

## 基于高空间分辨率航空影像的宁波 鄞州新城城市景观格局分析

郭慧慧, 蒋文伟, 梅艳霞

(浙江农林大学 风景园林与建筑学院, 浙江 临安 311300)

**摘要:** 基于高空间分辨率航空影像, 应用 Arcgis, Fragstates 软件平台, 选取适合的景观格局指数定量分析浙江宁波鄞州新城城市景观格局。结果表明: 鄞州新城景观格局主要有建筑等硬铺装地面、水域、公共绿地、生产防护绿地、农田及生态涵养绿地和道路等 6 种类型。建筑等硬铺装地面和道路为城市建设用地, 占总面积的 49.96%, 破碎化最为严重; 水网密集且均匀分布; 道路连接性较好, 形成较完整的道路体系; 农田及生态涵养用地主要分布在鄞州大道以南的区域, 面积较大, 景观类型较为单一; 公共绿地表现出较高的斑块密度和边缘密度, 破碎化比较严重, 景观类型复杂。各景观类型斑块大部分以小尺度斑块为主, 总体比例达到 71.01%。鄞州新城景观组分较多且分布均匀, 在城市化进程中形成了大量的均质景观。图 1 表 5 参 35

**关键词:** 景观生态学; 高空间分辨率; 航空影像; 景观格局; 宁波

**中图分类号:** TU983; S731

**文献标志码:** A

**文章编号:** 2095-0756(2012)03-0344-08

## Landscape pattern analysis of Yinzhou new city zone based on high spatial resolution aerial photos

GUO Hui-hui, JIANG Wen-wei, MEI Yan-xia

(School of Landscape Architecture, Zhejiang A & F University, Lin'an 311300, Zhejiang, China)

**Abstract:** With urban spatial analysis combined with some metrics, this paper attempts to quantificationally analyze the landscape pattern of Yinzhou new city zone, an important region in the development of Ningbo central district in Zhejiang Province, based on the land use of Gis-datasets derived from 1 : 5 000 high spatial resolution aerial photos of 2009. According to the theory of landscape ecology and the characteristics of study area, the urban landscape was classified into 6 types, namely, hard surface, water, public green, protective greenbelt, agriculture, and road in this paper. Applying the spatial pattern analysis software FRAGSTATS 3.3, this paper includes these following four aspects: (1) urban landscape structure of patch; (2) class-level metrics of landscape types; (3) landscape-level analysis; (4) patch size distribution. The results show that there are numerous and well-proportioned landscape components in Yinzhou new city zone, which has formed the massive isotropic landscape in the progress of urbanization. Land used for construction occupies 49.96%, mainly in the northern region, along north of the Yinzhou Road. Agriculture, with an area of 1 785.51 hm<sup>2</sup>, occupies 23.9%, mainly along south of the Yinzhou Road. Water network, crowded and distributed evenly, is a typical model with urban features in south of the lower reaches of the Yangze River. The hard surface which has higher landscape fragmentation is complex and is most obvious in human disturbance. Among three kinds of urban green, the public green displays higher patch density with the edge density of 8.22 and 76.65 respectively. This indicates that the public green is quite seriously fragmented and complex; but the agriculture,

收稿日期: 2011-08-06; 修回日期: 2011-12-07

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(30972342)

作者简介: 郭慧慧, 从事园林植物应用与效益研究。E-mail: 466870545@qq.com。通信作者: 蒋文伟, 副教授, 博士, 从事城市生态学与景观生态学研究。E-mail: wenweijiang@zafu.edu.cn

concentrated in southeast of Yinzhou new city zone, is more unitary, and the patch density and the edge density is lower, with 2.34 and 41.46 respectively. Each type is predominantly the small size patch, taking up 71.01%. The patch distributions at mesoscale level or above are few. The agriculture has a higher mesoscale patch and a bigger scale patch, occupying 35.43% and 30.29% respectively. 73.94% of public green patch is identified as small scale patches with less than 1 hm<sup>2</sup> of the area. [Ch, 1 fig. 5 tab. 35 ref.]

**Key words:** landscape ecology; high spatial resolution; aerial photos; landscape pattern; Ningbo City

城市景观格局的分析方法是定量研究斑块在城市景观中的分布规律，从表面无序的景观中发现潜在的、有意义的规律性。景观格局指数是高度浓缩的景观格局信息，反映其结构组成和空间配置方面的特征，为定量研究城市景观结构提供依据<sup>[1-4]</sup>。研究城市景观格局的现状可以在城市化过程中定量考虑格局的空间优化，调整和优化城市土地利用格局，实现城市的生态和可持续发展<sup>[5-7]</sup>。李加林等<sup>[8]</sup>以多时相陆地资源卫星航天传感器平台(Landsat-MSS/TM/ETM+)卫星影像为数据源，提取宁波城市各组团(三江片、镇海片和北仑片)多时相的用地信息，分析了港口城市用地扩展的时空特征及外部形态演变过程。研究区的宁波城市用地为鄞州并入市区之前的城市用地。戴梁等<sup>[9]</sup>利用 1990 年土地详查变更调查数据和 2006 年卫星 SPOT 遥感影像数据，借助地理信息系统(GIS)空间分析能力，通过计算土地利用类型动态度、转移矩阵、扩展强度指数分析了鄞州区的城镇土地利用变化的时空特征，表明在 1990-2006 年城镇用地在空间上表现为很强的空间聚集性，且以宁波为中心的“圈层式”模式向四周发展。宁波作为长江三角洲南翼的经济中心，鄞州区新城区位于宁波中心城南部地区，是宁波城市空间拓展的重要领域。鄞州新城区经过短短几十年的建设，成为中国快速城市化发展地区新城区建设的典型案例，同时也是中国东南沿海新城区建设的典型范例<sup>[10]</sup>。城市化进程会造就大量的均质化的城市景观，而快速的城市化也带来了区域城镇人口和建设用地的快速增长<sup>[11]</sup>。本研究通过结合高清航空影像对鄞州新城区的城市景观格局现状进行研究，以探索城市发展存在的问题，分析政府决策与管理对城市发展的影响。

