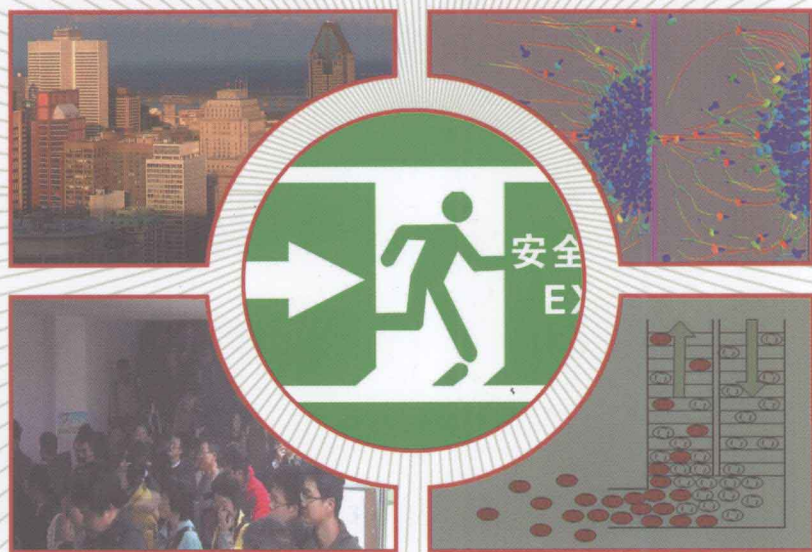


建筑内人员运动规律 与疏散动力学

杨立中 著



科学出版社

内 容 简 介

本书是作者多年来在人员运动和疏散动力学规律研究方面的主要成果和相关知识的积累。全书系统地介绍了该领域的研究方法、内容及应用情况,重点结合人员疏散演习和实验分析,展示了元胞自动机模型在行人运动和人员疏散领域的广泛应用,并将心理学研究的常用方法引入疏散过程研究,侧重研究紧急条件下疏散中人员的生理和心理状态、个体行为和群体行为特征;同时也对(超)高层建筑楼梯疏散的人群动力学特征进行了分析和探讨。本书的研究成果可为人员疏散的应急管理提供科学依据,为增强公共聚集场所人员紧急疏散及危险处置能力提供技术支撑。

本书可供安全科学与工程、消防工程、应急管理等领域科学研究及教学使用,是消防设计和管理、火灾风险评估、消防安全咨询、应急管理等领域工程技术人员的参考资料,同时可作为高等院校安全科学与工程、火灾科学和消防工程、公共安全与应急管理等相关专业研究生与高年级本科生的教材。

图书在版编目(CIP)数据

建筑内人员运动规律与疏散动力学/杨立中著. —北京:科学出版社,2012
ISBN 978-7-03-034815-9

I. ①建… II. ①杨… III. ①建筑物-安全疏散-研究 IV. ①TU972

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 124891 号

责任编辑:裴 育 唐保军 / 责任校对:钟 洋

责任印制:张 倩 / 封面设计:耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

骏立印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2012 年 6 月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2012 年 6 月第一次印刷 印张:20

字数:393 000

定价:68.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

随着经济和社会的高速发展,自然灾害和重大突发性事件的威胁日益凸现。城市化的进程导致越来越多的(超)高层建筑以及社会活动中人口的过分集中,从而引发火灾等灾难性事故的频繁出现。因此,如何保证紧急条件下的人群疏散安全性是摆在研究人员面前的一个非常具有挑战性的研究方向。自 20 世纪末开始,我们一方面持续重视火灾动力学过程的研究,另一方面,将目光转向了火灾等突发事件对人群疏散过程影响等方面的研究,其目的在于获取紧急条件下人员心理特征和疏散行为的关系,寻找密集人群的事故发展模式 and 规律,从而为人群风险的预测、识别、防控等提供理论依据和科学建议,提升社会风险的管理水平。

本书是结合作者所领导的课题组在人员运动规律与疏散动力学方面多年的研究成果撰写而成的,也是作者主持的诸多科研项目成果的结晶,主要包括:国家重点基础研究发展计划项目(973 计划项目)“城市高层建筑重大火灾防控关键基础问题研究”课题四“多作用力耦合驱动的高层建筑火灾烟气输运规律与控制”(2012CB719704)、国家自然科学基金委员会重大研究计划培育项目“紧急情况下(超)高层建筑楼梯人群疏散动力学规律研究”(90924014)、教育部高等学校博士学科点专项科研基金“基于元胞自动机的火灾条件下人员疏散特殊行为模拟”(200803580007)、国家自然科学基金项目“火灾烟气对人员疏散的危害性研究”(50276058)、国家自然科学基金项目“火灾烟气毒物迁移规律研究”(50006012)。衷心感谢科技部、国家自然科学基金委员会、教育部等部门在研究经费上给予的大力支持。本书的出版得到中国科学技术大学研究生教育创新计划项目的支持,在此表示感谢。

