

强台风“云娜”灾害特征及其评估

施素芬 赵利刚

(浙江省台州市气象台,台州 318000)

摘要 根据 0414 号台风“云娜”灾情调查,使用模糊聚类方法对 1949~2004 年影响浙江省的重大台风灾害进行分析比较,认为台风“云娜”是浙江省 1956 年以来所遭遇的最严重台风灾害。综合评估结论:①建国以来台风灾害损失与工农业总产值的比值呈上升趋势,台风“云娜”造成的经济损失与当年生产总值之比为 3.54:100;②风暴潮为沿海台风灾害的主要因子,建成标准海塘后,大风上升为首要致灾因子;③沿海农村新建(构)建筑物和城市广告牌在台风“云娜”中安全问题突出,民营企业抗灾能力也凸显薄弱环节。

关键词 强台风 致灾因子 模糊聚类 灾害评估

引言

近 10 多年来,灾害评估业务逐渐受到政府决策层的重视,0414 号台风“云娜”登陆后,即要求有关部门迅速开展各类统计评估工作。台风“云娜”于 2004 年 8 月 12 日 20:00 在浙江省台州市温岭石塘镇登陆,登陆时中心气压 950 hPa,近中心最大风速 $45 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,13 日 08:00 减弱为热带风暴,11:00 进入江西境内。“云娜”风力特强,降雨强度特大,风暴增水特高,都达到前所未有的强度。灾情波及华东、华中的 8 个省市。尤其登陆后强度没有迅即衰减,而在浙中南滞留肆虐近十几个小时之久。浙江省有 75 个县(市、区)765 个乡镇受灾,灾区人口 1299 万人,死亡 164 人,失踪 24 人,倒塌损坏房屋 18.93 万间,农田受灾 $39.2 \times 10^4 \text{ hm}^2$,并引发山体滑坡和泥石流,直接经济损失达 181.28 亿元之巨。

1 致灾因子特征

1.1 特强飓风

台风“云娜”创下极强风速记录。自 12 日 02:00 近中心风力飙升至 $45 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 后,10 级风圈半径 180 km,7 级风圈半径伸展到 500 km,强大的风暴环流一直维持到登陆后。12 级以上大风覆盖浙江沿海的台州全境、温州北部及宁波部分地区,南北跨度

250 km;10 级风径向达 300 km;8~10 级大风南抵泰顺,北至临安、海宁一带(图 1)。浙东沿海共有 18 个测站(包括自动站)风速超过 $40 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。重灾区台州共有 40 个测站,其中 30 个测站超过 12 级大风,14 个测站超过 $40 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$;尤为罕见的是:内陆山区也出现了 12 级以上大风。强风中心分布在椒江、温岭、玉环沿海一线;大陈岛极大风速 $58.7 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,超过历史极值 $57.0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (9711 号台风),创台州半个世纪有气象记录以来的风速极值。

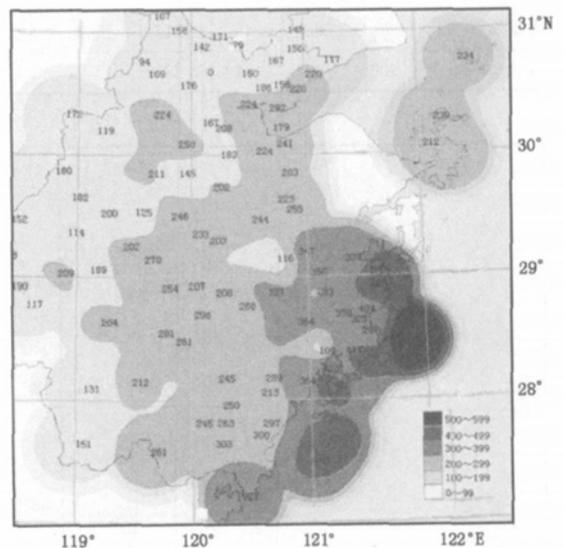


图 1 0414 号台风登陆浙江沿海强风分布图

强风持续之久亦令人惊震,台风登陆后移速缓慢,大陈岛从12日08:00至13日00:00,12级大风持续16h;8级以上大风沿海持续46h,平原地区持续9~19h。如此大范围、长时间的飓风实为历次台风过程所罕见,以至风毁后的台州呈一片劫后情景。

