

风险评价与管理

V. I. 阿雷莫夫

X. P. 塔拉索娃 著

邢涛 译



对外经济贸易大学出版社
University of International Business and Economics Press

风险评价与管理

V.T.阿雷莫夫 X.P.塔拉索娃 著

邢 涛 译

张 跃 校

对外经济贸易大学出版社

中国·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

风险评价与管理 / (俄罗斯) 阿雷莫夫, (俄罗斯) 塔拉索娃著; 邢涛译. —北京: 对外经济贸易大学出版社, 2011

ISBN 978-7-5663-0209-0

I. ①风… II. ①阿…②塔…③邢… III. ①风险评价②风险管理 IV. ①C934②F272.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 224310 号

图字: 01 - 2012 - 1997

© 2012 年 对外经济贸易大学出版社出版发行
版权所有 翻印必究

风险评价与管理

V. T. 阿雷莫夫 X. P. 塔拉索娃 著

邢 涛 译

责任编辑: 阮珍珍

对外经济贸易大学出版社

北京市朝阳区惠新东街 10 号 邮政编码: 100029

邮购电话: 010 - 64492338 发行部电话: 010 - 64492342

网址: <http://www.uibep.com> E-mail: uibep@126.com

唐山市润丰印务有限公司印装 新华书店北京发行所发行

成品尺寸: 140mm × 203mm 4.625 印张 78 千字

2012 年 2 月北京第 1 版 2012 年 2 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5663-0209-0

印数: 0 001 - 1 000 册 定价: 18.00 元

本书由俄罗斯生化技术领域教育教学联合会推出，适用于“环境保护与利用资源”专业以“环境保护”为研究方向的高校学生。

序 言

随着社会的发展，人类安全和环境保护的冲突越来越多。在人类社会发展的过程中，可持续发展与安全是两个相辅相成的概念，在确定目标和选择道路时，都具有重要意义。

不久前，俄罗斯在其安全体系中确立了“零风险”理论。事实（近十年的事故和灾害）证明，这一理论与技术规则相悖。技术类安全规则通常只是一个大概值，而发生事故和灾害的可能性总是存在的。只有在体系中不存在能源，也不存在具有生化活性的成分，才可能达到事故发生的零概率。因此，与世界大多数国家一样，俄罗斯目前也采用“可接受风险”体系，其中就包括“预见和预防”原则。根据俄罗斯联邦《危险生产项目工业安全法》（1997年）和《技术调整法》（2002年），该体系在工业安全领域的关系调整方面占主导地位。考虑到自然现象和人类活动有关的可能损失，俄罗斯联邦出台了指令性文件，对损失进行风险分析和评估，并规定了生产项目工业安全^[1]。

教材中引进了对各种风险（个人风险、集体风险、潜在的区域风险、社会风险）的分类与鉴定及其参数。根据实践经验，教材中给出了技术类、自然-技术类和生态类风险的概念和描述。在总结概括国内外风险分析和管理领域中的研究方法后，本书介绍了现代风险分析法，书中将风险分析作为对个人或群体、财产或环境进行风险鉴别和风险评估的过程。风险鉴别的主要任务是指出并清晰描述出所有技术体系特有的危险。

故障和事故的概率评估以技术系统的可靠性和安全性理论为基础，同时运用概率论和数学统计法等现代算法。由于存在多种数学描述的复杂性故障，缺乏必要的原始数据，因此故障后果评估是一项非常复杂的工作。

事故类、自然类和技术类的灾害通常会带来各种不同的后果。因此，必须统一损失处理（例如价值损失）的措施或标准，以形成统一的基础。

“积分风险”可以定义为所有事件后果的积分（金额）。尽管这样的评估方法具有相对性，但是风险评估研究的首要目的，是将新型技术系统（相应的工艺和设计方案）造成的风险同现行系统或自然灾害（生态风险）造成的风险进行比较。

目前，俄罗斯的生产环境日趋复杂，在这种条件下，技术类风险问题对于一些工业地区来说意义极为

重大，因为这些工业地区存在着巨大的潜在生产危险（共有三万处），另外工厂的主要设备都严重磨损，社会经济状况不容乐观。同时，不应仅仅为正常工作条件进行风险评估，还应为容器、贮存器防护外壳受损、危险物质泄漏到自然环境等灾害发生进行风险评估。

教材中给出的风险分析和定量评估法，为风险管理的有效实施提供了基础，在风险管理方法中法律和经济调控手段起重要作用，其中包括义务保险和责任保险。

风险管理的信息保障包括社会和心理方面，还涉及风险监控的规范化和可接受性问题。

目 录

第 1 章 风险与可持续发展	1
1.1 风险的概念	1
1.2 持续发展过程中的风险问题	3
1.3 风险的数学定义	6
第 2 章 风险的分类	11
2.1 各种风险的总体特征	11
2.2 个体风险和集体风险	12
2.3 潜在的区域风险和社会风险	16
2.4 生态风险	19
第 3 章 技术类风险的结构	23
3.1 技术类安全问题	23
3.2 隐患项目和工艺的分类	28
3.3 自然技术类风险	33
3.4 事故的危险性及其后果	39
3.5 技术工程事故总损失构成	42
3.6 技术类风险分析的总体结构	48

