

doi:10.3969/j.issn.1674-8131.2012.01.011

气候变化对社会经济影响的风险评估研究评述*

谭灵芝^a, 王国友^b

(重庆工商大学 a. 长江上游经济研究中心; b. 经济管理实验中心, 重庆 400067)

摘要:除一般意义上风险所具有的不确定性和危害性等特点之外,气候变化风险还具有复杂性、内在价值性及难以完全量化、动态性和客观性等特点。当前,国内外对于气候变化的经济社会风险评估研究主要包括对风险概率的建模与评估、指标体系的风险建模与评估、情景模拟的动态风险建模与评估方法以及气候变化风险的社会经济评估图标体系。由于气候变化风险的社会经济影响存在跨期性、不确定性,仍有很多未知的研究领域,如定量化、图谱化以及与自然影响评估的区分与方法合作等,未来研究仍有很多空间。

关键词:气候变化风险;社会经济影响;风险评估;风险管理;CGE 模型;IPCC

中图分类号:F062.2 **文献标志码:**A **文章编号:**1674-8131(2012)01-0074-07

Review of the Researches on Risk Assessment for the Impact of Climate Change on Society and Economy

TAN Ling-Zhi^a, WANG Guo-you^b

(a. Yangtze Upriver Economic Research Center; b. Experiment Center for Economics and Management, Chongqing Technology and Business university, Chongqing 400067, China)

Abstract: Besides the characteristics such as uncertainty, perniciousness and so on of risk in general perspective, climate change has the features of complexity, difficultly complete quantification of inner value, dynamic state and objectivity and so on. Currently, the research on economic and social risk assessment of climate change at home and abroad mainly includes modeling and assessing risk probability, modeling and assessing index system and dynamic modeling and assessing method on situation simulation as well as social and economic evaluation icon system for climate change risk. Due to the across-period feature and uncertainty of the impact of climate change risk on socio-economy, there are still many unknown research fields such as quantification, atlas-based description, methods for evaluation on natural impact and their distinction and combination and future research still has many spaces.

Key words: climate change risk; socio-economic impact; risk evaluation; risk management; CGE Model; IPCC

一、引言

IPCC 第四次评估报告指出:近 100 年全球平均气温升高了 0.174 °C,最近 50 年有加速之势,未来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。许多证据表明气候变化已经对自然生态和社会经济系统造成了巨大的影响和威胁:加剧水资源短缺,影响农业生产,引起洪水和海平面上升,生物多样性减少,影响

* 收稿日期:2011-11-19;修回日期:2011-12-28

基金项目:教育部人文社科青年项目(09XJC790022);重庆市哲学社会科学资助项目(2010YBJJ09)

作者简介:谭灵芝(1976—),女,新疆乌鲁木齐人;副研究员,博士,在重庆工商大学长江上游经济研究中心工作,主要从事气候变化经济学研究。

某些传染病的传播过程等,甚至还可能导致严重的经济危机和社会动荡。因此,必须尽快采取措施来管理和控制这些气候变化衍生的风险。

对于气候变化潜在的社会、经济及环境影响,许多学科已经开展了大量研究,但是考虑到风险管理方法对于决策的各种优势(不确定性管理的方法、利益相关者的参与、政策选择的方法评估、多学科研究的综合等),IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change)在第四次气候变化评估报告中特别强调要在风险管理框架下,采用更为系统的风险评估和管理方法开展气候变化影响研究。但气候变化具有内在混沌的特性,且引起气候变化的原因存在多元性,目前对其运作方式和反馈机制尚未完全了解,研究者对气候变化的许多过程及其可能影响的认识还存在高度的不确定性和争议性,许多气候变化风险还处于灰箱,甚至是黑箱状态,故而对各种评估方法及其评估结果仍存诸多争议。

