

Analysis on Ecological Benefits of Soil and Water Conservation

Huijuan Wang^{1*}, Lingling Kang^{2#}, Juan Sun², Feifei Dong², Zhou Yang¹

¹College of Resource and Environment, North China University of Water Conservancy and Electric Power, Zhengzhou Henan

²Institute of Hydraulic Research, Zhengzhou Henan

Email: 544081142@qq.com, #kanglingling1234@163.com

Received: Jun. 18th, 2017; accepted: Jul. 12th, 2017; published: Jul. 17th, 2017

Abstract

Soil and water conservation as an important part of the ecological environment construction, is a strong practice of agriculture, forestry and water activities. In order to evaluate the effect of soil and water conservation, to clear the purpose and significance of soil and water conservation, to compare and optimize the different soil and water conservation programs, it is necessary to carry out soil and water conservation benefit evaluation research, in which ecological benefits reflect the important value in maintaining and improving the soil, water conservation, carbon sequestration and maintaining the landscape and so on. This paper briefly describes the ecological benefits of soil and water conservation through the evaluation index system of ecological benefit index system, the benefit evaluation index system of soil and water conservation ecological construction and the evaluation of soil and water conservation benefit of ecosystem service theory.

Keywords

Soil and Water Conservation, Ecological Effect and Index System, Ecosystem Services Theory

水土保持生态效益浅析

王慧娟^{1*}, 康玲玲^{2#}, 孙娟², 董飞飞², 杨洲¹

¹华北水利水电大学资源与环境学院, 河南 郑州

²黄河水利科学研究院, 河南 郑州

Email: 544081142@qq.com, #kanglingling1234@163.com

收稿日期: 2017年6月18日; 录用日期: 2017年7月12日; 发布日期: 2017年7月17日

*第一作者。

#通讯作者。

摘要

水土保持作为生态环境建设的重要内容，是一项实践性较强的农林水事活动。为了评价水土保持的实施效果、明确水土保持的目的与意义、对不同的水土保持方案进行比较与优选，有必要进行水土保持效益评价研究。其中生态效益在保持和改良土壤、涵养水源、固碳供氧和维持景观等方面体现重要的价值。本文通过生态效益指标体系、生态系统服务功能的水土保持效益评价和水土保持生态建设的效益评价指标体系简要说明水土保持的生态效益。

关键词

水土保持，生态效益指标体系，生态系统服务理论

Copyright © 2017 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

1. 引言

第一次全国水利普查(2010~2012年)所得水土流失数据显示,我国目前水土流失面积为294.91万 km^2 ,较之前(1997~2000年)水土流失普查结果356.92万 km^2 减少62.01万 km^2 ,减少幅度达到17.40%,说明我国水土流失状况有了较大改善。然而,我国目前仍然是世界上水土流失最严重的国家之一[1]。其分布之广,强度之大,危害之重,在全球屈指可数[2]。我国水土流失主要呈现以下三大特点:分布范围广、流失严重、侵蚀形式多样。水土流失一方面造成土壤退化、土地生产力下降,切割、破坏土地资源,致使粮食产量下降,是人地矛盾突出的主要原因,也是生态恶化和贫困的根源;另一方面,水土流失引起江河淤积、污染水体,水利工程效益降低或消失,加剧洪水、干旱等自然灾害,使大江大河长期难以安澜。从整体上看,水土流失已经成为制约我国经济、社会可持续发展的主要因素之一[3]。

水土保持是一项重要的生态环境建设工程,根据系统理论,通常把生态环境和水土保持看作一个整体。要提高区域生态系统的服务功能和生态环境,就要提高水土流失区的土地生产力、改善水文循环和土壤物质循环。水土资源条件在一定程度上决定着自然界生态系统的稳定性;水土资源的利用是经济社会发展引起生态环境变化的主要原因。水土保持不仅是生态环境建设的主体,也是生态环境建设的基础,并处在生态环境建设的前沿。基于此,水土流失成为我国首要面临的环境问题,并成为我国必须长期坚持的一项基本国策。

