

## 黄土丘陵区耕地动态变化与驱动力分析

郝仕龙<sup>1,2</sup>, 柯俊<sup>2</sup>, 李壁成<sup>1</sup>, 赵小敏<sup>2</sup>

(1. 中国科学院水利部水土保持研究所, 陕西 杨陵 712100; 2. 江西农业大学国土学院, 南昌 330045)

**摘要:** 利用 1982~2002 年的统计和普查资料、土地利用调查数据及 TM 影像, 对上黄试区 20 年的耕地变化及驱动因子进行了分析。结果发现: 耕地变化态势表现为耕地面积总量减少, 耕地动态变化主要表现为坡耕地转为林地和草地, 耕地质量较好的部分转为经济效益更高的园地。造成耕地变化的主要因素是: 人口增长、退耕还林还草和经济利益驱动等。

**关键词:** 黄土丘陵区; 耕地; 动态变化; 驱动因子

**中图分类号:** F301.21

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1005-3409(2005)03-0132-02

## Analysis of Dynamic Change and Driving Forces of Farmland in Loess Hilly-gully Region

HAO Shi-long<sup>1,2</sup>, KE Jun<sup>2</sup>, LI Bi-cheng<sup>1</sup>, ZHAO Xiao-min<sup>2</sup>

(1. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Science and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2. College of Land Resource and Environment, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China)

**Abstract:** According to statistical and survey data, land use survey data and TM images from 1982 to 2002, dynamic changes of quantitative and regional difference of cultivated land and in Shanghuang experiment area during the last 18 years are analyzed. Based upon which, the major driving forces that influence the changes of cultivated land are discussed. The results indicated that the general trend of cultivated land during the past 20 years was decreasing and regional differences of cultivated land was very notable. The dynamic change of cultivated land shows sloping farmland change to forest land and grassland, some good quality of cultivated land change to high economic beneficial garden plot. The increase of population, economic benefits and land conversion from farmland to forest or grassland are the major driving forces that affect farmland change.

**Key words:** loess hilly-gully region; cultivated land; dynamic change; driving forces

“人口-资源-环境”问题是现阶段人类所面临的最为严峻的问题之一<sup>[1]</sup>, 进入 90 年代以来土地利用/土地覆被研究的不断深入, 其研究成果将有助于缓解当前人类所面临的压力。耕地是最基本的土地资源, 保持一定数量与质量的耕地是人类赖以生存的基本条件, 是社会和经济稳定发展的基础<sup>[2]</sup>。耕地是土地利用变化最为敏感的利用类型, 黄土高原坡耕地占到农田面积 70% 以上<sup>[3]</sup>, 生产力水平很低, 由于人类对坡耕地掠夺式经营, 使坡耕地的水土流失和土壤退化问题十分严重, 因此, 加强对该地区耕地的动态变化研究, 分析耕地变化的时空分布规律及驱动因子, 对合理利用耕地资源和生态环境治理具有重要意义。

### 1 背景分析

国家科技攻关固原上黄试验区地处全国有名的“西海固”老少边穷地区。党中央、国务院对这一地区的经济发展和生态建设十分关心与重视, 曾决定从 1983 年起将“西海固”

列为“三西”农业专项计划, 以 20 年时间集中解决这一片地区的贫困问题。中国科学院根据中央领导指示和宁夏自治区要求, 派出一批科学家和科技人员深入宁南山区进行调研与考察, 为中央决策提供了科学依据。并在完成了“固原市农业综合考察与区划”的基础上, 于 1982 年在固原河川乡上黄村建立了科研基点, 进行长期定位试验研究和示范, 拉开了科技攻关的序幕。通过近 20 年的科技攻关, 取得一批重大科技成果, 试区已成为国家级科研基地与宁南山区的科技辐射源, 为国家治理黄土高原和宁南科技扶贫做出了重要贡献。

### 2 研究范围、方法及资料来源

研究区范围, 固原上黄试验区位于宁夏南部黄土丘陵沟壑区的河川乡上黄村, 地处黄土高原西部宽谷丘陵沟壑区, 地理位置在东经 106°26′~106°30′, 北纬 35°59′~36°02′, 总面积 7.61 km<sup>2</sup>, 属暖温带半干旱区。海拔 1534.3~1822 m, 年平均降水 415.1 mm。

