

# 可持续性转型地理研究综述与展望

余 振<sup>1</sup>, 龚惠文<sup>2\*</sup>, 胡晓辉<sup>3</sup>

(1. 清华大学公共管理学院, 北京 100084; 2. 瑞士联邦水科学研究所, 瑞士 苏黎世 8600;

3. 南京师范大学地理科学学院, 江苏省地理信息资源开发与利用协同创新中心, 南京 210023)

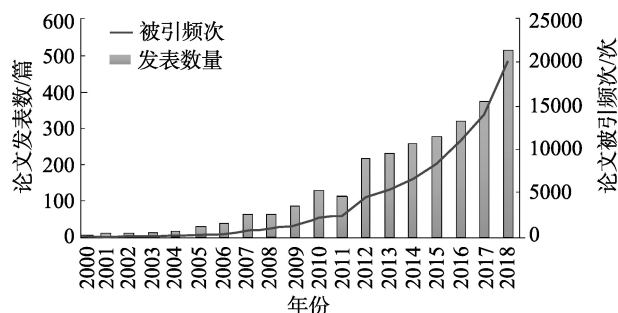
**摘 要:**可持续性转型是近 20 a 欧洲学界的新兴研究领域, 它关注既有社会技术系统向更加可持续的生产与消费模式的根本性转变, 对不少国家和地区的绿色转型政策实践已经产生了重要的影响。近年来, 越来越多学者开始关注可持续性转型与经济地理的交叉融合, 可持续性转型地理逐渐发展成为一个新兴的研究议题, 着重从空间根植性与多尺度交互 2 个维度回答“可持续性转型在哪里发生”的问题。论文在简要总结可持续转型理论与分析框架的基础上, 系统回顾和评述了转型地理研究进展与不足, 并着重从中国的情境提出未来该议题的几个重点方向: ① 基于中国语境下的的转型地理概念化和理论框架构建; ② 后发地区可持续性转型与绿色产业追赶; ③ 城市可持续性转型差异与联系; ④ 多尺度交互下转型主体能动性与权力博弈; ⑤ 人工智能等新兴技术对可持续转型的影响。

**关键词:**可持续性转型; 绿色创新; 经济地理; 空间根植性; 多尺度交互

进入 21 世纪的第 2 个 10 年, 澳洲山火、非洲蝗灾、南极冰融等灾难性事件无不警示着人类: 应对全球气候变化及其带来的环境问题已经刻不容缓。越来越多的学者和政策制定者认为, 渐进性技术创新和阶段性政策干预已经远不足以应对当前的全球气候与环境危机, 人类社会需要根本性地改变现有的社会技术系统, 包括技术、市场、基础设施、制度以及文化观念等, 从而转向一种更加可持续的生产与消费模式, 即可持续性转型(Sustainability Transitions)<sup>[1]</sup>。可持续性转型是近 20 a 欧洲学界的新兴研究领域, 论文发表数量和被引频次迅速增长(图 1), 不仅产生了广泛的学术影响, 也对不少国家和国际组织的绿色转型政策实践产生了重要的影响。

长久以来, 可持续发展命题聚焦宏观尺度(如

改变资本主义生产方式, 自然与社会关系等)和微观尺度(如改变个体选择、态度和动机等)的探索, 而



注: 来源于 Köhler 等<sup>[3]</sup>。

图 1 可持续性转型研究论文发表数量与  
被引频次(2000—2018年)

Fig.1 Number of scientific papers and citations of  
sustainability transitions research (2000–2018)

收稿日期: 2020-05-16; 修订日期: 2020-08-12。

**基金项目:** 中国博士后科学基金面上资助项目(2019M650758); 中国科学院区域可持续发展分析与模拟重点实验室 2020 年度开放研究基金(KF2020-18); 北京大学—林肯研究院城市发展与土地政策研究中心基金项目(FS03-20201101-HXH)。[Foundation: China Postdoctoral Science Foundation Grant, No. 2019M650758; Fund from Key Laboratory of Regional Sustainable Development Modeling, Chinese Academy of Sciences, No. KF2020-18; Fund from Center for Urban Development and Land Policy, Peking University-Lincoln Institute, No. FS03-20201101-HXH.]

**第一作者简介:** 余振(1988—), 男, 福建宁德人, 博士后, 主要从事可持续性转型研究。E-mail: yuzhen@tsinghua.edu.cn

**\*通信作者简介:** 龚惠文(1991—), 女, 福建宁德人, 博士后, 主要研究方向为经济地理。E-mail: Huiwen.gong@eawag.ch

**引用格式:** 余振, 龚惠文, 胡晓辉. 可持续性转型地理研究综述与展望[J]. 地理科学进展, 2021, 40(3): 498-510. [Yu Zhen, Gong Huiwen, Hu Xiaohui. Geography of sustainability transitions: A sympathetic critique and research agenda. Progress in Geography, 2021, 40(3): 498-510.] DOI: 10.18306/dlkxjz.2021.03.013

可持续性转型则主要关注社会中观尺度,是原有的可持续发展理论和实践视角的极大补充<sup>[3]</sup>。可持续发展强调经济系统、社会系统和生态系统的协调发展<sup>[4]</sup>,而可持续性转型更加聚焦经济目标与生态目标的协调发展,关注具体部门在生产和消费模式上的根本性转变。因此,相较宽泛的可持续发展概念而言,可持续转型更具有现实性。可持续转型研究的优势在于从系统的视角探索变革式创新(尤其是绿色创新)是如何产生、发展和扩散的,从而实现整个社会的系统功能转型<sup>[2]</sup>。刘贻新等<sup>[5]</sup>认为,可持续性转型理论在一定程度上破解了当前新兴技术产业化存在的成功率不足、贡献度不高、扶持效果不大等困境,并为之提供了科学的分析模型和有效的方法工具。近些年来,越来越多学者开始关注可持续性转型与经济地理的交叉融合<sup>[6-9]</sup>。引入经济地理学视角可以使可持续性转型研究更能描绘转型过程的空间差异,并揭示不同地区和尺度之间的联系对转型过程的影响。目前,转型地理已经成为许多西方经济地理学者,尤其是演化经济地理学者广泛关注的新研究范式<sup>[9]</sup>。

面对迅速的城市化和工业化带来的环境和能源挑战,中国亟需加速生产与消费模式的根本性转变,对可持续性转型研究的需求将会越来越迫切。目前,一些中国学者也开始尝试引入西方可持续性转型理论,有对其概念、缘起、特征和发展脉络进行梳理和介绍<sup>[10-11]</sup>,也有将其概念和理论框架应用到中国绿色产业发展分析之中<sup>[12-13]</sup>。然而,目前还缺乏深入系统地针对中国情境的可持续性转型理论与实证研究。在城市转型方面,中国学者在低碳城市或资源型城市转型方面已经取得了一定的研究成果<sup>[14-16]</sup>,但总体缺乏清晰的解释框架,而可持续性转型理论可以提供有力的分析工具。因此,本文在系统回顾和评述可持续性转型地理研究进展与不足的基础上,提出了中国可持续性转型地理的未来研究方向。

## 1 可持续性转型理论与分析框架

### 1.1 可持续性转型的概念与特征

Markard等<sup>[1]</sup>将可持续性转型定义为:一种向更加可持续的生产与消费模式的长期、多维且根本性的转变过程。20世纪90年代以前,转型这个概念主要应用于政治经济学领域,用来描绘一个国家经

