

DOI: 10.5846/stxb201903180509

王怡然, 张大红, 吴宇伦. 基于 DPSIR 模型森林生态安全时间与空间变化分析——以浙江省 79 个县区为例. 生态学报, 2020, 40(8): - - .

Wang Y R, Zhang D H, Wu Y L. The spatio-temporal changes of forest ecological security based on DPSIR model: cases study in Zhejiang Province. Acta Ecologica Sinica, 2020, 40(8): - - .

基于 DPSIR 模型森林生态安全时间与空间变化分析 ——以浙江省 79 个县区为例

王怡然, 张大红*, 吴宇伦

北京林业大学经济管理学院, 北京 100083

摘要: 森林生态安全对于维持生物多样性、促进经济可持续发展、保障人类生存具有重要影响, 本文主要探讨森林生态安全的影响因素以及森林生态安全指数时间与空间变化情况, 以期为提高浙江省森林生态安全状况提供理论参考。基于 DPSIR (驱动力—压力—状态—影响—响应, Driving force—Pressure—State—Impact—Responses) 模型, 运用专家法、熵权法等确定浙江省森林生态安全指数, 从县区角度对浙江省 2000—2015 年森林生态安全指数进行计算与分析, 并通过绘制森林生态安全指数空间分布图观察森林生态安全空间变化状况。研究结果表明: (1) 响应指标权重最大, 政府政策作用显著, 财政支持效果明显。(2) 浙江省森林生态安全等级为较安全, 森林生态安全指数分布在 0.4—0.5 之间, 呈现波动式上升趋势。(3) 状态指标的影响最明显, 其次是压力指标、影响力指标、驱动力指标与响应指标; 天然林面积减少是造成状态指标作用下降的主要原因; 响应指标受其他指标的相互作用, 上升趋势明显; 经济发展一定程度上抑制了浙江省森林生态安全环境的改善与指数的提高。(4) 浙江省森林生态安全指数地区分布不均匀, 西南部地区森林生态安全指数高于东北部地区, 县区指数差异明显, 受自然环境与经济发展的双重影响。针对上述时空变化情况得出, 浙江省应加大政策的扶持力度, 增加林业生态建设投资; 加快产业转型, 实行循环经济, 延长企业产业链; 加强森林保护区的建设力度, 制定相关条例规范人们行为的对策建议。

关键词: DPSIR 模型; 森林生态安全; 状态指标; 空间分布; 循环经济

The spatio-temporal changes of forest ecological security based on DPSIR model: cases study in Zhejiang Province

WANG Yiran, ZHANG Dahong*, WU Yulun

School of Economics & Management, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China

Abstract: Forest ecological security plays an important role in maintaining biodiversity, promoting sustainable economic development, and ensuring human survival. In this study, we mainly discussed the influence factors of forest ecological security and the spatio-temporal changes of forest ecological security index, to provide a theoretical reference for improving forest ecological security in Zhejiang Province. Based on the DPSIR (Driving force—Pressure—State—Impact—Responses) model, the expert method and entropy weight method were used to determine the forest ecological security index of Zhejiang Province. From the perspective of county and district, we calculated and analyzed the forest ecological security index from 2000 to 2015, and observed the spatial change of forest ecological security through the spatial distribution map of forest ecological security index. The results indicate that (1) the response index has the greatest weight, the government policy has a significant effect, and the financial support effect is obvious. (2) The forest ecological security index is relatively safe in Zhejiang Province. The forest ecological security index is between 0.4 and 0.5, showing a volatility upward trend. (3)

基金项目: 国家林草局 2014 年林业重大问题研讨课题 (ZDWT201415)

收稿日期: 2019-03-18; 网络出版日期: 2019-00-00

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: zhangdahong591120@163.com

The state index has the most obvious impact on the calculation of forest ecological security index, followed by the pressure index, impact index, driving force index, and response index. The reduction of natural forest area is the main reason for the decline in the state index. The response index is affected by the interaction of other indexes, and the upward trend is obvious. The economic development has inhibited the improvement of the forest ecological security environment and the improvement of the index to a certain extent in Zhejiang Province. (4) The forest ecological security areas in Zhejiang Province are unevenly distributed. The forest ecological security index in the southwestern region is higher than that in the northeastern region. The county-level index is significantly different, which is affected by both the natural environment and economic development. We provide the suggestions based on the above results: Zhejiang Province should increase policy support and increase investment in forestry ecological construction; accelerate industrial transformation, implement circular economy, and extend enterprise industrial chain; strengthen the construction of forest reserves and formulate relevant regulations to regulate people's behavior.

