

我国景观生态学与景观农业研究现状及对策

孔四新^{1,2} 李海奎³ 崔建平⁴ 王保民¹ 詹延廷¹

(¹ 中国农业大学农学与生物技术学院,北京 100094; ² 世纪神农(北京)国际生物技术有限公司; ³ 中国林业科学研究院资源信息研究所;
⁴ 河南省济源市水利局)

摘要 景观生态学作为传统生态学研究向宏观与空间方向发展的自然延伸的生态学的分支,近年来发展迅速。景观格局、动态演变的驱动力、生态环境效应、数学模型模拟等研究领域进展较快、日渐成熟。国际景观生态学界对其在农业上的应用研究更为重视,景观生态学与农村、农业的结合成为当今景观生态学的主要趋势之一,取得多方面成果。景观生态学与景观农业研究相互促进、完善。近年研究和实际应用的主要问题:群落和生态系统的研究基础和景观格局演变研究不足,RS和GIS技术滞后,研究方法单调,景观稳定性及景观生态系统承载力研究不够,农业景观规划设计缺乏宏观实证研究。今后研究发展方向:重视生态系统空间关系的研究;重视“3S”技术,即地理信息系统、遥感技术、自动化制图技术与互联网技术的有机结合以及数量化研究和模拟技术的应用;注意自然科学与社会科学的交叉,与当代农业生态文明建设融合。

关键词 景观生态学;景观农业;人工生态系统;自然生态系统;生态文明

中图分类号 S791.254;S791.38 **文献标识码** A **文章编号** 1007-5739(2016)16-0131-03

Study Current Situations and Countermeasures of Landscape Ecology and Landscape Agriculture in China

KONG Si-xin^{1,2} LI Hai-kui³ CUI Jian-ping⁴ WANG Bao-min¹ ZHAN Yan-ting¹

(¹ College of Agronomy and Biotechnology, China Agricultural University, Beijing 100094; ² Shining-Herb (Beijing) International Bio-Tech Co., Ltd.;
³ Institute of Resource Information, Chinese Academy of Forestry; ⁴ Water Resources Bureau of Jiyuan City in Henan Province)

Abstract As a naturally-extended branch of the traditional study of ecology, landscape ecology has rapidly developed in space and macroscope in recent years. It has been achieved great progress and gradually matures in academic theories and methods of quantitative studies, including landscape planning, dynamic processes, evolution of driving forces, environmental effects and mathematical simulation etc. The applied research of landscape ecology development becomes increasingly important in agriculture in the world, and the combining of landscape ecology and the development of country and agriculture has been one of the major tendencies in the study of this subject. Landscape ecology contributes to various achievements of the applied research in agricultural development, and builds mutual assistance and improvement with landscape agriculture. This article points out the major problems of current research and practical application; for instance, community and ecosystem as well as the evolution of landscape patterns haven't been studied enough, RS (Remote Sensing) techniques and GIS (Geographic Information System) lag, research approaches are monotonous, the studies of landscape stability and capability of landscape ecosystem are not sufficient, and designing and planning of agricultural landscape lack solid research, and so on. Also, the article proposes the solutions to the problems; to pay more attention to the research of the spatial relationships in ecosystem, to focus more on "3S" technology, which includes dynamic integration of Geographic Information System, Remote Sensing Techniques, Automatic Mapping System, IT, as well as application of mathematical quantitative analysis and mathematical simulation, to notice the intersections of natural and social science and to combine these two with agricultural ecological civilization.

