

高等学校工程管理专业规划教材

Gaodeng Xuexiao Gongcheng  
Guanli Zhuanye Guihua Jiaocai

# 工程风险评估与控制

天津大学 余建星 主编

中国建筑工业出版社

高等学校工程管理专业规划教材

# 工程风险评估与控制

天津大学 余建星 主编

中国建筑工业出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

工程风险评估与控制/余建星主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2009  
高等学校工程管理专业规划教材  
ISBN 978-7-112-10688-2

I. 工… II. 余… III. ①建筑工程—项目管理—风险分析—高等学校—教材②建筑工程—项目管理: 风险管理—高等学校—教材 IV. TU71

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 026613 号

本书以整个工程项目生命周期为主线, 首先介绍项目风险管理的基本原理、方法、内容, 然后着重叙述项目风险分析、风险评价、风险评估、风险决策、风险控制等项目的全部风险管理流程, 较系统地阐述了工程项目风险管理的理论、技术、内容及方法, 并结合我国的实际情况, 在相关章节附有案例应用分析, 以使读者加深理解并增强本书的实用性。

本书注重将项目风险管理的理论与工程实践相结合, 力求深入浅出、通俗易懂, 可供高等学校工程管理、技术经济、土木工程、水利工程、船舶与海洋工程、港口航道工程等相关专业的师生作为教材使用, 也可供领导决策者、专业技术人员、科技工作者学习和参考。

\* \* \*

责任编辑: 王 跃 牛 松  
责任设计: 赵明霞  
责任校对: 兰曼利 陈晶晶

高等学校工程管理专业规划教材

## 工程风险评估与控制

天津大学 余建星 主编

\*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京永峥排版公司制版

北京富生印刷厂印刷

\*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 12 $\frac{3}{4}$  插页: 1 字数: 318 千字

2009 年 7 月第一版 2009 年 7 月第一次印刷

定价: 22.00 元

ISBN 978-7-112-10688-2

(17622)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码: 100037)

## 前 言

目前我国土木建筑、水利、船舶与海洋、港口航道等工程处于开发建设的高潮，大型工程事故时有发生。在大型工程建设中，由于未来充满着不确定性，因此风险无处不在，无时不有。风险如不被人所认知，并及时采取相应措施，将带来巨大的人员伤亡、财产损失，还可能对环境产生破坏；反之，若风险得到科学管理，就可实现以最小的经济代价取得安全可靠的保障，实现安全可靠性与经济性的完美统一。

风险评估与控制起源于 20 世纪 50 年代的美国，迄今已得到迅速发展，目前是国内外各行各业的研究热点，在现代管理活动中，占据着越来越重要的地位。

工程风险评估与控制（Project Risk Assessment and Control）是在综合经济学、结构系统可靠性原理、管理学、行为科学、运筹学、概率统计、计算机科学、系统论、控制论、信息论等多学科和现代工程技术的基础上，结合现代工程建设项目和高科技开发项目的实际，逐步形成的边缘性学科。它既是一门新兴的管理科学，又是项目管理的一个重要分支，更是项目经理们必备的一项攸关企业生命的决策技术。工程风险评估与控制的目标是控制和处理项目不确定性而引发风险，防止和减少损失，减轻或消除风险的不利影响，以最低成本取得对项目安全保障的满意结果，保障项目的顺利进行。

在欧美国家，项目风险评估与控制已被广泛应用到核工业、航天、国防、海洋工程、石油、大型工程建设等重要领域和高科技开发项目中。1998 年以后，在美国实施大型工程项目，如果不进行风险评估和管理就构成违法行为，要追究管理者的法律责任。随着社会发展、技术进步，项目风险评估与控制理论研究逐步向系统化、定量化、专业化方向发展、完善。在我国，项目风险管理起步较晚，目前对项目风险管理的研究还是一个薄弱环节，亟待深入、加强。

本书正是基于以上认识而编写的，力求全面系统、深入浅出，并将有关基础知识编入书中，以便读者阅读、参考。作者在参考国内外现有资料的基础上，将编写组所完成的国家重大专项、国家 863 项目、国家自然科学基金项目、省部级攻关项目的成果反映在本书中。书中以整个项目生命周期为主线，涵盖了项目风险分析、风险评价、风险评估、风险决策等项目的全部风险管理的流程，较系统地阐述了工程项目风险管理的理论、技术、内容及方法，并结合我国的实际情况，在相关章节附有案例应用分析，以使读者加深理解并增强本书的实用性。

