

# 我国围产儿死亡率时空分布及预测分析

魏佳慧<sup>1</sup>, 林琪菲<sup>1</sup>, 李向云<sup>1</sup>, 李国菊<sup>2</sup>

(1 山东第二医科大学公共卫生学院, 山东 潍坊 261000; 2 青岛大学附属妇女儿童医院出生缺陷综合防治中心)

**[摘要]** 目的 了解我国围产儿死亡率的时空分布情况, 并对全国围产儿死亡率进行预测。方法 基于2021年我国31个省(自治区、直辖市)的围产儿死亡率和2011—2020年全国围产儿总死亡率数据, 应用空间自相关分析围产儿死亡率的空间分布特征, 并通过GM(1,1)模型对围产儿死亡率进行预测。结果 全局空间自相关分析显示, 2021年我国围产儿死亡率空间分布呈正向相关; 局部空间自相关分析显示, 西藏自治区聚集类型为高-高相关, 湖南省为高-低聚集地区, 山东、江苏、浙江、安徽省为低-低聚集区。GM(1,1)模型预测结果显示, 2021—2025年全国围产儿死亡率分别为3.79‰、3.61‰、3.44‰、3.27‰、3.12‰。结论 我国围产儿死亡率在空间分布上存在不均现象, 在时间分布上整体呈下降趋势, 应提高妇幼保健水平, 缩小地区差异。

**[关键词]** 围产期死亡率; 空间分析; 模型; 理论; 预测

**[中图分类号]** R195.3 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 2096-5532(2024)05-0689-04

**doi:** 10.11712/jms.2096-5532.2024.60.176

**[开放科学(资源服务)标识码(OSID)]**



**[网络出版]** <https://link.cnki.net/urlid/37.1517.r.20241128.1039.001>;

2024-11-28 16:20:36

**Spatiotemporal distribution and prediction of perinatal mortality rate in China** WEI Jiahui, LIN Qifei, LI Xiangyun, LI Guoju (School of Public Health, Shandong Second Medical University, Weifang 261000, China)

**[Abstract]** **Objective** To investigate the spatial distribution of perinatal mortality rate in China, and to predict the perinatal mortality rate across the country. **Methods** Based on the perinatal mortality rates of 31 provinces, autonomous regions, and municipalities directly under the Central Government in 2021, and the data on total perinatal mortality rate in China in 2011—2020, the spatial autocorrelation analysis was used to investigate the spatial distribution characteristics of perinatal mortality rate, and the GM(1,1) model was used to predict perinatal mortality rate. **Results** The global spatial autocorrelation analysis showed that the spatial distribution of perinatal mortality rate in China in 2021 was positively correlated, and the local spatial autocorrelation analysis showed that an aggregation type of high-high correlation in Tibet Autonomous Region, with Hunan Province as a high-low aggregation area and Shandong, Jiangsu, Zhejiang, and Anhui provinces as low-low aggregation areas. The prediction results of the GM(1,1) model showed that the perinatal mortality rates in 2021—2025 were 3.79‰, 3.61‰, 3.44‰, 3.27‰, and 3.12‰, respectively. **Conclusion** The spatial distribution of perinatal mortality rate is uneven in China, and there is a downward trend in the temporal distribution. Therefore, it is necessary to improve the level of maternal and child health care and reduce regional differences.

**[Key words]** perinatal mortality; spatial analysis; models, theoretical; forecasting

围产儿在我国主要指体重 $\geq 1$  kg或孕28周到出生后7 d内的胎儿和新生儿, 围产儿死亡率是指每1 000名婴儿出生对应的围产期死亡数。围产儿死亡主要是指由于疾病造成的死亡<sup>[1]</sup>, 是一种严重的产科并发症<sup>[2]</sup>。《中国儿童发展纲要(2021—2030年)》中强调保障新生儿安全与健康, 加强出生缺陷综合防治, 提高儿童保健服务水平<sup>[3]</sup>。但目前对全国围产儿死亡现状的时空分布特征研究较少, 且较单一。因此, 为了解围产儿的死亡率状况和变

化趋势, 本研究对2021年我国31个省(自治区、直辖市)的围产儿死亡率进行空间自相关分析, 并收集2011—2020年全国围产儿死亡率数据, 根据这些数据对2021—2025年围产儿死亡率进行灰色模型预测, 以期相关部门制定有效措施降低围产儿死亡率、提高儿童保健服务供给公平性提供决策参考。现将结果报告如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 数据来源

