

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

史培军^{1,2}, 王静爱^{3,4}, 陈婧², 叶涛², 周洪建^{3,4}

(1. 北京师范大学资源学院灾害与公共安全研究所; 2. 北京师范大学环境演变与自然灾害教育部重点实验室;
3. 北京师范大学地理学与遥感科学学院; 4. 北京师范大学区域地理重点实验室, 北京 100875)

摘要: 在扼要介绍了全球变化人类行为计划 (IHDP) 第六届开放会议主要内容的基础上, 综合当前 ESSP 开展的主要研究项目、IHDP 已实施的主要科学计划等, 阐述了当代地理学之人地相互作用研究的主要领域和发展趋势。作者认为: 人地系统除具有区域性和综合性特征外, 还具有脆弱性、风险性、恢复性与适应性特征。当代地理学从地理要素与格局的综合研究转向现代地理过程的综合研究; 从自然地理与人文地理的集成研究转向现代资源与环境的系统研究; 从地理环境重建研究转向现代综合灾害风险管理研究; 从地理格局与过程的动力学研究转向资源保障与区域安全系统仿真研究; 从区域人地系统相互作用机制研究转向全球人地系统相互作用机制研究。

关键词: 人地系统; 脆弱性; 风险性; 恢复性; 适应性; 当代地理学; 动力学; 转型

2005 年 10 月 9 日—13 日全球变化人类行为计划 (International Human Dimensions Programme, IHDP) 科学委员会在其总部德国波恩大学, 举办了全球变化人类行为计划第六届开放会议, 来自世界 99 个国家和地区的 800 多名代表出席了这届盛会。由 IHDP 科学委员会主办的这一系列开放会议, 分别与 1995 年在美国杜克大学举办了第一届, 1997 年于奥地利维也纳 IIASA 举办了第二届, 1999 年于日本湘南 IGES 举办了第三届, 2001 年于巴西里约热内卢巴西科学院举办了第四届, 2003 年于加拿大蒙特利尔麦吉尔环境学院举办了第五届。本届开放会议的主题是: 全球环境变化、全球化与国际安全: 21 世纪的新挑战。

本文依据作者参加这一盛会的所见所闻, 以及会后阅读相关文献材料, 首先介绍了本届会议的主要内容, 然后阐述了当代地理学之人地相互作用研究的重大科学问题和发展趋势。

1 IHDP 第六届开放会议的主要内容

1.1 大会主题报告会

在大会开幕式上, 联合国环境规划署执行主任 Klaus Toepfer 做了“全球环境变化、全球化与社会安全”的报告, 强调从人类行为的角度理解全球环境变化的基础上, 高度关注由于全球化引起的社会安全问题, 特别强调人类安全将成为 21 世纪发展历程中人类所面临的最大的风险问题。中国科技部副部长、中国全球变化人类行为计划国家委员会主席刘燕华教授做了“中国全球变化人类行为计划框架”, 强调从综合集成的角度探讨人

收稿日期: 2005-11-25; 修订日期: 2005-12-05

基金项目: 国家自然科学基金杰出青年基金项目 (40425008) [Foundation: National Natural Science Foundation of China, Outstanding Youth Fund, No.40425008]

作者简介: 史培军 (1959-), 男, 教授, 博士。中国地理学会副理事长。主要从事环境演变与自然灾害研究。

E-mail: spj@bnu.edu.cn

类活动与区域环境变化间的作用机制，高度关注与日俱增的各类风险问题，特别强调探讨建立和谐社会的有效途径。德国波恩市所在地区的北莱茵—西弗里亚—杜塞尔多夫州环境与自然保护秘书长 Alexander Schink 阐述了“环境与经济及合作间的关系”，强调必须兼顾经济发展与环境保护、加强国际合作，从而寻求人类适应全球环境变化之良策，进而缓解人类活动对全球环境变化的影响。

在“全球化与国际安全”的大会主题报告会上，Satish Kumar 从全球人类行为的角度，论述了全球化在给人类带来福利的同时，也给人类带来了诸多不安全的因素，诸如气候变暖产生的气候异常导致了各类气象与气候灾害的频发；农畜产品全球贸易带来的各类动物传染病（如禽流感）的扩散等等。呼吁全人类要关注全球化带来的负面影响。Halldor Thorgeirsson 从联合国气候变化框架公约角度，详细阐述了气候变化的世界行为与人类所承担的责任。他强调世界各国执行“京都议定书”、“蒙特利尔公约”的重要性，并呼吁加强发展气候变化科学，重视气候变化的长期行为对人类发展的深远影响，高度评价 IPCC 对区域和全球可持续发展战略选择的科学作用。这两个大会主题报告都强调重视设计全球环境友好型的世界经济系统，在实践中探求改进人类行为对自然保育的途径，以及国际贸易在全球环境变化中的重要作用等。

