· 疾病预防控制 ·

2015—2023 年中国大陆新报告艾滋病空间格局与影响因素探析

贾玲[1],毛江华[2],黄晓[1],任家辉[1],蒙淳[1],廖品文[1]
1. 川北医学院附属医院,四川 南充 637000;2. 重庆市梁平区人民医院

摘要:目的 对比分析新冠疫情爆发前(2015—2019 年)和爆发后(2020—2023 年),中国大陆艾滋病新报告发病率的空间格局演变特征和影响因素的空间异质性,为未来应对类似危机时的精准防控提供科学依据。**方法** 以中国大陆 31 个省级行政区 2015—2023 年的艾滋病新报告发病率及社会经济数据为基础,运用空间自相关、普通最小二乘(OLS)和多尺度地理加权回归(MGWR)进行分析。**结果** 艾滋病新报告发病率在 2015—2019 年呈上升趋势,新冠爆发后开始下降,2022 年回落至 3.69/10 万,2023 年有所回升。新冠爆发前后,艾滋病新报告发病率均呈显著空间正自相关且有增强趋势。热点持续集中在云贵川渝桂湘,海南和广东为新兴热点区,冷点持续集中在东北和华北地区。每万人卫生技术人员数在新冠爆发前对西南地区有促进作用,而爆发后转变为抑制作用;城镇化率在全局为负向影响而局部为正向影响;其余变量均为双向影响,空间异质性持续存在。**结论** 艾滋病新报告发病率在新冠爆发前后的空间演变各异,但均呈现显著的空间聚集性,且社会经济因素的影响存在空间异质性。我们建议差异化制定各地的艾滋防控策略,重点关注高发的热点地区,以精准的防控行动切实降低艾滋病发病率。

关键词:艾滋病;新冠;空间自相关;多尺度地理加权回归(MGWR)
中图分类号:R181.3;R512.91 **文献标志码:**A **文章编号:**1003 - 8507(2026)06 - 1126 - 07
DOI:10.20043/j.cnki.MPM.202509496

Analysis of the spatial pattern and influencing factors of newly reported AIDS in mainland China, 2015 – 2023

JIA Ling*, MAO Jiang – hua, HUANG Xiao, REN Jia – hui, MENG Chun, LIAO Pin – wen
* *Affiliated Hospital of North Sichuan Medical College, Nanchong, Sichuan* 637000, *China*

Abstract: Objective To compare the spatial pattern evolution characteristics and the spatial heterogeneity of influencing factors of newly reported AIDS incidence in mainland China before (2015 – 2019) and after (2020 – 2023) the COVID – 19 outbreak, and to provide a scientific basis for targeted prevention and control in response to similar crises in the future. **Methods** Based on newly reported AIDS incidence and socioeconomic data from 31 provincial – level administrative regions in mainland China (2015 – 2023), spatial autocorrelation, ordinary least squares (OLS), and multiscale geographically weighted regression (MGWR) were employed for analysis. **Results** The incidence of newly reported AIDS showed an upward trend from 2015 to 2019, but began to decline after the outbreak of COVID – 19. By 2022, the incidence dropped to 3.69 per 100 000 population, with a slight rebound in 2023. Both before and after the COVID – 19 outbreak, the incidence of newly reported AIDS exhibited significant and strengthening spatial positive autocorrelation. Hotspots consistently concentrated in Yunnan, Guizhou, Sichuan, Chongqing, Guangxi, and Hunan, with Hainan and Guangdong emerging as new hotspots. Coldspots persistently clustered in Northeast and North China. Before the COVID – 19 outbreak, the number of health technical personnel per 10 000 people had a promoting effect on the incidence in the Southwest region, but this effect shifted to a suppressive one after the outbreak. Urbanization rate exerted a negative influence globally but a positive influence locally. Other variables demonstrated bidirectional influences, with spatial heterogeneity persisting throughout the study period. **Conclusion** s The spatial evolution of newly reported AIDS incidence varied before and after the COVID – 19 outbreak, but both periods exhibited significant spatial clustering, with socioeconomic factors demonstrating spatial heterogeneity in their influence. We propose formulating differentiated AIDS prevention and control strategies tailored to local conditions, with particular focus on hotspot areas, to implement precision interventions for effective AIDS incidence reduction.

Keywords: AIDS; COVID – 19; Spatial autocorrelation; MGWR

基金项目:南充市 2025 年度社会科学研究“十四五”规划课题(NC23B186)
作者简介:贾玲(1997—),女,硕士,助理统计师,研究方向:卫生统计相关工作
通信作者:廖品文,E – mail:328476468@qq.com

艾滋病是一种由人类免疫缺陷病毒(HIV)引起的传染性疾病,对人类健康和社会发展构成重大威胁[1]。在我国,艾滋病作为法定乙类传染病,其 2023 年的死亡人数显著高于其他法定传染病[2]。中国政府实施了一系列防控政策并取得一定成效[3],然而,鉴于我国地域辽阔、人口众多的现实情况,艾滋病新报告病例数依然给公共卫生治理带来较大压力。传染病的发生、流行及地域分布与地理空间因素密切相关,而 GIS 技术正是分析这类空间关联问题的强大工具[4]。