Key words landscape ecology; landscape agriculture; artificial ecosystem; natural ecosystem; ecological civilization

景观生态学是传统生态学研究向宏观与空间方向发展的新兴学科^[1-2]。中国对景观生态学的研究比欧美起步晚,但发展迅速。近年来,景观生态学与农学的结合则出现了景观生态学在实际应用上的新分支——景观农业。景观生态学理论和方法在农业生产及农村发展中的应用,不仅促进了农业的可持续发展和农村生态文明建设,也进一步完善和丰富了景观生态学的理论和内涵。本文针对国际景观生态学和景观农业起源、研究历史与现状,剖析了我国当前在该领域研究、应用上存在的热点、难点问题,并提出其研究发展方向及新形势下的对策,以期为中国景观生态学和景观农业在当代全面建设生态文明新时期的发展提供参考。

1 景观生态学与景观农业的起源与发展历程

“景观生态学”一词于1939年由德国地理植物学家特罗尔(C. Troll)在利用航片研究东非土地利用问题时首先提出^[1-2]。景观生态学的正式研究起源于20世纪50—60年代德国、荷兰等欧洲国家;20世纪80年代,景观生态学得以在全球范围迅速发展^[3],1981年在荷兰召开首届国际景观生态

学大会,1982年在捷克斯洛伐克成立了国际景观生态学会,1987年该学会创办国际性杂志《Landscape Ecology》,同年Forman R和Godron M合著出版《Landscape Ecology》,景观生态学发展进入新的阶段^[4-5]。目前,景观生态学已形成了独立的理论和方法体系。

中国于20世纪80年代初引入景观生态学概念、理论与方法,并迅速在国内掀起了研究热潮,1989年在沈阳召开中国首届景观生态学术讨论会^[6];20世纪90年代以后,景观生态学研究在国内蓬勃发展。中国生态学会景观生态专业委员会成立于1992年,之后分别在北京、昆明召开了第二、三届全国景观生态学会议,1998年在沈阳举办了亚洲及太平洋地区景观生态学国际会议^[3-5]。截至2015年,我国共召开了7次全国景观生态学学术讨论会,承办了2次国际景观生态学大会。第七届全国景观生态学术讨论会主题是“景观生态学与美丽中国建设”。

景观生态学与农业、农村发展的结合成为近年景观生态学研究的主要趋势之一。景观农业快速发展不仅丰富和完善了景观生态学,也促进了生态农业研究水平的提高^[6-10]。进入生态文明建设新时期,中国的景观生态学和景观农业研究方兴未艾,农村城镇化及创意文化产业的融入赋予景观农业新

作者简介 孔四新(1967-),男,河南济源人,高级工程师,博士。研究方向:植物资源与生态环境、药用植物栽培与生理。

收稿日期 2016-03-03

的发展机遇。

2 景观生态学和景观农业的研究现状

2.1 景观生态学研究方面

2.1.1 理论研究方面。德国生物地理学家 C.Troll 于 1939 年提出并开始研究“景观生态学”,最初是为了协调统一生态学与地理学 2 个领域的研究。此后的景观生态学演变为对景观的结构、功能和变迁研究的一门学科,以所关心的生态过程和目的为中心,是研究大区域内多元生态系统所组成的整体(即景观)空间结构、相互作用、功能协调和动态变化的生态学新分支。20 世纪 80 年代,我国地理学家林超、黄锡畴、董雅文等在有关地理学刊物上发表介绍国外景观生态学概念、原理、研究方法和研究成果的译文和论文^[1-3]。此后,更多研究者通过对景观及景观生态学概念与基础理论以及综合思想阐释、景观生态学与生物多样性的关系、景观生态学和保护生物学中的景观结构关系及景观生态安全格局等方面研究^[3-5],奠定了我国景观生态学理论基础。

在具体研究上以整体论和系统论为理论基础,主要围绕结构、功能、动态三方面开展研究,除此之外,还包括景观规划与管理,即根据景观结构、功能和动态及其相互制约和影响机制,制定景观恢复、保护、修复、建设管理计划和规划,确定其目标、措施、对策^[2-3]。

