

社区入室盗窃风险评估模型研究^{*}

李逸佳

(中国人民公安大学 警务信息工程与网络安全学院,北京 100038)

摘要:风险评估对社区入室盗窃案件的防控具有参考意义。基于文献调研和实地考察,结合社区警务的实际工作经验,构建了社区入室盗窃风险评估指标体系,并综合运用模糊层次分析法、德尔菲法、D-S 证据理论和模糊综合评价法实现了定量计算。以某大型城市 13 个典型社区为例,对提出的风险评估方法进行了验证,并与实际入室盗窃案件数据进行了对比。结果表明,社区警务室的建设和运行对入室盗窃风险影响最大,其次为小区关键场所设施安全状况和小区空间家居状况;模糊综合评价结果与实际入室盗窃发案情况基本一致。所提出的方法预期可以为社区入室盗窃犯罪的预防提供决策依据。

关键词:风险评估;指标体系;模糊层次分析法;D-S 证据理论;模糊综合评价

中图分类号:X915.2

文献标识码:A

DOI: 10.19358/j.issn.2096-5133.2020.02.014

引用格式:李逸佳.社区入室盗窃风险评估模型研究[J].信息技术与网络安全,2020,39(2):75-80.

Research on risk assessment model of community burglary

Li Yijia

(School of Information Technology and Network Security, People's Public Security University of China, Beijing 100038, China)

Abstract: Risk assessment is of reference to the prevention and controlling of burglary crimes in the community. With the literature and on-the-spot investigations, and combined with the experiences of community policing, this paper constructs a risk assessment indicators system of burglary in the community, and realizes the quantitative calculation for the burglary risk by using Fuzzy Analytic Hierarchy Process, Delphi, Dempster-Shafer Evidence Theory and Fuzzy Comprehensive Evaluation Method. Taking 13 typical communities in a large city as examples, the proposed risk assessment method is validated by real burglary case data. The results show that the construction and operation of community police office has the greatest impact on the risk of burglary, followed by the security of key facilities and the status of residential space and home. The results of fuzzy comprehensive evaluation are basically consistent with the real situation of burglary. The method proposed in this paper is expected to provide a decision-making basis for the prevention of burglary in the community.

Key words: risk assessment; indicator system; fuzzy analytic hierarchy process; D-S evidence theory; fuzzy comprehensive evaluation

0 引言

社区是公共安全治理的基本单元。社区“人-事-地-物-组织”高度汇聚,风险因素众多且复杂交叠关联。在众多影响社区安全的事件中,入室盗窃是普遍存在且频率高发的刑事案件。城市中各派出所辖区概况有所差别,相对警力不充足的区域,往往面临较高的社区安全风险。因此,针对入室盗窃的社区风险评估工作很必要。

在社区安全风险评估方面,国内外都进行了一定的研究。董大旻等^[1]为增强事故的预防和应急能力、减少火灾事故造成的损失,构建了社区火灾消防脆弱性综合评价指标体系;孙平等^[2]采用系统工程的分析方法,针对事故灾害应急救援,构建重大自然灾害应急救援框架;陈文涛等^[3]基于社区事故应急能力创建了化工型社区事故应急能力评估指标体系模型;夏剑徽等^[4]考虑了致灾因子的灾变致险程度和承灾体的脆弱性,建立上海市社区层面风险评估体系,对社区的综合风险进行了评价;BRUNEAU M 等^[5]定义了地震复原力的框架,评

^{*} 基金项目:国家重点研发计划课题(2018YFC0809702);国家自然科学基金(71704183);公安部科技强警基础工作专项(2018GABJC01)

估社区的抗震能力;FLAX L K 等^[6]为加强对社区自然灾害的复原能力,对社区进行风险和脆弱性评估;CHANEY S^[7]利用脆弱性指标评价方法识别社区消防高风险区域;HIDAY V A^[8]指出通过认识到严重的精神疾病和暴力之间的相关性混淆,不仅可以提高对严重精神疾病患者的暴力的理解和预测,还可以指导控制严重精神疾病患者的社区风险;BULLEN S^[9]将邻里警务引入脆弱性指标对社区治安进行评估。

