

日照市土地利用变化遥感监测及驱动力分析

邓清海^{1,2}, 张丹丹¹, 张丽萍¹, 曹家源¹, 林永霞¹

(1. 山东省沉积成矿作用与沉积矿产重点实验室,

山东科技大学 地球科学与工程学院, 山东 青岛 266590; 2. 重庆大学 资源与环境科学学院, 重庆 400044);

摘要:以2001年和2013年2期Landsat影像为数据源,采用ENVI的监督分类和分类后处理功能,并结合土地利用动态度分析模型和转移矩阵分析法,对日照市的主要土地利用类型数量变化特征、土地利用动态度和土地利用类型之间的转移特征进行了研究。结果表明,在2001—2013年,日照市的土地利用类型发生了显著变化,主要表现在耕地、林地、建筑用地和未利用地等方面。其中,耕地面积减少446.08 km²,年变化率为-2.22%,主要转化为建筑用地和未利用地;林地面积减少192.55 km²,年变化率为-2.43%,主要用于建筑用地和耕地,也有部分被转化成未利用地;建筑用地呈现持续增加的态势,2001—2013年,建筑用地面积增加一倍多,年变化率为8.05%,主要来自于未利用地和耕地;未利用地面积减少265.69 km²,年变化率为-1.16%,主要被用于建筑用地。最后分析了引起土地利用变化的主要驱动因子,认为主要驱动因子是城市化进程、社会经济的发展、人口增长和人类活动。研究成果可为区域土地持续利用提供决策依据。

关键词:遥感技术; 转移矩阵; 土地利用; 动态变化; 日照市

中图分类号: F301; P237

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2015)02-0184-05

Remote Sensing Monitoring of Land Use Change in Rizhao City and Its Driving Force Analysis

DENG Qinghai^{1,2}, ZHANG Dandan¹, ZHANG Liping¹, CAO Jiayuan¹, LIN Yongxia¹

(1. Shandong Provincial Key Laboratory of Depositional Mineralization & Sedimentary Minerals, College of Earth Sciences & Engineering, Shandong University of Science and Technology, Qingdao 266590, China;

2. College of Resources and Environment Science, Chongqing University, Chongqing 400044, China)

Abstract: Taking the 2001 and 2013 Landsat images as data sources, we discussed the land use dynamic change in Rizhao City, Shandong Province. By using the supervised classification and post processing function of the ENVI software, and combining the dynamic analysis with the transference matrix models of land use, we analyzed the major patterns of land use in Rizhao City, and revealed the spatiotemporal change characteristics, dynamic degree of land use change and the transference characteristics of land use types. The results showed that significant changes had taken place in terms of land use mode from 2001 to 2013 in Rizhao City. Among them, farmland had reduced 446.08 km², with an annual rate of 2.22%, which was mainly converted to construction land and virgin land. Forestland had reduced 192.55 km², with an annual rate of 2.43%, which was mainly used as construction land, farmland and virgin land. Construction land changed significantly from 2001 to 2013. The increased area was more than twice, and the annual rate had reached to 8.05%, which mainly came from virgin land and farmland. Virgin land had reduced 265.69 km², with an annual change rate of -1.16%, which was mainly used as construction land. Finally, the main driving factors of land use change were analyzed. The results showed that the main driving factors were urbanization process, the social and economic development, the population growth and the human activities. These research results will be of most importance for decision-making of land utilization of this region.

Keywords: remote sensing technology; transition matrix; land use; dynamic change; Rizhao City

收稿日期: 2014-04-18

修回日期: 2014-06-26

资助项目: 国家自然科学基金项目(40802086, 41272298); 山东省沉积成矿作用与沉积矿产重点实验室项目(DMSM200804); 山东科技大学科研创新团队支持计划(NO. 2012KYTD101)

第一作者: 邓清海(1976—), 男, 江西新干人, 博士, 副教授, 主要从事工程地质与水文地质方面的研究工作。E-mail: dqh2004@163.com

土地利用/土地覆被变化是自然与人文过程交叉最为密切的产物^[1],是区域可持续发展研究的切入点与突破口之一^[2],也是全球环境变化领域的核心研究内容之一^[1,3]。近年来,不少学者对此进行了研究,主要应用遥感与 GIS 技术^[4-8],或引入土地利用动态变化指数^[9]、转移矩阵^[10]、转化倾向性、支持向量机分类等模型,进行土地利用类型及空间格局变化研究。

