引文格式：张世伟,杨永斌,徐顺聪,等. 尼日利亚恐袭事件时空演化特征与驱动机制[J]. 地理空间信息, 2025, 23(7): 67-71. doi:10. 3969/j.issn. 1672-4623.2025.07.013

尼日利亚恐袭事件时空演化特征与驱动机制

张世伟[1]，杨永斌[1*]，徐顺聪[1]，刘利娜[1]
（1. 中国人民警察大学，河北 廊坊 065000）

摘　要：为揭示尼日利亚恐怖袭击事件的时空分布特征，利用标准差椭圆、空间自相关、新兴时空热点等方法研究了2011—2020年恐袭事件的时空格局演化，并利用地理探测器分析了恐袭事件驱动机制。研究结果表明：①恐袭事件的标准差椭圆呈现东北—西南向分布格局，重心呈先西南后北的移动特征，覆盖面积增加；②恐袭事件的全局自相关关系明显，局部自相关高—高聚类区稳定分布于东北部和中部地区；③恐袭事件的时空热点模式为东北部地区增强热点和中部地区振荡、分散热点，冷点以增强、持续和连续为主，分布在南、西、北部地区；④POI密度、路网密度、人口密度对恐袭的驱动力最强，各因子相互作用后解释力得到增强。

关键词：恐怖袭击；时空演变；驱动因子；地理探测器；尼日利亚
中图分类号：P237　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2025）07-0067-05

Spatio-temporal Characteristics and Driving Factors of Terrorist Attacks in Nigeria

ZHANG Shiwei[1], YANG Yongbin[1], XU Shuncong[1], LIU Lina[1]
(1. China People's Police University, Langfang 065000, China)

Abstract: To reveal the spatio-temporal distribution characteristics of terrorist attacks in Nigeria, we used the standard deviation ellipse, spatial autocorrelation, and spatio-temporal hotspots to study the spatio-temporal evolution pattern of terrorist attacks from 2011 to 2020, and used GeoDetector to analyze the driving factors of terrorist attacks. The results show that ①the standard deviation ellipse of terrorist attacks shows a northeast-southwest distribution pattern, and the center shows a southwest and then north movement, with a fluctuating increase in the coverage area. ②The global autocorrelation of terrorist attacks is significant, with local autocorrelation high-high clustering regions are located in the northeastern and central regions. ③The spatio-temporal hotspot patterns of terrorist attacks are enhanced hotspots in the northeastern region, and oscillating and scattered hotspots in the central region. The cold spots are mainly enhanced, continuous and sustained, and are distributed in the southern, western and northern regions. ④POI density, road network density, and population density have the strongest single-factor driving forces, and the explanatory power is enhanced by the interaction of factors.

Key words: terrorist attack, spatio-temporal evolution, driving factor, GeoDetector, Nigeria

恐怖主义是一种基于对某种政治、社会、经济或意识形态的抱怨，为达到另外一种政治目标而向无辜群众采取的暴力行为[1]。尼日利亚是非洲人口和经济第一大国，是我国在非洲的第一大工程承包市场、第二大出口市场、第三大贸易伙伴和主要投资目的地国，是“一带一路”倡议与中非合作的重要组成部分[2]。自中尼两国建交以来，双方在政治、经贸、文化等领域都有广泛的交流与合作，还在反恐、维和等国际事务领域开展合作，共同维护地区和世界的和平与稳定。1999年以来尼日利亚一直受到“博科圣地”等极端组织的威胁，严重影响了当地公民以及我国在尼公民和企业的安全。据全球恐怖主义研究数据库（GTD）统计，2011—2020年尼日利亚共发生恐怖袭击5 149次，累计死伤26 770人，受恐怖主义的影响排名全球前十。2012年、2014年、2022年均有在尼中资公司员工遭遇不明身份武装分子袭击，不幸遇难，因此研究尼日利亚境内恐袭事件对保障共建“一带一路”倡议安全，维护我国海外利益具有重要意义。

目前国内外学者从时空演变[3-6]、驱动机理（社会[7]、经济[8]、气候[9]、宗教[10]、空间[11]）等方面对恐怖袭击开展了较广泛的研究；但对全球或各地区较宽广范围的关注较多、对某一局部地区细粒度的研究较少，恐袭影响机制的定性分析较多、数据支撑的定量研究偏少。尼日利亚地域广阔，各地区之间地理环

