年度评述

2019年中国龙卷等对流大风过程及灾情特征

李彩玲[1] 黄先香[1,2] 蔡康龙[1] 炎利军[1] 李兆明[1]
（1 佛山市龙卷风研究中心；2 中国气象科学研究院灾害天气国家重点实验室）

2019 年我国可确认的龙卷天气过程有 8 次、共 9 个龙卷，主要发生在 4—8 月。其中，强龙卷有 4 个，分别是 EF4 级龙卷 1 个，EF3 级龙卷 1 个和 EF2 级龙卷 2 个；EF1 级或以上强度龙卷数量较 2004—2013 年的年平均数明显偏少，但 2019 年龙卷致灾重，9 个龙卷共造成 16 人死亡、218 人受伤，其中辽宁省铁岭市开原区 EF4 级龙卷是我国自 1961 年以来的第 7 个 EF4 级龙卷，导致 7 人死亡，190 人受伤。广西临桂观测站罕见观测到 17 级大风，是 1 次 EF2 级下击暴流过程，无人员伤亡；河南虞城出现 1 次 EF0 级尘卷风天气，造成 2 人死亡，20 人受伤。

DOI：10.3969/j.issn.2095-1973.2020.01.003

收稿日期：2019 年 12 月 5 日；修回日期：2020 年 1 月 6 日
第一作者：李彩玲（1981—），Email: 35440483@qq.com
资助信息：广东省科技厅社会发展科技协同创新体系建设专项（2019B020208015）；灾害天气国家重点实验室开放课题（2018LASW-B18）；佛山市气象局科技项目（201906）

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

2019年佛山市龙卷风研究中心共参与了国内7次龙卷等对流大风过程的灾情调查，其中5次为龙卷天气过程，包括1次超强龙卷过程（EF4），2次强龙卷过程（EF3和EF2级各1次）和2次中等龙卷过程（EF1级）；还参与了广西临桂下击暴流极端大风和河南虞城尘卷风过程灾情调查。另外，根据当地气象部门提供或网络权威发布，收集了3次龙卷天气过程（表1）。图1可见2019年龙卷出现在辽宁、海南、山东、广东、黑龙江五省中，均为我国龙卷相对高发省，2018年22个龙卷发生在7省（直辖市）中，2019年龙卷发生个数相比2018年明显偏少[1]。

由于气象探测技术手段和能力所限，本文重点对

表1 2019年中国龙卷等对流大风过程及灾情

编号	时间	地点	风灾类型	强度等级	环流型	信息来源	伤亡情况
1	20190413 14：09—14：18	广东徐闻	龙卷	EF3（三级）	高空槽/切变线	现场调查	1死5伤
2	20190419 17：00	海南定安	龙卷	不详	西南低压	气象部门提供	无
3	20190618 16：30	黑龙江黑河	龙卷	不详	东北冷涡	气象部门提供	无
4	20190703 17：17—17：47	辽宁开原	龙卷	EF4（四级）	东北冷涡	现场调查	7死190伤
5	20190816 15：44	辽宁营口	龙卷	EF1（二级）	东北冷涡	现场调查	6轻伤
6	20190827 05：52—05：58	辽宁大连	龙卷	EF1（二级）	东北冷涡	现场调查	无
7	20190828 16：40	山东威海	龙卷	不详	东北冷涡	官方报道	9人轻伤
8	20190829 02：54—03：01	海南屯昌	龙卷	EF2（三级）	台风“杨柳”	现场调查	无
9	20190829 04：03—04：09	海南儋州	龙卷	EF2（三级）	台风“杨柳”	现场调查	8死8伤
10	20190321 21：08—21：14	广西桂林临桂	下击暴流	EF2	南支槽/西南急流	现场调查	无
11	20190331 15：00	河南商丘	尘卷风	EF0	高空槽	现场调查	2死20伤