日照市位于山东省东南部,山东半岛南翼,背山面海,丘陵面积达 50% 以上,土地利用的地域分异明显^[11]。近年来,由于中国经济目前正处于转型期,日照市乡镇工业迅速发展,城镇不断扩张,道路建设加强,基础设施建设进一步提高,大量优质土地被占用,导致可用耕地明显减少,土地利用状况发展趋势不容乐观,变化速度加快。而且,这在一定程度上也导致了植被破坏、水土流失等生态环境问题^[10]。因此,十分有必要对日照市土地利用及其动态变化进行研究,及时、全面地掌握土地资源利用变化规律,从而为当地有效进行土地利用规划、耕地保护、生态环境问题防治等工作提供信息服务。

1 研究区概况

日照市位于山东省东南部黄海之滨,在东经 118°25′—119°39′,北纬 35°04′—36°04′。东临黄海,西接临沂市,南与江苏省连云港市毗邻,北与青岛市、潍坊市接壤。南北长约 82 km,东西宽约 90 km,总面积 5 348 km²。全市常住人口为 280.11 万人(截至 2010 年 11 月 1 日零时),人口密度约为 524 人/km²,约为全国平均人口密度的 3.9 倍,人均占地面积较低。日照市属鲁东丘陵,总的地势背山面海,中部高四周低,略向东南倾斜,山地、丘陵、平原相间分布。最高点为五莲县境内马耳山,海拔 706 米;最低点为东港区东海峪村,海拔 1~1.5 m。山地占总面积的 17.5%,丘陵占 57.2%,平原占 25.3%。经济发展较快,2012 年日照市全年实现地区生产总值(GDP) 1 352.57 亿元,按可比价格计算,比上年增长 11.8%。实现蓝色经济增加值 596.51 亿元,增长 13.3%。

2 数据源及研究方法

2.1 数据源

本次研究主要数据资料是 2001 年和 2013 年的遥感图像,分别是 Landsat-7 和 Landsat-8 所拍摄,2001 年的影像是包括热红外波段和全色波段共 8 个波段在内的影像资料,2013 年的影像是包括新增的蓝色波段(主要应用海岸带观测)和短波红外波段(包括水汽强吸收特征可用于云检测)9 个波段的影像资

料。拍摄时间分别是 2001 年 4 月 12 日和 2013 年 4 月 2 日,时间跨度较大,但处于同一季节,地表植被类型比较接近,便于解译及分析比对。

使用的资料还包括日照市地形地质图(1:10 万)、日照市水文地质图(1:10 万),前人在本地区得到的相关研究资料和图件。

2.2 数据处理及土地利用类型信息提取

首先将原始影像数据经过几何校正、融合、镶嵌、影像配准、裁剪得到日照市的两个时期的影像图。然后,分别利用两幅影像的 4(近红外)、3(红)、2(绿)三个波段合成自然真彩色影像图片,用于目视解译。

获取数据源后,从色调、形态、纹理等方面建立日照市各种土地利用类型的遥感解译标志,并根据这些标志进行图像屏幕判读。通过解译,并利用多光谱监督分类将两幅影像分别分为 5 种土地利用类型(如图 4),包括耕地、林地、建筑用地、水域以及未利用地。在本文中,建筑用地是指被房屋建筑和构筑物遮盖的地表区域,其中,房屋建筑是指上有屋顶,周围有墙,并具有固定基础的永久性场所;构筑物是指为某种使用目的而建造的、人们一般不直接在其内部进行生产和生活活动的工程实体或附属建筑设施,比如广场,体育场,停车场等硬化地表。而未利用地则指没有被植被或水体覆盖,也没有在其上建有任何建筑或构筑物的地表区域,主要类型包括露天采掘场,堆放物场地,施工场地以及沙质地表、岩石地表、砾石地表、盐碱地表、泥土地表等裸露地表。