但现有研究多聚焦于临床特征[5]、流行病学[6-7]、医疗救治或预防控制[3,8]等领域,少部分已有的空间分析研究中,也多聚焦于发病率的描述性统计和空间聚集特征[9]。较少有基于全国省级尺度,整合空间地理信息与社会影响因素进行的深入分析。2019 年爆发的新冠疫情对艾滋病患者的治疗服务产生了显著影响[7],严格的封控措施也可能对艾滋病的发病率产生了差异性影响[10]。探究这一重大突发公共卫生事件前后中国大陆艾滋病新报告发病率的变化特征,对于未来应对类似危机时的精准防控具有重要参考价值。基于此,本研究以省级行政区为研究单元,聚焦 2015—2023 年艾滋病新报告发病率数据,利用空间自相关探究其空间格局演变特征,通过普通最小二乘(OLS)和多尺度地理加权回归(MGWR)对比分析新冠爆发前后影响因素的空间异质性,旨在为制定科学、精准、可持续的区域化艾滋病防控策略提供支撑。

1　材料和方法

1.1　*资料来源*　中国大陆 31 个省、市、自治区(不含港澳台地区)2015—2020 年艾滋病新报告发病率来源于中国公共卫生科学数据中心(www. phsciencedata. cn),2021—2023 年来源于《中国卫生健康统计年鉴》。艾滋病新报告发病率是当年艾滋感染者报告病例数占人口数的比例。地理信息来源于国家基础地理信息中心(www. ngcc. cn)。社会经济指标数据来源于《中国统计年鉴》和国家统计局,面积数据来源于各地人民政府官网。

1.2　*研究方法*

1.2.1　空间自相关分析　本研究选取 Moran I 衡量研究区域的整体空间聚集性,Moran $I>0$ 为正空间自相关,绝对值越接近 1 表示聚集性越强。局部空间自相关在全局显著的前提下,可进一步定位具体的聚集区域。热点分析通过 Getis - Ord $Gi*$ 统计量来反映变量值在各空间区域中的高值或低值聚类情况,从而明确冷点(低值聚集区)和热点(高值聚集区)。

1.2.2　影响因素分析　本文构建的影响因素体系包括经济水平、医疗资源和社会结构三个维度,最终共纳入 5 个影响因素(表 1)。为避免自变量之间多重共线性的影响,对其进行了方差膨胀因子(VIF)检验。通常认为 VIF > 10 变量间存在强共线性[11],本文所有自变量的 VIF 值均小于 6,可认为不存在严重多重共线性。

表 1　多重共线性检验结果

Table 1　Results of multicollinearity test

VIF	人均 GDP (X1)	每万人卫生技术人员数(X2)	每万人医疗机构数(X3)	城镇化率 (X4)	人口密度 (X5)
2015—2019	5. 740	2. 301	1. 817	4. 549	2. 724
2020—2023	4. 334	1. 713	1. 895	3. 907	2. 473

普通最小二乘回归(OLS)从全局视角分析各因素对新报告发病率的影响,通过最小化残差平方和估计参数,但其假设变量关系在研究区域内具有空间平稳性,难以捕捉地理现象的局部差异,存在空间数据分析局限。为弥补这一不足,地理加权回归(GWR)作为局部回归分析方法应运而生。GWR 通过变参数模型使回归系数随空间位置动态变化,有效捕捉空间异质性,广泛应用于空间非平稳性研究。但 GWR 虽突破 OLS 的全局假设,却默认所有变量空间作用尺度相同,与不同因素影响范围存在差异的实际不符,限制了模型的灵活性与拟合精度。针对这一缺陷,Fotheringham 等人提出了多尺度地理加权回归(MGWR)[12]。该模型的允许每个自变量独立寻找各自的最优带宽并进行建模,实现了不同变量空间作用尺度的差异化,有效弥补了 GWR 中空间作用尺度均一化的固有缺陷。本文采用自适应双平方核函数,修正的赤池信息准则(AICc)作为带宽选取和模型抉择的判定标准。

1.2.3　统计分析　本文利用 Excel 2019 软件进行数据的汇总和整理;运用 ArcGIS 10. 8 软件进行空间自相关分析;利用 MGWR 2. 2 软件进行影响因素分析。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2　结　果

2.1　*流行概况*　2015—2023 年,中国大陆艾滋病新报告发病率呈现“先升后降再回升”的阶段性特征(图 1)。新冠爆发前,中国大陆的新报告发病率从 3. 69/10 万持续上升至 5. 10/10 万。其中,四川、贵

州、重庆等西南地区的新报告发病率分别从 9.55、6.02、8.76/10 万，激增至 21.42、13.20、12.58/10 万，增幅显著高于全国平均水平，成为拉升艾滋新报告发病率的主要区域。新冠爆发后，中国大陆新报告发病率在 2020 年降至 4.43/10 万，并持续下降至 2022 年的 3.69/10 万，形成了与前期相反的下行趋势。其中，云贵川等西南地区、新疆等西部地区的快速下降成为这一趋势反转的重要成因。值得注意的是，艾滋病新报告发病率在 2023 年出现小幅回升，提示需持续关注疫情的最新动向。