项目来源：公安部应用创新计划资助项目（2024YY47）。
第一作者简介：张世伟（2000—），硕士研究生，研究方向为海外安全风险评估与预警，E-mail：1272142939@qq.com。
通信作者：杨永斌（1979—），博士，副教授，研究方向为海外安全风险评估与预警，E-mail：yangyongbin@cppu.edu.cn。

境、政策制度、宗教信仰、社会环境和民族差异较大，需要对尼日利亚恐袭展开更加细粒度的研究。因此，本文基于GTD近10年尼日利亚恐袭数据，探究了恐袭发展变化规律、空间分异特征及其驱动机制，提出应对策略，以期丰富恐怖主义研究的思路与方法，提升我国在尼海外利益保护水平。

1 数据来源与研究方法

尼日利亚位于西非东南部、非洲几内亚湾西岸的顶点，实际控制面积为923 768 km²；东邻喀麦隆、南濒几内亚湾、西接贝宁、北接尼日尔；人口数量为2.13亿人（2021年）；属热带季风气候，全年分为旱季和雨季。尼日利亚原为农业国、资源丰富，后期以石油业为支柱产业。

1.1 数据来源与驱动因子指标体系

参考已有相关成果[8-11]，结合尼日利亚境内实际情况，兼顾数据的可获取性，本文从社会要素、空间要素、自然要素3个方面选取14个驱动因子作为自变量，以尼日利亚境内恐袭事件数量为因变量，建立指标体系。其中，社会要素包括夜间灯光（X_1，源自地理空间数据云）、人口密度（X_2，源自WorldPop）、恶性疟原虫患病率（X_3，源自Mlaria Atlas Project）；空间要素包括含宗教场所的POI密度（X_4）、不含宗教场所的POI密度（X_5）、路网密度（X_6），均源自OpenStreetMap，以及网格到国界的距离（X_7）、网格到首都的距离（X_8）、网格到各州首府的距离（X_9），均通过ArcMap计算得到；自然要素包括年均最高温度（X_{10}）、年均最低温度（X_{11}）、年均降水量（X_{12}），均源自WorldClim，以及海拔高度（X_{13}）、坡度（X_{14}）、坡向（X_{15}），均源自地理空间数据云。首先将尼日利亚划分为9 404个15 km×15 km的网格，再将从GTD获取的2011—2020年共5 133起恐袭数据投影到网格中，最后合并重合点得到每个网格的恐袭总次数，将其作为地理探测分析的因变量。

1.2 研究方法

1）标准差椭圆。本文采用标准差椭圆研究恐袭事件在空间上的方向分布，以发掘恐袭发展趋势[12]。标准差椭圆圆心的计算公式为：

$$\mathrm{SDE}_{(x,y)}=\left(\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-X)^2}{n}},\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(y_i-Y)^2}{n}}\right) \tag{1}$$

式中，x_i、y_i为恐袭事件的横、纵坐标；X、Y为恐袭事件算数平均中心的横、纵坐标；n为恐袭事件总数。

2）空间自相关。本文选取全局Moran's I作为全局自相关统计量，分析恐袭事件在整个研究区域内的空间关联程度及其显著性强弱[13]，计算公式为：

$$I=\frac{m\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{m}\omega_{ij}(a_i-\bar{a})(a_j-\bar{a})}{\sum_{i=1}^{m}(a_i-\bar{a})^2\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{m}\omega_{ij}} \tag{2}$$

本文采用局部空间自相关方法[13]进一步分析恐袭事件的空间关联和差异程度，计算公式为：

$$I_i=\frac{m(a_i-\bar{a})\sum_{i=1}^{m}\omega_{ij}(a_i-\bar{a})}{\sum_{i=1}^{m}(a_i-\bar{a})^2} \tag{3}$$

式中，m为尼日利亚市级行政区总数；a_i、a_j为城市i、j的恐袭次数；$\bar{a}$为研究区内恐袭次数的平均值；ω_{ij}为各市之间的空间权重矩阵。

3）时空热点分析。本文采用时空热点分析方法识别尼日利亚地级城市恐袭事件时空聚集趋势。以创建的时空立方体的时间和空间NET CDF作为输入，根据恐袭发生地的领域距离和时间步长，利用Getis-Ord G_i^*方法对每个时空立方体进行处理，并利用Mann-Kendall检验评估恐袭事件的冷热点趋势。

