

鄱阳湖地区土地覆盖空间分布格局与景观特征分析

冉盈盈¹, 王卷乐^{2*}, 张永杰¹, 李玉洁¹, 周玉洁¹

(1. 中国矿业大学(北京) 地球科学与测绘工程学院, 北京 100083;

2. 中国科学院地理科学与资源研究所 资源与环境信息系统国家重点实验室, 北京 100101)

摘要: 鄱阳湖是我国第一大淡水湖, 具有洪水调蓄、水源涵养等重要生态服务功能。掌握鄱阳湖地区土地覆盖的空间分布格局和规律, 对于评价其环境保护和生态服务功能具有重要作用。本文利用环境卫星影像、2005年鄱阳湖地区土地覆盖数据, 经遥感解译分析获取了鄱阳湖地区2010年土地覆盖现状数据及其空间分布格局图。研究表明: (1) 采用2010年的环境卫星影像结合2005年土地覆盖数据, 人工目视解译得到的2010年土地覆盖数据的精度为80.4%。(2) 景观生态学、GIS及统计学的思想和方法可以为土地覆盖空间特征的定量分析提供技术支持。文中采用的斑块面积指数、斑块形状指数、不同土地覆盖类型的邻接指数, 从不同角度反映了鄱阳湖地区土地覆盖的空间分布格局及景观特征。(3) 景观指数能定量说明土地覆盖景观的形状、大小、数量和空间组合, 能反映景观的生态环境特点、人类活动及社会经济状况。面积特征指数显示研究区农村聚落的离散度及破碎度最高; 斑块形状指数反映出研究区水体形状趋于规则化, 其受到人类的“围湖造田, 围湖造地”及防洪工程建设的干扰。(4) 不同土地覆盖类型的邻接指数能定量说明相邻类型在物质交换、结构与功能的相互影响及土地资源形成机制、演替过程等。水田与常绿阔叶林的邻接关系反映了人类“毁林开荒”活动对林地与水田演替关系的影响; 水田与农村聚落的邻接关系, 表明研究区耕地保护的重点是城镇及农村周边耕地的保护; 城镇建设用地的邻接关系表明了人类生活所需的生活条件, 为“移民建镇”工程提供了科学依据。分析认为: 鄱阳湖地区是以耕地为主的农业区, 并且有丰富的水资源及森林资源, 但今后要重视农村土地的集约化利用、水资源保护、耕地资源保护和自然资源的合理开发利用。

关键词: 土地覆盖; 分布格局; 景观分析; 鄱阳湖地区

DOI: 10.3724/SP.J.1047.2012.00327

1 引言

鄱阳湖是中国最大的淡水湖泊和全球重要的湿地, 土地覆盖类型多样, 生态环境脆弱, 洪涝灾害多发。由于鄱阳湖地区的气候和地理环境比较复杂, 不同时间和不同地形条件下土地覆盖类型差异很大。近年来, 鄱阳湖地区的自然环境变化明显(如2010年以来的连续干旱), 迫切需要研究最新的土地覆盖格局状况。

因此, 开展土地覆盖空间分布格局与景观特征的定量分析, 挖掘隐含在数据中的模式与规律, 揭示土地资源形成机制、研究土地覆盖格局结构与功能的

关系及理解人类社会与自然环境的相互关系具有重要作用^[1-5]。本文应用遥感技术及实地调查资料获取研究区土地覆盖现状数据, 借助 ArcGIS、Path Analyst、Fragstats 等软件, 运用景观生态学的方法, 对不同土地覆盖类型特征、形状特征、邻接关系特征进行分析, 以定量表达鄱阳湖地区的土地覆盖的空间分布格局与景观特征, 旨在为该地区土地资源的合理利用与管理及环境保护和区域发展提供科学依据。

2 研究区地理背景

鄱阳湖位于江西省北部, 长江中下游南岸, 地

收稿日期: 2012-03-01; **修回日期:** 2012-05-25.

基金项目: 环保公益行业科研专项项目“面向我国环境管理的环境变化信息集成与服务系统”(201109075); 国家科技基础性工作专项项目“格网化资源环境综合科学调查规范”(2011FY110400)。

作者简介: 冉盈盈(1986-), 女, 硕士生, 研究方向: 遥感技术与应用、土地覆盖。E-mail: wsranyingying@163.com

* **通讯作者:** 王卷乐(1976-), 男, 博士, 副研究员, 研究方向: 资源环境空间数据管理、GIS与遥感应用。

E-mail: wangjl@igsnrr.ac.cn

理坐标为东经 $115^{\circ}49.7' \sim 116^{\circ}46.7'$, 北纬 $28^{\circ}24' \sim 29^{\circ}46.7'$ 。湖体南北长 173km, 东西平均宽度 16.9km, 最宽处约 74km; 入江水道最窄处的屏峰卡口, 宽约 2.8km; 湖岸线总长 1200km。湖面以松门山为界, 分为南北两部分, 南部宽广, 为主湖区, 北部狭长, 为湖水入长江水道区。北部与长江相

连, 其余三面环山。赣、抚、信、饶、修五河入湖, 冲积平原形成起伏较小的湖盆地。本研究中的鄱阳湖地区(图 1)包括 15 个县级行政区, 分别是南昌和九江市、南昌县、九江县、新建县、进贤县、余干县、鄱阳县、都昌县、湖口县、星子县、德安县、永修县、安义县和彭泽县。