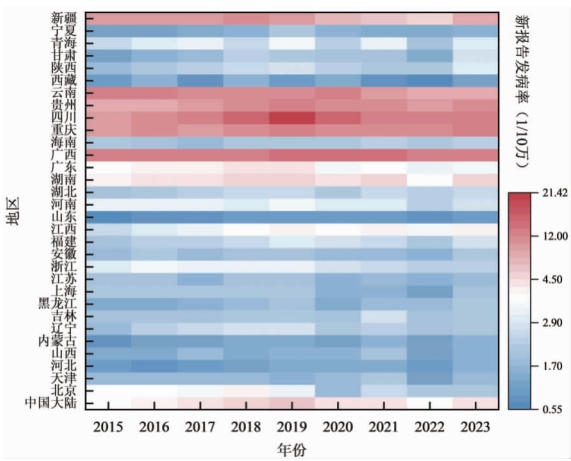


图 1 2015—2023 年中国大陆各地区艾滋病新报告发病率热力图

Fig. 1 Heatmap of newly reported AIDS incidence by region in mainland China, 2015 – 2023

2.2 空间自相关 空间自相关分析结果表明，艾滋病新报告发病率在全域尺度上存在显著的聚集模式，且该模式在新冠爆发前后有明显变化（表 2）。从全局来看，Moran *I* 指数表明空间正相关性始终显著，且在疫情爆发后聚集程度进一步增强。在局部尺度上，各年艾滋病新报告发病率均存在明显的空间聚集特征（图 2）。具体而言，热点区域持续由广西、四川、云南、贵州、重庆和湖南组成。京津冀地区被识别为最强显著性的冷点区域，与之邻近的内蒙古、辽宁、吉林、山西和江苏也都稳定地被识别为冷点区域。值得注意的是，海南和广东在新冠爆发后由非显著区域转化为热点区域。

2.3 影响因素分析

2.3.1 全局回归 OLS 结果显示，新冠爆发前后，各因素对艾滋病新报告发病率的影响模式发生了明显变化（表 3）。每万人卫生技术人员数（X2）的影响发生了根本性转变：新冠爆发前，X2 对新报告发病率有显著正向影响（$\beta_1 = 0.332$，$P = 0.002$），而疫情爆发后，这一影响不再显著，提示其作用机制可能被疫情带来的扰动所改变或掩盖。每万人医疗机构数（X3）和城镇化率（X4）在两个时期均表现出显著抑制效应（$P < 0.001$），X3 的负向作用略有增强，而 X4 的抑制作用有所减弱。人均 GDP（X1）与人口密度（X5）在两时期均无显著影响（$P > 0.05$），表明在全局尺度上，这两个因素对艾滋病新报告发病率的直接关联相对有限。

表 2 2015—2023 年中国大陆艾滋病新报告发病率全局莫兰指数

Table 2 Global Moran *I* of newly reported AIDS incidence in mainland China, 2015 – 2023

年份	Moran *I*	方差	*Z*	*P*	是否聚集
2015	0.268	0.006	4.036	0.000	是
2016	0.308	0.006	4.503	0.000	是
2017	0.324	0.006	4.178	0.000	是
2018	0.309	0.006	4.584	0.000	是
2019	0.320	0.005	4.816	0.000	是
2020	0.361	0.006	5.270	0.000	是
2021	0.350	0.006	5.126	0.000	是
2022	0.362	0.006	5.284	0.000	是
2023	0.366	0.006	5.330	0.000	是

