

doi: 10.11731/j.issn.1673-493x.2020.08.006

民用运输机场安检系统风险影响因素研究*

杜红兵, 赵一杰

(中国民航大学 飞行技术学院, 天津 300300)

摘要: 为提高民用运输机场安检系统风险管理水平, 提出机场安检系统风险辨识模型, 基于流程分析的方法确定机场安检的关键岗位, 对各关键岗位中的不安全事件运用假设故障类型分析得出各岗位的风险因素; 从人-机-环-管对风险因素进行归纳总结, 建立民用运输机场安检系统风险影响因素集。提出 DEMATEL-ISM 风险集成模型分析安检系统风险影响因素的相互关系及层次结构。结果表明: 通过模型的影响度计算得出, 社会局势对机场安检系统风险影响最大, 安检员的服务态度最易受其他因素的影响; 通过模型的多层递阶解释结构计算得出, 社会局势、安检作业环境、安检员薪酬制度和晋升制度是机场安检系统风险的根源影响因素。集成模型有效分析机场安检系统风险影响因素及其重要性和层次结构, 可为机场安检系统风险的有效管理提供依据。

关键词: 系统安全分析; 机场安检; 故障类型和影响分析; 决策实验和评价模型; 解释结构模型

中图分类号: X949 文献标志码: A 文章编号: 1673-493X(2020)-08-0037-07

Research on influencing factors for risk of security inspection system in civil transportation airport

DU Hongbing, ZHAO Yijie

(College of Flight Technology, Civil Aviation University of China, Tianjin 300300, China)

Abstract: In order to improve the risk management level of security inspection system in the civil transportation airport, a risk identification model of airport security inspection system was put forward. The key positions of airport security inspection were obtained on the basis of the procedure, and the risk factors of each position were obtained by using the hypothetical failure mode analysis on the unsafe events in each key position. The risk factors were summarized from the man-machine-environment-management, and a set of influencing factors for the risk of security inspection system in the civil transportation airport was established. A risk integration model combined DEMATEL and ISM was proposed to analyze the interrelationship and hierarchical structure of risk influencing factors of the security inspection system. The results showed that social situation had the greatest influence on the risk of airport security inspection system and service attitude of security inspectors was most easily affected by other factors through the calculations of DEMATEL, and social situation, working environment of security inspection, salary and promotion system of security inspectors were the root influencing factors for the risk of airport security inspection system through the analysis of ISM. The integration model could effectively analyze the risk influencing factors of airport security inspection system and their importance and hierarchical structure, which can provide basis for the effective management on the risk of airport security inspection system.

Key words: system safety analysis; airport security inspection; failure mode and effect analysis (FMEA); decision making trial and evaluation laboratory (DEMATEL); interpreted structural model (ISM)

收稿日期: 2020-04-28

* 基金项目: 民航安全能力项目(CA2015045, CA2016045)

作者简介: 杜红兵, 博士, 教授, 主要研究方向为民航安全管理、飞行品质监控与航空中的人为因素。

通信作者: 赵一杰, 硕士研究生, 主要研究方向为民航安全应急管理、航空中的人为因素。

0 引言

民用运输机场安检可防止不法分子对民用航空活动进行非法干扰,是维护飞行安全的最后 1 道防线^[1]。近年来,我国民用运输机场安检发生数起安全隐患事件,并产生较为严重的后果。2015 年 7 月 26 日,深圳航空 ZH9648 航班在下降过程中 1 名男子持刀纵火^[2]; 2018 年 2 月 25 日,南方航空 CZ3539 航班在登机过程中行李架中旅客携带的充电宝冒烟并出现明火^[3]。上述事件反映出机场安检仍存有较大安全隐患,因此找出导致机场安检不安全事件的风险因素并加以控制是民航运输安全的重点。

