

文章编号: 1001-8166(2005)06-0600-07

陆地表层系统地理过程研究回顾与展望

冷疏影 宋长青

(国家自然科学基金委员会地球科学部 北京 100085)

摘要 近十几年来,地球表层过程研究在地球系统研究中的地位越来越重要,尤其强调将自然过程与人文过程有机地结合在一起,应对环境变化对科学提出的挑战。而自然过程与人文过程恰恰是地理过程的具体表现。从与陆地表层地理过程相关的国际重大科学计划的研究主题看,陆地表层地理过程的研究重点和核心已经从自然向自然与人文结合方向发展,从无机向无机与有机结合方向发展,从单要素、单个过程的研究向多要素、多过程耦合与综合研究方向发展,从宏观向宏观与微观结合方向发展。未来若干年,我国的陆地表层系统地理过程研究应紧密围绕格局与过程、过程与效应、综合与集成组织科学问题。提高我国地理过程的研究水平,推动我国地理学基础研究迈上新台阶。

关键词 陆地表层 地理过程 前沿性 国家需求 重要方向

中图分类号: P93 文献标识码: A

IGBP 的研究表明,目前人类活动对地球系统运行的影响赶上甚至超过了自然的变化,地球系统正在以前所未有的速率变化,并将进入一个未知的演化轨道。人类活动的影响已经遍及所有生态系统类型,深刻地改变了水资源和水循环。²¹世纪,人口的持续增长以及全球经济的快速变化,将给全球生态系统带来前所未有的压力,同样,土壤资源和土地资源也面临着巨大的压力。人类活动和自然过程的相互作用集中体现在土地利用方面,而土地利用的扩展同时产生了许多重要的生态环境问题。因此,许多国际组织和重大国际性科学研究计划均以地球表层为主要的关注对象^[1-10]。尤其是近10多年来,相关研究特别强调将自然过程与人文过程有机地结合在一起,应对环境变化对科学提出的挑战。地球表层过程研究在地球系统研究中的地位越来越重要。

当前地球表层系统研究强调自然过程与人文过程的有机结合。而自然过程与人文过程恰恰是地理过程的具体表现。运用动态观察、区域研究、空间关

系表达和监测分析技术的独特视角,运用综合的观点和学科交叉的方式,从不同尺度探究陆地表层系统变化的关键环节,探讨地貌、水文、土壤、生物、气候、人文多种因素及过程的相互作用机制,模型的综合表达、模拟与预测,必将对地球表层系统变化研究做出重要贡献。

1 陆地表层系统地理过程研究发展历程简要回顾

陆地表层系统地理过程可理解为陆地表层环境(要素、综合体)随时空变化的历程,按要素可分为自然过程和人文过程,按机制可以分为物理过程、化学过程、生物过程、人文过程等。

传统的陆地表层系统地理过程研究更多地集中在自然营力所造成的自然地理过程方面,地貌过程和人文过程是其研究的核心内容,围绕各种营力作用下形成的地貌形态和地形单元以及流域水循环的过程与机理开展研究,重点集中在陆地表面各种形式、各种形态的水体在形成和改造陆地表面中的作

* 收稿日期: 2005-05-16 修回日期: 2005-06-02.

