

气候变化： 区域应对与防灾减灾

——气候变化背景下
极端事件相关灾害影响
及应对策略

秦大河 / 主编



科学出版社
www.sciencep.com

气候变化： 区域应对与防灾减灾

——气候变化背景下极端事件相关灾害影响及应对策略

秦大河 主编

中国科学院学部“全球和中国气候变化
研究新进展评估”咨询评议项目

国家重点基础研究发展计划项目“我国
冰冻圈动态过程及其对气候、水文和生
态的影响机理与适应对策”

资助出版

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书是在中国科学院“全球和中国气候变化研究新进展评估”咨询评议项目的基础上,进一步补充有关资料,分析编撰完成的。本书从全球变暖背景下的中国极端天气气候事件着手分析,分区域给出了重点影响该区域主要气象灾害的分析评估报告,并凝练了我国应对气候变化减轻气象灾害影响的对策措施。

本书就重庆三峡库区、白洋淀流域的气候变化影响和适应专门作了案例分析,就近年来台风、高温热浪和雾霾等影响较大的极端天气气候事件专门进行了研究,并针对相关关键问题提出了对策。

本书内容丰富,资料翔实,可供从事气候、生态、环境、区域发展等管理的决策者以及自然科学、社会科学类大专院校师生、相关研究人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

气候变化:区域应对与防灾减灾/秦大河主编.—北京:科学出版社,2009

ISBN 978-7-03-025035-3

I.气… II.秦… III.①气候变化—对策—研究—中国②气象灾害—灾害防治—研究—中国 IV.P467 P429

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第121666号

责任编辑:朱海燕 赵 峰/责任校对:陈玉凤

责任印制:钱玉芬/版式设计:文思莱/封面设计:黄华斌

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

*

2009年7月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2009年7月第一次印刷 印张:10 1/4

印数:1—1500 字数:160 000

定价:80.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈科印〉)

本书编委会

主 编：秦大河

编 委：孙鸿烈 张新时 吴国雄 丁一汇
王绍武 王苏民 丁永建 林而达
罗 勇 潘家华 张洪广 戴晓苏
王亚伟

自序

——天地有常道 天灾不足惧

2008年初,我国南方地区遭受了极端低温雨雪冰冻灾害,其影响范围之广、强度之大、持续时间之长历史罕见。5月12日,我国四川汶川发生了特大地震灾害,这是新中国成立以来破坏性最强、波及范围最广、救灾难度最大的一次地震灾害。6月中上旬,我国长江以南大部分地区连续遭受了4次高强度的暴雨洪涝灾害,多个江河流域超警戒水位,多个城市发生严重内涝。自然灾害陡然间成为当今中国乃至整个世界关注的热点,应对自然灾害也前所未有地成为人类社会生存与发展需要重视和解决的重大现实课题。应对自然灾害,前提是认识并尊重自然规律,根本在于坚持以人为本的理念,采取科学有效的措施减轻自然灾害造成的损失,保障人民生命财产安全,推动经济发展和社会进步。

1. 自然灾害的发生不以人的意志为转移

自然灾害为什么会发生?一些地区的自然灾害为什么会在一段时期内集中发生?这需要科学、客观的分析。

抵御自然灾害是全球面临的重大生存和发展课题。2004年12月26日,印度洋海底地震引发海啸,导致从印度尼西亚到非洲东部沿海的印度洋周边地区30多万人死亡,酿成21世纪以来最惨重的灾难。2005年8月,“卡特里娜”飓风登陆美国,造成1700多人死亡,直接经济损失高达1250亿美元。2005年10月,巴基斯坦强烈地震造成8万多人死亡。2006年1月下半月,欧亚大陆和北美大陆频繁发生暴风雪和寒流,仅在欧洲就造成300多人死亡。2006年2月17日,连续暴雨诱发严重泥石流灾害,导致菲律宾东

部 1800 多人丧生。2006 年 7 月，美国加利福尼亚州持续高温热浪造成 141 人死亡，并带来严重的电力和能源紧张。2008 年 5 月初，“纳尔吉斯”强热带风暴登陆缅甸，造成 13 万多人死亡和失踪^①。6 月上中旬，在我国南方发生暴雨洪涝灾害的同时，美国也发生了 500 年一遇的洪涝灾害。四川汶川发生特大地震后不久，我国台湾省和日本也发生了 6 级以上较强地震。美国《时代》周刊选定的 2007 年全球十大自然灾害，其发生地涵盖了亚洲的孟加拉国、印度、尼泊尔、朝鲜、印度尼西亚、中国，美洲的美国、墨西哥、智利，欧洲的希腊；灾种包括飓风^②（台风）、高温干旱、暴雨洪涝、地震、火山爆发、森林大火等。实际上，2007 年澳大利亚和非洲的干旱也十分严重。以上反映出世界上自然灾害的发生有一个基本规律，即自然灾害不仅仅在少数国家发生，无论大国还是小国、发达国家还是发展中国家、在北半球还是南半球，任何地区都有可能发生，只不过灾种、强度、影响和损失不同而已。