本书在编写过程中，参阅了国内外专家、学者关于工程项目风险管理的大量著作和论述，特别是得到上海交通大学秦士元教授的悉心指导；在出版过程中，得到了中国建筑工程出版社的大力支持，在此一一表示感谢！

本书由主编余建星作整体规划及技术把关，山东大学土木工程学院院长王有志教授审稿，余建星、吴海欣统纂定稿；另外，郭钰、田佳、杜尊峰、冯加果等人也参与了本书的编写与校对工作。

本书虽经作者所在课题组多年实践，经过了多个成功案例验证，但由于工程风险评估与控制属于新学科领域，限于作者水平，书中难免存在疏漏之处，敬请各位专家、读者惠予指正。

# 目 录

|                                        |    |
|----------------------------------------|----|
| 第一章 概 述 .....                          | 1  |
| 第一节 风险管理概述 .....                       | 1  |
| 第二节 项目风险管理 .....                       | 9  |
| 第二章 风险分析 .....                         | 13 |
| 第一节 风险分析及方法综述 .....                    | 13 |
| 第二节 风险辨识 .....                         | 15 |
| 第三节 风险估计 .....                         | 23 |
| 第三章 事故损失评价 <sup>[46]</sup> .....       | 27 |
| 第一节 事故损失的概念和分类 .....                   | 27 |
| 第二节 事故经济损失评估计算 .....                   | 28 |
| 第三节 事故非经济因素的损失评价 .....                 | 33 |
| 第四章 层次分析法 .....                        | 39 |
| 第一节 概 述 <sup>[47]</sup> .....          | 39 |
| 第二节 AHP 的基本步骤 .....                    | 40 |
| 第三节 AHP 方法的基本原理 <sup>[47]</sup> .....  | 43 |
| 第五章 风险评价 .....                         | 47 |
| 第一节 风险标准 .....                         | 47 |
| 第二节 概率风险评价 .....                       | 49 |
| 第三节 模糊风险评价 .....                       | 50 |
| 第四节 风险评价方法 .....                       | 53 |
| 第六章 系统分析方法简介 .....                     | 56 |
| 第一节 关于系统的概念 .....                      | 57 |
| 第二节 系统分析的内容和步骤 .....                   | 58 |
| 第三节 系统分析的方法 .....                      | 62 |
| 第七章 费用—效益分析方法及其应用 <sup>[1]</sup> ..... | 65 |
| 第一节 系统的经济性评价 .....                     | 65 |
| 第二节 效用函数及评价指标综合 .....                  | 71 |
| 第三节 模糊综合评价 .....                       | 76 |
| 第四节 海上油田开发钻井装置的评价分析示例 .....            | 79 |
| 第五节 进口磷酸江海联运技术经济分析示例 .....             | 83 |
| 第八章 一维搜索方法 <sup>[1]</sup> .....        | 86 |
| 第一节 穷举搜索法 .....                        | 87 |
| 第二节 对分搜索法 .....                        | 88 |

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| 第三节 黄金分割搜索法 .....                    | 90  |
| 第四节 斐波那契 (Fibonacci) 搜索法 .....       | 92  |
| 第五节 抛物线拟合搜索法 .....                   | 97  |
| 第九章 无约束的多维搜索方法 <sup>[1]</sup> .....  | 101 |
| 第一节 应用直接搜索法的多维最优化方法 .....            | 101 |
| 第二节 应用梯度搜索法的多维最优化方法 .....            | 111 |
| 第十章 非线性规划算法及其应用 <sup>[1]</sup> ..... | 127 |
| 第一节 罚函数法 .....                       | 127 |
| 第二节 序列综合约束双下降法 (SCDD 法) .....        | 133 |
| 第三节 推广的缩维梯度法 (简称 GRG 法) .....        | 134 |
| 第四节 非线性规划算法的效用研究 .....               | 137 |
| 第五节 船舶运输系统的最优性和次优性研究示例 .....         | 139 |
| 第十一章 风险决策 .....                      | 146 |
| 第一节 风险决策概述 .....                     | 146 |
| 第二节 风险决策方法的种类 <sup>[13]</sup> .....  | 147 |
| 第三节 风险决策的基本程序 .....                  | 149 |
| 第四节 风险决策流程图 .....                    | 150 |
| 第十二章 工程项目风险管理案例 .....                | 152 |
| 第一节 某海洋石油工程项目风险评估 .....              | 152 |
| 第二节 天津市重点基础设施建设项目风险评估 .....          | 156 |
| 第三节 某大型航运企业 (安全) 风险评估 .....          | 166 |
| 第四节 南水北调中线工程施工阶段环境风险分析 .....         | 173 |
| 第五节 公路路基工程风险评估 .....                 | 175 |
| 第六节 某输气管道铺设过程风险分析 .....              | 180 |
| 第七节 某码头风险分析 .....                    | 183 |
| 第八节 某国道改线风险评估报告 .....                | 187 |
| 参考文献 .....                           | 194 |

