

黄土高原沟壑区王东沟流域土地利用效益评价

张嘉宁¹, 王继军²

(1. 西北农林科技大学, 陕西 杨陵 712100; 2. 中国科学院 水利部 水土保持研究所, 陕西 杨陵 712100)

摘 要:依据黄土高原沟壑区王东沟流域 1986 - 2007 年生态经济系统演变过程调查、监测资料 and 研究成果, 建立了黄土高原沟壑区王东沟流域土地利用效益评价指标体系。运用层次分析法确定指标权重, 对黄土高原沟壑区王东沟流域 1986 - 2007 年的土地利用效益进行了定量评价和动态分析。结果表明: 区域土地利用效益在这 20 余年中呈增长态势, 分别于 1991 年、1998 年、2003 年达到峰值点。影响区域土地利用效益值的主要因素为区域的果业和第三产业。

关键词:黄土高原沟壑区; 王东沟流域; 土地利用; 效益评价

中图分类号: F301.24

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2009)02-0142-05

Benefit Assessment of Land Use of Wangdonggou Watershed in Loess Hilly and Gully Region

ZHANG Jia-ning¹, WANG Ji-jun²

(1. Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China; 2. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: According to investigation, monitoring data and research achievements of the Wangdonggou watershed in Loess hilly and gully region from 1986 to 2007, the assessment index system of land use was established in Wangdonggou watershed. The weight of indicators was estimated by Analytic Hierarchy Process (AHP), and its benefit assessment of land use from 1938 to 2005 was assessed quantitatively. The results showed that the benefit assessment of land use increased in 20 years, which reached the peak point in 1991, 1998 and 2003 respectively. The most important factor of benefit assessment of land use is fruit industry and the third industry.

Key words: Loess hilly and gully region; Wangdonggou watershed; land use; benefit evaluation

1 引言

土地资源的持续利用是一切资源可持续利用的基础, 同时也是社会经济可持续发展的关键^[1]。在耕地保护、粮食安全、土地宏观调控与市场机制的背景下, 合理配置土地利用结构、土地集约利用、提高土地利用效益是缓解土地供求矛盾的重要途径^[2-4]。土地利用效益是指单位面积土地投入与消耗在区域发展的社会、经济、生态与环境等方面所实现的物质产出或有效成果^[5]。对于区域而言, 由于其用地功

能的多样性, 土地利用效益在很多方面不是经济指标所能衡量的, 也就是说, 很难简单地采用经济投入产出指标对土地利用效益进行评价, 它应该是包括社会、经济和生态环境效益在内的综合效益^[6]。

黄土高原作为我国生态比较脆弱的地区之一, 其土地利用状况直接影响着该地区的生态环境及可持续发展。王东沟流域作为黄土高原沟壑区的典型代表区域, 经过 20 余年的综合治理, 土地利用态势发生了较大变化, 通过对其土地利用效益的分析评价, 探讨土地进一步调整和合理利用的途径, 为该流

* 收稿日期: 2009-01-18

基金项目: “十一五”国家科技支撑计划项目“黄土高原水土流失综合防治技术研究”(2006BAD09B10); 中科院重大项目“耕地保育与持续高效现代农业试点工程”(KSCX-YW-09-07); 国家自然科学基金“黄土丘陵区退耕区域农业生态经济系统耦合过程及其模式研究”(40771082)

作者简介: 张嘉宁(1985-), 男, 陕西华县人, 硕士研究生, 研究方向: 土地资源利用与管理。E-mail: zjnnwsuaf@163.com

通信作者: 王继军(1964-), 男, 陕西渭南人, 研究员, 研究方向: 生态经济。E-mail: jjwang@ms.iswc.ac.cn

域制定生产发展方案提供科学依据,同时为同类型区土地利用研究提供参考。

2 王东沟流域土地利用概况

王东沟流域位于陕西省长武县境内(东经 107°40′-107°42′,北纬 35°12′-35°16′之间),属黄土高原沟壑区。总土地面积 8.3 km²,地貌分为塬面和沟坡两大单元,分别占土地面积的 35 %和 65 %。

