

陈靖佳 龙瀛 CHEN Jingjia, LONG Ying

城市公共空间失序的要素识别、测度、外部性与干预

Element Identification, Measurement, Impact Evaluation and Spatial Intervention of Disordered Urban Public Space

摘要 在城市空间建设与品质提升的背景下, 需要关注粗放式城市发展与建设所导致的空间品质良莠不齐现象, 如老城区空间老旧缺乏维护, 而部分新城区建设用地闲置、环境衰败等。借鉴社会学概念和理论, 这种空间品质不足、空间秩序混乱的现象被定义为物质空间失序。在新数据的时代背景下, 研究基于街景图片的非现场建成环境审计方法, 对北京五环内的城市空间失序现象进行了测度与评价, 发现北京五环内不同程度地存在空间失序的现象, 70 436 个街景点中存在空间失序的比例达到了 50.1%, 建筑外立面老旧、道路破损等是影响北京城市空间品质的主要失序要素, 而空间失序将对城市活力产生负面影响。研究还开展了空间干预实验, 发现基于具体失序要素的微观干预措施能显著改善街道环境。通过对城市空间品质低下甚至失序的公共空间进行测度、落位与规律识别, 将为未来进一步的城市精细化管理与城市更新提供重要依据。

关键词 空间品质; 街道; 空间失序; 公共空间; 城市衰败

ABSTRACT Under the call of the construction and quality improvement of urban space, the current uneven quality of the space caused by extensive urban development is worthy of attention, given the lack of maintenance of the old city core, the brown filed and vacant land, as well as the decay of the urban environment that is common in many cities. Drawing on a concept from sociology, this phenomenon of poor space quality and chaotic space order is defined as a physical disorder of urban space. With a new method of off-site built environment audits based on street view images, this study measures and evaluates the physical disorder of urban space within Beijing's Fifth Ring Road area. It finds that varying degrees of physical disorder is spread in this area, where the disorder

has reached 50.1% among the 70,436 street points. The unkempt façades of buildings and roads lacking maintenance were the main factors of disorder that affect the quality of urban space in Beijing, leaving a negative impact on the vitality of the space. This study also carries out spatial intervention experiments that target specific disorder factors and can significantly improve the space. The large scale measurement of public spaces of poor quality or even disordered space provides an important basis for refined management and intervention of cities in the future.

KEY WORDS Space Quality; Street; Neighborhood Disorder; Public Space; Urban Decay

中图分类号: TU984; C912.81

文献标识码: A

文章编号: 1005-684X(2021)01-0044-07

1 引言

1.1 中国城市出现空间品质较差甚至空间失序的现象

中国城市正在经历着前所未有的快速发展进程, 伴随着大量的增量开发与存量更新, 城市功能日臻完善, 城市面貌日新月异。值得注意的是, 虽然中国城市整体空间品质得到了较大改善, 但这种显著的空间品质提升多集中于新建设区或开发区, 而年代稍久的建成区或老城区正经历着一个矛盾重重、进展缓慢的发展过程, 城市空间的环境品质下降、空间秩序混乱等现象都不同程度、不同范围地散布在城市中。另外, 部分城市存在经济停滞或者人口减少的同时城市空间仍在进一步扩张的现象, 导致了城市建设用地闲置、环境衰败等问题。社会学上将这种空间品质较差、空间秩序混乱的现象定义为城市空间失序 (physical disorder / neighborhood disorder)。

一些西方国家由于城市发展进程较快, 自 20 世纪末就开始关注这种较差的城市空间品质所带来的城市空间失序现象, 并进行了一定的研究。首先是对空间失序概念的讨论和界定, 在邻里尺度的建成环境研

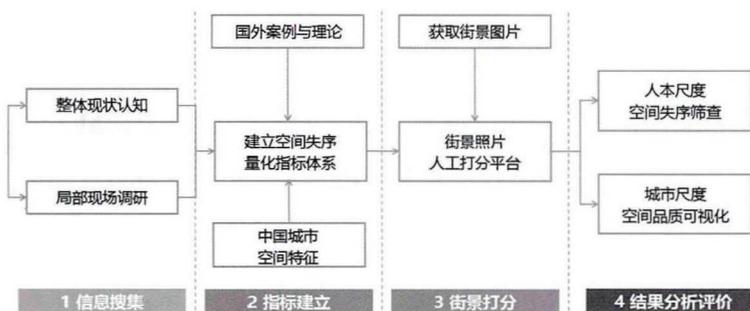
究中, “空间失序”被定义为可观察或是可感知的、对居民生活和邻里公共空间的正常使用造成了扰乱的线索^{[1]-5}。相对于“有序”, 这种空间秩序混乱的现象包括了物质环境要素和社会环境要素两方面: 社会环境失序通常表现为缺乏社会控制的与人有关的迹象, 或者是出现涉及陌生人的具有潜在威胁性的行为, 如公共场合暴虐、贩毒等; 而在物质环境上则是城市景观的恶化、衰退或是邻里社区的整体外观紊乱, 通常表征为废弃和空置的建筑物、破损的公共空间、未被处理的大量垃圾等。而对于空间失序可能带来的影响, 研究者认为空间的失序和破败往往意味着秩序或是社会控制的崩溃, 并且可能会对个人和社会产生消极影响。对个体产生的消极影响, 包括主观幸福感的降低, 增加恐惧、焦虑与不信任^[2-3], 等, 以及对个体行为的负面影响, 如减少活动和锻炼、酗酒与肥胖等; 而对邻里社区产生影响方面, 斯科甘 (Skogan W G) 认为失序意味着物质空间恶化, 是对公共财产的反复损害^{[11]-14}, 会进一步破坏社会控制, 并且导致邻里更加混乱, 甚至加重犯罪^[2-3], 并且最终会导致邻里