基于社区安全风险的评估模型偏重于社区的综合性风险评估,风险评估模型较为简单,针对社区犯罪风险评估的适用性较弱。而对于具体的社区入室盗窃案件风险评估模型,模型结构简单,难以适应不断变化的警情和其他风险要素影响,很难有效开展社区入室盗窃安全风险评估。

因此本文针对社区入室盗窃风险,以 13 个不同社区内的一个小区为例,提出了充分结合实际工作经验的入室盗窃风险指标体系,并综合运用模糊层

次分析法、德尔菲法、D-S 证据理论和模糊综合评价法多种国际常用方法进行评估。最后利用公安实战数据进行检验,分析与指标体系不一致的因素,为构建安全型社区、有效防范入室盗窃案件发生提供基础。

1 研究框架和方法

1.1 研究框架

为了评估社区入室盗窃的风险,本研究首先识别了可能影响入室盗窃发生的风险源,构建入室盗窃风险指标体系。在风险分析过程中邀请 5 名专家运用模糊层次分析法计算出权重。在打分过程中采用德尔菲方法,匿名征求专家意见反馈后再进行,直到专家确定意见再应用 D-S 证据理论统一 5 名专家意见并确定权重。其次根据指标体系采集选定 13 个不同社区内小区的对应数据,采用模糊综合评价的方法进行风险评估。最后用实际发生的社区入室盗窃案件数据进行验证,将其与评价结果对比。具体框架如图 1 所示。

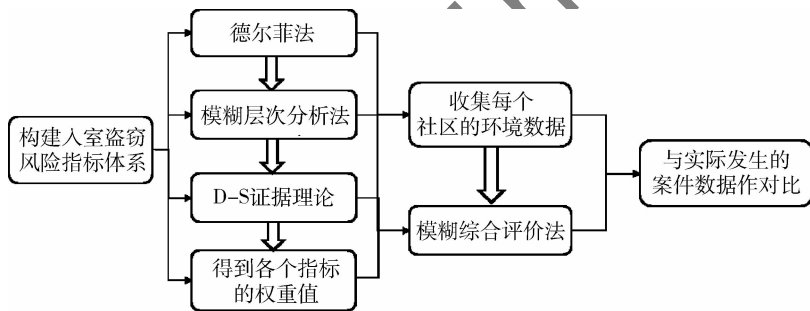


图 1 研究框架图

1.2 入室盗窃风险指标体系的构建

本文以环境犯罪学理论为基础,根据日常活动理论从人口、环境、防范三方面考虑影响入室盗窃发生的因素,由外至内分为 7 个一级指标,包括小区周边环境、小区的内外环境布局,以及小区家居场所防范和小区内的关键场所防范。并且根据基层调研,小区流动人口、出租房屋的比例、警务站和综合服务方面也是影响入室盗窃发生的重要影响因素。根据破窗理论,混乱无序的小区容易滋生犯罪,因此将小区内部环境作为次级影响要素放在二级指标内。结合业务民警经验得知,近几年入室盗窃的手段主要为破窗和开锁,而单元门作为业主家居最后一道屏障是至关重要的影响因素,同时贵重物品保管妥当可以有效阻止物品的损失。因此门窗、单元门、贵重物品作为小区空间家居安全状况

中的次级影响要素。构建的体系如图 2 所示。

1.3 社区入室盗窃风险分析和综合评价方法

为进一步分析社区入室盗窃的风险,评估社区入室盗窃的风险级别,需要在风险指标体系的基础上运用模糊层次分析法、德尔菲法和 D-S 证据理论三种方法为指标体系各层级因素赋权重。

