

克什克腾大东沟小流域水土流失治理效益分析^{*}

张欣¹, 尹瑞平¹, 王建²

(1. 水利部牧区水利科学研究所, 呼和浩特 010020; 2. 包头市彤盛水土保持技术咨询有限公司, 内蒙古 包头 014030)

摘 要: 克什克腾旗低山丘陵区由于长期的垦草造田活动, 已使自然环境恶化, 为了恢复与重建退化的生态系统, 当地人民群众在政府部门的指导下, 进行了大规模的生态建设。通过对流域的综合治理状况、环境改善状况、经济状况进行分析, 为今后该地区小流域综合治理提供科学依据。在对克什克腾旗大东沟小流域水现状调查分析的基础上, 采用柯布-道格拉斯方程(Cobb-Douglas), 选取人均水浇地面积、林草植被盖度和水土流失治理率3个影响因子, 进行生产弹性与边际变化额分析。结果表明: 这3个影响因子的弹性系数均为正值, 其中, 水浇地面积的生产弹性系数最大, 这表明以上3个影响因子均对农业生产总值起重要作用, 水浇地面积的变化在影响农业生产总值中占首要地位。经过治理, 该小流域的水土流失取得了显著成效。植被盖度增大, 水土流失治理率增加, 人均产值, 人均纯收入以及单位面积粮食产量均有显著增长。

关键词: 小流域; 效益分析; 生产弹性; 边际变化额

中图分类号: S157

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2009)05-0255-05

Benefit of the Treatment to the Soil and Water Erosion in Dadonggou Small Basin in Keshiketeng County

ZHANG Xin¹, YIN Rui-ping¹, WANG Jian²

(1. The Institute of Water Resources for Pasturing Area of the Ministry of Water Resources, Hohhot 010020, China; 2. Baotou City Soil and Water Conservation Technical Advisory Tongsheng Co., Ltd, Baotou, Inner Mongolia 014030, China)

Abstract: In the hilling area of Keshiketeng County, the natural environment has deteriorated due to long-term tilling and crop production. In order to recover and rebuild the ecosystem large scale ecosystem construction projects have been implemented under the leadership and instruction of the local government. Summarizing the achievement in comprehensively treatment to the deteriorated ecosystem and the improvement to the environment in a small basin, the authors made an analysis on the economical situation. The conclusion of the paper could be a scientific reference for future basin treatment practices. Based on the example of Dadonggou small basin in Keshiketeng County and adopted the Cobb-Douglas Equation, the author took the irrigated land area per person, the coverage of trees and grasses and the treatment ratio to the soil and water erosion as the three affecting factors, made an analysis on the productive elasticity and the value of marginal change. It has been concluded that the elasticity coefficient of the three affecting factors are all positive and among of them the irrigated land area affected the most. This shows that the three affecting factors are all very important for agrocltural production, the irrigated land area is the first importance. After the erosion in the Dadonggou small basin has been controlled, the vegetation, crop production and people's income are all have been increased.

Key words: small basin; benefit analysis; productive elasticity; limit of marginal change

克什克腾旗低山丘陵区自然环境恶劣, 冲蚀沟广泛分布, 土壤风蚀、水蚀极为严重。复杂的地形地貌以及人们长期以来土地开垦和过度放牧等生产活

动对不合理开发利用, 导致低山丘陵区自然条件恶化, 水土流失严重, 地力衰退, 人民生活水平低下, 经济落后。生态环境问题已经成为该地区最主

* 收稿日期: 2009-03-25

作者简介: 张欣(1972-), 女, 河北人, 硕士, 工程师, 从事水土保持的研究。E-mail: nmmk szx@163.com

要的问题,而恶劣的生态环境又是当地经济快速发展的制约因素。在人口、环境、资源、经济备受关注的今天,如何改善该地区生态环境现状,使资源与环境和諧统一的发展已成为当今社会极为关注的问题。该地区在上级水行政部门的帮助下,地方政府领导组织农民群众长期坚持小流域治理,积累了丰富的流域治理经验,同时也取得了显著成效。本文通过对大东沟小流域治理措施、成效进行深入评价,以期为今后小流域治理工作提供依据。

