

DOI: 10.5846/stxb202004301068

叶脉, 张佳琳, 张路路, 黄秋森, 汪元凤, 孙晓萌, 董仁才. 手机信令数据在粤港澳大湾区大气环境风险管理中的应用研究——以江门市为例. 生态学报, 2020, 40(23): 8494-8503.

Ye M, Zhang J L, Zhang L L, Huang Q S, Wang Y F, Sun X M, Dong R C. Application of mobile phone signaling data in atmospheric environmental risks management in Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area: a case study of Jiangmen City. Acta Ecologica Sinica, 2020, 40(23): 8494-8503.

手机信令数据在粤港澳大湾区大气环境风险管理中的应用研究

——以江门市为例

叶脉¹, 张佳琳¹, 张路路¹, 黄秋森¹, 汪元凤², 孙晓萌², 董仁才^{2,*}

1 广东省环境科学研究院, 广州 510045

2 中国科学院生态环境研究中心 城市与区域生态国家重点实验室, 北京 100085

摘要: 粤港澳大湾区是国际化程度、资源整合能力、经济价值和效益都极高的区域, 必须高度重视其环境风险问题, 避免区域生态系统和人民群众健康受到威胁。人类活动密集区的突发环境事件风险源和受体的涉及面广、来源复杂, 利用传统统计数据和技术手段开展的环境风险评价越来越体现出其时效性弱、精准性差的缺点。尝试引入手机信令数据及其模拟分析的人口数据, 并将其嵌入到网格化环境风险分析法中, 对粤港澳大湾区的江门市大气环境风险进行评估, 刻画区域环境风险空间分布特征, 精准识别区域环境风险类型。研究方法是在遵循《行政区域突发环境事件风险评估推荐方法》的前提下, 通过对比分析统计数据与手机信令数据得到的江门市人口空间分布、大气环境风险易损性及环境风险值, 结果表明虽然两者的总体趋势是一致的, 但利用手机信令数据得到的环境风险等级结果更精细化、分辨率更高、时效性更强、数据处理更高效。研究表明, 基于手机信令数据开展分析显著提高了环境风险评估的风险受体人口分析精度, 可为预测及管理区域环境风险提供准确参考, 实现突发环境事件应急处置区域具体化、最小化, 从而减小应急处理成本。

关键词: 粤港澳大湾区; 环境风险评估; 手机信令数据; 人口空间分布; 江门市

Application of mobile phone signaling data in atmospheric environmental risks management in Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area: a case study of Jiangmen City

YE Mai¹, ZHANG Jialin¹, ZHANG Lulu¹, HUANG Qiusen¹, WANG Yuanfeng², SUN Xiaomeng², DONG Rencai^{2,*}

1 Guangdong Provincial Academy of Environmental Science, Guangzhou 510045, China

2 State Key Laboratory of Urban and Regional Ecology, Research Center for Eco-Environmental Science, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China

Abstract: The Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area is an area with a high degree of internationalization, resource integration, economic value and benefits. More attention should be paid to its environmental risks and prevent threats to regional ecosystems and the health of the local people. The risk sources and receptors of emergently environmental events in human-intensive areas are extensive and complex, which makes the environmental risk assessment using traditionally statistical data and technical methods increasingly be subject to the criticism for its lack of timeliness and accuracy. Mobile phone signaling data has many advantages, including large sample volume, low collection cost, and strong

基金项目: 中国科学院战略性先导科技专项(A类)资助(XDA23030403)

收稿日期: 2020-04-30; 网络出版日期: 2020-10-29

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: dongrencai@rcees.ac.cn

following performance. Thus, this study attempts to introduce mobile phone signaling data and its simulated analysis of population data, and embed it into a grid-based environmental risk analysis method to assess the atmospheric environmental risk of Jiangmen City in the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area, describe the spatial distribution of regionally environmental risks features, and accurately identify the type of regionally environmental risk. The grid-based environmental risk analysis is a process of dividing the assessment area into grids, then quantifying the environmental risk field strength and environmental risk receptor vulnerability of each grid and calculating the grid environmental risk value according to the risk field theory and the environmental risk receptor vulnerability theory. Jiangmen City is located in the key node of the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area, which is an important gateway between the Pearl River Delta region and western Guangdong. It is also a well-known “overseas capital” in China. The research on Jiangmen City is typical for studying the regionally environmental risk management of the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area. The research method is based on the premise of following the “Recommended Methods for Risk Assessment of Environmental Emergencies in Administrative Regions”, a comparative analysis of Jiangmen’s population spatial distribution, atmospheric environmental risk vulnerability, and environmental risk values, obtained from statistical data and mobile phone signaling data, the results show that the overall trends are consistent. However, the results of environmental risk levels obtained by using mobile phone signaling data are more refined, with higher resolution, stronger timeliness, and more efficient data processing. The research has shown that the analysis based on mobile phone signaling data significantly improved the accuracy of the risk recipient population analysis of environmental risk assessment, which could provide an accurate reference for predicting and managing regional environmental risks, and realize the specific and minimization of emergency response areas for environmental emergencies, thereby reducing emergency treatment costs.

