

# 基于风险地形建模的毒品犯罪风险评估和警务预测

张 宁,王大为\*

(中国人民公安大学犯罪学学院,北京 100038)

**摘 要:**犯罪具有明显的时空特征,研究犯罪问题离不开时间和空间维度分析,以及产生犯罪的社会、地理、生态、环境等因素。风险地形建模是美国学者研发的空间风险评估和警务预测技术,已在全球六大洲45个国家和美国35个州得到了独立测试和验证,被广泛应用于警务预测、国土安全、交通事故、公共医疗、儿童虐待、环境污染、城市发展等多个领域。在毒品、纵火、爆炸、强奸、抢劫、盗窃等犯罪研究领域更是取得了显著成果。本文运用犯罪热点分析和风险地形建模,以长三角地区N市毒品犯罪为研究对象,对该市2015年毒品犯罪的危险因子、空间盲区、风险地形进行分析,探索毒品犯罪的生成机理和演化规律,并对2016年毒品犯罪进行预测。研究结果表明,N市毒品犯罪呈现明显的犯罪热点和冷点;出租屋、酒店、车站、ATM机、停车场、娱乐场所、城市快速路、网吧是N市毒品犯罪的风险性因素。风险地形建模能较好地预测毒品犯罪。公安机关禁毒部门应据此进行严密管控,逐步限制、消除犯罪产生地、犯罪吸引地、犯罪促进地的生存土壤和条件。

**关 键 词:**毒品犯罪;热点分析;风险地形建模;风险评估;警务预测

## 1 引言

毒品犯罪起因复杂、蔓延迅速、后果严重、影响广泛,已成为各国政府及国际组织高度重视的重大社会问题。据联合国毒品与犯罪办公室2015年报告显示,全球每年约有2.5亿吸毒者,其中有20.7万例与吸毒有关的死亡案例(United Nations Office on Drugs and Crime, 2016)。根据中国国家禁毒委员会办公室发布的《2017中国禁毒报告》,2016年共破获毒品刑事案件14万起,查处有吸毒行为的人员100.6万名。报告指出,截至2016年底,中国有吸毒人员250.5万名,吸毒人员低龄化特征明显。由于各类新型毒品相对容易取得,加上年轻人求新、求异、求奇等因素及虚幻世界诱惑,毒品防控工作面临着新挑战。毒品犯罪常与暴力、卖淫、赌博、艾滋病、贫困、青少年、家庭破裂等紧密相连。Gorman等(2004)通过最小二乘法研究发现,毒品犯罪密度

可以解释全部暴力犯罪71%的变异。Caeti(1999)在1994-1996年与休斯顿警察局合作针对毒品犯罪进行了一项实验研究,透过官方资料及实地观察结果选定7个犯罪率较高的犯罪热区,并采用提高见警率、犯罪零容忍政策以及问题导向警务,研究发现,实验组随着毒品犯罪率的下降,抢夺、盗窃犯罪均较控制组显著下降。此外,毒品犯罪作为无被害人犯罪,还与有组织犯罪、黑社会犯罪相互交织、相互渗透、互为促进。全球黑社会组织与毒品犯罪集团正以不同形式联手,成为威胁全球的不安定因素,对人类的生存与发展构成严重挑战。

许多研究证实,犯罪地点在城市空间上并非随机分布,而呈现一定集聚性(Chainey et al, 2005; 刘建宏, 2012; Santos et al, 2012)。如能阻止这些热点地区的犯罪活动,就可有效减少社会的总体犯罪活动。美国泽西市毒品市场分析计划、费城摧毁街角毒品犯罪计划均取得较好的效果。泽西市犯罪转

收稿日期:2017-07-20;修订日期:2017-12-26。

基金项目:交通运输部长江局科技项目(201710012) [Foundation: Changjiang River Administration of Navigational Affairs in Ministry of Transport of the People's Republic of China's Technology Project, No.201710012]。

作者简介:张宁(1979-),男,江苏盱眙人,博士研究生,主要从事风险评估、警务预测、犯罪地理分析与模拟仿真研究,E-mail: 709626991@qq.com。

通讯作者:王大为(1959-),男,北京人,博士,教授,博士生导师,主要从事有组织犯罪、毒品犯罪、刑事被害人学研究,E-mail: wdw\_ppsuc@163.com。

引用格式:张宁,王大为. 2018. 基于风险地形建模的毒品犯罪风险评估和警务预测[J]. 地理科学进展, 37(8): 1131-1139. [Zhang N, Wang D W. 2018. Drug-related crime risk assessment and predictive policing based on risk terrain modeling[J]. Progress in Geography, 37(8): 1131-1139.]. DOI: 10.18306/dlkxjz.2018.08.012

移和扩散干预研究项目实施后,犯罪热点的贩毒活动减少了58%(Braga et al, 2014)。随着地理信息系统(Geographic Information System, GIS)的迅速普及与发展,国外学者开始以犯罪时空为视角,分析犯罪的分布、集聚、转移、变化等特征和规律,以及犯罪的生成机理和演化扩散规律,并取得一定的成效。在中国,随着公安部“金盾工程”二期建设的顺利推进,中国各地公安机关相继开发应用警用地理信息系统(Police Geographic Information System, PGIS)。但从目前的实际运用来看,各地各部门大多仍停留在简单的储存、展示、查询、制表等功能,地理信息系统强大的空间分析功能没有得到充分挖掘和应用。如何将地理信息系统与大数据、机器学习、人工智能、警务预测充分融合,必将成为进一步深化警用地理信息系统应用的重要课题。伴随着科技进步与物联网、云计算、社群媒体、智能手机及大数据分析逐渐盛行,如何透过风险地形建模和警务预测系统,对大量的数据进行统计、比对、解析,以得出较客观化、科学化、精准化的分析结果,对日益加剧的毒品犯罪进行有效的预测、预警、预控,将是当前乃至今后很长一个时期非常重要的研究课题之一。当前中国毒品流通渠道泛滥,若能掌握毒品犯罪空间分布形态并加以分析,针对易发生施用或交易毒品热点,探究其区域特性,并采取相应的防控措施,对于打击和抑制日益加剧的毒品犯罪具有重要作用。

