

# 县域土地利用的地形特征分析

## ——以陕西省户县为例

马廷刚, 秦占飞, 常庆瑞\*, 谢宝妮, 郝雅璐

(西北农林科技大学资源与环境学院, 陕西 杨凌 712100)

**摘要:** 基于 GIS 技术, 利用地形位指数和土地利用程度综合指数, 探讨了陕西省户县土地利用格局的空间分布, 并分析了该区地形梯度上的土地利用程度。结果表明: 户县耕地、园地和建设用地在 1~6 地形位上的优势明显, 而林地和草地的分布指数则随着地形位的升高而增大; 根据地形梯度上土地利用程度的定量表达, 将研究区地形位划分为 3 个区段: 1~6、7~20 和 21~25, 其面积分别占研究区面积的 43.44%、50.39% 和 6.17%。地形位指数可以综合地反映地形条件在空间分布上的差异信息; 分布指数用于描述某种组分的实际分布与标准分布的差异, 可以排除面积的干扰, 为各种比较分析创造了条件, 在此基础上对进一步合理利用户县土地资源提出了相应建议和措施。

**关键词:** 土地利用; 地形位指数; 分布指数; 土地利用程度综合指数

**中图分类号:** F301.24 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2011)06-0191-04

土地利用是自然和人类活动共同交互的结果<sup>[1]</sup>。坡度和海拔等地形因子与土地利用空间格局有着密切的关系, 国内外很多学者普遍认为地形因子与其它自然、人为因素一起影响土地利用的变化<sup>[2~6]</sup>。土地利用程度的定量表达有助于揭示区域土地利用的功能特征, 土地利用程度综合指数已成功地运用于土地利用分异研究<sup>[5, 7~9]</sup>。陈利顶<sup>[10]</sup>等提出土地利用随地形梯度位的变化在一定程度上反映了所处的地形条件和土地利用类型在空间上扩展的难易程度。本文基于 GIS 技术构建了户县精确的数字高程模型(DEM), 结合高程和坡度组合而成的地形位指数, 通过土地利用空间格局的研究, 从宏观角度了解土地利用的景观组分的空间分布特征。可以更加清楚地掌握地形因子对土地利用类型分布的影响规律<sup>[11~13]</sup>, 为区域土地资源合理利用提供基础性信息和决策依据。

## 1 研究区概况

研究区选择地处关中平原腹地的陕西省户县, 该县位于东经 108°21'58"~108°46'06", 北纬 33°45'51"~34°15'56"。南部为秦岭山地, 北部为渭河阶地, 中部为黄土高原、洪积扇及扇缘洼地。地势南高北低, 差别很大, 北部渭河河谷最低点海拔 388 m, 山基海拔 680 m, 山区最高海拔 3 015.1 m, 相对高差

2 627 m。县境南北长 55.48 km, 东西宽 37.68 km。全县土地总面积 1 280 km<sup>2</sup>(统计数据), 县辖 16 个乡镇)、515 个行政村。县境内有 36 条大小河流, 均源出秦岭山地, 在北麓出山后汇成涝河、甘河、太平河、高冠河四大水系, 分布全县。户县属暖温带半湿润大陆性季风气候区, 四季冷暖干湿分明, 年平均气温 13℃, 降水量 879 mm, 全年无霜期 219 d, 自然旅游资源丰富, 平原地区土壤肥沃。

## 2 数据来源及研究方法

### 2.1 数据来源及其处理

本研究数据包括研究区 2009 年 1:5 万土地利用现状图、1:5 万地形图。为了分析研究方便, 研究所用土地分类按照能适应研究目的的原则进行归并, 最终合并划分为: 耕地、园地、林地、草地、水域、未利用地和建设用地(见图 1)。

首先, 将研究区图件进行扫描、校正处理, 在 ArcGIS 软件支持下对扫描后的图件进行屏幕跟踪数字化, 生成拓扑关系完整的矢量图; 然后, 用矢量化的等高线图建立不规则三角网(TIN)模型, 经过网格化处理得到栅格大小为 25 m×25 m 的 DEM 模型(GRID 格式), 从中提取高程和坡度信息, 利用 ArcGIS 建模将二者组合形成地形位指数模型; 最后, 将坡度、高程和地形位指数图分别与土地利用类型

