



北京大学

北京折叠：高阶空间交互视角下的社会
空间分异研究

时空智能与智慧城市

2021 春季学期课程作业

成 员：

2001213415 樊思恺

2001213420 王锡尊

2001211887 张玉洁

2001213423 郑莉茵

二〇二一年 七月

《北京折叠：高阶空间交互视角下的社会空间分异研究》

摘要：社会空间分异是社会学与城市地理学的经典研究议题，也是当前中国社会所面临的现实问题。传统的相关研究主要关注静态的“居住隔离”现象，而随着大数据等大量的个人级别的数据出现，高阶视角下社会空间分异问题也越来越值得关注。本文以北京的分异现象为背景，从一阶的居住空间分异和二阶的社会时空分异出发，分别对北京六环内的分异特征进行讨论，对北京在两个视角下的分异情况进行描述，并对居住区、消费水平、社会场所与分异程度的关系进行了讨论，其结果对在时空视角下理解北京中心市域内的空间分异现象提供了参考。

关键词：空间分异；居住区；社会场所；居住空间分异；时空活动分异

1 引言

在科幻小说《北京折叠》中，有这样一个设定：22 世纪的北京被人为地折叠成为三层空间，社会中按职业划分为三个阶层，不同阶层的人分隔居住在不同的空间。三个空间之间不能随意流通，同时对时间也重新进行分配，各个空间拥有的时间并不相同。在这样的情况下，22 世纪的北京各阶层处于无法接触的时空分隔状态。（见表 1-1）。

表 1-1 《北京折叠》的三层空间设定

折叠城市	第 1 空间	第 2 空间	第 3 空间
人口	500 万	2500 万	5000 万
阶层	上层	中层	下层
时间	24 小时 (6:00-6:00)	16 小时 (6:00-22:00)	8 小时 (24:00-6:00)
空间	低密度别墅	中密度低层住宅	高密度高层住宅

小说中的这一设定令人联想起现实社会中的“社会空间分异（social spatial segregation）”现象：即分处于不同阶层的人们，虽然身处同一个城市，却并不享有同等的时空。实际上，作者郝景芳承认“折叠”的灵感来自于其在北京的生活体验，“我不认为它是一篇幻想小说，我写的也根本不是一个不存在的未来”（郝景芳，2017）。由此看出，北京的社会空间分异是一个已然被观察到的现象。这种空间分异一方面是资本全球化下，产业空间结构在城市中的重组，另一方面则在上世纪末以来的商品房制度改革下不断加剧。有研究认为，社会空间分异会加剧贫困的生产与再生产，使社会弱势群体产生相对剥夺感，导致社会隔阂的产生与加剧（吴庆华，2011）。因此对北京空间分异现象是一个值得关注的问题。

2 文献综述

2.1 一阶视角：居住空间分异

“Social Spatial Segregation”，在中文研究中常被翻译为“社会空间隔离”或“社会空间分异”。“隔离”与“分异”两种说法含义相近，但是“隔离”比“分异”表达了更加强烈的冲突性”（石恩名等, 2015）。将“segregation”译作“隔离”更加适合西方语境下的研究，本文由于以北京为研究对象，应此描述以“分异”为主。社会空间分异即“城市社会要素在空间上明显的不均衡分布现象”（冯健, 2005）有学者总结了 20 世纪 20 年代至今，社会空间隔离在 4 个重点学科的研究中的理论体系。

表 2-1 社会空间隔离在重点学科的理论体系（谌丽&张文忠,2015；吴庆华,2011）

所属学科	代表学派	主要理论	核心观点
人类生态学	芝加哥学派	同心圆模式 扇形模式 多核心模式	试图将人类生活、社会结构等社会人文因素与城市空间特征结合起来，强调人文活动对城市空间的作用，描述并分析空间的形式和演化。
空间经济学	新古典主义经济学派	抵换理论 竞租理论 需求模式 供给模式	研究出生产要素的空间布局和经济活动的空间区位理论，指出城市开放、增长及格局变化可用经济变迁来解释
城市社会学	新马克思主义城市学派	新马克思主义空间理论 新马克思主义城市理论	将空间结构区分为空间的实在、构想和认知 3 个层面，指出空间是资本主义维持自身延续的重要工具
城市社会地理学	人本主义学派	人本主义理论	城市居民分异是社会空间类型发展的内在动因，与贫困剥夺的社会不公平现象有对应关系

居住分异是社会空间分异的一种重要表现形式。居住分异(隔离)是指由于职业类型、收入水平及文化背景存在差异，由此导致不同的社会阶层居住于不同的空间区域之中。（王道勇 & 郇彦辉, 2014）。居住分异（隔离）的研究，最早起源于恩格斯在 1873 年的《论住宅问题》描述了曼彻斯特贫困的工人阶级自发聚居，并产生不同阶级居住隔离问题。（《马克思恩格斯全集》第 3 卷.人民出版社,1960:459）

从 20 世纪 20 年代开始，芝加哥学派开始关注居住隔离现象。1925 年，伯吉斯提出同心圆理论，来解释和描述城市中圈层式的居住隔离情况。1939 年，霍伊特发表了《美国城市居住邻里的结构和 增长》一文，正式提出了城市空间结构的扇形模式，1945 年哈里斯和厄尔曼提出了更为精细的多核心模式等。（王道勇 & 郇彦辉, 2014）

进一步的，以居住空间分异为基础，讨论基于性别、职业和收入等人口特征的隔离问题，或者其影响下的种族、健康、职住关系等社会公平问题(Abramson 等, 1995; Deutsch 等, 1994)。其中种族隔离下的居住空间分异问题最受西方社会合学术研究的关注。基于居住空间的研究也成为了社会空间分异的主流研究范式。（申悦 & 柴彦威, 2018）

国内关于居住空间研究的现有成果大多是自 20 世纪 90 年代后期（房地产改革）以来城市地理学、规划学、社会学对空间隔离的研究。与西方关注种族问题相比，主要针对中国大城市的社会极化问题，例如中低收入群体、流动人口、移民的聚居与隔离等议题。(申悦 & 柴彦威, 2018) 这些研究主要基于人口普查或实地调研数据，并倾向于认为在中国的大城市中，空间极化和居住分异的现象越来越显著。(冯健 & 周一星, 2008; 黄怡, 2005; 李君甫 & 李阿琳, 2016; 杨美青 & 魏开, 2020)

2.2 二阶视角：时空活动分异

随着强调个体的行为学派的发展，越来越多的研究认为，隔离研究应该从概念上从居住隔离扩展到城市活动空间中社会群体的时空隔离。传统的居住隔离研究由于静态和片面，难以反映社会空间分异的全貌。这促使了基于活动空间的社会空间分异研究的出现。(Zhang 等, 2019)

一些研究从特定群体的活动空间的隔离出发，例如针对儿童的学校空间隔离和针对工作者的工作空间的隔离。(Deutsch 等, 1994; Reardon 等, 2000)。这类研究可视为隔离研究在地理空间上的扩散，其本质上仍然是静态的隔离研究。

进一步的，随着大数据的发展，大量的个人级别的位置数据被大量的手机应用程序收集（例如手机信令、gps 等数据），使得大规模的基于个体的时空行为的研究成为可能（如表 2-2）。这其中的研究可分为三类，第一类考察不同群体的时空轨迹、活动空间以及社交网络等特征的差异性(Kang 等, 2020; Lee & Kwan, 2011; Wang 等, 2012; Xu 等, 2018)；第二类关注不同活动空间（场所）中的隔离交互特征(Farber 等, 2013; Prestby 等, 2020; Xu 等, 2017)。在此基础上，第三类研究则从更精细的时间层面研究群体社会空间隔离的动态时间变化。(Silm & Ahas, 2014; Xu 等, 2019; Zhang 等, 2019)

表 2-2 基于活动空间的社会空间隔离研究代表性文献

动态类型	研究方法	相关学者	研究内容
群体活动空间的隔离	考察不同群体的时空轨迹、活动空间或社交网络的差异性	Lee & Kwan (2011)	提出了社会空间隔离测度的 4 种可视化方法
		Wang 等 (2012)	特权飞地居民与普通社区居民之间的日常活动空间差异
		Xu 等 (2018)	通过移动指标，量化理解人类移动模式及其与旅行者社会经济地位的关系
		Kang 等 (2020)	通过手机信令和通话数据划分社会群体，并建立社会群体与场所之间的对应关系
	关注活动空间的交互特征，从社会交往视角	Farber 等(2013)	提出了社交潜力的概念和测度方法
		Xu 等 (2017)	量化城市空间及其特征在促进社会参与方面的作用

	出发对社会隔离进行探讨	Prestby 等（2020）	通过基于移动的空间交互网络分析，成功地识别了几个孤立的社区
社会空间隔离的动态变化	社会空间分异特征随时间发生动态变化	Silm & Ahas(2014)	测度俄罗斯裔和爱沙尼亚裔群体在 1 天、1 周和 1 年之内社会空间分异的动态变化特征
		Zhang 等（2019）	从实际活动空间和潜在活动空间两方面研究了北京郊区不同类型住房居民的在活动空间的隔离。
		Xu 等（2019）	提出以社会相似性度量为基础，可用于描述直至个人层面的隔离动态，也可提供地方和城市规模的综合度量，以及它们随时间的演变

