

李雪铭, 张大昊, 田深圳, 等. 城市住宅小区容积率时空分异研究——以大连市内四区为例[J]. 地理科学, 2018, 38(4): 531-538. [Li Xueming, Zhang Dahao, Tian Shenzhen et al. Spatial and Temporal Differences of Urban Residential Quarter Floor Area Ratio: A Case Study of Four Districts in Dalian. Scientia Geographica Sinica, 2018, 38(4): 531-538.] doi: 10.13249/j.cnki.sgs.2018.04.006

城市住宅小区容积率时空分异研究 ——以大连市内四区为例

李雪铭^{1,2}, 张大昊¹, 田深圳¹, 孙赫¹, 王淼¹

(1. 辽宁师范大学城市与环境学院, 辽宁 大连 116029; 2. 辽宁师范大学海洋经济与可持续发展研究中心, 辽宁 大连 116029)

摘要:以大连市内四区为例, 将城镇地籍调查数据与互联网房产数据相结合作为基础数据, 通过 ArcGIS 软件生成住宅小区点数据的空间分布图, 对大连市住宅小区容积率的时间演变和空间分布进行研究, 并利用锡尔指数计算住宅小区容积率的空间差异量化测度指数, 最后阐述住宅小区容积率空间差异的机制。结果表明: ① 1992~2016 年大连市住宅小区的数量在持续发展时期最多, 平均容积率展现出波动上涨的趋势。② 住宅小区容积率整体上呈现出均匀性和破碎性, 局部又呈现出混乱性和复杂性, 东部地区小区容积率分异比西部大。③ 中山区空间差异量化测度指数最高为 0.831, 甘井子区最低为 0.125, 西岗区与四区整体格局最为相近。极低等级容积率空间分异指数最高, 容积率分异指数由两极向中间递减。大连市住宅小区容积率空间差异主要体现在区域内, 其对研究区容积率空间分异影响较大。④ 住宅小区容积率空间差异的主要原因为下垫面性质对住宅小区建设的限制、区位的优良性对住宅类型的指向、城市规划对土地利用的导向、极差地租与容积率的相关性、小区建设成本对容积率的影响。

关键词:容积率; 住宅小区; 锡尔指数; 大连市

中图分类号: K903 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0690(2018)04-0531-08

容积率是指一定范围内地块上所修建的建筑面积与其所占用地块面积之比, 它不仅是城镇建设用地是否得到合理开发和高效利用的主要指标之一, 还是规划中核心性定量控制指标和土地开发强度大小的主要因子^[1,2]。容积率过高则导致居民生活环境质量下降, 容积率过低则导致土地资源的浪费^[3]。此外, 容积率与住宅商品房的价格^[4]、交通^[5]、建筑类别等要素均具有相关性。

在 20 世纪初, 国外便开始了对容积率的研究^[6], 主要涉及纽约市五大行政区容积率的时间演变研究^[7]、日本对最小容积率的规定和发展中城市最大容积率的限定研究^[8,9]、以房地产网站所测量的准确信息为基础, 对多产型住宅民居进行调查研究^[10]及瑞士高层建筑给居民健康所带来的影响研究^[11]等。

中国对于容积率的研究起始于 20 世纪 80 年代。① 西北区: 大尺度包括冷炳荣、王冰寒等分别对兰州市和西安市的房价和容积率之间的关系进行研究^[12,13]、小尺度包括马卫鹏对西安市莲湖区的容积率与地价之间关系进行研究^[14]; ② 华北区: 葛京凤等通过对石家庄地价的评估, 进而研究对容积率的影响^[15]; ③ 东南区: 崔振东等利用 ANFIS 模型^[16]、唐益群等通过在软土区域做离心模型实验的方法分别对上海市建筑的容积率与地面沉降之间的关系进行研究^[17]、章波等通过二次回归模型研究南京市容积率对地价的作用^[18]、周轶男等对杭州市混合新区容积率的控制进行研究^[19]; ④ 华中区: 苗蕾等以克里格法为基础对武汉市建筑容积率的空间分布进行调查^[20]。⑤ 华南区: 李少英等通过互联网房产数据, 从多尺度方面对广州市住宅小

收稿日期: 2017-06-02; **修订日期:** 2017-10-16

基金项目: 国家自然科学基金项目(41671158, 41171137)、教育部博士点基金项目(20132136110001)、辽宁省高等学校优秀人才支持计划(LR2013050)资助。[Foundation: National Natural Science Foundation of China (41671158, 41171137), Ph.D. Programs Foundation of Ministry of Education (20132136110001), Supported by Program for Liaoning Excellent Talents in University (LR2013050).]

