

顾及不公平、地理集聚与关键因素的中国孕产妇保健服务多指标联合时空评价

陈爰睿¹, 薛锦^{1,2}, 唐欣怡¹, 解修峰³, 赵芑¹, 唐章英³, 王秀丽^{1,2,4}, 宋超^{1,2,4}

1. 四川大学华西公共卫生学院/华西第四医院, 四川 成都 610041;

2. 四川大学健康城市发展研究中心、西部农村卫生发展研究中心;

3. 西南石油大学地球科学与技术学院、油气藏地质及开发工程国家重点实验室;

4. 主动健康与食品营养安全四川省重点实验室

摘要:目的 探讨我国各省份孕产妇保健服务水平的多项指标在时空分布上的不公平性及其影响因素。方法 基于 2010—2020 年中国 31 个省份的面板数据,通过熵权法构建孕产妇保健服务综合指数,运用空间基尼系数、时空聚类与异常值分析揭示其时空公平性演变与地理集聚特征,借助贝叶斯时空变系数模型与时空方差分割指标量化社会经济与环境因素的时空异质性影响。结果 我国孕产妇保健服务存在持续的空间不公平性,呈现“北高西低、中部崛起”的固化集聚格局;社会经济因素的总贡献率为 59.66%,是孕产妇保健服务时空分异的主导因素,其中文盲率的贡献率为 36.69%,是最关键的抑制因子。结论 我国孕产妇保健服务公平性虽整体呈改善趋势,但地区间差异依然显著,需开展时空差异化的精准干预,以推动孕产妇健康服务的动态均衡发展。

关键词:孕产妇保健服务;多指标;时空异质驱动因素;贝叶斯时空变系数模型;时空方差分割指标

中图分类号:R19 文献标志码:A 文章编号:1003-8507(2026)16-2949-08

DOI:10.20043/j.cnki.MPM.202602099

Joint multi-indicator spatiotemporal evaluation of maternal healthcare services in China with consideration of inequity, spatial clustering and key determinants

CHEN Yuan-rui*, XUE Jin, TANG Xin-yi, XIE Xiu-feng, ZHAO Peng,

TANG Zhang-ying, WANG Xiu-li, SONG Chao

* West China School of Public Health/West China Fourth Hospital, Sichuan University, Chengdu, Sichuan 610041, China

Abstract: **Objective** To investigate the spatiotemporal inequity and determinants of maternal healthcare service levels across Chinese provinces. **Methods** Based on panel data from 31 provinces in China (2010—2020), a composite maternal healthcare service index was constructed using the entropy weight method. Spatial Gini coefficient, spatiotemporal cluster, and outlier analyses were employed to reveal the evolution of spatial inequity and geographical agglomeration patterns. The Bayesian spatiotemporally varying coefficients (BSTVC) model and spatiotemporal variance partitioning index (STVPI) were then applied to quantify the spatiotemporally heterogeneous effects of socioeconomic and environmental factors. **Results** Persistent spatial inequity exists in China's maternal healthcare services, exhibiting a solidified pattern of "high in the north, low in the west, and rising in the central region." Socioeconomic factors contributed 59.66% to the overall spatiotemporal disparity, making them the dominant drivers, among which illiteracy rate accounted for 36.69% as the most critical inhibitory factor. **Conclusion** Although the overall equity of maternal healthcare services in China has improved, significant regional disparities persist. Time- and location-specific interventions are required to promote balanced development of maternal health services.

Keywords: Maternal healthcare services; Multi-indicator; Spatiotemporal heterogeneous drivers; BSTVC model; STVPI

孕产妇健康是衡量社会进步与卫生公平性的核心指标,全球可持续发展议程 3 (SDG3) 明确将其列为重点目标^[1]。孕产妇保健作为实现这一目标的关键支撑^[2],特指医疗机构为女性在备孕、怀孕、分娩至产后恢复期间提供的系统性保健服务。尽管在《中国妇女发展纲要》等政策推动下,中国孕产妇健康水平

基金项目:四川省自然科学基金项目(2026NSFSC0215);国家自然科学基金面上项目(42071379)

作者简介:陈爰睿(2004—),女,本科在读,研究方向:时空卫生统计、全域人群健康

通信作者:宋超,E-mail: chaosong@scu.edu.cn

已显著提升^[3],但省域间保健服务不平衡问题依然突出,中西部地区尤为明显^[4]。因此,从地域差异视角探究其空间不公平性格局与时间演变规律,明晰关键时空影响因素,对优化资源配置具有重要意义^[5]。

现有研究中,孕产妇保健服务水平多采用单指标、静态化的评价方法^[6],虽揭示了空间分异,但未能构建多指标联合的时空评价体系^[7],难以反映服务全过程质量。近年来,空间基尼系数、空间自相关、贝叶斯时空模型等先进健康医学地理分析方法已被应用于妇幼健康领域^[8-9],但其主要关注孕产妇死亡率等结局指标^[10],未将上述方法应用于孕产妇保健服务。且研究者在探究影响因素时,普遍关注家庭收入^[11]、产妇文化程度^[12]等社会经济因素,较少纳入自然环境因素,制约了对服务不公平形成机制的深入理解。

鉴于此,本研究以 2010—2020 年中国 31 个省份为研究对象,构建孕产妇保健服务综合指数,运用空间基尼系数^[13]与聚类异常值分析^[14]揭示其时空不公平性与集聚特征,采用贝叶斯时空变系数(Bayesian Spatiotemporally Varying Coefficients, BSTVC)模型与时空方差分割指标(Spatiotemporal Variance Partitioning Index, STVPI)^[15],解析社会经济与环境因素的时空异质性影响,进而量化关键驱动因素的相对贡献。研究旨在为优化我国孕产妇保健资源区域配置、破解时空不公平困境、推动“健康中国”战略在妇幼健康领域的精准实施提供科学依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象 本研究以 2010—2020 年中国 31 个省份为研究对象。选取孕产妇建卡率、产前检查率、住院分娩率和系统管理率作为衡量孕产妇保健服务水平的指标。纳入 16 个潜在解释变量(社会经济类 7 个,环境类 9 个,见表 1)。数据来源于《中国统计年鉴》《中国卫生统计年鉴》及地球资源数据云平台。

