



# 公共安全科学导论

范维澄 刘奕 翁文国 申世飞 著



科学出版社

国家科学技术著作出版基金

# 公共安全科学导论

范维澄 刘 奕 翁文国 申世飞 著

科学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书介绍了作者对公共安全的概念体系、理论框架、方法学等方面的思考与观点。提出了由突发事件、承受载体、应急管理三者构成的公共安全的“三角形”理论模型，并对其内涵进行了较为深入的讨论和分析。从案例分析入手，分析了灾害要素的概念和特征、突发事件的作用特点和规律、承受载体的类型和破坏方式、应急管理的目的和作用以及国际主要应急管理模式等。介绍了包括确定性方法、随机方法、基于信息的方法、系统科学的研究方法以及复合研究方法的公共安全的“4+1”方法学，以及公共安全领域常用的分析方法和工具。

本书可供公共安全领域的研究人员作为学术参考，也可供政府部门及大型企业的相关工作人员作为工作参考，亦可作为公共安全领域的研究生学习参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

公共安全科学导论 / 范维澄等著. —北京: 科学出版社, 2013

国家科学技术著作出版基金

ISBN 978-7-03-037343-4

I. 公… II. 范… III. 公共安全—研究 IV. X956

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第081225号

责任编辑: 张 震 / 责任校对: 刘亚琦

责任印制: 钱玉芬 / 封面设计: 王 浩

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>

北京通州皇家印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2013年5月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2013年5月第一次印刷 印张: 21 1/4

字数: 500 000

定价: 108.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)



# 前 言

公共安全是一个新兴的、综合交叉型的学科领域，近年来受到国内外高校、科研院所、政府、企业、公众等各界的广泛重视。2001年发生的美国“9·11”恐怖袭击事件在全世界范围内敲响了公共安全的警钟；2002年影响到我国大部分地区乃至其他多个国家和地区的“SARS”事件，给我国政府和学界提出了关于公共安全的深刻拷问。2006年，国务院发布的《国家中长期科技发展规划纲要（2006-2020）》首次将“公共安全”列为独立领域进行研究和规划。2011年，国务院学位委员会、教育部发布的《学位授予和人才培养学科目录（2011年）》，首次将“安全科学与工程”列为研究生教育的一级学科。2012年，全国一级学会“公共安全科学技术学会”成立。社会各界的共同关注推动了公共安全学科的迅速发展。

系统化的理论体系和方法学是学科发展的重要基础和支撑，作者基于多年来在公共安全领域的研究探索，对公共安全系统化理论方法的深入思考，完成此书，并希望藉此书，与关注公共安全的各领域专家、学者、管理人员等交流与分享对公共安全的概念体系、理论框架、方法学等方面的思考与观点。

本书内容分为11章。第1~5章着重介绍公共安全的概念体系和理论框架，可以概括为“三角型”理论模型，包括灾害要素、突发事件、承灾载体、应急管理；第6~11章主要介绍公共安全的方法学，可以概况为“4+1”的方法学，包括确定性方法、随机方法、基于信息的方法、系统科学的研究方法以及复合研究方法。全书在编排上理论分析与研究方法并重，并对关键概念和方法给以案例分析和实际应用示例说明，使读者更容易理解。

本书由清华大学公共安全研究院范维澄、刘奕、翁文国、申世飞共同撰写。范维澄总体指导并参与撰写，刘奕撰写了书稿第1~5章并负责全书统稿，翁文国撰写了书稿第6~11章，申世飞参与了书稿第1~5章的编校工作。研究生石磊参与了第5章的撰写，研究生关月参与了第1~5章的编校，杨锐、研究生孙旋和张婧参与了第7章的撰写，疏学明、研究生陈鹏和颜峻、中国科学技术大学宋卫国参与了第8章的撰写，杨锐、研究生邵荃和张婧参与了第9章的撰写，宋卫国参与了第10章的撰写，研究生韩朱昉、郭少东、倪顺江参与了第11章的撰写。

本书的构思和完成与国家自然科学基金“非常规突发事件应急管理研究”重大研

究计划的立项和实施紧密联系，得到该重大研究计划集成项目（No. 91224008 和 No. 91024032）与培育项目（No. 91024018 和 No. 91024016）的支持，也是国家自然科学基金项目（No. 70833003 和 No. 70601015）的延续研究，同时也是在上述项目研究基础上的拓展和深化。

