



矿业城市

人地系统脆弱性

——理论·方法·实证

张平宇 李鹤 佟连军 等◎著
刘继生 王士君 修春亮



科学出版社

国家自然科学基金重点项目(40635030)成果



矿业城市人地系统脆弱性

——理论方法·实证

张平宇 李鹤 佟连军 等◎著
刘继生 王士君 修春亮

科学出版社
北京

图书在版编目 (CIP) 数据

矿业城市人地系统脆弱性: 理论·方法·实证/张平宇等著. —北京: 科学出版社, 2011. 1
ISBN 978-7-03-029852-2

I. ①矿… II. ①张… III. ①矿业城镇-人类环境-研究-东北地区 IV. ①X24

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 260899 号

责任编辑: 宋 旭 陈 超 韩昌福 赵 冰/责任校对: 鲁 素

责任印制: 赵德静 / 封面设计: 无极书装

编辑部电话: 010-64035853

E-mail: houjunlin@mail. sciencep. com

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

骏杰印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011 年 2 月第 一 版 开本: B5 (720×1000)

2011 年 2 月第一次印刷 印张: 18 3/4

印数: 1-2 000 字数: 345 000

定价: 48.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)



序 言

Preface

脆弱性是当前全球变化研究领域的一个核心概念,已发展成为一个新的研究方向。尽管目前对脆弱性概念的理解还没有完全达成一致,脆弱性研究的理论和方法仍处在不断完善之中,但它作为研究人-自然耦合系统的一个新的范式,已被大量地应用到实践研究中,表现出方便应用的工具性,并得到日益广泛的科学认同。人与自然系统的关系是一个古老的哲学命题,现代自然科学的进步把这一哲学命题具体化为相关学科的科学命题。人-自然耦合系统,地理科学表述为“人地关系地域系统”;生态学表述为“社会生态耦合系统”;环境科学表述为“人-环境耦合系统”。这些概念均源自于各自的学科背景,有不同的研究侧重和学科特点。它们所关注的对象、研究的要素以及相互作用过程多有交叉、重叠,在解释人与自然系统的耦合机制上均有独特作用。然而,面对全球变化和经济全球化背景下当代人类社会发展趋势和可持续发展问题的复杂性,传统的科学理论和方法显现出片面性和局限性,需要建立能够最大限度地整合自然与人文过程,集成各方面学科优势,形成具有共同科学术语和研究范式的新的学科方向。刚刚兴起的可持续性科学就是在这种背景下应运而生的。脆弱性作为可持续性研究的基本方法,其独特的作用体现在能够紧密围绕人-环境耦合系统的关键相互作用过程开展研究,在一个开放、跨尺度和动态变化的背景下揭示该系统的地方特性,为其科学的管治和决策服务,同时有利于建立可应用的科学规制和技术方法。

我国是世界上生态环境最为脆弱的国家之一,一方面是因为我国自然地理结构所固有的脆弱性,另一方面是因为我国约占世界 1/5 人口的生存和发展对资源环境所带来的持续压力。同时也应注意到,我国人地系统脆弱性具有明显的区域差异性。在多种多样的人地关系地域系统中,矿产资源开采对自然系统的干扰最为强烈,所以矿业城市人地系统脆弱性最为典型,具有特殊的研究价值。

本书是国家自然科学基金重点项目“东北地区矿业城市人地系统脆弱性与可持续性研究”(40635030)的成果集成。本书从地理学人地关系地域

系统理论视角出发,针对全球变化背景下人-环境耦合系统研究的新趋向,采用脆弱性研究范式,试图从一个新的理论视角探究我国矿业城市脆弱性机制,为矿业城市寻求可持续发展途径提供科学依据。全书可分为三个相互贯通的部分:第一章至第三章为一般性理论研究,探讨了当前脆弱性研究的前沿理论及其在人地系统研究应用问题,系统分析了矿业城市人地系统脆弱性特征扰动因素及关键过程,构建了矿业城市人地系统脆弱性评价流程与方法,为下面的实证研究奠定理论与方法基础;第四章、第五章通过构建脆弱性评价模型,从区域尺度上评价了东北地区14个矿业城市脆弱性的区域分异特征及类型差别,并探讨了脆弱性调控途径;第六章至第八章分别以阜新、大庆、辽源三个矿业城市为案例,从不同侧面深入探究矿业城市人地系统脆弱性机制与调控策略,目的在于比较矿业城市脆弱性的地方特性。