表 1 社会经济与环境变量指标体系

Table 1 Socioeconomic and environmental variable indicator system		
变量编号	变量名	单位
SE1	人均国内生产总值(GDP)	元
SE2	人均政府卫生支出	亿元
SE3	每千名孕产妇拥有的妇产科床位数	张
SE4	每千名孕产妇拥有的妇幼保健卫生人员数	人
SE5	生育保险参保率	百分数(%)
SE6	个人卫生支出占卫生总费用比重	百分数(%)
SE7	文盲率	百分数(%)

(续表)		
变量编号	变量名	单位
EX1	归一化植被指数(NDVI)	
EX2	夜间灯光指数	
EX3	降水量	毫米(mm)
EX4	气温	摄氏度(℃)
EX5	相对湿度	百分数(%)
EX6	日照时间	小时
EX7	可吸入颗粒物(PM ₁₀)	微克/立方米(μg/m ³)
EX8	二氧化氮(NO ₂)	微克/立方米(μg/m ³)
EX9	单位面积旅客周转量	亿人公里/万平方公里

1.2 研究方法

1.2.1 综合指数计算 选取建卡率、产前检查率、住院分娩率和系统管理率四项核心指标,采用熵权法构建孕产妇保健服务综合指数。该法依据信息熵值的高低分配权重,从而规避主观赋值带来的干扰,计算公式如下:

$$T_{ij} = \sum_{j=1}^n Y_{ij} W_{ij}$$
 (1)

其中, T_{ij} 表示第*i*个省的综合指数, Y_{ij} 为标准化后的第*j*项指标值, W_{ij} 为对应权重。

1.2.2 时空公平评价

(1)空间基尼系数:空间基尼系数通过纳入地区间的空间自相关效应,能够更准确地度量保健服务分布的空间不平等程度。本研究应用 R 4.4.1 软件的“lctools”包计算空间基尼系数。

$$G = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} |X_i - X_j|}{2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} \bar{X}}$$
 (2)

其中, X_i 和 X_j 分别为第*i*个和第*j*个省的综合指数; W_{ij} 表示空间权重, $\bar{X}$ 为全国平均水平。该值越接近 0,表示空间分布越公平;反之则越不公平。

(2)空间聚类和异常值分析:本研究使用 ArcGIS Pro 3.02,通过局部莫兰指数(Anselin Local Moran’s I)识别孕产妇保健服务在局部空间上的集聚与异常特征。该方法能够有效识别出高-高集聚(H-H)、低-低集聚(L-L),高-低异常(H-L)和低-高异常(L-H)四类空间模式。

$$I_i = y'_i = \sum_{j=1}^n W_{ij} y'_j$$
 (3)

其中, y'_i 和 y'_j 分别为省份*i*和省份*j*标准化后的孕产妇保健服务综合指数, n 表示省份总数。若 $I_i > 0$,表示省份*i*邻近的单位范围中存在“高-高”集聚或“低-低”集聚;若 $I_i < 0$,则该省邻近范围中存在“高-低”或“低-高”异常空间单元。

1.2.3 时空影响机制分析

(1)筛选全局关键影响因素:为克服多重共线性,采用方差膨胀因子(Variance Inflation Factor, VIF)结合相关系数矩阵,对 16 个初选变量进行筛选,最终保留 VIF 小于 10 的变量。随后引入随机森林(Random

Forest, RF) 模型, 基于均方误差增加百分比 (%IncMSE) 明确各变量的重要程度排序, 最终筛选出全局关键影响因素。

(2) 贝叶斯时空变系数模型: 贝叶斯时空变系数模型(BSTVC)由宋超等提出、改进、发展并配套开发了其开源 R 包“BSTVC”^[16]。该模型在一个独立、完整且统一的“全地图”框架下, 同时估计各影响因素在空间和时间维度上的异质性回归系数, 从而揭示解释变量与被解释变量之间关系的时空异质性, 即时空非平稳性。与传统的全局回归模型相比, BSTVC 允许回归系数随地理位置和时间变化, 能够更精细地刻画影响机制的局部时空差异。此外, 该模型还可结合 STVPI 量化各因素的时空相对贡献并识别关键因子^[17]。BSTVC 模型已成功应用于医疗资源时空评价^[5,7,18]、妇幼健康差异分析^[8]及自然灾害风险评估^[19]等多个领域, 展现出良好的跨学科适用性与解释力。

本研究采用的 BSTVC 模型如下:

$$\log(y_{it}) = \sum_{k=1}^K \mu_{kt} X_{k,it} + \sum_{k=1}^K \gamma_{kt} X_{k,it} + \varepsilon_{it} \quad (4)$$
$$\mu_i | \mu_{-ik} \sim N(\bar{\mu}_{\omega i, k}, \frac{\sigma_{\mu k}^2}{n_{\omega i, k}}, \gamma_{ik} | \gamma_{t-1}, \gamma_{t-2, k} \sim N(2\gamma_{t-1, k}, \sigma_{\gamma k}^2), \varepsilon_{it} \sim N(0, \sigma_{\varepsilon}^2) \quad (5)$$

式中, y_i 指的是综合指数在省份 i 和时间 t 的观测值; X 表示选取的社会与自然环境影响因素; μ_{ik} 表示空间回归系数(SCs), 反映第 k 个因素在省份 i 的空间异质影响(空间非平稳); γ_{it} 为时间回归系数

