

# 基于 RS 和 GIS 的渭南 8 县市地貌类型及居民地时空变化分析

牛志英<sup>1</sup>, 曹健<sup>2</sup>, 李波<sup>3</sup>

(1. 渭南职业技术学院, 陕西 蒲城 715500; 2. 河北省石家庄市环境监测中心, 河北 石家庄 050022; 3. 西北农林科技大学 资源与环境学院, 陕西 杨凌 712100)

**摘要:** 基于遥感和 GIS 技术, 以 2000 年 TM 和 2007 年 CBERS 影像为主要数据源, 分析了渭南 8 县(市、区)地貌格局及居民地面积的时空变化。分析结果表明: (1) 研究区地貌类型复杂多样, 山、川、塬、沟壑、沙地和河道兼具, 以渭北台塬和渭北沟壑面积最广, 比重均超过 20%; (2) 7 a 间研究区居民地增加 6 044. 1 hm<sup>2</sup>, 其中临渭区增长 2 718. 6 hm<sup>2</sup>, 面积变化最多, 其次是大荔县, 面积增长 1 057. 8 hm<sup>2</sup>, 潼关县增长最少, 为 123. 1 hm<sup>2</sup>; 研究区居民地单一土地利用动态度(年变化率)均值为 2. 03%, 而各县年变化率以临渭区最高(3. 75%), 澄城县最低, 仅 0. 85%。

**关键词:** 居民地; 动态度; 遥感影像; 中巴卫星; 渭南市

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2009)04-0224-05

中图分类号: F301. 2

## Spatiotemporal Changes of Landform and Residential Area in Weinan City

NIU Zhi-ying<sup>1</sup>, CAO Jian<sup>2</sup>, LI Bo<sup>3</sup>

(1. Weinan Vocational and Technical College, Pucheng, Shaanxi 715500, China;

2. Shijiazhuang City Environmental Monitoring Center, Shijiazhuang, Hebei 050022, China;

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

**Abstract:** By using remote sensing (RS) and geographic information system (GIS), the landform pattern and the change of residential area of the 8 counties belonging to Weinan City are analyzed based on the TM data in 2000 and CBERS data in 2007. Results show that landform patterns are complex and diversiform with mountain, plain, valley, sandy-land, channel, etc, in which the flatland above plain and the valley in the north bank of Weihe River occupy over 20% of the total land area. The total area of residential sites in all counties increased by 6 044. 1 hm<sup>2</sup> during the 7 years, in which the biggest is 2 718. 6 hm<sup>2</sup> in Linwei District, the second is 1 057. 8 hm<sup>2</sup> in Dali County, and the least change is 123. 1 hm<sup>2</sup> in Tongguan County. The dynamic degree of overall region studied is 2. 03%, in which the most one is 3. 75% in Linwei District and the least one is 0. 85% in Chengcheng County.

**Keywords:** residential area; dynamic degree; remote sensing image; CBERS; Weinan City

自 1995 年 IGBP 和 HDP 联合提出“土地利用与土地覆被变化”研究计划以来, 相关研究已成为全球环境变化研究的前沿与热点问题<sup>[1-4]</sup>, 同时地理信息系统与遥感和全球定位系统技术成为研究的重要应用工具和手段。人口增加导致城市用地及农村居民地的扩张, 与耕地资源减少的矛盾日益突出。陕西关中盆地特征明显, 人类活动影响强烈。康慕谊等<sup>[5-6]</sup>分析了关中地区土地资源利用现状结构特征, 任志远等<sup>[7-8]</sup>分析了其生态安全动态变化特征和趋势。国内利用遥感技术提取居民地等专题信息已有

一些研究, 但是受影像空间分辨率和成像环境的制约, 研究结果可能存在一定的不确定性<sup>[9]</sup>。

渭南市地处秦晋豫三角地带, 包括了平原、山地、丘陵、沙地和河漫滩等多种地貌类型, 海拔在 325~2 160 m 之间, 陇海铁路穿境而过, 进入 21 世纪, 经济发展速度较快。以渭南 8 县(市、区)为研究区, 基于遥感与 GIS 技术, 监督分类与目视解译相结合提取其地貌类型及城镇、村落分布信息, 分析居民地变化动态, 以期为区域农业资源区划、水土保持及土地利用管理部门提供科学依据。

