

变化背景下的当代中国自然地理学 ——2017全国自然地理学大会述评

刘焱序¹, 杨思琪¹, 赵文武¹, 傅伯杰^{1,2*}

(1. 北京师范大学地理科学学部 地表过程与资源生态国家重点实验室, 北京 100875;

2. 中国科学院生态环境研究中心 城市与区域生态国家重点实验室, 北京 100085)

摘要: 面对变化中的全球环境以及变化中的学科热点, 以“变化背景下自然地理学新发展与新挑战”为主题的第一届全国自然地理学大会于2017年11月20–22日在南京召开。聚焦地理学与可持续发展、自然地理要素与过程集成、空间数据挖掘与系统决策等当代自然地理学研究的前沿内容, 通过学科前沿理论的凝练, 引导自然地理过程研究的继续深化; 依托理论与方法创新; 在典型流域、区域实现了自然地理过程的初步集成, 切实服务于人地耦合视角下的可持续社会决策。深化自然地理学分支学科的过程研究、推进综合自然地理学的发展、提升陆地表层系统观测和模拟水平, 将有助于进一步巩固自然地理学在地理科学学科体系中的基础学科地位, 为满足国家重大战略需求和全球可持续发展作出重要的学科贡献。

关键词: 自然地理学; 人地耦合系统; 全球环境变化; 国家需求; 可持续发展

1 引言

地理学作为研究地理要素和地理综合体的空间分异规律、时间演变过程及区域特征的学科, 通过耦合研究自然和人文要素与过程, 揭示地球表层人与环境相互作用的机理, 旨在“探索自然规律, 昭示人文精华”(傅伯杰等, 2015)。其中, 自然地理学是研究自然地理环境的特征、结构及其地域分异规律的形成和演化的学科(蔡运龙, 2010)。自然地理学聚焦地球陆地表层及其外围的特征和形成过程, 重视了解当代地球环境必不可少的空间变异和时间过程, 其目的是认识地球自然环境怎样成为人类活动的基础并受人类活动的影响(Gregory, 2000; 蔡运龙, 宋长青等, 2009)。近年来, 国际自然地理学的研究前沿集中体现在对人地系统要素集成的关

注和对人地系统重点过程的深化, 研究趋向在于可持续发展目标下的复杂人地系统模拟(傅伯杰, 2017)。自然地理学在面向可持续的人地系统要素关联(Turner et al, 2012)、人地系统承载力预警(Liu et al, 2015)、全球综合风险的系统应对(Helbing, 2013)、食物—能源—水综合可持续利用(Gao et al, 2017)、全球环境污染与人类健康(Lelieveld et al, 2015)等人地系统研究前沿进展中作出了基础性贡献, 为全球和区域资源环境问题的治理提供了重要决策依据。

面对全球环境变化和我国社会经济快速发展, 对资源环境问题的全球性关注和我国可持续发展面临的重大问题也催生了中国社会对自然地理学发展的迫切需求(蔡运龙, 李双成等, 2009)。1950s以来, 基于有限的历史图件和野外调查经历, 中国

收稿日期: 2017-12-09; 修订日期: 2018-01-18。

基金项目: 国家自然科学基金项目(L1624026); 中国科学院学部学科发展战略研究项目(2016-DX-C-02) [Foundation: National Natural Science Foundation of China, No.L1624026; Research Project on the Development Strategy of Chinese Academy of Sciences, No.2016-DX-C-02]。

作者简介: 刘焱序(1988-), 男, 陕西西安人, 博士后, 主要从事综合自然地理与景观生态学研究, E-mail: yanxuliu@bnu.edu.cn。

通讯作者: 傅伯杰(1958-), 男, 中国科学院院士, 研究员, 博士生导师, 中国地理学会理事长(S110001618M), 主要从事地理学综合研究, E-mail: bfu@rcees.ac.cn。

引用格式: 刘焱序, 杨思琪, 赵文武, 等. 2018. 变化背景下的当代中国自然地理学: 2017全国自然地理学大会述评[J]. 地理科学进展, 37(1): 163-171. [Liu Y X, Yang S Q, Zhao W W, et al. 2018. Contemporary Chinese physical geography in the context of change: Review of the 2017 National Physical Geography Conference[J]. Progress in Geography, 37(1): 163-171.]. DOI: 10.18306/dlkxjz.2018.01.017

