

论乡村可持续性与乡村可持续性科学

贺艳华^{1,3}, 邬建国^{2,4,5}, 周国华^{1,3}, 周兵兵⁵

(1. 湖南师范大学资源与环境科学学院, 长沙 410081; 2. 美国亚利桑那州立大学生命科学学院, 美国亚利桑那州 85281; 3. 地理空间大数据挖掘与应用湖南省重点实验室, 长沙 410081; 4. 北京师范大学地理科学学部人与环境系统可持续性研究中心, 北京 100875; 5. 美国亚利桑那州立大学可持续性学院, 美国亚利桑那州 85281)

摘要: 面对全球环境挑战, 可持续发展备受关注, 成为21世纪举世瞩目的新兴领域。乡村可持续性科学作为可持续性科学的重要组成部分, 是一门以跨学科思维、多尺度视角来理解和改善乡村人地关系的、以应用为导向的整合型学科。与城市可持续性科学相互对应并相互联系, 乡村可持续性科学是应对乡村衰退、促进乡村可持续发展所急需的科学支撑。本文在讨论可持续性、乡村可持续性与乡村可持续性科学概念基础上, 以农业可持续性、社区可持续性与农民福祉为主要内容, 构建了一个多学科综合的乡村可持续性科学研究框架。中国是一个农业大国, 城乡差距明显, “三农”问题复杂, 1978年改革开放以来, 乡村发展迅速, 但也面临艰巨挑战。乡村振兴战略的实施是推动中国乡村向可持续发展转型的有效途径, 但其理论与实践体系尚不完善。具有中国特色的乡村可持续性科学的发展, 可以为乡村振兴战略实施提供理论、技术与决策支撑。为此, 本文对中国乡村可持续发展现状进行了分析, 并基于文献分析探讨了中国乡村可持续研究的不足。结论显示, 中国乡村迫切需要向可持续发展转型, 但乡村可持续性科学基础薄弱, 需借鉴国际经验, 立足本国国情, 强化跨学科研究与人地系统耦合研究, 聚焦9个适应中国当前乡村发展需求的核心议题, 并因地制宜地将乡村可持续性研究成果转化为指导乡村振兴发展的行动策略。

关键词: 乡村; 可持续发展; 可持续性科学; 人地系统耦合; 跨学科

DOI: 10.11821/dlxb202004006

1 引言

随着世界人口的增加与人类活动强度的加大, 自然资源损耗、环境污染、生物多样性降低等问题日趋严峻^[1-2]。如何基于有限的资源环境来满足不断增长的人类需求, 成为全球性的挑战。以“保护地球生命支撑系统并提高人类福祉”为实质的可持续发展成为必然^[3-4], 可持续性科学应运而生。在过去的几十年里, 科学家们就可持续性科学的核心概念、重大论题、基础理论展开了激烈讨论, 推动了这门综合性的新兴学科逐步走向成熟^[5-6]。近十多年来, 可持续性科学蓬勃发展, 成为一个全球瞩目的研究领域, 并为解决

收稿日期: 2019-09-05; 修订日期: 2020-03-16

基金项目: 国家自然科学基金项目(41971224); 国家社科基金重大项目(18ZDA040); 湖南省地理学一流学科建设项目 [Foundation: National Natural Science Foundation of China, No.41971224; The Major Projects of National Social Science foundation of China, No.18ZDA040; Construction Program for First-class Disciplines (Geography) of Hunan Province]

作者简介: 贺艳华(1982-), 女, 湖南宁乡人, 博士, 副教授, 研究方向为城乡土地利用与可持续发展。

E-mail: zlgx888@163.com

通讯作者: 周国华(1965-), 男, 湖南娄底人, 教授, 研究方向为城乡规划与区域发展。E-mail: uuy828@163.com

21世纪所面临的环境与发展问题提供了重要科学支撑^[5-7]。

21世纪初以来，伴随着快速城镇化与社会经济的发展，城市成为各大问题的主要源头，城市可持续性科学研究作为可持续性科学的重要内容备受关注。但相比之下，乡村可持续性却未被给予足够的重视。全球乡村正在衰退^[8]，部分乡村正面临饥饿、贫困、土地退化、水资源短缺、人口老龄化等严峻挑战^[9-10]，乡村地域系统应对外界发展环境变化与挑战的弹性有所降低^[11]，这将直接影响到全球2030可持续发展目标的实现，乡村向可持续发展的转型迫在眉睫。20世纪70年代以来，各国学者围绕农业与食品安全、农民生计与贫困、土地利用与景观、生态保护与生态系统服务、气候变化与适应性、能源利用、水资源利用、农村社区、环境保护与设施、健康、教育、乡村旅游、社会资本与公平性、乡村治理等主题对乡村可持续性展开了诸多研究，但是依然有许多问题还很模糊。比如，究竟什么是乡村可持续性，如何度量，其核心议题有哪些，如何促进乡村向可持续发展转型等。为此，我们迫切需要推动乡村可持续性科学的发展，以更好的发挥可持续性科学在乡村发展与研究领域的价值。

中国是一个农业大国，“三农”问题是关系国计民生的重大问题。1978年改革开放以来，中国探索出了一条具有中国特色的乡村发展道路，也取得了巨大的成就，但是，长期以来的城乡二元结构体制，使得乡村资源环境破坏、农业经济地位落后、农村青壮年劳动力外流、基础设施与公共服务不完善等乡村问题严峻，城乡差距依然显著^[12-13]。为此，中共“十九大”正式提出乡村振兴战略，明确到2050年乡村全面振兴，实现“农业强、农村美、农民富”。乡村振兴战略作为新型城镇化战略的重要补充，可以有效阻止乡村衰退，更好地实现城市与乡村的共同繁荣。但是，首先必须真正理解振兴的内涵——“赋予新的活力”。曾经为推动城市繁荣而采取的资源掠夺式的开发方式，不仅无法带来乡村的繁荣，甚至可能加速乡村的衰退。中国乡村振兴需要探寻一条可持续的路径，需要乡村可持续性科学的科学支撑。

为此，本文拟在讨论可持续性与乡村可持续性概念的基础上，构建一个多学科综合的乡村可持续性科学研究框架，分析中国乡村可持续发展现状与研究现状，并从理论与实践层面提出了促进中国乡村可持续性科学研究的建议，旨在推动具有中国特色的乡村可持续性科学研究，为乡村振兴发展提供科学支撑。

2 可持续性与乡村可持续性

2.1 可持续性的概念

在讨论乡村可持续性之前，首先必须对“可持续性”的概念有清晰的理解。“可持续性”一词在1972年最早出现在英国，1974年在美国开始使用，1978年则引入了联合国文件^[14]。此后，可持续性与可持续发展的概念很快被广泛使用，并给出了多种不同的定义。最为广泛接受的定义是1987年世界环境与发展委员会（WCED）在《我们共同的未来》报告中所提出的，即“既满足当代人的需求，又不损害后代人满足需要的能力的发展”，认为可持续发展的目标就是要寻求人类需求与环境整体之间的平衡^[4]。受布伦特兰报告的启发，Elkington提出了“三重底线（TBL）”的概念，强调了可持续发展的三大支柱或维度（即环境、经济和社会），并认为经济活动会产生重要的社会和环境后果^[15-16]。TBL很快成为可持续发展的概念规范。不过，三个维度之间的关系一直是“弱可持续性”与“强可持续性”辩论的核心^[4, 17-18]。强可持续性观点认为，人造资本和自然资本之间是互补

的、不可替代的^[17]，经济和社会行为应该受到环境的制约^[4]；而弱可持续性观点认为，人造资本和自然资本之间互为替代关系^[17]，经济社会的发展可以牺牲环境为代价。显然，从长远的角度来看，弱可持续性实际上是不可持续的^[4, 16]。进入21世纪以后，人们对可持续性的理解进一步清晰，并逐步从“人类需求”观转向“人类福祉”观，认为可持续发展是建立在几代人社会福祉不降低的基础之上的^[19]。2002年约翰内斯堡可持续发展问题世界首脑会议上提出，“可持续发展要求在不增加使用超出地球承载能力的自然资源的情况下改善全世界人民的生活质量”。可持续性的概念也被逐渐应用到了气候变化、食品、能源、教育、城市、景观生态等各个领域。