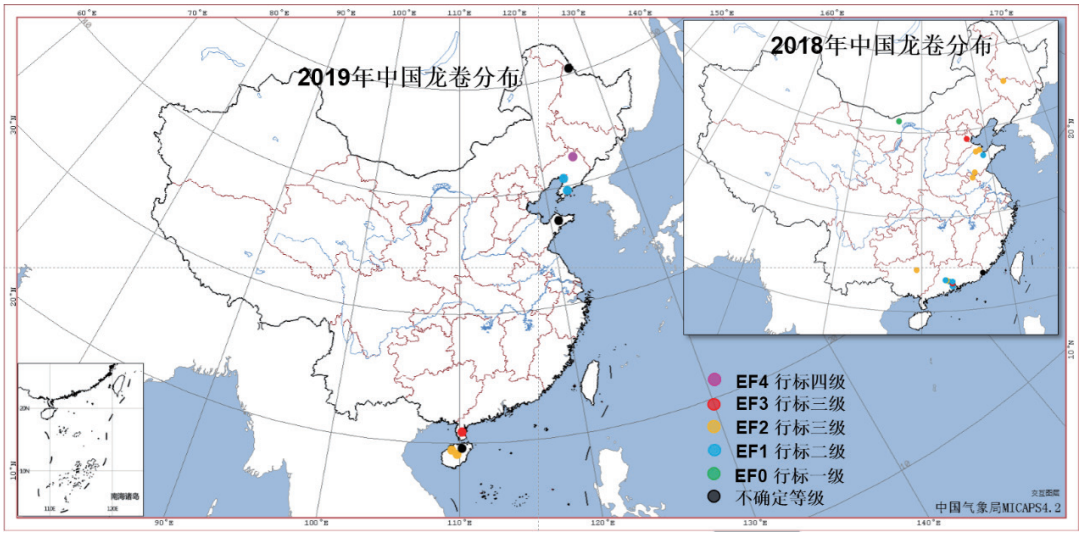

图1 2019年与2018年中国龙卷分布对比图

2019年佛山市龙卷风研究中心参与灾情调查的7次龙卷等对流大风天气过程灾情特征进行分析，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等对流大风的路径及其灾害等级，但由于龙卷等对流大风尺度小、生消快等特点，灾调和分析过程中个别个例强度定级等还需商榷。

龙卷过程概况

4月龙卷

4月有2个龙卷，发生在广东省和海南省，均为西风带龙卷。

2019年4月13日下午，受高空槽和低空急流共同影响，广东省湛江市徐闻县和安镇出现强龙卷，造成1人死亡5人受伤，龙卷罕见地经过当地测站，14：11徐闻县和安镇政府自动气象站测得50·7 m/s（15级）的极大风速，同时有市民手机拍到了龙卷视频。佛山市龙卷风研究中心会同湛江市气象局，对受灾比较严重的和安镇龙卷进行现场灾调，确定龙卷发生在14：09—14：18，造成部分房子顶楼外墙倒塌、直径达30 cm的榕树和苦楝树被连根拔起、直径达97 cm的细叶榄仁树被折断、多处金属路灯杆被扭曲和多处水泥电线杆被折断，破坏长度约3·2 km，最大破坏宽度达220 m，移动速度约32 km/h，强度为EF3级、行标三级（图2）。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

