

城市食物系统全程耦合下的农地利用转型

马恩朴^{1,2}, 叶玮怡^{1,2}, 龙花楼^{3,4}, 廖柳文⁵

(1. 湖南师范大学地理科学学院, 长沙 410081; 2. 湖南师范大学城乡转型过程与效应重点实验室, 长沙 410081; 3. 广西大学公共管理学院, 南宁 530004; 4. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101; 5. 长沙学院经济与管理学院, 长沙 410022)

摘要: 在农地利用转型研究中引入全程耦合视角, 进行空间维度的系统集成, 有望能够更加确切地揭示城乡土地系统的遥相关机理。为此, 本文在综述农地利用转型研究进展、揭示土地系统“遥相关”研究不足的基础上, 从全程耦合框架和食物系统纽带两个方面论证理论创新的科学基础, 将食物系统作为衔接城市与乡村、以及整合“流空间”与地点空间的纽带, 提出“城市食物系统全程耦合下农地利用转型研究的理论框架”。本文明确了城市食物系统全程耦合下农地利用转型的概念内涵、农地利用转型解释的研究路径以及农地利用转型研究的内容体系。认为城市食物系统全程耦合下的农地利用转型是资源内禀力、要素外驱力、市场配置力和政府调控力通过城市生产要素回馈路径、城市辖区食物短缺路径和城乡居民需求驱动路径协同作用的结果。深入解析城市食物系统全程耦合下的农地利用转型需要采取地理空间网络化思维, 即需要将“流空间”与地点空间整合起来, 从要素供求以及环境层面连接到案例区的其他多个区域出发来解释案例区的农地利用转型。本文同时介绍了农地利用转型解释中需要关注的5种要素流效应, 指出食物系统全程耦合下的农地利用转型研究应重点关注农地利用转型机制、城市食物域内农地利用形态的空间差异及演变规律、农地利用对需求变化的响应水平及影响因素、以及农地利用转型调控等方面的内容。本文有望拓展土地利用转型的研究领域, 并为解决新时代的“三农”问题提供理论参考。

关键词: 城市食物系统; 人类与自然耦合系统; 要素流; 全程耦合; 农地利用转型; 理论框架

DOI: 10.11821/dlxb202312009

1 引言

土地利用作为人类与环境相互作用的核心环节, 其空间形态和功能格局的演化及转型过程是对社会经济动态和生态系统变化的综合反映, 土地利用问题也因此成为全球环境变化和可持续发展的重要研究议题之一。其中, 耕地、园地、生产性林草地等直接或间接为农业生产利用的土地类型事关大食物安全、农户生计、农业农村发展与经济社会稳定, 其重要性不言而喻。当前城乡建设、农业结构调整引起的农地资源快速消耗^[1], 农村人口流失和农业经济竞争力下降带来的农地边际化^[2], 以及工业污染转移和化肥农药不合理施用造成的农地生态系统退化等现象仍在继续^[3]。如何把握农地变化机理, 继而改进

收稿日期: 2022-12-28; 修订日期: 2023-09-05

基金项目: 国家自然科学基金项目(42101267, 42101198) [Foundation: National Natural Science Foundation of China, No.42101267, No.42101198]

作者简介: 马恩朴(1989-), 男, 贵州毕节人, 博士, 讲师, 硕士生导师, 研究方向为人地系统耦合、食物系统与城乡可持续发展。Email: maenpu2015@sina.com

通讯作者: 龙花楼(1971-), 男, 湖南醴陵人, 博士, 教授, 研究方向为城乡发展与土地利用转型、“三农”问题与乡村振兴。E-mail: longhl@igsnrr.ac.cn

农地资源管理模式、实现农业要素配置合理化,农地利用转型研究具有重要的理论价值和现实意义。

农地利用转型是土地利用转型研究的重要内容,同样强调区域农地利用形态沿着“社会—生态负反馈”和“社会—经济动态”两条驱动路径^[4],在长期变化过程中的趋势性转折^[5]。与其他土地利用类型相似,位置固定性也决定了直接的农地利用活动总是发生在特定的地点。然而,随着区域连通性、人类可移动性和资源流动性不断增强,跨越空间距离的人地系统相互作用已十分普遍^[6],影响农地利用决策和行为的众多因素并不局限于本地。城镇化持续推进背景下,居民消费结构快速升级,城乡要素流动愈发频繁,产业链、供应链将城市需求市场和乡村供给系统紧紧维系在一起,近远程的城乡居民膳食结构转型和对农业景观休闲功能的市场需求成为农地转型的新动因。因此,超越固定区位视角的传统研究范式,采用新的理论工具来透视需求驱动下的农地利用转型机制及土地系统的“遥相关”^①机理便十分重要。尽管学术界已意识到土地变化的遥相关机理意义重大^[5,7-8],但目前该方向的研究仍十分薄弱,现有研究只是针对“遥相关”或远程耦合视角下的土地利用转型研究进行了方向性的倡导,而尚未进行系统化的理论建构。

为此,本文在总结农地利用转型研究进展、揭示土地系统“遥相关”研究不足的基础上,尝试以食物系统纽带为切入点,将近远程耦合理论框架^[9]与农地利用转型研究相结合,围绕理论创新科学基础、城市食物系统全程耦合下农地利用转型研究的分析框架与主要内容等方面开展理论研究,目的是推动全程耦合理论框架在食物系统和农地利用转型领域的应用,拓展土地利用转型领域的研究边界,并为解决新时代的“三农”问题提供理论参考。

2 农地利用转型研究进展述评

2.1 农地利用转型研究的主要进展

农地利用转型是土地利用转型的重要组成部分。土地利用转型概念源于“森林转型”(Forest Transition)假说^[10-11]和国家土地利用形态(National Land Use Morphology)变化的研究^[12],是指在经济社会发展与革新驱动下,区域土地利用变化沿特定路径持续演进后土地利用形态的趋势性转折^[5,13]。自土地利用转型概念提出以来,国外有关农地利用转型的研究侧重于探讨农地利用转型对生态环境^[14]、农户生计^[15]、减贫与福祉^[16]的影响以及农地利用转型驱动力^[17]、农地废弃及其对农村社区、传统景观、生物多样性和生态系统服务的影响^[18],尤其注重研究农地利用转型对鸟类、昆虫、植被等生物多样性的影响^[19]。由于议题交叉性和案例背景的复杂性,国外农地利用转型研究具有较为鲜明的跨学科特点,主要涉及东欧转轨国家农地利用转型的跨学科研究、农田保护计划中的种族平等、以及不同经济、政策和文化背景下农地利用转型的环境风险^[20]等。国内方面,随着土地利用转型领域的快速发展,针对农用地显隐性形态变化的研究和包含农用地的国土空间全地类要素转型研究不断增多,从理论构建、研究框架制定、假说检验到转型特征和转型机制的区域证实,农地利用转型的研究体系日趋完善。

从理论层面来看,耕地转型与土地整理研究框架^[21]、耕地转型诊断和调控研究框架^[22]、耕地利用功能转型综合解释框架^[23]以及耕地利用隐性形态转型研究的多学科综合

①“遥相关”(Teleconnections)最早是大气科学中用来描述远距离气候系统相互作用的概念,后被Seto等引入土地系统科学,提出城市土地遥相关的概念框架,明确将乡村地区的土地利用变化与密切相关的城市化过程联系起来,重建了地点之间特别是城市功能与农村土地用途之间的远程联系^[7]。

研究框架^[24]相继提出;沿着“社会—生态负反馈”驱动的功能形态转型路径和“社会—经济动态”驱动的空间形态转型路径被明确建立起来^[22];对诱致性生产替代作用下的耕地利用功能转型过程^[23]以及中国山区以农用地为主的农村土地利用转型内涵、转型特征、转型驱动机理及转型效应等开展了深入的理论研究^[25]。假说检验方面,利用国家林业局、国土资源部及相关文献数据^[26]验证了中国的“森林转型”发生于1980年前后,且“森林转型”与耕地转型具有时间上的对应关系^[2];有关农地利用变化假说及相关环境效应命题的综述则为农地利用转型研究提供了更加丰富的理论依据^[27]。此外,耕地非农化的库兹涅茨曲线假说^[28-29]、罗杰斯蒂曲线假说^[30]以及经济增长与耕地占用的脱钩关系^[31-32]等耕地转型规律假说得到了验证。

从转型特征来看,随着城镇化的快速推进,农地的数量配比和空间配置受到强烈扰动。总体而言,中国自1978年以来的耕地转型经历了从缓慢转型、快速转型到平稳转型和创新转型的多个阶段^[33];其中,2000—2008年的土地利用年度变更调查数据显示,中国耕地面积与农村宅基地面积之间呈现出增减逆协同的演进格局^[34]。相关研究以面积、结构、布局为表征,证实了人均耕地面积从逐渐下降到保持稳定甚至恢复增长的变化过程^[35],耕地种植结构由粮食作物向经济作物、园艺作物调整的过程也从加速到趋缓^[36],建设用地蚕食下的农地斑块破碎化趋势使得乡村景观连续性受损^[37-39]。隐性形态上,农地投入产出效率和功能形态变化是主要切入点,学者们多从粮食安全、社会保障、经济贡献、生态维护等多个维度评价耕地功能变化^[40-41],从劳动力、机械、农药、化肥等农业生产要素的投入情况来度量农地利用强度^[42-43]以及农户耕地利用效率在不同地貌类型区及农户类型上的差异^[44]。生态文明建设和绿色发展理念不断深化背景下,碳排放^[45-46]、绿色利用效率^[47]、生态系统服务^[48]等指标测算也纳入了农地利用隐性形态的刻画中。

从转型机理来看,农地利用转型影响因素和驱动机制的研究成果颇丰,涵盖了自然、社会、经济、制度等多个层面。其中,高程、坡度、距离等被认为是影响农地利用形态的主要自然环境因素^[49-51]。社会经济层面主要探讨城乡转型发展对农地利用转型的耦合关系^[3],对人口城乡迁移^[52]、城市扩张^[53]、劳动力要素变动^[54]、农户生计策略变化和生计资本配置^[55-56]等人文因素的分析居于主要地位;认为人口城乡迁移本质上是非农工资上涨导致务农机会成本上升背景下农村劳动力的再配置过程,并进一步引发对农用地的再配置,从而形成农用地“低端边际化”或“高端边际化”等不同情景的农地利用转型^[57]。制度与政策层面,退耕还林工程^[58]、“菜篮子”工程^[59]、土地配额交易制度^[60]对农地生态系统服务价值提升、设施农用地扩张和耕地保护的作用得到初步探索;土地流转获取增值收益的土地资本化过程和企业导向的土地整理模式也是农村经济空间由分散走向集中的重要因素^[61-62]。此外,有不少研究论述了农地利用转型对鸟类等生态群^[63]、农村经济增长^[64]以及粮食产量^[65]的影响和耦合作用。