基于中国知网卫生健康专题数据库, 收集2021年我国31个省(自治区、直辖市)的围产儿死亡率和2011—2020年全国围产儿死亡率数据。

**[收稿日期]** 2024-03-28; **[修订日期]** 2024-06-14

**[基金项目]** 国家自然科学基金项目(81903335)

**[第一作者]** 魏佳慧(1997-), 女, 硕士研究生。

**[通信作者]** 李向云(1969-), 女, 副教授, 硕士生导师。E-mail:

693519741@qq.com。

## 1.2 方法

**1.2.1 空间自相关分析** 空间自相关指潜在的相互依赖性。空间自相关分析包括全局空间自相关分析和局部空间自相关分析。本研究采用莫兰指数 (Moran's  $I$ ) 来衡量空间自相关性, Moran's  $I > 0$  表示空间正相关性, 值越大, 空间相关性越明显; Moran's  $I < 0$  表示空间负相关性, 值越小, 空间差异越大; Moran's  $I = 0$  表示空间呈随机性<sup>[4]</sup>。

**1.2.2 灰色预测模型 GM(1,1) 建立** 灰色预测模型利用微分方程挖掘数据本质, 可对数据完整性和可靠性较低的数据序列进行有效预测, 在医药卫生领域广泛应用于疾病死亡率预测<sup>[5]</sup>。基于级别检验, 各数据级别值均在检验区间内, 故本研究可采用 GM(1,1) 模型进行预测分析。GM(1,1) 的灰微分方程为  $x^{(0)}(k) + a z^{(1)}(k) = b$ , 式中  $a$  为发展系数,  $b$  为灰色作用量。预测方程为  $\sqrt{x}^{(0)}(k+1) = \sqrt{x}^{(1)}(k+1) - \sqrt{x}^{(1)}(k)$ ,  $k = 1, 2, 3, \dots, n$ 。本研究对 GM(1,1) 模型检验采用残差检验和后验差检验。残差检验也称精度检验, 是对模型值和实际值的残差进行逐点检验, 平均相对误差  $< 20\%$  可认为模型为残差合格模型<sup>[6]</sup>。后验差检验是对残差分布的统计特性进行检验。用方差比  $C$  和小残差概率  $P$  判断预测模型精度<sup>[7]</sup>, 具体判别是否为合格模型可参照表 1。

表 1 GM(1,1) 模型后验差检验判别参照表

$P$	$C$	模型精度
$\geq 0.95$	$\leq 0.35$	优
$\geq 0.80$	$\leq 0.50$	合格
$\geq 0.70$	$\leq 0.65$	勉强合格
$< 0.70$	$> 0.65$	不合格

**1.2.3 统计学分析** 采用 Geoda1.18 软件进行全局空间自相关分析和局部空间自相关分析, 运用 Excel 2021 软件建立数据库并进行灰色模型预测分析。模型检验平均相对误差值小于  $5\%$ , 说明模型精度优, 拟合效果较好, 预测结果可信度高。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结 果

### 2.1 围产儿死亡率空间自相关分析

2021 年我国 31 个省 (自治区、直辖市) 的围产儿死亡率在  $1.83\% \sim 13.51\%$  之间, 其中, 只有西藏地区围产儿死亡率高于  $10.00\%$ , 上海、江西、北京、河北为低死亡率地区, 围产儿死亡率低于  $3.00\%$ , 陕

西、安徽等 11 个地区的围产儿死亡率在  $3.00\% \sim 4.00\%$  之间, 围产儿死亡率的中位数是广东省的  $4.06\%$ 。见表 2。

表 2 2021 年我国各地区围产儿死亡率 ( $\chi/\%$ )

地区	围产儿死亡率	地区	围产儿死亡率
上海市	1.83	天津市	4.61
江西省	2.38	湖南省	4.66
北京市	2.85	宁夏回族自治区	4.70
河北省	2.88	贵州省	4.75
陕西省	3.11	山西省	4.82
安徽省	3.23	黑龙江省	5.03
四川省	3.39	内蒙古自治区	5.06
山东省	3.53	云南省	5.32
浙江省	3.57	辽宁省	5.35
江苏省	3.62	吉林省	5.37
福建省	3.63	广西壮族自治区	5.45
海南省	3.68	甘肃省	6.21
河南省	3.70	青海省	6.43
湖北省	3.92	新疆维吾尔自治区	9.06
重庆市	3.98	西藏自治区	13.51
广东省	4.06		

