

# 基于修正的转移概率方法进行城市景观动态研究

——以南昌市区为例

曾 辉, 高凌云, 夏 洁

(北京大学城市与环境学系, 北京 100871)

**摘要:**利用南昌市 1988~2000 年期间 5 个时段的 TM 卫星影像数据编制了景观组分类型图, 并通过叠图分析统计了全部组分类型在 4 个比较时段的转移概率矩阵。在此基础上构建了组分转入、转出贡献率和特定转移过程贡献率等 3 个动态分析参数, 对南昌市的景观动态变化特征和驱动机制进行了研究。结果显示, 城市化引发的建设用地规模急剧膨胀是工作区内景观结构在研究时段内急剧调整的主要原因; 农业经营的稳定性需要作为一种重要驱动因素, 在农业用地大量流失的同时, 使其它景观组分向农田转移成为优势性转移过程类型; 地形和人文变化对于林地和水体等组分变化具有次要约束性影响, 但对于一些特定优势转移过程的出现则具有决定性作用。研究结果还证实了所提出的 3 种基于组分转移概率矩阵的量化参数在景观动态变化特征和驱动机制研究中的合理性和有效性。

**关键词:**景观动态; 转移矩阵分析; 过程分析; 南昌市

## Dynamic analysis of urban landscape using a modified conversion matrix method: A case study in Nanchang City

ZENG Hui, GAO Ling-Yun, XIA Jie (Department of Urban and Environmental Sciences, Peking University, Beijing 100871, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2003, 23(11): 2201~2209.

**Abstract:** In this paper, we used TM satellite images of Nanchang City from five different periods between 1988 and 2000 to conduct a dynamic urban landscape analysis. Using a modified conversion matrix method, we calculated the conversion probability matrix for all the landscape types. We rely primarily on three parameters—conversion-in rate, conversion-out rate, and specific conversion process contribution rate—to analyze the landscape changes and the driving mechanism behind these changes.

It was found that dramatic changes in landscape structure occurred in Nanchang City during the study period. Because of the rapid urban sprawl, there was an increase in urban land use and concomitant decline in forest land, farmland, and water bodies. Dominant process analysis shows considerable conversion from agricultural land and natural landscapes to urban ones, with complicated inter-conversion among the other landscape types. In particular, we also noticed the dominant conversion to farmland as an important

**基金项目:**国家重点基础研究发展规划资助项目(G2000046807);国家自然科学基金资助项目(40171091)

**收稿日期:**2002-07-12; **修订日期:**2002-11-10

**作者简介:**曾 辉(1964~),男,辽宁人,博士,副教授,主要从事景观生态学教学和科研工作。E-mail:hzeng@urban.pku.edu.cn

**Foundation Item:** the National Key Project for Basic Research in China (No. G2000046807) and National Natural Science Foundation of China (No. 40171091)

**Received date:** 2002-07-12; **Accepted date:** 2002-11-10

**Biography:** ZENG Hui, Ph. D., Associate professor., main research area is landscape ecology.

process to landscape dynamics.

Analysis on the combination of conversion-out and conversion-in rates indicates that farmland has kept high conversion-in rate as well as high conversion-out rate. Water body conversion is affected by both urban development and agriculture management, and is strongly constrained by hydrological changes. Because of the unique topography of the study area, forest land is the most stable among all the landscape types. Grassland and shrub have always had high turnover rates. Conversion of bare land is exceptional, as it is strongly constrained by hydrological changes as well as large-scale urban development activities.

The main dynamic changes in the study area were primarily conversion from farmland to built-up areas and from other landscape types to farmland. Urban development is the driving force behind the dramatic change of the landscape structures in the whole study area. Needs for the stability of agricultural management is the direct reason for the dominant conversion processes from other landscape elements to farmland. Natural environment conditions like topography and hydrological changes are secondary constraint forces upon the conversion of forest and water body, but have primary effects upon some specific dominance conversion process, e. g. from farmland to water body.

The modified conversion matrix analysis is an effective method for studying landscape dynamics. But it should be complemented by some supplementary analysis methods that can reflect the importance of basic landscape types and their conversion processes. Only in this way, can the various conversion processes in the dynamic landscape change be effectively characterized, and in turn facilitate the subsequent analysis on the driving mechanisms of landscape dynamics.

