科学通报 2016 年 第 61 卷 第 7 期: 797 ~ 798
简 报 www.scichina.com csb.scichina.com
《中国科学》杂志社 SCIENCE CHINA PRESS

基于实地灾害调研和雷达观测对“东方之星”倾覆地点附近强风的估计

孟智勇[①*], 姚聃[①], 白兰强[①], 郑永光[②], 薛明[③], 张小玲[②], 赵坤[③], 田付友[②], 王明筠[③]

① 北京大学物理学院大气与海洋科学系, 北京 100871;
② 国家气象中心, 北京 100081;
③ 南京大学大气科学学院, 南京 210093
* 联系人, E-mail: zymeng@pku.edu.cn

国家重点基础研究发展计划(2013CB430104)和国家自然科学基金(41425018, 41461164006, 41375048)资助

2015年6月1日北京时间21时31分, 长江流域湖北监利航段发生了“东方之星”号客轮特大倾覆事故(图1(a)), 造成442人遇难. 为揭示事故时段的天气现象, 尤其是风力情况, 本文基于雷达观测以及地面和无人机航拍灾害调研进行了细致的分析. 研究表明, 客轮在倾覆时处于一条飑线的弓形回波前缘, 遭遇了至少31 m/s的强风. 该强风可能是由微下击暴流里的直线大风或其中的小尺度涡旋造成, 而并非龙卷.

对多普勒雷达和长沙站探空等气象资料的分析表明, 6月1日20时06分, 事发地上游的零散对流逐渐合并发展为一条长约200 km的飑线, 以约40 km/h的速度向事发地移动. 事发地的天气环境具有较强的不稳定度和低空垂直风切变, 十分有利于飑线的维持和发展. 事故发生时段, 客轮倾覆地点处于该飑线中发展起来的一条弓形回波前缘顶点附近(图1(b)). 伴随事发地北侧的短时强降水(图1(c))和弓形回波后向入流(图1(d))在弓形回波顶点处的动量下传, 岳阳雷达(距离事故地点约49 km)显示客轮倾覆地点北侧1 km约700 m高处的雷达径向风于21时27分迅速增强到22 m/s(图1(e)).

由于地面观测站不够稠密, 作者通过人工地面和无人机航拍调查对近地面的局地小尺度强风进行了估计. 实地灾害调研历时8天(6月2~4日和10~14日), 人工地面调查主要使用手持GPS定位仪、数字罗盘、高清晰照相机、无线网络通信、卷尺等设备对事发地周边15处气象灾害显著地点的建筑、树木及庄稼的损毁情况进行了测量和记录, 最北到老台深水码头, 最南到尺八镇加油站. 航拍调查使用一架八旋翼垂直起降无人机和一架固定翼无人机对5个气象灾害关注区尤其是客船倾覆地附近进行了细致的拍照和录像, 为气象灾害的整体特征分析提供了有力的参考依据.

基于树木的损毁情况和国际上普遍采用的EF评级标准, 对事故时段客轮倾覆地点周边的风向、风力以及可能的影响系统做了分析. 结果表明事发地附近10 km范围内长江两岸存在多处明显的微下击暴流灾害区域, 最严重的一处出现在新洲村, 树林中一片约(200×70) m^2面积的树木几乎全部被拦腰折断或连根拔起. 在客轮倾覆地点两岸2 km区域内, 大部分树木向东南方向倾倒(图1(a), (g), (j)), 其中嵌有多处30 m范围的小尺度涡旋性倒树特征(图1(f), (g)). 这些旋转性倒树没有表现为一条狭窄路径, 其外围也无明显的辐合, 因而很可能是下击暴流的强风切变而非龙卷造成. 此区域内尤其是距倾覆地点仅600 m 的右岸有硬木树木(杨树)被拦腰折断(图1(h), (i)), 根据EF评级标准对这些树木遭遇的风速估计值为49 m/s. 考虑此事件中强风的连续性、江面相对陆面较小的摩擦力以及风速估计的不确定性(±18 m/s), 造成“东方之星”客轮倾覆的强风风速的估计值至少为31 m/s.