2.3 测度方法

在相关研究中，有多种隔离程度的测度方法，其中有一些被作为经典的计算方法而被大量使用。例如 Duncan 在 1955 年提出的差异性指数(Dissimilarity Index)，差异性指数主要通过每个单元与总体的平均值的偏离程度表示隔离程度。

此后，Massey 认为隔离并非单一维度的概念，并将社会空间隔离总结为 5 个维度指标：均匀性 (Evenness)、接触性 (Exposure)、集中性(Concentration)、向心性

(Centralization)和集群性 (Clustering)(石恩名等, 2015)。而 Duncan 的 D 指数可以看作均匀性度量的一种方式。然而随后有研究认为，在当代的城市中，五个维度可以简化为两个维度：接触性 (Exposure)和均匀性(Evenness)两个维度。(Reardon & O’Sullivan, 2004)

在之后的研究中，大部分研究在进行分异程度的测度时，都是基于“接触性”或“均匀性”去构建的。其中“均匀性”适用于整体的人群分布格局，而“接触性”在研究个人层次的隔离上更加适合(Wong & Shaw, 2011)，也因此时空活动分异研究中，多使用接触性的测度。在接触性的测度中，将社会隔离理解为个体与其能够接触到的群体在社会经济属性方面的相似性。(申悦 & 柴彦威, 2018)例如有的研究以个体与空间中其它人群社会经济属性的回归分析的系数作为社会隔离的测度指标(Li & Wang, 2017)，有的研究通过构建接触者之间“同质性距离”的概念，进行隔离测度(Xu 等, 2019)。

2.4 小结与述评

总体来看，国外研究为国内研究提供了理论基础，国内研究是国外研究的本土化。已有的研究主要关注静态的“居住隔离”现象，而随着大量的个人级别的数据出现，越来越多的学者开始将研究对象转向高阶视角下的社会空间的“时空活动分异”。

从测度方法上来说，接触性的测度可以作为一种研究高阶视角下的时空活动分异的方式。

从研究内容上来看，大部分的研究主要基于不同群体的活动特征的研究。尤其是针对北京的时空分异研究而言，在两方面的研究较少：其一是场所性质与群体分异程度的关系；其二是对住区内部隔离特征的刻画较少，而是将同一住区（或同一住房属性）中的居

民视为相同群体。同时，与拉丁美洲等国家相比，社会空间分异在中国的城市中似乎并不显著，但这一结论似乎是基于静态的居住分异视角的。在此情况下，在高阶的时空分异视角下研究北京的动态隔离便有了特别的现实意义。

3.研究问题

针对以往研究的上述不足，本文从居住空间分异和时空活动分异两个视角出发，试图以北京为例，探讨中国城市中“一阶”和“二阶”意义上的社会隔离问题，即：（1）北京社会空间一阶的居住空间分异具有怎样的特征？（2）北京社会空间二阶的时空活动空间分异程度如何？

同时需要对“分异”概念做出明确限定。即本文社会空间分异（隔离）（Social Spatial Segregation）指具有相似社会特征(如种族、职业类别、文化背景、收入差异等)的群体集聚在同一空间，不同社会特征的群体占据不同空间的现象。社会空间分异的本质是社会过程（社会关系）中产生了差异化空间，且在各个空间范围内部的人群具有高度的同质性，各空间之间的人群具有明显的异质性。

在这一定义下，可以将隔离评估为在一定的空间范围内，个人的社会特征与他们在日常生活环境中所接触的人的社会特征之间的相关性，即一个人接触的社会身份与自己不同的人越多，就被认为越少被“隔离”。

4 研究方法

4.1 研究过程

根据研究需要首先做出一些假设：

第一，北京居民的住房房价（元/平方米）可以作为其社会经济属性的代理，在住区之外进行比较时，可以认为来自同一小区的人具有相同的社会经济属性，是“同一类人”。而在同一小区内部各居民经济属性水平比较时，居民常去的综合性商场的人均消费，可以作为内部各居民经济属性水平比较的代理。

第二，北京市内，不同阶层的社群的活动特点可以通过手机信令数据观测并记录。这一研究假设的成立固然建立在手机信令数据抽样无偏性的基础上，且根据常识不同阶层人群对运营商的选择并无明显偏好，故其应该可以对全阶层人群无偏抽样。

第三，对于住区之外的社会场所，其“高端”或“低端”可以从此场所为目的地的人群的“经济属性”和场所的隔离程度所体现，而经济属性可以通过访客的房价和平均消费刻画。



图 4-1 技术路线

本研究技术路线如图 4-1 所示：首先借鉴已有研究，建立一个隔离指数作为分异测度的标准。其次，通过自相关计算的方式，对北京进行整体的隔离情况刻画。最后以街道为基本单位进行各区域隔离程度的刻画。

接着进行二阶视角下的活动时空分异的研究，分为两部分：第一，以商场的消费水平为经济属性依据，首先通过一个月内居民的 OD 数据，得到各小区的消费水平，并以所在环数、住房类型等进行与房价、消费水平的相关性的比较，其次对各居住区内部的隔离程度进行刻画。第二，以访客所在住区的房价为经济属性依据，对各社会活动场所的隔离程度进行刻画。最终尝试将场所按隔离特征和访客的经济属性进行分类，讨论场所属性与访客特征的关系。两部分相结合，将会形成一个六环内包括住区和社会全域场所的二阶视角下的隔离特征。

4.2 数据来源

本研究数据来源主要有：（1）2016 年链家北京市二手房数据；（2）基于联通 DAAS 数据库的北京市域范围内手机信令数据（2019 年 6 月），包括用户月度和逐日、逐时的起始点、驻留点、行为类型等活动信息及用户属性信息（如表 4-1）（3）2019 年大众点评中热度最高的 500 家综合性商场的人均消费数据（POI）（4）北京市域范围内各场所的分布数据（AOI）。

5. 隔离指数定义

参考 Xu(2019)计算“同质性距离”的方法，研究构建了隔离指数（segregation index）作为测度一阶、二阶隔离程度的基础。(Xu 等, 2019)指标构建过程主要分为以下五步：

第一，以 250m*250m 网格作为基础研究单元，将房价数据与人口数据在网格单元上进行匹配。随后，以居民居住小区的房价作为居民社会经济状况的代理，将网格居民分为从高到低十个等级，记为 class；

第二，根据研究选取的统计单元（本研究选取的统计单元有网格、街区、居住小区）计算每个统计单元中每个等级居民的数量；

第三，计算统计单元中各 class 的社会距离 d_{ij} ；

第四，计算 $s_{ij}=1-d_{ij}$ ，表示一个行政区划中 i 阶级与 j 阶级之间的相似程度；

第五， s_{ij} 以人数为权重对 j 做累加再对 i 做累加，之后进行归一化，得到每个行政区划对应的隔离指数 S 值。

在指标构建过程中，不同等级之间的社会距离 d_{ij} 是测度隔离程度的核心指标， d_{ij} 计算方法如下：

$$A = \{x \mid |r_x - r_i| < |r_i - r_j|\}$$

其中，N 为统计单元中的总人数， N_i 为 class i 的总人数。 d_{ij} 表示阶级 i 与阶级 j 的社会距离。A 的计算方式如下：

其中，r 表示等级 class。A 为统计单元中相较于 i 与 j 的阶级差异，与 i 阶级差异更小的人的总人数。这种定义方式借鉴了熵指数的思想，启发于以下的直觉性认识：个人对自身阶级的认知来源于与周围人的比较，在测度不同阶级的距离之时，若周围大部分人与自己更加类似，则个人会倾向于认为与自己另一阶级的人距离较远。

s_{ij} 表征等级与等级 j 之间的相似程度。 s_{ij} 以人数为权重进行累加再归一化即为最终的隔离指数 S 值

n 表示统计单元中阶级的个数。S 值表示统计单元中各阶级之间的平均隔离程度。

S 值的现实意义为统计单元中个体社会经济属性的相似程度，取值范围为[0,1]。S 值越高，意味着统计单元中个体越为相似，则隔离程度越高。0.5 为 S 值的门槛值，当各阶级人无限度混合均匀时，S 值接近 0.5；当 S 值小于 0.5 时，表示各阶级的人更多与自己阶级不同的人接触；当 s 值大于 0.5 时，表示各阶级的人更多与自己相同阶级的人接触。

6 一阶视角：居住空间分异

首先以房价点为依据，对北京六环内进行空间自相关分析（图 6-1），其中 $P=0.001$ ， $z=78.9714$ ， $Moran I=0.376$ ，说明在整体上，北京存在静态的居住空间分异现象，并且较为明显。