总之,目前有关农地利用转型的大量研究成果对于理解农地利用形态变化的趋势性转折,以及揭示“社会—生态反馈”和“社会—经济动态”的作用路径与机理提供了良好的洞察力,但农地利用转型研究仍存在一些不足:① 现有研究主要关注耕地利用转型,对园地、牧草地、养殖水域等其他农用地类型关注较少;② 由于相关数据缺失、长期动态监测及社会调查难度大,隐性形态研究难以深入^[66],相较于国外,生物多样性等特定视角下的农地利用转型机制和效应研究十分有限,还需进一步加强;③ 在农地利用转型机制的需求驱动及土地系统“遥相关”方面存在明显空白,尤其食物系统全程耦合下的农地利用转型鲜有研究涉及。

为填补上述空白,农地利用转型研究亟需将“流空间”^②与地点空间整合起来,引入能够整合“流空间”与地点空间的全程耦合框架,进行空间维度的系统集成,以更加深入、有效地解析和调控农地利用转型。

2.2 农地利用转型研究亟需引入全程耦合视角

从乡土社会阶段“区域人口增长—耕地扩张—林草地收缩”到城乡社会阶段的“人口城乡迁移—生产要素重组—种植结构调整/耕地弃耕撂荒—林草地持续收缩后保持稳定以至恢复增长”,农地利用转型不仅折射出人类社会进程中人地关系的深刻演变,也蕴含着近今城乡关系的嬗变与转型。

从人地关系的演变趋势来看,工业革命以来,随着交通通信技术不断革新,以及区域联通水平和要素流动性不断增强,人类空前拓展了自身活动及其影响的空间范围^[6]。在全球化和城市化共同驱动下,上述背景因素与地域功能分化、生产要素优化配置和交通网络快速扩展交互影响^[9],地区性及全球生产网络不断寻求契机促进跨边界合作^[67-68]。以供应链/价值链为依托、以要素流为载体、体现于土地上的人类—环境相互作用逐渐跨越了文化、社会治理与生态系统的边界^[69],形成跨越空间距离的人地系统近远程耦合或全程耦合^[6, 70-73]。全程耦合是系统内耦合与系统间耦合的综合集成,其中系统间耦合又包含近程耦合与远程耦合^[71],这种跨越空间距离的人地相互作用已在多个层面对土地利用/覆被产生直接或间接的影响^[74]。例如,世界不同地区森林的此消彼长与咖啡、棕榈油及木材等农林产品的国际贸易密切相关^[12, 75-77],不同地区呈现出的“农退林进”或“农进林退”等差异化土地利用转型格局正是要素流驱动下人地系统近远程耦合的结果。

从城乡关系的演变规律来看,城乡之间通常会经历乡村孕育城市、城乡分离/城乡对立、城市辐射农村、城市反哺农村、乡村对城市产生逆向辐射和城乡融合等系列过程^[78-79]。就中国而言,受以往城乡二元化制度惯性和要素单向流动影响,乡村生产要素结构被深刻重塑,青壮年劳动力向城市大规模转移后,农业劳动力数量持续减少、质量总体下降、老龄化日益突出,乡村进入了劳动力短缺阶段。由此引发的农业劳动力成本上升导致留守农民实施要素替代、改变种植结构、水改旱、选择性耕种、弃耕撂荒等现象,这些变化实质上是城乡要素流驱动下农村要素结构失衡引发的农地利用转型过程^[54]。

可见,无论是人地系统演化还是城乡关系演变中的农地利用转型,均涉及到一个核心驱动机制,即要素流驱动。事实上,就土地利用转型而言,土地本身虽然具有空间位置上的固定性,其总是在特定的地点被特定的经营主体所利用,但影响土地利用的其他生产要素,包括劳动力、资本、技术和信息均具有流动性。且随着交通基础设施不断完善、以及信息技术在生产生活领域的广泛应用,要素流动呈现出多元化、广域化和常态化的趋势。在此背景下,城乡要素流驱动及其引发的人地系统全程耦合已成为农地利用转型研究领域新兴而富有解释力的研究视角。

目前,有关耕地利用转型^[54]和农地边际化^[52, 80-82]的相关研究已广泛探讨了劳动力析出等要素流动对农地利用转型的影响。部分学者研究了“流空间”驱动下淘宝村农业生产空间的重构^[83],意识到“土地变化的遥相关机理意义重大”^[5, 84],认为在信息化、全球化背景下土地利用转型的远程驱动因素应受到更多关注^[85]。尤其在“社会—生态反馈”方面,有学者认识到远程耦合机制会加大土地利用的环境负担,对生物多样性和生态系统服务产生遥远、分散、滞后的影响^[86-87]。例如,为满足城市对食物、能源、材料等生物质

②“流空间”(Space of Flows)是社会学家Manuel Castells在《信息化社会》中提出的概念,是指通过时间控制促使信息流动及物质流动的一种社会组织形式。在地理学中,“流空间”引申为以信息流负载各要素流为主要运作方式的交互性网络化空间。

消费的需求, 维也纳将生物多样性足迹扩展到自身面积的 35 倍, 位于邻国和欧洲以外的大面积土地用于生产这些商品从而导致生物多样性下降^[88]。另一项研究利用全程耦合框架来诊断中国耕地利用中隐藏的不公平现象, 耕地资源和农业生产物资的发送系统总是集中在欠发达地区, 使得发达地区在区域农产品贸易中获得更大的环境福利^[89]。尽管基于要素流驱动视角以及远程耦合、全程耦合框架的土地利用转型研究已取得初步进展, 但目前代表这一方向的研究仍十分有限, 学术界尚未对全程耦合视角下的土地利用转型研究进行系统化的理论建构。因此, 有必要在农地利用转型研究中引入全程耦合视角, 在明晰理论创新科学基础的前提下, 进一步开展食物系统全程耦合下的农地利用转型理论研究, 以推动该领域的学术发展。

3 城市食物系统全程耦合下农地利用转型研究的科学基础

在土地利用转型研究中引入全程耦合视角, 进行空间维度的系统集成, 有望能够更加确切地揭示土地系统的遥相关机理。然而, 如何追踪全程耦合过程是亟待解决的研究难点。为此, 本文根据食物系统连接城市与乡村、关联人类与自然的独特性, 将其与农地利用转型研究相结合, 即以食物系统作为衔接城市与乡村、整合“流空间”与地点空间进而追踪全程耦合过程的抓手, 从城市食物系统全程耦合视角来审视城市郊区、大都市邻接区和乡村腹地的农地利用转型。开展理论创新研究的科学基础源于食物系统由在地化向去地化的转型过程本质上是食物系统中的人地互动关系从邻近演化到更远距离、从区域扩展到全球——即全程耦合的演化过程^[9]。

3.1 全程耦合框架

全程耦合框架强调以一种相互联系和反馈的观点来研究人类与自然耦合系统之间跨越空间距离的社会经济和环境相互作用。早在 2007 年刘建国等就指出人类与自然耦合系统 (CHANS) 在连接方面具有从邻近演化到更远距离、尺度上从局部演化到全球的发展趋势^[69]。这种趋势的本质在于, 人类与自然的相互作用因“流空间”对地点空间的渗透而逐步跨越了社会治理单元与生态系统的边界, 从而形成局部到全球多重嵌套的人地互动关系^[69]。该认识为进一步提出“远程耦合”概念^[90]、建立远程耦合理论框架^[70]奠定了基础。所谓远程耦合, 是指“远距离人类与自然耦合系统之间的社会经济和环境相互作用”^[6, 70]。这种人地耦合系统之间的远距离相互作用以各种形式的“流”为载体, 相互作用的发生及其强度不仅受到代理的决策和行为等直接因素影响, 还受到供求关系、要素价格和政治环境等间接因素驱动, 并进而影响人类与自然耦合系统的可持续性^[6, 70]。

远程耦合所反映的理论思想引起了广泛的学术关注, 在该理论提出的同期及之后, 国内外涌现出了系列相关的理论模型, 典型代表如“区域间可持续性”^[91-92]、城市土地遥相关^[7-8]、近远程耦合^[93]、全程耦合^[71]以及“耦合魔方”^[94]等。其中, 全程耦合理论框架是对远程耦合研究^[70]的自然延伸, 该理论框架实际上是对系统内耦合、近程耦合和远程耦合的集成^[71]。其通过纳入由近及远的所有目标耦合系统, 兼顾了特定系统内部及跨越空间距离的人地相互作用, 实质是将“流空间”与地点空间整合起来开展研究^[95], 因此不仅能够克服人地关系经典命题中单系统研究的固有局限性, 也弥补了远程耦合框架的一些不足^[6]。作为对远程耦合理论框架^[70]的拓展, 全程耦合中近远程的人地系统相互作用也通过人类与自然耦合系统、流、代理、原因和影响 5 个相互关联的组件来刻画^[6], 并且更加强调耦合研究的完整性 (图 1)。在当前“流动中国”^[96]背景下, 基于全程耦合框架的上述特性, 将其引入农地利用转型研究将有助于揭示城乡土地系统的“遥相关”机理。

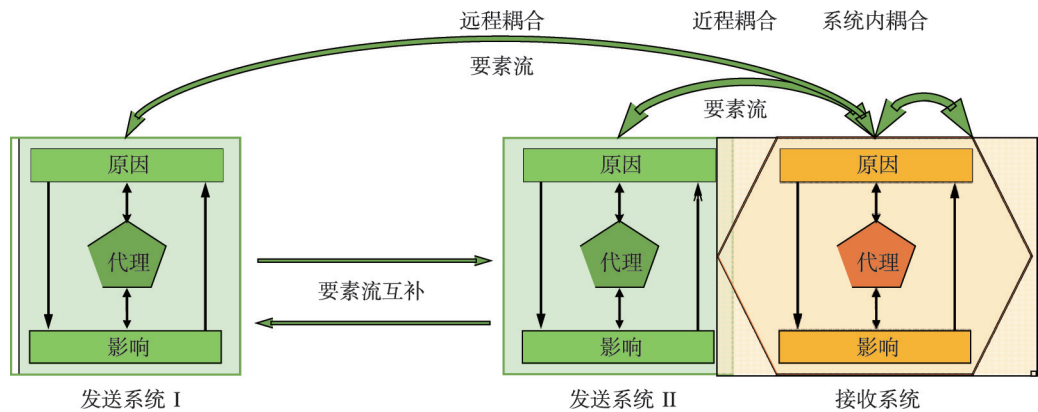


图1 人地系统全程耦合示意图

Fig. 1 Schematic diagram of metacoupling of coupled human and natural system

3.2 食物系统纽带

由于全程耦合及农地利用转型本身的复杂性，在将全程耦合框架引入农地利用转型研究时需要找到切实可行的抓手。食物系统作为衔接乡村与城市、以及产地与全球消费市场的产业链和价值链，是追踪全程耦合过程进而揭示农地利用转型“遥相关”机理的重要切入点。食物系统，这一源于“食物链”及“农业综合体”研究的概念^[97]，是指“农业与下游经济主体之间各种关系的总和”^[98]。食物系统既是一种现象存在，也是一种认知方法^[99]。作为现象存在的食物系统，是由初级农产品生产、食品加工、流通、消费和废弃物处理等社会分工环节共同组成的开放复杂系统^[98]，本质上是生态系统服务流及其价值实现的“社会—经济—空间”组织形式^[9]。而作为认知方法的食物系统，不仅具有概括食物生命周期的理论性，也具有追踪这一过程的操作性，因此明显符合默顿有关“中层理论”^[100]的定义^③。Meyfroidt等指出为有效揭示土地利用“遥相关”的因果机制链，有必要在土地系统科学中引入“中层理论”^[101]。而食物系统在全程耦合视角下的农地利用转型研究中正好可以扮演“中层理论”角色。