**Key words:** landscape dynamics; conversion matrix analysis; process analysis; Nanchang City.

文章编号: 1000-0933(2003)11-2201-09 中图分类号: Q149 文献标识码: A

城市化是社会发展的必然趋势<sup>[1,2]</sup>,也是目前人为活动占优势地区最主要的生态过程。城市化发展的直接后果是导致城市景观组分格局特征发生剧烈变化<sup>[3-5]</sup>,不同景观组分之间的复杂转移过程除受城市建设用地扩张需求的影响外,还受到自然环境条件、区域农业生产经营和生态保护需求的综合约束<sup>[6,7]</sup>。合理把握这些驱动因素的影响程度、作用方式和影响效果,对于弄清城市化的有关理论问题,合理规范城市的发展进程,在景观格局改造和重建过程中,综合考虑地区发展和生态保护需求,确保社会经济的整体性、健康性和可持续性,具有重要的理论与应用价值。

转移概率法是景观动态研究的传统方法之一,也是揭示特定时段景观组分之间数量变化关系的最有效手段<sup>[6-11]</sup>。由于转移概率的大小常常受到组分初始面积的强烈约束,那些转移概率较大的类型或转移过程往往不代表景观动态变化主要趋势,因此,其结果只能用来衡量某一景观组分在景观变化过程中受到的影响程度以及向其他组分转移的比例,无法对景观动态变化的驱动机制研究提供更有力的支持。本文以江西省南昌市为例,在遥感和 GIS 技术的支持下,利用自行构建的系列转移贡献率参数详细分析不同景观组分的转出和转入特征,以及特定转移过程在景观动态变化过程中的地位与作用,并针对基于组分转移概率的景观动态变化特征及驱动机制研究进行相关的方法论探讨。

## 1 研究区域与方法

### 1.1 研究区简介

南昌市区位于赣江和抚河下游,鄱阳湖平原的西南部,地理坐标为东经 115°27'~116°37',北纬 28°09'~29°11',总面积 540km<sup>2</sup>,辖郊区、湾里、东湖、西湖和青云谱 5 个区,总人口 430 万人。从地形条件和城市化水平的分异情况看,工作区大致可以分成 3 个部分:赣江东部平原城区为南昌市中心区所在地,也是城市建设用地和人口集中分布区域;赣江西北的昌北丘岗地区为近郊区,近年来随着昌九高速公路的建成将逐步成为未来南昌市城市扩张的重点区域;梅岭低山丘陵地区为远郊区,因植被覆盖较好,只有一些局部地区因旅游开发和文教单位外迁有一定的城市化过程发育。

### 1.2 基础数据及预处理

本研究基础数据源为 1988、1991、1994、1998 和 2000 年 5 个时段的 TM 卫星影像数据。利用 Erdas8.4 系统进行图像预处理及人工监督下的景观分类与制图。在景观组分类型确定时,为避免组分类型划分过细带来的数据冗余和细节干扰,以自然属性的相似性和人为利用方式的趋同性为基本原则,确定了以下 7 种景观组分类型:建设用地(包括各种非农业建设用地类型);林地(阔叶林、针叶林和竹林);农业用地(旱田和水田);水体(湖泊、池塘、河流、水库);灌丛;草滩;裸地(无植被覆盖的泥滩、沙滩、废弃地和少量处于建设前期阶段已完成“三通一平”工作的建设性用地)。各时段景观制图工作完成后,利用 3×3 四方滤波法进行了小图斑剔除处理,然后利用图形叠加代数运算方法,确定不同时段发生转移的图斑和性质,得到研究时段内 4 个阶段的景观组分转移概率矩阵。其中,各比较阶段的具体分割为阶段 1(1988~1991 年)、阶段 2(1991~1994 年)、阶段 3(1994~1998 年)和阶段 4(1998~2000 年)。

具体分类过程中,通过实地调查、参考收集到的土地利用图件和与当地有关管理和经营人员座谈,在每个年度的景观组分分类中均确定 50 个以上的训练样区(确保每种组分类型至少有 5 个以上的训练样区)。不同年份所选择的卫星影像虽然成像时间跨度较大,但均为冬季和春季平、枯水季节(12 月份至翌年的 4 月份)。这种选择主要是由于该地区成像条件造成的(夏秋季节本地区因云量大,无法得到满意的影像数据),但同时也使本研究避免了洪水季节的一些气候干扰影响。为确保基线数据精度,本研究在初步完成景观类型解译图后,利用计算机生成了 200 个随机点,并在野外图件校核过程中,通过实地调查和参考现有资料,确定了其中 152 个点位在研究时段内的土地利用变化情况。将这些数据与最终完成的景观分类图对比分析得出,5 个年份景观分类的总体精度在 88.5%(1991 年)~93.3%(2000 年)之间。各年份组分类型的产出精度(producer's accuracy)在 86.1%(1991 年灌丛)~100%(2000 年水体)之间;用户精度(user's accuracy)在 84.9%(1991 年灌丛)~100%(2000 年水体)之间。1988 年及 2000 年工作区景观解译图参见图 1。