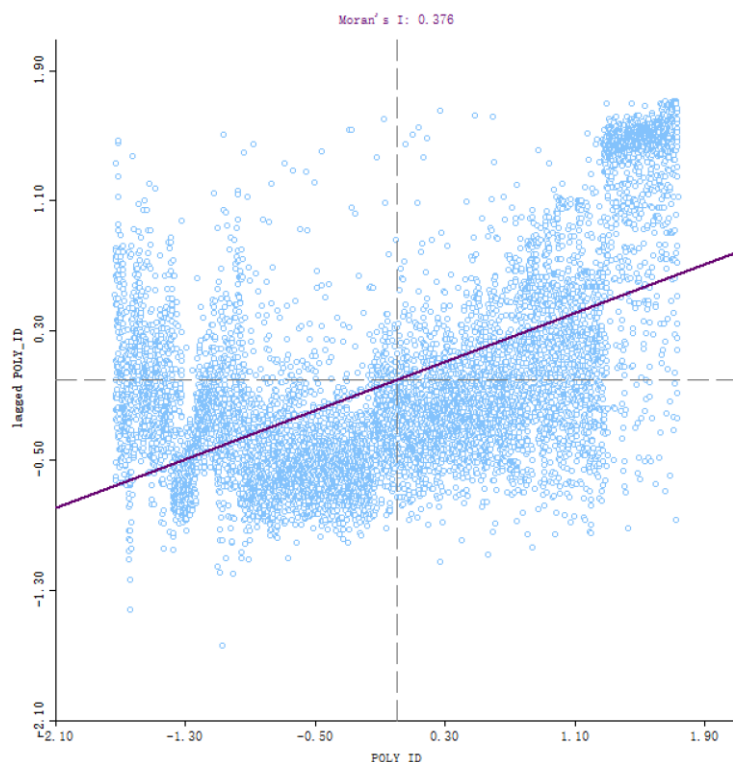


图 6-1 空间自相关分析

其次对在六环内乡镇街道（空间关系为 within）级别上对静态隔离程度进行刻画。六环内乡镇街道共计 141 个，静态隔离指数计算排名前十和排名倒十的乡镇静态隔离指数见下表：

表 六环内乡镇街道级别静态隔离指数

隔离指数排名 (前十)			隔离指数排 名 (倒十)		
	街区名	隔离指数		街区名	隔离指数
1	和义街道	1	132	三里屯街道	0.605061
2	万柳地区	1	133	双井街道	0.604127
3	燕园街道	1	134	四季青镇	0.603016
4	团结湖街道	1	135	麦子店街道	0.595663
5	长辛店街道	1	136	亚运村街道	0.594884
6	南苑街道	0.943035	137	奥运村街道	0.594227
7	金盏地区	0.90114	138	呼家楼街道	0.591029
8	交道口街道	0.883196	139	海淀街道	0.590786
9	拱辰街道	0.876472	140	东华门街道	0.584344
10	景山街道	0.871054	141	东直门街道	0.582916

整体结果显示，六环内各乡镇街道区均表现出一定程度的静态隔离（S 值均大于 0.5），其中，和义街道、燕园街道、万柳地区、团结湖街道、长辛店街道隔离程度较高（s

值为 1)，麦子店街道、亚运村街道、奥运村街道、呼家楼街道、海淀街道、东华门街道、东直门街道隔离程度较低（s 值小于 0.6）。

隔离指数空间可视化结果如下：

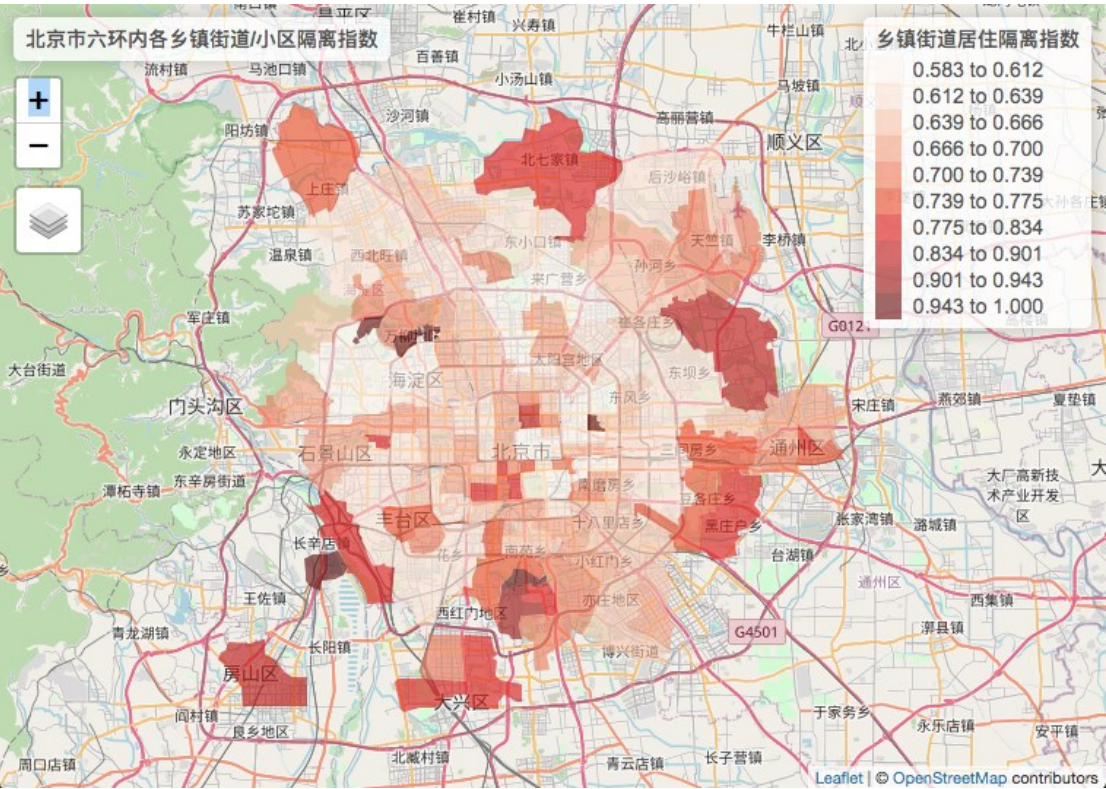


图 6-2 北京市六环内乡镇街道隔离指数

就个例来看，乡镇级别的隔离指数存在一些反直觉的结果，比如位于城市绝对中心的东华门街道、繁华的三里屯街道、海淀街道，这些直觉上房价普遍较高的区域，隔离程度反而相对较低。隔离程度将对较高的区域又可分为不同类型：万柳房价普遍较高因而隔离程度较高，长辛店街道房价普遍较低因而隔离程度较高，团结湖街道房价普遍中等因而隔离程度较高。

7 二阶视角：时空活动分异

7.1 二阶视角下的居住空间分异

7.1.1 住区消费-房价关系可视化

采用 2016 年“链家”北京住宅 AOI 的平均房价数据，对数据进行可视化得到六环各住区平均住房单价图（图 6-1）；采用 2019 年“大众点评”点评热度前 500 名的综合商场 POI 的平均消费数据，以 250m×250m 划分网格，计算每个网格内平均消费，得到六环内各热门综合商场平均消费图（图 6-2）。

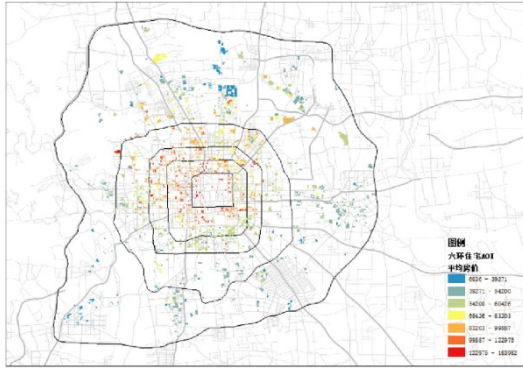


图 7-1 六环各住区平均住房单价图

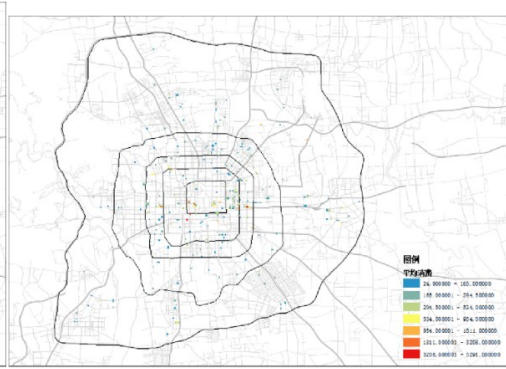


图 7-2 六环内热门商场平均消费图

以联通“DAAS”数据库中的 OD 数据为基础，计算得到每个住宅区在热门商场的平均消费（图 7-3），将每个住宅区的平均消费除以平均房价得到消费-房价比例图（图 7-4）。绘制每个住宅区的消费-房价比例的散点图（图 7-5），可见平均消费和平均房价存在一定的正相关性。