2021 年我国 31 个省 (自治区、直辖市) 围产儿死亡率全局 Moran's  $I$  值为  $0.609\ 661$ , 差异有统计学意义 ( $Z = 8.990, P = 0.001$ ), 见图 1。说明我国不同地区围产儿死亡率具有正向空间自相关性, 即死亡率高的地区周围死亡率也高, 死亡率低的地区周围死亡率也低。局部空间自相关分析结果显示, 西藏、湖南、江西、浙江、山东、江苏、上海、安徽、河南、湖北的 Moran's  $I$  值差异具有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。西藏聚集类型为高-高相关, 即本身围产儿死亡率高, 周围新疆和青海的围产儿死亡率也高。湖南为高-低聚集地区, 即本身围产儿死亡率高, 但周围的湖北、江西、福建等省份围产儿死亡率低。上

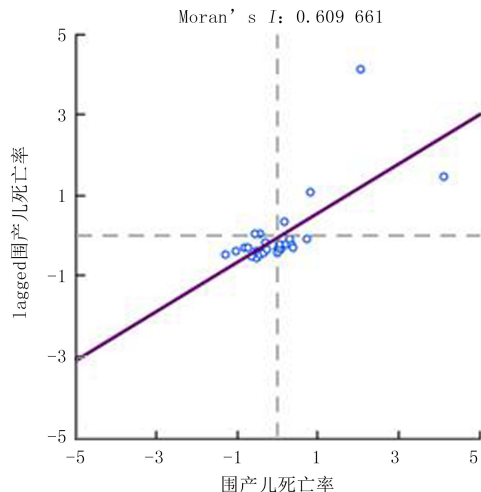
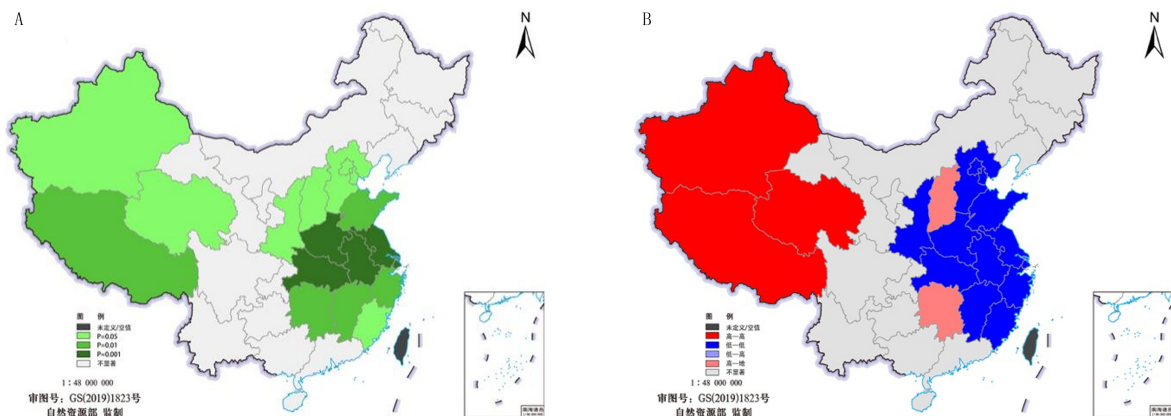


图 1 我国围产儿死亡率全局空间自相关分析散点图

海、山东、江苏、浙江、安徽为低-低聚集区,即本身围产儿死亡率低,其周围省份围产儿死亡率也低。整

体来看,我国围产儿死亡率偏高的地区在青藏和西北地区。见图 2。



A:显著性地图;B:聚集性地图。

图 2 我国围产儿死亡率局部空间自相关分析显著性地图和聚集性地图

## 2.2 围产儿死亡率时间分布

在 2011—2020 年间全国围产儿死亡率整体呈现下降趋势,从 2011 年的 6.32% 下降到 2020 年的 4.14%,降幅为 34.49%,年均降幅为 4.59%。降幅最大的是 2017 年,降幅为 9.31%。见图 3。

## 2.3 GM(1,1)模型的建立及死亡率预测

对 2011—2020 年全国围产儿死亡率数据进行建模, $a = 0.049$ , $b = 6.321$ ,预测模型为  $\sqrt{x}^{(1)}(k+1) = -123.52\sqrt{e^{-0.049k}} + 129.84$ ,平均相对误差为 1.94%, $C$  为 0.154, $P$  为 1.000,模型拟合精度优,预测效果好。见表 3。根据发展系数范围判断本模型可做中长期预测<sup>[8]</sup>,预测结果显示,2021—2025 年全国围产儿死亡率分别为 3.79%、3.61%、3.44%、3.27%、3.12%。

