

水土保持措施与效益评价研究

——以陕北安塞县为例

景可¹, 焦菊英²

(1. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101; 2. 中国科学院水利部水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100)

摘要:至今水土流失治理效益评价研究还处在摸索阶段,对水土保持效益类型、评价的原则、指标、方法以及不同措施效益最大化决定因素等未形成共识。基于水土保持效益具有多重性、连动性、交叉性和利弊互动性的特点,决定了效益评价程序首先是要确立治理目标,然后是评价原则、评价指标和评价方法。本文运用这一评价程序和自然环境特点,拟定了安塞县水土流失的治理目的,是在粮食自给的基础上尽量多增加经济收入和提高生态环境质量。并以此思路设计和预测了安塞县进行全面治理的水土保持措施规模及生态、经济效益和投产比,最终可达到粮食自给,林草覆盖增加到30%~40%,人均增加3000元/a的经济收入,预计能在3~5a内收回治理成本。

关键词:水土保持成本; 水土保持措施; 治理目标; 评价指标; 安塞县

中图分类号: S157

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2011)01-0132-05

Research on the Benefits and Costs Assessment for Soil and Water Conservation — Taking Ansai County as an Example

JING Ke¹, JIAO Ju-ying²

(1. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Beijing 100101, China; 2. Institute of Soil and Water Conservation; Chinese Academy of Sciences & Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Up to now, soil and water conservation benefits assessment has remain in the beginning stage, there are still no consensus on many key issues, such as soil and water conservation benefits types, evaluation principles, indexes, methods and maximum benefit determinant factors of difference measures. Because of the multiplicity, motility, overlapping and interaction of advantages and disadvantages characters of soil and water conservation benefits, the assessment procedure should determine the aims of governance firstly, then decide the principles, indexes and measures. Based on this assessment program, according to local natural environment, this paper established controlling aims of Ansai county's soil and water conservation, that was on the condition of food self-sufficiency, to increase economical incomes and improve environment quality as much as possibly. According to this idea, this paper designed Ansai county's comprehensive soil and water conservation treatments scale, ecological benefits, economical benefits and input-output ratio. Adopted this design, food self-sufficiency is achievable, coverage of forest (grass) can be improved by 30%~40%, per capita income will be enhanced by 3000 Yuan/a and it will take 3~5 years to take cost recovering.

Key words: soil and water conservation costs; soil and water conservation measurements; control aims; evaluation indexes; Ansai county

水是生命之源,土是生存之本,水土资源保护是当代环境治理的重大举措,土壤侵蚀防治的水土保持措施是当代环境治理的重要组成部分。随着水土保持规模扩大,水土流失治理效益评价也日益引起关

注。至今水土流失治理效益评价仍然停留在理论探讨阶段,还未真正涉及到具体措施的效益评价。水土流失治理效益评价是一个极其复杂的系统过程,从治理目标到治理措施,从治理效益到治理成本,它们之

收稿日期: 2010-07-01

修回日期: 2010-08-10

资助项目: 国家科技支撑计划项目“黄土高原水土流失综合治理工程关键支撑技术研究”课题“黄土高原水土流失综合防治技术研究”(2006BAD09B10-2)

作者简介: 景可(1939-),男,研究员,主要研究方向: 流域侵蚀环境。E-mail: jingk@igsnr.ac.cn

间都存在众多不确定性。首先反映在治理措施、治理效益、治理成本三者与治理目标有着极其复杂的关系,导致治理措施、治理效益和治理成本的随机性,这一点至今并未引起学术界的关注。这种复杂关系不仅受制于区域自然条件,同时还受制于社会经济条件,由此导致效益评价的困难。

水土保持的最终目的是要求效益最大化,怎样才能做到效益最大化,首先必须要有一个既定的治理目标,其次是要有一个在目标指导下的合理的治理模式。所谓合理的治理模式就是模式要服从于效益最大化。水土保持效益分为四大类,即基础性效益、生态效益、经济效益和社会效益^[1]。一般将基础性效益归为生态效益,故而概括为经济、生态和社会三大效益。本文以安塞县水土流失治理为例,从理论和应用上探讨合理的治理目标、最优的组合模式、效益最大化,成本最低的水土流失治理措施配置结构。本研究将增强水土保持效益评价的理论基础、提升效益评价实用性和可操作性,对相关的生态环境效益评价理论也有一定的启迪意义。

