

贾慧聪, 潘东华, 王静爱, 等. 自然灾害适应性研究进展[J]. 灾害学, 2014, 29(4): 122–128. [Jia Huicong, Pan Donghua, Wang Jingai, et al. Research Progress of Adaptation to Natural Disasters [J]. Journal of Catastrophology, 2014, 29(4): 122–128.]

自然灾害适应性研究进展*

贾慧聪¹, 潘东华², 王静爱³, 周洪建², 万金红⁴

(1. 中国科学院遥感与数字地球研究所 数字地球重点实验室, 北京 100094; 2. 民政部国家减灾中心, 北京 100124;
3. 北京师范大学 地理学与遥感科学学院 区域地理研究重点实验室, 北京 100875;
4. 中国水利水电科学研究院 北京 100048)

摘要: 综述了适应性的发展阶段、适应性定义的多重属性和解析、适应性分析的模型和方法及国内外自然灾害适应性的研究进展。适应性的研究方法一般归为案例分析和数学模型两种。研究表明: 国内外自然灾害领域的适应性研究主要侧重于社会经济的响应, 尤其是农场(农户)尺度的适应决策和风险感知, 然而, 从自然灾害系统角度的适应性评价研究比较少。适应性在灾害领域的评价案例多作为脆弱性评价的一部分而存在。适应性研究首先要明确空间尺度, 不同尺度所使用的适应性指标各有不同。适应性是局地具有的特征, 尺度过小数据制约就越大, 尺度过大需要考虑基本单元之间比较所用到的适应性指标灵敏程度。

关键词: 自然灾害; 适应性; 分析方法; 指标体系

中图分类号: X43 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000–811X(2014)04–0122–07

doi: 10.3969/j.issn.1000–811X.2014.04.023

自1970年代气候变化及其对人类社会可能产生的影响提出以来, 国际学界和各国政府就开始讨论人类社会应该如何响应全球变化并采取相应的对策。具体研究方向也从1970年代一开始提出的预防和阻止(prevention)到1980年代减缓(mitigation), 直到目前所普遍认同的适应(adaptation)。阻止、减缓和适应都是人类对全球变化的响应行为^[1]。

“适应性”一词, 目前通常在气候领域使用, 它起源于自然科学, 尤其在种群生物学和进化生态学领域^[2], 原意是指有机个体在居住的环境中生存和再生产所需的一般特性, 这种特性导致物种或者生态系统能够持续生存和发展; 而后演变为通过一个有机体或者物种的改变使得它更加适应于生存的环境^[3]。IHDP(International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change)在2005年1月的研究通讯中推出“跨学科的脆弱性评估框架”, 提出将脆弱性形成的时间和空间的动态变化过程以及包括气候变化在内的多种全球变化过程结合起来的脆弱性评价理念, 并提出要将大多研究中的一般性指标评价方法变为面向适应者的脆弱性评价。作为适应者的脆弱性不仅是暴露水平、敏感性和适应能力的函数, 而

且还包括适应者对变化和风险的认知过程, 对适应方式的权衡和选择^[4]。

1 适应性的发展阶段

1.1 人类学和文化生态学领域适应性

人类学家和文化生态学家 Julian Steward, 首次使用“文化适应”(cultural adaptation)的概念来描述“核心文化”(cultural cores)对自然环境的调整^[5–6], 从此以后, 适应性的范例在社会科学得到了广泛应用。Denevan^[5]定义文化适应性是响应自然环境变化、人文内在环境变化(如人口、经济和组织)的过程; O'Brien M等^[7]把适应性过程定义为组织、群体增进环境与文化磨合能力的方法, 认为适应性是在变化环境中通过文化实践而产生的行为选择结果。尽管在适应主体上来看, 生物适应涉及到个体和种群的变化, 社会适应是个体和集体行为的调整, 两者之间有相似的地方^[6–8]。但是由于人类系统拥有计划和管理适应的能力, 是自然环境和内在刺激双重改变的过程, 因此可与环境感知和风险评价合并作为适应策略的重要因素。另外, 由于人类系统进行的是文化适应, 通过这种方式, 人类群体可以将新的和改良的处

* 收稿日期: 2014–03–24 修回日期: 2014–05–11

基金项目: 国家自然科学基金项目(41301593; 41471428); 国家重大科学研究计划项目(2012CB955402)

作者简介: 贾慧聪(1981–), 女, 汉族, 山东聊城人, 博士, 主要从事 GIS&RS 在自然灾害风险中的应用研究。

E-mail: jiahc@radi.ac.cn

通讯作者: 潘东华(1981–), 男, 汉族, 江苏丹阳人, 博士, 副研究员, 主要从事灾害评估与风险防范研究与管理研究。

E-mail: pandonghua@ndrec.gov.cn

理环境问题的方法增加到他们的文化中来。也可以说, 人类系统追求的是目标的调整, 而不只是物种的生存, 比如增强生活的质量等方面 (Smithers and Smit, 1997)^[8]。