上述问题的存在使得现实中的对气候变化产生的各种风险的原因难以用单一的方法进行评估。早期气候变化风险以自然生态评估为主的方法显然难以合理及完全地评判其后果,以此为基础的各种政策措施的制定和实施也因此存在偏颇。而气候变化风险的多结果性与单一评估方法之间的矛盾困境,促使学术界在反思评估方法和评估对象局限性的同时,逐渐转向重视人类经济社会相对应的安全建设研究,把风险评估与相应风险管理体系的形成相联系,高度重视气候变化风险对人类经济社会和文化系统影响的研究(Wiedeman,2003;Umana,2003;Kleiber,2003;Apel,2008)。目前国内外学者已经对气候变化风险评估已形成自然风险评估、社会风险评估和综合风险评估3个研究方向,不少世界气候变化管理组织以及政府部门都把气候变化风险研究的重心转移到社会风险评估和综合风险评估及分析管理方面。在国际多学科、多领域气候变化风险研究中,除强调气候变化系统内在机制和风险评估外,越来越关注从社会、经济、人类行为等角度,对人类自身接受风险水平开展综合研究(Remy,2003;Tudes et al,2010)。

二、气候变化风险概念及特点

对气候变化风险进行界定和识别是风险评估与管理的基础。气候变化涉及不同种类的风险,不同的人群以及非人类社会会面临不同的风险(马修

·帕特森,2005)。气候变化的复杂性可以次生国家经济的不安全,风险已经成为气候变化研究建构的主要框架之一(Hamsun,2006)。

气候变化风险结果不一而足,但目前科学界对于气候变化风险的定义仍没有形成统一的想法。气候变化风险问题首先是由国际自然科学界提出并推动的,其中起核心作用的是IPCC。IPCC的评估报告确认了气候变化对全球自然、社会和经济可能造成的各种风险,是国际社会确定目标、制定政策、采取措施的重要依据。借助自然灾害风险管理的定义和历年IPCC的报告,一些研究者根据具体研究靶区和研究目标,从风险的基本概念出发,将气候变化风险定义为气候因素的波动给经济社会发展运行造成损失的可能性,相应的,造成风险事故即形成损失的事件称为气候风险事件(张建敏等,2000)。张月鸿等(2008)根据气候变化的特征,提出气候变化风险是气候系统变化对自然生态系统和人类社会经济系统造成影响的可能性,尤其是造成损失、伤害或毁灭等负面影响的可能性。而农业生态系统中的生产过程是自然生产和社会生产的复合过程,受许多易变因子的制约,特别是气候因子,任何程度的气候变化都会给农业生产及其相关过程带来潜在的或显著的影响,这种气候变化引致农业生产的不稳定性和经济社会损失,即是农业生产事件中的气候变化风险结果(段海来等,2010)。李景宜等(2009)将气候变化风险可定义为不同强度气候变化发生的概率及其可能造成的灾害损失。显然,这一定义确切地反映出气候变化风险本身的自然属性和社会属性。

气候变化的风险分析和评价是气候变化风险管理和决策的依据,也是气候变化风险管理的核心和基础。除一般意义上风险所具有的不确定性和危害性等特点之外,气候变化风险具有以下特点:

一是复杂性。由于气候变化风险的最终受体包括整个社会经济和生态系统及其各个组建水平(个体、种群、群落、生态系统、景观乃至区域),考虑到系统之间的相互作用以及不同组建水平的相互联系,即风险级联,因此相对于单一类型的风险而言,气候变化风险的复杂性显著提高。

二是内在价值性及难以完全量化。气候变化

风险的后果主要包括经济损失、生命威胁以及各种系统的产出、特性以及系统本身的变化等。经济学上的风险和自然灾害风险常用经济损失来表示其大小。而气候变化风险应体现和表征气候变迁系统自身的结构和功能,以气候变化系统的内在价值为依据,因此不能用简单的物质或经济损失来表示。且气候变化风险的影响具有多向性,许多社会影响、政治影响难以完全量化,同时气候变化还存在代际代内公平性和外部性。因此,经济损失的货币化难以完全包括上述的各种后果,缺乏公平性。

三是动态性。任何系统都不是封闭和静止不变的,而是处于一种动态变化过程。由于影响气候变化风险的各个随机因素也都是动态变化的,因此气候变化风险具有动态性。

四是客观性。任何系统都不可能是封闭和静止不变的,它必然会受到诸多具有不确定性和危害性因素的影响,也就必然存在风险。由于气候变化风险对于整个经济社会和自然系统来说是客观存在的,所以在进行气候变化风险评价时要认识到这个客观性,并采取科学严谨的态度进行评价。