收稿日期: 2011-04-11

基金项目: 国家自然科学基金项目(30872073)

作者简介: 马廷刚(1983-), 男, 山东济南人, 硕士研究生, 主要从事土地资源与空间信息技术方面的研究。E-mail: mtg@nwsuaf.edu.cn。

\* 通讯作者: 常庆瑞(1959-), 男, 陕西西洲人, 教授, 博导, 主要从事资源环境与 3S 技术研究。E-mail: chqr@nwsuaf.edu.cn。

图进行叠加分析,通过属性查询,得到不同地形位指数上各种土地利用类型的分布信息,统计计算出各土地利用类型的面积。研究区各土地利用类型的面积见表 1。

## 2.2 研究方法

2.2.1 地形位指数 地形因素是土地利用空间格局的重要影响因子之一,因此土地利用结构及其变化往往在地形梯度上表现出一定的分布规律。地形位指数能综合描述最主要的地形因子——高程和坡度属性,并且可定量分析土地利用与地形梯度之间的关系<sup>[6]</sup>,本研究用地形位指数来度量地形梯度。地形位的计算公式如下:

$$T = \lg[(E/E + 1) \times (S/S + 1)] \quad (1)$$

式中,  $T$  为地形位指数;  $E$  及  $E$  分别为空间任一点的高程值和区域平均高程值;  $S$  及  $S$  分别为空间任一点的坡度值和区域平均坡度值。

2.2.2 分布指数 利用地形位指数对地形差异进行重新描述后,地形条件对土地利用空间分布的影响被简化为对地形位梯度上土地利用类型出现频率问题的探讨。为了消除不同地形位区段的面积差异和不同利用类型的面积比重差异,本文用分布指

数<sup>[14]</sup> 来描述各土地利用类型在地形位梯度上的分布情况。其计算公式如下:

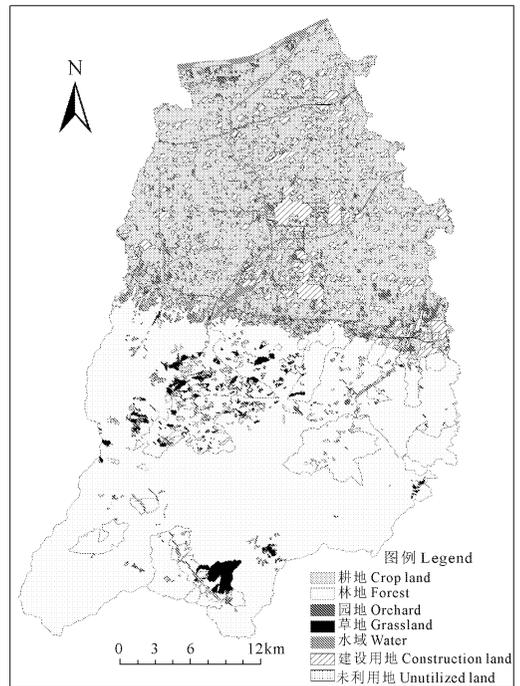


图 1 户县 2009 年土地利用图

Fig. 1 Land use types of Huxian County in 2009

表 1 研究区各土地利用类型面积统计 ( $\text{km}^2$ )

Table 1 Area of land use types of the study area

土地利用类型 Land use type	建设用地 Construction land	未利用地 Unutilized land	水域 Water	草地 Grassland	园地 Orchard	耕地 Crop land	林地 Forest
面积 Area	117.19	4.47	14.62	19.47	17.41	412.24	695.23
占总面积比例 Ratio of area	9.15	0.35	1.14	1.52	1.36	32.19	54.29

$$P = (S_{ie}/S_i)/(S_e/S) \quad (2)$$

式中,  $P$  为分布指数;  $S_{ie}$  为第  $e$  种地形位下第  $i$  种土地利用类型的面积 ( $\text{km}^2$ );  $S_i$  为整个研究区第  $i$  种土地利用类型的总面积 ( $\text{km}^2$ );  $S_e$  为整个研究区第  $e$  种地形位的总面积;  $S$  为研究区总面积 ( $\text{km}^2$ )。