### 1.3 分析方法

基于组分转移概率矩阵,本研究首先计算了研究时段内不同景观组分的总体变化情况,以及不同时段组分的保持率(景观组分未发生变化的比例);然后重点进行了 3 个方面的转移贡献率计算。

(1)特定组分转入贡献率参数 指其他景观组分向某一特定景观组分转入的面积占景观总转移发生量的比例。该参数可用于比较不同组分在景观动态变化的转入过程中面积增量分配的差异,计算公式如下:

$$T_{ii} = \sum_{j=1}^n A_{ji}/A_t$$

式中,  $A_{ji}$  为第  $j$  种组分向第  $i$  种组分转移的面积,  $A_t$  为景观组分发生转移的总面积,  $n$  为景观组分的类型数量(下同)。

(2)特定组分转出贡献率参数 指某一特定景观组分向其他景观组分转移的面积占景观总转移发生量的比例。该参数可用于比较不同组分在景观动态变化的转出过程中面积减量分配的差异,计算公式如下:

$$T_{oi} = \sum_{j=1}^n A_{ij}/A_t$$

式中,  $A_{ij}$  为第  $i$  种组分向第  $j$  种组分转移的面积。

(3)特定转移过程贡献率参数 指一个具体转移过程的转移面积占景观总转移发生量的比例。该参数可用于比较景观动态变化过程中特定景观转移过程的重要性程度差异,计算公式如下:

$$T_{pi} = A_{ij}/A_t$$

(4)组分保留率 为比较分析不同景观组分在研究时段内的稳定性情况,本研究还计算了个阶段组分的保留率情况。具体计算公式如下:

$$BR_i = B_{Ai}/T_{Ai}$$

式中,  $BR_i$  为某一比较阶段第  $i$  种景观组分的保留率,  $BA_i$  为比较时段内没有发生变化的第  $i$  种景观组分面积,  $TA_i$  为比较初始年份该组分的总面积。

