

海洋地质灾害灾情评估进展与方法

刘杜娟, 叶银灿

(国家海洋局第二海洋研究所, 杭州 310012)

摘要: 对海洋地质灾害进行评估意义重大,但目前对海洋地质灾害灾情评估的研究有待加强。已有研究方法通过建立评估指标体系,运用系统工程理论和层次分析方法,确定灾情等级,为减灾防灾提供依据。灾情评估模型有助于快速地进行灾情评估。本文认为,应该加强对海洋地质灾害的基础性研究工作,包括灾害的成因机制、分布规律、发展趋势、致灾因素、危害程度、预防措施等方面。

关键词: 海洋地质灾害;灾情评估;指标体系;评估模型

中图分类号: P736;P694 **文献标识码:** A

我国海洋地质灾害全球瞩目,频发的或突发的各类海洋地质灾害、尤其是海岸带地质灾害给人口密集、经济发达的沿海地区带来了惨重的损失,抑制了这些地区经济社会的可持续发展。为此,对海洋地质灾害尤其是海岸带灾害进行灾害评估就显得极其重要,此举可为有关部门进行灾害预测预报并提出科学有效的减灾防灾救灾措施提供依据。

然而,令人遗憾的是,我国过去和目前在进行灾害评估时,较多的是进行陆域各类地质灾害(如崩塌、滑坡、泥石流等)的灾情评估,对海洋地质灾害灾情评估研究和实施严重不足,仅有的工作也是集中在海岸带。近年来,随着海洋工程构筑物和建筑物及海底管线建设的如火如荼,海洋地质灾害对工程安全的威胁和最终造成海洋工程遭到破坏的例子屡见不鲜,对海洋地质灾害进行深入而广泛的灾情评估研究与应用迫在眉睫。

1 研究现状与存在问题

为了推进广泛的国际间协调与合作,联合国在1987年通过决议,确定在20世纪最后十年开展“国际减轻自然灾害十年”活动。1991年,联合国国际减灾十年(IDNDR)科技委员会提出了《国际减轻自然灾害十年的灾害预防、减少、减轻和环境保护纲要方案与目标》(PREEMPT),在规划的3项任务中的

第一项就是进行灾害评估^[1],把自然灾害评估纳入实现减灾目标的重要措施。一些国际组织提出了多项重大自然灾害评估的国际合作计划。

王文海等探讨了海岸侵蚀灾害的评估方法,以及评估指标的选取和灾级的划分,特别提出利用综合指数进行灾害评估的建议,并对9612号风暴潮造成的山东海岸侵蚀损失作了系统的探讨,提出了海岸侵蚀灾情评价的评价因子和评价方法^[2]。

丰爱平等分析了海岸侵蚀灾变强度因子和灾度因子,提出了基于海岸侵蚀后退速率和海滩宽度侵蚀模数的海岸侵蚀灾变强度分级方案。在参考其他地质灾害灾度分级方案的基础上,给出了海岸侵蚀灾度分级方案,以此对海岸侵蚀进行灾情评估和分级^[3]。但是他们在做海岸侵蚀度分级时,实际资料略显不足,提出的分级方案不一定适合于所有区域,有待进一步验证。

冯利华根据风级和震级的计算原理,提出了风暴潮等级和灾度的概念,尝试对风暴潮的灾情进行定量表示^[4]。

目前,我国海洋地质灾害灾情评估中尚存在以下几个方面的主要问题:片面追求评价数学模型的复杂性。忽略了海洋地质灾害本身是一个复杂的地学命题,再完美先进的数学方法,如若不能在诠释海洋地质灾害本身的发生、发展规律问题上获得新

收稿日期: 2009-09-22 改回日期: 2009-12-23

资助项目: 国家海洋局第二海洋研究所基本科研业务费专项资金项目(JG0906)