某种土地利用类型的地形分布优势指数对于其在地形上的空间分布有着指示意义:如果  $P$  值大于 1,表示第  $i$  种地类在第  $e$  级地形上的分布水平高于该地类在区域中的平均分布水平,即其在第  $e$  级地形上的分布属于优势分布,  $P$  值越大,优势度越高,该级别地形适宜该类土地发育和分布的程度越大。反之,如果  $P$  值小于 1,则说明第  $i$  种地类在第  $e$  级地形上的分布低于区域平均分布水平,属于劣势分布,说明该地形级别不适宜该类地类分布或者发育,当分布指数  $P = 1$  时,表示某地类在某地形位上的比重与研究区内该地类的比重相等。

2.2.3 土地利用程度综合指数 除了从空间形态

上分析土地利用外,还可以从土地利用程度综合考虑其利用程度,在研究中引入了土地利用程度综合指数,其计算公式如下:

$$La = 100 \times \sum_{i=1}^n A_i \times C_i \quad (3)$$

其中,  $La$  = 土地利用程度综合指数;  $A$  = 第  $i$  类土地利用程度分级指数;  $C$  = 第  $i$  类土地利用的面积百分比。

## 3 结果与分析

### 3.1 不同高程带土地利用结构特征

由表 2 分析得知,草地、林地主要分布于高程 600 m 以上的区域,总体分布特征表现为随海拔上升,分布面积逐渐增加,并具有一定的线性关系,二者面积之和所占比例达 97.85%,远远超出其它土地利用类型。这是因为随着高程的增加,土地开垦利用的难度加大,导致该区域草地、林地面积的增

加。建设用地的分布状况呈相反趋势,随着海拔的增加,其分布面积逐渐减少。园地和耕地主要分布在高程低于 600 m 的地区,高于 600 m 区域内仅

6.9%。这主要是由于在长期的土地利用过程中,山区农村居民地周围形成了人工梯田,用于种植果树和一些粮食作物。

表 2 研究区不同高程带上各土地利用类型的面积(km<sup>2</sup>)

Table 2 Area of land use types in different elevation zone of the study area

高程(m) Elevation	建设用地 Construction land	未利用地 Unutilized land	水域 Water	草地 Grassland	园地 Orchard	耕地 Crop land	林地 Forest
[390, 400]	15.89	0	5.90	0	2.15	78.03	0.83
[400, 410]	24.47	0	0.87	0	0.92	87.33	0.30
[410, 450]	51.96	1.90	2.60	0	6.75	176.34	0.42
[450, 600]	22.95	2.00	3.78	0.06	6.03	60.53	6.61
[600, 1000]	1.32	0.13	0.74	1.66	0.36	6.17	83.49
[1000, 3000]	0.60	0.44	0.73	17.75	1.20	3.84	603.58

### 3.2 不同坡度土地利用结构的特征

分析表 3 数据可知,耕地主要分布在 0~6°之间的坡度范围内,占整个耕地面积的 96.7%,在更陡的坡地中只有零星耕地分布。林地主要分布在南部坡度大于 25°的秦岭山地,在 6°~25°的土地上明显

减少,6°以下的地区只有零星分布。草地的分布与林地相似,分布面积随坡度的增加而增加,坡度大于 25°的草地面积占草地总面积的 82.5%。建设用地绝大部分处于 0~2°的坡度范围内,随着地面坡度的增加,分布面积急剧减少。

表 3 研究区不同坡度带上各土地利用类型的面积(km<sup>2</sup>)

