

Urban Vulnerability Assessment Based on “Exposure-Sensitivity-Adaptation”—Taking Harbin, China as an Example

Xuan Zhu

School of Geographical Sciences, Harbin Normal University, Harbin, Heilongjiang, 150025, China

Abstract

Urban vulnerability assessment plays an important role in urban planning. It can identify the risks and disturbances that cities will face and provide scientific basis for urban planning. In this paper, 18 county-level administrative districts in Harbin, China are taken as the research unit, and based on the statistical data and vector data in 2008, 2013 and 2019, the research framework of “exposure-sensitivity-adaptation” urban vulnerability is established. By using entropy method and principal component analysis method, the vulnerability of Harbin city is evaluated, and the key factors affecting the resilience development of Harbin city are revealed. The results are as follows: ① During 2008-2019, Harbin’s urban vulnerability was in a strong state as a whole, with little improvement in urban vulnerability. ② The urban vulnerability of Harbin has obvious spatial differentiation characteristics, and different levels of vulnerable areas are clustered. ③ There are nine factors influencing Harbin’s urban vulnerability, including non-point source pollution, population density, urban strength, agricultural population, rural employment, economic efficiency, innovation vitality, education level and fiscal revenue.

Keywords

Harbin; urban vulnerability; principal component analysis; influencing factors

基于“暴露—敏感—适应”的城市脆弱性评价——以中国哈尔滨市为例

朱萱

哈尔滨师范大学地理科学学院, 中国·黑龙江 哈尔滨 150025

摘 要

城市脆弱性评价在城市规划中起着重要作用, 可识别城市即将面临的风险与扰动, 为城市规划提供科学依据。论文以中国哈尔滨辖18个县级行政区为研究单元, 以2008、2013和2019年统计数据 and 矢量数据为基础, 建立“暴露—敏感—适应”城市脆弱性研究框架, 运用熵值法、主成分分析法等方法, 对哈尔滨城市脆弱性进行评价, 揭示影响哈尔滨城市韧性发展的关键因素。结果如下: ①2008—2019年间, 哈尔滨城市脆弱性整体处于较强状态, 城市脆弱性改善较小。②哈尔滨城市脆弱性具有明显的空间分异特征, 不同等级的脆弱区呈“集群化”分布。③影响哈尔滨城市脆弱性主要为面源污染、人口密度、城市实力、农业人口、乡村就业、经济效率、创新活力、教育水平、财政收入九个因子。

关键词

哈尔滨; 城市脆弱性; 主成分分析法; 影响因素

1 引言

城市是经济发展与生态保护间产生矛盾与对立最严重的地方, 城市脆弱性与城市韧性联系紧密, 城市脆弱性越强则韧性越弱, 因此脆弱性的评价与分析能反映城市发展过程中应对内外部扰动的能力, 为城市防灾减灾与未来空间规划提供重要的指导与参考。

纵观国际的相关研究^[1-5], 在研究尺度上, 有关脆弱性的研究多集中于宏观方向, 研究精度较低; 在研究内容上,

集中于生态环境及灾害脆弱性领域, 缺少对城市各系统间的综合研究; 研究对象集中在沿海发达地区以及灾害频发等特殊类型城市, 忽视东北部地区城市脆弱性研究; 研究成果多侧重于单一视角分析, 忽视城市发展过程中各子系统间的内在联系。基于此, 论文以中国哈尔滨为例, 应用主成分分析法, 建立“暴露—敏感—适应”城市脆弱性研究框架, 对哈尔滨城市脆弱性进行评价, 揭示哈尔滨城市韧性发展的影响因子, 以期在城市韧性发展提供指引。