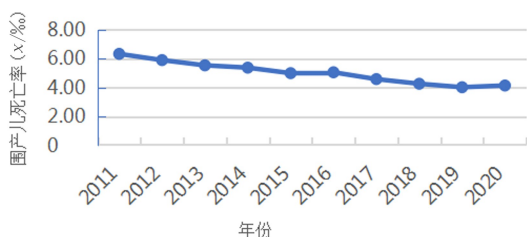


图 3 全国围产儿死亡率趋势图

## 3 讨 论

本文研究结果表明,我国围产儿死亡率地区间分布差异较大,2021 年围产儿死亡率最高的是西藏(13.51‰),最低的是上海(1.83‰)。围产儿死亡率在全国范围内呈现空间正相关,相邻地区的围产儿死亡率存在相互依赖性。高围产儿死亡率地区主要

聚集在我国青藏和西北地区,低围产儿死亡率地区主要在东部沿海地区。原因可能是东部沿海地区经济较发达,有更大的卫生资源人才优势,儿童保健服务水平较高<sup>[9]</sup>。与 2018 年我国各地区统计数据相比<sup>[10]</sup>,2021 年全国和地区围产儿死亡率都有不同程度的下降,但空间聚集程度却在上升,表明我国在围产儿保健工作方面虽取得较大进展,但还需进一步降低本地区围产儿死亡率,并与邻近省份地区共同实现该目标<sup>[11]</sup>。唐成等<sup>[12]</sup>在对包含围产儿死亡率等指标的卫生资源聚类分析中发现,青海和西藏为优质卫生资源短缺地区,该地区地理面积较大、就医不够便捷,高水平医疗服务能力较低,妇幼保健意识较为薄弱。多项研究指出,围产儿死亡率在地区间不均衡的现象与社会经济水平和卫生技术资源有关<sup>[9,13-14]</sup>。因此,要改善卫生财政支出和医疗人才技术投入上的公平性。湖南是围产儿死亡率高-低聚集区,出生缺陷是导致围产儿死亡的首要危险因素<sup>[15]</sup>,有研究表明湖南是出生缺陷高发地区<sup>[16]</sup>,可

表 3 灰色预测 GM(1,1)模型拟合结果

年份	实际值(X/‰)	预测值(X/‰)	相对误差(X/%)
2011	6.32	6.32	0
2012	5.59	5.87	0.35
2013	5.53	5.59	1.10
2014	5.37	5.32	0.84
2015	4.99	5.07	1.64
2016	5.05	4.83	4.34
2017	4.58	4.60	0.47
2018	4.26	4.38	2.88
2019	4.02	4.17	3.84
2020	4.14	3.98	3.96

能原因是湖南位于我国中部地区,经济水平落后于湖北、福建等地区,出生缺陷产前筛查和产前诊断率较低。应加强孕产妇健康教育,提高识别产前缺陷儿的能力。

本文结果显示,2011—2020年全国围产儿死亡率整体上呈下降态势,这与吴际等<sup>[9]</sup>的研究结果一致。但2016年全国围产儿死亡率较2015年上升,可能与二孩政策全面实施,高龄产妇二胎数量增加,生产危险性增大有关<sup>[17]</sup>。2020年围产儿死亡率的回升可能与孕妇感染新冠病毒致使围产儿病死率增加有关<sup>[18]</sup>。灰色模型预测结果表明,2021—2025年我国围产儿死亡率将持续降低,这与赵星宇等<sup>[10]</sup>、戴琼等<sup>[19]</sup>的研究结果一致,说明我国妇幼保健工作在降低围产儿死亡率方面取得良好成效,围产期医疗卫生水平提高,儿童生存状况不断改善。早产、出生损伤、出生缺陷、胎儿生长受限是围产儿死亡的常见原因<sup>[2,20-21]</sup>,而这些不良妊娠结局与妊娠期疾病、产妇多次流产史、孕期保健等密切相关<sup>[16,22-23]</sup>。因此,为降低围产儿死亡率,需增强孕产妇围产期保健意识、增加孕期知识,重视高危孕产妇的孕前评估和孕期管理<sup>[24]</sup>,认真落实产前检查<sup>[25]</sup>。产前阶段加强胎儿监护,分娩期间提升难产预测能力,做好产时监护和新生儿复苏准备<sup>[26]</sup>,能有效预防控制围产期死亡现象的发生。

本研究对围产儿死亡率的时空分析局限在强调某一时间点的分布特征,未进行围产儿死亡率随时间变化的纵向研究。今后可进一步探讨地区围产儿死亡率随时间进程的空间分布特征,为地方制定儿童卫生保健服务政策提供数据参考。

