

干旱与水危机：

科学、技术和管理

Drought and Water Crises

*Science, Technology,
and Management Issues*

(美) Donald A. Wilhite 著

彭顺风 孙 勇 王式成 董淑臻 付仰木 译



CRC Press
Taylor & Francis Group



東南大學 出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

干旱与水危机:科学、技术和管理

Drought and Water Crises

Science, Technology, and Management Issues

(美) Donald A. Wilhite 著

彭顺风 孙 勇 王式成 译
董淑臻 付仰木

东南大学出版社

· 南 京 ·

Drought and Water Crises: Science, Technology, and Management Issues/by Donald A. Wilhite
ISBN: 0-8247-2771-1

Copyright©2005 by CRC Press.

Authorized translation from English language edition published by CRC Press, part of Taylor & Francis Group LLC; All rights reserved; 本书原版由 Taylor & Francis 出版集团旗下 CRC 出版公司出版, 并经其授权翻译出版, 版权所有, 侵权必究.

Southeast University Press is authorized to publish and distribute exclusively the Chinese (Simplified Characters) language edition. This edition is authorized for sale throughout Mainland of China. No part of the publication may be reproduced or distributed by any means, or stored in a database or retrieval system, without the prior written permission of the publisher. 本书中文简体翻译版授权由东南大学出版社独家出版并只限在中国内地销售, 未经出版者书面许可, 不得以任何方式复制或发行本书的任何部分.

Copies of this book sold without a Taylor & Francis sticker on the cover are unauthorized and illegal. 本书封面贴有 Taylor & Francis 公司防伪标签, 无标签者不得销售.

图书在版编目(CIP)数据

干旱与水危机: 科学、技术和管理/(美)惠特吉
(Wilhite, D. A.) 著; 彭顺风等译. —南京: 东南大学
出版社, 2008. 12

书名原文: Drought and Water Crises: Science,
Technology, and Management Issues
ISBN 978-7-5641-1494-7

I. 干... II. ①惠... ②彭... III. ①干旱—研究
②水资源管理—研究 IV. P426.616 TV213.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 195103 号

江苏省版权局著作权合同登记
图字: 10-2009-135 号

东南大学出版社出版发行
(南京四牌楼 2 号 邮编 210096)

出版人: 江 汉

江苏省新华书店经销 江苏通州印刷总厂有限公司印刷

开本: B5 印张: 15.5 字数: 300 千字

2008 年 12 月第 1 版 2008 年 12 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5641-1494-7

印数: 1—1500 定价: 40.00 元

(凡因印装质量问题, 可直接向发行部调换。电话: 025-83792328)

序

当1979年我在内布拉斯加大学林肯分校开始我的职业生涯的时候,我制订了一个在气候影响科学领域的研究和发展计划。在1976—1977年,包括大平原、上中西部和沿太平洋西北部在内的美国大部分地区,出现了近期以来非常严重而又短暂的干旱情况。这次干旱促使内布拉斯加大学于1979年成立了一个以研究为主的机构,主要研究上述和类似地区的干旱影响,以及研制农业防旱策略。我获得了参加与该项目相关的工作机会,并制订工作内容,准备工作组的前期材料。尽管我把研究生的课题重点放在气候变化和干旱气候学上,但我的意图是把几个气候有关领域中的干旱研究作为唯一课题,并定为我的职业生涯研究方向。这个工作组承担两个干旱研究项目,研究方向是评价政府的干旱应对政策。

25年来,我一直从事干旱研究工作,并撰写相关论文。这个研究课题魔力般地激发了我的想象力。因此,作为一个气候和地理研究者,我一直致力于做这类课题研究。针对“自然”灾害的监测、应对和为应对做准备等方面工作的复杂性和挑战性,越来越激发我的研究兴趣。为什么干旱这个概念这么令人费解?在对待这个问题上科学界到底扮演怎样的角色?为什么政府部门对于旱总是措手不及?为什么政府部门没有一个处理干旱问题的政策?从科学和政策两个方面观察,在有关改进社会管理干旱的问题上,大部分问题的处理方面,已经取得了长足的进步。然而,特别需要提醒的是,与干旱具有千丝万缕联系的问题中,诸如水的综合管理、可持续发展、气候变化、缺水、环境恶化、边境(边界)用水冲突、人口增长和贫困等问题,研究还很肤浅。

