

# 中俄滨海大城市人口密度空间格局比较研究 ——以圣彼得堡和大连市为例

李晓玲<sup>1</sup>, 修春亮<sup>※2</sup>, Шендрик Александр<sup>3</sup>, 王 绮<sup>4</sup>

(1. 东北师范大学 地理科学学院, 中国吉林 长春 130024; 2. 东北大学 江河建筑学院, 中国辽宁 沈阳 110169;  
3. 圣彼得堡国立大学 地球科学学院, 俄罗斯 圣彼得堡 199034; 4. 长春大学 管理学院, 中国吉林 长春 130024)

**摘要:**人口密度是识别人口空间分布特征的重要视角。文章基于人口统计数据,运用多尺度比较分析方法,对圣彼得堡和大连市2000、2010年两个时段人口密度空间格局进行分析,结果显示:①人口密度空间集聚性:两个城市不同尺度下人口密度空间分布均表现出集聚特征,随着研究尺度逐渐变小,人口密度集聚分布趋势越来越明显,相比而言,大连市人口密度空间集聚的趋势更明显。②人口密度空间分布模式:多尺度下圣彼得堡市显示出小集中、大分散的多核心空间分布模式;而大连市人口密度显示出大集中、小分散的单中心为主的空间分布模式。③人口密度空间格局:多尺度下圣彼得堡市各等级人口密度均表现出嵌入式空间分布格局;而大连市各等级人口密度表现为连片式空间分布格局。不同研究尺度揭示人口密度空间格局特征是不同的,通过多尺度下中俄滨海大城市人口密度空间格局比较分析,使得人口密度空间分布特征表现越加明显,利于其特征的总结。

**关键词:**滨海城市;多尺度;人口密度;核密度估计;空间格局;圣彼得堡;大连

**中图分类号:**TU984.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1000-8462(2018)09-0078-09

**DOI:**10.15957/j.cnki.jjdl.2018.09.009

## Comparing Spatial Pattern of Population Density of Sino-Russian Large Coastal Metropolitans: Case Study of St. Petersburg and Dalian

LI Xiaoling<sup>1</sup>, XIU Chunliang<sup>2</sup>, ALEXANDER Shendrik<sup>3</sup>, WANG Qi<sup>4</sup>

(1. College of Geography Science, Northeast Normal University, Changchun 130024, Jilin, China;

2. College of Jang Ho Architecture, Northeastern University, Shenyang 110169, Liaoning, China;

3. Institute of Earth Sciences of ST. Petersburg State University, Saint-Petersburg 199034, Russia;

4. College of Management, Changchun University, Changchun 130024, Jilin, China)

**Abstract:** Population density is an important perspective in studying human population distribution. This study used multi-scale comparisons and analyzed the spatial pattern of population density of St. Petersburg and Dalian in 2000 and 2010 based on demographic data. Results showed that, 1) Spatial aggregation of population density: it both showed aggregated population characteristic at different scales; as the research scale becomes smaller, the trend of aggregation is more obvious; Dalian showed higher population aggregation than St. Petersburg; 2) Spatial distribution pattern of population density: St. Petersburg showed the spatial pattern of “small agglomeration, large dispersion and multi-core” aggregates, whereas Dalian showed the characteristics of “single-core, big agglomeration and small dispersion”, under multiple scales; 3) Spatial pattern of population density: St. Petersburg showed mosaicking distribution of population density, whereas Dalian showed contiguous spatial distribution under all scales of analyses. Spatial pattern is different at different research scale, under comparative analysis of the spatial patterns of Dalian’s and St. Petersburg’s population density, the spatial distribution characteristics of population density are more obvious.

**Key words:** coastal city; multi-scale; population density; Kernel Density Estimation(KDE); spatial pattern; St. Petersburg; Dalian

收稿时间:2017-07-19;修回时间:2018-03-22

基金项目:国家自然科学基金项目(41801108,41471141);中央高校基本科研业务费项目(2412018QD018)

作者简介:李晓玲(1987—),女,黑龙江佳木斯人,博士,讲师。主要研究方向为中俄地缘关系与区域。E-mail:lixl027@nenu.edu.cn。

※通讯作者:修春亮(1964—),男,吉林舒兰人,博士,教授,博士生导师。主要研究方向为城市地理与城乡规划。E-mail:xiuchunliang@mail.nenu.edu.cn。

人口分布又称人口的地域分布,是指一定时点上人口在地理空间中的分布状态<sup>[1]</sup>。人口密度是识别人口空间分布特征的重要视角<sup>[2]</sup>,能够反映城市经济的扩散与集聚、空间的扩张与重组,对城市景观格局具有重要作用。目前,此领域学术研究中常用的空间类型包括:行政辖区、特定地域层次及不同尺度的格网单元等。其中,行政辖区最为普遍,包括市域、区县、街道和乡镇等,如梅林等在吉林省尺度上分析1990年代以来人口密度空间格局演化<sup>[3]</sup>;张志斌以街区层面为基础对30年来兰州市人口密度空间演变进行分析<sup>[4]</sup>;柏中强等基于乡镇尺度对中国25省区人口分布特征分析<sup>[5]</sup>。部分学者基于中心城区、核心区、近郊区、远郊区等特定地域层次分析人口密度分布,如冯健基于不同地域圈层对1990年后北京市人口分布演化趋势进行分析<sup>[6]</sup>;谢守红在中心区、近郊区和远郊区三个地域层次上分析广州1980年以来的人口分布变化<sup>[7]</sup>。近年来,随着人口密度理论模型的发展,人口数据格网化成为人口空间分布研究的热点<sup>[8]</sup>,按一定的数学模型将以行政区为单元的人口统计数据展布到一定尺寸的格网中,实现统计单元由行政单元向网络的转换,格网中,网格是统计单元内部的细胞,通过网格可方便地表达各统计单元信息,如同庆武基于人口数据格网化将人口数据落到居民点用地上,分析其人口密度空间分布集聚特征<sup>[9]</sup>;王培震基于人口密度格网尺度对石羊河流域人口密度空间分布分析<sup>[10]</sup>。不同尺度下人口密度空间分布特征具有相似性和差异性,现有研究大多以某一尺度分析为主,而基于多尺度对人口密度空间特征总结较少;研究案例以单个城市变化居多,而基于国际城市发展过程中具有相似性特点的城市人口分布特征横向比较的案例较少。人口的空间分布具有很强的尺度依赖性,在某一尺度上所具有的人口分布特征在另一尺度上往往并不适用<sup>[11]</sup>,而多尺度、多视角刻画人口空间分布特征可以更好地掌握人口空间分布规律<sup>[12]</sup>。

