

河北省应急避难场所空间分异格局 及其影响因素研究

张达,古锐瑶,黄天锋,张广义,孙 蕪,郭红霄

(防灾科技学院 河北 三河 065201)

摘要:为提升应急避难场所空间布局的科学性,以河北省应急避难场所为研究对象,采用平均最邻近分析、地理集中指数、洛伦兹曲线、核密度分析等方法分析了河北省应急避难场所空间分布特征,运用“地理探测器”模型探究其空间分异影响因素。结果表明:(1)河北省应急避难场所的空间分布类型为集聚型;空间分异格局整体呈现不均匀分布状况;张家口市、唐山市、邢台市和邯郸市交界处聚集程度较高。(2)河北省域应急避难场所空间分异格局的影响因素中,政府关注度、地震风险等级与人口密度对应急避难场所数量的空间差异性具有较大的影响,经济实力与应急技术保障能力影响力甚微。缓冲区分析进一步证实,应急避难场所空间布局体现出政府主导下区域内地震应急“地理风险导向”。

关键词: 应急避难场所; 空间分异格局; 地理探测器; 缓冲区分析; 河北

中图分类号: TU984.116

文献标识码: A

文章编号: 1673-8047(2020)04-0084-08

0 引言

全球灾害频繁发生的背景下,城市化速度的不断加快,使得城市自然灾害损失不断扩大。为了更好提升城市的防灾应急能力,提高灾后救助效率,尽最大可能减轻灾害给城市带来的经济损失,应急避难场所空间布局优化日趋迫切。

应急避难场所的研究较早在国外展开。其主要针对地震^[1]等自然灾害而建立,研究中较多关注应急避难场所中无家可归者^[2]、毒品问题^[3]、居住者健康状况^[4]以及看护问题^[5]。2003年北京在元大都遗址公园建成我国第一个应急避难场所,随着《关于推进地震应急避难场所建设的意见》《地震应急避难场所场址及配套设施国家标准》(简称《国标》)《国家综合防灾减灾规划(2011—2015年)》等相关法律法规和国家标准颁布实施,不断促进应急避难场所的健康发展。我国学术界围绕应急避难场所开展了一系列研究。应急避难场所主要分布于中心城区,通常依托于

学校、公园和体育馆等基础设施修建^[6-13]。其中,北京、上海、太原等城市为重点研究对象^[14-16]。研究内容包括应急避难场所的规划选址、空间布局、适宜性评价、可达性评价、服务能力与范围、产品设计、路径优化等^[17-27],应急避难场所应急管理^[28]以及抗震设施要求^[29]等方面也有涉及。研究的核心内容在于探讨应急避难场所空间布局的合理性。同时,学者们综合运用了地理学、灾害学、管理学、公共建筑安全等领域学科知识,以“技术研究-规划设计-应用研究”为主线,运用地理信息系统软件的空间数据分析方法开展研究。国外应急避难场所建设体系较为完善,相关研究更多关注住居于应急避难场所中人的特点。我国则处于应急避难场所建设的初期,重点关注其空间区位与建筑标准。研究对象主要集中于中、微观层面,重点突出城市个体,较少涉及省域范围内宏观层次城市群体研究。研究内容多强调应急避难场所空间布局现状评价,其背后隐藏的驱动因素研究缺乏。

收稿日期: 2020-10-14

基金项目: 廊坊市科技支撑计划项目(2017013152)

作者简介: 张达(1980—),男,博士研究生,讲师,主要从事灾害地理研究的方向。

通讯作者: 古锐瑶(1992—),女,硕士,助教,主要从事地球物理信息处理方向的研究。

河北地处我国大陆东部的中心位置,位于环太平洋构造域、特提斯构造域及古亚洲洋构造域三大构造域的交汇区域,经历了复杂的构造演化过程,现今在印度洋板块、欧亚板块和太平洋板块的共同作用下,构造活动依然强烈。在京津冀协同发展战略举措实施后,河北省经济发展迅速提升,但城市公共安全服务体系发展尚不够完善,发生灾害时无法及时提供安全保障,致使灾害造成的经济损失逐年上升^[30]。本文利用平均最邻近分析、地理集中指数、洛伦兹曲线、核密度分析分析方法探究河北省应急避难场所空间分布特征,根据应急避难场所空间分布的差异性,运用“地理探测器”模型探究其空间分异影响因素,为河北省应急避难场所的持续健康发展提供借鉴,为完善提升河北省地震应急能力提供支撑。

