

DOI: 10.5846/stxb201910192194

汤茜, 丁圣彦. 多功能农业景观: 内涵、进展与研究范式. 生态学报, 2020, 40(13): 4689-4697.

Tang Q, Ding S Y. Multifunctional agricultural landscape: concept, progress and study paradigm. Acta Ecologica Sinica, 2020, 40(13): 4689-4697.

## 多功能农业景观: 内涵、进展与研究范式

汤 茜<sup>1, 2</sup>, 丁圣彦<sup>1, 2, \*</sup>

1 教育部黄河中下游数字地理技术重点实验室, 开封 475004

2 河南大学环境与规划学院, 开封 475004

**摘要:** 多功能农业景观是景观尺度下农业多功能性的空间表征, 具有生物多样性保护、田园风光留存和地域文化传承等多种重要的非经济功能。构建多功能农业景观是促进区域农业可持续发展与人类福祉提升的重要途径, 同时也是多学科交叉的综合性研究。在已有景观生态学研究范式的基础上, 探讨了多功能农业景观的内涵和国内外相关研究进展, 并提出了“格局-功能-需求-管理”的多功能农业景观研究范式。与此同时, 绘制了新研究范式的概念框架, 通过划分四大研究模块具体分析如何基于新研究范式开展多功能农业景观的构建、评价和管理等工作。本研究为实现区域农业景观的可持续发展和阐明多功能农业景观的内在运行机制奠定理论基础提供支持, 为乡村生态景观营造关键问题的解决与多功能农业景观的实际构建提供帮助。

**关键词:** 多功能农业景观; 研究范式; 景观可持续发展

## Multifunctional agricultural landscape: concept, progress and study paradigm

TANG Qian<sup>1, 2</sup>, DING Shengyan<sup>1, 2, \*</sup>

1 Key Laboratory of Geospatial Technology for the Middle and Lower Yellow River Regions, Ministry of Education, Kaifeng 475004, China

2 College of Environment and Planning, Henan University, Kaifeng 475004, China

**Abstract:** Landscape is a multi-functional regional complex. Human activities are mostly carried out at the landscape level. Agricultural landscape is a complex social ecological system. For a long time, agricultural development has emphasized the single function utilization of cultivated land, ignored the endogenous power of cultivated land utilization, resulting in the increasingly serious problems of agricultural marginalization, rural recession and environmental degradation in China. Multifunctional agricultural landscape is the spatial representation of multi-functionality of agriculture at landscape scale, which has a variety of important non-economic functions, such as biodiversity protection, rural landscape preservation and regional cultural heritage. The construction of multifunctional agricultural landscape is an important way to promote the sustainable development of regional agriculture and improvement of human well-being. Based on the existing research paradigm of landscape ecology, this study discussed the connotation of multi-functional agricultural landscape, summarized the international and domestic research trends, and put forward a new study paradigm of pattern-function-demand-management. As the same time, the conceptual framework of this new research paradigm was also deeply discussed. According to the four modules of the framework, we further analyzed how to construct, evaluate and manage the multifunctional agricultural landscape in different cases. The purpose of the study was to lay a research foundation for the sustainable development of regionally agricultural landscape, and provide a theoretical basis for clarifying the internal operation mechanism of multi-functional agricultural landscape. It will provide support for solving the key problems of rural ecological landscape construction and the practical construction of multi-functional agricultural landscape.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(41771202)

收稿日期: 2019-10-19; 修订日期: 2020-05-08

\* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: syding@henu.edu.cn

**Key Words:** multifunctional agricultural landscape; research paradigm; landscape sustainable development

农业景观是受自然过程和人类活动多重驱动下,以农业生产为主导,由不同类型生态系统有机整合而成的复合系统。由于现代集约化农业过度强化农业的生产和经济功能,导致农业景观异质性和多功能性降低、农业生产生态环境退化,并由此产生一系列负面效应<sup>[1]</sup>。农业景观本身兼具复杂性、多功能性和人地耦合性等多种特征,是景观生态学的重要研究议题之一。近年来国内外有关农业景观的研究愈来愈多地与生物多样性保护、生境破碎化、生态系统服务评估以及可持续发展等研究进行交叉融合<sup>[2-3]</sup>。多功能农业景观是农业多功能性在景观尺度上的空间表征,是地理学、生态学、管理学和经济学等多学科交叉的综合性研究。构建多功能农业景观的主要功用体现为,在确保农业生产有序发展的同时,仍能提供生物多样性、田园风光、文化传承等多种非经济功能,促进农业可持续发展与人类福祉提升,是推动农业可持续发展的必然途径。

我国是世界人口大国,人多地少、粮食需求大、人-地关系矛盾突出,农业一直是我国的立国之本和重要的第一产业。整体来看,我国农业的生产功能存在地域差异性、农业对生态环境影响的负面效应大于正面效应、农业文化传承功能衰落,但农业在就业和社会保障方面的功能依然极为重要、农业休闲旅游功能得到超速发展<sup>[4]</sup>。因此,统筹协调农业的多种功能已成为实现农业整体效益最大化和均衡可持续发展的重要途径<sup>[5]</sup>。然而,如何基于农业景观的本质属性和动态发展特征,推动农业景观的可持续多功能发展?如何以有效管理与持续评价改进为手段,构建满足具体研究与实际发展需求的多功能农业及农业景观?以上问题仍亟待解决。基于此,本研究试图提出针对多功能农业景观的研究范式,在已有景观生态学研究范式的基础上进行改进和扩展,希冀为实现区域农业景观的可持续发展和阐明多功能农业景观的内在运行机制奠定理论基础,为乡村生态景观营造关键问题的解决与多功能农业景观的实际构建提供支撑。

