

文章编号:1004-4574(2012)03-0064-06

## 基于灾度的亚洲巨灾划分标准研究

徐敬海<sup>1,2</sup>, 聂高众<sup>2</sup>, 李志强<sup>2</sup>, 朱德雯<sup>1</sup>

(1. 南京工业大学 测绘学院, 江苏 南京 210009; 2. 中国地震局地质研究所, 北京 100029)

**摘要:**分析了灾害的双重属性:自然属性和社会属性。灾度是灾害社会属性的定量描述,论述了灾度在灾害分级中的应用。提出了灾度计算模型,该模型的影响因子包括:死亡人数、直接经济损失和受灾人数。收集了1954-2010之间的亚洲灾害,并应用灾度计算模型对收集到的资料进行了计算与分析。提出了亚洲巨灾标准:灾度大于8的灾害为亚洲巨灾。该标准具有计算简便、易于对不同灾害进行比较的特点。

**关键词:**灾度;灾害分级;防灾减灾;亚洲巨灾

**中图分类号:**X43

**文献标志码:**A

## Disaster magnitude based Asian catastrophe criterion for classification

XU Jinghai<sup>1,2</sup>, NIE Gaozong<sup>2</sup>, LI Zhiqiang<sup>2</sup>, ZHU Dewen<sup>1</sup>

(1. College of Geomatics Engineering, Nanjing University of Technology, Nanjing 210009, China; 2. Institute of Geology, China Earthquake Administration, Beijing 100029, China)

**Abstract:** This study analyzed the dual properties of disasters: the natural property and the social property. Disaster magnitude is a quantitative description of disasters' social property. This paper described the application of disaster magnitude in disaster classification and proposed a calculation model of disaster magnitude, which includes three influence factors: death toll, direct economic loss and disaster affected population. The disaster data from 1954 to 2010 in Asia were collected and the disaster magnitude calculation model was used to calculate and analyze the collected data. As a result, the Asian catastrophe criterion is thus determined: disasters with magnitudes greater than 8 are catastrophes. This criterion has the advantages of simplicity in calculation and convenience in comparison between different disasters.

**Key words:** disaster magnitude; disaster classification; disaster prevention and reduction; Asia catastrophe

近几十年来,自然变异的加剧,人口急剧增长,社会经济不断发展和城市化进程加快,灾害的种类、破坏效应和危害程度等都呈现出前所未有的新特点。对此进行分析、研究和总结,是认识现代灾害基本规律,建立现代灾害科学的基础<sup>[1]</sup>。其中如何正确评估灾害大小,对灾害等级进行科学界定,进而明确救灾责任主体,使抗灾救灾工作逐步走上制度化、规范化和法制化轨道是一个迫切需要解决的问题。灾害等级划分标准一直是灾害研究领域中的一个重要课题,自20世纪80年代后期以来,灾害等级研究经历了从定性表示到定量计算两个阶段。在定量计算中,所选用的方法包括灾害指数法、距离判别分析法、模糊综合评判法、灰色聚类法、物元分析法和函数法等<sup>[2-7]</sup>。这些方法所选用的指标包括死亡人口、受灾人口、成灾面积、倒塌民房、损坏民房、经济损失和环境破坏等,取得了一定的进展。然而,这些方法也存在一定的缺陷,如各种评价

收稿日期:2011-08-06; 修回日期:2011-10-21

基金项目:国家自然科学基金项目(40901272);国家科技支撑计划项目(2008BAC44B01-06,2008BAK50B03,2012BAK15B06)

作者简介:徐敬海(1977-),男,副教授,博士,主要从事地震应急、城市综合减灾研究。E-mail: xu\_jing\_hai@163.com

方法指标数量多少不一,多的可达十几个。指标数量多,无法突出主要指标的作用,同时增加了评价工作量。且各种灾害分级指标各家自圆其说,大多只是针对某一类型的灾害(如洪水灾害)的评价体系,其明显的标志表现为不同类型的两次灾害无法进行比较,如灾害指数法、距离判别分析法等。基于灾度的评价方法为此问题的解决提供了较好的思路,但在灾度计算模型,针对具体灾害区域的特性分析,等多方面仍需深入探讨。

