

赵宇鸾,魏小芳,李秀彬.岩溶区山-坝系统土地利用耦合演化研究的初步探讨[J].中国岩溶,2020,39(1):48-53.
DOI:10.11932/karst2019y38

岩溶区山-坝系统土地利用耦合演化研究的初步探讨

赵宇鸾^{1,2},魏小芳¹,李秀彬²

(1. 贵州师范大学地理与环境科学学院, 贵阳 550001;
2. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

摘要:文章阐述了岩溶区山-坝系统土地利用耦合演化研究的必要性,梳理了岩溶区山-坝系统土地利用变化研究进展及其存在的问题。在此基础上,首先构建了基于远程耦合模型的岩溶区山-坝系统土地利用耦合演化研究的理论分析框架;其次,探讨了岩溶区山-坝系统土地利用耦合演变过程、驱动机制、管控模式、影响评估四点研究内容;最后提出了实证研究思路与技术途径。

关键词:山-坝系统;远程耦合;乡城迁移;土地优化配置;岩溶区

中图分类号:F301.2 **文献标识码:**A

文章编号:1001-4810(2020)01-0048-06 **开放科学(资源服务)标识码(OSID):**



0 引言

中国西南岩溶区特别是山区,人多地少,土地资源中坡地资源多、坝子耕地少,经济社会发展处于欠发达阶段,经济发展和土地资源保护的矛盾较为突出,区域土地可持续利用与生态环境保护面临较大的压力。特别是2000年以来,西南岩溶区进入快速城镇化阶段,城镇建设、工业发展、农业结构调整等占用大量坝区耕地,部分坝子耕地非农化现象明显;另一方面,受域外城镇化、工业化发展的吸引,由于地形崎岖、交通不便、教育医疗等基础设施落后等因素,坝子周边山区农民出现大规模的乡-城迁移现象,耕地撂荒,村落空心化严重,针对上述问题,学术界与政府亟需树立土地资源山坝统筹利用与管理的理念。这不仅关系到岩溶山区、坝区耕地资源保护和基本口粮田的安全,也关系到坝周山区土地资源

可持续利用乃至乡村活化等。而土地持续利用、乡村活化对促进脱贫攻坚、山区国土空间优化等非常关键。因此,对西南岩溶区山-坝系统土地利用耦合演化的研究,具有重要的理论价值和现实意义。

本文在对岩溶区山-坝系统土地利用研究评述的基础上,提出了该领域未来研究的理论框架、重点内容和技术路线,旨在厘清岩溶区山-坝系统土地利用研究的几点认识,以期对相关案例的研究提供参考。

1 岩溶区山-坝系统土地利用耦合演化研究的必要性

1.1 综合认识岩溶山区土地利用变化的理论需要

土地覆被/土地利用变化(LUCC)及其驱动机制一直是土地变化科学研究的核心^[1]。近年来,研究发

基金项目:国家重点基础研究发展计划“973”项目(2015CB452706);国家自然科学基金项目(41771115、41361021);2015年贵州省“千”层次创新型人才资助项目(111-0317003);中国科学院陆地表层格局与模拟重点实验室开放基金项目(GJ-2015-03)

第一作者简介:赵宇鸾(1985-),男,博士,副教授,硕士生导师,主要从事土地利用与山区发展研究。E-mail:zhaoyl.09b@ignsrr.ac.cn。

通信作者:李秀彬(1962-),男,博士,研究员,博士生导师,主要从事土地利用变化研究。E-mail:lixb@ignsrr.ac.cn。

收稿日期:2019-01-03

现区域土地利用变化越来越多地受域外的主体和因素等远程驱动力的影响,例如,人口迁移、贸易、土地市场发展和物种入侵等驱动因素^[2-3]。远程耦合理论能够揭示人口迁移等要素变化对要素流出、流入区域土地利用的影响过程,是综合研究相互关联区域土地利用耦合变化及其演化机制的有效分析途径^[4]。两个关联区域土地利用耦合演化机制能有效刻画岩溶区山-坝系统土地利用变化现象及其内在规律。1990年以来中国城镇化加速发展,人口迁移浪潮对人口流出、流入区域土地利用产生了显著影响,尤其是对中国中西部广大山区土地利用影响更甚,一方面偏远山区出现坡耕地撂荒^[5]、空心村^[6]现象(2016年贵州省近1500万农业户籍人口乡-城迁移,导致耕地大量撂荒,根据贵州省沿河县农户调查数据,耕地撂荒率达到39.23%^[7-8]);另一方面,坝区耕地大量被占用,贵州省典型的蒲场、洋川万亩大坝耕地从1963年占比90.81%下降到2010年的79.94%^[9](坝区平坦的地形有利于城镇扩张^[10])。在西部大开发、约1亿人在中西部地区就近城镇化、易地扶贫搬迁等现状综合作用下,山-坝系统土地利用存的上述问题仍将进一步凸显,因此,亟待加强山-坝系统土地利用耦合演化的理论研究。

