

文章编号: 1006-4710(2011)04-0386-06

基于 GIS 的商南县土地利用地形分布特征研究

王星^{1,2}, 李占斌¹, 李鹏¹, 高海东¹

(1. 西安理工大学 西北水资源与环境生态教育部重点实验室, 陕西 西安 710048;

2. 陕西省水土保持局, 陕西 西安 710004)

摘要: 为了揭示商南县土地利用的地形分布特征, 利用地理信息系统的空间分析技术, 通过对商南县土地利用现状图和数字高程模型提取出的地形要素图的叠加, 得到不同土地利用类型在坡度、坡向、高程、起伏度等方面的分布状况, 在此基础上, 利用吉布斯-马丁多样化指数公式计算出不同地形因子下的土地利用类型多样化指数。结果表明, 商南县的土地利用类型以林地和牧草地为主, 其次为耕地, 其它土地利用类型所占比例较小。耕地、居民点及工矿用地、交通用地和水域集中在朝东、朝南坡向。园地、居民点及工矿用地和水域主要分布在较低高程和起伏度较缓地块, 耕地、牧草地和交通用地主要分布在中度高程和起伏度中等地块, 林地和未利用地主要分布在较高高程和起伏度较大地块。土地利用类型多样化指数随坡度的增大、高程的上升和起伏度的增大而显著下降。

关键词: 地理信息系统; 商南县; 土地利用; 地形

中图分类号: F301.24, S157.1 **文献标志码:** A

Research on Topographic Distribution Features of Land Use of Shangnan County Based on GIS

WANG Xing^{1,2}, LI Zhanbin¹, LI Peng¹, GAO Haidong¹

(1. Key Lab of Northwest Water Resources and Environment Ecology of MOE, Xi'an University of Technology, Xi'an 710048, China; 2. Shaanxi Provincial Bureau of Soil and Water Conservation, Xi'an 710004, China)

Abstract: In order to reveal the topographic distribution features of land use of Shangnan County, the space analysis technology of geographic information system is used to obtain the distribution conditions in the different types of land use in the slope degrees, slope directions, elevations and rolling degrees via the existing map of land use in Shangnan County and the overlap of topographic element maps extracted from the digital elevation model. Gibbs-Mirtin diversified index formula is used to compute the diversified indexes of land use types in the case of different factors. The results indicate that the land use types in Shangnan County are the forest land and grassland in the main; the cultivated land is next; and the rest of other land use type accounts for very small percentage. The cultivated land, resident point and industrial and mine land use, communication land use and water area are concentrated in the slop lands facing the east and south. The garden land, resident point and industrial and mine land use and water area are mainly distributed in lower elevations and the slop lands with less rolling degrees. The cultivated land, grassland, and communication land use are mainly distributed in the pieces of land with medium elevations and medium rolling degrees. The forest land use and uncultivated land are mainly distributed in the large piece of land with higher elevations and higher rolling degrees. Accordingly, the diversified land use indexes drop remarkably with an increase in slop degrees and a rise in elevation and an increase in rolling degrees.

Key words: geographic information system; Shangnan County; land use; topography

收稿日期: 2011-06-28

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(40971161, 41071182); 陕西省教育厅重点实验室基金资助项目(09JS094)。

作者简介: 王星(1978-), 男, 河南信阳人, 博士生, 研究方向为水文学及水资源、水土保持。E-mail: shanxist@163.com。

李占斌(1962-), 男, 河南镇平人, 教授, 博导, 博士, 研究方向为土壤侵蚀与水土保持。E-mail: zbl@mail.xaut.edu.cn。

土地利用结构是在自然因素和社会因素的共同作用下形成的,是自然环境与社会过程交叉最为密切的问题^[1]。土地利用/土地覆盖变化的机制对解释土地利用的时空变化和建立土地利用/土地覆盖变化的预测模型起到关键作用^[2],目前已成为全球变化研究的前沿和热点课题^[3-4]。借助遥感和地理信息系统(Geographic Information System, GIS)技术,可以快速、准确地对区域内土地利用状况进行制图,并对土地利用的地形分布格局进行研究,有助于开展土地利用规划,调整产业结构等^[5]。

