

朱志存,陈雄飞,王永峰,等.基于四维灾体模型的浙江省气象灾害损失年景评价[J].海洋气象学报,2020,40(3):121-125.
ZHU Zhicun, CHEN Xiongfei, WANG Yongfeng, et al. Assessment of annual meteorological disaster loss situation in Zhejiang based on a four-dimensional disaster volume model[J]. Journal of Marine Meteorology, 2020, 40(3):121-125. DOI:10.19513/j.cnki.issn2096-3599.2020.03.013. (in Chinese)

基于四维灾体模型的浙江省气象灾害损失年景评价

朱志存,陈雄飞,王永峰,陈明亚,杨昊,高雁南
(平湖市气象局,浙江平湖 314200)

摘要:应用浙江省气象灾情统计年鉴资料,运用四维灾体评估模型,对浙江省的气象灾害损失进行科学评估。浙江省2003—2017年灾害损失年景评价分析结果显示,2004年和2005年为气象灾害损失明显偏重年景,进入2010年以来,2013年为年景最差年份;台风灾害损失在每年浙江省气象灾害损失年景评价中具有非常重要的作用,重大台风事件易造成气象灾害偏重或明显偏重的损失年景。评估结果表明,四维灾体模型下的气象灾害评估较为科学客观。

关键词: 四维灾体; 灾害评估; 年景分析

中图分类号: P429 **文献标志码:** A **文章编号:** 2096-3599(2020)03-0121-05

DOI:10.19513/j.cnki.issn2096-3599.2020.03.013

Assessment of annual meteorological disaster loss situation in Zhejiang based on a four-dimensional disaster volume model

ZHU Zhicun, CHEN Xiongfei, WANG Yongfeng, CHEN Mingya, YANG Hao, GAO Yannan
(Pinghu Meteorological Bureau, Pinghu 314200, China)

Abstract Based on the statistical yearbook data of meteorological disasters in Zhejiang Province, a four-dimensional disaster volume model is used to assess the meteorological disaster losses in Zhejiang Province. The analysis of annual disaster losses in Zhejiang Province from 2003 to 2017 shows the meteorological disaster losses are obviously heavier in 2004 and 2005, and the year of 2013 has seen the most serious losses since 2010; the typhoon disaster loss plays an important role in the assessment of annual meteorological disaster losses in Zhejiang Province and powerful typhoon events are likely to introduce heavy or obviously heavier loss year of meteorological disasters. The results indicate that the assessment of meteorological disasters by the four-dimensional disaster volume model is scientific and objective.

Key words four-dimensional disaster volume model; disaster assessment; analysis of annual disaster situation

引言

浙江省地处我国东部沿海地区,主要气象灾害有台风、暴雨洪涝等,每年与气象灾害有关的损失占自然灾害损失的90%以上^[1]。在全球变暖背景

下,极端事件趋多趋强^[2],且随着浙江省经济社会的发展,其面对气象灾害的影响更加脆弱。因此有必要加大气象灾害损失评价方面的研究分析,认清当前灾害损失现状,为防灾减灾救灾工作提供决策依据。

收稿日期:2020-03-07; 修订日期:2020-04-21

基金项目:嘉兴市气象局科研项目(201806);平湖市科技局科研项目(平科技[2019]29号)

作者简介:朱志存,男,工程师,主要从事综合气象业务研究,54792976@qq.com。

气象灾害损失年景评价是参照历史情况,对年度灾情进行总结,并对损失程度作出定性评判,是灾害评估的重要内容。杜兴信和窦品玉^[3]利用模糊聚类分析方法,建立了陕西省自然灾害年度损失等级标准和灾害年景序列。雷向杰等^[4]采用相对损失率因子,如人员死亡率等,建立了陕西省气象灾害损失年景评估模型。另外还有采用灰色关联度^[5]以及几何平均模型^[6]等方法来对灾情指标进行综合处理,得到综合评估指标,以此开展气象灾害年景评估。赵珊珊等^[7]采用无量纲化法和归一化法,研制了适用于我国总的气象灾害损失综合评估指标。这些研究推动了灾害损失评估技术的发展,但是在指标间的权重系数确定方面存在一定的主观因素。

基于灾度相关概念模型^[8-9],尹宜舟等^[10]提出了面向气象灾害损失评价的四维灾体模型,该模型由灾度平面以及以死亡失踪人数为要素的第四维组成,以四维灾体的体积来定量描述综合灾害损失,计算过程中避免了使用权重系数,且充分考虑了死亡失踪人数在灾害损失评价中的重要地位。灾体将常见的四个气象灾害损失指标包括在内,灾体量大小由这四要素决定,因此四维灾体及相关概念能够较完整地描述气象灾害损失的体量。

