

# 中国销售类假药犯罪的时空演化特征 及地域类型研究

龙冬平<sup>1</sup>, 徐铭恩<sup>1,2</sup>, 柳林<sup>1\*</sup>

(1. 广州大学地理科学与遥感学院/公共安全地理信息分析中心, 广州 510006;

2. 广发银行股份有限公司信用卡中心, 广州 510613)

**摘要:**当前中国假药犯罪态势异常严峻,地理学在此领域尚未涉及,但社会对其防控有迫切需求。论文基于中国裁判文书的数据挖掘,利用探索性空间数据分析与改进的*k-medoids*聚类算法等方法,探究中国销售类假药犯罪的时空演化特征及地域类型。研究发现:①中国销售类假药犯罪具有2个明显的阶段性特征,即第一阶段该类犯罪的数量上升且“城际差异”扩大(2014—2015年),而第二阶段该犯罪的数量减少但“城际差异”缩小(2016年后)。②在空间分布上,中国销售类假药犯罪已由单核或双核(上海、深圳和广州等)的“聚拢分布”形态演变为多核的“扩散分布”形态,并且形成了较明显的“人字形”带状分布格局(如沿福建、浙江、江苏北上后,再向河北、山西、辽宁、吉林以及黑龙江等地蔓延扩散)。③中国销售类假药犯罪空间自相关显著,且存在不稳定的空间聚集现象,即高高集聚区和低低集聚区发生了迁移扩散(出现了由东南沿海地区逐渐朝北部、中部方向集聚的特征)。④在市尺度上,可将中国销售类假药犯罪的地域类型划分为上升型、下降型、波动型和低位型4种,且各类的城市数量与分布均存在明显差异。如上升型城市主要集中于北方地区;下降型城市主要分布在广东地区;波动型城市集中在江浙地区、中原地区、东北地区和西部地区;低位型城市数量最多、分布最广。⑤最后基于案情词云解析的结果,提出了针对不同类型城市销售类假药犯罪防控及社会治理的建议。如对于上升型城市,加强美容药和保健药网购及物流监管力度;对于下降型城市,做好实体店铺销售特效药或特色药的排查;对于波动型城市,推进并建立联合打击假药犯罪的协作机制。

**关键词:**销售类假药犯罪;地域类型;城际差异;*k-medoids*聚类算法;中国

假药犯罪是个日益严重的全球性问题,它不仅危害了公众生命与健康安全,而且会破坏社会经济的繁荣及稳定<sup>[1-3]</sup>。特别是,假药犯罪是一种新型犯罪,已成为民生的“痛点”,并且具有多样化、复杂化和隐蔽化的特征。随着人民群众对医药品需求的不断提升,以及医药品贸易活动的日益增加,一些不法商家开展了制售假药的犯罪活动,导致假药犯罪的高发突发。例如,国家药品监督管理局的统计显示,2019年共查处违法药品案件7.7万件,货值金

额19.9亿元<sup>[4]</sup>。同时,特大制售假药犯罪案件也时常频发。例如,江苏孔某等利用生理盐水制售假新冠疫苗案<sup>[5]</sup>等等,这些案件性质恶劣,严重危及人民群众的生命安全,更引发了社会的强烈恐慌。加之,特别是新冠疫情爆发以来,一些大规模假药犯罪的分销行为较猖獗,如虚假保健产品,以及非法药品的销售均呈现出增长态势<sup>[6]</sup>。2022年“两会”期间,最高人民检察院工作报告指出,“2021年起诉制售假药劣药等犯罪1.1万人,同比上升29.8%”<sup>[7]</sup>。可

收稿日期:2022-11-25;修订日期:2023-02-07。

基金项目:国家自然科学基金项目(42271233, 41901172)。[Foundation: National Natural Science Foundation of China, No. 42271233 and 41901172.]

第一作者简介:龙冬平(1985—),男,湖南邵阳人,博士,讲师,硕士生导师,主要从事公共安全与犯罪地理分析。

E-mail: longdp@gzhu.edu.cn

\*通信作者简介:柳林(1965—),男,湖南湘潭人,博士,教授,博士生导师,主要研究方向为犯罪地理及地理信息科学研究。

E-mail: liulin1@gzhu.edu.cn

引用格式:龙冬平,徐铭恩,柳林.中国销售类假药犯罪的时空演化特征及地域类型研究[J].地理科学进展,2023,42(5):944-959.[Long Dongping, Xu Ming'en, Liu Lin. Spatio-temporal evolution and regional types of China's sales-based counterfeit drug crimes. Progress in Geography, 2023, 42(5): 944-959.] DOI: 10.18306/dlkxjz.2023.05.009

见,当前中国面临的假药犯罪问题异常严峻,对其开展研究极为必要。

目前,关于假药犯罪的已有研究主要集中在刑法学和犯罪学等学科领域,而以地理学为视角的假药犯罪研究仍较少。其中,刑法学领域的研究主要针对假药犯罪案件进行法治层面的探讨,即围绕立法入罪门槛与处罚配置、司法的刑事政策、实践难点与行刑衔接以及刑法价值等方面展开;而犯罪学领域则分析假药犯罪的现状、特征及成因等方面。例如,刘晓莉<sup>[8]</sup>论述了降低假药入罪门槛的社会价值,认为其与刑法必要性原则具有内在统一性;袁春湘等<sup>[9]</sup>发现全国食药犯罪案件存在明显的地域化特征,即主要集中在东部地区省份;姚明等<sup>[10]</sup>基于司法裁判文书分析了中国假药犯罪现状,认为广东、江苏、浙江、河北、上海和福建均为假药犯罪高发地,并存在假药犯罪缓刑适用比重过高而惩戒效果不足的问题;Dégardin等<sup>[11]</sup>发现不同发展程度的地区制售的假药种类具有差异,如较落后的地区以治病类假药为主,而工业化较为完善的地区则以生活类假药为主(如麻醉剂、助勃药物、减肥药物等)。此外,Glass<sup>[12]</sup>、Shepherd<sup>[13]</sup>将假药犯罪多发生在发展中国家的现象归因于国家监管、执法能力薄弱,及药品的供需关系失衡;Fernandez等<sup>[14]</sup>发现低价购入与高价转售的药品平行贸易现象,给中间商带来了巨大的利润,从而诱发了更多的假药犯罪行为。总的来说,以上为地理学视角下的假药犯罪研究奠定了基础,但大多数研究均是基于假药犯罪现象进行了描述性分析。尽管少量文献发现中国假药犯罪存在地区差异<sup>[9-10]</sup>,但仍未揭示其时空演化特征和地域类型。综上所述,基于地理学视角探究假药犯罪时空分布的意义,不仅能够较为准确地刻画假药犯罪的地域特征,而且能为不同类型城市假药犯罪的防控及治理提供一些理论依据。

犯罪地理学是地理学的分支学科,它关注的是犯罪现象的格局与过程<sup>[15]</sup>,并尝试明确各类犯罪与地理要素之间的交互机制<sup>[16-18]</sup>。特别是,犯罪地理学注重新数据与新方法运用,以及学科交叉与融合,这些有助于弥补当前假药犯罪研究在定量分析上的不足。关于犯罪地理研究采取何种尺度虽仍有些争议,但不同类型的犯罪存在不同的时空特征<sup>[19-22]</sup>是既定事实。诚然如此,但整体而言,宏观尺度研究有助于把握犯罪的总体特征与发展趋势,据此有助于制定出大范围的犯罪防控策略,却容易忽略微观层面的复杂机理的特点也被研究者所认

知。近年来为实现精细化分析,手机信令等大数据已被运用到犯罪地理研究中<sup>[23-25]</sup>,其中部分研究从宏观尺度转向微观尺度,如以犯罪率为侧重点转向特定类型的犯罪案件及其涉及的犯罪者,并主要集中在“两抢一盗”<sup>[26-28]</sup>、暴力犯罪<sup>[29-31]</sup>、诈骗<sup>[32-33]</sup>等犯罪类型。而互联网和交通物流的快速发展也拓宽了犯罪者的作案手段与途径,使其更为多样化、隐蔽化<sup>[34]</sup>。加之考虑到某些特定类型的犯罪具有长时序、广域化、跨区域及网络化等特征,一些犯罪地理研究则根植于宏观的分析上<sup>[35-38]</sup>,并引发了学界对不同类型犯罪研究应采取何种尺度的辩论。

例如,2021年8月5—6日,第八届犯罪地理和犯罪分析研讨会采用腾讯会议线上举办,中国犯罪地理与犯罪分析学术网络围绕“全国尺度下的犯罪地理研究实践与思考”展开研讨,如系统讨论及梳理了全国尺度下犯罪地理研究的理论基础、研究方法、案件类型及应用前景等方面内容,并提出了犯罪地理学在研究尺度选择上的以下共识点:一是明确了不同类型的犯罪具有不同的时空特征,建议国内研究应根据犯罪类型特征选取不同的分析尺度;二是肯定了中宏观尺度的犯罪地理研究,它更能识别出全国或大区域犯罪的总体特征及发展趋势的观点,但目前较缺乏中宏观尺度的文献,建议未来研究在此方面可进一步强化;三是讨论了对同类犯罪采取何种尺度更合适的话题,此方面虽未有一致的认知,但对一些具有长时序、广域化、跨区域或网络化等特征的犯罪类型,建议尝试采取中宏观的分析尺度<sup>[39-40]</sup>。

由此,基于以上研究基础及学科背景,本文以中国367个地级市(包括直辖市)为研究单元,结合2014—2019年中国销售类假药犯罪数据,采用泰尔指数、赫芬达尔指数、探索性空间数据分析以及 $k$ -medoids聚类等方法探讨以下问题:①2014—2019年中国销售类假药犯罪的时空格局发生了哪些变化,其时空演化特征是什么?②中国各城市销售类假药犯罪可划分为哪些地域类型,以及针对不同类型城市该如何制定其销售类假药犯罪防控及社会治理的建议?

