

王庆慧,李婧贤,彭羽,等.我国灌丛生态系统服务功能价值评估[J].江苏农业科学,2019,47(4):233-237.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.04.053

我国灌丛生态系统服务功能价值评估

王庆慧¹,李婧贤²,彭羽¹,蓝文娟¹

(1.中央民族大学生命与环境科学学院,北京 100081;2.北京大学城市规划与设计学院,广东深圳 518055)

摘要:我国灌丛生态系统资源丰富,总面积达 5 365 万 hm^2 ,主要分布在西南和西北部地区,向东南沿海呈下降趋势。四川、内蒙古、新疆和西藏 4 省灌丛面积最大,达 466 万 hm^2 以上,而天津、江苏和山东灌丛面积最小,均在 6.6 万 hm^2 以下。灌丛是重要的陆地生态系统,但是其生态系统服务功能评估尚不多见。灌丛生态系统的生态服务功能主要包括有机质储存、涵养水源、保持水土、固碳释氧、净化空气和美学观赏等。根据影子工程法、成本替代法、市场价值法、碳密度法以及灌丛面积,分别计算各个功能的价值,并计算出各省(区)灌丛生态系统服务价值。估算出我国 2009、2015 年灌丛生态系统服务功能价值分别为 48 479.18 亿、50 872.38 亿元,其中涵养水源功能的生态价值最高,为 34 080.25 亿、37 009.99 亿元。与 2009 年相比,2015 年灌丛总面积减小,但服务价值上升。

关键词:灌丛生态系统;生态服务功能;价值评估;时空特征

中图分类号: S181 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)04-0233-04

自 20 世纪 60 年代生态系统服务的概念提出以来,生态系统服务价值成为越来越多的生态学家关注的焦点^[1-2]。在我国人均生态资产稀缺的现状下,量化评价生态系统服务价值非常迫切^[3]。灌丛是介于森林和草地之间的生态系统类型,群落平均高度低于 5 m,盖度大于 30%,植被层郁闭,建群种以簇生灌木为主^[4]。灌丛具有十分广泛的生态适应范围,常见于中国西部地区、山地和干旱地区^[5]。目前国内对于灌丛植被定位模糊,常被划分到森林或草地生态系统中研究,缺乏针对灌丛生态系统的调查数据。但灌丛分布广泛,生物资源丰富,是一种极为重要的陆地生态系统,在固定二氧化碳和群落演替中的地位不可替代,并且对区域环境保护和能源替代方面也有巨大作用。灌丛生态系统服务即灌丛生态系统和生态过程为人类提供其赖以生存的自然环境条件与效用^[6-7]。王伟民等根据不同服务功能对中国西部地区灌丛生态系统进行了价值评估,计算出其价值约为 9 386 亿元/年^[4];2010 年赵海珍等运用替代工程法、市场价值法等多种方法对西藏拉萨河谷灌丛草地生态系统服务价值的评价结果为 265.03 万元/年^[8];2011 年王兵等基于森林系统观测数据定量评估了灌木林的物质质量和价值量,得出我国灌木林服务功能价值为 17 953.56 亿元/年^[5]。我国灌丛生态系统服务功能价值的时空分布特征还没有研究。因此,本研究通过对 2009、2015 年 2 个年份的灌丛生态系统服务功能价值进行定量、客观的评估,分析灌丛生态系统服务价值的时空变化,有助于人们深入理解灌丛生态服务的巨大潜力,为中国生态补偿政策和自然资源评估提供参考。