目前,针对南水北调中线工程水源区土地利用方面的研究大多是从景观学角度进行的,系统地研究土地利用类型随地形的分布格局则较少^[6-8],如不同土地利用类型之间的转化过程,海拔和坡向对局部土地利用格局的影响等。

本文以南水北调中线工程水源区陕西省丹江流域的商南县为研究对象,借助 GIS 平台和数字高程模型(Digital Elevation Model, DEM),通过遥感数据的解译和分析,对土地利用类型在坡度、坡向、高程、起伏度等方面的地形分布特征进行研究,以期为县域土地利用结构调整和水土保持规划等提供决策依据和理论支持。

1 研究方法

1.1 研究区概况

商南县地处秦岭东段南麓,位于陕西省东南隅、鄂豫陕三省结合部,属长江流域汉江水系丹江中游地区。坐标介于东经 110°24'~111°01'、北纬 33°06'~33°44'之间。主要地貌为浅山丘陵,境内地势西南部和北部较高,东南部和中部较低,千米以下的低山、丘陵占总面积的 77%。丹江自西向东贯穿县境中部,把全县分为南、北 2 部分。全县坡耕地量大、暴雨频繁、植被稀疏,加之广泛分布抗蚀能力差的山地石渣土、山地沙土,水土流失严重,流失面积 735.8 km²^[9],占土地总面积的 31.8%。

根据陕西省国土资源厅公布的 2006 年土地调查统计资料,商南县的土地总面积为 231 490 hm²,其中耕地 14 682 hm²,园地 1 576 hm²,林地 186 961

hm²,牧草地 15 203 hm²,其他农用地 2 597 hm²,居民点及工矿用地 3 413hm²,交通用地 565 hm²,水利设施用地 91 hm²,未利用地 6 402 hm²。

1.2 数据来源与分析方法

使用 2004 年 TM 影像(分辨率 30 m)解译获得商南县土地利用现状图,见图 1。结合研究区的具体情况,按照 1984 年全国农业区划委员会制订的《土地利用现状调查技术规程》中的《土地利用现状分类》标准,将研究区土地利用类型分为耕地、园地、林地、牧草地、居民点及工矿用地、交通用地、水域和未利用地等 8 个大类。分类后的土地利用现状图使用 ArcGIS 软件转化为栅格格式,分辨率为 30 m。商南县数字高程模型(分辨率 30 m)由 1:5 万比例尺的等高线矢量图内插而成,等高距为 5 m。

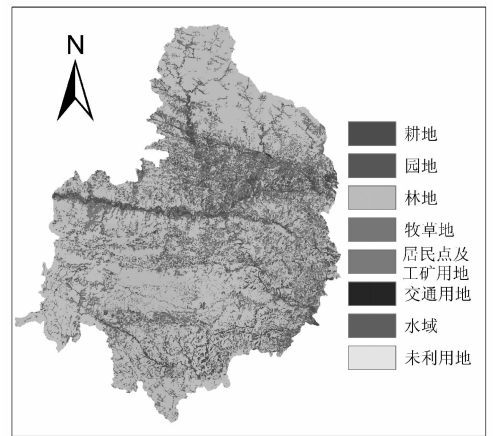


图 1 商南县土地利用现状图

Fig. 1 Existing map of land use in Shangnan County

研究的基本流程是:首先在 ArcGIS 平台下,利用空间分析模块,以 DEM 为基础,分别提取坡度、坡向、高程、起伏度等地形因子,生成商南县坡度、坡向、高程、起伏度等地形因子专题图,再以各地形因子专题图为基础,结合自然地貌特点,生成地形因子等级专题图。地形因子分级体系见表 1。最后将各地形因子等级专题图与土地利用现状图进行空间叠加,通过计算与统计分析,对土地利用类型的地形分布特征进行研究^[10]。

表 1 地形因子分级体系表

Tab. 1 Grade system of topographic factors

分级	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
坡度/°	0~5	5~10	10~15	15~20	20~25	25~30	30~35	35~40	40~45	>45
高程/m	200~400	400~600	600~800	800~1000	1000~1200	1200~1400	1400~1600	1600~1800	1800~2000	>2000
起伏度/m	0~50	50~100	100~150	150~200	200~250	250~300	300~350	350~400	400~450	>450

