

城市居住区三维景观变化规律与影响因素*

张培峰^{1,2} 胡远满^{1**} 熊在平¹ 刘 淼¹

(¹ 中国科学院沈阳应用生态研究所, 沈阳 110016; ² 中国科学院研究生院, 北京 100049)

摘 要 基于1997年1:10000航片以及2002、2005和2008年QuickBird数据,应用Barista软件以及GIS、RS技术,提取了沈阳市铁西区居住区建筑物的三维信息,采用道路密度、绿化率、建筑平均高度、高度标准差、建筑覆盖率、容积率、建筑体形系数以及人口密度和人均GDP等指标,分析了1997—2008年铁西居住区改造过程中三维景观的变化规律与影响因素.结果表明:1997—2008年,铁西居住区工业建筑面积比重降低,商业与其他公共类建筑面积比重增加,居住、教育与医疗建筑面积比重基本保持稳定;研究区建筑数量减少,建筑覆盖率及体形系数降低,容积率、平均高度、高度标准差及道路密度、绿化率升高;在居住区有限的空间内,人口与经济活动容纳能力提高的同时环境质量也有所提高,建筑高度变异程度增大,建筑能耗降低.人口密度、人均GDP与容积率、道路密度和绿化率呈正相关,与建筑覆盖率呈负相关.

关键词 QuickBird 三维景观 经济与人口 政策体制

文章编号 1001-9332(2011)02-0453-07 **中图分类号** Q149 **文献标识码** A

Variation pattern and its affecting factors of three-dimensional landscape in urban residential community of Shenyang. ZHANG Pei-feng^{1,2}, HU Yuan-man¹, XIONG Zai-ping¹, LIU miao¹ (¹*Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110016, China*; ²*Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China*). -*Chin. J. Appl. Ecol.*, 2011, 22(2): 453-459.

Abstract: Based on the 1:10000 aerial photo in 1997 and the three QuickBird images in 2002, 2005, and 2008, and by using Barista software and GIS and RS techniques, the three-dimensional information of the residential community in Tiexi District of Shenyang was extracted, and the variation pattern of the three-dimensional landscape in the district during its reconstruction in 1997-2008 and related affecting factors were analyzed with the indices, *i. e.* road density, greening rate, average building height, building height standard deviation, building coverage rate, floor area rate, building shape coefficient, population density, and per capita GDP. The results showed that in 1997-2008, the building area for industry decreased, that for commerce and other public affairs increased, and the area for residents, education, and medical cares basically remained stable. The building number, building coverage rate, and building shape coefficient decreased, while the floor area rate, average building height, height standard deviation, road density, and greening rate increased. Within the limited space of residential community, the containing capacity of population and economic activity increased, and the environment quality also improved to some extent. The variation degree of average building height increased, but the building energy consumption decreased. Population growth and economic development had positive correlations with floor area rate, road density, and greening rate, but negative correlation with building coverage rate.

Key words: QuickBird; three-dimensional landscape; economy and population; policy system.

* 国家自然科学基金项目(40801069)和中国科学院沈阳应用生态研究所知识创新工程项目(06LYQY1001)资助.

** 通讯作者. E-mail: Huym@iae.ac.cn

2010-06-25 收稿, 2010-11-18 接受.

快速城市化过程中,城市改造几乎遍布中国的所有城市.大到整个城市、小到居住区乃至一个小区内部的景观都发生了巨大变化.作为城市整体景观的一个重要组成部分,城市居住区以其广泛的分布,在整个城市景观中占有重要位置.因此,分析居住区三维景观的变化规律及其影响因素,对城市的合理改造、规划的合理调整、城市景观在时空上的合理布局和城市生态环境的优化等具有重要指导作用.