作者简介: 冷疏影(1965-),女,黑龙江密山人,研究员,主要从事自然科学基金地理学项目管理工作及土地科学研究。

E-mail: jengsy@nsc.gov.cn

用。在西方国家,特别是英国,在20世纪70年代就出版了很多专著论述陆地表层系统的地理过程,主要集中在坡地水文过程、沉积搬运等方面。

从研究陆地表层自然地理过程的几种著名国际杂志,如20世纪60年代的 *Journal of Hydrology* (1963年创刊),80年代的 *Physical Geography* (1980年创刊)、*Geomorphology* (1989年创刊),90年代初的 *Global Environment Change* (1990年创刊)、*The Holocene* (1991年创刊)、*Global Ecology & Biogeography* (1991年创刊)发表的文章来看,陆地表层地理过程研究的重要方向和问题逐渐变化,主要集中在到土壤、水文、生物和地貌过程及其耦合作用的研究,以及全球变化的人文和政策研究方面,更加强调人文和政策的变化对环境的驱动和影响,充分体现了对自然过程研究的综合性。*JGR (Journal of Geophysical Research)* 是地学领域非常重要的一份杂志,长期以来关注的主要研究方向侧重在固体地球、大气、海洋等过程。在2003年,它开始关注地表过程研究,并出版了一个新系列 *Earth Surface*,发表文章的主题是地球表层的物理、化学和生物过程随时空的动态变化。2005年它还将出版另一个系列 *Biogeoscience*,把生物过程和地学过程,尤其是地表过程紧密地结合在一起。这充分说明从国际地球科学发展的趋势看,地表过程研究已经成为非常重要的一个研究领域,同时地表过程的研究也越来越强调土壤、生物、水文、地貌过程的综合,以及自然过程和人文过程的有机结合。

从与陆地表层地理过程相关的国际重大科学计划的研究主题看,侧重生态学的国际重大科学计划, *IBP* *IGBP* *MAB* *MA*,从强调生物的生产力,发展到强调人与地理圈的过程,千年生态系统评估 (*MA*)更加强调从人的需求出发,评估和预测生态系统的支撑功能。侧重地学的国际重大科学计划, *IGBP* *IHDP* *ESSP* *LUCC* *GCTE* 等,从开始的地圈、生物圈为研究核心,发展到以人文过程为核心的 *IHDP* *ESSP* 更加强调面向可持续发展的地球系统科学战略伙伴关系。从这些转变可以看出,强调以土地利用为切入点的人类活动对生态系统的作用,强调面向可持续发展的自然与人文的综合研究,已成为陆地表层系统研究的发展趋势。

总而言之,陆地表层地理过程的研究重点和核心已经从自然向自然与人文结合方向发展,从无机向无机与有机结合方向发展,从单要素、单个过程的研究向多要素、多过程耦合与综合研究方向发展,从

宏观向宏观与微观结合方向发展。

2 陆地表层系统地理过程研究的趋势

当今的陆地表层系统地理过程研究,在单一过程深入研究的同时,过程的综合研究也在不断加强,主要表现在:基于观测模拟实验基础的过程研究;基于动力驱动过程的效应研究;基于多环境要素相互作用的过程研究;基于对过程理解的模型研究;强调不同空间尺度上多种自然过程的相互作用研究,以及自然过程和人文过程相互作用的研究。总体上看,陆地表层系统地理过程研究呈现微观化、层次化、现代化、模型化和综合化的趋势。

(1) 地理过程研究的微观化。注重物质迁移过程的物理、化学、生物学和人文机理,物质在多界面转化和传输过程等方面的研究。从不同的物质尺度,对地形发育、径流形成、环境演变、污染物迁移、土壤发生形成、植被演替、土地退化、城市化等地理过程进行深入的研究。

(2) 地理过程研究层次化。注重开展各种层次的研究,如种群—群落—生态系统—景观—区域—全球,坡面—集水区—流域—区域—全球,并且针对每个层次突出的科学问题设计研究思路,围绕解释不同层次地球表层过程发生的机理展开。更加强调尺度推绎与转换。

(3) 地理过程研究现代化。重视新技术的引入,发挥计算机技术、空间信息科学与技术在地表过程海量数据获取与处理中的重要作用,不断提高地理过程研究的效率和精度;借鉴化学、物理学、生物学等学科的先进测试、分析与模拟技术,深入识别和甄别地理要素在环境变化中的作用方式和强度。

(4) 地理过程研究模型化。模型是地理过程的定量表达,同时也是探讨机制的有效途径。在模型研究中强调方法论创新,重视非线性科学和复杂性科学在地理过程研究中的应用,开展对未来情景预测研究,注意模型的有效性检验与验证。

(5) 地理过程研究综合化。注重自然环境演变过程与人文过程的耦合研究,突出以人的需求为驱动的地理过程综合研究;深化自然环境演变过程中多种自然过程耦合研究;重视模型在综合研究中的作用。

