DOI:10.19789/j.1004-9398.2015.05.016

泰和县人工林景观结构优化

陈 莹 董小俊
(首都师范大学资源环境与旅游学院, 北京 100048)

摘 要

南方红壤丘陵区是我国典型的生态系统脆弱区,在经历了长期的垦殖以后,植被覆盖遭到了破坏,水土流失严重. 本文选择江西省中部的吉泰平原中泰和县为研究区域,采用景观生态学评价方法,利用 Arcview 3.3 的 Patch Analyst 模块和 Fragstats(raster version 3.3)软件从斑块、类型和景观三个水平上计算了斑块个数(NP)、拼块类型面积(CA)、拼块所占景观面积的比例(PLAND)、景观形状指数(LSI)、平均斑块面积(AREA_MN)、斑块面积标准差(AREA_SD(hm^2))、景观分离度指数(SPLIT)等景观格局指数,以揭示研究区内的景观格局特征,对泰和县人工林景观结构进行评价,对比不同森林类型在景观结构上的差别,提出杉木人工林景观结构优化的对策和措施.

关键词: 景观结构,景观格局指数,景观结构优化,对策和措施.
中图分类号: Q948.1

景观生态学是地理学、生态学以及系统论、控制论等多学科交叉、渗透而形成的一门新的综合学科. 景观生态学以景观为对象,通过物质流、能量流、信息流和物种流在地球表层的迁移与交换,研究景观的空间结构、功能及各部分之间的相互关系,研究景观的动态变化及景观优化利用和保护的原理和途径. 本研究重点研究景观格局评价及其优化措施,通过对景观整体结构和不同景观类型的景观结构进行评价,提出景观优化措施,为泰和县的生态系统,人工林生态系统提供优化措施和建议.

1 研究背景

景观生态学作为地理学与生态学的交叉学科,从诞生至今已有60余年,其原理与方法已经应用到许多领域,尤其在环境科学研究与实践中发挥着重要作用. 特别是20实际80年代以来,景观生态学发展速度加快,景观生态学研究在世界范围内得到了拓展(傅伯杰 1991). 近年来随着人们对景观生态学认识的不断加深,全球森林面积的减少,木材用量需求的增加,景观生态学中森林景观逐渐成为研究的热点问题,在森林景观格局中也存在着破碎化、梯度性和不稳定性等问题,同时由于研究区发展遇到的人工林生态系统不稳定定等问题,使得人工林生态系统的研究成为非常重要的内容. 本文选择对人工林生态系统结构优化研究较少的方向进行研究. 关注人工林生态系统的优化,可以提供木材的使用量,增加森林生态系统的生产力,对全球森林生态系统起着非常重要的作用,对调节全球气候也起着极其重要的作用.

景观生态学兼有生态学、环境科学、地理学、资源环境、管理科学、规划科学等许多现代大学科群系的多功能优点,适宜于组织协调学科多专业的区域生态综合研究,因此景观生态学在现代生态学分类体系中处于应用基础生态学地位(肖笃宁 1999). 景观生态学的研究热点主要集中在景观结构与格局、景观异质性、景观多样性、景观尺度等方面(肖笃宁 1990;邱扬 2000),随着研究的深入,景观生态学在土地利用,生物多样性保护,景观规划与设计等方面开展了广泛的研究,以科学实践为导向的学科交叉与融合不断加强,产生了许多新的学科生长点,拓展了应用领域(傅伯杰 2008). 如水域景观生态学,景观遗传性,景观经济学,多功能景观,景观生态学与可持续性科学等. 未来的景观生态学也必然与其他学科相互交融,不断地丰富和完善. 景观生态学的研究对象则多集中在农业景观、水域景观、干旱区景观、山地景观、森林景观以及黄土高原景观等方面

收稿日期:2014-02-24

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

(张芸香 2001;杨国靖 2003;彭冬梅 2009). 但是对于中国南方重要的景观格局——脆弱的生态系统红壤丘陵区以及其它相关特征的研究并不多见(李忠武 2006),该区森林面积大,人工林所占比例高,对该区人工林生态系统的研究还没有. 红壤丘陵区是南方典型的一种地貌类型,该地区土壤贫瘠,水土流失严重,在南方考察区水土流失面积达到 13.12 万 km^2,占土地总面积的 15.06%(梁音,杨轩等). 该地区土地生产力下降,生态环境恶化,属于典型的脆弱生态系统(曹学章 1995). 这种环境对当地的农业生产和经济水平都产生极大地阻碍作用. 所以对森林景观结构进行研究,对该区脆弱的生态系统可以起到缓解作用,能够提高该区生产力水平. 通过研究可以提出景观结果优化的措施和方案.

江西省中部泰和县的森林覆盖率达到 51.6%,其中人工林面积占全区森林面积的一半以上,为典型的人工林生态系统区域,本区为典型的南方红壤丘陵区,水土流失现象严重,研究森林生态系统对该区的生态环境至关重要,特别是人工林的研究. 景观生态学的理论和方法为解决城市森林建设中存在的问题提供了一条新途径,有助于从宏观尺度把握城市森林的景观空间特征及动态过程,完善了城市森林规划的理论和方法,为营造合理的城市森林空间分布格局,创造良好的城市生态环境提供了科学依据(2007 董波).

2 研究区和研究方法

2.1 研究区概况

泰和县位于江西省中南部,吉泰盆地中心,东南毗兴国县,西连井冈山市、永新县. 全县东西长 105 km,南北宽 57 km,国土总面积 2 667 km^2. 境内地貌多样,山地、丘陵、河谷平原面积各占 16%、54%和 30%. 年均日照 1 756.4 h,气温 18.6°,无霜期 281 d,降雨量 1 726 mm,光能充足,四季分明,热量丰富,雨量丰沛,属典型的中亚热带湿润季风气候. 全县森林覆盖率 51.6%,森林蓄积量 450 万立方米. 地表水多年平均总量 22.44 亿立米,过境客水量多年平均达 380.93 亿立米,水能理论蕴藏量 6.75 万千瓦.

全县辖 16 个镇、6 个乡、2 个场(澄江镇、碧溪镇、桥头镇、禾市镇、螺溪镇、石山乡、南溪乡、苏溪镇、马市镇、沿溪镇、塘洲镇、冠朝镇、上模乡、沙村镇、水槎乡、上圯乡、老营盘镇、中龙乡、小龙镇、灌溪镇、苑前镇、万合镇、武山垦殖场、泰和垦殖场),县政府所在地澄江镇是全县政治、经济、文化中心,其北距南昌 262 km、吉安市 42 km,西上井冈山市区 114 km.

