

申霞, 张路. 大型商场火灾中人的脆弱性研究[J]. 灾害学, 2017, 32(4): 173–178. [SHEN Xia and ZHANG Lu. Research on Vulnerability of Personnel in Fire Accident in Shopping Mall[J]. Journal of Catastrophology, 2017, 32(4): 173–178. doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2017.04.029.]

大型商场火灾中人的脆弱性研究^{*}

申霞^{1,2}, 张路²

(1. 河南理工大学 安全与应急管理研究中心, 河南 焦作 454000; 2. 河南理工大学 应急管理学院, 河南 焦作 454000)

摘要: 火灾的发生严重威胁人的生命健康, 并对社会和国家造成巨大的损失。在大型商场火灾事故中, 人能否做出正确的行为反应, 对于火场安全逃生具有重要影响。通过文献研究, 选择人一环境耦合系统脆弱性框架(AHV)对火灾中人的行为过程进行分析, 得出人的脆弱性形成机理, 并以此分析了脆弱性的构成要素——暴露度、敏感性和应对能力, 最后确定了脆弱性的影响因素包括人自身影响因素和环境影响因素。

关键词: 大型商场; 火灾事故; 脆弱性; 应对能力

中图分类号: X923; X4; X5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-811X(2017)04-0173-06

doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2017.04.029

近年来, 我国的火灾形势十分严峻, 火灾发生次数和造成的人员伤亡与财产损失始终居高不下。据统计, 2016 年全国共接报火灾 31.2 万起, 亡 1 582 人, 伤 1 065 人, 直接财产损失 37.2 亿元^[1]。其中, 人员密集场所的伤亡人数和经济损失都占有较大比重。在各类人员密集场所中, 大型商场具有典型的代表性。大型商场人员密集、建筑结构复杂、可燃易燃物品较多、电气线路复杂, 存在较高的火灾风险, 一旦发生事故, 极易造成群死群伤。2000 年, 河南省洛阳市东都商厦发生火灾, 造成 309 人死亡, 直接经济损失 275 万元。2004 年, 吉林中百商厦发生火灾, 造成 53 人死亡, 直接经济损失 426 万元。2012 年, 天津莱德商厦发生火灾, 造成 10 人死亡, 直接经济损失 4 926 万元。大量商场火灾案例表明, 当火灾发生时, 人们通常难以在短时间内迅速做出正确的决策和行为。因此, 研究火灾环境下人的行为及其产生原因与作用方式, 对于减少火灾造成的生命损失、维护社会和谐稳定具有重要的意义。

对于火灾中人的行为研究主要分为两个部分, 一是通过收集整理大量典型火灾案例开展调查分析, 从微观层面解释火灾中人行为的产生原因, 提出影响火灾中人行为的众多影响因素。张培红认为, 认知能力、决策能力、疏散行动能力和对火灾的忍耐力是影响人员行为的主要因素^[2]。肖

国清讨论了组织行为(如回避行为、亲属行为、义务行为、角色行为)对个体行动的影响^[3]。阎卫东发现, 个体的社会化程度不同导致产生的恐惧心理与重返心理强弱也不同, 进而影响其在火灾中的行为决策^[4]。二是通过建立各种数理模型, 模拟个体在人群中的行动方式与人群的整体动向。Helbing 提出从个体微观角度建模的“社会力”微观连续模型, 集计个体行为从而得到人群的行为动向^[5-6]。陈涛等引入了相对速度对社会力模型进行修正, 解决了人与人或人与物接触时速度的振荡问题^[7]。汪秉宏首次将铲雪博弈研究引入格子气模型, 设定了遵守秩序的“合作者”与不遵守秩序的“背叛者”两类人, 通过模拟发现过于冷静镇定或过于惊慌失措都不利于人群的整体逃生^[8]。然而, 学者们提出的行为影响因素过于繁杂, 缺乏系统上的整体性, 而各种数理解释模型大多偏重追求客观的真实性, 对于影响因素如何产生作用的研究不足, 因此, 迫切需要引入新的理论框架, 对各种影响因素及其作用方式进行整合与解释。本文在分析火灾中人行为特点的基础上, 结合人在火灾中易受损害的特性, 提出火灾中人的脆弱性的概念, 借助脆弱性框架分析火灾中人的行为过程、影响因素及脆弱性形成机理, 以求系统上降低人在火灾中受到的伤害, 保护人的生命安全。

