

陕西黄土台塬区土地系统变化特征分析

马彩虹^{1,3}, 任志远^{1,2}

(1. 陕西师范大学 旅游与环境学院, 陕西 西安 710062; 2. 陕西师范大学 西北国土资源研究中心, 陕西 西安 710062; 3. 陕西理工学院 历史文化与旅游学院, 陕西 汉中 723001)

摘要: 基于GIS和RS支持, 采用土地利用变化系列指标对陕西黄土台塬区1985—2010年土地利用变化特征进行了分析。结果表明, 2010年黄土台塬区耕地984 337.30 hm², 草地143 030.47 hm², 建设用地105 871.35 hm², 分别占总面积77.89%, 11.32%和8.38%; 研究时段内耕地、草地、林地、水域依次减少20 866.61, 11 065.22, 1 186.44和748.96 hm², 分别比1985年减少了2.08%, 7.18%, 4.60%和11.64%; 建设用地增加33 902.8 hm², 为1985年的47.11%; 建设占用耕地26 668.8 hm², 占建设用地转入流的96.26%; 草地转耕地18 923.9 hm², 占草地转出流的93.24%; 1985—1990年土地系统较为稳定, 综合动态度为0.52; 1990—1995土地利用变化活跃, 综合动态度达到3.60, 其后逐渐降低, 到2005—2010降低为1.16, 土地系统趋于稳定。空间上, 耕地转建设用地在城镇周边幅度较大, 草地和耕地互转主要在渭南台塬东部、咸阳塬北部以及宝鸡台塬区。

关键词: 土地系统; 时空变化特征; 陕西黄土台塬区

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2014)01-0237-05

中图分类号: F301.2

Land System Change Features in Shaanxi Loess Platform Region

MA Cai-hong^{1,3}, REN Zhi-yuan^{1,2}

(1. College of Tourism and Environment Science, Shaanxi Normal University, Xi'an, Shaanxi 710062, China; 2. Center for Land Resource Research in Northwest China, Xi'an, Shaanxi 710062, China; 3. School of History Culture and Tourism, Shaanxi University of Technology, Hanzhong, Shaanxi 723001, China)

Abstract: Based on GIS and RS, landuse variation features in the Shaanxi loess platform region from 1985 to 2010 were analyzed by a series of landuse change indexes. Results are as follows: In 2010, cultivated land, grassland and built-up land occupied 984 337.30, 143 030.47 and 105 871.35 hm², whose percentages over the total area of the loess platform region were 77.89%, 11.32% and 8.38%, respectively. During the research period, cultivated land, grassland, forestry land and water area decreased by 20 866.61, 11 065.22, 1 186.44 and 748.96 hm², respectively, accounting for 2.08%, 7.18%, 4.60% and 11.64% of each of land types in 1985, while built-up land increased by 33 902.8 hm², which took up 47.11% of built-up land in 1985. There were 26 668.8 hm² cultivated land changed into built-up land, accounting for 96.26% of the total area changed into built-up land, and 18 923.9 hm² grassland changed into cultivated land, accounting for 93.24% of the total area changed from grassland. The land system was relatively stable during 1985—1990 (synthetic dynamic index was 0.52), and the landuse change was active during 1990—1995 (synthetic dynamic index was 0.36). Since then, the synthetic dynamic index gradually decreased, the land system tended to be stable, and the value of synthetic dynamic index decreased to 1.16 from 2005 to 2010. In space, cultivated land changed into construction land was tremendously distributed around cities and towns, the mutual transformation between the cultivated land and grassland mainly occurred in the eastern part of Weinan platform region, the northern part of Xianyang and Baoji platform region.