在“科学、社会与行动：IHDP 对人类行为研究贡献”的大会主题报告会上，由 IHDP 以及由 IHDP 和 IGBP (International Geosphere-Biosphere Programme) 倡导开展的 7 个核心科学研究计划，分别向大会介绍了各研究计划所取得的进展。Eric Lambin 介绍了 LUCC (Land Use/Cover Change) 计划的执行结果，指出：该计划重建了过去 300 年来全球 LUCC 的状况，揭示了全球 LUCC 的主要驱动力为人口、经济、技术、政策、文化等因素；全球 LUCC 不仅影响区域可持续发展，而且对全球变化的影响已达到了与自然要素对全球变化影响的同一量级，在一些区域成为生态系统变化的主要原因；发展了基于多学科、复杂性的多种土地利用变化模拟模型，初步揭示了土地利用变化对初级生产力下降的影响机制，以及对全球变暖的贡献。Oran Young 介绍了 IDGEC (Institutional Dimensions of Global Environmental Change) 计划的执行结果，指出：制度背景与权力的集合对区域以及全球环境变化的影响具有根本性的驱动作用。在人地相互作用过程中，制度作为一种资源和解决问题的途径，起着牵一发而动全身的作用；调整各种政策大大有利于建设环境友好型的全球经济与社会系统；人类是地球的主人，人类要通过制度的建立和权利的协调，善待人类共同居住的家园，要建立对复杂系统分析的综合集成方法。Frans Berkhout 介绍了 IT (Industrial Transformation) 计划的执行结果，指出：通过对产业转型过程中能流与物流的分析，食物、城市、信息、通讯，以及行政管理等因素的探讨，揭示了产业转型对区域和全球环境变化所产生的影响。产业转型可以影响区域可持续发展；产业转型可以形成“社会—技术系统”(Socio-Technical System)，这一系统变化具有长期和多尺度特征，并且高度不确定。新技术的发现，明显改变着区域和全球的“社会—技术系统”；“社会—技术系统”的转变依赖新的社会组织方式和新的技术进步途径；要高度关注全球化与产业在时空两个方面转型的全球环境效应。Karen O'Brien 介绍了 GECHS 计划的执行结果，指出：全球变化是人类正在承受和将要面临的最重要的安全问题。人类安全与全球变化幅度密切相关，人类的脆弱性不仅与性别、收入水平、社会形态有关，还与政治制度、种族、年龄等相关，地区间的冲突使人类对全球变化的适应能力下降，进而使其脆弱性增加，恢复力也随之衰退；从美国墨西哥湾沿岸遭遇卡特利纳飓风 (Hurricane Katrina) 袭击事件可以看出，全球环境变化引起的脆弱性在发达国家仍然是显著的；全球环境变化影响着全球社会和制度系统，政府也是全球环境变化面前的脆弱者，人类安全已成为世界的一项政治责任。Richard Aspinall 与 Dennis Ojima 介绍了 IHDP 与 IGBP 新设立的 GLP (Global Land Project) 计划的科学规划，指出：GLP 计划关注

土地系统的动力学; 耦合人与环境系统, 揭示“社会—生态系统”(Social-Ecosystem) 相互作用机制; 建立土地可持续性的综合分析方法与模拟体系。Karen Seto 介绍了 IHDP 与 IGBP 新设立的 LOICZ (Land-Ocean Interactions in the Coastal Zone) II 计划的科学规划, 指出: 海岸带作为人类社会的边缘带, 已经成为“社会—生态系统”的重要组成部分。LOICZ II 高度关注海岸带生态系统的修复, 寻求提高恢复力的有效途径, 建立人—水—社会生态系统适应海岸带环境变化的安全范式。Hartwig Kremer 由其代表介绍了 IHDP 新设立的 Urbanization 的科学规划, 指出: 世界近 50%的城市人口不仅是全球经济发展的主要驱动力, 并且也是全球环境变化之人类行为的主要驱动者。为此, 本计划重点探讨城市化过程与全球环境变化的关系, 全球环境变化影响城市系统的进程, 以及城市系统之间的相互作用与其对全球变化的响应机制。Elinor Ostrom 报告了 IHDP 科学委员会就人类行为研究面临挑战的讨论成果。他指出: 在全球变化人类行为计划执行过程中, 研究者取得的一项重要的科学共识就是: “脆弱性”、“风险性”、“恢复性”与“适应性”已成为理解全球变化人类行为的重大理论认识, 强调必须对“社会—生态系统”予以高度关注, 即要加深理解这一系统的动力学行为, 建立对这一系统进行模拟的模型体系, 从而为改善全球生态系统的服务能力提供科学依据。Geoff Dabelko 则就此论题强调科学政策的协调与沟通作用, 即通过改进 IHDP 科学计划的执行, 加深认识在不确定的世界体系变化中, 理解全球环境变化中的人类行为的累积效应, 即人地相互作用的非动力学行为, 为可持续战略的实施提供可操作的政策措施与技术手段。

在“全球变化研究中的交叉科学研究之挑战: 认识与制度影响”的大会主题报告会上, Ronald Seroa da Motta 系统地阐述了环境的经济价值。指出自然资本与社会资本对区域和全球可持续发展具有同等重要的价值。传统上的费用 / 效益分析仍然作为环境经济学的重要基础, 但是环境作为一种社会福利, 如何使其资源最大化; 如何改进生态与经济联系的机制等仍然是环境经济价值研究中的难题。他建议要努力使环境、生态指标减少, 突出其福利核心内容, 从而使能够在福利经济学的框架中得到科学的体现。John Robinson 则从认识论的角度阐述了文化的多样性在对人类影响全球环境变化中的社会学作用。强调以问题为导向, 从纵向和横向两个方面加强对人地相互作用机制的理解, 重视基于复杂性系统动力学情景仿真研究的同时, 更要关注政治、法律、社会方面的综合集成分析, 关注土著居民在适应性对策选择中的地方性经验的总结和推广, 对定量与定性分析予以同等看待。

在“展望: 使全球变化研究与社会相联系”的大会主题报告, Roger Kasperson 高度关注全球环境变化科学的研究的实践化问题。他指出, 要把全球变化科学的研究与政策制定、实践应用相结合, 要解决在地方、区域、全球多个空间尺度上所遇到的可持续发展问题。从科学角度要使全球变化科学与可持续发展科学紧密联系在一起; 在政策制定方面, 要把目前已经认识到的人地相互作用机制与过程的基本规律, 根植在区域开发及国际贸易之中, 特别是用于改善区域和全球适应全球变化的政策制定之中; 在区域实践方面, 要关注对脆弱性的识别, 澄清制度因素对改进恢复力和适应性的重要作用, 高度关注不确定性问题, 重视风险的综合管理。强调科学、政府、社区之间的沟通, 关注改进综合分析的能力。Aromar Kevi 用大量图件阐述了全球化进程对世界各国的影响, 进而提出了一系列进一步研究的重大科学问题和对全球可持续发展的对策。他认为, 必须首先澄清谁在全球环境变化中受益了或受害了, 这样才可以寻求“除害兴利”的对策; 在模拟方法论方面高度关注尺度的转换问题, 特别是从宏观到微观模型的转变; 在对经济和社会驱动力分析方面, 特别关注财富分配、经济发展速度、生态服务价值(自然资本)、社会福利、全球化进程、意外巨灾事件(金融、灾害、冲突等)对全球环境变化的影响; 在对各种情景模拟的结果校正方面, 特别关注对人口、全球经济发展规模、自然资本变化的准

