

RENQUN YINGJI SHUSAN

人群应急疏散

田玉敏 张 伟 马宏伟 贺小宇 编著



化学工业出版社

RENQUN YINGJI SHUSAN

人群应急疏散

田玉敏 张 伟 马宏伟 贺小宇 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

本书对人群疏散行为、模拟计算方法及综合应用进行了较为系统的研究；对疏散时间的传统工程计算方法进行了完善和补充；为典型人群聚集场所的疏散设计提供了“性能化”评估方法。本书的研究成果为优化疏散设施的设计提供了新理念，同时还为人群管理及安全疏散应急管理对策的制定提供了新的理论依据。

本书不仅可以作为安全工程及相关专业本科和研究生的教材，还可以作为建筑工程师、安全工程师、消防工程师的参考书，尤其对从事应急管理的专职人员具有很好的指导作用。

图书在版编目(CIP)数据

人群应急疏散/田玉敏, 张伟, 马宏伟, 贺小宇编著.
北京: 化学工业出版社, 2014.11

ISBN 978-7-122-21923-7

I. ①人… II. ①田… ②张… ③马… ④贺…

III. ①安全疏散 IV. ①X956

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 225599 号

责任编辑: 高 震 杜进祥

责任校对: 宋 玮

装帧设计: 孙远博

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市宇新装订厂

710mm×1000mm 1/16 印张 16 字数 350 千字 2014 年 9 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 58.00 元

版权所有 违者必究

前言

近年来,国内外发生的一系列灾难性事件表明,城市公共场所,尤其是人群聚集场所,其风险类型多、风险隐患大。事故一旦发生,如果不能确保人员安全疏散,后果往往更加严重。引发人群疏散的风险类型有火灾、毒气泄漏、爆炸、恐怖袭击、人群过度拥挤、暴力、自然灾害、建筑物坍塌、意外因素造成的风险等。人群聚集场所发生的灾难性事件一般都会造成严重的人员伤亡和财产损失,除此之外还会造成大范围的人心恐慌和社会政治局面的不稳定。因此,突发事件发生时确保人员及时疏散到安全区域,对于减少事故的损失和影响具有十分重要的意义。

重大事故灾害下的人群疏散问题是一个涉及多学科、复杂的系统课题。尤其是疏散中人群心理和行为模型的研究,是涉及生理学、心理学、社会学等学科的复杂问题。该问题复杂性的另外一个方面就是人群疏散行为模拟技术和结果可靠性的问题。

本书是在完成多项科研课题的基础上编写的,包含了该领域国内外最新的研究成果。借鉴社会学、心理学等学科相关理论或学说,提出了人群共同心理和行为的 CDEP 复合理论;在此基础上对影响人群疏散行为的因素、人群疏散行为以及相关模型、人群疏散对策等进行了研究,为人群疏散定量计算的研究提供了理论基础;通过对人群疏散理论和人群疏散速度模型的研究,提出了增加相互作用系数和考虑延迟时间分布规律的综合计算方法,对传统疏散时间的工程计算方法进行了补充和完善,并利用 Building EXODUS 软件的模拟结果对该公式进行了检验。

此外,还对人群疏散计算机模拟的原理与方法进行了研究,在此基础上深入研究了 Building EXODUS 软件的原理及应用方法;并采用 Building EXODUS 软件与火灾区域模拟软件 CFAST 二者相结合的方法对典型公共场所火灾场景下人群疏散的安全性进行综合分析,对优化建筑疏散设计提出一些改进建议,并对改进建议的效果进行检验;最后根据人群疏散理论和人群动力学的基本原理提出优化疏散设施设计的新理念,并为人群管理及安全疏散应急管理对策的制订提供了新的理论依据。

本书的主要研究成果可以概括为以下几个方面。

(1) 在人群聚集的状态下,人群的心理和行为特征都会发生显著的改变。本书提出的 CDEP 复合理论表明,在人群聚集的状态下,个体的个性被弱化,将趋

从于人群的共同心理及行为。恐慌心理是人群在紧急情况下的一种典型的共同心理,恐慌心理会直接影响人在紧急情况下的紧张程度以及所做决策的正确性,是导致灾难性后果的重要原因。

