

DOI:10.3876/j.issn.1000-1980.2014.05.003

基于地形因素的赤峰市城子乡土地利用空间格局变化

盛艳¹,姚云峰¹,秦富仓²

(1. 内蒙古农业大学生态环境学院, 内蒙古 呼和浩特 010019; 2. 内蒙古农业大学林学院, 内蒙古 呼和浩特 010019)

摘要:以赤峰市城子乡为例,在GIS技术的支持下,借助DEM图提取高程、坡度信息,分别与2001年和2011年的土地利用空间格局分布图进行空间叠加,系统分析研究区近10a土地利用空间格局的分布与变化的地形梯度特征,探讨地形因素对土地利用方式选择及空间格局的影响。结果表明:(a)地形因素对土地利用空间格局在垂直方向上具有控制性作用,表现为随着高程的增加,林地变为主要利用类型,耕地在各高程区域中的相对数量呈现先增加后减少的趋势,城镇村及工矿用地、交通运输用地和水域及水利设施用地的分布比例逐渐减少,同时土地利用多样性降低。与人类生产生活密切相关的土地利用类型大多分布在 $0^{\circ}\sim 3^{\circ}$ 坡度段内,城镇村及工矿用地主要分布在 $<8^{\circ}$ 坡度段内,说明其受地形地貌因素影响较大,对坡度选择性较高。(b)地形因素对研究区不同土地利用类型的转化有显著影响,不同地形区域土地利用类型的转化存在一定差异,低地形区域是土地利用空间格局变化最为活跃的区域。说明土地利用空间格局是自然条件限制和人类活动影响共同作用的结果,地形是形成土地利用空间格局的背景性基础因素。

关键词:土地利用空间格局;地形因素;GIS技术;DEM图;赤峰市城子乡

中图分类号:P237;F301.24 文献标志码:A 文章编号:1000-1980(2014)05-0388-06

Spatial pattern changes of land use based on terrain factors in Chengzi Township in Chifeng City

SHENG Yan¹, YAO Yunfeng¹, QIN Fucang²

(1. Ecology and Environmental Science, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot 010019, China;
2. Forestry College, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot 010019, China)

Abstract: Taking Chengzi Township in Chifeng City as an example, with the support of GIS technology, we extracted elevation and slope information using DEM maps and conducted spatial overlay analysis with the spatial pattern maps of land use in the years 2001 and 2011, in order to systematically analyze the terrain gradient features of the spatial pattern distribution and changes of land use in the study area over the last ten years, and to explore the impacts of terrain factors on the selection of land use modes and the spatial patterns of land use. The study results are as follows: (a) Terrain factors play a dominant role in the spatial pattern of land use in the vertical direction. With an increase of the elevation, the woodland changes into the main land use type, the relative area of cultivated land in various elevation ranges increases initially, and then decreases, and the proportions of urban village, industrial and mining lands, traffic and transportation lands, water areas, and water conservancy facilities lands decrease gradually. Meanwhile, the diversity of land use diminishes. The land use type that is closely associated with human society's production activities and living is mostly distributed over 0° to 3° slopes, and urban village and industrial and mining lands are mainly distributed over slopes of below 8° , indicating that they are greatly influenced by terrain factors and have high selectivity of slopes. (b) Terrain factors have a significant impact on the conversion of different land use types in the study area. There are certain differences in the

收稿日期:2013-07-11

基金项目:内蒙古高等学校科研项目(NJZY13070,NJZZ11048);内蒙古应用研究与开发计划项目(20110709)

作者简介:盛艳(1979—),女,内蒙古呼和浩特人,讲师,博士研究生,主要从事水土保持与土地利用方面研究。E-mail:shengyan315@126.com

通信作者:姚云峰,教授。E-mail:yaoyunfeng@aliyun.com

conversion of land use types in different terrain areas. Low-terrain areas are the areas where the spatial pattern of land use changes most significantly, indicating that the spatial pattern of land use is affected by the joint action of natural conditions and human activities, and terrain is the background factor in the formation of the spatial patterns of land use.