## 1 数据来源与研究方法

### 1.1 数据来源

研究单元为中国367个地级市(包括直辖市,港澳台地区暂无数据),研究数据包括销售类假药犯

罪数据和城市人口数据。销售类假药犯罪数据来源于中国裁判文书网(<https://wenshu.court.gov.cn/>)公开的裁判文书资料(考虑到中国法律或治安等有关数据所受的现实环境制约,裁判文书仍将在较长时间内是犯罪地理研究等领域的主要数据来源之一)。首先通过检索2014—2019年全文包括“假药”关键词的判决书,然后再删除生产类假药犯罪判决书和其他无效记录,进而本文的犯罪类型均为销售类假药犯罪。然后基于以上筛选的判决书,获取每一起销售类假药犯罪的地点(关于销售类假药犯罪的地点,选取的是犯罪者实施销售假药行为时所在的城市),并对无法识别的位置文本进行人工判读甄别处理,以此作为销售类假药犯罪的地点,从而得到18203条销售类假药犯罪数据。城市人口数据来源于2015—2020年的《中国城市统计年鉴》以及各省统计年鉴,并基于ArcGIS 10.4平台将销售类假药犯罪数据与城市人口数据等以空间连接方式匹配到对应的城市上。

## 1.2 研究方法

### 1.2.1 泰尔指数与赫芬达尔指数

泰尔指数(Theil index)最初用于测度地区之间经济发展水平的不平衡性,后扩展到公共卫生和犯罪等研究领域。例如,陈屹立<sup>[41]</sup>构建了泰尔指数以反映中国犯罪率的省际差异。本文利用泰尔指数测度中国销售类假药犯罪的“城际差异”及变化。其公式如下:

$$T_p = \sum_{i=1}^n C_i \ln \left( \frac{C_i}{N_i} \right) \quad (1)$$

式中:  $T_p$  为泰尔指数;  $C_i$  为第  $i$  市销售类假药犯罪占全国销售类假药犯罪的比重;  $N_i$  为第  $i$  市人口占全国人口的比重。若  $T_p$  增大,则表明城市之间销售类假药犯罪的差异增大;反之减小。

赫芬达尔指数(Herfindahl-Hirschman index, HHI)是测量空间极化的指标,在犯罪地理研究领域也有着广泛应用。例如, Ma 等<sup>[42]</sup>利用赫芬达尔指数测度非正式收养儿童的集中程度。本文借鉴赫芬达尔指数,在测定中国销售类假药犯罪“城际差异”的基础上,分析中国销售类假药犯罪的空间集中度与整体离散程度的变化情况。若赫芬达尔指数上升,则表明中国销售类假药犯罪的空间集中度上升,其离散程度下降,反之亦然。其公式如下:

$$HHI = \sum_{i=1}^n \left( \frac{y_i}{Y} \right)^2 \quad (2)$$

式中: HHI 为赫芬达尔指数;  $y_i$ 、 $Y$  分别为第  $i$  市销售类假药犯罪数量与全国销售类假药犯罪数量。

### 1.2.2 探索性空间数据分析

探索性空间数据分析(exploratory spatial data analysis, ESDA)是一种以空间关联测度为核心,并揭示空间数据的依赖性,即解释空间现象及其位置的相似存在关联性的方法,主要有全局自相关与局部空间自相关统计<sup>[43-44]</sup>。其中,全局自相关统计是空间数据在整体空间特征的描述,通常用 Moran's  $I$  指数表示。计算公式如下:

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})^2} \quad (3)$$

式中:  $x_i$ 、 $x_j$  为第  $i$ 、 $j$  市的销售类假药犯罪量,  $\bar{x}$  为销售类假药犯罪的均值,  $w_{ij}$  为空间权重,  $n$  为城市的数量。若  $I < 0$ , 表示空间负相关,代表销售类假药犯罪在空间上离散;若  $I > 0$ , 表示空间正相关,代表销售类假药犯罪在空间上集聚;若  $I = 0$ , 则表明销售类假药犯罪在空间上随机分布。

局部自相关统计则通过局部 Moran's  $I$  指数表示,衡量区域内高低值的局部空间聚集以及异常值情况。计算公式如下:

$$I_i = \frac{Z_i}{S^2} \sum_{j=1}^n w_{ij} Z_j \quad (j \neq i) \quad (4)$$

式中:  $Z_i = y_i - \bar{y}$ ,  $Z_j = y_j - \bar{y}$ ,  $S^2 = \frac{1}{n} \sum (y_i - \bar{y})^2$ ,  $y_i$  和  $y_j$  分别为第  $i$  市和第  $j$  市销售类假药犯罪数量,  $\bar{y}$  为各城市销售类假药犯罪数量的均值,  $S$  为标准差;  $w_{ij}$  为空间权重,  $n$  为研究区域上的城市数量,  $I_i$  为第  $i$  市的局部 Moran's  $I$  指数。

### 1.2.3 基于 Soft-DTW 距离测算的 $k$ -medoids 聚类算法

王劲峰等<sup>[45]</sup>认为,时空聚类是对地理事件的时空变化信息压缩降维,以二维平面图表达,反映时空格局。关于时空聚类的方法较多,主要包括多维度聚类<sup>[46]</sup>、SOM 时空聚类<sup>[47]</sup>、 $k$ -medoids 聚类和  $k$ -means 聚类<sup>[48]</sup>等。例如,已有研究基于动态时间规整(dynamic time warping, DTW)的  $k$ -medoids 聚类方法,对中国各市  $PM_{2.5}$  浓度分布进行了聚类划分<sup>[49]</sup>,本文借鉴该方法对中国销售类假药犯罪的城市地域类型进行系统划分。 $k$ -medoids 聚类算法是一种常见的空间迭代式聚类方法,其原理与  $k$ -means 聚类



算法类似。该算法针对未分类的数据集,在给定目标类簇数 $k$ 的前提下,通过随机选择 $k$ 个初始簇心,计算数据集的各要素与簇心的相似距离,以确定目标要素的类别归属。但在更新聚类中心时, $k$ -medoids 聚类算法不再以簇平均值作为新的簇心,而选择以簇内距离迭代前的簇心最接近的样本点作为新的簇心,反复迭代至平方误差准则函数最小,从而最终产生 $k$ 个目标类簇子集。该算法通过中心点迭代新的簇心,因而对样本中的异常值并不敏感,可以有效解决异常值导致聚类效果不佳的问题<sup>[48]</sup>。其平方误差准则函数如下:

$$\min E = \min \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n \|x_i - m_j\|^2 \quad (5)$$

式中: $E$ 为平方误差准则函数; $k$ 为所划分的目标类簇数,即销售类假药犯罪的地域类型种类; $n$ 为城市总数; $x_i$ 表示第 $i$ 个城市属于第 $j$ 目标类簇的类别样本; $m_j$ 则表示第 $j$ 目标类簇的中心点,即簇心。

对样本相似度一般采用距离为度量标准,其中欧氏距离是最常见的衡量方法。但欧氏距离在时序数据聚类上对时间序列的异常与突变较敏感,且不能应用于不等长的时间序列<sup>[50]</sup>。因此,对该类数据的聚类分析一般采用基于时序数据统计学特征的降维法<sup>[51]</sup>或DTW<sup>[52]</sup>等方法进行相似度衡量。

DTW算法最早是用于语音数据处理,是一种以可弯曲的时间序列形态进行的匹配映射方法,随后被用于时间序列数据聚类。由于该算法通过最优路径寻找距离,在原时间序列数据异常较多的情况下,容易过拟合而导致聚类效果不佳。为此,Marco等<sup>[53]</sup>在DTW算法的基础上设计了Soft-DTW,针对DTW算法离散不可微等问题,以连续的 $\min^\gamma$ 代替 $\min$ ,通过 $\gamma$ -Soft-DTW损失函数替代原有的Euclidean Loss损失函数,并且当 $\gamma=0$ 时,Soft-DTW趋近于DTW算法。计算公式如下:

$$\min^\gamma \{a_1, \dots, a_n\} = \begin{cases} \min_{i \leq n} a_i & (\gamma=0) \\ -\gamma \log \sum_{i=1}^n e^{-a_i/\gamma} & (\gamma>0) \end{cases} \quad (6)$$

式中: $a_i$ 为时间序列的第 $i$ 个子集; $\gamma$ 为平滑参数。

考虑销售类假药犯罪数据的时序变化属于非稳定时间序列,故本文采用改进的Soft-DTW算法进行距离测算,同时结合 $k$ -medoids算法进行时间序列聚类。另外,本文采用轮廓系数法(silhouette coefficient)<sup>[54]</sup>作为最优聚类数的判定标准,并评估聚类的效果。计算公式如下:

$$a(x) = \frac{1}{n_i - 1} \sum_{x, y \in C_i, y \neq x} d(x, y) \quad (7)$$

$$b(x) = \min_{j \neq i} \left\{ \frac{1}{n_j} \sum_{x \in C_i, y \in C_j} d(x, y) \right\} \quad (8)$$

$$SC(k) = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \left\{ \frac{1}{n} \sum_{x \in C_i} \frac{b(x) - a(x)}{\max[b(x), a(x)]} \right\} \quad (9)$$

