

# Analysis and Evaluation of Soil and Water Conservation Benefit

Zeyuan Wang<sup>1</sup>, Lingling Kang<sup>2\*</sup>, Zhou Yang<sup>1</sup>, Guanju Wei<sup>3</sup>

<sup>1</sup>North China University of Water Resources and Electric Power, Zhengzhou Henan

<sup>2</sup>Yellow River Institute of Hydraulic Research, Zhengzhou Henan

<sup>3</sup>Qinghai University, Xining Qinghai

Email: 384820493@qq.com, \*kanglingling1234@163.com

Received: May 21<sup>st</sup>, 2016; accepted: Jun. 24<sup>th</sup>, 2016; published: Jun. 28<sup>th</sup>, 2016

Copyright © 2016 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

---

## Abstract

Water and soil loss is one of the most serious environmental problems in China, which not only affects the ecological environment construction and social economic development, but also causes siltation of rivers, floods and so on. Soil and water conservation is measures taken for preventing and controlling water and soil loss, and important means to maintain the production and construction in the mountainous area, hilly area and sandy area, it is of great significance to protect ecosystem balance and develop social economy. Soil and water conservation benefit is the basic principle and basis of feasibility evaluation of soil and water conservation technical scheme and policy, and also plays an important role in promoting the development of soil and water conservation work to scientific standardization and efficiency. The article analyzes the research for soil and water conservation benefit evaluation in recent years, and makes clear of the basic methods and content of soil and water conservation benefit evaluation, such as the establishment of the evaluation index system and evaluation model, aiming to provide a reference for soil and water conservation benefit evaluation in the future.

## Keywords

Soil and Water Conservation Benefit, Index System, Comprehensive Evaluation

---

# 水土保持效益分析与评价浅析

王泽元<sup>1</sup>, 康玲玲<sup>2\*</sup>, 杨洲<sup>1</sup>, 魏鹤举<sup>3</sup>

\*通讯作者。

<sup>1</sup>华北水利水电大学, 河南 郑州

<sup>2</sup>黄河水利科学研究院, 河南 郑州

<sup>3</sup>青海大学, 青海 西宁

Email: 384820493@qq.com, kanglingling1234@163.com

收稿日期: 2016年5月21日; 录用日期: 2016年6月24日; 发布日期: 2016年6月28日

---

## 摘要

水土流失是我国最为严重的环境问题之一, 不仅影响生态环境的建设和社会经济的发展, 还会引起江河淤积、洪涝灾害频发等。水土保持是针对水土流失所进行的预防和治理措施, 是维持山区、丘陵区 and 风沙区生产建设的重要手段, 对保护生态系统平衡, 发展社会经济具有重要意义。水土保持效益是水土保持技术方案及政策可行性评价的基本原则和依据, 对进一步推进水土保持工作向科学化、规范化、高效化发展有着十分重要的作用。本文通过对近些年来水土保持效益评价方面研究的分析, 明确了水土保持效益评价的基本方法及内容, 如评价指标体系的建立和评价模型的确定, 旨在为今后水土保持效益评价提供参考。

## 关键词

水土保持效益, 指标体系, 综合评价

---

## 1. 引言

水土保持是指保护、改良和合理利用水土资源, 维护和提高土地生产力, 减轻洪涝、干旱、风沙等自然灾害的发生, 建立良好生态环境的一项社会公益性事业, 是山区发展的生命线, 是国土整治、江河治理的根本, 是国民经济和社会发展的基础, 是必须长期坚持的一项基本国策, 是保障经济、人口、资源、环境协调发展, 保障国民经济可持续发展的一项重要举措。水土保持生态建设(或称水土流失综合治理)技术措施主要有工程措施(山坡防护工程、沟道治理工程、山洪和泥石流排导工程、小型蓄水工程)、生物措施(植物措施或林草措施, 主要包括水土保持造林、水土保持种草、封育治理、固沙造林、固沙种草)和耕作措施(农业技术措施或农艺措施); 生产建设项目水土保持措施主要包括拦渣工程、斜坡防护工程、土地整治工程、防洪排导工程、降水蓄渗工程、临时防护工程、植被建设工程、防风固沙工程等 8 类。水土保持效益评价即是对已采取的水土保持措施给人类自身及其生态环境等带来效果的分析与评价, 分析其是否发挥保持水土的作用及其作用的大小。