1 数据来源与研究方法

1.1 数据来源

本文涉及应急避难场所数据来源于河北省地震局,统计时间截至 2017 年 6 月。主要研究对象为市、县级别应急避难场所,共收集到确切名称的应急避难场所为 451 处,主要信息包括应急避难场所名称、地址和避难容量等。从地理空间数据云下载河北省 SRTMDEM 90M 分辨率原始高程数据(包括 srtm_59_04、srtm_59_05、srtm_60_04、srtm_60_05 四部分),利用百度地图开放平台的坐标拾取器对河北省应急避难场所的经纬度进行提取,确定应急避难场所的空间位置。

应急避难场所分布影响因素的指标数据中各市 GDP、人口密度数据来源于 2017 年《河北省统计年鉴》;“十二五”期间河北省各城市地震烈度来源于 2011—2015 年《中国自然灾害图集》;政府关注度数据来源于河北省各城市政府网站 2011—2015 年应急避难场所新闻条数;应急技术保障数据来源于河北省生态环境厅第二批河北省环境应急专家库。

1.2 研究方法

1.2.1 空间特征分析方法

采用平均最邻近分析、地理集中指数、洛伦兹曲线、核密度分析等空间特征分析方法研究河北省空间分布类型、空间分布均衡性以及空间集聚程度。

(1) 空间分布类型分析:平均最邻近是指点

间最近距离均值。该分析方法通过比较实际最邻近距离与理论最邻近距离来判断其空间格局。最邻近指数 R 是指实际最邻近距离与理论最邻近距离之比,其公式^[31]为:

$$R = \frac{\bar{r}_1}{\bar{r}_E} = 2\sqrt{D} \quad (1)$$

式中 R 代表河北省应急避难场所的最邻近指数; \bar{r}_1 为实际最邻近距离; \bar{r}_E 为理论最邻近距离; D 为点密度。当 $R=1$ 时,说明点状分布为随机型; $R>1$ 时,点状要素趋于均匀分布; $R<1$ 时,点状要素趋于集聚分布; $R=0$ 表示完全集中。

(2) 空间分布均衡性分析:地理集中指数、洛伦兹曲线是表征空间分布均衡性的重要参考指标。通过运用以上两种指数对河北省域空间内的应急避难场所数量进行分析,可知其空间分布均衡性^[32]。

$$G = 100 \times \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{X_i}{T}\right)^2}{n}} \quad (2)$$

式中 G 为地理集中指数; X_i 为第 i 个城市的应急避难场所数量; T 为应急避难场所总数; n 为城市总数。 G 的取值范围为 $[0, 100]$, G 值越大,表明应急避难场所分布越集中; G 值越小,则表明分布趋于分散。

(3) 空间集聚程度分析:核密度估计的方法,对河北省应急避难场所空间分布的集聚性进行可视化。其计算公式如下:

$$f(x, y) = \frac{1}{nh^2} \sum_{i=1}^n k\left(\frac{d_i}{h}\right) \quad (3)$$

式中 k 为核函数; $h>0$,为带宽; n 为研究区分布的应急避难场所数, d_i 表示估值点到第 i 处观测位置的距离。

1.2.2 空间影响因素分析方法

通过地理探测器分析河北省应急避难场所的空间分布影响因素。地理探测器模型基于空间分异理论,可以有效获得因子变量和结果变量的相关性。最先运用于健康风险评估领域^[33],通过衡量疾病(如死亡率)与可能的风险因子(如地震强度、人口密度、距主要水源距离等)在空间分布上的一致性程度,揭示了汶川地震中 5 岁以下儿童死亡率与风险因子之间的关系^[34]。该模型在城市经济增长评价领域亦有所运用^[35]。地理探测器模型主要使用决定力(Power Determinant Value)指标。