Key words: land use spatial pattern; terrain factors; GIS technology; DEM map; Chengzi Township in Chifeng City

土地利用是指人类有目的、有意识的开发利用土地资源的一切活动。土地利用空间格局的变化主要受自然环境条件的制约与人类活动的干扰。研究土地利用空间格局及变化,探讨其影响机制,是了解人类社会与自然环境相互关系的重要途径,亦是评价分析区域生态环境现状及其发展趋势的有效手段^[1-3]。地形因素对土地利用空间格局的形成及变化有一定的制约作用,特别是在山地丘陵地区,地形直接影响地表物质的迁移和能量的转换^[4-5],并影响植被类型的分布。山地丘陵地区,海拔、坡度和坡向3种地形因素在很大程度上决定着光照、水分、温度和土壤条件,在一定程度上决定着土地利用的方向与方式,同时对土地利用空间格局的分布和变化有显著影响^[6-7]。山地丘陵区地形复杂多变,属于生态环境脆弱区,且该地区人口众多,人地矛盾尤为突出,不当的土地利用方式极易造成生态环境的破坏,导致严重的水土流失。通过分析山地丘陵区土地利用的地形控制机制,可以更好地掌握土地利用空间格局分布和变化,为半干旱山地丘陵区的土地资源管理及规划、土地利用开发与水土保持等生态保护之间权衡提供科学依据^[8-9]。

松山区地处赤峰市东南部,属于燕山丘陵区,山地丘陵约占总面积的85%,占耕地面积65%以上。笔者以内蒙古赤峰市松山区城子乡作为典型研究区,运用GIS技术,研究10a来赤峰市城子乡不同地形条件下的土地利用空间格局变化,从地形角度(高程、坡度)分析其土地利用空间格局及变化,揭示地形因素对土地利用空间格局及变化的影响机制。

1 研究区概况

城子乡行政隶属于内蒙古自治区赤峰市松山区,位于松山区南部,地理坐标为北纬42°02′05″~42°14′19″,东经118°22′34″~118°49′17″,土地总面积358 km²,有20个行政村,总人口3.2万人。城子乡属于北温带大陆性季风气候,春季干旱多风,降雨稀少;夏季温热且降雨集中,雨热同期;秋季温度剧降,降雨减少,光照充足,昼夜气温变化较大;冬季寒冷、干燥而漫长。年平均气温7.2℃,年内最高气温24.8℃,最低气温-12.4℃;年平均降水量370 mm,降水主要集中在6—9月,占全年降水量的80%;年平均日照时数2865.8 h,日照时数每天可达12~14 h,光照充足;无霜期135 d;最大冻土深度1.8 m;林草覆盖度约48%;地带性土壤类型为棕壤土和褐土。城子乡地处低山丘陵区,属赤峰市西部老哈河水系半箭河流域。

2 数据来源及研究方法

选取2001年和2011年2个时期的土地利用现状图,将研究区土地利用类型划分为耕地、园地、林地、草地、城镇村及工矿用地、交通运输用地、水域及水利设施用地、其他用地共8类。在GIS技术的支持下,将研究区1:10000地形图(2001年航摄,1980西安坐标系,1985国家高程基准,等高线间距5 m)进行扫描,在ARCGIS下对等高线进行屏幕跟踪矢量化,生成DEM图。DEM的数据结构较为简单,便于进行分析运算;精度较高,可以得到比较准确的分析结果,是一种优秀的地形数据描述形式。在DEM基础上可以获得多层次、多角度的有关地形信息的内容^[10]。在ARCGIS软件支持下,对DEM数据进行高程和坡度提取,并对高程、坡度数据进行重分类分级。根据研究区域的地形及土地利用类型分布特点将高程划分为5个等级^[11-13],参考水土流失调查中采用的8°作为缓坡,将坡度分为6个等级,详见表1、图1、图2,然后将高程、坡度图分别与两期土地利用图进行空间叠加分析^[14-16],从而得出研究区不同地形条件下的土地利用格局分布和变化情况。

表1 地形因素分级系统

Table 1 Terrain factor classification system

级别	高程/m	坡度/(°)
1	≤800	[0,3]
2	(800,1000]	(3,8]
3	(1000,1200]	(8,15]
4	(1200,1400]	(15,25]
5	>1400	(25,35]
6		>35