地理学者依托丰富的经验积累,总结发展地理学综合研究理论体系(林超, 1981; 陈传康, 1988),通过自然区划(黄秉维, 1958)、土地利用调查(吴传钧, 1979)等研究成果,为国家可持续国土开发建设布局等宏观战略提供科学指引(郑度等, 2016)。近30年间,随着遥感与GIS技术的兴起与发展、野外监测站点的不断增加,实验观测数据和数理统计手段已成为中国自然地理学者的基本实证研究工具,对中国可持续生态保护、土地规划、环境治理、灾害防范提供了理论与方法支撑(蔡运龙等, 2004; 冷疏影等, 2005)。目前,中国自然地理学在地表格局、生物过程、碳循环、物理过程、植被—水文相互作用以及第四纪古环境等领域成为研究热点,自然地理过程研究、地表各个圈层相互作用研究以及人地关系研究等方向领域正在不断发展深化(冷疏影等, 2016)。尤其是近几年来,以自然地理要素、过程研究为基础的陆地表层系统系统集成研究在黑河流域等重点区域取得重要进展(程国栋等, 2014)。面向当前全球环境变化所产生的复杂资源环境问题,以及自然地理学学科研究热点领域的变化背景,2017年首届全国自然地理学大会的召开,强调中国自然地理学研究从分支走向综合、从学科深化走向多学科交叉,对中国地理学发展具有重要历史意义,开启了中国自然地理学研究的新篇章。

2 会议简介

2017年全国自然地理学大会于2017年11月20-22日在南京召开,由中国地理学会主办、南京大学承办。本次大会主题是“变化背景下自然地理学新发展与新挑战”,是首届独立命名的全国自然地理学大会。本次大会是中国历届自然地理学相关会议中规模最大的会议,共吸引了来自国内外260多家单位近3000位代表汇聚南京,分享新发现、交流新思想、共绘新时代中国自然地理学发展蓝图。作为中国自然地理学发展进程中的里程碑事件,本次会议全面展示了近年来我国自然地理学各领域取得的新进展,提出了推动自然地理学研究的继续深化和综合集成,在我国自然地理学学科发展中发挥重要的引领作用。

2.1 自然地理学研究热点领域

参加本次会议的院士、知名专家学者在大会特

邀报告中就当代地理学和自然地理学研究的热点领域进行深入探讨。傅伯杰院士、刘丛强院士、秦大河院士、David Thomas教授、李新研究员、郭华东院士、Michael Meadows院士、樊杰研究员、宋长青教授、朴世龙教授、李满春教授从不同角度分享了研究成果和认知高度。本文将大会特邀报告所涉及内容归纳为:地理学与可持续发展、自然地理要素与过程集成、空间数据挖掘与系统决策3方面。这3项内容涵盖了当代自然地理学研究的前沿内容,其逻辑关系如图1所示。

2.2 地理学与可持续发展

随着“联合国千年发展目标”、“2030年可持续发展议程”以及“未来地球”计划对可持续发展的定义和探讨,可持续发展概念逐步具体和深化。可持续发展研究聚焦人文、社会和生态系统的综合管理,强调交叉综合,尤其是环境的可持续成为国际上可持续发展研究最为关注的议题(Kates, 2011)。在可持续发展的目标引领下,可持续科学研究尤其关注全球气候变化、生物多样性丧失以及其他贫困问题所带来的实际挑战及其应对(Takeuchi, 2017)。地理学研究聚焦地球表层人与环境相互作用的机理,面向全球和区域资源环境实际问题的解决,具有综合性、交叉性、区域性特点(傅伯杰等, 2015)。其研究范式正经历着“对地理学知识的描述”、“格局与过程的耦合”,向“对复杂人地系统的模拟和预测”转变(傅伯杰, 2017)。由于地理学研究强调人地关系、自然和人文要素的综合,因而在推动实现全

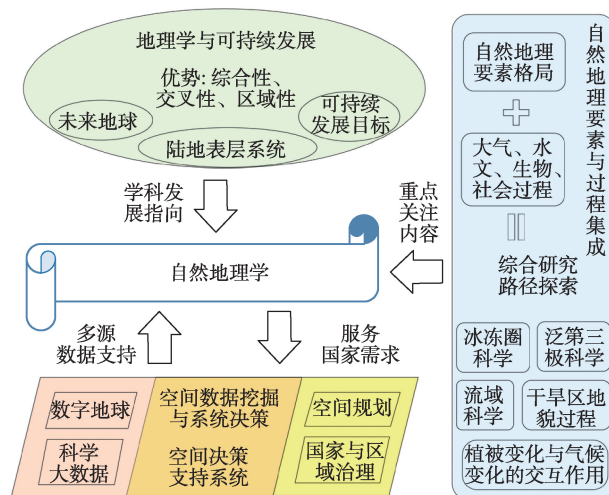


图1 当代自然地理学研究的热点领域归纳

Fig.1 Prominent fields of contemporary physical geography research

球可持续发展目标具有天然优势。针对全球和区域生态与环境变化和人类可持续发展的挑战,有必要进行地球表层系统科学领域的多学科交叉综合和系统研究,从而为国家和全球可持续发展作出基础性贡献。

