

2022年中国龙卷活动及灾情特征

黄舒婷¹ 李兆明¹ 白兰强¹ 黄先香¹ 植江玲¹ 徐纵横² 刘屹靖³

(1 佛山市龙卷风研究中心 中国气象局龙卷风重点开放实验室, 佛山 528000; 2 广西师范大学, 桂林 541000;

3 江西逐雷影视文化传媒有限公司, 江西 330000)

摘要: 2022年中国可确认的龙卷有45个, 主要出现在5—8月, 多发于7月。其中EF1及以上级别强度龙卷有15个, 与2004—2021年全国记录到的年平均EF1及以上级别龙卷数量相比偏多。发现在同一环流背景场下, 同一天内可产生多个龙卷。其中, 产生龙卷数量最多的是6月30日—7月4日的台风“暹芭”过程, 在外围螺旋雨带影响下出现了至少8个龙卷和2个水龙卷。

关键词: 中国龙卷, 2022年, 灾情特征

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1973.2023.01.004

龙卷是一种局地的剧烈旋转空气柱, 从积状云下垂并延伸至地面, 通常表现为可见的漏斗云, 有时伴有地面被卷起来的灾害碎屑或沙尘, 是对流风暴产生的最猛烈的天气现象。近年来, 我国龙卷灾害事件多发频发, 且多次发生在人口稠密、经济发达的区域, 在短时间内会造成较大的财产损失及部分人员伤亡^[1-9]。本文通过现场灾害调查^[10-11]、搜索自媒体平台(指利用抖音、快手、微博等软件收集龙卷短视频并联系视频博主获取相关龙卷信息, 通过交叉对比整合各种数据来源, 并基于多普勒雷达数据等对龙卷信息的真实性进行确认, 剔除虚假或可疑的龙卷风记录)信息等多种途径, 梳理了2022年全国龙卷信息, 给出了2022年我国的龙卷活动情况和灾情特征, 从而为发展龙卷预警技术和灾情调查方法提供参考。

1 2022年龙卷概述

2022年佛山市龙卷风研究中心参与的国内龙卷现场灾情调查共12次, 其中广东省9次, 江苏省2次, 河南省1次。另外通过气象部门、权威媒体和自媒体平台等多种途径, 收集了33个发生在陆面上的龙卷(本文将对陆面造成破坏的龙卷, 包括有部分时段出现在水面上后移入陆地并对陆面造成了破坏的龙卷定义为陆龙卷, 简称龙卷)和27个水龙卷(由于水龙卷发生在水面上, 未对陆面造成破坏, 尚无法判断龙卷强度, 故对2022年的水龙卷不做定级)的活动情况。

收稿日期: 2023年1月20日; 修回日期: 2023年2月9日
第一作者: 黄舒婷(1995—), Email: 773830393@qq.com
通信作者: 李兆明(1982—), Email: lizhaoming2016@foxmail.com
资助信息: 佛山市重点领域科技攻关项目(2120001008761); 中国气象局大气探测重点开放实验室开放课题(U2021M04); 广东省科技厅社会发展科技协同创新体系建设专项(2019B020208015)

1.1 龙卷时空分布特征

从龙卷发生的空间分布来看(图1a蓝点), 45个龙卷主要分布在东北地区、内蒙古中东部、华东沿海、华中北部和华南沿海, 呈北多南少, 个别龙卷发生在西南地区。与历年(2007—2022年, 图1a填色)龙卷分布对比, 2022年龙卷发生地与我国龙卷高发区一致; 图2a给出了2022年龙卷总数在2个以上的9个省(区)的分布情况, 广东、内蒙古、江苏和吉林发生了5个及以上龙卷。广东发生龙卷个数最多, 有11个, 包含3个西风带系统龙卷和8个台风龙卷, 是热带气旋龙卷发生频次最高的省份, 也是有历史记录以来广东确认龙卷发生个数最多的一年; 内蒙古有9个龙卷发生, 与2021年(13个)相比偏少^[6]; 江苏5个龙卷中有2个是强龙卷。水龙卷的分布呈南多北少(图1b), 主要集中在发生在华南沿海地区, 其中广东可确认6个水龙卷发生, 广西可确认水龙卷有5个。

图2b给出了龙卷和水龙卷的逐月发生特征, 龙卷出现在春季和夏季(3月、5—8月), 其中7月是龙卷发生的高峰月份, 占全年龙卷总数的58%, 发生频次与2021年一致^[6]; 水龙卷发生在5—10月, 时间跨度范围比龙卷长。3—7月龙卷数量相比水龙卷增幅明显, 7月龙卷数量是水龙卷的4.3倍。但到了夏末, 水龙卷数量明显反超龙卷, 甚至在9—10月无龙卷发生的情况下, 仍有水龙卷发生。图2c为龙卷发生时间的分布情况, 有95%的龙卷发生在白天06:00—18:00(北京时间, 下同), 其中47%的龙卷发生在午后到傍晚(14:00—18:00), 与2016—2020年结论相当^[7]。

1.2 龙卷强度特征

从表1可以看出, 2022年我国能够确认的45个龙卷(不包括水龙卷)中有15个EF1级或以上级别强度龙卷, 与2004—2021年^[6-9]全国记录到的年平均EF1及

