

拥挤踩踏事故 风险分析

王起全 著

拥挤踩踏事故风险分析

王起全◎著



气象出版社
China Meteorological Press

内容简介

本书在概述拥挤踩踏事故的基础上,分别对大型活动、地铁、校园、大型购物场所、火车站、庙会等的拥挤踩踏事故危险进行辨识,然后引出常用的风险分析方法,对拥挤踩踏事故的预警及应急疏散进行模拟,最后附上拥挤踩踏事故风险分析应用的研究成果。

本书可供公共安全相关专业学生的实践性教学使用,也可从事拥挤踩踏事故分析评价的相关人员提供参考。

图书在版编目(CIP)数据

拥挤踩踏事故风险分析/王起全著. —北京:气象出版社,2017.6

ISBN 978-7-5029-6566-2

I. ①拥… II. ①王… III. ①自救互救-普及读物
IV. ①X4-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 126176 号

拥挤踩踏事故风险分析

王起全 著

出版发行:气象出版社

地址:北京市海淀区中关村南大街 46 号

邮政编码:100081

电话:010-68407112(总编室) 010-68408042(发行部)

网址: <http://www.qxcbs.com>

E-mail: qxcbs@cma.gov.cn

责任编辑:张盼娟 彭淑凡

终审:张

封面设计:八度

责任技编:赵

印刷:北京中石油彩色印刷有限责任公司

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:17

字数:393 千字

版次:2017 年 6 月第 1 版

印次:2017 年 6 月第 1 次印刷

定价:58.00 元



本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等,请与本社发行部联系调换。

序 一

随着我国社会和经济的发展，各种集会性活动越来越多，相应的拥挤踩踏事故数量和伤亡人数也越来越多。拥挤踩踏事故风险分析与控制是公共安全领域的典型研究课题之一，也是国内外高度关注的热门话题。研究拥挤踩踏事故风险分析与控制，对排除拥挤踩踏事故隐患、保障人民生命财产安全具有十分重要的意义。

作者王起全广泛查阅了相关领域的文献资料，结合国内外前沿研究及动向，对国内外拥挤踩踏事故的研究及管理现状进行全面的总结和分析。本书章节设置合理，内容翔实，案例丰富，评估分析方法得当。作者写作条理清楚，材料组织合理，有着扎实的安全基础知识和专业功底，逻辑性强，文笔流畅，对拥挤踩踏事故风险及控制措施进行了深入的研究和分析。本书对于从事公共安全管理方面研究的人员具有十分重要的理论意义和实用借鉴价值。

王起全同志曾在 2006 年参与“大型社会活动事故预防与控制的研究及其应用”课题研究，成果得到普遍认可，其中部分研究内容被 2008 年北京奥运会组委会采纳。他在此研究基础上，利用 10 余年的时间对拥挤踩踏事故的风险分析和控制进行了深入的研究，取得了令人瞩目的成绩。所以我十分高兴为他的这部专著作序。我相信这部专著的出版，不仅对从事公共安全拥挤踩踏事故研究和管理工作的人员有参考价值，同时也会引起公共安全领域的广泛关注，且必将受到高等学校教师和同学的欢迎。

最后，我衷心祝愿王起全同志，在今后的学术和教学道路上创造新的辉煌，在更广阔的空间，为中国的公共安全作出更大的贡献。

金龙哲

2017 年 4 月

序 二

我和王起全同志是在航空系统工作时认识的。他在航空系统工作期间，负责安全体系咨询认证和培训工作，2008 年博士毕业，进入大学从教后，一直从事公共安全应急管理等相关科研工作。他工作认真严谨，基于自己多年在基层和现场实际工作的经验，进行拥挤踩踏事故风险分析、预警和应急等方面的深入思考和研究，提出的拥挤踩踏事故风险分析方法具有较强的实用价值，符合社会公共安全发展的现实需要，故此，愿意为之写序，推荐此书。

郑乐

2017 年 4 月

前 言

我国在推进“四个全面”、实现“五位一体”的建设过程中，对公共安全的要求必将越来越高。拥挤踩踏事故作为公共安全防护的内容之一，逐渐成为业界关注和研究的重要领域。2014年12月31日，发生于上海外滩陈毅广场的群众拥挤踩踏事故，造成36人死亡、47人受伤，又一次为公共安全敲响了警钟。因此，研究拥挤踩踏事故风险诱发因素、演化机理、应急预案与疏散具有重要的理论和现实意义。