做出上述判断的依据，不仅在于食物系统是连接城市与乡村的一条纽带，更在于食物本身作为一类重要生态系统产品，与土地有着天然的密切联系。在可预见的将来，土地仍将长期作为食物生产依托的主要自然资源。联合国粮农组织统计数据显示，2015年全球农业用地占陆地面积的比重为37.27%，其中，食物系统（包括生产可食用农产品和牧草）约占全球农业用地的93.7%，仅约6.3%的农业用地用于纤维和能源作物生产^[102]。可见，农地利用主要面向食物系统，并且是食物系统的基础性环节。

特别在全球流动背景下，国际国内跨区域的食物贸易联系十分紧密，食材的地方性特征日益弱化^[103]，食物系统发生了在地化到去地化的显著转型^[95]，大城市的食物安全正日益紧密地与周边以及更遥远区域的土地利用、农户生计和生态系统关联起来。食物系统不仅包含从生产加工到消费、废弃物处理的食物供应链全过程，还蕴含着农业文化遗产、膳食结构模式和饮食文化等物质及非物质的文化要素。这种内在构成决定了食物系统是连接城市与乡村、关联人类与自然、融贯物质与文化的强大纽带，鉴于食物系统在

③ “中层理论”(Theories of Middle Range)是由美国社会学家Robert K.Merton提出的一种社会学理论范式,是指介于较低层次的操作性假设与系统化统一理论之间的理论层次。中层理论具有实践经验性、范围有限性、开放性和联系性,是宏观理论和微观理论之间的对话桥梁。本文将食物系统作为中层理论,目的正是要在全程耦合理论框架与农地利用转型之间建立对话桥梁,以促进全程耦合理论的具体化。

多部门、跨区域及跨界面交互方面的多向度联系特质^[9], 以及作为连接乡村与城市的产业链和价值链, 能够作为大食物观背景下构建新型工农城乡关系、推动城乡融合发展与乡村振兴的重要抓手^[9, 104]; 食物系统生产端的农地利用转型与农业高质量发展和乡村产业振兴息息相关, 其整体转型目标与乡村振兴的总体要求协调一致^[105]。通过加强农地利用转型调控促进乡村转型发展^[3], 构建高产高效、绿色低碳、健康营养、富有韧性和包容性的食物系统^[106], 进而支撑乡村振兴战略实施^[105, 107]是解决中国新时代“三农”问题的重要途径。因此, 将食物系统融入全程耦合理论框架^[71]并据此研究城乡要素流驱动下的农地利用转型, 不仅具有突出的科学价值, 也具有重要的现实意义。同时, 由于各国跨区域食品贸易中人地系统近远程耦合具有普遍性, 因此本文提出的理论框架对于他国案例研究也具有一定的参考价值。

4 城市食物系统全程耦合下农地利用转型研究的分析框架

4.1 城市食物系统全程耦合下农地利用转型的概念内涵

城市食物系统全程耦合是城乡地域系统之间以食物为纽带的近远程人地相互作用, 本质上是各类主体以农产品流、资金流、信息流为载体, 因食物消费而在城乡之间形成的人地互动关系。由于城市食物系统全程耦合的代理涉及乡村和城市的众多社会主体^[9], 因此人口城乡迁移具有牵一发而动全身的影响, 人口城乡迁移既是食物系统生产端劳动力要素变动的直接驱动因素, 也是消费端食物需求增长、消费结构多元化的直接成因^[95]。很大程度上, 正是城乡之间的人口迁移塑造了城市食物系统, 并进一步与其他要素流协同作用, 共同促进城市郊区、大都市邻接区和农村腹地的农地利用转型。

一方面, 城乡人口迁移导致农村劳动力大量流失, 农地经营成本上升, 进而引发农业生产要素的重新配置。基于要素流动过程和远程耦合的底层逻辑, 农业生产要素可分为城内和域外两种类型: 前者包括城内固有的水、土等自然资源及其区位、质量等自然属性, 以及投入食物生产的城内社会经济资源; 后者主要是从域外城市溢出或回馈的人才、资金、技术、信息等先进要素。另一方面, 城市人口集聚产生了巨大的食物需求, 而要素非农化导致城市食物生产能力弱化, 需要从近端和远端腹地获取食物供给。在此过程中, 市场导向下的供求机制、价格机制和竞争机制在农地利用的资源配置方面起到决定性的作用。而政府为缓解信息不对称、要素盲目流动、恶性竞争等非理性市场经济行为对农地利用的负面影响, 则通过制度设计与政策安排对农地利用施加引导性、弥补性和规制性作用。基于此, 城市食物系统全程耦合下的农地利用转型机制可归结为“三路融汇、四力协同”(图2)。其中, “四力”是指在城市食物系统近远程耦合演化中推动农地利用转型的四种力, 即资源内禀力、要素外驱力、市场配置力和政府调控力; “三路”则是城市通过要素流反作用于农地利用的三条路径, 包括生产要素回馈路径、本地食物短缺路径和需求驱动路径。

具体而言, 在工业化和城镇化进程中, 由于非农工资收入远高于农业收入, 使得务农存在很高的机会成本, 现实的城乡收入差距和非农就业的高收入期望促使农户对家庭劳动力进行再配置。其中, 在体能、学习和适应能力方面均具有比较优势的青壮年劳动力离土出乡、进厂进城从事非农工作。人口城乡迁移引发乡村劳动力要素的剧烈变动, 主要表现为农业劳动力数量减少、年龄结构老化、人力资本下降, 进而导致劳动力和土地以及先进生产要素之间的结构严重失衡, 促使乡村生产要素进入新一轮的重组。重组主要体现在两个方面: ① 留守农民在自身劳动力条件(人力资源禀赋)的约束下, 根据

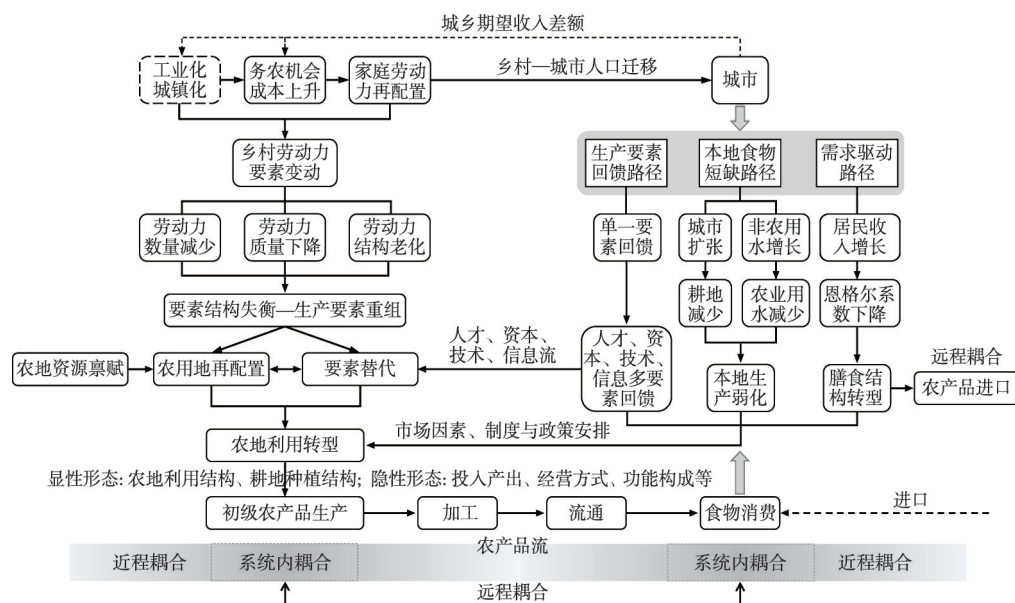


图2 城市食物系统全程耦合下农地利用转型的概念框架

Fig. 2 Conceptual framework for agricultural land use transition under the metacoupling framework of urban food system

农用地的区位特征、灌溉条件、肥力状况、坡度、坡向、高程、集中连片程度等农地资源禀赋进行农用地再配置, 主要依据投入最小化和收益最大化原则进行农地利用结构及耕地种植结构的调整; 最终使得易耕种的地块被优先利用, 用工量少的种植结构得以施行, 而部分耕作条件差的地块则可能退出农业生产^[54], 此为农地利用转型的资源内禀力。在资源内禀力方面, 李升发等的研究证实了地形条件差异对平原和山区农业劳动生产率提升的影响, 提升方式的不同最终导致平坦耕地机械化、规模化, 而劣质坡耕地边缘化^[108]。② 涉及到生产要素回馈路径的作用, 总体上, 从城市到乡村的生产要素回馈在经历早期以农民工汇款为主要形式的单一要素回馈后, 已逐渐演变为乡村振兴战略背景下人才、资本、技术、信息等多要素的回馈。城市作为区域内资本积累与融通的枢纽, 以及人才培养、知识创新和技术变革的高地, 是先进生产要素的主要输出地, 其对乡村地区的生产要素回馈支撑了农业生产中的要素替代。要素替代主要针对农业劳动力日益老弱化和耕地压力上升等现实问题, 采取劳动节约型和土地节约型两类技术进行要素替代^[54]。例如, 通过推广高产作物品种、引进先进管理技术、增加农业机械投入等, 实现劳动生产率和土地生产率的提升。化肥、农药等农业化学品的使用也在一定程度上节省了农业劳动力, 但农业化学品过度使用对生态环境的破坏性影响不容忽视。凡此种均促进了农地利用转型, 并可归结为农地利用转型的要素外驱力。

此外, 市场配置力在农地利用转型中发挥着基础性的调节作用。食物系统作为衔接乡村与城市、以及产地与全球消费市场的产业链和价值链^[9], 自然会接受市场机制的调节。在城市食物系统的近远程耦合演化中, 市场机制主要通过“本地食物短缺”和“需求驱动”两条路径作用于农地利用转型。在这里, “本地食物短缺”是指城市辖区范围内的农业生产供给相对于食物需求而言是短缺的。这种短缺状态源于人口不断向城市集中、食物总需求持续增长的同时, 城市辖区却因建设用地扩张和要素非农化而导致本地供给能力不断弱化。同时, 随着居民收入增长, 恩格尔系数下降、食品购买力上升, 叠加食物偏好多元化和需求分层差异化的影响, 逐渐出现膳食结构转型。通过上述两条路