## 2 文献综述

在犯罪学研究领域,研究犯罪现象的空间发生、发展和分异规律以进行预防和控制犯罪的科学是犯罪地理学。犯罪地理中的人地关系,主要研究不同的地形、土壤、资源、生态等地理环境因素,对长期生活该地域的人们的思想、性格、意志、行为的影响。不同区域的人文地理环境和自然地理环境,因其地理区位、资源禀赋、人口密度、发展类型、经济条件、传统习惯、人际关系及社会控制机制等条件的不同,便会产生不同的犯罪现象,如沿海或边境地区易发生走私贩卖毒品犯罪,而城市中心或商业地带则易发生吸食毒品犯罪。因此,在研究犯罪问题或制定犯罪预防策略时,区域地理环境是不可忽略的因素。关于毒品犯罪的犯罪地理分析,国内外学者做了大量的研究。美国学者 Weisburd 等(2000)对新泽西州泽西市毒品热点犯罪与失序的研

究发现,56个毒品犯罪热点仅占本市4.4%的街区,但却发生了近20%的失序犯罪和14%的人身犯罪。Braga等(2014)认为,某些地区较多的犯罪机会吸引了毒品交易的双方,从而维持了毒品市场的运行。例如,缺乏适当照明的区域、废弃建筑物周围、交通要道出入口处和缺乏警力控制地区等都为毒品交易提供了理想的场所。Barnum等(2016)运用风险地形建模方法分析芝加哥等地毒品犯罪,发现贩卖毒品犯罪和以下风险性因素显著相关:加油站、零售和餐饮行业、巴士站、酒吧、酒店等。中国学者何志雄等(2004)通过对342名戒毒人员进行问卷调查发现:第一次吸毒的地点中,酒店占20.37%,娱乐场所占10.49%;毒品黑市和高危地点的存在是导致吸毒行为发生的社会因素之一。肖汉等(2013)采用层次分析法建立融合GIS的犯罪概率模型,确定时间距离、犯罪率、人口数量、警察、地理环境和被害人职业等6个因素为影响犯罪地点的因素,预测犯罪人最可能实施下一次犯罪的地点。陈鹏等(2011)提出基于主体模拟、具有信息反馈机制的时空犯罪热点预测模型,模拟犯罪的时空变化,预测犯罪热点在时间和空间上的转移趋势。王利荣等(2016)通过实证研究毒品消费与供给之间的关系,分析了毒品犯罪消费主体、消费市场、毒品来源和供给链条。叶碧翠(2016)采取平均最近邻分析和核密度估计,研究台北市少年及成人施用第三、四级毒品犯罪热区,比较2012-2014年毒品犯罪趋势变化。林大为(2014)以台北市中山区2011-2012年1816件毒品犯罪为例,利用时空分析方法,探寻该区毒品犯罪者基本属性、毒品犯罪的热点时段,以及空间分布与发展趋势。

综上所述,国内外学者对毒品犯罪进行了多层次、广视角的研究,这些有益探索为毒品犯罪的治理奠定了良好基础。但以往研究有的主要侧重于对数据的描述性分析,而对空间数据探索性分析、验证性分析不够;有的只研究毒品犯罪空间的分布、集聚、转移、变化等基本特性,无法反映犯罪热点变化的内在机制和演化规律;有的研究太依赖以往的犯罪数据,致使警务预测的精确性不够;有的将研究区视为均值、静态的模型,忽视空间的依赖性和空间的异质性,导致模型的解释力受到影响。毒品犯罪问题一直是政府及社会大众关注的焦点,毒品犯罪的特征、原因、对策,以及司法处遇等问题均受到广泛的重视,唯独毒品犯罪的空间分析长期受到冷落或忽视。国外犯罪学理论强调犯罪的发

生与地理空间环境息息相关,中国的毒品犯罪是否也存在犯罪热点与犯罪冷点? 毒品犯罪是否也具有从一开始的犯罪产生地,逐渐转变为犯罪吸引地、犯罪促进地的生成机理、动力机制和演化规律? 毒品犯罪有哪些危险因子、空间盲区、风险地形? 对毒品犯罪如何精准预测、预警和预控? 这些问题均值得深入探讨。

风险地形建模(Risk Terrain Modeling, RTM)理论受环境犯罪学、犯罪地理学、犯罪生态学、犯罪制图学理论的启发,以犯罪产生地、犯罪吸引地、犯罪促进地,急性犯罪热点、慢性犯罪热点,以及边界带假说、变化性假说、局部控制假说等理论为基础。随着警用地理信息系统与互联网、物联网、人联网技术的融合发展,风险地形建模系统地实现了经验归纳、统计分析、犯罪制图等传统犯罪分析方法与空间数据探索、空间分析建模、犯罪动态推演等前沿科技应用的融会贯通,对犯罪学理论和实践的进一步拓展与深化起了重要的整合作用。犯罪空间构成了继犯罪主体、犯罪客体、犯罪行为之后的犯罪研究第四维,风险地形建模可进一步提高犯罪预测、预警、预控的科学性和精准度,有利于公安机关因地制宜进行动态勤务规划和静态警务资源部署。一是犯罪深受生态、空间、地理、环境等因素影响,以及空间样态、空间关系、空间氛围之间的相互影响与相互作用。相较于人、案、组织的可变性、阶段性和不确定性,地、物、环境等要素相对呈现时空上的稳定性。二是风险地形建模是一个评估地理环境因素在多大程度上有助于促进犯罪的风险评估方法和警务预测技术。同以往时空分析、热点分析、空间回归、邻近重复等犯罪预测分析方法不同,风险地形建模最大的优势在于其不完全依赖于公安机关的历史犯罪数据,而是根据犯罪与风险性因素位置、距离、方向、路径等空间相互作用关系,探测脆弱性环境、风险性因子及易犯罪空间。三是目前国内学者对犯罪地理的研究主要集中在中观尺度,对于城市内部微观尺度环境互动过程的特征研究还很欠缺,这将是未来国内犯罪地理的发展方向之一(姜超等, 2014)。风险地形建模技术与方法集成了环境犯罪学、犯罪地理学、犯罪生态学、犯罪制图学等理论,把位置、距离、方向、路径作为核心概念,从空间样态、空间关系、空间氛围等属性出发,分析微观尺度犯罪行为的生成机理、动力机制及演化规律。四是风险地形建模已在全球六大洲45个国家和美国35个州得到了独立测试和验证,被广泛