影响因子 D 对应急预案数量 H 的决定力大小 $P_{D,H}$ 定义为^[33]:

$$P_{D,H} = 1 - \frac{1}{n\sigma_H^2} \sum_{i=1}^m (n_{D_i} \cdot \sigma_{H_{D_i}}^2) \quad (4)$$

式中 n_{D_i} 代表在风险因子 D 的子区域 i 内的样本数; n 代表在整个研究区域 A 内的所有样本数, $n = \sum_{i=1}^m n_{D_i}$; σ_H^2 代表整个区域的离散方差; 当 D 对应急避难场所数量具有决定力, 则每个子区域的离散方差 $\sigma_{H_{D_i}}^2$ 会很小, 而子区域之间的方差很大。当 $\sigma_{H_{D_i}}^2 \rightarrow 0$, 是应急避难场所数量分布完全由该因子决定的理想状态。此时, $P_{D,H} = 1$ 。综上 $P_{D,H}$ 值代表了影响因子 D 对某种地理现象空间分布的控制力, 即地理探测器运行结果的 q 值。

2 应急避难场所空间分布特征研究

(1) 空间分布类型分析: 地理学研究地理事物的空间分布, 首先要确定地理事物的区位类型。地理要素的空间分布有 4 种基本类型: 点状、线状、离散以及连续的。应急避难场所可以视为点状要素, 对其进行空间分布特征研究。对河北省应急避难场所最邻近分析可知, 河北省应急避难场所的最邻近点指数为 $0.21 < 1$, 即河北省应急避难场所的空间分布类型为集聚型。

(2) 空间分布均衡性分析: 通过公式 (2) 测算, 河北省域应急避难场所实际地理集中指数 $G = 35.72$, 其平均数量为 $451/11 = 41$ 。其平均数量大于实际地理集中指数, 说明省域空间内避难场所分布接近均匀。

以表 1 中累计比例为纵坐标, 河北省 11 个城市为横坐标绘制得到应急避难场所在省域范围内各城市分布的洛伦兹曲线(图 1)。洛伦兹曲线中可以看出唐山市、张家口市上凸的曲率较大, 两座城市拥有应急避难场所占全省的 37.7%, 石家庄市、衡水市、沧州市洛伦兹曲线较为平缓, 3 个城市应急避难场所总量占全省的 5.1%。进一步分析可知, 河北省应急避难场所在空间分异格局上呈现不均匀分布的特征。

(3) 空间集聚程度分析: 通过核密度分析获得应急避难场所核密度分布图(图 2)。由图 2 可知, 河北省应急避难场所在空间分布总体上呈现多中心集聚、组团分布格局, 张家口市、唐山市、邢台市和邯郸市交界处聚集程度较高。

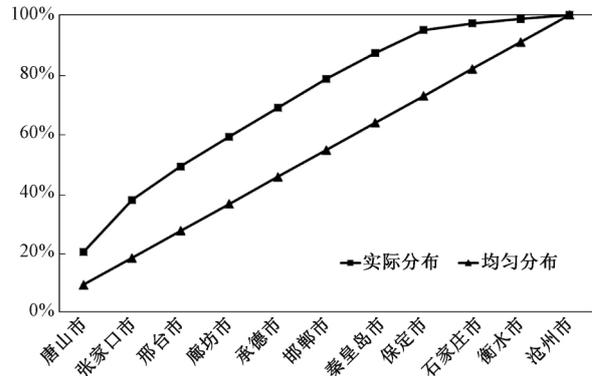


图 1 河北省应急避难场所空间分布洛伦兹曲线
Fig.1 Lorenz curve of spatial distribution of emergency shelters in Hebei Province

表 1 河北省应急避难场所空间分布
Tab.1 Spatial distribution of emergency shelters in Hebei Province