4）地理探测器是探寻地理空间分异性和解释其背后驱动力的一种统计学方法[14]。本文利用地理探测器计算影响因子对尼日利亚恐袭的驱动力以及各影响因素之间的交互作用，计算公式为：

$$q=1-\frac{1}{N\times\sigma^2}\sum_{h=1}^{L}N_h\sigma_h^2 \tag{4}$$

式中，L为影响因子的分区总数；N、N_h为全区和h层的单元数；σ^2、σ_h^2为全区和h层的恐袭次数方差；$q\in[0,1]$，值越大表明该因子对自变量的影响力越强。

2 研究结果与分析

2.1 标准差椭圆分析结果

2011—2020年尼日利亚恐袭数据标准差椭圆的方向性明显（图1），2011—2012年椭圆分布呈东北—中部方向，随后向西南延展，最后又向中部收拢，但始终呈现东北—西南向的分布格局。

由表1可知，椭圆面积呈先增后减趋势，形状指数总体呈减少趋势；椭圆长半轴呈减少趋势，短半轴则先减后增，后与初始状态持平，表现出尖锐化趋势，说明2011—2020年尼日利亚恐袭事件的集中度有所增强，东西方向的拉动作用有所增强；方位角逐渐

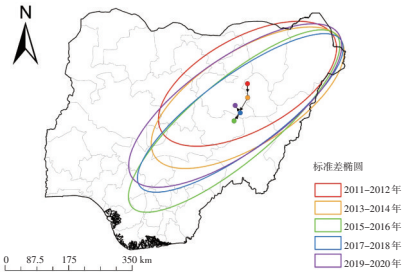


图1　2011—2020年尼日利亚恐袭标准差椭圆及其重心迁徙轨迹

审图号：GS(2025)0358

减少，表明尼日利亚东北和中部地区的恐袭频次增加，推动标准差椭圆逆时针旋转；重心位于尼日利亚东北部地区（9°40′~10°89′N、10°23′~10°77′E），其原因包括尼日利亚国内南北关系复杂、民族和宗教冲突剧烈、境内最大极端组织“博科圣地”活跃于该地区；重心先向西南、后向北移动，说明尼日利亚地区极端组织的行动逐渐由以东北为据点，向西南扩散，呈扩散趋势，尼日利亚政府反恐行动取得一定成效后，向北移动。

表1　2011—2020年尼恐袭标准差椭圆参数列表

时间	长半轴/km	短半轴/km	方位角/(°)	重心坐标	形状指数	面积/km^2
2011—2012年	215.356	101.656	60.549	10°89′N、10°76′E	0.472	275 078
2013—2014年	240.956	103.675	57.374	10°33′N、10°77′E	0.430	313 884
2015—2016年	293.482	88.901	49.655	9°40′N、10°23′E	0.303	327 795
2017—2018年	272.800	82.725	53.437	9°72′N、10°48′E	0.303	283 525
2019—2020年	275.818	103.205	54.487	10°02′N、10°27′E	0.374	357 656

2.2　空间相关性分析结果

结果表明，2011—2012年、2013—2014年、2015—2016年、2017—2018年、2019—2020年尼日利亚恐袭事件的Moran’s I分别为0.025、0.370、0.357、0.316、0.568，Z得分分别为2.029、21.452、19.277、19.441、29.345，均大于1.960，且通过了0.1%显著性检验（除2011—2012年P值为0.042），说明尼日利亚恐袭频次存在显著的空间正相关性，空间聚集特征明显。本文绘制得到局部空间自相关结果见图2，可以看出，恐袭事件高—高聚集区出现在东北部地区，10年间聚集区总体呈增加趋势且所处位置较稳定；中部地区恐袭事件高—高聚集区呈波动增加趋势，但所处位置随时间的推移发生改变；恐袭事件低—低聚集区较零散地分布于西部与北部地区，聚集区数量先增后减且所处位置无较大变动。

