

黄崇福 著

自然灾害风险评估 理论与实践

RISK ASSESSMENT
OF NATURAL DISASTER
THEORY & PRACTICE

自然灾害风险评估

——理论与实践

黄崇福 著

内 容 简 介

本书论述了自然灾害风险评价的基本理论,介绍了不完备信息条件下自然灾害风险评价的理论和模型,详细展示了有关模型的应用实例。基本理论涉及风险本质、自然灾害风险分析的基本原理、风险评价的概率统计方法、风险分析的模糊系统方法等。不完备信息条件下自然灾害风险评价的理论包括信息矩阵框架、信息分配方法、信息扩散原理和正态信息扩散等。基于信息扩散技术的自然灾害风险评价模型有:模糊关系构造模型、混合式模糊人工神经网络模型、系统分析模型、内集-外集模型等。应用实例有震中烈度识别、震害预测、震害面积估计、洪灾风险评价、减灾方案筛选等。本书使用计算机仿真技术对有关模型进行可靠性论证。

本书可供区域规划、国土整治、地震工程、气象、地理、水利、农业、林业、民政、保险等专业的高年级大学生、研究生、科研人员和工程师使用,也可供金融风险分析、安全技术研究的专家参考,还可供政府减灾管理部门的技术官员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

自然灾害风险评价:理论与实践/黄崇福著. —北京:科学出版社, 2005

ISBN 7-03-014668-9

I. 自… II. 黄… III. 自然灾害-风险分析 IV. X43

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第124392号

责任编辑:彭胜潮 汪福炘/责任校对:刘小梅

责任印制:钱玉芬/封面设计:王 浩

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2005年1月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2005年1月第一次印刷 印张:14 3/4

印数:1—2 000 字数:330 000

定价:37.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

前 言

自然灾害风险评价是灾害学量化分析中必不可少的部分,其目的是对所研究地区未来自然灾害风险之高低给出微观或宏观的估计。从事这项工作的理论依据是自然灾害风险分析基本原理。开展这项工作的条件是,人们对致灾因子、承灾体脆弱性、损失分析等已有一定的研究基础。进行自然灾害风险评价的主要数学方法是概率统计和模糊集理论。

风险评价类似于我们评价某产品的质量好不好;风险分析类似于我们分析某产品的质量为什么好或为什么不好。评价偏重于结果,分析偏重于原因、过程。评价可以通过观察外表或对有关参数进行测试来完成,也可通过分析有关原因、过程,推导出结果。本书对自然灾害风险评价既有观察外表的方法,也有推导的方法。简单的概率统计属于观察外表的方法,系统分析方法属于推导方法。采用何种方法,完全由评价时我们已占有的数据资料和掌握的自然灾害系统知识来决定。

观察外表法主要是根据历史上自然灾害的观测样本来估计灾害事件发生的概率,方法论上相对比较简单;推导法要进行模糊近似推理,并涉及模糊概率等概念,操作起来比较复杂,但发展潜力巨大,诸如人工神经网络等新的理论和方法在这方面已得到应用。

本书作为一本专著,首次全面介绍了作者在自然灾害风险评价中的工作。所有风险评价的理论和方法都建立在作者提出的信息扩散理论之上。研究表明,通常的概率风险评价方法和系统推导法是本书中有关方法的特例。信息扩散的基本观点是,不完备的信息是模糊信息。信息扩散的好处是,对不完备信息进行适当的信息膨胀,可以提高风险评价精度。本书除了引入有关概念时简短介绍了别人的观点外,没有编入他人在自然灾害风险评价方面的研究成果。

结合中国国情,为便于读者读完本书后使其相关的研究容易同国际接轨,本书最后索引中的主题词在正文中基本都有相应的英文表达。

作者在研究工作中得到了硕士生导师刘贞荣教授、博士生导师汪培庄教授、副导师罗承忠教授、博士后指导教师冯允成教授的精心指导和大力帮助。在进行艰苦的理论探索阶段,作者有幸应邀到美国、德国、比利时、日本、中国香港等国家和地区进行合作研究和讲学,分别得到石勇教授、Moraga教授、Kerre教授和阮达教授、井上洋教授、梁怡教授的重要帮助。在此,作者真诚地对他们表示感谢。