《干旱与水危机:科学、技术和管理》试图通过研究干旱的复杂性,来揭示科学、技术和管理在解决防旱管理相关问题和世界范围内水危机中所起到的作用。过去的几十年中,我们在旱情监测、检测,以及把信息传输到各个层次的决策者面前等方面,已经取得了巨大的进步。为什么决策者们不利用这些信息去降低风险?现在,有许多更好的方

法和减灾工具可以用来帮助政府和相关组织制定减灾规划。我们如何才能使得这些方法更容易获取、更具有适应性?对于农业和城镇用水户,已经应用了新的节水技术提高用水效率。我们如何广泛地推广这些技术并应用到非缺水时期?为了更好地为决策者在管理水和其他自然资源时提供决策支持服务,相关科研机构在提高季节旱情预报的可靠性方面已经取得了很大的进展。如何才能使得这些季节预报更有效、更快捷、更好地满足最终用户的需求?参加本书编写的人员对以上这些问题都进行了阐述。这些信息将更加丰富读者的必需知识,以帮助他们采取行动来降低社会在干旱面前的脆弱性。

过去,许多地区在供水系统中都有应急水源,尽管干旱影响常常十分严重,但并不意味着必然缺水。用危机管理方法来对待防旱管理尽管不能有效地降低社会的脆弱性,但能使得社会勉强地应付经常出现的干旱时期。现在,这样的应急水源在大部分地方已经不存在了。缺水已经在发展中国家和发达国家、湿润地区和干旱地区蔓延,甚至在相对正常的降水量年份也是如此。干旱恶化了缺水现象,加剧了用水户之间的用水冲突。较轻的干旱也将导致更严重的后果,显著的标志是越来越多的人和用水户现在所面临的缺水风险比过去更大。例如,过去的6年里,在美国西部,政府正在不遗余力地寻求长期的解决方案。不幸的是,这种努力在遇到降水量正常的年份时会很快变小——回到了不合乎水逻辑的思想领域。

所有的易旱国家都应该采用更基于风险分析的、预先考虑周全的政策来进行防旱管理。为了取得进步,我们必须首先认识到干旱具有自然的和社会的属性。其次,我们必须把自然的、生态的和社会学的科学工作者们联合起来,共同来制定和实施防旱规划和政策。本书整理了大量的多学科的资料,以期达到进一步制定好防旱规划,减少社会在干旱面前的脆弱性的目标。

译 序

随着人口的增长和社会经济的发展,人类社会水资源需求量越来越大,而容易开发利用的水资源越来越少,因此,面对有所增加的干旱现象,人类社会显得更加脆弱,财产甚至生命损失也更加严重。美国内布拉斯加大学林肯分校国家防旱减灾中心研究表明,1996—2004年的全美国干旱,平均每年的直接经济损失高达60亿—80亿美元,2002年甚至超过200亿美元。2002年澳大利亚的旱灾也造成了巨大的经济损失。澳大利亚统计局2003年1月份公布的经济指数报告指出,旱灾将导致2003财年GDP增长率下降0.8%,该财年农业产值将比2002财年下降56.91亿澳元,跌幅达25.2%。干旱不仅导致了经济损失,还造成了大范围的环境退化,表现为冰川消失、雪线上升、森林减少和草场荒漠化。干旱对于社会和政治的影响也是巨大的,特别是在经济滞后的非洲国家,干旱导致了贫穷、饥荒、社会动荡、种族冲突和战争等社会问题。1998年,苏丹南部的Bahr El Ghazal省因干旱导致大范围饥荒,造成了有史以来最高死亡率纪录。2002—2003年南部非洲的干旱,导致了严重的粮食危机,在津巴布韦和安哥拉,还引起了种族冲突和政治动荡。