俄罗斯圣彼得堡市和中国大连市城市发展过程中均经历了由计划经济向市场经济转变的过渡时期,城市自然条件(滨海大城市)、人口规模、城市功能(港口城市、工业城市)和形态(条带形)具有一定的相似性,因此,我们选取二者作为比较研究案例,分析中俄滨海大城市人口密度空间格局的比较特征,以期为中国滨海大城市人口发展和城市规划提供支持。研究过程分为以下三步:首先,我们从

分区、统计小区(相当于中国的街道尺度,为方便大连市与圣彼得堡市的比较研究,在本文中统一使用“统计小区”这个概念)、粒度三个尺度比较圣彼得堡和大连市人口密度空间分布特征。分区尺度可以从宏观上识别出人口密度整体分布趋势;统计小区尺度可以在分区尺度基础上对人口密度空间分布进一步细化,能够反映出更多人口密度空间分布特征;粒度尺度是基于统计小区人口数据对城市居民点上人口景观密度空间分布特征的刻画,研究中粒度大小为500 m×500 m,在城市研究中该尺度研究能够更精确分析城市人口分布的空间自相关性和更直观、明显观察人口空间变化趋势。然后,我们采用核密度估计法,在粒度尺度下分析圣彼得堡和大连市的人口密度,得出人口空间核密度分布图。最后,综合以上分析比较结果,总结中俄滨海大城市人口密度空间格局分布特征。

## 1 数据来源与研究方法

### 1.1 研究区域

#### 1.1.1 圣彼得堡市

圣彼得堡市处于59°N~60°N,29°E~30°E,是俄罗斯西北部联邦管区和列宁格勒州的首府、中心城市,具有俄罗斯“文化首都”的美称<sup>[13]</sup>。城市功能以对外贸易、港口物流、工业经济和旅游等为主,除拥有俄罗斯最大的海港外,且多条铁路干线在此交汇,是俄罗斯重要的水陆交通枢纽城市和著名的国际航空港<sup>[14-15]</sup>。本文圣彼得堡市的研究范围为其行政区划所管辖所有区域,城市面积为1 439 km<sup>2</sup>。我们将研究区域按照以下三个层次进行划分。

分区层次:圣彼得堡市现辖18个市辖区(中央区、海军部区、瓦西里岛区、彼得格勒区、基洛夫区、莫斯科区、伏龙芝区、涅瓦区、红色近卫军区、加里宁区、维堡区、普里莫区、库罗尔特区、彼得宫区、红村区、普希金区、科尔宾区、克朗什塔得区),如图1(a)<sup>[16]</sup>。

圈层结构:根据《圣彼得堡市经济社会发展规划(2011—2020)》中城市空间发展资料,将研究区域分为4个圈层:核心区、老城区、近郊区、远郊区,如图1(b)<sup>[17]</sup>。核心区,该圈层历史以来就是城市发展的核心区域,主要包括中央区、海军部区、瓦西里岛区和彼得格勒区;老城区,也是圣彼得堡城市规划中历史保护区,主要包括小部分基洛夫区、莫斯科区、伏龙芝区、涅瓦区、红色近卫军区、加里宁区、维堡区、普里莫区;近郊区,主要包括大部分基洛夫

区、莫斯科区、伏龙芝区、涅瓦区、红色近卫军区、加里宁区、维堡区、普里莫区;远郊区,包括库罗尔特区、彼得宫区、红村区、普希金区、科尔宾区、克朗什塔得区。

统计小区:18个市辖区由111个统计小区组成,如图1(c)<sup>[16]</sup>。

### 1.1.2 大连市

大连市处于38°N~40°N,120°E~123°E,东临黄海,西濒渤海,与山东半岛隔海相望,北与辽阔的东北平原接壤,位于辽宁省辽东半岛南端,与韩国、日本、朝鲜和俄罗斯远东地区相邻,环渤海经济圈东翼,担负着对外贸易、港口物流、工业经济和生态旅游等城市功能的重任,并且是中国东北区域重要的交通枢纽城市<sup>[18-19]</sup>。

中俄城市行政区划范围界定规则不同,中国城市范围相比俄罗斯大城市而言大很多,大连市全市总面积13 237km<sup>2</sup>,如果选取大连市行政区划范围内所有区域与圣彼得堡市进行相比,那么两个城市对比不在一个研究尺度上,其结果不具有可比性。因此,本文选择大连市人口密度空间分布比较集中的城市化主要建设区域作为研究区域,主要包括8个分区,依据最新行政分区名称依次包括为中山区、西岗区、沙河口区、甘井子区、金普新区、保税区、高新技术园区、旅顺口区,其边界范围我们参照《大连市城市总体规划(2009—2020)》<sup>[20]</sup>中中心城区用地现状图界定的中心城区边界范围,并依据大连市最新行政区划调整进行修订,修订后研究区域面积为1 326km<sup>2</sup>,如图2(a)。城市空间分布主要分

为三大区域:中西沙甘主城区、旅顺口+高新区、金普新区+保税区,如图2(b)。研究区域共有61个统计小区(街道办事处)组成,如图2(c)。

### 1.2 空间数据来源与处理

圣彼得堡市统计小区的人口数据采用官方提供的2002年(因缺少2000年数据,故用2002年代替)、2010年统计数据<sup>[21]</sup>,数据格式为\*excel。大连市的街道人口数据来源于《2000年大连市第五次人口普查数据》《2010年大连市第六次人口普查数据》<sup>[22]</sup>,数据格式为JPG图像数据。在ArcGIS里分别将两个城市人口数据的excel和JPG格式通过人工输入方式与统计区空间位置一一对应输入,转为属性数据,进行人口数据空间化。

