

基于LBS数据的天津市双城通勤圈研究

路 启¹, 阚长城², 魏 星¹, 阴炳成¹

(1.天津市城市规划设计研究院, 天津 300201; 2.百度时代网络技术(北京)有限公司, 北京 100085)

摘要:为了明确天津市双城格局下的城市通勤圈范围,利用百度LBS数据识别出用户的居住地、就业地,并计算其通勤出行范围。在此基础上,采用就业人口比例法和热力图等值线法识别天津市双城通勤圈范围。验证了天津市双中心的城市布局中确实存在两个独立的通勤圈且在覆盖范围、集聚度等方面存在明显差异,双城结构下的通勤圈与单中心城市也存在显著差异。利用外环线和综合通勤圈将天津市划分为三个层次分区,通过人口、就业岗位、建设用地、通勤交通需求、交通基础设施等方面比较可知,三个层次分区存在明显差异性。该识别结果加深了对天津市域空间结构的认识,为在市域范围内分层次、分区域制定有针对性的规划政策提供依据。

关键词:大数据;通勤圈;双城结构;LBS数据;通勤距离

Commuting Circle in Twin Cities of Tianjin Based on Location-Based Service Data

Lu Qi¹, Kan Changcheng², Wei Xing¹, Yin Bingcheng¹

(1.Tianjin Urban Planning & Design Institute, Tianjin 300201, China; 2.Baidu.com Times Technology (Beijing) Co., Ltd., Beijing 100085, China)

Abstract: To elucidate the scope of commuting circle in twin cities of Tianjin, this paper utilizes Baidu Location-Based Service (LBS) data to identify users' residence location and place of employment and calculate their commuting range. On this basis, the employment-to-population ratio and heat map isoline methods are used to show commuting circle in twin cities of Tianjin. The results show that there are two independent commuting circles in the dual-center urban layout of Tianjin, and there are obvious differences in coverage, agglomeration, etc. There are also significant differences between the twin cities commuting circle and that of single-center cities. Dividing Tianjin into three special zoning levels by the outer ring road and comprehensive commuting circle, the paper compares population, employment, land use development, commuting travel demand, and transportation infrastructures, and concludes that there are distinctions in the three levels of zones. The findings are helpful in better understanding of the spatial structure of Tianjin metropolitan area and making targeted planning policies at different levels and areas within the city.

Keywords: big data; commuting circle; twin city structure; Location-Based Service (LBS) data; commuting distance

收稿日期:2020-03-26

作者简介:路启(1982—),男,河北邯郸人,硕士,高级工程师,主要研究方向:交通模型及交通大数据应用。E-mail:luqi_hb@163.com

0 引言

城市交通问题的内在矛盾是城市空间结构和土地使用的不合理。作为城市中日常交通的主体,通勤交通的出行分布一定程度上是由城市空间结构和用地布局决定的,因此城市的通勤圈也与空间结构和用地功能密不可分。量化分析通勤圈特征和研究城市通勤圈与空间结构的关系,可以加深对城市空间

结构的理解^[1]。

《天津市空间发展战略规划(2008—2020)》确定了天津市双城发展战略,正在编制的《天津市国土空间总体规划(2019—2035年)》中也延续了双城发展战略,提出构建双中心的主城布局。双城包含天津中心城区和滨海新区核心区两个部分,现状天津中心城区是天津外环线以内的区域,面积334 km²;滨海新区核心区是京津高速、海滨大道、津晋

高速、西外环高速围合的区域,面积256 km²。为了进一步分析双中心城市的城市空间结构特点,利用百度基于位置的服务(Location Based Service, LBS)数据测算天津双城通勤范围,分别识别双城通勤区,通过通勤区的分析进一步认识和划分双中心城市空间结构。

1 通勤圈定义

通勤出行是城市日常最重要的交通活动,城市居民的通勤活动在地理空间上的分布往往能够形成以城市中心为圆心的不规则圆形通勤圈,表示城市居民在居住地和就业地之间往返的空间范围,在这个空间范围内能满足居民的通勤需求和通勤过程中的购物、就餐等需求^[2]。

本文研究的通勤活动是指就业或者上学的出行联系,就业和上学均有固定的驻留地,居民应有固定的居住地,而在居住地至

就业地(上学地)之间的出行即为通勤出行。通勤圈是指与中心城区在日常生产生活中有密切联系、能在单日通勤往返的圈层范围,圈层内绝大部分居民的通勤活动都位于其中。

反映居民日常通勤出行的通勤圈与城市空间结构息息相关,从通勤圈的角度分析城市空间结构,需要进一步理解城市空间结构的相关理论和实践。从同心圆模型到多核心模型的理论发展,从田园城市到卫星城的实践探索,多中心城市和单中心城市居民通勤出行存在明显差异。现有通勤圈研究主要围绕单城区城市的空间布局模式,而天津市空间结构的双城布局不能简单套用原有单城区城市的通勤圈理论,应针对双城区城市的具体特点进行分析,进而研究城市空间结构、城市规模、城市都市圈范围、城市轨道交通服务半径等重大问题。

2 数据概况与处理方法

2.1 职住通勤数据

百度地图日均位置服务请求次数已经超过1 200亿次,月度活跃硬件设备数达到12亿台,涵盖全国各级行政区划。百度慧眼整合去隐私化的位置、POI等多源数据,提取位置属性、时间分布等上百个特征,基于人工智能技术挖掘得到用户的居住地和就业地,准确率超过90%;将用户的居住地与就业地相连接,得到该用户的通勤OD数据。相关数据处理各环节均匿名化,各环节及输出均不涉及个体隐私。

本文使用百度地图慧眼提供的2019年11月人口、岗位及通勤数据,共识别出天津市常住人口1 573万人、就业人口766万人,其中687万就业人口识别出通勤OD数据;将通勤OD数据的居住地和就业地以网格形式进行聚合,网格尺寸为100 m×100 m,居住地网格*i*和就业地网格*j*之间的通勤流强度 F_{ij} 为两网格之间的通勤人数总和,汇总 F_{ij} 即得到天津市域通勤出行的空间分布情况。

