

# 黄土高原丘陵沟壑区土地利用与 水土保持措施的变化特征\*

伍飞舟<sup>1</sup>, 杨卓<sup>1</sup>, 牛健植<sup>1</sup>, 张大伟<sup>1</sup>, 张晓明<sup>2</sup>, 陈月红<sup>2</sup>

(1. 北京林业大学 水土保持学院 教育部水土保持与荒漠化防治重点实验室, 北京 100083; 2. 中国水利水电科学研究院, 北京 100038)

**摘要:**为了给生态环境脆弱的黄土高原丘陵沟壑区的土地利用和水土保持措施提供有效的决策支持, 该文通过对甘肃省天水市罗玉流域和吕二沟流域这两个黄土高原丘陵沟壑区典型流域的土地利用变化、水土保持措施变化及其驱动力进行分析, 研究各个驱动因子对土地利用变化的影响以及水土保持措施的变化。利用 TM、ETM+ 影像图, 同时结合实测资料从而计算出该两流域在研究时段内的土地利用的变化贡献率、变化强度指数和变化速度 3 项指数, 然后结合流域的各项水土保持措施的统计资料进行分析。研究结果表明: 罗玉沟流域林地和梯田的面积均有显著增加, 坡耕地面积显著减少; 吕二沟流域林地面积增加明显, 而草地和灌木面积急剧萎缩。这也与这两流域在水土保持措施方面以修建梯田和造林为主是一致的。同时, 在影响土地利用变化的各个驱动因子中, 社会经济因素对于土地利用变化的影响较大。

**关键词:**典型流域; 土地利用变化; 水土保持措施; 驱动力

中图分类号: F301.24; S157

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2010)02-0010-05

## Study on Relationships Between Land Use Change and Soil and Water Conservation Measures in Typical Watershed of Loess Plateau Hilly and Gully Region

WU Fei-zhou<sup>1</sup>, YANG Zhuo<sup>1</sup>, NIU Jian-zhi<sup>1</sup>, ZHANG Da-wei<sup>1</sup>, ZHANG Xiao-ming<sup>2</sup>, CHEN Yue-hong<sup>2</sup>

(1. Key Laboratory of Soil and Water Conservation & Desertification Combating; Ministry of Education; College of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China; 2. China Institute of Water Resources and Hydropower Research (IWHR), Beijing 100038, China)

**Abstract:** In order to give effective decision support for land-use and soil and water conservation measures about the region of weak ecological environment in the Loess Plateau hilly and gully region, this article studied the land-use change and soil and water conservation measure change and the driving force of the typical watershed (Luoyugou watershed and Luergou watershed) in Loess Plateau hilly and gully region in Tianshui city, Gansu province, and analyzed the various driving forces which affect the land-use changes, as well as the impact of changes in the soil and water conservation measures. Using TM, ETM+ image, and combining with the actual data and calculating the three index which are land-use changing contribution rate, changing intensity index and the speed of changing, and then in combination with the statistical data of soil and water conservation measures to analyze. The woodland and the terrace area of Luoyugou watershed significantly increased but the slope farmland area significantly reduced. The woodland area of Luergou watershed significantly increased, but the shrub and grassland area sharply reduced. This result is consistent with the soil and water conservation measures which focus on the building of terrace and woodland. At the same time, between the various driving forces which impact the land-use change, the socio-economic factors are the greatest one.

**Key words:** typical watershed; land-use change; soil and water conservation measures; driving force

\* 收稿日期: 2009-09-24

基金项目: 国家重点基础研究发展计划 973 项目专题 (2007CB407207 - 05)

作者简介: 伍飞舟 (1985 - ), 男, 湖南怀化人, 硕士, 研究方向: 水土保持。E-mail: 030334107 @163.com

通信作者: 牛健植 (1974 - ), 女, 吉林四平人, 博士, 副教授, 主要研究方向: 景观生态学、森林水文学。E-mail: nexk @bjfu.edu.cn

土地利用结构是指国民经济各部门(如农、林、牧、副、渔)及其内部用地的面积与比例关系,它反映了一个地区土地利用的合理性程度及其生产结构特点<sup>[1]</sup>。随着社会生产力的发展,人口的增加和人类活动范围的扩大,使得对土地不断增长的社会需求与土地资源的有限性、土地利用的不可逆性之间的矛盾日益显著,严重限制了社会经济的高速发展。因此,研究土地利用结构变化对区域产业布局、土地合理利用具有指导意义<sup>[2-4]</sup>。