1 研究方法

1.1 数据来源

本研究以宁波市鄞州区 2009 年高空间分辨率航空影像(1:5 000)为主要数据源，结合土地利用现状图，城市绿地系统规划总图及相关部门的现状调查资料作为空间信息提取的基本图件。

1.2 景观类型分类

景观分类是景观格局定量分析的基础。关于城市景观类型分类，目前存在着不同的分类体系。本研究景观分类结合鄞州新城区的用地特点，将研究区分为建筑等硬铺装地面、水域、公共绿地、生产防护绿地、农田及生态涵养用地和道路 6 种类型(表 1)。这 6 种类型为城市景观类型的基本结构，保证城市发展和生态安全的基本功能<sup>[12-14]</sup>。

表 1 鄞州新城区城市景观类型分类  
Table 1 Urban landscape types of Yinzhou new city zone

| 序号 | 景观类型      | 类别代号                  | 特征                                                  |
|----|-----------|-----------------------|-----------------------------------------------------|
| 1  | 建筑等硬铺装地面  | R, C, M, W, U, S2, S3 | 主要是城市建设用地，包括居住用地、公共设施用地、工业用地、仓储用地、广场用地和一些未利用的裸露地面等。 |
| 2  | 水域        | E1                    | 主要是江、河和水库等水域。                                       |
| 3  | 公共绿地      | G1                    | 向公众开放，有一定的游憩设施的绿化用地，包括其中的水域。主要有公共绿地，街头绿地。           |
| 4  | 生产防护绿地    | G2                    | 主要是苗木圃地和防护林带。                                       |
| 5  | 农田及生态涵养用地 | E2, E3, E4            | 主要是耕地和园地等。                                          |
| 6  | 道路        | T1, T2, S1            | 主要是高速公路和一、二、三级公路等。                                  |

1.3 景观空间格局分析

本研究首先利用 ENVI 4.3 图像处理软件对图像进行几何校正, 转换成西安\_1980 坐标体系, 并对图像进行拼接裁剪处理, 获得研究区域的影像图。然后利用 Arcgis 9.2 进行人工目视解译, 结合实地调查对研究区景观类型分布进行矢量化, 并将矢量文件通过空间分析模块转换成像元大小为 5 m × 5 m 的栅格数据, 最终形成城市景观分类图(图 1)。采用 Fragstats 3.3 景观格局分析软件在斑块水平、类型水平和景观水平上计算景观格局指数。

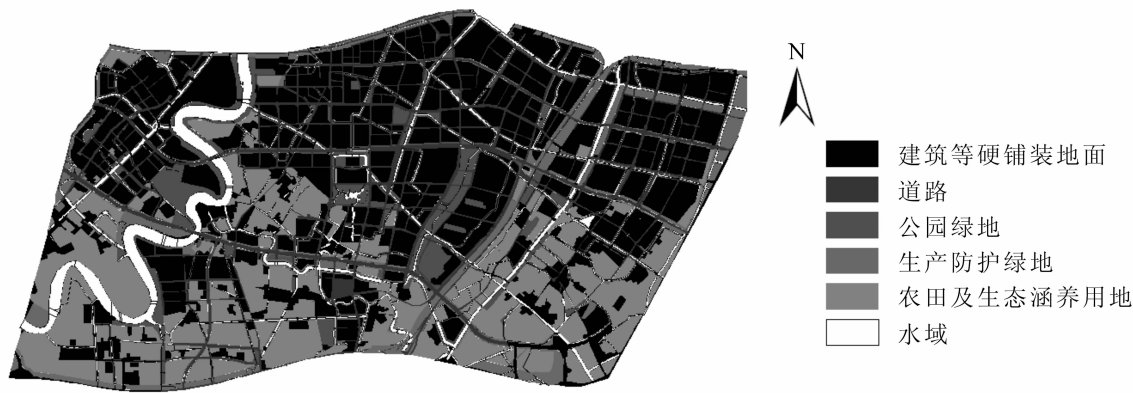


图 1 鄞州新城区 2009 年景观分类图

Figure 1 Landscape classification map of Yinzhou new city zone in 2009

根据本研究区域的特点, 笔者选择的景观格局指数有: 斑块数(NP), 斑块类型面积(CA), 斑块面积比例(PLAND), 斑块密度(PD), 最大斑块指数(LPI), 斑块形状指数(LSI), 边缘密度(ED), 平均斑块面积(AREA\_MN), 斑块面积标准差(AREA\_SD), 斑块面积变异系数(AREA\_CV), 面积加权平均形状指数(SHAPE\_AM), 面积加权平均分维数(FRAC\_AM), 景观聚集度指数(AI), 平均欧几里得最邻近距离(MNN), Shannon 多样性指数(SHDI) 和 Shannon 均匀度指数(SHEI)等<sup>[15-20]</sup>。