(TCs), 反映第 k 个因素在年份 t 的时间异质影响(时间非平稳); ε_{it} 为残差项。空间随机效应(SCs)通过 iCAR 潜在高斯模型估算, 时间随机效应(TCs)通过 RW 潜在高斯模型拟合。

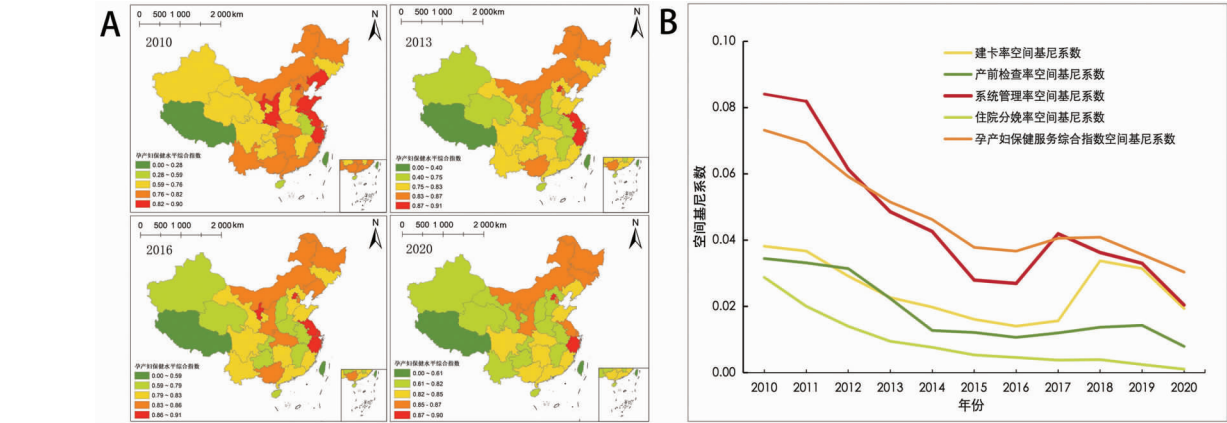
(3) 时空方差分割指标: 时空方差分解指标(STVPI)旨在量化不同时空异质影响因素的贡献度。基于 BSTVC 模型的后验参数, STVPI 能够将每个解释变量的总方差拆解为空间非平稳效应与时间非平稳效应两部分, 从而揭示数据变异的主要来源。单个影响因素的时空贡献度计算公式为:

$$\rho_k = \frac{\sigma_{\mu k} + \sigma_{\gamma k}}{\sum_{k=1}^n \sigma_{\mu k} + \sum_{k=1}^n \sigma_{\gamma k} + \sigma_{\varepsilon}} \times 100\% \quad (6)$$

式中, ρ_k 是第 k 个解释因素对目标变量的时空可解释百分比; $\sigma_{\mu k}$ 和 $\sigma_{\gamma k}$ 分别为第 k 个解释因素的空间和时间方差组分; σ_{ε} 是残差项的方差组分。STVPI 通过后验抽样理念同步输出 50% 和 95% 的贝叶斯可信区间, 可直接用于不确定性评价。

2 结果

2.1 时空不公平性格局 图 1(A) 显示, 我国各省孕产妇保健服务综合指数存在明显的空间差异: 北京、江苏、浙江等省份的综合指数持续保持高水平; 西藏、新疆、青海等西部省份则长期处于低水平; 安徽、河南、海南等省的综合指数增长显著, 综合指数的空间分布整体呈现“东部与北部沿海高、西部低、中部逐步提升”的非均衡格局。



注: 图 A 为 2010、2013、2016、2020 年中国省级孕产妇保健服务综合指数空间分布图, 底图基于自然资源部标准地图 GS(2024)0650 号绘制, 边界未修改; 图 B 为 2010—2020 年中国孕产妇保健服务各指标及综合指数的空间基尼系数变化趋势。

图 1 2010—2020 年中国孕产妇保健服务时空不公平性分布

Fig. 1 Spatiotemporal distribution of inequity in maternal health care services in China from 2010 to 2020

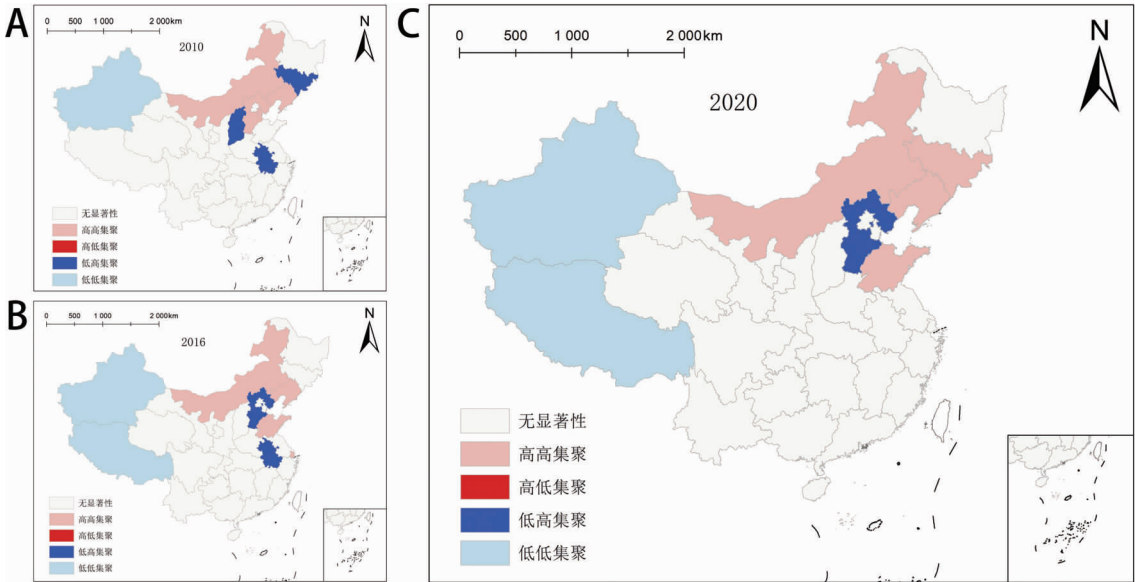
空间基尼系数分析结果(图 1B)表明, 省级层面空间不公平性整体下降, 但其演变呈现两阶段特征: 2010—2015 年呈现协同改善, 各指标公平性同步提

