

合肥市滨湖新区绿地景观格局动态变化研究

赵文静, 滕 尊, 张萍萍, 方新宇, 李若男*

(安徽农业大学 林学与园林学院, 安徽 合肥 230036)

摘 要: 基于多期(2005、2012、2020) Landsat 遥感影像, 运用 ENVI、Arc GIS、Fragstats 软件选择景观格局指数定量研究滨湖新区绿地景观格局, 探究其动态变化过程。结果表明: (1) 自 2005 年以来, 城市绿地面积先增加后减少, 截至 2020 年, 研究区形成了以城市绿地和建设用地为主的景观格局, 其面积占比分别为 45.91% 和 45.17%; (2) 2005-2020 年间, 研究区农林用地转出量最大, 占总转化面积 61.33%, 是城市绿地和建设用地的主要来源, 建设用地稳步扩张, 主要由农林用地和城市绿地转化而来; (3) 2005-2020 年间, 研究区整体景观类型破碎化程度低, 景观多样性减少, 各类型景观处于团聚趋势, 连通性增加。绿地斑块数下降、斑块形状趋向简单化、规则化, 绿地斑块逐渐呈现均匀分布的空间特征。研究结果可为滨湖新区绿地空间结构和生态环境优化提供参考依据。

关键词: 城市绿地; 景观格局; 动态变化; 滨湖新区

中图分类号: S731.2

文献标识码: A

文章编号: 2095-8382(2022)03-034-06

Study on the Dynamic Changes of Green Space Landscape Pattern in Binhu New Area of Hefei City

ZHAO Wenjing, TENG Zun, ZHANG Pingping, FANG Xinyu, LI Ruonan

(School of Forestry and Landscape Architecture, Anhui Agricultural University, Hefei 230036, China)

Abstract: Based on multi period (2005, 2012, 2020) Landsat remote sensing images, using ENVI, Arc GIS and Fragstats software to select landscape pattern indexes to quantitatively study the landscape pattern of green space in Binhu New Area and explore its dynamic change process. The results show that (1) since 2005, the urban green space area has first increased and then decreased. By 2020, the study area has formed a landscape pattern dominated by urban green space and construction land, accounting for 45.91% and 45.17% respectively; (2) from 2005 to 2020, the transfer volume of agricultural and forestry land in the study area is the largest, accounting for 61.33% of the total transformed area, which is the main source of urban green space and construction land. The construction land increases steadily, mainly converted from agricultural and forestry land and urban green space; (3) from 2005 to 2020, the study area has seen a low fragmentation of the overall landscape types and a reduced landscape diversity. The landscapes tends to be clustered and connectivity increases. The number of green patches decreased, and the shape tends to be simpler, more regular and homogeneous. The results can provide a reference for improving the green space structure and ecological environment in Binhu New Area.

Keywords: urban green space; landscape pattern; dynamic change; Binhu New Area

收稿日期: 2021-10-11

基金项目: 安徽省高校自然科学研究重点项目(KJ2021A0161, KJ2018A0150)

作者简介: 赵文静(1997-), 女, 硕士研究生, 研究方向为风景园林规划设计。

通讯作者: 李若男(1980-), 女, 讲师, 博士, 研究方向为风景园林规划设计。

城市绿地作为城市生态系统的重要组成部分,直接影响着城市生态可持续发展^[1]。随着城市化进程的快速推进,城市生态环境面临严峻挑战:绿地面积不足、生物多样性减少、建筑斑块聚集等,威胁着城市的可持续发展^[2]。城市绿地景观格局作为衡量城市生态环境的重要指标,是城市扩张的直观表现^[3]。近年来,国内外学者基于遥感解译,从土地利用角度研究其景观格局动态变化的相关研究较多,但将城市绿地划分为一种景观类型、探究其动态变化的研究较少^[4]。对于景观格局变化,多从时间或空间单方面描述,较少将时间和空间联系起来,分析景观格局动态变化^[5]。本文运用景观格局动态度,将各景观类型时间变化与空间特征结合起来,定量分析城市绿地景观格局的动态变化。在研究区的选择上,多集中在快速发展的一线大城市上,对于快速城市化的中小城市缺少关注^[6]。