径的作用,城市食物需求在数量和结构上都发生了极大变化。需求变化特别是膳食结构转型导致农产品供求关系变动,进而通过供求机制、价格机制和竞争机制的相互作用,并叠加城乡居民对农业景观休闲功能的市场需求,共同引起农业生产条件组合的变化,推动农地利用转型。例如,随着膳食结构转型,城乡居民消费水平提高促使农户转向专业化种植经济效益更高的作物,从而带来种植结构的动态调整^[23]。

值得注意的是,食物具有明显的双重属性,虽然在生产和消费环节可视为私人物品,但从国家层面、从交换和分配环节来看则具有明显的公共物品属性,需要保障整个社会的粮食安全。因此,为避免经营主体一味追求经济效益,使耕地“非粮化”甚至非农化进而影响国家粮食安全,政府通过制度和政策安排,对农地利用施加宏观调控便十分重要。目前,国家在自然资源和“三农”领域实施的一系列宏观政策和制度安排为强化农地利用转型调控、规范农地利用行为、促进农用地高效合理利用进而更好地保障国家粮食安全和支撑居民膳食转型提供了政策依据和制度遵循。如基本农田保护制度、高标准农田建设工程、保护价收购政策、粮食直补政策、农业供给侧结构性改革、大食物观等政策和制度对农地利用具有直接和实质性的影响,因此也是农地利用转型的重要驱动力。

4.2 城市食物系统全程耦合下的农地利用转型解释

深入解析城市食物系统全程耦合下的农地利用转型需要采取地理空间网络化思维^[109],即在明确城市食物域格局特征的基础上,针对食物域内的特定地点或区域,需要将其放置于“网络—面域—要素流”组成的地理空间网络中去加以审视^[95]。也就是需要将食物域内的“流空间”与地点空间整合起来,开展基于食物供应链网络的跨系统综合研究。其中,网络既包括供人员和物资(如农业生产资料、农产品)流通的道路等基础设施网络,也包括产业链中具有技术经济联系的生产网络;面域作为食物系统内部要素流的源头,是支撑网络结构运行的基底,主要包括耕地、园地、林地、牧草地和养殖水域等农业生产空间;要素流则包括与食物系统直接或间接相关的农产品流、资金流、生产资料供应、技术扩散、信息流(农产品市场信息、制度与政策信息)、农业劳动力转移、科技人才下乡等。

开展食物供应链网络跨系统综合研究的核心是厘清城乡地域系统之间要素流互馈及其对农地利用转型的驱动机制。在厘清要素流关系的基础上,遵循“社会—经济动态”和“社会—生态反馈”的级联驱动路径,分析要素流在食物系统不同环节之间、以及城乡地域系统之间的传递和反馈过程,从要素供求以及环境层面(如流域层面)连接到案例区的其他多个区域出发,来解释案例区的农地利用转型,进而又循着反馈回路同步解释其他案例区的土地利用转型,因此有望实现对传统研究范式中固定区位视角的超越。

由于要素流驱动在农地利用转型机制中占有重要地位,因此有必要进一步探讨要素流发挥作用的几种效应。总体而言,连接地点空间的要素流具有5种效应,即触发效应、回波效应、重组效应、外溢效应和中断效应,并且在食物系统全程耦合下的农地利用转型中均有相应体现。

(1) 触发效应:触发效应是地理流对接收系统的直接影响,这种影响具有立竿见影之效,通常并不会显著改变原有的系统要素构成,但可能会短暂增强或削弱系统的某些功能。例如知名主播在农产品收获季节到乡村开展直播带货活动,显著提高了当地农户的经营性收入,进而提升了农地利用的经济功能;而节假日期间大量游客涌入乡村旅游地虽然能够增加经济收益,但也可能给当地生态环境造成压力,削弱农地利用的生态功能。

(2) 回波效应: 是指一种要素从发送系统进入接收系统后, 促使接收系统的其他要素类型或该类要素的新形态返回发送系统所产生的影响, 在中国语境下主要指乡村人口迁移到城市后促使人才、资金、技术和信息等生产要素回流的现象。回波效应会显著改变发送系统的生产要素构成, 是农业经营主体实施要素替代的主要源泉, 在生产要素回馈路径中有充分的体现。例如, 外出农民工向家乡汇款、大学生返乡创业、在城市积累了一定资本和技能的农民工回乡发展、农业科技人员下乡服务等等, 均对农地利用转型产生了推动作用。

(3) 重组效应: 是指由于一种或多种生产要素在地区间及部门间流动, 使得原先相对均衡的生产要素组合状态被打破, 进而推动生产要素在新的生产函数下重新组合的过程, 也称为要素再配置效应。可转移要素的空间位移是要素再配置的基本条件之一, 对于可转移要素而言, 无论是要素的流入区亦或是流出区, 要素流动本身均会导致潜在的要素再配置过程。例如, 农业转移人口外出务工客观上要求城市增加就业岗位的同时, 也引发了乡村劳动力要素的剧烈变动, 导致农用地的再配置; 再如, 城市消费流加速电商和现代物流业蓬勃发展的同时, 也推动了农业经济的数字化, 带来全新的农业要素配置、组织分工以及农村功能的转变与空间重构^[110]。实际上, 要素再配置是农地利用转型解释中最重要、最核心的微观机制, 在劳动力要素变动、产业信息流动和资本下乡带来的农用地再配置和要素替代中均有体现。

(4) 外溢效应: 外溢效应是发送系统和接收系统之间的要素流关系变化对其他系统及要素流关系的影响, 内涵上与空间相互作用的中介效应有相似之处, 主要发生在要素流通过的区域或具有竞争关系的区域之间。例如, 巴西采用热带先进农业技术生产大豆, 获得了比较优势和低廉价格, 使得巴西与中国之间的大豆产品交易额大幅提升, 同时也挤压了美国这一传统大豆出口国的市场份额^[74]。再如, 三产融合对粮食产业的投入、产出、科技生态等方面产生明显的溢出效应, 能够促进主产区粮食产业高质量发展水平的提升^[111]。这种由竞争或产业升级导致的溢出作用是农地利用转型的重要成因之一。

(5) 中断效应: 当要素流动是多个系统正常运行的基本条件时, 要素流中断就必然会给原本相互关联的各个系统都带来负面影响。例如, 疫情产生的交通管制阻碍了农业劳动力、机械和农资的流动与供给, 导致农业生产物资无法有效配给等问题^[112]。同时, 疫情冲击下农产品供应链阻断, 农产品因物流受限无法及时出售, 出现主产区供过于求和主销区供不应求并存的市场异常现象^[113], 导致农户收益受损、农地利用的生计功能降低。

5 城市食物系统全程耦合下农地利用转型研究的主要内容

为了更好地支撑案例研究的开展, 有必要进一步设计食物系统全程耦合下农地利用转型研究的内容体系 (图3)。在人地系统近远程耦合演化和城乡关系深刻转型的大背景下, 城乡要素流动、食物系统变化与农地利用转型之间的互馈作用构成了土地利用“遥相关”的重要内容。对此, 亟需超越固定区位视角与本土思维模式, 按照“食物系统近远程耦合演化—农地利用转型—经营主体响应—转型调控”的总体思路, 对城市食物系统全程耦合下的农地利用转型机制、城市食物域内农地利用形态的空间差异及演变规律、农地利用对需求变化的响应水平及影响因素、以及农地利用转型调控开展系统研究, 以助力食物安全保障、支撑乡村振兴战略实施, 并为解决新时代的“三农”问题提供思路参考。

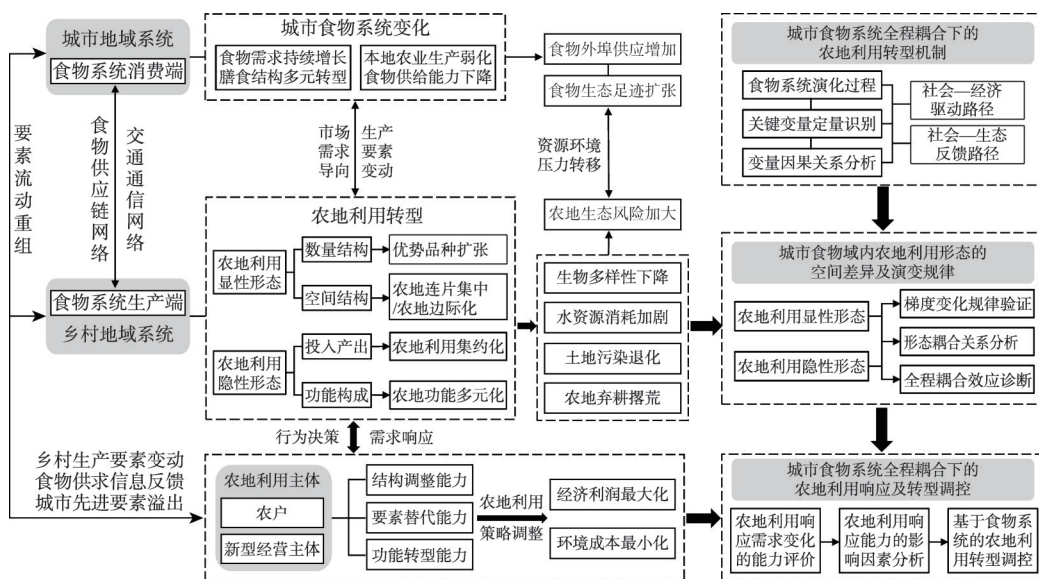


图3 城市食物系统全程耦合下农地利用转型研究的内容体系

Fig. 3 Content system of research on agricultural land use transition under the metacoupling framework of urban food system

5.1 城市食物系统全程耦合下的农地利用转型机制

城市化驱动下的要素非农化对乡村传统“人地业”模式产生剧烈冲击。非农产业的迅猛发展以及非农工资的快速提升促使农业劳动力向城市大量流动,城市人口集聚、外来人口比例增大、居民消费水平提高和收入分化意味着食物需求的持续增长和膳食结构的多元化转型。同时,城市空间扩张和生态建设不断挤占农业空间,导致本地农业生产弱化、食物自给能力下降,必须提升食物外埠供应比重,以缓解城市食物系统中的供需矛盾。食物系统需求端的变化通过供应链和物流体系反馈给近远程的生产端,引起农地利用空间结构和功能形态的变化与转型。另一方面,城市食物系统全程耦合也使得与食物相关的资源环境压力向乡村转移,尤其是市场需求导向下耕地种植结构由粮食作物向高耗水型园艺作物调整,加大了外埠供应地的水资源压力。另外,农业生产要素变动和居民膳食结构转型不可避免地要求农地再配置,为节约劳动力和土地而加大农用化学品和机械动力投入的农地利用集约化,与因缺乏劳动力而弃耕撂荒的农地边际化同时存在,农地生态系统将面临更为严峻的生物多样性下降、土地退化、地下水耗竭等生态环境风险。