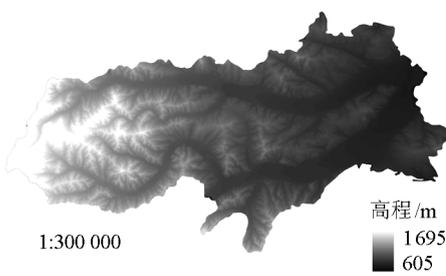


图1 DEM图
Fig. 1 DEM map

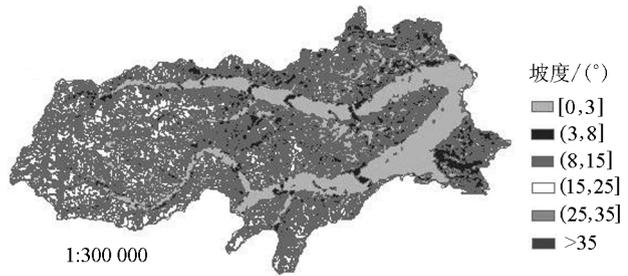


图2 坡度分级示意图
Fig. 2 Sketch map of slope classification

3 结果分析

3.1 土地利用空间格局变化分析

由表2和图3可知:10a间土地利用变化较为明显。林地、城镇村及工矿用地、交通运输用地面积呈现上升趋势,其中以林地面积增加最多,其次是城镇村及工矿用地和交通运输用地;园地、草地、水域及水利设施、其他用地面积一直在减少,总量均有所下降。其中以园地减少最明显,其次是草地、水域及水利设施用地和其他用地;同时由于退耕还林还牧政策的实施,耕地呈现出减少趋势,耕地总量较2001年减少了750.14 hm²。

■ 耕地 ■ 林地 ■ 城镇村及工矿用地 ■ 水域及水利设施用地 ■ 园地 ■ 草地 ■ 交通运输用地 □ 其他用地

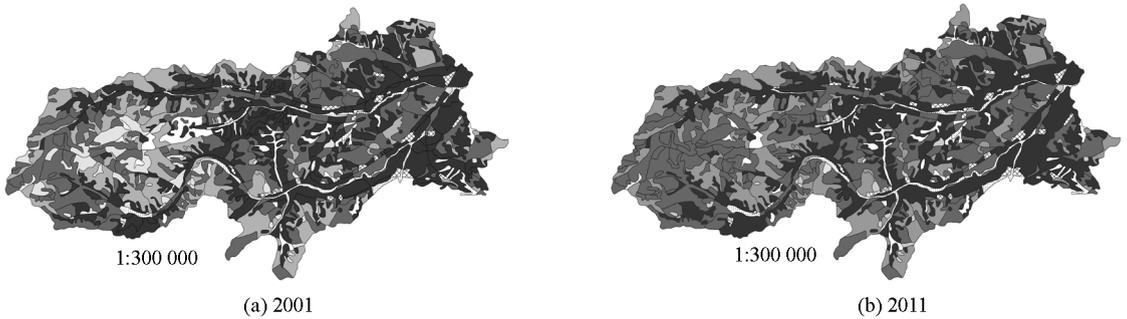


图3 土地利用空间格局分布
Fig. 3 Distribution of spatial patterns of land use

2001—2011年,土地利用类型转化比较频繁,其中林地、城镇村及工矿用地和其他用地之间的转化最频繁。耕地的主要转化来源是园地和草地。园地、草地、水域及水利设施用地和其他用地均向其他土地利用类型转化,而没有其他土地利用类型的转入,导致这几类土地面积一直在减少。林地、城镇村及工矿用地和交通运输用地均未向其他土地利用类型转化,而均有其他土地利用类型的转入,导致这几类土地面积一直在增加。

表2 城子乡土地利用类型及变化

Table 2 Land use types and changes in Chengzi Township

土地利用类型	2001年		2011年		2001—2011年净增减	
	面积/hm ²	占总面积比例/%	面积/hm ²	占总面积比例/%	面积/hm ²	占总面积比例/%
耕地	12562.60	35.09	11812.46	33.00	-750.14	-2.09
园地	1641.74	4.59	86.34	0.24	-1555.40	-4.35
林地	11642.86	32.52	15674.36	43.78	4031.50	11.26
草地	7538.51	21.06	6392.16	17.85	-1146.35	-3.21
城镇村及工矿用地	684.67	1.91	1037.24	2.90	352.57	0.99
交通运输用地	187.53	0.52	251.46	0.70	63.93	0.18
水域及水利设施用地	800.04	2.24	203.42	0.57	-596.62	-1.67
其他用地	742.05	2.07	342.56	0.96	-399.49	-1.11