城市	应急避难场所	所占比例	累计比例
唐山市	91	20.2%	20.2%
张家口市	79	17.5%	37.7%
邢台市	51	11.3%	49.0%
廊坊市	45	10.0%	59.0%
承德市	44	9.8%	68.7%
邯郸市	44	9.8%	78.5%
秦皇岛市	39	8.6%	87.1%
保定市	35	7.8%	94.9%
石家庄市	10	2.2%	97.1%
衡水市	7	1.6%	98.7%
沧州市	6	1.3%	100.0%

3 应急避难场所空间分异格局影响因素分析

3.1 应急避难场所空间分异格局影响因素指标探析

应急避难场所建立的主要目的是在地震灾害风险区保障人民群众的生命安全及避免不必要的经济财产损失, 其区位选址势必考虑众多因素。赵来军^[36]认为人口分布、区位交通、环境安全等因素影响应急避难场所的空间布局。陈志芬^[37]利用有偏好模型对北京市进行实证研究得出自然因素和公众意愿是应急避难场所选址的重要依据。同时, 地区政府应急管理关注程度、应急保障技术投入将影响地区应急避难场所的数量规模。综合以上考虑, 笔者认为应急避难场所空间差异性源于以行政区划单位为基础的经济实力、人口

密度、应急技术保障、政府应急行政关注程度以及以自然地理单元为基础的地震风险等级五个方面因素。考虑影响因素的全面性以及数据的可获取性,经济影响因素采用各市 GDP 来表征;人口的影响因素用各城市人口密度来表征;地

震风险等级用各市地震基本烈度来表征;政府应急行政关注程度用各市政府发布的关于应急避难场所信息数量来表征;应急技术保障因素采用各市应急管理专家数量来表征。统计整理影响因子情况见表 2。

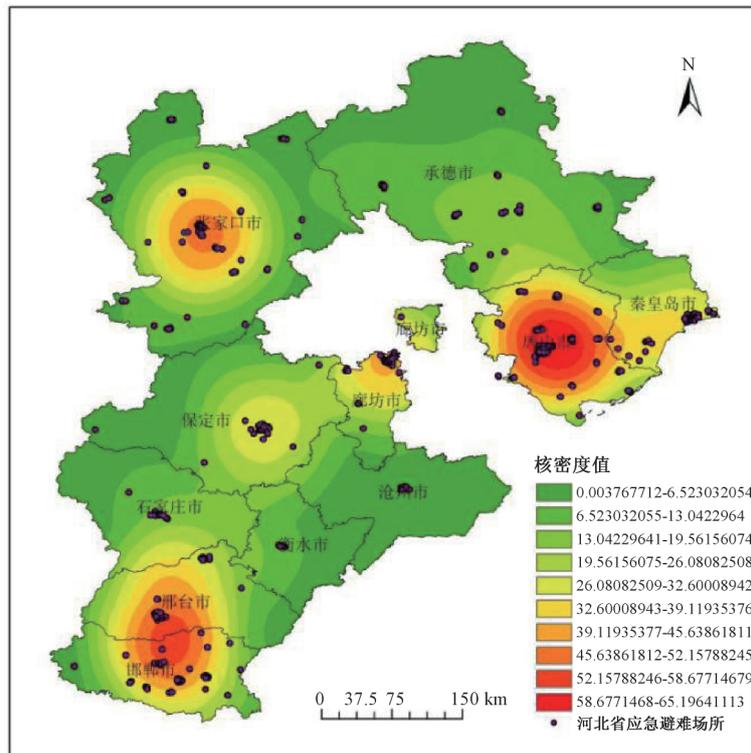


图 2 河北省应急避难场所核密度分析示意图

Fig.2 Schematic diagram of nuclear density analysis of emergency shelters in Hebei Province

表 2 河北省应急避难场所空间分异影响因素统计

Tab.2 Statistics situation of the influencing factors of spatial differentiation of emergency shelters in Hebei Province