3 我国陆地表层系统地理过程研究的差距与优势

在国际地球表层系统单一过程研究积累雄厚

综合研究日趋加强,突出人类活动主导地位的今天,我国陆地表层系统地理过程研究与国际先进水平相比,还有相当的差距,主要表现在以下几方面:单一自然要素、单个自然过程的研究需要继续深化,而多个过程耦合作用的研究刚刚起步。从要素角度讲,以往对水文过程、地貌过程的研究有一定积累,而对生物过程、土壤过程的研究比较薄弱。从机制角度讲,以往多侧重物理过程和化学过程研究。由于单要素、单个过程研究积累不足,多个过程耦合作用的研究面临困难,目前仅就两两过程耦合开展了部分工作。比如对污染物迁移转化过程的研究,绝大部分研究还是分别针对污染物在水、土介质及界面的物理过程和化学过程进行的,而国际研究的前沿已转向生物过程和人体健康,如污染物的生物累积和人体暴露的研究。对水文过程的研究,我国在农田尺度土壤—水文过程方面开展了一些工作,而在坡面、流域、区域尺度的水文—生态过程研究方面还几乎是空白。人文过程研究严重不足,自然过程与人文过程综合研究尚未形成。以往的研究往往用“人类活动”笼统地概括人文过程,描述人类活动对环境影响的参数也多集中在土地利用。面对国际上从人的需求出发,研究生态系统的支撑功能、预测人类对未来环境的影响的重要趋势,以及我国经济社会转型时期独特的经济、社会、文化、制度特征及国际环境背景,如何描述人类需求—人类行为—人类作用的过程,寻找环境变化的驱动指标,定量表达人文作用的效应,尚未形成综合的研究思路和方法学框架。地理过程综合研究的平台亟待加强。国际上地理过程研究高水平的成果均依赖于长期的高时空分辨率的定位观测和先进的模拟手段。我国目前对地理过程进行监测、实验、分析和模拟的台站网络不够密集,且多布设在自然环境代表性地带,缺乏对人类活动主导的地理环境(如城市)的长期定位监测。而在监测的内容中,密切结合人文过程的数据不足。这种现状在很大程度上制约了对地理过程的深入刻画。另一方面,高新观测技术和信息处理技术应用不够普及。数据同步观测、综合集成模型研究几乎是空白。环境演变的现代过程研究需要加强。我国以往的环境演变研究主要集中在历史过程,如对过去环境变化的冰芯记录、树轮记录、黄土记录、史料记录等研究取得了一批国际成果。而对环境代用指标的现代过程研究尚显不足。为了更精确地反演过去环境变化,预测未来环境演变趋势,有关环境指标的现代过程研究还必须加强。研究人

员知识结构及更新的速度不能满足解决交叉性科学问题的客观要求。他们的知识结构多偏重自然地理或人文地理的某个分支,往往不擅长将人文地理和自然地理的知识和技能有机融合。高等院校地理学教材也未能及时补充相邻学科的最新研究进展,为高起点的学科交叉研究提供知识储备^[11, 22]。无论在中国大科学体系中,在地球科学体系中,还是在社会公众层面,对陆地表层系统研究作用的认识都有待提高。科学界与社会公众的广泛认同将为陆地表层系统研究的发展提供更为有力的支持。

总而言之,陆地表层系统的研究对象已经由自然过程引起的环境变化转变为由自然过程和人文过程共同驱动的环境变化。我国地理过程的研究对象虽然包含自然过程和人文过程,但真正基于自然和人文综合的研究还没有系统开展。

虽然我国陆地表层系统地理过程研究与国际先进水平有一定的差距,但是开展这一领域研究有明显优势,主要表现在以下几方面:拥有一批从事陆地表层地理过程研究的实验室和研究人员,如冰川、冻土、风成、灾害、污染、地表过程模拟等,有针对性地对某一种地理过程进行了深入研究。拥有一批从事产业、城市、区域发展研究的研究队伍,所开展的研究对我国城市化和区域发展政策的制定已经发挥了重要作用。拥有一批生态系统网络台站,以网络台站为依托,以已有的观测数据为基础,一定程度上揭示了典型区域地理过程发生、演变的机理。国家社会经济快速发展的强烈需求,为从事地理过程研究提供了很多机遇和挑战。我国面临着人口、资源、环境与发展的巨大压力,人地矛盾几乎无处不在,亟待从地理过程研究的角度,对区域资源耦合作用、支撑能力及资源管理、生态水文过程与经济发展、区域环境过程与生态系统和人体健康、城市化过程与区域发展、灾害形成与综合风险管理等方向进行深入研究,为区域发展模式的转变提供重要的科学依据。