Key Words: Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area; environmental risk assessment; mobile phone signaling data; spatial distribution of population; Jiangmen City

工业化、城镇化的加速发展以及高风险行业、企业及聚集性化工园区数量的与日俱增,在推动社会经济发展的同时,也导致突发环境事件频发、环境污染加剧,环境风险已对生态系统以及人类的健康造成了巨大的威胁^[1-4]。环境风险主要来源于各种生产、使用、存储或释放涉及突发环境事件风险物质的企业,存储和装卸环境风险物质的港口码头,环境风险物质内陆水运及道路运输载具,尾矿库,石油天然气开采设施,集中式污水处理厂,危险废物经营单位,集中式垃圾处理设施,加油站,加气站,石油天然气及成品油长输管道等。因此对区域进行空间网格化环境风险评估,能精确识别较高或高风险环境区域,为预测及管理区域环境风险提供准确参考,有助于相关部门由被动式环境风险应急管理向主动风险管理转变,及时发现并解决环境风险区存在的问题^[5-6]。

国内在环境风险评估方面已经开展了大量研究。如杨宇、于露等利用环境风险指数法,对珠海、平潭市级行政区域进行了环境风险评估^[7-9],冷苏娅等利用层次分析法对京津冀进行了区域综合环境风险评估研究^[10]。其中的评估数据来源(特别是与人口相关的数据)基本上都是来自于相关部门的年度统计数据,此类数据通常更新频度较低,精度较低^[11-12],现势性较差。随着互联网与移动通信技术的发展,信息数据量呈现出史无前例的爆发式增长^[13],物联网、电子地图与移动通信行业为环境风险评估提供了新的数据源,也改变着环境风险评估的思路和方法。

手机信令数据可以用来获取匿名用户在某一时刻的空间位置以及其随时间变化移动的情况,通过手机信令数据转换来统计区域内人口空间分布,可为环境风险评估数据源提供新的思路^[14-17]。粤港澳大湾区建设作为国家重大战略,其生态环境领域将对标国际一流湾区的生态环境质量和环境治理水平,而区域环境风险管理则是提升环境治理水平、保障区域环境安全的重要组成。江门市地处粤港澳大湾区承东启西的关键节点,是连接珠三角地区与粤西地区重要的门户枢纽,也是中国著名的“侨都”,对于研究粤港澳大湾区区域环

境风险管理具有典型代表意义。因此,本研究将手机信令这一新型数据形式引入网格法,对江门市大气环境风险进行评估,分析区域环境风险空间分布特征,以期精准识别高风险区域,科学开展环境风险管理。

1 研究区域概况

江门市地处广东省的中南部、西江下游、珠江三角洲西部,位于 21°27'—22°51'N,111°59'—113°15'E,是粤港澳大湾区重要节点城市,珠江三角洲西部地区的中心城市之一,毗邻港澳^[18]。全市总面积 9505 km²,下辖 3 个区,代管 4 个县级市,海(岛)岸线长 615 km,占全省的五分之一,海洋资源丰富,开发潜力巨大。江门市境内地势自西北向东南逐渐倾斜,平原开阔,低山丘陵错落其间,属亚热带季风气候,冬短夏长,气候宜人,雨量丰沛,光照充足,太阳辐射较强,有丰富的热力资源。江门市境内河流分属珠江水系和粤西沿海诸河两大水系,全市境内河流纵横交错,西江是珠江流域的主流,流经江门市长度为 91km,潭江是珠江三角洲水系的另一主流,干流全长 248 km,在江门市境内流域面积 5882 km²,占江门市行政区域总面积 62%。江门市海域广阔,岸线绵延曲折,全市领海基线以内海域面积 2886 km²,大陆岸线 414.8 km,海岛岸线 400.0 km。2018 年,江门市统计常住人口 459.82 万人,生产总值 3146.64 亿元,人均生产总值 63328 元。

江门市大气环境风险源主要分布在西江和潭江沿岸,由于大气环境风险受体主要是通过空气吸入、食品摄入、皮肤接触等途径而被危害,因此大气环境风险受体主要与大气环境风险源距离及风向有关。本研究中大气环境风险受体主要考虑的是人^[19]。这是由于江门市人口分布也集中在西江及潭江沿岸,且江门市冬季盛行东北季风,由于风向,大气环境风险源会危害江门市内人们的健康,而夏季盛行西南季风,会将江门市内产生的大气污染带至江门东北部的佛山、中山及广州,这不仅危害了江门市内的居民,还会对其他城市的居民产生危害。

2 研究方法

2.1 数据来源

本研究采用网格化环境风险分析法(网格法),这种方法是在对评估区域划分网格的基础上,按照风险场理论和环境风险受体易损性理论,分别量化每个网格环境风险场强度和環境风险受体易损性,并计算网格环境风险值的过程^[19]。大气环境风险场相关风险企业数据来源于《江门市 2017 年环境统计公报》及广东省重点环境风险源与应急资源数据库平台^[20](含企业突发环境事件应急预案备案资料)。大气环境风险场计算中涉及人口空间分布的数据源有两套:一套来源于中国科学院资源环境科学数据中心 2015 年全国 1km 网格的人口空间分布数据集^[21],属于传统来源;另一套来源于中国联通公司的手机用户数量扩样后的人口数据,属于本次研究测试的新型数据源。这套手机信令数据获取时间范围为 2019 年 10 月份内三个典型时段:(1)平时 4 个工作日,分别是 10 月 8 日、15 日、22 日、29 日;(2)平时 2 个周末,分别是 10 月 19、20 日和 10 月 26 日、27 日;(3)国庆黄金周,是 10 月 1 日至 7 日,统计活跃人口、稳定人口、居住人口、工作人口。为便于比较研究,仅选用其稳定人口作为推算人口数据。其空间范围为江门市全域,分辨率为 250m×250m。