收稿日期:2017-09-17

基金项目:国家重点研发计划(编号:2017YFC0505606);大学生科研训练项目(编号:URTP2016110025)。

作者简介:王庆慧(1994—),女,黑龙江呼伦贝尔人,硕士研究生,从事生态规划与生态评价研究。E-mail:18811594649@163.com。

通信作者:彭羽,博士,副教授,从事生态规划与评价研究。

E-mail:yuupeng@163.com。

1 研究区概述

中国地处北半球,横跨北温带和热带,大部分处于北温带,南北跨度大,气候复杂多变,物种丰富。灌丛生态系统适应性和抗逆性极强,耐干旱,耐盐碱,存活度高,类型多样,能生长于森林植被难以发育的环境条件中,常见于中国山地和干旱地区^[6]。目前我国灌丛面积达 5 365 万 hm^2 ,占全国森林总面积的 21.9%,占国土面积的 5.57%^[5](第七次全国森林资源清查结果)。原生灌丛生态系统多高海拔地区,其余则多为次生灌丛植被。在中国北部地区有较大面积的灌丛生态系统,如新疆天山地区、青海、西藏和内蒙古等地;在西南地区的云贵高原也有较多分布。根据其群落和地理特征,中国灌丛可分为以下 5 类:常绿针叶灌丛、常绿革叶灌丛、落叶阔叶灌丛、常绿阔叶灌丛和灌草丛。在我国热带地区主要分布灌丛植被类型为常绿硬叶阔叶灌丛及矮林,而在亚热带地区则为落叶阔叶灌丛,矮林和草甸相结合,不同温度带灌丛植被类型差异很大,其中温带和亚热带落叶灌丛、矮林分布面积最广,接近灌丛总面积的 50%^[6]。

2 研究数据及评估方法

本研究灌丛生态系统面积来源于各省(市、区)政府 2010、2016 年公布的统计公报,是对 2009、2015 年土地利用现状数据的总结。中国灌丛生态系统面积广泛,生物量巨大,生态效益显著。本研究对其生态服务功能进行分类并分别计算各个功能的价值。

2.1 提供有机物质价值

灌丛植被通过光合作用将大气中的 CO_2 固定为供自身生长发育繁殖的有机质,是植被进行能量转化的重要功能。本研究以总碳量代替有机质含量,通过碳与标煤热值间的比例关系,利用能量替代法计算其价值。由 2007 年全国各省份碳密度^[4]估算 2009、2015 年灌丛植被的总碳量,碳热值为 32.79 kJ/g,标煤热值为 29.27 kJ/g。有机质价值评估公式

如下:

$$P_{\text{有机质}} = H_{\text{C}} \div H_{\text{煤}} \times P_{\text{标煤}} \times T_{\text{C}} \circ$$

式中: $P_{\text{有机质}}$ 为有机质总价值; H_{C} 为碳热值; $H_{\text{煤}}$ 为标煤热值; $P_{\text{标煤}}$ 为标煤价格; T_{C} 为总碳量。

2.2 水源涵养价值

涵养水源是灌丛生态系统的重要服务功能, 主要为拦截和储藏降水。灌丛生态系统涵养水源的能力约为 $2\,500\text{ t/hm}^2$ ^[9]。本研究用影子价格法估算灌丛涵养水源的价值, 水的影子为全国生态环境用水的平均影子价格^[10]。评估公式如下:

$$P_{\text{水}} = C_{\text{蓄水}} \cdot A \cdot P_{\text{影子}} \circ$$

式中: $P_{\text{水}}$ 为涵养水源的价值; $C_{\text{蓄水}}$ 为平均 1 hm^2 灌丛蓄水能力; A 为灌丛面积; $P_{\text{影子}}$ 为水的影子价格。

2.3 保持水土价值

与森林、草地生态系统一样, 灌丛发达的根系和枝叶有利于土壤固持, 能够存储氮(N)、磷(P)、钾(K)等参与物质循环的营养物质; 能够防止泥沙流失。N、P、K 等营养物质的储存价值计算采取等效替代法, 即按照灌丛植被 N、P、K 的含量换算成化肥价值进行估算。根据植物种群营养元素分配表^[11-12], 估算出灌丛植被每固定 1 g 碳(C)所固定的 N、P、K 含量分别为 $0.044\,78$ 、 $0.015\,33$ 、 $0.013\,57\text{ g}$ 。由氮肥、磷肥、钾肥的市场价格估算营养物质价值。灌丛生态系统防止泥沙流失的效益为 32 元/hm^2 ^[13-15]。灌丛保持水土价值的评估公式如下:

$$P_{\text{肥}} = \sum_{i=1}^n (T_i \cdot P_{\text{肥}}), i \text{ 表示 N、P、K}$$

$$P_{\text{泥沙}} = Q \cdot S$$

式中: $P_{\text{肥}}$ 为有营养物质价值; T_i 表示 N、P、K 的总量; $P_{\text{肥}}$ 表示对应化肥的单价; $P_{\text{泥沙}}$ 为防止泥沙流失的价值; Q 为 1 hm^2 灌丛防止泥沙流失的效益; S 为灌丛面积。因此, 灌丛保持水土的总价值用 $P_{\text{保持水土}}$ 表示, $P_{\text{保持水土}} = P_{\text{肥}} + P_{\text{泥沙}} \circ$

2.4 固碳释氧价值

灌丛主要通过光合作用固定二氧化碳、释放氧气实现, 以维持大气组分平衡^[15]。对固碳价值的评估, 目前通用的方法为碳税法, 碳税是对排放二氧化碳所征收的税, 希望通过征税来削减二氧化碳排放来减缓温室效应。我国 2009 年碳税为 20 元/t , 2015 年为 50 元/t ^[16]。由光合作用方程式可推算出, 每固定 1 g 碳须吸收二氧化碳 3.67 g 、释放氧气 1.37 g 。释氧价值的评估有造林成本和替代价值 2 种方法, 造林成本为 353.93 元/t , 工业制氧为 400 元/t , 本研究采用工业制氧的价格进行计算。估算公式如下:

$$P_{\text{固碳}} = T_{\text{CO}_2} \cdot M_{\text{C}}$$

$$P_{\text{释氧}} = T_{\text{O}_2} \cdot V_{\text{O}_2}$$

式中: $P_{\text{固碳}}$ 为固定 CO_2 价值; T_{CO_2} 为固定 CO_2 的总量; M_{C} 为对应年份的碳税; $P_{\text{释氧}}$ 为释氧价值; T_{O_2} 为释放氧气的总量; V_{O_2} 为工业制氧的单价。因此, 固碳释氧的总价值 $P_{\text{OC}} = P_{\text{固碳}} + P_{\text{释氧}} \circ$

2.5 净化空气价值

灌丛净化空气中污染物的功能主要体现在 2 个方面: 一是灌丛植被通过呼吸作用和吸附作用, 净化空气中的有毒物质, 包括二氧化硫(SO_2)、氯(Cl_2)和氮氧化物等, 本研究以净

化 SO_2 功能为主; 二是灌丛枝叶能有效防风固沙, 起到滞尘作用^[17]。采取替代价值法进行估算。平均 1 hm^2 灌丛净化 SO_2 4.5 t ^[4], 工业用氧化钙除 SO_2 需要 0.875 g 氧化钙, 1 g SO_2 ; 灌丛滞尘效益为 409.76 元/hm^2 ^[18]。评估公式如下:

$$P_{\text{除硫}} = T_{\text{SO}_2} \cdot P_{\text{SO}_2} \cdot S$$

$$P_{\text{滞尘}} = Z \cdot S$$

式中: $P_{\text{除硫}}$ 为净化空气中 SO_2 的价值; T_{SO_2} 为灌丛单位面积净化 SO_2 的量; P_{SO_2} 为净化 SO_2 的单价; $P_{\text{滞尘}}$ 为灌丛面积; Z 为滞尘价值; A 为滞尘效益, 为面积。因此, 净化空气的总价值为 $P_{\text{A}} = P_{\text{除硫}} + P_{\text{滞尘}}$

2.6 总价值估算

灌丛尚有牲畜饲料、防风固沙等其他服务价值, 但是容易产生重叠和交互效应^[19], 因此本研究估算的灌丛生态系统服务价值为以上 5 种生态服务功能价值的总和, 即

$$P_{\text{总}} = P_{\text{有机质}} + P_{\text{水}} + P_{\text{保持水土}} + P_{\text{OC}} + P_{\text{A}} \circ$$

