

干旱内陆河流域土地利用变化的人文驱动因素探究 ——以甘肃省酒泉市为例^{*}

杨东¹, 郑凤娟¹, 窦慧亮², 王小鹏¹

(1. 西北师范大学 地理与环境科学学院, 兰州 730070; 2. 云南大学 资源环境与地球科学学院, 昆明 650091)

摘要:根据甘肃省酒泉市1997–2006年土地利用变更数据,分析了土地利用类型的数量变化特征,在Matlab软件背景下运用主成分分析法,并从定性与定量的角度探讨了土地利用变化的人文因素与驱动机制。结果表明:人口、农业化水平、社会经济及政策是影响土地利用变化的主要人文驱动因素,其中人口因素持续性地影响着土地利用变化,而政策对土地利用变化的影响起着主导性的作用。

关键词:土地利用与覆盖变化; 人文驱动因素; 干旱内陆河流域; 酒泉市

中图分类号: F301.24

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2010)02-0218-05

The Human Driving Forces to the Land-use Change in Arid Inland River Basin —the Case Study of Jiuquan City

YANG Dong¹, ZHENG Feng-juan¹, DOU Hu-liang², WANG Xiao-peng¹

(1. College of Geography and Environment Science, Northwest Normal University, Lanzhou 730070, China; 2. School of Environment and Earth Science, Yunnan University, Kunming 650091, China)

Abstract: Based on detailed survey data of land use from 1997 to 2006 in Jiuquan city, Gansu province, the characteristics of land use changing were analyzed during the period, and the human driving factors of land-use change was discussed. In the background of MATLAB, the study focuses on human dimension. Qualitative and quantitative analysis indicate that the dominant driving forces include population growth, the development of urbanization, agricultural modernization, economic development and policy. Population is continuing factor, policy plays a leading role in land-use change in Jiuquan city.

Key words: land use and land cover change; human driving forces; arid inland river basin; Jiuquan city

随着全球人口资源环境和经济社会持续发展之间矛盾的日益突出,土地利用与覆盖变化(LUCC)已成为全球环境变化研究的热点问题。区域土地利用变化研究是LUCC研究的重要方面,对其驱动力的探究更是核心问题之一^[1-2]。目前,我国对区域土地利用变化的研究主要集中在两类地区:一类是“热点地区”,即人文和自然驱动力极为活跃的地区;另一类是“生态经济系统脆弱区”。脆弱地区土地利用的研究,有利于人们对脆弱性的认识,揭示脆弱区的形成演变机制,揭示各种自然和人文因素对土地利用可持续性的影响^[3-4]。而干旱内陆河流域兼具了这两类区域的特点,因此对干旱内陆河流域土地利

用变化的研究具有重要的意义。

引起土地利用变化的原因有自然和社会经济两方面的因素。在较短时间尺度内,自然因素相对稳定,有着累积效应,因此驱动因素研究多集中在引起土地利用变化的人文驱动因素方面^[5-6]。对于干旱内陆河流域来说,由于人口增长和经济发展的需要,不合理的土地利用方式普遍存在,合理利用和保护现有的土地资源,是当地生态、经济、社会可持续发展的重要前提。本文将以酒泉市为例,对干旱内陆河流域土地利用变化的驱动因素展开分析,找出其影响因子及动力机制,为合理调整本区的土地利用结构提供参考。

^{*} 收稿日期: 2009-10-19

基金项目: 国家自然科学基金项目(40599424, 40473006); 西北师范大学科研骨干和青年基金(nwnu-kjcg-e03-59和nwnu-qh06-30)

作者简介: 杨东(1968-),男,湖北宜昌人,博士,副教授,主要研究方向为区域资源、环境变迁与全球变化。E-mail: yangdong@ustc.edu.cn

通信作者: 郑凤娟(1984-),女,河北邢台人,在读研究生,主要从事环境资源管理方面的学习和研究。E-mail: zhengfengjuan1987@

1 研究区概况

酒泉市地处甘肃省西北部, 介于东经 $92^{\circ}45' - 100^{\circ}15'$ 、北纬 $38^{\circ}19' - 42^{\circ}47'$, 面积 $1\,939.7\text{ 万 hm}^2$, 占甘肃省总面积的 42%。本区属温带大陆性干旱气候, 夏季干热短促, 冬季寒冷漫长, 年均温 7.2°C , 年均降雨量 87.4 mm ^[7]。土地资源丰富, 但开发利用率低, 盐碱地、沙地、裸岩、石砾地等难以利用土地面积大。本区有丰富的地下水、充足的光照和足够的劳力, 为发展农业生产提供了十分优越的基本条件。

