

# 两种森林生态系统价值评估方法实证评述

张乐勤<sup>1</sup>, 荣慧芳<sup>1</sup>, 曹先河<sup>2</sup>

(1. 池州学院 资源环境与旅游系, 安徽 池州 247000; 2. 石台县林业局, 安徽 石台 245100)

**摘 要:** 森林生态系统价值尚未形成成熟的评价方法。谢高地等基于 Costanza 的方法创建了当量因子法, 中国林业科学院森林生态环境与保护研究所创建了 LY/T1721-2008 评估规范。以安徽池州市境内的秋浦河河源森林生态系统为例, 以 2007 年为基准年, 用两种方法计算其生态服务价值分别为 11 330.92, 49 369.59 万元。创建背景不同, 方法不同, 指标类型以及参数选取不同等是导致评估结果相差甚远的主要原因。当量因子评估法依条件价值法为机理而创立, 较客观地体现了人们的主观支付意愿, 但粗略、宽泛; LY/T1721-2008 评估法侧重于理论研究, 细致、准确但离人们的支付意愿相差较大。

**关键词:** 秋浦河河源; 森林生态系统; 生态服务价值; 评估方法

文献标识码: B

文章编号: 1000-288X(2011)01-0169-06

中图分类号: S718.557

## Comparing Two Methods of Forest Ecosystem Value Evaluation

ZHANG Le-qin<sup>1</sup>, RONG Hui-fang<sup>1</sup>, CAO Xian-he<sup>2</sup>

(1. Resource Environment and Tour Department, Chizhou College, Chizhou,

Anhui 247000, China; 2. Forestry Bureau of Shitai County, Shitai, Anhui 245100, China)

**Abstract:** Currently a satisfying evaluation method has not been developed for the forest ecosystem evaluation yet. Based on the Costanza's method, XIE Gao-di introduced the equivalent weight factor method. In 2008, the Institute of Forest Eco-environment and Protection, Chinese Academy of Forestry promulgated the evaluation criterion of forest ecosystem(LY/T1721-2008). Taking the riverhead forest ecosystem of Qiupu River in Chizhou City, Anhui Province as an example, the two methods were applied to calculate the service value of the forest ecosystem as approximately  $1.13 \times 10^8$  Yuan and  $4.94 \times 10^8$  Yuan, respectively, in 2007. This large disagreement between two numbers could be attributed to the background behind which the methods were created, different concepts, index types and included parameters. Equivalent weight factor method was created based on conditional values, reflecting objectively the people's willingness to pay(WTP). However, it maybe not theoretically precise. LY/T1721-2008 assessment method emphasizes more on theoretical application and is therefore more precise and accurate. However, its results may deviate considerably from the people's willingness to pay.

**Keywords:** Qiupu River source; forest ecosystem; ecological service value; evaluation methods

森林生态系统价值评估是实施区域(流域)生态补偿的前提,是构建国家或区域绿色 GDP 经济核算体系的基础,对提升公众保护森林生态的意识也具有重要意义。生态系统价值评估方法有多种,如市场价值法、机会成本法、旅行费用法、影子工程法、条件价值法、炭税法等。从国外看,森林生态系统价值评估始于 20 世纪中叶<sup>[1]</sup>,不同学者创立了众多评估方法<sup>[2-4]</sup>,尤以 Costanza<sup>[4]</sup> 评估法著名。国内森林生态系统价值评估始于 20 世 80 年代,众多学者使用不同方法对不同地域的森林生态系统服务价值进行了评

估<sup>[5-11]</sup>,学者们关注更多的是评估地区的生态服务的货币价值,对评估方法缺乏总结和评述,因而,在森林生态系统生态价值评估中尚未形成统一的标准。

2007 年,谢高地等<sup>[12]</sup> 基于 Costanza 方法采用条件价值法创建了当量因子法。2008 年,中国林业科学院基于全国森林生态站长期连续观测的实测数据,创建了 LY/T1721-2008 森林生态系统服务功能评估规范<sup>[13]</sup>。笔者认为,传统森林生态系统评估方法侧重于森林生态服务功能的一方面,如旅行费用法侧重于森林游憩,炭税法侧重于固碳,影子工程法侧重于