Key Words: DPSIR model; forest ecological security; state index; spatial distribution; circular economy

森林不仅为人类提供木材和其他林副产品,还具有涵养水源、美化环境、固碳释氧、防风固沙等生态服务价值,对维持生态平衡有重要作用。森林生态系统是人类与森林环境之间相互作用、相互依存的有机统一体,随着国家越来越重视环境保护建设,森林生态安全受到人们越来越多的关注^[1]。森林生态安全作为国家生态安全重大发展战略的重要组成部分受到广泛关注,森林生态安全对于维持国家生态安全、保障人类生存^[2]、维护生物多样性、改善全球环境、经济社会可持续发展具有重要作用^[3],然而森林经营管理粗放等多种因素导致森林面积减少,林分质量下降,森林生态系统受到威胁,产生了森林生态功能减弱、温室效应、生物多样性减少等一系列的生态环境问题^[4]。国内关于森林生态安全的研究主要集中在影响因素、安全预警、森林生态安全与产业发展的关系等方面^[5-12]。研究方法主要依靠 PSR (状态-压力-响应, Pressure—State—Responses) 模型、DPSIR (驱动力—压力—状态—影响—响应, Driving force—Pressure—State—Impact—Responses) 模型、SD (系统动力学, System dynamics) 模型等,其中,使用 PSR 模型的研究居多,多以省份为基本单位,观察不同省份之间的森林生态安全指数的变化^[13-14]。PSR 模型是由压力因素、响应因素与状态因素三类因素构成,反映人类活动对生态环境造成的压力、生态系统状态变化以及人类对于生态系统状态变化的响应三者之间的关系^[15-16]。但是,伴随着自然环境与社会经济等方面的关系越来越紧密,以及自然环境的自身特征和属性的复杂性,PSR 模型不能科学而准确的反应经济、社会、自然之间的关系与存在的问题。因此,本文在 PSR 模型基础上加入了驱动力因素与影响力因素,建立了 DPSIR 模型,其相互作用指标涵盖社会、经济、资源、环境 4 大方面,从驱动力、压力、状态、影响力和响应 5 个方面描述众多因素与环境之间的相互联系^[17]。

浙江省位于长江经济带发展地区,毗邻上海与东海流域,经济活动频繁,人口流动量大,具有较为重要的区位优势,是我国经济最发达、人口密度最大的省份之一,省内森林全年释放氧气 4083.17 万 t,吸收二氧化碳 5592.92 万 t,森林生态服务功能价值 3665.44 亿元,可见森林对浙江省生态环境建设发挥了极其重要的作用^[18],因此,本文选择浙江省森林生态安全作为研究对象具有重要现实意义。

总体来说,森林生态安全相关研究取得了积极进展,但仍然存在一些问题:其一,基于 DPSIR 模型对森林生态安全问题进行的研究尚且较少,其二,根据数据获取的困难程度,以县区为研究单位的研究相对较少,而以县区为单位的研究可以更直观的反应省域森林生态安全状况。因此,本文基于 DPSIR 模型,以浙江省 11 个地级市包含的 79 个县区作为样本,通过专家法、熵权法对数据进行处理,得出浙江省县区的森林生态安全指数,并进行森林生态安全指数时间与空间分析,以及模型中各个指标之间的趋势分析。从社会、经济、资源、环境等方面考察森林生态安全情况,寻找浙江省森林生态安全的主要影响因素,以期对浙江省森林生态安全环境建设与可持续发展提供支持。

1 数据来源与模型构建

浙江省共包括 90 个县区,其中本课题组获取了 79 个县区的完整数据,所以本文选择浙江省 11 个地级市包含的 79 个县区作为研究对象,在 DPSIR 模型的基础上,从驱动力、压力、状态、影响力以及响应 5 项基准层指标方面对浙江省森林生态安全进行评价,共包括 17 项指标层指标。

1.1 数据来源

本文研究的所有数据均来自于 2014 年国家重大课题(林业)生态安全指数研究项目,在研究调研过程中,由于数据量较大,时间跨度大,通过设计数据处理器,并在林业部门的工作人员的协助下进行数据收集。

浙江省地处中国东南沿海长江三角洲南部,拥有得天独厚的自然条件,总面积为 10.18 万平方公里,气温、降水等自然条件较好,下辖杭州、宁波、温州、湖州、嘉兴、绍兴、金华、衢州、舟山、台州、丽水等 11 个地级市。浙江省位于长江经济带区域,具有较为重要的区位优势,经济发展速度快,对木材等木质林产品以及其他林副产品需求较大。研究该省的森林发展情况,对于促进浙江省生态与经济协调发展发挥着重要作用。

1.2 模型构建

DPSIR 模型从驱动力、压力、状态、影响力和响应 5 个方面描述在自然环境压力状态下,人类与环境的相互作用关系,可以应用到生态安全评价指标体系建设、生态安全评价技术方法研究及其在生态评估中^[19]。

