

· 疾病控制 ·

## 湖州市鼠形动物自然感染病原体监测结果

董振鑫，罗小福，李军伟，张子喆，沈建勇

湖州市疾病预防控制中心，浙江 湖州 313000

**摘要：**目的 了解浙江省湖州市鼠形动物自然感染病原体检出情况，为鼠传疾病风险评估与防控提供依据。方法 2022—2024年每年的8—9月选择湖州市各县（区）的城镇居民区、农村居民区、重点行业、农田耕地、森林和灌木丛为鼠形动物监测点，采用夹（笼）夜法诱捕鼠形动物。麻醉后采用颈椎脱臼法处死，根据形态学特征鉴定种类；无菌解剖，取肝、脾、肺和肾组织，混合后采用荧光定量PCR法检测汉坦病毒、大别班达病毒、钩端螺旋体和恙虫病东方体；分析不同鼠种、县（区）和生境鼠形动物自然感染病原体检出情况。**结果** 2022—2024年共捕获褐家鼠、黄胸鼠、臭鼩鼱、小家鼠、白腹巨鼠、针毛鼠、黄毛鼠和黑线姬鼠259只，优势鼠种为褐家鼠和黄胸鼠，分别为142和59只，占77.61%。除恙虫病东方体外，汉坦病毒、大别班达病毒和钩端螺旋体均检出，检出率分别为5.02%、1.93%和10.42%；在1只褐家鼠中同时检出汉坦病毒和钩端螺旋体，混合感染检出率为0.39%。3种病原体在吴兴区、南浔区、德清县、长兴县和安吉县鼠形动物中检出，检出率分别为6.45%、5.71%、26.32%、4.76%和24.00%；在城镇居民区、农村居民区、重点行业、农田耕地和森林鼠形动物中检出，检出率分别为28.57%、21.57%、10.91%、12.50%和14.81%。3种病原体同时在褐家鼠、黄胸鼠、农村居民区和重点行业中检出。**结论** 褐家鼠和黄胸鼠是湖州市优势鼠种，鼠形动物存在汉坦病毒、大别班达病毒和钩端螺旋体感染，且存在混合感染，需加强重点鼠种和高风险生境的监测与防控。

**关键词：**鼠形动物；自然感染；汉坦病毒；大别班达病毒；钩端螺旋体

中图分类号：R183；R446.5 文献标识码：A 文章编号：2096-5087（2025）11-1170-05

## Surveillance results of natural infection with pathogens in rodents in Huzhou City

DONG Zhenxin, LUO Xiaofu, LI Junwei, ZHANG Zizhe, SHEN Jianyong

Huzhou Center for Disease Control and Prevention, Huzhou, Zhejiang 313000, China

**Abstract: Objective** To investigate the detection of natural infection with pathogens in rodents in Huzhou City, Zhejiang Province, so as to provide a basis for risk assessment and control of rodent-borne diseases. **Methods** From August to September each year during the period of 2022–2024, urban residential areas, rural residential areas, key industries, farmland and cultivated land, forests, and shrublands in various counties (districts) of Huzhou City were selected as rodent surveillance sites. Rodents were captured using the trap night method. Following anesthesia, the rodents were euthanized by cervical dislocation. Species were identified based on morphological characteristics. Under sterile conditions, dissection was performed to collect liver, spleen, lung, and kidney tissues. These tissues were then mixed together, and detected for Hantavirus, Dabie bandavirus, *Leptospira*, and *Orientia tsutsugamushi* using fluorescence quantitative PCR. The detection rates of these natural infections with pathogens were analyzed across different rodent species, counties (districts), and habitats. **Results** A total of 259 rodents were captured from 2022 to 2024, including *Rattus norvegicus*, *Rattus tanezumi*, *Suncus murinus*, *Mus musculus*, *Leopoldamys edwardsi*, *Niviventer fulvescens*, *Rattus losea*, and *Apodemus agrarius*. The dominant species were *Rattus norvegicus* (142 individuals) and *Rattus tanezumi* (59 individuals), collectively accounting for 77.61%. With the exception of *Orientia tsutsugamushi*, Hantavirus, Dabie bandavirus, and *Leptospira* were all detected, with detection rates of 5.02%, 1.93%, and 10.42%, respectively. Hantavirus and *Leptospira* were simultaneously detected in one *Rattus norvegicus*, yielding a mixed infection rate of 0.39%. The three pathogens were detect-

