

基于 RS 和 GIS 的杨凌区土地利用变化及驱动力分析

于海影, 韦安胜, 陈竹君

(西北农林科技大学 资源与环境学院, 陕西 杨凌 712100)

摘 要: 基于杨凌区 1989 年土地利用现状图、2004 年和 2010 年拍摄航片目视解译后分别于 2007 年和 2013 年的实地核查数据, 在 ArcGIS 10.0 支持下建立 3 个时期土地利用信息数据库, 同时采取多主体访谈调查了 233 户农户家庭土地利用和经济收入情况等资料, 分析了该区域 24 a 土地利用动态变化特征及其驱动力。结果表明: 1989—2013 年杨凌区农用地面积减少 2 351.36 hm^2 , 建设用地增加 2 113.91 hm^2 ; 农用地的减少主要以耕地为主, 减少的耕地主要流向建设用地, 其次在农用地内部向果园、苗圃和养殖用地转移; 耕地内部结构也从粮食作物用地转移至设施栽培用地。杨凌区土地利用变化主要驱动力为政策制度和社会经济因素, 国家给予“农科城”特殊区位的优惠和扶持政策, 直接引导了土地流转和土地利用结构的宏观变化; 经济发展和城镇化进程加快以及受经济利益驱使, 也使土地利用由低值向高值转移。农业用地变化总体上处于衰退期, 耕地的衰退问题突出, 要保持“农科城”的特殊地位, 需要科学地协调保护耕地与城乡建设用地需求间的关系。

关键词: 土地利用变化; 驱动力; 遥感; 杨凌示范区

中图分类号: F301.24

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2014)05-0079-05

Analysis of Land Use Changes and Driving Forces in Yangling Based on RS & GIS

YU Hai-ying, WEI An-sheng, CHEN Zhu-jun

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

Abstract: Based on the land use status map of Yangling in 1989, and the on-spot inspection data in 2007 and 2013 according to the visual interpretation of aerial photographs of 2004 and 2010, we established land use information database of three periods with ArcGIS 10.0 system, and took multi-agent interviews survey of land use and economic income of 233 farmer households, then analyzed the land use dynamic change characteristics and its driving forces over the past 24 years. The results showed that in the period from 1989 to 2013, agricultural land area decreased by 2 351.36 hm^2 , construction land increased by 2 113.91 hm^2 in Yangling. The agricultural land reduction was mainly due to the loss of the cultivated land. The cultivated land reduction mainly shifted to the construction land. Next was the land internal transfer in the agricultural system, it transferred to the orchard, the nursery and animal farm land. For the cultivated land, high rate of land changed from cereal crop land to facility-cultivated land. The main driving forces of land use changes were the policy regimes and socio-economic factors. Yangling is an agricultural town, it got some special policies from the central government, which directly guided land transfer and land use structure changes. And economic development and urbanization also accelerated the process, i. e., land use transferred from the low to the high-value products. Agricultural land changes in Yangling were in recession, especially for the cultivated land. To maintain the special status for agricultural town, the scientific coordinated relationships between protecting farmland and meeting the urban-rural construction land demands is necessary.

Key words: land use change; driving force; RS; Yangling Demonstration Zone

收稿日期: 2013-11-20

修回日期: 2013-12-30

资助项目: “中英农业生产中养分资源可持续利用合作项目”; 国家“十二五”科技支撑计划项目课题(2012BAD15B04)资助

作者简介: 于海影(1984—), 女, 黑龙江克山县人, 在职硕士, 主要研究方向为土地利用评价。E-mail: yuhaiying3@163.com

通信作者: 陈竹君(1964—), 女, 陕西杨凌人, 博士, 副教授, 主要研究方向为土壤学及土地资源调查与评价。E-mail: zjchen@nwsuaf.edu.cn

土地利用变化研究是当前全球环境变化研究的热点和前沿,分析土地利用变化特征和变化的驱动因素是研究的核心问题^[1-2],不仅可以作为区域土地利用规划的科学依据,也是区域可持续发展的重要决策基础。目前,许多学者对土地利用变化及其驱动机制开展了深入的研究。由于土地利用特征、变化过程和变化驱动因素与空间尺度密切相关,不同驱动因子在不同区域影响的方式和程度各不相同,为此一般以区域案例为基础开展研究^[3],且多数集中在生态环境脆弱区和经济快速发展的城市及周边区,空间尺度较大^[4-6]。鉴于土地利用的快速变化和驱动机制的复杂性,RS 和 GIS 技术的应用是准确有效地掌握土地利用动态变化及其驱动机制的关键,已成为区域土地利用变化研究的最新趋势^[7]。