解译阶段,还需开展外业工作,对土地利用类型进行野外实地验证,并修正解译结果。根据日照市面积和影像分辨率,随机选取了 465 个地类图斑进行外业验证,利用混淆矩阵(表 1)的方法,得到耕地的解译精度为 95.5%,其他地类也都达到了 90% 以上。在表 1 中,行表示解译地类,列表示外业验证地类。

表 1 精度验证混淆矩阵

土地利用 类型	耕地	林地	建筑 用地	水域	未利 用地	精度/ %
耕地	105	2	0	0	3	95.5
林地	5	68	0	0	2	90.7
建筑用地	1	0	105	0	10	90.5
水域	0	0	0	23	1	95.8
未利用地	4	0	10	0	126	90.0

解译完成后,进行分类后处理。利用 ENVI 软件中分类后处理中的 Change Detection Statistics 功能,得出各土地利用类型面积并计算各类型所占比例(表 2),据此就可对 2001—2013 年的土地利用类型面积变化进行量化分析。

表2 日照市2001—2013年土地利用类型变化

土地利用类型	2001年		2013年		面积变化/ km ²
	面积/ km ²	比重/ %	面积/ km ²	比重/ %	
耕地	1674.86	31.28	1228.78	22.95	-446.08
林地	660.45	12.33	467.90	8.74	-192.55
水域	180.60	3.37	184.77	3.45	4.17
建筑用地	932.30	17.41	1832.91	34.23	900.61
未利用地	1906.34	35.60	1640.65	30.64	-265.69

2.3 土地利用类型动态度分析模型

土地利用动态度可以反映土地利用变化的速度,分为单一土地利用动态度和综合土地利用动态度^[9]。

1) 单一土地利用类型动态度。单一土地利用动态度是指一定时间内某种土地利用类型的数量变化情况。它可以反映某种土地利用类型的具体变化情况,主要是从微观的角度进行分析。其表达式为:

$$K = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (1)$$

式中: U_a, U_b ——研究初期和研究末期某种土地利用类型的面积; T ——研究时段,单位为年时, K 值就是研究区内某种土地利用类型的年变化率。

2) 综合土地利用动态度。综合土地利用动态度主要用来研究某一研究区的土地利用综合动态变化情况。其表达式为:

$$LC = \left(\frac{\sum_{i=1}^n \Delta LU_{i-j}}{2 \sum_{i=1}^n LU_i} \right) \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (2)$$

式中: LU_i ——研究初期第*i*类土地利用类型面积; ΔLU_{i-j} ——研究期内第*i*类土地利用类型转为*j*类土地利用类型面积的绝对值; T ——研究时段,单位为年时, LC 的值就是该研究区土地利用类型综合年变化率。

2.4 土地利用类型转移矩阵分析

土地利用类型转移矩阵能够定量描述各土地利用类型之间具体的相互转化情况,从而帮助我们更好地理解其时空演变过程。主要根据地图代数原理,对研究区的两期土地利用类型图形数据采用公式(3)所示的地图代数方法进行转移信息的提取^[12-13]。

$$C_{i \times j} = A_{i \times j}^k \times 10 + A_{i \times j}^{k+1} \quad (3)$$

式中: $A_{i \times j}^k$ ——*k*时期土地利用类型及其空间分布; $A_{i \times j}^{k+1}$ ——*k*+1时期土地利用类型及其空间分布; $C_{i \times j}$ ——由*k*时期到*k*+1时期的土地利用类型变化过程。

3 日照市土地利用变化分析

3.1 土地利用类型数量特征分析

从表2中可以看出,2001—2013年,日照市土地

利用类型发生了很大的变化,主要表现为耕地、林地、未利用地的持续减少和建筑用地的持续增加,而水域面积变化不明显。其中,耕地面积从2001—2013年减少了446.08 km²,面积比重由2001年的31.28%下降到2013年的22.95%;林地面积共减少192.55 km²,面积比重由2001年的12.33%下降到2013年的8.74%。而建筑用地则呈现持续增加的态势,2001年日照市建筑用地面积为932.30 km²,2013年面积扩展为1832.91 km²,2001—2013年,扩展面积达到900.61 km²,面积增加几乎一倍,比重由17.41%增加到34.23%。未利用地面积大量减少,从2001年的占地面积1906.34 km²到2013年占地面积1640.65 km²,13 a间面积比重下降了4.96%。中国经济目前处于转型期,城市化进程加速,这一趋势势必导致建设用地面积不断扩大,其他土地利用类型减少。要想降低这一土地变化速度,必须采取相应措施。