面向全球可持续发展的地理学在学科发展指向层面为中国自然地理学的发展提供了切实目标。聚焦人地系统耦合理论与方法,自然地理学各分支学科的交叉融合,以及自然地理学与人文地理学和地理信息科学等相关学科的交叉融合,成为当代地理学研究的前沿热点。当代地理学和自然地理学研究前沿在于采用定量化的手段、基于地理过程运行机理,实现地理学综合研究并服务于系统决策。其中,自然地理学研究所提供的观测与模拟成果将为地理科学发展实现从知识创造到社会决策的贯通提供基础性、机理性的支持。

2.3 自然地理要素与过程集成

地理学在转向地理科学的进程中,更加注重分析格局分布的内在原因以及格局对大气、水文、生物过程的影响;研究主题更加强调陆地表层系统的综合集成研究(宋长青, 2016; 傅伯杰, 2017)。自然地理要素时空格局与大气、水文、生物、社会等过程的耦合研究更加深入,体现了当代自然地理学的重要发展。立足温室气体排放(Tian et al, 2016)、自然资源管理(Gao et al, 2017)、灾害风险应对(Helbing, 2013)等多学科交叉的可持续研究主题,自然地理过程与社会过程的结合成为国际前沿领域。在新的时代背景下,自然地理要素与过程研究既更为深入,又更加综合,而寻找开展综合研究的具体路径是当代地理学者所面临的重要挑战。

近年来,自然地理要素与过程的集成研究作为中国自然地理学研究的前沿领域,已得到了学界的广泛共识并取得重要进展,冰冻圈科学(秦大河等, 2014)、干旱区地貌过程(Thomas, 2013)、黑河流域生态—水文—社会集成研究(李新等, 2012)、泛第三极科学(陈发虎等, 2017)、全球植被变化与气候变化的交互作用(Zhu et al, 2016; Zeng et al, 2017)等主题为中国自然地理学发展做出了重要的学科贡献。总结上述前沿成果可以得出,自然地理要素与过程的集成作为学科发展的重点内容,不仅需要关注自然要素综合、自然过程综合,更需要聚焦自然和社会的要素与过程综合,从而切实服务于社会决策(傅伯杰, 2017)。

2.4 空间数据挖掘与系统决策

随着数字地球学科的发展,资源卫星获得的大量地球数据亟待进行空间数据挖掘以推动成果产出,科学大数据业已成为科学研究新途径,科学范式开始从模型驱动向数据驱动发生转变(郭华东等, 2014)。当前,多分辨率、全天候、全波段、多要素地球立体观测逐步实现(Crowther et al, 2015; Pekel et al, 2016),大数据、可视化和虚拟现实技术走向应用(Jean et al, 2016)。在地理大数据时代,对空间数据的挖掘可进一步加深对空间数据的理解,并更好地服务于空间决策支持。通过多源空间数据的支持,将从根本上推动自然地理学研究更加定量、更加综合。

地理学研究目标不仅在于解释过去,更在于服务现在、预测未来(傅伯杰等, 2015)。中国自然地理学在发展过程中与人文地理学和地理信息科学长期结合,并在系统决策中发挥重要的科技支撑作用。主体功能区、资源环境承载能力等综合研究的不断深化,为我国国土空间开发保护格局优化配置提供了重要理论创新,为国家和区域治理提供了重要决策依据(樊杰, 2016)。例如,在地理信息技术支持下的“多规合一”,探索有效优化资源的空间配置,产生显著的生态、社会和经济效益(李满春等, 2017)。面向服务国家战略需求的学科发展导向,在当前自然地理学研究从概念模型走向定量表达的基础上,需进一步从统计模型走向模式模拟,构建更完善、精确的空间决策支持系统,在方法上提升自然地理学对可持续发展决策的支持能力。

3 会议主要论题

本次会议通过9个主题41个专题对当代自然地理学进展进行集中展示。主要包括:自然地理学理论与进展;地貌学与地貌过程;气候、全球变化与文明;生物地理、生态系统与碳循环;水土过程;环境地理;自然地理敏感区域和关键带研究;人与自然地理耦合;自然地理学重要事件和人物。本文将上述9个主题归纳为前沿理论的凝练、过程研究的深化、重点区域的集成、社会决策的支持和人物事件的回顾5个方面(图2)。总体而言,当前中国自然地理学研究的新发展表现为:通过学科前沿理论的凝练,引导自然地理过程研究的继续深化;依托理论与方法创新,在典型流域、区域实现了自然地理



