

陈云峰, 高歌. 近 20 年我国气象灾害损失的初步分析[J]. 气象, 2010, 36(2): 76-80.

# 近 20 年我国气象灾害损失的初步分析<sup>\* 1</sup>

陈云峰<sup>1,2</sup> 高 歌<sup>3</sup>

1 南京信息工程大学, 南京 210044

2 气象出版社, 北京 100081

3 国家气候中心, 北京 100081

**提 要:** 利用 1989—2008 年的全国自然灾害灾情资料, 采用综合集成评价方法计算出气象灾害损失的综合指数, 运用聚类分析法对近 20 年的气象灾害损失进行定级并分析其随时间的变化。结果显示, 20 年中前 10 年气象灾害的损失比较大, 后 10 年损失显著减小; 气象灾害导致的人口死亡数在近 20 年中呈明显的下降趋势; 1991、1994、1996、1998 年为气象灾害的重灾年。

**关键词:** 气象灾害, 综合指数, 变化趋势, 等级划分

## An Analysis to Losses Caused by Meteorological Disasters in China During 1989—2008

CHEN Yunfeng<sup>1,2</sup> GAO Ge<sup>3</sup>

1 Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044

2 China Meteorological Press, Beijing 100081

3 National Climate Center, Beijing 100081

**Abstract:** In the context of natural disaster data in China during 1989—2008, a composite index of meteorological disaster is estimated by the integration method. The cluster analysis is used to classify the losses during the 20 years and the change of losses is further discussed. The results show that the composite index of losses is greater in 1989—1998 than that in 1999—2008. The number of death people caused by meteorological disasters shows a significant decreasing trend during the past 20 years. As for composite index, the years with serious grade occurred in 1991, 1994, 1996 and 1998.

**Key words:** meteorological disasters, composite index, trend, grade

## 引 言

气象灾害占我国自然灾害的 70% 以上<sup>[1]</sup>, 并且像滑坡、泥石流等地质灾害以及风暴潮、赤潮等海洋灾害、生物病虫害等大都由气象致灾因子引发。因此, 研究气象灾害的发生发展规律十分重要。通常我们用受灾面积、绝收面积、受灾人口、死亡人数、倒

塌房屋、直接经济损失等来表示灾害的严重程度, 但究竟用哪些指标来表征气象灾害对社会经济所造成的损失更为科学则有待研究<sup>[2-4]</sup>。气象灾害对经济社会的破坏作用主要表现在人员伤亡和财产损失两个方面。国内研究者大多数是把二者分别分级然后综合考虑<sup>[5-8]</sup>, 该方法主要运用死亡人数和直接经济损失的绝对值作为等级划分的依据, 多数情况下二者是同步协调分布, 两个绝对指标同属于一个等级

\* 由国家科技支撑计划课题(2007BAC29B02)支持和公益性行业科研专项“气象服务效益评估方法与技术研究”课题(GYHY200806017)支持

2009 年 7 月 1 日收稿; 2009 年 11 月 26 日收修定稿

第一作者: 陈云峰, 主要从事气象灾害评估和气象效益评估研究. Email: yunfengcmp@sina.com

(即一般来说,大灾死亡人数较多,经济损失也较大,反之亦然)。但有时也会出现二者不协同的情况,二者的绝对指标值会分属不同的等级,此时就难以准确划分。也有人主张将死亡人口按一定的方法折算成经济损失后再和财产损失相加进行评估<sup>[9]</sup>,但人员伤亡的经济价值折算的标准是否合理显然是一个问题,并且伤亡人员的职业、年龄、性别、所在地域等千差万别,难以在折算时综合考虑。因此,上述这两种方法或多或少都有其局限性。本文根据我国气象灾害统计资料的特点,综合考虑反映气象灾害直接破坏力的死亡人口和直接经济损失两个指标,提出一种表征我国气象灾害损失程度的综合指标,并对近 20 年来我国气象灾害的损失进行了分析。

## 1 资料和方法

本文所用自然灾害及其损失的资料来自《中国民政统计年鉴》。由于没有气象灾害损失的时间序列资料,考虑到自然灾害损失中气象灾害占绝大多数,因此用历年《中国民政统计年鉴》的自然灾害损失除去地震所造成的死亡人口数和直接经济损失数,来代表气象灾害造成的死亡人口和直接经济损失序列,序列年代为 1989—2008 年,共 20 年。

采用归一化方法对原始资料处理后得到气象灾害损失归一化值,再利用“拉开档次”法集成<sup>[10]</sup>,求得气象灾害损失综合指数。利用聚类分析法对气象灾害损失综合指数进行分级。