2.2 识别结果检验

2.2.1 平均出行距离检验

为了验证百度LBS通勤交通数据的可靠性,对比LBS数据和天津市居民出行调查^[3]得到的平均通勤出行距离。通过LBS数据得到2019年天津市域平均通勤出行距离为

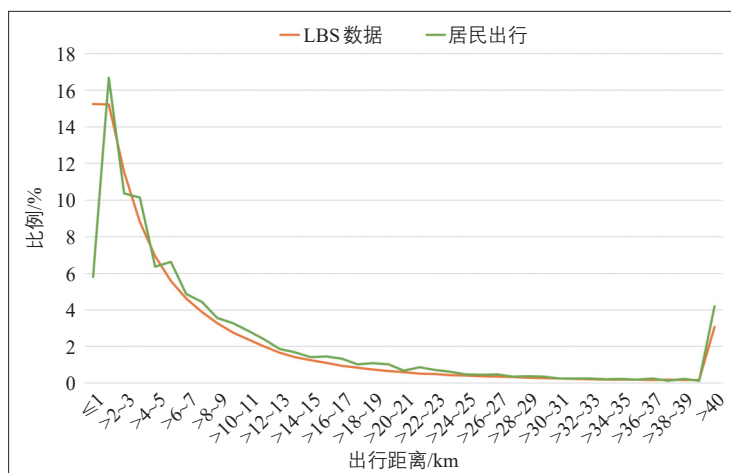


图1 百度LBS数据与居民出行调查数据通勤出行距离分布对比

Fig.1 Distribution of commuting distance estimated by Baidu LBS data and resident travel survey data

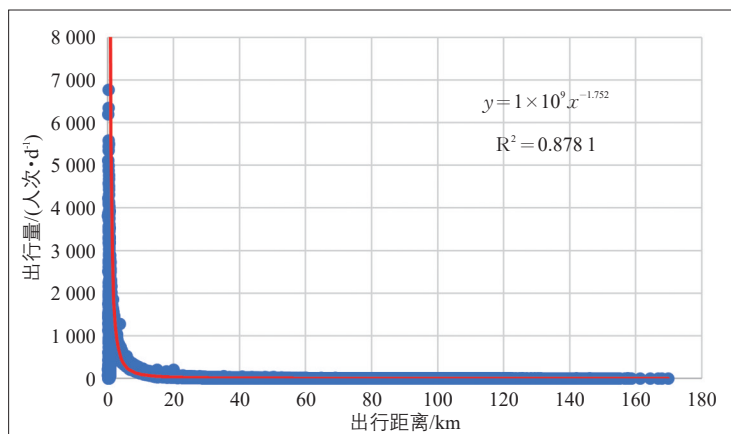


图2 基于百度LBS数据的天津市通勤出行距离拟合

Fig.2 Fitting of commuting distance in Tianjin based on Baidu LBS data

8.0 km。天津市最近一次居民出行调查为2017年完成，共调查2.54万户，抽样率为0.8%，调查结果统计得到2017年天津市平均通勤出行距离为9.3 km。由于居民出行调查中的出行距离为路网中的实际出行距离，而LBS数据得到的出行距离为两点间的直线距离，因此LBS数据得到的平均出行距离比居民出行调查略小，结果较为合理。从居民通勤出行距离分布来看，居民出行调查和LBS数据总体上吻合度较好，主要差异在于通勤出行距离为 ≤ 1 km的比例。由于居民出行调查中关于一次出行的定义中不包括500 m以内的出行，而LBS数据的精度则达到100 m，因此LBS数据1 km以内出行比例高于居民出行调查。根据上述两种检验，LBS数据与居民出行调查得到的通勤出行基本能够反映天津市域内居民的总体通勤规律。

2.2.2 齐普夫法则检验

作为经典的法则，齐普夫(Zipf)法则广泛应用于多个学科领域，文献[4-5]等均验证发现出行距离也符合齐普夫法则，短距离通勤者应远远多于长距离通勤者，识别结果的总体通勤出行距离应符合负幂衰减规律。由图2拟合的幂指数曲线可知，用户数与通勤出行距离的相关系数(R^2)达到0.88，具有较高的拟合度。根据齐普夫法则检验结论，LBS数据识别结果的通勤出行距离具有较高可信度。

3 天津双城通勤圈分析

3.1 天津中心城区通勤圈范围

通勤圈的确定有两种方法。第一种方法参考日本都市圈的界定标准。日本行政管理部门界定都市圈的标准为：某城市常住地区市町村(相当于中国的乡镇)15岁以上的就业人口和15岁以上的上学人口中，若有10%以上的人口在中心城区上班或者上学，则该市町村即在该城市都市圈范围内，这些市町村就形成该城市都市圈范围^[6]。日本都市圈是按照通勤和上学圈进行划分，因此都市圈即为通勤圈。第二种方法是文献[4]提出的采用核密度分析法，利用手机信令数据进行热力图分析、ArcGIS制作等值线图，将以中心城区为中心的最外侧等值线作为通勤圈界限(见图3)。

1) 就业人口比例法。

计算中心城区周边各乡镇去往中心城区工作通勤的人口占各自乡镇总人口的比例，

得到通勤人口比例大于10%的乡镇如图4所示，这些乡镇外围的界限即为通勤圈，主要包括环城四区主要乡镇(中北、张窝、精武、大寺、李七庄、双港、新立、华明、金钟、宜兴埠、小淀、双街、青光等)，面积为1 027 km²，中心城区职工在通勤圈内居住的比例为93.6%。

2) 热力图等值线法。

分别利用中心城区居民就业地分布数据和中心城区职工居住地分布数据制作热力图，(见图5和图6)利用ArcGIS软件制作热力图等值线，选取最外围等值线作为中心城区的等值线，中心城区居民就业等值线通勤圈面积为844 km²，中心城区居民通勤圈内就业比例达到92.5%；中心城区职工居住等值线通勤圈面积为552 km²，中心城区职工通勤圈内居住比例达到91.6%。

