

兴隆山地区景观格局变化及驱动因子

张秋玲¹, 马金辉², 赵传燕³

(1. 浙江大学环境工程系 杭州 310029 ; 2. 兰州大学西部环境教育部重点实验室 兰州 730000 ;

3 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所国家重点冻土实验室 兰州 730000)

摘要 基于遥感、地理信息系统 (GIS) 技术和景观生态学方法, 以兴隆山区研究区域, 在 1995 年 ~ 2000 年的土地利用图基础上, 对景观格局特征及其动态变化进行研究分析, 结果表明: 1995 年到 2000 年期间, 耕地、林地、城乡建设草地和耕地面积有增加的趋势, 林地和水域面积有减少的趋势。针对景观指数的空间分布, 采用统计分析方法得出: 景观指数 SHDI 和 SHAPE-MN 相关性较差, 选用代表性指数 SHDI, 利用 TAPES-G、SRAD 和 WET 3 个计算地形、太阳辐射和土壤水参数的栅格程序和统计软件 SPSS 来分析影响景观格局的驱动因子, 最后得出: 在不考虑人为因子的条件下, 由 WET 产生的土壤水 (SOILWATER)、稳定湿度 (STEADYWET) 对 SHDI 指标的空间分布影响最大。因此, 土壤水分的空间分布对黄土高原丘陵区生态环境的研究非常重要。

关键词 地理信息系统 兴隆山 景观格局 驱动因子

文章编号: 1000-0933 (2007) 08-3206-09 中图分类号: Q948 文献标识码: A

Analyze landscape pattern changes of xinglong mountains and driving force

ZHANG Qiu-Ling¹, MA Jin-Hui², ZHAO Chuan-Yan³

1 Department of Environmental Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310029, China

2 National Laboratory of Western China's Environmental Systems, Lanzhou 730000, China

3 State Key Laboratory of Frozen Soil Eco, Cold and Arid Region Environmental and Engineering Research Institute, CAS, Lanzhou 730000, China

Acta Ecologica Sinica 2007 27 (8) 3206 ~ 3214.

Abstract : Landscape pattern is an important measure of aesthetics and its environment. Understanding its changes spatially and temporally and their driving forces is of great intent for environmental change studies. In this study, land use/cover data in Xing long mountains area in 1995 and 2000 were analyzed to quantity the landscape changes and to identity the driving forces. Specifically, RS, GIS and FRAGSTATS software were used to compute the landscape pattern indexes for 1995 and 2000; SPSS software was used to the relation among the landscape indexes and TAPE-G, SRAD and WET methods were used to analyze the natural driving force of the spatial distribution of SHDI. The results showed that meadow and crop-land played a dominant role in the study area. The meadow and crop-land had an increasing trend, while forest and water-body decreasing from 1995 to 2000. More over, SHDI was increasing from 2. 1156 to 2. 1242, LPI was decreasing from 5. 145 to 5. 1038, AI was increasing from 95. 6533 to 95. 6639 and DIVISION was decreasing from 99. 385 to 99. 3717 between the two periods. Secondly, the correlation coefficient between the SHDI and SHAPE-MN was very low, while those of the other landscape indexes were high in the 0. 01 level. Thirdly SOILWATER and STEADYWET, the

基金项目 国家重点基础研究发展规划资助项目 (2002CB410807)

收稿日期 2006-07-05; 修订日期 2007-03-05

作者简介 张秋玲 (1976 ~), 女, 河南焦作人, 博士生, 主要从事 3S 技术的景观生态和非点源污染研究. E-mail: zhql1976@yahoo. com

Foundation item The project was financially supported by the Major State Basic Research and Development Program of the People 's Republic of China (No. 2002CB410807)

Received date 2006-07-05; **Accepted date** 2007-03-05

Biography ZHANG Qiu-Ling, Ph. D., candidate, mainly engaged in 3S, landscape and non-point pollution. E-mail: zhql1976@yahoo. com

outputs from the WET program ,evidently influenced the spatial distribution of the landscape index SHDI ,when no human activity was considered.

Key Words : GIS ;Xinglong Mountains ;landscape pattern ;driving force

全球气候变暖、生物多样性减少或消失、土地与生态系统退化等环境问题是困扰人类生存的首要矛盾 ,是实现持续发展的障碍。人口的巨大压力和长久的开发历史使中国成为目前生态环境问题最为严重的国家之一。作为我国最大的水土流失、生态环境失衡地区 ,探讨黄土高原生态环境的脆弱性一直是相关领域的研究重点^[1]。景观生态学是宏观生态研究的一个新领域 ,近年来 ,运用景观生态学方法探讨黄土高原环境脆弱的特点及成因一直是研究热点^[2,3]。分析区域的土地利用变化过程、变化规律以及驱动因素 ,是生态环境变化研究的基础 ,也是调控人类行为的依据^[4~6]。