2 结果与分析

2.1 城市景观斑块组成结构

从鄞州新城区景观要素的斑块组成可以看出(表 2): 建筑等硬铺装地面的斑块数最多, 达到 51.88%, 面积所占比例也较大为 39.91%; 道路的斑块数最少, 占总数的 3.94%; 建筑等硬铺装地面和道路为城市建设用地, 占总面积的 49.96%。生产防护绿地的斑块面积最少, 为 7.70%; 水域斑块数和斑块面积都趋于中等水平, 分别占总数的 9.20%和 9.30%。本研究中城市绿地景观主要分为公共绿地、生产防护绿地和农田及生态涵养用地, 在这 3 类景观中公共绿地的斑块数最多, 为 614 块, 占总数的 18.76%; 其次是生产防护绿地, 斑块数为 356 块, 占总数的 10.88%; 斑块数最少的是农田及生态涵养用地, 为 175 块, 占总数的 5.35%。从斑块面积上看, 农田及生态涵养用地的斑块面积最大, 为 1 785.51 hm<sup>2</sup>,

表 2 鄞州新城区各景观类型的斑块组成

Table 2 Structure of patch of landscape types in Yinzhou new city zone

| 斑块类型      | 斑块数块  | 占总数/%  | 面积/hm <sup>2</sup> | 占总数/%  | 平均斑块面积/hm <sup>2</sup> | 最大斑块指数 |
|-----------|-------|--------|--------------------|--------|------------------------|--------|
| 建筑等硬铺装地面  | 1 698 | 51.88  | 29.82              | 39.91  | 1.76                   | 1.55   |
| 水域        | 301   | 9.20   | 694.60             | 9.30   | 2.31                   | 1.82   |
| 公共绿地      | 614   | 18.76  | 683.35             | 9.15   | 1.11                   | 0.70   |
| 生产防护绿地    | 356   | 10.88  | 575.35             | 7.70   | 1.62                   | 0.24   |
| 农田及生态涵养用地 | 175   | 5.35   | 1 785.51           | 23.90  | 10.20                  | 2.17   |
| 道路        | 129   | 3.94   | 751.15             | 10.05  | 5.82                   | 9.78   |
| 合计        | 3 273 | 100.00 | 7 471.91           | 100.00 |                        |        |

占总面积的 23.90%；其次为公共绿地，为 683.35 hm<sup>2</sup>，占总面积的 9.15%；最小的是生产防护绿地，为 575.35 hm<sup>2</sup>，占总面积 7.70%。鄞州新城区属于平原地区，发展条件优越，主要交通通道从该区通过，邻近宁波中心城市，受中心城市辐射作用强烈，发展迅速<sup>[21]</sup>。初始发展动力为农民自发形成的、自下而上的乡村工业化动力，导致新城市用地结构不合理，产业用地比重偏高，在新城区景观要素中反映为建筑等硬铺装地面斑块比重偏高，而绿地和生态保护类斑块比重偏低。

斑块数和斑块平均面积在一定意义上可揭示景观破碎度<sup>[22]</sup>。从鄞州新城区景观要素斑块组成上来看，建筑等硬铺装地面景观的斑块数是最多的，平均斑块面积较小，斑块破碎度较大；道路的斑块数最少，平均斑块面积较大，最大斑块指数最大，这是由于鄞州新城区形成了较好的公路网，公路连接性、完整性较好。城市绿地景观中公共绿地斑块数最多，平均斑块面积最小为 1.11 hm<sup>2</sup>，斑块破碎度较大；农田及生态涵养用地斑块数最少，平均斑块面积最大为 10.20 hm<sup>2</sup>，最大斑块指数较高为 2.17。鄞州新城区在初始建设中，依托宁波中心城市的优势条件，建设“三横三纵”的道路网络与宁波市中心城区相接，而后的公共绿地建设中，主要是以道路绿地建设为主，公园绿地建设相配套。

从鄞州新城区景观格局分布图(图 1)中可以看出：鄞州新城区建筑等硬铺装表面景观类型主要分布在中北部；水域景观类型分布均匀；南部农田与生态涵养用地比较集中，成片存在，在城市绿地空间中占有优势；公共绿地和生产防护绿地空间组分较少。“宁波市总体规划(2004–2020)”<sup>[23]</sup>定位鄞州新城区为北部都市区，鄞州区东西两侧山区以及滨海地区属于生态发展区，鄞西、鄞南是鄞州区基本农田主要集中的地区。南部农田与生态涵养用地为新城区基本农田所在的区域。目前，东南部引进康博园和南部引进农博园为代表的现代农业生产项目，对南部农田与生态涵养用地进行保护和有效利用。

