

王家沟流域水土保持工程措施经济效益分析

李发斌¹, 王 青¹, 李树怀²

(1. 中国科学院成都山地灾害与环境研究所, 四川 成都 610041; 2. 山西省水土保持研究所, 山西 离石 033001)

摘 要: 王家沟流域是晋西水土流失综合治理的典型样板之一。利用生态经济评价中经典的市场价值法和机会成本法对该流域的坡改梯和筑坝淤地等工程治理措施的经济效益进行了定量分析。结果显示: 这些工程措施使谷子、马铃薯、高粱、黄豆和玉米等粮食增产价值 27 万多元; 保水和保肥的价值为 19 万多元。

关键词: 水土保持; 工程措施; 定量分析; 王家沟流域

中图分类号: S157 文献标识码: A 文章编号: 1005-3409(2004) 03-0237-03

Analysis of Economic Benefits of Engineering Projects
for Soil and Water Conservation in Wangjiagou Watershed

LI Fa-bin¹, WANG Qing¹, LI Shu-huai²

(1. Chengdu Institute of Mountain Disaster and Environment, CAS, Chengdu 610041, China;

2. Institute of Water and Soil Conservation of Shanxi Province, Lishi 033001, Shanxi, China)

Abstract Wangjiagou watershed is one of the examples of comprehensive control of soil erosion in western Shanxi. Using classic Market-Value Method and Opportunity-Cost Method, it quantitatively analyses the economic benefits of engineering projects, which increase the production of food and conserve water and fertilizer. The result shows that the increasing of food and conservation of water and fertilizer value over 270 000 and 190 000 RMB respectively.

Key words: soil and water conservation; engineering projects; quantitative analysis; Wangjiagou watershed

王家沟流域地处黄土高原中部的晋西黄土丘陵沟壑区, 总面积 9 1 km²。1955 年合作化初期, 王家沟流域就开始进行水土流失综合治理。后来, 该流域被列为国家“七五”攻关项目“黄土高原综合治理研究”和国家“八五”科技攻关项目“黄土高原水土流失综合治理与农业发展研究”实验示范区之一。王家沟通过 40 多年的综合治理, 通过实施生物措施、工程措施累计治理面积占流域总面积的 77.3%, 土壤侵蚀模数减少了 90.6%^[1]。特别是坡改梯和筑坝淤地工程措施的实施, 在防止水土流失、改善农业生态环境、解决粮食问题和增加农民收入等方面效益显著。因此, 着重对小流域工程措施进行经济效益分析。

1 研究方法

1.1 坝地和梯田面积的获取

坝地和梯田面积通过遥感和 GIS 的手段获取。首先在遥感软件 ERDAS Imagine 中对 1994 年的航片进行目视判读, 获取该年坝地、梯田和坡耕地的分布, 并将解译结果转入 GIS 软件 ArcGIS 中。然后对流域的 1:5 000 的地形图在

ArcGIS 中进行数字化, 建立数字高程模型(Digital elevation model, DEM), 从 DEM 生成坡向图。因为流域中耕地的阴坡和阳坡作物的产量差别较大, 位于阴坡和阳坡的坡耕地改造为梯田所产生的经济效益是不一样的, 因此必须统计位于阴坡和阳坡的梯田面积。方法是把坡向图与耕地分布图叠加, 生成坝地、梯田和坡地的坡向分布图, 分别统计分布在阴坡和阳坡梯田和坝地的面积。结果显示 1994 年流域内坝地、梯田和坡耕地的面积分别为 37.29、230.80 和 144.92 hm²。