知识的话,则势必不太可能得出更好的灾情评估结果。同一灾种灾情评估中,评估因子或评估指标的选取不一致,灾度分级方案各异。这为政府部门在灾后对灾害进行正确科学的评估、采取及时有效的救灾措施带来不便。过于强调 GIS 的作用。GIS 对于海洋地质灾害评估而言,仅是一个工具,不可能成为主题。对地质条件的分析和重视不够,缺乏对评估指标体系的系统分析。在此希望本文能起到抛砖引玉的作用,期待众多学者深入开展海洋地质灾害灾情评估工作并完善之。

2 海洋地质灾害灾情评估类型与系统

海洋地质灾害灾情评估有多种类型。根据灾情

评估时间,分为灾前评估、灾中跟踪评估和灾后总结评估;根据灾情评估范围或面积,分为点评估、面评估和区域评估;根据灾情构成和评价过程,将孕灾的自然条件和灾变程度分析称为危险性评价,将孕灾的社会经济条件和受灾体分析称为易损性评价,将灾害对人民生命财产所造成的损失分析称为破坏损失评价,将防灾抗灾工程分析称为防治工程评价。前两种类型灾情评估的基本内容为危险性评价、易损性评价、破坏损失评价、防治工程评价。将之结合在一起,构成了立体的、多层次的海洋地质灾害灾情评估体系(图 1)。

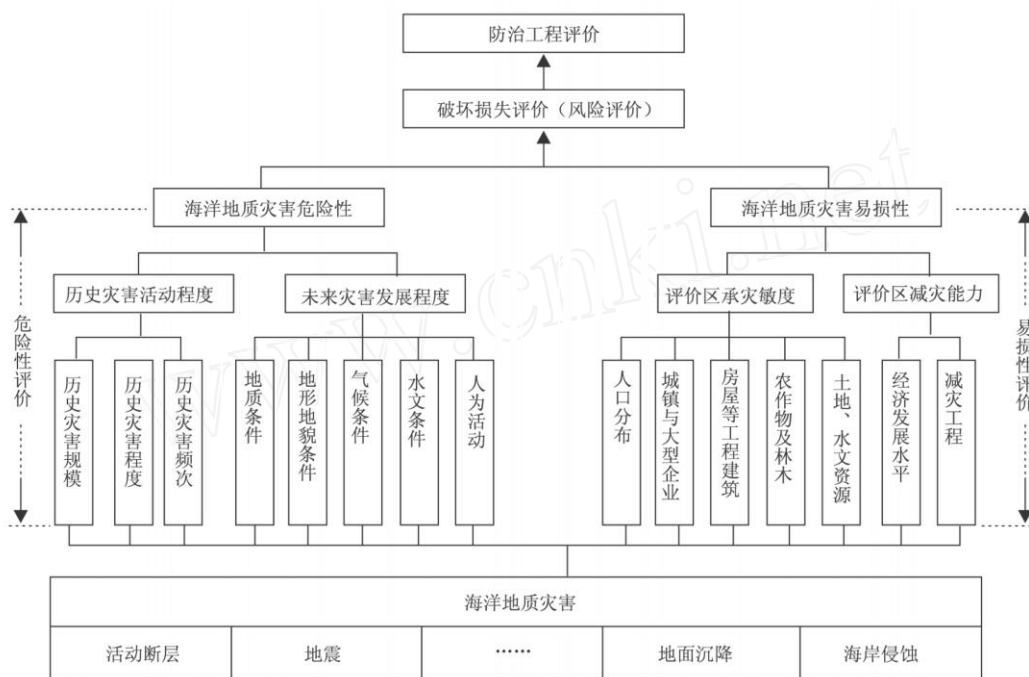


图 1 海洋地质灾害灾情评估系统结构示意图(改编自金晓媚等,1999)^[5]

Fig. 1 Diagram of the system structure of oceanographical disaster condition evaluation (after Jin Xiaomei et al., 1999)