我国地理学界了解地球表层地理过程研究的国际进展,了解相关领域,如全球化、可持续发展、生态系统评估等的研究趋势,积极参与国际有关科学计划和学术团体的工作,并就某些前沿性问题开展了国际合作与交流,在水循环与水资源、污染物生物地

宋长青, 卢疏影, 史培军, 等. 地理研究特征与人才知识结构. 中国地理学会 2004 年年会大会发言.

史培军, 顾朝林, 宋长青, 等. 关于我国自然地理学与人文地理学人才培养与学科建设问题的探讨. 中国地理学会 2004 年年会大会发言.

球化学循环与区域环境质量、灾害形成过程与机理、土地利用/土地覆被变化、冰芯与环境变化、干旱化与人地关系、冻土工程与全球变化等方面在国际同领域有一定的发言权^[1, 11, 13, 21]。长期以来,充分发挥自然科学基金资助项目的导向作用,引导我国陆地表层系统的基础研究围绕格局—过程—机理的主线开展工作。与中国地理学会和中国科学院资源环境科学与技术局密切沟通信息,就陆地表层系统研究的重要方向和重大战略问题形成共识并着力推动。

4 “陆地表层系统地理过程研究”的前沿性

未来5~10年“陆地表层系统地理过程研究”应该紧密围绕陆地表层系统地理过程研究的3个基本问题,即格局与过程、过程与效应、综合与集成,组织科学问题。力图引导我国陆地表层系统地理过程研究建立系统科学的思路,发展学科交叉与综合的方法,进一步引入现代科学技术,加强要素和过程的深入研究,探索综合研究的途径和方法,紧密结合国际前沿,找准科学问题,提高我国地理过程的研究水平,推动我国地理学基础研究迈上新台阶。

建立系统科学的思路,就是对陆地表层要素的研究应该建立格局—过程—机制的系统思维;充分认识过程与格局的动态关系,以及变化过程中自然、人文及自然与人文复合的驱动机制。

发展学科交叉与综合的研究方法,就是在了解、认识和吸纳包括自然科学和人文科学在内的所有相邻学科的分析问题、研究问题的方法的同时,重点落实到学科方法的交叉与相互借鉴上,建立和发展地理过程研究方法体系,包括数据采集与分析方法、过程模拟与建模方法、综合集成方法等。

进一步引入现代科学技术,就是在充分利用经典的物理、化学和生物学技术的基础上,更多地引入现代物理、化学,尤其强调引入现代生物学技术、材料科学技术和信息技术,借鉴地球科学中相关技术体系建立的经验,建立和发展地理过程实验、分析和监测技术体系。

加强要素和过程的深入研究,探索综合研究的途径和方法,一方面要深化水、土、生物、人文要素的研究以及自然过程和人文过程的研究,另一方面,要强调从区域上对包括物理过程、化学过程、生物过程和人文过程的各种地理过程进行集成研究。区域集成强调尺度转换与效应。

紧密结合国际前沿,结合中国特色和积累,就是顺应国际地表过程研究的大趋势,分析相关的国际重大科学计划(IGBP, IHDP, ESPP, WCRP, MA, GRP等)资助领域框架、国际大会主题发言,以及国际著名杂志发表的有关地表过程研究的文章,找准我国地理过程研究亟待解决的科学问题和区域,不断提高我国地理过程的研究水平,提高解决综合性实际问题的能力,争取在某些领域研究中达到甚至引领国际先进水平。

上述几方面体现了“陆地表层系统地理过程研究”的前沿性,应该对未来10年我国陆地表层系统地理过程的研究起到引导作用。同时,希望该方向能够启发研究人员更加深入挖掘和凝练面向实际应用的基础科学问题,启发教育工作者尽快思考和建立面向现代地表过程研究的包括知识传播、技能训练的新型教育体系。