陈利顶等用航片解译和景观生态学的方法研究了陕北黄土丘陵区大南沟流域在 20 世纪 70 年代和 90 年代土地利用结构的特点和变化<sup>[5]</sup>;崔晓奇等以临汾市为例,研究和探讨了黄土高原丘陵区土地利用变化与人地关系的演变<sup>[6]</sup>;张晓明等以黄土高原第三副区桥子东、西沟流域为例,分析了土地利用变化的水文动态响应<sup>[7]</sup>;但关于该地区流域的土地利用变化与水土保持措施之间关系的研究较少,本文针对这两者之间的关系进行了专门研究。

黄土高原丘陵沟壑区的甘肃省天水市罗玉沟流域及吕二沟流域处于农牧交错地区,大部分地区气候属于半湿润区,而农牧交错地区或半干旱地区土地利用结构的不合理是造成水土流失的原因之一,因此对黄土高原丘陵沟壑区典型流域土地利用结构变化进行研究,可以为生境脆弱地带土地资源的可持续利用、黄土高原丘陵沟壑区典型流域土地利用结构的优化、生态环境建设以及土地利用总体规划修编工作提供科学依据。

## 1 研究区概况

选择黄土高原丘陵沟壑区有代表性的罗玉沟流域和吕二沟流域为研究区。罗玉沟流域位于东经 105°30' - 105°45', 北纬 34°34' - 34°40'; 属黄河中游黄土丘陵沟壑区第三副区,是渭河一级支流藉河的一条支沟。主沟全长 21.8 km,流域呈羽状,总面积 72.79 km<sup>2</sup>。吕二沟流域属黄土丘陵沟壑区第三副区,是渭河一级支流藉河南岸的一条支流,流域面积 12.01 km<sup>2</sup>,呈狭长形,似叶舟状。干沟长 6 800 m,平均宽度 1 830 m,海拔 1 175 ~ 1 707 m,相对高度 532 m。流域内丘陵起伏,沟壑纵横,有大小支沟 51 条,沟壑密度 308 km/km<sup>2</sup>,平均比降 7.24%,其中坡面面积 9.68 km<sup>2</sup>,占流域总面积的 80.7%,大部分在 5°~20°;沟壑 2.33 km<sup>2</sup>,占 19.3%。20 世纪 50 - 60 年代是我国水土保持综合治理的典型流域。

## 2 研究方法

### 2.1 数据来源

研究所需数据来源于黄委会天水水土保持试验站罗玉沟、吕二沟两个试验流域 1985 年、1993 年 TM 影像和 2001 年 ETM+ 影像图、水土保持各项措施统计资料以及现有的水土保持监测网站上提供的统计资料。

### 2.2 研究方法

采用在某一时段内的变化贡献率、变化强度指数和土地利用动态度 3 项指标,进行时间尺度上的分析。

2.2.1 变化贡献率 变化贡献率是指某类土地利用变化面积占同期土地利用变化总面积的百分比,其计算式如(1)。

$$A_i = \frac{|U_{hi} - U_{ai}|}{|U_{hi} - U_{ai}|} \times 100\% \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (1)$$

式中:  $A_i$  ——研究时段内第  $i$  种土地利用类型的变化贡献率(%);  $U_{ai}$ 、 $U_{hi}$  ——研究期初和期末第  $i$  种土地利用类型的面积。

2.2.2 变化强度指数 变化强度指数是指某空间单元在研究时期内的土地利用变化面积占其土地总面积的百分比。即

$$T_i = \frac{|U_{hi} - U_{ai}|}{B} \times 100\% \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (2)$$

式中:  $T_i$  ——研究时段内第  $i$  种土地利用类型的变化强度(%);  $U_{ai}$ 、 $U_{hi}$  ——研究期初和期末第  $i$  种土地利用类型的面积;  $B$  ——总土地面积。

2.2.3 土地利用动态度 土地利用动态度可定量地描述区域土地利用变化强度,它对比较土地利用变化区域差异和预测未来土地利用变化趋势都具有重要作用。单一的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面积变化情况。

$$K_i = \frac{U_{hi} - U_{ai}}{U_{ai}} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (3)$$

