

上海地铁环境中鼠害状况及其相关因素

刘洪霞, 冷培恩, 徐劲秋, 范明秋, 刘曜, 朱江, 张春哲, 周毅彬

摘要:

[目的] 了解上海市地铁车站环境中的鼠类侵害状况, 初步探讨与鼠害有关的相关因素。

[方法] 2013年上海市运营的地铁线路共有12条, 根据地铁线路的运营时限, 将12条线路划分为4个等级(<5年、5~10年、10~15年、15~20年), 10年及以上的地铁线路数量少, 故全部选取, 其他等级均按照至少50%的比例随机抽取, 共抽取8条线路。分别应用目测鼠征法、拖食法以及D2E鼠情智能监测系统于2013年对抽取的8条地铁线路及站点进行鼠害调查, 采用问卷调查以及现场调查相结合的方法, 收集地铁运行年限、客流量、地铁车站有无商铺以及有害生物防治公司资质等信息。利用卡方检验比较地铁车站不同调查楼层以及不同功能区域鼠害状况的差异, 利用直线相关分析法研究鼠害与地铁运行年限、客流量、地铁车站商铺比例的相关性。

[结果] 在所有调查线路中, 2号线鼠害最严重, 鼠征阳性率为12.9%, 拖食率为20.0%; 地铁车站不同调查楼层之间鼠害的差异有统计学意义($P < 0.01$), 地下三层鼠征阳性率为71.4%, 鼠害最严重; 地铁车站不同功能区域间鼠害的差异具有统计学意义($P < 0.01$), 其中涉水设备用房为鼠害最重的场所; 地铁环境内鼠24h活动高峰为上午8点到10点。地铁运行年限($r = 0.82$, $P = 0.01$)、客流量($r = 0.99$, $P = 0.01$)、地铁车站商铺比例($r = 0.81$, $P = 0.03$)以及有害生物防治服务机构资质($\chi^2 = 5.61$, $P < 0.05$)可能是造成地铁鼠害的主要因素。

[结论] 鼠害已成为上海地铁环境中的重要公共卫生问题, 应采取长期、系统、连续的监测与控制措施。

关键词: 地铁; 鼠害; 鼠征法; 拖食法; 公共卫生

引用: 刘洪霞, 冷培恩, 徐劲秋, 等. 上海地铁环境中鼠害状况及其相关因素[J]. 环境与职业医学, 2017, 34(8): 676-680. DOI: 10.13213/j.cnki.jeom.2017.17164

Rat infestation and relevant factors in Shanghai subway environment LIU Hong-xia, LENG Pei-en, XU Jin-qiu, FAN Ming-qiu, LIU Yao, ZHU Jiang, ZHANG Chun-zhe, ZHOU Yi-bin (Division of Infectious Disease Control and Prevention, Shanghai Municipal Center for Disease Control and Prevention, Shanghai 200336, China). Address correspondence to LIU Hong-xia, E-mail: liuhongxia@scdc.sh.cn · The authors declare they have no actual or potential competing financial interests.

Abstract:

[Objective] To evaluate rat infestation status in Shanghai subway environment, and to explore possible factors related to rat infestation.

[Methods] According to the Shanghai subway operation time, 12 commercial lines were divided into 4 grades (<5 years, 5-10 years, 10-15 years, and 15-20 years), and 8 lines were sampled with at least 50% proportion for those grade less than 10 years operation time and all for those with ≥ 10 years due to small sample size. The rat infestation of selected lines and stations were investigated by rat trace method, food-pulling method, and D2E rat infestation surveillance system in 2013. Information on subway operation time, passenger volume, subway shops, and certification of pest control agencies was collected by designed questionnaire and field investigation. The difference of rat infestation among different floors and different functional areas was verified by *chi-square* test. The correlations of rat infestation with operation time, passenger volume, and proportion of subway shops were evaluated by linear correlation analysis.