5 “陆地表层系统地理过程研究”的国家需求

面对中国独特的自然环境、人文背景,以及经济社会发展特殊阶段,未来若干年“陆地表层系统地理过程研究”在紧密结合国际学术前沿的同时,应该更加重视针对当前我国经济和社会发展需求,确立重点研究方向和科学问题。

中国是一个水资源十分短缺的国家。近年来,由于经济需求的增长和全球变化的影响,土地利用方式和土地覆被状况发生了很大的变化,湖泊及流域系统、湿地系统水循环规律也因此发生了相应的演变。这种系列的变化导致水资源在流域、区域间供需极度不平衡,水环境日趋恶化^[22]。中国当前快速的经济增长(主要来自非农业)、快速的工业化和城市化进程使原本不充裕的农用土地资源和主要作为生态功能的土地资源逐渐减少,土地质量日益下降。我国目前普遍面临着能源、矿产和淡水供应的巨大挑战。在城市化快速发展地区表现尤为突出。国家城市化进程的加快,意味着相应的资源环境基础需要不断扩展和改善。从发达国家的成功实践看,国家城市化发展必须建立在一个稳定和完善的资源环境保障基础之上。因此,研究城市和区域发展与资源环境开发的时空协调性和有效性,寻求资源替代的可能性等,可以为中国城市化持续发展战略的实施、特别是重大基础设施的布局和工程建设提供决策依据。

随着对生活质量要求的不断提高,污染物对生

态系统和人体健康的危害日益受到重视。农业面源污染造成重金属、营养元素和持久性有机污染物在土壤和水体中长期大量富集,不断积累的环境内分泌干扰物质已在部分地区生物体内检测出来。因此,研究区域污染物在生态系统、生物体和人体中的富集,对生态系统多样性的影响,对生物体的毒理及对人体健康的危害等,迫在眉睫。

在理论上中国 2014 年城镇人口比重可能超过 50%。另一方面,自 20 世纪 80 年代以来,我国大城市郊区化的趋势日益明显^[23]。未来的城市将成为区域发展的主体。在近 5~10 年,我国城市化和区域发展将进入一个重要的转型时期。其一,城市化和区域发展的动力过程更加复杂。陆地表层地域系统的开放性增强,区域间相互作用的强度加大,影响城市化和区域发展的新因素不断出现,城市化和区域发展的驱动机制开始出现实质性变化。其二,城市化和区域发展的类型多样化。人地关系的地域特征显著增强,自然地理环境对城市化和区域发展的作用重新受到重视;人类对城市化和区域发展的自我调控能力不断提高,揭示城市化和区域发展客观规律与地域分异规律的需求日益旺盛。因此,研究不同尺(程)度的城市与区域发展过程、城市与区域发展的关系、区域差异与相互依赖等,将为确立更为合理的区域发展模式提供坚实的科学依据。

减轻自然灾害是实现可持续发展的必要条件之一。我国结合国际减灾十年、国际减灾战略(ISDR)建立了较为丰富的灾害数据库,对区域自然灾害形成机制、活动规律、监测预报、灾情评估、风险分析和减灾工程的理论基础和方法有了一定认识,对国家自然灾害管理起到了积极作用。近年来,国际社会将自然灾害管理延伸发展为风险管理,除了将管理的主体对象由自然灾害发展为自然和人为灾害并更为关注人为灾害,更重要地是强调对危机产生原因的认识,以便更好地预防、减缓和控制危机,将造成的损失尽可能减少到最低程度。灾害研究重视人类行为在区域灾害形成过程中的驱动力机制,而风险研究则重视人类行为在区域风险形成过程中缓减与抑制的机制^[24]。中国目前的发展阶段为人均 GDP 1 000 美元,恰好对应着世界发展规律人均 GDP 500~1 000 美元的“非稳定状态”频发时期,是人口、资源、环境、效率、公平等矛盾对发展的瓶颈约束最严重的时期^[25]。为了实现构建和谐社会的伟大目标,开展灾害形成机理、过程和综合灾害风险管理研究是关乎国家发展全局的重要任务。