社区的衰落^{[11]-14}。不过, 已有研究主要依据西方城市空间及其环境特征展开, 对中国城市的品质变化缺少关注, 而国内城市管理者 and 研究者对空间失序关注也相对较少。

1.2 新数据背景下的空间失序测度方法研究

已有研究表明, 物质环境失序因素比社会环境失序因素更适合进行测度, 因为它有更多的构成要素, 并且它的构成要素分布更为均匀和广泛, 整体可靠性更高^[4-5]。另外, 虽然人们很早就意识到了研究空间失序的重要性, 但是仍然很少有对这个概念的定义和测度的系统研究。已有研究多为了探究建成环境与个体活动的关系等, 少有研究者直接以空间失序为目的进行大规模测度。

为了识别空间失序出现的地点和其严重程度, 一种可行的测度方法是建成环境审计 (built environment audit), 即由受训练的专业研究人员前往研究地点, 对研究需求的空间特征进行直接和系统的观察, 并使用评分表对预定义的环境特征进行评估。但传统审计耗时、成本高昂, 并且难以在各地区间进



1. 空间失序的大规模测度研究步骤图示

1. Technical route

行客观且可靠的比较,使得与人密切相关的城市公共空间难以被大规模量化和测度。

随着城市研究可获取的新数据环境的形成,基于街景图片的非现场建成环境审计(“虚拟审计”, virtual audit) 以及其衍生开发的在线工具平台开始应用在建成环境审计及测度研究中。国外的谷歌街景、国内的腾讯街景和百度街景等数据平台,提供了可获取的并且覆盖大部分城市主城区街道的高精度街景图片。一方面,基于街景图片开展的城市研究通常包括了三类:对图片元数据的挖掘如拍照地点、时间等,对图片文本标签的挖掘,以及对图片内容本身的挖掘^[6]。前两类研究主要用于城市形态分析和人群的时空行为分析^[7-9],而对图片内容信息挖掘的研究较少,主要是利用深度学习技术对图片内容进行识别,进而分析城市意象要素类型^[10]、城市街区的绿化指数^[11-12]、街道安全指数^[13]等,与城市物质形态、建成环境息息相关。另一方面,就建成环境审计研究而言,相较于传统的审计方法,基于街景图片的虚拟审计以更广泛的地理覆盖范围、更高的性价比、更高的更新频率成为广泛运用的、有效且可靠的测度手段之一。而其主要的研究内容多集中在公共健康领域,探究城市空间的要素和其品质对居民健康和活动的影响,如邻里环境的活动友好性^[14-15]、促进不健康饮食的建成环境特征^[16]、社区环境的致肥性^[17]和街道清洁程度对城市健康的影响^[18]等;城市规划与设计领域则有对城市用地类型分类^[19]、街道可步行性^[20]和城市空间品质^[122]等的探讨,但少有直接对空间失序的现象进行研究与测度,原因可能是空间失序的概念较新颖、抽象而评估方法较为模糊等。

因而本研究希望探讨如下问题:(1)在中国城市空间特征的语境下,“空间失序”准确的概念及其要素是什么?(2)空间失序在北京的城市空间中是否普遍存在?(3)如果存在,相较于西方城市,北京城市空间失序有怎样特殊的空间表征,以及造成空间失序的原因和可能的影响是什么?

2 研究方法

研究分为4个步骤进行(见图1)。首先基于对

中国城市空间的整体现状认知,开展了局部现场调研,以进行信息搜集;其次总结国外的城市案例与已有理论研究,整合中国城市空间发展特征,建立起空间失序的量化指标体系;随后,通过腾讯地图API提取街道和路网数据,由此获取海量的街景数据,并依据指标体系建立在线审计平台,由审计员对街景图片进行分要素的人工判读;最后,进行空间分析与计量分析,得到街道的“空间失序”指数,并探究城市空间失序对城市活力可能造成的影响。

2.1 中国城市空间失序的构成要素识别

本研究借鉴了已有西方城市研究中传统的建成环境审计方法,即审计清单(checklist)。相较于已有的地理信息系统或是航空照片中所包含的空间特征,审计清单通常包括了城市空间中能够通过直接观察而得到评估的众多物理特征(如街道树木、人行道宽窄等)^[22],从而以指标化的方式对空间失序进行定义和系统化、标准化的评估。通过对国际城市研究中已发表的空间失序相关文献的阅读,研究从以前验证过的审计目录中制定了代表不同空间特征的五大类项目——建筑、沿街商业、环境绿化、道路、基础设施,并对五类空间评价的一级评价指标进行了进一步的细分。一些指标是在北京老城区的现场调研基础上,结合预实验的结果反馈,从而体现了中国城市空间特征,如私搭乱建/临时建筑物、无序占道经营、道路未硬化等;一些指标则是西方空间失序研究中较为典型和常见的,如参考了芝加哥人居发展项目^[23](Project on Human Development in Chicago Neighborhoods, PHDCN)的空置和废弃建筑、铺面空置及出售、废弃车辆、垃圾堆放等指标^[5],步行环境监测(Pedestrian Environment Data Scan, PEDS)的空地等指标^[24],以及达伊(Day K)等人^[25]研究中的建筑物封条等指标。我们最终形成了19个二级评价指标作为空间失序的构成要素(见图2)。这些要素将有助于研究形成统一标准的空间失序评分体系。