同时开展跨国、跨区域的灾害标准研究也是国家灾害外家,灾害合作的需要。亚洲是一个自然灾害种类繁多、灾害发生频繁和受灾严重的地区。据分析,近年来全世界台风、洪水、干旱、地震等自然灾害的发生次数及受害人数呈上升趋势,但其中接近9成集中在亚洲,如2008年5月的缅甸“纳尔吉斯”热带风暴,中国汶川地震等均造成了巨灾的灾害和社会经济影响。本文将扩展灾度概念,应用灾度模型开展亚洲巨灾划分标准研究。

## 1 灾度与灾害

### 1.1 灾害的双重属性分析

为对灾害的进行评价和分级,需要首先分析灾害的特点。针对灾害的评价,正确的认识灾害的自然属性和灾害的社会属性是关键。

#### 1.1.1 灾害的自然属性

灾害具有客观性和必然性。人类生活在地球,地球上的岩石圈、大气圈和水圈在无时不刻的运动,随着这种运动就随时会发生灾害。这些运动形式一旦给人类带来破坏,就成了灾害,如地震、火山喷发、海侵、台风、暴雨和冰雹等。灾害是从纯自然的地球系统向人类生态系统演化而来的,具有客观必然性,表现为它的自然属性。

无论是突发性自然灾害,还是缓慢变化的趋向性自然灾害,都是由于“天”和“地”两方面的因素决定的。由于地表环境的整体和复杂性,致使这两方面作用表现形式并不是孤立的,而是相互交融、相互关联的。源于地球、太阳、月亮等宇宙物质本身运动变化而引发的对人类产生了危害的各种“天灾”,都属于自然灾害。它们是自然界物质运动发展变化的客观规律,不会随人类的活动而消失,这便是灾害自然属性<sup>[8]</sup>。

#### 1.1.2 灾害的社会属性

灾害的定义不仅决定于来自其原动力的自然界,还决定于其承受体的人类社会。例如干旱、洪涝、地震和海啸等,如果发生在荒无人烟的地区,也就不成其为灾害。但随着人类数量的不断增加,人类活动地域的扩大,自然界各种较大程度的变异,都会直接或间接地影响到人类的社会生活,并形成灾害。自然灾害的社会属性,表现得十分广泛,概括起来,自然灾害的社会属性集中表现在:

导致自然灾害的原因表现出社会性。一般来说,自然灾害发生的直接原因是自然因素造成的,但随着人类社会生产、生活活动的大量增加,许多自然灾害发生背后的人为因素越来越明显,成为许多自然灾害频发的诱因,即“天灾”背后有“人祸”。自然灾害的影响具有明显的社会性。自然灾害对人类的影响,既有正面的也有负面的,但负面影响是主要的。同时自然灾害的预防也具有社会性。自然灾害中人为因素是可以管理的,社群的脆弱性是可以改变的,灾害可以受到管理。在科学掌握自然规律的基础上,利用社会力量有效防灾减灾,尽量避免自然灾害给社会带来的负面影响。

综合上面的分析可以用灾变表达灾害的自然属性,即由自然界运动形成,可能会引起的对人类和社会不利的自然现象。然而灾变不一定引起灾害,如发生在沙漠无人居住地区的地震灾害,就未必造成灾害。可见为恰当的评价灾害的大小,对灾害的社会属性的表达是关键,这便是灾度。

