

基于 GIS 的植被空间格局特征与 地形因子的相关关系 ——以陕西省耀县为例

焦超卫¹, 赵牡丹¹, 汤国安², 刘学军², 李晓印³

(1. 西北大学 城市与资源学系, 陕西 西安 710069; 2. 南京师范大学 地理科学学院,
江苏 南京 210097; 3. 济南大学, 山东 济南 250000)

摘要: 以陕西省耀县为例, 通过 GIS 空间分析方法, 分析了耀县植被空间分布格局与地形因子(高程、坡度和坡向)的关系, 研究了植被指数随地形的变化趋势。研究结果表明, 植被空间分布与地形因子关系密切, 并呈现一定的规律性。

关键词: GIS; 植被; 高程; 坡度; 坡向; 空间格局

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2005)06-0019-05

中图分类号: Q948.114

Relationship Between Vegetation Spatial Pattern and Terrain Using GIS Techniques —A Case Study in Yaoxian County of Shaanxi Province

JIAO Chao-wei¹, ZHAO Mu-dan¹, TANG Guo-an², LIU Xue-jun², LI Xiao-yin³

(1. Department of Urban and Resource Science, Northwest University,
Xi'an 710069, Shaanxi Province, China; 2. Nanjing Normal University, Nanjing
210097, Jiangsu Province, China; 3. Ji'nan University, Jinan 250000, Shandong Province, China)

Abstract: The relationships between the spatial pattern of vegetation in Yaoxian County and the terrain factors such as altitude, slope, and aspect were analyzed using GIS. Yaoxian County was divided into several districts according to its topographical state. The spatial pattern of vegetation was analyzed according to these terrain parameters and changes in vegetation index. The result showed that vegetation spatial pattern had a close relationship with terrain parameters.

Keywords: GIS; vegetation; altitude; slope; aspect; spatial distribution pattern

植被是环境的一面镜子, 具有调节气候, 改善环境、涵养水源等作用, 同时也是形成区域小气候的主要决定因素, 其空间分布受自然、社会、人文等因素的影响。

地形因子如高程、坡度、坡向等不但是描述地貌形态的基本参数, 也是决定植被空间分布的主要因素, 影响着植被的垂直分布和多样性分布。因此长期以来, 通过地形因子差异来研究植被的空间分布规律, 了解各种因素对植被的影响成为自然地理、生态学等领域的重点研究方向之一。

本研究以数字高程模型(digital elevation model, DEM)和植被分布图为基础数据, 利用地理信息系统(geographical information system, GIS)空间分析方法, 着重分析陕西省耀县的植被空间分布与地形因子的关系, 并试图揭示植被垂直分布和多样性的地形背

景。研究结论对于目前该地区正在进行的山川秀美工程建设和退耕还林工程具有重要的指导意义。

1 实验数据与研究方案

耀县位于陕西省铜川市西南, 介于北纬 34°50'—35°20', 东经 108°34'—109°06' 之间, 西北高, 东南低, 地貌类型呈规律性分布, 地貌上属陕北黄土高原南缘, 不仅有塬、梁、峁等地形, 还出现了丘陵地^[6], 是一个地貌类型复杂, 特征明显的区域(图 1)。

1.1 实验数据

本研究采用的资料数据主要包括:(1) 1:5 万耀县 DEM;(2) 1:5 万耀县植被图;(3) 1:5 万耀县地形图。本研究采用 1:5 万 DEM, 其分辨率为 25 m, 通过图幅拼接, 用耀县植被图进行切割而得到耀县完整的 DEM 数据。

收稿日期: 2005-03-16

资助项目: 国家自然科学基金(40301027)“基于 DEM 的区域水土流失地形因子研究”; 陕西省自然科学基金(2003D02)“基于 DEM 的黄土高原水土流失地形因子研究”

作者简介: 焦超卫(1981—), 男(汉族), 陕西周至人, 硕士, 研究方向为地理信息系统。电话(029)88307193, E-mail:jiaochaowei@tom.com。