目前,对城市景观变化及其影响因素的研究,多数是基于生态学原理,结合常用的景观转移矩阵、Kappa 指数和景观格局指数等从大尺度二维空间的角度研究城市用地类型在数量和空间上的变化及其景观格局的动态变化过程.有研究者分别对开封市^[1]、北京市^[2]、长沙市^[3]、东莞市^[4]、沈阳市^[5]、深圳市^[6]等城市景观变化特征与驱动机制进行了研究,结果显示,不同城市的景观变化特征差异明显,但城市化过程中城市景观变化呈现出共同特点:即城市建设用地面积增加,农田被建设用地取代,城市用地在水平方向上蔓延.道路、地形、经济发展、人口增长与政策等是城市景观变化的重要驱动因素.张小飞等^[7]从理论上提出了三维城市景观格局特征的测量方法、动态变化监测方法以及动态模拟.从事建筑与城市研究的工作者从建筑景观的设计、社会文化、经济及地域气候条件等方面对城市景观^[8-9]及其对环境变化的影响^[10]进行了广泛研究.关于居住区景观的研究多数集中于对居住区的定性描述与评价,包括居住区景观的形成机制^[11]、环境质量评价^[12-13]、内部交通问题^[14]等.而以高分辨率遥感影像的时间序列数据为基础,采用定性定量相结合的方法,从三维角度分析居住区景观变化规律与影响因素的研究则鲜见报道.为此,本文以沈阳市铁西居住区为例,应用高分辨率遥感影像,提取了建筑物的三维信息,结合景观指标与主要的社会经济指标,分析了铁西居住区在城市改造过程中三维景观的变化规律及其影响因素,旨在为城市居住区内部规划的合理布局提供科学依据,为城市改造过程中居住区景观的三维时空变异规律与影响因素的研究提供案例.

1 研究地区与研究方法

1.1 研究区概况

20世纪30年代后期至40年代中期,日本帝国主义为掠夺我国资源,满足侵华战争需要,在沈阳开辟建设了铁西工业区.当时的规划严格遵循现代主

义功能分区的原则,以建设大路为界,南部为生活区、北部为生产区^[15],这种格局一直延续至今.目前,铁西居住区是沈阳市核心城区的一部分,位于铁西区建设大路以南,面积 18.76 km^2 ^[16](图1).1999年居住区人口占铁西区总人口的84%^[17],人口密度较高,增长速度较快.随着城市改造进程的加快,居住区景观发生了巨大变化.

铁西区作为我国老工业基地的突出代表,其改造与发展一直受到党中央、国务院的高度重视.1986年,国务院将铁西区的总体改造作为我国唯一的区域性改造试点工程列入国家计划.由于受东北老工业基地体制、结构、资金、技术和历史包袱等诸多因素的制约,铁西居住区改造的进展并不顺利,成果并不明显.2002年,沈阳市委、市政府将铁西区和沈阳经济技术开发区“合署办公”,实施了“退二进三”和“东搬西建”的改造策略.在2003年中央振兴东北老工业基地战略决策的支持下^[18],居住区内大量的工业企业陆续搬迁到开发区,而工业企业搬迁后腾出的土地则被有计划地用于新居住与商业建筑的建设,大量的棚户区及破旧的居住建筑不断得到更新.2007年,铁西新区与沈阳细河经济区“合署办公”,第二次实施的“东搬西建”改造策略进一步促进了居住区的改造及其景观的变化.

1.2 数据来源与处理

本研究数据包括1997年1:1万航片和2002年9月26日、2005年3月20日、2008年10月27日的QuickBird影像、2006年1:1万地形图(源于沈阳市测绘局)、21个GPS实地测的地面控制点(GCPs)以及人口与经济方面的数据(源于沈阳市统计年鉴).

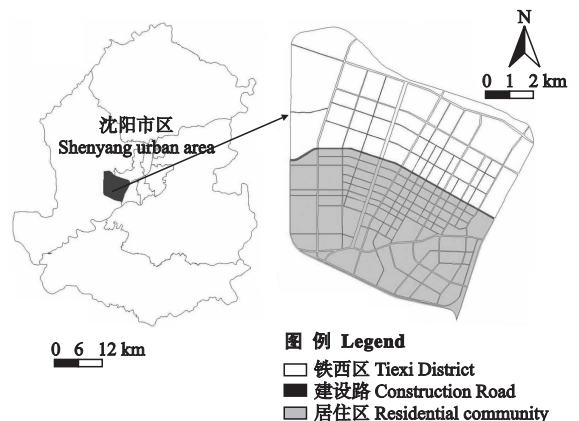


图1 沈阳市铁西居住区位置

Fig. 1 Location of residential community of Tiexi District in Shenyang City.

