·调查研究·

# 2015—2024 年海宁市梅毒流行特征分析及 2025 年报告发病率预测

赵天旺，高雨，李敏超

【摘要】目的　分析 2015—2024 年浙江省海宁市梅毒流行特征，预测 2025 年报告发病率，为优化防控策略提供科学依据。方法　本研究为描述性流行病学研究。通过中国疾病预防控制信息系统收集海宁市 2015—2024 年梅毒报告病例资料，采用描述性流行病学方法分析其时间、地区和人群分布特征，采用集中度法评估季节性，应用差分自回归移动平均（ARIMA）模型预测 2025 年报告发病率。结果　2015—2024 年海宁市累计报告梅毒病例 3 738 例，年均报告发病率为 39.62/10 万；报告发病率总体呈下降趋势（$P < 0.05$），由 2015 年的 68.94/10 万降至 2024 年的 23.63/10 万。病例以隐性梅毒为主（占 72.63%）。各月均有病例报告，无明显季节性（$M$=0.08）。12 个镇（街道）均有病例报告，报告发病率居前五位的镇（街道）为硖石街道（74.05/10 万）、海昌街道（50.32/10 万）、海洲街道（44.66/10 万）、马桥街道（42.72/10 万）和长安镇（42.23/10 万）。男女性别比为 1.03∶1，男女报告发病率差异无统计学意义（$P > 0.05$）；20 ～< 40 岁年龄组报告发病率最高（54.04/10 万）；职业以农民为主（42.70%）。ARIMA(0,1,5)模型预测 2025 年报告发病率为 15.93/10 万（95%*CI*：7.88/10 万～ 30.55/10 万）。结论　2015—2024 年海宁市梅毒报告发病率呈下降趋势，隐性梅毒占比较高，重点人群和地区仍存在较高发病风险，应继续加强重点人群健康教育和主动筛查，落实精准干预措施。

【关键词】梅毒；流行特征；发病率预测；ARIMA 模型；预测
DOI:10.3969/j.issn.1671-0800.2026.08.009
【中图分类号】R759.1；R181.3　【文献标志码】A　【文章编号】1671-0800(2026)08-0866-04

近年来，我国持续加强梅毒防控，但全国梅毒报告发病率总体仍呈上升趋势，2010—2023 年由 26.86/10 万上升至 37.60/10 万[1]，报告发病数长期居乙类传染病第 3 位[2]。海宁市作为浙江省下辖县级市，近年来社会经济快速发展，流动人口聚集，可能增加性病传播与防控难度。已有研究显示，差分自回归移动平均（auto-regressive moving average，ARIMA）模型对梅毒月发病数进行预测，预测效果较好[3]。本研究基于中国疾病预防控制信息系统收集的 2015—2024 年海宁市梅毒报告病例资料，采用描述性流行病学方法分析其时间、地区和人群特征分布，采用集中度法评估季节性特征，并应用 ARIMA 模型预测 2025 年发病率，旨在为本地疾控部门调整和优化梅毒防控策略提供科学依据，现报道如下。

## 1　资料与方法

1.1　资料来源　本研究为描述性流行病学研究。通过中国疾病预防控制信息系统传染病报告信息管理系统，收集 2015 年 1 月至 2024 年 12 月海宁市梅毒报告病例资料。海宁市疾病预防控制中心疫情报告管理人员对全市各医疗机构梅毒报告卡进行定期质控，包括日常报告卡审核、去重、疫情分析报告质控、传染病迟报漏报现场督查等，以保证报告数据质量。人口资料来源于海宁市统计年鉴。本研究获得海宁市疾病预防控制中心伦理委员会批准（编号：20251015）。

1.2　诊断标准　2018 年 8 月 1 日前采用 WS 273—2007《梅毒诊断标准》，自 2018 年 8 月 1 日起采用 WS 273—2018《梅毒诊断标准》。病例分类包括一期梅毒、二期梅毒、三期梅毒、胎传梅毒和隐性梅毒 5 类。

1.3　季节性分析　采用集中度法对梅毒发病的季节分布特征进行分析，并计算集中度指数（$M$）[4]。$M$ 值范围为 0 ～ 1，其数值大小用于判定季节性强度，≥0.9 为严格季节性，0.7 ～< 0.9 为非常强的季节性，0.5 ～< 0.7 为较强的季节性，0.3 ～< 0.5 为一般季节性；< 0.3 为无明显季节性。

