

20 a 来延安示范区土地利用景观格局动态分析

梁伟^{1,2}, 张晓萍^{1,2}, 杨勤科^{1,2}

(1. 西北农林科技大学 水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100; 2. 中国科学院 水利部 水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100)

摘要: 利用 1986, 1997 和 2006 年的 TM 影像, 获取延安示范区土地利用基础数据。分析了研究区 20 a 来各土地利用景观类型的数量变化特征, 并从水土保持角度出发, 从土地利用结构相对合理性、平均斑块面积、斑块粒级结构、面积分布标准差等方面对耕地、草地和林地的斑块变化进行了分析评价。(1) 1986 年以来, 耕地呈减少趋势, 1997—2006 年间减少幅度较大; 草地、林地和居民点及工矿用地呈增加趋势, 1997—2006 年间增加幅度较大;(2) 土地利用结构有所好转, 但总体格局没变, 25° 以上仍分布较多的坡耕地;(3) 耕地破碎度增加, 分布更加零散, 草地更加集中连片分布, 林地中小斑块数量增加较多, 斑块数量结构差异更加明显。

关键词: 延安示范区; 土地利用; 景观格局; 水土保持

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2010)01-0191-04

中图分类号: F321.1

Landuse Pattern Dynamic Changes Over Last 20 Years in Yan'an Demonstration Area

LIANG Wei^{1,2}, ZHANG Xiao-ping^{1,2}, YANG Qin-ke^{1,2}

(1. Institute of Soil and Water Conservation, Northwest A & F University, Yang Ling Shaanxi 712100, China;

2. Institute of Soil and Water Conservation, CAS & MWR, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: The landuse information was extracted from the remotely sensed imagery in the years of 1986, 1997, and 2006, automatically. Based on the thematic maps, the quantitative change over last 20 years was analyzed. At the same time, the indexes of the relative rationality of the landuse structure, mean patch area, patch particle fraction structure, and patch area standard deviation were used to analyze and evaluate the patch changes of the cropland, grassland, and forest. Analyses indicate that (1) cropland has decreased since 1986 and the decreased range was larger during the period from 1997 to 2006. On the other hand, grassland, forest, residence, and industry increased and the change range was larger from 1997 to 2006. (2) Landuse structure was improved, but the general pattern did not change. More cropland was distributed on the slope greater than 25 degrees. (3) The cropland fragmentation was continuously rising and its distribution was more dispersed. Otherwise, the distribution of grassland was more concentrated and more continuous. The small and middle patch numbers of forest largely increased, which resulted in the more obvious difference in the patch quantity structure.

Keywords: Yan'an Demonstration Area; landuse; landscape pattern; soil and water conservation

土地利用方式是影响水土流失的主要因素之一^[1-3], 其变化被认为是全球变化研究的优先领域^[4-5]。不同的土地利用方式形成了不同的景观和景观结构^[6], 景观斑块的形状、大小、数量和空间组合影响着生物物种的分布、动物的运动、径流和侵蚀等生态过程和边缘效应^[7]。

开展土地利用景观格局变化研究对于区域资源的有效保护与合理利用有着重要的现实意义^[8], 在水

土流失严重的黄土高原地区意义更为深远。目前, 已有研究者对该区的土地利用景观进行了研究^[8-12], 其中也涉及到了水土流失问题, 但真正从水土保持角度分析土地利用景观格局的研究还不多见。本研究以 1986, 1997 和 2006 年夏季的 TM 数据为基础, 从水土保持角度出发, 选择与水土流失密切相关的指标, 分析评价该区土地利用景观空间格局的变化, 以期为该区的水土流失治理工作提供依据和支持。

收稿日期: 2009-05-22

修回日期: 2009-07-21

资助项目: 中国科学院西部行动计划(二期)项目“黄土高原退耕还林(草)环境效应与效益评价”(KZCX2-XB2-05-03)