### 1.2 灾度

灾度较早的起源可认为是学者为验证“普林斯假说”,所提出的概念。后来为了将“灾害”与事件等区别,引入灾度来度量灾害。赖特、贝茨等人给出了灾度的量化公式,如贝茨认为:灾度 = 财产损失值/社区GDP<sup>[9]</sup>。国内马宗晋院士等人,较早地提出“灾度”的概念,用以表征自然灾害损失绝对量的分级标准。并根据我国国情,提出了利用灾度进行灾害等级划分的标准:建立灾度等级是以人口的直接死亡数和社会财产损失值做双因子判别为分级标准,将自然灾害损失分成巨灾(A级)、大灾(B级)、中灾(C级)、小灾(D级)和微灾(E级)5个等级<sup>[10-11]</sup>。

在此以后灾度被广泛的研究和探讨,并得到了较好的发展。如于庆东等提出了圆弧判别方法,以死亡

人数和经济损失的平方和表示灾度,使灾度在整个象限空间内无缝分布,从而改进后的灾度可以对所有的灾害进行等级判定<sup>[12]</sup>。高建国根据我国各类灾害分级管理的实践,提出在使用灾度概念时,要注意不同类型灾害的差异性,根据不同的灾种,确定判别灾度等级的判别指标,进一步完善了灾度概念,基于汶川地震的研究,总结了过去灾度的四个特征,对唐山地震和汶川地震的对比研究,提出了灾度的空间三维定义<sup>[9]</sup>。然而已有的灾度模型,多限于理论分析,或只是针对较少的数据量进行分析。用于亚洲灾害分析时,存在一定的不足,如一些被大家所共同认可的亚洲巨灾,采用已有的灾度模型计算后被认为是小灾害,而一些未必是巨灾的灾害经过计算后却认为是巨灾,有的模型甚至不能完成计算。

然而总体上,灾度将自然灾害的强度与社会对灾害的承受能力相互连接,为描述自然灾害损失等级划分的定量化标准奠定了基础。可以认为灾度是灾害社会属性的重要表现形式,二者之间的关系紧密;灾度是灾害社会影响的综合指数,是灾害社会属性的表现形式之一;每个灾害都有灾度,可以通过收集灾害的社会影响结果综合计算得到;灾度可以计算,不同灾害的社会影响可以用灾度进行统一计算和评价;灾度的计算应简单明确,如果表达灾度的参数过多,则会在很大程度上影响灾度的应用;灾度有明确的背景,按照联合国救灾署的定义,衡量灾害大小用受灾人数、直接经济损失、死亡人数。

## 2 灾度计算模型

将灾害的大小量化形成灾度的计算模型,能为灾害的分级评价提供依据。灾度是灾害社会属性的表现形式,直观上一个灾害造成的损失主要与受影响地区的经济发展水平、人口密度和人类活动范围有关。每个灾害在一定程度上都会产生受灾的人口包括受灾人数和死亡人数,所以在计算灾度时上面的因素都可以作为备选影响因子。按照联合国救灾署的定义,衡量灾害的大小用受灾人数、直接经济损失和死亡人数与前面分析的影响因子也符合。为此本文选择这三者为灾度计算模型的影响因子,构建灾度计算模型。

本文构建的模型的图形表达上见图 1 所示,灾度为一个三维空间平面,该三维空间的 3 个轴分别为 3 个影响因子。通过前面的分析,灾度的计算不宜过于繁琐,本文采用加法对这 3 个影响因子进行组合。提出的灾度计算模型为:

$$D = \log_{10}(P + 1) + 10^{\frac{E}{GDP}} + \log_{10}K \tag{1}$$

式中, $D$  为灾度; $P$  为死亡人数(单位为:人); $E$  为直接经济损失(单位与 GDP 统一); $K$  为受灾人数(单位为万人); $GDP$  为灾害发生当年国民生产总值(单位与  $E$  统一)。

采用  $\log_{10}(P + 1)$  表达死亡人数影响因子是为了将死亡人数影响因子的实际计算值控制在 0 到 10 之间,其中用  $P + 1$  是为了消除在某一灾害死亡人数为 0 时对其取对数无意义,从而造成公式无法计算。