收稿日期: 2004-12-25

基金项目: 国家“十五”重大科技攻关 (2001BA606A-04) 资助项目

作者简介: 郝仕龙 (1972-) 男, 江西南昌人, 在读博士, 主要研究方向是土地利用/覆被变化。

(2) 研究方法。土地利用数据信息来源, 根据 1982 年由宁夏测绘局绘制的 1:100 000 地形图, 主要是农地规划和农田基本建设用图, 我们以此图为基础, 并通过查阅试区“六五”前期资料和农户调查, 核对了土地利用历史, 编制了 1982 年土地利用图, 以此作为试区建点时和“六五”前期的工作基础。“七五”期间, 开展了航空遥感监测试验研究, 分别于 1987 年和 1990 年进行了彩红外摄影, 并编制了土地利用图等专题图件, “八五”又进行了地面补充调查, 编制了试区土地利用图件, 制图比例尺为 1:100 000。“九五”利用 1995 年彩红外处航空摄影像片为信息源, 采用 4D 技术, 编制了试区彩红外正射影像图, 进行了土地利用图件的编制实验研究, 提高了精度与速度。2002 年在“九五”的基础上, 对土地利用进行了全面的调查, 掌握了土地利用动态变化情况。

(3) 土地利用分类系统。根据有关土地利用制图规范和上黄试区的实际情况, 将土地利用类型划分为: 农耕地、果园地、林地、牧草地、居民点用地、农村道路、水域和难利用的沟谷用地共 8 个一级类型。一级类型的耕地又进一步分为 7 类型, 包括河台地、川台地、塬台地、宽台梯田、窄台梯田、湾掌地、坡地等。

3 耕地的动态变化

3.1 耕地动态度

耕地动态度表达的是某研究区一定时间范围内耕地数量变化情况。表达式为<sup>[4]</sup>:

k = (u\_b - u\_a) / u\_a \* T^-1 \* 100% (1)

式中:  $k$ ——研究时段内耕地动态度;  $u_b, u_a$ ——研究期初及研究耕地的数量;  $T$ ——研究时段长。当  $T$  设定为年时,  $k$ ——研究时段内耕地的年变化率。

3.2 耕地利用变化转移矩阵

耕地与其它土地利用类型之间的相互转化情况, 可以采用马尔可夫转移矩阵模型来进一步描述。马尔可夫链是一种具有“无后效性”的特殊随机运动过程, 它反映的是一系列特定时间间隔下, 一个亚稳态系统由  $T$  时刻向  $T+1$  时刻状态转化的一系列过程, 这种转化要求  $T+1$  时刻的状态只与时刻的状态有关。

马尔可夫转移矩阵对于研究土地利用类型动态转化较为适宜, 是因为在一定条件下, 土地利用类型演变具有马尔可夫随机过程的性质: 一定区域内不同土地利用类型之间具有相互转化性; 土地利用类型相互之间的转化包含较多难以用函数关系准确描述的事件。马尔可夫模型在土地利用类型转化上的应用, 关键在于转移概率的确定。以斑块相互之间面积的转移概率为矩阵中的元素, 则转移矩阵模型为:

p\_ij = [p\_11 p\_12 ... p\_1n; p\_21 p\_22 ... p\_2n; ... ...; p\_n1 p\_n2 ... p\_nn]

式中:  $p_{ij}$ ——土地利用类型转化为类型的转移概率,  $p_{ij}$  具有如下特点:

- (1)  $0 \leq p_{ij} \leq 1$ , 即各元素非负。
- (2)  $\sum_{i=1}^n p_{ij} = 1$  即各元素之各为 1。马尔可夫转移矩阵模型对于分析土地利用类型之间的流向具有重要作用。通过转移概率, 从而可以更好地了解土地利用的时空演变过程。

表 1 上黄试区 1982~ 2002 年土地利用转化情况 hm<sup>2</sup>

	耕地	园地	林地	牧草地	居民点	交通地	水域	未利用地
耕地	229.0	3.8	30.3	5.3	3.2	2.8	1.1	4.2
园地	0.2	0.2	0	0	0	0	0	0
林地	1.4	0.5	3.2	0.7	1.1	0	2.4	0
牧草地	0	0	101.4	263.9	1.8	6.3	1.2	0
居民点	0.2	0.3	0.5	0.1	2.8	0	0	0
交通地	0	0	0	0	0	10.1	0	0
水域	0	0	0	0	0	0	4.4	1.2
未利用地	0	0	0	0	0	0	3.5	73.9

表 2 上黄试区 1982~ 2002 年土地利用转移概率矩阵 %

	耕地	园地	林地	牧草地	居民点	交通地	水域	未利用地
耕地	81.87	1.36	10.83	1.89	1.14	1.02	0.39	1.50
园地	50.00	50.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
林地	15.04	5.38	34.41	7.53	11.83	0.00	25.81	0.00
牧草地	0.00	0.00	27.07	70.45	0.48	1.68	0.32	0.00
居民点	5.13	7.69	12.83	2.56	71.79	0.00	0.00	0.00
交通地	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00
水域	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	78.57	21.43
未利用地	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.52	95.48