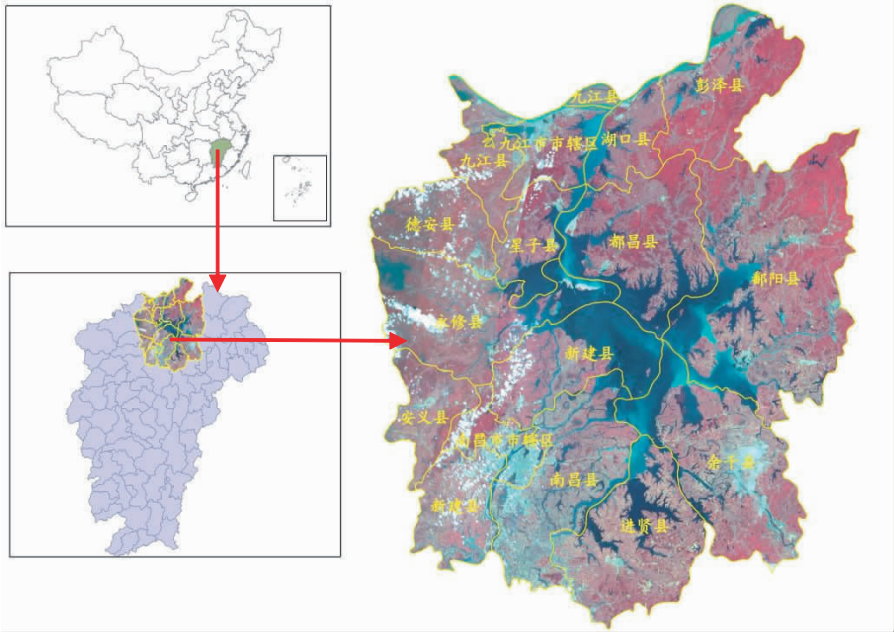


图 1 研究区位置图

Fig. 1 Location of the study area

湖区山、丘、岗、平原相间, 构成环形层状地貌。鄱阳湖是一个季节性涨水湖泊, 其湖水涨落受“五河”和长江来水双重影响, 汛期 4—9 月, 其中 4—6 月为“五河”主汛期, 7—9 月为长江主汛期。湖区年最高水位多出现在 7—9 月。“高水是湖, 低水似河”、“洪水一片, 枯水一线”是鄱阳湖独特的自然地理景观。鄱阳湖地处亚热带湿润季风气候区, 气候温和, 四季分明, 雨量充沛, 光照充足, 无霜期较长。

3 数据源与研究方法

3.1 数据源

主要包括 2010 年遥感影像数据、2005 年土地覆盖数据、野外调查的 GPS 验证数据等。

(1) 遥感影像数据

基础数据为 2010 年 7 月 3 幅鄱阳湖地区环境星 CCD 影像, 分别为 453/80(HJ-1A CCD2, 2010-07-19)、456/84(HJ-1A CCD2, 2010-02-03) 和 457/87(HJ-1B CCD2, 2010-02-03)。环境星于

2008 年 9 月发射, 1A 星上搭载有 CCD 相机和高光谱成像光谱仪, 1B 星上搭载有 CCD 相机和红外多光谱相机。HJ-1A 与 HJ-1B 卫星组网后, CCD 相机对全球覆盖一次的时间分辨率为 48h, 地面像元分辨率为 30m, 光谱范围为 $0.43 \sim 0.90 \mu\text{m}$ (分 4 个波段)。环境星高时间分辨率的特点使其适用于区域性、中尺度陆地表层资源环境遥感监测^[6-8]。

(2) 土地覆盖与土地利用数据

2005 年鄱阳湖地区 1:25 万土地覆盖数据来源于中国科学院地理科学与资源研究所承建的国家科技基础条件平台——“地球系统科学数据共享网”的中国 1:25 万土地覆盖遥感调查与监测数据库。该数据由中国科学院遥感应用研究所等 8 个单位在 MODIS 影像遥感分类结果的基础上, 参照 1:10 万土地覆盖数据及 TM/ETM 影像解译获得。

2009 年 1:10 万土地利用数据来源于中国环境科学研究院, 该数据采用全国二级分类系统: 一级分为 6 类, 主要根据土地的自然生态和利用属

性;二级分为 25 个类型,主要根据土地经营特点、利用方式和覆盖特征,根据中高分辨率影像采取目视解译的方法完成,主要应用于全国生态与环境调查^[9]。

土地覆盖类型划分主要参照中国科学院“基于陆地生态系统特点的遥感土地覆盖分类系统”^[10],并根据研究区实际特点将研究区土地覆盖类型分类,其定义如表 1。

表 1 鄱阳湖地区土地覆盖分类体系
Tab. 1 Poyang Lake region land cover classification system

一级类型	二级类型	编码	含 义
森林	常绿针叶林	11	郁闭度>30%,高度>2m 的常绿针叶天然林和人工林
	常绿阔叶林	12	郁闭度>30%,高度>2m 的常绿阔叶天然林和人工林
	落叶针叶林	13	郁闭度>30%,高度>2m 的落叶针叶天然林和人工林
	落叶阔叶林	14	郁闭度>30%,高度>2m 的落叶阔叶天然林和人工林
	针阔混交林	15	郁闭度>30%,高度>2m 的针阔混交天然林和人工林
	灌丛	16	郁密度>40%,高度>2m 的灌丛和矮林
草地	草甸草地	21	覆盖度>30%,以草本植物为主的各类草地
	典型草地	22	覆盖度在 10~30%,以旱生草本为主的草地
	灌丛草地	26	草地中灌丛覆盖度<40%,灌丛高度<2m
农田	水田	31	有水源保证和灌溉设施,在一般年景能正常灌溉,用以种植水稻、莲藕等水生农作物的耕地,包括实行水稻和旱地作物轮种的耕地
	水浇地	32	有水源和灌溉设施,在一般年景下能正常灌溉的耕地;以种菜为主的耕地;正常轮作的休闲地和轮歇地
	旱地	33	无灌溉水源及设施,靠天然降水生长作物的耕地
聚落	城镇建设用地	41	包括城镇、工矿、交通和其他建设用地
	农村聚落	42	包括农村居民点、定居放牧点等
湿地、水体	沼泽	51	植被覆盖度高的湿生草地,以及地势平坦低洼、排水不畅、长期潮湿多积水且表层生长湿生草本植被的土地
	内陆水体	53	陆地上各种淡水湖、咸水湖、水库及坑塘、河流
	河湖滩地	54	河流沿岸或湖泊周边的滩地,包括边滩、心滩等
荒漠	裸岩	61	地表以岩石或石砾为主、植被覆盖度在 5%以下的荒漠及戈壁、裸露石山等无植被地段
	裸地	62	地表为土质、植被覆盖度在 5%以下的裸土地、盐碱地等无植被地段
	沙地	63	植被覆盖度在 5%以下的沙地、河湖侵蚀形成的沙丘、沙滩