[Results] Rat infestation was most serious in Line 2, and the positive rate of rat trace and the food-pull rate were 12.9% and 20.0%, respectively. Rat infestation levels were significantly different among different floors at the same station ($P < 0.01$) with the positive rate of rat trace being 71.4% for lower ground floor 3. Rat infestation levels were also different among different functional

·作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。

[作者简介] 刘洪霞(1978—), 女, 博士, 副主任技师; 研究方向: 病媒生物防治; E-mail: liuhongxia@scdc.sh.cn

[通信作者] 刘洪霞, E-mail: liuhongxia@scdc.sh.cn

[作者单位] 上海市疾病预防控制中心传染病防治所, 上海 200336

areas ($P<0.01$); specifically, rat infestation was the most serious in water relevant equipment rooms. Rat activity peak appeared from 8 am to 10 am in subway environment. Operation time ($r=0.82$, $P=0.01$), passenger volume ($r=0.99$, $P=0.01$), subway shop proportion ($r=0.81$, $P=0.03$), and pest control certification ($\chi^2=5.61$, $P<0.05$) were risk factors for rat infestation in subway environment.

[Conclusion] Rat infestation becomes an important public health problem in Shanghai subway environment, and it is necessary to adapt long-time, continuous, and systematical surveillance and control measures.

Keywords: subway; rat infestation; rat trace method; food-pull method; public health

Citation: LIU Hong-xia, LENG Pei-en, XU Jin-qiu, et al. Rat infestation and relevant factors in Shanghai subway environment[J]. Journal of Environmental and Occupational Medicine, 2017, 34(8): 676-680. DOI: 10.13213/j.cnki.jeom.2017.17164

鼠类是重要的病媒生物, 不仅能传播多种疾病, 威胁人类生命健康; 还能毁损物品、造成损失, 并且极易毁坏电线、电缆、光缆等重要线缆, 造成火灾、信号中断等事故, 目前已成为城市安全的重大隐患。据报道, 不明原因火灾事故中约有三分之一为鼠类所引起^[1]。

近年来, 随着城市化进程的加速, 我国的轨道交通建设也进入快速发展期。凭借运力大、速度快以及时间准的优势, 地铁正逐步成为大城市公共交通的主体^[2]。上海作为国内特大型城市, 截至2015年12月, 地铁运营线路达到14条, 总里程数超过637 km, 地铁成为上海公共交通运行的命脉。由于地铁车站商铺、便利店、垃圾箱房等设施较多, 加之乘客丢弃食物残渣, 导致地铁环境为鼠类提供了丰富的食源; 地铁环境中的供/给水系统为鼠类提供了水源; 地下广阔的黑暗环境为鼠类提供了适宜的栖息和活动场所, 因此鼠类一旦进入地铁环境, 极易孳生繁殖。近年来上海有关地铁乘客受鼠害影响的事件屡见不鲜, 鼠害已成为地铁环境中不容忽视的公共卫生威胁。

目前, 国内外有关地铁环境卫生学评价多集中于空气污染、水污染、声音污染以及照度污染^[3-5], 鲜见有关病媒生物侵害调查的报告。鉴于地铁环境错综复杂, 室内外线缆易受鼠咬侵害, 由此造成的安全隐患可能导致供电系统故障甚至引发火灾, 影响地铁运营。因此, 本研究于2013年对上海市地铁环境中的鼠类侵害状况进行抽查, 并对影响鼠类侵害的因素进行初步探讨, 旨在了解上海市地铁环境中的鼠类侵害状况及其相关影响因素, 为制定改善地铁环境的行政策略提供依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象

1.1.1 调查线路 2013年上海地铁运营线路共12条, 根据运营年限, 以5年为间隔, 将运营线路分成4个

等级(<5年、5~年、10~年、15~年), 因10年及以上的地​​铁线路数量少, 故全部选取, 其他等级均按照至少50%比例随机抽取调查线路, 共抽取8条线路。具体的调查线路见表1。

表1 2013年上海地铁车站鼠害调查线路的选择

Table 1 Selection of subway lines in Shanghai in 2013

运行年限(年) Operation duration(year)	线路名称 Lines	抽取线路 Sampled lines
<5	10号线、11号线、13号线 No.10, 11, and 13 lines	10号线、13号线 No.10 and 13 lines
5~	4号线、5号线、6号线、 7号线、8号线、9号线 No.4, 5, 6, 7, 8, and 9 lines	4号线、7号线、9号线 No.4, 7, and 9 lines
10~	2号线、3号线 No.2 and 3 lines	2号线、3号线 No.2 and 3 lines
15~	1号线 No.1 line	1号线 No.1 line