确预测，以超前调整全球化进程步伐与模式；在政策建议方面，应对世界经济系统的稳定性、“社会—生态系统”的复杂性、地球管理系统的可变性予以高度关注，以使目前已执行的各种关于改善地球人地系统的国际公约更加有效的发挥作用。

1.2 大会专题讨论会

本次开放会议共设立了 14 个热门论题，120 个讨论专题（表 1）。在 14 个热门论题的框架中，又在 102 个专题下进行了大量的研究论文展示，充分展现了当前 IHDP 研究所取得的全面进展。

2 当代人地相互作用机制研究的重大科学问题

综观 IHDP 第六届开放科学会议的大会主题报告、热门话题和专题讨论的内容，参阅由 IGBP、IHDP、DIVERSITAS (an international programme of biodiversity science) 和 WCRP (World Climate Research Programme) 共同建立的 ESSP (Earth System Science Partnership) 中已形成的旨在分析人类、碳循环与气候间复杂关系的全球碳计划 (Global Carbon Project, GCP)，分析全球环境变化对食物系统影响机制以及改进食物安全适应性对策的全球环境变化与食物系统计划 (Global Environmental Change and Food System Project, GECAFS)，理解全球变化对地方与区域复合的水—人类系统，以及地方与区域人类活动如何转而影响全球环境变化的全球水系统计划 (Global Water System Project, GWSP)，以及人类健康与全球环境变化计划 (Human Health and Global Environmental Change Project) 等科学研究计划或研究框架，认为当代人地相互作用机制研究的重大科学问题，主要体现在下列四个方面：

2.1 人地相互作用的脆弱性

Marco Janssen 在其报告中指出^[2]，过去 30 年来，在 2286 份权威出版物中，脆弱性术语出现了 939 次，在最近 10 年来呈现出逐年迅速增长的趋势。人地相互作用的脆弱性 (Vulnerability) 备受地理学和自然灾害研究者的关注，特别在一些安全与气候变化研究中得到了普遍应用。不同知识与研究背景的学者对人地相互作用的脆弱性理解是不一致的。然而，近年的一些研究成果表明，在地质致灾因子、风险研究、气候变化、土地利用变化、区域可持续发展等研究领域中，脆弱性术语被用来测度人地相互作用的程度，特别是当人类经济社会系统受到某种打击时，用脆弱性指标测量其影响的水平。脆弱性术语已经成为分析人地相互作用程度、机理与过程、区域可持续发展的一个非常基础性的科学知识体系。

目前在学术界有争议的是关于如何定量测度人地相互作用的脆弱性水平，即其指标体系的选择、各相关因子的确定，静态评价与动态评价中的时空尺度间的转换方法，动力学模型中各参数敏感性的检验，以及各种评价模型之结果精度的验证。此外，脆弱性术语的广泛使用，对衡量我国倡导和谐社会的人地相互作用理念也有着十分积极的学术推动作用，特别是对传统上单纯用国民生产总值 (GNP) 或国内生产总值 (GDP) 度量区域的发展程度提出了严峻的挑战。虽然近年一些研究倡导用绿色 GDP 表达人地相互作用的和谐程度，但脆弱性术语在对人地相互作用机制的表征方面，有着其更加独到的价值。这就是其从根本上否定了人均财富 (如人均 GDP 或人均收入等) 高的地方、社区或人群，甚或地区与国家，其脆弱性水平不一定就低。2005 年袭击美国西南墨西哥湾沿岸的特大飓风所形成的严重灾情足以说明这一点。因此，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。