第4章 技术类风险分析法	51
4.1 基本定义和概念	51
4.2 指数分类	55
4.3 组图的画法	64
4.4 建立故障的树形图	68
4.5 建立事件的树形图	73
4.6 统计模型法	76
第5章 生态风险	83
5.1 危险化学品污染	85
5.2 毒物的效力风险	93
5.3 居民健康风险和环境污染	98
5.4 电离辐射影响的风险评价	100
第6章 技术类风险管理方法	113
6.1 控制安全和风险的经济体制	113
6.2 安全与风险的标准管理	116
6.3 可接受性与风险问题	121
结语	127
参考文献	128

第 1 章

风险与可持续发展

1.1 风险的概念

风险一词代表发生危险的可能性或是进行有可能成功的行为^[2]。

目前，大多数有风险的事件指的是可能带来损失的危险事件，这些损失一般与某种自然现象和人类社会活动特征有关。

人类还处于发展的低级阶段时就已经开始评估风险了，他们意识到自己对死亡和自然灾害产生的恐惧感。随着商品交换关系的出现，风险正逐渐成为一种经济范畴，并且在金融和保险方面的意义也越来越重要（风险评估的各种方法也逐渐完善）。人们开始管理风险，预测风险事件的发展状况，采取措施将风险级别降到最低。

在分析风险不同的定义的同时，应该注意的是，这些定义包含着许多其他的概念（其中主要的概念是

危险和损失),而这些概念同时又包含着一些附加概念和伴随概念。因此,风险是一种最为集约和统一的概念,它实际上是对人类生命活动中所意识到的危险的评价。

风险不仅是研究安全问题的前提,它通常还被看成不良影响客观存在的可能性,这种不良影响可能作用于个人、社会、自然,可能带来某种损失、使现状恶化、阻碍它们的正常发展(速度、形式等的发展)。技术类风险是一种状态,其基础是技术体系、工业或者交通设施,这种状态由技术原因引发,在危急情况时会以一种对人类和环境产生巨大反作用力的形式出现,或是在正常使用这些设施的过程中,以对人类或环境造成直接或间接损失的形式出现。

总的来说,危急情况和事故所带来的后果可以分为以下三种损失:

1. 生命和健康的损失;
2. 经济损失:
 - (1) 建筑或构架的损坏;
 - (2) 由于生产停产和停运造成的间接损失;
3. 对自然环境和文化财富造成的损失和不良后果。

在研究严重事故或灾害给社会、经济和生态领域带来的后果时,应当适当地运用直接损失、间接损失

和全部损失三个概念。

1.2 持续发展过程中的风险问题

“可持续发展”的最早提出，是在联合国环境大会（斯德哥尔摩，1972年）和丹尼斯·米都斯^[3]指导的“增长的极限”报告中，当时大家对自然环境和社会经济发展之间的联系做出了肯定。

在联合国环境与发展委员会（也称为布伦特兰委员会）公布的报告《我们共同的未来》^[4]中首次对可持续发展做出了定义：“人类有能力走既满足当代人的需求，又不损害后代人满足其需求的可持续的、长期的发展道路。”

该术语最终成为联合国大会上的国际通用词语（里约热内卢，1992年）。大会通过的总结性文件《21世纪议程》中着重强调了一个事实，那就是“若人类能够综合看待环境问题和 development 问题并且给予它们更多的关注，将会增加人们对基本需求的满足感、提高全体居民的生活水平，提高环保效率、倡导人们更加合理地利用生态资源，确保一个更加安全和美好的未来”^[5]。与此同时，要保障安全，首先必须对当代发生的、并且可能破坏环境保护、给后代安全造成影响事件的后果进行分析。社会的可持续发展和安全问题是两个相辅相成的概念，它们均对人类目标（较高的

物质和精神水平)的设立和发展具有重大意义。

联合国环境与发展大会提出了一系列倡议,确定了制定全社会可持续发展和保护生态环境政策的原则,在此基础上,俄罗斯联邦制定了:

1. 俄罗斯联邦国家战略在保护生态环境和保证可持续发展方面的基本纲要(俄罗斯联邦 1994 年 2 月 4 日第 236 号总统令);

2. 俄罗斯联邦有关过渡到可持续发展方式的构思(俄罗斯联邦 1996 年 4 月 1 日第 440 号总统令);

3. 俄罗斯联邦国家安全构思(俄罗斯联邦 1997 年 12 月 17 日第 1300 号总统令);

4. 俄罗斯联邦国家可持续发展战略(1997 年 12 月由俄罗斯联邦政府基本通过);

5. 俄罗斯联邦有关 1999—2001 年环境保护行动国家计划;