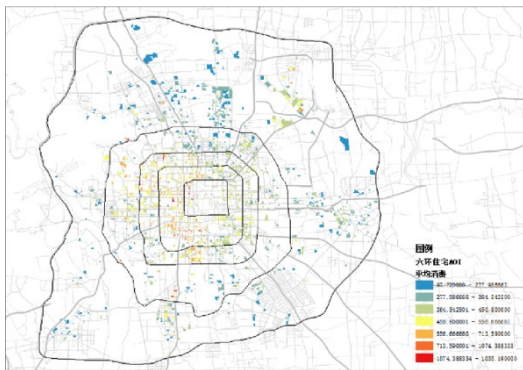


图 7-3 六环各住区平均消费图

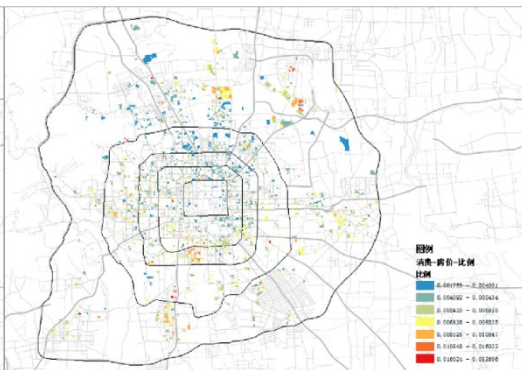


图 7-4 消费-房价-比例图

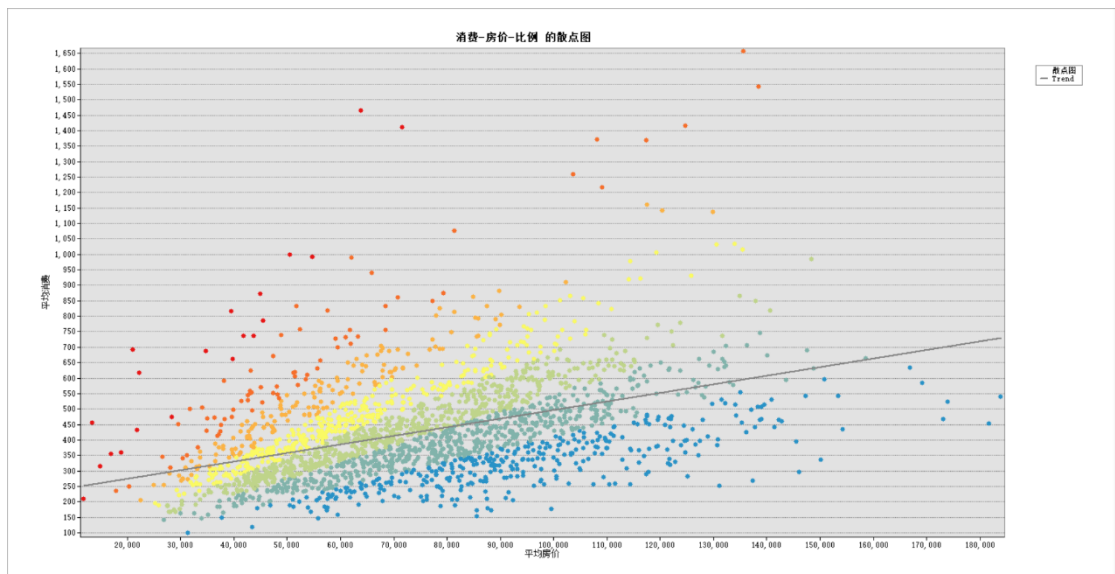


图 7-5 消费-房价-比例散点图

如图 7-6 所示，对偏离点住区进行考察，发现官园胡同小区为学区房，且住户可能以官员为主；壹瓶小区紧邻陶然亭区位优势；万红里甲-31 号院紧邻 798 艺术区，或与艺术绅士化现象有关；菜户营小区为典型的学区房。



图 7-6 消费-房价-比例散点图偏离点

7.1.2 消费-房价-类型关系可视化

根据二手房的交易信息，住房分为普通住房和别墅两类。同时以建成年份 1998 年为界，将 1998 年之前建成的住宅视为“老旧小区”，最终将每个住宅区分为商品房、别墅、老旧小区 3 类，得到消费-房价-类型分布图（图 7-7）。可见别墅区多位于五环与六环之间，单位宿舍多位于五环以内，商品房分布较为分散。绘制每个住宅区的消费-房价-类型的散点图（图 7-8），可见消费-房价和住宅区类型的相关性较弱。

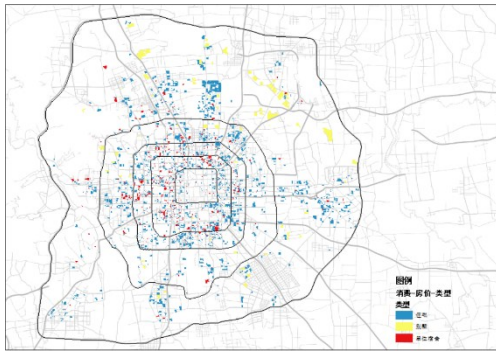


图 7-7 消费-房价-类型分布图

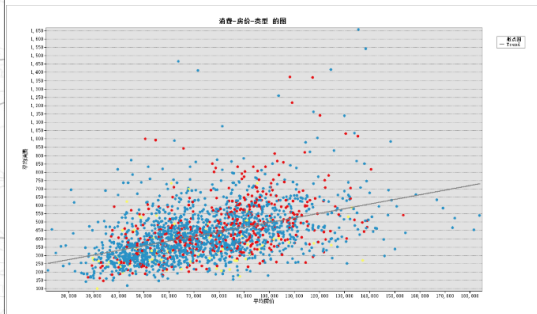


图 7-8 消费-房价-类型散点图

7.1.3 消费-房价-环数关系可视化

将每个住宅区按所在环数分为 5 类（图 7-9），绘制每个住宅区的消费-房价-环数的散点图（图 7-10），可见住宅区所在环数与消费、房价均存在显著的负相关性：环数越小，消费、房价越高。

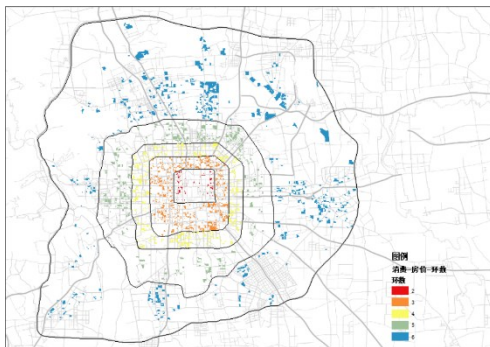


图 7-9 住区环数分类图

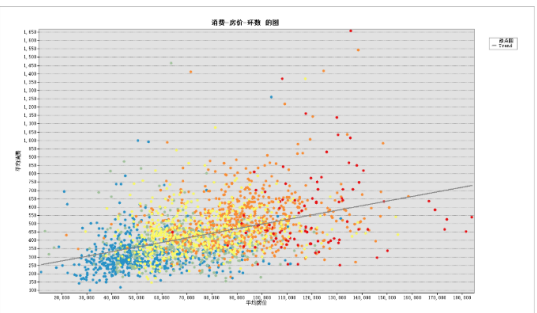


图 7-10 消费-房价-环数散点图

7.1.4 住区隔离指数可视化

采用 2019 年“大众点评”点评热度前 500 名的综合商场 POI 的平均消费数据，并计算六环内各居住区前往每个商场进行消费的人数。采用与居住隔离部分相同的隔离指数（s）对每个住区分别进行计算，计算出六环内共 2642 个居住区的隔离指数，将每个住宅区的隔离指数可视化，得到如图 7-11 所示的住区隔离指数分布图。

从整体分布而言，住区内部的隔离指数呈环状分布，中心地区较低，外围地区较高。可能的解释在于五环到六环之间存在大量别墅区，其内部居民的消费水平普遍较高，使得住区隔离指数较高。而城市中心同一小区内的居民的经济水平差异可能较大，比如由于大量租户和原住民混居，所以造成隔离指数较低。