我国因特定的地理位置和气候条件的影响,干旱灾害频繁发生,且近几十年来有逐渐加重的趋势。根据中国气象科学研究院的统计资料,2000年全国先后有20多个省市区发生旱灾,农作物受旱面积6.08亿亩,其中成灾4.02亿亩,绝收面积1.20亿亩,因旱损失粮食超过4500万吨,经济作物损失500多亿元。全国有2770万农村人口和1700多万头牲畜发生临时饮水困难;全国一度有18个省市区的620座城镇(含县级政府所在地)供水严重不足,影响城镇人口2635万人。可见干旱灾害的影响是极其严重的。

干旱是一个世界性的难题。为了应对干旱,许多国家都建立防旱体制,设置专门指挥机构,组织社会抗旱减灾。还设立专门的研究机构,组织相关科学家们进行干旱的成因、旱情监测和预警、旱情评价、抗

旱技术、防旱体制和法律法规等方面的研究,以便为防旱减灾提供技术和法律支持。我国政府为应对干旱,国家成立了国家防汛抗旱总指挥部,发布了《国家防汛抗旱应急预案》,地方政府也成立了相应的本级指挥机构,颁布了有关防旱的地方法规。这都为我们防旱减灾工作打下了基础。然而,我们目前所做的工作,还远不能很好地应对干旱灾害这种变化复杂、影响范围广大的自然现象。因为我国幅员辽阔,气候多样、社会经济条件参差不齐,目前各地对干旱的理解和研究深度差异很大。对于干旱的监测指标、监测站网部署、防旱水源准备和防旱技术应用等方面更是千差万别,还没有形成一整套成熟的大家普遍认可的干旱管理方法。总体来看,目前我们的防旱管理基本上还是采用危机管理的方法,对于旱情发展初期特征认识和研究不充分,还没有建立完善的反映干旱的指标体系,旱情监测和预测体系还没有完全建立起来,如何确认干旱发生的各个阶段还没有明确的科学的方法,抗旱预案还没有规范化等等。因此,在干旱特别是严重的干旱面前,还是处于被动的局面,结果往往损失惨重。为了更好地防旱减灾,必须从危机管理转向风险管理。

《干旱与水危机:科学、技术和管理》一书重点强调了防旱管理工作由危机管理转为风险管理的必要性,并总结提出了一套在美国应用的技术体系和具体办法,这些研究和应用成果对于其他国家很有参考价值。特别是其中的防旱规划方法和过程、防旱体制的建设等方面的内容,对于我们有很大的借鉴意义。其中的干旱指示因子和触发值的研究,对于我们建立干旱指示因子体系、监测站网体系和信息共享机制,也很有启发。书中还介绍了美国、澳大利亚、南非、西班牙等国家的防旱经验和新技术应用范例,对于我们的防旱减灾工作也是大有裨益的。鉴于这些认识,本书撰稿人之一张海仑教授建议把此书翻译成中文出版,以便为我国建立干旱风险管理体制提供参考。这个建议与我们的想法不谋而合。

水利部部长陈雷在2009年全国防汛抗旱工作会议上讲话中要求,防汛抗旱工作要逐步实现由控制洪水向洪水管理转变,由单一抗旱向全面抗旱转变;在方法上,防灾避灾抗灾并重,注重灾害风险管理,提高

化解和承担风险的能力;在措施上,既夯实防汛抗旱工程基础,又强化预测预报预警等非工程措施,行政措施、法律措施、技术措施有机结合是依法防控,科学防控,综合防控。这些要求,体现了风险管理思想,强调了非工程措施的重要性,指明了我们将来防汛抗旱管理工作的方向。