书中或有不妥与错误之处，恳请广大读者批评、指正。本书作者愿和读者一起为我国公共安全事业的发展做出贡献！

作 者

2013 年 4 月

# 目 录

## 前言

<b>第 1 章 公共安全科技概况</b> .....	1
1.1 公共安全科技的发展历史 .....	1
1.2 重大灾难的启示 .....	8
1.2.1 中国低温雨雪冰冻灾害 .....	8
1.2.2 日本阪神大地震 .....	10
1.2.3 “3·11”东日本大地震 .....	11
1.2.4 中国吉化公司双苯厂爆炸事故和松花江水污染事件 .....	11
1.2.5 北美大停电 .....	13
1.2.6 中国非典型性肺炎疫情 .....	14
1.2.7 英国伦敦地铁恐怖爆炸事件 .....	15
1.3 公共安全科技的现状与发展趋势 .....	16
1.4 公共安全的“三角形理论模型” .....	17
参考文献 .....	18
<b>第 2 章 灾害要素</b> .....	20
2.1 物质形式的灾害要素 .....	20
2.1.1 无毒害性的物质 .....	20
2.1.2 有毒害性的物质 .....	23
2.2 能量形式的灾害要素 .....	26
2.3 信息形式的灾害要素 .....	28
2.4 灾害要素的致灾方式 .....	30
2.5 关于临界值/临界区间的思考 .....	33
2.6 小结 .....	36
参考文献 .....	36
<b>第 3 章 突发事件</b> .....	37
3.1 突发事件的基本概念 .....	37
3.1.1 灾害要素与突发事件 .....	37
3.1.2 如何理解“突发” .....	38
3.1.3 存在承灾载体是必要条件 .....	38
3.2 突发事件的特点 .....	39
3.2.1 突发事件本质上是一种“过程” .....	39
3.2.2 关键或特殊“状态” .....	41

3.2.3 突发事件与对称破缺 .....	45
3.3 突发事件的基本规律 .....	46
3.3.1 随机性规律 .....	46
3.3.2 确定性规律 .....	48
3.3.3 时间之矢 .....	50
3.3.4 负熵 .....	52
参考文献 .....	55
<b>第4章 承灾载体 .....</b>	<b>56</b>
4.1 人——最重要和最脆弱的承灾载体 .....	56
4.1.1 物理伤害 .....	56
4.1.2 核生化伤害 .....	57
4.1.3 心理影响 .....	58
4.2 物的世界——社会的基本载体 .....	60
4.2.1 概述 .....	60
4.2.2 常见荷载形式及其计算方法 .....	61
4.3 社会经济运行系统 .....	67
4.4 事件链原理 .....	68
4.4.1 承灾载体在突发事件作用下的破坏类型 .....	68
4.4.2 事件链原理 .....	69
参考文献 .....	70
<b>第5章 应急管理 .....</b>	<b>72</b>
5.1 应急管理的对象和内涵 .....	72
5.1.1 面向突发事件的应急管理环节及其内涵 .....	73
5.1.2 面向承灾载体的应急管理环节及其内涵 .....	76
5.1.3 应急管理自身的环节及其内涵 .....	78
5.2 国际典型应急管理模式介绍 .....	78
5.2.1 以降低脆弱性为核心的应急管理模式 .....	79
5.2.2 以提高抗灾力为核心的应急管理模式 .....	80
5.3 风险管理与应急管理 .....	81
5.3.1 英国的风险管理体系 .....	81
5.3.2 美国的风险管理体系 .....	86
5.3.3 联合国风险管理体系 .....	91
5.4 应急管理与业务持续性管理 .....	96
5.4.1 业务持续性管理 .....	96
5.4.2 应急管理与业务持续管理的区别和联系 .....	97
参考文献 .....	101
<b>第6章 公共安全科学研究方法绪论 .....</b>	<b>102</b>
6.1 科学研究方法概述 .....	102