1 小流域概况

大东沟小流域位于克什克腾旗的东南部地区,位于东经 117°33′20″-117°32′24;北纬 42°55′36-42°59′18。常年平均气温 2.3℃,无霜期 110 d,日照时数 3 300 h 左右,多年平均降雨量为 375 mm,其中多雨季节集中在 6-9 月,其降雨量达到 220~240 mm,蒸发量约为 1 720 mm,年平均风速为 2.4 m/s,大风日数为 70 d,其中沙尘暴日数大约 30 d;该区域土壤多为轻壤及砂壤土,有机质含量为 5%~8%,土壤非常贫瘠。该小流域总面积 720 hm²,在小流域水土流失治理前,农业用地为 127.24 hm²,林地面积为 87 hm²,天然草地面积为 353.76 hm²,其它用地及难利用地为 12.00 hm²。

根据资料,小流域中度以上的侵蚀面积为 489.9 hm²,占总面积的 68.09%,年侵蚀量为 2.05 万 t。侵蚀主要发生在坡耕地;同时,盲目开垦耕地,毁林毁草开垦坡耕地,加之耕作方式落后不合理,林木过量开采等人为原因也加重了该小流域的水土流失。

表 1 大东沟小流域水土流失治理现状

年份	非侵蚀 面积/hm ²	侵蚀面积/hm ²			侵蚀面积占总 面积的比例/%	土壤侵蚀模数/ (hm ² ·a ⁻¹)	水土流失 治理率/%
		轻度	中度	重度			
1998	108.0	324.36	257.04	30.6	85.0	3980	15
2001	381.2	213.55	107.42	17.8	47.1	2050	53
2004	493.5	171.80	48.0	6.7	31.5	1880	64
2006	525.6	162.40	30.0	2.0	27.0	1090	73

从表 1 可以看出,大东沟小流域经过 9 a 的水土流失治理,水土流失情况逐步好转,侵蚀面积由 1998 年的 85% 降低到了 2006 年的 27%;侵蚀量由 1998 年的 3 980 t/(hm²·a)降低到 2006 年的 1 090 t/(hm²·a)。从水土流失治理率的变化也可以看出,该小流域点的水土流失治理率逐年增加,到 2006 年,水土流失治理率达到 73%。

(2)土地利用情况分析。在小流域综合治理以前,该小流域由于大面积垦草为田,土地利用不合理。该小流域在治理前实有耕地面积是解放初期的

2 大东沟小流域综合治理措施及成效

小流域治理效益评价一直是实现小流域科学规划与治理的重要组成部分。在长期的科研和生产实践中,人们将小流域治理的效益归纳为经济效益、生态效益和社会效益。

生态效益,是指在投入一定劳动的过程中,给生态系统的生物要素和非生物要素以及整个生态平衡造成的影响,进而对人类的生活、生产环境产生的某种效果^[1]。综合现有的文献,有关小流域综合治理生态效益的研究集中在合理的土地利用结构、林草覆盖率增加、土壤侵蚀量下降、土壤肥力提高、局部小气候改善等方面^[2]。所谓经济效益,是指社会生产和再生产活动中所占用和消耗的劳动与产出符合社会需要的劳动成果比较^[3]。研究综合治理经济效益和投资效果分析计算方法的文献比较多^[4-8],赵忠^[9]、张汉雄^[10]、王喜龙^[11]、何长高^[12]等应用灰色模型进行小流域综合治理经济效益预测评价;郭轶群^[13]等应用经济分析的方法对小流域综合治理的经济效益进行分析评价。何有华^[14]、刘斌^[15]等从水土保持对区域经济发展影响的角度进行水土保持经济效果研究。水土保持综合治理所产生的社会效益是指水土保持综合防治和开发所产生的社会影响效果。