作者简介: 李雪铭 (1964-), 男, 江苏常熟人, 教授, 博士生导师, 主要从事城市人居环境研究。E-mail: lixueming999@163.com

通讯作者: 张大昊。E-mail: zhangdahao666@163.com

区的时空分布特征进行研究,对城市小区合理规划有十分重要的意义。但该研究对于基础设施与容积率的空间分布关系分析不够具体,未能把具体基础设施进一步细化再进行研究^[21]。

中国对于容积率的研究方法有很多,既包括实地测定、航测等传统方法^[22],又包括遥感影像等现代方法。如:查勇利用遥感技术对城市建筑的容积率进行测定^[23];陈基伟、李锦业等通过高分率遥感影像对建筑的容积率进行研究^[24,25];刘辉通过改进阴影指数对福州市建筑的容积率进行研究^[26]。

综上所述,国外研究主要集中于:① 容积率随时间演变的研究;② 对容积率界值的限定;③ 容积率对居民居住的影响。国内研究主要集中在:① 容积率与其他相关要素的关联性;② 容积率与地质灾害的相关性。以往的研究大多体现在容积率的空间差异上,鲜见于对容积率随时间变化的研究,且缺乏基于容积率与自然环境和基础设施的空间分布关系视角对空间差异机制进行阐述分析。

由于大连市内四区在改革开放后发展十分迅速,容积率变化较大,且有许多日俄式建筑,建筑类型复杂多样。因此本文以大连市内四区为例,将城镇地籍调查数据与互联网房产数据作为基础数据,通过时间序列法呈现近30 a内大连市内四区住宅小区数量及平均容积率的变化状况,并用ArcGIS将坐标数据转化为点数据,呈现出大连市住宅小区在空间上的分布格局。从时间和空间两个维度研究大连市住宅小区容积率分异状况。并利用锡尔指数分别对不同区域和不同等级住宅小

区容积率进行空间差异量化测度,对研究区整体和各分区及不同等级住宅小区容积率的空间分异进行分析,并探究住宅小区容积率的复杂影响因素与机理。从而为引导大连市区域发展和城市合理规划提供科学理论依据。

1 数据来源与研究方法

1.1 研究区域与数据来源

大连市位于辽宁省的南端,地处黄渤海之滨,是中国重要的贸易港口城市。大连市内四区包括中山区、西岗区、沙河口区、甘井子区。因此本文仅以市内四区为研究范围如图1。

研究数据来源于2010年大连市第二次土地调查中主城区1:500城镇地籍调查数据,并以近10 a的Google影像数据作为辅助,多数小区住宅类型以实地调查为准,且将其与2016年搜房网中大连市住宅小区数据相结合形成论文的基础数据,其中包括小区的具体位置、容积率、建成年份、房价、住宅类型等28项相关信息,共计1 453个住宅小区。利用ArcGIS 10.2对调查对象进行空间化处理,得到大连市住宅小区的空间分布图如图2。

1.2 住宅小区容积率层次划分

由于一些小区容积率数值差别较小,为了方便计算,把小区容积率数值精确到百分位,百分位后忽略不计,会导致个别小区的容积率数值相等。将所采集的小区容积率数据划分为极低、低、中低、中、中高、高、很高和极高8个层次。并把样本进行分类整理,统计成表(表1)。

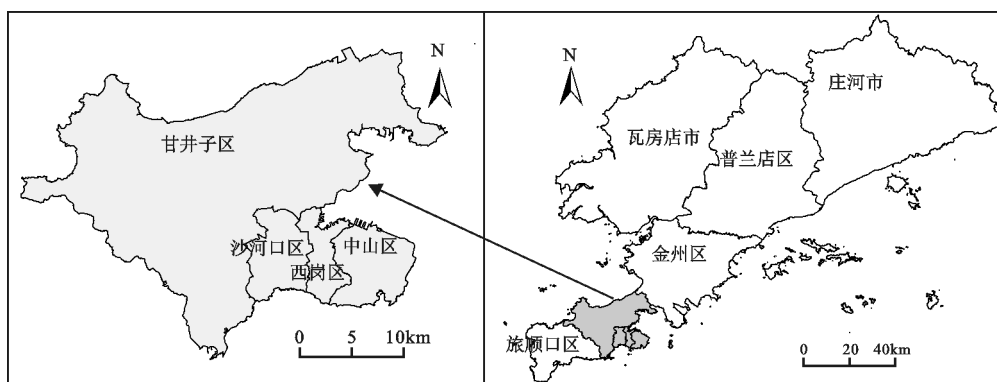


图1 研究区域位置

Fig.1 Location extent of the study area

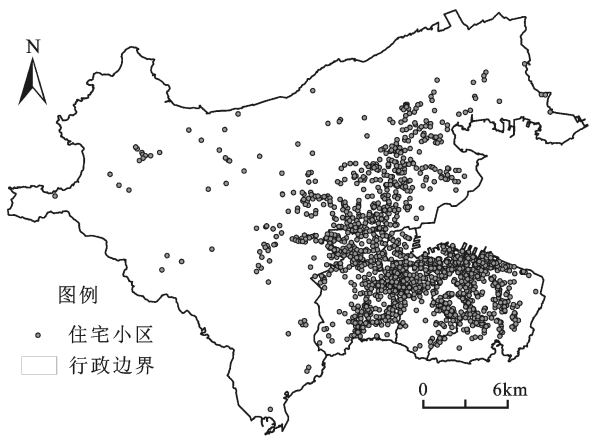


图2 大连市内四区住宅小区空间分布
Fig.2 The distribution of residential quarters in four districts of Dalian