王东沟流域土地利用类型以农用地为主,在近 20 余年的利用过程中,农用地下二级地类变化幅度较大:耕地减少了 175.17 hm²,占总面积的比例由 32.85 %下降到 11.75 %;园地面积由 1986 年的 27.4 hm² 增加到 2007 年的 225.3 hm²,占总面积的比率由 3.30 %增长到 27.14 %;林地面积共增加 117.17 hm²,牧草地面积减少了 95.87 hm²。建设用地下二级地类变化幅度不大,居民点及独立工矿用地和交通运输用地分别增长了 5.1 hm² 和 31.4 hm²。流域内可利用土地潜力越来越小,未利用地由 1986 年的 218.2 hm² 减少到了 2007 年的 137.67 hm²,未利用地面积占总面积的比例由 26.29 %下降到 16.59 %。根据在王东沟流域 20 余年的调研资料,得出王东沟流域 1986 - 2007 年土地利用变化状况(见图 1)。

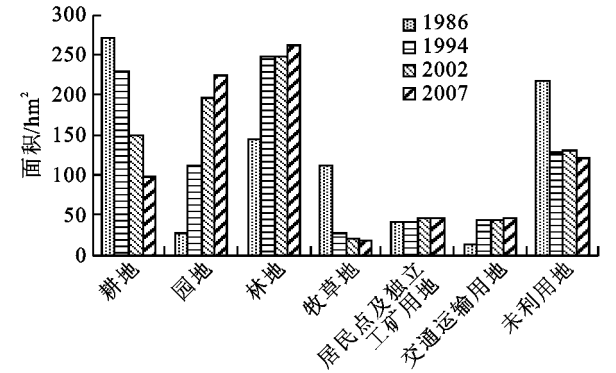


图 1 王东沟流域 1986 - 2007 年土地利用变化

3 土地利用效益评价指标体系的建立及权重的确定

3.1 指标体系的建立

黄土高原沟壑区王东沟流域土地利用评价指标体系的建立是以王东沟流域近 20 年生态经济系统的演变过程为依据,在动态监测和实地调研的基础上,遵循以上指标选取的基本原则,征求相关领域多位专家的意见,从生态环境功能、经济社会功能、综合效益功能三个方面选取了 16 个具体的评价指标(见表 1)。

3.2 指标权重的确定

指标权重是指各项指标在整个评价指标体系中的重要程度^[7],它的确定是整个评价过程的关键。目前,确定指标权重的方法很多,如:德尔菲法(Delphi),层次分析法(AHP),主成分分析法,熵权法,均方差法等,本研究采用德尔菲法和层次分析法相结合确定多项评价指标的权重。

层次分析法(AHP)是美国运筹学家 T.L. Saaty 教授于 20 世纪 70 年代提出的一种定性与定量相结合的简单而实用的决策方法。该方法的基本原理是将一个复杂的被评价系统,按其内在的逻辑关系,以评价指标为代表构成一个有序的层次结构,然后针对每一层的指标,运用专家的知识、经验、信息和价值观,对同一层次的多个指标进行两两比较,建立判断矩阵。通过计算判断矩阵的最大特征值及对应的正交化特征向量,得出该层要素对于该准则的权重。在此基础上,进行层次总排序和组合一致性检验^[7-8]。本研究采用层次分析法确定指标权重,通过计算得出各指标的权重,见表 1。

表 1 黄土高原沟壑区王东沟流域土地利用评价指标分层权重

目标层(O)	准则层(U)	指标层(T)	权重
黄土高原沟壑区王东沟流域土地利用效益评价 (O)	生态环境(U1)	林草面积率(A1)	0.4207
		人口密度(A2)	0.0485
		人均基本农田(A3)	0.0988
		年平均降水量(A4)	0.2160
		土壤侵蚀模数(A5)	0.2160
	经济社会(U2)	人均纯收入(B1)	0.0271
		粮食安全度(B2)	0.0511
		农产品商品率(B3)	0.0925
		人口自然增长率(B4)	0.4548
		种植业比例(B5)	0.2412
		果业比例(B6)	0.1333
	综合效益(U3)	土地利用结构(C1)	0.1490
		种植业产投比(C2)	0.4952
		果业产投比(C3)	0.2729
		流域农业产业链与资源量相关度(C4)	0.0291
		劳动力转移程度(C5)	0.0538

表 2 中所有指标权重均通过一致性检验,O - U 层一致性指标 $C_r = 0.0516$,U - T 层一致性指标分别为:U1 - T1 的 $C_r = 0.0052$,U2 - T2 的 $C_r = 0.0629$,U3 - T3 的 $C_r = 0.0858$ 。