3.2 土地利用类型变化的动态度分析

应用土地利用动态度分析土地利用类型的动态变化,可以真实反映区域土地利用/覆盖中土地利用类型的变化剧烈程度。统计2001—2013年日照市各土地利用类型的增减情况,得出研究时段内土地利用变化面积以及变化率,再根据式(1)和式(2)对2001—2013年土地利用变化进行动态度分析,得出各土地利用类型动态度,以及日照市2001—2013年综合土地利用动态度(表3)。

分析表3,可以得出以下土地利用动态变化规律:

1) 日照市土地利用类型发生变化的土地面积为2543.04 km²,占日照市土地总面积(5354.54 km²)的47.49%,可见,在13 a间日照市土地利用类型总体上变化较大,其中变化较大的有未利用地和建筑用地。影响未利用地土地类型变化大的原因主要为经济的快速发展,对土地的需求越来越大,所以人们迫切的开发未利用地或建造居民区以应对住房需求,或建造工厂以满足经济发展需要,或为防天灾,使未利用地成为人工林地、草地等各种其他类型土地;与此同时,老的建筑区可能被拆迁,但还未开始施工,或对矿藏进行开挖,造成地表的破坏使其成为未利用地,还有堆掘及堆放场地对土地的占用,使其他类型的土地成为未利用地。

2) 日照市综合土地利用动态度为1.98%。其中水域的年变化率最小,其动态度仅0.19%;而建筑用地的年变化率最大,其动态度为8.05%;此外林地,耕地,未利用地的动态度依次为-2.43%, -2.22%, -1.16%,在13 a间这几种土地利用类型面积都是减小的。

表 3 日照市土地利用动态变化统计

土地利用 类型	减少/ km ²	增加/ km ²	总变化/ km ²	单一土地利用 类型动态度/%
水域	53.82	57.98	4.17	0.19
林地	354.31	161.77	-192.55	-2.43
未利用地	931.91	666.03	-265.69	-1.16
建筑用地	284.55	1185.15	900.61	8.05
耕地	918.45	472.11	-446.08	-2.22

表 4 2001—2013 年日照市土地利用转移面积矩阵

土地利用 类型		2013 年				
		水域	林地	未利用地	建筑用地	耕地
2001 年	水域	126.79	8.77	8.39	25.61	11.05
	林地	7.95	306.14	100.05	135.67	110.64
	未利用地	12.60	102.86	974.44	573.22	243.23
	建筑用地	14.66	17.46	145.24	647.76	107.19
	耕地	22.77	32.68	412.35	450.65	756.40

依据表 4,计算出 2001 年的土地利用类型在 2013 年转化成其他各土地利用类型的比例(表 5)。表 5 中的行为 2001 年第 i 类土地利用类型转化成 2013 年的各类土地利用类型的比例。

根据表 4,表 5 可以得到如下土地利用转移特征:

1) 水域总面积略有增加,水域面积增加的区域多位于日照西部地区,而增加的面积多数来源于耕地,也有部分来源于建筑用地、未利用地和林地。水域减少的面积多数用于建筑用地,占 2001 年水域总面积的 14.18%;部分用于耕地和林地,分别占 6.12%和 4.86%;另有还有 4.66%的水域面积退化成为未利用地。

表 5 2001—2013 年日照市土地利用转移比例矩阵 %

土地利用 类型		2013 年				
		水域	林地	未利 用地	建筑 用地	耕地
2001 年	水域	70.20	4.86	4.66	14.18	6.12
	林地	1.20	46.35	15.15	20.54	16.75
	未利用地	0.66	5.40	51.12	30.07	12.76
	建筑用地	1.57	1.87	15.58	69.48	11.50
	耕地	1.36	1.95	24.62	26.91	45.16

2) 林地总面积为减少的,减少的林地面积用于建造建筑物的比例最高,占 2001 年林地面积的 20.54%;耕地也占有很大比例,为 16.75%;另外,退化成为未利用地和转化成水域的面积分别占原林地面积的 15.15%和 1.20%。林地退化成为未利用地是由于林木不合理采伐造成的山体滑坡等导致地表裸露,并且绿化困难使其成为未利用地,主要分布在中