合肥是安徽省会,是长江中下游重要的中心城市之一^[7],合肥市作为近年来国内城市化高速发展的代表呈现出快速发展趋势。滨湖新区隶属安徽省合肥市,随着滨湖新区城市建设规模迅速扩张,区内农林用地和城市绿地等生态用地遭到占用和破坏,生态风险有所升高^[8]。目前国内外相关研究中,有关合肥市滨湖新区绿地景观格局的研究大多浮于表面,缺少对其绿地景观格局的量化研究分析^[9]。鉴于此,本研究以合肥市滨湖新区为研究对象,根据滨湖新区发展历程,选择多期(2005、2012、2020) Landsat 遥感影像、利用 ENVI 5.3、Arc GIS10.2、Fragstats 4.2 软件分析在快速城市化背景下,滨湖新区 2005–2020 年间的绿地景观格局时空变化,旨在提出可操作性的绿地景观格局优化的途径,为提高城市生态环境质量、优化城市绿地结构等提供重要的理论依据。

1 研究区概况

滨湖新区位于合肥主城区东南部,地理坐标介于 117.13~117.24° E, 31.28~31.50° N, 总占地面积为 196 km²。规划范围为南邻巢湖,北依南二环,西接沪蓉高速公路,东临南淝河,如图 1 所示。研究区年平均气温为 15.7℃,年平均降水量为 1 000 mm,日照约 2 100 h^[10]。区内地势西北高,

东南低,水资源丰富,巢湖、南淝河、包河、南淝河、十五里河、塘西河、派河穿流其中^[11]。滨湖新区自 2006 年 11 月 15 日开始建设,是合肥“141”城市空间发展战略的重要组成部分^[7]。

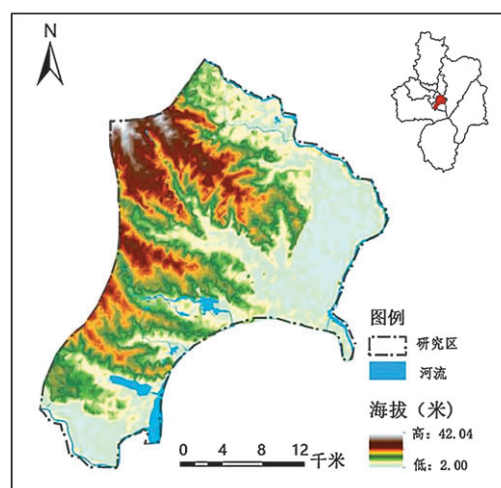


图 1 滨湖新区区位图

2 材料与方法

2.1 数据来源与处理

以 Landsat7 (2005、2012) 及 Landsat8 (2020) 遥感影像数据为数据源^[12],见表 1。经 ENVI5.3 预处理后^[13],依据《城市用地分类与规划建设用地标准》(GB50137–2011)^[14],结合滨湖新区景观特点和土地使用现状,将研究区景观划分为农林用地、城市绿地、建设用地、水域、未利用地五类,见表 2。其中需要特殊说明的是:考虑牛角大圩和东大圩的用地特殊性,本次研究中将其划分为城市绿地。在 ENVI5.3 中采用支持向量机和目视解译相结合的方法解译遥感影像,解译后检验其 Kappa 系数,结果均高于 0.80,满足研究要求^[3]。滨湖新区各年度景观类型分布见图 2。

表 1 Landsat 遥感影像基本信息

成像时间 (年-月-日)	影像类型	最大云量	分辨率 /m	投影 坐标系
2020-04-15	Landsat8 OLI	0.6%	30/15	WGS-84
2012-04-01	Landsat7 ETM+	0.19%	30	WGS-84
2005-04-14	Landsat7 ETM+	0.55%	30	WGS-84