2.2 乡村可持续性的概念

可持续性概念在乡村领域的应用是从农业可持续开始的。人们对农业可持续的关注起源于20世纪50—60年代农业生产所引发的环境问题^[20]。1980年Jackson提出的环境友好农业与1983年Rodale提出的再生农业^[21-22]，是早期对可持续农业的生态学理解。1984年Douglass从食物充足、管理和社区等3个方面解释了农业可持续性，强调了受限于盈利的粮食产量最大化、控制环境破坏以及农村价值体系的维护与重建^[23]，这个解释将农业可持续从生态学层面拓展到了经济与管理层面。联合国粮农组织在1991年4月荷兰农业与环境国际会议上，将农业可持续发展定义为“通过管理和保护自然资源基础以及改变技术和制度来不断满足当代及后代人类需求”，并强调“不损坏环境，并在技术上、经济上、社会上可行”。此次会议还提出了“农业与农村可持续发展”的概念，强调“食物保障，农村地区的就业与经济增长，消除贫困，以及自然资源和环境保护”^[24]。由此，可持续性研究拓展到了农业以外的其他乡村领域，乡村可持续性的概念开始广泛应用。乡村可持续性是一个综合性的概念，对其理解涉及到经济、环境、政治、社会等多个层面^[25]。除了可维系的生物物理环境以外，乡村可持续性还应该建构在乡村生态经济的基础之上，即各种经济活动以可持续的方式利用不同形式的环境资源^[26]。与此同时，乡村社会结构的维持和调节也很重要^[27]，因此，乡村可持续性也可以理解为是不断寻求发展策略以维系和构建健康、有吸引力乡村社区的过程^[28]。

基于可持续性的“三重底线”“强可持续性”以及“人类福祉”观，在此提出一个更加宽泛而清晰的定义。首先，乡村可持续性同时涵盖乡村环境、经济与社会三个维度。对于每个维度而言都有着其独特的表征，也就是“乡村性”。自然景观、朴素的农民、农业与农业活动、具有地方特色的农产品、田园生活、传统的文化习俗等，都是乡村区别于城市所具有的乡村性^[29-30]。乡村可持续性强调乡村性的可持续，同时更加强调整建立在乡村性基础之上的乡村功能的可持续，即乡村地域为人类提供的各种供给与服务的能力与状态，包括居住、农产品供给、文化、生态等功能。它不仅要满足当代居民的需求，同时还要求持续为后代居民提供产品与服务；不仅满足乡村居民的需求，还包括为乡村以外的城市地区提供农产品、开敞空间、文化体验等方面的产品与服务。

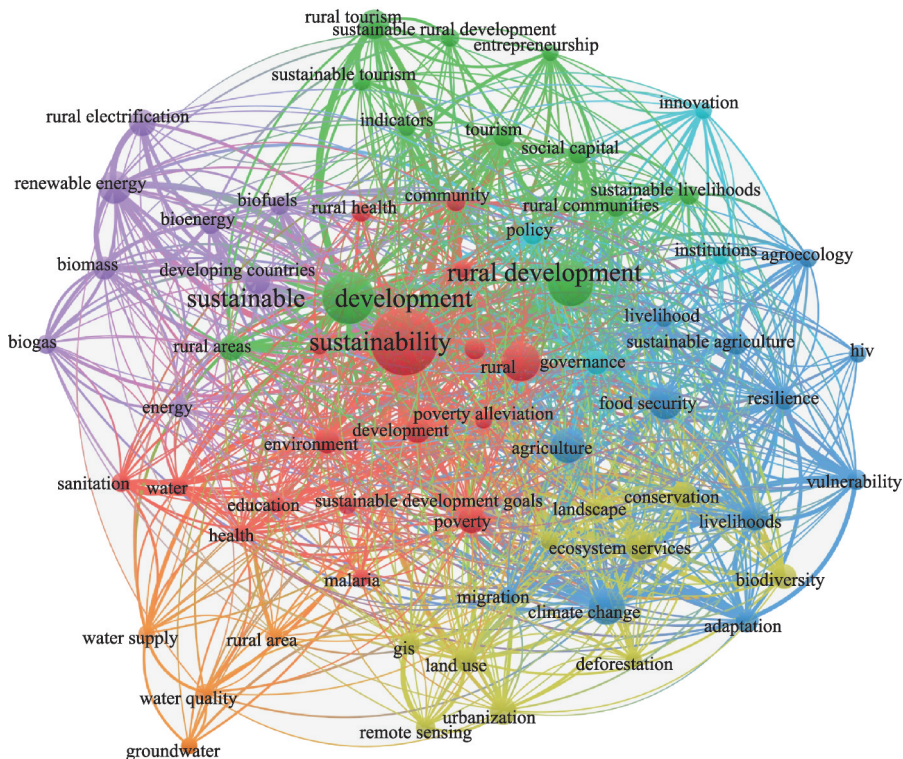
综上所述，将乡村可持续性定义为：乡村地区在维系自然环境支撑力的前提下，为乡村居民持续提供生计资本与生存空间，满足其基本需求，同时在保护乡村性的前提下，为乡村之外的城市居民提供充足的农产品及其他生态、文化服务的能力。需要补充说明的是，“乡村可持续性”与“乡村可持续发展”的内涵很接近，甚至在文献中交替使用。不过，可持续性往往用来描述一种持续的理想状态或一组条件，而“乡村可持续发展”一词中则更加强调整促进可持续性的过程^[31]。但事实是，没有一种条件或环境是不变的，因此将“可持续性”视为一个方向或过程会更为恰当^[4, 32]。

3 乡村可持续性科学

3.1 乡村可持续性科学的概念

可持续性科学源于美国国家研究理事会1999年发布的《我们共同的旅途：向可持续性转变》，其主要目的是为了在多元分歧中找到可持续发展研究的科学支撑。到底什么样的科学才是可持续性科学？可持续性科学主要奠基人之一Kates于2011年对其做出了详细的回答，认为“可持续性科学作为新兴领域，主要研究自然系统和社会系统之间的相互作用关系，以及这种关系是如何影响可持续性挑战的，也就是在满足当代和后代需求的同时大幅度减少贫困并保护地球生命支撑系统。”它是一门综合性学科，涵盖了自然科学、社会科学和技术科学。它具有应用导向性，将基础研究与应用研究相结合，致力于将重要的基础知识转化为社会实践^[5]。总体而言，可持续性科学是以人与环境之间的动态关系为核心、整合自然科学和人文社会科学、融合基础研究与应用研究的整合型科学^[16]。近十多年来，国际可持续性科学的研究框架与理论方法体系逐渐完善，并呈现多元化趋势，景观可持续性、城市可持续性、定量可持续性等子领域逐步发展起来^[6-7]。子领域的发展进一步推动了可持续性科学知识向具体行动决策的转化，更好地发挥了可持续性科学解决当前环境与发展问题的实践应用价值。

面对全球乡村变化与挑战，乡村可持续性研究作为可持续性科学的重要内容也开始受到关注。从关键词共现网络分析的结果来看（图1），现有研究呈现出7个核心主题簇



注：在“Web of Science”中以“rural sustain”为主题词进行筛选，导出论文数据集，由VOSviewer生成关键词（频次>50）共现网络，颜色代表不同的关键词共现簇，节点大小与关键词出现次数成正比。检索时间为2019年7月15日。

图1 国际乡村可持续研究关键词共现网络

Fig. 1 Keywords co-occurrence network for international rural sustainability research

群，即“农业—食品安全—气候变化—生计—脆弱性—弹性”“土地利用—景观—城镇化—森林破坏—生态系统服务—生物多样性—保护”“社区—贫困—教育—健康—环境卫生”“社区—社会资本—旅游—创业”“治理—创新—政策—制度”“可再生能源—生物能—电气化—生质能源”“水供给—水质量—地下水”。经分析可知，已有研究主要以学科内的小交叉为主，而自然学科与人文学科之间的大交叉仍然有限，仅仅体现在食品安全、农民生计与气候变化的关系以及城镇化与乡村景观生态研究方面，对环境与居民福祉关系的研究则明显不足。也就是说，以人为本的研究范式暂未形成，乡村人与环境系统耦合研究并不充分。二者作为可持续性科学的两个重要特征^[7]，在乡村研究领域中有待进一步强化。我们对乡村可持续性科学的认识需要进一步整合和提升。

