

景观生态视域浙江省土地资源资产 空间结构与审计分区

侯勃, 马仁锋, 金邑霞, 张悦, 赵一然, 窦思敏

(宁波大学 地理与空间信息技术系, 浙江 宁波 315211)

摘要: [目的] 筛选省域土地资源资产领导干部离任审计区划, 识别各市土地资源资产的地类管制优先级与侧重区块, 以便提高中国土地资源资产审计效率, 并完善国土审计的地理信息技术应用。[方法] 基于土地景观格局视域, 运用 ENVI 和 ArcGIS 将浙江省域 2000, 2005, 2010, 2015 年 4 期遥感影像数据转换为网格分辨率为 30 m ArcGrid 数据格式, 并运用 Fragstats 3.3 进行土地各地类破碎度和集中度指标计算, 作为浙江省土地资源资产审计重点筛选依据。[结果] ①构建基于土地破碎度综合指数和集中度指数的土地资源资产地域审计重点筛选模型, 侧重全域审视各辖区土地利用类型的数量与质量变化, 能够揭示审计区域各地类土地资源资产的利用与保护情景及其变动趋势, 印证了景观生态评价土地资源资产领导干部离任审计是行之有效的, 有助于改善过去领导干部离任审计过程单纯衡量资产的数量而忽略对生态价值衡量的缺憾。②筛选出浙江省各市优势地类为杭州市的林地、草地、水域; 湖州市的耕地和水域; 嘉兴市的耕地和建设用; 金华市的耕地、草地、建设用地; 丽水市的林地; 宁波市的水域; 衢州的林地和草地; 绍兴市的耕地和建设用地; 台州市的草地; 温州市的草地; 舟山市的建设用地。各市如土地类数量、质量的审计应是土地资源资产领导干部离任审计的关注重点。[结论] 土地资源资产审计应注重将土地资源清查和现代地理信息技术有机结合, 以提升国土审计的地域主体识别效率与审计结果的可视化解读。

关键词: 土地利用景观; 土地资源; 土地资源资产; 领导干部离任审计; 地域管制

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2018)06-0268-09

中图分类号: S718

文献参数: 侯勃, 马仁锋, 金邑霞, 等. 景观生态视域浙江省土地资源资产空间结构与审计分区[J]. 水土保持通报, 2018, 38(6): 268-276. DOI: 10.13961/j.cnki.stbctb.2018.06.041. Hou Bo, Ma Renfeng, Jin Yixia, et al. Spatial structure and audit division of land resource assets in Zhejiang Province from perspective of landscape ecology[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2018, 38(6): 268-276.

Spatial Structure and Audit Division of Land Resource Assets in Zhejiang Province from Perspective of Landscape Ecology

HOU Bo, MA Renfeng, JIN Yixia, ZHANG Yue, ZHAO Yiran, DOU Simin

(Department of Geography & Spatial Information Techniques, Ningbo University, Ningbo, Zhejiang 315211, China)

Abstract: [Objective] Screening of provincial land resources assets auditing divisions and identifying the land-control resource priorities in each city were conducted in order to improve the efficiency of auditing land assets in China, and to improve the application of geographic information technology for homeland audit. [Methods] Based on the perspective of land landscape pattern, ENVI and ArcGIS were used to convert the four phases of remote sensing image data from 2000, 2005, 2010 and 2015 in Zhejiang Province to the grid resolution of 30 m ArcGrid data format. Also, Fragstats 3.3 was used to calculate the degree of fragmentation and concentration of the land, which is used as the key selection criteria for the audit of land resources in Zhejiang Province. [Results] ① We have constructed an important regional geographic audit model for land resources assets based on the land fragmentation index and the concentration index. It focuses on a global review of the

收稿日期: 2018-05-17

修回日期: 2018-06-06

资助项目: 浙江省社科规划基金重大项目“浙江省自然资源资产禀赋及审计重点项目”(16YSXK04ZD-1YB)

第一作者: 侯勃(1993—), 女(汉族), 黑龙江省牡丹江市人, 硕士研究生, 研究方向为经济地理、土地利用规划。E-mail: 1690519452@qq.com。

通讯作者: 马仁锋(1979—), 男(汉族), 湖北省枣阳市人, 博士, 副教授, 主要从事经济地理、区域与城乡规划研究。E-mail: marfxf@126.com。

quantity and quality changes of land use types in each jurisdiction, and can reveal the use and protection scenarios of land-based resource assets across the audit area and variation trend. It confirms that the application of landscape ecological assessment to land resources assets leading cadres leaving audit are effective. It also helps to remedy the shortcomings of the past audits of leading cadres, which only simply measures the number of assets and ignore the measure of ecological value; ② Dominant land types were empirically screened out in Zhejiang Province: woodland, grassland, and water areas in Hangzhou City; cultivated land and water areas in Huzhou City; cultivated land and construction land in Jiaxing City; cultivated land, grassland, construction land in Jinhua City; forest land in Lishui City; water areas in Ningbo City; forest land and grassland in Cangzhou City; cultivated land and construction land in Shaoxing City; grassland in Taizhou City; grassland in Wenzhou City; construction land in Zhoushan City. The audits of the quantity and quality of land types mentioned in various cities of Zhejiang Province should be the focus of the audit of the departure of leading cadres of land resources assets. [Conclusion] When auditing land resources assets, we should pay attention to the combination of land resource inventory and modern geographic information technology to enhance the visual interpretation of the recognition efficiency and audit results of regional subjects.