## 1 研究区概况

渭南市位于陕西省关中平原东部,东经 $108^{\circ}50'$ — $110^{\circ}38'$ ,北纬 $34^{\circ}13'$ — $35^{\circ}52'$ ,东濒黄河与山西、河南毗邻,是陕西省工农业生产和经济发展的重点地域之一。辖1区、8个县,代管2个县级市,2007年末总人口540万人,人口密度 $413.22$ 人/ $\text{km}^2$ 。该区属暖温带半湿润半干旱大陆性季风气候区,四季分明,光照充足,雨量适宜,除秦岭山区外,年日照时数为 $2\ 009\sim 2\ 528.1$  h,年均气温 $11.5\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 13.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ , $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上积温 $4\ 250.3\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 5\ 022.9\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,大于 $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 积温 $3\ 780.8\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 4\ 509.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,是关中地区热量的高值区;无霜期 $199\sim 224$  d,年降水量 $508\sim 608$  mm。黄河流域的3级有名河流相汇此境,黄河自北而来沿边境流过,洛河自西北而东南入渭河,渭河自西而东在境内汇入黄河。地表水、地下水资源总量约 $2.0\times 10^9$   $\text{m}^3$ ,耕地面积 $5.49\times 10^5$   $\text{hm}^2$ 。研究区包括临渭区、华阴市、华县、潼关、大荔、蒲城、澄城、合阳等8个县(市、区),国土面积为 $9\ 353.3$   $\text{km}^2$ ,占渭南市总面积的 $71.7\%$ 。临渭区、华县、华阴市的黄河漫滩和渭河傍河区为地下富水区;大荔、蒲城等县地热水资源蕴藏量丰富。

## 2 数据源与信息提取

### 2.1 数据源

本研究采用陆地资源卫星 Landsat 5 TM 和中巴卫星(CBERS)两幅遥感影像,成像时间分别为2000年5月21日和2007年8月21日。该幅TM图像质量良好,成像于夏季作物(小麦)即将成熟时,大部分地物色彩、纹理、形状特征清晰,地物特征容易识别。而CBERS影像整体质量稍差,图像下部存在噪声,有云彩及薄雾状笼罩,使部分影像模糊,尽管成像于大秋作物生长旺盛时节,地物仍较难辨识。在图像合成中,我们从TM的7个波段中选5,4,3(红绿蓝,RGB)3个波段进行组合。中巴卫星遥感影像空间分辨率为 $19.5$  m,波段分配与TM基本一致。由于其5波段粗校正影像的空间配准有偏差,因而选用2,4,1波段组合成RGB假彩色图像,与TM的5,4,3波段合成影像效果基本一致。

同时收集了县级行政区划图、居民点分布及土地利用统计资料。

### 2.2 图像几何精校正

采用遥感图像处理软件(PCI Geomatica V8.2)和地理信息系统软件(ArcGIS 9)处理数据。将2000年TM影像在PCI遥感图像处理平台上用GCP-

works 模块,采用UTM地图投影,对应1:5万地形图,选取8~10个地面控制点(GCP),主要为道路交叉点、桥、铁路等明显地物点,控制点选取的误差为 $0.5\sim 1$ 个像元,然后采用双线性二次内插法进行重采样,进行几何精纠正,得到校正图像。将2007年的CBERS图像校准到2000年的TM图像。按照国家基础地理信息系统数据的1:25万地形图县市界线,切割出研究区范围图像。同时分别输出tif格式图片,供ArcMap调用和屏幕目视解译。

### 2.3 地物信息提取

常用的遥感信息提取方法有两大类。一是目视解译,二是计算机信息提取。目视解译主要依据几何精校正处理和最佳波段组合的TM图像所呈现的形态、色调、纹理等影像特征来划分地物。

采用人机交互式判读方法提取信息,其方法步骤为:(1)用非监督分类法,充分发挥软件自动判断功能,判读研究区内的土地利用类型和特征;综合分析各类用地的像元亮度值,找出各类用地类型间的差异。(2)确定分类系统,选择训练区,对样区用可能性矩阵作分类模板评价,使地类的误差矩阵值大于 $90\%$ ,利用最大似然法进行监督分类。(3)将分类结果与影像对照核查修改(目视判读),形成地貌类型图和居民地分布图。(4)对分类结果进行分类平滑处理,处理结果转成ArcGIS的Geodatabase或Coverage格式文件,进行图斑面积统计。