为了得到递阶层次结构中每一层次中所有指标相对于总目标的相对权重,需要把层次单排序的结果进行适当的组合,并进行总的判断一致性检验,这一步骤由上而下逐层进行,最终计算得出最低层次

指标的相对权重并对整个递阶矩阵进行一致性检验,当满足一致性要求时,所得的权重值可作为整个指标体系的最终权重值,见表 2。

表 2 土地利用评价指标权重总结结果

层次	U1	U2	U3	总权重
	0.3325	0.5278	0.1396	
林草面积率(A1)	0.4207			0.13988275
人口密度(A2)	0.0485			0.01612625
人均基本农田(A3)	0.0988			0.032851000
年平均降水量(A4)	0.2160			0.07182000
土壤侵蚀模数(A5)	0.2160			0.07182000
人均纯收入(B1)		0.0271		0.01430338
粮食安全度(B2)		0.0511		0.02697058
农产品商品率(B3)		0.0925		0.04882150
人口自然增长率(B4)		0.4548		0.24004344
种植业比例(B5)		0.2412		0.12730536
果业比例(B6)		0.1333		0.07035574
土地利用结构(C1)			0.1490	0.02080040
种植业产投比(C2)			0.4952	0.06912992
果业产投比(C3)			0.2729	0.03809684
流域农业产业链与 资源量相关度(C4)			0.0291	0.00406236
劳动力转移程度(C5)			0.0538	0.00751048

表 3 各指标的标度范围值

各具体指标	指标标度								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A1:林草面积率/ %	5	(5,15)	(15,25)	(25,35)	(35,45)	(45,50)	(50,60)	(60,70)	>70
A2:人口密度/(人·km ⁻²)	280	(280,260)	(260,250)	(250,240)	(240,230)	(230,220)	(220,210)	(210,200)	<200
A3:人均基本农田(hm ² /人)	0.013	(0.013,0.033)	(0.033,0.066)	(0.066,0.08)	(0.08,0.1)	(0.1,0.12)	(0.12,0.133)	(0.133,0.166)	(0.166,0.2)
A4:年平均降水量/mm	200	(200,300)	(300,400)	(400,500)	(500,600)	(600,700)	(700,800)	(800,900)	>900
A5:土壤侵蚀模数/ (t·km ⁻² ·a ⁻¹)	1900	(1900,1700)	(1700,1500)	(1500,1300)	(1300,1100)	(1100,900)	(900,700)	(700,500)	<500
B1:人均纯收入(元/人)	300	(300,500)	(500,1000)	(1000,1500)	(1500,2000)	(2000,2500)	(2500,3500)	(3500,4000)	4 000
B2:粮食安全度	<0.5	(0.5,0.6)	(0.6,0.7)	(0.7,0.8)	(0.8,0.9)	(0.9,1)	(1,1.1)	(1.1,1.2)	1.2
B3:农产品商品率/ %	20	(20,25)	(25,35)	(35,45)	(45,55)	(55,65)	(65,75)	(75,85)	>85
B4:人口自然增长率/ ‰	30	(30,20)	(20,15)	(15,10)	(10,8)	(8,6)	(6,4)	(4,2)	<2
B5:种植业比例/ %	5	(5,10)	(10,15)	(90,100) (15,20)	(80,90) (20,25)	(70,80) (25,30)	(60,70) (30,35)	(50,60) (35,40)	(40,50)
B6:果业比例/ %	5	(5,10)	(10,15)	(90,100) (15,20)	(80,90) (20,25)	(70,80) (25,30)	(60,70) (3,35)	(50,60) (35,40)	(40,50)
C1:土地利用结构/ %	1 1.0	(1 1,1 1.5)	(1 1.5,1 2)	(1 2,1 3)	(1 3,1 3.5)	(1 3.5,1 4)	(1 4,1 4.5)	(1 4.5,1 5)	>1 5
C2:种植业产投比	<0.5	(0.5,1)	(1,1.5)	(9,10) (1.5,2)	(8,9) (2,2.5)	(7,8) (2.5,3)	(6,7) (3,3.5)	(5,6) (3.5,4)	(4,5)
C3:果业产投比	<0.5	(0.5,1)	(1,1.5)	(9,10) (1.5,2)	(8,9) (2,2.5)	(7,8) (2.5,3)	(6,7) (3,3.5)	(5,6) (3.5,4)	(4,5)
C4:流域农业产业链与 资源量相关度	广种垦荒	广种	单一种粮	农果农牧 萌芽	农果发展, 林牧萌芽	主导产业 培育	相关产业 形成	产业间形成 有机统一关系	生态经济社 会系统良性循环
C5:劳动力转移程度/ %	<5	(5,10)	(10,15)	(90,100) (15,20)	(80,90) (20,25)	(70,80) (25,30)	(60,70) (3,35)	(50,60) (35,40)	(40,50)