式中: $a(x)$ 为样本 $x$ 与簇内各点的平均距离,即簇内凝聚度; $n_i$ 为样本 $x$ 所在簇的样本量; $d(x, y)$ 是样本 $x$ 与所在簇内某一点的距离; $b(x)$ 为选取离样本 $x$ 最近簇的平均距离,以作为样本 $x$ 与其他簇的簇间分离度; $n_j$ 为不包含样本 $x$ 的某一个簇的样本量; $SC(k)$ 表示聚类簇为 $k$ 时的轮廓系数,它的取值在 $[-1, 1]$ 之间。当簇内距离越小、簇间距离越大时,轮廓系数值也越大,聚类效果就越好。

## 2 中国城市销售类假药犯罪的时空演化分析

首先,利用泰尔指数测度中国销售类假药犯罪在城市之间的不平衡性(城际差异及变化情况);然后,采用赫芬达尔指数测度中国销售类假药犯罪的空间集中度和整体离散程度的变化情况;最后利用探索性空间数据分析探测中国销售类假药犯罪的时空集聚及演化特征。

### 2.1 时间演化特征

从图1、图2可看出,中国销售类假药犯罪的数量在时间演化上具有阶段性特征,即先表现出犯罪数量上升且“城际差异”扩大,后表现为犯罪数量下降且“城际差异”缩小的阶段性时序特征。2014—2015年是中国销售类假药犯罪时间变化的第一阶段。该阶段中国销售类假药犯罪的数量整体处于较高状态,以及除了其数量不断增加外,其泰尔指数与赫芬达尔指数也在同步增长,说明该时期内中国销售类假药犯罪的地区不平衡性与集中度增加,即销售类假药犯罪趋于聚集在部分城市,具有明显的地域性特征。2016—2019年是中国销售类假药犯罪时间变化的第二阶段。2016年出现犯罪拐点,销售类假药犯罪的整体数量开始出现下降趋势;2017、2018年的销售类假药犯罪数量略微有所回升,但其后2019年销售类假药犯罪量再次下降。加之,该时期内中国销售类假药犯罪的泰尔指数和赫芬达尔指数也在同步下降。这说明了第二阶段中



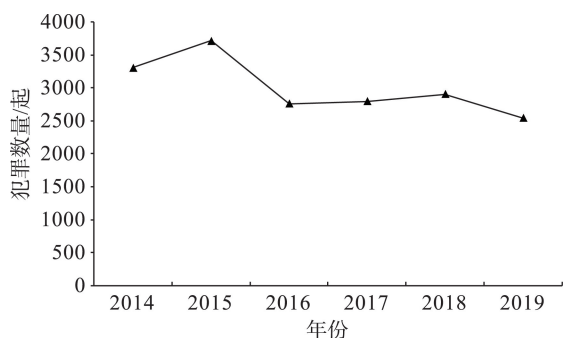


图1 2014—2019年中国销售类假药犯罪的数量变化

Fig.1 Changes in the number of sales-based counterfeit drug crimes in China during 2014–2019

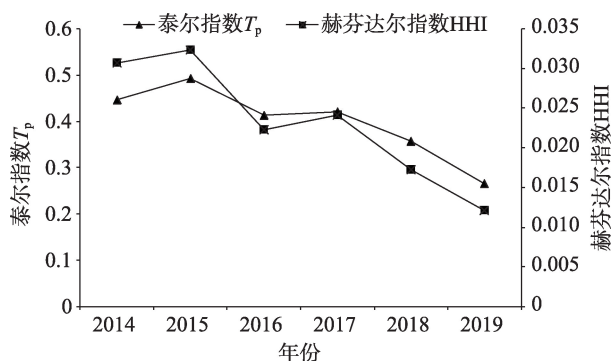


图2 2014—2019年中国销售类假药犯罪的时间演化

Fig.2 Temporal evolution of sales-based counterfeit drug crimes in China during 2014–2019

国销售类假药犯罪的“城际差异”逐渐缩小而离散程度增加,可能原因是,销售类假药犯罪逐渐扩散到其他城市,其分布变得相对离散。这些将在下文的探索性空间数据分析中加以进一步验证及解释。

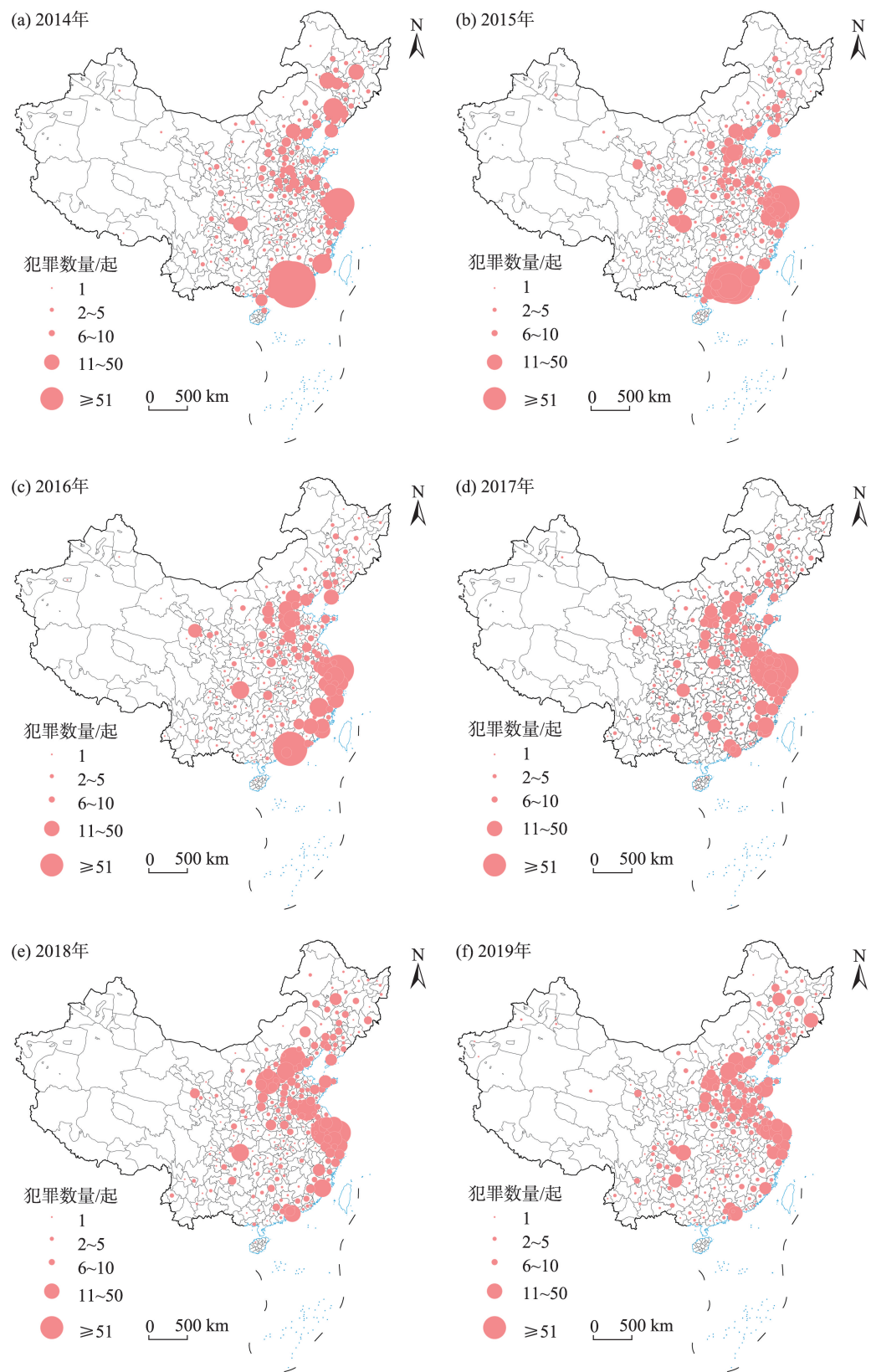
以上阶段性特征可能与地方执法部门的打击力度与差异,以及假药犯罪途径的改变有关。首先,随着各地政府的重视以及落实“食药环”专项行动,其对假药犯罪的打击就越来越严厉。而已有研究表明,逮捕率或破案率较高,会对不良商家形成威慑作用,其进行违法售卖假药的行为意愿将会有所下降<sup>[55]</sup>。因此,短期内出现了破案量的增加,将会导致日后销售类假药犯罪活动的整体下降,这符合整治行动会产生犯罪数量下降的发展态势。其次,各地执法部门的执行力度存在差异,如执行力度较强的城市,假药犯罪者的作案空间会被逐渐铲除,这迫使他们停止违法犯罪活动或向其他打击力度较弱的地区迁移,从而形成了销售类假药犯罪的城际差异逐渐缩小而离散程度增加的变化特征。这与热点警务促使犯罪转移到邻近地区或打击后

犯罪的空间转移类似<sup>[56-57]</sup>。最后,与科技通信、零售电商及交通物流有关。随着互联网技术、物流的发展,微信、微博代购以及淘宝网购等方式越来越受到消费者的青睐,但同时也促成了假药犯罪的新途径<sup>[34]</sup>,凭借新的犯罪途径,犯罪者可以通过网络寻找合适的被害人,因而给假药犯罪者提供更多的可选择犯罪空间以及犯罪机会。为此,销售类假药犯罪者不再局限于特定城市进行违法销售,他们可能利用新的途径在其他经济效益相对较好的城市以寻找更合适的犯罪机会。

## 2.2 空间演化特征

第一阶段,即2014—2015年(图3a、3b),中国销售类假药犯罪主要集中于东部地区的超大城市(深圳、广州、上海等),这些超大城市的销售类假药犯罪数量较多,而其周边城市的销售类假药犯罪数量普遍较少,且呈现零星分布的状态,即销售类假药犯罪数量较少的城市围绕在销售类假药犯罪数量较多的城市周边,从而形成了单核或双核(上海、深圳和广州等)“聚拢分布”形态。例如,2014、2015年,深圳分别发生了386、281起销售类假药犯罪,而广州分别为258、173起,上海分别为195、253起。因此,该阶段内销售类假药犯罪主要分布的区域包括:以广州、深圳为双核的珠三角城市群和以上海为单核的上海大都市圈;其他较高的区域主要包括以重庆为单核的成渝城市群,以及以北京为单核的环首都经济圈。另外,2014年沈阳、哈尔滨、松原、白城等地也分别在各自省份形成了单核或双核的“聚拢分布”形态,但2015年这些城市则不显著。