图2 2017全国自然地理学大会主要论题归纳

Fig.2 Main topics of the 2017 National Physical Geography Conference

过程的初步集成,切实服务于人地耦合视角下的可持续社会决策。

3.1 前沿理论的凝练

围绕“自然地理学理论与进展”这一主题,“自然地理学前沿进展”专题总结了自然地理学学科最新发展态势,讨论交流了有关地貌学、生物地理学、土壤地理学、气候学、水文学等分支学科在各自研究领域不断深化过程中的进展与前沿,并探讨了学科及分支学科的前沿和发展趋势;“自然地理学的综合”专题介绍了自然地理要素、格局与过程的内在机理和方法论,围绕土地利用/覆被变化的生态响应、黄土高原植被和坝地协同拦沙效应、海岸带综合陆海要素及陆海统筹联动、生态工程的生态效益监测与评估、寒冷气候与北方农业活动的耦合关系等议题展开讨论;“资源环境情报分析与科学服务决策机制”专题讨论了资源环境战略情报研究、资源环境文本知识挖掘、科学服务决策机制与实践等问题,针对地理科学文献计量分析、水—能源—粮食纽带与地球科学整合、支撑海洋重大项目的战略情报、中国地理学者学术发表意愿等主题进行交流。

在“未来地球”计划的推动下,自然地理研究的“生态化、人文化”特征凸显,生态系统服务、人地系统耦合、脆弱性、社会—生态系统恢复力等自然—人文交互作用理论愈加受到自然地理学研究的高度重视。揭示岩石圈、大气圈、水圈和生物圈等地球表层各大圈层相互作用的复杂机制,亟需进一步明晰地球表层系统或陆地表层系统的要素集成途径。输入变量增加所导致的多要素、多过程研究的不确定性,以及由点至面的多尺度研究在时空尺度推绎中产生的高度不确定性等问题,亟待厘清其影响因素。如何通过学科理论的凝练,深化对自然和人文要素相互作用机理的认识,成为自然地理学理论研究需要长期关注的学科议题。

3.2 过程研究的深化

聚焦“地貌学与地貌过程”,地貌学在现代自然地理学中的作用、河流地貌过程、物源分析方法在地表过程中应用、地貌年代学与环境演化、数字地貌与区域地貌制图等专题的探讨,显示出地貌学与自然地理其他各分支的交叉,尤其展示了近年来地貌学在研究方法工具上的不断创新。关注“气候、

全球变化与文明”,树木年轮与气候环境变化、植被动力过程与古气候重建、气候环境变化与文明演化、华夏山水的演变与人类活动等专题的讨论,重现了我国和周边国家的区域历史气候,并揭示其对历史人类活动的影响。面向“生物地理、生态系统与碳循环”,谱系地理、属性地理、全球变化生物地理、物种分布大尺度格局与保护四个方面成为生物地理学研究的前沿领域(刘鸿雁等, 2017);基于植被遥感、通量观测、碳循环模型模拟等深入解析了全球陆地生态系统碳循环,以及陆地生态系统的氮磷收支、迁移、转化过程;利用野外观测、遥感反演、模型模拟等多种手段,展示了过去和现代不同时间尺度极端气候的发生规律、机制以及生态系统响应过程和反馈机制。立足“水土过程”,水文水资源系统分析与模拟及不确定性、面向区域生态保育和环境治理的水文学、土壤地理与土壤过程等议题,对水土过程的机理进行解析,而变化环境下的水土资源管理与调控、信息化技术在水土环境变化监测中的应用等专题则展现了水土过程研究的社会决策应用前景。解读“环境地理”问题,对不同类型自然地理单元中人类引发的环境问题加以广泛探讨,健康地理学持续发展,对区域污染物迁移过程及其环境影响的探索则在机理层面提供了对环境地理过程的新认识。

基于更精细的观测数据,以及更具体的研究对象,自然地理过程研究近年来更具微观化、层次化、模型化的特点(冷疏影等, 2005)。值得关注的是,径流形成、植被演替、污染物迁移、土壤侵蚀等自然地理过程往往在多个地表圈层中发生,普遍受人类活动的影响,并作用于区域社会经济过程。因此在对自然地理过程研究的深化,不仅需要进一步聚焦各自然地理过程的内在数理逻辑和非线性关系,更需要区分多尺度下地表格局与过程耦合的不同特征,更加精准地揭示不同区域、不同尺度的自然地理过程发生机理,从而使研究成果更有效地预测未来并服务于可持续决策。

3.3 重点区域的集成

立足“自然地理敏感区域和关键带研究”,中国自然地理学者对自然地理过程在干旱区沙漠、荒(石)漠化地区、沿海区域、鄱阳湖流域、喀斯特地区、丝绸之路经济带以及黑河流域的集成进行了初步或深入的探索。各专题聚焦自然过程—人类活动

耦合作用,主要将区域风沙或水文过程与生态过程的耦合作为集成研究的切入点,以格局与过程耦合的机理阐释为主,为区域可持续发展提供科学依据。尤其是以黑河流域为代表的内陆河流域生态水分过程与模拟集成研究中,通过建立联结观测、实验、模拟、情景分析,揭示不同尺度生态—水文过程的相互作用规律以及人类活动和气候变化影响下的过程机理,研发出耦合生态、水文和社会经济的流域集成模型,可为区域水资源管理决策提供重要支持。