在机场安检风险研究中,Stef 等^[4]采用基于原动力的建模与仿真方法对机场安检风险进行模拟; Ergun 等^[5]采用层次分析法得出影响机场安检风险的主要因素为安检人力资源、安检设备、利益相关者、监管和投入成本; 赵振武等^[6]采用模糊网络分析法评估机场乘客安检系统的保障能力; Skorupski 等^[7]基于机场安检系统各组成部分的依赖性和影响模型,提出机场安检保障系统分析方法; Dimitris 等^[8]将安检服务质量作为研究目标,提出安全即服务的理念。在机场安检人员的评估研究中,程明等^[9]利用统计学对安检员的工作压力来源进行识别; 王燕青等^[10]基于生理学和心理学原理,并结合机场安检人员工作实际编写的机场安检人员疲劳自评量表和生理量表,对安检人员进行疲劳风险评估; Lanier 等^[11]开发机场安检员的 X 射线安检成像能力心理测验量表,目的是在招聘 X 射线安检机操作岗位员工时对其进行筛选; Kierzkowski^[12]用计算机仿真和模糊逻辑相结合的方法,分析机场安检安全性、安检员工作能力和安检服务水平的相互关系。综上所述,现有文献忽略了机场安检风险具有系统性以及风险间的相互关系和层次结构,这不利于机场安检的风险控制。

本文拟提出机场安检风险辨识模型,系统识别安检风险影响因素,运用决策实验评价(DEMATEL, Decision-making Trial and Evaluation Laboratory) 和解释结构模型(ISM, Interpretative Structural Model) 相结合的方法(DEMATEL - ISM) 研究机场安检风险影响因素间的相互作用及层次关系,以期对机场安检风险管理提供参考。

1 机场安检系统风险影响因素识别

1.1 机场安检风险因素辨识模型

本文基于物元理论对机场安全风险因素辨识进行建模,物元可表征为 $R = (N, C, V)$ 有序的三元组,其中 N 为事物; C 为特征的名称域; V 为 N 对 C 的量值值域。机场安检系统风险因素辨识模型的三元组如式(1)所示:

$$R_n = (n, C_z, V_{n_z}) = \begin{bmatrix} n & C_1 & V_{n_1} \\ & C_2 & V_{n_2} \\ & \dots & \dots \\ & C_z & V_{n_z} \end{bmatrix} = (V_{n_1}, V_{n_2}, \dots, V_{n_z}) \tag{1}$$

式中: n 为在机场安检关键环节集合 N 中的序数; R_n 为机场安检第 n 个关键环节的风险因素集; C 为机场安检第 n 个关键环节时的不安全事件域; V 为机场安检第 n 个关键环节时不安全事件 C 发生的风险因素值域; Z 为机场安检不安全事件集合 C 中的序数; C_z 为第 Z 个机场安检不安全事件; V_{n_z} 为机场安检第 n 个关键环节时不安全事件 C_z 发生的风险因素集。

考虑机场安检关键环节在发生不安全事件时的风险因素集 V_{n_z} 中必然有相同的风险因素,则式(1)可转化为式(2):

$$R_n = V_{n_1} \cup V_{n_2} \cup \dots \cup V_{n_z} \tag{2}$$

同理,考虑机场安检的所有关键环节 N ,则可求得机场安检系统的风险因素集 R_N ,如式(3)所示:

$$R_N = R_1 \cup R_2 \cup \dots \cup R_n \tag{3}$$

1.2 机场安检风险辨识模型中的三元组分析

用流程分析法可系统地找到机场安检时的关键环节。民用运输机场安检对象是乘客、行李和货物,其中乘客通过安检门和金属探测器被检,行李和货物通过 X 射线安检机扫描进行被检^[13]。乘客和行李的安检流程如图 1 所示。

依据流程分析的思想,要素或活动发生变动之后对流程的运作产生极大影响的点为流程的关键点。结合图 1 可知,机场安检流程的关键环节主要反映在机场安检的 6 个作业岗位,即 $N = \{ \text{验证岗 } N_1, \text{引导岗 } N_2, \text{人身检查岗 } N_3, \text{X 射线安检机岗 } N_4, \text{开箱包岗 } N_5, \text{爆炸物探测岗 } N_6 \}$ 。上述岗位及其职责见表 1。

