刘丽云. 考虑自然灾害的房地产物业管理应急疏散模型设计[J]. 灾害学, 2018, 33(3): 179 - 183. [LIU Liyun. Design of Emergency Evacuation Model for Real Estate Management Considering Natural Disasters[J]. Journal of Catastrophology, 2018, 33(3): 179 - 183. doi: 10.3969/j.issn.1000 - 811X.2018.03.034.]

考虑自然灾害的房地产物业管理应急疏散模型设计*

刘丽云

(安徽审计职业学院, 安徽 合肥 230601)

摘 要: 针对传统物业管理应急疏散模型, 忽略了在出现自然灾害的情况下, 人员拥挤对房地产物业管理应急疏散的影响, 导致应急疏散效果差、耗时长的问题。该文提出基于最小正交序列估计的房地产物业管理应急疏散模型, 通过构建半参数可加回归模型对应急疏散通道内人员滞留现象进行分析, 基于最小正交序列估计理念, 优化应急疏散网络, 采用 Matlab 软件对所获得的通道突变处客流密度与速度进行拟合分析, 获取最优应急疏散路径, 实现房地产物业管理应急疏散分析。实验结果表明, 采用改进疏散模型, 相比传统疏散模型, 其疏散速度及效率均要优, 具有一定的优势。

关键词: 自然灾害; 房地产; 物业; 管理; 应急; 疏散; 模型

中图分类号: O157.5; X43 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000 - 811X(2018)03 - 0179 - 05

doi: 10.3969/j.issn.1000 - 811X.2018.03.034

在现代化城市管理体系中, 房地产物业管理是重要组成部分, 发挥了改善居民工作生活环境, 促进城市管理, 提高物业价值的功能[1]。近几年, 我国自然灾害发生频率的增加, 如何在自然灾害发生后, 人员能够快速疏散成为了房地产领域研究热门。以往对于房地产物业管理, 应急疏散只是设置单一的应急通道, 作为应急疏散使用, 忽略了在出现自然灾害的情况下, 人员拥挤对房地产物业管理应急疏散的影响, 导致应急疏散效果差、耗时长的问题[2]。提出基于最小正交序列估计的房地产物业管理应急疏散模型。

1 基于半参数可加回归模型的人员滞留分析

在对房地产物业管理应急疏散模型进行分析时, 需要考虑疏散过程中, 存在应急通道的不同, 使得人员滞留量的不同, 应急疏散结果不稳定[3]。当疏散人员将要从一个路段进入另一个路段时, 若下游路段的通行能力无法满足疏散要求, 则此人员就会进入排队部分[4]。在排队部分的人员行走速度取决于队列的消散速度, 而队列的消散是由下游路段的通行能力确定的。

假设, 房地产物业管理数据集合为$\{(y_i, x_{ij}), i=1, 2, \cdots, n; j=1, 2, \cdots, k\}$, 其中$y=\{y_1, \cdots, y_i\}$为观测值, $x=\{x_{i1}, \cdots, x_{ij}\}$为解释 j 个有序实数对的参数变量, 同时规定序列 y 的数据长度为 n, 记序列空间的维度数为 $N(1\leqslant N\leqslant n)$, $f_m(x)$ 是连续的分段光滑函数, 利用 $x_0<x_1\cdots<x_r$ 关系对序列空间时间窗进行整体的离散化处理。在分段逼近的思维方法下, 对函数$f(x)$进行划分, 具体划分为总区间数为 r 的不重合区间, 并进行拟合[5-6]。对于 $i=0, \cdots r$, 当每组疏散人员$(x_i, f(x_i))$对应的权重为 ω_i, 则其可加模型表示为:

$$f(x_1, x_2, \cdots, x_n)=\omega_1 f_1(x_1, x_2, \cdots, x_n)+\omega_2 f_2(x_1, x_2, \cdots, x_n)+\cdots+\omega_m f_m(x_1, x_2, \cdots, x_n)。 \quad (1)$$