Keywords: land use landscape; land resources; land resources assets; audit of leading cadre leaving; area control

2015 年以来中央政府一直强调“两山”思想重要性,“两山”思想已经远远突破了自然资源与生态环境经济范畴,逐渐上升到区域资源环境治理战略高度,成为领导干部离任审计指导思想之一。随后于十八届三中全会提出“探索编制自然资源资产负债表,对领导干部实行自然资源资产离任审计,建立生态环境损害责任终身追究制^[1]”,至 2018 年形成经常性审计制度,这无疑是对领导干部履行自然资源资产责任情况的全面考核与检验。土地资源作为重要的战略资源和生产资料,关乎着中国可持续发展和粮食安全,应是领导干部自然资源资产离任审计的核心对象与主要内容^[2]。但是中国国家审计机关全面开展自然资源资产离任审计试点不足 3 a,对地方领导干部自然资源资产责任审计可采用的方法尚不成熟,理论和实务可参考案例很有限。单纯考虑土地质量并不容易且有些地类很难达到测算标准,因此本文尝试从景观生态学视角着重土地利用空间结构,尤其是集成土地破碎度、集中度及其综合变化作为刻画省域各市土地资源资产的空间结构与审计重点筛选科学基线,旨在发展自然资源资产审计理论和实施路径的实务导向,探索将土地资源资产离任审计和地理信息科学有机结合的审计追责溯源可视化解读^[3]。

1 景观生态视域土地资源资产领导干部离任审计的方法论

1.1 景观生态评价应用于土地资源资产离任审计的实务逻辑与技术聚焦

领导干部自然资源资产离任审计即绿色离任审

计是在环境审计和经济责任审计的深度吻合基础上发展起来的一个具有我国特色的新型交叉学科研究领域,是对经济责任审计的内涵和外延的拓展,是对审计目标、审计内容和审计方法的全方位拓展,从而使得审计工作更具整体性、科学性和权威性;有利于加快生态文明制度建设,推进国家治理能力体系的现代化。各地可以在国家《关于开展领导干部自然资源资产离任审计试点方案》相关规定允许下制定各种政策,开展地方领导干部自然资源资产离任审计的权限、内容和方法等进行探索。但是由于不同省份自然资源赋存和管理制度存在较大的差别,审计实务过程需要根据地区特色和自然资源资产管理的制度、规划和决策等方面构建相应指标体系分析、评判领导干部任期内各类行为与效益,揭示离任审计的责任与因果关系。

1.1.1 景观生态是认识和刻画国家自然资源资产体系的最主要基石 自景观生态学引入中国以来,中国学者开展了许多特色研究,其重点领域与特色主要表现在土地利用格局与生态过程及尺度效应、城市景观演变的环境效应与景观安全格局构建、景观生态规划与自然保护区网络优化等^[4]。景观生态学主要从生态系统价值角度、以综合思想审视生态环境的变化,景观格局与生态过程的相互作用及其尺度效应是景观生态学研究的核心。因此,本文在土地资源资产离任审计中将景观生态评价法运用于土地绿色离任审计的评估,尝试将土地数量及斑块形态变动隐喻的质量纳入审计指标,以期能较全面客观地反映土地资源资产的整体特征。

1.1.2 景观生态是解决国家自然资源资产审计实践现实困境重要手段 中国审计机关刚开始全面开展自然资源资产离任审计试点,对地方领导干部开展审计可供选择的方法不多且不成熟^[5]。首先,自然资源资产负债表的编制工作仍在进行,审计人员在土地审计中可参考的标准与可获取的数据非常有限。其次,对于自然资源资产审计数据共享度低且普查困难,单纯依靠人力统计可得数据的老方法费时费力且误差很大,加上审计中不同地域、不同行政层级的审计工作实施起来差异较大,其中以基层乡镇政府层面所需处理的现实问题如农村乡镇各类土地、农田问题等最多,但由于存在任期限制且缺少关于乡镇领导的土地资源资产离任操作指南或审计案例,常常会出现资源浪费或污染。可见探索基于遥感影像与地理信息系统结合的数据处理方法可以快速获取任期时效数据,加以景观生态学斑块格局与形态分析诠释土地自然资源的质量,正可应对与任期匹配的高效率审计需求。

1.2 景观生态学视域土地资源资产离任审计建构思路与实践技术重难点

传统方法对土地资源资产质量调查,如样方调查等极难利用遥感影像且多偏重于经济价值测度,不能全面反映土地资源资产审计的意图且人为因素影响误差大,效率低。因此,探索性地基于土地不同地类景观变化测度土地资源资产,即采用景观生态学常用景观格局破碎度与集中度来着重分析土地资源资产的数量与质量,采用区位熵模型来辅助分析土地资源

资产数量动态。

1.2.1 优势地类是否能成为土地资源资产领导干部离任审计的重难点 所谓资源资产审计既包括审计资源的质又包括审计资源的量,但利用遥感影像与地理信息系统结合所获取的影像数据难以达到足以辨析土地精细化质量(如土壤和水域的污染程度等)的繁衍精度,因此,采用景观生态学中常用的景观格局破碎度和集中度是从宏观的格局视域来分析其质量是一次有益尝试。

1.2.2 基于土地利用破碎度指数、集中度指数构建甄别评价单元优势地类 破碎度综合指数是一定空间、时间界限内某一地类破碎化程度的具体量化,能反映该地类的破碎状况,破碎度大小与其质量好坏成反比;土地集中度主要是分析区域某一地类的集中程度,集中度大小与其地类优势成正比。因此,借由这两类指标差值的绝对值尝试表征某一地类在其区域内的优劣。

1.3 景观生态视域土地资源资产领导干部离任审计路径

1.3.1 指标选取与方法构建 针对区域土地资源资产现状,以土地利用景观视角入手提取土地空间变化特征作为土地资源资产地域审计重点的识别指标。考虑已有数据并结合研究区自身的特点,借鉴已有成果^[6]选取平均地块面积(S_{MP})、地块密度(D_P)、边界密度指数(D_E)、面积加权形状指数(I_{AWMS})、地块数量破碎化指数(F_N)及破碎化指数(F_S)6个指标对土地破碎度进行评价研究(表1)。