2.2 网格大气环境风险场强度计算

环境风险场(Environmental risk field, ERF)可理解为大气污染物的传输场,有学者认为其是环境风险因子在空间中形成的某种分布格局,是危害发生的前提^[22]。在实际的环境风险评价中,通常关注的是环境风险场对风险受体能产生危害的能力和環境风险场产生强度的大小,將环境风险场的强度称为环境风险场强度^[22-23]。环境风险场强度与环境风险物质的危害性、释放量以及与风险源的距离有关,可视为环境风险源的环境风险物质最大存在量与临界量的比值、计算点与风险源距离的函数^[19]。假设评估区域地势平坦开阔,且忽略人工建筑对气体扩散的影响,区域内某一个网格的大气环境风险场强度可表示为^[19]:

$$E_{x,y} = \sum_{i=1}^n \frac{Q_i(\mu_i + 1)}{2} P_{x,y} \quad (1)$$

$$\mu_i = \begin{cases} 1 + 0k_1 + 0k_2 + 0j, & l_i \leq s \\ \frac{s_2 - l_i}{s_2 - s_1} + \frac{l_i - s_1}{s_2 - s_1}k_1 + 0k_2 + 0j, & s_1 < l_i \leq s_2 \\ 0 + \frac{s_3 - l_i}{s_3 - s_2}k_1 + \frac{l_i - s_2}{s_3 - s_2}k_2 + 0j, & s_2 < l_i \leq s \\ 0 + 0k_1 + \frac{s_4 - l_i}{s_4 - s_3}k_2 + \frac{l_i - s_3}{s_4 - s_3}j, & s_3 < l_i \leq s \\ 0 + 0k_1 + 0k_2 + 1j & l_i > s_4 \end{cases} \quad (2)$$

式中: $E_{x,y}$ 为某一个网格的大气环境风险场强度; μ_i 为第*i*个风险源与某一个网格的联系度; Q_i 为第*i*个风险源环境风险物质最大存在量与临界量的比值; $P_{x,y}$ 为风险场在某一个网格出现的概率,取 $10^{-5}/a$; l_i 为网格中心点与风险源的距离,单位:km; n 为风险源的个数; k_j 分别为差异系数、对立系数,地势平坦开阔的地区取 $k_1 = 0.5$ 、 $k_2 = -0.5$ $j = -1$; s_1 、 s_2 、 s_3 、 s_4 分别取 1km、3km、5km、10km。

为便于各个网格大气环境风险场强度的比较,对各个网格的大气环境风险场强度进行标准化处理,公式^[19]如下:

$$E_{x,y} = \frac{E_{x,y} - E_{\min}}{E_{\max} - E_{\min}} \quad (3)$$

式中: $E_{x,y}$ 为某一个网格的大气环境风险场强度; E_{\max} 为区域内网格的最大大气环境风险场强度; E_{\min} 为区域内网格的最小大气环境风险场强度。将江门市涉大气环境风险物质质量与临界量比值大于 100 的企业其 Q_i 值均设为 100,以此有效识别评估区域内大气环境风险单元。

评估利用 Microsoft Excel 软件进行函数编程计算,部分数据基础处理及图像处理通过 ArcGIS 软件实现,基本操作过程:(1)利用 ArcGIS 对江门市行政区域、流域及企业点位等相关计算基础数据进行数字化;(2)基于 ArcGIS 数据分析功能,对大气环境风险场计算参数进行分析计算;(3)根据网格大气环境风险场计算公式,利用 Microsoft Excel 进行函数编程,实现网格大气环境风险场计算及数据整理;(4)将计算结果导入 ArcGIS 中,对计算结果进行图像可视化操作;(5)根据网格大气环境风险场初步计算结果及图像呈现,分析其合理性并进行修正、验证,最终完成江门市网格化大气环境风险场计算。

2.3 网格大气环境风险受体易损性计算

环境风险受体指环境风险源的潜在危害对象,即环境风险因子在通过环境场运转的过程中,可能受到影响的人群或生态系统,其中大气环境风险源的危害对象主要是区域内工作和生活的居民^[23-24]。环境风险受体易损性可以被定义为受体对风险因子的敏感性,它是风险受体固有的特性^[25-26],大气环境风险受体易损性计算模型^[19]可表示为:

$$V_{x,y} = \frac{\text{pop}_{x,y} - \text{pop}_{\min}}{\text{pop}_{\max} - \text{pop}_{\min}} \times 100 \quad (4)$$

式中: $V_{x,y}$ 为某一个网格的大气环境风险受体易损性指数; $\text{pop}_{x,y}$ 为某一个网格的人口数量; pop_{\max} 为区域内网格的人口数量最大值; pop_{\min} 为区域内网格的人口数量最小值。

根据公式(4),大气环境风险受体易损性计算方法主要基于区域人口数据,再将人口数据进行标准化处理,最终获得区域大气环境风险受体易损性。其算法基础为对区域人口进行网格化计算。

对人口空间分布公路网格(2015年1km网格)的数据集,将数据经 ArcGIS 处理后获得 3km 网格人口数据,再对其进行标准化处理,最终获得江门市网格大气环境风险易损性(3km×3km)。

手机信令数据是由基站与进入其所属覆盖范围内的移动设备之间发生的交互所产生^[27]。目前手机信令测量网格大小为 250m×250m,数据表征为该区域联通用户的使用人数,并由联通用户占比推测该区域手机使用总人数,得到江门市 250m 网格人口空间分布数据,再对其进行标准化处理,最终获得江门市网格大气环境

风险易损性图层(空间分辨率为 250m×250m)。

2.4 网格环境风险值分析

环境风险由该处可能出现的风险场强和风险受体易损性共同决定^[23],利用公式(5)进行各个网格环境风险值的计算,将通过两种方式得到的大气环境风险受体易损性图分别利用 ArcGIS 实现江门市网格环境风险值计算及图像可视化表征。根据网格环境风险值的大小,将环境风险划分为四个等级:高风险($R>80$)、较高风险($60<R\leq 80$)、中风险($30<R\leq 60$)、低风险($R\leq 30$)^[19]。

$$R_{x,y} = \sqrt{E_{x,y} V_{x,y}} \tag{5}$$

这里将大气风险场数据通过 ArcGIS 空间叠置分析(overlay)功能,用 250m 网格对 3km 网格的大气环境风险场进行叠置分析,最终得到基于手机基站空间位置为中心点的 250m 网格大小的风险场数据。