用 1 : 1 万地形图通过数字化等高线,生成 1 : 1 万数值高程模型 (digital elevation model, DEM), 在 Erdas 中用 1 : 1 万地形图对 1997 年铁西区航片进行几何校正, RMS 为 0.56 像元, 在 ArcMap 中通过目视解译提取航片中建筑物平面信息, 通过沈阳城市建设档案馆资料的查询, 获取建筑物的高度信息。

对于 3 期 QuickBird 影像, 先用 21 个亚米精度的地面控制点对各期影像的传感器定位模型 (RPB) 进行偏差修正。修正后, 传感器定位模型水平方向的定位精度小于 0.5 m, 通过目视解译提取了建筑物的三维信息。将随机抽取的 156 个建筑物的野外调查结果与解译结果对比, 表明建筑高度精度为 2.66 m, 解译精度可以用于本研究。

参考 2000 年 1 : 1 万沈阳地区详图、2007 年 1 : 3.5 万沈阳详图、2006 年 1 : 1.1 万铁西区详图、铁西区规划图及沈阳市城市建设档案馆资料^[19], 按照 1991 年建设部关于“城市用地分类与规划建设用地标准”^[20] 和中华人民共和国国家标准《住宅设计规范》^[21] 对研究区建筑物进行分类。按建筑使用类型分为居住建筑 (普通住宅、高档公寓和别墅等)、工业建筑 (工业厂房和仓库等)、商业建筑 (完全用于商业的大型建筑)、教育与医疗卫生建筑 (各类学校及医疗机构建筑) 和其他建筑 (以上各类以外的

建筑) 5 类, 为了保证分类精度, 同样采用随机抽取的 156 个建筑进行实地验证, 建筑类型分类精度达到 86.3%。

1.3 指标体系

本研究从建筑的二维、三维水平及社会经济方面构建指标体系来分析铁西区改造过程中居住区景观的变化规律与影响因素。二维水平的指标包括建筑数量 (N)、建筑覆盖率 (BCR)、道路密度 (RD)、绿化率 (GR), 三维水平的指标包括建筑平均高度 (AH)、建筑高度标准差 (BHSD)、容积率 (FAR) 和建筑体形系数 (BSC), 社会经济方面的指标包括人口密度 (RD) 和人均 GDP (PCG)。部分指标的计算公式及解释见表 1。

1.4 数据处理

利用 ArcMap 软件计算各指标值, SPSS 软件对经济、人口与建筑二维、三维指标进行相关分析。

2 结果与分析

2.1 城市居住区建筑景观组分的变化

从研究区建筑分类 (图 2) 及各类建筑占地面积比重 (表 2) 来看, 1997—2008 年, 铁西居住区内以居住建筑和工业建筑为主, 居住建筑面积占居住区建筑总面积的 70% 以上, 基本保持稳定略有增长的

表 1 部分指标的意义

Table 1 Meaning of partial indexes

指标 Index	表达式 Expression	生态学意义与备注 Ecological significance and remarks
建筑覆盖率 Building coverage rate (BCR) (%)	$BCR = A_i / A \times 100\%$	反映一定用地范围内的空地率和建筑密集程度。A _i 为建筑物总占地面积, A 为总用地面积。
建筑平均高度 Average building height (H _a) (m)	$H_a = \sum_{i=1}^N H_i / N$	反映一定用地范围内建筑平均高度的大小。H _i 为第 i 个建筑物的高度, N 为建筑物数量。
建筑高度标准差 Building height standard deviation (BHSD)	$BHSD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (H_i - H_a)^2}{N}}$	反映一定范围内建筑高度的变异程度。H _i 为第 i 个建筑物的高度, H _a 为建筑物的平均高度, N 为建筑物数量。
容积率 Floor area ratio (FAR)	$FAR = \frac{\sum_{i=1}^N (H_i / C * F_i)}{A}$	反映一定范围内土地开发强度与环境质量。H _i 、F _i 分别为第 i 个建筑物的高度和占地面积, C 为常数 (C=3.0 m), A 为总用地面积。
建筑体形系数 Building shape coefficient (BSC)	$BSC = \sum_{i=1}^N \frac{P_i * H_i + F_i / N}{F_i * H_i}$	反映建筑空间热散失面积的大小与能耗的多少, 系数越大, 能耗越高。H _i 、F _i 、P _i 分别为第 i 个建筑物的高度、占地面积和底面周长, N 为建筑物数量。
道路密度 Road density (RD) (%)	$RD = A_r / A \times 100\%$	反映区域基础设施的建设水平。A _r 为道路总面积, A 为区域总面积。
绿化率 Green rate (GR) (%)	$GR = A_g / A \times 100\%$	反映居住环境的质量。A _g 为绿地总面积, A 为区域总面积。
人口密度 Population density (PD) (×10 ⁴ · km ⁻²)	$PD = T_p / A$	反映人口的密集程度。T _p 为人口总数, A 为区域总面积。
人均 GDP Per capita GDP (PCG) (yuan)	$PCG = T_{GDP} / T_p$	反映区域经济发展水平。T _{GDP} 为区域国内生产总值, T _p 为人口总数。