1.3.1 模糊层次分析法和德尔菲法

本研究邀请了 5 名专家采用模糊层次分析法 (Fuzzy Analytic Hierarchy Process, FAHP) 计算各指标的权重。模糊层次分析法^[10-12]是一种定量与定性相结合的多目标分析决策方法,具体步骤如下:

(1)根据社区入室盗窃风险指标体系建立层次结构模型,包含 A、B 两层,A 层包括小区周边环境、小区的外围环境等 7 个一级指标。B 层包括 20 个二级指标。

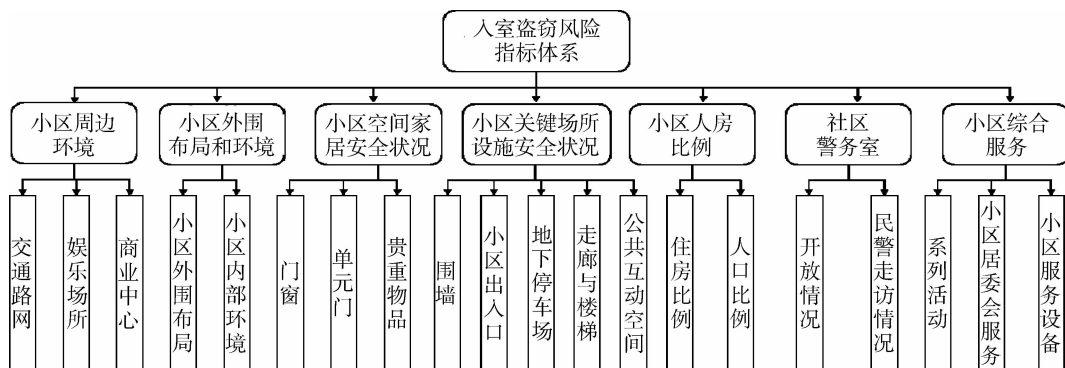


图2 入室盗窃风险指标体系

(2) 根据模糊层次分析法 0.1 ~ 0.9 的数量标度方法,对 A、B 两层指标的因素分别进行两两比较,得到每层各个元素相对重要的程度,进而得到优先关系矩阵 R 。

(3) 构建模糊一致性矩阵。若优先关系矩阵 $R = (r_{ij})_{n \times n}$ 对于任意的 $i, j, k (k = 1, 2, 3, \dots, n)$ 都满足

$$r_{ij} = r_{ik} - r_{jk} + 0.5 \quad (1)$$

则 R 为模糊一致矩阵;否则需要按照式(2)将其转换成对应的模糊一致矩阵:

$$\begin{cases} s_i = \sum_{j=1}^n r_{ij} \\ s_{ij} = \frac{s_i - s_j}{2n} + 0.5, i = 1, 2, 3, \dots, n \\ S = (s_{ij})_{n \times n} \end{cases} \quad (2)$$

其中, s_i 表示优先关系矩阵 R 第 i 行各数之和, n 为矩阵 R 中的构成要素, s_{ij} 为模糊矩阵中第 i 行第 j 列的数值, S 为最终得到的模糊一致判断矩阵。

(4) 权重计算结果。根据式(3)计算各构成要素权重。

$$\begin{cases} l_i = \sum_{j=1}^n s_{ij} - 0.5, i = 1, 2, 3, \dots \\ \sum_i l_i = n(n-1)/2 \\ w_i = l_i / \sum_i l_i = 2l_i / [n(n-1)] \end{cases} \quad (3)$$