* 收稿日期: 2017-04-05 修回日期: 2017-06-07

基金项目: 河南省哲学社会科学规划项目(2015BZZ005); 河南省产学研合作项目基金(132107000029)

第一作者简介: 申霞(1972-), 女, 汉族, 河南省濮阳人, 副教授, 博士, 主要从事安全管理、安全文化及应急管理方向的研究。

E-mail: shenxia0627@126.com

1 火灾中人的脆弱性概念内涵

1.1 火灾中人的脆弱性概念来源

人的脆弱性是社会脆弱性概念的子集,社会脆弱性概念来源于自然灾害领域。Carter 提出,人口、建筑物、财产或敏感环境等都是灾害形成过程中的承灾体,灾害即是致灾因子对具有脆弱性的承灾体进行打击的结果^[9]。Blaikie 进一步指出,致灾因子只是灾害形成的必要条件,承灾体脆弱性才是灾害形成的真正根源^[10]。周利敏提出,社会脆弱性存在三个主要讨论面向:①脆弱性是灾前既存的条件;②脆弱性是灾害调适与应对能力;③脆弱性是特定地点的灾害程度^[11]。综合学者们的论述可以看出,社会脆弱性指作为灾害承灾体的社会系统的脆弱性,它存在于灾害周期的全过程中,既包括灾前既定的潜在因素,也包括灾中特定群体受到的伤害程度,还包括灾后的应对与恢复能力。社会系统包括若干子系统,因此在社会系统整体存在脆弱性的同时,其子系统也各自存在不同的脆弱性。从灾害的形成机制(图1),灾害承灾体包括人类本身、物质财产、资源等,其中最重要的承灾体就是人类本身。人的脆弱性不仅表现为人在灾害中受到伤害的程度,也同样为人的应对与恢复能力所反映。此外,由于灾害是人类建构和适应的结果,人类也能够主动地降低脆弱性,甚至改变孕灾环境和致灾因子以减轻灾情。因此,大型商场火灾事故中人的脆弱性指在大型商场火灾中,火场人员易于受到火灾伤害的程度及其应对与逃生的能力。研究灾害中人的脆弱性,减少人可能受到灾害伤害的程度,提高人主动适应和应对灾害的能力,对于降低人的脆弱性、减轻火灾灾情具有重要意义。

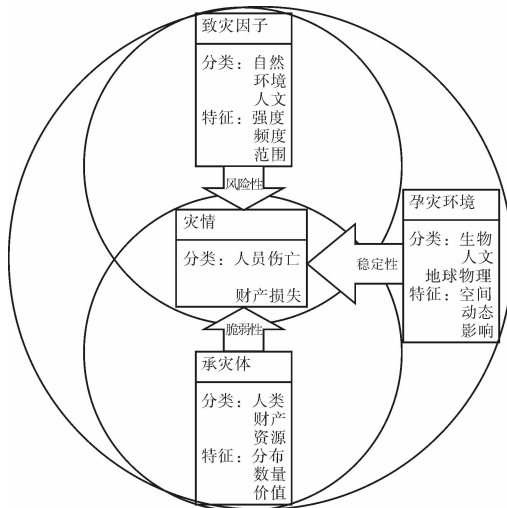


图1 灾害形成机制

1.2 火灾中人的脆弱性分析框架

Turner 等提出灾害情境下人—环境耦合系统的脆弱性分析框架^[12](图2)。该框架强调,灾害作用于系统的程度取决于系统在压力(扰动)作用下的内外部条件,即人文条件和环境条件。这些条件是系统本身固有的,在灾害作用下表现为脆弱性。系统内部的人文条件与环境条件不仅决定系统的敏感性和各个层次上的暴露度,而且影响系统对灾害的应对机制。火灾的致灾过程也可看作是人与火场环境相互作用的过程,该系统在火灾扰动下产生的结果即火灾中人的脆弱性。

