再论自然灾害风险的定义*

倪长健，王 杰

（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：系统地总结了现有自然灾害风险的定义，并指出其存在的问题。重新甄别了自然灾害系统的组成要素及其作用机制，深入分析了自然灾害风险的核心内涵，据此提出了自然灾害风险的新定义，即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。结合定义的相关规则，对自然灾害风险新定义进行了符合性验证。新定义不仅深化了人们对自然灾害风险本身的认识，而且明确了自然灾害风险评估的内容。

关键词：自然灾害系统；风险的定义；损失；未来；不确定性

中图分类号：X43 **文献标志码**：A **文章编号**：1000－811X(2012)03－0001－05

0 引言

人类社会发展的历史即是一部与自然灾害斗争的历史。近几十年来，尤其进入21世纪以后，伴随全球的变暖趋势锐升和大环境变异的加剧，各类极端灾害事件频繁发生，广布全球，各个地区都有巨灾实害[1]，如2003年欧洲热浪、2005年美国卡特里娜飓风、2008年中国汶川8级大地震、2010年中国南方持续性干旱、2011年日本9级大地震及其所引发的海啸等，这些灾害的发生给人类社会造成惨重的人员伤亡和财产损失。在此背景下，为应对自然灾害的严重威胁，作为防灾减灾最先进的理念和手段，自然灾害风险管理应运而生，并在理论和实践上取得了重要进展[2-4]。虽取得了上述成绩，但作为自然灾害风险研究的一个非常基础同时又是非常核心的概念，自然灾害风险的定义仍未得到普遍认同，仍需进一步探讨。

风险研究由来已久，相继出现了各种各样的定义。针对目前国际上较有影响的18个灾害风险的定义，黄崇福[5]将其归纳为三类，即可能性和概率类定义[6]、期望损失类定义[7]和概念公式类定义[8]，并就其存在的问题进行了归纳，指出：①可能性和概率类定义的核心是用“损失的概率”来定义“风险”，其内涵仅仅是某种概率。由于风险的内涵绝不仅限于概率，“损失的概率”只能作为某些风险的描述工具，所以，“概率”不能定义“风险”。②期望损失类定义认为风险是一种对灾害后果(人员伤亡、财产损失等)的“预期”或“期望值”。由于“预期”是个含混模糊的概念，因而此类定义无法表达风险的内涵。③概念公式类定义是一个在特定意义下的灾害风险的计算公式，有悖于逻辑学上“定义是一个肯定陈述句”的基本要求，因而不能作为定义使用。结合自然灾害的定义，黄崇福[5]进而提出了以情景为基础的自然灾害风险的定义，即自然灾害风险是由自然事件或力量为主因导致的未来不利事件情景。经过审慎思考，该定义仍存在一些不足之处：①未能充分揭示自然灾害风险和自然灾害系统这二者间的关系；②未充分表征自然灾害风险的基本内涵，即自然灾害风险的本质特征；③情景是人们脑海中思维抽象的场景或图画，具有一定的模糊性，故以情景为基础的自然灾害风险定义不便于为定量的风险评估提供明确的依据。

任何一个概念的科学定义不仅需要满足定义的相关规则，更重要的是要反映定义对象的精髓，把握其本质。基于上述认识，本文在对现有自然灾害风险定义进行系统总结的基础上，重新甄别自然灾害风险系统的组成要素及其作用机制，并结合风险的内涵及定义的相关规则，给出了自然灾害风险的新定义。新定义不仅深化了人们对自然灾害风险本身的认识，而且明确了自然灾害风险评估的内容，为减灾实践提供了更为科学的理论指导。

* 收稿日期：2011－11－15 修回日期：2012－01－04
基金项目：国家自然科学基金项目(40875053)；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，教授，博士，主要从事灾害与环境方面的研究. E-mail：1424402139@qq.com