那么，如何认识乡村可持续性科学？乡村可持续性科学是可持续性科学的重要组成部分，是以跨学科思维、多尺度视角来解释乡村人地关系的应用导向性学科。与其他子领域所不同的是，该领域所关注的是农业、农民和农村，即乡村地域系统的三大支柱。乡村地域系统是由乡村社会和乡村地理环境两个子系统在相互联系、相互作用下构成的具有一定结构、功能和区际联系的乡村空间体系^[11]。乡村可持续性科学研究的核心是乡村地域系统演化过程中的人地关系，而乡村地域系统演化受到全球化、城镇化、工业化等外界作用力的综合影响^[11]，因此，对于这些关系的理解早已超出了乡村地域本身。城乡互动是促进乡村可持续性的核心动力，乡村可持续性科学必须视城乡为有机体，与城市可持续性科学分工协作，共同探索城乡地域系统的人地关系。另外，乡村可持续性科学不仅要寻求乡村地域系统人地关系形成、演化的科学规律与机制，更要将其推向应用与实践。也就是说，它不仅要创造乡村人地地域系统知识，同时还要将其转化为解决乡村实际问题的决策与行动。乡村人地系统知识的生产与应用以及二者之间的转化是一个复杂的过程，需要通过跨学科思维来保障其科学性，也需要通过不同尺度的研究来增强其适用性。

3.2 乡村可持续性科学研究框架

乡村可持续性科学的发展必须建构在一个完整的研究框架基础上。为此，在已有研究基础之上，本文整合乡村可持续性科学的研究目标、研究内容与研究路径，绘制了一个综合性的研究框架（图2）。

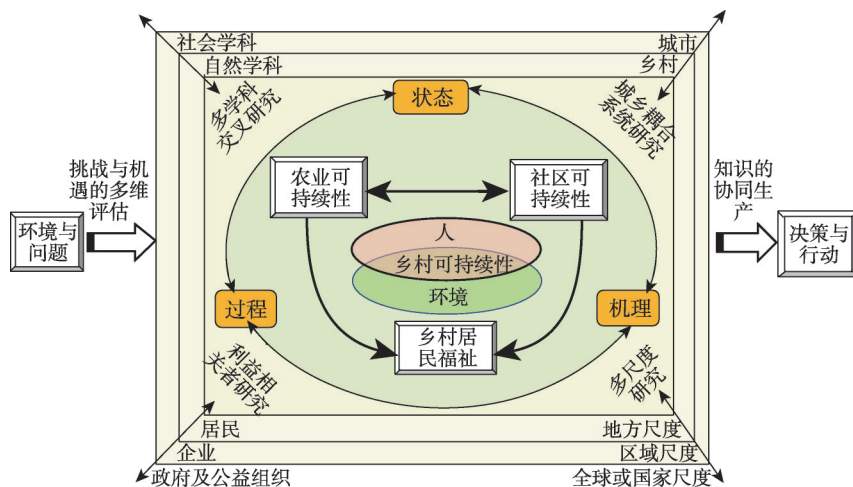


图2 乡村可持续性科学研究框架

Fig. 2 A framework for rural sustainability science

乡村可持续性科学研究的最终目标是要促进乡村人地关系协调，即乡村经济、社会与环境的协调可持续发展，包括提高农业生产效益、控制农业污染、维系农民生计、降低生态足迹、改善人居环境等具体目标。乡村可持续性是全球2030年可持续发展目标(SDGs)的重要组成部分，对减少贫困、消除饥饿、良好健康与福祉、负责任的消费与生产、性别平等、减少不公平等目标的实现具有关键性的作用。

乡村可持续性科学研究的内容框架主要由农业可持续性、乡村社区可持续性和乡村居民福祉3个部分构成，这3个部分分别对应着乡村系统的三大支点，即“农业、农村、农民(居民)”。农业作为乡村可持续发展的物质经济基础，其重要性从未改变，也不会改变。农业可持续性研究包括农业生产、农业景观与农业管理等多个方面，涉及粮食生产与食品安全、农业生产与农业生态系统服务权衡、农业多功能与农地景观、适应气候与市场变化的农业生产技术与管理等内容^[20, 33-34]。乡村社区是具有乡村社会属性结构的空空间，是乡村聚落发展到一定阶段以后的空间与社会组织形态。一个可持续的乡村社区必须具备以下特征：具有获得工作的机会，可提供经济上可行的住宅和健康的居住环境，具有便捷的交通与通讯设施，可提供公平的医疗、教育、养老服务，拥有和谐的邻里关系，具有足够韧性和吸引力，并与外部形成相对稳定的交流合作关系^[35-37]。乡村社区的强多功能性与弱多功能性、乡村社区的脆弱性与韧性、乡村社区吸引力形成机制、乡村社区可持续性的基本要素与条件、可持续乡村社区的运行机制与适宜路径等^[35, 38]，都是乡村社区可持续性研究应该关注的内容。无论是农业可持续性还是乡村社区可持续性，都是由社会、经济与自然环境三个维度所共同支撑的，自然环境的可持续是农业生产可持续与社区生活可持续的前提，而农业可持续性与社区可持续性的最终落脚点都是提升乡村居民福祉。根据福祉的定义^[39]，乡村居民福祉的构成包括可以获得足够的物质产品与充分的安全，身心健康，可以享受自然，拥有公平的教育机会、满意的社会关系以及自我决策的权利。如何认识和测度个人福祉与社会福祉，乡村居民主观福祉的决定性因素有哪些，乡村居民福祉与城市居民福祉的差距究竟有多大，如何增进乡村居民福祉等，这些问题的深入研究，有助于更好地理解如何从有限的乡村自然资源环境中获得最大的福祉。

很显然，农业可持续性、乡村社区可持续性与乡村居民福祉是相互交织、彼此关联的。如果仅仅只是纯粹地在某个方面进行有限的探索，而缺乏有效的关联，并不能真正理解乡村如何作为一个可持续系统来运行。因此，乡村可持续性科学研究需要将三个部分有机结合，共同探索农业生产、农村环境与乡村居民生活之间的相互作用状态、过程与机理。比如，农业集约化生产与农业生态系统服务、农业污染控制之间的权衡，气候变化、土地资源禀赋、农业生产效率对农民生计的影响，农业多功能转型对乡村景观、乡村活力、农民就业、社会结构的影响，社区发展与农地利用、自然地保护之间的协调，农业经营形态与社区空间组织之间的互动，社区空间与设施布局对居民行为及其生态足迹的影响等。

乡村人地关系具有复杂性、动态性与不确定性，农业、农村与居民相互作用关系的探究需要科学的研究方法与路径。首先，我们要把乡村看作是一个开放的复杂系统，开展耦合系统研究。耦合系统研究主要是探索“人类和环境系统之间相互作用产生的复杂动力学”知识^[40-41]。乡村人地耦合系统研究可以有效地揭示乡村自然系统与人文系统之间的非线性动态变化过程及其相互反馈关系^[42]。不过，城市与乡村是一个有机综合体^[43]，这里的人地系统耦合应该是城乡人地系统的多维耦合。而城乡人地系统耦合规律与机制的探寻并不是单一的人文科学或者自然科学所能完成的，跨学科研究是必然的。乡村可

持续性科学应该融合地理学、生态学、社会学、经济学、管理学等理论与方法,展开学科交叉研究。并且,研究不仅强调人文科学与自然科学的交叉研究,同时还强调在此基础之上的利益相关者分析。它可以促进不同领域学者之间的相互合作与学习,还可以吸纳更多学界之外的参与者^[44],比如城乡居民、企业、政府、公益组织等。这些参与者在某种程度上都属于乡村可持续发展的利益相关者。利益相关者分析可以帮助我们了解相关个人或组织的行为、目的、偏好以及相互关系^[45],进而了解其对城乡人地系统的可能影响。利益相关者分析的结论是乡村可持续性行动策略制定的重要依据。然而,耦合系统研究、跨学科研究的意义,是建立在具体时空尺度基础上的。对城乡人地关系的正确理解需要多尺度视角,包括全球尺度、区域尺度、地方尺度,甚至农户尺度。不同尺度下,乡村人地关系作用机制是不一样的。对于某一些问题而言,某个尺度相比于其他尺度而言可能更为适合或者更有意义。因此,需要通过多尺度研究,精细认知不同尺度上的乡村人地关系,以及各个尺度之间的嵌套与传导过程,比如,农户个体行为与决策如何影响社区可持续发展,区域环境对农民主观福祉的影响等。

