

# 丘陵山区土地利用的景观空间格局与农业景观生态设计

钟学斌<sup>1,2</sup>, 喻光明<sup>2\*</sup>, 张敏<sup>1</sup>, 刘成武<sup>1</sup>

(1 咸宁学院 资源与环境科学学院, 湖北 咸宁 437005; 2 华中师范大学 城市与环境科学学院, 湖北 武汉 430079)

**摘要:** 通过对 2002 年 TM 遥感影像 (4 3 2 波段) 的解译并结合土地利用现状图, 首先在区域尺度上将研究区 (咸宁市) 划分出六类农业景观生态功能区, 据此又将农业景观类型在不同尺度上划分为广域型景观和镶嵌型景观, 其中广域型景观 19 个, 镶嵌型景观 (单元) 类型 36 个。在 GIS 的支持下实现了景观类型图的编绘和空间格局分析, 结果显示: (1) 中山地天然林区多样性指数最低, 为 0.111, 破碎度指数也最低, 为 0.016 反映该区景观类型单一, 山地林地景观面积和规模较大; 而山间盆地农林牧区最高, 为 0.932 反映该区景观类型多, 人类土地利用受地形影响较大; (2) 平原高产农业区均匀度指数最高为 0.755 反映该区土地利用方式主要受人类控制而有规律分布; (3) 低山地用材林区优势度指数最高为 0.990 反映该区既受自然条件控制又受人类活动影响, 但自然条件占主导; (4) 岗台地农林渔区和平原高产农业区破碎度指数较高分别为 0.028 0.029 反映该区每类景观面积规模不大, 但呈有规律相间分布的特点。在此基础上, 根据研究区景观空间格局与自然环境特征, 结合生态过程和社会经济需求, 提出了该地区农业景观设计的目标和不同类型农业景观的生态设计模式。

**关键词:** 农业景观; 景观格局; 景观生态设计

**中图分类号:** P901

**文献标识码:** A

基于景观结构与功能、格局与过程相互关系的原理, 探讨景观格局优化的方法与途径已成为景观生态学的一项重要研究内容<sup>[1]</sup>。景观格局, 即景观结构, 包括景观组成单元的类型、数目以及空间分布和配置, 是自然因子和人为因子共同作用下景观异质性在空间上的综合表现<sup>[2]</sup>。景观格局优化与设计, 就是以景观单元的空间结构调整和重新构建为基本手段, 改善受胁迫或受损生态系统的功能, 大幅度提高景观系统的总体生产力和稳定性, 将人类活动对景观演化的影响导入正向的良性循环<sup>[3]</sup>。目

前, 国内外关于景观格局优化和设计的研究在方法上主要集中于概念模型、数学模型和计算机模拟<sup>[4]</sup>等方面, 其应用涉及土地利用优化配置<sup>[5]</sup>、土地生态规划与设计<sup>[6]</sup>以及区域景观格局优化<sup>[7]</sup>等领域。从总体看, 对景观功能变化和生态过程响应的定量化和系统化研究进展缓慢, 在应用方面不能满足景观规划与设计的具体要求, 无法解决区域生态建设的问题。如何抓住对景观内的生态流有控制意义的关键部位或战略性组分, 通过景观斑块的引入或改变, 以最少用地和最佳格局来维护景观生态过程的

收稿日期 (Received date): 2007-12-20; 改回日期 (Accepted): 2008-05-01。

基金项目 (Foundation item): 国家自然科学基金项目 (40571003 40471036)。[The project was financially supported by National Natural Science Foundation of China (Nos. 40571003 and 40471036).]

作者简介 (Biography): 钟学斌 (1967-), 男, 湖北阳新人, 副教授, 主要从事土地利用/土地覆被变化与生态安全研究, 发表论文 14 篇。[Zhong Xuebin (1967-), male, the Han Nationality, born in Hubei Province, Assistant Professor, mainly engaged in land use/cover change and ecological security.] E-mail: xiangnan32@163.com

\* 通讯作者 (Corresponding author): 喻光明 (1962-), 男, 湖北咸宁人, 教授, 主要从事土地科学、环境生态学、遥感与地理信息系统应用研究, 发表论文 80 余篇。[Corresponding author Yu Guangming (1962-), male, the Han Nationality, born in Hubei Province, Professor, mainly engaged in application of remote sensing and geographical information system, environmental ecology, and land science.] E-mail: yu.guangming@163.com