在本书的撰写过程中,引用了作者所指导的研究生的许多资料,他们是方伟峰、赵道亮、李健、朱艺、刘少博、饶平、詹新、朱孔金,在此对他们的辛勤工作表示衷心的感谢。另外,作者所指导的研究生朱孔金、饶平、傅志坚、詹新、章涛林、何川等参加了部分章节的撰写工作,在此一并表示感谢。

同时,本书在撰写过程中,参阅并引用了大量国内外同行专家的资料,在参考文献中已尽力予以列出,但难免会有遗漏。在此,对这些专家表示衷心的感谢,对他们创造性的研究成果表示由衷的钦佩。

虽然作者在撰写过程中尽了自己最大的努力,但由于水平有限,书中不妥之处在所难免,敬请读者批评指正。

作 者

2012 年 4 月于中国科学技术大学

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 研究背景和意义	1
1.1.1 社会经济发展与公共安全	1
1.1.2 国内外人员疏散事故及拥挤踩踏事件	2
1.1.3 疏散动力学研究对人群管理的促进作用	11
1.2 基本概念	12
1.2.1 群体和疏散	12
1.2.2 疏散时间的计算	15
1.2.3 行人和疏散动力学基本参数	18
1.3 人员疏散研究的发展历程	23
参考文献	24
第 2 章 人员疏散模型	28
2.1 人员疏散计算机模拟研究	28
2.2 元胞自动机	29
2.3 元胞自动机疏散模型	34
2.3.1 模型基本元素及模拟步骤	34
2.3.2 可扩展的元胞自动机疏散模型	36
2.3.3 场域模型	41
2.4 模型验证与算例	45
2.4.1 可扩展的元胞自动机模型	45
2.4.2 场域模型	49
2.5 其他疏散模型	53
2.5.1 连续型模型	54
2.5.2 离散型模型	55
参考文献	56
第 3 章 人员运动的动力学特征	59
3.1 行人流	59
3.1.1 典型自组织现象	60
3.1.2 行人流状态分析	61

3.2 多速度多值的元胞自动机模型	65
3.2.1 模型介绍	65
3.2.2 单通道模拟研究	68
3.2.3 汇合通道模拟研究	70
3.2.4 不同速度人群的模拟	72
3.3 考虑推挤-穿行行为的人员运动模拟	75
3.3.1 推挤-穿行的动力学过程	75
3.3.2 一维行人流模拟	77
3.3.3 二维行人流模拟	82
3.4 存在选择偏好的人员运动模拟	90
3.4.1 考虑右偏心理的相向流模型	90
3.4.2 通道尺寸的影响	93
3.4.3 右偏强度的影响	94
参考文献	99
第4章 人员运动和疏散动力学的实验研究	102
4.1 概述	102
4.1.1 实验设计原则	102
4.1.2 实验信度和实验效度	103
4.1.3 实验研究的分类	104
4.2 考虑视野和环境声音信息的有控疏散实验	115
4.2.1 疏散实验	115
4.2.2 典型人员行为	117
4.2.3 个体疏散时间随初始位置的分布	119
4.2.4 个体疏散速度变化规律	123
4.3 考虑远程声音信息和小群体作用的长距离疏散实验	125
4.3.1 实验介绍	125
4.3.2 多障碍物教室内疏散分析	128
4.3.3 教室出口选择与楼梯出口选择	132
4.3.4 教室过道选择比例	133
4.3.5 自测疏散时间	137
4.3.6 警报对出口选择的影响	139
参考文献	141
第5章 人员疏散中的典型个体行为	144
5.1 概述	144
5.2 性别差异	145

5.2.1 性别差异的实验分析	146
5.2.2 性别差异的元胞自动机模拟	150
5.3 视野受限时潜意识环境认知信息的衰减	155
5.4 火灾环境下个体视野范围对疏散的影响	162
参考文献	166
第6章 人员疏散中的典型群体行为	167
6.1 概述	167
6.1.1 堵塞现象	167
6.1.2 密度波	169
6.1.3 自组织现象	171
6.1.4 瓶颈摆动	172
6.1.5 流动斑纹	173
6.1.6 恐慌行为	173
6.2 从众心理	175
6.2.1 定义	175
6.2.2 从众心理的模拟分析	177
6.3 亲情行为	184
6.3.1 定义	184
6.3.2 亲情行为的模拟分析	185
6.4 小群体行为	187
6.4.1 定义	187
6.4.2 小群体行为的实验研究	189
参考文献	192
第7章 复杂建筑内水平疏散	195
7.1 概述	195
7.2 出口条件对疏散动力学的影响	199
7.2.1 出口宽度与人员密度的影响	200
7.2.2 出口间距的影响	208
7.3 考虑出口密度的元胞自动机疏散模型	221
7.3.1 模型介绍	221
7.3.2 模拟结果及分析	224
7.4 考虑信息传递的场域模型	228
7.4.1 人员疏散中环境信息研究现状	228
7.4.2 考虑环境信息的多速度疏散模型	232
参考文献	238