3.3 土地利用类型转移特征分析

得到经分类后处理获得的 2001 年和 2013 年土地利用类型图像后,就可以对两个时期的图像进行比对,并对 13 a 间的土地利用变化结构进行统计,从而得到日照市土地利用转移面积矩阵(表 4)。表 4 中的行为 2001 年第 i 类土地利用类型转化成 2013 年的土地利用类型及面积;列为 2013 年第 j 类土地利用类型在 2001 年的土地利用类型及面积。

部山区。增加的林地面积中,主要由绿化成功的未利用地转化而来。

3) 很多未利用地被开发利用,所以总体上未利用地面积是减少的。被开发的未利用地,有 573.22 km² 被建筑用地占用,占 2001 年未利用地总面积的 30.07%;其次为用作耕地和林地。另一方面,也有部分土地退化为未利用地,包括有 412.35 km² 的耕地,这占未利用地增加总面积近一半,主要位于西北部地区,据调查,主要是因为小工厂的建造对耕地的占用,施工对耕地的破坏,以及堆掘、堆放对耕地的占用。还有部分拆迁待建的建筑用地和被破坏的林地成为未利用地。

4) 建筑用地总面积增长明显,主要是因为经济的高速发展和城镇化速度加快。建筑面积的增加主要是由未利用地和耕地用地转化而来;减少的去向也主要为未利用地和耕地,但减少的面积相对小得多,建筑用地转化成未利用地和耕地的面积分别占 2001 年建筑用地面积的 15.58%和 11.50%。

5) 耕地面积变化也比较大,且明显减少。减少的耕地面积主要用作建筑用地和退化成为未利用地,其中建筑用地占 26.91%,未利用地占 24.62%。也有部分未利用地、林地和建筑用地被转化成为耕地。

4 讨论与结论

日照市土地利用变化的主要驱动因子为城市化发展、人口增长、社会经济发展及人类活动影响。

目前日照市的城镇是以扩大土地面积的外延式发展为主,建筑用地外延增长必然占用大量耕地^[14]。据调查,2001 年日照市城市建成区面积 36.1 km²,

2013年日照市城市建成区面积达97.1 km²,面积增加1.69倍。而且随着城市化进程加快,大量农村人口涌入城市,并在城市安家落户,这将导致住房面积、娱乐设施和相应的公共服务设施随着人们的需求而增加。一方面城市建设用地急速扩张;但另一方面在农村仍有大量留守老人和留守儿童,而农村居民点占地面积大,布局分散混乱,基础设施不完备,建筑物仍旧占用了大量耕地,据调查,全市共有小于100人的村落170个,过小的村庄规模,极大地增加了公共设施和基础设施的建设难度,而且用地量大,环境治理成本高,造成了土地的不经济利用,同时,其附属设施不能形成规模效益,既浪费了土地,又阻碍了农村社会经济的发展。

人口数量对日照市土地利用变化影响很大。根据2010年11月第六次全国人口普查数据,全市常住人口280.11万人,相比2000年第五次全国人口普查时,日照市常住人口268.62万人,十年之间,共增加了11.49万人,增长4.28%,年平均增长0.42%。人口增长导致对住房的需求增大,直接导致建筑面积增加,根据《2013年日照市国民经济和社会发展统计公报》,2013年年末日照市城市居民家庭人均住房建筑面积37.14平方米,那么仅住房面积的增加就是一个可观的数字。另据统计,平均每增加1万人,建设用地需增加114.44 hm²。这都将导致部分未利用地被开发,部分耕地和林地被转化,从而加剧了日照市土地利用变化的程度。

根据统计资料,日照市2001年全市生产总值(GDP)为234.21亿元,2013年突破1500亿元,达1500.16亿元。2013年GDP为2001年的6.4倍,13年间年均增长率达16.7%。其中,第一产业增加79.35亿元,13年间年均增长8.0%;第二产业增加690.33亿元,年均增长19.3%;第三产业增加496.18亿元,年均增长17.1%,而且2013年第三产业比重达到39%,比2001年提高了1.4个百分点。日照市经济发展迅速,主要归功于韩国工业园、高新技术产业园、物流产业园、汽车商贸城、粮油产业园和食品加工园等的发展壮大,其中食品加工园在2010年就占地面积2.7 km²,说明经济发展导致建筑面积增加;同时,日照市大力发展旅游业,建设旅游景区,使得绿化面积大幅增加。经济的迅速增长永远伴随着更大的投资和消费需求,这最终也将体现在土地利用类型和结构的改变上。