淮河流域是洪、涝、旱等自然灾害频发地区,防汛抗旱工作与人民群众的生命安全和生产生活息息相关,是关系民生的重要工作。加强技术交流和科学研究,夯实防灾减灾基础,完善体制机制,强化应急管理,最大限度地减轻洪、涝、旱等自然灾害的影响是我们的重要任务。“他山之石,可以攻玉”,我们可以借鉴该书介绍的研究成果及其在美国、澳大利亚等多个国家的应用经验,以增强应对干旱的能力,提升流域防汛抗旱的管理水平。



水利部淮河水利委员会主任

2008年10月

撰稿人：

Marianne Alden: 加拿大安大略省滑铁卢市加拿大环境部气象研究所适应和影响研究组研究员。研究领域包括地表水资源管理和政策,气候变化对水质和水量的影响,以及生物气候学。

Linda Botterill: 澳大利亚国立大学(堪培拉市)全国欧洲中心的博士后,研究领域为澳大利亚和欧盟的农业政策,研究重点放在发达经济体的政策制定过程,特别关注于干旱政策和农村调整。

Margie Buchanan-Smith: 曾多年在英国人道主义援助部门工作。工作经验包括从政策研究到业务管理,从干旱和自然灾害到战争和暴力冲突,曾经是伦敦海外发展研究所和苏塞克斯大学发展研究所研究员,于1995年至1998年担任紧急援助部门主任,现在是一名自由作家。

David W. Cash: 美国马萨诸塞州环境事务执行办公室空气政策部主任。在此之前是马萨诸塞州坎布里奇市哈佛大学肯尼迪政治学院助理教授,并担任环境科学与公共政策系讲师。并以研究生期间关于美国大平原水资源管理的研究和论文获得哈佛大学公共政策专业的博士学位。

Luiz F. N. Cavalcanti: 在美国乔治亚工学院获得城市与区域规划方面的硕士学位,在巴西米纳斯格雷士联邦大学获得了土木和环境工程学学位。研究领域主要在干旱管理和防旱准备,研究了指示因子和触发值,推出了乔治亚州首个防旱规划,并在全国范围内实施推行了美国国家防旱规划评估。

Francis H. S. Chiew: 澳大利亚维多利亚州墨尔本大学土木环境工程系副教授。Chiew博士15年多来一直从事水文水资源及相关学科的研究、教学和咨询工作。目前是流域水文合作研究中心一个研究计划(气候可变性)的负责人。研究领域包括水文气候学、水文模型和城市雨水质量。

Stewart J. Cohen: 加拿大环境部环境气象研究所适应和影响研究组科学家,兼英属不列颠哥伦比亚大学资源、环境与可持续发展研究院副教授。20多年来一直从事气候变化影响和适应研究,并组织了遍及加拿大全国的案例研究,为政府间气候变化专业委员会(IPCC)作出过贡献,并担任在中国、欧洲、美国以及联合国环境署举办的影响和适应研究和培训计划的顾问、讲师。

Michael J. Coughlan: 澳大利亚国家气象局全国气候中心主任,曾参与多个全国性和国际干旱灾害及气候可变性相关的研究项目。还曾任职于美国国家海洋和大气管理局、世界气候研究署以及世界气象组织。

Susan Cuddy: 澳大利亚国立大学(堪培拉市)流域综合评估和管理(iCAM)中心研究员及CSIRO水土研究所流域综合管理部理事。20多年来一直参与用于支撑自然资源管理的环境软件的开发和设计。工作领域主要是整合不同学科知识,为广大读者服务。

Randall M. Dole: 美国科罗拉多州博得市海洋大气管理局气候诊断中心主任。研究领域包括大范围的天气和气候预测、气候信息的应用和预报、干旱及其他极端气候事件的成因分析。在干旱的成因、特点和预测方面作了大量的著述,并且是美国气候变化科学计划跨机构合作项目“气候可变性和变化”的负责人之一。

Robert A. Halliday: 加拿大萨斯喀彻温省萨斯卡通市的咨询工程师,原国家水文研究中心主任。研究领域主要在不同管辖行政区之间的水管理、洪泛平原管理以及气候对水资源的影响。曾任职于国际联合委员会及其他美国—加拿大之间与水相关的组织,并参与多个国家的水资源管理项目。