故障类型和影响分析(FMEA, Failure Mode and Effect Analysis) 是工程系统识别产品失效模式和影响因素的常用方法^[14],其可对机场安检岗在假设发生各种安检不安全事件时可能的各种故障进行分析,即得到此类岗位的风险影响因素。经大量统计分析,机场安检不安全事件可归为 4 类,即 $C = \{ \text{错检 } C_1, \text{忘检 } C_2, \text{漏检 } C_3, \text{与乘客冲突 } C_4 \}$ 。

以人身检查岗 N_3 为例,参考《民航安全检查员国家职业标准》(劳社厅发[2005]6号)、《民用航空运输机场航空安全保卫规则》(交通运输部令 2016 年第 48 号)、《中国民用航空安全检查规则》(交通运输部令 2016 年第 76 号)等,对不安全事件 C_z 发生时在各 FMEA 条件下进行分析,可得到人身检查岗的所有风险因素 V_{3_z} ,具体见表 2。依据式(2)对表 2 的影响因素进行归并,可得到人身检查岗的风险因素集 $R_3 = \{ \text{技能水平不达标,敬业度不够,经验不足,机器故障,}\dots, \text{安检设备性能差,教育培训不够,工作量大,身心状况不佳} \}$ 。

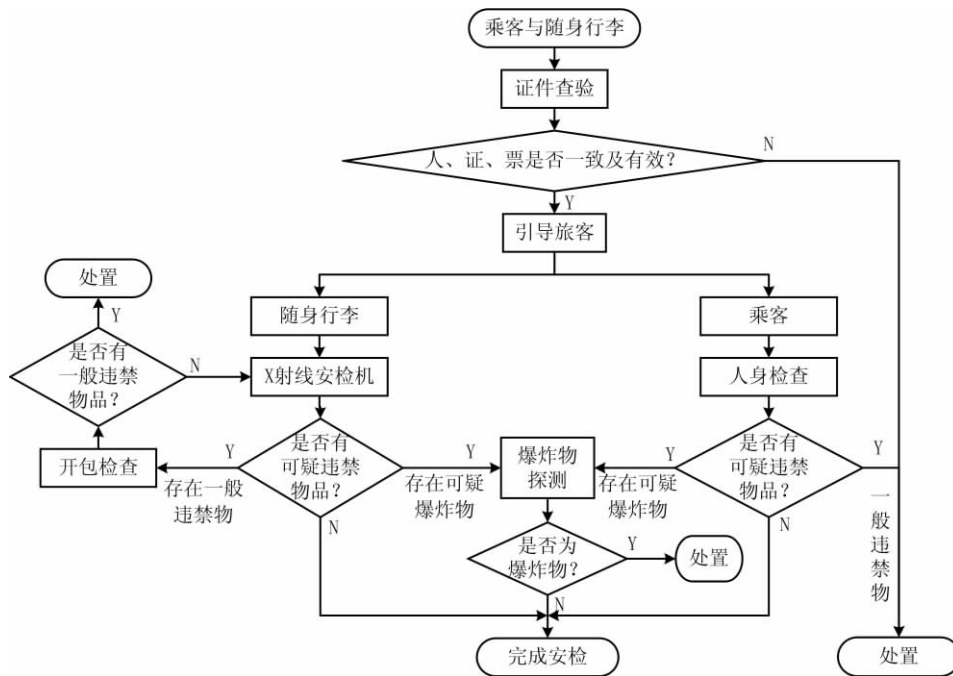


图1 机场乘客及行李安检流程

Fig. 1 Procedure of security inspection on passengers and baggage in airport

表1 机场安检岗及岗位职责

Table 1 Security inspection positions and responsibilities in airport

机场安检关键环节	岗位职责
验证岗 N_1	确认安检信息系统正常 检查人、证、票是否一致 检查证件是否有效 加盖安检验讫章
引导岗 N_2	查验登机牌 摆放衣物筐 协助乘客摆放随身行李 指引乘客
人身检查岗 N_3	检查安全门和手持金属探测器是否正常工作 观察安全门报警情况 对乘客进行人身检查 按照应急预案处置违禁物品
X射线安检机操作岗 N_4	确认X射线安检机正常工作 查看X射线安检机显示屏 检查行李物品 告知开包检查员箱包内情况
开箱(包)岗 N_5	检查执勤工具 疏导行李 打开箱包 查验箱包 按照应急预案处置违禁物品
爆炸物探测岗 N_6	开机校准 对可疑物体取样检测 按照应急预案处置违禁物品 报警通知公安机关