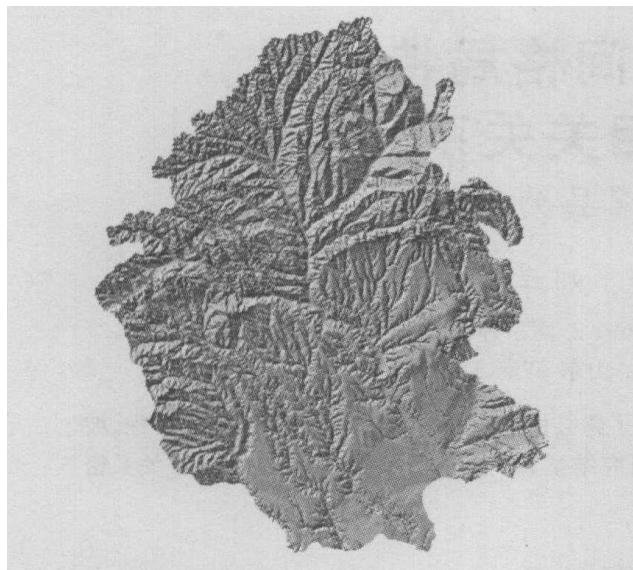


图 1 耀县晕渲图

本研究所用的陕西省耀县植被图为我国著名植被专家雷明德教授于 1983 年带领耀县植物和植被调查组历经近 2 a 时间,通过预察、选点及全面普查等阶段,行程 2 176 km 后填图而成,该植被图内容全面、精度高,虽然时间久远,但考虑到本次着重研究的植被空间格局与地形因子的相关关系不会随时间的变化而发生较大改变,因此,采用其作为主要植被数据(图 2)。

数字植被图是在 Geoscan 软件下对耀县植被图进行数字化,然后通过 Arc/ Info 进行数据处理得到的,并在 Arc/ Info 中建立植被属性数据库。耀县植被图的植被分为 10 个大类(表 1)。本文统计图及统计表中所涉及的一、二等均指表 1 中所指代的植被类型。

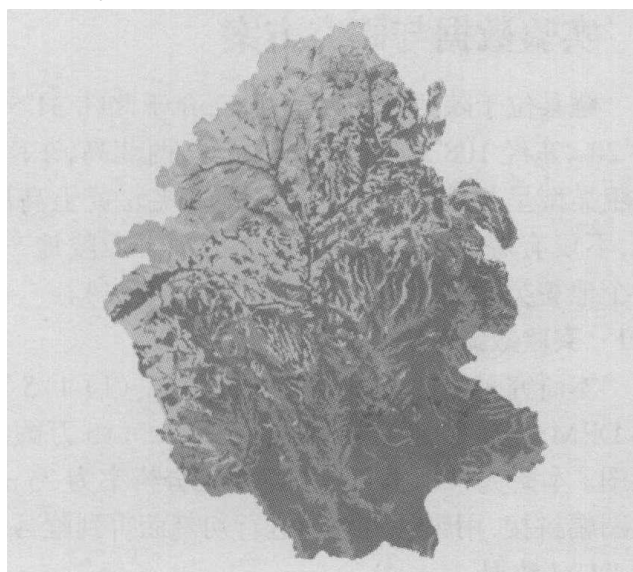


图 2 耀县植被图

表 1 耀县植被分类对照

类型代码	植被类型
一	常绿针叶林
二	常绿针叶落叶阔叶混交林
三	落叶阔叶林
四	落叶阔叶灌丛
五	落叶(夏绿)灌草丛
六	典型草甸
七	人工林
八	农田
九	菜地
十	果园