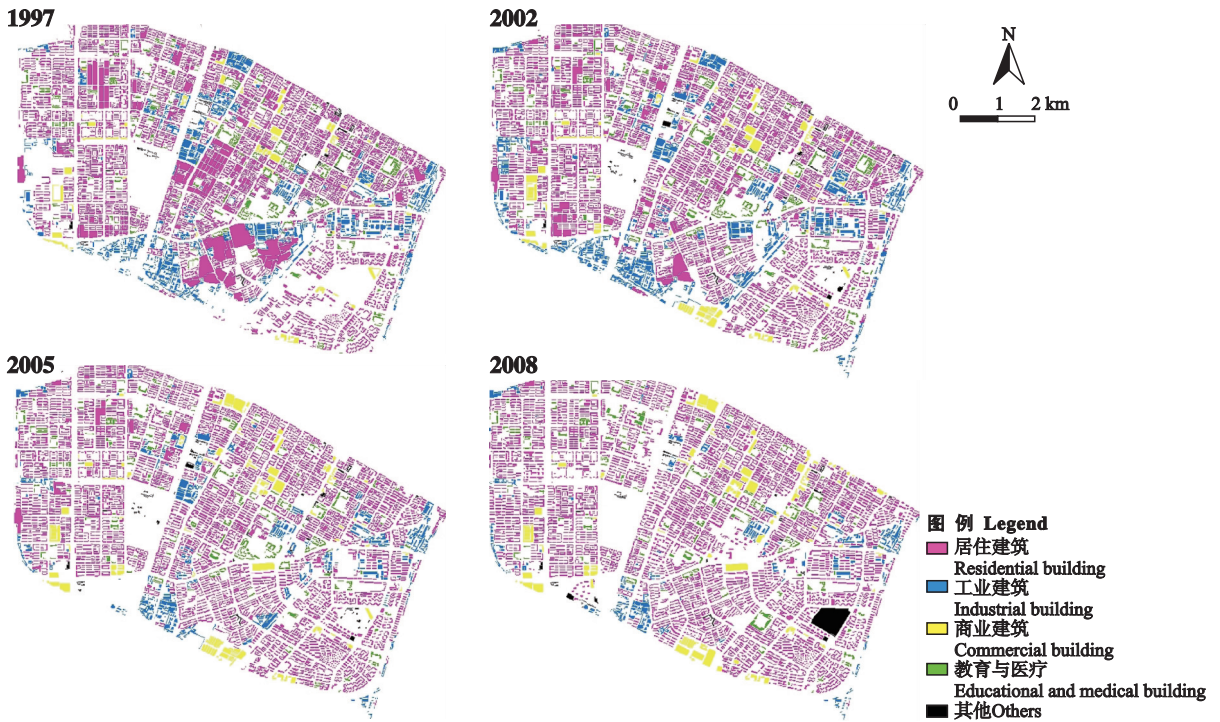


图2 1997—2008年沈阳市铁西区居住区建筑分类

Fig. 2 Building classification of residential community of Tiexi District in Shenyang City from 1997 to 2008.

趋势,工业建筑比重逐年减少,商业与其他建筑的面积比重明显增加,教育与医疗建筑的面积比重基本保持不变.可见,在铁西居住区改造过程中,建筑景观类型的变化呈现出以居住、教育与医疗建筑的面积比重保持稳定、工业建筑面积比重逐年降低、商业与其他公共建筑面积比重逐年增长的主要特征,表现为从以居住和工业建筑为主向以居住、商业和教育与医疗建筑为主的转变趋势.

城市居住区建筑景观组分的变化,一方面是城市社会经济发展的结果,但更重要的是铁西区两次“合署办公”以来,“退二进三”与“东搬西建”改造策略的实施,使居住区大量工业建筑外迁,商业、居住及其他类建筑增加.随着城市改造的进行,居住区地租的升高将进一步促进居住区建筑组分的变化.