(2) 人群疏散行为主要包括相互作用、从众行为、疏散前的延迟行为、疏散过程中过度排队等候行为四个方面,这四个方面从不同角度对人群疏散行为规律进行了分析。粒子模型根据人群之间相互作用力大小的不同,把人群分为四个区间,从更深的层面描述了人与人之间动态的相互作用过程。影响人群疏散行为的因素可以概括为人群密度、人群特性、几何空间、事故因素等。人群疏散对策主要包括总体对策和个人对策两类,疏散对策的确定是一个动态的过程,个人的决策主要基于两类规则,即个人规则和社会的相互作用规则。

(3) 人群疏散定量计算的研究表明,疏散前的延迟时间在全部分散时间中占有重要的地位。本书对传统的疏散时间工程计算方法的弊端进行分析,并且结合人群疏散理论和粒子模型,提出疏散时间的综合计算公式,该公式增加人与人之间的相互作用系数,并且考虑了延迟时间的分布规律,其中相互作用系数可以在不同的人群密度范围内取值。

(4) 在火灾和紧急突发事件中,特殊人群不能使用正常人的紧急疏散通道,也不能达到正常人的疏散速度,而这个问题在我国目前的消防设计和相关规范中还没有得到解决。在分析特殊人群疏散行为规律的基础上,研究了特殊人群的行为特点及规律,并得出一些重要结果,对特殊人群疏散设计具有指导作用。最后提出了特殊人群的疏散设计方法,主要包括高层建筑 AORS 系统和特殊报警系统的设计等。

(5) Building EXODUS 是目前结合人员行为的最综合的疏散模拟软件。应用 Building EXODUS 软件对歌剧院、地铁、医院等典型建筑在各种不利情况下的疏散时间以及疏散过程中人群动力学规律分别进行模拟,得出了一些关于疏散时间、延迟时间以及人群密度之间关系的重要结论。采用 Building EXODUS 软件和火灾区域模拟软件 CFAST 二者相结合的方法对典型城市公共场所疏散设计进行了“性能化”评估,并提出了建筑设计的改进措施。

(6) 人群疏散理论以及人群动力学的研究,除了可以优化建筑疏散设计之外,还可以为人群管理、安全疏散应急管理对策的制订、公共安全应急技术及管理等方面的研究提供理论和方法上的指导。本书研究了“FIST 系统分析模式”的基本原理,并在此基础上提出人群应急管理对策;该对策的重点在于制订合理的安全疏散预案以及开展定期的疏散演习;另外,根据人群在紧急情况下的恐慌心理,应急救援对于确保人员的安全疏散也发挥着重要作用。

(7) 随着国家对公共安全应急与安全保障重视程度的提高,尤其是目前我国进入全民反恐的特殊时期,应在国家总体应急预案体系框架下着手建立应急机

构与应急保障系统,加强安全监管和提高应急水平。因此,对处置突发重大事故具有重要作用的核心技术进行研究显得尤为必要。这些应急核心技术包括突发事件的监测监控、预测预警、应急决策和救援等,这些技术的广泛应用对于提高我国公共安全应急管理水平具有十分重要的意义。

综上所述,本书对人群疏散行为、模拟计算方法及综合应用进行了较为系统的研究;对疏散时间的传统工程计算方法进行了完善和补充;为典型人群聚集场所的疏散设计提供了“性能化”评估方法。本书所有的研究成果为优化疏散设施的设计提供了新理念,同时还为人群管理及安全疏散应急管理对策的制定提供了新的理论依据。

该书不仅可以作为安全工程及相关专业本科和研究生的教材,还可以作为建筑工程师、安全工程师、消防工程师的参考书,尤其对从事应急管理的专职人员具有很好的指导作用。

本书由中国人民武装警察部队学院消防工程系田玉敏教授、陕西省西安市公安消防支队防火处张伟高级工程师、陕西省公安消防总队马宏伟高级工程师、陕西省西安市公安消防支队防火处贺小宇工程师共同编著,其中田玉敏教授对全书进行统稿。田玉敏教授编写了第一章、第六章、第七章、第十章;张伟高级工程师编写了第二章、第八章、第十一章;马宏伟高级工程师编写了第三章、第九章;贺小宇工程师编写了第四章、第五章。福建省公安消防总队防火监督部蔡晶菁工程师、广西壮族自治区玉林市公安消防支队的李鑫工程师为本书提出了许多宝贵意见。此外,中国人民武装警察部队学院研究生耿威、陈洁、冯俊锋、李鹏、张连伟等也参加了编写。在本书的编写过程中,还得到了中国人民武装警察部队学院吴立志教授、舒中俊教授、王跃琴副教授、王倩副教授、韩海云副教授的帮助,在此一并表示衷心的感谢。