2 数据和方法

采用 2001 年以前旧的 8 大类土地利用现状分类标准, 数据来源于甘肃省土地利用变更调查数据 (1997– 2006 年) 以及社会经济统计资料, 部分数据来源于 1998– 2007 年《甘肃统计年鉴》、《酒泉市统计年鉴》, 以及中国宏观数据挖掘分析系统和其它相关文献。

利用土地动态模型定量描述酒泉市近 10 a 的土地利用变化的速度, 然后利用 Matlab 软件对影响土地利用变化的人文因子进行主成分分析, 探讨影响其变化的主要驱动因素。主成分分析是一种通过降维技术把多个变量化为少数几个主成分 (即综合

变量) 的统计分析方法^[8], 这些主成分能够反映原始变量的绝大部分信息, 它们通常表示为原始变量的某种线性组合。

3 土地利用类型变化分析

3.1 土地利用的总体变化

由表 1 可见, 酒泉市土地利用类型以农用地中的牧草地、未利用地为主, 未利用地就占了总面积的 73%, 牧草地占总土地面积的 22%。1997 年耕地、园地、林地、牧草地分别占土地总面积的 0.73%、0.09%、0.66% 和 22.64%, 到 2006 年分别变化到 0.78%、0.11%、0.71% 和 21.56%。其中牧草地是减少最剧烈的土地利用类型, 减少了 1.07%, 林地、耕地、园地都有不同程度的增加。1997 年交通用地、城乡、工矿、居民用地及未利用地分别占总面积的 0.11%、1.75% 和 72.25%, 2006 年分别增加到 0.14%、1.78% 和 73.19%, 分别增加了 0.03%、0.03% 和 0.94%, 这与该市基础设施建设和城市化扩张速度较快相对应。水域用地变化不明显, 有些河流水面干涸, 也没有大的工程建设占用土地资源。未利用地呈扩大趋势, 主要原因是地下水位下降、耕地盐渍化、撂荒以及沙漠化扩展所致, 这也是干旱区内陆河流域所面临的共性问题^[9]。

表 1 酒泉市 1997– 2006 年土地利用变化

土地利用类型	1997 年/万 hm^2	比例/ %	2006 年/万 hm^2	比例/ %	变化量/万 hm^2	年变化率/ %
耕地	14.28	0.73	15.13	0.78	0.98	0.69
园地	1.82	0.09	2.06	0.11	0.24	1.32
林地	12.77	0.66	13.74	0.71	0.97	0.76
牧草地	438.97	22.63	418.22	21.56	- 20.75	- 0.47
交通用地	2.17	0.11	2.45	0.14	0.28	1.29
城乡、工矿及居民用地	34.26	1.75	34.68	1.78	0.42	1.12
水域用地	33.94	1.74	33.99	1.75	0.05	0.01
未利用地	1401.54	72.25	1419.35	73.18	17.81	0.13

3.2 土地利用变化的速度

土地利用的动态度可定量描述区域土地利用变化的速度, 它对比较土地利用变化的区域差异和预测未来土地利用变化趋势都具有积极的作用^[10]。根据单一土地利用类型动态度和综合土地利用动态度公式^[11] 计算出酒泉市土地利用类型的年变化率和该区土地利用年变化率。从表 1 可知, 酒泉市 10 a 来土地利用变化的年均变化速度为 0.05%, 其中以交通用地、园地较快, 分别为 1.32%、1.29%, 但总体变化都不太显著。

4 酒泉市土地利用变化的驱动因子分析

4.1 土地利用变化驱动因素的定性分析

影响土地利用变化的驱动因素主要包括自然因

素、社会经济因素以及政策等因素。自然因素包括气候、地形、地质灾害等。水资源是制约干旱区社会经济发展的关键因子, 酒泉市水资源分布不平衡, 利用程度中等, 必须加快水资源的开发利用程度, 带动工农业的发展, 进一步加快土地利用进程。社会经济因素包括人口增长和城镇化进程、经济增长和工业的发展、农业技术进步、政府决策、土地利用者自身行为等^[12]。

4.2 土地利用变化驱动因素的定量分析

由于自然因素对该区土地利用变化的影响在短时间内相对较小, 加之政府决策和土地利用者的行为难以用指标定量分析^[13], 本文主要对社会经济因素中可量化的部分作出定量分析^[14]。根据主成分分析方法的要求, 选取 1997– 2006 年统计资料作为基础数据, 从中选取 11 个人文因子: Z_1 代表总人口 (10^4 人);

