

基于 RS 的黄河中游多沙粗沙区土地利用变化分析

梁 伟, 杨勤科

(西北农林科技大学; 中国科学院水利部水土保持研究所, 陕西 杨陵 712100)

摘 要: 据 1975 年的 Landsat MSS、1986 年和 1997 年的 Landsat TM 影像资料, 运用遥感影像计算机自动分类方法获取土地利用信息, 用 GIS 空间分析方法以及数理统计方法全面分析了黄河中游多沙粗沙区 1975 ~ 1986 年和 1986 ~ 1997 年两个时期内各土地利用类型的变化幅度、变化速度、数量变化的区域差异、变化方向以及变化方向的区域差异等。结果表明: 后期土地利用类型间的相互转化有所增强; 耕地、草地、林地和未利用地是本区土地利用变化的主导类型, 耕地、草地与其它土地利用类型间的相互转化分布较广; 后期耕地被居民地占用的面积和毁林开荒的面积比前期有所增加。

关键词: GIS; 遥感; 多沙粗沙区; 土地利用变化

中图分类号: F301.24

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2006)05-0090-03

Land Use Change Analysis in Coarse Sandy Hilly Catchments of Yellow River Based on the Remote Sensing

LIANG Wei, YANG Qin-ke

(Northwestern Sci-tech University of Agriculture and Forestry, Institute of Soil and
Water Conservation, CAS and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: The land use information was extracted from the remotely sensed imagery of the year of 1975, 1986 and 1997 automatically. Based on these thematic maps, the land use change range, speed, direction and regional diversity were analyzed by the combined means of GIS spatial analysis and statistics analysis. Results indicated: transition among the land use type was more intense in the later period than that of the former period. The main land use types were cropland, grassland, forest and waste land in this area and transition between cropland, grassland and other land use type was more extensive. The area of cropland which was inhabited by the residential area and the forest destroyed were larger in the later period than that of the former period.

Key words: GIS; remote sensing; coarse sandy hilly catchments; land use change

土地利用/土地覆盖变化(LUCC)是全球变化研究的优先领域^[1,2], 区域土地利用变化是其研究的重要方面^[3,4]。黄土高原水土流失堪称世界之最, 多沙粗沙区是其主要的泥沙来源地, 也是水土保持的重点区域。进行区域尺度水土流失定量评价, 水土保持环境效应评价, 全面认识现代地表过程和评估人类对于自然环境过程的影响, 均迫切需要进行土地利用变化的研究, 特别是水土流失治理对环境要素和环境过程的影响, 以初步查清该地区的土地利用结构、土地利用的区域方式、变化趋势等。所以, 黄土高原土地利用时空变化分析, 可以为该区国土资源整治、生态环境建设提供科学规划依据, 以促进区域水土资源合理利用和可持续发展。这对水土流失的区域形势及水土保持过程的动态分析具有重大意义。

1 研究区概况及研究方法

1.1 研究区概况

黄河中游多沙粗沙区位于河口镇至龙门区间及泾河、洛河上游地区, 介于东经 107°13'48" ~ 112°53'49", 北纬 35°25'2" ~ 40°39'22" 之间, 总面积 11.26 × 10⁴ km², 是黄河中游粗颗粒泥沙的主要源区。该地区气候干旱, 降水少而集中, 并且多以暴雨形式出现, 降雨年际变化大, 多年平均降水量为

350 ~ 550 mm, 由东南向西北递减。该区地形起伏大, 主要地貌类型有黄土丘陵沟壑区、残塬区和西北风沙区。地表组成物质抗蚀性、抗冲性差, 易遭侵蚀, 风沙堆积与土壤侵蚀在年内交互进行且相互促进, 水土流失十分强烈。黄土高原多年平均输沙量为 16 亿 t, 该区的输沙量就占 65%, 年产粗沙 3.19 × 10⁸ t, 占上游实测量的 72.5%, 是黄河中下游沉积泥沙的主要来源区。该区是治理黄土高原、根治黄河水患的敏感区和关键区。