应用于警务预测、国土安全、交通事故、公共医疗、儿童虐待、环境污染、城市发展等多个领域(Caplan et al, 2016),在毒品、纵火、爆炸、强奸、抢劫、盗窃等犯罪研究领域更是取得了显著成果(Caplan et al, 2011)。美国学者 Hollernan 等(2013)将风险地形建模应用于新泽西州劳伦斯的住宅盗窃犯罪研究,发现住宅盗窃与巴士站、车辆和可疑人员等风险因素存在显著的相关性。Gaziarifoglu 等(2014)通过风险地形建模对纽瓦克市街头抢劫犯罪地点进行预测,研究结论显示,公共汽车站、银行、毒品逮捕和卖淫拘捕的位置结合使抢劫犯罪发生的可能性增加了127%。总之,研究表明,风险地形建模的理论与技术比其他传统的犯罪预测技术更相对科学、行之有效、操作简捷、经济适用。

### 3 数据与方法

#### 3.1 研究区域及数据

研究区N市地处长江三角洲地区,面积超过6000 km<sup>2</sup>,常住人口800余万,地处南方经济发达地区与北方经济欠发达地区的结合部,具有衔接大城市和广大农村的重要功能,同时N市面积较大、人口较多,城市不同板块差异性明显。N市具有经济水平和发展阶段的差异性、空间样态和空间氛围的异质性,以及犯罪行为和犯罪环境的多样性等特征。毒品犯罪数据来自于N市公安机关禁毒部门,本文的毒品犯罪包括走私、贩卖、运输、制造、容留他人吸食、非法持有毒品罪等。地理空间信息数据来自国家地理信息数据库、N市2016年统计年鉴和国土资源管理部门。N市2015年毒品犯罪数据经过地址匹配后,匹配率为96.25%,2016年匹配率为98.36%,表示此空间匹配数据具有效度,在空间分析中不会发生因数学运算而造成任意显著等现象。

#### 3.2 研究方法

“犯罪热点分析三性”中的犯罪集聚性、热点稳定性及犯罪转移性是犯罪空间研究无法绕开的3种特性,其中,犯罪集聚性是第一特性(单勇, 2016)。犯罪空间分布如不呈现集聚性,而呈分散或随机分布模式,那么,犯罪空间统计、空间计量、空间建模、空间分析就没有实质意义。因此,犯罪空间分布模式分析和犯罪空间热点探测是犯罪空间风险评估、警务预测的前导性、基础性、必要性的研究工作。

犯罪空间分布模式分析是根据犯罪案件的地理位置分析其分布、发展及变化的特征和规律,是

犯罪数据空间探索性分析主要方法之一,一般分为全局分析和局部分析两种。全局分析方法主要包括距离分析、K函数分析、G函数分析、F函数分析、样方分析等。局部分析方法目前主要有Getis-Ord  $G_i^*$ 、Moran散点图、局部Moran's  $I$ 等。犯罪空间热点探测是指通过某种方法识别犯罪高发且彼此分离的区域,主要方法包括核密度估计、层次聚类法、分割法等(邓敏等, 2015)。平均最近邻分析(Average Nearest Neighbor Analysis, NNA)和Ripley's K函数分析都是距离分析的方法,用于识别全局研究区域犯罪点数据的空间分布模式。由于全局分析未考虑局部研究区域的空间外部性、空间依赖、空间外溢以及区域特性的影响,容易导致模型设定上出现偏误,因此需结合局部分析进一步进行犯罪空间分布模式分析(陆娟等, 2012)。本文采用了局部Getis-Ord  $G_i^*$ 分析方法,用于在相邻要素的环境下对每个犯罪点要素进行评估,然后将局部情况与全局情况进行比较,识别具有统计显著性的高值(犯罪热点)和低值(犯罪冷点)。在空间分布模式分析的基础上,本文运用核密度估计法(Kernel Density Estimation, KDE)进行犯罪热点探测。虽然核密度估计和Getis-Ord  $G_i^*$ 统计分析均可探测热点,但核密度分析利用犯罪点数据探测热点,而Getis-Ord  $G_i^*$ 统计分析则以网格为地理单元探测热点,上述两种热点探测方法可起到互为补充、相互印证作用。

综上,本文首先对N市2015年度毒品犯罪进行了犯罪时空描述性分析、空间分布模式分析和犯罪空间热点探测,在确定N市2015年毒品犯罪存在犯罪集聚、犯罪热点、犯罪冷点的基础上,再分别进行风险因子评估、风险地形建模和警务预测。风险评估、风险地形建模和警务预测运用了风险地形建模的技术与方法。本文利用风险地形建模诊断(Risk Terrain Modeling Diagnostics, RTMDx)工具,对N市2015年毒品进行风险评估、建立风险地形模型,对2016年毒品犯罪进行预测,通过2016年实际发生的毒品案件对风险地形建模的拟合优度和毒品犯罪预测的准确率进行测试。通过对犯罪热点分析与风险地形建模进行比较研究,寻找评估和预测毒品犯罪最佳技术与模型。

