气象气候灾害与对策

刘引鸽　著

中国环境科学出版社·北京

需要全本请访问 www.ertongbook.com

图书在版编目(CIP)数据

气象气候灾害与对策/刘引鸽著. —北京:中国环境科学出版社,2005.9

ISBN 7-80209-204-3

Ⅰ.**气**… Ⅱ.**刘**… Ⅲ.**气象灾害—防治** Ⅳ.P4

中国版本图书馆 CIP **数据核字**(2005)**第** 079340 **号**

出版发行 **中国环境科学出版社**
(100062 **北京崇文区广渠门内大街** 16 **号**)
网 址 http://www.cesp.cn
电子信箱 bjzhwp@163.com
电话(传真) (010)67112738

印 刷
经 销 **各地新华书店**
版 次 2005 **年** 10 **月第** 1 **版**
印 次 2005 **年** 10 **月第** 1 **次印刷**
印 数 1—2000
开 本 880×1230 1/32
印 张 9
字 数 243 **千字**
定 价 28.00 **元**

【版权所有,请勿翻印、转载,违者必究】
如有缺页、破损、倒装等印装质量问题,请寄回本社更换。

序

大自然赐予万物以活力，同时也带给人类无穷无尽的灾难和困苦。地球是一个自然灾害频繁的星球，气象灾害是全球各类自然灾害中最严重的灾害，天气、气候灾害占到自然灾害的70%以上。20世纪90年代，统计上全球发生的重大气象灾害比半个世纪前增加许多。21世纪，随着社会和经济的发展，社会财富的积累，气象灾害的直接破坏效应越来越广，灾害的辐射效应和连锁效应也越来越强烈，与气象条件有关的水土流失、泥石流、滑坡、崩塌、地面沉降、森林和草原火灾、农林草原病虫害等生态环境灾害更加严重。

气象灾害、气候变化、气候资源开发利用、生态环境保护等问题已日益引起社会和政府的广泛关注。适应、减缓和应对全球气候变化及其产生灾害，促进人与自然的和谐发展已成为人类社会发展面对的重大问题。我国是世界上气象灾害频繁发生国家之一，影响我国的主要气象灾害达20多种，频繁的气象灾害一直是影响我国经济、人类社会及自然生态环境的大敌。开展气象灾害的研究，正确地认识气象灾害问题及其发生、发展规律及成因，处理好生产、环境、发展与减灾的关系，采取行之有效的减灾措施，最大限度地降低灾害对人类造成的危害成为人类十分艰巨的任务。

气象气候灾害与对策不仅仅是大气科学界的事，也是地球系统各科学领域相关的事，同样也是一个社会问题，因此要求人们共同来认识。

《气象气候灾害与对策》这本书从气象灾害对社会、经济、人类生活健康等影响方面，科学地阐述了气象灾害的成因和减灾

思路，立足于基本理论见解和实践结合，在内容上突出系统和实用特点。作者是在西北地区长期从事地理领域的教学与研究工作，对气象灾害与其对策有较深入的研究，并结合地域的实际以陕西省和宝鸡地区为例做了相关分析与论述，从这一角度出发有其独特性，可为气象业务部门从事防灾对策研究的同志参考与借鉴。

这本书的出版同样可以为政府与社会认识气象灾害问题，减轻气象灾害影响提供了一些科学依据。今年 6 月 10 日黑龙江宁安地区的突发暴雨，引发了山洪与泥石流导致人员伤亡，近百名小学生死亡的悲剧。8 月 28 日，袭击美国路易斯安那州的“卡特里娜”飓风引发了新奥尔良市百万市民紧急逃命，死亡人数迄今尚难统计，说明气象灾害的严重性。因此，我希望更多的科学家无论是在研究或业务岗位上，能开展更广泛的、更深入的气象灾害研究，树立国民的气象灾害意识和减灾意识，促进气象减灾事业的发展，为全人类服务。

