

Assessment of Forest Ecosystem Services Function Value in Chuxiong Prefecture in 2008

Xuesi Tian, Wujun Xi

School of Geography Science and Tourism Management in Chuxiong Normal University, Chuxiong Yunnan
Email: 953948181@qq.com, 173202430@qq.com

Received: Jul. 19th, 2015; accepted: Aug. 3rd, 2015; published: Aug. 6th, 2015

Copyright © 2015 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

The article evaluated the forest ecosystem service function value in ChuXiong Prefecture in 2008. The result showed that: the total value of the forest ecosystem services was 93,915,812,376 yuan. The biodiversity conservation function value was 50,642,000,000 yuan. Its ratio was 54%. From large to small, the sequence of forest ecosystem services function value in ChuXiong Prefecture in 2008 was biodiversity conservation value, soil conservation value, purifying air value, fixing carbon and releasing oxygen value, tree nutrient accumulation value, water conservation value and recreational value.

Keywords

Forest Ecosystem Services Function, Value Assessment, Chuxiong

楚雄州2008年森林生态系统服务功能价值评估

田学思, 席武俊

楚雄师范学院地理科学与旅游管理学院, 云南 楚雄
Email: 953948181@qq.com, 173202430@qq.com

收稿日期: 2015年7月19日; 录用日期: 2015年8月3日; 发布日期: 2015年8月6日

摘要

本文利用楚雄州2008年完成的森林资源清查数据,估算在此期间的森林生态系统服务功能价值。结果表明:此期间的森林生态系统服务功能总价值为939.1亿元。其中生物多样性保育功能价值最大为506.42亿元,占服务总价值的54%。2008年服务价值中各项服务价值按顺序大小为生物多样性保育价值 > 保育土壤价值 > 净化空气价值 > 固碳释氧价值 > 林木营养积累价值 > 涵养水源价值 > 供游人休闲游憩价值。

关键词

森林生态系统服务功能, 价值评估, 楚雄州

1. 引言

森林对生态环境维持和改善方面有重要作用。比如,森林是天然的制氧机制,万能的消灭环境污染的净化器,它是地球上结构最复杂、作用最多和最稳定的陆地生态系统。森林生态系统服务功能是指森林生态系统与生态过程所形成及所维持人类赖以生存的自然环境条件与效用,代表着地球经济的一部分。森林具有吸收二氧化碳、涵养水源、调节气候、防风固沙、保护生物多样性等生态功能,是陆地生态系统的主体,森林的兴衰直接关系到经济和社会发。学者对森林生态系统不同服务功能做出了相应研究[1]-[6]。

楚雄州位于滇中高原,是以农为主的多山地区,由全州的自然条件和社会经济状况,决定了森林在全州生态、经济建设中有着不可替代的作用。楚雄州森林资源的特点是次生林多、阔叶树少、林分质量差,人工林树种组成较少,结构单一[7]。楚雄州的森林资源对彝州的环境生态效益都在发挥着举足轻重的作用。近年来由于人们通过砍伐森林为人类提供木材,但是,大面积的森林被砍伐,随之而来的是水土的大量流失、生物多样性锐减、气候无法自我调节等等一系列本有功能的丧失。为此,客观、科学地评价森林生态系统服务功能对于提高人们的环境意识、促进将环境被纳入国民经济核算体系及正确处理社会经济发展与生态环境保护之间的关系具有重要的现实意义。

2. 研究区概况[8]

楚雄彝族自治州地处云贵高原西部,为金沙江水系与红河水系的分水岭,素有“滇中福地,滇西门户”之城,是滇中1小时经济圈的重要组成部分,是通往滇西七州(市)及东南亚的必经之地,其东靠昆明市,南连普洱市和玉溪市,西连大理白族自治州,西北隔金沙江与丽江市相望,北邻四川省攀枝花市和凉山彝族自治州,地处东经100°43'~102°30',北纬24°13'~26°30'之间,东西最大横距175 km,南北最大纵距247.5km。

楚雄州辖9县1市,50乡53镇,1094个村(居)委员会,14793个村民小组,2009年末全州总人口261.96万人(户籍人口),其中:农业人口222.11万人,占总人口的84.78%;境内少数民族有彝、白、哈尼、壮、傣、苗、傈僳、回等25个民族,人口87.2万人,占总人的33.5%,其中彝族70.6万人,占总人口的27.1%。

