

严金芳, 李晓惠, 苏耀墀, 等. 江门儿童公园灾害性天气特征与防御对策[J]. 气象研究与应用, 2024, 45(1): 126–131.

YAN Jinfang, LI Xiaohui, SU Yaochi, et al. Disaster weather characteristics and defense strategies in Jiangmen Children's Park [J]. Journal of Meteorological Research and Application, 2024, 45(1): 126–131.

江门儿童公园灾害性天气特征与防御对策

严金芳¹, 李晓惠¹, 苏耀墀^{1*}, 刘兰芳²

(1. 江门市气象局, 广东 江门 529000; 2. 台山市气象局, 广东 台山 529030)

摘要: 根据江门市外海气象自动站(G2123)2010—2022年风、降雨资料, 结合粤港澳闪电定位系统(GHMLLS)资料, 利用分类统计法, 分析江门儿童公园灾害性天气特征。结果表明, 儿童公园所在区域年均风速明显高于江门市区年平均风速, 7—8月降雨量均大于江门市区平均值, 雷电高发时段为5—9月的10时至20时。提出针对灾害性天气的防御对策, 有利于保障公园工作人员和游客的人身安全。

关键词: 强风; 暴雨; 短时强降水; 儿童公园; 气象灾害风险

中图分类号: P429

文献标识码: A

doi: 10.19849/j.cnki.CN45-1356/P.2024.1.21

气象灾害是自然界中频繁发生且影响较严重的灾害之一^[1], 联合国公布的1947—1980年全球因自然灾害造成人员死亡达121.3万人, 其中61%是由气象灾害造成的^[2]。随着经济的高速发展, 气象灾害造成的损失亦呈上升趋势, 直接影响着社会和经济的发展。江门地处热带亚热带过渡地区, 处于高空东、西风系交替影响的过渡区, 大陆气团和海洋气团的交界处, 是副热带、热带各类天气系统频繁活动区域^[3]。天气气候异常复杂, 暴雨、雷暴、大风等灾害性天气频发, 给经济发展和人民生命财产安全造成严重威胁^[4]。2015年7月18日江门古兜山的观光缆车支架被雷击, 驱动系统的开关烧坏, 导致82台缆车停摆悬在空中及18名游客被困山顶^[5]。2016年5月28日, 江门台山市凤凰峡景区受大暴雨影响突发山洪, 导致18名正在漂流的游客被山洪冲走。如何防范公园景区突发的气象灾害引起广泛的社会关注, 也是保障游客人身安全的迫切需求^[6]。本文基于2010—2022年江门市外海气象自动站网、降雨观测数据, 以及粤港澳闪电定位系统资料, 运用统计方法, 分析江门儿童公园灾害

性天气特征, 提出相应防御措施, 以期为江门有关风景旅游胜地提供防灾减灾依据。

1 资料与方法

江门儿童公园位于江门市江海区釜山地段, 以“梦”“沙”两大主题区, 园区包括蓝色港湾、云海翻腾、漫步云端、童趣台等13个各具特色的游乐区域和具有原创特色、大规模、高品质的沙地公园, 总占地面积约10.8万平方米, 是江门市高标准、高质量发展的市级儿童公园, 打造童趣体验乐园, 入园人数高峰期接近万人^[7]。

本研究利用江门市江海区外海自动站(G2123)2010—2022年和江门市区(新会区国家气象站为代表, 下同)风、降雨资料, 外海自动站为距江门儿童公园最近气象站点, 约1 km。雷电数据来源于粤港澳闪电定位系统(GHMLLS)资料, 以儿童公园为圆心, 下载3 km半径范围内闪电数据, 分析儿童公园强风、暴雨逐月时空分布特征, 以及雷电活动分布特征及其他灾害性天气, 提出应对园内突发性灾害天气的防御对策。

收稿日期: 2023-12-15

基金项目: 江门市科技计划项目(江科[2023]111号)