式中: $P_{\text{总}}$ 为灌丛生态系统服务总价值。公式中的子项不设权重, 均已包含在各服务功能计算的子类型中。

3 结果与分析

3.1 灌丛面积时空分布特征

我国灌丛植被主要分布在西南和西北部地区, 向东南沿海呈下降趋势。四川、内蒙古、新疆和西藏 4 省(区)灌丛面积最大, 达 466 万 hm^2 以上, 而天津、江苏和山东灌丛面积最小, 均在 6.6 万 hm^2 以下。比较 2009、2015 年各省(市、区)灌丛面积数据, 发现各个省(市、区)灌丛生态系统均有不同程度的退化, 其中江苏省灌丛退化最为严重, 比例达 2.6% , 西藏自治区退化比例最小, 为 0.592% , 但西藏自治区灌丛面积最大, 为 596 万 hm^2 , 退化面积也有 12.8 万 hm^2 , 相当于江苏省灌丛面积的 6 倍多。

3.2 灌丛生态系统服务价值

根据表 1、表 2 的计算结果可知, 2009 年灌丛生态系统服务价值为 $48\,479.18\text{ 亿元}$, 2015 上升至 $50\,872.38\text{ 亿元}$, 与 2009 年相比, 2015 年灌丛面积减少 12.78 万 hm^2 , 但生态服务总价值增加 $2\,393.20\text{ 亿元}$ 。自西北向东南灌丛面积和其服务价值均呈下降趋势; 而在不同年份, 尽管各省(市、区)灌丛面积都有退化, 但在河北、陕西、湖北、江西、四川、重庆、河南和福建等省(市、区)服务价值量都上升了 1 个等级, 其余省(市、区)的灌丛服务价值均略有上升。在 2009、2015 年 2 年中内蒙古、新疆、西藏和四川地区灌丛生态系统服务功能价值较大, 均在 $3\,600\text{ 亿}$ 以上; 而吉林、江苏、山东、天津地区灌丛服务功能价值较小, 均在 200 亿元 以下。

由表 3 可知, 在 5 种生态服务功能中, 涵养水源功能的生态价值最高, 分别为 $34\,080.25\text{ 亿}$ 、 $37\,009.99\text{ 亿元}$ (2009、2015 年), 占到总价值的 70% 以上; 而保持水土的价值最小, 不到总价值的 2% 。2009—2015 年全国各省(市、区)灌丛面积普遍有不同程度退化, 直接导致植被固碳量减少, 提供有机质的价值大幅降低。但是灌丛涵养水源的价值增加了近 $3\,000\text{ 亿}$; 其余服务价值略有波动, 但相差不大。