## 1 多功能农业景观的概念解析与研究进展

### 1.1 多功能农业景观的本质与内涵

多功能农业景观的本质属性是景观尺度上农业多功能性的空间表征,与多功能农业在使用过程中经常容易出现混淆。然而,二者在概念内涵、研究内容、关注的焦点问题等方面均存在本质区别:前者是一种农业经营模式,强调发展农业的多种功能性<sup>[5]</sup>;而后者并非是一种新型的景观,它更侧重关注空间地域、人类历史文化活动、生产生活行为、景观格局及生态学过程等对农业多功能性的影响。例如,被列为世界重要农业文化遗产的云南红河哈尼梯田,具有保持水土、调节气候、保持生物多样性等多种景观功能<sup>[6]</sup>,提供了多种农产品、多种资源、文化遗产等重要产品和服务。哈尼梯田的形成离不开当地的自然地理因素和历史人文因素的共同作用,大面积的梯田、山顶的风水林、壮丽的云海、独特的蘑菇房聚落均具有极高的文化价值,这与哈尼族的民族文化和传统传承是密切相关的<sup>[7]</sup>,因此它是我国西南地区具有代表性的、重要的多功能农业景观。

多功能农业景观的最终发展目标是实现农业与农业景观的可持续健康发展,实现农业景观生态系统内社会-经济-生态的协调统一,缓解人地关系矛盾,持续供应安全健康的农产品,并达到人与环境、人与其他生物的和谐共生。有关多功能农业景观的议题兼具研究的广度与深度,具有丰富的研究内涵,比如“多功能农业景观与景观可持续发展、多功能农业景观与农户可持续生计、多功能农业景观与生态文明建设、多功能农业景观与乡村振兴、多功能农业景观与城乡协同发展”,等等。其中,可持续生计问题,作为可持续发展研究的重要主题<sup>[8]</sup>,是实现农业及农业景观可持续发展的经济保障和有利支撑,是多功能农业景观发展过程中的目标和驱动力,而多功能景观则是发展和实现可持续生计的载体和途径(图1)。然而,一些具有多样化景观功能和较好权衡度的农业景观(例如,云南红河哈尼梯田),应该如何通过合理改造以实现可持续生计?景观多功能性较差的农业景观(例如,长期处于高强度集约化经营的河南封丘县),又应当如何通过多功能农业景观的构建来实现可持续生计以及农业的可持续发展?这些不同区域、不同尺度以及不同社会文化背景下产生的问题,均具有非常强的复杂性,需要在多功能景观的视域下,运用多学科理论与研究方法开展交叉研究与进一步

深入探讨,持续丰富多功能农业景观内涵的同时,为实践研究提供机制与理论支持。

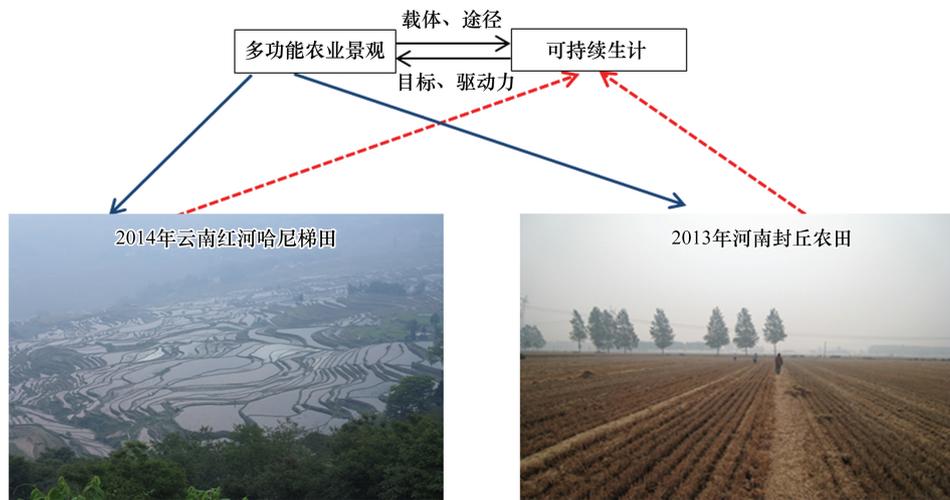


图1 多功能农业景观与可持续生计

Fig.1 Relationships between multifunctional agro-landscape and sustainable livelihood