表2 人身检查岗假设故障类型时的风险因素

Table 2 Risk factors of personal inspection position with hypothetical failure modes

不安全事件	假设故障类型	风险因素
错检 C_1	未检查出金属探测器或安全门故障	技能水平不达标; 敬业度不够; 经验不足
	误认为乘客携带违禁物品	技能水平不达标; 机器故障
	手持金属探测器或安全门未检出违禁物品	机器故障; 安检设备性能差
忘检 C_2	检查流程错误导致检查不到位	教育培训不够
	忘记检查手持金属探测器、安全门是否有故障	敬业度不够; 监督检查不到位
漏检 C_3	未对乘客进行全身检查	技能水平不达标; 敬业度不够
	安检人员忘记处理违禁物品	敬业度不够; 工作量大; 身心状况不佳; 应急处置能力不够
	乘客未经过人员检查岗位或安全门	人流量大, 社会安全局势不佳; 工种协调差
漏检 C_3	未发现金属探测器或安全门报警	敬业度不够; 工作环境差
	未对可疑人员进行进一步检查	安全意识不足; 教育培训不够
	未对轮椅或儿童手推车进行检查	安全意识不足; 教育培训不够

表 2(续)

不安全事件	假设故障类型	风险因素
与乘客冲突 C ₄	物品识别有误,造成乘客不满	技能水平不达标;机器故障;经验不足
	安检时间过长,造成乘客不满	机器故障;沟通能力不足
	在识别过程中动作不规范,造成乘客误会	技能水平不足;身心状况不佳

由于机场安检作业岗位、人员主体、工作职责、工作程序不同,导致发生安检事件的原因相同;基于同一分析模式,可识别出其他 5 个岗位在假设故障条件下发生各不安全事件 C_Z 时的风险因素集:验证岗风险因素 R₁,引导岗风险因素 R₂,X 射线操作岗风险因素 R₄,开箱(包)岗风险因素 R₅,爆炸物探测岗风险因素 R₆^[15]。依据式(3)对风险因素进行归并,可得到机场安检系统的风险因素集 R_N。

1.3 机场安检系统风险影响因素集的建立

对 R_N 中的机场安检风险因素分析整理,根据安检员、安检设备、环境因素、组织机构及制度 4 个维度进行归类,最终得到民用运输机场安检系统在 人-机-环-管下的风险影响因素集,具体见表 3。

表 3 机场安检系统风险影响因素集

Table 3 Set of influencing factors for risk of airport security inspection system

安检风险分析维度	风险影响因素
安检员	技术水平 X ₁
	安全意识 X ₂
	身心素质 X ₃
	敬业度 X ₄
	工作时长 X ₅
	安检工作年限 X ₆
	服务态度 X ₇
安检设备	安检设备无损性 X ₈
	安检设备冗余量 X ₉
	安检设备的性能 X ₁₀
环境因素	班组氛围 X ₁₁
	工种协作 X ₁₂
	安检作业环境 X ₁₃
	社会局势 X ₁₄
	教育培训 X ₁₅
安检组织机构及制度	监督检查 X ₁₆
	绩效考核 X ₁₇
	应急处置 X ₁₈
	晋升制度 X ₁₉
	薪酬制度 X ₂₀

2 机场安检系统风险影响因素分析

民用运输机场安检系统各风险因素并非相互独立的,应从安全风险角度分析各因素之间的相互关系和层次结构。因此可采取 DEMATEL 确定风险影响因素间相互作用关系^[16],采用 ISM 分析系统内影响因素的层次结构^[17]。将此 2 种方法相结合,有利于集成分析风险影响因素之间的相互关系和层次结构,同时弥补 ISM 方法评分等级单调且极端的问题。