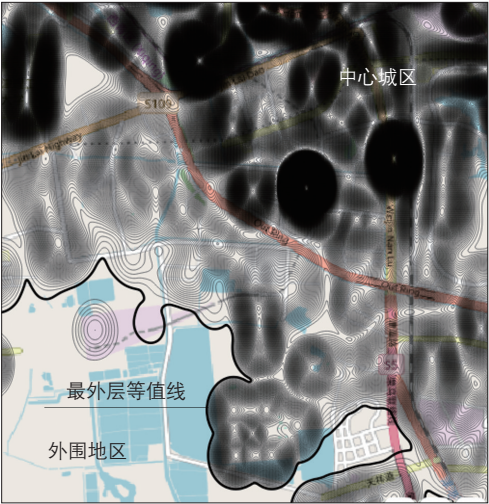


图3 热力图等值线法示意
Fig.3 Schematic diagram of heat map isoline method

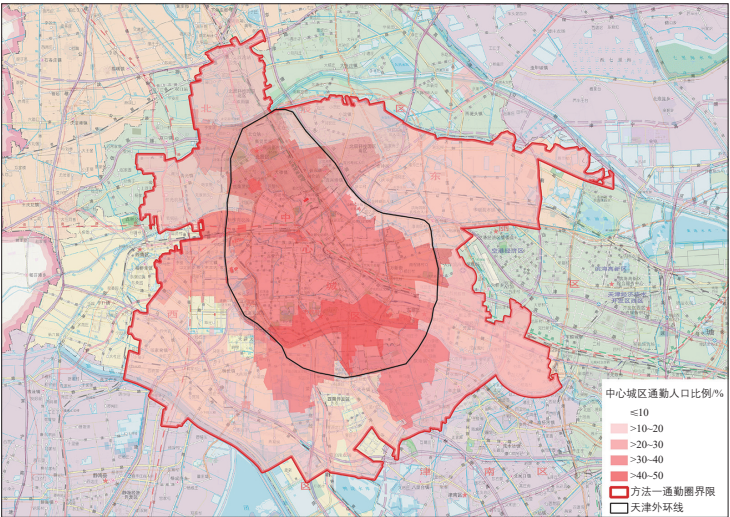


图4 基于就业人口比例法确定天津中心城区通勤圈
Fig.4 Commuting circle within the central district in Tianjin based on employment-to-population ratio method

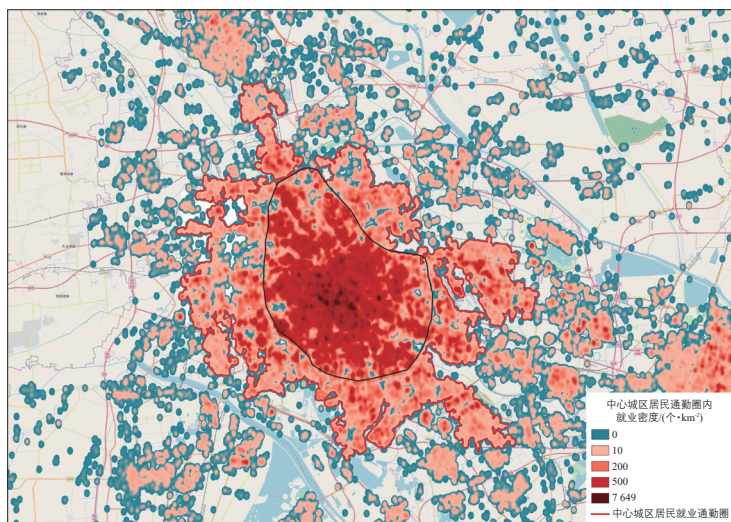


图5 天津中心城区居民就业通勤圈示意

Fig.5 Commuting circle of employment in the central district of Tianjin

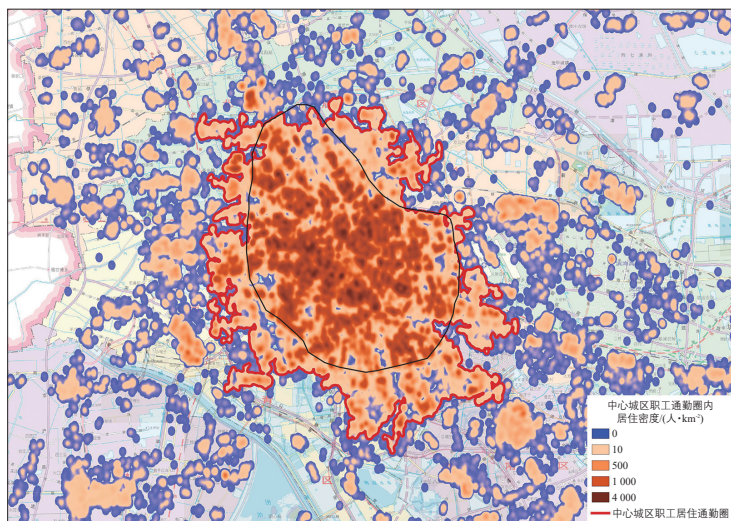


图6 天津中心城区职工居住通勤圈示意

Fig.6 Commuting circle of residence in the central district of Tianjin

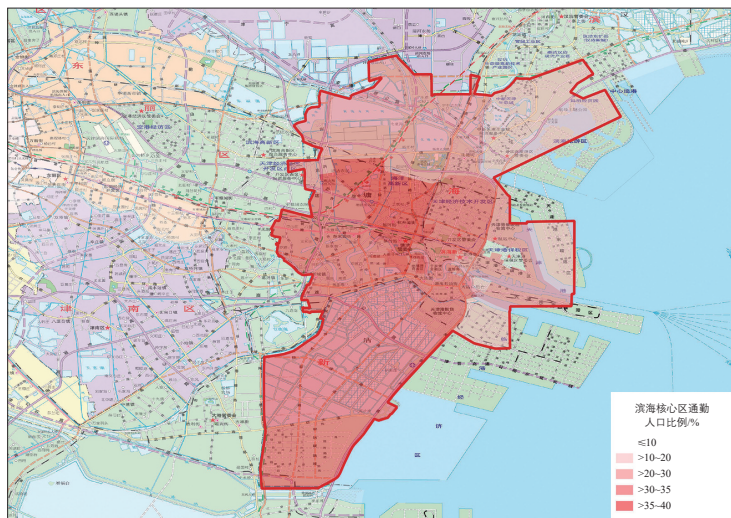


图7 基于就业人口比例法确定滨海核心区通勤圈

Fig.7 Commuting circle of the Binhai core area based on employment-to-population ratio method