水源涵养等;当量因子法、LY/T1721-2008 评估法对森林生态服务功能评估较全面,因而,这两种方法较成熟。本文以安徽省池州市境内的秋浦河源森林生态系统为例,以 2007 年为基准年,以两种评估方法对其生态服务价值进行评估,通过结果的实证对比分析,客观地对其共同点及优劣进行评述,一方面可以揭示其创立背景与指标类别、参数选取的差异,理论意义重大;另一方面,通过两种评估方法评估结果的实证对比,力求尝试接近现实且被学术界易接受的方法,具有重要的现实价值。

### 1 两种评估方法概述

当量因子法是谢高地等<sup>[12]</sup>基于 Costanza 等的评估方法,通过问卷调查形式确立的一种生态系统评估方法,其评估 I 级指标分 4 大类,II 级指标分为 9 类。LY/T1721-2008 评估规范是中国林科院森林生态环境与保护研究所起草的由国家林业局发布、推广的评估规范,其生态服务评估指标类别为 8 类,指标因子为 14 类<sup>[13]</sup>(见表 1)。

表 1 两种评估方法指标类别

评估方法	服务类别	指标类别	指标因子	
当量因子法	供给服务	食物生产		
		原材料生产		
	调节服务	气体调节		
		气候调节		
		水文调节		
		废物处理		
	支持服务	保持土壤		
		维护生物多样性		
	文化服务	提供美学景观		
	LY/T 评估法	生态服务价值	涵养水源	调节水量
			净化水质	
保育土壤			固土,保肥	
固碳释氧			固碳,释氧	
净化大气环境			提供负离子	
			吸收污染物	
			滞尘	
			降低噪声	
积累营养物质			林木营养积累	
森林防护			森林防护	
维护生物多样性			物种保育	
森林游憩			森林游憩	

### 2 秋浦河河源森林生态服务价值评估

秋浦河系长江一级支流,河源主体位于安徽省池州市石台县境内,石台县地形以低山、高丘为主,气候

属于中亚热带湿润季风气候,森林总面积 111 000 hm<sup>2</sup><sup>[14]</sup>,其中阔叶林面积 58 410 hm<sup>2</sup>,针叶林面积 41 098 hm<sup>2</sup>,灌木林面积 5 344 hm<sup>2</sup>。

#### 2.1 基于当量因子法的森林服务价值评估

谢高地等创建的评估方法:设定农田食物生产的生态服务价值当量为 1。1 当量的经济价值取 Costanza 研究结论,为 54(\$/hm<sup>2</sup>),通过问卷调查得出单位面积指标类型服务价值的当量<sup>[12]</sup>,由此可得出 2007 年秋浦河河源森林生态系统服务价值量(表 2)。

表 2 2007 年秋浦河河源森林生态服务价值 元/(hm<sup>2</sup>·a)

价值类型	指标类别	单位面积生态服务价值 <sup>①</sup>	秋浦河河源森林生态服务价值 <sup>②</sup>
供给服务	食物生产	148.20	16 450 200
	原材料生产	1 338.32	148 553 520
调节服务	气体调节	1 940.11	215 352 210
	气候调节	1 827.84	202 890 240
	水文调节	1 836.82	203 887 020
	废物处理	772.45	85 741 950
支持服务	保持土壤	1 805.38	200 397 180
	维护生物多样性	2 025.44	224 823 840
文化服务	提供美学景观	934.13	103 688 430
合计		12 628.69	1 401 784 590

注:①单位面积森林服务价值来源于文献<sup>[12]</sup>;②秋浦河河源森林服务价值由单位面积生态服务价值×研究区域面积所得。

#### 2.2 基于 LY/T1721-2008 评估法的森林价值评估

2.2.1 涵养水源价值 涵养水源包括调节水量、净化水质二方面。

(1) 调节水量采用如下公式<sup>[13]</sup>:

$$U_{\text{调}} = 10C_{\text{库}} A(P - E - C) \quad (1)$$

式中: $U_{\text{调}}$ ——调节水量价值(元/a); $C_{\text{库}}$ ——同期全国水库单位库容造价(元/m<sup>3</sup>); $A$ ——研究区森林面积(hm<sup>2</sup>); $P$ ——年降水量(mm/a); $E$ ——年蒸散量(mm/a); $C$ ——地表径流量(mm/a)。计算中  $C_{\text{库}} = 6.110 7$  元/m<sup>3</sup>,  $A = 111 000$  hm<sup>2</sup><sup>[14]</sup>,  $P = 1 369.5$  mm/a<sup>[14]</sup>。根据 2007 年池州林业局池州市气象因子调查资料,  $E = 1 165.1$  mm/a; 由于林区快速地表径流总量很小,可忽略不计。国内外相关研究大多采用此方法<sup>[15-16]</sup>。