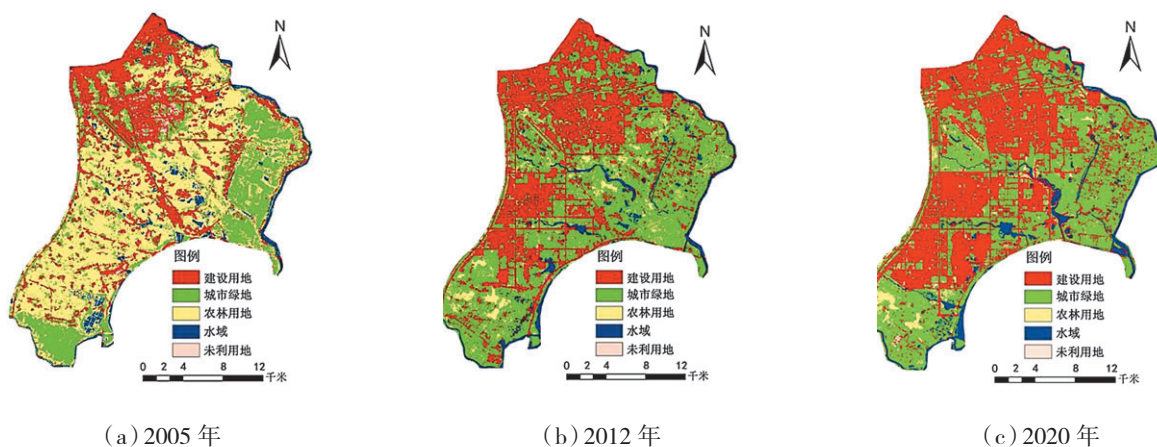


图 2 2005–2020 年滨湖新区景观类型图

表 2 土地利用景观类型

序号	景观类型	含义
1	农林用地	耕地、园地、林地、水田
2	城市绿地	公园绿地、广场绿地、防护绿地、附属绿地、区域绿地等
3	建设用地	城乡居民点建设用地、区域交通设施用地、区域公用设施用地等
4	水域	河流、湖泊、水库
5	未利用地	裸地和其他未利用土地等

注:考虑东大圩和牛角大圩用地特殊性,将其划分为城市绿地

辅助数据包括合肥总体规划(2006–2020)、合肥市城市总体规划(2011–2020),2005–2020 年历史影像卫星图数据来自水经微图,空间分辨率为 1.5 m。气象数据来源于国家气象科学数据共享网。

2.2 景观格局动态度

为科学描述各景观类型面积占比及其时空变化,本次研究采用景观格局动态度的研究方法,即通过研究区在时间 t 内某一景观类型的变化情况,来评价不同景观类型在一定时间内的变化量与变化速度^[15]。其表达式为:

$$K = \frac{U_b - U_a}{U_a t} \times 100\% \quad (1)$$

式中: K 表示时间段 t 内某一类型景观动态度, U_a 、 U_b 表示时间段 t 开始与结束时某一类型景观的面积。

2.3 景观格局转移矩阵

景观类型转移矩阵对景观类型结构的变化特征和景观类型的变化方向进行深入分析^[16]。基于分类后的遥感影像,在 Arc GIS10.2 中将其转化为矢量文件,运用叠加分析中的相交工具处理后,

将其属性表导出,经过 Excel 简单处理得到研究区 2005–2012 年和 2012–2020 年景观格局转移矩阵。其表达式为:

$$S = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & \cdots & S_{1n} \\ S_{21} & S_{22} & \cdots & S_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ S_{n1} & S_{n2} & \cdots & S_{nn} \end{bmatrix} \quad (2)$$