鉴于目前针对浙江省的气象灾害损失年景评价的研究较少,且四维灾体模型尚未在省级应用,因此本文拟将该模型应用于浙江省,对该模型的适用性以及浙江省气象灾害损失年景特征进行分析。

1 数据与方法

1.1 数据来源

本文所用的气象灾害损失数据取自每年出版的《中国气象灾害年鉴》(中国气象局,2003—2017年)。年末总人口、年播种面积、国内生产总值、商品零售价格指数均来自《浙江统计年鉴》(浙江省统计局,2018年)。

1.2 四维灾体模型简介

四维灾体模型如图1所示,由直接经济损失、受灾人数、受灾面积构成灾害损失的基本规模,即灾度平面(图1中红色虚线示意的三角形),再在灾度平面的垂直方向,起于灾度平面,由死亡失踪人数构成第四维,四个维度组成一个三角体,此三角体的“体积”为灾体量指数(I)。若除死亡失踪人数外,前三个维度采用的是相对值,则称为相对灾体量指数(I^*)。本文采用相对灾体量指数,其中年直

接经济损失(亿元)、年受灾人数(万人次)、年受灾面积(万 hm^2)对应的灾损率分别为当年损失值与国内生产总值(亿元)、年末总人口(万人)和年播种面积(万 hm^2)的比值。

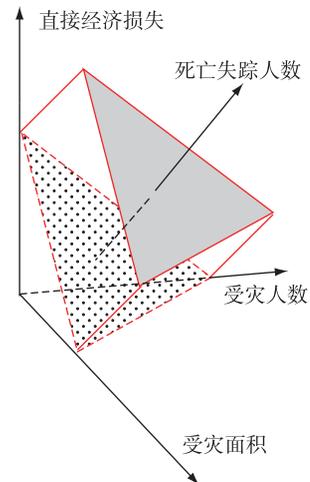


图1 灾体模型示意图(根据尹宜舟等^[10]改绘)
Fig.1 Schematic diagram of disaster volume model
(modified according to YIN et al.^[10])

灾体量指数(I)计算步骤如下。

1)各指标归一化处理:方法为当年值除以样本序列最大值。

2)计算灾度平面面积 S ,计算公式如下:

$$S = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)} \quad (1)$$

$$p = \frac{1}{2}(a+b+c) \quad (2)$$

式中, p 为灾度平面半周长, a 、 b 、 c 为三个边边长,边长由直接经济损失、受灾人数、受灾面积归一化处理后的值决定,利用勾股定理计算得到。

3)计算灾体量指数(I):由灾度平面面积 S 与归一化处理后的死亡失踪人数的乘积计算得到。

若计算相对灾体量指数(I^*),则首先对直接经济损失占GDP比率、受灾人数比率、受灾面积比率以及死亡失踪人口的当年值进行归一化处理,然后按照步骤2)、3)进行计算,只是三个边边长由归一化后的灾损率指标决定。

2 应用分析

2.1 浙江省气象灾害损失基本特征

2003—2017年,浙江省平均每年因气象灾害造成的受灾面积为61.2万 hm^2 ,受灾人数为1 304.6万人次,死亡失踪人数为66.9人,直接经济损失(2010年价格水平)为201.7亿元,直接经济损失占当年

GDP 比重为 0.993%。图 2 给出了 2003—2017 年浙江省气象灾害年灾害损失指标变化图,可以看出,直接经济损失(2010 年价格水平)变化趋势不明显,其占 GDP 比重为明显下降趋势(检验结果见表