$$U_{\text{调}} = 10C_{\text{库}} A(P - E - C) = 13 864.2 \text{ 万元/a}$$

(2) 净化水质采用如下公式<sup>[13]</sup>:

$$U_{\text{水质}} = 10KA(P - E - C) \quad (2)$$

式中: $U_{\text{水质}}$ ——净化水质价值(元/a); $K$ ——水净化费用(元/t),  $K = 2.09$  元/a<sup>[13]</sup>。

$$U_{\text{水质}} = 10KA(P - E - C) = 4 741.87 \text{ 万元/a}$$

(3) 涵养水源总价值为:

$$U_{水质} + U_{水质} = 18\ 606.07 \text{ 万元/a}$$

2.2.2 保育土壤价值 保育土壤包括固定土壤和保持土壤肥力两方面。

(1) 固定土壤采用如下公式<sup>[13]</sup>：

$$U_{固} = AC_{\pm}(X_2 - X_1)/\rho \quad (3)$$

式中： $U_{固}$ ——固定土壤价值(元/a)； $C_{\pm}$ ——挖取和运输单位体积土方所需费用(元/m<sup>3</sup>)； $X_2$ ， $X_1$ ——无林地侵蚀模数、有林地侵蚀模数[t/(hm<sup>2</sup>·a)]； $\rho$ ——林地土壤容重(t/m<sup>3</sup>)。根据2007年池州林业局池州市土壤因子调查资料， $C_{\pm} = 17$ 元/m<sup>3</sup>， $X_2 = 90$ t/(hm<sup>2</sup>·a)， $X_1 = 50$ t/(hm<sup>2</sup>·a)， $\rho = 1.3$ t/m<sup>3</sup><sup>[17]</sup>。

$$U_{固} = AC_{\pm}(X_2 - X_1)/\rho = 580.61 \text{ 万元/a}$$

(2) 保持土壤肥力采用如下公式<sup>[13]</sup>：

$$U_{肥} = A(X_2 - X_1)(NC_1/R_1 + PC_1/R_2 + KC_2/R_3 + MC_3) \quad (4)$$

式中： $U_{肥}$ ——保持土壤肥力价值(元/a)； $N$ ——土壤平均含氮量(%)； $P$ ——土壤平均含磷量(%)； $K$ ——土壤含钾量(%)； $M$ ——土壤有机质含量(%)； $R_1$ ——磷酸二铵化肥含氮量(%)； $R_2$ ——磷酸二铵化肥含磷量(%)； $R_3$ ——氯化钾化肥含钾量(%)； $C_1$ ——磷酸二铵化肥价格(元/t)； $C_2$ ——氯化钾化肥价格(元/t)； $C_3$ ——有机质价格(元/t)。其中， $R_1 = 14.0$ ， $R_2 = 15.01$ ， $R_3 = 50$ ， $C_1 = 2\ 400$ ， $C_2 = 2\ 200$ ， $C_3 = 320$ <sup>[13]</sup>， $N = 0.12\%$ ， $P = 0.059\%$ ， $K = 1.68\%$ ， $M = 0.68\%$ 。

$$U_{肥} = A(X_2 - X_1)(NC_1/R_1 + PC_1/R_2 + KC_2/R_3 + MC_3) = 1\ 130.83 \text{ (万元/a)}$$

(3) 保育土壤总价值：

$$U_{固} + U_{肥} = 1\ 711.44 \text{ 万元/a}$$

2.2.3 固碳释氧价值

(1) 固碳采用如下公式<sup>[13]</sup>：

$$U_{碳} = AC_{碳}(1.63R_{碳}B_{年} + F_{土壤碳}) \quad (5)$$

式中： $U_{碳}$ ——固碳价值(元/a)； $C_{碳}$ ——固碳价格(元/t)； $R_{碳}$ ——CO<sub>2</sub>中碳的含量，为27.29%<sup>[18]</sup>； $B_{年}$ ——林分净生产力[t/(hm<sup>2</sup>·a)]； $F_{土壤碳}$ ——单位面积固碳量[t/(hm<sup>2</sup>·a)]。其中， $C_{碳} = 1\ 200$ <sup>[13]</sup>。根据李高飞等<sup>[19]</sup>对中国亚热带常绿阔叶林净第一性生产力(NPP)研究成果， $B_{年} = 16.81$ t/(hm<sup>2</sup>·a)；根据许信旺等<sup>[20]</sup>研究结果， $F_{土壤碳} = 1.48$ t/(hm<sup>2</sup>·a)。