表 1 王家沟流域坡改梯及梯田工程面积 hm²

	阴坡	阳坡	合计
坡改梯	140.05	90.75	230.80
坝地	/	/	37.29

注: 坝地不分阴阳坡。

1.2 农作物产量的估算

流域内的坝地几乎全部种植玉米, 并且只在坝地种植玉米。原因是由于玉米是高秆和高产作物, 高秆有利于雨季坝地蓄洪淤地。在梯田和坡地上则主要种植豆类、谷子、马铃薯

收稿日期: 2004-03-02
基金项目: 中国科学院成都山地灾害与环境研究所知识创新工程(2002001)项目特别资助
作者简介: 李发斌(1970-), 男, 四川邻水人, 博士, 副研究员, 主要研究领域为 GIS、RS 在环境和灾害中的应用研究。

和高粱。根据对流域内 1991~ 1999 年作物种植面积的统一



图 1 王家沟流域耕地坡向分布

计, 谷子、马铃薯、高粱和豆类的种植面积分别占梯田和坡地面积的 37. 8%、34. 8%、20. 1% 和 7. 3%^{〔1〕}, 据此计算出这 4

表 2 王家沟流域坝地和梯田粮食增产状况 (1994)

作物类型	阴 坡				阳 坡				坝 地			增产总量 /kg
	梯田单产 /(kg·hm ⁻²)	坡地单产 /(kg·hm ⁻²)	面 积 /hm ²	增产量 /kg	梯田单产 /(kg·hm ⁻²)	坡地单产 /(kg·hm ⁻²)	面 积 /hm ²	增产量 /kg	单 产 /(kg·hm ⁻²)	面 积 /hm ²	增产量 /kg	
谷子	1260	1096	48.74	7993	740	601	31.58	4390				12383
马铃薯	2672	1439	28.15	34709	1950	1062	18.24	16198				50907
高粱	2318	1762	10.22	5684	1513	948	6.62	3743				9427
黄豆	1140	975	52.94	8735	438	305	34.30	4562				13297
玉米									6032	37.29	224933	224933

2 评价模型

2.1 准市场价值法

这种方法是把环境看成是生产要素, 环境质量的变化导致生产率和生产成本的变化, 从而导致产量和利润的变化, 由于生产的产品都有各自的市场价格, 有一个统一的货币单位, 评价起来比较容易。而产量和利润是可以用市场价格来计算。为此, 以币值的形式来计算环境变化的经济损失或者收益。就王家沟流域而言, 水土保持的工程治理措施主要有坡改梯工程和筑坝淤地两项。对于坡改梯工程经济效益的计算, 因为本底值是坡地, 其本身有一定的粮食产量, 坡地改为梯田后, 环境要素发生变化, 直接反映在农产品数量的变化上, 因而工程措施的经济效益是一个相对值 (即: 梯田经济效益- 坡耕地的经济效益); 对于坝地, 其本底值是沟底 (不能被农业生产利用, 无经济收益), 在筑坝淤地后, 才成为农耕地, 因而坝地的经济效益是绝对值。

计算公式如下:

$$M_c = \sum_{i=1}^I P_i \Delta R_i \tag{2}$$

式中: M_c ——环境变化 (改善或破坏) 的价值; P_i —— i 种产品单位市场价格; ΔR_i —— i 种产品因环境变化引起的数量增减。

2.2 机会成本法

这种方法主要用来评价小流域环境变化的各种可能性

种作物在梯田和坡地的种植面积。玉米的增加量为净增加量, 坡地改造为梯田后作物的产量通过下式计算:

$$\Delta P = (U_1 - U_2) \times A \tag{1}$$

式中: U_1 和 U_2 分别为梯田和坡地的单位面积产量, A 为种植面积。

计算的结果见表 2 (各种作物的单产见文献〔1〕):