本书根据国内外对拥挤踩踏事故分析控制的经验，以公共安全为视角，在研究拥挤踩踏事故特征、分类分级及后果影响的基础上，选择典型大型活动、地铁、学校、商场和庙会等为重点研究对象，以现场考查调研、研讨交流、调阅研究相关资料和标准、事故及管理案例分析等方法，以安全系统工程的思想对拥挤踩踏事故进行危险源辨识，分析引起拥挤踩踏的因素及拥挤踩踏事故的特征。同时引入安全检查表、预先危险性分析法、事故树分析法、人工神经网络、灰色层次分析法、模糊数学综合评估法等对各类不同领域的拥挤踩踏事故的风险进行评估；引入大数据分析对拥挤踩踏事故进行预警和人员疏散，选用行为学模型 Building EXDOUS 等多种软件，选择典型区域，如大型活动场馆，进行疏散模拟分析，并提出拥挤踩踏事故预警及疏散对策；并收录与拥挤踩踏事故有关的系列论文和实例，从而构建一个较为完整的拥挤踩踏事故风险分析和控制体系。

研究拥挤踩踏事故风险分析对维护社会稳定具有极其重要的意义。本书对拥挤踩踏事故风险分析著作编写的目的，就是希望通过深入研究拥挤踩踏事故的影响因素及预防与控制对策，从而有效预防拥挤踩踏事故发生，减少人员伤亡及财产损失。

本书特色鲜明、实践性强，主要特色包括以下方面：

第一，不同场所发生拥挤踩踏事故的特征不尽相同。本书分别分析大型活动、地铁、校园、火车站、庙会等人员密集场所的拥挤踩踏事故诱发因素及其特点，以期达到研究分析的场所区域广泛性。

第二，将拥挤踩踏事故风险分析基础知识与实践相结合，提供预先危险性分析法、人工神经网络、灰色层次分析法等多种定性、定量评价分析方法，为实际开展拥挤踩踏事故风险评估提供有效的评价方法和工具。

第三，融入大数据技术构建拥挤踩踏事故预警分析系统，从而提供新技术、新知识进行拥挤踩踏事故的预警分析和人员疏散模拟，有助于提高拥挤踩踏事故风险防控的实践能力。

第四，提供作者近几年来最新研究发表的有关拥挤踩踏事故风险分析论文成果，为掌握拥挤踩踏事故风险分析理论和方法提供知识应用借鉴和参考。

本书可作为公共安全相关专业学生的实践性教学专用教材，也可从事拥挤踩踏事故分析评价的相关人员提供参考。

围绕本书的编写，作者咨询了许多专家和学者，结合自己的研究体会，旨在贯彻和落实“十三五”国家公共安全规划研究和构想，不断提高我们国家的公共安全管理水平。本书得到2017年安全生产重特大事故防治关键技术科技项目“地铁拥挤踩踏事故演化机理及智能化预警关键技术研究”（beijing-0001-2017AQ）的专项资助，在此深表感谢。

本书在撰写过程中，得到了许多领导、专家和同行们的支持、帮助和鼓励。在此特向长期指导我、关心我成长和发展的导师——金龙哲教授、向衍荪教授致谢！同时，感谢金龙哲、郑乐为本书写序，感谢中国职业安全健康协会徐德蜀、冯志斌、陈大为、张爱军、杨勇、吴艳华等专家老师的热情帮助和支持，他们为本书提出了很多中肯的建议。感谢佟瑞鹏、熊艳、孙燕、孙超、段森、姚晓辉、周建新等同门在一起开展“大型社会活动事故预防与控制的研究及其应用”课题研究的过程中，给予我指导和帮助。感谢叶周景、李鹏昇、张新远、李东林、祝乾坤、王帷先、吴嘉鑫、睢宇、林芳兵、教锟、李曙昊、杨松立、倪隽雯、张超、杜艳洋、飞禹舟等学生为本书的编写提供有关资料和支持。还有许多对本书的出版给予热心帮助的同志和朋友们，在此一并致谢！