第二阶段,自2016年开始(图3c~3f),中国销售类假药犯罪在整体上由东向北逐渐转移,经由福建、浙江、江苏北上,并出现向中部地区和东北地区(河北、山西、辽宁、吉林以及黑龙江等)蔓延扩散的态势,进而形成了“人字形”的带状分布格局(图3f)。2016年以后原先销售类假药犯罪数量较多的城市的“犯罪态势”减弱,“边缘—核心”的向心聚拢趋势逐渐消失,从而演变成离心扩散的态势,即销售类假药犯罪不再聚集于原先城市群中销售类假药犯罪数量较多的城市,而是分散到周边城市且城市间的犯罪差距逐渐缩小。此时,东部、西部呈现略微不同的变化差异。如重庆、西宁等西部城市依然维持这种单核的“聚拢分布”形态,而东部城市则大多被多核的“扩散分布”形态所代替。如珠三角城市群的销售类假药犯罪有所缓解,而江浙地区、



注：本图基于自然资源部标准地图服务系统审图号为GS(2019)1822号的标准地图制作，底图无修改；暂缺港澳台地区数据。下同。

图3 2014—2019年中国销售类假药犯罪空间格局演变

Fig.3 Spatial pattern of sales-based counterfeit drug crimes in China during 2014–2019

京津冀等地区的销售类假药犯罪现象较为猖獗,主要包括苏锡常都市圈、徐州都市圈、宁波都市圈、温台都市圈、浙中都市圈、胶东经济圈和京津冀都市圈等内的城市。

因此,从整体上来看,中国销售类假药犯罪2014—2019年分布在“黑河—腾冲线”以东城市的地域分异特征尚未被打破;但从局部来看,中国销售类假药犯罪的分布格局及特征均发生了明显变化:即早期主要分布于东部地区的超大城市,呈现单核或双核(上海、深圳和广州等)的“聚拢分布”形态,其周边城市销售类假药犯罪的数量均不多;随后逐渐出现了向北部、中部等城市转移的现象,以及朝东北部城市“回流”的现象,即原来的单核或双核“聚拢分布”形态逐渐消失,并演变为多核的“扩散分布”形态,由此形成了相对较明显的“人字形”带状分布格局。

### 2.3 时空集聚特征

ESDA结果表明(图4),中国销售类假药犯罪的空间自相关显著,空间集聚表现出不稳定,即高高集聚区(HH型)和低高集聚区(LH型)发生了迁移扩散,呈现出随销售类假药犯罪的整体格局同步向北部、中部方向集聚的特征。

从全局自相关来看(图5),2014—2019年销售类假药犯罪的Moran's  $I$ 指数均大于0.17且通过0.01水平的显著性检验,说明销售类假药犯罪存在着明显的空间自相关;与此同时,中国销售类假药犯罪空间集聚程度也呈现波动增长的态势,即空间自相关随着时间变化而逐渐加强。例如,中国销售类假药犯罪2015年的Moran's  $I$ 指数是其2014年的近2倍,说明这2年中国销售类假药犯罪的聚集程度迅速提升(图5),进一步说明了该时期内销售类假药犯罪倾向发生在超大型城市。因此,销售类假药犯罪朝着其数量本身较多且易发地区集聚,即在广州、深圳、上海、重庆等超大城市聚集,从而形成高高集聚区。2015年后,全局Moran's  $I$ 指数先迅速下降但随后略微回升,最后逐渐趋于稳定。与2015年的全局Moran's  $I$ 指数相比,2016年后中国销售类假药犯罪的集聚程度虽有所下降,但仍大于2014年初期。特别是全局Moran's  $I$ 指数仍处于较高水平,这说明销售类假药犯罪在全国城市体系中仍然是高高集聚的状态。

从局部自相关来看(图4),高高集聚区与低高集聚区表现出迁移演化特征,并呈现出随销售类假药

犯罪的整体格局向北部、中部等方向同步迁移的特征。2014—2015年,中国销售类假药犯罪形成的集聚区并不多,高高集聚区主要分布在珠三角城市和上海一带;重庆和陕西汉中分别在2014、2015年成为高低集聚区(HL型),而其他城市的集聚状况均不显著。这表明该时期销售类假药犯罪在珠三角城市和上海一带内与周边城市关系密切,重庆、汉中被周边销售类假药犯罪数量较低的城市所包围而形成了高低集聚区,其余城市呈现零星分布态势,与周边城市之间的关联性均较弱。这些发现与上文的单核或双核的“聚拢分布”形态基本相吻合。自2016年开始,珠三角等东南沿海地区城市的销售类假药犯罪集聚性逐渐不显著,其高高集聚区出现了陆续北移的趋势,以及开始出现了低高集聚区(舟山、宣城、衢州、镇江、聊城等),并随着高高集聚区同步向北部转移。其中,2016年高高集聚区主要分布在珠三角城市,福建省的龙岩、泉州、厦门一带,江浙地区的多数城市以及京津冀地区的部分城市,其余城市的集聚状况均不显著。至2019年,中国销售类假药犯罪的集聚特征更明显,特别是集聚区的数量也出现增加,即形成了更多的高高集聚区与低高集聚区,进而演变成多核的“扩散分布”形态,并且其沿着浙江—江苏—山东—北京—河北—山西—辽宁等省份内的城市聚集“串联成片”,这与上文的“人字形”带状分布格局基本一致。另外,重庆形成了较稳定的高低集聚特征,这说明重庆的销售类假药犯罪相比于西南地区的其他城市一直具有“独特的”集聚优势。

综上所述,2014—2019年中国销售类假药犯罪具有显著的空间自相关,且存在不稳定的空间聚集现象,即高高集聚区和低高集聚区呈现出迁移扩散的特征。

## 3 中国城市销售类假药犯罪的地域类型划分

地域类型划分的目的是对销售类假药犯罪在全国城市中的时空演化进行相似度识别,然后据此选取典型城市并对其进行文本词云分析,以提出不同类型城市犯罪防控或社会治理的策略。

### 3.1 基于聚类的地域类型划分

借鉴销售类假药犯罪时空演化的测算方式,以各城市销售类假药犯罪份额占比(千分比率)作为聚



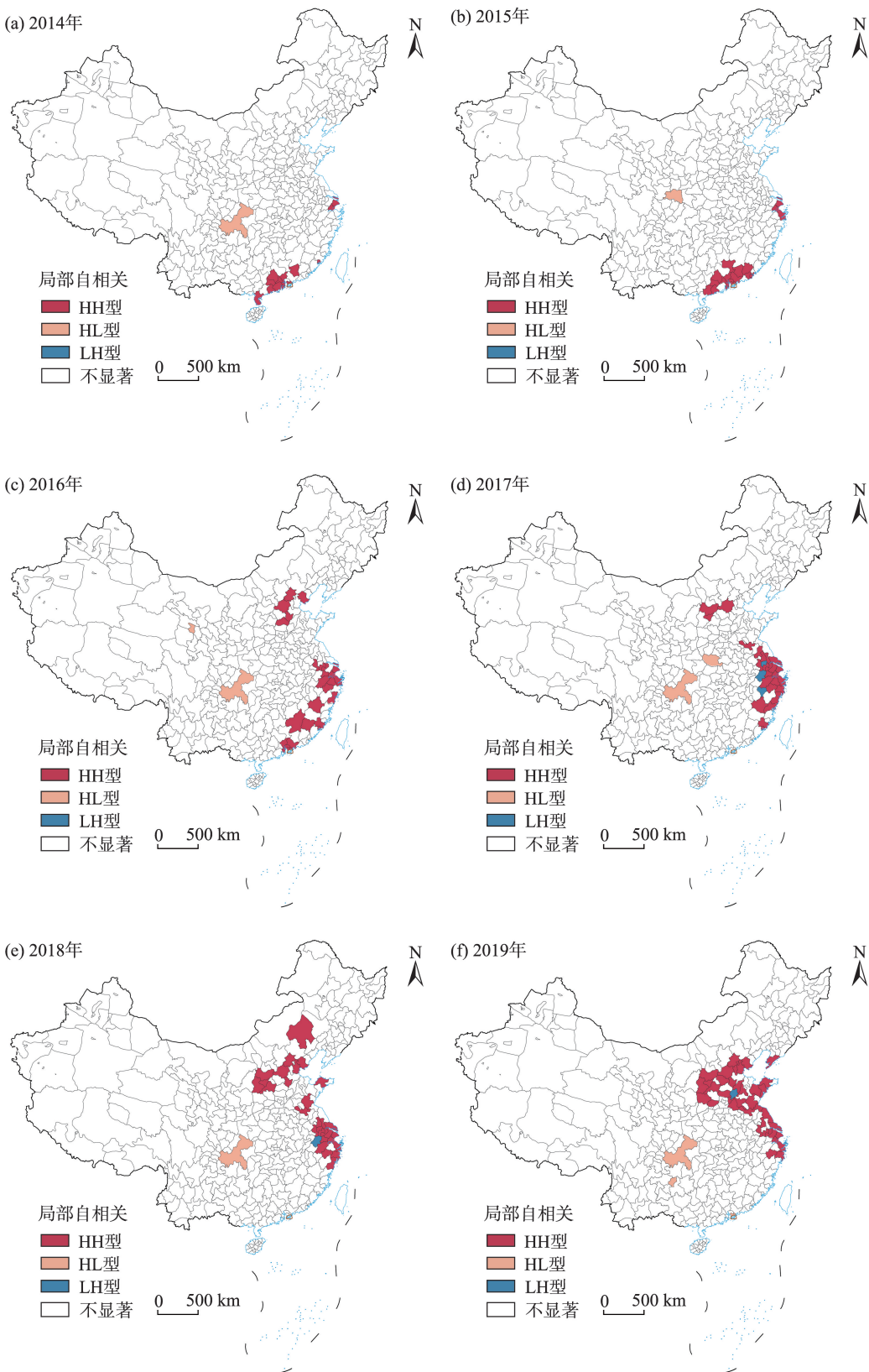


图4 2014—2019年中国销售类假药犯罪的LISA集聚分布

Fig.4 LISA cluster map of sales-based counterfeit drug crimes in China during 2014–2019