由于编写水平所限,难免存在一些不足之处,希望广大读者批评指正。

田玉敏

2014年8月

目录 CONTENTS

第一章 绪论	1
第一节 人群疏散概述.....	1
第二节 国内外的研究现状及其发展趋势.....	10
第二章 人群疏散的基本理论	24
第一节 人群动力学基本理论.....	24
第二节 人群疏散行为规律.....	36
第三节 典型案例的人群疏散行为.....	54
第三章 人群疏散的定量计算	63
第一节 人群疏散的基本模型.....	63
第二节 人群疏散时间的计算.....	73
第四章 特殊人群的疏散理论	85
第一节 特殊人群的分类及特点.....	85
第二节 特殊人群的疏散设施.....	96
第五章 人群疏散的计算机模拟方法	105
第一节 人群疏散的计算机模拟原理.....	105
第二节 国外常见人群疏散计算机模拟软件.....	110
第六章 Building EXODUS 软件的应用方法	120
第一节 Building EXODUS 概述.....	120
第二节 Building EXODUS 的使用方法.....	123
第三节 Building EXODUS 模拟模式概述.....	125
第七章 建筑安全疏散设计的“性能化”评估	139

第一节	建筑安全疏散评价与“性能化”设计	139
第二节	某歌剧院安全疏散设计的“性能化”评估	144
第八章	人群安全疏散设计与设施	167
第一节	建筑安全疏散设计的基本原则	167
第二节	安全出口设计	171
第三节	疏散楼梯和楼梯间	174
第四节	消防电梯	176
第五节	避难层和避难间	177
第六节	辅助安全疏散及避难设施	182
第九章	人群安全疏散的管理	188
第一节	人群管理	188
第二节	应急救援与安全疏散	198
第三节	公共安全应急管理研究以及发展趋势	202
第十章	人群疏散典型案例研究	210
第一节	综合商业建筑的人群疏散模拟	210
第二节	地铁人群疏散模拟对比研究	218
第三节	特殊人群疏散时间的模拟	227
第十一章	人群应急疏散演习与调查问卷	232
第一节	人群应急疏散演习	232
第二节	人群疏散行为调查问卷	240

第一章 绪 论

第一节 人群疏散概述

一、人群疏散不利的严重后果

近年来,国内外发生的一系列灾难性事件表明,无论是城市还是其他地区的公共场所,尤其是人群聚集场所,其风险类型多、风险隐患大,事故一旦发生,如果不能确保人员的安全疏散,后果往往更加严重。相反,如果能够把握疏散时机,采取积极主动的疏散措施,可以避免造成人员的大量伤亡,国内外大量的案例充分证明了这一点。

1. 国外案例

(1) 1998 年,在沙特阿拉伯的麦加,150 名穆斯林朝拜者在惊慌逃跑中被挤压致死;2001 年,美国“9·11”事件发生在人群聚集的高层建筑内,2.5 万人紧急疏散,造成死亡 2000 多人,失踪 6347 人;2003 年,韩国大丘地铁纵火案发生在人群积聚的地铁内,造成至少 134 人死亡,136 人受伤;2005 年 8 月 31 日上午,伊拉克首都巴格达一座桥梁上发生灾难性踩踏事件,造成至少 841 人死亡,另有 323 人受伤,这是伊拉克战争以来,伊拉克发生的伤亡最惨重的单个事件。2006 年 1 月 12 日,还是在沙特阿拉伯的麦加,在朝觐活动中发生的踩踏事件又造成了 362 人死亡。

(2) 世界上最成功的紧急疏散营救行动发生在加拿大人口第六大城市——米西索加。1979 年 11 月 10 日,一辆配备着 106 节货箱的火车,每节货箱里存放的货罐装载的全是剧毒化学物品和毒气。在穿过米西索加的一个人口密集的岔道口时,不幸迎头撞上停在不远处的另一辆火车,之后迅速脱轨,第 1 到第 9 节车厢里的 70 多个货罐被甩了出去,撞击后发生破损。当时火车上只有 3 人,其中,火车司机和 1 名押解员当场死亡,另外一名受了重伤的押解员也奄奄一息了。

很快,90t 对人体有害的毒气和其他剧毒化学物品,开始飞速地向外泄漏。这些弥漫在空气中的毒气如果得不到及时处置,将会对当时有 30 多万人口的米西索加造成灭顶之灾!