公园绿地主要形成大型斑块，有利于生物多样性的保护和城市生态效益的维护。鄞州新城区现有的大型公园绿地主要有鄞州公园、高教园区河滨绿带、永泰公园和剑桥公园等。“宁波市鄞州区森林城市建设总体规划(2010–2020)”<sup>[24]</sup>提出“一核、四轴、三环、多楔”的生态空间结构，可以有效的改善公共绿地斑块破碎化的现状。基于鄞州工业园区和商贸居住片区的规划，人居环境的改善尤为重要。

2.2 城市景观类型层次分析

由表 3 可以看出：斑块密度指数(PD)的排序为，建筑等硬铺装地面>公共绿地>生产防护绿地>水域>农田及生态涵养用地>道路，边缘密度指数(ED)的排序为，建筑等硬铺装地面>公共绿地>道路>水域>生产防护绿地>农田及生态涵养用地。表明建筑等硬铺装地面景观为破碎化最严重的类型，景观类型复杂，受人为干扰最为明显。在 3 种城市绿地景观类型中，公共绿地表现出较高的斑块密度和边缘密度，表明公共绿地破碎化比较严重，景观类型复杂，而农田及生态涵养用地斑块集中于鄞州新城区的南部，农田大面积成片出现，景观类型较为单一，斑块密度和边缘密度都较小。

表 3 鄞州新城区景观类型特征

Table 3 Class-level landscape metrics of Yinzhou new city zone

| 类型            | 斑块<br>密度 | 边缘<br>密度 | 斑块形状<br>指数 | 斑块面积<br>标准差 | 斑块面积<br>变异系数 | 面积加权平均<br>形状指数 | 面积加权<br>平均分维数 | 平均欧几里得<br>最邻近距离 | 景观聚集<br>度指数 |
|---------------|----------|----------|------------|-------------|--------------|----------------|---------------|-----------------|-------------|
| 建筑等硬铺<br>装地面  | 22.73    | 94.10    | 34.25      | 5.82        | 331.48       | 2.15           | 1.09          | 25.82           | 96.95       |
| 水域            | 4.03     | 63.09    | 44.93      | 9.20        | 398.64       | 4.56           | 1.24          | 24.98           | 91.64       |
| 公共绿地          | 8.22     | 76.65    | 54.90      | 2.81        | 252.14       | 2.63           | 1.18          | 24.93           | 89.67       |
| 生产防护<br>绿地    | 4.76     | 42.57    | 33.70      | 2.51        | 155.24       | 2.12           | 1.14          | 27.26           | 93.16       |
| 农田及生态<br>涵养用地 | 2.34     | 41.46    | 18.43      | 16.76       | 164.29       | 1.82           | 1.09          | 49.61           | 97.93       |
| 道路            | 1.73     | 70.03    | 49.32      | 64.07       | 1 100.36     | 46.63          | 1.48          | 22.63           | 91.16       |

景观形状指数可以反映斑块聚合和离散程度<sup>[25]</sup>。斑块形状指数(LSI)的排序为，公共绿地>道路>水域>建筑等硬铺装地面>生产防护绿地>农田及生态涵养用地；同样从面积加权平均形状指数和面积加权平均分维数的数值上可以看出，公共绿地也具有较高的面积加权平均形状指数和面积加权平均分维



数, 而农田及生态涵养用地景观类型的面积加权形状指数和面积加权平均分维数都比较低。在城市绿地中, 绿地斑块类型的面积加权平均形状指数和面积加权平均分维数越高, 表明绿地斑块的边缘越复杂, 越有利于发挥边缘效应, 提高改善城市生态环境的作用<sup>[26]</sup>。

从鄞州新城区平均欧几里得最邻近距离和景观聚集度指数上可知: 农田及生态涵养用地具有较高的平均欧几里得最邻近距离和景观聚集度指数, 其次是生产防护绿地, 最小的是公共绿地。城市绿地分布离散, 没有形成空间网络, 连接性差。这对城市热岛效应的缓解、生活环境的改善以及人与自然的和谐相处都是非常不利的。

### 2.3 景观层次格局分析

鄞州新城区在宁波旧城区的南部发展起来, 沿万达广场—行政文化中心—鄞州公园—南部商务区—鄞州商业中心发展。北部地区已基本建成, 中部框架已搭好, 南部地区处于待开发区。受宁波市“南居北工”战略影响, 鄞州新城区将成为宁波市最重要的居住区之一。

斑块密度、边界密度、面积平均加权、聚合度主要反映景观的破碎化, 斑块密度、边界密度越大, 面积平均加权、聚合度越小, 则景观的破碎化越高<sup>[27]</sup>。对于城市景观而言, 景观越破碎, 表明城市景观的异质性越强, 道路体系越完善, 景观的可接近性越好<sup>[28]</sup>。多样性指数主要从景观组分以及分布方面反映景观。相对来说, 景观组分越多, 分布越均匀, 该指数越大<sup>[29]</sup>。分维数从斑块形状复杂程度上反映景观的自然化程度。一般来说分维数越大, 斑块受干扰越小, 自然化程度越高<sup>[30]</sup>。

