

水土保持工程措施生态服务功能的物质量化分析

高照良^{1,3,4} 田红卫² 王冬³ 郭亚军⁵

(1. 西北农林科技大学 水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100 ;

2. 西北农林科技大学 资源环境学院, 陕西 杨凌 712100 ;

3. 中国科学院 / 水利部 水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100 ;

4. CSIRO Land and Water, GPO Box 1666, Canberra ACT 2601, Australia ;

5. 西北农林科技大学 经济管理学院, 陕西 杨凌 712100)

摘要: 在中国土壤侵蚀严重的情况下, 运用生态服务功能的相关理论可以正确评价水土保持措施的作用, 并为合理的生态建设规划提供依据。文章在梳理国内外水土保持工程措施生态服务功能物质质量研究进展的基础上, 运用经济外部性理论、公共产品理论、生态环境价值、土壤学、土壤地理学、水土保持学、生态经济学的理论等基本理论为依据, 根据《水土保持综合治理规划通则(GB/T—15772—1995)》和《水土保持综合治理效益计算方法(GB/T—15774—1995)》, 借鉴蓄水拦沙指标体系经济参数, 对梯田(淤地坝)蓄水与保土量、梯田(淤地坝)减洪与减沙量的生态服务功能物质质量进行计算, 提出符合实际的解决办法, 以期实现水土保持工作的良性发展, 为我国水土保持决策部门提供科学的数据支撑。

关键词: 水土保持; 工程措施; 生态服务功能; 物质质量计算

文献引用: 高照良, 田红卫, 王冬, 等. 水土保持工程措施生态服务功能的物质量化分析[J]. 生态经济, 2012(11): 149~153, 170.

中图分类号: S157 **文献标识码:** A

Soil and Water Conservation Ecological Service Function Engineering Measures Things Quality Calculation

GAO Zhaoliang^{1,3,4}, TIAN Hongwei², WANG Dong³, GUO YaJun⁵

(1. Northwest A & F University, Institute of Soil and Water Conservation, Yangling Shaanxi 712100, China;

2. Resources and Environmental Sciences University of Science and Technology, Northwest Agriculture and Forestry, Yangling Shaanxi 712100, China;

3. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences, Yangling Shaanxi 712100, China;

4. The CSIRO Land and Water, GPO Box 1666, Canberra ACT 2601, Australia;

5. Economics and Management University of Science and Technology, Northwest Agriculture and Forestry, Yangling Shaanxi 712100, China)

Abstract: Taking China's severe soil erosion into account, application the related theory of ecological service function can correctly evaluate the effect of soil and water conservation measures and provide the foundation for the reasonable ecological construction planning. On the basis of combing the research progress of ecological service function quality of soil and water conservation at home and abroad, using the theories of economic externality, public production, ecological environment value, soil science, soil geography, soil and water conservation, ecological economics as the basis, according to the documents of *Comprehensive Management Planning of Soil and Water Conservation in General* (GB/T-15772-1995) and *Calculation Method of Comprehensive Management Benefit of Soil and Water Conservation* (GB/T-15774-1995), drawing lessons from the economic parameters of water storage and silt detention indexes system, the paper calculates the ecosystem service quality on the quantity of water storage and soil conservation as well as flood and sediment reduction in terrace (dam). Further, it puts forward to practical solution in order to realize the benign development of soil and water conservation work in China and provides scientific data supporting for decision-making branch.

Key words: soil and water conservation; engineering measures; ecological service function; content quality calculation

土壤侵蚀是指在自然条件和人类活动作用下水力、风力、重力等营力导致的水土资源和土地生产力的破坏和损失。据全国第二次遥感调查, 土壤侵蚀总面积 $356 \times 10^4 \text{ km}^2$, 其中水蚀面积 $165 \times 10^4 \text{ km}^2$, 风蚀面积 $191 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。土壤侵蚀主要发生在山区、丘陵区 and 风沙区, 在平原区和沿海地区也局部存在。侵蚀形式多样, 类型复杂, 治理难度大。水蚀、风蚀、冻融侵蚀及滑坡、泥石流等重力侵蚀相互交错, 成因复杂。我国是世界上土壤侵蚀最严

基金项目: 新疆维吾尔自治区水利厅科研计划重点项目“新疆维吾尔自治区能源开发水土保持补偿机制研究”

作者简介: 高照良(1969~), 男, 河南灵宝人, 博士, 副研究员, 硕士生导师, 研究方向为水土保持与荒漠化防治、水土保持生态工程规划与设计; 田红卫(1987~), 男, 陕西洋县人, 硕士, 研究方向为水土保持与荒漠化防治、环境科学、水土保持生态工程规划与设计。