第一作者简介: 严金芳(1983-), 女, 工程师, 主要从事应用气象和雷电防御工作。E-mail: 46272338@qq.com

通讯作者: 苏耀墀(1979-), 男, 高级工程师, 主要从事灾害防御与应用气象研究工作。E-mail: 67475607@qq.com

2 结果与分析

2.1 灾害性天气分析

2.1.1 强风

气象上将6级以上(风速 $\geq 10.8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)的风带来的灾害统称为强风灾害^[8]。强风可能造成树杆倾斜和断枝、高空坠物(如广告牌、灯具、摄像头等附属设施)或松晃、游艺设备厢体和吊椅摆动甚至脱落^[9],影响设备和游客安全;当风速达到 $10.8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 时,游客乘坐游乐设备存在一定的安全隐患。大多数的游乐设备都有关于风载荷的设计参数,风载荷也称风的动压力,是空气流动对构件所产生的压力。风载荷的大小与风压、地形、地面粗糙度、距地高度,以及构架体积等诸因素相关^[10]。

风载荷分为非工作状态载荷和工作状态载荷,

儿童游乐设备工作状态载荷按最大运行风速 $15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 计算,《大型游乐设施安全规范》规定:高度20 m以上的游乐设施,在高度10 m处应设有风速计,且装设风速报警装置,当风速大于 $15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 时,必须停止运营^[11]。

据外海自动站(G2123)数据显示,2010—2022年,儿童公园所在区域逐月强风日数分布不均,最大日值出现在2012年7月($29.5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$),月平均强风天数为8.4 d,强风日数最少为1—4月和11月(图1),平均为6.4 d左右,月最少值出现在2010年11月(0 d),5—8月强风日数较多,平均达到11.2 d,月最多日数为2011年6月达20 d;最多年为2012年(130 d),最少年为2022年(75 d)。区域内强风以东南偏南风为主,其次是东北偏北风,年强风平均风速为 $14.6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,比市区年强风平均风速偏高 $2.8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。

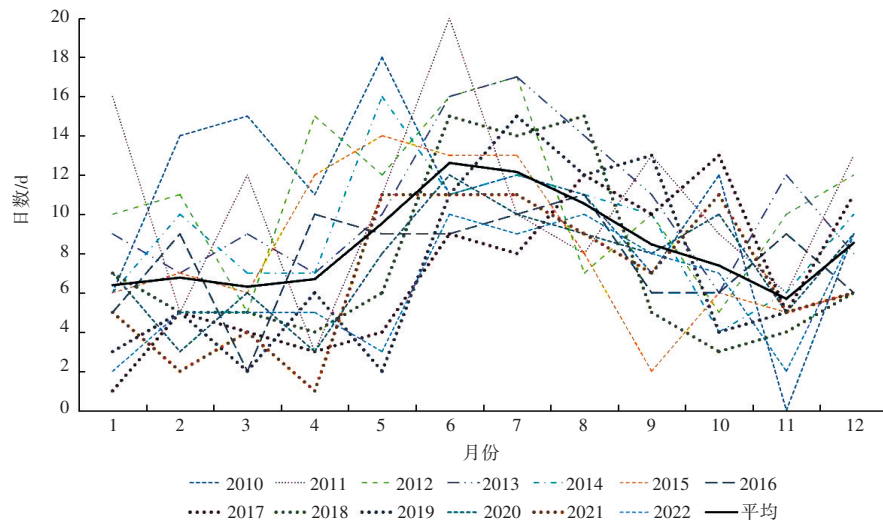


图1 2010—2022年江门市外海气象监测自动站逐月强风日数变化图

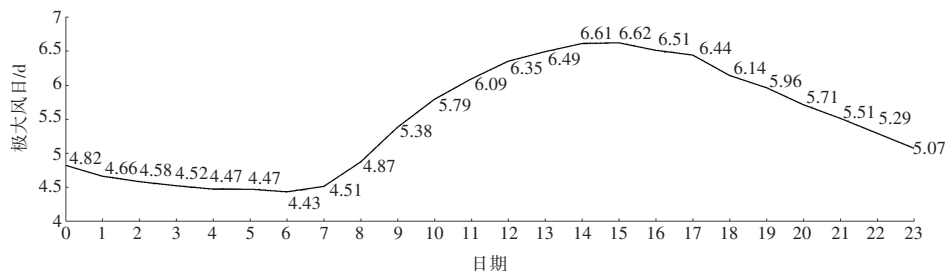


图2 2010—2022年江门市外海气象监测自动站日平均极大风日分布图

从以上数据可知,儿童公园所在区域的强风灾害比市区平均强风偏大,强风风险较市区平均偏高,强风多出现在5—8月,东南偏南风频次较多,其次为东北偏北风。强风具有随机性^[12],但强风大多数分布在时极大风较大的时间段内,故分析极大风各时次平均值分布情况能得到强风风险时段。从