表 4 鄞州新城区 2009 年景观水平格局指数

Table 4 Landscape-level metrics in Yinzhou new city zone 2009

| 斑块密度/(块·100 hm <sup>-2</sup> ) | 边界密度/(m·hm <sup>-2</sup> ) | 面积平均加权 | Shannon 多样性指数 | 平均分维数 | 聚合度   |
|--------------------------------|----------------------------|--------|---------------|-------|-------|
| 43.80                          | 193.94                     | 93.68  | 1.576 6       | 1.109 | 95.15 |

鄞州新城区属于宁波市的“城乡结合部”, 依托宁波市的交通条件和公共设施条件迅速发展, 但是仍面临诸多问题。城镇空间发展以鄞县大道两侧, 宁南路、天童路之间为片区中心, 以奉化江、同三高速公路两侧绿带为景观生态带, 以鄞县大道、鄞州大道为公共设施轴, 分割全区为东区、西区、南区、北区、中区以及鄞州工业园区等 6 个组团, 从而形成“一心二带二轴六组团”的空间结构。城市工业发展以一类工业为主, 重点发展鄞州投资创业中心, 新城区的工业向鄞州投资创业中心集中<sup>[31]</sup>。城市建设用地功能置换, 闲散、闲置、废弃城市用地的整合是新城区新一轮的城市建设中亟待解决的问题。

### 2.4 景观要素尺度等级分析

从鄞州新城区不同尺度斑块的分布(表 5)可以看出: 各类型斑块大部分以小尺度斑块为主, 总体比例达到 71.01%, 中尺度以上的斑块分布较少。从具体类型可以看出, 建筑等硬铺装地面、水域、道路、公共绿地与生产防护绿地中的小尺度斑块所占比例均较高, 超过 50.00%, 其他尺度所占比例较小。在公共绿地和生产防护绿地中, 巨大尺度斑块根本没有出现。在农田及生态涵养用地斑块类型中, 中尺度

表 5 鄞州新城区内不同尺度斑块的分布

Table 5 Pattern of patch size distribution within Yinzhou new city zone

| 景观类型      | 小尺度( $A < 1 \text{ hm}^2$ ) |       | 中尺度( $1 \text{ hm}^2 \leq A < 5 \text{ hm}^2$ ) |       | 大尺度( $5 \text{ hm}^2 \leq A < 10 \text{ hm}^2$ ) |       | 超大尺度( $10 \text{ hm}^2 \leq A < 100 \text{ hm}^2$ ) |       | 巨大尺度( $A \geq 100 \text{ hm}^2$ ) |      |
|-----------|-----------------------------|-------|-------------------------------------------------|-------|--------------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------|-------|-----------------------------------|------|
|           |                             |       |                                                 |       |                                                  |       |                                                     |       |                                   |      |
|           | 数目                          | %     | 数目                                              | %     | 数目                                               | %     | 数目                                                  | %     | 数目                                | %    |
| 建筑等硬铺装地面  | 1 332                       | 78.45 | 169                                             | 9.95  | 119                                              | 7.01  | 77                                                  | 4.53  | 1                                 | 0.06 |
| 水域        | 175                         | 58.14 | 107                                             | 35.55 | 13                                               | 4.32  | 5                                                   | 1.66  | 1                                 | 0.33 |
| 道路        | 121                         | 93.80 | 7                                               | 5.43  | 0                                                | 0     | 0                                                   | 0     | 1                                 | 0.78 |
| 公共绿地      | 454                         | 73.94 | 138                                             | 22.48 | 17                                               | 2.77  | 5                                                   | 0.81  | 0                                 | 0    |
| 生产防护绿地    | 217                         | 60.96 | 113                                             | 31.74 | 18                                               | 5.06  | 8                                                   | 2.25  | 0                                 | 0    |
| 农田及生态涵养用地 | 25                          | 14.29 | 62                                              | 35.43 | 34                                               | 19.43 | 53                                                  | 30.29 | 1                                 | 0.57 |
| 合计        | 2 324                       | 71.01 | 596                                             | 18.21 | 201                                              | 6.14  | 148                                                 | 4.52  | 4                                 | 0.12 |

和超大尺度斑块所占比例较高，分别达到 35.43% 和 30.29%。

城市绿地斑块的数量并不能代替斑块规模。因为生物的生存都需要一定的空间，规模较小的绿地斑块无论是在生物多样性、生态效益还是在景观特色的营造上都不能和较大规模的绿地斑块相比<sup>[32]</sup>。鄞州新城区位于东南沿海地带，台风频发，城市处于灾害的潜在威胁中。在城市灾害避难的过程中，发挥紧急避难功能的绿地主要是城市公共绿地，即具有一定规模的城市公园和附属绿地。防灾绿地的规模至少应大于 1 hm<sup>2</sup>，从表 5 中可以看出，鄞州新城区公共绿地面积大于 1 hm<sup>2</sup> 的仅有 160 块，占 26.06%<sup>[33]</sup>。