1 自然灾害风险的形成

自然灾害的风险是客观存在的，其形成离不开自然灾害系统这一物质基础。自然灾害系统[9-11]是由孕灾环境子系统、致灾因子子系统和承灾体子系统共同组成具有复杂特性的地球表层异变系统，孕灾环境是指由大气圈、水圈、岩石圈、人类社会圈所构成的地球表层系统，包括自然环境与人文环境；致灾因子是指可能造成人员伤亡、财产损失、生态环境退化、社会经济损失等的自然异变因子；承灾体是指各种致灾因子作用的对象，包括人类本身在内的物质文化环境，主要有农田、森林、草场、道路、居民点、城镇、工厂等人类活动的财富聚集体。

在一定时空背景下，孕灾环境子系统、致灾因子子系统和承灾体子系统自身在不断变化的同时，三者之间也相互影响相互作用，自然灾害风险的形成则是源于这一系统的演化。从自然灾害系统构成要素及其之间相互作用的角度，对此理解可以细化为以下三个方面：①孕灾环境为致灾因子的发生提供了背景条件，决定了其发生的种类、频率和强度，例如天气灾害离不开特定的环流条件；气候灾害也是气候系统作用的结果；地震灾害是与特定的地质背景紧密相联。致灾因子依托于特定的孕灾环境，它是特定孕灾环境的产物，并能从一定程度上反作用于孕灾环境，基于致灾因子的相关研究并称为风险的危险性分析[12-13]。②承灾体不仅是自然灾害系统的重要成员，也是自然灾害风险的行为主体，它直接决定风险是否存在以及风险的大小。目前的人类几乎已经充斥到了地球的每一个可以生存的角落，任何一个致灾因子的出现都会给人类社会及其所赖以生存的环境造成破坏，带来相应的损失。由上述分析可见，承灾体是致灾因子打击的对象，致灾因子是承灾体损失的原因，反映承灾体损失和致灾因子关系的相关研究称之为风险的易损性分析[14]。③人类的生命和财产无疑是承灾体灵魂，人这一因素的介入就使得承灾体不再仅仅是一个被动的受体，而且显示出极强的能动性，基于作用对象的不同，这种能动性具体表现为对孕灾环境和致灾因子构成反作用。一方面，以人类为核心的承灾体的能动性首先表现在对孕灾环境的深刻影响上，尤其是近百年来，伴随着资源开发、土地利用、城市化进程的加剧，孕灾环境也随之发生着深刻的变化，进而又会导致致灾因子随之发生变化，近年来频发的极端天气气候事件就是在这种背景下发生的。另一方面，为应对自然灾害的严重威胁，人类一直试图通过工程和非工程措施提高防灾减灾能力，并从灾害的监测预报体系、防御体系、紧急救援体系和灾后恢复重建体系出发，减轻由自然灾害带来的损失，目前这一思想已成为可持续发展的重要内涵和决定风险高低的重要因素，在防灾减灾实践中发挥重要作用。

综上所述，自然灾害系统包括孕灾环境、致灾因子、承灾体及防灾减灾能力等多种要素，是一个相互作用的有机整体，自然灾害风险是自然灾害系统演化的产物。进一步的分析[15]把自然灾害系统关系归结为“人—地关系系统”和“社会—自然系统”，“人”和“社会”着重强调在特定孕灾环境下具备某种防灾减灾能力的承灾体，“地”和“自然”则着重表征的是在特定孕灾环境下的致灾因子，上述两个方面是对自然灾害系统要素的凝练和认识的升华，二者的相互作用则是自然灾害系统演化的本质，是灾害风险的由来。

2 自然灾害风险内涵再分析

概念的内涵是对被定义对象本质属性的反映，这种本质特征不是表象上的，人们对概念尤其是复杂概念的认知往往是渐进的。作为一个复杂庞大的系统，自然灾害风险之内涵的认识过程也是这样，迄今为止，各种有关自然灾害风险的定义在这方面均存在相应的缺陷。我们认为，自然灾害风险内涵非常丰富，但其最本质、最核心的内涵有三个，即：“未来性”、“不利性”和“不确定性”(图1)。下面针对上述自然灾害风险的三个核心特征予以论述。