式中: S 表示转移矩阵, n 表示景观类型数,向量表示各种景观类型变化的面积。

2.4 景观格局指数

现有的绿地景观格局是在城市诸多因素长期作用下形成的^[17]。以往研究中对于景观格局指数的选择缺乏科学依据。本研究充分考虑研究区尺度、各景观格局指数的生态学含义,结合滨湖新区绿地特点,构建科学的景观格局指数体系。从景观和类型水平上,选择类型面积、斑块数、斑块密度、最大斑块指数、斑块形状指数、聚集度指数、香农多样性指数、香农均匀度指数、蔓延度指数^[18–19],对滨湖新区景观格局的面积、密度、聚集程度、形状特征、多样性等分析,计算方法见文献[20]。根据 ENVI 提取各景观类型分类图,在 Arc GIS10.2 中将三期景观类型图转化为 tif 格式文件后,采用 Fragstas4.2 软件计算,并将结算结果绘制成图,提高结果的可视化程度。

3 结果与分析

3.1 景观格局动态度变化分析

基于 2005、2012、2020 年的遥感影像,对各年

份5种景观类型进行统计,并计算各类景观面积比重。从图3中可以看出,由于2005年滨湖新区还未开始建设,主要景观类型为农林用地、城市绿地、建设用地,分别占总面积的42.15%、28.43%、23.90%。随着2006年滨湖新区开始建设,截至2012年,滨湖新区的主要景观类型为城市绿地和建设用地,占比分别为54.52%、34.26%,农林用地占比下降至5.33%。随着城市化进程的进一步加快,建设用地面积进一步增加,截至2020年,滨湖新区的主要景观类型为城市绿地、建设用地和水域,占比分别45.91%、45.17%、5.7%。

由图4可知,建设用地和水域两个时间段增长趋势相同,增长速度由2005–2012年的3.43%和1.29%降至2012–2020年的2.55%和1.32%,建设用地增长减缓,水体加速增长。农林用地和未利用地减少趋势由2005–2012年的–6.99%和–1.45%变化为2012–2020年的–3.75%和–4.83%,农林用地减少速度减缓,未利用地减少速度加快。2005–2020年间城市绿地呈现先增加后减少的变化趋势,2005–2012年期间城市绿地的增加速度为7.34%,2012–2020年城市绿地的减少速度为–1.26%,景观动态变化较大。

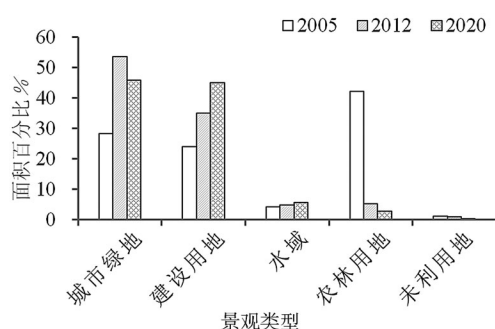


图3 滨湖新区景观面积百分比

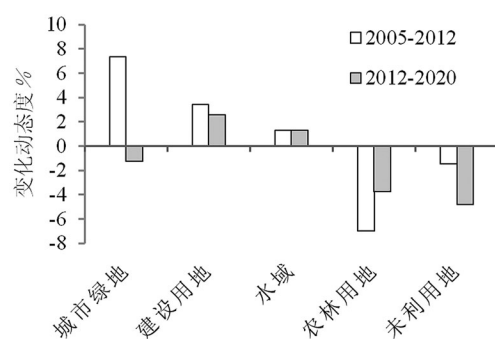


图4 滨湖新区景观变化动态度

3.2 景观格局转移矩阵分析

2005–2020年间,滨湖新区5种景观类型发生了较为明显地转化。由表3可知,2005–2012年间,发生变化的景观类型面积为118.7 km²,占总面积的60.56%,发生变化的景观类型面积比例较大。其中农林用地转出量最大,为72.17 km²,主要转化为建设用地和城市用地,这和滨湖新区自2006年建设以来的快速城市化、农林用地被征用有很大的关系。城市绿地转入量为66.94 km²,主要由农林用地、建设用地转化而来,转化面积分别为50.99 km²和15.95 km²,这是由于城市发展需要,部分农林用地和农村居民点用地被重新规划,使得城市绿地有所增加。建设用地转入量增加,水域和其他用地变化量较小。新增水域多为农林用地转化而来,减少的其他用地主要转化为建设用地和城市绿地。

