

工程项目风险管理

理论、方法与应用

王卓甫 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

工程项目风险管理

——理论、方法与应用

王卓甫 著



中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书以工程项目活动中的风险为对象,系统地介绍了工程项目风险管理的识别、估计、评价、应对和监控的理论、方法和应用,以及工程项目风险管理的决策问题。全书在简要介绍主要理论和方法的基础上,特别注重结合工程项目管理的实践,用较大的篇幅介绍了应用或案例,试图使读者在把握工程项目风险管理主要理论和方法的基础上,能在工程项目管理中实施风险管理,以尽快推进我国工程项目风险管理理论和实践的向前发展。

本书可供从事工程项目管理、土木水利工程、一般管理类专业的人士参考,也可作为高等学校相关专业师生的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

工程项目风险管理:理论、方法与应用/王卓甫著. —北京:中国水利水电出版社, 2002

ISBN 7-5084-1355-5

I. 工… II. 王… III. 工程—项目管理:风险管理
IV. F224.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第105394号

书 名	工程项目风险管理——理论、方法与应用
作 者	王卓甫 著
出版、发行	中国水利水电出版社(北京市三里河路6号 100044) 网址:www.waterpub.com.cn E-mail: sale@waterpub.com.cn 电话:(010)63202266(总机)、68331835(发行部)
经 售	全国各地新华书店
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京密云红光印刷厂
规 格	850×1168毫米 32开本 8印张 215千字
版 次	2003年2月第一版 2003年2月第一次印刷
印 数	0001—4100册
定 价	22.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

序

王卓甫教授撰写的《工程项目风险管理——理论与方法与应用》一书即将由中国水利水电出版社出版，我有幸事先阅读原稿。作者嘱我写一个序，我也欣然同意了。

回顾历史的长河，人类的生存和发展的过程中充满着风险，特别是当代社会，在政治、经济、军事、科学技术、工程建设等飞速发展的各个领域内都存在风险或挑战。人们如何驾驭风险，采取各种有效的方法和手段，分析风险、防范风险，甚至利用风险，这是学术界研究的一个重要课题。

工程项目建设过程存在着风险，并具有多样性的特点。工程项目一般要经过规划、可行性研究、设计和施工等过程，风险蕴藏在这全过程中，特别是大型工程建设项目更是如此，例如，正在建设中的长江三峡水利枢纽工程和在建中的南水北调工程，其投资规模巨大、建设工期长、技术条件复杂，加之人们在规划设计中存在局限性，使之在建设和运行过程中不可避免地遇到多种不利因素的影响，即潜在着多类风险。与此同时，即使在工程项目建设的同一阶段，对不同的工程项目和不同的主体，其所面临的风险经常会有较大的差别。

该书针对工程项目风险管理的内在特点，以工程项目

74p x 11.5

为对象，融汇作者多年从事工程项目教学和研究的实践，系统地介绍了工程项目风险的识别、估计、评价、应对、监控以及风险管理决策方面的理论和方法，并紧密结合实际工程项目风险管理的实例加以验证。从而使读者掌握工程项目风险管理的主要理论和方法及其应用实际工程的技能。

工程项目风险管理是一门程序化、规范化和标准化管理的更高层次的管理学科。在我国，风险管理是一门新兴的学科，工程项目风险管理则更为年轻，在这方面的理论研究成果和应用成果尚少见。本书理论紧密联系实际，既有理论分析和探讨，又有应用和实例介绍，是一本具有一定深度介绍工程项目风险管理的专著。我深信，本书的出版，对促进我国工程领域风险管理理论研究的发展，推进工程项目风险管理水平的提高将会起到积极的作用，产生一定的影响。