1.2 特强降雨

台风“云娜”的特强降雨有3个特点:强度大、总量多、雨区集中。据水文部门统计:全省1h雨量超过30mm达214站次,超过50mm有39站次。从11日08:00至14日08:00,全省平均面雨量122mm,其中台州345mm、温州182mm、丽水122mm、宁波93mm。全省过程雨量超过100mm的有275个站点,大于200mm79个,大于300mm36个。强降雨中心居温州与台州西部的毗邻地带,最大值出现在乐清市砩头,24h雨量874.7mm(历史极值622.5mm,9417号台风),72h雨量916mm(历史极值694.0mm,5612台风),均创浙江历史上最大暴雨记录。重灾区台州市平均面雨量均大于200mm。台州最大雨量点出现在长潭水库库区的上洋站704mm。面平均雨量和点最大雨量的24h、48h、72h最大值均超过台州市历史极值(表1,图2)。同时,全省暴雨区尤广,暴雨面

表1 浙江省台州市(水文站)0414号台风各级降雨量频数

	过程雨量/mm					
	≥600	≥100	≥200	≥300	≥400	≥500
雨量站点/个	76	68	46	21	10	5
百分率/%	100	89	61	28	13	7

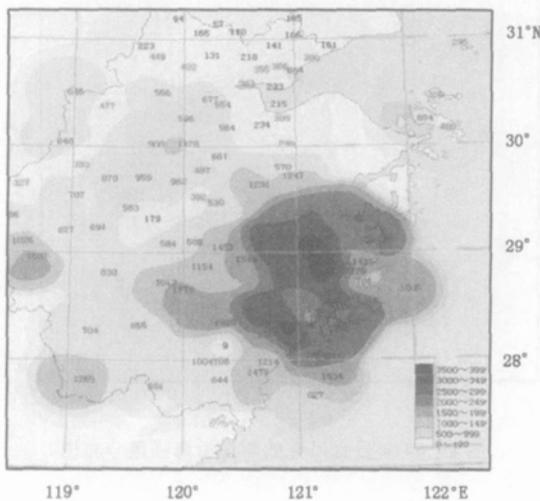


图2 0414号台风浙江省过程雨量分布图

积8.2万km²,大暴雨面积4.4万km²,特大暴雨面积1.4万km²,分别占全省陆域面积的82%、44%和14%。

高强度的降雨使温州乐清等地发生重大泥石流、山体滑坡事件;温台沿海平原水位暴涨,大面积农田被淹,黄岩、永嘉等4座城镇进水,14.4万群众一度被洪水围困。

1.3 特强风暴增水

强台风对沿海的主要致灾因子是风暴潮^[1]。0414号台风登陆时属小潮汛期间,未遇天文大潮,但风暴强烈增水,远出乎水文潮位预测的意外。台风登陆当晚正值高潮时刻,登陆点以北的海门、健跳站实测高潮位分别超过警戒潮位1.82、0.5m;台风登陆与涨潮高潮时刻吻合。最高潮位点——椒江(海门站)12日19:35最大增水3.51m,创历史极值(2.72m,9417号台风);最高潮位7.42m,接近该站历史极值7.5m记录(9711号台风)。“云娜”登陆并非天文大潮,却出现3.51m的强烈增水,主要原因是台风登陆与高潮同步叠加后强烈的偏东风,以及台州湾喇叭形地貌的共同作用。风暴增水峰值出现在风速极值与气压谷值上(图略),在台风强迫力场的作用下,能量急剧集中,风应力和低气压泵吸作用驱使的强烈增水与天文潮叠加而导致风暴潮位异常。

2 模糊聚类分析

选取1949~2004年在闽中至浙江登陆的28例台风,取死亡24人以上、淹没农田超过6.6667×10⁴hm²倒塌房屋千间以上作为强灾标准,结合台风登陆时的中心气压、近中心最大风速及直接经济损失共6个参数作为聚类因子。

首先对样本作数据预处理,使样本数据压缩到[0,1]闭区间内,求出n个样本的第j个指标的平均值和标准差。

$$\bar{x}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{ij}, S_j = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)^2}$$

$$x'_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{S_j}$$

运用极值标准化公式,将标准化数据压缩到[0,1]闭区间内,即

$$x_{ij} = \frac{x'_{ij} - x'_{j\min}}{x'_{j\max} - x'_{j\min}}$$

其中 x'_{jmax} 与 x'_{jmin} 分别表示 x_{ij} 中最大值和最小值。为了建立模糊相似矩阵,引入相似系数 r_{ij} 。

$$r_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^m (x_{ik} - \bar{x}_i)(x_{jk} - \bar{x}_j)}{\sqrt{\sum_{k=1}^m (x_{ik} - \bar{x}_i)^2} \sqrt{\sum_{k=1}^m (x_{jk} - \bar{x}_j)^2}} \quad \bar{x}_i = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m x_{ik}$$

$$\bar{x}_j = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m x_{jk}$$

通过上述标定,得到模糊相似矩阵^[2]。选择适当 λ 值,得到不同水平截集的动态聚类结果(过程略)。由于入选的台风个例都有较大的影响,分为 2~4 类比较理想,故当取 $0.917 \leq \lambda \leq 0.935$ 时,发现 ($x_4, x_7, x_{26}, x_{27}, x_{28}$) 这组很稳定。即序号为 x_{28} 所对应的 0414 号台风与影响浙江历史上最严重的台风,如 x_4 、5612 号, x_7 、6126 号, x_{26} 、9417 号, x_{27} 、9711 号归为一类。显然模糊聚类能在较多的历史样本中识别出典型灾害个例,分类结果与实际相符。

