

中国经济地理学的发展方向*

刘志高^{1,2} 刘卫东^{1,2} 贺灿飞^{3,4}

(1 中国科学院区域可持续发展分析与模拟重点实验室 北京 100101

2 中国科学院地理科学与资源研究所 北京 100101 3 北京大学城市与环境学院
北京 100871 4 北京大学林肯研究院城市发展与土地政策研究中心 北京 100871)

摘要 文章首先回顾了国际经济地理学发展历程,其发展不仅是当时的社会经济背景下的产物,还受来自包括经济学在内的其他学科的影响,并具有坚实的科学哲学基础。本文认为中国经济地理学需要在认清国内外社会经济发展形势的基础上,坚持优良传统——服务国家发展的战略需求,并积极占领国际学术战略高地;需要在加强具体问题理论研究的同时,加强科学哲学和方法论基础;需要在坚持地理学基本思维和方法的基础上,广泛吸收外来学科的知识;需要坚持核心科学问题与研究议题多样性的有机统一;需要努力改善学术生态环境,为中国经济地理学大发展提供人才保障。文章最后指出,未来经济地理学的重大研究领域应该包括区域可持续发展分析与模拟,区域间利益协调和补偿机制,全球化、金融危机对中国区域发展的影响,地方经济发展研究新变化,气候变化区域响应,区域自然灾害的预警、危机恢复管理等。

关键词 经济地理学,机遇与挑战,学科发展

DOI: 10.3969/j.issn.1000-3045.2011.04.007



中国科学院



刘志高博士

1 引言

经济地理学是地理学最重要的分支之一,是解释经济活动空间规律的学科。我国经济地理学经过多年的发展,在学术组

织建设、学科理论研究、国际影响和社会服务方面都取得了显著成就^[1,2]。但我国经济地理学仍存在一些不足,如缺乏坚实的科学哲学理论基础和方法论基础,综合性理论总结研究还需加强,国际影响力需进一步提升,学科发展的关键议题和前沿领域有待进一步明确^[2]。同时,国内外社会经济环境正发生着巨变,改革开放30年多来,我国的现代化事业虽取得了举世瞩目的成就,但同时也面临着许多困难和问题,如经济高速发展带来

* 本研究得到科技部创新方法工作项目“地理学方法研究”(2007FY140800)、国家自然科学基金项目“技术-制度——共同演化视角下中国创新型高技术产业集群形成-武汉和长春-光谷比较研究”(41071096)资助
收稿日期 2011年6月21日

了资源环境破坏,经济发展和社会发展不同步,城乡差别与区域差别依然很大。当前的国际环境也发生着重大而深刻的变化:全球化呈现出不可逆转的趋势,科技进步日新月异,综合国力竞争日趋激烈。全球经济格局的变化和后哥本哈根时代环境压力,为我国经济地理学发展创造了新的机遇,同时也提出了更高的要求。如何抓住机遇,乘势而上,在新的历史起点上促进中国经济地理学的大发展,成为我国经济地理学者共同面临的问题和肩负的重大使命。

尽管西方经济地理学研究侧重理论思辨,而我国经济地理学则以满足国家和社会需求为首要目标^[3],但在日益开放的国际学术环境下谋求我国经济地理学的大发展,有必要回顾国际经济地理学发展历程,认清国内外尤其是国际经济地理学的发展趋势以及背后的原因,以为我国经济地理学的发展提供经验、教训,并科学判断国际经济地理学的基本发展规律和走势,从而甄别中国经济地理学的“窗口机会”,为中国经济地理学实现重大理论突破提供可能。从20世纪80年代以来,国际经济地理学研究呈现出前所未有的活跃,一方面是以克鲁格曼、藤田等为首的经济学家试图将地理和空间概念重新带回经济学的视野,另一方面是经济地理学本身也迎来了一个理论范式和研究方法多元化并存的时代,“文化经济地理学”、“关系经济地理学”、“制度经济地理学”和“演化经济地理学”纷纷出现。因此,有学者乐观地认为,经济地理学正成为地理学领域一颗冉冉升起的新星^[4],但也有学者鉴于自“文化转向”以来各种概念的涌现和理论范式的纷争,对未来经济地理学的命运持悲观态度,认为过多的文化、制度等要素充斥在经济地理学中已抹杀了经济地理学本来的面目^[5-7]。