上述几方面问题,既是对我国经济社会发展已经、正在或即将造成重大影响的综合性问题,也是实现以人为本的社会与生态相和谐的伟大目标必须解决的基本问题,同时也是陆地表层系统研究可以解决,并有一定研究积累的科学问题。深入揭示中国陆地表层系统地理过程演变规律,科学地预测未来一定时期中国地理环境的情景,对制定在全球变化趋势下的中国可持续发展的对策有着极为重要的科学价值。

6 “陆地表层系统地理过程研究”的重要方向

未来若干年“陆地表层系统地理过程研究”应该围绕生态水文过程与湖泊—流域、湿地的服务功能、土壤生物与土壤过程及其对土壤质量的影响、城市化过程与区域发展、资源环境的可持续性、污染物的区域环境过程与生态系统和人体健康、灾害形成机制与综合风险管理等方向开展研究,强调对区域综合研究基础理论提升、系统科学研究思路的形成、学科交叉与综合研究方法的发展,以及现代科学技术的引入等全局性科学问题的研究,并将这些问题的研究贯穿于各个方向和科学问题中。

(1) 生态水文过程与湖泊—流域、湿地的服务功能。研究变化环境下(气候变化与经济社会发展)的现代地表水文和生态过程,着重研究水文—生态的耦合关系,为精细管理自然资源、提高生态系统的服务功能、调整人类利用资源的行为提供决策依据。

(2) 土壤生物与土壤过程及其对土壤质量的影响。研究不同土壤类型中土壤生物类群特征及其对土壤物理、化学特征形成的作用,探讨土壤生物过程与植物根际环境的交互作用,为了解土壤质量变化规律,增强土壤质量改善措施的效果提供科学依据。

(3) 城市化过程与区域发展。着重研究城市化过程和区域发展,全球化及区域关联,生态—城市、生态—区域复合系统,变化条件下的区域发展格局,以及对区域发展格局的组织与规划。

(4) 资源环境的可持续性。着重研究区域发展过程中资源的约束作用与替代资源的可行性,以及发展前提下的生态与环境保护。

(5) 污染物的区域环境过程与生态系统和人体健康。特别注重环境过程在区域尺度的表现,将污染物迁移转化研究向对生态系统和对人体健康影响

方面延伸。

(6) 灾害形成机制与综合风险管理。强调实测数据质量、评价方法和模型研究的重要性,以及高度重视人类社会自身可接受的风险水平,加强对灾害形成过程中人类作用机制的综合研究,特别强调灾害脆弱性与恢复性的定量分析与模型研究。探讨对中国有效,甚至对全球有效的综合灾害风险管理模式。

致谢 本文承傅伯杰、蔡运龙、陶澍、刘纪远、秦伯强、樊杰、史培军、周一星、夏军、张雷、张福锁、朱永官等提出修改意见或提供有关资料,谨致谢忱。

参考文献(References):