济和社会系统的深刻变革。此后,一些学者把转型与技术创新研究联系起来,提出了社会—技术系统转型(socio-technical system transitions)以及随后的可持续性转型。该理论认为,一个产品或技术应该被视为一个社会—技术现象而不是孤立的人工制品,因为它们与社会、经济、政治和文化背景高度关联。例如,能源、交通、住房等部门都可以被看作是一个社会—技术系统,包括一系列的参与者、网络、制度,以及物理产品和知识<sup>[17]</sup>。因此,可持续性转型不仅仅是创新系统(innovation system)内部要素的变更,而是整个系统的更新(system innovation)<sup>[18-19]</sup>。

Smith等<sup>[20]</sup>提供了一个从创新研究转向社会—技术系统转型研究的有力逻辑。首先,随着环境和社会问题的日益突出,创新的目标与结果不再仅仅停留在经济部门,现有的问题界定框架应从关注推动绿色技术创新转向整个生产与消费系统的变革;其次,既然问题界定框架已经扩大,那么“用于分析创新产生与成功的影响因素”的分析框架也需随之扩展。在绿色创新研究领域,分析框架的关注点逐渐从企业层面的终端绿色技术应用,到产业层面的清洁生产过程(如产业生态),到环境经济学(主张内部化企业的环境外部性),再到绿色创新系统(认识到制度和网络在促进绿色创新的作用),以及到目前的系统转型视角。

可持续性转型具有以下几个重要特征。首先,转型不是一个线性的过程,而是包括不同要素和不同维度共同演化的过程。其次,转型过程涉及众多的异质行为主体,同时还包含不同资源、能力、信仰、期望以及利益的博弈,因而是一个高度复杂且漫长的过程。最后,由于可持续性针对的是公共利益,因此公共部门一般要在其中发挥引领作用<sup>[3,21]</sup>。一些经济支持条件(如税收和补贴)是可持续性转型不可或缺的部分,因为大多数可持续解决方案的性价比通常不能与现有产品进行竞争<sup>[22]</sup>。

可持续性转型研究早期主要关注电力和交通等部门,现在已经扩展到食品、水、能源、建筑和垃圾处理等众多领域。其研究视角也日益多样,但基本上可分为3条主线。第一,关注历史转型分析,侧重研究以往新技术在取代旧技术系统的长期演化过程及其不同路径<sup>[18,22]</sup>。第二,强调转型系统的复杂性,借助复杂系统理论来引导转型向可持续性方向发展<sup>[23]</sup>。第三,重视转型的治理,并对历史转型研究中所缺失的行为主体及其能动性作用给予更

多关注<sup>[20]</sup>。随着可持续性转型日益受到重视,越来越多不同学科背景的学者加入到转型研究团体中。在2015年的国际可持续性转型研究学术年会上,转型学者讨论提出了可持续性转型研究聚焦的9个主题,即如何理解转型,转型中的权力与政治,如何治理转型,转型中的公民、文化与社会运动,转型中的产业与组织,日常实践中的转型,转型地理,转型伦理,以及转型研究方法<sup>[3]</sup>。

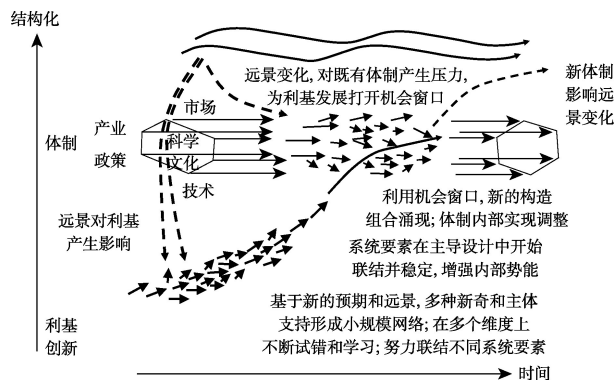
## 1.2 可持续性转型研究的主要分析框架

转型研究的一个核心问题是理解稳定性与变化之间的关系。为了实现可持续性转型,关键是要理解绿色创新如何发展、挑战、甚至重构和替代既有的体制,即如何解锁现有系统中高度制度化并相互强化的过程,并创造出向可持续的系统突破的转变路径。目前,转型研究中已经涌现出了多层视角(multi-level perspective, MLP)、技术创新系统(technological innovation system, TIS)、战略利基管理(strategic niche management, SNM)和转型管理(transition management, TM)等分析框架,其中,前两者是目前转型领域最主流的研究框架。

### (1) 多层视角(MLP)

MLP把复杂的社会—技术系统转型过程抽象为3个层次相互作用的结果:远景(landscape)、体制(regime)和利基(niche)。体制指的是引导社会群体再生产社会—技术系统要素的一个稳定结构,是社会—技术系统的核心概念。它不仅包括物质与技术要素,也包含行动者网络,以及正式和非正式规则等,是技术产品、消费者习惯、基础设施、制度等多方面的集合,这些要素相互作用,形成稳定和渐进的技术发展路径。利基是突破性创新发生的一个保护空间,保护新技术远离现有的选择环境而生存发展。利基起到技术孵化器的作用,也为利基行为主体的网络构建和学习过程提供了空间<sup>[24]</sup>。远景是体制与利基发生的深层结构背景,如文化、社会结构、经济发展趋势等。可持续性转型可以总结为如下过程(图2):远景的变化对现有体制产生压力,打破体制的内部稳定状态,为利基发展打开了机会窗口;利基通过学习过程、技术发展以及行为主体的力量积累,形成新的、具有竞争力的技术路径,挑战现有体制;体制在远景变化和利基发展的双重压力下,通过渐进式调整,最终变成适应新技术发展的新体制<sup>[21]</sup>。

MLP提供了一个简洁而有力地解释复杂系



注:整理自文献[18]。

图2 多层视角下的社会技术系统转型过程

Fig.2 A socio-technical transition from the multi-level perspective

统转型的工具,有助于转型推动者考虑协调更多复杂的、相互影响的、且跨越微观、中观、宏观的要素<sup>[25]</sup>。因此,MLP已经被广泛应用到诊断和分析现有转型过程(尤其是能源和交通等部门)以促进其向可持续方向发展<sup>[26-28]</sup>。此外,这个框架已经扩展到描绘地域系统转型过程,如关心整个城市系统更新的城市可持续性转型,而不仅是具体产业部门的变革<sup>[29-31]</sup>。

### (2) 技术创新系统(TIS)

TIS关注具体技术领域的创新以及与之相关的系统要素,不仅包括微观层面的技术、企业家、企业和集群等,也包括宏观层面的制度和社会经济结构等<sup>[32]</sup>。TIS的总体功能是通过技术、主体、网络和制度的互动,从而促进新技术的发展、扩散和使用<sup>[33]</sup>。早期的TIS文献重点关注系统失灵或结构失灵问题<sup>[34-35]</sup>,而近期的TIS研究开始转向创新系统过程或功能,丰富了对创新系统动态的理解。这些系统功能主要包括:创业试验、知识生产和扩散、搜索方向引导、市场形成、资源调配、正当化、以及正外部性生成<sup>[33,36]</sup>。这些系统相互作用,促进系统的演化。

相比MLP,TIS更加聚焦于围绕新技术的系统要素和系统功能的兴起过程,而较少关注其与既有系统中稳定性因素(如制度、习惯、文化以及基础设施等)的交互与博弈。尽管本体论不同,有些学者已经尝试结合这2种分析框架的优势来解决两者在研究转型中的不足<sup>[37-38]</sup>。然而,可持续性转型研究仍然面临许多批评(详细综述可参考文献[3])。例如,既有研究还是过于偏重解释利基创新的发展过程,而对于如何动摇和解体体制本身还没有充分的