时平均极大风日分布图2中可以看到时极大风日分布呈现单峰型,全天最低值时段为03—07时,08时后极大风逐时加大,11—17时为高值时段,14—15时段是全天最高值时段,之后逐时回落,即14—15时为强风高风险时段,11—17时为强风中高风险时段,03—07时为低风险时段,其余为中低风险时段。

2.1.2 暴雨和短时强降水

暴雨(日雨量 ≥ 50 mm)和短时强降水(小时雨量 ≥ 20 mm)极易引起内涝、山洪暴发等灾害;而长时间的强降雨,则易导致山体含水量丰富,易引发山体滑坡等衍生灾害^[13]。这些都对旅游景点游客和工作人员存在非常大的安全隐患。

从2010—2022年外海气象观测自动站月降雨量分布情况可知,儿童公园所在区域年均降雨量为1 734.2 mm,较江门市区30 a(1991—2020年)平均偏少约106 mm。全年降雨分布特征为:主要降雨集中在4—10月,占全年总降雨量84.1%;4月起月降雨量呈上升趋势,8月达到月降雨量峰值,9月后明显回落,其中最大月为2018年6月,为598.6 mm。对比江门市区30 a平均逐月降雨量分布情况(图3)可发现,外海站月平均降雨量与江门地区30 a月平均降雨量分布趋势略有不同,呈单峰特点,7—8月外海站月降雨量均大于江门市区平均值;在短时强降水特征方面,园区所在区域小时雨量 ≥ 20 mm大多数出现在3—10月(表1),其中以4—9月频次最多,最大小时雨量为61.8 mm,出现在2010年,其次是57.4 mm,出现在2018年,时段多数在02—07时和14—19时,分别占30.2%和41.3%。从上面分析可知,园区4—9月为暴雨和短时强降水灾害高风险月份,特别是7—8月,此时正值暑假,是园内游客高峰期,园内沙山主题乐园及人工湖在短时强降雨发生时易引起园区内涝、山洪暴发等灾害,期间须特别注意午后的短时强降雨及其次生灾害。暴雨和短时强降水使园区路面部分低洼处容易产生大量积水,可能会导致路基塌陷等情况。长时间的强降水使地下水位抬高,园区控制室内电气装置和设备基础受潮、浸水,电气装置绝缘性能降低和器件锈蚀加剧,导致短路、接触不良等甚至供电意外中断,

甚至发生触电事故^[14]。暴雨和短时强降水天气发生时及时停止游乐设施运营,迅速切断电源,并安排专人负责在雨后查验机房、游客通道、底坑、支柱基础的排水、清淤和挡水设施,以确保园内设施设备再次启动时处于安全状态。

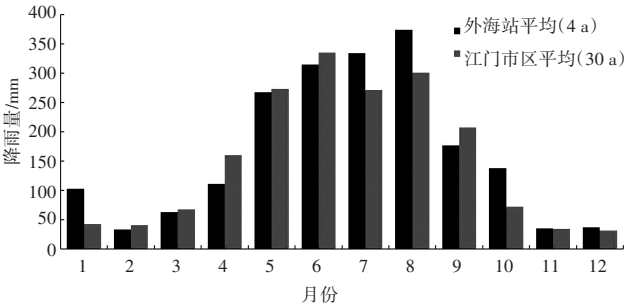


图3 2010—2022年江门市外海自动站平均月雨量与江门市区平均月雨量对比图

表1 2010—2022年江门气象监测外海站1 h月平均最大雨量统计表(单位:mm)

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月
平均	4.4	9.2	13.3	21.6	31.8	29.9
月份	7月	8月	9月	10月	11月	12月
平均	26.5	30.1	23	16.3	5.8	4.5

2.1.3 雷电

如图4(a)所示,为儿童公园3 km范围地闪月平均活动分布情况:3月开始进入雷暴期,4月雷电活动明显加强,5月雷电活动最为强烈,6—9月次之,10月雷电活动明显减弱,11月至次年2月基本没有地闪发生。这与吴从权等^[15]研究江门地区地闪频次的月分布特征一致,由于盛夏受太阳辐射对流活动旺盛,有利于云内正负电荷的碰撞和分离,导致闪电发生次数多;而冬季对流活动弱,闪电活动明显减少^[16]。