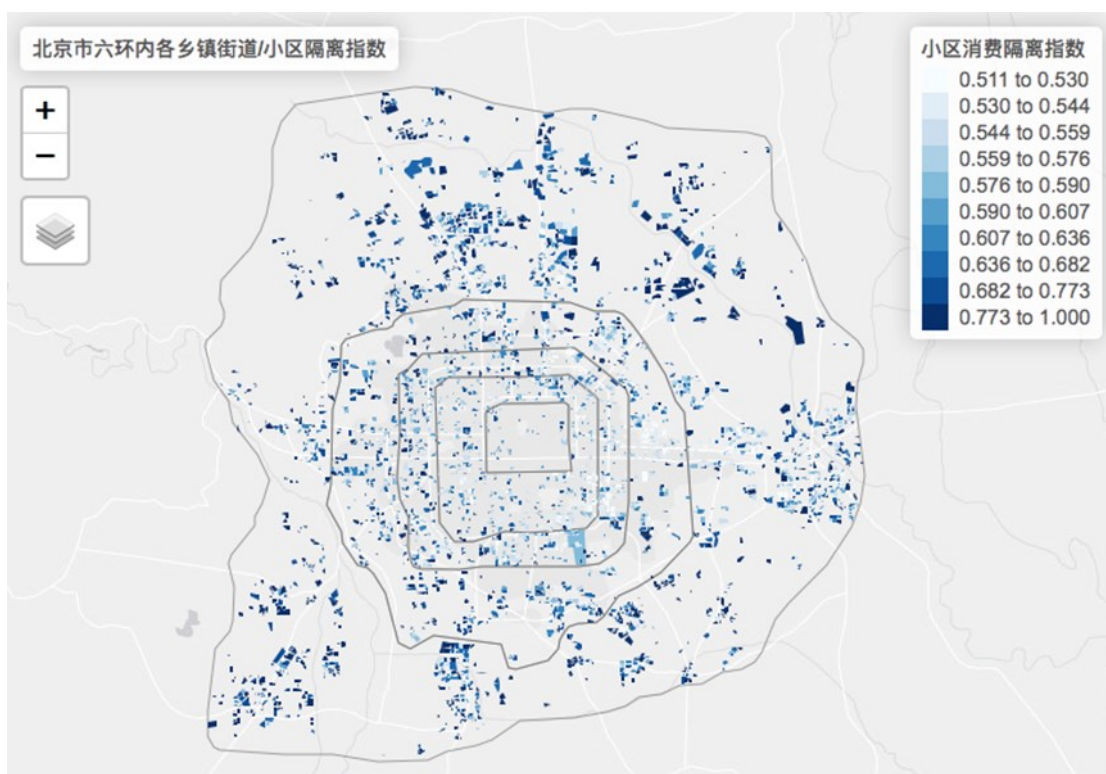


图 7-11 六环各住区隔离指数分布图

7.1.5 隔离指数-房价-环数关系可视化

绘制每个住宅区的隔离指数-房价-环数散点图（图 7-12），可见住区的隔离指数和房价、住区所处环数这两个因子的相关性较弱。

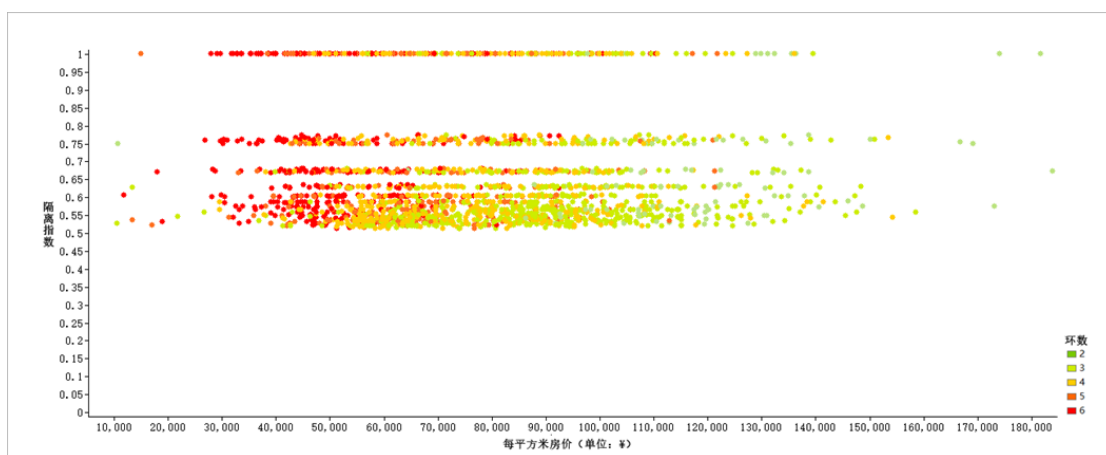


图 7-12 隔离指数-房价-环数散点图

7.1.6 住区隔离指数等级可视化

我们可以发现，六环内住区隔离指数 S 值均大于 0.5，说明六环内小区都呈现一定的隔离。然后，将住区的隔离指数按自然间断点分级法（Jenks）划分为五个等级：分别为“初级隔离”（ $0.510914 \leq s \leq 0.559266$ ），“中级隔离”（ $0.559267 \leq s \leq 0.607024$ ），“高级隔离”（ $0.607025 \leq s \leq 0.681818$ ），“极为隔离”（ $0.681819 \leq s \leq 0.772727$ ），与“绝对隔离”

($s=1$)。其中，住区“完全隔离”表示：1) 小区附近只有一个商场；2) 数据样本太少（本研究所使用的消费数据样本只有 2021 年 6 月的数据）。

将每个住宅区所处的隔离指数等级按所在环数落在地图上，得到如图 6-13 所示的住区隔离指数等级分布图。从图中可以看出，六环内小区均呈现一定程度的隔离，且从二环往外到六环，小区的隔离程度显著变高。

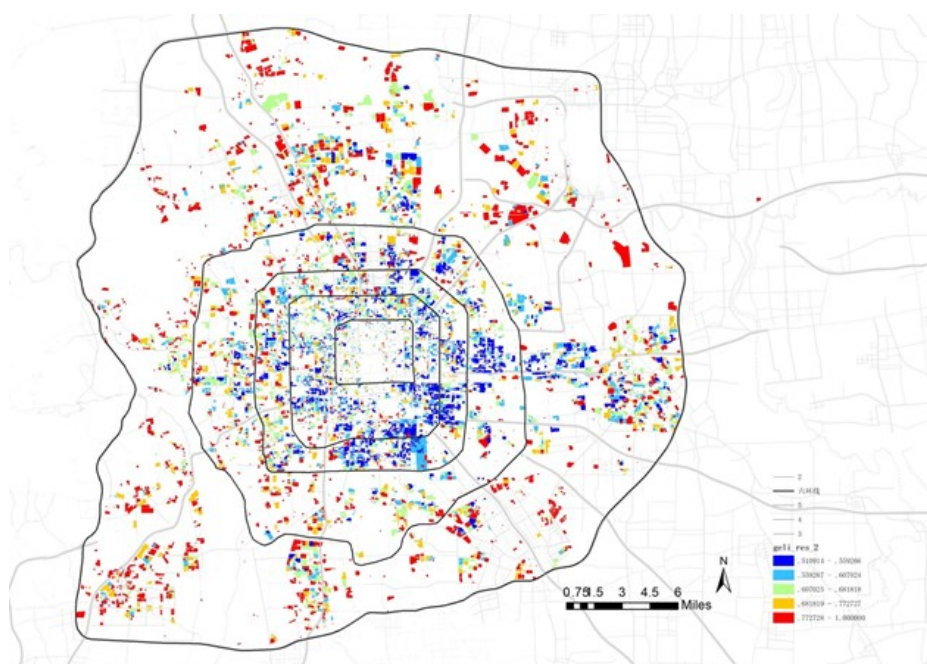


图 7-13 住区隔离指数等级分布图

7.1.7 隔离指数等级-环数关系可视化

将每个隔离指数等级所对应的住区落在地图上，得到如图 7-14—7-18 所示的住区隔离指数等级-环数关系图。从图中可以看到，处于“初级隔离”的住区数量较少，且集中分布在四环内，少数分布于四环-六环之间。处于“绝对隔离”的住区数量最多，散布于各处，其中绝大多数集中在四环-六环之间。

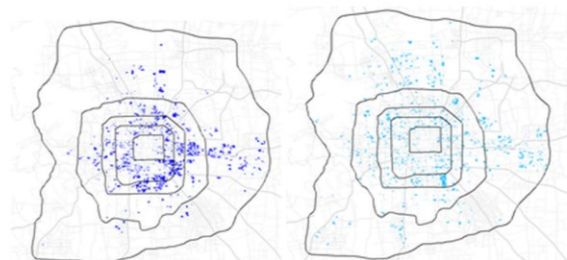


图7-14 初级隔离等级-环数关系图



图7-15 中级隔离等级-环数关系图



图7-16 高级隔离等级-环数关系图



图7-17 极为隔离等级-环数关系图



图7-18 绝对隔离等级-环数关系图

7.1.8 隔离指数等级-类型关系可视化

对每个类型下各隔离指数等级住区所占比例进行统计（图 7-19）。可见老旧小区与普通商品房的隔离情况几乎一致，各隔离指数等级占比较为均匀，且总体隔离程度中等偏低。而别墅中处于“绝对隔离”的小区占比近一半，总体隔离程度极高。