研究。另外,权力和能动性(power and agency)在转型研究中没有得到足够的重视<sup>[39-40]</sup>。再者,由于对空间和尺度问题的忽视,可持续性转型研究没能充分地解释为什么转型会在某些地方发生<sup>[41]</sup>。例如,目前的MLP研究中过于关注国家层面的利基—体制交互,对体制结构和远景压力的空间差异解释不足,也没有充分认识到利基发展与地方制度背景的相互依赖关系。

## 2 可持续性转型地理研究发展与现状

### 2.1 可持续性转型与经济地理的交叉结合

近年来,一个新兴的研究议题——转型地理(geography of sustainability transition)开始在可持续性转型领域兴起<sup>[7]</sup>。一方面,一些转型学者开始关注不同区域和尺度背景下的转型过程<sup>[41]</sup>;另一方面,许多地理学者开始积极引入转型的概念和分析框架来解释区域产业发展与转型路径差异<sup>[9]</sup>。因此,可持续转型与地理学的交叉融合受到越来越多的关注<sup>[8]</sup>。目前,转型地理已经涉及地理学的多个分支,如经济地理和城市地理,但经济地理与可持续转型研究的结合最为紧密,也是推动转型地理发展的主要力量。从20世纪90年代以来,经济地理学的制度、文化、演化和关系转向使得经济地理学在解释创新和技术变革的空间差异与联系方面具有越来越大的影响力<sup>[42-44]</sup>。可持续性转型与新经济地理研究都从演化研究、创新研究以及制度研究领域吸收了许多养分,在有限理性、路径依赖、演化动力以及制度作用等基本假设上都具有许多共同话语。对经济地理学而言,虽然近年来有诸如环境经济地理(environment economic geography)等研究范式和相关议题的出现<sup>[45-46]</sup>,但可持续性与环境问题仍然是经济地理学中比较边缘的议题,环境问题所关联的绿色产业劳动力、技术、产业和机制发展问题尚未成为一个重要的经济地理研究脉络。同时,可持续性转型过程和机制的地理问题也没有得到更多重视和解释。正因为有这样的研究不足和互补空间,将经济地理与可持续性转型研究的范式进行对话和融合,不仅有助于推进经济地理学在低碳经济、绿色制造、环境治理、城市绿色转型等方面的研究,也可以推动可持续性研究的理论发展,从而更加介入应对全球气候变化与环境挑战的政策研究议程<sup>[47]</sup>。

另外,可持续性转型研究的理论框架和视角也为传统的经济地理学研究议题提供了新的分析工具。近年来,西方区域新产业路径发展的研究开始越来越多地借鉴可持续性转型领域的相关概念和理论<sup>[48-50]</sup>,不断丰富和发展了经济地理学者对区域产业发展的内部演化过程、外部连结、正当性、关键系统要素流动和系统功能生成等重要议题的认识。例如,传统的演化经济地理学在研究区域产业发展路径的问题上所采取的关联多样化(related diversification)的概念并不能完全解释区域产业多样化的现象。Boschma等<sup>[9]</sup>结合演化经济地理学中关于关联多样性与非关联多样性以及可持续性转型学者对利基和体制的区分,提出了区域产业多样化的多种可行途径,深化了学界对区域产业发展的认识。

目前,这2个研究领域结合的推动力量主要来自地理学者,他们利用空间、尺度和地方等地理学核心概念与工具推进可持续性转型空间差异的研究<sup>[7]</sup>。转型地理研究尤其关注空间根植性(spatial embeddedness)和多尺度交互(multi-scalar interaction)这2个地理要素对转型过程的影响。在理解经济行为的空间根植性方面,经济地理学的不同研究分支间存在一些差别。从演化经济地理的角度看,经济行为的空间根植性主要体现在区域产业的关联性以及区域发展的路径依赖上<sup>[51-52]</sup>。制度经济地理强调正式和非正式制度环境差异是导致经济行为在空间上产生异质性的重要原因<sup>[53]</sup>。关系经济地理对于空间根植性的理解则更强调区域内个体和个体、组织和组织、个体和组织的互动,因此空间被看成是一个由个体和群体之间的关系所构成的社会构造<sup>[54-55]</sup>。

经济地理学也强调多尺度互动对于区域经济发展的重要性<sup>[56-57]</sup>。多尺度研究视角要求研究者在探索区域产业发展的过程中既要重视本地区的产业、制度、网络、文化等环境<sup>[53]</sup>,还必须考虑区域外部的连结性以及区域内外的互动性<sup>[58]</sup>。近年来,演化经济地理也开始由原来的强调区域关联产业开始转向区域非关联产业以及外部联系和科技突破对区域产业和经济发展影响的研究<sup>[9,59]</sup>。关系经济地理学者,尤其是全球生产网络的学者则采用了“战略耦合”这一概念来描述区域建立外部联系的途径<sup>[60-61]</sup>。在这些视角下,区域与地方不再是固定的空间容器或者各种网络和关系随机耦合的结

点,而是地方特色属性与域外联系相互塑造的一个半粘合(semi-coherent)空间<sup>[62]</sup>。

因此,加入经济地理学的视角可以使转型研究至少从2个方面受益:一是可以更加精确地描绘转型过程的空间差异,二是揭示产生这些模式的深层次空间过程,尤其重视不同地区和尺度之间的联系对转型过程的影响<sup>[7]</sup>。此外,借鉴关系经济地理中强调对行为主体关系的研究也有助于缓解转型研究中对结构力量的过分偏重<sup>[63]</sup>。

## 2.2 可持续性转型地理的研究现状

主流可持续性转型研究注重时间维度的历史分析,而转型地理关注转型过程的空间差异与联系。转型地理主要关注如下问题:为何转型会在某地发生而不是另一个地方,转型在不同的地理情景下是如何展开的,不同的空间尺度以及它们之间的关系如何影响转型过程?<sup>[7]</sup>。近年来,转型地理已经逐渐形成一个相对明朗的研究议程<sup>[3]</sup>,研究的地域范围也逐渐从西北欧扩展到美洲、亚洲以及非洲等区域和国家<sup>[39,64]</sup>。在对空间根植性和多尺度交互2个地理学概念的应用和理解方面,转型地理也做出了一定的贡献。

### (1) 空间根植性与可持续性转型

虽然空间已经不再被仅仅视为经济活动发生的容器,但它仍然界定着一些现象发生的机会与条件<sup>[65]</sup>。从演化经济地理的角度看,一个现象在某地发生并不是随机或偶然的,而是地方以往技术发展历史中所遗留下的经济、社会、文化和制度条件的产物或者反映。虽然学者们使用空间背景、制度根植性、地方特性、社会空间背景等不同术语,但都强调了根植于特定空间的要素对转型过程的影响。

转型地理研究重视地方根植性因素,如城市与区域政策、地方非正式制度、自然资源禀赋、地方产业分工与专业化,以及地方市场在可持续性转型中的作用<sup>[7]</sup>。在这些要素中,制度因素受到最多的关注。地方正式制度结构为地方环境政策和规制的产生提供了框架<sup>[66]</sup>。例如,Cooke<sup>[67]</sup>比较了不同市场经济体制下的转型区域,发现自由市场经济下的转型区域有更多的转型试验自主权,而规划—市场混合体制中的创新实践展现出更高的多样性。地方的具体转型规划与政策也具有巨大的影响力,尤其是为绿色技术探索、开发和使用提供资金、示范和创业等方面的支持<sup>[68]</sup>。地方非正式制度如共同价值观和信任关系等也对绿色利基网络的形成有重