定量比较采用冯利华提出的灾级概念^[3],对上述 28 个完整的台风资料进行灾情指数计算(过程略),结果发现 0414 号台风的综合灾情指数与模糊聚类归为一组的 5612、9711、9417、6126 号台风,其综合灾情指数均大于 10,其中 5612 号台风的灾情指数最大为 11.8,0414 号为 10.4,其它各组个例均小于 10。通过上述分析可以判定 0414 号台风是继 5612 号台风以来影响浙江最严重的台风,也是建国以来影响台州最严重的台风。

3 灾情评估

0414 号台风灾害涉及浙、闽、沪、苏、赣、皖、鄂、湘等 8 个省市。如江西省中、北部普降暴雨,39 个县市雨量超过 100 mm,7 县市雨量超 200 mm,九江和上饶两市有 12 个县 132 个乡镇受灾,直接经济损失 4600 余万元;湖北省因暴雨成灾,受灾人口达 196 万人,直接经济损失 3.8 亿元。其中台风登陆的台州市是特重灾区,死亡 110 人,伤 2632 人,受灾人口 416.2 万人,倒塌房屋 4.96 万间,损坏 21.32 万间,受灾农田 $17.286 \times 10^4 \text{ hm}^2$ (其中成灾 $9.1333 \times 10^4 \text{ hm}^2$),直接经济损失 127.82 亿元。

3.1 台风致灾严重

在本次台风灾害中,风灾占主要成分,而过去的台风灾害以风暴潮灾为主。罹难人员大多因风灾倒屋致死,占全省总死亡人数的 66.5%,台州地区则占死亡人数的 85%。

近代强台风如 5612、9417、9711 号台风,都曾毁

损大量房屋,而毁坏房屋仍是本次台风灾害的突出问题。如台州企业的厂房遭重创,毁 $272.2 \times 10^4 \text{ m}^2$,坏 $756.2 \times 10^4 \text{ m}^2$,几乎所有简易厂房都被摧毁,占总毁屋的 65.6%,是企业经济损失严重的主要因素。民房倒毁占总毁屋的 34.4%。台风影响期间,台州停电、停水、通讯、媒体中断。即使是大型的台州发电厂,8 台发电机组也全部停机;电网负荷从原有的 $99.7 \times 10^4 \text{ kW}$ 降至 $0.3 \times 10^4 \text{ kW}$ 。输电通讯线路被强风严重摧残,风损程度为过去台风所罕见。近年来四处耸立的广告牌,成为城市一大景观,尤其大型广告牌由于定位制作等未充分考虑台风因素,几乎全部摧毁,随风飘飞的广告牌碎片,变成危险的“空中杀手”。近 3 年新植树木有 80% 遭不同程度损失。

3.2 滑坡和泥石流灾害凸显

由于长期干旱,土壤疏松,在强降雨的冲刷下,造成严重山体滑坡和泥石流。乐清市仙溪、龙溪、福溪 3 个乡镇,发生特大泥石流灾害,最严重的龙溪乡上山村,灾域占地 40 hm^2 以上,塌方土石达 $10 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。全省因山体塌方泥石流灾害罹难 28 人,失踪 24 人,成为建国以来浙江省最严重的一次地质灾害事件。事后据专家勘察称:这些泥石流重灾区的村宅,其实就是建在古泥石流的残骸上。

3.3 人员伤亡降到最低水平

以人为本是抗御自然灾害的首要任务。1949 年以来,登陆浙江且造成较多人员死亡的台风有 18 次,除 5612、9417 号台风因灾死亡分别多达 4926 人和 1216 人外,其余台风平均每次死亡 113 人。本次台风全省死亡 164 人(另失踪 24 人),但与其强度相比,已降到最低水平,这主要得益于“生命线工程”——“千里”高标准的海塘江堤。过去因灾死亡原因主要是风暴潮,而本次台风因风暴潮淹死人数为零。

