

延安示范区土地利用与退耕还林的时空变化研究

陈国建^{1,2}, 张晓萍¹, 李锐¹, 杨勤科¹

(¹中国科学院水利部水土保持研究所, 陕西杨凌 712100; ²中国科学院研究生院, 北京 100039)

摘要:以航片等资料为基础, 借助遥感影像解译、地理信息系统空间分析功能以及数理统计方法, 分析了延安生态建设示范区 2000—2003 年间各土地利用类型的数量变化和空间特征, 并且首次引入退耕指数、退耕弹性系数等指标对退耕还林工作进行评价。揭示了该区各类用地数量变化的幅度、速度和区域差异以及退耕还林的强度和规模。阐明了区域土地利用变化与退耕还林的关系特点, 为区域水土保持和土地可持续利用提供科学依据。

关键词:延安示范区; 土地利用; 退耕还林; 时空变化; 退耕指数

Spatio-temporal Change of Land Use and Converting Slope Farmland into Forest and Grassland in Yanan Ecological Construction Demonstration Area

Chen Guojian¹, Zhang Xiaoping¹, Li Rui¹, Yang Qinke¹

(¹Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling Shaanxi 712100; ²Graduate School of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039)

Abstract: Based on the color aerial photo and the field survey data, this paper analyze the information of various land use type change and spatial characteristics in Yanan Ecological Construction Demonstration Area from 2000 to 2003 by RS, GIS and statistics methods. We introduce the de-farming index and the de-farming Elasticity coefficient for the first time to evaluate the intensity, scale and spatial diversity of converting slope farmland into forestry and grassland, and to find out the range and pace of various land use type. This research illuminates the relationship between regional land use change and the project of converting slope farmland into forestry and grassland, and this research can give scientific suggestion to research on regional soil and water conservation and sustainable land use

Key words: Yanan Ecological Construction Demonstration Area, Land use, Converting slope farmland into forestry and grassland, Spatio-temporal analysis, De-farming index

目前区域土地利用变化研究已经成为全球变化研究的热点问题^[1-6], 中国自 20 世纪 90 年代末开始实施的退耕还林工程正对中国的土地利用变化产生了巨大的影响, 这方面的研究很多^[7-11], 但是都未能很好地揭示土地利用与退耕还林之间的相互关系。笔者采用遥感和地理信息系统方法与统计方法相结合, 分析了 2000—2003 年延安示范区土地利用的时空变化特征和退耕还林的空间分布规律, 探讨退耕还林工程对当地土地利用变化的影响程度。

1 研究范围、方法和资料来源

1.1 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, 属陕北黄土丘陵沟壑区, 辖延安市、安塞县和延安宝塔区共 9 个乡镇, 土地总面积 690.73km²。

延安示范区内土壤以黄绵土为主, 透水性好, 容易遭受流水侵蚀。区内沟壑发育, 平均沟壑密度为 4.3km/km², 地面割裂度在 51.15%。植被分布格局是

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。

1.2 研究方法 数据的采集与处理采用遥感、地理信息系统与数理统计相结合的方法。通过对卫星和航空影像进行解译,得到图形数据,并将其导入地理信息系统软件ACR/INFO中,在GIS的支持下,对2000年和2003年2期的图形数据进行空间叠加分析,获得土地利用变化的空间数据与属性数据。然后利用专门分析软件arcview3.2和patch analysis2.0进行土地利用变化的动态分析,在此基础上通过退耕指数和退耕影响系数来分析退耕还林的时空变化。

1.3 资料来源与处理 研究所用数据有2个来源:2000年土地利用/覆盖信息来自于当年11月的中心比例尺为1:15000的彩红外航片;2003年的数据则来自于对4个示范片退耕的实地调查和延安退耕

还林办退耕资料的整理,并将结果落实在图上。由于机助人解译精度高,在ACR/INFO支持下,将彩红外航片在1:10000地形图上经过人工转绘获取土地利用/覆盖信息。2003年实地调查获取的信息直接在2000年的1:10000土地利用图上进行填图,所以确保了2期图形比例尺一致,精度得到了保证。