3. 研究方法

3.1. 数据来源

对生态系统服务价值评估需科学的数据来充分说明其价值,本次研究的数据源来自于社会公共数据

[7]、2008年楚雄州林业局完成的森林资源清查数据[9], 如表1、表2所示。

3.2. 评估体系的建立

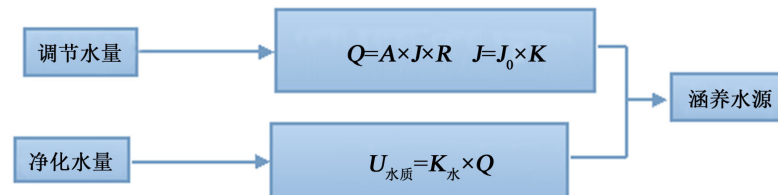
森林生态系统服务功能一般包括调节、支持、文化和提供产品四类功能[10], 本研究通过对相关研究进行对比分析, 结合楚雄市森林背景特征以及部分数据的可获得性进行了综合分析, 特选取了以上3种功能、7项指标、13类指标因子构成了本研究的评估体系, 如表3所示。

3.3. 评估方法及过程

森林生态系统服务功能价值评估包括三大功能, 7个方面, 13类指标, 评估方法及过程如下。

3.3.1. 涵养水源

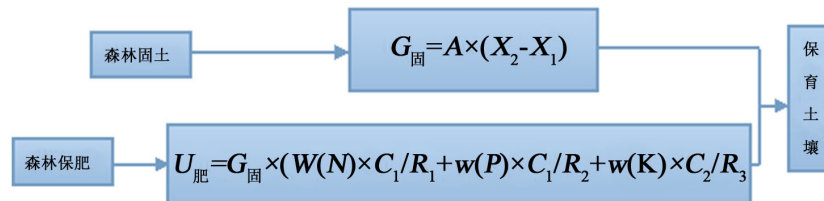
森林涵养水源功能主要表现在提高水资源利用率、调节径流和净化水质等方面。本研究选取调节水量和净化水质2项指标反映森林的涵养水源功能。



式中, Q 为与裸地相比, 森林涵养水分的增加量; A 为森林面积; J 为多年平均产流降雨量; J_0 为多年平均降雨总量取值为893.5 mm 参见《云南省水资源公报》; K 为产流降雨量占降雨总量比例取值为0.6[10]; R 为与裸地相比, 森林生态系统减少径流的效益系数, $R = 0.3$ [11]; $U_{水质}$ 为森林年净化水质价值(元), $K_{水}$ 为居民用水价格。

3.3.2. 保育土壤

保育土壤指森林中活地被层和凋落物层通过截留降水, 降低水滴对表土的冲击和地表径流的侵蚀作用, 同时通过植物根系固持土壤, 防止土壤崩塌泻溜, 改善土壤结构, 减少土壤肥力损失的功能[10] [11]。因此森林保育土壤包括森林固土和森林保肥两个方面。



式中, $G_{固土}$ 为森林年固土量($t \cdot a^{-1}$), A 为森林面积(hm^2), X_2 为无林地土壤年侵蚀模数($t \cdot hm^{-2}$), X_1 为林下土壤年侵蚀模数($t \cdot hm^{-2}$), X_1 取 $3.2 t \cdot hm^{-2}$, X_2 取 $80 t \cdot hm^{-2}$; $U_{肥}$ 为年森林保肥价值(元), $w(N)$ 、 $w(P)$ 、 $w(K)$ 分别为土壤氮、磷、钾的平均质量分数(0.094%, 0.444%, 0.922%), R_1 为磷酸二铵含 N 量(%), R_2 为磷酸二铵含 P 量(%), R_3 为氯化钾含 K 量(%), C_1 、 C_2 分别为磷酸二铵、氯化钾的平均价格($元 \cdot t^{-1}$)。

3.3.3. 固碳释氧

固碳制氧过程, 应该算作一个过程的两方面, 固碳的同时就能制氧, 森林生态系统服务功能价值的计算不应将两者价值相加, 可避免造成的重复计算。本研究选取固碳、释氧2个指标反映该项功能。