5 个基准层指标之间相互影响,体现着自然环境、人类活动以及经济发展之间的关系。驱动力指标发挥作用会对生态环境产生压力,从而达到改善生态安全状况的目的,由于状态指标变化会对社会经济产生各种影响,促使人们采取植树造林等一系列响应类活动,改善生态环境,同时响应类活动可以减少人类活动对生态安全造成的压力与影响,帮助被破坏的生态环境得到恢复。DPSIR 模型将社会经济、生态环境、人类活动(破坏性活动与恢复性活动)联系起来,反应它们之间的相互作用。

2 研究方法

基于浙江省的自然、经济、社会条件,按照科学性、适用性、简洁性与可获取性的原则建立指标,并通过功效系数法、熵权法、专家咨询法等确定指标权重,计算浙江省 FESI(森林生态安全系数, Forest Ecological Security Index)数值,通过 ArcGIS 软件分析得出 FESI 空间分布等级图,以此分析浙江省的森林生态安全等级。

2.1 指标体系建立

本文基于 DPSIR 模型设置 5 项基准层指标,17 个指标层指标,指标内容涵盖基础条件、资源状况、灾害状况、一般压力、行为压力与维护活动等多方面内容,从自然环境条件、人类社会活动、森林状态等多方面进行指标的选择,对指标数据获取的可行性进行反复的筛选与论证,并征询了生态学、数学、经济学等相关领域专家的意见,最终确定了 17 个指标层指标,具体指标见表 1。本文选择的指标具有代表性,能够反应环境质量状况,是可以突出森林生态安全的关键指标。

表 1 详细描述了影响森林生态安全的指标内容、指标性质以及指标计算公式,涉及的具体内容主要有年降水量、年平均气温、年日照时数、森林面积、国土面积、林地面积、森林蓄积量、森林火灾受灾面积、森林有害生物成灾面积、二氧化硫排放量、新增造林面积、城镇化率、政府林业投资强度、森林生态建设与保护投资强度等多项内容,指标体系覆盖面广,能够充分体现自然条件与人类活动对森林生态安全的影响作用。

这些指标的选取包含了自然生态环境、人类社会活动与经济发展三方面的相关关系。作为驱动力指标的年降水量、年平均气温以及年日照时数指标直接影响森林生长面积、天然林面积等,对状态指标产生直接影响。植树造林等响应类活动会减少压力指标带来的负作用,对提高森林覆盖率、天然林比重、单位面积森林蓄积量等有积极作用,同时对改善自然环境产生积极影响。人类活动产生的各种压力会直接影响状态指标与影响指标的数值大小。

表 1 森林生态安全指数指标体系
Table 1 Forest ecological security index system

目标层 Target layer	准则层 Criteria layer	指标层 Index layer	指标性质 Index properties	公式 Formulas
森林生态安全指数 Forest ecological security index	驱动力指标	年降水量	正向指标	直接获取
		年平均气温	正向指标	直接获取
		年日照时数	正向指标	直接获取
	状态指标	森林覆盖率	正向指标	森林面积/国土面积
		天然林比重	正向指标	天然林面积/森林面积
		林地面积占比	正向指标	林地面积/国土面积
		森林物种丰度指标	正向指标	(权重 A * 乔木林面积+权重 B * 灌木林面积+权重 C * 疏地林等其他林面积)/国土面积
	影响指标	森林火灾受灾率	负向指标	森林火灾受灾面积/森林面积
		森林有害生物成灾率	负向指标	森林有害生物成灾面积/森林面积
		单位面积森林蓄积量	正向指标	森林蓄积量/国土面积
		森林单位面积蓄积量	正向指标	森林蓄积量/森林面积
	压力指标	人口密度	负向指标	年末总人口数/国土面积
		二氧化硫排放强度	负向指标	工业二氧化硫排放量/国土面积
		城镇化率	负向指标	年末城镇人口/年末总人口
	响应指标	年度造林比例	正向指标	新增造林面积/国土面积
		政府林业投资强度	正向指标	林业投资完成额/森林面积
		森林生态建设与保护投资强度	正向指标	森林生态建设与保护投资/森林面积

2.2 方法体系建立

2.2.1 专家法

经过课题组的努力,邀请权威专家对数据指标打分,对重要的指标赋予较大的权重。专家法的优势在于获取的数据权重不用通过一致性检验,获得的权重数据具有权威性。

2.2.2 功效系数法

由于各类指标有不同的量纲,无法直接进行熵权法权重计算,所以需要对原始数据进行标准化处理,本文采用功效系数法对数据进行标准化处理。

对正向指标而言: $y_i = \frac{x_i - \min x_i}{\max x_i - \min x_i} \quad i = 1, 2, \dots, n$

对负向指标而言: $y_i = \frac{\max x_i - x_i}{\max x_i - \min x_i} \quad i = 1, 2, \dots, n$