由表4可知,2012–2020年间,发生变化的景观类型面积为67.44 km²,占总面积的34.41%。城市绿地转出量增加,主要转化为建设用地。建设用地转入量进一步增加,城市绿地和农林用地贡献最大,转化面积分别为32.78 km²和2.27 km²,分别占其转化总面积的48.61%和3.37%。其变化主要原因是城市建设发展需要,如2017年提出的合肥滨湖科学城的建设等政策加剧了景观格局变化。水域面积缓慢增加,主要由城市绿地转入。未利用地逐年减少,主要转出为城市绿地和建设用地。

3.3 景观格局指数变化分析

由表5可知,景观类型上,2005–2020年间,滨湖新区整体景观的最大斑块指数由9.59%上升到17.52%,这是由于近年来快速城市化,建筑用地扩张,使得建筑斑块更加聚集。斑块形状指数呈现波动下降的趋势,斑块形状呈现先变复杂后又变简单的趋势,表明2012年左右的规划对其生态环境有一定的积极影响,近年来的城市化又对城市生态环境造成了一定破坏。香农多样性指数由1.31下降至1.18,说明研究区景观斑块类型减少,破碎化程度低,景观多样性减少。香农均匀性指数在缓慢上升并保持平稳,表明各类型景观趋于均匀分布的趋势。聚集度指数和蔓延度指数呈上升趋势,分别上升了0.77%和4.19%,表明各类型景观中不同斑块处于团聚或延展的趋势,景观中的优势斑块连接性有一定提高。

表 3 2005–2012 年滨湖新区景观格局转移矩阵 /km²

2005 年	2012 年					总计
	建设用地	水域	城市绿地	农林用地	未利用地	
建设用地	28.83	1.03	15.95	0.98	0.22	47.01
水域	2.45	3.81	1.98	0.01	0.00	8.25
城市绿地	13.03	1.50	37.60	3.27	0.33	55.73
农林用地	21.80	3.21	50.99	6.13	0.48	82.61
未利用地	1.04	0.03	0.93	0.34	0.05	2.39
总计	67.15	9.58	106.86	10.44	1.96	196.00

表 4 2012–2020 年滨湖新区景观格局转移矩阵 /km²

2012 年	2020 年					总计
	建设用地	水域	城市绿地	农林用地	未利用地	
建设用地	52.01	0.07	14.13	0.72	0.23	67.15
水域	0.15	8.25	1.05	0.12	0.01	9.58
城市绿地	32.78	2.76	67.25	3.64	0.44	106.86
农林用地	2.27	0.06	7.02	1.03	0.07	10.45
未利用地	1.33	0.03	0.03	0.53	0.04	1.96
总计	88.54	11.17	89.98	5.55	0.78	196.00

表 5 2005–2020 年滨湖新区景观水平景观格局指数

年份	最大斑块指数 (LPI)/%	斑块形状指数 (LSI)/%	聚集度指数 (AI)/%	香农多样性 (SHDI)	香农均匀性 (SHEI)	蔓延度指数 (CONTAG)/%
2005	9.59	42.99	95.52	1.31	0.73	58.38
2012	13.32	47.26	95.94	1.19	0.76	61.37
2020	17.52	39.38	96.29	1.18	0.76	62.57