升; 2016 年后呈现分化波动, 其中系统管理率波动最显著, 建卡率也在 2018 年出现回升。而产前检查率与住院分娩率的基尼系数始终保持低位并呈稳步下

降态势,其公平性已进入巩固阶段。

2.2 地理时空集聚特征 局部空间自相关分析结果(图 2)显示了我国孕产妇幼保健“北高西低、中部崛起”的空间分异格局。高-高集聚区长期稳定分布于北

方沿海及东北地区,低-低集聚区锁定于新疆、西藏等西部地区。河北、安徽、山西等省份在 2014—2018 年间呈现低-高异常类型。



注:底图基于自然资源部标准地图 GS(2024)0650 号绘制,边界未修改;图 A、B、C 分别为 2010 年、2016 年、2020 年省域孕产妇幼保健服务综合指数的局部空间自相关分析结果图。

图 2 2010、2016 和 2020 年省域孕产妇幼保健服务综合指数的空间聚类与异常值分布

Fig. 2 Spatial clustering and outlier distribution of the comprehensive index of provincial maternal health care services in 2010, 2016, and 2020

2.3 时空异质影响机制 为克服变量间多重共线性对模型稳定性的干扰,采用 VIF 进行初步筛选,剔除了夜间灯光指数。随后使用随机森林回归,进一步剔除相对湿度与 PM₁₀ 两个环境因子。最终保留了 13 个核心变量,包括 7 个社会经济因子和 6 个环境因子,依次命名为 X1—X13。

2.3.1 时间异质影响机制 图 3 展示了 2010—2020 年间各因子的时间回归系数(TCs)的变化趋势,两类因子对孕产妇幼保健服务综合指数的影响在时间维度上表现出显著的年份差异。社会经济因子中,人均 GDP 的正向影响强度随时间减弱;人均政府卫生支出由 2011—2013 年的微弱正向影响转为 2014 年后的稳定负向影响;文盲率和生育保险参保率呈稳定负向影响。在环境因子中,NDVI 保持稳定的正向影响;气温和单位面积旅客周转量表现为稳定的负向影响;NO₂ 的影响强度呈线性下降趋势。

2.3.2 空间异质影响机制 图 4 表明两类因子对孕产妇幼保健服务的影响存在明显的空间异质性。人均政府卫生支出、生育保险参保率、文盲率、气温及单位面积旅客周转量在大多数省份呈正向影响,表明这些因素加剧了省际间的服务不公平。而个人卫生支出

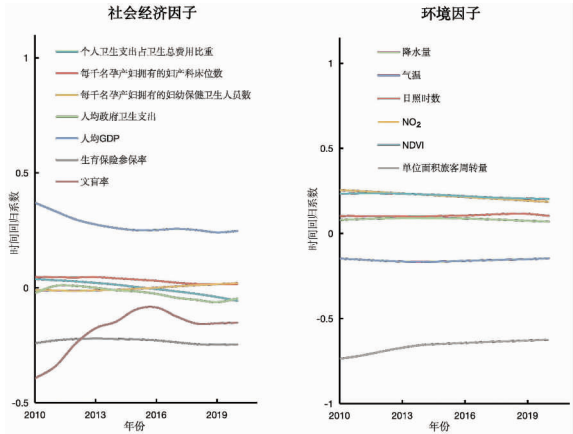
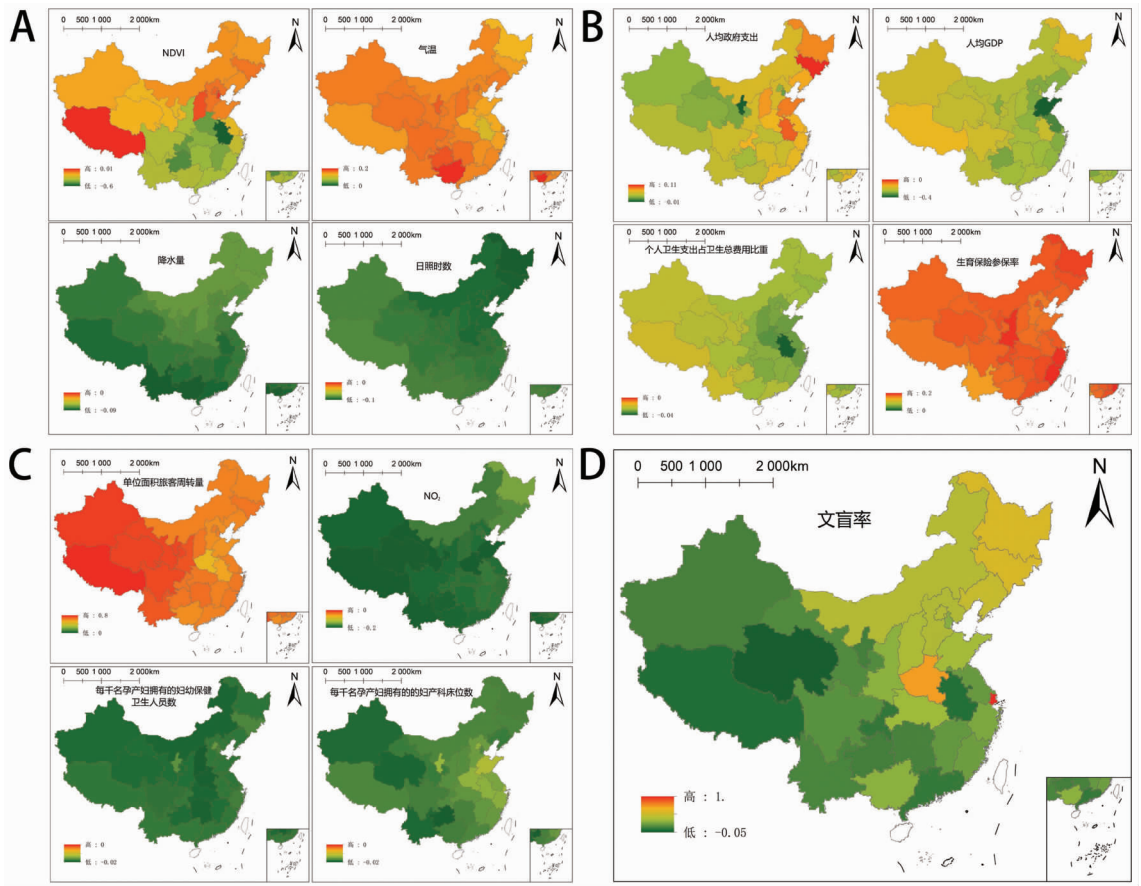