(3)GPS 验证(点)数据
GPS 采集时间为 2011 年 8 月,实地样点选择和 GPS 定位的基本原则是:实地样点在分类系统中具有典型性和代表性,样点的实际土地覆被类型

较纯、面积尽可能大、尽可能涉及分类系统中的全部类型。验证采集 GPS 点 461 个(如图 2),点位分布较均匀,各个县市都有一定数目的 GPS 点。不同土地覆盖类型验证点数量情况如表 2。

表 2 不同土地覆盖类型的验证点数量
Tab. 2 Number of validation points of different land cover types

土地覆 盖类型	常绿 针叶林	常绿 阔叶林	落叶 针叶林	落叶 阔叶林	针阔 混交林	灌丛	草甸 草地	典型 草地	灌丛 草地	水田	旱地	城镇建 设用地	农村 聚落	内陆 水体	河湖 滩地	沙地
验证点 个数	12	22	7	11	7	11	2	1	5	150	49	78	61	38	2	5

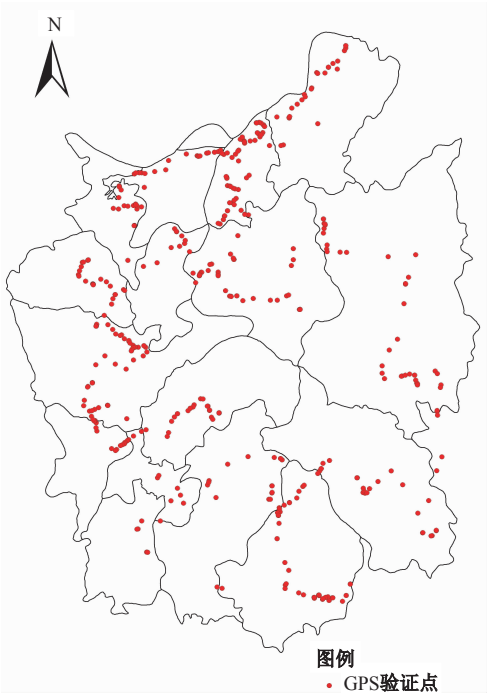


图 2 GPS 验证点分布图

Fig. 2 Distribution of GPS validation points

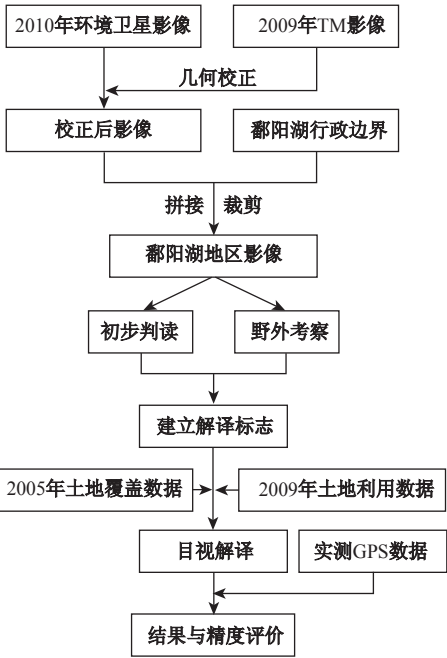


图 3 2010 年鄱阳湖地区土地覆盖数据获取技术路线

Fig. 3 Technical route for getting of land cover data in 2010

3.2 土地覆盖数据处理及其特征分析指标

3.2.1 土地覆盖数据获取方法

(1)收集研究区 2010 年环境星影像并对影像进行校正、拼接、裁剪等预处理与室内初步判读;(2)野外定点验证室内无法准确解译的地物,并根据不同土地覆被类型的影像色调、纹理等特征,建立相应的遥感解译标志;(3)以 2005 年土地覆盖数据及 2009 年土地利用数据为基础,利用 2010 年环境星影像及解译标志目视解译得到鄱阳湖地区土地覆盖现状数据。(4)精度评价:采用实地测量 GPS 数据对分类结果进行验证(详见图 3)。

3.2.2 土地覆盖空间分布特征分析指标

(1)不同土地覆盖类型的斑块面积特征指数

不同的土地覆盖地块在景观生态学中称为斑块,斑块是土地景观构成的最基本单元^[11],斑块个数、大小及密度能反映土地覆盖破碎程度及离散程度。斑块个数反映景观的空间格局,经常被用来描述整个景观的异质性,其值的大小与景观的破碎度也有很好的正相关性,一般规律是斑块个数多,破碎度高;斑块个数少,破碎度低^[12]。斑块面积平均大小可以说明土地覆盖斑块粒度的粗细,斑块面积标准差表明土地覆盖斑块大小的变化。平均斑块

面积大小说明了人类活动对该地区景观的破坏程度。大体上的规律是,人类作用强的地区斑块面积较小,作用弱的地区斑块面积较大,人类活动对该地区景观的破碎化产生了明显的影响^[13]。斑块面积标准差反映斑块面积大小的差异程度,可以用来描述某一土地覆盖类型不同斑块规模的变异程度。本文采取的斑块面积特征指数,包括斑块个数、斑块面积平均大小、和斑块面积标准差^[14-16],指数定义如表 3。

(2)不同土地覆盖类型的斑块形状特征指数

由于土地覆盖斑块形状复杂多变,其特征就难以定量描述,通常采用各种指数来表征,但目前尚无普遍接受的指标,本研究选用斑块形状指数(MSI)、平均斑块分维数(MPFD)和边缘密度(ED)来分析不同土地覆盖类型的斑块形状性质及其特征^[17-18],指数定义如表 3。形状指数是度量景观空间格局复杂性的重要指标之一,并对许多生态过程都有影响。如斑块的形状影响动物的迁移、觅食等活动,影响植物的种植与生产效率。一般人类干扰强度大时,斑块体的几何形状趋于简单,其边缘趋于直线型变化,具有较低的分维值;而自然形成的斑块体边缘趋向曲线化,分维值较高。景观中边缘密度大,说明景观的开放性很强,易与周边斑块进