1.4 土地利用分类系统 为了突出坡耕地和林草面积的变化,以便了解示范区退耕还林的进展,本研究未完全按国家标准将其土地利用分为7大类型,而是根据土地的利用方式属性,将其分为基本农田、坡耕地、园地、乔灌混交林、疏林地、天然草地、居民工矿交通用地、水域、荒草地及难利用地共10类。

2 延安示范区土地利用的数量变化

2.1 土地利用变化的幅度 土地利用变化主要表现在土地类型的面积、空间分布和质量上的变化。要研究土地利用变化总的态势和结构上的变化,必须要

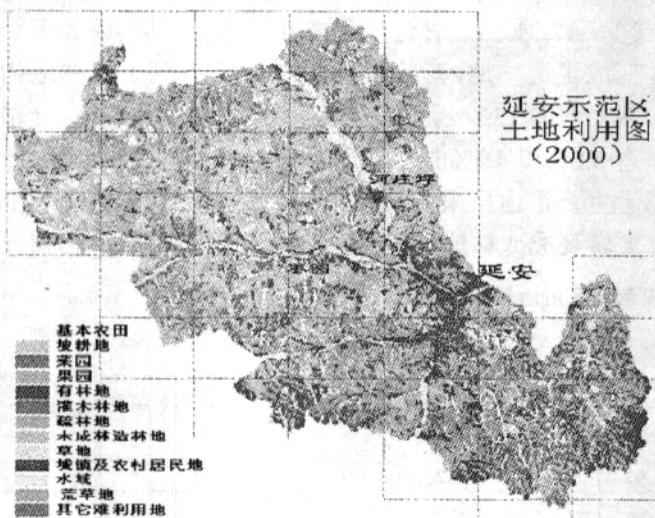


图1 2000年延安示范区土地利用图

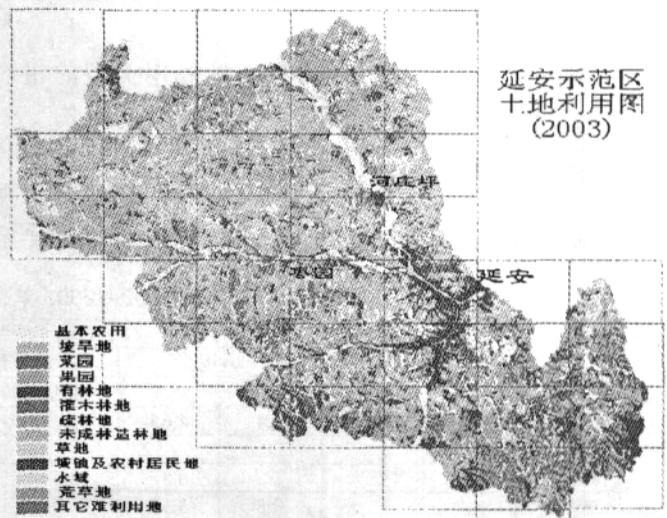
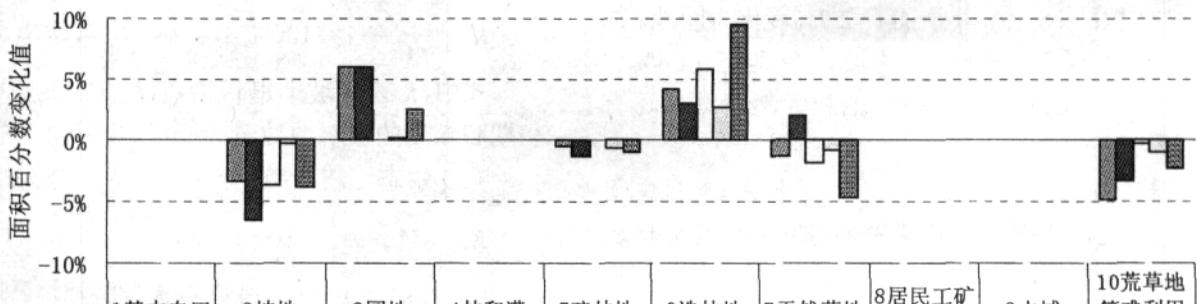