由于作者水平有限，书中疏漏之处在所难免，望广大读者批评指正。

王起全

2017年4月

目 录

序一

序二

前言

第 1 章 拥挤踩踏事故概述	1
1.1 拥挤踩踏事故概念界定	1
1.2 拥挤踩踏事故特征	1
1.3 拥挤踩踏事故分类、分级	3
1.4 拥挤踩踏事故后果及影响	4
第 2 章 拥挤踩踏事故危险辨识	5
2.1 大型活动拥挤踩踏事故	5
2.2 地铁拥挤踩踏事故	15
2.3 校园拥挤踩踏事故	18
2.4 大型购物商场拥挤踩踏事故	21
2.5 火车站拥挤踩踏事故	24
2.6 庙会拥挤踩踏事故	25
2.7 大型演出活动拥挤踩踏事故	27
第 3 章 拥挤踩踏事故常用风险评估方法	30
3.1 安全检查表	30
3.2 预先危险性分析法	38
3.3 作业条件危险性评价分析法	42
3.4 风险指数矩阵分析法	44
3.5 因果分析图法（鱼刺图法）	47
3.6 概率风险评价分析法	50
3.7 模糊综合评价方法	66
3.8 灰色层次分析评价方法	85
3.9 神经网络分析评价方法	97

第 4 章 拥挤踩踏事故预警及应急疏散模拟..... 127

4.1 拥挤踩踏事故预警 127

4.2 拥挤踩踏事故应急疏散 166

参考文献..... 180

附录 拥挤踩踏事故风险分析应用的研究成果..... 183

附录 1 大型活动拥挤踩踏事故预防与控制分析 183

附录 2 大型活动拥挤踩踏事故模糊综合评估方法应用分析 193

附录 3 大型活动拥挤踩踏事故灰色层次分析 200

附录 4 大型活动拥挤踩踏事故人群疏散研究分析 204

附录 5 大型活动拥挤踩踏事故 BP 神经网络安全评估方法应用分析..... 208

附录 6 中小校园拥挤踩踏事故风险评估指标研究 215

附录 7 基于赋权关联度算法的地铁拥挤踩踏事故风险研究 223

附录 8 基于层次分析法的校园拥挤踩踏事故评估指标体系研究 230

附录 9 Subway Crowded and Stampede Neural Networks Safety Assessment Basing on
SHEL Model 237

附录 10 基于 STAMP 模型的地铁拥挤踩踏应急联动系统设计 251

附录 11 与拥挤踩踏事故相关的专利 256

第 1 章 拥挤踩踏事故概述

1.1 拥挤踩踏事故概念界定

拥挤 (crowd; push and squeeze) 一般解释为人或车、船等紧紧地挤在一起, 没有较大的空隙。拥挤是由人或车、船等高密度引起的一种消极反应, 如 (人或车、船) 等挤在一起, 地方相对较小而人或车、船等相对较多。当人口密度大过标准值时, 个人空间的需要受到长时间的阻碍, 就出现拥挤感, 拥挤感与密度之间有着内在的必然联系, 人员密度增大, 拥挤感变强, 反之则减弱。从专业角度上分析, 拥挤也可以理解为是一种在很短的时间内, 因为某种突发的原因, 在人员集中的场所内引起的情绪亢奋、行动过激及人群大量聚集的失控现象。

踩踏 (stamp on; tread on) 一般指在某一事件或活动过程中, 因聚集在某处的人群过度拥挤, 导致人们在行走过程中, 因站立不稳而跌倒未能及时站起, 被人踩在脚下或压在身下, 短时间内无法及时控制、制止的混乱场面。当人意识到踩踏危险时, 奔跑、逃生, 是人的本能, 大多数人都会因为恐惧而“慌不择路”, 引发连锁踩踏。

踩踏事故一般是指在聚众或集会中, 特别是在整个人群队伍产生拥挤时, 有人意外跌倒, 而不明真相的人群依然在前行, 踩踏跌倒的人, 从而产生惊慌、加剧的拥挤和新的跌倒群体伤害的意外事件^[1]。

拥挤踩踏事故指在人员密集场所中, 由于现场秩序失去控制, 发生拥挤、混乱, 最终导致人员被挤伤、窒息或踩踏导致死伤的事故。如: 1896 年 5 月 18 日, 在莫斯科官方举办的大型庆典活动中, 沙皇心血来潮, 为了增加喜庆, 向其臣民散发金币, 结果在人们疯狂的争抢中, 大约有 2000 人因被挤压踩踏而死亡, 这是最早有记录的拥挤踩踏事故。随着世界各国城市人口密度的急剧增大, 各类拥挤踩踏事故频繁发生, 引起了世界各国的高度关注。又如: 2014 年 12 月 31 日晚, 离 2015 年新年钟声敲响还有 25 分钟, 我国上海外滩陈毅广场发生拥挤踩踏事故, 造成 36 人死亡、47 人受伤, 这起事故给我们留下了伤痛, 也给“我们当今社会如何控制拥挤踩踏事故”留下了启发和思考。纵观历史上发生的踩踏事故, 大都会造成严重的人员伤亡, 轻者造成交通混乱, 重则影响社会治安秩序, 造成极坏的社会影响。