2.1 生态效益分析

大东沟小流域经过 9 a 的水土流失综合治理,取得了显著的生态效益。

(1)大东沟小流域水土流失侵蚀现状。大东沟小流域水土流失面积及水土流失治理率见表 1。

2 倍多。在建设前该村农林(草)的用地比例为 1:0.96,农耕地占全村可利用土地的一半以上,其中有 93% 为中低产旱坡地,由于该小流域地处低山丘陵区,在传统作业顺坡起垅手段下,耕作粗放、投入低、产出低,土壤养分流失严重,再加上水资源缺乏,农田的生产力极低,常年处于广种薄收的状态,再加上不合理的土地利用方式,加剧了土地的风蚀和水蚀,同时,畜牧业主要依靠天然草场放牧,由于长期以来盲目发展牲畜数量,草场压力过大,得不到休养生息,退化严重,大部分适口性较好的牧草被劣生植被

演替。另外,该小流域的人口数量对土地的压力也很大,近几十年来,该村人口增长速度较快。1998 年,大东沟小流域人口密度为 22.08 人/km²,超过联合国确定的干旱地区环境承载力 7 人/km² 的标准和半干旱地区(湿润系数 0.2~0.4)环境承载力 20 人/km² 的标准。人口的快速增长,加剧了垦草为田,土壤退化严重,农业生产低而不稳。

以上原因,造成大东沟小流域土地利用不合理,农业生产低而不稳;使该村环境恶化严重,农民收入与全区其它地方相比还有很大差距。

该小流域通过 9 a 的水土流失综合治理,通过大量的退耕还林,加强草地和林地建设,土地利用结构明显优化。

表 2 农林牧用地结构调整

年份	农业用地		林业用地		草地		荒地		其它用地		难利用地	
	面积/	比例/	面积/	比例/	面积/	比例/	面积/	比例/	面积/	比例/	面积/	比例/
	hm ²	%	hm ²	%	hm ²	%	hm ²	%	hm ²	%	hm ²	%
1998	127.24	17.67	87	12.08	140	19.44	353.76	49.13	8	1.11	4	0.56
2006	101.15	14.05	383.85	53.45	221	30.56	—	—	10	1.39	4	0.56

(3) 林草植被盖度变化分析。通过调查监测该小流域植被盖度由治理前的 23% 增加到了治理末期的 65%。植被盖度显著增加,可以有效防止土壤被大风吹蚀、雨水径流冲刷,遏制当地环境的恶化,该小流域通过大量实施植物措施,有利于自然植被恢复、治理荒地,促进当地的生态环境建设,改善了该地区恶劣的生态环境。

(4) 对水分利用的影响。该小流域在综合治理前由于坡面植被覆盖度低,汛期山洪下泄,河水暴涨,旱季河水骤减。小流域水土流失综合治理项目实施后,

从表 2 可以看出大东沟小流域土地利用结构在治理的 9 a 中发生了显著变化。耕地、林地、草地面积由建设前的 1:0.68:1.10 调整到 2006 年的 1:3.81:2.17。其中,总的耕地面积呈下降趋势,该村将大部分中低产坡耕地实施退耕,开展大规模的植树种草活动;将部分旱地改造成水浇地。在农业用地中,中低产的旱坡地由 2000 年的 99 hm² 降低到 2005 年的 36 hm²;而水浇地面积则由 2000 年的 48.24 hm² 增加到 2005 年的 65.15 hm²;天然草地面积在 9 a 的治理中有所下降,而人工草地的种植面积有所增长;该小流域的林地面积也有大幅度的增加,1998—2006 年,林地的面积达到 383.85 hm²,显著增加 4.4 倍。

提高了小流域的涵养水源能力,增加了地下径流补给量,水资源利用量增加,水质得到改善。这主要是由于工程措施和植物措施的有效实施,起到了显著的拦蓄径流和泥沙作用;植被盖度的增加以及封育保护措施的实施增加了土壤水分的涵养能力。

2.2 经济效益分析

通过水土流失综合治理,该小流域经济也有了显著的增加。农业总产值及人均纯收入逐年增加。大东沟小流域治理前后人均产值及人均纯收入变化见表 3。

表 3 大东沟小流域治理前后人均产值及人均纯收入变化

项 目	1998 年	2001 年	2004 年	2006 年	2006 年比 1998 年增加	年均递增 速率/%
人均产值/元	1110.69	1315.39	1520.13	1643.79	533.10	4.45
人均纯收入/元	821	1121	1251	1289	468	5.14
粮食单产/(kg·hm ⁻²)	7950	9300	9870	11700	3750	65.55