全县森林覆盖率 51.6%. 已知的高等植物资源有 2 500 余种,其中属国家重点保护的珍贵稀有树达 89 种,是江西省木材重点生产基地. 泰和县属南方壤丘陵区,水力侵蚀造成的水土流失比较严重,是江西省水土流失重点治理区. 赣江贯穿中部,过境河段长 59.1 km,仙槎河、仁善河、牛吼江、禾水、蜀水等 11 条支流均汇归赣江,构成羽状的赣江水系,总集雨面积 1.1 万平方公里.

2.2 论文研究方法

景观生态学作为地理学与生态学的交叉学科,地理学的空间分析方法与生态学的模型构建是景观生态学研究方法的两个重点. 不同大小和内容的斑块、廊道、基质、网络共同构成了异质景观. 景观的总体结构对景观中的各种过程会产生一定的影响,各种过程反过来也会影响景观的总体结构. 景观格局特征可通过一系列景观格局指数方法和空间统计学方法进行研究(邱扬,张金屯 2000).

景观指数是能够高度浓缩景观格局信息,反映其结构组成和空间配置某些方面特征的简单定量指标,主要用非连续的类型变量数据,其特征可以在单一斑块、斑块类型和整个景观镶嵌体 3 个层次上分析,包括斑块面积、数量、密度、形状、多样性、丰富度、均匀度、优势度、聚集度和分维数等指数(邬建国,2000). 利用景观空间格局指数描述景观格局及其变化,是景观生态学最常用的定量研究方法. 目前的研究多集中在自然生态系统,如杨国靖等(杨国靖,肖笃宁 2003)对森林景观格局的分析;王根绪等(王根绪 1999)、角媛梅等(角媛梅,马明国 2003)、卢玲等(卢玲,李新 2001)利用景观格局指数分析了黑河流域不同地区的景观空间格局. 随着不断研究深入,景观指数描述景观格局及其变化的方法逐渐扩展到半自然生态系统和人工生态系统. 郭文化(郭文化 2004)用景观多样性指数、破碎度指数、聚集度指数等对城镇化过程中的城乡景观格局变化进行了研究;李团胜(李团胜 2002)用多样性指数、优势度指数、聚集度指数、均匀度指数研究了沈阳市的城市景观结构.

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

在实际应用中,常利用景观指数软件包来进行计算和分析,如 LSPA、SPANS、APACK、FRAGSTATS 等. FRAGSTATS 可在斑块级别、类型级别、景观级别三个应用尺度上计算 59 个景观指数(肖笃宁 2001). 景观指数法仅适用于分析类型数据的种类组成(斑块类型及其所占比例)和空间配置(空间排列、斑块形状、隔离度、对比度、聚集度、连接性和各向异性现象等),不适用于分析数值型数据的变化趋势(张娜 2006).

3　景观格局定量分析方法

3.1　数据来源及处理

本研究采用 2010 年泰和县森林小斑图,根据人工林生态系统研究需要,对泰和县的景观状况进行分析,对森林类型进行划分,得到泰和县景观格局的现状资料. 本研究涉及到遥感、景观等多方面应用,主要包括包括: ArcGIS 9.3, Axcview 3.3, Fragstats (raster version 3.3), excel 2007 等软件.

3.2　景观分类

景观格局定量分析需要在分类的基础上进行,同时分类类型的确定也要考虑到景观格局的需要. 景观分类存在不同的分类体系:按人类影响强度的景观分类、以土地利用方式为主的景观分类、据自然度不同的景观分类、以及植被类型和地貌特征为主的景观分类等分类方式[WuJ, ShenW, SunW, 2002]. 本文以森林类型为主,结合人工林和自然林的不同景观特征进行景观分类,并对景观类型进行两级划分. 一级分类 16 类,根据数据精度和泰和县森林的区域特点,再将一级类型细分为 47 类. 见表 1. 本研究区总面积为 2666.50 平方千米,研究区景观格局分析时采用的是森林景观类型的一级分类,这样就可以避免使用二级分类对分析造成的麻烦,二级分类会出现由于斑块数目过多而面积过少,景观格局指数过多过碎的情况. 在进行景观格局特征分析时,更好的保持了景观的整体性. 在此基础上形成了森林景观分类图.

表 1　泰和县森林景观类型分类体系

一级分类	天然杉木林	人工杉木林	天然马尾松林	人工马尾松林
二级分类	天然杉木林	人工杉木林	天然马尾松林	人工马尾松林
一级分类	人工湿地松林	天然针叶混交林	人工针叶混交林	天然针阔混交林
二级分类	天然湿地松林	天然针叶混交林	人工针叶混交林	天然针阔混交林
	人工湿地松林			
	天然火炬松林			
	人工火炬松林			
一级分类	人工软阔叶林	人工硬阔叶林	天然硬阔叶林	天然软阔叶林
二级分类	人工檫木	人工木荷	天然枫香	天然檫木
	人工杨树	人工栎类	天然其他硬阔叶	天然杨树
	人工柳树	人工榆树	天然栲树	天然柳树
	人工苦楝	人工樟树	天然楮树	天然苦楝
	人工其他软阔叶	人工楠木	天然栎类	天然其他软阔叶
	人工拟赤杨	人工枫香	天然樟树	天然拟赤杨
	人工桤木	人工其他硬阔叶	天然楠木	天然桤木
		人工栲树	天然榆树	
		人工楮树	天然木荷	
一级分类	人工针阔混交林	天然阔叶混交林	人工阔叶混交林	其他
二级分类	人工针阔混交林	天然阔叶混交林	人工阔叶混交林	非森林景观类型包括居住用地,农业农地,水域,建筑用地等.

3.3　景观格局指数的选取

由于景观格局特征可以在单个斑块、由若干单个斑块组成的斑块类型,由若干斑块类型组成的整个景观镶嵌体 3 个层次上进行分析,因此景观格局指数可相应地分为斑块水平指数、类型水平指数和景观水平指数. 并且要反映出研究区森林景观的稳定性、多样性和破碎度等特征. FRAGSTATS 可以计算 40 多种景观指标,但许多指标之间都是高度相关的[朱会义 2003]. 在拼块类型级别上分析景观指标时综合考虑研究区实际情况以及土地利用分类体系,按照上述 3 个水平,选择斑块个数(NP)、拼块类型面积(CA)、拼块所占景观面积的比例(PLAND)、景观形状指数(LSI)、平均斑块面积(AREA_MN)、斑块面积标准差(AREA_SD(hm^2))、景观分离度指数(SPLIT)、景观多样性指数(SHDI)、均匀度指数(E)、景观分割指数(DIVISION)、蔓延度指数

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

(CONTAG)、聚集指数(AI)等指数. 在上述数据基础上利用 Arcview3.3 的 PatchAnalyst 模块和 Fragstats 3.3 软件计算各指数值.