### 3 结论与讨论

本研究基于 Arcgis 和 Fragstates 软件平台，利用高空间分辨率航空影像对鄞州新城区景观格局进行定量化分析。结果表明：①鄞州新城区城市建设用地主要集中于北部地区即鄞州大道以北的区域，占总面积的 49.96%。城市建设用地中，道路密集地带同样也是建筑等硬铺装地面类型集中分布的区域。在整个鄞州新城区中，水网密集且均匀分布。农田及生态涵养用地主要分布在鄞州大道以南的区域，面积较大，为 1 785.51 hm<sup>2</sup>，占总面积的 23.90%。②建筑等硬铺装地面景观为破碎化最严重的类型，景观类型复杂，受人为干扰最为明显。在 3 种城市绿地景观类型中，公共绿地表现出较高的斑块密度和边缘密度，表明公共绿地破碎化比较严重，景观类型复杂，而农田及生态涵养用地斑块集中于鄞州新城区的南部，农田大面积成片出现，景观类型较为单一，斑块密度和边缘密度都较小。③鄞州新城区景观破碎化严重。城市景观中引起景观破碎化的主要原因之一就是城市道路网络的分割作用。景观组分较多且分布均匀，形成了大量的均质景观。这与政府决策、城市的整体定位和战略布局有很大的相关性。④各类型斑块大部分以小尺度斑块为主，总体比例达到 71.01%，中尺度以上的斑块分布较少。在农田及生态涵养用地斑块类型中，中尺度和超大尺度斑块所占比例较高，分别达到 35.43% 和 30.29%。公共绿地小尺度斑块分布较多，达到 73.94%，破碎化严重，受人为干扰严重。鄞州新城区城市景观格局总体上建筑等硬铺装地面形成景观基底，景观组分分布较多且分布均匀，形成了大量的均质景观。城市发展的总体布局没能形成完整的城市生态系统，中北部区域借助宁姜公路和天童路的优势发展迅速，而鄞州大道以南地区则仍存在大面积农田；城市公共绿地大型斑块较少，可以起到防灾绿地作用的仅有鄞州公园、高教园区河滨绿带、永泰公园和剑桥公园；水网密集分布，结合水系建立的生态防护绿地很少。鄞州新城区被宁波市纳入城市发展的核心组团，并受其拉动和辐射，成为宁波市扩展城市经济的腹地和缓解旧城压力的疏解地，未来的发展定位调整到宁波市新的繁华商贸区，合理规划土地利用格局尤为重要<sup>[34]</sup>。鄞州大道以北区域应该实现土地的高效利用和复合生长，即在集约利用土地的同时，实现土地功能的混合使用，形成紧凑的土地利用格局<sup>[35]</sup>。鄞州大道以南区域在为城市发展预留一定空间的基础上，对农田及生态涵养用地采取一定的保护措施，结合现代农业产业，形成南部城市生态屏障。鄞州新城区位于东南沿海地带，台风频发，城市处于灾害的潜在威胁中，在今后的城市发展中，应该适当考虑防灾避灾场所规划，增加大型城市公共绿地，同时考虑防灾绿地的景观可达性，确保城市和居民的生态安全。

### 参考文献：

- [1] 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，2000.
- [2] 邬建国. 景观生态学：概念与理论[J]. 生态学杂志，2000，**19** (1)：42 - 52.  
WU Jianguo. Landscape ecology: concepts and theories [J]. *Chin J Ecol*, 2000, **19** (1): 42 - 52.
- [3] 邬建国. 景观生态学中十大研究论题[J]. 生态学报，2004，**24** (9)：2074 - 2076.  
WU Jianguo. The key research topics in landscape ecology [J]. *Acta Ecol Sin*, 2004, **24** (9): 2074 - 2076.
- [4] 孙娟，夏汉平，辛琨，等. 广西贵港市城市建成区景观格局动态变化研究[J]. 地理与地理信息科学，2005，**21** (4)：36 - 40.  
SUN Juan, XIA Hanping, XIN Kun, et al. Landscape dynamic change pattern of the constructed region: a case study of Guigang City, Guangxi Autonomous Region [J]. *Geogr Geo-Inf Sci*, 2005, **21** (4): 36 - 40.
- [5] 孙娟，蓝崇钰，夏汉平，等. 基于 QuickBird 卫星影像的贵港市城市景观格局分析[J]. 生态学杂志，2006，**25** (1)：50 - 54.

