



“十二五”国家重点图书出版规划项目

公共安全应急管理丛书

生物事件应急管理

郑 涛◎主编
祖正虎 田德桥◎副主编



科学出版社



国家出版基金项目
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

“十二五”国家重点图书出版规划项目



公共安全应急管理丛书

生物事件应急管理

郑 涛◎主编

祖正虎 田德桥◎副主编

国家自然科学基金“非常规突发事件应急管理研究”
重大研究计划的培育项目(90924019)

“艾滋病和病毒性肝炎等重大传染病防治”
国家科技重大专项资助项目(2013ZX10004605-002)

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书以国际国内生物事件应急管理实践为背景,以生物事件处置流程为主线,以应急管理的重大科学问题为重点,围绕重大传染病疫情、生物恐怖袭击活动等生物事件应急管理中的应急准备、生物监测、影响评估和现场处置四个环节分别进行阐述,旨在对生物事件应急管理中的概念、原理、方法及国内外已有研究成果和实践经验做出系统的总结和分析,并尽可能体现生物事件应急管理科学技术的最新进展。

本书是我国第一本专门阐述生物事件应急管理的专著,可为有关部门制订和完善相关计划提供参考,也可应急管理与实战提供指导。

图书在版编目(CIP)数据

生物事件应急管理 / 郑涛主编. —北京: 科学出版社, 2016
(公共安全应急管理丛书)

ISBN 978-7-03-040828-0

I. ①生… II. ①郑… III. ①生物武器—突发事件—公共管理—研究 IV. ①E931②D035

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 115481 号

责任编辑: 魏如萍 王丹妮 / 责任校对: 刘文娟
责任印制: 霍 兵 / 封面设计: 无极书装

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>

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2016 年 7 月第 一 版 开本: 720×1000 1/16

2016 年 7 月第一次印刷 印张: 30 1/4

字数: 610 000

定价: 180.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

丛书编委会

主 编

范维澄 教 授 清华大学

郭重庆 教 授 同济大学

副主编

吴启迪 教 授 国家自然科学基金委员会管理科学部

闪淳昌 教授级高工 国家安全生产监督管理总局

编 委 (按姓氏拼音排序)

曹河圻 研究员 国家自然科学基金委员会医学科学部

邓云峰 研究员 国家行政学院

杜兰萍 副局长 公安部消防局

高自友 教 授 国家自然科学基金委员会管理科学部

李湖生 研究员 中国安全生产科学研究院

李仰哲 局 长 国家发展和改革委员会经济运行调节局

李一军 教 授 国家自然科学基金委员会管理科学部

刘 克 研究员 国家自然科学基金委员会信息科学部

刘铁民 研究员 中国安全生产科学研究院

刘 奕 副教授 清华大学

陆俊华 副省长 海南省人民政府

孟小峰 教 授 中国人民大学

邱晓刚 教 授 国防科技大学

汪寿阳 研究员 中国科学院数学与系统科学研究院

王飞跃 研究员 中国科学院自动化研究所

王 垒 教 授 北京大学

王岐东 研究员 国家自然科学基金委员会计划局

王 宇	研究员	中国疾病预防控制中心
吴 刚	研究员	国家自然科学基金委员会管理科学部
翁文国	教 授	清华大学
杨列勋	研究员	国家自然科学基金委员会管理科学部
于景元	研究员	中国航天科技集团 710 所
张 辉	教 授	清华大学
张 维	教 授	天津大学
周晓林	教 授	北京大学
邹 铭	副部长	民政部

《生物事件应急管理》 编委会

顾 问 黄培堂 沈倍奋

主 编 郑 涛

副主编 祖正虎 田德桥

编 委 (以姓氏拼音为序)

