

“十二五”国家重点图书出版规划项目

“十一五”国家科技支撑计划重点项目

综合风险防范关键技术与示范丛书

综合风险防范

中国综合气候变化风险

吴绍洪 戴尔阜 葛全胜 等 著
冉圣宏 刘洪滨 潘 韬



科学出版社

综合风险防范关键技术与示范丛书

综合风险防范

中国综合气候变化风险

吴绍洪 戴尔阜 葛全胜
冉圣宏 刘洪滨 潘 韬 等 著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书是“十一五”国家科技支撑计划重点项目“综合风险防范关键技术研究与示范”的部分研究成果,丛书之一。本书首次系统地阐述了气候变化风险的概念、识别与分类方法,提出了气候变化风险评估的概念模型框架,综述了气候变化风险及综合风险管理研究的现状和途径;并依据联合国气候变化框架公约的最终目标,选择生态系统、粮食保障及气象水文灾害三个方面定量评估了 SRES B2 情景下中国近期、中期与远期等不同阶段未来气候变化的风险水平与时空格局,且在此基础上,评价了未来气候变化情景下中国气候变化综合风险的时空分布;最后,根据未来情景下中国气候变化风险分布地图,提出了中国气候变化风险防范技术。此外,还在广东省和珠江三角洲地区进行了气候变化风险评估与防范示范。

本书可供灾害科学、风险管理、应急技术、防灾减灾、保险、生态、能源、农业等领域的政府公务人员、科研和工程技术人员、企业管理人员以及高等院校的师生等参考,也可作为高等院校相关专业研究生的参考教材。

图书在版编目(CIP)数据

综合风险防范:中国综合气候变化风险/吴绍洪等著. —北京:科学出版社, 2011

(综合风险防范关键技术研究与示范丛书)

ISBN 978-7-03-030716-3

I. 综… II. 吴… III. 气候变化—风险管理—研究—中国 IV. ①X4
②P467

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 059507 号

责任编辑:王 倩 张月鸿 李 敏 王晓光 李娅婷/责任校对:刘小梅

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>

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

*

2011 年 5 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2011 年 5 月第一次印刷 印张:14 插页:2

印数:1—2 000 字数:340 000

定价:68.00 元

如有印装质量问题,我社负责调换

总 序

综合风险防范 (integrated risk governance) 的研究源于 21 世纪初。2003 年国际风险管理理事会 (International Risk Governance Council, IRGC) 在瑞士日内瓦成立。我作为这一国际组织的理事, 代表中国政府参加了该组织成立以来的一些重要活动, 从中了解了这一领域最为突出的特色: 一是强调从风险管理 (risk management) 转移到风险防范 (risk governance); 二是强调“综合”分析和对策的制定, 从而实现对可能出现的全球风险提出防范措施, 为决策者特别是政府的决策者提供防范新风险的对策。中国的综合风险防范研究起步于 2005 年, 这一年国际全球环境变化人文因素计划中国国家委员会 (Chinese National Committee for the International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change, CNC-IHDP) 成立, 在这一委员会中, 我们设立了一个综合风险工作组 (Integrated Risk Working Group, CNC-IHDP-IR)。自此, 中国综合风险防范科技工作逐渐开展起来。

CNC-IHDP-IR 成立以来, 积极组织国内相关领域的专家, 充分论证并提出了开展综合风险防范科技项目的建议书。2006 年下半年, 科学技术部经过组织专家广泛论证, 在农村科技领域, 设置了“十一五”国家科技支撑计划重点项目“综合风险防范关键技术研究” (2006 ~ 2010 年) (2006BAD20B00)。该项目由教育部科学技术司牵头组织执行, 北京师范大学、中国科学院地理科学与资源研究所、民政部国家减灾中心、中国保险行业协会、北京大学、中国农业大学、武汉大学等单位通过负责 7 个课题, 承担了中国第一个综合风险防范领域的重要科技支撑计划项目。北京师范大学地表过程与资源生态国家重点实验室主任史培军教授被教育部科学技术司聘为这一项目专家组的组长, 承担了组织和协调这一项目实施的工作。与此同时, CNC-IHDP-IR 借 2006 年在中国召开国际全球环境变化人文因素计划 (IHDP) 北京区域会议和地球系统科学联盟 (Earth System Science Partnership, ESSP) 北京会议之际, 通过 CNC-IHDP 向 IHDP 科学委员会主席 Oran Young 教授提出, 在 IHDP 设立的核心科学计划中, 设置全球环境变化下的“综合风险防范”研究领域。经过近 4 年的艰苦努力, 关于这一科学计划的建议于 2007 年被纳入 IHDP 新 10 年 (2005 ~ 2015 年) 战略框架内容; 于 2008 年被设为 IHDP 新 10 年战略行动计划的一个研究主题; 于 2009 年被设为 IHDP 新 10 年核心科学计划之开拓者计划开始执行; 于 2010 年 9 月被正式设为 IHDP 新 10 年核心科学计划, 其核心科学计划报