1 安塞县县域概况

安塞县位于黄土高原腹地,108°5'44"—109°26'18"E,36°30'45"—37°19'03"N;县域地形结构呈现南北伸展的狭长形,南北长 92 km,东西宽 13.6 km,总土地面积 2 949 km²,地势海拔 997~1 731 m;全县总人口 16.44 万人,其中农业人口 12.89 万人,占 78.4%,平均人口密度 56 人/km²。安塞县侵蚀地貌类型属黄土丘陵沟壑区第 II 副区^[2],境内地貌类型复杂,由南向北呈现梁、峁、塌湾和坪等大小地貌分布。由于长期的强烈土壤侵蚀,地面切割得支离破碎,沟壑纵横,沟壑密度 4.5~5.0 km/km²,切割深度 80~100 m。安塞县在自然地理分区上跨越南温带和中温带,南部有部分区域属南温带落叶阔叶林带,现在仍然保存良好的天然森林,区内中部是森林草原带,但已无天然森林存在,只在村庄附近的沟谷内保存有零星人工林,也无典型的草原分布,以农地和荒草地为主;北部小部分地区属干草原带,但也无真正的草原。区域自然环境总的特点是干旱少雨、区域变异大,全县年均降雨量 531 mm/a,由南部的 550 mm 逐渐减少到北部的 400 mm 左右;降雨的年际变率大,最大年 876 mm(1964 年),最小年 296 mm(1974 年),年内分布极不均匀,6—9 月降水量占 70%以上,是干旱和暴雨相对集中区之一。区内年蒸发量大,全

年达到 1 645 mm,是年均降雨量的 3 倍,冬春干旱少雨多风沙,年均沙暴日 6 d,大风日 12 d。干旱是本区的最大自然灾害,有三年两旱一说,有时也出现连续数年的大干旱^[3]。

受脆弱自然因素和不合理的人类经济活动影响,全县水土流失面积达 2 852 km²,占总土地面积的 95%,年均侵蚀模数 >1.0 万 t/a,是黄河多沙粗沙区的一部分。强烈的水土流失严重地制约了县域经济发展,虽经半个世纪以来的连续治理,尤其近十年来大力治理和土地利用结构的调整,但土地利用不合理现象并没有得到根本改变,仍有坡耕地 9.0 万 hm²。坡耕地仍是水土流失发生地和泥沙主要来源地,水土流失治理仍任重道远。

2 水土保持措施与目标

2.1 治理措施和目标

所谓水土保持措施就是防治土壤侵蚀的各项工程措施,概括为两大类,一类是土建工程如各种类型梯田、耕作措施、谷坊和沟道工程;还一类是生物工程,如种树种草和自然生态修复等。建国以来,包括安塞在内的黄土高原十分重视水土流失治理,但如何治理,采取什么措施治理长期以来是一个争论不休的问题,至今也没有形成共识。20 世纪 50 年代争论的焦点是先治沟还是先治坡,在治理措施上是以工程措施为主还是以生物措施为主;到 70 年代末 80 年代初,又掀起了黄土高原治理与建设方向为主的讨论高潮,是建成为牧业基地还是林业基地的大讨论;到了 90 年代末,掀起了以退耕还林(草)为主的生态环境建设高潮,实际上是以林草措施为主。这三个时期水土流失治理的目标是不完全相同的,早期的治理目标比较明确就是要减少入黄泥沙,从而达到减轻黄河下游洪涝灾害;20 世纪 70 年代末 80 年代初的治理目标是为了发展本地经济;90 年代末治理目标就是改善生态环境。这三个不同时段的水土流失治理目标讨论,前二者可以理解为学术讨论,并没有真正得到贯彻执行,后一个时段治理目标基本上得到执行,主要是得益于国家政策性支持。

半个世纪以来的水土流失治理,治理目标与治理措施讨论了 50 多年,最终还是从中总结概括出一个具有普遍意义的“以小流域为单元,治沟与治坡相结合,生物措施与工程措施相结合,山、水、田、林、路综合治理”模式。客观地说这是一项战略式治理模式,在这个治理模式思想的指导下,各地都摸索出一套符