城市	GDP (亿元) X1(2016年)	人口密度 人/km ² X2(2016年)	地震风险 等级(烈度) X3(十二五期间)	政府应急行政 关注程度(条) X4(2011-2015年)	应急技术保障(人) X5(截至2016年)
唐山市	6306.2	582.2	8	19	8
秦皇岛市	1339.5	393.4	6	2	14
承德市	1432.9	95.7	5	9	16
张家口市	1461.1	127.2	6	10	6
保定市	3435.3	518.2	6	1	10
廊坊市	2706.3	692.9	8	3	20
沧州市	3533.4	572.6	6	23	9
衡水市	1413.4	492.4	6	26	2
石家庄市	5857.8	632.8	6	11	19
邢台市	1954.8	631.4	6	6	13
邯郸市	3337.1	870	7	0	7

3.2 地理探测器分析

本研究选取 X1: GDP(亿元)(2016年), X2: 人口密度(人/m²)(2016年), X3: 地震灾害风险等级(十二五期间), X4: 政府关注度(条)(2011—2015年), X5: 应急技术保障层

次(人)(截止2016年),使用地理探测器进行影响因素探测,探究河北省应急避难场所空间布局影响要素的影响力。探测某因子 X 多大程度上解释了属性 Y 的空间分异,用 q 值度量,见表 2、表 3。

表 3 河北省应急避难场所空间分异风险因子探测结果

Tab.3 Detection results of spatial differentiation risk factors in emergency shelters in Hebei Province

	X1	X2	X3	X4	X5
q statistic	0.080915996	0.237336908	0.380898123	0.429289544	0.076854334

由表 3 可知,应急避难场所的数量与经济实力、人口密度、地震风险等级、政府行政应急执行和应急技术保障能力均有不同程度的相关性。其中,政府关注度、地震风险等级与人口密度对于应急避难场所的数量具有较大的影响,而经济实力与应急技术保障能力影响力甚微。

应急避难场所具有公益性特征,投入主体为政府部门,其数量差异跟省域各地政府部门的关注程度具有较大的关联性。其次,政府施政需要一定的参考依据,地震灾害风险等级以及人口状况是应急避难场所分布的主要参考依据。

由此可见,在我国应急管理建设的初期阶段,政府行为是主导因素,自然灾害的地理属性影响力相对较弱。随着我国应急管理水平的提高,自然灾害地理属性影响力将会逐渐提高,地震的潜在风险将作为应急避难场所空间布局的主要推动机制。为进一步探究应急避难场所布局的深层机理,对其与断裂带分布相关性现状进行缓冲区分析,为将来应急避难场所空间分布演化取向做出判断。

3.3 断裂带缓冲区对应急避难场所空间分布的影响机理

河北省位于华北地震区,唐山市、邢台市、张家口市等都在华北地震区中。省内断裂多为隐状断裂,主要分为三条较大断裂:太行山山前断裂、邢台-唐山深断裂和沧东断裂,小断裂带达几十条,断裂分布十分密集。选取其中部分较大断裂带,将断裂带矢量数据进行多级缓冲区分析,参考前人研究^[38]。以 10 000m 作为断裂带的起始缓冲半径,然后以 5 000m 为一个梯度逐渐增加缓冲半径。在距断裂带不同距离下进行缓冲区分析,将得到的缓冲区关联到应急避难场所点,提取出

不同断距下应急避难场所分布情况(图 3)。进行到 30 000m 时,发现大部分应急避难场所点在缓冲半径为 30 000m 范围以内,继续增加缓冲半径至 40 000m 时,缓冲区内应急避难场所变化不大,考虑到剩下的数据对结果影响不大。因此,直接统计以 5 000m 递增半径的 7 级多级缓冲区(表 4)。

表 4 离断裂带不同距离下应急避难场所分布情况
Tab.4 Distribution of emergency shelters at different distances from fault zones

缓冲半径/km	个数	占比(%)	累积(%)
10	230	56.51	56.51
15	77	18.92	75.43
20	69	16.95	92.38
25	27	6.63	99.01
30	0	0	99.01
35	0	0	99.01
40	2	0.49	99.5

由图 3 和表 4 可知,超过 50%的应急避难场所分布在断裂带缓冲区 10 000m 以内,99.01%的应急避难场所分布在断裂带缓冲区 25 000m 以内。由此可见,应急避难场所空间分异与断裂带的分布有着紧密的联系,应急避难场所的分布数量随着离断裂带距离的增大急剧减少,这与断裂带附近发生地震等自然灾害的几率大小有关。