要影响。例如,Ornetzeder等<sup>[69]</sup>的研究发现传统合作文化是奥地利、丹麦和瑞士等国家绿色草根创新(grassroot innovation)的空间前提。Yu等<sup>[70]</sup>认为中国中小城市和农村社会中存在的强社会关系有可能对绿色创新传播带来积极的影响:一方面,强社会联系促进了具体绿色创新信息在同质群体内的传播和学习;另一方面,强社会关系还可能通过对不接受创新的人群进行“社会声誉惩罚”而驱使更多人接受绿色创新。

在自然资源的影响方面,Murphy等<sup>[71]</sup>认为全球环境变化的远景正在改变边缘地区在全球生产网络中的地位,因为这些地方相对丰富的可再生资源增强了它们在新话语背景下的竞争力。Späth等<sup>[72]</sup>也强调了丰富的林木资源是奥地利Murau地区向生物能源转型的重要条件。另一方面,丰富的化石资源储备也可能使一个地方被锁定在高碳排放的工业发展路径中,而缺乏这些资源可能迫使一些地方更加投入可再生能源的生产和消费<sup>[73]</sup>。

受演化经济地理的影响,越来越多转型地理研究开始意识到地方关联产业和技术创新对于区域可持续性转型的重要性。地方产业发展路径的更新很大程度上受制于现有产业结构,因为地方知识、资源、劳动技能以及产业政策等已经形成了一种自我强化的产业—技术发展路径<sup>[51]</sup>。正如传统制造业一样,绿色创新也依赖于区域内高素质的劳动力、中介机构、高校和研究机构,以及这些要素之间的相互作用和网络联系<sup>[74]</sup>。除了区域创新系统内部互动之外,来自于区域外部的知识溢出对于绿色产业的发展也同样重要。然而,这种知识溢出在绿色产业萌芽阶段很可能是缺失的,因此绿色产业初始期的创新网络构建显得极其重要<sup>[75]</sup>。

最后,转型地理也开始关注公民作为消费者对于区域转型的作用。在构建绿色产业的地方市场方面,学者们认为公民以及社区作为重要的终端消费群体应该在转型研究中获得更多的关注<sup>[76]</sup>。当然,一个地方可持续性转型的发生并不是这些因素单独作用或者它们的简单组合,而是这些地方要素的系统组合或相互交织的结构为转型的发生提供了条件<sup>[77]</sup>。

### (2) 空间尺度与可持续性转型

在关系经济地理中,空间有绝对空间和相对空间2种解读。前者指的是特定范围的地域空间,而后者指的是行动主体之间交互形成的建构空间。



在相对空间的解读中,分析的重点不再是地域空间背景,而是主体关系。地理学者一直强调各种形式的邻近性(proximity)对知识生产、学习和创新的作用<sup>[78]</sup>。Raven等<sup>[41]</sup>转型学者尝试在MLP的时间和结构维度上增加了相对空间维度,以区分MLP不同层次的相对邻近性。例如,由于较短的兴起时间,利基中的行为主体尚未形成较强的社会、制度、组织和认知联系,因而其主体网络的邻近性水平较低,而体制中的主体网络具有高度的邻近性(表1)。然而,这种多维的MLP框架没有得到经济地理学者的广泛认可,其实际应用也存在诸多困难。

经济地理学者则更多强调不同地理尺度的差异及联系对转型的影响。在早期的地理转型研究中,MLP的3个层次(远景、体制和利基)被分别对应到全球、国家和地方尺度<sup>[79]</sup>,但这种简单的地理尺度对应遭到许多后来者的批评。主流转型研究仅关注国家尺度是因为文化、基础设施、制度等体制因素都被视为一种国家层面的现象,因而城市和区域通常仅被看作是国家转型的利基实验场所<sup>[80]</sup>。相反,转型地理研究者更加重视城市与区域尺度的转型研究,因为他们认为利基并不一定仅是在地方尺度发生,而体制既可以有国家层面的特征,也可以有地方层面的属性<sup>[73]</sup>。虽然城市与区域尺度的转型仍需要在国家体制框架下展开,但转型地理强调城市和区域拥有塑造自身转型的能力,尤其是全球城市,它们有自身的政治诉求、社会利益以及社会压力去协调城市的转型<sup>[81]</sup>。

Hodson等<sup>[81]</sup>认为在城市尺度上存在着主体和网络的空間临近性,使得城市可持续性转型比起国家层面的转型更加容易实现。一方面,城市尺度的地理邻近有助于社会关系和网络的形成,促进利基的发展<sup>[82]</sup>。例如,绿色产业集群的发展一般需要各种形式的知识转移,如人员流动、衍生创业以及与关联产业的社会网络,这些都倾向于在地方的尺度实现<sup>[71]</sup>。然而,这并不意味着地方尺度就比国

家尺度更加重要,因为地方的转型实践仍然受到国家层面的制度制约。另一方面,城市不仅可以作为绿色利基试验的场所,还可以“连接利基一机制交互,并为新的社会技术组合提供空间背景”<sup>[72]</sup>。通过示范效应和政策迁移学习等机制,城市的转型实践可能纵向扩展(scale-up)为国家规范,在更大范围内推广开来。因此城市和区域的可持续性转型也能反过来影响国家尺度上的体制转变。此外,不少研究关注了国际城市合作交流对城市可持续性转型的影响。例如,Emelianoff<sup>[83]</sup>的研究就发现跨国城市合作网络(如国际地方可持续发展协会ICLEI)对强化地方转型领导力的重要作用。

因而,转型地理强调的是以地方尺度为研究切入点,既认识到地方临近性对网络形成与学习的作用,也注重地方转型动态中不同尺度联系的共同作用。尤其是通过跨尺度主体建立的联系,知识、资本、市场和正当性(legitimacy)等资源可以在多个空间尺度上流动,对地方转型的发展产生作用<sup>[49]</sup>。虽然也有一些研究关注发达国家和发展中国家在绿色产业链上的垂直联系,转型地理研究通常关注价值链之外的关系,如科学研究合作、政策制定者的介入与管理,以及创新方面的相互学习和合作等方面的水平联系<sup>[7]</sup>。在强调区域外部联系的研究中,学者们借鉴全球生产网络对于尺度的理解,强调绿色创新合作是发生在多尺度范围内,因此必须追踪人员和社会组织的社会结构从而刻画某一具体绿色技术及其相关产业的全球图谱<sup>[41,84]</sup>。

2.3 当前转型地理研究的局限

尽管转型地理填补了主流转型理论对转型空间差异的忽视,但它至今还未成为一种学科或成熟的研究方向。首先,正如Hansen等<sup>[7]</sup>所指出的,目前的可持续性转型地理研究基本是在可持续性转型理论的基础上,叠加了地理的视角,大多用MLP和TIS等概念体系来描述可持续性转型在不同空间背景下的表现形式,还缺乏有力的理论概念和分析

表1 多维度的MLP框架  
Tab.1 A multi-dimensional MLP framework

MLP层次	时间维	结构维	空间维
远景	长期;有时由于突发事件而迅速变化	外部宏观环境	在不同的既有社会—技术系统中展示出高度的邻近性和权力
体制	几十年	嵌入组织网络、制度和基础设施中的内生结构	在某一既有社会—技术系统中体现高度的邻近性和权力
利基	0~10 a	促进新结构发展的保护空间	在一个新兴的社会—技术系统中显示较低的邻近性和权力

注:整理自Raven等<sup>[41]</sup>72。

框架使得可持续性转型地理成为一个重要的研究脉络。此外,就如地理学者与经济学者对“新经济地理”理解的差别一样,转型学者和地理学者认识的转型地理仍然有许多不兼容之处,在一些关键概念(如体制、空间、尺度等)还未完全达成共识<sup>[85]</sup>。