健康与安全,是当前土地规划、区域和景观尺度生态建设所面临的共同难题<sup>[3]</sup>。人们曾探讨了复杂地形景观中的景观类型划分<sup>[8]</sup>及景观格局与农业的关系<sup>[9]</sup>,提出了农业生态系统景观类型的指标及农业生态系统功能与结构指标<sup>[10]</sup>,并讨论过多尺度格局特征的景观生态规划问题<sup>[11]</sup>,然而,在进行生态措施的布置时,往往只考虑景观的局部效果,无法兼顾生态系统内部相互联系以及景观整体功能的连续性。针对这一问题,本文选择鄂东南丘陵山区(咸宁市)作为研究区,在RS和GIS支持下探讨区域尺度上复杂地形景观类型和功能区的划分问题,并结合丘陵山区景观格局特征分析对景观尺度上的不同类型农业景观的调整方向与设计模式进行实践性探索。

## 1 研究区与数据

### 1.1 研究区

本文选择位于湖北东南部的咸宁市为案例。研究区地处长江中游南岸,幕阜山脉北麓,东临九江,南接岳阳,西望荆州,北靠武汉。地跨 $133^{\circ}31' \sim 144^{\circ}58'E$ ,  $29^{\circ}02' \sim 30^{\circ}18'N$ ,咸宁市处于幕阜山脉向江汉平原过渡地带,地势由南向北逐级递减。全市现辖咸安、嘉鱼、赤壁、通城、崇阳、通山4县1市1区,总人口277.21万人,国土面积 $9\,861\text{ km}^2$ 。地貌构成为:平原面积为 $1\,321.37\text{ km}^2$ ,占总面积的13.4%;岗地面积为 $1\,439.71\text{ km}^2$ ,占总面积的14.6%;丘陵面积为 $3\,609.13\text{ km}^2$ ,占总面积的36.6%;山地面积为 $3\,490.79\text{ km}^2$ ,占总面积的35.4%。研究区地处中亚热带,属亚热带大陆性湿润季风气候,日照充足,雨量充沛,雨热同季,无霜期长。年平均气温 $16.8^{\circ}\text{C}$ ,年有效积温 $4\,300 \sim 4\,600^{\circ}\text{C}$ ,年均日照时数 $1\,754.5\text{ h}$ ,年均降水量 $1\,577\text{ mm}$ 左右,年均降水总量 $149 \times 10^9\text{ m}^3$ 左右,天然径流总量 $79 \times 10^9\text{ m}^3$ 左右,无霜期260 d左右。

### 1.2 数据及处理

本文基础数据来源于研究区2002年Landsat 5的4、3、2(RGB)波段合成1:20万的TM假彩色影像和1:20万的土地利用现状图。数据处理:结合土地利用现状图对遥感影像进行解译并扫描为栅格数据,采用GIS软件(SuperMap deskpro 5.2)进行矢量化、属性数据的录入和空间分析以及专题图的制作,然后借助Excel软件进行统计分析和生成表

格。

## 2 研究方法

### 2.1 农业景观生态功能区与景观类型的划分

农业景观生态系统是在一定区域内由地形、气候、水文、土壤、植被等全部生态环境要素及过去和人类活动影响下形成的复杂物质体系<sup>[5 12]</sup>。其组成可分为生物因子和非生物因子两个部分,生物因子是农业景观生态系统能量转化与储存以及系统演化的重要机制,非生物因子是物质系统的能源和物质结构的基础。两者相互联系、相互制约,不断地进行系统自我调节和与环境平衡调节,促进整个系统功能的变化与演替,形成在不同时间序列、不同空间地段的功能区。

以丘陵山地为主的咸宁市农业景观生态系统,其功能分异受海拔和地形地貌的直接控制和影响,表现为自低而高,具有相应的植被土壤谱带和农业景观生态系统分异,可依次划分为:中山地天然林功能区、低山地用材林功能区、丘陵岗地林牧农功能区、山间盆地农林牧功能区、岗台地农林渔功能区、平原高产农业功能区(图1)。

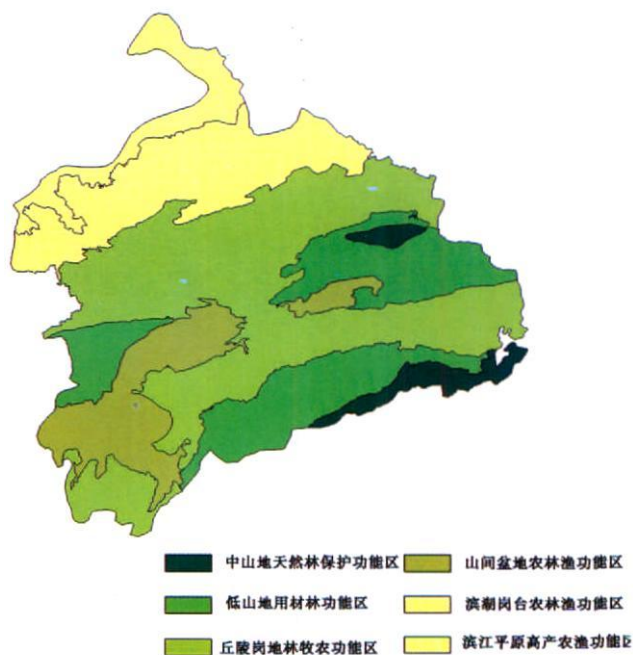


图1 咸宁市农业景观生态功能区示意图

Fig 1 The landscape ecological districts of function

以丘陵山地为主的咸宁市农业景观生态系统,其功能分异受海拔和地形地貌的直接控制和影响。

表现为自低而高, 具有相应的植被土壤谱带和农业景观生态系统分异, 可依次划分为: 中山地天然林功能区、低山地用材林功能区、丘陵岗地林牧农功能区、山间盆地农林牧功能区、岗台地农林渔功能区、平原高产农业功能区 (见图 1)。

