

Mechanisms of Large-scale Disaster Risk Formation
and Damage & Loss Assessment Methodology

巨灾风险形成机制与 损失评估方法研究

周洪建 等/著



张外借



科学出版社

巨灾风险形成机制与损失评估方法研究

Mechanisms of Large-scale Disaster Risk Formation and Damage & Loss Assessment Methodology

周洪建 等 著

本书由国家自然科学基金青年科学基金项目“灾害链型巨灾风险评估方法研究（编号：41201553）——基于汶川地震、西南特大连旱案例”资助



科学出版社

北京

内 容 简 介

本书首先从全球 30 个知名灾害风险与损失评估系统的基本情况入手,对比了国内现有灾害评估系统与国际知名系统的差异。整理了 1990~2016 年全球重特大自然灾害案例,提出了巨灾定义与划分标准,并对巨灾及巨灾风险特征进行了分析。构建了单灾种型巨灾、多灾种型巨灾、灾害链型巨灾风险形成的概念模型,并阐述了巨灾损失统计上报、巨灾损失现场调查评估、巨灾损失遥感监测评估等多种评估方法并辅以具体案例说明。最后提出了灾害风险与减灾能力调查、巨灾风险与损失评估平台建设、巨灾重建规划与损失统计内容优化等方面的未来研究展望。

本书可供从事自然灾害研究的科研人员,从事公共安全、应急管理的科研与应用工作者,从事财产保险公司的管理人员和风险评价师等阅读使用。

图书在版编目(CIP)数据

巨灾风险形成机制与损失评估方法研究 / 周洪建等著. —北京: 科学出版社, 2018.10

ISBN 978-7-03-058933-0

I. ①巨… II. ①周… III. ①灾害防治-研究-中国 ②灾害-损失-评估方法-研究-中国 IV. ①X4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 220941 号

责任编辑: 王 倩 / 责任校对: 彭 涛

责任印制: 张 伟 / 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>

北京虎彩文化传播有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018 年 10 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2018 年 10 月第一次印刷 印张: 10 3/4

字数: 255 000

定价: 138.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

前 言

近年来,重特大自然灾害在全球范围内的多个国家和地区频繁发生,导致大量人员伤亡和严重经济损失。中国是世界上自然灾害最为严重的国家之一,灾害种类多、分布地域广、发生频率高、造成的损失重,这是一个基本国情。面对严重的重特大自然灾害及其风险形势,世界各国政府以及科技、产业与社会各界人士高度关注灾害应对工作。2015年3月第三届世界减灾大会通过的《2015-2030年仙台减轻灾害风险框架》明确提出,全球各国(地区)要实施包括理解灾害风险;加强灾害风险治理、管理灾害风险;投资于减轻灾害风险,提高恢复力;加强备灾以作出有效响应,并在复原、恢复和重建中让灾区“重建得更好”在内的4项优先行动。过去很长一段时期,中国学者开展了大量灾害风险与损失评估的理论研究与实践探索,获得了许多成果,为政府防灾减灾救灾科学决策、最大限度地降低灾害损失提供了重要依据。但与国外相比,中国巨灾风险形成与损失评估研究起步较晚,成果相对较少。

机缘巧合,近十年来笔者一直参与巨灾风险与损失评估的相关科研与业务工作,本书也是在2013年申报国家自然科学基金青年基金时就确定下来的目标。2009年7月,笔者进入民政部国家减灾中心工作,从事自然灾害风险与损失评估理论、技术方法的研究与业务应用,目的是将业界最新的科学研究成果转化为业务能力,为综合减灾救灾决策提供相对科学的依据。期间,笔者先后参与研究制定《特别重大自然灾害损失统计制度》,参与研发国家特别重大自然灾害损失综合评估业务系统、自然灾害快速评估业务系统,还参与了2010年青海玉树7.1级地震灾害、2010年甘肃舟曲特大山洪泥石流灾害、2013年四川芦山7.0级地震灾害、2014年云南鲁甸6.5级地震灾害、2015年尼泊尔8.1级地震灾害(西藏灾区)5次重特大自然灾害损失综合评估工作,也有机会远赴尼泊尔8.1级地震灾区、厄瓜多尔7.5级地震灾区开展损失综合评估。上述经历在积累巨灾风险形成机制与损失综合评估认识、深化理解的同时,也让笔者屡屡感觉到总结相关实践经验并开展专题研究的重要性与紧迫性。本书正是在国家自然科学基金项目——灾害链型巨灾风险评估方法研究(编号:41201553)成果和相关业务实践总结的基础上写成的。

本书内容主要分五章。第1章重点对全球30个知名灾害风险与损失评估系统进行整理分析,并与国内现有灾害评估系统进行对比,为读者提供一个较为系统的国际背景和前沿进展。第2章在分析大量国内外最新研究进展和1990~2016年全球重特大自然灾害案例的基础上,提出“巨灾”定义与划分标准,并从区域灾害系统角度分析巨灾风险的基本特征。第3章透过典型案例分析,提出单灾种型巨灾、多灾种型巨灾、灾害链型巨灾风险形成的概念模型。第4章总结中国历次重特大灾害损失评估内容及其主要变化,重点阐述巨灾损失统计上报、巨灾损失现场调查评估、巨灾损失遥感监测评估等评估方法并辅以具体案例说明。第5章重点从灾害风险与减灾能力调查、巨灾风险与损失评估平台建设、巨灾重建