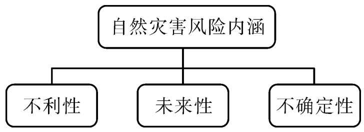

图1 自然灾害风险内涵

2.1 自然灾害风险的“未来性”特征分析

如前所述，自然灾害系统由致灾因子子系统、孕灾环境子系统和承灾体子系统所构成，各种要素之间相互影响相互作用，共同决定了其演化进程。就自然灾害系统的发展过程而言，宏观上主要包括以致灾因子为核心的自然灾害风险孕育阶段和以灾变出现并对承灾体子系统构成破坏为核心的自然灾害发生阶段。分析二者关系可知：①自然灾害风险与自然灾害二者存在因果关系[2]。自然灾害风险为因，自然灾害为果，自然灾害之

所以发生，根本原因在于存在自然灾害风险。②自然灾害风险与自然灾害之间存在时间上的关联。从演变过程而言，前者为量变过程，一旦此量变过程完成，自然灾害就会发生，二者之间存在周期性的循环，即“自然灾害风险”—“自然灾害”—“自然灾害风险”，自然灾害风险在前，自然灾害在后，当一个自然灾害平息后，将是下一个自然灾害风险孕育的开始。过去和现在我们所看到的是已发生的自然灾害，而风险是未来自然灾害的孕育过程。

由上可见，自然灾害风险是指尚未发生的自然灾害，是自然灾害的孕育，“未来性”是从时间的角度揭示自然灾害风险的本质特征，是其核心内涵之一。“为之于未有，治之于未乱”及“防患于未然”等均告诉我们危险发生之前就要先做好准备，还没有乱就要治理好，充分体现了风险的未来性特征。

2.2　自然灾害风险的“不利性”特征分析

自然灾害指由自然事件或力量为主因造成的生命伤亡和人类社会财产损失的事件[16]。尽管自然灾害的成因不同，特点迥异，但是一个共同点是一旦自然灾害发生，结果必然会造成损失。这种损失表现为对人的影响、实体环境和社会环境的破坏三个方面[17]。人的影响是指自然灾害的发生会导致人的伤亡和人的心理创伤；实体环境包括自然环境和人工环境，对其破坏涉及到对地表下垫面的破坏、大气环境和水环境等环境的污染，此外还包括对建筑物的毁坏、生命线的损伤及农业水利工程的破坏等；社会环境的破坏主要是对政治、经济、思想文化等社会功能的破坏。自然灾害是自然灾害风险的产物，从其定义和破坏对象两方面分析得知，自然灾害必然会对以人类社会为主体的承灾体子系统构成破坏，导致相应的损失。可见，“不利性”则是从后果的角度揭示自然灾害风险的本质特征，是其核心内涵之一。

2.3　自然灾害风险的“不确定性”特征分析

确定性与不确定性二者既统一又对立，共同反映了自然界事物发展的普遍规律。自然灾害风险是自然灾害系统的孕育过程，其演变过程有确定性的一面，但受下垫面分布状况、水文气象条件、植被覆盖等因素的影响，加之人类社会活动的干扰，其变化又表现出十分复杂的特征，因而更多地表现出不确定性特征。自然灾害风险的不确定性是由不确定性影响因素(现象)所致，随机性、模糊性、灰色性、分形和混沌性等均是其不确定性的具体表现[18]。

自然灾害风险源于自然灾害系统演化，系统因素的偶发性贯穿于自然灾害系统演化的始终，灾害事件发生与否及发生强度上的不确定性是这种偶发性的具体表现，这就是自然灾害风险的随机性。以洪涝灾害风险为例，给定相同的降水强度和降水历时，同一流域内不同时间内会得到不同的洪峰流量。由于随机不确定性的存在，许多学者采用概率统计方法和随机过程理论[19-22]对其进行了研究，揭示了自然灾害风险相关领域的随机性特征。