1.2 支撑岩溶区土地资源山-坝统筹利用与管理的现实需要

中国西南岩溶区由于特殊的地质背景、崎岖的地形,山地多、坝地少,城镇化、工业化水平低,脱贫攻坚任务重,保障经济发展和保护耕地矛盾突出。例如,作为典型岩溶区,贵州省碳酸盐岩出露面积达13万km²,占全省国土总面积的73.8%^[11],属于《全国生态脆弱区保护规划纲要》划定的西南岩溶山地石漠化生态脆弱区。贵州省山地面积占88.09%,非山地只占到11.91%^[12],是全国唯一没有平原支撑的省份。根据贵州省国土资源厅2015年的调查,贵州省有51个万亩耕地大坝、114个五千亩耕地大坝以及数量众多、规模较小的河谷坝地、峰丛洼地底部坝地。坝区耕地地势平缓,是贵州优质耕地和粮食主产区分布区域,也是区域城镇化、工业化发展的主要空间(贵州省165个五千亩以上坝区中,城市规划、开发区涉及占用的有79个),发展与保护的矛盾显得更为突出。近年来,在就近城镇化、易地扶贫搬迁等政策作用下,非农建设占用或农业结构调整造成坝区耕地面积减少,坝区耕地资源保护形势严峻。而受地形

的制约,生产生活条件恶劣的坝周山区农业人口大量迁出从事非农就业,坡耕地撂荒和空心村现象严重,土地资源低效利用问题突出。针对岩溶区土地资源问题,加强岩溶区山-坝系统土地利用耦合演化研究非常必要。此研究将揭示岩溶区山-坝系统土地利用耦合变化规律,探索土地资源山坝统筹利用模式,为提高岩溶区山-坝系统土地资源保护与利用水平,乃至促进山区乡村活化、脱贫攻坚、山地城镇化建设和生态保护提供理论支撑^[13]。

2 岩溶区山-坝系统土地利用变化研究进展

LUCG研究关注的是人类利用土地的格局、过程、驱动力以及生态环境效应,对我们认识复杂多样性土地系统和合理利用土地资源具有重要的作用^[14-16]。随着西部开发、脱贫攻坚等战略实施,人们对山区国土开发、山地生态系统服务功能提升的日益重视和土地变化科学研究的逐渐深入,山-坝系统土地利用变化研究逐步受到学术界的关注。

2.1 坝区土地利用变化研究

作为石漠化生态脆弱区、集中连片贫困区和长江、珠江上游生态屏障区,西南岩溶山区土地利用格局-过程-演化机制-效应研究历来是研究焦点^[17-19]。已有研究发现,1990年以来伴随山区城镇化、工业化进程,山区建设用地占用大量坝区优质耕地^[9,20],减少的耕地主要分布于0~5°缓坡度^[21],其原因是城镇化过程中农村劳动力出现的乡-城迁移现象,一方面农村剩余劳动力进入城市需要工业园区、住房等城市基础设施建设,导致山区城镇扩张加速,占用大量耕地^[22];另一方面农村劳动力乡-城迁移从事非农就业能消除贫困,显著提高山区农户收入和生计水平^[23],山区新建农村聚落占用了坝子道路周边区位较好、交通方便的优质耕地^[24]。此外,农业结构调整使得坝区耕地由粮食生产向花卉苗木、果树等园艺种植等利用方式转变。面对上述坝区耕地保护的严峻形势,政府也有一定的政策响应,例如,贵州省制定了《关于进一步加强五千亩以上坝区耕地保护工作的通知》(黔府办函[2014]125号)等政策规定。但乡-城迁移背景下坝区土地利用变化规律、优质耕地利用与保护瓶颈、坝区土地利用管理调控的方向等仍有待加强研究。