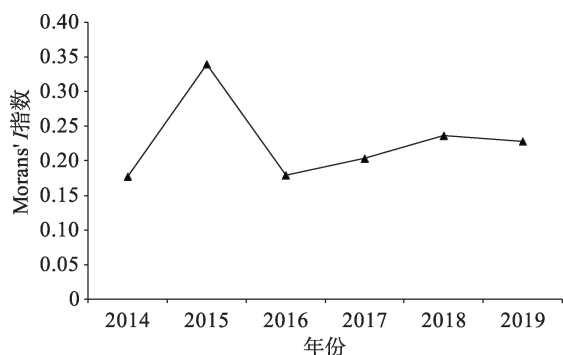


图5 中国销售类假药犯罪全局自相关Moran's I指数

Fig.5 Global autocorrelation Moran's I index of sales-based counterfeit drug crimes in China

类数据集,基于Soft-DTW距离测算的 $k$ -medoids聚类算法,对中国各城市销售类假药犯罪的地域类型进行聚类提取。采用轮廓系数法对 $k$ -medoids聚类效果及目标聚类簇数 $k$ 的取值进行评估,经过多次迭代计算出轮廓系数。当目标聚类簇数 $k=2$ 或 $k=4$ 时,聚类模型的轮廓系数取值较大,即地域类型的划分结果更能精确地区分各城市销售类假药犯罪的相似度。然而,考虑到目标聚类簇数取2时,划分为2种类型的意义不大。因此,本文选择 $k=4$ 作为目标聚类簇数(其轮廓系数值为0.8),从而得到中国城市销售类假药犯罪的地域类型划分结果(图6)。

从聚类结果来看,中国各城市销售类假药犯罪的地域类型可划分为上升型、下降型、波动型与低位型4种类型。其中上升型(1.91%)、下降型(2.45%)和波动型(12.53%)的城市数量均较少,并且这3类城市多分布在中国的“黑河—腾冲线”以东,说明地域类型的数量与分布均存在明显的差异。

### 3.1.1 第一种地域类型:上升型城市

该类城市主要表现为其销售类假药犯罪份额占比在初期较高,而后又呈现逐渐增长趋势。这反映今后上升型城市的销售类假药犯罪态势会比其他城市更加严峻。结合该类城市的数量与分布格局来看:①上升型城市的数量最少(共7个城市),零散地分布于南方地区,但在北方地区却相对集中分布。前者包括江苏的常州和徐州、广东东莞、重庆,后者包括河北保定、山西太原、北京。②上升型城市地域模式基本吻合前文阐述的销售类假药犯罪时空演化特征,尤其是河北保定、山西太原2个城市,均不在以往研究<sup>[10]</sup>所发现的销售类假药犯罪高发省份内(如广东、福建、浙江、江苏等),这表明中国销售类假药犯罪格局有新的集聚演化趋势。为此,

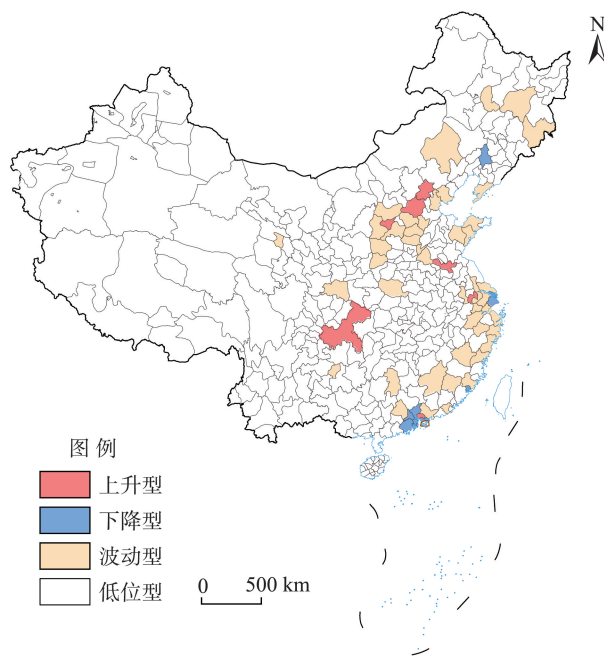


图6 中国销售类假药犯罪地域类型分布格局

Fig.6 Spatial pattern of regional types of sales-based counterfeit drug crimes in China

上升型城市更需警惕这种集聚提升的“新苗头”,并提前做好销售类假药犯罪的防控工作。

### 3.1.2 第二种地域类型:下降型城市

该类型主要表现为其销售类假药犯罪份额占比在初期最高,但随着时间变化呈现逐渐下降趋势。换言之,近几年下降型城市的销售类假药犯罪态势有所缓解。结合其数量与分布格局来看:①下降型城市的数量较少,主要集中在广东地区,包括广东的广州、深圳、珠海、佛山、江门、中山,以及上海、沈阳和厦门等9个城市;②下降型城市地域模式同样也符合上文发现的销售类假药犯罪时空演化特征,尤其是广州、深圳、珠海、江门等作为犯罪变化最大的城市,下降幅度最大。这可能是该类城市政府实施打击假药的政策落实到位,从而取得了有效的防控效果,建议其他城市可向广深等下降型城市借鉴学习。

### 3.1.3 第三种地域类型:波动型城市

该类型则表现为其销售类假药犯罪在长时段内均占据一定的份额,但波动幅度较大(其销售类假药犯罪的份额在5%~30%之间波动)。同理,结合该类城市的数量与分布格局来看:①波动型城市的数量中等,主要分布江浙地区、中原地区、东北地区、西部地区省份城市,以及广东地区的欠发达城

市。如浙江的杭州和宁波及金华、江苏的南京和无锡、河北的石家庄和唐山、山西的忻州和临汾、辽宁大连、吉林延边、黑龙江的大庆和哈尔滨、贵州贵阳、陕西汉中、青海西宁、广东的惠州和揭阳等46个城市；②结合时空演化来看，该类城市存在易受周边影响的特点，即分布在一些销售类假药犯罪较多城市的周边，容易受到周边城市影响而产生较大的波动。为此，波动型城市应密切关注周边的销售类假药犯罪趋势。

#### 3.1.4 第四种地域类型:低位型城市

该类型主要表现为其销售类假药犯罪的份额占比在长时段内的变化幅度最为稳定,并且销售类假药犯罪数量也处于低位水平(其销售类假药犯罪份额占比为0~5‰之间)。同样,结合其数量与分布格局来看:低位型城市的数量最多,所占比例为83.11%,并且其分布也最广泛,主要包括绝大部分西部地区的城市,和安徽、山东、湖北、湖南、海南等省份的多数城市,以及与销售类假药犯罪数量较高城市相距较远的部分城市,如河北秦皇岛、山西大同、江苏淮安、浙江舟山等城市。由于低位型城市经济相对不强,所以还未被销售类假药犯罪者“青睐”。

### 3.2 典型城市及防控策略分析

根据以上结果,选取前3种地域类型中最突出的城市——常州、广州、杭州分别作为上升型、下降型和波动型的典型城市;参考已有文献基于词云解析的方法<sup>[18]</sup>,对典型城市销售类假药犯罪案情进行词频分析,并提出不同类型城市销售类假药犯罪的防控及治理建议。

### 3.2.1 药品需求与产地及购买途径分析

通过文本词频统计(图7),发现上述3个典型城市在购买者的药品需求、药品产地,以及商家实施犯罪的途径或地点等方面均存在差异。第一,购买者的药品需求存在一定差异。例如,常州购买者的

药品需求较多多样且年轻化,以20~45岁的青壮年男性(壮阳性药类)和青壮年女性(美容类)的药品需求为主;广州购买者的药品需求偏向孕期妇女、老年人以及青壮年男性等群体;而杭州购买者的药品需求兼有常州、广州的属性特征,其药品需求的群体主要为青壮年男性、青壮年女性以及老年人等其他群体,并且依次呈现青壮年男性药品需求最高、青壮年女性药品需求次高、老年人药品需求最低的特征。第二,基于药品的产地来看,壮阳性药多标注为美国或德国产地,而美容类多标注为韩国产地。最后,从商家实施犯罪的途径或地点上看,常州的假药售卖行为主要通过淘宝等电商平台与物流结合进行,其利用低价噱头吸引购买者的注意,并充分发挥了江浙包邮区的物流优势;广州的假药售卖行为主要基于线下的实体店铺,打着老字号、特效药等字眼吸引购买者,并在成人用品店等地方集中兜售壮阳性药;而杭州介于两者之间,即结合电商、物流与线下实体店铺共同销售。总之,药品需求、药品产地以及商家实施犯罪的途径或地点等差异均与其所处的空间位置有关,一些不法商家结合不同地区优势瞄准当地人民的需求,使得假药犯罪更加复杂化。