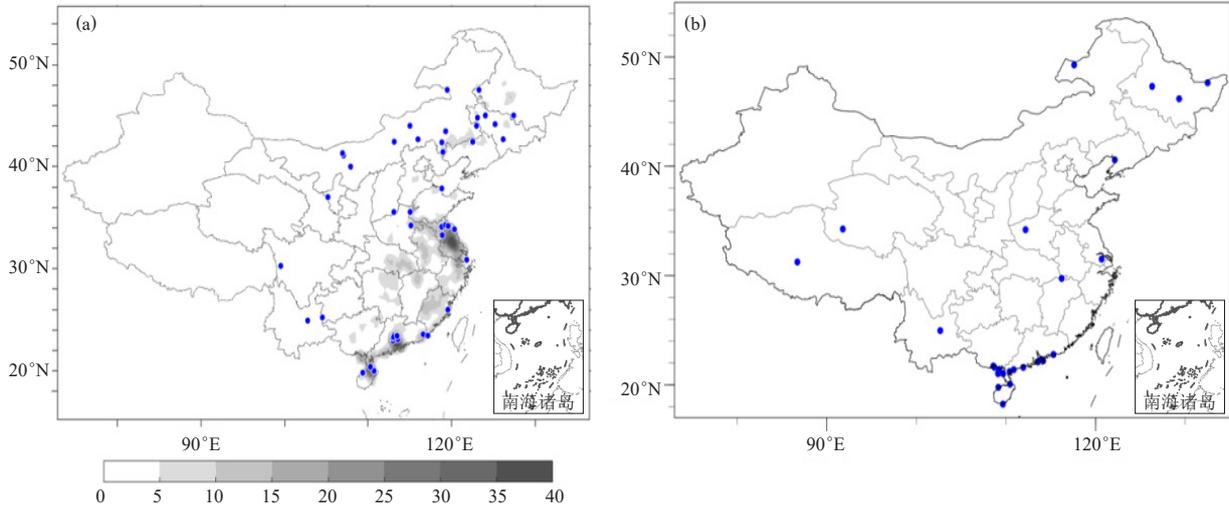


图1 2007—2022年中国龙卷分布(灰度填色数值表示该点50 km范围内的龙卷数量,蓝点表示2022年中国45个龙卷位置)(a)及2022年中国27个水龙卷位置(b)

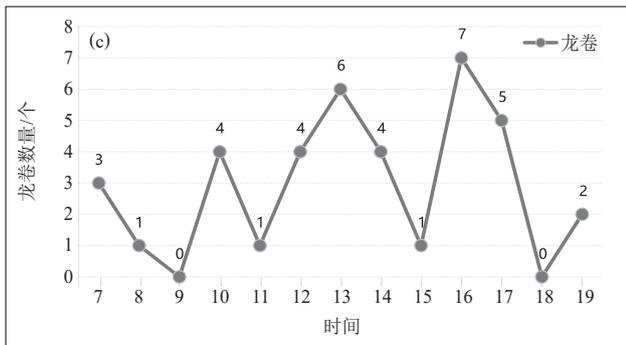
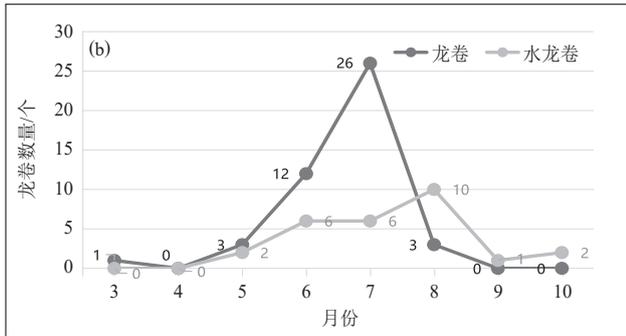
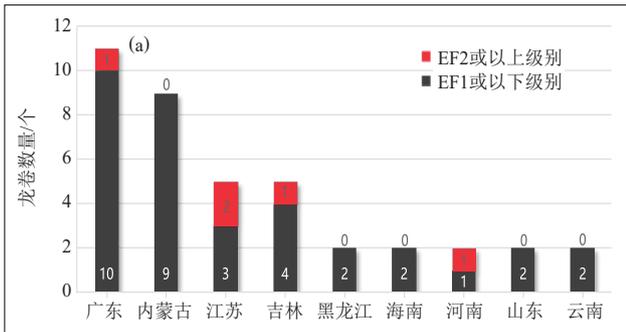


图2 2022年龙卷数量最多9个省(区)(a),以及龙卷逐月(b)、逐时(c)变化

以上级别龙卷数量(12.2个)相比偏多;EF2及以上级别的强龙卷有5个,与2004—2021年全国记录到的EF2及以上级别龙卷数量年平均值(4.1个)基本持平,分别发生在广东广州(EF2级)、吉林长春(EF2级)、江苏连云港(EF2级)、江苏盐城(EF3级)和河南商丘(EF3级)。

2 2022年逐月龙卷过程

本节主要对2022年在陆地上发生的龙卷过程以及佛山市龙卷风研究中心参与调查的龙卷灾情进行分析,灾情资料主要是通过与当地气象部门共同开展的龙卷现场灾情调查,再结合气象监测资料等,经多方会商综合确认龙卷路径及其灾害等级。

2.1 3月龙卷

3月下旬福建省发生1个龙卷过程,为西风带系统龙卷。由表2可知,自2013年以后,中国没有发现有龙卷出现在2月;而发生在3月份的龙卷只有2017年和2022年,其中2022年3月26日福建省福清市龙卷是中国近9年以来可确认时间最早的一次龙卷。

3月26日下午,受高空槽和低空西南急流影响,强回波持续影响福建福清区域并伴有超级单体生成。超级单体在向东北方向移动过程中逐渐出现钩状回波,16:10钩状回波末端出现回波洞,说明该位置有较强的上升气流;16:16回波洞消失,速度增强至TVS标准;16:21超级单体的强度明显减弱,钩状回波和TVS特征消失。可确认16:10—16:20东张镇受龙卷袭击,根据当地航拍信息发现,受灾最重的地方出现明显的树木倒伏、多处屋顶遭到破坏,由于没有收集到更全面的灾情资料,此龙卷强度无法确定。

