

· 论著 ·

浙江省发热伴血小板减少综合征流行特征及影响因素分析

吕婧¹, 徐欣颖¹, 乔颖异¹, 石兴龙¹, 岳芳¹, 刘营², 程传龙¹, 张宇琦¹, 孙继民², 李秀君¹

1. 山东大学齐鲁医学院公共卫生学院, 山东 济南 250012; 2. 浙江省疾病预防控制中心, 浙江 杭州 310051

摘要: 目的 分析2019—2023年浙江省发热伴血小板减少综合征(SFTS)流行特征及影响因素, 为加强SFTS防控提供参考。**方法** 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2019—2023年浙江省SFTS实验室确诊病例资料, 分别通过第五代欧洲中期天气预报中心、地理空间数据云和浙江省统计年鉴收集同期气象、地理环境和社会经济等资料。采用描述性流行病学方法分析2019—2023年SFTS流行特征, 构建贝叶斯时空模型分析SFTS发病的影响因素。**结果** 2019—2023年浙江省累计报告SFTS病例578例, 年均发病率为0.23/10万。5—7月为高发期, 占52.60%; 男性309例, 女性269例, 男女比为1.15:1; 以50~<80岁、农民和农村地区为主, 分别占82.53%、77.34%和75.43%。台州市和绍兴市SFTS病例数较多, 绍兴市和舟山市SFTS年均发病率较高。贝叶斯时空交互模型拟合优度较好, 结果显示, 平均温度($RR=1.626$, 95%CI: 1.111~2.378)和平均风速($RR=1.814$, 95%CI: 1.321~2.492)与SFTS发病风险呈正相关, 海拔($RR=0.432$, 95%CI: 0.230~0.829)和人口密度($RR=0.443$, 95%CI: 0.207~0.964)与SFTS发病风险呈负相关。**结论** 浙江省SFTS 5—7月高发, 中老年人和农民是高发人群, 台州市、绍兴市和舟山市为高发地区; 平均温度、平均风速、海拔和人口密度均可影响SFTS发病风险。

关键词: 发热伴血小板减少综合征; 流行特征; 贝叶斯时空交互模型; 影响因素

中图分类号: R183.5 文献标识码: A 文章编号: 2096-5087(2026)01-0010-05

Epidemiological characteristics and influencing factors of severe fever with thrombocytopenia syndrome in Zhejiang Province

LÜ Jing¹, XU Xinying¹, QIAO Yingyi¹, SHI Xinglong¹, YUE Fang¹, LIU Ying², CHENG Chuanlong¹, ZHANG Yuqi¹, SUN Jimin², LI Xiujun¹

1.School of Public Health, Shandong University Cheeloo College of Medicine, Jinan, Shandong 250012, China; 2.Zhejiang Provincial Center for Disease Control and Prevention, Hangzhou, Zhejiang 310051, China

Abstract: **Objective** To analyze the epidemiological characteristics and influencing factors of severe fever with thrombocytopenia syndrome (SFTS) in Zhejiang Province from 2019 to 2023, so as to provide the reference for strengthening SFTS prevention and control. **Methods** Data on laboratory-confirmed SFTS cases in Zhejiang Province from 2019 to 2023 were collected through the Infectious Disease Reporting Information System of Chinese Disease Prevention and Control Information System. Meteorological data, geographic environment and socioeconomic factors during the same period were collected from the fifth-generation European Centre for Medium-Range Weather Forecasts, Geospatial Data Cloud, and Zhejiang Statistical Yearbook, respectively. Descriptive epidemiological methods were used to analyze the epidemiological characteristics of SFTS from 2019 to 2023, and a Bayesian spatio-temporal model was constructed to analyze the influencing factors of SFTS incidence. **Results** A total of 578 SFTS cases were reported in Zhejiang Province from 2019 to 2023, with an annual average incidence of 0.23/10⁵. The peak period was from May to July, accounting for 52.60%. There were 309 males and 269 females, with a male-to-female ratio of 1.15:1. The cases were mainly aged

DOI: 10.19485/j.cnki.issn2096-5087.2026.01.002

基金项目: 浙江省科技计划项目(2025C02186)