无论哪种灾害的发生必然带来经济损失,但是不能仅仅从经济损失的绝对数字上去判断灾害的大小,如同样造成 100 万的经济损失在 1980 年和 2010 年,其灾害级别显然是不同的。因此将该值与 GDP 作比较换算为相对值,接着进行指数运算也是为了将该影响因子的实际计算值控制在 0 到 10 之间。

巨灾造成的受灾人口数目是巨大的,因此该影响因子以万人为单位,也同样采用对数运算来表达该影响因子,也能将该因子的实际计算值控制在 0 到 10 之间。

这样整体上不同影响因子之间对灾度的影响能保持基本均衡,不会出现某一因子对灾度计算的贡献率过高,而忽略了其他因子。同时虽然每个影响因子的计算值在 0 ~ 10 之间,然而对于实际灾害而言,灾度的最大值基本位于 10 左右。

另外式(1)中 3 个影响因子之间的权均定为 1,详细的分析见第 3.2.1 节。

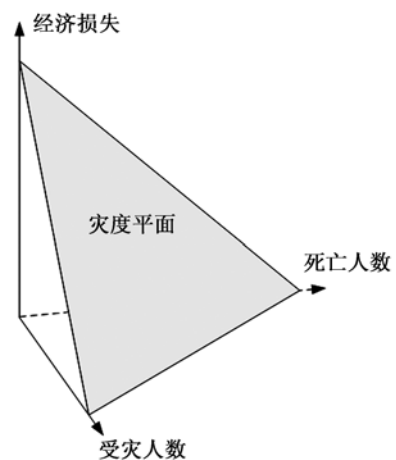


图 1 灾度模型示意图

Fig. 1 Sketch of disaster magnitude model

### 3 基于灾度的亚洲巨灾标准

#### 3.1 资料收集与计算

通过查阅资料,整理出了1954-2010年间亚洲灾害的具体损失情况,包括灾害发生时间、灾害名称、死亡人数、受灾人数、直接经济损失等信息,并依据灾度计算模型收集整理出计算所需的基本参数,如当年美元与人民币的兑率、国内生产总值GDP数据等。

收集到资料的灾害类型包括地震、洪水、风暴潮等为主,共98例。见表1所示,在不影响分析结果的前提下,为节省篇幅省略去了灾度小于6.5的灾害,还剩余49例灾害。

#### 3.2 计算与分析

##### 3.2.1 灾度模型中权分析

应用式(1)的灾度计算模型,计算了收集到的灾害资料,得到每个灾害的灾度,根据灾度大小对灾害进行了排序,计算结果见表1所示。本文分别计算了式(1)中死亡人数影响因子( $\log_{10}(P+1)$ )、直接经济损失影响因子( $10^{\frac{E}{1000}}$ )、受灾人数影响因子( $\log_{10}K$ )在整个灾度计算中的贡献度,即表1中的J%,K%,L%。

可以发现其中死亡人数影响因子,在整个灾度中的贡献度集中在:35%~60%,其中以40%~50%占多数,在3个影响因子中比重最大。其次是受灾人数影响因子,在整个灾度计算中贡献率集中在:20%~50%,其中以40%~50%占多数。这3个影响因子中对灾度计算贡献率最小的是经济损失。如何看待这3个影响因子的贡献率,是否需要式(1)中对不同的影响因子加权,以达到使3个影响因子的贡献率达到相同?

本文认为不需要另外加权调整,或者也可以认为各个影响因子的权为1。随着经济发展,人们对生命已越来越重视,评价一次灾害是否为巨灾,对人的影响应放在第一位,其中人员死亡相对人员受灾,更应占据重要的地位。从式(1)中3个影响因子的贡献率结果看,较好的反映了这种“以人为本”的灾度计算需求。

##### 3.2.2 巨灾标准分析

针对表1的计算结果,如何确定哪些灾害为巨灾。根据我国民政部减灾中心的工作惯例,全年发生的所有灾害中,约有5%需要国家应对,即通常意义上可认为是巨灾。以此指导思想出发,与5%对应的巨灾灾度为9.1,此时位于前5%的灾害见表2所示。