3.2 滨海核心区通勤圈范围

1) 就业人口比例法。

计算滨海核心区周边各乡镇去往核心区工作通勤的人口占各自乡镇总人口的比例,得到通勤人口比例大于10%的乡镇如图7所示,这些乡镇外围的界限即为通勤圈,主要包括北片区的生态城、南片区的港东新城、天津港等区域,面积为803 km²,滨海核心区职工在通勤圈内居住比例为83.5%。

2) 热力图等值线法。

分别利用核心区居民就业地分布数据和核心区职工居住地分布数据制作热力图,利用ArcGIS软件制作热力图等值线,选取最外围等值线作为核心区的等值线,核心区居民就业等值线通勤圈面积为280 km²,核心区居民在通勤圈内工作比例达到87.3%(见图8);核心区职工居住等值线通勤圈面积为199 km²,核心区职工在通勤圈内居住比例仅为76.7%(见图9)。

3.3 双城模式下通勤圈的确定

基于就业人口比例法确定天津中心城区通勤圈面积1 027 km²,滨海核心区通勤圈面积803 km²,双城通勤圈总面积为1 830 km²(见图10a)。基于热力图等值线法确定的天津中心城区通勤圈面积844 km²,滨海核心区通勤圈面积280 km²,双城通勤圈总面积为1 124 km²(见图10b)。两种通勤圈识别方法的结果存在一定差异,主要原因是方法一以乡镇行政区界限为边界,基本上包括了城区周边联系紧密的主要乡镇,同时包含了该乡镇内的农田、林地、河流等无通勤需求的地区,因此确定的通勤圈覆盖相对较大;方法二包含了与中心城区有一定通勤需求的区域,而与中心城区没有通勤需求的区域均被排除在外,因此通勤圈覆盖范围相对较小。另一方面,由于方法一通勤圈主要包括城区周边联系紧密的主要乡镇,而方法二通勤圈则反映了与城区联系紧密的地区(包括空港、钢管集团等地区),两种方法得到的通勤圈综合起来才能够反映城市通勤圈的整体情况。因此,将两种方法得到的通勤圈取并集,最终得到天津双城通勤圈面积为2 016 km²(见图10c),其中中心城区通勤圈半径约为19 km,滨海核心区通勤圈半径约为16 km(见表1)。

天津双城综合通勤圈面积仅占中心城市(包括天津中心城区、环城四区、滨海新区

区，面积4 450 km²)的45%，而双城职工在综合通勤圈内居住的比例高达92.9%，说明了综合通勤圈与双城之间的特殊联系，在城市空间结构和基础设施布局中也应加以考虑。

3.4 双城通勤圈比较分析

天津市独特的双城结构下，两个城区外环线之间的距离约为22 km。经过30多年的发展，天津市基本上形成了两个较为独立的城区。通过通勤圈的分析同样得到两个独立的通勤圈，一定程度上也验证了双城均形成了各自相对独立的通勤腹地和辐射范围。

以通勤圈为出发点比较双城的差异性，由于方法一以乡镇行政区界限为边界，其中包含了农田、林地、河流等无通勤需求的地区；而方法二利用热力图等值线，包含了与城区有一定通勤需求的区域，能较为直观地表示城区直接腹地范围。因此，选取方法二通勤圈作为分析对象(见图10b)，分析双城通勤特征。

1) 滨海核心区发展处于增量阶段。

滨海核心区常住人口、就业岗位仅为中心城区的22%和24%，滨海核心区常住人口密度(0.5万人·km⁻²)也远低于中心城区(1.7万人·km⁻²)，说明滨海核心区尚处于增量阶段，相对于中心城区的人口和就业岗位聚集度相对较低。滨海核心区内很多区域尚待开发和吸引人气，这在一定程度上也导致滨海核心区通勤圈面积仅为中心城区的1/3。随着滨海核心区进一步发展，其通勤圈面积也会相应增加。

2) 双城之间仍存在通勤出行。

基于LBS数据识别出双城之间通勤人口约7万人，其中滨海核心区约1.6万居民在中心城区工作，中心城区约5.4万居民在滨海核心区工作(见图11)。由于中心城区居住配套设施相对完善，而滨海核心区居住配套设施相对较差，导致其职工在中心城区居住比例较高(7.7%)。由于双城之间的差异在一定时期内较难扭转，因此双城之间通勤现象也将长期存在。

3) 双城廊道上的组团基本上只接受相邻城区的辐射。

中心城区周边的双港、新立、华明、幺六桥等组团与中心城区通勤联系较紧密，而滨海核心区周边的无瑕街仅与滨海核心区联系较为紧密，宁静高速与唐津高速之间的其

他组团则与双城之间的通勤联系均较弱。

与单中心城市(上海市)进行对比(见图12)，在天津双城城区的总面积、常住人口均小于上海中心城区的条件下，双城通勤圈面积之和与上海中心城区通勤圈基本相当，这表明双城通勤圈覆盖和带动的区域相对更多；另一方面，双城结构一定程度上