作者简介: 吕婧, 硕士研究生在读, 公共卫生专业

通信作者: 孙继民, E-mail: jmsun@cdc.zj.cn

50- <80 years, farmers, and in rural areas, accounting for 82.53%, 77.34%, and 75.43%, respectively. Taizhou City and Shaoxing City reported more SFTS cases, while Shaoxing City and Zhoushan City had higher annual average incidences of SFTS. The Bayesian spatio-temporal interaction model showed good goodness of fit. The results showed that mean temperature ($RR=1.626$, 95%CI: 1.111–2.378) and mean wind speed ($RR=1.814$, 95%CI: 1.321–2.492) were positively correlated with SFTS risk, while altitude ($RR=0.432$, 95%CI: 0.230–0.829) and population density ($RR=0.443$, 95%CI: 0.207–0.964) were negatively correlated with SFTS risk. **Conclusions** SFTS in Zhejiang Province peaks from May to July. Middle-aged and elderly people and farmers are high-risk populations. Taizhou City, Shaoxing City, and Zhoushan City are high-incidence areas. Mean temperature, mean wind speed, altitude, and population density can all affect the risk of SFTS incidence.

Keywords: severe fever with thrombocytopenia syndrome; epidemiological characteristics; bayesian spatio-temporal model; influence factor

发热伴血小板减少综合征 (severe fever with thrombocytopenia syndrome, SFTS) 是一种由大别班达病毒引起的自然疫源性疾病，临床症状主要表现为发热、血小板减少、胃肠道症状和白细胞减少等，致死率高达 30%^[1-2]。SFTS 主要通过蜱媒传播，其中长角血蜱是主要传播媒介^[3]；也可通过直接接触 SFTS 患者血液人际传播，接触 SFTS 患者的家属、医护及陪护人员均有感染风险^[4-5]。2017 年世界卫生组织 (WHO) 将 SFTS 与埃博拉、拉沙热等列为需要优先关注的传染病^[6]。我国 SFTS 病例集中在河南省、山东省、安徽省、湖北省、辽宁省、浙江省和江苏省 7 个高风险省份，发病地区呈现逐渐扩大趋势^[7]，其中浙江省 SFTS 病死率高于全国平均水平^[8]。SFTS 发病受到自然因素和社会因素的复杂影响，基于贝叶斯统计原理和方法，构建贝叶斯时空模型，能够有效结合时空维度，识别影响因素^[9]。本研究收集 2019—2023 年浙江省 SFTS 病例资料和气象、地理环境、社会经济因素资料，分析浙江省 SFTS 的流行特征及影响因素，为加强 SFTS 防控提供参考。

1 资料与方法

1.1 资料来源

2019 年 1 月 1 日—2023 年 12 月 31 日浙江省 SFTS 实验室确诊病例资料来源于中国疾病预防控制信息系统传染病报告信息管理系统，包括性别、年龄、居住地和发病日期等。同期气象资料来源于第五代欧洲中期天气预报中心 (<https://cds.climate.copernicus.eu/datasets>)，包括平均温度、相对湿度和平均风速；地理环境资料来源于地理空间数据云 (<https://www.gscloud.cn>)，包括海拔和坡度；社会经济资料来源于浙江省统计年鉴，包括人口密度和每千人医疗卫生机构床位数。

1.2 方法

1.2.1 描述性分析

本研究按年份时间尺度和市级空间尺度整理数据，计算 SFTS 发病率，采用描述性流行病学方法分析 2019—2023 年 SFTS 发病的时间分布、人群分布和地区分布。为消除不同指标的单位和量纲对模型造成的偏差，本研究对气象因素、地理环境因素和社会经济因素等变量进行 Z-score 标准化，统一数据量纲。采用 Spearman 秩相关分析平均温度、相对湿度、平均风速、海拔、坡度、人口密度和每千人医疗卫生机构床位数间的相关性，为避免变量间高度线性相关，保留相关系数低于 0.8 的变量。