告——《综合风险防范报告》(Integrated Risk Governance Project) 在 IHDP 总部德国波恩正式公开出版。它是中国科学家参加全球变化研究 20 多年来,首次在全球变化四大科学计划[国际地圈生物圈计划(International Geosphere-Biosphere Program, IGBP)、世界气候研究计划(World Climate Research Programme, WCRP)、国际全球环境变化人文因素计划(IHDP)、生物多样性计划(Biological Diversity Plan, DIVERSITAS)]中起主导作用的科学计划,亦是全球第一个综合风险防范的科学计划。它与 2010 年启动的由国际科学理事会、国际社会科学理事会和联合国国际减灾战略秘书处联合主导的“综合灾害风险研究”(Integrated Research on Disaster Risk, IRDR)计划共同构成了当今世界开展综合风险防范研究的两大国际化平台。

《综合风险防范关键技术与示范丛书》是前述相关单位承担“十一五”国家科技支撑计划重点项目——“综合风险防范关键技术与示范”所取得的部分成果。丛书包括《综合风险防范——科学、技术与示范》、《综合风险防范——标准、模型与应用》、《综合风险防范——搜索、模拟与制图》、《综合风险防范——数据库、风险地图与网络平台》、《综合风险防范——中国综合自然灾害救助保障体系》、《综合风险防范——中国综合自然灾害风险转移体系》、《综合风险防范——中国综合气候变化风险》、《综合风险防范——中国综合能源与水资源保障风险》、《综合风险防范——中国综合生态与食品安全风险》与《中国自然灾害风险地图集》10 个分册,较为全面地展示了中国综合风险防范研究领域所取得的最新成果(特别指出,本研究内容及数据的提取只涉及中国内地 31 个省、自治区、直辖市,暂未包括香港、澳门和台湾地区)。丛书的内容主要包括综合风险分析与评价模型体系、信息搜索与网络信息管理技术、模拟与仿真技术、自动制图技术、信息集成技术、综合能源与水资源保障风险防范、综合食物与生态安全风险防范、综合全球贸易与全球环境变化风险防范、综合自然灾害风险救助与保险体系和中国综合风险防范模式。这些研究成果初步奠定了中国综合风险防范研究的基础,为进一步开展该领域的研究提供了较为丰富的信息、理论和技术。然而,正是由于这一领域的研究才刚刚起步,这套丛书中阐述的理论、方法和开发的技术,还有许多不完善之处,诚请广大同行和读者给予批评指正。在此,对参与这项研究并取得丰硕成果的广大科技工作者表示热烈的祝贺,并期盼中国综合风险防范研究能取得更多的创新成就,为提高中国及全世界的综合风险防范水平和能力作出更大的贡献!

国务院参事、科技部原副部长

刘燕华

2011 年 2 月

目 录

总序

第1章 绪论——气候变化与风险社会	1
1.1 气候变化	2
1.2 风险社会与综合风险管理	4
1.3 气候变化风险	6
1.4 中国综合气候变化风险的评估、表达与防范	11
第2章 气候变化风险识别与分类	16
2.1 气候变化风险识别	16
2.2 气候变化风险分类	26
第3章 气候变化下中国陆地生态系统风险	40
3.1 评估方法与风险等级划分	40
3.2 气候变化下中国生态系统生产功能风险评价	50
3.3 气候变化下中国生态系统碳吸收功能风险评价	56
3.4 气候变化下中国生态系统综合风险评价	62
第4章 气候变化下中国粮食保障风险	66
4.1 气候变化的粮食保障风险分析	66
4.2 中国粮食生产时空格局	68
4.3 气候变化情景下中国粮食保障风险评价	78
第5章 气候变化下中国气象水文灾害风险	93
5.1 数据与方法	93
5.2 高温灾害风险时空格局评估	96
5.3 洪涝灾害风险时空格局评估	111
5.4 干旱灾害风险时空格局评估	125
5.5 气候变化下综合气象水文灾害风险评估	139
第6章 中国综合气候变化风险评估	143
6.1 评价方法与等级划分	143
6.2 中国综合气候变化风险的时空格局	144
6.3 未来气候变化影响下我国综合风险防范技术	148
第7章 中国综合气候变化风险管理与防范	151
7.1 时空综合、横向综合及纵向综合	151
7.2 自然生态系统风险防范技术	153

7.3	粮食保障风险防范技术	160
7.4	气象水文灾害风险防范技术	168
7.5	高风险地区综合气候变化风险防范	177
7.6	综合气候变化风险防范技术	183
第8章	气候变化风险分类与管理案例分析——以广东省为例	189
8.1	研究区概况	189
8.2	广东省气候变化风险的识别与分析	190
8.3	气候变化风险的风险源及识别	192
8.4	广东省气候变化危险性	194
8.5	广东省气候变化高风险季节防范	197
8.6	珠江三角洲海岸带地区风暴潮风险案例	200
参考文献		207
后记		217

第1章 绪论——气候变化与风险社会^{*}

20 世纪中期以来,在全球经济飞速发展和人口急剧增长的同时,世界范围内出现了日益严重的环境生态破坏,以及由全球气候异常变化引起的全球粮食问题、资源危机、灾害频发等全球环境变化问题,人口、资源、环境与发展的问题尖锐地出现在全人类面前。当今人类正面临着有史以来最为严重的危机,这种危机是全球性的,不仅仅表现为人口爆炸、资源短缺、环境污染,更为严重的是地球整体功能的失调、紊乱,以及人类赖以生存的全球环境的变化。国际社会对全球问题的关注日益加强,对环境问题的关注由局部扩展到全球,由眼前扩展到长远,由一般的关注发展为严重的危机感。