从死亡人员的结构和灾因分析。5612、8923、9417、9711 等高死亡率的台风,多是由于强风暴潮造成海水倒灌所致,与本次台风过程的死亡灾因分类迥然不同(表 2)。

表 2 浙江省 0414 号台风死亡人员灾因分类

	房屋倒塌	泥石流	大风	电杆伏倒 或触电	洪水	其他	合计
遇难人数	109	28	9	5	1	12	164
%	66.5	17.1	5.5	3.0	0.6	7.3	100

注:数据来源于浙江省防汛指挥部。

由强风引发房屋倒塌的死难人数全省占 2/3, 这些房屋且大都是 90 年代兴建的民房。而 9417、9711 号台风毙命于房屋倒塌的比例分别为 42.2% 和 9.2%, 相对较低。另外, 死亡人员中, 本地居民 144 人, 外来民工 20 人。今后如何避免外来民工死亡, 是防灾抗灾中出现的新问题。

3.4 经济损失飙升

台州、温州两市, 自 20 世纪 80 年代以来, 洪涝灾害尤其是灾难性台风多发, 经济损失不断上升, 自然灾害已上升为制约经济和社会发展的一个不可忽视因素。本次台风灾害全省直接经济损失 181 亿元, 与 9711 号台风相当, 但其中台州市高达 127 亿元。这次台风由于水利防灾设施到位, 沿海城市和农田基本安然无恙, 仅台州就减少损失 60 亿元。如考虑这一因素来分析灾情, 不论是全省或台州, 本次台风应是致灾力最强的一次台风灾害。

按当年价分析, 灾害综合损失指标呈逐年增加势态(表略)。2004 年达到了建国以来最高值, 这与 20 世纪 90 年代以来社会经济快速发展关系密切。

笔者曾计算了登陆浙江台风个例的直接经济损失(表 3)。上世纪 90 年代, 台风所致经济损失平均已达到每个台风 90 亿元, 而 0414 号台风上升到它的 2 倍。

表 3 20 世纪 50 ~ 90 年代登陆浙江台风经济损失统计⁽⁴⁾

	50	60	70	80	90
经济损失 (亿元/每个台风)	1.43	2.59	4.32	7.72	90.37

为了将台灾的损失与整个国民经济状况比较, 再计算登陆浙江台风个例的直接经济损失与当年的工农业总产值的比值, 列出了此值大于 1% 的个例。0414 号台风造成的损失比值, 浙江省为 3.54%, 位居灾例第 3; 而台州市的比值 20.71%, 为历次台风比值之首。本次台风灾害造成的经济损失中, 还有一个显著特点是企业的损失占相当比例。如台州制造业多为民营企业, 防灾能力比较脆弱, 半数工厂因灾停产, 经济损失 79.74 亿元, 占全市直接经济损失的 62.8%。其中, 工业 60.33 亿元, 占总损失的 47.5%; 而农业直接经济损失为 26.69 亿元, 约占总损失的 21%。工农业灾情比重的变化, 大致与企业产值在 GDP 中的比重上升到 52.3% 相一致。

参考文献

- [1] 梁必骥, 梁经萍. 中国台风灾害及其影响的研究[J]. 自然灾害学报, 1995, 4(1): 84 - 91.
- [2] 谢建忠, 赵维娟, 高正耀, 等. 古陶瓷研究中的模糊聚类分析法[J]. 中国科学技术大学学报, 2001, 31(5): 629 - 634.
- [3] 冯利华. 灾害损失的定量计算[M]. 灾害学. 杭州: 浙江人民出版社, 1993: 17 - 19.
- [4] 施素芬, 陈鸣星. 台州市区洪涝台灾害文集(G). 1997.

Characteristics of Severe Typhoon Rananim and Its Assessment

Shi Sufen Zhao Ligang

(Taizhou Meteorological Bureau, Zhejiang Province, Taizhou 318000)

Abstract: Based on the survey of the characteristics of typhoon Rananim, the comparison and analysis is made of the typhoon disasters occurred from 1949 to 2004 using a fuzzy clustering analysis mathematical model. The results indicate that Rananim is the severest typhoon in Zhejiang Province since 1956. It is found out: ① The ratio of the typhoon-induced loss and the gross output value of industry and agriculture shows a rising trend since 1949, and the ratio of the economical loss induced by Rananim and the gross output value of industry and agriculture in 2004 is 3.54:100. ② Storm surges were the main disaster-inducing factor along the coast regions before the construction of the standard seawall, but the strong winds become most important afterwards. ③ There exist serious safety hazard in new buildings over the rural area and the billboards in the urban areas; the private-owned enterprises are vulnerable to disasters.

Key words: severe typhoon, disaster-inducing factor, fuzzy clustering, disaster assessment