通讯作者: 田红卫 E-mail: bangeyueliang_tian@163.com

重的国家之一^[1]。土壤侵蚀直接关系到国家生态安全、防洪安全、粮食安全和饮水安全。《水土保持法》于1991年颁布以后,水土保持成为我国的一项基本国策,水土保持工作力度的加大,对改善生态环境和农业生产条件,促进国民经济可持续发展发挥了重要作用^[2]。

中华人民共和国成立60多年以来,中央政府对水土保持工作日益重视,投入了巨大的人力、物力和财力,国家水利部先后开展了三次全国水土流失遥感普查,基本摸清了全国水土流失情况和动态趋势。2005年国家水利部、中国科学院、中国工程院联合开展了“中国水土流失与生态安全综合科学考察”^[2]。为加快植被恢复和水土流失治理步伐,国家水利部在总结多年来水土流失治理经验的基础上创新性的提出了“生态恢复”这一水土保持理念。“生态恢复”强调遵循生态系统的演进规律,依据整体、协调、循环再生的原理,合理利用自然力量和人为力量,对已损害或退化的生态系统进行重建,以达到恢复生态系统的良性循环和功能。我国是世界上水土流失最严重的国家。严重的水土流失制约着我国经济社会的可持续发展,已成为头号环境问题^[3]。加快土壤侵蚀治理进程,改善生态环境,是我国21世纪面临的重大而紧迫的战略任务。中央2011年3月16日发布的《中华人民共和国国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》等重要文件中提出要完善生态补偿政策,尽快建立生态补偿机制,防止土壤侵蚀^[4]。因此,研究水土保持工程措施生态服务功能的物质量化,具有重要的现实意义和理论价值。

1 生态服务功能重要性评价及评价内容

尽管国际学术界对水土保持生态服务功能还没有一个统一而明确的定义,且研究不多,但还是做出了一些与水土保持补偿相关的生态服务功能研究与探讨。在20世纪80年代初期之前,国内对水土流失经济损失评估的研究较为鲜见,其计量的方法亦均十分简单,基本上采用损失总量乘以单位损失价来估算。生态系统服务功能的研究是近几年才发展起来的生态学研究领域^[5]。

生态系统服务(ecosystem services)指人类从生态系统获得的所有惠益,包括供给服务(如提供食物和水)、调节服务(如控制洪水和疾病)、文化服务(如精神、娱乐和文化收益)以及支持服务(如维持地球生命生存环境的养分循环)^[6]。它不仅给人类提供生存必需的食物、医药及农业生产的原料,而且维持人类赖以生存和发展的生命支持系统^[6]。生态服务功能是指生态系统与生态过程所形成及所维持的人类赖以生存的自然环境条件与效用,它不仅为人类提供了食品、医药及其他生产生活原料,更重要的是维持人类赖以生存的生命支持系统,维持生命物质的生物

地化循环与水文循环,维持生物物种与遗传多样性,净化环境,维持大气化学的平衡与稳定,生态系统服务对于地球持续使用和人类社会的持续发展起到决定性作用^[6]。

生态服务功能重要性评价评价要求:(1)生态服务功能重要性评价主要针对区域的典型生态系统,对生态系统服务功能的综合特征评价。(2)生态服务功能评价主要根据评价区生态系统服务功能的重要性,分析生态服务功能区域分异规律,明确划分生态系统服务功能的重要区域。

生态系统服务保护面临着许多困难和压力,那些当地的,眼前的,能够直接受益且对实际生活有重大影响的生态系统服务,往往容易被人们理解和重视,其生态系统服务在缺失时才会倍受瞩目^[7]。生态服务功能重要性评价的评价内容:(1)生物多样性保护功能评价;(2)水源涵养和水文调蓄功能评价;(3)土壤保持功能;(4)沙漠化控制功能评价;(5)营养物质保持功能评价;(6)海岸带防护功能评价。