2.2 坝周山区土地利用变化研究

与坝区土地系统严峻保护形势形成鲜明对比的是,坝周山区土地系统人口压力进一步缓解,人地关系逐步向好。其原因是,受山区农业劳动力乡-城迁移的影响,农户非农收入增加,土地经营对山区农民生计的重要性下降^[25],农户粗放利用土地甚至放弃部分劣质耕地,产生农地边际化现象^[26-27],撂荒耕地发生植被自然演替形成林地,这是山区森林转型(又称土地利用形态转型)的重要原因^[6,28-29],这一过程也被称为森林转型的“经济增长路径”^[30]。山区耕地坡度是影响农地边际化的关键因素^[31]。从农地边际化效应来看,坝周山区坡耕地退耕减少了对坡地的扰动,有利于山区生态环境保护和区域可持续发展^[32],如增加区域碳汇、涵养水源等生态服务供给能力提升^[33]。但耕地边际化降低了山区土地资源的集约利用水平,造成土地资源的低效利用,应探索一种达到发展生产和保护环境双赢目的的山地耕地开发利用模式^[34],或采取资金补贴等政策措施减缓耕地边际化^[35]。在坝周山区人口空心化的背景下,坝周山区交通不便、区位闭塞的村落空心化现象最为严重^[24]。聚落空心化使得以民族特色景观为典型特征的村落形态面临消失的危险^[36]。未来,应关注坝周山区人口外迁对农村社区耕地、宅基地利用与管理的影响研究,以及人口外迁后生态空间的变化,旨在为坝周山区乡村活化、土地开发项目合理布局和生产-生活-生态空间优化提供理论支撑。

2.3 山-坝系统土地利用变化研究存在的问题

通过梳理上述文献,现有研究大多孤立地从城镇化背景下坝区耕地被建设占用、山区聚落空心化两方面开展研究,理论上未能系统地、综合地揭示复杂、开放的山-坝系统土地利用耦合演化格局、时空特征和驱动机制,在山-坝系统土地利用协同变化的发生过程、关键影响因素等驱动机制研究上存在不足。此外,山-坝系统类型、规模、区位条件、村落居民的社会经济状况、生计等都会影响山-坝系统耦合演化模式、路径及其效应,因此应进一步探究山-坝土地利用耦合演化研究中存在的问题。未来应锁定城镇化背景下人口迁移等关键要素,开展山-坝系统土地利用耦合演化机理研究,而且中国西南岩溶区自然条件差异较大,内部社会经济发展水平悬殊(例如,贵州脆弱的岩溶环境、多民族文化等自然人文因素交织),山-坝系统土地利用耦合演化机理更为特

殊,因此,迫切需要学术界关注和开展岩溶区山-坝系统土地利用耦合演化研究。

3 对岩溶区山-坝系统土地利用耦合演化研究的认识与展望

3.1 理论框架构建

岩溶区山-坝系统土地利用耦合演化机理分析框架的构建是未来研究的关键。在 Telecoupling Framework of Land-Change Science 理论上^[2-4],运用到山-坝系统土地利用变化研究中,初步构建岩溶区山-坝系统土地利用耦合演化机理理论分析框架(图1)。该框架从山区、坝区系统内部、山-坝系统之间、山-坝系统外部等视角,在考虑区域发展政策、主体功能区定位等背景条件下,分析人流、物流、信息流、资金流、技术流等要素流动可能对山区、坝区人地系统特别是土地利用产生的影响。这将为山-坝系统土地利用耦合演化机理的案例研究奠定理论基础,也将为岩溶区土地资源山坝统筹利用模式的建立提供理论支撑。今后应关注岩溶区山-坝系统土地利用耦合演化模拟系统的建立,实现山-坝系统土地利用耦合演化参数设置、要素输入、情景模拟、成果输出、优化调控等功能。

3.2 主要研究内容

根据土地利用变化过程-原因分析-效应评估研究逻辑^[37],岩溶区山-坝系统土地利用耦合演化研究未来应关注:

(1)岩溶区山-坝系统土地利用耦合演变过程。研究典型山-坝系统土地利用结构变化、土地利用景观格局变化,分析土地利用、景观结构的耦合演变特征及其空间分异规律,对比分析不同地质背景(岩溶区和非岩溶区)、不同区位(城郊、县城、乡镇等)、不同产业类型(工业型、资源型、农业型、旅游型等)山-坝系统土地利用耦合演变的时空差异。