## 4 结果与分析

### 4.1 对N市2015年毒品犯罪时空的探索

据统计,2015年N市毒品犯罪案件中容留他人

吸毒案占54.27%,贩卖毒品案占35.02%,非法持有毒品案占10.24%,运输毒品案占0.35%,其他占0.12%。

(1) 时间描述性分析。犯罪在时间分布上,通常可以分为分散、集中、热点3种模式。本文将N市2015年毒品犯罪发生时间依日期和时段加以区隔。2015年N市毒品犯罪多集中在1-3月份,其中以3月份最高;具体发案时间多发生在20:00-1:00,以0:00-1:00发案率最高。

(2) 空间描述性分析。利用N市2015年毒品犯罪资料和GIS进行犯罪地图制作,以可视化方式呈现毒品犯罪的空间分布及集聚状况。透过GIS犯罪制图和空间分析,发现N市2015年毒品犯罪呈现明显集聚特征,大量毒品犯罪集中于城市中心区域。

### 4.2 对N市2015年毒品犯罪热点的分析

(1) 分布模式分析。犯罪空间分布形态一般分为3种:即集聚、分散、随机等类型。最近邻指数 $R$ 是样本最近邻距离均值与随机分布最近邻距离均值的比值。若 $R$ 值为1,代表该样本空间上为随机分布;若大于1,代表该样本空间上为分散分布;若小于1,则代表样本空间上为集聚分布。由图1平均最近邻分析结果显示,N市2015年毒品犯罪 $R$ 值为0.17, $R$ 值小于1,且 $P$ 值小于0.001。因此,N市2015年毒品犯罪属集聚状空间分布模式。

由于最近邻分析只考虑到犯罪地点最近邻点之间的地理空间距离,为避免误判,本文同时用Ripley's K函数进行分析。K函数不仅考虑到与最近邻点之间的地理空间距离,同时也计算不同距离范围内所涵盖的所有犯罪地点的点数量。随着计算距离的增大,各犯罪地点所具有的相邻要素数也会越来越多,使得K函数值变得相当大。因此,本文将K函数数值转为L函数,并透过L函数的计算,在任何搜寻距离下,只要L函数的观察值大于期望值,则偏向集聚分布;反之,则偏向离散分布。由图2所示,N市2015年毒品犯罪形态,L函数的观察值大于期望值,结果显示,在不同距离的集聚程度均超过95%的置信区间。综上,N市2015年毒品犯罪分布呈现集聚的空间分布形态。

(2) 犯罪热点分析。犯罪热点分析作为空间数据探索分析的一个重要分支,对于揭示犯罪空间的分布、集聚、转移、变化趋势等具有非常重要的作用。本文利用Getis-Ord  $G_i^*$ 作为犯罪热点分析工具,对N市2015年毒品犯罪进行热点分析,Getis-Ord  $G_i^*$ 是用于检验局部是否存在统计显著的高值

和低值,分析输出结果为Z值(Z得分)。若Z值为正,Z值越大,聚类高值就越高;若Z值为负,Z值越小,聚类的低值就越低。从图3可以看出,N市2015年毒品犯罪Z统计量在0.01水平上检验显著,不仅反映了单个网格与周围网格犯罪分布的集聚程度,也反映了犯罪热点区域在整个网格中的空间分布特征。同时,还采用核密度估计方法,该方法的基本思想为:犯罪案件在点密度高的区域发生的概率大;反之,在点密度低的区域发生的概率小。采用核密度估计方法,在N市研究范围内建立均匀网络,以每个网格中心点透过搜寻半径方法建立搜寻范围,估算毒品犯罪案件发生地点在空间上的密度,透过选择不同带宽及多次测试结果,最后根据案例确定最合适核密度图(图4)。通过Getis-Ord  $G_i^*$

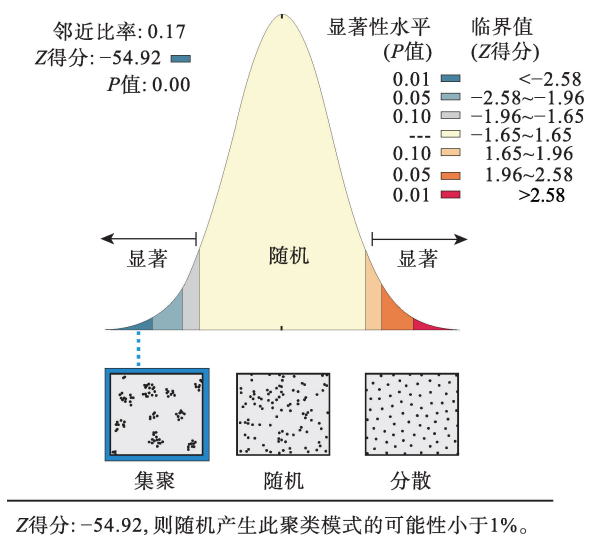


图1 2015年N市毒品犯罪平均最近邻分析

Fig.1 Average nearest neighbor analysis of drug crimes in N City, 2015

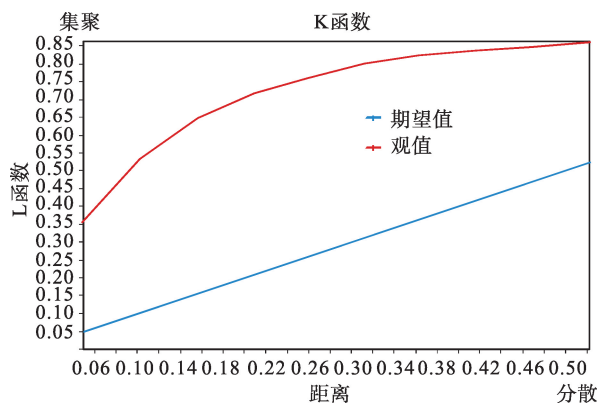


图2 2015年N市毒品犯罪的K函数及L函数

Fig.2 K function and L function of drug crimes in N City, 2015

和核密度估计分析,N市2015年毒品犯罪呈现明显犯罪热点和犯罪冷点。

4.3 N市2015年毒品犯罪风险地形建模

风险地形建模由美国罗格斯大学公共安全中心Caplan等(2011)开发应用。风险地形建模是一种风险评估和警务预测技术,分别由空间影响、空间推理和空间情报等概念构成,其支持以下3个命题:一是所有的地点都存在风险,但是由于犯因性特征的空间影响不同,一些地点的风险高于其他地点。二是犯罪出现的地点大都具有较高的环境脆弱性,这是基于多个犯因性特征空间影响因素综合作用的结果。三是风险地形是对整个区域地理环境的脆弱性和犯罪暴露的综合评估,警方可以根据风险程度进行犯罪情报分析,并根据紧急程度和发展态势作出战略规划和战术行动。风险地形建模主要有3个环节、10个具体操作步骤。其核心思想是将研究区划分为若干个网格,运用RTMDx软件分别