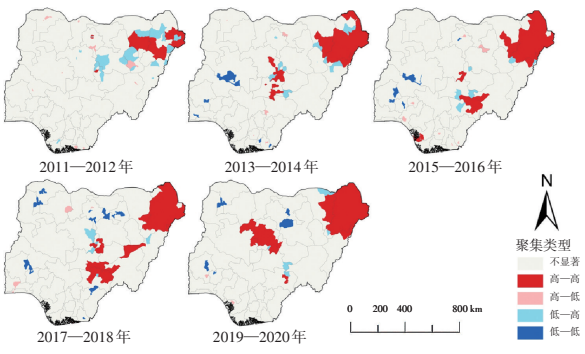


图2　2011—2020年尼恐袭局部空间自相关结果

审图号：GS(2025)0358

2.3　时空热点分析结果

本文利用尼日利亚地区2011年1月—2020年12月共5 133起恐袭事件的点位数据创建时空立方体。由于目前时空立方体方法中的最优领域和空间领域选取未形成统一标准，因此本文选取生成时空热点模式数量最多的时空立方体。本文在261个时间步长内（间隔为2周）将5 133个点聚合到1 045个15 km×15 km的网格上；再根据Mann-Kendall趋势分析，计算得到Z得分为3.050 7，P值为0.002 3，说明恐袭点位数量随时间的推移显著减少。在1 045个网格中，824个点位具有冷热点趋势，具体情况见表2。

表2　2011—2020年尼日利亚恐袭事件时空演变模式统计

类型	冷点	热点	含义
新增	1	0	最近的时间步长内首次成为冷/热点
加强	258	81	至少90%时间步长为冷/热点且随时间增强
分散	80	30	某些时间为冷/热点
振荡	21	218	某些时间为热点，某些时间为冷点
持续	40	0	至少90%时间步长为冷/热点
连续	33	0	至少90%时间步长为冷/热点且无间断
递减	53	0	至少90%时间步长为冷/热点且随时间减弱
历史	9	0	至少90%时间步长为冷/热点，但近期不是

由时空热点分析结果（图3）可知，2011—2020年尼日利亚境内恐袭事件热点集中于东北部和中部地区，冷点分布于南、北和东部地区。具体来看，加强热点集中分布于东北部的Borno州；振荡热点聚集分布于中部地区以及围绕在加强热点周围，说明这些区域目前是恐袭高发地区但之前恐袭频次较低；分散热点聚集于中部振荡热点周围，说明在研究区间内非显著性热点在该区域出现的概率不固定；冷点主要以加强冷点的形式出现在南部和西南部地区，说明这些地

区出现过恐袭但目前恐袭频次持续减少；少量持续冷点和连续冷点散落在东、北和南部地区，表明这些区域恐袭频次一直处于较低水平。

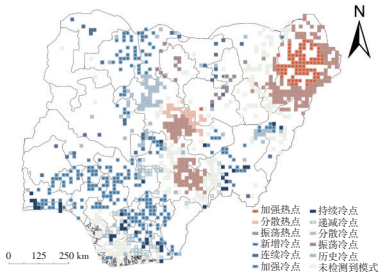


图3 2011—2020年尼恐袭时空热点演变模式

审图号：GS(2025)0358

2.4 尼日利亚恐袭影响因素分析

1）单因子探测分析。本文利用地理探测器模型研究尼日利亚恐袭事件的空间分异性，对15个驱动因子进行探测，其中X_1~X_{13}通过0.1%水平的假设性检验，X_{14}、X_{15}未通过检验，在后文分析中舍弃。由因子探测结果可知（图4），2011—2020年各因子对尼日利亚恐袭事件数量的解释度排序为$X_4>X_5>X_6>X_2>X_1>X_8>X_3>X_{11}>X_{12}>X_9>X_{13}>X_7>X_{10}$。空间要素的驱动力最大，表明尼日利亚恐袭事件的分布与地区基础设施、人员密集场所关系密切，其中X_4的驱动解释力最强，说明恐袭事件高发于宗教场所密集的地区，这与尼日利亚境内由来已久的宗教冲突和民族矛盾具有较大关系，殖民统治时期实行的“间接统治”政策加速了族群矛盾激化和南北分裂，在一定程度上导致了恐袭事件的发生。极端分子往往选择人员密集地区作为目标，企图造成数量更大的人员伤亡，从而制造恐慌，引发社会动荡。X_6的选择表明极端分子在策划袭击时，很可能会考虑恐袭后的撤离条件；X_9的影响作用较大，表明恐袭策动者会选择靠近国家政权中心的区域发动袭击来营造更大社会影响。其次是社会要素，通过X_1、X_2和X_3来反映尼日利亚各地区的经济、人口分布、社会卫生状况，不稳定的经济导致大规模的贫困和失业，经济发展失衡导致经济衰败、贫富分化，