表 3 OLS 回归结果

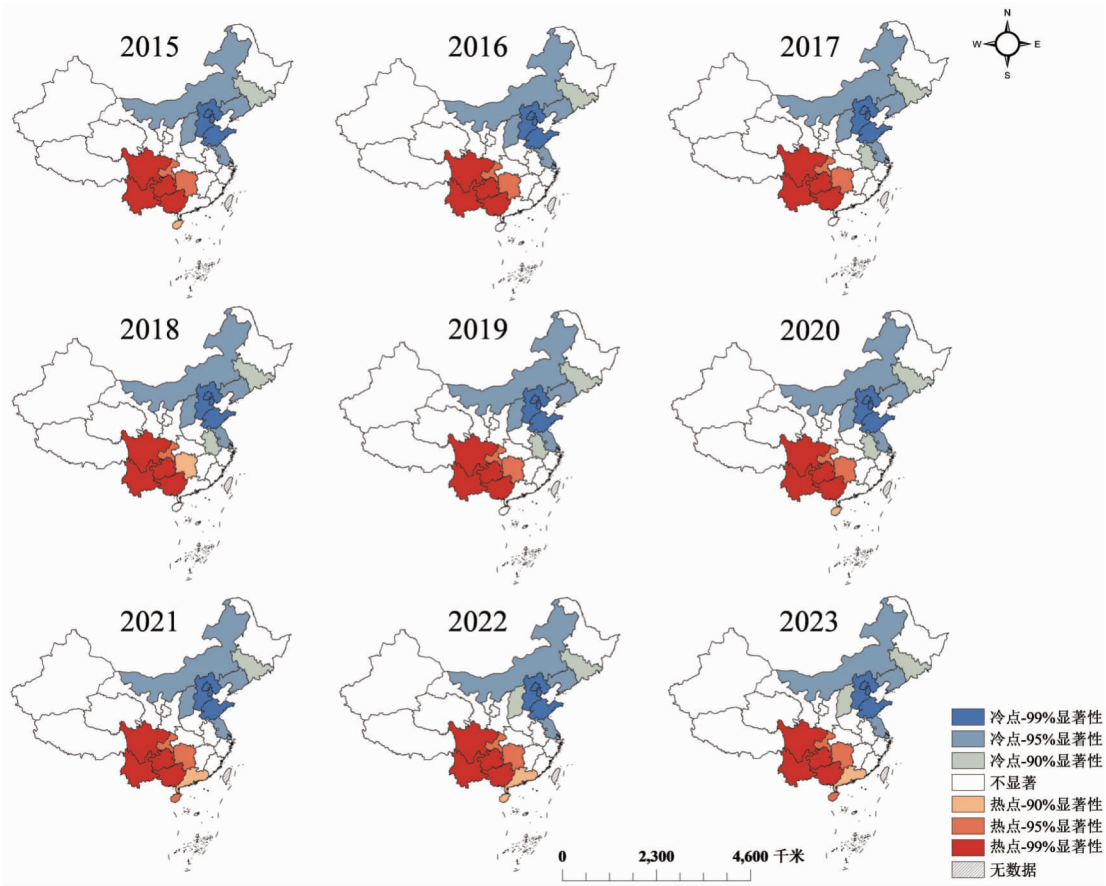
Table 3 Results of OLS regression

变量	2015—2019		2020—2023	
	β_1	*P*	β_2	*P*
人均 GDP（X1）	−0.036	0.832	−0.095	0.573
每万人卫生技术人员数（X2）	0.332	0.002	0.148	0.165
每万人医疗机构数（X3）	−0.502	<0.001	−0.528	<0.001
城镇化率（X4）	−0.780	<0.001	−0.604	<0.001
人口密度（X5）	0.047	0.692	−0.014	0.912

注：β_1，β_2 分别为 2015—2019 年、2020—2023 年的标准化回归系数。

2.3.2 局部回归 MGWR 模型的校正 R^2 为 0.868，拟合效果良好。不同带宽表示不同的作用尺度，带宽越小表明作用的范围越小，空间异质性越大。结果显示，各因素的作用尺度在新冠爆发前后呈现出不同的演变模式（表 4）。X1 与 X4 的作用尺度发生了显著扩展，二者均由局部性影响（带宽分别为 52、46）转变为全域性影响（均为最大带宽 117），表明二者对新报告发病率的作用模式在疫情爆发后趋于全国一致。X2 的作用范围由高度局部化转变中等范围，空间异质性减弱。与之相对，X3 与 X5 的影响始终表现为高度局部化，空间异质性持续较强。

MGWR 回归系数空间分布显示，新冠疫情爆发前后，各影响因素对艾滋病新报告发病率的作用方向与强度呈现差异化演化特征（图 3）。具体而言，X1 新冠爆发前呈双向影响，且多数地区为负向抑制作用，爆发后转为绝对负向影响，地区间作用程度更趋一



注：底图源于国家基础地理信息中心，审图号为 GS 川（2026）27 号。

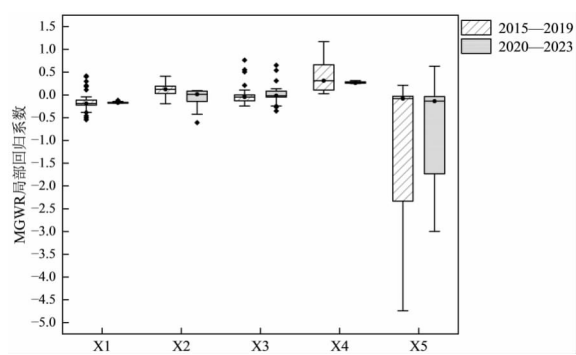
图 2　2015—2023 年中国大陆艾滋病新报告发病率热点分析

Fig. 2　Hotspot analysis of newly reported AIDS incidence in mainland China, 2015 – 2023

表 4　MGWR 模型各变量带宽

Table 4　Bandwidths of explanatory variables in the MGWR

变量	2015—2019	2020—2023
人均 GDP(X1)	52	117
每万人卫生技术人员数(X2)	46	61
每万人医疗机构数(X3)	46	45
城镇化率(X4)	46	117
人口密度(X5)	46	45