科学研究表明,全球环境变化对中国生态、资源、环境等的负面效应日益显现。作为一个典型的全球性环境问题,气候变化问题正成为国际关注的热点。气候变化导致的生态系统变化、水资源短缺、干旱化加剧、海平面上升、冰川退缩、荒漠化加重等结果,将给中国经济社会的可持续发展带来持久和难以逆转的影响。气候变化还会加剧食物、水和能源危机,严重影响中国的国家安全,制约经济的快速发展;气候变化特别是臭氧层耗损、大气成分的改变还会造成生态系统退化、食物数量和品质下降、流行性疾病传播等,对人民生活质量乃至民族的生存构成严重威胁。气候变化的趋势在未来相当长的时间内将继续下去,这种变化能否回到原有的平衡或能否有新的平衡?人类如何应对、适应这种变化,以及如何在可持续发展战略中体现对未来气候变化的适应?这些都是事关人类未来生存与发展的大问题,也是气候变化风险研究的核心问题。

气候变化风险问题是目前国际政治、经济、法律、外交和环境领域的一个热点和焦点。随着《京都议定书》、《联合国气候变化框架公约》(UNFCCC)的实施以及气候变化问题谈判进程的加快,发展中国家面临着承担减、限排的潜在压力,在这样一个新的政治背景下,如何认识中国面临的气候变化风险,并提出应对策略,都迫切需要进行综合气候变化风险研究。通过气候变化风险研究提出防范技术体系,可以为中国在国际政治和环境外交提供科学依据和技术对策,并为中国参与国际综合全球环境变化风险事务奠定基础。

由于气候变化问题与其他社会、政治、经济问题的交叉、重叠,其超越了许多传统研究范畴,常规的风险管理方法已经不足以对其进行有效管理。因此,在气候变化风险研究中不仅要考虑气候变化的特点,同时也要考虑风险社会背景下超越常规的风险管理模式。本章主要从气候变化的特点和当前风险社会的本质来探讨气候变化风险研究的模式以及国际上的一些进展。

^{*} 本章完成人:中国科学院地理科学与资源研究所的吴绍洪、张月鸿、戴尔阜、潘韬、冉圣宏、谈明洪。

1.1 气候变化

1.1.1 气候变化的定义

气候变化是指一个特定地点、区域或全球长时间的气候转换或改变，是以某些或所有与平均大气状况有关的特征，如温度、风场和降水量等要素的变化来度量的。近几十年来，随着对决定气候及其变率的下垫面过程的认识日益增多和深入，气候的概念大大拓展并且发生了演化，现在的气候变化研究多倾向于对包括大气圈、水、海洋、湖泊、冰雪、岩石间表面及生态系统等在内的气候系统变化的研究。气候变化的原因可能是自然界的外源强迫，也可能是气候系统固有的内部过程，还可能是人类活动的强迫。

政府间气候变化专门委员会（IPCC）评估报告中的气候变化是指气候系统随时间的变化，无论其原因是自然变化还是人类活动的结果（IPCC，2007a）；而在《联合国气候变化框架公约》（UNFCCC）中，气候变化是指直接或间接归因于改变全球大气成分的人类活动所引起的气候变化，这种变化是叠加在同期观测到的气候自然变率之上的（UNFCCC，1992）。由于在实际中很难精确区分自然原因引起的气候变化和人为原因引起的气候变化，本书倾向于采用 IPCC 对气候变化的定义。

1.1.2 气候变化及其应对

人类在气候变化的科学认识方面已取得了巨大进展，基于多方研究的确凿证据表明，气候正在发生变化，而且这些变化很大程度上是由人类活动造成的，尤其是通过化石燃料燃烧释放的温室气体。气候变暖、海平面上升、强降水事件的增加、积雪和海冰缩减、更加频繁和强烈的热浪等气候系统的变化，给人类和广泛的自然系统带来了重大风险，是人类社会可持续发展面临的长期、严峻的挑战（IPCC，2007b）。

IPCC 第四次评估报告（2007b）指出：1906~2005 年的 100 年里，全球平均地表温度上升了 0.74°C ($0.56 \sim 0.92^{\circ}\text{C}$)，最近 50 年的升温速率几乎是过去 100 年的两倍。1961 年以来的观测表明，全球海洋已经并且正在吸收增加到气候系统内的 80% 以上热量，海洋升温已延伸到至少 3000 m 的深海。升温引发海水膨胀，导致海平面上升约 0.17 m。近 100 年来，北极平均温度升高速度几乎是全球平均温度升高速度的两倍。按 2006 年年底计，1900 年以来，北半球季节冻土最大面积约减少了 7%。

