

文章编号:2095-6134(2023)01-0069-10

新疆医疗卫生资源配置空间公平分析*

伏润得^{1,2}, 张新焕^{1†}, 杨德刚^{1,2}

(1 中国科学院新疆生态与地理研究所 荒漠与绿洲生态国家重点实验室, 乌鲁木齐 830011; 2 中国科学院大学, 北京 100049)
(2020年10月25日收稿; 2021年1月2日收修改稿)

Fu R D, Zhang X H, Yang D G. Spatial equity of healthcare resource in the Xinjiang[J]. Journal of University of Chinese Academy of Sciences, 2023, 40(1): 69-78. DOI:10.7523/j.ucas.2021.0001.

摘要 医疗卫生资源的合理配置是促进社会公平, 增加居民幸福感, 实现“公共服务均等化”目标的要求。基于 OSM 路网数据与 Python 程序构建居民点最近医疗点距离成本计算方法, 将可达性测度方法扩展到更大的空间尺度, 分析新疆医疗卫生资源空间配置的公平性特征, 并探究其影响因素。结果表明: 整体上医疗资源按人口分布配置公平性趋于改善; 基本医疗卫生服务资源上, 仅有 38.5% 居民点的最近医疗点加权距离成本在 5 km 内, 20.1% 居民点的加权距离成本大于 10 km。地州与区县层面均存在显著的医疗卫生资源配置公平性失衡。部分区域的基本医疗卫生资源空间配置需要进一步优化, 尤其是沿边区县; 部分行政交界区域的居民点在 120 km 搜索范围内能提供基本医疗服务的医疗点为 0, 基本医疗资源缺乏, 而且全疆存在显著的城乡分化, 基本医疗资源下沉不足; 新疆居民点平均最近三甲医院加权距离成本为 70.05 km, 三甲医疗卫生资源的获取机会存在显著的空间不平等, 三甲医疗卫生资源获取机会的“贫富差距”悬殊。当前新疆区域间的医疗配置空间公平分异性主要受到医疗人才队伍建设与区域经济发展的影响。

关键词 医疗卫生资源; OpenStreetMap; 空间公平; 距离成本

中图分类号: F293.3 **文献标志码:** A **DOI:** 10.7523/j.ucas.2021.0001

Spatial equity of healthcare resource in Xinjiang

FU Runde^{1,2}, ZHANG Xinhuan¹, YANG Degang^{1,2}

(1 State Key Laboratory of Desert and Oasis Ecology, Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011, China; 2 University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract The spatial equity of medical and healthcare resource help to improve social equity, increase residents' happiness, and achieve the goal of “equal access to public services”. Based on OpenStreetMap dataset and Python scripts, extending accessibility calculation method to a large area, this study explored the spatial equity characteristics and influencing factors of medical and healthcare resource of Xinjiang Uygur Autonomous Region. The results indicate that: 1) From a demographic perspective, the equity of medical resource allocation in Xinjiang tends to be further improved; 2) On basic medical services, only 38.5% settlements-distance costs of nearest medical institutions are within 5 km, and 20.1% beyond 10 km. And there are significant differences in the

* 中国科学院西部之光项目(2019-XBQNXZ-A-005)资助

† 通信作者, E-mail: zhangxh@ms.xjb.ac.cn

equity of medical resource allocation in both cities and counties. The spatial allocation of basic medical services in some regions needs to be further optimized, especially in some border counties; 3) Even, some settlements have no medical institutions within 120 km, having a shortage of basic medical services. And, there is significant spatial imbalance between rural area and city area; 4) Average distance costs of nearest tertiary A-level hospital of all settlements is 70.05 km. Access to tertiary A-level hospital medical services has a large gap between different areas; 5) At present, the spatial equality of Xinjiang is mainly influenced by the construction of professional medical team and regional economic development.

Keywords medical and health resources; OpenStreetMap; spatial equity; distance cost

医疗卫生服务作为基本公共服务之一,是面向全体公民、满足和保障国民健康需求的基础。医疗卫生资源的合理配置是促进社会公平,增加居民幸福感,实现“公共服务均等化”目标的要求,也是建设社会主义现代化、满足人民日益增长的对美好生活需求的基础条件^[1-2]。世界《2010 年健康报告》估计卫生部门 20%~40% 的医疗卫生资源被浪费^[3],而不合理的空间配置是这种资源浪费的直接原因之一。按基尼系数衡量,中国医疗资源分配不公平对医疗资源的获取损害高于 0.6^[4],中国区域、城乡、代际和不同收入群体之间的卫生服务不公平现象显著存在。近几十年来,随着社会经济飞跃式的发展,医疗资源的需求与供给需要在人口社会经济的发展背景下来动态平衡^[5]。2020 年初爆发的 COVID-19 国际突发公共卫生事件就对各地区的医疗卫生服务能力与医疗资源区域公平提出了严峻的考验,而不公平的医疗资源空间分布会对医疗结果产生重大影响^[6]。新疆具有独特的地理环境与社会形态,地广人稀,经济发展滞后,整体医疗水平与发达地区存在一定差距。在新疆的社会发展现状下,医疗卫生服务体系存在布局不均衡、优质医疗资源不足和配置不合理等问题,不能有效满足激增的预防、治疗、康复和护理等服务需求^[7]。研究新疆医疗卫生需求的趋势和区域差异,对于优化新疆当前不合理的医疗资源配置格局,提高医疗资源使用效率,健全医疗卫生服务体制架构具有重要的现实意义。

公共服务公平的内涵由均等(equality)和地域公正(territorial justice)的人均公共服务考量到关注区位公平(locational equity)和空间公平(spatial equity),再到强调服务供给中的公平和平等目标^[8]。医疗资源作为社会健康保障的基础公共服务,空间分布以及可达性优劣直接影

