

基于 POI 数据的福州城区医疗资源空间格局及影响因素

陈心怡¹, 江冰莹¹, 邹佳绮¹, 旷开金¹, 邱海辉²

(1. 福建江夏学院金融学院, 福州 350108; 2. 福建江夏学院会计学院, 福州 350108)

摘要:以福州市主城区的医疗机构分布为研究对象,将主城区医疗资源分为 5 类,基于各类医疗资源兴趣点(POI)数据,采用核密度估计、标准差椭圆、地理探测器等地理空间分析方法,分析了福州市主城区医疗资源空间格局及影响因素,得出以下结论:①福州市主城区医疗资源呈显著聚集状态,其中医疗保健集聚效应最强;同时,中心城区医疗资源分布不均衡,整体呈西北-东南走向,城区边界医疗资源明显较少。②福州市区医疗资源总体中心与各类别中心发生偏移,不同医疗机构中心偏移程度存在差异,诊所方向性最显著。③主城区医疗机构数量空间分异性受经济、人口、政府支持等因素共同影响,其中 15~59 岁、60 岁及以上人口占比、政府卫生健康支出占比影响最大。福州市医疗资源分布受多因素交互影响,各驱动因子交互作用对资源数量空间分异有更显著驱动作用。

关键词:医疗资源;空间格局;影响因素;兴趣点

中图分类号:F291 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2025)04-0288-09

随着人口和经济快速增长,人们对健康的重视程度也不断增加,城市医疗资源配置不均衡等一系列问题日益凸显,如何协调好城市之间以及城乡之间医疗资源分配不均衡问题已成为社会关注的焦点。党的二十大报告中指出,要持续深化医药卫生体制改革,促进优质医疗资源扩容和区域均衡布局,合理配置医疗资源是当前医疗卫生事业领域的重点关注问题。医疗资源是指提供医疗服务的生产要素的总称,医疗设施与服务是直接关乎人民健康生活的重要公共服务资源。随着社会经济的发展,关于医疗资源的空间分布影响因素也成为众多地理学家和环境学家研究的热点。医疗资源的空间合理分布是优化资源配置以及提高服务均等性的前提,也是衡量一个区域整体医疗服务水平的重要指标。因此,通过系统分析医疗资源空间分布及其影响因素,实现医疗资源合理配置与规划,对于提升医疗服务的覆盖广度与质量水平、缩减地区间医疗服务的差距具有重要意义。

空间格局概念最早由美国地理学家 Tobler^[1]提出,地理空间存在着复杂性和多样性,科学合理地

分析空间格局对于城市规划、环境科学等有着重要意义。兴趣点(point of interest, POI)是空间大数据分析的基础,近些年,POI 数据的出现带动了空间格局研究的改进^[2],相关领域学者基于 POI 数据研究公共服务设施^[3-5]、交通设施^[6-8]、道路网络结构^[9-11]等空间分布,也有学者对于医疗资源的分布进行深入探讨。从医疗资源的空间格局角度,王玥瑶等^[12]基于广义线性模型(generalize linear model, GLM),以中国 350 个城市 2014—2018 年的慢性肾病住院患者就诊记录为研究对象,分析不同地区之间患者跨区就医的空间分布特点及影响因素;Yu 和 Wang^[13]通过使用北京市跨区域住院病历数据,了解区域患者的特征与医疗服务的使用情形,对医院空间格局的利用进行深入的研究;张中浩等^[14]运用改进的两步移动搜索法,利用街道尺度进行测算上海市医疗资源的空间可达性;伏润得等^[15]运用开放街道图网络(open street map network, OSMN)数据、地理探测器等,探讨当前经济社会指标的时空分异特征;张苗苗等^[16]基于石家庄主城区医疗资源的 POI 数据,研究得出除了二级公立医

收稿日期:2024-08-05

基金项目:福建省自然科学基金(2023J011116);福建省社会科学青年基金(FJ2022C057);福建省财政厅项目(闽财指[2022]840号)

作者简介:陈心怡(2004—),女,福建宁德人,研究方向为资源环境统计;江冰莹(2004—),女,福建福州人,研究方向为资源环境;邹佳绮(2003—),女,福建福州人,研究方向为资源环境;通信作者旷开金(1988—),男,江西吉安人,博士研究生,副教授,研究方向为资源环境统计;邱海辉(1973—),男,福建莆田人,硕士,副教授,研究方向为应用统计与财务管理。

院,其他各类医疗机构在空间上呈现显著性聚集分布;陈江华等^[17]基于 POI 数据,利用核密度分析和两步移动搜索法,对老年医疗服务设施空间分布和可达性进行研究;曾心怡等^[18]运用熵权优劣解距离法(technique for order preference by similarity to ideal solution, TOPSIS 法),对江西 11 个地级市卫生资源空间集聚水平进行评价,分析其空间差异特征。从影响因素来看,各类医疗资源的空间分布受到人口、经济、交通、区位等多方面影响。例如,柴泽阳和申伟宁^[19]运用 Pearson 相关分析方法,从自然经济因素、人口因素、地理特征、政府因素 4 个维度分析重庆市医疗资源空间分布的影响因素;沈雨晴^[20]基于 1970—2020 年 31 个省级面板数据计算卫生资源供给指数,从而分析其时空演化的影响因素;罗思琪^[21]运用标准差椭圆、核密度、Advance-Theil 指数的研究方法,从区位特征、邻里特征等方面探索对医疗资源可达空间分异的影响;黄艳霞等^[22]采用地理加权回归(geographically weighted regression, GWR)模型,选取了 290 个地级市来考察我国专科医院分布及影响因素;李晓莉^[23]从地理学时空观角度,套索云贵川卫生资源时空格局及影响因素。