3 结果与分析

3.1 网格化大气环境风险场特征

根据大气环境风险场计算结果(风险场计算结果仅体现江门市各区域相对值)(图 1)看出,江门市大气环境风险场强度主要集中在 0—10 区间内,仅有少部分网格大气环境风险场强度高于 70。从空间分布情况分析,呈现以单个重大风险企业或重大及较大风险企业集中区为中心,向外辐射性递减趋势。高值中心为蓬江区与江海区交界处(潮连街道、白沙街道、江南街道及外海街道部分地区及周边地区),新会区东南部(崖门镇及古井镇部分地区及周边地区)、开平市东北部(月山镇)及鹤山市北部部分地区(龙口镇)附近。

进一步分析可知,大气环境风险场强高值区主要是因为这些企业大气环境风险 Q_i (大气环境风险物质最大存在量与临界量的比值)值普遍偏高,导致企业周边大气环境风险场强度较其他区域偏高。

3.2 网格化大气环境风险易损性特征

人口空间分布公路网格数据集和手机信令数据集处理后分别得到两套江门市网格人口空间分布数据(图 2、图 3)。整体来看,两套数据均表明江门市人口密集区主要为蓬江区及江海区,其次为新会区、鹤山市及开平市,恩平市及台山市人口相对较少。由于大气环境风险受体易损性与人口分布直接相关,因此将两种不同来源的人口分布转换成大气环境风险受体易损性,其分布特征与人口分布特征保持一致(图 4、图 5)。共性特征为人口密集区大气环境风险受体易损性较高,人口分散区大气环境风险受体易损性较低。大气环境风险受体易损性高值区主要集中在蓬江区及江海区,其次为新会区、鹤山市及开平市,恩平市及台山市大气环境风险受体易损性相对较低。

大气环境风险源的危害对象主要是区域内工作和生活的居民,特别是人口密度超过评估区域平均人口密度的居民区、医院、学校等,因此人口空间分布是核心问题。而目前国内大多数涉及到人口分布的环境风险评估数据都来自人口普查统计数据或统计年鉴^[2,28-30],这些数据一般都是以行政区为基本统计单元,综合考虑与人口密切相关的土地利用类型、夜间灯光亮度、居民点密度等因素,利用多因子权重分配法将以行政区为基本统计单元的人口数据展布到空间格网上,从而实现人口的空间化^[21]。这种方法虽能反映人口在某一区域

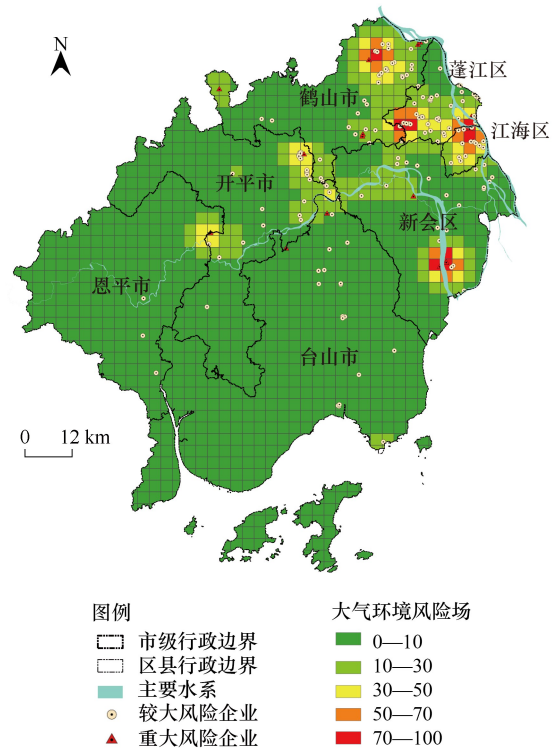


图 1 江门市网格大气环境风险场分布图(3km×3km)
Fig.1 Distribution map of atmospheric environmental risk field in Jiangmen grid(3km×3km)

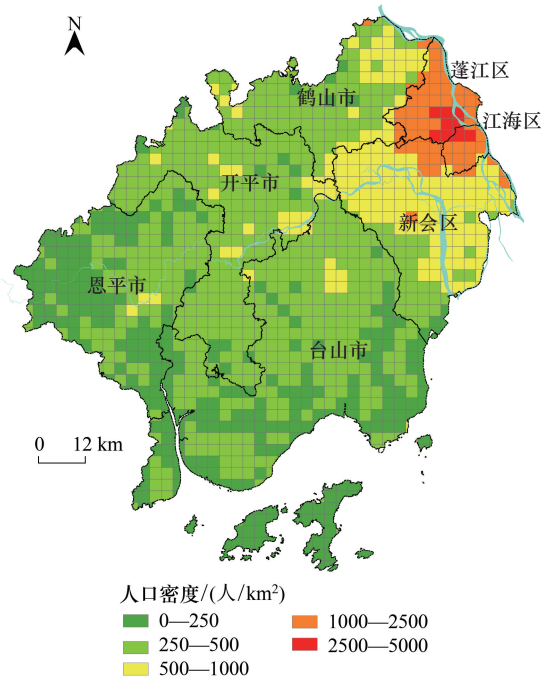


图2 江门市网格化人口分布图(3km×3km)