1.2.2 贝叶斯时空模型构建

本研究排除相关性较高的变量，纳入气象因素、地理环境因素和社会经济因素建立贝叶斯时空模型，分析 2019—2023 年浙江省 SFTS 发病的影响因素。依次引入时间因素、空间因素和时空交互项，构建贝叶斯时间独立模型、贝叶斯空间独立模型、贝叶斯时空独立模型和贝叶斯时空交互模型。采用偏差信息准则 (deviance information criterion, DIC) 和渡边赤池信息准则 (Watanabe – Akaike information criterion, WAIC) 评价模型，DIC 值和 WAIC 值越小表示模型拟合优度越好，选择 DIC 值和 WAIC 值最小的模型为最优模型，用于影响因素研究。因 SFTS 病例过度分散，SFTS 发病人数 y_{it} 服从负二项分布，即 $y_{it} \sim NBinomial(E_{it}\theta_{it}, \kappa)$ ， E_{it} 代表第 i 个市第 t 年的 SFTS 的期望发病数。模型表达式如下^[10]。

$$\text{Log}(\theta_{it}) = \alpha_0 + \sum \beta_k X_{itk} + \mu_i + v_i + \varphi_t + \gamma_t + \delta_{it}$$

式中： θ_{it} 代表第 i 个市第 t 年的 SFTS 的相对危险度 (relative risk, RR)； κ 为过度离散参数； α_0 为截距项； X_{itk} 表示市 i 在 t 年的第 k 个变量； β_k 为 k 变量对应的回归系数； γ_t 为时间结构效应； φ_t 为时间非结构效应； μ_i 为市 i 的空间结构效应，表示由空

间因素引起的随机效应; v_i 为市 i 的空间非结构效应; δ_{it} 为时空交互效应, 采用 I 型交互。

1.3 统计分析

采用 Excel 2019 软件整理数据, 采用 R 4.5.0 软件统计分析, 采用 INLA 包进行贝叶斯时空模型分析。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结 果

2.1 2019—2023 年浙江省 SFTS 流行特征

2019—2023 年浙江省报告 SFTS 实验室确诊病例 578 例, 年均发病率为 0.23/10 万。发病高峰为 5—7 月, 304 例占 52.60%。男性 309 例, 女性 269 例, 男女比为 1.15 : 1。发病年龄以 50~<80 岁为主, 477 例占 82.53%。职业以农民为主, 447 例占 77.34%。农村 436 例, 占 75.43%; 城市 142 例, 占 24.57%。台州市和绍兴市 SFTS 病例数较多, 分别为 154 和 146 例, 占 26.64% 和 25.26%; 绍兴市和舟山市 SFTS 年均发病率较高, 分别为 0.65/10 万和 0.58/10 万。见图 1 和图 2。

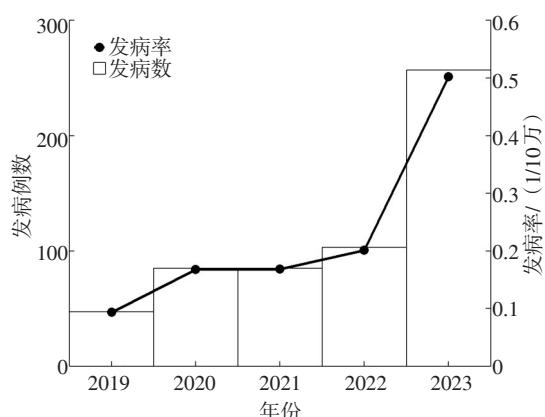


图 1 2019—2023 年浙江省 SFTS 发病情况

Table 1 Incidence of SFTS in Zhejiang Province from 2019 to 2023

2.2 SFTS 的影响因素分析

Spearman 秩相关分析结果显示, 海拔和坡度秩相关系数为 0.927 ($P<0.001$), 海拔的生态学意义大于坡度, 删除坡度。贝叶斯时空交互模型 DIC=279.99, WAIC=282.03, 均低于其他 3 个模型, 拟合优度最优, 可反映 SFTS 发病的时空分布特征, 因此采用贝叶斯时空交互模型分析浙江省 SFTS 的影响因素。结果显示, 平均温度 ($RR=1.626$, 95%CI: 1.111~2.378)、平均风速 ($RR=1.814$, 95%CI: 1.321~2.492) 与 SFTS 发病风险呈正相关, 海拔

