

江西林业及其三次产业对全省生态文明 贡献率的测度实证研究

廖冰¹ 张智光²¹

(1. 江西农业大学 经济管理学院, 江西 南昌 330045;

2. 南京林业大学 经济管理学院, 江苏 南京 210037)

【摘要】: 科学测度林业及其三次产业对生态文明的贡献率, 既有利于管理者掌握林业对生态文明作用影响的客观规律, 又有利于管理者有效制定林业助推生态文明建设的对策建议。以江西为例, 基于共生理论, 利用2007—2019年数据, 首先构建PSIR-SEM模型确定生态文明指标及其权重; 然后采用Lotka-Volterra模型的“指标—指数”耦合法, 通过指标及其权重测得阈值与绿值, 依次对生态文明阶段与水平进行判定; 再以生态文明水平为因变量, 以农业、林业及其三次产业、畜牧业等十大产业发展水平为自变量, 构建双对数模型估计林业及其三次产业对生态文明作用的回归系数; 最后通过“归一化”算法由回归系数测度江西林业及其三次产业对生态文明的贡献率。结果显示: (1) 2007—2019年, 江西林业对全省生态文明的贡献率逐年递增且在所有产业中最大, 江西林业在助推全省生态文明建设中发挥着极其重要的主体作用; (2) 江西林业三次产业对全省生态文明的贡献呈现“结构微笑曲线”, 林业一产、三产、二产贡献率依次降低, 但林业三产贡献率增长幅度最大, 在林业产业中占据主导地位。

【关键词】: 林业第一产业 生态文明 贡献率

【中图分类号】: F326.23; F205; F062.2 **【文献标识码】:** A **【文章编号】:** 1671-4407(2021)05-199-09

0 引言

党的十八大以来, 党中央站在中华民族永续发展的高度, 将生态文明纳入“五位一体”与“四个全面”宏伟战略蓝图, 并做出了生态文明战略实施的一系列重大决策部署, 取得了历史性进展。生态文明是人类社会发展的高级文明形态^[1], 具有非生态文明无法比拟的独特优势, 其核心是人与自然和谐共处^[2], 本质是产业与生态互利共生, 即在一个区域内, 若产业经济发展与生态建设协同, 该区域就进入了生态文明阶段, 若产业经济发展与生态建设非协同, 该区域尚未进入生态文明阶段, 仍处于非生态文明阶段^[3]。现如今, 生态文明建设已迈入“习近平新时代中国特色社会主义思想”的新时代^[4-5], “绿水青山就是金山银山”理念更加赋予了林业前所未有的光辉使命, 林业必须肩负起重大职责, 为新时代生态文明建设做出新的更大贡献^[6]。而林业集公益事业和国民经济产业“双重身份”于一体^[7], 是以保护、培育、经营、利用森林或林木资源为基础, 以技术和资金为手段, 有效组织生产和提供各种林产品和森林服务^[8], 且涵盖第一产业(营林等)、第二产业(木材加工等)和第三产业(生态服务等)在内的^[9], 覆盖范围广、产业链条长、产品类别多、具有经济与生态双重效益属性的复合产业体系^[10]。在如今“林业助推生态文明建设发

作者简介: 廖冰, 博士, 讲师, 研究方向为林业经济理论与政策、生态经济理论与政策。

张智光, 博士, 教授, 博士研究生导师, 研究方向为林业与环境经济系统工程。E-mail: zzg@njfu.com.cn

基金项目: 国家自然科学基金项目“生态文明的阈值和水平双指数测度方法”(71673136); 江西省科技计划管理科学类定向择优项目“科技支撑我省国家生态文明试验区建设路径体系研究”(20192BAA208013)

挥着独特的重要主体地位作用”的思想引领下，人们不禁要问：林业在生态文明建设中到底做出了多大贡献？是否与“林业助推生态文明建设发挥着独特的重要主体地位作用”相吻合？特别是在建设生态文明的新时代背景下，具有时代价值、科学意义、应用前景和政策内涵，更加亟待深入研究。

但事与愿违，从数量来考量林业对生态文明贡献方面的研究少之又少，导致管理者不能识别林业对生态文明的作用影响关系而知悉林业对生态文明的贡献程度，难以满足管理者制定林业助推生态文明建设的决策需求，以致对管理决策产生诸多负面影响。仅有的是关于林业与生态文明相互关系的定性研究，主要形成了两类观点。第一种观点认为林业与生态文明相辅相成、相互促进^[11]。生态文明与林业的关系，是系统与子系统的关系、是整体与主体的关系、是大厦与基础的关系^[12]，林业是生态文明的主体^[11]，是生态文明的重要物质和文化基础^[13-14]，肩负着重要使命^[15]，对生态文明贡献重大且在生态文明建设过程中发挥着重要、首要和促进作用^[16]；生态文明建设是林业发展的前提，决定林业建设的目标和方向，生态文明建设的目标是实现林业现代化，发展现代化林业。另一种观点认为林业与生态文明相互制约、存在矛盾。为追求林业产业和区域经济的发展，不可避免地要大量开发利用森林资源、林产品而干预侵占生态系统，导致环境污染、空气质量降低以及环境受到破坏等，最终对林业产业的可持续发展带来严重的影响^[17-18]。这些定性研究不利于管理者从数量上来科学测度林业对生态文明的贡献程度，难以满足管理者由“质”向“量”来制定林业助推生态文明建设决策的需求，从而产生诸多负面影响^[19]。

此外，江西集农业大省、林业大省、生态大省、生猪大省、粮食大省、中药材大省于一体，既是南方重点集体林区，又是南方重要的生态安全屏障，还是“绿水青山就是金山银山”的真实写照，更是国家首批生态文明试验区，森林资源丰富，禀赋能力较强，生态优势明显，森林覆盖率达 63.1%，仅次于福建，稳居全国第二，其山水林田湖治理在全国也具有典型的代表性意义。总之，江西与其他省份相比，在生态、林业等方面均具有不可比拟的独特优势，那么，在生态、农林政策如此大好形势下，江西林业在支撑国家生态文明实验区建设中做出了多大的贡献，与其在助推生态文明建设进程中的主体地位是否相吻合等，值得研究，以期科学制定林业助推生态文明进而打造“美丽中国”江西生态文明建设样板提供参考。