基于空间地理属性的地震灾害风险在应急避难场所是配置中应具有重要影响力,进一步说明在政府主导下的区域内地震应急应该是“地理风险导向”,需要超越以行政区划单位为基础的经济实力、人口密度、应急技术保障等因素。

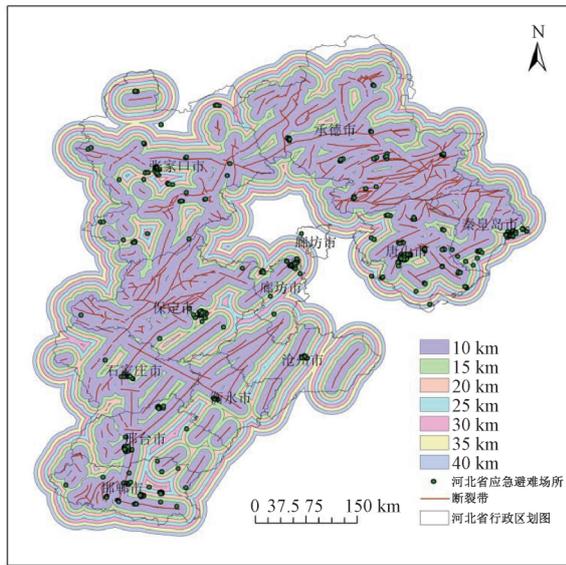


图3 河北省应急避难场所缓冲区分析

Fig.3 Buffer zone analysis of emergency shelters in Hebei Province

4 结论与建议

通过对河北省应急避难场所空间分布特征进行分析,运用地理探测器对影响应急避难场所空间布局的因素进行了探究,得到以下结论:

(1) 河北省应急避难场所的空间分布类型为集聚型,空间分布上呈不均匀分布的特征。空间分异格局总体上呈现多中心集聚、组团分布格局,张家口市、唐山市、邢台市和邯郸市交界处聚集程度最高。

(2) 政府关注度、地震风险等级与人口密度对于应急避难场所的数量、空间分布等具有较高的影响,经济实力与应急技术保障能力影响力甚微。缓冲区分析进一步证实,我国应急管理建设的初期阶段,政府行为是主导因素,地震应急管理是政府主导下的区域“地理风险导向”。

为进一步科学规划我国应急管理体系建设的方向,提升政府地震应急管理水平,建议考虑应急避难场所建立的公益性,政府需提高对其关注程度。首先,在适宜性评价的基础上,突出应急避难场所布局的不均衡性,科学论证重点区域布局问题。其次,进一步加强活断层探测,确定城市活断层的精准数据,从而为应急避难场所地理的精准布局提供科学依据。再之,贯彻“全灾种、大应急”的思维,将应急避难场所的空间布局进一步

优化,并不断完善其多种应急功能。同时,考虑政府应急信息传播链,利用互联网、大数据、智能辅助决策的新技术,在应急管理相关信息化系统中推进应急避难场所布局规划研究。相关部门需进一步加大应急避难场所的建设,继续增加地震应急教育与培训投入,尤其是对应急专业技术人才储备。最后,考虑服务于京津冀一体化的重大国家发展战略,应考虑跨区域的应急避难场所布局空间优化策略。综上所述,本文对应急避难场所的空间布局及其影响因素进行了初步的探讨,但未考虑应急避难场所分等级、分类情况以及其空间布局因素中公众的意愿数据采集。