1.2 灾害和环境领域适应性

在灾害学领域的一些学者, 如 Burton 等^[9]强调适应性应包括风险认知、调整和灾害管理。另外, 很多学者已经对适应性调整和环境灾害管理方面予以了极大关注^[10]; Holling CS 在研究自然环境变化相关的恢复力、平衡和适应管理过程中也使用了适应性这一概念^[11]; 在权力理论和食物安全领域, 适应被看作是一种资源获取和人们应对压力的响应能力, 这一研究领域的一个突出特征是揭示了个人或家庭的适应能力是怎样形成的, 以及在更高尺度上是如何受到社会、政治和经济过程限制的^[12-14]。以美国克拉克大学的学者 Kaspersen 为代表的政治生态学领域的适应性研究认为, 适应性应该在较大尺度展开, 研究个体、家庭的适应能力如何被社会、政治、经济过程所塑造和限制, 并进行验证^[15-16]。目前, 对于自然灾害适应性的研究还处于起步阶段, 还没有公认统一的定义。

1.3 气候变化领域适应性

在气候变化领域, 随着对气候变化本身不断的关注, 适应性研究不断涌现。早期的案例是 Butzer^[17]依据可预测的气候变化和对世界食品供应的预期影响, 考虑了文化适应 (人类智慧, 包括技术革新、长期规划等)。自此之后, 为不同的目的, 对气候变化进行适应性分析和研究逐步从广度和深度上得到拓展^[18-21]。Smit 于 1998 年提出了适应气候变化及变异影响研究的框图, 它由若干个问题的研究所组成^[22]: “适应什么”是指气候变化或变异, 适应可以是对不利影响或脆弱性的响应, 也可以是对机遇的响应, 可以是对当前实际发生的气候也可以是对未来预测的气候条件的响应; “谁或什么适应”可以是人、社会经济部门, 管理的或非管理的、自然的或生态的系统, 或者是系统的实践、运行与结构, 各系统按其适应能力与脆弱性来区分; “适应如何产生”可以是对过程或导致的后果与条件的适应, 可以是自发的或计划的。以上三个部分构成了“什么是适应”这一总的概念及应回答的问题。作为响应对策要给出适应的选择与措施的评价。“适应效果如何”是基于成本、利益、公平、效率, 紧急性与可执行性等原则对适应做出的评价^[20], 这个框架将适应科学、适应管理与适应方式的选择, 通过科学指导 (理解与预测)、社会公众参与 (传播与教育) 与决策者的决策 (全球公约与国家策略的执行) 相互联系起来了。

2 适应性定义研究进展

2.1 适应性的定义演变及其多重属性

对于适应性概念的理解经历了从处理能力、

响应到调整的变化过程 (表 1)。

表 1 适应性定义的演变

作者	定义
(1) 适应性是处理能力	
Watts and Bohle ^[23]	处理较短时段和长期“潜在可能”的能力。
Brook N ^[24]	“系统的调整”的行为以及特征, 它可以增强处理外部压力的能力。
(2) 适应性是一种响应	
Smit B, Burton I ^[23]	生态 - 社会 - 经济系统对实际的、预想的和气候振荡的一种响应, 以及气候振荡的效果和影响
IPCC ^[25]	气候变化的适应是指人类或者自然系统对现存的或者未来的气候刺激或者影响的一种响应。 一个区域或者部门对气候变化的适应能力依赖于许多的非气候的因素, 如经济发展与投资水平、市场或者保险等的可获得性、社会经济政策, 文化与政治考虑、个人与公共财产相关的法律等等; 适应性分析是气候变化的政策响应的一种重要的组成部分。
Smit and Skinner ^[26] ; O'Brien K ^[27]	
(3) 适应性是一种改变 (调整) 过程	
Burton ^[28]	在过程、措施或结构上的改变, 以减轻或抵消与气候变化相联系的潜在危害, 或利用气候变化带来的机会, 它包括降低社会、地区或活动对气候变化和变率的脆弱性的调整。
Smit B ^[29]	对气候的适应是一种人们减少气候对健康和福利负面影响, 并利用气候环境变化所能提供的机会的过程。
Stakhiv ^[30]	任何调整措施, 无论是被动还是主动, 其目的都是为了减少气候变化的预期不利影响。
Smith, et al ^[31]	气候变化的适应包括为了降低整个社会对气候变化脆弱性而采取的所有人类行为或是经济结构的调整措施。
Pielke ^[32]	个体组织和制度行为的调整以便减少社会对于气候的脆弱性。
Adger, et al ^[14]	适应是减少气候变化的负面影响的一种政策选择。
IPCC ^[25]	社会经济系统对现实存在或者预期发生的气候变化的响应的一种调整。
Doria MF, et al ^[33]	一个成功的适应定义应该是“一种调整, 减少与气候变化及气候变化影响下的脆弱性相关的风险, 到预定水平, 而不会对现有的经济社会、环境的可持续性造成影响”。
IPCC ^[34]	自然和人为系统对新的或变化的环境做出的调整。适应气候变化是指自然和人为系统对于实际的或预期的气候刺激因素及其影响所做出的趋利避害的反应。