1 理论框架与研究假设

1.1 理论基础与分析框架

Lotka & Volterra 共同提出的共生理论完美地揭示了两种群 A 和 B 在外界特定的环境条件下相互争夺营养物质导致其数量发生变化的关系^[20]。将其应用于产业经济与生态领域，产业与生态的相互关系就类似于两种群相互竞争情形^[3]。根据共生理论，产业与生态在外界一定的资源环境容量下相互发生作用，会产生共生和非共生两种关系，其中，共生包括偏利共生和互利共生，非共生包括单利(害)、偏利(害)、互害^[21]。产业—生态的相互作用关系与人类文明演进形态(原始文明、农业文明、传统工业文明、新工业文明、生态文明)有紧密联系^[22]。原始文明阶段，产业与生态处于产业微弱而生态偏利或强利的非稳定状态，这种非稳定状态因人类活动将被打破，使得产业与生态处于产业发展受限而生态尚好的非稳定状态，于是就进入了农业文明阶段，随着农业不断发展，这种非稳定关系也终将被打破，产业发展受限，生态也受限，就进入了传统工业文明阶段，产业与生态互相竞争互害。当人类意识到这种恶化状态时，会想方设法调和产业经济发展和生态建设的协同程度，就进入了新工业文明阶段，生态会朝着向好的方向转变，使得产业与生态互利共生，于是就进入了生态文明阶段，产业与生态处于互利共生的稳定状态，即为生态文明的本质属性^[3]。因此，当产业与生态互利共生时，就会导致区域达到生态文明状态；当产业与生态非互利共生时，就会导致区域达到非生态文明状态。本文理论分析框架如图 1 所示。

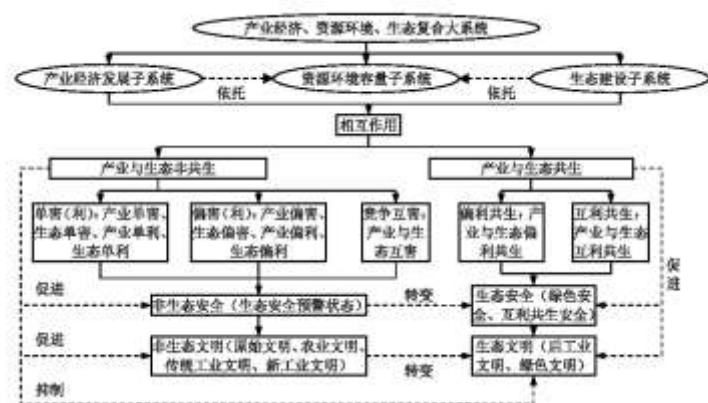


图 1 产业—生态相互作用对生态文明作用影响的理论分析框架

1.2 研究假设

从图 1 可知，产业对生态文明既有正向促进作用又有负向抑制作用。产业具有经济效益和生态效益双重属性，当产业与生态协同，即达到互利共生状态时，这恰好正是生态文明的本质，产业对生态文明具有正向促进作用；当产业与生态非协同，即尚未达到互利共生时，也就脱离了生态文明的本质属性，产业对生态文明具有负向抑制作用。生态文明建设既要兼顾产业经济发展，又要兼顾生态建设，是所有产业发展的综合体现，而根据 2017 年国家统计局国民经济行业分类标准(GB/T4754-2017)，新版行业共分为 20 个门类、97 个大类、473 个中类、1380 个小类，农业^[23]、林业^[6,11]、畜牧业^[24]、渔业^[25]、工业^[26]、建筑业^[27]、交通运输业^[28]、科技服务业^[29]、生态环保治理业^[30]与生态文明建设息息相关，其余产业对生态文明影响极其微妙。因此，提出表 1 这些产业发展对生态文明建设作用影响的假设关系。

2 方法与数据

2.1 模型构建

(1) 林业对生态文明作用影响的回归系数拟合估计。

表 1 变量选取、释义说明与研究假设

一级变量	二级变量	相关说明	对生态文明作用影响方向假设
因变量 Y(t)：生态文明建设程度	生态文明水平	反映已“入门”区域生态文明建设程度，水平越高，生态文明建设越好	无
自变量 X ₁ (t)：农业发展水平	农业产值占 GDP 比重/%	农业产值占比越高，农业总产值越高，农业发展水平越高，农业具有生产、生态、经济、社会、文化等多种功能，对生态文明建设具有促进作用 ^[23]	H1：+
自变量 X ₂ (t)：林业发展水平	林业产值占 GDP 比重/%	林业产值越高，林业经济发展越好，林业具有生态效益，对生态文明具有促进作用 ^[6,11]	H2：+

自变量 $X_{21}(t)$: 林业第一产业发展水平	林业第一产业产值占 GDP 比重/%	营林产业能够产生生态效益, 对生态环境具有促进作用 ^[6,11]	H21: +
自变量 $X_{22}(t)$: 林业第二产业发展水平	林业第二产业产值占 GDP 比重/%	林业二产工业排放污染物, 对生态环境造成污染 ^[6,11]	H22: -
自变量 $X_{23}(t)$: 林业第三产业发展水平	林业第三产业产值占 GDP 比重/%	林业三产具有森林生态功能, 对生态环境有正向作用 ^[6,11]	H23: +
自变量 $X_3(t)$: 畜牧业发展水平	畜牧业产值占 GDP 比重/%	畜牧业会产生大量污染物, 破坏环境, 对生态文明建设不利 ^[24]	H3: -
自变量 $X_4(t)$: 渔业发展水平	渔业产值占 GDP 比重/%	渔业会产生废弃物污染水体环境, 对水生态文明建设不利 ^[25]	H4: -
自变量 $X_5(t)$: 工业发展水平	工业产值占 GDP 比重/%	工业比重过高不利于产业结构优化升级且将增加资源环境压力, 工业经济增长不利于生态文明建设 ^[26]	H5: -
自变量 $X_6(t)$: 建筑业发展水平	建筑业产值占 GDP 比重/%	建筑业是资源高消耗产业, 在建设和运行过程中需消耗大量的资源和能量, 会带来能源消耗、环境污染等问题, 不利于生态建设 ^[27]	H6: -
自变量 $X_7(t)$: 交通运输业发展水平	交通运输业产值占 GDP 比重/%	交通运输业需要大量开采土壤导致生态破坏也会产生大量废气、噪声等环境污染活动和环境污染物, 不利于生态建设 ^[29]	H7: -
自变量 $X_8(t)$: 科技业发展水平	研发经费支出占 GDP 比重/%	科技能够促进资源要素合理配置, 提高资源利用效率, 有利于生态建设 ^[29]	H8: +
自变量 $X_9(t)$: 生态环境保护治理业水平	环境污染治理投资占 GDP 比重/%	增加环保治理投入有助于改善环境污染状况, 提高生态环境质量, 有助于绿色化水平的提高 ^[30]	H9: +