赶来救援的米西索加警察局的一个警员——41 岁的雅克·安德鲁冒着生命危险，救出那名押解员，然后大声地呼喊对方，想让他告诉自己该如何阻止毒气的外泄。押解员被安德鲁唤醒了，他艰难地告诉安德鲁，快去第 86 节或 87 节货箱里，寻找化学物品泄漏处置说明书。17min 后，安德鲁艰难而又幸运地在第 87 节货箱里找到了处置说明书，上面清楚地写着：如果这些化学物品和氯气等暴露在空气中时间过长，就会危及周围人的生命。而且氯气一旦与其他物质结合，还极易发生爆炸！

安德鲁立即将说明书上看到的警告内容汇报给上级。仅仅 15min 后，安大略省省府便下令，一边立即疏散米西索加所有的市民，一边按照处置说明上的要求，封阻破损的货罐！

在 24h 内，有 25 万米西索加人被安全地撤离了，没有一人发生中毒事故，破损的货罐也被有效封阻住，它也因此被称为 20 世纪世界上最快速、最成功的一次紧急疏散营救行动。直到 1 周后，那些致命的泄漏毒气才在米西索加的上空散去，人们才陆续回到家中。

2. 国内案例

(1) 2000 年 12 月 25 日，洛阳东都商厦发生火灾，造成 309 人死亡；2003 年 12 月 23 日，重庆市开县高桥镇川东北气矿井发生天然气“井喷”事故，造成 243 人死亡，6000 多人发生不同程度硫化氢中毒症状，疏散 6 万多人；2004 年，在北京市密云县第二届迎春灯展中，因游人拥挤，造成踩死、挤伤游人的特大恶性事故，有 37 人死亡、15 人受伤。此类拥挤踩踏事件近年来在我国多有发生，一般都会造成严重的人员伤亡。

(2) 20 世纪 90 年代以来，我国境内外的恐怖势力策划、组织、实施了在我国的一系列恐怖事件，严重危害了我国各族人民群众的生命财产安全和社会稳定。在这些恐怖袭击事件中，由于人群不能及时疏散，一般都造成了大量人员的伤亡。

新疆乌鲁木齐市沙依巴克区公园北街早市发生一起爆炸案，事发地点是位于乌鲁木齐市沙依巴克区文化宫的早市，该早市已有 22 年历史，人流量很大，而且仅固定摊位就有 350 多户，节假日时总商户甚至可高达千家，规模在沙依巴克区可以说是最大的一家。2014 年 5 月 22 日 7 时 50 分许，有两辆无牌汽车，在新疆乌鲁木齐市沙依巴克区公园北街一早市冲撞群众。暴街驾驶的 2 辆车冲破防护隔离铁栏，冲撞碾压人群，引爆爆炸装置。由于人群密集，人员疏散不及时，总造成 39 名无辜群众遇难，94 人受伤。

(3) 2008 年“5·12”汶川特大地震中，四川省绵阳市安县桑枣镇桑枣中学 90 多位教师、2200 名学生全部冲到操场，用时 1 分 36 秒，全校师生无一伤亡。这个学校的全部人员成功疏散的原因是地震发生前充分的准备。叶志平自从担任

桑枣中学的校长后，就为学校当时新建的实验教学楼开始担心，因为这是一座隐患很多的大楼。叶校长下定决心进行维修加固。从1997年开始，连续几年对这栋楼进行了改造加固，从根本上消除了隐患。叶校长心里明白，除了教学楼修建结实，紧急情况下有序地疏散学生也至关重要。从2005年开始，他每学期都要在全校组织一次紧急疏散的演习。学校规定好每个班固定的疏散路线。要求两个班在疏散时合用一个楼梯，每班必须排成单行，这样能够确保疏散的效率。

(4) 2008年09月17日17时50分，位于浙江省宁波市奉化溪口工业园区的一家食品公司发生氨气泄漏事故。经过官兵们1h的营救，厂内50余名被困人员成功疏散到厂外，没有发生任何伤亡。

(5) 2013年6月13日10时50分左右，位于河北承德市宽城满族自治县城中路与民族街交叉口的一个体商场发生火灾。火灾发生后，当地消防大队立即出动消防车和消防官兵赶赴现场进行灭火，当地政府也启动应急预案，全力抢救人员和物资。经过紧张扑救，13时30分火情已被完全扑灭，商场内59人全部被成功疏散，此次火灾没有造成人员伤亡。