2 结果与分析

2.1 土地利用结构的基本特征

商南县土地利用结构的基本特征见表2,从表2可以看出:通过遥感解译的土地利用现状与国土资源部门调查获取的数据有一定差异。其中,耕地和牧草地远大于国土部门数据;园地、林地、居民点及工矿用地和未利用地则远小于国土部门数据;交通用地差异较小;由于遥感资料的水域包括水面和水利设施用地,而国土部门数据仅指水利设施用地,两者之间不具有可比性。这些差异既与遥感资料的精度有关,也与国土资源部门的统计误差和土地利用类型分类方法有关。

商南县土地利用类型以林地和草地为主,分别占全县总面积的62.07%和23.62%,林草覆盖率达85.69%,该县植被覆盖总体较好。耕地占全县总面

积的12.87%,耕地资源比较丰富;其它土地利用类型所占比例较小,仅为1.44%;农业生产用地(耕地、园地)与生态用地(林地、草地)的比例为1:6.65,土地利用结构总体上较为合理,牧草地主要为天然草地,未利用地主要为裸岩及裸土地。

采用吉布斯-马丁(Gibbs-Martin)的多样化指数模型来度量土地利用类型的多样化程度^[11],其模型为:

$$GM = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n S_i^2}{(\sum_{i=1}^n S_i)^2}$$

式中:GM为土地利用类型的多样化指数; S_i 为第*i*种土地利用类型的面积。GM的取值范围为0~1,其值越接近于1,说明该区土地利用类型的多样化程度越高;若该区仅一种土地利用类型,则GM值为0。经计算,商南县土地利用类型多样化指数为0.54,说明研究区的土地利用类型比较丰富。

表2 土地利用结构基本特征表

Tab.2 Basic features of land use

类型	面积/hm ²	面积比例/%	说明
耕地	29 613	12.87	种植农作物的土地,包托新开荒地、休闲地、轮歇地、草田轮作地;以种植农作物为主间有零星果树、桑枝或其他树木的土地。
园地	50	0.02	种植以采集果、叶、根茎等为主集约经营的多年生木本和草本作物,覆盖度>50%,或每亩株数大于合理株数70%的土地,包括果树苗圃等用地。
林地	142 837	62.07	生长乔木、竹类、灌木等林木的土地,不包括居民绿化用地,以及铁路、公路、河流、沟渠的护路、护岸林。
牧草地	54 352	23.62	生长草本植物为主,用于畜牧业的土地,包括天然草地、改良草地和人工草地。
居民点及工矿用地	655	0.28	城乡居民点、独立居民点,以及居民点以外的工矿、国防、名胜古迹等企业单位用地,包括其内部交通、绿化用地。
交通用地	458	0.20	居民点以外的各种道路及其附属设施,包括护路林。
水域	2 155	0.93	陆地水域和水利设施用地。
未利用地	14	0.01	目前还未利用的土地,包括难以利用的土地。
合计	230 135	100	

2.2 土地利用的坡度分布特征

坡度是影响地面物质流动与能量转换以及制约生产力空间布局的重要因子,利用DEM可自动提取地面坡度^[12]。商南县土地利用的坡度特征见图2。从图2可以看出:耕地的分布有2个峰值,即0~5°和25~30°。分布在0~5°的基本农田占全部耕地的21.84%;分布在5~25°的坡耕地占全部耕地的35.54%;25°以上的陡坡耕地占全部耕地的42.62%。25~30°之间的耕地数量大,是由于商南县为丘陵地貌,陡坡耕地比较多。该县坡耕地和陡坡耕地的比例较大,亟需治理。坡耕地应改造为基

本农田,陡坡耕地必须全部退耕。园地主要集中在0~5°和10~25°,分别占全部园地的42.93%和35.99%,说明园地主要在平地 and 缓坡地上。林地主要集中在20°~40°之间的坡地上,说明陡坡上不允许作为耕地,同时也不适合耕种。牧草地主要集中在2个区域,即0~5°和20~40°,呈双峰变化。牧草地在5~20°的缓坡分布较少,是因为这部分坡地立地条件较好,容易被改造为耕地和园地。居民点及工矿用地、交通用地、水域主要集中在0~5°,说明人类活动大都集中在相对较平缓的地区,该县河流的比降较低。未利用地呈U型分布,集中在0~