尽管以上不同的定义各有侧重, 但都强调需要调整系统, 以减小其脆弱性, 改善和加强其对

气候变化的适应能力。适应的内容涉及到自然的和突发灾害的影响评估过程,针对气候变化所采取的对策可以增强区域可持续发展的措施设计和完善过程^[35]。

从“适应”的内涵与定义来看,它具有很多属性,其中最重要的两点:一是适应的空间尺度,这取决于适应由谁来完成,是对某一流域、某一地区、还是对全国而言;二是适应行为的性质,是自发的还是自觉的,是有计划的或指令性的。前者通常是短期的、战术上的适应,与具体气候变化直接相关;而后者更加偏重战略,是长期的、主动的,通常由政府部门来制订并作为部分政策的适应措施^[36]。文献中对气候变化的适应在时空尺度上是存在分歧的。短期适应更多的是一种应急响应,更高尺度的适应被认为是通过政策、项目,以及最近的适应计划与行动等的一种预期的适应方式^[37]。

2.2 适应性相关定义解析

适应性作为灾害系统的重要属性,与灾害系统一些其他的概念有着密切的关系,然而,它们在使用的时候是有差别的。

2.2.1 适应性(adaptation)、适应能力(adaptability)及响应能力(capacity of response)

适应能力(adaptability)在生态学意味着适应某种环境变化的能力,而适应性(adaptation)是结构、功能和组织行为的特征^[38];适应性是适应能力的显现,它表现的是减少脆弱性的方式^[39];系统较好地处理暴露、敏感性的适应性恰好反映了适应能力^[40]。按照不同的方式,可以划分许多适应性形式和层次,包括按时机(预期的、现时的)、按意图(自动的、规划的)、按空间尺度(地方的、广域的)、按形式(技术的、行为的、金融的、经济的、制度的、信息的)进行划分等^[19,26,41],使原始系统按照调整程度来区分适应性成为可能^[42]。地方适应能力是很多条件的综合反映^[20,43],通过诸如管理能力、经济金融条件、技术和信息资源、基础设施、制度环境等要素来体现。Watts and Bohle 等采用适应能力来表示短期的应对和长期的调整潜力,一般的,通过改进环境条件,一个物种、种群或个体会更好地适应环境。Smither J 指出人类系统的适应能力包括社会生态系统应对环境变化能力以及促进与环境关系条件的能力^[8]。由于人类领域甚至社会生态系统,适应的标准远远超过了生存和再生产能力,包括社会、经济活动的成果以及生活质量^[40]。

IPCC 分析了社会生态系统适应能力和响应能力的关系,认为:适应能力内涵应该比响应能力要宽,不过,这些都将取决于耦合社会生态系统研究对适应能力、响应能力的具体界定^[44]。IPCC^[25], Smit^[40]和 Adjer^[45]等都将系统的应对能力或响应能力都称为适应能力。而 Turner 等^[46]将

响应能力与适应能力区分开,认为两者都是系统恢复力的组成部分,把适应性作为系统响应后重建的表现。一般地,响应能力是系统的一种固有属性,它是系统应对干扰、缓解潜在破坏、利用机会,应对系统变化的调整能力,以及面对系统发生转型时的应对能力。很明显,响应能力也是系统优先于干扰而存在的一种属性。

中长时间尺度之间的界限是模糊的。应对是指社会或者个人当面临气候变化或者自然灾害的不利后果时所采取的行为,他们实质上是对极端事件的短期的调整^[14]。应对策略通常是自然而然发生的,通常也会造成不同程度的脆弱性,而适应包含了更为广泛的压力响应,如改变收入来源,移民或者其他生活方式的改变,同样也包括政府机构的长期介入^[47]。

2.2.2 适应能力(adaptability)、脆弱性(Vulnerability)和恢复力(resilience)

由于观点的多样性和差异性,适应能力与恢复力的关系也不明确,按照 Smit 等^[40]所提到的,一些学者将适应能力和恢复力、社会恢复力等同起来。Folke C 认为脆弱性是恢复力的反面或反义词^[48],不过,具有恢复力的系统其脆弱性要低于不具有恢复能力系统的脆弱性,恢复力与脆弱性要素中的响应能力明显相关,因此,它比脆弱性的反面范围要小^[44]。最基本的差异是,恢复力应用于系统行为的维持,脆弱性的反面应该是抗干扰、维持系统结构的能力。因而至少对社会生态系统的社会要素而言,恢复力似乎是适应能力的真子集。适应能力不仅包含系统的恢复力,而且还包括系统应对影响、利用机会的能力。现在适应作为人类采取的措施,它的评价总是发生在脆弱性的评价当中。由 Smit^[40]改进而成的公式:

$$Vist = f(Eist, Aist). \quad (1)$$

式中: V 是脆弱性, E 是暴露-敏感性, A 是适应能力。 I 是指系统, S 是指气候刺激, t 是指时间。敏感性是指系统遭受、响应于气候刺激的程度;暴露性是风险的一个因素,是暴露于危险中的人或者人工品的总量。