Keywords: land system; spatiotemporal change feature; Shaanxi loess platform region

收稿日期: 2013-01-14

修回日期: 2013-04-01

资助项目: 国家自然科学基金项目“西北黄土高原台塬区土地资源开发利用与生态安全动态分析”(41071057); 国家自然科学基金项目“关中—天水经济区种植业生态服务功能的时空变异性与尺度效应”(41001388)

作者简介: 马彩虹(1974—), 女(汉族), 宁夏回族自治区西吉县人, 博士, 副教授, 主要从事资源环境评价及GIS/RS应用、生态经济与区域可持续发展研究。E-mail: mchyan@aliyun.com。

土地系统的复杂性问题土地变化科学的难点之一,关于这一问题的理论研究仍需继续强化^[1]。描述、理解及解释土地利用的时空格局及其动态变化过程^[2]仍然是当今地理科学、全球变化、资源环境、城市化、粮食安全等领域的热点^[3]。土地系统是一个“耦合的人类—自然系统”(coupled human and natural systems)^[4],除了复杂系统的一般特性外,土地系统还表现出时空异质性^[5]。对人类活动和全球变化反应敏感的区域一直是土地变化科学研究的热点区域^[6]。中国黄土台塬主要分布于陕西、山西、河南等省^[7],其中,陕西省黄土台塬是中国黄土台塬的主体。黄土高原台塬区是黄土高原重要的粮食生产基地和经济发展区,土地相对平坦辽阔,开发潜力大。本区也是黄土高原未来的重要产业与人口聚集和建设开发区,但生态环境比较脆弱,为社会经济发展和生态建设的复合区域,人口的聚集和经济的快速发展给土地资源和生态环境将带来巨大的压力。近年来,一些学者开始关注黄土台塬区的水土资源开发利用及生态环境保护问题,如詹晓红等^[8]对宝鸡市川道台塬区土地利用景观格局动态进行了分析,刘梦云等^[9]对黄土台塬不同土地利用土壤有机碳与颗粒有机碳做了研究,周自翔^[10]对西安黄土台塬土壤微形态特征与土地利用关系进行了研究,李会^[11]对渭北黄土台塬区水土资源优化配置与潜力开发进行了探讨。截至目前,对陕西黄土台塬土地系统长时段、多阶段时空变异特征研究仍然显得十分薄弱,需要开展进一步的研究。本研究对陕西黄土台塬区土地利用时空动态特征进行分析,探究这一特殊土地类型区的土地利用变化时空分异性,以期为该区域土地利用的效应、时空动态模拟以及台塬区粮食安全、生态安全的研究提供基础。

1 研究区概况

黄土台塬是一个特殊的地貌单元,是黄土所覆盖的呈阶梯状倾斜的台状地,沿河谷成长条状分布,具

有明显的台坎和平缓的台面,间有河谷切割并发育有一定的沟壑,隶属于侵蚀剥蚀堆积地貌类型中的台地类型。

陕西黄土台塬区总体位于 $34^{\circ}08'—35^{\circ}52'N$, $106^{\circ}20'—110^{\circ}36'E$,呈带状、东西走向展布于渭河谷底南北两侧,总面积 $1\,263\,773\text{ hm}^2$,为温带干旱半干旱气候,多年均温 $11.3\text{ }^{\circ}\text{C}$,年降水量 $500\sim 900\text{ mm}$ 。农作物生长期(4—10月)降水量约占全年 $85\%\sim 88\%$,利于农作物生长发育,为台塬区成为黄土高原主要粮食基地提供了较好气候条件。但蒸发量较大,年均蒸发量约为年均降水量的两倍多,水资源呈现贫乏状态。2010年陕西黄土高原台塬区人口 $1\,011.63$ 万人,非农人口比重占 24.8% ,达到 250.87 万人, GDP 为 $1\,827.11$ 亿元。

2 数据与方法

2.1 数据来源及预处理

本研究以 1985,1990,1995,2000,2005,2010 年陆地资源卫星 Landsat 遥感图像作为主要信息数据源,利用 ERDAS 9.2 进行遥感影像校正,最佳波段组合,投影转换,图像增强处理^[12];利用 ArcGIS 9.3 进行分类后处理以及栅格转矢量、投影设置与变换、叠加分析、邻斑同码融合,完成土地利用图和土地利用变化图可视化处理。

在土地利用变化的研究中,土地利用分类是基础性和关键环节^[13]。根据黄土高原台塬区土地利用特点,依据中国科学院和农业部划分的土地利用分类系统^[14],采用耕地、林地、草地、水体、建设用地、未利用地 6 大地类对遥感影像数据进行解译。采用计算机随机采样的方式,在影像上随机采样 300 个点左右,并根据野外 GPS 采样点信息,对台塬区的影像进行精度评价。从分类精度表 1 中可以看出,解译精度基本上符合研究的需要,可以作为下一步研究的土地利用基础数据,