程 瑾 刘巾杰 刘 列

徐展凯 徐致靖 许 晴

张文斗

总 序

自美国“9·11事件”以来，国际社会对公共安全与应急管理的重视度迅速提升，各国政府、公众和专家学者都在重新思考如何应对突发事件的问题。当今世界，各种各样的突发事件越来越呈现出频繁发生、程度加剧、复杂复合等特点，给人类的安全和社会的稳定带来更大挑战。美国政府已将单纯的反恐战略提升到针对更广泛的突发事件应急管理的公共安全战略层面，美国国土安全部2002年发布的《国土安全国家战略》中将突发事件应对作为六个关键任务之一。欧盟委员会2006年通过了主题为“更好的世界，安全的欧洲”的欧盟安全战略并制订和实施了“欧洲安全研究计划”。我国的公共安全与应急管理自2003年抗击“非典”后受到从未有过的关注和重视。2005年和2007年，我国相继颁布实施了《国家突发公共事件总体应急预案》和《中华人民共和国突发事件应对法》，并在各个领域颁布了一系列有关公共安全与应急管理的政策性文件。2014年，我国正式成立“中央国家安全委员会”，习近平总书记担任委员会主任。2015年5月29日中共中央政治局就健全公共安全体系进行第二十三次集体学习。中共中央总书记习近平在主持学习时强调，公共安全连着千家万户，确保公共安全事关人民群众生命财产安全，事关改革发展稳定大局。这一系列举措，标志着我国对安全问题的重视程度提升到一个新的战略高度。

在科学研究领域，公共安全与应急管理研究的广度和深度迅速拓展，并在世界范围内得到高度重视。美国国家科学基金会（National Science Foundation, NSF）资助的跨学科计划中，有五个与公共安全和应急管理有关，包括：①社会行为动力学；②人与自然耦合系统动力学；③爆炸探测预测前沿方法；④核探测技术；⑤支持国家安全的信息技术。欧盟框架计划第5~7期中均设有公共安全与应急管理的项目研究计划，如第5期（FP5）——人为与自然灾害的安全与应急管理，第6期（FP6）——开放型应急管理系统、面向风险管理的开放型空间数据系统、欧洲应急管理信息体系，第7期（FP7）——把安全作为一个独立领域。我国在《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020年）》中首次把公共安全列为科技发展的11个重点领域之一；《国家自然科学基金“十一五”发展规划》把“社会系统与重大工程系统的危机/灾害控制”纳入优先发展领域；国务院办公厅先后出台了《“十一五”期间国家突发公共事件应急体系建设规

划》、《“十二五”期间国家突发事件应急体系建设规划》、《“十二五”期间国家综合防灾减灾规划》和《关于加快应急产业发展的意见》等。在 863、973 等相关科技计划中也设立了一批公共安全领域的重大项目和优先资助方向。

针对国家公共安全与应急管理的重大需求和前沿基础科学研究的需求,国家自然科学基金委员会于 2009 年启动了“非常规突发事件应急管理研究”重大研究计划,遵循“有限目标、稳定支持、集成升华、跨越发展”的总体思路,围绕应急管理中的重大战略领域和方向开展创新性研究,通过顶层设计,着力凝练科学目标,积极促进学科交叉,培养创新人才。针对应急管理科学问题的多学科交叉特点,如应急决策研究中的信息融合、传播、分析处理等,以及应急决策和执行中的知识发现、非理性问题、行为偏差等涉及管理科学、信息科学、心理科学等多个学科的研究领域,重大研究计划在项目组织上加强若干关键问题的深入研究和集成,致力于实现应急管理若干重点领域和重要方向的跨域发展,提升我国应急管理基础研究原始创新能力,为我国应急管理实践提供科学支撑。重大研究计划自启动以来,已立项支持各类项目八十余项,稳定支持了一批来自不同学科、具有创新意识、思维活跃并立足于我国公共安全核应急管理领域的优秀科研队伍。百余所高校和科研院所参与了项目研究,培养了一批高水平研究力量,十余位科研人员获得国家自然科学基金“国家杰出青年科学基金”的资助及教育部“长江学者”特聘教授称号。在重大研究计划支持下,百余篇优秀学术论文发表在 SCI/SSCI 收录的管理、信息、心理领域的顶尖期刊上,在国内外知名出版社出版学术专著数十部,申请专利、软件著作权、制定标准规范等共计几十项。研究成果获得多项国家级和省部级科技奖。依托项目研究成果提出的十余项政策建议得到包括国务院总理等国家领导人的批示和多个政府部门的重视。研究成果直接应用于国家、部门、省市近十个“十二五”应急体系规划的制定。公共安全和应急管理基础研究的成果也直接推动了相关技术的研发,科技部在“十三五”重点专项中设立了公共安全方向,基础研究的相关成果为其提供了坚实的基础。