2.2 基于街景图片的非现场建成环境审计

空间失序通常是由经过训练的观察者使用经过验证的工具来对街道进行审计。过去的研究是由审计员亲自前往研究的街区来进行的,但最近开发的计算机

辅助邻里视觉评估系统(如CANVAS)使人们能够进行有效和可靠的虚拟街道审计^[26,26]。因而,参考已有的虚拟审计系统,并基于空间失序的构成要素体系和所获取的街景图片数据,研究搭建了在线的虚拟审计网络平台(见图3)。每一个街景观测点的四个方向街景图片集中在一个页面上,人们可以通过一侧的选项来勾选四个图片中各自存在的空间失序要素。研究甄选了建筑或城市规划专业背景的4位审计员,通过随机分配分工完成了全部街景图片的审计(关于评分者之间的可靠性已在预实验研究中得到测度并认为是可行的)。他们接受了统一的人工审计培训,包括审计项目介绍和审计要素培训等。基于统一的评分体系,他们对每个街景点的四个方向街景图片进行了识别,对图片是否存在19个空间失序要素进行二分法的判读,以尽可能地减少由于审计员认知背景的差异而造成的统计误差。

2.3 预实验反馈

研究选择了空间失序较明显的城市齐齐哈尔开展预实验工作,综合检验研究方法的正确性与有效性,并通过比对预实验结果与国际发表的已有实验结果,采用多种分析模型进行研究,补充和修正空间失序构成要素体系和测度模型,并且分析了感知空间失序与构成要素数量两者之间的关系,进一步支持北京五环的大规模测度工作。

2.4 空间分析与可视化

基于大数据分析可视化方法,研究将空间失序的测度结果在街景点、街道和城市层面分别进行了汇总分析,并从多个层面对城市空间失序现象及其分布进行可视化。研究还结合了房价、社交网络数据等体现社会经济活力的大数据,对城市空间失序的成因及可能的影响进行量化分析,通过回归分析、聚类分析等方法探索空间失序与其他社会经济要素的关系,从而探究城市空间失序的原因和对城市发展的影响。

3 研究范围与数据

3.1 研究范围

研究以北京的中心城区街道为对象,对特大城市空间品质低下甚至出现空间失序的现象进行研究。考



1.1 建筑拆封
1.2 建筑外立面不完整
1.3 建筑外立面破损
1.4 建筑外立面老旧
1.5 建筑外立面涂鸦
1.6 私搭乱建/临时建筑物

2.1 招牌老旧/混乱
2.2 铺面老旧/污损
2.3 无序占道经营
2.4 铺面空置及出售

3.1 植物杂乱
3.2 垃圾堆放/丢弃
3.3 废弃车辆
3.4 未拆除的施工围挡

4.1 道路未硬化
4.2 道路破损
4.3 道路侵占

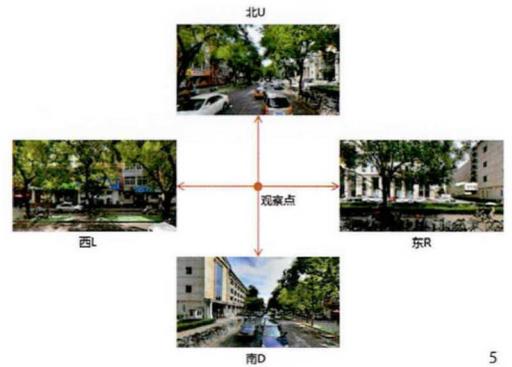
5.1 基础设施破损
5.2 公共界面破损



4



2



5

考虑到北京行政区划范围过大，而五环内的城市空间已经涵盖了北京市主要市区（包括北京中央商务区、二环内传统民居和普通住区等），人口密度较高，就业机会、文化活动和娱乐活动等较集中，较研究选取了北京五环内的城市区域，总面积约为 667 km²（见图 4）。

3.2 研究数据

研究选择了街道作为研究的基本单位，并采用了以街景图片为主的多源大数据。为实现高效的空评价并准确定位空间失序的空间位点，本研究提取了腾讯地图街景图片作为建成环境审计资料。基于腾讯地图 44 865 条北京五环内道路网络数据，研究最终选取了有最新街景图片（2015 年 1 月）的 16 790 条城市道路作为研究对象。考虑到在研究区域内下载所有街景图片的工作过于繁重，我们采取了间隔距离为 50 m 的距离采样方法来选择研究区域内街道沿线的观测点，并提取了每个观测点平行于道路（前、后）和垂直于道路方向（左、右）共计四个方向的全景街景图片（见图 5）。最终，我们得到了共计 70 436 个观测点的 281 744 张图片，每张图片大小为 480 × 360 像素。

研究还结合了北京基础 GIS 数据、五环内房价交易信息和包括微博、大众点评等在内的社交网络数据

等多源数据，在街道层面，讨论微观视角下城市空间失序与社会经济活力等因素的关系。

4 分析结果

4.1 整体空间失序程度与分布特征

如果街景点存在某项空间失序要素则计为 1 分，不存在则计为 0 分。研究计算了每个街景点（4 个方向街景图片）的空间失序要素总分，并在 ArcGIS 中进行了空间落位和表达。从单一的观测点来看（见图 6），空间失序与破败现象在我们的研究中相当普遍，研究使用的街景点及对应的街景图片有一半以上（50.1%）都出现了空间失序现象，并且多在城区的南部，特别是东南部较为集中和严重。研究将每条街道上各街景点空间失序指数的平均值作为该街道的空间失序指数，即以每条街道的所有观测点的空间失序要素得分求平均，计算每条街道的空间失序要素得分，发现 64.3% 的街道至少有一个点存在空间失序要素，49.8% 的街道的平均空间失序水平超过 1 个要素。而在空间分布上（见图 7），空间失序不同程度地散布在五环内城市空间，和观测点的分布特点一致，二环内和东南部的失序现象较为明显。

街景点的空间失序程度及在整体之中的总分排名服从长尾定律（见图 8），大多数街景点没有任何空间失序要素或仅有几个要素，只有少数街景点出现了大量空间失序要素。这说明北京的城市空间失序可能仍处于相对较早的阶段和相对较低的水平。