兴隆山自然保护区是黄土高原上目前仅存的几个森林岛之一^[7]。它位于黄土高原中西部独特的自然地理环境中 ,随着西部大开发和城镇化进程日益加快 ,必然对土地景观格局产生巨大的影响 ,如何利用景观生态学的原理 ,通过景观格局分析 ,找出产生和控制景观格局的因子和机制 ,实现土地可持续利用 ,是目前研究的热点问题之一^[8]。格局分析是当前景观生态学的研究重点之一^[9]。因此 ,本文基于遥感、GIS 技术和景观生态学原理 ,对其景观空间格局变化及其影响因子进行分析 ,揭示研究区的景观格局变化的主导自然驱动因子 ,对其土地的可持续发展和生态环境改善有着重要意义。

1 研究区域概况

兴隆山地区地处东经 103°37' ~ 104°16' ,北纬 35°30' ~ 36°03' (图 1) ,坐落在黄土高原中西部。研究区面积 2367.78 km² ,主峰海拔 3671 m。兴隆山是甘肃省榆中县与临洮县的界山。它是由相互平行的前后两山体组成 ,前山即俗称的兴隆山 ,后山为 马 衔 山 (图 1) ,整个山势南低北高 ,走向呈北西西—南东东延展 ,西接祁连山 ,向东延伸至浩瀚的黄土丘陵。兴隆山的垂直分带性明显 ,随着海拔高度的变化 ,各种地理环境因子呈带状的垂直变化分布。按照地貌的成因形态将全山区地貌划分为构造地貌、流水地貌、冰缘地貌、黄土丘陵地貌、重力地貌和人工地貌六大类^[10]。兴隆山区域地处大陆性温带半湿润季风气候区 ,年降水量 500 mm 以上 ,并随山体的上升而增加 ,林区降水可超愈 600 mm。年平均气温 4.1 ℃ ;海拔 3000 m 以上地方 ,气温低于 3 ℃ ;1 月份平均气温可低于 -9 ℃ ,7 月份平均气温低于 18 ℃。山区土壤主要是淋溶灰褐土 ,面积占 50% 以上 ,分布在山体海拔 2500 m 至 3000 m 的高度 ,之下是典型灰褐土和石灰性灰褐土^[11]。自然植被的垂直变化很为明显。随着海拔高度增加 ,植被类型依次出现森林、高山灌丛、草甸和荒漠自然景观。从基带向上 ,植被类型由干草原过渡到针叶林和次生的落叶阔叶混交林 ,进一步过渡到高寒灌丛草甸植被。丰富的兴隆山自然资源和它们相应的地理要素一起构成了黄土高原西部独特的生态环境。

2 研究方法

2.1 数据源与处理平台

本文采用 1995 年和 2000 年的 Landsat TM 遥感影像 ,结合 1:50000 的地形图 ,在遥感数据处理软件

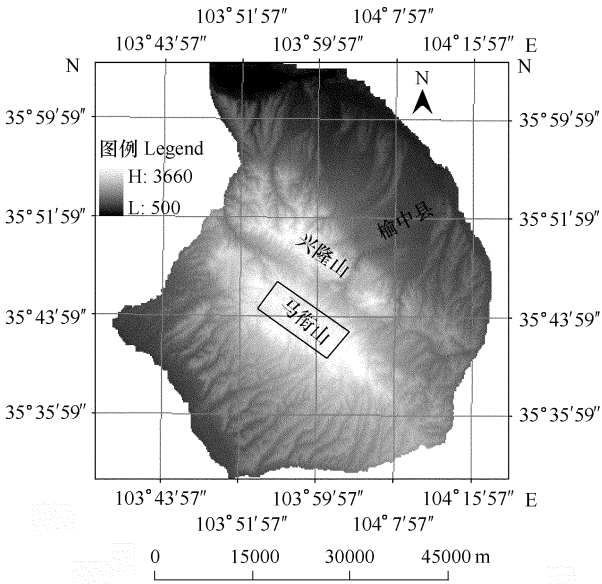


图 1 兴隆山的地表形态
Fig. 1 Xing long Mountains ' surface

ERDAS 支持下,图象经过几何校正、坐标变换和增强处理后,在 Arcgis 8.3 平台下通过人机交互目视解译,最终获取 1995 年和 2000 年两个时段的土地利用、覆盖变化数据。参照国家土地资源遥感宏观调查采用的土地利用分类系统,划分出耕地、林地、草地、水域、城乡建设用地和未利用土地等 6 个大类。气象参考数据来源于榆中县气象站。

采用的数据处理平台 ESRI Arcgis 8.3 NT 版,具有强大的空间输入、编辑处理分析和表达功能;ESRI Arcview 3.2 for Windows,具有数据输入和编辑功能和强大的空间分析能力,用户界面良好。具体扩展模块有 Spatial Analyst 1.0、3D Analyst 1.0 和 Network Analyst 1.0。统计软件 Microsoft Excel 和 SPSS 公司的 SPSS 11.0 for Windows^[12]。美国俄勒冈州立大学森林科学系开发的一个景观指标计算软件 FRAGSTATS^[13]。