1.4　发病率预测　采用 ARIMA($p$,$d$,$q$)模型进行建模与预测，其中 $p$ 为自回归项阶数，$d$ 为差分次数，$q$

基金项目：海宁市科技计划项目（2025085）
作者单位：314400 海宁，海宁市疾病预防控制中心
通信作者：李敏超，Email：liminchao@zju.edu.cn

为移动平均项的阶数[5]。建模包括模型识别、参数估计与诊断检验[6]。先通过差分使序列平稳，采用增强迪基-富勒（augmented dickey-fuller，ADF）检验验证平稳性。ADF 检验显示显著提示平稳。基于差分后序列的自相关函数（autocorrelation function，ACF）和偏自相关函数（partial autocorrelation function，PACF）识别时间依赖结构，并结合赤池信息准则（AIC）与贝叶斯信息准则（BIC）最小化原则确定最优 $p$、$d$、$q$。采用 Ljung-Box $Q$ 检验残差是否为白噪声。以 2015—2023 年月度发病率数据作为训练集，2024 年数据作为验证集进行建模和评价，选择最优模型预测 2025 年海宁市梅毒发病率。

1.5　统计学方法　采用 Excel 2010 和 R 4.4.2 软件整理分析数据，计算报告发病数、报告发病率及构成比等指标，描述梅毒流行病学特征；率的比较采用 $\chi^2$ 检验，年度报告发病率趋势分析采用趋势 $\chi^2$ 检验。运用 R 软件“tseries”、“forecast”包进行 ARIMA 建模与预测，采用平均绝对误差百分比（mean absolute percent error，MAPE）、均方根误差（root mean squared error，RMSE）、平均绝对误差（mean absolute error，MAE）评价模型训练集拟合效果和验证集预测效果，指标越小提示模型效果越优[7]。$P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

## 2　结果

2.1　总体情况　2015—2024 年海宁市累计报告梅毒病例 3 738 例，年均报告发病率为 39.62/10 万，总体呈下降趋势（$\chi^2$=570.07，$P < 0.05$），其中 2015 年最高，2023 年最低。病例以隐性梅毒为主，累计报告 2 715 例（占 72.63%），无胎传梅毒及死亡病例报告。一期梅毒、二期梅毒、三期梅毒和隐性梅毒年均报告发病率分别为 4.85/10 万、5.88/10 万、0.11/10 万和 28.78/10 万，见表 1。

2.2　时间分布　2015—2024 年海宁市各月均有梅毒病例报告，其中 5 月报告病例数最多（363 例，占 9.71%），2 月报告数最少（244 例，占 6.53%）。各年份中梅毒发病 $M$ 值均＜ 0.3（$P > 0.05$），提示无明显季节性，见表 2。

2.3　地区分布　海宁市 12 个镇（街道）均有病例报告，年均报告发病率居前五的镇（街道）依次为硤石街道（74.05/10 万）、海昌街道（50.32/10 万）、海洲街道（44.66/10 万）、马桥街道（42.72/10 万）及长安镇（42.23/10 万），丁桥镇年均报告发病率最低，为 20.56/10 万。各镇（街道）发病率下降趋势均有统计学意义（$P < 0.05$），见封三图 3。

2.4　人群分布　3 738 例中男 1 899 例，女性 1 839 例，男女性别比为 1.03∶1，男性年均报告发病率为 39.15/10 万，与女性（40.11/10 万）差异无统计学意义（$\chi^2$=0.54，$P > 0.05$）。报告病例中年龄 5 个月至 94 岁，平均（43.5±17.0）岁，20 ～＜ 40 岁组报告发病率最高（54.04/10 万），0 ～＜ 20 岁组最低（11.48/10 万），各年龄组发病率差异有统计学意义（$\chi^2$=459.61，$P <$ 0.05）。病例职业分布中，农民构成比最高（1 596 例，占 42.70%），其次为家务及待业（973 例，占 26.03%）、