其中, l_i 表示模糊一致矩阵 S 第 i 行各数之和, n 为矩阵 R 中的构成要素, w_i 为该层中各指标相对于上层目标的权重。

为避免 5 位专家出现极端不一致的意见,打分过程采用德尔菲法^[13],即匿名征求专家意见-归纳

计算、统计-匿名反馈-再征求专家意见、归纳统计若干轮后,直到 5 名专家不再更改为止。

1.3.2 D-S 证据理论

由 Dempster-Shafer (D-S) 证据理论^[14-16]加权 5 位专家每层指标的权重,得出最终权重值。D-S 证据理论的合成规则如式(4)所示。

$$m(A) = \begin{cases} \frac{1}{K} \sum_{A_1 \cap A_2 \cap \dots \cap A_N = A} m_1(A_1) \cdot m_2(A_2) \cdots m_N(A_N), & A \neq \varphi \\ 0, & A = \varphi \end{cases} \quad (4)$$

其中, $A_1, A_2, \dots, A_N$ 代表 N 个性质不同的证据, $m_1, m_2, \dots, m_N$ 是其基本概率函数, K 为证据之间的冲突程度,计算如下:

$$K = \sum_{A_1 \cap A_2 \cap \dots \cap A_N \neq \varphi} m_1(A_1) \cdot m_2(A_2) \cdots m_N(A_N) = 1 - \sum_{A_1 \cap A_2 \cap \dots \cap A_N = \varphi} m_1(A_1) \cdot m_2(A_2) \cdots m_N(A_N) \quad (5)$$

经过以上风险分析方法,得到社区入室盗窃风险指标体系每层因素的权重值,然后运用模糊综合评价法评价每个小区入室盗窃风险的级别。

1.3.3 模糊综合评价法

(1) 建立综合评价的因素集

因素集是以影响评价对象的各种因素为元素所组成的一个普通集合。根据本文构建的社区入室盗窃评估指标体系建立因素集,第一层因素集 $U = \{A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6, A_7\} = \{\text{小区周边环境, 小区外围布局和环境, } \dots, \text{社区警务室}\}$;第二层因素集以小区周边环境为例: $U_1 = \{B_1, B_2, B_3\} = \{\text{交通路网, 娱乐场所, 商业中心}\}$,同理可得到 $U_2 \sim U_7$ 。

(2) 建立综合评价的评价集

评价集是评价者对社区入室盗窃可能发生的

各种结果所组成的集合,通常用 V 表示,本文将评价等级设定为四级警情 V_1, V_2, V_3, V_4 , 其中 V_1 表示一级警情,案件数量较少、案发率低; V_2 表示二级警情,案件数量和案发率均中等; V_3 表示三级警情,案件数量较多、案发率较高; V_4 表示四级警情,案件数量很多、案发率很高。由于盗窃案件丢失的物品价值难以衡量,而且本文关注的是社区而不是社区中的个体,社会影响难以量化,因此暂不考虑盗窃发生的后果。

(3) 建立综合评价的权重集

根据本文用模糊层次分析法得到的指标体系权重表建立权重集:建立第一层权重集 $W = \{W_{A1}, W_{A2}, W_{A3}, W_{A4}, W_{A5}, W_{A6}, W_{A7}\}$; 建立第二层权重集 $W_1 = \{W_{B1}, W_{B2}, W_{B3}\}$, 依次可得到 $W_2 \sim W_7$ 。

(4) 进行单因素模糊评价,获得评价集隶属度矩阵

①分别对社区入室盗窃评估指标体系中的二级指标进行模糊评价,得到每个指标的评语隶属度 r_{ij} (对第 i 项评估指标做出第 j 等级的专家人数占全部专家的比例),以二级交通路网要素的隶属度为例:

$$r_{b_i} = \{r_{b_i V_1}, r_{b_i V_2}, r_{b_i V_3}, r_{b_i V_4}\} \quad (6)$$

根据入室盗窃风险评估指标体系,一共得到 20 个二级指标的模糊综合判断矩阵。以小区周边环境 A_1 下面的 3 个二级指标为例:

$$R_{U_1} = \begin{bmatrix} r_{b_1 V_1} & r_{b_1 V_2} & r_{b_1 V_3} & r_{b_1 V_4} \\ r_{b_2 V_1} & r_{b_2 V_2} & r_{b_2 V_3} & r_{b_2 V_4} \\ r_{b_3 V_1} & r_{b_3 V_2} & r_{b_3 V_3} & r_{b_3 V_4} \end{bmatrix} \quad (7)$$