表 1 1990 年台塬区分类精度评价

精度评价	耕地	林地	草地	水体	建设用地	未利用地
制作精度	0.754 3	0.721 2	0.763 1	0.810 4	0.846 1	0.632 4
用户精度	0.742 5	0.720 1	0.742 1	0.796 5	0.853 4	0.627 2
错分精度	0.214 3	0.198 4	0.214 1	0.192 5	0.312 1	0.241 2
漏分精度	0.203 3	0.154 2	0.195 6	0.154 2	0.301 1	0.241 3

注:总体分类精度为 81.56% ; Kappa 系数为 $0.786\,1$ 。

2.2 土地利用计量模型

2.2.1 土地利用动态度 土地利用动态度用来表达区域一定时间内某种土地利用类型数量的速度变

化^[15]。综合土地利用动态度用来表征整个区域土地利用变化的速度^[15]。公式如下:

$$K=\frac{U_b-U_a}{U_a}\times\frac{1}{T}\times100\% \tag{1}$$

$$LC=\frac{\sum_{i=1}^n|U_{bi}-U_{ai}|}{2\sum_{i=1}^nU_{ai}}\times\frac{1}{T}\times100\% \tag{2}$$

式中: K ——当 T 设定为年时,研究时段内某一种土地利用类型的年变化率; U_a, U_b ——研究初期和末期某一种土地利用类型的面积; U_{ai}, U_{bi} ——研究初期和末期 i 种土地利用类型的面积; T ——研究时段; n ——土地利用类型数; LC ——土地利用变化的综合年变化率。

2.2.2 土地利用转移流 引入动态物质变化中“流”的概念,把由一种土地利用类型转为另外一种土地利用类型的情况称作“土地利用转移流”^[16],用来表达土地利用变化的矢量属性。对任何土地利用类型而言,由该地类转为其他地类的变化量称为“转出流”,由其他类型转为该类型的变化量称为“转入流”,转出流与转入流之和就是该地类在特定时间段的“土地利用转

移流”,表征该土地利用类型中所有参与土地利用变化的总量。转入流与转出流之差为土地转移流净值。当其值为正时,表示净流入;反之,当其值为负时,表示净流出。公式如下:

$$L_f=L_{out}+L_{in} \tag{3}$$

$$L_{nf}=L_{in}-L_{out} \tag{4}$$

式中: L_f ——土地利用转移流; L_{out} ——转出流; L_{in} ——转入流; L_{nf} ——土地转移净值。

3 结果与分析

3.1 土地利用动态特征

3.1.1 土地利用结构变化 从数量结构分析,主要土地利用类型是耕地、草地、建设用地。2010 年这 3 大地类占总土地面积的 97.59%,其中耕地 984 337.30 hm^2 ,占 77.89%,充分体现了台塬区粮食主产区土地利用类型的独特性。草地 143 030.47 hm^2 ,占 11.32%;建设用地 105 871.35 hm^2 ,占 8.38% (表 2)。

表 2 1985—2010 年陕西黄土台塬区土地利用转移矩阵

hm^2

1985—2010 年	耕地	林地	草地	水域	建设用地	未利用地	1985 年
耕 地	960 582.3	3 217.1	13 964.8	747.4	26 668.8	33.4	1 005 213.8
林 地	2 724.6	20 795.0	1 945.2	72.7	281.5	0.0	25 819.2
草 地	18 923.9	371.0	125 794.5	288.3	710.6	1.9	154 090.0
水 域	1 598.4	7.6	254.3	4 542.5	32.1	0.0	6 434.9
建设用地	458.5	242.0	1 065.9	35.1	78 163.8	0.0	71 965.6
未利用地	59.5	0.0	0.0	0.0	11.4	178.7	249.6
2010 年	984 347.2	24 632.7	143 024.8	5 685.9	105 868.3	214.1	1 263 773.0