# 第一章 概 述

## 第一节 风险管理概述

风险管理 (Risk Management) 是 20 世纪 50 年代前后从美、德等国发展起来的管理方法, 是项目管理的一个重要组成部分。目前, 在理论和实践方面均有很大的进展, 逐渐成为各国政府和企业高度重视的管理方法, 为世人所瞩目。

### 一、风险管理的基本概念

#### 1. 风险 (Risk)

风险是指人们从事某项活动时, 在一定时间内给人类带来的危害。这种危害不仅取决于事件发生的频率, 而且与事件发生后造成的后果大小有关, 所以通常把风险  $R$  (Risk) 定义为风险事件发生的概率  $P$  (Possibility) 和事件后果  $C$  (Consequence) 的乘积, 即:

风险值 = 风险发生概率  $\times$  风险后果

$$R = \sum_{i=1}^n P_i \times C_i \quad (1-1)$$

式中  $R$ ——风险事件的风险值;

$P_i$ ——该风险事件可能出现各类风险事故的概率;

$C_i$ ——该风险事件可能出现各类风险事故的后果指数。

风险又可分为企业风险 (或称个人风险) 和社会风险两类。企业风险是指在一定的时间内由于发生了某一确定的事件而给企业带来的损失, 社会风险是指发生了某一确定事件后给社会带来的损失。

应该注意的是“危险”, 危险是风险存在的前提。危险可定义为“可产生潜在损失的特征或一组特征”。危险事件包括: 人员伤亡、财产损失、对环境的破坏、对生产的影响等不愿意发生的事件。危险转变为现实的概率的大小及损失严重程度的综合称为风险。危险是无法改变的, 而风险却在很大程度上可随人们的意志而改变。也就是说, 按照人们的意志可以改变事故发生的概率, 控制事故损失的程度。通常的做法是把风险限定在一定的水平上, 然后研究影响风险的各种因素, 通过优化找出最佳的投资方案。

#### 2. 风险分析 (Risk Analysis)

风险分析是指对给定系统进行危险辨识、概率计算、后果估计的全过程。是一种基于数据资料、运行经验、直观认识的科学方法。通过将风险量化, 便于进行分析、比较, 为风险管理的科学决策提供可靠的依据, 以能够合理运用有限的人力、物力和财力等资源条件, 采取最为适当的措施, 达到有效地减少风险的目的。

风险分析的基本方法包括:

##### 1) 系统初步危害分析。

- 2) 系统事故链、事件树和故障树分析。
- 3) 系统事故后果分析。
- 4) 系统失效模式与效应分析。
- 5) 危害度分析。
- 6) 原因-后果分析。

### 3. 风险辨识 (Risk Identification)

风险辨识是进行风险分析的首要工作。指对给定系统进行危险辨识、概率计算、后果估计的全过程。在系统中可能产生风险的因素很多,后果严重程度各异。在分析过程中,不应漏掉任何一个主要因素。但也不能每一个因素都考虑,要抓住主要矛盾,对系统进行科学的分析与专家调查。

风险辨识的主要方法有:故障树法、事件树法、智暴法、德尔菲法等。

对系统进行风险辨识的主要步骤包括:

- 1) 收集全部资料,查清楚未知数的数量。
- 2) 确定研究目标的变量和关键性变量。
- 3) 根据其工艺、过程、结构系统等建立分析模型。
- 4) 计算其风险概率。