本书是项目组成员集体密切合作的研究成果。在项目进展期间,参加人员怀着高度的责任感和对这一新研究方向的浓厚兴趣,积极参加学术研讨和调研活动,付出了艰苦的努力并作出了独特的贡献。各章作者分别为:第一章,张平宇;第二章,张平宇、李鹤;第三章,李鹤、张平宇;第四章,李鹤;第五章,佟连军、李鹤、仇方道;第六章,修春亮、刘大千;第七章,王士君、杨艳茹、苏飞;第八章,刘继生、卢万合、那伟。全书由张平宇研究员统稿和最终定稿。

本书力求遵循脆弱性研究范式,紧密结合国际前沿,注重了矿业城市人地系统地方特性和脆弱性方法的应用创新,尝试了脆弱性应用研究的新领域,建立了矿业城市可持续发展问题研究的一个新的理论视角。本书的主要贡献体现在以下方面:基于脆弱性研究范式,建立了矿业城市人地系统脆弱性分析框架;识别出矿业城市关键脆弱性特征和机制;开展了矿业城市脆弱性评价,定量测度和比较了矿业城市脆弱性差异;针对脆弱性发生机制提出了矿业城市脆弱性调控途径和可持续发展对策,为东北地区矿业城市发展决策提供了参考。

同时,我们也清醒地认识到,由于数据、方法、样本和理论认识等方面的原因,本书发表的内容还仅为初步研究成果,也难免存在不足乃至值得商榷之处。欢迎从事相关研究的人士和广大读者给予批评指正,以促进我们的研究工作。

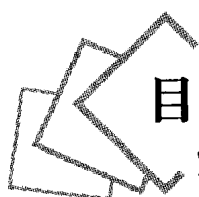
项目进展期间,正值国家实施振兴东北等老工业基地战略的关键阶段,项目的调研和数据收集得到了东北三省相关部门和相关案例城市的大力支持和热情帮助。在项目开展伊始,陆大道院士专门来信对项目进展提出了要求和期望,激励着项目组成员努力工作。在项目中期考核过程中,专家组对项

序 言

目进展需要注意的方面给予了明确指导。在这里，我们对所有关心支持本项工作的单位和个人一并表示衷心感谢！本书的顺利出版还得到了科学出版社的大力支持，我们对编审人员付出的辛苦工作表示诚挚谢意！最后，需要特别感谢国家自然科学基金委员会对本项目的资助。

张平宇

2010年8月9日



目 录

Contents

序言

第一章 脆弱性与人地系统研究	1
第一节 脆弱性研究概述	1
第二节 脆弱性的内涵与分析框架	14
第三节 人地系统研究与脆弱性应用	25
参考文献	35
第二章 矿业城市人地系统脆弱性分析	42
第一节 矿业城市人地系统的构成与特性	43
第二节 矿业城市人地系统脆弱性概念模型与分析框架	47
第三节 矿业城市人地系统脆弱性特征	52
第四节 矿业城市人地系统脆弱性过程	58
参考文献	73
第三章 矿业城市人地系统脆弱性评价方法	75
第一节 脆弱性评价概述	75
第二节 矿业城市人地系统脆弱性评价的方法论体系	78
第三节 矿业城市人地系统脆弱性评价流程与方法	96
参考文献	114
第四章 东北地区矿业城市人地系统脆弱性评价	119
第一节 东北地区矿业城市发展态势	119
第二节 评价过程	123
第三节 评价结果分析	139
第四节 脆弱性类型划分	153
参考文献	160

第五章 矿业城市人地系统脆弱性调控	161
第一节 矿业城市人地系统脆弱性调控机制	161
第二节 东北地区矿业城市经济系统脆弱性调控策略	166
第三节 东北地区矿业城市社会系统脆弱性调控策略	170
第四节 东北地区矿业城市生态环境系统脆弱性调控策略	174
参考文献	178
第六章 阜新市社会系统脆弱性演变及其空间分异	180
第一节 阜新市城市转型与社会脆弱性	181
第二节 阜新市社会系统脆弱性分析与评价	187
第三节 阜新市居住区脆弱性空间分异研究	205
第四节 阜新市社会系统脆弱性调控对策	219
参考文献	228
第七章 大庆市经济系统脆弱性及调控途径	230
第一节 大庆市经济系统脆弱性特征及可持续发展条件	230
第二节 大庆市经济系统脆弱性产生原因	242
第三节 大庆市经济系统脆弱性评价及结果分析	248
第四节 大庆市经济系统脆弱性调控途径	254
参考文献	259
第八章 辽源市人地系统脆弱性与可持续发展对策	261
第一节 辽源市人地系统脆弱性的表征	261
第二节 辽源市人地系统脆弱性的影响因素	268
第三节 辽源市人地系统脆弱性评价	278
第四节 辽源市人地系统可持续发展对策	286
参考文献	292