2.2 景观格局分析

景观空间格局分析已有许多指标<sup>[13-19]</sup>。由于研究区范围太大, 在区域尺度上, 以广域型景观作为

研究基本单元更有利于从宏观上认识景观生态系统的总体格局和特征, 并有助于制定区域的农业景观生态建设战略目标和规划设计方案, 因此本文选取香农多样性指数 (*SHDI*)、香农均匀度指数 (*SHEI*)、景观破碎度 (*F*)和景观优势度 (*D*)四个指标来研究咸宁市景观格局特征。根据各景观指数计算方法和计算公式<sup>[20-23]</sup>, 计算出咸宁市景观格局指数值 (表 2)。

表 1 咸宁市农业景观生态功能区与景观类型  
Table 1 Classification of the landscape in the area of Xianning City

功能区	广域景观类型	镶嵌景观类型	功能区	广域景观类型	镶嵌景观类型
中山天然林区	中山地	草甸灌丛	低山用材林区	低山地	高坡用材林
		天然林			荒山灌草坡
		高坡特种林			高阶地茶果园林
	沟谷地	缓坡茶园旱作农地		沟谷地	低阶地旱作农地
	水域	水库水面		水域	水库
丘陵岗地林牧农区	河谷川地	平畈农田	山间盆地农林牧区	河川平地	河川农田
		高阶地茶果园林			城镇用地
		河滩牧草地			高阶地林果园地
	岗地	溪沟冲田		丘岗地	河滩荒草地
		岗地农林间作			高坡人工林地
	丘陵地	丘陵高坡用材林地			缓坡农林间作
	水域	丘陵缓坡茶果园林		水域	溪沟农田
		水库、人工湖			自然水域
岗台地农林渔区	平畈地	平畈农田	平原高产农业区	平原地	平原水田
	溪沟地	溪沟农地			平原旱地
	岗台地	岗台农林间作			滩涂
	水域	湖泊水域		水域	湖泊
		养殖水域			养殖水面

注: 农村居住用地和交通用地作为景观镶嵌体在整个区域背景中呈散点状或穿插分布, 故未列入表中。

表 2 咸宁市丘陵山区景观异质性指数  
Table 2 Indices of landscape heterogeneity of Xianning City

景观生态功能区	多样性指数	均匀度指数	优势度指数	破碎度指数
中山地天然林功能区	0.111	0.161	0.582	0.016
低山地用材林功能区	0.396	0.286	0.990	0.023
丘陵岗地林牧农功能区	1.159	0.720	0.450	0.024
山间盆地农林牧功能区	0.932	0.672	0.454	0.024
岗台地农林渔功能区	0.906	0.653	0.481	0.028
平原高产农业功能区	0.830	0.755	0.269	0.029

2.3 结果分析

由表 2中可以看出, 丘陵岗地景观多样性最大, 中山地景观多样性最小。丘陵岗地为山地向平原过渡地带, 所占面积最大, 地形地貌类型最多, 因而农林牧等生产方式兼而有之, 因此农业景观类型多, 相

应地其优势度最低, 而均匀度较高。中山地在研究区最南端分布, 地势较高, 人类活动受限制最大, 其景观类型只有两类, 主要由地貌控制, 因而多样性最低, 同时中山地林地和灌丛事实上已成为背景景观, 所以破碎度最低。低山地人类活动影响有所增强,

但仍受到地形地貌条件的较大限制,其景观多样性仍较低;各景观类型中,以林地景观为主因而优势度最高。此外,滨江平原地区,人类的土地利用主要以耕地和水产养殖为主,多样性并不高,由于受地形限制较少,各景观的空间分布相对均匀,故均匀度最大,优势度最低,破碎度也最高。山间盆地和岗台地的景观格局特征具有相似性,与其他功能区相比,地形地貌类型趋于多样,而土地利用类型也趋于多样化,故景观多样性较高,景观优势度不明显,均匀度较高;滨湖岗台地因湖泊占有较大面积使其均匀度降低,而其他景观类型空间分布极其均匀,故又使破碎度增大。