事物或现象模糊性的本质是由于从差异一方到差异另一方，中间经历了一个从量变到质变的连续性过渡过程，即概念具有差异的中介过渡性，由概念的中介过渡性而产生的不确定性即为模糊性[23]。自然灾害风险涉及自然和人类社会两个复杂大系统，研究对象极其繁多，其中有些对象的概念客观上很难给出确定性的描述，使得这些概念没有明确的界限。例如，自然灾害风险的“大、中、小”没有明确的界限；自然灾害风险致灾损失等级“巨灾、大灾、一般灾、小灾”也没有合理统一的划分标准；自然灾害风险所致损失中直接经济损失和间接经济损失之间亦很难有严格的划分界限等，这种概念的外延的不确定性称为模糊性。模糊不确定性广泛存在于自然灾害风险分析之中，模糊数学作为专门的手段，已在这方面的应用中取得了丰硕的成果[24-26]。

受制于各种主客观条件(例如认识水平的不足、技术与实验手段的限制、数据的短缺等)，加之自然灾害系统极其复杂，导致人们对自然灾害风险的影响因素不完全清楚，系统结构不完全知道，形成机制和形成过程不完全了解，自然灾害系统各子系统之间、各子系统内部各种因素间的关系不完全明白。从信息论的角度来看，部分信息已知，部分信息未知使自然灾害系统成为一个灰色系统[27]，源于信息不完备的灰色信息导致的不确定性称为灰色性。自然灾害系统当中，有很多变量由于信息不完备表现为灰变量，变量间的关系则表现为灰关联性，灰色理论[28-30]作为一种有效的手段，被广泛用于自然灾害的风险分析。

除上述三种不确定性之外，分形、混沌等不确定性在自然灾害风险研究当中，特别是在洪涝灾害风险研究中已取得了众多研究成果[31-36]，深化了不确定分析研究的范畴。从系统论的观点来看，自然灾害系统为自然灾害风险提供了物质和能量交换及信息传递的场所。自然灾害系统本身就是一个质能交换机体，其内部的质量——能量——信息的交换和传递过程本身就具有极高的复杂性和不确定性，进而决定了自然灾害风险必

定也具有极高的复杂性和不确定性特征。由以上分析可知，不确定性则是从后果的表征上揭示自然灾害风险的本质特征，与确定性一起，共同演绎了自然界发展的普遍规律，广泛而深刻地存在于自然灾害系统当中。

自然灾害风险是自然灾害系统的演化，是灾害的孕育，其基本特征往往涉及自然属性和社会属性诸多方面，但作为自然灾害风险的本质特征，“未来性”、“非利性”和“不确定性”共同构成了自然灾害风险的内涵。

3 自然灾害风险的新定义

基于对“自然灾害系统”的深入剖析和对“自然灾害风险内涵”的凝练，我们给出自然灾害风险的新定义，即：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。较之已有的定义，新定义的合理性在于：①充分表征了自然灾害风险和自然灾害系统之间的关系。新定义明确指出，自然灾害风险是由孕灾环境、致灾因子和承灾体组成的自然灾害系统自身演化导致的结果，这在揭示了自然灾害风险成因的同时，也深刻体现了自然灾害风险的自然属性和社会属性。②新定义明确地回答了自然灾害风险的内涵，即“未来性”、“不利性”和“不确定性”这三个本质特征。③新定义指明了自然灾害风险评估的内容。自然灾害风险的本质特征是未来损失的不确定性，因而对其风险进行评估就是借助于不确定性分析方法定量地表征这种不确定性的大小，并据此作为风险应对的科学依据。