生态文明建设涉及产业经济与生态建设两方面^[3], 产业又同时具有经济效益和生态效益双重属性^[9], 生态文明建设水平是所有产业经济发展与生态建设共同作用效果的综合反映^[3], 将生态文明最终建设程度看作产出, 将产业经济发展与生态建设所花的成本看作投入, 其关系符合柯布-道格拉斯 C-D 生产函数特性。因此, 根据美国数学家 Cobb 和经济学家 Douglas 提出的 C-D 生产函数^[31], 并参考科技进步贡献率的测度方法^[32-34], 本文构建乘积函数来反映各产业对生态文明作用影响机理, 基本公式为式(1)。

$$Y(t) = \prod_{i=1}^9 [X_i(t)]^{\theta_i} \quad (1)$$

式中: $Y(t)$ 表示第 t 年省域生态文明水平, 用以表征“已进入生态文明阶段”的省域生态文明建设程度; $X_i(t)$ 表示农业、林业、畜牧业、渔业、工业、建筑业、交通运输业、科技服务业、生态环保治理业发展水平, 用以反映各产业经济发展程度; $Y(t)$ 、 $X_i(t)$ 均为时间 t 的函数, 不同时间 t 生态文明水平、各产业发展水平均不同; θ_i 表示上述各产业对生态文明水平作用影响的回归系数, 若 $\theta_i > 0$, 说明在其他条件不变时, 各产业发展对生态文明建设具有正向促进作用, 若 $\theta_i < 0$, 说明在其他条件不变时, 各产业发展对生态文明建设具有负向抑制作用; i 表示产业种类数目, $i=1, 2, \dots, 9$ 。因 $Y(t)$ 、 $X_i(t)$ 单位不同, 为统一口径和单位, 对公式(1)两边取自然对数, 转化为“双对数”模型, 可得到公式(2)。

$$\ln Y(t) = C + \sum_{i=1}^9 \{\theta_i \times \ln[X_i(t)]\} + \varepsilon \quad (2)$$

在式(2)中，因 $Y(t)$ 、 $X_i(t)$ 均是时间 t 的函数，故在公式(2)两边分别对 t 进行求导，可得到公式(3)。

$$\frac{1}{Y(t)} \times \frac{dY(t)}{dt} = \sum_{i=1}^9 [\theta_i \times \frac{1}{X_i(t)} \times \frac{dX_i(t)}{dt}] \quad (3)$$

因本文年份间隔为 1，因此，公式(3)中 $dt=1$ ，则公式(3)可进一步变形得到公式(4)。

$$\frac{dY(t)}{Y(t)} = \sum_{i=1}^9 [\theta_i \times \frac{dX_i(t)}{X_i(t)}] \Rightarrow \frac{\Delta Y(t)}{Y(t)} = \sum_{i=1}^9 [\theta_i \times \frac{\Delta X_i(t)}{X_i(t)}] \quad (4)$$

在公式(4)中，令：

$$y(t) = \frac{\Delta Y(t)}{Y(t)} = \frac{Y(t) - Y(t-1)}{Y(t)}; \quad x_i(t) = \frac{\Delta X_i(t)}{X_i(t)} = \frac{X_i(t) - X_i(t-1)}{X_i(t)} \quad (5)$$

将公式(5)代入公式(4)中，变形即可得到公式(6)。

$$y(t) = \sum_{i=1}^9 [\theta_i \times x_i(t)] \quad (6)$$

将处理后的 $y(t)$ 、 $x_i(t)$ 数据分别代入到 Eviews12.0 软件中进行模型拟合与参数估计，即可得到各产业发展水平对生态文明建设水平作用影响的回归系数 θ_i ，其中 θ_2 表示林业发展水平对生态文明水平的回归系数。

(2) 林业对生态文明的贡献率计算。

贡献率一般用来分析经济效益，一般是指各发展因素对经济增长的贡献大小^[32-34]，本文贡献率是指各产业发展水平增长对生态文明建设水平增长的贡献程度。在拟合估计出各产业对生态文明作用影响的回归系数 θ_i 后，可计算出各产业对生态文明的贡献率 η_i ，基本公式如下：

$$\eta_i = \frac{\theta_i \times x_i(t)}{y(t)} \times 100\% \quad (7)$$

式中： η_i 表示各产业对生态文明的贡献率，其中， η_2 表示林业对生态文明建设的贡献率。因生态文明建设是所有产业经济发展与生态建设共同作用效果的综合反映，有 $\eta_1 + \eta_2 + \dots + \eta_9 = 1$ 。

(3) 林业三次产业对生态文明作用影响的回归系数拟合估计。

与其他产业相比，林业具有第一、第二、第三产业复合特性^[9]。在估计出林业发展水平对生态文明建设水平作用影响的回归系数 θ_2 后，可估计出林业三次产业对生态文明作用影响的回归系数，见式(8)：

$$Y(t) = [X_{21}(t)]^{\theta_{21}} \times [X_{22}(t)]^{\theta_{22}} \times [X_{23}(t)]^{\theta_{23}} \quad (8)$$

式中： $Y(t)$ 表示第 t 年省域生态文明水平，用以表征“已进入生态文明阶段”的省域生态文明建设程度； $X_{21}(t) \sim X_{23}(t)$ 分别表示林业一产、二产、三产发展水平，分别用林业一产产值、二产产值、三产产值来表征林业一产、二产、三产发展程度； $\theta_{21} \sim \theta_{23}$ 分别表示林业一产、二产、三产对生态文明作用影响的回归系数。参照公式(2)~(6)，可由公式(8)进一步得到公式(9)。

$$y(t) = \theta_{21} \times x_{21}(t) + \theta_{22} \times x_{22}(t) + \theta_{23} \times x_{23}(t) \quad (9)$$

式中： $y(t) = \frac{\Delta Y(t)}{Y(t)} = \frac{Y(t) - Y(t-1)}{Y(t)}$ ； $x_{2j}(t) = \frac{\Delta X_{2j}(t)}{X_{2j}(t)} = \frac{X_{2j}(t) - X_{2j}(t-1)}{X_{2j}(t)}$ 。

