韩鹏，郭桂祯，孙宁，等. 广东省台风灾害时空格局及影响因素研究[J]. 灾害学，2022，37(3)：112 - 117. [HAN Peng, GUO Guizhen, SUN Ning, et al. Spatiotemporal Patterns and Influencing Factors of Typhoon Disasters in Guangdong Province, China [J]. Journal of Catastrophology, 2022, 37(3)：112 - 117. doi：10.3969/j.issn.1000 - 811X.2022.03.018.]

广东省台风灾害时空格局及影响因素研究*

韩　鹏，郭桂祯，孙　宁，廖韩琪

（应急管理部国家减灾中心，北京 100124）

摘　要：以县域为研究单元，通过对 2009—2020 年广东省台风灾情数据的分析，结合降水数据、风场数据、地形数据、河网数据和统计年鉴等资料，研究了台风灾害时空格局特征。在此基础上，运用地理探测器方法研究了台风灾害的影响因素。结果表明，共有 47 个台风登陆或影响广东，其中 21 个超强台风造成的损失最严重，灾害损失严重地区主要分布在广东南部的湛江市。台风灾害致灾因子、孕灾环境因子和人类活动因子中，台风最大风速、3 d 内最大降水量和距台风中心距离对受灾人口、死亡人口、受灾农作物和直接经济损失的影响最大。

关键词：台风灾害；时空格局；影响因素；地理探测器；广东省

中图分类号：X43；X915.5　**文献标志码**：A　**文章编号**：1000 - 811X(2022)03 - 0112 - 06

doi：10.3969/j.issn.1000 - 811X.2022.03.018

台风灾害是中国东部沿海地区常见的自然灾害，严重制约着中国的经济和社会可持续发展。1949—2010 年，共有 428 个台风登陆我国，平均每年登陆中国的台风有 8 个左右[1-2]。东部沿海地区人口密集，经济发达，承载着 38% 以上的人口，创造着 55% 以上的国民生产总值[3]。在全球气候变暖和海平面上升的背景下[4-5]，东部沿海地区遭受台风灾害的影响非常严重，已经成为高风险区域[6]。

中国关于台风灾害研究主要包括以下几个方面：台风灾害系统论研究[7-8]、台风灾害风险评估[9-11]、台风灾害损失评估[12-14]和台风灾害防灾减灾能力评估[15-16]。这些研究基于灾害系统论，从致灾因子、孕灾环境和承灾体的暴露度中选择影响因子，运用层次分析法或熵权法等赋予权重，评估台风灾害损失或风险。然而，这些研究并没有定量分析影响因子对台风灾害的贡献，选择的影响因子和赋予的权重值主观性较强，不能客观准确地反映台风灾害情况。此外，对于县域尺度的台风灾害研究鲜有报道。县域是中国的基本行政单元，第一次全国自然灾害综合风险普查，正是以县域为基本调查单元，开展致灾要素、承灾体、历史灾害和综合减灾能力等风险要素的全面调查。因此，研究县域尺度自然灾害的影响因素，对我国防灾减灾救灾事业起着举足轻重的作用。

广东省是中国遭受台风灾害最严重的省份，平均每年有 4 个台风登陆广东省[17-18]，约占全国台风的一半。据有关资料显示，广东省因台风灾害造成的直接经济损失约占其遭受的各种自然灾害损失的 60%[19]。广东省是中国经济发达地区之一，人口数量多，经济体量大，GDP 总量约占全国 GDP 总量的 10%，常年居首。但是每年因台风灾害造成严重的人员伤亡和财产损失，也严重制约着广东经济的高速发展。本文首次尝试以县域为基本的研究单元，研究广东省台风灾害的时空格局特征，并量化分析影响因素，以期更加深入地理解台风灾害的形成机理。本研究可为台风灾害的影响因素定量化分析提供理论参考，为防灾减灾决策提供科学依据。

1　数据来源与研究方法

1.1　研究区域

广东省地处中国大陆南端沿海，在 20°13′～25°31′N、109°39′～117°19′E 之间，总面积 17.98 万 km^2。地势北高南低，从粤北山地逐步向南部沿海递降，形成北部山地、中部丘陵、南部以平原台地为主的地貌格局。广东省属于东亚季风区，从北向南分别为中亚热带、南亚热带和热带气候。年平均降水量在 1 300～2 500 mm 之间。受热带季风气候和副热带高压共同影响，台风灾害频繁发生。

