

倪长健. 自然灾害风险评估途径的进一步探讨[J]. 灾害学, 2014, 29(3): 11-14. [Ni Changjian. Research on the Theoretical Framework of Drought Risk Assessment[J]. Journal of Catastrophology, 2014, 29(3): 11-14.]

自然灾害风险评估途径的进一步探讨^{*}

倪长健

(成都信息工程学院 高原大气与环境四川省重点实验室, 四川 成都 610225)

摘要:为进一步评判自然灾害风险评估途径的正确性和适用性问题, 首先, 通过对自然灾害风险评估关联要点的梳理, 提出了自然灾害风险评估的基本原理; 其次, 基于目前自然灾害风险评估三条基本途径的特点, 构建了各自对应的概念化数学模型, 并借助自然灾害风险评估基本原理对其进行了符合性验证, 最终认定自然灾害风险评估途径只有两类, 即基于作用机制的自然灾害风险评估和基于演化结果的自然灾害风险评估, 二者分别适用于应急风险评估和规划风险评估; 最后, 指出了自然灾害风险评估后续应重点解决的问题。

关键词:自然灾害; 风险系统; 评估途径; 数学模型

中图分类号: X43 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-811X(2014)03-0011-04

doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2014.03.002

作为自然灾害风险管理的核心内容, 自然灾害风险评估是在灾害发生之前, 确认什么时间、什么地点、谁或者什么可能遭受什么样的破坏和损失, 据此理清导致灾害的原因, 理解以及降低灾害风险, 甚至避免灾害的发生^[1]。国内外大量的减灾实践也表明, 防灾减灾三大体系——监测预报体系、防御体系和应急救援体系在时间和空间域上的优化配置和有序建设, 需要风险评估的成果作为基本依据^[2]。全面认识和科学评价自然灾害给人类社会造成的风险, 既是防灾减灾工作的基础环节, 也是社会经济可持续发展的迫切需要, 已逐步成为地球科学的发展方向、重点领域和前沿课题^[3-7]。文献[8-11]中较系统地研究了自然灾害系统, 包括定义、结构以及作用机制等, 相关成果已成为风险评估的理论基石。自然灾害风险的定义是自然灾害风险评估需解决的最基本问题之一, 黄崇福^[12]在系统总结相关成果的基础上, 把自然灾害风险视为由自然事件或力量为主因导致的未来不利事件情景。倪长健^[13]在阐述风险起源的基础上, 将“未来性”、“不利性”和“不确定性”作为风险的核心内涵; 并进一步从自然灾害风险系统的结构要素、作用机制和演化结果入手, 提出了自然灾害风险评估的三条途径, 明晰了自然灾害风险评估的实现方式^[14]。在上述工作的基础上, 本文着眼于自然灾害风险评估途径的正确性和适用性问题, 展开来了进一步的探究, 力图

在深化自然灾害风险评估理论基础的同时, 切实提升自然灾害风险评估的规范化和科学化水平, 为防灾减灾实践提供更有价值的指导。

1 自然灾害风险评估的基本原理

自然灾害系统是由孕灾环境、致灾因子和承灾体共同组成的地球表层异变系统, 灾情是源于致灾因子对承灾体价值性破坏而带来的损失^[10]。自然灾害系统的主体要素包括孕灾环境和承灾体, 致灾因子只是孕灾环境演化的产物, 是自然要素的一种极端表现; 承灾体为自然灾害系统的社会经济主体要素, 是指人类及其活动所组成的社会经济系统^[14]。自然灾害风险是由自然灾害系统自身演化而导致未来损失的不确定性^[13]。自然灾害风险系统是从风险研究出发, 基于自然灾害系统而建立的分析体系, 并和时空尺度的选择密切相关^[15], 其自身的架构以及与自然灾害系统结构要素的对应关系分别见图1和图2。其中, 稳定性是指在一定时空背景条件下的孕灾环境可能诱发或加剧自然灾变的程度; 脆弱性是指受致灾因子的破坏, 承灾体由于自身结构或接近危险区域而易受破坏的一种状态; 危险性是指对致灾因子活动规模、强度和活动频次(频率)的不确定性

^{*} 收稿日期: 2013-11-03 修回日期: 2013-12-27

基金项目: 公益性行业(气象)科研专项(GYHY201006023)