李泽椿

2005 年 9 月 8 日

前　言

人与自然的关系是人类社会生存与发展必须面对的基本关系。抵御气象灾害、适应气候变化以及气候资源的利用始终与人类社会的发展相伴随。随着社会经济发展，气象灾害造成的损失急剧增加。1987 年前，全球因气候变化引起的自然灾害损失一般在 10 亿美元以上，20 世纪 80 年代全球因气候变化造成的损失达 540 亿美元，1990 年到 1995 年总损失达 1 620 亿美元。20 世纪 90 年代以来，我国气象灾害造成的经济损失每年平均在 1 000 亿元以上，在气候变异带来的灾害中，干旱洪涝最严重，约占灾害总损失的 78%，每年平均干旱受灾耕地 0.198 亿 hm^2，占耕地总面积 1/6 左右，干旱造成粮食减产和经济损失占气象灾害造成经济损失 50%。

进入 21 世纪，随着人类财富的积累，气象灾害造成的损失更加严重，直接阻碍了社会经济的持续发展，预防与减轻气象灾害成为世界范围面临的重大问题。为了进一步推动国际减灾事业的发展，适应国家、社会经济发展需求，充分认识当前气候变化事件和天气灾害特征及影响，提出相应的防御对策，为减轻气象灾害提供必需的理论知识和实践指导，编写了本书。

本书对气象气候灾害的概念、基本理论和研究方法进行了全面系统的阐述，对气象灾害形成因素、条件、防治措施进行全面的分析，力求做到反映前沿和热点问题。全书共 14 章，内容分为四部分。第一部分为气象灾害的基础理论，主要对气候变化与适应、气象灾害的概念与分类、气象灾害的评价内容、指标方法和模型以及预防系统进行了系统的阐述，对气象灾害形成的自然、人为因素进行了系统的分析。第二部分主要对干旱、冰雹、

需要全本请访问 www.ertongbook.com

暴雨、沙尘暴、城市气象灾害及其他气象灾害的分布规律和形成条件做了系统全面的分析。第三部分对西部的农业干旱灾害、陕西和宝鸡的旱涝灾害、冰雹灾害进行环境影响分析。第四部分分析了未来气候变化及灾变态势，针对不同种类气象灾害提出相应对策。

本书在撰写和出版过程中，得到了宝鸡文理学院领导、科技处、地理科学与环境工程系等部门领导及同志们的大力支持和帮助，同时得到了陕西省自然地理学重点学科，陕西省重点实验室项目经费资助，中国环境科学出版社的张维平编辑付出了辛勤的劳动，在此表示感谢！本书写作过程中参考了国内外许多学者的研究成果，中国工程院院士、气象专家李泽椿在百忙之中抽出时间欣然为本书作序，对此深表谢意！

由于本人的知识有限，书中的缺点与不足在所难免，恳请读者批评指正！

作　者

2005 年 6 月

目摇录

第一章摇气候变化与气象灾害

第一节摇气候变化与人类适应 …… (员
一、气候变化特征 …… (员
二、气候变化与人类生活 …… (缘
三、气候变化影响与人类适应 …… (怨
第二节摇气象灾害概念、指标和属性 …… (员园
一、气象灾害历史变化 …… (员园
二、气候灾害、灾害天气与大气污染 …… (员猿
三、气象致灾和承灾方面的自然和社会属性 …… (员苑
四、气象灾害态势分析方法与自然——社会指标体系 … (员怨
第三节摇气象灾害影响与主要特征 …… (圆猿
一、气象灾害类型及影响 …… (圆猿
二、气象灾害与社会发展 …… (圆苑
三、气象灾害主要特征 …… (猿园
第四节摇气象灾害评估、管理与预测 …… (猿园
一、气象灾害评估在防灾减灾中的作用 …… (猿园
二、气象灾害损失、减灾效益及减灾能力评估 …… (猿园
三、气象灾害可管性分析 …… (猿苑
四、气象灾害预测 …… (猿怨

第二章摇气象灾害形成因素

第一节摇天气气候系统 …… (源园

一、大气系统 …… (5)
二、东亚大气环流 …… (5)
第二节 摇大气外在强迫因素 …… (5)
一、厄尔尼诺和拉尼娜 …… (5)
二、太阳活动与火山爆发 …… (6)
第三节 摇人类活动因素 …… (6)
一、大气成分变化对气象灾害影响 …… (6)
二、下垫面变化对气象灾害影响 …… (6)
第四节 摇节气与气象灾害 …… (6)
一、二十四节气气候意义 …… (6)
二、主要节气与农业灾害 …… (7)