人类活动的影响主要体现在对土地的不合理使用导致土地利用类型的改变上。包括不合理垦殖引

起的水土流失、土地荒漠化以及土地次生盐碱化,这都导致了土地利用类型的变化。虽然现在法律体系和管理相对增强,但仍有不合理占用耕地和林地的现象发生。特别是工矿业的发展和矿产资源的过度开发对耕地的破坏更为严重,进一步导致土地利用类型的变化。

利用TM遥感影像,结合土地利用动态度分析模型和转移矩阵分析法,对日照市2001年到2013年的土地利用变化进行了研究,得到以下结论:

1) 通过遥感解译,得到了2001年和2013年日照市的土地利用类型分布图。在此基础上,分析了日照市土地变化情况,认为土地利用类型变化显著,其中以建筑用地、未利用地变化最为明显。

2) 未利用地的总面积变化最大,2001—2013年,有931.91 km²的未利用地被用作其他类型的土地,另有666.03 km²其他类型的土地面积退化变成未利用地。其次为建筑用地面积的变化,主要表现为其他类型的土地变成建筑用地,13年间总共增大了900.61 km²,这主要发生在沿海地区,而建筑用地变成其他类型土地的面积较小。

3) 在2001—2013年,日照市的土地利用方式发生了显著变化,主要表现在耕地、林地和建筑用地等方面。其中,耕地面积减少446.08 km²,年变化率为-2.22%,主要转化为建筑用地和未利用地;林地面积减少192.55 km²,年变化率为-2.43%,主要用于建造用地和耕地,也有部分被转化成未利用地;而建筑用地则呈现持续增加的态势,2001—2013年,建筑用地面积增加一倍多,年变化率为8.05%,主要来自于未利用地和耕地。未利用地面积减少265.69 km²,年变化率为-1.16%,主要被用于建筑用地。

4) 影响日照市土地利用变化的主要驱动力因子是城市化进程、社会经济的发展、人口增长和人类活动。由于城市化的发展和人口增长,使得居民建筑、娱乐场所以及商业用地增多,导致建筑用地面积急剧增加;社会经济和旅游业的发展,促使大量工厂和景区的建成,这占用了大量耕地和未利用地;人类活动的影响以及不合理使用土地,造成耕地、林地退化变成未利用地。

参考文献:

- [1] 李秀彬. 全球环境变化研究的核心领域[J]. 地理学报, 1996, 51(6): 553-558.
- [2] 李仁东, 隋晓丽, 彭映辉, 等. 湖北省近期土地利用变化的遥感分析[J]. 长江流域资源与环境, 2003, 12(4): 322-326.

枯水期流量的 1/4,对支流有很好的补给调节作用。其他两条支流流量较小,但也存在一定补给作用。

4 结论与建议

1) 通过设置渭河于流水环境污染负荷优化方案可知,河流上游背景 COD 浓度严重影响到下游排污口河流的稀释混合长度。该河段背景 COD 浓度在 25 mg/L 以上时,对河流稀释混合长度影响非常明显。

建议规定上游排污口稀释缓冲区的河长,即将排污口进行类别划分,保证每个排污口的设置都位于上一个排污口的稀释缓冲区以外,确保下一排污口出现之前,河流水环境能够达标。

2) 石头河、霸王河、汤峪河河段水环境容量分别为 271.81,72.08,289.89 kg/d,对于流水环境存在稀释调节作用。

建议在治理渭河干流污染的基础上,应保持和维护好支流水环境容量。在一定程度上,支流水环境可以补给干流水环境,稀释干流背景浓度,提升干流水体的污染负荷量,缩短混合缓冲区河长,可保证整条河流在短距离范围之内达标。

参考文献:

- [1] 麻德明,石洪华,丰爱平.基于流域单元的海湾农业非点源污染负荷估算:以莱州湾为例[J].生态学报,2014,34(1):173-181.
- [2] 费频频,杨京平.杭嘉湖水网平原村域水环境污染及其负荷分析[J].环境科学与技术,2011,34(4):104-109.

