

湖南省永顺县水土保持功能服务价值评价

徐文秀^{1,2}, 王海燕³, 鲍玉海¹, 李进林^{1,4}, 贾国栋⁵, 贺秀斌¹

(1.中国科学院 水利部 成都山地灾害与环境研究所 山地表生过程与生态调控重点实验室, 成都 610041;

2.重庆师范大学 地理与旅游学院, 重庆 401331; 3.水利部 水土保持监测中心, 北京 100053;

4.中国科学院大学, 北京 100049; 5.北京林业大学 水土保持学院, 北京 100083)

摘要:有效估算水土保持功能服务价值,可为水土流失综合治理、水土保持补偿提供科学依据。为了全面评估武陵山山地丘陵区自然地貌植被的水土保持功能服务价值,探讨适合该区域的评价指标体系,选取湖南省永顺县为典型县,从保护水土资源功能、防灾减灾功能、改善生态功能等方面筛选评价指标,结合文献资料、统计年鉴、径流小区观测及实地调研等数据,采用市场价值法、影子工程法、机会成本法等手段进行了水土保持功能服务价值估算。结果表明:永顺县水土保持功能服务总价值为141.411 2亿元,单位面积水土保持功能价值为4.09元/m²,其中,改善生态价值最大,为93.080 0亿元,占总价值的65.82%,其次为保护水土资源价值,为47.545 1亿元,占总价值的33.62%,防灾减灾价值最小,为7 861.07万元,仅占总价值的0.56%。受永顺县土地利用结构影响,各项水土保持功能服务价值大小依次为固碳释氧、改善生物多样性、提高土壤质量和土地生产力、拦蓄地表径流和提高水源涵养、预防和减少土壤流失、减少下游泥沙淤积。在各项功能中,永顺县自然地貌植被改善生态和保护水土资源功能价值最为突出,是水土保持功能价值的主要体现,符合国家重点生态功能区的实际功能定位。

关键词:水土保持功能; 服务价值; 功能评价; 湖南省永顺县

中图分类号:S157.2; F062.2

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2019)05-0243-06

Evaluation of Service Value of Soil and Water Conservation Function in Yongshun County, Hunan Province

XU Wenxiu^{1,2}, WANG Haiyan³, BAO Yuhai¹, LI Jinlin^{1,4}, JIA Guodong⁵, HE Xiubin¹

(1.Key Laboratory of Mountain Surface Processes and Ecological Regulation, Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041, China; 2.School of Geography and Tourism, Chongqing Normal University, Chongqing 401331, China; 3.Monitoring Center of Soil and Water Conservation, ministry of Water Resources, Beijing 100053, China; 4.University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China; 5.School of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: Effective estimation of service value of soil and water conservation function can provide scientific basis for comprehensive control of soil erosion and compensation of soil and water conservation. In order to comprehensively evaluate the service value of soil and water conservation function in Wuling Mountain Region and explore the evaluation index system which was suitable for this region, Yongshun County was selected as a typical research area. The evaluation indexes were selected from the aspects of protecting water and soil resources function, disaster prevention and reduction function and improving ecological function. The service value of soil and water conservation function was estimated by market value method, shadow engineering method and opportunity cost method and combining with reference data, statistical yearbook data, runoff plot observation data and field research data. The results show that the total service value of soil and water conservation function in Yongshun County was 14 141.12 million yuan, and the per unit area service value was 4.09 yuan/m². In summary, improving ecological function had the largest value with 9 308.00 million yuan, accounting for 65.82 percent of the total value, followed by the protecting water and soil resources function with the value of 4 754.51 million yuan, accounting for 33.62 percent of the total value; and the disaster prevention and reduction function had the smallest value with 786 107.00 million yuan,

收稿日期:2018-11-03

修回日期:2018-12-04

资助项目:2018年度水利部财政专项水土保持业务项目“水土保持补偿基础工作”(126216229000150001)

第一作者:徐文秀(1992—),女,山东昌邑人,硕士研究生,主要从事水土保持研究。E-mail:xuwenxiu0314@163.com

通信作者:鲍玉海(1981—),男,山东成武人,副研究员,博士,主要从事土壤侵蚀与水土保持研究。E-mail:byh@imde.ac.cn

accounting for 0.56 percent of the total value. Affected by land use structure in Yongshun County, the service value of soil and water conservation functions was ranked as the sequence: carbon sequestration and oxygen release, improvement of biodiversity, improvement of soil quality and land productivity, retention of surface runoff and improvement of water conservation, prevention and reduction of soil erosion and reduction of sediment deposition in the downstream. The estimation results can reveal that protecting water and soil resources, improving ecological environment were mainly forms of soil and water conservation function in Yongshun County, which meets the actual function positioning of national key ecological functional areas.