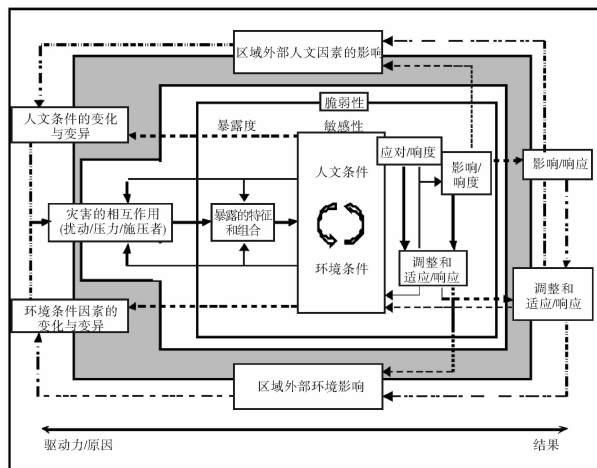


图2 AHV 分析框架

火灾中人的行为过程包括对环境信息的获取、感知、确认、解释、评判、输出^[13](图3),总体上可概括为感知信息、认知信息、输出行动三个主要过程。感知信息是人通过感官感受外界环境刺激的过程,认知信息主要指人对感受到的信息进行解释、评价和决策的过程,输出行动指人按照做出的决策进行动作和运动的过程。根据勒温提出的人的行为公式 $B = f(P \cdot E)$,人的行为是人的目的与环境的函数,是人自身与环境共同作用的结果。人在火灾中的行为也是人与火场环境相互作用的结果。在火灾发生之初,火灾信号主要表现为明火、烟气、燃烧声、刺鼻气味、热气、火灾警铃、广播警报等。出于基本的安全需要,商场中的人员感知到这些刺激信号以后,会根据自身所处环境确认是否发生火灾,确认火灾后,评价火灾的严重程度与自身的安全状态,做出应该如何行动的决策并采取行动。在行动的过程中,人还会根据行为的结果与现场环境的变化判断是否能够顺利逃生,并以此为根据对行动进行反馈和修正。

在该过程中,由于人处于应急状态,受自身与环境因素的双重影响,常处于混乱或机会型的认知模式^[14],出现感知失误或决策失误,做出错

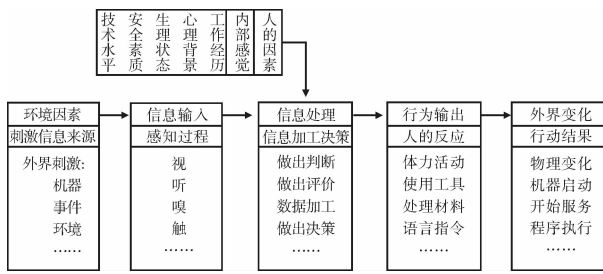


图3 人的行为原理

误的逃生决策,将自己置入危险的环境中,轻则延误逃生疏散机会,重则造成伤亡。因此,大型商场火灾事故中人的脆弱性既是在与火灾环境相互作用时,受自身因素与环境因素的双重影响产生感知失误、认知决策失误、行为失误使其难以承受火灾损害的条件形成的,又是人群特性与火灾属性交互作用造成的结果。火灾中人群的特征和属性反映为脆弱性中的暴露度,人在与火灾环境作用中的认知决策过程反映为脆弱性中的敏感性,火灾中人的应对行为反映为脆弱性中的应对能力,脆弱性的形成机理如图4所示。