Fig.2 Population distribution map of Jiangmen city grid (3km × 3km)

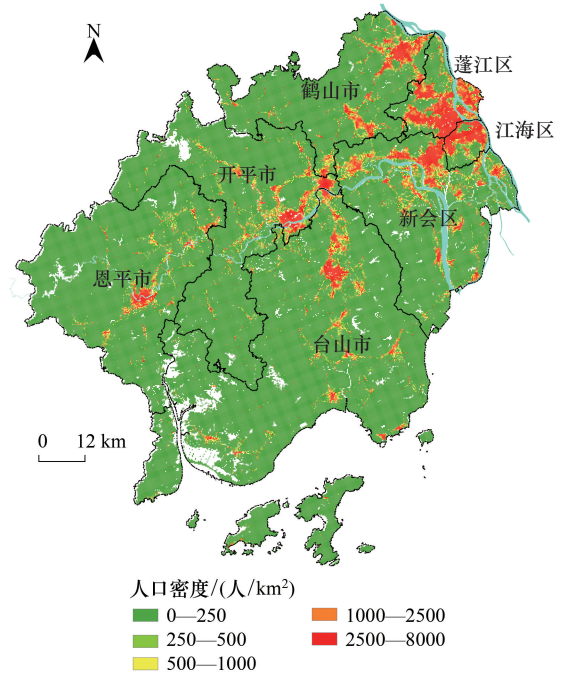


图3 江门市网格化人口分布图(250m×250m)

Fig.3 Population distribution map of Jiangmen city grid(250m× 250)

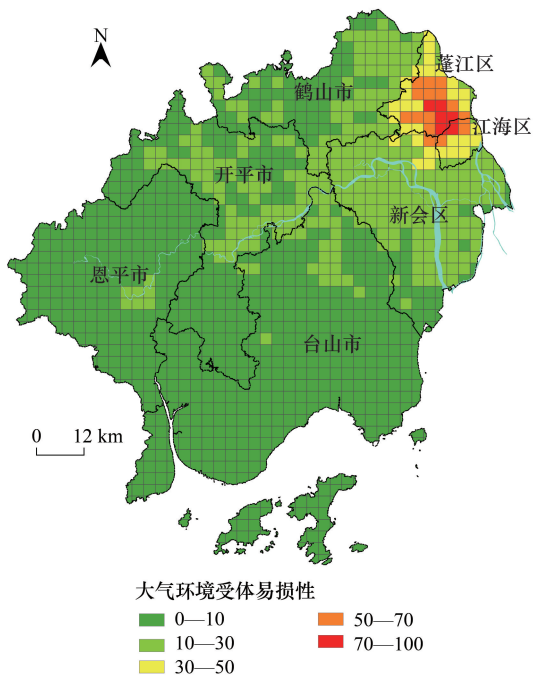


图4 江门市网格大气环境风险易损性分布图(3km×3km)

Fig.4 Distribution map of atmospheric environmental risk vulnerability of Jiangmen city grid (3km × 3km)

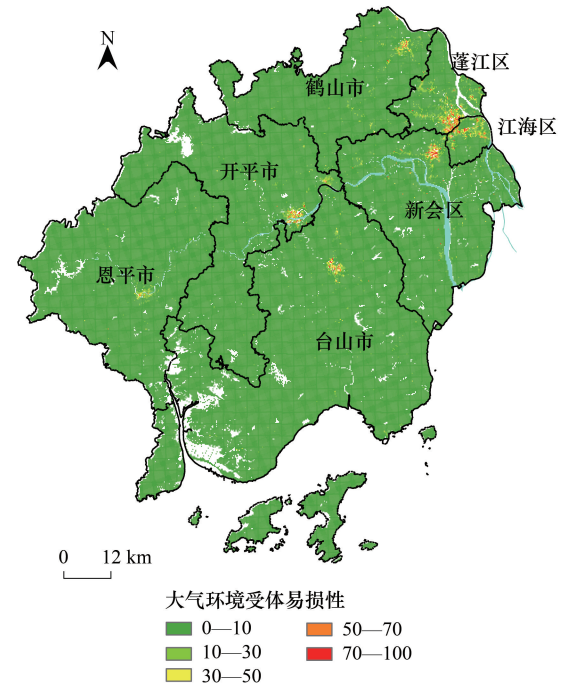


图5 江门市网格大气环境风险易损性分布图(250m×250m)

Fig.5 Distribution map of atmospheric environmental risk vulnerability of Jiangmen city grid (250m×250m)

的空间分布,但现势性不强(全国人口普查间隔周期较长),空间分辨率受限。通过手机信令数据得到的人口空间分布,实时性较高,且能更精确的识别较小区域内的人口空间分布。针对某一区域的大气环境风险受体易损性识别,手机信令数据 250m 的网格与统计数据 3km 的网格相比,分辨率提高了 144 倍。显然,在预估某一区域的环境风险受体数量时,基于 3km 的网格会有较大误差,而采用手机信令数据网格可提高环境应急管理时对受体判断的精确程度。

此外,由于手机信令数据空间精度高,不但能清晰反映人口的空间分布,也更能刻画细节。如蓬江区和江海区虽然都是江门市人口密度最大的区域,但人口统计数据参与评估的分析结果显示蓬江区及江海区大气环境风险受体易损性值都在 30 以上,而手机信令数据参与评估的分析结果显示蓬江区及江海区大气环境风险受体易损性值大于 30 的区域则主要集中在江海区北部以及蓬江区中部及南部,而其他地方人口密度相对较低。因此,总体上降低了全市域大气环境风险受体易损性较低区域面积。