4 定义规则的符合性分析

任何一个概念的定义首先须凝练相关的科学知识，充分表征被定义概念的核心内涵，此外，定义必须遵循下述规则[5]。

规则1：相称性规则，即定义概念和被定义概念的外延相等。

规则2：非循环规则，即不能循环定义。

规则3：非否定性原则，即定义一般不能用否定判断。

规则4：清楚确切规则，即定义应清楚确切。

下面，针对本文提出的自然灾害风险定义，进行定义规则的符合性分析。

(1)定义的概念是“由自然灾害系统自身演化而导致未来损失的不确定性”，被定义的概念是“自然灾害风险”。它们均指的是“由自然灾害系统自身演化而导致未来损失”，所以，它们的外延是完全相同的，该定义符合“相称性规则”。

(2)我们采用“自然灾害系统自身演化”、“未来损失”、“不确定性”等来明确被定义概念，这些概念没有直接或间接地包含被定义的概念。所以，该定义符合“非循环原则”。

(3)定义是一个肯定陈述句，说明被定义的概念具有什么属性，该定义符合“非否定性原则”。

(4)定义概念所采用的“自然灾害系统”、“演化”、“未来”、“损失”、“不确定性”等均是科学术语，没有含混的概念，也没有比喻，所以，该定义符合“清楚确切原则”。

综上所述，本文给出的自然灾害风险定义，即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，完全符合下定义时所必须遵守的规则。

5 结论

目前，自然灾害风险及其相关问题的研究已成为国际减灾领域的重要研究前沿。作为灾害科学中的一个非常基础的概念，科学定义自然灾害风险具有十分重要的意义。本文广泛地参考借鉴了该方面现有的成果，基于对自然灾害风险系统的组成要素及其作用机制的重新甄别，并结合风险的内涵及定义规则的符合性验证，给出了自然灾害风险的新定义，即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。新定义的提出不仅指明了该概念的内涵和外延，深化了人们对自然灾害风险本质的认识，而且明确了自然灾害风险评估的内容，为风险评估范式的最终建立奠定了必要的基础。

参考文献：

[1] 马宗晋. 减灾事业的发展和综合减灾[J]. 自然灾害学报，2007，16(1)：1-6.

[2] 张继权. 主要气象灾害风险评价与管理的数量化方法及其应用[M]. 北京：气象出版社，2007.

[3] 章国才. 气象灾害风险评估与区划方法[M]. 北京：气象出版社，2010.

[4] 魏一鸣. 洪水灾害风险管理理论[M]. 北京：科学出版社，2002.