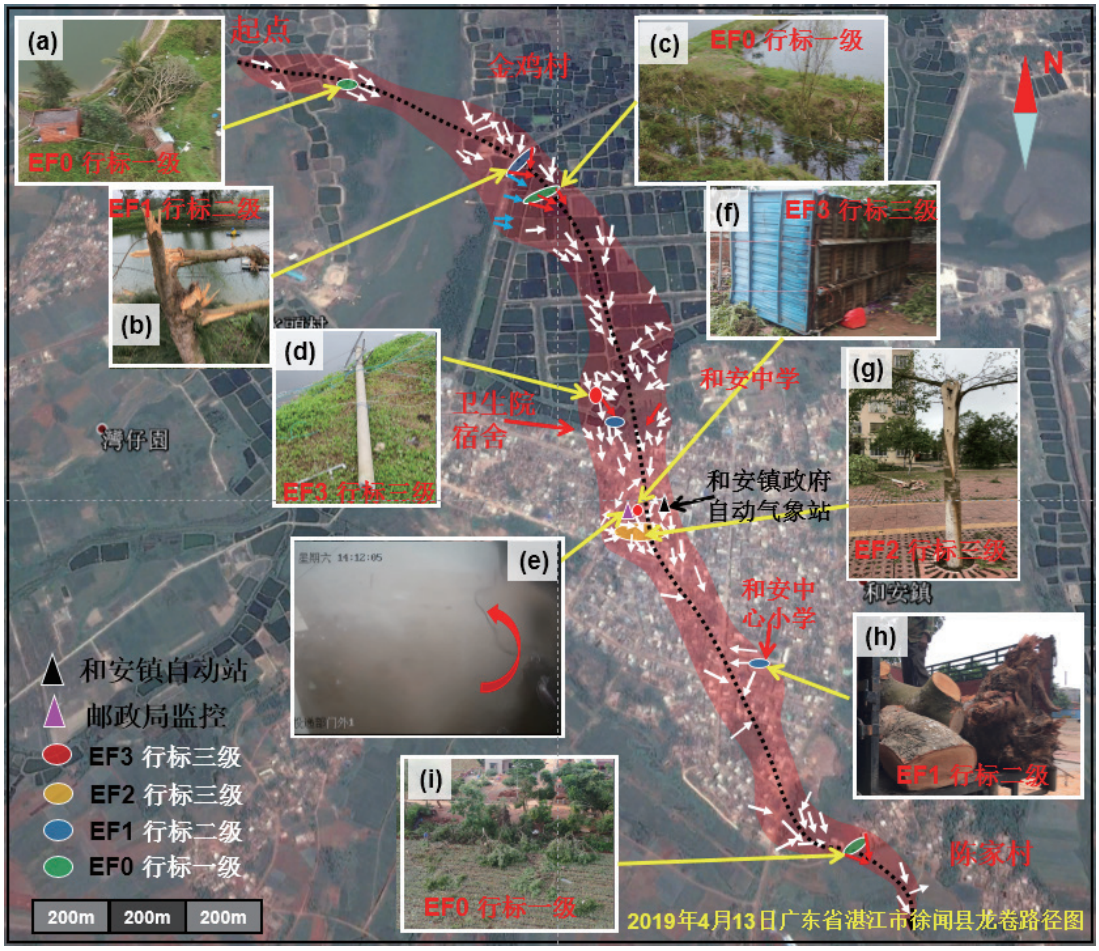

图2 2019年4月13日广东省湛江市徐闻县龙卷路径图
（黑色虚线为龙卷路径，红色阴影为破坏范围，黑色三角为和安镇政府自动气象站位置，紫色三角为邮政局监控视频位置，不同颜色椭圆表示不同强度等级，白色、蓝色和红色箭头表示灾情指示物倒向）

2019年4月19日下午，受西南低压槽影响，海南省定安市出现冰雹、雷雨大风等强对流天气，17：00前后定安市富文镇出现龙卷，无人员伤亡，佛山市龙卷风研究中心未参与该次龙卷的现场灾情调查。

6月龙卷

6月有1个龙卷，发生在黑龙江省。

2019年6月18日16：30前后，受东北冷涡和切变线共同影响，黑龙江省黑河市爱辉区上马厂乡三道湾子村和达音炉村出现龙卷，导致多处房屋、农田、树木受损，无人员伤亡，佛山市龙卷风研究中心未参与该次龙卷的现场灾情调查。

7月龙卷

7月有1个龙卷，发生在辽宁省。

2019年7月3日17：17前后，受东北冷涡和切变线共同影响，辽宁省铁岭市开原区出现龙卷天气，造成 7人死亡，190人受伤，有市民用手机清楚地拍到了龙卷视频（图3）。 龙卷发生后，佛山市龙卷风研究中心灾调小组第一时间赶往灾害现场，会同铁岭市气象局、开原市气象局、国家气象中心、南京大学、北京大学等开展灾调，确定龙卷最早于17：17在金钩子镇金英村北约1 km处触地，从西北向东南方向移动，最后于17：47在瓜台子村南约1·8 km处减弱消失，持续时间约30 min，路径长约14 km，平均移动速度约30 km/h。其中，龙卷在工业园北区至工业园南区一带造成的破坏最严重，最大破坏直径约400 m，最大破坏强度达EF4级、行标四级，属于超强龙卷（图4）。

8月龙卷

8月有4次龙卷过程、出现5个龙卷，其中2个发生在东北，1个发生在山东省，2个台风龙卷发生在海南省。

2019月8月16日下午，受东北冷涡及其底部切变线共同影响，辽宁省中部出现短时强降水、雷暴大风等强对流天气，其中15：44前后辽宁省营口市老边区出现龙卷天气，造成6人轻伤。龙卷始发于营口市