规划与损失统计内容优化 3 个方面提出了未来研究展望。附录汇集了 1949~2016 年全球范围内发生的重特大自然灾害案例及其主要损失与救灾情况。

全书由周洪建负责整体构架并组织编写工作，各章的主要贡献者如下：第 1 章周洪建、王曦、张弛、林森、韩鹏；第 2 章周洪建、史培军、张卫星；第 3 章周洪建、史培军；第 4 章周洪建、袁艺、王丹丹、史培军；第 5 章周洪建、袁艺、王曦。全书由周洪建统稿并最终定稿。

本书在撰写过程中，得到许多专家、学者的大力协助。特别感谢笔者的硕士、博士生导师——北京师范大学王静爱教授，以及在学习、研究、工作重要节点上给予肯定与帮助的史培军教授。感谢民政部国家减灾中心领导和同事在工作上一如既往的支持。

由于作者能力有限，书中不足之处敬请读者批评指正。

周洪建
2018 年 4 月

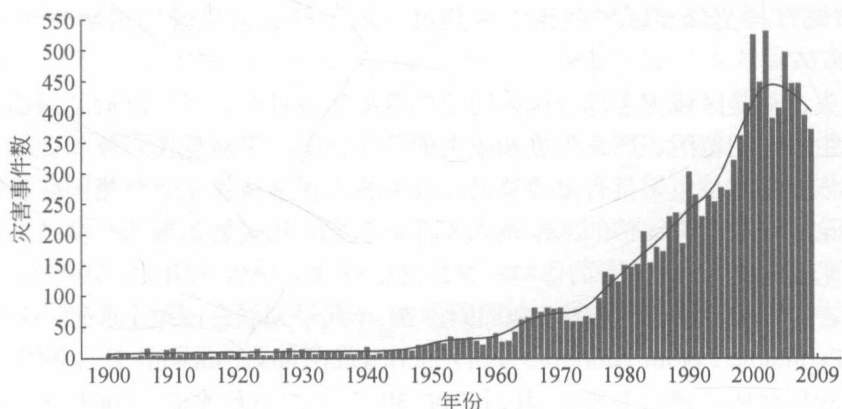
目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 背景与意义	1
1.2 全球知名灾害风险与损失评估系统	3
1.3 全球十大灾害风险评估（信息）平台	3
1.4 全球十大知名灾害损失评估系统	19
1.5 中国灾害评估系统	24
1.6 本书的重点内容	27
第 2 章 巨灾风险的基本特征	29
2.1 巨灾概念的提出	29
2.2 巨灾的定义与标准	43
2.3 巨灾的基本特征	50
2.4 巨灾风险的基本特征	52
第 3 章 巨灾风险形成过程概念模型	58
3.1 巨灾风险类型划分	58
3.2 单灾种型巨灾风险	64
3.3 多灾种型巨灾风险	70
3.4 灾害链型巨灾风险	74
第 4 章 巨灾损失评估方法及实践案例	90
4.1 巨灾损失评估内容	90
4.2 巨灾损失统计上报评估	91
4.3 巨灾损失现场调查评估	105
4.4 巨灾损失遥感监测评估	117
第 5 章 未来研究展望	121
5.1 灾害风险与减灾能力调查设计	121
5.2 巨灾风险与损失评估平台	128
5.3 巨灾重建规划与损失统计内容优化	137
主要参考文献	149
附录：全球 1949~2016 年重特大自然灾害案例	158

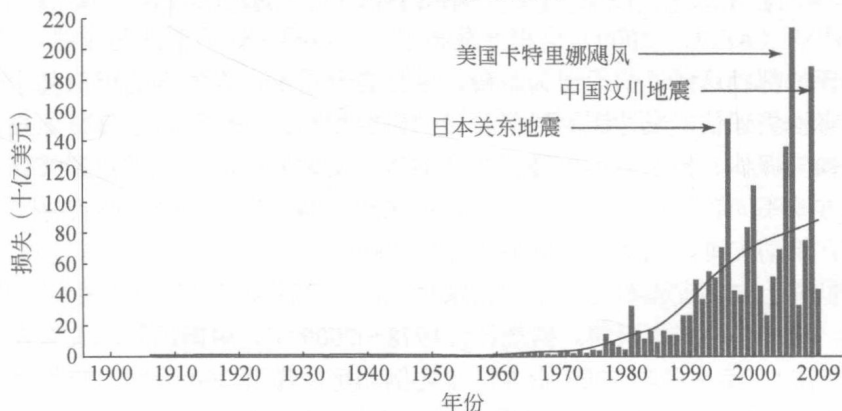
第 1 章 绪 论

1.1 背景与意义

近年来，重特大自然灾害在全球多个国家和地区频繁发生，导致大量人员伤亡和严重经济损失(图 1-1)。2004 年印度洋地震及其引发的海啸灾害，造成 27.5 万人遇难(含失踪)；2005 年美国卡特里娜飓风灾害造成 1800 人遇难，20 多万所住宅被毁，直接经济损失近 1000 亿美元；2008 年 5 月 12 日中国汶川 8.0 级特大地震灾害造成超过 8.5 万人遇难(含失踪)，直接经济损失约 8500 亿元；2008 年缅甸台风暴雨灾害导致 7 万多人遇难；2010 年 1 月 12 日海地 7.3 级地震造成约 30 万人遇难；2011 年 3 月 11 日日本 9.0 级地震及海啸灾害造成 2.8 万人遇难(含失踪)；2015 年 4 月 25 日尼泊尔 8.1 级地震至少造成 8786 人遇难，22303 人受伤。



