

文章编号:1674-2869(2012)03-0060-04

城市多突发事件耦合交通预警指标研究

李杰^{1,2}, 滕佳颖¹, 王富²

(1. 华中科技大学土木工程与力学学院, 湖北 武汉 430074;

2. 武汉工程大学环境与城市建设学院, 湖北 武汉 430074)

摘要:为提高对多突发事件耦合交通紧急程度预警的关注度,初步以火灾和爆炸这两个突发事件耦合为例,采用头脑风暴、德尔菲法、聚类分析、层次分析法结合的方法,并借助 MATLAB 软件,制定城市火灾和爆炸突发事件耦合交通预警指标系统,为及时有效的做出多突发事件耦合交通预警和后续的应急工作提供理论基础。

关键词:火灾;聚类分析;层次分析法;爆炸

中图分类号:U491

文献标识码:A

doi:10.3969/j.issn.1674-2869.2012.03.013

0 引言

城市是人员、财富大量聚集和交通密集的地方.由于城市人们经济水平的不断提升,小汽车急剧增加,交通拥挤现象在各大城市都有体现.同时,城市也是突发事件频繁发生的地方,比如火灾、爆炸、危险化学品泄漏和交通事故等.这些事件一旦发生,常会伴随其他突发事件,或快速衍生其他突发事件,即突发事件耦合.

突发事件耦合后,在短时间内,交通需求积聚,人员的救援、疏散等都会影响交通系统,所以,及时预测突发事件耦合后的交通情况就显得非常重要.目前国内针对交通事故这类突发事件的预警应急指标的研究非常多,如:王晓辉提出了交通安全预警指标和计算方法^[1];林佳武提出交通应急能力评价指标^[2];徐秀芹提出了高速公路交通预警指标^[3].而较少研究多突发事件耦合交通预警指标.

近年来,突发事件耦合现象的增加及其对社会的影响,凸显了城市多突发事件耦合交通预警的重要性.因此,注重构建城市多突发事件耦合交通预警指标,增强对城市多突发事件耦合交通预警能力,保证多突发事件耦合后的交通运行正常,对减少社会损失具有重大意义.

1 城市多突发事件耦合交通概述

突发事件分为四类,即公共卫生事件;自然灾

害;社会安全事件;事故灾难^[4].突发事件耦合即两个以上突发事件同时发生,或在短时间内一个突发事件衍生其他突发事件.城市中可能发生的突发事件耦合:火灾与爆炸、地震与洪水、雪灾与火灾、核电站火灾与辐射等.

交通系统受城市多突发事件耦合的影响归结起来主要有城市交通网络、需求、运营管理三个方面.对交通网络产生的影响主要体现在:城市多突发事件耦合后,如地震与洪水会导致交通设施和主要道路的破坏或是丧失日常的功能,从而降低路网连通可靠性;如交通事故与火灾需快速处理,不然会降低行程时间可靠性;对交通需求产生的影响体现在:城市多突发事件耦合后,交通需求集聚,除了交通正常需求,更重要的是救援需求,还存在许多突发事件耦合不确定性因素对需求的影响;对运营管理的影响体现在:城市多突发事件耦合后,交通运营管理的难度会大大增加.

2 确定城市多突发事件耦合交通预警指标的程序

头脑风暴法提出指标:首先,要求课题组的6个成员针对城市多突发事件耦合交通预警指标的问题做准备,目的是找出在城市多突发事件耦合后可以预警交通状态的指标;然后,组织大家一起提出想法,这个过程要由一个人来明确问题和进行方向性引导;最后,整理出比较全面的指标.

指标基于德尔菲法的一次改进:由于头脑风

收稿日期:2012-02-08

基金项目:国家软科学基金项目(2010GXSSD237)

作者简介:李杰(1954-),男,湖北咸宁人,教授,博士.研究方向:交通工程与管理,道路工程.

暴法下得到的指标可能不太合理,存在主观和少数服从多数的现象,故需要进一步利用德尔菲法对课题组提出的指标进行改进.根据已经整理出的指标制定出专家调查问卷,具体包括两部分:一是请专家对各个指标的重要性和有效性评分,二是提出改进建议.