DOI: 10.19485/j.cnki.issn2096-5087.2025.11.018

作者简介：董振鑫，硕士，主管医师，主要从事病媒生物防制工作

通信作者：沈建勇，E-mail: hzcdcsjy@163.com

ed in rodents in Wuxing District, Nanxun District, Deqing County, Changxing County, and Anji County, with detection rates of 6.45%, 5.71%, 26.32%, 4.76%, and 24.00%, respectively. They were also detected in rodents in urban residential areas, rural residential areas, key industries, farmland, and forests, with detection rates of 28.57%, 21.57%, 10.91%, 12.50%, and 14.81%, respectively. Notably, all three pathogens were simultaneously detected in *Rattus norvegicus*, *Rattus tanezumi*, rural residential areas, and key industries. **Conclusions** *Rattus norvegicus* and *Rattus tanezumi* were identified as the dominant rodent species in Huzhou City. The detection of Hantavirus, Dabie bandavirus, and *Leptospira*, including instances of mixed infection. It is necessary to enhance surveillance and control measures targeting these key species and high-risk habitats.

**Keywords:** rodent; natural infection; Hantavirus; Dabie bandavirus; *Leptospira*

在病媒生物防制工作中，鼠形动物泛指啮齿类动物和食虫目等外形与鼠类相似的一类小型哺乳动物（小型兽类），是人类重要的疾病传播媒介和病原微生物宿主，可通过直接接触、媒介生物（蚤、蜱等）或环境污染等途径传播鼠疫、肾综合征出血热（hemorrhagic fever with renal syndrome, HFRS）、发热伴血小板减少综合征（severe fever with thrombocytopenia syndrome, SFTS）、钩端螺旋体病和恙虫病等 90 多种疾病<sup>[1-2]</sup>。湖州市位于浙江省北部，太湖南岸，辖区内地形多样、水网密集，属温暖湿润的亚热带季风气候，雨量充沛，适宜鼠形动物孳生和繁衍，存在鼠传疾病流行的风险。近年湖州市持续有 HFRS、SFTS、钩端螺旋体病和恙虫病等鼠传疾病的病例报告<sup>[3-5]</sup>，为了解湖州市鼠形动物病原体的感染情况，根据《全国病媒生物病原学监测方案（试行）》（中疾控传发〔2020〕13 号）要求，湖州市从 2022 年起开展鼠传病原学监测工作，对汉坦病毒、大别班达病毒、钩端螺旋体和恙虫病东方体 4 种常见鼠传病原体的自然感染情况进行调查，为鼠传疾病风险评估与防控提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 监测点选择

2022—2024 年每年的 8—9 月开展调查，选择湖州市各县（区）的城镇居民区、农村居民区、重点行业（餐饮、食品制售、建筑工地、屠宰场和酿造厂等）、农田耕地、森林和灌木丛等鼠形动物活动频繁的生境为监测点。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 鼠形动物诱捕

采用夹（笼）夜法诱捕鼠形动物，以油条为诱饵，晚放晨收。重点行业以室内为主，其他生境以室外为主。室内按每 15 m<sup>2</sup> 布夹（笼）1 只，超过 100 m<sup>2</sup> 的房间沿墙根每 5 m 布夹（笼）1 只；室外沿直线或田埂、沟渠等每 5 m 布夹（笼）1 只，行间距不

少于 50 m。记录捕获鼠形动物的编号、捕获时间和生境等信息。

#### 1.2.2 病原体检测

将捕获的鼠形动物带回实验室，在实验室干冰麻醉后采用颈椎脱臼法处死，根据体型、尾长、耳廓形状、毛色和牙齿等形态学特征鉴定种类并记录。无菌解剖取肝、脾、肺和肾 4 种内脏组织，于-80 ℃超低温冰箱保存待检。检测时，剪取 4 种内脏组织 25~30 mg，混合后用冷冻研磨仪研磨匀浆，使用核酸提取试剂盒（江苏硕世生物科技股份有限公司）快速提取核酸，提取物中包含 DNA 和 RNA。采用实时荧光定量 PCR 法（北京卓诚惠生生物科技股份有限公司）检测汉坦病毒、大别班达病毒、钩端螺旋体和恙虫病东方体。