将处理后的 $y(t)$ 、 $x_{2j}(t)$ 数据分别代入到 Eviews12.0 软件中进行模型拟合与参数估计，即可得到林业三次产业发展水平对生态文明建设水平作用影响的回归系数 θ_{2j} ，其中 $j=1, 2, 3$ 。

(4) 林业三次产业对生态文明的贡献率计算。

在拟合估计出林业三次产业发展水平对生态文明建设水平作用影响的回归系数 θ_{2j} 后，可计算出林业三次产业对生态文明的贡献率 η_{2j} ，基本公式见式(10)。

$$\begin{aligned} \eta_{2j} &= \frac{\theta_{2j} \times x_{2j}(t)}{y(t)} \times 100\% = \frac{\theta_{2j} \times \frac{X_{2j}(t) - X_{2j}(t-1)}{X_{2j}(t)}}{\frac{Y(t) - Y(t-1)}{Y(t)}} \times 100\% \\ &= \frac{\theta_{2j} \times \frac{S_{2j} \times X_2(t) - S_{2j} \times X_2(t-1)}{S_{2j} \times X_2(t)}}{\frac{Y(t) - Y(t-1)}{Y(t)}} \times 100\% \\ &= \theta_{2j} \times \frac{\frac{X_2(t) - X_2(t-1)}{X_2(t)}}{\frac{Y(t) - Y(t-1)}{Y(t)}} \times 100\% = \theta_{2j} \times \eta_2 \end{aligned} \quad (10)$$

式中： η_{2j} 表示林业三次产业对生态文明的贡献率； $X_{2j}(t)$ 表示林业三次产业产值； $Y(t)$ 表示生态文明水平； $X_2(t)$ 表示林业产业产值； S_{2j} 表示林业三次产业产值占林业总产值比重，即林业三次产业结构占比； η_2 表示林业对生态文明水平的贡献率。因 $\theta_{21} + \theta_{22} + \theta_{23} = 1$ ，故 $\eta_{21} + \eta_{22} + \eta_{23} = \eta_2$ 。

2.2 变量选取

根据理论框架与研究假设,借鉴前期相关研究成果^[35-36],本文以生态文明水平作为因变量,反映已进入生态文明阶段的区域生态文明建设程度,记为 $Y(t)$;自变量选取农业发展水平 $X_1(t)$ 、林业发展水平 $X_2(t)$ [林业三次产业发展水平 $X_{21}(t)$ 、 $X_{22}(t)$ 、 $X_{23}(t)$]、畜牧业发展水平 $X_3(t)$ 、渔业发展水平 $X_4(t)$ 、工业发展水平 $X_5(t)$ 、建筑业发展水平 $X_6(t)$ 、交通运输业发展水平 $X_7(t)$ 、科技服务业发展水平 $X_8(t)$ 、生态环保治理业发展水平 $X_9(t)$,分别用农业产值占GDP比重、林业产值占GDP比重(林业三次产业产值占GDP比重)、畜牧业产值占GDP比重、渔业产值占GDP比重、工业产值占GDP比重、建筑业产值占GDP比重、交通运输业产值占GDP比重、研发经费支出占GDP比重、环境污染治理投资占GDP比重表示^[35-36](表1)。

2.3 数据说明

(1) 解释变量数据获取。

可直接从《中国统计年鉴》(2008—2020)、《中国林业统计年鉴》(2007—2020)、《中国环境统计年鉴》(2008—2020)、《江西统计年鉴》(2008—2020)等各大政府官方统计资料中获取,但因统计口径不一致,故需对统计数据进行无量纲标准化处理,处理方式详见廖冰和张智先的研究^[37]。

(2) 被解释变量数据获取。

生态文明水平 $Y(t)$ 是测度林业对生态文明贡献率的关键,因各大官方统计平台无法直接获取生态文明水平数据,同时鉴于已有生态文明测度评价方法存在的不足^[38],因此,本文另辟蹊径,使用“基于指标-指数耦合的阈值-绿值”方法^[3]来间接获取生态文明水平数据,需要说明的是,该方法前期已被测度全国、31省域、林区生态文明水平^[39-40],结果证明该方法具有一定的可靠性。具体步骤如下:

①基于共生理论与生态文明属性^[3],通过分析产业与生态的相互作用关系^[9]构建涵盖产业经济发展压力(P)、资源环境容量状态(S)、生态效益影响(I)、人类生态文明响应(R)的生态文明PSIR系统结构(图2),目的是选取生态文明初始指标体系^[41]。

②构建结构方程模型SEM对初始指标体系进行优化,由此可得到生态文明最优指标及其作用路径系数,再通过“归一化”方法由路径系数计算得生态文明最优指标权重^[41]。

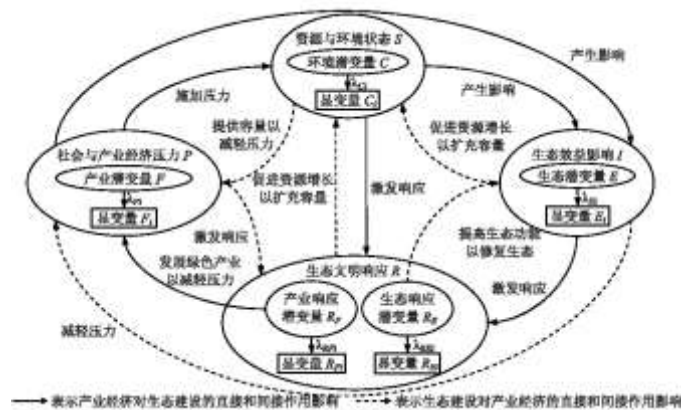


图2 基于PSIR系统模型的生态文明属性要素结构及其作用机理

③构建 Lotka-Volterra 模型,“指标-指数”耦合法由指标算得生态文明阈值指数,并根据阈值判定区域是否进入生态文

明阶段，再计算绿值指数，判定已进入生态文明阶段的省域生态文明水平，结果显示，广东、浙江、福建、江西等 10 省份已经进入了生态文明阶段，就可以测度其贡献率，其余 21 省份尚未进入生态文明阶段，就别谈测度林业贡献率了^[39]。需要特别说明的是，鉴于此“生态文明二步指数”算法过程烦琐且篇幅大，作者前期已将已进入生态文明阶段的省域林业对生态文明的贡献率成果公开发表，本文仅就江西省 2007—2019 年林业贡献率进行测度，在此不再赘述前期研究成果。