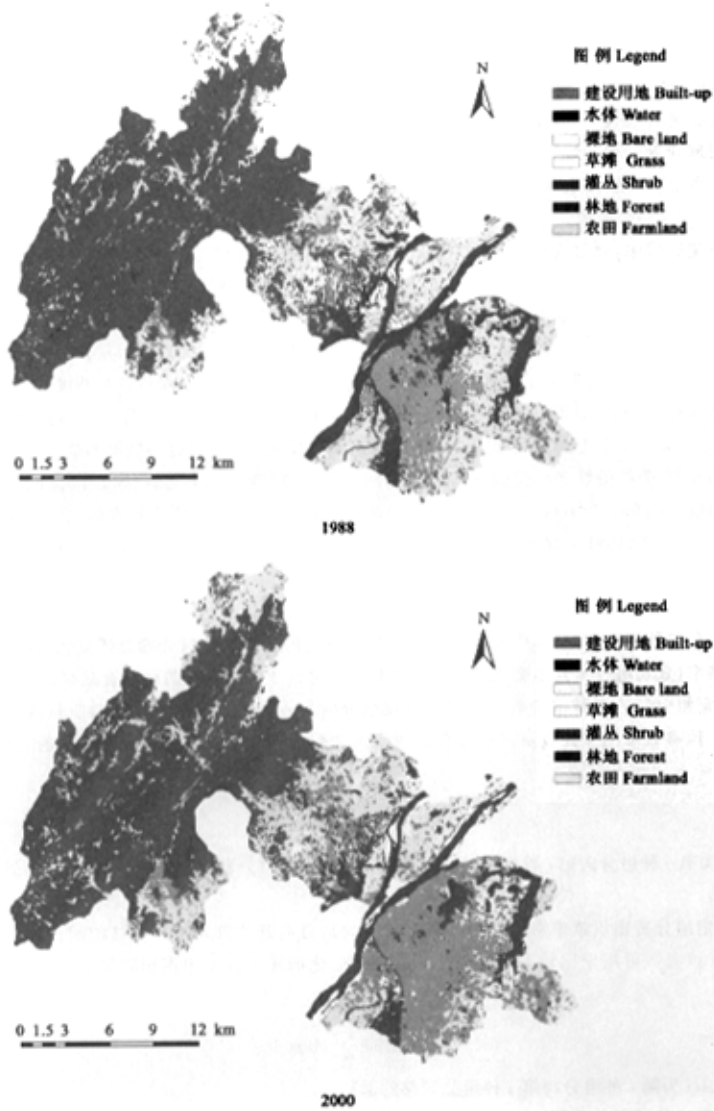


图1 南昌市 1988 年及 2000 年景观解译图

Fig.1 Landscape interpretation maps of Nanchang City in 1988 and 2000

## 2 结果与讨论

### 2.1 景观组分动态变化分析

研究时段内,城市化过程引起的建设用地急剧扩张是工作区内景观组分发生显著变化的根本原因。从不同景观组分的变化趋势看(表 1),优势景观组分中(面积比重 $\geq 10\%$ )只有建设用地面积快速增长,林地、农田和水体均显著下降,显示出明显的自然和农业景观组分向建设用地转移的趋势。在 3 种非优势组分中,草滩和灌丛面积比重亦呈现持续下降的态势,只有裸地面积比重有轻微上升。考虑到裸地组分中相当部分是由河湖边缘的泥滩和沙滩组成,本研究使用的遥感资料又存在着明显的季节差异,这种增加一部分原因是由于不同类型水体的水位季节变化的结果。但灌丛和草滩面积的显著减少显示出研究区内城市建设用地扩张引起的土地利用变化,已逐步向自然条件限制性较强的地区渗透。

表 1 研究时段内景观组分变化情况  
Table 1 Changing condition of different elements during the study period

组分类型 Element type	1988 年面积比重 Area percentage of 1988(%)	2000 年面积比重 Area percentage of 2000(%)	变化总量 Total change area ( $\text{hm}^2$ )	年变化率 Rate( $\text{hm}^2/\text{a}$ )
林地 Forest	43.87	41.73	-1157	-96.4
农田 Farmland	28.85	26.72	-1149	-95.8
建设用地 Built-up	10.25	17.33	3819	318.3
水体 Water	11.61	9.60	-1083	-90.3
草滩 Grass-shoal	2.88	2.22	-358	-29.8
灌丛 Shrub	2.29	1.44	-458	-38.2
裸地 Bare-land	0.25	0.97	385	32.1

景观组分的保留率是指比较时段截止年份与起始年份相比,没有发生转移变化的面积占起始年份总面积的比重,不同景观组分在动态转移过程中的行为特征可以通过保留率加以刻画。表 2 的结果显示在 4 个比较时段内,林地保留率最高,平均超过 95%;城市建设用地的保留率水平亦较高,4 个时段平均在 90% 以上;农田保留率略低于建设用地,平均值不到 90%;而水体的保留率则显著低于农田,平均只有 75% 左右。至于 3 种小面积比重的景观组分类型保留率更低,平均都不超过 50%。表 2 结果的另外一个显著特征就是不同比较时段,组分的保留率表现出明显的波动性,反映出工作区内的景观结构调整过程是不均匀的。即受复杂景观动态变化驱动机制的约束,不同比较阶段的组分转移概率亦不可能维持常量。这一结果从一个侧面证明,不加修正的转移概率矩阵直接用于马尔可夫模型进行景观动态预测,将不可避免地产生较大偏差<sup>[8,12,13]</sup>。

从景观组分自身特点和保留率变化情况可以看出,影响工作区内景观组分保留率的主要原因有以下几个方面。首先,面积比重对于景观组分的保留率具有显著影响,优势景观组分的保留率显著高于非优势景观组分类型。林地作为工作区内面积比重最大的景观组分类型,其保留率几乎一直稳定地保持最高水平;其次,自然条件约束亦对某些组分类型的保留率产生重要影响,例如,林地保留率高的原因主要是大面积的丘陵和低山林地受地形的庇护,从而游离于城市建设用地扩张的影响范围之外。而该地区频繁的水文变化特点,又使得水体、草滩和裸地在不同的季节内出现复杂的相互转换,从而降低了这些组分的保留率水平;第三,人为活动是某些景观组分保留率得以维持的最主要原因,特别是建设用地和农田的保留率能够维持比较高的水平,主要是城市建设和农业发展需求的结果。