透过现象看本质。透过不断翻新的经济

地理学理论转向,挖掘其背后的经济社会背景和科学哲学与方法论基础是非常必要的。没有深刻的对哲学和方法论的反思,就有可能被表面的、不断翻新的理论万花筒所迷惑,从而对经济地理学的命运或盲目乐观,或消极悲观;与此同时有可能也无法理解国际经济地理学理论范式不断翻新的内在逻辑,而误以为经济地理学迷失了原本的方向,误以为变化多样的经济地理学失去了自身的基本内核,沦为了各类社会思潮的“容器”。因此,从宏大的社会需求和经济地理学与其他学科的互动来探究经济地理学的研究进展与理论范式转变的内在逻辑具有时代性和根本性。鉴于国内外有关当代国际经济地理学理论范式变革的文献十分丰富,本文不再具体论述其主要理论及其研究内容、研究方法,而只是试图剖析当代国际经济地理学理论范式变化背后的社会经济背景、哲学和方法论动因。在此基础上,提出了我国经济地理学在新的历史时期实现大发展的基本策略和主要研究领域。

2 国际经济地理学的发展

20世纪80年代,全球经济、政治和社会、科学领域开始进入大规模的转型:一是弹性专业化、后福特主义生产模式及经济全球化兴起;二是保守主义与扩张性的政治态势成为发达资本主义国家的社会主流意识形态;三是社会科学日益走向多元化,经济地理学广泛地从制度经济学、文化经济学和经济社会学吸收相关理论。与20世纪50—60年代的“计量革命”和70—80年代的“马克思主义转向”相比,80年代以来西方经济地理学进入了前所未有的急剧变动时期,变革不仅反映在方法论和认识论层面,而且也发生在本体论层面,它使西方经济地理学的视角走向了高度的多样化和复杂化^[8]。

理论范式变化主要出现了两个显著的

特征。

一是主流经济学重新发现、重视地理的重要性。20世纪90年代以来,空间的作用,特别是空间外部性,逐渐引起主流经济学的极大关注。以克鲁格曼(Paul Krugman)、藤田(Fujita)、波特(Michael Porter)、巴罗(Robert Barro)、阿瑟(W.Brian Arthur)和维纳布尔斯(Anthony Venables)等为代表的主流经济学家,把区域、区位、距离等概念带进经济学,用规模收益递增、外部经济、不完全竞争、空间集聚等观念,解释国家与区域经济发展的竞争优势,并用数学模型表达出来。克鲁格曼是他们当中的杰出代表。瑞典皇家科学院诺贝尔奖委员会将2008年度诺贝尔经济学奖授予克鲁格曼,以表彰他在贸易模式分析方面所做的贡献和在经济活动的定位方面取得的成就。

二是经济地理学家开始从单纯的经济要素分析转向关注历史、文化、制度和政治因素等非物质要素。从80年代开始,经济地理学家们一方面继承了马克思主义政治经济学寻求资本主义社会资本积累的“内在逻辑”的传统,另一方面在分析视角上,从政治经济学和新古典经济学的传统,尤其最新发展的异端经济学中,寻求解释全球化和信息革命时代下地方产业新现象的思想启发。经济地理学家不仅从法国调节学派、熊彼特技术演进以及制度经济学吸收了思想养料,而且还从经济社会学甚至文化经济学中寻求灵感,出现了包括文化、制度、关系和演化在内的各种“转向”,经济地理学的研究议题也从原来单纯的经济要素分析转向了社会、文化和制度要素与经济要素的综合研究,主张在经济空间分析中高度重视历史、文化、制度和政治因素,并以此对经济地理学学科性质进行了重塑。这些经济地理学的理论转变往往又被称为经济地理学的“文化转向”、

“制度转向”、“关系转向”和“演化转向”^[9]。

无论是主流经济学里的地理学问题回归,还是经济地理学的异端经济学思想活跃,其背后深层次的原因既与经济全球化趋势下地方经济力量上升这一客观现实有关,又与传统新古典经济学的均衡分析难以解释经济的空间集聚和专业化带来的地域空间上报酬递增现象有关,同时还与自从“激进革命”以来的经济地理学变化主线有关。自“激进革命”以来,经济地理学试图回到真实的世界里去认识经济地理,试图脱离实证主义盛行以来冷冰冰的模型、计量研究,回归到从真实的人、真实的世界出发去研究经济活动的空间规律,从特定的社会与制度关系的情景中理解经济空间结构、过程及创造这些结构和过程的行动者,这就是所谓的“经济地理学情境化”。从这个角度看,当下经济地理学出现的五光十色的转向和新的范式,仅仅是从不同的角度,即从制度的、关系的、文化的和历史的角度的认识人类经济空间分布真实规律而已。