通过梳理相关文献,现阶段国内外学者对于医疗资源的空间分布格局及其影响因素已进行了颇为深入的探究。然而,相关研究的范畴大多集中于对全国以及全省范围的涵盖,对于小尺度范围中心城区医疗资源空间格局的研究较少。鉴于此,本文以福州市主城区为研究区域,基于 POI 数据对该区域内的医疗资源进行类别划分,并采用最近邻分析、核密度估计、标准差椭圆等空间分析方法针对具体类别逐一深入分析医疗资源的空间聚集特性、方向性等特征,同时借助地理探测器分析影响因素,研究结果为医疗资源优化配置提供科学的依据。

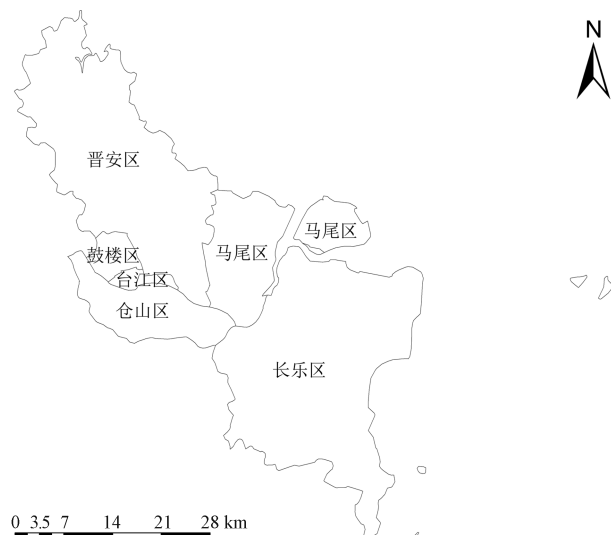
1 研究区域概况

福州市,古称闽都,是福建省省会和 I 级大城市,地处福建省中部东端(25°15'N~26°39'N, 118°08'E~120°31'E),是国务院批复确定的海峡西岸经济区中心城市之一,2023 年地区生产总值为 12 928.47 亿元,位列全省第一,常住人口为 846.9 万人,下辖六市区、七县(市)。本文选取福州市中心城区即晋安区、鼓楼区、仓山区、台江区、马尾区和长乐区为研究区域(图 1)。

2 数据来源与研究方法

2.1 数据来源

本文所使用的 POI 数据通过高德地图 API,利



基于审图号为 GS(2019)1822 号标准地图制作,底图无修改

图 1 研究区域概况

用多边形区域搜索方法获取,通过 Python 运行源代码,获取 POI 数据的坐标信息。通过数据清洗和坐标转换后获得有效 POI 数据 24 270 条,共有医疗资源 1 618 家,将数据导入 ArcGIS,使用统一的 Asia_Lambert_Conformal_Conic 坐标系以便后续空间分析。POI 数据的分类根据高德 POI 分类与编码,将医疗保健服务这一大类分为综合医院、专科医院、诊所、医疗保健和动物医疗场所共 5 个种类,如表 1 所示。行政区边界数据来源于国家基础信息中心的地理信息数据库。行政区面积数据来源于福州市各个区人民政府。人口密度数据与卫生健康支出占比数据来源于福建省统计局。夜间灯光数据来源于 2022 年 NPP-VIIRS 数据,分辨率为 500 m。

表 1 福州市中心城区医疗资源分类

类别	分类说明	数量/个	比例/%
综合医院	三级甲等医院、卫生院	197	12.18
专科医院	妇科、脑科、肿瘤等医院	426	26.33
诊所	私人诊所、民间医疗	724	44.75
医疗保健	医疗保健服务场所、销售店	194	11.99
动物医疗场所	宠物诊所	77	4.76

2.2 研究方法

2.2.1 最近邻分析

最近邻分析(nearest neighbor analysis, NNA)是将区域中点的分布与基于该相同区域中点的理论意义的随机分布进行对比。最近邻指数(nearest neighbor Index, NNI)是通过观测的平均距离除以期望的平均距离得出,可以反映点状要素的空间分布特征。通过使用最近邻指数来量化识别福州市中心城区医疗资源的聚集特征。最近邻指数 NNI

的计算公式如下^[24-25]。

$$NNI = \frac{\bar{r}_R}{\bar{r}_T} \quad (1)$$

式中： \bar{r}_T 的计算方法为

$$\bar{r}_T = \frac{1}{2\sqrt{\frac{n}{A}}} \quad (2)$$

式中：NNI 为最近邻指数； \bar{r}_R 为最近邻点之间的实际观测距离 r_R 的平均值； \bar{r}_T 为理论最邻近距离； A 为研究区域的面积； n 为 POI 要素的数目。当 $NNI=1$ 时，代表平均观测距离与理论最邻近距离相等，即 $r_R = \bar{r}_T$ ，则 POI 兴趣点随机分布；当 $NNI>1$ 时，代表 $r_R > \bar{r}_T$ ，表示 POI 兴趣点趋于均匀分布；当 $NNI<1$ 时，即 $r_R < \bar{r}_T$ ，说明 POI 兴趣点在空间上表现为聚集分布。

2.2.2 核密度分析

核密度估计(kernel density estimation, KDE)是一种用于估计数据分布的非参数统计空间分析方法，常用于研究点状要素在一定区域内的分布数量、分布方位和聚集分布区域。通过 POI 数据计算和估计福州市中心城区医疗资源的聚集情况，并通过既定的距离衰减函数来度量研究医疗资源密度的变化情况。核密度值越高，说明医疗资源的空间分布越密集，理论上而言，核密度值伴随着中心辐射距离的扩大而减小，计算公式如下^[26-28]。

$$f(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n k \left[\frac{d(x_1, x_i)}{h} \right] \quad (3)$$

式中： $f(x)$ 为核密度估计值； $k \left[\frac{d(x_1, x_i)}{h} \right]$ 为核密度函数； n 为福州市医疗资源的个数； h 为核密度函数的带宽； $d(x_1, x_i)$ 为医疗资源点要素之间的欧式距离值。