表1 IHDP 第六届开放会议热门论题与讨论专题

Tab. 1 Hotspots and themes discussed at the 6 open meeting of IHDP

1 适应管理与恢复力	9.6 全球荒漠化背景下的干旱备灾 9.7 后社会主义转型对土地利用的影响与土地制度的影响 9.8 全球与区域森林覆盖监测 9.9 不确定条件下的家户决策：概念与方法 9.10 亚马逊景观变化的人类行为 9.11 亚洲区域性土地利用变化的人类行为 9.12 土地利用变化对土壤资源的影响 9.13 亚洲土地利用/覆盖变化与生态安全——第五届亚洲土地利用/覆盖变化与环境状况国际协作会 9.14 土地利用/覆盖变化方法：空间分析、遥感、景观变化 9.15 土地利用/覆盖变化：案例研究、森林 9.16 土地利用/覆盖变化：案例研究，森林、农牧系统 9.17 土地利用/覆盖变化：模型、决策、情景 9.18 模拟土地利用的环境与社会经济影响 9.19 模拟土地利用动力学：过程与格局相结合的挑战 9.20 多尺度信息开发：综合叙述性研究与土地利用/覆盖变化模型 9.21 全球土地覆盖变化的速度与格局 9.22 森林转变 9.23 理解生物多样性 9.24 世界市场、民与国家
2 海岸带，人类对海岸的利用	10 人类-环境研究方法 10.1 在没有全球数据的情况下，我们能研究全球变化吗？想发展中国家开放全球变化的数据与信息 10.2 综合模拟 10.3 人类-环境研究方法：各种研究方法的综合 10.4 模拟与多主体框架下协作规划——实际经验与方法 10.5 模拟全球变化的动力学 10.6 新纪元：经历人类纪 10.7 综合社会-经济和自然分析的空间理论和方法、以及模拟土地利用变化：理论与方法的国际验证以及地方与区域尺度变化的比较综合 10.8 遥感与早期预警 10.9 遥感以及全球环境与安全监测：环境与人类安全分析的工具 10.10 气候变化适应与缓解的不确定性：第四期气候变化影响评价的挑战
3 环境史	11 人类-环境研究的区域探讨 11.1 环境伦理 11.2 关注山区全球变化研究 11.3 对气候变化适应的透视 11.4 可持续性状态重塑，对全球管理以及非洲环境变化的响应 11.5 食物系统研究的区域探讨 11.6 荒漠化社会的影响 11.7 在实践中理解适应性：从全世界学习经验 11.8 城市转型与可持续性改革 11.9 气候变化的不同案例研究
4 全球环境变化与人类安全	12 全球环境变化的科学与政策互动 12.1 气候变化需要社会变化：沟通的作用 12.2 气候变化政策与科学互动：发展中国家适应之案例研究 12.3 气候变化政策与科学互动：对适应性的研究评述与应用 12.4 气候变化、能源与政策 12.5 气候政策 12.6 气候科学政策评估与研究 12.7 第四期气候变化影响评价报告中的交叉论题 12.8 加强基于研究的科学知识库对提高可持续性的作用 12.9 第四期气候变化影响评价报告第二工作组中的人类行为研究 12.10 法律与政策 12.11 在开发政策中的气候变化主流观点：亚洲国家现状与挑战 12.12 加强人口-环境研究与政策制定的关联 12.13 人口与环境关系 12.14 科学-政策与利益相关者 12.15 将旅游与未来气候变化政策相结合的挑战 12.16 千年生态评估：来自多尺度、多学科交叉研究的经验 12.17 科学-政策互动：将气候信息集成到决策制定中
5 全球化与全球环境变化	13 可持续发展 13.1 消费与选择：问题的行为维度 13.2 发达与发展中国家的消费 13.3 对全球环境变化脆弱性、适应性和恢复力之行动的知识：行动者与合作关系（来自 IHDP 亚利桑那研讨的报告） 13.4 可持续发展的心理学透视 13.5 关于温室气体排放的公正性的南北对话 13.6 在全球变化时代中可持续消费的政治 13.7 穷人在哪里？我们从过去的 10 年中学到了什么？
6 碳、水管理、食物与健康的人类行为	14 城市化 14.1 双轨：城市作为气候变化的驱动者和受害/益者 14.2 全球化，大城市与健康 14.3 发展中国家城市土地利用/覆盖变化的影响 14.4 可持续城市环境管理 14.5 城市环境 14.6 城市结构与增长 14.7 城市化与全球环境变化 14.8 西非的城市化：格局、过程和土地利用/覆盖变化的结果
7 产业转型	
8 全球化的制度行为	
9 土地利用/覆盖变化	
10 国际环境管理框架	
11 跨界水资源管理	
12 地方社区对全球经济与环境变化之间的各种性的差别：模拟机构的行为	
13 生活方式的动力学、消费模式与全球环境变化	
14 移民及其对森林行政与管理的影响	
15 全球水系统项目中人类行为的作用	
16 碳、水管理、食物与健康的人类行为	
17 温室气体、碳循环	
18 水管理中的人类行为——来自欧洲的研究经验	
19 碳循环中的人类行为：研究与政策制定网络	
20 大河流域的环境风险管理：利益相关者间的协调	
21 土地利用变化与社会系统——水的利用与资源管理间的联系	
22 水管理：老问题的新挑战	
23 产业转型	
24 分析与管理社会转型	
25 分析转向可持续性的动力学，以及如何实现这种转型	
26 企业政策与全球变化：产业转型的跨空间的比较透视	
27 可持续性的基础设施改善	
28 技术创新与环境的可持续性	
29 全球变化的制度行为	
30 尺度生态学：多层次环境行政	
31 加强环境行政中的灵活性	
32 通过地方与全球的相互作用实现环境管理：理解国家在多层次背景下的角色变化	
33 全球制度：理论问题	
34 全球化、制度变化与脆弱性	
35 减轻自然灾害风险的人类行为：亚洲河流洪水之制度与减灾响应的比较分析	
36 跨空间尺度的食物系统研究中的制度研究	
37 非洲的制度研究	
38 走向可持续发展的中间道路	
39 国际环境管理框架	
40 在跨界水资源管理中，减少冲突，提高恢复、保护能力的地方、区域与全球制度	
41 越南、东欧和亚洲的国家制度	
42 全球环境行政的非国家权威和法律	
43 可持续发展的弹性行政	
44 环境与资源管理体系中的恢复力与脆弱性	
45 土地利用/覆盖变化	
46 农业与土地利用	
47 逐渐增长的世界：全球畜牧业系统的空间动力学	
48 跨越初级转变：农区土地利用/覆盖变化	
49 生物多样性保护	
50 内化农业元：连续的和离散的土地利用/覆盖变化人类行为区域研究比较	

2.2 人地相互作用的风险性

对人地相互作用关系的中国古代哲学之精华论述，就是“天地人和”与“天人合一”思想^[3]。今天人类追求建设和谐社会，并实现可持续发展，面临最大的问题就是承受着各种自然、技术与环境和人为风险。以石油资源为代表的能源资源、淡水资源以及生态系统服务为标志的生态资产等在全球或区域范围的短缺，已经构成了对可持续发展的严重威胁，且近年因此造成的风险在加剧，其中世界油价居高不下将对世界经济和社会构成巨大的影响。由于与年俱增的全球变暖，不论其属自然或人类，甚或是二者相互耦合造成的原因，已对全球生态系统、人类发展造成了严重影响。2004年发生在法国的高温事件，以及发生在世界许多大都市地区城市热害事件的快速蔓延，荒漠化土地的扩大有增无减，对人类与生态系统健康构成了严重危害。与此同时，由于地区冲突，新技术广泛应用引发的技术风险，诸如计算机病毒，不安全的基因食品对人类健康造成的影响，以及金融风险，生产安全事故频发等，已经引起人们对全球人地关系状态和前景的担忧。IHDP 第六届开放会议将其主题确定为：“全球环境变化、全球化和国际安全——21世纪的新挑战”，正是对这一严峻的全球性人地相互作用形势的关注。2004年成立的国际风险管理理事会 (IRGC) 已于2004年、2005年举行了2届年会；由奥地利国际应用系统分析研究所 (IIASA) 与京都大学防灾所 (DPRI-KU) 相继连续组织了五届综合灾害风险管理国际研讨会^[4]，国际风险分析协会 (IRA) 在最近20多年来举行了多次区域性风险管理会议，特别是于2003年在比利时首都布鲁塞尔召开了首届世界风险大会，都高度关注人地相互作用的风险及其形成机制与演变过程^[5]。2005年1月由联合国在日本神户举行的世界第2届减灾大会^[6]，以及由中国政府于2005年9月在北京举办的亚洲减灾大会也对人地相互作用之风险特征予以高度重视^[7]。