在本书有关内容的研究中,作者有幸主持了一些科研项目,分别得到国家自然科学基金、德国 Mercator 基金、地震科学联合基金、国家博士后科学基金、教育部高等学校骨干教师资助计划、航空科学基金、教育部留学回国人员科研启动基金的资助。在此,作者谨对上述基金会和有关部门表示感谢。

由于作者水平有限,疏漏在所难免,敬请读者不吝赐教。

黄崇福

2004 年 9 月于北京师范大学资源学院

目 录

前 言

第一部分 自然灾害风险评价的基本理论

第一章 自然灾害风险分析的基本原理	3
1.1 引言	3
1.2 风险的种类和本质	5
1.2.1 风险	5
1.2.2 风险的种类	7
1.2.3 风险的本质	8
1.3 自然灾害风险分析的基本内容	10
1.3.1 致灾因子风险分析	10
1.3.2 承灾体易损性评价	11
1.3.3 灾情损失评估	12
1.3.4 减灾对策	13
1.4 自然灾害风险分析的基本原理	14
1.4.1 自然灾害风险分析的必要性	14
1.4.2 自然灾害风险分析的可操作性	16
1.4.3 自然灾害风险分析的基本原理	19
1.5 结论和讨论	19
第二章 风险评价的概率和统计方法	22
2.1 风险的概率观点	22
2.2 风险评价中常用的概率分布	23
2.3 风险评价中常用的统计方法	25
2.3.1 极大似然估计	25
2.3.2 区间估计	25
2.3.3 经验贝叶斯估计	26
2.3.4 直方图估计	26
2.3.5 核估计	28
2.4 检验风险评价模型可靠性的随机数发生器	29
2.4.1 均匀分布随机数	29

2.4.2 正态分布随机数	30
2.4.3 指数分布随机数	31
2.4.4 对数正态分布随机数	31
第三章 风险分析的模糊系统方法	33
3.1 模糊风险分析的映射论观点	34
3.1.1 确定性危险分析	34
3.1.2 概率风险分析	34
3.1.3 风险分析的模糊系统观点	35
3.2 风险分析中常用的模糊数学方法	37
3.2.1 隶属函数的确定	37
3.2.2 择近原则	39
3.2.3 近似推理的合成规则	39

第二部分 不完备信息条件下自然灾害风险评价理论

第四章 信息矩阵	45
4.1 风险分析中的小样本问题	45
4.2 简单信息矩阵	46
4.3 分明区间上的信息矩阵	47
4.4 模糊区间上的信息矩阵	48
4.5 信息矩阵的动力学	51
4.6 与其他方法的比较	54
第五章 信息分配	59
5.1 信息分配定义	60
5.2 一维线性信息分配	61
5.3 信息分配方法估计概率分布的优越性	65
5.3.1 仿真实验设计	65
5.3.2 正态分布实验	67
5.3.3 指数分布实验	69
5.3.4 对数正态分布实验	70
5.3.5 与极大似然估计的比较	71
5.4 r 维信息分配	72
5.5 相关研究动态	73

第六章 信息扩散	76
6.1 不完备样本	76
6.2 信息扩散	78
6.3 信息扩散原理	80
6.3.1 相伴特征函数和关系	80
6.3.2 分配函数	81
6.3.3 扩散估计	81
6.3.4 信息扩散原理	81
6.4 相关研究动态	84
第七章 正态信息扩散	86
7.1 分子扩散方程	86
7.2 信息扩散方程	87
7.3 正态扩散的择近原则	89
7.4 用 0.618 法获取扩散系数 h	91
7.5 平均距离模型	94

第三部分 基于信息扩散技术的自然灾害风险评价模型

第八章 模糊关系构造模型	101
8.1 用信息扩散函数产生原始信息矩阵	101
8.1.1 离散回归概念	101
8.1.2 r 维扩散函数	102
8.1.3 构造原始信息矩阵	102
8.2 将原始信息矩阵转化为模糊关系矩阵	103
8.2.1 基于模糊概念生成的 R_f	103
8.2.2 基于模糊蕴含理论生成的 R_m	104
8.2.3 基于条件落影公式生成的 R_c	106
8.3 近似推理	107
8.3.1 R_f 上的 max-min 推理	108
8.3.2 R_f 上的贴近度推理	108
8.3.3 R_m 上的 max-min 推理	109
8.3.4 R_c 上的全落影推理公式	109