### 3 农业景观生态设计

#### 3.1 景观生态设计的理论与原则

农业生态景观规划与设计的理论基础来源于景观生态学的基本原理和系统论思想。任一时空尺度的区域农业生态景观都是人类长期土地利用活动与自然系统相互作用的结果,是一个开放系统,区域农业生态系统与外部环境之间、区域农业生态系统内部基质、斑块、廊道之间都存在着物质、能量、信息的交流和基因的交换与重组。农业生态景观格局直接影响农业生态景观内部的物流、能流、信息交换的渠道、方式和量的大小<sup>[25]</sup>。区域农业生态景观格局决定农业生态景观之间和内部过程的发生,而这种过程反过来对景观格局产生影响。

景观生态建设与设计是以景观生态学原理为指导,以区域景观生态系统整体功能优化为目标,在区域景观要素分析、评价的基础上,以各种模拟、规划方法为手段,建立区域优化利用的空间布局 and 地域结构,并提出各景观区域相应发展对策,其最终目的是创建可持续发展的区域景观生态系统。

景观生态设计的原则:一、景观结构与功能的交互影响与促进原则。结构和功能、格局与过程之间的联系与反馈是景观生态学的基本命题,也是景观规划与设计的出发点<sup>[3]</sup>。二、协调共生原则。人类与自然互惠互利,才能维持人类-自然复合生态系统的稳定。三、保护和增加多样性和异质性原则。景观多样性保护是对生物多样性保护的拓展,包括斑块多样性、类型多样性和格局多样性等,通过景观空间结构的调整使土地利用类型斑块大集中,小分散,有利于生物多样性的保持与高度的视觉多样性。

而通过工程措施或生物措施以增加景观尺度上的空间异质性,也有利于提高系统的抗干扰能力和恢复能力,增加系统的稳定性。四、局部控制、整体调节原则。景观生态系统是由物质和能量联系的多层次多等级组织;对低等级的局部干扰会影响整体,反之控制局部也可使整体得到调节。五、生态经济原则。自然景观资源具有生态服务功能,对维护区域生态系统的稳定,生物多样性的保护意义重大。如历史文化遗产、大片天然林、大中型湖泊等均具有巨大的生态服务价值。因此,在景观生态设计中应考虑此类景观斑块的完整性、连通性。

#### 3.2 景观生态设计的目标

通过对研究区景观格局特征的分析,以景观生态学原理为指导,结合土地利用现状特征,从景观生态设计的原则出发,制定各功能区土地利用的方向和生态建设的目标如下。

1. 山间盆地农林牧功能区 景观生态环境建设的目标是在提高环境质量的同时,强化四旁绿化、河堤和城镇绿化,建立条田渠网化,以优质高产农业为主体,农渔牧副林综合开发的复合生态系统。

2. 丘陵岗地林牧农功能区 农业景观生态设计的目标是在提高生态环境质量的前提下,整治坡耕地,林粮间作,防止水土流失,发展亚热带经济林木,营造水土保持林,扩大草地,提高林业生产效益,建立以林农为主,林牧农副复合系统。

3. 低山地用材林功能区 由于低山地坡度较陡( $25^{\circ} \sim 37^{\circ}$ ),坡体稳定性不高,承受外力干扰性差,耕垦受到一定的限制,重点加强林木建设,保护生态环境。

4. 中山地天然林功能区 由于本区山高坡陡,坡度一般为  $37^{\circ} \sim 75^{\circ}$ ,坡面物质极不稳定,必须严禁开垦,加强天然植被的保护,积极进行森林建设和林特产业基地建设。农业景观生态设计的目标是在保护现有森林和开发林特产资源的前提下强化植树造林,建立以林为主,农林牧副复合生态系统。农业景观生态设计模式是:增加林地、草地斑块的面积,降低其分离度,增加特产林地斑块面积。

5. 岗台地农林渔功能区 本区岗地面积较大,坡度平缓,湖汊穿插其间。适宜农林渔业发展,有利于建设立体化的农林渔复合生态系统。岗台地林业以人工林和次生林为主,岗间冲田和平畈发展水稻和油菜,湖汊低洼水域发展水产养殖,空间上错落有致,相间分布。



6. 平原高产农业功能区 本区为江汉平原区, 土地平整肥沃, 水热充足, 适宜发展大田块高产农业。但应加大土地整理力度, 减少居民点斑块的分离度, 增大农田斑块面积, 强化水利设施建设, 促进沟渠、道路、防护林等廊道的连通性, 改善农业生产条件。

3.3 农业景观生态设计模式

土地利用适宜性是农业景观设计的基础, 是区域农业景观调整的出发点。土地利用适宜性评价包括自然适宜性和社会经济适宜性, 自然适宜性是决定景观设计模式的主要决定因子, 反映景观设计的总体格局特征, 而社会经济适宜性则反映景观总体特征下可能的调整方向。咸宁市丘陵山区各垂直自然带内, 占优势的土地适宜类在分布上具有明显的区域性。各垂直自然带内, 土地适宜类见表 3。