表 1 土地资源资产破碎度评价指标

指标	指标解释	公式
平均地块面积(S_{MP})	地块面积是最基本的空间特征,该地类地块面积的大小将直接影响农业生产的机械化水平 ^[7] ,可以比较直观地反映该地类的破碎化程度。	$S_{MP} = A/N$
地块密度(D_P)	地块密度是某用地类型单位土地面积上的地块数量,对生物保护、物质和能量的分布具有重要影响 ^[8] 。该指标是土地面积破碎的具体量化,不仅可以用于同类土地,也可以用于不同类型土地破碎化程度的比较,其值越大,表明破碎化程度越高 ^[9] 。	$D_P = n/A$
边界密度指数(D_E)	边界密度指数是分析地块形状的重要指标,揭示地块被分割的程度,同样也是该地类破碎化程度的直接反映 ^[10] 。边界密度越大,表示该地类被分割的程度越高。	$D_E = E/A$
面积加权形状指数(I_{AWMS})	地块形状越不规则,形状越复杂,相对耕作生产成本越高,导致实际种植面积占总面积比重也会越小,但随着地块面积增大,由形状不规则造成的浪费相对减弱,基于这种变化,考虑将加权形状指数作为衡量该地类破碎程度的指标之一。	$I_{AWMS} = \sum_{i=1}^n [(0.25P_i/\sqrt{a_i})(a_i/A)]$
地块数量破碎化指数(F_N)	用于测定地块的破碎程度,多用于描述土地整理对研究地及其背景环境所造成正面或负面的影响。	$F_N = (N-1)a_{\min}/A$
破碎化指数(F_S)	用来量化该地类的破碎度,是该地类破碎度的直观反映,地块的破化状况是其重要的属性特征。	$F_S = 1 - 1/I_{MS}$

注:A为地类总面积;N为地类地块总数;n为地类地块数量;E为地类地块的边界总长度; P_i 为地块周长;a为每个地块面积; a_{\min} 为研究单元内地块最小面积; I_{MS} 代表平均地块形状指数; P_i 为每个地块的周长。

土地破碎度评价模型由目标层、系统层、指标层 3 部分构成,从能表现土地破碎的面积、形状、分布 3 方面对土地资源中 5 大地类的破碎度进行评价,将所选的 6 个指标分为 3 类运用熵权法赋权重并建立综合评价模型(表 2),此方法(熵权法 Topsis)是一种在综合考虑各评价指标所提供信息量的基础上,计算各指标权重的数学方法^[11],可以有效避免权重赋权的主观性。

表 2 土地资源资产评价模型

目标层	系统层	指标层
破碎度综合指数	面积破碎指标	平均地块面积 S_{MP} ($\text{hm}^2/\text{个}$)
		地块密度 D_P ($\text{个} \cdot \text{hm}^{-2}$)
	形状破碎指标	边界密度指数 D_E ($\text{km} \cdot \text{hm}^{-2}$)
		面积加权形状指数 $I_{AWMS}/\%$
	分布破碎指标	地块数量破碎化指数 $F_N/\%$
		破碎化指数 $F_S/\%$

结合标准化数据,运用熵权法赋权得到各地类破碎度综合指数 Z 计算公式为:

$$Z = S_{MP} \cdot a(S_{MP}) + D_P \cdot a(D_P) + D_E \cdot a(D_E) + I_{AWMS} \cdot a(I_{AWMS}) + F_N \cdot a(F_N) + F_S \cdot a(F_S)$$

式中: a ——指标附权值。为使各指标具有统一可比性,将原始数据进行无量纲化处理,并统一范围在 0~1 之内,采用比重法^[12]进行数据标准化。区位熵^[13]用于衡量某一区域要素的空间分布情况,可在一定程度上反映出地区层面的土地集中程度,以及某一区域地类在高层次区域的地位和作用,计算公式为:

$$LQ_{ij} = \frac{q_{ij}}{q_j} / \frac{q_i}{q}$$

式中: LQ_{ij} —— j 地区的 i 地类在浙江省的区位熵; q_{ij} —— j 地区 i 地类的相关指标(面积); q_j —— j 地区所有地类的相关指标(面积); q_i ——在浙江省范围内 i 地类的相关指标(面积); q ——浙江省所有地类的相关指标(面积)。 LQ_{ij} 的值越高,地区土地集中度水平就越高,一般来说:当 $LQ_{ij} > 1$ 时, j 地区的该地类在浙江省范围内具有优势;当 $LQ_{ij} < 1$ 时, j 地区的该地类在浙江省范围内具有劣势。同时,结合土地地类破碎度值越低,其资源资产优势明显。可以用土地地类破碎度与集中度差值的绝对值(V)大小来表征地区某一地类资源资产的优劣。计算公式为:

$$V = |Z - LQ_{ij}|$$

1.3.2 数据源及标准化 获取研究区多年份同期遥感影像数据,利用 ENVI 对 TM 影像进行分类处理,并在 ArcGIS 中提取地类数据,同时为满足 Fragstats

3.3 数据格式要求,将土地数据转换为 ArcGrid 数据格式(网格分辨率为 30 m)用于遥感分类提取地类数据。其中地块作为可辨认出同类属性的最小土地单元,浙江案例也是基于地块层面,首先结合既得分辨率层遥感图像的光谱信息,利用图像分类结果对原始图像中典型地物的灰度值进行对比增强处理,然后进行小波变换和分水岭分割,通过改进的区域合并算法解决过度分割问题,最后利用 Canny 算子引入边缘信息得到最终土地各地类地块的分割结果。土地、社会经济统计数据源于 2015 年《浙江省统计年鉴》及 2014 年浙江省国土资源厅、浙江省统计局公布的关于浙江省第二次土地调查主要数据成果公报。将原始数据采用比重法进行无量纲化处理,得到标准化数据 P_{ij} 。

假设样本个数为 m ,分别为 $x_i (i=1, 2, \dots, m)$,评价指标有 n 个,设其矩阵为:

$$R = (C_{ij})_{m \times n} \quad (i=1, \dots, m; j=1, 2, \dots, n)$$

式中: C_{ij} ——第 i 个样本的第 j 个指标的统计值。第 i 个样本第 j 个评价指标的标准化值 P_{ij} 计算公式为:

$$P_{ij} = r_{ij} / \sum_{i=1}^m r_{ij}$$

式中: r_{ij} ——第 i 个样本第 j 个评价指标的原始值; m ——样本个数。

2 浙江省案例的景观生态学分析

2.1 数据源与数据处理

获取研究区 2000, 2005, 2010 和 2015 年土地利用现状矢量数据,用于遥感分类提取地类结果的验证。土地及社会经济统计数据来源于 2015 年《浙江省统计年鉴》及 2014 年浙江省土地利用二调统计公报。利用 ENVI 对 TM 影像进行分类处理,再在 GIS 中提取出浙江各县市区的地类数据,同时为了满足 Fragstats 3.3 软件数据格式的要求,将地类数据转换为 ArcGrid 数据格式(网格分辨率为 30 m),然后进行相关破碎指标的计算与分析。