参考有关文献,结合本研究区域的特点及空间尺度,本文选择了 20 多个既对景观结构变化敏感又能较全面反映景观格局特征的景观生态指标,用于定量化描述泰和县森林景观格局特征;14 个指标用于描述斑块类型层次的景观格局特征(见表 4),22 个指标用于描述景观层次的生态格局特征(见表 5). 在所选的这些景观生态指标中,既有反映非空间的景观镶嵌成分的指标,如斑块类型比例(PALND),边界密度(DE),多样性指数(SHDI)等,也有反映空间结构特征的指标,如:斑块面积标准差 AREA_SD),景观形状指数 LSI,景观聚集度指数 (CONT),分离度指数 SPLIT 等. 且这组景观生态学指标既有度量景观格局空间自相关性的指标(CONT),也有反映景观形态自相似性和复杂性的指标(如 SPLIT,LSI),还有分析景观多样性及其空间变异特征的指数(如 SHDI,SIDI),因此这组景观生态指标可以较全面地反映森林景观格局特征. 景观格局指数及其生态学过程描述(见表 2).

表 2 部分景观格局指数及其生态学过程描述

景观指数 Landscape metric	缩写 Acronym	描述 Descriptin	公式 Rormula
景观面积	CA	区域所有斑块或同一类型斑块面积之和	$A_P = \sum_{j=1}^{n} a_{ij}\left(\frac{1}{10\,000}\right)$
斑块数	NP	区域所有斑块或同一类型斑块总数	NP = N
斑块密度	PD	反映景观的破碎化程度和景观空间异质性程度	PD = N/A
边界总长度	TE	景观中所有斑块边界总长度	TE = E
边界密度	ED	单位面积上的斑块周长. 边缘密度越大,说明景观缘分割的程度越大,可以用来说明景观的破碎化程度.	$ED = 10^6 * E/A$
景观丰度	PR	PR 是反映景观组分以及空间异质性的关键指标之一,并对许多生态过程产生影响	PR = m
斑块丰富度密度	PRD	反映景观中不同斑块类型的丰富度,与物种丰富度之间有很好的正相关性	$PRD = 10^6 * m/A$
最大斑块指数	LPI	其值的大小决定着景观中的优势种、内部种的丰度等生态特征	LPI 等于某一拼块类型中的最大拼块占据整个景观面积的比例
景观比例	PLAND	是决定景观中的生物多样性、优势种和数量等生态系统指标的重要因素	$PLAND = Pi = \frac{\sum_{j=1}^{n} a_{ij}}{A}(100)$
Shannon 多样	SHDI	该指标能反映景观异质性,特别对景观中各拼块类型非均衡分布状况较为敏感	$SHDI = -\sum_{i=1}^{n}(P_i \ln p_i)$
香农均度指数	SHEI	可以反映出景观受到一种或少数几种优势拼块类型所支配	
景观形状指数	LSI	该指数描述景观斑块形状的规则程度. 当斑块形状不规则或偏离正方形时其值增大	$LSI = \frac{0.25E}{\sqrt{A}}$
蔓延度/聚集度指数	CONTAG	CONTAG 指标描述的是景观里不同拼块类型的团聚程度或延展趋势	$CONTAG = \left[1 + \frac{\sum_{i=1}^{m}\sum_{k=1}^{m}\left[P_i\left(\frac{g_{ik}}{\sum_{k=1}^{m} g_{ik}}\right)\right]\cdot\left[\ln(P_i)\left(\frac{g_{ik}}{\sum_{k=1}^{m} g_{ik}}\right)\right]}{2\ln(m)}\right](100)$
景观分离度指数	SPLIT	SPLIT 等于景观面积的平方除以所有斑块面积平方的和,其中这些斑块是相关斑块类型的	$SPLIT = \frac{A^2}{\sum_{j=1}^{n} a_{ij^2}}$
景观分割指数	DIVISION	$0 \leqslant$ DIVISION < 1 当景观由一个斑块组成时 DIVISION = 0,当景观最大程度被细分时 DIVISION 达到最大值	$DIVISION = 1 - \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}\left(\frac{a_{ij}}{A}\right)^2$

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

3.4　景观空间格局分析方法

本研究通过 ARC/INFO、ARCVIEW 等 GIS 软件对景观图进行处理后,在 ArcGIS 9.3 软件的空间分析模块(Spatial Analyst)支持下,将土地利用矢量数据转换为象元大小为 500 m×500 m 的栅格数据,采用 Fragstats(raster version 3.3)软件从斑块、类型和景观三个水平上计算了景观格局指数,以揭示研究区内的景观格局特征. 同时,在斑块、类型和景观尺度上对景观格局的多样性进行测定,计算各种景观类型的斑块面积、斑块数和面积百分比.

4　森林景观格局分析

通过 ArcGIS 9.3 将原始数据转化为栅格后,输出泰和县森林景观格局分布图,如图 1,从图 1 可知,泰和县森林面积占有总面积的一半以上. 其中人工林占总森林面积的一半左右. 人工杉木林集中分布于泰和县西部地区,在东部地区有零星分布. 天然杉木林集中分布于东部地区. 人工湿地松和天然马尾松主要分散分布于中部地区. 天然硬阔叶林分布于东部和西部地区,人工硬阔叶主要分布于东部,天然硬阔叶和人工硬阔叶分布区域大体一致. 天然针阔混和天然阔叶混主要分布于东部地区.

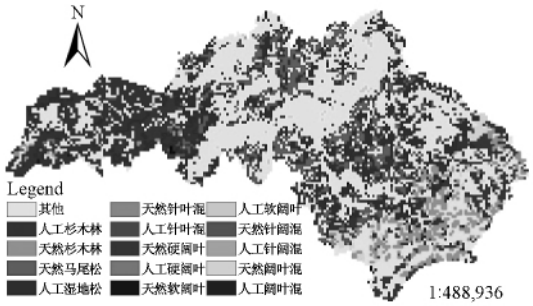


图 1　泰和县森林景观类型分布图

4.1　斑块水平景观格局分析

泰和县森林景观图共有 1 058 块斑块,在斑块水平上,计算了这些斑块的特征参数和相应的景观指数(面积、周长、周长面积比、形状指数、分维数). 这些指数对研究不同森林类型树种的某些生态学特征(如物种的迁移与扩散、种群的变化等)具有重要意义. 论文列举部分斑块的特征,如表 3 所示. 其中斑块面积最大的为斑块号 1 的其他类型,森林景观类型中斑块面积和周长最大的是斑块号 148 的人工杉木林,面积为 12 600 hm^2,周长为 311 000 m. 每类景观都有最小斑块面积 25 hm^2. 说明泰和县斑块破碎,景观之间连接度不高. 除了其他类型外,周长面积比最小的是 148 号的人工杉木林和 351 号的天然阔叶混. 最小是周长面积最小的斑块,值为 80. 景观形状指数 LSI,该指数描述景观斑块形状的规则程度. 当斑块形状不规则或偏离正方形时其值增大. 景观形状指数对景观大小起调节作用的总边界或边界密度的标准度量,同时也是斑块聚合和离散程度的度量(李俊祥 2004),通过对各个森林景观类型中最大斑块的形状指数比较,可以得知出来其他类型外,人工杉木林和天然马尾松形状指数最大,形状较复杂,次之为天然杉木林、天然硬阔叶和人工湿地松. 分维数可以直观地理解为不规则几何形状的非整数维数,对于单个斑块而言,其形状的复杂程度可以用它的分维数来度量. 从斑块指数分析中可以得出,除了其他类型外,森林景观类型中分维数最大的是人工杉木林和天然马尾松,说明这两类森林景观的复杂程度最高.