2.1.2 方法研究方面。国际景观生态学研究方法主要有:遥感技术(RS)和地理信息系统(GIS)应用;景观指数法(镶嵌度、聚集度、分维度及间隙度);空间统计学和地统计学方法等。景观格局研究中,多采用景观指数或计算机软件包,以 FRAGSTAS 软件使用较广。我国对该领域研究方法的创新研究开发相对薄弱。近年来,研究者通过构造城市化指数评价区域的城市化趋势,研究建立复合指标的景观生态格局动态度量体系及人为影响指数、开发适于 GIS 技术进行数据库管理及空间分析的样方取值方法(基准面积法和样方斑块数法)、建立景观要素空间关联指数、景观多样性的空间制图及生物多样性评价体系构建研究,探索和创新景观生态学研究新方法^[6-7]。其中最具潜力的是遥感技术(RS)和地理信息系统(GIS)对景观动态模拟^[6-9]。计算机模拟和景观模型的建立成为新的趋势。我国在遥感技术和地理信息系统开发和应用上落后于发达国家,因而导致景观生态学和景观农业研究的广度、深度不够。

2.2 景观生态学和景观农业融合与应用研究方面

2.2.1 农业景观和景观农业研究方面。农业景观和景观农业是 2 个不同的概念。农业景观是受人类活动干扰较严重的人工景观或半人工景观,人类活动给景观带来的影响及由此引发的土地利用方式变化是景观生态学在应用研究领域的热点问题。农业景观分为 4 个发展阶段,即农业前景观、原始农业景观、传统农业景观和现代农业景观。原始农业作为自给自足、自我维持的内稳定系统,人地矛盾不突出。而传统农业向现代农业景观地转变过程中,人口剧增,人工辅助能流大量导入,人类活动过程和自然生态过程交织,导致生态特征和人为特征的镶嵌分布^[10-13]。集约化导致景观中生物栖地多样性降低、自然景观的破碎化,土地利用、土地覆盖方式改变使农业景观美学和生态受损。化肥、农药等的大量施

人,导致土地的生产率快速提高,景观异质化,土地利用多样化、均匀化,同时水土流失加剧、有机质减少、土地板结、盐碱化等造成景观恶化。农业现代化、产业化、城镇化的快速推进,使得农村各产业迅速发展,由于自然和经济条件有限,加剧了各产业间竞争,物质、能量、信息在各景观要素间流动和传递,不断改变着区域景观格局,资源和环境问题日益显现,突出^[14-16];时空格局变化导致小尺度农业生态系统不能满足农业可持续发展的需要^[17-19]。

景观农业作为农业景观中调节物质与能量的一个系统,将农业生态系统与自然生态系统在一定自然景观上有机结合,人工干扰与自然生态系统的发展有机结合,按景观生态学原理规划为具有自我调节能力、高稳定性、实现能量与物质平衡的新型农业系统,即人工生态系统和自然生态系统综合体,从而为农业生产提供较稳定的生态环境,实现农村区域可持续发展^[10]。景观格局的多样化可以为生物提供更多生境,有利于生物多样性保护、旅游开发,从而提高综合效益。

国内对景观农业的研究主要围绕以下几个方面:通过区域景观格局与土地利用格局变化趋势、土地的生产力现状与潜力分析,建立区域景观预测模型;以景观格局指数分析人类活动对景观结构的影响;用信息熵法和空隙度指数法对景观异质性研究;通过人为影响指数的构造,用网格采样法和地统计学方法对人工改造活动的空间特征进行成因分析;通过设立生态带研究“城区—郊区—农业”系统环境变化^[10-11,19]。近年来,对于区域农业的物质、能量、信息在各景观要素间流动和传递方面的研究也逐渐深入^[10]。

2.2.2 森林景观研究方面。森林景观研究包括森林景观结构、空间格局、动态及群落生态效应、边际效应及生物多样性等方面^[17-18]。森林景观生态研究是我国景观生态学研究开展较早的领域,20 世纪 90 年代徐化成等将景观生态学原理和方法应用到森林景观生态研究中^[3-4]。郭晋平主持的国家自然科学基金课题“森林景观动态及其群落生态效应的研究”首次对森林景观生态进行了比较全面、系统和深入的研究,其研究成果《森林景观生态研究》是我国森林景观生态研究领域的第一部专著^[16]。近年来,该领域的研究主要集中在森林斑块动态与物种共存机制、森林生物多样性、森林景观格局多样性、植被景观斑块特征等方面^[12,16]。