4.2 空间失序要素特征与要素空间分布

在空间失序要素的提取和空间分析上，研究得到了各个要素对五环内城市空间品质的影响占比和空间分布。从街景图片中出现的要素频次上来看（见表 1），建筑外立面老旧（37 681 次）、道路破损（19 542 次）、道路侵占（15 711 次）、招牌老旧/混乱（13 714 次）、植物杂乱（13 682 次）成为最频繁出现的要素前五个，而建筑拆封（1 879 次）、铺面空置（1 120 次）、废弃车辆（212 次）等西方城市衰败和收缩的主要表现要素，在本研究中并不常见。与西方城市主要受到经济停滞和人口缩减的负面影响，并直接地反映在城市物质空间的变化上不同，北京的空间失序呈现出城市问题的复杂与多元。特别是一些本研究新添加的、并且出现频率不低的要素，如道路侵占（15 711 次）、招牌老旧/混乱（13 714 次）、私搭乱建/临时建筑物（5 304 次）、无序占道经营（3 612 次）等，体现了中

2. 空间失序构成要素图示
3. 用于本次空间失序人工判读的虚拟审计网络平台
4. 左：研究范围；右：北京五环边界与路网
5. 观测点的街景图片示意
6. 街景点的空间失序要素得分分布
7. 街道的空间失序指数分布
8. 北京五环内70,436个街景点的空间失序要素总分分布（降序排列）

2. Illustration of physical disorder factors
3. Virtual audit platform
4. Left: study area; right: boundary of areas within Beijing 5th Ring Road and road maps
5. Samples of street view images at one point
6. Spatial distribution of physical disorder at point level
7. Spatial distribution of physical disorder at street level
8. Distribution of physical disorder factors of 70,436 points within Beijing 5th Ring Road(in descending sort)

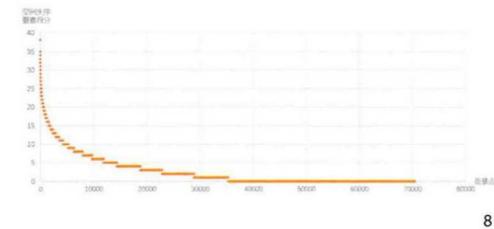
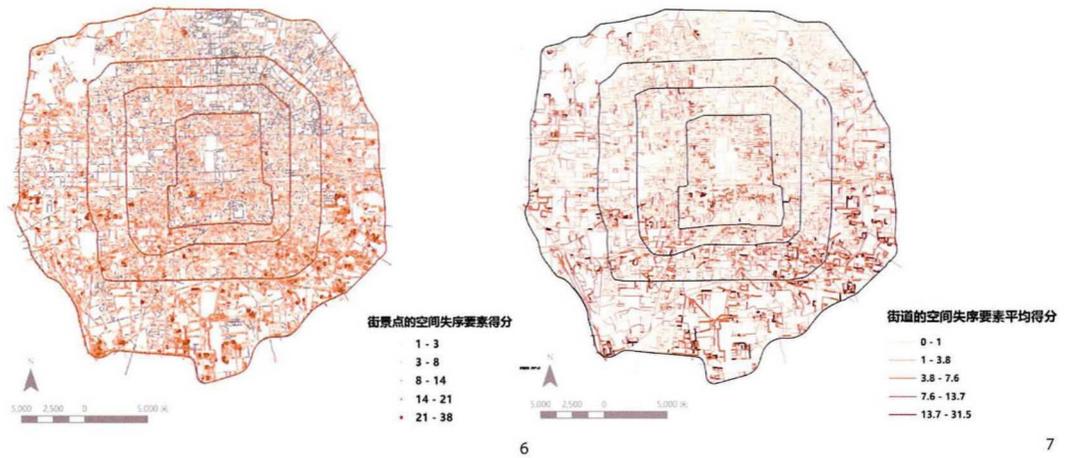


表1. 281 744张街景图片中出现的空间失序要素
Table 1. Frequency of 19 physical disorder factors identified in 281,744 images

类别	指标要素	图片中出现的次数	与已有研究相比
1. 建筑	1.1 建筑拆封	1 879	a
	1.2 建筑外立面不完整	2 490	a
	1.3 建筑外立面破损	5 902	a
	1.4 建筑外立面老旧	37 681	a
	1.5 建筑外立面涂鸦	13 138	b
	1.6 私搭乱建/临时建筑物	5 304	c
2. 沿街商业	2.1 招牌老旧/混乱	13 714	c
	2.2 铺面老旧/污损	8 371	a
	2.3 无序占道经营	3 612	c
	2.4 铺面空置及出售	1 120	a
3. 环境绿化	3.1 植物杂乱	13 682	b
	3.2 垃圾堆放/丢弃	11 806	a
	3.3 废弃车辆	212	a
	3.4 未拆除的施工围墙	7 313	c
4. 道路	4.1 道路未硬化	7 386	c
	4.2 道路破损	19 542	c
	4.3 道路侵占	15 711	c
5. 其他基础设施	5.1 基础设施破损	7 752	a
	5.2 公共界面破损	6 541	c

备注：a——几乎同样采用的项目；b——差异很大的项目；c——几乎没有出现在以前的研究中。

国特有的城市景观特征，即大量的非正式城市景观，这往往是既有的粗放式城市发展路径和相应城市规范与管理措施缺失所导致的。相较于西方城市经历了城市起步—发展—繁荣—扩张—衰败的阶段变化，中国城市的空间失序问题与现象大多出现在初步发展阶段，而此时城市空间尚未达到高品质水平。