Michael J. Hayes: 内布拉斯加州立大学林肯分校自然资源学院美国国家防旱减灾中心气候影响专家和副教授。工作重点研究降低干旱风险的策略,包括提高干旱监测的水平,提高防旱规划的水平,以及确定适当的防旱减灾活动等。

Katharine L. Jacobs: 图森市美国亚利桑那大学土壤、水和环境科学系副教授,半干旱水文和河岸区域可持续发展中心副主任。研究领域包括气候和水资源管理、水政策、科学在决策中的应用等。她曾担任亚利桑那州水资源厅图森市办公室主任。

Tony Jakeman: 澳大利亚国立大学(堪培拉市)资源环境研究中心教授,流域综合评价和管理中心主任。28年来一直从事环境建模研究,在公开文献出版物上发表文章达300多篇。目前研究领域主要是水资源和相关土地资源问题综合评估方法,以及包括在无资料地区的水供给和水质模型。

Ke Li Dan: 柯礼聘教授,高级工程师,原中国水利部水资源管理司司长,中国《水法》起草委员会组织者和主席,中国《水法》协会主席,国际水资源协会会员,AIDA执行委员会成员。20多年来一直从事水利管理和水资源管理工作。

Cody L. Knutson: 内布拉斯加州立大学林肯分校自然资源学院美国国家防旱减灾中心水资源专家,致力于综合利用自然科学和社会科学促使社会更好地理解干旱脆弱性和防旱管理。

Grace Koshida: 加拿大环境部多伦多市适应与影响研究组研究人员。研究重点是干旱影响和适应干旱、强影响天气事件、气候变化对水资源的影响。

Douglas Le Comte: 马里兰州泉水管市 NOAA 气候预测中心气象学家和防旱专家。研究重点是干旱监测和预报。1999年带头开展了美国干旱监测工作。在编辑《美国季节干旱展望》中发挥了积极的作用,并担任首席预报员。

Rebecca Letcher: 澳大利亚国立大学(堪培拉市)流域综合评价和管理中心研究员。研究领域集中在水资源管理综合评估方法的开发和应用,尤其是有“广泛参与”的建模的方法。

Abdel Maarouf: 加拿大环境部多伦多市适应与影响研究组生物气象学专家。合作研究了环境压力对人体健康的影响,如极端冷热、气候变化增加的疾病感染的风险、气象灾害对城市健康的影响。

Manuel Menéndez Prieto: CEDEX(西班牙环境部公共工程实验中心)科技协调员,马德里理工大学讲师。主要研究水文极端事件,目前负责西班牙实施欧盟水框架指令的技术协调工作。

Karl Monnik:在南非 ARC 土壤、水和气象研究所负责农业气象研究工作。曾多次参加国家防旱政策委员会,并多次组织和参加了国家和国际干旱会议。目前在澳大利亚气象局参与气象观测网建设工作。

Linda D. Mortsch:加拿大环境部适应和影响研究组资深研究员,该研究组设在安大略省滑铁卢大学环境科学学院。研究领域主要是水资源和湿地气候影响和适应性评估。一直积极推动政府间气候变化理事会建设进程,并发表了许多有关气候可变性和变化的学术论文和报告。

Blair E. Nancarrow:西澳大利亚 CSIRO 水土研究协会水研究中心主任。专门从事社会调查以及公众参与水资源管理计划、社区参与决策工作。她特别感兴趣的领域是构建综合考虑了社会公平正义的环境决策过程。

Neville Nicholls:领导了位于墨尔本的澳大利亚气象局气候预测研究组。1972 年以后一直致力于气候可变性和变化的自然属性、成因、影响和可预测性研究,尤其是在澳大利亚地区。

Theib Y. Oweis:项目负责人,水资源管理资深科学家,任职于叙利亚阿勒颇市国际干旱地区农业研究中心。管理、实施研究关于干旱地区农业缺水 and 干旱情况下的水资源管理,并负责能力建设计划,主要是针对中亚、西亚和北非地区。研究重点是补充灌溉、集水、提高水的产出能力,并从事于同国家、区域和国际组织的合作活动。