4.2　类型水平景观格局分析

在斑块类型水平,选择了类型面积、类型比例、斑块总数、最大斑块指数、景观形状指数、斑块面积标准差、分离度指数、聚集指数等 16 个景观指数. 见表 4. 结合图 2 进行总体分析,具体如下:

森林景观中其他景观类型占总面积的 47.440 5%,所有森林类型总面积占总面积的 52.559 5%,在总面积的一半以上. 其中人工林总面积占总面积的 27.226 8%,人工林面积占所有森林面积的一半左右. 前六种森林所占比例依次为:人工湿地松(16.341 6%) > 天然马尾松(10.378 8) > 人工杉木林(10.228 8) > 天然硬阔叶(7.509 8) > 天然杉木林(4.912 8) > 天然阔叶混(1.650 1),其他森林景观类型所占比例相对较少. 在森林景观中,人工湿地松面积最大,其次为天然马尾松和人工杉木林. 这几类景观类型中,最大斑块指数、总边缘长度、边缘密度、景观形状指数、斑块面积标准差都显著大于其他森林景观类型,表明这几种景观在研究区内占绝对优势,其完整性、连接性都要比其他类型好,是研究区的基质. 但斑块和景观的空间形状较为复杂,表现出强烈的干扰特征.

各森林景观类型的斑块数量(NP)分布也不均衡,天然马尾松和人工湿地松相比较天然马尾松所占比例比人工湿地松少 5.962 8%,而斑块数量却多于人工湿地松. 人工杉木林和天然杉木林相比较,人工杉木林所占比例为天然杉木林的 2 倍多,斑块数量却少于天然杉木林. 总体来看,人工林整体结构单一,斑块同等面积下,斑块数量要远小于天然林,天

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表 3 泰和县森林景观图斑块水平上的景观指数(部分斑块)

类型	斑块号	类型号	面积(hm^2)	周长(m)	周长面积比	形状指数	分维数
其他	988	0	25	2 000	80	1	1
	1	0	105 525	2 376 000	22.516	18.276 9	1.279 7
人工杉木林	615	1	75	5 000	66.6667	1.25	1.054 3
	148	1	12 600	311 000	24.682 5	6.911 1	1.207 5
天然杉木林	980	2	50	4 000	80	1.333 3	1.052 8
	814	2	3 350	130 000	38.806	5.416 7	1.199 2
天然马尾松	175	4	125	7 000	56	1.4	1.063 8
	17	4	3 800	143 000	37.631 6	5.72	1.201 4
人工湿地松	620	5	475	16 000	33.684 2	1.777 8	1.079
	374	5	3 500	116 000	33.142 9	4.833 3	1.183
天然针叶混	1 007	6	25	2 000	80	1	1
	990	6	150	9 000	60	1.8	1.085 5
人工针叶混	325	7	25	2 000	80	1	1
天然硬阔叶	363	8	125	8 000	64	1.6	1.082 9
	229	8	6 700	167 000	24.925 4	5.060 6	1.180 8
人工硬阔叶	63	9	25	2 000	80	1	1
	471	9	150	8 000	53.333 3	1.6	1.069
天然软阔叶	596	10	25	2 000	80	1	1
	1 051	10	100	7 000	70	1.75	1.081
人工软阔叶	323	11	50	4 000	80	1.333 3	1.052 8
	44	11	200	10 000	50	1.666 7	1.078 5
天然针阔混	353	12	25	2 000	80	1	1
	913	12	400	16 000	40	2	1.091 2
人工针阔混	38	13	25	2 000	80	1	1
天然阔叶混	338	14	50	3 000	60	1	1.009
	351	14	1 100	24 000	21.818 2	1.714 3	1.073 1
人工阔叶混	308	15	25	2 000	80	1	1

表 4 泰和县各景观类型的景观指数

TYPE	类型面积 CA(hm^2)	类型比例 PLAND(%)	斑块总数 NP(块)	斑块密度 PD (块* hm^{-2})	最大斑块指数 LPI	总边缘长度 TE	边缘密度 ED	景观形状指数 LSI
其他	126 500	47.440 5	156	0.058 5	39.574 3	3 220 000	12.075 8	23.489 5
人工杉木林	27 275	10.228 8	89	0.033 4	4.725 3	797 000	2.988 9	13.089 6
天然杉木林	13 100	4.912 8	107	0.040 1	1.256 3	631 500	2.368 3	14.130 4
天然马尾松	27 675	10.378 8	237	0.088 9	1.425 1	1 347 500	5.053 4	20.955 2
人工湿地松	43 575	16.341 6	223	0.083 6	1.312 6	1 826 500	6.849 8	22.761 9
天然针叶混	425	0.159 4	6	0.002 3	0.056 3	25 000	0.093 8	2.777 8
人工针叶混	50	0.018 8	2	0.000 8	0.009 4	4 000	0.015 0	1.333 3
天然硬阔叶	20 025	7.509 8	125	0.046 9	2.5127	730 000	2.737 7	13.894 7
人工硬阔叶	525	0.196 9	12	0.004 5	0.056 3	34 000	0.127 5	3.4
天然软阔叶	700	0.262 5	16	0.006	0.037 5	45 000	0.168 8	4.363 6
人工软阔叶	1 075	0.403 2	24	0.009	0.075	70 500	0.264 4	5.142 9
天然针阔混	1 225	0.459 4	12	0.004 5	0.15	59 500	0.223 1	4.428 6
人工针阔混	75	0.028 1	3	0.001 1	0.009 4	5 500	0.020 6	1.5
天然阔叶混	4 400	1.650 1	45	0.016 9	0.412 5	188 000	0.705 0	7.259 3
人工阔叶混	25	0.009 4	1	0.000 4	0.009 4	2 000	0.007 5	1