基于以上讨论,农地利用转型机制研究应通过梳理城市食物系统全程耦合演化过程,首先对城市化驱动下的城市食物系统变化过程与现状特征进行统计分析,定量识别城市化驱动下人口集聚、收入增长、空间扩张、生态建设等导致食物多元需求增长、食物自给率下降进而引起食物生态足迹扩张的关键变量。以分析关键变量的协同作用及其深层驱动力为突破口,遵循“社会—经济动态”(农业劳动力析出→城市人口集聚→城市食物需求增长、膳食转型→需求结构反馈→农地利用转型)和“社会—生态反馈”(食物外埠供应增加→农用地再配置→资源环境压力转移;农业劳动力析出→农用地再配置→农地边际化、农地流转集约→农地生态风险加大)两条作用路径^[4],将隐含于食物生产—

流通—消费全生命周期的近远程人地互动关系纳入到农地利用转型机制的研究中来,以明晰城乡土地利用“遥相关”的内在机理。

5.2 城市食物域内农地利用形态的空间差异及演变规律

城市食物系统全程耦合演化映射于农地利用形态转型过程之中,市场需求导向下的种植结构调整以及生产要素变动下的投入结构和经营模式调整,促使农地利用的空间结构和投入产出效率加速演变。随着要素市场逐渐走向成熟,城乡居民对农地利用的需求由最初单纯的食物供应转向兼具更高层次的景观休闲、环境健康和绿色食品消费,休闲农业、观光农业、智慧农业、农产品生态认证等新业态的发展促使农地生态保育功能和经济贡献功能增强,农地利用向功能多元化、功能融合化方向转型。除此之外,因供应距离和农产品优势种类的差异,各外埠供应地受城市食物系统远距离影响的程度不同,进而产生时空分异,表现出不同的农地利用形态变化特征。

城市食物域内农地利用形态的空间差异和演变规律作为食物系统全程耦合的直观表达,是土地利用遥相关研究的重要内容。农地利用形态空间差异及演变规律研究应以城市主要农产品供应量为依据反映城乡地域系统的全程耦合程度,验证在不同程度的空间相互作用下农地空间布局、种植结构等显性形态与农地集约度、农地生产率、农地功能构成等隐性形态是否存在以城市为中心的梯度变化规律,以及研究农地利用显隐性形态各指标两两之间呈现何种时空耦合关系。并且在兼顾外溢系统(其他城市)的情况下研究城市食物系统近远程耦合演化对农地利用形态的影响。

5.3 城市食物系统全程耦合下的农地利用响应及转型调控

农户、家庭农场、农民专业合作社、农业企业等利益相关者作为农业生产和农地利用的经营主体,其空间行为和决策能力是农地利用变化与转型的主导因素。城乡融合进程伴随着要素的交互重组,面对日益频繁的劳动力迁移、错综复杂的市场信息反馈以及日新月异的农业技术革新,经营主体需要适时地调整农地利用策略和经营模式,适度扩大优势品种养殖规模、引进现代化机械设备、调整农地经营方式、开发农地多元功能、提升农地生态服务价值,才能更好地响应食物系统需求端的变化,以谋求利润最大化和负面环境影响最小化。在此过程中,从农地利用形态变化过程出发,评估农业经营主体获取和利用市场需求信息的能力,并针对性地提升其需求响应水平以促进农地利用转型调控,对于解决农业产值贡献率低、农民兼业经营、农地粗放利用甚至弃耕撂荒等“农业边缘化”问题^[14]、推动农业高质量发展至关重要。

开展城市食物系统全程耦合下的农地利用响应及转型调控研究,首先应以结构调整能力、要素替代能力、功能转型能力和经营效益作为响应水平评估的基本维度,通过实地调研和比较研究,评价不同经营、流通模式下农地利用形态和经营主体行为对需求变化的响应水平,并分析引起响应能力差异的影响因素。农地利用转型调控是系列研究的最终目标,基于农地利用的转型机制、演变规律及需求响应研究,借鉴国内外土地利用转型调控经验,在充分重视城乡全程耦合系统中乡村代理的主体作用和城市先进要素溢出效应的基础上,因地制宜地提出农地利用转型调控方案。通过开发农产品市场供求信息平台,以大数据赋能农业生产;充分利用城市资本/技术溢出,支持农地利用的智能化、绿色化转型;构建“流通主体+新型经营主体+农户+数据服务”的城乡融合经营模式,培育农业新生动力,实现小农户与现代农业的有机衔接。最后还应当注重产学研融合,将农地利用转型调控方案及时反馈给相关案例区的地方政府和经营主体,以真正发挥系列研究的现实参考价值和实践指导作用。

6 结语

在空间连通性不断增强的全球化、城市化时代,人口、资本、技术、信息、原材料、商品等要素流动呈现多元化、广域化和常态化的趋势,近远程要素流驱动成为人地系统演化和城乡关系演变的新动因。而面对农地利用转型乃至土地利用转型研究领域“遥相关”视角的不足、以及“遥相关”视角下系统化理论建构的缺位,亟需以更加开放的思维、挖掘多尺度要素流的相关理论来探索土地利用转型规律与机制。对此,本文在论证理论创新科学基础的前提下,提出将具有整合“流空间”与地点空间特性的全程耦合框架引入农地利用转型研究,将具有多向度联系特质的食物系统作为追踪全程耦合过程的重要切入点,从城市食物系统全程耦合视角来揭示农地利用转型的“遥相关”机理。并进一步明确城市食物系统全程耦合下农地利用转型的“三路融汇、四力协同”机制;深入探讨了地理空间网络化思维的必要性,提出了整合“流空间”与地点空间的农地利用转型解析方法,即从要素供求以及环境层面连接到案例区的其他多个区域出发,或根据实际需要通过揭示要素流的5种效应来解释农地利用转型。未来城市食物系统全程耦合下的农地利用转型研究需要重点关注农地利用转型机制、城市食物域内农地利用形态的空间差异及演变规律、农地利用对需求变化的响应水平及影响因素、以及农地利用转型调控等几个方面的内容。

需要补充强调的是,理论研究的目的在于实际应用。面向未来,以地理空间网络化思维和全程耦合理论框架为指导,围绕“三路融汇、四力协同”的农地利用转型概念框架和“社会—经济动态”与“社会—生态反馈”级联驱动的解析路径,亟需就城市食物系统全程耦合下的农地利用转型开展系列实证研究。值得注意的是,城市食物系统全程耦合下的农地利用转型研究需要使用多种要素流数据,由于目前生产端尤其大量小农户不掌握农产品流向,对流量情况也常常疏于统计,而产地批发市场又往往将农产品物流数据视为商业机密,因此开展相关研究尚存在较为突出的挑战。虽然从城市批发市场能够获取部分农产品的产地来源数据,但从以往研究经验来看,这类数据的空间精度较低,往往仅统计到省级行政区。针对以上问题及挑战,未来应当加强与农产品流通企业的战略合作,通过合作呼吁实业界将部分农产品物流数据面向研究开放。其次,应当不断创新研究方法,探索将农产品物流大数据与实地调查小数据相结合的研究方式;应当注重典型案例研究,通过对典型案例的详细调查,将其放置于地理空间网络中加以全面审视和深度剖析,以实现农地利用转型研究的“以小见大,见微知著”。

参考文献(References)

- [1] Song W, Pijanowski B C, Tayyebi A. Urban expansion and its consumption of high-quality farmland in Beijing, China. *Ecological Indicators*, 2015, 54: 60-70.
- [2] Li Xiubin, Zhao Yuluan. Forest transition, agricultural land marginalization and ecological restoration. *China Population, Resources and Environment*, 2011, 21(10): 91-95. [李秀彬, 赵宇鸾. 森林转型、农地边际化与生态恢复. *中国人口·资源与环境*, 2011, 21(10): 91-95.]
- [3] Long Hualou. Land use transition and rural transformation development. *Progress in Geography*, 2012, 31(2): 131-138. [龙花楼. 论土地利用转型与乡村转型发展. *地理科学进展*, 2012, 31(2): 131-138.]
- [4] Lambin E F, Meyfroidt T P. Land use transitions: Socio-ecological feedback versus socio-economic change. *Land Use Policy*, 2010, 27(2): 108-118.
- [5] Song Xiaoqing. Discussion on land use transition research framework. *Acta Geographica Sinica*, 2017, 72(3): 471-487. [宋小青. 论土地利用转型的研究框架. *地理学报*, 2017, 72(3): 471-487.]