全文见: Meng Z, Yao D, Bai L, et al. Wind estimation around the shipwreck of Oriental Star based on field damage surveys and radar observations. Sci Bull, 2016, 61: 330–337, doi: 10.1007/s11434-016-1005-2

© 2016《中国科学》杂志社

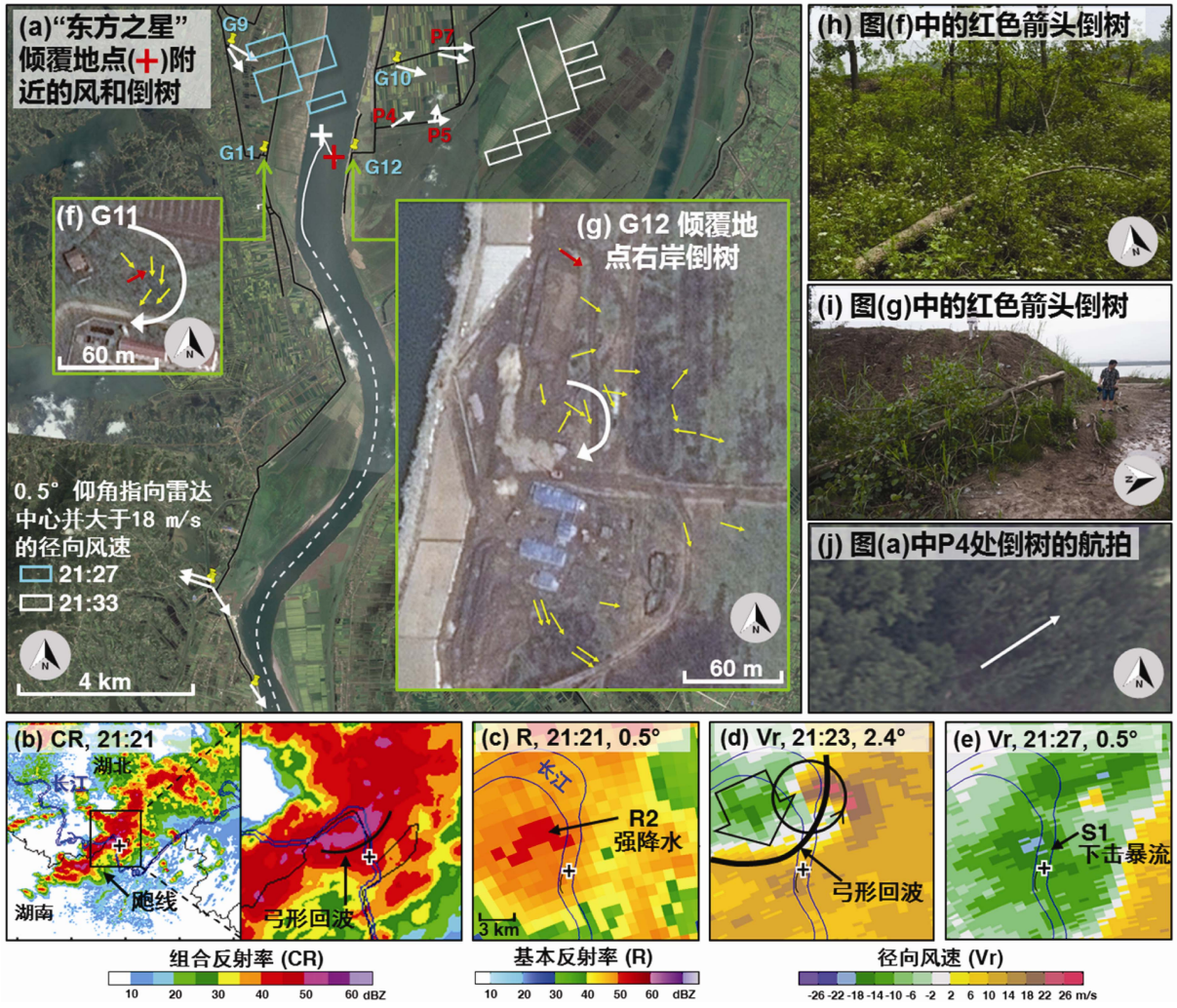


图 1 “东方之星”倾覆地点附近的雷达观测和灾害调研的关键信息. (a) “东方之星”倾覆地点附近的0.5°仰角指向雷达中心的大于18 m/s的径向风速区域(蓝色和白色框)和灾害调研中倒树(白色箭头)位置的分布图. (b) 21:21 时刻雷达组合反射率图中的飑线和弓形回波结构. (c) 21:21 时刻0.5°仰角的雷达基本反射率图. (d) 21:23时刻2.4°仰角的雷达径向速度图. (e) 21:27时刻0.5°仰角的雷达径向速度图. (f)和(g)分别为(a)中G11和G12 位置倒树分布(黄色箭头)的放大图. (h)和(i)分别为(f)和(g)中红色箭头所示倒树的照片. (j)为(a)中P4 位置倒树的航拍照片. (a)中的白色十字代表轮船的最北位置, 红色十字代表倾覆位置, 白色实线代表中国水陆联运网船舶自动识别系统(AIS)记录的准确航迹, 白色虚线代表实线之前的大致航迹. G9~G12 为部分地面调查地点, P4, P5 和P7 为航拍发现的倒树区域. (b)~(e)中黑色十字代表客轮倾覆位置. (a), (f)~(j)中的正北方向由灰色圆形阴影里的箭头给出