指标系统基于聚类分析和 AHP 法的二次改进:首先,根据头脑风暴和德尔菲法一次改进后的指标构建指标系统;然后,利用 MATLAB 软件和专家调查问卷中的专家评分进行指标聚类^[5],按指标的重要度分类,为确定 AHP 法的判断矩阵和计算权重提供依据,聚类分析是基于其他学者已建立的 MATLAB 程序如下:

```
>> X = [] % 专家评分
>> BX = zscore(X) % 标准化
>> Y = pdist(X) % 欧式距离
>> Z = linkage(Y) % 聚类树
>> [H,T] = dendrogram(Z) % 聚类图
```

最后,利用 AHP 法,即层次分析法^[5],根据聚类分析得出的聚类图,建立 AHP 法中的判断矩阵,然后确定指标权重,确定权重临界值,并去除临界值以下的指标,进行指标系统改进,得到最终完善的指标系统. AHP 法是基于其他学者已建立

的 MATLAB 程序如下:

```
>> a = []; % 判断矩阵
>> [x,y] = eig(a); eigenvalue = diag(y);
lamda = eigenvalue(1); % 确定最大特征值
>> ci1 = (lamda - m)/m - 1; ci1 = ci1/cr1 % m 为判断矩阵阶数,确定 CR
>> w1 = x(:,1)/sum(x(:,1)) % 相对权重
AHP 法中指标之间比较的基准如表 1 所示.
```

表 1 判断基准

Table 1 Judgment benchmark

标度 C_{ij}	定义
1	相比较后相同重要
3	相比较后稍微重要
5	相比较后重要
7	相比较后重要得多
9	相比较后极为重要
2,4,6,8 为上面两个状态之间的对应值	

当随机一致性比率 $CR < 0.1$ 时,判断矩阵的一致性很好;当 $CR = 0.1$ 时,一致性较好;当 $CR > 0.1$ 时,不具有 consistency,需调整.程序中用到的 RI 的取值如表 2 所示.

表 2 随机一致性指标

Table 2 Average random consistency index

	矩阵阶数 m													
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0.52	0.89	1.12	1.26	1.36	1.41	1.46	1.49	1.52	1.54	1.56	1.58	1.60

3 构建火灾与爆炸突发事件耦合交通预警指标系统

第一步,小组讨论后提出 37 个指标,讨论过程参考“城市道路交通管理评价指标体系”(2008

版);第二步,制定专家调查表(5 份)^[5],形式如表 3 所示;第三步,利用头脑风暴和德尔菲综合的方法确定后的指标有 32 个,即去除 5 个不合理的指标.

表 3 专家调查表形式

Table 3 The expert questionnaire form

指标名称	对火灾与爆炸突发事件耦合交通预警的作用(影响的大小)						
	很大 5 分	大 4 分	较大 3 分	不大 2 分	几乎没有 1 分	改进意见	需增加的指标
指标 1		√					
指标 2				√			

第四步,建立层次结构,如图 1 所示,通过聚类分析后,确定指标初步的重要度,其中道路网级配比例与支路利用率的作用为不大,而其他指标的作用为较大、大和很大;第五步,根据聚类分析和专家评分,列出判断矩阵,计算权重如图 2 所

示;第六步,综合重要性聚类 and 权重,确定 $\lambda < 0.010$ 为权重临界值,故 8 个指标 $C15$ 、 $C16$ 、 $C19$ 、 $C20$ 、 $C21$ 、 $C22$ 、 $C23$ 、 $C29$ 被去除;第七步,确定完善的指标系统,如图 3 所示.