- [6] Ma Enpu, Cai Jianming, Han Yan, et al. Research progress and prospect of telecoupling of Human- Earth system. *Progress in Geography*, 2020, 39(2): 310-326. [马恩朴, 蔡建明, 韩燕, 等. 人地系统远程耦合的研究进展与展望. *地理科学进展*, 2020, 39(2): 310-326.]
- [7] Seto K C, Reenberg A, Boone C G, et al. Urban land teleconnections and sustainability. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2012, 109(20): 7687-7692.
- [8] Güneralp B, Seto K C, Ramachandran M. Evidence of urban land teleconnections and impacts on hinterlands. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2013, 5(5): 445-451.
- [9] Ma Enpu, Cai Jianming, Guo Hua, et al. Theoretical framework and research priorities on food system couplings in an urbanization context. *Acta Geographica Sinica*, 2021, 76(10): 2343-2359. [马恩朴, 蔡建明, 郭华, 等. 城市化背景下食物系统耦合研究的理论框架及优先方向. *地理学报*, 2021, 76(10): 2343-2359.]
- [10] Mather A S. *Global Forest Resources*. London: Belhaven, 1990.
- [11] Mather A S. The forest transition. *Area*, 1992, 24(4): 367-379.
- [12] Grainger A. National land use morphology: Patterns and possibilities. *Geography*, 1995, 80(3): 235-245.
- [13] Long Hualou. Land use transition and land management. *Geographical Research*, 2015, 34(9): 1607-1618. [龙花楼. 论土地利用转型与土地资源管理. *地理研究*, 2015, 34(9): 1607-1618.]
- [14] Khorchani M, Nadal-Romero E, Tague C, et al. Effects of active and passive land use management after cropland abandonment on water and vegetation dynamics in the Central Spanish Pyrenees. *Science of the Total Environment*, 2020, 717: 137160. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.137160.
- [15] Tufa D E, Megento T L. The effects of farmland conversion on livelihood assets in peri-urban areas of Addis Ababa Metropolitan city, the case of Akaki Kaliti sub-city, Central Ethiopia. *Land Use Policy*, 2022, 119: 106197. DOI: 10.1016/j.landusepol.2022.106197.
- [16] Moeis F R, Dartanto T, Moeis J P, et al. A longitudinal study of agriculture households in Indonesia: The effect of land and labor mobility on welfare and poverty dynamics. *World Development Perspectives*, 2020, 20: 100261. DOI: 10.1016/j.wdp.2020.100261.
- [17] Muñoz-Ulecia E, Bernués A, Casasús I, et al. Drivers of change in mountain agriculture: A thirty-year analysis of trajectories of evolution of cattle farming systems in the Spanish Pyrenees. *Agricultural Systems*, 2021, 186: 102983. DOI: 10.1016/j.agry.2020.102983.
- [18] Beilin R, Lindborg R, Stenseke M, et al. Analysing how drivers of agricultural land abandonment affect biodiversity and cultural landscapes using case studies from Scandinavia, Iberia and Oceania. *Land Use Policy*, 2014, 36: 60-72.
- [19] Brambilla M, Gubert F, Pedrini P. The effects of farming intensification on an iconic grassland bird species, or why mountain refuges no longer work for farmland biodiversity. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2021, 319: 107518. DOI: 10.1016/j.agee.2021.107518.
- [20] Turner B L, Wuellner M, Nichols T, et al. A systems approach to forecast agricultural land transformation and soil environmental risk from economic, policy, and cultural scenarios in the north central United States (2012-2062). *International Journal of Agricultural Sustainability*, 2017, 15(2): 102-123.
- [21] Long Hualou, Li Xiubin. Cultivated-land transition and land consolidation and reclamation in China: Research progress and frame. *Progress in Geography*, 2006, 25(5): 67-76. [龙花楼, 李秀彬. 中国耕地转型与土地整理: 研究进展与框架. *地理科学进展*, 2006, 25(5): 67-76.]
- [22] Song Xiaoqing, Wu Zhifeng, Ouyang Zhu. Route of cultivated land transition research. *Geographical Research*, 2014, 33(3): 403-413. [宋小青, 吴志峰, 欧阳竹. 耕地转型的研究路径探讨. *地理研究*, 2014, 33(3): 403-413.]
- [23] Song Xiaoqing, Li Xinyi. Theoretical explanation and case study of regional cultivated land use function transition. *Acta Geographica Sinica*, 2019, 74(5): 992-1010. [宋小青, 李心怡. 区域耕地利用功能转型的理论解释与实证. *地理学报*, 2019, 74(5): 992-1010.]
- [24] Qu Yi, Long Hualou. A framework of multi-disciplinary comprehensive research on recessive farmland transition in China. *Acta Geographica Sinica*, 2018, 73(7): 1226-1241. [曲艺, 龙花楼. 中国耕地利用隐性形态转型的多学科综合研究框架. *地理学报*, 2018, 73(7): 1226-1241.]
- [25] Zhang Bailin, Gao Jiangbo, Gao Yang, et al. Land use transition of mountainous rural areas in China. *Acta Geographica Sinica*, 2018, 73(3): 503-517. [张佰林, 高江波, 高阳, 等. 中国山区农村土地利用转型解析. *地理学报*, 2018, 73(3): 503-517.]
- [26] Feng Zhiming, Liu Baoqin, Yang Yanzhao. A study of the changing trend of Chinese cultivated land amount and data

- reconstructing: 1949-2003. *Journal of Natural Resources*, 2005, 20(1): 35-43. [封志明, 刘宝勤, 杨艳昭. 中国耕地资源数量变化的趋势分析与数据重建: 1949—2003. *自然资源学报*, 2005, 20(1): 35-43.]
- [27] Li Xiubin. Theoretical hypotheses about agricultural land use changes and the relevant propositions about environmental impacts. *Advances in Earth Science*, 2008, 23(11): 1124-1129. [李秀彬. 农地利用变化假说与相关的环境效应命题. *地球科学进展*, 2008, 23(11): 1124-1129.]
- [28] Li Y H, Chen C, Wang Y F, et al. Urban-rural transformation and farmland conversion in China: The application of the environmental Kuznets Curve. *Journal of Rural Studies*, 2014, 36: 311-317.
- [29] Qu Futian, Wu Limei. Hypothesis and validation on the Kuznets curves of economic growth and farmland conversion. *Resources Science*, 2004, 26(5): 61-67. [曲福田, 吴丽梅. 经济增长与耕地非农化的库兹涅茨曲线假说及验证. *资源科学*, 2004, 26(5): 61-67.]
- [30] Cai Yunlong, Wang Yong, Li Yuping. Study on changing relationship of demand and supply of cultivated land in China. *China Land Science*, 2009, 23(3): 11-18, 31. [蔡运龙, 汪涌, 李玉平. 中国耕地供需变化规律研究. *中国土地科学*, 2009, 23(3): 11-18, 31.]
- [31] Chen Baiming, Du Hongliang. Analyzing decoupling relationship between arable land occupation and GDP growth. *Resources Science*, 2006, 28(5): 36-42. [陈百明, 杜红亮. 试论耕地占用与 GDP 增长的脱钩研究. *资源科学*, 2006, 28(5): 36-42.]
- [32] Guo Lin, Yan Jinming. Study on the decoupling of cultivated land occupation by construction from economic growth in China. *China Population, Resources and Environment*, 2007, 17(5): 48-53. [郭琳, 严金明. 中国建设占用耕地与经济增长的退耦研究. *中国人口·资源与环境*, 2007, 17(5): 48-53.]
- [33] Ma L, Long H L, Tu S S, et al. Farmland transition in China and its policy implications. *Land Use Policy*, 2020, 92: 104470. DOI: 10.1016/j.landusepol.2020.104470.
- [34] Long Hualou, Li Tingting. Analysis of the coupling of farmland and rural housing land transition in China. *Acta Geographica Sinica*, 2012, 67(2): 201-210. [龙花楼, 李婷婷. 中国耕地和农村宅基地利用转型耦合分析. *地理学报*, 2012, 67(2): 201-210.]
- [35] Ge Dazhuan, Long Hualou, Yang Ren. The pattern and mechanism of farmland transition in China from the perspective of per capita farmland area. *Resources Science*, 2018, 40(2): 273-283. [戈大专, 龙花楼, 杨忍. 中国耕地利用转型格局及驱动因素研究: 基于人均耕地面积视角. *资源科学*, 2018, 40(2): 273-283.]
- [36] Zhang Wenbin, Zhang Zhibin, Dong Jianhong, et al. Transformation and driving forces of cultivated land utilization function from a multi-scale perspective in Gansu Province. *Scientia Geographica Sinica*, 2021, 41(5): 900-910. [张文斌, 张志斌, 董建红, 等. 多尺度视角下耕地利用功能转型及驱动力分析: 以甘肃省为例. *地理科学*, 2021, 41(5): 900-910.]
- [37] Su S L, Jiang Z L, Zhang Q, et al. Transformation of agricultural landscapes under rapid urbanization: A threat to sustainability in Hang-Jia-Hu region, China. *Applied Geography*, 2011, 31(2): 439-449.
- [38] Liu J, Jin X B, Xu W Y, et al. Evolution of cultivated land fragmentation and its driving mechanism in rural development: A case study of Jiangsu Province. *Journal of Rural Studies*, 2022, 91: 58-72.
- [39] Yu Meng, Li Yangbing, Luo Guangjie, et al. Spatio-temporal evolution of rice terraces in mountainous areas of Southwest China: A case study of Xijiang and Jiabang townships, Miaoling. *Geographical Research*, 2022, 41(8): 2184-2202. [余梦, 李阳兵, 罗光杰, 等. 中国西南山区稻作梯田的时空演化: 以苗岭西江镇和加榜乡为例. *地理研究*, 2022, 41(8): 2184-2202.]
- [40] Song Xiaoqing, Wu Zhifeng, Ouyang Zhu. Changes of cultivated land function in China since 1949. *Acta Geographica Sinica*, 2014, 69(4): 435-447. [宋小青, 吴志峰, 欧阳竹. 1949 年以来中国耕地功能变化. *地理学报*, 2014, 69(4): 435-447.]
- [41] Zhang Y N, Long H L, Ma L, et al. Farmland function evolution in the Huang-Huai-Hai Plain: Processes, patterns and mechanisms. *Journal of Geographical Sciences*, 2018, 28(6): 759-777.
- [42] Qin Yanjie, Liu Xin, Zhao Yanxia, et al. Characteristics and process of the cultivated land use transformation in Hebei Province since 1949. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2022, 38(12): 260-269. [秦彦杰, 刘欣, 赵艳霞, 等. 1949 年以来河北省耕地利用转型特征及过程. *农业工程学报*, 2022, 38(12): 260-269.]
- [43] Ye S J, Song C Q, Shen S, et al. Spatial pattern of arable land-use intensity in China. *Land Use Policy*, 2020, 99: 104845. DOI: 10.1016/j.landusepol.2020.104845.
- [44] Liao Liuwen, Gao Xiaolu, Long Hualou, et al. A comparative study of farmland use morphology in plain and