Phil Pasteris:美国农业部俄勒冈州波特兰市水和气候中心的负责督察的物理学家。负责为美国西部制定和发布供水预测结果,并负责机构间的气候研究计划。

Colin Polsky:美国马萨诸塞州伍斯特市克拉克大学乔治·帕金斯·马什研究所和地理学研究生院助理教授。曾就读于德克萨斯州立大学奥斯汀分校、宾夕法尼亚州立大学和哈佛大学。Polsky 博士结合定性和定量方法研究了气候变化对社会脆弱性的影响。

Roger S. Pulwarty:科罗拉多州立大学博得分校美国国家海洋和大气管理局气候诊断中心科学家。研究兴趣主要是评估气候和天气在社会—环境之间的作用,以及设计有效的地方的、国家的和国际上的服务,来处理相关风险。于 1998 年到 2002 年负责 NOAA/区域综合科学研究和评估(RISA)计划。

Kelly T. Redmond:美国内华达州里诺市沙漠研究所西部区域气候中心副主任和气候学家。在麻省理工学院获得物理学学士学位,在麦迪逊市威斯康星大学取得气象学硕士学位和博士学位。研究和职业领域涉及气候和气候行为、气候物理成因和行为、气候如何与人类和其他自然过程相互作用,以及如何获取、使用、传播和感

知到这些信息等许多方面。

Anne C. Steinemann: 美国土木和环境工程学教授,西雅图华盛顿州立大学水和流域研究中心主任。原乔治亚理工学院副教授,斯克里普斯海洋学研究所访问学者。专业领域包括为水资源管理而研究的干旱指示因子和触发值、防旱规划和气候预测等。

Mark Svoboda: 美国国家防旱减灾中心气候学家,内布拉斯加州立大学林肯分校自然资源学院科学家。工作职责包括通过协同州和联邦机构、各国家政府、媒体及私人业主等部门工作,提供气候和水资源管理方面专业知识。负责维持 NDMC 干旱监测活动。Mark 还是“美国干旱监测”和“北美干旱监测”栏目的主要作者之一。

Amy Vickers: 工程师,美国水资源保护顾问,公共政策咨询师,以及《水资源利用和保护手册:家庭、景观、商业、工业、农业》(WaterFlow 出版社)的作者。马萨诸塞州阿默斯特市 Amy Vickers & Associates 公司总裁。在纽约大学获得哲学学士学位,在达特茅斯学院获得工程硕士学位。

Donald A. Wilhite: 内布拉斯加州立大学林肯分校自然资源学院美国国家干旱减灾中心创始人和主任、教授。研究和推广活动集中在干旱监测、减灾、规划和政策方面,曾与多个国家、区域和国际组织就有关防旱管理事项进行合作。

Virginia Wittrock: 加拿大气候学家和科学家,任职于萨斯喀彻温省萨斯卡通市萨斯喀彻温省研究理事会。研究流域包括描述性气候学(如萨斯喀彻温省和加拿大大草原的干旱情况研究)、气候变化研究及其相关的影响和适应策略研究,以及远程关联形式。曾担任加拿大水资源协会萨斯喀彻温省分会董事会成员。

Zhang Hai Lun: 张海仑,原中国南京水文水资源研究所副所长,原联合国亚太经济社会自然资源司司长。长期从事水资源评估和规划、水文分析、防洪和水资源管理策略的研究工作。

Zhang Shi Fa: 张世法,中国南京水文水资源研究所退休教授和顾问。研究领域主要是统计分析、水资源评估和规划、干旱分析、干旱监测,还包括中国干旱历史研究。

致谢:

《干旱与水危机:科学、技术和管理》是许多人共同努力的结果,在过去的两年里大家勤奋工作,终于使这本书问世。我曾与 Marcel Dekker 公司的 Susan Lee 就本书的构想进行多次讨论。Susan 非常乐意帮助我编辑了原稿并回应了我无数的问题。我与 Matt Lamoreaux 以及 CRC 出版社的其他工作人员的充分交流合作对于本书编著的整个后期阶段是大有裨益的。

在此特别感谢本书的撰稿人——这些因具有专业知识和他们在职业生涯所取

得的高质量的研究成果而被精心挑选的同仁,感谢他们为本书相应的主题贡献了研究成果和经验。感谢他们在各章节初稿编写时,遵守了我提出的最后期限,并接受了相关编辑和修改的建议。

最后我还要感谢国家防旱减灾中心的 Deb Wood 和 Ann Fiedler,感谢他们在原稿准备上作出的贡献。我在内布拉斯加州立大学任期内,非常推崇 Deb 的编辑技能。多年来 Deb 一直用她的才华和技能为许多手稿作出了贡献,而本书只是其中之一。Ann 卓越的组织能力是无人能出其右的,并促进了本书的编写进程。她也负责为 CRC 出版社做本书最终的格式修改。在整个过程中,她们的灵巧和幽默得到了大家的一致赞赏。

目 录

第一部分 综 述

■ 干旱作为一种灾害:了解它的自然和社会属性	(3)
1.1 概述	(3)
1.2 干旱作为一种“灾害”:概念、定义和类型	(3)
1.2.1 干旱的类型	(5)
1.2.2 干旱的特征和它的影响程度	(7)
1.3 干旱作为一种灾难:社会和政治含义	(8)
1.4 干旱早期预警所面临的挑战	(10)
1.5 干旱与广泛的社会、政治因素之间相互作用的例子	(12)
1.5.1 2002—2003 年南部非洲的粮食危机	(12)
1.5.2 1998 年南部苏丹的干旱与战争	(13)
1.5.3 美国 1996—2004 年的干旱	(14)
1.6 不同社会状况抵御干旱能力比较	(14)
1.7 总结与结论	(16)
参考文献	(17)

第二部分 干旱与水管理:科学与技术的作用

■ 气候预测在减轻干旱影响方面所面临的挑战	(21)
2.1 干旱预报	(21)
2.1.1 概述	(21)
2.1.2 以季节和年为时间尺度的预报	(21)
2.1.3 我们能在更大的时间尺度上对干旱进行预报吗?	(23)
2.2 气候预测和干旱早期预警系统	(24)
2.3 气候预测运用于缓解干旱所面临的障碍	(27)
2.4 气候变化和防旱减灾	(28)
参考文献	(29)
■ 干旱监测:21世纪的新工具	(32)
3.1 概述:干旱监测的重要性	(32)

3.2	研究成果回顾	(33)
3.3	新进展	(34)
3.3.1	美国干旱监测	(34)
3.3.2	气候信息交换系统	(36)
3.3.3	水文指示因子	(36)
3.3.4	土壤湿度	(38)
3.3.5	卫星	(38)
3.3.6	环境及其质量指示因子	(38)
3.3.7	水管理方面的考虑	(39)
3.4	干旱预报	(39)
3.5	结论	(40)
参考文献		(40)
4	干旱指示因子和触发值	(42)
4.1	干旱指示因子和触发值综述	(42)
4.1.1	降水	(43)
4.1.2	Palmer 干旱程度指数(PDSI)和 Palmer 水文干旱指数(PHDI)	(44)
4.1.3	地表水供水指数	(45)
4.2	多种指示因子及其触发值:面临的挑战和解决办法	(46)
4.2.1	与指示因子和触发值有关的典型问题	(46)
4.2.2	干旱指示因子和触发值的百分点位	(47)
4.2.3	实例:美国干旱监测	(48)
4.3	开发和评价指示因子和触发值	(49)
4.3.1	关于干旱指示因子和触发值的思考	(49)
4.3.2	防旱规划中指示因子和触发值的清单	(51)
4.4	结论	(52)
参考文献		(52)
5	抗旱准备规划:组织机构上的能力建设	(55)
5.1	概述	(55)
5.2	防旱规划:规划过程	(56)
5.3	步骤 1: 成立防旱工作组	(57)
5.4	步骤 2: 制定防旱预案的目的和目标	(58)
5.5	步骤 3: 寻求业主参与并化解冲突	(59)
5.6	步骤 4: 建立风险区的各种资源的档案并确定有关组织	(60)
5.7	步骤 5: 设立组织和撰写防旱规划	(60)