1.2 数据处理方法

数据的采集和处理采用遥感和地理信息系统方法以及数理统计方法。土地利用信息的提取采用计算机自动分类方法, 由于 1975 年的年数据与其它两年的数据空间分辨率不同, 因此, 在提取土地利用信息前先利用 1997 年的遥感影像与之融合, 这样既提高了其空间分辨率同时也保存了它的光谱特征。此外, 由于研究区范围较大, 受到客观条件的限制, 不可能所有地区的影像都为同一季节的影像, 这在一定程度上会影响个别地区的解译精度。根据影像的解译力, 参考修订后的《土地利用现状调查技术规程》^[5]从影像上提取了平耕地、坡耕地、乔木林地、灌木林地、草地、水域、居民地、沙地、盐碱地、裸岩和裸土 10 种土地利用类型, 为了便于分析,

* 收稿日期: 2006-06-05

基金项目: 中国科学院知识创新重要方向项目: 黄土高原水土保持的区域环境效应研究(KZCX3-SW-421)

作者简介: 梁 伟(1976-), 女, 山东汶上人, 助理研究员, 硕士, 主要从事遥感与地理信息系统在水土保持中的应用研究工作。

最后合并为耕地、林地、草地、水域、居民地和未利用地六个一级地类。然后,利用 GIS 分析模块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变化的动态分析。

2 土地利用的数量变化

2.1 土地利用变化幅度分析

区域土地利用变化包括土地利用类型的面积变化、空间变化和质量变化。面积变化首先反映在不同类型的总量变化上。通过分析土地利用类型的总量变化,可了解土地利用变化总的态势和土地利用结构的变化^[6]。分别对三期土地利用图进行统计分析,其结果如表 1 所示,可以看出:22 年间耕地经历了一个先增加后减少的过程,1975~1986 年耕地增加了 1 278.890 1 km²,1986~1997 年减少了 586.253 7 km²;草地一直处于减少的状态,并且前 11 年比后 11 年减少的幅度大;相反,林地、居民地和水域则一直在增加,并且前 11 年的增加幅度较大;与耕地相反,未利用地则是先减少后稍有增加,其主要原因是:“三北”防护林建设,各种林带、林网对防治地表风蚀,促进沙漠化逆转起到了明显的作用^[7];90 年代该区属于干旱型气候,加剧了干旱化趋势的发展^[8],同时,露天煤矿开采、道路工程和城镇建设等人为增沙严重^[9],此外,人口增长也促进了沙漠化的发展^[10]。总之,未利用地面积的变化是土地沙化、撂荒所造成的未利用地面积增加与耕地开垦、植树种草所造成的未利用地面积减少双向过程叠加的结果。耕地变化的原因主要有三个,其一是:80 年代新修淤堤坝数量锐减,陕北淤地坝建设 70 年代达到高峰,淤地坝的拦沙寿命为 10 年左右,70 年代末 80 年代初淤积了大量坝地,90 年代后,老的淤地坝与拦沙库容已大部分失效,还有相当数量的淤地坝和坝地被暴雨或洪水摧毁等,导致耕地面积减少,其二是:三北防护林工程的实施减缓了风沙对农田的吞噬,原来沙化的农田也部分被恢复,其三是人口的增长导致了对耕地需求的增长;居民地和水域的变化主要是人口增长、城市化和水产养殖业发展的结果;林地的增加主要是长期以来水土流失治理的成果。

表 1 1975~1997 年土地利用变化面积统计表 km ²					
	1975 年土地 利用面积	1986 年土地 利用面积	1997 年土地 利用面积	1975~1986 年 土地利用面积变化	1986~1997 年 土地利用面积变化
耕 地	30615.8220	31894.7121	31308.4584	1278.8901	- 586.2537
草 地	60655.3920	58468.1589	57164.2677	- 2187.2331	- 1303.8912
林 地	9611.0469	12141.7920	13763.5479	2530.7451	1621.7559
居民地	13.7664	58.8168	80.9622	45.0504	22.1454
水 域	446.3244	516.2301	571.1697	69.9057	54.9396
未利用地	11276.2728	9538.9146	9730.2186	- 1737.3582	191.3040
总面积	112618.6245	112618.6245	112618.6245		