1.2 技术路线

用 Arc/ View 将耀县 DEM 划为 543 ~ 737. 331 m, 737. 331 ~ 931. 661 m, 931. 661 ~ 1 125. 99 m, 1 125. 992 ~ 1 320. 322 m, 1 320. 322 ~ 1 514. 653 m, 1 514. 653 ~ 1 708. 983 m 共计 6 个高程带; 0° ~ 15°, 15° ~ 25°, 25° ~ 45°, 45° ~ 60°, 60° ~ 90° 共 5 个坡度带; 以 90° ~ 270° 为阳坡, 以 0° ~ 90°, 270° ~ 360° 为阴坡, 将其划分为阴坡和阳坡 2 个坡向带; 分别提取各分区对应的植被图, 建立各分区属性数据库, 包括斑块面积、斑块周长、斑块伸长指数、斑块形状指数、斑块分维数等。然后, 将属性表以 dbf 文件导出并转入 EXCEL 中统计分析。按植被分类系统将二级分类归入一级系统中, 统计出各种植被指数, 包括各区每类植被的斑块面积总和、总面积、多样性指数、均匀度、种数、斑块密度、斑块面积变异系数、每一类型斑块平均面积、平均伸长指数、平均形状指数、平均分维数、斑块数等。进而研究各指数随各因子变化的规律, 并对各类指数进行横向比较。本研究所应用到的植被指数的计算方法及含义如表 2 所示。

2 实验结果与分析

2.1 植被空间格局垂直分布特征

图 3 为耀县植被随海拔变化直方图。图 4 为各种植被在不同的高程带的分布情况对比图。为了将 10 种植物的变化情况反映在同一个坐标系中, 特将典型草甸的面积乘以系数 100, 人工林、菜地和果园的面积分别乘以系数 10, 下同。

常绿针叶林的面积从第一到第四分带的面积逐渐上升, 而从第四分带开始, 其面积逐渐下降。常绿针叶林主要分布于海拔 1 100 ~ 1 400 m 之间, 因为该地区属于低山地区, 年平均气温在 8 ~ 14 之间, 且耀县海拔位于 1 100 ~ 1 400 m 之间的面积较大。

表 2 植被指数定义与含义

名称	定义	意义
斑块形状指数	$P / [2 * (3.1415927 * A)^{1/2}]$	测定斑块的规则程度
斑块伸长指数	$P / A^{1/2}$	测定斑块的伸长状况
斑块分维数	$2 * \ln P / \ln A$	测定斑块的复杂程度
多样性指数	$-\sum_{i=1}^m P_i * \ln P_i$	景观斑块丰富程度和均匀程度的综合反映
均匀度	$H / \ln M$	指景观类型多度的均匀程度
斑块面积变异系数	$PSSD / (MPS * 100)$	反映植被斑块的破碎程度

注: P 为斑块周长; A 为斑块面积; P_i 为景观类型 i 面积所占该区域面积的比例; M 为景观类型数目; H 为多样性指数; PSSD 为斑块面积标准差; MPS 为平均斑块面积