$$U_{碳} = AC_{碳}(1.63R_{碳}B_{年} + F_{土壤碳}) = 11\ 924.12 \text{ 万元/a}$$

(2) 释氧采用如下公式<sup>[13]</sup>：

$$U_{氧} = 1.19C_{氧}AB_{年氧} \quad (6)$$

式中： $U_{氧}$ ——固碳价值(元/a)； $C_{氧}$ ——氧气价格(元/t)； $B_{年氧}$ ——单位面积年释氧量[t/(hm<sup>2</sup>·a)]。

$$C_{氧} = 1\ 000$$
<sup>[13]</sup>， $B_{年氧} = 2.589$ <sup>[11]</sup>。

$$U_{氧} = 1.19C_{氧}AB_{年氧} = 3\ 419.8 \text{ 万元/a}$$

(3) 固碳释氧总价值：

$$U_{碳} + U_{氧} = 15\ 343.92 \text{ 万元/a}$$

2.2.4 净化大气环境价值 净化大气环境包括提供负离子、吸收污染物、滞尘、降低噪声4方面。

(1) 提供负离子采用如下公式<sup>[13]</sup>：

$$U_{负离子} = 5.256 \times 10^{15} AHK_{负离子}(Q_{负离子} - 600)/L \quad (7)$$

式中： $U_{负离子}$ ——提供负离子价值(元/a)； $H$ ——森林平均高度(m)； $K_{负离子}$ ——负离子生产费用(元/个)； $Q_{负离子}$ ——负离子浓度(个/cm<sup>3</sup>)； $L$ ——负离子寿命(min)。其中， $K_{负离子} = 5.818\ 5 \times 10^{-18}$ 元/个<sup>[13]</sup>。根据2007年石台县环境保护局《石台县负离子监测分析报告》， $Q_{负离子}$ 平均值为45 800个/cm<sup>3</sup>， $H$ 为平均值为6 m， $L = 10$  min。

$$U_{负离子} = 5.256 \times 10^{15} AHK_{负离子}$$

$$(Q_{负离子} - 600)/L = 920.56 \text{ 万元/a}$$

(2) 吸收污染物采用如下公式<sup>[13]</sup>：

$$U_{吸} = K_{二氧化硫}Q_{二氧化硫}A +$$

$$K_{氮氧化物}Q_{氮氧化物}A + K_{氟化物}Q_{氟化物}A \quad (8)$$

式中： $U_{吸}$ ——吸收污染物价值(元/a)； $K_{二氧化硫}$ ——二氧化硫治理费用(元/kg<sup>2</sup>)； $K_{氮氧化物}$ ——氮氧化物治理费用(元/kg<sup>2</sup>)； $K_{氟化物}$ ——氟化物治理费用(元/kg<sup>2</sup>)； $Q_{二氧化硫}$ ——单位面积吸收二氧化硫量[kg/(hm<sup>2</sup>·a)]； $Q_{氮氧化物}$ ——单位面积吸收氮氧化物量[kg/(hm<sup>2</sup>·a)]； $Q_{氟化物}$ ——单位面积吸收氟化物量[kg/(hm<sup>2</sup>·a)]。 $K_{二氧化硫} = 1.2$ <sup>[13]</sup>， $K_{氮氧化物} = 0.63$ <sup>[13]</sup>， $K_{氟化物} = 0.69$ <sup>[13]</sup>。阔叶林 $Q_{二氧化硫}$ 的取88.65<sup>[18]</sup>，针叶林 $Q_{二氧化硫}$ 的取215.60<sup>[18]</sup>。 $Q_{氮氧化物}$ 阔叶林、针叶林均取6.0<sup>[18]</sup>。 $Q_{氟化物}$ 阔叶林取4.65<sup>[18]</sup>，针叶林取0.5<sup>[18]</sup>。阔叶林面积 $A$ 为58 410 hm<sup>2</sup>，针叶林面积 $A$ 为41 098 hm<sup>2</sup>，下同。

$$U_{吸} = K_{二氧化硫}Q_{二氧化硫}A + K_{氮氧化物}Q_{氮氧化物}A + K_{氟化物}Q_{氟化物}A = 118.32 \text{ 万元/a}$$