4 讨论与结论

本研究结合灌丛面积及碳密度等数据对我国灌丛生态系

表 1 2009 年我国灌丛生态系统生态服务价值

省份	灌丛面积 (万 hm ²)	各生态服务价值(亿元)					
		有机质	涵养水源	保持水土	固碳释氧	净化空气	总价值
安徽	10.17	8.85	79.86	2.07	12.79	13.38	116.95
北京	30.65	15.11	240.63	3.96	21.84	40.32	321.86
福建	13.95	18.71	109.53	4.14	27.05	18.35	177.78
甘肃	151.74	80.89	1 191.16	20.81	116.93	199.59	1 609.38
广东	25.55	33.62	200.59	7.45	48.61	33.61	323.89
广西	251.00	280.30	1 970.35	63.33	405.19	330.15	3 049.32
贵州	256.57	313.06	2 014.10	69.97	452.54	337.48	3 187.15
海南	15.29	20.32	120.05	4.50	29.38	20.12	194.37
河北	111.25	54.87	873.34	14.38	79.31	146.33	1 168.24
黑龙江	23.92	11.79	187.77	3.09	17.05	31.46	251.17
河南	50.49	24.90	396.32	6.53	35.99	66.41	530.15
湖北	103.42	57.83	811.85	14.72	83.60	136.03	1 104.02
湖南	65.55	80.85	514.59	18.05	116.88	86.22	816.60
江苏	2.00	0.97	15.70	0.26	1.41	2.63	20.97
江西	12.43	16.35	97.60	3.62	23.63	16.35	157.56
吉林	12.28	6.06	96.40	1.59	8.75	16.15	128.95
辽宁	61.03	30.09	479.11	7.89	43.50	80.28	640.87
内蒙古	516.07	254.48	4 051.18	66.72	367.86	678.80	5 419.04
宁夏	31.94	15.73	250.73	4.13	22.74	42.01	335.35
青海	250.81	137.70	1 968.88	35.19	199.05	329.90	2 670.73
山东	5.75	2.83	45.11	0.74	4.09	7.56	60.34
陕西	214.95	110.12	1 687.38	28.60	159.19	282.73	2 268.03
山西	129.33	630.08	1 015.21	16.72	92.18	170.11	1 924.30
四川	487.55	520.76	3 827.24	118.35	752.80	641.28	5 760.46
重庆	75.67	80.83	594.04	18.37	116.84	99.54	1 009.59
天津	1.33	0.65	10.41	0.17	0.94	1.74	13.92
新疆	524.34	258.51	4 116.07	67.78	373.70	689.68	5 505.74
西藏	596.35	425.39	4 681.32	103.01	614.93	784.39	6 609.04
云南	288.15	361.86	2 262.00	80.61	523.10	379.02	3 606.60
浙江	21.86	28.60	171.60	6.34	41.35	28.75	276.65
全国	4 341.43	3 234.98	34 080.25	777.17	4 676.39	5 710.40	48 479.18

统的服务价值进行了评估。对生产有机质、涵养水源、保持水土、固碳释氧和净化空气等不同价值利用不同计算公式评估,增加估算的可信度。2009—2015 年 6 年时间内灌丛面积减少 12.78 万 hm²,2009 年灌丛生态系统服务价值为 48 479.18 亿元,2015 上升至 50 872.38 亿元,占当年 GDP 的 7.4%,其中涵养水源功能的生态价值最高,分别为 34 080.25 亿、37 009.99 亿元。2010 年谢高地等对我国生态系统服务价值进行整体评估,其价值量为 38.10 万亿元,草地(包括草原、草甸和灌草丛)价值为 80 619.6 亿元^[1]。与其计算结果相比较,本研究的评估结果有较高可信度。

在热带、亚热带和温带地区的灌丛植被差异较大,热带地区主要为常绿硬叶阔叶灌丛;亚热带和温带地区主要为落叶灌丛和高山落叶灌丛;在亚热带的高山地带还分布有一些常绿革质叶灌丛^[6]。不同的植被类型也导致了不同地区灌丛生态系统的生产力有很大差异,即碳储量不同,从热带、亚热带过渡到温带及高寒地区时,尽管灌丛面积明显增大但是植被由阔叶灌丛变为落叶灌丛,单位面积碳储量下降^[20]。因此在本研究的估算中,不同省(市、区)单位面积灌丛生态服务价值不同主要是由于碳密度不同,使得计算的碳储量、N、P、K 固定量,二氧化碳固定量和释放氧气量不同所导致。而不同

植被类型涵养水源、净化空气的能力不同,本研究采取了统一指标计算,因此估算值和实际值之间存在一定差异。根据本研究计算结果可知,2009 年 1 万 hm² 灌丛生态系统服务价值分布范围在 10.5 亿~13.35 亿元之间,而 2015 年则在 11.1 亿~22.35 亿元之间。且在我国热带和亚热带地区,每 1 万 hm² 灌丛生态系统服务价值普遍高于 12 亿元,而西北部地区则多低于 12 亿元,主要原因是在热带和亚热带地区灌丛植被的碳密度偏高。本研究在灌丛生态系统服务功能价值估算过程中,灌丛生态系统还有很多不易量化的服务价值如美学价值、对雾霾等的净化价值等并未计算在内,因此其真实价值应该高于本研究估算的价值,须要未来进一步深入研究。我国灌丛生态系统价值巨大,对我国整个陆地生态系统有着极为重要的意义,须要采取及时有效的保护措施,发挥灌丛生态系统服务功能,保障我国的可持续发展。

参考文献:

[1] 谢高地,张彩霞,张昌顺,等. 中国生态系统服务的价值[J]. 资源科学,2015,37(9):1740-1746.
[2] 曾 杰,李江风,姚小微. 武汉城市圈生态系统服务价值时空变化特征[J]. 应用生态学报,2014,25(3):883-891.