二、人群聚集场所的分类及特点

(一) 按照结构类型来分

根据人群聚集场所场所的结构和空间几何特征，可以将其划分为封闭类和开放类。

1. 封闭类

封闭类公共场所是指建筑室内的公共场所，如商场、影剧院、录像厅、夜总会、音乐茶座等场所。人群在这样的场所疏散时，将受到建筑环境（出口数量、宽度、疏散通道的长度等）的约束，尤其是当人们对周围环境不熟悉的情况下，人们很难选择最佳（或合理）的疏散路线，因此，会贻误逃生的最佳时机。

2. 开放类

开放类公共场所是指城市步行街等开放空间的人群聚集场所。尽管开放类公共场所看似不封闭，但它们都是通过有限的出口连通到周边环境，其余的边界都是由栏杆、花木、各种建筑物等障碍物组成。在特定情况下，尤其当人群密度过大时，这些场所便会表现出类似封闭类公共场所的特征，如内部人流不畅、出口过于拥挤等，在极端情况下更容易造成重大人员伤亡，发生在沙特阿拉伯麦加的人群踩踏事件就充分证明了这一点。

3. 半封闭类

半封闭类是指局部空间平时是与外界连通的，如地下商场、地下宾馆、地铁及其出口等。

（二）按照使用性质来分

根据人群聚集场所场所的使用性质，可以将其划分为以下类型。

- ① 娱乐类 如影剧院、歌舞厅、音乐厅、网吧等。
- ② 商业类 如大型商场、超市、集贸市场等。
- ③ 体育类 如体育场、体育馆、游泳馆等。
- ④ 交通类 如地铁站、火车站、公共汽车站等。
- ⑤ 餐饮类 如宾馆、饭店、快餐店等。
- ⑥ 宗教类 如教堂、礼拜场所、寺庙等。
- ⑦ 节日庆典及其他类 如广场、公园、展览馆、博物馆等。

三、引发人群疏散的风险类型

引发人群疏散的风险类型有火灾、毒气泄漏、爆炸、恐怖袭击、人群过度拥挤、自然灾害、建筑物坍塌、暴力、意外因素造成的风险等。

（一）火灾

从近年来全国事故统计资料看，火灾所带来的伤亡，仅次于道路交通事故，是排在第二位的风险。

人群聚集场所内可燃物多，所以导致火灾风险因素多。这种因素主要可以分为两种，一种是人为因素，如在公共场所内吸烟、停电时一些人使用蜡烛照明、电器维修人员违章用电、气焊不采取安全措施，进入公共场所的人携带易燃易爆物品，蓄意放火等，都可能造成火灾风险；另一种是可燃物的自燃等因素，如商场等场所的可燃物仓库的意外起火等。人群聚集场所场所火灾事故的特点如下。

① 人群聚集场所场所功能复杂，空间大、面积大，易形成立体燃烧。同时，楼层高、建筑空间大、燃烧猛、蔓延快，火灾时易出现倒塌等危险，如果再伴随着人群拥挤踩踏事故，后果将更加严重。

② 人员密度大，疏散困难。人群可能对周围环境、疏散路线不熟悉，会出现人流拥挤、踩伤、中毒窒息、烧伤等事故，造成大量人员伤亡。

③ 装修程度较高，易燃物质较多，火灾荷载大，火灾发生频率高，而且发生火灾时，往往报警迟，易形成大火，扑救难度大。

④ 电器引发火灾仍占首位。电器引发的火灾所占的比重占首位，为 27.6%，连同用火不慎，合计占一半以上，达 53.2%。

⑤ 经济损失大，社会影响不良。另外，火灾中拥挤人群逃生时具有惊慌失措、惊恐惧怕、判断失误、茫然失措、冲动、侥幸的心理特性，以及和重返性、从众性、向光性、意向性、暂避性、混乱性等行为特征。

（二）毒气泄漏

毒气泄漏事故一般都会造成人员的窒息，从而造成严重后果。目前，由于毒气泄漏而中毒在我国事故类型中占据较高比例。2003年12月23日，重庆市开县高桥镇川东北气矿井发生天然气“井喷”事故造成大量人员伤亡，是一起典型的中毒事件。造成人员中毒的原因，主要是由于管道破裂、槽车翻车等造成的毒气泄漏。

1984年12月2日午夜到12月3日凌晨，印度博帕尔市发生严重的毒气泄漏，致使超过55万人死于和化学中毒有关的肺癌、肾衰竭、肝病等疾病，20多万博帕尔居民永久残废。当地居民的患癌率及儿童夭折率也因为这次灾难远比印度其他城市高。博帕尔毒气泄漏已成为人类历史上最严重的工业灾难之一。