以此为序。

中国工程院院士
河海大学学术委员会主任

吴中如

2002年12月

前 言

工程项目从可行性研究、设计、施工到竣工验收，是一个一次性的过程，在这一过程的管理中，通常十分强调按基本建设程序办事，实行规范化和标准化管理，以顺利实现工程建设目标。但不论从工程项目实践，还是从理论的高度来分析，仅这样做还是不够的。工程项目是一开放性的系统，在其实施过程中，不可避免地会受到各种各样的不确定因素的干扰，并引发工程项目的进度、质量和费用控制目标不能实现的风险。因此，如何识别、分析评估风险，进而如何应对和监控这些风险是工程项目管理中较高层次的管理内容。

工程项目风险管理具有极其广泛的研究和应用领域。从工程项目建设的纵向观察，即从整个项目周期角度看，工程项目从可行性研究开始直到竣工验收，均存在风险管理的问题；从工程项目建设的横向分析，即项目的进度、质量和费用管理角度看，每一个方面客观上也要求实行风险管理，以更有效地控制工程建设目标。

工程项目风险管理在国际上开展得已较多，研究也较深入。但在国内，工程项目风险管理的知识还没有得到普及，熟悉或研究工程项目管理风险的人也不多，开始全面实施风险管理的工程项目那就更少，或者说几乎没有。笔者感到，工程项目风险管理方面文献资料缺乏，可能是造成目前这种状况的重要原因之一。鉴于此，笔者结合 10 多

年从事工程项目管理教学和研究，特别是工程项目风险管理方面的探讨，决定编写一本理论和应用相结合的册子，以抛砖引玉。本书一方面将工程项目风险管理的主要理论和方法系统化；另一方面对风险管理理论的应用性研究成果进行了总结，并用较大的篇幅将其作了介绍。

在工程项目实施过程中，参与活动的各方均存在风险，即都有风险管理的问题。在某些情况下，一方的风险可能正是另一方的机会。如，业主/项目法人在合同方面的缺陷，往往是承包人提出索赔的机会。本书主要是站在工程项目的角度去介绍风险管理的理论、方法和应用，并没有特别强调业主、承包人、设计人，还是监理人的风险管理问题。

中国工程院院士吴中如教授欣然为本书作序，这对笔者以极大鼓励。本书在编写过程中参考了许多学者的有关论著。杨高升副教授参加了本书的部分编写。研究生肖亦林、张化强在本书的编写过程中做了大量的工作。对此，一并表示谢意。

工程项目风险管理涉及广泛的学科领域，笔者水平有限，疏漏、错误之处在所难免，恳请读者批评和斧正。

王卓甫

2003年1月于南京

目 录

序

前言

第一章 绪论	1
第一节 工程项目风险	1
第二节 工程项目风险管理	14
第三节 工程项目风险管理的研究进展	21
第二章 工程项目风险识别	25
第一节 风险识别过程	25
第二节 风险识别方法	29
第三节 工程项目目标风险识别	36
第三章 工程项目风险估计 (I) —— 基本原理和方法	41
第一节 工程项目风险估计概述	41
第二节 风险事件发生概率估计方法简介	44
第三节 风险损失的估计	52
第四章 工程项目风险估计 (II) —— 构造概率模型	56
第一节 数据加工处理	56
第二节 项目风险管理常用概率分布	60
第三节 分布类型的选择	72
第四节 参数估计	76
第五节 分布函数的检验	78
第五章 工程项目风险估计 (III) —— MC 方法的应用	83
第一节 MC 方法概述	83
第二节 伪随机数的产生	88
第三节 随机变量的抽样	92
第四节 提高 MC 模拟效率的措施	100
第五节 案例——用 MC 方法估计施工导流风险和堤防	