表1 2022年中国龙卷活动情况及灾情

编号	日期	时间	地点	强度等级		环流型	伤亡	信息来源
				增强藤田标准	国家标准			
1	3月26日	16: 10—16: 20	福建福清	/	/	高空槽	不详	自媒体
2	5月13日	14: 15—14: 30	海南文昌	EF0	弱龙卷	短波槽	不详	官方报道
3	5月14日	13: 45前后	黑龙江哈尔滨	EF1	中龙卷	东北冷涡	无伤亡	官方报道
4	5月24日	14: 30前后	内蒙古赤峰	/	/	东北冷涡	不详	自媒体
5	6月5日	14: 25前后	辽宁彰武	/	/	东北冷涡	不详	自媒体
6	6月10日	10: 10—10: 22	内蒙古锡林郭勒	/	/	东北冷涡	不详	自媒体
7	6月11日	下午	内蒙古锡林郭勒	/	/	东北冷涡	1人受伤	自媒体
8	6月12日	13: 09前后	黑龙江齐齐哈尔	/	/	东北冷涡	不详	自媒体
9	6月13日	下午	河南濮阳	/	/	东北冷涡	无伤亡	自媒体
10	6月16日	19: 21—19: 28	广东广州	EF2	强龙卷	高空槽	无伤亡	现场调查
11	6月18日	白天	内蒙古乌兰察布	/	/	高空槽	不详	自媒体
12	6月19日	07: 23—07: 30	广东佛山	EF1	中龙卷	短波槽	无伤亡	现场调查
13	6月20日	17: 20—17: 21	吉林白城	EF1	中龙卷	高空槽	不详	自媒体
14	6月25日	10: 58前后	吉林长春	EF2	强龙卷	高空槽	3人受伤	自媒体
15	6月26日	17: 15前后	山东诸城	/	/	高空槽	不详	自媒体
16	6月30日	16: 47前后	广东佛山	EF0	弱龙卷	台风“暹芭”	无伤亡	现场调查
17	7月2日	07: 00前后	广东潮州	/	/	台风“暹芭”	无伤亡	官方报道
18	7月2日	10: 30前后	广东汕头	/	/	台风“暹芭”	无伤亡	官方报道
19	7月2日	17: 14—17: 17	广东佛山	EF1	中龙卷	台风“暹芭”	无伤亡	现场调查
20	7月4日	07: 08前后	广东广州	EF1	中龙卷	台风“暹芭”	无伤亡	现场调查
21	7月4日	12: 00前后	广东广州	EF0	弱龙卷	台风“暹芭”	无伤亡	现场调查
22	7月4日	15: 29—15: 30	广东佛山	EF1	中龙卷	台风“暹芭”	2人受伤	现场调查
23	7月4日	16: 33—16: 37	广东广州	EF1	中龙卷	台风“暹芭”	无伤亡	现场调查
24	7月10日	16: 20—16: 40	宁夏中卫	/	/	高空槽	不详	自媒体
25	7月16日	晚上	内蒙古赤峰	/	/	东北冷涡	不详	自媒体
26	7月18日	14: 00前后	吉林松原	/	/	高空槽	不详	自媒体
27	7月18日	13: 00—14: 00	吉林通榆	/	/	高空槽	不详	自媒体
28	7月19日	白天	四川甘孜	/	/	高空槽	不详	自媒体
29	7月19日	11: 30前后	吉林长春	/	/	高空槽	不详	自媒体
30	7月20日	08: 30前后	江苏宿迁	EF1	中龙卷	副高边缘	无伤亡	现场调查
31	7月20日	12: 00前后	江苏连云港	EF2	强龙卷	副高边缘	1人死亡, 26人受伤	官方报道
32	7月20日	12: 20前后	江苏淮安	EF1	中龙卷	副高边缘	不详	官方报道
33	7月20日	12: 50—13: 10	江苏盐城	EF3	强龙卷	副高边缘	1人死亡, 22人受伤	现场调查
34	7月20日	17: 10—17: 30	海南儋州	/	/	副高边缘	不详	自媒体
35	7月21日	10: 28前后	内蒙古赤峰	/	/	蒙古冷涡	不详	自媒体
36	7月22日	16: 28—16: 48	河南商丘	EF3	强龙卷	蒙古冷涡	无伤亡	现场调查
37	7月24日	16: 15前后	内蒙古鄂尔多斯	/	/	高空槽	不详	自媒体
38	7月26日	13: 00前后	江苏盐城	/	/	江淮气旋	不详	自媒体
39	7月28日	17: 00前后	云南曲靖	/	/	高空槽	不详	自媒体
40	7月29日	白天	内蒙古巴彦淖尔	/	/	高空槽	不详	自媒体
41	7月30日	上午	山东东营	/	/	台风“桑达”	不详	自媒体
42	7月30日	12: 39—12: 47	广东湛江	EF1	中龙卷	副高边缘	无伤亡	现场调查
43	8月7日	16: 40前后	内蒙古巴彦淖尔	/	/	高空槽	不详	自媒体
44	8月30日	13: 46—13: 50	上海浦东新区	/	/	台风“轩岚诺”	有人受伤	自媒体
45	8月31日	19: 30前后	云南昆明	/	/	副高边缘	不详	自媒体

注: 强度等级中“/”表示未定级。

2.2 4月龙卷

受江淮气旋的影响, 4月25日上海中心气象台先后发布雷电、大风、冰雹三重黄色预警, 并在16: 00

的大风黄色预警信号短信中提及局部地区可能伴有龙卷灾害性天气的发生, 虽然没有出现龙卷, 但4月的强风暴天气仍是不容小觑。可以发现近十年来, 仅

表2 2013年以来可确认最早发生龙卷^[12]

年份	日期	地点
2013年	2月2日	云南红河州建水县
2014年	5月3日	内蒙古通辽
2015年	4月13日	浙江温州
2016年	4月3日	江西上饶
2017年	3月31日	海南万宁
2018年	4月20日	广西柳州
2019年	4月13日	广东湛江
2020年	5月18日	广东江门
2021年	4月30日	黑龙江黑河
2022年	3月26日	福建福清

2014年、2017年、2020年和2022年在4月没发现龙卷的发生，而其余6年中的4月均有龙卷发生，这说明气象预报员在4月仍不能放松警惕，需时刻关注强风暴天气中是否有龙卷发生的可能性。

2.3 5月龙卷

5月共有3个龙卷过程，均为西风带系统龙卷，分别发生在海南、黑龙江以及内蒙古。

5月14日受东北冷涡影响，黑龙江哈尔滨五常市东北侧上空有对流云团发展，出现明显的上冲云顶，随后对流快速发展，云顶卷云向四周扩散，龙卷发生在对流单体发展最强阶段（13:45，图3a）。卫国乡保家村十二户屯、福利屯受龙卷袭击，造成部分民房、育秧大棚不同程度受损、部分房屋的整个屋顶被掀去。据统计，损坏房屋35户37间、育秧大棚10栋，无人员伤亡，经黑龙江省气象局实地调查和雷达分析，判定此次龙卷破坏程度为EF1级^[13]，属于中等强度龙卷^[14]。