- SUN Juan, LAN Congyu, XIA Hanping, *et al.* Analysis on landscape pattern of Guigang City based on QuickBird imagery [J]. *Chin J Ecol*, 2006, **25** (1): 50 – 54.
- [6] 谢花林. 土地利用生态安全格局研究进展[J]. 生态学报, 2008, **28** (12): 6305 – 6311.  
XIE Hualin. Review and the outlook of land use ecological security pattern [J]. *Acta Ecol Sin*, 2008, **28** (12): 6305 – 6311.
- [7] 蒋文伟, 刘彤, 丁丽霞, 等. 景观生态空间异质性的研究进展[J]. 浙江林学院学报, 2003, **20** (3): 311 – 314.  
JIANG Wenwei, LIU Tong, DING Lixia, *et al.* Progress in spatial heterogeneity research in landscape ecology [J]. *J Zhejiang For Coll*, 2003, **20** (3): 311 – 314.
- [8] 李加林, 朱晓华, 张殿发. 群组型港口城市用地时空扩展特征及外部形态演变: 以宁波为例[J]. 地理研究, 2008, **27** (2): 275 – 284.  
LI Jialin, ZHU Xiaohua, ZHANG Dianfa. Spatio-temporal characteristics of urbanized area growth and outer spatial form evolution of group port city: taking Ningbo City as a case [J]. *Geograph Res*, 2008, **27** (2): 275 – 284.
- [9] 戴梁, 刘明超. 基于 RS 与 GIS 的宁波鄞州区土地利用变化分析[J]. 地理空间信息, 2010, **8** (4): 121 – 123.  
DAI Liang, LIU Mingchao. Analysis of urban land use change in Yinzhou District of Ningbo City using RS and GIS [J]. *Geospat Inf*, 2010, **8** (4): 121 – 123.
- [10] 宁波市规划局鄞州分局. 鄞州规划: 2009 第 1 期[EB/OL]. [2010-11-12]. <http://www.nbyzplan.gov.cn/attachment/newsimg/>.
- [11] 杨叶涛, 龚建雅, 周启明, 等. 土地利用景观格局对城市扩张影响研究[J]. 自然资源学报, 2010, **25** (2): 320 – 329.  
YANG Yetao, GONG Jianya, ZHOU Qiming, *et al.* Impacts of landscape pattern on urban expansion: a case study of Beijing City [J]. *J Nat Resour*, 2010, **25** (2): 320 – 329.
- [12] 杨英宝, 江南, 苏伟忠. 南京城市景观空间格局的变化分析[J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2004, **28** (6): 39 – 42.  
YANG Yingbao, JIANG Nan, SU Weizhong. Spatial pattern of urban landscape of Nanjing [J]. *J Nanjing For Univ Nat Sci Ed*, 2004, **28** (6): 39 – 42.
- [13] 吴泽民, 吴文友, 高健, 等. 合肥市区城市森林景观格局分析[J]. 应用生态学报, 2003, **14** (12): 2117 – 2122.  
WU Zemin, WU Wenyu, GAO Jian, *et al.* Analysis of urban forest landscape pattern in Hefei [J]. *Chin J Appl Ecol*, 2003, **14** (12): 2117 – 2122.
- [14] 曾辉, 江子瀛. 深圳市龙华地区快速城市化过程中的景观结构研究: 城市建设用地结构及异质性特征分析[J]. 应用生态学报, 2000, **11** (6): 567 – 572.  
ZENG Hui, JIANG Ziyang. Landscape structure of Longhua area in Shenzhen City during fast urbanization process: structure and heterogeneity analysis of urban construction area [J]. *Chin J Appl Ecol*, 2000, **11** (6): 567 – 572.
- [15] 李秀珍, 布仁仓, 常禹, 等. 景观格局指标对不同景观格局的反应[J]. 生态学报, 2004, **24** (1): 123 – 134.  
LI Xiuzhen, BU Rencang, CHANG Yu, *et al.* The response of landscape metrics against pattern scenarios [J]. *Acta Ecol Sin*, 2004, **24** (1): 123 – 134.
- [16] 禹莎, 陈宝禄, 王祥荣. 杭州市西北部生态带景观格局[J]. 复旦学报: 自然科学版, 2010, **49** (3): 355 – 361.  
YU Sha, CHEN Baolu, WANG Xiangrong. Research of the landscape pattern on north-west urban eco-belt in Hangzhou [J]. *J Fudan Univ Nat Sci*, 2010, **49** (3): 355 – 361.
- [17] 华昇, 谢更新, 石林, 等. 基于 GIS 的市域景观格局定量分析与优化[J]. 生态环境, 2008, **17** (4): 1554 – 1559.  
HUA Sheng, XIE Gengxin, SHI Lin, *et al.* Quantitative analysis and optimization of the landscape patterns based on GIS and FRAGSTATS in urban areas: a case in Changsha [J]. *Ecol Environ*, 2008, **17** (4): 1554 – 1559.
- [18] 孔繁花, 尹海伟. 城市绿地功能的研究现状、问题及发展方向[J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2010, **34** (2): 119 – 124.  
KONG Fanhua, YIN Haiwei. Urban green space function s: present, problems and future [J]. *J Nanjing For Univ Nat Sci Ed*, 2010, **34** (2): 119 – 124.
- [19] 常青, 李双成, 李洪远, 等. 城市绿色空间研究进展与展望[J]. 应用生态学报, 2007, **18** (7): 1640 – 1646.  
CHANG Qing, LI Shuangcheng, LI Hongyuan, *et al.* Research progress on urban green space [J]. *Chin J Appl Ecol*, 2007, **18** (7): 1640 – 1646.