在自然地理格局与过程的耦合中,基于直接观测的耦合通常在较小的空间尺度上进行,观测成果可作为较大尺度系统分析与模拟的基础(傅伯杰等, 2015)。基于区域相对详尽的定量观测资料,气候变化背景下的区域响应与适应集成研究成为自然地理学综合研究的重要前沿议题。在黑河流域的集成研究中,荒漠植被生态水文特征与生态适应机制、不同下垫面蒸散发模拟、生态水文耦合模拟、数字土壤制图方法集成等一系列主题,对自然地理过程研究的区域集成具有较为深刻的启发意义。由于区域集成研究需要建立在明晰自然地理过程发生机制的基础上,过程研究的深化是重点区域集成的前提条件。

3.4 社会决策的支持

围绕“人与自然地理耦合”议题,人地系统耦合机理与过程、城市自然地理学、城市水安全、长江经济带生态环境保护与绿色发展、耕地资源调查评价与粮食安全预警、自然环境与旅游可持续发展等专题,主要侧重于人文地理学与地理信息科学和自然地理学的学科交叉。在可持续发展目标的宏观引导下,城乡发展与资源优化配置、城市水资源管理、流域绿色发展、粮食安全、生态旅游等与社会发展决策密切相关的地理学研究内容得到广泛探讨,为国家和区域可持续发展、生态文明建设提供理论依据和实践借鉴。

对社会决策的支持是凝练自然地理前沿理论、深化自然地理过程研究,乃至进行重点区域集成的最终目标与应用出口。就学科发展而言,中国自然地理学与人文地理学和地理信息科学等相关学科的交叉融合更加广泛深入;而就学科挑战而言,陆地表层系统的复杂性与不确定性仍显著地影响研究成果的决策支持能力。降低系统模型参数取值

的不确定性,提升陆地表层系统模式模拟水平,成为提升自然地理研究社会决策支持能力的关键途径。

4 会议启示

在变化背景下,中国自然地理学在与可持续科学对接、要素与过程集成、空间数据挖掘与系统决策等领域取得新发展(图3)。地理学与可持续发展议题的深度融合为自然地理要素与过程集成确定了目标导向,自然地理要素与过程集成结果则为陆地表层系统决策提供了机理解析途径;地理空间数据的挖掘与融合为自然地理要素与过程集成提供了基础数据支持,而陆地表层系统决策成果直接服务于国家和区域可持续发展实践。面对变化中的全球环境以及变化中的学科热点,中国自然地理学也面临着过程研究深化和区域集成模拟的新挑战,本文将其总结为以下3方面。

(1) 深化自然地理学分支学科的过程研究,夯实自然地理格局与过程耦合理论基础。当前,自然地理学分支学科在地貌过程、气候变化过程、生物地理过程、水文过程、土壤过程等方面持续取得进展,但仍不足以对陆地表层系统过程集成提供充分的参数支持。自然地理学分支学科过程研究无疑是进行学科交叉与成果集成的基础环节,自然地理单一过程研究势必将更加微观、更加深入(冷疏影等, 2005)。面对全球变化下陆地表层系统的剧烈改变,在格局分析的基础上深入厘清地貌、气候、生物、水文、土壤等地理过程的形成与演化机制,进一步凝练自然地理前沿理论、深化自然地理过程研究,成为自然地理学在科学发现层面的重要挑战。

(2) 推进综合自然地理学的发展,聚焦陆地表层系统集成前沿议题。我国综合自然地理学研究在国际地理学研究领域处于领先地位,并在近30来不断发展(李双成等, 2017; 彭建等, 2017)。面对复杂的全球变化以及可持续发展的需求,自然地理学必须进行更高层次的综合和集成,加强多学科间的交叉融合,注重人与自然地理的耦合研究。在学科交叉融合的背景下,综合自然地理学也将在连接自然地理学分支学科过程中扮演更为重要的角色。依托自然地理学分支学科对自然地理过程形成机理的深度解析,寻求定量化的陆地表层系统综合途径,继承并发扬地理学交叉性、综合性学科优势,成为自然地理学在提升学科价值层面的重要挑战。

(3) 提升陆地表层系统观测和模拟水平,面向未来可持续发展决策。陆地表层过程交互的复杂性为地理学综合研究带来了诸多困扰和挑战,尤其是数据和模型的不确定性制约了对自然地理过程形成与演化机制的系统解析。为控制和减少不确定性,有必要关注模型预测和观测结果的互补性,进一步研发数据同化算法,提高模型预测精度(李新, 2013)。通过长期的野外观测、综合调查以及模型模拟的集成,提高对地理大数据的空间挖掘能力,将有助于应对并解决空间与时间上更为复杂的自然地理格局和过程耦合问题。面向全球环境变化下的不同区域发展情景,提供更高精度的多要素、多过程、多尺度模式模拟结果,满足国家和区域可持续发展战略需求,成为自然地理学在服务社会决策层面的重要挑战。