表1 亚洲灾害数据表

Table 1 Asian disaster data

时间	名称	P/人	E/亿元	K/万人	GDP/亿元	灾度,D	类型	J/%	K/%	L/%
2008年5月12日	四川汶川大地震	87 150	8 451	4 625	314 045	9.7	地震	51.09	11.00	37.90
1976年7月28日	河北唐山大地震	242 769	300	555	2 961	9.4	地震	57.34	13.44	29.22
1954年	长江、淮河洪灾	36 204	20.93	3 937.26	859	9.2	洪涝	49.55	11.50	39.08
2004年12月26日	印度洋海啸	292 000	1 076.01	500	159 878	9.2	海啸	59.54	11.06	29.40
1954年4-8月	长江中下游和淮河流域雨涝	33 000	100	1 888	859	9.1	雨涝	49.64	14.36	35.99
1975年8月	中国河南7508台风	90 000	100	1 100	3 013	9.1	风暴潮	54.59	11.89	33.51
1975年8月3-4日	闽浙赣湘粤鄂等地热带风暴	90 000	100	1 100	3 013	9.1	风暴潮	54.44	11.86	33.42
2008年5月2日	缅甸纳尔吉斯热带风暴	158 575	279.5	735	314 045	9.1	风暴潮	57.34	11.05	31.61
1998年	长江特大洪水	3 004	1 666	22 300	84 402	8.9	洪涝	39.20	11.79	49.01
1954年	长江流域中下游洪灾	33 169	4.53	1 888	859	8.8	洪涝	51.32	11.49	37.19
1991年4月29日	孟加拉国飓风	140 000	159.69	400	21 781	8.8	风暴潮	58.71	11.60	29.69
2001年1月26日	印度古吉拉特邦地震	16 480	380.742	1 698	109 655	8.5	地震	49.88	11.92	38.20
1983年	长江等流域洪灾	4 976	22.18	5 293.7	5 963	8.4	洪涝	43.86	11.97	44.18
1963年	海河、长江流域洪灾	7 252	62.98	2 756.54	1 236	8.4	洪涝	45.82	13.35	40.83
1975年	淮河流域洪灾	26 000	100	820	3 013	8.4	洪涝	52.51	12.84	34.65
2005年5月21日	巴基斯坦地震	74 876	185.61	280	184 937	8.3	地震	58.56	12.04	29.40
1981年	长江、珠江、黄河流域洪灾	3 974	33.53	4 560.16	4 892	8.3	洪涝	43.50	12.28	44.22
1963年8月	华北平原雨涝	5 642	60	2 200	1 236	8.2	雨涝	45.68	13.62	40.70
1982年	长江、黄河流域洪涝	3 547	12.02	4 498.61	5 323	8.2	洪涝	43.25	12.25	44.50
1990年	长江、珠江、淮河等流域洪灾	1 456	159.2	7 610.77	18 668	8.1	洪涝	39.23	12.65	48.13
1980年	长江、淮河流域洪灾	2 790	9.03	4 106.26	4 546	8.1	洪涝	42.73	12.46	44.81
1988年12月7日	亚美尼亚地震	100 000	24.8	100	15 043	8.0	地震	62.47	12.54	24.99
1991年	中国长江、太湖洪涝	1 163	484	6 858	21 781	8.0	洪涝	38.54	13.23	48.23
1988年	长江、闽江松花江等流域洪灾	2 268	80.34	3 521.63	15 043	7.9	洪涝	42.40	12.79	44.81