其次,目前的转型地理研究仍然过于关注不同地方的利基发展过程,而对于体制如何回应利基创新以及体制的空间差异如何影响转型过程还没形成足够的重视。体制通常被视为“单一”或者“同质”的,但实际上体制的强度在空间上存在很大的差异<sup>[86]</sup>。尤其是目前的可持续性转型研究还存在明显的“欧洲倾向”,而对发展中国家的转型研究不足<sup>[7]</sup>。在研究尺度上,与经济地理研究中过于重视“全球—地方”联系的趋势一样<sup>[87]</sup>,目前的转型地理研究对国家尺度的因素重视不足。对于同一新兴绿色创新,不同国家和地区对远景压力的解读不同,对既有体制形成的压力以及为利基创新打开的机会窗口大小也不同,3个层次交互的时机和程度存在差异,因而可能形成不同的转型路径<sup>[21]</sup>。有些转型是因为利基创新的充分发展,而有些转型则更多是因为体制本身的退化和解体。未来研究需要更加关注发展中国家和地区体制构造的空间差异,以及它们发展出新转型路径的可能性。

再者,目前城市可持续性转型研究虽然大量应用了转型的概念与框架,但与主流可持续性转型理论还有许多“脱钩”之处。这主要是因为可持续性转型理论主要是从演化经济学和技术创新研究发展而来,强调围绕技术或产业的系统更新,而不是地域系统的整体转型。城市可持续性转型包括发展愿景、社会文化、基础设施、市场和正式制度等多方面的重新组合,而不仅仅是具体产业部门层面的转型<sup>[85]</sup>。因此,两者之间的深层关系尚待厘清。

实证研究中,多数的目光还是聚焦在发达的世界城市,而鲜有研究涉及那些欠缺政治、经济和技术资源的中小城市和乡村地区<sup>[31]</sup>。实际上,中小城市具有一定的可持续性转型优势。例如,Argyriou<sup>[88]</sup>认为,普通城市可以在较短时间内绕过领先城市走过的弯路,可以相对更容易地动员和组织内部主体共同支持绿色创新,以及体制惯性阻力较弱。此外,目前的转型研究还是偏重供给侧,如知识生产和扩散、资源流动和创业试验等,而对需求侧缺乏足够的研究。许多研究都认为绿色创新本身不会被市场自动接受,因而政策激励和技术发展是主要驱动

因素。然而,创新扩散不仅仅依赖于技术本身的功能,还受制于传播渠道以及社会关系网络<sup>[89]</sup>。因此,可持续性转型研究需要更多地从社会关系网络等视角关注需求侧对转型的影响<sup>[70]</sup>。最后,目前的转型研究主要依赖单案例的质性研究,未来需要更多比较研究、网络分析、基于主体的建模(agent-based modelling)等研究方法推进转型地理的实证研究。

### 3 中国可持续性转型地理研究展望

可持续性转型对于实现全球可持续发展目标具有十分重大的意义。虽然该研究领域已经产出了丰富的理论成果和实用的政策建议,但它仍属于一个新兴的研究领域,还有许多理论和方法问题需要完善,而且至今主要影响仍然局限于欧洲地区。从地理学视角看,目前的研究对于可持续性转型在哪里发生这个问题还没有清晰的理论回答。可持续性转型与地理研究的结合是一个具有广阔前景的研究方向,但目前仍处于起始阶段。对于经济地理学而言,加强与转型研究的融合将有助于推动经济地理研究更加介入全球气候和环境变化议程,产生更大的实践影响力。

相比西方,中国的经济地理研究与社会重大需求结合紧密,在人地系统与区域可持续发展、产业集群、全球化及跨国公司、交通运输、资源型城市及老工业城市转型,以及地域空间规划等领域产生了丰富的研究成果,但是总体偏实践导向,缺乏对理论思潮的引领<sup>[47]</sup>。可持续性转型地理研究尚处于萌芽阶段,而中国近年来已经在发展绿色产业和推动低碳转型方面取得了全球瞩目的进展,中国的经济地理学者有可能在转型地理领域做出更多前沿性理论成果,为中国及世界的可持续转型提供更好的理论支持和实践启示。

结合上文分析的转型地理研究进展与不足以及中国制度情境和可持续发展现状,本文认为经济地理学者对未来中国可持续性转型地理研究可以重点在以下几个方面做出贡献。

#### (1) 中国情境下的转型概念与理论框架构建

在全球绿色发展远景下,中国国家层面和地方层面都做出了许多体制层面的改变来应对绿色发展的要求。尤其是近10 a来,虽然中国使用“可持续性转型”这个概念较少,但是在经济产业发展的



很多方面也已经在实践可持续性转型的理念,如绿色低碳转型和城市转型等,值得系统总结和理论升华。中国在政府/市场关系、劳资关系、央地权力关系、行政结构、公民社会的作用、社会关系等方面都与西方社会有许多显著的差异,经济社会治理的工具(如规划体系、土地制度、户籍制度和财税制度)也有自己的特色<sup>[87]</sup>,对地方可持续性转型的动力、过程和结果产生不同的影响。然而,由于体制惯性,许多阻碍绿色经济发展的体制因素仍然存在。中国可持续性转型研究既需要借鉴西方理论,加强与国际主流理论框架进行交流对话,同时要结合中国情境的特殊性,发展更适合中国的概念与分析框架,并推动国际可持续性转型理论的发展。

## (2) 后发地区可持续性转型与产业追赶

全球绿色发展为后发地区打开了技术、市场和制度窗口<sup>[90]</sup>,后发地区有可能通过积极的回应实现产业追赶和环境跨越的双重目标<sup>[63]</sup>。中国有许多区域还处在工业化和城市化的初期,尚未被传统高碳发展体制锁定,为新兴可持续技术和产业发展提供了巨大的制度机会空间。贺灿飞<sup>[91]</sup>和胡晓辉等<sup>[16]</sup>认为,中国后发地区存在很多有利于发展绿色技术、绿色生产和市场实践的“路径创造”的机会。例如,在中国中西部和东北部地区,有许多地区具有丰富的可再生能源资源与较弱的体制束缚,其绿色利基发展面临资源和技术能力不足的问题,但如果能够建立与外部主体的跨尺度联系,使得知识、信息、技术以及正当性可以被引入到当地,则很有可能利用后发优势实现可持续性转型<sup>[15,40]</sup>。因此,未来研究可以更加关注中国后发区域的可持续性转型和绿色产业追赶的优势、路径、动力与阻碍,以及这些地区与先进地区绿色转型发展的机制差异。

## (3) 城市可持续性转型差异与联系

中国城市的主导产业纷繁多样,这些产业的科技创新模式和价值实现模式存在很大的差异,知识、资本、市场和正当性等系统资源的空间流动性不同<sup>[84]</sup>,发展路径也各有特征,对城市转型也带来不同的影响。绿色产业在各城市的发展地位不同,未来的研究需要厘清城市内部产业部门转型与城市整体可持续性转型的关系,或者借鉴现有转型理论概念发展出更适合分析城市整体转型的理论框架。同时,需要关注城市尺度的转型实验与国家和全球尺度的转型实践的相互影响。未来研究需要深入探索中国城市转型实验发生的条件、过程与机