行物质、能量和信息交换。

(3)不同土地覆盖类型的空间邻接特征指标

空间相邻的土地覆盖类型在物质交换、结构与功能上存在相互的影响,在形成过程中存在必然联系。因此,定性定量地分析土地覆盖类型在空间分布的邻接性,不仅有利于了解和掌握土地覆盖类型在空间上的分布特点与规律,而且有助于深入探讨土地资源形成机制及其利用开发的演替过程^[19]。本文采用邻接指数作为土地覆盖类型间的邻接关系,邻接指数是土地覆盖类型*i*的斑块与类型*j*的斑块邻接周长占某类斑块总周长百分比。计算公式如式(1):

$$P_{ij} = \frac{E_{ij}}{\sum_j E_{ij}} \times 100\%$$
 (1)

式中,*P_{ij}*为土地覆盖类型*i*和类型*j*的邻接指数;*E_{ij}*为研究区内相邻的土地覆盖类型*i*和类型*j*的共同边界长度;*m*为土地覆盖类型总数。

表 3 不同土地覆盖类型斑块面积及形状指数与定义

Tab. 3 Landscape pattern indices and their definition

景观指数类型		缩写	定义
斑块面积特征指数	斑块面积标准差	PSSD	斑块面积标准差用于描述某一类型景观中所有斑块面积的差异程度
	斑块个数	NUMP	NP在类型级别上等于景观中某一斑块类型的斑块总个数
斑块形状特征指数	斑块平均大小	MPS	MPS在斑块级别上等于某一斑块类型的总面积除以该类型的斑块数目
	形状指数	MSI	某一斑块形状与相同面积的圆或正方形的偏离程度来测量测量形状复杂程度
边缘密度	斑块分维数	MPFD	分维数是利用分形论对单个斑块形状复杂程度的量度
	边缘密度	ED	指单位面积上某类景观斑块与其相邻异质斑块之间的边缘长度

4 空间分布格局与景观特征分析

4.1 鄱阳湖地区土地覆盖解译结果及其整体格局分析

通过解译得到鄱阳湖地区土地覆盖数据如图4,不同土地覆盖类型所占的面积比例如图5所示。

采用2011年8月份的461个GPS验证点进行精度验证,结果表明:城镇建设用地、水体及农村聚落的分类精度较高,分别为93.8%、80%、85%,总体精度为80.4%。而由于“异物同谱,同物异谱”现象的存在,不同森林类型之间的解译精度较低。另外,精度评价也受到验证点的限制,如一些山区大面积林地采样点较少,而采样点过多的集中于城镇建设用地、耕地及农村聚落。

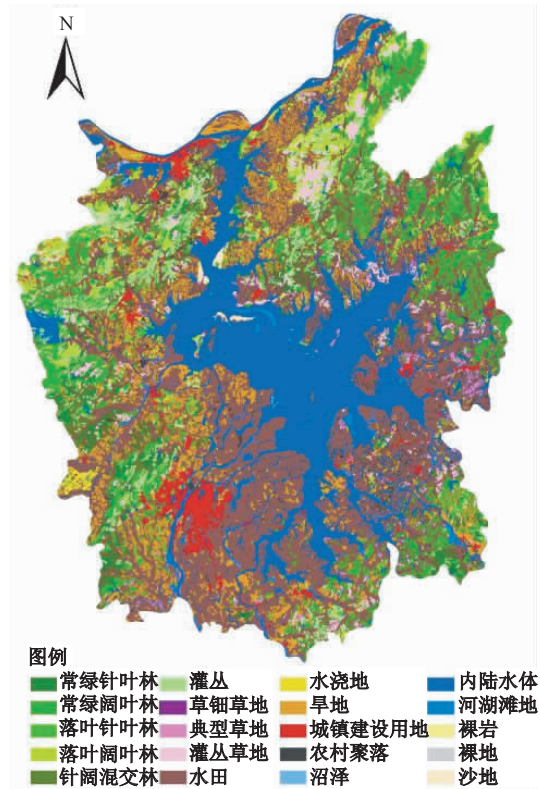


图 4 鄱阳湖地区 2010 土地覆盖空间格局分布图
Fig. 4 Distribution of land cover types in Poyang Lake region

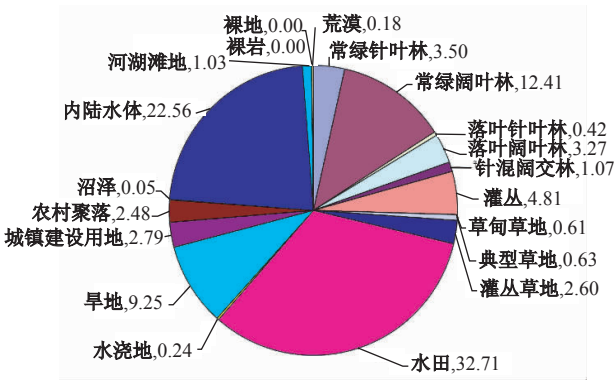


图 5 各土地覆盖类型所占百分比
Fig. 5 Percentage of different land cover types

从图 4 和图 5 看出,鄱阳湖地区农田类型占优势,水田分布最为广泛,占总面积的 32.71%,是研究区的基质;森林相对较集中分布于东北部及西部地区,所占比重为 25.45%,其中常绿阔叶林所占比重最大,该区有相对丰富的森林资源;水体主要是鄱阳湖湖面及其支流,占总面积的 22.57%;城镇主要是各县市的城区,农村聚落散落分布于整个区域;河湖滩地、草地主要沿河湖分布,面积较小(结果为丰水期数据);裸地、裸岩和沙地面积较少,3 类面积总和为 4495.6hm²,占总面积的 0.2%。