参考文献

- [1] Chu J Y, Su Y P. Comprehensive evaluation index system in the application for earthquake emergency shelter site [J]. *Advanced Materials Research*, 2010, 156: 79-83.
- [2] Clark R E, Weinreb L, Flahive J, et al. Health Care utilization and expenditures of homeless family members before and after emergency housing [J]. 2018, 108(6): 808-814.
- [3] Bardwell G, Boyd J, Kerr T, et al. Negotiating space & drug use in emergency shelters with peer witness injection programs within the context of an overdose crisis: A qualitative study [J]. *Health & Place*, 2018, 53: 86-93.
- [4] Aubry T, Duhoux A, Ktodawsky F, et al. A Longitudinal Study of Predictors of Housing Stability, Housing Quality, and Mental Health Functioning Among Single Homeless Individuals Staying in Emergency Shelters [J]. *Am J Community Psychol*, 2016, 58(1-2): 123-135.
- [5] King B, Abrego D, Narendorf S, et al. Representations of homelessness, home environments, and authority in the context of runaway behaviors reported by foster care youth residing in an emergency shelter [J]. *Journal of Social Distress and the Homeless* 2017, 26(1): 1-10.
- [6] 朱依蕊, 黄达, 游蕾晓, 等. 高校应急避难空间适宜性评价及优化研究——以福建农林大学为例 [J]. *中国城市林业*, 2018, 16(4): 58-62.
- [7] 赵峰, 王柯楠, 朱芳芳. 基于 TRIZ 的校园地震应急避难产品设计 [J]. *包装工程*, 2018, 39(14): 8-12.
- [8] 林子琳, 唐波. 基于 GIS 的学校型应急避难场所空间布局与优化——以汕头市濠江区为例 [J]. *测绘与*

- 空间地理信息, 2018, 41(6): 37-40.
- [9] 李建光, 赵寒青. 校园场地兼作城市应急避难场所的规划设计方案研究[J]. 上海建设科技, 2018, 22(6): 8-12.
- [10] 庄霆坚, 邓捷铭, 林紫珊, 等. 福州市鼓楼区公园应急避难可达性评价[J]. 中国城市林业, 2017, 15(5): 21-25.
- [11] 王健仪, 唐波, 黄晓彤, 等. 公园绿地型应急避难场所功能布局与疏散路径——以广州市南区公园为例[J]. 城乡建设, 2019, 22(11): 50-53.
- [12] 程佳佳. 基于城市应急避难目标的体育场馆更新的可行性研究[J]. 建筑与文化, 2018, 20(8): 51-52.
- [13] 武陈. 体育场馆作为救灾的避难场所的功能和作用研究[J]. 灾害学, 2018, 33(4): 175-179.
- [14] 武文杰, 朱思源, 张文忠. 北京应急避难场所的区位优化配置分析[J]. 人文地理, 2010, 25(4): 41-44+35.
- [15] 汪建, 赵来军, 王珂, 等. 地震应急避难场所建设的需求与人因分析[J]. 工业工程, 2013, 16(1): 9-13+24.
- [16] 丁亚琪. 以太原市为例谈应急避难场所规划建设[J]. 山西建筑, 2015, 41(13): 21-22.
- [17] 王女英, 修春亮, 魏治. 沈阳城市应急避难场所的识别、空间格局与服务功能[J]. 地域研究与开发, 2017, 36(5): 75-79+86.
- [18] 陈国华, 夏浩, 高子文. 化工园区应急避难点选址评估模型应用研究[J]. 中国安全生产科学技术, 2017, 13(8): 61-66.
- [19] 康琳, 朱军, 李维炼. 基于溃坝洪水模型的山区堰塞湖避难场所选址[J]. 自然灾害学报, 2018, 27(5): 39-45.
- [20] 王培茗. 城市应急避难场所布局存在的问题及应对策略[J]. 城市与减灾, 2019(2): 23-28.
- [21] 张晨. 基于 POI 数据的避难场所空间格局分析与优化研究——以南京市为例[J]. 绿色环保建材, 2018, 20(10): 55-56.
- [22] 黄雍华. 基于 GIS 的上海市都市功能优化区应急避难场所适宜性评价与分析[D]. 上海: 上海师范大学, 2018.
- [23] 聂丽, 王艳慧. 基于两步移动搜寻法的居民应急避难场所可达性分析——以北京西部城区为例[J]. 地理信息世界, 2017, 24(6): 98-101+106.
- [24] 张沐晨, 林广发. 基于空间可达性的福州应急避难场所服务能力评价[J]. 海南师范大学学报(自然科学版), 2018, 31(3): 346-354.
- [25] 范汉秀, 邹凯丽. 避难场所服务范围划分方式的有效性分析[J]. 价值工程, 2018, 37(23): 106-108.
- [26] 宋文倩, 阳乔欣, 郭子祎, 等. 基于百度地图的应急避难场所物品运输路径优化[J]. 物流工程与管理, 2019, 41(2): 73-74.
- [27] 夏浩. 化工园区应急物资调度与人员疏散路径优化模型研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2018.
- [28] 鹿娟, 郭小东. 地震应急避难场所管理浅议[J]. 城乡建设, 2012, 16(2): 40-41.
- [29] 杨文斌, 韩世文, 张敬军, 等. 地震应急避难场所的规划建设与城市防灾[J]. 自然灾害学报, 2004, 14(1): 126-131.
- [30] 闫钟. 社会转型期的城市公共安全分析[J]. 山西大学学报(哲学社会科学版), 2009, 32(5): 20-23.
- [31] 李政欣, 包亚芳, 孙治. 浙江省 3A 级景区村庄空间分布特征及其影响因素[J]. 浙江农林大学学报, 2019, 36(6): 1096-1106.
- [32] 赵建峰, 张殷波, 李建英. 基于多尺度的我国高校高水平运动队的空间分布和均衡性分析[J]. 天津体育学院学报, 2018, 22(3): 191-196.
- [33] Wang J F, Li X H, Christakos G, et al. Geographical Detectors-Based Health Risk Assessment and its Application in the Neural Tube Defects Study of the Heshun Region, China [J]. International Journal of Geographical Information Science, 2010, 24(1): 107-127.
- [34] Hu Y, Wang J, Li X, Ren D, Zhu J. Geographical detector-based risk assessment of the under-five mortality in the 2008 Wenchuan Earthquake, China [J]. PLoS ONE, 2011, 6(6): e21427, doi: 10.1371/journal.pone.0021427.
- [35] 丁一悦, 蔡建明, 任周鹏, 等. 基于地理探测器的国家级经济技术开发区经济增长率空间分异及影响因素[J]. 地理科学进展, 2014, 33(5): 657-666.
- [36] 赵来军, 马挺, 汪建, 等. 城市应急避难场所布局与建设探讨——以上海市为例[J]. 工业安全与环保, 2013, 39(11): 61-65.
- [37] 陈志芬, 李强, 王瑜, 等. 应急避难场所建设进度优化模型研究[J]. 中国安全科学学报, 2010, 20(2): 160-164.
- [38] 于书媛, 陈靓. 利用 GIS 研究安徽省地震与断裂关系[J]. 地震地磁观测与研究, 2016, 37(2): 48-52.