(a)全球自然灾害频次



(b)灾害直接经济损失

图 1-1 1900~2010 年全球自然灾害频次和灾害直接经济损失

面对严重的重特大自然灾害及其风险形势,世界各国政府以及科技、产业与社会各界人士高度关注灾害应对工作。在政治界,包括联合国国际减灾战略(UNISDR)、经济合作与发展组织(OECD)、中国、美国、日本等都通过加强应急管理工作、巨灾防范的金融保障工作等,提升应对巨灾的能力;学术界开展对巨灾标准划分、巨灾风险评估和巨灾形成机制的相关研究;产业界通过提高安全设防水平,强化巨灾风险转移能力建设,提升巨灾应对水平;社会公众通过提高自身防范巨灾风险的意识,改进社区安全管理工作和自救互救技能等,进一步加强巨灾防范工作(史培军等,2009)。

2015年3月14~18日在日本东北宫城县仙台市召开的第三届世界减灾大会,是继1994年日本横滨第一届世界减灾大会以来,联合国举行的全球最大规模的减轻灾害风险大会。大会经过深入的讨论与辩论,于2015年3月18日晚通过了《2015-2030年仙台减轻灾害风险框架》(以下简称《仙台框架》)(UNISDR,2015)。《仙台框架》明确各国和地区应结合本国和本地区自身的情况,在与本国和本地区相关法律保持一致的情况下,实施四项优先行动,即理解灾害风险;加强灾害风险防范,提升管理灾害风险的能力;投资减轻灾害风险,提升综合防灾、减灾、救灾能力;加强备灾以提升有效响应能力,在恢复、安置、重建方面做到让灾区“建设得更好”。其中,理解灾害风险的主要内容包括脆弱性、防范风险能力、人员与财产的暴露、致灾因子与孕灾环境的特征等;并从国家和地方与全球和区域两组空间尺度,就了解灾害风险的内容作了详细的阐述(史培军,2015)。

灾害损失评估是区域灾害综合风险防范的重要组成部分,及时准确地评估灾害损失为判断灾害发生的空间范围、严重程度和损失的分布情况,了解受灾对象和比例,科学制定应急救援和恢复重建决策等具有重要意义。灾害损失评估成果主要包括国际组织、国家、机构或学者论述灾害损失评估的基本概念和评估框架。比较有影响的有美国国家研究理事会于1999年完成的《自然灾害的影响:损失评估框架》报告(NRC,1999);为了规范和统一评估灾害的社会经济影响方法,20世纪70年代早期联合国拉丁美洲和加勒比经济事务委员会(Economic Commission for Latin America and the Caribbean, ECLAC)编写了《灾害社会经济和环境影响评估手册》,其后经过30多年的不断改进,2003年形成了修订版(ECLAC,2003);澳大利亚应急管理署(EMA,2002)制定了《灾害损失评估手册》;亚太经济合作组织(APEC,2009)也相继发布了《灾后损失评估手册与实践》。许多国家和地区的灾害评估都以这些评估手册为基础,结合自身情况,由不同的部门基于不同的假设条件进行灾害损失评估。发达国家凭借较多的研究积累,评估取得了良好效果,如美国卡特里娜飓风损失评估、日本阪神地震损失评估等;而发展中国家,因数据统计不完备、灾害评估技术方法不完善等原因,灾害损失评估工作相对滞后,亟须加强灾害评估技术层面的科学研究,推动灾害,尤其是巨灾损失评估工作。

中国是世界上自然灾害最为严重的国家之一,灾害种类多、分布地域广、发生频率高、灾害损失重,这是一个基本国情。据统计,1978~2009年,中国因自然灾害年均受灾人口达3.6亿人(次),年均遇难7900余人,年均倒塌房屋超过300万间,年均直接经济损失超过2200亿元(邹铭等,2011)。另据统计,“十一五”期间(2006~2010年),中国重特大自然灾害连续发生(172次),年均34.4次,灾害影响范围广、人员伤亡多、房屋倒塌

和基础设施损毁严重；各类自然灾害共造成 22 亿人（次）受灾，因灾遇难、失踪 10.3 万人，紧急转移安置 8028 万人（次），农作物受灾面积 2.2 亿 hm^2 、绝收面积 0.2 亿 hm^2 ，倒塌房屋 1799 万间、损坏房屋 4618 万间，直接经济损失 2.4 万亿元。与“十五”期间（2001~2005 年）相比，各类自然灾害造成的损失明显增加，其中，受灾人口增长 1 成、遇难人数增加了 6 倍，倒塌房屋增长近 8 成，损坏房屋增长 6 成，直接经济损失增长两倍。“十二五”时期（2011~2015 年），中国因自然灾害造成的年均受灾人数达 3.1 亿人（次），年均遇难或失踪 1500 余人，年均紧急转移安置 900 万人（次），年均农作物受灾面积 2700 万 hm^2 ，年均倒塌房屋近 70 万间，年均直接经济损失 3800 多亿元（国家减灾委员会办公室等，2017）。面对严重的自然灾害，学术界开展了大量针对灾害风险形成与损失评估的理论研究和实践工作，为政府制定应对方案，最大限度地降低灾害损失提供了重要依据。但与国外相比，巨灾风险形成机制与损失系统性评估研究起步较晚，且存在相关理论与方法不健全，灾害风险与损失评估内容体系、方法模型等尚有较大差距。

防灾减灾救灾工作事关人民群众生命财产安全，事关社会和谐稳定，是衡量执政党领导力、检验政府执行力、评判国家动员力、彰显民族凝聚力的一个重要方面。为进一步做好防灾减灾救灾工作，2016 年 12 月 19 日，中共中央、国务院印发了《关于推进防灾减灾救灾体制机制改革的意见》（以下简称《防灾减灾救灾体制机制改革意见》），明确了未来中国防灾减灾救灾工作的指导思想、基本原则，并从健全统筹协调体制、健全属地管理体制、完善社会力量和市场参与机制、全面提升综合减灾能力四大方面提出了具体的任务与内容。