续表

时间	名称	P/人	E/亿元	K/万人	GDP/亿元	灾度, D	类型	J/%	K/%	L/%
1999年8月17日	土耳其大地震	18 000	1 655.6	300	89 677	7.8	地震	54.72	13.42	31.86
1956年	海河、长江流域洪灾	2 104	5.68	2 576.14	1 029	7.7	洪涝	42.90	13.07	44.03
1979年	长江、珠江等流域洪灾	2 460	5.48	2 191.37	4 063	7.7	洪涝	43.84	12.97	43.19
1976年	黄河、长江流域洪灾	1 689	2.616	2 589	2 961	7.6	洪涝	42.23	13.11	44.66
1977年	长江流域洪灾	1 904	6.06	1 872.21	3 221	7.6	洪涝	43.40	13.29	43.30
1969年	长江流域洪灾	2 661	2.33	1 251.56	1 946	7.5	洪涝	45.52	13.32	41.16
2007年11月20日	孟加拉国锡德热带风暴	4 100	177.18	800	265 810	7.5	风暴潮	48.06	13.32	38.62
1973年	长江、黄河流域洪灾	1 869	1.44	1 745.91	2 733	7.5	洪涝	43.54	13.32	43.14
1958年	黄河、长江及新疆库车洪灾	2 610	1.47	1 132.305	1 308	7.5	洪涝	45.72	13.42	40.86
1960年	辽河、长江流域洪灾	4 100	5.818	682.23	1 457	7.5	洪涝	48.46	13.54	38.01
1961年	长江流域洪灾	1 507	2.617	1 867.42	1 221	7.5	洪涝	42.64	13.48	43.88
1981年7-8月	四川盆地雨涝	1 358	25	2 000	4 892	7.4	雨涝	42.08	13.59	44.33
1987年	长江黄河淮河珠江流域洪灾	1 268	24.63	2 105	12 059	7.4	洪涝	41.76	13.52	44.72
1978年	长江、黄河流域洪灾	1 237	2.62	2 130.08	3 645	7.4	洪涝	41.67	13.49	44.84
2008年1月	中国南方雨雪冰冻	129	1 516	18 380	314 045	7.4	冰冻	28.61	13.68	57.71
1995年1月17日	日本阪神地震	6 437	8 016.96	140	60 794	7.3	地震	52.11	18.53	29.36
1957年	淮河松花江长江洪灾	2 235	4.57	869.86	1 069	7.3	洪涝	45.89	13.84	40.27
1975年2月4日	辽宁海城地震	2 041	8.1	830	3 013	7.2	地震	45.75	13.91	40.34
1972年	长江、黄河流域洪灾	894	2.18	1 607.98	2 530	7.2	洪涝	41.23	13.99	44.78
1990年6-7月	江南西部雨涝	378	36	2 890	18 668	7.0	雨涝	36.61	14.26	49.13
1966年	长江流域洪灾	598	6.83	1 079.49	1 873	6.8	洪涝	40.73	14.79	44.48
1999年9月21日	台湾南投地震	2 329	761.58	250	89 677	6.8	地震	49.63	15.03	35.34
1985年8月23日	闽粤浙等地热带风暴	402	9.65	1 260	9 016	6.7	风暴潮	38.84	14.94	46.22
1989年4月	四川泸州等地冰雹	245	25	1 940	16 992	6.7	冰雹	35.78	15.02	49.20
1971年	长江流域洪灾	597	1.53	617.47	2 435	6.6	洪涝	42.27	15.25	42.48

表 2 5% 对应的巨灾

Table 2 5% disasters corresponding to catastrophe

时间	名称	P/人)	E/亿元	K/万人	GDP/亿元	灾度, D
2008年5月12日	四川汶川大地震	87 150	8 451	4 625	314 045	9.7
1976年7月28日	河北唐山大地震	242 769	300	555	2 961	9.4
1954年	长江、淮河洪灾	36 204	20.93	3 937.26	859	9.2
2004年12月26日	印度洋海啸	292 000	1 076.01	500	159 878	9.2
1954年4-8月	长江中下游和淮河流域雨涝	33 000	100	1 888	859	9.1