作者简介: 梁伟(1976—), 女(汉族), 山东省汶上县人, 硕士, 主要从事遥感与地理信息系统在水土保持中的应用工作。E-mail: liangweiyl@163.com。

1 研究区概况

延安生态环境建设示范区(简称延安示范区,下同)位于延河、西川河、杜甫川、南川河在延安市附近的交汇处,涉及延安市、安塞县和延安宝塔区共 9 个乡镇,土地总面积 69 070.50 hm²。示范区属于暖温带半湿润半干旱气候,多年平均气温 9.8℃,多年平均降雨量为 536.6 mm,时空分布不均,降雨多集中在夏季,空间上则表现为南多北少。区内以黄土丘陵沟壑地貌为主,梁、峁、坡、沟比较发育,沟壑密度为 4.3 km/km²,地面割裂度为 51.15%。土壤以黄绵土为主,透水性好,容易遭受流水侵蚀。植被分布格局北部以草为主,南部以林为主,乔木有油松、小叶杨、沙柳等 40 多个树种,灌木则以狼牙刺、柠条、沙棘等为主。

2 研究方法

2.1 资料来源与土地利用景观数据的获取

本研究采用的遥感影像和资料是:1986、1997 和 2006 年夏季的 Landsat 5 TM 影像,空间分辨率为 30 m;研究区 1:5 万地形图和 1:5 万 DEM。土地利用景观数据的获取是在 ERDAS IMAGING 8.7 支撑下完成的。

(1) 以 1:5 万地形图 of 参考用二次多项式模型进行几何精校正,校正误差控制在一个像元以内,并以 1997 年为标准进行配准;(2) 利用最佳指数法选取最佳波段组合;(3) 根据影像特征进行信息增强处理,包括线性拉伸、边缘增强和融合等;(4) 根据影像的光谱分异情况对影像分区,对子区分别建立解译标志进行解译。同时还利用分层方法逐步提取地类信息,利用水体提取模型提取水体等,部分消除了异物同谱和同物异谱现象,最后利用人机交互式判读进行查错修改;(5) 参考野外考察结果,利用随机抽样法进行精度检验,不符合精度要求的进行查错修改,直到分类图像的 Kappa 系数大于 85% 为止。

根据研究目的和影像的解译力,从影像上提取了耕地、林地、草地、水域、居民点及工矿用地 5 大土地利用类型,然后利用 GIS 分析模块和 Fragstats3.3 软件获取土地利用变化的空间与属性数据,在此基础上进行土地利用景观动态分析。

2.2 分析指标选取

研究表明,裸地—植被镶嵌格局可以指示水土流失源—汇格局^[13],植被斑块和裸地斑块的大小直接影响到径流和侵蚀^[14-15]。本文将耕地视为水土流失的源,将林草地视为汇,则耕地斑块越大水土流失越严重,林草地斑块越大水土流失越弱,耕地—林草地镶嵌格局特征的变化势必引起水土流失的变化,因

此,本文除了选择了面积百分比和土地利用相对合理指数外,还从斑块粒级结构和斑块平均面积等方面来揭示耕地、草地和林地斑块变化特征,所选指标及其意义如下。

(1) 面积百分比(p_i)。指某一斑块类型面积占整个景观面积的比例,是林草措施建设中一个重要的指导性指标。长期以来,我国森林植被水土保持功能评价研究主要以该指标为主。

(2) 土地利用相对合理指数。该指数主要反映了在一定区域内土地利用的合理程度。在此,从水土保持的角度出发,用来评价示范区土地利用的合理程度,计算方法为^[10,16]。

$$R = \left(\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m L_i \cdot S_i \right) / n$$

式中: L_i ——某一坡度段第 i 种土地利用类型所占百分比; S_i ——该坡度段对第 i 种土地利用的适宜程度,其值变化在 0~1 之间,1 表示最适宜,0 表示不适宜,具体适宜性评价见参考文献[16]; m ——土地利用类型的总数目; n ——坡度的分级数。 R 值在 0~1 之间变化。 R 值大表示土地利用比较合理,土壤侵蚀量较低;当 R 值为 1 时,表示土地利用结构处于最佳状态,土壤侵蚀将达到最低限度。