6. 俄罗斯联邦生态理论(2002 年 8 月 31 日在俄罗斯联邦政府的指示下通过)。

俄罗斯联邦生态理论中强调,在向可持续发展战略过渡的同时还应该保证社会和国家各活动领域的安全。

2002 年,在世界可持续发展峰会(约翰内斯堡)上通过了《政治宣言》和《行动计划》,这两份文件是实施可持续发展原则的基础。在《行动计划》中还特

别指出,“和平、安全、稳定、尊重包括发展的权利在内的人权和基本的自由,以及尊重文化多样性,这几个因素对于实现可持续发展并且使其符合所有人的利益极为重要”。

在安全等级分析方面,已经制定出了几套安全构想,构想的主要原则如下:

1. 安全和健康无条件地高于社会成员生活的任何其他方面;

2. 根据可接受的危险和风险原则设立低级(可以达到的)和高级(希望达到的)安全等级,在低级与高级中间则是受到社会经济因素影响的可接受的安全与风险等级;

3. 危险系数最低原则,根据这一原则将风险等级设置为现实中可能达到的最低限度;

4. 不断向绝对安全靠拢的原则。

目前,世界上大多数国家都通过了“可接受风险”理论(ALARA—*as low as risk acceptable*),该理论允许“预见与警惕”原则。这一公认的理论在风险管理联合委员会制定的四条基本原则中有所反映^[6]。

第一原则——风险管理活动的合理性。风险管理活动应该与其战略目标一致,而战略目标则是在必须条件下保证物质和精神利益:任何一种活动,若得到的利益无法超过其造成的损失的话,那么这种活动就

是不合理的。

第二原则——根据人类寿命的正常标准加强保护措施。通过降低风险等级和增加获利来平衡延长生命的开支是最佳方法。

第三原则——必须考虑到当前风险的各方面；采取的有关风险管理的所有决议都应当通知广大民众。

第四原则——不超过规定的生态负荷原则。从实质上来看，该原则就是在保障当代人安全的同时，避免损害后代人对环境的需求。

根据以上四条原则可以形成一个总的风险分析法，用以进行风险等级的评估。

1.3 风险的数学定义

对于评估风险等级来说，重要的不仅仅是风险发生的频率（概率），风险对个体、社会或环境造成损失的严重性也同样重要。

为了将风险评估数量化，目前使用的是 R 风险概念， R 为事件（事故、灾难等） P 的发生概率与该事件的预期损失 Y 的乘积：

$$R = PY \quad (1.1)$$

若发生了若干件不良事故(i)，事故的概率 P_i 和相应的损失 Y_i 均不相同，则

$$R = \sum_i PY_i \quad (1.2)$$

若用(1.2)中的公式计算风险,那么风险可以表达成积分的形式:

$$R = \int F(Y)p(Y)dY \quad (1.3)$$

$F(Y)$ ——损失的重量函数,用于将不同的自然灾害带来的后果计算为统一的损失(比如以价值为衡量单位);

$p(Y)$ ——随机变量 Y 的分布密度。

在这个公式中,风险表现为风险尺度,实际上,风险可以被定义为损失或者损失的数学期望值。因此,在发生由自然或技术原因导致的事故时,综合风险评估方法将风险看成一定区域内(如城市中)人类遭受损失的数学期望值 $M[N]$,该值的计算方法如下:

$$R = M[N] = P \iint_{S_r} \int_{\Phi_{\min}}^{\Phi_{\max}} P(\Phi) \Psi(x, y) f(x, y, \Phi) d\Phi dx dy \quad (1.4)$$

P ——事故和紧急情况发生的概率,参数 Φ 用于形容事故的强度(比如说地震强度,冲击波波峰上的余压等);

S_r ——积分域(比如说,城市区域);

$\Phi_{\min}, \Phi_{\max}$ ——杀伤力可能的最小和最大参数值;

$P(\Phi)$ ——在参数 Φ 的影响下,人类遭受损失的概率(参数 Φ 为概率单位正常分配的函数形式);

$\psi(x,y)$ ——研究范围内的人口密度；

$f(x,y,\Phi)$ ——坐标 (x,y) 范围内，参数 Φ_B 的分配密度。

总的来说，在考虑时间因素的情况下，用（1.3）公式计算出的风险是一个泛函数，该泛函数取决于一个偶然的，描述不良事件发生的时间和场景的过程。

若按照这种方法计算，无论是造成小型损失的高抛锚概率（汽车抛锚），还是造成巨大损失的低抛锚概率（核电站某系统抛锚），均能引起同一种风险。

在为居民和环境分析危险时，通常使用统一的时间概念来计算风险，时间单位通常为一年。

尽管上述风险数学计算法带有直观性，然而却不存在偶然性元素（随机变量的数学期望，不是偶然的变量，而是一个确定的量）并且还带有随机变量点估计的全部缺陷。因此，用这种方法研究风险时，考虑其中的不确定因素具有原则性意义。

尽管（1.1）和（1.2）中给出的风险计算方法具有局限性，然而将风险的两种随机变量用加法和乘法结合起来的方法却非常有效，因为，这样可以简化风险评估的过程，将风险评估分为两个步骤，每个步骤都具有独立性：

1. 确定不良后果 P_i 的概率（或强度）；
2. 确定相应不良后果造成的损失 Y_i 。