- mountainous areas based on farmers' land use efficiency. *Acta Geographica Sinica*, 2021, 76(2): 471-486. [廖柳文, 高晓路, 龙花楼, 等. 基于农户利用效率的平原和山区耕地利用形态比较. *地理学报*, 2021, 76(2): 471-486.]
- [45] Gai Zhaoxue, Zhan Wenxi, Wang Hongyan, et al. Spatio-temporal differentiation characteristics and formation mechanism of carbon emission from cultivated land use transformation. *Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery*, 2022, 53(7): 187-196. [盖兆雪, 詹汶羲, 王洪彦, 等. 耕地利用转型碳排放时空分异特征与形成机理研究. *农业机械学报*, 2022, 53(7): 187-196.]
- [46] Kuang B, Lu X H, Zhou M, et al. Provincial cultivated land use efficiency in China: Empirical analysis based on the SBM-DEA model with carbon emissions considered. *Technological Forecasting and Social Change*, 2020, 151: 119874. DOI: 10.1016/j.techfore.2019.119874.
- [47] Lu X A, Qu Y, Sun P L, et al. Green transition of cultivated land use in the Yellow River Basin: A perspective of green utilization efficiency evaluation. *Land*, 2020, 9(12): 475. DOI: 10.3390/land9120475.
- [48] Song Jingxue, Zhou Zhongxue. Impact of agricultural transformation of typical villages in Guanzhong Plain on agro-ecosystem services. *Arid Land Geography*, 2020, 43(3): 807-819. [宋静雪, 周忠学. 关中平原典型村落农业转型对生态系统服务的影响研究. *干旱区地理*, 2020, 43(3): 807-819.]
- [49] Fu Hui, Liu Yanjun, Sun Hongri, et al. Spatiotemporal characteristics and dynamic mechanism of cultivated land use transition in the Beijing-Tianjin-Hebei region. *Progress in Geography*, 2020, 39(12): 1985-1998. [付慧, 刘艳军, 孙宏日, 等. 京津冀地区耕地利用转型时空分异及驱动机制. *地理科学进展*, 2020, 39(12): 1985-1998.]
- [50] Liang X Y, Li Y B. Spatiotemporal features of farmland scaling and the mechanisms that underlie these changes within the Three Gorges Reservoir Area. *Journal of Geographical Sciences*, 2019, 29(4): 563-580.
- [51] Hou D W, Meng F H, Prishchepov A V. How is urbanization shaping agricultural land-use? Unraveling the nexus between farmland abandonment and urbanization in China. *Landscape and Urban Planning*, 2021, 214: 104170. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2021.104170.
- [52] Huang Limin, Liu Chengwu. Marginalization of arable land and its correlation with rural labor migration. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 2010, 38(14): 7608-7610. [黄利民, 刘成武. 农地边际化及其与农村劳动力迁移的关系研究: 以湖北省通城县为例. *安徽农业科学*, 2010, 38(14): 7608-7610.]
- [53] Tu Y, Chen B, Yu L, et al. How does urban expansion interact with cropland loss? A comparison of 14 Chinese cities from 1980 to 2015. *Landscape Ecology*, 2021, 36(1): 243-263.
- [54] Liao Liuwen, Long Hualou, Ma Enpu. Rural labor change and farmland use transition. *Economic Geography*, 2021, 41(2): 148-155. [廖柳文, 龙花楼, 马恩朴. 乡村劳动力要素变动与耕地利用转型. *经济地理*, 2021, 41(2): 148-155.]
- [55] Peng Wenlong, Lyu Xiao, Niu Shandong. Sustainable intensification of cultivated land use and farming households' livelihood transition. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2022, 38(4): 270-277. [彭文龙, 吕晓, 牛善栋. 论耕地利用可持续集约化与农户生计转型. *农业工程学报*, 2022, 38(4): 270-277.]
- [56] Yang H X, Huang K, Deng X, et al. Livelihood capital and land transfer of different types of farmers: Evidence from panel data in Sichuan province, China. *Land*, 2021, 10(5): 532. DOI: 10.3390/land10050532.
- [57] Liu Chengwu, Li Xiubin. The character and diagnostic criterion for marginalization of the arable land. *Progress in Geography*, 2005, 24(2): 106-113. [刘成武, 李秀彬. 农地边际化的表现特征及其诊断标准. *地理科学进展*, 2005, 24(2): 106-113.]
- [58] Wang J T, Peng J, Zhao M Y, et al. Significant trade-off for the impact of Grain-for-Green Programme on ecosystem services in North-western Yunnan, China. *Science of the Total Environment*, 2017, 574: 57-64.
- [59] Zhong T Y, Si Z Z, Shi L F, et al. Impact of state-led food localization on suburban districts' farmland use transformation: Greenhouse farming expansion in Nanjing city region, China. *Landscape and Urban Planning*, 2020, 202: 103872. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2020.103872.
- [60] Wang B, Li F, Feng S Y, et al. Transfer of development rights, farmland preservation, and economic growth: A case study of Chongqing's land quotas trading program. *Land Use Policy*, 2020, 95: 104611. DOI: 10.1016/j.landusepol.2020.104611.
- [61] Gong Lijun, Yang Ren, Yang Fan. Rural economic spatial reconstruction process and mechanism in Pearl River Delta Region driven by rural land capitalization. *Economic Geography*, 2021, 41(9): 152-161. [龚丽钧, 杨忍, 杨帆. 农村土地资本化驱动下珠三角地区乡村经济空间重构历程与重构机制. *经济地理*, 2021, 41(9): 152-161.]
- [62] Zhang B B, Niu W H, Ma L Y, et al. A company-dominated pattern of land consolidation to solve land fragmentation problem and its effectiveness evaluation: A case study in a hilly region of Guangxi autonomous region, Southwest

- China. Land Use Policy, 2019, 88: 104115. DOI: 10.1016/j.landusepol.2019.104115.
- [63] Stjernman M, Sahlin U, Olsson O, et al. Estimating effects of arable land use intensity on farmland birds using joint species modeling. *Ecological Applications*, 2019, 29(4): e01875. DOI: 10.1002/eap.1875.
- [64] Liu Xinzh, Zhou Hanmei, Dong Fei. Transformation of cultivated land use and rural economic growth: Direct effect and spatial spillover effect. *Journal of Southwest University (Natural Science Edition)*, 2021, 43(11): 102-111. [刘新智, 周韩梅, 董飞. 耕地利用转型与农村经济增长: 直接效应与空间溢出效应. *西南大学学报(自然科学版)*, 2021, 43(11): 102-111.]
- [65] Sun Yingmin. The coupling relationship between the transformation of cultivated land utilization and grain yield in Shaanxi. *Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning*, 2018, 39(7): 14-20. [孙英敏. 陕西省耕地利用转型与粮食产量耦合关系研究. *中国农业资源与区划*, 2018, 39(7): 14-20.]
- [66] Du Wenxing, Zhao Zhizhong, Lyu Xiao, et al. A review on urban-rural land use transition in China. *Chinese Journal of Soil Science*, 2021, 52(2): 493-504. [杜文星, 赵志忠, 吕晓, 等. 城乡土地利用转型研究进展及展望. *土壤通报*, 2021, 52(2): 493-504.]
- [67] Yang Yishuang. A leap forward in development: The 21st Century Maritime Silk Road and expanding boundaries of Asian production networks. *Journal of Contemporary Asia-Pacific Studies*, 2017(1): 26-43, 157. [杨怡爽. 跨界发展: 从 21 世纪海上丝绸之路之路到亚洲生产网络的边界扩展. *当代亚太*, 2017(1): 26-43, 157.]
- [68] Liu Qing, Yang Yongchun, Jiang Xiaorong. Spatial organization of global value production: A case study of supply chain of Apple's iPhone. *Geographical Research*, 2020, 39(12): 2743-2762. [刘清, 杨永春, 蒋小荣. 全球价值生产的空间组织: 以苹果手机供应链为例. *地理研究*, 2020, 39(12): 2743-2762.]
- [69] Liu J G, Dietz T, Carpenter S R, et al. Coupled human and natural systems. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 2007, 36(8): 639-649.
- [70] Liu J G, Hull V, Batistella M, et al. Framing sustainability in a telecoupled world. *Ecology and Society*, 2013, 18(2): atr26. DOI: 10.5751/ES-05873-180226.
- [71] Liu J G. Integration across a metacoupled world. *Ecology and Society*, 2017, 22(4): atr29. DOI: 10.5751/ES-09830-220429.
- [72] Liu J G, Yang W. Integrated assessments of payments for ecosystem services programs. *PNAS*, 2013, 110(41): 16297-16298.
- [73] Liu J G, Mooney H, Hull V, et al. Systems integration for global sustainability. *Science*, 2015, 347: 963-972.
- [74] Ma Enpu, Cai Jianming, Lin Jing, et al. Explanation of land use/cover change from the perspective of tele-coupling. *Acta Geographica Sinica*, 2019, 74(3): 421-431. [马恩朴, 蔡建明, 林静, 等. 远程耦合视角下的土地利用/覆被变化解释. *地理学报*, 2019, 74(3): 421-431.]
- [75] Chaudhary A, Carrasco L R, Kastner T. Linking national wood consumption with global biodiversity and ecosystem service losses. *Science of the Total Environment*, 2017, 586: 985-994.
- [76] Arvor D, Tritsch I, Barcellos C, et al. Land use sustainability on the South-Eastern Amazon agricultural frontier: Recent progress and the challenges ahead. *Applied Geography*, 2017, 80: 86-97.
- [77] Du Guoming, Kuang Wenhui, Meng Fanhao, et al. Spatiotemporal pattern and driving forces of land use/cover change in Brazil. *Progress in Geography*, 2015, 34(1): 73-82. [杜国明, 匡文慧, 孟凡浩, 等. 巴西土地利用/覆盖变化时空格局及驱动因素. *地理科学进展*, 2015, 34(1): 73-82.]
- [78] Cheng Ming, Zhang Zheng, Wu Bo. Research on urban-rural relationship: Review and prospect. *Journal of Chongqing Jiaotong University (Social Sciences Edition)*, 2021, 21(5): 57-68. [程明, 张征, 吴波. 城乡关系研究: 回眸、述评与展望. *重庆交通大学学报(社会科学版)*, 2021, 21(5): 57-68.]
- [79] Zhou Qingxiang, He Aiping. The historical evolution and realization path of urban rural integration in China: Based on the perspective of Marxist urban rural relationship theory. *Journal of Xi'an University of Finance and Economics*, 2022, 35(2): 29-38. [周清香, 何爱平. 中国城乡融合发展的历史演进及其实现路径: 马克思主义城乡关系理论的视角. *西安财经大学学报*, 2022, 35(2): 29-38.]
- [80] Tian Yujun, Li Xiubin, Xin Liangjie, et al. Impacts of the rise of labor opportunity cost on agricultural land use changes: A case study of Ningxia Hui autonomous region. *Journal of Natural Resources*, 2009, 24(3): 369-377. [田玉军, 李秀彬, 辛良杰, 等. 农业劳动力机会成本上升对农地利用的影响: 以宁夏回族自治区为例. *自然资源学报*, 2009, 24(3): 369-377.]
- [81] Hao Haiguang, Li Xiubin, Zhang Huiyuan, et al. Impact of the opportunity cost of farming labor on the agricultural land