4.2 土地覆盖空间分布格局及景观特征分析

4.2.1 土地覆盖景观特征分析

景观指数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^[19]。采用景观指数对景观空间格局的分析,能定量了解景观要素的形状、大小、数量和空间组合,探讨景观格局和生态过程的相互关系。景观指数不仅能反映景观的生态特点,而且能反映该地区的社会经济状况^[20]。

斑块个数(NUMP)对许多生态过程都有影响,如其可决定景观中各物种及其次生种的空间分布特征;改变物种间相互作用和协同共生的稳定性。而且,斑块个数对景观中各种干扰的蔓延程度有重要的影响,如某类斑块数目多且比较分散时,则对某些干扰的蔓延(虫灾、火灾等)有抑制作用^[21]。斑块大小(MPS)不但影响物种的分布和生产力水平,

而且影响能量和养分的分布,决定斑块甚至整个景观的生态功能。通常,大型斑块比小型斑块内有更多的物种,能提高碎裂种群的存活率,更有能力维持和保护基因的多样性。而小型斑块不利于斑块内部物种的生存和物种多样性的保护;但小型斑块占地小,可分布在人为景观中,提高景观多样性,起到临时栖息地的作用。斑块形状(MSI)是度量景观空间格局复杂性的重要指标之一,并对许多生态过程都有影响。如斑块的形状影响动物的迁移、觅食等活动,影响植物的种植与生产效率;对于自然斑块或自然景观的形状分析还有另一个很显著的生态意义,即常说的边缘效应。斑块形状的形成与变化受自然条件的限制和人为活动的干扰^[22],如地形、土壤、人类开发等,一般来说人造景观斑块形状较简单,而自然条件复杂、人类影响较大的区域,斑块形状较为复杂。斑块分维数(MPFD)在一定程度上也反映了人类活动对景观格局的影响。一般来说,受人类活动干扰小的自然景观的分数维值高,而受人类活动影响大的人为景观的分数维值低。边缘密度(ED)大小对系统的能量、物质交换有重要作用。景观中边缘密度大,说明景观的开放性很强,易与周边斑块进行物质、能量和信息交换。通过 Path Analyst、Fragstats 等软件计算得到的不同土地覆盖类型斑块面积指数(表 4)和斑块形状指数(图 6),结果表明研究区景观格局呈现以下显著特点。

表 4 不同土地覆盖类型斑块面积特征指数计算结果
Tab. 4 Results of patch size characteristic index of different land cover types

Class	11	12	13	14	15	16	21	22	26	31	32	33	41	42	51	53	54	61	62	63
NUMP(个)	416	1762	160	678	116	1044	18	267	615	3066	7	2633	282	6148	31	2388	425	1	6	11
MPS(h ² m)	196	164	61	112	214	107	11	55	99	248	785	82	231	9	38	220	56	111	16	390
PSSD	464	649	97	261	522	213	11	88	314	1462	1771	204	1110	22	78	8810	137	0	14	441

(1)农村和城镇聚落类型

农村聚落的斑块个数最多,为 6148 个,斑块平均面积最小,面积标准差为 22,形状指数最小,边缘密度较低。这说明农村聚落空间分布较分散,景观破碎度较大,发展规模较为均匀,而且形状较为规则,受人类干扰较大。研究区属于较贫困地区,村庄分布较为分散,并且村庄面积较小,农村的集中化发展水平较低。因此,鄱阳湖地区应加强农村的集中化发展,以利于土地的节约利用及农村生活水

平的改善。

研究区城镇建设用地的斑块数为 282 个,斑块平均大小为 231hm²,面积标准差为 1110,斑块形状指数也大于农村聚落。这说明研究区城镇规模差距较大,形状较为复杂。这主要是由经济环境及地理区位的差异造成一些城市(如南昌市、九江市)的发展速度远大于其他城镇,另外,由于城镇扩张的影响,城镇的形状也变得更为复杂。因此,鄱阳湖地区要注重一些中小城镇的发展,并关注城镇建设

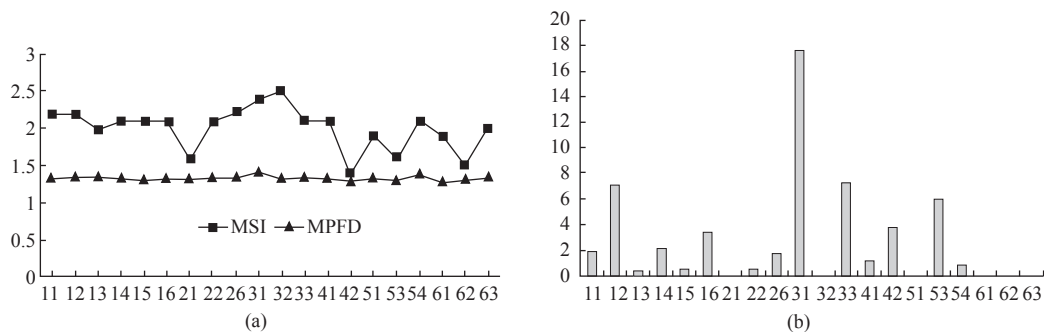


图 6 不同土地覆盖类型斑块形状特征指数((a):斑块形状指数和斑块分维数;(b):边缘密度)
Fig. 6 Shape characteristic index of different land cover types((a):MSI and MPFD;(b):ED)

用地的扩张问题。

(2)农田类型

研究区为全国重要的商品粮提供基地,农田为研究区的主要景观类型,主要包含水田、旱地和水浇地。水田为最主要的农田类型,其斑块个数、面积平均大小和面积标准差均大于旱地,并且水田和旱地的形状指数和边缘密度也大于其他土地覆盖类型。这说明水田的破碎度相对较高,受人类活动影响较大,水田、旱地的形状指数较大,这主要是因为受地形、水源等的影响,农田形状比较复杂。水田面积标准差较大,主要是因平原地区水田斑块面积较大,山区和丘陵地区水田面积较小,而旱地一般分布在地势较高处,面积一般都不大,在不同空间区域面积差异不大。另外,在平原地区,水田斑块面积呈增大的趋势,这虽有利于水田的机械化种植与管理,但容易加速病虫害的传播。所以,在水田耕种时,要注意选择合适的水田斑块规模,以利于病虫害的防治。