Table 3 Area of land use types in different slope-zone of the study area

坡度 Slope(°)	建设用地 Construction land	未利用地 Unutilized land	水域 Water	草地 Grassland	园地 Orchard	耕地 Crop land	林地 Forest
0°~2°	108.49	3.71	12.23	0.13	13.73	385.61	5.54
2°~6°	5.54	0.19	0.77	0.13	1.92	13.05	5.29
6°~15°	1.14	0.01	0.19	0.62	0.41	3.74	23.54
15°~25°	0.67	0.06	0.22	2.52	0.45	4.49	80.74
>25°	1.34	0.51	1.21	16.07	0.91	5.35	580.14

### 3.3 不同地形梯度土地利用结构的分布特征

将所研究县域内的地形位指数(0.133~1.146)等分为 25 个级别,分别计算耕地、林地、园地、草地、建设用地和水域在这 25 个级别上的分布指数(见图 2),其中,将  $P>1$ (即  $y>1$ )的地形位区间设定为优势地形位区间。

(1) 耕地总体适宜在 1~6 地形位上,也就是分布在地形位指数小于 0.24 的区域。耕地面积在各坡度带和高程带上的降幅明显(表 2、表 3),分布指数消除了县域耕地面积变化带来的差异,说明在各地形位上耕地的降幅基本一致。(2) 园地的适宜地形位同样为 1~6,但在地形位 3 时出现明显的拐点,在 3~6 地形位区间,随着地形位的增加分布指数急剧降低。(3) 林地的分布指数随着地形位的升高而增大,林地的分布与以上两种土地利用类型在地形位梯度上的分布正好相反,分布于地形位梯度较高的地区。(4) 建设用地的优势地形位为 1~5,

建设用地的分布指数整体上随着地形位的升高而下降。(5) 草地在 11~21 个地形位梯度范围内,属于优势分布,在其它地形位则由于各种因素的影响,分布有所减少。(6) 水域分布严格受地形位制约,地形位 3 处的波峰正好说明了这一点,其优势地形位体现了河流和水库的分布情况。(7) 未利用土地集中分布于河流两侧,且大部分为裸岩石砾地,所以地形位为 2 处的波峰集中体现了这一特点,且 22~25 地形位区域,其它未利用土地出现第二个波峰,说明高地形位区域的开发难度较大。

### 3.4 不同地形梯度土地利用程度的定量分析

研究区土地利用程度综合指数(La)(见图 3)随着地形位的增加而逐渐下降,其地学意义在于随着地形位指数的增加,坡度增大、热量减少,耕作经营困难,造成土地资源的可利用程度下降,由图可以看出,在地形位指数为 4 的时候,土地利用综合指数出现了跳跃下降,且 0~4 地形位处的 La 值显著高于

其它地形位,表明该地形位区域的土地利用综合程度较高。

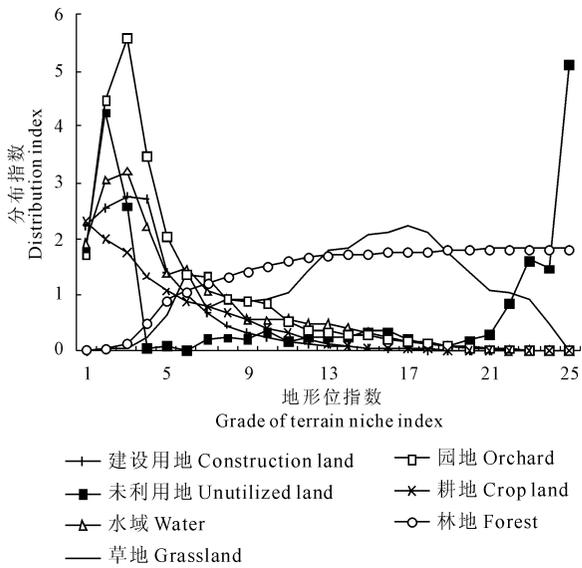


图 2 不同土地利用类型与地形位梯度的分布关系

Fig. 2 Distributions of different land use types on the topographic index gradient