## 2 气象灾害损失综合指数

### 2.1 归一化方法

$$x_{ij}^* = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1989}^{2008} x_{ij}} \quad (1)$$

式中  $x_{ij}^*$  是归一化后的指标观测值,  $x_{ij}$  是指标原观测值。 $i$  为年份,  $i$  表示为 1989, 1990, ..., 2008,  $j$  为灾害损失类别。采用这种归一化处理的方法具有较多优点,如单调性、差异不变性、缩放无关性、总量恒定性,尤其是总量恒定性对综合评价具有重要影响。

运用上述方法对 1989—2008 年的气象灾害死亡人口和直接经济损失两个指标值进行归一化处理

(其中,直接经济损失按可比价格折算后再归一化,所有归一化值都放大了 100 倍),结果见表 1 和图 1。

表 1 1989—2008 年气象灾害损失归一化处理值  
Table 1 The normalized value of losses caused by meteorological disasters during 1989—2008

年份	死亡人口	直接经济损失
1989	7.0194	2.7345
1990	8.4982	3.0730
1991	8.4770	5.9073
1992	6.7646	3.9097
1993	7.2128	3.9678
1994	7.6951	6.0395
1995	6.4580	5.0997
1996	8.1468	7.2122
1997	3.7632	4.8553
1998	6.4297	7.4529
1999	3.4944	4.9510
2000	3.5427	5.1145
2001	2.9825	4.8213
2002	3.3634	4.3286
2003	2.2879	4.5795
2004	2.6452	3.6934
2005	2.7242	4.7006
2006	3.7279	5.8250
2007	2.7384	5.1878
2008	2.0284	6.5463

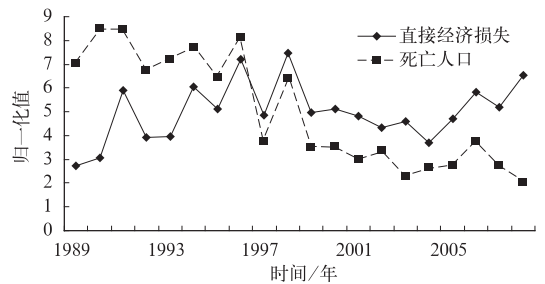


图 1 1989—2008 年气象灾害损失归一化值  
Fig. 1 Variation of normalized value of losses caused by meteorological disasters during 1989—2008

由图 1 可看出,死亡人口和经济损失指标值随时间的变化趋势是不一致的,因此,单用其中的一个指标无法来全面描述气象灾害的影响。

### 2.2 指标集成

指标集成最重要的是确定权重系数,这是综合评价的核心问题。在灾害评估中权重系数大多采用

主观方法来确定,即根据人们主观上对各评价指标的重要性的认识来确定其权重系数<sup>[10]</sup>。最简单的方法就是等权重,即认为每个指标在综合指标中的重要性是一样的。但大多数是采用德尔菲法(Delphi)<sup>[11]</sup>,即由一个专家小组采用打分的方法来给出权重。这种主观确定权重系数的方法,在很大程度上依赖于专家的知识、经验及个人判断甚至偏好。在讨论灾害损失时,我们很难就死亡人口和经济损失孰轻孰重从主观角度做出评判。因此本文将采用一种客观的确定权重系数的方法——“拉开档次”法,该方法由郭亚军于 1994 年提出,在综合评价领域多有运用。其基本思想是:权重系数应当是各个指标在指标总体中变异程度和其对其他指标影响程度的度量,权重的原始信息应当直接来源于客观环境,因此,应根据各指标所提供的信息量的大小来决定相应指标的权重系数。该方法具有比较完善的数学理论和方法。

设气象灾害损失综合评价指标为  $y_i$ ,取如下线性函数

$$y_i = w_1 x_{i1} + w_2 x_{i2}, \quad i = 1989, 1990, \dots, 2008 \quad (2)$$

$x_{i1}, x_{i2}$  分别为死亡人口和直接经济损失的归一化值,  $w_1, w_2$  为各自的权重系数。

$$\text{记 } \mathbf{Y} = \begin{pmatrix} y_{1989} \\ y_{1990} \\ \dots \\ y_{2008} \end{pmatrix}, \quad \mathbf{A} = \begin{pmatrix} 7.0194 & 2.7345 \\ 8.4982 & 3.0730 \\ \dots & \dots \\ 2.0284 & 6.5463 \end{pmatrix},$$

$$\mathbf{W} = \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \end{pmatrix}$$