Table 1. Social public resource data
表 1. 社会公共资源数据

名称	单价(含量)	名称	单价
水库建设单位库容投资	6.11 元·m ⁻³	有机质价格	320 元·t ⁻¹
居民生活用水价格	3.85 元·t ⁻¹	固碳价格	1200 元·t ⁻¹
磷酸二铵含氮量	14.0%	制造氧气价格	1000 元·t ⁻¹
磷酸二铵含磷量	15.01%	二氧化硫治理费用	1.2 元·Kg ⁻¹
氯化钾含钾量	50.0%	氟化物治理费用	0.69 元·Kg ⁻¹
磷酸二铵价格	2400 元·t ⁻¹	氮氧化物治理费用	0.63 元·Kg ⁻¹
磷酸二铵价格	2200 元·t ⁻¹	降尘清理费用	0.15 元·Kg ⁻¹

注: 居民生活用水价格采用楚雄市居民生活用水价格。

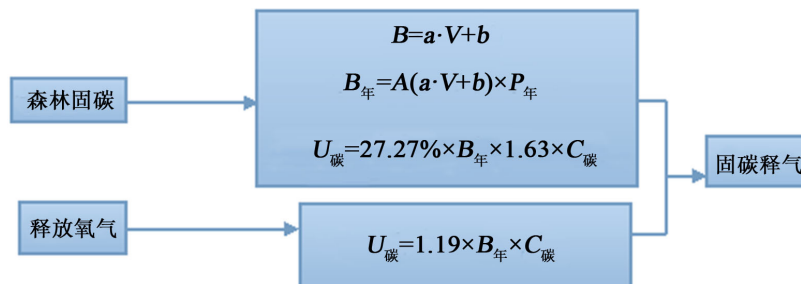
Table 2. Forest resources survey of Chuxiong in 2008
表 2. 楚雄州 2008 年森林资源概况

楚雄州各类土地面积构成表(单位: hm ²)						
年份	土地总面积	林业用地				
		合计	有林地	疏林地	灌木林地	未成林造林地
合计	2,846,864	2170288.1	1778257.4	4600	311430.1	32172.3

注: 数据来源于楚雄州林业局。

Table 3. The evaluation index system of service function of forest ecosystem
表 3. 森林生态系统服务功能价值评估指标体系构成

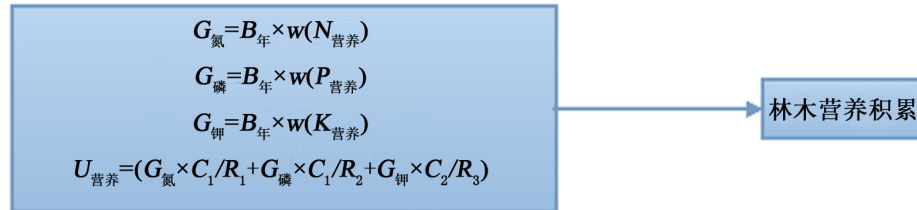
指标类别	指标因子	
调节功能	涵养水源	调节水量, 净化水质
	保育土壤	森林固土, 森林保肥
	固碳释氧	森林固碳, 释放氧气
	林木营养积累	林木营养积累
支持功能	净化空气	吸收二氧化硫, 吸收氟化物, 吸收氮氧化物, 阻滞降尘
	生物多样性保护	生物多样性保护
文化功能	森林游憩	森林游憩



式中, $U_{\text{碳}}$ 为林分的年固碳价值(元); $C_{\text{碳}}$ 为固碳价格(元·t⁻¹); $B_{\text{年}}$ 为计算区林分的年净生产力(t·a⁻¹) [12] [13]; B 为单位面积林分生物量(t·hm⁻²); V 为单位面积林分蓄积量(m³); a 和 b 为生物量与蓄积量的转换模型参数, $P_{\text{年}}$ 为林分生物量的年净生长率; $U_{\text{氧}}$ 为林分的年制氧价值(元); $C_{\text{氧}}$ 为氧气价格(元·t⁻¹)。

