



当代科学前沿论丛

NEW FRONTIERS OF SCIENCES

全球气候变化评估方法及其应用

CLIMATE CHANGE IMPACT ASSESSMENT:
METHODS AND APPLICATIONS

殷永元 王桂新 YONGYUAN YIN GUIXIN WANG



高等教育出版社 HIGHER EDUCATION PRESS

南京大学国际地球系统科学研究所

讲 座 教 授 丛 书

当代科学前沿论丛

全球气候变化评估方法及其应用

殷永元 王桂新

高等教育出版社

内容简介

本书是一本介绍全球气候变化当前国际前沿研究的方法论著作。内容涉及全球气候变化影响、系统脆弱性及适应能力、气候变化适应对策分析、气候变化影响与可持续发展评估等重要课题。为使读者了解如何建立和应用先进的、有效的分析工具和评价方法对气候变化引起的系统脆弱性和适应对策进行科学评估，本书在对评估系统和方法原理给出理论阐释的同时，更注重各种评估方法的实际应用。在介绍和讨论一些部门评价方法的同时，特别重视对综合评估研究方法进行较为深入的探讨和分析。详细介绍了根据系统分析框架，把气候变化影响、脆弱性、适应能力与适应对策以及可持续发展评估等几个方面的分析工具和方法结合在综合评估研究框架之中的具体步骤，并对各种评估方法的具体应用实例进行介绍和讨论。

本书介绍的分析方法和工具不仅可以应用在气候变化研究中，也可以应用于环境分析及管理、自然资源管理、风险评估以及区域可持续性等方面。本书可供以上学科领域的研究和教学人员参考，也可作为研究生和大学生的教科书或参考书。

《当代科学前沿论丛》专家委员会

(按姓氏笔画为序)

(国内部分)

王 夔	冯 端	师昌绪	曲钦岳	朱清时
孙 枢	李三立	李大潜	李国杰	杨芙清
吴建屏	邹承鲁	张尧庭	陈 竺	陈佳洱
陈希孺	陈宜瑜	周秀骥	姜伯驹	袁亚湘
钱 易	徐光宪	徐端夫	徐冠华	翟中和
戴立信	戴汝为			

(海外部分)

王中林	文小刚	邓兴旺	田 刚	丛京生
刘 钧	汤 超	许 田	危 岩	严晓海
李 凯	李 明	邱子强	余振苏	范剑青
周午纵	郑元芳	宫 鹏	俞陆平	袁钧璁
徐希平	鄂维南	程正迪		

出版者的话

人类创造了科学技术，科学技术推动了人类的文明进程。两者的互动影响，今天已达到了前所未有的程度：人类的经济发展和社会进步的需要，为科学技术迅猛的创新，提供了强大的动力；科学技术的发展，在急剧地改变着人类的思维方式、学习方式、工作方式、生活方式、娱乐方式。科学技术已成为强大的社会生产力和巨大的社会资本。现在，每个国家，每个地区，甚至每个单位，都把科学技术创新、科学技术转化为生产力作为头等大事，抢占科学技术制高点，以此来提高自己的综合实力。

新中国成立 50 多年特别是改革开放 20 多年来，随着经济的蓬勃发展，科学技术得到了长足的进步，两弹一星、载人飞船、生物工程、信息技术等正在大步追赶国际先进水平。科学技术转化成的强大生产力，对国民经济发展和社会进步，对增强综合国力产生了重大的影响。

改革开放以来，在中国共产党的“科教兴国”方针的鼓舞下，举国上下，尊重科技，学习科技，普及科技，创新科技，应用科技，发展科技，已蔚然成风。科技结硕果、神州尽彩虹的绚丽画面，正展示于世人面前。自 16 世纪中叶中国科学技术失去世界领先地位后所形成的中西科学技术的差距，现在正在缩小。重振中华科学技术雄风的序幕已经拉开。