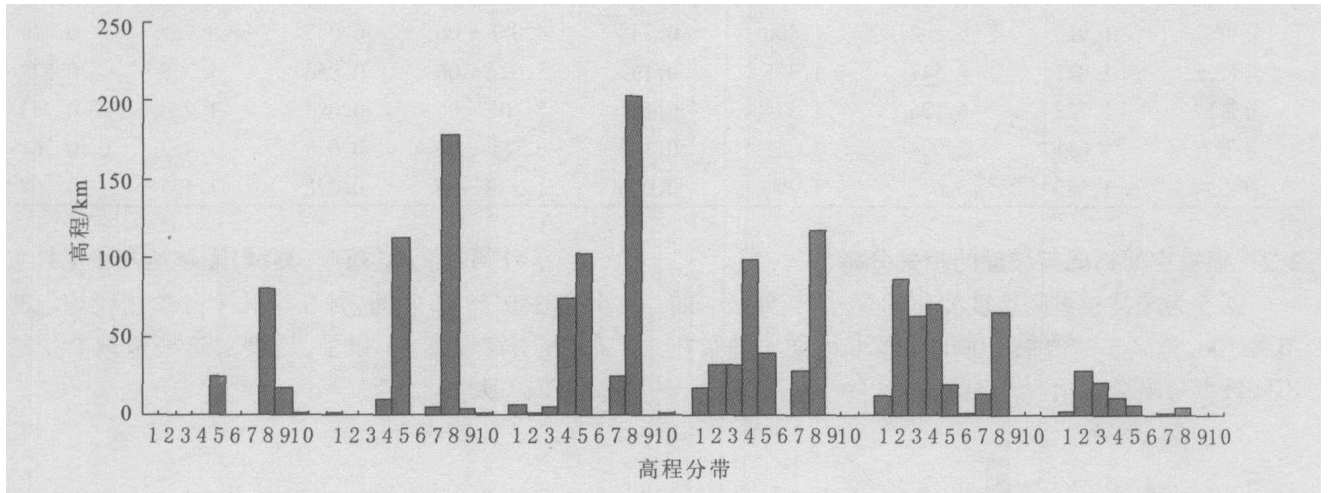


图 3 耀县植被随海拔变化直方图(一,二等代表植被类型,下同)

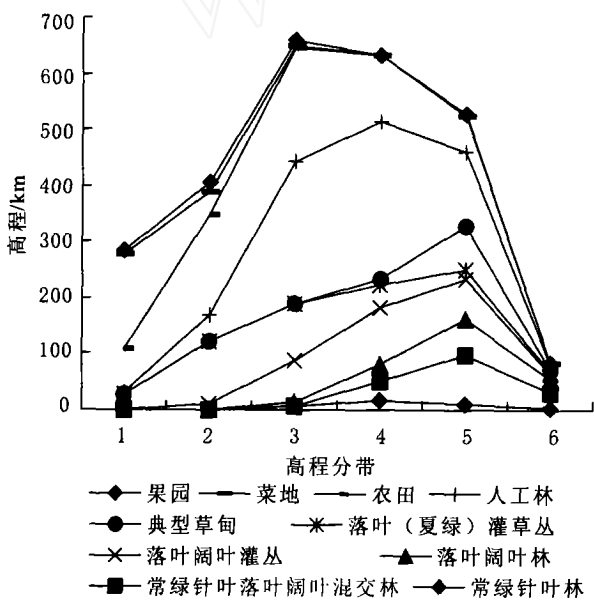


图 4 不同区间植被分布情况对比图

常绿针叶落叶阔叶混交林和落叶阔叶林在前 2 个分带基本没有分布,首先,由于前 2 个区域的农田占据了大量的面积,其次,也是由于地势较低等原因造成的。从第三分带开始,其分布面积逐级增加。随着海拔增加,常绿针叶落叶阔叶混交林和落叶阔叶林呈现出一种逐级增加的趋势。

落叶阔叶灌丛主要分布在海拔 1 125. 992 ~ 1 514. 653 m,在各分带的面积分布相对较少,其面积有随高程增加先增加后减少的趋势。落叶(夏绿)灌草丛在该县的分布情况基本与落叶阔叶灌丛的情况相类似,也是主要分布在海拔 1 125. 992 ~ 1 514. 653 m 之间,通过直方图的量化表达,可以看出,两者的折线图走势基本相同。

典型草甸除了在第五分带有所分布外,在其它分带几乎没有,这说明,草甸适宜于海拔 1 300—1 500 m 的生存环境。它们主要分布于北部比较平缓的地方,面积很小。

人工林主要分布于第三,四,五这 3 个分带,在海拔较为平缓的地方,由于大部分面积适合进行耕作,因此,人工林的种植面积相对较少。随着海拔的增高,适宜耕作的面积也越来越少,因此,人工林的面积慢慢增加。随着海拔的增加,给人工造林也带来了众多的不便,因此,在海拔较高的地区,人工林的面积较少。农田的分布较为均匀,主要分布于低海拔的二、三分带。菜地主要分布于第一分带,并且其分布有随着海拔高度的增加逐渐递减的趋势,主要因为耀县县城位于海拔较低的南部较平缓的区域,人口较为集中,比较适合种植经济作物。