重大研究计划的启动和持续资助推动了我国公共安全与应急管理的学科建设,推动了“安全科学与工程”一级学科的设立,该一级学科下设有“安全与应急管理”二级学科。2012 年公共安全领域的一级学会“(中国)公共安全科学技术学会”正式成立,为公共安全领域的科研和教育提供了更广阔的平台。在重大研究计划执行期间,还组织了多次大型国际学术会议,积极参与国际事务。在世界卫生组织的应急系统规划设计的招标中,我国学者组成的团队在与英、美等国家的技术团队的竞争中胜出,与世卫组织在应急系统的标准、设计等方面开展了密切合作。我国学者在应急平台方面的研究成果还应用于多个国家,取得了良好的国际声誉。各类国际学术活动的开展,极大地提高了我国公共安全与应急管理在国际学术界的声望。

为了更广泛地和广大科研人员、应急管理工作者以及关心、关注公共安全与应急管理问题的公众分享重大研究计划的研究成果，在国家自然科学基金委员会管理科学部的支持下，由科学出版社将优秀研究成果以丛书的方式汇集出版，希望能为公共安全与应急管理领域的研究和探索提供更有力的支持，并能广泛应用到实际工作中。

为了更好地汇集公共安全与应急管理的最新研究成果，本套丛书将以滚动的方式出版，紧跟研究前沿，力争把不同学科领域的学者在公共安全与应急管理研究上的集体智慧以最高效的方式呈现给读者。

重大研究计划指导专家组

序

国家安全是国家发展的前提。2014年4月15日，习近平主席在主持召开中央国家安全委员会第一次会议时强调要准确把握国家安全形势变化的新特点新趋势，坚持总体国家安全观，走出一条中国特色国家安全道路，标志着我国安全工作进入新的阶段。

生物安全兼有传统安全与非传统安全的特征。生物恐怖被认为是21世纪国际社会面临的重大非传统安全威胁，传染病是影响民众健康和社会经济发展的重要因素，而随着生物技术的快速发展和普及，其谬用和误用风险显著增大。因此，加强生物事件的应急管理研究与能力建设是我国当前安全工作面临的重大挑战。

突发事件的应急管理能力，主要体现在科技和管理两个方面，二者之间密切联系，而且管理本身也是科学技术研究的重要组成。由于生物事件的复杂性，我国生物事件应急管理能力相对还很薄弱，一方面相应的科学技术研究发展滞后，另一方面对不同类型的生物事件成灾规律的认识相当欠缺，亟待提高实践中的科技支撑能力，同时一些应急管理人员的专业素养也有待加强。这种状况与当前我们面临的生物威胁形势很不适应。

该书从生物事件应急管理能力建设的视角出发，以应对重大生物事件的科技发展为重点，在总结分析国内外研究进展的基础上，阐述了生物事件演化成灾的科学规律，结合我国实际介绍了应急处置的重点环节与注意事项，对于我国生物事件应急管理具有较强的针对性、科学性和实用性。

作为新兴研究领域，生物事件应急管理是自然科学与社会科学的交集领域，尤其是生物学、医学、计算机科学、信息科学及管理学等多学科综合交叉领域，其中大量应用数学建模与计算机模拟，其结果虽然在当前科研条件下难以通过类似生物学和化学实验的方法进行实证性验证，但毫无疑问它们已成为认识生物事件演化规律及其影响的重要工具，也充分体现了多学科交叉手段对于复杂问题研究的重要性及其趋势。作为科技工作者的基本科学素养，应该认识到科学的多元性和创新发展的多维性，实际上美国等西方发达国家在此方面不仅做了大量研究工作，而且许多研究成果已成功应用于应急事件管理实践。我国在此领域研究起步晚，基本处于追踪发展阶段，加强此领域研究对提高我国科技创新尤其是新兴交叉学科领域的发展极为有益。