1,下同);其他三个指标呈现出明显的下降趋势(通过 95%或 99%信度检验),同时受灾人口占年末总人口比重呈现出明显的下降趋势(通过 99%信度检验)。

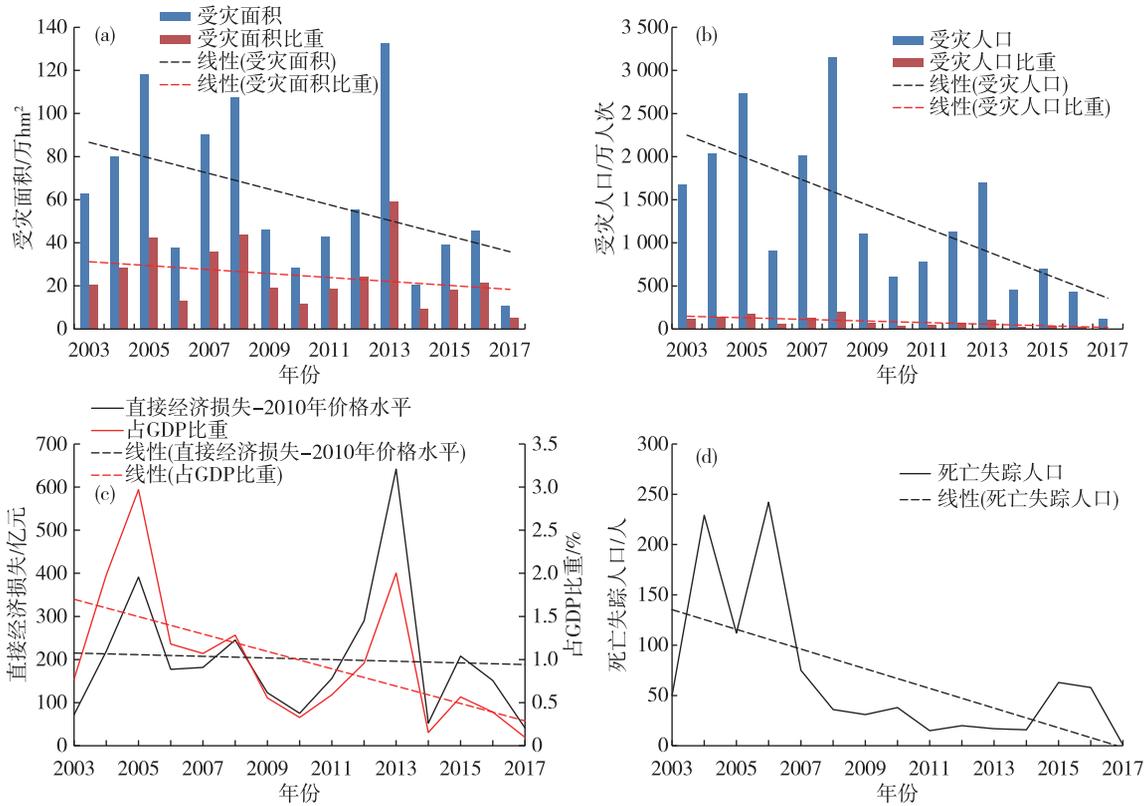


图 2 2003—2017 年浙江省气象灾害年损失指标量(a.受灾面积,b.受灾人口,c.直接经济损失,d.死亡失踪人口)的变化
Fig.2 Change of values of annual meteorological disaster loss indicators in Zhejiang Province from 2003 to 2017 (a. affected areas, b. affected population, c. direct economic loss, d. number of dead and missing persons)

表 1 Mann-Kendall 变化趋势检验

Table 1 Mann-Kendall test of change trend

指标	Mann-Kendall 检验 Z 值	指标	Mann-Kendall 检验 Z 值
受灾面积	1.68 **	受灾面积比重	1.29 *
受灾人口	2.77 ***	受灾人口比重	2.87 ***
直接经济损失	0.79	直接经济损失比重	2.38 ***
死亡失踪人数	2.47 ***		

注: *, **, *** 分别表示通过置信度 90%、95%、99%的显著性检验,临界值分别为 1.28、1.64、2.32。

2.2 浙江省气象灾害损失年景评价

根据 1.2 节方法逐年计算 2003—2017 年浙江省气象灾害损失灾体量和相对灾体量指数,结果如图 3 所示,可以看出 2003—2017 年,浙江省气象灾害年损失灾体量及相对灾体量指数均呈现出明显的下降趋势(均通过 99% 信度检验, Mann-Kendall 检验 Z 值分别为 2.57 和 3.07),推测这和浙江省减灾能力建设有关。

自然断点法采用数值统计分布规律分级和分类,使得类与类之间的不同最大化。任何统计数列都存在一些自然转折点、特征点,用这些点可以把研究的对象分成性质相似的群组,因此,裂点本身就是分级的良好界限。本文采用自然断点法对 2003—2017 年相对灾体量指数进行划分,将灾害年景分为明显偏重、偏重、一般、偏轻、明显偏轻 5 类,结果如表 2 所示,最终评价结果为 2004、2005 年为明显偏重年,