2.1 建立直接影响矩阵

采用专家打分法对表 3 中的 20 个风险影响因素进行相互影响程度判定,确定各因素间的影响程度 $x_{ij} = (0, 1, 2, 3; i, j = 0, 1, \dots, 20)$,其中 x_{ij} 为风险影响因素 X_i 对 X_j 的影响程度,包括无影响、弱影响、中等影响和强影响 4 个等级。据此可得到直接影响矩阵 X,见表 4。

2.2 DEMATEL 计算

对直接影响矩阵进行规范化处理,计算出正规化矩阵 D,如式(4)所示:

$$D = \frac{1}{\max_{i \in \{1, n\}} (\sum_{j=1}^n x_{ij})} X \quad (4)$$

式中: $\max_{i \in \{1, n\}} (\sum_{j=1}^n x_{ij})$ 为直接影响矩阵 X 中每一行求和的最大值。

将正规化矩阵 D 转化为综合影响矩阵 T,如式(5)所示:

$$T = D(I - D)^{-1} \quad (5)$$

式中: I 为单位矩阵。

为表征因素综合影响矩阵的相互关系,需要计算各因素的影响度 T_i、被影响度 T_j、中心度 e_i 和原因度 f_i,如式(6)~(9)所示:

$$T_i = \sum_{j=1}^n t_{ij} \quad (6)$$

$$T_j = \sum_{i=1}^n t_{ij} \quad (7)$$

$$e_i = T_i + T_j \quad (8)$$

$$f_i = T_i - T_j \quad (9)$$

式中: t_{ij} 为综合影响矩阵 T 中的元素; T_i 为影响度,表示因素 X_i 对其他因素的综合影响程度; T_j 为被影响度,表示因素 X_i 受其他因素的综合影响程度; e_i 为中心度, e_i 越大,表明该因素在体系中所起的作用越大; f_i 为原因度,当 f_i > 0,表明 T_i > T_j,属于原因因素,当原因度 f_i < 0,表明 T_i < T_j,属于结果因素。

2.3 建立多层递阶解释结构模型

在 DEMATEL 计算出风险因素相互作用关系的基础上,建立多层递阶 ISM 表征其之间的层级关系。以综

表4 机场安检系统风险影响因素直接影响矩阵 X

Table 4 Direct influencing matrix between influencing factors for risk of airport security inspection system

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{14}	X_{15}	X_{16}	X_{17}	X_{18}	X_{19}	X_{20}
X_1	0	2	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0
X_2	2	0	1	2	0	0	2	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
X_3	1	2	0	1	0	1	3	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	3	0	0
X_4	1	1	1	0	0	1	3	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
X_5	0	2	2	1	0	0	2	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	2	0	0
X_6	3	3	1	3	0	0	2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	3	0	0
X_7	0	0	1	2	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0
X_8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X_9	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X_{10}	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X_{11}	1	3	3	1	0	1	2	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3	0	0
X_{12}	0	2	2	1	0	0	2	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	3	0	0
X_{13}	2	2	3	2	0	3	3	3	1	3	3	3	0	0	0	0	0	2	0	0
X_{14}	2	3	2	0	3	1	3	2	1	2	3	2	0	0	3	3	0	1	0	0
X_{15}	3	3	1	1	0	0	3	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	3	0	0
X_{16}	2	3	0	1	0	0	2	3	1	3	1	1	1	0	3	0	0	3	0	0
X_{17}	3	1	0	3	0	1	3	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
X_{18}	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X_{19}	3	1	3	3	0	3	3	0	0	0	2	2	0	0	0	0	1	3	0	0
X_{20}	3	1	3	3	0	3	3	0	0	0	2	2	0	0	0	0	1	3	0	0

合影响矩阵 T 为基础,计算整体影响矩阵 H 和风险影响因素的可达矩阵 Z ,如式(10)~(11)所示:

$$H = T + I \tag{10}$$

$$Z = \begin{cases} z_{ij} = 1, & \text{if } h_{ij} \geq \varepsilon \\ z_{ij} = 0, & \text{if } h_{ij} < \varepsilon \end{cases} \quad (i, j = 1, 2, \dots, n) \tag{11}$$