## 3 结果分析与讨论

### 3.1 地貌类型划分及数量特征

地貌条件是影响土地利用/覆被格局及区域农业生产的自然因素之一。根据该地区的实际情况,参考资料[10-11]将地貌类型按形态、成因和位置划分为10类。由于所用遥感影像的空间分辨率不易于区分较短时间的地貌形态变化状况,我们仅综合2幅影像色调、纹理等特征,进行基本类型划分。分类处理后关中东部地貌格局的影像概况如图1所示。

研究区地貌特征较为复杂,山、川、塬、沟壑、沙地和河道兼具,共可区分为10种类型,从基本地貌类型上堪称是关中平原的缩影。渭河横贯盆地入黄河,河槽地势低平,海拔 $326\sim 400$  m。从渭河河槽向南、北两侧,地势呈不对称性阶梯状增高,由一、二级河流冲积阶地过渡到高出渭河 $200\sim 300$  m的一级或二级黄土台塬,分别区分出渭北、渭南阶地和台塬(详见表1—2)。这里是关中平原阶地最为宽广,最为肥沃的地带。

渭河北岸二级阶地以上,分布着东西延伸的渭北

黄土台塬,塬面广阔,一般海拔 460~600 m,是主要的粮产区。渭河南侧的黄土台塬断续分布,高出渭河约 250~350 m,呈阶梯状或倾斜的盾状,由秦岭北麓

向渭河平原缓倾,如临渭区的阳郭塬,华县的高塬,华阴的孟塬等,目前已发展成林、园为主的综合农业生产基地地带。

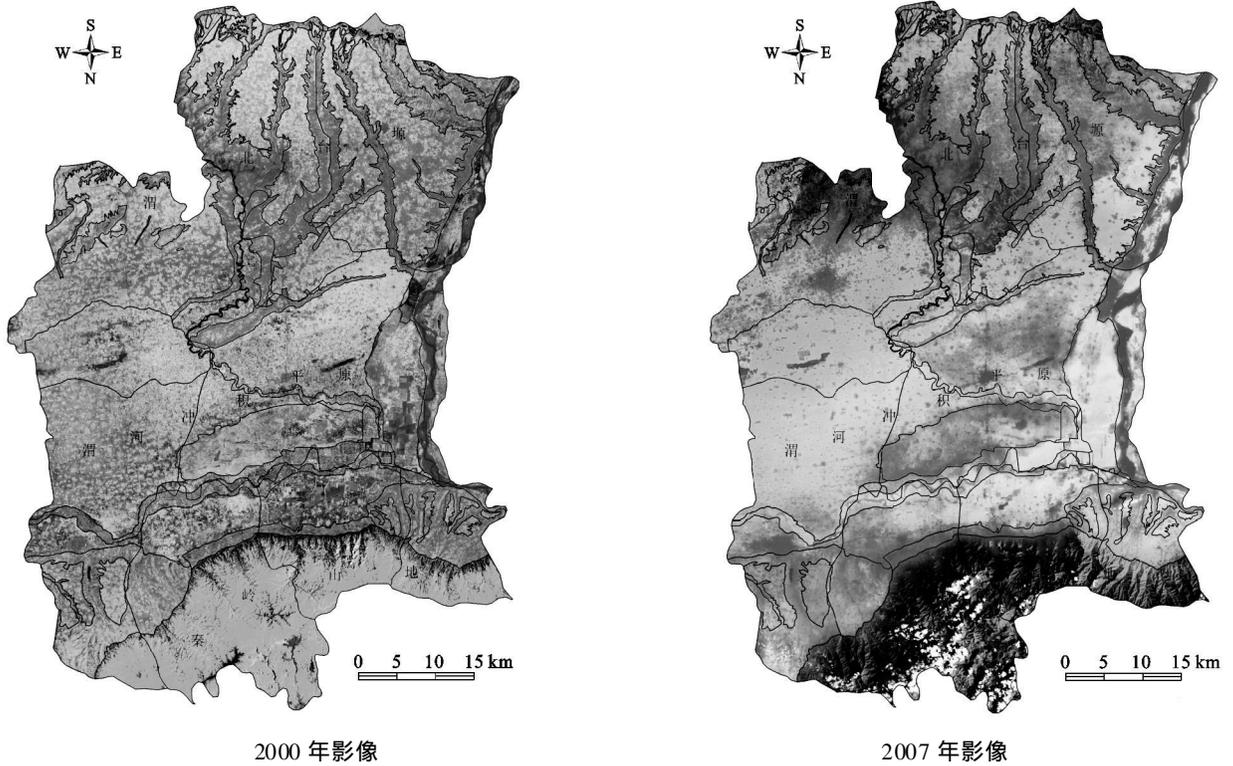


图 1 渭南 8 县(市、区)地貌格局遥感影像图

表 1 分县(市、区)地貌类型面积统计

类型分区	临渭区	华阴市	华县	潼关县	大荔县	蒲城县	澄城县	合阳县	分类合计
秦岭山地	93.11	296.19	713.09	171.61	—	—	—	—	1274.01
渭北山地	—	—	—	—	—	82.58	7.93	27.57	118.08
渭南梁塬沟壑	208.30	39.74	141.95	175.77	—	—	—	—	565.77
渭北沟壑	—	—	—	—	84.75	959.08	512.12	398.12	1 954.07
渭南阶地	94.34	227.68	197.83	1.24	—	—	—	—	521.09
渭北阶地	684.41	10.07	4.10	—	210.87	—	1.45	—	910.90
渭南台塬	127.92	59.88	38.81	44.09	—	—	—	—	270.70
渭北台塬	—	—	—	—	624.06	482.20	595.39	763.38	2 465.04
河流滩地	46.52	37.75	46.451	33.12	552.98	59.29	0.27	158.27	934.64
风沙滩地	2.25	—	—	—	336.96	—	—	—	339.21
分县合计	1 256.86	671.31	1 142.22	425.83	1 809.62	1 583.15	1 117.17	1 347.34	9 353.50