(2)岩溶区山-坝系统土地利用耦合演化的动力机制。首先构建山-坝系统土地利用耦合演化机制的理论解释框架。通过梳理和分析远程耦合理论^[2-4]、近远程交互耦合理论^[38]等文献,研究山-坝系统土地利用耦合演化的综合(宏观层面社会经济因素、微观层面农户主体行为)理论解释框架,并力争构建模拟平台。其次,开展山-坝系统土地利用耦合演化机制的实证研究。通过调查访问和收集自然

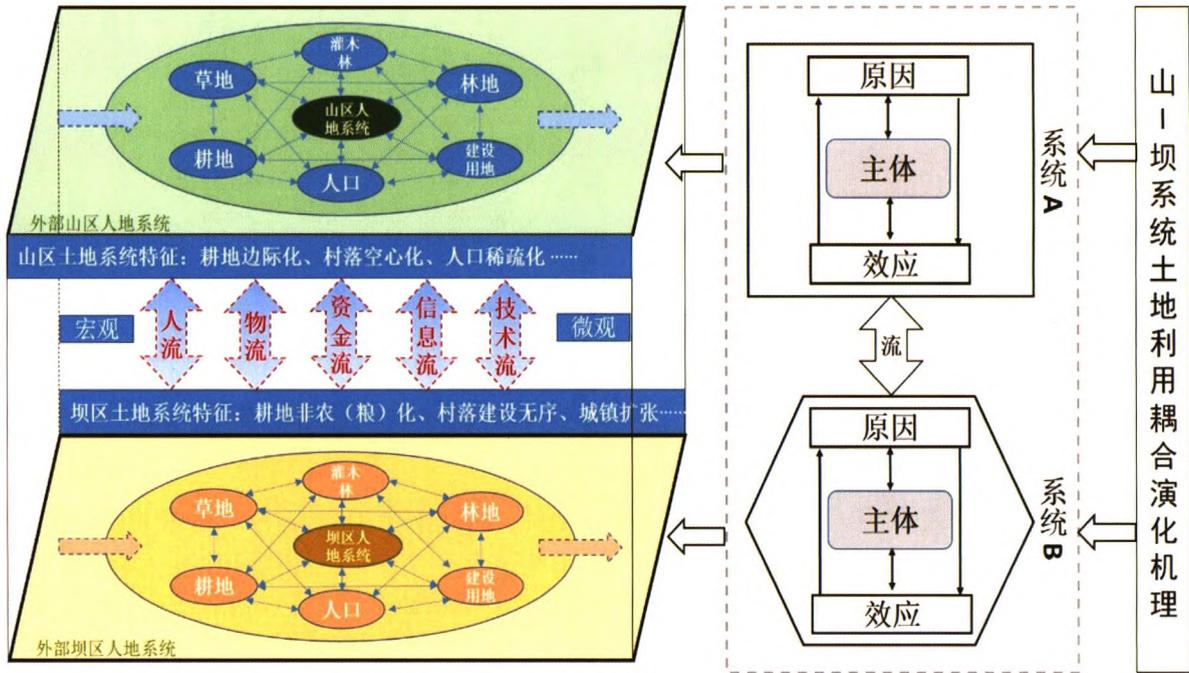


图 1 岩溶区山-坝系统土地利用耦合演化机理研究分析框架

Fig. 1 Analysis framework of land use coupling evolution mechanism of mountain-basin systems in karst areas

理环境、社会经济数据,建立典型山-坝系统土地利用耦合演化数据库;从宏观社会经济驱动因素、微观经济主体行为两个层面,剖析典型山-坝系统土地利用耦合演化的驱动机制,并重点关注人口迁移对山-坝系统土地利用耦合演化的影响。

(3)岩溶区山-坝系统土地利用耦合演变特征、阶段性、演变类型及空间差异及不同类型的管控模式等。分析不同类型山-坝系统土地利用耦合演变特征、不同时期演化的阶段性特征,探讨山-坝系统土地利用耦合演变类型、发展趋势和方向,并在把握发展态势基础上,因地制宜地提出岩溶区山-坝系统土地利用优化调控模式。