第一章 脆弱性与人地系统研究

脆弱性是全球环境变化和可持续性科学领域新的研究方向,具有综合集成、跨学科、多尺度、多要素、多重循环的特点,已成为当代地理学以及相关科学诠释人类-环境系统相互作用机制的重要研究领域。由于人地关系耦合系统的复杂性以及对脆弱性概念认识的差别,真正意义上的脆弱性研究尚处于起步阶段,既需要理论与方法的深化、学科之间的交叉与融合,又需要全球范围内更多的基于地方尺度的实证案例研究的支持。随着脆弱性研究理论和方法的不断发展,脆弱性研究必将成为揭示人地关系相互作用机制的重要研究范式。



第一节 脆弱性研究概述

一、脆弱性研究的背景

(一) 自然与人文因素的综合研究是全球变化研究领域的前沿和发展趋势

进入 20 世纪中后期,全球变化问题成为全人类面临的重大问题,人类不仅受到来自变化中的地球的强烈冲击,而且也正以前所未有的幅度和速度改造着地球系统(叶笃正,1992;刘燕华等,2004)。全球变化是地球系统整体

行为的结果,涉及地球系统各圈层之间的相互作用,是人与自然相互作用的现代地理过程,包含丰富的人文科学问题(冷疏影等,2001;张平宇,2007)。20世纪80年代以来,国际科技界已组织了四个大型全球变化研究计划,即世界气候研究计划(WCRP)、国际地圈-生物圈计划(IGBP)、全球环境变化的人文因素影响计划(IHDP)、国际生物多样性计划(DIVERSITAS)(张志强和孙成权,1999;Berrien,2000)。在四个计划的基础上,又进一步联合组成了地球系统科学联盟(ESSP),旨在促进地球系统变化研究和可持续发展的研究,进而为全球变化的政治、经济、社会决策提供支撑。早在IGBP开始酝酿时,就考虑了人文因素部分,但因人文因素内容过于庞杂,而国际科学联合会理事会(ICSU)本身又无对应的管理机构,故而ICSU向国际社会科学联合会(ISSC)建议制订人文因素计划(HDP),后发展为国际全球环境变化人文因素计划(IHDP)。除IGBP外,WCRP及DIVERSITAS随着研究的深入,对人文因素的研究也日益受到重视。例如,DIVERSITAS计划实施初期,也主要集中在全球环境变化中的生物多样性本身,而随着研究的展开、可持续发展观念的出现,生物多样性中的人类因素也不可避免地被纳入到研究内容中,并在1995年推出新的研究方案、强调对人文因素的研究(王黎明等,2003)。随着这些研究计划的酝酿、实施和推进,全球变化所关注的实际问题已从一般性全球变化问题向既具有区域性特点又有全球意义的问题发展,强调人类社会对全球环境变化的影响以及对全球变化的响应与适应问题,从侧重于关注全球变化的自然因素研究向强调自然与人文因素的综合作用研究发展,缺少人文因素的全球变化研究已经不能代表当今的潮流(宋长青等,2000;王黎明等,2003)。全球变化研究领域自然与人文因素综合研究的发展趋势,促进了不同学科的交叉和融合,从而产生了众多新的概念、方法、范式乃至学科方向,如可持续性科学(Kates et al., 2001)、脆弱性科学(Cutter, 2003)、恢复力和适应性(Holling, 2001; Walker et al., 2004)等,从不同角度审视全球变化背景下人地相互作用所具有的脆弱性、风险性、恢复性与适应性等独特结构与功能特性。