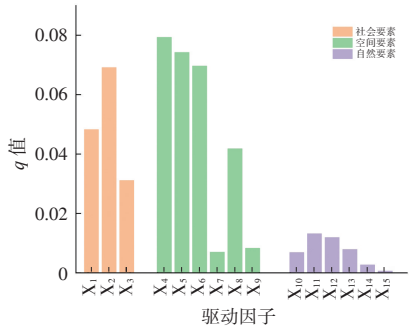


图4 尼日利亚恐袭事件单因子驱动力

贫困和失业已成为尼日利亚族群宗教冲突产生的重要诱因，是影响社会稳定的重要因素[15]。自然要素的驱动作用较小。

2）交互作用探测分析。2011—2020年尼日利亚恐袭事件数量驱动因素的交互探测结果见图5，所有因子交互后q值均大于单个因子的q值，因子交互作用为双因子增强或非线性增强，无独立起作用或交互作用减弱因子，说明尼日利亚恐袭的空间分布受多因素的综合影响。双因子交互后解释力较高的4组因子为X_8和X_5的交互作用，q值为0.214；X_8和X_4的交互作用，q值为0.193；X_8和X_1的交互作用，q值为0.186；X_{11}和X_1的交互作用，q值为0.185。

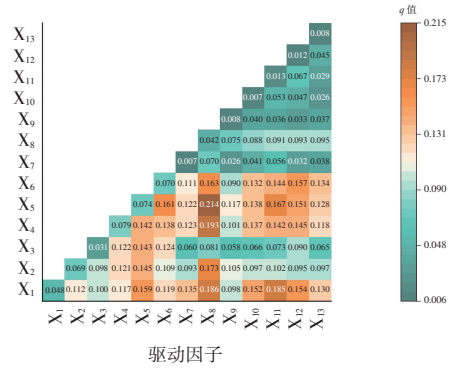


图5 交互探测结果

3 结 语

本文采用标准差椭圆、莫兰指数、时空热点等方法对尼日利亚2011—2020年恐袭事件时空演变特征进行了分析；并选取15个驱动因子，利用地理探测器分析了恐袭事件的驱动力，得到的主要结论为：①尼日利亚恐袭事件空间分布呈东北—西南向分布格局，且具有扩散趋势，恐袭重心位于东北部地区，并呈先向西南、后向北的移动趋势；②空间相关性分析表明，尼日利亚恐袭事件整体上呈显著集聚趋势，恐袭显著高—高聚集区分布于以Borno州为中心的东北部地区和中部地区，低—低聚集区数量增加且分布较稳定，主要分布在西北、西南地区；③尼日利亚东北部地区恐袭时空聚集度最高，恐袭最严重，中部地区恐袭不定时高发，表现形式为振荡热点，南部地区恐袭冷点数量多于北方，恐袭频次最低，整体上尼日利亚恐袭危险性排序为东北部>中部>其他地区；④尼日利亚恐袭事件的空间分异受社会、空间、自然多方面因素影响，其中空间要素的影响最大，各驱动因子交互后q值均有明显增长，说明尼日利亚恐袭事件是多种驱动因子共同作用的结果。

结合尼日利亚恐袭事件特点和我国在尼机构、企业和公民的实际情况，提出以下建议：①减少或避免前往东北部或中部等恐袭频发地区，若必须前往需提升安保级别，武力护卫尤为重要；②提高恐袭风险感知预警能力，通过识别可能面临的外部威胁与内部短板进行风险评估，制定防范策略；③遵守当地法律，尊重当地宗教信仰与风俗习惯，提前了解目的地对中国人的态度，避免触碰文化宗教禁忌；④深化情报交流，与所在地社会组织建立友好关系，实现与当地民众的互利共赢，从根本上提高抵御风险的能力。

参考文献

[1] 周太良. 恐怖主义探微[J]. 世界宗教文化,2002(4):7-9

[2] 曹亮,崔森,胡鹏,等. 尼日利亚矿产资源开发现状及投资环境[J]. 地质通报,2022,41(1):167-183

[3] 赵冠州,杨永斌. 几内亚湾恐怖袭击事件时空演变特征研究[J]. 地理空间信息,2023,21(10):36-40

[4] 徐顺聪,杨永斌,张世伟,等. 基于威胁度评价的巴基斯坦境内恐怖袭击事件空间分布特征研究[J]. 中国人民警察大学学报,2024,40(3):67-78

[5] 陈伟,翟国方,沈志翔,等. 1970—2015年中东地区恐怖袭击事件的时空特征分析[J]. 世界地理研究,2020,29(4):659-668

[6] 许兴鹏,许清风,房志明,等. 全球恐怖袭击发展趋势与伤亡风险分析[J]. 中国安全科学学报,2021,31(6):170-175

[7] 许通. 社会分裂与恐怖主义动因探究[D]. 厦门:厦门大学,2019

[8] Ajide K B, Alimi O Y. Income Inequality, Human Capital and Terrorism in Africa: Beyond Exploratory Analytics[J]. International Economics,2021,165:218-240