②对二级指标进行复合运算。复合运算即按矩阵乘法进行运算。以小区周边环境 U_1 的 3 个二级指标为例:将该矩阵与对应的二级指标集进行复合运算,得到评价结果:

$$B_{U_1} = W_1 \circ R_{U_1} = (b_1, b_2, b_3, b_4) \quad (8)$$

对 B_{U_1} 进行归一化处理可以得到标准评价结果,同理得到 $U_2 \sim U_7$ 各二级指标的标准评价结果。

③对一级指标进行复合运算。即将以上得到的 7 个标准评价结果视为单因素模糊评价进行汇总,可得到目标层模糊综合评价矩阵。将该矩阵与对应的一级指标权重集进行复合运算,得到评价结果。

$$B_U = W \circ R_U = (b_{V_1}, b_{V_2}, b_{V_3}, b_{V_4}) \quad (9)$$

对 B_U 进行归一化处理可以得到标准评价结果 $B_{U'}$, 根据最大隶属度原则确定入室盗窃的最终评价结果。

1.4 实例应用分析方案

为验证本文提出的社区入室盗窃指标体系的有效性和研究方法的合理性,在某市挑选了不同社区的 13 个小区进行评估。为保证研究的普遍适用性,小区包括了高档商品房、普通商品房、经济适用房等不同且较为全面的类型。笔者在民警的帮助下,实地调研了选择的 13 个小区,采用安全检查表的方法对小区的真实情况进行检查,将真实情况反馈给专家进行模糊综合评价。同时通过执法办案平台找到对应的小区,统计其 2016 年 ~ 2019 年 3 月真实发生入室盗窃案件的数量 (T) 和小区总人数 (P)。定义入室盗窃发案率:

$$T' = \frac{T}{P} \quad (10)$$

最后,将专家模糊综合评价的结果 B_U 与 T' 进行比较分析。

2 结果与讨论

2.1 入室盗窃风险指标体系及其量化指标

为科学准确地反映入室盗窃风险的影响因素,真实方便地采集数据,本文从客观和主观两方面考虑识别了入室盗窃的风险源,一共选择 58 个普遍易获取的量化指标,其中大部分为客观指标,所有指标均可通过实地调研和公安部门提供得到。

2.2 模糊层次分析法和模糊综合评价法结果

2.2.1 权重计算结果

通过模糊层次分析法、德尔菲法和 D-S 证据理论计算得到各层级指标的权重,如表 1 所示。

通过 D-S 证据理论算得最终权重,其中社区警务室的权重最高,对入室盗窃风险影响最大,可见公安民警在安全治理中的角色很重要。小区综合服务的权重最低,其带来的风险值最低。

2.2.2 模糊综合评价结果

根据表 1,本文采用安全检查表的形式对每个小区的量化指标数据进行记录。对于指标量化难以得到是否值时,将其转化为是否之间的程度值。根据 13 个小区的量化指标数据统计,5 名专家对每个小区的二级指标评语集打分。再根据模糊综合评价法算出模糊综合评价的结果,如表 2 所示。

表 1 社区入室盗窃各层级指标权重

一级指标	权重	二级指标	权重
小区周边环境	0.081 5	交通路网	0.013 1
		娱乐场所	0.037 2
		商业中心	0.031 2
小区布局和环境	0.085 1	小区外围布局	0.022 7
		小区内部环境	0.062 4
小区空间家居状况	0.158 3	门窗	0.049 3
		单元门	0.078 5
		贵重物品	0.030 5
		围墙	0.031 8
小区关键场所设施安全状况	0.190 5	社区出入口	0.073 5
		停车场及道路	0.021 3
		楼道	0.038 2
		公共空间	0.025 7
小区人房比例	0.135 6	出租房比例	0.067 8
		人口比例	0.067 8
社区警务室	0.308 5	开放情况	0.049 1
		民警走访情况	0.159 7
		系列活动	0.099 7
小区综合服务	0.040 5	小区服务设备	0.022 3
		小区居委会服务	0.018 2