总之,自然地理学各部门学科的交叉和融合,既是变化背景下中国自然地理学发展的重要成果,也是未来中国自然地理学学科发展的重要导向。

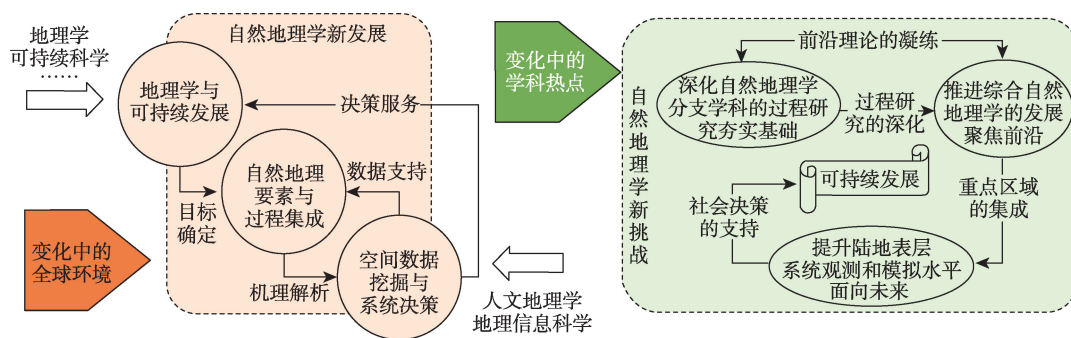


图3 自然地理学新发展与新挑战

Fig.3 New development and new challenges of physical geography

深化自然地理学分支学科的过程研究、推进综合自然地理学的发展、提升陆地表层系统观测和模拟水平,有助于进一步巩固自然地理学在地理科学学科体系中的基础学科地位,为在国际上建设具有中国特色的地理学、满足国家重大战略需求和全球可持续发展作出更重要的学科贡献。

参考文献(References)