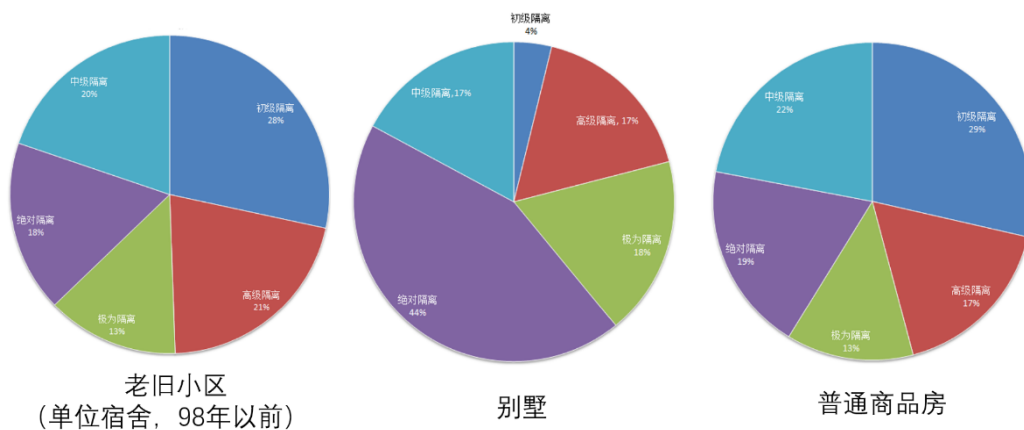


图 7-19 各类型住区各隔离指数等级所占比例图

7.2 二阶视角：社会场所的时空分异

7.2.1 基本单元的时空分异

首先获取 2019 年 6 月 3 日——2019 年 6 月 9 日一周时间段内、总频次 5 次及以上的相应的“居住点——终点——频次”数据对，共得到 55905 组不同的“居住点——终点”矩阵。其次以位移者居住位置的房价代理其经济特征，以 250m*250m 网格作为基本单元，计算每个基本单元中的隔离指数（S），得到六环范围内存在有效数据的网格共 14110 个，结果如图（7-20）所示。

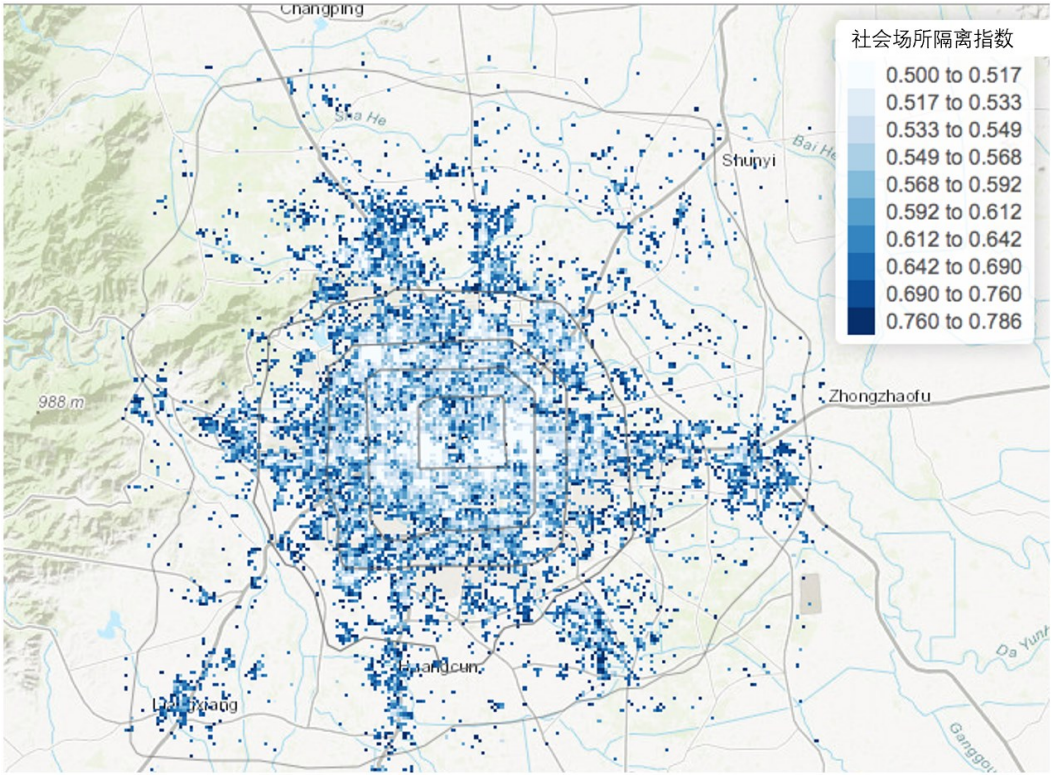


图 7-20 北京六环区域的非居住区域隔离结果

从整体结果来看，中心城区尤其是二环-三环之间较低，从中心城区向外围区域隔离程度逐渐增加。一种可能的解释在于，这种差异来自于北京的职住关系分布格局。有研究认为，北京从中心城区向外围区域，职住空间的不匹配程度逐渐降低，其中四环之内的居住人口数量远远少于就业人口数量。（王蓓，基于手机信令数据的北京市职住空间分布格局及匹配特征）这种职住空间的错位使得北京六环内的整体人流方向具有“向心”趋势。在这种情况下，中心城区与外围区域相比，不同经济属性的人群在空间中共现的机率较高。

7.2.2 社会场所的时空分异

《北京折叠》一书中设定了“空间级别”的概念，实际为不同阶级的人群在社会场所中存在时空分异，最终形成不同“级别”的场所空间。依循这一概念，我们进一步地对北京六环内的公共场所进行划分。

首先可以假设，一个社会场所的隔离程度与停留在这个场所的居民的隔离程度（S）正相关。其次，一个社会场所的“高端”或“低端”由以此场所为目的地的的人群的“经济属性”和隔离程度所决定，而经济属性可以通过访客的房价和平均消费刻画。在这一情形下，我们可以将经济属性，隔离程度较高的场所，视为倾向于“高端场所”。

接下来，以 AOI 范围为依据，计算各非居住场所内隔离指数的平均值 \bar{s} 作为该场所的隔离指数。从实际分布上而言，大部分场所包含的基本单元（250 m×250 m 网格）较少，甚至面积小于基本单元，因此使用基本单元的平均值作为场所的隔离指数对于大部分场所带来的误差可以接受。

同时，由于大量位移终点所在的基本单元与多个场所（包括居住区）相交的情况时，由于定位精度的限制，位移终点在基本单元内存在不确定性。此时有两种可以使用的计算方式。其一，将基本单元（网格）的中心作为位移的计算终点，将距计算终点直线距离最近的场所（AOI）视为该位移的终点。这种计算方法的缺陷是由于居住区和社会场所在地理位置上经常是接近甚至是混杂的，在相交区域内，部分居住区的人群会因此被计算到社会场所之中。此外，与统计网格中心的地理距离接近，并不意味着该场所比其它潜在场所更有更大概率作为真实的终点。其二，将基本单元（网格）的中心作为位移的计算终点，将包含计算终点的社会场所（AOI）作为该位移的真实终点。这种方法的缺陷是数据样本量大大减少，但是终点的真实性会更高。

最终选择用第二种方法计算各场所的隔离指数，以“拜访”和“工作”作为场所中有效的驻留行为，并以人群的居住位置为依据，得到各场所访客的平均消费水平和平均房价，可作为刻画场所经济属性的参考，最终得到六环内有隔离值的场所共 1749 个。

选取六环内隔离指数最高和最低的 30 个场所的结果进行观察，发现场所的隔离指数与场所类型和访问次数（包括拜访和工作）的相关性较强。隔离指数较低的场所特征为人流量大，其类型主要为商场，同时兼有火车站，餐厅，酒店和医院。隔离指数较高的场所特征为人流量较小，其类型主要为公园（包括文化景点）和高校，同时兼有一些诸如高尔夫球场、滑雪场等。