3.1.2 土地利用数量变化 1985—2010 年耕地、草地、林地、水域、未利用地均表现为减少,依次减少 20 866.61,11 065.22,1 186.44,748.9577 和 35.5476 hm^2 ,分别占 1985 年相应地类面积的 2.08%,7.18%,4.60%,11.64%和 11.24%;建设用地增加,共增加了 33 902.8,增加比例为 1985 年的 47.11%。从变化绝对值而言,耕地的值最大,但从变化率上来说,建设用地变化的幅度最大;从占总面积比例上来说,建设用占总面积百分比由 6.33%增长为 8.38%,年递增率达到 1.30%;草地比例大幅下降,林地、水域面积比例很低且持续降低,占全区面积比重由 1985 年的 0.51%降低为 2010 年的 0.45%,台塬区生态安全存在一定风险;未利用地仅占 0.02%,耕地后备资源严重不足(图 1)。

3.1.3 土地利用转移流动态 对于同一种土地利用类型而言既有转入也有转出。研究时段关键土地利用转移地类为耕地、草地、建设用地。其中,耕地转建

设用地 26 668.8 hm^2 ,占耕地转出流量 59.753%,占建设用地转入流的 96.26%,可见建设用地是耕地的主要流失方向;草地转耕地 18 923.9 hm^2 ,占草地转出流 93.2407%,可见草地是耕地补充的主要来源。

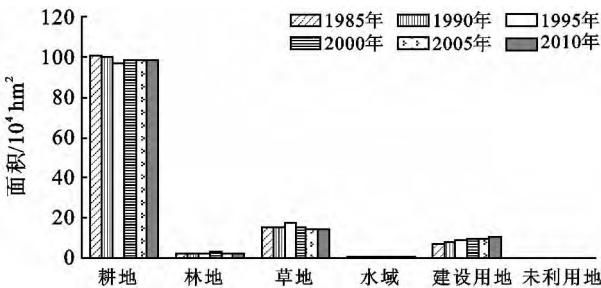


图 1 陕西黄土台塬区 1985—2010 年土地利用数量结构

3.1.4 系统稳定性动态 1985—1990 年综合动态度为 0.52,表明土地利用变化幅度很低,但 1990—1995 年综合动态度达到 3.60,表明土地利用变化活

跃;其后逐渐降低,到 2005—2010 年降低为 1.16,土地系统趋于稳定(图 2)。

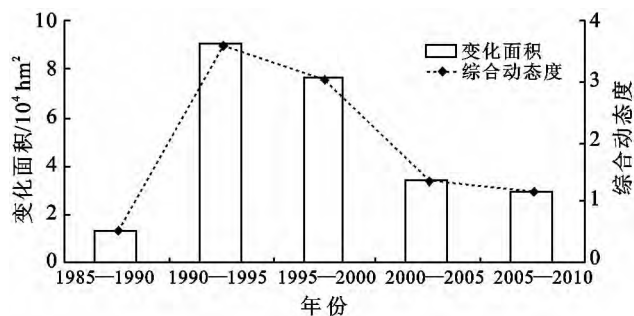


图 2 土地利用变化面积及综合动态度

3.2 土地利用空间变化特征

3.2.1 土地利用空间格局特征 依据景观生态学理论,耕地是构成黄土台塬区景观的基质类型;建设用地中,城镇用地团块状分布,农村居民点散布于黄土台塬区;林地和草地主要沿黄土台塬上沟壑地带展布,稀疏河流和水库散布于耕地基质(附图 2)。

3.2.2 转换地类的空间集聚特征 1985—2010 年

耕地转建设用地、草地转耕地、耕地转草地、耕地转林地、林地转耕地、建设用地土地利用变化累计贡献率可达 89.9%,涵盖了土地利用变化的大部分信息。采用上述土地转移流制图绘制出土地利用空间变化图谱(图 3)。从图 3 中可以看出,除了发现城镇地域系统附近耕地转建设用地具有明显的识别性外,难以解读出其他地类的空间分异特征。本文基于土地利用变化图谱的几何中心的密度制图法,用以识别黄土台塬区土地系统变化的空间分异特征。主要技术流程如下:对 k 期和 $k+1$ 期遥感解译数据进行叠置分析,计算出变化斑块面积,生成变化图斑密度数据。1985—2010 年,耕地转建设用地的集中连片高值区域见于宝鸡台塬西部、咸阳台塬南部,点状分布区域则主要集中在台塬区城市地域系统附近(图 3a);草地转耕地高值区有秦岭北麓的宝鸡台塬、咸阳台塬西北部、渭南台塬东部(图 3b);就耕地集聚特征而言,表现为宝鸡台塬区中部、咸阳台塬东南部、渭南塬中部及东部高值区集中连片分布(图 3c)。25 a 来,总体表现为城市地域系统附近为变化高值区(图 3d)。