为了能使我国的科学技术水平在不久的将来赶上并达到世界先进水平，我们不仅要自己进行科学技术创新，也要学习世界上一切国家的先进科学技术；不仅要靠国内的科技工作者发展我国的科学技术，还要借助海外学者特别是华人学者的力量。在这种思想的指导下，我们萌生了组织海外学者编写科技前沿丛书的想法。这一想法在海内外学者中引起了强烈的反响：在他们中，有的出谋献策，有的出资开会，有的撰稿，有的审稿，有的愿把稿酬作为基金，……海内外学者的诚言乐行，极大地感染着我们，鼓舞着我们；这一想法得到了教育部陈至立部长和分管我社的周远清副部长的肯定和支持，这增加了我们开展此项工作的决心和信心。根据各方面意见，经过反复研究，最后将丛书定名为《当代科学前沿论丛》。《论丛》是我们献给祖国母亲的 21 世纪的圣礼，企盼我国能在 21 世纪夺回三四百年前失去的科学技术领先的地位。《论丛》如能在推动我国科学技术进步和“科教兴国”中有所作用，将是我们的最大欣慰。为了做好本《论丛》的出版工作，我们邀请了国内一些著名科学家和在海外工作的部分优秀学者组成《论丛》的专家委员会，帮助筹划、组织和评议《论丛》的

出版。随着学科的发展,专家委员会的成员可能会有所变化。我们向一切关心和支持《论丛》出版工作的人士,表示衷心的感谢。由于缺乏经验,《论丛》出版后,编辑出版方面的不足,在所难免,诚望各方指正。

高等教育出版社

2000年6月

序

南京大学国际地球系统科学研究所(ESSI)已经成立三年了。在这三年里,我们从无到有,从世界各地招聘到5位固定教授,10多位海外华人学者密切关心着她的成长,指导着10余位博士后和博士研究生以及20余位硕士研究生,出版了两本讲座教授丛书,共发表30余篇科学论文。丛书和论文开始在国内获奖,研究所师生正在开展着近20项科研项目研究,其中不乏国家“973计划”、“863计划”、“十五”攻关、联合国环境署、加拿大国际发展署及日本各界的资助项目。三年里,研究所师生倾注了全部精力,南京大学和各方学者给予极大的关爱,使10多位海外学子的理想变成现实。ESSI蓬勃的生机有力地证明了以相对独立的实体为平台支持海外学子回国服务是一项切实可行的新模式。

传统科学在过去几十年里走着一条既专又深的学科细化的道路,培养了不少专精人才,但是由于学科面较窄,妨碍了不同学科间的交叉,不利于全面系统地解决复杂的科学和社会问题。目前人类正面临全球日益严峻的资源短缺、环境恶化、全球变化等问题。据估计在未来30~50年,世界人口将达100亿,化石燃料趋于枯竭,粮食短缺造成饥荒,与气候变化有关的区域性缺水、荒漠化、生物多样性损失、外来物种入侵及新的流行病的传播等将更加频繁。面对人类活动所造成的这一系列后果,不运用系统科学手段综合自然科学和社会科学相关专业领域的成果,就不可能解决这类复杂问题。ESSI的成立与发展正是为了更好地利用地质与生命科学及其他相关科学的各分支学科的最新进展,促进它们之间交叉综合,尝试为解决较复杂的环境和人类健康问题提供新的科技手段。ESSI将顺应国际科学发展的潮流,从定性到定量、从专业化到综合集成、从单一化到多元化,逐步建立起由定点到空间多尺度观测相结合、模拟不同时空过程及不同系统间交互作用机制的能力,减少预测未来环境变化的不确定性。

社会的可持续发展,并不意味着单纯的经济发展,经济发展也不意味着GDP的逐年增高。我认为即使经济总量多年恒定,只要产业优化结构合理、人民生活安乐富足、资源丰富环境美好、社会文化繁荣昌盛就是理想的可持续社会。人类经过数千年的发展,在各自的地域上形成了多种多样迥然不同的文化。从对自然界的征服性、破坏性大小的角度,大致可以看到两种极端的文化,即以欧美经济发达国家为代表的商业文化和以信仰佛教为代表的避世文