式中:  $K_i$  ——研究时段内第  $i$  种土地利用类型的动态度(%);  $U_{ai}$ 、 $U_{hi}$  ——研究期初和期末第  $i$  种土地利用类型的面积;  $T$  ——研究时段长<sup>[8]</sup>。

## 3 结果与分析

### 3.1 土地利用结构现状

在对罗玉沟、吕二沟两流域 TM、ETM+ 影像解译的基础上,结合流域实测资料,得到罗玉沟和吕二沟 3 个时段的土地利用结构现状。从表 1 可知,罗玉沟流域是典型的农林复合流域,1986 年坡耕地、梯田等农地占总面积的 72.6%,而林草面积占

总面积 19.3% ;2004 年坡耕地、梯田等农地占总面积的下降到 62.4% ,而林草面积占总面积上升至 31.8% ,农林草的面积占流域面积的 92% 。1986 - 1995 年罗玉沟流域土地利用变化面积最大是梯田、林地和坡耕地,其中梯田、林地面积分别增加了 2 590.79 hm<sup>2</sup> 和 794.11 hm<sup>2</sup> ,占到期间土地利用变化贡献率的 38.44% 和 11.78% ,而期间坡耕地面积下降了 3 333.78 hm<sup>2</sup> ,其变化贡献率达 49.46% 。1986 - 2004 年灌木、草地、居民点、裸地等土地利用类型的变化微弱。由此可见,1986 - 2004 年罗玉沟流域土地利用结构变化中起主导作用的是坡耕地向

梯田、林地的转换,并且该过程主要发生在 1986 - 1995 年。

从表 2 可知, 1982 - 1989 年吕二沟土地利用类型中面积增加的是裸地、林地、居民点和梯田,其中林地的增加量最大,面积减少的是草地、灌木和坡耕地,其中灌木减少的最大。1989 - 2004 年吕二沟土地利用类型中面积增加的是林地、居民点和坡耕地。其中林地的增加量最大。面积减少的是草地、灌木和梯田,其中草地减少得最大。以上结果反映出吕二沟土地利用结构变化中起主导作用的土地利用类型是林地、灌木和草地。

表 1 1986 - 2004 年罗玉沟流域土地利用结构变化

用地类型	1986 年 面积/hm <sup>2</sup>	1995 年 面积/hm <sup>2</sup>	2004 年 面积/hm <sup>2</sup>	1986 - 1995 变化面积/hm <sup>2</sup>	1995 - 2004 变化面积/hm <sup>2</sup>	1986 - 1995 变化贡献率/%	1995 - 2004 变化贡献率/%	1986 - 1995 变化强度指数	1995 - 2004 变化强度指数
裸地	85.64	85.63	85.64	- 0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
林地	696.87	1445.98	1628.52	794.11	182.54	11.78	48.98	0.11	0.02
草地	712.81	699.04	695.12	- 13.77	- 3.92	0.20	1.05	0.00	0.00
居民点	276.36	284.53	288.32	8.17	3.79	0.12	1.02	0.00	0.00
灌木	231.55	231.55	209.64	0	- 21.91	0	5.88	0.00	0.00
坡耕地	4358.25	1024.47	895.05	- 3333.78	- 129.42	49.46	34.72	0.46	0.02
梯田	941.97	3532.26	3501.15	2590.79	- 31.11	38.44	8.35	0.35	0.00

表 2 1982 - 2004 年吕二沟流域土地利用结构变化

用地类型	1982 年 面积/hm <sup>2</sup>	1989 年 面积/hm <sup>2</sup>	2004 年 面积/hm <sup>2</sup>	1982 - 1989 变化面积/hm <sup>2</sup>	1989 - 2004 变化面积/hm <sup>2</sup>	1982 - 1989 变化贡献率/%	1989 - 2004 变化贡献率/%	1982 - 1989 变化强度指数	1989 - 2004 变化强度指数
裸地	2.99	4.14	4.14	1.15	0	0.33	0.00	0.00	0.00
林地	202.80	364.02	493.19	161.22	129.17	46.68	44.28	0.14	0.11
草地	387.97	340.94	227.68	- 47.03	- 113.26	13.62	38.82	0.04	0.10
居民点	8.66	15.77	16.24	7.11	0.47	2.06	0.16	0.01	0.00
灌木	128.87	20.30	7.54	- 108.57	- 12.76	31.44	4.37	0.09	0.01
坡耕地	276.31	259.24	275.47	- 17.07	16.23	4.94	5.56	0.01	0.01
梯田	176.51	179.70	159.85	3.19	- 19.85	0.92	6.80	0.00	0.02