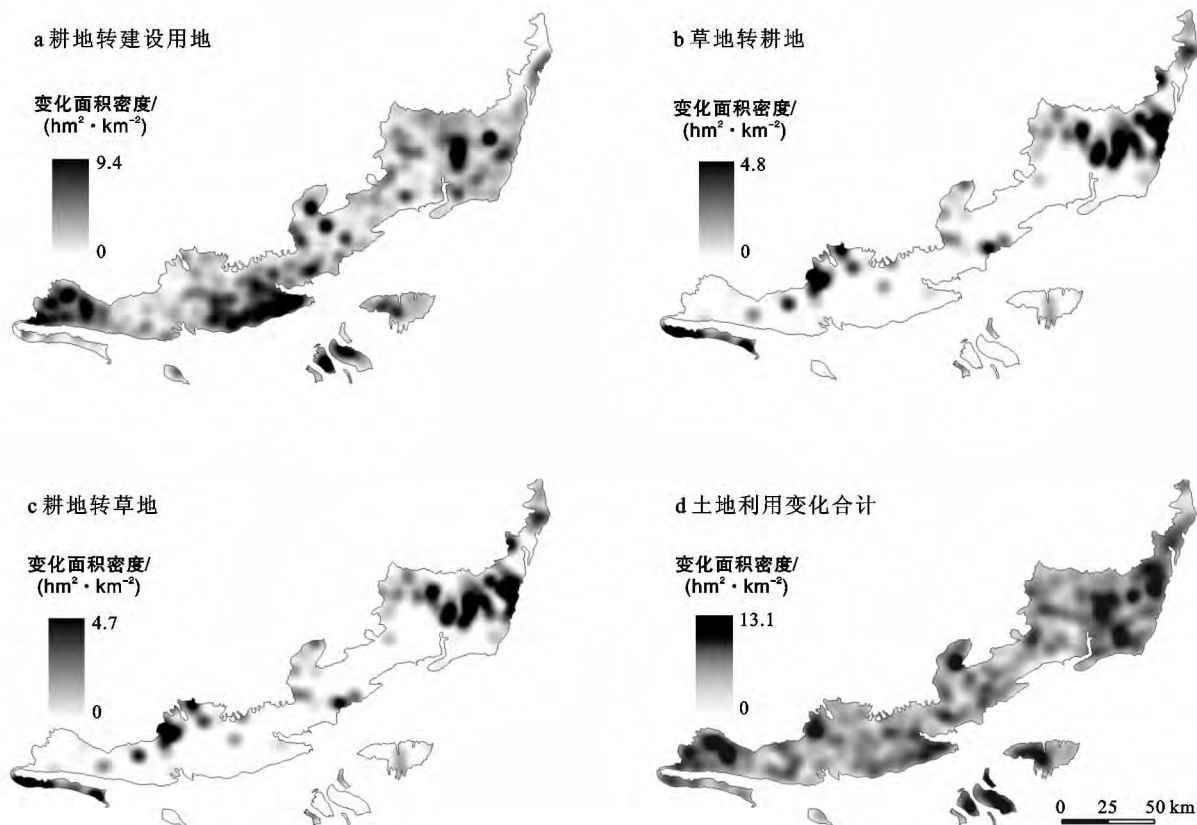


图 3 1985—2010 年黄土台塬区土地利用变化空间集聚特征

4 结论

(1) 陕西黄土台塬区主要土地利用类型是耕地、

草地、建设用地。2010 年这 3 大地类占研究区土地面积的 97.59%,其中耕地 $984\,337.30 \text{ hm}^2$,占 77.89%,草地 $143\,030.47 \text{ hm}^2$,占 11.32%,建设用地

105 871.35 hm²,占 8.38%。

(2) 1985—2010 年,耕地、草地、林地、水域、未利用地均表现为减少,依次减少 1 285.01,11 065.22,1,186.44,748.96,35.5476 hm²,分别占 1985 年相应地类面积的 1.29%,7.18%,4.60%,11.64%,11.24%;建设用地增加,共增加了 33 902.8 hm²,增加比例为 1985 年的 47.11%。