2.2.3 水土保持景观研究方面。水土流失几乎给世界上所有国家带来极大危害,尤其是农田侵蚀,每年使 2 100 万 hm² 土地的肥力迅速衰退,产量连年下降,260 亿 t 肥沃土壤流失入海,土地日趋贫瘠。近年来,我国学者对黄土高原水土流失地区景观进行研究,从土壤侵蚀角度出发,分析不同立地类型的景观格局,按斑块大小、斑块形状和斑块排列顺序等指标,判断这些指标对土壤侵蚀的影响;还有的基于土壤侵蚀问题用尺度、格局、异质性及连接度等理论在流域规划中应用^[9];从景观格局角度研究土壤养分运动与水土流失^[4];从土地利用结构与土壤水肥、土壤侵蚀等生态过程间关系研究景观格局与生态过程的关系^[20]。近年来的水土保持措施与景观农业结合的理论与实践成为水土保持研究热点之一^[21-25],主要包括:①依据坡面径流调控理论,水土保持

措施与农艺措施结合;②侵蚀坡地近地表林下景观植被建设;③地带性规律对群落的影响及先锋植物群落配置;④水土保持特色的景观体系构建;水土保持防护林景观、生态沟坡面景观、水土保持经济林景观、沟谷生态湿地景观、淤地坝景观、生态农田景观、水库生态景观、流域景观,水土保持景观设计理念。赵芹珍等对小流域水土保持措施配置景观结构及其变化特征进行数量化分析,确定流域主要景观基质,然后提出流域特色的景观模式。这些都积极推动了国内水土保持景观学研究的纵深发展。

2.2.4 干旱区和湿地景观研究方面。沙地景观格局和荒漠绿洲景观格局是干旱区在该领域的研究重点。沙地景观格局在时空尺度上表现为异质性突出,自然过程、人为活动的影响强烈。绿洲作为干旱区的特殊景观,是旱区生态最敏感部分,也是区域尺度上旱区最大的人工干扰源。除了自然因素(水资源)对绿洲景观格局影响外,人为干扰起决定性作用。研究沙漠绿洲景观格局,揭示沙漠化的形成机理,对人类科学有效控制沙漠化、保护拓展绿洲有重要意义。沙漠化过程中,景观格局趋向简单;沙漠化逆转过程中,景观格局趋向复杂;不合理的人类活动是荒漠化扩展及景观格局显著变化的主要驱动因素;绿洲景观格局多样性、均匀度随着干扰时间的延长而下降,而优势度、聚集度指数则相反;水资源减少直接导致整个景观结构、空间格局的变化,是景观过程的主动动力^[4,9]。

湿地兼有陆地与水生环境 2 种系统的景观特征,其作为珍贵鸟类、水禽繁殖和栖息地有独特的观赏保护价值,是近年来的社会关注和学术界研究的热点。其中,辽河三角洲湿地景观开发中对景观格局、生态决策系统、景观规划对珍稀水禽适宜性、湿地承载力等方面的研究在我国湿地景观生态研究中具有示范意义^[4]。

2.2.5 景观生态评价与规划设计应用研究方面。通过生态评价,对景观状况、局部系统敏感性、干扰水平和等级、生产力水平格局等的全面认识,使景观生态规划更为科学。农村景观生态规划设计类型包括桑基鱼塘系统、农草灌乔立体景观设计、循环利用的庭院景观生态设计等;风景名胜区分区景观生态规划方法解决开发、保护、利用中存在的问题;城市景观生态的调控研究,城市生态绿地景观规划,城市绿色通道生态效应研究及乡村景观生态规划设计等,拓展了我国景观生态规划设计实践^[6-7,12]。农业景观规划涉及结构和功能两方面,强调景观的自然属性,主要对区域各种资源实施空间再配置进行研究,寻求区域可持续农业景观的空间途径。