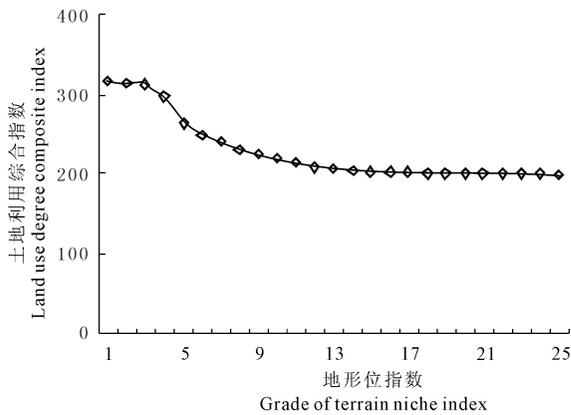


图 3 研究区土地利用程度综合指数 ( $L_a$ ) 与地形位指数 ( $T$ ) 的关系

Fig. 3 Relationship between  $L_a$  and  $T$  in the study area

## 4 结论与讨论

本文运用 GIS 技术对地形位指数、分布指数、土地利用综合指数等地形因子与土地利用类型分布关系进行系统研究。通过多因子的分析,可以较好地 对土地利用现状的合理性做出客观评价,从而为新一轮土地利用总体规划中各类土地资源的优化布局、区域农业结构调整和土地资源可持续利用等提供理论依据与方法借鉴。

不同高程和坡度分级区域内土地利用类型组合不同,各土地类型的面积在海拔低、坡度平缓区域占绝对优势,随着高程和坡度的上升,土地利用受人类

活动的影响减少,土地利用类型减少,多样性降低。

(1) 低海拔和低坡度区域,土地利用类型转换频率快,而随着海拔和坡度增加,土地利用格局较稳定,25°以上区域尚存在部分耕地,这说明还有一定退耕还林的空间和余地。

(2) 运用 DEM 和土地利用图建立的三维景观图能够直观显示土地利用空间格局与自然环境的关系,证实了自然因子作为土地利用分布的环境基础,在某种程度上制约着土地利用格局的基本模式。

(3) 与传统的高程和坡度描述方法相比,地形位指数可以更加综合地反映出地形空间分异的细节信息。无量纲的分布指数同时考虑到地形位指数和景观组分自身的分布频率情况,能够准确反映不同组分在各地形位指数区段上的实际分布情况与标准分布的偏差。由于分析工作本身不受面积的影响,其结果具有较好的可比性和可解释性。通过对优势地形位区间、分布趋势线特征和不同地形位区段分布频率的时间变化研究,能够获得景观组分空间分布动态变化方面的多种信息。

## 参考文献:

- [1] 王爱民,刘加林,缪磊磊,等.人地关系研究中的土地利用特征指标分析[J].经济地理,1999,19(1):62-66.
- [2] 孙丽,陈焕伟,潘家文.运用 dem 剖析土地利用类型的分布及时空变化——以北京延庆县为例[J].山地学报,2004,22(6):762-766.
- [3] 贾宁风,段建南,乔志敏.土地利用空间分布与地形因子相关性分析方法[J].经济地理,2007,27(2):310-312.
- [4] 龙花楼,李秀彬.长江沿线样带土地利用格局及其影响因子分析[J].地理学报,2001,56(4):417-425.
- [5] 邱扬,傅伯杰,王军,等.黄土丘陵小流域土地利用的时空分布及其与地形因子的关系[J].自然资源学报,2003,18(1):20-29.
- [6] 喻红,汪子瀛,曾辉,等.快速城市化地区景观组分在地形梯度上的分布特征研究[J].地理科学,2001,21(1):64-69.
- [7] 刘纪远,谈西藏一江两河地区环境演变的遥感调查[J].遥感信息,1992,(3):21-23.
- [8] 张镜铨,阎建忠,刘林山,等.青藏公路对区域土地利用和景观格局的影响——以格尔木至唐古拉山段为例[J].地理学报,2002,57(3):253-266.
- [9] 庄大方,刘纪远.中国土地利用程度的区域分异模型研究[J].自然资源学报,1997,12(2):105-111.
- [10] 陈利顶,杨爽,冯晓明.土地利用变化的地形梯度特征与空间扩展——以北京市海淀区和延庆县为例[J].地理研究,2008,27(6):1225-1234,1481.
- [11] Lapena D R, Martz L W. An investigation of the spatial association between snow depth and topography in a prairie agricultural landscape using digital terrain analysis [J]. Journal of Hydrology, 1996, 184 (3):277-298.