2.2 浙江省市域土地利用破碎度变化计量

2.2.1 浙江省市域各地类土地破碎度分析 通过提取的各地类数据结合指标公式计算得出浙江省各市域不同地类破碎度的相关指标值,如耕地地类各市域指标值(表 3)。可知研究区各地类破碎情况存在较大不均衡性,除草地、水域和建设用地的平均地块面积积极差较小外(如研究区草地平均地块面积为 91.05 hm^2 ,嘉兴草地平均地块面积最大达到 283.27 hm^2 ,其他各市在 50~100 hm^2 间不等),其他地类的平均地块面积积极差均大于 1 000 hm^2 ,如 2015 年研究区耕地平均地块面积为 659.71 hm^2 ,而嘉兴耕地平均地块

面积达到 4 011.75 hm², 丽水耕地的平均地块面积却只有 126.74 hm², 再如研究区林地平均地块面积为 6 993.68 hm², 其中嘉兴林地平均地块面积为 77.37 hm², 而丽水林地的平均地块面积却达到了 46 357.84 hm², 极差过大。

近年来随着经济社会的快速发展, 人为活动增加, 耕地、林地和草地这类营利率率低的地类被分割地更加零碎, 从边界密度指数(D_E)可以看出极差仍十分严重, 如 2015 年嘉兴耕地的 D_E 为 17.60 km/hm², 而丽水耕地的 D_E 只有 3.64 km/hm²; 再如嘉兴林地的 D_E 为 0.559 4 km/hm², 而舟山林地的 D_E 达到了

10.28 km/hm²; 同样, 为了追求经济的发展, 建筑用地不断增加, 地块形状大小参差不齐, 但极差仍然存在, 嘉兴建筑用地的 D_E 值为 16.18 km/hm², 而丽水的 D_E 只有 0.91 km/hm²; 受自然因素影响程度较大, 人为活动对水域形状改变较小, D_E 值可分为 3 类 0~1, 1~2, 2~3。各地类面积加权形状指数(I_{AWMS})较为接近, 除了舟山形状出现较大不规整性(耕地为 3.24, 林地为 3.79, 建设用地 2.15)其他各市 I_{AWMS} 值相差不大。由破碎化指数(F_S)可知, 嘉兴耕地、草地破碎化最为严重, 丽水除林地较为破碎其他土地类型用地相对完整。

表 3 浙江省各评价单元耕地破碎指标值计算结果

地区	地块密度(D_P)		边界密度指数(D_E)		面积加权形状指数(I_{AWMS})		平均地块面积(S_{MP})		破碎化指数(F_S)		地块数量破碎化指数(F_N)	
	2000 年	2015 年	2000 年	2015 年	2000 年	2015 年	2000 年	2015 年	2000 年	2015 年	2000 年	2015 年
舟山	0.155 2	0.111 1	16.080 7	8.889 8	3.960 9	3.235 5	327.702 7	202.682 8	0.249 4	0.281 0	0.521 8	0.675 9
温州	0.009 2	0.088 4	7.780 1	6.410 9	22.794 2	1.224 1	7 658.552	205.574 4	0.267 5	0.183 1	0.013 6	4.961 7
台州	0.022 5	0.075 8	8.773 5	7.440 0	22.059	1.295 9	2 820.251	327.900 6	0.224 4	0.228 3	0.075 2	2.229 3
绍兴	0.037 1	0.075 9	1.558 6	10.016 9	3.132 8	1.369 6	114.625 5	387.184 2	0.125 2	0.269 7	2.643 4	1.609 1
衢州	0.027 9	0.082 8	9.228 7	7.776 6	12.845	1.224 5	2 526.91	257.901 0	0.279 9	0.183 3	0.097 0	2.830 5
宁波	0.032 8	0.060 6	1.602 2	8.512 7	2.411 2	1.340 9	128.974 9	541.888 3	0.115 5	0.254 2	2.264 0	1.040 8
丽水	0.001 5	0.068 6	5.192 5	3.635 6	17.952 7	1.138 7	58 291.01	126.739 2	0.399 7	0.121 8	0.000 4	9.326 2
金华	0.025 1	0.074 1	8.099 4	8.181 8	22.590 6	1.256 0	2 469.885	368.804 7	0.181 1	0.203 8	0.110 9	2.196 3
嘉兴	0.003 7	0.015 5	16.488 4	17.598 7	29.903 7	1.692 8	20 680.01	4 011.754	0.672 6	0.409 3	0.000 7	0.015 7
杭州	0.053 1	0.058 2	5.369 7	5.133 7	6.691 2	1.235 5	380.894 8	299.381 6	0.186 8	0.190 6	2.341 9	3.266 7
湖州	0.030 7	0.080 6	7.815 0	11.656 6	14.152 1	1.326 8	1 422.822 0	527.028 3	0.264 4	0.246 3	0.124 4	0.886 1

2.2.2 浙江省市域土地利用破碎度综合指数演变
抽取 2000 和 2015 年的地类破碎度数据, 将 6 个破碎度指标值采用比重法^[12]进行无量纲化处理, 得到标准化数据, 再运用熵权法赋权, 得到最终破碎度综合指数进行演变比较。从耕地破碎度综合值变化看(图 1—2), 在研究年内浙江省总体耕地破碎指数综合值由 2000 年的 2.90 减少到 2015 年的 1.19, 即耕地破碎程度大幅改善, 其中绍兴、杭州和宁波的破碎度综合指数呈下降趋势且绍兴的降幅明显(均大于 1), 即说明绍兴的耕地破碎程度大幅改善, 杭州次之; 而舟山和丽水的破碎度综合指数则呈增长趋势, 涨幅均小于 0.5, 即说明舟山和丽水在研究年中耕地的破碎化增加, 其他城市无明显变化。林地破碎度综合值变化看, 研究时段浙江省总体林地破碎指数由 2000 年的 2.03 减少到 2015 年的 -0.02, 破碎指数下降到 0 以下, 说明林地整体破碎化程度明显改善, 其中金华、嘉兴和丽水指数下降, 以金华的破碎度综合指数下降趋势最为明显(大于 2), 说明金华的林地破碎程度大幅改善, 嘉兴市指数从正到负说明正在摆脱破碎化的局面趋于集中; 而舟山和湖州的破碎度综合指数则呈增