2 火灾中人的脆弱性构成要素

2.1 暴露度

大型商场火灾中人的暴露度指大型商场中的人员作为火灾承灾体暴露于火灾中的程度。暴露度主要衡量商场人员受到火灾威胁的几率,暴露度越高,人受到火灾威胁的几率就越大,脆弱性也相应提高,暴露度与脆弱性是同向递增、递减的关系。暴露度主要考察人群的属性,包括人群类型、人群数量和人群分布。

大型商场内的人群类型按照目的可分为顾客

和工作人员两种。在商场营业期间,顾客是大型商场内人员最主要的组成部分,数量多,流动性大。商场内工作人员为管理大型商场及其商业活动服务,可细分为保安人员、销售人员、清洁人员、管理人员等。

大型商场内的人群数量可用人群密度和人群流量来描述。人群密度指某一时间内单位面积的人员数量,在相同面积下,人群密度越大,人员数量越多,疏散越困难,暴露度也就越高。人群流量指单位时间内通过某一通道截面(如出入口、电梯口等)的人员数量。人群流量与人群行走速度、人群密度和通道宽度有关,既有文献指出,它们的关系可以表示为:流量=密度×速度×通道宽度^[15]。

大型商场内的人群分布具有时间上的动态性和空间上的不均匀性,人群的类型和数量都随时间和空间的不同而呈现出较大波动。通常情况下,下午和傍晚商场内顾客较多,上午和夜晚顾客较少;周末和节假日顾客较多,工作日顾客较少。商场内不同区域人员类型和数量不同,受到火灾威胁的几率也不同。

2.2 敏感性

大型商场火灾中人的敏感性是指大型商场中的人员作为火灾承灾体易于受到火灾伤害的程度。敏感性越高,人越容易受到火灾的伤害,脆弱性也相应提高,敏感性与脆弱性也是同向递增、递减的关系。大量研究^[16-17]表明,发生火灾后并非所有的人都会立刻进行疏散,人需要一定的心理反应时间对得到的火灾警报进行处理。只有当可供使用的安全疏散时间小于疏散反应时间与疏散行动时间之和时,人才能够安全地从火场逃生。敏感性主要考察感知的敏感性和决策的敏感性。