表 6 2005–2020 年滨湖新区类型水平景观格局指数

年份	类型面积 (CA)/km ²	斑块数 (NP)/个	斑块密度 (PD)个/km ²	最大斑块指数 (LPI)	斑块形状指数 (LSI)/%	聚集度指数 (AI)/%
2005	55.73	4945	11.82	3.45	77.96	89.92
2012	106.86	2897	6.93	10.82	76.42	92.81
2020	89.98	2630	6.29	7.78	64.93	93.48

由表 6 可知,类型水平上,城市绿地面积先急速上升后又下降,城市绿地斑块数减少较快,斑块总数从 4945 减少到 2630,减少了 2315。斑块密度下降,从 11.82 下降到 6.29,下降了 5.53。城市绿地景观的最大斑块指数呈现先增加后降低的趋势,从 3.45 上升到 10.82,后又降低到 7.78,表明人类活动对于景观优势种的确立存在较大的影响,2012 年以前的建设有利于优势种的形成。斑块形状指数呈现逐年下降的趋势,从 77.96 下降到 64.93,下降了 13.03。聚集度指数缓慢上升,表明斑块逐渐

聚集,连通性增加。研究区在城市化进程中,城市绿地的破碎度降低,连通性增加。绿地斑块形状趋向简单化、规则化,景观类型越来越单一化,斑块逐渐呈现均匀分布的空间特征。

4 结论与讨论

4.1 结论

以合肥市滨湖新区为研究对象,基于多期(2005、2012、2020) Landsat 遥感影像,将景观类型分为建设用地、城市绿地、水域、农林用地和未利用

地。利用 ENVI5.3、Arc GIS10.2、Fragstats4.2 软件选择景观格局指数,定量研究滨湖新区绿地景观格局,探究其动态变化过程,结果表明:

(1) 从景观类型时间变化角度,2005–2020 年 16 年间研究区景观特征发生较大变化。2006 年滨湖新区开始建设,16 年间,人类活动干扰程度增强导致农林用地总占比减少量最大,为 39.29% (77.06 km²),减少速度较快。建设用地总占比稳步上升,为 17.81% (41.52 km²)。2011 年合肥城市空间战略改变,滨湖新区迎来新一轮建设,生态环境有所改善,城市绿地面积先快速增加后缓慢减少,水域面积缓慢上升,未利用地面积缓慢下降。截至 2020 年,城市绿地和建设用地为研究区主要景观类型,分别占总面积的 45.91% 和 45.17%。

(2) 从空间变化角度,2005–2012 年间,农林用地转出量最大,占总变化面积的 61.33%,是城市绿地和建设用地的主要来源。建设用地转入量稳步增加,主要由农林用地和城市绿地转化而来。2012–2020 年间,2017 年合肥滨湖新区科学城的提出,城市化进程进一步加快,建设用地转入量较大,主要由城市绿地和农林用地转化而来,转化面积为 32.78 km²,占转化总面积的 48.61%。滨湖新区经济快速发展,人口不断增加,2005–2020 年景观类型呈现农林用地退化成城市绿地和建设用地、城市绿地和农林用地转化为建设用地的趋势。水域和其他用地变化量较小。

(3) 从景观格局动态变化角度,景观水平上:2005–2020 年间,随着快速城市化,新增道路交通用地、建筑组团聚集使聚集度、蔓延度、均匀度指数呈上升的趋向;多样性指数呈下降趋向,斑块形状指数呈波动下降趋势,表明研究区内各景观类型破碎化程度低,景观多样性减少,连通性增加,各类景观类型趋向均匀化发展。类型水平上:2005–2020 年间,绿地面积和最大斑块指数先上升后下降,绿地斑块数、斑块形状指数稳步下降,聚集度指数缓慢上升,表明研究区绿地景观异质性降低、连通性增加,绿地斑块形状趋向简单化、规则化,绿地斑块逐渐呈现均匀分布的空间特征。