表2 研究区各类建筑的面积比例

Table 2 Area rate of different buildings in the study area (%)

年份 Year	居住建筑 Residential building	工业建筑 Industrial building	商业建筑 Commercial building	教育与 医疗建筑 Educational and medical building	其他 Others
1997	71.8	17.9	3.4	6.0	0.9
2002	67.4	19.9	5.3	6.3	1.2
2005	72.2	12.5	7.8	6.3	1.3
2008	73.5	7.8	8.9	5.8	4.0

2.2 城市居住区二维水平的景观变化特征

由表3可以看出,1997—2008年,铁西居住区内建筑数量减少,建筑覆盖率降低,道路密度与绿化率升高.1997—2002年,研究区建筑数量由9780减少到5838个,约减少一半,但建筑覆盖率仅降低了0.3%,主要原因是1997年的数据源于航片,在ArcGIS中进行数据解译时,每个建筑都作为一个独立的解译对象,而2002年及以后的数据源于QuickBird影像,三维信息的提取在Barista软件中完成,由于周围高大建筑阴影对低矮建筑的遮挡,使很多低矮的建筑无法被清楚识别其底与顶的位置,所以在解译过程中将连片的低矮建筑作为一个建筑解译对象;另外,1997年以来大量低矮的棚户建筑被高楼大厦取代,也导致建筑数量的减少与建筑覆盖率

表3 1997—2008年研究区景观指标值

Table 3 Value of landscape indexes in the study area from 1997 to 2008

年份 Year	建筑数量 Building number	建筑覆盖率 Building coverage (%)	道路密度 Road density (%)	绿化率 Green rate (%)
1997	9780	27.9	9.0	8.7
2002	5838	27.6	13.2	15.7
2005	5633	24.1	14.2	14.0
2008	5312	23.3	14.3	15.6

的降低;同时,道路密度与绿化率均明显增长,分别从1997年的9.0%和8.7%增至2002年的13.2%和15.7%。说明1997—2002年铁西居住区道路与绿地的建设增加,居住环境的质量有所提高。2002—2008年,研究区建筑数量和建筑覆盖率略有减少,道路密度略有增大,绿化率在波动中有所下降。2002年以后,两次“合署办公”以及“退二进三”和“东搬西建”改造策略的实施,使居住区大量占地面积较大的工厂、企业外迁,大面积的棚户区得到改造,高大的居住、商业建筑以及道路与绿地有所增加。绿化率波动变化的原因在于 QuickBird 影像获取时间的差异,以及在绿地解译过程中,高大建筑对绿地遮挡所引起的误差。

2.3 城市居住区三维水平的景观变化规律

1997—2008年,铁西居住区建筑物平均高度和高度标准差逐年增加(图3)。建筑物平均高度由1997年的7.72 m增至2008年的16.75 m,年均增长0.82 m;高度标准差从1997年的11.92 m增至2008年的20.45 m,建筑物高度变异程度有所提高。1997—2005年,建筑物高度标准差呈平缓的增长趋势;2005—2008年,高度标准差快速增加,原因在于2008年以来,居住区新建了一批30层以上的大型商业建筑,部分建筑物高度在100 m以上。

建筑容积率作为衡量一个区域土地开发强度与居住环境质量综合性指标,既是影响开发商经济利益的重要技术参数,也是居住区规划中重要的参考指标。建筑体形系数的变化可以反映建筑能耗的大小,系数值越大,能耗越高。1997—2008年,研究区建筑容积率升高(由1.24增加到1.83),体形系数降低(由0.66降低到0.31)(图4)。容积率升高、

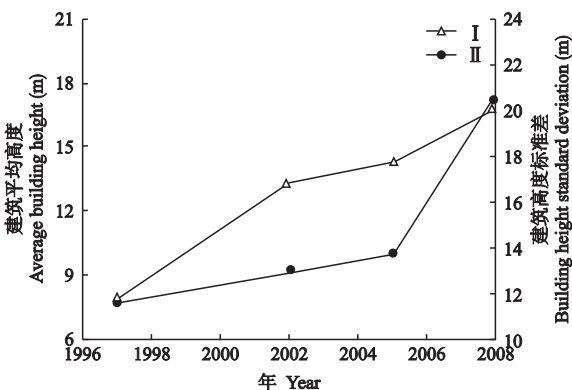


图3 1997—2008年研究区建筑物的平均高度(I)与高度标准差(II)

Fig. 3 Average building height (I) and height standard deviation (II) in the study area from 1997 to 2008.