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

图3 2019年7月3日辽宁省铁岭市开原区17：15（a）和17：20（b）龙卷形态图

图4 2019年7月3日辽宁省铁岭市开原区龙卷路径图（黑色虚线为龙卷路径，红色阴影为破坏范围，不同颜色椭圆表示不同强度等级）

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

老边区钢北线与迎宾路交界处北约0·1 km水稻田处，在营口峰丽人材市场南约0·1 km处消散，途径情景洋房北侧水稻田、情景洋房东侧、宁园小区、老边交通局宿舍楼、锦绣苑、营口峰丽人材市场，持续时间约2 min，路径长约0·7 km，最大破坏直径约280 m（图5）。龙卷造成大树连根拔起，小区铁门围栏吹倒，门窗连框架结构被吹走，三轮车吹离地面，太阳能热水器吹飞，强度为EF1级、行标二级。属于中等强度龙卷。

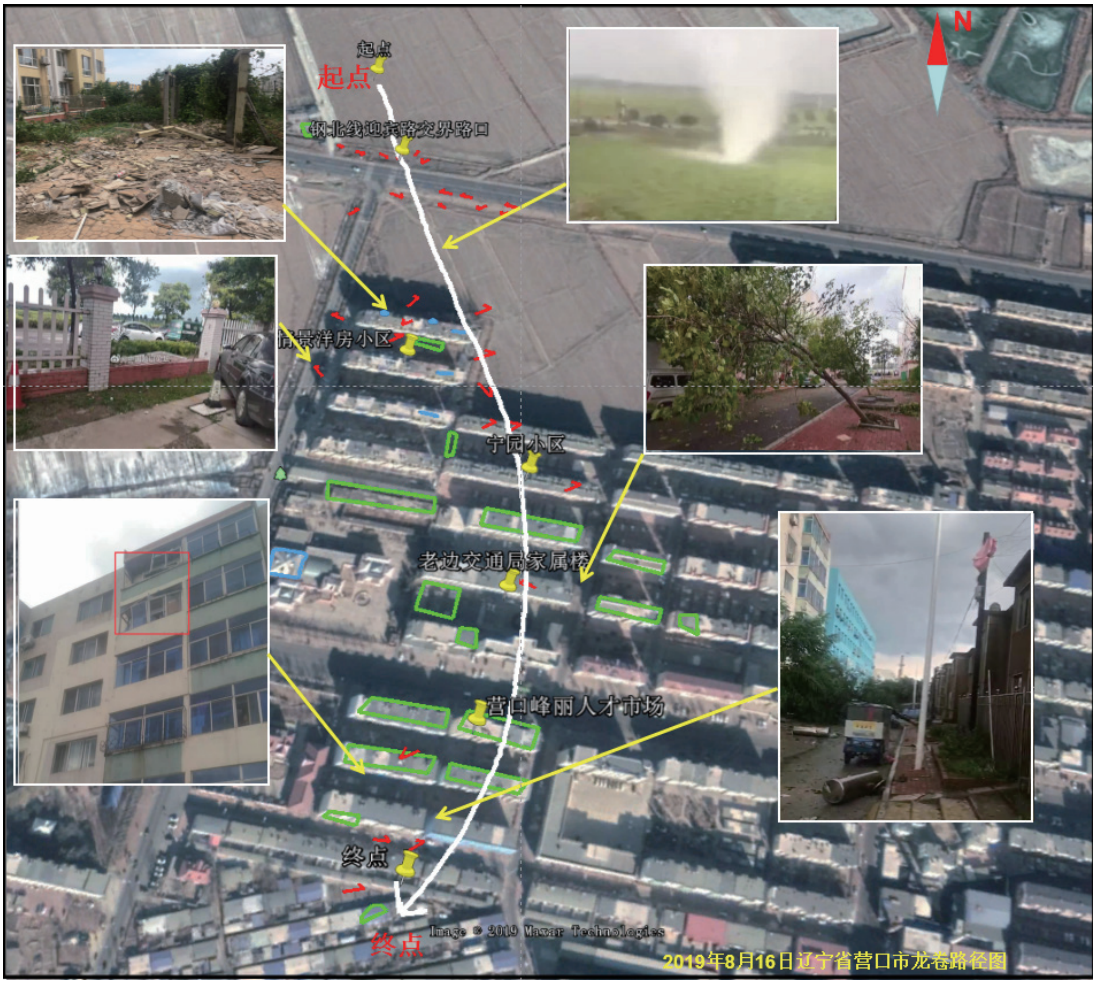

图5 2019年8月16日辽宁省营口市龙卷路径图（白色箭头为龙卷路径，绿色方框为破坏范围，红色箭头为灾情指示物倒伏方向）