第九章 混合式模糊神经元网络学习模型	110
9.1 用信息扩散技术光滑化学习样本.....	110
9.2 用多层回传神经网络学习输入-输出关系.....	114
9.3 结论.....	115
第十章 自然灾害系统分析模型	117
10.1 自然灾害风险的形式定义.....	117
10.2 系统分析的 4 个环节.....	118
10.3 致灾因子风险评价.....	121
10.4 场地烈度风险评价.....	121
10.5 破坏风险评价.....	122
10.6 损失风险评价.....	122
10.7 城市地震灾害风险评价算例.....	123
10.7.1 用信息分配法计算致灾因子模糊风险.....	123
10.7.2 震中烈度风险.....	125
10.7.3 计算场地烈度风险.....	126
10.7.4 计算破坏风险.....	127
10.7.5 计算损失风险.....	128
第十一章 自然灾害模糊风险计算模型	130
11.1 可能性-概率分布.....	130
11.1.1 模糊概率.....	130
11.1.2 可能性-概率分布.....	130
11.2 内集-外集模型.....	131
11.2.1 样本和论域.....	131
11.2.2 内集和外集.....	132
11.2.3 游离或漂入的可能性.....	132
11.2.4 内集-外集模型.....	133
11.3 可能性-概率分布的期望值和非模糊化.....	134

第四部分 应用实例

第十二章 中国历史地震震中烈度与震级关系的识别	139
12.1 引言.....	139
12.2 经典方法.....	140
12.2.1 线性回归.....	140

12.2.2 基于正态假设的模糊推理	142
12.3 用信息分配法对震中烈度与震级关系进行识别	145
12.4 用正态扩散法对震中烈度与震级关系进行识别	147
12.5 结论与讨论	150
第十三章 单层砖柱厂房地震震害预测	151
13.1 引言	151
13.2 结构动力反应与震害关系的模糊识别	151
13.3 模糊关系矩阵 R 的扩展	153
13.4 用唐山地震Ⅷ度区内震害资料进行单层砖柱厂房震害预测	156
13.4.1 Ⅷ度区内震害预测	156
13.4.2 与线性回归结果的比较	161
13.4.3 模糊关系矩阵 $R_{\text{Ⅷ}}$ 的扩展	162
13.5 结论与讨论	167
第十四章 地震震害面积估计	169
14.1 震级和震害面积数据	169
14.2 用线性回归和 BP 网络方法进行对数震害面积估计	171
14.3 信息扩散近似推理	172
14.4 用新样本训练 BP 网络	176
14.5 结论与讨论	177
第十五章 湖南省农村种植业旱灾和洪灾风险评估	179
15.1 引言	179
15.2 灾害样本点和风险评估模型	179
15.3 真实数据和风险图	182
15.4 结论和讨论	185
第十六章 湖南省华容县减灾方案排序	186
16.1 引言	186
16.2 经典排序模型	186
16.3 模糊期望值排序模型	187
16.4 计算湖南省华容县水灾模糊风险	189
16.4.1 湖南省华容县概述	189
16.4.2 湖南省华容县水灾的可能性-概率分布	189
16.5 湖南省华容县减灾方案设计	190
16.6 湖南省华容县减灾方案模糊期望值重心	193

16.7 与经典排序模型所得结果的比较	194
16.8 结论和讨论	195
参考文献	197
附录	204
附录 A 中国大陆 1900 ~ 1975 年观察到的中强地震纪录	204
附录 B 修正的麦卡里烈度表	208
附录 C 震中烈度的真实值与 4 种模型所得估计值	209
附录 D 正态扩散自学习模型估计震中烈度的 FORTRAN 程序	213
索引	219
作者简介	223

第一部分

自然灾害风险评价的基本理论

第一章 自然灾害风险分析的基本原理

1.1 引言

自然灾害(Natural Disaster)指自然界中发生的、能造成生命伤亡与人类社会财产损失的事件(Event)。通俗一点讲,自然灾害是指由于自然力的作用而给人类所造成的灾难。例如,地震、洪水给人类造成的灾害是纯粹自然灾害,煤矿中瓦斯引起的安全事故是准自然灾害,而战争的破坏不是自然灾害。自然灾害是由于自然界发生的各种不以人的意志为转移的给人类造成灾难的不正常现象。对自然界而言,这些不正常现象是其发生和发展进程中注定要发生的,有其本身的因果关系,不是什么灾害(门福禄, 2002c)。