式中: z_{ij} 为可达矩阵的元素; h_{ij} 为整体影响矩阵 H 的元素; ε 为多层递阶 ISM 节点数的阈值,节点数不宜过多或过少,经多次计算后最终确定 $\varepsilon = 0.09$ 。

通过计算机场安检风险影响因素 X_i 的可达集 U_i 和前因集 V_i 确定层级关系,其计算如式(12)所示:

$$\begin{aligned} U_i &= \{X_j \mid X_j \in X, z_{ji} = 1\} \\ V_i &= \{X_j \mid X_j \in X, z_{ij} = 1\} \end{aligned} \tag{12}$$

式中:可达集 U_i 为因素 X_i 影响其他因素 X_j 的集合;前因集 V_i 为因素 X_i 被其他因素影响 X_j 的集合。

确定可达集 U_i 与前因集 V_i 的共同集合,并与可达集 U_i 进行集合判断,如式(13)所示:

$$U_i = U_i \cap V_i \tag{13}$$

若满足式(13),表明 U_i 中对应的因素 X_i 均能在 V_i 中找到前因,称该因素为高层级的因素。然后在可达矩阵 D 中划除 i 行与 j 列,循环执行式(12)~(13),直到

所有因素均被划除。根据因素被划除先后的顺序,绘制机场安检风险影响因素间的层次递阶结构。

3 结果分析

3.1 DEMATEL 计算结果分析

DEMATEL 计算结果见表5。

由表5可知:

1) 社会局势 X_{14} 对机场安检系统风险影响度最大,安检作业环境 X_{13} 次之;服务态度 X_7 被影响度最大,应急处置 X_{18} 次之。

2) 中心度排名前5的依次是服务态度 X_7 、班组氛围 X_{11} 、安全意识 X_2 、身心素质 X_3 、工种协作 X_{12} ,表明其在安检系统风险中占有重要的作用。

3) 工作时长 X_5 、安检工作年限 X_6 、安检作业环境 X_{13} 、社会局势 X_{14} 、教育培训 X_{15} 、监督检查 X_{16} 、绩效考核 X_{17} 、晋升制度 X_{19} 、薪酬制度 X_{20} 此9个因素的 $f_i > 0$,属于原因因素。

4) 技术水平 X_1 、安全意识 X_2 、身心素质 X_3 、敬业度 X_4 、服务态度 X_7 、安检设备无损性 X_8 、安检设备冗余量 X_9 、安检设备性能 X_{10} 、班组氛围 X_{11} 、工种协作 X_{12} 、应急处置 X_{18} 此11个因素 $f_i < 0$,属于结果因素。

表 5 DEMATEL 计算结果
Table 5 Calculation results of DEMATEL

因素	影响度	被影响度	中心度	中心度排名	原因度	因果属性
X_1	0.562	1.232	1.794	8	-0.670	结果
X_2	0.577	1.624	2.201	3	-1.047	结果
X_3	0.820	1.332	2.152	4	-0.512	结果
X_4	0.602	1.351	1.953	6	-0.749	结果
X_5	0.747	0.100	0.847	17	0.647	原因
X_6	0.853	0.786	1.639	10	0.067	原因
X_7	0.385	1.933	2.318	1	-1.548	结果
X_8	0.150	0.782	0.932	16	-0.632	结果
X_9	0.224	0.535	0.759	20	-0.311	结果
X_{10}	0.099	0.701	0.800	19	-0.602	结果
X_{11}	0.879	1.340	2.219	2	-0.461	结果
X_{12}	0.749	1.285	2.034	5	-0.536	结果
X_{13}	1.521	0.114	1.635	11	1.407	原因
X_{14}	1.693	0.000	1.693	9	1.693	原因
X_{15}	0.872	0.213	1.085	15	0.659	原因
X_{16}	1.170	0.135	1.305	12	1.035	原因
X_{17}	0.762	0.066	0.828	18	0.696	原因
X_{18}	0.052	1.750	1.802	7	-1.698	结果
X_{19}	1.281	0.000	1.281	13	1.281	原因
X_{20}	1.281	0.000	1.281	14	1.281	原因