随着人们对气候变化认识的深入，决策者的问题已经从“正在发生什么”发展为“正在发生什么以及如何应对”。科学研究已经揭示了有关应对气候变化的许多内容，越来越多关于技术和政策的知识可用于限制未来气候变化的幅度，对适应气候变化的措施有了更细微、更广泛的理解，人们越来越多地认识到各行业和相关方在决策时需要考虑到气候变化。近年来，国际社会已经开展了一系列应对气候变化的行动：从 1992 年通过的《联合国气候变化框架公约》到 1997 年《京都议定书》的签订，再到 2007 年的“巴厘岛路线

图”、2009 年底的《哥本哈根协议》和 2010 年底的《坎昆协议》。在这场轰轰烈烈的气候变化运动中，各个国家阵营、社会团体、公众媒体、企业和个人都纷纷响应，积极参与，气候变化问题日益成为一个涉及科学、环境、政治、经济、文化、伦理和道义等因素在内的错综复杂的问题。

中国政府一贯高度重视对气候变化的研究与应对。早在 1994 年制订的《中国 21 世纪议程》中，中国就将应对气候变化、保护气候作为中国可持续发展的优先领域之一。近年来，气候变化领域的工作也在不断加强，2006 年，《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006～2020 年）》，把能源和环境确定为中国科学技术发展的重点领域，把全球环境变化监测与对策明确列为环境领域的优先主题之一。2007 年，中国政府颁布了《中国应对气候变化国家方案》，科学技术部还牵头制定了《中国应对气候变化科技专项行动》，对气候变化的科学问题、控制温室气体排放和减缓气候变化的技术开发、适应气候变化的技术和措施、应对气候变化的重大战略与政策等方面进行了重点部署。

1.1.3 气候变化的不确定性

有关气候变化的纠缠与争议最根本的原因是气候系统十分复杂，气候变化的科学研究还存在很多不确定性，如气候资料和代用资料的不确定性、气候模式（包括复杂的全球气候系统模式和高分辨率的区域气候模式）的不确定性和可预报性、全球气候系统的复杂性、气候自然变化的不确定性以及气候变化预测和预估的不确定性等（赵宗慈，2009；IPCC，2007a）。其中，尤以气候模式的不确定性最为突出，影响也较大。受资料获取和计算机运行能力限制，气候模式的水平和垂直分辨率尚不够精细，因此在局地 and 区域尺度，气候模拟和预估的不确定性较高；同时，气候变化包括了气候的自然变化和人类造成的气候变化，如何在气候模式的预测和预估中同时反映出自然和人类的复杂联合作用，模拟中如何表示出人类活动的多样性和复杂性，以及人类对气候变化影响的复杂性也是一大不确定因素。此外，全球气候系统包含了复杂的和多种的非线性的相互作用和反馈过程，同时包括了多时间尺度和多空间尺度的机制，在许多方面现在科学家的认识还是很有限的，如冰盖动力学、云过程和区域气候效应，导致了对全球气候变化速率和幅度的预测及其在局地和区域尺度的表现存在不确定性。因此，许多气候变化风险的精准化预测是不可能完全实现的，气候变化的许多过程及其可能造成的影响还处于灰箱，甚至是黑箱状态。

科学研究的进一步推进无疑会降低气候变化问题的不确定性和争议性，但我们不能等到不确定因素减少了，再考虑采取应对气候变化的行动。

2007 年 IPCC 第四次评估第二工作组的报告中特别强调了风险管理在气候变化应对和决策中的作用，认为风险管理方法对于进行气候变化风险决策具有诸多优势，如对不确定性的管理、利益相关者的参与、政策优化选择评估、多学科研究的综合以及把气候变化问题纳入更广泛的决策背景之中等。而且从风险管理的角度对气候变化风险进行分析和管理的，可以把气候变化中的各种问题纳入到一个框架或流程中进行系统管理，可以充分考虑到其影响和风险的方方面面，最大可能地避免疏忽、遗漏以及错误的决策和行动（IPCC，2007a）。

同时，许多国际风险管理组织如国际风险管理理事会（IRGC）、风险分析学会

(SRA) 等都将气候变化风险视为其研究的重要组成部分, 纳入其研究领域, 气候变化风险管理研究正在逐步发展起来。

1.2 风险社会与综合风险管理

1.2.1 风险社会

以德国著名社会学家乌尔里克·贝克 (Ulrich Beck) 为代表的一批学者提出了“风险社会”的概念 (乌尔里克·贝克, 2004), 认为随着现代社会的发展, 社会内部及其与外部资源环境之间的矛盾日益加剧, 经济、技术、文化和环境领域快速全球化, 科学技术发展带来的诸多不确定性等, 现代风险的性质正在发生转变。看似局部或偶发的风险事件, 实际上都存在着一定的作用系统, 在某些因素的诱导作用下, 极有可能会导致一些重大社会灾难发生; 更为重要的是, 由于现代信息技术的高度发达, 由风险和灾难所导致的恐惧感和不信任感将通过现代信息手段迅速传播到全社会, 引发社会的动荡不安 (芭芭拉·亚当等, 2005; 刘燕华等, 2005)。现代风险表现为更大的影响面、更强的系统性、更高的不确定性和不可预测性, 风险已经不再是“一次性突发事件”, 一个以风险为常态的新型社会形态正在来临, 人类已进入了“世界风险社会” (Beck, 1999), 到了与“风险共存” (living with risks) 的境地 (ISDR, 2004; 刘燕华等, 2006)。