Gallopin^[44]运用系统的视角综合分析了脆弱性、恢复力和适应能力概念之间的相互关系,此观点已经被国内学者所采用^[49]。

2.2.3 适应与减缓

减缓(mitigation)是避免难处置的,而适应(adaptation)目的在于管理那些不可避免的后果^[50]。适应性的策略存在着不确定性,需要以一个长期的眼光,可能为现在的政府等不受欢迎。目前对适应性的关注在于将适应期看作是将社会公共资源至于未来的危险当中,因此,一方面也是由于这个原因,使得现有的气候变化的政策集中于减缓,尽管最关键的还是适应性。与减缓不同,适应性在本地的层面上时最为实用。

3 适应性分析模型与方法研究

适应性的研究方法一般归为案例分析和数学模型两种,脆弱性研究倾向于指标的构建分析,恢复性的研究尤其在生态学那里发展出了大量的理论和数学模型,而适应性的研究更多集中于案例分析。

3.1 “气候变化情景驱动”分析方法

到目前为止,大部分气候变化影响和适应对策评价研究都是采用所谓的“情景驱动”的研究方法。这种方法以 IPCC 气候变化影响和适应对策评价的技术指导书为代表,通常也被称为标准研究方法或途径。该方法由以下 7 个步骤组成:①定义问题(明确研究区域、研究内容,选择敏感的部门等);②选择适合大多数问题的评价方法;③选择测试方法,进行敏感性分析;④选择和应用气候变化情景;⑤评价对生物、自然和社会经济系统的影响;⑥评价自发的调整措施;⑦评价适应对策。

在气候变化研究文献中,大多数气候变化影响研究都偏重于气候变化对人类社会和生态系统各个具体方面所造成的损失和影响。应用模拟模型的主要目的是建立与气候条件相关的生态系统的未来状态。例如,利用大量不同类型的模拟模型,可以研究各种气候情景条件下农作物或者林木生长的速率等问题。使用生态模拟模型也可以评价不同的适应对策。通过改变模拟模型的相应参数,以反映在应对不同气候变化条件下采用某种适应对策或措施。例如,用改变的模型参数表示一些新作物、新树种对未来气候变化的适应性以及生产技术的发展对未来气候变化的适应措施^[51]。

3.2 适应决策矩阵分析方法

基于 Excel 或者 Lotus 的适应决策矩阵(ADM)用于分析适应措施的费用效益,帮助研究者比较费用和效益。研究者在矩阵上部列出政策目标,而在矩阵下部列出适应策略(包括不采取任何措施)。通过专家诊断、研究和分析,对每个适应政策赋值(从 1~5)以表示其在各种适应策略下能够达到特定目标的满意程度。

研究者在评价过程中也有权限给每个政策目标设定不同的权重值,然后对这些值进行加权求和从而可以计算效益增加一个单位时的费用。比如 Svetlana V Mizina 等运用适应性决策矩阵和使用专家打分法(使用任意的数量比例,并不是货币价值)对影响哈萨克斯坦的农业的 12 种适应性因素进行分析,筛选出 4 种重要的因素^[52]; Punsalmaa Batima 等对蒙古的牧场旱灾适应进行评价,运用决策矩阵来对各种适应措施从长期有效性、短期收

益、成本以及限制等方面分成高中低三个层次进行打分^[53]。在政策目标被满足而产生的许多效益很难货币化或者不能统一单位的时候,这种方法很有用。然而,进行深入研究需要详细的研究和分析结果来提供基础信息给研究者作为评价打分的依据,否则打分过程将过于依赖于主观判断,但是如果运用它作为问卷的一部分再加以统计分析,这种影响将会消除很多。

3.3 TEAM(Tools for Environmental Assessment and Management)模型

为了对各种适应对策及规划可能发生的影响和后果进行评估并选择合适、满意的对策,美国环境规划署开发了一个名为 TEAM(Tools for Environmental Assessment and Management)的决策支持系统软件作为适应对策评估的决策工具。这一决策支持系统主要以多准则、多标准决策技术为基础,并以图示手段、人-机对话使评估过程简便清晰。该评价方法适用于对水资源、沿海地区和农业部门气候变化影响及适应性的评估研究^[54]。根据 TEAM 模型进行评估研究的整个过程主要包括 5 个步骤,每一步骤都提供一定的机制和功能。TEAM 模型作为美国政府以国家单位的国际气候变化影响及适应对策评价项目进行气候适应对策评价的分析工具,不少发展中国家得到资助也开展这一方面的研究。

3.4 多标准评价方法

对于适应对策评价过程中多标准、多团体参与的特性,多标准评价方法是较好的分析技术,可以用来作为评估适应对策的有效工具。通过它,各种适应策略可以进行相互比较并被有序地和系统地评价。当给定一系列能够被用来处理生物自然和社会经济方面气候脆弱性的可能适应政策,多标准评价工具能够在这些可选方案中确定满意的政策。许多在决策科学、多标准评价以及系统分析领域开发和建立的方法和工具也可以被用于适应措施的评价,它们能够有效地将气候变化影响评估与区域可持续能力联系在一起。这些方法包括目标规划(GP)、模糊模式识别(FPR)、神经网络技术(NN)以及多层次分析过程技术^[55-56]。