4 评价指标数据处理

在上述评价指标体系中,有量化的指标,也有一些定性的指标。为了消除由于量纲不同带来的不可比性,在评价前,需要对这些定性指标进行量化处理,使不同类型的指标数据具有相同的量纲,并对原始数据采取归一法进行标准化处理。通过查阅大量文献资料和已经拥有的数据资料,确定每个指标的标度范围(表 3),从而得出不同年份各个指标的标准化分值(表 4)。

设 $A_i (i = 1, 2, \dots, 16)$ 为指标集; $B_j (j = 1, 2, 3, \dots, 22)$, 分别代表 1986 年、1987 年、...、2007 年) 为年份集。根据下面的公式处理原始数据,

$$P_{ij} = W_i \cdot S_{ij} \tag{1}$$

式中: P_{ij} ——各指标归一化值; W_i ——各指标权重; S_{ij} ——打分值,利用公式(1)对所有指标原始数据进行归一化处理,结果见表 5。

根据表 5 计算结果采用综合加权模型(公式 2) 计算得出黄土高原沟壑区王东沟流域土地利用效益综合值,结果见表 6。

$$L_j = \sum_{i=1}^{16} W_i \times P_{ij} \tag{2}$$

式中: L_j ——各代表年份土地利用评价综合值。

表 4 王东沟流域 1986 - 2007 各指标打分值

S_{ij}	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	C1	C2	C3	C4	C5
1986	3	7	8	4	4	1	5	1	2	8	1	1	7	5	1	1
1987	3	6	8	5	4	1	5	1	2	9	2	2	8	5	2	1
1988	3	5	8	8	5	2	9	2	2	8	1	2	8	8	3	1
1989	3	5	7	5	5	3	9	2	3	7	1	3	9	8	3	1
1990	3	5	7	6	5	3	9	3	3	7	2	5	7	9	3	1
1991	4	4	7	4	6	3	5	3	4	9	4	6	8	9	3	1
1992	3	4	7	5	6	3	2	3	3	6	8	6	7	9	4	2
1993	4	3	6	5	6	3	9	4	3	9	5	8	8	7	4	2
1994	4	3	6	4	6	4	4	5	3	7	7	8	9	9	5	2
1995	4	3	6	2	7	4	1	5	6	4	9	8	8	8	5	2
1996	4	2	6	6	7	5	3	6	2	9	6	7	8	7	6	2
1997	4	2	6	4	7	5	3	6	7	4	4	6	8	8	6	2
1998	4	2	6	6	7	5	6	7	7	5	6	8	9	7	6	2
1999	4	2	6	5	7	6	7	7	4	5	5	8	7	7	7	2
2000	4	2	6	5	7	7	2	8	4	3	8	8	5	7	7	2
2001	4	2	6	5	8	7	4	8	5	3	8	7	7	5	7	3
2002	4	2	5	6	8	7	4	8	5	3	8	7	7	9	7	3
2003	4	2	4	9	8	7	4	8	7	3	8	7	7	9	7	3
2004	4	1	3	5	8	8	7	8	8	2	9	6	9	6	7	3
2005	4	1	3	5	8	8	7	8	8	2	9	6	7	6	7	3
2006	4	1	3	5	8	9	6	8	8	1	8	6	6	6	8	4
2007	4	1	3	5	8	9	7	8	7	1	8	6	6	6	8	4