3 我国景观生态学和景观农业研究存在的问题及对策

3.1 主要问题

3.1.1 理论体系缺陷。景观生态学是覆盖地理、生物、农业、林业、景观建筑与美学、区域规划发展等的交叉学科;景观农业是以景观生态学的理论和方法体系为基础,以建立人工生态系统和自然生态系统相和谐的综合体为目标。作为新兴学科,其理论体系尚有争议;特别是进入全面建设生态文明的新时期,人们对于景观目标会有更高的要求;对景观生态学和景观农业而言,学术界需要对其理论框架和目标

评价体系形成一致意见。

3.1.2 技术手段相对落后。群和生态系统的研究基础不足以及基础资料积累不够,在景观结构与功能之间关系阐述上缺乏有力支撑。而 RS 和 GIS 技术滞后则阻碍了景观生态学研究的深入。同时缺乏创新技术和新方法的应用。

3.1.3 景观稳定性景观生态系统承载力的研究不够。包括景观空间结构的拥挤程度、景观中主要生态系统的稳定性、可更新自然资源的利用强度、环境质量和人类身心健康的适应与感受性,缺乏系统研究。

3.1.4 农业景观规划设计缺乏宏观实证研究。目前,农业景观规划设计仅局限于微观系统或较小的生态单元,区域性景观农业规划设计实证研究欠缺。在农村生态环境的土地利用景观规划、高效的农业生态系统规划建设、农村土地的集约经营、农田斑块的保护和乡村生态景观的保护、生态文化创意等方面也缺乏深入研究和实践。

3.2 对策

3.2.1 要运用景观生态学综合整体思维的理论优势,实现学科交叉和创新。中国景观生态学应以人工—自然景观为主要研究对象,以景观和区域尺度上的景观生态建设为研究重点,坚持景观生态学的开放性,善于吸收相关学科的新理论、新技术、新方法,特别是 RS、GIS 和空间模拟模型的研究应用,加强景观生态学在环境、土地利用的变化与规划、区域可持续发展、气候变化及其效应、生态系统恢复与生物多样性保护、土地退化过程与治理、人与自然和谐发展等方面的拓展。今后应重视生态系统空间关系的研究,把握住空间结构与生态过程相结合,促进生态系统的稳定性和协调发展;地理信息系统、遥感技术、自动化制图技术、互联网技术的有机结合以及数量化和模拟技术的应用,文化创意产业的结合,将促进景观生态学的人工—自然景观研究的快速发展。

3.2.2 促进水土保持与景观生态学的融合。清洁小流域是未来水土保持研究的重要方向,景观生态应当是水土保持发展的高级阶段。清洁小流域规划和建设可以从系统性、空间异质性、尺度和生态交错带等方面着手研究水土保持景观,建设景观生态型的水土保持工程。而当前建设项目要真正实现水土保持景观,尚有难度,这是由建设项目占地的随机性决定的。水土保持景观生态学目前依然是在探索阶段,格局—功能—过程原理应用于流域非点源污染控制和水土保持研究应作为主要研究方向。

3.2.3 随着现代农业的发展和农村城镇化建设加速,特别是进入生态文明全面建设新时期和大数据时代,农业景观将发生新的变化。景观生态学和景观农业的研究中自然科学与社会科学的交叉将成为该研究领域的新亮点。要促进学科融合、城乡融合和理念融合,使学术创新、科技创新与创意文化有机结合,在科学研究、规划设计实践中引入大数据技术,为景观生态学和景观农业带来一次革命性的发展。

3.2.4 农村各产业蓬勃兴起,各产业相互竞争,物质、能量、信息在各景观要素间流动和传递,必然不断改变区域内农业景观格局,农业资源和环境问题日益突出,景观农业必将

(下转第 135 页)