1.2 拥挤踩踏事故特征

拥挤踩踏事故是人员密集区域可能发生的最严重事故之一, 其导致的后果往往不堪

设想,经常会造成大量人身伤亡、财产损失,有着极其恶劣的社会影响和国际影响。同时,在历史上,几乎每年都会发生类似事故,其中很多至今仍留给人们悲伤的回忆,也给人们以警示,因此,了解拥挤踩踏事故特征对于科学的预防拥挤踩踏事故具有非常重要的指导意义和借鉴价值。拥挤踩踏事故发生往往具有突发性、不确定性、复杂性、连带性以及后果严重和影响大,易猝变、激化、放大的特点^[2]。

1. 拥挤踩踏事故的突发性和不确定性

突发性和不确定性是各类拥挤踩踏事故发生的共同特征,大部分拥挤踩踏事故都是突然爆发,事故发生前,很难发现事发征兆,而且一旦发生,发展蔓延速度快,容易失控。因此,要求必须在极短的时间内,在拥挤踩踏事故的第一现场作出有效应急反应,在拥挤踩踏事故产生重大灾难后果之前,应采取各种有效的预警防护、应急疏散、事态控制等措施。

2. 拥挤踩踏事故复杂性和连带性

拥挤踩踏事故的复杂性主要表现在事故影响因素多,演变规律的不确定性和不可预见的多变性,涉及公众的反常反应、恐慌心理、公众过急等突发性行为的多面性等。这些复杂因素的影响,给拥挤踩踏的预防和管理带来了严峻的挑战。

事故连带性表现在火灾、爆炸事故中,继发导致了拥挤踩踏事故,或者伴随有坍塌及跌倒等事故发生。出现连锁反应同时,要求拥挤踩踏事故的处置需要进行合理评估,并需要提供较强的专业技术支持。

3. 拥挤踩踏事故后果严重、社会影响大,易猝变、激化和放大

拥挤踩踏事故是公共安全事故中常见的事故之一,虽然是小概率事件,但后果比较严重,往往会造成群死群伤,同时也会带来财产的重大损失,并造成广泛的公众影响,引起人们不同程度的心理动荡及社会动荡。应急处理稍有不慎,就可能改变事故、灾害与事件的性质,使平稳、有序、和平状态向动态、混乱和冲突方面发展。引起事故、灾害与事件波及范围扩展,卷入人群数量增加和人员伤亡与财产损失后果加大,猝变、激化与放大造成的失控状态,不但迫使应急处置升级,甚至可导致社会性危机出现,使公众立即陷入巨大恐慌之中。因此,拥挤踩踏事故的处置必须坚决果断,而且越早越好,防止事态扩大。

因此,为尽可能降低拥挤踩踏事故的后果及影响,减少其导致的损失,需要借鉴以往发生的拥挤踩踏事故案例,探索事故发生的规律、特点,要求在做好拥挤踩踏事故预警的同时,应在拥挤踩踏事故发生前,进行危险源辨识,找到发生事故的薄弱环节,并进行风险分析,针对不可接受的风险采取有效的技术、管理及教育培训等措施,把拥挤踩踏事故消灭在萌芽状态。此外,拥挤踩踏事故一旦发生,要求应急救援行动必须做到迅速、准确和有效。所谓迅速,就是要求建立快速的拥挤踩踏事故应急响应机制,能迅速准确地传递事故信息,迅速地调集所需的大规模应急力量和设备、物资等资源,迅速地建立起统一指挥与协调系统,开展指挥、疏散和救援活动。所谓准确,就是要能基于拥挤踩踏事故的规模、性质、特点、现场环境等信息,正确地预测事故的发展趋势,准确地对应急救援行动和战术进行决策。所谓有效,主要是指拥挤踩踏事故应急救援行动