图2 2003年延安示范区土地利用图



	1基本农田	2坡地	3园地	4林和灌	5疏林地	6造林地	7天然草地	8居民工矿交通用地	9水域	10荒草地等难利用地
■ 纸-县示范片	0.00%	-3.36%	6.05%		-0.57%	4.09%	-1.39%			-4.83%
■ 高桥示范片	0.00%	-6.58%	5.99%		-1.28%	3.05%	2.08%			-3.26%
□ 山狼示范片	0.00%	-3.63%	0.01%		0.01%	5.82%	-1.90%			-0.32%
□ 燕-马示范片	0.01%	-0.35%	0.11%		-0.63%	2.68%	-0.85%			-0.97%
■ 全区	0.00%	-3.79%	2.47%		-1.00%	9.44%	-4.72%			-2.41%

图3 各示范片及全示范区土地利用/覆盖面积变化 (%)

分析土地利用类型面积的变化。通过对延安示范区二期土地利用图形数据(图1,图2)分别进行统计分析,再将统计结果进行对比就可以得到全区各类土地利用面积变化情况(图3,表1)。结果显示:①3

年来示范区各类用地类型中天然草地减幅最大,减少了32.58 km²,其次是坡耕地,减少了26.15 km²,未利用地和疏林地也分别减少了16.62 km²和6.90 km²,由于贯彻国家林草结合的政策,这些用地主要

表1 延安示范区土地利用动态变化统计表 (km²)

土地利用类型	2000年土地利用面积	2003年土地利用面积	土地利用面积变化
基本农田	83.45	83.45	0
坡地	72.62	46.47	-26.15
园地	60.32	77.37	+17.05
乔灌林地	123.29	123.29	0
疏林地	39.87	32.97	-6.90
未成林造林地	63.01	128.21	+65.20
天然草地	153.71	121.13	-32.58
居民工矿交通用地	25.64	25.64	0
水域	9.28	9.28	0
未利用地	59.52	42.90	-16.62
总面积	690.71	690.71	0

变成了未成林造林地。2②未成林造林地面积增幅最大,3年共增加了65.20 km²,反映了示范区生态建设取得了明显的成绩;③园地面积增加了17.05 km²,主要是扩大了苹果的栽种面积。

中有23.4%变成了人工造林面积;②园地面积增加了28.12%,净增加16.96 km²,其中有4.65 km²、5.55 km²和4.15 km²分别来自于坡耕地、造林地和天然草地;③有17.3%的疏林地转化成其他地类,其中绝大多数变成了造林地,其数量有4.82 km²,占到了疏林地初期面积的12.1%。④造林地也发生了用途转换,分别有8.8%和4.5%的造林地转化为园地和天然草地,后者主要是由原来的造林地退化而来。⑤天然草地主要转变成造林地,其面积有43.35 km²,占研究初期天

2.2 土地利用类型的相互转化 土地利用类型的相互转化分析有助于了解各土地利用类型的结构变化,在ARCGIS环境下,笔者分析得到了2000—2003年延安示范区土地利用类型的转移矩阵(表2)。结果显示:①有36%的坡耕地面积发生了用途转换,其

表2 2000—2003年延安示范区用地类型转化 (%、km²)

2000年	2003年											
	坡地		园地		疏林地		造林地		天然草地		未利用地	
	比例	面积	比例	面积	比例	面积	比例	面积	比例	面积	比例	面积
坡地	64.0	46.48	6.4	4.65			23.4	16.99	6.3	4.58		
园地			100.0	60.32								
疏林地			2.2	0.88	82.7	32.97	12.1	4.82	3.0	1.20		
造林地			8.8	5.55			86.6	54.57	4.5	2.84		
天然草地			2.7	4.15			28.2	43.35	69.1	106.21		
未利用地			2.9	1.73			14.4	8.57	11.4	6.79	71.3	42.44

然草地面积的28.2%,其余的有2.7%转化为园地。⑥未利用地主要是一些荒山荒坡,分别有14.4%和11.4%的未利用地变成了造林地和天然草地,还有2.9%被开发成果园。