(3) 斑块平均面积。该指数可以表征某斑块类型的破碎程度,其值越小越破碎。计算公式为:

$$MPS_i = \frac{1}{10\,000} \sum_{j=1}^n a_{ij} / n_i$$

式中: i ——斑块类型; a_{ij} ——斑块 ij 的面积(m^2); n_i ——斑块类型 i 的斑块个数。

(4) 斑块面积分布标准差。可以反映不同斑块类型的面积分布离散情况,其值越大面积分布越离散,反之,则越集中。计算公式为:

$$SD_i = \sqrt{\sum_{j=1}^n \left[a_{ij} - \left(\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{ij} \right) \right]^2}$$

式中: SD_i ——斑块类型 i 的面积分布标准差,其它各符号意义同斑块平均面积计算公式。

3 结果与分析

3.1 研究区景观格局变化特征

表 1 反映了研究区 1986—2006 年景观类型变化特征。由表 1 可以看出,1986 年以来,耕地面积呈减少趋势,20 a 共减少了 18.67%,林草地面积呈增加趋势,分别增加了 7.85% 和 9.42%,水域和居民点及工矿用地面积也呈增加态势,但增加幅度不大,分别为 0.31% 和 1.10%。耕地、草地和林地都以 1997—2006 年间变动幅度最大,这显然是 1999 年以来的大规模退耕还林(草)工程实施的成果。

比较 3 a 的耕地、草地和林地斑块个数可知,耕

地斑块经历了 1997 年的小幅度减少后,于 2006 年大幅度增加。草地斑块则一直处于减少趋势,林地斑块

与之相反,呈现出增加态势,景观类型面积与斑块个数变化特征有所不同。

表 1 延安示范区景观类型斑块和面积变化特征

土地利用类型	1986		1997		2006		面积变化百分比/ %	
	斑块数	面积百分比/ %	斑块数	面积百分比/ %	斑块数	面积百分比/ %	1986—1997	1997—2006
耕地	3 893	37.50	3 684	32.47	7 266	18.83	- 5.03	- 13.64
草地	2 735	52.73	1 350	53.89	1 160	62.14	1.16	8.26
林地	1 931	8.79	3 572	11.57	6 738	16.63	2.78	5.07
居民点及工矿用地	8	0.49	23	1.40	28	1.59	0.91	0.19
水域	37	0.49	16	0.67	31	0.80	0.18	0.13

3.2 土地利用相对合理指数

由于 TM 影像分辨率较低,无法提取梯田信息,另外,与坡耕地相比,梯田有较好的水土保持功能,但遇到大雨或者是暴雨时该功能就会大大减小甚至丧失,所以是潜在的水土流失源,因此本次研究将一部分梯田划分到了坡耕地中。坡耕地是造成水土流失的主要原因,在此重点分析耕地在不同坡度的分布状况。表 2 反映了不同坡度耕地的分布特征,可知,1986 年以来,8°以下耕地面积比例基本呈增加趋势,8°~25°耕地比例减少,1986—1997 年间,25°以上耕地比例基本没变,2006 年减少到 27.91%,所占比例仍然很大。1986,1997 和 2006 年的土地利用相对合理指数分别为 0.255,0.256 和 0.264,耕地的相对合理指数分别为 0.053,0.053 和 0.059,耕地分布结构有所好转,其中以 1997—2006 年转变幅度较大,为 0.006,但总体格局没变,耕地主要分布在 8°以上的地区,25°以上仍分布较多的耕地,该区水土保持工作仍任重道远。