自然灾害的发生在地球上的分布不均匀，但是一些主要的自然灾害发生地点和时间有明显的规律。全球地震主要集中在两个地带：一是环太平洋岛屿地带；二是从西太平洋开始，向西经印度尼西亚、中国、中东直到地中海的喜马拉雅—地中海地带。而像台风这样的气象灾害，无论是发生的时间还是地点都更有规律。全球每年约有 80 个台风（飓风）生成，其分布覆盖了太平洋、大西洋和印度洋的 6 个海域，而强台风主要发生在西北太平洋和北大西洋。就我国来说，受气候和海洋表面温度影响，台风一般在 6~10 月比较集中，个别年份最早出现在 5 月份，最晚 12 月底也会出现。受季风气候影响，暴雨洪涝每年 5~6 月都会在我国华南等地发生。

自然灾害的发生是地球系统各要素之间相互作用的结果。地球系统是由固体地球各圈层和大气、海洋、陆地表面、生物、冰

^①源自 <http://www.unisdr.org/eng/media-room/facts-sheets/2008-disasters-in-numbers-ISDR-CRED.pdf>

^②发生在西北大西洋和孟加拉湾的热带风暴一般称为飓风。

雪等圈层以及日地之间的圈层等组成的复杂巨系统,每一部分都处在变化之中,一些变化缓慢温和,另一些变化短暂而剧烈。剧烈变化导致巨大能量瞬间爆发,形成极端天气气候事件或地震、火山爆发等灾害。由于各圈层间相互作用的过程复杂多样,许多自然灾害都不同程度地通过大气、海洋、冰冻等衍生和叠加加大灾害的危害程度。如地震会导致海啸,火山喷发影响气候变化,暴雨会导致滑坡、泥石流等地质灾害,干旱容易引起森林、草原火灾,气候变暖导致冰冻圈退化,进而影响到区域生态恶化,等等。

几乎所有的自然灾害都是能量蓄积和释放的过程,并且越严重的自然灾害,蓄积和释放的能量就越大。有人估计,四川汶川地震释放的能量相当于5600颗广岛原子弹的能量。智利9.5级大地震所释放的能量相当于10万多颗广岛原子弹的能量。“桑美”台风的能量相当于上万颗广岛原子弹的能量。如此巨大的能量在瞬间释放,山崩地裂,翻江倒海,想要对其进行控制,无异于天方夜谭。因此,对于人类来说,面对自然灾害,只能够去应对、防范,把灾害的损失和影响降到最低程度。

2. 自然灾害的影响程度与人类经济社会的关系

地球之所以风景各异、气象万千、生态多样,最根本的原因就在于地球各系统始终处于变化之中。如果大气凝固不动,就没有风、没有雨,当然也就没有台风(飓风)、暴雨、沙尘暴等灾害,同时也就不可能有地球上的一切生态系统,更不可能有人类以及人类所创造的一切文明成果。

但自然变化并不等同于自然灾害。地震、火山爆发、台风(飓风)、暴雨都属于地球系统的自然变化。发生在海底的地震、火山爆发,其影响范围之内,如果没有人类活动、没有经济设施,就不可能形成灾害。同样,许多台风(飓风)能量即便很大,但是如果从其生成到发展再到消亡的整个过程都在海上,其对人类经济社会的影响较于登陆台风(飓风)也就微乎其微。暴雨降在

海区再怎么大也难以形成灾害；降在河网密集地区容易导致内涝和流域性洪涝；降在山区，则易形成滑坡、泥石流和山洪灾害。这告诉我们一个道理，自然变化只有在对人类经济社会系统带来影响和损失时，才能称其为灾害。

自然变化的强度、范围以及发生的时间和持续时间是决定灾害损失程度的主要自然因素，而灾害发生地区的经济总量和人口数量是决定灾害损失程度的非常重要的一个非自然因素。四川汶川特大地震震级达到8级，震中烈度达到11度，其影响范围内的人口多、面积大，灾害损失程度十分严重。2008年初我国南方地区低温雨雪冰冻极端气象灾害之所以造成了巨大经济损失和影响，一是它发生在人口密度高、城镇化程度高、经济总量大的南方地区，而各方应对和防范的标准低于防灾需求，各地区应对和防范准备也低于抗灾需要；二是影响了交通运输、电力输送、城乡生产生活，可以说是击中了经济社会系统的要害；三是发生时间恰逢春运紧张繁忙时期。如果灾害发生的时间和地区有所不同，其影响也会明显不同。