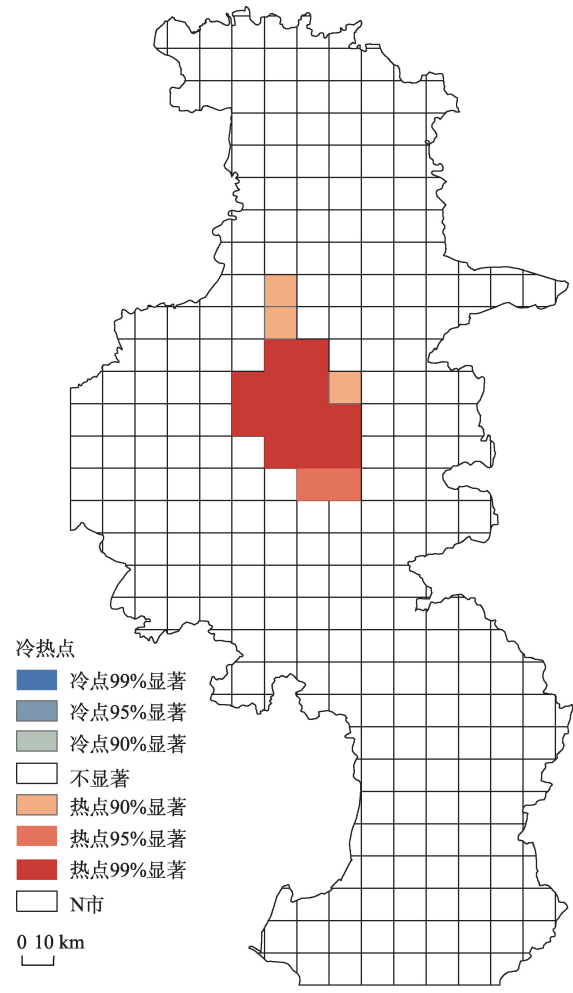


图3 2015年N市毒品犯罪  $G_i^*$  热点分析图

Fig.3 Drug crime  $G_i^*$  hotspot analysis chart for N City, 2015

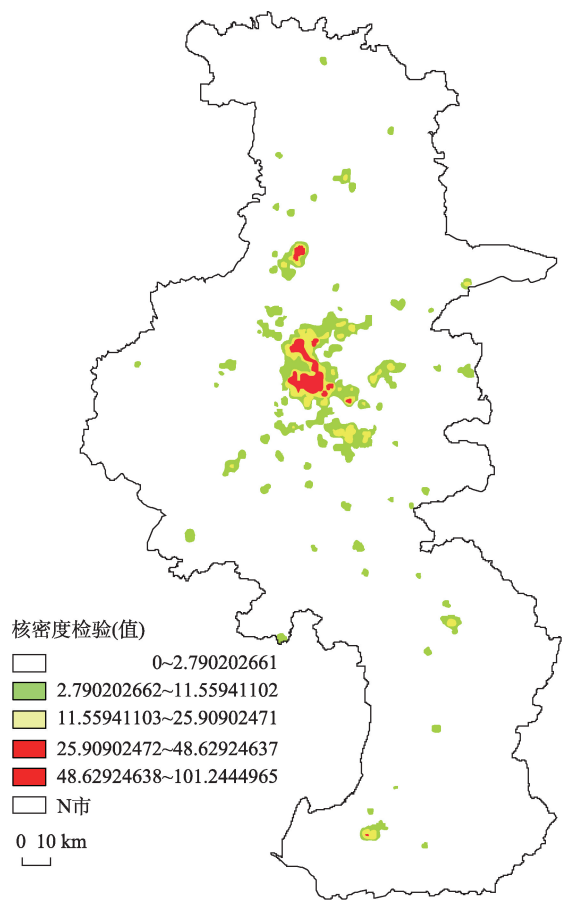


图4 2015年N市毒品犯罪核密度分析图  
Fig.4 Kernel density analysis of drug crimes in N City, 2015

分析一定区域内的各种风险因素,并将每种风险因素由独立的图层显示,最后将所有风险图层通过ArcGIS叠加后生成综合的风险地形图。综合风险地形图与特定的犯罪相关联,风险值越高则该区域发生犯罪的可能性就越大。

本文将影响N市2015年毒品犯罪风险性因素分为4大类25个小类,其中4大类分别为:生产基础设施、商业基础设施、社会基础设施和社会控制机构。所有的空间数据统一投影并进行空间配准,通过位置、地点、街长、面积等空间参数的量算,将N市划分为107042个网格。回归过程中确定了N市毒品犯罪最佳拟合风险地形模型是一个负二项Ⅱ模型,保留了初始25个风险项因素中的8个变量。根据贝叶斯信息准则(Bayesian Information Criterion, BIC),在双向逐步回归的过程中,利用期望值和修正概率做出最优决策,最后构建最优模型,BIS得分为8571.7分。表1是N市毒品犯罪的最优风险地形模型,其中包括8个风险因素,以及相对应的空间影响、系数和相对风险值。最具影响力的风险因素