### 4. 风险估计 (Risk Prophecy)

风险估计应包含事件发生的概率和关于事件后果的估计两个方面。基于客观概率对风险进行估计就是客观估计;基于主观概率进行估计就是主观估计;部分采用客观概率、部分采用主观概率所进行的风险估计称之为合成估计。

#### (1) 频率分析

频率分析是指应用相关理论与方法,结合直接经验和间接经验,对特定系统危险事件发生的频率或概率进行分析与判别。

#### (2) 后果估计

分析特定危险在特定环境下,可能导致的各种事故后果及其可能造成的损失,包括情景分析和损失分析。

- 1) 情景分析:分析特定危险在特定环境下可能导致的各种后果。
- 2) 损失分析:分析特定后果对其他事物的影响;并进一步得出其对某部分造成的损失。

### 5. 风险评价 (Risk Evaluation)

在风险分析的基础上,确定相应的风险评价标准。对有关因素进行量化、计算,进而计算出系统的风险概率、风险后果和风险值,判断该系统的风险是否可被接受,是否需要采取进一步的安全措施。

### 6. 风险评估 (Risk Estimate)

风险评估就是指风险分析与风险评价的全过程。

### 7. 风险控制 (Risk Control)

在风险评估的基础上,针对性地提出措施和对策,降低风险的过程称为风险控制。实现风险控制的主要方法有:风险回避、损失控制、损失预防、风险转移和风险自留。

### 8. 风险管理 (Risk Management)

风险管理包括风险评估和风险控制的全过程，它是一个以最低成本将风险控制在最合理水平的动态过程。通过风险管理，能够有效地将风险控制在决策者预定的界限之内，实现以最小成本获得最大安全保障。

### 9. 风险管理内容层次图

风险管理的基本内容包括：风险分析、风险评价和风险控制。图 1-1 为风险管理的内容层次图。

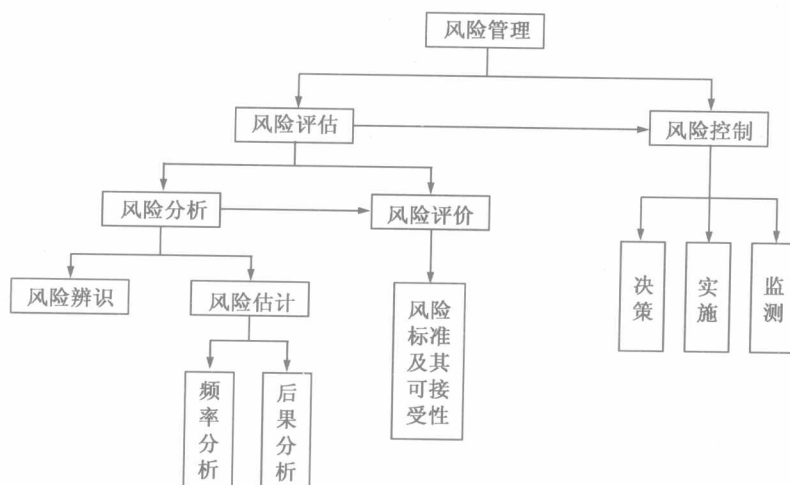


图 1-1 风险管理的内容层次图

### 10. 风险管理周期图

根据系统分析和决策的关系图，风险管理周期可以用风险分析、风险评价和风险决策三个阶段来实现，如图 1-2 所示。风险管理系统活动包括决策活动和执行活动。其中决策是管理的核心，决策活动的可靠程度，以及决策后果的好坏，在很大程度上取决于系统分析活动的科学性和艺术性。所以系统分析活动与决策过程必然是紧密联系。

### 二、风险分类

为了有效地进行风险管理，对各种风险进行分类是必要的。只有这样才能对不同的风险采取不同的处置措施，实现风险管理目标的要求。按照不同的分类标准，风险分类也有所不同。

#### 1. 按风险的存在性质划分

1) 客观风险 (Objective Risk)，指实际结果与预测结果之间的相对差异和变动程度。这种变动程度越大，风险就越大；反之，风险就越小。

2) 主观风险 (Subjective Risk)，指一种由精神和心理状态所引起的不确定性。它是指人们往往对某种偶然的不幸事件造成损害的后果在主观方面有所忧虑。虽然人们可以借助概率论的数学方法将损失的不确定性加以测定，但对于具体的某一风险究竟产生什么后果，仍然不能确定，充满忧虑，也就是存在主观风险。