2.2.3 标准差椭圆

标准差椭圆空间统计方法(standard deviational ellipse, SDE)能够精确地揭示地理要素空间分布整体特征。通过标准差椭圆方法探究福州市医疗资源的聚集程度。标准差椭圆的参数主要包括椭圆重心、方向角、长轴和短轴的标准距离，具体公式如下^[29-31]。

$$\bar{X}_w = \frac{\sum_{i=1}^n w_i x_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (4)$$

$$\bar{Y}_w = \frac{\sum_{i=1}^n w_i y_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (5)$$

$$\partial_x = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (w_i \bar{x}_i \cos\theta - w_i \bar{y}_i \sin\theta)^2}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n w_i^2}} \quad (6)$$

$$\partial_y = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (w_i \bar{x}_i \sin\theta - w_i \bar{y}_i \cos\theta)^2}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n w_i^2}} \quad (7)$$

$$\tan\theta = \frac{\sum_{i=1}^n w_i^2 \bar{x}_i^2 - \sum_{i=1}^n w_i^2 \bar{y}_i^2 + \sqrt{\left(\sum_{i=1}^n w_i^2 \bar{x}_i^2 - \sum_{i=1}^n w_i^2 \bar{y}_i^2 \right)^2 + 4 \sum_{i=1}^n w_i^2 \bar{x}_i^2 \bar{y}_i^2}}{2 \sum_{i=1}^n w_i^2 \bar{x}_i \bar{y}_i} \quad (8)$$

式中： \bar{X}_w 和 \bar{Y}_w 为标准椭圆分布重心的平均坐标； x_i 和 y_i 是变量 x 、 y 对应 i 点的观测值； ∂_x 和 ∂_y 为长轴标准差和短轴标准差； θ 为方位角，是正北方向顺时针旋转至椭圆长轴所形成的角度。

2.2.4 平均中心

平均中心(mean center)是分析点状要素的地理中心(或密度中心)的常用方法，有时也被称为“重心(center of gravity)”。它通过一系列空间对象的几何坐标的平均值来表示，计算公式为

$$\bar{X} = \sum_{i=1}^N \frac{X_i}{N} \quad (9)$$

$$\bar{Y} = \sum_{i=1}^N \frac{Y_i}{N} \quad (10)$$

式中： N 为要素总数； X_i 和 Y_i 为第 i 个要素的坐标值(通常为经纬度)； \bar{X} 和 \bar{Y} 即为平均中心的坐标值。

2.2.5 地理探测器

地理探测器是一种空间统计模型，通过计算分类后各自变量方差之和与因变量方差之和的比来衡量自变量对因变量的贡献。利用因子和交互两种探测器。其中，因子探测器用于探索影响福州市主城区医疗资源在空间上的数量的主要因素，交互作用探测用于探索各因素间的相互关系^[32-34]。

$$q = 1 - \frac{1}{N\sigma^2} \sum_{i=1}^L N_i \sigma_i^2 \quad (11)$$

式中： q 为探测因子对福州市主城区医疗资源数量的解释程度， q 介于 $0 \sim 1$ ， q 越接近 1，表明该因子对福州市主城区医疗资源数量的影响程度越大； N 、 N_i 分别为总样本数量和分区样本数量； σ^2 、 σ_i^2 分别为总方差和分区方差； L 为影响因子的分层个数。

表 2 自变量 X 对因变量 Y 交互作用类型

判断依据	交互作用类型
$q(X_1 \cap X_2) < \min[q(X_1), q(X_2)]$	非线性减弱
$\min[q(X_1), q(X_2)] < q(X_1 \cap X_2) < \max[q(X_1), q(X_2)]$	单因子非线性减弱
$q(X_1 \cap X_2) > \max[q(X_1), q(X_2)]$	双因子增强
$q(X_1 \cap X_2) = q(X_1) + q(X_2)$	独立
$q(X_1 \cap X_2) > q(X_1) + q(X_2)$	非线性增强

3 福州市区医疗资源空间格局分析

3.1 最近邻分析

为了分析福州市医疗资源的空间分布类型,利用 ArcGIS 平均最近邻分析工具,得到福州市主城区医疗资源的最近邻指数和标准差 Z,结果如表 3 所示。从总体而言,医疗资源总体的平均最近邻指数远小于 1,说明福州市主城区医疗资源总体空间格局存在集聚性,医疗点扎堆明显^[35]。具体而言,福州市主城区五类医疗资源的平均最近邻指数均显著小于 1,代表福州市主城区医疗资源的空间格局呈现聚集状态,Z 均低于 -2.58,在统计学上表现显著的聚集特点。动物医疗场所、诊所、综合医院、专科医院和医疗保健的最近邻指数依次降低,代表

表 3 福州市中心城区各类医疗资源的最近邻指数

医疗资源类型	最近邻指数	Z
综合医院	0.417 0	-15.653 3
专科医院	0.320 3	-26.838 1
医疗保健	0.272 9	-37.427 2
诊所	0.422 7	-15.381 4
动物医疗场所	0.610 9	-6.532 5
医疗资源总体	0.265 8	-54.654 9

其集聚效应不断增强。

3.2 核密度分析

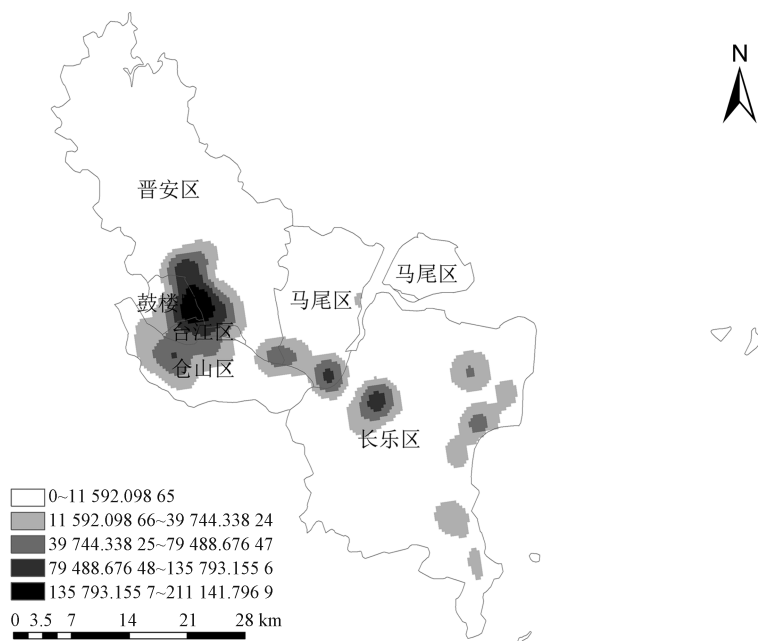
3.2.1 整体医疗资源核密度分析

福州市中心城区整体医疗资源 POI 数据的核密度分析结果如图 2 所示。利用自然间断点分级法确定分类间隔,将密度类别分为 5 个等级,得到福州市中心城区整体医疗资源的空间分布格局。