我国自 1995 年水利部颁布“水土保持综合治理效益计算方法”(GB/T15774-1995, 简称“95”国标, 后在 2008 年又进行了修订 GB/T15774-2008)以来, 水土保持效益计算才步入规范化。总的来说, 水土保持效益包含的内容主要有生态效益、社会效益和经济效益三大方面。目前, 研究水土保持效益评价的方法主要有两类, 第一类是根据系统理论与系统工程方法建立水土保持综合效益评价指标体系, 这是传统的和较为常用的水土保持综合效益评价方法; 第二类为非系统工程方法, 即用一个具体的指标描述水土保持对诸多方面的影响, 其中又以经济效益指标较为常见, 当然也可以基于一些其他的具体指标。大部分学者用的最多的是第一种方法, 即通过筛选评价指标体系、构建评价模型, 针对一些已开始发挥水土保持效益的水土保持措施进行分析评价, 以判断所采取措施的适宜性和优劣性, 以期作为以后布设水土保持措施的经验。

## 2. 水土保持效益评价的目的

我国水土流失呈现流失面积大、分布范围广，流失强度大、侵蚀严重区比例高，流失成因复杂、区域差异明显等三大特点，水土流失已成为制约我国经济发展的关键因素。我国从 20 世纪 50 年代开始研究降雨、地形、土壤等能对水土流失调控起到重要作用的自然因子对水土流失的影响，并先后大面积推广了以工程措施和生物措施为主导的水土流失治理方法，其中主要有退耕还林还草工程、小流域综合治理等[1]。1993 年，《国务院关于加强水土保持工作的通知》明确指出：“水土保持是国土整治、江河治理的根本，是国民经济和社会发展的基础，是我们必须长期坚持的一项基本国策”。只要存在着水土保持活动，人们就会对水土保持的效果进行评估和判定，以评判水土保持措施是否达到了预期目的，以及水土保持的投入产出效率是否达到满意程度。因此，水土保持效益评价伴随着水土保持理论发展和实践的整个过程。

水土保持效益的分析与评价是衡量水土保持措施适宜与否、合理与否，以及到位与否的标杆，是检测对保持水土所做出的贡献以及贡献的大小，是对水保工作的一种肯定，对水保工作者的一种鞭策与鼓舞。通过效益评价可查明水土保持措施实施过程中存在的问题，认识理解水土保持措施对水土流失的影响机理及其区域适宜性，为制定修编进一步的治理规划方案提供依据。

## 3. 水土保持效益分析与评价现状

### 3.1. 国外研究现状

西方国家及前苏联地区对水土保持及水土保持效益评价的科学研究开展较早，早期的水土保持效益评价研究主要集中在土壤侵蚀控制与土地利用规划方面，研究的主要目的是为了评估水土保持措施在保持土壤肥力与提高农业产量等方面的作用，以及如何合理配置水土保持措施。1914 年，美国密苏里大学米勒(M. F. Miller)教授首先建立了侵蚀小区，开始较系统的土壤侵蚀研究[2]，系统的小区试验证明了水土保持措施保持土壤的效果。Trimble (1999)、Walling (1999)等人根据水文观测与河流断面测量数据建立包括坡面侵蚀、河道冲淤与净输出等项的泥沙效益[3] [4]。另外刘孝盈(2006)对田纳西河、密苏里河及科罗拉多河的长期水文观测表明，20 世纪 30 年代起各流域开展大规模的水土保持工程后，土壤侵蚀减少了 38%~55% [5]。德国的 Authacheer 等[6]提出了 Cultivaim 方法，利用该方法完成了对德国西南部地区水土保持效益的评估，评估了水土保持措施带来的农业经济效益。2005 年 Hernandez 等通过测量不同试验块钾、磷、碳、氮等元素的含量，研究在贫瘠沙土上的橄榄园的水土保持效益，结果显示，有草本植物覆盖的地块碳、氮含量较高，说明了水土流失治理效果较好[7]。2007 年 Lambert 等以经济指标和自然环境指标建立了水土保持投入 - 产出评价指标体系，对水土保持效益进行了评价[8]。2009 年 Carter 等通过检测作物轮作各阶段的耕地生物指标(C、N 含量、植物寄生生物密度、生物多样性)和耕地物理状况指标(容积密度)来评估水土保持效益。