3.5 基于主体建模的方法

基于主体建模的方法是一种有效的政策工具,可模拟不同的适应选择对减少脆弱性地影响,能模拟气候变化的动态变化过程,另一方面,还能够模拟不同社会团体对这些变化的影响的动态适应性过程^[57]。

4 国内外自然灾害适应性研究进展

1945 年 Gilbert F White 针对美国洪水灾害加剧形势,提出了“系列调整”的观点,首次将人们防

灾减灾的视线从致灾因子扩展到人类对灾害的行为反应,指出可以通过调整人类的行为来减少灾害的影响和损失,从而为其后的综合减灾策略提供新的思路^[58],也奠定了现代自然灾害领域通过关注极端事件的影响以及人类响应来探索人与环境相互影响机制的基础。国内外学者对以下三个方面适应性的研究比较多:灾害风险的感知、农场(农户)尺度不确定性风险的管理策略以及农业系统中个体的决策^[31,59-60]。

国外的文献关于适应措施的评价很多,但是从灾害系统的角度通过构建适应性指标体系的方法来评价适应性的案例不多。Gary Yohe 从适应决定因子出发构建了评价应对能力的指标 R 。

$$R = \{ (PCC_2 + PCC_3) / 2PCC_1 \} \quad (2)$$

式中: $PCC_j = \{ EF_j \} \{ FF_j \}$ FF 是将某种措施可行性按照 8 个标准 1~5 打分所得值的最大值。 EF 是措施功效按照 0~1 打分所得的值,将可行性和功效打乘积得到 PCC 。 PCC_1 、 PCC_2 、 PCC_3 得分靠前的三种措施所对应的值。最后通过公式计算得到 R 值, R 取值在 0~1 之间, R 值越大说明这个地区应对灾害的能力比较强,并以莱茵河三角洲应对洪水到来的措施案例进行了评价^[61]。

自然灾害的适应性研究是多尺度、多视角的,农业系统对气候变化的适应性研究一直以来受到较大关注。国内外学者运用大量的研究途径,考虑了不同的尺度(植物、立地、田块、农场(农户)、区域、地区、国家乃至国际)。农业系统作为一个复杂系统,系统内部的变化是被环境、经济、政治以及社会力量共同的影响所驱动的^[62]。研究表明,农业变化在不同水平做出的决定是相互关联的,适应是个体决定的结果,这种决定被农场家庭内在的力量(比如:收入损失风险,环境感知),以及外在的影响农业系统的力量(比如宏观经济政策,制度框架)所影响^[63]。作为农业活动的适应模式,是多个个体的决定(通过政府、农产品商业以及个体生产者)的产物^[59],政府政策、制度安排以及宏观的社会和经济状况在适应的研究中不断的被认可^[63]。加拿大学者 Susanna Reid 等人^[64]以大拿大安大略湖玻斯的农场为研究对象进行访问,聚焦四种农民群体用于确定农场的气候风险,并且纪录了农民对气候和天气情况和风险的响应。M. F. W. Slegers 通过在坦桑尼亚通过问卷调查和访谈等方式进行的研究发现农民认识到土壤类型、土壤区位以及土地状态、土地管理实践在旱灾脆弱性上的差异,农民在生产生活过程中已经积累了对环境适应的经验,这些知识对整个农业系统的适应性来讲是至关重要的^[65]。

国内已有很多学者分别从自然大区尺度、县域尺度和农户尺度对适应性进行了大量研究。王馥棠等^[66]在对黄土高原农业生产脆弱性进行研究

过程中对黄土高原的农业生产环境运用适应性因子 7 个指标(包括人均农民纯收入、非农社会总产值比值比重,农业人口比例,水土流失治理率等社会经济环境因素)进行了适应性评价。赵艳霞等^[67]针对农牧交错地带通过对农业生态系统脆弱性的评价方法进行研究,适应性的指标分为农业生产因素和社会经济因素,在此基础上划分为人均耕地面积、粮食播种单产、人均粮食产量、农业人口比例、有效灌溉比例、人均 GDP、非农业产值比重、农民人均纯收入七个指标。苏筠等^[68]以湖南鼎城为例进行了旱灾承灾体脆弱性分析,按照轻度干旱是敏感性评价,重度干旱是适应性评价来进行。王静爱等^[69]在此基础上提出雨养农业脆弱性诊断的易损-适应模型(RA),评价适应性所用的指标是人均耕地面积、耕地平坦指数、灌溉便捷指数、灌溉水量指数、人均粮食产量、人均大牲畜、非农收入比例。万金红等^[70]从收入多样性的视角来对兴和县农户旱灾恢复力进行评价,得到的是收入多样性和收入依赖性对旱灾恢复的影响。王泓霏等^[71]应用 Hybrid-Maize 模型研究了 1981-2010 年气候变化对河北邢台夏玉米产量潜力的影响及农民采用长生育期品种的适应措施。邓岚等^[72]基于投影寻踪评价模型(PPE)实现了多指标的农业旱灾适应能力分类及等级评价。