## 1.2 相关研究进展

### 1.2.1 景观格局与功能评价研究

景观格局分析与评价是景观生态学长久以来经典的研究主题,多通过运用景观格局空间分析技术、3S 技术等方法,开展土地利用/土地覆盖变化、景观格局动态变化等多方面综合研究<sup>[9-13]</sup>。景观格局中的景观要素成分及其空间布局特征是导致景观功能空间差异的根本原因。农业景观中残留的自然/半自然生境,如草地、自然/半自然林、河流、湖泊与坑塘等,它们的面积、密度、空间位置、多样性、景观连通性等特征会对景观中的其他动植物产生多重影响<sup>[14-15]</sup>,是维持农业景观生物多样性、提升景观多种功能和增强景观异质性的的重要条件<sup>[16]</sup>。此类研究能够为进一步深入探讨景观格局特征对景观功能的影响机制,提供科学与决策支持。

景观多功能性评价是制定景观管理决策的前提和基础<sup>[17-18]</sup>。由于景观功能的空间差异性,当前对景观功能的评价研究多通过功能制图结合其他分析方法得以体现<sup>[19-23]</sup>。当前有关景观多功能性的研究多基于“功能分类—定性/定量评估—空间制图”的框架,针对某一特定区域开展景观功能与服务的评价。尚缺少将景观格局与功能评价相结合,综合探讨多尺度下的景观管理与可持续发展的研究。

### 1.2.2 核心利益相关者研究

农业景观中自然/半自然生态系统与社会系统的空间格局是相互紧密依赖的<sup>[24]</sup>。农业生态系统/景观是复杂的社会-生态系统,“社会需求”是研究农业生态系统/景观无法忽略的重要影响因素<sup>[25]</sup>。长期以来,传统景观生态学大都注重景观格局与过程的研究,特别是忽略了“人”作为景观要素的组成成分在景观发展中所发挥的作用<sup>[26]</sup>。多功能景观研究应该尤其重视生活在景观中的不同利益相关者在景观规划与管理中的作用,将生态的和社会的机制、景观生态学与管治科学结合在一起,把人文系统和自然系统联系起来,更好地将基础研究与应用实践相结合<sup>[27-29]</sup>。

农户、政府与研究机构共同作为农业景观中的核心利益相关者,厘清三者之间的相互作用关系有助于更加明确多功能农业景观的构建机制。农业景观中的农户既是农业经营者又是景观管理者,是各级政府(土地利用决策者)和各科研结构(多学科的专家)的共同影响对象。中央政府的国家战略、地方政府的政策引导和科研机构的技术支持,均会在不同层面对农户产生直接或间接影响,并进而表现为农户在农业生产经营与管理方面响应的差异。黄建红认为,引导农民参与农业政策制订和执行过程、鼓励农民参与现代农业知识培训、做好农业政策宣传工作,并提高农业政策执行透明度,是乡村振兴战略下基层政府农业政策执行困境的破

解之道<sup>[30]</sup>。因此,评估政府的决策和政策制定对农业景观及农户的影响显得尤为重要,能够为将来农业景观的发展变化与有效管理提供预测与支持。

### 1.2.3 景观模拟与管理研究

关于多功能景观的模拟研究,通常采用情景模拟或与模型相结合的研究方法,用于预测模拟景观格局的变化及其对景观功能/服务的影响<sup>[31]</sup>。将情景模拟运用于多功能景观的研究之中,不仅可以为景观格局变化做模拟和预测,还可以将不同政策与景观设计相结合,让决策者和广大公众直观地看到土地覆被在未来可能发生的变化,从而为多功能景观的构建提供科学依据<sup>[32]</sup>。也有一些研究将生态学与社会学的研究方法相结合,通过调查利益相关者的景观发展需求,预设景观管理与改造目标,以此为基础设置不同发展情景<sup>[33-37]</sup>。例如,针对德国海岸景观,基于不同规划管理目标,Karrasch 等学者给出四种不同土地管理情景,以及今后景观评价与监督的策略<sup>[34]</sup>;van Berkel 等研究人员通过运用智能体模型与情景模拟的方法,对未来荷兰郊区的景观格局变化和多功能景观的构建进行了模拟设计<sup>[38]</sup>;Neef 和 Neubert 对乡村多功能景观进行模拟,并探讨农业政策制定与农业景观格局设计的问题<sup>[39]</sup>。

近年来多功能景观研究倡导鼓励利益相关者们积极参与进来,与相关专家和规划者们一起进行决策制定,开展参与式规划与管理<sup>[40]</sup>,其中不乏一些成功案例。例如,Sisto 等学者运用参与式规划的方法,探讨了意大利农业景观中利益相关者团体对该区今后景观发展的意愿与需求,该研究为研究区未来农业景观的发展指出了清晰的发展方向,为利益相关者、政策制定者和研究者之间构建了桥梁<sup>[41]</sup>;Hobbod 等基于农业景观多目标管理的方法,探讨了农业景观“适应性管理”的研究框架,识别了多尺度下监测景观功能与景观弹性的多项指标,为农业景观管理的研究提供了有益案例<sup>[42]</sup>;此外,由荷兰生态学者开展的构建农业景观“蓝绿网络系统”的实证研究<sup>[43]</sup>,基于该研究区不同利益相关者们的参与式规划,探讨了如何在农业景观中构建以沟渠、河流等水体为主的蓝色廊道和以道路、树篱、河岸与耕地田埂等绿色廊道所组合而成的生态网络系统。通过恢复和构建若干大小的蓝色与绿色景观要素,实现了自然控虫、增强了生物多样性与景观功能。