- marginalization. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2015, 29(3): 50-56. [郝海广, 李秀彬, 张惠远, 等. 劳动力务农机会成本对农地边际化的驱动作用. *干旱区资源与环境*, 2015, 29(3): 50-56.]
- [82] Li Shengfa, Li Xiubin. Progress and prospect on farmland abandonment. *Acta Geographica Sinica*, 2016, 71(3): 370-389. [李升发, 李秀彬. 耕地撂荒研究进展与展望. *地理学报*, 2016, 71(3): 370-389.]
- [83] Zhang Yingnan, Long Hualou, Tu Shuangshuang, et al. A multidimensional analysis of rural restructuring driven by E-commerce: A case of Xiaying village in central China. *Scientia Geographica Sinica*, 2019, 39(6): 947-956. [张英男, 龙花楼, 屠爽爽, 等. 电子商务影响下的“淘宝村”乡村重构多维度分析: 以湖北省十堰市郧西县下营村为例. *地理科学*, 2019, 39(6): 947-956.]
- [84] Long Hualou, Chen Kunqiu. Urban-rural integrated development and land use transitions: A perspective of land system science. *Acta Geographica Sinica*, 2021, 76(2): 295-309. [龙花楼, 陈坤秋. 基于土地系统科学的土地利用转型与城乡融合发展. *地理学报*, 2021, 76(2): 295-309.]
- [85] Long Hualou. Explanation of land use transitions. *China Land Science*, 2022, 36(4): 1-7. [龙花楼. 土地利用转型的解释. *中国土地科学*, 2022, 36(4): 1-7.]
- [86] Seppelt R, Verburg P H, Norström A, et al. Focus on cross-scale feedbacks in global sustainable land management. *Environmental Research Letters*, 2018, 13(9): 090402. DOI: 10.1088/1748-9326/aadc45.
- [87] Pascual U, Palomo I, Adams, W M, et al. Off-stage ecosystem service burdens: A blind spot for global sustainability. *Environmental Research Letters*, 2017, 12(7): 075001. DOI: 10.1088/1748-9326/aa7392.
- [88] Semenchuk P, Kalt G, Kaufmann L, et al. The global biodiversity footprint of urban consumption: A spatially explicit assessment for the city of Vienna. *Science of the Total Environment*, 2023, 861: 160576. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.160576.
- [89] Chuai X W, Gao R Y, Li J B, et al. A new meta-coupling framework to diagnose the inequity hidden in China's cultivated land use. *Environmental Science & Policy*, 2021, 124: 635-644.
- [90] Liu J G, McConnell W, Baerwald T, et al. Symposium on "Telecoupling of Human and Natural Systems" at the meeting of the American Association for the Advancement of Science. 2011. <http://aaas.confex.com/aaas/2011/webprogram/Session2889.html>.
- [91] Kissinger M, Rees W E. An interregional ecological approach for modelling sustainability in a globalizing world: Reviewing existing approaches and emerging directions. *Ecological Modelling*, 2010, 221(21): 2615-2623.
- [92] Kissinger M, Rees W E, Timmer V. Interregional sustainability: Governance and policy in an ecologically interdependent world. *Environmental Science & Policy*, 2011, 14(8): 965-976.
- [93] Fang Chuanglin, Zhou Chenghu, Gu Chaolin, et al. Theoretical analysis of interactive coupled effects between urbanization and eco-environment in mega-urban agglomerations. *Acta Geographica Sinica*, 2016, 71(4): 531-550. [方创琳, 周成虎, 顾朝林, 等. 特大城市群地区城镇化与生态环境交互耦合效应解析的理论框架及技术路径. *地理学报*, 2016, 71(4): 531-550.]
- [94] Liu Haimeng, Fang Chuanglin, Li Yonghong. The Coupled Human and Natural Cube: A conceptual framework for analyzing urbanization and eco-environment interactions. *Acta Geographica Sinica*, 2019, 74(8): 1489-1507. [刘海猛, 方创琳, 李咏红. 城镇化与生态环境“耦合魔方”的基本概念及框架. *地理学报*, 2019, 74(8): 1489-1507.]
- [95] Ma Enpu, Ye Weiyi, Liao Liuwen, et al. Human-land coupling enlightenment and driving forces of urban food system evolution: A case study of Beijing food system. *Journal of Natural Resources*, 2022, 37(10): 2617-2635. [马恩朴, 叶玮怡, 廖柳文, 等. 城市食物系统演化的人地耦合启示及驱动力: 以北京食物系统为例. *自然资源学报*, 2022, 37(10): 2617-2635.]
- [96] Liu Binghui. The nature, characteristics and challenges of big mobile society: Reform of the social basis of China's national governance system. *The Forum of Leadership Science*, 2016(17): 87-95. [刘炳辉. 大流动社会: 本质、特征与挑战: 当代中国国家治理体系的社会基础变革. *领导科学论坛*, 2016(17): 87-95.]
- [97] Marion B W. The organization and performance of the U.S. food system. *PNAS*, 1985, 79(2): 59-65.
- [98] Guo Hua, Wang Ling'en. A review of food system research abroad. *Journal of Natural Resources*, 2018, 33(6): 992-1002. [郭华, 王灵恩. 国外食物系统研究综述及借鉴. *自然资源学报*, 2018, 33(6): 992-1002.]
- [99] Guo Hua, Wang Ling'en, Ma Enpu. The evolving concept of food system and a geographical paradigm of research. *Progress in Geography*, 2019, 38(7): 1034-1044. [郭华, 王灵恩, 马恩朴. 食物系统认知进展及其地理学研究范式探讨. *地理科学进展*, 2019, 38(7): 1034-1044.]
- [100] Merton R K. *Social Theory and Social Structure*. New York: Simon & Schuster, The Free Press, 1968: 1949.

- [101] Meyfroidt P, Chowdhury R R, de Bremond A, et al. Middle-range theories of land system change. *Global Environmental Change*, 2018, 53: 52-67.
- [102] Alexander P, Reddy A, Brown C, et al. Transforming agricultural land use through marginal gains in the food system. *Global Environmental Change*, 2019, 57: 101932. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2019.101932.
- [103] Zhao Miaoxi, Shi Haochen, Li Xin, et al. Multi-scale regional analysis for differences on residents' food consumption and policy implications: An empirical study on family recipes in Yantai, Lanzhou, Xinxiang and Jiujiang. *Journal of Natural Resources*, 2022, 37(10): 2636-2650. [赵渺希, 师浩辰, 李昕, 等. 城乡居民食材消耗的多尺度地域差异及政策启示: 基于烟台、兰州、新乡、九江家庭食谱的实证分析. *自然资源学报*, 2022, 37(10): 2636-2650.]
- [104] Cai Jianming, Ma Enpu, Lin Jing. The essence of rural revitalization is the urban-rural integration. *City*, 2019(11): 3-12. [蔡建明, 马恩朴, 林静. 乡村振兴的本质是城乡融合. *城市*, 2019(11): 3-12.]
- [105] Fan Shenggen, Gao Haixiu, Feng Xiaolong, et al. Transformation of agrifood systems to boost rural revitalization. *Journal of South China Agricultural University (Social Science Edition)*, 2022, 21(1): 1-8. [樊胜根, 高海秀, 冯晓龙, 等. 农食系统转型与乡村振兴. *华南农业大学学报(社会科学版)*, 2022, 21(1): 1-8.]
- [106] Fan Shenggen, Gao Haixiu. Rethinking the global food system under COVID-19. *Journal of Huazhong Agricultural University (Social Sciences Edition)*, 2020(5): 1-8, 168. [樊胜根, 高海秀. 新冠肺炎疫情下全球农业食物系统的重新思考. *华中农业大学学报(社会科学版)*, 2020(5): 1-8, 168.]
- [107] Long Hualou, Tu Shuangshuang. Land use transition and rural vitalization. *China Land Science*, 2018, 32(7): 1-6. [龙花楼, 屠爽爽. 土地利用转型与乡村振兴. *中国土地科学*, 2018, 32(7): 1-6.]
- [108] Li Shengfa, Li Xiubin. Economic characteristics and the mechanism of farmland marginalization in mountainous areas of China. *Acta Geographica Sinica*, 2018, 73(5): 803-817. [李升发, 李秀彬. 中国山区耕地利用边际化表现及其机理. *地理学报*, 2018, 73(5): 803-817.]
- [109] Tan Minghong, Li Xiubin. Paradigm transformation in the study of man-land relations: From local thinking to global network thinking modes. *Acta Geographica Sinica*, 2021, 76(10): 2333-2342. [谈明洪, 李秀彬. 从本土到全球网络化的人地关系思维范式转型. *地理学报*, 2021, 76(10): 2333-2342.]
- [110] Chen Guojun, Wang Guo'en. Perspective of Hema Villages form the space of flows: A developmental reconstruction of modernization of modernization of agriculture and rural areas driven by digital agricultural economy. *Problems in Agricultural Economy*, 2023(1): 88-107. [陈国军, 王国恩. “盒马村”的“流空间”透视: 数字农业经济驱动下的农业农村现代化发展重构. *农业经济问题*, 2023(1): 88-107.]
- [111] Hao Aimin, Liu Yuting. Spillover effect of industrial integration on high-quality development of grain industry in main producing areas. *Journal of Agro-Forestry Economics and Management*, 2022, 21(5): 509-517. [郝爱民, 刘育廷. 三产融合对主产区粮食产业高质量发展的外溢效应研究. *农林经济管理学报*, 2022, 21(5): 509-517.]
- [112] Dong Bo, Ren Yufeng, Li Zheming. Study on the impact of COVID-19 on agricultural production: A case study of Brazil. *World Agriculture*, 2021(2): 62-73. [董渤, 任育锋, 李哲敏. 新冠肺炎疫情对农业生产的影响研究: 以巴西为例. *世界农业*, 2021(2): 62-73.]
- [113] Zhang Yanlong, Wang Mingzhe, Tang Jia, et al. Impacts analysis of the coronavirus pandemic on agribusiness in China and policy implications. *Problems in Agricultural Economy*, 2022, 43(12): 19-31. [张延龙, 王明哲, 汤佳, 等. 新冠肺炎疫情对我国农业企业的影响分析及应对策略: 基于多视角的分析. *农业经济问题*, 2022, 43(12): 19-31.]
- [114] Xiang Jiquan, Zhou Changyou. Evolution and policy choices of New Three Rural Issues. *Chinese Rural Economy*, 2017 (10): 13-25. [项继权, 周长友. “新三农”问题的演变与政策选择. *中国农村经济*, 2017(10): 13-25.]

Agricultural land use transition under the metacoupling framework of urban food system

MA Enpu^{1,2}, YE Weiyi^{1,2}, LONG Hualou^{3,4}, LIAO Liuwen⁵

(1. School of Geographical Sciences, Hunan Normal University, Changsha 410081, China;

2. Key Laboratory of Process and Effect of Urban-Rural Transition, Hunan Normal University, Changsha 410081, China; 3. School of Public Administration, Guangxi University, Nanning 530004, China;

4. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China;

5. College of Economics and Management, Changsha University, Changsha 410022, China)

Abstract: Introduction of the concept of metacoupling framework into the study of agricultural land use transition to carry out system integration in spatial dimensions is expected to achieve more accurate understanding on the "teleconnection" mechanism of urban-rural land systems. Therefore, on the basis of summarizing the study progress of agricultural land use transition and finding out the deficiencies in the research of land system "teleconnection", this paper demonstrates the scientific basis of the theoretical innovation from two aspects: the metacoupling framework and the linkage of food system. By taking food system as the linkage between rural and urban areas, as well as the linkage for integrating "flow space" and location space, we propose the theoretical framework for agricultural land use transition under the metacoupling framework of urban food system. This paper clarifies the concept and connotation of agricultural land use transition under the metacoupling framework of urban food system, the research path for explanation of agricultural land use transition and the content system of agricultural land use transition research. It is believed that the transition of agricultural land use under the metacoupling framework of urban food system is the results of the synergistic effects of the resource intrinsic power, the external driving force of essential factors, market allocation power and government regulatory power through the feedback path of urban production factors, the food shortage path in urban areas and the demand-driven path of urban-rural residents. In-depth analysis of agricultural land use transition under the metacoupling framework of urban food system requires adopting a geospatial network mode thinking, that is, it is necessary to integrate "flow space" and location space, making explanation of the agricultural land use transition of the case study area in connection with many other areas from the perspective of factor supply and demand and environment. This paper also introduces the five factor mobility effects that need to pay attention to in explanation of the agricultural land use transition, pointing out that several aspects should be focused on in research of agricultural land use transition under the metacoupling framework of urban food system, including the agricultural land use transition mechanism, the spatial differences and evolutionary patterns of agricultural land use forms within urban food domain, the response level of agricultural land use to demand changes and the influencing factors, and the regulation of agricultural land use transition, and so on. This paper is expected to open a new research field for agricultural land use transition and provide theoretical reference for addressing the issues concerning agriculture, rural areas and farmers in the new era.

Keywords: urban food system; coupled human and natural system; factor mobility; metacoupling; agricultural land use transition; theoretical framework