上述各种气候变化风险概念和特点,代表了气候变化风险研究的不同阶段和不同领域对气候变化风险理解的不同角度。总的来看,可以归纳为三个方面:(1)从风险自身角度,将气候变化风险定义为一定概率条件的损失;(2)从气候变化影响因子的角度,认为气候变化风险是各种风险因子出现的概率;(3)从气候变化风险系统理论定义出发,认为气候变化风险主要来自自然、社会及经济三者共同作用,并重视人类社会在气候变化风险形成中的作用,即人类自身活动会对气候变化风险造成的“放大”或者“减缓”作用。但或许是由于对经济学应对气候变化的能力抱有怀疑,因为在增长和减缓之间确实存在着十分尖锐甚至不可调和的矛盾,或许是由于受古典经济学的视野所限,加之主流经济学对无止境的GDP增长的迷恋,在市场体制固有的成本转移倾向的支配下,人类往往不顾后果地滥用资源,气候变化风险无可避免,庇古税、产权界定等新古典理论不能从根本上解决气候变化风险问题(张林,2006;Schelling,2007;诺德豪斯,2009;约克等,2009)。

三、气候变化的社会经济风险评估

气候变化的政策领域往往从风险计算方面来

关注风险。因此通过利用风险评估的方法,人们可以计算出风险发生的几率。从研究方法学的进展来看,风险评估是针对不确定情况的判断。风险评估和风险管理优势包括使用已成形的方法管理不确定性、利益相关方的参与、政策方案评价方法的使用、不同学科方法的整合以及将气候变化问题作为主流纳入到更广泛的决策范畴(UNEP,2007)。但总体而言,气候变化风险评估是一项复杂而又综合性的研究工作,涉及的学科和数据很多,包括自然环境数据、空间地理数据、人口分布数据、土地利用与规划数据、经济和社会统计数据等,需要地理学、经济学、社会学、城市规划、保险等学科的综合研究。

1990年IPCC第一次评估报告从大量的自然环境发生变化的事实出发,有力地得出了全球气候正在变暖的结论,也由此揭开了气候变化风险自然评估的发端,也因此,许多气候变化风险评价多基于生态风险和灾害风险评估的指导方针。典型如ProVention联盟与UNDP启动的“全球风险辨识计划(GRIP)”,就是一个全球性评估、辨识和分析灾害风险和损失计划。灾害风险指标计划(DRI)和热点计划(Hotspots)都以全球尺度进行灾害评估,DRI提供了第一个以国家为单位的人类脆弱性指标,开发了两个脆弱性全球指标(相对脆弱性和社会—经济脆弱性指标),运用EM-DAT等灾难数据库,把死亡人数与自然災害暴露人数的比值作为脆弱性的度量指标(ProVention Consortium,2006)。

1996年的第二次评估报告充分论证了气候变化与人类社会经济活动的直接因果关系,与此有关的社会经济风险评估逐渐进入更多研究者的视野,气候变化风险的社会经济影响及评估的议题在判断某种政策的实施是否合理中也变得极受重视。如Alean(2006)年对哥伦比亚的大气、水、土地、气候变化等领域的环境政策进行了分析,该研究判断有效的减缓和适应性政策措施的实施是否达到当初的设计目标,采取的主要方法就是目标与现状对比,在总体上有一些对气候变化风险社会经济影响费用和效果的评估。尽管从严格意义上讲,这只是一份政策评估报告,并不是一项专门对社会经济风险评估的研究,但其研究方法和角度仍值得借鉴。