## 2 多功能农业景观的研究范式

Opdam 等认为<sup>[27]</sup>,未来景观生态学家将面临 5 大挑战,包括:结合生态的和社会的机制;将景观生态学和管治科学结合在一起;将尺度等级和决策制定结合在一起;将设计和景观生态学结合起来提出策略;在科学和实践之间架起桥梁。基于此,多功能农业景观研究需要与特定研究区域相结合,避免脱离研究区实际情况的设计和管理;要求研究者们从实际调研的各个景观要素和景观单元入手,从景观中的利益相关者的实际需求出发,构建符合当地发展要求的、具有一定特色的多功能农业景观。然而,以上问题的解决则需要依赖理论与实证相结合的研究,需要特定研究范式的探讨及应用。

### 2.1 核心理论基础

#### 2.1.1 人地关系理论

人地关系是地理学研究的核心理论与主要内容,同时也是景观生态学的重要理论之一。人地关系不仅包括人类与自然环境的关系,还包括人与人之间的社会关系及彼此之间的关系<sup>[44]</sup>。与西方发达国家相关研究相比,服务于国家和区域发展战略的实证研究是中国入地关系研究的特色<sup>[45]</sup>。因此,探讨如何构建多功能农业景观,应以景观尺度下的人地关系为主线,注重运用地理学、景观生态学 and 经济学等多学科的相关理论与研究方法,深入分析景观中的“人”与“地”的特征属性及相互作用关系,协调复杂的人地关系。首先,需要明确农业景观中核心利益相关者的交互作用关系,有利于达成多方共识并提供行之有效的政策指导;其次,从景观视域而言,景观即为“地”,如何从景观结构与格局入手实现或提升景观多功能性,并进而开展对多功能农业景观的管护,是实践层面的关键问题。究竟应该怎样改造景观格局,通过景观结构的改变提升景观的多种功能与服务?构建多功能农业景观后,应该如何开展景观的管护与干预?怎么管?怎么护?如何通过有效干预进而维持多功能农业景观的自我稳定与健康发展?上述问题仍亟待研究与实践。

### 2.1.2 景观整体性与异质性原理

景观系统的整体性和异质性原理是景观生态学的核心理论。景观生态学以整体论和系统论为指导,如分析景观结构/格局时空动态变化特征需要从全局尺度自上而下地开展整体研究,而若分析景观功能与服务则主要以系统论为指导,强调景观系统内部各景观要素及组分的多样性以及多样化地镶嵌组合,由此衍生出多种不同的景观功能。多功能农业景观研究尤其是实践层面的工作需要基于景观整体性和异质性原理,是成功构建多功能农业景观的重要方法论。农业景观中人、作物、杂草、动物、土壤和市场、政府等组分相互联结在一起,是复杂的自然-经济-社会复合景观系统。因此,探讨多功能农业景观的研究议题,不能脱离农业景观系统的本质属性,不能理想化、简单化,需要与社会、经济与文化等众多要素紧密联系。当前景观格局变化、景观异质性和景观管理与社会环境系统联系的研究是国际景观生态学研究新的热点问题,将人类的价值观、行为、文化和社会经济政策等融合到景观生态学研究,发挥景观生态学在多领域管理和政策制定中的支持作用,是今后景观生态学发展的重要方向之一<sup>[46]</sup>。

### 2.1.3 人为设计与自我设计理论

人为设计与自我设计理论来自恢复生态学,多用于指导生态恢复的实践工作。该理论旨在通过工程方法和植物重建直接恢复景观中的退化生态系统,并随着时间的进程,恢复后的退化生态系统将根据环境条件合理地组织自己并最终改变其组分<sup>[47]</sup>。基于人为设计与自我设计理论,通过生态恢复方法,重建景观系统内具有多种效能的景观组分,使其能够实现自我维持与健康发展,是构建和管理多功能农业景观的重要途径。因此,针对高强度集约化农业景观,要想将其改造成多功能农业景观,必将涉及原有退化景观要素/组分的生态恢复问题,如,大面积单一作物种植的农田基质、生态效益低的人工纯林、缺少植被缓冲带的河流;以及通过增强景观多样性和异质性以提升景观功能/服务的问题,重新规划设计新的景观要素/组分(如,具有一定宽度的由非农植物组成的农田边界),增强生物多样性、美学、休闲文化等多种景观功能。“人为设计”为集约化农业景观增添了新的活力并增强了生态阈值和弹性,而“自我设计”则是改造后的景观系统达到新平衡后的自我管理干预。

## 2.2 “格局-功能-需求-管理”研究范式及概念框架

景观生态学的传统研究范式是“格局-过程”。Nassauer 和 Opdam 提出,传统的景观研究范式已不能满足当前景观生态学的发展,应当将其拓展为“格局-过程-设计”,更强调将理论应用于实践、指导实践<sup>[48]</sup>。赵文武和房学宁认为<sup>[24]</sup>,应根据社会需求与社会预期目标对景观进行设计与管理,有利于科学与实践的双向优化,并进而推动景观可持续发展。因此,本研究基于农业景观的复杂性与本质属性、多学科理论与原理,以及当前我国农业发展背景与政策导向,针对多功能农业景观提出了“格局-功能-需求-管理”这一研究范式,并绘制了概念框架图(图 2)。“格局-功能-需求-管理”的多功能农业景观研究范式具有四大模块,各模块间相互影响、相互作用,连接起景观生态系统与社会环境系统,形成了一个紧密联系的闭合体系。