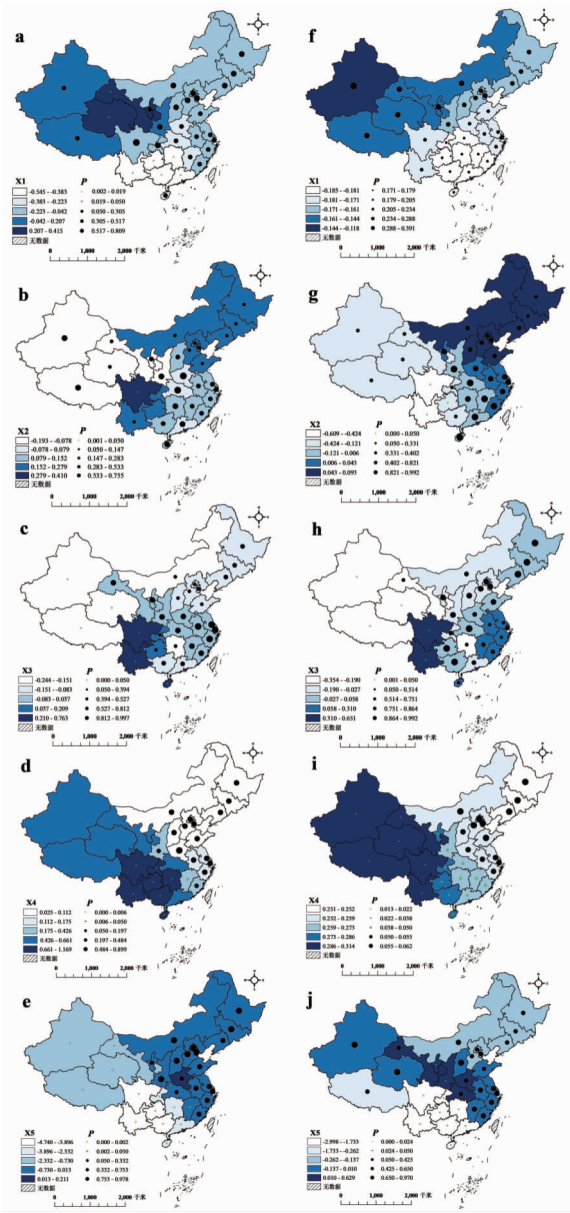
注：X1 – X5 分别代表人均 GDP、每万人卫生技术人员数、每万人医疗机构数、城镇化率和人口密度。

图 3　MGWR 回归系数箱线图

Fig. 3　Boxplot of MGWR regression coefficients

致。X2 与 X3 作用特征相近，两个时期均保持双向影响，空间异质性持续显著。X4 始终呈正向影响，疫情爆发后各地区促进作用程度趋同，这与 OLS 模型得出的负向作用结论相悖。X5 则表现为双向影响，且两极分化程度最为突出，反映其对新报告发病率的影响存在显著地区差异。

MGWR 局部回归系数的空间分布显示，新冠爆发前后各影响因素对艾滋病新报告发病率的作用格局有明显变化（图 4）。新冠爆发前，X1 在青海、甘肃等西北地区对新报告发病率有显著正向影响，在云南、贵州、湖南等南方地区有显著负向影响，其他省市无显著影响；而爆发后全国均无显著影响。X2 作用发生方向性逆转：新冠爆发前，四川、贵州、重庆为显著正向影响，而爆发后云贵川转为显著负向影响。X3 在西藏、青海、新疆呈显著负向影响，在云南、四川和海南有显著正向影响，其余省市无显著影响。X4 在大部分西部地区和部分中南地区有显著正向影响，局部回归系数的高值区由西南转变为西北。新冠爆发前，X5 在西部地区均有显著负向影响，其中云贵川的抑制作用最强；疫情爆发后，西北地区转为无显著影响。



注：底图源于国家基础地理信息中心，审图号为 GS 川（2026）27 号。a – e 依次代表 2015—2019 年 X1 – X5；f – j 分别代表 2020—2023 年 X1 – X5；“*P*”图例中绿色代表 $P<0.05$，黑色代表 $P>0.05$。

图 4　MGWR 回归系数及显著性空间分布

Fig. 4　Spatial distribution of MGWR regression coefficients and statistical significance

3　讨　论

研究发现，2015—2019 年艾滋病新报告发病率呈明显上升趋势，2020—2023 年新报告发病率快速下跌，2023 年有所回升。新冠爆发后的封控政策通过限制人员流动与高危接触减少了性病传播[13]，同时也影响了 HIV 检测服务的有序开展[14]，在短期内共同抑制了艾滋病新报告发病率。但 2023 年新报告发病率的回升已发出预警，亟需制定艾滋病精准防控策略。

空间自相关分析显示，艾滋病新报告发病率呈显著空间聚集性且有增强趋势。西南及相邻省份构成传统热点区：云南接壤东南亚“金三角”毒品产区，其艾滋病发病率持续居高[15]，与川贵渝、桂等周边省市往来密切；区域经济教育水平较低，部分流动人口从事商业性行为且安全认知不足[16]；多民族聚居的特定文化中性行为观念相对开放[6]，这些因素共同促成艾滋病新报告发病率空间聚集。海南、广东显现新兴热点趋势，二者作为南部沿海重要交通枢纽，高频跨境人员流动可能是重要影响因素[8]。今后的防控策略需精准区域化：传统热点区重点干预高危行为、提升防护能力和安全认知；新兴热点区需强化疫情监测。