的有效性,很大程度上它取决于拥挤踩踏事故应急预防和准备的充分性,包括应急队伍的建设与训练、应急设备、物资的配备与维护、预案的制定与落实以及有效的外部增援机制等。

1.3 拥挤踩踏事故分类、分级

拥挤踩踏事故属于公共突发事件,反思拥挤踩踏事故处理不力的历史案例,主要原因之一在于不能快速有效地识别拥挤踩踏事故的类别和级别,导致处置方案的选择出现偏差,资源调配不当,从而延误救援时机。所以进行快速有效的突发拥挤踩踏事故分类分级是预防拥挤踩踏事故发生的基础工作。依据《突发事件应对法》,突发公共事件的发生过程、性质和机理,突发公共事件主要分为自然灾害(指由于自然原因而导致的事件,主要包括水旱灾害、气象灾害、地震灾害、地质灾害、海洋灾害、生物灾害和森林草原火灾等)、事故灾难(指由人为原因造成的事件,涵盖由于人类活动或者人类发展所导致的计划之外的事件或事故,主要包括工矿商贸等企业的各类安全事故、交通运输事故、公共设施和设备事故、环境污染和生态破坏事件等)、公共卫生事件(指由病菌病毒引起的大面积的疾病流行等事件,主要包括传染病疫情、群体性不明原因疾病、食品安全和职业危害、动物疫情,以及其他严重影响公众健康和生命安全的事件)及社会安全事件(指由人们主观意愿产生,会危及社会安全的事件,主要包括恐怖袭击事件、经济安全事件和涉外突发事件等)。从上面分析可以看出,拥挤踩踏事故应该属于社会安全事件类别,当然,企业发生火灾及偶发的自然灾害也可能引起拥挤踩踏事故的发生,但总的来说,拥挤踩踏事故多和人们的生活活动有关,因此,把拥挤踩踏事故划分为社会安全事件更为合理。

在突发公共事件分类的基础上,还应进行拥挤踩踏事故的分级。目前没有专门针对拥挤踩踏事故的分级标准,因此,可以参考突发事件的分级界定拥挤踩踏事故的级别。拥挤踩踏事故按照其性质、严重程度、可控性和影响范围等因素,一般分为四级:I级(特别重大:即30人以上的死亡、100人以上的重伤或直接经济损失超过1亿元)、II级(重大:10~29人死亡、50~99人的重伤或直接经济损失5000万~1亿元之间)、III级(较大:3~9人死亡、10~49人的重伤或直接经济损失1000万~5000万元之间)和IV级(一般:1~2人死亡、1~9人的重伤或直接经济损失1000万元以下)^[3]。

同时,《国家突发公共事件总体应急预案》规定:各地区、各部门要针对各种可能发生的突发公共事件(包括拥挤踩踏事故),完善预测预警机制,建立预测预警系统,开展风险分析,做到早发现、早报告、早处置。根据预测分析结果,对可能发生和可以预警的突发公共事件进行预警。依据拥挤踩踏事故可能造成的危害程度、紧急程度和发展势态,预警级别一般划分为四级:I级(特别严重)、II级(严重)、III级(较重)和IV级(一般),依次用红色、橙色、黄色和蓝色表示。随着大数据技术的发展,建立拥挤踩踏事故的预警分级机制,是当前科学预防拥挤踩踏事故的一项有效的技术手段。

1.4 拥挤踩踏事故后果及影响

拥挤踩踏事故的发生通常会对社会造成很大的负面影响,如给人民生命财产造成巨大损失,对正常的社会秩序和公共安全形成不良影响等,乃至引发社会和政治的不稳定。而且,随着经济全球化的发展,拥挤踩踏事故发生的种类、形式、发生概率和影响程度日益扩大。

2001年4月8日,陕西省华阴市玉泉院庙会发生群众拥挤踩踏的重大事故,造成16人死亡。此外,重庆酉阳、陕西宝鸡等地还发生过多起学校学生拥挤踩踏伤亡事故。在世界各地举行的足球比赛、演唱会等大型集会活动中发生骚乱和踩伤人的事件更是不胜枚举,2005年10月3日下午5时40分左右,韩国尚州市民体育场第三号门发生一起拥挤踩踏事故,造成人员伤亡。当天为了观看“尚州自行车节”最后一天活动——MBC演唱会,观众涌入演唱会现场时,在拥挤中跌倒一片,造成11人死亡,70多人受伤。死者多数为老人和儿童。