## 2.2 景观组分转入/转出贡献率分析

表 2 不同时段景观组分保留率(%)

Table 2 The preserving ratio of landscape elements during the different periods (%)

组分类型 Element type	阶段 1 Stage 1	阶段 2 Stage 2	阶段 3 Stage 3	阶段 4 Stage 4
林地 Forest	95.66	97.32	95.75	97.97
农田 Farmland	91.08	90.10	82.92	92.46
建设用地 Built-up	98.54	97.83	92.89	93.97
水体 Water	71.19	77.20	87.51	72.24
草滩 Grass-shoal	44.26	49.96	40.77	58.47
灌丛 Shrub	50.17	69.51	36.90	41.48
裸地 Naked-land	41.52	39.58	10.60	62.37

由于景观组分转移概率不能概括特定组分在景观中的重要性(通常可以利用面积比重或优势度来表示)信息,因此转移概率矩阵的绝对值只能用于描述不同组分自身的变化情况。一些小面积比重的景观组分,其某一比较时段内转移概率值可能很大,但对于整个景观动态变化特征分析而言却不具备重要价值;那些面积比重较大的组分类型,其较小的转移概率往往对景观整体变化具有重要的决定作用。为充分揭示不同景观组分转移特征在景观整体变化中的地位 and 作用,本文引入了组分转入贡献率和转出贡献率两个数量指标,以便更加清晰地描述景观动态变化的总体特点和内在驱动机制。计算结果如表 3 所示。

表 3 景观组分的转入和转出贡献率(%)

Table 3 The contribution rates of conversion-in and conversion-out for different landscape elements (%)

阶段 Stage <sup>a</sup>	贡献率类型 Type	建设用地 Built-up	水体 Water	裸地 Bare-land	草滩 Grass-shoal	灌丛 Shrub	林地 Forest	农田 Farmland
阶段 1 Stage 1	转入 Conversion-in	20.65	2.86	2.34	11.11	12.57	13.99	36.49
阶段 1 Stage 1	转出 Conversion-out	1.38	30.77	1.37	14.78	10.52	17.50	23.69
阶段 2 Stage 2	转入 Conversion-in	20.00	17.46	12.64	13.82	5.43	8.58	22.07
阶段 2 Stage 2	转出 Conversion-out	3.12	22.71	2.52	14.43	8.91	13.54	34.77
阶段 3 Stage 3	转入 Conversion-in	22.44	36.66	2.22	9.81	6.78	5.73	16.35
阶段 3 Stage 3	转出 Conversion-out	7.70	7.96	8.63	11.29	10.97	14.36	39.08
阶段 4 Stage 4	转入 Conversion-in	28.53	11.92	7.78	9.96	8.18	6.76	26.86
阶段 4 Stage 4	转出 Conversion-out	10.37	35.86	1.70	10.21	10.80	9.34	21.72

\* Stage1(1988~1991); Stage2(1991~1994); Stage3(1994~1998); Stage4(1998~2000)

比较 4 种优势景观组分的转入和转出贡献率(表 3)可以发现,建设用地、水体和农田的转入和转出贡献比率显著高于其他组分类型,这 3 种组分主要分布在平原和台地地区,是工作区内景观动态变化最剧烈的地区。其中建设用地转入贡献率一直保持较高水平,转出贡献率直到 1995 年以后随着老城区改造过程的不断推进才有所增加,体现出新的建设用地的不断增加是造成本地区景观剧烈变化的主要动因这一显著特色。农田是工作区内唯一保持极高转入转出贡献率的组分类型,意味着农业发展的需求一直是工作区景观组分调整的重要驱动因素,在大量农业用地向城市建设用地转移的同时,其他景观组分类型也不断向农业用地转移,以抵消城市化过程对该地区农业生产的影响。水体组分的转出贡献率通常要高于转入贡献率,只有阶段 3 期间,因为罕见的洪水过程导致转入贡献率大幅度增加。从其两个贡献率对应变化情况看,至少在阶段 1 和阶段 4 两个转移时段内,水体是该地区景观组分调整过程中损失面积最大的组分类型。

