

doi:10.16018/j.cnki.cn32-1650/n.202001001

盐城地区龙卷风灾害链及其风险评估与对策

荀 勇

(盐城工学院 土木工程学院,江苏 盐城 224051)

摘要:江苏盐城龙卷风发生频率相对较高,研究龙卷风灾害链的特点、建立科学的灾害风险评估体系、探讨断链对策具有十分重要的意义。初步研究了龙卷风灾害连锁反应、龙卷风灾害的风险评估方法等问题,对盐城地区龙卷风灾害链及其风险评估与对策提出了研究思路和概念性的方法。

关键词:龙卷风;灾害链;风险评估;盐城地区

中图分类号:X4 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-5322(2020)01-0001-05

江苏是龙卷风发生频率较高的省份之一,而南通和盐城(含市区和县)又是江苏龙卷风发生频率最高的地区。从 1966—2016 年 50 年间,共发生 10 起涉及盐城地区(含市区和县)的造成严重灾害的龙卷风,累计受伤人数达 10 000 多人,

死亡人数 400 多人(表 1)。因此,针对该地区的自然地理和社会构成特点,开展龙卷风灾害链风险评估与对策研究,对于该地区的防灾减灾具有十分重要的现实意义。

表 1 1966—2016 年盐城地区重大龙卷风灾害^[1-2]
Table 1 Major tornado disasters in Yancheng area from 1966 to 2016

序号	时间	地点	受伤/个	死亡/个
1	1966 年 3 月 2 日	盐城、大丰、射阳	—	87
2	1966 年 6 月 3 日	盐城、射阳、大丰	2000 多	80 多
3	1971 年 6 月 25 日	滨海、阜宁、泗阳、清江、淮阴、洪泽、盱眙等地	180	24
4	1972 年 7 月 2 日	大丰、靖江	—	20
5	1984 年 8 月 31 日	盐城、建湖	715	9
6	1989 年 9 月 16 日	东台、大丰、启东、海门、南通、如东、如皋、海安、泰县	1900 多	33
7	1995 年 8 月 22 日	盐城、东台、射阳、滨海、大丰、建湖、淮安	120	20
8	1996 年 7 月 15 日	大丰、泰兴、邗江、姜堰、东台、丹徒	687	29
9	2000 年 7 月 13 日	东台、海安、高邮、兴化、宝应	2000 多	34
10	2016 年 6 月 23 日	阜宁、射阳	846	99

1 龙卷风灾害连锁反应分析

突发公共事件分为 4 类:一是自然灾害,主要包括水旱灾害、气象灾害、地震灾害、地质灾害、海洋灾害、生物灾害和森林草原火灾等;二是事故灾难,主要包括工矿商贸等企业的各类安全事故、交通运输事故、公共设施和设备事故、环境污染和生

态破坏事件等;三是公共卫生事件,主要包括传染病疫情、群体性不明原因疾病、食品安全和职业危害、动物疫情,以及其他严重影响公众健康和生命安全的事件;四是社会安全事件,主要包括恐怖袭击事件、经济安全事件和涉外突发事件等。龙卷风灾害是气象灾害中的一种,其发生具有突发性,通常这类事件可能造成重大人员伤亡与财产损失,

收稿日期:2019-05-21

作者简介:荀勇(1964—),男,江苏滨海人,教授,博士,主要研究方向为土木工程材料与结构、土木工程的抗风和风能利用。

且生态环境破坏和社会危害严重,危及公共安全。

龙卷风灾害和其它危及公共安全的突发性灾害一样,一旦发生,会引发一系列连锁反应。所谓突发事件的连锁反应,是指在某个区域环境内,一个突发事件的发生会导致或触发另一个或多个不同事件的发生,这些事件在时间和空间上的传播和扩散,会产生比单一事件更大的危害。因此,研究盐城地区龙卷风灾害评估与对策问题,首先必须研究龙卷风灾害的连锁反应问题。