合本区域水土流失治理和经济发展为目的治理措施配置模式。

2.2 治理措施与目标的响应关系

过去的半个世纪水土流失治理,无论学术意义上还是实践上都还没有出现一个公认的治理目标,这就给出一个值得研究的问题,水土流失治理除了防止土壤流失这一共同目的外,是否还存在其他的治理目标。实践证明除防止土壤流失外,由于各地自然环境、自然资源和社会经济条件不尽相同,水土保持的其他目标都不尽相同,如黄土高原水土流失治理不仅要防治土壤流失,而且还要防治径流的流失,而同样在南方或西南水土流失区只要防治土壤流失,对径流不但不拦蓄,还要采取排泄措施。水土流失治理的其他目的各地更是不一样,如多数水土流失区水土流失治理除了保持水土的主效益外,就是要求有较高的经济效益,其次是生态环境效益。而经济水平相对高的地区,如大城市城郊水土流失区,除水土流失治理的基础效益相同外,在经济和生态效益中要求的是生态效益为主,其次才是经济效益;如海河流域的潮白河中上游地区的经济相对落后,水土流失治理目标要求有较高的经济效益,其次才是生态效益;而在中下游的北京市所辖范围内,首先要求的不是经济效益而是要更高的生态效益。即使同一个区域在不同的经济发展阶段,治理目标也不一样,如黄土高原 50 年代的水土保持目标是减少入黄泥沙,减少黄河下游河床泥沙淤积;而 60—80 年代由于粮食短缺,水土保持的目标是多增加粮食产量,由此水土保持措施以最能增产粮食的水平梯田和淤地坝为主;进入 20 世纪 90 年代以来,由于能源资源的发现与开发,同时也由于整个国家经济实力增强,对农村经济投入的增加,农民工资性收入增加,水土流失治理目标以经济效益为主转为提高环境质量为主,由此水土保持措施由原来的梯田为主转为以退耕还林还草为主。这样的治理目标转变只局限在黄土高原部分区域,大部分地区仍然以经济效益为主,如在陇中的许多地方农业仍是当地主导产业,是农民经济收入的主要来源,水土流失治理的主要目标是提高土地生产力,水土保持措施仍然以修建水平梯田为主,如定西、通渭、静宁、庄浪等县市水土保持治理的主要措施就是水平梯田,通过水平梯田提高土地单位面积的产出。

综上所述,区域水土流失治理措施类型、各类型措施规模配置、治理效益以及治理成本等都是受制于治理目标,一旦治理目标发生改变,治理措施、治理效益

和治理成本都将随之改变。如 20 世纪 90 年代末为了达到“山川秀美”这一目标,提倡的治理措施是“退耕还林还草”,这意味着其他治理措施就不那么重要了,与此相关的是生态效益明显提高,而经济效益相对削弱。

3 治理效益与成本评价

3.1 评价原则与指标

3.1.1 评价原则 通常将水土保持效益概括为生态、经济和社会等三大效益,其实是一个极其复杂的效益链,每一个次一级效益类型又可分出更次一级效益;特别要指出的是关于水土保持的负效益问题,这在以前所有水土保持效益评价文章中从未出现过,而水土保持效益中也确实存在负效益。

鉴于水土保持效益本身的多重性、连动性、交叉性和利弊互动性,对这样复杂的效益链进行效益评价,那就必须有一个切实可行的评价原则,才能更好地、更客观地选择效益评价指标。为此评价原则确立必须考虑到可操作性,本文在参阅前人研究原则的基础上,根据实际的需要提出两条简单易行,又有可操作性的评价原则,即主效益原则和可量化的原则^[4]。依据二原则,只对水土保持措施中的生态效益和经济效益中的直接的主效益进行评价。笔者所倡导的评价原则优点是将复杂的效益链简单化,操作性强,又能较好地反映出流域水土保持措施的整体性效益;不足之处是,水土保持措施的下线效益未考虑,不过这不会影响到水土流失治理的主体效益。

3.1.2 评价指标 治理效益往往是通过指标体现的,评价指标选择正确与否直接关系到评价效果,因而相关研究者对评价指标体系的选择都很重视,每个指标体系都包含数量不等的指标,所见文献中最多的有 25 个指标,最少的也有 9 个指标,一般是 14~18 个左右^[5-11]。纵观前人提出的评价指标,都存在一些共同问题,指标选择忽视了评价原则,指标的层次性不清晰,指标内涵模糊,最大的问题是缺乏可操作性,还有是针对性不强,如文献[5]有 14 个指标,真正能够反映治理效益的也就是 2~3 个指标,文献[6]有 18 个指标,与治理效益有关的也是 2~3 个。