Research on Spatial Distribution Pattern of Emergency Shelters in Hebei and Its Influencing Factors

ZHANG Da , GU Ruiyao , HUANG Tianfeng , ZHANG Guangyi ,
SUN Zhan , GUO Hongxiao

(*College of Ecology and Environment , Institute of Disaster Prevention , Sanhe 065201 , China*)

Abstract: In order to improve the scientific layout of emergency shelters , we take emergency shelters in Hebei Province as the research object to analyze the spatial distribution characteristics of it by means of the average nearest neighbor analysis , geographic concentration index , Lorentz curve and nuclear density analysis. Furthermore , we study the influencing factors of spatial differentiation by using the “Geographic Detector” model. As the results show , the spatial distribution of emergency shelters in Hebei is of a clustered type , the spatial differentiation pattern presents an uneven distribution on the whole , and there is a higher degree of gathering at the junction of Zhangjiakou City , Tangshan City , Xingtai City and Handan City. Among the influencing factors of the spatial differentiation pattern of emergency shelters in Hebei , the government attention , the earthquake risk level , and the population density have a greater impact on the spatial diversity of the number of emergency shelters , while the economic strength and the emergency technical support capabilities exert little influence. Buffer analysis further confirms that the spatial layout of emergency shelters reflects the “geographic risk orientation” of earthquake emergency in the region under the leadership of the government.

Keywords: emergency shelter; spatial distribution pattern; geographic detector; buffer analysis; Hebei