第8章 (超)高层建筑大规模人群的竖直疏散	244
8.1 (超)高层建筑人员疏散概述	244
8.2 教学楼楼梯人流观测	257
8.2.1 研究方法	258
8.2.2 结果分析	259
8.3 楼梯人员疏散实验研究	264
8.3.1 实验设计	264
8.3.2 实验结果及分析	266
参考文献.....	274
第9章 人员疏散的问卷调查研究	277
9.1 疏散行为的心理学研究	277
9.1.1 心理学的运用	277
9.1.2 心理学的研究方法	278
9.1.3 几种研究方法的具体运用	279
9.2 问卷调查的方法	281
9.2.1 目的	281
9.2.2 问卷调查在疏散中的运用	281
9.2.3 问卷的设计	286
9.3 疏散问卷的主要研究内容	288
9.3.1 疏散中的确认过程	288
9.3.2 人员特征对疏散的影响	289
9.3.3 疏散人员的心理研究	291
9.4 问卷设计与分析一	292
9.4.1 问卷题目的设计	292
9.4.2 问卷的内容	292
9.4.3 调查过程质量控制	293
9.4.4 问卷调查结果	294
9.4.5 结果与讨论	304
9.5 问卷设计与分析二	305
9.5.1 研究目的	305
9.5.2 问卷的设计	305
9.5.3 疏散演习问卷结果	306
9.5.4 结论与分析	310
参考文献.....	310

第 1 章 绪 论

1.1 研究背景和意义

1.1.1 社会经济发展与公共安全

公共安全是国家和社会稳定的基石,也是人类可持续发展的重要支柱。经济和社会的高速发展往往伴随着城市化、信息化的加速,城市人口和资源不断集中,自然灾害和重大突发性事件的威胁日益凸现。

一方面,人们对社会安全稳定的要求和重视程度越来越高。国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006~2020 年)^[1]指出,“公共安全是国家安全和社会稳定的基石;我国公共安全面临严峻挑战,对科技提出重大战略需求”,并将“公共安全”定为“重点研究领域”之一,将“突发公共事件防范与快速处置”定为“优先主题”。

另一方面,城市化带来了越来越多的高层和超高层建筑以及社会活动中人口的过分集中,从而导致了越来越多的火灾、踩踏等群体灾难性事故的发生。根据国家统计局和社会科学院的统计,我国 2008 年人口在 100 万以上的城市已达 122 个,总体城市化率为 45.68%,正处于加速阶段^[2]。据公安部消防局的统计,目前我国超过 24m 的高层建筑为 9.8 万幢,而且还在飞速增加,火灾、踩踏等灾难性事故也频繁发生。根据国际火灾救援与服务协会(International Technical Committee for the Prevention and Extinction of Fire, CTIF)火灾统计中心(www.ctif.org)^[3]的统计,全世界 1993~2006 年平均每年发生火灾 413 万次,死亡 3.98 万人(图 1.1)。其中,我国在 2002~2008 年平均每年发生火灾 21.8 万

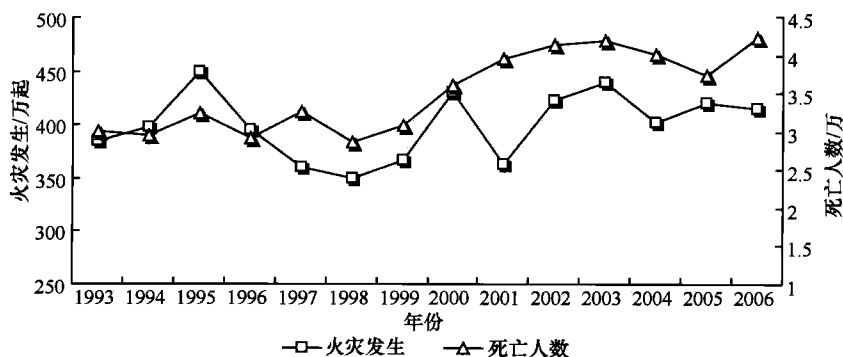


图 1.1 世界 40~50 个主要国家 1993~2006 年总体火灾发生次数和死亡人数统计

次,伤亡 4000 多人^[2](图 1.2)。图 1.3 显示的统计结果表明^[3],建筑火灾和交通工具火灾占世界总火灾发生的 47%,这就意味着在大部分火灾情况下,人们都会面临如何尽快从建筑物或者交通工具内疏散出来的问题。