根据表 2 可得,小区 8 的评价等级为 V_3 ,其案件数量较多、风险较高。根据小区 8 的评语隶属度矩阵,小区空间家居状况和小区关键场所设施安全

状况的 V_3 警情的比例较高,对于最终评价的影响最大。整体上来看,入室盗窃的综合评价风险中等偏下,治安状况良好,会对居民产生一定的危害但是危害程度不严重,需要公安部门重点关注个别小区,提高相应的防护措施。

2.3 实例应用结果与讨论

将每个小区模糊综合评价算出的结果与入室盗窃发案率 T' 进行对比验证,结果如表 2 所示。由表 2 可见 13 个小区的发案率普遍不高,基本符合专家评价的中等偏下的风险等级。其中小区 8 的发案率最高,对应的评价等级也最高为 V_3 ;小区 9、5、1、12 和 10、2、3、7、13、6 发案率排序与评价等级趋势一致;只有小区 4、11 发案率排序分别为 2、5,评价等级却为 V_1 。通过调查小区 4、11 各项指标的评语隶属度矩阵,发现多集中在 V_1 和 V_2 级别,所以其未来发案率可能会降低,风险值会减小,因此评价的等级为 V_1 。

综上所述,本文构建的风险指标体系和所用的研究方法具有较强的适用性和实用性,可以用于社区入室盗窃的风险评估和预测预警。

3 结论

本文通过构建社区入室盗窃风险指标体系,综合运用 FAHP 法、德尔菲法、D-S 证据理论和模糊综合评价法多种方法进行入室盗窃的风险评估。最后用实际发生的社区入室盗窃案件数据进行验证分析,得出以下结论:

表 2 小区入室盗窃等级评价及与实际案发率对比结果

小区编号	B_u 归一化	评价等级	入室盗窃发案率	发案率排序
8	(0.247 0,0.301 1,0.337 0,0.114 8)	V_3	0.017 7	1
4	(0.394 4,0.366 0,0.141 2,0.098 4)	V_1	0.010 7	2
9	(0.303 0,0.310 3,0.298 7,0.088 5)	V_2	0.009 2	3
5	(0.365 1,0.397 7,0.204 9,0.032 3)	V_2	0.008 7	4
11	(0.371 2,0.311 7,0.228 3,0.088 8)	V_1	0.005 9	5
1	(0.417 9,0.468 0,0.065 3,0.048 8)	V_2	0.005 6	6
12	(0.315 8,0.377 0,0.226 8,0.080 5)	V_2	0.005 5	7
10	(0.338 7,0.323 0,0.262 6,0.075 7)	V_1	0.004 7	8
2	(0.447 0,0.364 0,0.161 8,0.027 2)	V_1	0.003 9	9
3	(0.466 2,0.462 5,0.071 3,0)	V_1	0.001 5	10
7	(0.447 5,0.398 5,0.105 8,0.048 2)	V_1	0.001 2	11
13	(0.348 5,0.348 4,0.222 5,0.080 5)	V_1	0.000 7	12
6	(0.532 0,0.360 7,0.085 5,0.021 8)	V_1	0	13

(1)采用 FAHP 法、德尔菲法和 D-S 证据理论计算指标权重,得到各个指标的重要性,可为入室盗窃风险分析和预警预测提供定量的决策依据。通过优化社区警务室、小区关键场所设施安全状况和小区空间家居状况这三个相对重要的一级指标,可提高对入室盗窃犯罪风险的防控能力。采用模糊综合评价法得到小区的入室盗窃风险等级,可为小区入室盗窃风险评估提供定性的决策依据。

(2)根据与实际入室盗窃数据的对比分析,评估结果与真实发案率基本一致。

(3)本研究预期可以为社区警务工作提供方法参考,为社区的综合治理和风险管控提供支持。

参考文献

[1] 董大旻,冯顺伟. 基于投影寻踪模型的社区消防脆弱性评估[J]. 中国安全科学学报,2018,28(9):37-42.