(4)山-坝系统土地利用变化对山区生产-生活-生态空间的格局、功能的影响评估。分析山-坝系统土地利用变化对山区生产-生活-生态空间格局的影响时空特征,并定量评估山-坝系统土地利用变化对山区生产-生活-生态空间功能的影响。探讨山-坝系统土地利用耦合演化的政策含义,为岩溶区土地资源山坝统筹利用与可持续管理提供参考。

3.3 主要研究思路

未来研究应选取快速城镇化背景下岩溶区典型山-坝系统作为实证研究对象,利用地理学、土地科学、农户经济学、地理信息科学、数理统计和景观生态学等理论与方法,借助3S技术、参与式农户调查、

模型模拟等方法(图2),首先研究典型山-坝系统土地利用的耦合演化时空特征,特别是典型山-坝系统土地利用变化的垂直梯度特征,揭示坝周山区、坝区宏观区域土地利用变化的空间差异和演变态势,对比分析不同地质背景(岩溶区和非岩溶区)、不同区位(城郊、县城、乡镇等)、不同产业类型(工业型、资源型、农业型、旅游型等)山-坝系统土地利用耦合演化的异同。其次,在构建山-坝系统土地利用耦合演化机理理论解释框架基础上,剖析山-坝系统土地利用耦合演化的发生机制,关注干旱、全球变化等自然因素变化对山-坝系统土地利用耦合演化的影响分析,重点探讨经济社会宏观因素中人口迁移等要素流动对其影响的机理,从山区、坝区系统内部、山-坝系统之间、山-坝系统外部等视角,分析人流、物流、信息流、资金流、技术流等要素流动可能对山区、坝区土地利用产生的影响。同时,分析就近城镇化、易地扶贫搬迁、扶贫政策、高效农业发展、生态保护等政策因素对山-坝系统土地利用耦合演化的影响。在典型山-坝系统案例研究中,应着重考虑样本村坡度、海拔、人地关系等自然地理特征、交通、区位、收入的社会经济梯度差异等因素选取坝周山区、坝区典型村,根据典型村落大小、农户生计的多样性、国家不同时期的政策等因素选取若干典型农户。通过参与式农户调查,结合地形图、高精度遥感影像、GPS等手段,确定典型农户宅基地、耕地地块位置,并记

录宅基地、耕地等地块土地利用变化情况,建立典型山-坝系统农户土地利用数据库。最后关注山-坝系统土地变化所带来的山区生产-生活-生态空间格局变化及其功能的评估与分析,并探讨如何支撑和服务岩溶山区土地资源山坝统筹利用与可持续管理。

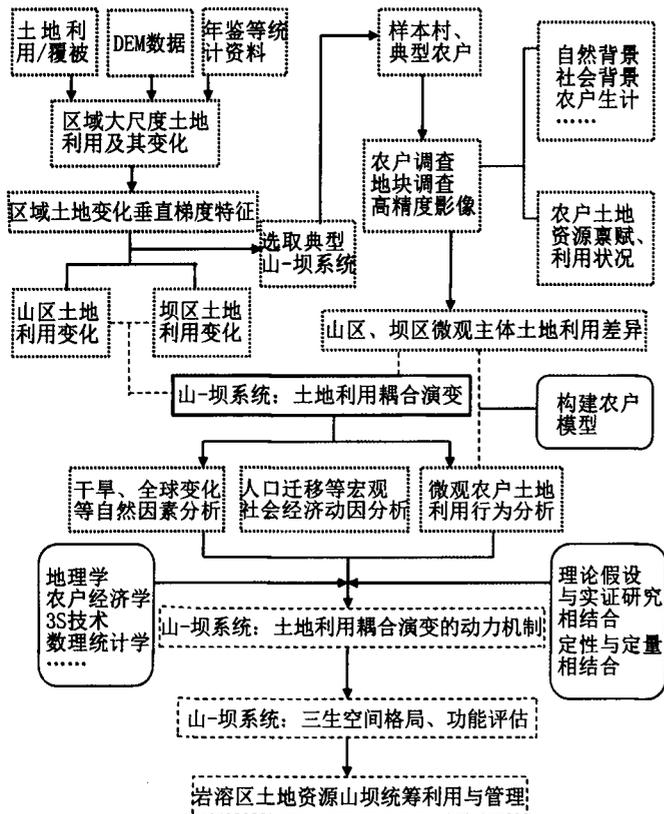


图2 岩溶区山-坝系统土地利用耦合演化机理研究技术途径示意图

Fig. 2 Schematic diagram showing research approach of land use coupling evolution mechanism of mountain-basin systems in karst areas

