第12卷 第2期
2004年4月

中国生态农业学报
Chinese Journal of Eco-Agriculture

Vol.12 No.2
April, 2004

农业景观生态规划原则及其应用研究*
——中国生态农业景观分析

王 锐 王仰麟** 景 娟
(北京大学城市与环境学系 北京 100871)

摘 要 中国生态农业是典型的持续农业。依据景观生态学原理和典型生态农业模式经验,探求中国生态农业景观特征及其景观生态学意义,进而针对农业景观的生物生产、经济发展、生态平衡和社会持续4大功能,提出农业景观生态规划应遵循的5项原则,即提高异质性原则、继承自然原则、关键因子调控原则、因地制宜原则和社会满意原则,并提出干热河谷区农业景观生态规划目标以及选择相应的持续农业技术体系。

关键词 景观生态学 生态农业 持续农业 景观生态规划

The principles and application of eco-planning of agricultural landscape - Based on analysis of the Chinese eco-agriculture. WANG Rui, WANG Yang-Lin, JING Juan(Department of Urban and Environmental Sciences, Beijing University, Beijing 100871), *CJEA*, 2004, 12(2): 1~4

Abstract Eco-agriculture in China is a representative type of sustainable agriculture. By studying eco-agriculture models in China, this survey summarizes the landscape characters of eco-agriculture in China, and discusses their value on landscape ecology. Then, concerned with the productive, economical, ecological and social functions of agricultural landscape, five principles including heterogeneity promotion, inheritance of nature, control of key factors, adjust measures to local conditions and social satisfaction to agricultural landscape eco-planning are put forward.

Key words Landscape ecology, Eco-agriculture, Sustainable agriculture, Landscape eco-planning

中国生态农业主要是运用生态系统中生物共生和物质循环再生原理,采用系统工程方法,吸收现代科学成就,因地制宜,合理组织农、林、牧、副、渔生产,以实现生态效益、经济效益和社会效益协调发展的农业生产体系[1]。中国生态农业技术内涵包括不同空间尺度生态学原理的应用,如农业生态环境治理技术、间作轮耕技术、立体种植与种养技术、有机物质多层次利用技术、生物防治病虫草害技术和再生能源开发技术等。丰富多样的中国生态农业模式其结构体现了生物生产、经济发展、生态平衡和社会持续4大功能的和谐。景观生态学是以研究空间格局与生态过程相互作用为研究对象的学科,主要研究地表各种景观的结构、功能和动态,强调空间异质性、生态学过程和尺度及其相互之间的关系[2]。景观生态学原理和规律为人工设计优化景观格局、提高土地利用效率和生态系统稳定性提供了理论框架。20世纪60年代以来以McHarg I. L.、Odum E. P.、Haber、Ruzicka、Forman R. T. T.等为代表的生态学家在探索生态学与景观规划结合方面作出突出贡献,研究提出了许多各有特点和侧重点的景观生态规划方法,其中McHarg I. L.基于适宜性分析所提出的"千层饼"规划模式[10]、Odum E. P.以系统论思想为基础提出的区域生态系统发展战略[11]、Forman R. T. T.等研究提出的以格局优化为核心的景观格局规划模式[12]构成景观生态规划方法三大主要发展方向。

1 生态农业景观特征

我国不同生态农业模式营造了多样化农业景观生态系统,且对生态流控制迥然不同,如北方农村塑料大棚蔬菜栽培-温室猪圈-沼气池模式、南方农村基塘系统以及水土流失地区小流域治理模式等均与景观空间格局紧密联系[3~5]。运用景观生态学原理分析我国生态农业主要景观特征,一是景观异质性较高,生态农业景观最明显的特征是斑块类型多样且差异性大,如我国煤矿塌陷区挖塘造林形成的林鱼型生态农业模式、平原低洼地区采用挖大沟和填小沟方法营造水利廊道形成的农田排灌系统以及传统农田间作套种混种模式和轮作休耕制度,可利用生物相生互克原理获得生态系统整体优化效应,且多样化农业产出能取得较好的生态