灾害连锁反应通常包括自然灾害链和人为灾害链两大类。由于龙卷风灾害具有破坏的局部区域性,且主体灾害发生时间又较短,所以,龙卷风灾害发生后,未发生灾害的周边地区,社会组织较为完善,在我国当代文明社会中,很快会在灾区形成阻止人为灾害发生的断链措施,不会形成人为灾害链。因此,分析龙卷风灾害连锁反应主要针对自然灾害链。

自然灾害链全过程由前后两部分组成:前半部分由孕灾环境中的致灾因子开始作用于承灾体到灾害高潮期,这一阶段称为灾害发生链;由灾害高潮期到灾害后果完全消退的后半部分称为灾害影响链^[3],如图 1。

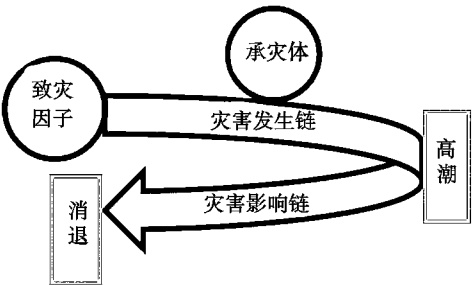


图 1 灾害链全过程示意
Fig 1 The whole process of disaster chain

龙卷风灾害致灾因子的形成与低气压和旋转风向有关,它是雷暴巨大能量中的一小部分在很小区域内集中释放的一种形式。从气象学来看,龙卷风形成的原因,是由于云层上下温度差异过大,造成冷空气下降、热空气上升形成小漩涡,此时,空中出现一块块棉花般的白云,称为“积云”;而后,积云继续在大漩涡中发展形成“积雨云”,积雨云内部潜热持续不断地增大,从而产生强大的气流,即所谓的“龙卷风”。龙卷风灾害的承载体是龙卷风走过的区域,一般在十几米到数百米之间;龙卷风的生存时间一般只有几分钟,最长也不超过数小时;典型龙卷风的移动时速为 55 km,但有些龙卷风的移速则高达每小时 115 km,最强的龙卷风可高达每小时 450 km。历史上最长移行距离的龙卷风发生在 1917 年美国伊利诺州(Illinois)麦顿市(Mattoon)的查尔斯敦镇(Charleston),该龙卷风最长移行 471 km。龙卷风风力特别大,在中心附近的风速可达 100 ~ 200 m/s;破坏力极强,龙卷风经过的地方,常会发生大树拔起、车辆掀翻、建筑物摧毁等现象,有时把人吸走,这就是龙卷风灾害发生链。龙卷风灾害发生链通常由同源的大风灾害链和暴雨灾害链并排组成,有时还伴有冰雹和雷电灾害。历史上,盐城地区的龙卷风没有引发过风暴潮,但发生在 2005 年 8 月 24 日的美国卡特里娜飓风引发了风暴潮,导致海堤决口。表 2 给出了 2016 年 6 月 23 日盐城地区的阜宁和射阳的龙卷风灾害发生链与美国 2011 年 5 月 22 日乔普林龙卷风、2005 年 8 月 24 日的卡特里娜飓风灾害发生链组成的比较。

表 2 龙卷风和飓风案例灾害发生链组成的比较

Table 2 Comparison of disaster chain composition between tornado and hurricane cases

指标体系	发生时间	评级标准	等级	风力	灾害发生链
阜宁龙卷风	2016 年 6 月 23 日	改进版藤田级数	EF4	> 17 级	龙卷风—冰雹 龙卷风—大风 龙卷风—暴雨 龙卷风—雷电
乔普林龙卷风	2011 年 5 月 22 日	改进版藤田级数	EF5	> 17 级	龙卷风—大风 龙卷风—雷电
卡特里娜飓风	2005 年 8 月 24 日	萨菲尔—辛普森 飓风等级	5	> 17 级	飓风—大风 飓风—风暴潮— 海堤决口—洪水