3.3.4. 林木营养积累

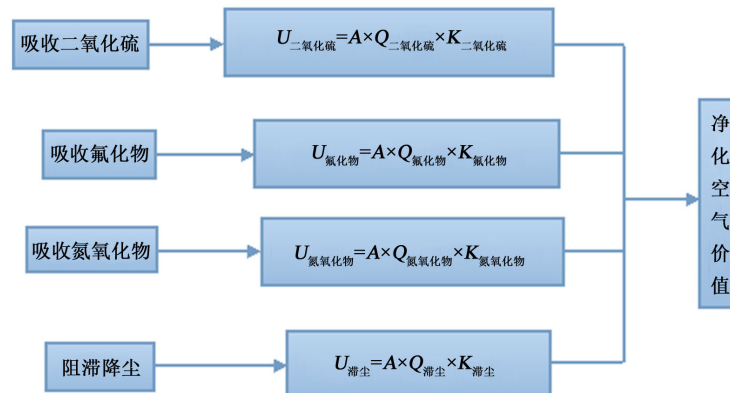
林木在生长过程中不断从土壤、大气等周围环境中吸收 N , P , K 等营养物质, 固定于各器官中, 成为植物体的组成成分。本项目选取林木营养物质(N, P, K)积累指标来反映此项功能。



式中, $G_{\text{氮}}$ 为林分固氮量($\text{t}\cdot\text{a}^{-1}$); $G_{\text{磷}}$ 为林分固磷量($\text{t}\cdot\text{a}^{-1}$); $G_{\text{钾}}$ 为林分固钾量($\text{t}\cdot\text{a}^{-1}$); $w(N_{\text{营养}})$ 为林木氮元素质量分数(%); $w(P_{\text{营养}})$ 为林木磷元素质量分数(%); $w(K_{\text{营养}})$ 为林木钾元素质量分数(%); $B_{\text{年}}$ 为林分生产力($\text{t}\cdot\text{a}^{-1}$), C_1 、 C_2 分别为磷酸二铵、氯化钾的平均价格($\text{元}\cdot\text{t}^{-1}$)。

3.3.5. 净化空气

本研究选择森林吸收二氧化硫、氟化物、氮氧化物、滞尘 4 个指标来反映净化大气环境功能[10]。据文献资料, 阔叶树每年平均吸收 SO_2 、 HF 、氮氧化物和滞尘能力分别为 88.65 、 4.65 、 6.0 、 10110 ($\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$); 针叶树年平均吸收 SO_2 、 HF 、氮氧化物和滞尘能力分别为: 215.60 、 0.5 、 6.0 、 $33,200$ ($\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$); 经济林年吸收氟化物的能力为 1.68 ($\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$)。



式中, $U_{\text{二氧化硫}}$ 为森林年吸收二氧化硫的价值(元), A 为林分面积(hm^{-2}), $Q_{\text{二氧化硫}}$ 为单位面积森林的二氧化硫年吸收量($\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$), $K_{\text{二氧化硫}}$ 为二氧化硫的治理费($\text{元}\cdot\text{kg}^{-1}$)。 $U_{\text{氟化物}}$ 为森林年吸收氟化物的价值(元); $Q_{\text{氟化物}}$ 为单位面积森林对氟化物的年吸收量($\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$); $K_{\text{氟化物}}$ 为氟化物治理费($\text{元}\cdot\text{kg}^{-1}$)。 $U_{\text{氮氧化物}}$ 为森林年吸收氮氧化物的价值(元); $Q_{\text{氮氧化物}}$ 为单位面积森林对氮氧化物的年吸收量($\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$); $K_{\text{氮氧化物}}$ 为氮氧化物治理费($\text{元}\cdot\text{kg}^{-1}$)。 $U_{\text{滞尘}}$ 为森林年阻滞降尘价值(元); $Q_{\text{滞尘}}$ 为单位面积森林的年滞尘量($\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$); $K_{\text{滞尘}}$ 为降尘清理费($\text{元}\cdot\text{kg}^{-1}$)。