结构风险	103
第六章 工程项目风险评价	117
第一节 工程项目风险评价概述	117
第二节 工程项目风险评价方法	121
第三节 案例——工程项目进度风险评价	136
第七章 工程项目风险应对（I）——计划与策略	153
第一节 工程项目风险应对概述	153
第二节 工程项目风险规避	156
第三节 工程项目风险转移	160
第四节 工程项目风险缓解	165
第五节 工程项目风险自留	168
第六节 工程项目风险利用	171
第七节 工程项目风险应对措施制定的成果	175
第八章 工程项目风险应对（II）——保险	179
第一节 保险要素和可保风险	179
第二节 工程项目保险的选择	182
第三节 建筑工程一切险	186
第四节 安装工程一切险	196
第九章 工程项目风险监控	201
第一节 工程项目风险监控概述	201
第二节 工程项目风险监控方法	203
第三节 工程项目风险控制措施	211
第十章 工程项目风险管理决策	214
第一节 工程项目风险管理决策概述	214
第二节 工程项目风险管理决策方法	217
第三节 案例——水电工程施工导流方案风险决策	232
附表 1 标准正态分布表	239
附表 2 χ^2 分布表	242
附表 3 t 分布表	244
参考文献	245

第一章 绪 论

工程项目 (Project), 特别是大中型工程项目, 是一极其复杂的系统工程, 其实施是一充满风险的过程。一个工程项目的实施过程可分若干阶段, 而每一阶段又有许多子过程组成。这些确定的子过程的实现一般有规定的程序、工作规程、检查或验收标准等^[1]。对这类常规性的工作, 是程序化和结构化的管理问题, 管理工作的复杂性并不大。但在工程项目实施中, 不可避免地会受到不确定因素的影响, 即, 存在不确定性和风险性的问题, 其管理相当复杂。这一方面在于信息的不完整或信息的相对滞后, 对它们的识别及性质的把握相当困难; 另一方面对它们处理的工具、方法或手段常常是无章可循。因此, 可毫不夸张地说, 工程项目管理中最重要的是对不确定性或风险性问题的分析和管理的。

第一节 工 程 项 目 风 险

一、风险

古人云: “天有不测风云”; 在当今, 人们则常言道: “风险无处不在, 风险无时不有”, “风险会带来灾难, 风险与机会并存”。前者, 虽还没有提及风险的概念, 但其意味着, 人们可能会面临灾祸。这正是对世界事物不确定性和风险性的一定程度的认识, 提醒着人们要有风险意识。后者, 则十分明确地指出了风险的客观性和存在的普遍性。同时, 也揭示了风险是灾难性的, 但事物要生存和发展, 必须面对失败的威胁, 不冒任何风险而取得成功的好事是不存在的。

风险的客观性和存在的普遍性, 以及风险对人们的威胁, 这引起了许多专家学者对其深入进行研究的兴趣, 促进了风险管理

学科的发展。

1. 风险的概念

风险是一外来语,其源于法文的 *risqu *,在 17 世纪中叶被引入到英文,拼写成 *risk*。其最早出现在保险交易中。

许多学者试图用简明扼要的语言对风险的含义作出描述。

- A. H. Mowbray 等在文献[2]中认为,风险是一种不确定。

- J. S. Rosenbloom 在文献[3]中,将风险定义为:损失的不确定。

- F. G. Crane 在文献[4]中称风险是未来损失的不确定。

- C. Arther William 等在文献[5]中将风险定义为:给定情况下的可能结果的差异性。

- 卢有杰等在文献[6]中认为,风险就是活动或事件消极的、人们不希望的后果发生的潜在可能性。

- 黄华明在文献[7]中认为,风险是在特定的客观情况下,在特定的期间内,某种损失发生的可能性。

上述各种对风险的不同描述,其要素可以概括为下列 2 个方面:

- (1) 风险是活动或事件发生的潜在可能性。

- (2) 风险是一种消极的不良的后果。

2. 风险产生的原因

风险是活动或事件发生并产生不良后果的可能性。显然其主要是由不确定活动或事件造成的。而活动或事件的确定或不确定是由信息的完备与否决定的,即风险是由于人们无法充分认识客观事物及其未来的发展变化而引起的。因此,从理论上讲,风险的这种信息的不完备性可以通过各种努力去加以不断完备,但却是无法通过主观努力去使其完备。这主要在于下列 2 方面的原因。