2004年2月5日的密云拥挤踩踏事故,因一游人在公园桥上跌倒,导致踩死挤伤游人的特大恶性事故,造成37人死亡。类似事故还有2003年1月5日,陕西省宝鸡市虢镇初级中学学生在放学下楼时,一名学生不慎踩空,撞到前边同学,后继学生发生拥挤踩踏,造成3名学生死亡,6名学生重伤。2003年9月22日,湖北省麻城市顺河镇林店高小五、六年级学生下晚自习,因楼梯间电灯不亮,从二楼下至一楼时发生拥挤,共挤伤学生13人。

2003年1月16日上午,北京华联超市包头友谊店开业典礼上,由于现场群众达数万人,大家争相进入超市,发生严重挤压事故,当场2人死亡,15人重伤。而早在2002年7月21日,北京华联商厦呼和浩特连锁店开业首日,就因为商家过度宣传,到达现场群众近10万人,结果有20多人被挤踩受伤。2002年9月13日,郑州一家量贩超市以低价促销部分商品,造成拥堵,近百人被压,32人受伤。

拥挤踩踏事故悲剧的发生,有复杂的管理因素和心理因素,也与安全教育、安全意识、自救措施和急救能力密切相关。拥挤踩踏事故造成伤害的直接原因,在于拥挤的人群重力或推力叠加。如果有十几个人推挤或压倒在一个人的身上,其产生的重量可达1000kg以上。造成伤害的原因正是这种无法承受的压力,人的胸腔被挤压到无法扩张,就会发生挤压性窒息。这种挤压往往又不能在短时间内解除,于是受压力超过极限的人员会发生死亡事故。个别死亡案例受害者并非倒地,而是在站立的姿势中被挤压致死。拥挤踩踏相关事故很多,造成的人员伤亡往往也很大,其负面影响甚广。

第2章 拥挤踩踏事故危险辨识

拥挤踩踏事故危险辨识是确认危险的存在并确定其特性的过程，即找出可能引发拥挤踩踏事故导致不良后果的场所、人员密度及发生部位的特征。辨识有两个关键任务：识别可能存在的拥挤踩踏事故的危险因素，辨识可能发生的拥挤踩踏事故后果。

通过对以往发生拥挤踩踏事故的类别和原因进行统计发现，人员密度大是发生拥挤踩踏事故的基本原因，所以拥挤踩踏事故常发生于学校、车站、地铁、机场、广场、商场、球场、影院、酒吧、夜总会、庙会、大型演出活动现场（如宗教朝圣的仪式上）等人员聚集地方；发生的时间常见于重大节日、活动日、聚会日等。发生拥挤踩踏事件的诱因很多。常见情况是人们因兴奋、愤怒等过于激动的情绪而发生骚乱；有时候发生爆炸、砍杀或枪声等恐怖事件，人们急于逃生而致使局面失控；也有一些人好奇心重，哪里人多往哪里挤，凑热闹而导致发生。

拥挤踩踏事故一发生，就会诱发群体无意识的人流活动。多数人大脑空白、不知所措，或者干脆做出慌乱窜逃等更危险的举动。能够逃生的人，除幸运外，往往具有高于一般人的危机意识和安全意识。因此，在事故发生前对拥挤踩踏事故进行分类辨识，对于科学预防各类拥挤踩踏事故具有重要的指导价值。由于目前拥挤踩踏事故涉及范围广，国家没有相关辨识的标准，本书根据以往发生事故的类别和分布，合并归类后，选择分别按照大型活动、学校、地铁运营、火车站、大型购物商场、庙会、公共娱乐场所，从拥挤踩踏事故发生特点、原因及部位等方面识别拥挤踩踏事故危险。

2.1 大型活动拥挤踩踏事故

本书中的大型活动采用国务院2007年8月29日第505号令《大型活动安全管理条例》中大型群众活动的定义，即法人或者其他组织面向社会公众举办的每场次预计参加人数达到1000人以上的下列活动（影剧院、音乐厅、公园、娱乐场所等在其日常业务范围内举办的活动，不纳入本研究范围）：

- (1) 体育比赛活动。
- (2) 演唱会、音乐会等文艺演出活动。
- (3) 展览、展销等活动。
- (4) 游园、灯会、庙会、花会、焰火晚会等活动。
- (5) 人才招聘会、现场开奖的彩票销售等活动。