(3)湿地和水体类型

湿地是研究区的重要资源和特色土地覆盖类型,主要有内陆水体、河湖滩地和沼泽。由于土地覆盖数据为丰水期数据,内陆水体面积较大,河湖滩地和沼泽面积较小。内陆水体的斑块个数为 2388 个,斑块平均大小为 220hm²,面积标准差为 8810,这主要是因研究区属于水系发达地区,所以,内陆水体斑块个数较多,并且面积最大斑块为鄱阳湖,而平原和山区面积不等的湖泊和河流星罗密布,斑块面积差异较大。另外,内陆水体在自然情况下,其形状应该还是比较复杂,形状指数应该比较大的,而结果其形状指数却相对比较小,这主要是研究区的湖泊开发程度较大,如“围湖造田”“围湖造地”及防洪工程的建设等活动造成水体呈规则

化趋势。水体被农田或建设用地分割,造成的形状趋于规则化,将影响到水生动物的迁徙、觅食及生活环境等。

河湖滩地和沼泽为重要的湿地资源,是珍稀鸟类和水生物的重要栖息地。从其斑块个数、平均斑块大小及形状指数来看,其斑块个数较少,平均面积较小。沼泽的斑块个数仅为 31 个,斑块平均大小为 38hm²。这说明沼泽和河湖滩地处于萎缩状态,这将对维护生物多样性产生严重影响。

(4)森林类型

研究区森林有 6 种类型,总面积比例为 25.48%。森林(常绿阔叶林、针叶林等)一般分布在山区及丘陵地带,属于自然植被。斑块个数较多的为常绿阔叶林和灌丛,分别为 1762、1044 个,斑块平均面积相对较大。但其形状指数普遍低于耕地,这说明森林资源也受到人类活动的影响,如一些景区的建设、毁林开垦等。另外,在退耕还林时,要注意形成斑块面积较大的林地,以提高碎裂种群的存活率,维持和保护基因的多样性。

(5)草地类型

研究区草地所占比例仅为 3.24%,主要为草甸草地、典型草地和灌丛草地,草甸草地和典型草地主要为河湖洲滩草地,灌丛草地主要分布于丘陵地区。草地的斑块个数,斑块平均大小、面积标准差、形状指数和边缘密度均较小。除了草地面积较小的原因,另外,一般适宜草地生长的土地,往往也宜生长农作物,草地景观呈现萎缩的现象。但是,草地对水土保持、生物多样性保护等具有一定的作用。

(6)荒漠类型

研究区的荒漠土地覆盖类型所占比例最小,仅为 0.2%。其中,沙地所占比例最大,沙地的斑块个

数为 11 个,斑块平均大小为 390hm²,形状指数为 2.0。这说明沙漠对研究区的影响不大,但还是存在一定的威胁,应注意防止土地沙化的扩张,特别要注意湖底捞沙活动对周边草地的占用,应促进沙丘向草地的转化。

4.2.2 土地覆盖类型空间邻接性的分析

水田是研究区的基质,内陆水体是研究区的重要湿地资源,城镇建设用地是人类的主要生活场所。所以,本文重点分析了水田、内陆水体及城镇建设用地及常绿阔叶林与其他土地覆盖类型的邻接关系。

(1)水田的邻接关系

结果表明(图 7(a)):水田在鄱阳湖地区所占比例最大,它有着丰富的边界,与旱地、常绿阔叶林、内陆水体和农村聚落有较大的邻接指数,分别为 21.6%、18.4%、17.9%、12.4%。水田与旱地有较大的邻接关系,除了旱地面积较大外,在空间上,水田与旱地相间分布,一般低洼处为水田,较高处为旱地。

常绿阔叶林与水田的邻接指数反映了土地覆盖的一种演替模式,常绿阔叶林一般与水田不存在直接的联系,但随着林地被开发为耕地,常绿阔叶林与水田的邻接指数增大。特别是在 20 世纪 50 -

60 年代,大规模的林地被开垦为耕地,这也是造成区域生态环境恶化的原因之一。另外,与林地邻接的水田,易受病虫害的侵袭,应注意加强这些区域的稻田管理,或者实行退耕还林。

水田与农村聚落有较大的邻接指数,主要是因水田分布区土地肥沃,水田种植管理需要大量人力,易形成农村聚落。但随着经济的发展及农村城镇化的加快,致使大量水田被占用,所以,水田的保护工作至关重要,在土地覆盖监测及耕地保护中,须重点监测农村聚落及城镇周围的耕地。

(2)水体的邻接关系

内陆水体是研究区的重要湿地资源,对长江洪水调蓄及生物多样性具有重要功能。结果表明(图 7(b)):与水田邻接指数较大的主要为水田、旱地、河湖滩地、常绿阔叶林。水田是本区最主要土地覆盖类型,其形成的最大制约因素就是水。因此,水体对水田的形成密切相关,在空间上就表现为最大的邻接概率。

水体与常绿阔叶林邻接指数较大,因为本研究的土地覆盖数据为丰水期数据,水体面积较大,以致许多水体边界均与林地相连。这也充分说明,该区要特别加强森林资源的保护,否则会造成水土流失、山体滑坡及河底泥沙淤积等灾害。