3 海洋地质灾害灾情评估方法与步骤

3.1 灾情评估方法

灾情评估方法选择的正确与否,直接关系到对海洋地质灾害评估的客观性与准确度。马宗晋等^[6]、赵阿兴等^[7]在研究全国自然灾害评估工作时提出了灾度和灾损率两个基本指标。

当前,学者对灾害的灾情评估可以分成两大类:绝对灾情评估和相对灾情评估。所谓绝对灾情评估是对评估区灾害造成的损失做定量的调查、分析和研究,所得结果是灾害造成的绝对人员伤亡和直接

经济损失量等,不考虑承灾体之间差别;相对灾情评估不仅要考虑到灾害引起的绝对损失,还要考虑到承灾体之间的差别,对灾情的评估可以根据承灾体之间的差别与联系,选用相对的评估因子,对灾情进行相对大小的比较,并进行灾情区划。

3.2 灾情评估步骤

(1) 选取评估指标

不同灾种在不同地区,对其灾情进行评估时选择指标亦不同。如人口死亡率在海岸侵蚀灾害中并不突出,可以不作为评估指标考虑,然而对于地震引起的海啸灾害来说,却是一个重要的评估指标。但土地损失率则是海岸侵蚀灾害的重要特征,在评估

中需作为重要指标考虑。同样一种海洋地质灾害,发生在人口密集程度不同、经济发展水平不同的地区,其评估指标则不同。

单项评估指标不能全面反映灾害程度,因而要采用综合评估指标对灾度进行评估。例如,对海岸侵蚀灾害进行评估时,可选择的评估指标有:海岸侵蚀灾害损失量、单位受灾岸线损失量、人均损失量、受灾率、土地损失率、国内生产总值损失率、国民收入损失率、预算内收入损失率、人均收入损失率、人口死亡率。将每个地区各个灾级分数和的平均值作为综合指标,来进行灾害分级^[2]。实际工作证明,采用综合指标进行灾情评估与实际灾情基本吻合。

(2) 建立灾情评估指标体系

海洋地质灾害灾情评估指标体系是由灾情指标按一定的逻辑结构组合而成的具有科学结构、能够描述海洋地质灾害灾情的体系。因此,首先对海洋地质灾害灾情进行系统全面分析,然后在此基础上建立评估指标体系的结构模型。海洋地质灾害灾情

涉及到人类社会生活、生产经营活动、生存环境、资源条件等各个方面,由此构成一个具有一定层次关系的复杂的灾情网络。

依据灾情网络分析结果,将评估问题概念化,并建立概念之间的逻辑关系,构成灾情评估指标体系的层次结构模型,它由目标层、准则层和指标层 3 个层次组成。

各层次的评估指标类型庞杂,重要性各不相同,因此需要计算出各指标的重要程度权值。采用层次分析方法确定各指标的权重,就可建立如图 2 所示的海洋地质灾害灾情评估指标体系。图中未给出各指标的权重值,权重值应根据不同灾种不同区域给出。

当然,在进行灾情评估时,不可能对某一地区某一灾种的所有受损灾情皆予以考虑,而仅需选择具有代表性的几项作为灾情指标,然后采用层次分析方法和系统工程理论进行量化估计,建立综合指标体系。