(下转第 221 页)

## Studies on genetic difference of different genotype *Brassica napus* during germination period under drought stress simulated by PEG

TU Yu-qin, DAI Xing-lin<sup>\*</sup>, TU Wei-feng, TANG Jie

(Crops Research Institute, Jiangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanchang 330200, China)

**Abstract:** With simulated drought stress in 10% (w/v) polyethylene glycol 6000 (PEG-6000), 41 accessions of high generation lines from intergeneric hybrids between *B. napus* and *Rorippa indica* and 32 *Brassica napus* released cultivars from different areas were treated during germination period to investigate genetic difference of various genotypes of *B. napus* under drought stress simulated by PEG. The results showed that the survival ratio of most materials reduced with an average of 96.11%, the seedling height, fresh weight per plant and vigor index also generally reduced, with the relative seedling height of 85.82%, relative fresh weight per plant of 75.65% and relative vigor index of 82.60%. But the taproot length increased significantly, the average relative taproot length reached 179.69%. The variation coefficient of relative survival ratio, relative taproot length, relative seedling height, relative fresh weight per plant and relative vigor index from 73 accessions of gemplasm were 4.33, 20.10, 16.72, 18.73 and 18.05, respectively. The drought tolerance of different genotypes of *B. napus* had greater difference during germination period. And the clustering analysis showed that 16 accessions of new gemplasm from wide cross and 8 released varieties belonged to high tolerant drought resistance types, which could be used as drought tolerant gemplasm for genetic improvement of *B. napus*. The comparison between the drought tolerance of 41 accessions of new gemplasm and that of 32 released cultivars during germination period showed that new gemplasm from wide cross had better drought tolerance than released cultivars.

**Keywords:** *Brassica napus*; polyethylene glycol (PEG); drought stress; genetic difference; gemplasm creation

(上接第 194 页)

[12] Danesh M. Practical applications of geographic information systems and digital elevation models in water resources development [A]. WRM'95 Proceedings of Regional Conference on Water Resources Management, Conference Secretariat [C]. Isfahan: Isfahan University Of Technology, 1995:301-310.

[13] Venteris E R, Slater B K. A comparison between contour elevation data sources for DEM creation and soil carbon prediction [J]. Coshocton, Ohio. Transaction in GIS, 2005, 9(2):179-198.

[14] 斯钧浪, 齐伟, 曲衍波, 等. 胶东山区县域土地利用在地形梯度上的分布特征[J]. 应用生态学报, 2009, 20(3):679-685.

## Terrain character analysis of land use at county level

—A case study of Huxian County in Shaanxi Province

MA Ting-gang, QIN Zhan-fei, CHANG Qing-rui<sup>\*</sup>, XIE Bao-ni, HAO Ya-jun

(College of Resources and Environment, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** Based on GIS techniques and combining with digital terrain index and land use degree composite index, this paper studied the spatial distribution of land use of Huxian County in Shaanxi Province, and analyzed the land use degree on terrain gradient. The results indicated that crop land, orchard and construction land had obvious advantages in 16 terrain positions, and the distribution index of forest and grassland increased with the increase of terrain position; According to the quantitative expression of land use degree on terrain gradient, terrain niche was divided into three sections, 1~6, 7~20 and 21~25, which occupied respectively 43.44%, 50.39% and 6.17% of the total study area. Distribution index can describe the difference between the actual distribution and the standard distribution of a landscape element, excluding the disturbance of the area, therefore availing kinds of comparative analysis. Crop land and construction land had obvious advantages on lower terrain niche. Finally suggestions were put forward for land use of Huxian County in the future.

**Keywords:** land use; terrain niche index; distribution index; composite index of land use degree