5°和35°以上坡度,而在5~35°之间分布较少。

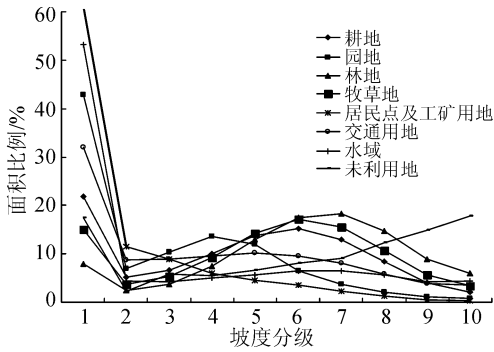


图2 土地利用的坡度特征

Fig.2 Slope degree features of land use

2.3 土地利用的坡向分布特征

坡向影响着太阳辐射能量的分配和土壤水分的再分布,对于研究土地利用的空间分布具有重要意义^[13]。商南县土地利用的坡向特征见图3。从图3可以看出,耕地除在平地分布较多外,主要分布在东、东南、南、西南4个方向。商南县地势西高东低,受地形走向控制,东、东南、南、西南阳坡是丹江流域的优势坡向,且水热条件充沛,因而耕地所占面积比重较大。园地在平地的分布比例最大,而林地的分布比例最小,园地和林地和其他坡向分布较均匀。牧草地在9个坡向的分布都较均匀,分布受坡向影响较小。居民点及工矿用地和交通用地除在平地分布较多外,主要集中在东南、南、西南3个方向,反映这3个坡向更适合人居。水域除在平地分布比例最大,由于受丹江流向和地形北部缓南部陡的影响,在南、西南2个方向分布较多。未利用地除在平地分布比例最大外,主要分布在东、东南、南、西南4个方向。

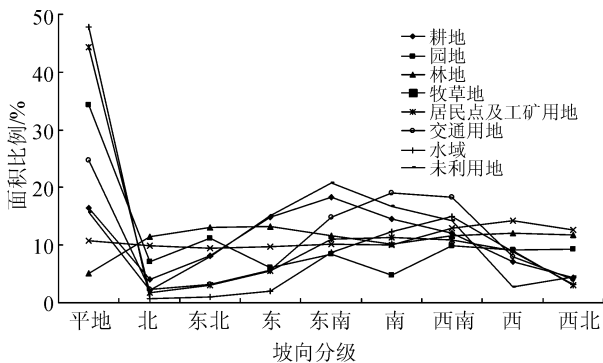


图3 土地利用的坡向特征

Fig.3 Slope direction features of land use

2.4 土地利用的高程分布特征

高程是影响土地利用分布的重要地形因子,随着海拔的上升,大气的温度与湿度等会明显变化,土

地利用的方向与方式也会随之发生规律性变化^[14]。商南县最高海拔2 040 m,最低海拔220 m,平均海拔为779.34 m。商南县土地利用的高程特征见图4。

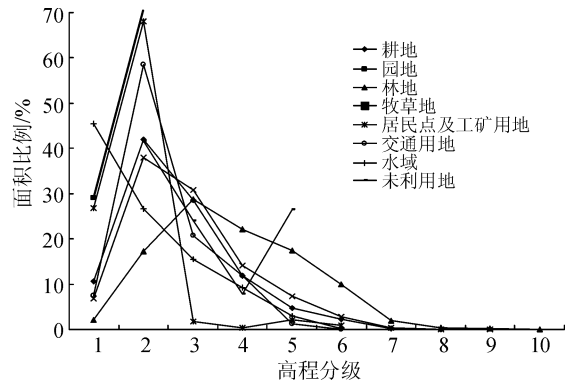


图4 土地利用的高程特征

Fig.4 Elevation features of land use

从图4可以看出,各土地利用类型在400~600 m高程分布比例均较大。耕地和牧草地主要分布在400~1 000 m高程,其他高程比例极低;园地和居民点及工矿用地主要分布在200~600 m高程;林地分布的高程相对较高,集中在400~1 200 m高程;交通用地主要分布在400~1 000 m高程,说明商南县的交通主要以山区公路为主;水域主要分布在200~600 m高程,并且随着高程增加比例降低;未利用地主要分布在400~800 m和1 000~1 200 m两个区域。