各个计算次序中的子函数$f_m(x_i)$完成建立后, 应确定每个区间的不同权重比例[7], 假设第 i 个分段函数的拟合误差是 E_{it}, 对 E_{it} 进行标准化处理, 可得:

$$p_{it}=\frac{|E_{it}|}{\sum_{t=1}^{n}|E_{it}|}, t=1,2,\cdots,n。 \quad (2)$$

式中: 第 i 段分段函数在 t 时刻的 $n\times 1$ 维标准化拟合误差为 p_{it}, n 表示每一个区间中预测样本数目, i 表示可加模型所包含的总区间数, $\sum_{t=1}^{n}p_{it}=1$, $i=$

* 收稿日期: 2018 - 01 - 18 修回日期: 2018 - 03 - 07
基金项目: 安徽省教育厅重点自然基金项目(kj2016A259); 安徽省教育厅质量工程项目(2016tszy034)
作者简介: 刘丽云(1971 -), 女, 汉族, 安徽泾县人, 硕士, 副教授, 高级工程师, 研究方向为房地产与物业管理.
E-mail: 565496889@qq.com

$1, 2, \cdots, m$。采用熵权法确定权重，则第 i 个分段模型的权重计算式为：

$$h_1 = -k\sum_{i=1}^{n} p_{it}\ln p_{it},\ i=1, 2, \cdots, n。 \tag{3}$$

式中：$k=1/\ln n$。当应急疏散路网的数据指标为 $D=(V, A)$ 时，其中 V 代表疏散路网中各个节点的集合，A 代表弧的集合，疏散路段可以承受的最大流量即为疏散路网的实际承载能力[8]，一般房地产物业管理应急疏散路网最大流量问题可表示为：

$$s.t\sum_{i,j\in A}x_{ij}-\sum_{i,j\in A}u_{ij}=\begin{cases}v(i=1)\\-v(i=n)\\0(i\neq 1,n)\end{cases}$$

$$0\leqslant x_{ij}\leqslant u_{ij},\ \forall(i, j)\in A。 \tag{4}$$

式中：v 表示最大流量，x_{ij} 为弧 (i, j) 处的流量，u_{ij} 为弧 (i, j) 处的容量。由此根据当前应急疏散路段的通行能力以及当前人员疏散状况匀速向目的地形式[9]，确定人员行驶速度与当前人员密度的关系，关系式为：

$$V(k)=\begin{cases}V_{\text{free}},\ k<k_{\min};\\ V_{\min}+(V_{\text{free}}-V_{\min})\left(1-(\dfrac{k-k_{\min}}{k_{\max}-k_{\min}})^{a}\right)^{b},\ k_{\min}\leqslant k\leqslant k_{\max};\\ V_{\min},\ k>k_{\max}。\end{cases} \tag{5}$$

式中：$V_{\min}$ 为阻塞流速度；$k_{\max}$ 为阻塞流密度；V_{free} 为自由流速度；$k_{\min}$ 为自由流密度；k 为当前密度。

在考虑自然灾害情况下，可以根据疏散通道在连接处的拥堵状况，确定房地产物业管理的应急疏散能力[10]，并通过下式计算疏散通道连接处的人员滞留情况。

$$N_{cs}=N_{c1}-N_{c2}=\int_{T0}^{T}f_c'(t)B_c'(t)dt-\int_{T0}^{T}f_c(t)B_c(t)dt。 \tag{6}$$

式中：N_{cs} 为疏散通道连接处滞留的人数（人）；N_{c1} 表示由疏散开始到 T 时刻疏散通道出口处聚集人数，N_{c2} 代表由疏散开始时刻到 T 时刻疏散通道入口总通过人数，$f_c'(t)$ 为前段疏散通道的行人流量（人/（m·s））；$B_c'(t)$ 表示疏散通道的行人流宽度，可取疏散通道的宽度（m）；$f_c(t)$ 表示疏散通道后段的行人流量（人/（m·s））；$B_c(t)$ 表示疏散通道后段的宽度，可取疏散通道后段的宽度（m）；T_0 代表人群滞留的出现时刻（s）；T 表示总疏散时间（s）。

由上述描述可知，$N_{cs}<0$ 时，可以流畅地通过疏散通道的连接地点，先行通道的疏散能力决定连接地点的疏散能力；$N_{cs}=0$ 时，疏散通道连接处处于承载最大疏散能力状态，即在疏散过程中疏散通道处于最佳状态；$N_{cs}>0$ 时，疏散通道连接处乘客存在滞留现象，说明疏散通道出现拥堵现象，此时后行通道的疏散能力决定疏散通道连接处的疏散能力。