自然灾害一直是人类历史的组成部分。有史以来,自然灾害一直威胁着人类的生存与社会的发展。而且,随着社会经济的发展,由于过量开发资源,随意改造与破坏环境,盲目发展,非科学的工程技术活动,加之人为的破坏,风险性和破坏性因素也在增长(高庆华、马宗晋, 1995)。从1999年7月5~7日在瑞士日内瓦召开的“世界减灾大会”上的有关资料可知,仅在20世纪70~80年代的20年里,自然灾害在世界范围内已造成近300万人的死亡,并对8.2亿人群产生了不利影响,导致了几千亿美元的巨额损失,并经常引起人们的恐慌与社会的动荡。自然灾害已成为严重制约国际社会持续发展的重要因素,并威胁着人类的生存和发展。

为了减轻自然灾害造成的损失,人类开展了大量的工程和非工程减灾行动。例如,建设骨干水利工程是减轻水灾的工程行动,建立地震监测预警系统是减轻震灾的非工程行动。减灾行动一般都涉及到巨额的资金投入或影响广泛的社会系统调整。显然,盲目的减灾行动必然导致人力、物力和财力等的大量浪费,有悖于减灾的初衷。只有对自然灾害的孕育、发生、发展、可能造成的影响有科学的认识,才能避免行动的盲目性。因此,减灾的重要工作之一,就是进行自然灾害的风险分析。

简单地讲,对尚未发生的自然灾害进行各种可能性分析,称之为自然灾害风险分析(Risk Analysis of Natural Disaster)。

严格来讲,自然灾害风险分析是指充分利用人类对各种致灾因子、承灾体和社会系统的研究成果,对一定区域、工程项目等可能遭受灾害的程度进行可能性意义下的量化分析,并对采取减灾措施后的可能效果也进行分析。

自然灾害风险评价(Risk Assessment of Natural Disaster)则是指通过风险分析的手段或观察外表法,对尚未发生的自然灾害之致灾因子强度、受灾程度,进行评定和估计。评定是根据致灾因子强度和承灾体脆弱性推断出受灾程度。估计是不确定意义下的估计,或曰风险估计。“风险评价”也称为“风险评估”。

自然灾害风险分析是自然灾害学和风险科学的集成体,重点在科学理论方面。自然灾害风险评价是风险分析技术在自然灾害学中的应用,重点在具体的模型方面,属于技术层面。

由于自然灾害风险分析的结果正确与否通常不易被证实,加之风险预测会使人联想起

古老的占卜等玄学,因此,在概率论和模糊系统理论被研究人员广泛接受之前,自然灾害风险分析的理论和方法发展十分缓慢。

直至 20 世纪 80 年代中期,以美国为首的发达国家开始注重整治环境和减轻灾害的投入产出效益问题,才纷纷斥巨资资助科学家们研究如何在不确定条件下进行合理的决策(Zimmerman, 1998)。这样,风险评价这一古老的课题才被作为一个科学问题被系统地进行研究。目前,风险技术已成为美国的一项核心技术。

近年来,为提高自然灾害风险分析的水平,我国学者进行了不懈的努力。魏一鸣等(2001)从系统论的观点出发,阐述了以洪水危险性分析、承灾体易损性分析和洪水灾害灾情评估为核心内容的洪水灾害风险分析的系统理论。任鲁川(1999)指出风险分析可归结为风险辨识、风险估算、风险评价 3 个环节。周成虎等(2000)提出了基于地理信息系统的洪灾风险区划指标模型,并结合辽河流域具体情况,以降雨、地形和区域社会经济易损性为主要指标,得出辽河流域洪灾风险综合区划。刘德辅等(2001)针对天津、上海、青岛等城市,运用灰色理论、随机模拟等方法进行了洪水、风暴潮、巨浪等环境因素的计算,并进行了灾害经济损失的风险分析。刘希林(2000)对“风险度 = 危险度 × 易损度”的评价模式进行了较详细的研究,并对四川凉山州的泥石流风险度进行了评价。李硕等(2001)将模糊综合评价的数学模型应用于西藏那曲地区雪灾区域危险度的评判。高俊峰等(1997)根据水文学和计算水力学的方法计算出苏南地区洪涝危险区。王石立等(1997)根据华北地区冬小麦干旱的特点,确定了小麦各发育阶段在有限灌溉条件下的干旱指标及发生概率,得到冬小麦各发育阶段及全生育期的干旱风险度。李新运等(1998)论述了重大工程项目的灾害风险识别方法,给出了工程灾害风险评价的 6 项具体指标。