2 水土保持工程措施生态服务功能物质质量计算研究进展

水土保持是指对自然因素和人为活动造成水土流失所采取的预防和治理措施,其目的在于减少水土流失、保护、改良与促进水土资源的合理利用,维护和提高土地生产力,以利于充分发挥土资源的经济效益和社会效益,建立良好生态环境的综合性科学技术。水土保持措施主要包括生物措施、工程措施和农耕措施^[8]。水土保持工程是一门应用工程学原理,研究山区、丘陵区水土流失防治,水土资源的保护、改良、合理利用,以充分实现水土资源的经济效益、社会效益、生态效益,建立良好生态环境的自然科学。其研究对象是坡面与沟道中的水土流失机理,即研究在水力、重力、风力、冰川等多种外营力和各种侵蚀形式的作用下,水和土的损失过程及采取防治的工程措施。就是通过各种措施改变小地形,达到改变径流流态,减少和防止土壤侵蚀,拦蓄利用径流泥沙的目的^[9]。水土保持工程措施是小流域水土保持综合治理措施体系的主要组成部分,它与水土保持生物措施及其他措施同等重要,不能互相代替。水土保持工程研究的对象是斜坡及沟道中的水土流失治理,即在水力,风力,重力等外营力作用下,水土资源损失和破坏过程及工程防治措施。水土保持工程是在小流域内修建工程设施防治水土流失,是综合治理体系的重要组成部分。水土保持工程可以分为以下四种类型:(1)山坡防护工程;(2)山沟治理工程;(3)山洪气压层工程;(4)小型蓄水用水工程。但开发建设项目一般分为工程措施、植物措施和临时工程措施^[10]。

价值计算方法和蓄水拦沙指标体系作为水土保持工程措施生态服务功能物质质量计算的关键,也是水土保持学科的重要研究内容。经过长期的探索和研究取得一些有价值

的研究成果^[11]。从20世纪50年代起有关科研部门陆续在黄土高原几个主要侵蚀类型区建立了径流小区和小流域径流泥沙观测站,对水土保持措施的拦沙效益进行了研究^[12]。水利部黄河水利委员会相继成立了天水、绥德、西峰水土保持科学试验站,三个水土保持科学试验站开展的类型区水土流失规律和单项与综合治理技术专项试验研究,逐渐形成一定的规模,为我国的水土保持科学试验研究起到了奠基和导向作用,流域内有关部委科研机构及地方站所也结合各自的研究项目相继开展了一些水土保持措施的拦沙试验工作。西北农林科技大学依托学科优势和人才优势,积极开展水土保持工程措施生态服务功能的物质量化工作。先后建立农业科技试验示范站14个、示范基地59个。70年代后,中国科学院水利部水土保持研究所、内蒙古自治区水利科学研究、甘肃省农业科学院、山西省水土保持研究所等及大专院校,陆续在黄土高原乾县、淳化、长武、隰县、安塞、米脂、离石、固原、西吉、定西和准格尔旗等有代表性的侵蚀类型区,建立了径流小区和径流泥沙观测站,以土壤侵蚀和资源环境科学理论为基础,以遥感信息技术为支撑,利用全数字化方式研究多种分辨率的区域水土保持及其环境时空格局,建立比较完善的区域水土流失评价理论与技术方法和数据支撑体系。对水各类水土保持措施的拦水、拦沙效益进行了深入研究,为区域水土保持治理和生态环境建设,提供实时数据支持和决策依据。如陕北安塞试区建立的丘陵沟壑区纸坊沟“水土保持型生态农业”实体模型,形成了农田水肥有效转化、土地果园补水灌溉及优质丰产栽培、林草植被恢复建造等三大技术体系,提出了水土保持型生态农业持续发展诊断评价指标。20世纪80年代,中国科学院院士朱显谟就提出黄土高原国土整治28字方针,20世纪80年代初提出了“黄土高原国土整治28字方略”。其内容是“全部降水就地入渗拦蓄,米粮下川上塬、林果下沟上岔、草灌上坡下抓”。论述了黄土高原区域治理模式和水土保持措施优化配置与优化设计^[13]。20世纪80年代起我国科研人员针对水土保持措施的蓄水拦沙指标体系展开大量研究,且多数围绕黄河水沙变化及水土保持措施对减少入黄水沙量。20世纪90年代,中国农业大学曾采用市场价值法和影子工程法对水土流失的直接经济损失进行了研究。把水土流失的经济损失分为直接经济损失和间接经济损失两部分。北京林业大学王礼先教授从水土流失蚕食农田而导致土地废弃方面,估算全国每年的经济损失为20亿元;因水土流失导致水库、山塘淤积的经济损失全国年达100亿元^[14]。进入21世纪,北京大学城市与环境学系土地科学中心提出,不同类型生态系统生态资产评估工作应从环境与生态系统资源的地域空间差异性、生态服务功能资本价值的空间流转和异地实