2019年8月27日05：52前后，受东北冷涡和西南急流影响，辽宁省大连市普兰店区皮口街道遭受龙卷袭击，无人员伤亡。皮口街道信用社和大连皮化包装厂的监控视频拍摄到龙卷漏斗云卷起的逆时针旋转铁皮。龙卷自西南偏西向东北偏东方向移动，持续时间约6 min，路径长度约1·6 km，破坏范围宽度15～180 m，造成部分树木折断和连根拔起、玻璃窗受损、围墙倒塌等，破坏程度相当于EF1级、行标二级，属于中等强度龙卷（图6）。

2019年8月28日16：40前后，受东北冷涡底部偏西南气流影响，山东省威海市文登区出现龙卷，对高村镇汤泊阳村、汤东村造成明显较大影响，造成9人轻伤，约167户房屋受损，佛山市龙卷风研究中心未参与该次龙卷的现场灾情调查。

8月29日02—04时，受台风“杨柳”外围环流影响，海南省屯昌县新兴镇和西昌镇、儋州市那大镇先后遭受龙卷风袭击，导致8人死亡，8人受伤。龙卷发生地位于台风“杨柳”前进方向东北象限，距离台风中心370～400 km范围内，与黄先香等[2-5]研究的台风龙卷易发区结论一致。屯昌县龙卷发生在02：54前后，持续时间约7 min，路径长度约9 km，造成大片树木拦腰折断和大片树木连根拔起，最大破坏宽度约150 m，破坏程度为EF2级、行标三级，无人员伤亡（图7）。儋州市那大镇龙卷发生在04：03前后，持续时间约6 min，龙卷跳跃式前进，路径总长度约5 km，但中间有1·8 km破坏痕迹不明显，最大破坏宽度约400 m，造成整个铁皮厂房屋顶和钢架结构坍塌，破坏程度相当于EF2级，行标三级（图8），导致