同时我们还需要注意,这些理论转变的现实背景,是广泛而深入的全球社会经济变革。随着经济活动频繁跨越国界,地方与全球之间的空间关系成了经济地理学家关心的核心问题。理解和解释全球化过程中不同地区经济活动持久的差异性(即经济的多元性),地域空间上报酬递增现象,必须摆脱传统的思维框架。因此,全球经济变革的实践以及相伴出现的研究方法和视角的转变,为经济地理学创造了众多新的、充满着思维争辩的研究领域。

另外,尽管各经济地理学学派之间存在着重大的区别,但是他们的理论建构都是以批判现实主义为哲学基础,强调行动-结构之间的权变关系而非单向的决定关系,认为正是经济行为者之间的社会相互作用塑造



中国科学院

了资本主义时空经济的多样性,特定时空情景中经济行为者之间的社会关系,如关系资产、行为者-网络、关系嵌入等,才是认识经济活动的空间与地方的基本出发点^[10]。批判实在论是20世纪70年代末英国哲学家巴斯卡创立的一种社会哲学理论,又被称为超验(或先验)实在论。批判实在论主张复杂本体论,既反对经济实在论哲学倾向的对数学的过分倚重及演绎主义、工具主义研究取向,也不主张人文主义和结构马克思主义将结构和主观能动性割裂开来理解经济空间问题。因此,批判实在论哲学下的新经济地理学的主要目标不是关注事件的恒常联系,而是试图整合现实的不同层面,去认识隐藏在经济空间现象背后的结构、机制、力量和趋势,其具体的研究方法是多样化的、开放的。批判实在论取向下的新经济地理学理论坚持将区域发展的分析置于具体的场景之中,并试图构建“有场景与情境的经济地理学”或者说是“真实的经济地理学”。这里的场景和真实性可以分解为具体的制度、文化、关系情境去理解。

3 中国经济地理学发展目标与策略

正如上文所指出的,西方经济地理学研究侧重理论的思辨,而我国经济地理学则“以任务带学科”,以满足国家和社会需求为首要目标。因此,相对于西方经济地理学而言,中国经济地理学经历了比较独特的道路。在国内外社会经济环境和中国经济地理学学术生态环境均发生重大变化的今天,过去几十年中国经济地理学成功的发展经验是否还能够行得通,如何科学地确定新的发展环境下的中国经济地理学未来发展目标与战略,成为当前中国经济地理学发展亟待解决的问题。我们认为,中国经济地理学应既继承优良传统——坚持以国家战略需求为导向,解决国家发展中的重大区域问题,

又要加强经济地理学的理论建设,特别是科学哲学基础和方法论建设;既需要瞄准国际学术前沿,创造具有中国经验的理论范式,促进国际经济地理学的理论发展,又需要提高公众地理学方面的科学素质,提高经济地理学在公共政策和社会公众的影响力;既需要坚持跨学科合作,积极参与国内外重大问题研究,又需要发挥经济地理学对于重点领域的基础研究和重大问题的对策研究支撑和领导作用,扩大经济地理学在整个科学界的影响力;既要积极发挥资深学者的引领作用,又要积极培养一大批中青年学者和青年学生,为中国经济地理学大发展提供人才保障。为达到上述目标,我们需要处理好如下关系:

3.1 服务国家发展的战略需求与占领国际学术战略高地有机统一

“以任务带学科”是建国后我国经济地理学的基本特色和宝贵经验,即学科发展的首要目标和驱动力是满足国家需求,同时以实践任务促进学科的理论发展和建设^[11]。脱离国家发展战略需求,低头制造学术文章,盲目争取国际地位,将导致经济地理学丧失其重要的社会价值,势必将中国经济地理学带入死胡同。同时,不加强国际交流,“自说自话”,固步自封将导致中国经济地理学“夜郎自大”。如何科学总结和反思我国区域发展中的经验及存在的问题,创造性地提出具有中国经验的理论范式,从而既推动国际经济地理学的理论研究,又服务于国家发展的战略需要,成为下一阶段中国经济地理学重要的努力方向。