表1 最佳风险地形建模模型设定

Tab.1 Optimized risk terrain modeling (RTM) model specifications

风险因素	空间影响/m	系数	相对风险值
出租屋	250(P)	3.261	26.08
酒店	1500(P)	0.8946	2.45
车站	500(P)	0.8596	2.36
ATM机	1250(P)	0.7697	2.16
停车场	1500(P)	0.6369	1.89
娱乐场所	1500(D)	0.5337	1.71
城市快速路	1500(D)	0.3932	1.48
网吧	750(P)	0.3264	1.39

说明: 1.BIC得分=8571.7; 2.P(Proximity)代表邻近、D(Density)代表密度; 3.模型中所有变量的P值均小于0.01。

是出租屋,相对风险值为26.08(意味着其风险是相对风险值为1的因素的26.08倍);其次酒店相对风险值为2.45;此外,车站、ATM机周边、停车场、娱乐场所、城市快速路、网吧的相对风险值分别为2.36、2.16、1.89、1.71、1.48和1.39。

4.4 模型测试

为测试模型拟合优度,本文采用二元逻辑回归分析评估风险地形模型的预测效率,分析结果显示:每增加一个单位的风险,毒品犯罪案件发生的可能性增加12%(P值<0.001)。经过空间自相关指数检测,没有空间自相关性,因此不存在空间滞后效应纳入分析过程中。将N市2015年毒品犯罪风险评估与警务预测的综合风险地图和公安机关提供的2016年实际毒品案件点图进行叠加,从图5可以看出,风险地形建模预测和2016年实际发生的案件高度精确拟合。为进一步比较风险地形模型和热点分析模型的预测效果,通过选择不同带宽、搜寻半径及多次测试结果,得到了相同的最佳参数。图6显示,RTM最高风险层(10%的区域)准确预测2016年54%的毒品案件,热点分析模型为38%;第二个风险层(20%的领域)预测76%的案件,热点分析模型为45%;第三个风险层(30%的区域)预测85%的案件,热点分析模型为56%;第四风险层(40%的区域)预测了2016年94%的毒品案件,热点分析模型为75%,风险地形模型只有69起案件未被预测到,而热点分析模型有285起案件未被预测到。

5 结论与讨论

本文采用犯罪空间分布模式分析、犯罪空间热点探测和风险地形建模,对N市2015年毒品犯罪进

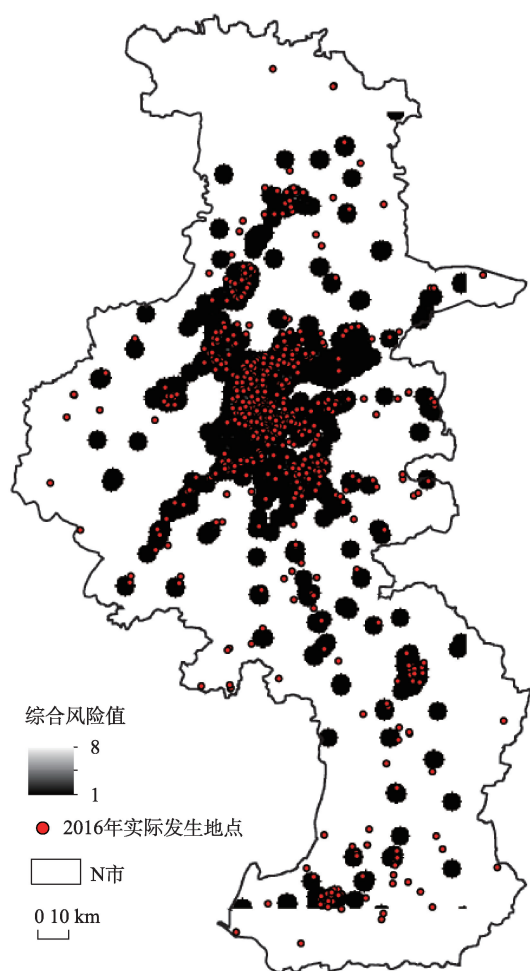


图5 RTM预测和2016年实际发生毒品案件地点叠加图  
Fig.5 Risk terrain modeling (RTM) risk estimation overlaid with 2016 actual cases

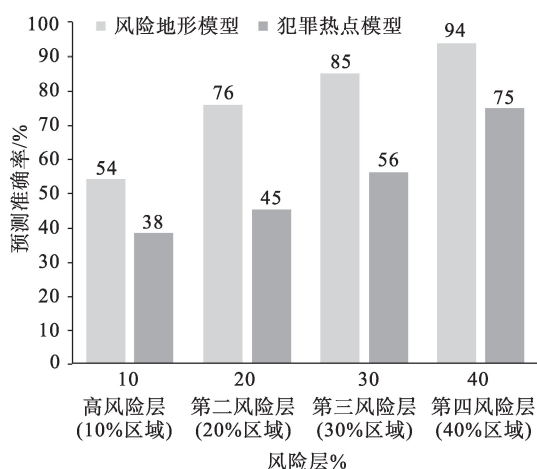


图6 风险地形模型预测与犯罪热点模型预测成功率对比图  
Fig.6 Risk terrain model prediction and crime hotspot model prediction success rate comparison chart

行风险评估,并对2016年实际发生犯罪进行预测。得出的主要结论如下:

(1) N市毒品犯罪呈集聚分布。采用平均最近邻分析、Ripley's K函数分析、Getis-Ord  $G_i^*$ 和核密度估计,通过犯罪制图和空间分析发现,N市毒品犯罪呈现明显空间集聚特征。结果符合犯罪热点理论,即犯罪在一定空间里不是随机分布,而是呈现一定的集聚性。因此,要建立以问题为导向的警务勤务机制,对毒品犯罪的生成机理、动力机制、发展规律加以分析,区别急性犯罪热点与慢性犯罪热点的差异,并结合管辖区域毒品犯罪预防资源,制定短期、中期、长期战略规划和战术行动,优化警务资源配置,动态调整勤务模式,精准打击犯罪目标。