表1 大连市住宅小区容积率等级划分			
Table 1 Classification of residential quarter floor area ratio in Dalian			
容积率等级	容积率范围	可对应的住宅类型	居住小区个数
极低	0<容积率≤0.3	极高档独栋别墅	18
低	0.3<容积率≤0.8	一般独栋别墅、双拼、联排别墅	71
中低	0.8<容积率≤1.5	多层、多层与小高层或与别墅	530
中	1.5<容积率≤2.0	多层、小高层	240
中高	2.0<容积率≤2.5	小高层	81
高	2.5<容积率≤3.0	小高层、二类高层(18层以下)	33
很高	3.0<容积率≤6.0	高层	110
极高	6.0<容积率	超高层建筑	85

1.3 研究方法

1.3.1 容积率计算

$$x=\left(\sum_{i=1}^nA_iF_i\right)/P_a\tag{1}$$

式中, x 代表某一地块的容积率; A_i 代表建筑物 t 的基地面积; F_i 代表建筑物 t 的地上楼层数; n 代表地块内的建筑总数; P_a 代表地块面积。

1.3.2 锡尔指数

由于锡尔指数可以对不同的空间尺度进行分析,可以明显表达出不同区域的差异性,并且可以衡量组内差距和组间差距对总差距的贡献率。所以本文主要采用锡尔指数对大连市住宅小区容积率空间分异进行计算,公式如下:

$$T=\frac{1}{m}\sum_{i=1}^mx_i\log\frac{x_i}{\bar{x}}\tag{2}$$

式中, T 为锡尔指数, m 为住宅小区个数, x_i 为第 i 个

小区的容积率, $\bar{x}$ 为住宅小区容积率的均值。若锡尔指数为0,说明住宅小区容积率无分异;锡尔指数越趋近于1,说明住宅小区容积率分异度越大。

通过锡尔指数对小区容积率空间分异的进一步分析,可以将整体分异测度根据不同的测度指标分解成不同组别间的分异测度,并通过内部分异测度将其进一步分解。对研究区内部进行划分分组,可分为中山区、西岗区、沙河口区 and 甘井子区,各组别所拥有的小区个数分别为420、329、334和370。

由(1)式对锡尔指数进行进一步分解:

$$T=T_b+T_w=\sum_{k=1}^z\frac{x_k}{y_k}\log\frac{y_k}{m_k/m}+\sum_{k=1}^z\frac{x_k}{y_k}\left(\sum_{i\in g_k}\frac{x_i}{x_k}\log\frac{x_i}{1/m_k}\right)\tag{3}$$

式中, T_b 为不同组别之间的分异测度,而 T_w 为不同组别内部的分异测度; z 为住宅小区整体所划分的组别数量(本文中 $z=4$),每个组别中所包含的小区个数分别 $g_k(k=1,2,3,\cdots,z)$; m_k 为第 k 组别中住宅小区的总数; x_k 为第 k 组别中住宅小区的容积率之和; y_k 为所有住宅小区的容积率之和。

2 结果分析

2.1 小区容积率时空变化特征

2.1.1 小区容积率时间变化特征

根据住宅小区的建成数量和容积率随时间的变化,可大致划分为3个阶段,即起始发展时期(1997年以前)、持续发展时期(1997~2006年)和稳定发展时期(2007~2016年)。自1992年以来大连市居住小区的平均容积率总体上呈现波动上升的趋势,小区建成数量在整体上呈现出先增加后减少的趋势(图3)。

1) 起始发展时期(1997年以前)。此时期为3个发展时期中平均容积率最低、小区建成数量最少的时期,其原因为本时期房地产行业处于初步发展阶段,运营体系不够完善,建设工程技术不发达,且主要以单位分房为主,因此仅分布少量高层住宅小区,从而导致住宅小区平均容积率较低。

2) 持续发展时期(1997~2006年)。此时期平均容积率呈现上升趋势,住宅小区的建成数量大约为起始发展时期的3倍。其原因为本时期大连市住房制度由单位福利分房向市场化方向转变,从而导致居住小区的平均容积率呈现逐步上升的趋势。