(二) 地理学在全球变化研究领域中的作用日益凸显

对人地关系的认识始终贯彻在地理学的各个发展阶段,从19世纪末兴起的近代地理学到第二次世界大战后的现代地理学,虽然其中心研究课题随时代的进展而有所转化,但地理学的基础理论万变不离人类和地理环境的相互关系这一宗旨(吴传钧,1991)。回顾近30年全球变化研究的发展历程,地理学凭借着其综合性、区域性和全局性等学科特点,集成政治/文化生态学、生态经济学和制度经济学的视角与方法,结合风险、灾害和脆弱性等概念,

在全球环境变化领域作出了突出的贡献。在全球加快建立和发展地球系统科学和可持续性科学的进程中,地理学不仅成为这两大科学体系的倡导者,而且还是重要的建设者(蔡运龙等,2004)。在IPCC、WCRP、DIVERSITAS、IGBP、IHDP和千年生态系统评估(MEA)等科学计划中,地理学者占10%左右,其中相当一部分是人文地理学者,他们起到了不可替代的作用。特别是IHDP为人文地理学者参加全球环境变化研究搭建了重要平台(张平宇,2007)。如今,地理学所关注的地球各环境要素在陆地表层的作用过程已成为发展地球系统科学的关键,所研究的自然资源利用、灾害防御与风险综合管理、环境变化影响及人类的适应性、人口与城市化、经济与产业布局、区域发展与规划、技术服务与信息传递等科学问题,直接指向全球变化背景下决策者的紧迫需求(宋长青和冷疏影,2005a),地理学在全球变化研究领域中的重要地位和作用越来越受到科学界的了解和认同。但同时也应清醒地认识到,在全球变化和可持续发展的大背景下,面对越来越综合和复杂的研究对象,各国地理学研究正在逐步从单一要素和过程的研究向多要素、复杂过程综合集成方向发展,相比之下,我国地理学研究目前还不具备很好的综合集成研究能力(宋长青和冷疏影,2005b),有针对性地探讨综合集成研究的理论和方法,已成为我国地理学发展和参与全球变化研究所面临的重要任务。

(三)“脆弱性”已成为当代人地相互作用机制研究的重大科学问题和分析范式

近100年来,以全球变暖为主要特征的全球气候与环境发生了重大变化,并通过极端天气事件频发、海平面上升、生物多样性丧失和环境退化等多种方式做出反馈,对人类的生存、社会经济的可持续发展构成了严重威胁。然而,迄今为止人类为减缓全球气候变化所做的种种努力收效仍十分有限,在此情况下,如何适应包括全球变暖在内的全球环境变化是人类响应全球环境变化策略的明智选择。而适应的核心是通过改变人类社会的脆弱性而减轻全球环境变化的不利影响,增强其有利影响,规避全球环境变化带来的风险(陈宜瑜,2004)。在全球变化的背景下,近年来脆弱性研究作为一项重要研究内容已被许多国际性科学计划(IHDP、IPCC和IGBP等)提上研究日程(Bohle, 2001; McCarthy et al., 2001; Moran et al., 2005)。据M. A. Janssen等学者对环境变化人文因素领域1967~2005年出版的2286份出版物进行调查发现,其中有939份出版物与脆弱性有关,并在20世纪90年代以来呈快速增长的趋势(Janssen et al., 2006a),学术界对脆弱性研究的关注程度越来越高。2001年4月《科学》杂志发表的《可持续性科学》

(sustainability science)一文把“特殊地区的自然-社会系统的脆弱性或恢复力”研究列为可持续性科学的七个核心问题之一 (Kates et al., 2001)。2003年, 克拉克大学、斯德哥尔摩环境研究所、斯坦福大学和哈佛大学等众多研究机构的学者共同构建了人-环境耦合系统脆弱性分析框架, 为探讨人地系统的耦合作用机制提供了一个新的研究范式 (Turner et al., 2003)。2006年11月9~12日, ESSP在北京召开的地球系统科学联盟全球环境变化科学大会上, 全球环境变化对人类的影响以及人类对全球变化的脆弱性和适应性受到各方 (包括科学家、利益攸关方、决策制定者和资助机构) 的关注。与会者认为, 研究人类对全球变化的脆弱性和适应性 (包括适应能力的建设) 越来越重要, 国际资助机构将加大在这方面的资助力度 (王天送和孙成权, 2007)。随着脆弱性研究领域的拓展和理论方法的不断丰富, 脆弱性研究正在向一门基础性的科学知识体系方向发展, 对人地相互作用程度的脆弱性水平的深刻理解, 已成为当代地理学以及相关科学诠释人类活动之生态与环境效益以及人地相互作用机制的重要科学途径和学科前沿的重大科学问题 (Downing, 2000; Cutter, 2003; 史培军等, 2006)。