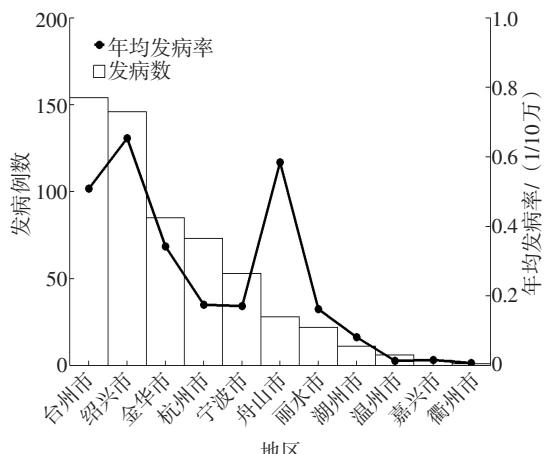


图 2 2019—2023 年浙江省不同地区 SFTS 发病情况

Table 2 Region-specific of SFTS in Zhejiang Province from 2019 to 2023

($RR=0.432$, 95%CI: 0.230~0.829)、人口密度 ($RR=0.443$, 95%CI: 0.207~0.964) 与 SFTS 发病风险呈负相关。

3 讨 论

2019—2023 年浙江省 SFTS 发病率上升, 2023 年达最高; SFTS 发病有明显季节性, 5—7 月为发病高峰, 与蝉虫活动规律吻合^[11]。适宜的气候不仅直接促进蝉虫数量的动态增长, 还通过影响人类户外及农业活动频率, 间接增加人群与蝉虫的接触暴露机会。2015—2019 年浙江省 SFTS 发病集中在台州市、绍兴市和舟山市^[12], 本研究也发现类似的结果; 此外, 嘉兴市和衢州市出现 SFTS 病例, 提示 SFTS 发病范围扩大, 部分既往非流行区已转变为新的风险地区。

SFTS 发病高风险人群主要为男性、50~<80 岁、农民和农村居民, 与既往研究结果类似^[13-14]。农村地区老年人接触蝉虫的机会较大^[15]; 同时, 随着年龄增长, 免疫功能下降和基础疾病增加, 使老年人更易感染 SFTS 并出现严重的临床症状^[16]。因此, 建议加强蝉虫季节性监测与防控, 重点关注老年人健康管理, 开展针对性的老年健康教育, 以降低 SFTS 发病风险。

贝叶斯时空交互模型结果显示, 平均温度、平均风速、海拔和人口密度是 SFTS 发病的影响因素。温度在媒介传播疾病的传播中起着重要作用, 研究表明, 温度升高是蝉媒传疾病的重要驱动因素^[17], 在一定范围内, 温度越高, SFTS 发病风险越大。本研究也发现平均温度与 SFTS 发病风险呈正相关, 可能

因为随着温度的升高，加快蜱虫的新陈代谢和生长繁殖，导致蜱虫数量增加，提高宿主动物和人群的感染风险^[18]。此外，适宜的温度也促使人类户外活动增加，加大接触蜱虫的机会，增加SFTS发病风险。风速与SFTS发病风险呈正相关，与DUAN^[19]等的研究结果一致。5—7月是SFTS发病高峰期，此阶段蜱虫密度和人类农业活动频率均达到高峰，此时风速的增加有助于促进蜱虫的扩散，扩大自然疫源地的分布范围，从而共同导致SFTS发病风险升高^[20]。本研究发现，海拔越高，SFTS发病风险越低，与SUN^[21]等的研究结果一致。随着海拔的升高，蜱虫密度和人类活动频率均下降，可降低SFTS发病概率。SFTS发病风险随人口密度的升高而降低，与QU^[22]等的研究结果相符。这可能因为人口密度较低的地区多为农村或城乡接合部，自然植被覆盖率较高，为蜱虫提供了适宜的栖息地；同时居民从事户外农林劳作的比例高，暴露风险大；而人口密度高的地区多为城市地区，工业化程度高，缺乏蜱虫的生存条件，接触蜱虫的机会少。