在 10 个类型分区中渭北黄土台塬和沟壑占主导,比重超过 20%,秦岭山地比重超过 10%,两岸河流阶地比重达 15.31%。河流滩地是各县市均有的地貌类型,面积比重近 10%,其中长年积水地段,可作为湿地利用。研究区东北部的合阳县有以黄河湿地自然景观为特色的洽川风景区。风沙滩地在该区也称沙苑,是

黄、渭、洛三河交汇及风力作用的产物,其中已适时适地利用和改造开发出沙苑文化观光地、沙苑林场。渭河两岸沟壑区土地利用条件差,水土保持和生态环境建设是实现农业可持续发展的中心工作。

从图 1 还可看出,秦岭山地裸露像元少,是研究区植被覆盖良好的地带。分布于蒲城县境的卤泊滩

盐碱沼泽湿地为相对封闭的槽状洼地, 影像特征易于辨认。

### 3.2 居民地空间分布及动态变化

居民地在影像上呈房屋、场院、道路、空地、绿地以及稀疏林木等组成的混合像元, 房屋等建筑物体及空地占优势<sup>[7]</sup>。本次分类把城市建筑用地、城市交通用地合并成居民地类。

在居民地信息提取中, 分块设置训练样区, 多次提取, 辅以目视判读, 组合形成最终的含几种主要信息的土地利用类型图。并可得出, 在小麦种植集中的地带影像上, 居民地空间结构与外围的耕地区别明显, 而在渭南台塬尤其是渭南梁塬沟壑地貌类型区, 居民地空间结构模糊, 软件自动提取难以实现, 主要通过目视解译方法弥补。

表2 分县(市、区)地貌类型面积比重统计

类型分区	临渭区	华阴市	华县	潼关县	大荔县	蒲城县	澄城县	合阳县	分类合计	全区比重
秦岭山地	7.31	23.25	55.97	13.47	—	—	—	—	100.00	13.62
渭北山地	—	—	—	—	—	69.93	6.72	23.35	100.00	1.26
渭南梁塬沟壑	36.82	7.02	25.09	31.07	—	—	—	—	100.00	6.05
渭北沟壑	—	—	—	—	4.34	49.08	26.21	20.37	100.00	20.89
渭南阶地	18.11	43.69	37.96	0.24	—	—	—	—	100.00	5.57
渭北阶地	75.14	1.11	0.45	—	23.15	—	0.16	—	100.00	9.74
渭南台塬	47.26	22.12	14.34	16.29	—	—	—	—	100.00	2.89
渭北台塬	—	—	—	—	25.32	19.56	24.15	30.97	100.00	26.35
河流滩地	4.98	4.04	4.97	3.54	59.16	6.34	0.03	16.93	100.00	9.99
风沙滩地	0.66	—	—	—	99.34	—	—	—	100.00	3.63
分县面积比重	13.44	7.18	12.21	4.55	19.35	16.93	11.94	14.40	100.00	100.00