#### 2. 按风险的对象划分

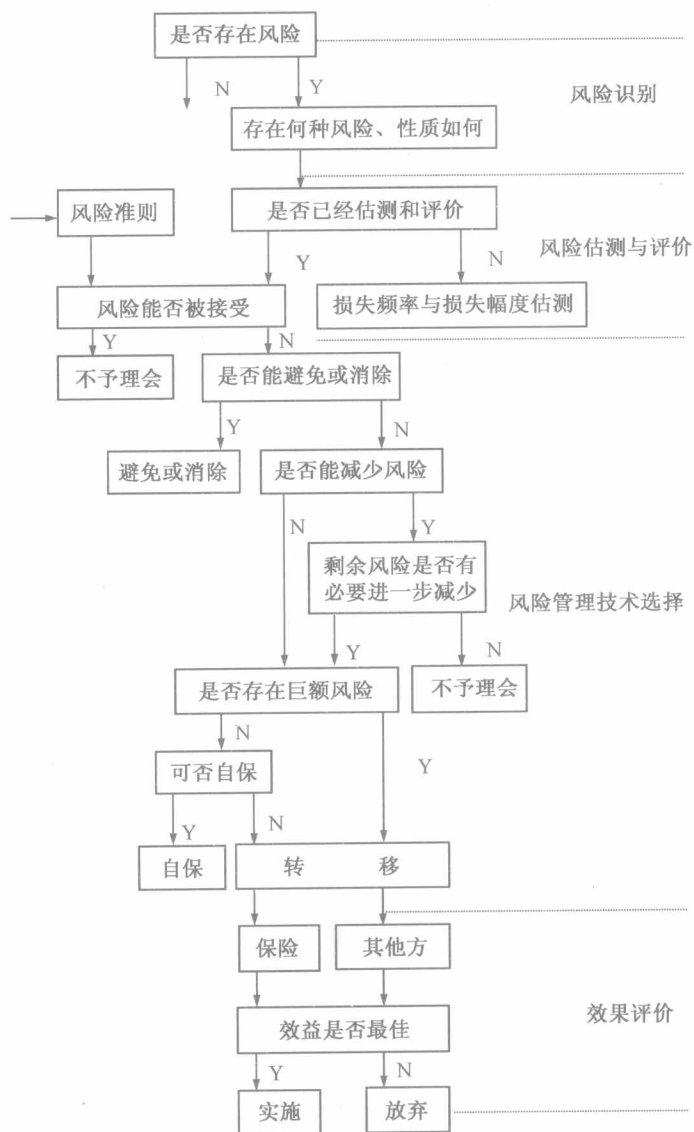


图 1-2 风险管理周期图

1) 财产风险 (Property Risk), 指财产发生损毁、灭失和贬值的风险。如房屋、设备、运输工具、家具及某些无形资产因自然灾害或意外事故而遭受损失。

2) 人身风险 (Life Risk), 指人的生、老、病、死, 即疾病、伤残、死亡等所产生的风险。虽然这是人生中不可避免的必然现象, 但由于何时何地发生并不确定, 而一旦发生, 则会给家庭和经济实体带来很大的损失。

3) 责任风险 (Liability Risk), 指由于团体或个人违背法律、合同或道义上的规定, 形成侵权行为, 造成他人的财产损失或人身伤害, 在法律上负有经济赔偿责任的风险。责任风险还可细分为过失责任风险和无过失责任风险。前者指团体或个人因疏忽、过失致使

他人财产受到损失或人身受到伤害；后者则指绝对责任风险，如根据法律或合同的规定，雇主对其雇员在从事工作范围内的活动中，造成身体伤害所承担的经济责任。

4) 信用风险 (Credit Risk)，指权利人与义务人在经济交往中由于一方违约或犯罪而对对方造成经济损失的风险。

### 3. 按风险产生的根源划分

1) 政治风险 (Political Risk)，指因政治方面的各种事件和原因而导致的意外损失。

2) 经济风险 (Economic Risk)，一般指在商品的生产和购销过程中，由于经营管理不力，市场预测失误、价格变动或消费需求变化等因素导致经济损失的风险，以及外汇汇率变动及通货膨胀而引起的风险。