龙卷风灾害经高潮后的灾害影响链相比灾害发生链更加复杂。大风会引起输变塔倒塌和断电、土木工程结构设施破坏、房屋和树木毁坏、农作物被吹倒、机器出现故障(包括建筑工地塔吊倒塌等)等。由于盐城境内无山,暴雨不会引发山体滑坡和泥石流,但长时间暴雨会导致局部地区洪涝灾害,甚至有可能因渍涝导致灾害^[4]。冰雹对农作物影响较大。如果大风没有使高大建筑物破坏,高大建筑都有防雷措施,因此雷电对高大建筑影响不大,但雷电对树木的破坏性是存在的,只是对此破坏研究的意义不大;暴雨时雷电引起

火灾的概率较小,但是要预防人为因素造成的火灾,比如,龙卷风引起炉火扩散,电火花遇到易燃物等。尽管盐城地区历史上没有因龙卷风引起火龙卷的先例,但做好火灾防范工作还是十分必要的^[5]。从盐城地区的历史看,海上龙卷风导致风暴潮引起海堤决口的概率也较小,但是平时做好海堤维护的预防工作也是十分必要的。上述灾害的综合作用,最终将导致交通、电力、通讯受阻,人员伤亡和财产损失,农作物和生态环境破坏。龙卷风灾害链内部的相互关系见图 2。

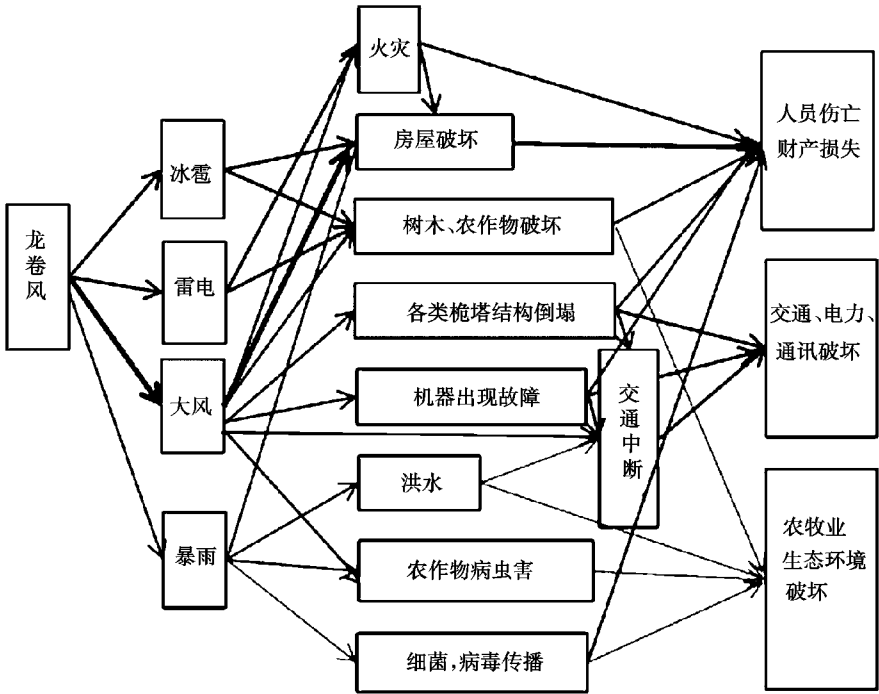


图 2 龙卷风灾害链内部关系

Fig 2 Internal relationship of tornado disaster chain

2 盐城龙卷风灾害的风险评估体系构建

灾害风险评估是在对致灾因子的危险性、孕灾环境的敏感性和承灾体的脆弱性三者分别进行评估的基础上进行的风险评估。龙卷风灾害链综合评估框架见图 3,其评估的意义在于更加有效地进行灾前准备和灾中处理,减少由灾害连锁效应带来的损失。

灾害风险评估的方法,大致可以划分为经验评估和数值评估两大类^[6]。经验评估是在大量历史资料的数据统计分析的基础上建立经验统计模型,对灾害风险进行评估并对未来的灾害风险进行预测;数值评估是在建立龙卷风风险评估指