二、脆弱性研究的演变与现状

(一) 脆弱性研究的演变

脆弱性研究源于20世纪60年代末期的自然灾害研究以及80年代初期在粮食安全研究领域出现的权利理论 (Roberts 和杨国安, 2003; Adger, 2006)。六七十年代开始的自然灾害研究有两个不同的研究方向: 一是灾害影响评价研究。这个研究方向注重对灾害影响结果的评价, 把灾害的影响看成是暴露和敏感性的函数 (Turner et al., 2003), 通过灾害发生的可能性及其影响来辨识和预测脆弱的群体和危险区域, 对政治经济尤其是社会结构、制度等因素在系统遭受灾害影响过程中发挥的作用关注不够。二是人类/政治生态学研究。该领域学者认为在灾害管理中由于工程学措施占据主导地位, 忽视了脆弱性产生的政治、结构性等潜在原因, 他们尝试解释为什么穷人和处在社会边缘的人群在自然灾害中承受的风险最大, 强调经济发展在适应外部风险变化中的作用以及社会等级结构、管理、经济依赖性的不同所导致的灾害影响的差异。Blaikie等 (1994) 提出了压力与释放 (pressure and release, PAR) 模型, 他们提出物理的或生物的危害只代表了脆弱性的一种压力或特征, 更深一层的压力来源于脆弱性的不断积累, 这两种压力在灾害发生时达到顶峰。PAR模型既从灾害影响评价研究的角度关注灾害产生的影响, 又从政治生态学的研究框架下对脆弱性产生的原因进行分析, 把两种研究方向很

好地连接起来，但 PAR 模型对脆弱性产生的机制和过程没有系统地阐述。

脆弱性研究的另一个重要理论来源是 20 世纪 80 年代初期在粮食安全研究领域出现的权利理论，20 世纪 80 年代以前，在粮食安全、饥荒等研究中比较关注极端的气候灾害（水灾和旱灾等）造成的粮食减产。随着研究的深入，研究者们逐渐认识到许多饥荒是在没有明显的粮食减产及环境灾害的情况下产生的，是由于个体权利的缺失而使其缺乏获取粮食的社会、经济途径，进而导致其对饥荒的脆弱性（表 1-1）。在 20 世纪 80 年代早期 Sen 利用权利理论解释了饥荒产生的原因，把制度、福利水平、社会等级和性别等作为分析饥荒脆弱性的重要变量（Sen, 1981, 1984），这一理论突出了社会经济因素在脆弱性产生原因及其结果差异方面的作用，但忽视饥荒产生的生态环境风险。

表 1-1 脆弱性研究传统的源流与继承

脆弱性研究		研究目的
早期研究	饥荒与粮食安全脆弱性	解释在没有粮食短缺或歉收情况下饥荒脆弱性产生的原因，将脆弱性描述为权利丧失或能力匮乏
	灾害脆弱性	通过灾害发生的可能性及其影响来辨识和预测脆弱的群体和危险区域，常应用于气候变化影响研究
	人类生态学	对自然灾害脆弱性产生的潜在原因进行结构分析
	压力-释放模型	进一步发展人类生态学模型，将离散的风险与资源、政治、经济、灾害管理与干预联结起来
继承研究	气候变化脆弱性	用一系列方法和研究传统来解释当前社会、自然和生态系统对未来风险的脆弱性
	可持续生计与贫困脆弱性	基于经济因素和社会关系的分析来解释贫困及难以脱贫的原因
	社会生态系统脆弱性	解释人-环境耦合系统的脆弱性