2.2 土地利用变化速度分析

土地利用动态度可定量描述区域土地利用变化的速度,它对比较区域土地利用变化的差异和预测未来土地利用变化趋势都具有积极的作用^[11]。

2.2.1 区域综合土地利用变化分析

区域综合土地利用动态度可描述区域土地利用变化的速度,公式表达为:

$$LC = \left(\frac{\sum_{i=1}^n \frac{A_{i-j}}{A_i}}{2} \right) \times \frac{1}{T} \times 100 \%$$

式中: A_i ——研究初期第 i 类土地利用类型的面积;
 A_{i-j} ——时间段内第 i 类土地利用类型转为其它类土地利用类型的面积; T ——研究时段长度(a)。利用该公式分别计算 1975~1986 年和 1986~1997 年两个时期的土地利用年变

化率,结果表明:1975~1986 年多沙粗沙区土地利用年变化率为 3.26%,1986~1997 年的年变化率为 3.28%,比前期有所提高,这说明后期土地利用类型间的相互转化有所增强。

2.2.2 区域单一土地利用变化分析

单一土地利用动态度可表达区域一定时间范围内某种土地利用类型的数量变化情况,公式表达为:

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

式中: U_a 、 U_b ——研究期初和研究期末某种土地利用类型的数量; T ——研究时段长,当其设定为年时, K ——研究时段内某种土地利用类型的年变化率。利用该公式计算多沙粗沙区两个时段内 6 种土地利用类型的年变化率(图 1)。由图可知:1986 年前,居民地的年变化率最大,为 29.75%,其次是林地、水域和未利用地。1986 年后,所有土地利用类型的年变化率都处于减小状态,仍然是以居民地的年变化率最大,为 3.42%。林地、居民地、水域的年变化率由 1986 年前的 2.39%、29.75%、1.42%变为 1986 年后的 1.21%、3.42%、0.97%,说明林地、居民地和水域面积增加的速度在减小。草地的年变化率由 1986 年前的 -0.33%变为 1986 年后的 -0.20%,表明草地面积减少的速度也在降低。耕地的年变化率由前期的 0.38%变为 -0.17%,说明耕地面积由 1986 年前增加状态进入 1986 年后的减少状态,但减少幅度不大。相反,未用地则由 1986 年前的减少状态进入 1986 年后的增加状态,同样,增加幅度也不大。

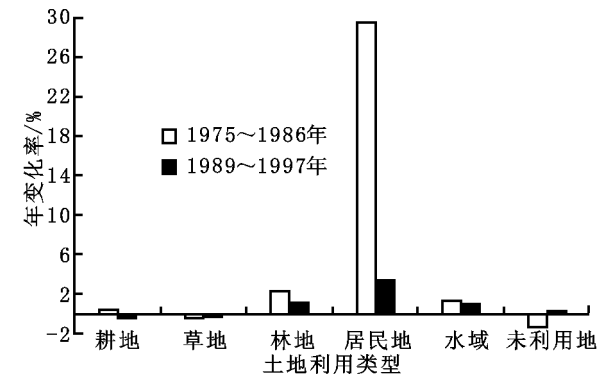


图 1 1975~1997 年单一土地利用类型年变化率

2.3 土地利用数量变化的区域差异

土地利用相对变化率是一种反映土地利用变化区域差异的很好的方法,我们引入该模型来反映土地利用变化的区域差异,其计算公式可表示为:

$$R = \frac{|U_b - U_a| \times C_a}{U_a \times |C_b - C_a|}$$

式中: R ——某一土地利用类型的相对变化率; U_a 、 U_b ——某区域某一特定土地利用类型研究期初及研究期末的面积; C_b 、 C_a ——全研究区某一特定土地利用类型研究期初及研究期末的面积。如果 R 大于 1 表示该局部区域土地利用变化幅度大于全区土地利用变化幅度,反之则局部区域土地利用变化幅度小于全区土地利用变化幅度。把多沙粗沙区划分为四个地貌类型区,即风沙丘陵类型区、片沙丘陵类型区、梁峁丘陵类型区和土石山区。利用上述公式分别计算四个类型区的土地利用类型相对变化率(表 2),可以看出:1975~1986 年,耕地变化以片沙丘陵区最小,变化幅度小于全区土地利用类型变化幅度,其它区的都大于全区土地利用类型变化幅度;风沙丘陵区和土石山区的草地变化幅度较小,其它两区变化较大;林地、水域和未利用地以风沙丘陵区最小,其它区域的变化幅度都大于全区的变化幅度;居民地的变化幅度都小于全区土地利用变化幅度。1986~1997 年,除风沙丘陵区外,其它区的耕地的变化幅度都大于全区土地利用变

化幅度;四个区的草地和未利用地的变化幅度都大于全区的变化幅度;林地以土石山区最小,为 0.68,以片沙丘陵区最大为 4.78;居民地以风沙丘陵区最大,其它三区的变化幅度都小于全区变化幅度;草地以风沙丘陵区和土石山区变化幅度较大,其它两区较小。

表 2 1975 ~ 1997 年四大类型区土地利用相对变化率 %

	1975 ~ 1986 年				1986 ~ 1997 年			
	风沙 丘陵区	片沙 丘陵区	梁峁 丘陵区	土石 山区	风沙 丘陵区	片沙 丘陵区	梁峁 丘陵区	土石 山区
耕 地	22.02	0.18	1.79	5.00	0.45	6.89	2.34	1.44
草 地	0.61	1.26	1.54	0.83	5.48	2.18	1.02	1.96
林 地	0.26	30.80	3.79	1.18	2.14	4.78	1.05	0.68
居民地	/	/	0.92	0.11	2.81	0.19	0.76	0.16
水 域	0.44	7.68	1.51	3.99	7.19	0.96	0.27	1.92
未利用地	0.64	2.42	2.54	281.96	2.05	11.10	3.66	39.94

3 土地利用空间变化分析

3.1 土地利用变化方向分析

土地利用转移矩阵可全面又具体地表现区域土地利用变化特征和各土地利用类型之间的流向,可以定量地说明土地利用类型之间的相互转化状况,可以揭示不同土地利用类型间的转移概率,进而更好地了解土地利用的时空演变过程。利用 ERDAS 的 GIS 分析模块获得 1975 ~ 1986 年和 1986 ~ 1997 年两期土地利用类型转移概率矩阵(表 3 和表 4)。可以看出:两个时期内土地利用变化具有相似的规律,各土地利用类型的主要流向一致:(1)一半以上的耕地没有发生变化,其主要流向是草地;(2)60 % 以上的草地没有发生变化,主要向耕地和林地转化,其中流向耕地的草地所占比重大,达 20 % 以上;(3)一半以上的林地没有发生变化,主要流向是草地;(4)居民地的主要流向主要是草地,水域和未利用地主要向草地和耕地转化。

3.2 土地利用变化的区域差异

不同类型区的土地利用变化驱动机制不同,可能导致不同的土地利用变化特征,为了揭示不同类型区土地利用变化特征,我们分别计算了四个类型区的土地利用转移概率矩阵,结果表明:(1)未利用地的主要流向基本一致,主要是向耕地和草地转化;(2)风沙丘陵区,耕地的主要流向是草地和沙地,草地的主要流向是耕地和沙地;(2)片沙丘陵区和梁峁丘陵区,耕地和草地和林地三者之间存在互动变化;(3)土石山区,耕地和草地、草地和林地间存在互动变化。

参考文献:

[1] 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.

[2] 杨立民,朱智良. 全球及区域尺度土地覆盖土地利用遥感研究的现状和展望[J]. 自然资源学报, 1999, 14(4): 340 - 344.

[3] Turner B L, Skole D, Sanderson S, et al. Land-use and land-cover change science/ research plan[R]. IGBP Report No. 35 and HDP Report No. 7. Stockholm: IGBP, 1995.