表 1　2015—2024 年海宁市梅毒报告发病数和报告发病率　例（/10 万）

| 年份 | 一期梅毒 | 二期梅毒 | 三期梅毒 | 隐性梅毒 | 合计 |
|---|---|---|---|---|---|
| 2015 年 | 122（14.89） | 126（15.37） | 1（0.12） | 316（38.56） | 565（68.94） |
| 2016 年 | 78（9.51） | 79（9.64） | 0（0.00） | 288（35.13） | 445（54.28） |
| 2017 年 | 63（7.64） | 63（7.64） | 1（0.12） | 360（43.64） | 487（59.03） |
| 2018 年 | 57（6.76） | 64（7.59） | 0（0.00） | 347（41.13） | 468（55.48） |
| 2019 年 | 43（5.01） | 48（5.59） | 0（0.00） | 305（35.53） | 396（46.13） |
| 2020 年 | 11（1.25） | 22（2.50） | 1（0.11） | 258（29.38） | 292（33.25） |
| 2021 年 | 35（3.25） | 58（5.39） | 1（0.09） | 206（19.14） | 300（27.88） |
| 2022 年 | 16（1.47） | 32（2.94） | 0（0.00） | 213（19.59） | 261（24.00） |
| 2023 年 | 16（1.44） | 34（3.06） | 2（0.18） | 208（18.75） | 260（23.44） |
| 2024 年 | 17（1.52） | 29（2.60） | 4（0.36） | 214（19.15） | 264（23.63） |
| 合计 | 458（4.85） | 555（5.88） | 10（0.11） | 2 715（28.78） | 3 738（39.62） |
| $\chi^2$ 值 | 273.30 | 172.52 | 3.25 | 236.95 | 570.07 |
| $P$ 值 | ＜ 0.05 | ＜ 0.05 | ＞ 0.05 | ＜ 0.05 | ＜ 0.05 |

注：均未发现胎传梅毒

工人（578 例，占 15.46%），见表 3。

2.5　ARIMA 建模与 2025 年发病率预测　对 2015—2023 年海宁市梅毒月度发病率序列行 ADF 检验，结果显示序列平稳（$P$=0.02），采用 auto.arima()函数对训练集序列建模，最优模型为 ARIMA(0,1,5)，$AIC$=51.3，$BIC$=70.01。Ljung-Box 检验显示残差为白噪声（$Q$=17.52，$P$ ＞ 0.05）。训练集拟合效果：MAPE=21.08%，MAE=0.691/10 万，RMSE=0.862/10 万；验证集预测效果：MAPE=24.89%，MAE=0.518/10 万，RMSE=0.572/10 万，提示模型具有一定预测能力。采用该模型预测 2025 年海宁市梅毒年报告发病率为 15.93/10 万（95%$CI$：7.88/10 万～ 30.55/10 万），其中 1 月发病率最高（1.42/10 万），12 月最低（1.23/10 万），见表 4。

## 3　讨论

本研究结果显示，海宁市梅毒年均报告发病率为 39.62/10 万，总体呈显著下降趋势，与瑞安市[8]、邹城市[9]研究一致。海宁市梅毒发病率由 2015 年的 68.94/10 万降至 2024 年的 23.63/10 万，这一方面得益于海宁市持续加强的传染病报告质量管理与疫情监测，减少了病例重复报告；另一方面，也反映了扩大筛查、规范诊疗等综合防控措施的有效性。病例分类中隐性梅毒占比高达 72.63%，是主要的流行型别，与相关研究类似[10-11]，可能与《中国预防与控制梅毒规划（2010—2020 年）》实施，各级医疗机构加大术前患者血清筛查，大范围健康宣教后高危人群主动检测显著增加有关[12]。隐性梅毒因缺乏明显临床症状且隐匿性强，易造成诊断延误和未被发现的持续传播[13]，是当前实现“消除梅毒公共卫生危害”目标的主要挑战之一。因此，在保持发病率下降的良好态势下，防控策略应从单纯的病例治疗转向更加注重针对高危人群和重点区域的主动筛查，尤其是扩大婚前、孕产期及性病门诊的隐性梅毒检测，以切断隐匿传播链条。

本研究结果显示，20 ～＜ 40 岁组人群梅毒发病率最高（54.04/10 万）。该年龄段人群性行为活跃，社交网络普及可能增加不安全性行为风险，使其成为性传播疾病重点人群[14-15]；同时，该年龄段女性多处于生育高峰期，产前筛查中梅毒检测覆盖率高，也可能提高病例检出率[16]。职业分布中，农民构成比最高（42.70%），高于瑞安市（9.01%）[8]，低于河南省（60.07%）[17]；其次是家务及待业和工人。上述人群可能因健康知识获取有限、防护意识不足、安全套使用率较低，更易发生无保护性行为[18-19]。建议针对重