### 1.3 研究方法

#### 1.3.1 核密度估计法

KDE是随距离衰减规律的一种计算方法,距离较近的对象,权重较大。这种方法在分析和显示点数据时尤其有用。离散点的数据直接用图表示,往往难以看到其空间趋势。KDE可以得到研究对象密度变化的图层,空间变化是连续的,又可以显示“波峰”和“波谷”强化空间分布模式。KDE通过计算一定窗口内的离散点密度,并将其作为该窗口中心值。KDE方程的几何意义为:密度分布在每个 $x_i$ 点中心处最高,向外不断降低,当距离中心达到一定阈值范围(窗口的边缘)处密度为0<sup>[23]</sup>。网络中心处的核密度为窗口范围内密度和:

$$f(x) = \frac{1}{nh^d} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x-x_i}{h}\right) \quad (1)$$

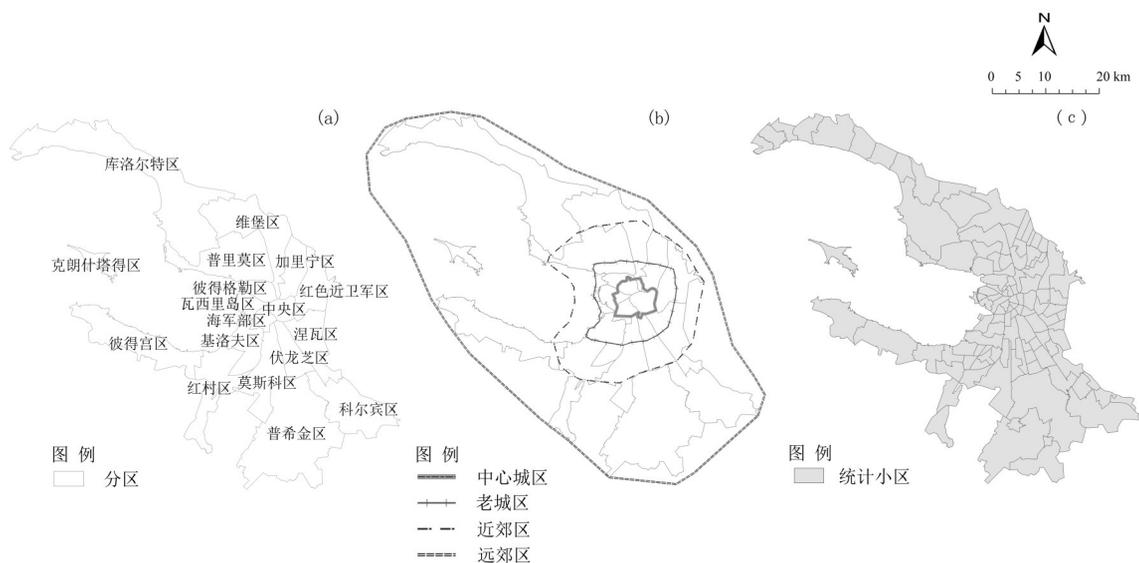


图1 圣彼得堡市研究区域划分  
Fig.1 St. Petersburg and its districts

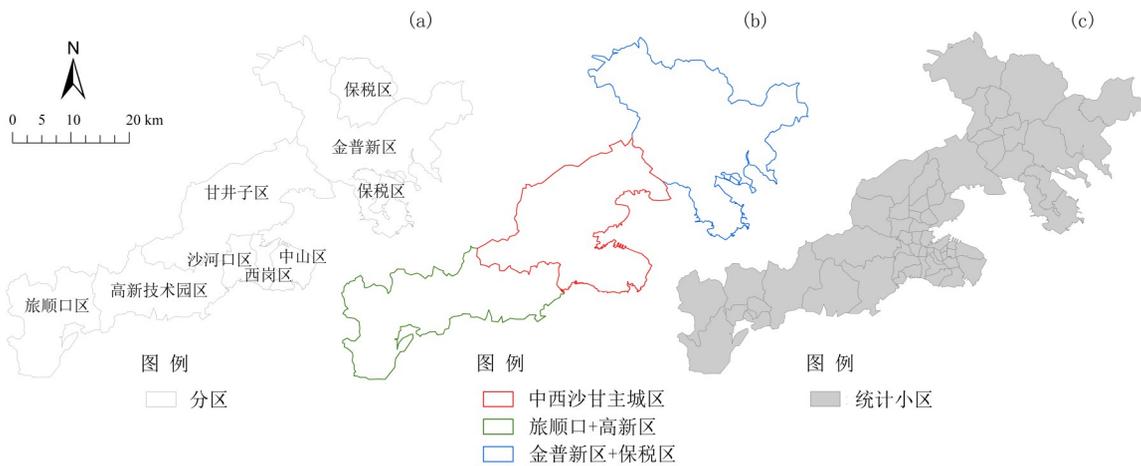


图2 大连市研究区域划分  
Fig.2 Dalian and its districts

式中: $K()$ 为核密度方程; $h$ 为阈值; $n$ 为阈值范围内的点数; $d$ 为数据的维数。例如,当 $d=2$ 时,一个常见的核密度方程可以定义为:

$$f(x) = \frac{1}{nh^2\pi} \left[ 1 - \frac{(x-x_i)^2 + (y-y_i)^2}{h^2} \right]^2 \quad (2)$$

式中: $(x-x_i)^2 + (y-y_i)^2$ 为 $(x_i, y_i)$ 和 $(x, y)$ 之间的离差。

### 1.3.2 人口景观密度的计算

人口景观密度,类似于生态学中的种群密度,是指各采样单元内单位面积上的人口数,单位是人/hm<sup>2</sup>。由于人口数据是以行政单元(统计小区)来统计的,因此人口景观密度计算需通过以下步骤来实现<sup>[9]</sup>:

第一,建立人口普查数据与普查区空间数据的关联。将人口普查数据由 excel 格式转换成 dbf 格式;通过普查区代码将人口普查数据与普查区空间数据关联,获得人口普查数据分布图。

第二,采用面插值法实现人口普查数据与居住单元的关联。将居住房屋底层用地矢量数据与人口普查数据分布图进行空间叠加,统计每一普查区内居住房屋底层用地面积,并依次计算各普查区内房屋底层用地的人口密度,获得人口实地分布图。计算公式为:

$$D_i = \frac{P_i}{A_i} \quad (3)$$

式中: $D_i$ 代表第 $i$ 个人口普查区内居住房屋底层用地的人口密度; $P_i$ 代表第 $i$ 个人口普查区的人口数; $A_i$ 代表第 $i$ 个人口普查区内居住房屋底层用地的总面积。