[4] Lambin E F, Baulies X, Bockstael N, et al. Land-use and land-cover change implementation strategy[R]. IGBP Report No. 48 and HDF Report No. 10. Stockholm: IGBP, 1999.

[5] 马克伟. 中国土地资源调查技术[M]. 北京:中国大地出版社. 2000.

[6] 朱会义,李秀彬,等. 环渤海地区土地利用的时空变化分析[J]. 地理学报, 2001, 56(3): 253 - 260.

[7] 杨根生,樊胜岳. 黄土高原地区北部风沙区土地沙漠化因素的定量分析[J]. 干旱区研究, 1991, 8(4): 42 - 47.

[8] 高素华,刘玲,等. 黄土高原多沙粗沙区生态环境评价[J]. 气象, 2005, 31(6): 77 - 80.

[9] 尹国康. 黄河中游多沙粗沙区水沙变化原因分析[J]. 地理学报, 1998, 53(2): 174 - 183.

[10] 慈龙骏,刘玉平. 人口增长对荒漠化的驱动作用[J]. 干旱区资源与环境, 2000, 14(1): 28 - 33.

[11] 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.

4 结 论

(1) 1975 ~ 1997 年间,多沙粗沙区土地利用类型发生了显著变化,耕地经历了一个先增加后减少的过程,前期增加了 1 278.890 1 km²,后期减少了 586.253 7 km²,未利用地则是先减少后增加,前期减少 1 737.358 2 km²,后期增加了 191.304 0 km²,草地减少了 3 491.124 3 km²,林地、居民地和水域分别增加了 4 152.501 0 km²、67.195 8 km²、124.845 3 km²。

表 3 1975 ~ 1986 年土地利用类型转移概率矩阵 %

	耕地	草地	林地	居民地	水域	未利用地
耕 地	53.71	42.09	2.29	0.03	0.25	1.63
草 地	22.95	63.20	9.48	0.06	0.36	3.95
林 地	3.03	38.22	56.15	0.02	0.07	2.51
居民地	3.63	53.62	0.15	41.49	1.10	0.01
水 域	20.46	28.24	1.59	0.44	45.98	3.29
未利用地	10.15	30.54	2.58	0.01	0.09	56.63

表 4 1986 ~ 1997 年土地利用类型转移概率矩阵 %

	耕地	草地	林地	居民地	水域	未利用地
耕 地	53.48	42.59	1.84	0.05	0.36	1.68
草 地	21.98	63.54	9.57	0.07	0.28	4.56
林 地	6.03	32.82	59.41	0.00	0.04	1.70
居民地	17.24	43.40	0.80	26.98	10.48	1.10
水 域	18.55	26.05	1.11	0.81	50.97	2.51
未利用地	5.88	23.95	3.75	0.06	0.20	66.16

注:由于居民地与草地的光谱特征极为相似,尤其是农村居民点,因此,居民地的提取精度较低,出现了大量居民地被耕地占用的情况。

(2) 1975 ~ 1997 年间,前期土地利用类型的年变化率低于后期,后期土地利用类型间的相互转化有所增强。单一土地利用类型的年变化率都是以居民地最大,林地、居民地、水域增加的速度和草地减少的速度都在降低。

(3) 土地利用变化存在明显的区域差异,前期,耕地的相对变化率以风沙丘陵区最大,达 22.02,后期以片沙丘陵区最大,为 6.89;草地和居民地的相对变化率在前期以梁峁丘陵区最大,后期以风沙丘陵最大;林地的相对变化率以片沙丘陵区最大;未利用地相对变化率以土石山区最大。

(4) 耕地、草地、林地、未利用地是本区土地利用变化的主导类型,未利用地的主要流向基本一致,主要是向耕地和草地转化,其它土地利用的流向存在一定的区域差异,风沙丘陵区主要是耕地和草地、未利用地和耕地、草地之间的相互转化;在片沙丘陵区和梁峁丘陵区,主要是耕地和草地和林地三者之间的相互转化;土石山区,耕地和草地、草地和林地间相互转化。