Keywords: soil and water conservation function; service value; functional evaluation; Yongshun County

水土保持功能指水土保持设施、地貌植被所发挥或蕴藏的有利于保护水土资源、防灾减灾、改善生态、促进社会进步等方面的作用^[1],其中地貌植被是人工植被、天然形成的地表及其植被附着物的总称。《中华人民共和国水土保持法》明确规定生产建设活动中损坏水土保持设施和地貌植被,致使其水土保持功能丧失或者降低,且不能恢复其原有水土保持功能的,都应缴纳水土保持补偿费。因此,水土保持补偿费是一种具有法定性的费种,而水土保持功能的价值量化对制定其取值标准具有重要指导意义。当前,水土保持功能服务价值受到越来越多的重视,国内学者依据生态系统服务功能价值理论构建了水土保持功能服务价值的评价指标体系和测算模型^[2-6],一般采用统计经验模型对典型区域或某一生态系统类型的水土保持功能服务价值进行估算,受数据来源和数据精度影响,其评价的精度与准确性仍有待提高^[4],现有评价方法的适宜性仍存在较大的争议^[5],且尚未有统一的依据和标准。总体来看,相关研究结果存在误差较大、代表性不强、指导作用弱的问题^[7],难以为政府水土保持补偿政策的制定提供应有的基础支撑作用。因此,本研究借鉴国内外生态价值核算理论,基于《中华人民共和国水土保持法》对水土保持功能的法理界定,采用全国水土流失动态监测网络的野外产流产沙实际观测数据代替由 RUSLE 等统计经验模型计算的侵蚀量,尝试避免遥感数据精度和因子计算准确度带来的负面影响,提高评价结果的可靠性。

武陵山山地丘陵区集革命老区、民族地区和贫困地区于一体,是少数民族聚集多、贫困人口分布广的连片特困地区,同时区域内生态资源丰富,具有较大的生态服务价值,是我国重要的资源富集区和生态功能区。该区域水土保持主导基础功能为水源涵养和土壤保持,社会经济功能以保护水源地、生物多样性和自然景观为主,兼顾综合农业生产。近年来,虽然区域生态保护和水土流失防治做了许多卓有成效的工作,但随着经济社会的快速发展和各类资源开发强度的不断加大,特别是不合理的土地利用方式和对植被的破坏,使区域内脆弱的生态系统难以发挥其基本的生态

功能,水土保持能力下降,生态恶化与贫瘠化呈现恶性循环,区域生态安全和流域水土保持面临日益严重的威胁。将该区水土保持设施、地貌植被的水土保持功能服务价值量化估算,有助于人们对水土保持功能重要性的认知衡量,提高对水土保持的认知程度和保护地貌植被的意识,为区域水土保持补偿费的合理定价、有效补偿提供科学依据。基于此,本研究根据生态服务价值原理和当地实际,构建适合该区域的水土保持功能服务价值评价体系,并以湖南省永顺县为例,进行水土保持功能服务价值估算,以期今后武陵山山地丘陵区水土保持补偿工作提供参考。