表 5 1986 - 2007 年土地利用效益评价指标归一化值及权重

P_{ij}	各指标归一化值																					权重 w_i	
	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006		2007
A1	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.56	0.42	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.13988275
A2	0.11	0.10	0.08	0.08	0.08	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01612625
A3	0.26	0.26	0.26	0.23	0.23	0.23	0.23	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.16	0.13	0.10	0.10	0.10	0.10	0.03285100
A4	0.29	0.36	0.57	0.36	0.43	0.29	0.36	0.36	0.29	0.14	0.43	0.29	0.43	0.36	0.36	0.36	0.43	0.65	0.36	0.36	0.36	0.36	0.07182000
A5	0.29	0.29	0.36	0.36	0.36	0.43	0.43	0.43	0.43	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.07182000
B1	0.01	0.01	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.09	0.10	0.10	0.10	0.10	0.11	0.11	0.13	0.13	0.01430338
B2	0.13	0.13	0.24	0.24	0.24	0.13	0.05	0.24	0.11	0.03	0.08	0.08	0.16	0.19	0.05	0.11	0.11	0.11	0.19	0.19	0.16	0.19	0.02697058
B3	0.05	0.05	0.10	0.10	0.15	0.15	0.15	0.20	0.24	0.24	0.29	0.29	0.34	0.34	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.04882150
B4	0.48	0.48	0.48	0.72	0.72	0.96	0.72	0.72	0.72	1.44	0.48	1.68	1.68	0.96	0.96	1.20	1.20	1.68	1.92	1.92	1.92	1.68	0.24004344
B5	1.02	1.15	1.02	0.89	0.89	1.15	0.76	1.15	0.89	0.51	1.15	0.51	0.64	0.64	0.38	0.38	0.38	0.38	0.25	0.25	0.13	0.13	0.12730536
B6	0.07	0.14	0.07	0.07	0.14	0.28	0.56	0.35	0.49	0.63	0.42	0.28	0.42	0.35	0.56	0.56	0.56	0.56	0.63	0.63	0.56	0.56	0.07035574
C1	0.02	0.04	0.04	0.06	0.10	0.12	0.12	0.17	0.17	0.17	0.15	0.12	0.17	0.17	0.17	0.15	0.15	0.15	0.12	0.12	0.12	0.12	0.0208004
C2	0.48	0.55	0.55	0.62	0.48	0.55	0.48	0.55	0.62	0.55	0.55	0.55	0.62	0.48	0.35	0.48	0.48	0.48	0.62	0.48	0.41	0.41	0.06912992
C3	0.19	0.19	0.30	0.30	0.34	0.34	0.34	0.27	0.34	0.30	0.27	0.30	0.27	0.27	0.27	0.19	0.34	0.34	0.23	0.23	0.23	0.23	0.03809684
C4	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.00406236
C5	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.00751048

5 王东沟流域土地利用效益分析评价

据表 6 可得出黄土高原沟壑区王东沟流域土地

利用 20 余年来各相关指标的变化情况图(图 2)。从表 6 和图 2 的结果可以看出,王东沟流域 1986 - 2007 年的生态环境功能值处于一个较为稳定的变

化阶段。在研究的 20 余年的区间内,王东沟流域的生态环境处于一种相对稳定的变化阶段。生态环境的各项指标值趋于稳定,当地的生态环境状况维持在一个稳定的状态。综合效益功能值一直在 1.0 左右波动,相对稳定。经济社会功能值从 1986 年的 1.766 863 上升到 2007 年的 3.078 552,在这期间经历了几次起伏。首先是 1991 年的第一次迅速增长,这是由于当地果树大面积进入挂果期,拉动了当地经济的发展,这一次的增长一直延续到 1998 年,达到了又一个顶峰。之后,由于市场原因,果品价格下跌,同时区域部分果树品种老化导致了经济社会功能值的大幅度下跌。随后,第三产业的兴起和果品价格的回涨再次拉动区域经济社会功能值的增长。

总的来说,黄土高原沟壑区王东沟流域土地利用效益在这 20 余年中呈增长态势。1991 年到达第一个峰值点,当地果业的发展是这一时期土地利用效益的主导因素。之后区域土地利用效益值继续增长到 1998 年达到第二个峰值点,在这期间区域果树产业依旧是这一时期土地利用效益的主导因素。随后由于市场波动导致果业产业收益下滑,导致了区域土地利用效益值的下降。2003 年伴随果树产业的复苏和区域第三产业的兴起,区域土地利用效益值达到了新的峰值点。王东沟流域作为典型的以果业为主导产业的区域,从 1986 - 2003 年当地果业的发展直接影响了区域土地利用的效益,从 2003 年开始,第三产业的兴起逐步开始显露出其在区域土地利用效益提高