2 应急疏散网络优化分析

自然灾害具有不可预警性，突发性事件占绝大多数，这种特点导致疏散路段（路径）不具有确定人员通行容量的能力，即疏散路段的人员通行容量是一个随机数值或模糊数值。在假定存在自然灾害的情况下，能确定的只有路段的变化范围[11,12]，这种情况下路段容量为一个在一定范围内浮动的变量，疏散路网容量对应急条件下，疏散需求的实际满足状况无法进行判断和选择，应对初选应急疏散路网进行改进，在考虑自然灾害的情况下，使其承载能力满足应急疏散的需求。

在考虑自然灾害的情况下，使用一个区间数 $[\underline{u}_{ij}, \overline{u}_{ij}]$ 表示疏散道路的通行容量。将弧的实际容量设定为下限容量 $\underline{u}_{ij}$ 时，疏散通道最大流由下限容量得出，记为 $v_{\text{max. min}}$；将弧的实际容量设定为以上限容量 $\overline{u}_{ij}$ 时，根据上限容量求出疏散通道最大流，记作 $v_{\text{max. min}}$。

行人的应急疏散是以行人流理论为基础，根据流体运动原理确定行人流的计算公式为：

$$N=\rho\cdot V=\frac{V}{M}。 \tag{7}$$

式中：N 为行人流率，表示单位时间内行人通过有效单位宽度的交通设施的总数量；行人密度用字母 ρ 表示，其单位是（人/m^2）；V 表示行人平均速度（m/min）；M 表示行人占有面积（m^2/人）。由此可知，行人密度大小决定了行人速度的快慢，行人速度与行人密度成负相关，密度越大，速度越慢；反之，密度越小，速度越快。

应急疏散路网容量是疏散路网的承载力的基础。根据图论的理论，在每个疏散方向，连接路段两个节点与相反方向的两条弧表示路网双向路段[13]，一条单向弧表示单向通道。同时具有流量限制的节点与弧（交叉口与路段）的混合网络即为应急交通疏散的交通网络。

假定未知函数 $g(T)$ 的 m 阶导数 $g^{(m)}$ 是平方可积的，当 $g(T)\in C[a, b]$，非参数函数由 Legendre 多项式函数替代 $g(T)=\sum_{i=1}^{\infty}\gamma_i\eta_i(t)$。基于最小正交序列估计的思路，得到应急疏散网络优化模型表达式为：

$$Y_i=X_i\beta_i+\sum_{i=1}^{\infty}\gamma_i\eta_i(t)。 \tag{8}$$

式中：$\gamma\{\gamma_j\}_{j=0}^{\infty}$ 是未知系数，$\{\eta_j\}_{j=0}^{\infty}$ 为已知基函数。

3　最优应急疏散路径分析

在进行房地产物业管理应急疏散过程中，会出现应急通道突变的现象，此时，住户在通道突变处行走方向基本一致，不存在客流冲突的现象，由于应急疏散时，人流量具有高峰期，人流密度在通道突变点变高，使得行走条件变得拥挤[14-15]，影响了人员的行走速度，人员行走的平均速度在通道突变处比自由状态下人员行走的平均的速度还要低。根据所获得的通道突变处的客流密度对客流速度进行拟合分析，所使用的模拟软件平台为 matlab，结果如图 1 所示。

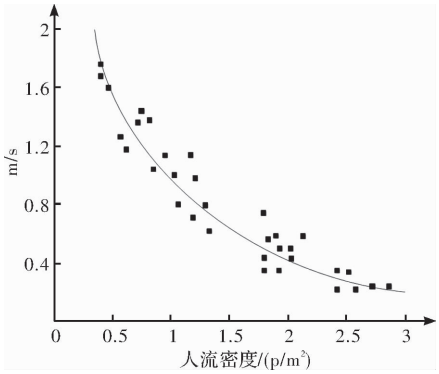

图 1　通道突变处客流速度 - 密度关系拟合曲线

综上所述，得到通道突变处人流速度与密度关系曲线拟合方程为：

$$v(\rho)=E\ln(\rho)+F=-0.651\ln(\rho)+1.098。\tag{9}$$

式中：$E=-0.651$，$F=1.098$。疏散过程中的路径行程时间可靠性可以定义为路径疏散行程时间小于某规定值的概率，在疏散过程中应该保证所选疏散路径应该有较高的可靠性，假设疏散路径的行程时间近似的符合正态分布，可以用下式表示表示路段 a 在该情况下的行程时间可靠性：