1.2　数据来源

本文使用的数据包括广东省台风灾情数据、降水量数据、风场数据、地形数据、河网数据、坡度、台风路径、人口统计数据和 GDP 等(表 1)。台风灾情数据来源国家减灾中心数据库，时间序列为 2009—2020 年，以县域为统计单元。降水量

* 收稿日期：2022 - 01 - 11　　修回日期：2022 - 05 - 10
基金项目：国家重点研发计划项目(2017YFC1502901)
第一作者简介：韩鹏(1985 -)，男，汉族，河北廊坊人，博士，助理研究员，主要从事自然灾害风险管理与监测预警研究.
E - mail：hanpeng@ndrcc.org.cn

数据来源于国家气象科学数据共享服务平台，时间序列为 2009—2020 年，空间分辨率为 1 km × 1 km。风场数据来源于国家气象科学数据共享服务平台，时间序列为 2009—2020 年，空间分辨率为 1 km × 1 km。地形数据来源于中国科学院资源环境科学数据中心，空间分辨率为 30 m × 30 m。坡度数据来源于中国科学院资源环境科学数据中心，空间分辨率为 30 m × 30 m。河网数据来源于中国科学院资源环境科学数据中心。台风路径数据来源于中国天气台风网。人口统计数据来源于国家统计局，时间序列为 2009—2020 年，以县域为统计单元。GDP 数据来源于国家统计局，时间序列为 2009—2020 年，以县域为统计单元。

1.3　研究方法

（1）地理探测器。地理探测器是一种用于度量空间分层异质性的统计学方法。它基于地理空间分异理论，用于探测因变量的决定因素、因素之间的相对重要性等[20]，近年来已有研究用于探测洪涝灾害的空间分布特征[21-22]。该方法基于以下假设：若某一独立变量 X 对依赖变量 Y 有重要的影响，则变量 Y 和 X 在空间上的分布将会具有较强的空间相似性。X 和 Y 之间的相关性可以用 q 统计量来衡量：

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

式中：$h = 1, 2, \cdots$；L 为自变量 x 的分级；N_h 和 N 分别为第 h 级和整体的样本数；$\sigma^2 h$ 和 σ^2 分别是第 h 级和整体的因变量 y 的方差；q 的取值范围是 0 ~ 1，q 值越大说明自变量 x 对因变量 y 的解释程度越大（即贡献率越大），反之则越小。

（2）数据分级。地理探测器要求输入的自变量为离散的类型量，如果自变量为连续的数值量，则需要依据相关分级方法对其进行离散化处理。本文根据王劲峰[20]提出的数据离散化方法以及实验结果，将 3 d 内最大降水量、高程差、河网密度、距台风中心距离、人口密度、人均 GDP，按照自然断点分类法分成 10 类；坡度按照 < 5°、5° ~ 10°、10° ~ 15°、15° ~ 20°、20° ~ 25°、25° ~ 30°、30° ~ 35°、> 35°分为 8 类；最大风速按照热带气旋等级国家标准分为 11 类。

2　结果与分析

2.1　台风特征

2009—2020 年，共有 47 个台风登陆或影响广东（表 2），其中在广东登陆的台风有 28 个。从年份来看，2009 年以 7 个台风居首。从台风级别来看，热带低压 0 个、热带风暴 5 个、强热带风暴 8 个、台风 8 个，强台风 5 个、超强台风 21 个。从台风发生的季节来看（图 1），6 月 5 个，7 月 12 个，8 月 11 个，9 月 12 个，10 月 6 个，11 月 1 个，台风主要集中发生在 7 月、8 月和 9 月，约占全年的 75%。从登陆地点来看，台风在广东南部登陆的数量有 20 个，约占登陆台风的 71%，广东沿海地区台风登陆次数有从西向东减少的趋势[18]。从台风强度来看，2018 年“山竹”是历史上登陆广东的台风中造成陆面大风影响范围最广、大风影响持续时间最长、阵风风速最大的台风。