大型活动种类繁多，内容、形式差别较大，不同的活动类别、组织方式等，其风险、安全保障手段也将有较大不同。本书选取典型有代表性的开放空间和封闭空间的大

型活动作为研究对象。

关于开放空间的定义有很多种, C·亚历山大在所著《模式语言: 城镇建筑结构》一书中对开放空间做了如下的定义: 任何使人感到舒适、具有自然的屏靠、并可以看向更广阔空间的地方, 均可称之为开放空间。开放空间的大型活动主要是指自然风景、广场、道路、公共绿地和休憩空间所举办的大型会议、政治活动、宗教活动、商业促销活动、庙会等大型活动。

封闭空间的大型活动主要指在高层建筑、地下商场、室内体育馆、博物馆、电影剧院等举办的大型活动^[4]。

2.1.1 容易造成拥挤踩踏事故的大型活动特征

大型活动的特征主要表现在以下几个方面:

(1) 大型活动参与人数众多, 并且在一定的时间内高度集中, 往往形成活动场地的饱和状态。如: 2005 年日本爱知世博会, 仅在前三个月, 总入场人数便已超过 1000 万人。在这种饱和状态下一旦有矛盾摩擦, 很容易激化, 导致事故发生, 轻则造成大型活动秩序的混乱, 重则造成人员重大伤亡事故。

(2) 大型活动举办周期越来越长。不少节、会活动历时三五天或一周、半月, 如杭州西湖博览会、绍兴乌篷船风情旅游节历时都在一个月以上, 日本世博会则是持续达 185 天之久, 2006 年沈阳世界园艺博览会也横跨 6 个月, 184 天。

(3) 大型活动形式多样, 内容庞杂。从目的上看, 有营利性的, 也有非营利性的公益活动; 从形式上看, 有体育比赛、展览展销, 庆典、游园等; 即使是在同一大型活动中, 也出现融合之势或者涵盖了数个规模相对比较小, 内容形式不同的活动。

(4) 大型活动投资巨大。一些节、会的开幕式、烟花燃放和文艺演出活动费用巨大, 少则几十万元, 多则上千万元。而对于像奥运会这样的国际盛会, 投资更是惊人。仅以安全投资为例, 2004 年雅典奥运会便投入了 15 亿美元, 动用了 7 万军警、数十艘战舰、数架预警机、几十架战机以及导弹防御系统等。

此外, 大型活动的特征还表现在: 活动涉及的行业领域逐渐扩展; 活动地域范围逐渐突破行政区划的限制; 参与人员的结构和背景日趋复杂; 对活动安全与气氛的要求日益“严苛”等。这些特征说明了大型活动的规模越大, 投资越大, 人流密集程度越高, 一旦发生事故灾害, 它所受到的损失就越大。

2.1.2 大型活动拥挤踩踏事故影响因素分析

2.1.2.1 人的因素分析

人是大型活动的主体, 人的安全是大型活动安全工作的主要目标。单个个体的安全水平对系统安全的影响微乎其微, 整体的表现出来的安全水平可以掩盖和弱化个体的安全水平, 只有考核群体的安全性, 才能真正反映人群的安全水平对大型活动的影响程度。对人群运动特征的分析, 可以大体描绘出在人群分布方面的风险。

1. 人群密度

(1) 人群的整体密度。

人员是事故发生的诱导因素。人员的增加可使原本正常运行的设备,运营场所不能正常工作,对原有的场所、秩序、设备造成破坏;也使得任何微小的不安全因素,甚至原本安全的因素危险性增大。目前,国内外对人员拥挤的判别更多的是限于特征的描述。《北京市公园风景区安全管理规范》指出,景区、景点室内达到 $1\text{ m}^2/\text{人}$ 、室外达到 $0.75\text{ m}^2/\text{人}$,即要立即启动应急预案。

(2) 人群的局部密度。

人员的局部密集,当超过建筑物的承载能力时,有可能破坏建筑的结构,引发事故。或者由于某些设施不能满足现有人群的正常使用,部分人违反正常大型活动秩序,造成事故。同时人群密度过大,人员之间将存在相互影响,导致拥挤踩踏事故的发生。

2. 人群流动

人群流动状态,包括人流移动速度、方向及速度变化等。值得重点关注的是大型活动场馆出入口、各主要通道等场所人群流动的状态。人流突然转向、由低速流向高速流变化会造成集群中出现异向流、异质流,导致拥挤踩踏事故。将人群作为整体,分析其流动特征对事故的影响因素如下。