- (1) 人们认识客观事物的能力有局限性。随着科学技术的发展,人们认识世界的能力在不断提高。然而,世界上的任何事物均有其属性,对这些属性,人们首先是用各种数据或信息来描述;其次是通过对这些数据或信息的分析处理,去了解和认识事物,并

预测事物未来的发展和变化。但由于人们认识事物在深度和广度上均有局限性,使得这种描述和分析处理能力均是有限的。工程项目可视为客观事物的集合体。因此,人们对工程项目的认识不可避免地存在信息上的不完备的问题,从而造成人们对工程项目建设的环境缺乏客观认识,对工程项目的实施过程缺乏符合实际的预见,这是导致工程项目出现风险的重要原因。如,对工程地基,人们常是通过局部的勘探,就将其获得的资料数据作为设计的依据。这是工程设计中信息不完备的一个典型例子。当然,事实上也只能这样做,因为由于条件的限制,无法使信息完备,或者是得到完备信息的代价太高,不可能实现。因此,在地质情况较复杂的地方,工程项目建设在地基处理方面就有较大的风险。又如,在水利水电工程建设的水文分析中,人们经常是用历史上几十年水文资料去预测未来的水文状态,从理论上讲,这总是存在着风险的。因为客观世界不断地在发展变化,水文历史系列资料再长,也不可能精确预测未来某一年的水文状态。

(2) 信息本身的滞后性。从信息科学理论出发,信息的不完备性是绝对的,而完备性是相对的。这主要在于信息具有滞后性。因为,人们对客观事物的属性是用数据和信息去描述的,而这种描述仅当事物发生或形成之后才能进行,况且做这种客观的描述也是需要时间才能完成。因此,这种数据或信息的形成总是滞后于事物的形成或发展的,这样就导致了信息出现滞后的现象。从这个意义上说,完全确定的事物是不存在的,对于工程项目更是如此。信息滞后性是造成信息不完备的重要原因之一。

二、工程项目风险概念及其特性

1. 工程项目风险的概念

工程项目风险 (Project Risk), 它是指工程项目在设计、施工和竣工验收等各个阶段可能遭到的风险, 可将其定义为: 在工程项目目标规定的条件下, 该目标不能实现的可能性。为了把工程项目风险作为风险管理的数量化界限, 就有必要引进下列 2 个基本概念。

(1) 工程项目风险率 (Risk Probability)。按照工程项目风险的定义, 其风险率就是在工程项目目标规定的条件下, 该目标不能实现的概率, 用 P_r 表示。

$$P_r = P(X < X_0) \quad (1-1)$$

式中: X 为随机量; X_0 为工程项目目标的计划值或规定的值。

(2) 工程项目风险量 R (Risk Quantification)。 R 是衡量工程项目风险性大小的一个参数, 可将其定义为

$$R = f(P_r, q) \quad (1-2)$$

式中: q 为风险事件发生对项目的影响程度, 即损失值 (Risk Event Value)。

2. 工程项目风险特性

工程项目风险具有下列特性:

(1) 工程项目风险的客观性和必然性。无论是自然界的风暴、洪灾、地震, 还是现实社会生活中的矛盾、冲突, 甚至战争及一些重大的意外事故, 都是不以人的意志为转移的客观实在。随着人们认识世界水平的提高和对风险事件的长期观察, 人们对风险规律性的认识在不断提高, 这为科学管理工程项目风险创造了条件。

(2) 工程项目风险的不确定性。风险活动或事件的发生及其后果都具有不确定性。表现在: 风险事件是否发生、何时发生、发生之后会造成什么样的后果等均是不确定的。但人们可以根据历史数据和经验, 对工程项目发生的可能性和损失的严重程度作出一定程度上的分析和预测。

(3) 工程项目风险的可变性。在一定条件下任何事物总是会发展变化的。风险活动或事件也不例外, 当引起风险的因素发生变化时, 必然会导致风险的变化。风险的可变性集中表现在: ① 风险性质的变化; ② 风险后果的变化; ③ 出现了新的风险或风险因素已经消除。