在现代风险社会, 风险一旦转化为实际的灾难, 它的涉及面和影响程度都将大大高于传统社会的灾难。近几年来世界上发生的一系列大规模的灾难充分证实了这一点, 如欧洲破坏性的暴风和洪水、加拿大的暴风雪、人类和动物的新发传染病 (艾滋病、非典、埃博拉病毒、禽流感 and 疯牛病等)、恐怖袭击 (“9·11” 事件、日本沙林毒气事件)、计算机病毒、高新技术风险、能源危机和金融动荡等。这些现代风险一般是多维度的社会现象, 涉及自然、社会、经济、心理和管理等诸多层面 (Remy, 2003)。各种风险之间的相互作用和联系更加紧密, 往往形成互相诱发的风险链, 影响范围更大、机制更复杂。高度的不确定性和复杂性经常引起公众甚至专家之间的激烈争论, 风险评估和决策变得更加困难。以单一学科的定量科学测量和专家系统为基础的传统风险管理体制的局限性已经暴露出来 (De Marchi and Ravetz, 2004; 赵延东, 2004)。“风险社会”的来临, 给人类社会传统的风险管理机制带来了新的挑战。

当代中国社会因全球化和巨大的社会变迁也正在进入“风险社会”。中国 2003 年发生的 SARS 事件、2004 年的禽流感爆发事件以及近年来各地频发的导致重大伤亡的灾难看上去似乎并不相关, 但它们在本质上是有关联的, 共同预示着一个高风险社会的来临 (李路路, 2004; 郑杭生和洪大用, 2004)。而且中国的情况更加复杂, 作为一个处于社会转型期的发展中国家和人口大国, 传统风险与现代风险并存, 在风险管理方面所面临的挑战更为艰巨。2008 年 2 月美国侨报发表了一篇题为《化解中国经济的“高血压”》的社论, 称 1998 年的洪灾、2003 年的非典型肺炎以及 2008 年初的雪灾均给中国带来了矫正体制弊端的契机。2003 年非典型肺炎 (SARS) 爆发之后, 许多专家和政府机构进行了理性的分析,

也确实认识到了中国风险危机管理方面的问题,如对高度不确定性事件的处理能力较差、公众风险沟通不足、制度改革赶不上经济和社会的变化、不同的政府机构和区域之间缺乏协调、管理效率低下等(Xue, 2005)。同时也吸取了教训,建立了较为全面、系统的风险应急管理机制,但是由于各种因素和体制的限制,许多问题尽管已经认识到了,却仅停留在理念的层次,还未采取实际行动。在应对2008年初大规模的雪灾中,仍然暴露出了风险应对能力的严重不足,造成了巨大的损失:21个省(自治区、直辖市)受灾,死亡129人、失踪4人,农作物受灾面积达1.78亿亩^①,房屋倒塌48万间,直接经济损失1516.5亿元。在惨痛的代价之后,我们该如何抓住这个矫正的“契机”?本研究认为最根本的还需要在“风险社会”背景下探究具有可行性的、适合现代风险社会的新型风险管理体系。

我国目前正进入经济社会发展的关键阶段,这个阶段既是关键发展期,同时又是矛盾凸显期。我国经济的高速增长是一种高投入、低效率的粗放投资拉动的高消耗的增长,造成了有限资源的巨大浪费和严重的环境污染。多年累积的大气污染、水污染、农药污染、土地退化、水土流失和资源短缺等问题已发展成为全国性的资源环境问题,并呈现局部改善与整体恶化并存的趋势。未来20年我国经济将继续保持快速增长,到2020年,中国经济将翻两番,日趋严重的资源环境问题会给社会经济发展带来更大的压力。全球环境变化风险加剧了我国面临国际市场的冲击,更为重要的是它从根本上改变了传统的国际分工格局,使国家的内部分工模式、产业链以及相应的产业生态环境发生了革命性的变化。建立综合全球环境变化风险防范科技体系、提升国家竞争力是以新的发展观做好维护国家安全工作的战略举措,关系到我们能否处理好发展速度与结构、质量与效益的关系,实现全面、协调和可持续发展;关系到我们能否成功应对新时期的复杂国际形势,从根本上解决当前贸易摩擦和各种贸易壁垒的影响。因此,从国家层面冷静思考、未雨绸缪、防范风险、趋利避害,在国家安全战略上做出科学的判断,选择正确的风险防范技术措施十分必要。

1.2.2 现代综合风险管理

为了应对“风险社会”的挑战,现代风险管理已经超出了单学科、纯学术研究的范畴,具有跨学科、集自然科学与社会科学、研究与管理为一体的特点(李津, 2005)。国际上风险评估和管理领域在应用相关定量科学结果的基础上,越来越多地涉及“治理”(governance)的内容(De Marchi and Ravetz, 2004),“综合风险治理”(integrated risk governance)正日益成为国际风险领域新的发展方向。各种跨国的、国际级的综合风险管理机构,如“风险分析学会”(Society for Risk Analysis, SRA)、“国际风险与管理理事会”(International Risk Governance Council, IRGC)和“欧洲诚信网络”(trustnet)的建立有力地推动了风险管理向综合风险治理的方向发展,其最终目的就是能更好地管理现代风险社会的各种风险问题。