由中心城区医疗资源的核密度结构可以看出,各个区的 POI 数据点在集中分布的位置以及所覆盖的区域方面并非完全一致,但核密度的聚集区域相对来说较为集中,整体形成“西北-东南”走向特征。核密度高值聚集区主要分布在鼓楼、台江等中心区域,其医疗资源覆盖能力极为显著。由于中心区域的人口较为密集,商业活动频繁进而促使经济发展迅速,医疗资源更倾向于集中在中心区域。中值密度聚集区主要在沿仓山区边界向东南方向分布,医疗资源覆盖能力处于中等水平,其中长乐区形成了显著的“点状”特征。较低值区的分布遍及福州市各区,城市外围区域以及市郊覆盖能力较为薄弱,可能受到规划限制、人口稀少、经济水平较低等因素影响。总体来说,福州市中心城区医疗资源在空间上分布不均匀,呈现向“西北-东南”方向集聚的特征,城区边界地段医疗资源分布较少。

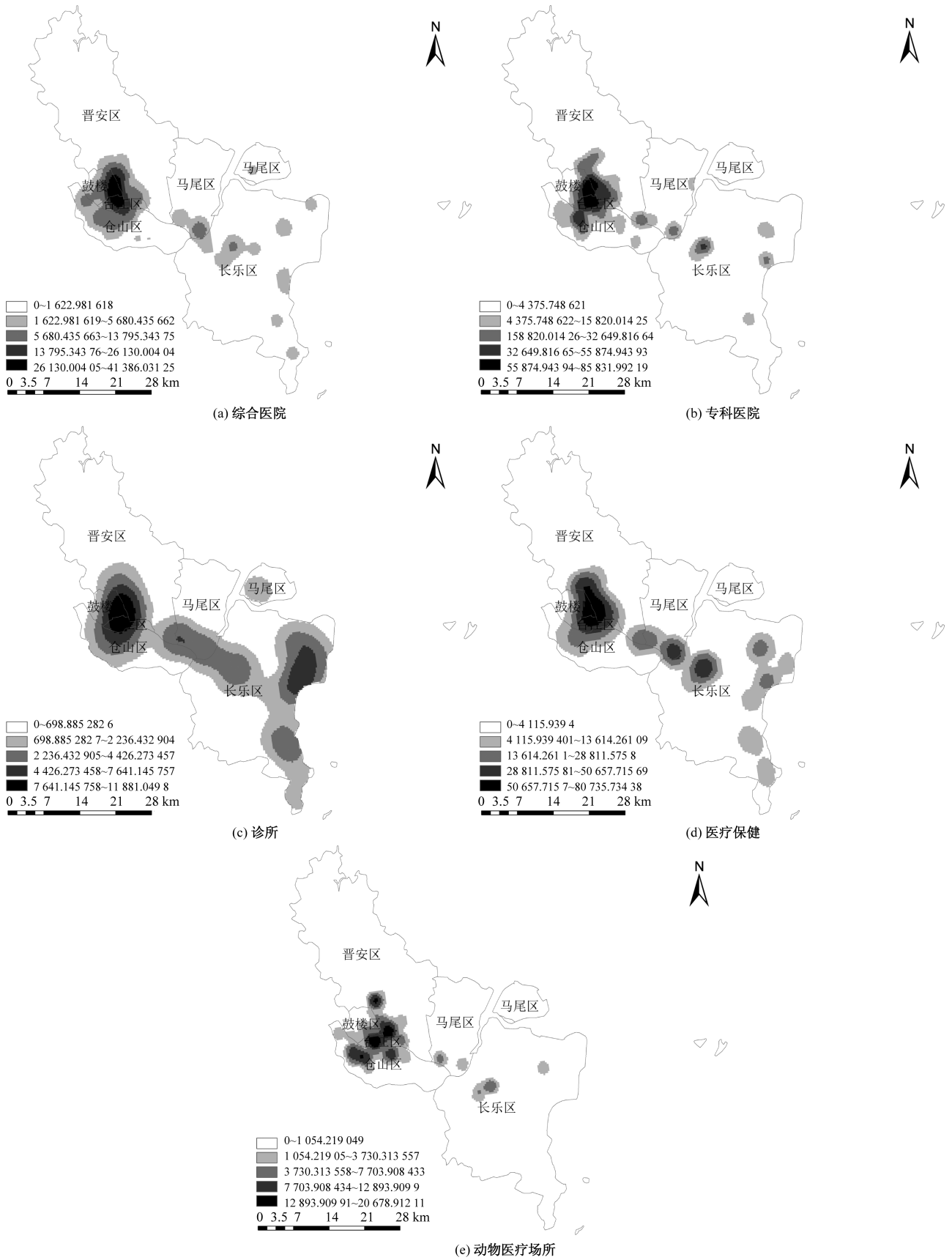
3.2.2 各类医疗资源核密度分析

图 3 是福州市各类医疗资源呈现多种形态的空间分布,单独分析各类卫生机构,5 类卫生机构设施



基于审图号为 GS(2019)1822 号标准地图绘制,底图无修改

图 2 福州市中心城区整体医疗资源的核密度结果



基于审图号为GS(2019)1822号标准地图绘制,底图无修改
图3 福州市中心城区各类医疗资源核密度分析结果

整体都呈现向“西北-东南”方向集聚的特征。其中,综合医院[图 3(a)]的兴趣点形成以鼓楼、台江与晋安区为核心的单中心高值密度聚集区,并向四周逐渐递减,中值密度零星分布在长乐区。专科医院[图 3(b)]相较于综合医院,专科医院 POI 兴趣点比综合医院少,但高值密度聚集区与综合医院相同,不同的是,在长乐区形成小型单中心高值密度聚集,点状分布减少;诊所[图 3(c)]POI 兴趣点形成以鼓楼、台江、晋安区与长乐部分区域为双中心,呈现出大面积高值密度聚集并且向外圈递减的特征;医疗保健类[图 3(d)]在“西北-东南”方向上形成三中心小面积高值密度聚集;动物医疗场所[图 3(e)]的 POI 数据较少,但分布情况较为集中,形成多中心高值密度聚集区。