3.2 加强科学哲学和方法论基础与具体问题研究同步进行

任何学科的发展都离不开科学哲学和方法论基础的建设。忽视科学哲学和方法论建设不仅束缚经济地理学的实践和理论的

发展,也将削弱经济地理学参与解决诸多世界性与地域性问题的地位。但是,科学哲学和方法论建设不是“空中楼阁”,不能脱离具体的问题研究。未来中国经济地理学不仅需要进一步加强对国际经济地理学的科学哲学和方法论反思,更需要在吸收和消化中国哲学的基础上,为构建具有中国特色的经济地理学提供坚实的科学哲学和方法论基础。

3.3 广泛吸收外来学科的知识与坚持地理学基本思维和方法有机统一

国际经济地理学的发展经验表明:经济地理学的发展既有其自身发展的内在逻辑,即沿着既有学术传统和传统经济地理学问题不断深入研究,同时又受到相关学科的影响,在理论范式和研究方法上发生相应的调整。因此,中国经济地理学既需要广泛地吸收自然科学和社会科学的新知识、新方法,同时必须坚持地理学的基本思维和方法。不断发展、吸收外来学科的新知识和新方法的关键,是发现经济地理学的新问题,丰富和发展经济地理学的思想,而不是脱离地理学的基本思想和方法。脱离地理学的基本思想和方法的“经济地理学”研究只能导致经济地理学成为其他学科的“附庸”,成为“无本之源”。因此,中国经济地理学要加强与其他学科之间对话,更需要在坚持地理学基本思维的基础上完善自身的理论和方法。

3.4 坚持核心科学问题与研究议题的多样性有机统一

当前我国经济社会建设的内外环境将发生深刻变化。从外部环境看,在2008年全球经济危机的深远影响下,需要中国转变增长方式;后哥本哈根时代,全球气候变化与绿色发展的呼声越来越高,压力逐步增加;世界经济格局的整体性变动对我国开放发展提出了新的要求。因此,应充分发挥经济地理学综合性和交叉性的学科特点,积极参与重大议题的研究,但更为重要的是需要坚

持核心科学问题与研究议题的多样性有机统一。面向现阶段国家目标,我国经济地理学的核心问题应该是区域和城市的可持续发展。

3.5 改善学术生态环境,为中国经济地理学大发展提供人才保障

中国经济地理学经过70多年的发展,学术组织建设不断健全、学术队伍不断壮大,培养了一大批经济地理学工作者,为中国经济地理学未来的大发展奠定了扎实的基础。但也存在一些问题,如青年学者更趋向于制造文章,而不愿意下大力去了解国情;学生就业压力大。为此,需要大力改善学术生态环境,一方面积极发挥资深学者的学术引领作用,另一方面从制度上鼓励青年学者积极参与经济地理学理论建设和实践工作。要以创新团队和创新人才的培养为重点,大力培养一批中青年学术带头人和骨干研究队伍,为中国经济地理学大发展提供可靠的人才保障。

4 未来我国经济地理学的重要研究领域

针对我国未来面临的重大挑战和国家战略需求,结合国际经济地理学发展动态,我们认为中国经济地理学应该坚持“有所为,有所不为”原则,有选择地在如下领域集中攻关、争取突破。

4.1 区域可持续发展分析与模拟

经济的高速发展改变着我国的自然和社会经济地域结构,我国可持续发展面临严峻挑战。因此,需要全面评估中国区域可持续发展的基本状态,分析影响区域可持续发展的主要因素以及时空分异特性;揭示不同状态类型、发展过程的可持续发展模式的形成机理;构建不同类型区域可持续发展模型与预警系统;模拟不同类型区域可持续发展模式与政策体系。



中国科学院

4.2 区域间利益协调和补偿机制

当前我国区域关系非常复杂,一方面区域经济一体化的广度和深度明显拓展,一方面区域间利益关系协调机制并没有完全建立。因此如何既充分尊重市场规律,实现优化资源配置,保障单个区域的利益最大化,又实现更大范围的区域协调发展,成为当前中国经济地理学急需探讨的问题。研究内容至少包括:区域利益主体的博弈过程研究;区域间权、责、利划分方法,区域利益协调和补偿机制与模式;区域补偿方案实施效应评价、监控机制。