2006、2007、2008 和 2013 年为偏重年,除 2013、2015 年外,2009 年以来的年份均为偏轻或明显偏轻。

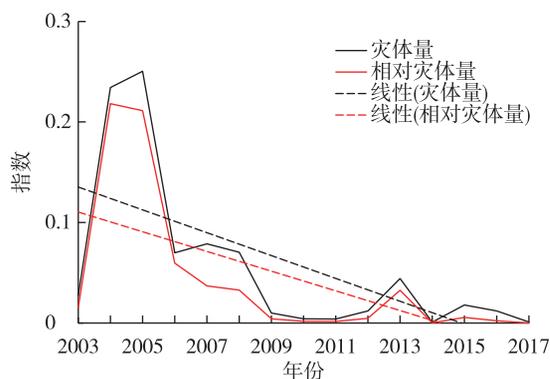


图3 2003—2017年浙江省气象灾害年损失灾体量和相对灾体量指数变化图

Fig.3 Disaster volume index and relative disaster volume index of annual meteorological disaster losses in Zhejiang Province from 2003 to 2017

表2 气象灾害损失年景评价标准及评价结果

Table 2 Evaluation criteria and results of assessment of annual meteorological disaster losses

评价	阈值	年份
明显偏重	$I^* \geq 0.21$	2004、2005
偏重	$0.03 \leq I^* < 0.21$	2006、2007、2008、2013
一般	$0.01 \leq I^* < 0.03$	2003、2015、2012、2009、2016
偏轻	$0.001 \leq I^* < 0.01$	2010、2011
明显偏轻	$I^* \leq 0.001$	2014、2017

注: I^* 为相对灾体量指数。

2.3 适用性分析

2004 年和 2005 年为浙江省气象灾害年景明显偏重年份,四维模型中的受灾人口、死亡失踪人口和直接经济损失都属于较高水平,特别是死亡失踪人数分别达到 229 人和 112 人,为 2003—2017 年第二多年和第三多年,因此年景损失明显偏重。2006 年虽然死亡人口最多,达 242 人,但在灾损率方面,受灾面积比、受灾人口比、直接经济损失占 GDP 比值相对不大,分别排第 12、9 和 5,所以总体上没有达到明显偏重年份标准。2013 年灾损率中,受灾面积比、受灾人口比、直接经济损失占 GDP 比分别排第 1、6 和 2,灾度面积仅次于 2005 年,即损失的基本规模较大,但是死亡失踪人口数仅 17 人,排第 12 位,相对于 2004 年和 2005 年明显偏小很多,最终也未能达到明显偏重年份标准。

浙江省是我国受台风影响最为严重的省份之一,2003—2017 年,台风平均每年造成受灾面积为 29.1 万 hm^2 ,受灾人数为 700.9 万人次,死亡失踪人数为 37.5 人,直接经济损失(2010 年价格水平)为 145.6 亿元。表 3 给出了 2003—2017 年,影响浙江省的台风基本信息及其损失在总气象灾害损失所占比例情况。可以看出,平均每年有 2.5 个台风影响浙江,平均每年台风灾害所造成的受灾面积、受灾人数、死亡失踪人数、直接经济损失占全年总气象灾害损失的比例分别为 43.0%、50.5%、29.7%、56.6%。表 2 所示的偏重或明显偏重年景的年份中,平均每年有 3.7 个台风影响浙江,上述这些损失比例平均值分别为 54.1%、64.0%、53.7%、76.9%。2003—2017 年,共有 10 个台风造成浙江省死亡失踪 10 人及以上或直接经济损失 100 亿元以上,其中有 7 个出现在偏重或明显偏重年景的年份中,有 3 个出现在年景一般的年份。在偏重或明显偏重年景中,仅 2008 年没有出现重大台风事件,而 2008 年主要是因为我国南方出现了罕见的低温雨雪冰冻天气,浙江省因灾造成受灾面积 61.3 万 hm^2 ,受灾人数为 2 381.9 万人次,死亡失踪人数为 22 人,直接经济损失 174.3 亿元。综上可以看出,台风灾害损失在每年浙江省气象灾害损失年景评价中具有非常重要的作用,重大台风事件易造成气象灾害偏重或明显偏重的损失年景。

3 结论与讨论

本文使用四维灾度模型对浙江省 2003—2017 年的气象灾害进行评估,共得到如下结论:

1) 2003—2017 年,除直接经济损失外,浙江省各项受灾指标呈现出不同程度的下降趋势,特别是年受灾人数、年受灾面积和年死亡失踪人数以及直接经济损失 GDP 比重、受灾人口占年末总人口比重下降趋势非常明显。