表 1　数据资料来源

数据名称	年份	数据来源	数据格式
台风灾情数据	2009—2020 年	国家减灾中心灾情数据库	表格
降水量数据	2009—2020 年	国家气象科学数据共享服务平台	1 km × 1 km 格网
风场数据	2009—2020 年	国家气象科学数据共享服务平台	1 km × 1 km 格网
地形数据	2000 年	中国科学院资源环境科学数据中心	30 m × 30 m 格网
坡度	2000 年	中国科学院资源环境科学数据中心	30 m × 30 m 格网
河网数据	2000 年	中国科学院资源环境科学数据中心	线图层
台风路径	2009—2020 年	中国天气台风网	线图层
人口统计数据	2009—2020 年	国家统计局	表格
GDP	2009—2020 年	国家统计局	表格

表 2　2009—2020 年登陆和影响广东的台风

年份	热带低压	热带风暴	强热带风暴	台风	强台风	超强台风
2009		1	1	1	1	3
2010		1		1		3
2011				1		1
2012				1	1	1
2013			1			5
2014					2	2
2015		1				1
2016				2		2
2017			2	1	1	2
2018			2			1
2019		1	1			
2020		1	1	1		
合计	0	5	8	8	5	21

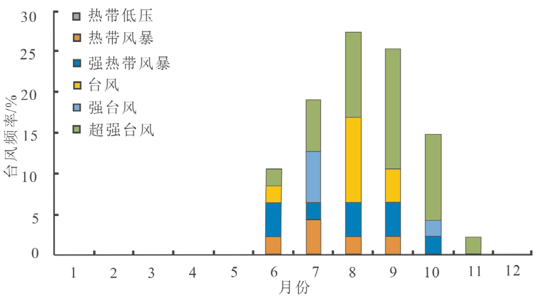

图 1 2009—2020 年登陆或影响广东台风季节分布图

2.2 灾情时空分布特征

2009—2020 年，台风共造成广东 1 081 县次共 5 886.1 万人受灾、70 县次共 296 人死亡、839 县次共 4 465.8 khm^2 农作物受灾，1 031 县次共 1 720.5亿元直接经济损失（表 3）。其中，2013 年因台风发生次数多、强度级别高而损失最严重。

通过对各级别台风造成的损失统计（表 4），热带低压对广东没有造成损失；热带风暴造成广东受灾人口、死亡人口、受灾农作物和直接经济损失分别为 289.8 万人、6 人、185.0 khm^2、32.3 亿元；强热带风暴造成广东受灾人口、死亡人口、受灾农作物和直接经济损失分别为 211.6 万人、1 人、202.8 khm^2、158.8 亿元；台风造成广东受灾人口、死亡人口、受灾农作物和直接经济损失分别为 709.7 万人、13 人、718.1 khm^2、98.2 亿元；强台风造成广东受灾人口、死亡人口、受灾农作物和直接经济损失分别为 457.5 万人、3 人、594.4 khm^2、103.6 亿元；超强台风造成广东受灾人口、死亡人口、受灾农作物和直接经济损失分别为 4 217.5万人、273 人、2 665.5 khm^2、1 327.6 亿元。其中，超强台风约占全部台风数量的 45%，造成的损失约占全部受灾人口的 72%、死亡人口的 92%、受灾农作物的 61%、直接经济损失的 77%。

值得注意的是，2018 年以来，受灾人口、死亡人口、受灾农作物和直接经济损失等灾情都显著降低，这与受灾人口转移安置率的提高和防灾减灾能力的提升密不可分。表明自应急管理部成立以来，在“人民至上、生命至上”和“两个坚持、三个转变”理念的指导下，广东在防灾减灾救灾能力方面逐步增强。

从 2009—2020 年广东台风灾害损失分布图（图 2－图 5）可以看出，广东北部的损失整体较轻，南部的湛江市损失最严重，其中，受灾县约占 25%，受灾人口约占 27%，受灾农作物约占 42%，直接经济损失约占 28%。湛江市在历年损失中居首，与台风强度及台风频繁在湛江市登陆有关。据统计，台风在湛江市登陆的数量为 11 个，约占登陆台风总数的 40%，这是造成受灾人口、受灾农作物和直接经济损失在全省居首的直接原因。