其中, x_i 表示选择的指标体系中的第 i 个指标, $\min x_i$ 表示样本数量中第 i 个指标中的最小值, $\max x_i$ 表示样本数量中第 i 个指标的最大值, y_i 表示标准化处理后的指标值。

2.2.3 熵值法

熵值法可以根据评价指标的固有信息测算评价指标的权重,能够避免一些主观确权法所带来的结果不稳定的问题^[20]。

首先,将 y_i 转化成比重的形式 p_i , 其中, n 表示指标数量。

$$p_i = \frac{y_i}{\sum_{i=1}^n y_i}$$

其次,计算各项指标的信息熵值 M_i

第 i 项指标的信息熵计算公式为 $M_i = -h \sum_{i=1}^n p_i \ln p_i$

$$h = \frac{1}{\ln k}$$

其中,是一个常数, k 表示样本数量。

再次,评价指标熵权的确定。

在森林生态安全指数的评价模型中,第 i 项指标的熵权 s_i 可以定义为:

$$s_i = \frac{1 - M_i}{\sum_{i=1}^n 1 - M_i} = \frac{1 - M_i}{n - \sum_{i=1}^n M_i}$$

然后,确定森林生态安全各项指数加权综合得分。

$$E_i = \sum_{i=1}^n y_i s_i$$

最后,森林生态安全指数计算公式,本文将选取的 17 项指标进行以下公式的计算。

$$FESI = \sqrt{(1 - P_{it} - R_{it})(D_{it} + S_{it} + I_{it})}$$

其中,将上文中的 E_i 替换为此处的各项指标, P_{it} 表示第 t 个县域的压力指标, I_{it} 表示第 t 个县域的影响指标, D_{it} 表示第 t 个县域的驱动力指标, S_{it} 表示第 t 个县域的状态指标, R_{it} 表示第 t 个县域的响应指标。浙江省的各个县域的森林生态安全指数值均在 $[0, 1]$ 之间,数值越大表示地区森林生态越安全。

2.2.4 评价标准确定

本课题组为保证数据计算方法的科学性与谨慎性,将主观评分与客观得分进行加权综合处理,得到指标的综合权重。通过上述方法处理获取的数据,可以得到浙江省各个县域的森林生态安全指数,森林生态安全指数值均在 0 到 1 之间,数值越大表示森林生态安全状况越好,森林生态系统越能发挥更大的作用。

将森林生态安全等级平均划分为 5 级,将生态安全等级依次排序为不安全、临界不安全、较安全、一般安全与安全,不同的森林生态安全等级对应不同的生态安全状况,通过划分不同等级能够清晰的分辨出不同地区的森林生态状况,森林生态安全指数越高,森林生态越安全。

3 数据分析与结果

通过上述方法对原始数据进行收集与加工处理,并将数据进行划分,得出指标层指标的权重以及浙江省各个县区的森林生态安全指数。

3.1 指标体系分析

通过上述的具体方法确定各项指标的权重,具体数值见表 2。

指标权重占比最大的是响应类指标,双权重权重为 39.46%。响应类指标中森林生态建设与保护投资强度比重最大,响应类指标是维护森林生态安全的支持性政策,有利于森林生态安全建设。压力类指标均为人类活动所致,对森林生态安全产生消极影响,减少人类活动带来的森林破坏对于提高浙江省森林生态安全指数有积极意义。年降水量、年平均气温、年日照时数、森林覆盖率、林地面积占比、森林物种丰度指数、森林火灾受灾率、森林有害生物成灾率、森林单位面积蓄积量、人口密度、二氧化硫排放强度、城镇化率等指标,专家打分权重高于通过熵权法计算得出的权重,说明专家认为这些指标对森林生态安全的影响作用更显著。天然林比重、单位面积森林蓄积量、年度造林比例、政府林业投资强度、森林生态建设与保护投资强度等指标的熵权法权重值大于专家打分法的权重值。通过指标打分的比较可以看出,响应类指标的专家意见评估低于实际数据的影响,表明政策的实际推动作用更加明显。驱动力指标与压力指标的专家评分更高,表明越来越多人们的认识到经济社会活动对森林生态环境会产生显著的影响作用,应该减少各种由人为因素对森林生态造成的压力。