(4) 工程项目风险的相对性。这表现在:

1) 风险主体是相对的。风险总是相对于事件的主体而言的,

同样的不确定事件对不同的主体有不同的影响。如工程合同的某些缺陷,可能为承包人索赔创造了条件。这对工程项目业主而言是一种风险,但对承包人而言是一个机会。

2) 风险大小是相对的。人们对于风险活动或事件都有一定的承受能力,但是这种能力因活动、人和时间而异。如某一房产开发项目遇到了销路不畅的风险,对于具有多个房地产项目的大公司而言,可能还有几个做得较成功的项目,因此无关紧要;但对仅有这1~2个项目的小公司来说,则可能会导致其破产。

(5) 工程项目风险的阶段性。风险的阶段性是指风险的发展是分阶段的,通常认为包括3个阶段:

1) 潜在风险阶段。其是指风险正在酝酿之中,但尚未发生的阶段。该阶段是没有损失的,但是潜在风险可以逐步发展变化,最终进入风险发生阶段。

2) 风险发生阶段。其是指风险已变成现实,事件正在发展的阶段。此时风险正在发生,但其后果还没有形成。若不正确应对,风险就会造成后果。这一阶段一般认为持续时间较短。

3) 造成后果阶段。其是指已经造成了人身、财产或其它损失或伤害的阶段。通常这一后果的产生是无法挽回的,只能设法减少损失或伤害的程度。

三、工程项目风险的分类

(一) 常见风险分类

为方便研究和风险管理,人们经常对社会生产和生活中遇见的风险进行分类。从不同角度或根据不同标准,可将风险分成不同的类型。表1-1是常见一般风险分类表。

(二) 工程项目风险分类

从工程项目风险管理需要出发,可将工程项目风险分为项目外风险和项目内风险。

1. 工程项目外风险

工程项目外风险即由工程项目建设环境(或条件)的不确定性而引起的风险,包括:

表 1-1 一般风险分类

分类方法 或依据	风 险 类 型	特 点
按风险 性质分类	纯粹风险(Pure Risk)	只会造成损失,而不会带来机会或收益
	投机风险 (Speculative Risk)	可能带来机会,获得利益;但又可能隐含 威胁,造成损失
按风险 来源分类	自然风险(Natural Risk)	由于自然力的作用,造成财产毁损或人员 伤亡
	人为风险(Personal Risk)	由于人的活动而带来的风险是人为风险。 人为风险又可以分为行为风险、经济风险、 技术风险、政治风险和组织风险等
按风险 事件主体 的承受 能力分类	可接受风险 (Acceptable Risk)	低于一定限度的风险
	不可接受风险 (Unacceptable Risk)	超过所能承担的最大损失或和目标偏差 巨大的风险
按风险 对象分类	财产风险(Property Risk)	财产所遭受的损害、破坏或贬值的风险
	人身风险(Life Risk)	疾病、伤残、死亡所引起的风险
	责任风险(Liability Risk)	法人或自然人的行为违背了法律、合同或 道义上的规定,给他人造成财产损失或人身 伤害
按技术因素 对风险影响 分类	技术风险 (Technology Risk)	由于技术原因形成的风险,属人为风险
	非技术风险 (Non-technology Risk)	非技术原因而引起的风险

(1) 政治风险(Political Risk)。这类风险由下列诸因素引起:

- 1) 政府或主管部门对工程项目干预太多,指挥不当。
- 2) 工程建设体制、工程建设政策法规发生变化或不合理。
- 3) 在国际工程中,国家间的关系发生变化等。

(2) 自然风险。其通常由下列原因所引起:

1) 恶劣的气象条件(Climatic Condition)。如严寒无法施工,台风、暴雨都会给施工带来困难或损失。

2) 恶劣的现场条件(Site Condition)。如施工用水用电供应的不稳定性,工程不利的地质条件;又如洪水、泥石流等。

3) 不利的地理位置 (Location)。如工程地点十分偏僻, 交通十分不利等。

4) 地震 (Earthquake)。

(3) 经济风险 (Economic Risk)。其主要产生于下列原因:

1) 宏观经济形势不利, 如整个国家的经济发展不景气。

2) 投资环境 (Investment Environment) 差。工程投资环境包括硬环境 (如交通、电力供应、通讯等条件) 和软环境 (如地方政府对工程的开发建设的态度等)。

3) 原材料价格 (Cost of Raw Materials) 不正常上涨。如, 建筑钢材价格不断攀升。

4) 通货膨胀 (Currency Inflation) 幅度过大, 税收 (Taxation) 提高过多。

5) 投资回收期 (Investment Recovery Period) 长, 属长线工程, 预期投资回报难以实现。

6) 资金筹措困难等。

2. 工程项目内风险

对工程项目内风险, 根据技术因素的影响和工程项目目标的实现程度又可对其进行分类。

(1) 按技术因素对工程项目风险的影响, 可将工程项目风险分为技术风险和非技术风险。

1) 工程项目的技术风险。工程项目技术风险是指技术条件的不确定而引起可能的损失或工程项目目标不能实现的可能性。主要表现在工程方案选择、工程设计、工程施工等过程中, 在技术标准的选择、分析计算模型的采用、安全系数的确定等问题上出现偏差而形成的风险。引起技术风险的因素可分为可行性研究、设计、施工等方面, 而引起技术风险的事件又很多。表 1-2 作为示例, 给出了与技术风险因素相对应的风险事件。工程的安全和经济是一对矛盾。工程项目的技术风险一直受到广泛的重视, 许多工程技术人员在进行研究, 试图找到经济 and 安全的统一。在一些工程上, 工程技术人员可能是片面强调工程优化, 即工程的经济性, 而

给工程项目可靠性或工程的实施带来较大的风险。如某大桥工程,设计人员一味追求优化的效果,而忽视工程施工的差异性,结果正在施工的桥面将要对接合成前,在已施工的桥面上就出现了裂缝,造成了较大的经济损失。在另一些工程上,工程技术人员可能会片面强调可靠性,而忽略了经济性。科学的工程项目管理理念是追求可靠性与经济性或风险性与经济性的统一。

表 1-2 技术风险事件示例表

风险因素	典 型 风 险 事 件
可行性研究	基础数据不完整、不可靠;分析模型不合理;预测结果不准等
设 计	设计内容不全;设计存在缺陷、错误和遗漏;规范、标准选择不当;安全系数选择不合理;有关地质的数据不足或不可靠;未考虑施工的可能性
施 工	施工工艺落后;不合理的施工技术和方案,施工安全措施不当;应用新技术、新方法失败;未考虑施工现场的实际情况
其 它	工艺设计未达到先进指标、工艺流程不合理、工程质量检验和工程验收未达到规定要求等

2) 工程项目的非技术风险。工程项目非技术风险是指在计划、组织、管理、协调等非技术条件的不确定而引起工程项目目标不能实现的可能性。表 1-3 给出了非技术风险事件示例。

表 1-3 非技术风险事件示例表

风险因素	典 型 风 险 事 件
项目组织管理	缺乏项目管理能力;组织不适当,关键岗位人员经常更换;项目目标不适当,加之控制不力;不适当的项目规划或安排;缺乏项目管理协调
进度计划	管理不力造成工期滞后;进度调整规则不适当;劳动力缺乏或劳动生产率低下,材料供应跟不上;设计图纸供应滞后;不可预见的现场条件;施工场地太小或交通线路不满足要求
成本控制	工期的延误;不适当的工程变更;不适当的工程支付;承包人的索赔;预算偏低;管理缺乏经验;不适当的采购策略;项目外部条件发生变化
其它因素	施工干扰;资金短缺;无偿债能力