- [3] 朱磊,李怀恩,李家科.基于特征负荷法的渭河林家村断面以上流域污染物负荷估算[J].西安理工大学学报,2012,28(2):152-156.
- [4] 周洋,周孝德,冯民权.渭河陕西段水环境容量研究[J].西安理工大学学报,2011,27(1):7-11.
- [5] 朱磊,李怀恩,李家科,等.渭河关中段生态基流保障的水质水量响应关系研究[J].环境科学学报,2013,33(3):885-892.
- [6] 王淑贤.对眉县汤峪河河道综合治理方案的探讨[J].陕西水利,2013(6):100-101.
- [7] 周保君,霍学喜.眉县猕猴桃产业发展的调查与思考[J].陕西农业科学,2014,60(2):88-91.
- [8] 赵西君,刘科伟,吴殿廷,等.集群创导下的西部农村城镇化模式研究:以陕西眉县为例[J].西北大学学报:自然科学版,2009,39(1):137-141.
- [9] 李俊峰,盛东,何新林.玛纳斯河流域污染排放总量控制规划研究[J].水土保持研究,2009,16(1):254-258.
- [10] 赵卫,刘景双,孔凡娥.水环境承载力研究述评[J].水土保持研究,2007,14(1):47-50.
- [11] 张帆,徐建新,徐晨光.辽宁省典型流域水环境容量计算与分析[J].水土保持研究,2010,17(5):231-234.
- [12] 赵串串,马宏瑞,杨晓阳,等.渭河咸阳段水环境有机污染负荷与环境容量分析[J].环境科学与技术,2008,31(8):65-67.
- [13] 訾香梅.陕西渭河流域水功能区水域纳污能力分析[J].水利水电快报,2009,29(10):28-30.
- [14] 赵串串,王晓昌,马宏瑞,等.基于径流量模拟的渭河流域有机污染负荷削减方案研究[J].干旱区资源与环境,2010,24(6):164-168.

(上接第 189 页)

- [3] Fischer G, Sun L. Model based analysis of future land-use development in China[J]. Agriculture, Ecosystems & Environment, 2001, 85(1):163-176.
- [4] Driese K L, Reiners W A, Thurston R C. Rule-based Integration of Remotely-sensed Data and GIS for Land Cover Mapping in NE Costa Rica[J]. Geocarto International, 2001, 16(1):37-46.
- [5] Liu J, Liu M, Tian H, et al. Spatial and temporal patterns of China's cropland during 1990—2000: an analysis based on Landsat TM data[J]. Remote Sensing of Environment, 2005, 98(4):442-456.
- [6] 李黎黎,马振刚,王宝钧.基于遥感和 GIS 技术的洋河流域土地利用/土地覆被变化特征分析[J].安徽农业科学,2008,36(16):6924-6926.
- [7] 杨国清,李月臣,李鹏鲁.基于 RS 和 GIS 的小流域土地利用时空变化分析:以甘肃省天水市罗峪沟流域为例

- [J].水土保持研究,2009,16(6):194-199.
- [8] 李鹏杰,何政伟,李璇琼.基于 RS 和 GIS 的土地利用/覆被动态变化监测:以九龙县为例[J].水土保持研究,2012,19(2):38-42.
- [9] 王秀兰,包玉海.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.
- [10] 王三,赵伟,黄春芳.基于遥感的重庆市土地利用动态变化研究[J].中国农学通报,2010,26(2):250-256.
- [11] 王君仁,许庆福,韩颖新.日照市土地利用功能分区及空间管制[J].山东国土资源,2008,24(7):101-103.
- [12] 李月臣,刘春霞.锡林浩特市土地利用/覆盖变化研究[J].水土保持通报,2006,26(2):60-64.
- [13] 李月臣,刘春霞.北方 13 省土地利用/覆盖动态变化分析[J].地理科学,2007,27(1):45-52.
- [14] 乔庆伟,许庆福,张庆淑,等.日照市土地利用变化对生态环境的影响[J].山东国土资源,2010,26(7):30-32.