特别是针对现代风险社会新近凸现的系统风险(OECD, 2003),专家们强调综合风险

^① 1亩 $\approx 666.7\text{m}^2$,全书下同。

治理的重要性。人们开始广泛地认识到风险评估不能仅仅以定量科学测量为目标,还应该综合考虑社会风险认知和放大因素的影响,强调风险管理的社会背景因素(Renn, 2006)。在国际多学科多领域开展的风险研究中,除了强调风险系统的内在机制、风险评估模型、各种高新技术手段在风险模型中的应用研究外,越来越关注从社会、经济、人文行为角度对人类自身接受风险的水平开展综合研究(Remy, 2003),评估的过程也日益公开化、透明化和综合化。重点逐渐转向重视与人类经济社会相对应的安全建设研究,把风险分析与对应风险管理体系相联系,高度重视人类经济、社会和文化系统对各种灾害的脆弱性响应水平与风险适应能力研究(Umana, 2003; Wiedeman, 2003; Kleiber, 2003)。

这些综合风险治理的理念逐渐在一些风险管理框架中体现出来。目前国际上提出 80 多种风险管理框架,其中有许多都在逐渐向综合风险治理的趋势发展,例如,加拿大政府使用的综合风险管理过程模型(integrated risk management framework, Canada)和风险研究所的环境风险评估和管理网络框架(Shortreed et al., 2001)都是融入了风险沟通、利益相关者参与以及风险社会背景因素的综合风险管理框架。

目前比较成熟的、有代表性的综合风险治理体系是国际风险理事会(IRGC)针对全球性、系统性、复杂性和不确定的风险问题构建的综合风险治理框架(integrated risk governance framework)(Renn, 2005),其目的在于开发一个综合的、完整的和结构化的方法来研究风险问题、风险防范程序,可以为形成综合性评估和管理策略提供指导以应对风险,特别是全球层面的综合风险——气候变化是其主要的研究内容之一。该框架综合了科学、经济、社会和文化等诸多方面,并且包括了利益相关者的有效参与,包含两个主要的创新:涵盖了社会背景的内容以及按照风险相关信息进行的新颖分类(Renn, 2005)。框架将综合风险治理划分为三个阶段:预评估、评价和管理。在评价阶段和管理阶段之间,还包括一个对风险进行描述和评价的扩展阶段——风险可容忍度和可接受度判断。

1.3 气候变化风险

气候变化是当前“风险社会”中人类面临的最突出的风险问题之一。越来越多的证据表明,以全球变暖为主要特征的气候变化已经不可避免,预计 21 世纪,全球仍将表现为明显的增温,极端天气气候事件及其引发的气象灾害可能更加严重(IPCC, 2007b)。同时,气候变化风险也是“风险社会”中最典型的现代风险问题之一。科学家对许多问题的认识还存在高度不确定性和争议性,再加上其全球性和跨代性,使其中许多问题的争议,已不只是单纯的科学辩论,还掺杂了对环境、社会经济甚至政治问题的价值观的争议,成为科学家、各国政府、社会各界包括一般公众共同关注的焦点,需要超越国界、部门、阶层、学科和风险领域的各种参与者协调一致的努力。在全球气候系统变暖的大背景下,中国是气候变暖最显著的国家之一,面对气候变化已经和即将造成的各种影响和风险,迫切需要进行系统的气候变化综合风险管理。

1.3.1 气候变化风险相关概念的界定

为了更清晰地叙述,有必要对气候变化风险相关的定义进行一个较为明确的界定。

1. 风险

现代社会,风险一词的使用已经非常广泛,涉及自然科学和社会科学,如金融、保险和工程等各个方面。在不同领域,其含义有不同的理解。联合国“国际减灾战略”(ISDR)针对自然灾害领域,将风险定义为自然或人为灾害与承灾体的脆弱性之间相互作用而导致一种有害的结果或预期损失(死亡和受伤的人数、财产、生计、经济活动的中断和环境的破坏等)发生的可能性(ISDR, 2004)。可以表达为

$$\text{风险} = \text{潜在灾害(hazard)} \times \text{脆弱性(vulnerability)} \quad (1-1)$$

ISDR 的风险定义里有两个关键因子,一是某种既定威胁,即灾害产生的可能性;二是暴露于灾害环境的承灾体对灾害的敏感度,即脆弱性。

2009 年,国际标准组织(ISO)对风险给出了一个更普遍的定义:一个或一系列事件发生的可能性与其后果的组合(ISO, 2009)。

$$\text{风险} = \text{后果(consequence)} \times \text{可能性(probability)} \quad (1-2)$$

式中,后果为事件发生的后果;可能性为事件发生的可能性。

可见,风险的概念包含两个最基本的要素:后果与可能性。人们通常关注的是事件发生的不利后果。

2. 气候变化风险

结合气候变化与风险的涵义,这里给出气候变化风险的定义:自然和人为干扰(人类活动)所形成气候系统的变化,对自然系统和人类社会经济系统造成的可能损害程度。其评估模型为

$$\text{风险} = \text{脆弱性} \times \text{可能性(probability)} \quad (1-3)$$

也可表达为

$$\text{风险} = \text{破坏力(damage)} \times \text{暴露量(exposure)} \times \text{可能性} \quad (1-4)$$