中的作用。王东沟流域的土地利用效益在向更好的方向发展。维持稳定这种发展状态是确保王东沟流域土地利用和可持续发展的保障和动力。

表 6 黄土高原沟壑区王东沟流域土地利用效益综合值

年份	生态环境 功能值	经济社会 功能值	综合效益 功能值	土地利用效 益综合值
1986	1.369900	1.766863	0.706767	3.84353
1987	1.425594	1.964524	0.80076	4.190878
1988	1.696748	1.93787	0.919112	4.55373
1989	1.448437	2.064912	1.009043	4.522391
1990	1.520257	2.184089	0.950481	4.654826
1991	1.572193	2.711573	1.040411	5.324176
1992	1.50413	2.290124	0.982854	4.777108
1993	1.595036	2.698589	1.017391	5.311015
1994	1.523216	2.512961	1.166777	5.202954
1995	1.451396	2.910975	1.05955	5.421921
1996	1.722550	2.493327	1.004715	5.220592
1997	1.578910	2.916306	1.022012	5.517227
1998	1.722550	3.314056	1.094645	6.131251
1999	1.650730	2.564844	0.960448	5.176022
2000	1.650730	2.449573	0.822188	4.92249
2001	1.722550	2.743557	0.870964	5.337071
2002	1.761519	2.743557	1.023352	5.528427
2003	1.944128	3.223644	1.023352	6.191123
2004	1.607870	3.501953	1.026521	6.136344
2005	1.607870	3.501953	0.888261	5.998084
2006	1.607870	3.291625	0.830704	5.730199
2007	1.607870	3.078552	0.830704	5.517126

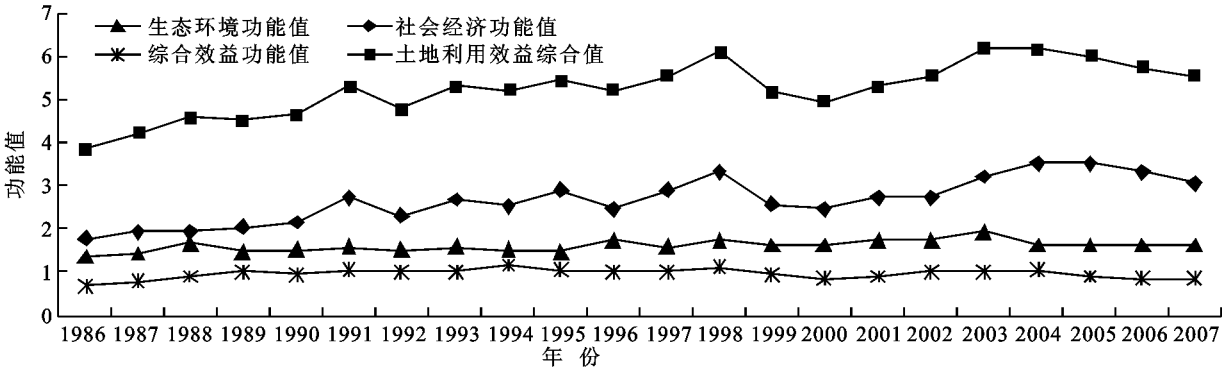


图 2 1986 - 2007 年黄土高原沟壑区王东沟流域土地利用效益动态变化

参考文献:

[1] 毕宝德. 土地经济学[M]. 北京:中国人民大学出版社, 2001.

[2] 唐华俊. 中国土地资源可持续利用的理论与实践[M]. 北京:中国农业科技出版社, 2002.

[3] 谢俊奇, 吴次芳. 中国土地资源安全问题研究[M]. 北京:中国大地出版社, 2004.

[4] 王雨晴, 宋戈. 城市土地利用综合效益评价与案例研究[J]. 地理科学, 2006, 26(6): 743-748.

[5] 彭建, 蒋依依, 李正国. 快速城市化地区土地利用效益评价:以南京市江宁区为例[J]. 长江流域资源与环境, 2005, 14(3): 304-309.

[6] 黄劲松, 周生路, 彭补拙. 东台市土地利用总体规划方案制定评价研究[J]. 经济地理, 2000, 20(6): 92-961.

[7] 曾建权. 层次分析法在确定企业家评价指标权重中的应用[J]. 南京理工大学学报, 2004, 2(1): 99-104.

[8] 何琼. 巢湖流域生态安全的综合评价研究[D]. 合肥:合肥工业大学, 2004.