3 退耕还林的评价

3.1 退耕还林的规模及速度分析 为了研究退耕还林的强度和规模,笔者引入了退耕指数模型和退耕速率两个概念。退耕指数模型指的是退耕地占应该退耕的耕地的百分比,实际应用中它分为坡地退耕指数和生态退耕指数2种计算方法,后者考虑了荒山造林因素。退耕速率则反映单位时间里退耕的数量,它们的数学公式分别为:

(1) 坡地退耕指数:

$$K = \left| \frac{C_b - C_a}{C_a} \right| \times 100\% \dots\dots\dots (3-1)$$

式中,K表示坡地退耕指数,C_a,C_b分别表示研究初期和末期的坡耕地数量。

(2) 生态退耕指数:

$$K' = \left| \frac{C'_b - C'_a}{C'_a} \right| \times 100\% \dots\dots\dots (3-2)$$

式中,K'表示生态退耕指数,C'_a,C'_b分别表示研究初期和末期的坡耕地与荒山荒坡面积之和。

(3) 退耕速率:

$$M = \frac{K'}{T} \dots\dots\dots (3-3)$$

式中,K'表示生态退耕指数,T表示研究时间,当T的单位为年时,M表示退耕的年变化率,根据上述

公式, 分别计算出延安示范区的退耕年变化率(表3)。结果表明退耕还林在时空变化上有很大的区域差异。4个示范片中, 高桥片的坡地退耕指数和生态退耕指数都是最高的, 说明退耕的力度是最大的, 其

表3 2000—2003年延安示范区退耕情况统计表

(km², %)

项目	2000年面积		2003年面积		坡地退耕指数	生态退耕指数	退耕速率
	坡耕地	荒山	坡耕地	荒山			
纸一县片	6.77	9.84	5.01	7.31	26.00	25.83	8.61
高桥片	9.73	7.52	6.50	5.92	33.20	28.00	9.33
山狼岔片	3.08	1.98	2.41	1.92	21.75	14.43	4.81
燕一马片	3.46	6.27	3.07	5.18	11.27	15.21	5.07
全区	72.62	59.52	46.47	42.90	36.01	32.37	10.79

注: 1. 研究中4个示范片并不完全涵盖了整个延安示范区, 这四个示范片分别代表不同类型的生态农业建设模式, 所以它们的面积之和不等于整个示范区面积, 只占示范区面积的33.65%。2. 4个示范片的范围: 纸一县片指纸坊沟和县南沟2个小流域; 高桥片指龚家沟、任台沟和汤家沟3条小流域; 山狼岔片指山狼岔小流域; 燕一马片指燕沟和马寺川沟2条小流域, 下同。

次是纸一县片, 山狼岔片最低。就退耕速率来看, 高桥片和纸一县片也都分别排在一、二位。但是4个示范片的退耕指数和退耕速率都低于全示范区的水平, 说明与示范区其他地区相比, 4个示范片的退耕规模和进度还不大, 还有很大的退耕潜力可控。

3.2 退耕还林对土地利用结构的影响评价 退耕还林工程的实施极大地促进了示范区土地利用结构的调整, 笔者把退耕还林引起土地利用结构变化这一

现象称作退耕还林效应。为了反映退耕还林效应的大小, 参照用地增长弹性系数概念, 笔者引入了退耕影响系数概念模型。它是指其他用地面积变化率与生态退耕面积变化率的比值, 数学表达式为:

$$L = \frac{\sum_{i=1}^n \left| \frac{\Delta LU_i}{LU_i} \right|}{\left| \frac{C'_b - C'_a}{C'_a} \right|} \dots\dots\dots (3-4)$$