### 3.2.2 犯罪防控与社会治理策略分析

基于以上研究发现,本文建议在城市整体的宏观层面上,需要掌握全国销售类假药犯罪的时空格局演化与地域类型趋势以开展全局部署,并针对不同类型的销售类假药犯罪城市采取差异化的防控策略,消除销售类假药犯罪的潜在空间或机会。

① 加强上升型城市保健药品和美容药品网购及物流监管与查处力度。该类城市的各级政府部门应提高对假药问题的重视程度,要严格关注辖区内的销售类假药犯罪动态,尤其是警惕犯罪集聚提升的“新苗头”,针对网购平台和物流环节做好风险预警



图7 典型城市销售类假药犯罪的词云图

Fig.7 Word cloud diagrams of typical cities' sales-based counterfeit drug crime



与监控工作,及时落实市级警务、药监部门的实务工作等,并针对青年男性或女性群体开展网购行为的正面引导及宣传教育。②做好对下降型城市实体店铺销售特效药或特色药的全面排查。建议销售类假药犯罪下降型城市的社会防控或治理部门应继续保持一定社会面的排查或打击力度,谨防销售类假药犯罪的死灰复燃,以保障建设一个更安全更平稳的医药市场环境,同时应积极探索其成功经验或模式向全国推广。③推进波动型城市与周边城市建立联合打击销售类假药犯罪的协作机制。相比上升型城市而言,波动型城市对销售类假药犯罪整体演化格局的影响虽然相对较弱,但其是整体销售类假药犯罪发生波动的主因,不能因其销售类假药犯罪数量还不高、优先处理级别较低,就对其疏于管理或缺乏严格管控,否则该类城市的销售类假药犯罪很容易受到周边影响而反弹或复燃。由此,特别是要预防周边销售类假药高发城市的犯罪转移,建议主动与周边城市对接,积极谋划并创建联合防控运作协调机制。

## 4 结论与讨论

### 4.1 结论

假药犯罪危害人民生命健康安全,更会影响社会繁荣及稳定,一直是社会关注的焦点和民生的“痛点”。为弥补假药犯罪研究现状的不足,本文基于地理学视角,对2014—2019年中国各城市销售类假药犯罪的时空演化特征与地域类型方面进行了探索,具体结论如下:

(1) 中国销售类假药犯罪具有2个明显的阶段性特征,即第一阶段该类犯罪的数量上升且“城际差异”扩大(2014—2015年),而第二阶段(2016—2019年)销售类假药犯罪数量减少但“城际差异”缩小。

(2) 中国销售类假药犯罪主要分布于“黑河—腾冲线”以东的城市,并且由东南沿海地区逐渐向北部、中部等地区蔓延,特别是在空间分布上,已由单核或双核(上海、深圳和广州等)的“聚拢分布”形态演变为多核的“扩散分布”形态,形成了较明显的“人字形”带状分布格局(如沿福建、浙江、江苏北上,并向河北、山西、辽宁、吉林以及黑龙江等省份城市蔓延扩散)。

(3) 在时空集聚演化特征上,中国销售类假药

犯罪表现出显著的空间自相关,且存在不稳定的空间聚集现象,即高高集聚区和低高集聚区发生了迁移扩散,出现了由东南沿海地区逐渐朝北部、中部方向集聚的特征。

(4) 中国销售类假药犯罪可划分为上升型(1.91%)、下降型(2.45%)、波动型(12.53%)和低位型(83.11%)等4种地域类型,且各类城市的数量与分布均存在明显差异。如上升型城市主要集中于北方地区;下降型城市主要分布在广东地区;波动型城市集中在江浙地区、中原地区、东北地区和西部地区的城市;低位型城市数量最多、分布最广。基于文本案情词云解析的结果,提出具体建议:对于上升型城市,应加强美容药和保健药网购及物流监管力度;对于下降型城市,做好实体店铺销售特效药或特色药的排查;对于波动型城市,推进并建立联合打击假药犯罪的协作机制。由此,研究结果对中国假药犯罪的防控与社会治理有重要参考意义。

### 4.2 讨论

中国销售类假药犯罪目前态势异常严峻,它是犯罪地理学中尚未研究的犯罪类型,这与急迫的社会需求形成较大的反差。因此,对其展开系统研究极其必要。同时,受中国犯罪地理与犯罪分析学术网络开展的“全国尺度下的犯罪地理研究实践与思考”之启发,本文尝试基于地理学视角对假药犯罪进行了中观尺度的规律挖掘,如结合裁判文书数据,利用探索性空间数据分析、改进的*k-medoids*聚类算法与词云解析等方法,对销售类假药犯罪的时空演化特征及地域类型等方面进行了较为系统的分析。总的来看,本文的研究内容和视角较为新颖。

(1) 刻画了销售类假药犯罪的时空格局及演变规律,发现了销售类假药犯罪的时间演化存在阶段性特征和空间演化扩散集聚等特征,这弥补了先前研究仅对假药犯罪进行描述性分析的不足。加之,本文也发现了销售类假药犯罪与以往刑事犯罪不同的时空规律,即以往研究发现刑事犯罪集中于大城市,并往东南沿海地区转移<sup>[38]</sup>。然而,本文发现销售类假药犯罪具有先增加后下降、先聚拢后扩散的分布形态,并呈现向北部、中部等城市转移的现象,以及朝东北部城市“回流”的现象。这进一步巩固了犯罪地理学在研究尺度选择上的一些共识点,即不同类型的犯罪具有不同的时空特征,而以市级尺度的探索可为中宏观尺度的研究增添文献。

(2) 揭示了不同类型城市销售类假药犯罪防控

及治理的理论依据。低位型城市的数量与分布虽均处于首位,但低位型城市具有更稳定的状态。因此,这揭示了销售类假药犯罪数量及分布的变化更取决于上升型、下降型与波动型这3类城市的变化。如上升型城市主要影响销售类假药犯罪的分布格局,而下降型城市主要影响销售类假药犯罪的数量变化;但波动型城市介于上升型城市和下降型城市之间,其与以上2类城市共同对销售类假药犯罪的数量及分布产生影响,即当波动型城市的销售类假药犯罪数量上升时,则与上升型城市共同作用,可能会改变中国销售类假药犯罪的地域分布格局;反之,当波动型城市的销售类假药犯罪数量下降时,则与下降型城市共同作用,可能会减少中国销售类假药犯罪的整体数量。因此,未来防控或治理销售类假药犯罪时,应当把控住下降型城市的下降趋势;同时应将上升型城市作为销售类假药犯罪的重点城市进行管控,努力抑制其上涨趋势,即更需注重北京、重庆、保定、太原、徐州和常州等犯罪隐患“新苗头”城市的风险防控以及侦察工作;而对于波动型城市,则应当向下降型城市学习,与下降型城市构建联合机制与合力,并成为减少销售类假药犯罪城市的动力之一。

(3) 本文结合词云解析对销售类假药犯罪案情进行定量和定性的解析。已有研究多基于二手犯罪数据(如统计数据等)进行探究,这可能较难全面弄清犯罪具体发展过程及真相,而与现实层面存在一定差距。本文基于中国裁判文书数据,通过高级检索对裁判文书中的销售类假药犯罪进行案情提取(包括案发地等),并结合文本分析技术提取词频,可使理论研究与防控策略制定更具合理性。

销售类假药犯罪的时空格局应是其涉及的犯罪者在社会环境等因素的影响或作用下做出决策的综合结果,加之也受限于篇幅和数据等方面的原因,本文还存在以下不足:虽已从城市执法力度、城市经济发展等方面浅析了中国销售类假药犯罪时空演化特征的原因,但还未对其时空演变的形成机理进行建模分析,也尚未基于更微观的尺度对销售类假药犯罪时空模式加以进一步挖掘,如考虑一些超大城市或直辖市的独特性,以及顾及在县域或乡镇尺度上销售类假药犯罪的聚集性等。此外,在分析假药犯罪的销售地时,也可以顾及其生产地,以及探究假药案件的生产地和销售地之间的网络关系、分布和演化规律等方面,这将极大地拓展假药

犯罪的研究内容。这些将在未来的研究中加以不断拓展与深化。

## 参考文献(References)

- [1] Gunasekera D. Counterfeit drugs: Fight fake reagents with digital tools [J]. *Nature*, 2017, 546: 474.
- [2] Liang B A, MacKey T K. Sexual medicine: Online risks to health: the problem of counterfeit drugs [J]. *Nature Reviews Urology*, 2012, 9(9): 480-482.
- [3] Moshoeshoe R J, Enslin G M, Katerere D R. An exploratory assessment of the legislative framework for combating counterfeit medicines in South Africa [J]. *Journal of Pharmaceutical Policy and Practice*, 2022, 15(1): 1-16.
- [4] 国家药品监督管理局. 2019年度药品监管统计年报 [DB/OL]. 2020-08-05 [2022-10-25]. <https://www.nmpa.gov.cn/zwgk/tjxx/tjnb/20200805110116109.html>. [National Medical Products Administration. 2019 annual drug regulatory statistical report. 2020-08-05 [2022-10-25]. <https://www.nmpa.gov.cn/zwgk/tjxx/tjnb/20200805110116109.html>. ]
- [5] 詹婧. 公安部部署开展打击防范涉疫苗犯罪专项行动,江苏等地公安机关成功侦破一起制售假新冠疫苗犯罪案件 [EB/OL]. 新华网, 2021-02-01 [2022-10-25]. [http://www.xinhuanet.com/2021-02/01/c\\_1127049662.htm](http://www.xinhuanet.com/2021-02/01/c_1127049662.htm). [The Ministry of Public Security has launched a special operation to combat and prevent vaccine-related crimes, and the public security authorities in Jiangsu and other places have successfully cracked a case of manufacturing and selling fake New Crown vaccines. Xinhuanet, 2021-02-01 [2022-10-25]. [http://www.xinhuanet.com/2021-02/01/c\\_1127049662.htm](http://www.xinhuanet.com/2021-02/01/c_1127049662.htm). ]
- [6] Gutorova N O, Pashkov V M, Soloviev O S. Illegal internet pharmacies as a threat to public health in Europe [J]. *Wiadomości Lekarskie*, 2021, 74(9): 2169-2174.
- [7] 张军. 最高人民检察院工作报告 [N]. 人民日报, 2022-03-16(2). [Zhang Jun. Work report of the Supreme People's Procuratorate. *People's Daily*, 2022-03-16(2). ]
- [8] 刘晓莉. 降低入罪门槛的当代价值探究: 以《刑法修正案(八)草案》对生产销售假药罪的修正为视角 [J]. *政治与法律*, 2011(1): 28-35. [Liu Xiaoli. Lower the threshold of sentence, restraint criminal law & its research. *Political Science and Law*, 2011(1): 28-35. ]
- [9] 袁春湘, 丁冬, 陈冲. 我国食品药品安全犯罪的治理: 2008—2012年全国法院审理食药犯罪案件的统计分析 [J]. *人民司法*, 2013(19): 47-51. [Yuan Chunxiang, Ding Dong, Chen Chong. Handling the crimes relating to our Country's safety of food and medicine. *People's Judica-*