因此，开展巨灾风险形成机制及损失评估研究，一方面符合我国经济社会可持续发展的要求，是落实《防灾减灾救灾体制机制改革意见》的重要举措，同时，对防范巨灾风险，科学准确地进行巨灾损失评定，更好地指导灾后恢复重建与综合减灾能力提升具有重要的现实意义；另一方面紧扣国际研究热点，与《仙台框架》提出的未来 15 年的四大优先行动领域高度契合，也可为进一步发展区域灾害系统理论，尤其巨灾风险形成与损失评估理论提供依据和案例，具有重要的理论意义。

1.2 全球知名灾害风险与损失评估系统

2014 年 1 月 1 日，全球减灾和恢复基金（Global Facility for Disaster Reduction and Recovery, GFDRR）发布了名为“理解风险：全球范围内定量评估自然灾害风险的软件包及开源资源综述”（Understanding risk: review of open source and open access software packages available to quantify risk from natural hazards）的研究报告（GFDRR, 2014）。考虑现有国际知名的灾害风险与保险公司已开展的相关研究与实践工作，本书对全球范围内开展的地震、洪涝、台风、风雹、海啸、地质灾害等自然灾害风险与损失评估系统进行了整理汇总与初步分析（表 1-1）。

表 1-1 全球知名灾害风险与损失评估系统列表

序号	名称	研发单位/国家	主要目标	简要描述（功能、技术特点等）
1	AIR Worldwide	美国	使用行业领先的巨灾风险评估模型和软件量化风险，使风险管理和减灾决策与业务目标相一致	建立权威数据库，对暴露性数据和数据收集过程进行广泛严格审查；评估结果提供了必要的细节，以确定致灾因子、受灾地区及可能政策，这些都是能导致巨大损失的潜在因素；提供精算实务标准应用（ASOPs）和基于规避风险的方案设计
2	Aon	美国	全球领先的风险管理供应商，与超过 120 个国家客户合作	已被多次命名为世界上最好的经纪人，最好的保险中介，主要从事保险与风险管理及相关技术支持工作
3	BASEMENT-Flood	—	计算环境流体和自然灾害事件的数值模拟软件	提供了很多模型，包括沉积搬运、侵蚀和稳态、不稳态两种模式；还包括许多算法和计算方法（优化技术）。BASEchain 是一维的河流数值模拟工具，BASEplane 是一个二维的河流数值模拟工具，两者都是基于风险的最初级的分析工具
4	CAPRA-Earthquake	中美洲自然灾害防御协调中心	用连续的易损函数计算建筑物的确定性和事件序列的概率风险	CRISIS2007 是一个可以使用特定的事件年均发生频率的 3D 几何数据生成事件序列的风险模块，可使用不同的地震震动参数；CAPRA-GIS 根据输入的既定灾害量化损失
5	CAPRA-Flood	中美洲自然灾害防御协调中心	—	使用生成的降水数据模块、CAPRA-Lluvia 和水力计算，参考多种影响因素；其对 HEC-RAS 计算引擎的使用，使其基于降水数据的风险评估和重现期变得快速而简单
6	CAPRA-Hurricane	中美洲自然灾害防御协调中心	软件计算确定性和事件集的风险概率，采用建筑系列脆弱函数，为飓风路径创建事件集的风险模块	与 CAPRA-Flood 组合测水体深度，并且可基于洪水的高度和风速开展评估
7	Delft-3D-FLOW (Flood)	—	利用气象和潮汐绘制曲线（或矩形网格）计算紊流方案	可模拟所有的潮汐机制、海啸、河流的模型；软件兼容 Delft3D 其他全部的模块；允许工程结构内或相关的 3 维流体建模
8	DESINVENTAR	联合国开发计划署（UNDP）	一个概念性和方法学的工具，为数据库的丢失、损坏，或由于突发事件或灾害造成的影响服务	包括伊朗、印度尼西亚等 7 个国家/地区自然灾害数据的亚洲数据库；圭亚那、牙买加等 5 个国家/地区自然灾害数据的北美和加勒比数据库；印度尼西亚海啸灾害数据等专门数据库
9	EQECAT	美国	量化和管理巨灾风险	提供广泛的自然灾害巨灾风险模型，覆盖全球；基于最新的科学，创新应用工程技术、索赔和暴露性数据
10	EQRM	澳大利亚	区域性地震风险评估模型	模型建立在 HAZUS 模型基础上，适用于澳大利亚的建筑与桥梁类型和其他建筑变形，特别是灾害区域的地质条件；包括区域地震活动性模型、衰减模型，风化层原地响应模型，人口伤亡模型，经济损失模型等
11	GDACS (Global Disaster Alert and Coordination System)	欧洲委员会、联合国人道主义事务协调办公室（UNOCHA）	在全球范围内提供重大灾害警报，并在突发性重大灾害后的第一阶段进行信息交流和协调	提供灾害警报，开展多灾害影响评估服务；灾害地图和卫星图像的产生和传播合作
12	GLIDE number	亚洲减灾中心（ADRC）	灾害的全球统一 ID 编码	GLIDE 号码是特殊的灾害事件的通用标识，由 2 个字母组成的灾害类型、灾害年份、一个连续的六位灾害码和一个 3 位国家 ISO 代码；当号码分配给事件之后，将包括在所有特定事件相关联的数据中，以一个数字相连接