综上所述,国内外自然灾害领域的适应性研究主要侧重于社会经济的响应,尤其是农场(农户)尺度的适应决策和风险感知,这些社会经济对气候变化的响应方面的研究,为后期进一步研究积累了大量的文献。然而,从自然灾害系统角度的适应性评价研究比较少。适应性在灾害领域的评价案例多作为脆弱性评价的一部分而存在。适应性是局地具有的特征,尺度过大数据制约就越大,尺度过大需要考虑基本单元之间比较所用到的适应性指标灵敏程度。因此,不同尺度所使用的适应性指标各有不同。适应是有时间和空间的尺度的,从家户的适应到政府等政策的制定等,但是受空间分辨率的影响,气候变化预测模型对农户的种植管理等并不适合,需要进行降尺度处理。

参考文献:

- [1] 葛全胜,陈泮勤,方修琦,等. 全球变化的区域适应研究: 挑战与研究对策[J]. 地球科学进展, 2004, 19(4): 516-524.
- [2] Winterhalder B. Environmental analysis in human evolution and adaptation research [J]. Human Ecology, 1980, 146: 135-170.
- [3] Slobodkin L A, Rappaport A. An optimal strategy of evolution [J]. The Quarterly Review of Biology, 1974, 49: 181-200.
- [4] Acosta-Michlik L, Mark Rounsevell. From generic indices to adaptive agents: Shift foci in assessing vulnerability to the combined impacts of climate change and globalization [J]. IHDP Newslet-