化。前种文化带有征服性、侵略性和以自我为中心的精神；而后一种文化以爱护生命，以生态为中心，追求个体精神生活的满足和来世的幸福为目的。走向任何一个极端恐怕都不是可持续的。依赖自然资源的经济活动受自然资源总量的限制不可能持续不断地增加，而指望大自然无止境地给我们足够的衣食和住所，供我们以此为基础发展丰富的精神生活也是不可能的。中国文化经过数千年的发展和对外来文化的不断摒弃和吸收，虽经改朝换代却绵延不断。中国人珍惜现世生活而又与世无争的入世文化境界，体现了一种朴素、积极的可持续发展的思想。它的传统精神是知足常乐、勤俭节约、因地制宜（因势利导）、追求人与自然的和谐共存（天人合一的境界）。设想中国如果有更多的科学精神，而且没有西方的武力征服、经济掠夺，可持续社会可能会发展得很好。由此可见，社会的可持续发展不能仅仅着眼于经济，那么，如何避免单纯以经济价值对待可持续发展呢？部分答案就在这本书里。

《全球气候变化评估方法及其应用》一书针对目前全球变化研究中的热点问题——气候变化给世界不同区域社会可持续发展带来的严重影响，阐述如何评价气候变化的危险性，当地社会、经济、环境等部门应对气候变化的脆弱性，提出适应性对策。它介绍了自然科学与社会科学相结合的重要方法，是地球系统科学领域不可多得的方法论著。

本书第一作者殷永元博士是我十余年的至交，他是国际气候影响评价领域的权威之一。近10年来，他每年多次回国，在北京、上海、江苏、新疆、甘肃、贵州、吉林和云南等地开展研究和交流。积极倡导创办南京大学国际地球系统科学研究所，担任兼职教授，设立了自己的研究项目，协助国内学者们开展气候变化适应性研究，培养年轻学者。他宽广的知识面，对环境和社会宏观问题敏锐的视觉和独特的解决问题的方法，对我本人影响很大。当高等教育出版社征询书稿时，我毫不犹豫地推荐了殷永元教授。此书的出版凝聚着作者们多年的心血，能够与大家共同分享他们的研究成果我感到由衷的高兴。我谨代表ESSI师生向作者们也向高教社的编辑们表示祝贺。相信此书会开阅读者思路、给读者提供许多值得参考的研究方法。

南京大学国际地球系统科学研究所所长

宫 鹏

2003年11月19日

于美国伯克利

前 言

全球变化中表现十分突出的问题为全球气候变化。在全球变化研究中,气候变化也是各国公认的最具有挑战性的全球性问题。近年来,一些有关气候异常变化的证据不断增多,目前已观测到的许多自然和生物系统的异常变化,如冰川退化、动植物种类的迁移以及动植物生物特征的变化等都与近期气候变暖具有一致性。这些观测结果启示我们认识到许多生态及社会系统对气候变化的敏感性,它们对越来越明显的气候变化的脆弱性暴露无遗。特别是一些独特的生态系统,包括冰川、珊瑚礁、红树林、寒带和热带森林、极地与山地生态系统、草原湿地等,对气候变化的脆弱性更值得注意。另外,气候变化将可能增加许多生物物种的绝灭速度,尤其是气候异常或极端气候(酷热、暴雨和干旱)及气候变动(ENSO)的频率、强度和滞留天数,这已经成为影响人类和生态系统健康和加剧地区脆弱性的主要因素。

加拿大拉瓦尔大学及美国阿拉斯加大学的科学家们最近观测到,北极最大的、形成已有3 000年的冰盖在近两年内产生了断裂。科学家们认为这是由于常年气温不断持续上升以及近年来增温加剧的结果。美国一些著名大学的研究人员合作研究的结果显示,动植物的习性、季节性时序规律及种群地区分布,都由于近百年来全球平均增温0.6℃而产生了相应的调整变化。大量的研究结果指出,地球大气中CO₂倍增所引起的全球增温及海平面升高将可能使全球珊瑚种群减少15%。珊瑚礁是海洋生态系统中的一个重要部分,对许多热带鱼类的生存至关重要。