### 2.2.1 模块 1& 模块 2:景观格局与景观功能

景观格局是整个体系中其余三大模块开展研究的前提和基础,尤其与景观功能模块之间存在着显著影响关系。景观格局中各组成要素的变化及重新配置组合均能引发景观功能的改变,而景观格局特征与动态变化

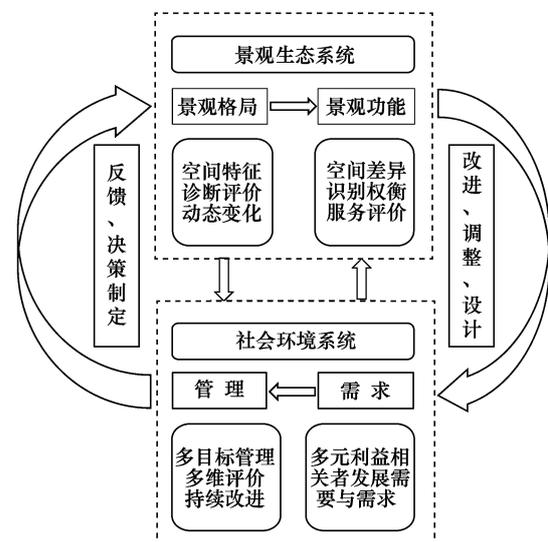


图 2 多功能农业景观新研究范式的概念框架图

Fig. 2 Conceptual framework of new research paradigm of multifunctional agro-landscape

又决定了景观功能的类别与时空差异,管理者可以通过优化景观格局提升景观功能并满足社会经济发展的需要。此外,要想从景观中获取“优质、多样的”景观功能并持续地从景观中获得惠益,需要首先识别和评判当前景观格局特征以及景观功能类型及其空间分布特征。通过权衡主要景观功能间的此消彼长,由此进一步明确所需求的景观服务能力,深入探讨景观格局与景观功能/服务之间的互作关系。

由于不同景观要素在空间上组合方式的不同,即会导致景观空间结构、景观功能与服务、视觉感受等方面产生明显差异。因此,针对缺乏原生植被、草地、灌丛等自然生境的高集约化农业景观,从调整优化景观格局的角度入手,可以将农业景观中的树篱、菜地、池塘、沟渠和边坡地等作为自然生境的补偿,从而达到提升农业景观中生物多样性与景观多功能性的目的。因此,明确农业景观中斑块、廊道和基质所被赋予的结构和功能属性,在此基础上开展不同类型景观要素的功能组合,最终形成多功能农业景观的景观格局构建框架尤为重要。基于我国农业发展现状,在现有土地制度难以大幅度恢复或增加生态用地的背景下,尽可能重建景观组分的空间生态联系、强化景观结构网络性建设,已成为增强景观生态功能、维持区域生态安全的必然选择<sup>[49]</sup>。通过多尺度空间下特别是田块尺度下的田间技术与景观尺度下的空间格局设计结合,可以最大程度地提高农业生态系统自身的控害能力以及农田作物和景观植物多样性和异质性,最终实现农业生态系统的可持续发展<sup>[50-51]</sup>。

此外,通过调控优化景观格局,能够削弱农业景观中由于不合理农业生产和空间布局而产生的非点源污染及其衍生的生态系统负服务的不利影响。例如,基于景观格局的“源-汇”理论以及最小累积阻力模型等定量评价方法,明确农业景观中土地利用类型及其格局对非点源污染时空特征的影响<sup>[52-53]</sup>;以及可以通过设置不同宽度的草皮缓冲带,去除农田径流中的氮磷含量<sup>[54]</sup>,等等。此类研究在景观尺度上针对农业生产对景观格局及其生态学过程产生的影响开展综合探讨,具有重要的生态学意义。

### 2.2.2 模块 3& 模块 4:需求与管理

社会发展的终极目标是为城乡居民提供高质量、等值化的社会服务,使城乡居民享受均等化的社会保障与服务<sup>[55]</sup>。当利益相关者生产、生活于更加偏好的景观中时,会极大地激发他们的主动参与性,更有利于以多目标为导向的景观建设与发展(如,建设美丽乡村、开展生态扶贫工作),能够为今后该景观及区域的可持续健康发展奠定良好的社会环境基础。因此,可以基于多种社会调查研究方法,充分调查分析多元利益相关者对景观格局与功能/服务的需求,进一步明确如何通过调整、优化景观格局,提升景观功能并开展景观规划与设计,以成功构建满足多元利益相关者需要的景观。