自然灾害风险分析的主要产品之一是自然灾害风险区划图。如何绘制高质量的自然灾害风险区划图一直是人们面对的一大难题。质量不高或错误的风险区划图,不仅误导国土利用规划,达不到优化配置资源、有效规避风险的目的,而且可能导致严重的经济和社会问题。影响区划图质量的主要原因不是绘图技术,而是估计不准的风险值。

为了改进风险值的估计,人们从观念到方法都经历了许多变化。以地震区划为例,人们至少经历了 3 个阶段:①极值化阶段(龙尼兹, 1988);②平均值阶段(夏普、董伟民, 1988);③超越概率阶段(陈颢等, 1999)。极值化阶段是用一个区域内地震烈度的最大值为参数绘图。平均值阶段是用一个区域内地震烈度的平均值为参数绘图。超越概率阶段的区划图比较复杂,也比较科学。基本流程是:先估计出限定时段内所研究区域内超越某一地震参数的概率分布,然后,以人为选定一个概率水平值为阈值,以超越此概率水平的最大地震烈度为风险值进行绘图。20 世纪 70~80 年代在一些国家使用地震烈度区划图,一般限定时段为 50 年,概率水平值取 10%。2001 年我国政府发布的第四代地震区划图《中国地震动参数图》(国家质量技术监督局, 2001)仍然是超越概率阶段的产物。区别只在于,新地震区划图用地震动峰值加速度和地震震动反应谱替代了地震烈度。目前国际上普遍采用地震危险性概率分析方法编制地震区划图(陈颢等, 1999)。全球地震危险性评估计划(GSHAP)的全球地震危险性图(谢德洛克等, 2001),对于实际的地震危险值的评估,核心部分仍是采用 Cornell 早在 1968 就总结出来的所谓 PSHA 方法。超越概率的区划图由于考虑了地震发生的不确定性,使用了测量随机不确定性的概率测度,是一种真正意义上的风险区划图。目前所用的超越概率风险区划图由于既使用了大量的历史地震资

料,又使用了一些带有预测性质的物理模型,所以它们所表现的是统计加预测的风险。尽管人们使用了所有能使用的历史地震资料,采用了最先进的数学物理模型,但是,仍然无法在可控的误差范围内准确估计地震风险。因此,在我国的第四代地震区划图中,制作者不得不注明该图只适用于“一般建设工程”。如果风险值确实可靠,这一说明也就是多余的了。对于其他灾种,其研究进展一般不如地震风险的估计。例如,目前以淹没图为主的洪水风险图(张旭等,1997),大部分没有进行不确定意义下的风险分析,其评估水平同早期的地震区划图差不多。

自然灾害风险分析目前主要存在两个问题:一是现有的风险分析技术采用的是基于大数定理的传统概率统计方法,风险分析的取样单元面积过大,掩盖了单元内许多重大的差别,不利于指导具体项目的建设。例如,一些洪水区划图把某个大地区全划为洪水高风险区,无形中把许多地势较高的小区也划了进去,很不科学。二是现有的分析对于作为承载体的复杂的社会系统研究甚少,很难称之为是自然灾害系统的风险分析,多数只能称之为是自然致灾因子的风险分析。

本书将对自然灾害风险分析的科学问题进行探讨,希望为自然灾害风险评价提供一定的理论支持。

1.2 风险的种类和本质

1.2.1 风险

“风险”(Risk)既是一个通俗的日常用语,也是一个重要的科学术语。尽管目前国际上对“风险”一词并没有一个统一严格定义。不过,各种定义的核心内容基本都一致。按权威的韦伯字典的说法,风险是“面临着伤害或损失的可能性”。在保险业中,风险是指“危害或损失的可能性”。Wilson等1987年在影响颇大的刊物《Science》上所发表的文章,将风险的本质描述为不确定性,定义为期望值。总结各种表述,本书作者认为,风险的核心内容是“人们不喜欢的事发生的可能性”,学术一点讲,可表述为“不利事件发生的可能性”。