Z_2 代表 GDP (10^8 元); Z_3 代表社会固定资产投资额 (10^8 元); Z_4 代表粮食总产量(10^4 t); Z_5 代表农业机械总动力(10^4 kW); Z_6 代表农民人均纯收入(元); Z_7 代表城镇居民可支配收入(元); Z_8 代表社会消费品零售额 (10^8 元); Z_9 代表工业总产值(10^8 元); Z_{10} 农业总产值(10^4 元); z_{11} 代表城镇化水平(%)。

在软件 Matlab 中实现主成分分析可以采取两种方式实现: 一是通过编程来实现; 二是直接调用 Matlab 中自带程序实现, 本文直接调用 Matlab 中的程序来实现主成分分析。为了排除数量级和量纲不同带来的影响, 首先应该对原始数据进行标准化处理^[15], 计算得到相关系数矩阵的特征值和方差贡献率(如表 2 所示)。第一主成分贡献率为 88.581%, 第二主成分贡献率为 8.127%, 第三主成分贡献率为 1.871%, 前三个主成分累计贡献率达 98.583%, 故前 3 个主成分能够反映原始指标所提供的绝大部分信息。

表 2 特征根及主成分贡献率

主成分	特征值	贡献率/ %	累积贡献/ %
1	0.054	88.581	88.581
2	0.005	8.127	96.709
3	0.001	1.871	98.583
4	0.0004	0.668	99.24
5	0.0002	0.386	99.638
6	0.0001	0.206	99.845
7	4.85E- 05	0.079	99.92
8	2.64E- 05	0.043	99.964
9	1.42E- 05	0.023	99.987
10	7.82E- 06	0.013	100
11	- 1.97E- 18	0.003	100

进一步计算, 得到指标在前 3 个主成分的载荷如表 3, 并且做了指标在前三主成分的二维分类图(如图 1)。综合分析可得: “ Z_1 、 Z_{11} 为第一主成分, 代表酒泉市的人口总数、城镇化水平, 综合为人口因素; Z_3 、 Z_4 、 Z_6 、 Z_{10} 为第二主成分, 代表固定资产投资、粮食总产量、农民人均纯收入、农业总产值, 综合为农业化水平; Z_7 、 Z_9 为第三主成分, 分别代表居民可支配收入、工业总产值, 综合为社会经济发展因素。以上分析可知: 人口、农业化水平、社会经济是酒泉市土地利用发生变化的主要人文驱动因素。

4.2.1 人口因素 人口因素对土地利用变化影响, 使土地利用结构和空间分布不断发生变化^[16], 是具有活力的驱动力之一。人口的增加, 城镇化水平不断提高, 导致居住及基础设施建设等用地规模的不断增长, 加剧了人地关系和土地供求关系矛盾的尖锐和紧张程度。1997 年总人口为 87.26 万人, 而 2007 年总人口高达 99.03 万人, 是 1997 年的 13.48%, 2007 年

人口的自然增长率为 5.62%; 城镇化水平速度加快, 由 1997 年的 32.15% 增长到 2006 年的 34.87%。由人口增长而带来的居住面积由 2007 年的 23.19 m²/人下降到 1997 年的12.92 m²/人; 人均耕地占有量由 1997 年的 0.164 hm² 减少到 2006 年的 0.152 hm²。

表 3 指标在前三个主成分的载荷

变量	主成分 1	主成分 2	主成分 3
Z_1	0.096621	- 0.017114	- 0.001332
Z_2	- 0.054933	- 0.011107	- 0.017169
Z_3	- 0.14553	- 0.027876	- 0.009479
Z_4	0.069914	- 0.031291	0.0053215
Z_5	0.018792	0.012042	0.007474
Z_6	- 0.002691	0.027291	0.008243
Z_7	- 0.049828	0.013368	0.018425
Z_8	- 0.014542	0.017378	- 0.00067
Z_9	- 0.042817	- 0.005317	0.029925
Z_{10}	0.02629	0.034805	- 0.015574
Z_{11}	0.094721	- 0.012179	- 0.000314