5月24日14:30左右，受东北冷涡影响，内蒙古赤峰松山区出现龙卷，有市民拍摄到了龙卷视频（图3b），由于视频中龙卷距离较远，且没有收集到其

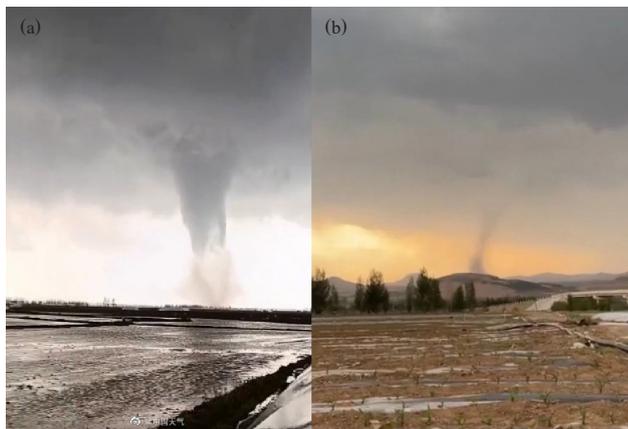


图3 2022年5月14日黑龙江哈尔滨五常市龙卷风 (a) (图片来源:中国天气官方微博)、5月24日内蒙古赤峰松山区龙卷风 (b) 视频截图

他更多的灾情资料，无法准确判断其龙卷强度等级。

2.4 6月龙卷

6月共发生12次龙卷过程，包括11个西风带系统龙卷和1个台风龙卷；其中有3个龙卷发生在广东，3个在内蒙古，2个在吉林，黑龙江、辽宁、河南和山东各1个。

6月5日午后受东北冷涡影响，辽宁阜新彰武县局地遭受强对流天气（图4a），据阜新市气象部门工作人员介绍，14:25左右龙卷开始形成，大约持续15 min。由于龙卷发生在野外，尺度和影响均较小，没有造成明显灾情，无法准确判断龙卷强度等级。

6月11日下午受东北冷涡影响，内蒙古锡林郭勒盟正蓝旗桑根达来附近出现龙卷，多名群众拍摄了灾后现场情况，视频显示房屋屋顶被吹翻，铁皮棚、电线杆被大风吹倒，连续3处红砖墙体被吹倒，2座铁塔坍塌，大片树木倒伏，有1人轻伤，由于没有收集到其他更多的灾情资料，龙卷强度等级无法确定。

6月12日13:09，受东北冷涡影响，在黑龙江齐齐哈尔龙江县七棵树镇出现龙卷，造成多处屋顶损坏，大量铁皮被吹飞，1根木制电线杆倒塌，铁门被吹倒。

6月13日下午受东北冷涡影响，河南濮阳出现短时龙卷风（图4b），据当地村民描述，电三轮车、两轮车隔着路被刮飞过去，房屋与树木被吹歪，铁皮房被刮飞；从视频中观察到，大量树木倒伏、连根拔起，未造成人员伤亡。

在华南“龙舟水”时期（5月21日—6月20日），广东省发生2个龙卷。第一个发生在6月16日19:20左右，受高空槽和切变线共同影响，广东广州从化区太平镇出现龙卷（图5）。17日早上，广东省气象台、广州市气象局、佛山市龙卷风研究中心及从化区气象局联合到太平镇进行实地灾情调查，通过察看受灾现场破坏程度、走访龙卷目击者、多渠道获取视频照片资料等方式，确认此次龙卷风自西南向东北方向移动，发生时间为19:21—19:28前后，龙卷灾情路径长度约为4.3 km，最大影响宽度约为270 m；受灾区域最严重的是太平镇，持续时间约为5 min。此次龙卷造成部分区域停电、临时棚架倒塌、绿化树损毁堵塞交通、电线杆被吹倒等情况，认定此次龙卷最强破坏程度为EF2级，属于强龙卷。

6月19日受500 hPa短波槽和中低空的暖湿气流影响，“华南龙舟水”期间的第二个龙卷发生在广东佛山南海区大沥镇雅瑶社区附近（07:23—07:30）。根据网友和相关媒体报料，经佛山市气象部门现场实地灾情调查，此次龙卷自西南向东北方向移动，呈跳跃



图4 2022年6月5日辽宁阜新彰武龙卷风(a) (图片来源: 辽宁晚报)、6月13日河南濮阳龙卷风(b) 视频截图(图片来源: 燃新闻抖音账号)



图5 2022年6月16日广东广州从化区太平镇龙卷路径及受灾区域(红色区域)和情况

式前进的特征,先后影响涌口村、奥亚幼儿园、雅瑶立交、联滘中心公园、罗布头村,造成铁皮木料掀起、电力设施损坏、仓库顶棚掀翻、树木折断、车辆侧翻等。龙卷路径长度约为5.4 km,最大影响宽度约240 m(图6)。龙卷最强破坏程度为EF1级,属于中等强度龙卷。



图6 2022年6月19日广东佛山南海区大沥镇雅瑶村龙卷路径及受灾区域(红色区域)和情况

6月20日17:20—17:21,受高空槽影响,吉林白城洮北区白城机场附近出现龙卷。超级单体在自西北向东南方向移动过程中,出现漏斗云。当地气象局到现场核实后,确认龙卷的发生。受龙卷影响,造成树木从靠近地面的主干直接被拗断,粮仓铁皮屋顶被吹掀,认定龙卷最强破坏程度为EF1级,属于中等强度龙卷。

6月25日10:58左右,吉林长春榆树市五棵山镇出现龙卷,景区的监控视频中看到一辆小轿车被刮飞,掉进松花江中,造成3人受伤,判断龙卷最强破坏程度为EF2级,属于强龙卷。

受2022年第3号台风“暹芭”影响,华南地区可确定的龙卷有8个、水龙卷有2个。6月30日,台风“暹芭”08:00在南海生成,受外围螺旋云带影响,广东湛江和广西钦州先后生成水龙卷,广东佛山生成龙卷。15:00—17:00,“暹芭”位于南海中部海面上自南向北移动,强度从热带低压级增强为热带风暴级。15:00左右,第一个水龙卷发生在距离台风中心

西北方向约740 km的湛江吴川市吉兆湾附近海面上。16:47前后,在“暹芭”中心西北偏北方向约780 km的佛山市南海区狮山镇颜峰社区丹邱经济社附近发生龙卷(图7),经佛山龙卷风研究中心和南海区气象局现场核实,此龙卷先后在喜旺铝厂和科纳德斯新型建材有限公司被市民拍摄到。龙卷尺度小、生命史短,现场破坏路径约为50 m,宽度约为20 m。造成庄稼倒伏、厂房工棚被