综观世界和历史，灾害造成的损失大小与一个国家的经济、科技发展水平、综合国力、社会制度以及与此相关的防灾减灾体系有着密切的关系。经济越发达，综合国力越强，防御和减轻自然灾害的综合实力就越强，重特大自然灾害的人员伤亡程度就越轻。

新中国成立以来，特别是近年来，我国政府高度重视防灾减灾工作，先后发射了风云系列极轨和静止气象卫星，建成了由135部新一代天气雷达、3万多个自动气象站组成的先进气象监测系统，气候与气候变化预测水平有了较大提高。在全国建立了先进的地震数据信息通信网络，近年来又加快建设了一大批水利工程，水利设施在抗击严重洪涝灾害中发挥了巨大作用。国家10多个部委联合成立了防汛抗旱总指挥部和国家减灾委员会，建立了包括灾前预报预防、灾中救援以及灾后重建等比较完备的应急预案，极大地提高了对自然灾害的应急和响应能力，使灾害造成

的人员伤亡数逐渐下降,因灾经济损失在国民经济中的比重也持续下降。据统计,1990~2000年,我国气象灾害年平均死亡人数约4500人,2001年以来年平均死亡人数约在2000~3000人之间。1990~2000年,气象灾害所造成的经济损失占年平均国内生产总值的3.4%,2001~2006年平均为1.4%。1990~2006年,我国大陆平均每年台风造成的经济损失达322亿元,死亡人数502人,而2007年登陆的台风较常年多,其中两个还是超强台风,死亡和失踪人数却比较低,分别是64人和17人。登陆美国的“卡特里娜”飓风和登陆我国的“罗莎”台风量级基本相同,但是飓风在美国造成了1700多人死亡,而强台风“罗莎”登陆闽、浙期间,无一人因灾死亡。这说明我国防御台风的综合实力处于全球领先地位。

成就依赖于发展,信心也来自于发展。我们不排除未来可能有更严重的自然灾害发生,但是我们有信心应对各种自然灾害。

3. 科学应对和积极防御自然灾害

胡锦涛同志指出,重大自然灾害给人类造成了重大损失,也加深了人类对客观规律的认识。严重自然灾害并不可怕,关键是要科学应对,积极防御。自然变化是一个十分复杂的科学问题,应对防范重大自然灾害也是一项十分复杂的系统工程。

防御自然灾害,必须有清醒的认识。人类社会发展的历史,就是一部与各种自然灾害不断抗争的历史。人类对客观世界的认知是一个漫长的过程,科学地认识地球、认识自然也是一个由表及里、由浅入深的过程。随着科学技术的发展和人类认识能力的提高,我们能够揭示自然变化的规律,科学应对人类社会发展所面临的自然灾害。面对自然灾害,如果不是依靠科学的力量,而是寄希望于迷信和巫术或者伪科学,人类只能愈受其害。

防御自然灾害,必须依靠发展。无论经济社会处于何种发展阶段,一个负责任的政府都应当把防灾减灾置于重要地位,这是关系人民生命财产安全的重大课题和长期任务。面对自然灾害频

发、多发的现实，党中央、国务院已经把防御自然灾害作为我国一项长期重大战略。我们必须坚持以经济建设为中心，依靠不断增长的经济实力，加大在自然灾害发生发展规律研究与认识、预报预测、防灾减灾措施等方面的科技投入，加大救灾人力、物力、财力投入，加快交通、通信、电力基础设施建设，特别是加快与防灾减灾密切相关的海防、堤坝、避难场所、监测预警系统工程建设，以有效防御和减轻自然灾害，更加有力地保护人民生命财产安全和经济社会发展成果。

防御自然灾害，必须走人与自然和谐发展道路。事实证明，人类不合理的开发、建设活动在一定程度上加重了自然灾害。特别是20世纪中叶以来，由于化石能源燃烧造成温室气体的大量排放，在以全球变暖为主要特征的气候变化背景下，极端天气气候事件逐渐增多，海平面上升，水土流失和土地荒漠化面积不断扩大，淡水资源日益匮乏，大气和水污染日益严重，生态、环境急剧恶化，生物多样性锐减，人类的生存和发展环境遭到了严重破坏。面对频繁发生且日益严重的自然灾害，我们必须调整发展思路，保护自然环境，加强生态建设，节约资源和能源，调整工业特别是对自然环境具有较大影响的工程建设布局，同时使人居环境和重要的战略基础设施远离灾害多发、易发区和脆弱区。