2014年4月4日19时20分，一辆液化气槽车在314国道新疆吐鲁番境内甘沟路段翻下桥梁，导致两人死亡并发生液化气泄漏。事故发生时，这辆液化气槽车满载20t液化气由库尔勒朝乌鲁木齐市方向行驶，在距托克逊县20多千米处，车辆翻入桥下，当场死亡两人，液化气槽车上的一个气管破裂，液化气缓慢向外泄漏。

（三）爆炸

近年来我国城市基础设施事故不断发生，往往伴随剧烈的爆炸，因而具有灾难性，在很大程度上影响了人们的生活，不利于社会的安定团结的局面。

例如，2013年11月22日10时30分许，位于山东省青岛经济技术开发区的中石化东黄输油管道发生泄漏爆炸特别重大事故。据“11·22”中石化东黄输油管道泄漏爆炸事故现场指挥部消息，截至12月2日，“11·22”中石化东黄输油管道泄漏爆炸事故最后1名失踪人员遗体已找到并确认身份。此次事故共造成62人遇难，136人受伤。

《突发事件应对法》明确规定，有关单位对可能发生的突发事件，应及时向所在地政府或政府有关部门报告；突发事件发生后，政府应当疏散、撤离并妥善安置受到威胁的人员以及采取其他救助措施，迅速控制危险源，标明危险区域，封锁危险场所，划定警戒区，实行交通管制以及其他控制措施。但是，由于安全生产责任不落实，泄漏后的应急处置不当，未按规定采取设置警戒区封闭道路，通知疏散人员等预防性措施，从而造成了严重的后果。

总之，从“11·22”中石化东黄输油管道泄漏爆炸事故之中可以清楚地看出，对城市公共场所突发事件的预警与控制技术进行研究具有十分重要的意义。

（四）恐怖袭击

恐怖袭击会专门选择人群密集场所，一般伴随有爆炸发生，由于人群密度大，人群来不及有效疏散，一般都会造成大量人员伤亡的严重后果。

2001年9月11日,位于美国纽约曼哈顿地区象征美国财富与经济实力的世界贸易中心双塔楼,被基地组织恐怖分子劫持的两架民航客机猛烈撞击而彻底坍塌,造成直接经济损失1050亿美元,还造成了重大人员伤亡。

目前对我国危害较严重的是“东突”恐怖势力。其活动范围涉及我国新疆地区和临近的阿富汗、哈萨克斯坦、吉尔吉斯斯坦、巴基斯坦等国家。长期以来,尤其是20世纪90年代以来,我国境内外的“东突”势力策划、组织了发生在我国新疆的一系列爆炸、暗杀、纵火、投毒等恐怖事件,严重危害了我国各族人民群众的生命财产安全和社会稳定。

总体来看,我国面临的恐怖威胁风险在增高。自北京“2013·10·28”暴力恐怖案件即金水桥汽车冲撞事件发生以来,“东突”恐怖组织鼓动恐怖分子采用自动武器来实施恐怖行为,实际上暗示了用更残酷、更残暴的手段来制造恐怖袭击。而最近发生的昆明火车站“2014·3·1”严重暴力恐怖案、乌鲁木齐“2014·5·22”严重暴力恐怖案件,表现出了恐怖手段的升级,暴力破坏性的增强,也侧面反映出境外恐怖势力对境内恐怖分子的鼓动和影响。

因此,反恐是我国目前高度重视的、并积极进行防范的风险类型。目前,对付暴恐活动和恐怖分子是全社会共同参与的“群众路线”,“全民反恐”是新中国成立以来反恐防暴的最高级别。

(五) 人群过度拥挤

在人群聚集场所内造成人群过度拥挤的风险因素很多,其中主要是由于人群密度大,再加上某些意外的情况,这种过度拥挤的情况会更加严重。在沙特阿拉伯的麦加朝觐活动中,几乎每年都有多人被踩死或踩伤,其中主要原因就是由于人群密度过大而造成的人群过度拥挤。

在人群聚集场所发生人群拥挤踩踏事件是非常危险的,特别是空间有限,人群又相对集中的场所,例如球场、商场、狭窄的街道、室内通道或楼梯、影院、酒吧、夜总会、宗教朝圣的仪式上都隐藏着危险,而且此类事故诱因较多、危害严重。