4.2 讨论

本文使用数据空间分辨率为 30 m × 30 m 的 Landsat 遥感影像进行分析,小于 30 m 的景观单元

无法识别,可能导致景观格局指数的计算存在一定误差。人工目视解译景观类型分类时,由于解译的主观性,可能与实际结果存在误差,今后研究应注重应用高精度数据。

本研究结果的数据来源更为可靠,选取的指标更为科学,弥补江新^[10]、贾媛媛等^[11]人在滨湖新区绿地空间数据获取与空间结构分析上的不足。基于研究区现状问题,现提出以下几点建议:

(1) 各景观类型用地变化上:截至 2020 年,建设用地仍在持续增长,城市绿地波动下降,建议未来加强保护区内城市绿地、农林用地,合理控制城市化速度。

(2) 各景观类型空间变化上:16 年间,滨湖新区景观格局发生较大变化。就目前来看,近年来的政策规划在一定程度上对区内生态环境产生了积极影响。但随着经济发展,区内建设用地规模扩大,不可避免占用部分农林用地和城市用地,从而加剧了人地矛盾。在今后发展中应建立各类用地间生态缓冲区,增加城市微小环境建设。针对滨湖新区在城市化进程中的问题,结合国土空间规划,优化各类土地利用结构,完善滨湖新区空间布局。

(3) 景观格局指数变化上:目前研究区各类景观聚集度、蔓延度指数平稳上升,景观连通性较好,这与 16 年间滨湖新区东大圩、牛角大圩和滨湖湿地森林公园绿地景观保护较好有关,未来发展应继续保持。但大规模的城市建设活动也导致研究区内绿地斑块数、斑块密度、形状指数、香农多样性指数不断减少,研究区内景观结构区域简单化,建设用地分布聚集,生态环境遭到破坏。

因此,针对本研究所反映的问题,建议滨湖新区在今后的规划建设中,做好现存绿地的保护工作,建设用地不宜再大规模建设,应增加道路、公园、建筑间绿地,构建绿色廊道。同时,应增加一些点状、块状绿地,增加绿地斑块数量,丰富绿地结构类型,提高研究区内的生物多样性。在快速发展的同时,协调好快速城市化与生态环境之间的关系,划定生态保护红线、滨湖开发边界、永久基本农田等;强化边界控制,整合城市内蓝绿生态空间,充分发挥城市绿地生态效益,更好地完善滨湖新区绿地空间结构。

(下转第 46 页)

参考文献:

- [1] Kim K, Kim H, Kim W, et al. Integration of ifc objects and facility management work information using Semantic Web[J]. Automation in Construction, 2018, 87: 173-187.
- [2] 冯增文, 李珂, 李梓豪, 等. 低空无人机的倾斜摄影测量技术在城市轨道交通建设中的应用[J]. 测绘通报, 2020(9): 42-45.
- [3] 范登科. BIM 与 GIS 融合技术在铁路信息化建设中的研[J]. 铁道工程学报, 2016, 33(10): 106-110, 128.
- [4] 袁红, 付飞, 姚强, 等. 基于 GIS+BIM 技术的中心型轨道站点地下空间设计[J]. 地下空间与工程学报, 2020, 16(S2): 517-526.
- [5] Zhang S R, Hou D J, Wang C, et al. Integrating and managing BIM in 3D web-based GIS for hydraulic and hydropower engineering projects[J]. Automation in Construction, 2020, 112: 103114.
- [6] 曹祎楠, 王佳, 顾大鹏. 面向多源数据集成的高速公路数字化方法[J]. 科学技术与工程, 2019, 19(19): 214-221.
- [7] 赵强, 何陈照, 杨世植, 等. 利用 IFC 和 CityGML 进行地下空间模型转换: 以城市综合管廊为例[J]. 武汉大学学报·信息科学版, 2020, 45(7): 1058-1064.
- [8] 曹浩泽. 3D Tiles 定义解析与生产规范设计: 以三维建筑物瓦片为例[D]. 武汉: 武汉大学, 2018.
- [9] 赵艳松. 基于 glTF 的三维模型服务关键技术研究及实现[D]. 西安: 西安电子科技大学, 2017.
- [10] 徐照, 张路, 索华, 等. 基于工业基础类的建筑物 3D Tiles 数据可视化[J]. 浙江大学学报(工学版), 2019, 53(6): 1047-1056.
- [11] KOUICHIMATSUDA, RODGERLEA. WEBGL 编程指南: INTERACTIVE 3D GRAPHICS PROGRAMMING WITH WEBGL[M]. 北京: 电子工业出版社, 2014.