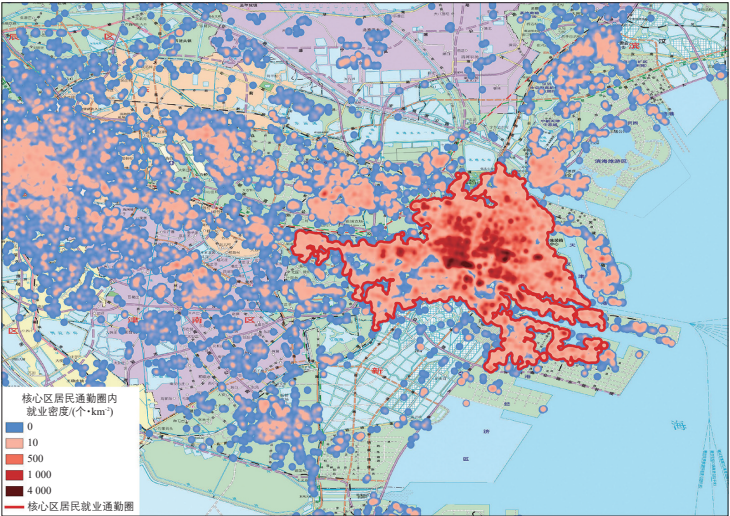


图8 滨海核心区居民就业通勤圈示意
Fig.8 Commuting circle of employment in the Binhai core area of Tianjin

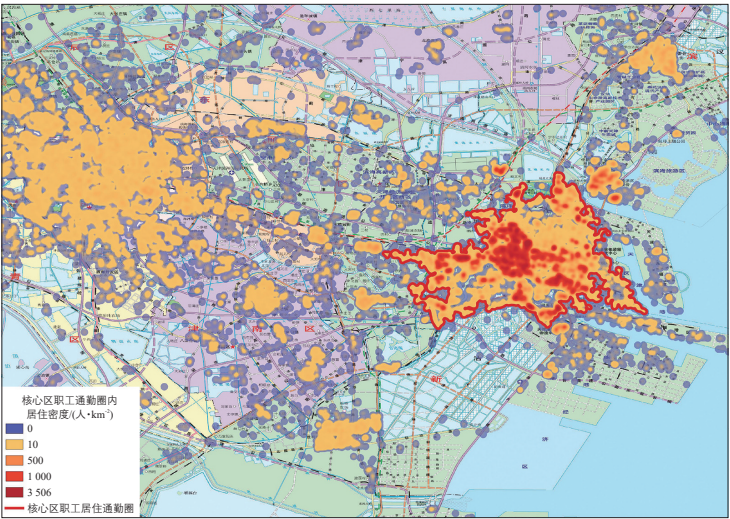


图9 滨海核心区职工居住通勤圈示意
Fig.9 Commuting circle of residence in the Binhai core area of Tianjin

表1 双城综合通勤圈

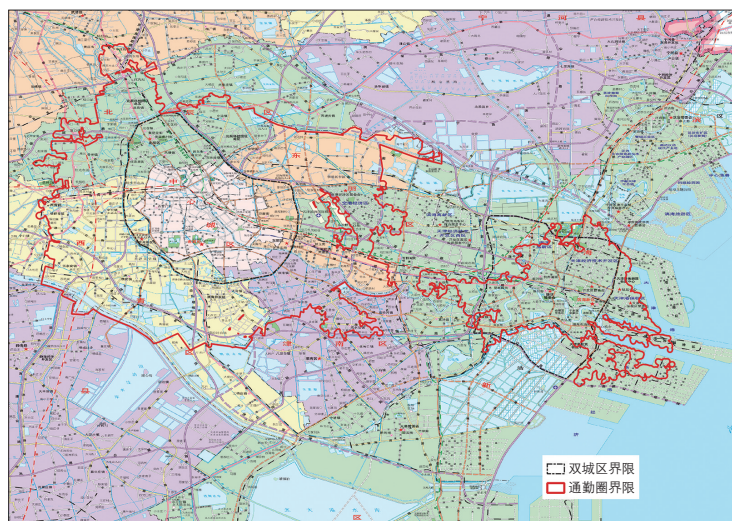
Tab.1 Comprehensive commuting circle of twin cities

名称	中心城区通勤圈面积/ km ²	滨海核心区通勤圈面积/ km ²	双城通勤圈 面积/km ²	双城职工在 通勤圈内居 住比例/%
方法一通勤圈	1 027	803	1 830	91.6
方法二通勤圈	844	280	1 124	88.6
综合通勤圈	1 182 (R =19 km)	834 (R =16 km)	2 016	92.9

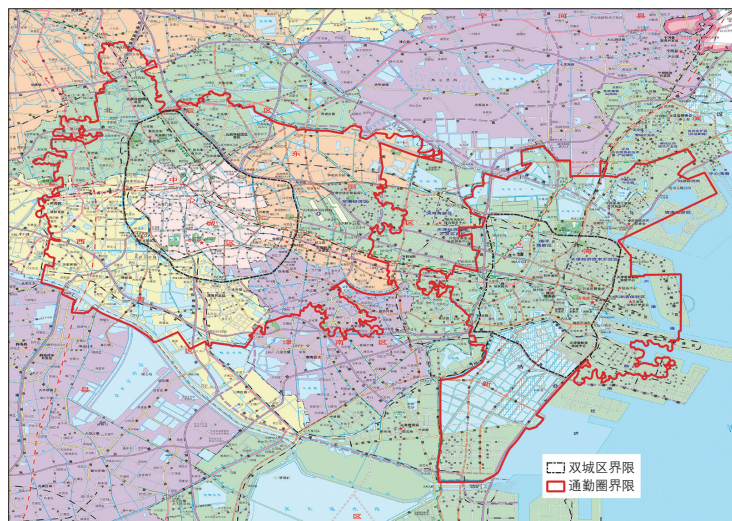
削弱了每一个城区单独的辐射水平，双城结构下通勤圈集聚能力不及单中心城市，体现在双城内职工在各自通勤圈内居住的比例远低于单中心的上海中心城区(见表2)。



a 基于就业人口比例法



b 基于热力图等值线法



c 综合通勤圈

图10 双城通勤圈示意

Fig.10 Commuting circles of twin cities

4 通勤圈分区特征分析

4.1 综合通勤圈与城市空间分区

由通勤联系紧密度确定的综合通勤圈为空间上的虚拟圈层，其与双城外环线一起将天津市域划分为外环线以内的双城城区、外环线至综合通勤圈的环外通勤区以及通勤圈以外的远郊区三个层次分区(见图13)。