响到居民去往医院的机会和方便程度^[9],因此其配置的空间公平应该考虑医疗资源的实际空间布局以及服务的效益大小,强调医疗资源获取的公平与平等,且这种公平要建立在满足多样化需求的基础上。现有的区域医疗资源配置的公平性研究多关注到社区街道、城市市区等微观尺度的医疗公平性,多以医疗设施可达性来度量公平性。很多研究都强调空间可达性对医疗卫生产生的结果起着重要的作用^[4],认为医院可达时间与服务范围等直接关系到居民接受医疗服务的机会^[10]。小尺度区域的研究可达性方法相对精细化,测算方法总体上有空间阻隔、机会累积和空间相互作用 3 种类型,主流的可达性测度方法有引力模型(gravity model)^[11]、两步移动搜索法(two-step floating catchment area method, 2SFCA)^[12-13]、核密度法^[14]等,部分测算方法能综合需求与供给来测算综合可达性,已经广泛应用于医疗资源的非公平性配置研究^[15]。如 Tao 等^[16]基于改进的 2SFCA 模型测度行政边界约束下医疗服务空间可达性,Fransen 等^[17]通过对出行链的考虑扩展的 2SFCA 测度比利时东佛兰德斯省的日托中心可达性。而对更大尺度区域的空间公平研究受限于数据的可获取性与数据计算的难度,精细化的可达性测度方式不再适用,更多研究侧重于区域公平性的定性描述与分析,如通过测算基尼系数^[7]、泰尔指数^[18]等表征非公平性程度的指标量化区域的非公平性。李中凯和李金叶^[7]采用基尼系数与泰尔指数测度 2005—2015 年新疆医疗资源分布的空间公平性,发现新疆医疗资源存在配置不平等和高度集聚的特征。有学者通过随机前沿法和数据包络分析测算医疗资源的生产效率来识别区域的资源配置状况,如 Frogner 等^[19]利用 25 个经济合作组织国家的

面板数据,采用 SFA 分析法对卫生资源效率排名进行重新测算。

基于互联网地图开发者平台(application programming interface,API)可能正为地理学者创造一个即将到来的研究潮流^[20]。已有学者基于互联网地图的“door to door”路径规划方式获取两点间的交通距离,以此测度医疗设施服务的可达性^[10]。这种方法弥补了传统基于矢量网络测度方法中的主观性弊端^[21]。如郑智成等^[22]应用高德地图开放平台的路径规划功能对开封市主城区公园景点构建多模式交通网络(步行、公交和小汽车)可达性测度体系,从 3 种视角分析公园的可达性。但这些研究也受限于互联网地图公司的商业性限制(如高德地图对路径规划调用量的限制为每天仅 20 000 次),其应用性仅能满足于单个城市的数据量运算,而在大尺度区域的巨量点对数据运算需求下,基于互联网地图路径规划的方法应用成本会非常高且效率较低。大尺度区域包含更多的空间主体,各主体间关联竞合,资源配置的空间公平性问题更加突出,因此探索大尺度空间的医疗资源配置非公平性具有较大的意义。而本文使用的方法着眼于全疆尺度,在巨大的运算需求下更有效率,可更准确地实现距离成本的运算,从而识别医疗卫生资源配置在新疆的空间公平现状。由于各层级医疗服务服务域不尽相同,如基层医疗机构主要覆盖周边地区的寻医需求,而大型综合医院并不单纯地服务于特定区域,部分三甲医院的服务域甚至能覆盖全疆,这种情形下传统的引力模型等不再适用,因此应用距离成本的概念来刻画区域医疗资源获取的空间公平差异,以距离成本表征获取资源的机会公平在刻画全疆尺度的空间公平更为科学。

本研究应用互联网地图数据与开放平台数据处理工具结合 python 程序,基于交通路网,将医疗设施的可达性测度扩展到更大的空间尺度,着眼于医疗服务获取的距离成本,实现大区域资源配置空间公平的精细认知,这是对现有研究方法的扩展。最后使用熵值法从地州层面对新疆医疗卫生资源的空间分布公平性进行综合评价,并应用地理探测器尝试探索形成空间差异的主要影响因素。以期能为相关部门认识新疆医疗卫生资源配置的空间公平现状,促进现有医疗卫生资源的空间配置优化提供借鉴意义。

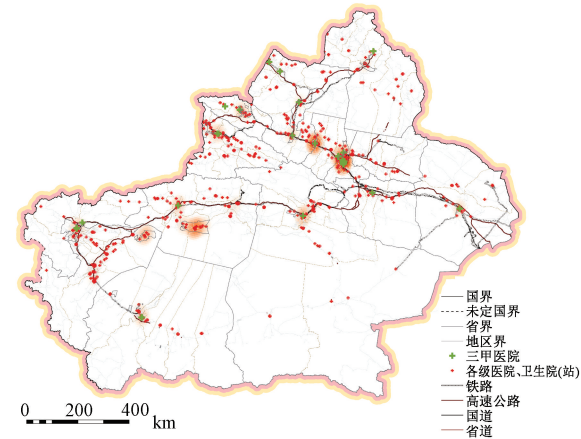
1 研究方法与数据来源

1.1 研究区概况

新疆维吾尔自治区地处中国的西北内陆,是典型的温带大陆性气候。2018 年总人口达 2 283 万,年末常住人口城镇化率为 50.91%。全疆共 14 个地州(除新疆生产建设兵团)、101 个区县,在特殊的山地—绿洲—荒漠生态格局中,城镇主要沿盆地边缘和公路、铁路为轴线散落分布,空间上呈现“大分散,小集中”特点^[23]。医疗卫生资源分布与城镇空间格局相关(图 1),随城镇等级规模不同表现出小组团、大间距、南北差异大的特点。

1.2 数据来源

本研究所用数据及来源如表 1 所示。新疆各地州相关数据来自于 2010—2018 年的《新疆统计年鉴》。新疆居民点数据来源天地图,其中居民点数据为点的经纬度坐标,共计 491 191 条记录。由英国伦敦大学学院虚拟现实中心发起的 OpenStreetMap 是目前应用最广泛、最具有代表性的自发地理信息(volunteered geographic information)特色项目之一,广泛应用于地理信息系统分析与城市规划领域。新疆路网原始数据包括有步行道、自行车道和驾驶道路,本文应用驾驶路网作为计算基础。新疆医疗点数据是基于高德地图开放平台 API 通过编写网络爬虫获取的开放数据,参照《中国卫生统计年鉴》与高德地图 POI 分类表的界定进行数据清洗,包括各级综合医院、中医医院、中西医结合医院、民族医院、各类