3.2 DPSIR 指标趋势分析

DPSIR 模型是由驱动力指标、状态指标、影响指标、压力指标与响应指标五项指标构成。在浙江省森林安

全评价过程中,状态指标与压力指标占比最大。具体变动趋势如图 1 所示。

图 1 清晰的反映出 5 项指标 15 年间的影响作用的大小以及变化趋势。

表 2 森林生态安全指标体系权重
Table 2 Weights of forest ecological security indicator system

基准层 Criteria layer	指标名称 Index name	熵权法权重 Entropy weight method weight	专家法权重 Expert method weight	综合权重 Comprehensive weight
驱动力指标 Driving force index(0.1224)	年降水量	0.0045	0.0733	0.0389
	年平均气温	0.0415	0.0662	0.0538
	年日照时数	0.0038	0.0555	0.0297
状态指标 State index (0.2210)	森林覆盖率	0.0182	0.0838	0.0510
	天然林比重	0.0997	0.0546	0.0771
	林地面积占比	0.0189	0.0749	0.0469
	森林物种丰度指标	0.0227	0.0693	0.0460
影响指标 Impact index(0.1613)	森林火灾受灾率	0.0078	0.0437	0.0258
	森林有害生物成灾率	0.0027	0.0374	0.0201
	单位面积森林蓄积量	0.0400	0.0591	0.0495
	森林单位面积蓄积量	0.0506	0.0813	0.0659
	人口密度	0.0126	0.0722	0.0424
压力指标 Pressure index (0.1007)	二氧化硫排放强度	0.0021	0.0384	0.0202
	城镇化率	0.0092	0.0669	0.0381
	年度造林比例	0.0680	0.0341	0.0510
响应指标 Responses index (0.3946)	政府林业投资强度	0.2773	0.0458	0.1616
	森林生态建设与保护投资强度	0.3204	0.0435	0.1820

数据来源:通过调研数据整理所得

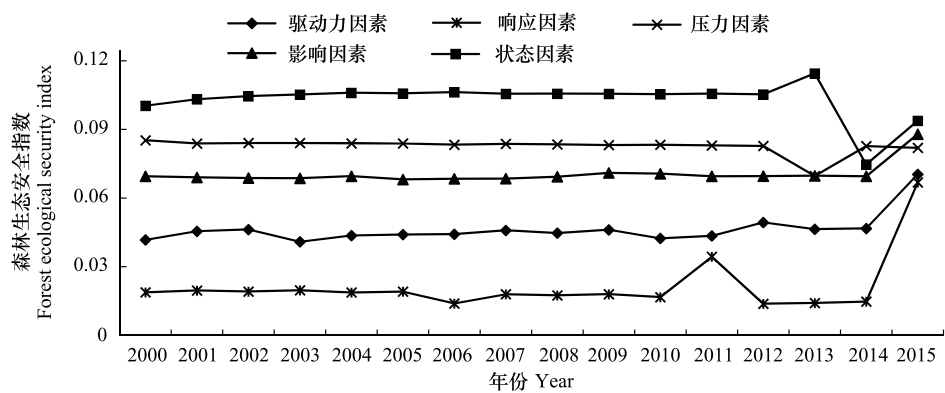


图 1 浙江省 2000—2015 年各指标变化情况

Fig.1 Changes in various indicators in Zhejiang Province from 2000 to 2015

天然林面积减少是造成状态指标作用下降的主要原因。通过图 1 可以看出,在浙江省森林生态安全指数的计算过程中,状态指数的影响作用最为明显,其次是压力指数、影响力指数、驱动力指数与响应指数。状态指标中各具体指标影响方向均为正,状态指标在 2014 年有明显的下降趋势,原因在于天然林比重明显降低,天然林面积明显减少,森林覆盖率与林地面积等指标数据无明显变化,天然林的过度砍伐等社会活动对森林生态安全状态指数产生了显著影响。

响应类指标上升趋势明显,受其他指标相互作用的影响。根据 DPSIR 模型各指标层指标的相关关系,由于状态类指标的改变会促使影响类指标发生变化,而影响类指标会激励响应类指标发生作用,响应指标又可以使状态指标的作用得到恢复与提高,并且达到改善驱动力指标影响的作用。2015 年状态类指标数值回升,影响类指标、响应类指标以及驱动力指标呈现上升趋势。响应类指标上升趋势最明显,随着人们意识的提高,

对生态环境质量的要求越来越高,政策林业投资强度与森林生态建设与保护投资强度的增强,提高了对森林生态安全的保护力度。

压力指数的数值较高主要因为人类活动、经济建设、社会发展对自然环境与资源状况的消耗对森林生态安全产生负面影响。2013 年压力类指标有下降的趋势,主要原因在于 2013 年城镇化率的数值有所下降。2015 年压力类指标带来的负作用降低,表明人们逐步认识到社会经济活动对森林生态安全产生的各种不利影响,保护生态环境的意识在逐步提高。

3.3 省域 FESI 时间变化分析

通过将数据收集器收集的数据进行处理,得到 2000 年至 2015 年森林生态安全指数(FESI)的趋势变化图,如图 2 所示。

浙江省位于长江经济带下游地区,有得天独厚的资源环境与自然环境条件,作为东部沿海发展速度较快的城市,木质林产品需求较多,对森林的需求量大。由于树木生长以及生态环境变化的长期性特点,需要对浙江省森林生态安全进行长期的数据追踪与收集。