1 研究区概况

永顺县位于湖南省湘西北,位于东经 109°35′—110°23′、北纬 28°42′—29°27′,地处云贵高原东侧、中西部结合地带的武陵山脉中段,境内地貌以中山、中低山为主,兼有山原、丘陵、岗地、平原多种类型,海拔介于 160~1 500 m。县域属亚热带季风性湿润气候,四季分明,雨量充沛,年平均气温 16.4℃,平均降水量 1 366 mm,平均日照 1 306 h,无霜期 286 d。境内水资源丰富,地表水域广,全县共有河溪 300 多条,年平均径流总量 33.1 亿 m³。土壤主要由石灰岩(包括白云岩)、板页岩、紫色砂页岩等母岩发育而成。山地土壤分为黄红壤、黄棕壤、红色石灰土、黑色石灰土、紫色土等。永顺县属于亚热带常绿阔叶林植物群落区,植物资源十分丰富,有维管束植物 221 科 974 属 2 702 种,基本代表了湘西北植被区系的概貌。植被分布以天然次生混交林为主。据《永顺县土地利用总体规划(2006—2020 年)》(2013 年修订),永顺县土地利用以林地、耕地为主,其中耕地面积 4.81 万 hm²,占全县总面积的 12.62%,园地面积 0.87 万 hm²,占 2.28%,林地面积 28.91 万 hm²,占 75.84%,牧草地面积 0.004 5 万 hm²,占 0.01%,建设用地和未利用土地面积 3.53 万 hm²,占 11.54%。2016 年全县国内生产总值 60.9 亿元,总人口为 53.82 万人,其中少数民族 49.6 万人,是国家扶贫开发工作重点县、国家武陵山片区区域发展与扶贫攻坚试点县以及农

业部对口扶贫县,全县农户生计策略主要为种植业、养殖业、二三产业等^[8]。境内山丘斜坡大多为残坡积层,土体结构疏松,土层厚度较薄,崩塌、滑坡等重力侵蚀严重,据统计^[9],永顺县水土流失面积 939.41 km²,以轻度、中度侵蚀为主,分别为 102.35 km², 734.37 km²,中度以上面积为 102.69 km²,严重的水土流失造成了河道淤塞、水库有效库容减少,影响了水利工程效益的发挥,此外,还导致土壤肥力降低、农田损毁,阻碍了农业生产发展,是当地经济落后的重要原因^[10]。

2 研究方法

2.1 水土保持功能评价指标

基于永顺县所处武陵山山地丘陵区生态环境现状及国家重点生态功能区定位,利用生态服务价值理

论和前期研究结果^[11],从保护水土资源、防灾减灾、改善生态、促进社会进步等功能的角度梳理了该区水土保持功能的各种表现形式,限于现有数据的获取难易程度,仅选取了以不同土地利用类型为表征的自然地貌植被预防和减少土壤流失、提高土壤质量和土地生产力、拦蓄地表径流和提高水源涵养能力、减轻下游泥沙危害、改善生物多样性、固碳释氧等具有基础性和普遍性的功能进行评价,采取减少土壤侵蚀量、保存土壤肥力数量、拦蓄地表径流量和涵养水源量、减少泥沙淤积量、物种多样性指数、固碳释氧量等评价指标进行量化,从而形成了湖南省永顺县的水土保持功能评价指标体系(表 1),但是其他未被量化的水土保持功能也都具有相当大的价值,随着全国水土流失动态监测网络的不断完善和水土保持相关研究的深入,这方面的价值量有待进一步补充完善。