式中,脆弱性表示不利气候变化的影响程度,可以用破坏力和暴露量来衡量;破坏力为暴露单元受气候变化影响的容易损失程度;暴露量为不同系统或部门暴露于气候变化影响中的数量或程度;可能性,即是气候变化的不同情景。

气候变化风险与气候变化的影响、脆弱性、减缓和适应能力有密切的关系,气候变化损害的可能性以及该损害的程度可以进行科学的技术性评估,而风险的可接受性、减缓和适应策略的制定和安排涉及价值判断,需要结合社会经济研究以及文化背景的研究。

气候变化可能对自然和社会系统产生不良的影响并造成损失,但由于种种的不确定性,目前应该视为潜在的不利影响,因此,符合风险和风险管理的范畴。气候变化风险管理将风险的概念引入气候变化影响评价中,它是评价具有不确定性的事件在未来发生的概率、强度以及由此而可能给生态环境造成的损害程度的过程和方法,同时尽量减缓和适应这些风险的过程。

3. 气候变化风险管理

气候变化风险管理被视为能处理以下所有问题的一个框架(Jones and Page, 2001;

Willows and Connell, 2003; UNDP, 2005), 包括对于气候变化和极端事件的当前的适应能力以及对未来气候变化的适应性应对评估, 适应的限度评估, 把适应性与可持续发展建立联系、引入利益相关者参与和在不确定条件下进行决策等。IPCC 认为气候变化风险管理是一种用来管理从全球(减缓到温室气体排放和浓度的“安全”水平, 从而避免危险的人为干扰)到局地(在影响尺度上的适应)的各种尺度范围内的气候变化风险的方法(IPCC, 2007a)。

1.3.2 气候变化风险管理的研究现状

全球气候变化是国际重点关注的风险领域之一。全球气候变暖已成为各国科学界、政府以及公众关注的重大问题, 适应和减缓气候变化对人类社会的影响已成为当今国际政治和环境外交斗争的热点, 美国、英国、俄罗斯、韩国和日本等国家已将应对气候变化的战略上升为国家战略。2003 年 10 月美国国防部提供给政府的《气候突变的情景及其对美国国家安全的意义》的报告中指出, 全球变暖可能导致气候突变, 并由此引发全球性的骚乱、冲突甚至核战争, 从而对国家安全产生重大影响。在 2005 年 1 月 26 日举行的达沃斯世界经济论坛上, 约 700 名世界经济界领导人通过投票, 在几十项世界级议题中选出 6 项优先议题, 气候变化位居第三。这些信息不仅显示了气候变化问题在诸多国际性问题中从未有过的分量, 更明确地显示了其高度的政治性和挑战性。

从综合风险治理的角度对气候变化风险的研究刚刚起步。IPCC 第四次评估报告认为风险管理是继影响评估、适应性评估、脆弱性评估以及综合评估这传统的 4 种方法之后的第 5 种方法。气候变化风险管理是以决策为导向的, 而不是研究驱动的, 它是进行决策的一种有用的框架, 其应用正在飞速扩展(IPCC, 2007a)。当前对气候变化的风险管理已经发展了几个框架, 有国际层次的, 也有国家层次的。

在国际层次上, 主要是 UNDP 的适应性策略框架(the UNDP adaptation policy framework), 它描述了以脆弱性和适应性为中心的风险评估方法。主要包括 5 部分: 规划适应性项目并确定其范围、评估现有的脆弱性、评估未来的气候变化风险、制定一套适应策略和适应性的后续过程(UNDP, 2005)。同时, 世界银行也在从事气候变化危害与风险管理的方法研究, 重点关注的是气候变化适应的资金筹措(van Aalst and Shardul, 2005)以及把气候变化研究纳入自然危害风险管理的架构中(Burton and van Aalst, 2004; Mathur et al., 2004; Bettencourt et al., 2006)。

国家层次的评估框架用来构建国家级的适应策略, 比较有代表性的是英国和澳大利亚的框架。英国的气候影响方案(气候适应: 风险、不确定性和决策框架, UKCIP)(Willows and Connell, 2003)提出了一个渐进的脆弱性和适应性评估方法。该框架可以帮助决策者及其顾问识别重要的风险因子, 并且描述与之相关的不确定性, 还确定了风险评估和预测、选择评估和决策分析的方法和技术, 包括 8 个步骤: 识别问题和确定目标; 建立决策标准; 评估风险; 确定政策选择; 评估选择; 决策; 实施决策; 监测、评价和评议。可以看出英国的这个框架具有明显的决策导向性。澳大利亚的气候变化影响和风险管理框架(Australian Greenhouse Office, 2006), 源于澳大利亚/新西兰的风险管理标准(AS/NZS