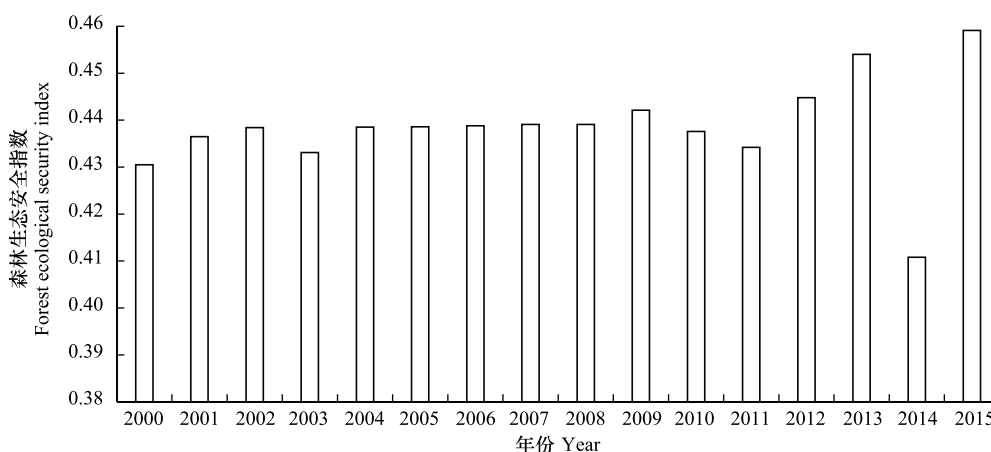


图 2 浙江省 2000—2015 年森林生态安全指数变化情况

Fig.2 Changes in the forest ecological security index of Zhejiang Province from 2000 to 2015

浙江省森林生态安全指数值均值集中在 0.4—0.5 范围内,属于较安全的森林生态安全等级。浙江省位于长江流域下游地区,年降水量、年日照时数等自然环境较好,同时受到相关政策大力支持,在造林投资、森林生态建设等方面扶持力度较大,为经济与生态的可持续发展提供保障。

浙江省整体森林生态安全指数变化呈上升趋势,但存在一定的波动。在 15 年的变化过程中,2014 年森林生态安全指数下降较为明显,2014 年的下降变化主要体现在单位面积森林蓄积量的变化上,单位面积森林蓄积量较 2015 年与 2013 年相比明显降低,森林砍伐等活动较多。2015 年森林生态安全指数均值升高主要受政策的影响,环境治理问题受到越来越多的关注,“两山”理论的提出使更多的人意识到绿水青山的重要性,对森林与生态的保护意识提高。植树造林的面积扩大,年度造林比例与往年相比增幅较大,森林生态建设与保护力度提高使得浙江省森林生态安全指数呈现波动式上升的趋势。

3.4 森林生态安全指数县区空间分布分析

根据上述的研究方法计算浙江省各县域的森林生态安全指数,运用 ArcGIS 软件,按照自然断裂的方法,得出浙江省森林生态安全指数的空间分析图,如图 3 所示,为保证颜色整齐划一,同色系最浅颜色表示该地区数据缺失。

2015 年浙江省森林生态安全指数高于 2010 年森林生态安全指数,一般安全等级较高的县区较少,县区指数差异明显。2000 年森林生态安全指数最大值为 0.5522,最小值为 0.2440,均值为 0.4305,2015 年浙江省

各县区森林生态安全指数最大值为 0.5789, 最小值为 0.3060, 均值为 0.4591, 不论是从最值上看, 还是从均值上看, 2015 年浙江省森林生态安全状况得到了进一步的改善。但 2000 年各县区指数分布更平均一些, 2015 年森林生态安全指数地区不平衡现象加剧, 从图中可以看出西南地区森林生态安全指数高于东北地区, 东北部县区应加大森林生态维护。