第三章 摇干旱灾害影响指标及其成因

第一节 摇干旱灾害影响及特征 …… (7)
一、干旱概念与影响范围 …… (7)
二、干旱灾害分布特征 …… (7)
第二节 摇干旱灾害指标体系 …… (7)
一、气象干旱判别指标 …… (7)
二、农业干旱判别指标 …… (8)
三、水文干旱判别指标 …… (8)
四、社会经济干旱判别指标 …… (8)
第三节 摇干旱灾害的孕育环境及影响因素 …… (8)
一、自然环境对干旱影响 …… (8)
二、人类活动对干旱影响 …… (8)
三、影响干旱灾害强度的因素 …… (9)
第四节 摇遥感和地理信息系统与干旱监测评估 …… (9)
一、遥感地理信息系统 …… (9)
二、干旱监测内容和方法 …… (9)

三、遥感干旱监测评价 …… (愿圆)
四、干旱灾害影响评估 …… (愿猿)

第四章摇冰雹暴雨灾害特征及形成

第一节摇冰雹灾害过程及其特征 …… (愿远)
一、冰雹灾害过程 …… (愿远)
二、冰雹灾害特征 …… (怨员)
第二节摇冰雹灾害形成条件 …… (怨缘)
一、冰雹形成的物理条件 …… (怨缘)
二、雹暴的触发条件 …… (怨愿)
三、雹暴形成的中尺度地形作用 …… (怨怨)
第三节摇暴雨灾害特征与形成 …… (怨怨)
一、暴雨标准及地理分布 …… (怨怨)
二、暴雨形成条件 …… (员园园)
三、台风、地形暴雨灾害 …… (员园圆)
第四节摇暴雨洪水灾害 …… (员园员)
一、暴雨洪水特征 …… (员园员)
二、暴雨洪水灾害影响 …… (员园源)

第五章摇沙尘暴及城市气象灾害

第一节摇沙尘暴灾害 …… (员园苑)
一、沙尘暴影响及其变化趋势 …… (员园苑)
二、沙尘暴形成原因 …… (员员缘)
第二节摇城市环境气候 …… (员员远)
一、城市气候形成 …… (员员远)
二、城市环境气象 …… (员员愿)
第三节摇城市气象灾害 …… (员猿园)

一、城市气象灾害特征 …… (略)
二、城市气象灾害影响 …… (略)

第六章摇冷害、台风及其他灾害

第一节摇低温冷害及其标准 …… (略)
一、低温、霜冻、冻害及牧区雪灾 …… (略)
二、寒潮灾害 …… (略)
第二节摇台风灾害 …… (略)
一、台风形成及活动 …… (略)
二、台风灾害特征 …… (略)
第三节摇其他气象灾害 …… (略)
一、干热风和雾灾 …… (略)
二、梅雨、酸雨及森林灾害 …… (略)

第七章摇西北重大气象灾害分析

第一节摇西北干旱灾害 …… (略)
一、西北干旱灾害指标 …… (略)
二、西北干旱灾害影响分析 …… (略)
第二节摇陕西省旱涝、冰雹灾害及环境评价 …… (略)
一、气象灾害形成的自然环境及影响 …… (略)
二、旱涝灾害趋势分析 …… (略)
三、冰雹灾害 …… (略)
四、气象灾害区域综合环境分析 …… (略)
第三节摇宝鸡旱涝、冰雹形成及综合防治 …… (略)
一、自然环境与气象灾害特征 …… (略)
二、旱涝灾害趋势分析 …… (略)
三、冰雹灾害及形成因素 …… (略)

四、气候资源利用及气象灾害综合防治 …… (摇摇)