则  $\mathbf{Y} = \mathbf{A}\mathbf{W}$

根据拉开档次法原理,求  $\mathbf{H} = \mathbf{A}^T \mathbf{A}$  的最大特征值所对应的标准特征向量并将其归一化即可求得  $\mathbf{W}_1 = 0.52, \mathbf{W}_2 = 0.48$ ,此二值即为权重系数,可见死亡人口所占的权重大于直接经济损失所占的权重。将  $\mathbf{W}_1, \mathbf{W}_2$  代入式(2)即得到 1989—2008 年气象灾害损失综合评价指标值,见表 2。

### 3 近 20 年气象灾害损失变化趋势

图 2 给出了 1989—2008 年气象灾害损失综合评价指标。如图 2 所示,以 1999 年为界,1989—

1998 年的气象灾害综合损失比较大,而 1999—2008 年的综合损失显著减小。前 10 年的气象灾害损失综合指标平均值为 6.08,且年际变化大,后 10 年的平均值为 3.92,下降了近 36%,且年际变化明显减小。

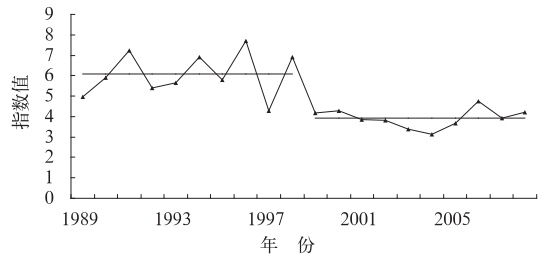


图 2 气象灾害综合损失指数年际变化

Fig. 2 Annual variation of composite index of meteorological disasters during 1989—2008

我们把综合评价指标值和死亡人口、直接经济损失两个单一指标值随时间的变化进行对比(见图 3)。

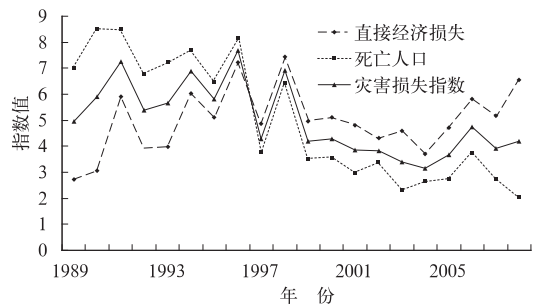


图 3 灾害损失归一化值和综合指数的对比

Fig. 3 Comparison of normalized value with composite index of meteorological disasters during 1989—2008

由图 3 可看出气象灾害导致的人口死亡数在近 20 年中呈明显的下降趋势。从死亡人口绝对数上来看,前 10 年每年平均死亡 5975 人,后 10 年平均每年死亡 2504 人,下降了 58.1%。直接经济损失在前 10 年总体呈上升趋势,后 10 年中前期比较平稳,后期又呈上升趋势。前 10 年气象灾害损失中死亡人口占主导地位,后 10 年直接经济损失占主导地位。从图中还可看出,气象灾害综合损失最大年份是 1996 年,当年台风灾害造成的经济损失和人员伤亡都非常大,其次为 1991 年,气象灾害综合损失最小年份是 2004 年。但从死亡人口看,最多年是 1990 年,最少年是 2008 年;从直接经济损失看最大年是 1998 年,这一年夏季,长江流域和松花江流域发生了严重的暴雨洪涝,最小年是 1989 年。

## 4 近 20 年气象灾害损失等级划分

运用快速聚类分析法对综合指数进行分级,分成 4 级(分为重灾年、中灾年、轻灾年和微灾年,见表 2 和图 4)。可看出,比较严重的几个灾年是 1991、1994、1996、1998 年,这几年为重灾年;而 1990、1992、1993、1995 年为中灾年;1989、1997、1999、2000、2006、2008 年为轻灾年;其余年份为微灾年。值得关注的是令人印象深刻的年初发生雨雪

表 2 气象灾害综合损失指数聚类分析

Table 2 Cluster analysis of composite index of meteorological disasters

年份	综合指数值	聚类结果
1989	4.96	2
1990	5.89	3
1991	7.24	4
1992	5.39	3
1993	5.66	3
1994	6.9	4
1995	5.81	3
1996	7.7	4
1997	4.29	2
1998	6.92	4
1999	4.19	2
2000	4.3	2
2001	3.87	1
2002	3.83	1
2003	3.39	1
2004	3.15	1
2005	3.67	1
2006	4.73	2
2007	3.91	1
2008	4.2	2