表 3 1982 - 1989 年土地利用类型的单一土地利用动态度

流域	裸地	林地	草地	居民点	灌木	坡耕地	梯田
罗玉沟	0.00	11.4	- 0.19	0.30	0.00	- 7.65	27.50
吕二沟	4.81	9.94	- 1.52	10.26	- 10.53	- 0.77	0.23

表 4 土地利用类型的单一土地利用动态度

流域	裸地	林地	草地	居民点	灌木	坡耕地	梯田
罗玉沟	0.00	1.26	- 0.06	0.13	- 0.94	- 1.26	- 0.09
吕二沟	0.00	2.22	- 2.08	0.19	- 3.93	0.39	- 0.69

注:罗玉沟流域为 1995 - 2004 年,吕二沟流域为 1989 - 2004 年。

### 3.2 土地利用的空间分布

表 3 为罗玉沟、吕二沟土地利用类型的单一土地利用动态度。由表 3 可知:罗玉沟坡耕地的减少幅度比较大,林地和梯田增加;裸地、草地、居民点和灌木年度变化都不大,没有超过 1% ;吕二沟灌木用

地的减少幅度比较大,裸地、林地、居民点用地增加,其中居民点用地增加幅度比较大。

表 4 为 1995 - 2004 年罗玉沟,1989 - 2004 年吕二沟土地利用类型的单一土地利用动态度。由表 4 可知:罗玉沟坡耕地的减少幅度比较大,年递减率为 1.26% ,林地和居民点用地增加;林地、草地和梯田年度变化都不大,没有超过 1% ;吕二沟灌木用地的减少幅度比较大,年递减率为 3.93% ,林地、居民点和坡耕地增加,其中林地增加幅度比较大,年递增率为 2.22% 。

### 3.3 水土保持措施变化

3.3.1 罗玉沟流域水土保持措施变化 截止 1983 年底,罗玉沟水土保持措施结构中主要以梯田、川旱地措施和林果措施为主,人工草地措施为辅(表 5)。

罗玉沟流域水土保持初步治理面积为 15.8 km<sup>2</sup>,占流域面积的 21.7%,其中农田治理面积 8.31 km<sup>2</sup>(梯田 7.79 km<sup>2</sup>,川旱地 0.49 km<sup>2</sup>),占耕地面积 42.77 km<sup>2</sup> 的 19.4%。造林面积 6.79 km<sup>2</sup>,其中以刺槐为主的成林地 3.27 km<sup>2</sup>,幼林地 2.77 km<sup>2</sup>,经济果园 0.72 km<sup>2</sup>,苗圃地 0.04 km<sup>2</sup>。种草面积 0.67 km<sup>2</sup>。

对比罗玉沟流域 1990 年和 2000 年的水土保持措施结构可知,罗玉沟在这 10 a 当中将水土保持工程措施的重点放在修建水平梯田和地埂上面,涝池、

谷坊、引洪漫地、沼泽地排水都有了明显的发展,河堤和简易公路的修建则表现为停滞不前。

表 5 1983 年底罗玉沟流域各项水土保持措施比例

措施类别	梯田、川旱地	人工草地	林果	总计
面积/ hm <sup>2</sup>	8.31	0.67	6.79	15.8
比例/ %	52.7	4.3	43.0	100
人均/ km <sup>2</sup>	0.045	0.004	0.042	0.097