- 蔡运龙. 2010. 当代自然地理学态势[J]. 地理研究, 29(1): 1-12. [Cai Y L. 2010. New perspectives on physical geography[J]. Geographical Research, 29(1): 1-12.]
- 蔡运龙, 李双成, 方修琦. 2009. 自然地理学研究前沿[J]. 地理学报, 64(11): 1363-1374. [Cai Y L, Li S C, Fang X Q. 2009. The research forefront of physical geography[J]. Acta Geographica Sinica, 64(11): 1363-1374.]
- 蔡运龙, 陆大道, 周一星, 等. 2004. 中国地理科学的国家需求与发展战略[J]. 地理学报, 59(6): 811-819. [Cai Y L, Lu D D, Zhou Y X, et al. 2004. National demands for and development strategies of Chinese geography[J]. Acta Geographica Sinica, 59(6): 811-819.]
- 蔡运龙, 宋长青, 冷疏影. 2009. 中国自然地理学的发展趋势与优先领域[J]. 地理科学, 29(5): 619-626. [Cai Y L, Song C Q, Leng S Y. 2009. Future development trends and priority areas of physical geography in China[J]. Scientia Geographica Sinica, 29(5): 619-626.]
- 陈传康. 1988. 自然地理学、地球表层学和综合地理学[J]. 地理学报, 43(3): 258-264. [Chen C K. 1988. Physical geography, epigeosphere science and integrated geography[J]. Acta Geographica Sinica, 43(3): 258-264.]
- 陈发虎, 安成邦, 董广辉, 等. 2017. 丝绸之路与泛第三极地区人类活动、环境变化和丝路文明兴衰[J]. 中国科学院院刊, 32(9): 967-975. [Chen F H, An C B, Dong G H, et al. 2017. Human activities, environmental changes, and rise and decline of Silk Road civilization in Pan-Third Pole Region[J]. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 32(9): 967-975.]
- 程国栋, 肖洪浪, 傅伯杰, 等. 2014. 黑河流域生态—水文过程集成研究进展[J]. 地球科学进展, 29(4): 431-437. [Cheng G D, Xiao H L, Fu B J, et al. 2014. Advances in synthetic research on the eco-hydrological process of the Heihe River Basin[J]. Advances in Earth Science, 29(4): 431-437.]
- 樊杰. 2016. 我国国土空间开发保护格局优化配置理论创新与“十三五”规划的应对策略[J]. 中国科学院院刊, 31(1): 1-12. [Fan J. 2016. Theoretical innovation in optimization of protection and development of china's territorial space and coping strategy of 13th five-year plan[J]. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 31(1): 1-12.]
- 傅伯杰. 2017. 地理学: 从知识、科学到决策[J]. 地理学报, 72(11): 1923-1932. [Fu B J. 2017. Geography: From knowledge, science to decision making support[J]. Acta Geographica Sinica, 72(11): 1923-1932.]
- 傅伯杰, 冷疏影, 宋长青. 2015. 新时期地理学的特征与任务[J]. 地理科学, 35(8): 939-945. [Fu B J, Leng S Y, Song C Q. 2015. The characteristics and tasks of geography in the new era[J]. Scientia Geographica Sinica, 35(8): 939-945.]
- 郭华东, 王力哲, 陈方, 等. 2014. 科学大数据与数字地球[J]. 科学通报, 59(12): 1047-1054. [Guo H D, Wang L Z, Chen F, et al. 2014. Scientific big data and Digital Earth[J]. Chinese Science Bulletin, 59(35): 5066-5073.]
- 黄秉维. 1958. 中国综合自然区划的初步草案[J]. 地理学报, 24(4): 348-363. [Huang B W. 1958. Zhongguo zonghe ziran quhua de chubu caoan[J]. Acta Geographica Sinica, 24(4): 348-363.]
- 冷疏影, 等. 2016. 地理科学三十年: 从经典到前沿[M]. 北京: 商务印书馆. [Leng S Y, et al. 2016. Dili kexue san-shinian: Cong jingdian dao qianyan[M]. Beijing, China: The Commercial Press.]
- 冷疏影, 宋长青. 2005. 陆地表层系统地理过程研究回顾与展望[J]. 地球科学进展, 20(6): 600-606. [Leng S Y, Song C Q. 2005. Review of land surface geographical process study and prospects in China[J]. Advances in Earth Science, 20(6): 600-606.]
- 李满春, 黄秋昊, 单金霞, 等. 2017. 地理信息技术支持的“多规合一”: 以常州市新北区为例[J]. 地理信息世界, 24(1): 14-17, 24. [Li M C, Huang Q H, Shan J X, et al. 2017. Multiple planning integration based on geo-information technology: A case study of Xinbei district in Changzhou[J]. Geomatics World, 24(1): 14-17, 24.]
- 李双成, 蒙古军, 彭建. 2017. 北京大学综合自然地理学研究的发展与贡献[J]. 地理学报, 72(11): 1937-1951. [Li S C, Meng J J, Peng J. 2017. Recent research progress at Peking University and contributions to integrated physical geography[J]. Acta Geographica Sinica, 72(11): 1937-1951.]
- 李新. 2013. 陆地表层系统模拟和观测的不确定性及其控制[J]. 中国科学: 地球科学, 43(11): 1735-1742. [Li X. 2014.