杨凌作为我国唯一的国家级农业高新技术产业示范区,按照“现代农业看杨凌”的定位,是探索中国现代农业技术和展示产业发展的一个窗口。在国家各项政策优惠及扶持下,社会经济显著提高的同时,产业结构调整、新机制下的土地流转使得土地利用发生很大变化。为此,本文以特殊区位条件的杨凌示范区作为研究对象,选取不同时期的航摄像片,利用 ArcGIS 10.0 对区域土地利用时空变化特征进行分析,结合实地调查统计数据,探讨引起该地区土地利用变化的驱动因素,为杨凌示范区土地利用规划与管理等提供科学依据,也为我国土地利用变化研究积累案例。

1 研究区概况与数据来源

1.1 研究区概况

杨凌示范区位于陕西八百里秦川腹地,关中平原中部,东邻西安、西衔宝鸡。地理坐标为东经 108°—108°07′,北纬 34°12′—34°20′,属暖温带季风区半湿润气候,年平均气温 13℃。示范区土地总面积为 135 km²,总人口 21.6 万,其中城镇人口 8 万人。区内地势南低北高,依次形成渭河三级阶地,海拔 431~559 m。土壤肥沃,以塿土为主,耕性良好,宜于农作物生长,因而古为周人祖先后稷“教民稼穡”之地,成为我国农耕文化的发祥地之一。现有耕地面积 5 724.03 hm²,人均耕地面积不足 0.03 hm²。交通便利,陇海铁路、西宝高速公路、西宝中线等贯穿全区。宝鸡峡二支渠、渭惠渠、渭高干渠等人工渠系越境而过,渭河、漆水河、韦河流经本区,水资源丰富、水利条件优越。

杨凌农业高新技术产业示范区(简称杨凌示范区或杨凌区)成立于 1997 年,成立之初下辖李台乡、杨村乡、大寨乡、五泉镇和街道办事处 5 个行政单位,2008 年原扶风县揉谷乡划归杨凌示范区管辖。为了更好地对比和准确掌握示范区 24 a 间土地利用变化,揉谷乡未纳入本次研究范围内。自示范区设立以来,在充分发挥区内农业科技优势,积极调整产业结构,促进社会经济快速增长的同时,土地利用方式呈现多元化,土地利用结构迅速调整。

1.2 数据来源及数据处理

土地利用现状及数据库创建:杨凌示范区早期土地利用现状图为 1989 年第一次全国土地调查获得,该图由陕西省测绘局根据 1984 年航摄像片于 1989 年实地调绘;2007 年和 2013 年土地利用现状图根据从陕西省测绘地理信息局购买的由 RC-30 航摄仪拍摄于 2004 年 5 月(绝对航高 4 300 m)和 2010 年 9 月(绝对航高 4 448 m)摄影比例尺为 1:2.5 万(地面分辨率为 1.0 m)研究区航片影像,通过对影像进行目视解译后,分别于 2007 年 6 月和 2013 年 5 月逐块地进行野外核查调绘。基于 ArcGIS 10.0 对 3 期土地利用现状图扫描图进行地理配准、矢量化后创建土地利用地理信息数据库。

土地利用现状分类:根据研究区土地利用的区域特点,本研究土地利用分类标准参照 2002 年《全国土地分类(试行)》,分为农用地(包括耕地、园地、林地、其他农用地)、建设用地(包括商服用地、工矿仓储用地、公用设施用地、公共建筑用地、住宅用地、交通运输用地和特殊用地)、未利用地(包括未利用土地和其他土地)3 个一级类 13 个二级类。本文采用三级分类研究。

社会经济数据来自于 2013 年 5 月采取多主体访谈和调查问卷两种方式对随机抽取的 233 户农户家庭的土地利用及经济收入基本情况调查获得的一手资料。

1.3 研究方法

采用刘纪远^[8]提出的综合分析方法,通过计算研究区土地利用程度综合指数 L_j 、土地利用程度变化量 ΔL_{b-a} 和变化率 R ,来表征研究区土地利用的程度变化。本方法将土地利用程度按照土地自然综合体在社会因素影响下的自然平衡态分为 4 级^[8](表 1),按照分级指数依据下列公式进行计算。