1.3 土壤水分和养分变化数量的确定

水土保持治理前, 流域内年平均径流模数 28 500 m³/km², 年平均土壤侵蚀模数为 15 800 t/km²〔2〕, 梯田减少径流量和侵蚀量分别为 70. 6% 和 92. 4%〔3〕。由于缺乏筑坝对减少径流量和侵蚀量的作用的数据, 对坝地也作为梯田处理。通过计算, 坝地和梯田每年可分别减少径流量和土壤侵蚀量 54 690 m³、39 682 t。流失的泥沙中有机质、氮和磷的含量分别为 0. 498 7%、0. 058 2% 和 0. 059 9%〔2〕, 因此筑坝和梯田每年拦蓄的泥沙中含有有机质分别为 197. 9 t、23. 1 t、23. 8 t, 拦蓄的泥沙中相当于农家肥 987. 4 t、碳铵 139. 5 t、过磷酸钙 119. 0 t。

方案, 如坡改梯措施对保持土壤营养元素 (N、P、K、和有机质) 的效益, 通过与同一地理背景下, 未经工程措施治理原始坡地土壤营养元素的对比, 确定流域新造人工环境中物质的变化量 (主要是土壤水分和养分的增加量)。然后, 将这些有效成分折合成农用化肥的当量, 通过评估化肥的经济价值来反映水土保持工程措施所直接带来的经济效益, 这种效益以直接提高土壤自然生产潜力、增加农产品产量的形式, 进而间接提高农户经济收入的效益来体现。如果没有工程措施的保水保肥成就, 农户就不可能获得较高的粮食产量, 要在同样的收获, 农户就必须购买等量的化肥和花费等量的灌溉水电费。这就是机会成本的内涵。

计算公式如下:

$$C_{\max} = \sum_{i=1}^I S_i W_i \tag{3}$$

式中: C_{\max} ——机会成本的价值; S_i —— i 种产品的单位市场价格; W_i —— i 元素因水土保持措施实施引起的数量的增加值。

3 结果及讨论

从严格意义上讲, 工程措施的水土保持经济效益是长远的效益, 是一个具有时间序列的函数。为了计算的方便, 我们仅评价本文以 1994 年这一年份小流域水土保持工程措施的经济效益。原因有两点: 一是到 1990 年为止, 王家沟流域水

(1) 资料由山西省水保所刘志刚提供。 (2) 国家“八五科技攻关项目 (85- 008- 01- 10): 流域综合治理动态监测与效益评价研究报告。

土治理的工程措施基本完成,在此以前,水土流失已得到控制;二是水土流失治理的经济生态效益一般在治理后的3~4年才表现稳定的经济收益,特别是坡改梯工程,梯田开始2~3年,由于是生土,土壤虽然保水、保土能力提高,但土壤有机质和营养成分不如原来坡地,3~4年之后,梯田的粮食的增加产量的效果才得以稳定。

3.1 1994年王家沟流域水土保持工程措施粮食增产量及增值

王家沟流域内的坝地几乎全部种植玉米,在梯田和坡地上则主要种植豆类、谷子、马铃薯和高粱。以1994年的实际增产量来计算,值得一提的是梯田的经济效益是相对值,因为梯田的本底值坡地本身有一定的粮食产量(经济收入),而计量筑坝淤地的经济效益,坝地的经济收益是绝对值。在筑坝淤地之前,沟底不能种植任何农作物,筑坝后,大坝将沟坡冲刷下的土壤、水分和有机质淤积形成肥沃的坝地,人类可以种植农作物而获得收成。

通过计算,谷子、马铃薯、高粱、黄豆和玉米增产量分别

为:12 383 kg、50 907 kg、9 427 kg、13 297 kg和224 933 kg,按当年价格计算,它们的增值额分别为12 965元、21 941元、8 419元、24 454元和208 963元,合计增值为276 742元。其中,坝地玉米增值占总数的75.5%。这说明筑坝淤地工程经济效益最明显。