续表

序号	名称	研发单位/国家	主要目标	简要描述（功能、技术特点等）
13	GLOBAL RISK DATA PLATFORM	联合国环境开 发署（UNEP）	全球风险数据平台 支持多机构共同分 享自然灾害风险的 全球空间数据信息	提供致灾因子、暴露性（人口与经济）和风险的 数据可视化；图层可以添加事件，下载或提 取过去的灾害事件；涵盖了热带气旋和风暴 潮、地震、干旱、洪水、山体滑坡、海啸和火 山喷发等
14	Guy Carpenter	美国	帮助客户识别、减轻 和转移风险，优化风 险调整资本收益	管理风险，与全球经济论坛合作，为全球风险 报告提供技术支持；参与资本与商务管理，包 括自然灾害相关风险管理
15	InaSAFE-Flood	印度尼西亚、 澳大利亚、世 界银行	评估洪涝灾害影 响，为更好地规划、 备灾和响应行为提 供支持	可从任何模型中得到暴露性输入（人口、建筑 等）和致灾输入（降雨、水文、灾害区的强度）， 利用脆弱性函数计算得出结果
16	InaSAFE-Earthquake	印度尼西亚、 澳大利亚、世 界银行	评估地震灾害影 响，为更好地规划、 备灾和响应行为提 供支持	可从任何模型中得到暴露性输入（人口、建筑 等）和致灾输入（震级、灾害区的强度），利 用脆弱性函数计算得出结果
17	Kalypso-Flood	德国	洪水计算和风险预测	关注点在流域计算和洪水的确定性上；可从水 文分析入手，考虑降水等因素，计算灾害风险
18	MAEviz/mHARP-Earthquake	美国	评估美国中部地区 的地震风险	与 HAZUS 系统相结合，软件很易扩展，并增 加了脆弱性函数管理器
19	NoFDP IDSS-Flood	—	开发、优化和分析解 决减少风险方案	包含多个导入地理信息的模块和一个 GIS 引 擎编辑数据
20	OpenQuake-Earthquake	—	评估地球上任何位 置的地震灾害，包括 各行政区域（国家、 地区、乡镇）	灾害的计算可以使用多个计算震源方法（经典 的和基于事件），以及通过 NRML（自然标 记语言）的 XML 文件进行的不确定性场景分析
21	PALISADE	美国	市场领先的风险分 析工具	使用蒙特卡罗模拟执行风险分析，提供与各个 方案有关的可能性和风险；使用遗传算法或 OptQuest，以及@RISK 函数后，RISKOptimizer 可确定最佳资源配置、最佳资产配置
22	RiskScape- Earthquake	新西兰	可计算地震的概率 性（未来），直接和 间接的社会经济损 失，包括各类的资 产、网络和人口，以 及所有的次生灾害	使用一系列生成器，资产结合（输入建筑物、 基础设施等）、聚合（组合资产方法），致灾 因子（定义灾害模型的使用）、脆弱性（描绘 脆弱性曲线）等
23	RiskScape- Flood	新西兰	可计算洪涝的确定 性和概率性（未来）， 直接和间接的社会 经济损失评估，包括 各类的资产、网络和 人口，以及所有的次 生灾害	使用一系列生成器，资产结合（输入建筑物、 基础设施等）、聚合（组合资产方法），致灾 因子（定义灾害模型的使用）、脆弱性（描绘 脆弱性曲线）等
24	RiskScape-Wind	新西兰	可计算大风的确定 性和概率性（未来）， 直接和间接的社会 经济损失评估，包括 各类的资产、网络和 人口，以及所有的次 生灾害	使用一系列生成器，资产结合（输入建筑物、 基础设施等）、聚合（组合资产方法），致灾 因子（定义灾害模型的使用）、脆弱性（描绘 脆弱性曲线）等

续表

序号	名称	研发单位/国家	主要目标	简要描述（功能、技术特点等）
25	RMS（Risk Management Solution）	美国	通过更好地了解灾难性事件，创造一个更具弹性和可持续的全球社会	为超过 400 家保险公司、再保险公司、金融机构等提供技术服务，更好地了解世界各地的巨灾风险
26	Sobek Suite 1D/2D with HIS-SSM- Flood	—	通过在 1D 网络系统和 2D 水平网格求解流方程，可运行所有一维/二维水动力模型	可用于洪水预报和建模，内陆洪水、排水系统建模和工程结构测试（溃坝、缺口、农村和城市洪水）上
27	SRA（Society for Risk Analysis）	美国	促进专业之间的理解和合作；鼓励灾害分析方法的应用；推动风险分析研究和教育的最新进展	定义风险分析，包括风险评估、风险特征、风险沟通、风险管理和政策有关风险；关注物理、化学和生物制剂的威胁；关注个体，公共和私营部门的组织
28	TCRM-Tropical Cyclone	澳大利亚	热带气旋灾害随机模拟	利用数据和统计方法推导风场模型
29	TELEMAC-MASCARET-Flood	—	用于洪水和波浪灾害	模块包括 ARTEMIS（港口波浪模型）、MASCARET（1 维表面）、TELEMAC-2D（2D Saint-Venant 方程）、TELEMAC-3D（3D Navier-Stokes 方程）、SISYPHE（二维沉积搬运）和 SEDI-3D（3 维沉积搬运）
30	Verisk Maplecroft	英国	整合全球风险分析专家的见解，以用户为中心的平台	提供全球领先的风险分析、研究和战略预测意见与风险解决方案（组合）；开发了独具特色的可视化工具

1.3 全球十大灾害风险评估（信息）平台

结合表 1-1 中全球范围内 30 个自然灾害风险与损失评估系统的基本情况，本书重点从各平台概况与特点、相关启示等方面对全球十大灾害风险评估平台进行较为详细地梳理与分析。