6.1.1	科学方法与方法论 .....	102
6.1.2	科学方法论层次与分类 .....	103
6.2	公共安全科学研究方法 .....	104
6.2.1	公共安全科学与研究方法 .....	104
6.2.2	公共安全科学的研究方法 .....	106
	参考文献 .....	108
<b>第7章</b>	<b>确定性研究方法 .....</b>	<b>109</b>
7.1	实验模拟研究方法 .....	109
7.1.1	相似理论 .....	109
7.1.2	建筑火灾中回燃前重力流的小尺寸盐水模拟实验 .....	115
7.1.3	机械车库单元内火灾蔓延实验 .....	127
7.2	理论分析研究方法 .....	134
7.2.1	理论分析研究方法基础 .....	135
7.2.2	基于博弈理论的蓄意致灾突发事件的动态资源配置分析 .....	139
7.3	数值模拟研究方法 .....	153
7.3.1	数值模拟研究方法基础 .....	154
7.3.2	危险化学品泄漏数值模拟 .....	155
	参考文献 .....	161
<b>第8章</b>	<b>随机性研究方法 .....</b>	<b>163</b>
8.1	随机性研究方法基础 .....	163
8.1.1	随机变量及其分布 .....	163
8.1.2	统计量及其分布 .....	166
8.1.3	森林火灾的概率分布 .....	169
8.2	时间序列分析方法 .....	174
8.2.1	时间序列分析方法简介 .....	174
8.2.2	110 和 119 接警数据的时序分析 .....	183
8.3	空间统计分析方法 .....	188
8.3.1	空间统计分析方法简介 .....	188
8.3.2	社会安全中盗窃事件的空间聚类分析 .....	191
	参考文献 .....	194
<b>第9章</b>	<b>基于信息的研究方法 .....</b>	<b>195</b>
9.1	信息处理方法 .....	195
9.1.1	信息处理方法基础 .....	195
9.1.2	城市火灾案例库的辅助决策方法 .....	202
9.2	应用于确定性和随机性研究的方法 .....	209
9.2.1	应用于确定性研究的方法 .....	209
9.2.2	应用于随机性研究的方法 .....	213
	参考文献 .....	221



<b>第 10 章 系统科学的研究方法</b> .....	223
10.1 非线性科学的研究方法 .....	223
10.1.1 非线性科学的研究方法简介 .....	223
10.1.2 建筑火灾系统的轰燃突变特征 .....	226
10.1.3 建筑火灾系统的回燃分岔特征 .....	233
10.2 复杂性科学的研究方法 .....	239
10.2.1 复杂性科学的研究方法简介 .....	240
10.2.2 森林火灾的元胞自动机建模 .....	243
10.2.3 基于元胞自动机的人员疏散动力学建模 .....	246
10.2.4 生命线网络的灾害蔓延动力学 .....	251
参考文献 .....	256
<b>第 11 章 复合研究方法</b> .....	258
11.1 确定性与随机性结合的研究方法 .....	258
11.1.1 城市燃气管网综合风险评估框架 .....	258
11.1.2 城市燃气管网综合风险评估方法 .....	260
11.1.3 算例及分析 .....	275
11.2 确定性、随机性和基于信息结合的研究方法 .....	286
11.2.1 城区有毒气体泄漏的泄漏源信息反演模型 .....	286
11.2.2 模拟结果与分析 .....	294
11.3 确定性、随机性和系统科学结合的研究方法 .....	310
11.3.1 基于实际交通网络的大尺度传染病传播模型 .....	310
11.3.2 SARS 传播过程的模拟 .....	320
参考文献 .....	330

# 第1章 公共安全科技概况

## 1.1 公共安全科技的发展历史

安全，自古以来就是人类追求的目标之一。人类对安全的期盼可以说自有人类思想以来就从未停止过。从远古的图腾崇拜开始，懵懂中的人类就已经在祈求平安。食尽人间香火的“各路神仙”也无不承载着百姓对平安的祈祷。自古人们就知道“未雨绸缪”的道理，“人无远虑，必有近忧”也从一个侧面道出了人们对安全保障的企盼和重视。安居乐业是人类历史上任何一个繁荣盛世的典型表现。安全，是人类社会活动的前提和基础。

追求安全，是人类最基本的需求之一。美国著名心理学家亚伯拉罕·马斯洛（Abraham Harold Maslow, 1908—1970）提出的人类需求层次理论把人类的需求分为生理需求、安全需求、社会需求、尊重需求和自我实现需求五类。可见，安全需求是人类在满足温饱等生理需求之后的第一需求。人类要求保障自身安全、避免受到意外伤害的需求几乎是与生俱来的。安全需求也是人类追求更高需求的必要基础，很难想象在缺乏安全保障的环境下人类如何追求被尊重和自我实现。随着社会的进步，安全需求也由个体的需求进而成为全社会乃至全人类的共同需求。时至今日，随着人类物质文明的高度发展，国家、社会和个人对安全的依赖和企盼达到了前所未有的程度。公共安全已经成为国家和社会稳定的基石，是经济和社会发展的重要条件，也是公众安居乐业的基本保证。