基于前人评价指标体系的充分分析,本文根据上述效益评价二原则,选择了“单位面积减少产沙量(%)、单位面积减少产流量(%)、林草覆盖率(%)”等反映生态效益的指标;“增产的粮食、干鲜果或畜产品等项折合货币(元/hm²)”反映治理措施效益的经济指标;合计共 4 个指标。

3.2 治理措施与成本

3.2.1 水土保持主要措施 从上文论述中可知,水土保持措施类型与规模取决于治理目标。安塞县水土流失治理目标毫无疑问是由流域自然环境特点和社会经济水平所决定。安塞县自然环境脆弱,经济水平比较低,迄今农村主要经济收入仍然依赖于土地的产出。鉴于这样的现实,安塞未来水土流失治理目标一是保持水土,尽量减少水土流失;二是通过水土保持达到粮食自给;三是在粮食自给的基础上争取有更大经济和生态效益。基于这样目标下的治理措施分别是坡改梯、发展经济林,其次是营造生态林和自然生态修复等 4 项措施。各项治理措施的规模(表 1)如下:

(1)水平梯田即基本农田。要达到中等水平的粮食自给量,人均粮食年占有量至少保证 400 kg,年均产 400 kg 粮食至少需要 0.13 hm² 以上的水平梯田。全县总人口约 17 万人,年粮食需求总量 6 800 万 kg,需要有 2.27 万 hm² 基本农田才能保证粮食安全。安塞县现有川台地 5 399 hm²,还需新增加基本农田 1.67 万 hm²,现已建成 1.53 万 hm²,水平梯田建设任务不重。

(2)经济林措施。经济林已成为水土流失区的主要经济收入来源之一,是保持水土和发展经济的重要举措。目标是人均 0.067 hm² 经济林,总计 1.13 万 hm²,安塞县现有经济林面积 1 351.9 hm²,还需增加 1.0 万 hm²,建设任务繁重。经济林的经济效益高,按理说应该大力发展,不应该限于 0.067 hm²,但由于经济林立地条件要求高,其次是水分条件要求也高。尤其是水分条件在本区的许多地区是很难得到满足的,这是经济林发展规模受到严格限制的主要原因。

(3)自然生态修复措施。根据相关规定,>25°的坡耕地都要退耕还林还草,受高原自然条件和黄土特性的影响,黄土高原>25°的坡地利用方向只能是自然生态修复。安塞县>25°的土地面积占到 48%,约 141 558 hm²,这些土地由于坡度大,土壤水分条件差,不但不能造林而且人工种草都有不小的难度,因而只能是在保护条件下的自然生态修复。

(4)生态林措施。安塞县大部分属于干旱半干旱区,又受立地条件和水分的制约,>25°的土地难以造林,而<15°的绝大部分土地用于坡改梯和发展经济林,真正用于水土保持生态林建设的土地是 15°~25°的坡地,规模约 56 031 hm²。由于受到地域自然条件

和黄土特性的制约,安塞县境内半干旱带发展生态林的潜力极其有限。

表 1 安塞县主要水土保持措施的面积及比例

措施	面积/hm ²	比例/%(占县域)
梯田	22667.0	7.7
经济林	11333.5	3.8
生态林	56031.0	19.0
自然生态修复	141553	48.0

注:治理措施中未考虑淤地坝。

3.2.2 治理成本 安塞县水土流失面积全部治理,按照上述的治理措施配置结构和数量,以 2006 年价格水平梯田 12 000 元/hm²,经济林 6 750 元/hm²(未包括管护费),水保林 2 250 元/hm²,自然生态修复 1 500 元/hm² 计算,投资总成本如表 2 所示。

表 2 治理成本一览表

措施	水平梯田	经济林	生态林	自然修复	淤地坝
数量/hm ²	22667.0	11333.5	56031	141553	740(座)
单价/(元·hm ⁻²)	12000	12000	2250	1500	25(万 元/座)
总价/万元	27200.4	13600.2	12607	21233	18500

注:1.淤地坝数量以 0.25 座/km² 密度计算获得;2.表中水土保持措施单价是依据 2005—2006 年中国水土流失与生态安全考察期间的调查数据,由于社会经济情况变化,此单价小于现实价。

由表 2 可见,根据治理目标配置水土保持措施,安塞县水土流失面积全部得到治理,大约需要治理经费 9.0~10 亿元,其中水平梯田和经济林地的建设经费相同,自然生态修复成本主要是看护管理费。在治理成本中未考虑其他配套措施如道路建设与管理成本,实际成本要高于这个数。