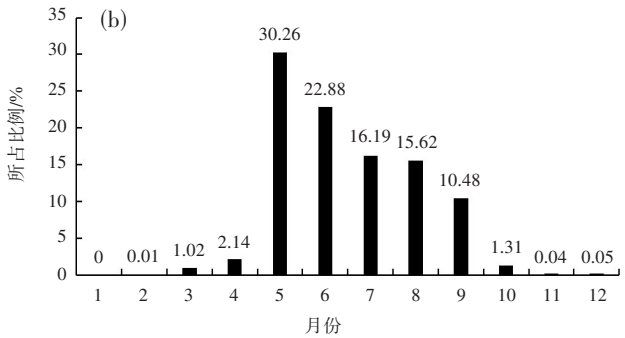
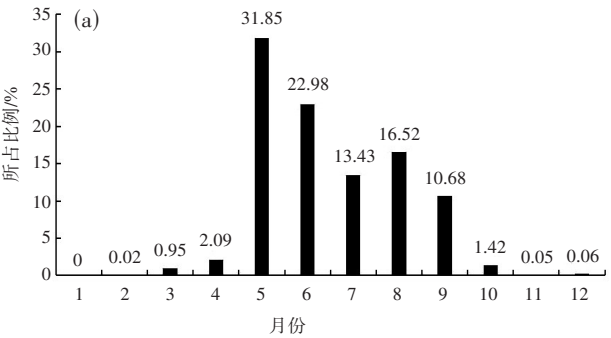


图4 江门市闪回击频次月分布特征
(a) 江门儿童公园3 km范围; (b) 江门地区

如图5(a)所示,该区域01时—24时均有地闪活动;上午10时至20时为地闪高发时段,75%以上的地闪发生在这个时段,其中16时雷电活动最为强

烈,本时段正值夏季游园的最佳时段,园内人流量较多,是雷电防御的重点时段。

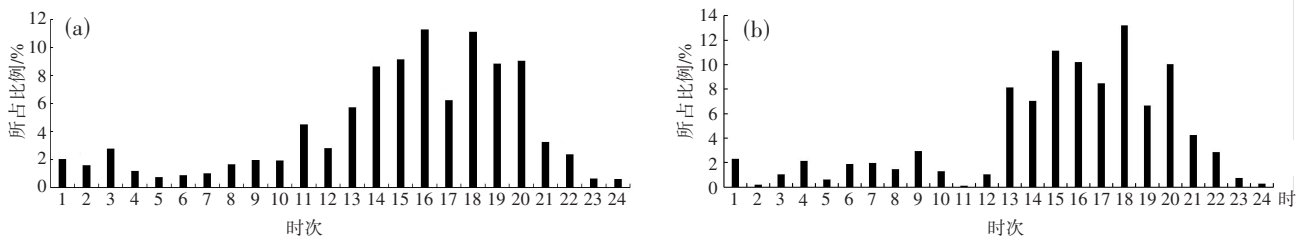


图5 闪回击频次时次分布特征

(a) 江门儿童公园3 km范围; (b) 江门地区

据广东省雷电风险评价闪电定位资料,儿童公园所在区域地闪密度 N_g 为 $20.90 \text{ 次} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$,经现场测量儿童公园的土壤电阻率修正值为 $526.26 \Omega \cdot \text{m}$ 。雷电发生时,园区大面积位置属空旷地带且众多游乐设施为高耸物,有可能成为雷电攻击的对象。同时由于游乐设施接地未做好,其金属构件带电,存在人员因接触电压或跨步电压而导致伤亡的风险。

在近几年公园内发生雷击伤人事件中,岗亭、树下、水体旁等是最容易被雷击的地方,这主要与岗亭等建(构)筑物防雷设施不完善,缺乏雷电防护功能,以及公众防雷安全意识不强有关。因此,完善公园内岗亭等建(构)筑物防雷设施和提高游客的自我保护意识非常重要^[17]。公园属人员密集场所,在节假日人流非常大,且场地较空旷,具有点多面广、人员高度分散和相对集中的特点,也决定整个园区防雷与常规防雷所需保护的范围和对象存在差别。园区为营造良好的视觉效果,挖池造湖,场内户外游艺设施金属构件多、智能化控制设备布设多,一旦发生雷击容易导致人员伤亡、游艺设备运行故障等事故。