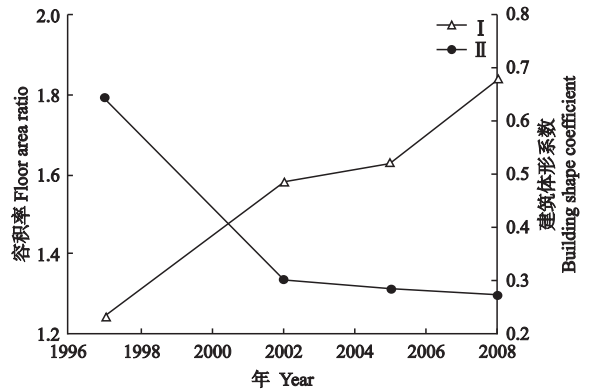


图4 1997—2008年研究区容积率(I)和建筑体形系数(II)

Fig. 4 Floor area ratio (I) and building shape coefficient (II) in the study area from 1997 to 2008.

建筑覆盖率降低,在一定程度上,可使房屋间距增加,更多的空间可用于基础设施、公共绿地等的建设,而且,建筑的采光、通风等卫生条件及居住环境质量会有所提高。建筑体形系数的降低,表明在居住区改造的过程中,建筑空间热散失面积减小,建筑能耗降低,建筑的设计更能满足节能的需求,建筑体形系数为0.31基本上接近于《民用建筑节能设计标准》^[20]的标准。

2.4 城市居住区景观变化的影响因素

城市居住区是人类活动的密集区域之一,随着城市人口的增加、经济的发展与城市改造政策的实施,居住区景观发生了巨大变化。

2.4.1 经济与人口的影响 研究区人口密度、人均GDP与建筑覆盖率呈显著的负相关关系,与容积率、道路密度和绿化率呈正相关关系,且相关系数依次降低(表4)。

铁西居住区在城市改造的过程中,随着人口的增加与经济的发展,一方面要在单位面积土地上容纳更多的人口和经济活动,增加相应基础设施来满足新增人口与经济发展的要求;另一方面,随着生活水平的提高,人们对居住区环境质量,特别是绿化及基础设施建设等方面的要求有所提高。在居住区有限的空间内,既要容纳更多的人口与经济活动,又要有更多的空间用于绿化与基础设施的建设,只能通过降低建筑覆盖率、提高其容积率来实现,而建筑覆盖率、容积率、道路密度与绿化率的变化又会对人口与经济的发展产生影响,表现为推动或阻碍人口与经济的发展。

在城市改造过程中,这种人口增长、经济发展与居住区景观变化的关系,可能是同类居住区处于同样的改造阶段的共同特性。

表 4 研究区经济、人口与景观指标的相关系数

Table 4 Correlation coefficients of economic, population and landscape indexes in the study area ($n=4$)

指标 Index		建筑覆盖率 Building coverage rate (%)	容积率 Floor area ratio	道路密度 Road density (%)	绿化率 Green rate (%)
人口密度 Population density ($\times 10^4 \cdot \text{km}^{-2}$)	相关系数 Correlation coefficient	-0.991 **	0.884	0.826	0.622
	显著性 Sig. (2-tailed)	0.009	0.116	0.174	0.378
人均 GDP Per capita GDP ($\text{yuan} \cdot \text{person}^{-1}$)	相关系数 Correlation coefficient	-0.961 *	0.907	0.796	0.635
	显著性 Sig. (2-tailed)	0.039	0.093	0.204	0.365

* $P < 0.05$; ** $P < 0.01$.

2.4.2 政策与制度的影响 1986年,国务院将铁西工业区总体改造项目作为全国重大区域性总体改造工程试点纳入国家“七五”计划。然而,由于受东北老工业基地体制、结构、资金、技术和历史包袱等诸多因素的制约,铁西居住区的改造并非一帆风顺,成为“东北现象”的典型代表。建筑景观上仍然以建设大路为中轴,以北为低矮的工业区,以南为错乱交织的居住区。

2002年,沈阳市委、市政府将铁西区与沈阳经济技术开发区合署办公,成立铁西新区^[22],成为铁西居住区改造的一个转折点。通过实施“退二进三”与“东搬西建”策略,利用两地土地级差补偿,为城市建设提供了足够的资金;位于居住区的大量工业企业陆续搬迁到开发区,而工业企业搬迁后腾出的土地,则被有计划地建设为现代居住、商业建筑、道路及绿地等。居住区功能布局与景观均发生了重大变化:除居住、教育与医疗建筑的面积比重基本保持稳定外,工业建筑面积比重降低,商业与其他公共类建筑面积比重升高,建筑覆被率降低,容积率、道路密度和绿化率升高。2003年,振兴东北老工业基地政策的实施,进一步推进了铁西居住区的改造。2007年,铁西新区和沈阳细河经济区合署办公,又一次制度性的改革与第二次“东搬西建”政策的实施为铁西居住区的进一步改造提供了新的空间。可见,政策与制度改革对居住区景观变化具有重要作用。