理论上,气候变化风险的社会经济影响评价可由其产生的极大化的成本或损失分析而得

(Tietenberg,2000)。但是准确计算气候变化风险的社会经济影响,仍难以实现,因为此时所谓的成本或者损失包含各个层面的影响,诸如经济性、社会性、人文性与环境性等,并且影响效果更是跨期性的,同时亦不可忽略各层次影响效果间的相互影响关系。因此,在实际的评估过程中,涉及如何评估许多非市场性价值的困难性,使得要满足上述范围的要求,几乎是不可能的,必然牵涉许多不同层次的问题,诸如:损害评估、市场折现率、经济个体调整机能、减量效果的决定与资源配置的影响,故不同研究的结论存在显著的歧异(Agostini et al,1992; Proost et al,1992; Manne et al,1992; Jorgenson et al,1995; Whitmarsh,2011)。典型的,从1990年代初开始,经济学界就开展了一场旷日持久的关于提前采取措施预防气候变化是否合适的辩论,并对减少温室气体排放的经济代价和气候变化有可能带来的经济代价进行了比较。以诺德豪斯等人为代表的消极派主张全球在应对气候变化时采取慢行战略(slow strategy)(黄卫华等,2010)。诺德豪斯认为,2100年因全球变暖趋势延续而导致的世界总产量的损失将是微不足道的。在其2008年的著作谈到均衡问题时,诺德豪斯根据成本—收益模型的计算,就全球变暖政策的选择权衡提出了气候政策斜坡理论(climate policy ramp),主张最优的全球减排路径是先期缓慢减排,然后逐步加大力度,最后将温室气体浓度稳定在700ppm的水平,因此减排不是一个紧急行动(Nordhaus,2008)。诺德豪斯的这种观点被斯特恩斥责为在道德上是不可饶恕的(Stern,2007)。为了定量评估气候变化对人类经济社会的影响,调查气候变化所带来的风险和经济损失,“斯特恩报告”曾选用集成评估模型对气候变化对社会经济的总体影响进行评估。斯特恩认为没有谁能够精确地预测气候变化的影响,但是我们至少能了解这些风险。减缓,即采取强有力的措施去减少排放,应该被看成是一项投资,它是一种现在花费而使将来几十年免受严重后果侵扰的一种投资。“斯特恩报告”的评估结果显示,气候变化的影响很有可能要比前人的评估要高;当然这种评估不可避免地存在很多的不确定性,“斯特恩报告”也指出了这一点(斯特恩,2006)。

对气候变化风险及其社会经济后果的认识存在差异,导致在研究方法上的多样性。从目前的发

展趋势看,社会经济评价工具更加模型化,评价由定性到定性定量相结合。通常定性评价可以用例如低、中等、高或者有、无来说明风险级别,这在某种程度上避免了定量评价对于风险的精确估算,在数据和信息有限的条件下,定性评价可能不失为一种好的选择。但是,定性评价对于多重风险表达不足,不能用数学运算(如相加求和等)来表达,而且定性的风险评价目前至少不能满足两个重要的科学原则——透明性和可重复性。当数据、信息资料充足的时候,就可以采用定量的方法来评价风险。定量风险评价允许对可变性进行适当的、可能性的表达;能迅速地确定什么是未知的,分析能将复杂的系统分解成若干个功能组分,从数据中获取更加准确的推断;并且适合于反复的评价。但是,定量的风险评价存在不“客观”的问题,即所有的可能性推断都依靠统计模型,而统计模型的选择本身就是十分主观的。因此,针对定性和定量评价的优缺点,在不同条件下,两种方法通常被综合采用。目前常用的定性和定量的转换方法有:层次分析法、量化加权法、专家打分法,或者是定性分析中夹杂着一些数学模型和定量计算(阳文锐等,2007; Tudes et al,2010)。

利用模型进行分析已经成为趋势。早期对气候变化风险评估的研究,一般是用相对静态的方式来表征的,通过前后对比来判断社会经济变化情况。然而,对于复杂性问题这显然是一种简单的方法。因此,更多研究者强调在进行风险评估时必须集中研究全球气候变化条件下动态的资源因素和经济因素,并特别注意极端的气候事件,同时应考虑到人口和技术等其他因素。如Pizer(1999)使用的基于最优动态行为的综合气候—经济模型,该模型估算了不确定性的影响。另外,Xie等(2000)基于可计算一般均衡方法开发了一个适合发展中国家进行环境政策分析的环境经济模型,但要得到使用该模型的可计算动态一般均衡模型的参数非常困难。基于斯特恩的分析基础,一些研究者从代际公平的角度,利用跨期一般均衡模型和气候变化风险对社会经济的影响模型(Paul et al,2007; Laffont,2007; Whitmarsh,2011; Wood et al,2011)阐释了气候变化风险的社会经济影响效果是跨期性和扩散性的,因此社会经济影响评价的结果必然受到多方面因素的影响,如利率的变动、贴现及对资源的如何

配置等,而较早采取气候变化风险管理和控制可以减少气候变化的灾难性后果。

表1 气候变化风险的评估技术对比

评估内容	以前的	现在的/必要的
影响驱动因子	相对静态(气候)或延伸	动态气候(包括极端现象)
干扰模型综合反应	相关方法地理专业化	机械化和过程的研究
适应假设	没有	向过度的或错误方向
价值	考虑了部分平衡	政策化经济

资料来源:王铮,等.气候变化下中国粮食和水资源的风险分析[J].安全与环境学报,2001(4):19-23.