那么,不同尺度上乡村可持续性科学研究的议题有何不同?乡村可持续性科学研究到底在多大尺度下推进更具意义?在全球和国家尺度上,面对饥饿、贫困、土地退化、干旱等全球性问题,我们需要共同探寻适应气候变化的可持续路径,即如何在提高农业生产水平和保障食品供给的同时维持农业生态系统服务的数量和质量^[46]。比如,最适合乡村聚居与农作物生长的地方在哪,如何促进全球农业技术改进、转移与学习,如何改善食物获取能力在全球的分配等^[47-49]。全球尺度的可持续性思考对于人类生存至关重要,但往往无法在实践层面提供可行的解决办法与政策支持^[9]。在这个尺度上,我们通常无法从本质上解析其具体的机制,而这对于地方决策却是至关重要的。区域才是促进整体可持续性的最适合的决策尺度^[50],对于具有显著地域差异的乡村而言,同样也是如此。区域尺度(比如一个流域、一个集中连片贫困地区、一个城市群地区或者一个市县行政单元)更有利于探索乡村人地关系的复杂性与异质性,农业经济的多样性、乡村多功能性与土地利用转型、农民生计的可持续性以及乡村社区体系优化等问题的研究与应用更具有意义。更重要的是,城乡之间的相互作用过程在区域尺度上更加完整、清晰,针对整个城乡地区自然保护地、水源地、粮食生产区、新社区以及工业中心的统筹规划很有必要^[49]。在明确区域尺度意义的同时,我们也必须认识到社区或者村落以及乡镇层面的地方行动能够以更具参与性和针对性的方式来解决乡村需求和问题^[51]。因此,我们需要了解地方行动的重要性以及这些行动对乡村可持续性会产生什么样的影响,尤其在研究乡村社区空间重构与公共服务配置、乡村社会关系与乡村治理等问题时,这是一个很重要的尺度。总而言之,乡村可持续性科学研究是多尺度的,应该在全球尺度上予以考虑、在区域尺度上规划决策、在地方尺度上采取行动^[49, 52]。

上述讨论明确了乡村可持续性科学研究的目標、内容与路径,认为乡村可持续性科学研究以促进乡村人地关系协调为目标,基于跨学科、多尺度与耦合系统分析路径,围绕农业可持续性、社区可持续性与乡村居民福祉等三个方面的内容展开,重点探索农业生产、农村环境与乡村居民生活之间的相互作用状态、过程与机理,为乡村可持续性科学知识基础的建构提供了一个初步的框架。不过,乡村可持续性科学是问题导向和应用导向的,它不仅要探寻乡村人地系统知识,更重要的是利用这些知识来解决乡村可持续发展的实际问题和需要。因此,可用知识的共同生产必须建构在特定环境与背景下乡村可持续转型机遇与挑战的综合评估基础之上,并通过社会学习、公众参与等途径将其与行动连接起来,在实践中寻求乡村可持续转型路径。

4 发展具有中国特色的乡村可持续性科学

4.1 中国乡村发展历程

中国是一个农业大国,“三农”问题一直是中国改革与发展的基本问题,而中国的改革开放也是从乡村开始的。1978年以安徽省凤阳县小岗村为代表的部分地方推行“大包干”,率先探索家庭联产承包责任制,开启了中国乡村改革序幕。从1978年以来中国聚焦“三农”问题的重大会议决策、中央一号文件以及各项专项政策来看,中国乡村改革发展大致经历了4个阶段^[53]:1978—1984年为启动阶段,家庭联产承包责任制逐步确立,农村经济改革取得突破性进展,乡村发展步入新历程;1985—2000年为过渡阶段,国家发展战略重心从农业和乡村转向了工业和城市,乡村发展相对缓慢;2001—2012年为迅速发展阶段,城乡统筹发展与社会主义新农村建设工作全面推进;2012年以来进入全面升级阶段,美丽乡村建设、精准扶贫、乡村振兴以及城乡融合发展战略陆续推出,乡村发展进入一个全新时代。

随着乡村改革的不断推进,中国乡村发展取得了显著的成效。农业综合生产能力显著提升。1978—2017年全国粮食产量从30476.5万t增加到66160.7万t,增长了1.17倍;单位面积粮食产量由2527.3 kg/hm²增至5506 kg/hm²,增长了1.18倍;人均粮食产量由318.7 kg增至477.2 kg,增长了49.7%;农业机械总动力由11749.9万kw增至98783.3万kw,增长了7.4倍。农民物质生活水平大大提高。1978—2017年农民人均收入由133.6元增至13432.4元(按当年价),按1978年定基可比价计算(从133.6元提高到2062.3元)增长了14.4倍;农村恩格尔系数由67.7%下降到31.2%,下降幅度超过一半;农村贫困发生率由97.5%降到3.1%(按每人每年2300元<2010年不变价>的贫困标准计算),贫困人口减少了73993万人。乡村人居环境得到了明显改善。1978—2017年农村人均住宅面积由8.1 m²增加到46.7 m²,增长了4.8倍;1978—2016年末通公路村占比由34.2%下降到0.7%;2010—2016年开通互联网宽带业务村占比由80.1%提高到96.7%;教育、文化、医疗等公共服务水平提升,1985—2017年高等教育毛入学率由3.4%增加到45.7%,2006—2016年有文化站的村由13.4%增加到96.8%,1985—2017有卫生室的村由87.4%增加到92.8%;2000—2017年农村卫生厕所普及率由44.8%增加到81.7%;2006—2016年生活垃圾集中处理或部分集中处理的村由15.8%增加到73.9%。

与此同时,中国乡村发展也存在诸多的问题。首先,农业生产给资源环境造成了巨大压力^[54]。1978—2017年全国耕地灌溉面积由4496.5万hm²增至6781.6万hm²,农业用水需求量大幅提升;地均化肥使用量由89.0 kg/hm²增至434.5 kg/hm²,导致水体富营养化与温室气体排放加剧^[55-56],虽然在政策约束下,化肥、农药的使用量已开始下降,但使用强度仍高于国际公认的安全上限^[53]。其次,乡村土地利用问题较为突出。每年大量耕地被占用或荒废,1978—2016年人均耕地面积从0.101 hm²/人下降到0.086 hm²/人;“空心村”、一户多宅等现象,使得农村人口减少与居民点用地增加并存^[57-58]。另外,农民生活质量依然有待提升。当前,农民收入虽然提高了,但收入支出比和就业比例并没有得到明显提升,农户的收入稳定性与家庭抗风险能力非常有限;并且,根据国家卫生服务研究报告显示,1993—2013年农村慢性病率由10.6%上升到了22.7%,健康问题成为许多乡村家庭生活质量下降的一个重要原因。尤其是城乡差距依然较大。1982—2004年期间城乡居民收入支出比持续上升,由1.98增至3.45,2005年之后虽然有所下降,但城乡居民收入的绝对差值仍然在扩大;农村基础设施与公共服务明显滞后城市。

由此可见,改革开放以来,中国乡村发展取得了巨大进步,尤其在农业综合生产能

力、农民收入、农村基础设施与公共服务、村庄环境治理等方面成效显著,但与此同时,也面临着资源损耗、环境污染、农民生活不稳定、城乡发展不平衡等困境。也就是说,从强可持续观点来看的话,中国乡村发展过程中的不可持续问题是比较突出的,从地均化肥使用量、人均耕地面积、农民收入支出比、人均农村居民点面积、农村居民慢性病率等指标的变化趋势可以反映出来(图3)。当然,以往为了实现温饱、追求小康,中国乡村改革发展更多地聚焦农村经济发展与农民增收,而对可持续发展要求的生态保护和社会发展关注不足。现今,中国已步入了全面实现小康、追求美好生活的时代,系统推进自然—经济—社会协同建设的乡村可持续发展与转型应被重点关注。