长趋势, 且舟山的涨幅明显(大于 0.5), 说明舟山在研究年中林地出现破碎化现象且这种现象正在加剧。其他城市林地破碎度未有明显改变。草地破碎度综合值变化看, 研究时段浙江省总体草地破碎指数由 2000 年的 0.58 上升到 2015 年的 0.89, 即林地破碎化有所加剧, 但其中衢州的破碎度综合指数呈明显下降趋势, 说明衢州的草地破碎程度正在大幅改善; 而绍兴、宁波、温州、舟山、杭州、湖州和金华的破碎度综合指数则呈不同程度的增长趋势, 其中绍兴和宁波的破碎度综合值由负至正, 说明在研究年中草地的破碎化问题严重。水域破碎度综合值变化看, 研究时段浙江省总体水域破碎指数由 2000 年的 0.01 增至 2015 年的 1.74, 即水域破碎程度有明显增加, 其中以嘉兴、杭州、绍兴和衢州增加的最为明显, 说明这些城市在研究年中水域的破碎化问题严峻。湖州的破碎度综合指数均呈下降趋势, 且保持负值说明其在研究年中水域的破碎化不但没有恶化反而得到了改善。建设用地破碎度综合值变化结果看, 研究时段浙江省总体建设用地破碎指数由 2000 年的 -0.12 上升到 2015 年的 1.05, 即建设用地破碎程度化加剧, 其中除嘉兴、台

州、衢州和温州的破碎度综合指数呈略微下降外,浙江省其他城市的破碎度综合指数均呈上升趋势,且舟山、绍兴、湖州和宁波的增幅尤为明显说明这些城市的建设用地在研究年内由于城市的发展和扩张破碎化程度加深且愈演愈烈。

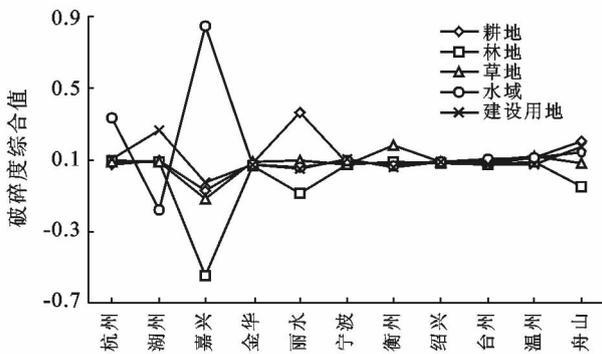


图 1 浙江省 2000 年地类破碎度综合值

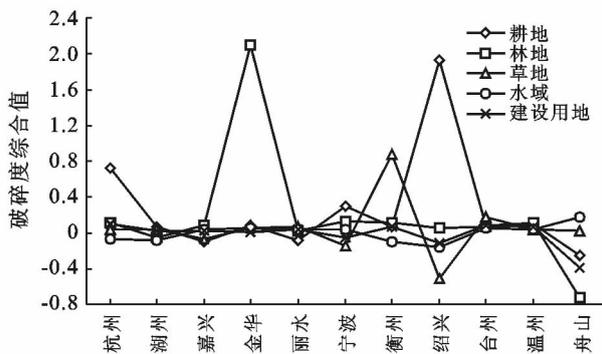


图 2 浙江省 2015 年地类破碎度综合值

2.2.3 浙江省各市土地利用破碎度及其变化分级研判

据浙江省 2000 和 2015 年 6 个评价单元土地破碎度值的实际情况,在 Natural Break 分级^[14]基础上根据科学性、统一性、层次性及可区别原则定义合适的断点,对其进行分级。①根据分级结果,将耕地破碎度分为 3 级,从 I 到 III 破碎程度依次增加。研究区耕地破碎度格局变化显著,2000 年浙江省耕地破碎度普遍高于 2015 年,绍兴耕地破碎化程度最高其破碎度综合指数为 1.93,处在 III 级;I 级区为舟山市、嘉兴市和丽水市,其余 7 市为 II 级区;2015 年浙江省耕地破碎度大幅降低,耕地破碎化程度最高的丽水破碎度指数为 0.361,处在 III 级;在区域分布上,I 级区为嘉兴市,III 级区主要分布在丽水市和舟山市,其余 9 市为 II 级区。②同理可得林地破碎度 3 个级区,2000 年,仅舟山市为 I 级区,浙江省有 9 个地级市属于 II 级区,金华市为 III 级区,其破碎度综合指数为 1.93,破碎化程度最高;2015 年浙江省各市林地破碎度级区格局有了

较大变化。具体而言,仅嘉兴市变为 I 级区,林地破碎程度得到良好改善;丽水市和舟山市为 II 级区,其中,舟山的林地破碎化程度有所增大,且较 2000 年下降一个级区;包括金华市在内的其他 8 市林地破碎度均属于 III 级区,其中杭州市成为浙江省林地破碎化程度最高的城市。可见,浙江省 11 市林地破碎度级区发生较大变动,且整体呈现由 II 级区滑落至 III 级区现象。③草地破碎度的 3 个级区中,研究区草地破碎度格局变化不大,2000 年 I 级区为绍兴市,III 级区为衢州市,其草地破碎化程度最高,破碎度综合指数为 0.87;2015 年浙江省草地破碎度相对降低,I 级区为嘉兴市,草地破碎化程度最高的衢州,破碎度综合指数为 0.181,处在 III 级;在区域分布上,在浙江省范围内 II 级区包括城市个数最多。④水域破碎度的 3 个级区中,研究区水域破碎度格局变化显著,2000 年 I 级区为湖州市、绍兴市、杭州市和衢州市,III 级区为舟山市,其水域破碎化程度最高,破碎度综合指数为 0.17;2015 年浙江省水域破碎度相对较高,水域破碎化程度最高的嘉兴市破碎度指数为 0.847,处在 III 级;在区域分布上,I 级区为湖州市,III 级区为嘉兴市,在浙江省范围内 II 级区包括面积最大。⑤建设用地破碎度的 3 个级区中,研究区建设用地破碎度格局大幅变化,2000 年 I 级区为舟山市,II 级区为绍兴市和宁波市,其余城市为 III 级区,建设用地破碎化程度最高的为杭州市,其破碎度综合指数为 0.11;2015 年浙江省建设用地破碎度相对有所增长,建设用地破碎化程度最高的舟山市,破碎度指数为 0.172,处在 III 级;在区域分布上,I 级区为嘉兴市,III 级区主要分布在湖州市和舟山市,在浙江省范围内 II 级区包括城市个数最多。