表 6 罗玉沟流域 1990 年与 2000 年水土保持工程措施对比

种类	凤凰	中梁	玉泉	南河川	渭南	全流域
1990 年						
水平梯田/ hm <sup>2</sup>	22.4	48.67	11.13	1.13	1.33	84.67
涝池/ 个	3	5	2	0	0	10
谷坊/ 座	25	25	16	0	0	66
沟头防护/ 处	14	12	10	3	2	42
河堤/ m	0	4500	2500	0	0	7000
简易公路/ km	19.21	26.72	0	0	0	42.93
引洪漫地/ (处·hm <sup>-2</sup> )	0	0	0	0	0	0
沼泽地排水/ (处·hm <sup>-2</sup> )	0	0	0	0	0	0
硬地埂/ hm <sup>2</sup>	10650	41400	14025	0	0	66075
2000 年						
水平梯田/ hm <sup>2</sup>	56.40	122.67	28.07	2.93	3.27	213.30
涝池/ 个	5	9	3	2	1	20
谷坊/ 座	45	285	156	9	10	515
沟头防护/ 处	44	72	20	3	6	145
河堤/ m	0	0	0	0	0	0
简易公路/ km	0	0	0	0	0	0
引洪漫地/ (处·hm <sup>-2</sup> )	0	250	0	0	0	250
沼泽地排水/ (处·hm <sup>-2</sup> )	3180	0	0	0	0	3180
硬地埂/ hm <sup>2</sup>	41040	160260	53700	0	0	255000

3.3.2 吕二沟流域水土保持措施变化 吕二沟流域从 20 世纪 50 年代初期开始进行治理,该时期的治理主要是修建地埂、涝池、造林,其余措施如人工

种草等也在实行,但是效果不显著,这与当时的社会经济以及政策有关,表 7 为吕二沟流域 1953 - 1958 年治理情况。

表 7 吕二沟流域 1953 - 1958 年水土保持措施情况

项目	1953—1954	1955	1956	1957	1958	合计
水平梯田/ hm <sup>2</sup>	0	0	0	0	10.13	10.13
地埂/ hm <sup>2</sup>	41.67	41.0	20.93	39.13	55.13	197.86
软埝/ hm <sup>2</sup>	0	0	0	29.53	0.4	29.93
造林/ hm <sup>2</sup>	70.46	64.2	11.13	16.4	80.73	242.92
人工种草/ 个	46.73	0	0	0	0	46.73
涝池/ 个	75	200	100	49	50	474
土谷坊/ 个	0	50	3	23	200	278
柳谷坊/ 个	4	100	56	8	215	383
小型淤地坝	0	1	0	0	0	1

20 世纪 60 年代吕二沟流域的水土保持措施结构呈现出以工程措施为主,其他措施为辅的势态。到了 80 年代,将水土保持措施的重点放在了修建梯

田、林地和封坡育种上面,工程和林草措施在该时期的水土保持措施结构中占据了主导地位,果园、人工牧草的面积相对减少。表 8 为吕二沟流域 1954 -

1989 年各时段的林草措施分项统计面积。

### 3.4 土地利用与水土保持措施的变化关系

土地是人类赖以生存的基本条件,人类在土地上进行生产活动的同时,必须高度重视水土保持工

作,并施以相应的科学、有效的保护措施,才能使土地资源得以永续利用。因此,在研究区域内的水土保持措施结构的变化也是随着土地利用结构变化而变化的<sup>[9]</sup>。

表 8 吕二沟流域林草措施分项统计面积

年份	梯田	林地	果园	人工牧草	封坡育种	治理面积
1954—1960	13.6	120.7	18.3	22.6	0	175.2
1961—1980	124.0	370.1	51.4	37.8	20	603.4
1981—1989	178.7	389.8	15.5	14.8	149.3	748.1

罗玉沟流域和吕二沟流域近几十年来水土保持措施的工作重点都放在修梯田和造林上。同时,这两个流域的土地利用结构变化也体现在梯田面积和林地面积的显著增加。因此,可以很好地说明:土地利用结构变化与水土保持措施结构变化之间联系是密不可分的,彼此相互影响、相互制约。

### 3.5 土地利用变化驱动力分析

土地利用变化的驱动力由自然条件作用和社会经济发展两方面作用所组成。

3.5.1 自然因素 自然环境条件的驱动作用主要体现在地形的限制作用上,从遥感影像图上可以看出,居民点及工矿用地一般沿着河流两岸和交通便利的道路分布,耕地也是分布在居民区附近或地势平坦的地区,而林地则布满了研究区。因此,该流域的城镇建设用地及耕地的扩展明显地受到地形的限制。林地变化也与地形条件有关:海拔较高的林地由于人类的可及度差,人为活动影响较小;而山脚一些坡度较平缓的林地则受人类影响较大。由于短时期内的土地利用变化主要是社会经济因素的影响所致,自然因素的影响甚微,所以本研究主要考虑社会经济影响因子<sup>[10]</sup>。