现、生态系统资源和生态服务功能稀缺性与需求性的区域差异、社会经济发展水平的区域差异性四个方面考虑。提出有必要建立一种基于空间格局的环境与生态系统生态资产评估的区域范式,首先对评估区域进行生态地域划分,并以此作为控制性框架指导具体工作;然后分别用生态功能分区、域外价值评估、生态资产稀有性评估、生态资产需求性评估分别校正以上四个方面存在的问题,最终划定评估区域环境与生态系统生态资产空间格局^[15]。

3 水土保持工程(梯田)措施生态服务功能物质质量计算

我国历代人民在水土保持实践中创造了许多行之有效的水土保持工程措施。早在西汉时期已经出现了雏形“梯田”。陂塘的利用和兴建早在《禹贡》和《诗经》中已有记述。黄河中游的山区农民在18世纪开始打坝淤地^[16]。水土保持措施重要功能就是保持水土。主要表现在林草措施具有截留降水、抑制蒸发、缓和地表径流、增强土壤下渗、增加降水等功能。

3.1 梯田蓄水、保土量计算

中国早在秦汉时期就开始有梯田。梯田是在坡地上分段沿等高线建造的阶梯式农田。是治理坡耕地水土流失的有效措施,蓄存一定的水量、保护土壤、提高作物养分利用效率,增加产量的作用十分显著^[17]。根据《水土保持综合治理效益计算方法》(GB/T15774—1995)要求,对梯田水土保持综合治理项目成果做了效益分析,并计算出各项措施的基础效益和经济效益,梯田的蓄水保土效益用梯田的减蚀、减流有效面积 F_e 与相应的减蚀、减流模数相乘得出,其关系式如式(1)和式(2)^[18]:

$$\Delta W = F_e \Delta W_m \quad (1)$$

$$\Delta S = F_e \Delta S_m \quad (2)$$

式中, ΔW 为某项措施的减流总量, m^3 ; ΔS 为某项措施的减蚀总量,t; F_e 为某项措施的有效面积, hm^2 ; ΔW_m 为减少径流模数, m^3/hm^2 ; ΔS_m 为减少侵蚀模数,t/ hm^2 ;

ΔW_m 与 ΔS_m 的计算公式用有梯田坡面的径流模数、侵蚀模数与无措施(坡耕地、荒坡)坡面的相应模数对比而得,其关系式如(3)和式(4):

$$\Delta W_m = W_{mb} - W_{ma} \quad (3)$$

$$\Delta S_m = S_{mb} - S_{ma} \quad (4)$$

式中, ΔW_{mb} 为治理前(无措施)径流模数, m^3/hm^2 ; ΔW_{ma} 为治理后(有措施)径流模数, m^3/hm^2 ; ΔS_{mb} 为治理前(无措施)侵蚀模数,t/ hm^2 ; ΔS_{ma} 为治理后(有措施)侵蚀模数,t/ hm^2 。

3.2 梯田减洪、减沙量计算

3.2.1 减洪量

梯田减洪指标体系的建立过程实质是如何把代表小区

梯田减洪指标应用于流域的过程,即小区推大区的问题,亦即改善或消除影响小区与大区梯田减洪指标因素的差异。洪量即一场洪水产生了多少立方米的水。注意这个洪量和流量的区别,洪量是一个体积单位,一般单位是 m^3 ;流量是通量单位,一般单位是 m^3/s ,流量乘以时间即是水量^[19]。根据黄河水利科学研究院水土保持研究所总工程师冉大川对黄河中游地区梯田减洪减沙作用分析,可将梯田减洪量的计算公式归结为:

$$\Delta W_1 = F_e \cdot W_t \quad (5)$$

式中, ΔW_1 为梯田的减洪量, $\times 10^4 m^3$; f_e 为计算年梯田的有效面积, km^2 ; W_t 为计算年流域天然状况下的产洪模数,可以根据流域水量平衡原理通过试算确定, m^3/km^2 。

3.2.2 减沙量

减沙量用以洪算沙的方法计算,公式为:

$$\Delta S_1 = \gamma_s \cdot \Delta W_1 / K \quad (6)$$

式中, ΔS_1 为梯田的减沙量, t ; K 为流域梯田拦洪时的洪沙比; γ_s 为淤泥干容重,取 $\gamma_s = 1.35 t/m^3$ 。通过计算 1970 ~ 1996 年,河龙区间梯田年均减洪减沙量分别为 $3290 \times 10^4 m^3$ 和 $1180 \times 10^4 t$,分别占水土保持措施(梯、林、草、坝)减洪减沙总量的 9.2% 和 7.9%^[20]。