### 1.3 统计分析

采用 Excel 2010 软件汇总和整理数据，采用 SPSS 22.0 软件统计分析。定性资料采用相对数描述，组间比较采用  $\chi^2$  检验或 Fisher 确切概率法。检验水准  $\alpha=0.05$ ，两两比较检验水准  $\alpha'=0.017$ 。

## 2 结果

### 2.1 鼠形动物捕获情况

2022—2024 年共捕获鼠形动物 8 种 259 只，优势鼠种为褐家鼠和黄胸鼠，分别为 142 和 59 只，占 77.61%。臭鼩鼱、小家鼠、白腹巨鼠、针毛鼠、黄毛鼠和黑线姬鼠分别捕获 17、15、14、9、2 和 1 只，分别占 6.56%、5.79%、5.41%、3.47%、0.77% 和 0.39%。吴兴区、南浔区、德清县、长兴县和安吉县分别捕获 31、35、76、42 和 75 只，分别占 11.97%、13.51%、29.34%、16.22% 和 28.96%。重点行业、城镇居民区、农村居民区、森林、农田耕地和灌木丛分别捕获 110、56、51、27、8 和 7 只，分别占 42.27%、21.62%、19.69%、10.42%、3.09% 和 2.70%。

### 2.2 不同鼠种鼠形动物自然感染病原体检出率

病原体在 44 只鼠形动物中检出，检出率为

16.99%；分别在白腹巨鼠、褐家鼠、黄毛鼠和黄胸鼠中检出，检出率为21.43%、22.54%、50.00%和13.56%。在1只褐家鼠中同时检出汉坦病毒和钩端螺旋体，混合感染检出率为0.39%。除恙虫病东方体外，钩端螺旋体、汉坦病毒和大别班达病毒均检出，检出率分别为10.42%、5.02%和1.93%，差异有统计学意义( $\chi^2=17.550$ ,  $P<0.001$ )。两两比较结果显示，钩端螺旋体和汉坦病毒检出率差异无统计学意义( $P=0.021$ )，钩端螺旋体和大别班达病

毒检出率差异有统计学意义( $P<0.001$ )，汉坦病毒和大别班达病毒检出率差异无统计学意义( $P=0.055$ )。见表1。

汉坦病毒在褐家鼠、黄胸鼠中检出，检出率分别为7.04%和5.08%；大别班达病毒在白腹巨鼠、褐家鼠和黄胸鼠中检出，检出率分别为21.43%、0.70%和1.69%。钩端螺旋体在褐家鼠、黄毛鼠和黄胸鼠中检出，检出率分别为15.49%、50.00%和6.78%。见表1。

表1 湖州市不同鼠种鼠形动物自然感染病原体检出情况

Table 1 Detection of natural infection with pathogens in different rodent species in Huzhou City

鼠种	捕获数	病原体检出数	检出率/%	汉坦病毒		大别班达病毒		钩端螺旋体	
				检出数	检出率/%	检出数	检出率/%	检出数	检出率/%
白腹巨鼠	14	3	21.43	0	0	3	21.43	0	0
臭鼩鼱	17	0	0	0	0	0	0	0	0
褐家鼠	142	32	22.54	10	7.04	1	0.70	22	15.49
黑线姬鼠	1	0	0	0	0	0	0	0	0
黄毛鼠	2	1	50.00	0	0	0	0	1	50.00
黄胸鼠	59	8	13.56	3	5.08	1	1.69	4	6.78
小家鼠	15	0	0	0	0	0	0	0	0
针毛鼠	9	0	0	0	0	0	0	0	0
合计	259	44	16.99	13	5.02	5	1.93	27	10.42

### 2.3 不同县（区）鼠形动物自然感染病原体检出率

病原体在吴兴区、南浔区、德清县、长兴县和安吉县中均检出，检出率分别为6.45%、5.71%、26.32%、4.76%和24.00%，差异有统计学意义( $\chi^2=17.350$ ,  $P<0.001$ )。汉坦病毒在南浔区和德清县的检出率分别为2.86%和15.79%；大别班达病毒在吴兴

区、长兴县和安吉县的检出率分别为3.23%、2.38%和4.00%；钩端螺旋体在各县（区）均有检出，检出率由高到低依次为安吉县（20.00%）、德清县（11.84%）、吴兴区（3.23%）、南浔区（2.86%）和长兴县（2.38%）。见表2。