- ter, 2005 (1): 14–16.
- [5] Denevan WM. Adaptation, variation and cultural geography [J]. *Professional Geographer*, 1983, 35 (4): 399–406.
 - [6] Butzer KW. Cultural ecology [M]// Gaile G L, Willmott C J. *Geography in America*. Columbus: Merrill Publishing Co, 1989.
 - [7] O'brien M, Holland T D. The role of adaptation in archeological explanation [J]. *American Antiquity*, 1992, 57: 36–69.
 - [8] Smither J, Smit B. Human adaptation to climate variability and change [J]. *Global Environmental Change*, 1997, 7: 129–146.
 - [9] Burton I, Kates R W, White G F. *The environment as hazard* [M]. New York: Oxford University Press, 1978.
 - [10] Burton I, Feenstra J F, Smith J B, et al. Handbook on methods for climate change impact assessment and adaptation strategies. United Nations environment programme and the institute for environmental studies [M]. Netherlands: Free University of Amsterdam, 1998.
 - [11] Holling CS. Resilience of ecosystems: Local surprise and global change [C]//Clark W C, Munn R. E. *Sustainable Development as Hazard*. New York: Oxford University Press, 1978.
 - [12] Downing T. Vulnerability to hunger in Africa: A climate change perspective [J]. *Global Environmental Change*, 1991, 1: 365–380.
 - [13] Adger W N, Kelly P M. Social vulnerability to climate change and architecture of entitlements [J]. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 1999, 4: 253–266.
 - [14] Adger W N. Institutional adaptation to environmental risk under the transition in Vietnam [J]. *Annals of the Association of American Geographers*, 2000, 90: 738–758.
 - [15] Kasperson J X, Kasperson RE. Climate change, vulnerability and social justice [M]. Stockholm: Stockholm Environment Institute, 2001.
 - [16] Kasperson J X, Kasperson RE. The social contours of risk (vol. 1) [M]. London: Earthscan, 2005.
 - [17] Butzer K W. Adaptation to global environmental change [J]. *Professional Geographer*, 1980, 32: 269–278.
 - [18] Kelly P M, Adger W N. Theory and practice in assessing vulnerability to climate change and facilitating adaptation [J]. *Climate Change*, 2000, 47: 325–352.
 - [19] Smit B, Pilifosova O. Adaptation to climate change in the context of sustainable development and equity [C]//Chapter 18 in *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability Contribution of Working group to the third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press, 2001, 18: 876–912.
 - [20] Smit B, Pilifosova O. From adaptation to adaptive capacity and vulnerability reduction [C]//Smith J B, Klein R J T, Huq S. *Climate Change, Adaptive Capacity and Development*. London: Imperial College Press, 2003.
 - [21] Reidsma P, Ewert F, Lansink A O, et al. Adaptation to climate change and climate variability in European agriculture: the importance of farm level responses [J]. *European Journal of Agronomy*, 2010, 32(1): 91–102.
 - [22] Smit B, Burton I, R J T Klein, et al. The science of adaptation: A framework for assessment [J]. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 1999, 4(3/4): 199–213.
 - [23] Watts M J, Bohle H G. The space of vulnerability: the causal structure of hunger and famine [J]. *Progress in Human Geography*, 1993, 17: 43–67.
 - [24] Brooks N. Vulnerability, Risk and Adaptation: A Conceptual Framework. Working Paper 38 [C]//Tyndall Centre for Climate Change Research. Norwich: University of East Anglia, 2003.
 - [25] IPCC. *Climate change: Impacts, adaptation & vulnerability* [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2001: 3–26.
 - [26] Smit B, Skinner M. Adaptation options in agriculture to climate change: a typology [J]. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 2002, 7: 85–114.
 - [27] O'Brien K. global environmental change II: from adaptation to deliberate transformation [J]. *Prog Hum Geogr*, 2012, 36(5): 667–676.
 - [28] Burton. *adapt and thrive* [M]. Report of Environment Canada, Downs view, Ontario, Canada, 1992: 135–168.
 - [29] Smit B. Adaptation to climate variability and change [J]. Environment Canada, Guelph. 1993.
 - [30] Stakhiv E. Evaluation of IPCC adaptation strategies, Institute for Water Resources, U. S. Army Corps of Engineer, Fort Belvoir, VA [C]. Draft report, 1993.
 - [31] Smith J B, Ragland S E, Pitts G J. A process for evaluating anticipatory adaptation measures for climate change [J]. *Water, Air, and Soil Pollution*, 1996, 92: 229–238.
 - [32] Pielke RAJ. Rethinking the role of adaptation in climate policy [J]. *Global Environmental Change*, 1998, 8: 159–170.
 - [33] Doria Miguel de Franca, Boyd Emily, Tompkins Emma L, et al. Using expert elicitation to define successful adaptation to climate change [J]. *Environ. Sci. Policy*, 2009, 12 (7): 810–819.
 - [34] IPCC. Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation. A special report of working groups I and II of the intergovernmental panel on climate change [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2012.
 - [35] 殷永元. 气候变化适应对策的评价方法和工具 [J]. *冰川冻土*, 2002, 24(4): 426–431.
 - [36] 刘春霖. 气候变化影响与适应研究中的若干问题 [J]. *气候与环境研究*, 1999, 4(2): 129–134.
 - [37] Henny Osbahr, Peter Dorward, Roger Stern. Supporting Agricultural Innovation in Uganda to respond to climate Risk: Linking climate change and variability with farmer perceptions. *Experimental Agriculture*, 2011, 47 (2): 293–316.
 - [38] Dobzhansky T. *Adaptness and fitness* [C]//Lewontin R C. *Population biology and Evolution*, New York: Syracuse Univ Press, Syracuse, 1968: 109–121.
 - [39] Barry Smit, Johanna Wandel. Adaptation, adaptive capacity and vulnerability [J]. *Global Environmental Change*, 2006, 16: 282–292.
 - [40] Smit B, Wandel J. Adaptation, adaptive capacity and vulnerability [J]. *Global Environmental Change*, 2006, 16(3): 282–292.
 - [41] Huq S, Rahman A, Konate N, et al. Mainstreaming Adaptation to Climate changes in Least Developed Countries (LDCs) [M]. London: International Institute for environment and Development, 2003.
 - [42] Risbey J, Kandlikar M, Dowlatabadi H, et al. Scale, context and decision making in agricultural adaptation to climate variability and change [J]. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 1999, 4: 137–164.
 - [43] Yohe G, Strzepek K, Pau T, et al. Assessing vulnerability in the context of changing socioeconomic conditions: a study of Egypt [C]//Smith J B, Klein R J, Huq S. *Climate Change, Adaptive Capacity and Development*. London: Imperial College Press, 2003.
 - [44] Gallopin G C. Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity [J]. *Global environmental Change*, 2006, 16 (3): 293–303.
 - [45] Adger W N. Vulnerability [J]. *Global Environmental Change*, 2006, 16(3): 268–281.
 - [46] Turner II B L, Kasperson R E, Matson P A, et al. A framework for vulnerability analysis in sustainability science [J]. *Proceedings of the National academy of Science of the United States of America*, 2003, 100(14): 8074–8079.
 - [47] Lioubimtseva E. Human dimensions of climate change in arid and semi-arid environments: a case study of post-soviet Central Asia [J]. *Annals of Arid Zone*, 2009, 47(4): 1–24.