3.3 淤地坝减沙量计算

黄河中游水土保持生态建设工作已进入一个全新的历史时期,黄土高原淤地坝建设工程已于 2003 年 11 月正式启动。因地制宜、突出重点、综合治理是水土保持生态建设工作的基本思路。根据冉大川、罗全华《黄河中游地区淤地坝减洪减沙及减蚀作用研究》一文^[21],对淤地坝减沙减洪效益的分析,进行分析计算。淤地坝减沙量包括淤地坝的拦泥量、减轻沟蚀量,以及由于坝地滞洪和流速减小对坝下游沟道侵蚀量的影响减少量。目前拦泥量、减蚀量可以通过一定的方法来进行计算,消峰滞洪对下游沟道的影响减少量还无法计算,因此仅计算前两部分量。

3.3.1 拦泥量计算

淤地坝是黄土丘陵沟壑区和残源沟壑区的重要治沟措施,具有滞洪、拦泥和淤地等多项功能。建坝初期,其主要任务是拦泥,同时也可起到滞洪作用,实现流域泥沙基本全拦全蓄。随着淤地坝拦泥量的增加和淤地面积的逐步扩大,淤地坝的任务则由拦泥、滞洪转为拦泥与生产^[22],其总拦泥量的计算分两部分,第一部分是已淤成坝地部分的拦泥量^[23]。计算公式为:

$$W_{sg1} = fM_s(1-a_1)(1-a_2) \quad (7)$$

式中, W_{sg1} 为已淤成坝地的拦泥量, $\times 10^4 t$; f 为坝地的累积面积, hm^2 ; M_s 为不同流域内坝地拦泥定额,即单位面积坝地的拦泥量, $\times 10^4 t/hm^2$; a_1 为人工填垫及坝地两岸坍塌所形成的坝地面积占坝地总面积的比例,黄河中游地

区取 $a_1 = 0.1 \sim 0.2$; a_2 为推移质在坝地拦泥量中所占的比例系数,黄河中游地区取 $a_2 = 0.1$ 。

第二部分是未淤成坝地部分的拦泥量。相关研究表明,淤地坝的拦泥年限一般在 13a 左右,因而采用了淤积年限 $n(n=13)$ 这一指标,并根据历年坝地累积面积的变化趋势,对未淤满的坝地按“淤成”预测,从而求出未淤成坝地部分的拦泥量。计算公式为:

$$W_{sg2} = \frac{1}{13} \sum_{i=1}^{13} (f_i - f_{i-1}) \cdot M_s(1-a_1)(1-a_2) \quad (8)$$

式中, W_{sg2} 为未淤成坝地部分的拦泥量; f_i 为测年每年“淤成”的坝地面积, hm^2 。由此可得淤地坝总拦泥量为:

$$\Delta W_{sg} = W_{sg1} + W_{sg2} \quad (9)$$

3.3.2 减蚀量计算

淤地坝的减蚀作用在沟道建坝后即行开始。其减蚀量一般与沟壑密度、沟道比降及沟谷侵蚀模数等因素有关,其数量包括被坝内泥沙淤积物覆盖下的原沟谷侵蚀量和波及影响的淤泥面以上沟道侵蚀的减少量。后一部分的数量较难确定,通常是在计算前一部分的基础上乘一扩大系数。减蚀量的计算公式:

$$\Delta W_{sj} = F \cdot W_{sj} \cdot k_1 \cdot k_2 \quad (10)$$

式中, ΔW_{sj} 为计算年淤地坝减蚀量, $\times 10^4 t$; F 为计算年淤地坝的面积; W_{sj} 为计算年内流域的侵蚀模数, t/km^2 ; k_1 为沟谷侵蚀量与流域平均侵蚀量之比。根据水利部黄河水土保持西峰治理监督局南小河流域多年小区及小流域的观测资料^[24],多年平均侵蚀模数为 $6870 t/km^2 \cdot a$ 。沟谷地侵蚀模数为 $15200 t/km^2 \cdot a$,按此推算,黄土高原沟壑区的 k_1 值为 2.20,黄河中游黄土丘陵沟壑区取 $k_1 = 1.75$; k_2 为坝地以上沟谷侵蚀的影响系数。在淤地坝中还有一部分是修建在沟道比较平缓、沟床已不再继续下切、沟坡多年来比较稳定、沟谷侵蚀已达到相对稳定程度的流域内,当坝建成后基本无减蚀作用,在计算减蚀量时还应扣除这一部分^[25]。由于对这一部分不减蚀坝地目前还没有更好的办法来分割,但又确实存在,研究中可假设这一部分未扣除的减蚀量和对坝地以上沟谷侵蚀的减少量相互抵消,即取 $k_2 = 1.0$ 。