表2 湖州市不同县（区）鼠形动物自然感染病原体检出情况

Table 2 Detection of natural infection with pathogens in rodents across counties (districts) in Huzhou City

地区	捕获数	病原体检出数	检出率/%	汉坦病毒		大别班达病毒		钩端螺旋体	
				检出数	检出率/%	检出数	检出率/%	检出数	检出率/%
吴兴区	31	2	6.45	0	0	1	3.23	1	3.23
南浔区	35	2	5.71	1	2.86	0	0	1	2.86
德清县	76	20	26.32	12	15.79	0	0	9	11.84
长兴县	42	2	4.76	0	0	1	2.38	1	2.38
安吉县	75	18	24.00	0	0	3	4.00	15	20.00

### 2.4 不同生境鼠形动物自然感染病原体检出率

病原体在城镇居民区、农村居民区、重点行业、农田耕地和森林中检出，检出率分别为28.57%、21.57%、10.91%、12.50%和14.81%，差异无统计学意义( $\chi^2=8.938$ ,  $P=0.063$ )；未在灌木丛中检出病原

体。汉坦病毒在农村居民区和重点行业中检出，检出率分别为15.69%和4.55%，差异有统计学意义( $P=0.026$ )。大别班达病毒在农村居民区、重点行业和森林中检出，检出率分别为1.96%、0.91%和11.11%，差异有统计学意义( $P=0.021$ )。钩端螺旋体在城镇居

民区、农村居民区、重点行业、农田耕地和森林中检出，检出率分别为 28.57%、3.92%、6.36%、12.50%

和 3.70%，差异有统计学意义 ( $\chi^2=24.717$ ,  $P<0.001$ )。见表 3。

表 3 湖州市不同生境鼠形动物自然感染病原体检出情况

Table 3 Detection of natural infection with pathogens in rodents across different habitats in Huzhou City

生境	捕获数	病原体检出数	检出率/%	汉坦病毒		大别班达病毒		钩端螺旋体	
				检出数	检出率/%	检出数	检出率/%	检出数	检出率/%
城镇居民区	56	16	28.57	0	0	0	0	16	28.57
农村居民区	51	11	21.57	8	15.69	1	1.96	2	3.92
重点行业	110	12	10.91	5	4.55	1	0.91	7	6.36
农田耕地	8	1	12.50	0	0	0	0	1	12.50
森林	27	4	14.81	0	0	3	11.11	1	3.70
灌木丛	7	0	0	0	0	0	0	0	0

### 3 讨论

2022—2024 年湖州市共捕获鼠形动物 8 种 259 只，其中褐家鼠和黄胸鼠为优势鼠种，比例达 77.61%，与浙江省整体鼠种构成<sup>[6]</sup> 基本一致。鼠形动物自然感染病原体检出率为 16.99%，其中钩端螺旋体检出率较高，为 10.42%；恙虫病东方体未检出。本研究鼠形动物捕获于 8—9 月，不属于夏季型恙虫病的流行高峰时间，可能是未检出恙虫病东方体的原因之一<sup>[7]</sup>。此外，样本量有限和样本处理、保存过程中的操作偏差也可能影响检出结果，因此不能排除湖州市鼠形动物携带恙虫病东方体的可能性。在 1 只褐家鼠中同时检出汉坦病毒和钩端螺旋体，混合感染检出率为 0.39%。混合感染可能增加鼠传疾病的传播风险和流行强度<sup>[8]</sup>，并可能增加发病的严重程度和复杂性<sup>[9]</sup>，加重医疗救治体系负担。不同鼠种、县（区）和生境中病原体检出率不同，分布广泛，汉坦病毒、大别班达病毒和钩端螺旋体同时在褐家鼠、黄胸鼠、南浔区、农村居民区和重点行业中检出。建议持续强化湖州市鼠形动物自然感染病原体动态监测，掌握携带病原体的鼠种构成，以及主要有害鼠种地区、生境的分布特征，系统梳理主要鼠传疾病病原体种类及流行规律，逐步构建湖州市鼠形动物常见病原体感染谱系，为鼠传疾病防控提供循证依据。