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

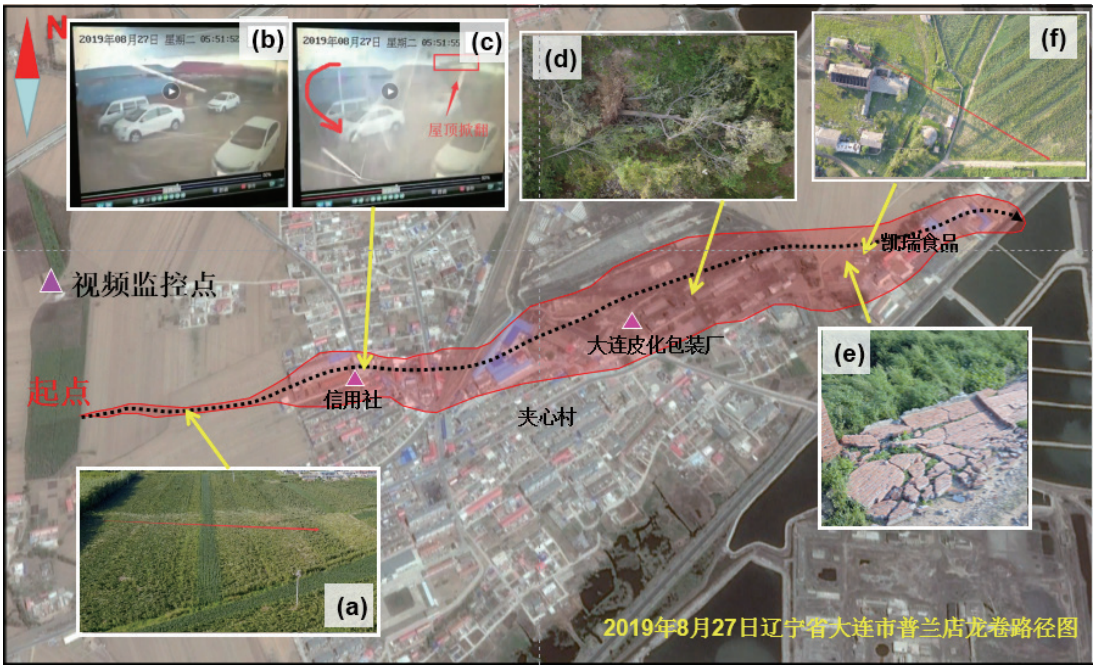

图6 2019年8月27日辽宁省大连市普兰店龙卷路径（黑色虚线）和破坏范围（红色阴影）

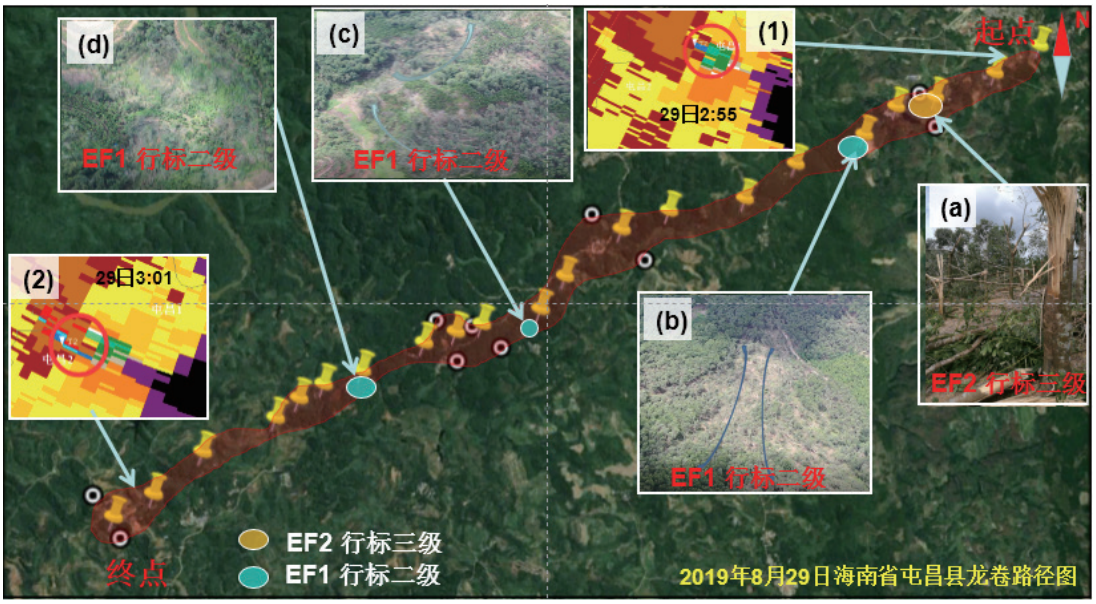

图7 2019年8月29日海南省屯昌县龙卷路径和破坏范围（红色阴影）

8人死亡、8人受伤。

下击暴流等过程概况

3月广西临桂和河南虞城先后出现了对流大风过程，引起市民和网友有关风灾是否为龙卷的热议，佛山市龙卷风研究中心参与了这两次风灾过程的现场灾情调查并确定了风灾类型。

2019年3月21日晚，受南支槽和西南急流共同影响，广西区桂林市临桂区发生一次极端大风天气过程，当天21：13临桂观测站录得最大阵风为60·3 m/s（17级），同时有市民拍摄到大风影响时的视频。佛山市龙卷风研究中心会同广西区气象局进行了详细的灾情调查（图9），主要受灾点包括临桂观测站、桂林师范高等专科学校临桂校区、桂林医学院临桂校区，受灾的面积约2·0 km×1·6 km，灾情指示物倒伏方向有明显的辐散状，其中存在多处百米量级的辐散条迹，多株直径大于30 cm的樟树被连根拔起，有铁皮屋顶被掀翻，鸡舍的砂浆墙倒塌，风灾等级相当于EF2级，风灾强度等级判断与临桂观测站观测的17级