从 IPCC 报告使用多情景模拟不同经济社会发展模式下碳减排的不同结果开始,基于情景模拟的气候变化社会经济风险评估是成为研究的热点与前沿。情景模拟主要采用情景分析方法,已广泛应用于各种风险模拟中(McBumey, 2003; KaPur, 2005; Marshall, 2005; LoPez-Baldovin, 2006; Wei, 2006; EERI, 2006; Poska et al, 2008),以作为科学决策的依据。此外,气候变化风险的社会经济评估也较多地借助较为成熟的气候变化损失的经济评估研究方法,目前主要运用的气候变化损失评估模型有部分均衡法和一般均衡法两类(陈迎, 2001)。但从各国对模型的运用和发展来看,CGE 模型逐渐发展成为该领域的主流分析工具之一。由于 CGE 模型基础理论清晰、结构规范、代码公开,能够进行多种政策分析,许多国家都开发了自己的 CGE 模型用于本国和世界的环境及 GHG 减排问题研究,其坚实的理论基础和强大的模拟功能促使它广泛地应用于气候政策的定量分析,几乎涉及所有的焦点问题(IPCC, 2001)。但 CGE 模型反映的是各种均衡状态,一般认为更适合于长期比较静态分析,而不能给出由一个状态调整到另一均衡状态的具体过程。另外,CGE 模型中的大部分参数是通过校准得到的,其可靠性受到计量经济学家们的质疑(Harrison, 1993),而且其稳定性普遍不理想,特别是受基准年(Roberts, 1994)、参数(Abler et al, 1999)、函数形式(MeKitriek, 1998)等因素的影响较大。在实际应用中,这类模型更多的是用于对某个具体能源部门的相关问题进行研究分析,如应用在电力部门温室气体减排的经济影响研究分析中。在全球温室气体减排的政策研究方面,国际上已出现一系列 CGE 模型,其中较为著名的模型有:经合

组织(OECD)的“GREEN”模型和“LINKAGE”模型,美国能源部的“SGM”模型和“Cr-Cubed”模型,美国“西北太平洋国立实验室”的“MINICAN”模型,荷兰的“WorldSeam”模型、“IMAGE”模型和“HASA”模型,日本国家环境研究所的“AIM”模型和京都大学的“MARIA”模型等。它们分别在全球尺度、国际与区域和国家尺度上研究了气候变化的社会经济影响,研究各种减排机制、适应性政策对国民经济的综合影响。

我国研究者较早仍是借助国外的研究方法,对某种特定的气候变化领域进行社会经济风险评估。Lave 等(1998)给出了一个对变化的损害进行模拟和评估的模型,该模型可以用于气候变化的复杂性分析。王铮(2001)等根据上述模型提出了一个评价气候变化复杂性影响下的环境经济安全影响评价模型。葛怡(2006)等则利用 Hoovering 改进模型,选择湘江流域的长沙地区为研究区,对研究区内的农户进行了社会脆弱性评价。借助情景分析,陈文颖(2004)等人在研究 CO₂ 排放对中国 GDP 的影响时,将中国未来 CO₂ 减排设计了 6 种情景,运用能源环境经济耦合的中国 MARKAL-MACRO 模型进行了研究。郑艳等(2006)采用计量经济学方法探讨了气候变化对中国城市增温的影响。秦大河(2007)列举了包括气候变化使极端气候事件趋强趋多、气候变化使农业生产不稳定性增加、气候变化使水资源问题日益严重等气候风险可能给我国经济、社会和可持续发展的挑战。孙小明等(2009)计算了我国北方农牧交错带中段(冀、蒙、辽交界地带)1961—2007 年的气候风险指数,将其与土地易损性系数综合得到生态风险指数,分析了气候风险和生态风险的时间序列变化和空间分异规