[2] 孙平,朱伟,王剑,等. 基于灾害评估的社区应急救援资源调配及模拟[J]. 中国安全科学学报,2014,24(3):172-176.

[3] 陈文涛,佟瑞鹏,孙跃龙. 基于 ANP 方法的社区事故应急能力评估指标权重的确定[J]. 中国安全科学学报,2010(6):166-171.

[4] 夏剑薇. 上海社区风险评估体系研究[D]. 上海:复旦大学,2010.

[5] BRUNEAU M, CHANG S E, EGUCHI R T, et al. A framework to quantitatively assess and enhance the seismic resilience of communities [J]. Earthquake Spectra, 2003, 19(4):733-752.

[6] FLAX L K, JACKSON R W, STEIN D N. Community vulnerability assessment tool methodology[J]. Natural Hazards Review, 2002, 3(4):163-176.

[7] CHAINEY S. Using the vulnerable localities index to identify

priority areas for targeting fire safety services[J]. Fire Safety Journal, 2013, 62:30-36.

[8] HIDAY V A. Putting community risk in perspective: a look at correlations, causes and controls[J]. International Journal of Law & Psychiatry, 2006, 29(4):316-331.

[9] CHAINEY S, TOMPSON L. Priority neighbourhoods and the vulnerable localities index in wigan: a strategic partnership approach to crime reduction[M]. John Wiley & Sons, Ltd., 2008.

[10] 张吉军. 模糊层次分析法(FAHP)[J]. 模糊系统与数学, 2000, 14(2):80-88.

[11] 马航,袁磊,李翔,等. 基于模糊层次分析法的古城灾后建成环境评价[J]. 深圳大学学报(理工版), 2019, 36(1):105-113.

[12] 陈淑林,韩松. 基于模糊层次分析的配电网滚动规划后评价研究[J]. 电测与仪表, 2019, 56(6):44-49.

[13] 刘伟涛,顾鸿,李春洪. 基于德尔菲法的专家评估方法[J]. 计算机工程, 2011(S1):189-191.

[14] TANG Z, LI Y J, HU X F, et al. Risk analysis of urban dirty bomb attacking based on bayesian network[J]. Sustainability, 2019, 11(2):1-12.

[15] YAGER R R, LIU L P. Classic works of the Dempster-Shafer theory of belief functions[M]. Springer Berlin Heidelberg, 2010.

[16] 李文立,郭凯红. D-S 证据理论合成规则及冲突问题[J]. 系统工程理论与实践, 2010, 30(8):1422-1432.

(收稿日期:2019-11-28)

作者简介:

李逸佳(1995-),女,硕士研究生,主要研究方向:安全防范工程。

版权声明

经作者授权，本论文版权和信息网络传播权归属于《信息技术与网络安全》杂志，凡未经本刊书面同意任何机构、组织和个人不得擅自复印、汇编、翻译和进行信息网络传播。未经本刊书面同意，禁止一切互联网论文资源平台非法上传、收录本论文。

截至目前，本论文已经授权被中国期刊全文数据库（CNKI）、万方数据知识服务平台、中文科技期刊数据库（维普网）、JST 日本科技技术振兴机构数据库等数据库全文收录。

对于违反上述禁止行为并违法使用本论文的机构、组织和个人，本刊将采取一切必要法律行动来维护正当权益。

特此声明！

《信息技术与网络安全》编辑部
中国电子信息产业集团有限公司第六研究所