4.2 中国乡村可持续研究现状

乡村可持续研究是推动乡村向可持续方向转型的重要理论支撑。中国乡村可持续发展研究同样开始于农业,并大致经历了4个阶段。早在20世纪70年代末,生态经济学家

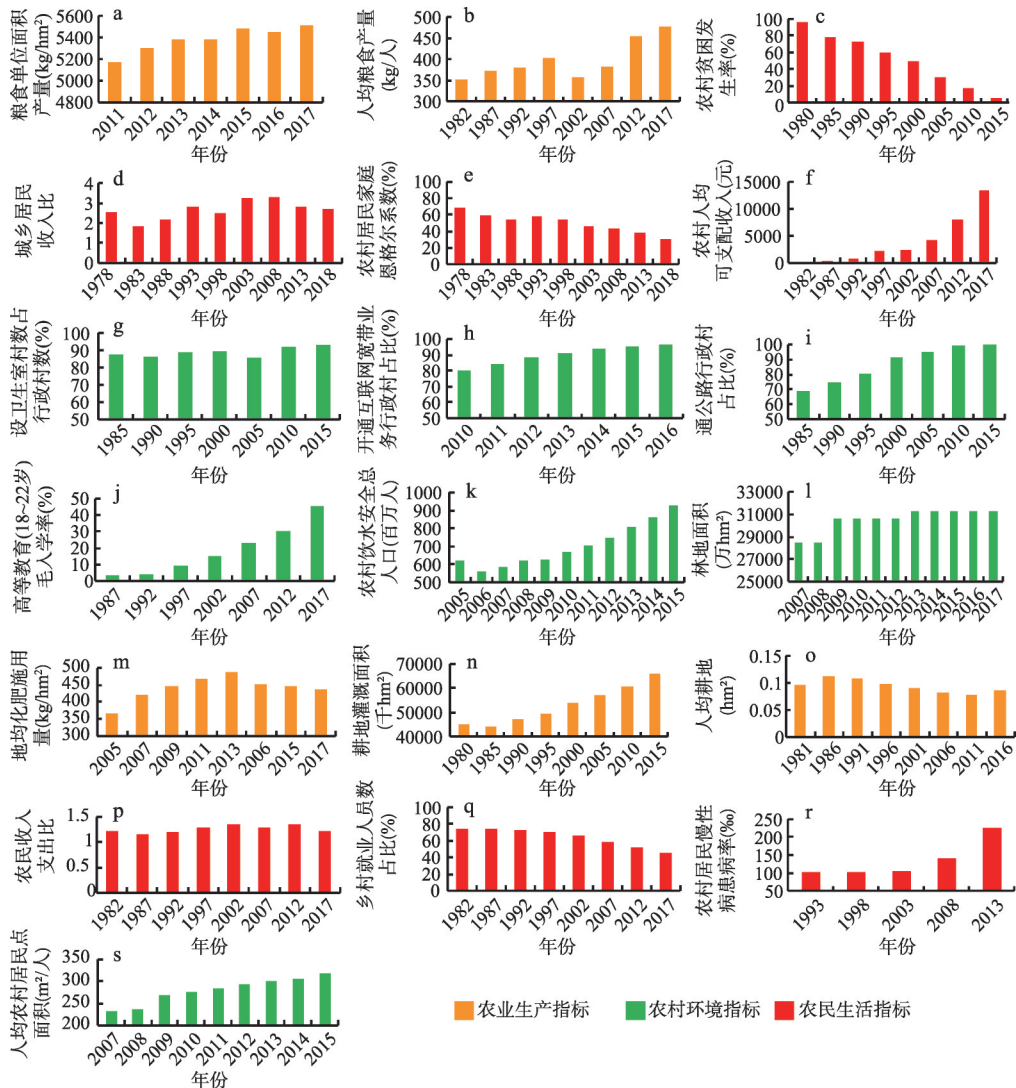


图3 中国乡村可持续发展指标变化情况

Fig. 3 Changes in indicators of rural sustainable development in China

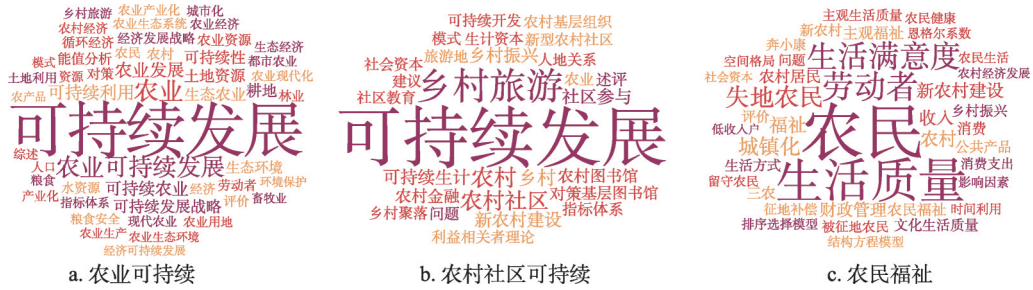


图 5 中国乡村可持续研究关键词词云
Fig. 5 Keywords clouds for rural sustainability research in China

注: 图a检索主题词为“农业可持续”;图b检索主题词为“<农村社区可持续>或者<乡村社区可持续>”;图c检索主题词为“<农民福祉>或者<农民生活质量>”;检索数据库为CNKI,检索时间为2019年7月17日。

等内容的研究^[72]。农业生态经济系统耦合研究虽然取得了一定进展,但仍然存在指标科学性欠佳、方法运用单一化、尺度合理性欠缺、视角广泛性不足等问题^[73]。与乡村社区可持续直接相关的研究较少,主要集中在可持续生计、农村金融、社区参与、乡村旅游、农村基本组织、乡村聚落等方面(图5b)。以往对乡村居民福祉的关注也不多,主要以失地农民生活现状、农民生活主观满意度、城镇化与农民福祉、新农村建设与生活质量等研究为主(图5c)。当然,上述讨论主要是基于文献定量分析,存在一定的局限性。部分乡村研究成果虽然没有明确提到“可持续”一词,却隐含了可持续的思想。比如,乡村聚落景观与环境研究^[74-75],农户与地理环境相互作用关系研究^[76],乡村多功能与农业景观研究^[77-79],土地利用转型与土地整治^[80-81],城乡转型的资源环境效应研究^[82]等。此外,吴传钧主编的《中国农业与农村经济可持续发展问题研究》、苗长虹主编的《中国乡村可持续发展:理论分析与制度选择》等著作成果更是对乡村可持续发展理论与实践做了较为系统的论述。总体上来看,各领域的学者们已从社会、经济、环境等多个方面对乡村可持续展开了研究,研究内容虽然宽泛,但对乡村人地关系的聚焦程度不够,研究方法虽然已转向定性与定量相结合,但系统方法、复杂性方法的应用有限,各学科之间的交叉研究也有待加强,乡村可持续性科学研究的理论与方法体系并未形成。

4.3 具有中国特色的乡村可持续性科学研究展望

改革开放以来,中国乡村发展迅速,但也问题突出,乡村可持续发展面临挑战。乡村振兴是新时期推动乡村可持续发展的有效途径,其核心要义在于科学、系统地把握乡村地域系统演化过程、规律及机理,提出问题导向的振兴路径与保障措施^[1]。乡村可持续性科学的发展可以为中国乡村振兴发展提供强有力的科学支撑。但目前,中国乡村可持续性科学研究基础依然薄弱,并且乡村地域广、农村底子薄、农业基础差、城乡差距大等,导致了乡村不可持续的因素较为特殊、复杂。为此,我们需要在国际经验借鉴基础上,立足中国国情,探索具有中国特色的乡村可持续性科学理论与实践。

一方面,以乡村可持续性科学研究框架为指导,拓展和深化乡村可持续性研究内容,建构系统的科学理论与方法体系,为乡村振兴提供系统知识支撑。首先,基于当前乡村可持续性研究的不足,促进农学、经济学、地理学、生态学、管理学等各个学科之间的交叉与合作,以城乡人地系统耦合为核心,完善农业可持续性、乡村社区可持续性与农民福祉研究内容框架,有效地将多个学科整合到一个共同的理论与行动框架之下。其次,围绕服务中国乡村发展需要的可持续性科学核心议题,展开有针对性的研究:①从农业生产、农村环境、农民福祉等方面构建乡村可持续性综合评价体系,辨析乡村可持

续与不可持续状态；②从人地系统角度解析“三农”问题，揭示乡村脆弱性，分析乡村衰退的根本原因；③充分认识人民日益增长的美好生活需要和不平衡不充分的发展之间的矛盾，模拟乡村人地系统过程，预测未来乡村转型发展趋势，分析其向可持续发展转型的动力与阻力；④从城乡系统角度认知乡村多元价值，从空间耦合与功能协同视角，探索城乡地域系统耦合过程与机制；⑤加强农业生产系统与农业生态系统的耦合研究，系统分析农业生产与食品安全、资源环境、农民就业、农村经济、乡村活力以及社会结构之间的互馈关系，探索因地制宜的可持续农业模式；⑥研究乡村居民福祉的内涵、衡量指标及测度方法，认识农业生产、社区建设、生态保护等对居民福祉的影响，探索缩小城乡差距、共同提升城乡居民福祉的路径；⑦以提升居民福祉为导向，探索可持续乡村社区建设的地域模式，创新乡村社区治理制度；⑧探索乡村土地利用与景观变迁过程及其驱动因素，分析其对景观服务供给以及居民福祉的影响；⑨乡村可持续发展转型政策与路径的综合设计与效应评价。