MGWR 结果显示，新冠爆发前的人均 GDP（X1）对艾滋病新报告发病率呈双向影响，其作用高度局域化，呈空间非平稳性。西北部地区经济水平对新报告发病率有促进作用，南部热点区域反之，中东部受影响较小，与刘晟等人[4]的研究结果一致。甘肃等西北地区地处“河西走廊”这一重要地理通道，跨区域流动人口往来频繁，该群体性健康认知不足，更易发生高危性行为[17]，助推了艾滋病传播。广西、贵州等南部热点地区经济较为落后，低收入可能促使部分群体参与商业性性服务、毒品犯罪等高危行为，增加 HIV 感染风险[16]。新冠爆发后，X1 在全域范围内无显著影响，这表明突发重大公共卫生事件或通过全域性防控干预，弱化了经济因素与艾滋病发病的关联性。

每万人卫生技术人员（X2）在新冠爆发前对新报告发病率有促进作用，充足的医疗资源提升了检测与报告能力。新冠爆发后，卫生人员被抽调到新冠防控，引发医疗资源挤兑分流，导致艾滋病监测与报告能力下降[5]，最终在统计数据上表现为负向关联。每万人医疗机构数（X3）在西北地区对新报告发病率有抑制作用，或因医疗机构增多而改善了防治服务可及性[18]，有效抑制了疫情蔓延；而在检测网络成熟的云南、四川等省份，医疗机构增多反而会暴露既往未发现的感染存量。这一现象反映出“资源阈值效应”，应转变防控评价机制，从追求机构数量转向考核防治实效，以阻断传播链。

城镇化率（X4）在全局层面持续呈显著抑制作用，和李小平等人[19]的研究结果吻合。但 MGWR 模型揭示各地区在新冠爆发前后均为正向影响，且疫情爆发后该促进作用趋于全域化，这一矛盾源于“生态学谬误”：发达地区医疗资源优越，检测能力更强，城镇化进程中诊断效率提升幅度高于真实感染增长率，形成“发病率被稀释”的统计假象[20]。人口密度（X5）的全局影响持续不显著，这可能与指标定义差

异相关——传染病学中人口密度侧重群聚接触密度[19],而本文采用的城市平均人口密度难以反映真实传播场景中的接触强度;而 MGWR 结果显示,新冠爆发前后均有部分地区呈现显著影响。全局结果易掩盖局部差异,需"一地一策"差异化制定防控方案。

本文对中国大陆新冠爆发前后的艾滋病新报告发病率进行分析,揭示其空间分布规律和影响因素,以期为重点区域的精准防控策略提供科学依据。但受限于数据可获得性,当前研究单元仍有待细化,且交通、教育等社会影响因素尚未纳入模型。未来研究旨在基于更精细的空间尺度与多维度社会因素,采用时空地理加权回归(GTWR)等更复杂的时空动态模型,揭示其交互机制,形成精准的风险评估体系,为优化防控资源配置提供依据。

利益冲突声明　本研究不存在任何利益冲突

参考文献

[1] Xu SJ, Zhan P. Twice - yearly lenacapavir demonstrated exceptional efficacy for HIV prevention[J]. Innovation, 2024, 5(5): 16.

[2] 中国疾病预防控制中心. 2023 年全国法定传染病疫情概况[EB/OL]. [2026 - 02 - 18]. https://www.chinacdc.cn/jksj/jksj01/202410/t20241010_301346.html.
Chinese Center for Disease Control and Prevention. Overview of the national notifiable infectious disease epidemic in 2023[EB/OL]. [2026 - 02 - 18]. https://www.chinacdc.cn/jksj/jksj01/202410/t20241010_301346.html. (In Chinese)

[3] 陈清峰,郝阳,韩孟杰,等. 以人民健康为中心,坚决遏制艾滋病流行——中国艾滋病防治政策策略与科技进步 40 年协同发展[J]. 中国艾滋病性病,2025,31(7):705 - 709.
Chen QF, Hao Y, Han MJ, et al. Centering on People's health, resolutely curbing the spread of HIV/AIDS - 40 years of synergistic development of China's prevention and control policies, strategies, and scientific and technological progress[J]. Chinese Journal of AIDS & STD, 2025, 31(7): 705 - 709. (In Chinese)

[4] 刘晟,周丙锋,谢新水,等. 中国 HIV/AIDS 发病率时空分异和宏观影响因素研究[J]. 现代预防医学,2024,51(1):1 - 7.
Liu S, Zhou BF, Xie XS, et al. Study on spatial - temporal differentiation and macro influencing factors of HIV/AIDS incidence in China[J]. Modern Preventive Medicine, 2024, 51(1): 1 - 7. (In Chinese)

[5] 吴争,唐翼龙,雷达,等. COVID - 19 疫情前后新报告 HIV/AIDS 病例的基线免疫和病毒载量检测结果分析[J]. 实验与检验医学,2024,42(6):519 - 523.
Wu Z, Tang YL, Lei D, et al. Analysis of baseline immunity and viral load test results in newly reported HIV/AIDS cases before and after the COVID - 19 pandemic[J]. Experimental and Laboratory Medicine, 2024, 42(6): 519 - 523. (In Chinese)

[6] 李博,蓝光华,周信娟,等. 2015—2020 年广西新报告不同民族 HIV/AIDS 流行特征分析[J]. 国际病毒学杂志,2022,29(6):511 - 515.
Li B, Lan GH, Zhou XJ, et al. Epidemiological characteristics of newly reported HIV/AIDS of different ethnic in Guangxi, 2015 - 2020[J]. International Journal of Virology, 2022, 29(6): 511 - 515. (In Chinese)

[7] He N. Research progress in the epidemiology of HIV/AIDS in China[J]. China CDC Wkly, 2021, 3(48): 1022 - 1030.