此图根据国家测绘地理信息局标准地图(审图号:GS(2019)1699 号)绘制,底图无修改

图 1 新疆医疗卫生资源分布概况

Fig. 1 Overview of distribution of medical and health resources in Xinjiang

表 1 数据来源
Table 1 Data sources

数据	年份	来源
各地州年末人口数	2010—2018	新疆统计年鉴
各地州床位数	2010—2018	新疆统计年鉴
各地州卫生技术人员数	2010—2018	新疆统计年鉴
OSM 路网数据	2020	OpenStreetMap
新疆综合医院数据	2020	高德地图
新疆居民点数据	2014	天地图
新疆地州边界	2019	自治区测绘局

专科医院和护理院,社区卫生服务中心、乡镇(街道)卫生院、诊所、疾病预防控制中心、专科疾病防治机构、妇幼保健机构以及医药销售点,共计 13 045 条记录。

1.3 研究方法

1.3.1 基尼系数

使用基尼系数分析新疆地州的医疗卫生资源配置公平性。公共卫生领域研究中,基尼系数是对不平等进行描述的最常用的方法^[24]。其计算公式如下

$$G = \sum_{i=1}^n x_i y_i + 2 \sum_{i=1}^{n-1} x_i (1 - y_i) - 1, \quad (1)$$

式中: G 为基尼系数($0 < G < 1$), x_i 为按医疗资源占比由低到高排序后相应的人口数的占比, y_{i+1} 为医疗资源的占比, y_i 为医疗资源累计。基尼系数越接近 0,表示医疗资源分布越公平;基尼系数越接近 1,表示医疗人力资源分布越不公平。

1.3.2 基于 OSMNHDC 方法的最近医疗点距离成本测算

居民点与最近的医疗点的距离成本可以表征居民点接受医疗资源的可达机会,尤其面对紧急需求时,通过对各区域的平均最近医疗点距离成本的测算,可以很直观地识别医疗卫生资源配置的地区短板。本研究通过高德地图 API 接口获

取新疆各类医疗资源数据,通过 Python 语言应用 OSMNX 与 NETWORKX 库实现本研究中最近医疗点距离成本计算程序(简称 OSMNHDC 方法),并应用 Arcgis10.7 提供的最近设施分析工具做交叉验证。实现在巨量点对运算需求下高效计算新疆居民点与其最近的医疗点的驾驶路网加权最短距离成本。其中医疗点数据包括各级综合医院与卫生院(站),这些医疗点都能提供居民所需基础医疗服务,因此数据分析结果能表达医疗资源的配置公平性。OSMNHDC 方法(图 2)具体步骤如下:1)数据准备,新疆驾驶路网与路网节点数据,新疆居民点数据,新疆医疗点数据;2)居民点与医疗卫生点数据投影到路网节点,分别得到最近路网节点与最近节点距离;3)计算居住点与所有医疗点的弧长距离,为减少算法冗余,筛选与居住点大圆弧长距离 120 km(抢救的最大时间范围是 2 h 内,新疆以国道省道为主,普遍限速 60 km/h)范围内所有医院投影节点;4)基于 Dijkstra 算法对阈值内的医院的路网最短路径计算与最近医疗点筛选;5)将得到的路网最短路径与 2 个最近节点距离相加得到总长度,因主要是基于驾驶路网做计算会产生一定的数据误差,部分居民点的实际就医距离会产生偏差,因此将弧距与路网总长度加权平均(弧距权重 0.6,路网长度权重 0.4)求得最终结果;6)分析得出结论。

1.3.3 地州层面医疗卫生资源空间公平综合评价方法

从地州层面探究医疗卫生资源的空间公平情况与形成机制,选取各地州基本医疗服务资源的平均最近加权距离成本、三甲医院平均最近加权距离成本、每万人床位数、万人卫生技术人员数 4 项指标,利用熵值法构建医疗资源配置综合指数

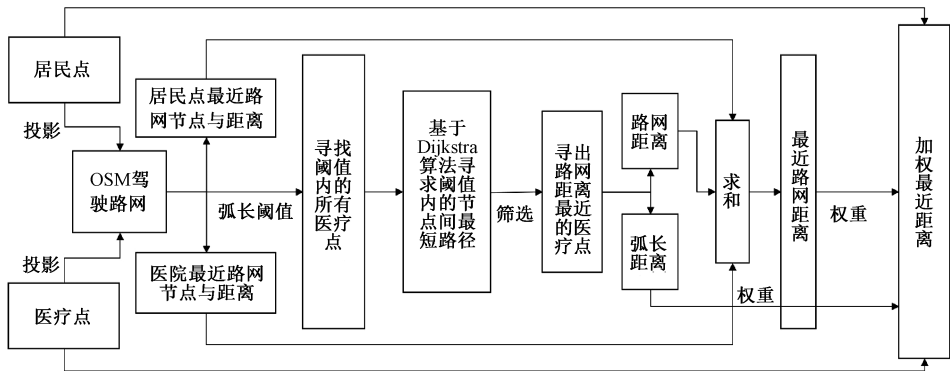


图 2 OSMNHDC 方法处理流程

Fig. 2 Data processing flow of OSMNHDC method

反映各地州医疗资源分布的空间分异。医疗资源获取成本与区域经济社会发展,医疗设施与人才配套相关^[7]。选取经济、社会与医疗基底相关的包括人均可支配收入、户籍城镇化率、医保参与率、人口密度、万人床位数、万人执业医师数、万人执业护士数、医疗机构数、路网密度、卫技人员培养(由各地州的卫生院校计算获得,本科赋值 3,大专赋值 2,卫校赋值 1) 10 项指标,使用地理探测器探究当前经济社会指标的时空分异性特征,以及形成当前医疗资源配置的空间差异的主要影响因素。地理探测器广泛应用于城镇化,人居环境等社会经济研究^[25-26],能够实现社会经济空间要素分异性探测与归因^[27],计算公式如下

$$q = 1 - \frac{\sum_{h=1}^L N_h \sigma_h^2}{N \sigma^2} = 1 - \frac{SSW}{SST}, \tag{2}$$

$$SSW = \sum_{h=1}^L N_h \sigma_h^2, SST = N \sigma^2, \tag{3}$$

式中: $h = 1, 2, \dots, L$ 为变量 Y 的分层(Strata),即分类或分区; N_h 和 N 分别为层 h 和全区的单元数; σ_h^2 和 σ^2 分别是层 h 和全区 Y 值的方差。SSW 和 SST 分别为层内方差(within sum of squares)和全区总方差(total sum of squares)。 q 的值域为 $[0, 1]$,值越大说明 Y 的空间分异性越明显^[28-29]。