近年来,国际风险学界大量涉足环境污染问题。一些学者认为,只有用风险评估、风险管理的观点来研究、处理环境污染问题,才可能使环境污染的研究上升到具有独立学科特点的地位,否则只能停留在化学成分分析、现有观测手段使用等较初级的阶段。另一种引人注意的新观点是,安全科学可能会被风险科学所代替。基本的理由是安全问题中的不确定性因素太多,安全措施应建立在风险研究的基础之上。

有关自然灾害风险(Risk of Natural Disaster)的定义,也是多种多样。例如Maskrey(1989)定义为:“风险是某一自然灾害发生后所造成的总损失”;Smith(1996)定义为:“风险是某一灾害发生的概率”;Tobin和Montz(1997)定义为:“风险是某一灾害发生的概率和期望损失的乘积”;Deyle等(1998)的定义是:“风险是某一灾害发生的概率(或频率)与灾害发生后后果的规模的结合”;Hurst(1998)定义为:“风险是对某一灾害概率与结果的描述”;联合国赈灾组织公布的自然灾害风险定义是:“风险是在一定的区域和给定的时段内,由于某一自然灾害而引起的人们生命财产和经济活动的期望损失值。”(United Nations Disaster Relief Coordinator, 1991)。

刘希林和莫多闻(2003)对上述自然灾害的风险定义进行了一些分析。他们认为,

Maskrey 的定义将风险等同于灾害损失, 将风险评价等同于灾后的灾情, 并不适当。Smith 的定义仅从灾害的发生概率来考虑, 没有考虑灾害发生的后果, 有偏颇之处。Tobin 和 Montz 的定义是用期望损失, 基本类似于易损性。Deyle 等和 Hurst 的定义用的是灾害后果, 实际上等同于灾害损失。他们认为, 比较而言, Tobin 和 Montz 的定义更合适一些, 因为风险的本质就是含有概率的预测值, 而不是实际值。

笔者认为, 自然灾害风险应该泛指灾害发生的时间、空间、强度的可能性。例如我们说“一次大洪水 5 小时后将会淹没村庄 A”, 时间是“5 小时后”, 空间是“村庄 A”, 强度是“大洪水”, 可能性是“将会”(在数学模型中可量化为 1)。对于许多自然灾害事件, 可能性通常不是 1。例如, 将上述洪水风险表述中的空间扩大一些, 判断起来就比较困难, 被淹没的可能性通常会小一些。如果限定时间和空间, 严格来讲, 自然灾害风险是灾害损失论域上的可能性分布。其中, 概率是被广泛使用的一种可能性测度。非严格地讲, 致灾因子强度的可能性分布、易损性程度的可能性分布、损失程度的可能性分布, 都可以称为自然灾害风险。正因为如此, 人们通常视地震危险性区划图为某种地震风险区划图, 视洪水淹没图为洪水风险图。从理论上讲, 根本不需要任何灾害损失的数据就可以估计这两种图的参数。

为了进行风险大小的比较, 人们常常用期望值替代概率分布, 或选用某种或某些算子对有关的量进行数学组合。这种风险的定量表达, 也被称为 风险度。对自然灾害风险有不同的定义, 相应风险度的表达也有一些差异。“加”和“乘”是使用频率最高的两个算子。