其余的 4 种景观组分类型中,林地虽然面积比重最大,但其转入转出贡献率一直维持在 10% 左右,既围绕林地发生的组分转入转出变化在整个景观变化过程中居于次要地位。不过其转出贡献率始终大于转入贡献率,显示出明显的不断流失趋势;草滩和灌丛的转入和转出同样一直维持在 10% 左右的贡献率,鉴于这两种组分类型面积比重都较小,能够保持与林地近似的转移贡献率意味着在各个比较时段内,这两种组分均保持着较高的周转率。究其原因不难发现相对于城市建设和农业经营这两大发展需求而言,灌丛和草滩是工作区内除水体以外最重要的边际资源性组分类型,一方面城市建设用地扩张直接占用了一部分草滩和灌丛,另一方面农业经营面积的稳定性需求使相当数量的草滩和灌丛转化为农田。裸地是转移贡献率最小的组分类型,阶段 3 期间的转出贡献率异常主要是 1988 年水文特性异常的结果,而阶段 2 和阶段 4 期间的转入贡献率异常则是由于其他组分类型向建设用地转移过程中经历了“开发区”这种特殊裸地形式的缘故。

### 2.3 特定转移过程贡献率分析

特定转移过程的贡献率分析可以进一步印证组分转移贡献率的分析结果,且可以更加清晰地揭示景观动态变化的主要驱动机制。从累积转移贡献率达到 50% 的优势转移过程情况看(表 4),按照转移的最终去向可以将不同时段优势转移过程分成建设用地转移型、农田转移型、水体转移型和裸地转移型 4 个类型。这 4 种类型基本上反映了工作区内景观动态变化的 3 种主要驱动影响因素,其中建设用地转移型和裸

地转移型反映了城市发展需求的驱动影响;农田转移型则代表着农业生产经营的稳定性需求的驱动影响;水体转移型则主要体现了当地水文变化对景观动态的驱动影响。

优势转移过程的组分来源及过程的阶段性分布特征可以折射出工作区内景观动态变化的一些细节特征。农田向建设用地的转移在所有阶段均为优势过程,水体在阶段 1 和 4 期间成为向建设用地转移的重要组分类型,而农田向裸地(主要是开发区)转移过程在阶段 2 期间的贡献率达到 10.3%。与表 3 建设用地转入贡献率比较分析不难发现,水体和农田提供了新增建设用地的绝大部分。

表 4 不同阶段的优势转移过程及其贡献率(%)

Table 4 The dominant conversion processes for different periods and their contribution rates (%)

转移类型 Conversion type	阶段 1 Stage 1 (1988~1991)	阶段 2 Stage 2 (1991~1994)	阶段 3 Stage 3 (1994~1998)	阶段 4 Stage 4 (1994~2000)
农→建 Farmland→Built-up	9.27	9.75	14.76	15.65
水→建 Water→Built-up	9.22			6.61
水→农 Water→Farmland	15.24	8.01		17.08
草→农 Grass-shoal→Farmland	8.83	9.48		5.1
林→农 Forest→Farmland	9.31		6.08	
灌→农 Shrub→Farmland			4.42	
农→水 Farmland→Water		12.48	21.29	
建→水 Built-up→Water			5.08	6.84
农→裸 Farmland→Naked-land		10.3		
合计 Total	51.87	50.02	51.63	51.28

农田转移型包含的优势转移过程类型最多,水体、草滩、林地和灌丛向农田的转移过程都曾经在一些阶段里成为优势转移类型。其中,水体和草滩在阶段 1、2 和 4 期间成为向农田转移的主要组分类型;林地则在阶段 1 和 3 期间成为新增农田的主要供给者;灌丛向农田转移过程只在阶段 3 期间成为优势过程。这种过程差异基本上反映了工作区内因城市化过程导致农田补偿建设需求对资源性组分类型的影响程度。

水体转移型优势转移过程的成因相对比较复杂,阶段 3 期间相当数量的农田和建设用地向水体转移完全是 1998 年特殊的水情变化导致的异常转移过程;阶段 3 期间农田向水体转移成为优势过程是当时平原地区进行农业经营结构调整的缘故(平原地区大量进行人工养殖性池塘建设);而阶段 4 期间一定数量的建设用地向水体转移经对比图像发现主要有 3 个方面的原因:(1)1998 年洪水过程之后,一些低洼地区受淹居民点被放弃;(2)部分行洪河道在清障和拓宽工程中拆除了部分建筑物;(3)南昌市老城区边缘地带为改善城市环境而增加了部分水面面积。