表 2 2015 年我国灌丛生态系统生态服务价值评估

省份	灌丛面积 (万 hm ²)	各生态服务评估价值(亿元)					
		有机质	涵养水源	保持水土	固碳释氧	净化空气	总价值
安徽	10.08	6.27	86.18	1.99	13.89	13.26	121.59
北京	30.60	10.78	261.63	3.85	23.90	40.25	340.42
福建	13.69	13.13	117.08	3.94	29.10	18.01	181.26
甘肃	151.42	57.71	1 294.64	20.22	127.92	199.18	1 699.67
广东	25.25	23.75	215.86	7.14	52.65	33.21	332.60
广西	250.53	200.03	2 142.00	61.31	443.40	329.54	3 176.28
贵州	254.21	221.76	2 173.47	67.21	491.57	334.38	3 288.39
海南	15.14	14.38	129.45	4.32	31.89	19.91	199.95
河北	111.05	39.16	949.45	13.98	86.79	146.07	1 235.45
黑龙江	23.75	8.37	203.03	2.99	18.56	31.24	264.19
河南	50.31	17.74	430.18	6.34	39.32	66.18	559.76
湖北	102.98	41.17	880.48	14.26	91.26	135.46	1 162.63
湖南	65.23	57.53	557.75	17.41	127.52	85.81	846.01
江苏	1.95	0.68	16.64	0.24	1.50	2.56	21.63
江西	12.22	11.49	104.48	3.45	25.46	16.07	160.96
吉林	12.22	4.31	104.48	1.54	9.55	16.07	135.95
辽宁	60.89	21.47	520.64	7.67	47.58	80.10	677.45
内蒙古	514.29	181.32	4 397.21	64.76	401.91	676.49	5 721.70
宁夏	31.60	11.13	270.18	3.98	24.67	41.57	351.52
青海	250.58	98.36	2 142.46	34.22	218.03	329.61	2 822.68
山东	5.67	2.00	48.51	0.71	4.43	7.46	63.12
陕西	213.51	78.21	1 825.54	27.67	173.36	280.85	2 385.63
山西	129.04	45.49	1 103.29	16.25	100.84	169.74	1 435.61
四川	487.11	372.00	4 164.76	114.69	824.59	640.73	6 116.78
重庆	75.47	57.64	645.30	752.69	127.76	99.28	1 682.67
天津	1.31	0.46	11.23	0.16	1.02	1.73	14.60
新疆	523.54	184.55	4 476.27	65.92	409.08	688.66	5 824.47
西藏	595.99	303.97	5 095.74	100.05	673.78	783.96	6 957.50
云南	287.34	258.00	2 456.76	77.92	571.88	377.96	3 742.52
浙江	21.66	20.26	185.19	6.09	44.92	28.49	284.96
全国	4 328.65	2 305.47	37 009.99	752.69	5 110.38	5 693.85	50 872.38

表 3 不同年份我国灌丛生态系统服务功能价值对比

生态服务功能	服务功能价值(亿元)	
	2009 年	2015 年
有机质	3 234.98	2 305.47
涵养水源	34 080.25	37 009.99
保持水土		
N	330.08	325.44
P	147.64	150.21
K	160.52	138.51
防止泥沙流失	138.93	138.53
固碳释氧		
固碳	300.39	748.54
释氧	4 375.10	4 361.84
净化空气		
除 SO ₂	3 931.71	3 920.14
滞尘	1 778.69	1 773.71
总价值	48 479.18	50 872.38

[3] 张立伟,傅伯杰. 生态系统服务制图研究进展[J]. 生态学报, 2014,34(2):316-325.