- [20] 郭微, 江洪, 陈健, 等. 基于遥感的杭州余杭森林景观格局变化[J]. 浙江林学院学报, 2010, **27** (1): 36 – 43.  
GUO Zheng, JIANG Hong, CHEN Jian, *et al.* Forest landscape analysis with remote sensing data for Yuhang, Zhejiang [J]. *J Zhejiang For Coll*, 2010, **27** (1): 36 – 43.
- [21] 宁波市规划局鄞州分局. 宁波市鄞州区城乡空间规划(2006–2020)[R]. 宁波: 宁波市规划局鄞州分局, 2007.
- [22] 陈国强. 海湾城市新区城市景观格局动态演变研究[J]. 生态科学, 2006, **25** (6): 501 – 506.  
CHEN Guoqiang. Dynamic changes of landscape pattern of new district of bay-type city: a case study of Xiang'an district in Xiamen City [J]. *Ecol Sci Dec*, 2006, **25** (6): 501 – 506.
- [23] 宁波市人民政府. 宁波市总体规划(2004–2020)[R]. 宁波: 宁波市人民政府, 2005.
- [24] 宁波市鄞州区农林局. 宁波市鄞州区森林城市建设总体规划(2010–2020)[R]. 宁波: 宁波市鄞州区农林局, 2011.
- [25] 胡建波, 李小明, 陈玮, 等. 基于 GIS 和 QuickBird 的沈阳市城市景观格局[J]. 生态学杂志, 2008, **27** (5): 809 – 815.  
HU Jianbo, LI Xiaoyu, CHEN Wei, *et al.* Cityscape pattern of Shenyang based on QuickBird image and GIS [J]. *Chin J Ecol*, 2008, **27** (5): 809 – 815.
- [26] 花利忠, 崔胜辉, 黄云凤, 等. 海湾型城市半城市化地区空间扩展演化: 以厦门市为例[J]. 生态学报, 2009, **29** (7): 3509 – 3517.  
HUA Lizhong, CUI Shenghui, HUANG Yunfeng, *et al.* Analyses of peri-urban landscape dynamics in the rapid urbanizing process: a case study of Xiamen [J]. *Acta Ecol Sin*, 2009, **29** (7): 3509 – 3517.
- [27] 刘江, 崔胜辉, 邱全毅, 等. 滨海半城市化地区景观格局演变: 以厦门市集美区为例[J]. 应用生态学报, 2010, **21** (4): 856 – 862.  
LIU Jiang, CUI Shenghui, QIU Quanyi, *et al.* Evolvement of landscape pattern in coastal peri-urban area: a case study of Jimei District, Xiamen City [J]. *Chin J Appl Ecol*, 2010, **21** (4): 856 – 862.
- [28] 田光进, 张增祥, 张国平, 等. 基于遥感与 GIS 的海口市景观格局动态演化[J]. 生态学报, 2002, **22** (7): 1028 – 1034.  
TIAN Guangjin, ZHANG Zengxiang, ZHANG Guoping, *et al.* Landscape dynamic change pattern of Haikou City by TM imagery and GIS [J]. *Acta Ecol Sin*, 2002, **22** (7): 1028 – 1034.
- [29] 邓劲松, 李君, 余亮, 等. 快速城市化过程中杭州市土地利用景观格局动态[J]. 应用生态学报, 2008, **19** (9): 2003 – 2008.  
DENG Jingsong, LI Jun, YU Liang, *et al.* Dynamics of land use landscape pattern in Hangzhou City during its rapid urbanization [J]. *Chin J Appl Ecol*, 2008, **19** (9): 2003 – 2008.
- [30] 李伟峰, 王仰麟, 彭健, 等. 深圳市景观格局演变及其驱动因素分析[J]. 应用生态学报, 2004, **15** (8): 1403 – 1410.  
LI Weifeng, WANG Yanglin, PENG Jian, *et al.* Landscape spatial changes in Shenzhen and their driving factors [J]. *Chin J Appl Ecol*, 2004, **15** (8): 1403 – 1410.
- [31] 王玉洁, 李俊祥, 吴健平, 等. 上海浦东新区城市化过程景观格局变化分析[J]. 应用生态学报, 2006, **17** (1): 36 – 40.  
WANG Yujie, LI Junxiang, WU Jianping, *et al.* Landscape pattern changes in urbanization of Pudong New District, Shanghai [J]. *Chin J Appl Ecol*, 2006, **17** (1): 36 – 40.
- [32] 李俊祥, 王玉洁, 沈晓虹, 等. 上海市城乡梯度景观格局分析[J]. 生态学报, 2004, **24** (9): 1973 – 1980.  
LI Junxiang, WANG Yujie, SHEN Xiaohong, *et al.* Landscape pattern analysis along an urban-rural gradient in the Shanghai metropolitan region [J]. *Acta Ecol Sin*, 2004, **24** (9): 1973 – 1980.
- [33] 高峻, 宋永昌. 基于遥感与 GIS 的城乡交错带景观演变研究: 以上海西南地区为例[J]. 生态学报, 2003, **23** (4): 805 – 813.  
GAO Jun, SONG Yongchang. On landscape dynamics of the urban-rural ecotone based on remote sensing and GIS: a case study of southwest Shanghai [J]. *Acta Ecol Sin*, 2003, **23** (4): 805 – 813.
- [34] 唐继刚. 城市绿地规划的理论基础与模式研究[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2008.
- [35] 陈彩虹, 胡锋, 张落成, 等. 南京市城乡交错带景观格局研究[J]. 应用生态学报, 2003, **14** (8): 1363 – 1368.  
CHEN Caihong, HU Feng, ZHANG Luocheng, *et al.* Landscape pattern of Nanjing urban-rural ecotone [J]. *Chin J Appl Ecol*, 2003, **14** (8): 1363 – 1368.