2.2 基础数据处理

本文是在 Arcgis 8.3 的平台上,数字化 1:50000 的地形图,建立兴隆山地区的数字高程模型 (DEM);分辨率设为 30 m×30 m。为了使研究区景观要素的面积保持不变,地图投影统一采用 Albers 等积圆锥投影。在 ArcView3.2 平台上利用其多种扩展模块 Patch Analyst 和 Spatial Analysis 等建立起空间数据库和属性数据库。

2.3 景观类型转移

采用 FRAGSTAT 栅格版软件,对选取的景观结构指标^[14,15]进行计算,同时,基于 Arcview3.2a 平台,利用 Spatial Analysis 模块下的 Tabulate 功能,对 1995 年和 2000 年两期土地利用栅格图 (30 m×30 m)进行空间叠加 (Spatial overlay)运算,求出各时期景观类型的转移矩阵 (Conversion Matrix),借以反映景观类型在不同时段之间的动态变化。

2.3 景观格局分析

分别从景观类型水平和景观水平上,对景观格局进行结构和动态分析。同时,根据景观生态学移动窗口 (Moving window)的功能移动窗口原理,得出景观指标的空间分布,利用统计软件 SPSS,详细探讨了景观指标 SHDI 与地理空间要素的相关性。利用 TAPES-G^[16]、SRAD^[17]和 WET^[18]3 个程序对景观格局变化的影响因子进行分析。

3 结果与分析

3.1 景观类型水平上

运用 ArcView3.2 平台的统计查询功能,分别对 1995 年和 2000 年两期的 6 种景观类型的面积及其比例进行统计 (表 1)。运用 ArcView3.2 的空间分析功能,对两个不同时期的景观类型进行空间叠加运算,求出各时期景观类型的概率转移矩阵^[19,20] (Conversion Matrix) (表 2、表 3)。

表 1 景观类型具体情况 (1995~2000 年)

类型 Types	Table 1 area and patch of landscape type (1995~2000)					
	斑块数目 Number of Patch (No.)		面积 Area (hm ²)		概率 Probability (%)	
	1995	2000	1995	2000	1995	2000
草地 Meadow	811 887	1277.0951	1258.9103	53.74	52.97	
耕地 Cropland	437 431	702.2224	716.3273	29.55	30.14	
林地 Forest	159	203	262.3128	272.9505	11.04	11.48
城乡建设 Urban-land	277	336	91.6236	95.0806	3.86	4.00
水域 Water-body	17	27	27.0573	19.3776	1.14	0.82
未利用土地 Bare land	14	13	16.3262	13.9866	0.69	0.59
合计 Sum	1715	1897	2376.637	2376.633	100	100

从表 1 中看出,1995~2000 年期间,草地、水域、城乡建设和林地的斑块数分别在增加,耕地斑块数有所减少,整个研究区斑块数增加 182 个,草地面积、水域面积在减少,而耕地、林地和城乡建设面积在增加,整体上,每个斑块的面积减少了,说明景观破碎化程度提高了。

从表 2 和表 3 中看出,耕地转化的概率比较大,其中,耕地面积有 10.351% 转化为城乡面积,概率最大,其

次是耕地有 4.9343% 面积被废弃了 ,有 4.315% 面积转化为水域 ,有 1.3331% 面积转化为林地 ,接着是草地有 3.8916% 面积转化为耕地 ,水域有 3.0562% 面积转化为林地 ;从转移概率矩阵表中看出 ,整个研究区 ,从 1995 年到 2000 年 ,城乡面积增加的最多 ,耕地面积减少的最多。(其中城乡建设用地简称城乡)

表 2 1995 ~ 2000 年概率转移矩阵 (%)
Table 2 Conversion matrix (%) between 1995 and 2000

1995 ~ 2000 年转化概率 Transform Probability	城乡建设用地 Urban-land	未利用土地 Bare land	林地 Forest	水域 Water-body	耕地 Cropland	草地 Meadow	合计 Sum
城乡建设用地 Urban-land	88.6326	0	0.0993	0.287	10.351	00.63	1
未利用土地 Bare land	0.2971	94.7629	0	0	4.9343	0.0057	1
林地 Forest	0.2124	0	95.0725	3.0562	1.1489	0.51	1
水域 Water-body	1.3331	0.2538	0.0041	94.094	4.315	0	1
耕地 Cropland	0.9081	0.2160	0.2786	0.028	94.6777	3.8916	1
草地 Meadow	0.0001	0.1171	0.0583	0	0.755	99.0695	1
合计 Sum	91.3834	95.3499	95.5128	97.4652	116.1819	104.1068	

表 3 景观类型具体转化情况
Table 3 The change rate of each landscape type between 1995 and 2000