$$r_a=\Phi\left(\frac{\vartheta T_0-E(T)}{\sqrt{\sigma^2}}\right)。\tag{10}$$

式中：T_0 代表自由流时状态下路段 a 的疏散行程时间；$E(T)$代表路段 a 的平均出行时间；σ^2 代表路段 a 的出行时间方差；管理者对现实情况的期望用 ϑ 表示，如管理者希望的疏散时间范围，ϑ 可以依据应急交通疏散相关的管理要求进行确定，出现自然灾害时，通常期望疏散时间尽量短，本文 ϑ 取值为 1.2；r_a 代表路段行程时间的可靠性，组成疏散路径的路段的行程时间可靠性的联乘表明疏散路径的可靠性。如下式所示：

$$R_k=\prod_{a\in w}r_a。\tag{11}$$

式中：疏散路径 k 的行程时间可靠性用 R_k 表示；a（$a\in w$）路段的疏散行程时间可靠性用 r_a 表示；对公式(11)取对数，处理后可得：

$$\ln R_k=\ln\left(\prod_{a\in w}r_a\right)=\sum_a\ln(r_a)。\tag{12}$$

假设 $W_a=-\ln r_a$，则有 W_a 与路段 a 的可靠度呈反比，因此 W_a 的实际意义为路段 a 上被疏散者对应的行程时间可靠性费用。根据行程质量的定义，行程质量费用的计算公式为：

$$G_k=\rho_0T_k+\lambda(1-\rho_0)\sum_a W_a\delta_{ak}。\tag{13}$$

式中：G_k 为疏散路径 K 的行程质量费用；ρ_0（$\rho_0\in[0,1]$）为比例系数，当 $\rho_0=0$ 时，代表以疏散路径行程时间可靠性为路径的选择准则，当 $\rho_0=1$ 时路径选择以疏散路径的行程时间为准则，可以借助交通调查所得数据得到查得 ρ_0 的值；路径 k 的行程时间使用 T_k 表示；疏散路径行程的时间可靠程度转换为相应的时间费用的一个正比例系数使用字母 λ 表示；δ_{ak}表示路径参数，当路段 a 在路径 k 上时 $\delta_{ak}=1$，否则 $\delta_{ak}=0$。

4　实验结果分析

4.1　实验参数设置

为检验模型的有效性，通过案例对模型进行验证。假设以某市房地产物业场所收到自然灾害的侵袭，为二级突发事件，危险区域内待疏散的人员及物品总量为 5 000，现需要将所有物品疏散至避难场所，既定的疏散时间为 200 min。图 2 所示为根据路径排序结果选择出来的疏散路网模型。图 2 中，节点 1、节点 8 分别为疏散路网中的起点和终点。路段上方数据分别表示各路段的路段出行时间的平均值和自由流动时间的平均值，使用单位均为分钟(min)，以及路段的容量。各路段出行时间的方差设为均值的 0.3 倍，疏散路径行程时间可靠性转换正比例系数 取值为 1；决策者在指定应急预案中的疏散路径选择与分配方案时，需要兼顾疏散路径时间最短与可靠性，因此均衡比例系数 取值为 0.5。

4.2　实验结果分析

通过计算各路段的行程时间确定可靠性函数，将系统最优交通分配问题转换为用户最优分配问题。运行 MATLAB 程序后，分析程序运算结果可以知道分配在第 10 次迭代后满足收敛条件，达到收敛时疏散总时间为 138 min，满足既定疏散时间要求，最优分配的分段流量如表 1 所示。