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

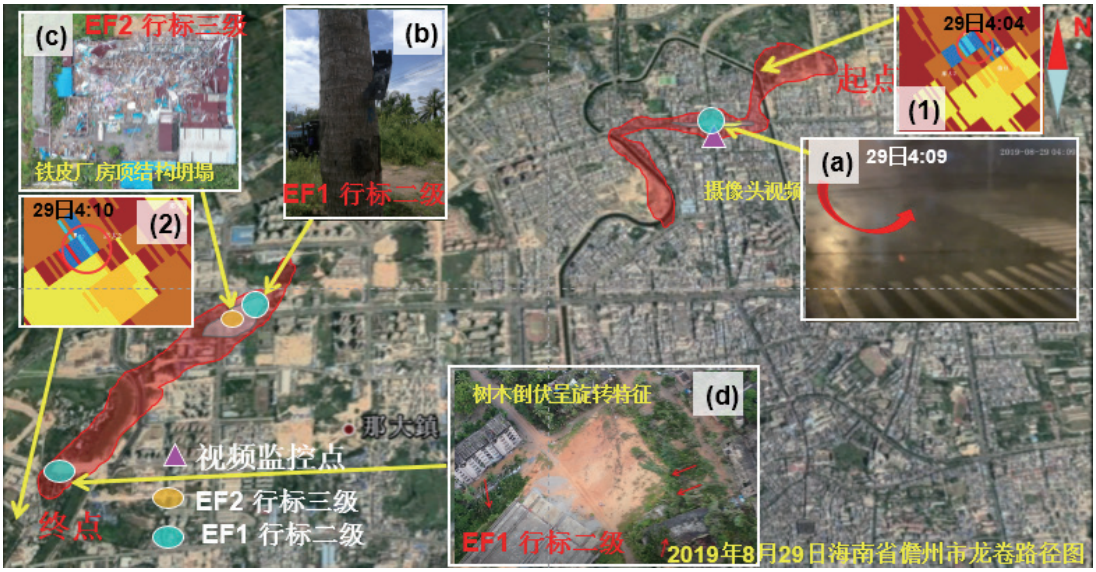

图8 2019年8月29日海南省儋州市那大镇龙卷路径和破坏范围（红色阴影）

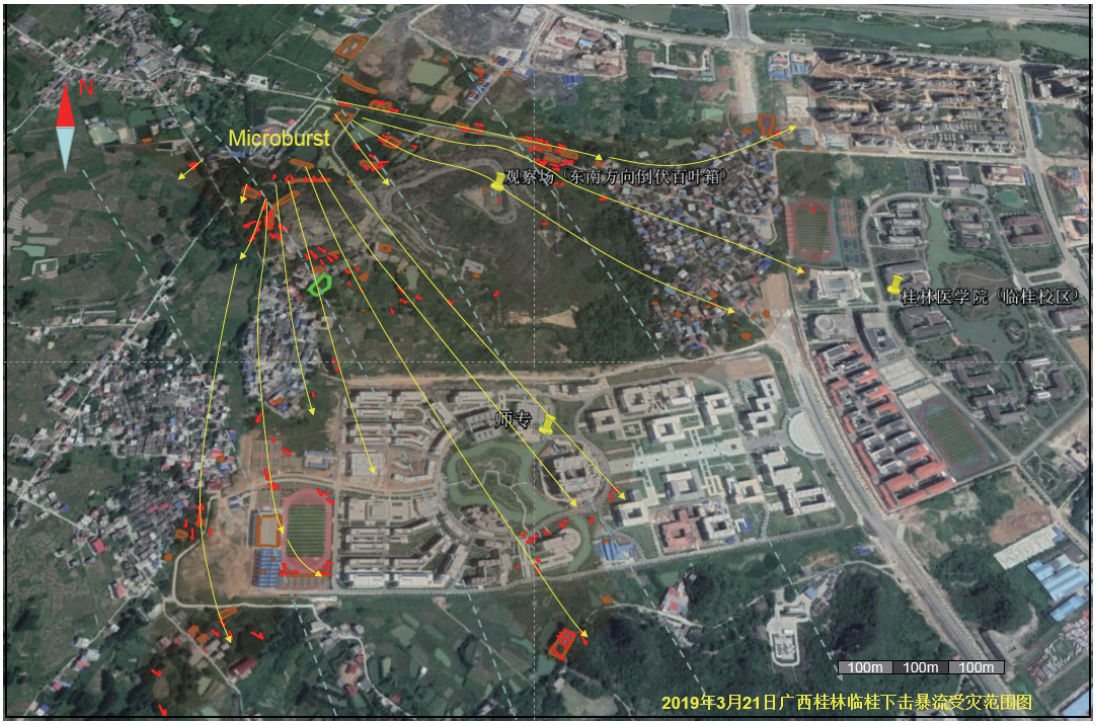

图9 2019年3月21日桂林市临桂区风灾现场灾情调查示意图
（红色箭头为灾情指示物倒伏方向，黄色箭头为根据灾情指示物画出的流线示意）

阵风风速相符。经综合研判，临桂大风是一次强度为EF2级，影响直径在2 km范围内的微下击暴流过程，影响时间在21：09—21：14（6 min），其中包含多个小尺度（40～400 m）下击暴流条迹。

2019年3月31日15时左右，河南省商丘市虞城县田庙乡万亩梨园发生尘卷风，有市民拍摄到尘卷风卷起游乐蹦蹦床的视频，该事件造成2名儿童死亡，20人受伤。佛山市龙卷风研究中心会同商丘市气象局进行了详细的灾情调查（图10），综合判断本次尘卷风自西北偏西向东南偏东方向移动，路径长度约100 m，多处直径约10 cm梨树树枝被折断，2个没固定的游乐气垫被吹离80～140m远，风灾等级为EF0级。

总结与讨论

2019年我国可确认的龙卷天气过程有8次、共9个龙卷，龙卷数量较2004—2013年的年平均统计结果是

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

图10 2019年3月31日河南商丘虞城尘卷风受灾范围图

属于偏少年景[6]。龙卷发生时间集中在4—8月，其中8月最多。2个为台风龙卷，其他为西风带龙卷，台风龙卷个数比常年偏少，可能与今年生成和登陆我国的台风个数比常年偏少相关。广西区临桂观测站出现1次EF2级下击暴流过程，河南虞城出现1次EF0级尘卷风天气。