从安全的视角去回顾人类发展的历史，我们发现人类对安全的追求几乎处处可见。在原始社会初期，人类还只能以自然洞穴为栖身之所时，对于这些洞穴的选择就已经体现出了强烈的安全意识。在我国北方的北京人遗址等处发现的、被选做居所的岩洞，其洞口均有共同的特点，即洞口较小、方向朝南、地势一般较高等。这样的选择显然很大程度上是出于安全的考虑，原始社会时期人类面临的主要危险是各种恶劣天气和野兽侵袭，较小的洞口使大型野兽不易进入，朝南和较高的地势显然有利于抗御寒风和暴雨。而在我国长江流域及其以南的地区，则存在巢居的情况。《韩非子·五蠹》记：“上古之世，人民少而禽兽众，人民不胜禽兽虫蛇，有圣人作，构木为巢，以避众害，而民悦之，使王天下，号曰有巢氏。”可见自原始社会起，人类已经开始利用自己有限的力量来“研究”抗御危险、保障安全的方法，用今天的眼光来看，有巢氏很可以算得上是一位远古的安全科技人物了。

当我们认识到人类对安全的需求正随着社会和科技的进步日趋提高的时候，也注意到了另一个方面，那就是随着文明进步和科技发展，人类社会面临的危险因素正在

日益增加，人类社会变得愈加脆弱。让我们试着想象一下，当人类还处于原始社会的时候，可会有爆炸、危险化学品事故？科技在带给我们越来越多的便捷和舒适的同时，也伴生了越来越多和越来越强的风险。

第一次工业革命完成了以机器取代人力，以工厂化生产取代个体作坊手工生产的生产与科技革命。这场革命是以工作机的诞生开始的，以蒸汽机作为动力机被广泛使用为标志的。从生产技术方面来说，工业革命使工厂代替了手工工场，用机器代替了手工劳动；从社会关系来说，工业革命使依附于落后生产方式的自耕农阶级消失了，工业资产阶级和工业无产阶级形成和壮大起来。人类社会从农业文明转向工业文明。

第二次工业革命发生于1870年以后，科学技术的发展突飞猛进，各种新技术、新发明层出不穷，并被迅速应用于工业生产，大大促进了经济的发展。科学技术的突出发展主要表现在三个方面，即电力的广泛应用、内燃机和新交通工具的创制、新通信手段的发明。在第二次工业革命期间，自然科学的新发展，开始同工业生产紧密地结合起来，科学在推动生产力发展方面发挥了更为重要的作用，它与技术的结合使第二次工业革命取得了巨大的成果。第二次工业革命几乎同时发生在几个先进的资本主义国家，新的技术和发明超出了一国的范围，其规模更加广泛，发展也比较迅速。

第三次工业革命是人类文明史上继蒸汽技术革命和电力技术革命之后科技领域里的又一次重大飞跃。它是以原子能、电子计算机、空间技术和生物工程的发明和应用为主要标志，涉及信息技术、新能源技术、新材料技术、生物技术、空间技术和海洋技术等诸多领域的一场信息控制技术革命。这次科技革命不仅极大地推动了人类社会经济、政治、文化领域的变革，而且也影响了人类的生活方式和思维方式，使人类社会生活和人的现代化向更高境界发展。第三次科技革命使人类由工业社会进入信息社会，信息社会到来的时代称为“知识经济时代”。

科技进步在带给我们更加便捷和舒适的生活的同时，也给人类带来了更多的潜在危险，这在一定程度上促进了安全科技的发展。机械化大生产的速度、能量的提高使作业工人面临更大危险，各种安全技术应运而生；各种危险化学品和物质在现代化生产中的大量使用，剧毒、强辐射、高传染性等作业场所增多，各种人体防护技术迅速发展；交通方式的革新使流通效率大大提高，世界成为“地球村”；社会接触网络发生翻天覆地的变化，流行性传染病的传播速度和范围急剧扩大，防控手段已经成为世界性的关注点；信息技术的发展使信息沟通与传递方式发生了前所未有的变化，信息流量和信息传递效率猛增，真实与谎言常常携手而行，公众心理和情绪与社会秩序的稳定之间从未像今天这样联系得如此紧密。

我国正处于经济高速发展的社会转型期，人口众多和经济发展不平衡，使得社会利益关系错综复杂，社会不稳定因素增多，新情况新问题层出不穷。我国重大突发事件频发，带来巨大的经济损失和社会问题。例如，2008年的南方雨雪冰冻灾害所造成的严重损失和破坏，至今仍历历在目。2008年1月中旬到2月上旬，我国南方地区连续遭受四次低温雨雪冰冻极端天气的袭击，总体强度为50年一遇，其中贵州、湖南等省为百年一遇。这场极端灾害性天气影响范围广，持续时间长，灾害强度大。全国先后有20个省（区、市）和新疆生产建设兵团不同程度受灾。低温雨雪冰冻灾害给交通