已有相关研究表明，广东省是中国沿海地区热带气旋登陆次数最多的省份，而湛江市是广东省内台风灾害风险最大的地级市[23]。由于西北太平洋是台风的重要发源地，而台风结构以及它所处的环流场决定了向西北方向移动的趋势，而广东沿海地区正位于这一发源地的西北方向，这种特殊的地理位置使其极易遭受台风侵袭。

表 3 2009—2020 年广东台风灾害损失

年份	受灾人口		死亡人口		受灾农作物		直接经济损失	
	县次	万人	县次	人	县次	面积/khm^2	县次	亿元
2009	144	450.6	8	20	98	257.1	144	48.7
2010	96	646.2	8	134	68	304.6	96	116.7
2011	34	261.2	0	0	28	286.6	34	36.6
2012	81	310.3	4	11	67	315.0	81	44.3
2013	186	2 147.7	30	90	162	984.1	186	421.8
2014	76	552.7	1	1	63	696.8	76	255.1
2015	66	608.4	7	18	62	615.7	66	285.4
2016	95	281.0	0	0	80	403.0	95	58.8
2017	106	247.5	5	13	86	195.3	89	293.2
2018	132	353.9	7	9	100	335.4	116	152.7
2019	44	19.7	0	0	18	58.9	28	2.9
2020	21	6.9	0	0	7	13.3	20	4.3
合计	1 081	5 886.1	70	296	839	4 465.8	1 031	1 720.5

表 4 2009—2020 年广东各级别台风灾害损失

台风级别	受灾人口		死亡人口		受灾农作物		直接经济损失	
	县次	万人	县次	人	县次	面积/khm^2	县/次	亿元
热带低压	0	0	0	0	0	0	0	0
热带风暴	87	289.8	3	6	56	185.0	73	32.3
强热风暴	90	211.6	1	1	59	202.8	74	158.8
台风	178	709.7	3	13	138	718.1	172	98.2
强台风	128	457.5	3	3	97	594.4	114	103.6
超强台风	598	4 217.5	60	273	489	2 665.5	598	1 327.6
合计	1 081	5 886.1	70	296	839	4 365.8	1 031	1 720.5