4.3 全球化、金融危机对中国区域发展的影响

全球化与生产技术的发展进一步引发了社会生产组织的变革,新的国际劳动分工深入到产品层次,“全球价值链”、“全球商品链”和“全球生产网络”等概念的提出为更好地解释当今全球生产组织的新变化提供了概念框架。但是全球化对中国区域发展的影响形式、途径等理论话题还有待加强。2008年的全球性金融危机已经波及到全球的实体经济,并将对全世界经济地理格局产生深刻影响。地方经济的脆弱性和如何应对经济危机、实现共同发展,成为全球经济地理学者关心的新议题。我国经济地理学家应在总结大量经验的基础上,积极探讨全球化、金融危机对世界经济格局、新兴经济体、尤其是对中国区域发展的影响程度、形式、途径。

4.4 地方经济发展研究

20世纪80年代以来,新区域主义主要话题,如区域创新系统、学习型区域、新产业区的形成、都市区和城市群发展、老工业区的振兴等问题成为全球热点问题。改革开放30多年来,不仅在农业和制造业领域,而且在文化创意产业、研发与咨询、金融业、零售业等领域、地域结构都发生了重大变化。如

何从制度、关系与演化等范式揭示中国新产业区的形成和老工业区的衰落与振兴,统筹城乡发展,重构农业与乡村空间,并提出具有指导意义的政策建议将依然是中国经济地理学努力的重要方向。

4.5 应对气候变化区域响应

全球气候变化是人类迄今面临的最重大也是最为严重的全球环境问题之一,是21世纪人类面临的最复杂的挑战之一。气候变化所带来的挑战,也正从日益严峻的全球环境问题,逐渐演变成为一个涉及世界经济、国际贸易、国际政治等问题的复杂议题。因此,对经济与环境关系的研究是国内外经济地理学界一个重要的领域,具体议题包括低碳经济、循环经济、绿色制造、环境管制方法、食品和农产品安全、生态创新等。中国经济地理学家应该加强对气候变化、环境与管制对我国区域发展的影响机理,区域响应全球气候变化机制研究。

4.6 区域自然灾害的预警、危机恢复管理

近年来,随着人口、资源与环境矛盾的日益加深,国内外区域性自然灾害频发,突发性自然灾害风险成为区域可持续发展的重大障碍。脆弱性、恢复力和适应性相关的突发自然灾害综合管理和减灾成为区域可持续发展的重要研究内容。我国经济地理学应积极通过自然与人文的交叉、科学与技术的交叉,深入研究自然和社会经济驱动、时空变化过程以及资源、环境、生态和灾害效应等地表环境变化的驱动力、过程和效应;逐步完善各种自然灾害的预警系统、灾区重建规划理念和评价体系、灾后响应能力评价。

主要参考文献

- 1 陆大道. 中国人文地理学发展的机遇与任务. 地理学报, 2004: 3-7.
- 2 张雷, 高波阳, 刘卫东等. 中国工业地理学的回顾

- 与展望——建所 70 周年工业地理学研究成果与发展前景. 地理科学进展 2011(4): 426-432.
- 3 刘卫东 陆大道. 经济地理学研究进展. 中国科学院院刊 2004(1): 35-39.
- 4 Monk A H B, Monk C S. Economic geography: the rising star of the social sciences. *Oxonomics* 2007, 2(1-2): 16-20.
- 5 Barnes T J. Rethorizing economic geography: from the quantitative revolution to the “cultural turn”. *Annals of the Association of American Geographers*. 2001, 91(3) :546-565.
- 6 Rodríguez Pose A. Killing economic geography with a “cultural turn” overdose. *Antipode* 2001, 33 (2) :176-182.
- 7 Mulligan G F. What’s wrong with economic geography? Other thoughts on the rift. *Journal article by Gordon F Mulligan; Canadian Journal of Regional Science* 2003, 26.
- 8 苗长虹 魏也华. 西方经济地理学理论建构的发展与论争. *地理研究* 2007(6) :1 233-1 246.
- 9 Liu Z. The emergence of clusters in societal transition: a coevolutionary perspective on the TCM cluster at Tonghua/China. *Universit tsbibliothek*, 2009.
- 10 Yeung H W. Critical realism and realist research in human geography: a method or a philosophy in search of a method? *Progress in Human Geography* ,1997, 21(1) :51.
- 11 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. *地理学报* 2004(6) :811-819.