表4 2000—2003年延安示范区退耕影响系数

项目	基本农田	坡地	园地	乔灌林地	疏林地	造林地	天然草地	居工交	水域	未利用地	退耕影响系数	
纸县片	2000	5.39	6.77	2.86	5.29	3.92	6.23	10.76	0.71	0.61	9.84	7.13
	2003	5.39	5.01	6.03	5.29	3.62	8.37	10.03	0.71	0.61	7.31	
高桥片	2000	5.58	9.73	3.04	2.35	2.90	7.20	9.57	1.12	0.09	7.52	5.16
	2003	5.58	6.50	5.98	2.35	2.27	8.70	10.59	1.12	0.09	5.92	
山狼片	2000	1.77	3.08	2.55	4.81	2.10	0.06	1.74	0.32	0.00	1.98	83.04
	2003	1.77	2.41	2.55	4.81	2.10	1.13	1.39	0.32	0.00	1.92	
燕马片	2000	17.57	3.46	13.24	37.12	7.42	11.34	13.51	2.10	0.49	6.27	5.46
	2003	17.57	3.07	13.36	37.12	6.71	14.36	12.56	2.10	0.49	5.18	
全区	2000	83.45	72.62	60.32	123.29	39.87	63.01	153.71	25.64	9.28	59.52	5.50
	2003	83.45	46.47	77.37	123.30	32.97	128.21	121.13	25.64	9.28	42.90	

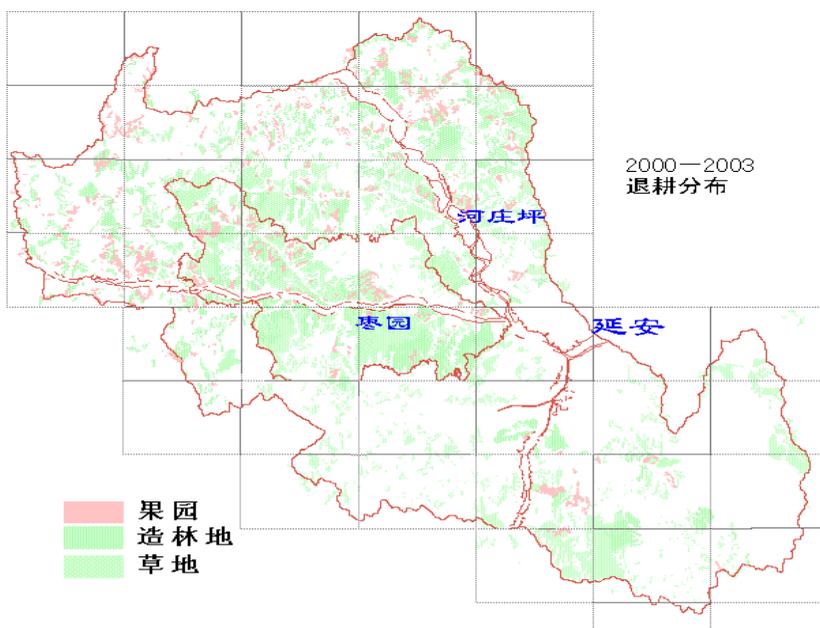


图4 2000—2003年延安示范区退耕还林分布图

式中, C'_a, C'_b 分别表示研究初期和末期的坡耕地与荒山荒坡面积之和; ΔLU_i 表示除坡耕地和荒山荒坡外的第 i 类土地利用类型在研究期间变化的面积, LU_i 表示除坡耕地和荒山荒坡外的第 i 类土地利用类型在研究初期的面积; α 表示退耕影响系数, 值越大说明退耕对土地利用结构调整的影响越大, 反之则影响越小。

利用上述公式, 计算出延安示范区及各示范片的退耕影响系数(表 4)。结果表明: 高桥片和燕 - 马片的退耕影响系数均低于全区平均水平, 而纸 - 县片稍高于全区平均水平, 山狼片最大, 高达 83.04, 远远高于全区和其他 3 个示范片的水平。这一结果表明, 4 个示范片中, 山狼示范片退耕还林对土地利用结构调整的影响最大, 高桥示范片退耕还林工程的影响最小, 其它 2 个示范片跟全示范区平均水平差不多。山狼片的退耕影响系数之所以远远高于其它 3 个示范片和全区水平是因为该片总面积在 4 个示范片中最小的, 它的坡耕地和荒山数量本来就是最少的, 所以退耕还林和荒山造林面积也就很少, 其它地类变动幅度相比之下就显得很大了。这就表明, 各示范片的土地利用调整受退耕还林工程的影响要比全示范区大。全区和 4 个示范片的退耕影响系数均超过了 5, 说明退耕还林工程对延安示范区的土地利用结构优化产生了巨大的积极作用(图 4)。