律。段建军等(2009)则依据1957—2006年近50年的气象及水文监测资料,分析了气候变化和人类活动对塔里木河流域水资源的影响。另外,李志军等(2010)则讨论了北极气候变化对加拿大和中国经济社会的影响。

在行业研究方面,巢清尘(2000)较早提出可以设计一个气候灾害对交通系统影响的分析评估框架模型,对气候异常对交通系统产生的影响作出全面的评判。最新的研究较多集中在气候变化对农业的影响方面,更多地体现在农作物气候风险分区和适应措施的研究方面。郑艳等(2006)分析了气候变化对工业行业、人居环境和社会经济主要部门的影响。马树庆等(2008)通过建立玉米低温冷害的气候—灾损综合风险评估模型,将东北地区划分成5个玉米低温冷害灾损综合风险区域。方一平等(2009)系统地就目前国际上比较常用的脆弱性评估方法进行了梳理,介绍了主要评估方法的目标、框架、测算指标和基本要求,分析了这些评估方法在气候变化风险评估应用中的局限性,并指出了不同方法在空间尺度降次、升级转换过程中的不足和难点。

由于社会经济条件可以定性地反映区域的灾损敏感度,许多研究者利用社会经济易损性指标来进行气候变化风险对社会经济影响的程度和易损性的大小的评估,一般认为社会经济条件可以定性反映区域的灾损敏感度,即易损性的高低。社会经济发达的地区,人口、城镇密集,产业活动频繁,承灾体的数量多、密度大、价值高,遭受气候变化时人员伤亡和经济损失就大。值得注意的是,社会经济条件较好的地区,区域承灾能力相对较强,相对损失率较低,但区域绝对损失率和损失密度都不会因此而降低。社会经济易损性分析一般以一定行政单元为基础,从而可直接利用各类统计报表与年鉴。关于采用何种社会经济指标来反映区域社会经济易损性大小,目前尚无统一标准,会因区域的不同而不同(周成虎等,2000)。

四、现有研究的总结与不足

当前,国内外对于气候变化的经济社会风险评估可归纳为:

一是对风险概率的建模与评估。利用数理统计方法,对以往的气候变化数据进行分析、提炼,找

出气候变化发展演化的规律,以达到预测评估未来气候变化风险的目的。

二是指标体系的风险建模与评估。建立以指标为核心的风险评估体系,在方法上侧重于气候变化风险指标的选取、优化以及权重的计算。

三是情景模拟的动态风险建模与评估方法。其基本方法:首先对已发生的灾害、影响程度与范围、灾后救援、恢复和重建进行全面调查;之后对可能发生的自然灾害进行极端危害场景模拟,以评估和预测未来灾害造成的损失和范围;最后进行验证或辅助制定控制预案。

四是气候变化风险的社会经济评估图标体系。在气候变化风险的社会经济评估中,通过不同形式的图表反映评估的依据和评估结果,多种不同内容、不同用途的图表组合在一起形成风险评估图标体系,主要反映气候变化类型、特征、社会易损性评价结果等;气候变化风险的社会经济成本或者损失评价与防治工程效益评价图表,则可反映破坏损失评价模型、评价参数、期望损失、损失分布以及防治工程经济效益和可行性评价结果等。

诸多学者在气候变化风险的评估和管理的研究方面开展了许多有益的探索工作,但至今关于社会经济风险评估的研究还比较缺乏,已成为制约我国有效地开展相关工作,尤其是适应和减缓气候变化工作深入开展的瓶颈。回顾总结近期国内有关气候变化风险评估及风险管理的研究现状,仍存在以下不足:

第一,气候变化风险评估及管理文献资料以自然影响评估较多,而综合进行气候变化复合的自然、经济和社会动态风险评估的研究较少,而且在时效和精度上远不能满足实际评估的需要。因此,必须开展气候变化风险的动态综合评估,强调气候变化发生后对气候变化而引发的灾害链或多影响复合群进行实时评估。另外,有关气候变化自身规律的研究较多,而对气候变化造成社会经济影响的风险评估及管理内容尚有待完善。

第二,由于不确定性存在于风险评估的整个过程中,例如,在风险源的识别、风险可能性的判断、各种外推(如物种间外推、不同等级生物组织间外推、由实验室向野外情况外推、由高剂量向低剂量外推等)中都存在不确定性,因此要加强不确定性