果园的分布也是主要分布在海拔较低的前 3 个分带,主要因为果园为人工培育,这 3 个分带人口密度较大,且气候等自然条件适于果树生长。

通过表 3 可看出,随着海拔的增加,平均斑块形状指数、平均斑块伸长指数、斑块分维数、平均斑块面积、斑块面积变异系数基本上都是呈递减趋势变化

的,这说明随着海拔的增加斑块的形状指数越接近于 1,形状越接近于圆,斑块的复杂程度越来越低;斑块的密度基本是越来越大,也就是说,随着海拔的增加,斑块的数目越来越多。通过景观多样性指数可发现,景观类型是越来越多了;均匀度基本上是呈增大的趋势,说明在这 6 个区间中均匀程度是越来越高了。

表 3 不同分带内各植被指数一览表

分区	平均斑块形状指数	平均斑块伸长指数	平均斑块分维数	平均斑块面积/km ²	斑块密度	斑块面积变异系数	景观多样性指数	均匀度
分带一	1.860	6.594	1.409	0.309	3.24E-06	0.046	0.938	0.407
分带二	1.919	6.802	1.400	0.248	4.03E-06	0.055	0.965	0.419
分带三	1.847	6.547	1.385	0.199	5.02E-06	0.053	1.328	0.577
分带四	1.728	6.126	1.374	0.141	7.10E-06	0.023	1.733	0.753
分带五	1.691	5.994	1.362	0.147	6.78E-06	0.018	1.753	0.761
分带六	1.583	5.612	1.390	0.075	1.34E-05	0.022	1.537	0.667

2.2 植被空间格局与坡度的相关分析

图 5 为耀县植被随坡度变化的直方图(分区 4 的值乘 100,分区 5 的值乘 1000)。图 6 为同一植被在不同坡度分带分布情况对比图。

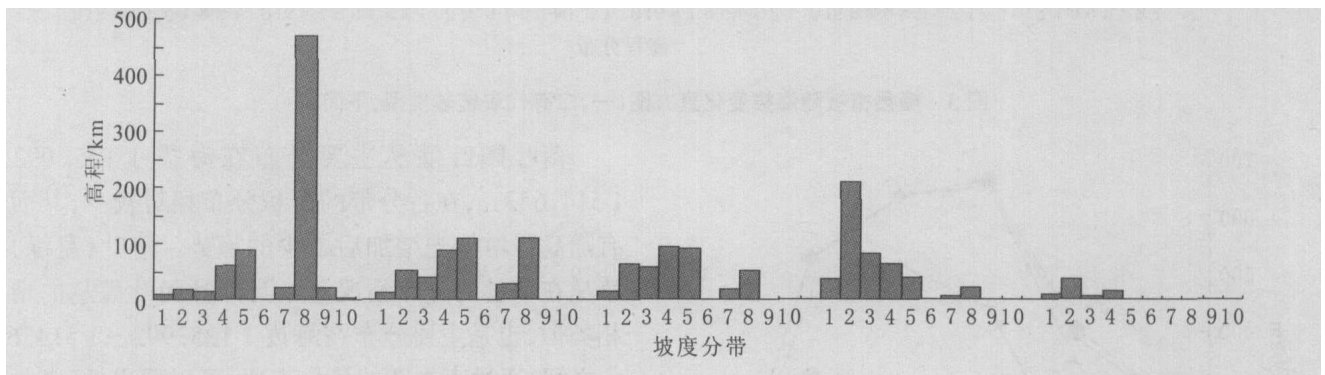


图 5 植被随坡度变化直方图

常绿针叶落叶阔叶混交林、落叶阔叶林及典型草甸则主要分布在 15°~45° 坡度之间,在 15° 以下及 45° 以上的区域则很少分布,表明这 3 种植被类型比较适宜于在 15°~45° 坡度上生长。

