981	0.959	0.969	0.959	0.921	0.954	0.987	0.820			
X ₉	0.966	0.959	0.969	0.959	0.943	0.971	0.987	0.868	0.846		
X ₁₀	0.874	0.971	0.981	0.951	0.980	0.846	1	0.954	0.971	0.827	
X ₁₁	0.879	0.967	0.969	0.948	0.967	0.860	0.987	0.872	0.872	0.860	0.796

6 结果与讨论

本研究以宜宾市852处学前教育资源为研究对象，采用最近邻指数、地理集中指数、核密度和探索性空间分析法探讨宜宾市学前教育资源空间分布特征，使用地理探测器分析影响宜宾市学前教育资源空间分布的因素。主要结论如下：

1. 宜宾市学前教育资源呈集聚型分布，呈现出“一核多点”的空间分布结构，以宜宾市主城区为高密度核心区，其余区(县)呈多中心散布。“一核”是在翠屏区南部和叙州区东部的交界处，形成明显高密度区，其密度呈圈层式递减，“多点”则是在其余区县呈多中心散布的空间分布格局。

2. 宜宾市各区(县)学前教育资源的空间分布是随机状态，空间自相关性不显著，大部分地区未出现显著的空间聚类现象，仅高县学前教育资源表现出明显的“低—高”空间集聚模式。

3. 从自然因素层面来看，地势相对平坦的区域是学前教育资源分布密集的地区；从人文因素层面来看，经济发展水平、政策倾向是宜宾市学前教育资源空间分布形成的主要因素，而交通、人口、教育资源等因素的影响力相对较弱。同时，双因子交互作用的影响力均显著增加。三产占地区GDP比重和人口密度虽然单独作用于宜宾市学前教育资源

源空间分布特征的解释力较小,但与其他因子交互之后则具有较强解释力。特别三产占地区GDP比重与房价交互,人口密度与公路总里程交互的解释力显著提升。

学前教育是国民教育体系的重要组成部分,具有基础性和先导性的作用。宜宾市着力推进城乡一体化的总体战略,旨在进一步提高学前教育普及普惠水平,进一步健全覆盖城乡、布局合理、公益普惠的学前教育公共服务体系,加快各区(县)学前教育事业的发展。本研究基于多尺度空间分析宜宾市学前教育资源的集聚特征与影响因素,旨在为宜宾市学前教育资源的合理布局和普惠发展提供一种新的视角,为宜宾市政府更合理更科学地发展学前教育事业。

致谢

本文获得基金项目:泸州市文化建设研究中心项目(项目编号:JD-WH2415)的支持。

参考文献

- [1] 魏萍,颜家琴,王耀华.我国学前教育资源配置研究的热点前沿与发展趋势——基于知识图谱的可视化分析[J].贵州师范学院学报,2024,40(04):24-33.
- [2] 习近平.高举中国特色社会主义伟大旗帜为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗——在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告[N].人民日报,2022-10-26(01).
- [3] 安超,巴音,阳科峰,张继艳.2020—2035年北京市学前教育学龄人口变动趋势及教育资源配置预测研究[J].北京教育学院学报,2024,38(04):21-27.
- [4] 徐艳贞,蓝晨,冯婉楨.优质均衡视域下区域普惠性学前教育资源的空间布局优化研究[J].新疆师范大学学报(哲学社会科学版),2024,45(06):145-153.
- [5] 张小东,韩昊英,刘爽,等.中国教育设施空间分布特征及其影响因素[J].地域研究与开发,2022,41(04):19-25.
- [6] 曾浩淼,张学敏,任启琳,等.职业教育资源分布影响因素及空间均衡性研究[J].地理学报,2022,77(12):3180-3193.
- [7] 张虹,郭恩雪,冉争锋,等.重庆市教育资源空间格局及影响因素研究[J].价值工程,2020,39(33):238-240.
- [8] 何阳阳.河南省文化旅游资源空间分布及影响因素研究[J].商丘师范学院学报,2023,39(03):50-56.
- [9] 周柳,杨娟.广州市文旅资源空间分布特征与融合开发模式[J].广州城市职业学院学报,2021,15(04):39-45.
- [10] 韩瑛,贾林雨,张成莉,等.山西省古建筑文化旅游资源空间分布特征及影响因素研究[J].干旱区资源与环境,2021,35(01):196-202.
- [11] 王航,许李欢.粤东、粤北A级旅游景区分布格局及空间相关性分析[J].韩山师范学院学报,2023,44(06):79-90.
- [12] 丛雪萍,李雪铭,田深圳,等.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.
- [13] 赵琳,严仲连.教育公平视域下普惠性学前教育资源的空间布局研究——基于L省P县GIS技术分析[J].湖北社会科学,2023,(01):145-153.
- [14] 王子钜,罗仕伟,罗勇军.基于地理探测器的西藏床位资源时空分布及影响因素分析[J].医学信息,2023,36(07):17-21+35.
- [15] 朱欣叶,钱爱兵.我国中医药人力资源的空间特征及动态演进[J].中国卫生政策研究,2023,16(11):75-81.

Copyright © 2024 by author(s) and Global Science Publishing 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