资料来源：Adger, 2006

目前脆弱性研究有两个不同的分支（图 1-1），一个分支是 20 世纪 90 年代早期，在借鉴粮食安全研究领域出现的权利缺失理论研究的基础上，在发展经济学领域出现的可持续生计和贫困脆弱性的研究。90 年代早期，随着对贫困理解的加深，学者们除了考察研究传统意义上收入的贫困以外，还特别强调了发展能力的贫困，即缺少能力去选择和完成基本的生计活动（Roberts 和杨国安，2003）。这一研究方向从个体层面界定和度量风险与福利之间的关系，例如，贫困脆弱性的度量一般有三种方法：使用家庭消费的变动性来度量、使用未来消费支出（或其期望效用）与贫困线（或其效用）之间的差来度量、使用陷入贫困的概率来度量（章元，2006）。另一个分支则是 21 世纪初期以来，在总结粮食安全研究中的权利缺失理论和自然灾害研究中存在的问题，同时结合上述研究中的优点基础上发展起来的耦合系统脆弱性的研究（Turner et al., 2003; Eakin and Luers, 2006; Schroter et al., 2004），脆弱性研究开始转向系统层面的脆弱性问题，把脆弱性作为系统的一个重要属性

正式提出来 (Turner et al., 2003; Young et al., 2006; 史培军等, 2006), 不仅吸收了灾害脆弱性研究中的风险、灾害、暴露和敏感性等相关概念和分析方法, 同时把权利理论和政治生态学研究中的强调的社会、经济和制度等人文方面因素及恢复力机制的研究纳入自己的分析框架中, 开始探讨耦合系统脆弱性产生的机制和过程。与以往研究相比, 耦合系统脆弱性研究由最初只关注单一扰动所产生的多重影响逐渐扩展到对多重扰动所导致的脆弱性进行分析, 开始关注在特定空间尺度上对耦合系统脆弱性要素进行系统分析, 反映脆弱性产生的多因素、多反馈和跨尺度过程 (Turner et al., 2003), 尤其在全球环境变化研究领域, 脆弱性研究呈现出多学科交叉的研究趋势。

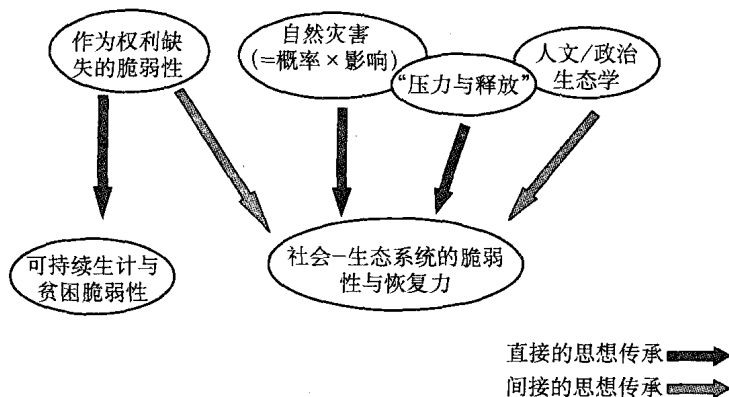


图 1-1 脆弱性研究的演变 (Adger, 2006)

(二) 脆弱性研究现状

20 世纪 90 年代以来, 脆弱性研究逐步成为全球环境变化和区域可持续发展的重要方面。对比国内外在脆弱性研究方面的进展可以发现, 国外在 60 年代末期的自然灾害研究领域就已经出现脆弱性研究的雏形, 近年来在一些国际性科学计划和机构 (IHDP、IGBP 和 IPCC 等) 中的关注程度较高。例如, IHDP 把“脆弱性、恢复性与适应”列为 4 个横向交叉研究主题之一, 2007 年 IPCC 发布的第四次评估报告《气候变化 2007: 气候变化的影响、适应和脆弱性》中, 气候变化对自然系统、人工系统和人-环境耦合系统的影响及这些系统的适应能力和脆弱性成为报告的主要内容。目前脆弱性研究已被应用到灾害管理、生态学、土地利用、气候变化、公共健康、可持续性科学和经济学等不同研究领域, 在脆弱性的概念探讨 (O'Brien et al., 2004a; Fussler, 2007)、评价方法 (Luers et al., 2003; O'Brien et al., 2004b) 和分析框架 (Bohle, 2001; Turner et al., 2003) 等方面取得了较快的进展, 关于脆弱性的研究初步形成了一种相对完整的研究体系和研究