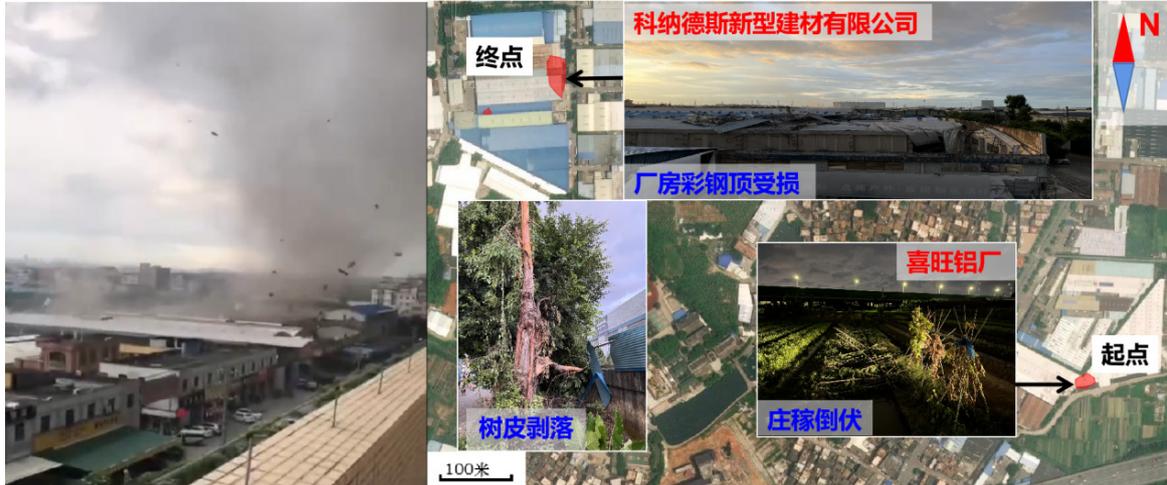


图7 2022年6月30日广东佛山南海区龙卷路径及受灾情况

卷起，电线冒火花，无人员伤亡，龙卷风强度等级为EF0级，属于弱龙卷。紧接着在17:00左右，广西壮族自治区钦州市三墩港海面上出现水龙卷，此水龙卷位于“暹芭”中心西北方向约900 km处。

2.5 7月龙卷

7月有26个龙卷发生，包括18个西风带系统龙卷和8个台风龙卷，其中有8个龙卷发生在广东，5个发生在江苏，4个发生在内蒙古，3个在吉林，宁夏、四川、海南、河南、云南和山东各1个。

台风“暹芭”继续向西北方向移动，在7月2日上午，广东受“暹芭”台前环流影响，位于台风中心东北方向的潮州、汕头和佛山先后发生龙卷，潮汕与汕头龙卷发生在台风增强阶段（强热带风暴加强为台风级），而佛山南海龙卷发生在台风登陆后的减弱阶段（强热带风暴级）。07:00，龙卷发生在距离台风中心东北方向约660 km的广东潮州潮安区浮洋镇上，先后经过斗文村、徐陇村、陇美村。据潮州市气象局现场调查，受影响的区域在一条乡村公路旁，龙卷路径长度约为1 km，最大直径约为50 m。08:00，强热带风暴级“暹芭”向偏北方向移动并增强为台风级（12级，35 m/s）。台风

增强阶段（10:30），第二个龙卷发生在距离台风中心东北方向约650 km的广东汕头南澳县青澳湾附近的海面上，10:40龙卷从青澳湾沙滩上岸，随后向西北方向移动，至北回归线广场后逐渐减弱，在山岗村上空消散。由于两个龙卷均没有收集到其他更多的灾情资料，龙卷强度等级无法确定。

15:00，“暹芭”以台风级强度在广东茂名电白区沿海登陆，台风“暹芭”是2022年登陆中国的首个台风以及2015年台风“彩虹”以来登陆粤西的最强台风。第三个龙卷发生在台风登陆后东北象限约270 km的佛山市南海区西樵镇（17:14—17:17）。南海区西樵龙卷（图8）发生后，佛山市龙卷风研究中心第一时间赴现场开展调查，经询问现场目击者及分析周边气象观测

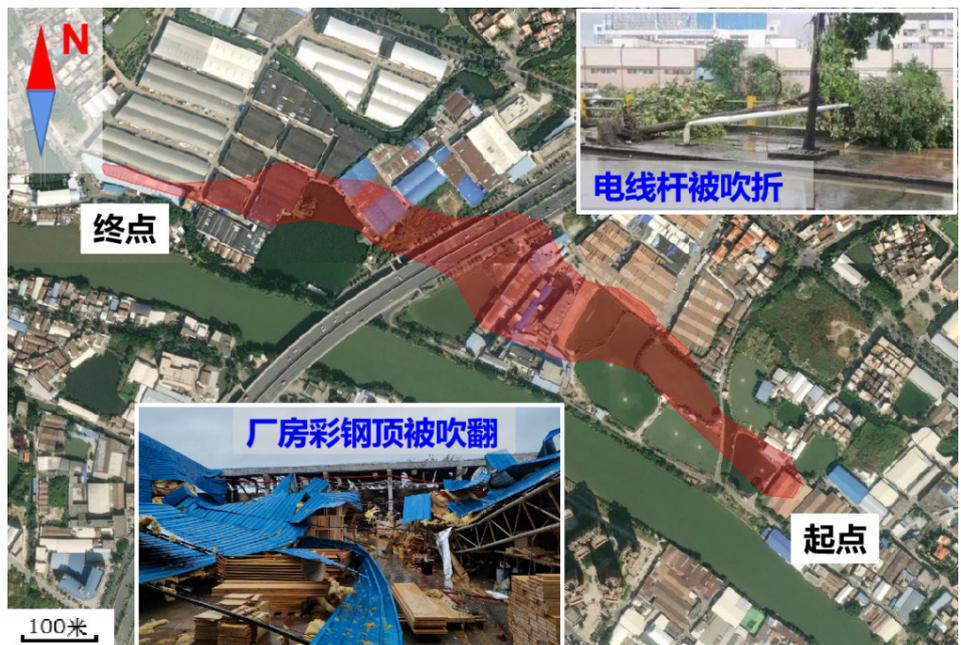


图8 2022年7月2日广东佛山南海区西樵镇龙卷路径及受灾区域（红色区域）和情况

资料，确认此次龙卷风尺度小，持续时间约为3 min，现场破坏路径约为1.2 km，宽度约为160 m。造成树枝折断、厂房工棚受损、铁质路灯折弯，无人员伤亡，龙卷最强破坏程度为EF1级，属于中等强度龙卷。