2 结果分析

2.1 新疆医疗资源空间配置概况

基于各地州人口数,对新疆整体的医疗资源基尼系数进行测算,2010 年来的床位数空间配置基尼系数和卫生技术人员数空间配置基尼系数基本都小于 0.3,并且两组基尼系数值均呈下降趋势,2015 年后略微上升,整体上医疗资源按人口分布配置公平性有所改善,地州层面医疗资源按人口配置处于相对公平状态(图 3)。然而地州间的医疗卫生资源空间配置差距较为显著,其中乌鲁木齐市、昌吉回族自治州、克拉玛依市的医疗卫生机构数占全疆的 43.76%,医疗卫生资源的空间集聚现象较为显著。哈密地区、阿勒泰地区、塔城地区、伊犁州直属、博尔塔拉蒙古自治州、阿克苏地区、喀什地区的万人病床位数均在全国平均水平线下。部分地区医疗卫生技术人员与病床位数配比存在失衡,且各地州均存在医护比倒置的现象,基本的医疗设施保障还需要进一步完善,医

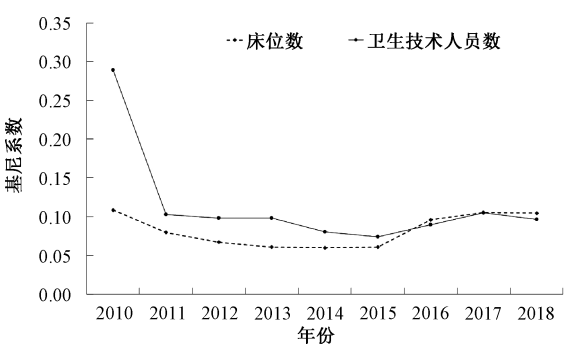


图 3 2010—2018 年新疆医疗资源的空间配置基尼系数

Fig. 3 Gini coefficient of spatial allocation of medical resources in Xinjiang from 2010 to 2018

疗卫生技术人员队伍仍需进一步扩大。

2.2 基本医疗服务资源的空间公平性分异

基本医疗服务包括常见病、多发病的诊断治疗服务,急重症的急救救护和转诊服务,慢性病恢复期病人的医疗服务与临终关怀,提供诊治、合理用药、就医指导等^[30-31]。这些资源更多的是面向一定范围内的居民基础医疗需求,其中能提供基本医疗服务的医疗卫生机构覆盖各级综合医院与乡镇(街道)卫生院(站)。基于 OSMNHDC 方法对各地区居民点所能接受的最近基本医疗卫生服务距离成本进行测算,分析新疆基本医疗资源的空间公平性。结果显示新疆居民点的平均加权最近距离成本为 6.86 km,其值多集中于 10 km 以内,其中仅有 38.5% 的居民点的最近医疗点加权距离成本在 5 km 内,20.1% 的居民点的距离成本大于 10 km,这些居民点的基础医疗服务保障相对薄弱,如图 4(a)。通过分区统计分析可以看到 OSMNHDC 方法所得结果与通过 ArcGIS 的最近邻分析工具能得出较为一致的结论,如图 4(b) 和 4(c),而 ArcGIS 最近设施算法并未采用加权距离,忽略了路网数据带来的数据误差,所以在绝对值上存在差异,但两者地州间的分异性结论基本一致,证明了 OSMNHDC 算法的结果的可信度。

无论是地州还是区县层面上都存在显著的区域差异。地州层面上,如图 5(a),乌鲁木齐市平均最近医疗点加权距离成本值为全疆最小,和田地区、阿勒泰地区、克孜勒苏柯尔克孜自治州的平均加权距离成本最大,居民获取基本医疗卫生服务资源的机会成本最大,基本医疗资源的空间配置需要进一步优化。在区县尺度,如图 5(b),成本值最大 5 个区县的包括皮山县、塔什库尔干塔