表 2　2015—2024 年海宁市报告梅毒病例集中度法季节性分析结果

| 年份 | $M$ 值 | $Z$ 值 | $P$ 值 |
|---|---|---|---|
| 2015 年 | 0.09 | 1.16 | ＞ 0.05 |
| 2016 年 | 0.09 | 0.82 | ＞ 0.05 |
| 2017 年 | 0.04 | 0.22 | ＞ 0.05 |
| 2018 年 | 0.13 | 1.85 | ＞ 0.05 |
| 2019 年 | 0.15 | 2.20 | ＞ 0.05 |
| 2020 年 | 0.09 | 0.55 | ＞ 0.05 |
| 2021 年 | 0.08 | 0.36 | ＞ 0.05 |
| 2022 年 | 0.08 | 0.34 | ＞ 0.05 |
| 2023 年 | 0.14 | 0.96 | ＞ 0.05 |
| 2024 年 | 0.02 | 0.02 | ＞ 0.05 |
| 合计 | 0.08 | 0.49 | ＞ 0.05 |

表 3　2015—2024 年海宁市报告梅毒病例分布情况

| 指标 | | 病例数（例） | 发病率/构成比 | $\chi^2$ 值 | $P$ 值 |
|---|---|---|---|---|---|
| 性别 | 男性 | 1 899 | 39.15[a] | 0.54 | ＞ 0.05 |
| | 女性 | 1 839 | 40.11[a] | | |
| 年龄组 | 0 ～＜ 20 岁 | 173 | 11.48[a] | 459.61 | ＜ 0.05 |
| | 20 ～＜ 40 岁 | 1 512 | 54.04[a] | | |
| | 40 ～＜ 60 岁 | 1 314 | 40.61[a] | | |
| | 60 ～＜ 80 岁 | 664 | 40.91[a] | | |
| | ≥80 岁 | 75 | 27.55[a] | | |
| 职业 | 农民 | 1 596 | 42.70[b] | | |
| | 家务及待业 | 973 | 26.03[b] | | |
| | 工人 | 578 | 15.46[b] | | |
| | 商业服务 | 341 | 9.12[b] | | |
| | 离退人员 | 119 | 3.18[b] | | |
| | 其他职业 | 131 | 3.51[b] | | |

注：表中 a 表示发病率（/10 万），b 表示构成比（%）

表 4　ARIMA(0,1,5)模型预测 2025 年海宁市梅毒报告发病率（/10 万）

| 月份 | 发病率（95%$CI$） |
|---|---|
| 1 月 | 1.42（0.71 ～ 2.70） |
| 2 月 | 1.41（0.70 ～ 2.67） |
| 3 月 | 1.39（0.69 ～ 2.64） |
| 4 月 | 1.37（0.68 ～ 2.61） |
| 5 月 | 1.35（0.67 ～ 2.58） |
| 6 月 | 1.33（0.66 ～ 2.56） |
| 7 月 | 1.32（0.65 ～ 2.53） |
| 8 月 | 1.30（0.64 ～ 2.50） |
| 9 月 | 1.28（0.63 ～ 2.48） |
| 10 月 | 1.27（0.62 ～ 2.45） |
| 11 月 | 1.25（0.61 ～ 2.42） |
| 12 月 | 1.23（0.60 ～ 2.40） |
| 合计 | 15.93（7.88 ～ 30.55） |

点人群开展通俗易懂的健康教育和行为干预，提高其防护意识和主动检测意愿。

从地区分布来看，碶石街道、海昌街道、海洲街道和马桥街道等中心城区街道的发病率高于丁桥镇等远郊镇区。这种差异可能与城区医疗资源丰富、居民就诊意识强、检测机会多，病例发现率增高有关；另一方面城区人口密集、社交活跃、商业服务发达等因素增加了疾病的传染风险[20]。下一步应重点关注中心城区，深入开展流行病学调查，明确高发风险因素，并加强娱乐场所、流动人口聚集区域的综合干预和性病诊疗服务。

本研究构建的ARIMA(0,1,5)模型拟合与验证效果良好，预测 2025 年发病率约为 15.93/10 万，延续近年下降趋势。结果可为卫生资源规划提供参考，如优化资源配置，加强高危人群筛查和健康促进。但 95%*CI* 较宽（7.88/10 万～ 30.55/10 万），提示预测存在不确定性，实际发病水平可能受社会行为模式、防控政策、输入性病例等因素影响。下一步需持续高质量监测，将实际数据与预测值比较，动态评估和调整防控策略。

本研究基于传染病报告信息系统被动监测数据，虽经质量控制，仍可能存在漏报、误报，难以完全反映真实发病水平；数据未纳入婚姻状况、文化程度、性行为方式等信息，无法深入分析感染风险因素；ARIMA 模型适用于短期预测，长期预测适应性有限[21]。