在世界上许多国家,气候异常和变化正在造成越来越严重的灾害。仅2003年,美国本土就遭受了成千起龙卷风和飓风的袭击,造成巨大的经济损失和人员伤亡。在欧洲,2003年夏季的热浪袭击各国,法国的最高气温达到40℃以上,远远高于往年。据报道,这次热浪胁迫造成了约11 500人丧生。气象学家及其他专家警告说,人类活动引起全球温度不断上升,全球变暖给人类带来的危害并不仅仅发生在法国,目前极端高温或热胁迫在欧洲其他国家和北美也经常出现,并会变得越来越严重。在中国,到2003年7月底止,各地由于洪涝灾害影响,农作物受灾面积达几亿亩,受灾人口1.5亿人,造成直接经济损失达几百亿元人民币。气候异常明显表现在西北半干旱地区,如渭河流域降雨量超过常年平均的几倍,使该地区遭受严重洪涝灾害。

人类活动与全球气候变化的矛盾正在进一步激化,全球气候变化给人类带

来的风险和危害愈益增大的事实已成为人们共识。人们已经越来越清楚地认识到,全球气候的变化在很大程度上是人为因素引起的。人类日益增长的经济活动影响气候系统的变化可能将对全球产生巨大的风险,气候变化给人类社会带来的挑战也是严峻的和不容回避的。而且,真正的风险更在于气候变化所造成的影响往往是不可逆的。因此,人类社会如何应对全球气候变化的挑战,如何适应未来可能出现的气候及环境变化,以及如何有效地利用这种变化的环境,即人类如何可持续地管理“地球生命支持系统”,以满足人类可持续发展的追求,这都是21世纪初全球气候变化研究必须回答的问题。

气候变化对生态系统、粮食生产以及经济社会可持续发展可能造成的危害正在引起各国政府决策者的高度关注。《联合国气候变化框架公约》第二款明确提出了这一问题的重要性。人们已清楚地认识到气候变化对农业、能源、交通运输、旅游业以及人类健康可能产生的严重影响。作为一个发展中国家,中国的绝大部分经济活动和人民生活都直接依赖自然资源的利用,资源系统对气候变化非常敏感,因此中国的绝大部分经济活动和人民生活也都深受气候系统及气候变化的制约和影响。在中国,有限的土地和水资源要满足许多相互竞争部门的各种需求,并且这些需求随着人口和经济增长而不断地增加,而可供的土地和水资源却因为气候变化、土地转换、水污染、生态退化等问题而不断地减少,质量也呈下降趋势。中国自然资源的供需矛盾将由于气候、环境变化而变得更为尖锐。

为了有效地应对全球气候变化的挑战,需要人们努力了解和研究人类活动与气候、环境变化之间错综复杂的关系。事实上,人类自诞生以来就与生存环境相互联系、相互作用,并根据生存环境的变化不断地做着适应性调整。人类利用或盲目使用自然资源,都要受到气候、环境及其变化的影响,这些方面都与气候变化研究问题密切相关。无需讳言,虽然对这些问题已开展了多年的研究,但由于地球气候系统及其与人类活动关系的复杂性,以及气候变化的不确定性,人们目前对气候变化和可持续发展关系的认识仍然非常有限。因此,进一步加强对全球气候变化和可持续发展之间相互关系的复杂性及动态性的研究刻不容缓。

经过国际社会20多年的努力,人们对气候变化影响、系统脆弱性和适应对策及其评价方法的研究和应用已取得了很大进展。在气候变化研究领域,政府间气候变化委员会(IPCC)是最具权威的国际组织,该机构由世界气候组织(WMO)与联合国环境规划署(UNEP)于1988年创立。IPCC在提供评估有关气候变化的科技文献,对气候变化将产生的潜在影响和脆弱性以及气候变化适应和减缓对策战略研究等方面做出了重大贡献,它组织撰写和出版了一系列的评估报告、技术指导书、专题报告及方法指南等,其中包括对气候变化影响及适