第三,用规则格网进行采样,计算每个网格内

的人口数和人口景观密度。根据人口实地分布图确定研究区范围,并在 ArcGIS10.2.2 中运用 fishnet 工具借鉴以往城市研究经验将研究区范围划分为 500 m×500 m 网格与人口实地分布图叠加,然后统计每一网格内的人口数并计算出人口密度,获得人口景观密度图。人口数的计算公式为:

$$P_j = \sum_i A_{ij} \times D_{ij} \quad (4)$$

式中: $P_j$ 代表第 $j$ 个网格内的人口数; $A_{ij}$ 代表落入第 $j$ 个网格内的第 $i$ 个人口普查区的居住房屋底层用地总面积; $D_{ij}$ 代表落入第 $j$ 个网格内的第 $i$ 个人口普查区的居住房屋底层用地的人口密度。

在论文中分区和统计小区尺度人口密度运用统计数据直接计算,单位为人/km<sup>2</sup>,而人口景观密度将统计数据转换尺度更小的网格数据计算,单位为人/hm<sup>2</sup>,最小研究区域更为微观。核密度估计法的原理是距离较近的对象,权重越大,在分析和显示点数据时尤其有用,一般而言统一区域点的数量越多,反映信息越精确。以往研究中通常在 ArcGIS 里将街道行政界面图层数据转换为空间点图层数据进行分析核密度,在本研究中我们将研究区域划分为 500 m×500 m 网格后再转换为点图层分析,这样大大增加了空间点的数量。研究区域内大连市统计小区 61 个,转换为网格后产生粒度为 5 968 个,圣彼得堡市统计小区 111 个,转换为网格后产生粒度为 6 307 个,转换后研究区域精细化程度明显提高,因此,对比分区和统计小区计算结果而言,人口景观密度不仅可以让我们从更微观视角观察分析人口密度空间分布格局,也可以将其结果用于进一步计算人口核密度,得出更为精细的计算

结果。

## 2 圣彼得堡市和大连市人口密度格局多尺度分析

### 2.1 分区尺度

2000年圣彼得堡城市人口为466.12万,2010年为487.95万,共有18个分区,行政分区边界没有变化。我们将18个分区的人口密度按照 $>10\,000$ 人/ $\text{km}^2$ 、 $6\,000\sim 10\,000$ 人/ $\text{km}^2$ 、 $3\,000\sim 6\,000$ 人/ $\text{km}^2$ 、 $1\,000\sim 3\,000$ 人/ $\text{km}^2$ 、 $<1\,000$ 人/ $\text{km}^2$ 顺序由高到低划分为五个等级。2000年人口密度最高的区为海军部区13 681人/ $\text{km}^2$ ,人口密度最低的区为库罗尔区255人/ $\text{km}^2$ ,两者相差53倍,各分区人口密度标准差值为4 318;2010年人口密度最高的区为中央区12 932人/ $\text{km}^2$ ,人口密度最低的区为库罗尔区266人/ $\text{km}^2$ ,两者相差48倍,各分区人口密度标准差值为4 033。分区尺度下,2000—2010年圣彼得堡人口密度空间分布总体趋势一致,从人口密度极值比及标准差值变化看,人口空间分布更加均匀化,如图3。

2000年大连市人口为309.59万,2010年为367.67万,共有8个分区,2000年行政分区边界依据2010年进行调整。同样我们将8个分区的人口密度按照 $>10\,000$ 人/ $\text{km}^2$ 、 $6\,000\sim 10\,000$ 人/ $\text{km}^2$ 、 $3\,000\sim 6\,000$ 人/ $\text{km}^2$ 、 $1\,000\sim 3\,000$ 人/ $\text{km}^2$ 、 $<1\,000$ 人/ $\text{km}^2$ 顺序由高到低划分为五个等级。2000年人口密度最高的区为西岗区12 499人/ $\text{km}^2$ ,人口密度最低的区为金普新区382人/ $\text{km}^2$ ,两者相差32倍,各分区人口密度标准差值为4 684;2010年人口密度最

高的区为沙河口区16 938人/ $\text{km}^2$ ,人口密度最低的区为保税区256人/ $\text{km}^2$ ,两者相差65倍,各分区人口密度标准差值为5 453。分区尺度下,2000—2010年大连人口密度向主城区空间集聚趋势更加明显,从人口密度极值比及标准差值变化看,人口空间分布差异性增大,如图4。

### 2.2 统计小区尺度

采用2002、2010年圣彼得堡市18个分区下设111个统计小区人口密度值,将2010年值在ArcGIS里利用自然断裂点方法分为高、较高、中、较低、低5个等级,2002年人口密度依据2010年自然断裂点进行划分。2002年人口密度分别处于由高到低5个等级的统计小区数量占总体比值依次为12.6%、16.3%、20.7%、22.5%、27.9%;2010年人口密度分别处于由高到低5个等级的统计小区数量占总体比值依次为11.7%、14.4%、25.3%、18.9%、29.7%,结果显示处于中等级统计小区占总体比值升高,处于其它等级的统计小区数量占总体比值降低,人口密度较高统计小区则全部集中在城市近郊区范围内,人口空间分布表现出向老城区集聚趋势,如图5。

采用2000、2010年大连市8个分区下设61个统计小区人口密度值,同样将2010年值在ArcGIS里利用自然断裂点方法分为高、较高、中、较低、低5个等级,2000年人口密度依据2010年自然断裂点进行划分。2000年人口密度分别处于由高到低5个等级的统计小区数量占总体比值依次为16.4%、8.2%、24.6%、14.8%、36.0%;2010年人口密度分别处于由高到低5个等级的统计小区数量占总体比值依次为11.0%、13.4%、15.6%、18.3%、41.5%,结果