3.3.6. 生物多样性保育

生物多样性保育指森林生态系统为生物提供生存与繁衍的场所, 从而对其起到的保育作用。



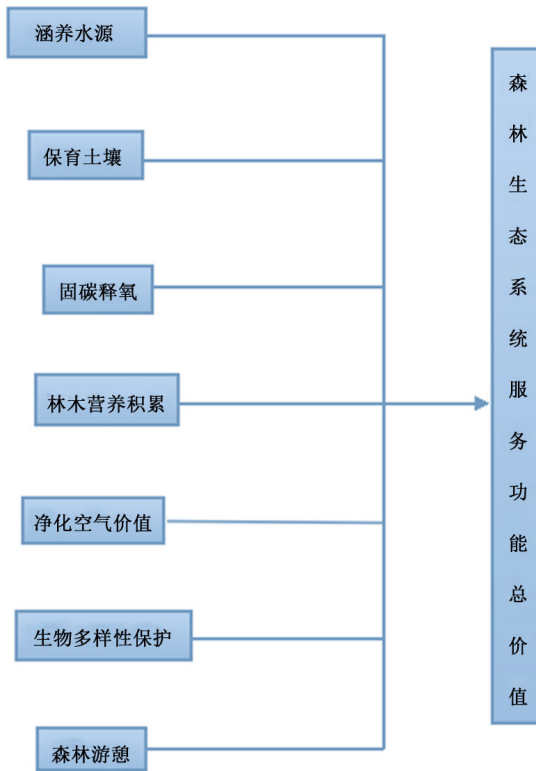
式中, $U_{生物}$ 为森林年生物多样性保护价值(元); A 为森林面积(hm^2); $S_{生物}$ 为单位面积森林年物种资源保育价值($元 \cdot hm^{-2}$)。本项目参考云南省森林单位面积生物多样性保育价值[14]为 $24234.6 元 \cdot hm^{-2} \cdot a^{-1}$ 。

3.3.7. 供人们休闲游憩

采用费用支出法, 以游憩者支出的费用总和作为生态游憩的经济价值。根据楚雄州旅游局及楚雄州自然保护区管理局统计数据得 2008 年楚雄州森林生态系统供人们休闲游憩价值约为 16.4 亿元。

3.3.8. 楚雄州森林生态系统服务功能总价值

楚雄州森林生态系统服务功能总价值应为 13 项指标价值之和, 分别为: 调节水量价值、净化水质价值、森林固土价值、森林保肥价值、森林固碳价值、释放氧气价值、林木营养积累价值、吸收二氧化硫价值、吸收氟化物价值、吸收氮氧化物价值、阻滞降尘价值、生物多样性保育价值、森林游憩价值。



4. 结果与讨论

4.1. 楚雄州森林生态系统服务功能总价值

据上述方法, 可得楚雄州 7 个方面 13 个指标的森林生态系统生态服务功能价值量, 如表 4 所示。

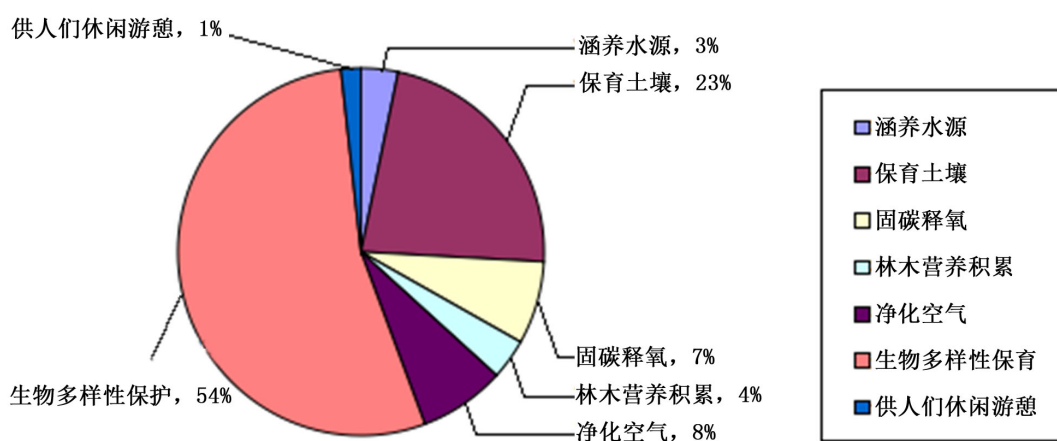
4.2. 楚雄州 2008 年森林生态系统各项服务功能价值量比较

楚雄州 2008 年森林生态系统服务价值体现在 7 个方面, 按服务价值的大小排序如下: 生物多样性保育价值 > 保育土壤价值 > 净化空气价值 > 固碳释氧价值 > 林木营养积累价值 > 涵养水源价值 > 供游人休闲游憩价值, 如图 1 所示。