4.2.2 农业化水平 农业现代化水平与土地利用的变化紧密相关^[17]。推进农业产业化经营是解决农业和农村经济发展中的深层矛盾和问题, 提高农业综合效益的途径, 农业机械化水平不断提高, 粮食总产量随之增大。2007 年农业机械总动力达 1.504 × 10⁶ kW, 比上年增长 8%, 是 1997 年的 5 倍多; 2007 年粮食总产量达 36.27 万 t, 是 1997 年的 55%。农业总产值增加, 农民人均纯收入随之增加, 农民生活水平不断提高, 2007 年的农业总产值达 39.69 万元, 农民人均纯收入为 5 106 元。此外, 2007 年农村用电量达 2.44 万 kW · h, 是 1997 年的 7 倍之多; 有效灌溉面积 14.32 万 hm², 比上年增加 0.65 万 hm², 节水灌溉面积达 9.10 万 hm², 比上年增加 0.42 万 hm²。

4.2.3 社会经济因素 近年来酒泉市的经济增长速度较快, 势必会带来土地利用的变化。2007 年三产业的比重为: 18.8: 46.4: 34.8, 第二和第三产业的比重在提升。2007 年末全市的 GDP 达到了 203.24 亿元, 突破了 200 亿元的目标, 比上年增长 12.8%, 人均 GDP 达 2.05 万元, 而 1997 年全市的 GDP 为仅为 29.07 亿元; 2007 年的工业总产值达 218.7 亿元, 是 1996 年的 3.5 倍; 城镇居民可支配收入的增长也是很明显的^[8]。10 年间农用地共减少 18.56 万 hm², 相应的建设用地增加了 0.75 万 hm², 未利用地共增加了 17.81 万 hm²。

4.2.4 政策因素 政策是影响人口、经济、社会发展的一个非常重要的因素。不仅土地政策对土地利用程度, 国家的人口政策、经济调控政策都可能影响到土地利用方式的变化^[18], 但由于政策性因素在主

成分分析中难以定量化, 因此这里作相应的定性分析。酒泉市林地面积 10 a 来共增加 0.97 万 hm^2 , 主要以人工造林和经济林的增加为主; 耕地面积共增加 0.98 万 hm^2 , 得益于政府保护耕地的政策。2007 年畜牧业增加值高达 6 亿元, 占农业比重的 20.7%, 畜牧业的减少主要以天然草地面积为主, 由 1997 年

的 438.97 万 hm^2 减少到 2006 年的 418.22 万 hm^2 , 因此政府需加大对牧草地的管理力度。政府每年提供建设用地 0.08 万 hm^2 来确保国家、省重点建设和全市经济社会发展项目用地等的建设, 政策的变化引导着土地利用的变化。