图 3 2010—2020 年中国省级孕产妇幼保健服务综合指数与影响因素之间的时间异质关联效应

Fig. 3 Temporally heterogeneous associations between the comprehensive index of provincial maternal health care services and its influencing factors in China from 2010 to 2020

占比、妇产科床位数、妇幼保健人员数、人均 GDP、降水量、日照时数、NO₂ 与 NDVI 普遍呈现负向影响,起到缓解不公平的作用。部分因子的影响方向存在省

际差异,如文盲率在青海省呈负向影响,NDVI 在天津 与西藏呈正向影响。



注:底图基于自然资源部标准地图 GS(2024)0650 号绘制,边界未修改;图 A 为 NDVI(归一化植被指数)、气温、降水量、日照时数的空间回归系数分布图;图 B 为人均政府支出、人均 GDP、个人卫生支出占卫生总费用比重、生育保险参保率的空间回归系数分布图;图 C 为单位面积旅客周转量、NO₂、每千名孕产妇拥有的妇幼保健卫生人员数、每千名孕产妇拥有的妇产科床位数的空间回归系数分布图;图 D 为文盲率的空间回归系数分布图。

图 4 中国 2010—2020 年省域孕产妇保健服务综合指数与影响因素之间的空间异质关联效应

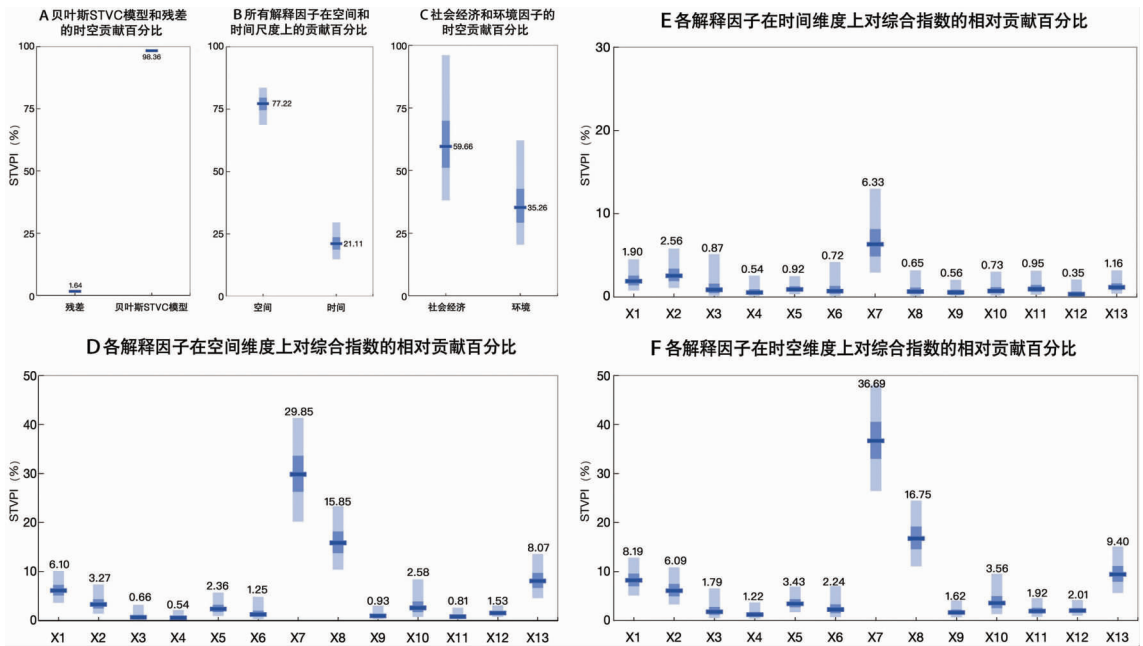
Fig. 4 Spatially heterogeneous associations between the comprehensive index of provincial maternal health care services and its influencing factors in China from 2010 to 2020

2.3.3 关键时空影响因素 STVPI 结果(图 5)显示:BSTVC 模型的解释度达 98.36%(图 5A),可信度良好。方差分解中,空间贡献率(77.22%)远高于时间贡献率(21.11%)(图 5B)。社会经济因子的总贡献(59.66%)高于环境因子的总贡献(35.26%)(图 5C)。