[5] 黄崇福. 灾害风险基本定义的探讨[J]. 自然灾害学报，

2010，19(6)：8 - 16.
[6] UNEP. Global environment outlook 3-ast, present and future perspectives [M]. London: Earth Scan Publications Ltd, 2002.
[7] ADRC. Total disaster risk management: Good practice 2005[R]. Kobe: Asian Disaster Reduction Center, 2005.
[8] Garatwa W, Bollin C. Disaster risk management: A working concept[R]. Eschborn: Deutsche Gesellschaft f. r Technische Zusam. menarbeit(GTZ), 2002.
[9] 史培军. 灾害研究的理论与实践[J]. 南京大学学报：自然科学版，1991(11)：37 - 42.
[10] Mileti D S. Natural Hazards and Disasters-Disaster by Design [M]. Washington: Joseph Henry Press, 1999.
[11] Okada Norio. Conference road map, 3rd international symposium on integrated disaster risk management (DRM-2003) [M]. Kyoto International Conference Hall, 2003.
[12] 魏一鸣，范英，金菊良. 洪水灾害风险分析的系统理论[J]. 管理科学学报，2001，4(2)：7 - 11.
[13] 倪长健，王顺久. 边坡稳定性评价的投影寻踪聚类模型[J]. 岩石力学与工程学报，2004，23(16)：2687 - 2689.
[14] 苏桂武，高庆华. 自然灾害风险的行为主体特性与时间尺度问题[J]. 自然灾害学报，2003，12(1)：9 - 16.
[15] 史培军. 五论灾害系统研究的理论与实践[J]. 自然灾害学报，2009，18(5)：1 - 9.
[16] 黄崇福. 自然灾害基本定义的探讨[J]. 自然灾害学报，2009，18(5)：41 - 50.
[17] 王绍玉，唐桂娟. 综合自然灾害风险管理理论依据探析[J]. 自然灾害学报，2009，18(2)：33 - 38.
[18] 王文圣. 水文学不确定性分析方法[M]. 北京：科学出版社，2011.
[19] 刘新立. 随机过程与随机模拟在水灾风险管理中的应用研究[J]. 经济科学，2003(1)：114 - 119.
[20] 程炳炎. 广义帕累托分布在重庆暴雨强降水研究中的应用[J]. 高原气象，2008，27(5)：1004 - 1009.
[21] 倪长健. 免疫进化算法及其在暴雨强度公式参数优化中的应用[J]. 长江科学院院报，2002，19(6)：59 - 61.
[22] 丁裕国. 极端气候研究方法导论(诊断及模拟与预测)[M]. 北京：气象出版社，2009.
[23] 汪庄培. 模糊集合论及其应用[M]. 上海：上海科学技术出版社，1983.
[24] Fang. 热带气旋灾害经济损失的模糊数学评测[J]. 气象科学，2000，20(3)：360 - 366.
[25] 张海玉，程先富，马武. 洪涝灾害经济易损性模糊评价——以安徽沿长江地区为例[J]. 灾害学，2010，25(1)：30 - 34.
[26] 黄崇福. 自然灾害风险分析[M]. 北京：北京师范大学出版社，2001.
[27] 邓聚龙. 灰色控制系统[M]. 武汉：华中理工大学出版社，1985.
[28] 夏军. 水文灰色系统 DHGM 模型识别与实时灰色预测[J]. 水文，1988(1)：1 - 7.
[29] 杨思全，陈亚宁，王昂生，等. 基于灰色理论的铁路水害危险度计算模型[J]. 自然灾害学报，2002，11(2)：119 - 124.
[30] 胡国华，夏军. 风险分析的灰色 - 随机风险率方法研究[J]. 水利学报，2001(4)：1 - 6.
[31] 王良健，彭补拙. 分形方法在洪涝预测中的应用——以广西梧州市为例[J]. 地理科学，1998，18(3)：242 - 247.
[32] 谢正练，张永勤. 淮河流域洪水分形特征及可预报时间研究[J]. 南京大学学报，2003，39(1)：113 - 119.
[33] 傅军. 洪水混沌特性分析及其非线性预测方法研究[D]. 成都：成都科技大学，1994.
[34] 丁涛，周惠成，黄健辉. 混沌水文时间序列区间预测研究[J]. 水利学报，2004(12)：15 - 20.
[35] 黄国如，芮孝芳. 流域降雨径流时间序列的混沌识别及其预测研究进展[J]. 水科学进展，2004，15(2)：255 - 260.
[36] 王雁林，郝俊卿，赵法锁，等. 汶川地震陕西重庆区地质灾害风险区划探讨[J]. 灾害学，26(4)：35 - 39.

Further Discussion on the Definition of Natural Disaster Risk

Ni Changjian and Wang Jie

(*Plateau Atmosphere and Environment Key Laboratory of Sichuan Province, Chengdu University of Information and Technology, Chengdu* 610225, *China*)

Abstract: The existing definitions of natural disaster risk are summarized and their problems are pointed out in this paper. The elements of natural disasters system and its mechanism are re-discriminated and the key contents of the natural disaster risk are analyzed in detail. According to the study mentioned above, new definitions of natural disaster risk are proposed, namely, natural disaster risk is the uncertainty of future natural disaster loss caused by the evolution of the natural disaster system itself. Combined with the definition of the relevant rules, compliance of the new definitions of natural disaster risk is verified. The new definitions not only deepen people's understanding of the natural disaster risk, but also clear the contents of natural disaster risk assessment.

Key words: natural disaster system; definition of risk; loss; future; uncertainty