2 研究区概况及数据来源

2.1 研究区概况

哈尔滨市位于东北平原东北部地区, 属于寒地城市,

【作者简介】朱萱(1997—), 女, 中国黑龙江肇东人, 硕士, 从事区域分析与规划、区域协调发展研究。

根据七普数据显示,哈尔滨市拥有 1000.99 万常住人口,较十年前下降了 62.61 万,是中国唯一出现人口缩减的省会城市。论文将哈尔滨下辖的 18 个县级行政区作为研究区,原因如下:

- ①哈尔滨城市发展对传统能源依赖显著,易受外部扰动冲击。
- ②哈尔滨郊区及农村人口密度高,人群面临外界潜在危险干扰的风险大。
- ③哈尔滨作为东北地区重要城市,经济增速缓慢,城市抵御外界风险能力弱。

因此,构建基于“暴露—敏感—适应”的哈尔滨脆弱性综合测度指标体系,对哈尔滨城市系统脆弱性评价及进行影响因素研究,以期为提高哈尔滨城市防灾能力及韧性空间规划提供科学的建议。

2.2 数据来源

论文共选取 25 项指标,数据主要来源于 2008—2020 年各区县统计年鉴及统计公报,部分数据缺失,通过对已有数据进行相关计算获取。

3 研究方法

3.1 基于“暴露—敏感—适应”的城市脆弱性研究框架

“暴露—敏感—适应”框架具有科学性及针对性,可为提升城市生态韧性、经济韧性、社会韧性提供重要保障。论文借鉴“暴露—敏感—适应”城市脆弱性研究框架,开展对哈尔滨城市脆弱性进行研究与分析,为城市韧性规划提供科学的参考。

3.2 指标体系构建

论文结合哈尔滨城市发展特征,基于“暴露—敏感—适应”的城市脆弱性研究框架,选取降水强度、城市温度、面源污染、人口密度、城市实力、工业规模、植被覆盖、人口结构、人口趋势、农业人口、乡村就业、工业发展、三产转型、经济效率、植树造林、人口迁移、生活保障、消费支出、教育水平、创新活力、医疗保障、资产投资、财政收入等 25 项指标,构建哈尔滨城市系统脆弱性评价指标体系。

3.3 研究方法

3.3.1 数据标准化处理

为消除脆弱性原始数据间不同量纲的影响,对原始数据进行标准化处理。论文应用极差标准化法,正向指标值越大则城市脆弱性越强,反之亦然。

3.3.2 主成分分析法

应用 SPSS 软件进行主成分分析,选取累计贡献率 85% 以上的主成分替代原始指标,最终计算得出哈尔滨城市系统脆弱性指数 (EVI)。

3.3.3 城市脆弱性分级

对 2008、2013、2019 年的脆弱性指数 (EVI) 进行标准化处理,将哈尔滨城市脆弱性 (S) 分为微度脆弱 ($0 \leq S < 0.25$)、轻度脆弱 ($0.25 \leq S < 0.5$)、中度脆弱 ($0.5 \leq S < 0.75$)、重度脆弱 ($0.75 \leq S < 1$) 4 个等级。

4 结果与分析

4.1 脆弱性主因子提取

基于城市县级行政区域单元进行脆弱性空间评价,对原始数据矩阵进行主成分分析 (PCA),选取特征值大于 1 的主因子,确定暴露性主因子面源污染、人口密度、城市实力;敏感性主因子农业人口、乡村就业、经济效率;适应性主因子创新活力、教育水平、财政收入。累计方差贡献率 2008 年分别为 81.978%、82.573%、86.046%;2013 年分别为 80.798%、80.148%、75.728%;2019 年分别为 77.316%、80.964%、84.654%。

4.2 哈尔滨城市脆弱性空间分布特征

2008 年哈尔滨城市脆弱性指数为 0.3080~0.9918。全市以轻度、中度与重度脆弱为主,三者占比达 94.4% (见图 1)。其中,南岗为微度脆弱区;道里、道外、香坊、平房为轻度脆弱区;中度脆弱区主要集中在城市外围的县域及受城市中心辐射较弱的区域,包括呼兰、松北、阿城、尚志、延寿、方正、通河、依兰;重度脆弱区主要集中在双城、巴彦、木兰、宾、五常。总体来看,城市脆弱性呈显著空间分异性,脆弱性在空间上呈现中间向外围逐渐加重,自西向东逐渐增强的态势。