2.5 土地利用的起伏度分布特征

起伏度是指地面一定距离范围内最大的高程差,其实质仍是坡度概念的延伸。首先定义目标像元点的起伏度指标为相邻的5×5像元半径内的最大高程差。然后在ArcGIS平台下,将DEM逐栅格求取最大高程差^[15],生成商南县起伏度等级专题图,最后与土地利用现状图进行空间叠加,得到土地利用的起伏度特征,见图5。

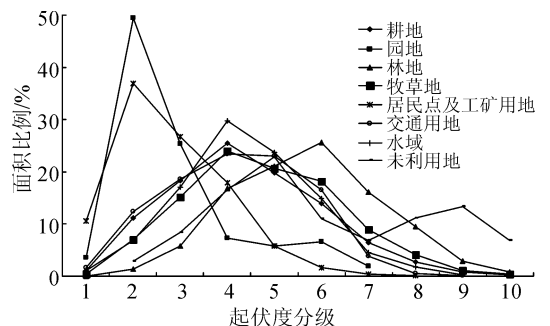


图5 土地利用的起伏度特征图

Fig.5 Rolling degree features of land use

从图5可以看出:各土地利用类型的起伏度分

布均呈现单峰值特征,耕地、草地、交通用地、水域的起伏度分布峰值均在 150~200 m 之间,说明农业生产活动主要集中在坡度较缓地块。由于商南县以丘陵地貌为主,地处丹江中游,河流比降小,交通用地和水体的起伏度处于中等水平。园地和居民点及工矿用地的起伏度峰值均在 50~100 m 之间,与坡度和高程的分布规律较为接近,说明园地和居民点及工矿用地主要集中在低海拔、坡度平缓的地块。林地和未利用地的起伏度峰值分别是 250~300 m、200~250 m,说明林地和未利用地主要集中在坡度较陡的山区。

2.6 土地利用类型多样化指数的空间分布特征

利用吉布斯-马丁(Gibbs-Mirtin)多样化指数计

算公式及各地形因子与土地利用结构数据,得出土地利用类型多样化指数的空间分布特征,见图 6。从图 6 可以看出,随着坡度的增大和高程的上升,土地利用类型多样化指数呈下降趋势,说明平地 and 缓坡及低海拔地区是人类活动较频繁的区域,土地利用的结构也较丰富。平地 and 朝南坡向的土地利用类型多样化指数明显偏高,而朝北坡向的土地利用类型多样化指数相对较低,这不仅与光照和热量分布有关,也与人类的生活习惯有关。随着起伏度的增大,土地利用类型多样化指数总体呈下降趋势,但在起伏度为 50~100 m 有一个较小峰值,上升到起伏度为 150 m 后急剧下降,反映了商南县是浅山丘陵地貌,土地利用类型主要分布在起伏度为 150 m 以下区域。