4360, 2004), 包括5个部分: ①建立情境, 包括目标、利益相关者、标准、关键因素、气候情景; ②识别风险, 包括可能发生什么、如何发生; ③分析风险, 包括评议控制、可能性、结果、风险水平分析; ④评估风险, 包括风险评估、风险排序、筛除次要风险; ⑤处理风险, 包括确定处理选项、选择最佳发展规划、实施。此外还包括风险沟通和咨询, 在风险管理的每个阶段都需要多元主体的参与, 获取足够的信息; 同时每个风险管理阶段完成之后都需要进行监控和回顾评议, 以随时掌握情况的变化和新信息。在中国, 国务院发布的国家应急管理预案将全球环境变化列为公共安全领域重要内容, 同时国务院发布的《国家中长期科学和技术发展规划纲要》将全球环境变化列为面向国家重大战略需求的基础研究, 但国家应急管理预案强调的是应急、恢复与重建, 国家中长期科学和技术发展规划纲要更多强调的是全球环境变化的基础研究。从综合全球环境变化风险因素的识别、评价模拟、响应与适应及其防范技术体系构建方面考虑不多。因此, 综合全球环境变化风险防范是实现我国国家第十一个五年经济和社会发展规划纲要目标, 加强我国国家安全建设、实现国家可持续发展、构建和谐社会进程中迫切需要全面加强的重要领域, 通过综合全球环境变化风险防范技术体系构建, 支撑国家可持续发展技术体系建设。

1.3.3 气候变化风险分类体系

本研究借鉴 IRGC 的风险治理理念, 特别是利用其新型风险分类体系对复杂多样的气候变化风险进行了分类, 希望通过气候变化风险的 IRGC 分类推动中国气候变化综合风险治理体制的构建。国际风险管理理事会 (IRGC) 提出的新型风险分类体系 (简单风险、复杂风险、不确定风险和模糊风险) (Renn, 2005) 是一个以解决问题为导向的分类体系, IRGC 提出了分别对这4类风险因素进行综合治理的风险预评估技术、风险综合评价技术、风险综合管理技术以及利益相关者参与方式的集成体系 (表 1-1)。这种对于不同种类的风险运用不同的方法可以简化风险管理的程序, 使各种风险纳入系统化的框架里, 有利于提高风险管理的效率, 进行针对性的有效管理。

同时这种分类体系还可以促进风险评估的科学性, 当前风险评估采用的主要是风险管理领域已经建立的一些科学方法, 包括定量的和基于专家的风险评估方法、各种形式的科学实验和模拟、概率和统计理论、成本效益理论和决策分析以及贝叶斯和蒙特卡罗方法等, 这些传统方法虽然已经为风险决策提供了一定基础 (Byrd and Cothorn, 2000), 但是由于这些方法都是基于两个基本参数——可能发生的事件 (危害或结果) 及与其联系的概率 (可能性) (Stirling, 2007), 只适用于那些发生概率可以根据历史数据或是严密模型推导出来 (Risbey and Kandlikar, 2007) 的“严格”意义上的风险, 对于气候变化风险这种具有不同确定程度和复杂程度的风险系统, 不考虑风险信息的可获取性、确定程度和争议程度, 直接采用这种约简式的、“严格”的风险评估方法是不合理的、不科学的甚至具有误导性的 (Stirling, 2007)。因此, 针对这些问题, 亟须识别出气候变化引起的各种风险并对其进行系统的分类管理, 区分出哪些风险可以用传统方法, 哪些风险需要采用另外的方法。IRGC 提出的新型风险分类体系可以有效解决这些问题。

表 1-1 IRGC 风险分类管理的策略与方法

信息描述	管理策略	适当方法	利益相关者参与
简单风险	基于常规的策略：（容忍度/可接受性判断）（降低风险）	应用传统的决策方法： • 风险收益分析 • 风险权衡取舍分析 • 反复试验法（试错法） • 技术标准 • 经济驱动 • 教育、“贴标签”、信息 • 自愿协议	方法性的讨论
复杂性所致的风险	获取风险信息策略 （风险因子和因果关系分析）	描述可以获取的数据信息： • 专家达成共识的方法 * 代尔菲法或者是一致性协商 * Meta 分析 * 情景分析等 • 流入常规操作的结果	认识论方面的讨论
	以提高鲁棒性为中心的策略 （风险吸收系统）	通过以下方法提高风险标的的缓冲能力： • 增加额外的安全因子 • 设计冗余的和多样的安全设施 • 提高应对能力 • 建立可靠性高的组织	
不确定性所致的风险问题	基于预防的策略 （风险因子）	通过危害的特征，比如说持续性、普遍性等，作为风险评估的代用指标。方法包括： • 抑制方法 • 抑低方法（ALARA） • 尽量低方法（ALARP） • 可用的最好的控制技术（BACT）	反思性讨论（如圆桌会议、开放式论坛等）
	以提高弹性为中心的策略 （风险吸收系统）	提高应对突变的能力： • 用多样的方法来到达设想的收益 • 避免高脆弱性 • 考虑灵活弹性的响应策略 • 提高适应性的预备工作	
模糊性所致的风险问题	以讨论为基础的策略	应用达成共识或容忍性的冲突解决办法进行风险评估结果和管理方法的选择： • 综合利益相关者的讨论结果 • 强调风险沟通和社会广泛的讨论	参与式讨论

注：译自 IRGC 风险管理白皮书（Renn, 2005）

总之，采用 IRGC 的新型分类体系进行分类，对气候变化引起的具有不同程度复杂性