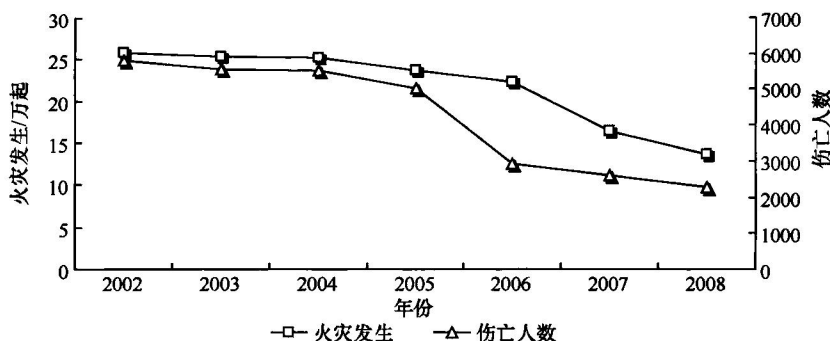


图 1.2 2002~2008 年中国火灾发生起数和伤亡人数统计

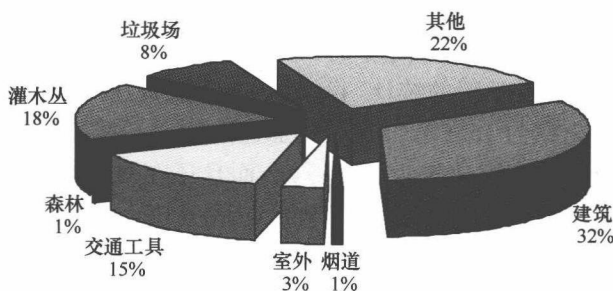


图 1.3 世界 40~50 个主要国家 2006 年火灾发生地点分布统计

1.1.2 国内外人员疏散事故及拥挤踩踏事件

当前,随着人民生活水平的提高,以及现代交通设施及服务的日益便利,越来越多的人倾向于外出娱乐消费,这使得各种类型的公共场所内高密度密集人群的出现频率大增。例如,大型体育赛事、宗教民俗活动、大型节日庆祝等公共活动时均会出现密集人群的聚集,甚至是日常的招聘会、商场促销、著名景点旅游旺季时也会在有限的空间内引起极高密度人群的聚集。图 1.4(a)为拥有 200 多年历史的四川绵阳安县的民俗文化活动“踩桥会”,2011 年约有 10 万民众参加踩桥活动;图 1.4(b)为武汉大学樱花盛开时的参观人潮,每天约有 20 万人参观;图 1.4(c)为广州某车展现场;图 1.4(d)为某招聘会现场。可见,密集人群形成的场所既有室内也有室外,而且人群往往是由于某一共同目的而聚集到一起。

公共场所内人群密度极高,导致人与人或人与障碍物之间的相互作用增强,这

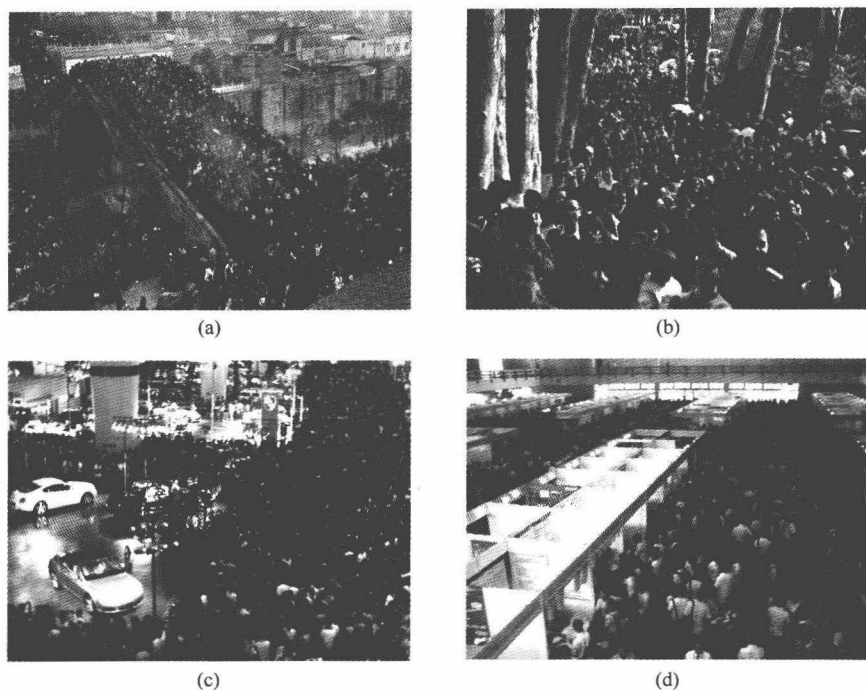


图 1.4 密集人群形成场所

无论是对正常情况下的人群管理,还是对紧急情况下的人员疏散问题,都带来了严峻的挑战,非常规突发事件引起的人员疏散过程中的拥挤踩踏事件屡见不鲜。表 1.1 ~表 1.4 列出了近年来国内外发生的部分灾难性事故情况。