空间尺度上,贡献率排名前三的因子依次为文盲率(29.85%)、NDVI(15.85%)和单位面积旅客周转量(8.07%)(图 5D);时间尺度上(图 5E)解释力最高的因子为文盲率(6.33%),其次为人均政府卫生支出(2.56%)和人均 GDP(1.90%);在时空尺度上(图 5F),文盲率解释力最高(36.69%),其后依次为 NDVI(16.75%)、单位面积旅客周转量(9.40%)和人均 GDP(8.19%)。

3 讨论

3.1 孕产妇保健服务存在持续但整体改善的空间不公平性 2010—2020 年间,我国孕产妇保健服务的空间不公平性整体呈下降趋势,反映出国家妇幼卫生投入增加与基本公共卫生服务均等化推进的成效^[20]。2016 年后的分化波动标志着服务公平性改善进入后期巩固阶段,单纯依靠资源总量扩张的边际效益递减,结构性问题开始凸显^[21]。具体来看,建卡率的波动提示孕早期基础服务的可及性仍需加强;系统管理率波动最为显著,说明在产前检查、住院分娩等单次或节点性服务已实现高覆盖与高公平后,提供贯穿孕产期的全过程服务已成为新短板。这可能与传统属地化、分段式的管理模式难以适应流动人口跨机构就医有关^[22],应从依赖资源总量扩张转向优化服务连



注:其中解释因素包括人均 GDP (X1)、人均政府卫生支出(X2)、每千名孕产妇拥有的妇产科床位数(X3)、每千名孕产妇拥有的妇幼保健卫生人员数(X4)、生育保险参保率(X5)、个人卫生支出占卫生总费用比重(X6)、文盲率(X7)、NDVI(X8)、降水量(X9)、气温(X10)、日照时数(X11)、NO₂(X12)和单位面积旅客周转量(X13)。

图 5 时空方差分割指标(STVPI)量化的解释因子对孕产妇保健服务综合指标的时空相对贡献百分比及其不确定性
Fig.5 Spatiotemporal relative contribution percentages and uncertainties of explanatory factors to the comprehensive index of maternal health care services, as quantified by the Spatiotemporal Variance Partitioning Index (STVPI)

续性与管理體系。

3.2 固化的“北高西低、中部崛起”空间集聚格局
局部空间自相关分析表明,“高-高”与“低-低”集聚区的长期锁定与我国社会经济发展和医疗资源呈东、中、西部依次递减的分布梯度高度吻合^[23]。若缺乏精准化干预,低值聚集地区与全国平均水平的差距将持续扩大,加剧“马太效应”^[24]。低-高异常值省份提示在高水平集聚区域内部仍存在发展滞后。故应着力于打破低值区域的锁定效应,同时优化高值区域的内部不均衡。

3.3 社会经济与环境因素的时空异质性影响机制
时空方差分解表明,空间维度的贡献率远高于时间维度,说明服务不公平主要源于长期的空间固化格局,因此政策重心须置于缩小区域差异上。文盲率作为最关键的抑制因子,凸显了提升孕产妇健康素养的核心作用^[25]。NDVI 的正向影响印证了自然环境的积极作用,旅客周转量和气温的负向影响提示交通拥堵、人口流动与气象条件可能削弱服务的可及性^[26]。因此孕产妇保健服务的提升不应局限于传统的社会经济因素改善,而应纳入区域发展规划、交通基础设施建设和生态环境保护的整体框架中。

3.4 政策建议 基于上述时空不公平格局及关键影响因子分析,本研究提出以下政策建议:(1)提升系统管理率和建卡率。将系统管理率纳入重点考核,建立

跨机构衔接机制;对流动孕产妇推行“一站式”早孕建卡。(2)依据空间格局精准干预。对西部低值区加强资源与人才帮扶,推广远程医疗;促进中部新晋省份经验共享,对河北、安徽等加强省内薄弱县区能力建设。(3)推动跨部门协同治理。在文盲率高地区结合健康教育开展扫盲宣教;将优质生态环境作为健康资源;在交通密集区优化就诊流程并推行预约与远程服务。上述聚焦时空特征、区域差异与关键因子的组合策略,旨在推动孕产妇保健服务从普遍覆盖迈向精准公平,助力“健康中国 2030”在妇幼健康领域的实质性落地。

利益冲突声明 本研究不存在任何利益冲突

参考文献

[1] Souza JP, Day LT, Rezende - Gomes AC, et al. A global analysis of the determinants of maternal health and transitions in maternal mortality[J]. The Lancet Global Health, 2024, 12(2): e306 - e316.
[2] Qiao J, Wang YY, Li XH, et al. A lancet commission on 70 years of women's reproductive, maternal, newborn, child, and adolescent health in China[J]. The Lancet, 2021, 397(10293): 2497 - 2536.
[3] 国家统计局. 2023 年《中国妇女发展纲要(2021 - 2030 年)》统计监测报告[N]. 中国信息报, 2025 - 01 - 27(001).
National Bureau of Statistics of China. Statistical monitoring report on the outline for the development of women in China (2021 -