3.2 多层梯阶 ISM 计算结果分析

绘制的多层梯阶解释结构如图 2 所示。

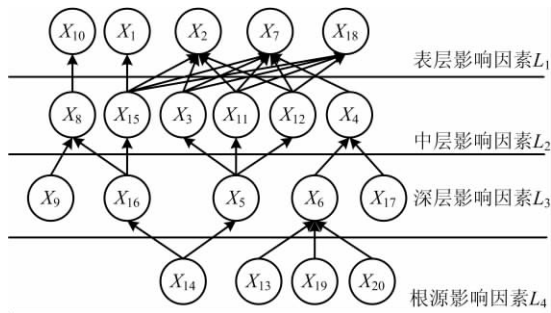


图 2 多层递阶解释结构

Fig. 2 Multi-level recursive interpreted structure

1) L_1 层为表层影响因素,包括员工个人和安检设备 2 个维度,其直接影响到机场安检系统风险。就员工个人而言,在安检客流高峰或社会局势较差时,安检员的技术水平差、安全意识淡薄、处置能力不强可能直接导致不安全事件的发生。因此,为保证员工的技能水平,国家依据安检员工从业年限和技术等级分为初级、中级、高级、主任安全检查员。在安检时,无论旅客还是

行李均依靠安检设备进行检测,安检设备的性能直接影响到机场安检系统风险。

2) L_2 和 L_3 层为过渡层,起承上启下的作用。其受根源影响因素的影响,又影响着表层影响因素。教育培训可促进员工的技术水平、安全意识、服务态度、应急处置能力的提升,但同时需要及时对培训进行监督检查,保证培训质量,避免流于形式;员工的工作时长对个人的生理与心理、班组氛围、工种协作有直接影响,建立科学的倒班制度,合理的安排员工休息是提升团队绩效的前提;绩效考核应公平公正,从而提高员工的敬业度。

3) L_4 层为根源影响因素,包括环境和组织 2 个维度,这表明安检作业环境、社会局势、晋升制度、薪酬制度对机场安检系统风险产生深度的影响。合理的晋升通道和薪酬制度是留住优秀员工的重要保证;虽社会局势对于机场安检属于不可控的一部分,但切实影响着机场各个环节;工作现场的噪音、光线、布局等也会对安检员的心理及生理造成影响,间接影响员工的技能水平、安全意识、服务态度等。

3.3 结果讨论

1) 社会局势对于机场安检是不可控的,因此需要机场加强与政府部门的合作,在社会不稳定因素增大时及时采取措施,降低对机场安检系统的影响。

2) 重视安检员、环境因素 2 个安检风险维度中的 5 个因素对机场系统风险的影响,其中安检员的服务态度,极易受其他因素影响。

3) 可通过采取一定的有效措施减少机场安检表层影响因素中的风险因素,如机场雇用持有高级安检等级证书的员工和使用先进可靠的安检设备;但不能忽视中层和深层影响因素对表层风险因素的影响,其中应注意教育培训、工作时长、监督检查、绩效考核等风险因素。

4) 机场为安检员建立完备的晋升通道、合适的薪酬体系和良好的作业环境,可以降低机场安检的系统风险。

4 结论

1) 提出机场安检系统风险辨识模型,用流程分析方法确定了机场 6 个安检关键岗位,通过对每一关键岗位在发生错检、忘检、漏检、与乘客冲突的不安全事件条件下进行假设故障影响分析确立所有风险因素;对风险因素进行归纳分析,建立安检员、安检设备、环境因素、安检组织机构及制度 4 个维度下的 20 个机场安检风险影响因素集。

2) 提出 DEMATEL-ISM 集成分析模型,通过计算得到社会局势对机场安检系统风险影响最大,安检员的服务态度极易受其他因素的影响,在 20 个机场风险影响

因素中确认出9个原因因素和11个结果因素;通过计算得出20个机场风险影响因素间的层次关系,以及各个风险影响因素所处的层级,确定安检作业环境、社会局势、薪酬制度和晋升制度是机场安检系统风险的根源影响因素。

3) 机场安检系统风险的管控,需要从表层、中层、深层、根源4个层级循序渐进实施风险控制,同时需要综合考虑风险影响因素之间的相互关系,这为机场安检系统的风险管理提供参考。