1.3.1 概率风险评估的综合方案：CAPRA 平台

CAPRA（Comprehensive Approach To Probabilistic Risk Assessment）平台于 2008 年 1 月启动，是由中美洲自然灾害防御协调中心、美洲开发银行、联合国国际减灾战略、世界银行等共同参与的一项合作计划。CAPRA 平台旨在加强公共机构对灾害风险评估、理解和交流的能力，实现把灾害风险信息纳入社会发展的目标。2011 年《减轻灾害风险全球评估报告》（GAR）以该平台为基础，评估了哥伦比亚、墨西哥、尼泊尔等国家的灾害风险。目前，CAPRA 平台在智利、哥伦比亚、哥斯达黎加、萨尔瓦多、巴拿马、秘鲁等国家开展了技术协助项目。

1.3.1.1 平台特点

CAPRA 平台是一个模块化、可扩展、免费的自然灾害概率风险评估平台。该平台基于致灾因子（hazard）、暴露性（exposure）、物理脆弱性（physical vulnerability）来评估灾害风险，主要关注地震、海啸、飓风、洪涝和火山五大灾种。用户可以通过绘制致灾危险图、风险分析和成本效益分析等步骤完成风险评估。另外，该平台允许用户基于灾害链开展级

联灾害风险评估, 并支持灾害风险管理应用。

目前, CAPRA 平台是提供一套基于客户端的应用软件, 该软件包括多个模块(图 1-2), 用户可根据不同需求下载所需要模块, 以对不同区域、不同灾种进行风险评估。同时, 该软件还具有 MAPVIEWER CAPRA-WW 模块, 可提供便捷的地图展示服务。

1) 致灾因子模块: 提供地震、海啸、飓风、洪涝和火山五大灾种的频率和强度模拟。

2) 暴露性模块: 提供不同灾种下暴露的承灾体清单, 包括承灾体的空间位置、分类、资质、基础设施估值等工具。

3) 物理脆弱性模块: 提供不同灾种、不同承灾体的脆弱性曲线。

4) 损失模块: 根据用户定义的回归周期(如 20 年一遇的洪水是对灾害致灾强度的表达)或特定情景计算可能的灾害损失。

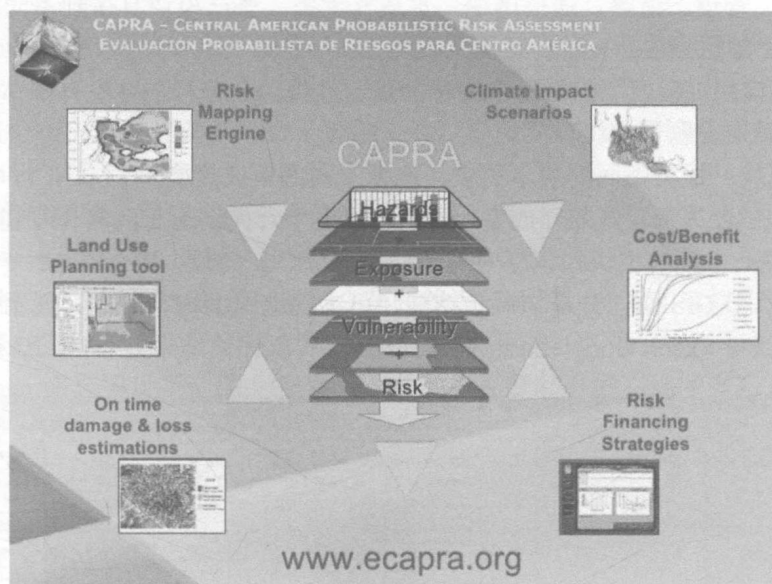


图 1-2 CAPRA 平台框架

1.3.1.2 相关启示

CAPRA 平台在风险管理应用方面有较好的拓展, 对气候影响情景、成本/效益分析、风险管理策略、损失快速评估等领域均有较好的支持。目前, 作者所在单位每年进行的灾害风险评估应用主要聚焦于风险评估的结果与展示, 对于风险管理的支持方面仍有较大潜力, 可在借鉴此平台相关内容的基础上, 研究更加全面的可支撑风险管理的风险评估体系(林森和周洪建, 2017)。

1.3.2 灾害风险纵览: RiskScape 平台

RiskScape 平台(<https://riskscape.niwa.co.nz/>)是由新西兰国家水和大气研究所(NIWA)和地质学与核科学研究所(GNS Science)联合开发研制, 其目标是协助各类组织和相关研究人员评估自然灾害对资产的影响和损失。目前, 该平台已在新西兰、越南、斐济等国家

开展相关灾害风险评估。

1.3.2.1 平台特点

RiskScape 平台是基于客户端/服务器 (client/server, C/S) 架构开发, 提供付费注册服务; 主要关注地震、洪涝、海啸、火山和风暴潮五大灾种。该平台最重要的特色是一个组件式 GIS 系统, 基于模块化框架集成, 包括致灾因子模块、资产模块、脆弱性模块、集成模块 4 个模块。

1) 致灾因子模块: 主要是选择灾害种类, 地震模块覆盖整个新西兰, 但是其他灾种模块的情况根据地点有所不同。

2) 资产模块: 主要是选择要评估的资产内容, 包括农业、建筑、电力电缆、网络连接点、开放空间、管道、道路、通信电缆、水道九大类。资产模块具体到不同区域, 可选择感兴趣的城市、地区或县。