3) 稳定发展时期(2007~2016年)。此时期大

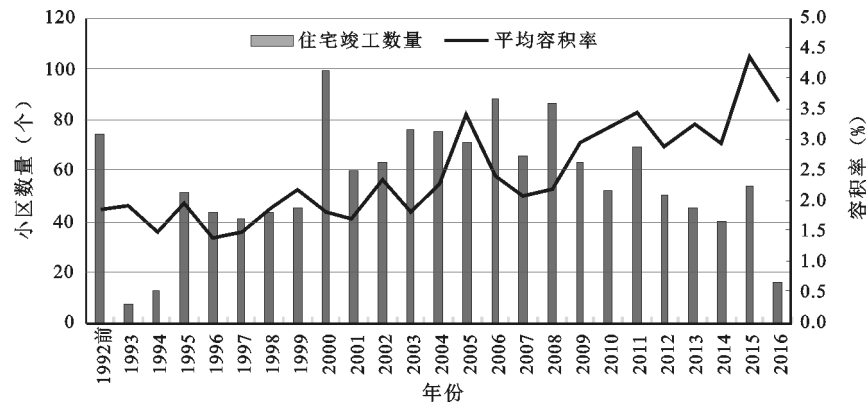


图3 大连市内四区住宅小区容积率时间变化特征

Fig.3 The temporal variation of residential FAR in four districts of Dalian

连市居住小区的容积率呈现出较为均衡稳定的态势。容积率在总体上与居住小区建成数量成反比,即新建小区数量较多的年份其小区平均容积率相对较低,反之较高。其原因为容积率过高会导致居住幸福指数下降,并且近年来国家出台有关建筑物超过33层或楼层高于100 m需要设置避难层的政策,开发商为了节约成本通常把楼层限定在标准范围内,使容积率呈现稳定发展的态势。

2.1.2 小区容积率空间变化特征

1) 容积率高值区。根据小区容积率层次划分标准,对研究区内所包含的小区进行等级划分。利用ArcGIS画出大连市住宅小区容积率等值线图(图4),等值线图中包含多个核心区,它们代表住宅小区容积率在一定区域内的最高值。这些核心区主要集中于大连站地区、星海湾地区以及甘井子区的北部地区。其原因为大连站位于市中心,

临近商业核心区,住宅用地少,楼层高。如:宝居佳苑、南娄海景中心等。星海湾地区多分布小高层海景房。如:壹品星海、星海假日等。而甘井子区北部地区开发相对较早,城市化水平发展较快,住宅类型多为小高层和高层,因此容积率较高。

2) 容积率空间分异度。通过等值线疏密程度可体现住宅小区容积率的分异情况,等值线越稀疏容积率分异越小,等值线越密集容积率分异越大,研究区东部等值线较为密集,西部等值线较为稀疏,说明东部地区小区容积率分异比西部大,其小区住宅类型也比西部复杂。

3) 容积率等级空间分布。容积率等级为极低和低的住宅小区分布较为分散,主要分布在中山区、西岗区的沿海区域及甘井子区中部,沙河口区仅有零星分布,住宅类型多为高档别墅和一般别墅等。容积率等级为中低和中的住宅小区分布较为集中,主要分布在中山区、西岗区、沙河口区及甘井子区邻近市中心的区域,住宅类型多为多层和小高层等。容积率等级为中高和高的住宅小区分布均匀,主要集中在研究区的北部,住宅类型多为小高层和二类高层。容积率等级为很高和极高的住宅小区分布集中,主要分布在大连站地区、星海湾地区以及甘井子区的北部地区,住宅类型多为高层和超高层建筑。

2.2 空间差异量化测度

为了保证数据的完整性和结论的准确性,将个别缺失容积率数据的住宅小区的其他相关要素代入式(1)中计算求出住宅小区的容积率。通过式(2)分别计算整个研究区和研究区内各分区所包含的住宅小区容积率空间差异量化测度指数。

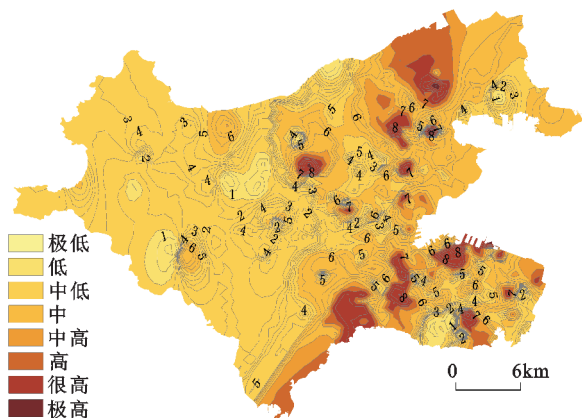


图4 大连市住宅小区容积率等值线

Fig.4 Contour map of residential quarter floor area ratio in Dalian

结果可知,研究区内各分区与四区整体之间的容积率空间差异量化测度指数不同。其中中山区的空间差异量化测度指数最高(0.831),且比四区整体(0.598)的空间差异量化测度指数大。其次为西岗区(0.542)和沙河口区(0.450),其中西岗区与四区整体空间差异量化测度指数最为接近,甘井子区最低(0.125)。由此表明,在研究区内中山区住宅小区容积率空间分异最大,西岗区和沙河口区次之,其中西岗区住宅小区与研究区内住宅小区整体的空间分异相近,对于城市整体规划面貌最具代表性,甘井子区住宅小区容积率空间分异最小。再通过式(2)计算研究区内各等级住宅小区容积率的空间差异测度指数(表2)。