范式。

国内脆弱性研究在 20 世纪 90 年代以来也涌现出大量的研究成果,较早的一篇讨论脆弱性概念的文章是《脆弱生态的概念及分类》(Kochunov, 1993),作为“九五”国家重点科技攻关项目(96-920-13-01)成果,《脆弱生态环境与可持续发展》(刘燕华和李秀彬, 2001)较系统地阐述了脆弱性的概念、理论和研究方法。2000 年以来,随着全球变化研究领域的国际学术交流日益频繁,脆弱性研究在可持续发展与全球环境变化研究领域中的重要理论价值及学科意义逐渐受到国内学者的关注,对国外相关领域脆弱性研究取得的最新进展及其发展趋势进行了总结(史培军等, 2006; 方修琦和殷培红, 2007; 李鹤等, 2008; 刘小茜等, 2009; 方一平等, 2009)。从近些年发表的相关研究成果来看,已开展的研究主要集中在生态环境脆弱性和灾害脆弱性等方面,在生态环境脆弱性评估、脆弱生态环境类型区划分以及自然灾害发生机制的脆弱性方面进展较快(刘燕华, 1995; 赵跃龙, 1999; 史培军, 1991, 1996, 2002),也有一些研究尝试探讨社会经济系统的内在脆弱性或是在特定扰动作用下的脆弱性(赵国杰和张炜熙, 2006; 李鹤和张平宇, 2008, 2009),但总体来看,经济系统、社会系统和耦合系统的脆弱性研究相对滞后,并且由于研究起步较晚,严格按照全球变化领域的“脆弱性”研究范式开展的研究相对较少,相关学科对脆弱性研究思路的重视和提炼不够,缺乏对脆弱性理论和研究方法的深入探讨,并在“脆弱性”内涵的理解和认识方面与国外有一定的偏差。

从脆弱性研究的侧重点来看,自然脆弱性研究主要关注特定扰动作用下系统所遭受的损害程度,认为施加在系统上的扰动特点、扰动发生的可能性或频率、系统对扰动的暴露程度及其敏感性等因素是系统脆弱性的决定因素(Adger et al., 2004)。研究集中在探讨水资源系统、农业系统、渔业系统、海岸带、干热河谷和喀斯特环境等生态环境系统和人类社会对外部扰动(气候变化、自然灾害等)的不利响应和自身的不稳定性(刘燕华和李秀彬, 2001),注重不同尺度下自然要素的动力机制、过程和格局变化的规律,在自然环境系统脆弱性评价指标设计和评估方法研究方面取得了较大进展。人文科学领域研究认为脆弱性是独立于外部扰动而存在的系统属性。对于许多人类系统来说,脆弱性通常是源于系统内部特征(如贫穷、不平等、边缘化、居住条件和社会保障等因素)的一种内在属性(Adger et al., 2004)。因此,人文科学把脆弱性概念扩展到纯粹意义上的经济社会系统的脆弱性分析(Galea et al., 2005; Adrianto and Matsuda, 2002),关注与识别社会中的最脆弱群体以及分析相同扰动背景下区域内或区域间脆弱性的差异,侧重探讨导致人类社会或团体容易受到损害的经济、政治、制度和文化因素以及重建

自然环境系统和经济社会系统恢复力的机制和对策。

近年来,随着 IHDP、IGBP 和 IPCC 等全球变化研究计划越来越强调人类对全球环境变化的影响以及响应与适应问题,面向气候变化或自然灾害的人地耦合系统脆弱性研究成为新的研究热点和发展趋势,强调综合集成自然科学、社会科学和人文科学的研究方法来解释自然、社会及工程系统之间的相互作用,把研究的注意力转向关注以下几个方面:①哪些人、事物或地区面对正在进行的人文与环境条件的变化较脆弱?②这些变化及其结果在不同的人与环境条件下是怎样被减弱或增强的?③通过什么措施可以减少对这些变化的脆弱性?④怎样建立更具恢复力和适应性的团体和社会?(Turner et al., 2003),在灾害阈值的确定、脆弱系统因果关系过程识别和属性解释、脆弱性空间制图和脆弱性评价等方面开展了大量的研究工作(Eakin and Luers, 2006)。耦合系统脆弱性研究的兴起,促进了全球变化与可持续性科学研究领域自然科学和人文科学的交叉融合,不仅在“可持续性科学”的研究框架下得到明显体现,并逐渐朝向与之并列的“脆弱性科学”方向发展。Downing (2000) 已明确提出“脆弱性科学”这一新的研究方向,并初步总结了脆弱性科学的基本特点及研究任务。Cutter (2001) 则进一步提出脆弱性科学应关注的研究主题。目前,脆弱性研究凭借其综合集成、跨学科和多尺度的研究优势和特点,在人地相互作用过程、机制等方面研究中发挥着日益突出的作用,已成为当前地理学家分析人地系统的时空差异和响应规律的重要手段。