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

续表 4

TYPE	平均斑块面积 AREA_MN	斑块面积标准差 AREA_SD (hm²)	平均形状指数 SHAPE_MN	凝聚度指数 COHESION	景观分割指数 DIVISION	分离度指数 SPLIT	聚集指数 AI	规格化形状指数 NLSI
其他	810.897 4	8 432.254 2	1.362 8	98.863 2	0.842 6	6.351 5	67.765 9	0.322 3
人工杉木林	306.460 7	1366.901 7	1.295 8	91.623 3	0.997 5	407.117 0	61.702 1	0.383 0
天然杉木林	122.429 9	333.978 0	1.243 9	77.847 5	0.999 8	5251.756 8	39.720 6	0.602 8
天然马尾松	116.772 2	309.639 1	1.251 2	76.955 3	0.999 6	2739.508 2	37.727 1	0.622 7
人工湿地松	195.403 6	422.222 7	1.380 9	81.207 7	0.999 3	1473.029 7	46.266 9	0.537 3
天然针叶混	70.833 3	48.769 6	1.166 7	48.327 1	1	1 602 303.606	36	0.64
人工针叶混	25	0	1	0	1	56 881 778	0	1
天然硬阔叶	160.2	616.7017	1.204 6	83.868 2	0.999 3	1401.0808	52.4272	0.475 7
人工硬阔叶	43.75	35.539	1.05	33.671 7	1	1 864 976.328	25	0.75
天然软阔叶	43.75	25.769 4	1.099	30.778 2	1	1 723 690.242	17.777 8	0.822 2
人工软阔叶	44.791 7	44.475 6	1.083 3	37.771 2	1	743 552.653 6	19.444 4	0.805 6
天然针阔混	102.083 3	108.713 3	1.211 1	61.475 3	1	266 425.189 7	42.857 1	0.571 4
人工针阔混	25	0	1	0	1	37 921 185.33	0	1
天然阔叶混	97.777 8	174.866 8	1.127 3	63.941 3	1	39 364.552 2	48	0.52
人工阔叶混	25	0	1	0	1	113 763 556	0	1

然林生态结构复杂. 斑块密度最大的为天然马尾松,次之为人工湿地松,但天然马尾松的面积远小于人工湿地松,最大斑块指数(LPI)相差不大. 天然马尾松与人工杉木林相比较,斑块密度大很多,但人工杉木林最大斑块指数(LPI)却是天然马尾松的四倍. 说明天然马尾松景观类型的破碎化现象较严重. 整体来看天然林的破碎化现象比人工林严重. 除其他景观类型外,森林景观中人工杉木林的最大斑块指数最大,为 4.725 3%,其次为天然硬阔叶,说明在研究内这两种景观类型是主要的景观类型.

人工针叶混,人工针阔混,人工阔叶混分别占 0.018 8%,0.028 1%,0.009 4%,其最大斑块指数、景观形状指数、斑块面积标准差都比较小,表现出萎缩特征. 人工针叶混,人工针阔混,人工阔叶混斑块总数分布为 2,3,1. 所占的类型比例非常小,三者一共占 0.056 3%. 斑块面积标准差,凝聚度指数,聚集指数均为 0. 由于人工林景观结构单一,生物多样性差,难以在单一的林种环境下生存,如果森林管理不完善,会出现萎缩的现象. 在长期的植被演替过程中,可能会变为天然林.

景观分割指数,分离度指数和聚集指数都反映景观斑块之间的聚合程度,分析这三组数据可得知,天然林的分离度要明显高于人工林. 斑块数量越少景观的分离度越高,聚集度越低.

由图 2A 可以出其他景观类型外,森林景观中类型号为 5 的人工湿地松生态过程最为活跃,其次为 1 人工杉木林,4 天然马尾松,8 天然硬阔叶等. 图 2B 揭示的是斑块密度和边缘密度,泰和县域范围内人工湿地松、天然马尾松和人工杉木林体现出较高的边缘密度. 斑块密度较高的是人工湿地松和天然马尾松,次之是天然杉木林,天然硬阔叶. 斑块密度反映景观的破碎化程度和景观空间异质性程度,边缘密度是单位面积的斑块边界数量,反映景观中异质性斑块之间物质、能量和物种的潜力及相互的强度,可直接表征景观整体的复杂程度(华昇 2008). 图 2C 景观形状指数、平均形状指数和规格化形状指数三个指数是对景观大小起调节作用的总边界或边界密度进行标准度量,同时也对斑块聚合和离散程度作量度(李俊祥 2004). 形状指数高和边缘密度值打都预示着景观生态过程活跃. 规格化形状指数 NLSI 越大斑块越离散,形状越不规则. 人工针叶混,人工针阔混,人工阔叶混三种景观的规格化形状指数均为 1,说明其景观形状极不规则. 其次为天然软阔叶,人工软阔叶,天然杉木林和天然马尾松. 总体来讲,天然林的景观形状比人工林不规则,景观生态过程活跃. 以下是 15 种景观类型的景观指数表(表 4)及景观类型特征图(图 2).

4.3　景观水平景观格局分析

表 5 从景观水平上计算了整个泰和县的景观格局分布特征指数,如蔓延度指数、均匀度指数、分离度指数、多样性指数等 22 种指数,为研究整个地区的生态格局及景观相互之间的作用提供了必要的条

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

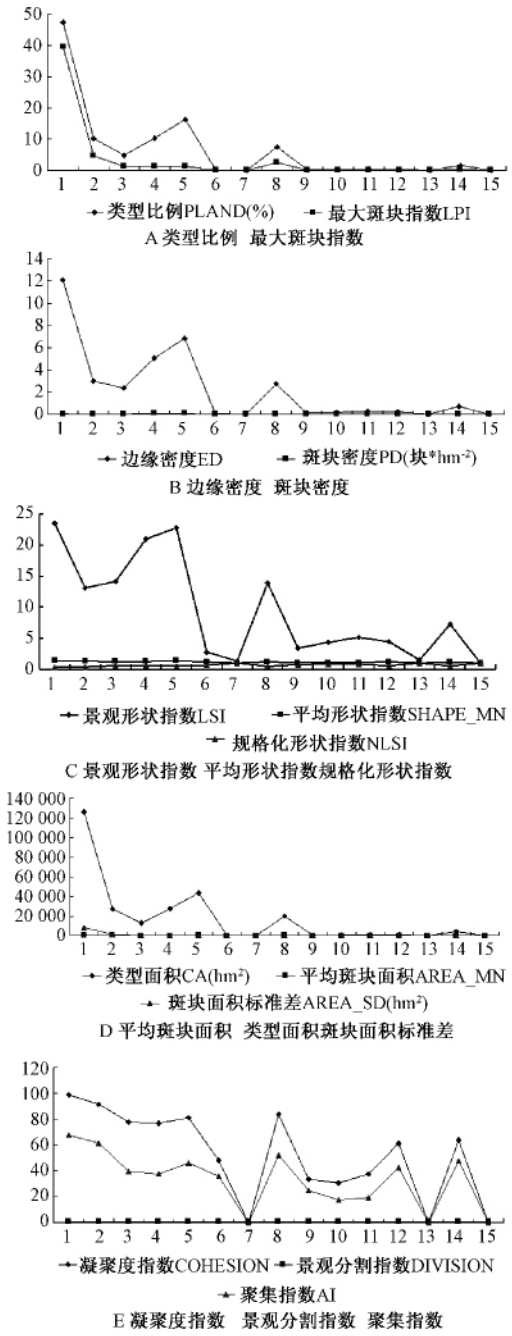


图 2 泰和县景观类型特征

件. 利用景观水平的指数适于进行不同时相或不同区域景观格局和特征变化的比较分析. 由于本研究只有一期遥感数据,该表只能反映研究区总的景观格局特征.