(上接第 39 页)

参考文献:

- [1] 方和俊. 上海城市绿地植物群落现状及综合评价研究[D]. 上海: 华东师范大学, 2006.
- [2] 周媛. 多元目标导向下的成都中心城区绿地生态网络构建[J]. 浙江农林大学学报, 2019, 36(2): 359-365.
- [3] 王戈, 于强, 刘晓希, 等. 包头市景观格局时空演变研究[J]. 农业机械学报, 2019, 50(8): 192-199.
- [4] Conine A, Xiang W N, Young J, et al. Planning for multi-purpose greenways in concord, north Carolina[J]. Landscape and Urban Planning, 2004, 68(2/3): 271-287.
- [5] 蔡春雨, 冯潇. 基于 GIS 的天津市主城区公园绿地景观格局[J]. 中国城市林业, 2020, 18(5): 83-87.
- [6] 高晓俊. 基于情景规划的中小城市空间发展规划研究[D]. 合肥: 合肥工业大学, 2016.
- [7] 陈永生, 徐小牛. 基于 RS 和 GIS 的合肥市城市绿地景观空间结构的分析评价[J]. 东北林业大学学报, 2012, 40(3): 62-66.
- [8] 马牧野. 基于空间句法集成度的合肥市滨湖新区绿地系统研究[D]. 合肥: 安徽农业大学, 2019.
- [9] 戴俊鸿, 叶长盛, 黄小兰. 南昌市景观格局及生境质量变化评估[J]. 环境生态学, 2020, 2(9): 45-54.
- [10] 江新. 合肥市滨湖新区空间形态研究[D]. 济南: 山东建筑大学, 2019.
- [11] 贾媛媛. 快速城镇化地区绿地空间格局评价与调控研究: 以合肥滨湖新区为例[D]. 合肥: 安徽建筑大学, 2015.
- [12] 易阿岚, 王钧. 上海市湿地景观格局时空演变与驱动机制的量化研究[J]. 生态学报, 2021, 41(7): 2622-2631.
- [13] 汤大为, 韩若楠, 张云路. 面向国土空间规划的城市绿地系统规划评价优化研究[J]. 城市发展研究, 2020, 27(7): 55-60.
- [14] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 城市用地分类与规划建设用地标准: GB 50137—2011[S]. 北京: 中国计划出版社, 2012.
- [15] 刘建华. 基于层级分析的包头生态网络结构及格局演变研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2019.
- [16] 蒋勇军, 袁道先, 况明生, 等. 典型岩溶流域景观格局动态变化: 以云南小江流域为例[J]. 生态学报, 2004, 24(12): 2927-2931, 3011.
- [17] 姜雪娇. 基于遥感与 GIS 的城市绿地信息提取与空间格局研究[D]. 成都: 成都理工大学, 2015.
- [18] 唐玲, 谭丽, 何兴元, 等. 基于 Quickbird 卫星影像的沈阳城市绿地景观格局的空间幅度效应[J]. 资源科学, 2008, 30(9): 1415-1420.
- [19] 包玉, 王志泰, 王志杰. 喀斯特地区城镇绿地景观格局空间梯度分析[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2012, 36(3): 85-90.
- [20] 陈文波, 肖笃宁, 李秀珍. 景观指数分类、应用及构建研究[J]. 应用生态学报, 2002, 13(1): 121-125.