而以街景观测点为基本研究单元，从各个空间失序要素在五环内的空间分布来看（见图9），可以发现各个要素分布各异、相差较大，与街景点的空间失序程度相一致，体现了城区中空间失序现象散布的特点，而影响北京五环内城市空间失序的主要要素如建筑外立面老旧（18.8%）、道路破损（15.2%）、道路侵占（9.6%）等，都呈现了空间失序要素集聚于二环内老城区和城区东南部的特点。

4.3 空间失序的影响探究

为探究空间失序是否存在对街道活力的影响，我们将汇总到街道尺度的空间失序结果定义为街道的空间失序指数，作为街道活力的影响因素之一，而作为结果输出的街道活力则被定义和量化为经济活力和社会活力，并对相应活力表征进行了量化。在此基础上，我们引入了区位和功能密度等与城市活力相关的传统量化指标作为控制变量，并分别建立了只含有传统指标和同时包含传统及空间失序指标的回归模型，以考察空间失序指数的加入对模型解释力度的影响，回归模型的具体公式如图10。

对于公式因变量部分的城市活力，研究将其划分为街道经济活力和街道社会活力两类。街道经济活力主要通过邻近街道各住宅单元的房价信息反映，社会活力主要通过各街道50m缓冲区内的大众点评和微博的发帖或签到密度反映。而对于公式的自变量部分，将各街道到重要城市节点的相应距离作为区位坐标，并由POI密度和交叉路口密度作为功能密度指标，共同作为控制变量，并对比空间失序指标的加入对模型解释力度的影响。

相关性结果表明，空间失序指数与房价、微博密度和点评密度均呈现负相关关系，且与经济活力的负相关程度较高。该相关程度与城市区位、功能密度等已被反复验证的经济活力影响指标具有相近的数值，

说明本研究定义的空间失序量化标准在评估城市活力和指导城市设计方面具有一定的借鉴意义。

在回归结果方面，发现空间失序指数与由房价反映的经济活力和由微博密度反映的社会活力成反比（见表2、表3），并通过显著性检验，且空间失序指数的纳入也能够一定程度提高对照模型的解释力度，说明空间失序程度的上涨将对邻近城市空间的上述两类活力造成负面影响。而空间失序指数与由点评密度反映的经济活力成正比（见表4），且通过显著性检验，但标准化系数数值较小，说明空间失序程度的上涨并不会对邻近城市空间由点评密度反映的社会活力造成明显影响。

4.4 空间失序的干预探索

为了进一步探索空间失序对城市设计与城市更新的支持与响应作用，研究于清河地区开展了结合本科生城乡调研形式的空间失序评价与干预实验。

清河地区位于北京市五环外的海淀区，由于地区内城市功能混杂、建筑建成年代跨度逾六十年、城市管理措施不足，使得地区范围内存在着基数大、种类多、现状严峻的不同等级的空间失序现象。基于上文提出的空间失序要素指标体系，并结合清河地区空间特征，研究结合客观评价和使用者主观判断相结合的方法，最终对清河中街及相接的朱房路共计1 250m长度的连续街道地段、每50m范围内街道空间的13项空间失序要素进行了量化评价。最终结论显示：地段内问题最为严重的要素为道路破损、铺面空置、垃圾堆放等问题；从空间分布来看，各段街道空间由于建成年代、功能属性和社会环境等条件的不同，表现出完全不同的失序状况，在较为严重的朱房城中村门前以及毛纺南小区的局部区域，空间失序现象已经严重影响了街道环境和步行体验。

而在干预层面，研究总结出了两类重要且易于通过实际操作来干预的空间失序要素（即乱扔垃圾及墙面小广告）来进行实验干预。以垃圾收集干预为例，研究进一步提出通过增加临时垃圾桶、张贴标语以及给商家发放大容量垃圾袋三种不同的干预措施（见图11），发现干预实验效果良好，其中发放大容量垃圾袋是成本最低且效果最佳的干预方法，发放当晚就使研究区域夜间垃圾倾倒现象有效减少、街道环境显