另一方面，着眼中国乡村地域系统的复杂性与差异性，将乡村可持续性科学研究成果转化为行动策略，保障乡村振兴战略实施的适时性、区域性与层次性。首先，充分考虑当前中国乡村可持续转型的外部环境因素，尤其是一些新因素给乡村可持续发展所带来的可能挑战和机遇，比如，全球化对中国乡村地域系统重构的影响^[83]，知识经济对乡村产业科技含量与劳动力素质的更高要求，现代交通与通讯技术的发展为城市、乡村与乡村之间的跨区域、跨国度发展以及偏远地区乡村发展所创造的机会等。其次，充分认识乡村地域系统的差异性，制定差异化的乡村可持续发展区域战略^[84]，体现城市群地区、集中连片贫困地区、少数民族聚集区以及各类型地理环境区域之间的战略差异，并选择具有代表性的县（市）进行试点示范，探索乡村振兴发展的典型区域模式。另外，“三农”问题是一个系统结构问题，推动乡村向可持续发展转型，必须基于对乡村人地关系的系统认知，推行可持续的系统工程。因此，我们必须在系统考虑农业、农村和农民之间的互动关系基础上，整合田园综合体、农村环境治理、农田整治、居民点整治、生态修复等各类工程项目，统筹山、水、林、田、湖、草、居、业等多类要素，实施土地综合整治工程，优化生态、生产、生活空间^[80]，促进工程项目实施的综合效益最大化。此外，规划作为连接科学知识与实际行动的重要桥梁，是促进乡村可持续发展的必要工具。缺乏理论支撑、缺乏地域特色、没有民意调查、没有可行性评估的规划，不仅不能推动乡村的可持续发展，反而有可能加速乡村衰退。我们需要以乡村可持续性科学为指导，通过科研工作者、规划设计者、政策制定者以及居民的共同合作，来编制科学的乡村振兴规划，在设计振兴路线的同时，更注重约束框架的建构，以更好地保护乡村景观与乡村文化。

总而言之，乡村振兴实质上是以乡村人地系统可持续发展为目标，推进乡村转型、重塑城乡关系、实现城乡融合的过程^[43]。具有中国特色的乡村可持续性科学研究，可以帮助我们重新认识“三农”问题，进一步发掘乡村价值，全面了解乡村人地关系的地域差异，深刻理解城乡之间的互动机理，以保障乡村振兴战略制定、路径设计与项目实施的科学性、合理性、有效性。

5 结论

乡村是具有自然、社会、经济特征的地域综合体，兼具生产、生活、生态、文化等多重功能，在全球与区域可持续发展中均发挥着不可替代的作用。城市与乡村是一个有

机综合体,城市可持续性与乡村可持续性密切相关。乡村可持续性不仅强调乡村代际公平,同时还应该强调城乡公平。因此,我们认为乡村可持续性包括两层内涵,即在维系自然环境支撑力的前提下,为乡村居民持续稳定提供生计资本与生存空间,满足其基本需求;在保护乡村性的前提下,为城市居民提供充足的农产品及其他生态、文化服务。

乡村可持续性科学作为可持续性科学的重要组成部分,是以乡村人地关系为研究对象的应用导向性学科。它以促进乡村人地关系协调为目标,从跨学科、多尺度视角研究农业可持续性、社区可持续性与农民福祉三大内容,重点探索农业生产、农村环境与农民生活之间的相互作用状态、过程与机理,并建构从科学知识向行动决策转化的路径,推动乡村向可持续发展转型。乡村振兴是新时期推动乡村可持续发展的有效路径,而城乡融合又是实现乡村振兴的关键。为此,乡村可持续性科学必须以城乡区域为核心尺度,以城乡融合为基本理念,与城市可持续性科学分工协作,共同探索城乡地域系统人地关系,共同推进城乡可持续发展。

中国乡村具有地域性和阶段性特征,具有中国特色的乡村可持续性科学可以为中国乡村振兴战略实施提供理论、技术与决策支撑。为促进其发展,地理、生态、经济、工程、管理、规划等多学科的交叉融合至关重要。地理学作为研究地球表层人与自然相互作用过程与机理的综合性学科,人地关系地域系统理论与方法一直是其研究的核心内容^[85-86]。地理学者们应该在乡村可持续性科学研究中发挥主导作用,与所有致力于乡村建设的研究者与实践者一起,为乡村振兴发展构建一个系统的理论与行动框架。

参考文献(References)

- [1] Turner B L, Kates R W, Clark W C, et al. *The Earth as Transformed by Human Action: Global and Regional Changes in the Biosphere over the Past 300 Years*. New York: Cambridge University Press, 1990.
- [2] Crutzen P J. Geology of mankind. *Nature*, 2002, 415(6867): 23.
- [3] Kates R W. Sustainability science. *Science*, 2001, 292(5517): 641-642.
- [4] Wu J. Landscape sustainability science: Ecosystem services and human well-being in changing landscapes. *Landscape Ecology*, 2013, 28(6): 999-1023.
- [5] Kates R W. What kind of a science is sustainability science? *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2011, 108(49): 19449-19450.
- [6] Fang X, Zhou B B, Tu X, et al. What kind of a science is sustainability science? An evidence-based reexamination. *Sustainability*, 2018, 10(5): 1-16.
- [7] Zhou Bingbing, Ma Qun, Wu Jianguo, et al. Sustainability science revisited: Recent advances and new opportunities. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2019, 30(1): 325-336. [周兵兵, 马群, 邬建国, 等. 再论可持续性科学: 新形势与新机遇. *应用生态学报*, 2019, 30(1): 325-336.]
- [8] Liu Y, Li Y. Revitalize the world's countryside. *Nature*, 2017, 548(7667): 275-277.
- [9] International Food Policy Research Institute. 2019 Global Food Policy Report. Washington, DC: International Food Policy Research Institute (IFPRI), 2019.
- [10] Burholt V, Dobbs C. Research on rural ageing: Where have we got to and where are we going in Europe? *Journal of Rural Studies*, 2012, 28(4): 432-446.
- [11] Li Yuheng, Yan Jiayu, Liu Yansui. The cognition and path analysis of rural revitalization theory based on rural resilience. *Acta Geographica Sinica*, 2019, 74(10): 2001-2010. [李玉恒, 阎佳玉, 刘彦随. 基于乡村弹性的乡村振兴理论认知与路径研究. *地理学报*, 2019, 74(10): 2001-2010.]
- [12] Wang Yanfei, Liu Yansui, Yan Bin, et al. Spatial patterns and influencing factors of urban-rural spatial patterns and influencing factors of urban-rural coordinated development in China. *Scientia Geographica Sinica*, 2016, 36(1): 20-28. [王艳飞, 刘彦随, 严斌, 等. 中国城乡协调发展格局特征及影响因素. *地理科学*, 2016, 36(1): 20-28.]
- [13] Li Yuheng, Yan Jiayu, Song Chuanyao. Rural revitalization and sustainable development: Typical case analysis and its enlightenments. *Geographical Research*, 2019, 38(3): 595-604. [李玉恒, 阎佳玉, 宋传垚. 乡村振兴与可持续发展: 国际典型案例剖析及其启示. *地理研究*, 2019, 38(3): 595-604.]