表2 大连市住宅小区各等级容积率空间差异测度指数

Table 2 Spatial difference index of various residential quarter floor area ratio class in Dalian

容积率等级	极低	低	中低	中	中高	高	很高	极高
差异测度指数	0.0682	0.0101	0.0044	0.0015	0.001	0.0012	0.009	0.0275

由表2可见:在住宅小区容积率8个等级中,极低等级容积率空间分异指数最高,其次为极高等级,再次为低等级和很高等级,其余4个等级的空间分异指数相差较小。说明在住宅小区容积率等级中,两个极值的空间分异指数较大,并呈现出由两极向中间逐渐递减的趋势。

通过式(3)计算市内四区之间及其内部空间差异量化测度指数,将式(3)中 $T=T_b+T_w$ 方程的两侧同时除以 T 可得 $\frac{T_b}{T}+\frac{T_w}{T}=1$,则 $\frac{T_b}{T}$ 和 $\frac{T_w}{T}$ 分别为市内四区各分区间的差异测度与各分区内部差异测度对研究区整体差异测度的贡献率(表3)。

表3 区域间与区域内住宅小区容积率空间差异量化测度指数及贡献率

Table 3 Difference quantization index and contribution rate of residential quarter floor area ratio within and between the districts

	区域间	区域内	整体
差异量化测度指数	0.026	0.140	0.166
贡献率	0.156	0.844	1.000

由表3可见:区域间与区域内的空间差异量化

测度指数分别为0.026和0.140,各区内空间差异指数明显高于各区间空间分异指数,说明大连市住宅小区容积率空间差异主要体现在各分区内部,区域间的差异较小。从贡献率上看区域内的贡献率大约为区域间的5倍,可见区域内容容积率空间分异对研究区容积率分布格局影响较大。

2.3 空间差异产生机制

通过 ArcGIS 制出大连市住宅小区与自然环境和基础设施的空间分布关系图(图5)。并结合大连城市规划的特殊性,对大连市住宅小区容积率空间差异产生机制进行分析,结果如下。

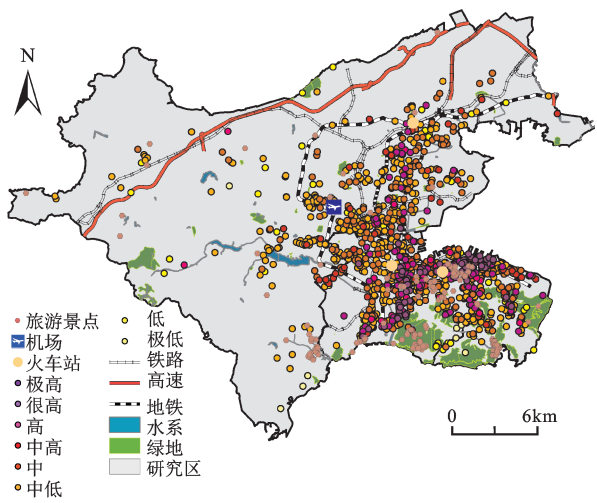


图5 大连市住宅小区与自然环境和基础设施的空间分布
Fig.5 The spatial distribution relationship of residential quarters between the natural environment and the infrastructure in Dalian

1) 下垫面性质对住宅小区建设的限制。大连市多山地丘陵地貌,平原低地较少,地势、坡度及地质构造等要素均影响着住宅小区的建设。在不同下垫面性质区域所建造小区的住宅类型不同,住宅小区建筑密度和高度的变化使得容积率随之改变。下垫面为绿地的区域多分布容积率等级为极低、低和中低的小区,仅在绿地边缘区分布少量容积率等级为极高的小区。河流两岸住宅小区分布较少,河流上游多分布容积率等级较低的小区,如西山水库附近的中体奥林匹克花园别墅、万科西山别墅等。河流中下游多分布容积率等级较高的小区,如马栏河下游的星海CEO公馆和星海旺座等。