制,以及它们如何纵向扩展和影响更高治理尺度的制度变化<sup>[92]</sup>。

## (4) 多尺度交互下的转型主体能动性 with 权力博弈

目前的可持续性转型研究对行为主体能动性的作用重视不足,或者过于强调公共部门作为转型的引领者,而忽略了企业和公民社会等其他行为主体的力量。尤其是全球绿色发展远景为绿色企业提供了更多合法性,使得地方绿色企业(如光伏、新能源汽车等企业)不仅仅能够耦合外部资本、技术和人才到地方,还能够积极参与改变地方制度、基础设施和消费观念等,为绿色技术创造正当性和适宜发展的环境<sup>[63,93]</sup>。与此同时,传统产业部门等既得利益者(如化石能源部门)为转型设置了许多障碍,但也可能积极参与绿色利基试验和培育以应对未来远景变化。未来研究需要探索全球绿色发展远景以及国家制度变化如何重塑地方利基支持者与既得利益者之间的权力博弈。

## (5) 人工智能等新兴技术对可持续性转型的影响

随着第四次工业革命的兴起,人工智能、大数据、物联网等技术迅速发展,对社会经济发展带来了剧烈的冲击。得益于丰富的数据和应用场景,中国人工智能产业已经走在了世界前列,应用智能技术促进能源、交通、住房等传统部门的可持续性转型具有非常大的潜力。例如,腾讯和阿里巴巴都分别提出了利用人工智能实施“AI for FEW (Food, Energy, Water)”和“智慧城市”等战略。当数据成为越来越重要的生产要素,拥有大量数据的企业和平台将在环境治理中发挥日益重要的作用。然而,目前还很少有研究挖掘数字化和智能化将如何影响可持续性转型及其地理差异<sup>[3]</sup>。深入研究中国人工智能等新兴技术对传统部门或城市的可持续性转型的影响,将会对世界其他地区的实践以及学界理论发展带来很大的启示。

## 参考文献(References)

- [1] Markard J, Raven R, Truffer B. Sustainability transitions: An emerging field of research and its prospects [J]. Research Policy, 2012, 41(6): 955-967.
- [2] Smith A, Voß J P, Grin J. Innovation studies and sustainability transitions: The allure of the multi-level perspective and its challenges [J]. Research Policy, 2010, 39(4):



- 435-448.
- [3] Köhler J, Geels F W, Kern F, et al. An agenda for sustainability transitions research: State of the art and future directions [J]. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 2019, 31: 1-32.
- [4] Elliott J. An introduction to sustainable development [M]. London, UK: Routledge, 2012.
- [5] 刘贻新, 谭蓉娟, 张光宇, 等. 可持续转型理论研究综述及展望 [J]. *科技进步与对策*, 2018, 35(18): 152-160. [Liu Yixin, Tan Rongjuan, Zhang Guangyu, et al. A literature review of sustainable transition theory and future prospects. *Science & Technology Progress and Policy*, 2018, 35(18): 152-160. ]
- [6] Binz C, Truffer B, Coenen L. Why space matters in technological innovation systems: Mapping global knowledge dynamics of membrane bioreactor technology [J]. *Research Policy*, 2014, 43(1): 138-155.
- [7] Hansen T, Coenen L. The geography of sustainability transitions: Review, synthesis and reflections on an emergent research field [J]. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 2015, 17: 92-109.
- [8] Murphy J T. Human geography and socio-technical transition studies: Promising intersections [J]. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 2015, 17: 73-91.
- [9] Boschma R, Coenen L, Frenken K, et al. Towards a theory of regional diversification: Combining insights from evolutionary economic geography and transition studies [J]. *Regional Studies*, 2017, 51(1): 31-45.
- [10] 梅亮, 陈劲, 余芳珍. 创新演进与范式转移: 可持续转型理论的源起、特征与框架 [J]. *自然辩证法研究*, 2015, 31(10): 36-40. [Mei Liang, Chen Jin, Yu Fangzhen. Innovation evolution and paradigm shift: Origin, features and framework of sustainability transitions. *Studies in Dialectics of Nature*, 2015, 31(10): 36-40. ]
- [11] 黄栋, 许鑫. 基于可持续转型的我国新能源汽车政策文本分析 [J]. *科技管理研究*, 2017, 37(13): 36-41. [Huang Dong, Xu Xin. Text analysis of China's new energy vehicles policies based on sustainability transitions. *Science and Technology Management Research*, 2017, 37(13): 36-41. ]
- [12] 李平. 社会—技术范式视角下的低碳转型 [J]. *科学学研究*, 2018, 36(6): 1000-1007. [Li Ping. On low carbon transition from perspective of socio- technical regime. *Studies in Science of Science*, 2018, 36(6): 1000-1007. ]
- [13] 董锁成, 李泽红, 李斌, 等. 中国资源型城市经济转型问题与战略探索 [J]. *中国人口·资源与环境*, 2007, 17(5): 12-17. [Dong suocheng, Li Zehong, Li Bin, et al. The problems and strategies on economic transformation of resource-based cities in China. *China Population, Resources and Environment*, 2007, 17(5): 12-17. ]
- [14] 徐君, 高厚宾, 王育红. 生态文明视域下资源型城市低碳转型战略框架及路径设计 [J]. *管理世界*, 2014(6): 178-179. [Xu Jun, Gao Houbin, Wang Yuhong. Strategic framework and path design of low-carbon transformation of resource-based cities from the perspective of ecological civilization. *Management World*, 2014(6): 178-179. ]
- [15] 胡晓辉, 张文忠. 制度演化与区域经济弹性: 两个资源枯竭型城市的比较 [J]. *地理研究*, 2018, 37(7): 1308-1319. [Hu Xiaohui, Zhang Wenzhong. Institutional evolution and regional economic resilience: A comparison of two resource-exhausted cities in China. *Geographical Research*, 2018, 37(7): 1308-1319. ]
- [16] 胡晓辉, 朱晟君, Robert Hassink. 超越“演化”: 老工业区重构研究进展与范式反思 [J]. *地理研究*, 2020, 39(5): 1028-1044. [Hu Xiaohui, Zhu Shengjun, Hassink R. Beyond the "evolutionary approach": A critical review and paradigmatic reflections on the restructuring of old industrial areas. *Geographical Research*, 2020, 39(5): 1028-1044. ]
- [17] Lachman D A. A survey and review of approaches to study transitions [J]. *Energy Policy*, 2013, 58: 269-276.
- [18] Geels F W. Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: A multi-level perspective and a case-study [J]. *Research Policy*, 2002, 31(8/9): 1257-1274.
- [19] Kemp R. Technology and the transition to environmental sustainability: The problem of technological regime shifts [J]. *Futures*, 1994, 26(10): 1023-1046.
- [20] Smith A, Stirling A, Berkhout F. The governance of sustainable socio-technical transitions [J]. *Research Policy*, 2005, 34(10): 1491-1510.
- [21] Geels F W, Schot J. Typology of sociotechnical transition pathways [J]. *Research Policy*, 2007, 36(3): 399-417.
- [22] Geels F W. The multi-level perspective on sustainability transitions: Responses to seven criticisms [J]. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 2011, 1(1): 24-40.
- [23] Loorbach D, Rotmans J. The practice of transition management: Examples and lessons from four distinct cases [J]. *Futures*, 2010, 42(3): 237-246.
- [24] Kemp R, Schot J, Hoogma R. Regime shifts to sustainability through processes of niche formation: The approach of strategic niche management [J]. *Technology Analysis & Strategic Management*, 1998, 10(2): 175-198.
- [25] Rock M, Murphy J T, Rasiah R, et al. A hard slog, not a