类型转化 Transform of types	概率 (%) Probability	类型转化 Transform of types	概率 (%) Probability
耕地-城乡 Cropland-urban	10.351	水域-城乡 Water-urban	0.287
耕地-未利用土地 Cropland-bare land	4.9343	林地-耕地 Forest-cropland	0.2786
耕地-水域 Cropland-water	4.315	未利用土地-水域 Bare land-water	0.2538
草地-耕地 Meadow-Cropland	3.8916	未利用土地-耕地 Bare land- cropland	0.2160
水域-林地 Water-forest	3.0562	城乡-林地 Urban-forest	0.2124
城乡-水域 Urban-water	1.3331	未利用土地-草地 Bare land-meadow	0.1171
耕地-林地 Cropland-forest	1.1489	林地-城乡 Forest-urban	0.0993
城乡-耕地 Urban-cropland	0.9081	林地-草地 Forest-urban	0.0583
耕地-草地 Cropland-meadow	0.755	水域-耕地 Water-cropland	0.028
草地-城乡 Meadow-urban	0.63	草地-未利用土地 Meadow-bare land	0.0057
草地-林地 Meadow-forest	0.51	林地-水域 Forest-water	0.0041
城乡-未利用土地 Urban-bare land	0.2971	城乡-草地 Urban-meadow	0.0001

3.2 从景观水平上分析

利用景观指数 FRAGSTATS 软件 ,在景观水平上选取景观面积、最大斑块指数、边缘密度、蔓延度指数、散布与并列指数、景观分割度、景观丰度、香农多样性指数、香农均度指数和聚集度指数一系列指标 ,对 1995 年和 2000 年的景观类型图层进行分析计算。

表 4 土地利用景观水平上的景观指标 (1995 ~ 2000 年)
Table 4 The landscape matrix in the level of the landscape type (1995 ~ 2000)

年份 Year	TA (hm ²)	LPI	ED	CONTAG	IJI	DIVISION	PR	SHDI	SHEI	AI
1995 年	237657.7	5.145	44.1994	59.8892	55.5771	99.385	19	2.1156	0.7185	95.6533
2000 年	237657.8	5.1038	44.0947	59.7372	56.4829	99.3717	19	2.1242	0.7214	95.6639

TA :景观面积 Total area ;LPI :最大斑块指数 Largest patch index ;ED :边缘密度 Edge density ;CONTAG :蔓延度指数 Contagion ;IJI :散布与并列指数 Interspersion and Juxtaposition index ;DIVISION :景观分割度 Division ;PR :景观丰度 Patch richness ;SHDI :香农多样性指数 Shannon 's diversity index ;SHEI :香农均度指数 Shannon 's evenness index ;AI :聚集度指数 Aggregation index

(1)从表 4 中看出 ,多样性指数 (SHDI)由 2.1156 提高到 2.1242。景观多样性值的差异主要表现为景观类型分布的均匀化和复杂化。从 1995 年到 2000 年 ,多样性值增加了 ,表明景观构成要素多样 ,异质性程度提

高 ;由于研究区受自然因子和人为活动增多。

(2)最大斑块指数 (LPI)由 5.145 减少到 5.1038。景观的破碎化程度提高。通常在环境治理上 ,只有当其斑块面积与斑块数越来越少 ,景观类型的破碎度程度不断加深时才能满足人类环境治理的要求^[21]。

(3)聚集度 (AI)由 95.6533 提高到 95.6639 ,分离度 (DIVISION)由 99.385 减少到 99.3717 ;

出现上述结果不仅受到自然因素的影响 ,而且也受到人为干扰和社会经济发展的综合作用。景观格局指数的上述变化反映了生态环境的恶化正在加大。

3.3 景观指标的空间分布

景观指标的分布反映了地理过程。景观类型的分布决定于气候、地形、土壤等环境因子^[22]。根据景观指标的相关性 ,从中选取 7 个指标 ,分别是聚集度 (CONTAG)、最大斑块指数 (LPI)、景观分割度 (DIVISION)、丰富度 (PATCH RICHNESS)、香农多样性指数 (SHDI)、斑块数 (NP)和平均形状指数 (SHAPE-MN)。利用景观指数软件 FRAGSTATS ,根据景观生态学移动窗口原理 ,得出景观指标空间分布图 (图 2)。然后对选取的 7 个指标进行统计分析 ,结果 (表 5)显示 :在 0.01 水平上 ,只有 SHDI 和 SHAPE-MN 相关性不显著 ,其他指标之间具有比较显著的相关关系。所以选取这两个指标进行驱动因子的分析研究。本文中由于考虑到数据量大的问题 ,因此只对多样性指数 SHDI 进行了讨论。

表 5 相关系数表
Table 5 Correlation coefficient

	CONTAG	DIVISION	LPI	NP	PR	SHAPE_MN	SHDI
CONTAG	1.000	-0.869 **	0.811 **	-0.698 **	-0.663 **	-0.169 **	-0.806 **
		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
DIVISION	-0.869 **	1.000	-0.967 **	0.868 **	0.811 **	0.065 **	0.947 **
			0.000	0.000	0.000	0.001	0.000
LPI	0.811 **	-0.967 **	-0.811 **	-0.760 **	-0.071 **	-0.911 **	
			0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
NP	-0.698 **	0.868 **	-0.811 **	0.863 **	-0.172 **	0.880 **	
			0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
PR	-0.663 **	0.811 **	-0.760 **	0.863 **	1.000	-0.098 **	0.944
			0.000	0.000		0.000	0.000
SHAPE_MN	-0.169 **	0.065 **	-0.071 **	-0.172 **	-0.098 **	0.013	
			0.001	0.000	0.000		0.523
SHDI	-0.806 **	0.947 **	-0.911 **	0.880 **	0.944 **	0.013	1.000
			0.000	0.000	0.000	0.523	0.000

Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed); 聚集度 CONTAG; 最大斑块指数 LPI; 景观分割度 DIVISION; 丰富度 PATCH RICHNESS; 香农多样性指数 SHDI; 斑块数 NP; 和平均形状指数 SHAPE-MN

4 景观格局变化的驱动因子分析

景观结构和景观变化是有多种因素综合效应所决定的 ,一般可归纳为两类 :一是自然驱动因子 ,包括坡度、坡向、高程以及气候、水文和土壤等要素 ,在自然影响因素中 ,较短时间尺度如百年尺度以内的生态环境变化 ,气候条件及其变化是决定性的 ,地形地貌是影响景观生态分异的基本因素之一^[23]。如陡坡垦殖是导致山地区水土流失和自然生境破坏严重的根源 ,是构成山地景观生态质量整体退化的主要问题^[24]。二是人为影响因素 ,人类活动对生态环境的作用 ,无论是改造或是破坏 ,均将引发自然环境的变化

4.1 人为干扰作用

景观格局、功能和变化是自然、社会和生物圈相互作用的结果 ,其中 ,人类活动是引起景观结构、功能及其变化的主要因子。因此 ,人类活动尤其是人类对自然景观的干扰成为当前景观生态学研究的热点 ,受到世界的关注。但在西部的黄土高原区 ,脆弱的生态环境遭受自然灾害比较频繁 ,相对其他地区来说 ,受自然地理影

接图 2

响比人为活动要大。由此 ,只对景观变化的自然驱动因子做了具体分析。

4.2 自然因子的作用

对自然影响因子的分析 ,本文鉴于气候、水文、土壤等基础资料收集工作的烦琐性 ,以及地形条件及其决定的水文条件对土壤湿度产生一定的影响^[25]。由此 ,利用 TAPES-G ,SRAD 和 WET 3 个程序来计算自然影响因子参数 ,利用榆中气象站的观测资料和本地区的 DEM 以及土地利用等资料 ,实现了太阳辐射、地表温度和土壤湿度的面域化处理 ,获取了研究区不同位置上的水热信息^[26]。为景观指数空间分布的自然因子研究提供了条件。

本文针对性的选择了一些秋季的参数 ,进行了景观指标和自然因子的回归分析。结果如表 6 和表 7。

表 6 SHDI 和自然因子的相关系数
Table 6 The relation coefficients between SHDI and nature factors

模型 Model		非标准化系数 UnStd coefficient		标准化系数 std coefficient	T 检验 T test	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	常数 Constant	3. 019	0. 315		9. 587	0. 000
	外界的地表长波辐射 PROFILECUR	-6. 428 × 10 ⁻³	0. 001	-0. 136	-6. 658	0. 000
2	常数 Constant	2. 747	0. 320		8. 588	0. 000
	外界的地表长波辐射 PROFILECUR	-4. 977 × 10 ⁻³	0. 001	-0. 105	-4. 891	0. 000
	土壤水 SOILWATER	-0. 259	0. 059	-0. 094	-4. 365	0. 000
3	常数 Constant	2. 814	0. 321		8. 774	0. 000
	外界的地表长波辐射 PROFILECUR	-5. 047 × 10 ⁻³	0. 001	-0. 107	-4. 963	0. 000
	土壤水 SOILWATER	-0. 453	0. 101	-0. 164	-4. 488	0. 000
	稳定湿度 STEADYWET	1. 603 × 10 ⁻²	0. 007	0. 085	2. 372	0. 018

表 7 回归系数
Table 7 Regression Coefficients

	SHDI	ELEV	SLOPE	PROFILECUR	STEADYWET	SOILWATER	OUTSURRAD
SHDI	1. 000	0. 130	0. 097	0. 040	-0. 080	-0. 128	-0. 136
ELEV	0. 130	1. 000	0. 237	0. 076	-0. 287	-0. 343	-0. 943
SLOPE	0. 097	0. 237	1. 000	-0. 308	-0. 365	-0. 504	-0. 260
PROFILECUR	0. 040	0. 076	-0. 308	1. 000	-0. 113	-0. 021	-0. 098
STEADYWET	-0. 080	-0. 287	-0. 365	-0. 113	1. 000	0. 826	0. 285
SOILWATER	-0. 128	-0. 343	-0. 504	-0. 021	0. 826	1. 000	0. 327
OUTSURRAD	-0. 136	-0. 943	-0. 260	-0. 098	0. 285	0. 327	1. 000

由表 6 和表 7 得到 ,最终被引入回归方程的变量为 OUTSURRAD ,SOILWATER ,STEADYWATER ,经验证 ,所得比较好的模型为 :

SHDI = 2. 814 - 0. 453 SOILWATER + 0. 016 STEADYWATER - 0. 005 OUTSURRAD (1)

在回归模型 (1) 中 ,各自变量对多样性指标 (SHDI)的空间分布影响程度大小排序如下 :