生态效益是人们利用水土保持措施改善环境的效应,在生产中依据生态平衡规律,使自然界人类的生存发展、自然资源的可持续利用和良好的生态环境朝着有利的方向发展。生态效益是水土保持的目的,也是水土保持综合效益的基础。大自然往往经过很长时间才建立起相对稳定的平衡状态,一旦遭到破坏,有些平衡就无法重建,带来的恶果是人类无法弥补的。因此本文主要针对水土保持的生态效益进行评述与分析。

2. 水土保持生态效益的指标体系

水土保持对生态环境具有不同方面的影响:一方面水土保持可能会改变土地利用情景和植被覆盖面积,影响生态系统的生产力;另一方面能够改变一定的产流和产沙量。不同的水土保持单项措施效益之

间不仅存在着正相关关系也存在着负相关关系,因此,水土保持对生态环境诸多方面的影响仅依靠单方面指标评价是不能概括的,必须进行水土保持的综合效益评价,来探究生态效益指标[4]。

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[5],它是对水土保持效益进行定性描述、定量分析时所用的变量。现如今国内外已经对水土保持综合效益评价做了大量的研究,并提出了各种不同的指标体系。S. Colombo 等[6]采用地表水和地下水质量、动植物质量、景观变化、退化区域治理、项目实施范围和创造就业 6 项指标评价半干旱地区的社会效益;A. J. Hernandez 等[7]通过一段时间的降雨后,监测研究不同植物类型区土壤中有有机质氮磷钾等含量的变化,来评价橄榄园的水土保持生态效益;朱悦等[8]选取黄土高原沟壑区两条典型流域,通过对比流域的土壤容重、孔隙度、土壤肥力等指标分析黄土高原沟壑区典型小流域水土保持措施蓄水保土效益;康玲玲等[9]研究土壤理化性质、水质、林草植被覆盖度和小气候的变化来探讨生态效益的评价方法。生态与环境效益评价,包括调水保土效益和生态效益的评价,目前国内多用绝对减少量和相对减少量分析其优劣[10]。

3. 水土保持生态建设的效益评价指标体系

水土保持生态建设的效益评价指标体系也十分重要,以水土保持生态建设的具体措施为基础,分别针对水土保持农业措施、林草措施和工程措施的实际功能确定效益评价内容,构建水土保持生态建设效益评价的指标体系。

水土保持的农业措施不仅能创造结构良好的疏松土层,还能调节土壤中空气与作物之间的协同关系,是发展农业生产、增加经济收入、改善生态环境的有效途径之一。农业措施主要功能表现为减少水土流失和提高作物产量两方面。其中,通过减少土壤蒸发和提高土壤入渗,减少地表水资源流失的功能,其效益最终反映在提高作物产量方面。因此,以减少土壤侵蚀和提高土地生产力作为农业措施的具体效益进行核算。

水土保持林草措施是在水土流失地区为涵养水源、保持水土、防风固沙、改善生态环境、开展多种经营增加经济与社会效益而采取的人工造林或飞播造林种草育林等一系列生态建设。在生态脆弱地区,由于自然等因素的限制,水土保持林草措施首先要考虑保护和改善环境的生态功能。因此,核算林草措施生态功能的价值主要从保(培)育土壤、减少土壤侵蚀、减少养分流失、减少泥沙淤积、涵养水源、净化环境、吸收 SO_2 、阻滞降尘、改善气候、保护农田、增加生物多样性和固碳制氧等方面进行效益分析。

水土保持工程措施是为防治水土流失危害,合理利用山区水土资源而修筑的各种工程建筑体,作为流域水土保持综合治理措施体系的主要组成部分,对改善流域环境具有重要作用。由于工程措施通常与林草措施和农业措施以水土保持综合体系的形式同时实施共同产生效益,为避免效益重复核算,仅核算工程措施区别于其他措施的主要功能所产生的效益。例如坡面工程效益、减少土壤侵蚀效益、提高土地产出效益、沟床工程效益等。