表 3 咸宁市丘陵山区土地适宜类

Table 3 The kinds of useable lands in Xianning region

地貌类型	海拔 (m)	主要适宜类型	适宜类型数
中山地	0~ 100	宜农	5
	100~ 1 200	宜林	3
	≥ 1 200	宜林	1
低山地	0~ 100	宜农	5
	100~ 800	宜林	4
	≥ 800	宜林	2
丘陵地	0~ 100	宜农	5
	≥ 100	宜林	5
缓丘岗台地	0~ 50	宜农	6
	≥ 50	宜农、林	6
平原地	0~ 50	宜农	6

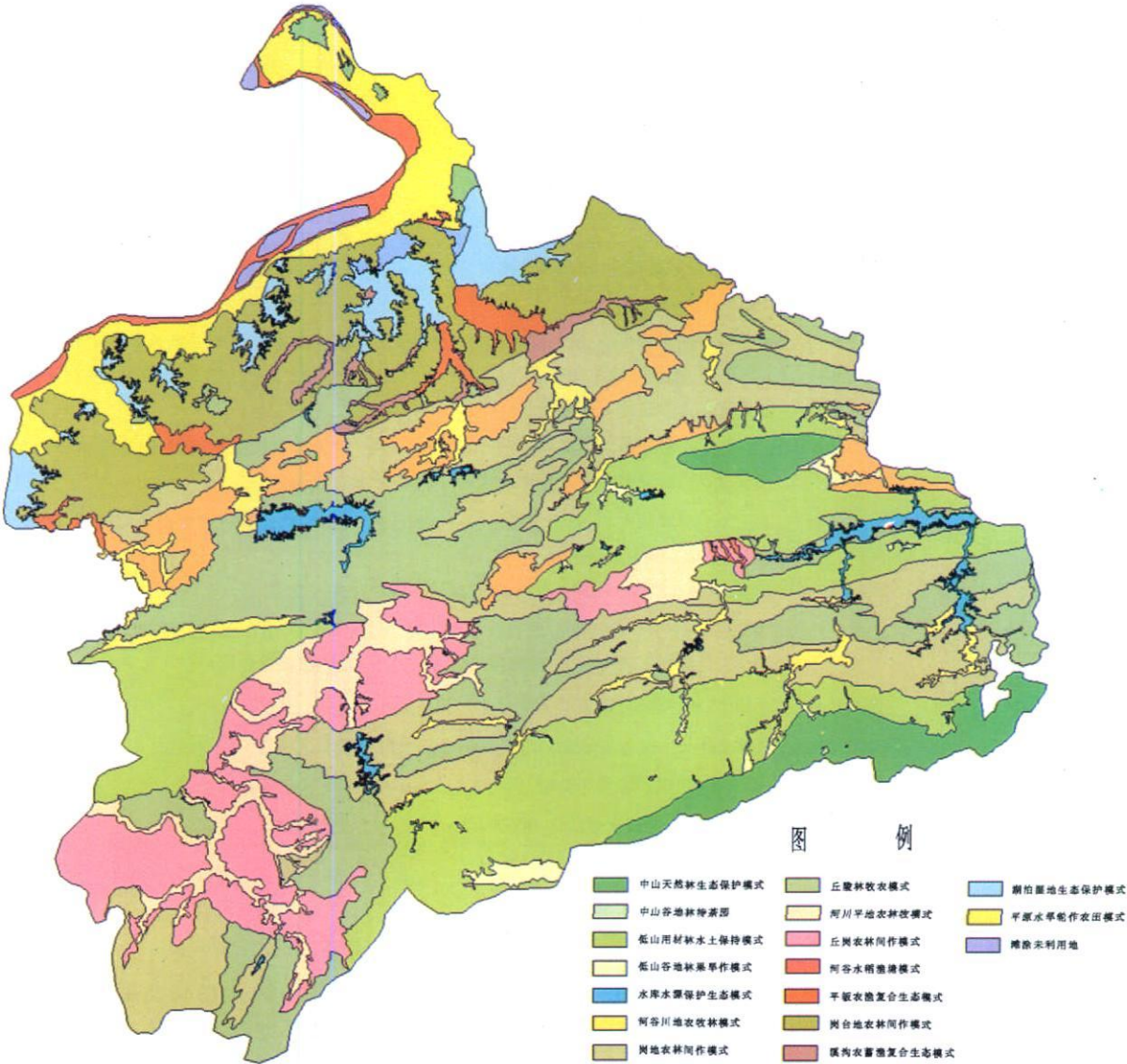


图 2 咸宁市农业景观生态模式空间布局示意图

根据不同海拔的土地利用特点和上述景观生态设计的原则以及景观生态设计目标的要求, 结合土地适宜性评价, 在咸宁市景观空间格局分析的基础上, 借助 GIS 软件平台 ( Super Map Deskpro 5. 2) 编绘了咸宁市的农业景观生态模式的空间分布图 (图