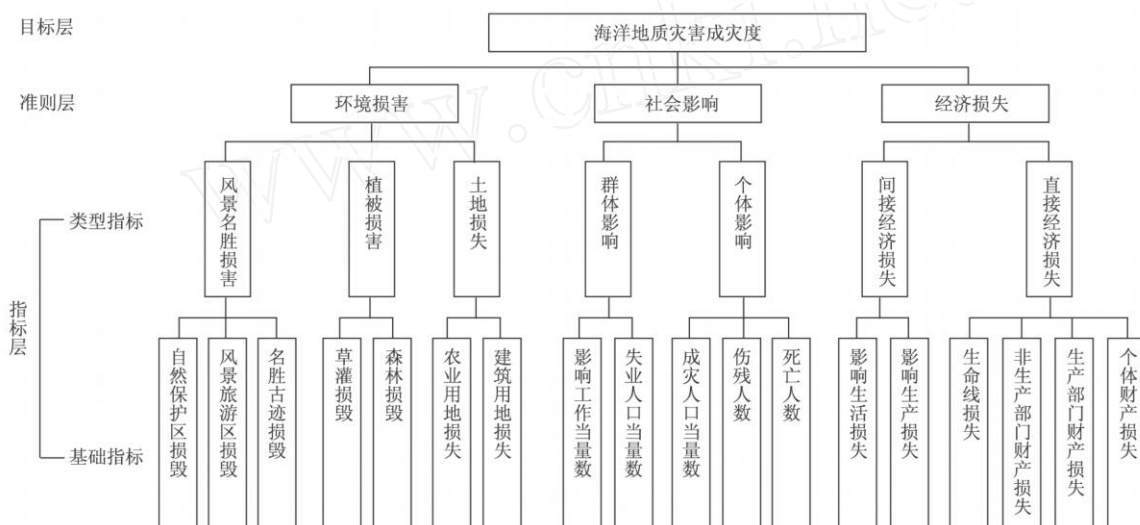


图 2 海洋地质灾害灾情评估指标体系 (改编自崔鹏等, 2001)

Fig. 2 Index system of oceanological disaster condition evaluation (after Cui Peng et al., 2001)

(3) 灾度分级、确定灾情等级

成灾的大小由两个因素决定,一是致灾因子变化的强度,二是受灾地区人口和经济密度以及防御和耐受灾害的能力。马宗晋建议采用灾度的概念来划分灾情大小。他认为,灾度首先表现为人员的伤亡数量,其次表现为社会经济损失的折算金额,并将自然灾害的灾情分为巨灾、大灾、中灾、小灾和微灾等 5 个灾度^[6]。目前,国内和国外尚没有统一划定灾度的标准,因为它涉及到一个国家的承灾能力和灾情处理能力。

可以根据不同灾害种类的特点和受灾区域实

际,选择具有代表性的致灾因子,运用系统工程理论和层次分析方法,得到灾情评估体系因子的量化指标,计算各因子的作用权重,得出上一层次准则层的值,并最终获得最高层的评估目标值,即灾度值,最终进行灾度分级。

根据灾度分级,确定灾情等级。如叶雯等按灾情严重程度将风暴潮划分为、三个灾情等级,分别对应小灾、中灾、大灾。每一个等级为一个模式类,每一模式类都包含了一些灾度相同的风暴潮个例,可以由此进行灾情等级的模式判别^[9]。丰爱平等提出基于灾度指数的海岸侵蚀灾害灾度分级

分类,分出特大灾害、大灾害、中灾害、小灾害 4 级灾情^[3]。

4 海洋地质灾害灾情评估模型

4.1 基于神经网络的灾害灾情评估模型

事实上,海洋地质灾害灾情评估问题从根本上说是一个模式识别问题^[10]。近年发展起来的人工神经网络(Artificial Neural Network,简记为 ANN),由于其具有自组织、自学习和对输入数据或规则的鲁棒特性、冗余容错特性,在趋势分析和模式识别等方面已得到广泛应用。人工神经网络是由大量称为神经元的简单信息单元广泛连接组成的复杂网络,用于模拟人类大脑神经网络结构和行为。整个网络的信息处理通过神经元之间的相互作用来完成。

把灾情按其严重程度划分为不同灾度级别,确定输出层的节点数,在建造神经网络模型时,将其作为相应网络的输出。将灾情评估指标经过归一化处理后作为网络的输入,输入层的节点数与评估指标个数一致。隐含层的层数及其相应的节点数,则可根据问题的复杂程度和实际需要来确定。最终可得灾情评估的神经网络拓扑结构。