7月4日07:00—17:00，“暹芭”的残余环流大致在湘桂交界，虽然它已经停编，但是依然保持着逆时针环流，配合西南季风，不断地给广东地区输送充足的水汽和能量。在螺旋雨带的影响下，4日发生4次

龙卷过程。07:08，广州黄埔龙卷自西南向东北移动，途经南岗西路、宝丰路、康南路，于07:10减弱消失。此次龙卷风尺度很小，破坏时间约为20 s，最大影响宽度约为160 m，影响路径约为1.2 km（图9）。经佛山市龙卷风研究中心和广东省气象台工作人员现场核实，厂房受损面积约为1500 m²，主要是树枝折断、厂房工棚顶部受损，无人员伤亡，认定龙卷最强破坏程度为EF1级，属于中等强度龙卷。

第二个龙卷风发生在12:00，地点位于广州市花都区赤坭镇缠岗村白泥坑，主要受灾长度约为110 m，宽度约为130 m，龙卷最强破坏程度为EF0级，属于弱龙卷。

4日的第三个和第四个台风龙卷均生成于同一超级单体中。该超级单体从肇庆自西南向东北

移动，在佛山市三水区云东海街道附近生成龙卷（15:29—15:30，图10a），佛山市气象局、佛山市龙卷风研究中心、三水区气象局第一时间派出工作人员赴现场开展调查。经询问现场目击者及分析周边气象观测资料，确认此次龙卷风尺度小，持续时间约为2 min，现场破坏路径约为900 m，最大宽度约为70 m。造成树木折断、厂房工棚受损，有2人受伤。随后该超级单体继续向东北方向移动，在广州市花都区花山镇再次加强触发龙卷，影响时间约为4 min。5日上午，广州市气象局、佛山市龙卷风研究中心及花都区气象局到花山镇进行实地调查，通过现场查看、走访龙卷风目击者等方式，并结合气象观测资料分析认为：龙卷影响路径约为2.4 km，最大影响宽度约为150 m（图10b），现场树木倒伏、工棚倒塌、铁皮屋顶吹翻扭



图9 2022年7月4日广东广州黄埔区龙卷路径及受灾情况（红色区域）



图10 2022年7月4日广东佛山三水区云东海龙卷路径及灾害区域（红色区域）和情况（a）、2022年7月4日广州花都花山镇龙卷路径及受灾区域（红色区域）和情况（b）

曲、玻璃吹落，受灾面积约为4800 m²，无人员伤亡。两个龙卷均认定最强破坏程度为EF1级，属于中等强度龙卷。

7月20日江苏位于副高西北缘与西风槽的东侧之间的强劲西南气流中，发生多次龙卷过程。第一个龙卷（08：30，图11）出现在江苏宿迁沭阳县开发区赐富路，路径长度约为0.9 km，等级判定为EF1级，属于中等强度龙卷。龙卷造成江苏时钛汽车紧固件有限公司、江苏贤和金属包装材料科技有限公司厂房屋顶被掀起，超过20000 m²厂房受损，预估直接经济损失为150万元，所幸无人员伤亡。

第二个龙卷发生在12：00，位于江苏连云港灌云县。受地面气旋影响，7月20日05：00起连云港市大部分地区出现强对流天气，12：00左右灌云县龙苴镇唐桥村和小伊镇小茆村出现龙卷。该龙卷途经连云港市灌云县和海州区，并影响灌云县小伊镇、同兴镇、龙苴镇和海州区板浦镇等四个乡镇的11个行政村。此次龙卷造成龙门架倒塌在路面，大型高速广告牌折断和装满电瓶车的半挂车侧翻，交通中断；造成房屋损伤约649户，3148间；农业成灾面积为3743亩；直接经济损失约为6500万元；1人死亡，受伤人员26人。龙卷最强破坏程度为EF2级，属于强龙卷。

20 min后（12：20）在江苏省淮安市淮阴区淮高镇大兴庄发生第三次龙卷天气，农作物受灾面积为2700 m²，一般破损房屋共142间，共计经济损失为136万元，龙卷最强破坏程

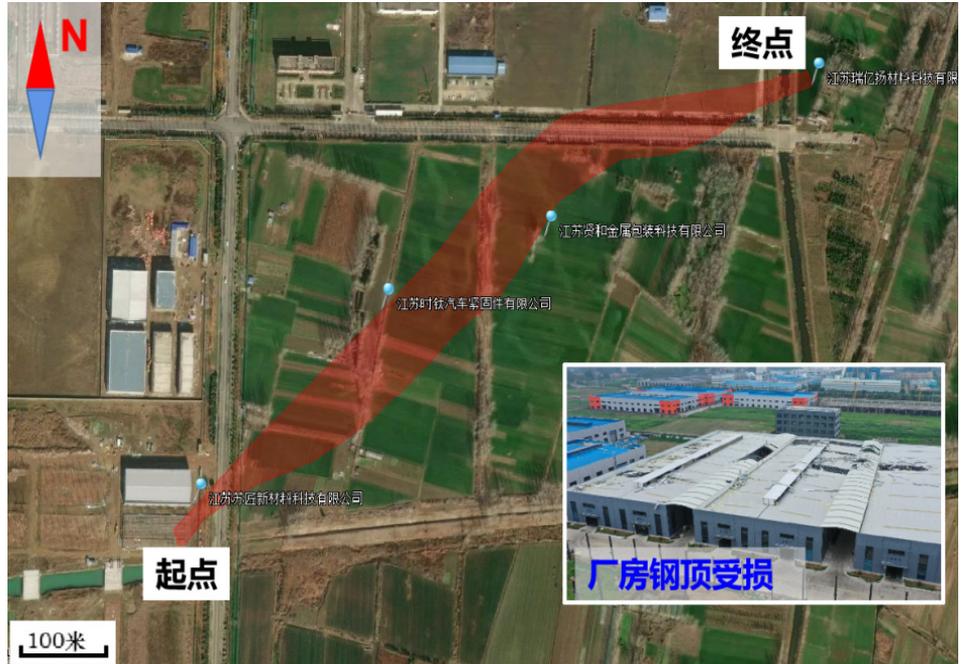


图11 2022年7月20日宿迁市沭阳县龙卷路径及受灾区域（红色区域）和情况

度为EF1级，属于中等强度龙卷。

12:50—13:10，在江苏盐城响水县发生第四个龙卷，龙卷先后途径罗庄村、条冲村、小庄子、桑庄、大周庄、程庄村，其中龙卷最长接地1500 m，最宽600 m，最短接地500 m，宽100 m左右（图12）。造成1个电线塔倒塌、树木倒伏、多处居民屋顶损坏、田地出现明显的浅色条迹、共导致1人死亡，22人受伤。