总体上鼓楼、台江等中心区域是医疗资源覆盖能力最高的区域,各类医疗机构都由中心区域的密度高值区向外圈递减。

3.3 标准差椭圆和平均中心

为了度量福州市区医疗资源在地理空间上的空间分布特征,通过 ArcGIS 的方向分布工具创建标准差椭圆和平均中心,将获取到的 1 618 个医疗机构 POI 数据点输入,进行标准差椭圆分析,揭示福州市

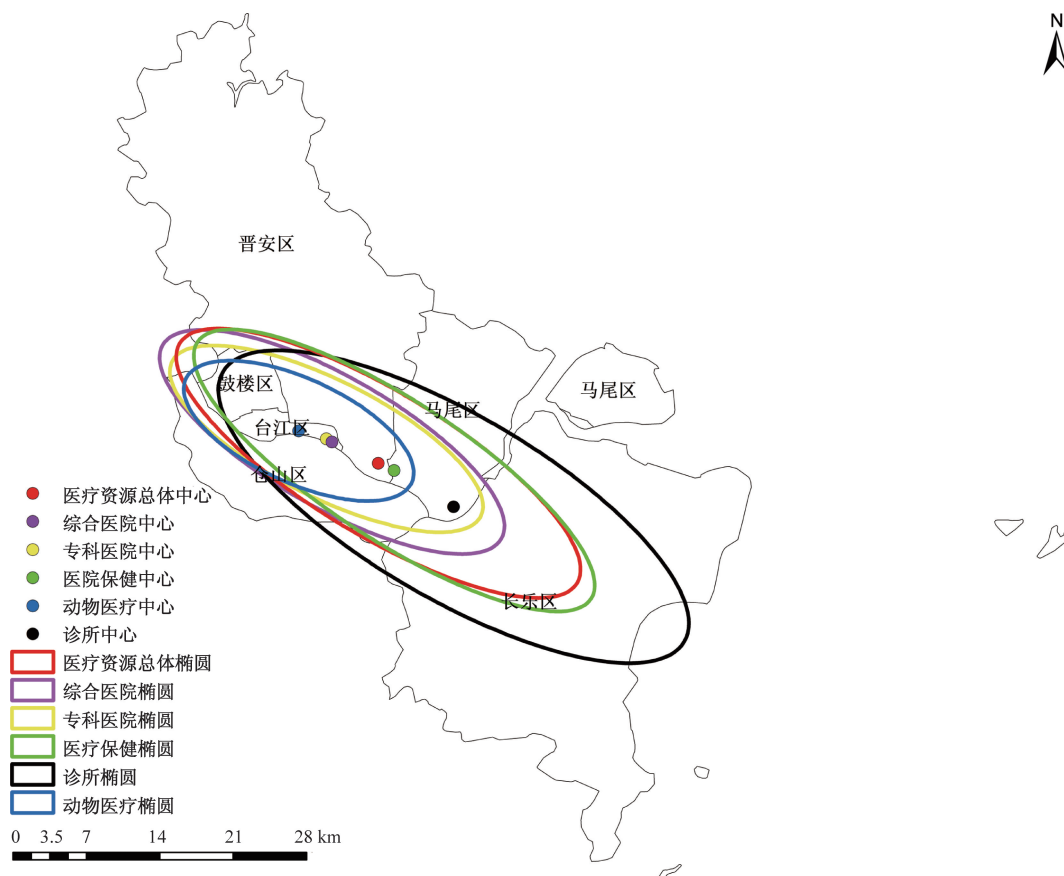
主城区的地理要素的空间特征、离散和方向趋势等。

从平均中心的位置来看,福州市中心城区医疗资源总体中心和不同类别的医疗资源中心发生一定的偏移,说明福州市区各类别的医疗资源之间存在空间错位,有可能是各区的人口密度、经济发展等因素的差异导致的。其中动物医疗场所中心、综合医院和专科医院的中心均位于台江区,与核密度估计的结论一致。诊所、医疗保健的中心位于马尾区,诊所和医疗保健分布在一些大型医院服务覆盖不到或相对薄弱的地区,以覆盖不同区域和人群,满足居民在较近的距离内找到医疗服务点的需求。

从标准差椭圆空间长度看(图 4 和表 4),福州市各类型的卫生机构椭圆长轴均高于短轴,表明方向性极其明显,呈西偏北-东偏南走向,与核密度分析结果一致。由 X 轴长度看,按由长至短排序分别

表 4 福州市区医疗资源标准差椭圆参数

机构类型	X 轴标准距离	Y 轴标准距离	椭圆的方向
综合医院	0.167 360	0.056 002	119.734 7
专科医院	0.148 253	0.050 116	116.630 2
医疗保健	0.201 583	0.059 943	123.091 9
诊所	0.229 278	0.078 714	120.315 8
动物医疗	0.106 667	0.044 551	114.770 0
医疗资源总体	0.199 126	0.061 629	121.091 4