- [14] Kidd C V. The evolution of sustainability. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 1992, 5(1): 1-26.
- [15] Elkington J. Enter the triple bottom line//Henriques A, Richardson J. *The Triple Bottom Line: Does it All Add Up?* London: Earthscan, 2004: 1-16.
- [16] Wu Jianguo, Guo Xiaochuan, Yang Yu, et al. What is sustainability science? *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2014, 25(1): 1-11. [郭建国, 郭晓川, 杨斌, 等. 什么是可持续性科学? *应用生态学报*, 2014, 25(1): 1-11.]
- [17] Daly H E. On Wilfred Beckerman's critique of sustainable development. *Environmental Values*, 1995, 4(1): 49-55.
- [18] Holland A. Substitutability: Or, why strong sustainability is weak and absurdly strong sustainability is not absurd// Foster J. *Valuing Nature? Ethics, Economics and the Environment*. London: Routledge, 1997: 119-134.
- [19] Andersson K, Matson P A, Clark W C, et al. *Pursuing Sustainability: A Guide to the Science and Practice*. Princeton: Princeton University Press, 2016, 248.
- [20] Pretty J. Agricultural sustainability: Concepts, principles and evidence. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 2008, 363(1491): 447-465.
- [21] Jackson W. *New Roots for Agriculture: Friends of the Earth*. San Francisco: University of Nebraska Press, 1980: 294.
- [22] Rodale R. Breaking new ground: The search for a sustainable agriculture. *Futurist*, 1983, 17(1): 15-20.
- [23] Douglass G K. The meaning of agricultural sustainability//Douglass G K. *Agricultural Sustainability in a Changing World Order*. Boulder: Westview Press, 1984: 3-29.
- [24] FAO. *Den Burg Manifesto and Agenda on Sustainable Agriculture and Rural Development*. Den burg: FAO, 1991.
- [25] Smit B, Brklacich M. Sustainable development and the analysis of rural systems. *Journal of Rural Studies*, 1989, 5(4): 405-414.
- [26] Kitchen L C, Marsden T. Creating sustainable rural development through stimulating the eco-economy: Beyond the economic paradox? *Sociologia Ruralis*, 2009, 49(3): 273-294.
- [27] Barbier E B. The concept of sustainable economic development. *Environmental Conservation*, 1987, 14(2): 101-110.
- [28] Bryant C, Granjon D. *Rural sustainability//Human Settlement Development*. Oxford: Eolss Publishers, 2002: 158-167.
- [29] Cloke P. Conceptualizing rurality//Cloke P, Marsden T, Mooney P. *Handbook of Rural Studies*. London: SAGE Publications, 2006: 18-28.
- [30] Halfacree K. Rurality and post-rurality//Kitchin R, Thrift N. *International Encyclopedia of Human Geography*. Amsterdam: Elsevier, 2009: 449-456.
- [31] Maclaren V W. Urban sustainability reporting. *Journal of the American Planning Association*, 1996, 62(2): 184-202.
- [32] Forman R T T. *Land Mosaics: The Ecology of Landscapes and Regions*. Cambridge: Cambridge University Press, 1995.
- [33] Smit B, Smithers J. Sustainable agriculture: Interpretations, analyses and prospects. *Canadian Journal of Regional Science*, 1993, 16(3): 499-524.
- [34] Tilman D, Cassman K G, Matson P A, et al. Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature*, 2002, 418(6898): 671-677.
- [35] *Partnership for Sustainable Communities. Supporting Sustainable Rural Communities*. USA: DOT, HUD, EPA & USDA. 2011.
- [36] He Yanhua, Tang Chengli, Zhou Guohua, et al. The new model of the spatial structure of rural settlements: RROD. *Geographical Research*, 2014, 33(9): 1716-1727. [贺艳华, 唐承丽, 周国华, 等. 论乡村聚居空间结构优化模式: RROD模式. *地理研究*, 2014, 33(9): 1716-1727.]
- [37] Tang C, He Y, Zhou G, et al. The research on optimization mode of spatial organization of rural settlements oriented by life quality. *Journal of Geographical Sciences*, 2018, 28(5): 685-704.
- [38] Wilson G. Multifunctional 'quality' and rural community resilience. *Transactions of the Institute of British Geographers*, 2010, 35(3): 364-381.
- [39] United Nations Environmental Program. *Millennium Ecosystem Assessment Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Washington, DC: Island Press, 2005.
- [40] Clark W C. Sustainability science: A room of its own. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2007, 104(6): 1737-1738.
- [41] Miller T R. Constructing sustainability science: Emerging perspectives and research trajectories. *Sustainability Science*, 2013, 8(2): 279-293.
- [42] Liu J, Dietz T, Carpenter S R, et al. Complexity of coupled human and natural systems. *Science*, 2007, 317(5844): 1513-1516.
- [43] Liu Yansui. Research on the urban-rural integration and rural revitalization in the new era in China. *Acta Geographica*

- Sinica, 2018, 73(4): 637-650. [刘彦随. 中国新时代城乡融合与乡村振兴. 地理学报, 2018, 73(4): 637-650.]
- [44] Lang D J, Wiek A, Bergmann M, et al. Transdisciplinary research in sustainability science: Practice, principles, and challenges. *Sustainability Science*, 2012, 7(Suppl.1): 25-43.
- [45] Varvasovszky Z, Brugha R. A stakeholder analysis. *Health Policy and Planning*, 2000, 15(3): 338-345.
- [46] Tilman D, Cassman K G, Matson P A, et al. Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature*, 2002, 418(6898): 671-677.
- [47] Tilman D, Balzer C, Hill J, et al. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2011, 108(50): 20260-20264.
- [48] Foley J A, Ramankutty N, Brauman K A, et al. Solutions for a cultivated planet. *Nature*, 2011, 478(7369): 337-342.
- [49] Forman R T T, Wu J. Where to put the next billion people call for global and regional approaches to urban planning. *Nature*, 2016, 537(7622): 609-611.
- [50] Murdoch J. Sustainable rural development: Towards a research agenda. *Geoforum*, 1993, 24(3): 225-241.
- [51] Moseley M J. *Rural Development: Principles and Practice*. London: SAGE Publications, 2003.
- [52] Forman R T T, Wu J. Where are the best places for the next billion people? Think globally, plan regionally//Davide Geneletti. *Hand Book on Biodiversity and Ecosystem Services in Impact Assessment*. Cheltenham: Edward Elgar, 2016: 453-473.
- [53] Wei Houkai, Liu Changquan. The outline, experiences and prospect of China's rural reform. *Review of Economic Research*, 2019(8): 101-115. [魏后凯, 刘长全. 中国农村改革的基本脉络、经验与展望. *经济研究参考*, 2019(8): 101-115.]
- [54] Li Wenhua, Cheng Shengkui, Mei Xurong, et al. Study on strategies for the sustainable development of China's agricultural resources and environment. *Engineering Sciences*, 2016, 18(1): 56-64. [李文华, 成升魁, 梅旭荣, 等. 中国农业资源与环境可持续发展战略研究. *中国工程科学*, 2016, 18(1): 56-64.]
- [55] Lu C, Tian H. Net greenhouse gas balance in response to nitrogen enrichment: Perspectives from a coupled biogeochemical model. *Global Change Biology*, 2013, 19(2): 571-588.
- [56] Huang J, Xu C, Ridoutt B G, et al. Nitrogen and phosphorus losses and eutrophication potential associated with fertilizer application to cropland in China. *Journal of Cleaner Production*, 2017, 159: 171-179.
- [57] Long Hualou, Li Yurui, Liu Yansui. Analysis of evolutive characteristics and their driving mechanism of hollowing villages in China. *Acta Geographica Sinica*, 2009, 64(10): 1203-1213. [龙花楼, 李裕瑞, 刘彦随. 中国空心化村庄演化特征及其动力机制. *地理学报*, 2009, 64(10): 1203-1213.]
- [58] Liu Jilai, Liu Yansui, Li Yurui, et al. Coupling analysis of rural residential land and rural population in China during 2007-2015. *Journal of Natural Resources*, 2018, 33(11): 1861-1871. [刘继来, 刘彦随, 李裕瑞, 等. 2007—2015年中国农村居民点用地与农村人口时空耦合关系. *自然资源学报*, 2018, 33(11): 1861-1871.]
- [59] Zeng Zungu, Luo Shougui. Reviews of researches on sustainable agricultural and rural development. *World Regional Studies*, 2001, 10(4): 29-38. [曾尊固, 罗守贵. 可持续农业与农村发展研究述评. *世界地理研究*, 2001, 10(4): 29-38.]
- [60] Cheng Xu. Exploration of sustainable approaches for China's agricultural modernization. *Research of Agricultural Modernization*, 2002, 23(1): 1-4. [程序. 中国可持续发展的现代化农业探索. *农业现代化研究*, 2002, 23(1): 1-4.]
- [61] Li Guangming. Research on the innovation and popularization of agricultural circular economy development model. *Rural Economy*, 2009(1): 110-113. [李光明. 农业循环经济发展模式创新及推广对策研究. *农村经济*, 2009(1): 110-113.]
- [62] Xu Qi. Circulation Agriculture and the sustainable development of Chinese agriculture. *Modern Agricultural Science and Technology*, 2008(20): 268-270. [徐琪. 循环农业与中国农业的可持续发展. *现代农业科技*, 2008(20): 268-270.]
- [63] Lu Yuan, Wang Juan, Lu Sai. Empirical research on energy evaluation of regional agricultural recycling economy. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 2008, 16(2): 482-487. [卢远, 王娟, 陆赛. 区域农业循环经济能值评价的实证研究. *中国生态农业学报*, 2008, 16(2): 482-487.]
- [64] Luo Guanglin, Zhao Yun, Ruan Junhua, et al. Technical innovations in agricultural engineering and sustainable agriculture. *Transaction of the CSAE*, 1999, 15(1): 28-32. [骆光林, 赵匀, 阮俊华, 等. 农业工程技术创新与可持续农业. *农业工程学报*, 1999, 15(1): 28-32.]
- [65] Wu Pute, Zhao Xining. Impact of climate change on agricultural water use and grain production in China. *Transactions of the CSAE*, 2010, 26(2): 1-6. [吴普特, 赵西宁. 气候变化对中国农业用水和粮食生产的影响. *农业工程学报*, 2010, 26(2): 1-6.]
- [66] Qin Zhihao, Tang Huajun, Li Wenjuan, et al. Progress and directions in studying the impacts of climate change on