综上所述，2019—2023年浙江省SFTS发病率逐年上升，有明显的季节性，5—7月高发，中老年人和农民是高发人群，台州市、绍兴市和舟山市为高发地区；SFTS发病受平均温度、平均风速、海拔和人口密度的影响。建议积极倡导田间劳动者穿着长衣长裤，加强个人防护；重点加强高风险人群和高危地区的防控工作，并将相关风险因素纳入常规监测体系，构建多部门联动的监测预警信息平台。本研究SFTS实验室确诊病例资料是被动监测数据，可能存在漏报情况，且未纳入通过主动调查获取的个案流行病学信息；研究中的影响因素指标均为年度均值，在推断个体风险时可能存在生态学谬误，未来研究拟采用更精细的时间尺度（如季节或月度）数据，以进一步提高结果的准确性与可靠性。

参考文献

- [1] YU X J, LIANG M F, ZHANG S Y, et al. Fever with thrombocytopenia associated with a novel bunyavirus in China [J]. *N Engl J Med*, 2011, 364 (16): 1523–1532.
- [2] 牛文静, 吴泓晓, 陈志海. 大别班达病毒的传播途径研究进展 [J]. 病毒学报, 2025, 41 (2): 600–607.
- [3] XU A L, XUE H, LI Y, et al. Comprehensive meta-analysis of severe fever with thrombocytopenia syndrome virus infections in humans, vertebrate hosts and questing ticks [J/OL]. *Parasit Vectors*, 2024, 17 (1) [2026-01-05]. <https://doi.org/10.1186/s13071-024-06341-2>.
- [4] CHU N, LU W H, CHU X J, et al. Epidemiological and etiological investigation of a rare family cluster caused by severe fever with thrombocytopenia syndrome in Anhui Province in 2023 [J/OL]. *Virol J*, 2025, 22 (1) [2026-01-05]. <https://doi.org/10.1186/s12985-025-02665-2>.
- [5] 胡立芬, 龚磊, 李春辉, 等. 发热伴血小板减少综合征感染防控专家共识 [J]. 中华疾病控制杂志, 2024, 28 (6): 621–628.
- [6] MEHAND M S, MILLETT P, AL-SHORBAJI F, et al. World health organization methodology to prioritize emerging infectious diseases in need of research and development [J/OL]. *Emerg Infect Dis*, 2018, 24 (9) [2026-01-05]. <https://doi.org/10.3201/eid2409.171427>.
- [7] 陈秋兰, 朱曼桐, 陈宁, 等. 2011—2021年全国发热伴血小板减少综合征流行特征分析 [J]. 中华流行病学杂志, 2022, 43 (6): 852–859.
- [8] WU H C, WU C, LU Q B, et al. Spatial-temporal characteristics of severe fever with thrombocytopenia syndrome and the relationship with meteorological factors from 2011 to 2018 in Zhejiang Province, China [J/OL]. *PLoS Negl Trop Dis*, 2020, 14 (4) [2026-01-05]. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0008186>.
- [9] WANG Y D, ZHENG H Q, WANG Y L, et al. Spatiotemporal distribution and ecological factors of brucellosis among children from 2016 to 2020 in Inner Mongolia, China [J/OL]. *BMC Infect Dis*, 2024, 24 (1) [2026-01-05]. <https://doi.org/10.1371/10.1186/s12879-024-09992-9>.
- [10] 吴北平, 杨典, 王劲峰, 等. 利用贝叶斯时空模型分析山东省手足口病时空变化及影响因素 [J]. 地球信息科学学报, 2016, 18 (12): 1645–1652.
- [11] KIM H G, JUNG M, LEE D H. Seasonal activity of *Haemaphysalis longicornis* and *Haemaphysalis flava* (Acaridae: Ixodida), vectors of severe fever with thrombocytopenia syndrome (SFTS) virus, and their SFTS virus harboring rates in Gyeonggi Province, South Korea [J]. *Exp Appl Acarol*, 2022, 87 (1): 97–108.
- [12] 施旭光, 孙继民, 刘营, 等. 2015—2019年浙江省发热伴血小板减少综合征流行特征分析 [J]. 疾病监测, 2021, 36 (5): 431–435.
- [13] WANG Z J, YANG S T, LUO L, et al. Epidemiological characteristics of severe fever with thrombocytopenia syndrome and its relationship with meteorological factors in Liaoning Province, China [J/OL]. *Parasit Vectors*, 2022, 15 (1) [2026-01-05]. <https://doi.org/10.1186/s13071-022-05395-4>.
- [14] SUN J M, LU L, WU H X, et al. The changing epidemiological characteristics of severe fever with thrombocytopenia syndrome in China, 2011–2016 [J/OL]. *Sci Rep*, 2017, 7 (1) [2026-01-05]. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-08042-6>.
- [15] 杜珊珊, 师悦, 陈曦, 等. 2010—2023年我国发热伴血小板减少综合征流行特征分析 [J]. 中国血吸虫病防治杂志(中英文), 2025, 37 (4): 371–379.
- [16] LIANG S Y, XIE W, LI Z F, et al. Analysis of fatal cases of severe fever with thrombocytopenia syndrome in Jiangsu Province, China, between 2011 and 2022: a retrospective study [J/OL]. *Front Public Health*, 2023, 11 [2026-01-05]. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1076226>.