居民地动态度。土地利用动态度有单一土地利用动态度和综合土地利用动态度。单一土地利用类型动态度表征某研究区一定时间范围内某种土地利用类型的数量变化情况<sup>[12]</sup>。在这里采用单一土地利用动态度指标计算居民地土地利用动态。其表达式为

$$R = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\%$$

式中:  $R$  ——研究时段内某种土地利用动态度;  $U_a$ ,  $U_b$  ——分别为研究期初及研究期末某一种土地利用类型的数量;  $T$  ——研究时段长, 当  $T$  时段设定为年

时,  $R$  的值就是该研究区某种土地利用类型的年变化率。表3为根据土地利用图统计出的渭南8县(市、区)居民地面积、所占国土面积的比重、单一土地利用类型变化幅度和年变化率。

由表3可以看出, 在2000年和2007年两个观察时段, 居民地面积所占国土面积的比重最大, 为10.40% (临渭区), 最小为2.12% (华县)。其原因在于临渭区是渭南地级市市府驻地, 城市扩展力度大于其它县市, 而华县拥有近乎56%的全研究区秦岭山地面积, 自身山地面积比重达62.3%, 人口密度低于其它各县市。

表3 渭南8县(市、区)居民地面积、比重、面积变化幅度及年变化率

县(市、区)	2000年面积/hm <sup>2</sup>	2007年面积/hm <sup>2</sup>	2000年比重/%	2007年比重/%	面积变化/hm <sup>2</sup>	年变化率/%
临渭区	10 354.7	13 073.3	8.24	10.40	2 718.6	3.75
华阴市	1 953.1	2 311.9	2.91	3.44	358.8	2.62
华县	2 422.4	2 701.3	2.12	2.36	278.9	1.64
潼关县	1 165.8	1 288.9	2.74	3.03	123.1	1.51
大荔县	8 365.5	9 423.3	4.62	5.21	1 057.8	1.81
蒲城县	8 829.0	9 580.6	5.58	6.05	751.6	1.22
澄城县	5 125.6	5 431.6	4.59	4.86	306.0	0.85
合阳县	4 781.1	5 130.4	3.55	3.81	349.3	1.04
8县合计	42 497.2	48 541.3	4.54	5.19	6 044.1	2.03

7 a 间 8 县居民地这一土地利用类型共增加 6 044.1 hm<sup>2</sup>, 居民地年变化率为 2.03%。各县(市、区)居民地都有不同程度的增加, 临渭区面积变化最多, 增长 2 718.6 hm<sup>2</sup>, 其次是大荔县, 面积增长 1 057.8 hm<sup>2</sup>, 潼关县增长最少, 为 123.1 hm<sup>2</sup>。居民地年变化率仍以临渭区最高(3.75%), 华阴市居次, 年变化率为 2.62%, 澄城县最低, 仅 0.85%。该县 2000 年居民地面积比重处研究区中游, 基础较好, 经济发展平稳, 7 a 间相对变化不大。

## 4 结论

应用 RS 与 GIS 技术, 可以提取渭南 8 县(市、区)的地貌类型及城镇、村落分布信息, 进而分析地貌类型格局数量特征及居民地时空变化。

研究区地貌类型复杂多样, 有山、川、塬、沟壑、沙地和河滩湿地等, 以渭北台塬和渭北沟壑面积最广, 比重均超过 20%; 两岸河流阶地比重达 15.31%; 秦岭山地比重超过 10%; 河流滩地比重近 10%。

7 a 间研究区居民地面积增加 6 044.1 hm<sup>2</sup>, 年变化率为 2.03%, 其中临渭区增长 2 718.6 hm<sup>2</sup>, 面积变化最大, 其次是大荔县, 面积增长 1 057.8 hm<sup>2</sup>, 潼关县增长最少, 为 123.1 hm<sup>2</sup>; 居民地单一土地利用动态度以临渭区最高(3.75%), 澄城县最低, 仅 0.85%。

致谢: 本研究应用了中国资源卫星中心提供的中巴卫星数据, 作者特此表示谢意!