参考文献

[1] 李秀彬. 全球环境变化研究的核心领域: 土地利用/土地覆被变化的国际研究动向[J]. 地理学报, 1996, 51(6): 553-558.
 [2] Sun J, Tong Y X, Liu J. Telecoupled land-use changes in distant countries[J]. Journal of Integrative Agriculture, 2017, 16(2): 368-376.
 [3] Seto K C, Reenberg A. Rethinking Global Land Use in an Urban Era[M]. Strüngmann Forum Reports, 2014: 408.
 [4] Liu J, Hull V, Batistella M, et al. Framing Sustainability in a Telecoupled World[J]. Ecology & Society, 2013, 18(2): 344-365.
 [5] 李阳兵, 罗光杰, 黄娟. 茂兰喀斯特自然保护区撂荒地时空演变、机制及其植被恢复[J]. 中国岩溶, 2017, 36(4): 447-453.
 [6] 李秀彬, 赵宇鸾. 森林转型、农地边际化与生态恢复[J]. 中国人口·资源与环境, 2011, 21(10): 91-95.
 [7] 黄登科, 赵宇鸾. 贵州省县域人口与经济分布格局的时空演变[J]. 贵州师范大学学报(自然科学版), 2016, 34(5): 16-25.

变[J]. 贵州师范大学学报(自然科学版), 2016, 34(5): 16-25.
 [8] 赵宇鸾, 葛玉娟, 旷成华, 等. 乡村振兴战略下贵州山区森林转型路径研究[J]. 贵州师范大学学报(自然科学版), 2018, 36(1): 1-7.
 [9] 李阳兵, 姚原温, 谢静, 等. 贵州省山地-坝地系统土地利用与景观格局时空演变[J]. 生态学报, 2014, 34(12): 3257-3265.
 [10] 周志明, 李阳兵, 张元洪, 等. 贵州省城镇用地扩展强度时空分异及影响因素[J]. 中国岩溶, 2012, 31(2): 204-211.
 [11] 高贵龙, 邓自民, 熊康宁, 等. 喀斯特呼唤与希望—贵州喀斯特生态环境建设与可持续发展[M]. 贵阳: 贵州科技出版社, 2003.
 [12] Zhao Y L, Li X B. Spatial Correlation between Type of Mountain Area and Land Use Degree in Guizhou Province, China [J]. Sustainability, 2016, 8(9): 849.
 [13] Wehrli A. Why Mountains Matter for Sustainable Development [J]. Mountain Research & Development, 2016, 34(4): 405-409.
 [14] Lambin E F, Geist H J. Global land-use and cover change: What have we learned so far? [J]. Global Change Newsletter, 2001, 7(46): 27-30.
 [15] Rindfuss R R, Walsh S J, Turner II B L, et al. Developing a science of land change: challenges and methodological issues [J]. Proceedings of National Academy of Sciences, 2004, 101(39): 13976-13981.
 [16] Turner II, Lambin E F, Anette R. The emergence of land change science for global environmental change and sustainability[J]. PANS, 2007, 104(52): 20666-20771.
 [17] Wang S J, Liu Q M, Zhang D F. Karst rocky desertification in southwestern China: geomorphology, land use, impact and rehabilitation[J]. Land Degradation & Development, 2004, 15(2): 115-121.
 [18] 蔡运龙. 贵州喀斯特高原山区土地变化研究[M]. 北京: 科学出版社, 2015.
 [19] 李秀彬, 张德铨, 董锁成, 等. 中国西部现代人类活动及其环境效应研究[M]. 北京: 气象出版社, 2010.
 [20] Liu Y, Huang X J, Yang H, et al. Environmental effects of land-use/cover change caused by urbanization and policies in Southwest China karst area—A case study of Guiyang [J]. Habitat International, 2014, 39(44): 339-348.
 [21] 许尔琪, 张红旗. 喀斯特山地土地利用变化的垂直分布特征[J]. 中国生态农业学报, 2016, 24(12): 1693-1702.
 [22] Yan Liu, Xianjin Huang, Taiyang Zhong, et al. The effect of transport accessibility on land use change and its environmental effect in karst area of China[J]. International Journal of Applied Environmental Science, 2014, 9(4): 1113-1122.
 [23] Zeleke G, Trutmann P, Deneke A. Fostering New Development Pathways: Harnessing Rural-urban Linkages (RUL) to Reduce Poverty and Improve Environment in the Highlands of Ethiopia[C]. Working Paper Series on Rural-Urban-Linkage Theme of the Global Mountain Programme (GMP),