从通勤交通联系上，双城城区、环外通勤区和远郊区存在显著差异。双城城区自身通勤联系比例最高，达到82.5%；环外通勤区与双城城区之间的通勤联系比例为10.4%；远郊区与双城城区之间的通勤联系相对较少，仅为7.1%。三个层次分区与双城之间的通勤交通呈现明显的阶梯状下降趋势(见图14)。

除了通勤交通联系外，继续从人口、就业岗位、POI兴趣点等方面对双城城区、环外通勤区和远郊区进行比较(见表3)。三个层次分区在人口密度、就业岗位密度、POI兴趣点密度上呈现梯度递减规律，也表现出较为显著的层次差异。双城城区人口密度、就业岗位密度、POI兴趣点密度远高于其他两个分区，人口、就业岗位和建设用地均高度密集；环外通勤区人口密度、就业岗位密度、POI兴趣点密度介于城区和远郊区之间，该区域为城区向远郊区的过渡地带，其用地布局及人口、就业岗位分布既不同于双城城区，也不同于远郊区，具有自身的特殊性；远郊区人口密度、就业岗位密度、POI兴趣点密度均较低。

上述分析表明，天津市域空间结构存在双城城区、环外通勤区、远郊区三个层次，不仅在与双城通勤联系紧密程度上有明显差异，而且在人口密度、城市建设用地比例上也有明显差异。该结论与文献[4]通过手机信令数据得到上海市域空间结构的中心城区、通勤区、郊区三个层次类似，但不同之处在于上海市三个层次的分区为单中心空间结构，三个层次分区均围绕一个中心分布；而天津市为双中心结构，三个层次分区围绕中心城区、滨海核心区两个城区展开。

因此，天津市在城市规划、建设、管理、制定政策时均应结合三个层次分区的不同特点进行考虑。另外，还应考虑中心城区和滨海核心区功能定位、发展阶段等方面的差异性，分别制定有针对性的规划编制技术指标和规划管理要求。

4.2 综合通勤圈与交通基础设施的关系

根据上述分析，天津市域空间结构存在双城城区、环外通勤区、远郊区三个层次，这三个层次的分区在通勤交通联系、人口、就业岗位和建设用地方面的差异必将产生出行需求差异。从对外通勤出行的比例来看，远郊区自成体系，对外通勤出行比例最低(22%)，其次为两个城区(中心城区34%，滨海核心区40%)，而环外通勤区与双城之间通勤联系密切，对外通勤出行比例最高，中心城区环外通勤区为58%、滨海核心区环外通勤区为78%。从平均通勤出行距离来看，环外通勤区高于各自对应的城区，而由于滨海核心区及其环外通勤区的对外通勤出行比例较高，导致其平均通勤出行距离均高于中心城区及中心城区环外通勤区(见图15)。

三个层次分区的交通基础设施指标见表4。双城城区、环外通勤区、远郊区三个层次的道路网密度差别相对较小，基本呈现2倍递减规律，主要原因是在环外通勤区和远郊区中均有大量的过境公路通过，客观上造成道路网密度的差异性相对较小。公共汽车线网密度和车站数量基本上呈现3倍递减规律，其中环外通勤区线网密度相对较低，这表明环外通勤区的公共汽车服务有待提升；轨道交通+铁路线网密度与公共汽车类似，基本呈现3倍递减规律，但是天津市轨道交通线网正在建设中，而且铁路网中的相关线路也尚未承担双城与周边区域联系的市郊铁路功能。可见，在主要交通设施中，环外通勤区的道路网设施相对供应充足，而公共汽车、轨道交通、市郊铁路设施发展相对滞后，这也客观上导致双城进出外环线的小汽车出行比例较高，而公共交通出行比例较低。

5 结语

本文利用百度LBS数据分析了天津市中心城区、滨海核心区居民就业地和职工居住地的分布情况，并以此为依据得到双城通勤圈的范围，验证了天津市双中心的城市布局中确实存在两个独立的通勤圈。由于双城区所处的发展阶段、城市功能、人口密度等方面的不同，导致中心城区和滨海核心区通勤圈一强一弱的基本态势在一定时期内仍将存在。在城市规划及交通规划中，应针对双城区通勤圈的不同特点，特别是滨海核心区的短板，从提升居住功能、提高人口聚集

度、改善交通设施等方面提升滨海核心区对于通勤腹地的辐射能力。另一方面，天津市

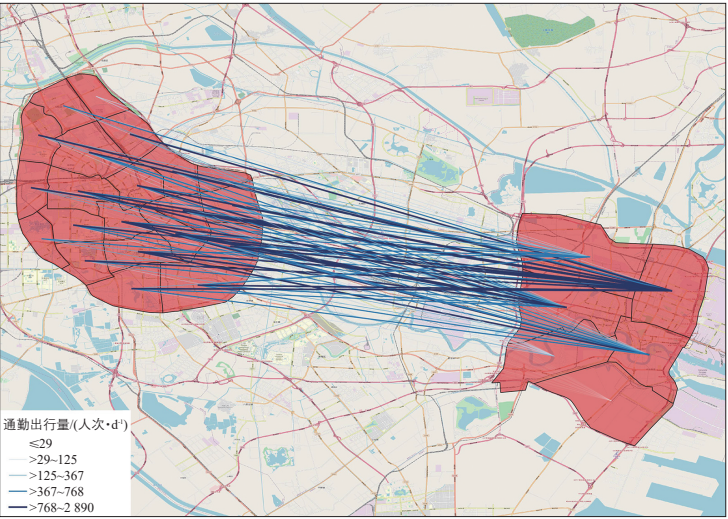


图11 双城之间通勤联系示意

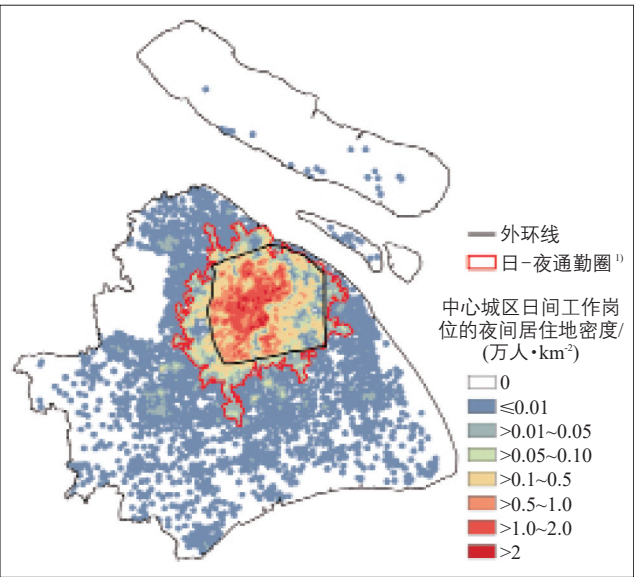
Fig.11 Commuting between the twin cities