该书编写人员都是活跃在生物事件应急管理领域的一线科技人员，他们不同的专业背景不仅满足了应急管理研究的多学科交叉需要，同时也使他们在科研实

践中能够保持值得赞许的开放精神和创新意识。该书基本反映了该领域工作的系统性和前瞻性，也将为我国该领域研究起到抛砖引玉的作用。

由于该领域涉及面比较广，编写过程中难免存在不足之处，希望读者指正并在以后工作中予以完善和修正。

黄培堂

前 言

生物安全是全球化时代国家有效应对生物及生物技术因素的影响和威胁，维护与保障自身安全和利益的状态和能力。生物安全是国家安全的重要组成部分，是民族复兴、实现中国梦的重要保证。

2001 年美国发生“炭疽邮件”生物恐怖事件标志着生物恐怖已成为 21 世纪国际社会面临的重大安全威胁。2003 年 SARS 疫情发生以来，近十年间世界范围内陆续暴发 H5N1 禽流感、H1N1 流感、H7N9 禽流感以及霍乱、手足口病、西尼罗热、中东 SARS 等重大疫情，同时 HIV、结核、登革热、疟疾等传染病仍然长期高位流行，突发新发传染病疫情的发生严重危害到人类健康及经济发展。与此同时，国外多个实验室已成功人工构建和合成病原体，“潘多拉”盒子渐成打开之势，其安全风险非常令人担忧。因此，国际社会开始广泛重视生物威胁导致的安全问题，尤其是美国等西方发达国家将其视为最主要的安全威胁之一，纷纷加强应对能力建设。

我国作为正在崛起的大国，随着综合国力的提高和国际地位的提升，国内国外的多种风险因素交织更趋紧密，暴力恐怖袭击事件、传染病疫情屡见报端，表明我国面临的生物威胁形势日益严峻、日趋复杂。生物安全是国家的生命工程，与发达国家相比，目前我国应对生物威胁的能力尤其是应急管理能力还存在较大差距。

近年来，在国家自然科学基金等国家科技计划支持下，我国生物事件应急管理研究取得了较快发展，在应对处置重大疫情、反生物恐怖等方面积累了经验，应急能力有了明显提高。本书主要包括应急准备、生物监测、影响评估和现场处置四个部分。其中，应急准备部分（1~3 章）从国家防御战略管理与规划、国防主要研究机构、防护救治用品研发和储备几个方面重点介绍国内外重大生物事件应急准备的现状。生物监测部分（4~7 章）在介绍相关基础概念的基础上，从病例监测、症状监测、环境监测、事件监测四个方面对监测预警的基本原理、研究进展做了阐述。影响评估部分（8~10 章）针对重大生物事件应急管理实践中的科技支撑能力，重点介绍国内外科学研究热点和前沿动态，主要包括人工社会建模、传染病大流行的时空建模、生物气溶胶大气扩散及危害评估以及重大生物事件经济损失评估等方面内容。现场处置部分（11~16 章）则着重围绕不同类型生物事件应急处置的基本流程，结合案例介绍指挥管理、污染区控制以及人员救护等关键要素及其相互协调，总结生物事件应急处置的控制节点。

本书是我国第一本专门阐述生物事件应急管理的专著，主要以军事医学科学

院生物工程研究所生物安全战略管理课题组承担的国家自然科学基金“非常规突发事件应急管理研究”重大研究计划的培育项目(90924019)与“艾滋病和病毒性肝炎等重大传染病防治”国家科技重大专项资助项目(2013ZX10004605-002)的研究内容为基础,同时借鉴和参考了国内外同行的研究成果以及实践经验,在此向他们表示感谢。在撰写过程中努力做到学术性和实用性兼顾,不求面面俱到,力求能够为我国重大生物事件应急管理的总体规划、能力建设和应急实践相关工作提供参考。

本书的编写得到了中国工程院沈倍奋院士、范维澄院士、黄培堂研究员、陈薇研究员的大力支持。本书的出版得到了国家自然科学基金委员会的支持。在书稿统筹编辑以及内容校订方面,本课题组刘巾杰同志做出了很大贡献。在此谨对上述同志的关心和帮助,致以最诚挚的谢意!