参考文献

- [1] 孙小康,董琬.行为安全管理在机场安检中的应用研究[J].民航管理,2019(1):35-38.
SUN Xiaokang, DONG Wan. Application study on behavior-based safety in airport security inspection [J]. Civil Aviation Management, 2019(1): 35-38.
- [2] 王勤勤.基于灰色层次分析的机场安检系统风险评价[J].中国民航大学学报,2019,37(4):31-35.
WANG Qinqin. Risk assessment of airport security check system based on grey analytic hierarchy process [J]. Journal of Civil Aviation University of China, 2019, 37(4): 31-35.
- [3] 高霖云.关于机场弃留充电宝的处置途径探索[J].空运商务,2019(5):39-40.
- [4] STEF J, ALEXEI S, RICHARD C. AbsRiM: an agent-based security risk management approach for airport operations [J]. Risk Analysis, 2019, 39(7): 1582-1596.
- [5] ERGUN N, BULBUL K G. An assessment of factors affecting airport security services: an AHP approach and case in Turkey [J]. Security Journal, 2019, 32(1): 20-44.
- [6] 赵振武,刘福鳌.基于模糊网络分析法的机场旅客安检系统保障能力评估[J].安全与环境学报,2015,15(2):20-24.
ZHAO Zhenwu, LIU Fuao. Evaluation method of the supporting functions of the airport passenger security inspection system based on the fuzzy analytic network process [J]. Journal of Safety and Environment, 2015, 15(2): 20-24.
- [7] SKORUPSKI J, UCHROSKI P. Model for the evaluation of the airport security system [J]. Journal of Silesian University of Technology, 2014, 83(6): 251-260.
- [8] DIMITRIS M K, OLGA E S, ANDREAS Z. FlySec: a risk-based airport security management system based on security as a service concept [C]// Signal Processing, Sensor/information Fusion, & Target Recognition XXV. San Diego: SPIE, 2016: 1-7.
- [9] 程明,梁文娟.机场安检人员工作压力源及影响因素研究[J].中国安全生产科学技术,2011,7(1):63-67.
CHENG Ming, LIANG Wenjuan. Research on work-related stressors and influential factors of airport security personnel [J]. Journal of Safety Science and Technology, 2011, 7(1): 63-67.
- [10] 王燕青,刘媛媛,徐晶.基于生理-心理的机场安检人员疲劳风险评估[J].综合运输,2016,38(7):49-55.
WANG Yanqing, LIU Yuanyuan, XU Jing. Fatigue risk assessment of airport security personnel based on the physiological and psychological analysis [J]. China Transportation Review, 2016, 38(7): 49-55.
- [11] LANIER R C, DUFF S, FLINT J. Aptitude testing for selection, specialization, and training, of airport security X-ray imaging operators (X-APT) [C]//The 7th International Symposium on Resilient Control Systems (ISRCs). Denver: CO, 2014: 1-6.
- [12] KIERZKOWSKI A. Concept of multi-criteria evaluation of the airport security control process [J]. Advances in Intelligent Systems and Computing, 2018, 6(6): 196-204.
- [13] 顾正钟.民航安检概论[M].北京:中国民航出版社,2017.
- [14] 葛运朋,张敏.基于FMEA法的复杂系统风险因素识别研究[J].价值工程,2018,37(11):21-23.
GE Yunpeng, ZHANG Min. A method of distinguishing the risk factors of complex system based on FMEA [J]. Value Engineering, 2018, 37(11): 21-23.
- [15] 崔晓喆.基于流程分析的机场安检风险管理研究[D].天津:中国民航大学,2018.
- [16] 孙永河,韩玮,段万春.复杂系统DEMATEL算法研究进展评述[J].控制与决策,2017,32(3):385-392.
SUN Yonghe, HAN Wei, DUAN Wanchun. Review of research progress on dematel algorithm for complex systems [J]. Control and Decision, 2017, 32(3): 385-392.
- [17] 贾俊秀.系统工程学[M].西安:西安电子科技大学出版社,2014.

(责任编辑:袁文静)