0.05),并且各处理净光合速率都在 M3 处理下达到最高值。W1 和 W2 处理变化规律不明显,W3 和 W4 处理都是随着重金属铅胁迫的加剧呈先上升后下降趋势。在不同的重金属铅胁迫条件下,M5 在 W1 和 W2 处理下不显著外,其余处理都达到显著水平($P<0.05$),以充足水分的 W4 处理净光合速率最高。

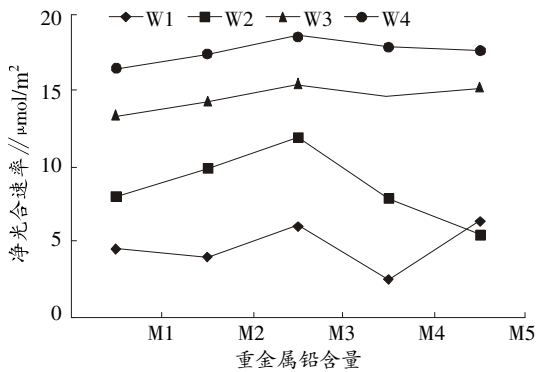


图3 油松幼苗净光合速率的变化

由图4可知,在不同的水分条件下侧柏幼苗叶片净光合速率受重金属铅胁迫的影响不明显。在不同的重金属铅胁迫条件下,W3 和 W4 处理显著高于 W1 处理。M5 处理下,W3 处理的净光合速率最高。

3 结论

油松和侧柏幼苗叶绿素含量在不同的水分条件下变化趋势不一致,其中侧柏幼苗叶绿素含量受水分胁迫影响较大,油松在低水量处理时叶绿素含量保持较高的水平。油松和侧柏幼苗叶绿素含量随着铅胁迫的加剧变化趋势也不一致,侧柏叶绿素含量在重金属胁迫下影响较大。多数处理在

土壤铅含量为 1 500 mg/kg 是侧柏和油松的自身代谢对逆境调整适应时期。

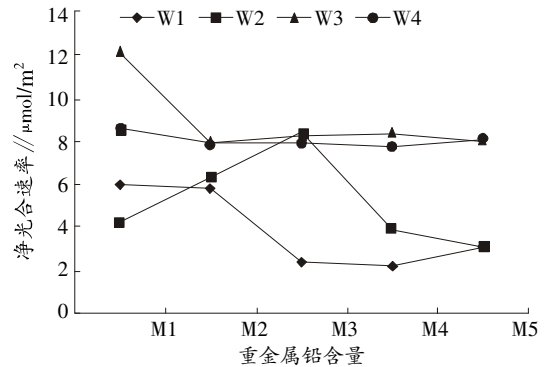


图4 侧柏幼苗净光合速率的变化

水分处理对油松幼苗的净光合速率影响显著,净光合速率随着水分胁迫加剧而下降。而侧柏的高含水量处理显著高于最低的含水量处理,70%含水量处理有较好的净光合速率。随着铅胁迫加剧侧柏的净光合速率无明显变化规律,而油松呈先增大后下降趋势,在土壤铅含量超过 1 000 mg/kg 时光合速率开始减慢。