3.3 耕地动态变化分析

(1) 耕地的动态度, 根据公式(1) 计算出上黄试区土地利用耕地的年变化率。结果表明, 1982~ 2002 年上黄试区耕地的年变化率 2.7%。

(2) 耕地变化的转移, 从 18 年土地利用类型面积的转化情况(表 1), 得出土地利用类型转移概率矩阵(见表 2)。可以看出(图 1): 耕地的增加量主要从林地、园地和居民点用地转化而来, 各为 1.4、0.2、0.2 hm<sup>2</sup>; 在耕地的减少量中, 大部分转化为林地、草地、园地, 各站 10.83%, 1.89%, 1.36%; 耕地中有 30.3 hm<sup>2</sup> 转化为林地; 林地中有 15.04% 转为耕地; 草地中有 5.3 hm<sup>2</sup> 来自耕地; 居民点用地的增加主要来自耕地, 其增加面积为 3.2 hm<sup>2</sup>; 园地的增加主要来自耕地, 面积为 3.8 hm<sup>2</sup>, 园地中有 50% 转化为耕地; 交通用地的增加来自耕地的面积别为 2.8 hm<sup>2</sup>;

水域的增加主要来自耕地的面积为 1.1 hm<sup>2</sup>; 未利用地的增加来自耕地的面积为 4.2 hm<sup>2</sup>。

(3) 耕地变化的空间格局。耕地的变化有空间特性, 如图 1。从 1982~ 2002 年耕地的空间变化特征主要是耕地生产条件好、有水源保障的转为园地, 不利于耕种的坡耕地及滩地转为林地、草地、未利用地及水域, 有条件的缓坡草地变为梯田耕地, 没有水源的园地转为耕地等。

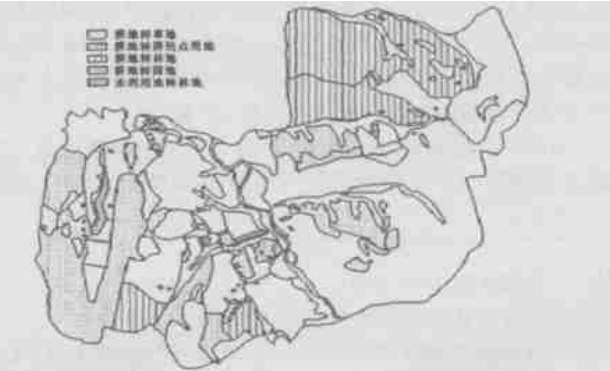


图 1 上黄试区 1982~ 2002 年耕地动态变化分布图 (下转第 137 页)

的重复采集和重复建库。

(3) 将过去多年来对森林资源调查研究的数据和成果组织起来进行网络发布, 用户得到的是一个时间序列上的长期动态研究资料; 同时, 将森林资源信息变为公众资料, 有利于扩大合作研究和相互了解。

参考文献:

[1] 黄建文 遥感及 GIS 技术在森林资源信息更新中的应用[J] 林业资源管理, 2000, (2): 59- 62  
[2] 焦健, 曾琪明, 等 地理属性和图形属性耦合的信息编码模型[J] 遥感学报, 1998, 2(4): 310- 315  
[3] 冯仲科, 张晓勤 发展我国的数字林业体系[J] 北京林业大学学报, 2000, 22(5): 102- 103  
[4] 铁成, 陈功, 等 Visual InterDEV 6.0 开发指南[M] 北京: 清华大学出版社, 1993

(上接第 133 页)

4 驱动力分析

从以上分析可知, 自 1982 年在该试区建点后, 耕地面积发生了很大变化, 20 年中耕地面积净减少 55.7 hm<sup>2</sup>, 造成耕地面积变化的原因是多方面的, 对于本试区来说其原因主要有: 人口增长、经济利益驱动和退耕还林还草等因子。

4.1 经济利益驱动

在市场经济条件下, 由于受比较经济利用的影响, 土地总是低产值向高值产业转移, 由低值的林业、草业向高值的农业转移, 再由农业向更高值的果园、菜地转移。

以上黄试区为例, 通过对该试区的产业调查, 园地的经济效益为 45 000 元/hm<sup>2</sup>, 耕地为 3 000 元/hm<sup>2</sup>, 园地的经济效益是耕地的 15 倍。土地利用受经济利益驱动主要表现为耕地向园地转移, 1982 年该试区的园地面积仅有 0.4 hm<sup>2</sup>, 到 2002 年达到 9.2 hm<sup>2</sup>, 比治理前增长了 23 倍, 经济效益成倍增长, 逐步成为当地的支柱产业。