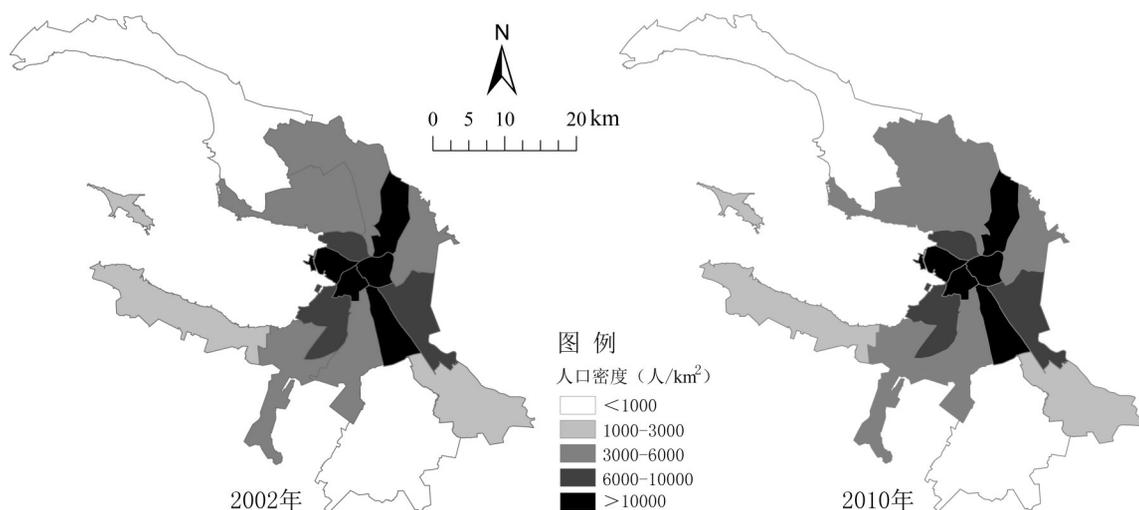


图3 2002和2010年分区尺度下圣彼得堡市人口密度空间格局

Fig.3 Spatial pattern of population density in 2002 and 2010 at district scale of St. Petersburg

显示处于较低和低等级统计小区占总体比值升高,处于中等以上等级的统计小区数量占总体比值降低,人口密度较高统计小区除向中西沙甘主城区集聚外,在金普新区+保税区也出现人口分布集聚区域,人口空间分布表现出由城市主城区向外围区分散趋势,如图6。

**2.3 粒度尺度**

依据圣彼得堡市和大连市统计小区人口数据,采用人口景观密度计算方法,参考以往研究成果对数据空间划分经验,在该尺度下将2010年人口密度划分为 < 50 人/hm<sup>2</sup>、50~100 人/hm<sup>2</sup>、100~200 人/hm<sup>2</sup>、200~300 人/hm<sup>2</sup>、300~400 人/hm<sup>2</sup>、400~500 人/hm<sup>2</sup>、> 500 人/hm<sup>2</sup> 7个等级<sup>[23]</sup>。2010年圣彼得堡各等级数量粒度占总体数量比重的标准差为28.2,大连各等级数量分区占总体数量比重的标准差为30.6,两个城市粒度尺度下人口密度空间分布如图7。

为进一步强化人口密度空间分布模式,显示出人口密度空间分布的“波峰”和“波谷”,我们在圣彼得堡市和大连市的人口景观密度数据基础上使用核密度估计法对其进行核密度计算,如图7。结果显示,圣彼得堡市人口景观密度空间分布呈现多核心空间结构,集中在城市主要建成区域,同时也是城市历史建筑保留的核心区域,从图7中可以发现人口密度空间分布核心之间存在空间断裂区域,即人口密度低值区,其主要原因是这部分地区用地为工业用地,此外我们发现在城市远郊部分地区已开始初步形成人口核心结构。

大连市人口景观密度同样呈现出多核心空间分布结构,其组团式结构更加明显,其主要核心位于中西沙甘主城区,目前其人口密度围绕核心已形成空间连片高密度集中区;在金普新区和旅顺口区也已形成人口密度空间分布的核心区域,相比老城区而言其核心密度仍然较低。

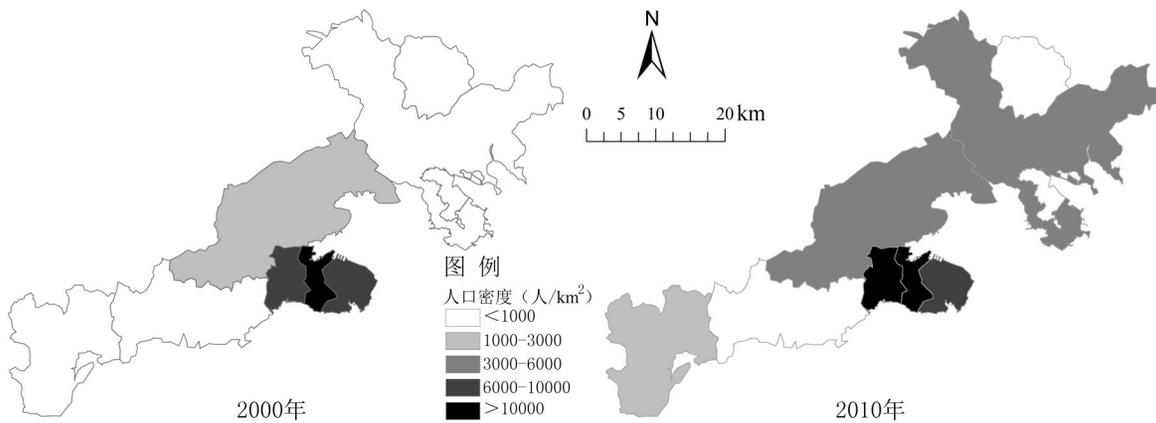


图4 2000和2010年分区尺度下大连市人口密度空间格局

Fig.4 Spatial pattern of population density in 2000 and 2010 at districts scales of Dalian