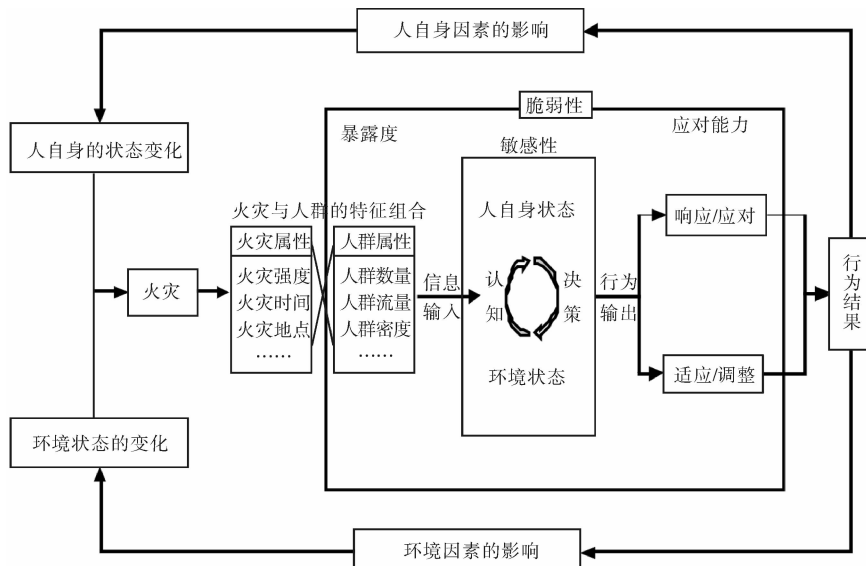


图4 火灾事故中人的脆弱性形成机理

感知的敏感性是指人能否迅速感知火灾信息。感知包括感觉和知觉两个步骤,人通过感觉获得对事物具体的信息,再通过知觉对信息进行解释,进而获得对事物整体的认识。当大型商场发生火灾时,人首先通过感受周围事物的刺激收集信息,抽取刺激的特征,然后寻找记忆中存储的匹配模式,以解释识别感官信息。火灾发生时,火灾现场产生的火光、烟、高温等能够对感官产生强烈的刺激,与“火灾”的特征进行准确匹配。然而,当人感受到不熟悉的刺激时,便难以将其与“火灾”联系起来。例如,没有位于火灾现场的人员看到附近有人群突然跑动、听到警铃或其它不熟悉的噪音时,这些刺激与视觉范围内没有火光、浓烟的感觉相冲突,这时人很难将其与“火灾”的特征进行匹配,可能转而匹配其它的特征,造成错误的匹配,导致不能立即辨认火灾,从而造成反应的滞后。

决策的敏感性是指人能否迅速做出合理的决策。认知是决策的基础,Cohen 和 Freeman 提出人在不确定性和紧迫性条件下的综合认知决策框架^[18]。根据该框架,当火灾发生后,逃生疏散时间十分紧迫,火场环境复杂且充满不确定性,即使是具有火灾经历的人,也很难准确预测火势的大小和蔓延的方向,在此情形下做出的环境认知是不全面的,难以准确反映周围的实际环境状况与变化趋势。如果时间紧迫导致没有时间进行快速判断,那么此时做出行动计划方案的合理性会极度下降。假如存在可用时间进行快速判断,对于没有火灾经历和相关经验的人来说,由于火灾环境相对于平时环境十分特殊,清楚行动错误的代价也非常困难,反复进行行动的试错和纠正同样需要消耗大量的处理时间。复杂的火灾环境与缺乏充足的经验认知将会大大延长人在面临火灾时的认知决策过程,增加人的反应时间,并使得做出的行动决策难以保证合理性和有效性。

2.3 应对能力

大型商场火灾中人的应对能力是指人在火灾中能够做出合理行为、采取正确措施以规避火灾伤害的能力。应对能力越强,人就越能够有力地抵抗火灾的威胁,帮助自身及他人成功逃生,脆弱性也就随之降低,应对能力与脆弱性是反向增减的关系。通过对人在火灾中的行为进行调查研究发现,火灾发生初期,人的行为主要有以下几种:没有回应或不采取行动;主动调查火情(包括向他人求证和电话询问等);通知他人火情(包括大声呼喊、电话通知和报警等);尝试灭火;逃生疏散^[19]。其中前三种行为的本质都是在向自身或他人进行信息的沟通。商场火灾的发生常由零星

的火花引起,在火灾初期,周围人群首先会采取尝试救火的行为,但如果救火行为不当或难以控制火势,就会放弃灭火,转而规避火灾伤害和进行逃生。因此火灾事故中人的应对能力可以概括为三种能力,即信息沟通能力、火灾规避能力和逃生疏散能力。

信息沟通能力指人能够与他人迅速、准确地沟通火灾信息及周围环境信息的能力。沟通火灾信息的意义在于,一是出于生理本能,提醒尽可能多的人即将到来的威胁,寻求帮助共同应对火灾或采取下一步的逃生行动,二是尽快将火灾信息告知商场管理人员以及消防队伍,寻求组织疏散或消防支援。

火灾规避能力包括人正确、熟练使用消防器材设备控制火势的能力和采取正确措施规避火灾产物伤害的能力。商场内部不同类型的灭火器使用范围有所不同,控制不同燃烧产物的火灾必须使用对应种类的灭火器,否则可能适得其反。火灾燃烧产物中的热、毒性气体、浓烟、缺氧是导致人员伤亡的主要因素^[20],如果不能采取正确措施应对燃烧产生的热及浓烟,则可能造成人员虚脱,思维活动减慢,意识活动下降,甚至窒息及死亡。