基于审图号为 GS(2019)1822 号标准地图绘制,底图无修改

图 4 福州市中心城区各类医疗资源标准差椭圆分析

为诊所、医疗保健、综合医院、专科医院和动物医疗场所, X 轴长度缩短表明方向性逐渐减小。由此可见, 诊所的方向分布特征最为显著, 动物医疗场所的分布方向最不明显。由 Y 轴长度看, 按由长至短顺序排列分别为诊所、医疗保健、综合医院、专科医院和动物医疗场所。Y 轴的长短变化代表各类医疗机构分布的范围大小。得到诊所在福州市主城区的分布范围最广, 动物医疗场所分布集中化程度高。

4 基于地理探测器福州市医疗资源影响因素探究

4.1 驱动因子选择及处理

医疗资源在空间上的数量分布受到经济、人口等多重因素的共同影响。因此, 在借鉴柴泽阳和申伟宁^[19]已有研究基础, 结合福州市主城区实际情况, 从经济因素、人口因素、政府支持因素 3 个方面共选取 9 个驱动因子。具体驱动因子包括 GDP、人口密度、0~14 岁人口占比、15~59 岁人口占比、60 岁以上人口占比、常住人口、社会保障和就业支出占比、卫生健康支出占比, 数据来源福州市 2023 年统计年鉴。夜间灯光指数来源国家地球系统科学数据共享服务平台。运用 K-均值聚类对影响因子离散化处理。

4.2 驱动因素分析

4.2.1 单因子探测

如表 5 所示, 因子 X_2 (夜间灯光指数)、 X_5 (15~

59 岁人口占比)、 X_6 (60 岁及以上人口占比) 对福州市主城区医疗资源数量有显著的驱动作用 ($P < 0.01$), X_1 (GDP)、 X_2 (夜间灯光指数)、 X_4 (0~14 岁人口占比)、 X_5 (15~59 岁人口占比)、 X_6 (60 岁及以上人口占比)、 X_7 (常住人口)、 X_9 (卫生健康支出占比) 对福州市医疗资源数量空间分异影响较大 ($q > 0.3$)。其中解释力最大的因子为 15~59 岁人口占比, 由于这个年龄段是劳动力的主要构成部分, 表明福州市主城区医疗资源倾向于分布在劳动力密集的地区。60 岁及以上人口占比的解释力与前者接近, 表明由于老年群体是疾病高发群体, 因此福州市医疗资源倾向于分布在老年群体多的地区。政府卫生健康支出占比的解释力与前者接近, 表明福州市主城区医疗资源更倾向于分布在政府对医疗卫生健康投入占比更大的地区。

表 5 福州市主城区医疗资源数量空间分异驱动因子探测结果

影响因子	q	P
GDP 国内生产总值 (X_1)	0.378 751	0.606 178
夜间灯光指数 (X_2)	0.980 585	0.008 203
人口密度 (X_3)	0.199 108	0.765 330
0~14 岁人口占比 (X_4)	0.377 549	0.607 203
15~59 岁人口占比 (X_5)	0.990 764	<0.001
60 岁及以上人口占比 (X_6)	0.980 585	0.008 203
常住人口 (X_7)	0.377 549	0.607 203
社会保障和就业支出占比 (X_8)	0.199 108	0.765 330
卫生健康支出占比 (X_9)	0.977 196	0.124 597