### 3.2. 国内研究现状

1987 年水利部颁布了涉及效益计算的“水土保持技术规范”(SD238-1987); 1995 年水利部颁布的“水土保持综合治理效益计算方法”(GB/T15774-1995, 简称“95”国标), 推动了水土保持效益计算的规范化。2008 年, 水利部顺应水土保持工作的新形势, 修订颁布了“水土保持综合治理效益计算方法”(GB/15774-2008, 简称“08”国标) [9]。此外, 为推动分析评价我国水土保持综合效益工作的进展, 一些水保工作者和相关学者也提出了一些效益评价的方法。如李智广等[10]利用前人选用的相关指标, 按照指标含义进行分析与归纳, 采用频数统计法选择了治理程度、土壤侵蚀量、人均粮食产量、人均收入、土

地生产率、林草覆盖率、劳动生产率、产品商品率、资金产投比、地表径流模数以及投资回收期 11 个频度  $\geq 0.44$  的指标构成其效益评价指标体系。王军强等[11]在利用前人研究成果与典型小流域调查研究相结合的基础上,建立了 9 个指标(治理度、林草覆盖率、土壤侵蚀模数、人均纯收入、劳动生产率、资金产投比、人均粮食、粮食单产、农产品商品率)作为小流域综合治理效益评价指标体系。贾宁凤等[12]从经济效益、社会效益和生态效益 3 方面入手,构建了一个具有 3 个一级指标、16 个二级指标的综合效益评价指标体系。董仁才等[13]结合当前我国水土保持工作的新特点,采用层次分析法,建立了以生态系统功能、蓄水保土效益、环境保护程度、社会进步程度、经济发展能力和管理调控机制 6 个效益评价指标体系。康玲玲等[14]根据水土保持项目实施后可能引起的区域生态要素变化的实际,探讨了土壤理化性质、水质、林草植被盖度和小气候变化的计算方法与评价方法。此外如国铭[15]、闫超[16]、陈晓安[17]、杨睿[18]等对生产建设项目(主要由人为引起)水土流失防治的效益进行评价与研究。

## 4. 水土保持综合效益计算与评价

### 4.1. 水土保持效益指标体系的建立

水土保持效益指标体系的建立历来争议颇多,但大都是根据治理区域的地形地貌,气候环境及经济状况等,结合近期所开展的水土保持治理对当地的水土资源、生态、社会以及经济发展所作贡献的大小确定的一系列指标集,指标体系建立的合理与否直接关系到水土保持综合效益的评价。根据多年来水土保持事业的发展和许多学者的不懈努力,并根据国家相关的标准规范等,总结归纳列出了目前应用相对比较广泛的一些指标体系,供相关人员参考。目前常用的生态效益评价指标有:治理程度、土壤侵蚀模数、林草覆盖率、能量产投比、径流模数;常用的社会效益评价指标有:土地利用、劳动力利用率、人均基本农田、人均粮食产量;常用的经济效益评价指标有:劳动生产率、人均收入、资金产投比、投资回收期。以上 13 项指标是人们在结合多年的水土保持治理经验并结合一些数学统计方法(如李智广等[19]的加乘综合指数法和关联度分析法、韩冰等[20]的累计贡献率法等)确定下来的。