2.3 浙江省各市土地集中度及其变化的计量

对比 4 个时期评价单元各地类集中度变化发现:①耕地的集中度变化(图 3)显示浙江省耕地集中度 2000—2015 年无明显波动,其中增幅最大的绍兴市集中度指数增值为 0.723 1,增幅最小的杭州市的集中度指数增值仅为 0.095 1。浙江省总体耕地集中程度略有减少(舟山、宁波、嘉兴、杭州市呈减少趋势)。其中绍兴、宁波、衢州市耕地集中度波动明显,2010 年波动最大增幅分别达到 60.24%、46.58% 和 81.41%,这与经济社会发展对耕地的需求与影响密不可分。②林地集中度变化(图 4)显示除绍兴、宁波和衢州市外,浙江省林地集中度值研究时期内趋势较为平稳,其中降幅最大的绍兴市集中度指数降幅为 0.608 6,增幅最小的嘉兴市集中度指数增值为 0.007 5,浙江省林地集中程度总体趋势逐渐增加。2010 年绍兴、宁波、衢州市集中度波动较大降幅分别达到 68.32%,

78.60%和 64.78%，此外嘉兴市的集中度明显与浙江省其他城市有较大差距。③草地集中度变化(图 5)显示浙江省草地集中度研究时期内存在一定波动，其中增幅最大的衢州市集中度指数增幅达到 1.390 1，丽水市的集中度指数增幅最小为 0.041 4，浙江省总体草地集中程度逐渐增加。其中舟山、绍兴、衢州草地集中度波动明显，波动最大增幅出现在 2010 年分别达到 74.55%，57.30%和 80.78%。嘉兴在 2015 年集中度明显增加，增幅达到 0.351 但仍未达到标准(平均集中度为 1)。④水域集中度变化(图 6)显示浙江省水域集中度在 2010 年出现较大波动，以舟山、绍兴、宁波、衢州、嘉兴水域集中度波动最为明显，其中增幅最大的宁波市集中度指数增值达到 0.784 9。浙江省水域集中程度总体略有减少(温州、宁波、湖州总体呈上升趋势)。温州、衢州、丽水和金华的水域集中度位于平均值之下。⑤建设用地集中度变化(图 7)显示浙江省建设用地集中度在研究时期内舟山、绍兴、宁波、嘉兴市建设用地集中度波动明显，且 2010 年波动幅度最大，其中变幅最大的嘉兴市集中度指数降值达到 1.077 4。浙江省建设用地集中程度总体略有下降(除绍兴、丽水、金华、杭州湖州总体为增加)。温州、台州、衢州、丽水市建设用地集中度水平低于标准值(集中度等于 1)，其中丽水与标准值差距最大。