3.3.3 淤地坝的总减沙量

依据上述公式可以求出淤地坝的减沙量 $\Delta W_{s总}$:

$$\Delta W_{s总} = \Delta W_{sg} + \Delta W_{sj} \quad (11)$$

通过计算 1970 ~ 1996 年,泾河流域淤地坝年均拦泥 $595 \times 10^4 t$,其中未淤成坝地年均拦泥 $53.6 \times 10^4 t$,占年均拦泥量的 9%;减蚀 $39.6 \times 10^4 t$;年均减沙总量 $634.6 \times 10^4 t$,减蚀量占减沙总量的 6.2%。

3.4 淤地坝减洪量计算

淤地坝是指在水土流失地区各级沟道中,以拦泥淤地为目的而修建的坝工建筑物,其拦泥淤成的地叫坝地。在

流域沟道中,用于淤地生产的坝叫淤地坝或生产坝^[23]。截至2002年年底,黄土高原地区建成淤地坝其中骨干坝1480座,中小型坝11.2万座,合计11.35万座,淤地 $32 \times 10^4 \text{hm}^2$,保护川台地 $1.87 \times 10^4 \text{hm}^2$ 。其中,陕西、山西、内蒙古3省(自治区)共有淤地坝9万余座,占总数的79.1%。多沙区分布10.6万座、占总数的93.4%,多沙粗沙区分布8.52万座,占总数的75.1%^[26]。同时,建成的数十条小流域坝系,在各地都起到示范作用,促进了坝系建设的快速发展^[27]。黄土高原地区土层深厚,黄土广布,具有质地均匀、结构疏松、透水性强、易崩解、脱水固结快等特点,是良好的筑坝材料,可以就地取材。同时,随着退耕还林还草政策的深入贯彻执行,为淤地坝建设提供了巨大的剩余劳动力市场。淤地坝的减洪量计算包括两部分:一部分是计算已经淤平后作为农地利用的坝地减洪量;另一部分是计算仍在拦洪时期的淤地坝减洪量。淤地坝淤平后,坝地已经利用,其减洪作用就与有埂的水平梯田一样。仍在拦洪时期的淤地坝,其拦泥和拦洪是同时进行的,拦洪的目的是拦泥,泥中有水。淤泥中所含的水分,有一部分将耗于蒸发,另有一小部分渗入地下后又流入河中。据此分析计算这部分减洪量时,不能考虑其蓄水量,只能计算淤泥中所含的水量。

3.4.1 淤平地坝地减洪量计算

已淤平地坝地减洪量的计算公式为:

$$\Delta W_1 = f_i \cdot W_i \cdot \eta \quad (12)$$

式中, W_1 为已淤平地坝地的减洪量, $\times 10^4 \text{m}^3$; f_i 为计算年流域坝地的面积, km^2 ; W_i 为计算年流域天然状况下的产洪模数,可以根据流域水量平衡原理通过试算确定, m^3/km^2 ; η 为减洪系数,以有埂水平梯田看待,取 $\eta=1.0$ 。

3.4.2 拦洪时期坝地减洪量计算公式

仍在拦洪时期的淤地坝,其减洪量可根据淤地坝的总拦泥量 W_{sg} 反推。计算公式为:

$$\Delta W_2 = K \cdot (\Delta W_{sg}) \gamma_s \quad (13)$$

式中, W_2 为仍在拦洪时期淤地坝的减洪量, $\times 10^4 \text{m}^3$; K 为流域淤地坝拦洪时的洪沙比; γ_s 为淤泥干容重,取 $\gamma_s = 1.35 \text{t}/\text{m}^3$ 。对于 K 值,根据水利部黄河水利委员会绥德水土保持科学试验站对陕西绥德韭园沟实测资料的分析^[28],黄土丘陵区淤地坝拦洪时的洪沙体积重量比为 1.977:1,即 1.977 m^3 的洪水携带 1m^3 的淤泥;1991年水利部黄河水利委员会绥德水土保持科学试验站对3次洪水后的10座淤地坝进行了典型调查,得出淤地坝拦泥后的洪沙体积重量比为 1.797:1^[29]。根据上述资料,最后综合确定河龙区间 $K=1.433 \sim 2.4$;泾河、北洛河流域 K 值分别为 2.462 和 2.652;渭河流域 $K=1.5 \sim 2.0$ 。由此可以求出淤地坝的总减洪量 $W_{坝}$ 为:

$$W_{坝} = W_1 + W_2 \quad (14)$$

4 结论与讨论

本文借鉴水土保持科学关于水土保持工程措施、水土保持生态服务功能及其价值在减少径流量、减少侵蚀、蓄存一定的水量、保护土壤、提高作物养分利用效率,增加产量方面的相关研究,将生态问题和经济社会发展的重要方面——水土保持纳入研究视野,试图建立起科学的分析框架和理论模型,确定与经济社会发展水平相宜的补偿机制以及合理的补偿标准,为打破利益格局长期不平衡寻找突破口。从水土保持的生态系统功能的角度构建计算水土保持工程措施生态服务功能物质质量的计算公式及计算步骤,对于实践中衡量水土保持工程生态服务效益具有一定的借鉴意义^[30]。如果在计算中考虑到水合泥沙的经济价值,本公式也可以用来计算水土保持工程措施生态服务功能的经济价值,对于计算水土保持措施补偿费标准有一定的意义^[31]。

参考文献:

- [1]周鑫. 珍惜生命之源 呵护万物之本——《中华人民共和国水土保持法》立法修订历程及展望[J]. 法治与社会, 2011(1): 7~8.
- [2]周婷玉, 崔清新. 50年后东北千万亩耕地黑土层可能尽失[N]. 粮油市场报, 2010-10-29.
- [3]蔡建勤, 张长印, 陈法杨. 全国水土保持生态修复分区研究[J]. 中国水利, 2004(4): 3~5.
- [4]中华人民共和国国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要[N]. 光明日报, 2011-03-16.
- [5]刘玉龙. 生态系统服务功能价值评估方法综述[J]. 中国人口·资源与环境, 2005(1): 87~92.
- [6]李鲁欣. 鄱阳湖流域生态系统服务功能重要性评价——基于AHP分析方法[J]. 安徽农业科学, 2008(20): 8786~8787.
- [7]王卫红. 生态系统服务功能的保护与可持续发展[J]. 科技情报开发与经济, 2001(2): 73~76.
- [8]于宝良, 张春萍. 浅谈治理水土流失的水土保持工程措施[J]. 民营科技, 2011(3): 222~223.
- [9]水利部国际合作与科技司. 水土保持综合治理效益计算(GB_T15774~1995)[M]. 北京: 中国水利出版社, 2008.
- [10]余新晓, 吴岚, 饶良懿, 等. 水土保持生态服务功能评价方法[J]. 中国水土保持科学, 2007(4): 15~17.
- [11]康玲玲. 水土保持坡面措施蓄水拦沙指标体系的回顾与评价[J]. 中国水土保持科学, 2004(5): 7~12.
- [12]吴岚. 水土保持生态服务功能及其价值研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2007.
- [13]朱显谟. 黄土高原国土整治“28字方略”的理论与实践[J]. 中国科学院院刊, 1998(10): 270~275.
- [14]王礼先. 水土保持学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1995.
- [15]李双成, 郑度, 张德理. 环境与生态系统资本价值评估的区域范式[J]. 地理科学, 2002(3): 232~236.
- [16]冉大川. 黄河中游地区梯田减洪减沙作用分析[J]. 人民黄河, 2005(1): 51~53.
- [17]冉大川, 柳林旺, 赵力仪. 黄河中游河口镇至龙门区间水土保持与水沙变化[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 2000.
- [18]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

(下转 170 页)

多,力量分散,拥有的社会资源相对较少,组织起来一致行动的成本较大,在维护自身利益的过程中处于相对不利的地位。

政府与公民利益群体同时出现在协议保护项目中,在中国现阶段的国情下,代表政府一方的利益群体处于支配地位,而公民利益群体受主客观条件的影响不能维护自身利益,处于被支配地位。因此,代表政府一方的利益群体不能为维护自身既得利益而挫伤处于被支配地位的利益群体参与项目的积极性,影响其群体利益,所以,在协议保护项目中,各个利益群体之间相互尊重、平等参与、共同协调、合理角色扮演是关键。那么,如何制订措施保障关键利益群体的角色扮演准确到位,则显得更加重要。

第一,政府应该为协议保护的发展提供良好的外部环境。协议保护,这种新型的生态多样性保护机制,其发展需要我国政府的倡导和扶持。首先是政策支持。协议保护作为一种与人类生存与发展密切相关的生态保护措施,在政策上必须与经济发展相协调,但我国政府目前只关注经济发展而相对忽视生态环境的保护。因此,为了实现可持续发展,政府有必要加快推进制度的建立和完善,形成适合协议保护机制发展的政策体制,为其发展和推广提供一个良好的政策环境。其次,资金支持。协议保护是一种持续高投入、缓慢见效的生态多样性保护机制,投资金额大,周期长,仅仅依靠 NGO 的力量是不够的。一方面加大对协议保护项目的支持力度,另一方面,政府还要积极引导社会、企业、个人对协议保护项目进行投资,扩大资金来源。与此同时,政府要加快完善协议保护的资金管理机制,提高资金使用效率。最后是法律支持。政府应尽快制定和