土壤水 > 稳定湿度 > 外界地表的长波辐射
(0. 453) (0. 016) (0. 005)

根据各因子影响程度可知 ,由 WET 输出的因素土壤水 (SOILWATE)和稳定湿度 (STEADYWET)对景观多样性影响程度比较大 ,其次是 SRAD 输出的参数外来的地表长波辐射 (OURSURRAD) 。由于 WET 输出的因素是由地形因素和 SRAD 输出的因素而得到的。而 SRAD 输出的因素是由 TAPES-G 输出的地形因素而

得到的。因此说明 处于基础地位的 TAPE-G 输出的地形因子影响程度最小 ,其次是次一级的 SRAD 输出的影响因素 ,影响程度最大的是第 3 级的 WET 输出的影响因素。

土壤水的分布对景观类型的分布影响比较大 ,由于土壤水水分分布受地形特征以及决定的水文条件的影响。创造了景观类型及其地带性的差异 ,因而具有宏观上的地带性和微观上的局域性^[27]。合适的土壤持水能力以及其它和土壤水有关的变量对研究区域的景观结构以及动态变化起到重要的作用。

5 结论与讨论

本文运用了 GIS 技术以及景观结构分析软件 FRAGSTATS ,定量分析了兴隆山地区的景观结构 ,并且对研究区 1995 年到 2000 年的景观格局变化进行了分析研究 ,得出 :

(1) 1995 年到 2000 年期间 ,各类景观要素尽管发生了复杂的结构变化和相互转换 ,但整体景观仍然保持以草地、耕地为绝对优势。由于自然因素和人类进行有目的性的干扰活动 ,导致兴隆山地区水土流失 ,山地植被遭到破坏 ,随着山区人口增加 ,随意地扩大耕地 ,影响了生态系统的平衡 ,因此 ,对山地利用需要进行全面合理的规划。

(2) 从景观类型水平上 ,以 1995 年土地利用栅格图为基础 ,进行了景观指数的计算。结果显示 ,中覆盖度草地、低覆盖度草地、农村居民点、丘陵耕地斑块类型密度比较大 ,表明斑块类型破碎化程度较高。虽然黄土高原由于自然生态环境极为脆弱^[28] ,但随着社会经济的发展 ,人类活动也在不断的增加 ,导致生态环境问题日趋严重。

利用 TAPES-G ,SRAD 和 WET 3 个以栅格数据为基础的程序来计算一系列自然因素 地形参数、气候参数和湿度参数。利用 SPSS 统计软件 ,建立多样性指标 (SHDI)和自然因子的回归模型 ,最后选择最优模型。结果表明 ,在不考虑人为影响的条件下 ,由 WET 产生的土壤水含量 (SOILWATER) ,稳定湿度 (STEADYWET)对 SHDI 指标的空间分布影响最大。刘红玉^[27]等指出 ,景观格局变化与土壤水相关联 ,土壤湿度是决定性的地带性条件因此 ,土壤水分的空间分布对黄土高原丘陵区生态环境的研究非常重要。这种处理方法没有使用简单的地形参数 ,而是考虑地形对水热条件的再分配 ,研究了该地区不同位置上模拟产生的水热参数和景观指数之间的关联关系 ,分析了其内在机制 ,有助于对景观格局产生的原因有更深层次的理解。

References :

[1] Chen L D , Fu B J. Analysis of Impact of Human Activity on Landscape Structure in Yellow River Delta-A Case Study of Dong Ying Region. *Acta Ecologica Sinica* ,1996 ,16 (4) :337 - 344.

[2] Fu B J , Chen L D , Ma K M. The Principle and Application of Landscape Ecology. Beijing : Science Press ,2003. 202 - 204.

[3] Fu B J. The Spatial Pattern Analysis of Agricultural Landscape in the Loess Area. *Acta Ecologica Sinica* ,1995 ,15 (2) :113 - 120.

[4] Lopes L F G , Carmo J A D , Cortes R M V , *et al.* Hydrodynamics and water quality modeling in a regulated river segment : application on the instreamflow definition. *Ecological Modeling* ,2004 ,173 :197 - 218.

[5] Cullaj A , Hasko A , Miho A , *et al.* The quality of Albanian natural waters and the human impact. *Environment International* ,2005 ,31 :133 - 146.

[6] Bonacci O , Bonacci T. The Influence of Hydro electrical Development on the Flow Regime of the Karstic River Cetina. *Hydrological Process* ,2003 ,17 :1 - 16.

[7] Cheng H , Fei Y. Evaluation of the recreative Value of Forest resource evaluate in Xing long Mountains national Nature Protect Region. *Forest Science and Technology of Gansu* ,1997 ,4 :40 - 43.

[8] Li Z Q , Liu Q H , Song B J. Geomorphic Features and Types of Xing long Mountains. *Journal of Gansu Agriculture University* ,1990 ,9 (3) 303 - 312.

[9] Liu G , Song B J , Liu Q H. Soil Formation and Distribution of Natural Preservation Area in Xing long Mountains. *Journal of Gansu Agriculture University* ,1990 ,25 (4) :405 - 410.