[9] Telford A. A Climate Terrorism Assemblage? Exploring the Politics of Climate Change-terrorism-radicalisation Relations[J]. Political Geography,2020(79):102 150

[10] Halkos G,Shunsuke M. Analyzing the Determinants of Terrorist Attacks and Their Market Reactions[J]. Economic Analysis and Policy,2017(54):57-73

[11] Marchment Z,Paul G. Modelling the Spatial Decision Making of Terrorists: The Discrete Choice Approach[J]. Applied Geography,2019,104:21-31

[12] 罗虹,赵政权. 基于NPP-VIIRS的云南省城市经济空间格局演变[J]. 地理空间信息,2022,20(1):32-37

[13] 史安,刘庆芳,宋金平. 北京市重大刑事犯罪时空分布特征与影响因素分析[J]. 地理空间信息,2023,21(7):23-26

[14] 周金,范秋雁,朱真. 广西滑坡灾害的空间分布特征及其影响因子研究[J]. 地理空间信息,2023,21(9):40-43

[15] 张文娟. 尼日利亚冲突的基本形态及原因分析[D]. 昆明:云南大学,2015

（上接第66页）

[8] 冯凌,张红,刘光磊,等. 汾河源头地区土壤侵蚀时空变化及其空间自相关分析[J]. 水土保持通报,2016,36(1):93-99

[9] 李贝,杨扬,于莉,等. 基于地形因子的县域耕地土壤侵蚀的空间自相关[J]. 土壤通报,2016,47(3):551-557

[10] Ouyang W, Skidmore A K, Hao F, et al. Soil Erosion Dynamics Response to Landscape Pattern[J]. Science of the Total Environment,2010,408(6):1 358-1 366

[11] Chen L, Fu B, Xu J, et al. Location-weighted Landscape Contrast Index: A Scale Independent Approach for Landscape Pattern Evaluation Based on Source-sink Ecological Processes[J]. ACTA Ecologica Sinica,2002,23(11):2 406-2 413

[12] 段正松. 紫色丘陵区土壤侵蚀评价和景观格局分析:以盐亭县为例[D]. 咸阳:西北农林科技大学,2009

[13] Krummel J R, Gardner R H, Sugihara G, et al. Landscape Patterns in a Disturbed Environment[J]. Oikos, 1987(12): 321-324

[14] Hagerhall C M, Purcell T, Taylor R. Fractal Dimension of Landscape Silhouette Outlines as a Predictor of Landscape Preference[J]. Journal of Environmental Psychology,2004, 24(2):247-255

[15] 陈洋,齐雁冰,王茵茵,等. 多重密度布点对土壤有机质空间特性的解析[J]. 自然资源学报,2016,31(12):2 099-2 110

[16] Lichstein J W, Simons T R, Shriner S A, et al. Spatial Autocorrelation and Autoregressive Models in Ecology[J]. Ecological Monographs,2002,72(3):445-463

[17] Ord J K, Getis A. Local Spatial Autocorrelation Statistics: Distributional Issues and an Application[J]. Geographical Analysis,1995,27(4):286-306

[18] 柳长顺,齐实,史明昌. 土地利用变化与土壤侵蚀关系的研究进展[J]. 水土保持学报,2001,15(增刊1):10-13

[19] 周泽丽. 重庆典型岩溶山区LUCC与土壤侵蚀的关系研究:以金佛山地区为例[D]. 重庆:西南大学,2015

[20] 刘宇. 景观指数耦合景观格局与土壤侵蚀的有效性[J]. 生态学报,2017,37(15):4 923-4 935

[21] 钟莉娜,王军,赵文武. 多流域降雨和土地利用格局对土壤侵蚀影响的比较分析:以陕北黄土丘陵沟壑区为例[J]. 地理学报,2017,72(3):432-443

[22] 沈中原,李占斌,李斌斌,等. 大理河流域土壤侵蚀空间格局分形特征研究[J]. 土壤学报,2009,46(1):149-153