作者简介: 倪长健(1970-), 男, 安徽霍邱人, 博士, 教授, 主要从事灾害与环境方面的研究. E-mail: ncj1970@126.com

分析^[14]。



图1 自然灾害风险系统构成要素

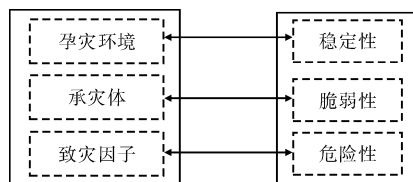


图2 自然灾害系统与自然灾害风险系统要素的对应关系

总体上讲，自然灾害风险评估是一项在灾害危险性、灾害危害性、灾害预测、社会承灾体脆弱性、减灾能力分析及相关的不确定研究的基础上进行的多因子综合分析工作。尽管自然灾害种类繁多，具体研究内容之间也千差万别，但自然灾害风险评估还是存在特定的范式。自然灾害风险评估的对象是自然灾害风险系统；评估的流程涉及风险识别、风险估算和风险评价三个阶段，其中风险识别和风险估算合称为风险分析；评估的手段包括指标体系的建立、数学模型的选择以及标准体系的构建；评估的目标是分析承灾体价值未来损失的不确定性。综合上述思想，自然灾害风险评估的基本原理可以概括为，从自然灾害风险系统出发，通过指标体系、模型体系和标准体系的集成分析，定量揭示承灾体未来损失的不确定性，据此判定风险的可接受程度。自然灾害风险评估的基本原理是自然灾害风险评估核心内容的进一步凝练，也是对相关工作的评判依据。

2 不同自然灾害风险评估途径下的概念化数学模型

自然灾害风险评估的实现途径被归纳为三类^[14]，即基于自然灾害风险系统结构要素的风险评估（途径一）、基于自然灾害风险系统作用机制的风险评估（途径二）和基于自然灾害风险系统演化结果的风险评估（途径三）。在自然灾害风险评估途径所涉及的三个技术环节当中，数学模型的研究是其中的核心。概念化数学模型是对众多应用数学模型的归纳和总结，是自然灾害风险评估方法论的重要组成部分，也是后续深入研究的基础。

2.1 途径一对应的概念化数学模型

由于风险的大小取决于稳定性、脆弱性和危险性变量及其作用关系，因此风险评估的一条途径便是立足于自然灾害风险系统的结构要素，借助相关数学处理方法对风险要素进行组合，据此构建风险评估模型，并进一步探讨由要素变化而带来的风险改变问题。因此，途径一的概念化数学模型如下：

$$R = E \circ H \circ V. \quad (1)$$

式中： R 为风险度； E 为反映孕灾环境的稳定度； H 为反映致灾因子的危险度； V 为反映承灾体的脆弱度； \circ 则为稳定度、危险度和脆弱度之间的合成方式。由于合成方式的差异，式(1)可演变为多种不同的表达形式，包括常见较简单的加法模型或乘法模型，以及较为复杂的层次分析模型等^[16-17]。另外，由于危险性和稳定性具有同源特征，风险系统的层次结构模型也可表示为图3，由此，式(1)及其应用模型可随之进行相应的调整。

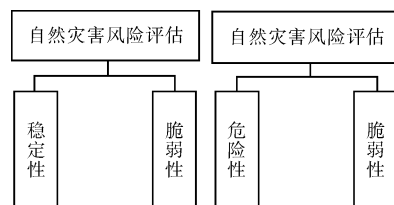


图3 自然灾害风险系统补充层次结构模型

2.2 途径二对应的概念化数学模型

自然灾害风险系统是一个有机的整体，要素间相互作用是风险产生的缘由。途径二本质反映的是自然灾害风险系统的易损性关系^[13]，其概念化数学模型如下：

$$R = L. \quad (2)$$

式中： $L = f(E, H, V)$ ， L 为承灾体损失。 f 是易损性函数关系，其它符号同前。自然灾害风险系统处在不断演化的过程当中，式(2)所表征的是在一定稳定性和脆弱性背景条件下，针对某一危险性水平最可能导致的灾情的大小。

易损性函数关系涉及因素众多，要表达的作用机制复杂并受到多种不确定性的共同影响。因此，基于历史样本资料样本，利用统计方法并部分结合机理模型是目前实现此概念化模型转变为实际应用模型的通用手段^[18]。

2.3 途径三对应的概念化数学模型

基于自然灾害风险系统演化结果的风险评估就是基于历史灾情的风险评估。历史灾情序列本身具有显著的不确定特征，该途径下对应的概念化数学模型为：

$$R = \phi(L). \quad (3)$$

式中： $\phi(L)$ 表征的是针对历史灾情序列所进行的不确定性分析，由于资料序列长度的影响以及分析侧重点的差别，该不确定分析包括随机分析法^[19]、模糊分析法^[20]以及混沌等理论^[21]等多种方法及其耦合技术，着重揭示在某一灾情水平条件下对应的重现期问题。