1.1.2 调查站点 兼顾地区分布以及客流量差异, 所有抽取的调查线路均选择起/终点站, 另外随机选择3个换乘站。考虑到1号线运行年限长、客流量大, 另增加了上海南站、常熟路站、徐家汇站; 2号线增加了人民广场站和世纪大道站。调查站点共45个。

1.2 调查范围

调查楼层为地下三层、地下两层、地下一层、地上一层以及地上两层; 调查区域包括车站的公共区以及内部管理和设备区, 其中公共区包括站台以及站厅区的功能区, 内部管理和设备区包括办公区域、设备用房、仓储用房、清扫用房等。

1.3 鼠侵害调查方法

本研究分别采用鼠征阳性率、拖食率以及24 h鼠活动频次作为鼠侵害评价指标。

鼠征调查采用目测法。主要观察站厅区的售货机旁边、站台上下行区域、垃圾箱旁等, 内部管理及设备区的车控室、休息室、更衣室、茶水间、配电间、废水泵房、污水泵房、清扫间及楼梯间等有无鼠粪, 调查期间记录调查房间数以及阳性房间数。按15 m²折算为一个标准间估算调查房间数。

鼠类拖食情况调查采用拖食法。在鼠类经常活动区域放置鼠类诱饵,3d后比较诱饵数量变化,记录放置的诱饵堆数及被拖食的诱饵堆数。

鼠类活动情况调查采用24h鼠活动规律调查法。利用红外技术原理,将D2E鼠情智能监测系统感知单元(内无诱饵)放置于鼠经常活动区域,如站台上下行区域、清扫间、车控室、垃圾房、休息室、茶水间,鼠类经过感知单元时,仪器将自动记录并储存鼠类活动信息,24h收回感知单元,导出监测数据。

1.4 鼠害相关因素调查

查阅相关资料,研究者自行设计地铁站鼠害相关因素调查表,经预调查和专家认定反复修改备用。由研究者询问地铁站管理人员以及有害生物防治服务人员,同时查看相关记录。调查表主要包括地铁运行年限、地铁线路有无有害生物防治服务公司服务(公司资质、服务频次等)、车站客流量等。地铁站商铺信息则采用现场调查的方式获取。

1.5 统计学分析

采用Excel 2007软件进行数据录入以及图表处理。应用SPSS 20.0统计软件进行交叉表卡方检验,根据统计量的不同,分别选用了Pearson卡方、连续校正卡方以及Fisher精确法三种检验方法。用直线相关分析了运行年限、客流量、车站商铺比例与鼠征阳性率之间的相关性。

2 结果

2.1 不同调查线路鼠害状况

在调查的8条线路中,2号线鼠害最为严重,鼠征阳性率达到12.9%,鼠拖食率为20.0%,其次是3号线(鼠征阳性率4.8%,拖食率14.8%)和1号线(鼠征阳性率4.6%,拖食率14.1%)。见图1。

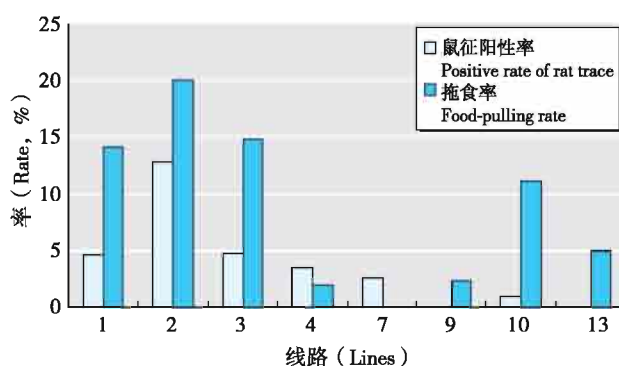


图1 2013年上海地铁不同线路鼠害状况

Figure 1 Rat infestation in different lines in Shanghai subways in 2013

2.2 不同调查楼层鼠害状况

调查结果显示,地上区域鼠征阳性率与地下区域相比,差异无统计学意义($P>0.05$),而拖食率低于地下区域($P<0.05$)。地下三层区域鼠害最严重,鼠征阳性率为71.4%,拖食率为41.7%;地上二层鼠害最轻,鼠征阳性率为1.9%,拖食率为6.1%。不同调查楼层之间鼠害差异有统计学意义($P<0.01$)。见表2。