4. 生态系统服务功能的水土保持效益评价

4.1. 土圈效益

1) 防止土壤侵蚀和泥沙淤积

水土保持最基础的效益之一是减少土壤侵蚀量。水土流失不仅造成山区土地生产力低下,而且产生的泥沙大量淤积在河流、湖泊、水库中,加重了下游地区的自然灾害。当水土流失产生的大量泥沙进行重新分配时,造成河床抬高,航运能力下降,加剧了洪水的威胁,降低水库沟坝等的综合利用效益[11]。植物在防止土壤侵蚀方面起到了至关重要的作用。植物的枯枝落叶层覆盖在地面上,防止雨滴的冲击保

护了土壤。并且这些枯落物始终处于松软状态，其孔隙度和持水率较大，可吸收和增加降雨的入渗。由于枯落物对水源的蓄集和缓冲，保障了土壤吸收水分的时间，一定程度上降低了土壤侵蚀。

2) 保护土地资源

水土保持措施土圈效益也体现在保护水土流失区土地资源上，水土流失一方面使土层变薄、土壤退化，导致生产力下降；另一方面洪水泥石流冲刷、掩埋破坏了大量的土地资源，水土保持林草措施就避免了这方面的损失。林冠截留和降雨下渗减少径流量，减少水的流失；枯枝落叶层阻挡可以减小流速，防止冲刷，减少土的流失；林下枯枝落叶的腐烂可增加土壤有机质含量，为微生物、土壤动物和昆虫提供食物和保护条件，促进土壤孔隙的发育和水稳定性团粒结构的增加；这些都有助于保持水土[12]。在坡耕地，水土保持工程措施和水土保持农业措施可有效拦蓄降雨，防止径流产生，增加土壤养分，大幅度提高粮食产量[13]。需要注意的是土地资源一旦破坏，若不经修复，其损失将是长期甚至永续的，现如今已有较大面积的土地资源其破坏性人工难以修复。

3) 改善土壤肥力

土壤肥力的增加也是水土保持的效益之一，由于严重的土壤侵蚀和较低的植被生产力，水土流失区的土壤肥力只能维持在一个相当低甚至逐年恶化的水平。经过水土保持综合治理，土壤中养分含量增高以供植物吸收。土壤肥力很大程度上取决于土壤中的真菌、细菌蚯蚓等各种生物的活性，细菌能够固定大气中的氮，一公顷土壤中蚯蚓每年可加工 10 余吨有机物，极大的改善了土壤肥力及其理化性质。土壤在碳、氮等大量营养元素的循环中也发挥至关重要的作用[14]。

4.2. 水圈效益

1) 水源涵养效益

植物涵养水源包括林冠截流的降水量、枯枝落叶层的降水量和土壤的降水量三个部分。能减少和延迟降水进入河流，减少洪水的发生，带来巨大的经济效益[15]。一般而言，水土保持调蓄涵养水源的效益包括防洪效益和增加枯水期径流效益两个方面[16]。枯枝落叶层是林草保持水土涵养水源的核心层次，它能有效的阻碍土壤表面的水分和大气中的水分直接交换，抑制水分的蒸发。森林可以在雨季储存水分，而在旱季通过径流流出，可以延长丰水期，缩短枯水期，提高水资源的有效性，增加农田灌溉及城市供水能力[17]。水土保持蓄水效益不能混淆，要根据不同流域、不同时期具体分析。