标体系(图 4)的基础上,利用气象、水文水力学机理、3S 技术(遥感技术(Remote sensing, RS)、地理信息系统(Geography information systems, GIS)和全球定位系统(Global positioning systems, GPS))等手段,建立相应数学模型,选择不同的研究尺度进行风险评估和灾情损失评估。

目前国内外对于灾级分类没有形成统一的模式,主要有 3 类(重灾、中灾、轻灾)、4 类(特大灾、大灾、中灾、小灾)、5 类(特重灾、重灾、一般灾害、中灾、小灾)等,存在着分级标准多元化的特点。实际操作时,最终结论可根据具体评价目的确定选用类别^[7]。

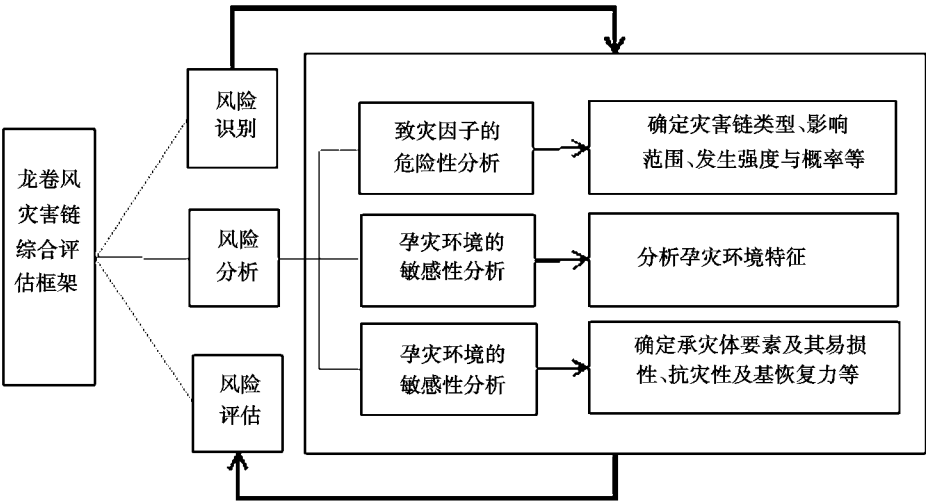


图 3 龙卷风灾害链综合评估框架

Fig 3 Comprehensive assessment framework of tornado disaster chain

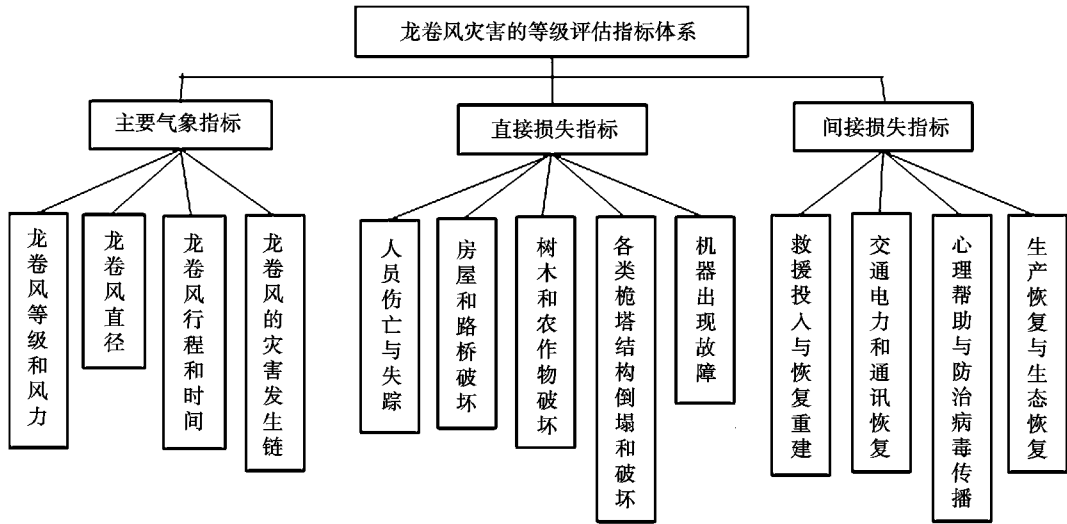


图 4 龙卷风风险评估指标体系

Fig 4 Risk assessment index system of tornado

3 盐城龙卷风灾害断链措施

由于灾害链具有使灾害持续和放大的效应，

采取断链减灾措施可缩小灾害作用效应。龙卷风灾害断链减灾措施通常可分为灾害发生前、灾害发生中和灾害发生后 3 个方面，见表 3^[8]。

表 3 龙卷风灾害断链减灾措施

Table 3 Disaster relief measures for broken chain caused by tornado

灾害发生前	灾害发生中	灾害发生后
宣传龙卷风自救方	切断电源、扑灭火种	采用应急响应机制
整治海填河道,提高防洪能力	打开门窗、进入地下室	尽快恢复交通、通讯、电力
调整土地利用结构,适应灾害风险	保护好头部,面壁下蹲	供应清洁水源和食品
加强生态建设,改善气候环境	下车躲避,不要留在车内	建设临时安置点,并组织管理
建立龙卷风灾害应急响应机制	找低洼地形趴下,闭上口、眼;保护头部	清理环境、防止病毒传播;尽快恢复生产生活

4 结语

本文仅对盐城地区龙卷风灾害链及其风险评估与对策提出研究思路和概念性的方法。如何收

集信息,建立具体的数学方法,开展盐城龙卷风灾害的风险评估计算和分析;如何根据各条龙卷风灾害链的权重,对断链减灾作用进行定量研究,需要组织团队立专项进行进一步探讨。

参考文献:

[1] 郑峰,谢海华. 我国近 30 年龙卷风研究进展[J]. 气象科技,2010,38(3):295-299.
[2] 许遐桢,潘文卓,缪启龙. 江苏省龙卷风灾害易损性分析[J]. 气象科学,2010,30(2):208-213.