应对策评估的标准参考书(Carter等,1994),为气候变化的研究提供了具体的指导性步骤和方法。

但是,IPCC在1994年出版的对气候变化影响及适应对策评估的技术指引报告(Technical Guidelines)所介绍的研究方法及实施步骤由于涉及面很广而没有做很详细的介绍,世界各国特别是发展中国家的科学家及研究人员,在具体运用时遇到很多困难。针对这一问题,UNEP在进行有关国家气候变化影响评估项目时,于1995年底发起了一个新的项目,计划编辑出版一本工具书指导各国研究人员进行影响及适应对策的评估工作。第一次作者会议于1995年10月在荷兰首都阿姆斯特丹的自由大学举行,有14名来自世界各国的科学家参加。本书第一作者有幸参加,并在会上作了“全球增温对人类居住区及土地利用影响的评价”的发言。1998年出版的UNEP工具书(Feenstra等,1998)提供了比IPCC技术指引报告更为详细具体的研究方法及步骤,介绍了很多针对部门气候变化影响和适应对策的评估方法和模型。

另外,由美国政府发起的国家气候变化影响及适应对策研究项目(US Country Studies Program,USCSP)也为全球50个发展中国家或经济正处转型期的国家提供研究经费和技术支持,帮助这些国家提高对系统脆弱性及适应对策研究的能力。该项目为参加国提供了一本研究方法指南,介绍了为开展该项目设计的气候变化影响评价和适应对策评估方法(Benioff等,1996)。

近年来,许多西方国家,如美国、加拿大、英国等相继完成了各自的全国气候变化影响评估报告(US Global Change Research Program,2000;Maxwell等,1997;Mckenzie Hedger等,2000),这些报告也介绍了许多不同的评估研究方法。另外,一些气候变化影响及对策研究文献中也不断介绍新的研究方法和模型。

如上所述,国际科学界对全球气候变化影响及适应对策评估方法的研究已开展了大量工作,取得了很大进展。但由于地球气候系统及其与人类活动关系的复杂性,以及气候变化的不确定性,使该领域方法论方面的基础研究仍然没有取得根本性的突破。IPCC第二工作组第三次评估报告(决策者摘要)在如何改善气候变化影响、脆弱性及适应对策评估一节中指出,我们需要进一步努力,提高评估能力,减少不确定性,争取为决策者提供可以更有效地减少气候变化影响及脆弱性的科学信息和决策依据。该报告还明确指出,进一步加强对气候变化各种可能影响的评估方法和选择有效适应对策的技术将是今后的重要研究领域。另外,根据气候变化影响评估研究的实践经验,考虑到自然及人类系统的相互作用以及综合评价各种政策影响的需求,气候变化影响作为今后一个需要优先考虑的研究领域,就是要进一步改进和发展综合评估工具和方法,努力把气候变化影响、脆弱性、适应对策评估与可持续发展的评价和决策研究

联系起来。

中国已认识到作为发展中国家的基本国情,也认识到人口、经济增长与生态环境、气候变化影响之间的密切关系,以及加强对这些问题研究的必要性和迫切性。因此自20世纪90年代以来,中国即积极参加联合国相关组织、IPCC以及USCSP,开展对中国气候变化影响的评估研究,并取得了一些成果。但总体来讲,中国这方面的研究还相对比较落后,特别在把气候变化影响、脆弱性、适应对策与可持续发展联系起来进行综合研究方面的差距更加明显。到目前为止中国还没有一本系统介绍和讨论气候变化影响及适应对策评估方法方面的著作。为了推进中国气候变化影响及适应对策的评估研究,为政府决策者提供这方面更加有效的科学信息和决策依据,这样的著作显然是十分需要的。

本书第一作者近十几年来已在加拿大、美国等国家参加了多项全球及区域气候变化影响和适应对策等方面的评估研究,积累了一定的经验,了解这方面的研究方法,特别对目前这一领域的前沿课题以及研究方法的发展方向均有比较深刻的认识和心得。基于目前中国气候变化影响及适应对策评估方法研究的薄弱状况,作者完成了这本《全球气候变化评估方法及其应用》,为推动国家气候变化影响及适应对策的评估研究略尽绵力。希望本书能为中国相关领域的研究人员、相关专业的大学师生及广大读者提供一本工具书。