### 4.2. 水土保持效益指标权重的确定

水土保持效益的计算首先是要建立指标体系,其次就是要确定各指标体系的权重。所谓指标体系的权重就是各指标在效益评价过程中的比例亦即贡献率大小。目前指标权重确定的方法有层次分析法、熵权法、专家估测法等。层次分析法(AHP)最早是由美国运筹学家萨蒂(T. L. Satty)于上世纪 70 年代初提出的[21]。层次分析法作为一种主观赋值法,因具有逻辑性、系统性、简洁性与实用性等优点,而成为系统分析常用的方法,特别适用于处理多目标多层次的系统问题和难于完全定量分析与决策的复杂问题,它可以将人们的主观判断用定量形式表达和处理,是主观与客观、定量与定性相结合的分析方法;层次分析法主要是通过建立层次结果模型、构造判断矩阵、层次单排序及其一致性检验、层次总排序及其一致性检验等步骤来完成。熵权法[22]是一种客观赋权方法,在具体使用过程中,熵权法根据各指标的变异程度,利用信息熵计算出各指标的熵权,再通过熵权对各指标的权重进行修正,从而得出较为客观的指标权重。熵权法是一种在综合考虑各因素提供信息量的基础上计算综合指标的数学方法,主要是通过各指标传递给决策者的信息量大小来决定权重。专家估测法(有些专家又称之为德尔菲法)是指先由各专家独立给出各评价因子的权重,在计算其平均值或者几何平均值作为评价权重;专家估测常依法召集若干有经验的专家开会,通过集体讨论研究,最终取得一致意见的一种方法。专家预测法主要用于哪些难以用数学模型量化的因素,或在缺乏足够统计数据和原始资料的情况下,可以通过具有某方面专业知识、经验丰富、富有创造性和分析判断能力的人进行定量估计。



### 4.3. 水土保持综合效益的计算与评价

水土保持综合效益的计算是根据上述确定的各指标值及其权重加权求和的过程。由于各指标的量纲不同,因此各指标的观测值不能直接加和,而必须首先经过标准化后将其无量纲化,转化为水土保持经济价值或者水土保持评分值,再根据效益评价各指标的权重,计算出水土保持效益评分值或经济价值的加权平均数之和,即为水土保持综合效益。常用的标准化方法有分级评分函数、正比例函数、线性函数、分段函数和非线性函数法等。

水土保持效益评价是根据已经计算出的效益值结合一些评价模型,定性或定量地分析水土保持措施实施后所带来的效益(这种效益包括正效益也包括负效益[23])。结合专家打分和一些统计软件并根据实际情况确定水土保持效益的等级(良好、较好、好、一般、差、较差等),并根据治理区域的地理环境、政治经济文化等具体情况,定性描述加定量计算来分析评价水土保持效益。

## 5. 结语

水土保持的综合效益是评价水土保持各项措施的有效尺度和客观标准,是评价水土保持技术方案及政策可行性的基本原则和科学依据。本文较为系统的总结了近年来水土保持效益分析评价方面的一些方法,主要包括评价指标集的建立,指标权重确定的方法和评价模型选择的一些基本条件,以期今后水土保持效益评价提供借鉴,为水土保持相关部门制定规范、决策提供良好的技术支撑。

21 世纪的今天,随着 3S(GIS、RS、GPS)技术的不断完善并在水土流失治理中的广泛应用,水土保持效益评价也由多数的静态评价转向更为精确的动静结合评价。然而,在水土保持综合效益评价的等级、效益类别(如正负效益)划分,以及研究尺度方面还存在一些问题与不足,对水土流失的治理也不应仅局限在小流域范围内,应该借助先进的 3S 技术,在综合效益评价过程中把视野放宽,把整个地区,甚至在全国范围内进行综合效益的评价。其次也期待国家在政策和资金上能够给予支持,为在全国范围内统一开展水土保持综合效益评价奠定基础,建立一套适合社会经济发展、学科进步要求的量化的指标体系。