表 1 湖南省永顺县水土保持功能评价指标体系

一级功能	二级功能	评价指标	计算公式 ^[11-14]	备注
保护 水土 资源	预防和减少土壤流失	减少土壤侵蚀量	$\Delta S = F_e \cdot \Delta S_m$	ΔS 为某项措施(水土保持设施、地貌植被)的减蚀总量(t/a); F_e 为某项措施的有效面积(hm ²); ΔS_m 为某项措施地块减少的侵蚀模数[t/(hm ² ·a)]
	提高土壤质量和土地生产力	保存土壤肥力数量	$T_f = \sum \Delta S \cdot C_i$	T_f 为保存土壤肥力数量; ΔS 为某项措施(水土保持设施、地貌植被)的减蚀总量; C_i 为当地土壤中有效 N,P,K、有机质含量(%)
	拦蓄地表径流和提高水源涵养能力	拦蓄地表径流量	$W_j = F_e \cdot \Delta W_m$	W_j 为某项措施(水土保持设施、自然地貌植被)的拦蓄地表径流量(m ³ /a); F_e 为某项措施的有效面积(hm ²); ΔW_m 为某项措施减少的径流模数[m ³ /(hm ² ·a)]
		涵养水源量	$W_h = \sum S_i \cdot R_i \cdot (C_0 - C_i)$	W_h 为某项措施(水土保持设施、自然地貌植被)的涵养水源量(m ³ /a); S_i 为某项措施的有效面积(hm ²); R_i 为多年平均产流降雨量; C_i, C_0 分别为产流情况下裸地与有措施地块径流系数
防灾减灾	减轻下游泥沙危害	减少泥沙淤积量	$T_n = \gamma \cdot \Delta S / \rho$	T_n 为某项措施(水土保持设施、自然地貌植被)的减少泥沙淤积量(m ³ /a); γ 为泥沙淤积百分比(%); ΔS 为某项措施的减蚀总量(t/a); ρ 为当地土壤容重(t/m ³)
改善生态	改善生物多样性	物种多样性指数	$H = \sum_{i=1}^s P_i \ln P_i$	H 为多样性指数; s 为样地中的物种总数; P_i 为第 i 种物种的个体数占所有种个体总数的比例
	固碳释氧	固碳释氧量	$G_{\text{植被固碳}} = 1.63 R_{\text{碳}} \cdot A_{\text{林}} \cdot B_{\text{年}}$ $G_{\text{土壤固碳}} = A_{\text{林}} \cdot F_{\text{土壤固碳}}$ $G_{\text{氧}} = 1.19 A_{\text{林}} \cdot B_{\text{年}}$	$G_{\text{植被固碳}}$ 为植被年固碳量(t/a); $R_{\text{碳}}$ 为 CO ₂ 中碳的含量,为 27.27%; $B_{\text{年}}$ 为植被净生产力[t/(hm ² ·a)]; $A_{\text{林}}$ 为林分面积(hm ²); $G_{\text{土壤固碳}}$ 为土壤年固碳量(t/a); $F_{\text{土壤固碳}}$ 为单位面积林分土壤年固碳量[t/(hm ² ·a)]; $G_{\text{氧}}$ 为林分年释氧量(t/a)

2.2 水土保持功能服务价值估算方法

根据上文量化指标,基于市场价值法、机会成本法、影子工程法等方法,分别建立各项功能及价值的评价方法,根据水土保持功能物质量推算出保护水土资源功能价值、防灾减灾功能价值、改善生态功能价值,累加得出研究区总的水土保持功能价值(表 2)。

2.3 主要数据来源

本研究产流产沙数据主要源于水利部水土保持监测中心提供的全国水土流失动态监测与公告项目成果汇编(2016 年),利用了湖南省永顺县西那小流

域坡面径流场观测成果推算各项措施减少的土壤侵蚀量和径流量,土地利用现状、土地单位面积年均收益、水库单位库容费用、林分净生产力和单位面积年物种多样性保育价值参考区域统计年鉴、2016 年水利发展统计公报、2016—2017 年国民经济和社会发展统计公报、土地利用总体规划以及研究区相关文献资料,土壤养分含量、土壤容重和耕作层深度主要依据全国第二次土壤普查数据,氮、磷、钾、有机质等养分价格通过 2016 年当地化肥市场价格折纯计算获取。