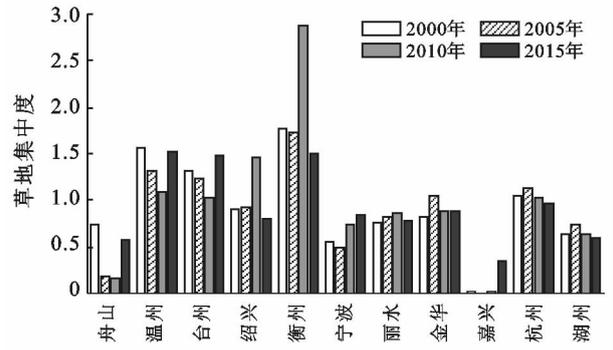


图 5 浙江省 2000—2015 年草地集中度

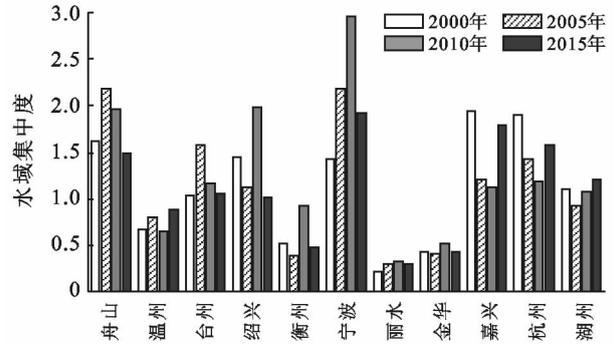


图 6 浙江省 2000—2015 年水域集中度

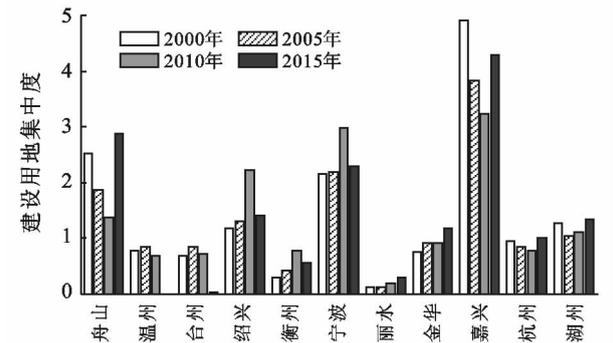


图 7 浙江省 2000—2015 年建设用地集中度

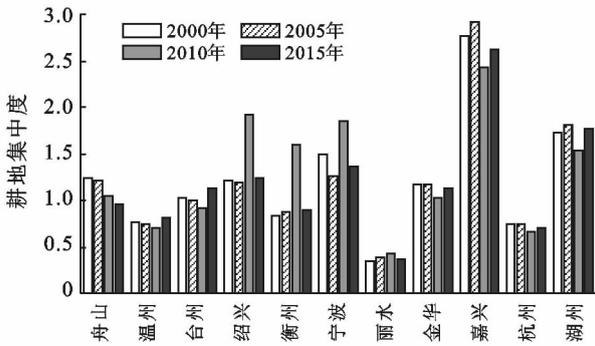


图 3 浙江省 2000—2015 年耕地集中度

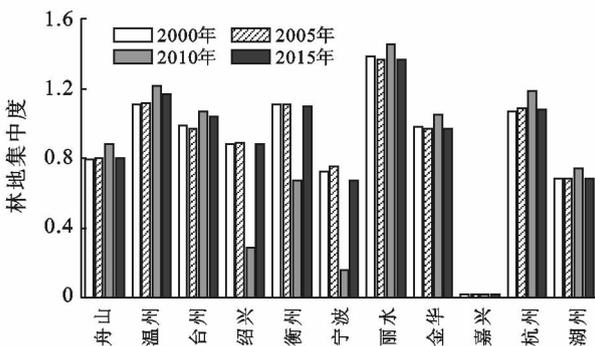


图 4 浙江省 2000—2015 年林地集中度

2.4 基于土地利用破碎度、土地利用集中度综合值解读浙江省优势地类位级及其审计秩序

结合各地类破碎度和集中度的综合值来分析浙江省各地的地类优先等级，再从各地类来甄选浙江省城市的优势排名。由上文测算得知，破碎度越低，集中度越高代表该地类越具有优势。根据破碎度与集中差值绝对值大小可将浙江省的 11 个城市进行排序，结合前文测算结果进行综合排名绘制得出浙江省 2000 和 2015 年土地资源资产位序(表 4)，从中可遴选浙江省各市的优势地类，如 2015 年，杭州市的林地、草地、水域；湖州市的耕地和水域；嘉兴市的耕地和建设用地；金华的耕地、草地、建设用地；丽水的林地；宁波的水域；衢州的林地和草地；绍兴的耕地和建

设用地;台州市的草地;温州市的草地;舟山市的建设用地,都是该城市最具有优势的地类。根据各城市地类排名的变化,来筛选应该着重观测和控制的地类,如在观察年内排名波动较大的杭州市的水域,湖州市的林地和水域,嘉兴市的水域,金华市的林地和建设用地,丽水市的耕地和建设用地,宁波市的草地和水域,衢州市的草地和建设用地,绍兴市的耕地、草地和水域,台州市的水域,温州市的林地和建设用地,舟山市的耕地、林地和草地。根据浙江省各市地类综合排名,浙江省政府部门应该加强对排名起伏波动大的舟

山、金华、宁波和嘉兴等地级市的土地资源资产管理,在审计时列为重点考察对象。此外,根据浙江省各地类中城市的排名,可以判断各地类中哪几个城市的土地状况是不稳定的,如舟山和绍兴的耕地;舟山和金华的林地;绍兴、舟山和宁波的草地;绍兴、宁波、嘉兴和湖州的水域;温州的建设用地。进而,可以在土地资源资产审计时,确定以舟山的耕地、林地和草地,金华的林地,宁波的草地和水域以及嘉兴的水域为重点监察对象。以期为土地资源绿色离任审计的进行做好预选和提高效率。

表 4 浙江省土地资源资产排名

市名	耕地		林地		草地		水域		建设用地	
	2000 年	2015 年								
杭州市	10	10	5	4	4	4	1	4	6	7
湖州市	2	2	8	10	10	9	6	2	5	6
嘉兴市	1	1	10	11	11	11	2	6	1	1
金华市	5	5	11	6	6	5	10	10	7	5
丽水市	9	11	2	1	9	8	11	11	11	9
宁波市	4	3	9	9	8	6	5	1	3	3
衢州市	7	7	3	3	5	3	9	9	10	8
绍兴市	11	4	7	8	2	7	3	7	4	4
台州市	6	6	6	5	3	2	7	5	9	10
温州市	8	9	4	2	1	1	8	8	8	11
舟山市	3	8	1	7	7	10	4	3	2	2

3 讨论与结论

3.1 结论

根据浙江省土地资源资产位级排名及其变化结果,审计重点区域首选应该关注这些变化幅度较大的市,其次选变化幅度缺乏合理解释的市。因此,浙江省自然资源管理过程应强化审计舟山、金华、宁波和嘉兴等地级市的土地资源资产,尤其是舟山市。此外,从浙江土地破碎度和集中度指数及其指标综合分析过程可知,景观格局视域土地资源资产审计的关键指标是:①基于不同市的景观格局视域土地破碎度和集中度指数分析,能够清晰地甄别出浙江省土地资源资产审计的重点区域和地类,分别是舟山的耕地、林地和草地,金华的林地,宁波的草地和水域以及嘉兴的水域,以此能够较大幅度提升土地资源资产审计效率。②以土地利用景观及其变化为数据源,能够便捷地利用地理信息技术部门掌握的矢量数据并与审计数据系统进行无缝对接,便于国土资源资产审计部门开展数据的采集、数据变化归因和关联分析,也便于国土资源资产管理部门应用 3S 技术等,主动服务于浙江省和各市土地资源资产审计中模糊数据源的

清查和过程追踪,找出审计结果中的各类与土地规划或土地流转、利用属性改变等疑点,进一步明晰地域审计的关键对象。③景观格局视域区域土地资源资产地域审计重点筛选过程中,首要考量原则是遵从破碎度综合值和集中度差值的绝对值变化最大区域应为重点审计行政区,一般应以位次变动超过 3 为衡量基准;次要考量原则是土地资源资产由高位次滑落到低位次的行政单元,不应只考虑变化幅度一律划归重点审计区域。当然,滑落幅度越大,审计区域的相关审计内容应越严格和细化,如土地边界变动是否合规、某一地类范围是否毗连已有同类别规模用地、重要地类景区景观是否完整等。

3.2 讨论

本研究基于土地景观生态格局视角探讨土地资源资产审计重点区域识别模型,可以将提高审计效率的基点落在土地类别景观变动幅度较大行政区层面。如果利用该模型应用于全部地类景观格局视角来探讨国土自然资源资产审计效率,还应考虑各地类变动的归因追责能否落实在地理信息系统的可视化范畴。换言之,提高国土自然资源资产审计效率的落脚点包括行政区层级和土地利用地类两大系统,即可以根据