运输、电力设施、电煤供应、农业林业、工业企业、居民生活都造成了极大破坏，对人民群众生命财产和社会经济发展造成重大损失，见表 1.1。

表 1.1 2008 年我国南方地区雨雪冰冻灾害的受灾情况<sup>[1,2]</sup>

日期	铁路部门	公路部门	电力部门	能源部门
01-31	京广线运输秩序正在恢复之中	京珠高速公路（湖北至广东段）全线南下线路基本打通，但部分路段车辆仍然拥堵，行驶缓慢；北上线路除广东韶关路段外，其他路段全线通行基本正常	总体来看，华北、东北、西北电网运行稳定。华东电网运行基本正常，浙江、安徽、福建电网部分电力设施受损。华中电网除湖南、江西外运行基本正常。南方电网除贵州外运行基本稳定	
02-01	铁路方面，目前京广南段、沪昆铁路受阻区段的运输能力已经基本恢复，运输能力有所提高，正向好的方向转化	除京珠高速公路外，其他一些受降雪天气影响地区的高速公路通行情况与 31 日相比变化不大，但江苏、江西、安徽、广西等部分地区道路通行情况有所恶化	总体来看，华北、东北、西北电网运行稳定；华东电网运行基本正常，浙江、安徽、福建电网部分电力设施受灾停运；华中电网除湖南、江西外运行基本正常；南方电网除贵州外运行基本稳定，广东、广西、云南电网部分电力设施受灾停运	
02-02	部分受灾地区铁路运输能力仍未恢复到正常水平，且将面临持续恶劣天气的考验。目前，广州、上海、南昌等地仍有部分旅客滞留，广东矛盾最为突出	由于湘粤北地区又开始降雨，路面重复结冰，车辆行驶缓慢。目前拥堵路段仍然集中在湖南的耒阳至宜章段和广东的坪石至大桥段。交通部门和部队正在全力抢通	总体来看，华北、东北、西北电网运行稳定。华东电网运行基本正常，福建电网与华东主网解列运行；华中电网除湖南、江西外运行基本正常。南方电网除贵州外运行基本稳定	目前尚有京津塘、上海、江苏、安徽、湖北、陕西存煤不足 7 天。全国范围内缺煤停机 3992 万 kW
02-03	全国铁路运输秩序逐步恢复。京广线湖南南段依然依靠内燃机车牵引，沪昆线电力牵引已通车，焦柳南线还存在断电现象。主要客运站滞留旅客人数明显下降	全国道路通行情况明显好转，江苏、浙江、河南、湖北、贵州、陕西等地主要高速公路和国省道正常通行；京珠高速湖南、广东段虽恢复通行，但仍有部分路段拥堵，车行缓慢	受灾地区中，华东电网除浙江外运行基本正常，浙江与福建 500kV 省际联络线仍未恢复，福建电网与华东主网解列运行。华中电网除湖南、江西外运行基本正常。华中电网和南方电网除湖南、江西、贵州外运行基本稳定	

续表

日期	铁路部门	公路部门	电力部门	能源部门
02-04	全国铁路运输秩序进一步恢复。2月4日,广州站滞留旅客约8万人,比前一日减少约1.2万人。京广线郴州南段因供电未完全恢复,仍靠内燃机车牵引	交通运输情况明显好转。截至2月4日17时,京珠高速全线基本恢复正常。湖南、广东境内路段抢通工作全面完成,但为缓解主线交通压力,部分路段仍实行分流	受灾地区中,贵州北部和东部电网、广西桂林电网、湖南郴州、江西赣州地区仍与主网解列运行,其他地区运行基本稳定	直供电厂存煤已连续8天回升。2月3日,直供电厂存煤1878万t,平均可用天数达到9天。全国缺煤停机3722万kW,比前一日减少190万kW
02-05	经铁路部门连续多日全力疏运,目前广州、上海、杭州、南昌等主要客运站客运秩序逐步恢复,已无旅客滞留	公路方面,交通形势总体继续好转。截至2月5日18时,全国主要地区高速公路和主要国省道基本畅通,虽仍有少数路段拥堵,但经交通管理部门积极疏导,多数车辆可通过区域路网绕行	2月4日,全国虽仍有湖南、江西、四川、陕西、西藏、云南、贵州等7个省级电网存在电力缺口,但比前一日减少5个	2月4日,直供电厂存煤1943万t,可用天数上升到10天。全国缺煤停机3623万kW,比前一日减少99万kW
02-06	铁路运输平稳有序,主要干线运输通畅。当日客运量253.9万人,比去年除夕增运49.4万人,各大车站滞留旅客已全部疏运完毕	全国高速公路和普通国省干线公路运行正常,无滞留车辆和人员,个别普通公路受阻路段均可就近绕行。当日全国共完成客运量4150万人次,全国各主要客运站没有滞留旅客	受灾地区中,华东电网运行基本正常,华中电网除湖南、江西外基本正常,南方电网除贵州外运行基本稳定。经过电网公司的全力抢修,全国因灾停电的169个县中,已有164个县恢复或部分恢复供电,占总数的97%	直供电厂存煤继续回升。2月5日,直供电厂存煤2005万t,比前一日增加62万t,可用天数10天。库存低于3天的电厂36个,比前一日减少15个
02-07	铁路运输正常,主要干线运输通畅,主要客运站无滞留旅客	全国高速公路和普通国省干线公路运行正常,无滞留旅客	2月6日12时至2月7日12时,南方电网有356条线路恢复运行、24座变电恢复供电。其中,贵州电网有241条线路恢复运行	直供电厂存煤继续回升。2月6日,直供电厂存煤2056万t,比前一日增加51万t,可用天数10天。库存低于3天的电厂33个,比前一日减少3个,比4日减少18个
02-08	铁路运输秩序正常,主要干线运输通畅	全国高速公路和普通国省干线公路运行正常,当日公路完成客运量2205万人次,全国各主要客运站均正常发班,仅有云南、湖南境内个别区段因凝冻、积雪等暂时封闭或交通管制	截至2月8日12时,南方电网经抢修后恢复运行线路4532条,占累计停运线路的66.9%;经抢修后恢复供电的648座,占累计停运变电站的78%	铁路、交通部门突击抢运电煤成效明显,重点地区电厂存煤量大幅回升