注:年均递增速率=(期末值/期初值)^{1/n}-100%

从表 3 可以看出,大东沟小流域农业总产值 1998—2006 年显著上升,2006 年的人均农业总产值比 1998 年增加 533.10 元。人均纯收入 2006 年比 1998 年增加了 468 元;从年均递增速率来看,大东沟小流域农业经济有了较快的发展,经济效益不断提高。其中,人均产值的平均年递增速率为 4.45%,人均纯收入的年递增速率也达到了 5.14%;通过对耕地资金以及技术的投入,该小流域粮食单产也由 530 kg/hm² 增加到了 780 kg/hm²,年递增速率达到 4.37%。

2.3 社会效益分析

大东沟小流域通过 9 a 的综合治理,该小流域生产、生活条件明显改善。劳动生产率从治理前的 4 350 元/劳力提高到建设后的 10 200 元/劳力,同时,当地政府举办了多次不同形式、不同内容的科技培训,使该小流域农民的环境保护意识、科技水平和综合素质明显提高,普遍掌握了先进适用的生态农牧业生产技术,提高了该村的农牧业生产水平,推动了本地区经济的健康发展。根据克什克腾旗水文站对碧柳河与多伦河的观测资料和各项水土保持措施

与天然坡地径流小区观测资料的分析,水土保持单项措施拦蓄效益见表 4。

从表 4 分析,大东沟小流域在综合治理之后,每年可向下游河道少输沙 31.96 万 t,减少河道、水工

程的淤积,减轻防洪压力和延长水工程运行年限与保障运行安全,同时,也增加了当地及周边地区的地下水补给量。改变小区气候,据了解,近期无冰雹发生,霜冻旱灾的程度也大大减轻,社会效益显著。

表 4 大东沟小流域治理前后的径流与泥沙变化

措施情况	条件	治理前			治理后		
		面积/ hm ²	蓄水/ (万 m ³ ·a ⁻¹)	保土/ (万 t·a ⁻¹)	面积/ hm ²	蓄水/ (万 m ³ ·a ⁻¹)	保土/ (万 t·a ⁻¹)
梯田	坡度 8°~15°	127.2	1.24	0.39	101.15	1.58	0.73
水土保持	整地造林、郁闭 50%	87.0	6.52	1.96	383.85	28.79	8.64
草地	草木樨、紫花苜蓿	140.0	0.14	0.52	221.00	0.25	1.26
荒坡封育	封育 5~8 a, 植被度 45%	353.8	—	—		21.33	21.33

2.4 水土流失综合治理成效评价

2.4.1 模型的选择与建立 为了深入、准确、系统地分析大东沟小流域经过 9 a 的水土流失治理后所取得的效益,本文采用柯布-道格拉斯(Cobb-Douglas)生产函数模型对其进行分析。该函数主要反映了在一定技术条件下,生产要素的某种组合同它可能生产的最大产出量之间的数量关系^[16]。

选择人均农业总产值作为衡量大东沟小流域经济增长的主要效益指标。针对该小流域生产、水土流失的具体特点,在小流域治理过程中,选取人均水浇地面积、林草植被盖度、水土流失治理率 3 个指标作为影响该小流域农业总产值的主要因子。

(1) 人均水浇地面积。在该小流域水土流失治理过程中,由于退耕还林等措施的实施,中低产旱地面积减少,水浇地面积有所增加,但由于水浇地水肥条件好,生产力高,是影响种植业产值的一个重要指标。

(2) 林草植被盖度。植被具有截留降雨、减缓径流、保土固土等功能,对水土流失起着决定性的作用,植被盖度的大小直接影响着水土流失程度的强弱。

(3) 水土流失治理率。是已经治理的水土流失的面积占水土流失流失总面积的比例。水土流失面积从很大程度上反映了一个地区的水土流失程度。

根据以上影响大东沟小流域的经济效益的生产因素,建立该小流域经过 9 a 的治理后衡量经济效益的生产函数:

$$Y = ax_1^{b_1}x_2^{b_2}x_3^{b_3}$$

式中:Y——大东沟小流域农业总产值; x_1 ——水浇

地面积; x_2 ——林草植被盖度; x_3 ——水土流失治理率; b_i ——生产要素的生产弹性系数; a ——系数,反映除 X_i 之外的其它因素对 Y 的影响。