4 参考文献

- [1] 单长卷,郝文芳,梁宗锁,等.不同土壤干旱程度对刺槐幼苗水分生理和生长指标的影响[J].西北农业学报,2005(2):44-49.
- [2] 何洪光,魏勇.水分胁迫对苹果叶水势及叶绿素含量的影响[J].防护林科技,2009,93(6):15-16.
- [3] 李录久,许圣君,李光雄,等.土壤重金属污染与修复技术研究进展[J].安徽农业科学,2004,32(1):156-158.
- [4] 王韶唐,荆家海,丁钟荣,等.植物生理学实验指导[M].西安:陕西科学技术出版社,1987.
- [5] 昌西.植物对干旱逆境的生理适应机制研究进展[J].安徽农业科学,2008,36(18):7549-7551.
- [6] 郭建国.景观生态学概念与理论[J].生态学报,2000,19(1):42-52.
- [7] 徐化成.景观生态学[M].北京:中国林业出版社,1996:1-18.
- [8] 傅伯杰,陈利顶,马克明,等.景观生态学原理及应用[M].北京:科学出版社,2002:1-25.
- [9] 何东进,洪伟,胡海清.景观生态学的基本理论及中国景观生态学的研究进展[J].江西农业大学学报,2003(2):276-283.
- [10] 郭丽娟.中国景观生态学研究进展[J].安徽农业科学,2010,38(27):1528.
- [11] 钦佩,安树青,颜京松.生态工程学[M].南京:南京大学出版社,1998:3-16.
- [12] 傅伯杰.景观多样性分析和规划[J].生态学报,2000,15(4):345-350.
- [13] 肖笃宁,布仁仓.生态空间理论与景观异质性[J].生态学报,1997,17(5):453-460.
- [14] 葛方龙,李伟峰,陈求稳.景观格局演变及其生态效应研究进展[J].生态环境学报,2008(6):111.
- [15] 赵羿,郭旭东.景观农业研究的兴起及其实际意义[J].生态学杂志,2000,19(4):67-71.
- [16] 王仰麟.农业景观格局与过程研究进展[J].环境科学进展,1998,6(2):23-24.
- [17] 肖笃宁,李晓文.试论景观规划的目标、任务和基本原则[J].生态学杂志,1998,17(3):46-52.
- [18] 王仰麟,韩荡.农业景观的生态规划与设计[J].应用生态学报,2000,11(2):266-267.
- [19] 王仰麟.农业的持续性及其实现的景观途径[J].国土开发与整治,1995(4):1-4.
- [20] 陶丽华,朱晓东,桂峰.苏北辐射沙洲海岸带农业景观生态分析与优化设计[J].环境科学,2001,22(3):119-121.
- [21] 郭晋平著.森林景观生态研究[M].北京:北京大学出版社,2010:1-15.
- [22] 张晓红,黄清麟.森林景观恢复研究[M].北京:中国林业出版社,2011:1-23.
- [23] 黄桐毅,骆有庆,宗世祥.中国森林景观生态学研究进展[J].黑龙江科技信息,2011(10):209-211.
- [24] 李新通.可持续农业景观生态规划与设计[J].地域研究与开发,2000,19(3):5-6.
- [25] 阮伏水,蔡志发,王维明,等.闽东南丘陵区水土保持生态景观模式的构建与实践:以霞美示范区为例[J].亚热带水土保持,2005(4):32-35.
- [26] 许泉.基于水土保持的干旱区沟壑地景观生态设计研究[D].株洲:中南林业科技大学,2012:23-25.
- [27] 李跃军.山地旅游地水土保持景观生态建设[M].北京:中国环境科学出版社,2011:2-9.
- [28] 赵芹珍.王家沟流域水土保持措施景观结构特征研究[J].山西水土保持科技,2011(2):17-19.
- [29] 王昭艳,张旭东,周金星,等.景观生态学在城市水土保持规划中的应用[J].水资源与水工程学报,2007(6):32-34.
- [30] 游珍,李占斌,袁琼.景观生态学原理在土壤侵蚀学中的应用与实例分析[J].水土保持研究,2005(3):141-144.
- [31] 陈利顶,刘洋,吕一河,等.景观生态学中的格局分析:现状、困境与未来[J].生态学报,2008(11):5521-5531.
- [32] 吕晶,史亚军.探析生态农业观光园的规划设计:以云南大理洱源县西湖生态农业观光园为例[J].农学报,2014,4(11):118-124.

(上接第 133 页)

成为未来的发展方向,区域性景观农业和景观农业宏观规划设计实证研究具有很好的发展前景^[27]。景观生态学和景观农业在新时期农村城镇化建设和生态文明建设中将发挥重要作用。

4 参考文献