根据《大型游乐设施安全规范》6.7.3.2规定,高度大于15 m的游乐设施应设防雷装置,并应采取防闪电电涌侵入的措施。高度超过60 m时还应增加防侧击的防雷装置。目前超过15 m高的游乐设施基本都有避雷装置,但大部分厂家在配电箱内开关的电源侧未装设电涌保护器^[11],可见,完善园区雷电防护装置,加强园区工作人员防雷安全知识培训极为重要。

2.1.4 其他灾害性天气

影响园区的主要灾害性天气为强风、暴雨、雷电,此外,还应注意防范高温、龙卷等灾害性天气。

在夏季,一方面由于大气环流系统表现出一致性的暖性高压环流系统控制,形成大范围的整体环流暖高压带受高压系统的影响,热空气会留在地面,散不出去就会产生高温天气。另一方面近年“拉尼娜”气候事件对大气环流异常也有推波助澜的作用。持续的高温天气,容易产生中暑以及诱发心、脑血管等疾病,给人体健康带来诸多不利影响^[18]。

龙卷风是在极不稳定天气下由空气强烈对流运动而产生的一种伴随着高速旋转的漏斗状云柱的强风涡旋,其中心附近风速可达 $100 \sim 200 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,最大 $30 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,比台风(产生于海上)近中心最大风速大好几倍,龙卷风的破坏性极强,其经过的地方,常会发生拔起大树、掀翻车辆、摧毁建(构)筑物等现象,甚至把人吸走。广东是龙卷风高发省区,园区也需予以防范。

3 灾害性天气防御对策

3.1 提高园区灾害天气监测预警水平

密切关注当地气象部门发布的气象信息,园区要及时监测当地的天气动态,了解灾害性天气发生发展、移动方向及可能造成的危害。由于对流天气具有突发性、局地性特征,建议园内订制专业气象服务或安装自动气象监测终端,可以24 h实时监测园内区天气,并联动视频设备,推送预警至后台,让园区管理部门实时、高效了解天气情况,快速制订应对灾害性天气的应急管控预案,为防灾减灾赢得时间。

3.2 强化园区灾害天气实时叫应能力

利用园内购票系统信息发送实时短信提醒,向游客发出灾害性天气警示信息提示相关风险,及时到安全场所暂避。利用园区实时广播系统、户外大

屏等发布工具实时提醒,通过视频监控系统了解园区游客数量、空间公布情况等。园区工作人员同步做好游客有序疏散工作。

3.3 加强园内设施维护,重视安全生产

虽然游乐设施自身具有高技术含量的安全保障系统,儿童公园在安全管理上,有着严密、完善的安全检查制度和严格的安全操作规程,但由于公园有大量大型设备,承载人数多,一旦出现设施故障或停电等突发情况,不仅危害游客人身安全,还可能引发公众恐慌情绪,造成不良的社会影响。因此需重视园内设施日常维护及定期巡查,及时了解园内排水、山体含水量、地质松软度、游乐设施运行情况 and 设施附近植被状况等^[19]。要加强每日值班巡查和定期开展应急疏散演练,确保疏散通道、安全出口畅通。高温天气时要对游乐设施设备进行安全评估,确保各项设备安全运行;园区内常备消暑物品、增设消暑休息区域、优化排队机制。

4 结论

(1)江门市儿童公园所在区域年强风平均风速为 $14.6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,比市区年强风平均风速偏高 $2.8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,强风多出现在5—8月,强风风险较市区平均偏高;7—8月外海站月降雨量大于江门市区平均值,园区4—9月为暴雨和短时强降水灾害高风险时段;该区域地闪密度 N_g 为 $20.90 \text{ 次}\cdot\text{km}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$,属多雷区;需防范强风、暴雨、雷电等灾害性天气给园区带来的危害与安全隐患。

(2)针对该公园的灾害性天气特征,应提高园区灾害性天气监测预警水平,强化园区灾害天气实时叫应能力,以及加强园内设施维护,更全面有效的提升儿童公园灾害性天气的防御能力。

参与文献:

- [1] 杨世刚,赵桂香,潘森,等.我国雷电灾害时空分布特征及预警[J].自然灾害学报,2010,19(6):153-159.
- [2] 殷启元,郭泽勇,张义军,等.1995—2018年广东地区雷灾伤亡特征[J].热带气象学报,2021,37(3):512-520.
- [3] 郑伟杰,黄晓东,徐碧裕.江门市气象灾害特征及影响分析[J].广东气象,2016,38(2):46-49,53.
- [4] 黄思琦,顾雄萍,肖志鹏,等.城市突发极端气象灾害应

急管理的若干思考[J].气象研究与应用,2022,43(3):120-124.