- leap frog: Globalization and sustainability transitions in developing Asia [J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2009, 76(2): 241-254.
- [26] Kern F. Using the multi-level perspective on socio-technical transitions to assess innovation policy [J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2012, 79(2): 298-310.
- [27] Nykvist B, Nilsson M. The EV paradox: A multilevel study of why Stockholm is not a leader in electric vehicles [J]. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 2015, 14: 26-44.
- [28] Yu Z, Gibbs D. Encircling cities from rural areas? Barriers to the diffusion of solar water heaters in China's urban market [J]. *Energy Policy*, 2018, 115: 366-373.
- [29] Frantzeskaki N, Coenen L, Castán Broto V, et al. Urban sustainability transitions: The dynamics and opportunities of sustainability transitions in cities [M]// Frantzeskaki N, Castán Broto V, Coenen L, et al. *Urban sustainability transitions*. London, UK: Routledge, 2017: 1-22.
- [30] Huang P, Castán Broto V, Liu Y. From "transitions in cities" to "transitions of cities": The diffusion and adoption of solar hot water systems in urban China [J]. *Energy Research & Social Science*, 2018, 36: 156-164.
- [31] Yu Z, Gibbs D. Sustainability transitions and leapfrogging in latecomer cities: The development of solar thermal energy in Dezhou, China [J]. *Regional Studies*, 2018, 52(1): 68-79.
- [32] Carlsson B, Stankiewicz R. On the nature, function and composition of technological systems [J]. *Journal of Evolutionary Economics*, 1991, 1(2): 93-118.
- [33] Bergek A, Jacobsson S, Carlsson B, et al. Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis [J]. *Research Policy*, 2008, 37(3): 407-429.
- [34] Carlsson B, Jacobsson S. In search of useful public policies: Key lessons and issues for policy makers [M]// Carlsson B. *Technological systems and industrial dynamics*. Economics of Science, Technology and Innovation, Vol.10. Boston, USA: Springer, 1997: 299-315. doi: 10.1007/978-1-4615-6133-0\_11.
- [35] Smith K. Innovation as a systemic phenomenon: Rethinking the role of policy [J]. *Enterprise and Innovation Management Studies*, 2000, 1(1): 73-102.
- [36] Hekkert M P, Suurs R A A, Negro S O, et al. Functions of innovation systems: A new approach for analysing technological change [J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2007, 74(4): 413-432.
- [37] Markard J, Truffer B. Technological innovation systems and the multi-level perspective: Towards an integrated framework [J]. *Research Policy*, 2008, 37(4): 596-615.
- [38] Haley B. Low-carbon innovation from a hydroelectric base: The case of electric vehicles in Québec [J]. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 2015, 14: 5-25.
- [39] Lawhon M, Murphy J T. Socio-technical regimes and sustainability transitions: Insights from political ecology [J]. *Progress in Human Geography*, 2012, 36(3): 354-378.
- [40] Tyfield D. Putting the power in 'Socio-Technical Regimes': E-mobility transition in China as political process [J]. *Mobilities*, 2014, 9(4): 585-603.
- [41] Raven R, Schot J, Berkhout F. Space and scale in socio-technical transitions [J]. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 2012, 4: 63-78.
- [42] 苗长虹, 王兵. 文化转向: 经济地理学研究的一个新方向 [J]. *经济地理*, 2003, 23(5): 577-581. [Miao Changhong, Wang Bing. Cultural turn: A new direction to the study of economic geography. *Economic Geography*, 2003, 23(5): 577-581.]
- [43] 李小建, 罗庆. 经济地理学的关系转向评述 [J]. *世界地理研究*, 2007, 16(4): 19-27. [Li Xiaojian, Luo Qing. A review on relational turn in economic geography. *World Regional Studies*, 2007, 16(4): 19-27.]
- [44] 贺灿飞, 郭琪, 马妍, 等. 西方经济地理学研究进展 [J]. *地理学报*, 2014, 69(8): 1207-1223. [He Canfei, Guo Qi, Ma Yan, et al. Progress of economic geography in the West: A literature review. *Acta Geographica Sinica*, 2014, 69(8): 1207-1223.]
- [45] Gibbs D. Prospects for an environmental economic geography: Linking ecological modernization and regulationist approaches [J]. *Economic Geography*, 2006, 82(2): 193-215.
- [46] Patchell J, Hayter R. Environmental and evolutionary economic geography: Time for EEG2? [J]. *Geografiska Annaler: Series B, Human Geography*, 2013, 95(2): 111-130.
- [47] 刘卫东, 金凤君, 张文忠. 中国经济地理学研究进展与展望 [J]. *地理科学进展*, 2011, 30(12): 1479-1487. [Liu Weidong, Jin Fengjun, Zhang Wenzhong, et al. Progress in economic geography (2006-2011). *Progress in Geography*, 2011, 30(12): 1479-1487.]
- [48] Trippel M, Baumgartinger-Seiringer S, Frangenheim A, et al. Green path development, asset modification and agency: Towards a systemic integrative approach [R/OL]. *PE-GIS: Papers in Economic Geography and Innovation Studies*, 2019, 1: 1-23. <http://www-sre.wu.ac.at/sre-disc/>



- geo-disc-2019\_01.pdf.
- [49] Binz C, Truffer B, Coenen L. Path creation as a process of resource alignment and anchoring: Industry formation for on-site water recycling in Beijing [J]. *Economic Geography*, 2016, 92(2): 172-200.
- [50] Binz C, Gong H. Legitimation dynamics in industrial path development: New-to-the-world versus new-to-the-region industries [J]. *Regional Studies*, in press.
- [51] Martin R, Sunley P. Path dependence and regional economic evolution [J]. *Journal of Economic Geography*, 2006, 6(4): 395-437.
- [52] Boschma R, Martin R. Editorial: Constructing an evolutionary economic geography [J]. *Journal of Economic Geography*, 2007, 7(5): 537-548.
- [53] Gertler M S. Rules of the game: The place of institutions in regional economic change [J]. *Regional Studies*, 2010, 44(1): 1-15.
- [54] Bathelt H, Glückler J. Toward a relational economic geography [J]. *Journal of Economic Geography*, 2003, 3(2): 117-144.
- [55] Boggs J S, Rantisi N M. The 'relational turn' in economic geography [J]. *Journal of Economic Geography*, 2003, 3(2): 109-116.
- [56] Hassink R, Isaksen A, Trippel M. Towards a comprehensive understanding of new regional industrial path development [J]. *Regional Studies*, 2019, 53(11): 1636-1645.
- [57] Trippel M, Grillitsch M, Isaksen A. Exogenous sources of regional industrial change: Attraction and absorption of non-local knowledge for new path development [J]. *Progress in Human Geography*, 2018, 42(5): 687-705.
- [58] Bathelt H, Malmberg A, Maskell P. Clusters and knowledge: Local buzz, global pipelines and the process of knowledge creation [J]. *Progress in Human Geography*, 2004, 28(1): 31-56.
- [59] Zhu S J, He C F, Zhou Y. How to jump further and catch up? Path-breaking in an uneven industry space [J]. *Journal of Economic Geography*, 2017, 17(3): 521-545.
- [60] Yang C. From strategic coupling to recoupling and decoupling: Restructuring global production networks and regional evolution in China [J]. *European Planning Studies*, 2013, 21(7): 1046-1063.
- [61] Yeung H W C. Strategic coupling: East Asian industrial transformation in the new global economy [M]. New York, USA: Cornell University Press, 2016.
- [62] Jonas A E G. Region and place: Regionalism in question [J]. *Progress in Human Geography*, 2012, 36(2): 263-272.
- [63] Yu Z, Gibbs D. Unravelling the role of green entrepreneurs in urban sustainability transitions: A case study of China's Solar City [J]. *Urban Studies*, 2020, 57(14): 2901-2917.
- [64] Truffer B, Murphy J T, Raven R. The geography of sustainability transitions: Contours of an emerging theme [J]. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 2015, 17: 63-72.
- [65] Boggs J S, Rantisi N M. The 'relational turn' in economic geography [J]. *Journal of Economic Geography*, 2003, 3(2): 109-116.
- [66] Horbach J. Determinants of environmental innovation: New evidence from German panel data sources [J]. *Research Policy*, 2008, 37(1): 163-173.
- [67] Cooke P. Transition regions: Regional-national eco-innovation systems and strategies [J]. *Progress in Planning*, 2011, 76(3): 105-146.
- [68] Carvalho L, Mingardo G, Van Haaren J. Green urban transport policies and cleantech innovations: Evidence from Curitiba, Göteborg and Hamburg [J]. *European Planning Studies*, 2012, 20(3): 375-396.
- [69] Ornetzeder M, Rohrer H. Of solar collectors, wind power, and car sharing: Comparing and understanding successful cases of grassroots innovations [J]. *Global Environmental Change*, 2013, 23(5): 856-867.
- [70] Yu Z, Gibbs D. Social ties, homophily and heterophily in urban sustainability transitions: User practices and solar water heater diffusion in China [J]. *Energy Research & Social Science*, 2018, 46: 236-244.
- [71] Murphy J, Smith A. Understanding transition-periphery dynamics: Renewable energy in the Highlands and Islands of Scotland [J]. *Environment and Planning A: Economy and Space*, 2013, 45(3): 691-709.
- [72] Späth P, Rohrer H. Local demonstrations for global transitions: Dynamics across governance levels fostering socio-technical regime change towards sustainability [J]. *European Planning Studies*, 2012, 20(3): 461-479.
- [73] Essletzbichler J. Renewable energy technology and path creation: A multi-scalar approach to energy transition in the UK [J]. *European Planning Studies*, 2012, 20(5): 791-816.
- [74] McCauley S M, Stephens J C. Green energy clusters and socio-technical transitions: Analysis of a sustainable energy cluster for regional economic development in Central Massachusetts, USA [J]. *Sustainability Science*, 2012, 7(2): 213-225.
- [75] Binz C, Truffer B, Li L, et al. Conceptualizing leapfrogging with spatially coupled innovation systems: The case