根据作者的知识、经验和当前全球气候变化影响评价研究的前沿发展,在本书的写作中,特别注意了三个问题。一是尽可能反映当前国际上全球气候变化影响评价研究的前沿水平。为此本书已把全球气候变化影响、系统或部门相对气候变化影响的脆弱性及适应能力、系统或部门应对气候变化影响采取的适应对策、气候变化影响与系统或部门可持续发展评估等当前几个方面的国际前沿课题都囊括其中。二是根据学科发展、气候变化及系统的多元化、综合性和不确定性等特点,本书在介绍和讨论一些单项评估研究方法的同时,特别重视对综合评估研究方法的探讨和分析。本书详细介绍了根据系统分析框架,把气候变化影响、脆弱性、适应能力及适应对策以及可持续发展等几方面的分析工具和方法结合在综合评估研究框架之中的具体步骤。三是从本书是一本方法论著作这一基本特征出发,在对评估对象和方法原理给出理论阐释的同时,更注重评估方法的实际应用。所以在本书中,有不少评估方法特别是综合评估方法及其应用都是结合具体的研究实例进行介绍和讨论的。

在写作过程中,本书第一作者得到联合国全球环境基金(GEF)AIACC(Assessment of Impacts and Adaptation on Climate Change)国际项目的资助,进行了“气候变化对中国西部地区脆弱性和适应性综合评价”子项目(AS25)的研究,从而能够为作者与国内科研机构合作提供了可能性。另外,加拿大环境部适应与影响研究处(AIRG/Environment Canada)也为完成本书提供了大量的支



持，在此一并表示感谢。

最后，我们向高等教育出版社，特别是本书责任编辑李冰祥博士表示深深的谢意和敬意。她对追求稿源之执著、稿件审编之认真、出版流程之高效，给我们留下了难忘的印象。我们颇受激励，并表示深深的谢意。

殷永元 王桂新

2003 年 11 月

目 录

第 1 章 全球气候变化及适应对策研究：问题的提出	(1)
1.1 全球气候变化的背景	(2)
1.1.1 全球变化与全球气候变化	(2)
1.1.2 全球气候变化的背景	(3)
1.2 全球气候变化影响及适应对策研究进展	(6)
1.3 本书的主要研究内容及结构	(9)
第 2 章 气候变化影响与可持续发展及其研究的连接	(13)
2.1 气候变化影响与区域发展	(14)
2.1.1 气候变化及其影响因素	(14)
2.1.2 气候变化影响与区域发展	(17)
2.2 可持续发展的含义及系统特点	(21)
2.2.1 可持续发展的基本含义	(21)
2.2.2 可持续发展的系统特点	(23)
2.3 气候变化与可持续发展研究的连接	(26)
2.3.1 气候变化与可持续发展研究的连接	(26)
2.3.2 气候变化与可持续发展研究的现状及要求	(27)
2.3.3 需要综合评估研究方法	(29)
第 3 章 全球气候变化影响研究方法(I)	(33)
3.1 气候变化影响研究方法概述	(34)
3.1.1 IPCC 的技术指导及 UNEP 的工具书介绍的方法	(35)
3.1.2 进一步发展异常天气影响评估的方法	(46)
3.2 自然生态评价方法和途径	(50)
3.2.1 土地分类法	(51)
3.2.2 生态模拟模型	(55)
第 4 章 全球气候变化影响研究方法(II)	(69)
4.1 经济影响评价方法	(70)
4.1.1 成本效益分析法	(72)