(3) 滞尘采用如下公式<sup>[13]</sup>：

$$U_{滞尘} = K_{滞尘}Q_{滞尘}A \quad (9)$$

式中： $U_{滞尘}$ ——滞尘价值(元/a)； $K_{滞尘}$ ——降尘清理费用(元/kg<sup>2</sup>)； $Q_{滞尘}$ ——单位面积滞尘量[kg/(hm<sup>2</sup>·a)]。 $K_{滞尘} = 0.15$ <sup>[13]</sup>； $Q_{滞尘}$ 阔叶林取10 110<sup>[18]</sup>，针叶林取33 200<sup>[18]</sup>。

$$U_{滞尘} = K_{滞尘}Q_{滞尘}A = 2\ 932.46 \text{ 万元/a}$$

根据李高阳(2008)<sup>[21]</sup>对河南省林业生态效益评估方法，秋浦河河源为山区，山区噪声污染小，森林对降低噪声非常有限，故可以省略。

## (4) 净化大气环境总价值:

$$U_{\text{负离子}} + U_{\text{吸}} + U_{\text{滞尘}} = 3\,971.34 \text{ 万元/a}$$

## 2.2.5 积累营养物质价值

积累营养物质价值采用公式<sup>[13]</sup>:  $U_{\text{营养}} =$

$$AB_{\text{年}}(N_{\text{营养}}C_1/R_1 + P_{\text{营养}}C_1/R_2 + K_{\text{营养}}C_2/R_3) \quad (10)$$

式中:  $U_{\text{营养}}$ ——积累营养物质价值(元/a);  $B_{\text{年}}$ ——林分净生产力[t/(hm<sup>2</sup>·a)];  $N_{\text{营养}}$ ——林木含 N 量(%);  $P_{\text{营养}}$ ——林木含 P 量(%);  $K_{\text{营养}}$ ——林木含 K 量(%);  $R_1$ ——磷酸二铵化肥含氮量(%);  $R_2$ ——磷酸二铵化肥含磷量(%);  $R_3$ ——氯化钾化肥含钾量(%);  $C_1$ ——磷酸二铵化肥价格(元/t);  $C_2$ ——氯化钾化肥价格(元/t)。  $B_{\text{年}} = 16.81 \text{ t}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ ,  $R_1 = 14$ ,  $R_2 = 15.01$ ,  $R_3 = 50$ ,  $C_1 = 2\,400$ ,  $C_2 = 2\,200$ <sup>[13]</sup>。根据宋君等<sup>[22]</sup>研究结果,土壤中 N, P, K 转移率分别为 15.6%, 75.5%, 53.0%, 计算得石台县林木中 N, P, K 分别为 0.006 7%, 0.044 5%, 0.890 4%

$$U_{\text{营养}} = AB_{\text{年}}(N_{\text{营养}}C_1/R_1 + P_{\text{营养}}C_1/R_2 + K_{\text{营养}}C_2/R_3) = 885.18 \text{ (万元/a)}$$

## 2.2.6 保护生物多样性价值

保护生物多样性价值采用如公式<sup>[13]</sup>:

$$U_{\text{生物}} = S_{\text{生}} A \quad (11)$$

式中:  $U_{\text{生物}}$ ——保护生物多样性价值(元/a);  $S_{\text{生}}$ ——单位面积物种损失的机会成本[元/(hm<sup>2</sup>·a)]。据邱玮玮等(2009)<sup>[23]</sup>计算,安徽省  $S_{\text{生}}$  为 1 780.74。

$$U_{\text{生物}} = S_{\text{生}} A = 1\,976.62 \text{ 万元/a}$$

## 2.2.7 森林防护价值

森林防护价值采用如下公式<sup>[13]</sup>:

$$U_{\text{防护}} = AQ_{\text{防护}}C_{\text{防护}} \quad (12)$$

式中:  $U_{\text{防护}}$ ——森林防护价值(元/a);  $Q_{\text{防护}}$ ——由于森林存在增加的单位面积农作物年产量[kg/(hm<sup>2</sup>·a)];  $C_{\text{防护}}$ ——农作物价格(元/kg)。2007 年石台县粮食产量为 18 089 000 kg, 油料作物为 4 331 000 kg, 棉花 455 000 kg, 蔬菜 18 765 000 kg<sup>[14]</sup>, 以森林植被保护下粮食平均增产 10%, 油料平均增产 6.5%, 棉花平均增产 10%, 蔬菜平均增产 10% 计算, 在森林植被保护下粮食可增产 1 808 900 kg, 油料增产 281 515 kg, 棉花增产 45 500 kg, 蔬菜增产 18 765 000 kg。