[10] Forman R. T. Some general principles of landscape and regional ecology. *Landscape Ecology* ,1995 ,10 :133 - 142.

[11] Frohn Robert C. Remote sensing for landscape ecology. Library of Congress cataloging-in-Publication Data ,1998.

[12] Zhang Y H. The mastery SPSS. Beijing : Qinghua University Press ,2001.

[13] Mc Garigal K and Marks B J. FRAGSTATS : Spatial analysis program for quantifying landscape structure. Reference Manual. Forest Science Department ,Oregon state University ,Corvallis Oregon ,1994 ,3 :62. Append.

[14] O'Neill R V ,Krummel J R ,Gardner R. H ,*et al.* Indices of Landscape pattern. Landscape Ecology ,1988 ,1 :153 — 162.

[15] Roy H Y ,Mark C. Quantifying landscape structure :a review of landscape indices and their application to forested landscapes. Progress in Physical Geography ,1996 ,20 (4) :418 — 445.

[16] John C ,Gallant and John P. TAPES-G :A grid-based terrain analysis program for the environmental sciences :Computers & Geosciences ,1996 ,22 (7) 713 — 722.

[17] Wilson J P ,Gallant J C. SRAD :A program for estimating radiation and temperature in complex terrain :Computers & Geosciences ,1996.

[18] Gallant J C and Wilson J P. WET :A program for estimating soil water and evaporation in complex terrain :Computes & Geosciences ,1996.

[19] Zhang Q L ,MA J H ,Zhao C Y. The Change of Land Use and Its Progress in Lanzhou Based on GIS and RS. Journal of Arid Land Resources and Environment ,2005 ,19 (1) 96 — 100.

[20] Gan H ,Liu Y S ,Wang J. Analysis of Driving Factors of Land use Conversion in Interlocked Agro pasturing Area of North China. Journal of Soil and Water Conservation ,2004 ,18 (4) :113 — 116.

[21] Guo M ,Ma M G ,Xiao D N. Study on Landscape Fragmentation of Arid Region Oasis Based on Remote Sensing and GIS —— A Case Study of Jinta Oasis. China Desert ,2004 ,22 (2) 202 — 206.

[22] Bi X L ,Zhou R ,Liu L J ,*et al.* Gradient variations in landscape pattern along the Jinghe River and their driving force. Acta Ecologica Sinic ,2005 ,25 (5) :1041 — 1049.

[23] Gao Q. Landscape changes and human activities in three gorges reservoir area :the case of Yun Yang County. Acta Ecologica Sinic ,2005 ,25 (10) :2500 — 2508.

[24] Adams D E ,Anderson R C. Species response to a moisture gradient in central Illinois forest. American Journal of Botany ,1980 ,67 :381 ~ 392.

[25] Beven K J ,Moore I D. Terrain Analysis and Distributed Modeling in Hydrology ,New York :Johns Wiley & Sons ,1994. 7 — 34.

[26] Chen Z J ,Liu S Q ,Liao X Y. Optimum Adjustment on the Mountain Ecosystem in the TGP Area. Journalofmountain Science ,2003 ,21 (1) :85 ~ 89.

[27] Liu H Y ,Li Z F. Spatial gradients of wetland landscape and their influential factors in watershed. Acta Ecologica Sinica ,2006 ,26 (1) :213 — 221.

[28] Ma Y ,Shi Q D ,Pan X L. Analysis on the dynamic trends of landscape pattern in the arid regions in West China. Arid Land Geography ,2004 ,27 (4) :516 — 520.

参考文献：

[1] 陈利顶. 黄河三角洲地区人类活动对景观结构的影响分析. 生态学报 ,1996 ,16 (4) 337 ~ 344.

[2] 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, 2003. 202 ~ 204, 358.

[3] 傅伯杰. 黄土区农业景观空间格局分析. 生态学报 ,1995 ,15 (2) :113 ~ 120.

[7] 程弘, 费乙, 等. 兴隆山国家级自然保护区森林资源游憩价值评价. 甘肃林业科技 ,1997 ,4 :40 ~ 43.

[8] 李志强, 刘谦和, 宋宝健, 刘刚. 兴隆山地貌特征及地貌类型划分. 甘肃农业大学学报 ,1990 ,9 (3) 303 ~ 312.

[9] 刘刚, 宋宝健, 刘谦和, 等. 兴隆山自然保护区土壤的形成与分布. 甘肃农业大学学报 ,1990 ,12 (4) :405 ~ 410.

[12] 张宜华. 精通 SPSS. 北京: 清华大学出版社, 2001.

[19] 张秋玲, 马金辉, 赵传燕. 基于 GIS 和 RS 技术评价兰州市土地利用状况及变化过程. 干旱区资源与环境 ,2005 ,19 (1) 96 ~ 100.

[20] 甘红, 刘彦随, 王静, 吴佩林. 中国北方农牧交错区土地利用类型转换驱动因子分析. 水土保持学报 ,2004 ,18 (4) :114 ~ 116.