“管理”是指对能够满足多元利益相关者需要的多功能农业景观开展有效持久的管理与监测。通过预先设定若干景观发展目标、开展多维景观评价并进行针对性改进,为景观格局优化与景观的有效管理提供决策支持。刘彦随等认为<sup>[55]</sup>,紧张的人地关系、城乡居民日益发展的耕地功能需求决定了我国耕地保护亟须向耕地多功能管理转型,各县域应制定相应的鼓励政策和措施,促进区域经济、社会、生态的协调发展。农业政策制定者和农业景观管理者不应只关注短期的农业经济收益,应具备长远的发展观和整体的系统观,通过政策设计、政策优化和政策完善等手段,开展合理的景观规划与设计。基于此,景观管护方法及社会环境特征均会对景观格局、功能及其生态学过程产生深远影响,这同时也将是今后所需持续关注的科学问题。

## 3 结语与展望

当前,我国农业资源环境压力大、生产要素配置不合理、农民收入增长乏力等现实问题仍很突出。在乡村振兴战略全面实施的大背景下,在农业供给侧改革逐步开展的大形势下,如何顺应新形势新要求,全面提升农产品质量和食品安全水平,提高农业综合效益和竞争力,是亟待解决的关键问题。本文提出的“格局-功能-需求-管理”多功能农业景观研究范式是对我国传统退化农业景观的改造,是在景观视域下针对多元利益相关者开展的乡村生态供给侧改革。农业政策的制订者应在短期农业经济收益与长期的农业可持续性之间寻求一种更合理的平衡,这也是全球变化背景下农业生态可持续发展的原则所要求的<sup>[56]</sup>。这充分说明了农业景观

系统与社会环境系统之间的紧密联系。

“格局-功能-需求-管理”研究范式能够为缓解当前高集约化农业景观中的复杂人-地关系矛盾,构建“社会-经济-生态”三效合一的多功能农业景观奠定理论基础和提供实践模式。研究者可以选择特定的研究区域,扎根于实地,立足解决社会-生态系统的实际问题,通过综合运用多学科、跨学科的理论与研究方法,全面开展多功能景观的研究工作。切实并深入地探讨如何基于“多功能景观的视角”来分析影响和制约传统农区可持续发展的主要因素。在“格局-功能-需求-管理”框架下,通过全面分析研究区景观格局及功能差异,揭示不同利益相关者对农业景观的需求与偏好,可以将小尺度下的田间设计与中尺度下的景观模拟相结合,提出不同尺度等级下景观管理决策和多目标景观管理方案。为最终实现区域农业可持续发展、发展粮食安全和环境友好型农业做出有益探索,为相关研究的深入开展奠定重要研究基础,具有重要的研究意义。

今后应当进一步加大对多学科知识的整合运用,开展跨学科研究与合作,加强对多功能农业景观的科学和实践研究。具体可包括以下 3 方面:

(1) 针对不同区域下的农业景观开展实际案例研究,加强多尺度下景观格局与功能的相互作用关系研究;

(2) 明确不同利益相关者对景观格局、功能及其服务的感知与发展需求,并结合国内外经济发展形势、国家战略和地方政府发展决策,预测模拟农业景观在环境-社会-经济多方面的变化情景;

(3) 与社会学、管理学和法学等多学科研究相结合,构建多功能农业景观的目标评价考核制度,完善和发展农业景观管理制度,实现多功能农业景观的高质量发展与高水平管理。

#### 参考文献 (References):

- [ 1 ] Lee Y C, Huang S L. Spatial emergy analysis of agricultural landscape change: does fragmentation matter? *Ecological Indicators*, 2018, 93: 975-985.
- [ 2 ] Arnaiz-Schmitz C, Herrero-Júregui C, Schmitz M F. Losing a heritage hedgerow landscape. *Biocultural diversity conservation in a changing social-ecological Mediterranean system. Science of the Total Environment*, 2018, 637-638: 374-384.
- [ 3 ] Kremen C, Merenlender A M. Landscapes that work for biodiversity and people. *Science*, 2018, 362(6412): eaau6020.
- [ 4 ] 孙新章. 新中国 60 年来农业多功能性演变的研究. *中国人口·资源与环境*, 2010, 20(1): 71-75.
- [ 5 ] 彭建, 刘志聪, 刘焱序. 农业多功能性评价研究进展. *中国农业资源与区划*, 2014, 35(6): 1-8.
- [ 6 ] 角媛梅, 张丹丹. 全球重要农业文化遗产: 云南红河哈尼梯田研究进展与展望. *云南地理环境研究*, 2011, 23(5): 1-6, 12-12.
- [ 7 ] 角媛梅, 杨有洁, 胡文英, 速少华. 哈尼梯田景观空间格局与美学特征分析. *地理研究*, 2006, 25(4): 624-632.
- [ 8 ] 张宸嘉, 方一平, 陈秀娟. 基于文献计量的国内可持续生计研究进展分析. *地球科学进展*, 2018, 33(9): 969-982.
- [ 9 ] 祖拜代·木依布拉, 夏建新, 普拉提·莫合塔尔, 张润. 克里雅河中游土地利用/覆被与景观格局变化研究. *生态学报*, 2019, 39(7): 2322-2330.
- [ 10 ] 冉晨, 白晓永, 谭秋, 罗旭玲, 陈欢, 习慧鹏. 典型喀斯特地区石漠化景观格局对土地利用变化的响应. *生态学报*, 2018, 38(24): 8901-8910.
- [ 11 ] Roose M, Hietala R. A methodological Markov-CA projection of the greening agricultural landscape—a case study from 2005 to 2017 in southwestern Finland. *Environmental Monitoring and Assessment*, 2018, 190(7): 411.
- [ 12 ] Bidgoli R D, Koohbanani H, Yazdani M. Investigation on ecosystem degradation induced by LU/LC changes using landscape pattern indices analysis. *Arabian Journal of Geosciences*, 2018, 11(16): 443.
- [ 13 ] Malavasi M, Conti L, Carboni M, Cutini M, Acosta A T R. Multifaceted analysis of patch-level plant diversity in response to landscape spatial pattern and history on Mediterranean dunes. *Ecosystems*, 2016, 19(5): 850-864.
- [ 14 ] Beduschi T, Kormann U G, Tschardt T, Scherber C. Spatial community turnover of pollinators is relaxed by semi-natural habitats, but not by mass-flowering crops in agricultural landscapes. *Biological Conservation*, 2018, 221: 59-66.
- [ 15 ] Kallioniemi E, Åström J, Rusch G M, Dahle S, Åström S, Gjershaug J O. Local resources, linear elements and mass-flowering crops determine bumblebee occurrences in moderately intensified farmlands. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 2017, 239: 90-100.
- [ 16 ] Herbertsson L, Jönsson A M, Andersson G K S, Seibel K, Rundlöf M, Ekroos J, Stjernman M, Olsson O, Smith H G. The impact of sown flower strips on plant reproductive success in Southern Sweden varies with landscape context. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 2018, 259:

- 127-134.
- [17] Bolliger J, Bättig M, Gallati J, Kläy A, Stauffacher M, Kienast F. Landscape multifunctionality: a powerful concept to identify effects of environmental change. *Regional Environmental Change*, 2011, 11(1): 203-206.
- [18] Willemen L, Verburg P H, Hein L, Van Mensvoort M E F. Spatial characterization of landscape functions. *Landscape and Urban Planning*, 2008, 88(1): 34-43.
- [19] Peng J, Hu X X, Qiu S J, Hu Y N, Meersmans J, Liu Y X. Multifunctional landscapes identification and associated development zoning in mountainous area. *Science of the Total Environment*, 2019, 660: 765-775.
- [20] Távora G S G, Turetta A P D. An approach to map landscape functions in Atlantic Forest—Brazil. *Ecological Indicators*, 2016, 71: 557-566.
- [21] Gulickx M M C, Verburg P H, Stoorvogel J J, Kok K, Veldkamp A. Mapping landscape services: a case study in a multifunctional rural landscape in The Netherlands. *Ecological Indicators*, 2013, 24: 273-283.
- [22] 冯喆, 吴健生, 高阳, 彭建, 宗敏丽, 王政. 基于 SOFM 网络的景观功能分类——以北京及周边地区为例. *地球信息科学学报*, 2012, 14(6): 800-806.
- [23] 潘影, 肖禾, 宇振荣. 北京市农业景观生态与美学质量空间评价. *应用生态学报*, 2009, 20(10): 2455-2460.
- [24] 赵文武, 房学宁. 景观可持续性景观可持续性科学. *生态学报*, 2014, 34(10): 2453-2459.
- [25] Bretagnolle V, Berthet E, Gross N, Gauffre B, Plumejeaud C, Houte S, Badenhauer I, Monceau K, Allier F, Monestiez P, Gaba S. Towards sustainable and multifunctional agriculture in farmland landscapes: lessons from the integrative approach of a French LTSER platform. *Science of the Total Environment*, 2018, 627: 822-834.
- [26] De Groot R. Function-analysis and valuation as a tool to assess land use conflicts in planning for sustainable, multi-functional landscapes. *Landscape and Urban Planning*, 2006, 75(3/4): 175-186.
- [27] Opdam P, Luque S, Nassauer J, Verburg P H, Wu J G. How can landscape ecology contribute to sustainability science? *Landscape Ecology*, 2018, 33(1): 1-7.
- [28] Bohnet I C, Roebeling P C, Williams K J, Holzworth D, Van Grieken M E, Pert P L, Kroon F J, Westcott D A, Brodie J. Landscapes Toolkit: an integrated modelling framework to assist stakeholders in exploring options for sustainable landscape development. *Landscape Ecology*, 2011, 26(8): 1179-1198.
- [29] Musacchio L R. The scientific basis for the design of landscape sustainability: a conceptual framework for translational landscape research and practice of designed landscapes and the six Es of landscape sustainability. *Landscape Ecology*, 2009, 24(8): 993-1013.
- [30] 黄建红. 乡村振兴战略下基层政府农业政策执行困境与破解之道——基于史密斯模型的分析视角. *农村经济*, 2018, (11): 9-16.
- [31] O'Farrell P J, Reyers B, Le Maitre D C, Milton S J, Egoh B, Maherry A, Colvin C, Atkinson D, De Lange W, Blignaut J N, Cowling R M. Multi-functional landscapes in semi arid environments: implications for biodiversity and ecosystem services. *Landscape Ecology*, 2010, 25(8): 1231-1246.
- [32] Liu D Y, Zheng X Q, Wang H B, Zhang C X, Li J Y, Lv Y Q. Interoperable scenario simulation of land-use policy for Beijing-Tianjin-Hebei region, China. *Land Use Policy*, 2018, 75: 155-165.
- [33] Zinia N J, McShane P. Ecosystem services management: an evaluation of green adaptations for urban development in Dhaka, Bangladesh. *Landscape and Urban Planning*, 2018, 173: 23-32.
- [34] Karrasch L, Maier M, Kleyer M, Klenke T. Collaborative landscape planning: co-design of ecosystem-based land management scenarios. *Sustainability*, 2017, 9(9): 1668.
- [35] Straume K. The social construction of a land cover map and its implications for Geographical Information Systems (GIS) as a management tool. *Land Use Policy*, 2014, 39: 44-53.
- [36] Brown I, Castellazzi M. Scenario analysis for regional decision-making on sustainable multifunctional land uses. *Regional Environmental Change*, 2014, 14(4): 1357-1371.
- [37] Stockdale A, Barker A. Sustainability and the multifunctional landscape: an assessment of approaches to planning and management in the Cairngorms National Park. *Land Use Policy*, 2009, 26(2): 479-492.
- [38] Van Berkel D B, Verburg P H. Combining exploratory scenarios and participatory backcasting: using an agent-based model in participatory policy design for a multi-functional landscape. *Landscape Ecology*, 2012, 27(5): 641-658.
- [39] Neef A, Neubert D. Stakeholder participation in agricultural research projects: a conceptual framework for reflection and decision-making. *Agriculture and Human Values*, 2011, 28(2): 179-194.
- [40] Fagerholm N, Käyhkö N, Ndumbo F, Khamis M. Community stakeholders' knowledge in landscape assessments-Mapping indicators for landscape services. *Ecological Indicators*, 2012, 18: 421-433.
- [41] Sisto R, Lopolito A, Van Vliet M. Stakeholder participation in planning rural development strategies: Using backcasting to support Local Action