防御自然灾害，必须坚持科技进步。人类社会虽然没有足够的能力影响自然变化的时间、地点和强度，但是可以依靠现代科学技术的力量，掌握自然变化发生发展的一般规律，预估自然变化趋势，为避减灾害争取足够的时间和空间。当前，自然界发生重大变化的监测、预警和预报能力距离人类社会发展的需求仍有差距，地震的短时临近预警以及极端天气气候事件和气候变化趋势的预测预报能力也亟待提高。预警信息传递仍然是我国广大农村、山区、海洋、牧区的薄弱环节。因此，必须加强对自然灾害的科学认知水平，以清醒的理性科学态度，认真对待自然灾害的预防工作。我们必须加快建设更加快速有效的应急体系，加强预警信息传播，尽最大努力使灾害预警实时传达到所有受灾害影响

的群众。必须在全社会广泛普及防灾减灾科学知识，加强灾害防范教育，既要切实增强社会公众的防灾减灾意识和自救互救能力，也要避免“天灾迷信”造成的社会恐慌。

秦大河

2009年5月

目

录

自序

摘要.....1

第一部分 全球变暖背景下的中国极端事件及其变化特点···13

(一) 中国气候概况和主要特征·····16

(二) 干旱与暴雨洪涝·····23

(三) 台风的频数和强度·····29

(四) 高温热浪·····35

(五) 雾和霾·····37

(六) 沙尘暴·····41

(七) 气候转型与气候突变·····44

第二部分 中国区域气候变化和主要灾害影响评估·····47

(一) 华北区：干旱的影响·····50

(二) 西北区：气候暖湿转变及冰川、冻土变化的
影响·····53

(三) 东北区：气候变暖的影响·····62

(四) 华南区：台风和高温、热浪的影响·····65

(五) 西南区：地质灾害的影响·····67

(六) 华中区：干旱和暴雨洪涝的影响·····70

(七) 华东区：梅雨、台风和高温热浪的影响·····74

第三部分 区域气候变化影响案例分析·····83

案例一 重庆三峡库区气候变化影响和适应考察
报告·····85

案例二 白洋淀流域气候变化影响和适应考察报告··98

第四部分 全球气候变暖与极端灾害防御科学分析报告··109

报告一 全球气候持续变暖背景下台风（飓风）
灾害形势及其防御·····111

报告二 全球气候变暖背景下高温热浪灾害形势
及其防御·····121

报告三 全球气候变暖背景下雾害形势及其防御····127

第五部分 应对气候变化减轻灾害影响的对策·····133

（一）应对气候变化相关灾害的经济分析·····135

（二）应对气候变化相关灾害的能力建设·····137

（三）应对气候变化减轻灾害影响的对策·····139

主要参考文献·····143

联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）指出，全球气候变暖已经是一个不争的事实，未来100年全球气候还将持续变暖，并对自然生态系统和经济社会系统产生巨大影响。我国是受气候变化影响最为严重的国家之一，面临气候变化带来的各种负面影响尤其是自然灾害的严峻挑战。本报告主要评估全球气候变暖背景下我国极端天气气候事件的变化及其对自然生态系统和经济社会系统的影响，研究并提出我国应对气候变化的防灾减灾对策。

（一）全球气候变暖的背景

1850年以来全球平均地表温度升高、大范围冰雪融化以及海平面上升等都表明气候系统正在变暖。1906~2005年的100年里，全球平均地表温度上升了0.74摄氏度（以下简称“度”），海平面上升约17厘米。1956~2005年的50年里，强降水事件的发生频率有所上升；热浪变得更为频繁；台风和飓风的强度也呈现增大趋势。在热带和亚热带，自1970年代以来观测到了强度更强、持续更长的干旱。

引起全球气候变化的驱动因子包括自然和人为两个方面。自1750年以来，全球大气二氧化碳、甲烷和氧化亚氮等温室气体浓度显著增加，这些温室气体浓度的增加主要源于化石燃料使用、农业和土地利用变化。温室气体增加使温室效应加剧，所以人类活动对气候的影响主要是增暖。在对大量研究成果综合评估的基础

上, IPCC 认为, 人类活动“很可能”(90% 以上的可能性) 是造成过去 50 年气候变暖的主要原因。

依据几种可能的温室气体排放情景, 气候模式模拟结果预计, 到 2100 年, 全球地表平均增温 1.1~6.4 度, 海平面相应上升 18~59 厘米。同时, 高温、热浪、强降水事件的发生频率很可能会增加, 台风和飓风的强度可能会进一步增强。