2019年龙卷等对流大风致灾重，11次风灾共造成18人死亡、238人受伤（龙卷共造成16人死亡、218人受伤），其中开原EF4级龙卷是我国自1961年以来的第7个EF4级龙卷。致灾重与龙卷等对流大风过程发生在人口相对稠密的城区和抗风能力差的农村有关，虽然发生频次不是很高，但往往造成重大生命和财产损失。龙卷灾害发生后，当地政府均高度关注，及时启动应急响应，并通过官方网站或主流媒体发布灾情信息和做好科普宣传报道，特别是辽宁省开原超强龙卷发生后，引起了全国人民关注，当地省委省政府和市委市政府高度重视，并做出重要指示，要求全力做好人员搜救和受伤人员救治工作，妥善安置受灾群众，尽快恢复灾区生产生活秩序。央视新闻、人民网、头条新闻、澎湃新闻、网易新闻和腾讯新闻等多家媒体机构及网站采用专题、直播的形式对灾后救援工作进行多方位的跟踪报道，并联合气象部门科普了龙卷的形成和防御知识等。

在龙卷定级上，还存在EF等级和我国龙卷等级行业标准相矛盾的地方，定级中如何使两套标准互补完善，还值得做进一步研究。

致谢

感谢国家气象中心、广西区气象局、商丘市气象局、湛江市气象局、铁岭市气象局、开原市气象局、营口市气象局、大连市气象台、普兰店区气象局、儋州市气象局、南京大学以及北京大学孟智勇教授团队等对龙卷灾害调查提供的支持和帮助。

参考文献

[1] 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): 51-55.
[2] 黄先香, 俞小鼎, 炎利军, 等. 广东两次台风龙卷的环境背景和雷达回波对比. 应用气象学报, 2018, 29(1): 70-83.
[3] 黄先香, 俞小鼎, 炎利军, 等. 珠江三角洲台风龙卷的活动特征及环境条件分析. 气象, 2019, 45(6): 777-790.
[4] 李彩玲, 炎利军, 李兆慧, 等. 1522号台风彩虹外围佛山强龙卷特征分析. 热带气象学报, 2016, 32(3): 416-424. ?
[5] 李兆慧, 王东海, 麦雪湖, 等. 2015年10月4日佛山龙卷过程的观测分析. 气象学报, 2017, 75(2): 288-313.
[6] 范雯杰, 俞小鼎. 中国龙卷的时空分布特征. 气象, 2015, 41(7): 793-805.

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net