2)。  
从区域尺度上制定了土地利用的方向和生态建设的目标, 就可为从景观单元尺度上进行景观要素的空间布置和调整确定方向, 各功能区不同农业景观类型的生态设计模式具体内容如表 4。

表 4 咸宁市丘陵山区农业景观生态设计模式  
Table 4 Modes of design for landscape of agriculture in Xianning region

功能区	景观类型	生态设计模式
中山地天然林区	天然林	作为河流发源地, 必须强化天然林保护, 减少人为干扰; 对于过去人为破坏严重的地段, 应进行人工修复, 保证景观的完整性、通达性。
	高坡特种林	适当发展药材等特种经济林生产, 控制斑块面积, 实行梯田式布置。
	缓坡茶园旱作农地	以山地茶园为主, 实行梯田式种植, 间作绿色无公害旱作农业。
低山地用材林区	荒山灌草坡	以发展林地、草地斑块为主, 营造薪炭林、水土保持林, 适当退耕还林、牧; 促进经济果木和优质茶叶的种植。
	高坡用材林	营造水土保持林, 必须及时退耕还林、牧, 降低林地、荒草地景观斑块的分离度; 在有利地形, 结合水利实际, 增加水域斑块。
	高阶地茶果园林	以特色林果为主, 发展无公害绿色水果和食品。沟坡以人工速生林或竹林连片分布, 减少其分离度。
岗台地农林渔区	岗台农林间作	坡顶以次生林或人工林斑块为主, 坡地以梯旱地斑块为主, 丘岗之间的平畈和冲田以水稻为主, 配套沟渠、道路建设绿色廊道。
	湖泊水域	减少湖区斑块的分离度, 禁止围湖垦田和分隔养殖, 保护水域景观的完整性和通达性。
山间盆地农林牧功能区	河滩荒草地	适当利用河滩荒地发展畜牧业, 增加林地斑块, 提高斑块的多样性; 修堤筑坝, 植树护岸, 形成绿色廊道, 增加廊道的连通性。
	河川农田	稳定水稻、油菜等生产性农田斑块, 增加庭院林果菜等斑块; 推行间作套种和水田养鱼等立体农业生产方式, 建设高效人工生态, 实行土地集约经营, 保护集中的农田斑块, 减少农田斑块的分离度; 控制建筑斑块盲目扩张, 建设具有宜人景观的人居环境, 补偿和恢复绿色廊道。
	高阶地林果园	保护林地斑块, 降低人工林地斑块分离度; 配合水利设施建设, 增加经济林斑块面积, 促进经济林果生产, 建设高效人工生态系统; 建设具有宜人景观的人居环境, 补偿和恢复绿色廊道。
	缓坡农林间作	以林地为主, 增加林地斑块的面积, 结合农田水利设施和工程设施建设, 适当增加梯田景观斑块, 增加梯田围篱, 增加斑块的多样性, 减少水土流失。
	高坡人工林	以疏林、灌丛为主, 增加林地、灌丛斑块面积, 降低林地景观斑块的分离度。
丘陵岗地农林牧农功能区	丘陵缓坡茶果园林	发展亚热带柑橘、茶、油桐生产或亚热带经济果木生产, 推行林粮间作, 结合水利设计和工程设施的建设, 增加梯田农地斑块, 建设梯田农地围篱, 增加斑块的多样性, 建设和恢复绿色廊道。
	丘陵高坡用材林	增加林地、草地斑块, 抚育造林, 发展薪炭林和速生林或营造杉木林。
	平畈农田	以农田为主, 建设分片集中的农田景观; 加强水利设施建设, 强化绿色廊道的联通性。
	岗地农林间作	以梯田旱地为主, 农林间作。坡顶为林地, 适当增加林地斑块面积, 防止水土流失。
	溪沟冲田	以梯田水田为主, 强化沟渠设施, 建设沟坡护坡林地廊道, 防止水土流失。

4 结论

1. 研究区土地利用空间格局受地形地貌和海拔的控制, 自低而高分异为六大景观生态功能区。其空间格局特征影响和控制了人类土地利用的方

向, 从而产生了多样丰富的景观生态类型, 其中广域型景观 19个, 镶嵌型景观类型 36个。  
2. 通过景观格局分析和异质性指数计算, 各功能区景观异质性指数存在较大差异: 景观多样性丘陵岗地区最大, 中山地区最小, 平原地区均匀度指数和破碎度指数均最大, 而中低山区优势度指数较大。