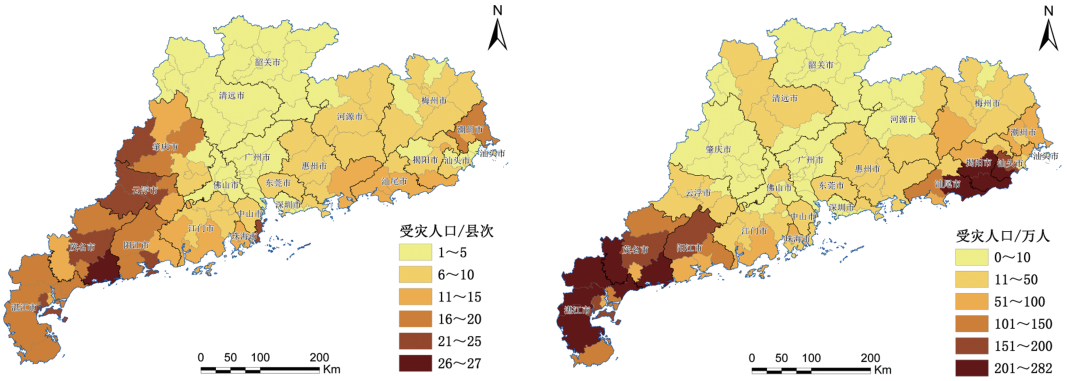

图 2　2009—2020 年广东受灾人口分布图
（基于自然资源部标准地图服务网站审图号为 GS(2019)3333 号的标准地图制作，底图无修改，下同。）

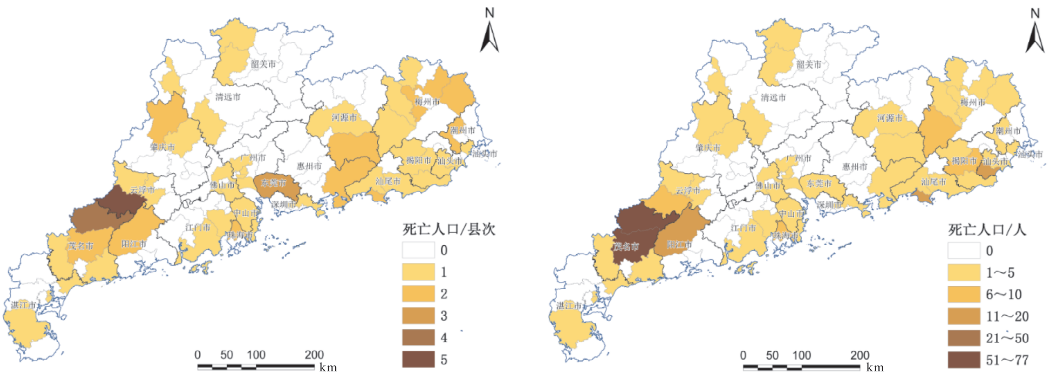

图 3　2009—2020 年广东死亡人口分布图

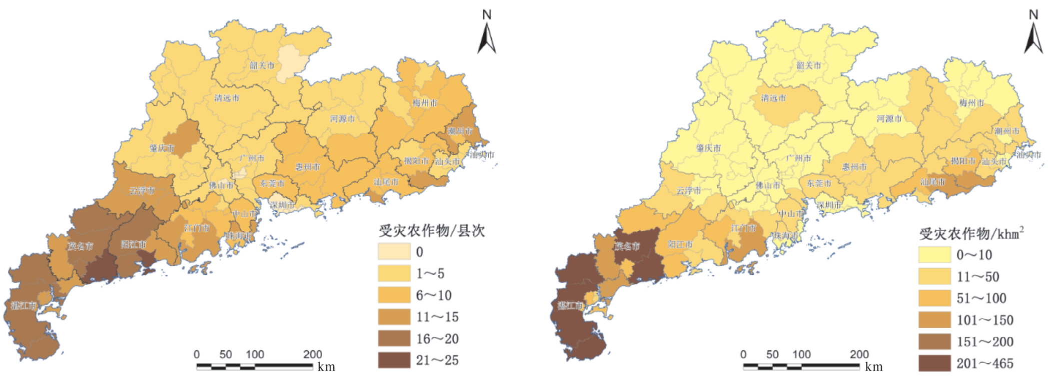

图 4　2009—2020 年广东受灾农作物分布图

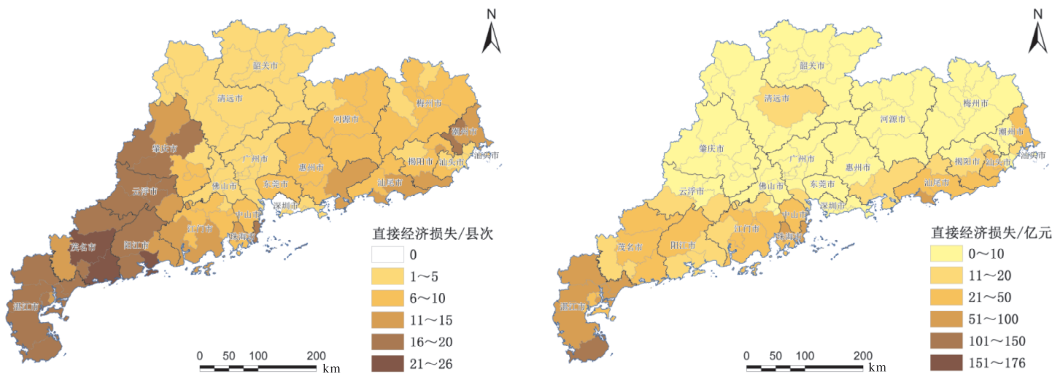

图 5　2009—2020 年广东直接经济损失分布图

表 5 各影响因子对广东台风灾情的贡献率(%)

影响因子	受灾人口	死亡人口	受灾农作物	直接经济损失
3 d 内最大降水量	10.8	12.4	11.5	12.8
最大风速	22.5	18.5	24.7	25.2
距台风中心距离	22.5	18.5	24.7	25.2
高程差	2.2	10.8	5.8	3.6
平均坡度	2.4	7.5	3.9	2.2
河网密度	3.2	5.2	3.8	4.2
人口密度	4.7	7.9	7.1	2.1
人均 GDP	6.7	8.8	6.3	1.8
合计	75.0	89.6	87.8	77.1