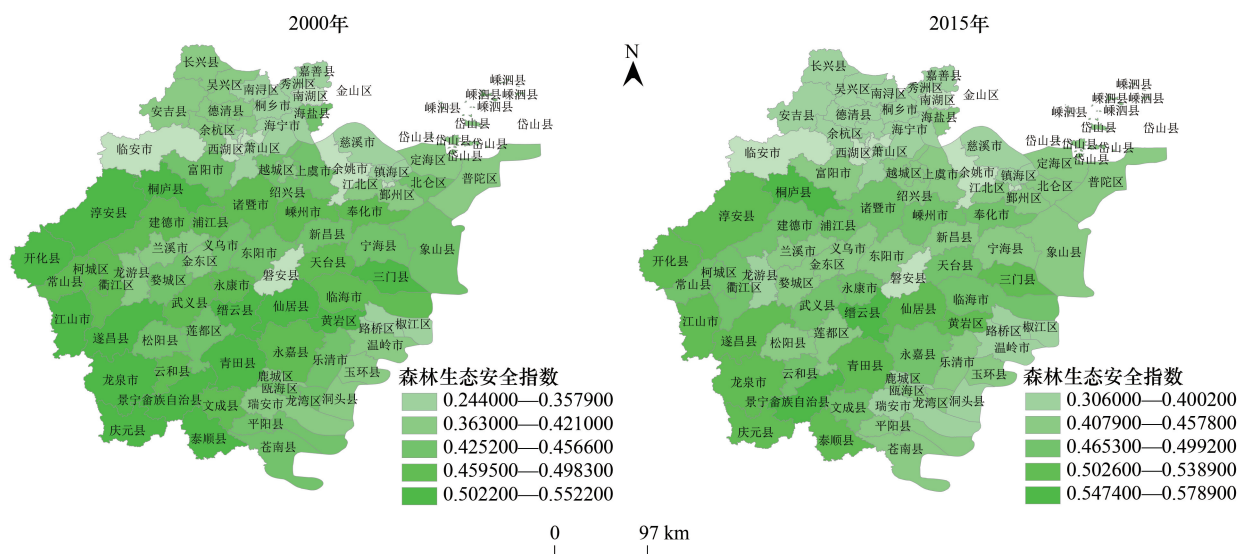


图 3 2000 年与 2015 年浙江省县区森林生态安全指数分布图

Fig.3 Distribution of forest ecological security index of districts and counties in Zhejiang Province in 2000 and 2015

FESI: 森林生态安全指数, Forest Ecological Security Index

从图 3 的空间分布图可以看出, 整体上浙江省森林生态安全指数呈现出由西南地区向东北地区递减的趋势。自然条件方面, 浙江省西南部地区降水明显高于东北部地区, 西南地区的降水在 1600 毫米等降水量线范围内, 而东北部地区为 800 毫米等降水量线范围内, 降水量的差异影响森林生长状况, 作为驱动力基准层的重要指标会直接影响森林生态系统安全状况。经济发展方面, 东北部地区毗邻上海, 背靠东海, 是全省进出口贸易发展的枢纽地区, 东北部地区由于经济发展需要带来的对森林生态安全的破坏作用明显高于西南地区, 上述原因导致浙江省森林生态安全空间分布呈现出有西南地区向东北地区递减的趋势。

4 结论与建议

本文通过计算浙江省 2000—2015 年森林生态安全指数并对浙江省森林生态安全指数进行时间与空间上的分析, 得到以下结论。

4.1 主要结论

(1) 政府政策作用显著, 财政支持效果明显。通过前文的数据分析与结果的观察, 响应类指标的权重最大, 其中包括政府林业投资额、森林生态建设与保护投资额等, 表明政府林业投资力度大。2000 年与 2015 年相比, 政府财政支持力度的改变是导致森林生态安全指数变化的重要原因。在时间变化趋势图上也可以明显看出 2015 年财政支持力度的加大, 政策支持效果显著, 政策的支持对浙江省森林生态安全建设具有积极影响。

(2) 经济发展在一定程度上抑制了浙江省森林生态安全环境的改善与指数的提高。在森林生态安全指数计算过程中, 状态指标以及由人为因素决定的压力指数的影响作用较明显, 浙江省作为长江流域经济最发达的省份之一, 为维持经济的快速发展, 需要大量的木质林产品以及其他林副产品, 对森林的消耗较大, 同时伴随着高能耗、高排放量、高污染等一系列问题, 不利于森林生态安全环境的改善, 并对地区生态安全带来了进一步的威胁与挑战。

(3)浙江省森林生态安全指数地区分布不均匀,受自然环境与经济影响的双重影响。通过前文对森林生态安全进行空间分析,西南部地区森林生态安全状况优于东北部地区的分布态势主要受降水量等自然环境与经济活动的影响,虽然森林生态安全指数呈上升趋势,可是地区间的分布不平衡情况加剧,县域之间的森林生态安全差距依旧明显。

4.2 建议

针对上述结论,对浙江省的森林生态发展提出以下建议。

(1)加大政策的扶持力度,增加森林生态建设投资。通过对指标体系、县区森林安全指数时间变化的分析发现,政府的政策干预效果显著,政府对于改善浙江省森林生态安全指数起到推动作用,政府增加林业生态投资,加大森林生态建设与保护力度,对于改善森林生态安全环境、提高森林生态安全指数具有积极意义,这也符合生态文明建设的基本要求。