- 2030) in 2023 [N]. China Information News, 2025 - 01 - 27 (001). (In Chinese)
- [4] 杨方娜,李勇. TOPSIS 法结合秩和比法在孕产妇保健工作质量评价中的应用[J]. 护理研究, 2021, 35(18): 3231 - 3234.
Yang FN, Li Y. Application of TOPSIS method combined with rank sum ratio method in work quality evaluation of maternal health care [J]. Chinese Nursing Research, 2021, 35(18): 3231 - 3234. (In Chinese)
- [5] 罗雅玲,唐欣怡,解铭宇,等. 医疗资源配置效率的小区域时空评价: 基于四川省县域面板数据的实证研究[J]. 中国卫生事业管理, 2025, 42(3): 292 - 299.
Luo YL, Tang XY, Xie MY, et al. Empirical study on the small - area spatiotemporal evaluation of healthcare resource allocation efficiency based on county - level panel data in Sichuan province [J]. Chinese Health Service Management, 2025, 42(3): 292 - 299. (In Chinese)
- [6] 袁萍,路佳,付铭,等. 基于熵权 TOPSIS 与 RSR 法的中国孕产妇保健服务能力动态评价[J]. 现代预防医学, 2023, 50(22): 4105 - 4110.
Yuan P, Lu J, Fu M, et al. Dynamic evaluation of maternal health service capacity in 31 provinces based on entropy-weighted TOPSIS and RSR methods [J]. Modern Preventive Medicine, 2023, 50(22): 4105 - 4110. (In Chinese)
- [7] 唐欣怡,罗雅玲,严国强,等. 医疗卫生资源的多指标时空联合评价——基于 2009 - 2022 年中国省域面板数据的实证分析[J]. 卫生经济研究, 2025, 42(8): 12 - 16.
Tang XY, Luo YL, Yan GQ, et al. Multi - indicator spatiotemporal joint evaluation of medical and health resources: an empirical analysis based on provincial panel data in China from 2009 to 2022 [J]. Health Economics Research, 2025, 42(8): 12 - 16. (In Chinese)
- [8] Liao L, Yuan F, He Y, et al. Spatiotemporal disparities in maternal mortality and the role of multiscale administrative levels: a 20 - year study across Chinese counties[J]. Front Public Health, 2025, 13(1): 1572382.
- [9] 谢潇,盈斌,杜芳娟,等. 中国妇幼健康水平的区域差异和影响因素[J]. 世界地理研究, 2023, 32(2): 82 - 92.
Xie X, Ying B, Du FJ, et al. Regional differences and influencing factors of the health level of women and children in China [J]. World Regional Studies, 2023, 32(2): 82 - 92. (In Chinese)
- [10] 林小丹,徐碧霞,姚卫光. 2014—2019 年广东省孕产妇和儿童死亡率时空分布特征及预测研究[J]. 疾病监测, 2022, 37(4): 531 - 536.
Lin XD, Xu BX, Yao WG. Spatiotemporal distribution during 2014 - 2019 and prediction of maternal and child mortality in Guangdong [J]. Disease Surveillance, 2022, 37(4): 531 - 536. (In Chinese)
- [11] 曹小华,赵莹,张雯,等. 流动人口孕妇产前保健服务利用现状及影响因素分析[J]. 现代预防医学, 2022, 49(18): 3332 - 3336.
Cao XH, Zhao Y, Zhang W, et al. Analysis on current situation and influencing factors of maternal prenatal care service utilization in floating population[J]. Modern Preventive Medicine, 2022, 49(18): 3332 - 3336. (In Chinese)
- [12] Hamal M, Dieleman M, De Brouwere V, et al. Social determinants of maternal health: a scoping review of factors influencing maternal mortality and maternal health service use in India [J]. Public Health Reviews, 2020, 41(1): 13.
- [13] Song C, Yin H, Shi X, et al. Spatiotemporal disparities in regional public risk perception of COVID - 19 using bayesian spatiotemporally varying coefficients (STVC) series models across Chinese cities [J]. International Journal of Disaster Risk Reduction, 2022, 77(2): 103078.
- [14] Song C, Shi X, Bo YC, et al. Exploring spatiotemporal nonstationary effects of climate factors on hand, foot, and mouth disease using bayesian spatiotemporally varying coefficients (STVC) model in Sichuan, China [J]. Science of the Total Environment, 2019, 648(3): 550 - 560.
- [15] Song C, Fang LN, Xie MY, et al. Revealing spatiotemporal inequalities, hotspots, and determinants in healthcare resource distribution: insights from hospital beds panel data in 2308 Chinese counties[J]. BMC Public Health, 2024, 24(1): 423.
- [16] Song C, Shi X, Wang J. Spatiotemporally varying coefficients (STVC) model: a bayesian local regression to detect spatial and temporal nonstationarity in variables relationships[J]. Annals of GIS, 2020, 26(3): 277 - 291.
- [17] Wan Q, Tang ZY, Pan J, et al. Spatiotemporal heterogeneity in associations of national population ageing with socioeconomic and environmental factors at the global scale [J]. Journal of Cleaner Production, 2022, 373(6): 133781.
- [18] Qi X, Xie M, He Y, et al. Joint spatiotemporal evaluation of multiple healthcare resources: hospitals, hospital beds and physicians across 365 Chinese cities over 22 years[J]. Front Public Health, 2025, 13(1): 1642295.
- [19] Tang ZY, Zheng X, Pan J, et al. Spatial joint hazard assessment of landslide susceptibility and intensity within a single framework: environmental insights from the Wenchuan earthquake[J]. Science of the Total Environment, 2025, 963(1): 178545.
- [20] 国务院. 国务院关于《医疗卫生强基工程实施方案》的批复[J]. 健康中国观察, 2025, (10): 10 - 13.
The State Council of the People's Republic of China. Official reply on the implementation plan for the medical and health infrastructure improvement project [J]. Healthy China Observation, 2025, (10): 10 - 13. (In Chinese)
- [21] 于宏博,何晓丹,张书芸,等. 基层医疗卫生机构优质卫生资源配置区域差异与公平性分析[J]. 中国卫生经济, 2025, 44(2): 59 - 63.
Yu HB, He XD, Zhang SY, et al. Analysis on the regional differences and equity of high quality health resource allocation in primary healthcare institutions [J]. Chinese Health Economics, 2025, 44(2): 59 - 63. (In Chinese)
- [22] 范成鑫,宋佳,王婉晨,等. 户籍与流动孕产妇妇幼保健教育现状及影响因素分析[J]. 现代预防医学, 2022, 49(22): 4094 - 4098.
Fan CX, Song J, Wang WC, et al. Analysis of the status quo and influencing factors of maternal and child health education between household registration and floating pregnant women [J]. Modern Preventive Medicine, 2022, 49(22): 4094 - 4098. (In Chinese)

Chongqing city, 2021[J]. Chinese Journal of Health Education, 2025, 41(1): 55–61. (In Chinese)

[14] Sørensen K, Van den Broucke S, Fullam J, et al. Health literacy and public health: A systematic review and integration of definitions and models[J]. BMC Public Health, 2012, 12(1): 80.