### [参考文献]

- [1] 朱琳,张宝学,王丙参. 中国人口质量的时空差异和收敛性分析[J]. 统计与决策, 2023,39(19):87-91.
- [2] 倪丽君,卢孟君. 影响围产儿死亡的危险因素分析[J]. 现代实用医学, 2021,33(4):537-539.
- [3] 王芳. 促进儿童健康成长 推动社会可持续发展《中国儿童发展纲要(2021—2030年)》之“儿童与健康”解读[J]. 中国妇幼卫生杂志, 2021,12(6):1-4.
- [4] 胡涛,王丽娜,李响,等. 面向疾病的空间聚集性与影响因素分析方法[J]. 时空信息学报, 2024,31(1):65-73.
- [5] 王慧,丁伟洁,卢红梅,等. 基于GM(1,1)模型的江苏省淮安市5岁以下儿童死亡预测分析[J]. 安徽医药, 2024,28(4):750-755.
- [6] 姜雪锦,李阳,丁红红,等. 基于灰色GM(1,1)模型的我国医院感染患病率变化趋势及预测[J]. 中国医院统计, 2024,31(2):87-89,94.
- [7] 崔朋伟,杭惠,沈严章,等. 灰色模型GM(1,1)在苏州市伤寒副伤寒发病率预测中的应用[J]. 江苏预防医学, 2024,35(1):119-120.
- [8] 郭艳,张小斌,张秀劫,等. 应用灰色GM(1,1)模型预测云南省生殖道沙眼衣原体感染发病趋势[J]. 皮肤病与性病, 2022,44(6):473-475.
- [9] 吴际,夏瑞宏,汪晨,等. 中国31省市2010—2020年儿童保健服务的供给公平性分析[J]. 现代预防医学, 2024,51(1):99-104.
- [10] 赵星宇,王广成,单海峰,等. 我国围产儿死亡率时空变化及预测研究[J]. 中国卫生统计, 2021,38(2):177-180.
- [11] 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.
- [12] 唐成,陈莉. 我国卫生资源地区聚类研究[J]. 中国初级卫生保健, 2023,37(8):1-4.
- [13] 刘诗婷,应晓华. 我国围产儿省际健康公平性研究[J]. 中国卫生政策研究, 2023,16(8):31-39.
- [14] 李梦蝶,王超,张艺琳,等. 政府卫生支出对国民健康水平的影响及区域差异[J]. 卫生软科学, 2023,37(7):14-17.
- [15] 沈磊芬,施卫琴,蔡丽文. 湖州市2014年至2018年围产儿死亡的影响因素分析[J]. 中国妇幼健康研究, 2021,32(5):749-752.
- [16] 谢琼,谭红专,秦家碧,等. 湖南省2007—2016年以医院为基础的出生缺陷监测情况分析[J]. 实用预防医学, 2017,24(9):1031-1036.
- [17] 穆荣伟,吴晴菲,曾帅,等. 二孩政策实施后备孕妇女身体质量指数的流行趋势分析[J]. 中国计划生育学杂志, 2023,9(4):763-769.
- [18] 蒲杰,刘兴会. 从母婴安全角度谈新冠肺炎疫情下高危妊娠的孕期管理[J]. 中国计划生育和妇产科, 2020,12(3):90-93.
- [19] 戴琼,徐海青,汪鸿,等. 灰色模型对全国城乡围产儿死亡率趋势预测[J]. 中国妇幼健康研究, 2018,29(2):139-141.
- [20] 王晓敏,刘薇,朱宇华,等. 2020年内蒙古33个旗(县、区)妇幼健康服务水平综合评价:基于TOPSIS法结合RSR法[J]. 卫生软科学, 2022,36(2):62-67.
- [21] 徐飞,赵亭亭,沈云. 胎儿生长受限的危险因素及分娩孕周对围产儿结局的影响[J]. 江苏医药, 2022,48(2):169-172.
- [22] 张芝银,李秀央,郑国英,等. 不良妊娠结局的影响因素分析[J]. 预防医学, 2020,32(1):94-97.
- [23] 朱伟翔. 2019—2022年泉州市围产儿死亡现状分析[J]. 中外医学研究, 2024,22(13):160-163.
- [24] 张慧,邓艳. 高危孕产妇管理在降低孕产妇和新生儿死亡率中的影响分析[J]. 当代医学, 2021,27(22):115-117.
- [25] 周锁娣,刘玲妹,魏琴. 围产儿死亡相关因素分析及干预措施探讨[J]. 国际护理学杂志, 2019,38(23):3885-3888.
- [26] 谢明坤,李根霞. 降低围产儿死亡率的安全策略[J]. 中国计划生育和妇产科, 2022,14(4):29-31,35.

(本文编辑 刘宁)