表 2 湖南省永顺县水土保持功能服务价值估算方法

功能价值	评价方法	估算模型 ^[11,13,15]	备注
预防和减少土壤流失价值	机会成本法	$E_s = \sum \Delta S \cdot \rho \cdot h \cdot B_i$	E_s 为某项措施(水土保持设施、自然地貌植被)减少土地废弃的经济效益(元/a); $\sum \Delta S$ 为某项措施的减蚀总量(万 t/a); ρ 为土壤容重(t/m ³); h 为土壤肥力层平均厚度(m); B_i 为某项措施单位面积年均收益(元/hm ²)
提高土壤质量和土地生产力价值	市场价值法	$E_f = \sum \Delta S \cdot C_i \cdot p_i$	E_f 为某项措施(水土保持设施、自然地貌植被)保持土壤肥力价值(万元/a); $\sum \Delta S$ 为某项措施的减蚀总量(万 t/a); C_i 为土壤中有有机质、氮、磷、钾含量(%); p_i 为有机质、氮、磷、钾的市场价格(元/t)
拦蓄地表径流和提高水源涵养能力价值	市场价值法	$E_w = \sum \Delta W_{\text{总}} \cdot p_w$	E_w 为拦蓄地表径流、提高水源涵养能力价值(元/a); $\sum \Delta W_{\text{总}}$ 为拦蓄地表径流量和涵养水源量之和(m ³ /a); p_w 为当地供用水的价格(元/m ³)
减轻下游泥沙危害价值	影子工程法	$E_n = C \cdot \gamma \cdot \sum \Delta S / \rho$	E_n 为减轻下游泥沙淤积价值(元/a); C 为水库工程费用或挖取单位体积泥沙的费用(元/m ³); γ 为泥沙淤积百分比(%); $\sum \Delta S$ 为减蚀总量(万 t/a); ρ 为当地土壤容重(t/m ³)
改善生物多样性价值	机会成本法	$U_{\text{生物}} = S_{\text{生}} \cdot A_{\text{林}}$	$U_{\text{生物}}$ 为林分年物种多样性保育价值(元/a); $S_{\text{生}}$ 为单位面积年物种多样性保育价值[元/(hm ² ·a)],根据 Shannon-Wiener 指数计算; $A_{\text{林}}$ 为林分面积(hm ²)
固碳释氧价值	市场价值法	$U_{\text{碳}} = C_{\text{碳}} \cdot (G_{\text{植被固碳}} + G_{\text{土壤固碳}})$ $U_{\text{氧}} = C_{\text{氧}} \cdot G_{\text{氧}}$	$U_{\text{碳}}$ 为林分年固碳价值(元/a); $C_{\text{碳}}$ 为固碳价格,采用瑞典碳税率价格(元/t); $U_{\text{氧}}$ 为林分年释氧价值(元/a); $C_{\text{氧}}$ 为工业制氧成本(元/t); $G_{\text{植被固碳}}$ 、 $G_{\text{土壤固碳}}$ 、 $G_{\text{氧}}$ 分别为植被年固碳量、土壤年固碳量和林分年释氧量(t/a)

3 结果与分析

3.1 保护水土资源功能服务价值

永顺县不同的土地利用类型均可有效发挥水土保持功能,由表 3 可知,永顺县各项措施 2016 年减少土壤侵蚀量 1 847.06 万 t,拦蓄地表径流和涵养水源量 4.863 4 亿 m³,保护水土资源功能服务价值总计为 47.545 1 亿元,不同土地利用类型保护水土资源功能服务价值表现为林地>耕地>园地>草地。其中,预防和减少土壤流失价值为 7 748.56 万元,提高土壤质量和土地生产力价值为 26.392 7 亿元,拦蓄地表径流和提高水源涵养能力价值为 20.377 6 亿元。从表 3 还可以看出,不同土地利用类型减少水土

流失量、拦蓄地表径流和涵养水源量均存在明显差异,林地和耕地减少水土流失量远高于园地和草地,一方面该区耕地具有水平梯田、隔坡梯田、植物篱护坎、保土耕作等水土保持措施,林地具有较好的植被覆盖,使林地和耕地具有较好的减少土壤侵蚀作用,另一方面也受土地利用类型面积占比影响,使减少水土流失量存在数量级的差异;拦蓄地表径流和涵养水源量则表现为林地>园地>耕地>草地,园地面积仅为耕地面积的 1/6 左右,而其拦蓄地表径流和涵养水源量为耕地的 2.5 倍,这主要由于园地大部分为果园和苗圃,与耕地相比具有较好的枯落物、地表草被和林冠层,使拦截地表径流和降雨截留作用优于耕地。

表 3 永顺县不同土地利用类型保护水土资源功能服务价值

土地利用类型	面积/hm ²	减少土壤侵蚀量/万 t	拦蓄地表径流和涵养水源量/万 m ³	预防和减少土壤流失价值/万元	提高土壤质量和土地生产力价值/万元	拦蓄地表径流和提高水源涵养能力价值/万元	合计/万元
耕地	48089.01	207.01	562.52	4012.39	29579.55	2356.96	35948.90
林地	289081.48	1592.09	46665.12	1965.54	227493.92	195526.86	424986.32
草地	44.79	0.17	5.34	0.64	24.65	22.39	47.68
园地	8677.99	47.79	1400.85	1769.99	6828.69	5869.56	14468.24
小计	345893.27	1847.06	48633.84	7748.56	263926.81	203775.78	475451.14