这一结果比较充分地反映了各分区人类与自然长期相互作用所形成的土地利用空间格局特征。

3. 区域景观生态系统多层次多等级的组织特征, 决定了景观生态设计必须遵循先整体后局部的原则, 即首先从区域尺度上制定土地利用的方向和生态建设的目标, 然后从景观单元尺度上进行景观要素的空间布置和调整。本研究所提出的各功能区不同农业景观类型的生态设计模式对于该区域土地可持续利用规划具有一定的指导意义。

4. 借助 RS 和 GIS 技术对复杂地形景观类型和功能区分进行划分以及空间格局分析与制图, 有助于解决多尺度格局特征的景观生态规划与设计的问题。本研究以位于鄂东南的咸宁市作为案例, 因研究区范围较大, 地形地势的巨大差异, 形成了多样复杂的景观类型结构, 从较大的区域尺度上所进行的景观类型的划分和空间格局分析, 并在此基础上进行景观生态规划和设计, 是一种有益的探索。

## 参考文献 (References)

- [1] Dai Er-fu, Fu Zeqiang, Qi Huangxiang *et al.* Agricultural ecological landscape planning on Miyun County in Beijing suburb [J]. *Geography and Territorial Research*, 2002, 18(1): 59~62 [戴尔阜, 傅泽强, 祁黄雄, 等. 县域农业生态景观规划与设计 [J]. 地理学与国土研究, 2002, 18(1): 59~62]
- [2] Hu Zhenfeng. Summary of the research of the dynamic variation of the land utilization and landscape arrangement [J]. *SciTech Information Development & Economy*, 2003, 13(12): 143~145 [胡振峰. 土地利用与景观格局动态变化研究. 科技情报开发与经济, 2003, 13(12): 143~145]
- [3] Xiao Duning, Xie Fulin, Wei Jianbing. Regional ecological construction and mission of landscape ecology [J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2004, 15(10): 1731~1736 [肖笃宁, 解伏菊, 魏建兵. 区域生态建设与景观生态学的使命 [J]. 应用生态学报, 2004, 15(10): 1731~1736]
- [4] Han Wenquan, Chang Yu. Research advance in landscape pattern optimization [J]. *Chinese Journal of Ecology*, 2005, 24(12): 1487~1492 [韩文权, 常宇. 景观格局优化研究进展 [J]. 生态学报, 2005, 24(12): 1487~1492]
- [5] Liu Yansui. Optimal allocation of degraded land use based on landscape type pattern [J]. *Arid Land Geography*, 1998, 21(4): 28~33 [刘彦随. 基于景观类型格局的退化土地利用优化配置 [J]. 干旱区地理, 1998, 21(4): 28~33]
- [6] Yin Jun, Yao Huiwu. Study on ecological planning and design of land [J]. *Journal of Agricultural University of Hebei*, 2004, 27(3): 71~77 [尹君, 姚会武. 土地生态规划与设计 [J]. 河北农业大学学报, 2004, 27(3): 71~77]
- [7] Yue Depeng, Wang Jiping, Liu Yongbing *et al.* Landscape pattern optimization based on RS and GIS in northwest of Beijing [J]. *Acta Geographica Sinica*, 2007, 62(11): 1223~1231 [岳德鹏, 王计平, 刘永兵, 等. GIS 与 RS 技术支持下的北京西北地区景观格局优化 [J]. 地理学报, 2007, 62(11): 1223~1231]
- [8] Brigitte Domer, Ken Lertzman and Joseph Fall. Landscape pattern in topographically complex landscapes: issues and techniques for analysis [J]. *Landscape Ecology*, 2002, 17: 729~743
- [9] Paul Caplat, Jacques Lepart and Pascal Marty. Landscape patterns and agriculture: modeling the longterm effects of human practices on *Pinus sylvestris* spatial dynamics (Causse Mejean, France) [J]. *Landscape Ecology*, 2006, 21: 657~670
- [10] Jorge Ares, Monica Bertiller & Hector del Valle. Functional and structural landscape indicators of intensification, resilience and resistance in agroecosystems in southern Argentina based on remotely sensed data [J]. *Landscape Ecology*, 2001, 16: 221~234
- [11] Harini Nagendra, Ghatu Karsh. Landscape ecological planning through a multiscale characterization of pattern studies in the Western Ghats, South India [J]. *Environmental Monitoring and Assessment*, 2003, 87: 215~233
- [12] Ren Zhiyuan, Li Jing. The Ecological Security of Land Use and Ecological Design [M]. Beijing: Science Press, 2003 [任志远, 李晶. 土地利用的生态安全与生态设计 [M]. 北京: 科学出版社, 2003]
- [13] Loehle C., Wein G. Landscape habitat diversity: a multi scale information theory approach [J]. *ECOMODelling*, 1994, 73: 311~329
- [14] Sun Zhongwei. On Researches of Landscape Dynamic Change [J]. *Chinese journal of ecology*, 1995, 14(4): 58~62 [孙中伟. 试论景观的动态变化 [J]. 生态学杂志, 1995, 14(4): 58~62]
- [15] Chang Xueli, Wu Jianguo. Spatial Analysis of Pattern of Sandy Landscapes in Kerqin, Inner Mongolia [J]. *Acta ecologica sinica*, 1998, 18(3): 225~232 [常学礼, 邬建国. 科尔沁沙地景观格局特征分析 [J]. 生态学报, 1998, 18(3): 225~232]
- [16] Wang Genxu, Cheng Guodong. Study on the Landscape Pattern of a Desert-oasis Ecological System: A Spatial Grid Method and Its Application [J]. *Arid zone research*, 1999, 16(3): 6~11 [王根绪, 程国栋. 荒漠绿洲生态系统的景观格局分析——景观空间方法与应用 [J]. 干旱区研究, 1999, 16(3): 6~11]
- [17] Song Yuqin, Cao Shuyan, Zang Lixiao. An Attempt for Applying Landscape Pattern to Desertification Study [J]. *Journal of desert research*, 2000, 20(suppl.): 73~76 [宋豫秦, 曹淑艳, 张力小. 试探景观格局在荒漠化研究中的应用 [J]. 中国沙漠, 2000, 20(增刊): 73~76]
- [18] Xiao Han, OuYang Zhi-Yun, Zhao Jing-Zhu *et al.* Analysis of landscape spatial structure in Hainan Island [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2001, 21(1): 20~27 [肖寒, 欧阳志云, 赵景柱, 等. 海南岛景观空间结构分析 [J]. 生态学报, 2001, 21(1): 20~27]
- [19] Cao Yan-li, Cui Haijing, Liu Hongyan *et al.* Remote Sensing Analysis of A Pine Landscape of Wutai Mountains, Shanxi Province [J]. *Acta Geographica Sinica*, 2001, 56(3): 295~306 [曹燕丽, 崔海亭, 刘鸿雁, 等. 五台山高山带景观的遥感分析 [J]. 地理学报, 2001, 56(3): 295~306]