[4] 王伟民,祝令辉,任鸿昌. 中国西部地区灌丛生态系统服务功能效益评估[J]. 林业资源管理,2008(4):124-127.

[5] 王 兵,魏江生,胡 文. 中国灌木林-经济林-竹林的生态系统服务功能评估[J]. 生态学报,2011,31(7):1936-1945.

[6] 谢宗强,唐志尧. 中国灌丛生态系统碳储量的研究[J]. 植物生态学报,2017,41(1):1-4.

[7] 毕晓政. 内蒙古西部灌木林资源资产价值核算研究[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学,2007.

[8] 赵海珍,李文华,马爱进,等. 拉萨河谷山地灌丛草地生态系统服务价值评价——以拉萨达孜县为例[J]. 草业科学,2010,27(12):27-31.

[9] 周晓峰,张洪军. 生态系统的服务功能[M]. 北京:科学出版社,2002.

[10] 刘秀丽,邹 瑾. 全国及九大流域分类用水影子价格的计算与预测[J]. 水利水电科技进展,2014,34(4):10-15.

[11] 段飞舟,陈 玲. 草原植物种群营养元素生殖分配规律研究(Ⅱ)[J]. 内蒙古大学学报(自然科学版),2000,31(2):193-197.

[12] 陈 玲,阿里穆斯. 攀植物种九营养元素生殖分配规律研究(Ⅰ)[J]. 内蒙古大学学报(自然科学版),1997(4):568-571.

[13] 周晓峰,蒋敏元. 黑龙江省森林效益的计量、评价及补偿[J]. 林业科学,1999,35(3):97-102.

[14] 张建国,杨建洲. 福建森林综合效益计量与评价[J]. 生态经济,

孟和,郭月峰,张美丽,等.小流域梯田土壤有机碳含量及其固碳潜力[J].江苏农业科学,2019,47(4):237-241.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.04.054

小流域梯田土壤有机碳含量及其固碳潜力

孟和¹,郭月峰¹,张美丽²,祁伟³,秦富仓¹,姚云峰¹

(1. 内蒙古农业大学沙漠治理学院,内蒙古呼和浩特 010011; 2. 内蒙古职业技术学校,内蒙古呼和浩特 010070;
3. 内蒙古自治区水利水电勘测设计院,内蒙古呼和浩特 010020)

摘要:以内蒙古赤峰市敖汉旗黄花甸子流域梯田土壤为研究对象,选取玉米地 0~20、20~40、40~60 cm 土层土壤,运用描述性统计分析、差异性分析以及土地利用方式对比法探究样地土壤有机碳含量状况及其固碳潜力。研究表明:(1)黄花甸子流域梯田土壤有机碳含量从表层到底层逐渐减少,具有表聚现象。梯田 60 cm 深度土壤平均有机碳含量为 6.67 g/kg,转换为有机质是 11.50 g/kg,处于中等水平。(2)梯田土壤退耕还林后,各层土壤固碳潜力由大到小表现为耕层>中层>底层,耕层是梯田土壤中最具固碳潜力的部分。在以后的农作活动中,应该着重保护表层土壤,增加耕层土壤碳累积,充分发挥农田的固碳功能。(3)土壤 60 cm 深度的现实固碳潜力为 $0.024\ 32 \times 10^6$ t。

关键词:梯田;土壤;有机碳含量;表聚现象;固碳潜力

中图分类号: S153.6 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)04-0237-05

土壤为养分转化过程提供了载体^[1-2]。土壤有机质是陆地生物圈生物地球化学循环过程的主要成分之一,其主要指土壤含碳有机物,可指示土壤健康状况,是土壤的重要组成部分^[3]。有机质中的有机碳能协调土壤水、气关系,改善土壤结构及其通气性,维持和改良土壤肥力以提高土壤生产力。农田土壤有机碳含量是衡量土壤肥力和耕地地力最重要的物质基础,是判断土壤质量和农业可持续发展的重要指标之一^[2]。土壤有机碳(SOC)库可吸存大量 CO₂、CH₄ 等温室气体^[4]。通过增加农田土壤固碳量,可有效减小大气中 CO₂ 浓度,同时也能保障粮食安全^[2]。因此,掌握土壤有机碳含量水平及其固碳潜力,对于明晰当地农田土壤肥力水平并采取科学合理的管理措施进行农业生产具有重要作用。