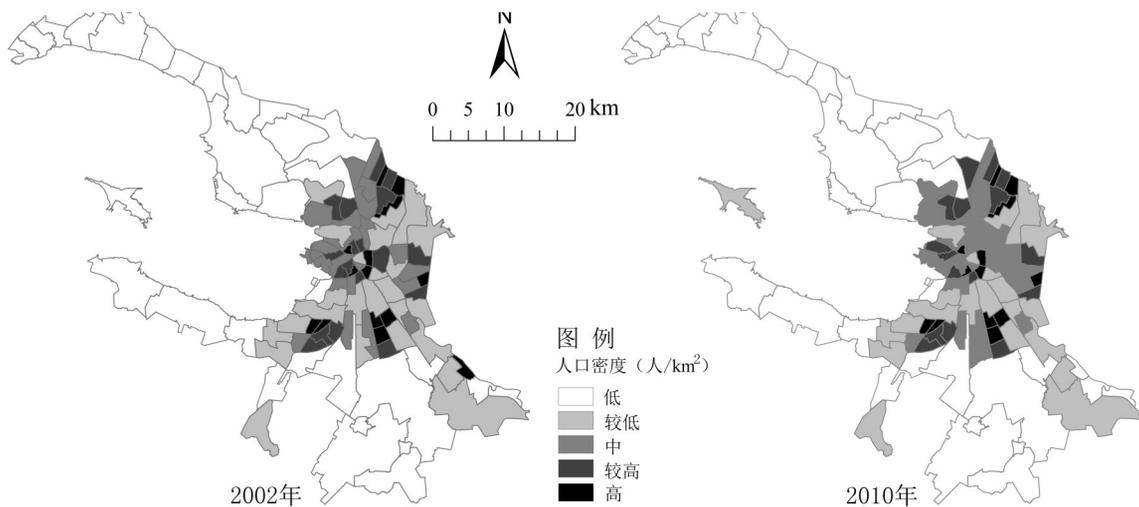


图5 2002和2010年统计小区尺度下圣彼得堡市人口密度空间格局

Fig.5 Spatial pattern of population density in 2002 and 2010 at sub-districts scales of St. Petersburg

### 3 比较视角下圣彼得堡和大连市人口密度空间格局分布特征

#### 3.1 人口密度空间集聚性

分区尺度下,2000—2010年圣彼得堡人口密度空间分布更加均匀化,2000—2010年大连人口密度空间分布差异性增大。2010年圣彼得堡和大连两个城市人口密度等级分区中处于高等级的分区占总体数量比重相近,而处于低等级分区占总体数量比重大连是圣彼得堡的2倍多,各等级分区占总体数量的标准差值也大于圣彼得堡市,以上表明分区尺度下大连市人口空间集聚性较高。

统计小区尺度下,2000—2010年圣彼得堡处于中等级统计小区占总体比值升高,处于其它等级的统计小区数量占总体比值降低,人口密度较高统计小区则全部集中在城市近郊区范围内。大连处于

较低和低等级统计小区占总体比值升高,处于中等以上等级的统计小区数量占总体比值降低,人口密度较高统计小区除向中西沙甘主城区集聚外,在金普新区+保税区也出现人口分布集聚区域,人口空间分布表现出由城市主城区向外围区分散趋势。

粒度尺度下,圣彼得堡和大连市人口景观密度空间分布均呈现多核心空间结构,两个城市人口密度等级分区中处于高等级和低等级分区占总体数量比重差距减小,各等级粒度占总体数量的标准差值差距在增大,相比而言,大连市人口空间集聚性趋势越来越明显。

综上,两个城市不同尺度下人口密度空间分布均表现出集聚特征,随着研究尺度逐渐变小,两个城市人口密度集聚区域空间指向性越发明显。

#### 3.2 人口密度空间分布模式

我们发现在分区→统计小区→粒度不同尺度

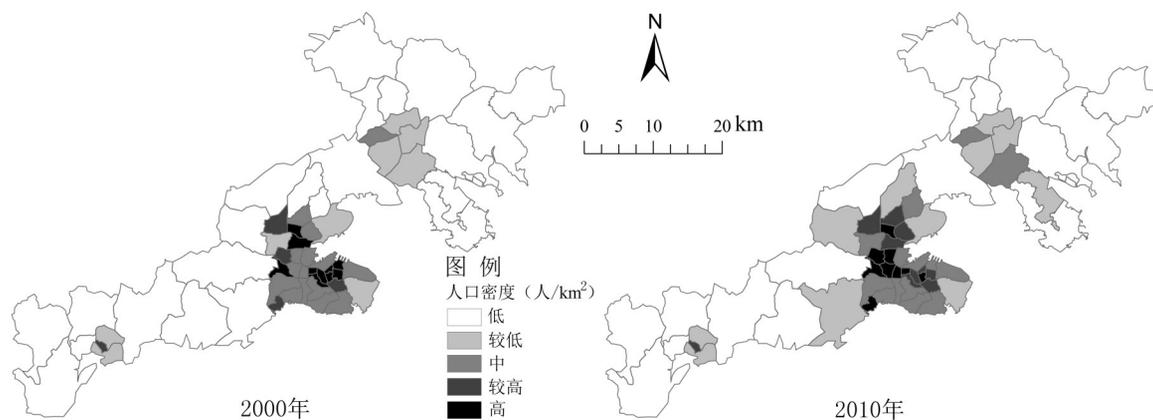


图6 2000和2010年统计小区尺度下大连市人口密度空间格局

Fig.6 Spatial pattern of population density in 2000 and 2010 at sub-district scale of Dalian

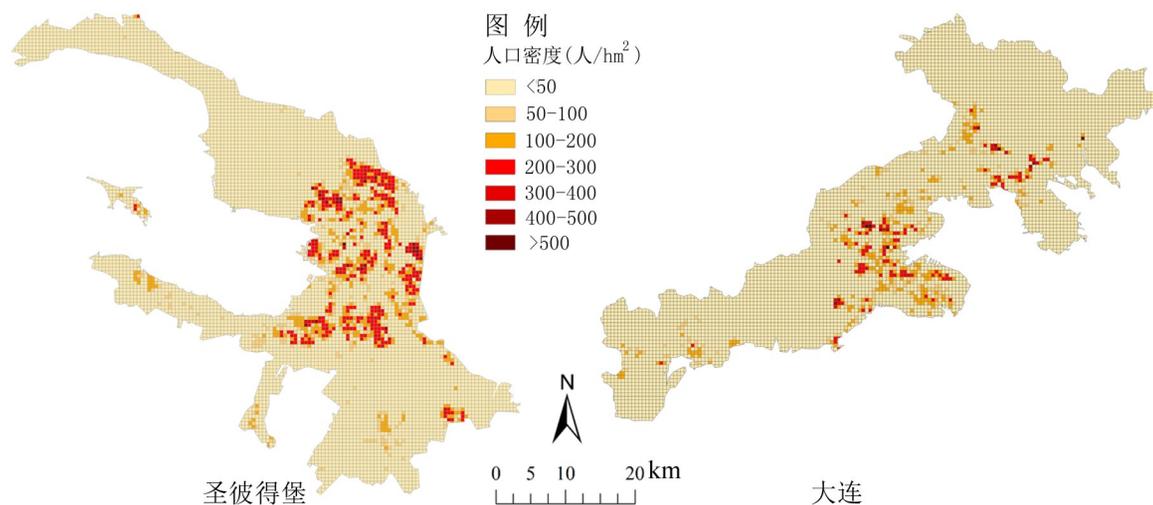


图7 2010年粒度尺度下圣彼得堡市和大连市人口密度空间格局

Fig.7 Spatial pattern of 2010 population density by grid of St. Petersburg and Dalian