图 1 哈尔滨城市脆弱性分级图

2013 年哈尔滨城市脆弱性指数为 0.2612~0.9544, 与 2008 年相比, 微度脆弱性区域明显增多。在空间分布上, 城市脆弱性自南向北逐渐变强, 重度脆弱区主要分布在城市北部县域内, 微度和轻度主要集中在中心城区。较 2008 年比较, 道里、道外、香坊、平房均由轻度脆弱区下降至微度脆弱区; 通河和阿城由中度脆弱区下降至轻度脆弱区; 呼兰脆弱性增强, 升至重度脆弱区。

2019 年哈尔滨城市脆弱性指数为 0.2800~0.9700。整体以轻度、中度、重度脆弱性为主, 在空间上呈自中心向外围城市脆弱性从轻度向中度、重度变化的趋势。与 2013 年相比, 微度脆弱区减少, 轻度脆弱区增多, 中度脆弱区与重度脆弱区改变幅度小。从数量上看, 2008—2019 年城市微度脆弱区占比先增加后减少, 比例由 5% 上升至 27.7% 后又下降至 5%; 轻度脆弱区占比先下降后增多, 由 22.2% 下降至 11.1% 后又上升至 27.7%; 中度; 中度脆弱区占比有所下降, 重度脆弱区数量保持不变。

5 结论与讨论

论文建立基于“暴露—敏感—脆弱”的城市脆弱性研究框架, 对哈尔滨进行城市脆弱性空间分异研究, 评价其影响因素, 为城市防灾和城市空间规划提供科学指导。

① 2008—2019 年间, 哈尔滨城市脆弱性改善程度较小。重度脆弱区占比不变; 中度脆弱区缩小趋势明显; 轻度脆弱区扩大趋势明显; 微度脆弱区总体情况保持不变。结果表明, 哈尔滨城市脆弱性改善程度不明显。

② 哈尔滨城市脆弱性具有明显的空间分异特征, 脆弱区呈现“集群化”分布。城市中心区域以微度、轻度为主, 中度脆弱区多分布在城市东部区域, 重度脆弱区多分布在城市北部及西南部区域, 脆弱性呈现由中心向外围, 东部向西部依次升高的空间分异态势。

③ 研究表明, 影响哈尔滨城市脆弱性主要为九个因子, 暴露性中城市面源污染、敏感性中农业人口数量、适应能力中城市创新活力对城市脆弱性的影响较大。

基于“暴露—敏感—适应”构建城市脆弱性研究框架, 得出城市脆弱性的空间分异现状及变化趋势, 能够为城市韧性规划提供科学有效参考。论文缺乏更小尺度上的脆弱性分异情况研究, 今后还应在研究中进一步完善。

参考文献

- [1] Birkmann J. Risk and vulnerability indicator sat different scales: applicability, usefulness and policy implications[J]. Environmental Hazards, 2007, 7(1): 20-31.
- [2] 方创琳, 王岩. 中国城市脆弱性的综合测度与空间分异特征[J]. 地理学报, 2015, 70(2): 234-247.
- [3] 李海玲, 马蓓蓓, 薛东前, 等. 丝路经济带背景下中国西北地区城市脆弱性的空间分异与影响因素[J]. 经济地理, 2018, 38(2): 66-73.
- [4] 安士伟, 万三敏, 李小建. 城市脆弱性的评估与风险控制——以河南省为例[J]. 经济地理, 2017, 37(5): 81-86.
- [5] 赵林, 王维, 张宇硕, 等. 东北振兴以来东北地区城市脆弱性时空格局演变[J]. 经济地理, 2014, 34(12): 69-77.