表 1.1 近年来国内外发生的部分灾难性事故

地点	时间	事故原因	伤亡情况
中国,洛阳	2000/12/25	东都火灾	309 人丧生
美国,纽约	2001/9/11	恐怖袭击	2974 人丧生
加纳,阿克拉	2001/5/10	足球场骚乱	150 人伤亡
韩国,大邱	2003/2/18	地铁纵火案	245 人伤亡
美国,芝加哥	2003/2/17	夜总会骚乱踩踏	21 人丧生
印度,纳西克	2003/8/27	“昆梅拉节”踩踏	80 人伤亡
中国,北京	2004/2/5	密云元宵灯展	37 人丧生 15 人受伤
印度,勒克瑙	2004/4/12	竞选集会踩踏	21 人丧生
沙特,麦加	2004/2/2	穆斯林朝圣	244 人丧生
中国,吉林	2004/2/15	吉林中百商厦火灾	54 人丧生
沙特,麦加	2005/1/22	姆尼耶圣地拥挤	约 500 人伤亡

续表

地点	时间	事故原因	伤亡情况
印度, 怀伊	2005/1/25	曼达德维神庙踩踏	300 多人丧生
伊拉克, 巴格达	2005/8/31	阿扎米亚桥踩踏	965 人丧生
沙特, 麦加	2006/1/12	穆斯林朝圣	345 人丧生
中国, 重庆	2007/11/10	商场促销时踩踏	34 人伤亡
印度, 大神梵天寺	2008/10/2	印度教节日活动	279 人伤亡
科特迪瓦, 阿比让	2009/3/29	非洲国家杯预选赛	154 人伤亡
中国, 湖南	2009/12/7	校园教学楼内踩踏	8 人丧生 26 人受伤

表 1.2 国内踩踏事件

地点	时间	事故原因	伤亡情况
陕西, 华阴	2001/4/8	庙会	17 人丧生 5 人受伤
武汉	2004/12/10	违规促销引发踩踏	2 人丧生
北京	2004/2/5	密云元宵灯展	37 人丧生
上海	2007/10/26	宝山乐购促销引发踩踏	15 人受伤
重庆	2007/11/10	“家乐福”踩踏	3 人丧生 31 人受伤
南京	2008/8/20	超市促销引发踩踏	4 人重伤
武汉	2008/9/19	影剧院内促销导致过度拥挤	1 人丧生
深圳	2008/9/20	燃放烟花所致舞厅大火, 踩踏加剧灾情	43 人丧生 57 人受伤
山西, 运城	2008/12/12	足疗店火灾引发踩踏	7 人丧生 10 人受伤
重庆	2009/3/23	促销派送洗衣粉引发踩踏	2 人丧生 11 人受伤
沈阳	2009/5/15	舞台坍塌	6 人受伤

表 1.3 国外踩踏事件

地点	时间	事故原因	伤亡情况
印度, 安拉阿巴德	1954	宗教集会	约 800 人丧生
印度, 哈里德瓦尔	1984	—	200 人丧生
印度, 哈里德瓦尔	1986	—	约 50 人丧生
尼泊尔, 加德满都	1988/3/12	体育场举行足球比赛时, 突然天降冰雹, 寻找躲避处的观众乱作一团, 酿成踩踏惨剧	100 多人丧生 300 多人受伤
印度, 纳什克	1989	宗教集会	350 人丧生