- [17] ADEPOJU O A, AFINOWI O A, TAUHEED A M, et al. Multisectoral perspectives on global warming and vector-borne diseases: a focus on southern Europe [J]. *Curr Trop Med Rep*, 2023, 10(2): 47-70.
- [18] DU Z H, WANG Z Q, LIU Y X, et al. Ecological niche modeling for predicting the potential risk areas of severe fever with thrombocytopenia syndrome [J]. *Int J Infect Dis*, 2014, 26: 1-8.
- [19] DUAN Q, TIAN X Y, PANG B, et al. Spatiotemporal distribution and environmental influences of severe fever with thrombocytopenia syndrome in Shandong Province, China [J/OL]. *BMC Infect Dis*, 2023, 23(1) [2026-01-05]. <https://doi.org/10.1186/s12879-023-08899-1>.
- [20] MILHOLLAND M T, EISEN L, NADOLNY R M, et al. Surveillance of ticks and tick-borne pathogens in suburban natural habitats of central Maryland [J]. *J Med Entomol*, 2021, 58(3): 1352-1362.
- [21] SUN J M, WU H X, LU L, et al. Factors associated with spatial distribution of severe fever with thrombocytopenia syndrome [J/OL]. *Sci Total Environ*, 2021, 750 [2026-01-05]. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141522>.
- [22] QU R R, LIU Y, CHEN M S, et al. Epidemiological characteristics and risk distribution prediction of severe fever with thrombocytopenia syndrome in Zhejiang Province, China [J/OL]. *PLoS Negl Trop Dis*, 2025, 19(4) [2026-01-05]. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0013066>.

收稿日期：2025-09-25 修回日期：2026-01-05 本文编辑：徐亚慧

· 读者 · 作者 · 编者 ·

《预防医学》杂志2026年优秀论文评选活动

为发现学术创新力量和优秀论文作者，同时回馈广大作者长期以来对我刊的信任与支持，2026年我刊将继续开展优秀论文评选活动。

一、评选范围与标准

(一) 评选范围：2026年1月1日—12月31日在我刊刊发的论文。

(二) 评选标准：以学术创新性、理论价值、公共卫生实践意义为核心评价维度，兼顾论文的科学性、严谨性及写作规范性。

二、评选流程与名额

每月组织编委专家集中评审，评选出月度优秀论文5~8篇；年末再从全年所有月度优秀论文中，评选出年度优秀论文1篇、创新奖论文10篇。评选结果在我刊官网和微信公众号公布。

三、优秀论文奖励与权益

(一) 月度优秀论文：为第一作者颁发优秀论文证书，赠阅1年《预防医学》杂志，并纳入我刊“审稿专家人才库”，邀请第一作者或通信作者担任审稿专家；

(二) 年度优秀论文：奖励第一作者稿费3000元，颁发年度优秀论文证书；

(三) 创新奖：奖励第一作者稿费1000元，颁发优秀论文创新奖证书；

(四) 优秀论文在本刊官网和微信公众号同步推送，并向中国科学技术协会“科技期刊双语传播工程”项目推荐，全面提升作者及科研成果的影响力。

活动最终解释权归《预防医学》编辑部所有。

《预防医学》编辑部