## [ 参 考 文 献 ]

- [ 1 ] 李秀彬. 全球环境变化研究的核心领域: 土地利用/覆盖变化的国际研究动向[J]. 地理学报, 1996, 51(6): 553-558.
- [ 2 ] Verburg P H, Veldkamp T A, Bouma J. Land use change under conditions of high population pressure, the case of Java[J]. Global Environmental Change: Human and Policy Dimensions, 1999, 9: 303-312.
- [ 3 ] 史培军, 宫鹏, 李晓兵, 等. 土地利用/覆盖变化研究的方法与实践[M]. 北京: 科学出版社, 2000.
- [ 4 ] 史培军, 陈晋, 潘耀忠. 深圳市土地利用变化机制分析[J]. 地理学报, 2000, 55(2): 151-160.
- [ 5 ] 康慕谊, 姚华荣, 刘硕. 陕西关中地区土地资源的优化配置[J]. 自然资源学报, 1999, 14(4): 363-367.
- [ 6 ] 任志远, 黄青. 陕西关中地区生态安全定量评价与动态分析[J]. 水土保持学报, 2005, 19(4): 169-172.
- [ 7 ] 薛辉, 倪绍祥. 居民地信息遥感提取方法比较研究[J]. 水土保持研究, 2006, 13(5): 319-321.
- [ 8 ] 赵英时. 遥感应用分析原理与方法[M]. 北京: 科学出版社, 2003.
- [ 9 ] 陆灯盛, 游先祥. TM 图像的信息量分析及特征信息提取的研究[J]. 环境遥感, 1991, 6(4): 267-274.
- [ 10 ] 西北大学地理系. 陕西农业地理[M]. 西安: 陕西人民出版社, 1979.
- [ 11 ] 陕西省农业勘察设计院. 陕西农业土壤[M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 1982.
- [ 12 ] 王秀兰. 土地利用动态变化研究方法探讨[J]. 地理科学进展, 1999, 18(1): 81-87.
- [ 3 ] Mageau T, Costanza R, Ulanowicz R E. The development and initial testing of quantitative assessment of ecosystem health[J]. Ecosystem health, 1995, 1: 201-213.
- [ 4 ] 曾勇, 沈根祥, 黄沈发, 等. 上海城市生态系统健康评价[J]. 长江流域资源与环境, 2005, 14(2): 208-212.
- [ 5 ] 王静, 尉元明. 甘肃省农业生态系统健康评价[J]. 生态学报, 2006, 25(6): 711-715.
- [ 6 ] 鲁绍伟, 刘凤芹, 余新晓, 等. 北京市八达岭林场森林生态系统健康性评价[J]. 水土保持学报, 2006, 20(3): 79-105.
- [ 7 ] 武兰芳, 欧阳竹, 唐登银. 区域农业生态系统健康定量评价[J]. 生态学报, 2004, 24(12): 2740-2748.
- [ 8 ] 中共甘肃省委研究室. 甘肃省情(第 1—2 部)[M]. 兰州: 甘肃人民出版社, 1988, 1989.
- [ 9 ] 汤瑛芳, 王保福, 梁伟. 陇中黄土高原丘陵区建设水土保持型生态农业的经验及建议[J]. 甘肃农业科技, 2007(12): 26-29.
- [ 10 ] 肖风劲, 欧阳华. 生态系统健康及其评价指标和方法[J]. 自然资源学报, 2002, 17(2): 204-209.
- [ 11 ] 王寿兵. 传统生态多样性指数问题[J]. 复旦大学学报, 2003, 42(6): 867-874.
- [ 12 ] 郑元润, 周广胜. 基于 NDVI 的中国天然森林植被净第一性生产力模型[J]. 植物生态学报, 2000, 24(1): 9-12.
- [ 13 ] 孟庆香. 基于 RS、GIS 和模型的黄土高原生态环境质量综合评价[D]. 陕西杨凌: 西北农林科技大学, 2006.
- [ 14 ] 任志远, 李晶. 陕南秦巴山区植被生态功能价值测评[J]. 地理学报, 2003, 58(4): 505-511.
- [ 15 ] 徐新晓, 牛健植, 关文彬, 等. 景观生态学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2004.
- [ 16 ] 梁文举, 武志杰, 闻大中. 21 世纪初农业生态系统健康研究方向[J]. 应用生态学报, 2002, 18(8): 1022-1026.

(上接第 208 页)