将表 5 数据带入柯布-道格拉斯生产函数方程,得到大东沟小流域 1998-2006 年生产函数模型为:

$$Y = 0.6051x_1^{0.8238}x_2^{0.1882}x_3^{0.1273}$$

表 5 大东沟小流域治理 9 a 后效益及生产要素原始数据

年份	总产值 (万元/人)	水浇地面 积/hm ²	林草植被 盖度/%	水土流失 治理率/%
1998	17.66	48.236	23	21
2001	20.52	56.200	35	45
2004	23.41	58.829	64	59
2006	25.15	65.151	65	73
平均值	86.74	228.416	187	198

2.4.2 生产弹性及边际效益分析 水土流失综合治理成效评价是通过生产弹性及边际效益分析^[17]来反映,生产弹性系数是指在其它生态因子不变的情况下,某生态因子变化 1% 时,人均产值变化的百分率,即生产弹性系数=人均产值变化百分率/生态因子变化百分率。因此,生产弹性系数>0,说明该生产因子的增长使人均产值同步增长;反之,说明人均产值在生态因子影响下呈递减趋势。生产弹性系数愈大,该生态因子对人均产值的影响愈大。边际变化额指单一生产要素变化 1% 时,农业总产值的变化值。表 6 为大东沟小流域各生产要素的弹性分析及边际分析结果。

表 6 生产弹性分析与边际变化额分析

生产要素	生产要素 总量	生产要素 变化量	生产弹性 系数	人均产值 变化值	生态因子边际 变化量	人均产值 边际变化额
人均水浇地面积 X_1	228.416	2.28416	0.8238	0.7145	1	0.3128
林草植被盖度 X_2	187	1.87	0.1882	0.1632	1	0.0873
水土流失治理率 X_3	198	1.98	0.1273	0.1105	1	0.0558

由表 6 可知, 所有生产要素生产弹性系数之和 $\sum b_i > 0$, 说明生产因子的变化使大东沟小流域人均产值处于逐年递增的状况。在该小流域水土流失治理过程中, 随着土地利用结构的调整, 林草植被盖度增大, 虽然农耕地以及草地的总面积逐渐下降, 但是, 农业产值确有较大幅度增长。这说明大东沟小流域在水土流失治理过程中采取的农业措施较为合理, 能够促进该村经济的发展。

在三项生产要素中, $b_1 > b_2 > b_3 > 0$, 3 项生产要素之和 $b_1 + b_2 + b_3 = 1.139 > 1$ 。说明大东沟小流域在水土流失治理过程中采取的治理措施能够大大改进产值的增长, 促进经济发展。在 3 个生产要素中, 水浇地面积的生产弹性系数最大, 达到 0.823 8, 表明其对农业产值的影响也最大; 林草植被盖度、水土流失治理率的生产弹性系数也分别达到了 0.188 2, 0.127 3, 表明在该小流域水土流失治理的 9 a 过程中, 随着水土流失治理程率的加大, 增大林草植被盖度等措施的实施使得该小流域农业总产值增加。

当其它因素不变时, 大东沟小流域每增加 1% 的水浇地, 平均增加产值农业 0.312 8 万元; 这说明, 在 9 a 的水土流失治理过程中, 水浇地的建设是提高人均产值的重要因素, 但是, 该村位于低山丘陵区, 很难再进一步扩大水浇地面积, 因此, 大东沟小流域在今后的水土流失治理过程中, 在水浇地以及有浇水条件的旱作基本农田上, 应该进一步加强技术、资金的投入, 提高土地的生产力, 尤其是加大对水浇地的科技投入, 争取获得人均产值的进一步增加。平均每增加 1% 的林草植被盖度, 大东沟小流域农业总产值增加 0.087 3 万元; 平均每增加 1% 的水土流失治理度, 则农业总产值增加 0.055 8 万元。