4 结论

4.1 自 1999 年开展大规模退耕还林工程以来, 延安示范区的土地利用发生了巨大变化。2000—2003 年全区坡耕地减少了 26.15 km², 造林面积达 65.20 km², 园地增加了 17.05 km², 天然草地减少了 32.58 km², 未利用地面积减少了 16.62 km², 疏林地也有小幅度减少。

4.2 林草地面积增长迅速。退耕下来的坡耕地大部分都转变成了造林地, 减少的天然草地也主要转变成了造林地, 另外有 25.8% 的未利用地也变成了林草地。

4.3 延安示范区退耕的强度和速度都比较大。全区有 32.37% 的坡耕地和荒山都实施了退耕还林, 并且每年退耕的速度高达 10.79%。全区退耕还林进展存在明显的区域差异。高桥示范片有 28% 的坡耕地和荒山都种上了林草, 在 4 个示范片中退耕还林最彻底

的, 而山狼盆示范片和燕 - 马示范片则完成的不太好, 分别只有 14.43% 和 15.21% 的坡耕地和荒山实施了造林。

4.4 退耕还林工程给延安示范区土地利用结构优化产生了巨大的积极作用, 全区的退耕影响系数只有 5.50。退耕还林工程对各示范片土地利用结构优化的作用也是不一样的, 4 个示范片中, 高桥示范片退耕还林工程对土地利用结构调整的影响最小, 其退耕影响系数最低, 为 5.16, 山狼示范片影响最大, 其退耕影响系数只有 83.04, 是几个示范片中最高的。

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 / 土地覆被变化的国际研究动向. 地理学报, 1996, 51(6): 553-558
- 2 朱会义, 李秀彬, 何书金, 等. 环渤海地区土地利用的时空变化分析. 地理学报, 2001, 56(3): 253-260
- 3 Lambin E F, Baulies X, Bockstael N, et al. Land-Use and Land-Cover Change (LUCC)—Implementation Strategy, IGBP Report 48& HDP Report 10. IGBP: Stockholm, 1999. 25-36
- 4 刘盛和, 何书金. 土地利用动态变化的空间分析测算模型. 自然资源学报, 2002, 17(5): 533-540
- 5 查书平, 丁裕国, 于红博, 等. 基于 RS 于 GIS 的长江三角洲土地利用变化分析. 南京气象学院学报, 2003, 26(6): 815-820
- 6 张晓萍, 李谭宝, 杨勤科, 等. 基于 RS 和 GIS 的陕北丘陵沟壑区土地利用格局特征研究. 水土保持学报, 2002, 16(1): 39-43
- 7 Wang L M, Feng R G, Yang Y F, et al. Spatial disparity of slope farmland and food security in Three Gorges Area. Journal of mountain science, 2004, 1(1): 89-95
- 8 张咏梅, 包维楷, 庞学勇. 天保、退耕工程与环境可持续发展的关系. 长江流域资源与环境, 2004, 13(3): 296-300
- 9 田均良, 刘国彬. 黄土高原退耕还林工程中的现存问题及有关建议. 水土保持通报, 2004, 24(1): 63-65
- 10 李有华, 王晓斌, 刘润栓. 搞好退耕还林需着重解决的几个问题. 水土保持研究, 2004, 11(1): 110-112
- 11 魏淑英. 西部土地利用现状及其开发利用建议与对策. 中国农业资源与区划, 2001, 22(2): 8-11
- 12 Tan Guo xin, Ryosuke Shibasaki, Kanichiro Matsumura. Development of a GIS-based decision support system for assessing land use status. Geo-spatial information science, 2004, 7(1): 72-78

致谢: 真诚感谢参加课题调研工作的区域室王飞、温仲明、焦锋等同志及延安市各有关单位, 对他们的努力工作和大力支持表示感谢!