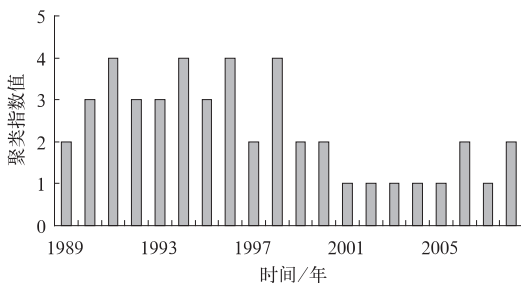


图 4 综合损失指数聚类结果

Fig. 4 Cluster results of composite index of meteorological disasters during 1989—2008

冰冻灾害的 2008 年,从综合指数来看并未列入重灾年甚至中灾年,主要原因是虽然 2008 年气象灾害引起的直接经济损失在近 20 年中排第三位<sup>[12]</sup>,但因灾死亡人口却为 20 年里最少的,所以综合指标评定的结果为轻灾年。

## 5 结论与讨论

单独用死亡人口指标或直接经济损失指标都不能很好地表征气象灾害损失,而一般常用的根据死亡人口和直接经济损失的绝对值进行分级的方法在二者不同步协调时就很难处理。利用综合损失指数来表征气象灾害损失程度则避免了这些缺点,并能客观地描述气象灾害的损失情况,揭示出随时间变化的特点:

(1) 1989—1998 年气象灾害综合损失比较大,而 1999—2008 年综合损失则显著减小。

(2) 气象灾害导致的人口死亡数在近 20 年中呈明显的下降趋势;直接经济损失在前 10 年总体呈上升趋势,后 10 年中前期比较平稳,后期又呈上升趋势。

(3) 前 10 年气象灾害综合损失中死亡人口占主导地位,后 10 年直接经济损失占主导地位。

(4) 1991、1994、1996、1998 年为重灾年;而 1990、1992、1993、1995 年为中灾年。

气象灾害损失随时间的变化与气象致灾因子的强度、社会经济发展水平、气象预报预测水平、防灾减灾的能力和措施等紧密相关<sup>[13-14]</sup>。显然,气象灾害损失的减小并不完全意味着气象灾害致灾因子的强度在减小,其间的关系还需要进一步研究。

比如,气象灾害导致的人口死亡数的减少和政府及社会对灾害防御的重视程度具有密切的关系,在气象灾害来临时为了保护人民生命,往往会采取人口紧急转移措施,这对减小人口伤亡起到了极大作用。但从另一方面看,防灾减灾措施的加强会导致投入的增加,这也是一种隐性的灾害导致的经济损失的增加,当然这类损失并未计入统计。

综合损失指数方法的难点主要在于权重系数的确定,无论是主观确定还是运用客观方法确定都有其局限性。因此在权重系数的确定问题上还需要进一步的研究。

## 参考文献

- [1] 中国气象局. 中国气象灾害年鉴(2005)[M]. 北京:气象出版社,2005:序言.
- [2] 原国家科委国家计委国家经贸委自然灾害综合研究组. 中国自然灾害综合研究的进展[M]. 北京:气象出版社,2009:76-78.
- [3] 马清云,李佳英,王秀荣. 基于模糊综合评价法的登陆台风灾害影响评估模型[J]. 气象, 2008, 34(5):20-25.
- [4] 钱燕珍,何彩芬,杨元琴. 热带气旋灾害指数的估算与应用方法[J]. 气象, 2001, 27(1):14-18.
- [5] 张梁,张业成. 关于地质灾害含义及其分类探讨[J]. 中国地质灾害与防治学报,1994(s1):400-401.
- [6] 于庆东. 灾度等级判别方法的局限性及其改进[J]. 自然灾害学报,1993,2(2):8-10.
- [7] 刘燕华. 中国近期自然灾害程度的区域特征[J]. 地理研究, 1995,14(3):14-24.
- [8] 王劲峰. 中国自然灾害影响评价方法研究[M]. 北京:中国科学技术出版社,1993:36-38.
- [9] 于庆东. 灾害造成人员伤亡价值损失评估[J]. 防灾减灾工程学报,2004,24(2):214-217.
- [10] 郭亚军. 综合评价理论、方法及应用[M]. 北京:科学出版社, 2008:108-109.
- [11] 葛全胜等. 中国自然灾害风险综合评估初步研究[M]. 北京:科学出版社,2008:112-116,136-152.
- [12] 王凌,高歌,张强,等. 2008年1月我国大范围低温雨雪冰冻灾害分析 I. 气候特征与影响评估[J]. 气象, 2008, 34(4): 95-100.
- [13] 林良勋,吴乃庚,蔡安安,等. 广东 2008 年低温雨雪冰冻灾害及气象应急响应[J]. 气象, 2009, 35(5):26-33.
- [14] 扈海波,董鹏捷,熊亚军,等. 北京奥运期间冰雹灾害风险评估[J]. 气象, 2008, 34(12):84-88.