表2 双城通勤圈比较

Tab.2 Comparison of commuting circles between the twin cities

区域	面积/ km ²	常住人口/ 万人	就业岗位/ 万个	方法二通 勤圈面积/ km ²	城区职工通 勤圈内居住 比例/%
天津中心城区 ¹⁾	334	575	276	844	91.6
滨海核心区 ¹⁾	256	128	66	280	76.7
天津双城合计	590	703	342	1 124	88.6
上海中心城区 ²⁾	664	1 132		1 125	97.7

1) 天津中心城区、滨海核心区的常住人口、就业岗位均为百度LBS数据识别结果；
2) 上海中心城数据来源于文献[4]。



1) 表示中心城区日间工作岗位的居住地分布通勤圈。

图12 2014年上海中心城区通勤圈示意图

Fig.12 Commuting circle in the central district of Shanghai in 2014

资料来源：文献[4]。

双城通勤圈覆盖的区域与上海中心城区基本相当，但双城结构下通勤圈集聚能力不及单

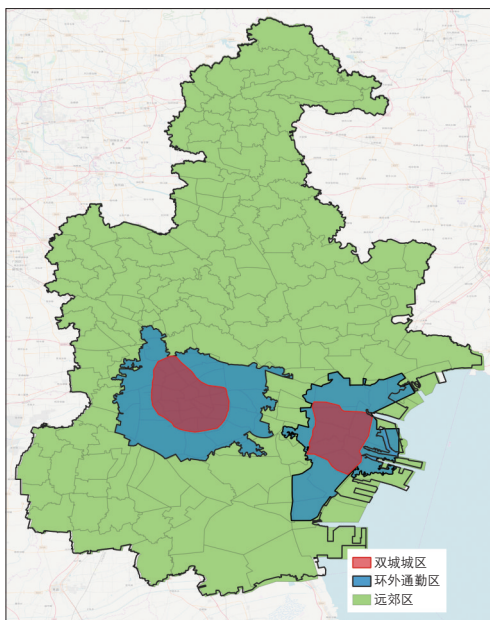


图13 天津市基于通勤圈的空间分区

Fig.13 Spatial zoning of Tianjin based on commuting circles

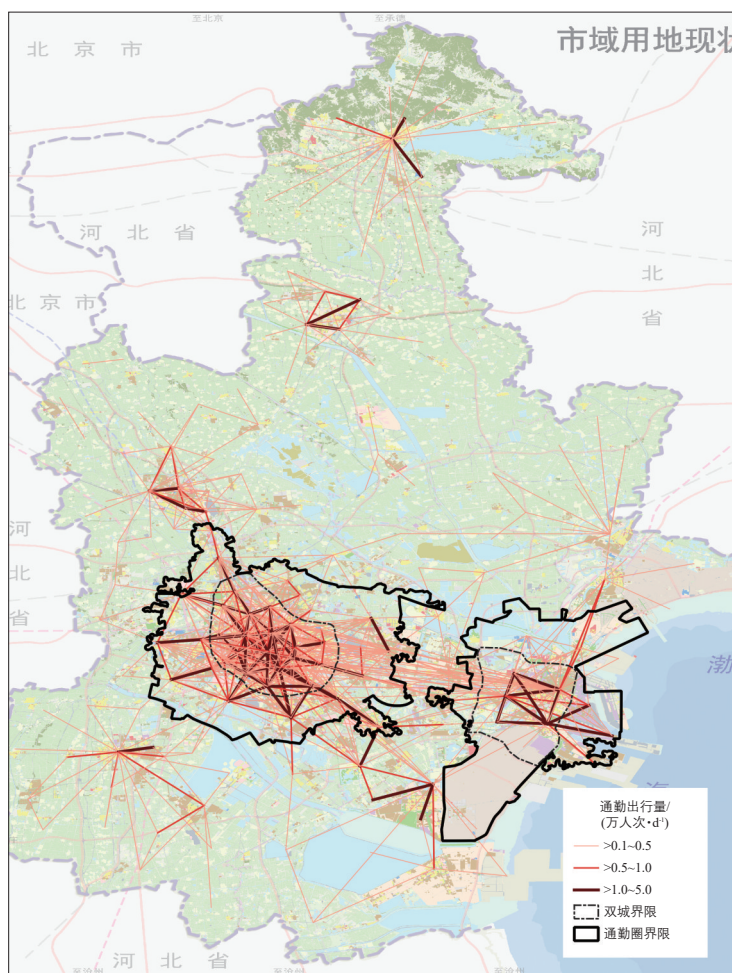


图14 天津市现状通勤联系及用地布局

Fig.14 Commuting connections and land layout of Tianjin

中心城市，体现在双城内职工在各自通勤圈内居住的比例远低于单中心的上海中心城区。

以通勤联系的紧密程度作为指标，并结合天津独特的双城空间结构，利用外环线 and 综合通勤圈将天津市划分为外环线以内的双城城区、外环线至综合通勤圈的环外通勤区，以及通勤圈以外的远郊区三个层次分区。通过人口、就业岗位、建设用地、通勤交通需求、交通基础设施等方面比较可知，三个层次存在较为显著的差异。三个层次分区的识别可以加深对天津市域空间结构的认识，为在市域范围内分层次、分区域制定针对性的规划与政策提供依据。另外值得注意的是，天津市独特的双城空间结构不同于传统的单中心城市，还应考虑中心城区和滨海核心区功能定位、发展阶段等方面的差异性，分别制定有针对性的规划编制技术指标和规划管理要求。