2.3 影响因素分析

台风灾害的影响因素可归纳为致灾因子、孕灾环境因子和人类活动因子。台风带来的大风以及强降雨是台风灾害主要的致灾因子[23]，本文选取台风最大风速和 3 d 内最大降水量作为致灾因子。孕灾环境主要有台风产生和登陆地区的气候条件、移动路径和登陆地区地理条件、台风登陆地区水文条件、土壤条件和植被条件等[24]，本文选择高程差、平均坡度、河网密度和距台风中心距离(受灾区距台风中心的最短距离)作为孕灾环境因子。人类活动可改变承灾体的分布特征，也可改变地表环境特征，进而影响局部风场和降水特征[25]，本文选择人口密度和人均 GDP 作为人类活动因子。通过运用地理探测器方法，尝试探索致灾因子、孕灾环境因子和人类活动因子对受灾人口、死亡人口、受灾农作物和直接经济损失等灾情的影响。具体的分析结果见表 5。

在受灾人口中，各影响因子的贡献率合计为 75.0%，影响因子由强到弱依次为：最大风速 = 距台风中心距离 > 3 d 内最大降水量 > 人均 GDP > 人口密度 > 河网密度 > 平均坡度 > 高程差。台风灾害影响因子中，最大风速对受灾人口的贡献率最大(22.5%)。距台风中心距离的贡献率(22.5%)与最大风速的贡献率一样，可以理解为最大风速的强度在空间上的表现与受灾区距台风中心的距离是一致的，即受灾区距台风中心的距离越近，风速强度越高，对人口影响越大。其次是 3 d 内最大降水量(10.8%)对受灾人口的贡献。人口密度和人均 GDP 因子对受灾人口有一定影响，高程差、平均坡度和河网密度对受灾人口影响较小。

在死亡人口中，各影响因子的贡献率合计为 89.6%，影响因子由强到弱依次为：最大风速 = 距台风中心距离 > 3 d 内最大降水量 > 高程差 > 人均 GDP > 人口密度 > 平均坡度 > 河网密度。台风灾害影响因子中，最大风速的贡献等于距台风中心距离(18.5%)，其次是 3 d 内最大降水量(12.4%)。高程差对死亡人口的贡献率为 10.8%，表明受灾区高程差越大，人口死亡的风险越高。人口密度和人均 GDP 因子对死亡人口有一定影响，平均坡度和河网密度对受灾人口影响较小。

在受灾农作物中，各影响因子的贡献率合计为 87.8%，影响因子由强到弱依次为：最大风速 = 距台风中心距离 > 3 d 内最大降水量 > 人口密度 > 人均 GDP > 高程差 > 平均坡度 > 河网密度。台风灾害影响因子中，最大风速对受灾农作物的贡献率最大(25.2%)。其次是 3 d 内最大降水量的贡献率(11.5%)。人口密度和人均 GDP 因子对受灾农作物有一定影响，平均坡度和河网密度对受灾农作物影响较小。

在直接经济损失中，各影响因子的贡献率合计为 77.1%，影响因子由强到弱依次为：最大风速 = 距台风中心距离 > 3 d 内最大降水量 > 河网密度 > 高程差 > 平均坡度 > 人口密度 > 人均 GDP。台风灾害影响因子中，最大风速对受灾人口的贡献率最大(25.2%)，风速等级越高，直接经济损失数量越大。其次是 3 d 内最大降水量的贡献(12.8%)人口密度、人均 GDP、高程差、平均坡度和河网密度对直接经济损失影响较小。

通过分析广东受灾人口、死亡人口、受灾农作物和直接经济损失等灾情的影响因子，结果表明，台风的风速、降水量和空间距离对灾情的影响起着决定性的作用。台风风速强度越大，降水量越多，距台风中心距离越近，灾情越重。强台风和超强台风造成广东受灾人口的比例可达 5% ~ 8%，当台风级别达到 12 级以上时，灾害造成的人员伤亡和直接经济损失剧烈增长[26]。此外，台风登陆时会带来暴雨或特大暴雨[27]，其中，约 95% 的台风引发的日降水量大于 100 mm，约 60% 的台风引发日降水量大于 250 mm[28]，并引发洪涝和山洪灾害。在广东历史 10 大洪涝灾害事件中，有 6 个洪涝灾害是因台风带来的强降水造成的[29]。人口密度和人均 GDP 因子对台风灾情有一定影响。高程差、平均坡度和河网密度等对台风灾情的影响较小。