2) 区位的优良性对住宅类型的指向。滨海地区居住环境优越,其附近的住宅小区容积率等级

多为中和中低,中山区北部分布有容积率等级很高和极高的滨海高层海景房。中山区和西岗区的南部分布有容积率等级极低和低的别墅区。交通干线密集、通达性好的地域市场需求大且地价高,进而导致土地资源紧张,其附近的住宅小区容积率较高,住宅类型多为小高层、高层和超高层建筑。沿地铁线两侧的小区容积率等级较为复杂,主要以多层、小高层和超高层建筑为主,其中多层和小高层沿地铁线分布较广,而超高层建筑主要集中于中山区的地铁线附近。由于大连火车站地理位置优越,交通便利,商业贸易繁荣,且距离大连市最为繁荣的青泥洼桥商业圈较近,商业圈内含有柏威年、麦凯乐、新玛特等大型商场,导致土地资源十分紧缺,因此其附近住宅类型多为小高层和超高层建筑,仅分布少量容积率等级为中低的小区。沙河口火车站作为货运中转站,客流量较小,但其地理位置距离西安路商业圈较近,因此其附近多分布容积率等级为中低和很高的住宅。大连北站开发较晚,其附近多分布容积率等级为中低的多层和小高层住宅。滨海风景区附近多分布容积率等级为极低、低的别墅区,如老虎滩公园、秀月山庄公园、白云山景区、棒棰岛景区等附近均有别墅区分布。而人文宗教景区大多位于市中心区域,其周围住宅类型较为复杂,如满铁大连图书馆、苏联领事馆旧址、关东银行旧址等附近多为多层、小高层、高层以及超高层建筑。距离商业区和海岸较远的普通小区容积率等级适中,住宅类型多为多层、小高层及少量高层;而周水子机场附近的小区容积率等级多为中低和中,其原因楼层过高不利于飞机的飞行,并且飞机起飞噪音过大,影响居民休息,仅有少数居民选择在机场附近购房。所以优良的区位与住宅小区的容积率密切相关。

3) 城市规划对土地利用的导向。不同地区的土地资源特征与经济发展需求有所不同,为了更好的加强大连城市建设,城市规划等相关部门通过对土地利用结构进行科学调整,并对日俄时期为主的历史街区采取的保护性措施和限高要求等均在一定程度上影响住宅小区容积率的空间分布。

4) 极差地租与容积率的相关性。由于不同等级的土地在相同条件下可获取的利润不同,导致获利高的土地资源供不应求。因此为了满足社会需要,在优等地上加大对垂直空间的开发利用会对住宅小区容积率的空间分布状况产生一定影响。

5) 小区建设成本对容积率的影响。小区的建设成本包括土地成本、工程建设成本、基础设施建设成本以及纳税成本等。在小区建设之初,房地产开发商将对其项目进行核算。为了在不亏损的前提下使得利润最大化,房地产开发商会适当的改变楼层数,从而对容积率产生影响。

3 结论与讨论

将大连市城镇地籍调查数据和互联网房产数据相结合,对大连市内四区住宅小区的相关属性进行全面搜集和归纳。通过时间序列分析法和锡尔指数算法对市内四区住宅小区容积率的时间演变和空间差异进行研究。结论如下:

1) 在时间变化上,大连市住宅小区的开发经历了起始发展时期(1997年以前)、持续发展时期(1997~2006年)和稳定发展时期(2007~2016年)。其中住宅小区数量在持续发展时期最多为662,由于城市用地资源紧缺,城市的空间利用从水平空间开发转向垂直空间开发,住宅小区平均容积率呈现波动上涨的趋势。

2) 在空间变化上,住宅小区容积率整体上呈现出均匀性和破碎性,局部又呈现出混合性和复杂性。容积率等级为极低和低的住宅小区主要分布在中山区、西岗区的沿海区域及甘井子区中部。容积率等级为中低和中的住宅小区分布较广,在四区内均有分布;容积率等级为中高和高的住宅小区主要集中在市内四区的北部;容积率等级为很高和极高的住宅小区主要分布在商业区和高层海景房区域。

3) 通过锡尔指数对大连市住宅小区容积率量化测度计算可知:中山区的空间差异量化测度指数最高为0.831,住宅类型最为复杂,均衡性最差。甘井子区差异量化测度指数最低为0.125,容积率等级空间分布较为均衡。西岗区住宅小区空间分布格局与四区整体格局最为相近。极低等级容积率空间分异指数最高,容积率等级空间分异指数呈现由两极向中间递减趋势。区域内明显高于区域间的空间差异量化指数,区域内分异对市内四区容积率空间分布影响较大。

4) 大连市住宅小区容积率的空间分异机制主要表现为:①下垫面性质对住宅小区建设的限制。②区位的优良性对住宅类型的指向。③城市规划对土地利用的导向。④极差地租与容积率

的相关性。⑤ 小区建设成本对容积率的影响。5 种原因之间相互作用共同促进了大连市住宅小区容积率空间分布格局的形成。

研究基于宏观尺度对大连市住宅小区容积率时空分异和空间差异机制进行分析,但由于未能将城市功能区合理划分,因而缺乏基于微观尺度对城市内部不同功能区及城市边缘区的住宅小区容积率时空分异进行深入探讨,相关研究有待后期的进一步完善。

参考文献(References):