- ture, 2013(19): 47-51. ]
- [10] 姚明, 郭玮, 吴天卉. 我国药品安全犯罪刑事惩治的困境与出路: 基于15668件司法裁判的实证分析 [J]. 盐城工学院学报(社会科学版), 2020, 33(3): 26-31. [Yao Ming, Guo Wei, Wu Tianhui. The dilemma and way out of the punishment of drug safety crimes in china: empirical analysis based on 15668 judicial judgements. Journal of Yancheng Institute of Technology (Social Science Edition), 2020, 33(3): 26-31. ]
- [11] Dégardin K, Roggo Y, Margot P. Understanding and fighting the medicine counterfeit market [J]. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, 2014, 87: 167-175.
- [12] Glass B. Counterfeit drugs and medical devices in developing countries [J]. Research and Reports in Tropical Medicine, 2014, 5: 11-22.
- [13] Shepherd M. Beef up international cooperation on counterfeits [J]. Nature Medicine, 2010, 16(4): 366. doi: 10.1038/nm0410-366.
- [14] Fernandez F M, Green M D, Newton P N. Prevalence and detection of counterfeit pharmaceuticals: A mini review [J]. Industrial & Engineering Chemistry Research, 2008, 47(3): 585-590.
- [15] 龙冬平, 柳林, 周素红, 等. 地理学视角下犯罪者行为研究进展 [J]. 地理科学进展, 2017, 36(7): 886-902. [Long Dongping, Liu Lin, Zhou Suhong, et al. Research progress of criminal behavior from the perspective of geography. Progress in Geography, 2017, 36(7): 886-902. ]
- [16] He Z, Deng M, Xie Z, et al. Discovering the joint influence of urban facilities on crime occurrence using spatial co-location pattern mining [J]. Cities, 2020, 99: 102612. doi: 10.1016/j.cities.2020.102612.
- [17] Breetzke G D, Polaschek D L L, Curtis-Ham S. Does crime count? Investigating the association between neighbourhood-level crime and recidivism in high-risk parolees [J]. Applied Geography, 2019, 102: 20-27.
- [18] 龙冬平, 刘丹红, 陈建国. ZG市街头抢劫者作案地选择及其影响因素研究 [J]. 地理研究, 2022, 41(5): 1422-1436. [Long Dongping, Liu Danhong, Chen Jianguo. An examination of crime location choice of street robbers and its influencing factors in ZG City. Geographical Research, 2022, 41(5): 1422-1436. ]
- [19] Andresen M A, Linning S J. The (in)appropriateness of aggregating across crime types [J]. Applied Geography, 2012, 35(1/2): 275-282.
- [20] 刘大千, 宋伟, 修春亮. 贝叶斯方法在犯罪时空格局研究上的应用: 以长春市为例 [J]. 地理科学, 2022, 42(5): 820-830. [Liu Daqian, Song Wei, Xiu Chunliang. Bayesian modeling for analyzing spatial and temporal pattern of crimes: A case study in Changchun, China. Scientia Geographica Sinica, 2022, 42(5): 820-830. ]
- [21] 王增利, 刘学军, 陆娟. 入室盗窃多尺度地理因子分析 [J]. 地理学报, 2017, 72(2): 329-340. [Wang Zengli, Liu Xuejun, Lu Juan. Multiscale geographic analysis of burglary. Acta Geographica Sinica, 2017, 72(2): 329-340. ]
- [22] 柳林, 姜超, 周素红, 等. 城市入室盗窃犯罪的多尺度时空格局分析: 基于中国H市DP半岛的案例研究 [J]. 地理研究, 2017, 36(12): 2451-2464. [Liu Lin, Jiang Chao, Zhou Suhong, et al. Spatial-temporal patterns of burglary at multiple scales: The case of DP peninsula in H city, China. Geographical Research, 2017, 36(12): 2451-2464. ]
- [23] Song G, Liu L, Bernasco W, et al. Testing indicators of risk populations for theft from the person across space and time: The significance of mobility and outdoor activity [J]. Annals of the American Association of Geographers, 2018, 108(5): 1370-1388.
- [24] 龙冬平, 岳瀚, 陈建国. 顾及时间效应的周围人口与视频监控对街头抢劫者作案地选择的影响研究 [J]. 地理科学进展, 2021, 40(10): 1716-1729. [Long Dongping, Yue Han, Chen Jianguo. Study on the impact of ambient population and surveillance cameras on street robbers' crime location choice considering time effect. Progress in Geography, 2021, 40(10): 1716-1729. ]
- [25] 柳林, 吴林琳, 宋广文, 等. 基于时空行为视角的犯罪地理创新研究框架 [J]. 地理研究, 2022, 41(6): 1748-1764. [Liu Lin, Wu Linlin, Song Guangwen, et al. An innovation research framework of crime geography based on spatio-temporal behavior perspective. Geographical Research, 2022, 41(6): 1748-1764. ]
- [26] 毛媛媛, 丁家骏. 抢劫与抢夺犯罪行为时空分布特征研究: 以上海市浦东新区为例 [J]. 人文地理, 2014, 29(1): 49-54. [Mao Yuanyuan, Ding Jiajun. Study of spatial-temporal patterns of robbery and snatch: A case study of Pudong New Area, Shanghai. Human Geography, 2014, 29(1): 49-54. ]
- [27] 赵梓渝, 刘大千, 肖建红, 等. 基于犯罪模式理论的犯罪出行空间特征与影响因素: 以长春市南关区扒窃为例 [J]. 地理研究, 2021, 40(3): 885-899. [Zhao Ziyu, Liu Daqian, Xiao Jianhong, et al. Spatial characteristics and influencing factors analysis of journey-to-crime based on crime pattern theory: A study of theft crime in Nangan District, Changchun. Geographical Research, 2021, 40(3): 885-899. ]
- [28] 龙冬平, 柳林, 陈建国, 等. 街头抢劫者前犯罪经历对其后作案地选择的影响 [J]. 地理科学进展, 2020, 39(5): 815-828. [Long Dongping, Liu Lin, Chen Jianguo, et al.