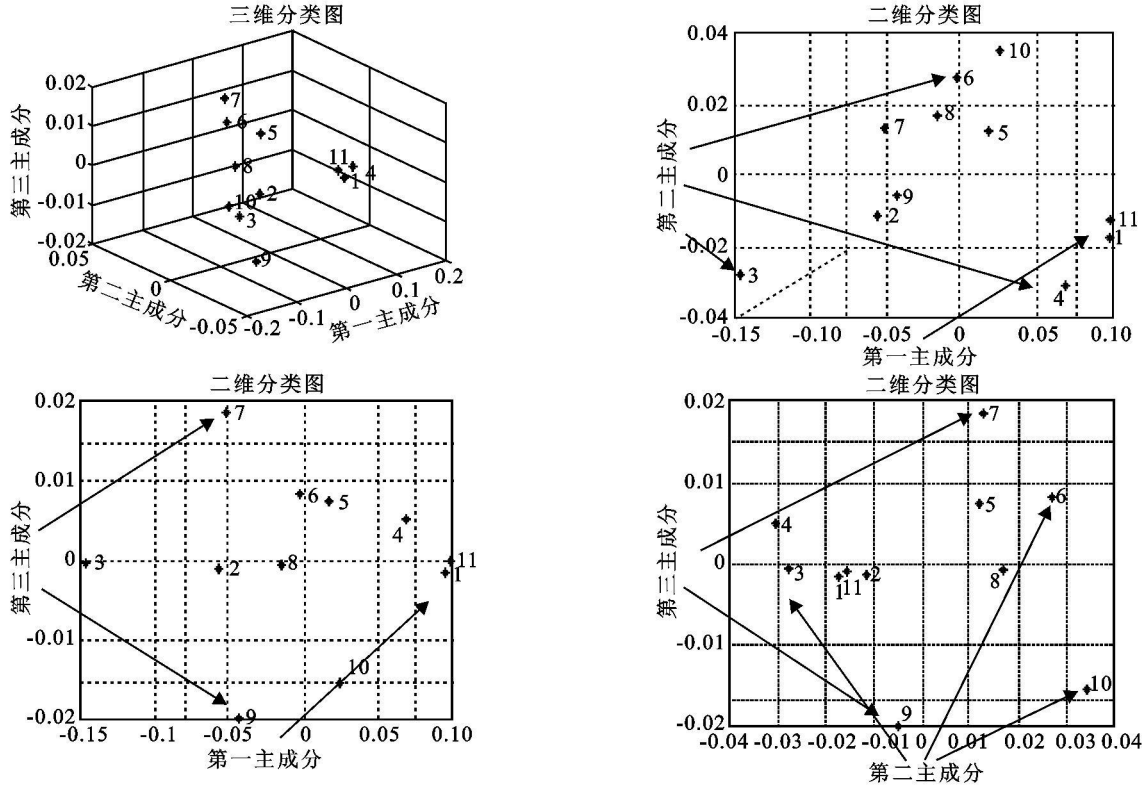


图 1 指标在前 3 主成分的分类图

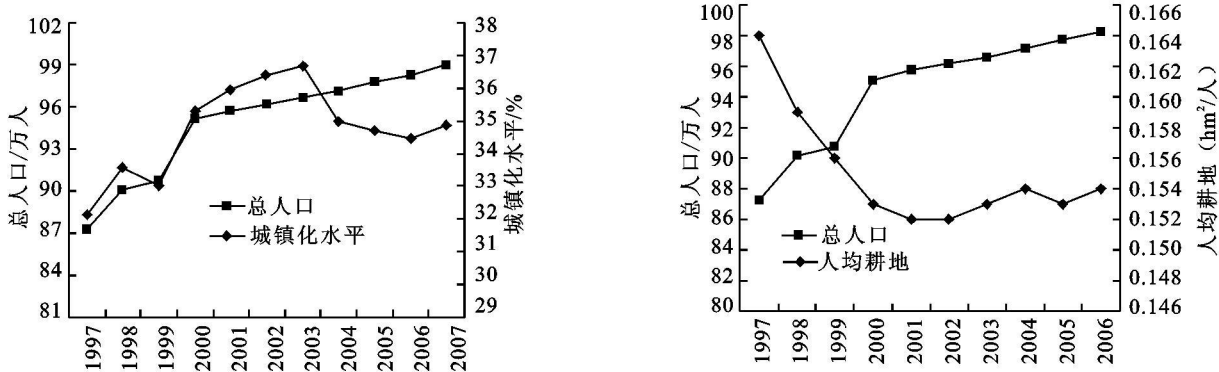


图 2 1997—2007 年人口、城镇化水平及人均耕地变化

5 结论与讨论

(1) 研究表明: 1997—2006 年间, 农用地中的牧草地减幅剧烈, 减少 20.75 万 hm^2 , 耕地、林地、园地都有增加的趋势, 酒泉市多数耕地的增加以开垦绿洲边缘的荒漠过渡带为主^[19]; 建设用地中城乡、工矿及居民用地增加明显, 为 0.42 万 hm^2 , 交用地也有所增加; 未利用地增加了 17.81 万 hm^2 , 增加幅度是很大的。

素模型, 揭示了驱动酒泉市土地利用变化的主导人文因素包括: 人口因素, 农业化水平, 社会经济因素; 定性分析表明, 政策因素, 对酒泉市土地利用变化也有着深刻影响。人口是引起土地利用变化的持续性因素, 而政策起着主导性作用。

(3) Matlab 软件背景下运用主成分分析, 得出相关系数矩阵的特征值和方差贡献率, 指标在前三个主成分的载荷, 并进一步生成指标在前三主成分的三维分类图, 更直观清楚的揭示区域土地利用变

(2) 定量分析构建土地利用变化的人文驱动因

化主导驱动力, 该软件探究人文因素对土地利用变化的影响, 分析结果令人满意。运用 Matlab 软件主成分分析方法能够在保证原始数据信息损失很小的基础上, 以少数的综合变量取代原有的多维变量, 可以用更少的指标信息较为精确地描述土地利用变化的驱动因子^[20], 因而成为土地利用驱动力分析的简单有效的一种方法。

(4) 本研究对酒泉市土地利用变化的人文驱动因素的拟合结果与已有的关于区域土地利用变化主导驱动力(人口增长、农业化水平、城镇化以及工业化发展等因素)的结论研究存在很高的一致性。政府政策(经济政策、土地政策、制度体制等)、土地利用者行为难以用指标量化, 与土地利用的整合分析难度较大, 文中做了相关的定性分析, 因此有待进一步的研究。