2) 净化水质

水土流失导致水体中悬浮大量的泥沙，泥沙本身就是污染物，还携带大量的有害有毒物质流入到江河湖泊和水库，对水环境造成严重的污染，也严重影响了工农业生产和城市供水水质，水体污染控制成本也正在显著增加[11] [18]。水土保持净化水质的作用主要体现在控制非点源污染上。水土保持工程和耕种措施一方面能改善土壤的孔隙度，改善涵养水分能力强。土壤的离子交换吸附能力增强，土壤的蓄水保肥性能也会提高；另一方面改变产流产沙的条件，减少颗粒态污染物和土壤的流失，达到控制非点源污染的目的。林草措施一方面是植物的枯枝落叶层能减少雨滴击溅造成的土壤表层结构破坏和土壤侵蚀，减少水资源和污染物的流失；另一方面，促进雨水的迅速下渗，减少表面径流对土壤的冲刷，可以过滤降水、径流中多种污染物，使径流中的泥沙与固体颗粒发生沉降，从而削减污染物，达到控制非点源污染的效果。一部分污染物被植物吸收、转化，另一部分则在土壤孔隙面发生一系列的生物化学反应，腐殖化作用、硝化作用、反硝化作用、氧化作用等都十分活跃，能有效的去除有机物、硝态氮、铵态氮等污染物[19]。经过综合措施治理的流域，能降低农业地区地表径流对水体的污染，下游地区的水质得到极大的改善。地表径流泥沙的 80%~90% 可被森林植被削减，减少有毒有害物质进入水体，起到净化水质的作用。

4.3. 大气气圈效益

1) 固碳释氧功能

该功能以水土保持林草措施最突出。植物具有固碳制氧、调节气候的作用，能够吸收 CO_2 释放 O_2 ，维持地球上的碳氧平衡。植物在生长过程中通过光合作用，吸收大气中的 CO_2 将其固定在各种器官和组织中，完成 CO_2 的固定，同时又释放所有生命生存不可缺少的氧气，成为氧气的“天然制造厂”。

绿色植物的光合作用是其他任何生物都无法完成的。因此，通过光合作用释放的氧气在功能上是不能通过工业和医用氧助燃、辅助呼吸等作用来替代，在价格上也不能等量代换。目前为止，无法找到一种与光合作用释放氧气功能相等的替代物，因此，植物释放氧气的效益难以计算。

2) 净化空气

水土保持林草措施可以降低风速，减少大气中风沙物质含量；森林植物叶片表面多绒毛，有油脂和粘性物质，能吸附、滞留一部分粉尘和降低噪声；另外有些树木能分泌具有杀菌或抑菌能力的挥发性物质，从而使空气含尘量减少，空气得到净化[20]。但是，除少数工矿及交通干道沿线外，水土流失严重的山区一般没有严重的空气污染物，水土保持措施净化空气的效益也就无从谈起。

3) 改善小气候

水土保持措施具有改善小气候的作用，小气候指标是生物生长发育最重要的环境因子，不同的植物群落形成不同的小气候环境，而各异的小气候生境又构成了不同的生物群落。水土保持必然会促进区域内小气候的形成，对于水土流失区域小气候的评价，可以反映当地生态环境的改善程度[21]，小气候中的温度、湿度、光照、通风等条件，直接影响作物的生长，这种效益主要体现为增加农产品的产量。

4.4. 生物圈效益

生物圈效益主要体现在保护植物和生物多样性方面。生态系统为各类生物生存提供场所并且为生物的进化和物种多样性的产生提供了条件。在维护和保存物种多样性的同时还为农作物的品种改良提供了基因，一定程度上增加了农林牧产品的产量，保证了供给。避免了在人类社会中日益增长的物质需求而破坏大量的植被，也就间接的保护了森林、草原，维持生态系统趋于相对稳定的状态，保护了物种的多样性。

5. 结语

水土保持生态建设能有效防治水土流失，提高土地生产力，改善区域生态和社会环境，是建设生态文明，实现社会可持续发展的重要保障。目前，对水土保持生态建设效益的概念、内涵和评价方法尚未形成统一、公认的结论评价方法或单纯侧重效益的物质质量评价，或停留在定性或半价值化程度。

我国地域辽阔，自然条件的空间差异显著，生态退化的类型和特点不同，开展水土保持生态建设需要因地制宜采取不同的措施才能产生最佳的治理效果。不同区域的水土保持生态建设通常包含不同的具体措施，选取不同的生态指标进行评价，从而具有不同的效益内容。即使由相同措施组成的水土保持生态建设，在不同的地域也会具有不同的效益重点。随着人类对生态环境认识不断加深，水土保持生态建设综合效益的内容也将不断丰富和变化。因此，很难找到一种效益评价指标体系能够包含所有的效益内容或适用于所有的区域。针对相对合理和全面的效益评价指标体系及其核算方法，建立完整的全国性的基础参数监测网络，对于水土保持生态建设综合效益评价具有重要意义。