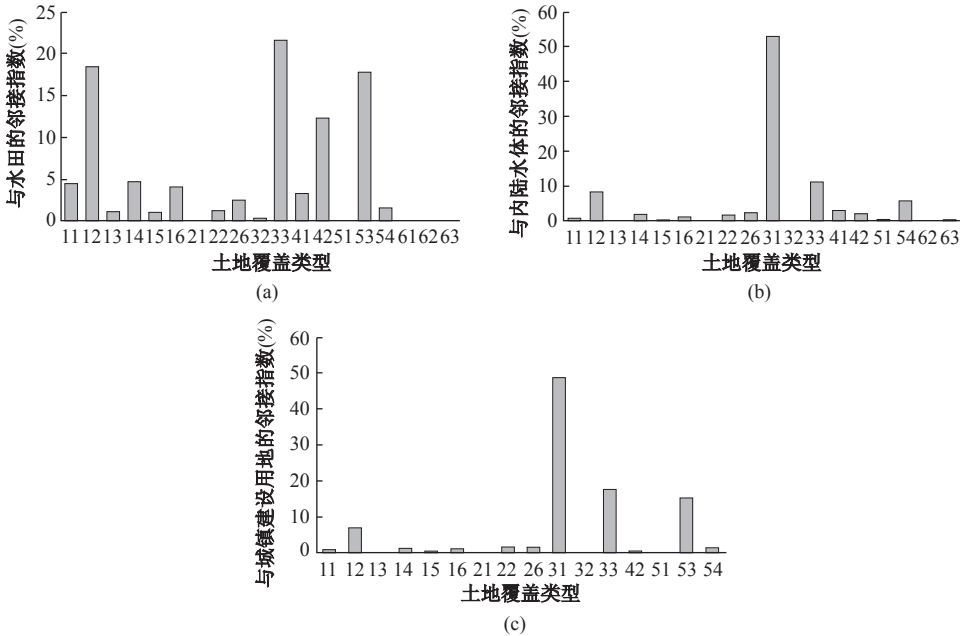


图 7 主要土地覆盖类型邻接指数

(a):与水田的邻接指数;(b):与水体的邻接指数;(c):与城镇建设用地的邻接指数)

Fig. 7 Adjacent index of the main land cover types
(a):adjacent index with paddy fields;(b):Adjacent index with water;(c):is Adjacent index with urban construction land)

大面积河湖滩地分布为本区土地覆盖的一个特点,河湖滩地的形成与水体有直接关系,表现在空间上即为邻接指数较大。

(3) 城镇建设用地的邻接关系

城镇建设用地是人类最重要的生活场所,也是受人类影响最大的一种土地覆盖类型,其形成发展与人们的生产和生活密切相关,同时也能反映区域发展情况。结果表明(图 7(c)):城镇建设用地与水田、旱地、水体邻接指数较大,水体与耕地为人类提供必需的水资源和粮食资源,因此,城镇建设用地多与这些地物相伴而生。另外,城镇建设用地与常绿阔叶林邻接指数也比较大,这主要是因为人们生活需要优良的生活环境。城镇建设用地的邻接地类充分说明了人们对生活环境各方面的需求,这不仅为已有城镇建设用地的进一步改善提供依据,也可为研究区“移民建镇”工程中城镇的选址提供了依据。

5 结论

(1)多时相、高分辨率的遥感数据为土地覆盖的动态监测提供了支持。本研究采用我国的环境小卫星对区域土地覆盖二级类的解译精度达到了 80.4%,但在信息提取的方法上还有待深化研究。

(2)景观生态学、GIS 及统计学的思想和方法,为土地覆盖空间特征的定量分析提供了方法及技术支持,较好地反映了鄱阳湖地区 2010 年土地覆盖的空间分布特征。

(3)研究表明,采用斑块个数、斑块面积平均大小、斑块形状、斑块边缘密度等景观指数,不仅能定量分析不同土地覆盖类型面积特征及形状特征的差异,而且能反映不同土地覆盖类型的空间分布差异。农村聚落的斑块个数最多,斑块平均面积最小,斑块形状最小,在空间上离散程度最大,破碎程度最高;内陆水体面积标准差最大,斑块大小空间差异最大;水田边缘密度最大,其开放性最强,最易与周围斑块进行物质、能量交换,平原区水田斑块面积较大,不利于病虫害的防治;水体形状趋于规则化的特性,反映了人类“围湖造田,围湖造地”活动对水体的影响,这对水生动物的迁徙与觅食产生不良影响;河湖滩地和沼泽的景观指数反映了其出现萎缩的趋势,将在一定程度上影响生物多样性保护。

(4)采用 GIS 方法获得的邻接指数,能深入分析土地覆盖类型的邻接特征,进而定量分析土地覆盖类型的空间关系。另外,还可以发现某类土地覆盖类型的形成机制、发展所需的条件及土地开发的演替规律。水田与常绿阔叶林的邻接关系定量反映了人类“毁林开荒”活动对林地与水田演替关系的影响;水田与农村聚落的邻接关系,表明研究区耕地保护的重点是城镇及农村周边耕地;城镇建设用地的邻接关系表明了人类生活所需的生活条件,为“移民建镇”工程提供了科学依据。

(5)分析表明,鄱阳湖地区在以后的发展过程中应注重促进农村的集中化发展;另应加强对水体的保护,禁止耕地及建设用地对水体的占用,以增加鄱阳湖的洪水调蓄能力;同时加强森林资源的保护,特别是与水体相邻处的森林保护,防止水土流失及水体泥沙淤积;在城镇化过程中,要综合考虑各方面的因素,防止盲目破坏耕地、森林等资源;在实施退耕还林政策时,要优先考虑与林地相邻的耕地,以免农田易受病虫害侵袭,且与林地相邻农田的退耕可以使林地斑块面积增加,有利于生物多样性的维持。

(6)人类活动是影响土地覆盖格局的重要因素之一,鄱阳湖地区早期的“围湖造田、毁林开垦”及近期的“围湖造地”等人类活动对该区土地覆盖格局现状的影响依然存在。因此,鄱阳湖地区必须进一步采取合理的土地利用及环境保护政策,并要针对前期土地及生态环境存在的问题及重点保护区域,加强土地利用及环保政策的实施。

参考文献:

- [1] Hou Z. Landscape changes in a rural area in China [J]. Landscape and Urban Planning, 2000, 47(1): 33-38.
- [2] Burgi M, Russell E W B. Integrative methods to study landscape changes [J]. Land use Policy, 2001, 18(1): 9-16.
- [3] Davranche A, Lefebvre G, Poulin B. Wetland monitoring using classification trees and SPOT-5 seasonal time series [J]. Remote Sensing of Environment, 2010(114): 552-562.
- [4] 赵晓丽,易玲,张增祥,等. 山西省土地覆盖时空变化特征及其驱动因子分析 [J]. 地球信息科学学报, 2010, 12(1): 95-102.
- [5] Otukey J R, Blaschke T. Land cover change assessment using decision trees, support vector machines and maxi-