续表

日期	铁路部门	公路部门	电力部门	能源部门
02-09	铁路运输秩序正常, 主要干线运输通畅	全国高速公路和普通国、省干线公路运行正常, 当日各主要客运站均正常发班, 仅广西、贵州部分县级公路因结冰实行交通管制	国家电网公司系统有6座变电站恢复供电, 42条线路恢复运行。其中, 湖南有6座变电站、7条线路恢复运行	直供电厂存煤2168万t, 比前一日增加53万t, 可用天数上升到11天。库存低于3天的电厂下降到26个
02-10	铁路运输秩序正常, 主要干线运输通畅	全国高速公路和普通国、省干线公路运行正常, 仅浙江、云南境内部分路段因积雪结冰严重而封闭	受灾地区中, 多数省级电网运行基本正常	铁路电煤抢运任务超计划完成, 成效明显
02-11	铁路运输秩序正常, 主要干线运输通畅	全国高速公路和普通国、省干线公路运行正常, 只有湖南、云南境内部分路段因积雪结冰严重而封闭	受灾地区中, 多数省级电网运行基本正常	直供电厂存煤明显增加。2月10日, 直供电厂存煤2310万t, 比前一日增加80万t, 可用天数上升到12天。库存低于3天的电厂17个, 比前一日减少8个
02-12	铁路运输秩序正常, 主要干线运输通畅	全国高速公路和普通国、省干线公路运行正常, 无阻车和旅客滞留现象, 仅贵州、广西少数县乡公路因道路结冰而实行交通管制	电网恢复稳步推进, 多数省级电网运行基本正常	2月11日, 直供电厂存煤2369万t, 比前一日增加58万t, 可用天数达12天。库存低于3天的电厂21个, 比前一日增加4个

5

### (1) 交通运输

京广、沪昆铁路因断电运输受阻, 京珠高速公路等“五纵七横”干线近2万km瘫痪, 22万km普通公路交通受阻, 14个民航机场被迫关闭, 大批航班取消或延误, 造成几百万返乡旅客滞留车站、机场和铁路、公路沿线。

### (2) 电力设施

持续的低温雨雪冰冻造成电网大面积倒塌断线, 13个省(区、市)输配电系统受到影响, 170个县(市)的供电被迫中断, 367万条线路、2018座变电站停运。湖南500kV电网除湘北、湘西外基本停运, 郴州电网遭受毁灭性破坏; 贵州电网500kV主网架基本瘫痪, 西电东送通道中断; 江西、浙江电网损毁也十分严重。

### (3) 电煤供应

由于电力中断和交通受阻,加上一些煤矿提前放假和检修等因素,部分电厂电煤库存急剧下降。1月26日,直供电厂煤炭库存下降到1649万t,仅相当于7天用量(不到正常库存水平的一半),有些电厂库存不足3天。缺煤停机最多时达4200万kW,19个省(区、市)出现不同程度的拉闸限电。

### (4) 农业林业

农作物受灾面积2.17亿亩<sup>①</sup>,绝收3076万亩。秋冬种油菜、蔬菜受灾面积分别占全国的57.8%和36.8%。良种繁育体系受到破坏,塑料大棚、畜禽圈舍及水产养殖设施损毁严重,畜禽、水产等养殖品种因灾死亡较多。森林受灾面积3.4亿亩,种苗受灾243万亩,损失67亿株。