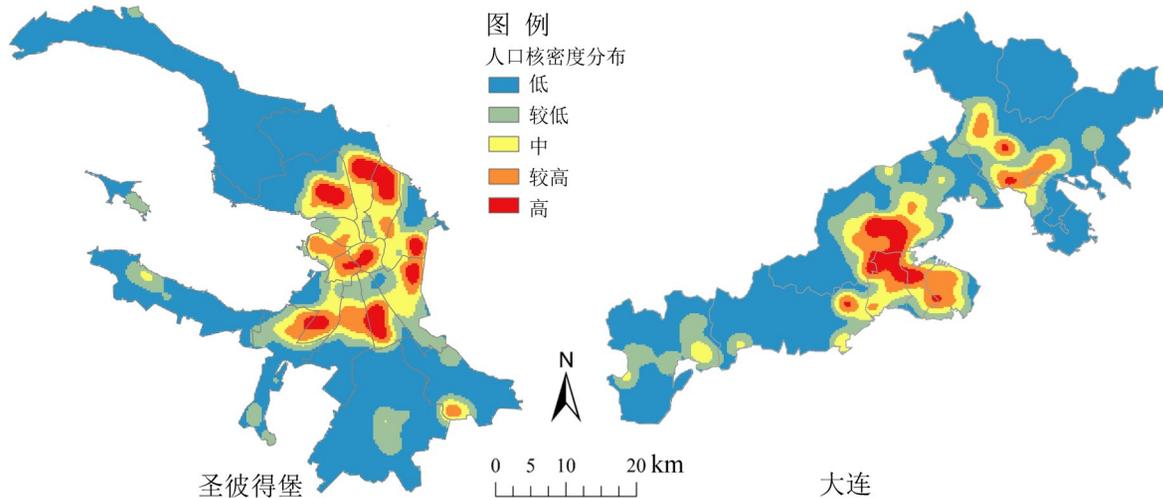


图8 2010年圣彼得堡市和大连市人口核密度空间格局

Fig.8 Kernel density of 2010 population density of St. Petersburg and Dalian

下人口密度空间分布模式特征越来越清晰:分区尺度下圣彼得堡市与大连市人口密度空间分布模式均表现出向中心集聚特征,随着研究尺度不断变小,统计小区尺度下圣彼得堡市人口密度高级别区域空间分散特征更加明显,并呈现出多中心空间分布格局,而大连市依然表现出人口密度高的统计小区在中心区域集聚特征,在分析粒度尺度时圣彼得堡市人口核密度分布多核心空间格局特征更加清晰,而大连市人口核密度分布形成单中心空间分布格局。

另外,在圣彼得堡市人口多核心空间分布格局中,每个核面积不大,彼此分散在城市近郊区内,其核表现力在城市整体区域内并不是非常突出,总体而言人口核密度分布显示出小集中、大分散的空间分布特征。而大连市人口核密度在中西沙甘主城区内形成一个大的极核,其半径明显大于圣彼得堡市,人口空间极化程度更高,总体而言人口核密度显示出大集中、小分散的空间分布特征。虽然目前在大连市的金普新区已显示出人口核密度分布,但仍其特征较弱。

### 3.3 人口密度空间格局

分区尺度下,圣彼得堡市不同等级人口密度显示出高、较高、中、较低、低五个等级嵌入式空间分布;而大连市不同等级人口密度由城市中心区域向外部区域依次为高一较高一中一较低一低等级递减分布特征,如图3、图4。

统计小区尺度下,圣彼得堡市人口密度依然为各等级人口密度嵌入式空间分布;而大连市以中西沙甘主城区、金普新区和旅顺口区的中心区域向每

个区域边缘地带表现出同一等级人口密度环环围绕在更高等级的外围,如图5、图6。

粒度尺度下,圣彼得堡市人口各等级核密度嵌入在城市景观格局内;而大连市人口各等级核密度连片式分布在城市景观格局内,如图7。

随着研究尺度逐渐减小,圣彼得堡市和大连市人口密度空间等级分布特征越加明显,圣彼得堡不同等级人口密度嵌入式分布与大连市连片式分布形成鲜明对比(图8)。

## 4 结论与讨论

基于2000和2010年人口统计数据,对俄罗斯大城市圣彼得堡市和中国大连市人口密度空间分布格局进行对比分析,发现人口的空间分布具有很强的尺度依赖性,在某一尺度上所具有的人口分布特征在另一尺度上往往并不适用,而小尺度对人口分布特征进行研究可以避免大尺度探究带来的不足。圣彼得堡和大连市人口密度空间分布特征显示:①在人口空间集聚性方面,两个城市不同尺度下人口密度空间分布均表现出集聚特征,随着研究尺度逐渐变小,人口密度集聚分布趋势越来越明显,相比而言,大连市人口密度空间集聚的趋势更明显。②在人口密度空间分布模式方面,多尺度下圣彼得堡显示出小集中、大分散的多核心空间分布模式;而大连市人口密度显示出大集中、小分散的单中心为主空间分布模式。③在人口密度空间格局方面,多尺度下圣彼得堡市人口各等级核密度均表现出嵌入式空间分布格局;而大连市人口各等级核密度表现为连片式空间分布格局。以两个城市