续表

地点	时间	事故原因	伤亡情况
英国,谢菲尔德	1989/4/15	利物浦队与诺丁汉森林队在谢菲尔德一个体育场举行比赛。警察打开体育场一处入口大门,2000名没有球票的球迷涌入体育场,与看台上的球迷挤成一团	96 人丧生 300 多人受伤
沙特,麦加	1990/7/2	一条地下人行通道发生踩踏	1426 人丧生
沙特,麦加	1994/5/24	投石驱邪桥附近发生拥挤踩踏	270 人丧生
刚果(布),布拉柴维尔	1994/8/13	教堂内参加宗教活动的人群发生踩踏	至少 150 人丧生
危地马拉	1996/10/16	体育场内观看世界杯预选赛的观众发生踩踏	90 人丧生 150 人受伤
沙特,麦加	1998/4/9	米纳地区米纳桥发生踩踏	119 人丧生 180 多人受伤
沙特,麦加	2001/3/5	米纳地区米纳桥发生踩踏	35 人丧生
加纳,阿克拉	2001/5/9	足球场内球迷骚乱,警察投掷催泪弹引发踩踏	126 人丧生
美国,芝加哥	2003/2/17	夜总会骚乱踩踏	21 人丧生
印度,纳西克	2003/8/27	“昆梅拉节”踩踏	80 人伤亡
印度,勒克瑙	2004/4/12	竞选集会踩踏	21 人丧生
沙特,麦加	2004/2/2	穆斯林朝圣	244 人丧生
沙特,麦加	2005/1/22	姆尼耶圣地拥挤	约 500 人受伤
印度,怀伊	2005/1/25	曼达德维神庙踩踏	300 多人丧生
印度,孟买	2005/7/29	有人散布谣言说暴风雨可能导致附近一个大坝决堤,居民在四散逃命过程中发生踩踏	16 人丧生 近 20 人受伤
伊拉克,巴格达	2005/8/31	有传说一名自杀式炸弹袭击者混入人群,引发恐慌	965 人丧生
韩国,尚州市	2005/10/3	万人音乐会发生踩踏	11 人丧生 30 多人受伤

续表

地点	时间	事故原因	伤亡情况
印度,金奈市	2005/12/18	灾民在领取食品券时发生拥挤踩踏	至少 43 人丧生 约 50 人受伤
沙特,麦加	2006/1/12	穆斯林朝圣	345 人丧生 289 人受伤
菲律宾,马尼拉	2006/2/4	体育场内开展电视有奖游戏节目时,谣言有炸弹袭击引发恐慌踩踏	71 人丧生 201 人受伤
孟加拉国,吉大港市	2006/2/25	服装厂内因恐慌发生踩踏	至少 100 人受伤
韩国,首尔	2006/3/26	游乐园内发生踩踏。因游乐园允许游客免费进场,数万名年轻人在争先进场过程中相互拥挤	35 人受伤
巴基斯坦,卡拉奇	2006/4/9	宗教集会结束后,一名女孩突然跌倒大声呼救,结果引起恐慌。人群推搡踩踏	至少 29 人丧生 百余人受伤
阿富汗西部	2006/6/18	学校内发生煤气爆炸,学生慌乱逃跑引发踩踏	4 人丧生 15 人受伤
也门,南部伊卜省	2006/9/12	举行竞选集会时,现场发生踩踏	至少 51 人丧生
突尼斯,斯法克斯市	2007/4/30	露天音乐会上发生踩踏	至少 6 人丧生 10 多人受伤
印度,南部安得拉邦	2008/1/3	庙宇内发生踩踏	20 余人伤亡
印度,东部奥里萨邦	2008/7/4	人员拥挤和道路湿滑导致踩踏发生	6 人丧生 20 人受伤
印度,北部喜马偕尔邦	2008/8/3	庙宇内发生严重踩踏	145 人丧生
印度,大神梵天寺	2008/9/30	印度教节日活动	279 人伤亡
韩国,庆尚南道昌宁郡火旺山	2009/2/9	举行正月十五传统的“烧蒲苇”活动。突然,风向发生逆转,聚集在现场的近 1.5 万人为躲避迅速蔓延的山火发生混乱,引发踩踏	至少 4 人丧生、 2 人失踪 60 多人受伤
俄罗斯,乌拉尔联邦区	2009/3/21	迪斯科舞厅内发生踩踏	4 人丧生 8 人受伤