(3) 建设占用耕地是耕地流失主要方向,耕地补充主要依靠草地重新垦殖为耕地。1985—2010 年,建设占用耕地 26 668.8 hm²,占建设用地转入流的 96.26%;草地到耕地的转移流为 18 923.9 hm²,占草地转出流的 93.2407%。

(4) 1985—1990 年土地系统较为稳定,综合动态度为 0.52;1990—1995 年土地利用变化活跃,综合动态度达到 3.60,其后逐渐降低,到 2005—2010 年降低为 1.16,土地系统又趋于稳定。

(5) 空间上,1985—2010 年耕地转建设用地集中于城镇地域系统,草地和耕地互转主要在渭南台塬东部、咸阳塬北部以及秦岭北麓的宝鸡台塬上。

从本研究中可以看出,保护耕地资源的问题对粮食主产区来说比其他地区更为重要。针对台塬区后备资源严重不足的实际情况,为了实现耕地占补平衡自然落到了生态功能性地类上。25 a 来,在草地、林地、水域等在本来所占份额很小的情况下,均不同程度地受到侵占。由于土地系统的非线性特征,这些地类的微小变化可能导致土地系统生态安全格局的剧烈变化,使研究区存在一定的生态风险。台塬区这种土地利用流向特征,显然带有粮食安全目标指向性,却与区域生态安全目标相冲突。在全球生态安全问题日益突出的情况下,即使作为粮食主产区也不应该忽视生态安全问题。确保粮食安全的目标途径一方面应着眼于提高土地利用集约度,另一方面要加强基本农田建设,提高单位面积耕地的产出效益,同时着眼于对有限水资源的科学利用,不宜过度侵占重要生态服务价值功能型地类。

[参 考 文 献]

[1] Turner B L, Lambin E F, Reenberg A. The emergence

of land change science for global environmental change and sustainability[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2007,104(52):20666-20671.

- [2] Crawford T W, Messina J P, Manson S M, et al. Complexity science: Complex systems and land-use research [J]. Environment and Planning (B): Planning and Design, 2005,32(6):792-798.
- [3] 余强毅,吴文斌,唐华俊,等.复杂系统理论与 Agent 模型在土地变化科学中的研究进展[J].地理学报,2011,66(11):1518-1530.
- [4] Liu Jianguo, Dietz T, Carpenter S R, et al. Coupled human and natural systems[J]. Ambio, 2007,36(8):639-649.
- [5] Manson S O, Sullivan D. Complexity theory in the study of space and place[J]. Environment and Planning A, 2006,38(4):677-692.
- [6] 路云阁,蔡运龙,许月卿.走向土地变化科学:土地利用/覆被变化研究的新进展[J].中国土地科学,2006,20(1):55-61.
- [7] 齐矗华.黄土高原侵蚀地貌与水土流失关系研究[M].西安:陕西人民教育出版社,1991.
- [8] 詹晓红,贾保全,赵忠.宝鸡市川道台塬区土地利用景观格局动态分析[J].东北林业大学学报,2010,38(3):89-92.
- [9] 刘梦云,常庆瑞,齐雁冰,等.黄土台塬不同土地利用土壤有机碳与颗粒有机碳[J].自然资源学报,2010,25(2):218-226.
- [10] 周自翔.西安黄土台塬土壤微形态特征与土地利用关系研究[D].西安:陕西师范大学,2006.
- [11] 李会.渭北黄土台塬区水土资源优化配置与潜力开发[D].西安:陕西师范大学,2010.
- [12] 郭斌,任志远.城市土地利用变化与生态安全动态测评[J].城市规划,2010,34(2):25-29.
- [13] 张景华,封志明,姜鲁光.土地利用/土地覆被分类系统研究进展[J].资源科学,2011,33(6):1195-1203.
- [14] 刘纪远.中国资源环境遥感宏观调查与动态[M].北京:中国科学技术出版社,1996.
- [15] 任志远,李晶,王晓峰,等.城郊土地利用变化与区域生态安全动态[M].北京:科学出版社,2006.
- [16] 马彩虹,任志远,李小燕.黄土台塬区土地利用转移流及空间集聚特征分析[J].地理学报,2013,68(2):257-267.