从表 2 可以发现,其中列举的灾害的确可以认为是亚洲巨灾,然而表 1 中部分已被大家所普遍认为巨灾的灾害却未被列入巨灾范围,与实际存在一定差距。产生这种差距一个很大的原因是因为表 1 中的资料的通过网络、媒体报道等方式收集。收集到资料大多已经是影响较大的灾害,尤其涉及到国外的亚洲国家,语言不通,能被报告或较普遍文献记载的本身都是有较大影响的灾害。因此表 1 中列举的灾害本身巨灾偏多,需要对 5% 的巨灾标准调整。

本文分别计算了当取值为 10% 时,得到的巨灾灾度值为 8.9,得到的巨灾至表 1 中的“1998 年长江特大洪水”。取值为 15% 时,得到的巨灾灾度值为 8.4,得到的巨灾至表 1 中的“1963 海河、长江流域洪灾”。由 10%, 15% 的取值所示,典型的为人们所熟知的如巴基斯坦地震等灾害都不包含在巨灾内,因此,继续将范围扩大到 20% 来评定巨灾灾度,此时表 1 中从第一行至“1991 年中国长江、太湖洪涝”均认为巨灾,经过分析与人们普遍接受的巨灾基本吻合,也与本课题中其他子课题研究结果基本吻合<sup>2</sup>。此时对应的灾度为 8.0,即灾度大于 8.0 的灾害为巨灾。

因此本文提出的亚洲巨灾标准为:不同的灾害经过式(1)计算后,如果灾度值大于 8.0 即可认为巨灾。该标准计算简便,需要的计算参数易于获取,能针对不同类型灾害进行评价。该标准也能用于比较不同灾害之间的等级,如虽然唐山地震人员死亡高于汶川地震,地震震级相差不大。经过本文的分析,认为汶川地震的灾害等级更高。这也印证了温总理讲话中提到的:“汶川地震是新中国成立以来破坏性最强、波及范围最大的一次地震”<sup>[13]</sup>。

## 4 结论

随着社会经济的高速发展,如何客观评价自然灾害影响等级,给国家决策层面或者公众提供更有效更合理的灾害评估服务被日益提上日程。研究与确立巨灾划分标准,避免人为判断的主观任意性,对评估灾害损失和指导救灾具有重要意义。本文对亚洲巨灾等级进行研究,对开展灾害外交,灾害合作有较好的意义。本文论述了灾害的双重属性,分析了灾害的自然属性和社会属性,并分别用灾变和灾度对其进行了说明。接着重点介绍了灾度的起源,分析了灾度在灾害分级中的应用,分析认为灾度是灾害社会属性的表现。本文提出了灾度的量化计算模型,该模型包括三个影响因子:死亡人数,经济损失和受灾人数。收集了1954-2010间的亚洲巨灾,涉及的灾害类型包括:地震、洪水、风暴潮等。经过计算与分析形成了亚洲巨灾标准,即经过灾度模型计算后,灾度大于8的灾害为亚洲巨灾。该标准具有计算简便,结算结果具有对比性等特点。

然而本文的研究也还存在一些不足,如本文中由于资料的不足,收集到的灾害都偏向于死亡人数多,受灾人口多,经济损失严重等大家熟知的灾害,这对于灾度的准确性存在一定的影响。未来将进一步完善资料收集,尤其对于亚洲其他国家灾害的数据的收集与整理,丰富灾度数据,提高灾害分级标准的准确性。同时将深入探讨灾度模型死亡人数、受灾人数和经济损失等因子选取的合理性和其权重的分配。