3.2 基于高程的土地利用空间格局分布及其变化

由图1和图4可知:研究区海拔高度在605~1695m范围内,其中800~1000m高程分级面积最大,占研究区总面积的38.16%,其次是≤800m高程分级,占研究区总面积的29.24%,可见,研究区的土地利用类型主要分布于高程≤1000m的区域内。高程≤800m区域主要土地利用类型有耕地、林地、草地、城镇村及

工矿用地,分别占 2011 年各土地利用类型总面积的比例为 32.54%、22.10%、33.11%、67.93%。高程 800~1000 m 区域主要土地利用类型有耕地、林地、草地、城镇村及工矿用地、水域及水利设施用地,分别占 2011 年各土地利用类型总面积比例为 48.93%、39.74%、24.50%、29.39%、36.27%。高程 1000~1200 m 区域主要土地利用类型有园地、林地、其他用地,分别占 2011 年各土地利用类型总面积比例为 20.65%、22.50%、70.16%。高程 1200~1400 m 区域主要土地利用类型有园地、林地、草地。高程 >1400 m 区域主要土地利用类型是林地和其他用地。由此可见,耕地主要集中分布在高程 ≤1000 m 的区域范围,随高程增加而减少,其主要原因是高程低的地区地理环境和水土资源条件更有利于人类生活和从事各种生产活动,从而增大了对土地的利用强度。林地主要集中分布于高程 800~1200 m 范围内;草地主要集中分布在高程 ≤1000 m 和高程 1200~1400 m 的范围内。城镇村及工矿用地分布随高程增加而减少,主要分布在高程 ≤1000 m 范围,说明随着高程的增加,地理环境和气候等条件都已经不利于人类的生产活动。其他用地主要分布在高程 ≤1200 m 范围,并随高程增加而增加。

由表 3 可知:在高程 ≤800 m 的范围内,耕地、草地、水域及水利设施用地在不断减少,而林地、城镇村及工矿用地和交通运输用地在不断增加。在 800~1000 m 和 1000~1200 m 范围内,基本也呈现这样的变化趋势,但变化的幅度明显变小,说明在低海拔区域,土地利用类型转换比较频繁,主要是耕地向建设用地转化,草地转化为林地,其他用地和水域转化为林地。而在高海拔区域,园地和耕地减少较快,大部分都转化为林地,但相对于低海拔区域,土地利用相对比较稳定。低海拔区域主要分布着耕地、城镇村及工矿用地,随着海拔升高,主导土地利用类型逐渐被林地取代,特别是经过多年退耕还林政策的实施和对生态建设的加强,高海拔区域不适宜耕作的土地已基本转变为林地,因而林地分布面积相对比较稳定。

表 3 2001—2011 年城子乡各高程段不同土地利用类型所占面积变化比例

Table 3 Changing percentages of land use types in different elevation ranges in Chengzi Township from 2001 to 2011

高程段/m	耕地/%	园地/%	林地/%	草地/%	城镇村及 工矿用地/%	交通运输 用地/%	水域及水利 设施用地/%	其他用地 /%
≤800	-0.48	0.00	0.76	-0.41	0.51	0.07	-0.78	0.00
800~1000	-0.17	-0.12	1.21	-0.28	0.29	0.05	-0.48	0.00
1000~1200	-0.29	-0.24	2.17	-1.52	0.12	0.04	-0.31	-0.61
1200~1400	-0.53	-2.16	6.03	-0.89	0.07	0.02	-0.10	-0.38
>1400	-0.62	-1.83	1.09	-0.11	0.00	0.00	0.00	-0.12