第八章摇未来气象灾害动态趋势及减灾对策

第一节摇气象灾害发展态势 …… (摇摇)
一、自然致灾因子变化与气候灾变趋势 …… (摇摇)
二、中国社会经济发展趋势及其对气候灾害的可能影响 … (摇摇)
三、未来气象灾害趋势特征 …… (摇摇)
第二节摇气候变化认识 …… (摇摇)
一、气候变化关键问题认识 …… (摇摇)
二、气候变化模拟方法认识 …… (摇摇)
三、气候变化模拟预测 …… (摇摇)
四、气候变化对我国的影响预测 …… (摇摇)
第三节摇减轻气象灾害的指导思想及减灾行动 …… (摇摇)
一、减灾是可持续发展的重要保障 …… (摇摇)
二、世界气象减灾计划 …… (摇摇)
三、中国减灾行动 …… (摇摇)
第四节摇减轻气象灾害对策 …… (摇摇)
一、干旱灾害防治对策 …… (摇摇)
二、减轻冰雹及冷冻灾害对策 …… (摇摇)
三、台风、暴雨洪涝灾害防治对策 …… (摇摇)
四、减轻沙尘暴及城市气象灾害对策 …… (摇摇)
五、综合减灾对策 …… (摇摇)

主要参考文献 …… (摇摇)

需要全本请访问 www.ertongbook.com

第一章　气候变化与气象灾害

地球形成的行星时间尺度约为 50±5 亿年，大约 20 亿年前地球上就有大气圈和水圈。地球大气是包围地球的空气层，也是人类赖以生存的基本环境条件之一，地球上的一切生物和非生物都受其影响。地球大气给人类创造了生存与发展的环境，但是，由于气象条件的异变和激烈变化，常常给人类生命和财产造成严重威胁和损失，这就是气象灾害。地球表面是地球上物理、化学与生物过程最活跃的地方，不但是生物界与人类社会的形成层，而且还是灾害形成层。陆地的形态与地表的覆盖层是制约地表大气过程的因子。由大气圈物质的变化或异常活动引起的自然灾害就是气候灾害。

第一节　气候变化与人类适应

一、气候变化特征

（一）气候变化特征

近年来，有大量关于气候变化的时空结构知识及科学见解，认为气候正以不同时间尺度和空间尺度发生变化，由五个圈层构成的气候系统，其运动状态在时间上存在着各种尺度的频繁变化，即有月、季、年和十年际的变化，也有世纪、千年、万年甚至更长尺度的变化。气候变化引起的灾害直接或间接地影响水圈、岩石圈、冰冻圈和生物圈的变化，如冰川、雪盖、冻土的进退、水资源的丰枯、海陆的变迁、海平面的升降、沙漠、黄土、河湖水系的形成、土壤、植被、森林、动物的发育和变迁等。同

时还影响人类活动的各个领域，如农业、工业、交通运输、渔业等经济发展，甚至人类变化、社会发展等。气候变化已经与气象、地质、地理、海洋等交叉在一起，是一个复杂的自然过程，也就是整个自然环境的综合反映。

地球气候变化，按其时间尺度通常可以划分为近代观测时期（近一二百年）、历史时期（1 万年左右）和地质时期（距今 22 亿～1 万年）三种尺度气候变化。近代观测时期的资料是有史以来，人类唯一使用各种先进仪器直接观测大气—海洋—陆地系统得到最准确、最完整的记录，其中包括地面、高空、陆地和海洋观测的各种资料，以及由卫星观测的数据，对气候变化预测有了比较准确的估计。

早在 20 世纪 70 年代，世界气象组织就已提出气候系统的概念。气候系统是一个包括大气圈、水圈、陆地表面、冰雪圈和生物圈在内的，能够决定气候形成、气候分布和气候变化的统一的物理系统，由一系列通过质量和能量流联系起来的。在物理气候系统中太阳能是气候系统的驱动力，气候系统的能量收支平衡与加热率和输送过程有关。如果气候系统的能量收支与时空分布的平衡受到破坏，将导致物理气候系统状态发生改变，即发生气候变化。

气候系统的加热率与地球气候系统能量收支平衡有关，其影响因素为太阳辐射强度及地球轨道要素、地球行星反射率即云量、大气气溶胶、冰雪覆盖面积、陆地植被、地貌形态，以及海陆分布格局等。另外，大气中各种微量气体即水汽、CO_2、氧化亚氮（N_2O），甲烷（CH_4）等温室气体对气候有明显影响。这些因素通过影响气候系统内部能量的变化，而影响全球气候的变异。