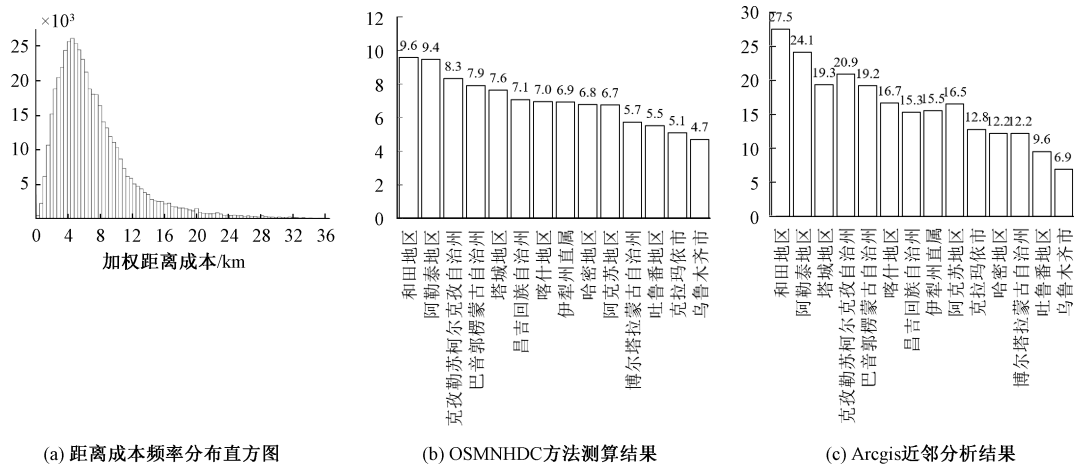
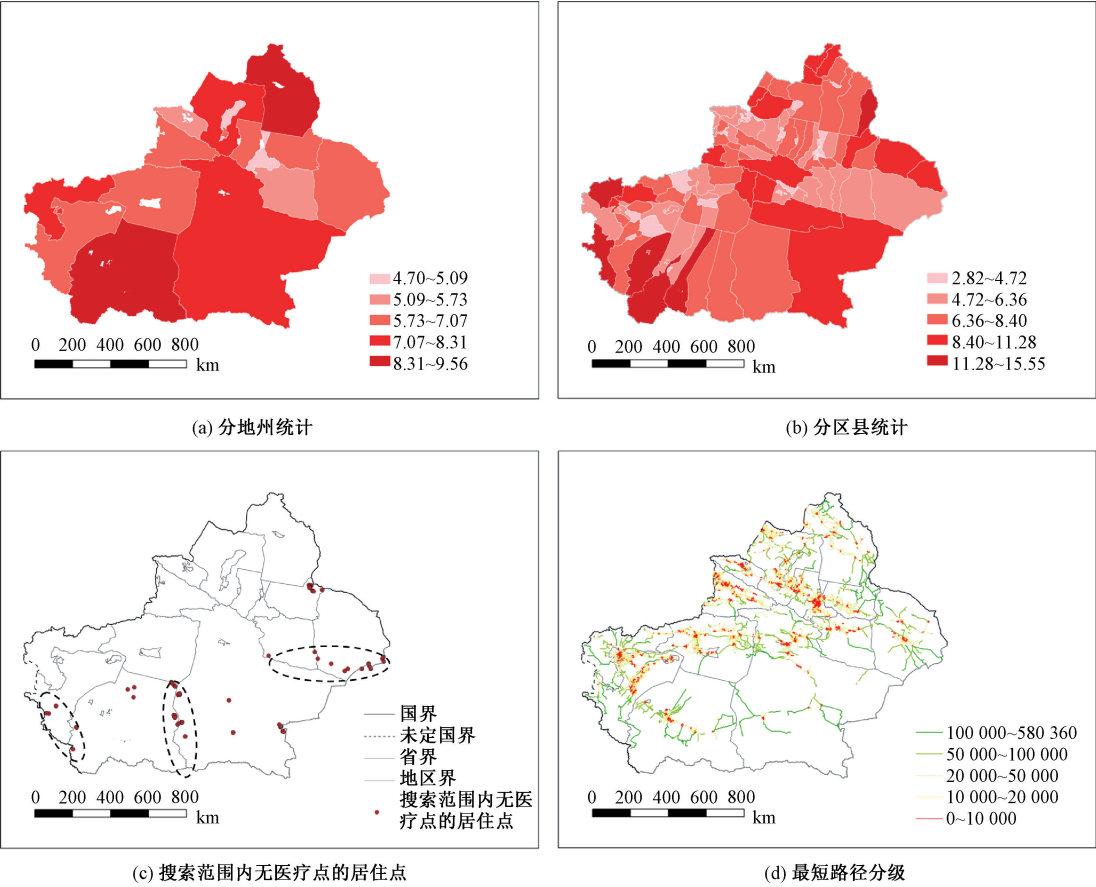


图 4 最近医疗点距离成本测算结果对比

Fig. 4 Comparison of the nearest medical institution distance cost measurement results



此图根据国家测绘地理信息局标准地图(审图号:GS(2019)1699号)绘制,底图无修改

图 5 基本医疗服务距离成本分区统计及缺失区识别

Fig. 5 Zonal statistics of basic medical and health services distance cost and identification of short areas of basic medical and health services

吉克自治县、和田县、乌恰县、青河县,此类区县散布于边界地区,这些区县的基础医疗保障亟待进一步提升。距离成本最小的 5 个区县为和田市、乌鲁木齐市新市区、乌鲁木齐头屯河区、乌鲁木齐水

磨沟区、泽普县。其中和田地区存在着严重的区域失衡,说明和田医疗资源高度集聚,医疗资源下沉严重不足,医疗资源的空间配置需进一步优化。在 OSMNHDC 方法运算过程中通过搜索阈值(大

圆弧长 120 km) 范围内的所有医疗点能够得到每个居住点对应的医疗点数量,识别出存在部分居住点阈值范围内医疗点数为 0,这些居住点多分布于南疆和哈密地区,如图 5(c)。同时通过对 ArcGIS 求得的最短路径按自然断裂点法分级,如图 5(d),可以发现新疆整体上存在显著的城乡分化,二元结构突出,基本医疗资源下沉不足,这与很多其他区域研究的结论具有相似性^[16,32-33],表明新疆基础医疗卫生资源的配置需要进一步向乡镇地区布局,提高农村居民就医保障,降低寻医成本。