综上所述，2015－2024 年海宁市梅毒报告发病率持续下降，但隐性梅毒占比较高，重点人群和地区仍存在较高风险。建议巩固防控成果，实施精准干预，重点加强农村中青年及隐性梅毒的筛查与管理。

**利益冲突**　所有作者声明无利益冲突

**作者贡献声明**　赵天旺：研究设计，实施，论文撰写与修正；高雨：文献资料查阅，数据清洗与审核；李敏超：数据统计分析，质量控制

## 参 考 文 献

[1] 陈泽伟,梁诗晴,岳晓丽,等.2010—2023 年中国梅毒流行趋势及时空分布特征[J].中华皮肤科杂志,2024,57(11):1045-1050.

[2] 2024 年 12 月全国法定传染病疫情概况 [J]. 中国病毒病杂志,2025,15(2):191.

[3] 宋锦东,孙中友,陈双.2010—2024 年盐城市大丰区梅毒流行特征及趋势预测[J].江苏预防医学,2025,36(6):761-763.

[4] 周荤琳,张进,顾云,等.2010—2023 年仪征市梅毒流行特征分析[J].江苏预防医学,2024,35(4):460-463.

[5] 钱晓涵,郑敏,姚永明,等.贵州省 2010—2022 年梅毒流行特征分析及 ARIMA 模型预测[J].应用预防医学,2023,29(6):383-387.

[6] 竺晓霞,陈靓,李秀央.三种模型应用于中国 2011—2020 年梅毒发病趋势分析的比较[J].中华疾病控制杂志,2022,26(6):631-638.

[7] 刘天,赵婧,吴杨,等.疾病监测时间序列预测模型应用进展[J].实用预防医学,2024,31(11):1404-1408.

[8] 洪万胜,陈江敏,周李敏,等.2014—2023 年浙江省瑞安市常住人口梅毒流行特征分析[J].上海预防医学,2024,36(11):1026-1030.

[9] 张显明,刘绪英,李臻,等.2018—2022 年邹城市梅毒发病情况及流行病学特征分析[J].中国公共卫生管理,2024,40(1):134-136,145.

[10] 杨祝全,周小毅,朱平,等.2012—2021 年南通市梅毒发病趋势及流行特征分析[J].医学动物防制,2024,40(7):669-673,678.

[11] 郑卫,周群,郑熠,等.2010—2021 年武汉市梅毒疫情特征及流行趋势[J].公共卫生与预防医学,2024,35(4):115-118.

[12] 张静航,周艳君,陈洁,等.2013—2022 年湖南省梅毒扩大筛查与病例报告间关联性分析[J].中国艾滋病性病,2024,30(6):641-645.

[13] 许婕,杨政,曹欣,等.江苏省扬州市隐性梅毒流行现状与防控策略[J].南京医科大学学报(社会科学版),2024,24(6):618-625.

[14] 费丽娟,沈云良,吴李梅,等.2012—2021 年浙江省 10 ～ 19 岁人群梅毒流行趋势分析[J].中国艾滋病性病,2023,29(7):825-827.

[15] 陈智宏,梁雅晶. 2016-2023 年中国澳门特别行政区梅毒流行病学特征分析[J]. 皮肤性病诊疗学杂志,2025,32(10):731-735.

[16] 任航,史文雅,李彦奇.2013—2022 年北京市丰台区性传播疾病流行特征及趋势分析[J].传染病信息,2025,38(3):279-282.

[17] 刘习羽,张玮钰,崔艳,等.2014—2023 年河南省梅毒流行趋势及空间聚集性特征分析[J].中国艾滋病性病,2025,31(10):1120-1125.

[18] 周凤,郑敏,李军,等.2013—2021 年贵州省性病门诊男性就诊者梅毒流行趋势分析 [J]. 中国皮肤性病学杂志,2023,37(9):1060-1064.

[19] 张思,谢丹,余学伟,等.2014—2023 年江西省樟树市梅毒流行病学特征分析[J].应用预防医学,2025,31(2):205-208.

[20] 陈丽萍,余齐秀,汪子安,等.2014-2023 年宜春市奉新县梅毒流行趋势及防控对策[J]. 职业卫生与病伤,2024,39(6):384-389.

[21] 张珍,刘星言,李言言,等. 基于贝叶斯结构时间序列模型评估我国梅毒流行趋势[J]. 疾病监测,2023,38(9):1087-1093.

**收稿日期：2026-03-24**

**（本文编辑：钟美春）**