表 1 土地利用程度分级赋值

项目	未利用土地级	林、草、水用地级	农业用地级	城镇聚落用地级
土地利用类型	未利用地或难利用地	林地、草地、水域	耕地、园地、人工草地	交通和居民点及工矿用地
分级指数	1	2	3	4

$$L_j=100\times\sum_{i=1}^nA_i\times C_i\tag{1}$$
$$\Delta L_{b-a}=L_b-L_a=100\times[\sum_{i=1}^n(A_i\times C_{ib})-\sum_{i=1}^n(A_i\times C_{ia})]\tag{2}$$
$$R=\Delta L_{b-a}/[100\times\sum_{i=1}^n(A_i\times C_{ia})]\tag{3}$$

式中: L_j ——第 j 级土地利用程度综合指数; A_i ——研究区域内第 i 级土地利用程度分级指数; C_i ——研究区域内第 i 级土地利用程度分级面积百分比; n ——土地利用程度分级数; ΔL_{b-a} —— b 时间和 a 时间区域土地利用程度变化量; C_{ia},C_{ib} ——研究区域 a

时间和 b 时间第 i 级土地利用程度面积百分比;
 R ——土地利用程度变化率。

2 土地利用变化结果与分析

2.1 土地利用类型变化

2.1.1 土地利用一级类变化 杨凌示范区 1989 年、2007 年及 2013 年 3 期土地利用现状图显示,24 a 间研究区建设用地不断增加,农用地面积明显减少。通过对不同时期不同土地利用类型面积进行计算和统计,结果见表 2。

表 2 杨凌示范区 1989—2013 年各类土地利用面积变化

土地利用类型		1989 年		2007 年		2013 年		1989—2013 年
		面积/hm ²	百分数/%	面积/hm ²	百分数/%	面积/hm ²	百分数/%	
农用地	耕地	7009.10	74.36	5952.40	63.15	3311.68	35.14	—3697.43
	园地	148.22	1.57	194.78	2.07	948.23	10.06	800.00
	林地	165.66	1.76	65.48	0.69	382.48	4.06	216.82
	其他农用地	24.62	0.26	27.74	0.29	353.86	3.75	329.24
	合计	7347.60	77.95	6240.40	66.21	4996.24	53.01	—2351.36
建设用地	居民点及工矿用地	1551.61	16.46	2416.02	25.63	3054.76	32.41	1503.15
	交通运输用地	74.23	0.79	400.12	4.25	684.99	7.27	610.75
	合计	1625.84	17.25	2816.14	29.88	3739.74	39.68	2113.91
未利用地	未利用土地	152.45	1.62	40.61	0.43	354.93	3.77	202.48
	其他土地	299.62	3.18	328.36	3.48	334.59	3.55	34.97
	合计	452.07	4.80	368.96	3.91	689.52	7.32	237.45

由表 2 可知,研究区农用地在 1989 年、2007 年、2013 年分别由 7 347.60 hm² 减少到 6 240.40 hm² 和 4 996.24 hm²,共减少 2 351.36 hm²,占研究区总面积的比例由 77.95% 降到 53.01%,降低了 24.94%,但目前为止,研究区土地利用类型仍以农用地为主。农用地的减少主要以耕地为主,由 1989 年 7 009.10 hm² 减少到 2013 年 3 311.68 hm²,占比减少了 39.23%;而园地、林地及其他农用地则有所增加,增加面积分别为 800.00 hm²,216.82 hm²,329.24 hm²。随着农用地的减少建设用地面积不断增加,从 1989 年 1 625.84 hm² 增加到 2013 年 3 739.74 hm²,共增加 2 113.91 hm²,占比增加了 22.43%,建设用地以居民点及工矿用地增加为主,增加 1 503.15 hm²,占比增加了 15.95%;交通运输用地增加了 6.48%。未利用地先减少后增加,2013 年达到 689.52 hm²,占土地总面积的 7.32%,未利用土地的增加主要是被征用土地的尚未开发建设闲置所导致。同时可以看出 2007—2013 年 6 a 间各类土地利用变化速率远高于 1989—2007 年 18 a 的变化。

2.1.2 农用地内部结构变化 1989—2013 年杨凌示范区农用地变化不仅表现为面积减少,农用地内部结构也发生了很大的变化,农用地利用类型呈现多样化。图 1 表明,农用地内部利用方式呈现多元化,