3.2 1994年水土保持工程措施的“三保”效益

通过计算,坝地和梯田每年可分别减少径流量和土壤侵蚀量 $54\ 690\text{ m}^3$ 、 $39\ 682\text{ t}$ 。若按全国水库建设投资的成本为 $0.67\text{元}/\text{m}^3$,据此计算出保水的效益为36 700元;流失的泥沙中有机质、氮和磷的含量分别为 0.498% 、 0.0582% 和 0.0599% ,因此,筑坝和梯田每年拦蓄的泥沙中含有有机质分别为 197.9 t 、 23.1 t 、 23.8 t ,产生这些肥力需要燃烧薪柴 $2\ 821\text{ m}^3$,使用碳铵 139.5 t 、过磷酸钙 119.0 t 。1994年薪柴、碳铵和过磷酸钙的市场价格分别为 $38\text{元}/\text{m}^3$ 、 $284\text{元}/\text{t}$ 和 $73\text{元}/\text{t}$,由此计算出土壤养分的价值为107 200元、39 600元和8 700元,合计155 500元。

参考文献:

- [1] 陈乃政,苏乃平,郭玉记.三川河流域四县1991年旱情调查分析[A].见:晋西黄土丘陵沟壑区水土流失综合治理开发研究[M].北京:中国科学技术出版社,1995.
- [2] 杨才敏.王家沟流域综合治理的经验教训及发展对策[A].见:晋西黄土丘陵沟壑区水土流失综合治理开发研究[M].北京:中国科学技术出版社,1995.
- [3] 蔡强国,王贵平,陈永宗.黄土高原小流域侵蚀产沙过程与模拟[M].北京:科学出版社,1998.

(上接第185页)

不能为搞城市绿化,哪的树都挖。重视小环境,还要考虑大环境。实行采、栽、管专业负责制。

(3)搞绿化的单位要有专家指导,科学规划,不能盲目建绿。

(4)城市的环境问题不是一朝一夕形成的,也不是一朝一夕能解决的,应该综合治理。

比如可否考虑适当减少高楼大厦建设及向城外扩张的房地产建设,少与绿地争地,缓解城市供氧不足。限制城区小汽车使用量,在这方面,国外已有先例。

(5)从专业的角度应考虑以下几点:

合理配置植物群落,提高绿地的生物多样性。绿地的多种生态功能,是以物种多样性为重要前提的,据上海复旦大学环境科学系的研究表明:乔、灌、草复合结构以及阔叶、针叶混交林在降温、增湿、改善光照、净化大气、杀菌等方面,明显优于单一结构的树种。同时,各种群对各种群时空条件、资源利用以及相互作用类型方面,都趋向于互补,而不是竞争。因此,在对城市绿地进行规划设计种植时,应充分考虑物种的配置,既充分利用环境资源生长良好,又能形成完美的

植物景观。使之成为具有观赏型、环保型、保健型、科普知识型、文化环境型的植物群落。

适地适树,多选择本地树种。城市绿化应因地制宜,结合当地资源,体现地方风格,才能提高园林绿化品位,本地树种对当地土壤、气候条件比较适应,病虫害较少而易于管理,应得到重视。

提倡立体绿化。城区土地资源的紧张不可能达到绿化标准的要求,联合国生态圈生态与环境组织提出城市绿化面积人均达到 60 m^2 ,而我国大中城市人均不到 8 m^2 。沈阳市目前人均 8 m^2 。通过立体绿化既可增加绿量,缓解绿地不足,又有美观的立体效果,它将成为城市内一道靓丽的风景线。

多种树苗,多栽小树。“好饭不怕晚,小苗不愁长”。它们能很快适应新环境,健康成长。

总之,只要我们像爱惜自己一样,爱惜这一花、一草、一木。爱惜这大自然中的一切,世界将不会是沙漠,人间将永远是鸟语花香的美好乐园。

参考文献:

- [1] 王玉晶,杨绍福,王洪力,等.城市公园植物造景[M].沈阳:辽宁科技出版社,2003.
- [2] 赵华伟,陈希周.城市化进程中加快园林绿化发展的探讨[J].中国园林,2004,(4): 62-64.
- [3] 朱仁元,金涛.城市道路广场植物造景[M].沈阳:辽宁科技出版社,2003.