* 国家重点基础研究(973)规划项目(G2000046800)资助
** 通讯作者
收稿日期: 2002-05-06 改回日期: 2002-05-28

和经济效益,并减少农业灾害如盐碱化等风险。二是斑块生态位互补,景观内不同斑块是各类物种的集聚地,也是景观中的生态流场所,合理规划和人工调控生态农业的不同斑块生态位,在空间和时间上趋向互补,充分利用景观生态系统中的不同资源,并利用共生原理加大要素之间生态循环,可发挥整体优势,如生物养地技术中养地作物和普通作物轮作、间作在时间上改变斑块构成,能优化经济产出,增强系统稳定性,而立体种养技术在系统尺度上互补也是同理;基塘模式中鱼塘和基岸斑块之间物流和能流交换量很大,因而这2种斑块之间的空间关联性如基岸廊道的宽窄、鱼塘斑块的形状、面积和连续性面积比例以及空间结构均关系到基塘系统效率[6]。三是景观环境服务功能较强,由于生态农业多样性高且稳定性和持续性好,生态上更为协调,因而更近似于自然生态系统,如生态环境治理区域通过模拟自然顶级群落,山顶、陡坡建造林草景观,可对重力作用下水土流失起到遏制源头的作用。四是有限的人工调控,如低洼湿涝地区一般需建设排灌渠道以建立适合农业生产系统的水分循环,干旱地区采用喷灌有助于作物吸收和农田生态系统的平衡与维持。我国北方防护林网建设主要起防风固沙和增加湿度的作用,而南方的作用是参加系统物流交换和提供经济产出。我国农村通过建设薪炭林和沼气池有助于恢复区域生态环境。

2 持续农业景观生态规划原则

农业景观规划是指运用景观生态原理,结合考虑地域或地段综合生态特点以及具体目标要求,构建空间结构和谐、生态稳定和社会经济效益理想的区域农业景观系统[7]。它以景观单元空间结构调整和重建为基本手段,提高农业景观生态系统的总体生产力和稳定性,构建生产高效、生态稳定和社会经济效益理想的区域农业景观系统[8]。景观空间结构是景观中生态流的重要决定因素,格局通过影响过程而对系统各类功能产生较大影响。对持续农业景观而言,其功能显然对应持续农业的4大功能,即生物生产、经济发展、生态平衡和社会持续[7]。经济产出是农业生态-经济系统的主导功能,要求整个农业景观具有较高的生产率以及容纳更大物质和能量流动的结构,因而需要在自然景观基础上有机融入人工调控生态因子;生态平衡功能则要求农业景观具备较好的稳定性、较高的物质/能量利用效率、较少的废弃物和多余能量排放,对人类环境具有正面生态贡献;社会持续功能要求农业景观能综合考虑社会习惯、人口就业、景观美学和户外教育价值等。针对上述功能目标,结合对生态农业景观特征的考察研究,本研究提出持续农业景观规划的5条原则:一是景观异质性原则,普通农业景观空间格局往往高度人工化,系统生态流简单而开放、自稳定性功能相当薄弱,很难持续稳定地完成持续农业系统各功能,因而农业景观生态规划必然要求增加农业系统中物种、生态系统和景观等各层次多样性及空间异质性。异质性高的景观格局虽可提高农业生态系统稳定性和持续性,但景观格局过分复杂会大大降低人工管理效率,且其产出往往不能达到令人满意的程度,因而农业景观生态规划追求的是适度空间复杂性,经济产出和生态稳定性最优,即在系统稳定性和生产力之间取得平衡。从物种组成而言,增加作物种类差异,特别是增加永久性植被覆盖(如牧场、草地、薪炭林等),可为增加整个系统稳定性提供更好的缓冲能力。从斑块面积和形状而言,主要作物类型机械化耕作规模效益已被证明只在$<5hm^2$农田中是递增的[3]。且适宜地块形状(长而窄)可用来减少机械转弯次数,比以减少农田边界为代价增加面积更为重要,同时狭长地块产投比较高,有利于提高机械效率、益虫扩散和减少水土养分流失。边界作为农田生物扩散的运动廊道连接嵌块体栖息地,提高个体扩散和稳定群体,保护农田中下降种群,对增加农田生物多样性极为重要[9]。许多害虫天敌如节肢动物益虫有赖于农田边界作为生境和活动、扩散的廊道,故害虫天敌在农田中穿透和扩散能力可能是优化农田边界格局的基本依据,适当宽度的边界有利于提供更多生物适宜生境,还能更有效隔离化肥农药等扩散。Forman R.T.T.在总结北美与西欧地区土地利用与生态规划经验基础上,提出集中与分散相结合的格局,并指出在含有细粒区域的粗粒景观中,细粒景观以广适种占优势,而此时粗粒景观生态效益较好,这一格局具有多种生态学优越性,其核心是保护和增加景观中天然植被斑块[12]。二是继承自然原则,保护自然景观资源(森林、湖泊、自然保留地等)和维持自然景观过程及功能,是保护生物多样性及合理开发利用资源的前提,也是景观资源持续利用的基础。目前人类对长时间、大范围自然控制仍无能为力,而无人工干扰下特定地域地带性生态景观的复杂性和稳定性是一般人工系统无法比拟的,如何合理继承这种原生景观,维持并修复景观整体生态功能是农业景观规划的重要问题。在规划实践中应以环境持续性为基础,用保护、继承自然景观的方法建造稳定优质持续的生态系统,有利于维持系统内稳态,强化农业景观生态功能。三是关键点调控原则,农业土地利用过程中大多数土地对农业生产具有限制性环境因子,若能合理分析这些关键生态要素,选择合适的空间格局,建设人工景观以制约不利生态因子,创造并放大有利生态因子,可起到防范控制灾害,增加基质产出,改善生态环境的作用。成功的景观规划应抓