风险性 (Risk) 这一术语在地理学、资源与环境科学、生态学、全球变化科学、区域可持续发展科学，以及经济学、管理学等领域中得以普遍应用。虽然不同学科领域对风险性的理解还不尽相同，但是人们对人地相互作用可能产生的负面影响，特别是对人类以及生物赖以生存的地球自然生态系统造成的损害，已经取得了共识，这就是人地相互作用的风险性，已是一个普遍性的重大科学问题。风险性术语在分析人地相互作用机制与过程中，已成为加深理解人类活动生态与环境效应的重要科学途径。目前在学术界有争议的是关于如何计算人地相互作用所面临的风险，以及人类采取何种适应性措施，能最大限度地规避风险。传统上基于大样本数据和概率统计知识所构建的风险估计模型，受到来自小样本数据的限制。因此，发展基于数据不完备条件下的风险估计模型就成为解决这一重大科学问题的关键^[8]。如何规避风险，不仅是降低人地相互作用的脆弱性，提高其恢复力的重要途径，亦是选择如何适应具有概率统计意义之风险的一种对策。从一般意义上讲，规避风险可以从识别、预防、备灾、应急、恢复与重建等多个环节展开。

目前从学术角度上看，遇到的困难是致灾因子的不确定性和跨界性。本来自然界中的突发事件就具有很强的随机性，加之人类活动及其与自然界相互作用的行为又具有很大的不确定性，对一个社区、地方、区域和全球所面临的风险之预测已成为一个世界性的科学难题。因此，从人地相互作用的角度，通过构建区域灾害系统的理论框架，即深入分析区域致灾因子的风险水平、孕灾环境的稳定性水平和承灾体的脆弱性水平，以及区域灾害系统各要素相互作用机制与过程，构建区域综合灾害风险管理体系，建立基于社区水平的区域综合减灾范式，提高区域对灾害风险的恢复力，进而建立适应区域灾害风险特点的生产与生活体系^[9]。除此之外，为了应对自然与环境致灾因子的突发性，人们关注应用现代各种信息、通讯、仿真模拟等新技术，提高区域灾害风险应急管理能力的建设水平，以实现“以人为本”的减灾目标。

2.3 人地相互作用的恢复性

Marco Janssen 在其同一个报告中指出^[2], 过去 30 年, 在 2286 份权威出版物中, 恢复性术语出现了 650 次, 在最近 10 年来, 虽然恢复性 (Resilience) 术语也呈明显增长, 但其与脆弱性与适应性两个术语的联系呈现弱化的趋势, 其主要由生态学和数学知识背景的研究者所关注, 特别在其构建人地相互作用模型中得到了广泛的应用。恢复性术语作为探讨人地相互作用动力学系统的一个重要途径, 在构造人地系统的动力学模型中起到了重要的作用, 特别是由于这一术语是基于物理学中的弹性力学发展而来的, 因此, 在构建表述人地系统的动力学模型时, 充分吸收了线性或非线性系统动力学的知识, 逐渐完善了对恢复性的理解, 尤其是对恢复力定量计算的改进。目前的学术之争是如何定量恢复性分析中的制度因素。人地相互作用所形成的资源与生态环境效应, 通常表现在对资源的浪费、环境的污染和生态系统退化, 以及诱发自然灾害和扩大灾害造成的损失。因此, 在对人地相互作用恢复性分析中, 突出治标与治本相结合, 这就要从制定区域经济和社会发展的总体战略中, 体现人地相互协调的思想。人地协调的根本途径是对自然资源开发利用的制度设计。如我国近年对土地资源利用中所制定的“土地征收与征用”制度, 就是一种所有权变更和使用权有偿转让的体制。这一土地资源开发制度的建立, 在提高了土地利用效率和效益的同时, 严重影响到区域食物生产和生态环境的安全, 造成生态资产在一些地区大幅下降, 进而影响到了区域可持续发展。因此, 从国家到地方都呼吁加强土地“征收与征用制度”的完善, 设立生态建设补偿机制, 以加快恢复与重建退化生态系统。人地相互作用恢复性研究中的科学难题还表现在不同经济与社会发展水平的社区, 用于平衡发展与保护的财政资源严重不足, 出现了所谓的“愈贫愈垦”的恶性循环模式。这就向人们提出了一个如何建立区域间相互协作之恢复力改进的机制问题, 这亦是一个难以用恢复力模型定量刻画的体制问题。目前提出的在人地相互作用恢复性科学的研究中, 要建立区域生态与环境补偿机制, 都因各种体制原因为难真正实施。联合国倡导制定的“蒙特利尔公约”、“京都议定书”等有利于改进全球人地相互作用关系的一系列国际公约执行不力, 就充分说明了这一点。全球化进程向世界各国提出了一系列的挑战, 我们只有一个地球, 全世界应如何恢复我们共同生存依赖之地球的健康水平和可持续发展, 仍然是一个难题。

2.4 人地相互作用的适应性

人地相互作用的适应性科学问题, 在近 10 年中, 得到了广泛的应用, 特别是在由世界气象组织开展的气候变化影响评价工作中 (IPCC), 得到了极为深广的使用。过去 30 年, 在 2286 份出版物中, 适应性术语出现了 1084 次。人地相互作用的适应性 (Adaptability) 与其脆弱性、恢复性有着密切联系。脆弱性评价是恢复性改进的基础, 恢复力的提高是适应性的一种具体措施。因此, 一些学者认为, 脆弱性、恢复性与适应性三个与理解人地相互作用机制与过程密切关联的术语, 正在走向于整合^[2]。适应性是对人地相互作用过程的一种表征, 而脆弱性则是对人地相互作用过程之结果的测度, 恢复性则刻画了人地相互作用机制与过程的一系列调控措施 (包括工程与非工程措施)。从定量的角度来看, 适应性强则脆弱性弱, 恢复性则是适应性与脆弱性的函数^[10]。作为对人地相互作用所形成的从地方到全球尺度的人地复合系统, 正在受到全球化过程的深刻影响^[11], 即影响到人地相互作用所形成的这一社会- 生态系统的恢复性、脆弱性和适应性。这也从另一个角度揭示了人地相互作用的适应性, 深受全球化和全球环境变化的影响。人地复合系统作为一类复杂的超反馈的非线性系统, 已经从作为自然生态系统转变为“社会- 生态系统”, 其作为以地方 (小) 尺度为特色, 或作为以全球 (大) 尺度为特色的动力学与非动力学行为, 已经被人类所认识。当前最为困难的是认识这一系统作为中尺度特色的动力学与非动力学行为, 诸如其表现为空间上的多样性、时间上的多变性, 以及作