续表

地点	时间	事故原因	伤亡情况
科特迪瓦,阿比让	2009/3/29	非洲国家杯预选赛	154 人伤亡
摩洛哥,拉巴特	2009/5/24	体育场内发生踩踏	11 人丧生 数十人受伤
印度,瓦拉纳西	2009/7/22	观日食人群踩踏	2 人丧生 10 多人受伤
印度,新德里	2009/9/10	学校内发生踩踏	5 人丧生 30 多人受伤
巴基斯坦,卡拉奇	2009/9/14	因争抢免费发放的食物而引起 踩踏	18 人丧生 多人受伤
印度,西部古吉拉特邦	2009/12/21	庙宇内发生踩踏	9 人丧生 37 人受伤
印度,东部西孟加拉邦	2010/1/14	因参加宗教活动人员拥挤登船而 引起踩踏	至少 7 人丧生 17 人受伤
马里,通布图	2010/2/25	清真寺内发生踩踏	24 人丧生 20 多人受伤
印度,北部北方邦	2010/3/4	寺庙内发生严重踩踏	60 多人丧生 上百人受伤
印度,孟买	2010/3/8	警察招募营地发生踩踏	1 人丧生 11 人受伤
乌干达,坎帕拉	2010/3/26	郊卡苏比王陵发生踩踏	至少 1 人丧生 146 人受伤
印度,西北部哈里亚纳邦	2010/4/30	进行宗教活动时突发踩踏	至少 5 人丧生 数人受伤
墨西哥,蒙特雷	2010/5/2	音乐会上发生踩踏	至少 5 人丧生 数十人受伤
印度,新德里	2010/5/16	火车站发生踩踏	2 人丧生 15 人受伤
南非	2010/6/6	尼日利亚队和朝鲜队为世界杯举 行热身赛时,大批球迷涌进比赛场 馆,导致踩踏发生	至少 20 人受伤
德国,杜伊斯堡	2010/7/24	举行“爱的大游行”电子音乐狂欢 节时发生踩踏	至少 18 人丧生 80 人受伤

续表			
地点	时间	事故原因	伤亡情况
印度,东北部比哈尔邦	2010/10/16	寺庙欢度九夜节时发生踩踏	至少 10 人丧生 多人受伤
肯尼亚,内罗毕恩	2010/10/23	体育场举行足球比赛时,发生踩踏	至少 7 人丧生 多人受伤
柬埔寨,金边	2010/11/22	观看送水节活动的民众,在通往“钻石岛”的一座桥上发生踩踏	至少 378 人丧生 700 多人受伤
印度,互拉纳西	2010/12/7	庙宇外遭遇炸弹爆炸事件,正在参加宗教活动的民众发生踩踏	1 人丧生 约 20 人受伤
南非,西北省	2011/1/1	酒吧发生踩踏	10 人丧生
印度,西南喀拉拉邦伊杜基地区	2011/1/14	参加大型宗教活动后,经由一条狭窄的森林小路返回。一辆吉普车从人群中通过时突然翻倒,附近人员慌忙躲避,引发踩踏	104 人丧生 50 人受伤

表 1.4 我国校园踩踏事件

地点	时间	事故原因	伤亡情况 死亡/受伤(重伤)
河南省驻马店市新蔡县涧头乡中学	2000/09/13	楼道内学生相互拥挤踩踏,栏杆被挤倒	3/80(4)
陕西省长安县韦曲镇中心小学	2000/10/15	楼梯宽度窄,一个孩子蹲下来系鞋带被拥来的学生压倒,导致踩踏	1/9
河南省许昌县洹乡初中	2000/11/7	在教学楼第一、二层楼梯转弯处大量拥堵,学生摔倒	5/11
山东省临沂市平邑县武台镇中学	2000/11/13	楼梯间灯光暗,个别学生跌倒后,后面的学生大量挤压	5/32
内蒙古乌兰察布盟丰镇市第二中学	2002/09/23	停电,有学生下楼跌倒后扶手坍塌	21/47
云南省镇雄县泼机镇中心小学	2002/10/29	有学生在楼梯上燃放鞭炮,造成正在下楼的同学因恐慌而相互推挤踩踏	0/22(14)
重庆市酉阳县钟多中学	2002/10/30	在下楼时发生拥挤踩踏	5/61
陕西省宝鸡县虢镇镇初级中学	2003/01/05	楼梯停电,在下楼时发生拥挤踩踏	3/19(6)
湖北省麻城市顺河镇林店高小	2003/09/22	楼梯间电灯不亮,从二楼下至一楼时发生拥挤	0/13(2)