3.3 斑块粒级结构分析

将耕地、草地和林地斑块按照小斑块(10

hm²)、中斑块(10~30 hm²)、中大斑块(30~50 hm²)、大斑块(50~100 hm²)、超大斑块(100~200 hm²)和巨斑块(>200 hm²)标准进行分级^[17],得到每个级别内斑块个数(表 3)。2006 年耕地小斑块数达到最大值,而巨斑块数为最小值,其它级别斑块的斑块数都以 1997 年为拐点,1997 年前呈增加趋势,其后减少。2006 年中小斑块数所占比例达到了最高,为 99.22%。另外,耕地平均斑块面积在下降(表 4),耕地斑块大小的变异程度在减小(表 4),耕地破碎度日益增大,分布日趋零散。

表 2 不同坡度耕地分布比例 %

坡度	1986	1997	2006
0°	1.79	2.16	3.03
0°~3°	5.60	6.13	8.31
3°~8°	8.44	7.67	9.36
8°~15°	18.63	17.84	17.74
15°~25°	35.75	35.28	33.65
>25°	29.79	30.91	27.91

表 3 不同时期、不同面积级别耕地、草地、林地斑块变化特征

面积/ hm ²	耕地			草地			林地		
	1986	1997	2006	1986	1997	2006	1986	1997	2006
<10	3 679	3 387	7 079	2 665	1 302	1 142	1 806	3 448	6 539
10~30	123	167	130	42	28	11	98	95	155
30~50	33	45	23	11	6	2	13	17	26
50~100	29	46	21	5	5	2	10	7	11
100~200	18	23	12	3	2	0	1	4	4
>200	11	16	1	9	7	3	3	2	3

1986 年以来草地斑块呈减少趋势,原来分散的小斑块草地日益连接形成较大斑块草地,增强了水土保持功能,但中小斑块所占比例仍然达到了 98.45%,斑块结构变化很小,20 a 来,草地斑块平均面积呈增加趋势(表 4),面积分布标准差也在增加(表 4),草地

日趋集中连片分布,连通性提高。

20 a 来林地斑块变化无明显规律,但 2006 年几乎所有斑块级别的斑块数都达到了最大值,其中零星分布的小斑块个数增加最多,与 1997 年相比增加率为 89.65%,导致林地平均斑块面积变小(表 4),林地

破碎度增加,斑块数量结构差异更加明显,分布更加不均匀。从图 1 可知,小于 200 hm² 的林地面积极别处于减小态势,退耕后小于 100 hm² 的面积比例在增加,并且是中小斑块面积比例增加较多,100~200 hm² 斑块面积比例则减小。同时,林地斑块面积分布标准差在逐渐减小(表 4),斑块大小的变异程度减小,面积分布相对更加向小斑块林地集中。

表 4 不同时期耕地、草地、林地斑块特征

土地类型	平均斑块面积/hm ²			面积分布标准差		
	1986年	1997年	2006年	1986年	1997年	2006年
耕地	6.65	6.09	1.79	149.52	44.84	9.04
草地	13.32	27.57	37.00	411.42	567.55	848.21
林地	3.15	2.24	1.71	19.68	11.28	7.61

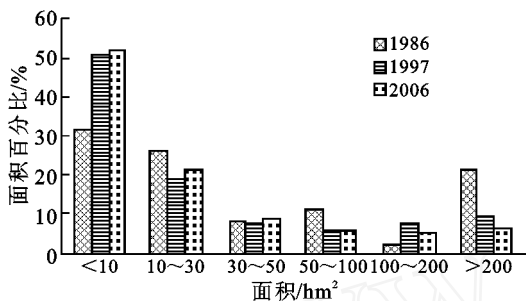


图 1 不同面积级别林地面积比例

4 结论

(1) 延安示范区容易引起水土流失的耕地面积呈减少趋势。20 a 来,耕地面积减少了 18.67%,具有防止土壤侵蚀功能的林草覆盖面积呈增加趋势,分别增加了 7.85% 和 9.42%。2006 年林草地覆盖度分别达到了 16.63% 和 62.14%,但还没有达到其水土保持的有效盖度(目前研究中,林地有效盖度最低为 30%,草地最低为 63.40%)^[18-21],尤其是林地覆盖度还比较低,这是目前林草措施水土保持效益不高的重要原因之一。