5 研究区人工林景观结构优化研究

5.1 研究区定位

泰和县位于江西省中部的吉泰平原,该区总面积 2 666 平方公里,森林总面积 1 413. 69. 森林面积占总面积的 52. 3%,人工林占总面积的 27. 2%. 为我国典型的人工林生态系统区域. 有国家重点保护的珍惜树种 89 种,是江西省木材重点生产基地. 该区属于南方丘陵区是我国典型的生态系统脆弱区. 水力侵蚀造成的水土流失比较严重,是江西省水土流失重点治理区域. 由于该区土壤贫瘠及近几年来人们不断的开采利用和破坏,使得土地生产力下降,森林景观结构受到了破坏. 可见对该区森林生态系统研究非常重要,通过分析森林景观结构,提出人工林景观结构优化的对策.

5.2 景观格局优化目标

景观格局优化是对景观格局、功能和过程综合理解的基础上,通过建立优化目标和标准,对各种景观类型在空间和数量上进行优化设计,使其产生最大景观生态效益(生态、经济和社会效益)和实现生态安全. 景观格局优化目标是调整优化景观组分和空间分布格局,使各组分之间达到和谐、有序,以改善受胁受损的生态功能,提高景观总体生产力和稳定性,实现区域可持续发展. 人工林景观生态优化的重点应是恢复和保护森林生态系统、自然景观的整体性,增加森林景观的多样性、舒适性及美学价值(张少伟. 2008).

泰和县森林景观格局优化的基本目标是合理地规划泰和县的景观空间结构,使斑块、基质、廊道等

表 5 泰和县整个景观的景观指数

总景观面积 TA(hm²)	266 650	蔓延度指数 CONTAG	46. 927 9
斑块总数 NP(块)	1 058	凝聚度指数 COHESION	96. 063 7
斑块密度 PD(块 × hm⁻²)	0. 396 8	景观分割指数 DIVISION	0. 838 1
最大斑块指数 LPI	39. 574 3	分离度指数 SPLIT	6. 177 4
总边缘长度 TE	4 493 000	斑块丰富度 PR(类)	15
边缘密度 ED	16. 849 8		0. 005 6
景观形状指数 LSI	23. 913	Shannon 多样性指数 SHDI	1. 618 2
平均斑块面积 AREA_MN	252. 032 1	Simpson 多样性指数 SIDI	0. 718 6
斑块面积标准差 AREA_SD(hm²)	3 288. 704 8	Shannon 均匀度指数 SHEI	0. 597 5
斑块面积变异系数 AREA_CV(%)	1 304. 875 2	Simpson 均匀度指数 SIEI	0. 77
平均形状指数 SHAPE_MN	1. 276 5	聚集指数 AI	57. 045 4

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

景观要素的数量及其空间分布合理,充分利用. 通过森林景观结构优化,达到改善景观结构及景观功能,提高土地生产力和木材生产量,促进森林景观的持续发展的目的.

5.3　泰和县景观格局现状

通过上述景观格局定量分析的结果表明,2010 年泰和县景观结构中,森林景观类型占总面积的 52.3%,人工林(人工杉木林、人工湿地松、人工针叶林、人工软阔叶等)共占 27.2%,天然林(天然杉木林、天然马尾松、天然硬阔叶等)共占 21.9%. 其中人工湿地松和人工杉木林所占面积最大,按照景观生态学的"斑块 – 廊道 – 基质"结构,该区其他类型作为基质,道路和河流作为廊道,人工湿地松、人工杉木林和天然马尾松是重要的斑块. 天然马尾松和人工湿地松相比较天然马尾松所占比例比人工湿地松少 5.962 8%,而斑块数量却多于人工湿地松. 人工杉木林和天然杉木林相比较,人工杉木林所占比例为天然杉木林的 2 倍多,斑块数量却少于天然杉木林. 总体来看,人工林整体结构单一,斑块同等面积下,斑块数量要远小于天然林,天然林生态结构复杂. 天然林景观破碎化现象较为严重,使得不同绿地斑块间难以形成有效的生态学联系,威胁到研究区森林生态系统保护,应根据研究区生态保护需要,对森林景观进行合理科学的规划和生态设计. 人工针叶混,人工针阔混,人工阔叶混三种景观的规格化形状指数均为 1,说明其景观形状极不规则. 其次为天然软阔叶,人工软阔叶,天然杉木林和天然马尾松. 总体来讲,天然林的景观形状比人工林不规则,景观生态过程活跃.

5.4　景观格局优化的基本原则

5.4.1　整体优化原则

景观是一个由不同景观类型构成的有机整体,是由各个在生态上和发生上共轭的、有规律地结合在一起的最简单的地域单元所组成的复杂地域系统,并且是各要素相互作用的自然地理过程总体,这种相互作用决定了景观生态. 景观结构优化与设计应把景观作为一个整体单位来管理,达到整体优化,并非局限于局部的优化.

5.4.2　自然优先原则

保护自然景观资源和维持自然景观生态过程及功能,是保护生物多样性及合理开发利用资源的前提,是景观可持续发展的基础(傅伯杰). 自然景观资源包括原始自然保留地、历史文化遗迹、森林、湖泊遗迹大的植被斑块,这些资源对当地生态系统的维护及保存生物多样性具有重要意义,本研究有关森林景观,无论是人工林还是天然林,在景观格局优化时,都应该考虑自然优先的原则.

5.4.3　多样性原则

多样性是指一个特定系统中环境资源的变异性和复杂性. 景观多样性是指景观单元在结构和功能方面的多样性,反映了景观的复杂程度,包括斑块多样性、类型多样性和格局多样性(傅伯杰和陈利顶,1996). 多样性原则,体现生物多样性,丰富植物群落层次、种类. 多样性导致稳定性,包括景观元素的多样性和物种多样性. 特别对于人工林较单一的生态系统,应加大其生物多样性的管理.