续表

地点	时间	事故原因	伤亡情况 死亡/受伤(重伤)
湖南省湘潭县凤凰中学	2003/10/13	学生拥挤造成教学楼楼梯扶手断裂	0/60
河北省成安县商城镇中学	2003/12/11	学校停电,有人恶作剧地喊了一声“地震了”,引起恐慌推挤,并导致护栏严重变形	5/11(4)
四川省简阳市实验小学	2003/12/17	下课时发生学生楼梯拥挤事故	0/12(1)
山西省临猗县孙吉初中	2004/03/11	一女生公寓楼学生上下楼相互拥挤、踩踏	2/13
湖北省恩施第二实验小学	2004/03/24	上午课间操,下楼摔倒	0/18
陕西省咸阳渭城区第二初级中学	2005/01/18	清晨早会,原来两个楼梯只开放1个,导致拥挤踩踏	0/12
四川省南充营山云冈实验小学	2005/10/14	中午放学,楼梯,打滑摔倒	0/12(2)
新疆阿克苏八一师二中附小	2005/10/16	下楼参加升旗仪式,扶手断裂	1/12
湖南省娄底第四小学	2005/10/24	上下楼相互拥挤、踩踏	0/1(1)
四川省巴中市通江县广纳镇小学	2005/10/25	楼梯光线较暗,有同学喊“见鬼了”,发生拥挤踩踏	10/25
安徽省亳州市谯城区估衣小学	2005/11/01	上下楼梯拥挤踩踏	0/12
福建省厦门集美某民办学校	2005/11/04	上下楼梯拥挤踩踏	0/6
海南省五指山市第一小学	2005/11/25	上下楼梯拥挤踩踏	0/3
湖北省黄石阳新县浮屠中学	2005/11/26	地震	0/47(2)
湖北省黄冈蕲春县株林镇达城中学	2005/11/26	地震	0/28
重庆市涪陵百胜镇中心小学	2008/04/24	集会后散会,在回教室途中,在一楼楼梯间发生挤踏	0/6
陕西省咸阳兴平县西吴中学	2008/05/12	地震	0/6
陕西省咸阳乾县灵源中学	2008/05/12	地震	0/30
四川省仁寿县青冈中心校	2008/05/12	地震	0/11
云南省曲靖市马龙县小学	2008/07/28	事故发生在二楼和三楼之间的厕所门口,鞋子掉厕所,导致学生从厕所中冲出,拥挤踩踏	0/17(2)
重庆市合川区龙市中学	2008/12/16	中午,上下楼拥挤	0/25(5)

续表

地点	时间	事故原因	伤亡情况 死亡/受伤(重伤)
福建省福州仓山博奥学校	2008/12/23	一名9岁的小学生和一名女老师及多名同学上楼时,被蜂拥下楼的其他学生冲倒	数十人被挤倒(1名学生右小腿粉碎性骨折)
浙江省宁波宁海金桥书院学校	2009/01/06	傍晚,为观看孔明灯,学生蜂拥下楼,发生踩踏	1/2
湖南省常宁市西江小学	2009/11/03	下楼做课间操,发生踩踏	0/6
重庆市彭水县桑柘镇中心校	2009/11/25	人流对冲,有人摔倒	数十人轻伤(5人重伤)
湖南省湘乡育才中学	2009/12/07	晚间,下晚自习,楼梯	8/26
新疆阿克苏第五小学	2010/11/29	中午,课间操,楼梯	0/41(7)
江西省都昌土塘中学	2011/06/18	下晚自习,楼梯容量不足,黑暗	6/39
四川省自贡荣县旭阳镇北街小学	2011/06/20	下午放学,上下楼梯拥挤踩踏	0/11(1)
广西省全州北完小学	2011/07/14	在一楼与二楼转弯平台,后面的学生推倒前面的学生,发生踩踏	0/4

下面来看几个典型的案例。

案例一 2004年1月31日,北京市密云第二届迎春灯展开幕,前5天,每天2000~3000人。2月5日19:30左右,在公园观灯的游人有4000~5000人,此时潮白河西岸小区有人燃放焰火,东岸人群大量拥到彩虹桥上观看;19:45左右,有游人在桥西侧下坡处跌倒,引发连锁反应,最终导致37人当场死亡,15人受伤的惨剧。事后分析原因主要有:①彩虹桥为公园内部游人休闲漫步的桥,设计时未考虑大流量人群的情况,桥本身坡度过大,桥面过窄,无法承载大量人群;②距离彩虹桥400多米以外才有其他桥梁,因此彩虹桥为公园内河两岸游人通行的最主要通道;③当天公园的人数过多,未能得到有效的引导;④大量游人想在桥上或通过桥到河西岸看烟火,导致桥上人员密度迅速增加;⑤组织者未能在交通瓶颈处进行有效的管理和引导。从以上原因可以看出:组织者在举行活动前,对可能出现的问题考虑不周,应急准备工作粗糙,应急措施考虑也不细致。

案例二 麦加是伊斯兰教的第一圣地,至少去一次麦加进行朝觐活动是所有穆斯林男女毕生需要履行的天命,因此会导致短时间内的大量人员聚集,踩踏事故的发生往往不可避免。2006年1月12日,是麦加朝觐的最后一天,每个朝觐者都要到麦加米纳山谷射石场,把石头扔向三个圆柱,射石场设计四条出入道路,两条为进入道路,两条为撤离道路,但由于短时间内拥入大量人群,有人从撤离道路进入射石场,导致现场人员混乱,有人被大巴上滑落的行李绊倒,周围的人无法避开,导致踩踏事故发生,最终死亡345人,伤289人。其实最惨痛的一次发生在1990年7月2日,1426名朝圣者在通往麦加圣地的一条行人地下通道中被拥挤的人潮踩死。