3.3 网格化大气环境风险值特征

根据公式(5),计算江门市网格化大气环境风险值结果得到(图 6,图 7),江门市大气环境风险值网格大多为 0—10 区间内,其次为 10—30 区间内。东北部地区大气环境风险值呈现以蓬江区及江海区为中心,向外辐射性递减趋势。除江门市东北部外,其他区域大部分为低值。高值中心主要为蓬江区与江海区交界处(潮连街道、环市街道、白沙街道、江南街道及外海街道交界处附近),蓬江区及江海区其他区域出现偏高值(大于 50)。大气环境风险值分布情况与大气环境风险场及大气环境风险受体易损性分布相关,高值主要出现在大气环境风险场及大气环境风险受体易损性高值叠加区,基本趋势与大气环境风险受体易损性分布一致,人口及风险企业密集区,大气环境风险值较高。

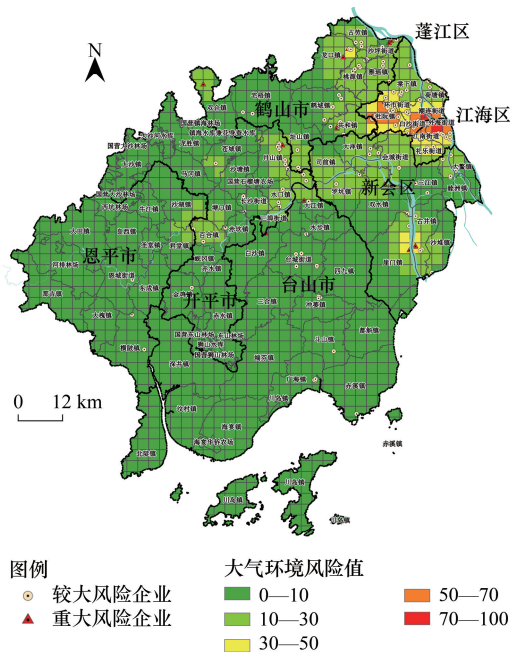


图 6 江门市网格大气环境风险值分布图(3km×3km)
Fig.6 Distribution map of atmospheric environmental risk value of Jiangmen city grid (3km × 3km)

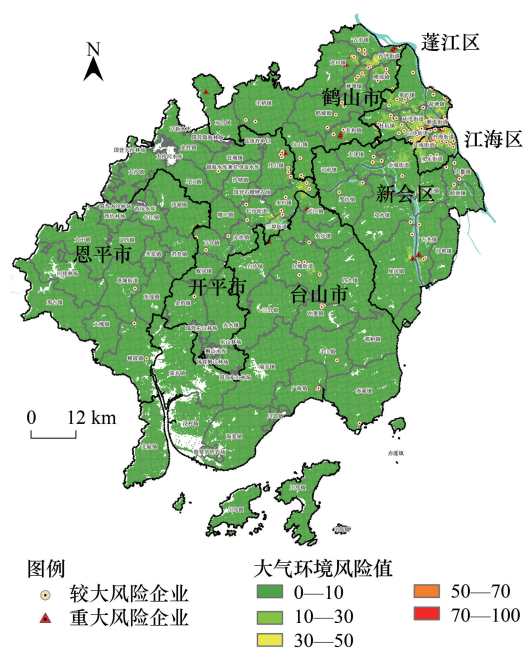


图 7 江门市网格大气环境风险值分布图(250m×250m)
Fig.7 Distribution map of atmospheric environmental risk value of Jiangmen city grid (250m×250m)

根据环境风险等级划分,江门市大气环境风险等级分级结果显示(图 8,图 9),江门市大气环境风险值集中在低风险区间,其次为中风险区、较高风险区,无高风险区域。除蓬江区及江海区上述部分区域出现较高风险区以外,其他区域以低风险为主,中风险区集中在蓬江区、江海区、新会区和鹤山市部分区域。较高风险

区主要是由于网格周边风险企业较多,且人口较为密集,综合因素导致其大气环境风险值相对较高。虽然两种数据来源得到大气环境风险等级结果总体趋势一致,但是高分辨率的空间分布能更清晰的显示高风险区域,能给突发环境风险应急管理及处置工作带来极大的方便。

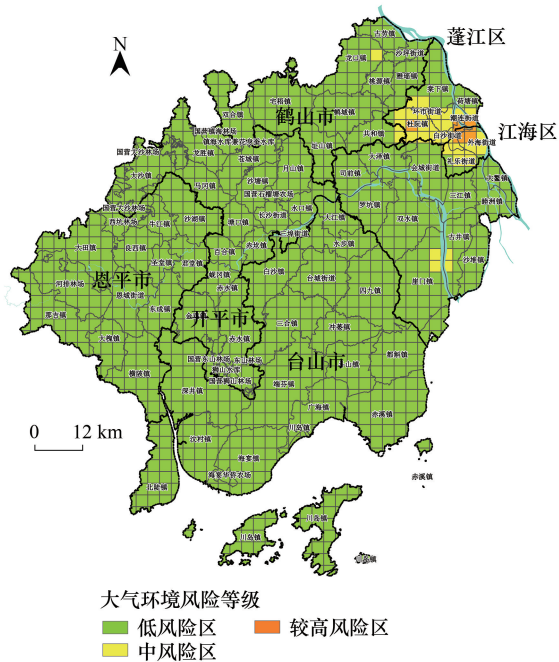


图8 江门市网格大气环境风险等级评估(3km×3km)

Fig.8 Assessment of atmospheric environmental risk level of Jiangmen city grid (3km × 3km)