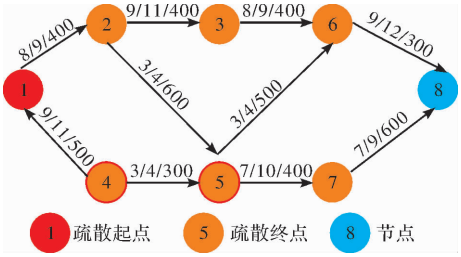

图 2 疏散路网结构图

表 1 分段流量最优分配结果

编号	路段	容量/人	分段流量/(人/h)	饱和度
1	1 – 2	400	203. 2	0. 24
2	2 – 3	400	24. 3	0. 06
3	1 – 4	500	264. 84	0. 38
4	2 – 5	600	169. 84	0. 61
5	3 – 6	400	65	0. 12
6	4 – 5	200	264. 16	0. 68
7	5 – 6	500	126. 45	0. 31
8	5 – 7	400	346. 8	0. 26
9	6 – 8	300	136. 54	0. 75
10	7 – 8	600	369. 81	0. 98

综上配比结果可知，在考虑自然灾害的情况下，疏散路网流量分配更为均衡，便于应急疏散的房地产物业管理工作，路网整体服务水平较好。需要注意的是，在实际的应急疏散预案中，需要用大量的实际数据对模型参数进行标定再进行计算。

为了验证改进应急模型的有效性，实验以应急疏散率为指标，采用文献[8]方法、文献[9]方法与本文方法为对比，进行对比分析，结果如下图 3 所示。

由图 3 可知，其在时间不定的情况下，采用文献[8]方法时，其应急疏散效率出现大范围波动，尤其是存在通道连接处，出现拥挤现象，疏散效果较差，用时较长，不适合大范围使用；采用文献[9]方法时，其拥挤情况有所缓解，但在疏散为 50 ~ 60s 处时，在疏散通道接口处，出现拥挤，疏散较慢，效率低；采用本文方法时，其应急疏散无论是在通道交界处，还是在疏散耗时较长时，其疏散效率均未收到干扰，具有一定的优势。

5 结论

综上所述，针对传统应急疏散模型，主要通过对疏散通道拥挤情况下的状态进行预警，达到应急疏散处理的目的，但是存在疏散耗时长、效果差的问题，提出基于最小正交序列估计的房地产物业管理应急疏散模型。实验结果表明，采用

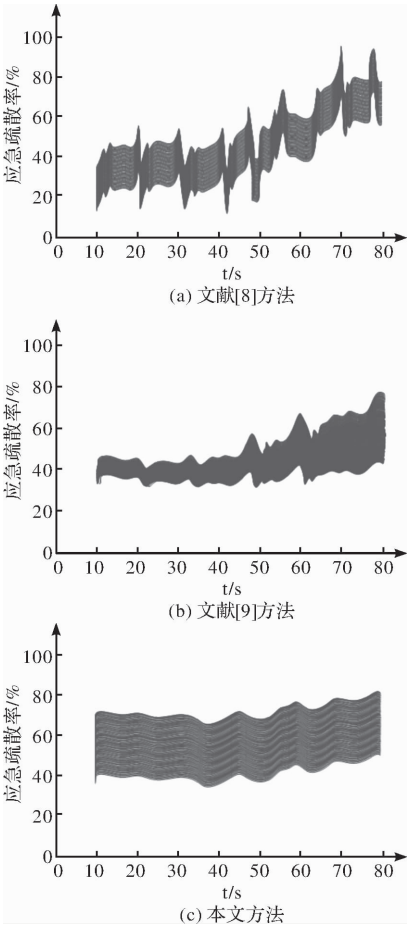

图 3 不同方法下应急疏散结果对比

改进应急疏散模型时，其疏散效果相比传统方法要好，且在相同时间内达到最优的状态。

参考文献：

[1] 郑霞忠，向蕾蕾，晋良海，等. 考虑人 – 环因素的地铁站疏散速度修正模型与仿真[J]. 中国安全科学学报，2017，27(8).

[2] 袁昀，刘杨，朱思洪，等. 应急避难场所选址最大准备度覆盖模型及其算法[J]. 自然灾害学报，2015，24(2)：8 – 14.

[3] 江辉仙，聂名萱，吴娟，等. 基于避灾人口预测的城市综合体应急疏散仿真试验[J]. 灾害学，2017，32(4)：184 – 188，213.