- Groups in complying with CLLD requirements. *Land Use Policy*, 2018, 70: 442-450.
- [42] Hodbod J, Barreteau O, Allen C, Magda D. Managing adaptively for multifunctionality in agricultural systems. *Journal of Environmental Management*, 2016, 183: 379-388.
- [43] Steingröver E G, Geertsema W, Van Wingerden W K R E. Designing agricultural landscapes for natural pest control: a transdisciplinary approach in the Hoeksche Waard (The Netherlands). *Landscape Ecology*, 2010, 25(6): 825-838.
- [44] 李扬, 汤青. 中国人地关系及人地关系地域系统研究方法述评. *地理研究*, 2018, 37(8): 1655-1670.
- [45] 李小云, 杨宇, 刘毅. 中国人地关系演进及其资源环境基础研究进展. *地理学报*, 2016, 71(12): 2067-2088.
- [46] 范昊, 赵文武, 丁婧祎. 连接景观异质性与社会环境系统——2017年美国景观生态学年会(The US-IALE 2017 Annual Meeting)会议述评. *生态学报*, 2017, 37(14): 4919-4922.
- [47] 任海, 王俊, 陆宏芳. 恢复生态学的理论与研究进展. *生态学报*, 2014, 34(15): 4117-4124.
- [48] Nassauer J I, Opdam P. Design in science: extending the landscape ecology paradigm. *Landscape Ecology*, 2008, 23(6): 633-644.
- [49] 蒙吉军, 王晓东, 尤南山, 朱利凯. 黑河中游生态用地景观连接性动态变化及距离阈值. *应用生态学报*, 2016, 27(6): 1715-1726.
- [50] 赵紫华, 高峰, 贺达汉, 戈峰. 多尺度空间下害虫生态调控理论与应用. *中国科学: 生命科学*, 2015, 45(8): 755-767.
- [51] 孙玉芳, 李想, 张宏斌, 陈宝雄, 李垚奎, 刘云慧, 宇振荣. 农业景观生物多样性功能和保护对策. *中国生态农业学报*, 2017, 25(7): 993-1001.
- [52] 黄宁, 王红映, 吝涛, 刘启明, 黄云凤, 李剑雄. 基于“源-汇”理论的流域非点源污染控制景观格局调控框架——以厦门市马銮湾流域为例. *应用生态学报*, 2016, 27(10): 3325-3334.
- [53] 王金亮, 谢德体, 邵景安, 倪九派, 雷平. 基于最小累积阻力模型的三峡库区耕地面源污染源-汇风险识别. *农业工程学报*, 2016, 32(16): 206-215.
- [54] 何聪, 刘璐嘉, 王苏胜, 周明耀. 不同宽度草皮缓冲带对农田径流氮磷去除效果研究. *水土保持研究*, 2014, 21(4): 55-58.
- [55] 刘彦随, 刘玉, 陈玉福. 中国地域多功能性评价及其决策机制. *地理学报*, 2011, 66(10): 1379-1389.
- [56] 王晓军, 周洋, 鄢彦斌, 李蕾. 政策与农耕: 石咀头村 40 年景观变迁. *应用生态学报*, 2015, 26(1): 199-206.