住对景观内生态流有控制意义的关键部位或战略性组分，通过对这些关键部位景观斑块的引入而改变生态流，对原有生态过程进行简化或创新，在保证整体生态功能前提下提高效率，以最少用地和最佳格局维护景观生态过程的健康与安全[8]。四是因地制宜原则，农业景观生态规划必然要落实到具体区域，因此必须因地制宜考虑景观格局设计，以便更好实现农业景观各功能。生态农业模式建设实践表明随气候温湿、流域地形、经济发展、人口密度和社会发展水平的变化，农业景观格局呈规律性变化，如对农田防护林网建设而言，防护林区水量平衡是森林覆盖率的限制因子，考虑不同水分和风速等影响，半湿润平原区可采用宽带大网络，而干旱区宜采用窄带和小网络。坡地农业生态系统中营养物质和化肥农药等物质因重力作用而顺坡流动并在坡底积累，易造成养分过度流失与富集，这时斑块形状和边界结构设计则应对这种生态过程具有阻碍作用。五是社会满意原则，人类是整个农业系统的主导成分，其能动性调动和负面影响控制是景观规划得以顺利实施的关键，因而景观是否得到当地人群的满意，美学、生物多样性等综合景观生态功能和社会教育意义等都是规划中必须考虑的，如生态恢复区模拟自然顶级群落时应注意以用材林种、薪炭林种、果树、牧草种类与其他物种构成复合景观，并尽可能为更多物种的繁衍提供适宜栖息地。

3　案例分析

云南省永胜县位于滇西北，干热区主要包括涛源、太极、片角、期纳、程海、仁和等 6 个乡镇，总面积 2007km^2，属金沙江水系低热流域。该区主要地貌类型为金沙江河谷阶地、断陷盆地（坝子）、中低山地和湖泊，海拔高度 1063～1560m 为农耕区（以干热河谷、坝子为主），年均气温为 18.6～20.6℃，年降雨量550.6～800mm，农作物以稻谷、玉米、蚕豆和小麦为主，1 年两熟至三熟，经济作物以甘蔗、烤烟和冬早蔬菜等为主，经济林果有龙眼和荔枝等。海拔高度 1560m 以上为林牧区，气候以中凉和中热型为主，农作物以玉米、水稻、蚕豆、小麦和洋芋为主，经济作物有油料、花生和大麻等。干热区光照足、热量高，冬季气温较暖，春季气温回升快，夏秋季雨热同季，但整体干热区属少雨区范围，其特点是降雨少、蒸发量大，旱季长、气候干燥是制约该区农业生产的主要因素。从景观规划理论而言该区资源、景观跨度大且变化多，经济和生态功能丰富多样，其学术研究和实际应用价值较高。