- [1] 鲍振洪,李朝奎.城市建筑容积率研究进展[J].地理科学进展, 2010,29(4): 396-402.[Bao Zhenhong, Li Chaokui. Progress on the study of urban architecture FAR. Progress in Geography, 2010,29(4):396-402.]
- [2] 刘贵文,王曼,王正.旧城改造开发项目的容积率问题研究[J].城市发展研究, 2010,17(3): 80-85.[Liu Guiwen, Wang Man, Wang Zheng. Study on plot ratio of urban renewal project. Urban Studies, 2010, 17(3): 80-85.]
- [3] 李雪铭,朱健亮,王勇.居住小区容积率空间差异——以大连市为例[J].地理科学进展, 2015,34(6): 687-695.[Li Xueming, Zhu Jianliang, Wang Yong. Spatial differences of residential quarter floor area ratio: A case study of Dalian. Progress in Geography, 2015, 34(6): 687-695.]
- [4] 许慧,王林,黄利芳.容积率对住宅商品房价格影响的实证研究[J].云南财经大学学报, 2016(3): 152-160.[Xu Hui, Wang Lin, Huang Lifang. An empirical study on the influence of floor area ratio on housing price. Journal of YunNan University of Finance and Economics, 2016(3): 152-160.]
- [5] 渠涛,蔡建明,张理茜,等.轨道交通导向下的容积率规划[J].地理学报, 2010,65(2): 202-212.[Qu Tao, Cai Jianming, Zhang Liqian et al. Research on floor area rate planning guide of railway traffic. Acta Geography Sinica, 2010,65(2): 202-212.]
- [6] 邹德慈.容积率研究[J].城市规划, 1994(1): 19-23.[Zou Deci. Floor area ratio. Urban Planning, 1994(1):19-23.]
- [7] Jason Barr, Jeffrey P Cohen. The floor area ratio gradient: New York City, 1890-2009[J]. Regional Science and Urban Economics, 2014, 48: 110-119.
- [8] Tatsuhito, Takayuki Kaneko, Hisa Morisugi. Necessity of minimum floor area ratio regulation: a second-best policy[J]. The Annals of Regional Science, 2010, 44(3): 523-539.
- [9] Kirtikusum Joshi, Tatsuhito Kono. Optimization of floor area ratio regulation in a growing city[J]. Regional Science and Urban Economics, 2009, 39(4): 502-511.
- [10] Alex Bwalya, Gary Lougheed, Ahmed Kashef et al. Survey results of combustible contents and floor areas in Canadian multi-family dwellings[J]. Fire Technology, 2011, 47(4): 1121-1140.
- [11] Radoslaw Panczak, Bruna Galobardes, Adrian Spoerri et al. High life in the sky? Mortality by floor of residence in Switzerland[J]. European Journal of Epidemiology, 2013, 28(6): 453-462.
- [12] 冷炳荣,杨永春,韦玲霞,等.转型期中国城市容积率与地价关系研究——以兰州市为例[J].城市发展研究, 2010,17(4): 116-122.[Leng Bingrong, Yang Yongchun, Wei Lingxia et al. Study on the relationship between Floor Area Ratio (FAR) in Chinese cities and land price during the transitional period: a case study in Lanzhou. Urban Studies, 2010, 17(4): 116-122.]
- [13] 王冰寒.容积率对地价的影响规律及其修正系数的确定——以西安市为例[J].地理与地理信息科学, 2008,24(2): 77-80.[Wang Binghan. Affection regularity to land price and determination of the revising coefficient of floor area ratio in and appraisal: a case study of Xi'an. Geography and Geo-Information Science, 2008, 24(2): 77-80.]
- [14] 马卫鹏.旧城区容积率对地价的影响研究[D].陕西:长安大学, 2013.[Ma Weipeng. Study on the effect of the plot ratio on land price in old town—Taking Lianhu District Xi'an as an example. Shanxi: Chang'an University, 2013.]
- [15] 葛京凤,黄志英,梁彦庆.城市基准地价评估的容积率内涵及其修正系数的确定——以石家庄市为例[J].地理与地理信息科学, 2003,19(3): 98-100.[Ge Jingfeng, Huang zhiying, Liang Yanqing. The connotation of the volume rate in the assessment of urban basic and standard land value and its determination of modification coefficient—Taking Shijiazhuang City as a Case. Geography and Geo-Information Science, 2003, 19(3): 98-100.]
- [16] Cui Zhendong, Tang Yiqun, Yan Xuexin et al. Evaluation of the geology-environmental capacity of buildings based on the ANFIS model of the floor area ratio[J]. Bulletin of Engineering Geology and the Environment, 2010, 69(1): 111-118.
- [17] Tang Yiqun, Ren Xingwei, Chen Bin et al. Study on land subsidence under different plot ratios through centrifuge model test in soft-soil territory[J]. Environmental Earth Sciences, 2012, 66(7): 1809-1816.
- [18] 章波,苏东升,黄贤金.容积率对地价的作用机理及实证研究——以南京市为例[J].地域研究与开发, 2005,24(5): 105-109.[Zhang Bo, Su Dongsheng, Huang Xianjin. The mechanism and demonstration research on the effects of plot ratio on the urban land price—The case of Nanjing. Areal Research and Development, 2005, 24(5): 105-109.]
- [19] 周轶男,华晨.城市混合功能新区容积率控制研究——以杭州下沙沿江大道为例[J].规划师, 2010,26(11): 83-88.[Zhou Yinan, Hua Chen. FAR control in mixed use functional area: Xia-sha District, Hangzhou City. Planners, 2010, 26(11):83-88.]
- [20] Li Xinyan, Miao Lei. The Study on spatial distribution of floor area ratio based on Kriging——the case of Wuhan City[J]. Geo-Informatics in Resource Management and Sustainable Ecosystem, 2015,482(6):538-547.
- [21] 李少英,吴志峰,李碧莹,等.基于互联网房产数据的住宅容积率多尺度时空特征——以广州市为例[J].地理研究, 2016,35(4): 770-780.[Li Shaoying, Wu Zhifeng, Li Biying et al. The spatial and temporal characteristics of residential floor area ratio in