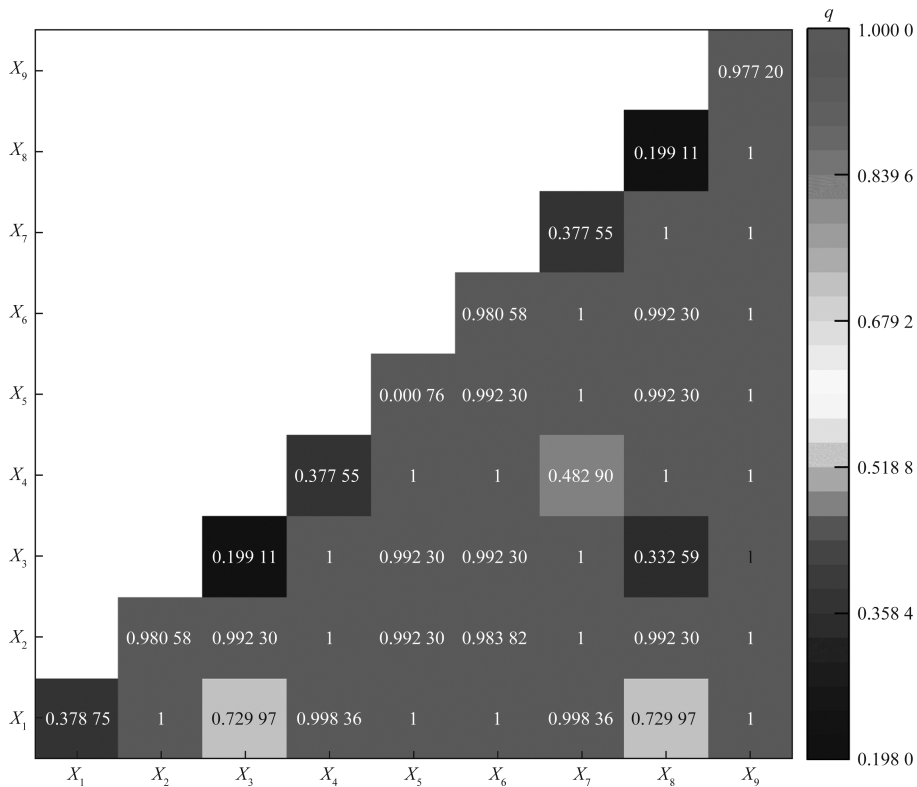


图 5 福州市主城区医疗资源空间分异驱动因子交互探测结果

4.2.2 因子交互探测

福州市主城区医疗资源数量的空间分异不仅受到单一影响因子的作用,而是多种影响因子交互作用的结果。鉴于此,为深入探索福州市医疗资源数量双驱动因子间的交互关系,在 9 个单因子探测的基础上进行因子间的交互作用探测(图 5)。总体上看,福州市医疗资源数量空间分异的驱动作用并不独立,而是呈现非线性或双因子增强效应。说明驱动因子中任意两个因子的交互作用对福州市主城区医疗资源数量空间分异的驱动作用更加显著,即各因子间的交互力更能解释福州市主城区医疗资源空间分异情况。其中,在 q 大于 0.5 的交互作用中, X_2 、 X_5 、 X_6 、 X_9 交互作用最为频繁,说明人口因素和政府支持因素两个影响维度是福州市主城区医疗资源数量空间分异的主要驱动机制。同时,与 X_3 交互的各因子大多数交互类型为非线性增强,提升作用较为明显,表明人口密度显著影响着医疗资源数量的空间分异情况。从经济因素来看,地区生产总值与人口规模、年龄结构和政府医疗支持的共同作用是福州市主城区医疗资源数量分布的重要影响因素,在经济发达且人口密集的地区,医疗资源更加丰富。从人口因素来看,人口规模、人口密度和年龄结构的共同作用是福州市主城区医疗资源数量分布的重要影响因素,在人口密度大且青壮年、老年人占比大的地区,医疗资源更加丰富。

5 结论与建议

5.1 结论

以福州市主城区的医疗资源(鼓楼区、台江区、仓山区、晋安区、马尾区、长乐区)为研究对象,基于 POI 数据将区域内医疗资源分为 5 类,并采用最近邻分析、核密度估计、标准差椭圆等空间分析方法逐类别分析医疗资源的空间聚集性、方向性等特征,并利用地理探测器分析其影响因素,得出以下结论。

(1)福州市主城区医疗资源呈显著聚集状态,动物医疗场所、诊所、综合医院、专科医院和医疗保健按最近邻指数依次降低,集聚效应逐渐增强。同时,中心城区医疗资源分布不均衡,整体沿“西北-东南”走向集聚,城区边界地段医疗资源分布明显较少。其中,中心城区鼓楼区、台江区等医疗资源覆盖率最为突出,且分布与总体走向一致。

(2)福州市区医疗资源总体中心与各类别中心发生偏移,其中动物医疗场所、综合医院和专科医院的中心依然位于中心区域,而诊所、医疗保健的中心向外部区域偏移。福州市主城区各医疗机构

呈现出明显的方向性,呈西偏北-东偏南走向。其中,诊所方向性最显著,动物医疗场所最不明显。

(3)福州市主城区医疗机构数量的空间分异主要受到 GDP、人口年龄结构、夜间灯光指数、政府生健康支出占比等因素的共同影响,其中 15~59 岁人口占比、60 岁及以上人口占比和政府生健康支出占比对医疗资源分布影响较大。福州市的医疗资源分布受到多个因素的交互作用影响,各个驱动因子之间的交互作用对医疗资源数量的空间分异具有更显著的驱动作用。

5.2 建议

根据不同类型医疗资源的集聚程度与特点优化医疗资源布局,对于集聚效应较强的综合医院、专科医院等,应加强其周边配套设施建设和资源整合,提升服务能力与辐射范围。对于动物医疗场所、诊所等相对分散的资源,则可适度引导其合理集聚,发挥协同效应。同时,要加大对医疗资源相对薄弱区域的投入和扶持力度,促进动物医疗场所、诊所等资源数量的合理增加及均衡分布,缩小医疗资源分布的地域差距,推动区域间协调均衡发展,缓解资源过度集中的状况。此外,加强对诊所和医疗保健机构在外部区域布局的规划引导,合理调配资源,更好地服务周边区域居民,提升动物医疗场所辐射范围,从而进一步优化福州市区医疗资源的整体布局。另外,综合考虑各影响因素,重点关注人口年龄结构变化以及政府健康支出比重,依据不同区域的实际情况,有针对性地调整和优化相关政策及资源投入。

参考文献

- [1] TOBLER W R. Geographic area and map projections[J]. *Geographical Review*, 1963, 53(1): 59-78.
- [2] 许泽宁,高晓路. 基于电子地图兴趣点的城市建成区边界识别方法[J]. *地理学报*, 2016, 71(6): 928-939.
- [3] 盛双庆,连华,宁雷. 基于 POI 数据的兰州市公共服务设施空间布局研究[J]. *重庆建筑*, 2023, 22(4): 21-24.
- [4] 祁巍巍,黄雨格. 基于 POI 数据的杭州市公共服务设施空间分布研究[J]. *建筑与文化*, 2024(3): 120-122.
- [5] 付博,任婉侠,薛冰. 基于 POI 大数据的辽宁省公共卫生基础设施空间格局及其服务能力评估[J]. *辽宁大学学报(自然科学版)*, 2022, 49(2): 151-161.
- [6] 王成. 基于 POI 数据的郊区型轨道交通站域空间利用研究——以成都市为例[J]. *城市建筑*, 2022, 19(20): 54-56.
- [7] 徐焕君. 基于 POI 区域分治化的出租车停靠位置推荐算法研究[D]. 秦皇岛:燕山大学, 2022.
- [8] 徐焕君,余靖,苑帅,等. 基于 POI 的出租车停靠位置选择算法研究[J]. *高技术通讯*, 2021, 31(11): 1154-1163.
- [9] 丁彦文,许捍卫,汪成昊. 融合 OSM 路网与 POI 数据的城市功能区识别研究[J]. *地理与地理信息科学*, 2020,