数据经过无量纲标准化处理后，我们进一步对处理后涉及江西省的数据进行描述性统计分析，结果见表 2。

表 2 江西省的自变量与因变量数据描述性统计分析

一级变量	二级变量	均值	方差	极小值	极大值
$Y(t)$: 生态文明建设程度	生态文明水平	0.349	0.189	0.000	1.000
$X_1(t)$: 农业发展水平	农业产值占 GDP 比重/%	0.304	0.295	0.000	1.000
$X_2(t)$: 林业发展水平	林业产值占 GDP 比重/%	0.369	0.401	0.000	1.000
$X_{21}(t)$: 林业第一产业发展水平	林业第一产业产值占 GDP 比重/%	0.211	0.110	0.000	1.000
$X_{22}(t)$: 林业第二产业发展水平	林业第二产业产值占 GDP 比重/%	0.368	0.481	0.000	1.000
$X_{23}(t)$: 林业第三产业发展水平	林业第三产业产值占 GDP 比重/%	0.506	0.357	0.000	1.000
$X_3(t)$: 畜牧业发展水平	畜牧业产值占 GDP 比重/%	0.389	0.478	0.000	1.000
$X_4(t)$: 渔业发展水平	渔业产值占 GDP 比重/%	0.147	0.319	0.000	1.000
$X_5(t)$: 工业发展水平	工业产值占 GDP 比重/%	0.318	0.117	0.000	1.000
$X_6(t)$: 建筑业发展水平	建筑业产值占 GDP 比重/%	0.138	0.411	0.000	1.000
$X_7(t)$: 交通运输业发展水平	交通运输业产值占 GDP 比重/%	0.053	0.425	0.000	1.000
$X_8(t)$: 科技业发展水平	研发经费支出占 GDP 比重/%	0.106	0.393	0.000	1.000
$X_9(t)$: 生态环保治理业水平	环境污染治理投资占 GDP 比重/%	0.489	0.379	0.000	1.000

3 结果与分析

3.1 林业对生态文明贡献率的测度结果分析

收集江西省 2007—2019 年相关数据资料，就其林业及其三次产业对生态文明的贡献率进行动态测度，以验证上述算法步骤流程的合理性。根据上述算法，将检验通过后的数据代入到公式 (6) 中，并通过 Eviews12.0 软件进行拟合估计，由此可估计出林业与非林产业对生态文明影响的标准化作用路径系数 $\theta_1 \sim \theta_9$ (表 3)。

表 3 江西林业与非林产业对生态文明作用影响系数估计值

自变量	回归系数	标准误差	t 值	显著性	是否通过检验
农业产值占 GDP 比重/%	0.573*** (θ_1)	0.671	2.992	0.002	是
林业产值占 GDP 比重/%	0.498* (θ_2)	0.009	2.598	0.068	是
畜牧业产值占 GDP 比重/%	-0.058** (θ_3)	0.025	-2.589	0.036	是
渔业产值占 GDP 比重/%	-0.029*** (θ_4)	0.671	-1.952	0.001	是
工业产值占 GDP 比重/%	-0.384** (θ_5)	0.403	-2.945	0.004	是
建筑业产值占 GDP 比重/%	-0.238* (θ_6)	0.593	-1.578	0.018	是
交通运输业产值占 GDP 比重/%	-0.117*** (θ_7)	0.068	-1.943	0.026	是
研发经费支出占 GDP 比重/%	0.265** (θ_8)	0.092	2.976	0.029	是
环境污染治理投资占 GDP 比重/%	0.398* (θ_9)	0.084	2.864	0.016	是
常数项 C	0.575	0.245	1.689	0.576	—
R ²	0.998	Adjusted R ²		0.959	
F-statistic	935.313	Prob(F-statistic)		0.000	

从表 3 可知,林业、农业、生态环保治理业、科技业对生态文明建设具有正向影响作用且回归系数依次递减,林业对生态文明作用影响的回归系数正向最大,而工业、建筑业、交通运输业、渔业、畜牧业对生态文明具有负向影响作用,影响程度(回归系数的绝对值)依次递减,工业对生态文明作用影响的回归系数负向最大,在 0.01、0.05、0.1 的检验水平下均通过了显著性检验,而且模型 Prob(F-statistic)=0.000,并且 Adjusted R²(0.959)要小于 R²(0.998),表明模型整体通过了显著性检验,模型拟合良好,2.2 中所提的研究假设 H₁~H₆均得到了验证。在估计出回归系数后,即可通过“归一化”算法测算出林业与非林产业对生态文明水平的贡献率,结果如图 3 所示。

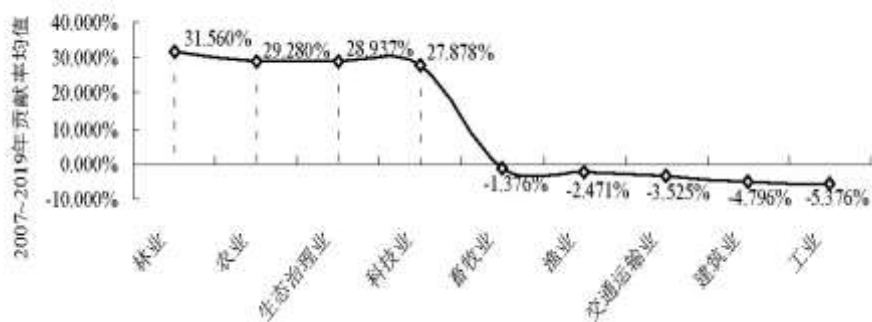


图 3 2007—2019 年江西林业与其他产业对生态文明贡献率的平均值

从图 3 可看出,2007—2019 年,林业、农业、生态环保业、科技业发展对生态文明具有正向贡献且贡献率依次降低,林业对生态文明的贡献率正向最大;而工业、建筑业、交通运输业、渔业、畜牧业对生态文明具有负向贡献且贡献程度(贡献率的绝

对值)依次降低,工业对生态文明的贡献率负向最大,以上是诸多产业综合在一起来考察其 2007—2019 年贡献率平均值。接下来,进一步单独考察 2007—2019 年江西林业对生态文明贡献率的时间系列动态变化趋势与规律,绘制了如图 4 所示的江西林业发展对生态文明建设贡献率时间系列动态变化趋势。