根据农业部《中国农业信息网》(http://www.agri.gov.cn)公布的农作物价格  $C_{\text{防护}}$  行情如下: 粮食 1.6 元/kg, 棉花 20.15 元/kg, 油料 3.11 元/kg, 蔬菜 1.04 元/kg。

$$U_{\text{防护}} = AQ_{\text{防护}}C_{\text{防护}} = 242.02 \text{ 万元/a}$$

2.2.8 森林游憩价值 根据邱玮玮等(2009)<sup>[23]</sup>计算方法及池州统计年鉴<sup>[14]</sup>得  $U_{\text{游}}$  为 6 633(万元/a)。

2.2.9 生态服务总价值 基于 LY/T1721-2008 评估法, 2007 年, 秋浦河河源生态系统生态服务价值为 49 369.59 万元(表 3)

表 3 秋浦河河源生态系统服务价值(2007 年)

价值类型	指标类别	价值量	指标因子	价值量
生态服务价值	涵养水源	18 606.07	调节水量	13 864.20
			净化水质	4 741.87
	保育土壤	1 711.44	固土	580.61
			保肥	1 130.83
	固碳释氧	15 343.92	固碳	11 924.12
			释氧	3 419.80
	净化大气环境	3 971.34	提供负离子	920.56
			吸收污染物	118.32
			滞尘	2 932.46
				降低噪声
积累营养物质	885.18	林木营养积累	885.18	
森林防护	242.02	森林防护	242.02	
生物多样性保护	1 976.62	物种保育	1 976.62	
森林游憩	6 633	森林游憩	6 633.00	
合计		49 369.59		49 369.59

## 3 两种评估方法评述

## 3.1 两种评估方法结果分析

基于当量因子法评估的秋浦河河源森林生态系统服务价值为 11 330.92 万元, 基于 LY/T1721-2008 评估法评估的结果为 49 369.59 万元。2007 年石台县 GDP 总量为 68 398 万元<sup>[14]</sup>, 两种结果分别相当于同期 GDP 的 16.56%, 72.17%(见表 4)。

表 4 两种评估方法评估结果与同期 GDP 比较(2007 年)

类别	GDP	当量因子法评估的服务价值量	LY/T1721-2008 评估法评估的服务价值量
数量/万元	68 398	11 330.92	49 369.59
比例/%	100	16.56	72.17

注: 基于当量因子法评估秋浦河河源森林生态服务价值包括调节服务、支持服务, 由表 2 的二项价值相加得出。

分析表 4 可知, 两种评估方法评估出的结果相差较大, LY/T1721-2008 评估法评估出的生态服务价值量是当量因子法的 4.35 倍。当量因子法评估中, 生态服务价值指标类型包括气体调节、气候调节、水文调节、废物处理、保持土壤、维护生物多样性, 评估的结果是: 维护生物多样性 > 气体调节 > 水文调节

>气候调节>保持土壤>废物处理。基于 LY/T1721-2008 评估规范评估出的不同类别生态服务价值大小顺序为:涵养水源>固碳释氧>森林游憩>净化大气环境>保护生物多样性>保育土壤>积累营养物质>森林防护。由此可见,两种评估方法各指标类别评估出的价值量也相甚远。