3 讨 论

在建筑景观的分类中,建筑类型的确定按照建筑使用类型的60%为标准,若某建筑60%用于商业、40%用于居住,那么该建筑类型就划分为商业建筑。但是,现实中很多建筑有多重使用功能,如一个建筑物同时有商业、居住与教育等多种功能,所以在建筑景观分类中存在一定误差是不可避免的。对于建筑使用类型划分的方法还有待进一步改进。本文建筑分类精度达86.3%,所提取建筑物的高度精度

达2.66 m,与以往的研究精度接近^[23-27],而且,足以完成本文的研究目的。

1997—2008年,铁西居住区景观发生了明显变化。从景观组分的变化来看,居住、教育与医疗建筑的面积比重基本保持稳定,工业建筑面积比重减少,商业与其他类建筑面积比重增加。该现象的出现,是城市社会经济发展以及城市改造过程中工厂外迁、发展现代生活商贸区规划政策实施的结果。从居住区三维景观总体变化来看,居住区建筑向垂直方向扩展,垂直方向上景观的变异程度有所增加,建筑容积率升高,覆盖率降低,不但可以容纳更多的人口与经济活动,也能为道路、绿地等的建设提供足够的空间,使居住区的环境质量有所提高。在居住区建筑不断更新的过程中,研究区建筑体形系数降低,建筑的能耗逐渐减少。人口的增长与经济的发展影响着居住区景观的变化,而铁西区“退二进三”与“东搬西建”改造策略实施所导致的区域功能的转变决定了居住区景观变化的特征与趋势。

将高分辨率遥感影像、三维信息提取及分析的方法应用于居住区三维景观的变化研究,可为类似的小尺度研究提供新的方法与案例,有助于小区域景观变化规律与影响因素的分析,可为城市规划与管理提供借鉴。

参考文献

- [1] Ding S-Y (丁圣彦), Zhang M-L (张明亮). Urban landscape dynamics of Kaifeng City from 1988 to 2002. *Geographical Research* (地理研究), 2005, **24**(1): 28-37 (in Chinese)
- [2] He R (贺然), Xu W (徐伟), Wang B (王棒), et al. Analysis on dynamic landscape changes of typical sand in Beijing City. *Research of Soil and Water Conservation* (水土保持研究), 2007, **14**(5): 145-148 (in Chinese)
- [3] Xue X-P (薛晓坡), Lin H (林辉), Sun H (孙华), et al. Dynamic analysis of landscape change in Changsha. *Journal of Central South University of Forestry & Technology* (中南林业科技大学学报), 2009, **29**