### (5) 工业企业

电力中断、交通运输受阻等因素导致灾区工业生产受到很大影响,其中湖南83%的规模以上工业企业、江西90%的工业企业一度停产,有600多处矿井被淹。

### (6) 居民生活

灾城镇水、电、气管线(网)及通信等基础设施受到不同程度破坏,人民群众的生命安全受到严重威胁。据民政部初步核定,此次灾害共造成129人死亡,4人失踪;紧急转移安置166万人;倒塌房屋48.5万间,损坏房屋168.6万间;因灾造成的直接经济损失1516.5亿元。

雨雪冰冻的伤痛未去,又遇地震来袭。据不完全统计,汶川地震波及四川、甘肃、陕西和重庆等16个省(区、市),417个县、4624个乡镇、46574个村庄受灾,灾区总面积达44万km<sup>2</sup>,受灾人口4561万。地震应对初期,曾出现外界长时间无法获取灾区情况、次生衍生灾害情况不明、信息上报标准不统一等现象,以及在应对过程中对受灾群众的心理创伤重视不够等现象。

此外,与我国密切相关的国际性重大突发事件也时有发生。例如,中国石油天然气股份有限公司吉林石化分公司(简称中国吉化公司)设备爆炸导致哈尔滨水污染事件影响了我国和俄罗斯的外交关系,非典型肺炎在世界范围的迅速蔓延,毒奶粉事件引起的国际范围的关注等。这表明,突发事件的发生和影响已经不仅仅局限于国界之内,随着世界经济发展和格局变化,世界逐渐被称为“地球村”,对突发事件的应对需要从风险管理、社会心理学的角度深入研究。同时,我国所处的国际、国内环境正进一步复杂化,为应对可能的突发国际、国内社会安全事件,也应有前瞻性的研究和超前准备。

近年来,国际范围内突发事件的多发频发和严重程度加剧,已经引起世界各国的广泛关注。2001年美国“9·11”事件共造成2752人死亡或失踪,经济损失达数千亿美元,更在人类历史上第一次使恐怖主义的阴影笼罩全球;2004年年底突如其来的印度苏门答腊地震海啸波及12个国家,致使20多万人丧生,5万人失踪,超过50万人

<sup>①</sup> 1亩≈666.67m<sup>2</sup>

流离失所，并衍生出公共卫生危机；2005年8月“卡特里娜”飓风致使1000多人丧生，50万人无家可归，受灾人口高达500万，经济损失达2000亿美元，更引起了种族冲突和社会安全事件；2010年1月的海地地震，给海地造成多达300万人的难民，约22.25万人死亡，19.6万人受伤；2011年3月日本发生地震、海啸，并引发核泄漏事故，造成15843人死亡、3469人失踪，泄露的核物质影响了周边多个国家，并引发严重的恐慌、抢购等。福岛核电站核泄漏事故被认为是1986年切尔诺贝利核电站事故以来最严重的核事故。

虽然公共安全科技一直在快速发展，但在相当长的一段时间内，公共安全科技的研究是分散在各个领域中的，如地震、台风、火灾、煤矿安全、核安全、反恐反恐、传染病防治等。“9·11”事件之后，世界各国的科研人员和管理人员都开始反思公共安全科学的综合交叉性，以及这种综合交叉的重要性。例如，美国联邦紧急事态管理局（FEMA）在2002年的调查报告中认为，“9·11”事件中，世贸中心是由于航空燃料引起的火灾的高温，使结构钢材的强度突然降低而造成了破坏和最终的倒塌。