### 3.2 两种评估方法评述

上述分析可知,两种评估方法评估出的结果相差甚远。(1) 创立的背景不同。当量因子法评估是基于 Costanza 等评估基础上通过问卷调查而创立,创建机理实质上属条件价值法。Costanza 等的结果起了诱导作用,调查的对象主要是生活在北京地区生态研究方面的学者、专家,被调查反馈的信息主要是主观的生态支付意愿。LY/T1721-2008 评估法是基于全国森林生态站长期连续观测的实测数据,在森林清查基础上创立,主要测重森林生态系统的生态服务价值。(2) 创建区域尺度不同。当量因子法评估的创建主要是北京地区,尺度较小,而 LY/T1721-2008 评估法是基于全国森林生态系统,尺度大。(3) 创建的方法不同。当量因子评估是基于问卷调查而确立,从创建的方法看属条件价值法,LY/T1721-2008 评估则属于替代市场法。(4) 指标类型不同。当量因子法评估 II 级指标为 9 大类,其中,生态服务价值包括 6 大类,LY/T1721-2008 评估法指标类别为 8 类,指标因子为 14 类,当量因子法指标选取较粗略和宽泛,LY/T1721-2008 评估法指标较细致。(5) 指标类型的内涵界定不同。当量因子法中气体调节指标因子包括生态系统维持大气化学组分平衡,吸收二氧化硫、氟化物、氮氧化物<sup>[12]</sup>,而 LY/T1721-2008 评估法将维持大气化学组分平衡列为固碳释氧指标类型中,将吸收二氧化硫、氟化物、氮氧化物则列为净化大气指标类型;当量因子法中将滞尘列为废物处理指标类型中<sup>[12]</sup>,而 LY/T1721-2008 评估中将其列入净化大气中;当量因子法中维护生物多样性指标因子包括野生动植物基因来源和进化、野生动植物栖息地<sup>[12]</sup>,而 LY/T1721-2008 评估法中仅指生物多样性保育;当量因子法中将积累营养物质列入保持土壤指标因子中<sup>[12]</sup>,而 LY/T1721-2008 评估法将其单列为指标因子。(6) 参数选取不同。当量因子法是先设定农田食物生产的生态服务价值当量为 1,1 当量的经济价值取 Costanza 研究结论,为 54 \$/hm<sup>2</sup><sup>[12]</sup>,通过问卷调查得出单位面积指标类型服务价值的当量,进而得出单位面积指标类型价值量。参数的选取反映了人们的主观支付意愿,比较简单但贴近现实。LY/T1721-2008 评估法中公式及相关参数来源有三方

面,一是中国森林生态系统定位研究网络(CFERN)所属森林生态站依据森林生态系统定位观测指标体系(LY/T 1606-2003)开展的长期定位连续观测研究数据;二是国家林业局森林资源清查数据;三是权威机构公布的社会公用数据。参数的选取测重于理论研究,比较细致、准确但离人们的支付意愿相差较大。

总的来看,当量因子法评估相对接近人们的支付意愿,笔者认为,在生态补偿领域若使用此方法,补偿方与受补方易接受,可操作性强。LY/T1721-2008 评估法,系中国林科院创建的由国家林业局发布并推广的用于评估森林间接生态服务价值的方法,行业特色鲜明,使用该方法评估出来的结果较大,离人们的支付意愿相差甚远。笔者认为,在评价区域可持续发展能力中,使用该方法能揭示出森林生态系统巨大的生态服务功能,可为政府选择发展生态经济,提升公众保护生态意识提供理论依据。例如,河南省利用该方法评估出 2009 年森林生态效益价值为 4 074.79 亿元<sup>[24]</sup>,中国林科院利用该方法评估出 2009 年中国森林生态效益价值为 10 万亿元<sup>[25]</sup>。

## 4 结论

本文以安徽省池州市境内的秋浦河河源森林生态系统为例,以 2007 年为基准年,用谢高地等创建的当量因子法、国家林业局推广的 LY/T1721-2008 评估法计算出森林生态系统服务价值分别为 11 330.92 万元,49 369.59 万元。当量因子法不同指标评估的结果:维护生物多样性>气体调节>水文调节>气候调节>保持土壤>废物处理。基于 LY/T1721-2008 评估法是:涵养水源>固碳释氧>森林游憩>净化大气环境>保护生物多样性>保育土壤>积累营养物质>森林防护。两种评估方法评估出结果偏差大。本文认为,当量因子法评估是基于 Costanza 等评估基础上通过问卷调查而创立,Costanza 等的结果起了诱导作用,该评估方法反映了人们的主观支付意愿,比较粗略、宽泛但贴近现实,LY/T1721-2008 评估法测重于理论研究,比较细致、准确但离人们的支付意愿相差较大。创立的背景不同,创建区域尺度不同,创建的方法不同,指标类型不同,指标类型内涵界定不同,参数选取不同等是导致评估结果相差甚远的主要原因。

森林生态系统服务价值评估,诸多学者用不同方法对不同区域或流域评估出的结果都难以让公众和学术界普遍接受,反映了该领域研究方法还不成熟,如何创建符合中国特色的评估方法还需要专家、学者们的努力,以求不断完善。

本文研究区数据采用的是池州统计年鉴及研究区政府职能部门提供数据,实地调研数据为研究小组实地测量所得,均真实可靠。引用数据来源于相关公开发表论文中,由于不同学者研究地域空间尺度不同,时间不同,因此,引用这类数据的科学性值得探讨。LY/T1721-2008评估法中,本文未对森林类型进行分类,如在净化大气核算中仅将研究区森林分为阔叶林、针叶林、灌木林,实际上安徽省森林包括阔叶林、针叶林、竹林、经济林、疏林<sup>[26]</sup>等,因此,计算结果可能存在偏差,需要在今后的研究中进一步修正。

**致谢:** 本文撰写过程中,池州学院陈晓华教授给予了精心指导,研究区域蒸发量、侵蚀模数数据由池州市林业局高级工程师朱汉明提供,土壤中N,P,K及有机质数据由石台县水土保持站高级农技师程鹏伟提供,空气负离子浓度监测数据由池州市环境监测站高级工程师胡孔虎提供,谨表谢意!