4.1.2 投入产出分析法	(87)
4.2 社会影响评估方法	(91)
4.2.1 社会影响评估方法概述	(91)
4.2.2 社会情景法	(93)
4.2.3 德尔斐法	(97)
4.2.4 社会影响评估模型	(98)
4.2.5 社会影响评估与公众参与	(98)
第5章 综合评估方法(I)	(103)
5.1 综合评估方法概述	(104)
5.1.1 综合环境管理的必要性	(104)
5.1.2 综合评估方法的目的和特征	(105)
5.1.3 几种综合分析工具与技术	(110)
5.2 系统分析方法	(110)
5.2.1 系统及其有关概念	(111)
5.2.2 什么是系统分析	(112)
5.2.3 系统分析的程序和步骤	(114)
5.2.4 系统分析在气候变化影响评估中的应用	(118)
5.3 线性规划方法	(118)
5.3.1 单目标线性规划模型	(119)
5.3.2 多目标线性规划模型	(122)
5.3.3 目标规划模型	(125)
第6章 综合评估方法(II)	(133)
6.1 决策者参与和模型分析相结合的综合评估方法	(134)
6.1.1 瑞士焦点讨论小组结合信息工具途径	(135)
6.1.2 乔治盆地可持续发展项目	(138)
6.2 国际知名气候变化综合评估项目评介	(145)
6.2.1 欧洲区域酸雨信息与模拟模型	(145)
6.2.2 IMAGE 和 ESCAPE 模型	(151)
6.2.3 美国 MINK 研究项目	(155)
6.2.4 气候变化影响评估综合数据库	(158)
第7章 气候变化脆弱性及资源系统适应能力评价方法	(173)
7.1 脆弱性的概念、估测及一般评估方法	(174)

7.1.1	脆弱性的概念	(174)
7.1.2	脆弱性的测度与估量	(176)
7.1.3	气候脆弱性的一般评估方法	(179)
7.2	一种研究中国西部地区气候脆弱性和适应能力的综合评估方法	(185)
7.2.1	综合评估研究框架的基本结构及分析步骤	(185)
7.2.2	暴露于气候胁迫压力的程度	(187)
7.2.3	系统相对气候变化的敏感度分析	(188)
7.2.4	应用模糊形态识别方法进行气候脆弱性和适应能力评价	(190)
7.3	黑河流域应用实例	(191)
7.3.1	黑河流域概况	(191)
7.3.2	选择关键性指标	(193)
7.3.3	确定指标临界值	(195)
7.3.4	确定各指标对系统脆弱性及适应能力的相对重要性	(196)
7.3.5	用模糊形态分类模型进行系统脆弱性评价	(198)
7.3.6	用模糊形态分类模型进行系统适应能力评价	(199)
7.3.7	模糊形态分类的期望结果	(200)
第8章	气候变化适应对策的评价方法和工具	(203)
8.1	引言	(204)
8.2	气候变化适应对策的定义及当前适应对策评价研究现状	(207)
8.2.1	气候变化适应对策的有关概念和定义	(207)
8.2.2	适应对策评价工具的现状	(208)
8.3	两类适应对策的评估途径及方法	(209)
8.3.1	利用气候变化影响评价工具进行适应对策评估	(210)
8.3.2	用于政策分析的适应评价工具	(212)
8.4	多标准评价工具	(215)
8.4.1	TEAM 模型	(216)
8.4.2	目标规划	(218)
8.4.3	利用模糊形态分类方法进行适应对策评价	(220)
8.4.4	神经网络	(226)
8.4.5	AHP 法适应对策评价	(229)
8.5	气候适应对策评估研究新动向	(237)
第9章	长江三角洲地区气候变化影响与区域可持续发展	(241)
	综合评价实例	(241)



9.1 研究地区简介	(242)
9.2 综合土地评价框架及有关前期研究	(245)
9.2.1 综合土地评价框架的设计	(245)
9.2.2 设定未来气候变化与社会经济情景	(246)
9.2.3 确定区域可持续发展目标及指标	(250)
9.3 气候变化影响评价各种参数及数据资料	(253)
9.4 气候变化对不同部门影响的评价	(260)
9.4.1 气候变化对水资源供需影响的评价	(261)
9.4.2 气候变化对农业生产影响的评价	(264)
9.5 气候变化与适应对策及可持续发展的综合评估	(267)
9.5.1 综合气候变化影响评估模型	(267)
9.5.2 气候变化对区域可持续发展影响的评估	(271)
9.5.3 适应对策分析评估	(277)
9.6 简单的结论	(279)
附录: ILAF 模型的基本结构	(280)
 参考文献	 (285)
 英文缩写名称对照表	 (305)
 索引	 (308)