The Development Directions of China’s Economic Geography

Liu Zhigao^{1,2} Liu Weidong^{1,2} He Canfei^{3,4}

(1 Key Laboratory of Regional Sustainable Development Modeling, CAS 100101 Beijing

2 Institute of Geographical Sciences and Natural Resources Research, CAS 100101 Beijing

3 College of Urban and Environmental Sciences, Peking University 100871 Beijing

4 Center for Urban Development and Land Policy, Lincoln Institute, Peking University 100871 Beijing)

Abstract Economic geography is the discipline of studying the location, distribution and spatial organization of economic activities. China’s economic geography has made remarkable achievements in the past 70 years, but there are also some drawbacks. How to seize the new development opportunity to make great progress at the new historical starting point is a common task of China’s economic geographers. This paper reviews the development process of economic geography within the international academic community, and has found out that its development is greatly influenced not only by the broad socio-economic backgrounds, but also by the advances from other disciplines including economics, and it has solid philosophical foundations. This paper strongly argues that China’s economic geography needs to (1) meet strategic demands of national development, and try to make significant and original contributions to the international academic community; (2) theoretically and empirically study multiple specific issues, and strengthen the scientific basis of the philosophy and methodology; (3) extensively absorb the new knowledge from foreign subjects, but adhere to the basic ideas and methods of geography; (4) be interested in multiple concrete research topics but focus on the core scientific issues; (5) improve academic environments in order to offer a rich and high-qualified talent pool for the great development of China’s economic geography in the coming future. The future major research fields of economic geography in

中国科学院

China involve: analysis and simulation of regional sustainable development, inter-regional coordination of interests and compensation mechanisms, impact mechanisms of globalization and financial crisis on regional development, new changes and trends of local economic development, regional response to climate change, recovery management of natural disaster crisis.

Keywords economic geography, opportunities and challenges, disciplinary development

刘志高 中国科学院地理科学与资源研究所助理研究员。1974年6月出生于湖北省江陵县。2009年4月获德国法兰克福大学地质与地理学院人文地理学博士学位,同年回国工作。长期从事经济地理学与区域发展研究工作,主要研究领域包括创新系统、产业集群和经济过程模拟等,已发表论文近30篇。E-mail:liuzhigao@igsnr.ac.cn

刘卫东 男,中国科学院地理科学与资源研究所研究员,中国地理学会经济地理专业委员会主任,*Progress in Human Geography* 编委。1967年4月出生于河北隆化。1988年毕业于北京大学地理系经济地理专业,1991年于中科院地理所获硕士学位并留所工作。1996年赴香港大学地质地理系攻读博士学位,2000年获博士学位后返回地理所工作。长期从事经济地理学研究工作,主要研究领域包括区域发展差异、全球化对地区发展的影响、信息化与社会经济的空间重组等,已发表论文70余篇。E-mail:liuwd@igsnr.ac.cn

(接 472 页)

过千年的沉积柱,据此进行了古降雨记录重建。结果表明,位于赤道辐合带北界附近的南海西沙地区在小冰期期间出现了降雨量增多的情况,这是传统热带气候变化机制理论所不能解释的。通过进一步综合分析热带太平洋地区目前已有的一些古气候记录,课题组重建了过去千年热带太平洋地区降雨的空间结构变化,并得出结论:在相对较冷的小冰期(公元1400—1850),热带西太平洋地区降雨增多,而热带中东太平洋降雨减少,表明该时段太平洋沃克环流较强;在相对较为温暖的中世纪暖期(公元800—1300),热带西太平洋地区降雨偏少,而热带中东太平洋降雨偏多,表明该时段太平洋沃克环流较弱。

该研究不仅提出了热带太平洋地区世纪尺度降雨变化的新机制,还发现热带太平洋地区世纪尺度的降雨变化与背景温度以及太阳辐射变化之间存在联系,这将有助于揭示热带地区气候变化的驱动机制,提出新的模型,并有助于预测未来气候变化的趋势。

该成果发表在 *Nature Communications* 上。该杂志的审稿者认为:“这一证据的发现和新机制的提出是对热带气候变化研究领域的重要贡献,将激发科学家对这一研究领域的好奇与兴趣。”