为例,通过对不同尺度下中俄大城市人口密度空间分布特征时空比较分析,使得人口密度空间分布特征表现越加明显,利于其特征的总结。

中俄大城市用地空间结构发展过程,同样经历了计划经济到市场经济过渡阶段,两国在经济改革初期城市空间起始情况基本相同,然而改革路径差异性决定了城市土地利用不同的空间格局<sup>[24]</sup>,从而决定了人口密度空间格局不同。大连城市建设史上曾受过苏联较大影响,第一次五年规划城市功能定位为工业城市,这一时期完全照搬苏联,盲目发展工业,工业项目规模过大,在城市中心区占地过多,自 80 规划、90 规划和 00 规划的调整,城市中心城区工业用地逐渐外迁或转产和压缩规模,中心城区腾出的土地逐渐被居住、商业和贸易中心所代替,因而形成了今天城市中心人口集聚分布格局。圣彼得堡作为苏联时期重要的重工业城市,至今城市空间结构仍受到苏联时期城市规划的影响,与大连不同的是,其城市中心城区产业“退二进三”的进程较为缓慢,至今城市中心城区仍保留大量的工业用地,加之圣彼得堡作为世界著名的历史文化名城,对城市规划对中心城区建筑限高,其城市中心城区并没有形成规模较大的人口空间分布极核。另外,随着中国土地市场和住宅市场的建立,地方政府在 GDP 行政绩效考核体系下及各种开发区政策导向下,城市郊区相对廉价的土地被大面积开发,居住郊区化进程加快,因此大连除中西沙甘主城区外,在其远离城市中心区的外围区域也逐渐形成人口空间分布极核。与中国相反的是,在俄罗斯住房改革中,始终没有把发展土地市场,包括住房金融,作为经济增长的要素与目标,城市郊区发展主要以私人开发的具有独立院落的休闲小木屋形式出现,因此圣彼得堡在其远郊区则没有形成人口空间分布极核,而是呈人口低密度分布格局。

#### 参考文献:

- [1] 单卓然,黄亚平,张衔春. 中部典型特大城市人口密度空间分布格局——以武汉为例[J]. 经济地理, 2015, 35(9): 33 - 39.
- [2] 王露,封志明,杨艳昭,等. 2000—2010 年中国不同地区人口密度变化及其影响因素[J]. 地理学报, 2014, 69(12): 1 790 - 1 798.
- [3] 梅林,陈妍. 吉林省人口密度空间格局演变及其形成机制[J]. 人文地理, 2014, 129(4): 92 - 97.
- [4] 张志斌,潘晶,李小虎. 近 30 年来兰州市人口密度空间演变及其形成机制[J]. 地理科学, 2013, 33(1): 36 - 44.
- [5] 柏中强,王卷乐,杨雅萍,等. 基于乡镇尺度的中国 25 省区人口分布特征及影响因素[J]. 地理学报, 2015, 70(8): 1 229 - 1 242.
- [6] 冯健,周一星. 1990 年代北京市人口空间分布的最新变化[J]. 城市规划, 2003, 27(5): 55 - 63.
- [7] 谢守红,宁越敏. 广州市人口郊区化研究——兼与北京、上海的比较[J]. 地域研究与开发, 2006, 25(3): 116 - 119.
- [8] 符海月,李满春,赵军,等. 人口数据格网化模型研究进展综述[J]. 人文地理, 2006, 21(3): 115 - 119.
- [9] 闫庆武,卞正富,张萍,等. 基于居民点密度的人口密度空间化[J]. 地理与地理信息科学, 2011, 27(5): 95 - 98.
- [10] 王培震,石培基,魏伟,等. 基于空间自相关特征的人口密度格网尺度效应与空间化研究——以石羊河流域为例[J]. 地球科学进展, 2012, 27(12): 1 363 - 1 372.
- [11] 王静,杨小暎,石瑞香. 山东省人口空间分布格局的多尺度分析[J]. 地理科学进展, 2012, 31(2): 176 - 182.
- [12] 杨振,雷军,段祖亮,等. 新疆人口的空间分布特征[J]. 地理研究, 2016, 35(12): 2 333 - 2 346.
- [13] Кузнецов С В, Лачининский С С. Современная трактовка категории «геоэкономическое положение» и ее верификация на примере Санкт - Петербургской агломерации[J]. Балтийский регион, 2014, 1(19): 103 - 121.
- [14] 维基百科. 圣彼得堡[EB/OL]. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Автомобильные\\_дороги\\_России.html](https://ru.wikipedia.org/wiki/Автомобильные_дороги_России.html), 2017 - 01 - 13.
- [15] 圣彼得堡市政府官方网站. 圣彼得堡市行政区[EB/OL]. [https://gov.spb.ru - Администрация\\_районов\\_города\\_Санкт - Петербурга.html](https://gov.spb.ru - Администрация_районов_города_Санкт - Петербурга.html), 2016 - 04 - 03.
- [16] 俄罗斯西北区域战略研究中心. 圣彼得堡 2020 年经济发展规划[EB/OL]. [http://csr-nw.ru/files/publications/development\\_potential\\_of\\_st\\_petersburg.pdf.html](http://csr-nw.ru/files/publications/development_potential_of_st_petersburg.pdf.html), 2011.
- [17] 大连市规划局. 大连市城市总体规划(2009—2020)[EB/OL]. <http://bbs.pinggu.org/a-785019.html>, 2016 - 04 - 03.
- [18] 大连市政府工作网站. 大连概况[EB/OL]. <http://www.dl.gov.cn/gov/.html>, 2017 - 01 - 20.
- [19] 大连市政府. 2016 年大连市政府工作报告[EB/OL]. <http://www.zzxu.cn/fanwen/baogao/165007.html>, 2016 - 04 - 28.
- [20] 联邦国家统计局. 社会经济活动人均地区生产总值[EB/OL]. [http://petrostat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_ts/petrostat/resources/58cc7e804f0a97d5bbddb22524f7e0f/SPB14.pdf.html](http://petrostat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/petrostat/resources/58cc7e804f0a97d5bbddb22524f7e0f/SPB14.pdf.html), 2016 - 05 - 06.
- [21] 大连市统计局. 大连市第六次人口普查数据[M/CD]. 2016 - 06 - 10.
- [22] Timothée P, Nicolas L B, Emanuele S, et al. A network based kernel density estimator applied to Barcelona economic activities [C]//International Conference on Computational Science and Its Applications. Springer Berlin Heidelberg, 2010: 32 - 45.
- [23] 邓羽,刘盛和,蔡建明,等. 中国省际人口空间格局演化的分析方法与实证[J]. 地理学报, 2014, 69(10): 1 473 - 1 486.
- [24] 李晓玲,修春亮,Шендик Александр Владимирович,等. 圣彼得堡土地利用格局现状特征及形成机制[J]. 地理科学, 2017, 37(9): 1 382 - 1 391.