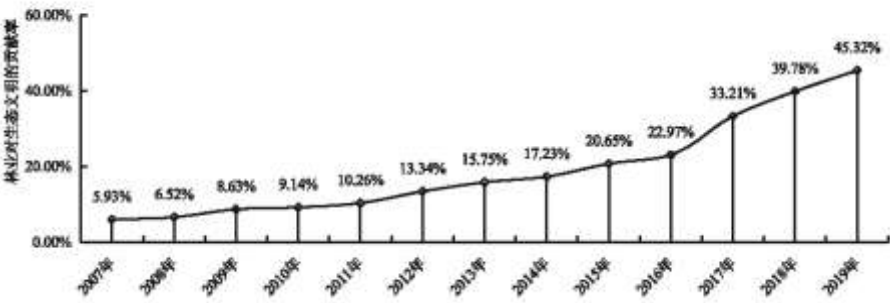


图 4 2007—2019 年江西林业对生态文明贡献率的时间系列动态变化趋势

从图 4 不难看出,2007—2019 年,江西省林业对生态文明的贡献率在逐年攀升。究其原因,可能是森林覆盖率在不断增加,林业产值也在不断增加,而且自从 2007 年生态文明政策写入党的十七大报告中,生态文明的战略定位就彻底拉高了一个层次,党和国家政府也将生态文明置于很高的战略地位位置。此外,2007 年刚好也是继 2003 年集体林权制度改革实施后的配套改革实施年份,林农经营自主权得到下放,林业经营效率提升,林业经营效益也就越好。同时,在 2016—2017 年,又出现了一个波动,贡献率值增幅最大,究其原因,福建、江西、贵州三个省作为首批生态文明试验区建设试点省份,进一步刺激了生态文明建设水平增长,而此时在习近平总书记提出的“绿水青山就是金山银山”理念的指引下,已经初步践行了“两山”理论以保护生态环境,林业发展在逐渐加快,从而林业对生态文明的贡献率增加。

3.2 林业三次产业对全省生态文明贡献率的测度结果分析

同理,以生态文明水平作为因变量,以林业三次产业水平作为自变量,并通过 Eviews12.0 软件进行拟合估计,在估计之前,已经对其进行了共线性以及自相关性检验,排除了其自相关性可能。将数据代入到公式 (9) 中即可估计出林业与非林产业对生态文明影响的标准化作用路径系数 $\theta_{21} \sim \theta_{23}$ (表 4)。

表 4 江西林业三次产业对生态文明作用影响系数估计结果

自变量	回归系数	标准误差	t 值	显著性水平	是否通过检验
林业第一产业产值占林业产值比重/%	0.495*** (θ_{21})	0.289	2.697	0.001	是
林业第二产业产值占林业产值比重/%	-0.358** (θ_{22})	0.567	-2.179	0.014	是
林业第三产业产值占林业产值比重/%	0.379*** (θ_{23})	0.967	2.734	0.003	是
常数项 C	0.832	0.047	2.873	0.004	—
R ²	0.989		AdjustedR ²	0.974	
F-statistic	106.890		Prob (F-statistic)	0.000	

从表 4 可知, 林业第一产业、林业第三产业发展对生态文明建设均具有正向促进作用, 林业第二产业发展对生态文明建设具有负向抑制作用, 在 0.01、0.05 的检验水平下均通过了显著性检验, 而且模型 $\text{Prob}(F\text{-statistic})=0.000$, 并且 $\text{Adjusted } R^2(0.974)$ 要小于 $R^2(0.989)$, 表明模型整体通过了显著性检验, 模型拟合良好, 1.2 节中所提的研究假设 H21~H23 均得到验证。为进一步测度林业三次产业对生态文明的贡献率并描绘出贡献率的变动特征, 根据所拟合估计的林业三次产业发展对生态文明建设的回归系数和公式(11)中的归一化、标准化方法, 即可测算出林业三次产业发展对生态文明建设的贡献率, 并将贡献率结果绘制在图 5 中。

从图 5 不难看出, 江西林业三次产业对生态文明的贡献率亦呈“微笑曲线”变化形状, 表现为林业第一产业对生态文明的贡献率为正且最大, 林业第三产业对生态文明的贡献率为正居其次, 林业第二产业对生态文明的贡献率为负且最小, 这与前期研究成果结论相吻合^[35-36]。鉴于此, 以施振荣提出的“产业微笑曲线”理论为蓝本, 将江西省林业内部三次产业对生态文明贡献所呈的“微笑曲线”状界定为“结构微笑曲线”, 这也是本文的一个重要创新。究其原因^[35-36]: 林业一产, 即营林产业, 能够促进资源增长并产生光合作用改善生态, 且实行天然林保护工程以及 2008 年实行森林限额采伐制度、2015 年实行天然林禁伐制度都是对营林工作的保护, 江西省逐步加大了营林建设, 在一定程度上带动了森林生态效益, 能够提高生态系统功能促进生态文明建设, 使生态文明水平逐年增加; 林业三产, 如森林旅游等, 能够提高林业服务业收入, 通过生态产品也能适当改善生态, 林业三产中又包含林业一产的内涵, 由于林业三产的发展在一定程度上可带动森林生态建设, 促进林业产业与森林生态协同, 助推了生态文明建设; 林业二产虽能发展林产工业, 但由于发展林业二产工业需要消耗大量森林资源而排放污染废弃物、CO₂ 等导致生态环境损害, 对生态文明建设不利。

综上所述, 本文所提出的全部研究假设均得到了验证, 本文测度的江西省林业及其三次产业对全省生态文明的贡献率结果符合江西林业及其三次产业发展实际特征及其对全省生态文明建设作用影响的客观规律, 亦符合前期作者所研究的全国林业对生态文明建设的贡献率变动特征规律^[35-36]。因此, 再一次验证了本科研团队所提出的江西省林业及其三次产业对全省生态文明贡献率算法具有一定的科学合理性。

4 结论与对策建议

4.1 结论

(1) 江西林业及其第三产业在助推全省生态文明建设中发挥着主导作用。

2007—2019 年, 江西林业对全省生态文明的贡献率逐年递增且最大, 林业(正向)、农业(正向)、生态环保业(正向)、科技业(正向)、工业(负向)、建筑业(负向)、交通运输业(负向)、畜牧业(负向)、渔业(负向)的贡献率从大到小依次递减, 这表明江西林业在助推全省生态文明建设中发挥着主导作用。此外, 林业第一产业、林业第二产业对生态文明的贡献率逐年递减, 而林业第三产业对生态文明的贡献率却在逐年增加且递增幅度要大于递减幅度, 使得江西整个林业产业对生态文明建设的贡献率在逐年增长, 这也表明林业第三产业在林业助推全省生态文明建设中发挥着主导作用。