梯田能有效控制中国丘陵沟壑区内流域坡耕地水土流失的状况并提高耕地地力,其具备良好的通风透光性,利于作物生长和土壤有机物的累积,能够实现农业可持续发展^[5-8]。

流域是地面水和地下水天然汇集的区域,也是目前水土流失治理和开发,用以发挥小流域水土资源经济效益、社会效益的基本单元。流域环境中的土壤湿度较高,有利于有机物质腐解转化为有机质储存于土壤中。研究流域梯田土壤有机碳肥力状况及其固碳潜力对流域治理及农业可持续发展具有重要作用。目前,国内外专家、学者对农田土壤有机碳的研究成果已有很多,梯田土壤质量恢复以及有机碳时空分布、变化是梯田土壤研究的主要方面^[9-15]。但以小流域梯田土壤为研究对象,探讨其有机碳含量及土壤碳固定潜力的研究较少。

本试验主要以种植历史悠久的内蒙古东部梯田为研究对象,通过实地采样法取得土壤有机碳含量及储量数据,运用描述性统计分析、差异性分析以及土地利用方式对比法,对敖汉旗黄花甸子小流域梯田土壤有机碳含量及其固碳潜力进行研究,以期对流域梯田土壤改良、精准管理及碳库研究提供基础数据与理论依据。

1 研究区概况

研究区域地处内蒙古赤峰市敖汉旗西部的黄花甸子流域,其北面与老哈河中游和科尔沁沙地相邻^[16]。其地理坐标在 119°36'~119°53'E、42°17'~42°33'N 之间,流域土地的总面积约为 32 km²。农耕地面积为 12.29 km²,占流域总面积的 38.41%,属于典型梯田区。耕地中旱地约 11.08 km²,水浇地约 1.21 km²,作物平均生长层为 0~40 cm,深 40~60 cm 的土壤是介于生长层与非生长层间的土壤。农田平均耕作深

收稿日期:2018-07-08

基金项目:国家自然科学基金(编号:31500584);内蒙古自然科学基金(编号:2016MS0407)。

作者简介:孟和(1960—),男,内蒙古呼和浩特人,副教授,主要从事干旱生态和治沙造林的研究。Tel:(0471)3247729;E-mail:nl18747275833@163.com。

通信作者:郭月峰,博士,副教授,主要从事水土保持与荒漠化防治的研究。Tel:(0471)3247729;E-mail:guoyuefeng0525@126.com。

1994(6):10-16.

[15]刘宪锋,任志远,林志慧.青藏高原生态系统固碳释氧价值动态测评[J].地理研究,2013,32(4):663-670.

[16]莫丹,管东生,刘淑雯,等.广州城区生态安全岛森林生物量、叶片滞尘和物种多样性研究[J].环境科学学报,2011,31(3):666-672.

[17]康晓虹.我国征收碳税的可行性研究——基于国外已有碳税模式[J].经济论坛,2013(7):107-109.

[18]冯朝阳,高吉喜,田美荣,等.京西门头沟区自然植被滞尘能力及效益研究[J].环境科学研究,2007,20(5):155-159.

[19]霍建林,王晓云,漆建忠.固沙灌丛及其饲用价值评价[J].水土保持通报,1994,14(7):11-14,71.

[20]Zhang L, Yu X, Jiang M, et al. A consistent ecosystem services valuation method based on total economic value and equivalent value factors: a case study in the Sanjiang Plain, northeast China[J]. Ecological Complexity, 2017, 29: 40-48.