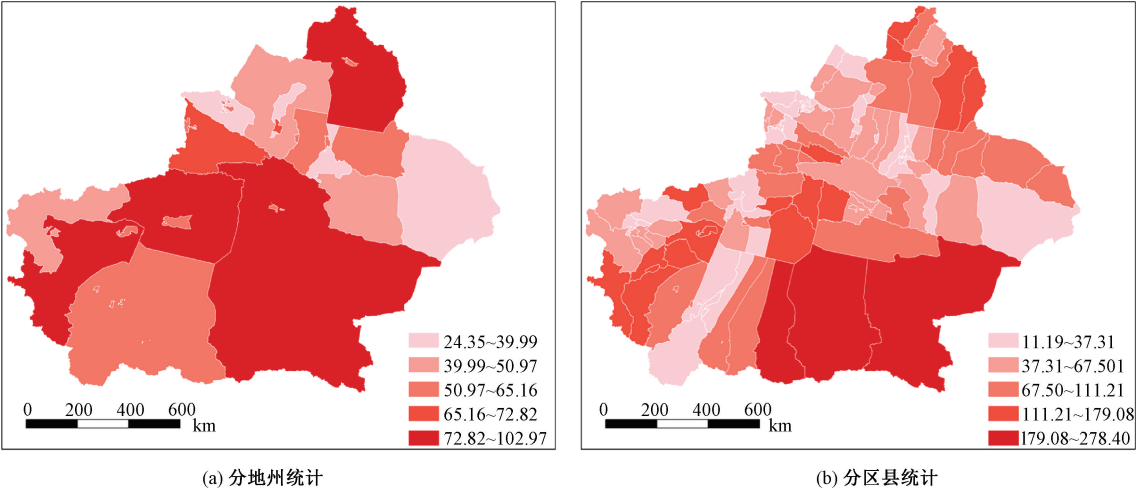
2.3 三甲医院医疗资源的机会公平区域分异

三甲医院的服务域涵盖的范围相对较广,大型三甲医院的服务范围可能覆盖全疆,但能够接受三甲医院医疗资源的服务机会仍存在差异,这种差异体现在获取三甲医院医疗资源机会成本上,同样可以通过居民点最近距离成本来表征,但在计算时无空间阈值限定。新疆目前已基本实现每个地州至少有 1 个三级甲等医院,一定程度上考虑到了区域公平。通过 OSMNHDC 算法的测算,对地州内部和地州间而言,三甲医疗卫生资源的获取机会存在显著的空间失衡,新疆全区平均最近三甲医院加权距离成本为 70.05 km,如图 6,阿勒泰地区、巴音郭楞蒙古自治州、阿克苏地区获取三甲资源的机会成本最高,乌鲁木齐市、博尔塔拉蒙古自治州、克拉玛依市是居民接受三甲资源机会成本最低的地区。从区县视角来看,一些远

离地州行政中心的区县如且末县、若羌县、民丰县、清河县为三甲医疗资源服务洼地,平均最近的三甲医院距离成本超过 170 km 与部分区县差距悬殊。

2.4 地州层面医疗资源配置空间公平格局与影响因素

为进一步识别当前新疆医疗卫生资源的空间公平情况与形成机制,通过构建医疗配置综合指数识别当前各地州医疗资源分布的空间异质性与距离成本相互交叉验证,并通过地理探测器探究形成这种分异的主要影响因素。熵权法得出的医疗配置综合指数结果如表 2 所示,综合得分的差距反映出地州间医疗资源配置的非均衡性显著,北疆明显优于南疆,乌鲁木齐市显著优于其他地州,阿克苏地区、喀什地区、阿勒泰地区的医疗资源优化配置需求较强,得到与前文较一致的结论,进一步验证 OSMNHDC 算法的可用性。应用地理探测器实现对地州层面的医疗资源配置空间公平格局的影响因素的分析。首先对地州层面的相关社会经济要素的分异性进行时空测度以把握地州层面相关联要素的特征。因数据的可获取性,利用地理探测器对 2014—2018 年每个年份的相关指标的空间分异性(q 值)进行测算,得到这些指标的空间分异性的时空特征,见图 7, q 值值域为 $[0,1]$,越接近 1 说明空间分异性越明显。其中人均可支配收入,医保参与率,人口密度 3 类指标的空间分异性空间分异性呈增长趋势,区域间的差异化趋于扩大。而新疆户籍城镇化率空间分异



此图根据国家测绘地理信息局标准地图(审图号:GS(2019)1699号)绘制,底图无修改

图 6 三甲医疗卫生服务距离成本分区统计

Fig. 6 Zonal statistics of tertiary A-level hospitals-medical and health services distance cost

性是先增后减,万人护士数、万人医师数、万人床位数以及医疗机构数的分异性总体呈现降低的趋势,这样的结果表明新疆的户籍城镇化率的区域间差异在逐渐缩小,城镇化进程稳步推进,新疆的医疗资源的空间配置趋向优化,这与前文基尼系数分析的结论具有一致性。应用地理探测器对新疆医疗资源配置空间公平差异性进行归因,通过对 2018 年的截面数据的因子探测,结果如表 3 所示。其中人均可支配收入与医护人员的配置数量指标(包括万人护士数、万人执业医师数)对新疆的医疗资源配置空间公平的影响最大, q 值均

大于 0.7,人均可支配收入的 q 值为 0.76,表明产生新疆医疗资源配置空间分异性的主导因素为区域经济发展的不平衡与卫生技术人才队伍建设的差距。此外,路网密度与卫技人员培养的 q 值也较高,均大于 0.6,这表明对于预备卫生技术人员培养,交通的便捷性也是重要的影响因素。而医保参与率、人口密度、医疗机构数对医疗配置空间公平性的影响则较小。因此优化医疗卫生技术人才区域配置,加强各区域卫技人才队伍建设,缩小经济发展区域差异以及加强基础设施建设是当前新疆推进医疗卫生空间公平的重要途径。

表 2 各地州医疗配置综合指数

Table 2 Health care allocation composite index of each state

地市(州)	综合得分	排名	地市(州)	综合得分	排名
乌鲁木齐市	1.000	1	克孜勒苏柯尔克孜自治州	0.241	8
克拉玛依市	0.469	2	巴音郭楞蒙古自治州	0.234	9
吐鲁番地区	0.318	3	伊犁州直属县(市)	0.163	10
昌吉回族自治区	0.315	4	和田地区	0.155	11
博尔塔拉蒙古自治州	0.315	5	阿克苏地区	0.127	12
哈密地区	0.310	6	喀什地区	0.124	13
塔城地区	0.247	7	阿勒泰地区	0.050	14

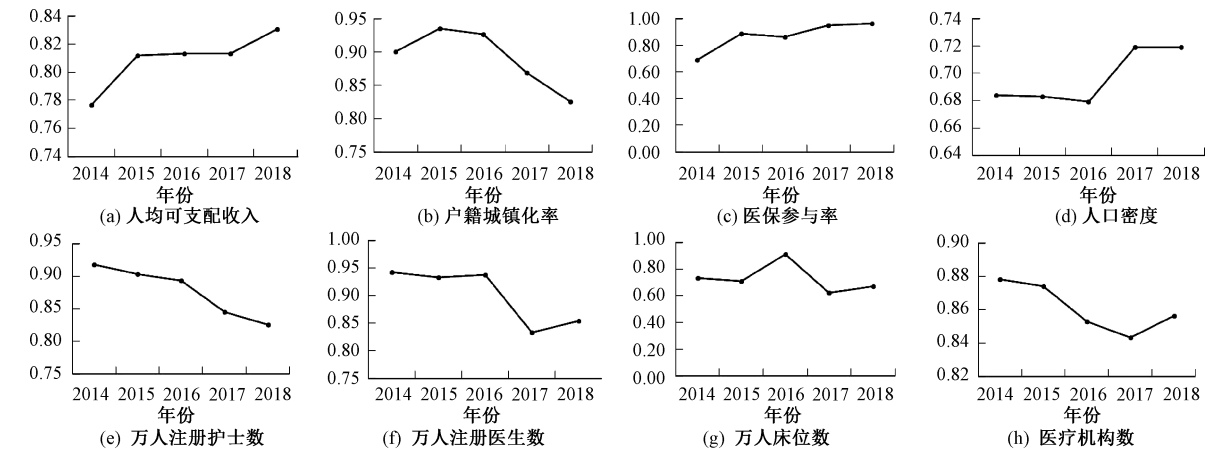


图 7 社会经济指标的分异性时空特征

Fig. 7 The temporal and spatial stratified heterogeneity of social and economic indicators