(2) 江西林业三次产业对全省生态文明的贡献率呈“结构微笑曲线”状。

江西林业第一产业对生态文明的贡献率为正且最大, 林业第三产业对生态文明的贡献率为正居其次, 林业第二产业对生态文明的贡献率为负且最小, 在一个直角坐标系中, 两头高, 中间低, 正好形成一个微笑曲线形状。

(3) 高质量、高水平的生态文明建设不能偏废产业经济发展与生态建设。

在文献[39]的研究结论中, 江西生态较好, 林业产业经济也较好, 而且林业产业经济与生态建设同步发展, 故江西进入了

生态文明阶段，而诸如北京，虽然经济发展较好，但其生态建设较弱，导致其并未进入生态文明阶段，也就别谈生态文明水平了，又如广西，虽然为南方集体林区省份，林业资源丰富，森林生态较好，但广西 GDP 排名靠后，经济发展追赶不上生态建设，经济发展与生态建设非协同从而使得其未进入生态文明阶段，也就别谈生态文明水平了。因此，生态文明建设中产业经济发展与生态建设二者不可或缺。

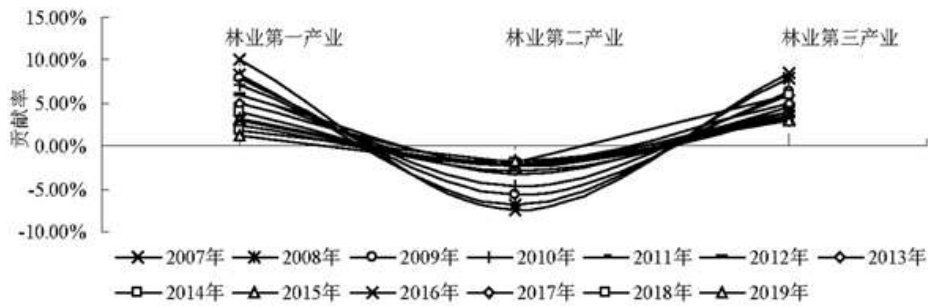


图 5 江西林业三次产业发展对生态文明建设贡献率的变动趋势

4.2 建议

根据以上结论，提出如下对策启示。

(1)采用绿色科技全产业链环节“减污降废”，“量变”引起“质变”，“量变”与“质变”要并重，两手抓，两手硬。目前，江西生态较好，林业产业经济发展较快，共同助推生态文明建设。与其他省份相比，江西林业二产发展缓慢，而且林业二产所产生的废弃物仍然未能得到有效绿色化处理从而污染环境，这对于生态文明来说无疑是个极大的挑战。因此，江西未来要在保持林业经济发展与生态建设协同的条件下，想方设法寻找绿色科技用于生产链的各个环节，以降低林业二产工业废弃物的排放量，再按照减量化、再利用、资源化、循环化的原则，将各环节中的废弃物变废为宝，提高资源循环利用，由“量变”引起“质变”，两手抓，两手都要硬，使得林业产业与森林生态再上新台阶，进而助推生态文明建设，使得生态文明上平上升到一个新的高度。

(2)做大林业三产，做强林业二产，做实林业一产^[42]。正如结论所述，林业一产对生态文明正向，二产负向，三产正向，工业负向，服务业正向，符合很多人的预期。目前江西林业呈现“二、一、三”的发展态势，为使得林业产业更好地转型升级，江西省未来要加大林业第三产业的发展，如发展森林旅游及服务产业、建设森林康养基地、建造森林公园等；改善林业第二产业发展，虽然结果中工业贡献率为负，但是这并不意味着要“去工业化”，而是要将“工业绿色化”，即在发展林业二产的过程中，从全产业链视角对废弃物进行绿色化处理，降低林业二产对生态环境的污染，变废为宝，提高林业二产废弃物循环使用效率，实现林产工业反哺林业一产、林业三产；培育林业一产。江西林业一产内部结构优势不明显，粗放式的培育方式影响了林业一产的培育质量，因此，未来江西要大力培育林业一产中的支柱产业，如赣南脐橙、油茶、毛竹、花卉、苗木、森林药材、林下经济、经济林等，同时还要建造高质量森林资源培育基地、高标准特色林产品培育基地等，保证林业一产对林业经济的发展后劲^[43]。

(3)践行“绿水青山就是金山银山”的“两山理念”。生态文明建设，并非一朝一夕、一蹴而就，生态文明建设要兼顾产业经济建设和生态建设，二者不可偏废，因此，目前以 GDP 为主要政绩工程的考核体系要适当纳入绿色 GDP 来考量，不唯 GDP 来论政绩，不能以追求经济发展而破坏环境，也不能走先污染后治理的老路，要践行“绿水青山就是金山银山”的生态文明“两山”理论，如时下实施垃圾分类等。

4.3 创新与不足

正如文献[35]中所述,第一,已有关于林业与生态文明相互关系的研究未能更好地揭示两者之间相互影响程度的定量关系,而本文正是文献[35]的延伸与拓展,解决了已有研究的这一不足,本文通过建立相关定量测度了江西省林业及其三次产业对生态文明的贡献率,并得出了相关结论,这也是本文创新点之一。

第二,本文研究内容契合当今时代绿色发展、生态文明建设的新时代主题,具有重要的时代价值和意义,本研究进一步为江西省践行绿色发展和生态文明建设提供了理论依据和实践指导。

第三,除测度江西省林业对生态文明的贡献率之外,还进一步测度了江西省林业内部三次产业分别对生态文明的贡献率程度,通过研究结果发现,江西省林业三次产业对生态文明的贡献率呈现微笑曲线形状,这与作者本人前期研究成果文献[35]所得出的结论相吻合,也相互验证了本文所提出关于林业贡献率的测度方法具有一定的科学性。但美中不足的是本文虽然分析了江西省林业及其三次产业对江西省生态文明的贡献率,但随着科技的进步与时间的发展,有些产业可能应运而生,例如人工智能和大数据等,而本文并未将其纳入模型进行测算。此外,虽然本文已经设定了各产业对生态文明作用影响的研究假设,但是对于各产业对生态文明作用影响的客观机制并未能很好地描绘出来,其实,只有在描绘各产业对生态文明作用机制的基础上,才能很好地测度评价各产业对生态文明作用影响的贡献率,这一点也是后续研究所需要跟进的。