评估。可以通过实验方法的改进和对生态系统的深入认识,发展各种外推理论,建立合适的外推模型,逐步减少不确定性。

第三,由于气候变化风险的社会经济评估是一门综合性的应用技术,它需要采用各种模型,应尽量综合利用数学、系统学、计算机和 GIS 等先进科学技术来建立不同层级水平、不同链级的社会经济系统风险评价预测模型。

第四,针对目前大多数的社会经济风险评价结果偏重于定性表述,而缺少定量表征的情况,为了使评价结果具有预测未来变化的能力,在评价中要加强定量方法的研究。同时,以后对评价标准的建立也要全面,可以考虑通过制定相对评价标准和绝对评价标准来实现。另外,也要重视对气候变化事件的社会经济风险的定量评价及适应性对策的研究,为气候变化风险管理奠定基础。

参考文献:

- 巢清尘. 2009. 气候政策核心要素的演化及多目标的协同[J]. 气候变化研究进展(5):151-155.
- 段海来, 千怀遂, 杜尧东. 2010. 中国亚热带地区柑桔气候风险评估[J]. 地理学报(3):301-312.
- 尼古拉斯. 斯特恩. 2009, 2010. 气候变化经济学[J]. 经济社会体制比较, 2009(6):1-13, 2010(1):47-54.
- 潘家华, 赵行姝, 陈正洪, 汪金福. 2008 湖北省应对气候变化的方案分析与政策含义[J]. 气候变化研究进展(9):309-314.
- APEL H, ARONICA G T, KREIBICH H, THIEKEN H. 2009. Flood risk analyses—how detailed do we need to be? [J]. *Natural Hazards*, 49:79-98.
- ADGER W N, HUGHES T P, FOLKE C, et al, 2005. Soeial-Ecological Resilience to Coastal Disasters [J]. *Science*, 309(12):1036-1039.
- AMMANN W J, DANNEMANN S, VULLIET L. 2006. RISK21-CoPng with Risks due to Natural Hazards in the 21st Century [M]. London: Taylor & Francis; 181-190.

- AMOLD M., CHEN R. S, DEIEHMANN U, et al, 2006. *Natural Disaster HotsPots Case Studies* [R]. Washington DC: Hazard Management Unit, World Bank; 1-181.
- BALDASSARRE G D, CASTELLARIN A, MONTANARI A, BRATH A. 2011. Probability- weighted hazard maps for comparing different flood risk management strategies: a case study [J]. *Natural Hazards*, 50:479-496.
- CARDONA O D, HURTADO J E, CHARDON A C, et al. 2005. *Indieators of Disaster Risk and Risk Management Summary RePort for WCDR* [R]. Program for Latin America and the Caribbean, IADB UNC/IDEA, 1-47.
- CUTTER S. L. 2003. The Vulnerability of Seience and the Science of Vulnerability *Annals of the Association of American* [J]. *Geogra Phers*, 93(1):1-12.
- DOWDESWELL J A. 2006. The Greenland Ice Sheet and Global sea-level Rise [J]. *Science*, 311:963-964.
- POSKA A, SEPP E, VESKI S, KOPPEL K. 2008. Using quantitative pollen-based land -cover estimations and a spatial CA_Markov model to reconstruct the development of cultural landscape at Rouge and South Estonia [J]. *Vegetation History and Archaeobotany*, 17:527-541.
- TUDES S, YIGITER N D. 2010. Preparation of land use planning model using GIS based on AHP: case study Adana-Turkey [J]. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 69:235-245.
- WHITMARSH L. 2011. Are flood victims more concerned about climate change than other people? The role of direct experience in risk perception and behavioural response [J]. *Journal of Risk Research*, 11(3):351-374.
- WOOD L J, DRAGICEVIC S. 2011. GIS-based multicriteria evaluation and fuzzy sets to identify priority sites for marine protection [J]. *Biodiversity and Conservation*, 16:2539-2558.
- WOOD D L, LUND J R. 2010. Dutch Cliamte change Policy Innovations for California [J]. *Journal of Contemporary Water Research & Education*, 141: 45-59.

(责任编辑:南北)