3.5.2 人口因素 人口是社会经济中最重要的因素,也是最具活力的土地利用的驱动力。随着城镇化进程的加快,使得大量农村人口涌入城镇,建设用地的需求快速增加。然而,在土地总量有限的前提下,建设用地面积地增加必然会占用大量农地为代价。因此,人口因素在影响区域土地利用变化上,起到了至关重要的作用。

3.5.3 社会经济发展因素 经济发展是土地利用结构变化的主要驱动力。随着区域经济建设的发展,必然需要占用一定量的农用地,变成城镇及工矿用地和交通用地。相应地,在罗玉沟和吕二沟流域土地利用结构中,耕地等农用地的比重在下降,而居民点等建设用地的比重呈增长的趋势。

另外,受比较经济利益作用的影响,不同土地利用类型的产出效益的差异明显,因此在土地利用结

构类型上就表现在农用地内部、农用地向非农建设用地转化等现象。近年来,由于农业生产成本的上升较快,而种粮收益明显减少,因此,农业地用途转移或者弃耕现象成为必然<sup>[11]</sup>。市场经济条件下,随着产业结构的调整与优化,引起土地资源在产业上重新分配,进而导致了土地利用结构的变化。

3.5.4 国家政策因素 在人为因素中,国家的方针政策对土地利用变化起着主导并且直接的作用,它通过地权制度、经营机制、价格制度等直接影响土地利用的结构。在不同的政治经济政策的影响之下,土地利用也发生明显的变化。

研究区域为我国生境较脆弱的地区,生态问题比较突出,因此,这里一直是我国政府大力投资进行重点治理的对象,尤其随着西部开发工程的实施,提出防治土地荒漠化、退耕还林还草、以小流域治理为重点的综合治理的政策措施,在土地利用变化上表现为一部分坡耕地和梯田转化为林地。

## 4 结论

(1) 在研究时段内,罗玉沟流域林地和梯田的面积均有显著增加,坡耕地面积显著减少,其余土地类型面积变化不大,这与该流域采取以梯田、川旱地和林果为主、人工草地为辅的水土保持措施后出现的结果是一致的。

(2) 吕二沟流域林地面积增加明显,而草地和灌木面积急剧萎缩,其他土地利用方式面积均有小幅变化。这与吕二沟流域修建梯田、林地和封坡育种的水土保持措施密不可分。

(3) 在影响土地利用结构变化的各个驱动因子当中,社会经济因素对于土地利用变化的影响较大。由于人口的增加、经济的发展,以及社会政策、制度的改变,土地利用结构随之改变。研究区域内的水土保持措施随着区域内土地利用结构的变化而变化。

## 4 结 论

运用环境经济学相关理论和 GIS 软件对安徽省 2000 年土壤侵蚀的经济损失进行了估算,可以得出以下结论:

(1) 全省由土壤侵蚀带来的经济损失巨大。安徽省 2000 年土壤侵蚀经济损失总量达到 173 081.97 万元。

(2) 安徽省土壤侵蚀经济损失在空间上显现南高北低的趋势,主要原因为南部多为山区丘陵,地形起伏较大,北部多为平原地势平坦,地形起主导作用。

(3) 从土壤侵蚀经济损失的结构特征上看,养分流失引起的损失是安徽省水土流失经济损失的主要形式,达到了 90.41%。

## 5 讨 论

本研究计算出的安徽省 2000 年土壤侵蚀经济损失仅涉及到养分损失、水分流失损失和泥沙滞留淤积损失等 3 个最主要的方面,未包括因土壤侵蚀而引起的滑坡、水体污染、生物多样性减少等带来的损失,因此计算结果只能代表损失的最低价值,由于部分数据难以获取以及目前的研究方法局限,研究区场内和场外的部分损失目前还很难进行定量计算,从而估算的结果不能完全代表安徽省土壤侵蚀的全部价值。本文主要借鉴相关思路对土壤侵蚀经济损失进行了初步探讨,对土壤侵蚀带来的经济损失的方法和模型的研究仍需要进一步完善。