[8] 刘珏,刘民. 关注传染病流行,防范跨境传播风险[J]. 中华流行病学杂志,2022,43(7):1049 - 1052.
Liu J, Liu M. Focus on epidemics of infectious diseases, prevention of risk of cross - border transmission[J]. Chinese Journal of Epidemiology, 2022, 43(7): 1049 - 1052. (In Chinese)

[9] Huang JF, Wu HC, Lin S, et al. Spatial - temporal analysis of HIV/AIDS and syphilis in mainland China from 2007 to 2017[J]. Journal of Medical Virology, 2022, 94(7): 3328 - 3337.

[10] Zhao TM, Liu HX, Bulloch G, et al. The influence of the COVID - 19 pandemic on identifying HIV/AIDS cases in China: an interrupted time series study[J]. Lancet Reg Health West Pac, 2023, 36: 100755.

[11] 任香,陈梦想,赵锦,等. 中国大陆梅毒时空分布以及流行因素空间异质性分析——基于 MGWR 模型[J]. 现代预防医学,2022,49(3):390 - 396, 416.
Ren X, Chen MX, Zhao J, et al. Spatial and temporal distribution and spatial heterogeneity of epidemic factorsof syphilis in mainland China based on MGWR model[J]. Modern Preventive Medicine, 2022, 49(3): 390 - 396, 416. (In Chinese)

[12] Fotheringham AS, Yang W, Kang W. Multiscale geographically weighted regression(MGWR)[J]. Ann Am Assoc Geogr, 2017, 107(6): 1247 - 1265.

[13] 吴月琳,朱文倩,岳晓丽,等. 新型冠状病毒肺炎流行对我国梅毒病例报告结果的影响[J]. 中华流行病学杂志,2022,43(12):2015 - 2020.
Wu YL, Zhu WQ, Yue XL, et al. Impact of COVID - 19 epidemic on syphilis case reporting in China[J]. Chinese Journal of Epidemiology, 2022, 43(12): 2015 - 2020. (In Chinese)

[14] 刘毅,李东民,韩孟杰. 2020—2022 年 HIV 检测服务研究进展[J]. 中华流行病学杂志,2023,44(11):1831 - 1836.
Liu Y, Li DM, Han MJ. Progress in research of HIV testing services between 2020 and 2022[J]. Chinese Journal of Epidemiology, 2023, 44(11): 1831 - 1836. (In Chinese)

[15] 王超艺,张椿卉,张译予,等. 2012 — 2021 年中国艾滋病时空分布特征及聚集性研究[J]. 中华疾病控制杂志,2025,29(8):982 - 987.
Wang CY, Zhang CH, Zhang YY, et al. A study on the characteristics of spatial and temporal distribution and aggregation of acquired immune deficiency syndrome in China from 2012 to 2021[J]. Chinese Journal of Disease Control & Prevention, 2025, 29(8): 982 - 987. (In Chinese)

[16] 刘萌萌,黄晓军,常文辉,等. 中国艾滋病分布时空演化及影响因素研究[J]. 中国卫生统计,2020,37(1):116 - 120.
Liu MM, Huang XJ, Chang WH, et al. Study on the spatiotemporal evolution and influencing factors of HIV/AIDS distribution in China[J]. Chinese Journal of Health Statistics, 2020, 37(1): 116 - 120. (In Chinese)

(下转第 1138 页)

[15] 周海茸,范周全,杨华凤,等. 2011 与 2017 年南京≥25 岁居民归因于高血糖相关慢性病疾病负担分析[J]. 中国公共卫生,2021,37(4):632 - 636.
Zhou HR, Fan ZQ, Yang HF, et al. Disease burden attributable to hyperglycemia among Nanjing city residents aged 25 years and older in 2011 and 2017[J]. Chinese Journal of Public Health, 2021, 37(4): 632 - 636. (In Chinese)

[16] 辛雯艳,郭晓莉,何小双,等. 1990—2019 年我国居民肺癌死亡水平与疾病负担趋势预测研究[J]. 中华肿瘤防治杂志,2024,31(2):65 - 73.
Xin WY, Guo XL, He XS, et al. Epidemiological trends and projections of lung cancer deaths levels and disease burden in Chinese residents, 1990 - 2019[J]. Chinese Journal of Cancer Prevention and Treatment, 2024, 31(2): 65 - 73. (In Chinese)

[17] Liang RY, Feng XB, Shi D, et al. The global burden of disease attributable to high fasting plasma glucose in 204 countries and territories, 1990 - 2019: An updated analysis for the Global Burden of Disease Study 2019[J]. Diabetes - Metabolism: Research and Reviews, 2022, 38(8): e3572.