参考文献:

- [1] 李秀彬. 全球环境变化研究的核心领域: 土地利用地覆被变化的国际研究动向[J]. 地理学报, 1996, 51(6): 553-558.
- [2] 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.
- [3] 潘竟虎. 高寒生态脆弱区土地利用动态变化研究: 以青海省长江黄河源区为例[J]. 西北师范大学学报: 自然科学版, 2004, 40(4): 80-85.
- [4] 于兴修, 杨桂山. 中国土地利用/覆被变化研究的现状与问题[J]. 地理科学进展, 2002, 21(1): 51-57.
- [5] Togtohinc, Denniso. Land use change and carbon cycle in arid and semi-arid lands of East and Central Asia [J]. Science in China (Series C), 2002, 45: 48-54.
- [6] 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, 36(6): 121-126.

- [7] 高惠璇. 应用多元统计分析[M]. 北京: 北京大学出版社, 2005: 265-289.
- [8] 酒泉年鉴 1997-2008[M]. 北京: 中国统计出版社, 1987-2008.
- [9] 潘竟虎, 石培基. 干旱内陆河流域土地利用空间结构的计量地理分析: 以甘肃省酒泉市为例[J]. 农业现代化研究, 2008, 29(2): 227-230.
- [10] 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): 81-86.
- [11] 许月卿, 李秀彬. 基于 GIS 的河北南部平原土地利用变化动态分析[J]. 资源科学, 2003, 25(2): 77-84.
- [12] 牛星, 欧名豪. 扬州市土地利用变化的驱动力机制研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2007, 17(1): 102-108.
- [13] 王小玉, 张安明, 邹小红. 重庆市土地利用变化及驱动机制研究[J]. 西南大学学报: 自然科学版, 2009, 31(2): 146-151.
- [14] 李平, 李秀彬, 刘学军. 我国现阶段土地利用变化驱动力的宏观分析[J]. 地理研究, 2001, 20(2): 129-138.
- [15] 盛周君, 孙世群, 王京城, 等. 基于主成分分析的河流水环境质量评价研究[J]. 环境与管理, 2007, 32(12): 172-175.
- [16] 任志远. 土地利用变化及驱动因素分析: 以内蒙古准格尔旗为例[J]. 干旱区研究, 2003, 20(3): 202-205.
- [17] 李仁东, 程学军, 隋晓丽. 江汉平原土地利用的时空变化及其驱动因素分析[J]. 地理研究, 2003, 22(4): 423-431.
- [18] 刘坚, 黄贤金, 翟文侠, 等. 快速城市化背景下江苏省土地利用程度变化及其人文驱动因素分析[J]. 四川大学农业学报, 2005, 23(2): 223-227.
- [19] 徐建华. 《计量地理学》配套实习指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 2005.
- [20] 郭明, 李新. 基于遥感和 GIS 绿洲发育适度规模分析: 以酒泉绿洲为例[J]. 遥感技术应用, 2006, 21(4): 312-316.

(上接第 217 页)

- [13] 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.
- [14] 陈百明, 刘新卫, 杨红. LUCC 研究的最新进展评述[J]. 地理科学进展, 2003, 22(1): 22-29.
- [15] 陈佑启, 杨鹏. 国际上土地利用/土地覆盖变化研究的新进展[J]. 经济地理, 2001, 21(1): 95-100.
- [16] Meyer W B, Turner I B L. Change in Land Use and Land Cover: A Global Perspective [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1994.
- [17] 朱会义, 徐勇. 黄土高原区流域生态环境建设的决策信息需求[J]. 水土保持研究, 2003, 10(4): 15-18.
- [18] 董孝斌, 高旺盛. 黄土高原丘陵沟壑区典型县域的能值分析[J]. 水土保持学报, 2003, 17(1): 89-92.
- [19] 王万忠, 焦菊英. 中国的土壤侵蚀因子定量评价研究[J]. 水土保持通报, 1996, 16(5): 1-20.
- [20] 杨文治, 余存祖. 黄土高原区域治理与评价[M]. 北京: 科学出版社, 1992.
- [21] 卢宗凡. 中国黄土高原生态农业[M]. 西安: 陕西科学出版社, 1997.
- [22] 蒋定生. 黄土高原水土流失与治理模式[M]. 北京: 中国水电出版社, 1997.
- [23] 中国科学院黄土高原考察队. 黄土高原地区植被资源及其合理利用[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1991.