3) 脆弱性模块: 新西兰国内每个灾种的脆弱性模块是一样的, 没有具体到地点。在新西兰之外, 有其他脆弱性模块。

4) 集成模块: 根据不同的展示需求, 选择不同的集成尺度。

RiskScape 平台具有较好的开放性, 用户可根据平台提供的工具箱自行建立模块, 并可上传到 RiskScape 平台的模块知识库中与其他用户分享。另外, RiskScape 平台提供了地图交互界面, 类似于 GIS 空间分析与展示功能, 可实现地图编辑、制作、展示等基本功能; 地图展示还可以与 Excel、GoogleEarth 等软件结合, 实现评估结果的表格、3D 展示(图 1-3)。

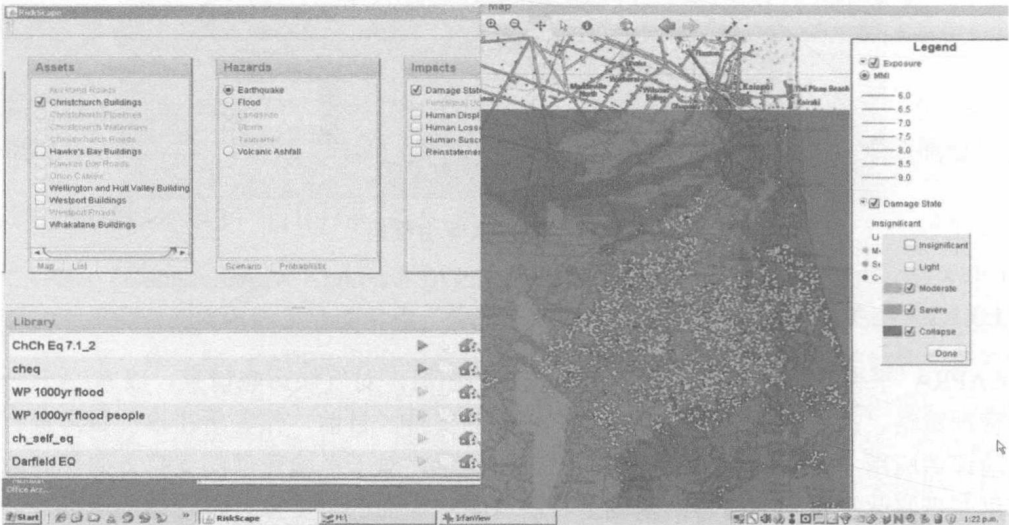


图 1-3 RiskScape 应用案例

1.3.2.2 相关启示

RiskScape 平台是一套组件式 GIS 软件系统, 用户可以根据实际需要选择所需组件进行应用, 平台使用较方便灵活, 加之组件具有不同组合方式, 可以配置生成多样化的满足用

户需求的系统，故其有更好的开放性和交互性。目前，作者参与研究开发的多数灾害风险与损失评估软件系统都是集成式的封闭系统，软件升级、改造都需要大量维护时间，针对这种情况，在实际应用中可以考虑开发组件式软件系统（林森和周洪建，2017）。

1.3.3 灾害信息管理系统：DesInventar 平台

DesInventar 平台（<http://www.desinventar.net/>）是一个可持续化的数据库系统，可系统地收集、记录和分析与自然灾害风险、损失相关数据。该系统主要用于生成灾害清单和构建灾害损失、破坏等灾害影响方面的数据库。目前，该系统平台主要在南美洲、拉丁美洲、非洲和亚洲等 92 个国家和地区开展相关灾害风险案例评估。

1.3.3.1 平台特点

DesInventar 平台是基于客户端/服务器（C/S）架构开发，可提供开源免费软件，且支持多种标准（OGC、XML、Glide、Google API 等）和语言；几乎关注了所有的自然灾害类型。该平台可分析灾害的趋势和造成的影响，通过提前预防、缓解等措施来降低灾害影响。

DesInventar 平台包含两个主要组成部分。

1) 管理和数据输入模块：关系和结构数据库，通过数据库可以存储预定义的字段（时空数据、事件类型和原因、来源）和直接与间接影响（人员死亡、房屋、基础设施和经济）。

2) 分析模块：可查询多变量的效应、事件类型、原因、位置和数据等。该模块可同时生成图表和专题图。

DesInventar 平台提供了地图交互界面，具有 GIS 空间分析与地图展示功能，可实现地图编辑、制作、展示等基本功能；地图展示还可以与 Excel 等软件结合，实现评估结果的表格和 2D 展示；关注不同时间尺度和所有空间尺度的自然灾害（图 1-4）。

图 1-4 DesInventar 平台主界面

1.3.3.2 相关启示

DesInventar 平台旨在建立全球灾害信息数据库, 关注不同时间尺度和所有空间尺度的自然灾害。全球很多国家和地区参考此做法建立了兼容便携式数据库, 为政府部门和相关机构提供了防灾减灾救灾决策。该平台可为中国正在运行的各类灾害信息管理系统的优化升级和与国际接轨提供参考(韩鹏和周洪建, 2017)。

1.3.4 全球灾害预警与协调系统: GDACS 平台

GDACS (global disaster alert and coordination system) 平台 (<http://www.gdacs.org/>) 成立于 2004 年, 由联合国人道主义事务协调办公室和欧洲委员会共同创办。GDACS 平台是负责管理联合国、欧洲委员会和世界各国灾害管理者的合作性组织。通过该系统可实现重大突发性灾害发生后向国际社会发布灾害预警, 同时在灾害应急救助阶段协调国际响应, 填补大规模灾害爆发后第一阶段的信息与协调的空白, 有效改善灾害信息传播, 协调全球救援力量。