3.3 基于坡度的土地利用空间格局的分布及其变化

由图 2 和图 5 可知:研究区 0°~3°坡度分级面积最大,占研究区总面积的 33.09%,其次是 15°~25°坡度分级,占研究区总面积的 21.57%,8°~15°坡度分级,占研究区总面积的 20.86%,>35°的坡地仅占研究区总面积的 1.46%。耕地、城镇村及工矿用地和交通用地基本分布在 0°~3°以内,而该坡度段也正是人类活动比较集中的区域,所以与人类生产生活密切相关的土地利用类型大多分布在该区域。草地和其他用地在 15°~25°范围内分布最广,分别达到 31.94% 和 40.39%;林地在 <25°的坡度范围内,随着坡度的增加其面积比例也随之增加,其中在 15°~25°坡度段内分布最广,是该坡度范围内分布最多的类型。水域及水利设施用地主要分布在 0°~3°以内,随坡度的增加急剧减少。>35°的坡度范围内,由于坡度较大,受人类活动干扰影响较小,该区域内土地利用类型以林地和草地为主,还有部分耕地,应当适当减少该坡度区域内耕地的面积,退耕还林还牧,防止水土流失,其他土地利用类型在该坡度段内呈现零星分布。在 15°~25°、25°~35°、>35°区域内,各土地利用类型面积比例开始显著下降,表明随着坡度的增加,开发利用程度在降低,且不合理的开发将导致严重的生态环境破坏。不同坡度段内各土地利用类型的面积比例也具有一定的规律,在各坡度段范围内都有一个比较有优势的土地利用类型,比如在 0°~3°的坡度段内,耕地、城镇村及工矿用地

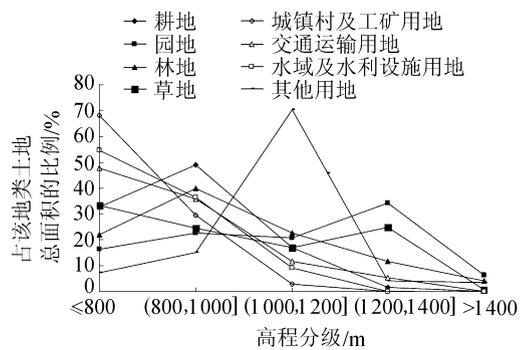


图 4 特定土地利用类型在各高程段中的分布比例

Fig. 4 Distributions of specific land use types in different elevation ranges

分布比较广,说明其受地形因素影响较大,对坡度选择性较高。在 $>15^\circ$ 的坡度段内,森林分布较为广泛,体现了退耕还林还牧政策的实施效应。

由表4可以看出:研究期内,耕地在各个坡度级别中都呈现减少的趋势,在 $0^\circ \sim 3^\circ$ 坡度段内,减少的耕地主要转化为建设用地,在 $>15^\circ$ 坡度段内,减少的耕地主要转化为林地,主要是响应国家的政策,要求 $>15^\circ$ 坡度段耕地进行退耕。林地各个坡度级别中都呈现增加的趋势,在 $15^\circ \sim 25^\circ$ 坡度段内,增加的速度最快,有退耕的耕地转化为林地,还有部分是园地和草地转化为林地,主要是国家注重生态环境建设的结果。基于坡度的土地利用空间格局变化的总体趋势是随着坡度的增加,各土地利用类型之间的转化幅度有所增加,特别在 $15^\circ \sim 25^\circ$ 坡度段内。在 $\leq 15^\circ$ 坡度段内,各土地利用类型之间的转化频率较高。

表4 2001—2011年城子乡各坡度段中不同土地利用类型所占面积变化比例

Table 4 Changing percentages of land use types in different slope ranges in Chengzi Township from 2001 to 2011

坡度 分级/ $^\circ$	各土地利用类型所占面积变化比例/%							
	耕地	园地	林地	草地	城镇村及 工矿用地	交通运 输用地	水域及水利 设施用地	其他用地
0~3	-0.54	0.00	0.52	-0.09	0.62	0.08	-0.84	0.00
3~8	-0.07	-0.22	0.86	-0.14	0.21	0.05	-0.57	0.00
8~15	-0.18	-0.31	1.12	-0.34	0.12	0.03	-0.16	-0.43
15~25	-0.49	-0.74	5.87	-1.53	0.04	0.02	-0.08	-0.52
25~35	-0.25	-2.25	2.68	-0.81	0.00	0.00	-0.02	-0.12
>35	-0.56	-0.83	0.21	-0.30	0.00	0.00	0.00	-0.04