(2) N市毒品犯罪热区的存在。N市毒品犯罪集聚于市中心一带,N市中心区域3个区是毒品犯罪热区。从地理环境来看,这3个区交通路网密集、顶级商圈环绕、特种行业林立、娱乐场所众多,因而可提供很多犯罪场所或机会,吸引潜在犯罪者前往该区域进行毒品犯罪,形成了N市毒品犯罪产生地、吸引地和促进地。研究结果符合犯罪学上的“二八定律”,即N市少部分地点发生了大部分犯罪。根据犯罪“二八定律”,应把毒品犯罪防控80%的资源用在关键的20%犯罪热点。对N市毒品犯罪的3个热区,公安机关应投入更多的警力和精力,逐步限制、消除犯罪产生地、犯罪吸引地、犯罪促进地的生存土壤和条件。

(3) 建立最优毒品犯罪风险地形模型。通过风险性因素评估和风险地形建模,出租屋、酒店、车站、ATM机、停车场、娱乐场所、城市快速路、网吧是N市毒品犯罪风险性因素。本文研究结果与风险地形建模理论相吻合,也与国外的一些实证研究结果基本相同。美国学者Barnum等(2016)通过分析芝加哥等地贩卖毒品犯罪发现,加油站、零售和餐饮行业、巴士站、酒吧、酒店是毒品犯罪的风险性因素。通过比较分析,巴士站、加油站、停车场、城市快速路口等城市交通节点,以及酒店、ATM机、娱乐场所等是毒品交易“易犯罪空间”和风险地域,是犯罪的发生地、吸引地和促进地。出租屋由于其较高的防卫性、隐蔽性和租住人员的流动频繁性,是贩卖和吸食毒品违法犯罪的犯罪热点。因此,要高度重视毒品犯罪风险性因素的空间相关性,一方面要扎实推进社区禁毒康复工作,对出租屋进行严密管控,掌握毒情动态,切实做好吸毒人员法制宣教、社会救助、就业培训、帮教转化等工作,逐渐缩小毒品

消费市场;另一方面,要加大对酒店、ATM机、娱乐场所、网吧等易涉毒场所的管控力度,加大重点车站、停车场、治安卡口、公安检查站毒品查缉力度,铲断毒品交易链条,堵住毒品流通管道,压缩毒品犯罪空间,建立健全信息化、数字化查缉机制和全方位、立体化查控体系。

(4) 风险地形建模具有较好的预测效果。风险地形建模是对整个区域地理环境的脆弱性和犯罪暴露的综合评估,研究结果表明,风险地形建模相对于热点分析技术,对N市毒品犯罪的预测更具准确性,最高风险层仅占10%的区域准确预测了2016年54%的毒品案件。所制作的风险地形地图对公安机关毒品犯罪防控体系建设来说,也更具有可操作性。在中国传统犯罪问题研究中,犯罪的空间探索、空间分析、空间决策和空间防控长期以来被学者所忽视。空间不仅是影响毒品犯罪的一个重要因素、分析毒品犯罪的一个独特视角,同时也是毒品犯罪防控的一条有效路径。风险地形建模将犯罪学传统理论与地理信息系统先进技术有机结合,不仅拓展了犯罪学的研究视野和空间,也进一步强化了犯罪分析的科学性、多样性和精确性。

本文将风险地形建模引入毒品犯罪风险评估和警务预测仅仅是初步探索,仍有不足之处,需要进一步完善与改进。主要表现在:一是少部分毒品犯罪案件是通过集中清查、巡逻盘查、卡口临检等方式查获,无法确认犯罪的确切地点,因此易造成研究的偏误。二是所获取的毒品犯罪数据仅包含发案时间、地点、事件、结果等基础性数据,但不包括涉毒者性别、年龄、教育程度、收入等人口统计学变量和毒品类型、毒品数量、犯罪情节、危害后果等各种因素,制约了研究深度向纵深发展和研究广度的横向拓展。三是由于毒品犯罪领域研究的特殊性,以及公安机关数据获得的相对困难性,导致本文不能以多年的、多地的、多犯罪类型的数据进行比较研究,这是本文的缺憾之处。但希望通过此文起到抛砖引玉的作用。对风险地形建模科学性与稳健性、本土化和普适性的验证,以及风险地形建模理论和应用的孕育、确立、嬗变与发展,还需要后续有更多学者参与研究。基于风险地形建模的风险评估和警务预测能否在各级公安机关落地生根、开花结果,也需要后续的研究进一步跟进。