农业景观生态规划目标。金沙江干热区自然生态条件差异很大，旱坪和坝区是全县光热条件最好、生产潜力最大的农业区，已开发利用土地面积仅占该区可开发利用土地资源的 29%，尚未得到很好开发利用。而中低山地、干热河谷等区域生态承载力相对较小，面临日益严重的人口压力、生态退化和经济贫困，规划时应以生态功能恢复和保护为主。如程海是云南高原八大湖泊之一，水质特殊，对调剂永胜县区域小气候和保持生态平衡极为重要，可增加周围坝子湿润度而形成局部半湿润生态环境，程海湖区光、热、土地和生物资源丰富，具有农林牧渔藻适生并存特点，综合开发价值与潜力很大。但程海也面临生态失调的问题，即蒸发量大于来水量，水位不断下降。该区农业景观生态规划需进行环境调控工程建设，建成以粮、经、鱼、藻为主的干热河谷湖盆生态农业，逐步恢复和增强农业景观生物生产、经济发展、生态平衡和社会持续 4 大功能，进一步开发利用干热区光热、土地资源，治理、恢复程海蓄水量和生态环境，建立合理的生态-经济循环；通过调整土地利用空间，减轻中低山和峡谷地区的生态压力，逐步建立空间合理的生态经济系统。

干热区农业景观区划。该区域可分为河谷阶地、断陷盆地/坝子、中低山地和湖泊 4 个分区，具有差异明显的景观生态特征。干热河谷阶地主要位于金沙江及其 1 级支流分布的海拔高度 700～2000m 低中山峡谷地段，主要气候特征是高温、干旱和少雨，土壤极易遭侵蚀，而植被破坏使土壤加速侵蚀，加剧了生态环境的破坏。从海拔高度和生态类型可将河谷阶地分为海拔高度 700～1000m 左右极端干热的狭窄河谷底部和海拔高度 1000～1500m 干热旱坪，前者主要景观由原生硬叶常绿阔叶林演替为次生灌丛景观，而旱坪光、热条件优越，是干热区重要农、经作物产区，但不能保证灌溉，农业生产潜力开发受到极大限制。断陷盆地（坝子）海拔高度约 1200～1600m，地势平缓，水热条件好，土层深厚而肥沃，耕作历史悠久，坝区水田分布较多，多呈长方形且形状较规则，盆地边缘山地有水田分布形成梯田景观，绕山体呈半环状，是干热区主要人类居住地。中低山地主要位于海拔高度 1500m 以上，其中海拔高度 1500～2000m 山地主要为干热植被所覆盖，海拔高度 1500～1760m 为旱作农耕地带，海拔高度 2000m 以上为常绿阔叶林和松林，中低山地海拔相对高差和地形坡度较大，蓄水条件差，气温较低且垂直差异较大，耕地少且基本为旱地和坡耕地景观，为该县主要林区和牧区。由于频繁的人类干扰使中低山地生态恶化，人畜饮水困难，林、牧业优势难以发挥。

选择持续农业技术体系。持续农业的基本目标是生物物质的产出，而多样化选择生态、经济合适的生物

品种,且空间和时间适当匹配,是保证农业经济-生态功能的基础。该区应首先遵照多样化原则和市场原则选择最佳适生生物品种,然后进行生物种群匹配和群落空间安排,采用环境调控技术充分利用干热区江、河、湖水资源,合理布局引水、蓄水和提水工程,如提水站、电灌站、输水渠、水库和坝等。在坝区等水分条件较好地方建立稻-鱼生态系统可大幅提高单位土地经济产出,在适合中低山地以及气温适宜干热河谷旱作玉米间作套种豆类和薯类等作物,可进一步提高光能利用率和土地产出率,并可种植小春喜凉作物如小麦和蚕豆。干热区经济作物主要有烤烟、香料烟、甘蔗和棉花等,若能解决水分灌溉,可在旱坪规划发展与市场需求相应的经济作物。程海特殊水质适合生长蓝藻,其市场前景很好,该区鱼类适生品种众多,主要有银鱼、高背鲫鱼、草鱼和鲢鱼等,水库、池塘养鱼可形成稻-鱼、蔗-鱼生态农业模式,利用生态位互补和物质循环,提高空间和物质利用效率。此外该区经济林、用材林、薪炭林和防护林有大量适生品种与野生资源,如干热区海拔高度1100～1560m范围内温度、日照、相对湿度、昼夜温差和旱坪深厚的沙壤土均适合龙眼种植,在解决水资源问题后可建立集约经营龙眼生产基地。