#### 2.4 景观动态变化特征及相关的的方法论思考

上述分析结果表明,工作区在研究时段内景观组分结构剧烈调整的根本动因是建设用地规模的急剧膨胀,这一点可以从优势景观组分中只有建设用地规模保持增长,其他优势组分面积比重均不同程度降低上明显反映出来。尽管各个比较时段内建设用地的转出转入贡献率只占景观变化总量的 25% 左右,但其他组分的结构调整多数与城市化过程对该地区传统社会经济生产格局的影响有关。可以初步确定研究时段内南昌市区景观动态变化的主线是,城市化过程引起的建设用地扩张导致农业用地不断流失,而为稳定农业生产经营形势,其他景观组分类型又不断向农业用地转化。总结全文研究结果可以对工作区景观动态变化的驱动机制做如下判断:城市化发展是全区景观动态变化的根本原因;农业生产经营的稳定性需求是农田型优势转移过程发生的直接原因;自然环境条件(地形和水文变化)对于部分组分类型(如水体和林地)的结构调整具有次要约束性影响作用,但对部分优势转移过程的出现(如农田转变成水体)具有决定作用。

转移概率方法作为植被生态学研究中的一种成熟方法<sup>[14,15]</sup>,应用于景观动态研究只有 10 余年的历史<sup>[16-18]</sup>。由于组分转移概率本身的不稳定性,基于转移概率矩阵的马尔可夫动态模型的应用虽然有部分案例积累,却一直难以成为一种普适性研究手段。但是作为一种能够清晰描述景观组分在特定动态演化时

段内结构调整细节信息的有效方法,转移概率计算仍然成为众多经验性景观动态研究工作中最常用的方法之一。本研究一方面证实了在复杂景观驱动机制作用下,转移概率矩阵的非参数特点;另一方面也说明,在转移概率矩阵的基础上,通过一系列组分和过程重要性参数的引进,可以有效地发掘不同组分类型和不同转移过程在景观动态变化中的地位和作用,进而为景观动态驱动机制分析创造必要的条件。

### 3 结论

(1)研究时段内南昌市区的景观结构发生了剧烈的调整,城市建设用地面积比重大幅度增加,林地、农田和水体等优势组分类型的面积比重则显著减少。优势转移过程及其贡献率分析结果证实,在伴随大量农业和自然景观组分向建设用地转移的同时,其它组分之间亦存在着复杂的相互转移过程,特别是农田转移型优势转移过程数量较多。从总体上看,小面积比重的组分稳定性要远远低于大面积比重的组分类型。

(2)组分转入转出贡献率合并分析结果表明,建设用地是唯一净转入比例较高的组分;农田一直同时保持着高转入和转出贡献率;水体转移发生除受城市发展和农业经营需求影响外,还受到水文变化的强烈约束;在地形的庇护作用下,林地是全区最稳定的组分类型;草滩和灌丛作为除水体外最重要的边际资源组分类型,一直保持着较高的组分周转率;裸地转入和转出异常既受到水文变化的影响,也受到成片建设用地开发活动的强烈约束。

(3)农业用地侵占农田以及其他景观组分类型不断向农田转移是工作区景观动态变化的主线。城市化发展需求是本地区景观结构剧烈调整的主要原因;农业生产经营的稳定性需要是农田型优势转移过程发生的直接原因;地形和水文变化等自然环境条件对林地和水体等组分的转移过程具有次要约束性影响,而对于农田向水体转移这样的特定优势过程的出现具有决定作用。

(4)组分转移概率作为景观动态研究的一种有效方法,必须结合一些能够反映组分和转移过程重要性方面的数量分析手段建设,才能够有效地发掘不同组分类型和不同转移过程在景观动态变化中的地位和作用,进而为景观动态驱动机制分析创造必要的条件。从使用的效果看,本文提出的组分和特定转移过程贡献率等参数的构建无疑是成功的。