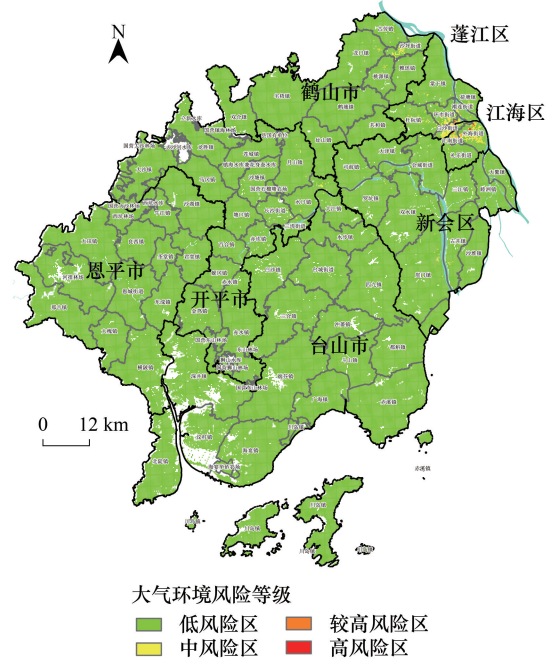


图9 江门市网格大气环境风险等级评估(250m×250m)

Fig.9 Assessment of atmospheric environmental risk level of Jiangmen city grid (250m × 250m)

4 结论与讨论

本研究通过比较传统人口统计数据网格和手机信令数据网格两种不同来源的数据在环境风险评估中的差异性,探索新型数据源作为支撑行政区域环境风险评估的新方法和新技术。研究表明,采用手机信令数据不仅提高了环境风险评估的准确性,也能刻画更多市域环境风险细节。这样能减少突发环境事件的应急管理成本,从而为科学决策、指挥突发环境事件应急处置提供更精确、更有效的指导方案。

4.1 手机信令数据在环境风险评估中的优势与不足

随着互联网的不断发展,大数据已上升为国家战略,将大数据应用于生态环境监测网络,能实现各级各类监测数据系统互联共享^[33]。传统的数据统计及管理,无法快速地获取用于环境风险评估的数据,效率较低,且数据在时间和空间分辨率上的局限性较大。而利用手机信令数据得到的环境风险等级结果更精细化、分辨率更高、时效性更强、数据处理更高效。当然,进行研究时也应注意手机数据本身存在的一些问题,如数据精度上还存在缺陷,依赖于基站信号强弱的定位方式存在无法避免的空间误差^[32]。在研究数据的代表性方面,本研究仅通过联通手机用户数量扩样全量用户,以手机用户数近似为实际人口规模,暂未考虑各通讯公司在不同区域市场使用率的差异和低龄幼儿、高龄老人等非潜在手机用户群体对人口规模的影响^[17]。

面对大数据国家战略,应积极探索将卫星遥感影像、出租车 GPS 数据、公交刷卡数据、兴趣点(POI)等多源大数据应用于环境风险评估,实时、全面的进行环境风险评估与预测,更新环境数据的存储、管理、索引和共享方式,不仅能分析风险发生的局部区域的特点,还能高效、快速地计算并预测区域内环境风险的时空分布状况和变化规律,追踪风险的来源^[34]。总之,将多源大数据引入环境风险监测、评估与应急管理中,是构建智慧

化环境风险评估的必然选择。

4.2 手机信令数据可优化环境应急管理

精细尺度的环境风险评估对处理突发环境风险事件具有重要意义。手机信令数据记录了城市人口分布特征,反映了环境风险受体的空间分布,为研究精细化的环境风险受体空间分布提供了新的方案。环境风险受体是环境风险管理与应急决策的重要组成部分,充分利用手机信令数据等多源大数据作为环境风险受体的分析来源,将大力助推主管部门筛选重点环境风险防控区域,科学推进城镇人口密集区危险化学品生产企业的搬迁改造,降低区域结构性与布局性环境风险。在应急状态下,也能更精准快速地识别突发环境事件发生时人口的空间分布,细化需要疏散的人群范围。通过实现靶向通知受影响的受体人员,进而提升应对突发环境事件的科技水平和指挥能力。此外,不同时间段内发生的突发环境事件,受体人群特征也有所不同,可以对人群细分类后开展精细管理,这也将是未来研究的重点。

参考文献(References):