为一种复杂开放系统演变的速度、规模，特别是其一旦受到外来打击，如巨灾或全球性能源、金融、生态危机等，这一系统应如何适应，或者学会如何规避风险，以最大限度地维持其可持续发展。为此，需要从全球的角度，识别对突发性打击的敏感或热点^[12]，即高风险区域。人地相互作用的适应性，除与时空尺度有密切关系外，还与世界各国和地区的文化多样性、社会制度的多样性有着密切关系。一个具有凝聚力和爱好世界和平的民族或社区一定有着比较强的适应能力；一个具有经济发达、资源丰富、科技教育水平领先的地区或国家也一定有着比较强的适应能力。因此，从人地相互作用的适应性科学问题着手，探讨人地系统动力学与非动力学行为，排除资源短缺的限制、增强规避风险的能力，必将对维护地球与人类健康水平^[13]，促进世界可持续发展起着极为重要的作用^[14]。

综合上述，我们所讨论的人地相互作用之脆弱性、风险性、恢复性与适应性，正是多学科、多领域科学家通过集成分析所发现的、由人地相互作用而形成的这一人地系统具有的极其独特的结构与功能特性（图1）。地球系统科学的提出，对揭示人地相互作用机制与过程、建立人地系统动力学模型起到了巨大的推动作用。与此同时，以地理学为主的综合集成分析专家，对人地系统的脆弱性、风险性、恢复性和适应性的科学认识，极大的丰富和推动了地球系统科学的发展。目前正在组织实施的 ESSP 科学计划中的碳计划、水计划、食物计划与健康计划，无一不包括对人地相互作用之脆弱性、风险性、恢复性和适应性科学问题的深入理解和对人地系统具有这些重要结构与功能特性的广泛认同。建立资源节约型、环境友好型社会，建设和谐和小康社会，对当代地球科学，特别是地理学提出了更高的要求。无论通过发展有序人类活动^[15]，建立生态-生产范式^[16]，还是实施绿色 GDP 核算^[3]，人类渴望建立一个和谐社会，这就大大推动了地球科学必须加深对人地系统的科学认识，这正是当代地理学发展千载难逢的机遇，亦是地理学面向资源与环境问题拓展其科学视野、大展其才华的时代，也是包括地球科学在内的所有资源与环境科学工作者，发展其新理论与开发新技术的大好时机。

3 加快当代地理学发展的战略转型对策

针对人地系统所具有的脆弱性、风险性、恢复性与适应性特性，当代地理学必须针对其在解决人类所面临的全球化、城市化、资源短缺、生态退化、环境污染和灾情加剧等与人类生存和发展息息相关的一系列重大问题面前，通过知识结构的完善与调整，实验方法的改进与建立，实现其加快发展的战略转型。

3.1 从地理要素与格局的综合研究转向现代地理过程的综合研究

地理学着眼于区域与综合。在地理学发展的历史过程中，对地理要素及其格局的综合，大大推动了地理要素区划和区域地理学的发展。在应用领域，通过对地理要素的综合，以及对地理要素空间格局分异规律的认识，提出了诸如农业区划、土地利用区划、自然灾害区划和国土整治区划等等。然而由于人地相互作用不仅在景观上体现出区域差异，更重要的是在一系列地理过程中呈现出区域差异，诸如土壤侵蚀过程、环境污染过程、灾情扩展过程、城市化过程、区域发展过程等。这就要求我们必须获得对这些人地系统问题之过程的认识，才能揭示它们形成机理与演变过程，为制定缓解对策提供科学

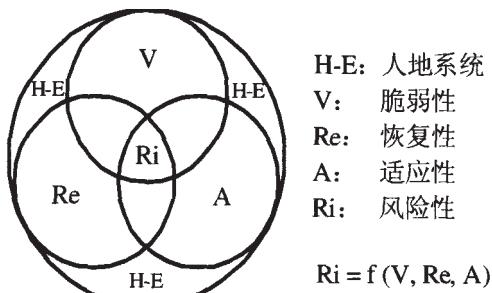


图 1 人地系统的结构与功能特性

Fig. 1 Structural and functional characteristics of man-land system

依据。正是因为要对一系列资源与环境问题形成机制中的地理过程的理解,才促使地理学必须把视野由借助遥感观测获得加深对地理空间差异理解的大量信息的同时,转向通过生态系统网络站定位观测获得人地相互作用机理与过程的大量信息。这一点早在20世纪的60年代就引起黄秉维先生的高度关注,以及从20世纪80年代以来由孙鸿烈院士倡导并亲自率领中国科学院系统的相关研究所予以规划和建设。到目前为止,基于生态网络定位站观测的数据,使地理学和生态学工作者,对揭示人地系统或“社会-生态系统”行为有了明显的长进。对内蒙古草原生态系统植物种群补偿机制的发现^[17],以及复合群落组成的人工草地建设的成功,佐证了发展生态网络定位站,大大促进了由对自然地理过程、生态过程、人文地理过程共同组成的地理过程的深入理解。因此,在对地理要素与格局综合研究的基础上,要转向基于定位观测与遥感观测相结合的地理过程的综合研究。

3.2 从自然地理与人文地理的集成研究转向现代资源与环境的系统研究

地理学长于综合集成研究。由自然地理与人文地理的二元地理学,走向自然与人文集成的统一地理学,经历了相当长的时期。从20世纪70年代以来,人类所面临的一系列与可持续发展相关的生态与环境和灾害问题,能源、淡水资源与生态资产短缺问题,要求包括地理学在内的资源与环境领域的专家,通过多学科交叉、系统集成,寻求解决这些与人地相互作用密切相关的可持续发展之瓶颈问题。全球变化研究中的一系列综合集成研究主题,诸如碳、水、食物与健康问题的深入研究,以及与全球变化相关的全球土地系统、产业转型、城市化、制度、人类安全、海岸带海陆相互作用、土地利用/覆盖变化的综合研究,都为地理学从事现代区域资源与环境的系统研究奠定了理论与方法论的基础。