- of onsite wastewater treatment in China [J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2012, 79(1): 155-171.
- [76] Dewald U, Truffer B. The local sources of market formation: Explaining regional growth differentials in German photovoltaic markets [J]. *European Planning Studies*, 2012, 20(3): 397-420.
- [77] Gilbert B A, Campbell J T. The geographic origins of radical technological paradigms: A configurational study [J]. *Research Policy*, 2015, 44(2): 311-327.
- [78] Boschma R, Minondo A, Navarro M. The emergence of new industries at the regional level in Spain: A proximity approach based on product relatedness [J]. *Economic Geography*, 2013, 89(1): 29-51.
- [79] Truffer B. Society, technology, and region: Contributions from the social study of technology to economic geography [J]. *Environment and Planning A: Economy and Space*, 2008, 40(4): 966-985.
- [80] Geels F W. The role of cities in technological transitions: Analytical clarifications and historical examples [M]// Bulkeley H, Broto V C, Hodson M, et al. *Cities and low carbon transitions*. Abingdon, UK: Routledge, 2010: 13-28.
- [81] Hodson M, Marvin S. Mediating low-carbon urban transitions? Forms of organization, knowledge and action [J]. *European Planning Studies*, 2012, 20(3): 421-439.
- [82] Hodson M, Marvin S. Can cities shape socio-technical transitions and how would we know if they were? [J]. *Research Policy*, 2010, 39(4): 477-485.
- [83] Emelianoff C. Local energy transition and multilevel climate governance: The contrasted experiences of two pioneer cities (Hanover, Germany, and Växjö, Sweden) [J]. *Urban Studies*, 2014, 51(7): 1378-1393.
- [84] Binz C, Truffer B. Global innovation systems: A conceptual framework for innovation dynamics in transnational contexts [J]. *Research Policy*, 2017, 46(7): 1284-1298.
- [85] Binz C, Coenen L, Murphy J T, et al. Geographies of transition—From topical concerns to theoretical engagement: A comment on the transitions research agenda [J]. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 2020, 34: 1-3.
- [86] Fuenfschilling L, Truffer B. The structuration of socio-technical regimes: Conceptual foundations from institutional theory [J]. *Research Policy*, 2014, 43(4): 772-791.
- [87] 刘卫东. 经济地理学与空间治理 [J]. *地理学报*, 2014, 69(8): 1109-1116. [Liu Weidong. *Economic geography for spatial governance*. *Acta Geographica Sinica*, 2014, 69(8): 1109-1116.
- [88] Argyriou I. Urban energy transitions in ordinary cities: Philadelphia's place-based policy innovations for socio-technical energy change in the commercial sector [J]. *Urban Research & Practice*, 2020, 13(3): 243-275.
- [89] Rogers E M. *Diffusion of innovations* [M]. New York, USA: Free Press, 2003.
- [90] Lee K, Malerba F. Catch-up cycles and changes in industrial leadership: Windows of opportunity and responses of firms and countries in the evolution of sectoral systems [J]. *Research Policy*, 2017, 46(2): 338-351.
- [91] 贺灿飞. 区域产业发展演化: 路径依赖还是路径创造? [J]. *地理研究*, 2018, 37(7): 1253-1267. [He Canfei. *Regional industrial development and evolution: Path dependence or path creation?* *Geographical Research*, 2018, 37(7): 1253-1267. ]
- [92] Turnheim B, Kivimaa P, Berkhout F. *Innovating climate governance: Moving beyond experiments* [M]. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2018.
- [93] Yap X S, Truffer B. Shaping selection environments for industrial catch-up and sustainability transitions: A systemic perspective on endogenizing windows of opportunity [J]. *Research Policy*, 2019, 48(4): 1030-1047.



## Geography of sustainability transitions: A sympathetic critique and research agenda

YU Zhen<sup>1</sup>, GONG Huiwen<sup>2\*</sup>, HU Xiaohui<sup>3</sup>

(1. School of Public Policy & Management, Tsinghua University, Beijing 100084, China;

2. Eawag-Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology, Zurich 8600, Switzerland;

3. Jiangsu Center for Collaborative Innovation in Geographical Information Resource Development  
and Application, School of Geography, Nanjing Normal University, Nanjing 210023, China)

**Abstract:** Sustainability transitions focus on the fundamental transformation of the existing socio-technical system towards a more sustainable mode of production and consumption. Emerged in Europe two decades ago, this new research field has already exerted impacts on the green transition policy practices of many countries and regions. In recent years, transition studies have increasingly taken geography into account, resulting in a new paradigm of geography of sustainability transitions. This emerging paradigm focuses on the role of spatial embeddedness and multi-scalar interactions in explaining where transitions take place. This article provides a critical overview of the development in the geography of sustainability transitions research, and suggests five promising avenues for future transition research in the Chinese context: 1) to develop concepts and theorize from the Chinese context; 2) to link sustainability transitions with latecomer regions' industry catch-up; 3) to compare the sustainability transitions in cities with different leading industries; 4) to pay more attention to the role of local agency through the lens of multi-scalar interactions; and 5) to explore the impact of digitalization and artificial intelligence on sustainability transitions.

**Keywords:** sustainability transitions; green innovation; economic geography; spatial embeddedness; multi-scalar interactions