表 3 因子探测结果

Table 3 Result of factor detector

影响因素	q 值
x_1 人均可支配收入	0.764 758 468
x_2 户籍城镇化率	0.475 170 332
x_3 医保参与率	0.451 775 475
x_4 人口密度	0.285 943 369
x_5 万人床位数	0.477 219 711
x_6 万人执业医师	0.718 451 883
x_7 万人执业护士	0.734 950 104
x_8 医疗机构数	0.373 641 244
x_9 路网密度	0.671 502 379
x_{10} 卫技人员培养	0.664 423 837

3 结论与讨论

3.1 结论

本文基于 OSMNHDC 方法测算新疆居民点到最近医疗点距离成本,分析医疗卫生资源配置的空间公平,在方法上将空间公平测算扩展到更大空间尺度,得出具有实际意义的结论:1) 新疆的医疗资源的配置总量在不断增长,医疗资源空间配置基尼系数整体上呈现下降趋势,医疗卫生资源按人口分布配置公平性进一步改善。2) 基本

医疗卫生服务资源上,居民点的加权最近距离成本值多集中于 10 km 以内,其中仅有 38.5%的居民点的最近医疗点距离成本在 5 km 内,20.1%的居民点的距离成本大于 10 km。地州和区县层面上都存在显著的医疗卫生资源配置的公平性失衡,城乡分化明显,基本医疗资源下沉不足。3) 新疆每个地州至少有 1 个三甲医院,但不同区域间获取三甲资源的机会性公平存在显著的差距,乌鲁木齐市、博尔塔拉蒙古自治州、克拉玛依市是居民获取三甲资源距离成本最小的地区,阿勒泰地区、巴音郭楞蒙古自治州、阿克苏地区的平均距离成本最大。通过地理探测器对新疆医疗资源空间配置影响因素的探究,得出医疗卫生技术人才区域经济发展水平、区域配置以及路网密度是影响医疗资源配置空间差异的重要因素。

3.2 讨论

本研究的主要结果表明,整体上新疆的医疗卫生公平性趋于改善,但新疆医疗卫生资源空间配置仍显著存在区域不公平的现象。这与新疆医疗人才队伍建设、区域发展不平衡、交通设施建设差距、地区人文习俗差异有着密切的联系。政府应进一步统筹规划区域医疗资源布局,以补齐部分地区医疗卫生资源短板。新疆地广人稀,局部绿洲高度集聚,区际交通联系可变性不强,应当更注重地域内部的医疗公共资源配给,做好局部优化。区域间可以考虑疆内跨区域整合医疗卫生资源,以便能够照顾到医疗资源缺少的区域如行政边界地区。不同层级医疗机构间可以依托通讯技术开展远程门诊、建立远程诊断中心,联合新疆各级优质医疗机构与乡镇基层医疗建立远程医疗等合作关系。积极依托现有的医疗援疆政策,提升各地州医疗卫生水平,优化医疗卫生人才队伍的规模与结构。推广与完善分级诊疗制度在新疆地区的施行,根据各级需求系统优化多级医疗卫生服务的空间布局,既保证各地居民的基本医疗服务,另一方面要使优质医疗资源下沉,满足不同层次医疗需求^[34]。促进医疗卫生机构多元化,优化综合医院、中医医院以及各类民族医院等的区域配置,面向多民族区域不同需求提供各类医疗服务。同时在基础设施建设上,通达的道路网络是居民实现快速就医的重要保障,完善各地区交通网络以改善部分地区医疗保障不足的问题,特别是在乡村地区,通过完善路网构建来拓宽现有医疗卫生机构的服务域。

本研究存在以下不足之处:医疗卫生资源的空间公平应该是多维度来衡量的,由于数据的可获取性,缺乏更精细尺度的医疗资源数据,且本文着重从距离成本可达角度出发,未考虑到真实的社会需求与居民选择偏好等客观因素。此外交通方式上仅考虑了汽车驾驶的出行,忽略了其他的交通出行方式,部分人的寻医出行可能是依靠轨道交通或者步行。由于本研究的研究区范围广,数据量大,因此仅考虑距离成本而未考虑时间成本,未来的研究可以通过道路等级的确定来估算时间成本。

参考文献

[1] 许婵,文天祚,王坤晓.北京市核心区医疗设施可达性研究[J].地域研究与开发,2019,38(3):60-65,101.

[2] 王明杰,余斌,卓蓉蓉,等.分级诊疗政策背景下的乡村医疗服务空间可达性研究:以山东省新泰市为例[J].地域研究与开发,2019,38(5):136-141.

[3] Ding J M, Hu X J, Zhang X Z, et al. Equity and efficiency of medical service systems at the provincial level of China's mainland: a comparative study from 2009 to 2014[J]. BMC Public Health, 2018, 18(1): 214. DOI: 10.1186/s12889-018-5084-7.

[4] Zhu L, Zhong S, Tu W, et al. Assessing spatial accessibility to medical resources at the community level in shenzhen, china[J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2019, 16(2): 242. DOI: 10.3390/ijerph16020242.

[5] Zhang S Y, Song X Q, Wei Y P, et al. Spatial equity of multilevel healthcare in the metropolis of chengdu, china: a new assessment approach [J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2019, 16(3): 493. DOI:10.3390/ijerph16030493.

[6] McLafferty S, Wang F H, Luo L, et al. Rural-urban inequalities in late-stage breast cancer: spatial and social dimensions of risk and access[J]. Environment and Planning B, Planning & Design, 2011, 38(4): 726-740. DOI: 10.1068/b36145.

[7] 李中凯,李金叶.2005—2015 年新疆医疗卫生资源配置公平性分析[J].中国公共卫生,2018,34(8):1151-1157.