湖州市鼠形动物汉坦病毒检出率为 5.02%，高于全国的 2.43%<sup>[10]</sup> 和浙江省的 2.72%<sup>[3]</sup>，也高于浙江省台州市的 0.60%<sup>[11]</sup>，处于较高水平。褐家鼠和黑线姬鼠是我国 HFRS 主要传播媒介<sup>[12]</sup>，而本次调查结果显示汉坦病毒在褐家鼠和黄胸鼠中检出率较高，在黑线姬鼠中未检出，可能与后者捕获数较少有关。湖州市是 HFRS 的自然疫源地，本地鼠形动物（尤

其是褐家鼠）汉坦病毒携带率较高，而且褐家鼠是典型的家栖鼠，对人类食物资源依赖性较高，主要活动于居民区及重点行业<sup>[13]</sup>。此习性可能是当地农村居民区、重点行业检出汉坦病毒的主要原因。南浔区、德清县是湖州市鼠形动物汉坦病毒检出的主要区域，提示两地 HFRS 发生风险可能较高，是自然疫源性疾病防控重点区域。

湖州市鼠形动物大别班达病毒检出率为 1.93%，并且野栖鼠（白腹巨鼠）和家栖鼠（褐家鼠、黄胸鼠）均存在感染现象。大别班达病毒可引起 SFTS，湖州市有大量生态旅游区，林区从业者数量较多，而林区从业者是感染 SFTS 的高危人群<sup>[5]</sup>，因此需要加强高危人群的健康教育和行为干预，以减少 SFTS 的发生与传播。

湖州市鼠形动物钩端螺旋体检出率为 10.42%，高于 2023 年浙江省鼠类的平均感染率（5.92%）<sup>[4]</sup>，与台州市监测结果（10.78%）<sup>[11]</sup> 相近。这种区域差异可能与宿主动物分布、生境特征及监测方法等因素差异有关。结果显示，湖州市各县（区）及除灌木丛外大部分生境的鼠形动物均检出钩端螺旋体，表明该病原体在湖州市自然环境中广泛存在。研究显示野栖鼠中的黑线姬鼠是浙江省携带钩端螺旋体的优势鼠种<sup>[5]</sup>。监测集中于 8—9 月（稻谷等农作物未成熟期）开展，此阶段黑线姬鼠等野栖鼠活动频率及栖息密度低，导致农田耕地生境野栖鼠捕获量少，可能是湖州市钩端螺旋体未在黑线姬鼠检出和城镇居民区检出率较高的原因。此外，湖州市属亚热带季风气候，夏季多雨，洪水易致土壤、水源被钩端螺旋体污染，可能加剧钩端螺旋体的环境传播风险<sup>[14-15]</sup>，需重点关注。

本研究存在一定局限性，首先，鼠形动物的捕获

时间集中于8—9月，未能覆盖全年各季节，因此未能评估季节因素对病原体检出率的影响；其次，研究总体样本量有限，农田耕地监测点多邻近农村居民区，导致捕获的鼠形动物数量不足，使得样本总体病原体检出率及其代表性受到限制。后续监测工作需扩大样本量、增加多季节监测频率、优化生境选择以增加野生鼠形动物捕获比例等，以期更全面地评估湖州市鼠形动物病原体感染的特征。