- 36(4): 57-63.
- [10] 郭晗, 马丁, 叶艾温, 等. 结合 POI 空间分布的深圳市道路网络结构特征量化[J]. 测绘通报, 2023(9): 107-112.
- [11] 李景琪. 基于 POI 数据的山东省滨海城市功能区时空格局演变分析[D]. 济南: 山东建筑大学, 2022.
- [12] 王玥瑶, 梁泽, 杨超, 等. 中国跨区域就医的空间格局与影响因素分析——以慢性肾脏病为例[J]. 地理研究, 2023, 42(7): 1828-1841.
- [13] YU Y, WANG Y. Analysis of the characteristics of cross-regional patient groups and differences in hospital service utilization in Beijing[J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2022, 19(6): 3227.
- [14] 张中浩, 孙诗萌, 汪雪, 等. 特大城市医疗公共服务可达性的空间格局及其影响因素分析——以上海市为例[J]. 地理科学, 2022, 42(4): 622-630.
- [15] 伏润得, 张新焕, 杨德刚. 新疆医疗卫生资源配置空间公平分析[J]. 中国科学院大学学报, 2023, 40(1): 69-78.
- [16] 张苗苗, 安思远, 史清晗. 基于 POI 数据的医疗资源空间格局与影响因素探究——以石家庄市主城区为例[J]. 石家庄学院学报, 2023, 25(6): 25-33.
- [17] 陈江华, 胡科煜, 孙琛, 等. 基于 POI 数据的老年医疗服务设施空间分布特征与可达性研究——以南京市为例[J]. 绿色科技, 2021, 23(20): 175-178.
- [18] 曾心怡, 杨风, 何文静, 等. 基于熵权 TOPSIS 法和 GIS 技术的江西省医疗卫生资源空间集聚特征分析[J]. 江苏卫生事业管理, 2023, 34(6): 735-740.
- [19] 柴泽阳, 申伟宁. 基于 POI 数据的重庆市医疗资源空间格局及影响因素研究[J]. 卫生经济研究, 2023, 40(7): 35-40.
- [20] 沈雨晴. 我国医疗卫生资源供给的时空演化、收敛性及影响因素研究[D]. 上海: 上海师范大学, 2023.
- [21] 罗思琪. 基于多交通模式的医疗资源空间可达性及影响机制研究[D]. 沈阳: 沈阳建筑大学, 2023.
- [22] 黄艳霞, 段炼, 韦英岸. 我国专科医院分布特点及影响因素探究[J]. 测绘与空间地理信息, 2022, 45(5): 91-94.
- [23] 李晓莉. 云贵川地区医疗卫生资源时空格局演化及影响因素研究[D]. 昆明: 云南师范大学, 2024.
- [24] 解智涵, 刘敏, 闫旭纲, 等. 黄河流域重要地质遗迹空间格局及地质旅游开发潜力评价[J]. 中国沙漠, 2024, 44(3): 128-139.
- [25] 田彩云, 管祥泰, 田惠文. 黄河流域乡村旅游重点村空间分布特征及其影响因素研究[J]. 旅游学刊, 2023, 38(8): 32-44.
- [26] 朱鑫杰, 张宏兵, 曾繁鑫, 等. 基于变分模态分解的弹性参数核密度估计方法[J]. 科学技术与工程, 2024, 24(10): 4005-4012.
- [27] 张忠平, 孙光旭, 姚春辰, 等. 基于期望核密度离群因子的离群点检测算法[J]. 高技术通讯, 2024, 34(2): 187-198.
- [28] 尹言军, 黄海涛, 余咏胜, 等. 基于空间核密度分析的二手房交易热点变化研究——以武汉为例[J]. 测绘与空间地理信息, 2020, 43(9): 55-58.
- [29] 冯郑文, 刘亚静. 尾矿库土壤铵态氮空间分异性及其可视化表达[J]. 中国矿业, 2024, 33(7): 118-126.
- [30] 程鹏, 孙明东, 宋晓伟. 中国灰水足迹时空动态演进及驱动因素研究[J]. 生态环境学报, 2024, 33(5): 745-756.
- [31] 范琳, 李彬. 夜间灯光遥感视角下的城镇时空格局演变分析——以兰西城市群为例[J]. 兰州大学学报(自然科学版), 2023, 59(6): 720-726.
- [32] 王劲峰, 徐成东. 地理探测器: 原理与展望[J]. 地理学报, 2017, 72(1): 116-134.
- [33] 李琛, 吴映梅, 高彬婧, 等. 高原湖泊乡村聚落空间分异及驱动力探测——以环洱海地区为例[J]. 经济地理, 2022, 42(4): 220-229.
- [34] 米宏志. 基于 GEE 的地震前后土地利用变化及驱动因素研究[D]. 济南: 山东建筑大学, 2023.
- [35] 包振山, 陈智岩. 基于 POI 数据的南京市便利店空间分布特征及影响因素[J]. 世界地理研究, 2023(6): 119-130.

Spatial Pattern and Influencing Factors of Medical Resources in Fuzhou City Based on POI Data

CHEN Xinyi¹, JIANG Bingying¹, ZOU Jiaqi¹, KUANG Kaijin¹, QIU Haihui²

(1. School of Finance, Fujian Jiangxia University, Fuzhou 350108, China;

2. School of accounting, Fujian Jiangxia University, Fuzhou 350108, China)

Abstract: Taking the distribution of medical institutions in the main urban area of Fuzhou City as the research object, the medical resources in the main urban area were divided into five categories, based on the Point of Interest (POI) data of various medical resources, and using geospatial analysis methods such as kernel density estimation, standard deviation ellipse and geographic detector, the spatial pattern and influencing factors of medical resources in the main urban area of Fuzhou City were analyzed. The conclusions are as follows. The medical resources in the main urban area of Fuzhou are significantly clustered, with the strongest clustering effect in healthcare; At the same time, the distribution of medical resources in the central urban area is uneven, with an overall trend of northwest southeast, and there are significantly fewer medical resources at the boundaries of the urban area. The overall center of medical resources in Fuzhou urban area shifted from that of various types of centers, and there were differences in the degree of center deviation in different medical institutions, and the direction of clinics was the most significant. The spatial heterogeneity of the number of medical institutions in the main urban area is affected by factors such as economy, population, and government support, among which the proportion of the population aged 15~59, 60 and above, and the proportion of government health expenditure have the greatest impact. The distribution of medical resources in Fuzhou is affected by the interaction of multiple factors, and the interaction of each driving factor has a more significant driving effect on the spatial differentiation of resource quantity.

Keywords: medical resources; spatial pattern; influencing factors; point of interest