3.3 从地理环境重建研究转向现代综合灾害风险管理研究

重建区域地理环境对加深理解一系列区域生态环境问题产生的根源有着极为重要的作用,亦对定量区分人类活动与自然因素在区域生态环境问题形成中的贡献有着决定性的作用。古地理学与历史地理学在重建区域地理环境中做出了突出的贡献,不仅恢复了区域地理环境变化的过程,还发现了由渐变转为突变,造成灾害的一系列时空变化规律。然而,由于全球和区域生态环境问题的加剧,使突发性和渐发性的风险因素与年俱增,使广大地理学工作者以及资源与环境研究者,开始共同关注自然与环境灾害风险扩大中人地相互作用机理与过程。世界著名的地理学家G. White在其早年完成的密西西比河流域洪水灾害分析中,把地理环境演变与人类调整和适应综合起来,解释这一地区洪水加剧的原因,发现了区域人地系统的脆弱性是造成这一地区洪水灾害灾情扩大和加剧的重要原因^[18]。开展综合灾害风险管理研究,要加深理解由孕灾环境、致灾因子、承灾体共同组成的灾害系统的结构,以及由孕灾环境稳定性、致灾因子风险性和承灾体的脆弱性共同组成的灾害系统的功能,以及在此基础上,科学地设计区域综合灾害风险规避和减灾的范式^[19]。

3.4 从地理格局与过程动力学研究转向资源保障与区域安全的系统仿真研究

遥感、地理信息系统与全球定位系统技术(“3S”技术)在地球科学中的广泛应用,对揭示人地系统格局与过程,以及建立人地系统动力学模型中起到了巨大的推动作用。然而,这正如计量地理学对地理学发展所起到的作用一样,在面临解决区域可持续发展对策和措施的制定中,显得难以奏效。近10年来,随着计算机计算能力的改进,人地系统已经能够通过复杂系统动力学的模拟技术,对其发展行为做出情景分析,特别是对区域发展过程中资源保障能力、安全水平在不同情景下的状态,可以进行量化的显示。仿真模拟作为复杂系统动力学模拟技术的一种,已经在灾害应急管理、土地利用格局优化、水资源优化配置等若干资源与环境问题解决方案的制定中得到广泛应用,取得了良好的效果,并大大推动了对人地系统动力学和非动力学行为的认知。

3.5 从区域人地系统相互作用机制研究转向全球人地系统相互作用机制研究

全球环境变化影响范围的扩大，全球化的加快，不仅是由于人类活动对地球系统的影响的广度和深度加大，还由于以信息网络技术、生物技术、空间技术的快速发展和广泛应用，世界贸易组织(WTO)成员国迅速增加等有关。因此，一个地区的地理过程的演变，已经不再是一个地区内部的过程，而且与全球人地系统的演变有着密不可分的关系。国际上制定的旨在改善人地相互作用关系的一系列公约，以国际立法的途径，使一个地区人地相互作用的范围与程度受到保护和约束。与此同时，全球环境变化区域效益的累积，人类行为在全球环境变化作用程度的加强，地球上每个人的消费行为改变，都昭示人们必须关注地方与区域的联系，区域与全球的联系，必须从全球的眼光审视人地系统动力学与非动力学行为，必须从地方的角度加深理解全球环境变化驱动力的多样化因素。

4 结论与讨论

本文阐述了人地相互作用的脆弱性、风险性、恢复性和适应性之科学问题，提出人地系统除具有区域性和综合性的特征外，还具有脆弱性、风险性、恢复性和适应性的特征，这些特征作为人地系统的特有属性，在空间和时间两个方面都具有渗透、改变和转移的性质。正是由于人地系统具有这些新近发现的特性，就要求以研究人地相互作用机理与过程为己任的地理学，必须进行发展战略的转型。

加快当代地理学发展的战略转型包括：从地理要素与格局的综合研究转向现代地理过程的综合研究；从自然地理与人文地理的集成研究转向现代资源与环境的系统研究；从地理环境重建研究转向现代综合灾害风险管理研究；从地理格局与过程动力学研究转向资源保障与区域安全系统仿真研究；从区域人地系统相互作用机制研究转向全球人地系统相互作用机制研究。

当代地理学正迎接千载难逢的机遇，也面临着一系列严峻的挑战。我们应吸取IHDP和IGBP在开展全球环境变化研究中的科学计划战略，针对人类所面临的一系列全球化、城市化、资源、环境、生态、灾害、风险和可持续发展问题，开展系统分析和综合集成研究，彰显地理学综合分析的优势，加强对人地系统动力学与非动力学行为的理解，寻求资源节约、环境友好型社会建设的高效途径，为全球可持续发展战略实施提供决策依据，为中国全面实现小康社会和建设和谐社会提供知识与技术支撑和决策服务，为实现地球与人类双健康提供科学与技术支撑。

参考文献 (References)

- [1] Hesse A, Goebel B, Mullin L et al. Conference Book for the Open Meeting of the Human Dimensions of Global Environmental Change Research Community. Bonn, Germany, October, 2005, IHDP, P4-45.
- [2] Janssen M. Scholarly network on resilience, vulnerability and adaptation with the human dimensions of global environmental change. In: Hesse A et al. (eds.), Conference Book for the Open Meeting of the Human Dimensions of Global Environmental Change Research Community, Bonn, Germany, October 2005, IHDP, P75-76.
- [3] Shi Peijun, Zhang Shuying, Pan Yaozhong et al. Ecological capital and regional sustainable development. Journal of Beijing Normal University (Social Science Edition), 2005, (2): 131-137. [史培军, 张淑英, 潘耀忠 等. 生态资产与区域可持续发展. 北京师范大学学报(社会科学版), 2005, (2): 131-137.]
- [4] Shi Peijun, Okada N, Linnerooth-Bayer J (eds.). Proceedings of the Fifth Annual IIASA-DPRI Forum on Integrated Disaster Risk Management. September 14-18, 2005, Beijing Normal University, Beijing, China.
- [5] Shi Peijun, Zou Ming, Li Baojun et al. Regional safety construction and risk management system: the actuality and trend of the study of disaster and risk based on the world congress on risk. Advance in Earth Sciences, 2005, 20(2): 173-179. [史培军, 邹铭, 李保俊 等. 从区域安全建设到风险管理体系的形成: 从第一届世界风险大会看灾害与风险研究的现状与发展趋向. 地球科学进展, 2005, 20(2): 173-179.]
- [6] Shi Peijun, Guo Weiping, Li Baojun et al. Disaster reduction and sustainable development: the adjustment of disaster