#### 参考文献

- [1] HAN B A, KRAMER A M, DRAKE J M. Global patterns of zoonotic disease in mammals [J]. Trends Parasitol, 2016, 32 (7): 565–577.
- [2] 龚震宇. 浙江省病媒生物监测工作进展 [J]. 预防医学, 2021, 33 (11): 1081–1085.
- [3] GONG Z Y. Progress of vector surveillance in Zhejiang Province [J]. China Prev Med J, 2021, 33 (11): 1081–1085. (in Chinese)
- [4] 苏帆, 孙继民, 凌锋, 等. 浙江省2021年肾综合征出血热流行特征及宿主動物监测分析 [J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2023, 34 (3): 378–382.
- [5] SU F, SUN J M, LING F, et al. Epidemiological characteristics of hemorrhagic fever with renal syndrome and host animal surveillance in Zhejiang Province, China, 2021 [J]. Chin J Vector Biol Control, 2023, 34 (3): 378–382. (in Chinese)
- [6] 郭颂, 姚文武, 刘营, 等. 2023年浙江省钩端螺旋体病监测分析 [J]. 中华地方病学杂志, 2024, 43 (7): 559–563.
- [7] GUO S, YAO W W, LIU Y, et al. Surveillance and analysis of leptospirosis in Zhejiang Province in 2023 [J]. Chin J Endem, 2024, 43 (7): 559–563. (in Chinese)
- [8] SHI X G, SUN J M, LIU Y, et al. Epidemiological characteristics of fever with thrombocytopenia syndrome in Zhejiang, 2015–2019 [J]. Dis Surveill, 2021, 36 (5): 431–435. (in Chinese)
- [9] 吴瑜燕, 龚震宇, 侯娟, 等. 浙江省2011—2013年病媒生物监测结果分析 [J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2015, 26 (4): 394–397.
- [10] WU Y Y, GONG Z Y, HOU J, et al. Analysis of vector surveillance from 2011 to 2013 in Zhejiang Province, China [J]. Chin J Vector Biol Control, 2015, 26 (4): 394–397. (in Chinese)
- [11] 明小力, 杨晓庆, 周瑜, 等. 我国夏季型恙虫病流行病学研究进展 [J]. 预防医学, 2023, 35 (9): 778–780, 785. (in Chinese)
- [12] MING X L, YANG X Q, ZHOU Y, et al. Research progress on the epidemiology of tsutsugamushi disease of summer type in China [J]. China Prev Med J, 2023, 35 (9): 778–780, 785. (in Chinese)
- [13] SCHMIDT S, ESSBAUER S S, MAYER-SCHOLL A, et al. Multiple infections of rodents with zoonotic pathogens in Austria [J]. Vector Borne Zoonotic Dis, 2014, 14 (7): 467–475.
- [14] TELFER S, LAMBIN X, BIRTLES R, et al. Species interactions in a parasite community drive infection risk in a wildlife population [J]. Science, 2010, 330 (6001): 243–246.
- [15] 栗冬梅, 李瑞晓, 刘起勇. 2021年全国病媒生物鼠传病原监测报告 [J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2023, 34 (1): 1–8.
- [16] LI D M, LI R X, LIU Q Y. National surveillance report on rodent-borne pathogens of disease vectors in 2021 [J]. Chin J Vector Biol Control, 2023, 34 (1): 1–8. (in Chinese)
- [17] 赵怡双, 吴瑜燕, 周海慧, 等. 浙江省台州市农村地区鼠形动物自然感染4种病原体的调查 [J]. 疾病监测, 2021, 36 (9): 894–897.
- [18] ZHAO Y S, WU Y Y, ZHOU H H, et al. Investigation of natural infection of four pathogens in rodents in rural area of Taizhou, Zhejiang [J]. Dis Surveill, 2021, 36 (9): 894–897. (in Chinese)
- [19] 张亚萍, 王文英, 李莉莉, 等. 我国肾综合征出血热流行病学特征及预防控制研究现状 [J]. 中华卫生杀虫药械, 2020, 26 (4): 387–393.
- [20] ZHANG Y P, WANG W Y, LI L L, et al. Research status of epidemiology and prevention and control of hemorrhagic fever with renal syndrome in China [J]. Chin J Hyg Insectic Equip, 2020, 26 (4): 387–393. (in Chinese)
- [21] 宋富成, 修璟威, 王伟, 等. 2017—2021年青岛市国家级鼠类监测点监测报告 [J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2022, 33 (5): 696–700.
- [22] SONG F C, XIU J W, WANG W, et al. Surveillance report on rodents at national rodent surveillance sites of Qingdao, China, 2017–2021 [J]. Chin J Vector Biol Control, 2022, 33 (5): 696–700. (in Chinese)
- [23] 李克, 庞志峰, 吴晓虹, 等. 2007—2024年金华市钩端螺旋体病流行特征分析 [J]. 预防医学, 2025, 37 (8): 818–821.
- [24] LI K, PANG Z F, WU X H, et al. Epidemiological characteristics of leptospirosis in Jinhua City from 2007 to 2024 [J]. China Prev Med J, 2025, 37 (8): 818–821. (in Chinese)
- [25] BARRAGAN V, OLIVAS S, KEIM P, et al. Critical knowledge gaps in our understanding of environmental cycling and transmission of leptospira spp [J]. Appl Environ Microbiol, 2017, 83 (19): 1–10.

收稿日期: 2025-06-18 修回日期: 2025-09-09 本文编辑: 徐亚慧