表2 2013年上海地铁车站不同楼层的鼠害状况

Table 2 Rat infestation in different floor in Shanghai subways in 2013

调查区域 Area	鼠征法 (Rat trace method)				拖食法 (Food-pull method)			
	调查间数 Number of rooms	阳性间数 Positive room	阳性率 (%) Positive rate	P	投放总数 Total of baits	拖食堆数 Number of food-pulling	拖食率 (%) Food-pulling rate	P
区域 (Area)				>0.05 ^a				<0.05 ^a
地上 (Above ground)	293	7	2.4		132	6	4.6	
地下 (Underground)	777	39	5.0		235	27	11.5	
楼层 (Floor)				<0.01 ^b				<0.01 ^b
地下三层 (Lower ground floor 3)	14	10	71.4		12	5	41.7	
地下二层 (Lower ground floor 2)	33	9	2.7		123	15	12.2	
地下一层 (Lower ground floor 1)	433	20	4.6		109	7	6.4	
地上一层 (Floor 1)	239	6	2.5		90	4	4.4	
地上二层 (Floor 2)	54	1	1.9		33	2	6.1	

[注] a: Pearson卡方; b: Fisher精确概率检验; 按15m²折算为一个标准间。

[Note] a: Pearson χ^2 test; b: Fisher's exact test; A standard room is defined as 15m².

2.3 不同功能区鼠害状况

仓储用房鼠征阳性率最高(20.0%),其次为清扫用房和涉水设备用房;而涉水设备用房拖食率为19.4%,鼠害最为严重,其次为站台和仓储用房(表3)。

将涉水设备用房、非涉水设备用房、清扫用房以

及站台进一步细化(图2),可见鼠征阳性率较高的场所分别为楼梯间(33.33%)、污水泵房(14.74%)、清扫用房(8.57%)以及废水泵房(2.94%);鼠拖食率较高的场所则分别为污水泵房(16.67%)、废水泵房(10.53%)、楼梯间(11.11%)、端头门(10.00%)以及站台(8.33%)。

表3 2013年上海地铁车站不同功能区域鼠害状况
Table 3 Rat infestation in different functional areas in Shanghai subways in 2013

调查区域 Area	鼠征法 (Rat trace method)				拖食法 (Food-pull method)			
	调查间数 Number of rooms	阳性间数 Positive rooms	阳性率 (%) Positive rate	P	投放总数 Total of baits	拖食堆数 Number of food-pulling	拖食率 (%) Food-pulling rate	P
办公区域 (Office area)	338	8	2.4	<0.01	86	3	3.5	<0.01
仓储用房 (Storage room)	10	2	20.0		10	1	10.0	
清扫用房 (Sweeping room)	70	6	8.6		102	2	5.7	
涉水设备用房 (Water relevant equipment room)	191	16	8.4		35	14	19.4	
非涉水设备用房 (Equipment room without water)	418	14	3.4		72	6	5.9	
站台 (Platform)	43	0	0.0		62	7	11.3	

[注]按15 m²折算为一个标准间,采用Fisher精确概率检验。
[Note] A standard room is defined as 15 m², Fisher's exact test is applied.

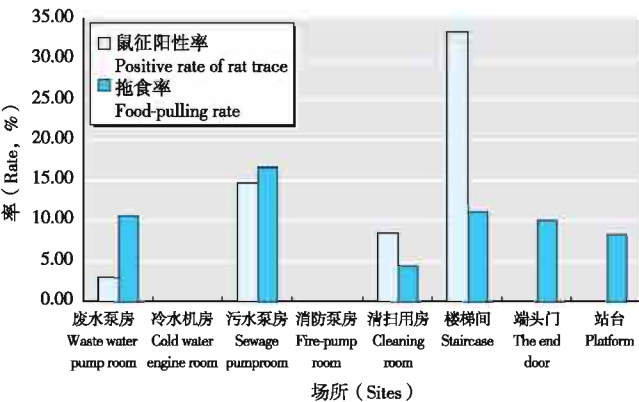


图2 2013年上海地铁车站不同功能区鼠害状况
Figure 2 Rat infestation rate in different functional areas in Shanghai subways in 2013

2.4 地铁环境内鼠24h昼夜活动规律

D2E 鼠情智能监测系统24 h监测结果显示,地铁环境内0:00至6:00之前鼠基本不活动,6:00之后鼠活动开始频繁,8:00至10:00之前鼠活动达到高峰,10:00之后鼠活动频次开始减少,14:00至16:00之前鼠活动又出现一个小高峰,之后鼠活动频次逐渐降低(图3)。