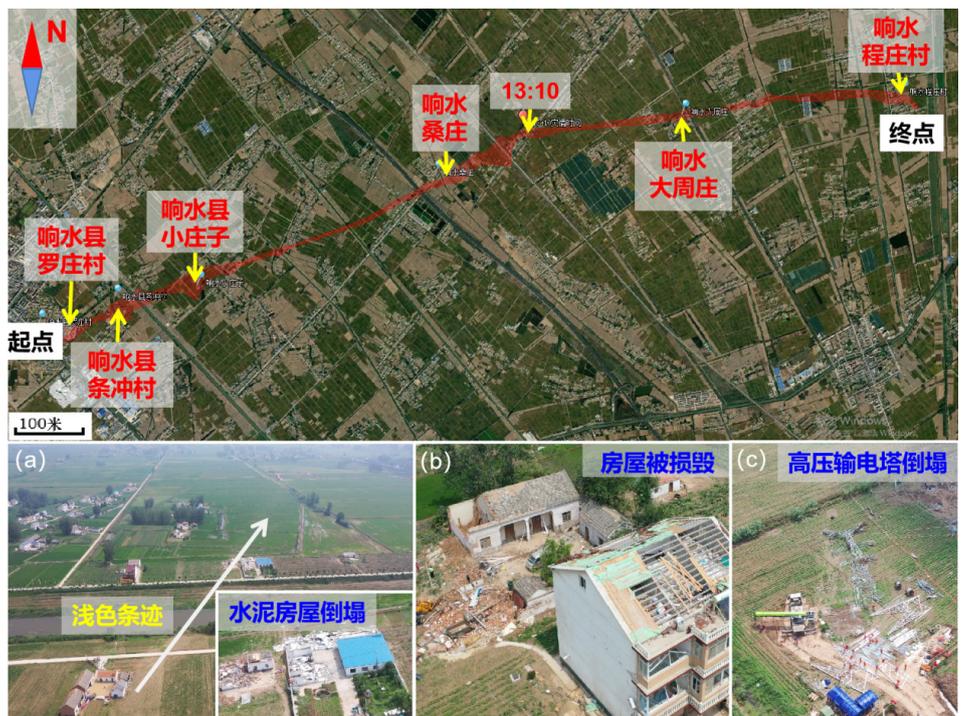


图12 2022年7月20日江苏盐城响水县龙卷路径及受灾区域（红色区域）和情况

龙卷最强破坏程度为EF3级，属于强龙卷。

7月22日16:28—16:48，受蒙古冷涡影响，河南商丘睢阳区三关村出现龙卷风（图13）。商丘市气象局和睢阳区气象局调查组赴龙卷灾情现场调查，走访目击证人，获取了手机拍摄视频和大量图片，确认龙卷路径呈西南—东北走向，途径巴庄村、三关村和工业园区，造成大量彩钢板和铁皮被卷起、厂房损坏，玉米倒伏面积为0.8 km²，西瓜大棚损坏面积为26666.7 m²，树木刮倒60棵；电线杆刮倒5根，一处电塔刮倒造成宋城办事处、闫集镇部分区域断电；农贸市场的6个顶棚被大风掀掉；无人员伤亡，龙卷最强破坏程度为EF3级，属于强龙卷

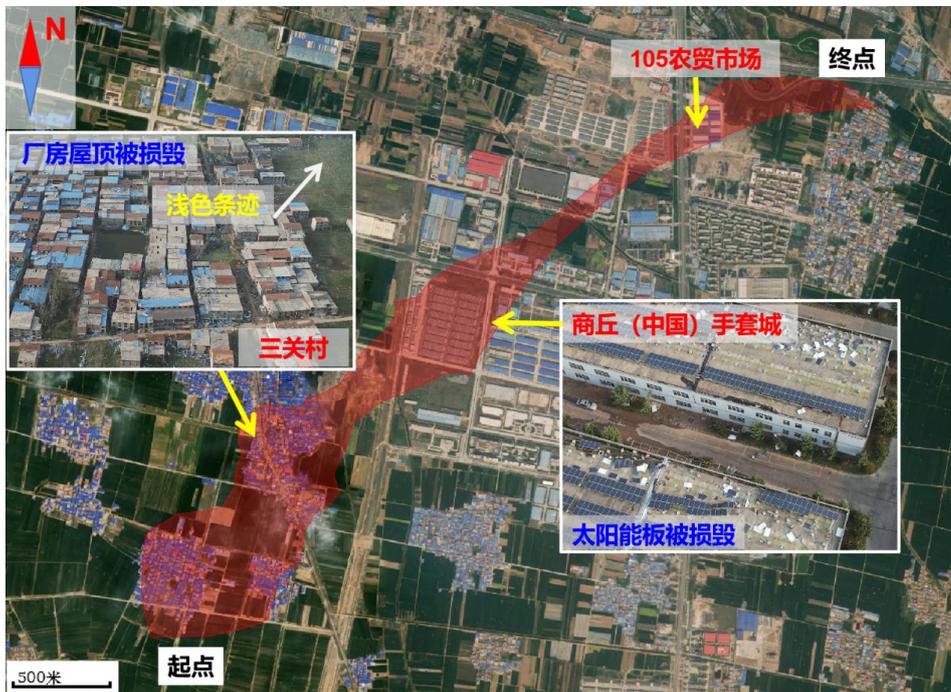


图13 2022年7月22日河南商丘睢阳区龙卷路径及受灾区域（红色区域）和情况

7月30日12:39—12:47，广东湛江徐闻县曲界镇愚公楼村委会附近出现龙卷。经徐闻县气象局和佛山市龙卷风研究中心工作人员现场调查，此次龙卷风造成部分房屋瓦片受损，树木倒伏，围墙倒塌，受灾农作物有香蕉、菠萝，无人员受伤，龙卷最强破坏程度为EF1级，属于中等强度龙卷。