该方法为海洋地质灾害灾情评估提出了一种全新的方法,能够较准确且快速地对灾情进行评估。

4.2 基于模式识别的灾情等级评估模型

模式识别(Pattern Recognition)是 20 世纪 60 年代初迅速发展起来的一门新兴学科。模式识别系统的主要功能是判别各个模式所属的类别,由设计和实现两个过程组成。设计是指用一定数量的样本(称为训练集或学习集)进行分类器的设计,实现是指用所设计的分类器对待识别的样本进行分类决策。

叶雯等按风暴潮灾情严重程度划分出、、三个灾度等级,分别对应小灾、中灾、大灾。每一个等级为一个模式类,每一模式类都包含了一些灾度相同的风暴潮灾害个例,从而可以将分属于各模式类的风暴潮灾害个例看成一个模式样本集。同时,选取死亡人数、受灾面积、直接经济损失 3 项指标作为训练模式样本元素,组成训练模式样本集,由感知器算法推求风暴潮灾情等级判别函数。风暴潮灾情等级可归入判别函数最大的所属的灾度中,如此,就可快速评估风暴潮灾害的灾情等级^[9]。叶雯等的成果只是模式识别理论与方法的一个具体结果,是一个地区致灾因子、孕灾环境与当地自然条件的综合

产物,只能应用于当地。而对于不同地区或海区,不同情况可以得出不同的判别函数。只要各地区或海区存在能够反映本区海洋地质灾害灾情特征的足够数量的样本资料,就可以用模式识别法确定判别函数,以快速评估海洋地质灾害的灾情等级。

4.3 区域灾情评估数字模型

模型中用到两个指标:灾次指数和灾种指数。反映灾害发生可能性的定量指标,称之为灾次指数;在一定时间内发生多种灾害的现象具有群聚性,对各个不同种类的灾害综合加以认识,将多种灾害发生可能性的定量指标定义为灾种指数。邱玉琨等(2003)^[11]提出了计算灾次指数和灾种指数的方法,在此基础上建立了量化灾情强度指数的模型。该模型适用于单区域和多区域中多种灾害发生的情况。然而,模型是在灾害发生次数和种类的基础上建立的初步模型,尚有待于进一步优化。

4.4 基于 GIS 技术的灾情评估模型

地理信息系统(GIS)是有效表达、处理以及分析与地理分布有关的专业数据的技术,它为人们提供了一种快速展示有关地理信息和分析信息的新的手段和平台。可以根据海洋地质灾害灾情评估的需要,建立以 GIS 技术为基础的、用于灾情评估的空间分析模型。评估结果可以图层的形式显示或者以报表、表格形式输出,为决策部门提供灾害管理和决策依据。

基于 GIS 技术支持的专门用于地质灾害灾情评估应用系统,从空间数据的获取、存储、查询等着手,实施点、面或者区域内的灾害危险性评估、易损性评估等评估内容。构建该系统的目的主要有:面向数据采集者或者有关科研人员,利用 GIS 系列工具软件建立用于灾情评估的基础数据库,为他们提供灾情评估研究的平台。利用软硬件功能实现灾情评估的信息检索、查询与输出等,为政府决策部门防灾救灾、实施防治工程、制定区域或地区减灾规划等灾害管理提供决策依据。