## 参考文献:

- [1] 高庆华, 聂高众, 张业成, 等. 中国减灾需求与综合减灾[M]. 北京: 气象出版社, 2007.  
GAO Qinghua, NIE Gaozong, ZHANG Yecheng, et al. Chinese Disaster Reduction Need and Synthetical Hazard Mitigation[M]. Beijing: Meteorological Publishing House, 2007. (in Chinese)
- [2] 门妮, 余学鹏, 李平, 等. 重庆市城区地质灾害分级评价研究[J]. 防灾科技学院学报, 2010, 12(4): 112-116.  
MEN Ni, YU Xuepeng, LI Ping, et al. On geological hazard grading in Chongqing[J]. Journal of Institute of Disaster Prevention, 2010, 12(4): 112-116. (in Chinese)
- [3] 潘海泽, 黄涛, 李艳, 等. 距离判别分析法在隧道渗漏水灾害分级中的应用[J]. 中国矿业大学学报, 2009, 38(5): 719-723.  
PAN Haize, HUANG Tao, LI Yan, et al. Application of distance discriminant analysis method to classify the tunnel leakage[J]. Journal of China University of Mining & Technology, 2009, 38(5): 719-723. (in Chinese)
- [4] 代博洋, 李志强, 李晓丽. 基于物元理论的自然灾害损失等级划分方法[J]. 灾害学, 2009, 24(1): 1-5.  
DAI Boyang, LI Zhiqiang, LI Xiaoli. A method of classing natural disaster loss based on matter-element theory[J]. Journal of Catastrophology, 2009, 24(1): 1-5. (in Chinese)
- [5] Hurlimann M, Copons R, Altimir J. Detailed debris flow hazard assessment in Andorra: a multidisciplinary approach[J]. Geomorphology, 2006, 78(3/4): 359-372.
- [6] FENG Lihua, CHEN Xiong. Practical. Research on quantitative calculation of debris flow magnitude and disaster intensity[J]. Environmental Geology, 2009, 57(4): 863-871. (in Chinese)
- [7] 冯利华, 骆高远. 洪水等级和灾情划分问题[J]. 自然灾害学报, 1996, 5(3): 89-91.  
FEN Lihua, LUO GaoYuan. The classification of flood grade and disaster degree[J]. Journal of Natural Disasters, 1996, 5(3): 89-91. (in Chinese)
- [8] 高庆华, 刘惠敏, 聂高众, 等. 中国21世纪初期自然灾害态势分析[M]. 北京: 气象出版社, 2003.  
GAO Qinghua, LIU Huimin, NIE Gaozong, et al. Situation Analysis of the Early 21st Century Natural Disasters[M]. Beijing: Meteorological Publishing House, 2003. (in Chinese)
- [9] 高建国. 灾害对社会影响和损失大小的一个可量化值[J]. 中国人口资源与环境, 2008, 18: 588-590.  
GAO Jianguo. A quantitative value of the disasters on the social impact and the size of loss[J]. China Population Resources and Environment, 2008, 18: 588-590. (in Chinese)
- [10] 冯利华. 灾害等级研究进展[J]. 灾害学, 2000, 15(3): 72-76.  
FEN Lihua. Development in research of disaster grade [J]. Journal of Catastrophology, 2000, 15(3): 72-76. (in Chinese)
- [11] 赵阿兴, 马宗晋. 自然灾害损失评估指标体系的研究[J]. 自然灾害学报, 1993, 2(3): 1-6.  
ZHAO Axing, MA Zongjin. Appraising study for the loss evaluation system of natural disasters[J]. Journal of Natural Disasters, 1993, 2(3): 1-6. (in Chinese)
- [12] 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): 8-11.  
YU Qingdong. The limitation and improvement of the method of disaster situation grade measurement [J]. Journal of Natural Disasters, 1993, 2(2): 8-11. (in Chinese)
- [13] 温家宝. 在汶川地震灾后恢复重建座谈会上的讲话[EB/OL]. (2011-5-9)[2012-3-6] [http://www.gov.cn/lhdh/2011-05/10/content\\_1860613.htm](http://www.gov.cn/lhdh/2011-05/10/content_1860613.htm).  
WEN Jiabao. Speech at a forum of the rebuilding work after Wenchuan earthquake disaster[EB/OL]. (2011-5-9)[2012-3-6] [http://www.gov.cn/lhdh/2011-05/10/content\\_1860613.htm](http://www.gov.cn/lhdh/2011-05/10/content_1860613.htm). (in Chinese)