- [5] 王丹蕾.雷电击停观光缆车广东一景区52名游客被困高空[EB/OL].(2015-7-20)[2024-4-1].http://news.cnr.cn/native/gd/20150720/t20150720_519252974.shtml.
- [6] 曾金秋.广东江门景区漂流遇山洪致8死10伤[EB/OL].(2016-5-30)[2024-4-1].<http://news.sina.com.cn/c/2016-05-30/doc-ifxsqya6516031.shtml>.
- [7] 黄文生.假日打卡江门儿童公园[EB/OL].(2020-7-31)[2024-4-1].https://www.360kuai.com/pc/92d532f297a6b6585?cota=3&kuai_so=1&sign=360_57c3bbd1&refer_scene=so_1.
- [8] 罗红磊,何洁琳,李艳兰,等.气候变化背景下影响广西的主要气象灾害及变化特征[J].气象研究与应用,2016,37(1):10-14.
- [9] 吴国强,郑伟杰,胡丽华,等.江门市气象灾害防御研究与对策[J].广东气象,2013,35(5):49-52.
- [10] 段慧文.露天安装设备设计中的风载荷计算:兼议风速时距取值[J].演艺科技,2016(4):28-33.
- [11] 国家市场监督管理总局,中国国家标准化管理委员会.大型游乐设施安全规范:GB 8408-2018[S].北京:中国标准出版社,2018.
- [12] 郑传新,陆虹,胡维,等.新形势下气象灾害应急管理能力评价方法及研究[J].气象研究与应用,2018,39(3):112-115.
- [13] 邓期民,李忠波,汪玲.降水对公路水毁灾情突发事件的影响与对策[J].气象研究与应用,2018,39(3):116-119.
- [14] 林雪仪,侯中阳.江门地区雷雨大风天气的气候特征分析[J].广东气象,2015,37(2):41-44.
- [15] 吴从权,谭惠冰,张鹏,等.基于ADTD型闪电定位数据的江门闪电特征[J].广东气象,2022,44(1):47-51.
- [16] 马明,吕伟涛,张义军,等.我国雷电灾害及相关因素分析[J].地球科学进展,2008,23(8):856-865.
- [17] 张华明,刘耀龙,逯曦,等.旅游景区雷电灾害特征及防御研究[J].中国人口资源与环境,2015,25(增刊2):280-283.
- [18] 方宇凌,夏冠聪,朱舒曼,等.我国南方地区持续性高温气候特征分析[J].气象研究与应用,2013,34(增刊1):89-91.
- [19] 张鹏,董晓文,袁文君.江门市东湖公园雷击风险的分析与计算[J].广东气象,2015,37(3):69-71.

Disaster weather characteristics and defense strategies in Jiangmen Children's Park

YAN Jinfang¹, LI Xiaohui¹, SU Yaochi¹, LIU Lanfang²

(1. Jiangmen Meteorological Bureau, Guangdong Jiangmen 529000, China;

2. Taishan Meteorological Bureau, Guangdong Taishan 529030, China)

Abstract: Based on the wind and rainfall data of the Jiangmen offshore automatic station (G2123) from 2010 to 2022 and the Guangdong, Hong Kong and Macao Lightning Locating System (GHMLLS) data, the characteristics of disastrous weather in the Jiangmen Children's Park are analyzed by using classified statistical method. The results show that the annual average wind speed of the area where the Children's Park is located is obviously higher than that in the urban area of Jiangmen, the rainfall in July and August is higher than that in the urban area of Jiangmen, and the lightning occurs frequently between 10:00 and 20:00 in May–September. It is of great significance to protect the personal safety of park staff and visitors by putting forward the countermeasures against disastrous weather.

Key words: strong wind; rainstorm; short-term heavy precipitation; Children's Park; meteorological disaster risk