楚雄州森林生态系统服务功能总价值为 93,915,812,376 元: 其中生物多样性保育功能价值最大为 50,642,728,570 元, 占 54%; 其次是保育土壤功能价值, 为 21,224,245,949 元, 占 23%; 所占比例最小的

Table 4. The evaluation index system of service function of forest ecosystem**表 4.** 森林生态系统服务功能价值评估指标体系构成

年份	生态系统服务功能	涵养水源	保育土壤	固碳释氧	林木营养积累	净化空气	生物多样性保护	供人们休闲游憩	合计
2008年	合计价值元	3,061,728,520	21,224,245,949	6,861,541,423	3,342,278,970	7,143,288,944	50,642,728,570	1,640,000,000	93,915,812,376
	比例 (%)	3%	23%	7%	4%	8%	54%	1%	100%

**Figure 1.** The total value of forest ecosystem services in Chuxiong in 2008**图 1.** 楚雄州 2008 年森林生态系统服务功能总价值构成图

是供人们休闲游憩价值, 为 1,640,000,000 元, 占 1%。

从此次对楚雄州 2008 年的森林生态系统服务功能所做的评估可以明确看出楚雄州森林资源拥有巨大的生物生态服务价值, 并且生态服务价值远远超过实物生产价值, 在生态服务功能中, 尤以生物多样性保护、保育土壤、净化空气、固碳释氧最为重要。而涵养水源、林木营养积累、供人们休闲游憩价值相对较低。因此, 楚雄州森林有待进一步进行培育、改造提升森林的生态服务功能和价值更好的为国民经济和社会发展服务。

基金项目

本文系云南省大学生创新项目及云南省高等学校卓越青年教师特殊培养项目成果。

参考文献 (References)

- [1] Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., et al. (1997) The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, **387**, 253-260. <http://dx.doi.org/10.1038/387253a0>
- [2] Pimentel, D., Harvey, C. and Resosudarmo, P. (1995) Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits. *Science*, **267**, 1117-1123. <http://dx.doi.org/10.1126/science.267.5201.1117>
- [3] Bolund, P. and Hunhammar, S. (1999) Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics*, **29**, 293-301. [http://dx.doi.org/10.1016/S0921-8009\(99\)00013-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0921-8009(99)00013-0)
- [4] Bjorklund, J., Limburg, K. and Rydberg, T. (1999) Impact of production intensity on the ability of the agricultural and scape to generate ecosystem services: An example from Sweden. *Ecological Economics*, **29**, 269-291. [http://dx.doi.org/10.1016/S0921-8009\(99\)00014-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0921-8009(99)00014-2)
- [5] Holmund, C. and Hammer, M. (1999) Ecosystem services generate by fish population. *Ecological Economics*, **29**, 253-

268. [http://dx.doi.org/10.1016/S0921-8009\(99\)00015-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0921-8009(99)00015-4)

- [6] Serafy, S. (1998) Pricing the invaluable: the value of the world; ecosystem services and natural capital. *Ecological Economics*, **25**, 25-27. [http://dx.doi.org/10.1016/S0921-8009\(98\)00009-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0921-8009(98)00009-3)
- [7] 施庭有 (1999) 楚雄州森林生态效益的初步估算. *云南林业调查规划设计*, **2**, 24-26.
- [8] 武晓峰, 刘文艳 (2005) 楚雄州森林资源动态分析及发展方向. *林业调查规划*, **4**, 12-15.
- [9] 楚雄州林业局 (2008) 楚雄州森林资源连续清查第三次复查成果报告.
- [10] 赵元藩, 温庆忠, 艾建林 (2010) 云南森林生态系统服务功能价值评估. *林业科学研究*, **2**, 184-190.
- [11] 李文华 (2008) 生态系统服务功能价值评估的理论、方法与应用. 中国人民大学出版社, 北京.
- [12] 方精云, 刘国华, 徐嵩龄 (1996) 我国森林植被的生物量和净生产量. *生态学报*, **5**, 497-508
- [13] 曾伟生 (2005) 云南省森林生物量与生产力研究. 国家林业局中南林业调查规划设计院, 北京.
- [14] 靳芳, 余新晓, 鲁绍伟, 等 (2007) 中国森林生态系统生态服务及其评价. 中国林业出版社, 北京.