Maskrey(1989) 提出的风险表达式为

$$\text{风险度 (Risk)} = \text{危险度 (Hazard)} + \text{易损度 (Vulnerability)}.$$

Smith(1996) 提出的风险表达式为

$$\text{风险度 (Risk)} = \text{概率 (Probability)} \times \text{损失 (Loss)}.$$

Deyle 等和 Hurst 分别在 1998 年提出的风险表达式为

$$\text{风险度 (Risk)} = \text{危险度 (Hazard)} \times \text{结果 (Consequence)}.$$

Tobin 和 Montz(1997) 提出的风险表达式为

$$\text{风险度 (Risk)} = \text{概率 (Probability)} + \text{易损度 (Vulnerability)}.$$

刘希林和莫多闻 (2003) 认为, 联合国 1991 年提出的风险表达式

$$\text{风险度 (Risk)} = \text{危险度 (Hazard)} \times \text{易损度 (Vulnerability)}.$$

这些表达式较为全面地反映了风险的本质特征。

显然, 对某些领域来讲, 选用适当的风险表达式将本质上是多维的风险问题简化成便于比较大小的一维问题是可行的。不过, 常识告诉我们, 在一般的风险分析领域, 使用简化结果要非常小心。例如, 假定投资 A、B 工程失败的概率分别是 0.00005 和 0.5, 失败造成的损失分别是 1 亿元和 1 万元。如果用“万元”为计量单位, 按照相乘组合法, 投资 A、B 工程的风险度将分别是

$$\text{Risk}(A) = 0.00005 \times 10000 = 0.5, \text{Risk}(B) = 0.5 \times 1 = 0.5.$$

如果据此推断出投资这两个项目的风险度完全一样,则投资者将不知所云。可以进一步假设, *A* 工程是一个核电站, *B* 工程是小杂货店。由于核电站的技术已十分成熟,在建站地区通常电力供不应求,失败的概率一般很小。小杂货店通常投资不大,但市场竞争激烈,失败的概率比较大。显然,通过降维的方式硬性比较核电站和小杂货店的投资风险大小,并非必要。在地震工程领域(胡聿贤, 1988),人们发现,十次中强地震造成的破坏,往往不及一次巨型地震造成的破坏大。那么,是频发中强地震的地区风险大呢,还是偶发巨型地震的地区风险大?似乎也不好利用降维的方式来定论。

本书作为针对所有灾种论述自然灾害风险评价理论和实践的专著,始终把风险看作是一个多维现象,重点在于提供分析有关环节的理论和方法,对各单灾种使用的降维和组合方法不作论述,有兴趣的读者可以阅读与灾种密切相关的有关著作。

1.2.2 风险的种类

人们总是在面对着各种风险,无论是作为个体的个人还是各种社会团体中的一员。有些风险是自愿型的,有些则是被迫型的。抽烟导致的风险是典型的自愿型风险。核废料产生的风险,洪水、地震风险均是被迫型的。与风险无关的事件极为少见。中国有句古语“福无双至,祸不单行”,就是提醒人们处处提防风险。通常,更确切地说,从定性的角度了解风险比从定量的角度了解风险会更全面一些。尽管“风险”已被一些权威人士定义为“单位费用负担在单位时间内发生的概率”(Starr et al., 1976; Starr and Whipple, 1980),但概率风险并不能替代风险。有效地进行风险管理的最基本的工作是加深对风险概念本身的了解。直观地看,当可能有损失并且其对财政的影响较为明显时,风险就存在。这种语言的定义相比用数学术语的定义更能抓住风险的特征。事实上,在现实世界中,“可能性”和“损失的财政意义”都很难精确定义。

Sage 和 White 在综述性文献(Sage and White, 1980)中倾向于 Starr 在文献(Starr, 1977)中的观点,将风险分为 4 类。笔者从认识论的角度对这种分类进行了研究,总结如下(黄崇福, 1999; 2001)。

第一类 真实风险(Real Risk)

这类风险完全由未来环境发展所决定。真实风险也就是真实的不利后果事件。来自于工业的污染问题主要与真实风险相联系。许多环境污染的研究,大多着眼于已形成的污染问题。污染,对人类来讲,是一种不利后果事件。污染研究,大部分工作是对现有污染的观测、分析和整治。

震后灾情评估也属于真实风险的范畴。此时,主要的工作不是推测今后灾情的发展,而是了解当时的灾情状况,对已经出现的不利后果事件进行调查、归类、统计,给出评估结果。对于洪水、干旱、病虫害等,由于灾害有一定的过程,随时间的变化灾情有时变化较大,因此,对某些阶段来说,很难把灾情调查归为真实风险的调查。

第二类 统计风险(Statistical Risk)

这类风险是由现有可以利用的数据来加以认识的。统计风险事实上是历史不利后果事件的回归。

机动车保险费率与统计风险密切相关。具有超越概率指标的《中国地震动参数图》