### References:

- [1] Torry B. We need more research on the impact of rapid urban growth. *Chron. Higher Educ.*, 1998, 45: 6.
- [2] Sui Daniel Z, Zeng H. Modeling the dynamics of landscape structure in Asia's emerging desakota regions; a case study in Shenzhen. *Landscape and Urban Planning*, 2001, 53(1~4): 37~52.
- [3] Carlson T N, Arthur S T. The impact of landuse-land cover changes due to urbanization on surface microclimate and hydrology: a satellite perspective. *Global and Planetary Change*, 2000, 25: 49~65.
- [4] Zeng H, Yu H, Guo Q H. A simulation study of the built-up region for Longhua area, Shenzhen City. *Acta Ecologica Sinica*, 2000, 20(4): 545~551.
- [5] Chen L D, Fu B J. Analysis of impact of human activity on landscape structure in Yellow River Delta-a case study of Dongying region. *Acta Ecologica Sinica*, 1996, 16(4): 337~344.
- [6] Wang Y Q, Zhang X S. A dynamic modelling approach to simulating socioeconomic effects on landscape changes. *Ecological Modelling*, 2001, 140: 141~162.
- [7] Oh K. Landscape Information System: A GIS approach to managing urban development. *Landscape and Urban Planning*, 2001, 54: 79~89.
- [8] Li H B, Wu Y G. Quantitation research methods of landscape ecology. In: Liu J G, eds. *Advances in modern ecology*. Beijing: China sciences and technology press, 1992. 209~233.
- [9] Xiao D N. Characteristics and methods of macropic ecological research. *Chin. J. Appl. Ecol.*, 1994, 5(1): 95~102.
- [10] Zeng H, Tang J, Guo Q H. A landscape study of element transferring pattern and changing stage of Changping Town in eastern part of Zhujinag delta. *Scientia Geographica Sinica*, 1999, 19(1): 73~77.
- [11] Xu L, Zhao Y. Forecast of land use pattern change in Dongling District of Shenyang; an application of Markov



- process. *Chin. J. Appl. Ecol.*, 1993, 4(3):272~277.
- [12] Sklar F H, Costanza R. Forest Landscape model, The Development of Dynamics Spatial Models for Landscape Ecology: A review and prognosis. In: Turner M G, Gardner R H, eds. *Quantitative methods in landscape ecology*, New York: Springer-Verlag, 1991. 263~288.
- [13] Li B L. Stability analysis of a nonhomogeneous Markovian landscape model. *Ecological Modelling*, 1995, 82(3): 247~256.
- [14] Hobbs. Effects of landscape fragmentation on ecosystem processes in the Western Australian wheatbelt. *Biological Conservation*, 1993, 64(3): 193~201.
- [15] Yang H X, Pan Y D, Wu Y G. Markov chain model of succession of the mixed broadleaf koreanpineforest at Changbaishan biosphere reserves in China. *Acta Ecologica Sinica*, 1988, 8(3):211~219.
- [16] Muller M R, Middleton J. A Markov model of land-use change dynamics in the Niagara Region, Ontario, Canada. *Landscape Ecology*, 1994, 9: 151~157.
- [17] Lopez E, Bocco G, Mendoza M *et al.* Predicting land-cover and land-use change in the urban fringe: A case in Morelia city, Mexico. *Landscape and Urban Planning*, 2001, 55:271~285.
- [18] Turner M G, Ruscher G L. Changes in landscape patterns in Georgia. *Landscape Ecology*, 1988, 1(4): 241~251.

#### 参考文献:

- [4] 曾辉, 喻红, 郭庆华. 深圳市龙华地区城镇用地动态模型建设及模拟研究. *生态学报*, 2000, 20(4): 545~551.
- [5] 陈利顶, 傅伯杰. 黄河三角洲地区人类活动对景观结构的影响分析——以山东省东营市为例. *生态学报*, 1996, 16(4): 337~344.
- [8] 李哈滨, 伍业钢. 景观生态学的数量研究方法. 见: 刘建国主编. *当代生态学博论*. 北京: 中国科学技术出版社, 1992. 209~233.
- [9] 肖笃宁. 宏观生态学研究的特点与方法. *应用生态学报*, 1994, 5(1): 95~102.
- [10] 曾辉, 唐江, 郭庆华. 珠江三角洲东部地区常平镇景观组分转移模式及动态变化研究. *地理科学*, 1999, 19(1): 73~77.
- [11] 徐岚, 赵羿. 利用马尔可夫过程预测沈阳东陵区土地利用格局的变化. *应用生态学报*, 1993, 4(3): 272~277.
- [15] 阳含熙, 潘翰德, 伍业钢. 长白山阔叶红松林马氏链模型. *生态学报*, 1988, 8(3): 211~219.