持续农业景观规划与设计。根据持续农业景观规划和原则永胜干热区规划一是建设旱坪-坝区-湖盆集约化生态农业区,该区是干热区主要经济发展和人口承载地区,生态农业景观规划应注重治理、恢复程海水量和生态环境,建立旱坪-坝区-湖盆良性生态经济循环,旱坪和坝区耕作区以粮食作物为主要景观基质,镶嵌甘蔗、香料烟和龙眼等经济作物斑块,旱坪十分易于景观规整,可利用机耕提高劳动效率,并根据不同农业景观相应安排水源支持。在旱坪-坝区边缘可布局经济林果和薪炭林,如临近村镇、集市、交通方便地方发展龙眼、滇橄榄等经济林木和亚热带水果,在居民集中坝区周围山地布局薪炭林。程海及其周围流域盆地具备典型立体农业环境,可规划为程海鱼藻区、环海农耕区和山地林牧区。鱼藻立体农业景观以银鱼生产和藻类蛋白开发为主体,但必须采取环境调控措施如引永胜县北部湿润区地表水对程海补水,但补水渠道应利用原有河道入湖,同时加强渠道水土防护,以减少人为工程对环境带来的干扰。由于程海湿润蒸发水汽随西南风移动,故其南岸农耕区需建设提灌工程及渠道。二是建设山地生态恢复与农-林-牧复合生态农业区,海拔高度1500～1760m中暖山地光热、水源、地形条件较好的局部区域以斑块形式分布旱作农业,镶嵌于经济林和薪柴林景观中;海拔高度1760m以上大部分山地应退耕还林还草,结合人口迁移减轻人口压力,以恢复山地生态功能,其中海拔高度1760～2230m范围内中低山半湿润区应营造乔灌草复合植被,结合改良草场发展畜牧业,而海拔高度2230m以上山区属现有森林更新良好的宜林地或较易恢复森林地段,应采用人工造林或飞播与天然迹地更新相结合发展用材林。三是建设干热河谷生态保护与恢复区,采用乔灌草结合进行小流域治理是恢复该区基本生态环境功能的惟一手段,根据不同海拔高度湿润度可安排相应复合植被,海拔高度2230m以上湿润区种植以云南松(阳坡)和华山松(阴坡)为主的复合植被;海拔高度1760～2230m半湿润区种植以云南松和油杉为主的复合植被;海拔高度1760m以下半干旱区种植以桉树和滇橄榄为主的经济林。

从景观生态学而言,中国生态农业的功能得益于其具有生态合理性格局。从实践而言生态农业景观格局特征为农业景观生态规划提供了经实践检验的可供参考原则。云南省永胜干热区案例分析表明持续农业景观规划在提高异质性、继承自然、关键点调控、因地制宜和社会满意5项原则基础上,按照目标规划、景观生态区划、技术体系选择和农业景观规划与设计的技术路线,可使景观生态基本理论较合理的运用于实践。

参 考 文 献

1 陈 阜. 农业生态学教程. 北京:气象出版社,1998

2 邬建国. 景观生态学:概念与理论. 生态学杂志,2000,19(1):42～52

3 肖笃宁. 景观生态学——理论、方法及应用. 北京:中国林业出版社,1991

4 卢良恕. 中国立体农业模式. 郑州:河南科学技术出版社,1993

5 国家环境保护总局. 中国生态农业适用模式与技术. 北京:中国环境科学出版社,1995

6 沈亨理. 农业生态学. 北京:中国农业出版社,1996

7 王仰麟,韩 荡. 农业景观的生态规划与设计. 应用生态学报,2000,11(2):265～269

8 肖笃宁. 持续农业与农村生态建设. 世界科技研究与发展,1999,21(2):46～48

9 宇振荣,胡敦孝. 试论农田边界的景观生态功能. 生态学杂志,1998,17(3):53～58

10 McHarg I.L. Design with Nature. Doubleday, Garden City, NY. 1969

11 Odum E.P. The strategy of ecosystem development. Science, 1969, 164:262～270

12 Forman R.T.T. Land Mosaics: the Ecology of Landscape and Regions. Cambridge University Press, 1995