[3] 荣莉莉,张继永. 突发事件连锁反应的实证研究:以 2008 年初我国南方冰雪灾害为例[J]. 灾害学,2010,25(1):1-6.
[4] 孟智勇,白兰强,张慕容,等. 江苏盐城阜宁龙卷(2016)的灾害分布特征和形成环境分析[C]//第 34 届中国气象学会年会论文集. 郑州,2017:364-365.
[5] 骆丽,吴云清. 从盐城阜宁龙卷风事件看龙卷风的防治[J]. 池州学院学报,2017,31(6):81-85.
[6] 陈家宜,杨慧燕,朱玉秋,等. 龙卷风风灾的调查与评估[J]. 自然灾害学报,1999,8(4):111-117.
[7] 王铎. 基于关联度的突发事件网络模型研究[D]. 大连:大连理工大学,2010.
[8] 戚锡生. 以人为本 众志成城 有效应对江苏盐城龙卷风冰雹特别重大灾害[J]. 中国减灾,2017(5):16-17.

Tornado Disaster Chain and Risk Assessment and Countermeasure in Yancheng Area

XUN Yong

(School of Civil Engineering, Yancheng Institute of Technology, Yancheng Jiangsu 224051, China)

Abstract: The frequency of tornado occurrence in Yancheng is relatively higher. It is of great significance to study the characteristics of tornado disaster chain in this area, establish a scientific disaster risk assessment system and discuss the countermeasures of broken chain. This paper makes a preliminary study on the chain reaction of tornado disaster and the risk assessment method of tornado disaster. The research ideas and conceptual methods are proposed for the tornado disaster chain and its risk assessment and countermeasures in Yancheng area.

Keywords: tornado; disaster chain; risk assessment; Yancheng area

(责任编辑:李华云)