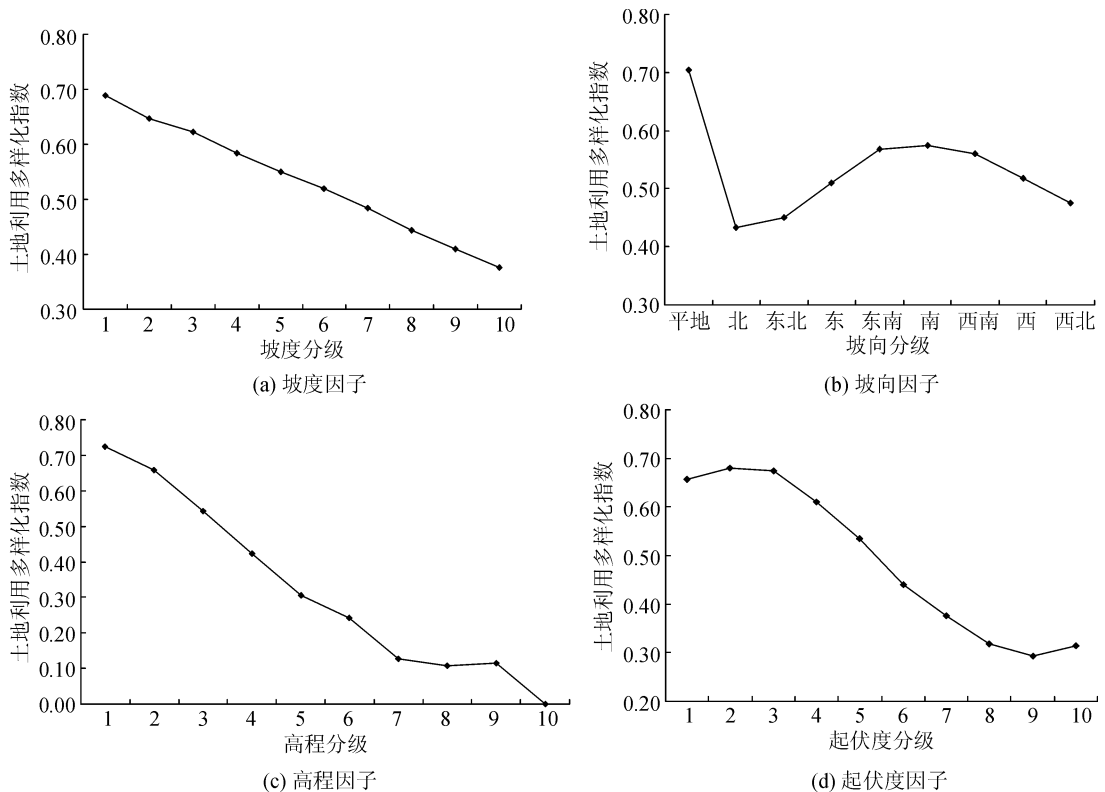


图 6 不同地形因子下的土地利用类型多样化指数

Fig. 6 Diversified indexes of land use types in the case of different factors

3 结论

(1) 商南县土地利用类型以林地和草地为主,分别占全县总面积的 62.07% 和 23.62%,林草覆盖率达 85.69%,耕地占全县总面积的 12.87%,其它土地利用类型所占比例较小,仅占 1.44%;

(2) 基本农田、坡耕地和陡坡耕地分别占全部耕地的 21.84%、35.54% 和 42.62%;耕地、居民点及工矿用地、交通用地和水域集中在朝东、朝南的优势坡向;林地和园地除了在地之外,在其它坡向分

部差异不大,牧草地的分布受坡向影响较小;园地、居民点及工矿用地、水域主要分布在较低高程和起伏度较缓地块,耕地、牧草地和交通用地主要分布在中度高程和起伏度中等地块,林地和未利用地主要分布在较高高程和起伏度较大地块;

(3) 全县土地利用类型多样化指数为 0.54,土地利用类型比较丰富,土地利用类型多样化指数随坡度的增大、高程的上升和起伏度的增大而显著下降;平地 and 朝南坡向的土地利用类型多样化指数明显偏高,而朝北坡向的土地利用类型多样化指数相

对较低。

参考文献:

- [1] 史培军, 宋长青, 景贵飞. 加强我国土地利用/覆盖变化及其对生态环境安全的影响研究——从荷兰“全球变化开放科学会议”看人地系统动力学研究的发展趋势[J]. 地球科学进展, 2002, 17(2): 161-168.
Shi Peijun, Song Changqing, Jing Guifei. Strengthening the study of land use/cover change and its impact of eco-environmental security—the trend of the study of the dynamics of human-nature system based on “Global Change Open Science Conference 2001” in Amsterdam, Netherlands [J]. *Advance in Earth Sciences*, 2002, 17(2): 161-168.
- [2] 马泽忠, 周爱霞, 江晓波, 等. 高程与坡度对巫山县土地利用/覆盖动态变化的影响[J]. 水土保持学报, 2003, 17(2): 107-109, 183.
Ma Zezhong, Zhou Aixia, Jiang Xiaobo, et al. Influences of altitude and slope on dynamical changes and status quo of land use/cover in Wushan County [J]. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2003, 17(2): 107-109, 183.
- [3] Turner B L, Meyer W B. Land use and land cover in global environmental change: considerations for study [J]. *International Social Science Journal*, 1991, 43(4): 669-680.
- [4] 周爱霞, 马泽忠, 周万村. 大宁河流域坡度与坡向对土地利用/覆盖变化的影响[J]. 水土保持学报, 2004, 18(2): 126-129.
Zhou Aixia, Ma Zezhong, Zhou Wancun. Influences of slope and aspect on distribution and change of land use and cover in Daninghe River watershed [J]. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2004, 18(2): 126-129.
- [5] 李卓卿, 许建初. 云南省维西县塔城镇土地利用/地表覆盖及其空间格局变化研究[J]. 生态学杂志, 2005, 24(6): 623-626.
Li Zhuoqing, Xu Jianchu. Land use/land cover and spatial pattern change in Tacheng Township, Weixi County, Yunnan Province [J]. *Chinese Journal of Ecology*, 2005, 24(6): 623-626.
- [6] 卓悦, 王小文, 徐杰峰, 等. 陕南地区土地利用与生态承载力动态变化分析[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(3): 1266-1270.
Zhuo Yue, Wang Xiaowen, Xu Jiefeng, et al. Dynamic change of land use and ecological carrying capacity in Southern Shaanxi Province [J]. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 2009, 37(3): 1266-1270.
- [7] 沈泽昊, 张全发, 岳超, 等. 南水北调中线水源区土地利用/土地覆被的空间格局[J]. 地理学报, 2006, 61(6): 633-644.
Shen Zehao, Zhang Quanfa, Yue Chao, et al. The spatial pattern of land use/land cover in the water supplying area of the middle-route of the South-to-North Water Diversion Project [J]. *Acta Geographica Sinica*, 2006, 61(6): 633-644.
- [8] 李璐. 南水北调中线水源区多尺度生态环境综合评价[D]. 武汉: 华中农业大学, 2010.
Li Lu. Integrative assessment of ecological environment at different scale in water source region of the middle route project under South-to-North Water Diversion [D]. Wuhan: Huazhong Agricultural University, 2010.
- [9] 李云峰, 刘利年. 陕南地区坡面径流及其利用研究[M]. 西安: 陕西人民出版社, 2010.
- [10] 汤国安, 刘学军, 闫过年. 数字高程模型及地学分析的原理与方法[M]. 北京: 科学出版社, 2005.
- [11] 刘恩勤, 杨武年, 陈宁, 等. 基于 RS 与 GIS 的土地利用空间格局地形分异特征研究——以马尔康县为例[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(5): 2184-2186.
Liu Enqin, Yang Wunian, Chen Ning, et al. Research on the terrain differential characteristics of land use spatial pattern based on RS and GIS technology [J]. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 2009, 37(5): 2184-2186.
- [12] 汤国安, 赵牡丹, 李天文, 等. DEM 提取黄土高原地面坡度的不确定性[J]. 地理学报, 2003, 58(6): 824-830.
Tang Guoan, Zhao Mudan, Li Tianwen, et al. Modeling slope uncertainty derive from DEMs in Loess Plateau [J]. *Acta Geograph Ica Sinica*, 2003, 58(6): 824-830.
- [13] 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.
Sun Li, Chen Huanwei, Pan Jiawen. Analysis of the land use spatio temporal variation based on DEM—Beijing Yanqing County as an example [J]. *Journal of Mountain Science*, 2004, 22(6): 762-766.
- [14] 邹敏, 吴泉源, 逢杰武. 基于 DEM 的龙口市土地利用空间格局与时空变化研究[J]. 测绘科学, 2007, 32(6): 173-175.
Zou Min, Wu Quanyuan, Pang Jiewu. Analysis of the land use spatial pattern and spatio temporal changes in the area of Longkou based on DEM [J]. *Science of Surveying and Mapping*, 2007, 32(6): 173-175.
- [15] 沈中原, 李占斌, 朱冰冰, 等. 基于 GIS 的流域土地利用地形分异性特征研究[J]. 西安理工大学学报, 2009, 25(1): 28-32.
Shen Zhongyuan, Li Zhanbin, Zhu Bingbing, et al. Research on topographic characters of land use spatial distribution of watershed based on GIS [J]. *Journal of Xi'an University of Technology*, 2009, 25(1): 28-32.