3.2 防灾减灾功能服务价值

由于研究区缺乏泥沙淤积百分比的实测资料,因此,依据全国平均数据,按土壤侵蚀总量中有 24%淤积于水库、江河、湖泊^[16-17],根据当地蓄水成本来估算减轻下游泥沙淤积灾害的价值。根据对该县近年水

库工程建设投资调查分析,该县水库建设单位库容投资取值 23.94 元/m³。利用影子工程法,用泥沙淤积导致水库蓄水量减少造成的损失来估计减轻泥沙淤积的价值。结果表明:2016 年永顺县不同土地利用类型防灾减灾功能服务价值为 7 861.07 万元,其中

林地的价值最大,为 6 775.92 万元,占总价值的 86.20%,其次为耕地和园地,分别为 11.21 万元和 2.59 万元,草地的最小,仅为 0.73 万元。可见,林地通过更为突出的林冠层及地表枯枝落叶层对降水进行再分配,大大削弱了降雨对地面的直接冲击作用,同时还减缓地表径流形成,降低了地表径流侵蚀力,从而增强了水土保持能力,防止或减轻了侵蚀产沙对下游的泥沙淤积灾害(表 4)。

表 4 永顺县不同土地利用类型防灾减灾功能服务价值					
土地利用类型	耕地	林地	草地	园地	合计
减少下游泥沙淤积价值/万元	881.03	6775.92	0.73	203.39	7861.07
占比/%	11.21	86.20	0.01	2.59	100.00

3.3 改善生态功能服务价值

永顺县是湖南省实施退耕还林工程启动的首批示范县,在退耕还林工程的林种搭配上,积极探索林果、林茶、林药、林草、林油、林纸结合等模式,按经济林、兼用林、生态林 2 : 5 : 3 的比例规划实施,现有林地植物种类丰富,形成了多层次结构、多种类型的森林生态系统,进而起到保护生物多样性的作用^[18]。本研究依据物种多样性指数(Shannon-W iener指数)和林分面积估算改善生物多样性价值,据文献调研^[19],永顺县 Shannon-Wiener 指数多介于 2~3,根据国家林农业局 2008 年发布的《森林生态系统服务功能评估规范》,单位面积年物种多样性保育价值按 10 000 元/(hm² · a)计算。同时,根据 2001—2010 年武陵山区植被净生产力研究数据^[20],永顺县耕地、林地、草地和园地的植被净生产力分别取值 5.63, 5.97, 5.87, 5.97 t/(hm² · a)来计算森林固碳量、土壤固碳量和森林释氧量,按照市场价值法用碳汇价格和工业制氧成本估算固碳释氧价值。表 5 显示,永顺县不同土地利用类型改善生态功能服务价值为 93.080 0 亿元,其中改善生物多样性价值为 29.775 9 亿元,固碳释氧价值为 63.304 0 亿元。总体来看,改善生态功能价值林地>耕地>园地>草地,其中,林地改善生态功能价值最为突出,分别是耕地、园地和草地的 10 倍、33 倍和 10 000 倍。不同土地利用类型的改善生态功能服务价值差异较大,主要原因是受其植被群落构成、生物量和面积的不同,永顺县土地利用以林地为主,占全县总面积的 75.84%,而耕地、园地和草地分别仅占全县总面积的 12.62%,2.28%和 0.01%,林地具有较大的生物量和生产力,而生物量和生产力作为生态系统中积累的植物有机物总量,是整个生态系统的能量基础和营养物质来源,因此,林地更有利于提供生物多样性和固碳释氧量等生态系统产品(表 5)。