在我国的安全科技研究和发展中，同样长期存在各领域分散研究的情况。在我国的各类科研项目申报分类中，长期没有公共安全的类别。我国自1997年颁布实施的研究生培养的学科目录里“安全技术及工程”长期以来只是“矿业工程”下的一个二级学科，涉及安全方面的分支学科分别散落在不同的学科门类，不易形成学科群和学术团队，不同的分支学科往往又隶属于不同的部门，因而很难协调和形成合力，多学科攻关局面难以实现，使原本应是综合性的公共安全学科发展不够平衡。安全领域的众多学者纷纷呼吁和推动公共安全的学科建设和领域发展。2011年国务院学位办颁布实施新的“学位授予和人才培养学科目录（2011）”，第一次把“安全科学与工程”列为一级学科。公共安全科研发展和学科建设进入了一个全新的历史时期。我国自2003年开始着手制定的国家中长期科技发展规划中，首次把公共安全作为一个独立的主题进行研究，19个部门的约300名各学科专家，对涉及生产安全、食品安全、防灾减灾、社会安全与反恐防恐、核安全、火灾与爆炸、出入境检验检疫等方面的公共安全问题 and 公共安全科技的整体发展进行了全面系统的研究，形成了公共安全专题战略研究报告。这次战略研究是我国第一次对公共安全整个领域的科技发展进行系统的中长期战略规划研究，在研究的组织上打破了传统的安全科技分散、零碎的条块结构现状，从领域整体上进行了公共安全科技发展的系统设计。报告明确指出，实施“科教兴国战略”是我国公共安全工作的必由之路，科技竞争力已成为实现公共安全保障能力发生质的飞跃的关键所在；必须充分发挥科学技术第一生产力的作用，从国家整体层面整合公共安全资源，全面推进国家公共安全科技创新体系的建设，迅速提升我国的公共安全科技实力和创新能力，有效支撑应急预案顺利实施和跨部门、跨领域的国家应急体系成功建立，为公共安全从被动应付型向主动保障型、从传统经验型向现代高科技型的战略转变提供科技支撑。这次中长期科学与技术发展规划，对于我国的公共安全科技发展具有里程碑的意义。公共安全学科是理、工、文、管交叉融合的综合性学科，公共安全科技的使命是降低突发事件对人类社会的影响，保障人类社会与自然环境的和谐发展。



## 1.2 重大灾难的启示

当人类步入现代社会，当我们驶入太空、登上月球，当人类对世界的“改造”能力越来越强的时候，我们赫然发现，灾难事故正以前所未有的猛烈程度向我们冲击，印度洋地震海啸、卡特里娜飓风、非典型肺炎肆虐，2008年年初的雨雪冰冻灾害和伤痕犹在的汶川地震。一次又一次的灾难事故对公共安全科技提出了警示和启示。

### 1.2.1 中国低温雨雪冰冻灾害

2008年1月10日到2月2日，由于大气环流变化的作用，我国南方部分省市遭受到持续的低温雨雪冰冻极端天气过程。一共经历四次极端天气过程，分别为1月10日至16日、1月18日至22日、1月25日至29日和1月31日至2月2日。这次突发恶劣天气灾害具有持续时间长、灾害强度大、波及范围广的特点，历史罕见，总体灾害强度达到五十年一遇，其中贵州、湖南等地区为百年一遇。全国有19个省（区、市）不同程度受到影响，其中湖南、贵州、江西、广西、湖北、安徽、浙江7省（区）最为严重。这次灾害性天气正值春运高峰，主要发生地域又是我国交通、电力、煤炭和其他物资运送的重要通道和人口稠密地区，造成交通运输严重受阻，电煤供应告急，农业林业遭受重创，工业企业大面积停产，灾害造成的损失和影响呈现叠加放大效应，造成受灾区域百姓生命、财产的重大损失，严重影响其生产、生活。据统计，因灾直接经济损失达1516.5亿元<sup>[3,4]</sup>。

气象和海洋学家指出，此次雨雪冰冻灾害的主要原因在于拉尼娜现象。拉尼娜现象指发生在赤道太平洋东部和中部海水大范围持续异常变冷的现象（海水表层温度低出气候平均值0.5℃以上，且持续时间超过6个月以上）。它是一种厄尔尼诺年之后的矫正过渡现象。这种水文特征将使太平洋东部（美洲）水温下降，出现干旱，与此相反的是西部（亚洲、大洋洲）水温上升，降水量比正常年份明显偏多。拉尼娜与赤道中、东太平洋海温度变冷、信风的增强相关联，实际上拉尼娜现象是热带海洋和大气共同作用的产物。海洋表层的运动主要受海洋表面风的牵制，信风的存在使得大量暖水被吹送到赤道西太平洋地区，在赤道东太平洋地区暖水被刮走，主要靠海面以下的冷水进行补充，赤道东太平洋海温比西太平洋明显偏低。当信风加强时，赤道东太平洋深层海水上翻现象更加剧烈，导致海表温度异常偏低，气流在赤道太平洋东部下沉，而气流在西部的上升运动更为加剧，有利于信风加强，这进一步加剧赤道东太平洋冷水发展，引发所谓的拉尼娜现象。

拉尼娜现象，为我国南方地区带来了大量的暖湿气流。自2008年1月以来，中高纬度的环流以经向型为主要特征，冷空气活动频繁。一方面是北方的冷空气很活跃，另一方面是南方的暖湿气流又源源不断向北输送，冷暖气流交汇的位置主要位于我国中东部地区，为出现大范围雨雪天气创造了有利的环流条件，也就造成了长时间大范围的低温降水天气。