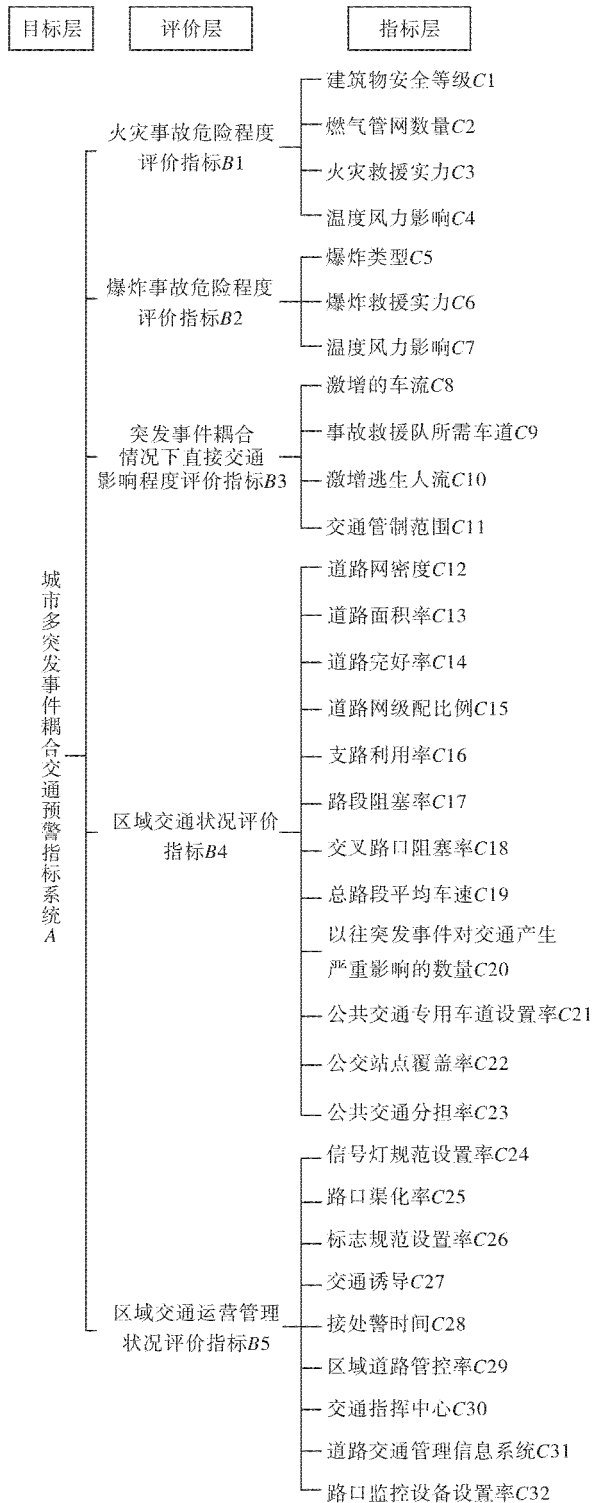


图 1 指标层次结构

Fig. 1 Index level structure

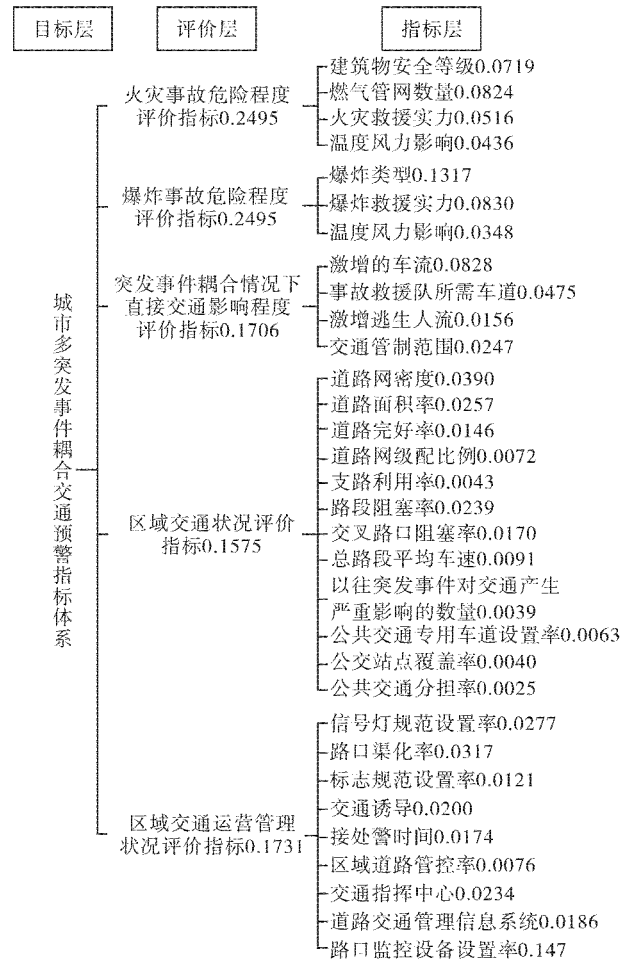


图 2 指标权重

Fig. 2 Index weight

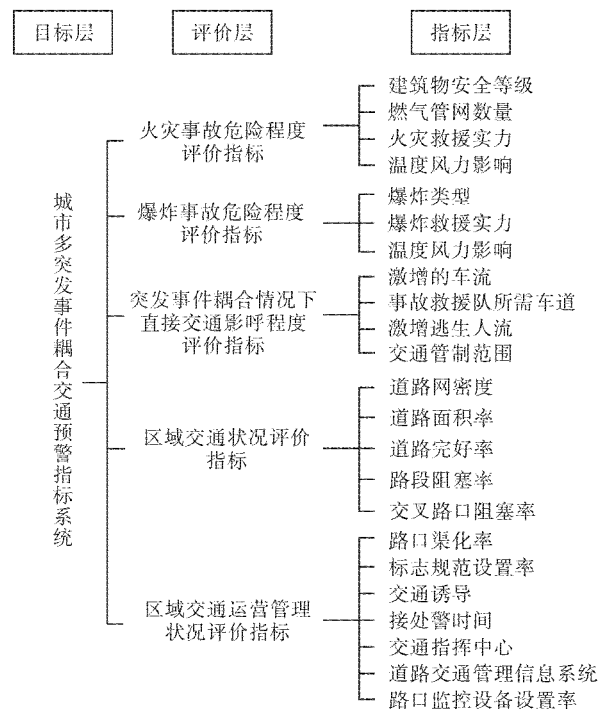


图 3 火灾和爆炸突发事件耦合交通预警指标系统

Fig. 3 Fire disaster and blast coupling traffic early-warning indicator system

4 结 语

由于城市多突发事件耦合交通问题非常严峻,目前需要重视建立城市多突发事件耦合交通预警指标.本文主要以火灾与爆炸两个突发事件耦合为例,初步分析和构建火灾与爆炸两个突发事件耦合交通预警指标,为城市多突发事件耦合交通预警管理中的指标构建工作提供初步的指导.由于专家调查结果和搜集到的建议不是很全面,所以,还需要做出更多的调研和验证工作,最终确定出比较完善的城市多突发事件耦合交通预警指标系统.

参考文献:

- [1] 王晓辉,刘东,陈谦,等. 城市道路交通安全预警指标体系研究[J]. 公路与汽运,2010(2): 48-51.
- [2] 林佳武,赵新. 交通应急能力评价指标体系研究[J]. 科技创新导报,2010(27): 9-11.
- [3] 徐秀芹. 高速公路交通事故预警系统研究[D]. 西安:长安大学,2009.
- [4] 陈燕. 应对突发事件的城市交通应急管理研究[D]. 重庆:西南交通大学,2009.
- [5] 邵立周,白春杰. 系统综合评价指标体系构建方法研究[J]. 海军工程大学学报,2008(3): 48-52.

Survey of city transportation early warning indicator based on multi-emergency coupling

LI Jie^{1,2}, TENG Jia-Ying¹, WANG Fu²

(1. School of Civil Engineering and Mechanics, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China;

2. School of Environment and Civil Engineering, Wuhan Institute of Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: For the sake of improving the attention on the prediction of traffic urgency degree under multi-emergency coupling conditions, taking fire disaster and blast coupling accidents as examples, brain storming method, Delphi method, cluster analysis, Analytic Hierarchy Process and MATLAB were used together to draw up relevant traffic early-warning indicator system. The result provides theoretical foundation for dealing with the traffic early-warning and emergence of multi-emergency coupling more effectively.

Key words: fire; cluster analysis; analytic hierarchy process; blast

本文编辑:陈小平