5.4.4　森林景观个性原则

每一景观都有与其他景观不同的个体特征,这些个体特征的差异又反映在景观的结构和功能上. 因此,景观生态优化要因地制宜,体现当地景观的特征,这也是地理学上地域分异规律的客观要求. 针对泰和县人工林生态系统特点的植被类型,森林组合方式,要根据不同景观类型规划和设计,因地制宜,针对优化目的选取不同的分析指标,采用不同的规划方法.

5.4.5　异质性原则

异质性是景观组分类型、组合及属性的变异程度,是景观区别于其他生命组建层次的最显著特征. 景观异质性是指在景观中对一个物种或更高级生物组织的存在起决定性作用的资源(或某种形状)在空间(时间)上的变异程度(李哈滨和 Franklin,1988). 景观空间异质性的维持与发展是景观生态规划与设计的重要原则.

5.5　研究区景观空间格局优化措施

泰和县森林景观格局优化的基本目标是合理地规划泰和县的景观空间结构,使斑块、基质、廊道等景观要素的数量及其空间分布合理,充分利用. 通过森林景观结构优化,达到改善景观结构及景观功能,提高土地生产力和木材生产量,促进森林景观的持续发展的目的. 通过对泰和县斑块、类型和景观水平的景观格局定量分析,结合生态适宜性与多样性原则,结合泰和县景观格局图,提出景观结构优化的一些措施.

5.5.1　保护天然林集中分布区域

从图 1 可以看出,天然杉木林、天然硬阔叶林、天然针阔混和天然阔叶混集中分布于泰和县东部地

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

区,有少量分布于其他区域,该区域的林地连通性较好,完整性好,受人类活动的干扰少,因此这部分区域应以保护自然发展状态为主,应严格控制人类的干扰和破坏,限制城市发展空间的扩张,禁止交通干线从生态集中区穿越和分割,减少人类活动. 由于天然林整体特点是斑块数量多,物种多样性丰富,稳定性强,因此天然林的保护至关重要. 天然林生态学系统较人工林稳定. 并且要严格保护大型半自然和近自然林景观斑块,提高人工林景观生态系统质量. 自然性较高的大型森林景观斑块不仅在维护城市生态环境质量和保护城市生物多样性上起着关键作用,而且在构建整体结构优化的总体发展模式中具有不可替代的地位.

5.5.2 合理设计人工林生态系统物种

通过上述分析可知,人工林整体结构单一,斑块同等面积下,斑块数量要远小于天然林,天然林生态结构复杂. 天然林的破碎化现象比人工林严重. 所以在人工林生态系统的管理中,应提高森林多样性,增加物种种类,减少单一的植被类型分布区域. 要结合森林生态系统垂直结构,在人工林生态系统中分布乔木、灌木和草本等上中下不同层次的植被类型.

5.5.3 针对小面积人工林的管理

人工针叶混,人工针阔混,人工阔叶混共占面积比例 0.056 3%. 斑块面积标准差,凝聚度指数,聚集指数均为 0. 由于人工林景观结构单一,生物多样性差,难以在单一的林种环境下生存,如果森林管理不完善,会出现萎缩的现象. 在长期的植被演替过程中,可能会退化为裸地,或者不规则的天然林. 针对这种面积小的人工林管理,应该扩大森林面积,提高物种多样性,构建不同层次的生态系统结构. 并且增加混交林的比例,这样既能使落叶树在寒来暑往的落叶与绿叶交替中,及时达到透光与庇荫的效果,又能使枯寂的冬季做到满目青翠.

5.5.4 景观整体空间格局优化

基于集中与分散相结合原则,因地制宜的构建整体格局优化的空间发展模式. 城市森林景观建设的重点不是增加森林景观总量,而是优化景观整体的空间格局. 除了保留研究区较大的自然植被外,还可以在自然植被周围设计一些小的斑块,通过绿色廊道把景观中的小斑块联系起来,形成网状的绿色结构,有利于板块中小动物的迁移. 景观现状特点具有构建基于集中与分散相结合原则的整体结构优化模式的有利条件.

立足整体结构优化,明确区域规划建设的重点. 东部区域应严格保护区大型自然林景观斑块的完整性和自然性,西部区域应改善人工林生态系统空间结构,中部区域在增加森林景观总量的同时可建设一个大型近自然林景观斑块.

5.5.5 人工林景观结构优化树种的选择

人工林生态系统中,在森林管理过程中,林种的选择至关重要. 首先所选树种必须对当地的环境非常适应,如人工杉木林,人工针叶林等. 另外所选树种要具有一定得观赏价值,可净化空气树种优先考虑,对整个城市的美好起到一定得作用. 人工林的管理任务艰巨,面积大,需定期进行实地考察,观察,测量,所选树种应非常便于管理. 另外尽量选择一些具有药用价值或者可以提高木材生产量带来经济效益的树种.

5.5.6 加强管理

要进一步加强林业基层建设,切实发挥林业工作站、森林公安机关在源头管理和木材检查站在流通管理中的作用,在出省高速公路上适当增设木材检查站,防止大量木材外流. 木材加工企业必须依法经营、凭证收购、建立台帐. 要加大林业执法力度,严厉打击破坏森林资源违法犯罪活动.

6 结 论

根据 2010 年泰和县森林小版图,对森林进行分类,结合地理信息系统和 Fragstats 3.3 景观分析软件,对景观空间格局特征定量化研究是可行的. 景观分类是景观调查和景观格局分析的基础,也是景观生态学理论联系实践的纽带. 文中将泰和县森林景观分类 15 类,主要根据研究需要,将不同林种分为人工林和天然林进行研究.

研究结果表明:泰和县森林面积占总面积的一半以上,其中人工林占总森林面积的一半以上. 人工林整体结构单一,斑块同等面积下,斑块数量要远小于天然林,天然林生态结构复杂. 天然马尾松景观类型的破碎化现象较严重. 整体来看天然林的破碎化现象比人工林严重. 除其他景观类型外,森林景观中人工杉木林的最大斑块指数最大,为 4.725 3%,其次为天然硬阔叶,说明在研究区内这两种景观类型是主要的景观类型. 由于人工林景观结构单一,生物多样性差,难以在单一的林种环境下生存,如果森林管理不完善,会出现萎缩的现象. 在长期的植被演替过程中,可能会变为天

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

然林. 天然林的分离度要明显高于人工林. 斑块数量越少景观的分离度越高,聚集度越低. 天然林物种多样性丰富,稳定性强.