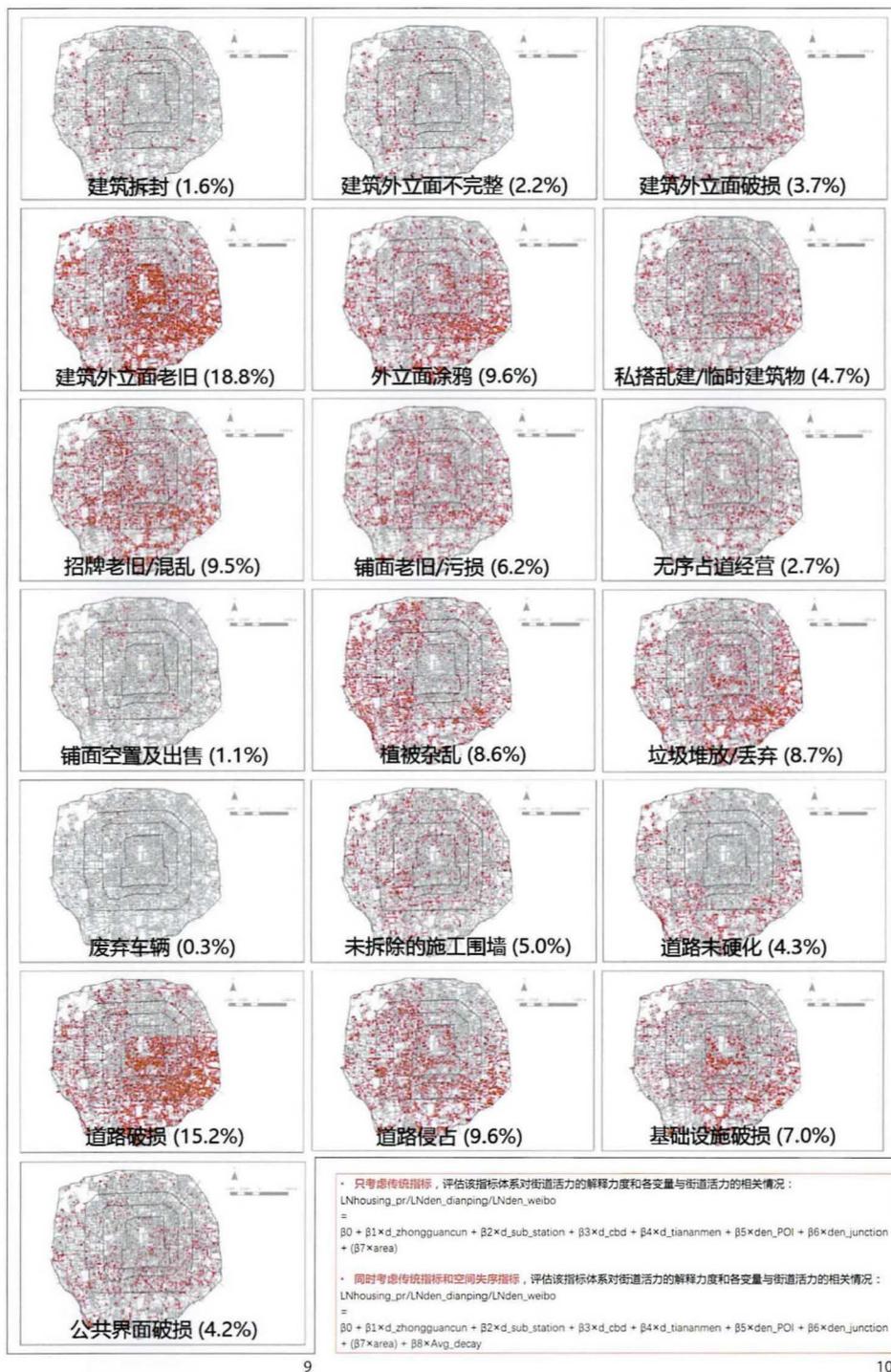


表2. 以经济活力(房价, N=10 595)为因变量的回归结果

Table 2. Regression results of physical disorder and economic vitality(refers to housing price, N=10 595)

	房价	模型1		模型2	
		标准化系数	显著性	标准化系数	显著性
区位指标	d_zhongguancun	-0.627	<0.001	-0.575	<0.001
	d_sub_station	-0.029	<0.001	-0.009	0.282
	d_cbd	-0.299	<0.001	-0.257	<0.001
	d_tiananmen	-0.152	<0.001	-0.209	<0.001
功能密度指标	den_POI	-0.069	<0.001	-0.056	<0.001
	den_junction	-0.013	0.198	-0.038	<0.001
	area	-0.029	<0.001	-0.035	<0.001
空间失序指标	Avg_decay			-0.105	<0.001
	R ²	0.482		0.490	

表3. 以社会活力(微博密度, N=16 790)为因变量的回归结果

Table 3. Regression results of physical disorder and social vitality(refers to density of Weibo posts, N=16 790)

	微博密度	模型1		模型2	
		标准化系数	显著性	标准化系数	显著性
区位指标	d_zhongguancun	-0.043	<0.001	-0.006	0.5445
	d_sub_station	-0.133	<0.001	-0.118	<0.001
	d_cbd	-0.013	0.274	0.038	<0.01
	d_tiananmen	-0.033	<0.05	-0.051	<0.001
功能密度指标	den_POI	0.278	<0.001	0.278	<0.001
	den_junction	0.064	<0.001	0.061	<0.001
空间失序指标	Avg_decay			-0.125	<0.001
	R ²	0.155		0.169	

表4. 以社会活力(点评密度, N=16 790)为因变量的回归结果

Table 4. Regression results of physical disorder and social vitality(refers to density of Dianping POIs, N=16 790)

	点评密度	模型1		模型2	
		标准化系数	显著性	标准化系数	显著性
区位指标	d_zhongguancun	-0.064	<0.001	-0.074	<0.001
	d_sub_station	-0.104	<0.001	-0.108	<0.001
	d_cbd	-0.012	0.246	-0.018	<0.1
	d_tiananmen	-0.114	<0.001	-0.109	<0.001
功能密度指标	den_POI	0.498	<0.001	0.497	<0.001
	den_junction	0.105	<0.001	0.106	<0.001
空间失序指标	Avg_decay			0.033	<0.001
	R ²	0.437		0.438	

著改善(见图12)。研究还对清河中街东段的道路断面进行了重新设计(见图13),意在改善现状较为严重的道路侵占现象,实现人车分离、步行环境优化,从而探索了在城市设计角度的响应策略。

通过清河实验,研究认为空间失序的识别、测度与干预对改善清河地区的城市微观环境品质有着重大潜力,基于空间失序要素的空间干预手段在兼顾城市管理的可操作性前提下,值得进一步研究和探索。

5 结论与讨论

5.1 基于街景图片虚拟审计的空间失序研究

为了更精细和高效地对城市空间进行更新和管

理,我们首先需要有针对性地找到发生空间品质不足甚至失序的空间场所,并准确了解主要影响空间品质及活力的具体要素。研究采取了基于街景图片的非现场建成环境审计方法,搭建在线人工审计平台,以北京五环内城市空间为例,对现有的空间失序现象做了探究。研究发现,超过一半的街道空间都出现了空间失序的现象(街景点尺度占比50.1%,街道尺度占比49.8%),但是整体空间失序水平较低(街道空间失序平均值2.31),呈现出二环内城区和东南部城区空间失序现象较为严重和集中的特点。在具体的构成要素上,五环内的城市空间品质主要受到建筑外立面老旧、外立面涂鸦等空间失序要素的影响。相较于西方城