3 结论与讨论

3.1 结论

本文以县域为研究单元，通过对广东省台风灾情数据的分析，结合降水数据、风场数据、地形数据、河网数据和统计年鉴等资料，研究了台风灾害时空格局特征。在此基础上，采用地理探测器方法研究了广东省台风灾害的影响因素。得出结论如下：

(1)2009—2020 年，共有 47 个台风登陆或影响广东，其中在广东省登陆的台风有 28 个。台风主要集中发生在 7—9 月，约占全年的 75%。从登陆地点来看，台风在南部登陆的数量有 20 个，约占登陆台风的 71%。

(2)47 个台风中，21 个超强台风造成的损失最严重，造成的损失约占全部受灾人口的 72%、死亡人口的 92%、受灾农作物的 61%、直接经济损失的 77%。

(3)台风灾害损失严重地区主要分布在广东南部的湛江市。台风在湛江市登陆的数量为 11 个，

约占登陆台风总数的 40%，这是造成灾害损失严重的直接原因。

(4)在 8 个影响因子中，台风最大风速、3 d 内最大降水量和距台风中心距离对受灾人口、死亡人口、受灾农作物和直接经济损失的贡献率最大。人口密度和人均 GDP 对灾情有一定影响。高程差、平均坡度和河网密度等对灾情影响较小。

3.2　讨论

本文在进行台风灾害影响因素分析时，由于受限于数据的质量和精度，还有很多方面需要完善。在致灾因子方面，未考虑风暴潮的影响。风暴潮成灾频率高、致灾强度大，造成的损失重，对沿海人民的生命财产和海岸带的经济有很大影响。在孕灾环境方面，未考虑土壤类型、植被指数等因素的影响。土壤类型影响降水的产汇流过程；植被指数反映地表植被覆盖情况，影响风速和地面降水。在人类活动方面，未考虑防灾减灾能力、防洪工程的影响。防灾减灾能力和防洪工程可有效减轻台风灾害损失。总之，在今后台风灾害空间格局以及影响因素研究中，要充分考虑以上因素的影响。