各类型用地面积变化差异明显。耕地中的粮食作物种植面积不断减少,粮食作物用地在农用地中的比例由 94.99% 降低到 52.69%,减少了 42.30%;果园和设施栽培用地在农用地中所占比例大幅提高,其中果园由 2.02% 增加到 18.98%,设施栽培用地占比提高了 13.39%;苗圃、养殖场和设施农业用地在农用地内部比例也由 0.09% 增加到 11.74%。同样可以看出 2007—2013 年 6 a 间农用地内部各类型土地利用面积变化量远高于 1989—2007 年 18 a 的变化量。

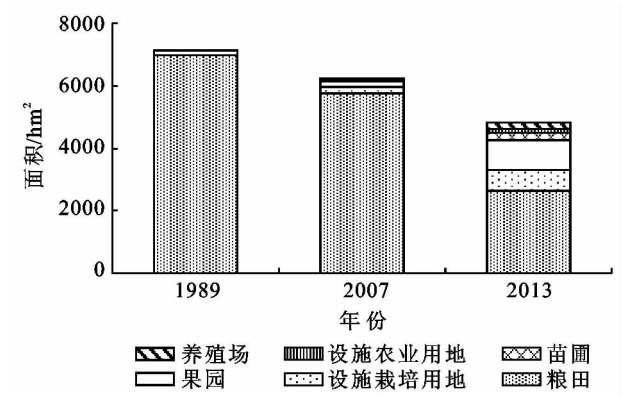


图 1 杨凌示范区 3 个时期农用地内部各土地利用类型面积

2.2 土地利用程度变化

土地利用程度既可以反映土地利用的广度和深度,又反映了驱动因素对土地利用变化的综合效

应^[4]。如果土地利用程度变化量 $\Delta L_{b-a} > 0$ 或土地利用程度变化率 $R > 0$, 则表示该区域土地利用处于发展期, 否则处于调整期或衰退期^[9]。表 3 中农用地土地利用程度变化量(ΔL)和土地利用程度变化率(R)均为负值, 表明农用地总体上处于衰退期。从农用地内部看, 耕地处于衰退期, 园地处于发展期, 林地 在 1989—2007 年处于衰退期, 2007—2013 年为发展期,

因此可以说明农用地的衰退主要是由耕地的衰退引起的。建设用地及内部各类型土地的利用均处于发展期。比较 1989—2007 年和 2007—2013 年两个阶段土地利用程度变化可知, 2007—2013 年土地的开发利用程度加大。研究区整体上 $\Delta L_{2013-1989} = 15.46 > 0$, $R_{2013-1989} = 0.05 > 0$, 说明杨凌示范区土地利用正处于发展期。

表 3 1989—2013 年杨凌示范区土地利用程度变化

土地利用类型	土地利用程度综合指数(L)			土地利用程度变化量(ΔL)			土地利用程度变化率(R)		
	1989 年	2007 年	2013 年	1989— 2007 年	2007— 2013 年	1989— 2013 年	1989— 2007 年	2007— 2013 年	1989— 2013 年
农用地	232.11	197.93	154.97	−34.18	−42.96	−77.14	−0.15	−0.22	−0.33
耕地	223.09	189.46	105.41	−33.63	−84.05	−117.68	−0.15	−0.44	−0.53
园地	4.72	6.20	30.18	1.48	23.98	25.46	0.31	3.87	5.40
林地	3.52	1.39	8.12	−2.13	6.73	4.60	−0.60	4.84	1.31
其他农用地	0.78	0.88	11.26	0.10	10.38	10.48	0.13	11.75	13.38
建设用地	69.00	119.51	158.71	50.51	39.20	89.71	0.73	0.33	1.30
居民点及工矿用地	65.85	102.53	129.64	36.68	27.11	63.79	0.56	0.26	0.97
交通运输用地	3.15	16.98	29.07	13.83	12.09	25.92	4.39	0.71	8.23
未利用地	7.98	7.40	10.87	−0.58	3.47	2.89	−0.07	0.47	0.36

2.3 土地利用变化驱动力分析

土地利用变化驱动力包括自然、社会经济和政策制度等因素, 自然因素相对稳定, 通过累积效应主要引起土地覆被发生变化, 社会经济和政策制度因素相对活跃, 直接影响人们在土地利用上的决策^[10]。许多研究结果均揭示出土地利用变化主要受经济发展、人口增长及政策等因素的控制^[11-13]。此外, 不同空间尺度和不同区域驱动因子也会有所不同。