表 7-1 六环内隔离指数最低的 30 个场所

名称	类型	来源小区数	拜访次数	工作次数	访客消费水平	访客平均房价	隔离指数
北京西站	life	3019	24757	1564	432.658462	73509.71421	0.5009
欧美汇购物中心	shopping	835	5614	4006	419.2987737	79874.91109	0.5009
西单婚庆大楼	shopping	477	2139	2539	537.0676388	80970.75176	0.5013
朝阳大悦城	shopping	587	5667	1785	363.8428485	62643.32507	0.5015
君太百货	shopping	426	1473	2372	509.6077196	79144.52139	0.5015
新世界百货(崇文门店)	shopping	438	2345	2391	428.147657	82615.22205	0.5016
国瑞购物中心	shopping	436	3425	1440	426.6921609	75386.86468	0.5016
国贸商城	shopping	742	1613	5444	415.8958401	72113.47209	0.5017
东方新天地(东单店)	shopping	737	1725	5453	425.4353657	72055.09801	0.5017
北京广州大厦	hotel	361	1386	1922	498.0289497	77673.99786	0.5017
瑞尔威连锁饭店(北京西站店)	cater	326	2188	352	455.0033002	77428.95396	0.5019
王府井银泰in88	shopping	291	1166	1302	429.773928	80081.16249	0.5021
北京协和医院(东单院区)	hospital	1133	4981	5296	428.1987715	77092.78208	0.5022
北京华联常营购物中心东区 (BHG Mall北京华联常营购物中心店)	shopping	396	3386	1621	339.5714242	55370.69755	0.5022
北京5L饭店	hotel	289	768	1895	415.6772535	69563.27003	0.5022
首都医科大学附属北京同仁医院	hospital	282	1700	949	432.5367248	73269.22977	0.5022
新世界百货(彩旋店)	shopping	268	543	1916	396.0468258	62852.97281	0.5024
汉光百货	shopping	237	605	1381	489.8616979	74632.2597	0.5025
首都医科大学附属北京安贞医院	hospital	257	1198	1057	376.6368883	68901.57465	0.5026
中关村科贸电子城	shopping	235	510	1693	426.4175257	73902.11579	0.5027
庄胜崇光百货(宣武门店)	shopping	196	580	1082	519.7713712	84862.65773	0.503
白家大院(苏州街店)	cater	207	200	1631	383.8444028	68488.07509	0.5031
佳亿广场	shopping	189	230	1329	413.9943	71792.71888	0.5031
北京京伦饭店	hotel	188	234	1305	409.4585297	68025.36179	0.5032
中国生物技术发展中心	education	216	1400	581	460.8524717	69091.51236	0.5033
北京唯实国际文化交流中心	hotel	188	163	1531	363.2863347	63521.76976	0.5035
首都经济贸易大学(红庙校区)	education	176	207	1268	394.4603182	64891.48796	0.5036
CBD历史文化公园	scope	164	257	1028	414.3525053	73314.28064	0.5036
北京坊	shopping	157	764	474	498.9545233	81227.8074	0.5036

表 7-2 六环内隔离指数最高的 30 个场所

名称	类型	来源小区数	拜访次数	工作次数	访客消费水平	访客平均房价	隔离指数
北京园博园	scope	13	56	40	342.6318229	54491.35417	0.9231
卢沟桥文化旅游区	scope	4	39	15	319.235463	54228.42593	0.8804
太平郊野公园	scope	4	31	0	354.761828	53278.29032	0.875
莲石湖公园	scope	7	40	22	471.338871	64278.35484	0.8571
中国人民公安大学(团河校区)	education	3	23	12	545.7566286	124632.4	0.8395
蟹岛	scope	11	37	43	322.4427054	57709.84375	0.8307
世界公园	scope	11	43	51	388.6701684	56396.98236	0.8225
北京政法职业学院	education	4	35	30	524.8606787	115692.7692	0.8125
北京CBD国际高尔夫球会	life	7	23	25	402.6252083	82133.0625	0.7954
外交学院	education	6	47	16	486.4121693	93497.68254	0.7849
圆明园遗址公园	scope	40	142	122	410.8274247	76827.6408	0.7838
北京市大兴区旧宫工业园	life	13	25	71	358.3284317	53061.79514	0.7819
北京农学院	education	11	45	45	390.3729107	55999.25833	0.7813
北京万龙八易滑雪场	life	6	36	17	280.1867689	58445.54717	0.7778
北京林业大学	education	8	27	15	397.0292201	78806.21195	0.7756
北京市大兴区心康医院	hospital	2	20	0	387.262625	40685.85	0.775
古塔公园	scope	13	24	65	345.0728015	61622.16854	0.774
北京植物园南区	scope	11	29	26	463.2744051	61425.16222	0.7729
亚洲残奥委员会体育训练中心	life	6	23	34	417.4157675	45889.59649	0.7632
党群活动服务中心	life	3	25	6	361.4677933	56134.96774	0.7619
华科国际高尔夫俱乐部	life	6	45	13	389.9118391	55837.23276	0.7573
北京射击宾馆	hotel	6	25	13	440.191731	74141.78947	0.7547
海棠公园	scope	8	123	11	283.6268094	58531.45522	0.7511
树村郊野公园	scope	4	22	13	411.5664857	80828.74286	0.75
永定门公园	scope	9	31	33	449.4513164	67828.03125	0.7392
颐和园	scope	50	263	130	438.3415283	77193.44784	0.7349
北京奔驰汽车有限公司	enterprise	34	37	212	350.8019951	60170.10843	0.733
奥林匹克森林公园	scope	121	412	446	359.4822948	69849.99522	0.7299
海淀公园	scope	9	48	17	379.2651872	82366.72308	0.7285
北辰高尔夫(姜庄店)	life	9	33	23	398.8608836	93566.62069	0.7281
旺兴湖郊野公园北区	scope	7	30	14	268.602286	52681.44744	0.727
老山城市休闲公园	scope	9	44	16	452.6190278	66475.98333	0.7242

进一步的，统计各场所类型的“访客消费——访客房价——隔离指数——人数”关系，对各类型场所做进一步的讨论（如图 7-21）。

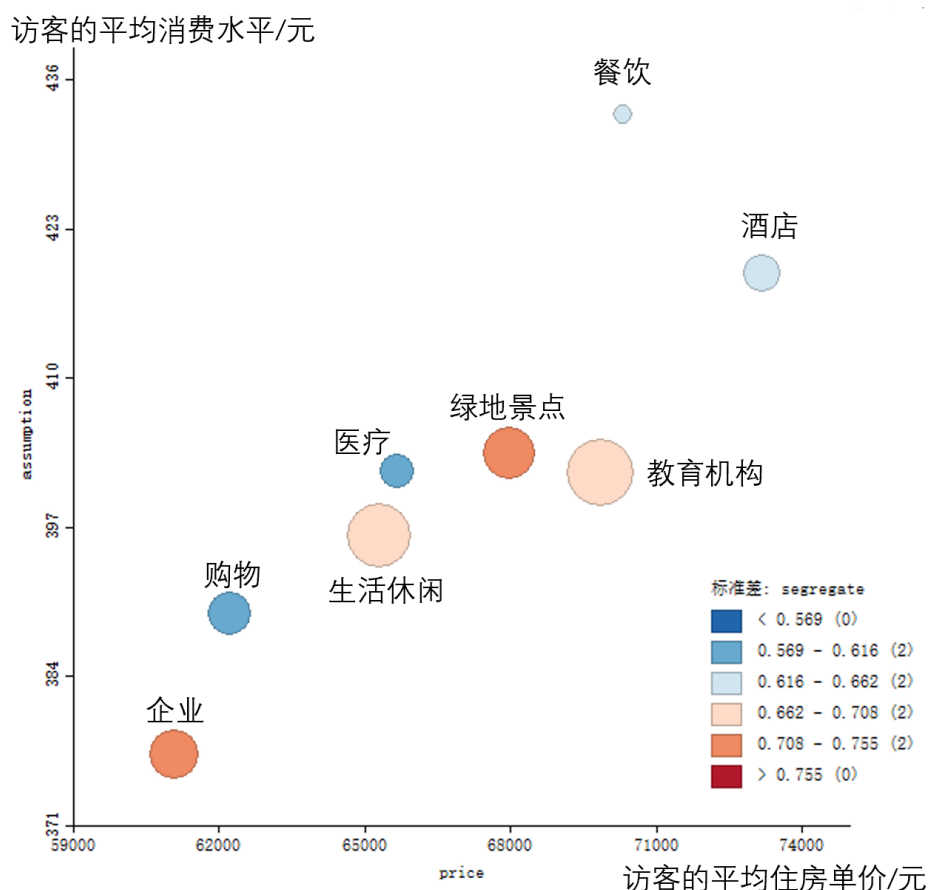


图 7-21 场所—访客属性—隔离程度关系

企业与绿地景区相对“隔离”程度较高，与其它社会场所相比，更倾向于同类聚集。其中“企业”是平均意义上的“低端场所”，而与其访客数量相近的“绿地景区”中访客的消费和住房的经济属性更高，因此相对企业而言是“高端场所”。这一现象的原因可能在于，“企业”中工作人数较多，而相同的单位可能具有相同（例如单位宿舍）或相似的居住地（例如工作地附近），同时由于“企业”广泛地存在于北京各个位置、覆盖各个社会阶层，使得其平均的经济属性偏低。绿地景点以公园为主，多位于郊区，一周之内若无特殊节假日，许多中心城区的居民并不会选择去往郊区公园，因此访客以附近居民为主，带来了“隔离指数”的增加。结果说明，在一周之中去北京的绿地景点，可能是一种较高经济水平的特征。

医疗与购物相对“隔离”程度较低，与其它场所相比，更倾向于异类聚集。这一现象的原因可能在于，医疗与购物场所对北京的群众而言，是一种平均意义上的“大众场所”，各个经济背景的人都会存在，但是仍不排除个体购物场所或医疗机构存在较强的隔离程度。

餐饮与酒店的访客整体具有较高的经济属性，更倾向于“高阶级群体”的青睐，但整体隔离程度不高，并非绝对意义上的“高端场所”。这一现象的原因可能在于，大部分酒店和餐饮由于面积较小，在计算过程中存在目的地的统计偏差，即忽视了大量小型的餐饮和酒店，结果偏向规模较大的餐饮和酒店，从常识上出发，规模较大的酒店或者餐饮机构的访客整体会有更高的经济属性。