参考文献：

[1] 顾成林，康建成，闫国东，等. 1951—2015 年登陆中国热带气旋的时空变化特征及与 ENSO 的关系[J]. 灾害学，2018，33(4)：129 - 134，140.
[2] 刘倩，高路，赵鹏，等. 2000—2016 年中国热带气旋灾害时空特征研究[J]. 中国防汛抗旱，2020，30(5)：50 - 57.
[3] 许世远，王军，石纯，等. 沿海城市自然灾害风险研究[J]. 地理学报，2006，61(2)：127 - 138.
[4] GILL J C，MALAMUD B D. Reviewing and visualizing the interactions of natural hazards [J]. Reviews of Geophysics，2014，52：680 - 722.
[5] KUNDZEWICZ Z W，HUANG J L，PINSKWAR I，et al. Climate variability and floods in China - A review [J]. Earth - Science Reviews，2020，211：103434.
[6] 殷洁，戴尔阜，吴绍洪. 中国台风灾害综合风险评估与区划[J]. 地理科学，2013，33(11)：1370 - 1376.
[7] 马宗晋. 灾害学导论[M]. 长沙：湖南人民出版社，1998：60 - 89.
[8] 史培军. 灾害研究的理论与实践[J]. 南京大学学报，1991，11：3 - 42.
[9] 牛海燕，刘敏，陆敏，等. 中国沿海地区近 20 年台风灾害风险评价[J]. 地理科学，2011，31(6)：764 - 768.
[10] 王德运，谭亚妮，柯小玲，等. 中国热带气旋灾害经济损失时空特征分析[J]. 灾害学，2020，35(2)：62 - 69.
[11] 王洁，杨奕杰，王杰，等. 基于近 20 a 历史数据的中国沿海城市台风灾害风险评估[J]. 海洋预报，2021，38(5)：24 - 30.
[12] 郭桂祯，赵飞，王丹丹. 基于脆弱性曲线的台风 - 洪涝灾害链房屋倒损评估方法研究[J]. 灾害学，2017，32(4)：94 - 97.
[13] 刘方田，许尔琪. 海南省台风特点与灾情评估时空关联分析[J]. 灾害学，2020，35(2)：217 - 223.
[14] 赵飞，廖永丰，张妮娜等. 登陆中国台风灾害损失预评估模型研究[J]. 灾害学，2011，26(2)：81 - 85.
[15] 叶小岭，施珮，匡亮. 浙江抗台减灾综合能力研究[J]. 自然灾害学报，2015，24(1)：214 - 223.
[16] 刘方田，许尔琪. 海南省台风特点与灾情评估时空关联分析[J]. 灾害学，2020，35(2)：217 - 223.
[17] 张悦，李珊珊，陈灏，等. 广东省台风灾害风险综合评估[J]. 热带气象学报，2017，33(2)：281 - 288.
[18] 唐晓春，刘会平，潘安定. 广东沿海地区近 50 年登陆台风灾害特征分析[J]. 地理科学，2003，23(2)：182 - 187.
[19] 张晓宇，韦波，杨昊宇，等. 基于 GIS 的广东省台风灾害风险性评价[J]. 热带气象学报，2018，34(6)：783 - 790.
[20] 王劲峰，徐成东. 地理探测器：原理与展望[J]. 地理学报，2017，72(1)：116 - 134.
[21] 刘业森，杨振山，黄耀欢，等. 建国以来中国山洪灾害时空演变格局及驱动因素分析[J]. 中国科学：地球科学，2019，49(2)：408 - 420.
[22] 胡畔，陈波，史培军. 中国暴雨洪涝灾情时空格局及影响因素[J]. 地理学报，2021，76(5)：1148 - 1162.
[23] 郑康慧，尚志海，梁其胜，等. 近 20 年登陆湛江市的热带气旋致灾力和危险度分析[J]. 防灾科技学院学报，2021，23(2)：62 - 69.
[24] 陈香. 福建省台风灾害风险评估与区划[J]. 生态学杂志，2007，26(6)：961 - 966.
[25] 熊俊楠，李进，程维明，等. 西南地区山洪灾害时空分布特征及其影响因素[J]. 地理学报，2019，74(7)：1374 - 1391.
[26] 刘桂林，李元新，李笑，等. 基于信息扩散技术的广东省台风灾害风险分析[J]. 安全与环境学报，2021，21(4)：1684 - 1692.
[27] ZHANG Q，ZHANG W，CHEN Y D，et al. Flood，drought and typhoon disasters during the last half - century in the Guangdong province，China[J]. Natural Hazards，2011，57(2)：267 - 278.
[28] SHI P J. Natural Disasters in China[M]. Beijing：Beijing Normal University Press and Springer，2016：115.
[29] ZHANG Q，GU X，SHI P，et al. Impact of tropical cyclones on flood risk in southeastern China：Spatial patterns，causes and implications[J]. Global and Planetary Change，2017，150：81 - 93.

Spatiotemporal Patterns and Influencing Factors of Typhoon Disasters in Guangdong Province，China

HAN Peng，GUO Guizhen，SUN Ning and LIAO Hanqi
(*National Disaster Reduction Center of China*，*Beijing* 100124，*China*)

Abstract：Typhoon disasters have taken a heavy toll on casualties and property losses in Guangdong Province，China. Based on the historic typhoon disasters data from 2019 to 2020，wind field data，precipitation data，terrain data，river network，statistical yearbook and others，the spatiotemporal patterns are analyzed on the county scale. Besides，the influencing factors of typhoon disasters are also explored by Geodetector technique. The results show that there were 47 typhoons landfalling or affecting Guangdong Province，21 super typhoons of which caused the most serious losses，and the most serious region mainly located in Zhanjiang City. The maximum wind velocity，maximum three - day precipitation and distance to typhoon center are the three dominant factors that influenced the affected population，deaths，affected crops and direct economic losses.

Key words：typhoon disaster；spatiotemporal patterns；influencing factors；Geodetector；Guangdong province