- metropolitan at multi-scales based on Internet real estate data: Case study of Guangzhou. *Geographical Research*, 2016, 35(4): 770-780.]
- [22] 查勇,刘彦随,蒋建军. 城市容积率确定的技术要点透视[J]. 人文地理, 1998,13(1): 17-20.[Zha Yong,Liu Yansui,Jiang Jianjun. A prospect on the main technical points about determination of urban floor area ratio. *Human Geography*, 1998, 13(1):17-20.]
- [23] 查勇.测定城市建筑容积率的遥感方法研究[J].地理科学进展, 2001,20(4): 378-383.[Zha Yong.A study on remote sensing methods in estimating urban built-up volume ratio based on aerial photographs. *Progress in Geography*, 2001, 20(4): 378-383.]
- [24] 陈基伟,韩雪培.高分辨率遥感影像建筑容积率提取方法研究[J].武汉大学学报(信息科学版), 2005,30(7): 580-582.[Chen Jiwei,Han Xuepei. Semiautomatic extraction of floor area ratio based on construction shadow in high resolution remote sensing image. *Geomatics and Information Science of Wuhan University*, 2005, 30(7): 580-582.]
- [25] 李锦业,张磊,吴炳方,等.基于高分辨率遥感影像的城市建筑密度和容积率提取方法研究[J].遥感技术与应用, 2007,22(3): 309-313.[Li Jinye,Zhang Lei,Wu Bingfang et al.Study on extracting building density and Floor Area Ratio based on high resolution image. *Remote Sensing Technology and Application*, 2007, 22(3): 309-313.]
- [26] 刘辉.基于改进阴影指数的福州市主城区建筑容积率提取[J].武汉大学学报(信息科学版), 2014,39(10): 1241-1247.[Liu Hui. Extraction of the floor area ratio in the central district of Fuzhou City based on an improved Shadow Index Model.*Geomatics and Information Science of Wuhan University*, 2014, 39(10):1241-1247.]

Spatial and Temporal Differences of Urban Residential Quarter Floor Area Ratio: A Case Study of Four Districts in Dalian

Li Xueming^{1,2}, Zhang Dahao¹, Tian Shenzhen¹, Sun He¹, Wang Miao¹

(1. School of Urban and Environmental Sciences, Liaoning Normal University, Dalian 116029, Liaoning, China; 2. Centre for Marine Economy and Sustainable Development Research, Liaoning Normal University, Dalian 116029, Liaoning, China)

Abstract: Floor area ratio not only exerts great an impact on urban building density, architecture capacity and land utilization, but also has a great significance to the urban planning and the development of regional economy. In this article, taking the four districts of Dalian as an example, integrates cadastral survey data of cities and towns with Internet property data as basic data, by ArcGIS software creating the spatial distribution of residential quarter points. The research towards the time evolution and spatial distribution of residential quarters floor area ratio, utilizes the Theil index to calculate the spatial difference quantificational measurement index. Ultimately, it illustrates the mechanism of the spatial difference of floor area ratio of the residential quarters. The result shows that: 1) During 1992 to 2016, the number of resident quarter in Dalian is the largest during the period of sustainable development, the average of floor area ratio depicts the upward trend of fluctuation. 2) The floor area ratio of the residential quarters presents uniformity and fragmentation as a whole. Moreover, it partially shows chaos and complexity as well. The difference of floor area ratio of the eastern residential quarters is larger than western parts. 3) The highest quantificational measurement index of spatial difference is 0.831 in Zhongshan District, compared to the lowest one in Ganjingzi District, which is 0.125. Besides, the distribution of Xigang District is the most familiar to overall layout of four districts. The differentiation index of extremely low space of floor area ratio is the highest, the differentiation index of floor area ratio is from bipolar to the middle in descending order. The spatial difference of floor area ratio of residential quarter in Dalian mainly embodies within the area, which plays a dominate role in study area. 4) The main reasons of the spatial difference of residential quarter floor area ratio are the restrictions of the underlying surface properties on construction of residential areas; the excellent locational direction to the types of residential quarters; the orientation of urban planning to the land utilization; the relativity between the differential land rent and floor area ratio; and the influence of residential construction cost to floor area ratio.

Key words: floor area ratio; residential quarter; Theil index; Dalian