第四,本文只是测度了江西省省级层面林业及其三次产业对生态文明的贡献率,但是对于农村或者更小区域,这种测度方法是否适合,并未验证,这也成了后续研究的又一重要内容。

参考文献:

- [1]巩固,孔曙光.生态文明概念辨析[J].烟台大学学报(哲学社会科学版),2014(3):15-23.
- [2]张首先.生态文明:内涵、结构及基本特性[J].山西师范大学学报(社会科学版),2010(1):10-12.
- [3]张智光.生态文明阈值和绿值二步测度:指标-指数耦合链方法[J].中国人口·资源与环境,2017(9):212-224.
- [4]常纪文.新时代需要一部生态文明促进法[R].中国环境报,2018-07-13(08).
- [5]Xiao L G,Zhao R Q.China's new era of ecological civilization[J].Science,2017,358(6366):1008-1009.
- [6]赵树丛.中国林业发展与生态文明建设[J].行政管理改革,2013(3):5-8.
- [7]高岚.林业经济管理[M].北京:中国农业出版社,2016:41-52.
- [8]刘家顺.中国林业产业政策研究[D].哈尔滨:东北林业大学,2006.
- [9]廖冰,张智光,刘春香,等.引入森林资源中介变量的林业产业与生态作用机理研究[J].中国人口·资源与环境,2017(11):159-168.
- [10]谢煜,张智光.林业生态与产业体系共生协调机理与模式研究[J].林业经济,2014(10):8-11.

-
- [11]陈建成,程宝栋,印中华.生态文明与中国林业可持续发展研究[J].中国人口·资源与环境,2008(4):139-142.
- [12]李向阳.马克思主义生态观视野下的林业与生态文明关系[J].林业经济,2012(1):16-22.
- [13]WU S R.Orientation of forestry government functions in China' s construction of ecological civilization[C].The 5th International Conference on Public Administration,Chengdu:University of Electronic Science and Technology of China,2009.
- [14]孙晶.现代林业与生态文明建设的关系探析[J].现代农业科技,2016(1):196.
- [15]Birdsey R,Pan Y D.Trends in management of the world' s forests and impacts on carbon stocks[J].Forest Ecology and Management,2015(355):83-90.
- [16]罗贤宇,郑珠仙,曾丽萍.论现代林业发展与生态文明建设[J].山西农业大学学报(社会科学版),2014(1):89-94.
- [17]张昶,王成.论林业生态文化建设对生态文明社会构建的作用[J].林业经济,2014(1):22-25.
- [18]杨沅志,邓鉴锋,姜杰.基于生态文明背景的广东林业发展理念及战略重点[J].中南林业调查规划,2015(3):13-16.
- [19]Wang G Z,Wang H Z,Wu Y B,et al.Study on the index system of ecological civilization city construction[J].Pollution Control Technology,2010,23(1):55-59.
- [20]Colin C,Wuria M A,Wang Z X.On the integrability of Lotka-Volterra equations:An update[J].Mathematical Sciences with Multidisciplinary Applications,2016,157(8):79-89.
- [21]谢煜,张智光.林业生态与产业体系共生协调机理与模式研究[J].林业经济,2014,36(10):8-11.
- [22]张智光.人类文明与生态安全:共生空间的演化理论[J].中国人口·资源与环境,2013,23(7):1-8.
- [23]朱立志.农业发展与生态文明建设[J].中国科学院院刊,2013(2):232-238.
- [24]孟祥海,张俊飏,李鹏,等.畜牧业环境污染形势与环境治理政策综述[J].生态与农村环境学报,2014(1):1-8.
- [25]胡传林,万成炎,丁庆秋,等.我国水库渔业对水质的影响及其生态控制对策[J].湖泊科学,2020(2):161-168.
- [26]刘凯,任建兰,王成新.中国绿色化的演变特征及其影响因素[J].城市问题,2016(4):11-17.
- [27]陆宁,张旭,张诗青,等.2008—2012年中国30个省域建筑业与资源环境协调发展评价[J].干旱区资源与环境,2015(12):13-18.
- [28]韦呷缙.促进交通运输行业生态文明建设的思考[J].中国经贸导刊,2017(17):48-49.
- [29]Wan W W.Promote the construction of the ecological civilization with the innovation of the science and

technology[C].Paris:2015 4th International Conference on Social Sciences and Society (ICSSS 2015),2015.

[30]Zhang M,Liu Y M,Wu J,et al.Index system of urban resource and environment carrying capacity based on ecological civilization[J].Environmental Impact Assessment Review,2018,69(1):90-97.

[31]Cobb C W,Douglas P H.A theory of production[J].American Economic Review,1928,18(1):2033-2038.

[32]李兰兰, 诸克军, 郭海湘. 中国各省市科技进步贡献率测算的实证研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2011(4): 55-61.

[33]周振, 马庆超, 孔祥智. 农业机械化对农村劳动力转移贡献的量化研究[J]. 农业技术经济, 2016(2): 52-62.

[34]刘爱军, 王楚婷. 我国生态循环型农业技术结构及其贡献率测定[J]. 统计与决策, 2016(16): 132-134.

[35]廖冰, 张智光. 林业对生态文明的贡献及其“结构微笑曲线”[J]. 林业科学, 2020(7): 168-179.

[36]廖冰. 中国生态文明“阶段—水平”二步测度的实证研究——兼论林业对生态文明建设的贡献[D]. 南京: 南京林业大学, 2018.

[37]廖冰, 张智光. 林业生态安全指标-指数的耦合实证测度研究[J]. 资源科学, 2017(9): 1777-1791.

[38]严耕. 生态文明评价的现状与发展方向探析[J]. 中国党政干部论坛, 2013(1): 14-17.

[39]廖冰, 张智光. 中国生态文明“阶段—水平”格局演化实证研究[J]. 华东经济管理, 2019(3): 43-51.

[40]廖冰, 张智光. 中国三大林区生态文明“阶段与水平”二步测度研究[J]. 新疆农垦经济, 2020(2): 64-72.

[41]廖冰, 张智光. 生态文明指标优化与权重计量实证研究——基于 PSIR 与 SEM 相结合方法[J]. 长江流域资源与环境, 2018(4): 779-792.

[42]廖文梅. 南方集体林区林业经济增长的产业结构演变及其差异分析——基于 13 个省(区)1995—2011 年的统计数据[J]. 林业科学, 2014(8): 131-140.

[43]廖文梅. 基于 DSSA 的林业产业结构演化及差异分析——以江西省为例[J]. 林业经济, 2014(3): 64-70.