(三) 脆弱性的研究内容

直到 21 世纪初,脆弱性研究的主题主要集中于三个方面,即探讨脆弱系统(个体)现有的分布状态,系统(个体)对外界胁迫的脆弱性和作为地方灾害的脆弱性。脆弱系统(个体)现有分布状态的研究主要集中于探讨一些危险条件(如地震带、海岸带和洪泛平原等)的分布状况,人类对上述危险区的利用程度和因特定灾害事件(如洪水、飓风和地震等)的发生所造成的生命和财产损失的程度。环境变化尤其是灾害事件的强度、持续性、影响力、频率和冲击的速度是该主题研究的主要内容。系统(个体)对外界胁迫的脆弱性研究主要集中于各种应急响应。对人文系统而言,这类研究着重探讨脆弱性的社会层面,即根植于社会历史文化或经济发展过程中,不断冲击社会或个人抵御灾害并对其做出充分响应能力的状况;对自然系统而言,它着重从系统的内部结构探讨其对外界干扰的弹性和从外界扰动不利影响中的恢复能力,作为地方灾害的脆弱性研究将上述两种研究主题结合起来,认为脆弱性既是研究对象所面临的风险又是它们对外界干扰的一种响应,被应用于一

系列与空间或地点相联系的脆弱性研究中(刘燕华和李秀彬, 2001)。从近年来脆弱性研究领域开展的相关研究和实践来看, 脆弱性研究近来关注的主要内容体现在以下四个方面(Eakin and Luers, 2006)。

1. 脆弱性阈值的识别

脆弱性阈值的识别可以为衡量未来脆弱性提供一个参照点, 有利于评估通过适应策略所能够避免的风险度, 因此, 脆弱性阈值的识别已成为当前不同脆弱性研究领域所共同关注的研究内容。在气候变化研究中, 耦合、嵌套的过程模型的应用, 已经开始考虑对未来影响和系统响应进行越来越复杂的模拟, 从而识别生态系统对重大变化的承受阈值。Christensen 等(2004)模拟了放牧和气候变化对蒙古国草地生产力的综合影响, 识别了不同牲畜管理水平和资源利用强度下生态系统状态变化的阈值。在温室气体减排研究中, 为了设定合理的减排目标, 科学家越来越关注界定气候变化的危险阈值。在社会系统的灾害阈值研究中, 经济生存能力分析通常作为探索社会经济系统阈值的途径。Antle 等(2004)采用耦合过程模型, 评估了农民年生产的经济净收益随气候变化而发生的变化, 利用耕作的经济回报作为衡量北美大平原农场系统脆弱性的阈值。然而, 脆弱性阈值的确定是一个非常复杂的问题, 尤其对受制度因素影响较大的社会系统而言, 不同人群对于灾害的理解具有相对性和主观性, 灾害阈值的确定不仅仅是一个科学难题, 而且还涉及人文价值判断, 因此在实践中很难找到一个广为接受的阈值标准。

2. 脆弱系统因果关系过程和属性的识别

近年来, 政治生态学、可持续生计以及恢复力研究领域越来越重视用定性与定量相结合的方法来揭示脆弱性产生的社会、制度驱动力以及特定区域脆弱人口的特征。例如, Pelling(1999)通过对经济波动和政治权利斗争的分析, 解释了圭亚那城市人口对洪灾的脆弱性, 他的调研和访谈数据揭示了政治精英对团体组织的控制阻碍了社会资本形式的发展, 而这对降低居民的洪灾敏感性是十分必要的, 并提出只有通过改善资源利用和分配的决策过程才能降低城市人口对洪灾的脆弱性。此外, 一些研究还利用适应能力来解释脆弱性的差异, Vasquez-Leon 等(2003)阐述了资源政策、种族划分和社会阶层如何造成农民对生计压力方面的不同缓冲能力。Adger(1999)在越南海岸带脆弱性评价研究中, 利用贫穷和对气候敏感性经济活动的依赖度来表征农户对气候压力的敏感性, 并阐述了越南自由贸易计划如何对海岸带保护计划以及部分人口收入、恢复力方面的影响。上述案例的研究表明制度、政策和社会资本等社会经济要素在个体或群体脆弱性特征及原因研究中越来越重要。