## 基金项目

国家科技支撑计划课题“砒砂岩区抗蚀促生措施立体配置技术集成与示范”(2013BAC05B04)。

## 参考文献 (References)

- [1] 朱悦, 姜丽华, 毕华兴, 吴智洋, 云雷, 高路博, 雷娜, 许华森, 鲍彪. 黄土高原沟壑区典型小流域水土保持措施蓄水保土效益分析[J]. 水土保持研究, 2011, 18(5): 119-123.
- [2] Miller, M.F. (1926) Waste through Soil Erosion. *Agronomy Journal*, **18**, 153-160.  
<http://dx.doi.org/10.2134/agronj1926.00021962001800020011x>
- [3] Trimble, S.W. (1999) Decreased Rates of Alluvial Sediment Storage in the Coon Basin, Wisconsin, 1975-1993. *Science*, **285**, 1244-1246.
- [4] Walling, D.E. (1999) Linking Land Use, Erosion and Sediment Yields in River Basins. *Hydrobiologia*, **410**, 223-240.  
<http://dx.doi.org/10.1023/A:1003825813091>
- [5] 刘孝盈, 汪岗, 吴斌, 等. 美国大流域长时间序列水土保持减沙效果分析[J]. 中国水土保持科学, 2006, 4(4): 67-71.
- [6] Authacher, J. and Dabbert, S. (2009) Integrating GIS-Based Field Data and Farm Modeling in a Watershed to Assess the Cost of Erosion Control Measures: An Example from Southwest Germany. *Journal of Soil and Water Conservation*, **64**, 350-362.
- [7] Hemallddez, A.J., Lacasta, C. and Pastor, J. (2005) Effects of Different Management Practices on Soil Conservation and Soil Water in a Rainfed Olive Orchard. *Agricultural Water Management*, **77**, 232-248.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.agwat.2004.09.030>

- [8] Lambert, D., Schaible, G.D., Johansson, R., *et al.* (2007) The Value of Integrated CEAP-ARMS Survey Data in Conservation Program Analysis. *Journal of Soil & Water Conservation*, **62**, 1-10.
- [9] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 水土保持综合治理效益计算方法. 中华人民共和国国家标准, Vol. GB/T15774-2008[5]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [10] 李智广, 李锐, 杨勤科. 小流域治理综合效益评价指标体系研究[J]. 水土保持通报, 1998, 18(7): 71-75.
- [11] 王军强, 陈存根, 李同升. 陕西黄土高原小流域治理效益评价与模式选择[J]. 水土保持通报, 2003, 23(6): 61-64.
- [12] 贾宁凤, 段建南, 陈焕伟, 等. 黄土高原小流域综合治理效益多维灰色动态评价[J]. 农业系统科学与综合研究, 2005, 21(2): 156-160.
- [13] 董仁才, 余丽军. 小流域综合治理效益评价的新思路[J]. 中国水土保持, 2008(11): 22-24.
- [14] 康玲玲, 王云璋, 等. 水土保持生态效益评价方法探讨[J]. 中国水土保持, 2004(9): 40-43.
- [15] 国铭, 李子轩, 李志梅, 等. 生产建设项目工程和植物相结合边坡防护措施水土保持效益分析[J]. 海河水利, 2015(4): 13-15.
- [16] 闫超. 输变电类生产建设项目水土流失特点及水土保持综合效益评价研究[D]: [硕士学位论文]. 南京: 南京农业大学, 2013.
- [17] 陈晓安, 谢颂华, 张磊, 等. 生产建设项目水土保持综合评价[J]. 水土保持通报, 2012, 32(5): 286-290.
- [18] 杨睿. 高速铁路建设项目区域环境影响综合评价及环境效益评判研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 北京交通大学, 2015.
- [19] 李智广, 李锐. 小流域治理综合效益评价方法刍议[J]. 水土保持通报, 1998, 18(5): 20-24.
- [20] 韩冰, 汪有科, 吴发启. 渭北黄土高原沟壑区小流域综合治理评价的研究[J]. 1995, 9(3): 84-89.
- [21] Satty, T.L. (1980) *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill, New York.
- [22] 邱菀华, 编著. 管理决策与应用熵学[M]. 北京: 机械工业出版社, 2002.
- [23] 陈智汉. 水土保持效益类型划分与形成机理研究[J]. 人民黄河, 2004, 11(26): 28-29.

**再次投稿您将享受以下服务:**

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>