逃生疏散能力指选择正确疏散路径逃离火场及建筑物,转移至安全场所的能力。商场建筑疏散路径主要包括安全出口、疏散楼梯与疏散通道等,熟悉疏散路径及其位置对于迅速逃生十分重要,尤其当火灾产生浓烟或停电等情况下,能见度大大降低,妨碍寻找疏散路线及标志,如果盲目行走可能造成危险。

3 火灾中人的脆弱性影响因素

3.1 人自身影响因素

人自身影响因素可分为人的生理属性与社会属性,人的生理属性包括年龄、性别、性格等。人的感觉灵敏度、认知决策、身体状况和行动能力都随生理年龄的增长不断变化。针对 1993 - 2004 年全国群死群伤特大火灾伤亡人员的统计表明,0 ~ 14 岁儿童和 60 岁以上老年人在发生火灾后死亡比例较高,约占 20%^[21]。面对危险的情境,多数男性倾向于问题取向,相对主动、灵活,而多数女性倾向于情绪取向,表现为服从、依附等行为。针对阿肯萨斯飓风的实证研究显示,在被访者中有 52% 的女性产生了高度的焦虑情绪,而男性为 28%;有 26% 的男性表现为冷静、自制,而女性为 12%^[22]。个体的性格差异也是造成个体心理与行为差异的重要因素之一。性格不同,对

灾害危机的态度、敏感程度和承受能力也不同。情绪型人员比理智型人员所用疏散时间长,冲动急躁型性格的人在应对危机时容易产生过度防御行为^[23]。

社会属性包括社会心理、过往经验、文化程度、演练培训等。当人处于社会中时,总是在与周围的人进行不停地交流互动,在此交互过程中,人的心理和行为会受到其他人的影响。火灾发生后,现场的人员心理行为会相互感染,产生回避心理、从众心理、重返心理等,并在这些心理的影响下产生非理性行为^[24-25]。此外,社会角色也经常影响人在组织中的行为,某些案例表明商场工作人员、军人、医生等在火灾中仍然会保持自己的角色,自发地组织顾客疏散、进行灭火或救护等。经验在人的决策中具有重要作用。人关于火灾的经验主要来源于两部分,一是直接经历火灾场景产生的经验,二是通过其它方式(如听说、学习等)间接保留的经验。个人的灾难经历会加剧人的敏感倾向,加重心理刺激,提高活动水平,但如果没有科学知识的指导,这种过度的相似刺激可能导致冲动和鲁莽行为。文化程度较高的人通常掌握相对较多的知识和能力,火灾与逃生知识和能力一般包括火场逃生原则和方法、急救知识和技能、消防设备和防护装备的使用等。掌握丰富的火灾与逃生知识,有助于减轻人在火灾中的心理压力,使其采取正确的措施减轻火灾的伤害。如果相关知识比较匮乏,会加剧心理的紧张程度,使人极度惊慌、手足无措。多项研究显示,灾害演练和培训对减轻灾害损失起到了非常重要的作用。首先,演练培训为人提供了一种熟悉的环境,能够减轻对陌生环境的紧张感和恐惧感,减轻心理压力。其次,通过演练培训,能够将这种环境转化为经验积累,为将来的认知决策提供依据。最后,演练培训提供了有关火灾的知识和常用的逃生技能,能够使人以熟悉的行为方式应对危险。

3.2 环境影响因素

环境影响因素可分为火灾特征与建筑环境,其中,火灾特征包括高温伤害、毒害气体、烟气层等。火灾高温伤害能够烧伤皮肤,引起呼吸道灼伤,还会分散人的注意力,降低动作的正确性,削弱协调能力。火灾燃烧伴随着排放大量的有毒有害气体,有毒有害气体的成分因火灾规模和燃烧材料而各有不同。有毒有害气体会引起强烈头痛、缺氧、呕吐,造成神志不清、视觉障碍、窒息等症状,严重威胁人的生命健康。火灾燃烧会产生大量固体颗粒,形成带有热量的烟气。随着火灾发展,烟气逐渐聚集形成烟气层。烟气层不