2.3.1 政策制度因素 土地政策是土地利用变化的最直接驱动力^[14]。杨凌作为唯一的国家级农业高新技术产业示范园区, 国家对杨凌的各项投入和政策优惠对土地利用转化具有直接影响。如 2008 年开始由政府主导发起了土地流转^[15], 即在保持农村基本经营制度不变的前提下发展现代农业的体制机制, 实施农民以一定价格将土地存入土地银行, 本村农民、企业、外地农民或农业专业合作社再从土地银行租用土地, 用以规模化集约经营。据统计, 目前发生土地流转的面积为 1 712.61 hm², 占该区农用地的 34.28%, 流转的土地已逐步建成现代农业创新园、国际农业科技合作园、现代农业企业孵化园、种苗产业园、标准化生产示范园、科技探索园等现代农业示范窗口, 主要发展设施蔬菜和水果、苗木、养殖业和食用菌工厂化栽培等。同时, 为进一步促进农业产业结构调整, 出台了各种政策补贴、技术培训等, 如“在规划区内, 每建一个日光温室大棚财政直补 1.5 万元, 并协调银行给农户贷款 1 万元, 全额贴息三年, 对于带动效应大的合作社, 每棚再加 2 000 元补助”政策^[16]。以上政

策的出台和实施, 改变了过去杨凌示范区以小麦—玉米粮食作物为绝对主导的农用地内部结构, 对于土地利用类型的转变具有直接的驱动作用。

2.3.2 社会经济因素 与全国其他城市相似, 随着杨凌区经济的发展、城镇化进程的加快, 城镇建设用地需求亦不断增加。杨凌示范区 GDP 由 1997 年成立时的 3.09 亿元增加到 2012 年的 47.29 亿元, 平均年增长 2.95 亿元, 2012 年农民人均纯收入为 10 841 元, 增长率为 19.00%。刘军等^[17]研究也认为工业总产值与农民人均收入是影响杨凌建设用地总量变化的核心驱动力, 其中工业总产值的影响又大于农民人均收入。

另外, 农用地内部结构的变化也受比较经济利益的驱动, 为实现土地利用的高产出率与高效益, 土地利用总是不断地由低值向高值转移^[18]。根据 2013 年的农户土地利用及经济情况调查表明, 种植粮食作物(小麦—玉米)年每公顷平均纯收益 1.30 万元, 果园(猕猴桃)年每公顷纯收益 11.37 万元, 设施栽培年每公顷纯收益 37.05 万元, 粮食作物纯收益分别比果园和设施栽培低 10.07 万元和 35.75 万元。在这种比较利益的驱动下, 进一步推动了示范区农用地内部利用结构由低值粮田向高值果园、苗圃和设施栽培用地的转移。

2.3.3 交通和人口因素 有研究显示, 农用地转化成城镇用地的强度与其距交通干线的距离有密切的关系^[19]。杨凌示范区地理位置优越, 交通便利, 自古以来都是关中地区重要的交通要冲和物资集散地之

一。研究区内陇海铁路及西宝高速公路纵贯全区,自建成通车后,以路为轴,建设用地不断辐射扩大,最终导致李台乡因其特殊的地理位置,24 a 间 80.26%的土地被纳入城镇化建设范围,其中被征用的农用地面积为 1 422.30 hm^2 ,占总变化量的 81.24%。随着示范区交通运输网发展不断完善,铁路密度和公路密度分别从 1989 年的 0.094 4 km/km^2 和 0.396 0 km/km^2 ,发展到 2013 年的 0.144 1 km/km^2 和 1.999 5 km/km^2 ,已超过陕西省总水平,而示范区城乡一体化建设将使未来的交通条件更加优越,对土地利用变化的影响将会愈强烈。

人口作为一个独特的因素,其数量的增长、分布、结构、素质以及迁移均影响土地利用的变化^[20]。自 1997 年示范区设立至今,16 a 总人口增加约 9.57 万,其中 2007—2013 年 6 a 人口增加约 5.58 万,增长率为 34.83%,同期居民点及工矿用地由 2007 年 2 416.02 hm^2 增加到 2013 年 3 054.76 hm^2 ,增加了 6.78%。人口增长对居民点及公共设施等用地的需求增加,从而导致建设用地扩张。