(二) 我国气候呈明显变暖趋势

与全球变暖趋势一致, 我国近百年地表气温增暖 0.5~0.8 度, 比全球同期平均增温略高; 近 50 年降水量则表现出微弱增加趋势。引起我国近 50 年气候变化的原因与全球一致, 但我国的气候变化也有自身的区域特征: ① 1920 年代至 1940 年代的增温比全球和北半球的明显; ② 1970 年代以来, 青藏高原冬春积雪有增加趋势, 与欧亚其他地区情况不同; ③ 1980 年代以来我国东部降水呈现“南涝北旱”, 这可能与自然因素引起的年代际变化有关; ④ 1980 年代以来我国西北西部降水有明显增加趋势, 这可能与全球气候变暖有关。

气候系统模式模拟结果显示, 21 世纪我国气候还将持续变暖, 尤以我国冬半年气候和北方气候变暖明显。与 1961~1990 年的 30 年平均相比, 到 2020 年我国年平均地表气温将可能增暖 1.5~2.1 度, 2050 年增暖 2.3~3.3 度, 2100 年增暖 3.9~6.0 度。相应的, 2100 年我国年平均降水量可能增加 10%~12%, 而降水量的地区差异将变得更大。东亚冬季风可能减弱, 夏季风可能加强。极端天气和气候事件的发生频率和强度也可能发生变化。

(三) 我国极端天气气候事件增多增强, 严重影响经济社会可持续发展

在气候变暖背景下, 极端天气气候事件的发生频率和强度以及地质灾害等均呈增加趋势, 对我国经济社会有重要影响的灾害的变化将主要表现在以下若干方面。

1. 华北干旱长期变化明显

20 世纪后期, 我国特别是北方干旱有逐渐加重的趋势, 缺水矛盾日益突出, 干旱范围逐步扩大, 持续时间也由单年、单季、单月向连年、连季、连月增长, 农作物受灾面积和粮食产量损失加大。1951~2007 年我国平均每年农作物受旱面积为 2188.8 万公顷, 2000 年受灾面积最大, 为 4054 万公顷。1980 年代以后, 受灾面积

的 21 世纪, 气温升高造成水循环加快, 降水的空间分布更加不均匀, 极端降水事件频率增大, 发生百年一遇旱涝的概率也会随之增大。

3. 强台风增多、影响加剧

全球每年约有 80 个台风 (含热带气旋, 下同) 生成, 其中有 38% 发生在西北太平洋, 全球有记录以来的最强台风也出现在西北太平洋。全球气候变暖会造成海洋洋面温度和近地面气温升高, 台风自生成到消亡过程中的加强因素较多, 极易导致台风强度增大。1970 年代以来全球台风和强台风已增加了一倍; 自 20 世纪中叶以来发生在北太平洋和西北太平洋的大约 4500 次台风的风力平均增强了 50%。

50 多年来, 登陆我国台风的中心气压降低了约 10 百帕, 呈现强度逐年增强的趋势, 2005 年平均强度达到最强。2006 年出现了近 50 多年来登陆我国大陆最强的台风——超强台风“桑美”(登陆时中心附近最大风力仍有 17 级, 中心最低气压 920 百帕)。1949~2007 年间, 有 530 个台风登陆我国, 年均 9 个, 其中 4 级以上台风 (底层中心附近最大平均风速 41.5~50.9 米/秒, 也即 14~15 级以上) 总数 187 个, 年均 3.2 个。登陆我国的 4 级以上台风数从 1990 年末开始一个上升周期, 2001 年进入了多台风登陆期。1975~1990 年登陆强台风和超强台风为 10 个, 而 1991~2006 年则为 16 个。2001~2006 年的 6 年中, 强台风和超强台风登陆个数已达 8 个。尤其 2005 年有 6 个强台风登陆, 为 1949 年以来最多的年份。

台风能量巨大, 摧毁力极强, 直接的和衍生的灾害种类最多, 对生命安全、经济发展和社会稳定造成的影响都十分严重。经济越发展, 台风灾害经济损失的绝对值越大, 相对值减少, 死亡人数也减少。据不完全统计, 1982~2007 年, 我国台风造成的死亡人数以 1990 年代为最多, 年均值达 482 人。虽然 21 世纪以来出现较多强台风, 但随着我国防御台风能力的增强, 2001~2007 年我国因台风造成的死亡人数年均值降到 392 人。2006 年因出现超