[15] Fu YS, Xie JR, Xu D, et al. Health literacy status and associated factors among residents in Anhui province, China: a cross – sectional study[J]. Front Public Health, 2024, 12(1): 1493682.

[16] Liu X, Zhang Y, Li Z, et al. Digital health literacy and its associated factors among older adults in Sichuan province, China [J]. Front Public Health, 2025, 13(2): 1661177.

[17] 兰武华,万德芝,刘小兵,等. 抚州市不同性别人群健康素养水平差异的影响因素分析[J]. 中国健康教育,2023,39(2):175 – 181.

Lan WH, Wan DZ, Liu XB, et al. Analysis on the influencing factors of differences in health literacy levels among different gender populations in Fuzhou city [J]. Chinese Journal of Health Education, 2023, 39(2): 175 – 181. (In Chinese)

[18] 黄林梅,吕长风,陆祥贵. 2020—2024 年南宁市居民健康素养变化趋势及影响因素分析[J]. 广西医科大学学报,2025,42(5): 745 – 753.

Huang LM, Lyu CF, Lu XG. Analysis of trends and influencing factors of health literacy among residents in Nanning from 2020 to 2024[J]. Journal of Guangxi Medical University, 2025, 42(5): 745 – 753. (In Chinese)

[19] 薛卫朵,高瑜. 以家庭签约医生为主导的健康教育对社区糖尿病患者健康素养及自我管理行为能力的影响[J]. 医学临床研究,2023,40(1):127 – 129.

Xue WD, Gao Y. Effects of health education led by family contracted doctors on health literacy and self – management behavior ability of patients with diabetes mellitus in communities [J]. Journal of Medical Clinical Research, 2023, 40(1): 127 – 129. (In Chinese)

[20] 见明智,陈洁,鲁迪,等. 城乡基层医务人员健康教育培训现状及其影响因素分析[J]. 中国农村卫生事业管理,2024,44(10): 697 – 703.

Jian MZ, Chen J, Lu D, et al. Health education training among grassroots medical personnel in urban and rural areas; Status quo and influence factors [J]. Chinese Rural Health Service Administration, 2024, 44(10): 697 – 703. (In Chinese)

[21] 陆志群. 健康中国视域下现代急救教育训并举的实践探索[J]. 医药高职教育与现代护理,2025,8(6):483 – 487.

Lu ZQ. Practice exploration of modern first aid education and training integration from the perspective of healthy China [J]. Medical Higher Vocational Education and Modern Nursing, 2025, 8(6): 483 – 487. (In Chinese)

[22] 周勇,罗敏. 职业教育视角下农民工健康教育路径研究[J]. 中国农村卫生事业管理,2018,38(8):1023 – 1026.

Zhou Y, Luo M. Research on health education path for migrant workers from the perspective of vocational education[J]. Chinese Rural Health Service Administration, 2018, 38(8): 1023 – 1026. (In Chinese)

[23] 蒋昀洁,郇于钊,张慧娟,等. 数字健康背景下南京农村留守老人数字困境与突破[J]. 南京医科大学学报(社会科学版), 2024,24(4):343 – 351.

Jiang YJ, Shao YZ, Zhang HJ, et al. The digital dilemma and breakthrough of the left – behind older adults in rural Nanjing under the background of digital health [J]. Journal of Nanjing Medical University (Social Sciences), 2024, 24(4): 343 – 351. (In Chinese)

[24] 黎婉钰,金花,杨森,等. 基于行为改变轮理论的社区居民健康行为调查及优化策略[J]. 中国全科医学,2026,29(19):2688 – 2694.

Li WY, Jin H, Yang S, et al. Assessment and optimization of community health behaviors guided by the behaviour change wheel theory [J]. Chinese General Practice, 2026, 29(19): 2688 – 2694. (In Chinese)

[25] 郑丽,张华,王静. 基于 Kano 模型的河南省不同健康素养水平居民健康科普需求比较[J]. 郑州大学学报(医学版),2025,60(5):692 – 697.

Zheng L, Zhang H, Wang J. Comparison of health science popularization demands among residents with different health literacy levels in Henan Province based on Kano model[J]. Journal of Zhengzhou University (Medical Sciences), 2025, 60(5): 692 – 697. (In Chinese)

收稿日期:2026-03-14

(上接第 2955 页)

[23] Shao LN, Suo ZH, Song SS, et al. Evaluation of the coordinated development of health resources, health service utilization, and the regional economy in China and analysis of influencing factors[J]. BMC Health Services Research, 2025, 25(1): 335.

[24] 谭敏,苏岱,陈迎春. 卫生资源配置与农村人口贫困发生率关系的空间计量分析[J]. 中国卫生经济,2020,39(9):60 – 64.

Tan M, Su D, Chen YC. Spatial econometric analysis of the relationship between health resource allocation and poverty incidence in rural populations [J]. Chinese Health Economics, 2020, 39(9): 60 – 64. (In Chinese)

[25] Yang YX, Yu M. Disparities and determinants of maternal health services utilization among women in poverty – stricken rural areas of China: a cross – sectional study [J]. BMC Pregnancy and Childbirth, 2023, 23(1): 115.

[26] Dewi SP, Kasim R, Sutarsa IN, et al. A scoping review of the impact of extreme weather events on health outcomes and healthcare utilization in rural and remote areas [J]. BMC Health Services Research, 2024, 24(1): 1333.

收稿日期:2026-02-09