市,中国城市的空间失序可能仍处于较低水平和较早阶段,空间失序现象主要来源于城市管理与规范的缺失,并呈现出了建筑外立面老旧、无序占道经营等大量具有中国城市特色的空间失序现象。进一步地,空间失序现象会对邻近城市空间的经济与社会活力造成负面影响。研究通过对在线地图街景图片进行大规模测度、评估与分析,说明在中国对城市空间的失序现象进行研究是可行的,应对空间失序的城市设计与干预策略是需要的。

5.2 创新点

一些西方国家自20世纪末就开始关注城市空间失序甚至破败的现象,投入了一定的研究,并进行了

- 9. 北京五环内70 436个街景点的19种空间失序要素分布
- 10. 分别建立回归模型
- 11. 垃圾收集干预的实验步骤
- 12. 从左到右分别为增加临时垃圾桶, 张贴标语以及发放垃圾袋的干预后街道环境
- 13. 街道断面整治设计

- 9. Spatial distribution of 19 physical disorder factors at point level
- 10. Regression models
- 11. Routes for intervention experiment of 'Garbage/Litter on Street' factor
- 12. Results of street environment after the intervention of adding temporary trash bins, posting slogans, and distributing trash bags (from left side to right side)
- 13. Samples of street quality improvement



部分的空间干预, 从而实现了城市空间的局部复兴。在国际城市研究与规划领域中, 空间失序与其他空间品质相关研究作为一个新兴的研究方向, 正得到业内越来越多学者的关注, 相关的文献在近年来也出现了大幅的增长。一方面, 现有研究主要集中在公共健康等领域探讨建成环境对个体行为与健康的影响方面, 而从城市规划与设计角度出发来研究城市空间失序的现象、测度或成因的相关研究仍较为匮乏; 另一方面, 现有研究主要关注西方城市, 聚焦西方城市发展特点与空间特征, 而中国近年来在经济高速发展与大规模城市建设下同样也出现了空间失序的现象, 但是国内传统的城市规划领域尚未出现对这类问题的关注与研究。在新数据环境下, 大数据与新兴信息技术的出现为大规模测度城市空间品质提供了可能, 而基于街景图片虚拟审计的空间失序现象测度正是结合了新技术和新手段来实现科学、系统、动态地认识城市局部空间品质。

5.3 潜在应用

研究所探索的城市空间失序现象整体测度, 发生空间失序的地点往往存在空间失序要素聚集的特点, 以及对于城市品质低下甚至出现空间失序的重要场所进行具体位置与要素的识别等内容, 能够为进一步的城市场空间更新和改造提出相应的空间干预证据与手段, 如“城市修补”背景下的精细化干预与城市设计策略, 以达到场所营造和活力培育的目的, 从而具有城市规划与设计实践层面的研究意义。在城市发展从增量开发日益转向存量发展的趋势背景下, 本研究将为城市规划、城市设计和管理提供基础数据、基本规律和干预策略等方面的支持。

5.4 研究局限与改进

本文的研究及方法仍有一定的局限性。首先, 研究采用的是基于街景图片的审计方法, 易受到街景数据的影响。一方面受限于街景数据的获取方式, 数据公司往往通过安装在汽车顶部的摄像头进行街景图片采集, 街景图片并不总是包含狭窄街道、蜿蜒小巷和步行街区的图片。在这一点上, 无人机等拍摄工具和自行车等其他交通工具的使用可能成为未来数据收集的补充手段^[27-28]。另一方面, 邻里环境存在动态性, 部分空间构成要素可能随时间的不同而发生变化, 这使得研究中提出的外立面涂鸦、垃圾堆放等容易被清理的空间失序因素可靠度降低, 而图片采集时间的不同使得晚上、夏季都有可能看到更多空间失序和破败的迹象, 而且街景图片损失了现场审计的深度^[20], 例如噪音、气味以及攻击性犬只等特征存在无法被测度的可能。其次, 建成环境审计的方法可能导致审计者的主客观评价影响虚拟审计结果, 有些审计者会比其他人更容易“看到障碍”, 因而性别、种族、对当地的了解程度和是否暴露在邻里障碍环境中都可能会是影响虚拟审计结果的重要因素^[29]。在进一步的研究中, 为降低成本、提高审计客观性, 将采取如机器学习等人工智能与新兴数据相结合的方法, 用以自动识别空间失序和城市破败的要素, 以及判断一个城市空间的整体状况, 并使得研究具有在全国范围内的推广意义。

(图表来源: 图1, 图4, 图6~图11, 表1~表4: 作者自绘, 图2、图5: 作者自绘, 图片系腾讯地图街景图片, 图3: 内部网站截图, 图12、图13: 作者拍摄、自绘)



参考文献:

- [1] SKOGAN W G. Disorder and decline: Crime and the spiral of decay in American neighborhoods[M]. University of California Press, 1992.
- [2] ROSS C E, JANG S J. Neighborhood disorder, fear, and mistrust: The buffering role of social ties with neighbors[J]. American journal of community psychology, 2000, 28(4): 401-420.
- [3] WILSON J Q, KELLING G L. Broken windows[J]. Atlantic monthly, 1982, 249(3): 29-38.
- [4] MARCO M, GRACIA E, TOMÁS J M, et al. Assessing neighborhood disorder: Validation of a three-factor observational scale[J]. The European Journal of Psychology Applied to Legal Context, 2015, 7(2): 81-89.
- [5] SAMPSON R J, RAUDENBUSH S W. Systematic social observation of public spaces: A new look at disorder in urban neighborhoods[J]. American journal of sociology, 1999, 105(3): 603-651.
- [6] 龙瀛, 周焜. 图片城市主义: 人本尺度城市形态研究的新思路[J]. 规划师, 2017, 33(2): 54-60.
- [7] KIM D, RHO S, JUN S, et al. Classification and indexing scheme of large-scale image repository for spatio-temporal landmark recognition[J]. Integrated Computer-Aided Engineering, 2015, 22(2): 201-213.
- [8] VU H Q, LI G, LAW R, et al. Exploring the travel behaviors of inbound tourists to Hong Kong using geotagged photos[J]. Tourism Management, 2015, 46: 222-232.
- [9] ZHOU X, XU C, KIMMONS B. Detecting tourism destinations using scalable geospatial analysis based on cloud computing platform[J]. Computers, Environment and Urban Systems, 2015, 54: 144-153.
- [10] LIU L, ZHOU B, ZHAO J, et al. C-IMAGE: city cognitive mapping through geo-tagged photos[J]. GeoJournal, 2016, 81(6): 817-861.
- [11] LI X, ZHANG C, LI W, et al. Assessing street-level urban greenery using Google Street View and a modified green view index[J]. Urban Forestry & Urban Greening, 2015, 14(3): 675-685.
- [12] 叶宇, 张灵珠, 颜文涛, 等. 街道绿化品质的人本视角测度框架——基于百度街景数据和机器学习的大规模分析[J]. 风景园林, 2018, 25(8): 24-29.
- [13] HARVEY C W. Measuring Streetscape Design for Livability Using Spatial Data and Methods[D]. Burlington: University of Vermont, 2014.
- [14] HOEHNER C M, IVY A, RAMIREZ L K B, et al. Active neighborhood checklist: a user-friendly and reliable tool for assessing activity friendliness[J]. American Journal of Health Promotion, 2007, 21(6): 534-537.
- [15] ODGERS C L, CASPI A, BATES C J, et al. Systematic social observation of children's neighborhoods using Google Street View: a reliable and cost-effective method[J]. Journal of Child Psychology and Psychiatry, 2012, 53(10): 1009-1017.
- [16] CHARREIRE H, MACKENBACH J D, OUAISTI M, et al. Using remote sensing to define environmental characteristics related to physical activity and dietary behaviours: a systematic review (the SPOTLIGHT project)[J]. Health & place, 2014, 25: 1-9.
- [17] BETHLEHEM J R, MACKENBACH J D, BEN-REBAH M, et al. The SPOTLIGHT virtual audit tool: a valid and reliable tool to assess obesogenic characteristics of the built environment[J]. International journal of health geographics, 2014, 13(1): 52.
- [18] ALFARRARJEH A, KIM S H, AGRAWAL S, et al. Image classification to determine the level of street cleanliness: A case study[C]. 2018 IEEE Fourth International Conference on Multimedia Big Data (BigMM), 2018: 1-5.
- [19] ZHANG W, LI W, ZHANG C, et al. Parcel-based urban land use classification in megacity using airborne LIDAR, high resolution orthoimagery, and Google Street View[J]. Computers, Environment and Urban Systems, 2017, 64: 215-228.
- [20] BADER M D, MOONEY S J, LEE Y J, et al. Development and deployment of the Computer Assisted Neighborhood Visual Assessment System (CANVAS) to measure health-related neighborhood conditions[J]. Health & place, 2015, 31: 163-172.
- [21] 叶宇, 张昭希, 张啸虎, 等. 人本尺度的街道空间品质测度——结合街景数据和新分析技术的大规模, 高精度评价框架[J]. 国际城市规划, 2019(1): 3.
- [22] BROWNSON R C, HOEHNER C M, DAY K, et al. Measuring the built environment for physical activity: state of the science[J]. American journal of preventive medicine, 2009, 36(4): S99-S123. e112.
- [23] EARLS F, VISHER C A. Project on human development in Chicago neighborhoods: A research update[M]. US Department of Justice, Office of Justice Programs, National Institute of Justice, 1997.
- [24] CLIFTON K J, SMITH A D L, RODRIGUEZ D. The development and testing of an audit for the pedestrian environment[J]. Landscape and urban planning, 2007, 80(1-2): 95-110.
- [25] DAY K, BOARNET M, ALFONZO M, et al. The Irvine?Minnesota inventory to measure built environments: development[J]. American journal of preventive medicine, 2006, 30(2): 144-152.
- [26] QUINN J W, MOONEY S J, SHEEHAN D M, et al. Neighborhood physical disorder in New York City[J]. Journal of maps, 2016, 12(1): 53-60.
- [27] BADER M D, MOONEY S J, BENNETT B, et al. The promise, practicalities, and perils of virtually auditing neighborhoods using Google street view[J]. The ANNALS of the American Academy of Political and Social Science, 2017, 669(1): 18-40.
- [28] GRUBESIC T H, WALLACE D, CHAMBERLAIN A W, et al. Using unmanned aerial systems (UAS) for remotely sensing physical disorder in neighborhoods[J]. Landscape and Urban Planning, 2018, 169: 148-159.
- [29] SAMPSON R J, RAUDENBUSH S W. Seeing disorder: Neighborhood stigma and the social construction of 'broken windows'[J]. Social psychology quarterly, 2004, 67(4): 319-342.

作者单位: 清华大学建筑学院

作者简介: 陈婧佳, 女, 清华大学建筑学院硕士研究生

龙瀛(通讯作者), 男, 清华大学建筑学院和恒隆房地产研究中心, 生态规划与绿色建筑教育部重点实验室, 研究员, 博士生导师。中国城市规划学会城市规划新技术应用学术委员会副主任委员

收稿日期: 2020-11-15

基金项目: 国家自然科学基金项目(51778319, 71834005)

清华大学-剑桥大学联合科研基金(20193080067)