- (1): 64-68 (in Chinese)
- [4] Zeng H (曾 辉), Liu J-Y (刘静艳). Analysis of landscape ecological changing characteristics of Dongguan City. *China Environmental Science* (中国环境科学), 1997, **17**(5): 422-425 (in Chinese)
- [5] Li T-S (李团胜). The landscape evolution of Shenyang City and its driving factors. *Human Geography* (人文地理), 2005, **20**(4): 5-8 (in Chinese)
- [6] Li W-F (李卫锋), Wang Y-L (王仰麟), Peng J (彭建), et al. Landscape spatial changes in Shenzhen and their driving factors. *Chinese Journal of Applied Ecology* (应用生态学报), 2004, **15**(8): 1403-1410 (in Chinese)
- [7] Zhang X-F (张小飞), Wang Y-L (王仰麟), Li Z-G (李正国), et al. Preliminary theory of three-dimensional urban landscape ecology. *Acta Ecologica Sinica* (生态学报), 2007, **27**(7): 2972-2982 (in Chinese)
- [8] Zhao B (赵 宾), Cui M-S (崔明升). Urban architectural landscape: A case study of Shenyang. *Architecture and Environment* (建筑与环境), 2009, **3**(3): 113-115 (in Chinese)
- [9] Peng X-L (彭晓烈), Shi T-M (石铁矛), Ma Q (马青). Analysis of architectural characters in Shenyang. *Journal of Shenyang Architecture and Civil Engineering University* (Natural Science) (沈阳建筑工程学院学报·自然科学版), 2003, **19**(2): 115-116 (in Chinese)
- [10] Gao J-F (高建峰), Zhuang D-F (庄大方), He Y-Q (何玉琴), et al. The impact of the pattern of urban architecture on microclimate. *Geo-Information Science* (地球信息科学), 2007, **9**(5): 14-18 (in Chinese)
- [11] Feng J (冯 健), Wang Y-H (王永海). The characteristics and their mechanisms of social space in the peripheral communities of campus in Zhongguancun. *Geographical Research* (地理研究), 2008, **27**(5): 1003-1016 (in Chinese)
- [12] Long T-R (龙腾锐), Zhang Z (张 智). Study on system of synthetic assessment of inhabitation areas. *Journal of Chongqing Jianzhu University* (重庆建筑大学学报), 2002, **24**(6): 35-38 (in Chinese)
- [13] Wu S-X (吴硕贤), Li J-P (李劲鹏). Overall evaluation of the living and environmental quality in residential area. *Journal of South China University of Technology* (Natural Science) (华南理工大学学报·自然科学版), 2000, **28**(5): 7-12 (in Chinese)
- [14] Han Z-G (韩志刚). Research on the traffic problems in urban residential areas. *Journal of Central South University of Forestry & Technology* (中南林业科技大学学报), 2008, **28**(3): 156-159 (in Chinese)
- [15] Yu Y (余 英). Research on policies of old industrial district reconstruction—A case study on the reconstruction of Tiexi Industrial District. The 1st International Conference of China City Planning and Development, Beijing, 2006: 311-317 (in Chinese)
- [16] Tiexi District People's Government (铁西区人民政府). Tiexi General Situation [EB/OL]. (2008-02-25) [2010-03-21]. <http://www.tiexi.gov.cn> (in Chinese)
- [17] Li Y (李 莹). Study on the Programming and Adjustment of Land-utilizing Pattern of Tiexi Industrial Zone of Shenyang. PhD Thesis. Hangzhou: Zhejiang University, 2001 (in Chinese)
- [18] Wang J-N (王娇妮). The Annual Working Summary and Points of the Northeast Revitalization [EB/OL]. (2009-10-14) [2010-03-21]. <http://www.china-east.gov.cn> (in Chinese)
- [19] Shenyang Urban Construction Archives (沈阳城市建设档案馆). Shenyang Urban Construction Archives [EB/OL]. (2009-10-20) [2010-03-20]. <http://www.syjs.gov.cn> (in Chinese)
- [20] Ministry of Construction of The People's Republic of China (中华人民共和国建设部). Standard for Classification of Urban Land and for Planning of Constructional Land (GBJ 137-90). Beijing: China Standards Press, 1991 (in Chinese)
- [21] Ministry of Construction of The People's Republic of China (中华人民共和国建设部). The Norms of Residential Design (GB 50096 - 1999). Beijing: China Standards Press, 2003 (in Chinese)
- [22] Zhang P-Y (张平宇). Institutional and cultural factors for the reconstruction of Shenyang Tiexi Industrial Zone. *Human Geography* (人文地理), 2006, **21**(2): 45-49 (in Chinese)
- [23] Hanley HB, Fraser CS. Sensor orientation for high-resolution satellite imagery: Further insights into bias-compensated RPCs. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 2004, **35**: 24-29
- [24] Willneff J, Poon J, Fraser CS. Single-image high-resolution satellite data for 3D information extraction. *The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 2005, **36**: 1-6
- [25] Zhang P-F (张培峰), Hu Y-M (胡远满), He H-S (贺红士). Extraction of buildings three-dimensional information from high-resolution satellite imagery based on Barista software. *Chinese Journal of Applied Ecology* (应用生态学报), 2010, **21**(5): 1185-1190 (in Chinese)
- [26] Fraser CS, Rottensteiner F, Weser T, et al. Application of a generic sensor orientation model to Spot 5, Quickbird and ALOS imagery. Asia Conference and Remote Sensing, Kuala Lumpur, 2007: 1-7
- [27] Fraser CS, Rottensteiner F, Willneff J, et al. Barista User Manual [EB/OL]. (2009-03-21) [2010-03-20]. <http://www.baristasoftware.com.au>

作者简介 张培峰,女,1983年生,博士研究生.主要从事城市景观生态研究,发表论文9篇. E-mail: windzpf@163.com

责任编辑 杨 弘