5 几点认识

(1) 我国过去和目前进行的地质灾害评估较多的是陆域地质灾害的灾情评估,对海洋地质灾害进行灾情评估不足,有待加强。

(2) 在进行海洋地质灾害灾情评估过程中,资料的积累、数据的准确度、评估指标的选取和权重赋值、有效的分析方法、评估区抗灾能力和抗灾措施等,共同影响评估结果。

(3) 加强对海洋地质灾害研究的基础性工作,包括灾害的成因机制、分布规律、发育状况、发展趋势、致灾因素、危害程度、预防措施等。

参考文献

- [1] 马寅生,张业成,张春山,等. 地质灾害风险评价的理论与方法[J]. 地质力学学报, 2004, 10(1): 7-18.
- [2] 王文海,吴桑云,陈雪英. 海岸侵蚀灾害评估方法探讨[J]. 自然灾害学报, 1999, 8(1): 71-77.
- [3] 丰爱平,夏东兴. 海岸侵蚀灾情分级[J]. 海岸工程, 2003, 22(2): 60-66.
- [4] 冯利华. 风暴潮等级和灾情的定量表示法[J]. 海洋科学, 2002, 26(1): 40-42.
- [5] 金晓媚,刘金韬. 地质灾害灾情评估系统[J]. 水文地质工程地质, 1998, (3): 30-32.
- [6] 马宗晋,李闯峰. 自然灾害评估、灾度和对策[A]. 全国减轻自然灾害研究讨论会论文集[C]. 北京: 中国科学技术出版社, 1990.
- [7] 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): 1-7.
- [8] 崔鹏,杨坤,丰方强,等. 泥石流灾情评估指标体系[J]. 自然灾害学报, 2001, 10(4): 36-41.
- [9] 叶雯,刘美南,陈晓宏. 基于模式识别的台风风暴潮灾情等级评估模型研究[J]. 海洋通报, 2004, 23(4): 65-70.
- [10] 魏一鸣,万庆,周成虎,等. 基于神经网络的自然灾害灾情评估模型研究[J]. 自然灾害学报, 1997, 6(2): 1-6.
- [11] 邱玉珺,王静爱,邹学勇,等. 区域灾情评价模型[J]. 自然灾害学报, 2003, 12(3): 48-53.

DEVELOPMENT OF ASSESSMENT METHODS IN MARINE GEOLOGICAL DISASTER

LIU Du-juan, YE Yin-can

(Second Institute of Oceanography, State Oceanic Administration, Hangzhou 310012, China)

Abstract: It is greatly important to carry out the assessment of marine geological disasters, and in the future, this work should be strengthened in some extent. Some researchers defined disaster grades by the establishment of assessment system, theory of system engineering, and analytical hierarchy process. Then, the result can be used for disaster reduction and prevention. Assessment models are helpful to the above work. The author holds that it is very important to execute basic research for marine geological disasters, including genesis mechanism, distribution, rules of development, factors causing disaster, damage degree, and preventive measures.

Key words: marine geological disaster; disaster assessment; index system; assessment model

作者简介: 刘杜娟(1973-),女,高级工程师,硕士,主要从事海洋地质学方面研究。

《地质灾害与环境保护》征订启事

本刊主管单位:四川省教育厅;主办单位:成都理工大学、地质灾害防治与地质环境保护国家重点实验室。学术性期刊,季刊。1990年创刊,国内外公开发行。大16开,每期112页,约22万字。欢迎订阅。

定价: 2008~2010年每期定价15元,全年4期,年定价60元;2005~2007年每期定价10元,全年4期,年定价40元;1991~2004年过刊每套定价154元(包括:总第3期~总28,30~53期,计42册);也可分年分期选订:1991~1993年,半年刊,每册定价1.00元;1994~1997年,季刊,每册定价2.00元;1998~1999年,季刊,每册定价3.00元;2000~2001年,季刊,每册定价4.00元;2002~2004年,季刊,每册定价5.00元。

订阅办法

1. 2000年起开始邮发,邮发代号62-140,可在全国各地邮局订阅。
2. 本刊已参加“2000年全国非邮发报刊联合征订”,代号5314号。
3. 向本刊编辑部订阅: 请用邮局汇款。收款单位:《地质灾害与环境保护》编辑部。

地址:成都市二仙桥东三路1号 成都理工大学;邮政编码:610059。

编辑部联系电话:(028)84078481。

《地质灾害与环境保护》编辑部

2010年3月25日