- [1] Cai Yunlong, Lu Dadao, Zhou Yixing, et al. Chinese progress and international trends of geography [J]. *Acta Geographica Sinica*, 2004, 59(6): 803-810. [蔡运龙, 陆大道, 周一星, 等. 地理科学的中国进展与国际趋势[J]. *地理学报*, 2004, 59(6): 803-810.]
- [2] Yao Yupeng, Ma Fuchen. A discussion on the conceptual model for the strategy of the Earth system research in China [J]. *Advances in Earth Science*, 2005, 20(2): 144-148. [姚玉鹏, 马福臣. 关于我国开展地球系统研究战略概念模型的讨论[J]. *地球科学进展*, 2005, 20(2): 144-148.]
- [3] Lu Dadao. Recent development of human geography in China: Challenges and opportunities [J]. *Acta Geographica Sinica*, 2004, 59(suppl.): 3-7. [陆大道. 中国人文地理学发展的机遇与任务[J]. *地理学报*, 2004, 59(增刊): 3-7.]
- [4] Leng Shuying, Song Changqing, Lü Jiejie, et al. The important scientific problems of regional environmental change study [J]. *Progress in Natural Science*, 2001, 11(2): 222-224. [冷疏影, 宋长青, 吕克解, 等. 区域环境变化研究的重要科学问题[J]. *自然科学进展*, 2001, 11(2): 222-224.]
- [5] Qin Dahe. Facts, impact, adaptation and mitigation strategy of climate change [J]. *Bulletin of National Natural Science Foundation of China*, 2003, 17(1): 1-3. [秦大河. 气候变化的事实与影响及对策[J]. *中国科学基金*, 2003, 17(1): 1-3.]
- [6] Ren Meie. Geographical science system: Theory and application [J]. *Advances in Earth Science*, 2004, 19(2): 169-172. [任美镔. 地理科学研究的理论和实践[J]. *地球科学进展*, 2004, 19(2): 169-172.]
- [7] Liu Yanhua, Ge Quansheng, Zhang Xueqin. Thoughts about the development for the research of human dimensions on global environmental change in China [J]. *Advances in Earth Science*, 2004, 19(6): 889-895. [刘燕华, 葛全胜, 张雪芹. 关于中国全球环境变化人文因素研究发展方向的思考[J]. *地球科学进展*, 2004, 19(6): 889-895.]
- [8] Ren Meie. The effect of climate changes on political, economic and social development in east China since Holocene [J]. *Advances in Earth Science*, 2004, 19(5): 695-698. [任美镔. 气候

变化对全新世以来中国东部政治、经济和社会发展影响的初步研究[J]. *地球科学进展*, 2004, 19(5): 695-698.]

- [9] Huang Bingwei. On the Earth system science and scientific basis of sustainable development strategy [J]. *Acta Geographica Sinica*, 1996, 51(4): 350-354. [黄秉维. 论地球系统科学与可持续发展战略科学基础[J]. *地理学报*, 1996, 51(4): 350-354.]
- [10] Li Jijun. Development prospects of geography in China [A]. In: Wu Chuanjun, Liu Changming, Wu Lijiang, eds. *Chinese Geography in Turn of the Century* [C]. Beijing: People Education Publishers, 1999. [李吉均. 关于地理学在中国的发展前景之思考[A]. 见: 吴传钧, 刘昌明, 吴履平主编. *世纪之交的中国地理学* [C]. 北京: 人民教育出版社, 1999.]
- [11] Cai Yunlong, Lu Dadao, Zhou Yixing, et al. National demands for and development strategies of Chinese geography [J]. *Acta Geographica Sinica*, 2004, 59(6): 811-819. [蔡运龙, 陆大道, 周一星, 等. 中国地理科学的国家需求与发展战略[J]. *地理学报*, 2004, 59(6): 811-819.]
- [12] Shi Peijun, Song Changqing, Ge Daokai, et al. Education of geography in China [J]. *Acta Geographica Sinica*, 2003, 58(1): 9-16. [史培军, 宋长青, 葛道凯, 等. 中国地理教育: 继承与创新[J]. *地理学报*, 2003, 58(1): 9-16.]
- [13] Zheng Du, Chen Shupeng. Progress and disciplinary frontiers of geographical research [J]. *Advances in Earth Science*, 2001, 16(5): 599-606. [郑度, 陈述彭. 地理学研究进展与前沿领域[J]. *地球科学进展*, 2001, 16(5): 599-606.]
- [14] Leng Shuying, Song Changqing, Lü Jiejie, et al. Review of geography in China in the past 15 years and its prospects [J]. *Advances in Earth Science*, 2001, 16(6): 845-851. [冷疏影, 宋长青, 吕克解, 等. 地理学学科 15 年发展回顾与展望[J]. *地球科学进展*, 2001, 16(6): 845-851.]
- [15] Song Changqing, Leng Shuying, Lü Jiejie. The subject position and role of geography in global change study [J]. *Progress in Natural Science*, 2000, 15(3): 318-320. [宋长青, 冷疏影, 吕克解. 地理学在全球变化研究中的学科地位及重要作用[J]. *自然科学进展*, 2000, 15(3): 318-320.]
- [16] Song Changqing, Leng Shuying. Important scientific problems of regional sustainable development [J]. *Progress in Natural Science*, 2000, 10(8): 765-767. [宋长青, 冷疏影. 区域可持续发展的重大科学问题[J]. *自然科学进展*, 2000, 10(8): 765-767.]
- [17] Leng Shuying, Song Changqing. An analysis of projects managed by division of geography, Department of Earth sciences, national natural science foundation of China in 2003 [J]. *Advances in Earth Science*, 2004, 19(2): 325-332. [冷疏影, 宋长青. 2003 年度地理学基金项目评审及成果分析[J]. *地球科学进展*, 2004, 19(2): 325-332.]
- [18] Song Changqing, Leng Shuying. Features of recent human geography researches granted by national natural science foundation of China [J]. *Acta Geographica Sinica*, 2004, 59(suppl.): 8-10. [宋长青, 冷疏影. 国家自然科学基金资助下的中国人文地理学发展[J]. *地理学报*, 2004, 59(增刊): 8-10.]
- [19] Shi Peijun, Huang Chongfu, Wang Jing'ai, et al. The research