[4] 俞武扬. 基于情景分析的应急疏散车辆配置模型[J]. 运筹与管理，2015(2)：135 – 139.

[5] 刘朝峰，郭小东，李岩峰. 基于智能优化的应急疏散道路自主评价模型[J]. 工业建筑，2016，46(6)：25 – 28.

[6] 吴祖新，戴冉，张军. 基于灰色变权聚类的船舶应急疏散模型[J]. 上海海事大学学报，2015，36(1)：50 – 55.

[7] 王玉娴，段建波，刘士彬，等. 基于众包的遥感灾害监测与评估模型[J]. 国土资源遥感，2017，29(2)：104 – 109.

[8] 於家，温家洪，陈芸，等. 基于应急疏散智能体模型模拟的城市避难所空间配置——以上海市静安区为例[J]. 地理学报，2017，72(8)：1458 – 1475.

[9] 孙滢悦，陈鹏，刘晓静，等. 基于 TOPSIS 评价法的城市应急

避难所选址适宜性评价研究[J]. 震灾防御技术, 2017, 12(3): 700 - 709.
[10] 李晗, 章文俊, 李国帅, 等. 基于灰云和改进 AHP 的港口船舶应急疏散模型[J]. 上海海事大学学报, 2017, 38(3): 25 - 30.
[11] 钱洪伟, 尹香菊, 金英淑. 地震应急避难场所灾时运营中弱势群体救助管理技术体系研究[J]. 灾害学, 2016, 31(2): 164 - 170.
[12] 张晓燕. 基于灰色预测模型的房地产公司财务风险预警[J]. 财会月刊, 2016(22): 53 - 54.
[13] 温佩, 郭丽芳, 马家齐. 城市自然灾害应急管理中社会参与的评价研究——以太原市为例[J]. 中国安全生产科学技术, 2016, 12(1): 80 - 84.
[14] 李昌宇, 李季涛, 宋小满, 等. 基于从众心理的城市轨道交通站内应急疏散仿真研究[J]. 铁道运输与经济, 2016, 38(9): 77 - 81.
[15] 胡映洁, 吕斌. 城市社区空间应急疏散能力评价模型构建及其应用——以北京市交道口社区为例[J]. 地理与地理信息科学, 2015, 31(1): 120 - 124.

Design of Emergency Evacuation Model for Real Estate Management Considering Natural Disasters

LIU Liyun
(*AnHui Aduit college*, *HeFei* 230601, *China*)

Abstract: In view of the emergency evacuation model of traditional property management, the effect of personnel congestion on emergency evacuation of real estate management is ignored in the case of natural disasters, which leads to the problem of poor emergency evacuation effect and long time consuming. In this paper, an emergency evacuation model of real estate management based on the minimum orthogonal sequence estimation is proposed, and a semi parametric additive regression model is constructed to analyze the phenomenon of personnel retention in the emergency evacuation channel. Based on the minimum orthogonal sequence estimation concept, the emergency evacuation network is optimized and the Matlab software is used to get the channel mutation. By fitting and analyzing passenger flow density and speed, the optimal emergency evacuation route is obtained, and the emergency evacuation analysis of realty property management is realized. The experimental results show that the improved evacuation model is superior to the traditional evacuation model in terms of evacuation speed and efficiency, and has certain advantages.

Key words: natural disasters; real estate; property; management; emergency; evacuation; model

(上接第 146 页)

The Current Situation and Development of Disaster Rescue Nurses in China

XU Congrui, CHEN Yinghong, JIAO Lijiao and CUI Yan
(*Department of Nursing*, *the* 161 *Hospital of the PLA*, *Wuhan* 430000, *China*)

Abstract: In the process of disaster relief, nurses as an important part of the medical rescue force, play an important role. Through the investigation and analysis of the training status of nurses participating in disaster rescue in China, some problems existing in the training process of disaster rescue nurses are pointed out, and the methods of disaster rescue nurses are preliminarily discussed in order to improve the important one of the disaster rescue nurses in the disaster rescue system of China. Links, to minimize the casualties caused by disasters.

Key words: disaster relief; nurse; training; present situation