完善与协议保护相关的法律法规,使其在发展过程中遇到的各种问题能通过法律途径解决,为协议保护的发展提供法律保障。

第二,提高协议保护区的社区村民综合素质。首先,提高协议保护区村民的就业技能。在社区村民特别是青年村民中进行有针对性、有计划的专业技术培训,使其掌握一两门专业技术以拓宽村民的就业门路,拓展村民的收入来源,逐渐改变其靠山吃山靠水吃水的传统观念。其次,在协议保护区内要普及协议保护机制的相关知识。针对社区村民、领导干部进行协议保护的重要性、基本理论、实施过程及经验教训等方面的宣传和培训,通过各种社区活动的开展,有目的、循序渐进地培育村民协议保护理念,提高村民协议保护相关知识的水平。□

参考文献:

- [1][美]戴维·杜鲁门. 政治过程: 政治利益与公共舆论[M]. 天津: 天津人民出版社, 1971.
- [2]李强. 当前中国社会的四个利益群体[J]. 学术界, 2000(3): 5~19.
- [3]谢海军. 改革开放以来我国利益群体的演变轨迹、前景和特征[J]. 郑州大学学报, 2009(1): 18~22.
- [4]Scherer N, Bartels B L, Steigerwalt A. Sounding the Fire Alarm: The Role of Interest Groups in the Lower Federal Court Confirmation Process [J]. The Journal of Politics, 2008, 70: 1026-1039.
- [5]程蹊, 陈全功. 农村公共品的供给与管理: 社区角色新定位[J]. 中南民族大学学报: 人文社会科学版, 2007(27): 124~128.
- [6]Bloodgood E A. The Interest Group Analogy: International Non-governmental Advocacy Organisations in International Politics [J]. Review of International Studies, 2010(3): 1-28.

(上接 153 页)

- 委员会. GBT 15772—1995, 水土保持综合治理规划通则[S]. 北京: 中国标准出版社, 1996.
- [19]余新晓, 吴岚, 饶良懿, 等. 水土保持发展战略——中国水土流失与生态安全综合科学考察及水土保持发展战略研讨会论文集[C]. 郑州: 黄河水利出版社, 2008.
 - [20]吴水荣. 水源涵养林环境效益经济补偿研究[D]. 北京: 中国林业科学研究院, 2003.
 - [21]冉大川, 罗全华, 刘斌, 等. 黄河中游地区淤地坝减洪减沙及减蚀作用研究[J]. 水利学报, 2004(5): 7~12.
 - [22]聂兴山, 贾志军, 卫元太. 坝地拦泥对玉米产量的影响试验[J]. 山西水土保持科技, 2001(2): 21~22.
 - [23]高照良, 张晓萍, 彭珂珊. 黄土高原地区淤地坝建设及其规划研究[M]. 北京: 中央文献出版社, 2000.
 - [24]黄委西峰水土保持科学试验站. 黄委西峰水土保持科学试验站水土流失规律研究成就综述[J]. 中国水土保持, 2003(1): 1~2.
 - [25]冉大川, 刘斌, 王宏. 水土保持措施对黄河减水减沙作用的分析

- [J]. 中国水土保持, 2002(10): 10~13.
- [26]郑新民. 建设黄土高原沟壑坝系建设有关问题探讨[J]. 中国水利, 2003(9): 19~20.
- [27]黄河水利委员会绥德水土保持科学试验站. 绥德水土保持科学试验站“十一五”工作回顾[J]. 中国水土保持, 2011(8): 43~45.
- [28]赵桂慎, 文育芬, 于法稳. 生态系统服务功能价值测算的研究进展、问题及趋势[J]. 生态经济, 2008(8): 100~103.
- [29]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. GB/T 15774-1995, 水土保持综合治理效益计算方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [30]高照良, 彭珂珊. 西部地区生态修复与退耕还林还草研究[M]. 北京: 中国文史出版社, 2005.
- [31]顾时贵, 陈源泉, 高旺盛. 河北省太行山区县域生态资产评价与开发利用对策[J]. 农业现代化研究, 2005(3): 61~65.