(2)要加快产业转型,实行循环经济,延长企业产业链。由于经济、社会发展需要大量的木质林产品,对森林的需求量大,加快产业的转型升级,减少能源消耗,限制高能耗、高污染企业的发展,对减少森林生态环境压力、改善森林生态安全环境有积极影响。循环经济是解决资源过度利用的有效途径,实行循环经济,可以提高森林承载能力与资源利用效率,发挥森林生态系统的生态作用。在森林生态安全指数较高的地区可以实施林产品的初级加工以及深加工,利用当地的资源优势,因地制宜,延长企业产业链,降低企业交易费用,增加企业利润,提高经济发展水平。

(3)要加强森林保护区的建设力度,制定相关条例规范人们行为。为改善森林生态安全指数分布不均匀的状况,在森林生态安全指数较低的地区加强森林保护区的建设力度,增加造林投入,积极开展植树造林、封山育林等活动,提高森林覆盖率,增加单位面积森林蓄积量,并制定相关条例规范人们的行为,减少人类活动对森林生态安全产生的破坏,增强人们对森林生态安全的保护意识。逐步缩减地区间的不平衡、不均匀的分布情况,改善地区森林生态环境状况,提高全省森林生态安全指数,促进全省森林生态与经济协调发展,实现经济、社会与生态的和谐发展。

参考文献 (References):

- [1] 张少宇,邹时林,朱岚巍. 基于 DPSIR 模型的森林生态安全评估——以江西省为例. 江西科学, 2018, 36(6): 937-941.
- [2] 白江迪,刘俊昌,陈文汇. 基于结构方程模型分析森林生态安全的影响因素. 生态学报, 2019, 39(8): 2842-2850.
- [3] 鲁莎莎,郭丽婷,陈英红,陈妮,张珉珊,关兴良. 北京市森林生态安全情景模拟与优化调控研究. 干旱区地理, 2017, 40(4): 787-794.
- [4] 冯彦,郑洁,祝凌云,辛姝玉,孙博,张大红. 基于 PSR 模型的湖北省县域森林生态安全评价及时空演变. 经济地理, 2017, 37(2): 171-178.
- [5] 米锋,谭曾豪迪,顾艳红,鲁莎莎,张大红. 我国森林生态安全评价及其差异化分析. 林业科学, 2015, 51(7): 107-115.
- [6] 王金龙,杨伶,李亚云,张大红. 中国县域森林生态安全指数——基于 5 省 15 个试点县的经验数据. 生态学报, 2016, 36(20): 6636-6645.
- [7] 冯彦,祝凌云,郑洁,辛姝玉,张大红. 基于 PSR 模型和 GIS 的吉林省县域森林生态安全评价及时空分布. 农林经济管理学报, 2016, 15(5): 546-556.
- [8] 陈妮,鲁莎莎,关兴良. 北京市森林生态安全预警时空差异及其驱动机制. 生态学报, 2018, 38(20): 7326-7335.
- [9] 姜钰,耿宁. 林业产业结构与森林生态安全动态关系研究——以黑龙江省为例. 中南林业科技大学学报, 2017, 37(12): 163-168.
- [10] Damania R, Russ J, Wheeler D, Barra A F. The road to growth: measuring the tradeoffs between economic growth and ecological destruction. World Development, 2018, 101(1): 351-376.
- [11] Rasul G, Thapa G B. Sustainability analysis of ecological and conventional agricultural systems in Bangladesh. World Development, 2003, 31(10): 1721-1741.
- [12] Jiang H. Decentralization, ecological construction, and the environment in post-reform China: case study from Uxin banner, Inner Mongolia. World Development, 2006, 34(11): 1907-1921.
- [13] 徐会勇,赵雪娇,张大红. 我国省域森林生态安全评价及差异化——基于生态文明建设背景. 生态学报, 2018, 38(17): 6235-6242.
- [14] 顾艳红,张大红. 省域森林生态安全评价——基于 5 省的经验数据. 生态学报, 2017, 37(18): 6229-6239.
- [15] 刘佳. 九龙江河口生态系统健康评价研究[D]. 厦门: 厦门大学, 2008.
- [16] 周晓蔚,王丽萍,郑丙辉. 长江口及毗邻海域生态系统健康评价研究. 水利学报, 2011, 42(10): 1201-1208, 1217-1217.
- [17] 刘秀丽,张敏. 基于 DPSIR 概念模型的林芝旅游生态健康评价指标体系. 价值工程, 2018, 37(17): 35-36.
- [18] 李岩,王珂,才琪,吴宇伦,张大红. 浙江省县域森林生态承载力评价及时空演变分析. 长江流域资源与环境, 2019, 28(3): 554-564.
- [19] 陈广,刘广龙,朱端卫,王雨春,周怀东. DPSIR 模型在流域生态安全评估中的研究. 环境科学与技术, 2014, 37(S1): 464-470.
- [20] 高洁芝,夏梦蕾,孟展,刘友兆. PSR 框架下土地生态系统健康诊断. 江苏农业科学, 2017, 45(11): 240-243.