[21] 郭明, 马明国, 肖笃宁, 等. 基于遥感和 GIS 的干旱区绿洲景观破碎化分析——以金塔绿洲为例. 中国沙漠 ,2004 ,22 (2) :202 ~ 206.

[22] 毕晓丽, 周睿, 刘丽娟, 等. 泾河沿岸景观格局梯度变化及驱动力分析. 生态学报 ,2005 ,25 (5) :1041 ~ 1049

[23] 高群. 三峡库区景观格局变化及其影响因素——以重庆市云阳县为例. 生态学报 ,2005 ,25 (10) :2500 ~ 2508.

[26] 陈治谏, 刘邵权, 廖晓勇. 三峡库区山地生态系统优化调控. 山地学报 ,2003 ,21 (1) :85 ~ 89.

[27] 刘红玉, 李兆富. 流域湿地景观空间梯度格局及其影响因素分析. 生态学报 ,2006 ,26 (1) :213 ~ 221.

[28] 马媛, 师庆东, 潘晓玲. 西部干旱区生态景观格局动态分析. 干旱区地理 ,2004 ,27 (4) :516 ~ 520.

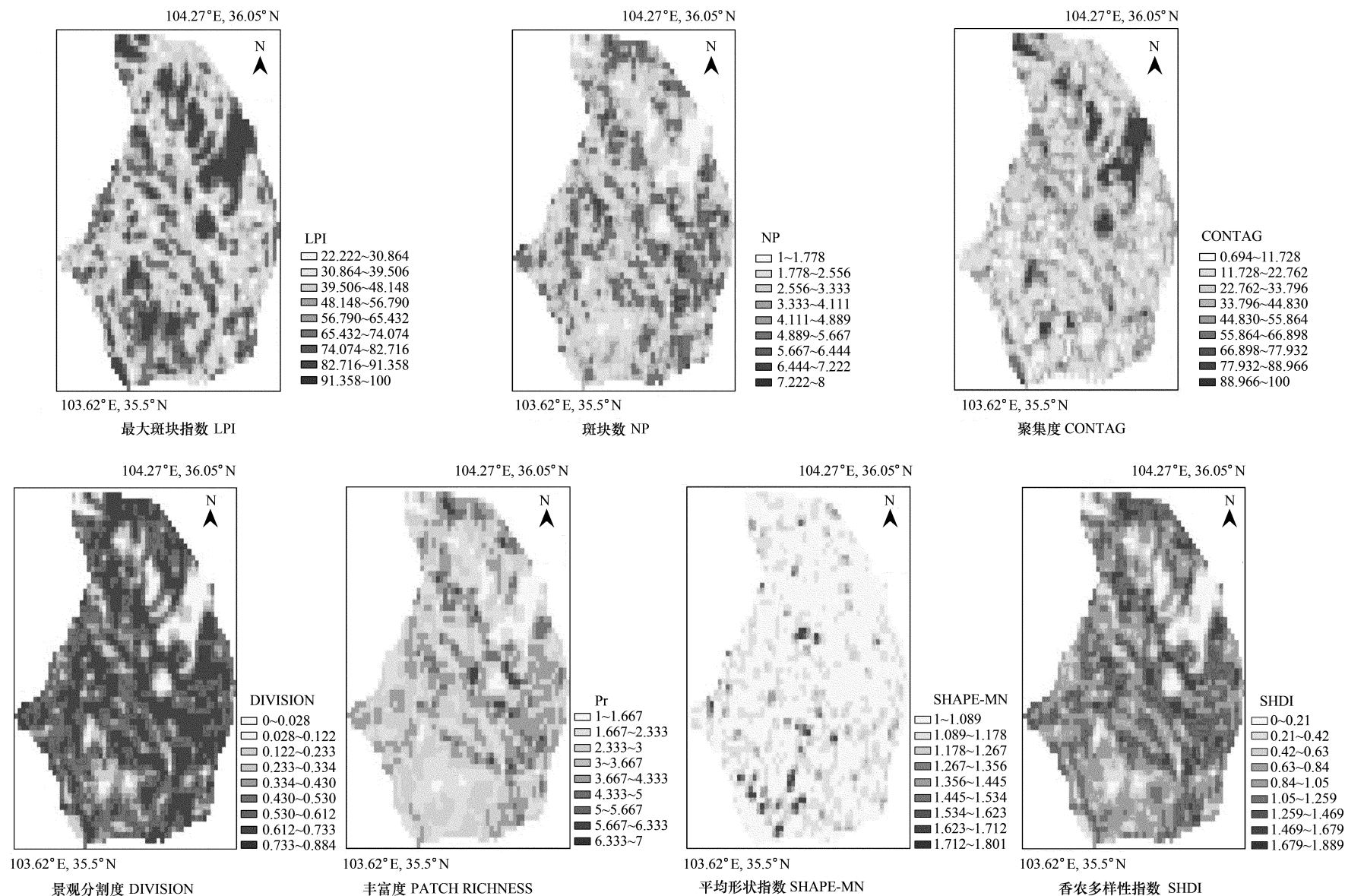


图2 景观指标分布

Fig. 2 Attached figure : Landscape matrix distribution in the study area