3 概念化数学模型的进一步分析

利用自然灾害风险评估基本原理对上述概念化数学模型进行符合性验证是自然灾害风险评估理论研究的重要组成部分，它有助于进一步理清上述概念化数学模型表征风险的正确性问题，并据此明确相应的适用领域。

首先，概念化数学模型表达式(1)将自然灾害风险度视为自然灾害风险系统结构要素的函数，并通过加法或乘法等应用模型进行分析计算。由于此类模型具有简单和可操作性强等优点，已成为目前自然灾害风险评估的主流途径，并顺理成章地为各方所接受。进一步分析表明，式(1)在风险表征中虽然充分考虑了风险的影响因素，但模型的构建完全是基于人为经验，不具备任何物理基础，不是关于承灾体损失在不确定性意义下的量化分析，因而不符合自然灾害风险分析的基本原理。另外，基于层次分析法的自然灾害风险评估作为该途径下的一个特例，对其文献[22]曾一针见血地指出，利用该方法进行自然灾害风险评估实际是主观判断法的一种数学包装。由上分析可见，基于自然灾害风险系统结构要素的风险评估所揭示的不是真正的风险，是人们对风险在缺乏科学认识条件下的一种臆断。此结论否定了目前这一类自然灾害的风险评估工作的理论基础和应用价值，同时也从根本上否定了此评估途径的可行性，笔者认为这种扬弃是自然灾害风险评估认识的重要进步。其次，概念化数学模型表达式(2)将自然灾害风险系统作为一个不断演化的有机整体，将灾情视为稳定性、危险性和脆弱性共同作用的产物，通过统计方法结合机理研究寻求建立承灾体价值性损失对自然灾害风险系统结构要素的响应关系。这种易损性分析着重适用于表征在特定自然灾害风险系统状态条件下最可能导致的承灾体损失，满足不确定分析的要求，符合自然灾害风险评估的基本原理。最后，基于自然灾害风险系统演化结果的风险评估等价于基于历史灾情的风险评估，在假定自然灾害系统的动力结构具备相对稳定的条件下，历史灾情资料完全满足风险的核心内涵，即“不利性”、“未来性”和“不

确定性”。利用不确定分析方法对历史灾情资料进行风险评估也同样符合自然灾害风险评估的基本原理，适用于表征在特定灾情条件下对应的重现期水平或发生概率。

综上所述，基于结构要素的自然灾害风险评估不满足自然灾害风险评估的基本原理，据此，自然灾害风险评估的途径只有两条，即基于自然灾害风险系统作用机制的风险评估和基于自然灾害风险系统演化结果的风险评估。概念化数学模型表达式(2)着眼于未来单次灾情的风险水平，故其研究成果着重针对自然灾害的风险应急管理；而概念化数学模型表达式(3)则强调在统计意义下不同级别灾情的风险水平，其结论主要适用于自然灾害风险的规划管理。表1从三个方面对上述三类自然灾害风险评估概念化数学模型进行了总结。

表1 三条自然灾害风险评估对应的概念化数学模型总结一览表

	式(1)	式(2)	式(3)
转变为具体应用模型的数学处理方法	人为经验组合	统计方法结合机理模型	不确定分析方法及其耦合技术
自然灾害风险评估基本原理的符合性	不符合	符合	符合
主要应用领域	—	风险应急管理	风险规划管理

4 结论和讨论

建立科学的自然灾害风险评估途径是自然灾害风险评估的先决条件，是自然灾害风险管理效能得以充分发挥的保障，具有重要的理论意义和应用价值。

(1)本文立足于对自然灾害风险系统的分析，结合自然灾害风险的定义，以自然灾害风险评估的研究对象、流程、手段以及研究目标为核心要素，提出了自然灾害风险评估的基本原理。

(2)针对目前自然灾害风险评估的三条基本途径，提出了各自评估的概念化数学模型。进一步的分析表明：基于自然灾害风险系统结构要素的风险评估途径所对应的概念化数学模型本质表征的不是风险，不符合自然灾害风险评估的基本原理，这一结论否定了该途径下的理论基础及其应用成果；而基于自然灾害风险系统作用机制和演化结果的两类概念化数学模型则符合自然灾害风险评估的基本原理，其表征的风险大小可分别作为风险应急和风险区划的重要理论依据。

(3)自然灾害风险评估概念化数学模型只是提