以上分析表明, 大东沟小流域经过 9 a 的水土流失治理, 林草植被盖度增大, 水土流失治理程率达到 73%; 随着水土流失的治理, 该小流域生态环境逐步好转, 同时, 经济状况也有明显的改善。该小流域开始步入可持续发展的轨道。

3 小结

大东沟小流域在水土流失治理过程中, 采取了重点治理与普遍生态自然修复相结合的措施, 该地区在水土流失相对比较严重的地区采取工程措施、生物措施相结合; 在水土流失较为缓和的地带, 主要采取以保护和生态自然修复为主的措施; 山坡地和退坡耕地还林(草)地块, 主要采取挖水平沟、鱼鳞坑、修梯田以及植树种草; 侵蚀沟采取筑谷坊, 大的侵蚀沟修坝淤地, 发展基本农田; 远山远丘陵采取封

育; 在牧业措施上实施畜群结构调整, 推行禁牧舍饲等技术措施。

经过 9 a 的治理, 该小流域的水土流失取得了显著成效。植被盖度增大, 水土流失治理率增加, 人均产值, 人均纯收入以及单位面积粮食产量均显著增长; 其中, 水浇地面积的变化、林草植被盖度的增加、水土流失治理率的增大是水土流失治理过程中影响农业总产值的主要生产要素。当其他因素不变时, 大东沟小流域每增加 1% 的水浇地, 平均增加农业产值 0.312 8 万元; 平均每增加 1% 的林草植被盖度, 大东沟小流域农业总产值增加 0.087 3 万元; 平均每增加 1% 的水土流失治理率, 则农业总产值增加 0.055 8 万元。

参考文献:

- [1] 李艳霞, 肖辉林. 实现传统经济向生态经济的转变[J]. 生态环境, 2004, 13(1): 22-26.
- [2] 党小虎. 小流域综合治理效果研究: 以隆德县李太平小流域为例[D]. 陕西杨陵: 西北农林科技大学, 2004.
- [3] 李艳霞, 肖辉林. 实现传统经济向生态经济的转变[J]. 生态环境, 2004, 13(1): 22-26.
- [4] 黄丽琴, 黄红卫. 以小流域为系统单元评价生态经济系统的可行性[J]. 中国水土保持, 1992(3): 40-42.
- [5] 余剑如. 关于水土保持直接经济效益计算的商榷[J]. 中国水土保持, 1992(9): 34-35.
- [6] 许兴义. 水土保持效益计算方法几个问题的探讨[J]. 中国水土保持, 1988(12): 24-26.
- [7] 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.
- [8] 刘占鑫. 青杠扒小流域生态体系结构评价[J]. 中国水土保持, 1992(3): 30-32.
- [9] 赵忠. 应用灰色系统法预测任家溪小流域水土保持经济效益[J]. 中国水土保持, 1993(7): 43-47.
- [10] 张汉雄. 黄土高原重点水土流失区农业资源合理利用的动态模拟[J]. 中国水土保持, 1991(9): 48-53.
- [11] 王喜龙. 模糊数学在流域治管评价中的应用[J]. 中国水土保持, 1991(8): 41-44.
- [12] 何长高. 河桥小流域水土保持型生态农业体系建设效益预测及评价[J]. 南昌水利水电高等专科学校学报, 1995(9): 81-86.
- [13] 郭铁群, 赵文君. 穆棱河流域水土保持综合治理经济评价[J]. 黑龙江水专学报, 2003, 30(4): 33-34.
- [14] 何有华, 孙浩峰. 县域水土保持综合治理经济效益评价方法[J]. 中国水土保持, 1997(7): 25-27.
- [15] 刘斌, 李宝山, 郝中州. 浅析黄河流域水土保持投资对区域经济的影响[J]. 中国水土保持, 2000(12): 35-36.
- [16] 张保法. 计量经济学[M]. 北京: 经济科学出版社, 2000.
- [17] 陈会英, 周衍平. 萝藤乡生态经济建设综合效益评价与模型分析[J]. 生态经济, 1995(6): 28-30.