2) 根据四维灾体模型评估分析,浙江省气象灾害年景 2004 年和 2005 年明显偏重,进入 2010 年后,2013 年为偏重,模型评估结果适用性较好。

3) 台风灾害损失在每年浙江省气象灾害损失年景评价中具有非常重要的作用,重大台风事件易造成气象灾害偏重或明显偏重的损失年景。

表3 2003—2017年影响浙江省的台风基本信息及损失占总气象灾害损失比例

Table 3 Basic information of typhoons that affected Zhejiang Province and proportion of typhoon-induced losses in meteorological disasters from 2003 to 2017

	影响台风数	受灾面积 比例/%	受灾人数 比例/%	死亡失踪 比例/%	直接经济损失 比例/%	重大台风 事件*	气象灾害损失 年景评价
2003	1	1.1	2.7	0.0	1.1	—	一般
2004	4	56.4	72.3	79.0	93.3	0414 云娜	明显偏重
2005	5	76.0	79.3	67.0	94.1	0505 海棠、0513 泰利、 0515 卡努	明显偏重
2006	3	50.7	58.4	84.3	85.5	0608 桑美	偏重
2007	3	82.2	88.9	33.3	93.3	0709 圣帕	偏重
2008	4	12.9	12.8	0.0	7.7	—	偏重
2009	2	78.6	69.8	19.4	74.5	—	一般
2010	1	4.6	0.6	0.0	1.7	—	偏轻
2011	2	3.5	12.5	0.0	14.1	—	偏轻
2012	2	68.2	79.1	0.0	88.9	1211 海葵	一般
2013	3	46.2	72.5	58.8	87.5	1323 菲特	偏重
2014	2	28.1	34.6	0.0	18.6	—	明显偏轻
2015	3	93.6	94.7	23.8	96.2	1513 苏迪罗	一般
2016	2	24.9	57.3	79.3	67.5	1617 鲇鱼	一般
2017	1	17.6	21.2	0.0	25.0	—	明显偏轻
平均	2.5	43.0	50.5	29.7	56.6	—	—

注:重大台风事件在本文中指造成浙江省死亡失踪10人及以上或直接经济损失100亿元及以上的台风。

参考文献:

- [1] 浙江省人民政府.浙江省气象灾害防御条例[Z].2017-03-29.
- [2] 秦大河.中国极端天气气候事件和灾害风险管理及适应国家评估报告:精华版[M].北京:科学出版社,2015:1-17.
- [3] 杜兴信,窦品玉.陕西省自然灾害损失年景和评价指标的研究[J].灾害学,1992,7(2):1-6.
- [4] 雷向杰,蔡新玲,王娜.气象灾害灾情评估指标研究与应用:以陕西为例[J].灾害学,2011,26(3):22-27.
- [5] 王胜,沈梅,石磊.安徽省近33年农业气象灾害年景评估[J].中国农业大学学报,2013,18(3):192-197.
- [6] 张鹏,张云霞,孙舟,等.综合灾情指数:一种自然灾害损失的量化评价方法[J].灾害学,2015,30(4):74-78.
- [7] 赵珊珊,任福民,高歌,等.近十年我国热带气旋灾害的特征研究[J].热带气象学报,2015,31(3):424-434.
- [8] 高建国.灾害对社会影响和损失大小的一个可量化值:灾度[J].中国人口·资源与环境,2018,18(专刊):588-590.
- [9] 徐敬海,聂高众,李志强,等.基于灾度的亚洲巨灾划分标准研究[J].自然灾害学报,2012,21(3):64-69.
- [10] 尹宜舟,高歌,王国复.气象灾害的灾体模型及其初步应用[J].气象,2019,45(10):1439-1445.
- [11] 赵秀兰.近50年登陆我国热带气旋时空特征及对农业影响研究综述[J].海洋气象学报,2019,39(4):1-11.
- [12] 薛德强.青岛汛期降水量与太平洋年代际振荡的关系[J].海洋气象学报,2019,39(1):46-54.
- [13] 叶丁嘉,王国复,尹宜舟,等.基于灰色关联法的县域台风灾情评估方法初探[J].海洋气象学报,2019,39(1):68-75.
- [14] 周冠博,吕爱民,黄彬,等.2018年秋季海洋天气评述[J].海洋气象学报,2019,39(1):95-105.
- [15] 朱君鉴,蔡康龙,龚佃利,等.登陆台风“摩羯”(1814)在山东引发龙卷的灾情调查与天气雷达识别[J].海洋气象学报,2019,39(4):21-34.