人群聚集场所拥挤事故通常以人群高度聚集为条件,特别以节假日、赛事或宗教仪式为多。人群聚集场所事故由公众造成,公众在事故中往往无所适从,而产生从众心理和盲目恐慌,致使事故难以控制,造成大量的人员伤亡。

通过对北京市密云县第二届迎春灯展中彩虹桥上的人群踩踏事件的分析,我们可以推算,当桥上聚集人数为1000人时,其聚集时间约为18.3min。即在短短的18.3min内,桥上就可以聚集约1000人。此时桥上的人群密度约为3~5人/m²之间。在临界作用力下,人群中身体素质差的个体已经出现窒息、轻度昏厥;他们依靠相互挤压的人维持站立状态;身体散发出的热量因周围热绝缘致使人们虚弱和昏倒。死伤症状表明:窒息是事故的主要原因。

（六）自然灾害

公共场所人群聚集也容易遭到自然灾害风险的危害，主要的自然灾害有地震、暴风雨、洪水、雷电、冰雹、泥石流、滑坡等。

2004年12月26日印度洋发生地震并引发海啸，海啸波及印度尼西亚、斯里兰卡、印度等国家。印度尼西亚卫生部称，印度尼西亚共有111171人死亡，失踪人数为127774人。截至2005年1月20日印度洋大海啸已经导致22.6万人死亡。

2010年8月7日22时许，甘肃甘南藏族自治州舟曲县强降雨，县城北面的罗家峪、三眼峪泥石流下泄，由北向南冲向县城，造成沿河房屋被冲毁，泥石流阻断白龙江、形成堰塞湖。泥石流造成县城由北向南5km长、500m宽区域被夷为平地（约250万平方米）。截至2010年9月7日，舟曲特大泥石流灾害中遇难1481人，失踪284人，累计门诊治疗2315人。

2013年5月27日，在广东茂名市高州市谢鸡镇木砖村委会，竹山自然村发生一起山体滑坡，导致4人遇难。

（七）建筑物坍塌

造成建筑物坍塌的原因主要有火灾、建筑结构设计不当、施工质量不合格等。近些年来，由于上述几种原因的综合作用而造成的建筑坍塌事件呈上升趋势，如1993年5月江西南昌万寿宫商住楼的倒塌、2003年11月湖南衡阳市商住楼的倒塌事故，其中在衡阳市商住楼的倒塌事故中，有20名消防官兵牺牲。

2006年1月28日，波兰西南部城市卡托维茨国际博览会一座展厅的屋顶发生坍塌，原因与屋顶积雪过多有关。造成至少66人死亡，140余人受伤。

2014年2月17日，韩国外国语大学约500名新生在庆州一度假村礼堂举行欢迎仪式，结果礼堂因大雪过厚坍塌，造成10人死亡，124人受伤。

2014年3月12日上午9时左右，美国纽约曼哈顿116街与公园大道发生爆炸。目击者称，居民楼的部分屋顶坍塌。据纽约市消防局最新消息，在这起事故中已有3人死亡，27人受伤。

2014年5月13日，朝鲜平壤在建高层公寓倒塌，此次倒塌事故共造成至少500多人死亡。

（八）暴力

暴力风险受多种因素的影响。有故意闹事者、酗酒者、精神病人及心理变态者，由于某种原因（比如拥挤时碰撞）导致陌生人之间发生暴力行为等。如果人群中处于情绪状态的人，他们因为一句话也可能导致暴力行为；由于人群的好胜心，人群中也可能造成小群体之间的暴力行为。

2008年4月16日，塞尔维亚首都贝尔格莱德市警方宣布，在周一的球迷冲突中，一名球迷被开枪打死，另一名男童受重伤。共有3名球迷因为涉嫌参与斗殴被拘留。媒体报道，这场暴力事件是事先预谋的。

（九）意外因素风险

在人群相对集中的场所，事故诱因较多、危害严重。与一般的事故相比，人群聚集场所的事故具有以下特点。

① 发生时空不定，即人群拥挤事故在各种公共场所，各个时段都有可能发生，如建筑物的出入口、走廊、楼梯或广场等。聚集人群的密度越大，此类事故发生的可能性就越大。

② 诱发原因众多，如由紧急事件引发的疏散过程中发生此类事故，或大量的人员拥挤在出入口处产生事故，或突然人群骚动等，甚至没有明显的原因就产生了严重的拥挤事故。

③ 发生突然，难以控制。一旦发生事故，在极短的时间内（几秒钟至数分钟）就会波及大量的人员，造成伤亡，且场面难以控制。最后是群死群伤，危害巨大。

2003年2月，芝加哥一家夜总会使用胡椒粉喷射驱散一个飞行的东西，引起夜总会场所人群逃跑。人群蜂拥到楼梯间，造成70多人伤亡。

另外，像船舶、飞机等人群聚集场所，除了以上风险类型以外，还有引发海难、空难等意外事故的多种复杂的因素。

总之，由于人群聚集场所人员密度大、财产集中、环境特殊，因而事故隐患多。一旦发生事故后果严重，易发生连锁反应，影响范围大，损失严重，同时往往伴随着环境事件的发生。因此，引发公共场所内人群疏散的风险因素具有随机性、变动性、突发性、意外性等特点。