3 结论

(1) 1989—2013 年杨凌示范区土地利用发生了很大变化,目前土地利用类型仍以农用地为主。24 a 间农用地面积减少 2 351.36 hm^2 ,建设用地增加 2 113.91 hm^2 ,未利用土地增加 237.45 hm^2 。农用地的减少主要以耕地为主,共减少 3 311.68 hm^2 ,减少了 39.23%,减少的耕地主要流向建设用地,其次在农用地内部向果园、苗圃和养殖用地转移,耕地内部结构也从粮食作物用地转移至设施栽培用地。

(2) 杨凌示范区土地利用变化主要驱动力为政策制度和社会经济因素,作为“农科城”的特殊区位要求,国家一系列的优惠和扶持政策,直接引导了土地的流转和土地利用结构的宏观变化;经济发展和城镇化进程的加快,驱动建设用地总量增加,而受经济利益的驱使,农用地内部由低值粮田向高值果园、苗圃和设施栽培用地转移。交通条件的改善和人口增加在一定程度也推动了土地利用结构的变化。

(3) 土地利用程度变化说明:杨凌示范区土地利用整体上处于发展期,但农业用地总体上处于衰退期,其中耕地的衰退问题突出。要保持“农科城”的特殊地位,需要科学地协调保护耕地与城乡建设用地需求间的关系。

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/土地

覆被变化的国际研究动向[J]. 地理学报,1996,51(6): 553-558.

- [2] 何英彬,姚艳敏,唐华俊,等. 土地利用/覆盖变化驱动力机制研究新进展[J]. 中国农学通报,2013,29(2):190-195.
- [3] 吴明发,欧名豪,廖荣浩. 经济发达地区土地利用变化及其驱动力分析:以广东省为例[J]. 水土保持研究,2012,19(1):179-183.
- [4] 肖思思,吴春笃,储金字. 1980—2005 年太湖地区土地利用变化及驱动因素分析[J]. 农业工程学报,2012,28(23):1-11.
- [5] 杨梅,张广录,侯永平. 区域土地利用变化驱动力研究进展与展望[J]. 地理与地理信息科学,2011,27(1):95-100.
- [6] 田媛,许月卿,吴艳芳. 环京津冀北贫困带土地利用/覆被变化研究[J]. 水土保持研究,2012,19(1):82-86.
- [7] 范科红,李阳兵. 1986—2007 年重庆主城区土地利用变化及其驱动因素研究[J]. 水土保持研究,2012,19(1):168-173.
- [8] 刘纪远. 中国资源环境遥感宏观调控动态研究[M]. 北京:中国科学技术出版社,1996.
- [9] 朱会义,李秀彬. 关于区域土地利用变化指数模型方法的讨论[J]. 地理学报,2003,58(5):643-650.
- [10] 邵景安,李阳兵. 区域土地利用变化驱动力研究前景展望[J]. 地球科学进展,2007,22(8):798-809.
- [11] 匡文慧. 陕西省土地利用/覆盖变化以及驱动机制分析:基于遥感信息与文献集成研究[J]. 资源科学,2011,33(8):1621-1629.
- [12] 余新晓,张晓明,牛丽丽,等. 黄土高原流域土地利用/覆被动态演变及驱动力分析[J]. 农业工程学报,2009,25(7):219-225.
- [13] 张云鹏,孙燕,王小丽,等. 不同尺度下的土地利用变化驱动力研究:以常州市新北区为例[J]. 水土保持研究,2012,19(6):111-116.
- [14] Verburg P H, Soepboer W, Veldkamp A, et al. Modeling the spatial dynamics of regional land use: The CLUES model[J]. Environmental Management, 2002, 30(3):391-405.
- [15] 刘波,彭瑾,盖小静,等. 杨凌农业高新技术产业示范区土地流转实践的调研分析[J]. 西北农林科技大学学报:社会科学版,2012,12(1):1-7.
- [16] 宋海燕. 杨凌大棚技术扩散的定量化研究[J]. 湖北农业科学,2012,51(21):4912-4914.
- [17] 刘军,赵敏娟. 陕西省杨凌示范区建设用地变化驱动力分析[J]. 中国人口·资源与环境,2010,20(3):108-111.
- [18] 宋开山,刘殿伟,王宗明,等. 1954 年以来三江平原土地利用变化及驱动力[J]. 地理学报,2008,63(1):93-104.
- [19] 杨洪鉴,王文茂. 胶州市土地利用变化及其驱动力分析[J]. 安徽农业科学,2011,39(3):1721-1723,1743.
- [20] 姚安坤,张志强,郭军庭,等. 北京密云水库上游潮河流域土地利用/覆被变化研究[J]. 水土保持研究,2013,20(2):53-59.