教育机构和生活休闲场所的特征是访客数量大，整体隔离程度居中。需要说明的是，如之前的表格所示，教育机构中的高校，普遍具有较高的隔离水平。其原因在于统计样本中访客的来源小区数都较少，可能为教师或学生公寓。生活休闲区域则包含的场所广度较大，既有高尔夫球场这类“高隔离场所”，也有北京西站一类“低隔离场所”。

8. 结论与讨论

从北京六环范围内的整体趋势而言，无论是一阶视角下的居住空间分异，还是二阶视角下的居住和社会场所的社会时空分异，三种分异的结果都呈现中心城区隔离程度较低，由二环向外围区域隔离程度逐渐增加的趋势。

从居住隔离视角而言，北京整体呈现较为明显的居住隔离现象（ $P=0.001$ ， $z=78.9714$ ， $\text{Moran } I=0.376$ ）。

从二阶视角下的住宅区域而言，第一，住宅区所在环数与消费、房价均存在相关关系，中心城区的小区趋向于更高的消费水平和经济属性。第二，消费-房价和住宅区类型的相关性较弱，但这可能与房价单一数据源代理带来的偏差有关。第三，小区内部的隔离程度不受绝对的房价影响，但受小区类型影响。从这个意义上讲，居住区可以较为清晰地分出“高端”和“低端”。

从二阶视角下的社会场所而言，场所类型在一定程度上与访客的属性以及隔离程度存在关系。在八大类社会场所中，教育机构、绿地景点、企业的隔离程度较高，其中企业偏向于“低端场所”特征，而绿地景点具有“高端场所”的特征。餐饮、酒店中的访客则具有较高的平均经济属性。

此外，除了数据精确程度带来的不可避免的误差之外，研究中存在一些不足，需要在未来进一步改进，包括：

第一，该研究并非标准意义上的“时空共现问题”。出于样本数量的考虑，研究的“时间”不是同一瞬间，而是 2019.06.03——2019.06.09 的一周时间，而短期时间变化，例如工作日和周末之间的变化，一日之内各个小时的尚未得到研究；同时由于定位精度的限制，研究的“空间”不是同一空间，而是在同一可能在 $0\sim 250^{1/2}$ m 范围内的空间，未来应尝试进行逐时的时空共现分析。

第二，使用单位面积房价代理作为“经济属性”的代理存在偏误。住房的总价或者房租，更能表征一个人的经济水平。例如别墅的单价并不高，但是总价高。

第三，真正意义上的空间分异是两种层面的，即场所（居住区）内群体的高度同质性和场所（居住区）之间的高度异质性。本文的隔离测度方法以接触性为基础，仅仅是对场所（居住区）内群体同质性的测度，缺乏对各场所之间的异质性的讨论。

第四，同时需要指出的是，场所的隔离测度并非是所包含的基本单元网格的平均值相加，而应该是以“同一场所之中的人可视为产生空间共现”作为前提，基于场所范围内人群的进行场所的隔离测度。

第五，隔离指数的计算方法仍有待改进。本研究采用隔离指数计算基于个人在总人数的位置权重，对于样本量较小的空间位置的计算，其结果容易向极值靠近。

参考文献：

《北京折叠》写作感言_郝景芳_新浪博客..
http://blog.sina.com.cn/s/blog_7bca40a10102vwrc.html

-
- 冯健. (2005). 正视北京的社会空间分异. 北京规划建设, 02, 174–179.
- 冯健, & 周一星. (2008). 转型期北京社会空间分异重构. 地理学报, 08, 829–844.
- 黄怡. (2005). 城市居住隔离的模式——兼析上海居住隔离的现状. 城市规划学刊, 02, 31–37.
- 李君甫, & 李阿琳. (2016). 北京社会空间分化与隔离: 基于社会阶层分布的研究. 北京工业大学学报(社会科学版), 16(01), 12–19.
- 申悦, & 柴彦威. (2018). 基于日常活动空间的社会空间分异研究进展. 地理科学进展, 37(06), 853–862.
- 石恩名, 刘望保, & 唐艺窈. (2015). 国内外社会空间分异测度研究综述. 地理科学进展, 34(07), 818–829.
- 王道勇, & 郅彦辉. (2014). 西方居住隔离理论: 发展历程与现实启示. 城市观察, 01, 5–13.
- 吴庆华. (2011). 城市空间类隔离: 基于住房视角的转型社会分析. (Doctoral dissertation, 吉林大学)
- 杨美青, & 魏开. (2020). 空间隔离及空间融合的研究述评. 城市建筑, 17(16), 33–36+56.
- 谌丽 & 张文忠. (2015). 北京城市居住环境的空间差异及形成机制. 中国社会出版社.
- Abramson, A. J., Tobin, M. S., & VanderGoot, M. R. (1995). The changing geography of metropolitan opportunity: The segregation of the poor in U.S. metropolitan areas, 1970 to 1990. *Housing Policy Debate*, 6(1), 45–72. <https://doi.org/10.1080/10511482.1995.9521181>
- Deutsch, J., Flückiger, Y., & Silber, J. (1994). Measuring occupational segregation: Summary statistics and the impact of classification errors and aggregation. *Journal of Econometrics*, 61(1), 133–146. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(94\)90080-9](https://doi.org/10.1016/0304-4076(94)90080-9)
- Farber, S., Neutens, T., Miller, H. J., & Li, X. (2013). The Social Interaction Potential of Metropolitan Regions: A Time-Geographic Measurement Approach Using Joint Accessibility. *Annals of the Association of American Geographers*, 103(3), 483–504. <https://doi.org/10.1080/00045608.2012.689238>
- Kang, C., Shi, L., Wang, F., & Liu, Y. (2020). How urban places are visited by social groups? Evidence from matrix factorization on mobile phone data. *Transactions in GIS*, 24(6), 1504–1525. <https://doi.org/10.1111/tgis.12654>
- Lee, J. Y., & Kwan, M.-P. (2011). Visualisation of Socio-Spatial Isolation Based on Human Activity Patterns and Social Networks in Space-Time. *Tijdschrift Voor Economische En Sociale Geografie*, 102(4), 468–485. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9663.2010.00649.x>
- Li, F., & Wang, D. (2017). Measuring urban segregation based on individuals' daily activity patterns: A multidimensional approach. *Environment and Planning A: Economy and Space*, 49(2), 467–486. <https://doi.org/10.1177/0308518X16673213>
- Prestby, T., App, J., Kang, Y., & Gao, S. (2020). Understanding neighborhood isolation through spatial interaction network analysis using location big data. *Environment and Planning A: Economy and Space*, 52(6), 1027–1031. <https://doi.org/10.1177/0308518X19891911>
- Reardon, S. F., & O'Sullivan, D. (2004). 3. Measures of Spatial Segregation. *Sociological Methodology*, 34(1), 121–162. <https://doi.org/10.1111/j.0081-1750.2004.00150.x>
- Reardon, S. F., Yun, J. T., & Eitle, T. M. (2000). The changing structure of school segregation: Measurement and evidence of multiracial metropolitan-area school segregation, 1989–1995. *Demography*, 37(3), 351–364. <https://doi.org/10.2307/2648047>

-
- Silm, S., & Ahas, R. (2014). The temporal variation of ethnic segregation in a city: Evidence from a mobile phone use dataset. *Social Science Research*, 47, 30–43. <https://doi.org/10.1016/j.ssresearch.2014.03.011>
- Wang, D., Li, F., & Chai, Y. (2012). Activity Spaces and Sociospatial Segregation in Beijing. *Urban Geography*, 33(2), 256–277. <https://doi.org/10.2747/0272-3638.33.2.256>
- Wong, D. W. S., & Shaw, S.-L. (2011). Measuring segregation: An activity space approach. *Journal of Geographical Systems*, 13(2), 127–145. <https://doi.org/10.1007/s10109-010-0112-x>
- Xu, Y., Belyi, A., Bojic, I., & Ratti, C. (2017). How friends share urban space: An exploratory spatiotemporal analysis using mobile phone data. *Transactions in GIS*, 21(3), 468–487. <https://doi.org/10.1111/tgis.12285>
- Xu, Y., Belyi, A., Bojic, I., & Ratti, C. (2018). Human mobility and socioeconomic status: Analysis of Singapore and Boston. *Computers, Environment and Urban Systems*, 72, 51–67. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2018.04.001>
- Xu, Y., Belyi, A., Santi, P., & Ratti, C. (2019). Quantifying segregation in an integrated urban physical-social space. *Journal of The Royal Society Interface*, 16(160), 20190536. <https://doi.org/10.1098/rsif.2019.0536>
- Zhang, Chai, & Wang. (2019). Reside nearby, behave apart? Activity-space-based segregation among residents of various types of housing in Beijing, China. *Cities*, 88, 166–180. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2018.10.009>