基金项目

黄河水利科学研究院科技发展基金项目“黄土高原沟壑区塬面保护与治理技术指标分析”(项目编号

黄科发 201707)。

参考文献 (References)

- [1] 刘震. 我国水土保持情况普查及成果运用[J]. 中国水土保持科学, 2013, 11(2): 1-5.
- [2] 田卫堂, 胡维银, 李军, 高照良. 我国水土流失现状和防治对策分析[J]. 水土保持研究, 2008, 15(4): 204-209.
- [3] 毕华兴, 郭孟霞, 姜德文, 等. 论新时期水土保持激励政策[J]. 中国水土保持科学, 2006, 4(6): 9-102.
- [4] 赵建民. 基于生态系统服务理论的水土保持综合效益评价研究——以黄土高原中部丘陵区为例[D]: [博士学位论文]. 西安: 西北农林科技大学, 2010.
- [5] 李锐. 试区航空遥感监测研究[A]. 黄土高原区域治理评价[C]. 北京: 科学出版社, 1992: 347-398.
- [6] Colombo, S., Calatrava-Requena, J. and Hanley, N. (2006) Analysing the Social Benefits of Soil Conservation Measures Using Stated Preference Methods. *Ecological Economics*, **58**, 850-861.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2005.09.010>
- [7] Hernandez, A.J., Laeasta, 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.
<https://doi.org/10.1016/j.agwat.2004.09.030>
- [8] 朱悦, 姜丽华, 毕华兴, 吴智洋, 云雷, 高路博, 雷娜, 许华森, 鲍彪. 黄土高塬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.
- [9] 康玲玲, 王云璋, 吴卿, 陈法中. 水土保持生态效益评价方法探讨[J]. 中国水土保持, 2004(9): 22-24.
- [10] 吴淑芳, 冯浩, 吴普特. 坡面喷施高分子化合物集流效率的试验研究[J]. 水土保持学报, 2005, 19(1): 11-17.
- [11] 李进鹏. 延河流域水土保持生态服务价值评价[D]: [硕士学位论文]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2010.
- [12] 邢星. 广州市城市森林生态效益评价[D]: [硕士学位论文]. 北京: 北京林业大学, 2006.
- [13] 康玲玲, 王云璋, 王云, 高清林, 陈晓兵. 三川河流域近 30 年水土保持蓄水拦沙效益分析[J]. 水力发电, 2003, 29(7): 11-15.
- [14] 吴岚. 水土保持生态系统服务功能及其价值研究[D]: [博士学位论文]. 北京: 北京林业大学, 2007.
- [15] 张艳军, 赵纯勇, 郭跃. 水土保持的生态效益评价分析——以重庆市南岸区为例[J]. 沈阳师范大学学报, 2005, 23(2): 216-221.
- [16] 冉大川, 刘斌, 王宏, 等. 黄河中游典型支流水土保持减洪减沙效益研究[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 2006.
- [17] 薛立, 彭耀强, 王汉忠, 曾锋, 尹旭. 广东省生态公益林水土保持和水源涵养效益估算[J]. 水土保持通报, 2011, 31(6): 165-167.
- [18] 毛延萍. 延河流域水污染现状及防治对策[J]. 陕西环境, 2002, 9(6): 29-31.
- [19] 王浩, 尹明万, 秦大庸, 等. 水利建设边际成本与边际效益评价[M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [20] 余新晓, 吴岚, 饶良懿, 李静锐, 杨永强. 水土保持生态服务功能评价方法[J]. 中国水土保持科学, 2007, 5(2): 110-113.
- [21] 陈渠昌, 张如生. 水土保持综合效益定量分析方法及指标体系研究[J]. 中国水利水电科学研究院学报, 2007, 5(2): 95-104.

期刊投稿者将享受如下服务：

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>

期刊邮箱：ojswc@hanspub.org