5.7.1 监测、早期预警和预测委员会	(61)
5.7.2 风险评估委员会	(63)
5.7.3 减灾和应对委员会	(73)
5.7.4 撰写规划	(76)
5.8 步骤 6: 确定研究需求和协调有关组织机构	(77)
5.9 步骤 7: 整合科学和政策	(77)
5.10 步骤 8: 宣传规划——建立公众意识和舆论	(77)
5.11 步骤 9: 制订教育计划	(78)
5.12 步骤 10: 评价和修订防旱规划	(78)
5.12.1 运用中评价	(78)
5.12.2 干旱后评价	(78)
5.13 总结和结论	(79)
参考文献	(79)
6 国家干旱政策: 澳大利亚、南非和美国经验	(81)
6.1 概述	(81)
6.2 干旱政策和抗旱准备: 规定一个新的范例	(81)
6.3 国家干旱政策: 澳大利亚的经验	(83)
6.3.1 澳大利亚干旱政策出现之前的时期	(83)
6.3.2 国家的干旱政策	(84)
6.3.3 现状和将来的方向	(86)
6.4 南非的干旱政策	(88)
6.5 由危机管理走向风险管理: 逐步前进的美国国家干旱政策	(93)
6.6 结论	(98)
参考文献	(99)
7 需求管理: 水资源保护应是缓解干旱的一个手段	(103)
7.1 概述: 新的缺水期还是原先水资源浪费的过失?	(103)
7.2 水资源保护: 大量未利用的供水	(106)
7.3 结论	(110)
参考文献	(111)
8 雨水收集和补充性灌溉在干旱地区应对缺水和干旱中的作用	(113)
8.1 概述	(113)
8.2 补充性灌溉	(113)
8.2.1 补充性灌溉的优化	(115)

8.2.2 水资源生产力与土地生产力的对比	(118)
8.3 雨水收集	(119)
8.3.1 系统的概念及组成	(119)
8.3.2 雨水收集技术	(119)
8.3.3 用于补充性灌溉的雨水收集	(123)
8.4 结论	(124)
参考文献	(124)
9 干旱、气候变化和脆弱性:科学技术在多层次、多重压力领域里的作用 ...	(126)
9.1 概述	(126)
9.2 全球变化的脆弱性和脆弱性评估	(127)
9.3 机构和全球——地区——本地的环境变化	(129)
9.4 美国大草原的干旱、气候变化及农业	(131)
9.5 构思机构利用科学技术实现可持续发展	(132)
9.6 结论和未来方向	(135)
参考文献	(136)

第三部分 干旱及水资源管理实例研究:科学和技术的作用

10 工作最艰辛的河流:科罗拉多河流域的干旱和严峻水资源问题	(145)
10.1 概述:科罗拉多河流域开发历史	(145)
10.2 社会和经济背景	(147)
10.2.1 水量	(149)
10.2.2 水质	(150)
10.3 气候背景	(151)
10.4 四个气候敏感性决策环境	(152)
10.4.1 国际的:边界地区	(152)
10.4.2 亚利桑那州和加利福尼亚州:下游流域的州际问题	(154)
10.4.3 美洲原住民的水权	(155)
10.4.4 亚利桑那州地下水及地表水的联合运用及管理	(156)
10.5 技术干预和气候科学应用的机遇	(158)
应用气候信息的机遇	(158)
10.6 科罗拉多河当前状况:“正常”=“严峻”	(159)
10.7 结论	(160)
参考文献	(161)