- ches on the regional regulation of natural disasters [J]. Bulletin of National Natural Science Foundation of China, 2003, 17 (Special Issue): 30-34. [史培军, 黄崇福, 王静爱, 等. 区域自然灾害规律研究 [J]. 中国科学基金, 2003, 17 (专刊): 30-34.]
- [20] Leng Shuying, Song Changqing. Sustainable development research sponsored by geography division, national natural science foundation of China [J]. Bulletin of National Natural Science Foundation of China, 2002, 16(3): 158-160. [冷疏影, 宋长青. 地理学在自然科学基金支持下的区域可持续发展研究 [J]. 中国科学基金, 2002, 16(3): 158-160.]
- [21] Chen Yiyu. Some opinions on developing researches on regional adaptation to global change [J]. Advance in Earth Science, 2004, 19(4): 495-499. [陈宜瑜. 对开展全球变化区域适应研究的几点看法 [J]. 地球科学进展, 2004, 19(4): 495-499.]
- [22] The Research Group of the Development Strategy of Limnology and Watershed Sciences. The development review and future prospect of the research in limnology and watershed sciences [J]. Bulletin of National Natural Science Foundation of China, 2003, 17(1): 8-11. [湖泊及流域学科发展战略研究秘书组. 湖泊及流域科学学科发展历程与展望 [J]. 中国科学基金, 2003, 17(1): 8-11.]
- [23] Feng Jian, Zhou Yixing, Wang Xiaoguang, et al. The development of suburbanization of Beijing and its countermeasures in the 1990's [J]. City Planning Review, 2004, Total 194(3): 13-29. [冯健, 周一星, 王晓光, 等. 1990 年代北京郊区化的最新发展趋势及其对策 [J]. 城市规划, 2004, 总 194(3): 13-29.]
- [24] 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 [J]. Advances in Earth Science, 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 [J]. 地球科学进展, 2005, 20(2): 173-179.]
- [25] Xue Lan, Zhang Qiang, Zhong Kaibin. Crisis Management in China—The Challenge at the Transformation [M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2003. [薛澜, 张强, 钟开斌. 危机管理——转型期中国面临的挑战 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2003.]

REVIEW OF LAND SURFACE GEOGRAPHICAL PROCESS STUDY AND PROSPECTS IN CHINA

LENG Shu-ying, SONG Chang-qing

(National Natural Science Foundation of China, Beijing 100085, China)

Abstract: Earth surface process study has been more and more important in the earth system study during the last ten years. It combines natural process and human process organically so as to meet the challenge of environmental change. Natural process and human process are included in geographical process. By reviewing the main fields of international scientific projects related to land surface process study, the study focus has been moving from nature to the combination of nature and human, from inorganic to the combination of inorganic and organic, from single element or process analysis to multiple elements or processes analysis and synthesis, from macro scale to the combination of macro and micro scales. In the future years, land surface geographical process study in China should organize scientific problems closely around pattern and process, process and effect, synthesis and integration so as to improve the level of Chinese geographical process study and push forward the basic study of Chinese geography to a higher level.

Key words: Land surface; Geographical process; Priority; National demand; Important research aspects.