在气候系统中，大气与海洋系统之间存在着相互作用和耦合过程。大气从地面获得的能量是大气直接从太阳获得的能量的 2.3 倍，因此地面是大气热机的主要能源。穿过大气到达地面的

太阳辐射，约有 80％被海洋吸收，然后通过长波辐射、蒸发潜热和湍流显热输送给大气，这种热量的输送，不仅影响大气的温度分布，更重要的是驱使大气运动。而大气主要通过风应力将动量传送给海洋，产生风生洋流和海水的上下翻涌运动，强烈地影响着全球气候。

气候要素或变量是由不同周期波动、不同振幅的峰值及均值构成，它们以不同时、空尺度的天气、气候扰动或胁迫形式相互制约地统一在气候系统中。因此，气候变化比较复杂，有长期的波动和稳定性，又有短期的波动和突变，各区域气候变化也有差异，概括起来表现出四个基本特征。

（1）气候变化的相关性。如气候变化的适宜期、新冰期、温暖期、现代小冰期和近代变暖期，这几个气候期，不仅与我国大部分地区一致，而且与日本、欧洲等地的气候变化状况也大体是接近的。有研究表明我国西北地区和青藏高原的气候变化与中国其他地区气候变迁趋势，乃至北半球其他地区气候振动状况是密切相关的，大体上是同类气候形成因子控制。

（2）气候变化的周期性。虽然人们对各种气候要素序列是否存在若干周期，以及周期的稳定性如何，持有不同观点。但是区域气候变化的周期是存在的，大尺度的气候变化也有周期性。如近百年的气候研究表明，降水具有 20～30 a 循环周期。

（3）气候变化的敏感区。地球的两极、青藏高原普遍被认为属于气候变化敏感区，特别是随大气中 CO_2 含量迅速增加，极地造成的增温比中、低纬度要大得多。由于极地冰雪覆盖面积大，反射率也大，一旦冰雪因增温融化，反射率迅速减少，造成地面吸收的热量增加很快，引起近地面在增温过程中气温升高显著。与同纬度相比较，青藏高原也受到这种作用，高原上冰川和积雪面积较大，而同纬度平原地区几乎无永久性冰雪覆盖，气温变化振幅比平原地区大。中国西北部小冰期以来，年平均温度升高 1～1.3 ℃，降水量减少了 50～78 mm，蒸发量增加 7％左右，

冰川面积下降约21%～46%。

（4）气候的突变性。所谓气候突变是指气候从一种稳定状态跳跃式地转变到另一稳定状态的现象。突变可以归纳为均值突变、变率突变和趋势突变三类。从一个气候基本状态向另一个气候基本状态的急剧变化为均值突变；两个气候状态的平均值并无明显差异，但其变率有极明显的不同，这样两种气候状态的急剧变化称变率突变；两个气候阶段有完全相反的变化趋势，这样两个气候阶段的急剧变化称趋势突变。

（二）气候变化研究方法

随着科技发展，观测技术的提高对于气候变化和气象灾害的研究方法在不断改进，以系统科学理论、遥感观测技术、地理信息系统和雷达、气象卫星等现代化测试手段为代表的科学技术的发展，增强了人们认识气候变迁和防治气象灾害的能力，为进行气象气候灾害的预测预防和对策研究提供了强有力的理论和技术上的支撑。由于代用资料的研究，黄土、冰芯、孢粉、树木年轮、冰川、湖泊、雪线以及史料的收集、整理为揭示古气候的特征提供了丰富的资料。

历史时期气候变化的研究主要采用文献，如地方志、各种日记、史书、游记等史料记载、树木年轮、物候学方法、考古发掘和自然地理迹象方法等。

地质时期古气候变迁的研究主要通过生物学、地质学、地球化学、古地理等多种研究方法。生物学方法主要应用微体古生物，包括植物孢粉、微体动物化石等方法。地质学方法主要以黄土—古土壤序列、冰川和深海沉积物等方法。