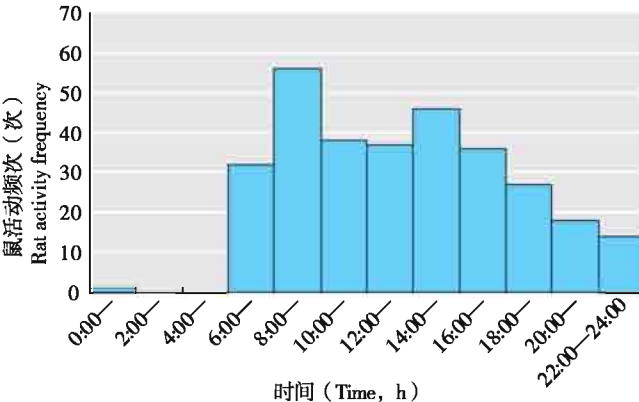


图3 2013年上海地铁环境24h鼠活动规律
Figure 3 Twenty-four hours activity pattern of rats in Shanghai subways in 2013

2.5 鼠害的相关因素探讨

在选择的地​​铁运行年限、客流量、地铁车站商铺比例以及有害生物防治服务机构4个变量中,经直线相关性分析显示,客流量与鼠征阳性率相关性最强($r=0.99$, $P=0.01$),地铁运行年限($r=0.82$, $P=0.01$)和地铁商铺所占比例($r=0.81$, $P=0.03$)次之。有害生物防治服务公司的资质越高,其服务线路的鼠征阳性率越低(表4);相反,资质越低,鼠征阳性率越高,且两者差异有统计学意义($\chi^2=5.61$, $P<0.05$)。

表4 上海地铁线路中有害生物防治机构资质与鼠害之间的关系
Table 4 Relationship between certification rating of pest control agency and rat infestation

服务机构资质 Certification rating of pest control agency	调查间数 Number of investigation rooms	阳性房间数 Number of positive room	阳性率 (%) Positive rate	χ^2/P
A级 (Grade A)	334	1	0.3	5.61/<0.05
C级 (Grade C)	736	17	2.3	

3 讨论

依据国家标准GB/T 27770—2011《病媒生物控制水平 鼠类》中单位室内鼠征阳性率低于1.7%的要求^[6],本次调查8条线路中有5条线路的鼠征阳性率均超过上述标准,其中2号线鼠征阳性率最高,达到12.9%,远远超过了国家标准允许值,表明上海地铁环境中鼠害比较严重,鼠害已成为地铁环境中的重要公共卫生问题。

鼠类在地铁环境中的活动规律基本呈现下层多、上层少的趋势,即楼层越低,鼠害越严重,活动越频繁,究其原因可能为设备用房尤其是涉水设备用房、清扫用房主要设置在地下区域,地下区域人群活动相对较少,食源水源丰富以及具有较好的隐藏和活动空间,加之老鼠具有啃咬习性,因此设备用房区域为老鼠频繁活动区域。

D2E 鼠情智能监测系统 24 h 监测结果显示, 0:00 至 6:00 之前鼠活动较少, 而 8:00 至 10:00 之前为高峰期。这可能是因为监测数据主要来源于放置于上下行区域的感知单元, 其次为清扫间, 其他点位感知单元因遗失较多并未获得足够多的数据。地铁环境中的鼠类主要为褐家鼠, 而褐家鼠活动范围比较广, 0:00 至 6:00 之前地铁环境相对安静且适宜鼠类活动, 因此鼠类可能在站台区域活动较多, 而放置于上下行监测区域的感知单位监测到鼠类活动频次较少; 8:00 至 10:00 之前, 客流较大, 相应的食物也丰富, 在食物来源相对规律的地铁环境中, 褐家鼠也会出现白天觅食的现象, 但由于客流量大, 其可能会暂躲于轨道上下行区域, 具体原因仍需进一步研究。本次研究结果与赵承善等^[7]用粉迹法发现居民住宅鼠活动高峰分别为凌晨 0:00 至 4:00 之前、20:00 至 24:00 之前的结果不一致, 究其原因可能为: 一, 地铁环境与居民住宅环境中人的活动规律有差异, 且环境中的食物来源也不一样; 居民住宅食物来源相对固定, 而地铁环境中的食物来源则与人类活动密切相关; 二, 监测数据主要来源于放置于轨道上下行区域的感知单元, 数据来源上可能存在局限性。具体原因仍需进一步研究。