2.6 8月龙卷

8月有3个龙卷发生，包括2个西风带系统龙卷和1个台风龙卷，内蒙古、上海、云南各发生1个龙卷。

8月30日13:46，在上海市妙香路到临港产业园之间发生龙卷，影响路径上有浦东新区妙香路1333号西门子歌美飒再生能源（上海）有限公司、妙香路中建一局上海天岳碳化硅半导体材料项目（在建）、浦东新区妙香路和沧海路交叉口、临港产业园沧海路1001号上海外高桥造船海洋工程有限公司。龙卷造成厂房损坏、集装箱倒塌、工地宿舍塌毁，工地宿舍区有人员受伤。

8月31日19:30前后，在云南昆明官渡区发生龙卷（图14）。最初漏斗云在滇池上空形成并短暂接触水面，随后在水面上方收缩，移动到滇池东北侧的官渡区矣六村时在地面出现小尺度涡旋灾害。龙卷尺度很小，由于没有收集到其他更多的灾情资料，龙卷强度



图14 2022年8月31日云南昆明市官渡区龙卷视频截图

无法确定。

3 总结和讨论

2022年我国可确认的龙卷有45个，比2021年龙卷个数（58个）偏少，比2018—2021年的龙卷年平均数24.3个显著偏多；另外还收集了27个水龙卷的活动情况。EF1及以上级别的龙卷有15个，与2004—2021年的年平均统计结果相比偏多；EF2及以上级别强度的

龙卷有5个，与2004—2021年的年平均统计结果基本持平。

2022年龙卷空间分布呈北多南少，而水龙卷相反，呈南多北少，与2021年结论一致。龙卷的高发区主要集中在东北地区、内蒙古自治区、江淮流域以及华南沿海；与历年（2007—2022年）相比，2022年内蒙古自治区出现龙卷频次突增；水龙卷的高发区主要发生在华南沿海，与2021年结论一致。

龙卷发生时间集中在5—8月，其中7月最多，与往年（2016—2020年）龙卷最高峰月基本一致；而水龙卷主要发生在6—8月。一天中，95%的龙卷发生在白天06:00—18:00，与往年相比时间偏早、比例偏多；47%的龙卷发生在午后到傍晚（14:00—18:00），与往年比例基本持平。

随着自媒体的诞生与发展，越来越多的人可通过微博、抖音、快手等平台分享内容，因此2021年和2022年收集到的龙卷信息比以往要多，今后可随着龙卷信息的不断增加完善中国龙卷分布情况。

此外，对比发现2022年6月30日—7月4日的台风“暹芭”天气过程中产生龙卷数量是近年来台风触发龙卷次数最多的一次，在其外围螺旋雨带影响下出现了至少8个龙卷和2个水龙卷；致灾较重一次龙卷过程发生在7月20日，在江苏省内共产生4个龙卷，其中EF2级的江苏省连云港市龙卷和EF3级的江苏省盐城市龙卷共导致2人死亡、48人受伤，造成较大的经济损失和社会影响；8月25日在台风“马鞍”环流背景下，广东省汕尾市、湛江市和中国香港特别行政区均出现了水龙卷。为何在同一环流背景下一天内能产生多个龙卷，这些龙卷产生的原因是否相互存在某些联系，需要做进一步研究。

致谢

感谢国家气象中心、中国气象局气象探测中心、黑龙江省气象局、江苏省气象局、河南省气象局、广东省气象台、广州市气象局、潮州市气象局、徐闻县气象局、广州从化区气象局、佛山南海区气象局、气象爱好者和佛山市龙卷风研究中心其他同事对龙卷数据收集提供的支持和帮助。

参考文献

- [1] 郑永光. 中国龙卷气候特征和环境条件研究进展综述. 气象科技进展, 2020, 10(6): 69-75.
- [2] 俞小鼎, 王秀明, 周小刚. 雷暴与强对流临近预报技术进展. 气象学报, 2012, 70(3): 311-337.
- [3] 黄先香, 炎利军, 蔡康龙, 等. 2018年中国龙卷活动特征. 气象科技进展, 2019, 9(1): 50-55.
- [4] 李彩玲, 黄先香, 蔡康龙, 等. 2019年中国龙卷等对流大风过程及灾情特征. 气象科技进展, 2020, 10(1): 7-14.
- [5] 蔡康龙, 黄先香, 李彩玲, 等. 2020年中国龙卷过程及灾情特征. 气象科技进展, 2021, 11(1): 40-45.
- [6] 植江玲, 黄先香, 白兰强, 等. 2021年中国龙卷活动及灾情特征. 气象科技进展, 2022, 12(1): 26-36.
- [7] 李彩玲, 谭浩波, 蔡康龙, 等. 2016—2020年中国龙卷过程和灾情特征. 热带气象学报, 2021, 37(5/6): 733-747.
- [8] 范雯杰, 俞小鼎. 中国龙卷的时空分布特征. 气象, 2015, 41(7): 793-805.
- [9] 俞小鼎, 赵娟, 范雯杰. 中国龙卷的时空分布与关键环境参数特征. 热带气象学报, 2021, 37(Z1): 681-692.
- [10] 蔡康龙, 黄先香, 戴春容, 等. 2020年8月9日黑龙江绥化龙卷灾情调查与天气雷达识别. 热带气象学报, 2021, 37(Z1): 792-800.
- [11] 蔡康龙, 俞小鼎, 李彩玲, 等. 2019年广西临桂微下击暴流和广东湛江龙卷现场灾情调查对比分析. 气象, 2021, 47(2): 230-241.
- [12] 周瑞琳, 孟智勇, 白兰强. 中国龙卷数据集(2007—2016). 北京大学开放研究数据平台, 2020. <https://doi.org/10.18170/DVN/QKQHTG>
- [13] McDonald J R, Mehta K C. A recommendation for an enhanced Fujita scale (EF-scale). Wind Science and Engineering Center, Texas Tech University, 2006.
- [14] 姚聃, 梁旭东, 孙继松, 等. 龙卷风强度等级 (GB/T 40243-2021). 北京: 中国标准出版社, 2021.