- Impact of prior crime experiences of street robbers on subsequent crime location choices. *Progress in Geography*, 2020, 39(5): 815-828. ]
- [29] Feng J, Liu L, Long D, et al. An examination of spatial differences between migrant and native offenders in committing violent crimes in a large Chinese city [J]. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 2019, 8(3): 119. doi: 10.3390/ijgi8030119.
- [30] 张延吉, 朱春武. 基于距离测度方法的犯罪活动与城市功能分布关系研究 [J]. *地理研究*, 2021, 40(2): 528-540. [Zhang Yanji, Zhu Chunwu. Exploring distribution relationship between criminal activities and urban functions using distance-based methods. *Geographical Research*, 2021, 40(2): 528-540. ]
- [31] He L, Páez A, Liu D. Built environment and violent crime: An environmental audit approach using Google Street View [J]. *Computers, Environment and Urban Systems*, 2017, 66: 83-95.
- [32] 柳林, 张春霞, 冯嘉欣, 等. ZG市诈骗犯罪的时空分布与影响因素 [J]. *地理学报*, 2017, 72(2): 315-328. [Liu Lin, Zhang Chunxia, Feng Jiaxin, et al. The spatial-temporal distribution and influencing factors of fraud crime in ZG city, China. *Acta Geographica Sinica*, 2017, 72(2): 315-328. ]
- [33] 朱冠宇, 陈鹏. 基于共同犯罪的犯罪人地域关系网络的空间演化及其影响因素: 以北京市诈骗案件为例 [J]. *地理科学进展*, 2020, 39(5): 792-803. [Zhu Guanyu, Chen Peng. Spatial evolution and influencing factors of criminals' cross-area co-offending network: An example of fraud in Beijing. *Progress in Geography*, 2020, 39(5): 792-803. ]
- [34] 李春雷, 任韧. 我国互联网食品药品经营违法犯罪问题研究 [J]. *中国人民公安大学学报(社会科学版)*, 2014, 30(4): 54-65. [Li Chunlei, Ren Ren. Internet food and drug business illegal crime research of China. *Journal of People's Public Security University of China (Social Sciences Edition)*, 2014, 30(4): 54-65. ]
- [35] 李钢, 王会娟, 谭然, 等. 中国拐卖儿童犯罪的时空特征与形成机制: 基于“成功案例”的管窥 [J]. *地理研究*, 2017, 36(12): 2505-2520. [Li Gang, Wang Huijuan, Tan Ran, et al. Spatiotemporal characteristics and formation mechanism of child trafficking in China based on "successful cases". *Geographical Research*, 2017, 36(12): 2505-2520. ]
- [36] 薛淑艳, 李钢, 马雪瑶, 等. 贵州省拐卖儿童犯罪的多维时空格局及影响因素研究 [J]. *地理研究*, 2020, 39(7): 1691-1706. [Xue Shuyan, Li Gang, Ma Xueyao, et al. The multidimensional spatio-temporal pattern and influencing factors of child trafficking in Guizhou Province, China. *Geographical Research*, 2020, 39(7): 1691-1706. ]
- [37] 项金桥, 高春东, 马甜, 等. 县域尺度中国网络诈骗时空分布特征研究 [J]. *地理科学*, 2021, 41(6): 1079-1087. [Xiang Jinqiao, Gao Chundong, Ma Tian, et al. Spatial-temporal distribution characteristics of cyber fraud in China on county scale. *Scientia Geographica Sinica*, 2021, 41(6): 1079-1087. ]
- [38] 严小兵. 中国省域刑事犯罪率的时空演变及机制研究 [J]. *地理科学*, 2013, 33(5): 529-537. [Yan Xiaobing. Spatio-temporal pattern of crime rates in China. *Scientia Geographica Sinica*, 2013, 33(5): 529-537. ]
- [39] Liu L. Progress and challenges of crime geography and crime analysis [M]// Li B, Shi X, Zhu A X, et al. *New thinking in GIScience*. Singapore, Singapore: Springer Nature Singapore Pte Ltd., 2021: 349-353.
- [40] Liu L. *GIS and crime analysis* [M]. Oxford, UK: Oxford University Press, 2021.
- [41] 陈屹立. 中国犯罪率的实证研究: 基于1978—2005年的计量分析 [D]. 济南: 山东大学, 2008. [Chen Yili. Empirical study on China's crime rates: An econometric analysis based on the period 1978-2005. Jinan, China: Doctoral Dissertation of Shandong University, 2008. ]
- [42] Ma X, Li G, Zhou J, et al. Family-to-family child migration network of informal adoption in China [J]. *Humanities and Social Sciences Communications*, 2020, 7(1): 1-11. doi: 10.1057/s41599-020-00542-7.
- [43] Messner S F, Anselin L, Baller R D, et al. The spatial patterning of county homicide rates: An application of exploratory spatial data analysis [J]. *Journal of Quantitative Criminology*, 1999, 15(4): 423-450.
- [44] 范斐, 杜德斌, 李恒, 等. 中国地级以上城市科技资源配置效率的时空格局 [J]. *地理学报*, 2013, 68(10): 1331-1343. [Fan Fei, Du Debin, Li Heng, et al. Spatial-temporal characteristics of scientific and technological resources allocation efficiency in prefecture-level cities of China. *Acta Geographica Sinica*, 2013, 68(10): 1331-1343. ]
- [45] 王劲峰, 葛咏, 李连发, 等. 地理学时空数据分析方法 [J]. *地理学报*, 2014, 69(9): 1326-1345. [Wang Jinfeng, Ge Yong, Li Lianfa, et al. Spatiotemporal data analysis in geography. *Acta Geographica Sinica*, 2014, 69(9): 1326-1345. ]
- [46] 廖一兰, 王劲峰, 杨维中, 等. 传染病多维度聚集性探测方法 [J]. *地理学报*, 2012, 67(4): 435-443. [Liao Yilan, Wang Jinfeng, Yang Weizhong, et al. A study on detecting multi-dimensional clusters of infectious diseases. *Acta Geographica Sinica*, 2012, 67(4): 435-443. ]
- [47] Wang J F, Guo Y S, Christakos G, et al. Hand, foot and

- mouth disease: Spatiotemporal transmission and climate [J]. *International Journal of Health Geographics*, 2011, 10: 1-10. doi: 10.1186/1476-072X-10-25.
- [48] Yu D, Liu G, Guo M, et al. An improved  $k$ -medoids algorithm based on step increasing and optimizing medoids [J]. *Expert Systems with Applications*, 2018, 92: 464-473.
- [49] 刘鹏华, 姚尧, 梁昊, 等. 耦合卡尔曼滤波和多层次聚类的中国PM<sub>2.5</sub>分布分析 [J]. *地球信息科学学报*, 2017, 19(4): 475-485. [Liu Penghua, Yao Yao, Liang Hao, et al. Analyzing spatiotemporal distribution of PM<sub>2.5</sub> in China by integrating Kalman filter and multi-level clustering. *Journal of Geo-information Science*, 2017, 19(4): 475-485. ]
- [50] 李海林, 郭崇慧. 时间序列数据挖掘中特征表示与相似性度量研究综述 [J]. *计算机应用研究*, 2013, 30(5): 1285-1291. [Li Hailin, Guo Chonghui. Survey of feature representations and similarity measurements in time series data mining. *Application Research of Computers*, 2013, 30(5): 1285-1291. ]
- [51] 宋辞, 裴韬. 基于特征的时间序列聚类方法研究进展 [J]. *地理科学进展*, 2012, 31(10): 1307-1317. [Song Ci, Pei Tao. Research progress in time series clustering methods based on characteristics. *Progress in Geography*, 2012, 31(10): 1307-1317. ]
- [52] Keogh E J, Pazzani M J. Derivative dynamic time warping [M] // Kumar V, Grossman R. *Proceedings of the 2001 SIAM international conference on data mining*. Philadelphia, USA: Society for Industrial and Applied Mathematics, 2001.
- [53] Marco C, Mathieu B. Soft-DTW: A differentiable loss function for time-series [C] // *Proceedings of the 34th International Conference on Machine Learning*. Sydney, Australia, 2017. doi: 10.48550/arXiv.1703.01541.
- [54] Sai L N, Shreya M S, Subudhi A A, et al. Optimal  $K$ -means clustering method using silhouette coefficient [J]. *International Journal of Applied Research on Information Technology and Computing*, 2017, 8(3): 335-344.
- [55] 陈屹立, 张卫国. 惩罚对犯罪的威慑效应: 基于中国数据的实证研究 [J]. *南方经济*, 2010(8): 41-50, 60. [Chen Yili, Zhang Weiguo. The deterrent effect of punishment on crime: An empirical research by Chinese data. *South China Journal of Economics*, 2010(8): 41-50, 60. ]
- [56] Hall D, Liu L. Cops and robbers in Cincinnati: A spatial modeling approach for examining the effects of aggressive policing [J]. *Annals of GIS*, 2009, 15(1): 61-71.

## Spatio-temporal evolution and regional types of China's sales-based counterfeit drug crimes

LONG Dongping<sup>1</sup>, XU Ming'en<sup>1,2</sup>, LIU Lin<sup>1\*</sup>

(1. Center of GeoInformatics for Public Security, School of Geography and Remote Sensing, Guangzhou University, Guangzhou 510006, China; 2. Credit Card Center of China Guangfa Bank Co., Ltd, Guangzhou 510613, China)

**Abstract:** Studies have shown that the illicit trafficking and consumption of counterfeit and substandard drugs have become one of the fastest-growing criminal enterprises during the past two decades globally. To date, China's counterfeit drug crime situation is exceptionally serious and there is an urgent need for its prevention and control in society, but geographic research in China has not covered this topic. Using data on 18203 sales-based counterfeit drug crimes in 367 cities in China from 2014 to 2019, this study explored the spatio-temporal evolution and regional types of China's sales-based counterfeit drug crimes by Thiel index, Herfindahl index, exploratory spatial data analysis, *k*-medoids clustering algorithm, and word cloud analysis. The main findings can be summarized into four aspects. 1) China's sales-based counterfeit drug crimes have evolved in two phases: first, the rise in sales-based counterfeit drug crime from 2014 to 2015 and the increase in inter-city differences; second, its decline after 2016 and the weakening of inter-city differences. 2) China's sales-based counterfeit drug crimes gradually spread from the southeastern coastal areas to the northern and central regions and evolved from a single-core or dual-core clustered distribution form to a multi-core diffusion distribution form and constitutes a more obvious "herringbone" band distribution pattern. 3) The spatial autocorrelation of China's sales-based counterfeit drug crimes is significant, and the clustering is unstable, with the migration and diffusion of high-high and low-high clustering areas, and showing a simultaneous clustering in the northern and central regions consistent with the overall pattern of sales-based counterfeit drug crimes. 4) In China's urban system, the changes in sales-based counterfeit drug crimes can be divided into four regional types, including rising cities, falling cities, fluctuating cities, and low-level cities, and the number and distribution of cities in each type are significantly different. For example, rising cities are mainly concentrated in the northern region, including Baoding, Taiyuan, and Beijing; falling cities are mainly distributed in Guangdong Province, including Guangzhou, Shenzhen, Zhuhai, Foshan, Jiangmen, and Zhongshan; fluctuating cities are concentrated in Jiangsu and Zhejiang Provinces, the central China plains, the Northeast, and the western region; and low-level cities are the most numerous and widely distributed. These findings are informative for crime prevention and social governance. For example, in cities of rising crime, we can strengthen the supervision of the online purchase and logistics of beauty and health supplement drugs; in cities of falling crime, we can focus on investigating the sales of special effect or specialty drugs in physical stores; in cities of fluctuating crime, we can promote and establish a collaborative mechanism to jointly combat sales-based counterfeit drug crimes. This study contributes to filling the gap in crime geography in China on counterfeit drug crime research.

**Keywords:** sales-based counterfeit drug crimes; regional types; inter-city difference; *k*-medoids clustering; China