参考文献：

References:

- [1] 郭亮, 贺慧. 城市交通结构优化与土地利用模式相关性的比较[J]. 城市规划学刊, 2009(5): 77-82.
Guo Liang, He Hui. Comparative Study on the Relevance of Structural Optimization of Urban Traffic and Land-Use Patterns[J]. Urban Planning Forum, 2009(5): 77-82.
- [2] 郭亮, 郑朝阳, 黄建中, 等. 基于通勤圈识别的大城市空间结构优化: 以武汉市中心城区为例[J]. 城市规划, 2019, 43(10): 43-54.
Guo Liang, Zheng Chaoyang, Huang Jianzhong, et al. Commuting Circle-Based Spatial Structure Optimization of Mega-Cities: A Case Study of Wuhan Central City[J]. City Planning Review, 2019, 43(10): 43-54.
- [3] 天津市城市规划设计研究院. 2017年天津市居民出行调查报告[R]. 天津: 天津市城市规划设计研究院, 2018.
- [4] 丁亮, 钮心毅, 宋小冬. 利用手机数据识别上海中心城的通勤区[J]. 城市规划, 2015, 39(9): 100-106.
Ding Liang, Niu Xinyi, Song Xiaodong. Identifying the Commuting Area of Shanghai Central City Using Mobile Phone Data[J]. City Planning Review, 2015, 39(9): 100-106.
- [5] 周素红, 郝新华, 柳林. 多中心化下的城市商业中心空间吸引衰减率验证: 深圳市浮

表3 双城城区、环外通勤区、远郊区指标对比

Tab.3 Indicators of the downtown area of twin cities, outer line commuting area, and suburban area

名称	双城城区			环外通勤区			远郊区
	中心城区	滨海核心区	双城	中心城区	滨海核心区	双城	
占地面积/km ²	328	256	583	855	578	1 433	9 911
LBS 识别常住人口/ 万人	575	128	703	276	32	309	560
LBS 识别就业岗位/ 万个	276	67	343	147	21	168	259
POI 点数量/个	331 274	65 964	397 238	126 602	13 513	140 115	232 825
人口密度/(万人·km ⁻²)	1.75	0.50	1.21	0.32	0.06	0.22	0.06
就业岗位密度/ (万个·km ⁻²)	0.84	0.26	0.59	0.17	0.04	0.12	0.03
POI 点密度/ (个·km ⁻²)	1 011	258	681	148	23	98	23

表4 双城城区、环外通勤区、远郊区交通设施比较

Tab.4 Transportation facilities of the downtown area of twin cities, commuting area beyond ring road, and suburban area

名称	双城城区			环外通勤区			远郊区
	中心城区	滨海核心区	双城	中心城区	滨海核心区	双城	
占地面积/km ²	328	256	583	855	578	1 433	9 911
道路网长度 ¹⁾ /km	4 736	1 939	6 674	5 278	1 999	7 277	24 772
公共汽车线网长度 ²⁾ /km	5 094	1 337	6 431	2 527	532	3 059	6 237
公共汽车站数量/个	1 372	562	1 934	1 146	216	1 362	2 685
轨道交通+铁路线路 长度/km	565	163	728	447	131	578	1 023
道路网密度/(km·km ⁻²)	14.5	7.6	11.4	6.2	3.5	5.1	2.5
公共汽车线网密度/ (km·km ⁻²)	15.6	5.2	11.0	3.0	0.9	2.1	0.6
公共汽车站密度/ (个·km ⁻²)	4.2	2.2	3.3	1.3	0.4	1.0	0.3
轨道交通+铁路线网 密度/(km·km ⁻²)	1.72	0.64	1.25	0.52	0.23	0.40	0.10

- 1) 道路网长度按照百度现状路网进行统计，主干路、快速路为双线，并包含地块内部道路；
2) 公共汽车线网长度按照各条公共汽车线路长度(不区分上下行)进行统计，而非统计通行公共汽车的道路长度。

动车 GPS 时空数据挖掘[J]. 地理学报, 2014, 69(12): 1810-1820.

Zhou Suhong, Hao Xinhua, Liu Lin. Validation of Spatial Decay Law Caused by Urban-business Center's Mutual Attraction in Polycentric City: Spatio-Temporal Data Mining of Floating GPS Data in ShenZhen[J]. Acta Geographica Sinica, 2014, 69(12): 1810-1820.

- [6] 韦伟, 赵光瑞. 日本都市圈模式研究综述[J]. 现代日本经济, 2005(2): 40-45.

Wei Wei, Zhao Guangrui. Research on the Patterns of Japanese Metropolitan Circles: A Literature Review[J]. Contemporary Economy in Japan, 2005(2): 40-45.

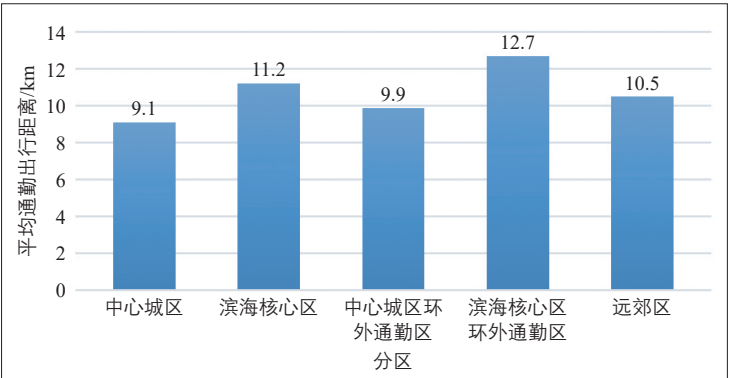


图15 三个层次分区平均通勤出行距离

Fig.15 Average commuting distance at the three levels of spatial zoning