- Characterization, controlling, and reduction of uncertainties in the modeling and observation of land-surface systems[J]. *Science China Earth Sciences*, 57(1): 80-87.]
- 李新, 刘绍民, 马明国, 等. 2012. 黑河流域生态—水文过程综合遥感观测联合试验总体设计[J]. *地球科学进展*, 27(5): 481-498. [Li X, Liu S M, Ma M G, et al. 2012. HiWATER: An integrated remote sensing experiment on hydrological and ecological processes in the Heihe River Basin [J]. *Advances in Earth Science*, 27(5): 481-498.]
- 林超. 1981. 试论地理学的性质[J]. *地理科学*, 1(2): 97-104. [Lin C. 1981. Some remarks on the nature of geography [J]. *Scientia Geographica Sinica*, 1(2): 97-104.]
- 刘鸿雁, 唐艳鸿. 2017. 北京大学生物地理学与生态学的发展与成就[J]. *地理学报*, 72(11): 1997-2008. [Liu H Y, Tang Y H. 2017. Development and achievements of biogeography and ecology at Peking University[J]. *Acta Geographica Sinica*, 72(11): 1997-2008.]
- 彭建, 杜悦悦, 刘焱序, 等. 2017. 从自然区划、土地变化到景观服务: 发展中的中国综合自然地理学[J]. *地理研究*, 36(10): 1819-1833. [Peng J, Du Y Y, Liu Y X, et al. 2017. From natural regionalization, land change to landscape service: The development of integrated physical geography in China[J]. *Geographical Research*, 36(10): 1819-1833.]
- 秦大河, 周波涛, 效存德. 2014. 冰冻圈变化及其对中国气候的影响[J]. *气象学报*, 72(5): 869-879. [Qin D H, Zhou B T, Xiao C D. 2014. Progress in studies of cryospheric changes and their impacts on climate of China[J]. *Acta Meteorologica Sinica*, 72(5): 869-879.]
- 宋长青. 2016. 地理学研究范式的思考[J]. *地理科学进展*, 35(1): 1-3. [Song C Q. 2016. On paradigms of geographical research[J]. *Progress in Geography*, 35(1): 1-3.]
- 吴传钧. 1979. 开展土地利用调查与制图为农业现代化服务[J]. *自然资源*, (2): 39-47. [Wu C J. 1979. Kaizhan tudi liyong diaocha yu zhitu wei nongye xiandaihua fuwu[J]. *Natural Resources*, (2): 39-47.]
- 郑度, 吴绍洪, 尹云鹤, 等. 2016. 全球变化背景下中国自然地域系统研究前沿[J]. *地理学报*, 71(9): 1475-1483. [Zheng D, Wu S H, Yin Y H, et al. 2016. Frontiers in terrestrial system research in China under global change[J]. *Acta Geographica Sinica*, 71(9): 1475-1483.]
- Crowther T W, Glick H B, Covey K R, et al. 2015. Mapping tree density at a global scale[J]. *Nature*, 525: 201-205.
- Gao L, Bryan B A. 2017. Finding pathways to national-scale land-sector sustainability[J]. *Nature*, 544: 217-222.
- Gregory K J. 2000. The changing nature of physical geography [M]. London, UK: Arnold.
- Helbing D. 2013. Globally networked risks and how to respond [J]. *Nature*, 497: 51-59.
- Jean N, Burke M, Xie M, et al. 2016. Combining satellite imagery and machine learning to predict poverty[J]. *Science*, 353: 790-794.
- Kates R W. 2011. What kind of a science is sustainability science[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(49): 19449-19450.
- Lelieveld J, Evans J S, Fnais M, et al. 2015. The contribution of outdoor air pollution sources to premature mortality on a global scale[J]. *Nature*, 525: 367-371.
- Liu J G, Mooney H, Hull V, et al. 2015. Systems integration for global sustainability[J]. *Science*, 347: 1258832.
- National Research Council (NRC). 2001. Basic research opportunities in earth science[M]. Washington, DC: National Academy Press.
- Pekel J F, Cottam A, Gorelick N, et al. 2016. High-resolution mapping of global surface water and its long-term changes [J]. *Nature*, 540: 418-422.
- Takeuchi K. 2017. Celebrating 10 years of Sustainability Science journal[J]. *Sustainability Science*, 12(4): 505.
- Thomas D S G. 2013. Reconstructing paleoenvironments and palaeoclimates in drylands: What can landform analysis contribute[J]. *Earth Surface Processes and Landforms*, 38(1): 3-16.
- Tian H Q, Lu C Q, Ciais P, et al. 2016. The terrestrial biosphere as a net source of greenhouse gases to the atmosphere[J]. *Nature*, 531: 225-228.
- Turner B L, Sabloff J A. 2012. Classic period collapse of the central maya lowlands: Insights about human-environment relationships for sustainability[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109(35): 13908-13914.
- Zeng Z Z, Piao S L, Li L Z X, et al. 2017. Climate mitigation from vegetation biophysical feedbacks during the past three decades[J]. *Nature Climate Change*, 7(6): 432-436, doi: 10.1038/NCLIMATE3299.
- Zhu Z C, Piao S L, Myneni R B, et al. 2016. Greening of the earth and its drivers[J]. *Nature Climate Change*, 6(8): 791-795, doi: 10.1038/NCLIMATE3004.

Contemporary Chinese physical geography in the context of change: Review of the 2017 National Physical Geography Conference

LIU Yanxu¹, YANG Siqu¹, ZHAO Wenwu¹, FU Bojie^{1,2*}

(1. State Key Laboratory of Earth Surface Processes and Resource Ecology, Faculty of Geographical Science, Beijing Normal University, Beijing 100875, China; 2. State Key Laboratory of Urban and Regional Ecology, Research Center for Eco-Environmental Sciences, CAS, Beijing 100085, China)

Abstract: In the face of the changing global environment and disciplinary hot spots, the first National Physical Geography Conference —with the topic of "New Development and New Challenges of Physical Geography in the Context of Change" — was held in Nanjing on 20- 22 November 2017. The forefront contents of contemporary physical geography research, namely combination of geography and sustainable development, integration of physical geographical elements and processes, and system decision with spatial data mining have been the focus. At present, Chinese physical geographers have made the subject theories more concise; deepened the physical geographical process studies; achieved preliminary integration of physical geographical processes in critical regions and basins based on theoretical and methodological innovations; and practically supported decision making for the sustainable development of the coupled social-ecological system. In future research, we should deepen the process research of subdisciplines in physical geography, promote the development of a comprehensive physical geography, and improve the observation and simulation of the land surface system. These will further consolidate the position of physical geography as a foundation in geographical sciences, and make important contributions to global sustainable development and meet the demands of national key development strategies.

Key words: physical geography; coupled human- environment system; global environmental change; national demands; sustainable development