3.3 治理效益

根据效益评价原则和评价指标,对根据治理目标所确定的治理措施规模进行经济效益、生态效益计算(表 3)。安塞县水土流失面积得到全面治理后,全县将增加经济收入 4.76 亿元/a,人均约 3 000 元/a;减少侵蚀产沙 1 460 万 t/a,约占全县产沙量的 45%左右,减少径流量 40%左右;林草覆盖率 30%~40%。

4 结论

至今水土流失治理效益评价研究还处在探索阶段,对水土保持效益类型、评价的原则、指标、方法以及不同措施效益最大化的决定因素等一系列问题还未有深入研究,效益评估还未完全定量化。基于水土保持效益具有多重性、连动性、交叉性和利弊互动性等复杂特点,研究认为有效的效益评价程序首先是要确立治理目标,然后是评价原则、评价指标和评价方法。本研究运用这一评价程序和自然环境特点,拟定了安

塞县水土流失治理目标是粮食自给,在此基础上尽量多增加经济收入,以此思想设计和预测了安塞县全面治理的水土保持措施规模是水平梯田 22 667 hm²,经济林 11 334 hm²,生态林草 56 031 hm²,自然生态修复 141 553 hm²,淤地坝 740 座。同时,遵循两个评价

原则,选择 4 个评价指标,估算安塞县完成该规模的水土保持措施总共需要投入 9~10 亿元;全面治理完成的 3~5 a 以后,年均增加粮食 7 466 万 kg/a,增加经济收入 33 999 万元/a,林草覆盖增加 40%~50%,减少输沙量 1 460 万 t/a,减少河川径流 50%左右。

表 3 安塞县水土流失治理效益估算

措施	面积/hm ²	经济效益		生态效益		
		单位效益	总效益	减水/%	减沙/%	林草覆盖率/%
水平梯田	22667.0	3000 kg/hm ²	6800 万 kg	90	90	
经济林	11333.0	30000 元/hm ²	33999 万元	85	85	50~60
水保林	56031			50	50	20~30
淤地坝	740 座	9000 kg/(座·a)	666 万 kg/a		拦沙效益由大到小逐年减少	
自然封育	141553			40~50	40~50	40~50
合计	231584				30~40	

注:1. 减水、减沙效益是依据相关的试验资料,水平梯田减水减沙 90%计算得到的;2. 表中淤地坝效益以每座坝淤地 2 hm²,每 1 hm²产粮 4 500 kg/a 计算经济效益;拦沙生态效益是由大到小的变化;经济林按 30 000 元/hm²的效益计。

本文属宏观研究,带有浓厚的理想化,其次鉴于治理成本与效益的动态性,本文成本与效益估算与现实还存在一定的差距。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国水利部. GB/T 15774—1995 水土保持综合治理效益计算方法,北京:中国标准出版社,1997.
- [2] 黄秉维. 编制黄河中游流域土壤侵蚀分区图的经验教训[J]. 科学通报,1955(12):15-21.
- [3] 中国科学院黄土高原综合科学考察队. 黄土高原地区资源环境社会经济数据集[M]. 北京:海洋出版社,1990.
- [4] 景可,焦菊英. 水土流失治理效益评价问题研究[J]. 水土保持通报,2010,30(4):175-179.
- [5] 康玲玲,王云章,王霞. 小流域水土保持综合治理效益指标体系及其应用[J]. 土壤与环境,2002(3):274-278.
- [6] 王继军,郑科,郑世清,等. 中尺度生态农业建设效益评

价指标体系研究[J]. 水土保持研究,2000,7(3):234-247.

- [7] 杨文治,余存祖. 黄土高原区域治理评价[M]. 北京:科学出版社,1992.
- [8] 常茂德,赵诚信. 黄土高原地区不同类型区水土保持综合治理模式研究与评价[M]. 西安:陕西科学技术出版社,1995.
- [9] 康玲玲,王云章,吴卿,等. 水土保持生态效益评价方法探讨[J]. 中国水土保持,2004(4):22-24.
- [10] 景可,焦菊英. 黄土丘陵沟壑区水土流失治理模式、治理成本及效益分析:以米脂县高西沟流域为例[J]. 中国水土保持科学,2009,7(4):20-25.
- [11] 王佑民. 黄土高原沟壑区综合治理及其效益研究[M]. 北京:中国林业出版社,1990.
- [12] 黄河中游治理局. 黄河水土保持志[M]. 郑州:河南人民出版社,1993.