- Working Paper 1, 2006.
- [24] 李阳兵, 罗光杰, 邵景安, 等. 岩溶山地聚落人口空间分布与演化模式[J]. 地理学报, 2012, 67(12):1666-1674.
- [25] Gartaula H, Niehof A, Visser L. Shifting perceptions of food security and land in the context of labour out-migration in rural Nepal[J]. Food Security, 2012, 4(2):181-194.
- [26] Poyatos R, Latron J, Liorens P. Land Use and Land Cover Change after Agricultural Abandonment: The Case of a Mediterranean Mountain Area (Catalan Pre-Pyrenees) [J]. Mountain Research & Development, 2003, 23(23):362-368.
- [27] Kilic T, Carletto C, Miluka J, et al. Rural nonfarm income and its impact on agriculture: evidence from Albania[J]. Agricultural Economics, 2009, 40(2):139-160.
- [28] Mather A S. Recent Asian forest transitions in relation to forest-transition theory [J]. International Forestry Review, 2007, 9(1), 491-501.
- [29] Lambin E F, Meyfroidt P. Land Use Transitions: Socio-ecological Feedback versus Socio-economic Change[J]. Land Use Policy, 2010, 27(2):108-118.
- [30] Aide T M, Grau H R. Globalization, migration, and Latin American ecosystems[J]. Science, 2004, 305(5692), 1915-1916.
- [31] Koulouri M, Giourg C. Land abandonment and slope gradient as key factors of soil erosion in Mediterranean terraced lands [J]. Catena, 2007, 69(3):274-281.
- [32] Ricardo Grau H, Mitchell Aide T. Are Rural-Urban Migration and Sustainable Development Compatible in Mountain System? [J]. Mountain Research and Development, 2007, 27(2):119-123.
- [33] Novara A, Gristina L, Sala G, et al. Agricultural land abandonment in Mediterranean environment provides ecosystem services via soil carbon sequestration[J]. Science of the Total Environment, 2017, 576(1):420-429.
- [34] Zhao Y L, Zhang M, Li X B, et al. Farmland Marginalization and Policy Implications in Mountainous Areas: A Case Study of Renhuai City, Guizhou[J]. Journal of Resources & Ecology, 2012, 7(1):61-67.
- [35] Shao J A, Zhang S C, Li X B, et al. Farmland marginalization in the mountainous areas: Characteristics, influencing factors and policy implications[J]. Journal of Geographical Sciences, 2015, 25(6):701-722.
- [36] 冯文勇. 山区农村聚落空心化特点分析[J]. 农村经济, 2007, 25(7):51-53.
- [37] 李秀彬. 对加速城镇化时期土地利用变化核心学术问题的认识[J]. 中国人口·资源与环境, 2009, 19(5):1-5.
- [38] 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[J]. 地理学报, 2016, 71(4):531-550.

Study on the land use coupling evolution of mountain-basin systems in karst areas

ZHAO Yuluan^{1,2}, WEI Xiaofang¹, LI Xiubin²

(1.School of Geographic and Environmental Sciences, Guizhou Normal University, Guiyang, Guizhou 550001, China; 2.Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China)

Abstract This paper elaborates the necessity of research on the coupling evolution of land use in karst mountain-basin systems, and summaries the progress and issues in this aspect. Then, an analysis framework of the land use coupling evolution mechanism of mountain-basin systems in karst areas is established based on the telecoupling framework model. Next, four issues that need to be addressed are suggested, including coupling evolution process, driving mechanism, management and control mode and effect evaluation of the land use in mountain-basin systems. Finally, thought lines of research and technological approaches are proposed to provide reference for future case study.

Key words mountain-basin system, telecoupling, rural-urban migration, optimal allocation of land, karst areas

(编辑 黄晨晖)