其一为异向流动群,指不同方向的人群相遇时产生的群集现象。不同方向的人群,拥挤在道路、桥梁、楼梯的交叉口、出入口等处,由于人群受到阻塞从而会造成拥挤混乱,个别情况下,还会发生两股人群狭路相逢的情况^[5]。陕西华山多次发生踩踏事故就是由于在狭窄的山路上,上下两个方向的异向人流发生群集现象造成的。

其二为人流速度,特别是在下列情况下:通道开启,人员密集场所人群聚集因素结束,如活动结束后人群聚集因素转移,可引起人群的忽然流动,在这种快速流动过程中易发生碰撞及由于惯性的作用,引发踩踏事故。

3. 人群构成

踩踏事故主要考虑的是人群中个体的行进速度和承受拥挤的能力,行进速度明显低于群体平均行进速度的人及承受拥挤能力低的人就成为群体中的“异质”。人群密度较大时,“异质”有可能被后面的人推倒或挤倒,进而产生连锁反应^[6]。实际中对此往往难以判断,简单的办法是依据个体的年龄、身体差异进行区分。通过以往案例分析也发现,踩踏事故中伤亡者中老年人和妇女占有较大比重。

(1) 主体构成的复杂性。

大型活动参与人员构成复杂,参与者既有青年、老年,也有儿童,对风险的认知,个人防护知识及能力有很大不同;此外,活动参与者的职业、社会层面、兴趣、爱好、性格和气质、健康和疲劳状况、心理素质等差异较大,群体习惯和文化理念不同,在活动期间可能遇到的安全问题也不尽相同。

人群构成可以依据人群年龄、性别、性格、安全意识等划分^[7],表2-1针对不同人员特性分析了其心理和行为特征。此外,具有某种特性的部分人群易受灾害的影响,是脆弱群体,主要包括:小孩、老年人、残疾人和病患者、酗酒者、丢失人员、传染病患

者，同时这些人也可更易制造混乱。

主体的复杂性也使得个体与群体之间存在诸多潜在矛盾，导致了活动事故隐患的多来源性，同时个体对风险等事物的反应特征也呈现多样性，这些因素致使可能的安全问题增多。

表 2-1 不同层次人员特征分析表

层次	心理和行为特征
老年人	控制能力差，判断力差，注意力不集中，易受无关因素的干扰；行为缓慢、迟钝，平衡能力、灵敏度差
正常男性	能根据自己所处的客观环境来调节自己的情绪恶化情感，能独立进行观察和思维，具备独立解决问题的能力；行动迅速、果断，平衡能力、灵敏度好，体力充沛
妇女	能根据自己所处的环境进行判断，但是容易恐慌，行动上没有正常男性来得迅速有力，平衡能力较差，体力不够
儿童	心理稳定性差，不知道如何应对紧急事件，行动不知所措，平衡能力差，不会自我保护，需要别人帮助
残障人	控制能力差，行为不便，容易影响别人的通行，也容易受到伤害，需要别人帮助

(2) 参与目的的相异性。

参与主体共同的外在表现形态下，不同的参与者也是怀着不同的目的和心态来参加活动。大型活动中不能完全否定少数极端分子的存在，这样，可能导致群体目标与个人目标发生冲突，继而造成可能的群体动荡，引发拥挤踩踏事故。

4. 人群状态

(1) 人群不安全行为。

人群中个别人员的不安全行为可能导致整个群体秩序的混乱，使人群整体处于不安全状态。如火灾疏散过程人群秩序将可能发生混乱，造成事故。

Maier 提出人的行为模式是：

(刺激) → (人体) → (行为反应) → (行为完成)

在大型活动中，活动现场形成对人感知的刺激，根据人的个性，刺激形成人的动作、语言、表情和思考等的行为反应，然后做出决策，决策可能是正确的，也可能是错误的，错误的行为很容易导致事故的发生。

(2) 人群心理状态。

根据人员心理状态可将踩踏事故分为“逃避灾害”型及“争抢”型。“逃避灾害”型事故的起因是突发灾害，由于其发生过程一般都极为短促，人群毫无思想准备，人群由于过于惊恐而易暂时丧失理智，出现恐慌心理、从众心理及绝望心理，使灾害现场更为混乱^[8]，直至引发事故。“争抢”型事故中，人们最初的思维状态是完全清醒的，人的行为是完全有目的的。但正因如此，人们才更加拥挤，从而也就更容易发生拥挤踩踏