3.4 永顺县水土保持功能服务价值

从保护水土资源、防灾减灾和改善生态等三方面的水土保持功能价值评价结果可知(表 6),2016 年永顺县

耕地、林地、草地和园地的水土保持功能服务总价值为 141.411 2 亿元,单位面积服务价值为 4.09 元/m²。其中,改善生态功能服务价值最大,单位面积价值分别是保护水土资源功能价值和防灾减灾功能价值的 2 倍和 135 倍;单项功能价值量上看,保护水土资源价值为 47.545 1 亿元,占总价值的 33.62%,防灾减灾功能价值为 7 861.07 万元,占总价值的 0.56%,改善生态功能价值为 93.08 亿元,占总价值的 65.82%。

表 5 永顺县不同土地利用类型改善生态功能服务价值			
土地利用类型	改善生物多样性价值/万元	固碳释氧价值/万元	合计/万元
耕地	—	83728.17	83728.17
林地	289081.48	533223.90	822305.38
草地	—	81.26	81.26
园地	8677.99	16006.95	24684.94
小计	297759.47	633040.28	930799.75

表 6 永顺县自然地貌植被水土保持功能服务价值				
土地利用类型	保护水土资源功能价值/万元	防灾减灾功能价值/万元	改善生态功能服务价值/万元	水土保持功能价值合计/万元
耕地	35948.90	881.03	83728.17	120558.10
林地	424986.32	6775.92	822305.38	1254067.62
草地	47.68	0.73	81.26	129.67
园地	14468.24	203.39	24684.94	39356.57
小计	475451.14	7861.07	930799.75	1414111.96
单位面积价值/(万元 · m ⁻²)	1.37	0.02	2.69	4.09
占比/%	33.62	0.56	65.82	100.00

此外,永顺县各土地利用类型水土保持功能组成主要以固碳释氧价值、改善生物多样性价值、提高土壤质量和土地生产力价值、拦蓄地表径流和提高水源涵养能力价值为主,四者合计占总价值的 98.89%(表 7),这可能与永顺县土地利用结构有关,该县林地和园地面积占比 78%以上,良好的森林覆盖和林分结构,使其具有较大的固碳释氧量和水源涵养能力,并促进物种多样化,造成价值量占比较大。这也与国内学者在水土保持型国家重点生态功能区开展的水土保持功能价值评价结论一致^[21-22]。

表 7 永顺县土地利用类型水土保持功能组成			
水土保持功能	评价指标	水土保持功能价值/万元	占比/%
保护水土资源	预防和减少土壤流失价值	7748.56	0.55
	提高土壤质量和土地生产力价值	263926.81	18.66
	拦蓄地表径流和提高水源涵养能力价值	203775.77	14.41
防灾减灾	减少下游泥沙淤积价值	7861.07	0.56
改善生态	改善生物多样性价值	297759.47	21.06
	固碳释氧价值	633040.28	44.76

4 讨论与结论

4.1 讨论

限于数据资料的本身欠缺和收集困难,本研究仅针对水土保持功能的保护水土资源、防灾减灾、改善生态等功能进行了定量评价,未对其他服务功能如促进社会进步功能进行评价,因此,本研究结果偏低。永顺县土地利用格局的水土保持功能实际价值,未来有必要针对其进行进一步价值评估,从而实现对区域水土保持功能服务价值的全面了解。同时,评价指标仅选择了参数获取方便、易量化、较基础性的 6 个,但水土保持设施、地貌植被供给的生态服务功能表现形式多种多样,今后区域研究条件成熟的情况下可考虑将产品生产、净化空气^[7]、水污染防治^[12]等指标纳入估算。

4.2 结论

(1) 从水土保持功能价值总量来看,永顺县 2016 年各土地利用类型水土保持功能服务价值为 141.411 2 亿元,主要以改善生态、保护水土资源功能价值为主,两者占总功能价值的 90% 以上,在各功能表现形式中固碳释氧价值最大,占总价值的 44.76%,其次为改善生物多样性价值、提高土壤质量和土地生产力价值,分别占总价值的 21.06% 和 18.66%。这说明永顺县现有自然植被和土地利用方式不仅减少了水土流失,保持了土壤肥力,而且为物种生长提供了良好的水肥环境,促进了物种多样性保育,使其较好的发挥了固碳释氧和改善生物多样性功能。未来县域重点水土流失区仍需科学、合理的开展水土保持,避免或减轻人为干扰,以维持林草、农田生态系统的稳定性,充分发挥良好的水土保持功能。