#### [参 考 文 献]

- [1] 刘承江,张恒庆. 森林生态服务功能价值评估方法研究[J]. 辽宁林业科技, 2008(6): 33-35.
- [2] 何敦焯. 谈生态价值及相关问题[J]. 未来与发展, 2001(2): 29-33.
- [3] Daily G C. Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems [M]. Washington D. C.: Island Press, 1997.
- [4] Costanza R. The value of the world's ecosystem service and natural capital[J]. Nature, 1997, 387: 253-260.
- [5] 薛达元,包浩生,李文华. 长白山自然保护区森林生态系统间接经济价值评估[J]. 中国环境科学, 1999, 19(3): 247-252.
- [6] 欧阳志云,王效科,苗鸿. 中国陆地生态系统生态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.
- [7] 侯元兆,王琦. 中国森林资源核算研究[J]. 世界林业研究, 1995(3): 51-56.
- [8] 蒋延玲,周广胜. 中国主要森林生态系统公益的评价[J]. 植物生态学报, 1999, 23(5): 426-432.
- [9] 肖寒,韩艺师. 海南岛生态系统土壤保持空间分布特征及生态经济价值评估[J]. 生态学报, 2000, 20(4): 552-558.
- [10] 高阳,高甲荣. 密云水库集水区水源涵养林生态价值计算的一种新方法[J]. 林业调查规划, 2006, 31(1): 63-66.
- [11] 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.
- [12] 谢高地,甄霖,鲁春霞,等. 一个基于专家知识的生态系统服务价值化方法[J]. 自然资源学报, 2008, 23(5): 911-917.
- [13] 中国林业科学院林业生态环境与保护研究所. LY/T1721-2008 森林生态系统服务功能评估规范[S]. 国家林业局, 2008-04-28: 1-12.
- [14] 池州市统计局. 2008 池州统计年鉴[Z]. 2008: 20-283.
- [15] 李忠魁,周冰冰. 北京市森林资源价值初报[J]. 林业经济, 2001(2): 36-42.
- [16] 张颖. 中国森林生物多样性价值核算研究[J]. 林业经济, 2001(3): 36-42.
- [17] 许信旺,朱诚. 皖南山区生态系统经济价值损失估算方法[J]. 山地学报, 2004, 22(6): 735-741.
- [18] 王兵,李少宁,郭浩. 江西省森林生态系统服务功能及其价值评估研究[J]. 江西科学, 2007, 25(5): 554-559.
- [19] 李高飞,任海. 中国不同气候带各类型森林的生物量和净第一生产力[J]. 热带地理, 2004, 24(4): 306-310.
- [20] 许信旺,潘根兴,孙秀丽,等. 安徽省贵池区农田土壤有机碳分布变化及固碳意义[J]. 农业环境科学学报, 2009, 28(12): 2551-2558.
- [21] 李高阳. 河南省林业生态效益评估[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(2): 541-542.
- [22] 宋君,王伯荪,彭少麟,等. 亚热带常绿阔叶林粘木种群营养元素的分布与循环[J]. 生态学报, 1999, 19(2): 224.
- [23] 邱玮玮,李进华. 新安江上游地区黄山市生态补偿价值初探[J]. 生物学杂志, 2009, 26(2): 39-42.
- [24] 河南省政府新闻办公室. 河南省森林生态效益价值评估新闻发布会[EB/OL]. (2009-08-07)[2010-09-16]. <http://www.cfern.org/wldt/wldtDisplay.asp?Id=885>.
- [25] 沈阳林业局·中国森林生态系统年总价值 10 万亿元[EB/OL]. (2009-06-13)[2010-09-13]. <http://www.shenyang.gov.cn/web/assembly/action/browsePage.do?channelID=1162428125260&contentID=1278291697545>.
- [26] 许信旺. 安徽省森林生态系统服务价值评估[J]. 资源开发与市场, 2005, 21(2): 96-98.