- [48] Folke C, Carpenter S, Elmqvist S, et al. Resilience and sustainable development: Building adaptive capacity in a world of transformations [C]//Report for the Swedish environmental advisory council 2002 I. Ministry of the environmental Change, 2002: 149.
- [49] 史培军, 王静爱, 陈婧, 等. 当代地理学之人地相互作用研究的趋向—全球变化人类行为计划(IHDP) 第六届开放会议透视[J]. 地理学报, 2006, 61(2): 115–126.
- [50] Julia Laukkonen, Paola Kim Blancob, Jennifer Lenhart, et al. Combining climate change adaptation and mitigation measures at the local level [J]. Habitat International, 2009, 33(3): 287–292.
- [51] 殷永元, 王桂新. 全球气候变化评估方法及其应用[M]. 北京: 高等教育出版社, 2004.
- [52] SV Mizina, JB Smith, E Gossen et al. An evaluation of adaptation options for climate change impacts on agriculture in Kazakhstan [J]. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 1999, 4(1): 25–41.
- [53] Neil Leary, James Adejuwon, Vicente Barros, et al. Climate change and adaptation [M]. Earthscan in the UK and USA, 2008: 196–210.
- [54] Smith A E, Chan N, Chu H Q, et al. Documentation of adaptation strategy evaluator systems, vol. 1. Prepared for the U. S [R]. Environmental Protection Agency under EPA Contract No. 68–W2–0018, 2008.
- [55] Yin Y. Flood management and water resource sustainable development: the case of Great Lakes Basin [J]. Water International, 2000, 26(2): 197–205.
- [56] Saaty L. Decision making for leaders: The analytical hierarchy process for decisions in a complex world [M]. New York: McGraw-Hall, 1982: 56–92.
- [57] Lilibeth Acosta-Michlik, Victoria Espaldon. Assessing vulnerability of selected farming communities in the Philippines based on a behavioural model of agent's adaptation to global environmental change [J]. Global Environmental Change, 2008, 18: 554–563.
- [58] White GF. Human Adjustments to Floods [M]. University of Chicago, 1945.
- [59] Chiotti Q, Johnston TRR, Smit B, et al. Agricultural response to climate change: A preliminary investigation of farm-level adaptation in southern Alberta [M]// B Ilbery, Q Chiotti, T Rickard. Agricultural Restructuring and Sustainability: A geographical perspective. Wallingford: CAB International, 1997: 167–183.
- [60] Torsten Grothmann, Anthony Patt. Adaptive capacity and human cognition: The process of individual adaptation to climate change [J]. Global Environmental Change. 2005, 15: 199–213.
- [61] Gary Yohe, Richard S J. To Indicators for social and economic coping capacity—moving toward a working definition of adaptive capacity [J]. Global Environmental Change, 2002, 12: 25–40.
- [62] Bryant C R, Smit B, Brklacich M, et al. Adaptation in Canadian agriculture to climatic variability and change [J]. Clim. Change, 2000, 45: 181–201.
- [63] Chiotti QP and Johnston T. Extending the boundaries of climate change research: A discussion on agriculture [J]. J. Rural Stud, 1995, 11(3): 335–350.
- [64] Susanna Reid, Barry Smit, Wayne Caldwell, et al. Vulnerability and adaptation to climate risks in Ontario agriculture [J]. Mitig Adapt Strat Glob Change, 2007, 12: 609–637.
- [65] MFW Slegers. If only it would rain Farmers' perceptions of rainfall and drought in semi-arid central Tanzania [J]. Journal of Arid Environments, 2008, 72: 2106–2123.
- [66] 王馥棠, 刘文泉. 黄土高原农业生产气候脆弱性的初步研究[J]. 气候与环境研究, 2003, 8(1): 91–100.
- [67] 赵艳霞, 何磊, 刘寿东, 等. 农业生态系统脆弱性评价方法[J]. 生态学杂志, 2007, 26(5): 754–758.
- [68] 苏筠, 周洪建, 崔欣婷. 湖南鼎城农业旱灾脆弱性的变化及原因分析[J]. 长江流域资源与环境, 2005, 14(4): 522–527.
- [69] 王静爱, 苏筠, 商彦蕊, 等. 中国旱灾农业承灾体脆弱性诊断与评价[J]. 地球科学进展, 2006, 21(2): 161–169.
- [70] 万金红, 王静爱, 刘珍, 等. 从收入多样性的视角看农户的旱灾恢复力——以内蒙古兴和县为例[J]. 自然灾害学报, 2008, 17(1): 122–126.
- [71] 王泓霏, 陈新平, 崔振岭, 等. 气候变化对邢台夏玉米的影响及品种适应性[J]. 应用生态学报, 2014, 25(1): 155–161.
- [72] 邓岚, 马箭, 王俊, 等. 农业旱灾适应性综合评价分析——以云南省施甸县为例[J]. 灾害学, 2014, 29(2): 102–108.

Research Progress of Natural Disaster Adaptation

Jia Huicong¹, Pan Donghua², Wang Jingai³, Zhou Hongjian² and Wan Jinhong⁴

(1. State Key Laboratory of Remote Sensing Science, Institute of Remote Sensing and Digital Earth, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100094, China; 2. National Disaster Reduction Center of China, Ministry of Civil Affairs of the People's Republic of China, Beijing 100124, China; 3. Key Laboratory of Regional Geography of Beijing Normal University, Beijing 100875, China; 4. China Institute of Water Resources and Hydropower Research, Beijing 100048, China)

Abstract: Development stages of adaptation, multiple attribute and analysis on definition of adaptation, model and method of adaptation analysis and research progress of natural disaster adaptation at home and abroad are reviewed. Research methods of adaptation are mainly of two kinds: case analysis and mathematical model. It is shown that studies on the adaptation in the field of natural disasters focuses mainly on social economy response, especially the adaptation decision of farms (farmers) scale and risk perception, less on adaptation evaluation and study from the aspect of natural disaster system. Most of the evaluations of adaptation in the field of disasters exist as part of vulnerability assessment. Adaptation study should first make clear of spatial scales for different adaptive indicators are used in different scales. Adaptation is a characteristic of small regions. Data constraints are greater when the scale is smaller, and sensitive degree of adaptation indicators in the comparison of basic units is needed to be considered when the scale is too large.

Key words: natural disaster; adaptation; analysis method; index system