模型筛选出重点审计行政区,也可以根据模型筛选出重点审计地类。当然,本文主要立足于如何从土地景观生态格局视角提高特定省份土地资源资产审计的精准与便捷度,尝试研究地理学—资源经济学—国土审计学交叉研究领域,并没有探究土地资源资产负债表的编制,且基于遥感数据和地理信息系统可视化研究的数据繁衍达不到测算土地自然资源精细化质量的标准。这些研究议题对自然资源资产审计理论具有重要推动作用,也是未来应重点深化的研究方向。

[参 考 文 献]

- [1] 中共中央办公厅,国务院办公厅印发.《开展领导干部自然资源资产离任审计试点方案》(厅字[2001]32号,2015年11月9日)[EB/OL]. [2015-11-10](2017-05-27). http://news.xinhuanet.com/finance/2015-11/10/c_128412212.htm
- [2] 马仁锋. 浙江自然资源资产评估及其地域管制[M]. 北京:中国财政经济出版社,2018.
- [3] 马仁锋,候勃,窦思敏,等. 森林资源资产地域审计重点筛选模型构建及应用[J]. 南京林业大学学报:自然科学版,2018,42(4):46-52.
- [4] 陈利顶,李秀珍,傅伯杰,等. 中国景观生态学发展历程与未来研究重点[J]. 生态学报,2014,34(12):3129-3141.
- [5] 马仁锋,窦思敏,候勃,张悦. 海岸带自然资源资产:概念、计量与浙江案例[J]. 上海国土资源,2018,39(1):69-74.
- [6] 陈帷胜,冯秀丽,马仁锋,等. 耕地破碎度评价方法与实证研究[J]. 中国土地科学,2016,30(5):80-87.
- [7] 王建庆,冯秀丽,李加林,等. 浙江省耕地利用集约度时空变化及其影响因素[J]. 水土保持通报,2014,34(6):270-276.
- [8] Forman R T T, Godron M. Landscape ecology[M]. New York: JohnWiley, 1986:599-600.
- [9] 李鑫,欧名豪,马贤磊. 基于景观指数的细碎化对耕地利用效率影像研究[J]. 自然资源学报,2011,36(11):1758-1767.
- [10] 傅伯杰,陈利顶. 景观生态学原理及应用[M]. 北京:科学出版社,2002:202-203.
- [11] 王考,姚云峰,包金兰. 县级尺度“三生”用地动态变化及其空间集聚特征[J]. 水土保持通报,2018,38(1):306-312.
- [12] 周丹,张勃,张春玲,安美玲,等. 陕西省 2001—2010 年土地资源利用效益评价[J]. 水土保持通报,2014,34(2):240-244,249.
- [13] 王筱明. 基于熵权法的济南市土地利用效益评价研究[J]. 水土保持研究,2008,15(2):96-97.
- [14] 裴欢,魏勇,王晓妍,等. 耕地景观生态安全评价方法及其应用[J]. 农业工程学报,2014,30(9):212-219.

(上接第 267 页)

[参 考 文 献]

- [1] 李思悦,刘文治,顾胜,等. 南水北调中线水源区汉江上游流域主要生态环境问题及对策[J]. 长江流域资源与环境,2009,18(3):275-280.
- [2] 张利平,秦琳琳,张迪,等. 南水北调中线水源区与海河受水区旱涝遭遇研究[J]. 长江流域资源与环境,2010,19(8):940-945.
- [3] 谯季蓉,林锦瑞,章淹. 南水北调中线地区旱涝变化的长期特征[J]. 气候与环境研究,1997,2(4):18-25.
- [4] 谯季蓉,章淹,林锦瑞. 南水北调中线各段干旱的分类研究[J]. 气候与环境研究,1998,3(3):36-43.
- [5] 褚健婷,夏军,许崇育,等. 海河流域气象和水文降水资料对比分析及时空变异[J]. 地理学报,2009,64(9):1083-1092.
- [6] 周月华,王海军,高贤来. 近 531 年长江上中游与汉江流域水资源变化的初步研究[J]. 高原气象,2006,25(4):744-749.
- [7] 闫宝伟,郭生练,肖义. 南水北调中线水源区与受水区降水丰枯遭遇研究[J]. 水利学报,2007,38(10):1178-1185.
- [8] 韩宇平,蒋任飞,阮本清. 南水北调中线水源区与受水区丰枯遭遇分析[J]. 华北水利水电学院学报,2007,28(1):8-11.
- [9] 陈锋,谢正辉. 气候变化对南水北调中线工程水源区与受水区降水丰枯遭遇的影响[J]. 气候与环境研究,2012,17(2):139-148.
- [10] 康玲,何小聪. 南水北调中线降水丰枯遭遇风险分析[J]. 水科学进展,2011,22(1):44-50.
- [11] 丁贤法,李巧媛,胡国贤. 云南省近 500 年旱涝灾害时间序列的分形研究[J]. 灾害学,2010,25(2):76-80.
- [12] 严华生,万云霞,严小冬,谢屹然. 近 500 年中国旱涝时空分布特征的研究[J]. 云南大学学报:自然科学版,2004,26(2):139-143.
- [13] Wu Jie, Xu Ying, Gao Xuejie. Projected changes in mean and extreme climates over Hindu Kush Himalayan region by 21 CMIP 5 models [J]. Advances in Climate Change Research, 2017,8(3):176-184.
- [14] 吴佳,周波涛,徐影. 中国平均降水和极端降水对气候变暖的响应:CMIP5 模式模拟评估和预估[J]. 地球物理学报,2015,58(9):3048-3060.
- [15] 陈晓晨,徐影,许崇海,等. CMIP5 全球气候模式对中国地区降水模拟能力的评估[J]. 气候变化研究进展,2014,10(3):217-225.
- [16] 中国气象局. 中国地区气候变化预估数据集 Version3.0 使用说明[M]. [2012-12-23][2017-02-03]. <http://ncc.cma.gov.cn>.