[8] 汪来杰.西方国家公共服务的变化:轨迹与特征[J].社会主义研究,2007(6):89-92.

[9] 曾文,向梨丽,李红波,等.南京市医疗服务设施可达性的空间格局及其形成机制[J].经济地理,2017,37(6):136-143. DOI:10.15957/j.cnki.jjdl.2017.06.019.

[10] Zheng Z C, Xia H M, Ambinakudige S, et al. Spatial accessibility to hospitals based on web mapping API: an empirical study in Kaifeng, China[J]. Sustainability, 2019, 11(4): 1160. DOI:10.3390/su11041160.

[11] Joseph A E, Bantock P R. Measuring potential physical

- accessibility to general practitioners in rural areas: a method and case study [J]. *Social Science & Medicine*, 1982, 16 (1): 85-90. DOI:10.1016/0277-9536(82)-90428-2.
- [12] Radke J, Mu L. Spatial decompositions, modeling and mapping service regions to predict access to social programs [J]. *Geographic Information Sciences*, 2000, 6(2): 105-112. DOI:10.1080/10824000009480538.
- [13] Luo W, Wang F H. Measures of spatial accessibility to healthcare in a GIS environment: synthesis and a case study in the Chicago region [J]. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 2003, 30(6): 865-884. DOI: 10.1068/b29120.
- [14] Gibin M, Longley P, Atkinson P. Kernel density estimation and percent volume contours in general practice catchment area analysis in urban areas [C] // *The Proceedings of GISRUK*. Maynooth, Ireland: [s. n]. 2007: 11-13.
- [15] Kaur Khakh A, Fast V, Shahid R. Spatial accessibility to primary healthcare services by multimodal means of travel: synthesis and case study in the city of Calgary [J]. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2019, 16(2): 170. DOI:10.3390/ijerph16020170.
- [16] Tao Z L, Cheng Y, Zheng Q J, et al. Measuring spatial accessibility to healthcare services with constraint of administrative boundary: a case study of Yanqing District, Beijing, China [J]. *International Journal for Equity in Health*, 2018, 17(1): 7. DOI:10.1186/s12939-018-0720-5.
- [17] Fransen K, Neutens T, de Maeyer P, et al. A commuter-based two-step floating catchment area method for measuring spatial accessibility of daycare centers [J]. *Health & Place*, 2015, 32: 65-73. DOI: 10.1016/j.healthplace. 2015. 01. 002.
- [18] 陶春海,郭同济,许可. 我国医疗卫生资源配置均等化水平测度[J]. *统计与决策*, 2019, 35(24): 42-46. DOI: 10.13546/j.cnki.tjyc. 2019. 24. 009.
- [19] Frogner B K, Frech III H E, Parente S T. Comparing efficiency of health systems across industrialized countries: a panel analysis[J]. *BMC Health Services Research*, 2015, 15 (1): 415. DOI:10.1186/s12913-015-1084-9.
- [20] Zhou X X, Ding Y, Wu C B, et al. Measuring the spatial allocation rationality of service facilities of residential areas based on internet map and location-based service data [J]. *Sustainability*, 2019, 11(5): 1337. DOI: 10.3390/su11051337.
- [21] Jia T, Tao H B, Qin K, et al. Selecting the optimal healthcare centers with a modified P-median model: a visual analytic perspective [J]. *International Journal of Health Geographics*, 2014, 13(1): 42. DOI:10.1186/1476-072X-13-42.
- [22] 郑智成,张丽君,秦耀辰,等. 基于多模式交通网络的开封市公园景点可达性[J]. *地域研究与开发*, 2019, 38(4): 60-67.
- [23] 杨宇,董雯,刘毅,等. 基于交通视角的新疆城市等级体系演变研究[J]. *经济地理*, 2011, 31(4): 591-598. DOI: 10.15957/j.cnki.jjdl. 2011. 04. 011.
- [24] de Maio F G. Income inequality measures [J]. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 2007, 61(10): 849-852. DOI:10.1136/jech. 2006. 052969.
- [25] 刘彦随,杨忍. 中国县域城镇化的空间特征与形成机理 [J]. *地理学报*, 2012, 67(8): 1011-1020.
- [26] 湛东升,张文忠,余建辉,等. 基于地理探测器的北京市居民宜居满意度影响机理[J]. *地理科学进展*, 2015, 34(8): 966-975.
- [27] 李佳洺,陆大道,徐成东,等. 胡焕庸线两侧人口的空间分异性及其变化[J]. *地理学报*, 2017, 72(1): 148-160.
- [28] Wang J F, Li X H, Christakos G, et al. Geographical detectors-based health risk assessment and its application in the neural tube defects study of the Heshun region, China [J]. *International Journal of Geographical Information Science*, 2010, 24(1): 107-127. DOI: 10.1080/13658810802443457.
- [29] Wang J F, Zhang T L, Fu B J. A measure of spatial stratified heterogeneity [J]. *Ecological Indicators*, 2016, 67: 250-256. DOI:10.1016/j.ecolind. 2016. 02. 052.
- [30] 梁鸿,朱莹,赵德余. 我国基本医疗服务体系的重构与优化 [J]. *中国卫生资源*, 2006(4): 153-155.
- [31] 张勃,瞿婷婷,申曙光. 基层医疗卫生机构的基本医疗服务范围研究: 基于常见病、多发病的视角 [J]. *中国医院管理*, 2016, 36(8): 23-25.
- [32] Shah T I, Milosavljevic S, Bath B. Determining geographic accessibility of family physician and nurse practitioner services in relation to the distribution of seniors within two Canadian Prairie Provinces [J]. *Social Science & Medicine*, 2017, 194: 96-104. DOI:10.1016/j.socscimed. 2017. 10. 019.
- [33] McGrail M R, Humphreys J S. Measuring spatial accessibility to primary health care services: utilising dynamic catchment sizes [J]. *Applied Geography*, 2014, 54: 182-188. DOI:10.1016/j.apgeog. 2014. 08. 005.
- [34] Maleki R M, Barzinpour F, Pishvae M S. A multi-objective hierarchical location-allocation model for the healthcare network design considering a referral system [J]. *International Journal of Engineering*, 2018, 31(2): 365-373.