本次调查显示, 仓储用房、清扫用房以及涉水设备用房的鼠征阳性率比较高, 分别为 20.0%、8.6% 和 8.4%。仓储用房鼠征阳性率比较高, 原因可能为: 仓储用房内长期堆积大量工具或用品, 为鼠类提供隐蔽的活动场所; 而清扫用房以及涉水设备用房尤其是污水泵房以及废水泵房, 由于能够为鼠类活动提供丰富的食源、水源, 导致这些区域鼠类活动比较频繁。

调查发现, 运行年限长、客流量大且站内商铺比例较高的站点, 鼠征阳性率较高。原因可能在于运行年限长的线路存在设施老化现象, 部分设施老化破损形成空洞, 使得鼠种群间的生境破碎化效应降低, 进而减少因生境破碎化而导致的鼠种群密度降低^[8], 使得鼠种群的选择压力降低, 鼠类繁殖增速加快, 种群环境容纳量上升, 最终导致随着运行年限的增长, 鼠类的种群密度上升。此外, 客流量大以及站内商铺比较高的线路, 均能为鼠类提供丰富的食源, 因此这些站点鼠类活动比较频繁, 鼠征阳性率比较高。

尽管目前上海地铁均有有害生物防治公司进行鼠类控制, 但由于有害生物防治机构资质不同, 操作人员

控制技术水平层次不齐。低资质公司人员由于操作水平相对较低且控制技术不规范, 导致控制效果较差; 而控制效果评估机制的缺乏, 进一步导致地铁环境内鼠类控制达不到国家标准。

发达的轨交网络有利于鼠种群的迁入与迁出, 为加强地铁环境鼠类控制, 防止鼠传疾病以及因鼠啃咬而引起的地铁故障以及地铁火灾的发生, 地铁运营方应在地铁车站的建造初期充分考虑车站防鼠设施的设置, 完善现有车站的防鼠设施, 加强对地铁环境卫生的管理, 垃圾日产日清。此外, 地铁运营方还应加强对有害生物防治公司的管理, 要求服务公司定期提供鼠类控制前及控制后的侵害数据, 同时采用第三方评估机构定期对有害生物防治公司的服务质量进行评估, 建立监测-控制-评估为一体的防治机制, 提高服务质量, 降低鼠类在地铁环境中的侵害水平, 降低鼠类对地铁公共安全以及人群生命健康的影响。

参考文献

- [1] Childs JE, McLafferty SL, Sadek R, et al. Epidemiology of rodent bites and prediction of rat infestation in New York City [J]. Am J Epidemiol, 1998, 148(1): 78-87.
- [2] 张霞, 金铁, 王晓保, 等. 上海两地铁车站空气中 PM₁₀ 和 PM_{2.5} 浓度分布特征[J]. 环境与职业医学, 2014, 31(7): 534-536.
- [3] 王芳, 于莹莹, 王育珩, 等. 地铁车站公共场所集中空调通风系统卫生现状研究[J]. 铁路节能环保与安全卫生, 2013, 3(4): 195-198.
- [4] 陈远翔, 修光利, 杨军, 等. 城市轨道交通地下车站环境健康风险因子及相关标准的研究进展[J]. 环境与健康杂志, 2012, 29(12): 1139-1148.
- [5] 蔡旭玲, 张冠群, 梁俊明, 等. 广州地铁生物性污染情况调查[J]. 广州医药, 2001, 32(2): 63-64.
- [6] 病媒生物密度控制水平 鼠类: GB/T 27770—2011[S]. 北京: 中国标准出版社, 2012.
- [7] 赵承善, 张世水, 曲宝泉. 关于褐家鼠和小家鼠昼夜活动规律的观察[J]. 中国鼠类防制杂志, 1989(1): 22-25.
- [8] Kot M, Lewis AM, van den Driessche P. Dispersal data and the spread of invading organisms[J]. Ecol Soc Am, 1996, 77(7): 2027-2042.

(收稿日期: 2017-02-17; 录用日期: 2017-06-07)

(英文编辑: 汪源; 编辑: 陈姣; 校对: 王晓宇)