1.3.4.1 平台特点

GDACS 平台主要提供以下 4 种灾害信息系统和在线协调工具。

1) GDACS 灾害预警。当重大突发灾害发生时, 自动提供全球灾害的早期预警和灾前影响评估。主要发布 4 种预警信号: ①白色预警, 小事件, 不需要国际救助。②绿色预警, 中等事件, 需要国际救助可能性小。③橙色预警, 潜在局部灾害, 可能需要国际救助。④红色预警, 潜在严重灾害, 需要国际救助。GDACS 平台可监测和预警地震、海啸、飓风、洪涝和火山等灾害。

2) 虚拟现场行动协调中心 (Virtual OSOCC), 即实时信息交流与协调平台。在灾害早期建立一个情报交流中心, 告知救援者目前灾区的工作环境, 分析相关救援行动的数据, 协调救援队之间的行动, 以便于灾害救援人员之间的信息交流及灾害救援管理者的决策。该平台旨在促进灾害响应者之间信息交流, 并支持信息分析、决策制定和协调, 它的建立解决了重大突发性灾害早期阶段信息收集和分析的难题, 并给灾害救援相关领域人士提供一个无界限即时交流的平台。

3) 地图和卫星影像。由多方提供, 主要有联合国卫星运行项目 (UN operational satellite applications programme, UNOSAT) 和全球应急制图行动协会 (MapAction), 在虚拟现场协调中心平台上分享。GDACS 平台卫星制图与协调系统提供交流与协调平台, 当紧急情况发生时, 在此平台上提供完整的、当前和未来的制图活动 (图 1-5)。

4) 科学门户。由科学团体和工作组的专家成员组成, 具体由欧洲委员会的联合研究中心管理。主要包括地震、海啸、飓风、洪涝和火山科学团体, 危机响应与管理技术科学团体, 地质空间基础设施与建模科学团体, 危机管理的社交媒体科学团体。

1.3.4.2 相关启示

许多政府和灾害救援组织依靠 GDACS 平台灾害预警和影响评估来规划国际救援, 大

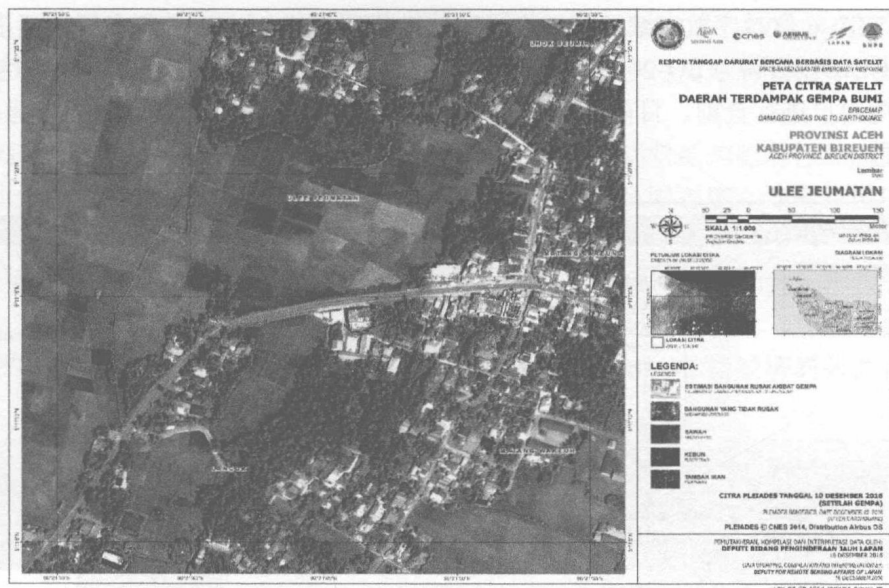


图 1-5 GDACS 地震评估卫星制图

约 1.4 万名灾害管理人员订阅 Virtual OSOCC，在灾后第一阶段用其进行信息交流。许多政府和组织在国家灾害救援规划中已经使用 GDACS 平台，特别是灾害预警、影响评估和 Virtual OSOCC 这三项服务。中国是世界上自然灾害最为严重的国家之一，未来可借鉴 GDACS 平台建设思路与服务理念，建设符合中国灾害与社会特征、兼具国际化的灾害预警与协调系统（韩鹏和周洪建，2017）。

1.3.5 全球灾害统一编码方法：GLIDE 平台

获取灾害数据是一项耗时耗力的任务，原因是数据不仅具有分散性，而且不同国家对于灾害事件的认定也不尽相同，容易混淆。因此，亚洲减灾中心（Asian Disaster Reduction Center, ADRC）提出了一套全球灾害统一编码方法——GLIDE number（<http://www.glidenumber.net/>），这套方法被许多研究机构分享、发布和推广，如灾后流行病研究中心（CRED）、联合国人道主义事务协调办公室（OCHA）、UNISDR、UNDP、世界气象组织（WMO）、红十字会与红新月会国际联合会（IFRC）、美国外国灾害援助办公室-美国国际开发署（OFDA-USAID）、联合国粮农署（FAO）和世界银行（World Bank）等。

1.3.5.1 平台特点

GLIDE 平台是基于浏览器/服务器（browser/server, B/S）架构开发，覆盖地震、海啸、洪涝、台风等全灾种（图 1-6）。具有如下特点。

1) 简单易用性。GLIDE 平台由管理和维护的紧急灾难数据库（emergency events database, EM-DAT）的灾后流行病研究中心（CRED）确定。2004 年起，CRED 每周都会通过全球灾害编码自动生成器（Automatic GLIDE Generator）对所有符合 EM-DAT 数据库标准的新发灾害进行统一编码，生成 GLIDE 编码。GLIDE 编码由识别灾害类的两个字母、