农田、菜地及果园三者的分布极其相似,都有随坡度的增加逐渐下降的趋势,特别是菜地,在 15° 以上的区域基本消失。从以上数据可以看出在 25° 以上坡度范围内,农田仍有一定数量的分布,按照退耕还林的要求,大于 25° 的坡度上的耕地必须退耕,以保护环境,防止水土流失。

根据表 4 数据,可以看出多样性指数和均匀度在 15°~60° 之间的数值较大,而在 15° 以下及 60° 以上的区域较小,说明景观多样性在 15°~60° 之间的较大,斑块比较均匀;平均斑块面积及平均斑块周长随坡度增加基本呈下降趋势;斑块数在前 3 个区域较多,而

落叶阔叶灌丛、落叶(夏绿)灌草丛及人工林主要分布在 0°~45° 之间,且在这几个分带比较均匀的分布,表明在坡度 45° 以下,坡度对这些植被类型的分布影响不大。

在后 2 个区域很少,一个很重要的原因是分布在 45° 坡以上的面积较少,斑块密度在 25°~45° 之间最大。

表 4 不同坡度带内其它植被指数一览表

坡度分带	多样性指数	均匀度	平均斑	平均斑	斑块数	斑块密度
			块面积/km ²	块周长/km		
0°~15°	1.213	0.053	0.223	4.849	3188	4.48E-06
15°~25°	1.784	0.775	0.134	6.881	3280	7.46E-06
25°~45°	1.806	0.785	0.125	5.193	3135	7.97E-06
45°~60°	1.560	0.677	0.007	0.673	621	1.34E-04
60°~90°	1.152	0.500	0.007	0.579	9	1.34E-04

2.3 植被空间格局与坡向的相关分析

图 7 为植被随坡向变化直方图(不含平地部分面积)。对于常绿针叶林、常绿针叶落叶阔叶混交林、落叶阔叶混交林、落叶(夏绿)灌草丛、人工林、菜地及果园来

说,它们在 2 个坡向上的分布面积相当,说明坡向对其的影响不大。通过对比,可以很明显地看出,随坡向变化最大的是落叶阔叶灌丛、农田和典型草甸,落叶阔叶灌丛在阳坡和阴坡的分布面积分别为 476.021 km² 和 178.701 km²,而农田在阳坡和阴坡的分布面积分别为 216.502 km² 和 91.573 km²,典型草甸在阳坡的分布面积几乎是阴坡分布面积的 4 倍,这说明落叶阔叶灌丛、典型草甸和农田的分布受坡向的影响很大,坡向不同,温度、光照等一系列因子不同,这样,必然给植被的生长带来很大影响。

阳坡的平均斑块面积几乎是阴坡平均斑块面积的 2 倍,说明阳坡的斑块面积较大,而多样性指数两者相当,说明 2 个坡向的植被类型种类基本相同,均匀度两者也是相似的,斑块密度中,阴坡值是阳坡值的 2 倍之多,说明阴坡斑块较破碎,阳坡较完整,与平均斑块面积成反比。表 5 这些数据说明,由于气温、