(2) 土地利用结构调整受政策影响较大。1986, 1997 和 2006 年耕地的相对合理指数分别为 0.053, 0.053, 0.059, 以 1997—2006 年间调整幅度最大,耕地分布结构有所好转,但总体格局没变,25% 以上仍分布较多的耕地。

(3) 1986 年以来,耕地破碎度增加,斑块大小的变异程度减小,斑块结构向有利于水土保持的方向发展。草地日益呈集中连片分布,有利于保水保土,防止土壤侵蚀。20 a 来,林地面积出现了净增长,但林地斑块变化无明显规律,2006 年斑块数达到了最大值,其中小斑块数出现剧烈增加现象,导致其破碎度增加,不利于其水土保持功能的充分发挥。

[参 考 文 献]

- [1] 景可,王万忠,郑粉莉著.中国土壤侵蚀与环境[M].北京:科学出版社,2005.
- [2] 唐克丽.中国水土保持[M].北京:科学出版社,2000.
- [3] 朱显谟.黄土高原水蚀的主要类型及其有关因素[J].水土保持通报,1982,2(3):40-44.
- [4] 蔡运龙.土地利用/土地覆被变化研究:寻求新的综合途径[J].地理研究,2001,26(5):645-652.
- [5] 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):553-557.
- [6] 王波,唐志刚,濮励杰,等.区域土地利用动态变化及人文驱动力初步研究[J].土壤,2001(2):86-91.
- [7] Turner M G. Spatial simulation of landscape change in Georgia: A comparison of 3 transition models [J]. Landscape Ecology, 1987, 1(1): 29-36.
- [8] 徐中春,谢永生,王恒俊.陕北黄土丘陵沟壑区土地利用景观格局动态变化特征分析[J].中国水土保持科学,2008,6(3):43-47.
- [9] 傅伯杰.黄土区农业景观空间格局分析[J].生态学报,1995,15(2):113-120.
- [10] 郝仕龙,陈南洋,柯俊.黄土丘陵小流域土地利用景观空间格局动态分析[J].农业工程学报,2005,21(6):50-53.
- [11] 焦峰,温仲明,王飞,等.黄土丘陵县域尺度整体景观格局分析[J].水土保持学报,2005,19(2):167-170.
- [12] 王晓燕,徐志高,杨明义,等.黄土高原小流域景观多样性动态分析[J].应用生态学报,2004,15(2):273-277.
- [13] 徐宪立,马克明,傅伯杰,等.植被与水土流失关系研究进展[J].生态学报,2006,26(9):3137-3143.
- [14] 秦富仓.黄土地区流域森林植被格局对侵蚀产沙过程的调控研究[D].北京:北京林业大学,2006.
- [15] Imeson A C, Prinsen H A M. Vegetation patterns as biological indicators for identifying runoff and sediment source and sink areas for semi-arid landscapes in Spain [J]. Agriculture, Ecosystems & Environment, 2004, 104(2):333-342.
- [16] 陈利顶,傅伯杰,王军.黄土丘陵区典型小流域土地利用变化研究[J].地理科学,2001,21(1):46-51.
- [17] 郭晋平,薛俊杰,李志强,等.森林景观恢复过程中景观要素斑块规模的动态分析[J].生态学报,2000,20(2):218-223.
- [18] 郭忠升.水土保持植被建设中的三个盖度:潜势盖度、临界盖度和有效盖度[J].中国水土保持,2000(4):30-31.
- [19] 侯喜禄,曹清玉.陕北黄土丘陵沟壑区植被减沙效益研究[J].水土保持通报,1990,10(2):33-40.
- [20] 焦菊英,王万忠.人工草地在黄土高原水土保持中的减水减沙效益与有效盖度[J].草地学报,2001,9(3):176-182.
- [21] 张光辉.植被盖度对水土保持功效影响的研究综述[J].水土保持研究,1996,3(2):104-110.