- [20] Wang Yanglin. A theoretical methodology of landscape ecoclassification[J]. *Chinese Journal of Applied Ecology* 1996 7( suppl ): 121~126[王仰麟. 景观生态分类的理论方法. 应用生态学报, 1996, 7(增刊): 121~126]
- [21] Chen Wenbo, Xiao Duning, Li Xuzhen. Classification, application, and creation of landscape indices[J]. *Chinese Journal of Applied Ecology* 2002, 13(1): 121~125[陈文波, 肖笃宁, 李秀珍. 景观

指数分类、应用及构建研究. 应用生态学报, 2002, 13(1): 121~125]

- [22] Fu Bojie, Chen Liding, Ma Keming *et al*. Theory and Application of Landscape Ecology[M]. Beijing: Science Press, 2002: 150~151, 202~207[傅伯杰, 陈利顶, 马克明, 等. 景观生态学原理及应用. 北京: 科学出版社, 2002: 150~151, 202~207]

## The Landscape Spatial Pattern of Land Use and Agricultural Ecological Planning in the Hills and Mountain Region

ZHONG Xuebin<sup>1</sup>, YU Guangning<sup>2</sup>, ZHANG Min<sup>1</sup>, LIU Chengwu<sup>1</sup>

(1. Department of Resource and Environmental Science, Xianning College, Xianning, Hubei 437005, China;

2. College of Urban and Environmental Science, Central China Normal University, Wuhan 430079, China )

**Abstract** The study area, Xianning city, located in the southern of Hubei Province, China. 6 landscape ecological function districts can be derived from composite Landsat 5 TM (Thematic Mapper) images of bands 4, 3 and 2 taken in 2002 by interpretation with the map of Land Use. After that, Agricultural ecological landscape type may be classified two types in different scale, namely widespread landscape and inland landscape. There are 19 widespread landscape and 36 inland landscape in this area. By GIS, obtain the graphic and the analysis of landscape spatial pattern. Studies on landscape diversity indices [Shannon's Diversity Index (SHDI), Shannon's Evenness Index (SHEI), Dominance Index] and landscape spatial configuration indices (Fragmentation and Separation Index). The results show that (1) the SHDI and Fragmentation Index of middle mountain district is the lowest, reflecting there are less landscape types but larger area and scale of forest landscape; On the other hand, the SHDI of the basin is the highest, reflecting more landscape types and slightly impacted by human beings; (2) Dominance Index of hills district is the highest, reflecting this area landscape pattern mainly controlled by nature; (3) Fragmentation Index of mound land and plain is the higher (0.028, 0.029), reflecting each kind of landscape have a small area but distributed in rule. According to the study on landscape spatial pattern and the character of natural environment, this paper offers some targets and mode of design for Agricultural landscape in the study area.

**Key words** agriculture landscape; landscape spatial pattern; landscape ecological planning