四、确保人群安全疏散的重要意义

近年来，随着经济全球化的发展趋势以及经济、文化的迅速发展，各种事故呈不断上升的趋势，给人民生命安全、国家财产构成重大威胁。重大事故与突发事件时，对聚集人群进行快速疏散是减少人员伤亡和财产损失的唯一途径，是城市公共安全的核心问题，目前，我国在疏散方面的研究，无论从理论还是方法上都明显不足，因此，经常无法有效指导人群应急疏散，致使恶性事故频发。最近发生的昆明火车站“2014·3·1”严重暴力恐怖案、乌鲁木齐“2014·5·22”严重暴力恐怖案件等由于疏散不利都造成了大量无辜群众的伤亡。

人群聚集事故的发生有其特定的条件，通常与人群管理、人员流动设施的设计、建筑疏散设计与分析等有密切的关系。因此，通过人群动力学理论、疏散模型及其模拟的研究，将聚集人群快速有效地疏散到避难场所，可以减少疏散时拥挤践踏事故的发生。

人群聚集场所发生的灾难性事件表明，人群聚集场所一旦发生意外，一般会造成严重的人员伤亡和财产损失，除此之外还会造成大范围的人心恐慌和社会政

治局面的不稳定。因此,事故发生时确保人员及时疏散到安全区域对于减少事故的损失和影响具有十分重要的意义。

五、研究的必要性及其应用前景

(一) 研究的必要性

1. 人群疏散问题的复杂性

重大事故灾害下的人群疏散问题是一个涉及多学科、复杂的系统课题,在近年来已得到较大的发展。但由于其本身构成因素复杂性,其数据库、知识库和推理库等并不完善。尤其是疏散中人的心理和行为模型的研究,是一个涉及生理学、心理学、社会学等学科的复杂问题。该问题复杂性的另外一个方面就是人群疏散行为模拟方法和结果的可靠性问题。传统的方法如直接观察、照片、基于录像、动物实验、人群疏散演习等,都具有很大程度的随机性。虽然从 20 世纪 80 年代起,随着计算机技术的发展,开发的用以描述建筑疏散特性的模型已有 20 余种,但是这些模型的合理性、如何对模拟结果进行验证等,仍然存在许多有待解决的问题。

2. 安全疏散是城市公共安全研究领域的热点问题

城市公共安全问题是一个系统工程,它涉及城市的各个方面和不同领域。城市的一个子系统发生事故会迅速影响、波及其他子系统,形成连锁反应。特别是城市人群的聚集性、财富的集中性、设施(设备)的关联性以及生产与生活的紧密性,使城市事故、灾害和突发事件具有突发性、连续性、灾难性、密集性、扩散性和社会性等特点^[1]。

随着我国城市化进程的加快,城市事故、灾害、突发重大事件的风险性逐步增大已成为一种客观趋势^[2]。近年来,我国各类重大事故的绝大部分发生在城镇。一旦发生城市公共事故,由于人群中普遍存在的从众心理及恐慌心理等因素,往往促使事故后果进一步扩大化,或引起某种次生事故灾害^[3]。而有效的人群疏散与避难技术对于减缓城市公共场所的风险具有重要作用。当重大事故灾害发生的时候,这些措施可以确保人群在可利用的疏散时间内到达安全区域,从而达到有效减少人员伤亡的目的。

因此,人群的安全疏散问题已经成为城市公共安全研究领域的热点问题。

(二) 研究成果的应用前景

通过该课题的研究,可以对人员疏散时面临的特殊事故场景及心理行为等进行分析探讨;对事故模型、人员疏散模型、保证人员安全疏散的临界条件等进行定量的研究;并通过模拟试验、计算机模拟等技术对这些模型进行验证,所有这些研究成果都将为人群管理、人员流动疏散设施的设计、建筑疏散设计与分析、