- reduction strategies of China based on "the 2nd World Conference on Disaster Reduction 2005". *Journal of Natural Disasters*, 2005, 14(3): 1-7. [史培军, 郭卫平, 李保俊 等. 减灾与可持续发展模式: 从第二次世界减灾大会看中国减灾战略的调整. 自然灾害学报, 2005, 14(3): 1-7.]
- [7] Organization Committee of Asian Conference on Disaster Reduction, Ministry of Civil Affairs of P. R. China, Ministry of Foreign Affairs of P. R. China. *Handbook for the Asian Conference on Disaster Reduction*. September, 2005, Beijing, China. [亚洲减灾大会组织委员会, 中华人民共和国民政部, 中华人民共和国外交部, 亚洲减灾大会会议手册, 2005年9月, 北京, 中国.]
- [8] Huang Chongfu. *Theory and Practice of Natural Disaster Risk Assessment*. Beijing: Science Press, 2005. [黄崇福. 自然灾害风险评价理论与实践. 北京: 科学出版社, 2005.]
- [9] Shi Peijun. Dynamics of regional disaster system and paradigm for integrated disaster risk reduction. *Journal of Natural Disasters*, 2005, 14(6). [in press] [史培军. 四论灾害研究的理论与实践. 自然灾害学报, 2005, 14(6).]
- [10] Gallopin G. Linkages between adaptation, resilience, vulnerability and adaptation, in Hesse A et al edited "Conference Book for the Open Meeting of the Human Dimensions of Global Environmental Change Research Community", Bonn, Germany, October 2005, IHDP, 75-76.
- [11] Young O. How will globalization affect the resilience, vulnerability and adaptability of socio-ecological system? In Hesse A et al (eds), *Conference Book for the Open Meeting of the Human Dimensions of Global Environmental Change Research Community*. Bonn, Germany, October, 2005, IHDP, 75-76.
- [12] Lerner-Lam A, Dilley M, Chen R. Global natural disaster risk hotspots: transition to a regional approach. In: Shi Peijun et al. (eds.), *Proceedings of the Fifth Annual IIASA-DPRI Forum on Integrated Disaster Risk Management*, Beijing Normal University, Beijing, China.
- [13] Shi Peijun, Li Xiaobing, Zhang Wensheng et al. The "Earth health-human being health model" of biological resources development and ecological construction. *Resources Science*, 2004, 26(3): 2-8. [史培军, 李晓兵, 张文生 等. 论生物资源开发与生态建设的"双健康模型". 资源科学, 2004, 26(3): 2-8.]
- [14] Shi Peijun, Ye Tao, Chen Jing. Ecological capital assessment and land use adjustment: the path to sustainability. *Global Change Newsletter*, 2005, (62): 13, 16-17.
- [15] Ye Duzheng, Fu Congbin, Ji Jinyun et al. Orderly human activity and subsistent environment. *Advance in Earth Sciences*, 2001, 16(4): 453-460. [叶笃正, 符淙斌, 季劲钧 等. 有序人类活动和生存环境. 地球科学进展, 2001, 16(4): 453-460.]
- [16] Tang Haiping, Zhang Xinshe. Establishment of optimized eco-productive paradigm in the farming-postural zone of northern China. *Acta Botanica Sinica*, 2003, 45(10): 1166-1173.
- [17] Bai Yongfei, Han Xinguo, Wu Jianguo et al. Ecosystem stability and compensatory effects in the Inner Mongolia. *Nature*, 2004, 431: 181-184.
- [18] White G. Human adjustment to floods. *Research Paper* 29, Chicago, IL: University of Chicago, Department of Geography, 1942.
- [19] Shi Peijun. Dynamics of regional disaster system and paradigm for integrated disaster risk reduction. In: Shi Peijun et al. (eds.), *Proceedings of the Fifth Annual IIASA-DPRI Forum on Integrated Disaster Risk Management*, Beijing Normal University, Beijing, China.

The Future of Human- Environment Interaction Research in Geography: Lessons from the 6th Open Meeting of IHDP

SHI Peijun^{1,2}, WANG Jing'ai^{3,4}, CHEN Jing², YE Tao², ZHOU Hongjian^{3,4}

(1. Institute of Disaster and Public Security, College of Resources Science and Technology;

2. Key Laboratory of Environmental Change and Natural Disaster, Ministry of Education;

3. College of Geography and Remote Sensing Science;

4. Key Laboratory of Regional Geography, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

Abstract: Based on a general introduction to the content of the 6th open meeting of IHDP, and an overview of the major projects and science plans of ESSP and IHDP, this paper discussed the future science issues and development priorities for human-environment research

in Geography. Besides regional heterogeneity and holistic view, which have already been highly emphasized in Geography, the human-environment system also has vulnerability, risk, resilience and adaptability, which are newly discovered inherent features. These four features can modify, change or transform each other in certain spatial and temporal context. Because of these features, Geography, which takes the mechanism and process of the human-environment system as its congenital task, must redesign its research strategy to contribute to the global human-environment research community. The necessary strategic transformations for geographic research include: from element and pattern oriented to process oriented integrated research; from integrated research which combines physical geography and human geography to systematic research on resources and environment issues; from environment reconstruction to integrated disaster risk management research; from dynamics of pattern and process to systematic simulation of resources guarantee and regional security; from regional human-environment interaction mechanism research to global human-environment interaction mechanism research. This is a big challenge for Geography, and also a precious opportunity we could not bear to lose. We should learn from the strategies in the science plans for global environmental change of IHDP and IGBP, strengthen the understanding of dynamic and non-dynamic behaviors of the human-environment system, then solve the complex globalization, urbanization, resources, environment, ecology, disaster, risk and sustainable development problems we are facing through systematic and integrated research, which is a big advantage of Geography, and gradually approach a resource conserving and environment friendly society. Only in this way, could geographers contribute to the construction of a well off and harmonious society in China, the decision making of global sustainable development, and the bi-health of human and Earth.

Key words: human-environment system; vulnerability; risk; resilience; adaptability; modern geography; dynamics; transformation