- agriculture and grain production in China. *Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning*, 2013, 34(5): 1-7. [覃志豪, 唐华俊, 李文娟, 等. 气候变化对农业和粮食生产影响的研究进展与发展方向. *中国农业资源与区划*, 2013, 34(5): 1-7.]
- [67] Liang Wenju, Wu Zhijie, Wen Dazhong. Research directions of agro ecosystem health in the early 21st century. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2002, 13(8): 1022-1026. [梁文举, 武志杰, 闻大中. 21世纪初农业生态系统健康研究方向. *应用生态学报*, 2002, 13(8): 1022-1026.]
- [68] Xie Hualin, Li Bo, Wang Chuansheng, et al. Agroecosystem health assessment in western China. *Acta Ecologica Sinica*, 2005, 25(11): 236-244. [谢花林, 李波, 王传胜, 等. 西部地区农业生态系统健康评价. *生态学报*, 2005, 25(11): 236-244.]
- [69] Wu Lanfang, Ouyang Zhu, Tang Dengyin. The quantitative assessment of agro-ecosystem health on a regional dimension. *Acta Ecologica Sinica*, 2004, 24(12): 2740-2748. [武兰芳, 欧阳竹, 唐登银. 区域农业生态系统健康定量评价. *生态学报*, 2004, 24(12): 2740-2748.]
- [70] Zhang Yaohui. Emergy analysis method of agro-ecosystem. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 2004, 12(3): 186-188. [张耀辉. 农业生态系统能值分析方法. *中国生态农业学报*, 2004, 12(3): 186-188.]
- [71] Xie Gaodi, Xiao Yu. Review of agro-ecosystem services and their values. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 2013, 21(6): 645-651. [谢高地, 肖玉. 农田生态系统服务及其价值的研究进展. *中国生态农业学报*, 2013, 21(6): 645-651.]
- [72] Liu Yansui, Long Hualou. Agricultural geography and rural development in China: Research progress and prospect. *Progress in Geography*, 2011, 30(4): 409-416. [刘彦随, 龙花楼. 中国农业地理与乡村发展研究进展及展望: 建所70周年农业与乡村地理研究回顾与前瞻. *地理科学进展*, 2011, 30(4): 409-416.]
- [73] Tian Jiang. Overview of the research on the coordinated development of agricultural ecological-economic system. *Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning*, 2017, 38(4): 9-16. [田江. 农业生态—经济系统协同发展研究进展. *中国农业资源与区划*, 2017, 38(4): 9-16.]
- [74] Liu Shaoquan. *Rural Settlement Ecology: Theory and Practice*. Beijing: China Environmental Science Press, 2006. [刘邵权. *农村村落生态研究: 理论与实践*. 北京: 中国环境科学出版社, 2006.]
- [75] Zhou Guohua, He Yanhua, Tang Chengli, et al. Dynamic mechanism and present situation of rural settlements evolution in China. *Acta Geographica Sinica*, 2011, 66(4): 515-524. [周国华, 贺艳华, 唐承丽, 等. 中国农村聚居演变的驱动机制及态势分析. *地理学报*, 2011, 66(4): 515-524.]
- [76] Li Xiaojian. *Geography of Rural Households*. Beijing: Science Press, 2009. [李小建. *农户地理论*. 北京: 科学出版社, 2009.]
- [77] Fang Yangang, Liu Jisheng. Diversified agriculture and rural development in China based on multifunction theory: Beyond modernization paradigm. *Acta Geographica Sinica*, 2015, 70(2): 257-270. [房艳刚, 刘继生. 基于多功能理论的中国乡村发展多元化探讨: 超越“现代化”发展范式. *地理学报*, 2015, 70(2): 257-270.]
- [78] Li Pingxing, Chen Wen, Sun Wei. Spatial differentiation and influencing factors of rural territorial multifunctions in developed regions: A case study of Jiangsu Province. *Acta Geographica Sinica*, 2014, 69(6): 797-807. [李平星, 陈雯, 孙伟. 经济发达地区乡村地域多功能空间分异及影响因素: 以江苏省为例. *地理学报*, 2014, 69(6): 797-807.]
- [79] Lin Ruoqi, Cai Yunlong. Study on rural multifunction and landscape reformulation in the transitional period. *Human Geography*, 2012, 27(2): 45-49. [林若琪, 蔡运龙. 转型期乡村多功能性及景观重塑. *人文地理*, 2012, 27(2): 45-49.]
- [80] Long Hualou, Zhang Yingnan, Tu Shuangshuang. Land consolidation and rural vitalization. *Acta Geographica Sinica*, 2018, 73(10): 1837-1849. [龙花楼, 张英男, 屠爽爽. 论土地整治与乡村振兴. *地理学报*, 2018, 73(10): 1837-1849.]
- [81] Long H, Zhang Y, Tu S. Rural vitalization in China: A perspective of land consolidation. *Journal of Geographical Sciences*, 2019, 29(4): 517-530.
- [82] Li Yuheng, Liu Yansui. Investigation of the resource and environment issues in the urban-rural transition in China. *Economic Geography*, 2013, 33(1): 61-65. [李玉恒, 刘彦随. 中国城乡发展转型中资源与环境问题解析. *经济地理*, 2013, 33(1): 61-65.]
- [83] Long Hualou, Tu Shuangshuang. Rural restructuring: Theory, approach and research prospect. *Acta Geographica Sinica*, 2017, 72(4): 563-576. [龙花楼, 屠爽爽. 论乡村重构. *地理学报*, 2017, 72(4): 563-576.]
- [84] Cai Yunlong. Geographical study on sustainable agriculture and rural development. *Advance in Earth Sciences*, 1999, 14(6): 602-606. [蔡运龙. 农业与农村可持续发展的地理学研究. *地球科学进展*, 1999, 14(6): 602-606.]
- [85] Wu Chuanjun. On the research core of geography: The regional system of human-terrestrial relations. *Economic Geography*, 1991, 11(3): 1-6. [吴传钧. 论地理学的研究核心: 人地关系地域系统. *经济地理*, 1991, 11(3): 1-6.]
- [86] Fu Bojie. Geography for global sustainable development. *Science & Technology Review*, 2018, 36(2): 1. [傅伯杰. 面向全球可持续发展的地理学. *科技导报*, 2018, 36(2): 1.]

Discussion on rural sustainability and rural sustainability science

HE Yanhua^{1,3}, WU Jianguo^{2,4,5}, ZHOU Guohua^{1,3}, ZHOU Bingbing⁵

(1. Department of Resources and Environment Science, Hunan Normal University, Changsha 410081, China;

2. School of Life Sciences, Arizona State University, Tempe, AZ 85281, USA; 3. Hunan Key Laboratory of

Geospatial Big Data Mining and Application, Changsha 410081, China; 4. Center for Human-Environment

System Sustainability, Faculty of Geographical Science, Beijing Normal University, Beijing 100875, China;

5. School of Sustainability, Arizona State University, Tempe, AZ 85281, USA)

Abstract: In the face of global environmental challenges, sustainable development has received much attention worldwide, and sustainability science has emerged in the 21st century as a globally well-recognized new area of science. Rural sustainability science, as an important part of sustainability science, is a use-inspired science aimed at understanding and improving the dynamic relationship between people and the rural environment from a transdisciplinary and multiscale perspective. In tandem with urban sustainability science, it provides much needed scientific support for dealing with rural decline and promoting rural sustainable development. In this paper, we first discuss the concepts of sustainability, rural sustainability, and rural sustainability science, and then propose a transdisciplinary integrated framework of rural sustainability science that focuses on agricultural sustainability, community sustainability, and rural human well-being. China is a nation with deep rural roots, complex problems involving interactions among agriculture, farmers, and villages, and huge urban-rural socioeconomic gaps. Since the reform and opening-up in 1978, China's rural areas have developed rapidly, but they still face numerous tough challenges. Rural revitalization strategies are needed for promoting the rural transition toward sustainability, but the necessary scientific basis and appropriate guidelines for formulating such strategies are still lacking. We argue that rural sustainability science can provide theoretical, technical, and decision-making support for the implementation of rural revitalization strategies. Our analysis of the current status of China's rural sustainable development indicates that the transition to sustainability is urgently needed, and so is the science that guides the transition. To address these problems, we call for transdisciplinary research that couples rural society and its environment, focusing on nine core issues in line with the needs of China's rural development and aiming to transfer knowledge of rural sustainability into local adaptive actions.

Keywords: rural areas; sustainable development; sustainability science; coupled human-environment system; transdisciplinary research