[18] 魏成,王梦龙,徐瑶,等. 1990—2019 年中国人群 2 型糖尿病疾病负担及其危险因素分析[J]. 中国循证心血管医学杂志,2023,15(6):657 - 661, 666.
Wei C, Wang ML, Xu Y, et al. Burden of disease and risk factors of type 2 diabetes mellitus in Chinese population from 1990 to 2019[J]. Chinese Journal of Evidence - Based Cardiovascular Medicine, 2023, 15(6): 657 - 661, 666. (In Chinese)

[19] GBD 2019 Tobacco Collaborators. Spatial, temporal, and demographic patterns in prevalence of smoking tobacco use and attributable disease burden in 204 countries andterritories, 1990 - 2019: a systematic analysis from the global burden of disease study 2019[J]. Lancet, 2021, 397(10292): 2337 - 2360.

[20] Biswas A, Harbin S, Irvin E, et al. Sex and gender differences in occupational hazard exposures: a scoping review of the recent literature[J]. Curr Environ Health Rep, 2021, 8(4): 267 - 280.

[21] Mo Y, Qin YW, Shangguan J, et al. Sex - specific Difference for Small Cell Lung Cancer from Immunotherapy Advancement[J]. Archivos de Bronconeumologia, 2024, 60(Suppl 2): S13 - S21.

[22] Rodriguez JE, Naigeon M, Goldschmidt V, et al. Immunosenescence, inflammaging, and cancer immunotherapy efficacy[J]. Expert Review of Anticancer Therapy, 2022, 22(9): 915 - 926.

[23] 黄愿,李燕玲,鄢文婷,等. 1990—2019 年中国归因于空腹高血糖的缺血性心脏病疾病负担趋势分析和未来趋势预测[J]. 中国慢性病预防与控制,2024,32(3):176 - 182.
Huang Y, Li YL, Yan WT, et al. Trend and future trend analysis of ischemic heart disease burden attributable to high fasting plasma glucose in China from 1990 to 2019[J]. Chinese Journal of Prevention and Control of Chronic Diseases, 2024, 32(3): 176 - 182. (In Chinese)

[24] 董懂,张亚杰,李鹤成. 2024 年第 2 版《NCCN 肿瘤临床实践指南—肺癌筛查》更新解读[J]. 中国胸心血管外科临床杂志,2024,31(9):1253 - 1257.
Dong D, Zhang YJ, Li HC. Interpretation of the NCCN clinical practice guidelines in oncology: Lung cancer screening(version 2.2024)[J]. Chinese Journal of Clinical Thoracic and Cardiovascular Surgery, 2024, 31(9): 1253 - 1257. (In Chinese)

[25] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 健康中国行动(2019—2030 年)[EB/OL]. [2026 - 01 - 15]. https://www.nhc.gov.cn/guihuaxxs/c100133/201907/2a6ed52f1c264203b5351bdbbadd2da8.shtml.
National Health Commission of China. Healthy China Initiative (2019 - 2030)[EB/OL]. [2026 - 01 - 15]. https://www.nhc.gov.cn/guihuaxxs/c100133/201907/2a6ed52f1c264203b5351bdbbadd2da8.shtml. (In Chinese)

[26] 董雯,刘奔,伦永志,等. 长期不同热量饮食对增龄小鼠胰岛素抵抗及肠道菌群的影响[J]. 现代预防医学,2023,50(16):2944 - 2951.
Dong W, Liu B, Lun YZ, et al. Age - related insulin resistance and gut microbiota disorder is modulated by long - term different caloric intake in mice[J]. Modern Preventive Medicine, 2023, 50(16): 2944 - 2951. (In Chinese)

[27] 李沙沙,张瑞,李为民. 中国肺癌筛查的新策略与应用前景[J]. 中国实用内科杂志,2025,45(6):503 - 507.
Li SS, Zhang R, Li WM. New strategies and application prospects of lung cancer screening in China[J]. Chinese Journal of Practical Internal Medicine, 2025, 45(6): 503 - 507. (In Chinese)

收稿日期:2025-09-26

(上接第 1131 页)

[17] 多吉旺姆,孙剑,吴晓冬,等. 2016—2020 年拉萨市男性流动人口艾滋病哨点监测结果分析[J]. 中国艾滋病性病,2022,28(10):1196 - 1200.
Duo JWM, Sun J, Wu XD, et al. Analysis of HIV sentinel surveillance results among male migrant population in Lhasa in 2016 to 2020[J]. Chinese Journal of AIDS & STD, 2022, 28(10): 1196 - 1200. (In Chinese)

[18] Song G, He XX, Kong YF, et al. Improving the spatial accessibility of Community - Level healthcare service toward the'15 - Minute city' goal in China[J]. ISPRS Int J Geoinf, 2022, 11(8): 436.

[19] 李小平,余东升. 城市化是否加剧了传染病区域间传播? ——基于空间溢出视角分析[J]. 经济科学,2022(5):107 - 119.
Li XP, Yu DS. Does urbanization aggravate the interregional transmission of infectious diseases? analysis based on spatial spillover[J]. Economic Science, 2022(5): 107 - 119. (In Chinese)

[20] Richterich P. Severe underestimation of COVID - 19 case numbers: effect of epidemic growth rate and test restrictions[J]. medRxiv, 2020, 10: 220.

收稿日期:2025-09-28