针对泰和县森林结构中存在的问题和不足,从天然林、人工林、树种选择及管理等方面提出优化建议. 几种天然林集中分布于东部区域,该区域的林地连通性较好,完整性好,受人类活动的干扰少,因此这部分区域应以保护自然发展状态为主,应严格控制人类的干扰和破坏,限制城市发展空间的扩张,禁止交通干线从生态集中区穿越和分割,减少人类活动. 人工林生态系统的管理中,应提高森林多样性,增加物种种类,减少单一的植被类型分布区域. 要结合森林生态系统垂直结构,在人工林生态系统中分布乔木、灌木和草本等上中下不同层次的植被类型. 另外应增加混交林的比例,提高景观丰富度. 人工林树种的选择应该选适应性强、便于管理、具有观赏价值、具有经济或者药用价值. 进一步加强基础林站的管理,严厉打击非法破坏森林的违法犯罪活动. 通过以上优化措施,可有效促进研究区经济与生态环境的协调发展.

参 考 文 献

[1] 傅伯杰. 景观生态学的对象和任务. 见:肖笃宁. 景观生态学:理论、方法及应用 [D] . 北京:中国林业出版社,1991.

[2] 肖笃宁. 景观生态学研究进展 [D] . 长沙:湖南科学技术出版社, 1999.

[3] 肖笃宁,赵 羿,孙中伟,等. 沈阳西郊景观格局变化的研究 [J] . 应用生态学报,1990,1(1) : 78 - 84.

[4] 邱扬,张金屯,郑凤英. 景观生态学的核心: 生态学系统的时空异质性 [J] . 生态学杂志,2000,19(2) : 42 - 49.

[5] 傅伯杰,吕一河,陈利顶等. 国际景观生态学研究新进展. 生态学报,2008,28(2):798 - 804

[6] 张芸香,郭晋平. 森林景观斑块密度及边缘密度动态研究__以关帝山林区为例 [J] . 生态学杂志,2001, 20(1) : 18 - 21.

[7] 杨国靖, 肖笃宁. 森林景观格局分析及破碎化评价__以祁连山西水自然保护区为例 [J] . 生态学杂志, 2003,22(5) : 56 - 61.

[8] 彭冬梅,赵成义,孙栋元等. 2009. 台兰河流域土地利用变化及其景观格局特征研究 [J] . 水土保持研究,16(4): 275 - 279

[9] 李忠武,曾光明,朱华等. 2006. 湘中红壤丘陵区景观格局变化研究 [J] . 生态学杂志,25(4):359 - 363

[10] 梁音,杨轩等. 南方红壤丘陵区水土流失特点及防治对策 [J] . 农业科技

[11] 曹学章,张更生. 红壤丘陵脆弱生态环境的形成与整治对策 [J] . 农村生态环境,1995,11(4) : 45 - 48.

[12] 董波. 上海滨江森林公园景观空间格局研究 [D] . 南京:南京林业大学,2007

[13] 肖笃宁、李秀珍. 景观生态学的学科前沿与发展战略 [J] . 生态学报,2003,23(8):1615 - 1620.

[14] 邬建国. 景观生态学中的十大研究论题 [J] . 生态学报,2004,24(9):2074 - 2076.

[15] 王根绪,程国栋. 干旱内陆河流域景观生态的空间格局分析 - 以黑河流中游地区为例 [J] . 兰州大学学报,1999, 35(1):211 - 217.

[16] 卢玲,李新,程国栋,肖洪浪. 黑河流域景观结构分析 [J] . 生态学报,2001,21(8):1217 - 1224.

[17] 角媛梅,马明国,肖笃宁. 黑河流域中游张掖绿洲景观格局研究 [J] . 冰川冻土,2003,25(1):94 - 99.

[18] 郭文化. 城镇化过程中城乡景观格局变化研究 [D] . 北京:中国农业大学,2004.

[19] 李团胜,肖笃宁. 沈阳市城市景观结构分析 [J] . 地理科学,2002,22(6):717 - 723.

[20] 肖笃宁、胡远满、李秀珍. 环渤海三角洲湿地的景观生态学研究 [M] . 北京:科学出版社,2001.

[21] 张娜. 生态学中的尺度问题:内涵与分析方法 [J] . 生态学报,2006,26(7):2340 - 2355.

[22] WuJ,ShenW,SunW,etal. Empirical paterns of the effects of changing scale on landscape metrics [J] . Landscape Ecology, 2002,17:761 - 782

[23] 朱会义,李秀彬. 关于土地利用变化指数模型方法的讨论 [J]·地理学报, 2003, 58 (5): 643 - 650.

[23] 李俊祥,王玉杰,沈晓虹等. 上海市城乡梯度格局分析 [J] . 生态学报 , 2004,24(9):1973 - 1980

[25] 华昇. 基于 GIS 的长沙市景观格局定量分析与优化研究 [C] . 硕士学位论文. 2008,

[26] 张少伟. 我国城市中心区绿地规划存在的问题及对策浅析 [J] . 学术研究,2008. 3

[27] 傅伯杰,陈利顶. 1996. 景观多样性的类型及其生态意义 [J] . 地理学报,51(5):454 - 464

[28] 李哈滨. Franklin J F. 1988. 景观生态学 - 生态学领域里的新概念构架 [J] . 生态学进展,5(1):23 - 33

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

The Landscape Structure Optimization of Artificial Forest in the Taihe County

Chen Ying Dong Xiaojun

(The Institute of Environment and Tourism of Capital Normal University, Beijing 100048)

Abstract

The southern red soil hilly region is a typical fragile ecological system in China area, after a long-term cultivation, the vegetation is destroyed, soil erosion is serious. This article select Taihe county in Jitai plains in Jiangxi as the study area. Adopt the method of landscape ecology evaluation and utilize the PatchAnalyst module of Arcview3. 3 and Fragstats(raster version 3. 3) software to calculate landscape pattern index from the three levels: Plaque, type, and landscape. Landscape pattern index incorporate NP, CA, PLAND, LSI, AREA_MN, AREA_SD(hm^2), SPLIT and so on. Landscape pattern index reveals the landscape pattern characteristics of the study area, evaluate landscape structure of artificial forest in Taihe county, compare the difference of forest types on the landscape structure and put forward countermeasures of fir plantation landscape structure optimization.

Key words: landscape structure, landscape pattern index, landscape structure optimization, national policies and measures.

(上接第 74 页)

characteristic of flow, the confluence is calculated respectively by the kinematic wave equation and the Muskingum-Cunge methodbased on the idea ofhierarchical routing convergence. The model is simple in structure and few input parameters that most parameters can be obtained directly by DEM and land use map and a few sensitive parameters can be determined by calibration. This model is inspected by the observed data in the study area, the result shows that the deterministic coefficient is above 0. 8, the relative error of flood discharge and flood peak basic within 10% and the absolute error of flood time is less than 2 hours. The results are satisfactory.

Key words: distributed hydrological model, wetland, rainfall-runoff, digitalelevation model.

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net