4 结 论

a. 研究区土地利用格局的垂直分布与高程和坡度具有相关性,表现为随高程的增加,林地变为主要利用类型,耕地在各高程区域中的相对数量呈现先增加后减少的趋势,城镇村及工矿用地、交通运输用地和水域及水利设施用地的分布比例逐渐减少,同时土地利用多样性降低。耕地、城镇村及工矿用地和交通运输用地基本分布在 $0^\circ \sim 3^\circ$ 坡度段内,而该坡度段也正是人类活动比较集中的区域,所以与人类生产生活密切相关的土地利用类型大多分布在该区域,草地和其他用地在 $15^\circ \sim 25^\circ$ 范围内分布最广,林地在 $15^\circ \sim 25^\circ$ 坡度段内分布最广,随着坡度的增加其面积比例呈现先降低后增加再降低的趋势。城镇村及工矿用地主要分布在 $\leq 8^\circ$ 坡度段内,说明其受地形地貌因素影响较大,对坡度选择性较高。

b. 地形因素对研究区不同土地利用类型的转化有显著影响,不同地形区域土地利用类型的转化存在一定差异,低地形区域是土地利用空间格局的变化最为活跃的区域。在高地形区域,土地利用相对比较稳定。整体而言,林地转化优势区间集中于中高地形区域,转化优势地位愈显突出。

c. 土地利用空间格局是自然条件限制和人类活动影响共同作用的结果,地形是形成研究区土地利用空间格局的背景性基础因素,原因在于地形因素通过影响水热条件及其他自然资源要素的再分配,进而影响着人类对土地资源的利用方式和干扰程度。主要表现为高海拔区域人类对土地的干扰程度弱,土地利用相对稳定,其多样性低。而低海拔区域,因地势平缓、交通便利、气候条件适宜,人类对土地的利用强度明显增大,土地利用多样性较高。

d. 研究只对地形因素中高程与坡度如何影响土地利用空间格局分布与变化进行研究,今后需要更深层次的研究其他要素如何与地形因素协同影响土地利用空间变化,以及各种地形因素对土地利用空间格局分布和变化的系统影响效应。

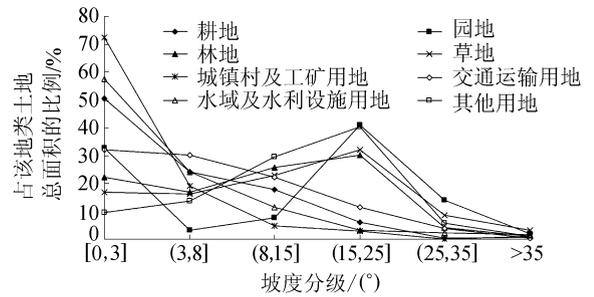


图5 特定土地利用类型在各坡度段的分布比例

Fig. 5 Distributions of specific land use types in different slope ranges

参考文献:

- [1] 赵坚,徐敏,郑盛,等. 干旱区土地利用/覆盖时空动态变化分析-以准格尔旗为例[J]. 干旱区资源与环境,2013,27(4): 99-104. (ZHAO Jian, XU Min, ZHENG Sheng, et al. Spatial and temporal dynamic analysis of land use/cover change in arid areas: a typical example of Zhungeer [J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2013, 27(4): 99-104. (in Chinese))
- [2] WANG Xiuhong, ZHENG Du, SHEN Yuancun. Land use change and its driving forces on the Tibetan Plateau during 1990, 2000 [J]. Catena, 2008, 72(1): 56-66.
- [3] WENG Yenchu. Spatiotemporal changes of landscape pattern in response to urbanization [J]. Landscape and Urban Planning, 2007, 81(2): 341-353.
- [4] SUMEYRA K. Land use changes in Istanbul's Black Sea coastal regions between 1987 and 2007 [J]. Journal of Geographical Sciences, 2013, 23(2): 271-279.
- [5] 吴楠, 高吉喜, 苏德毕力格, 等. 长江上游不同地形条件下的土地利用覆盖变化 [J]. 长江流域资源与环境, 2010, 19(3): 268-275. (WU Nan, GAO Jixi, Sudebilige, et al. On land use/cover changes of different topographic conditions in the Upper Yangtze River Basin [J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2010, 19(3): 268-275. (in Chinese))
- [6] 崔步礼, 李小雁, 姜广辉, 等. 基于 DEM 的山地丘陵区土地利用覆被研究-以青海湖流域为例 [J]. 自然资源学报, 2011, 26(5): 871-880. (CUI Buli, LI Xiaoyan, JIANG Guanghui, et al. Study on land use/cover in mountain area based on the DEM; taking the Qinghai Lake Basin as an example [J]. Journal of Natural Resources, 2011, 26(5): 871-880. (in Chinese))
- [7] 梁发超, 刘黎明. 基于地形梯度的土地利用类型分布特征分析以湖南省浏阳市为例 [J]. 资源科学, 2010, 32(11): 2138-2144. (LIANG Fachao, LIU Liming. Analysis on distribution characteristics of land use types based on terrain gradient: a case of Liuyang City in Hunan Province [J]. Resources Science, 2010, 32(11): 2138-2144. (in Chinese))
- [8] 徐海燕, 赵文武, 刘国彬, 等. 黄土丘陵沟壑区坡面尺度土地利用格局变化对径流的影响 [J]. 水土保持通报, 2008, 28(6): 49-52. (XU Haiyan, ZHAO Wenwu, LIU Guobin, et al. Effects of slope land use pattern change on runoff in the hilly and gully area of the Loess Plateau [J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2008, 28(6): 49-52. (in Chinese))
- [9] 白晓娟, 赵雨森, 王伟东. 基于 DEM 的哈尔滨市土地利用类型动态变化 [J]. 东北林业大学学报, 2010, 38(12): 84-87. (BAI Xiaojuan, ZHAO Yusen, WANG Weidong. Dynamic change of land use types in Harbin based on DEM [J]. Journal of Northeast Forestry University, 2010, 38(12): 84-87. (in Chinese))
- [10] GAO Yongnian, ZHANG Wanchang. LULC classification and topographic correction of land sat-7 ETM+imagery in the Yangjia River Watershed; the influence of DEM resolution [J]. Sensor, 2009, 9(3): 1980-1995.
- [11] 王世忠. 基于 LUPO 模型的德清县土地利用空间布局优化 [J]. 农业工程学报, 2012, 28(2): 230-237. (WANG Shizhong. Land use spatial structure optimization based on LUPO model in Deqing county [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2012, 28(2): 230-237. (in Chinese))
- [12] 贺敬滢, 张桐艳, 李光录, 等. 基于 DEM 的土地利用与地形因子关系研究 [J]. 干旱地区农业研究, 2012, 30(2): 206-212. (HE Jingying, ZHANG Tongyan, LI Guanglu, et al. Study on relationship between land use and terrain factor based on DEM [J]. Agricultural Research in the Arid Areas, 2012, 30(2): 206-212. (in Chinese))
- [13] 郭洪峰, 许月卿, 吴艳芳. 基于地形梯度的土地利用格局与时空变化分析: 以北京市平谷区为例 [J]. 经济地理, 2013, 33(1): 160-166. (GUO Hongfeng, XU Yueqing, WU Yanfang. Analysis of the land use spatial pattern and spatio-temporal changes based on terrain gradient: a case study of Pinggu District in Beijing [J]. Economic Geography, 2013, 33(1): 160-166. (in Chinese))
- [14] 贾宁凤, 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. (JIA Ningfeng, DUAN Jiannan, QIAO Zhimin. Analysis method of spatial distribution of land use in relation to topography [J]. Economic Geography, 2007, 27(2): 310-312. (in Chinese))
- [15] 郝雅璐, 常庆瑞, 刘海飞. 基于 GIS 的县域土地利用与地形因子关系研究: 以陕西省黄陵县为例 [J]. 水土保持通报, 2012, 32(6): 134-141. (HAO Yajun, CHANG Qingrui, LIU Haifei. GIS-based analysis of relationship between land use and topography: a case study of Huangling County, Shaanxi Province [J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2012, 32(6): 134-141. (in Chinese))
- [16] 陈楠, 杨武年, 李娟. 巴中市丘陵山区土地利用在地形梯度上的分布特征 [J]. 水土保持通报, 2012, 32(1): 185-188. (CHEN Nan, YANG Wunian, LI Juan. Distribution characteristics of land use patterns at different terrain gradients in hills and mountains of Bazhong City [J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2012, 32(1): 185-188. (in Chinese))