- mum likelihood classification algorithms[J]. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 2010(12):27-31.
- [6] 李传荣,贾媛媛,胡坚,等. HJ-1 光学卫星遥感应用前景分析[J]. *国土资源遥感*, 2008, 3(77):1-3.
- [7] 吴海平,刘顺喜,黄世存. 基于 HJ-1A/B 卫星 CCD 数据的土地宏观监测试验研究[J]. *遥感技术与应用*, 2009, 24(6):788-792.
- [8] Shanlong Lu, Bingfang Wu, Nana Yan, *et al.* Water body mapping method with HJ-1A/B satellite imagery[J]. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 2011(13):428-434.
- [9] 王桥,王文杰,郑丙辉,等. 中国西部地区生态环境现状遥感调查[J]. *遥感学报*, 2003, 7(6):490-497.
- [10] 张增祥,汪潇,王长耀,等. 基于框架数据控制的全国土地覆盖遥感制图研究[J]. *地球信息科学学报*, 2009, 11(2):216-224.
- [11] 温仲明,焦峰,张晓萍,等. 纸坊沟流域近 67 年来土地利用景观变化的环境效应[J]. *生态学报*, 2004, 24(9):1903-1909.
- [12] 吴涛,赵冬至,康建成. 基于遥感技术的河口三角洲湿地景观生态健康研究进展[J]. *海洋环境科学*, 2010, 3(29):451-456.
- [13] 陈鹏,高建华,朱大奎,等. 海岸生态交错带景观空间格局及其受开发建设的影响分析——以海南万泉河口博鳌地区为例[J]. *自然资源学报*, 2002, 17(4):509-514.
- [14] 刘延国,王青,王军. 官司河流域景观稳定性的研究[J]. *地球信息科学学报*, 2012, 14(1):137-142.
- [15] Antwi E K, Krawczynski R, Wiegbleb, G. Detecting the effect of disturbance on habitat diversity and land cover change in a post-mining area using GIS[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2008(87):22-32.
- [16] 郑新奇,付梅臣. 景观格局空间分析技术及其应用[M]. 北京:科技出版社, 2010.
- [17] Frondoni R, Mollo B, Capotorti G. A landscape analysis of land cover change in the Municipality of Rome (Italy): Spatio-temporal characteristics and ecological implications of land cover transitions from 1954 to 2001[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2011(100):117-128.
- [18] 赵晓敏,陈文波. 土地利用变化及其生态环境效应研究[M]. 北京:地质出版社, 2006.
- [19] 邬建国. 景观生态学:格局、过程、尺度与等级[M]. 北京:高等教育出版社, 2007.
- [20] Kong F., Yin H., Nakagoshi N. Using GIS and landscape metrics in hedonic price modeling of the amenity value of urban green space: a case study in Jinan city, China[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2007(79):240-252.
- [21] 胡光印,董治宝,逯军峰,等. 长江源区沙漠化及其景观格局变化研究[J]. *中国沙漠*, 2012, 32(2):314-322.
- [22] 刘晶,刘学录,王哲锋. 祁连山东段景观格局变化及其驱动因子研究[J]. *草业学报*, 2011, 20(6):26-33.

Quantitative Analysis on Spatial Distribution of Land Cover Pattern and Landscape Features in Poyang Lake Region

RAN Yingying¹, WANG Juanle², ZHANG Yongjie¹, LI Yujie¹ and ZHOU Yujie¹

(1. College of Geoscience and Engineering, China University of Mining & Technology (Beijing), Beijing 100083, China;

2. State Key Lab of Resources and Environment Information System, Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China)

Abstract: Poyang Lake is the largest freshwater lake in China. It plays an important role on ecosystem services, such as flood regulation and storage, water conservation, etc. It is important for the evaluation of its environmental protection and ecosystem services to grasp the spatial pattern and laws of land cover distribution in the Poyang Lake region. Based on HJ images and Poyang Lake land cover data in 2005, this paper obtained the Poyang Lake region land cover data in 2010 by using GIS, RS technology and quantitatively analyzed the land cover spatial distribution pattern of the Poyang Lake region in 2010. The results show that: (1) Base on HJ images and the existing land cover data, the regional land cover data

can be updated dynamically. Using the HJ images in 2010 with the 2005 land cover data, the 2010 land cover data was obtained by artificial visual interpretation. Verified by the measured GPS points, the accuracy of the land cover data is 80.4%; (2) Landscape ecology, GIS and statistical ideas and methods can support quantitative analysis on land cover spatial characteristics. The indices used in the patch area, patch shape index, adjacency index of different land cover types reflect the land cover spatial characteristics of the Poyang Lake region in different aspects; (3) Landscape indices can quantitatively explain the shape, size, number and space combination of the land cover and can reflect the characteristics of the ecological environment and the status of human activities and socio-economy. The area indices has showed that the rural settlement have the highest degree of fragmentation and dispersion. Shape indices have reflected the shape of the water body tend towards the regularization owing to the conversion from lake to land and the flood control projects; And (4) the adjacency indices of land cover types have quantitatively described the material exchange, interaction of the adjacent land cover types and have reflected the formation mechanism and succession process of land resources. The adjacent relationship of paddy fields and evergreen broadleaf forests have reflected that the deforestation has influenced the succession of forest land and paddy field. The adjacency relationship of paddy fields and rural settlements has recommend that farmland protection and monitoring should be focused on farmland surrounding the towns and rural areas. The adjacency indices of urban construction have provided a scientific basis for the construction of the towns. Analyses have showed that Poyang Lake is an arable land-based agricultural area, which has abundant water resources and forests, therefore, we should pay high attention to intensification of rural land use, water conservation, farmland protection, and the rational development and utilization of natural resources.

Key words: land cover; status pattern; landscape analysis; Poyang Lake region