近代随着观测资料的丰富，对气候变化的研究主要采用统计、多元对比分析和数值模拟等方法。

资料的丰富和这些方法的结合为研究气象灾害的分布规律、评估和预测提供了理论基础。

二、气候变化与人类生活

天气与气候是变化最多、最快、最显著的自然现象。它们即对人类生活有利，又常常对人类生活构成威胁。自古以来，人们就注意到天气、气候与人类健康的关系。气象学不是医学，气象不能直接用于保健与治病，但天气、气候的变化，对保健、防病和治病有重要作用。

（一）气象条件与人体健康

气象与人体健康息息相关，气象因素直接或间接地影响着人体健康。人类活动和衣、食、住等各方面，都不宜于在过热、过冷、过湿、雨雪以及风沙等气候环境条件下生存。因为人体的生理机能与大气环境的季节变化相互联系，人类在不同地区之间移动时会引起气候适应问题。随着大气环境的季节变化，人体的生理机能也相应发生变化，以适应气候环境，这种变化表现为保持身体的热量平衡。如果大气环境发生剧烈变化以及不利于人体生活时，天气气候就会诱发人体疾病。当出现刺激疾病发生的某种天气时，就会成为疾病的细菌和病毒的媒介对人体产生危害。

天气气候的剧烈变化对人类生活有四方面影响：（1）影响人类生存环境；（2）对人体直接危害；（3）对致病因子起诱发作用；（4）对致病因子承载体作用。主要通过大气污染、气候变暖、气候干旱化、气象灾害频繁发生等途径直接影响人体健康。

与人类健康有关的气象因子可以分成天气要素和气候要素两大类。气候对人类健康影响一般时间尺度较大，天气对人类健康影响时间尺度较小。天气要素状态和变化可以在较短时间内对人体疾病发生、发展产生作用。人们长期生活在某种气候条件下，在适应气候同时也会由于该气候不利影响累积效果而患上某些疾病，这些与气候类型有关的病称气候病。该病有明显的地域性或季节性，如麻疹、流脑、猩红热多流行于冬、春季，夏季多出现霍乱、痢疾等消化道疾病。

（二）气候灾害对人类健康影响

1. 高温高湿天气与人体健康

人体最舒适的环境温度在 20～28 ℃之间，但最理想的温度是 15～20 ℃，记忆力强，工作效率高。温度在 4～10 ℃时，发病率较高，在 4 ℃以下时，易生冻疮，发病率更高。影响人体健康的高温天气包括高温炎热天气和高温闷热天气两种。

当日最高气温≥35 ℃，相对湿度在 60％以下时称为高温炎热天气；当日最高气温≥32 ℃，达不到 35 ℃，相对湿度在 60％以上时称为高温闷热天气。这两种高温天气，经常会威胁人体的健康。在这样的天气情况下，人体的汗水来不及从皮肤中排泄出去，热量难以发散，感觉非常难受。因为人体是经过大脑的中枢神经来指挥正常活动的，体内产生的热量和散发的热量基本上相等，体温一般保持在 36.5～37 ℃之间，其他热量主要通过皮肤层散发。由于高温天气的出现，会导致人体的热平衡被破坏而产生中暑和其他疾病。

人体对热感的反应不但与温度有关，还与湿度有关系。在一定温度下空气中的相对湿度越小，水分蒸发越快。任何气温条件下，潮湿的空气对人体都是不利的，尤其在夏季炎热的环境中，相对湿度越大，人体越感到不舒服。当气温高于 28 ℃，相对湿度大于 80％时，因体内的汗液不能迅速蒸发散热，就会使人体感到不舒服，出现中暑现象。

现代医疗气象研究表明，对人比较适宜的相对湿度和温度，夏季室温为 25 ℃，相对湿度在 40％～50％比较舒适。有实验表明，人对高温的耐力在相当干燥的空气中，健康人能在 50 ℃的高温中呆上 2 h，在 70 ℃的高温中能呆上 15 min，在 100 ℃的高温中呆上 1 min，而不受任何损害。但如果在 45 ℃的湿空气中呆上 1 h，就会发生中暑昏迷。由此可见，湿度是影响人体舒适度的重要因素。当气温和湿度达到某一界限时，人体的热量散不出去，体温就要升高，以致超过人的忍耐极限，便会造成死亡

需要全本请访问 www.ertongbook.com