仅辐射传播大量的热,携带多种有毒有害气体,而且能够吸收散射光,刺激眼睛,使商场能见度降低,不利于寻找疏散标志和疏散通道。

建筑环境包括建筑结构、消防系统、疏散系统。大型商场建筑空间布局一般比较复杂,建筑的结构形式、墙体材料、结构构件、装饰装修材料的燃烧性质、室内火灾载荷等都影响建筑的防火能力^[26]。此外,商场内可燃易燃物品的数量、位置和燃烧特性,以及货架的高度、宽度对视线的影响等,都是影响脆弱性的重要因素。商场消防系统包括火灾探测系统、火灾报警系统、自动灭火系统、广播通讯系统、消防器材等,是火灾人群疏散的重要设施,对火灾逃生时间和效率的提升具有重要作用。商场疏散系统包括疏散指示灯、应急照明灯、疏散楼梯、安全出口等。

4 结论与展望

(1)结合火灾中人的行为过程,提出大型商场火灾事故中人的脆弱性由暴露度、敏感性和应对能力构成,其中,暴露度衡量了商场人员受到火灾威胁的几率,敏感性衡量了人员易于受到伤害的程度,敏感性包括感知的敏感性和决策的敏感性,应对能力衡量了人员正确规避火灾伤害的行为能力。

(2)结合行为心理学原理与 AHV 分析框架,提出大型商场火灾事故中人的脆弱性形成机理。人在火灾中的行为是人自身与环境相互作用的结果,这一相互作用过程包括人从外部环境感知信息、对信息进行认知处理后做出决策采取行动改变自身所处环境、从外部环境获得反馈修正自己的决策和行动。人处于火灾应急状态时,受自身因素和外部环境影响,产生感知失调、认知决策失误或缺乏应对能力,导致其不能完全应对火灾环境的干扰,受到火灾损害,最终形成人的脆弱性。

(3)从内部构成与外部环境两个方面分析了火灾事故中人的脆弱性影响因素,内部影响因素包括人的生理属性和社会属性,外部影响因素包括火灾特征和建筑环境。人的生理属性包括年龄、性别、性格,社会属性包括社会心理、过往经验、文化程度、演练培训;火灾特征包括高温伤害、毒害气体、烟气层,建筑环境包括建筑结构、消防系统、疏散系统。

(4)由于各方面的限制,研究还存在一些不足,需要在今后继续加以完善。人的认知决策过程十分复杂,受情感、组织等多种因素的综合影响,本文仅列举了一些已有可靠结论的因素,其

它因素的影响机制尚不明确,今后需要采取多种方法进行深入研究。此外,目前火灾疏散模拟软件的应用已较为成熟,如何通过模拟火灾疏散场景研究不同影响因素对脆弱性的作用,需要进一步深入研究。

参考文献:

- [1] 国家应急广播. 2016 年全国火灾事故统计 住宅火灾伤亡多 [EB/OL]. (2017-01-24) [2017-01-24]. <http://www.cneb.gov.cn/2017/01/24/ART11485259836196287.shtml>.
- [2] 张培红, 陈宝智. 火灾时人员疏散的行为规律[J]. 东北大学学报(自然科学版), 2001, 22(1): 54-56.
- [3] 肖国清, 陈宝智, 王浩. 建筑物火灾中人的行为的研究[J]. 人类工效学, 2002, 8(1): 46-50.
- [4] 阎卫东, 梁清山, 陈宝智. 火灾情况下疏散心理和行为在不同层次起点学生中的差别研究[J]. 中国安全科学学报, 2006, 16(3): 8-11.
- [5] Helbing D. A mathematical model for the behavior of pedestrians [J]. Behavioral Science, 1991, (36): 298-310.
- [6] Helbing D, Molnar P. Social force model for pedestrian dynamics [J]. Physical Review E, 1995, 51(5): 4282-4286.
- [7] 陈涛, 应振根, 申世飞, 等. 相对速度影响下社会力模型的疏散模拟与分析[J]. 自然科学进展, 2006, 16(12): 1606-1612.
- [8] SHI Dongmei. WANG Binghong. Evacuation of pedestrians from a single room by using snowdrift game theories[J]. Physical Review E, 2013, 87(2): 1550-2376.
- [9] Kenneth Hewitt. Regions of Risk[M]. Longman Singapore Publisher, Singapore, 1997.
- [10] Cannon Blaikie, Davis I P T, Wisner B. At Risk: Natural Hazards, People's Vulnerability, and Disasters[M]. London, Routledge, 1994: 141-156.
- [11] 周利敏. 社会脆弱性: 灾害社会学研究的新范式[J]. 南京师范大学学报(社会科学版), 2012(4): 20-28.
- [12] Eakin H, Luers A L. Assessing the vulnerability of social - environmental systems[J]. Annual Review of Environment and Resources, 2006 (31): 365-394.
- [13] 肖国清, 温丽敏, 陈宝智, 等. 建筑物火灾中人行行为的可靠性模型[J]. 东北大学学报(自然科学版), 2002, 23(8): 761-764.
- [14] 肖国清, 陈宝智, 石社文. 建筑物火灾疏散中人的失误研究[J]. 中国安全科学学报, 2003, 13(9): 44-48.
- [15] 成琳娜. 基于 Pathfinder 的地铁站火灾应急疏散仿真研究[D]. 兰州: 兰州交通大学, 2014.
- [16] 张培红, 陈宝智, 卢兆明. 人员应急疏散行动开始前的决策行为[J]. 东北大学学报(自然科学版), 2005, 26(2): 179-182.
- [17] 张树平. 建筑火灾中人的行为反应研究[D]. 西安: 西安建筑科技大学, 2004.
- [18] Cohen M S, Freeman J. T, Wolf S. Metarecognition in time stressed decision making: Recognizing, critiquing, and correcting [J]. Human Factors, 1996, (38): 206-219.
- [19] 何彩红. 火灾时地下商场人员紧急疏散的研究[D]. 西安: 西安建筑科技大学, 2007.
- [20] 杨立兵. 建筑火灾人员疏散行为及优化研究[D]. 长沙: 中南大学, 2012.
- [21] 马锐. 我国群死群伤特大火灾研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2005.
- [22] 陈兴民. 个体面对灾害行为反应的心理基础及教育对策[D]. 重庆: 西南师范大学, 2000.
- [23] 闫卫东. 建筑物火灾时人员行为规律及疏散时间的研究[D]. 沈阳: 东北大学, 2006.
- [24] 林広明, 室崎益輝, 西垣太郎. 避難経路の想起に影響を与える空間的特徴に関する研究[C]//日本建築学会計画系論文集, 1995: 1-7.
- [25] 久保田勝明, 室崎益輝. ストレスを加えた防災訓練時の生理的指標と心理的指標の関係[C]//日本建築学会計画系論文集, 2000: 1-5.
- [26] 黄莺. 公共建筑火灾风险评估及安全管理方法研究[D]. 西安: 西安建筑科技大学, 2009.

Research on Vulnerability of Personnel in Fire Accident in Shopping Mall

SHEN Xia^{1,2} and ZHANG Lu²

(1. Henan Polytechnic University, Safety and Emergency Management Research Center, Jiaozuo 454000, China;

2. Henan Polytechnic University, Emergency Management School, Jiaozuo 454000, China)

Abstract: The occurrence of fire accident threatens personal safety and life health, and causes huge loss for both society and country. In fire accident in shopping mall, it has great influence for safety evacuation on whether personnel can make right behaviors and reactions. The behavior process of personnel in fire was analyzed based on the vulnerability framework of AHV. As a result, the mechanism of vulnerability of personnel was acquired. Based on this, three component issues of vulnerability, exposure, sensitivity and coping capacity, were determined and finally the influencing factors of vulnerability were analyzed.

Key words: shopping mall; fire accident; vulnerability; coping capacity