本书作者均为军事医学科学院生物工程研究所生物安全战略管理课题组的一线研究人员,由于水平有限,疏漏在所难免,衷心欢迎广大读者批评指正。

编者

目 录

导论	1
----	---

第一部分 应急准备

第 1 章 生物防御战略与规划	21
1.1 生物防御战略	21
1.2 生物防御科研规划	26
1.3 生物防御管理机构设置与功能	30
1.4 生物事件相关病原体概述	47
参考文献	58
第 2 章 生物防御基础建设	60
2.1 生物防御科研机构	60
2.2 基础设施建设	74
2.3 救援队伍建设	78
2.4 生物防御经费投入	86
参考文献	94
第 3 章 生物防御应急物资研发和储备	96
3.1 药品及疫苗研发	96
3.2 生物剂侦检装备	112
3.3 个人与集体防护装备	116
参考文献	117

第二部分 生物监测

第 4 章 生物监测概述	121
参考文献	125
第 5 章 症状监测	126
5.1 症状监测概析	126
5.2 症状监测与其他生物监测方法的对比分析	134
5.3 国内外症状监测研究与应用全景分析	137
5.4 症状监测系统建设框架	154
5.5 症状监测系统面临的挑战和发展趋势	170

参考文献	174
第 6 章 事件监测	184
6.1 大数据简介	184
6.2 大数据与生物监测	186
6.3 基于互联网大数据的生物监测典型应用	187
6.4 对大数据用于生物监测的进一步讨论	193
参考文献	194
第 7 章 生物剂侦检技术及装备	196
7.1 生物剂及生物剂侦检技术概述	196
7.2 生物剂侦察报警技术	199
7.3 生物剂检测鉴定技术	206
7.4 生物剂侦检体系及装备	212
7.5 装备选型	223
参考文献	224

第三部分 影响评估

第 8 章 传染病大流行动力学建模方法及传播模拟系统	229
8.1 仓室模型	230
8.2 网络模型	247
8.3 基于 Agent 模型	264
8.4 集合种群模型	277
参考文献	290
第 9 章 生物气溶胶扩散危害评估	299
9.1 扩散影响因素分析	299
9.2 气溶胶扩散基本过程	305
9.3 典型危害评估平台	336
参考文献	347
第 10 章 重大生物事件经济损失计算与防控效费评估	351
10.1 重大生物事件经济损失计算与防控效费评估概述	351
10.2 重大生物事件及其防控策略对经济影响的方式	361
10.3 国内外研究现状	367
10.4 微观层面效费评估方法	374
10.5 宏观层面效费评估方法	379
10.6 防控策略的最优控制理论	387
参考文献	392

第四部分 现场处置

第 11 章 生物事件的法规建设与预案管理	401
11.1 法律法规为生物事件的管理提供了法规保障	401
11.2 应急预案为生物事件的应急管理提供了制度保障	404
参考文献	412
第 12 章 生物剂的主要特性及施放迹象	413
12.1 生物剂主要特性及危害	413
12.2 生物剂施放方法	414
12.3 生物恐怖袭击的迹象	416
参考文献	420
第 13 章 评估过程	421
13.1 攻击目标评估	421
13.2 危害预评估	421
13.3 制订反应行动计划	422
13.4 装备预备	425
参考文献	429
第 14 章 生物事件的现场处置	430
14.1 基本处置原则	430
14.2 生物事件现场基本处置程序与要点	431
14.3 医疗救治	443
14.4 事件现场处理需要注意的事项	445
14.5 撤离者的管理	445
参考文献	446
第 15 章 消毒	447
15.1 消毒注意事项	448
15.2 建立消毒区	448
15.3 设立消毒站	449
15.4 消毒方法和试剂	451
15.5 工作人员/可行动病人/担架病人的消毒以及大规模消毒	452
15.6 大规模人员消毒	454
15.7 装备消毒	454
15.8 媒体策略	455
15.9 地区清洁和重新对公众开放	456
参考文献	456

第 16 章 事后处理简介 458

16.1 START 分类系统 458

16.2 事件发生后需重视的事项 460

16.3 公共关系或媒体 461

16.4 事件后专门人员对救援人员参与救援工作的调查表 462

参考文献 462

附件 诊断表 463