- [1] 黄相国, 陈刚. 环境风险预警方法与应急成套装备的应用展望. 环境保护科学, 2015, 41(1): 12-17.
- [2] 荆春燕, 石崇, 韩玉婷. 区域环境风险评估与风险管理——以常州市钟楼区为例. 绿色科技, 2018, (2): 80-84.
- [3] 卢静, 孙宁, 夏建新, 侯贵光. 中国环境风险现状及发展趋势分析. 环境科学与管理, 2012, 37(1): 10-16.
- [4] Wei D B, Liu Z F, Kameya T, Urano K, Du Y G. Application of biological safety index in two Japanese watersheds using a bioassay battery. Chemosphere, 2008, 72(9): 1303-1308.
- [5] 刘卫, 王克军, 李敬伟, 刘庄. 黄河(内蒙古段)流域生态风险评价. 环境与发展, 2016, 28(2): 27-31.
- [6] 吴丹, 闫艳芳, 夏广锋, 张雪. 流域水环境风险评估与预警技术研究进展. 辽宁大学学报: 自然科学版, 2017, 44(1): 81-86.
- [7] 于露, 车前进. 基于 GIS 的区域环境风险综合评价——以珠海市为例. 环境与发展, 2019, 31(6): 7-9.
- [8] 王小雨. 行政区域环境风险评估与管理——以泉州市惠安县为例. 环境与发展, 2020, 32(2): 9-10.
- [9] 杨宇. 行政区域环境风险评估与管理——以湘潭综合实验区为例. 能源与环境, 2019, (4): 72-74, 78-78.
- [10] 冷苏娅, 蒋世杰, 潘杰, 王金生, 翟远征. 京津冀协同发展背景下的区域综合环境风险评估研究. 北京师范大学学报: 自然科学版, 2017, 53(1): 60-69.
- [11] 陈婷, 武文斌, 何建军, 乔月霞, 刘烽, 文强. 多源空间数据融合的城市人居环境监测模型与应用研究. 生态学报, 2019, 39(4): 1300-1308.
- [12] 栾夏丽, 韦胜, 韩善锐, 李小婷, 杨文字, 刘茂松, 徐驰. 基于城市大数据的热场格局形成机制及主导因素的多尺度研究. 应用生态学报, 2018, 29(9): 2861-2868.
- [13] 赵苗苗, 赵师成, 张丽云, 赵芬, 邵蕊, 刘丽香, 赵海凤, 徐明. 大数据在生态环境领域的应用进展与展望. 应用生态学报, 2017, 28(5): 1727-1734.
- [14] 姚月, 张洪剑. 基于多源大数据的空间规划监测与评估研究——以珠海市为例//活力城乡 美好人居——2019 中国城市规划年会论文集. 重庆: 中国城市规划学会, 重庆市人民政府, 2019: 10-10.
- [15] 俞政. 基于手机信令数据的上海市浦东新区常住人口估算[D]. 上海: 上海社会科学院, 2018.
- [16] 尹馨予, 许一男. 基于手机信令数据的城市人口动态分布感知模型研究. 内蒙古科技与经济, 2018, (6): 73-74.
- [17] 李明晓, 陈洁, 张恒才, 仇培元, 刘康, 陆锋. 上海市精细时空尺度人口分布估计与特征分析. 地球信息科学学报, 2017, 19(6): 800-807.
- [18] 国务院公报. 中共中央国务院印发《粤港澳大湾区发展规划纲要》. [2020-04-23]. http://www.gov.cn/gongbao/content/2019/content_5370836.htm.
- [19] 环境保护部办公厅. 关于印发《行政区域突发环境事件风险评估推荐方法》的通知. 环办应急〔2018〕9号. (2018-01-31)[2019-12-01]. http://www.mee.gov.cn/gkml/hbb/bgt/201802/t20180206_430931.htm.
- [20] 广东省生态环境厅, 广东省环境科学研究院. 广东省重点环境风险源与应急资源数据库平台上数据. [2019-12-01]. <https://www-app.gdeci.cn/sec/#/login>.
- [21] 徐新良. 中国人口空间分布公里网格数据集. 中国科学院资源环境科学数据中心数据注册与出版系统. [2019-12-01]. <http://www.resdc.cn/DOI/doi.aspx?DOIid=32>.
- [22] 毕军, 杨洁, 李奇亮. 区域环境风险分析和管理. 北京: 中国环境科学出版社, 2006.
- [23] 邢永健. 区域突发性环境风险评价方法研究[D]. 沈阳: 沈阳航空航天大学, 2016.
- [24] 魏科技, 宋永会, 彭剑峰, 袁鹏, 温丽丽, 王毅力. 环境风险源及其分类方法研究. 安全与环境学报, 2010, 10(1): 85-89.

- [25] Li D Q, Zhang C, Pizzol L, Critto A, Zhang H B, Lv S H, Marcomini A. Regional risk assessment approaches to land planning for industrial polluted areas in China: the Hulunbeier region case study. *Environment International*, 2014, 65: 16-32.
- [26] Zabeo A, Pizzol L, Agostini P, Critto A, Giove S, Marcomini A. Regional risk assessment for contaminated sites part 1: vulnerability assessment by multicriteria decision analysis. *Environment International*, 2011, 37(8): 1295-1306.
- [27] Chang X M, Chen B Y, Li Q Q, Cui X H, Tang L L, Liu C. Estimating real-time traffic carbon dioxide emissions based on intelligent transportation system technologies. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 2013, 14(1): 469-479.
- [28] 周欢, 孙欣, 蔡锋, 李玲, 涂蔚南. 网格化区域环境风险评估应用实践——以重庆市某区县为例. *环境影响评价*, 2019, 41(4): 83-88.
- [29] 刘丽, 邹涛, 孙小明, 谢盼, 石森. 基于多元数据分析的城市大气环境风险研究//持续发展 理性规划——2017 中国城市规划年会论文集. 东莞: 中国城市规划学会, 东莞市人民政府, 2017: 14-14.
- [30] 范益君. 基于 GIS 人口密度模型的区域大气环境风险评价研究[D]. 大连: 大连理工大学, 2010.
- [31] 关志超, 胡斌, 张昕, 裘炜毅. 基于手机数据交通规划、建设、管理决策支持应用研究//第七届中国智能交通年会优秀论文集——智能交通应用. 北京: 中国智能交通协会, 2012: 10-10.
- [32] 钟炜菁, 王德, 谢栋灿, 晏龙旭. 上海市人口分布与空间活动的动态特征研究——基于手机信令数据的探索. *地理研究*, 2017, 36(5): 972-984.
- [33] 环境保护部办公厅. 关于印发《生态环境大数据建设总体方案》的通知. 环办厅[2016]23 号. (2016-03-08)[2020-04-23]. http://www.mee.gov.cn/gkml/hbb/bgt/201603/t20160311_332712.htm.
- [34] 王永桂, 夏晶晶, 张万顺, 张潇. 基于大数据的水环境风险业务化评估与预警研究. *中国环境管理*, 2017, 9(2): 43-50.