(2) 从单位面积水土保持功能服务价值来看,永顺县改善生态功能服务价值最大,其次为保护水土资源功能价值和防灾减灾功能价值,这与该县的国家重点生态功能区定位一致,可见本研究所构建的评价指标能较好的体现区域实际的水土保持功能。

(3) 水土保持功能与土地利用类型密切相关,永顺县林地和耕地的水土保持功能服务价值远高于园地和草地。

参考文献:

- [1] 李飞,郜风涛,周英,等.中华人民共和国水土保持法释义[M].北京:法律出版社,2011.
- [2] 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,2007,5(2):110-113.
- [3] 盛莉,金艳,黄敬峰.中国水土保持生态服务功能价值估算及其空间分布[J].自然资源学报,2010,25(7):1105-1113.
- [4] Fu B, Liu Y, Lü Y, et al. Assessing the soil erosion

control service of ecosystems change in the Loess Plateau of China[J]. Ecological Complexity, 2011, 8(4): 284-293.

- [5] 刘国彬,赵广举,王国梁,等.水土保持的生态服务功能[J].科技导报,2016,34(17):89-93.
- [6] 刘晓娜,裴厦,陈龙,等.基于 InVEST 模型的门头沟区生态系统土壤保持功能研究[J].水土保持研究,2018,25(6):168-176.
- [7] 刘少博,陈南祥,郝仕龙,等.丹江口库区及上游水土保持生态服务价值评价[J].人民黄河,2018,40(2):88-92.
- [8] 洪舒蔓,郭玉坤,龚碧凯.民族贫困区农户生计多样化及对耕地利用的影响:以武陵山区永顺县为例[J].北京师范大学学报:自然科学版,2018,54(3):308-314.
- [9] 尹黎明,袁志忠,雷永康.湘西自治州的水土流失及防治对策[J].中国水土保持,2012(1):27-29.
- [10] 杨振宇.湖南省永顺县新华小流域综合治理初探[J].国土与自然资源研究,2010(2):47-48.
- [11] 王海燕,田凤霞,鲍玉海,等.水土保持功能服务价值评价指标体系构建[J].中国水土保持,2018(5):24-26,50.
- [12] 何静,张建军,李永红,等.新疆地区水土保持功能价值评估方法及生态服务价值估算[J].水土保持通报,2012,32(6):110-115.
- [13] 吴岚,秦富仓,余新晓,等.水土保持林草措施生态服务功能价值化研究[J].干旱区资源与环境,2007,21(9):20-24.
- [14] 余新晓,吴岚,饶良懿,等.水土保持生态服务功能价值估算[J].中国水土保持科学,2008,6(1):83-86.
- [15] 刘自强,王海燕,田凤霞,等.甘肃省庆阳市董志塬水土保持功能服务价值估算[J].水土保持通报,2018,38(5):168-173.
- [16] 侯秀瑞,许云龙.河北省山地森林保土生态效益计量研究[J].水土保持通报,1998,18(1):17-21.
- [17] 欧阳志云,王效科,苗鸿.中国陆地生态系统服务功能及其生态经济价值的初步研究[J].生态学报,1999,19(5):607-613.
- [18] 樊世清,彭晖.永顺县退耕还林工程成效评估与思考[J].湖南林业科技,2006,33(2):115-119.
- [19] 王兵,郑秋红,郭浩.基于 Shannon-Wiener 指数的中国森林物种多样性保育价值评估方法[J].林业科学研究,2008,21(2):268-274.
- [20] 孙庆龄,冯险峰,肖潇.武陵山区植被净第一性生产力的时空格局及其与地形因子的关系[J].地球信息科学学报,2014,16(6):915-924.
- [21] Yu F Q, Lu C X, Xiao Y, et al. Ecosystem service value assessment for national key ecofunction zones for water and soil conservation[J]. Journal of Resources and Ecology, 2017, 8(4): 369-377.
- [22] 黄麟,曹巍,吴丹,等.2000—2010 年我国重点生态功能区生态系统变化状况[J].应用生态学报,2015,26(9):2758-2766.