## 参考文献:

- [1] 杨爱民,庞有祝,李铁铮,等. 水土流失经济损失计量研究评述[J]. 中国水土保持科学, 2003, 1(1): 108-11.
- [2] Gunatilake H M, vieth G R. 侵蚀区内土壤侵蚀经济损失的估算[J]. 水土保持科技情报, 2001(2): 23-26.
- [3] 杨子生,谢应齐. 云南省水土流失直接经济损失的计算方法与区域特征[J]. 云南大学学报: 自然科学学报, 1994, 16(增刊): 99-106.
- [4] 邓培雁,屠玉麟,陈桂珠. 贵州省水土流失中土壤侵蚀经济损失估值[J]. 农业生态环境, 2003, 19(2): 1-5.
- [5] 田亚平,李虹,邓运员. 湖南省水土流失的经济损失评估[J]. 水土保持学报, 2008, 22(4): 42-46.
- [6] 杨志新,郑大玮,李永贵. 北京市土壤侵蚀经济损失分析及价值估算[J]. 水土保持学报, 2004, 18(3): 175-178.
- [7] 周伏建,陈明华,林福兴. 福建省降雨侵蚀力指标 R 值[J]. 水土保持学报, 1995, 1(1): 27-33.
- [8] 刘新华,杨勤科,汤国安. 中国地形起伏度的提取及在土壤侵蚀评价中的应用[J]. 水土保持通报, 2001, 21(1): 57-62.
- [9] 许月卿,蔡运龙,彭建. 土地利用变化的土壤侵蚀效应评价: 西南喀斯特山区的一个研究案例[M]. 北京: 科学出版社, 2008.
- [10] 许月卿,蔡运龙. 土壤侵蚀经济损失分析及价值估算: 以贵州省猫跳河流域为例[J]. 长江流域资源与环境, 2006, 15(4): 470-474.
- [11] Costanza R, Arge R, Groot R, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital [J]. Nature, 1997, 387: 253-260.
- [12] 侯秀瑞,许云龙,毕绪岱. 河北省山地森林保土生态效益计量研究[J]. 水土保持通报, 1998, 18(1): 17-21.

(上接第 14 页)

## 参考文献:

- [1] 包浩生. 自然资源简明词典[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1993.
- [2] 刘立诚. 新疆土地类型结构及其合理利用[J]. 新疆大学学报, 1994, 11(1): 91-96.
- [3] Zhou Yong, Wang Shan-qin, DONG Yuan-hua, et al. Design and applications of land resources and ecological environment information system: A Case Study of Zigui County in the Three Gorges Area of China[J]. Pedosphere, 2002, 12(4): 373-381.
- [4] 陈军伟,孔祥斌,张凤荣,等. 基于空间洛伦茨曲线的北京山区土地利用结构变化[J]. 中国农业大学学报, 2006, 11(4): 71-74.
- [5] 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: 以陕西延安地区大南沟流域为例[J]. 地理科学, 2001, 21(1): 46-51.
- [6] 崔晓奇,郭长江,张爱国. 黄土高原丘陵区土地利用变化与人地关系演变研究: 以临汾市为例[J]. 山西师范大学学报: 自然科学版, 2006, 20(3): 73-77.
- [7] 张晓明,余新晓,武思宏,等. 黄土丘陵沟壑区典型流域土地利用/土地覆被变化水文动态响应[J]. 生态学报, 2007, 27(2): 414-423.
- [8] 王夏琰,刘学录. 甘肃省土地利用结构变化及其驱动力分析[J]. 甘肃农业大学学报, 2007, 8(4): 97-102.
- [9] 龚洁. 九龙江流域土地利用与水土保持[J]. 福建水土保持, 2002, 14(1): 18-20.
- [10] 亓兴兰,李宝银,刘健. 基于 RS 闽江流域土地利用结构变化及其驱动力分析[J]. 林业勘察设计, 2007(2): 12-17.
- [11] 邓红兵,王英明,张巧显. 江西省土地利用变化及其驱动力定量研究[J]. 江西农业大学学报, 2006, 28(6): 933-938.