4.2 人口增长

人口作为一个独特的因素, 是土地利用变化中最具活力的驱动力之一, 它一方面影响农产品需求量的变化间接地影响土地利用及空间布局的变化, 另一方面还会在一定程度上对土地利用变化产生直接的影响, 如人口数量的增加会对居住用地及基础设施用地等需求的增长, 进而导致整个土地利用类型结构及其空间分布的变化。

以上黄试区为例, 1982 年该试区的人口为 363 人, 到 2002 年达到 512 人, 年增长率为 13.54%, 耕地从 1982 年的 279.7 hm<sup>2</sup> 减少到 2002 年的 224.0 hm<sup>2</sup>, 人均耕地从 1982 年的 0.77 hm<sup>2</sup> 减少到 2002 年的 0.45 hm<sup>2</sup>(表 3)。

表 3 上黄试区 1982 年~ 2002 年人口、耕地变化

年份	1982	1987	1990	1995	2002
总人口/人	363	431	458	487	512
耕地面积/hm <sup>2</sup>	279.7	218.9	234.3	230.8	224.0
人均耕地面积/(hm <sup>2</sup> ·人 <sup>-1</sup> )	0.77	0.51	0.51	0.47	0.45

4.3 退耕还林还草对耕地的影响

上黄试区是典型的黄土丘陵区, 存在着严重的水土流失

参考文献:

[1] 许月卿, 李秀彬 河北省耕地数量动态变化及驱动因子分析[J] 资源科学, 2001, 23(5): 28- 32  
[2] 邵晓梅, 杨勤业, 张洪业 山东省耕地变化趋势及驱动力研究[J] 地理研究, 2001, 20(3): 298- 306  
[3] 上官周平 黄土高原坡耕地改造与粮食生产持续发展[J] 国土开发与整治, 1997, 7(3): 23- 26  
[4] 王思远, 刘纪远, 张增祥, 等 近 10 年中国土地利用格局及其演变[J] 地理学报, 2002, 57(5): 523- 530

由于时间上和技术上的限制, 系统尚存在一些问题, 主要有: 空间数据质量问题、应用模型的实现问题和数据共享问题。特别是当考虑完善信息共享时, 应努力完善共享平台、共享数据库结构、信息发布与管理、网络安全与数据存取控制机制四个方面的技术问题。

现象。治理前土地利用基本上属于掠夺式经营, 部分陡坡地也成了广种薄收的农耕地, 经过近 20 a 的治理, 总结出一套适合本地的土地利用与开发治理经验。对土地进行“3 化”, 即: 坡耕地梯田化、宜林耕地绿化、平川耕地高效集约化。1982~ 2002 年退耕还林还草面积共计 35.6 hm<sup>2</sup>。林草覆盖率从 1982 年的 1.87% 达到 2002 年的 58.18%, 为发展高效集约化农业创造了良好的生态环境。

5 结 论

本文运用 GIS 技术与具体位置相结合, 定量分析方法与定性分析方法相结合, 分析了上黄试区耕地的动态变化情况, 结论如下:

(1) 上黄试区自 1982 年建点后耕地面积发生了很大变化, 18 a 中净减少耕地 55.7 hm<sup>2</sup>, 年均减少 3.09 hm<sup>2</sup>, 人均耕地面积从 1982 年的 0.77 hm<sup>2</sup> 降到 2002 年的 0.45 hm<sup>2</sup>。

(2) 影响耕地动态变化的因素有多方面, 主要有: 人口增长、市场比较经济利益及退耕还林还草等因素。通过对耕地动态变化进行分析, 研究导致耕地变化的驱动力的机制, 在黄土丘陵区大面积地进行农业土地利用结构调整。通过驱动力来引导当地群众发展生态、经济型高效农业。

(3) 耕地是我国的最重要的自然资源, 尤其是在西部的黄土高原地区。黄土高原因其独特的地貌特征和人类对土地的不合理利用造成该地区水土流失严重, 土地十分贫瘠, 生产力低, 经济落后。由于地力低下和人口的增长, 广种薄收、掠夺式经营是该地区土地利用的主要特征, 坡地开荒、陡坡地耕种十分普遍。由于当地人们追求的是基本生活条件保障, 对生态要求低, 这就导致了土地利用与生态环境的恶性循环。

(4) 耕地的结构和质量是研究黄土丘陵区耕地变化的重点, 当前该地区面临的主要问题是退耕与后继产业的培育与发展。如何保障退耕的成果将是我们科技工作者们值得注意和研究的问题。事实上, 在黄土丘陵区重新协调人地关系, 因地制宜发展生态农业是可行的。上黄试区经过近 20 年的研究与探索, 总结出的“上黄经验”是土地利用、农业结构调整和农业生态经济建设十分值得借鉴的研究成果。