#### 参考文献(References)

陈鹏,疏学明,袁宏永,等. 2011. 时空犯罪热点预测模型研究[J]. 系统仿真学报, 23(9): 1782-1786. [Chen P, Shu X

- M, Yuan H Y, et al. 2011. Research about spatial-temporal forecasting of crime hotspot[J]. Journal of System Simulation, 23(9): 1782-1786.]
- 邓敏,樊子德,刘启亮. 2015. 空间分析实验教程[M]. 北京: 测绘出版社. [Deng M, Fan Z D, Liu Q L. 2015. Experimental tutorial of spatial analysis[M]. Beijing, China: Surveying and Mapping Press.]
- 国家禁毒委员会办公室. 2017. 2016年中国毒品形势报告[EB/OL]. [http://www.nncc626.com/2017-04/06/c\\_129526120.htm](http://www.nncc626.com/2017-04/06/c_129526120.htm), 2017.4.6. [Office of China National Narcotics Control Commission. 2017. China drug situation report 2016[EB/OL]. [http://www.nncc626.com/2017-04/06/c\\_129526120.htm](http://www.nncc626.com/2017-04/06/c_129526120.htm), 2017.4.6.]
- 何志雄, 罗伟导, 丘志文, 等. 2004. 对吸毒原因的调查与分析[J]. 中国药物滥用防治杂志, 10(1): 20-23. [He Z X, Luo W D, Qiu Z W, et al. 2004. The survey and analysis of the causes of drug abusing[J]. Chinese Journal of Drug Prevention and Treatment, 10(1): 20-23.]
- 姜超, 唐焕丽, 柳林. 2014. 中国犯罪地理研究述评[J]. 地理科学进展, 33(4): 561-573. [Jiang C, Tang H L, Liu L. 2014. Review of crime geography in China[J]. Progress in Geography, 33(4): 561-573.]
- 林大为. 2014. 毒品犯罪时空热点分析: 以台北市中山区为例[J]. 警学丛刊, 45(3): 115-150. [Lin D W. 2014. Temporal and spatial hot spot analysis of drug crime: A case study of Zhongshan district of Taipei city[J]. Police Science Bimonthly, 45(3): 115-150.]
- 刘建宏. 2012. 国际犯罪学大师论犯罪控制科学(2)[M]. 北京: 人民出版社. [Liu J H. 2012. Master criminologist on the science of crime control: Vol.2[M]. Beijing, China: People's Publishing House.]
- 陆娟, 汤国安, 张宏, 等. 2012. 犯罪热点时空分布研究方法综述[J]. 地理科学进展, 31(4): 419-425. [Lu J, Tang G A, Zhang H, et al. 2012. A review of research methods for spatiotemporal distribution of the crime hot spots[J]. Progress in Geography, 31(4): 419-425.]
- 单勇. 2016. 基于热点稳定性的犯罪空间分布规律再认识[J]. 法制与社会发展, 22(5): 118-130. [Shan Y. 2016. A re-understanding of the distribution law of crime space based on hot spot stability[J]. Law and Social Development, 22(5): 118-130.]
- 王利荣, 揭萍. 2016. 毒品消费与供给关系实证分析: 以江西省毒情为样本[J]. 时代法学, 14(1): 8-21. [Wang L R, Jie P. 2016. Evidence study of the relationship between drug consumption and supply: Based on the drug analysis of Jiangxi[J]. Presentday Law Science, 14(1): 8-21.]
- 肖汉, 杜永慧, 徐金泽, 等. 2013. 融合GIS的犯罪概率模型及应用[J]. 北京大学学报: 自然科学版, 49(6): 1025-1030. [Xiao H, Du Y H, Xu J Z, et al. 2013. Integration of the GIS with criminal probability model and its application[J].

- Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis, 49 (6): 1025-1030.]
- 叶碧翠. 2016. 少年及成人施用第三、四级毒品犯罪空间初探: 以台北市为例[J]. 警学丛刊, 17(3): 57-88. [Ye B C. 2016. A preliminary study on the application of the third and level 4 drug related crime in juvenile and adult: A case study of Taipei city[J]. Police Science Bimonthly, 17(3): 57-88.]
- Barnum J D, Campbell W L, Troccio S, et al. 2016. Examining the environmental characteristics of drug dealing locations [J]. Crime & Delinquency, 6: 1-26.
- Braga A A, Papachristos A V, Hureau D W. 2014. The effects of hot spots policing on crime: An updated systematic review and meta-analysis[J]. Justice Quarterly, 31(4): 633-663.
- Caeti T J. 1999. Houston's targeted beat program: A quasi-experimental test of police patrol strategies[D]. Huntsville, TX: Sam Houston State University.
- Caplan J M, Kennedy L W. 2011. Risk terrain modeling compendium[M]. Newark, NJ: Rutgers Center on Public Security.
- Caplan J M, Kennedy L W. 2016. Risk terrain modeling: Crime prediction and risk reduction[M]. Berkeley, CA: University of California Press.
- Chainey S, Ratcliffe J. 2005. GIS and crime mapping[M]. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Gaziarifoglu Y, Kennedy L W. 2014. Applying risk terrain modeling to street robberies in Newark, NJ[J/OL]//ASC Annual Meeting. 2014-11-25 [2018-08-21]. [http://citation.allacademic.com/meta/p515712\\_index.html](http://citation.allacademic.com/meta/p515712_index.html).
- Gorman D M. 2004. Alcohol outlet density and violence: a geospatial analysis[J]. Alcohol & Alcoholism, 4(39): 369-375.
- Hollernan D, Gale R. 2013. An application of risk terrain modeling to residential burglary[J]. TCNJ Journal of Student Scholarship, 15: 1-9.
- Santos R B. 2012. Crime analysis with crime mapping[M]. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- United Nations Office on Drugs and Crime. 2016. UNODC annual report 2015[EB/OL]. <http://www.unodc.org/unodc/en/about-unodc/annual-report>.
- Weisburd D, Mazerolle L G. 2000. Crime and disorder in drug hot spots: Implications for theory and practice in policing [J]. Police Quarterly, 3(3): 331-349.

## Drug-related crime risk assessment and predictive policing based on risk terrain modeling

ZHANG Ning, WANG Dawei\*

(School of Criminology, People's Public Security University of China, Beijing 100038, China)

**Abstract:** Crime is the product of a certain time and space. Research on crime cannot be separated from temporal and spatial analyses, as well as social, geographical, ecological, environmental, and other factors that generate crime. Risk terrain modeling technology was developed by American scholars for spatial risk assessment and predictive policing. It has been independently proven and tested in over 45 countries across six continents around the world and 35 states in the United States. It has been widely used in many fields such as predictive policing, homeland security, traffic accidents, public health, child abuse, environmental pollution, and urban development. It has achieved remarkable results in the crime research area of drug, arson, explosion, rape, robbery, and theft. This study adopted crime hotspot analysis and risk terrain modeling to analyze the risk factors, spatial blind spots, and risk terrain of narcotics crimes in 2015 in N City of the Yangtze River Delta region, explored the mechanism and evolution of drug crimes, and made a prediction on N City 2016 drug crime trend. The results show that N City drug crime presents obvious crime hotspots and crime cold spots. Rental housing, hotels, railway stations, banks, parking lots, entertainment venues, urban expressways, and Internet cafes are drug risk factors in the city. Risk terrain modeling is effective in predicting drug crimes. The narcotics departments of public security organs should put more police and energy to gradually limit and eliminate the hotspots that generate, attract, and promote crime.

**Key words:** drug-related crime; hotspot analysis; risk terrain modeling; risk assessment; predictive policing