光照等条件不同,导致了植被在阴坡和阳坡的分布情况表现出较大的差异,不但是在植被种类上存在着差异,更表现在植被本身的性质上。

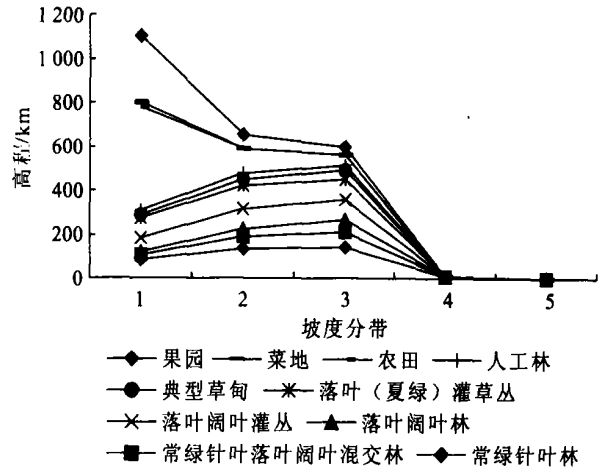


图 6 植被在不同坡度区间分布图

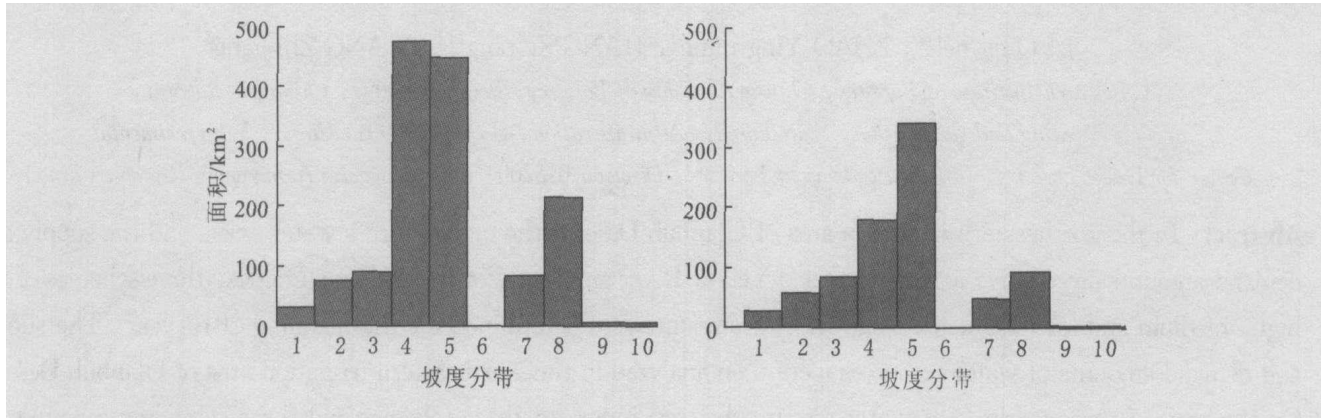


图 7 植被分布随坡向变化直方图

表 5 阴阳坡不同指数一览表

坡向	平均斑块面积/km ²	多样性指数	均匀度	斑块密度
阳坡	0.481	1.640	0.712	2.0814E-06
阴坡	0.218	1.778	0.772	4.5795E-06

3 结论

本研究采用 GIS 方法研究植被空间格局特征及与地形因子之间的相互关系,主要选取了海拔、坡度、坡向 3 个因子来研究。结果表明,由于海拔、坡度、坡向的变化,导致了温度、水分、光照等条件的变化,引起植被空间格局分布随海拔、坡度、坡向的变化呈现出一定的规律性。总结这些规律,不仅对耀县的生态环境建设有着重要的意义,而且,对整个黄土高原地区的退耕还林建设也有着非同寻常的意义,利用该结

果可以指导该县或与该县环境相似的地区进行生态环境建设,在实践中有着广泛的应用价值。

[参 考 文 献]

[1] 刘灿然,陈灵芝.北京地区植被景观中斑块形状的数量分析[J].生态学报,2000,20(4):559—567.
 [2] 刘灿然,陈灵芝.北京地区植被景观斑块形状的分形分析[J].植物生态学报,2000,24(2):129—134.
 [3] 刘灿然,陈灵芝.北京地区植被景观中斑块大小的分布特征[J].植物学报,1999,41(2):199—205.
 [4] 钱乐祥,等.福建森林植被景观空间格局分异研究[J].热带地理,1997,17(4):397—404.
 [5] 张金屯,邱扬,郑风英.景观格局的数量研究方法[J].山地学报,2000,18(4):346—352.
 [6] 陕西省耀县农业资源调查和农业区划报告集[J].耀县农业区划委员会办公室,1995.