3) 管理风险 (Administrative Risk)，通常指人们在经营过程中，因不能适应客观形势的变化或因主观判断失误或对已发生的事件处理欠妥而构成的威胁。

4) 自然风险 (Natural Risk)，指出于自然力的非规则运动所引起的自然现象或物理现象导致的风险。如风暴、火灾、洪水等所导致的物质损毁、人员伤亡的风险。

5) 社会风险 (Society Risk)，包括所处的社会背景、秩序、宗教信仰、风俗习惯及人际关系等由于反常行为等所造成的风险。如抢劫、罢工、战争、盗窃、玩忽职守等。

### 4. 按风险的性质划分

1) 静态风险 (Pure Risk)，又称纯粹风险。这种风险只有损失的可能而无获利的可能。也就是说，它所导致的后果只有两种：一种是损失，一种是无损失，是纯损失风险。静态风险的产生一般与自然力的破坏或人们的行为失误有关。静态风险的变化较有规则，可利用概率论中的大数法则预测风险频率，它是风险管理的主要对象。

2) 动态风险 (Dynamic Risk)，又称投机风险，指既有损失可能又有获利可能的风险。它所导致的结果包括损失、无损失、获利三种。如股票买卖、股票行情的变化既能给股票持有者带来盈利，也可能带来损失。动态风险常与经济、政治、科技及社会的运动密切相关，远比静态风险复杂，多为不规则的、多变的运动，很难用大数法则进行预测。动态风险在某些国家（如美国）不作为风险管理的对象。

### 5. 按对风险的承受能力划分

1) 可接受的风险 (Acceptable Risk)，指经济单位在对自身承受能力、财务状况进行充分分析研究的基础上，确认能够承受最大损失的限度，凡低于这一限度的风险称为可接受的风险。

2) 不可接受的风险 (Unacceptable Risk)，与可接受的风险相对应，是指风险已经超过经济单位在研究自身承受能力、财务状况的基础上所确认的承受最大损失的限度，这种风险不可接受。

### 6. 按对风险信息量的了解程度划分

1) 可视风险。

2) 真正风险。

“可视风险”和“真正风险”的差别在于用于定义对所期望结果的不确定性的程度的信息量的数量不一样。一个 BOT (Build—Operate—Transfer, 建设—运营—移交) 项目的成功经常是依靠项目执行者准确及时地利用现有信息和掌握分析能力（或意愿），大大减少“可视风险”，因而资源能被有效地用来处理“真正风险”。

在实际的项目操作过程中,还可将风险划分为“不可控制风险”和“可控制风险。”

### 三、风险管理现状与趋势

纵观几十年风险管理学科的发展历程,风险管理呈现出研究领域逐步延伸、研究范围不断扩大、分析模型日渐成熟的三大趋势。

(一) 风险管理由发达国家向发展中国家延伸

1. 风险管理起源于发达国家

美国是风险管理的发源地,其发展历程如下:

1) 1950 年——莫布雷 (Mowbray) 等人合著的《保险学》一书中阐述了“风险管理”的概念。

2) 1960 年——美国保险管理协会 (American Society of Insurance Management, 简称 ASIM) 纽约分社与亚普沙那大学 (Upsala) 合作并首次试验开设为期十二周的风险管理课程。

3) 1961 年——印第安纳大学赫奇斯教授 (J. Edward Hedges) 主持成立了 ASIM 的“风险及保险学课程概念”特别委员会,并发表《风险与保险学课程概念》一文,为该学科领域的培训与教育指明方向。

4) 1963 年——梅尔 (Mohr) 和赫奇斯 (Hedges) 合著《Risk Management in Business Enterprise》。该书后来成为该学科领域影响最为深远的历史文献。

5) 1982 年——美国保险管理协会 (ASIM) 更名为风险与保险管理协会 (“Risk & Insurance Management Society, 简称 RIMS”),这标志着风险管理从原来意义上的用保险方式处置风险转变到真正按照风险管理的方式处置风险。

6) 1983 年——美国 RIMS 年会上世界各国专家学者共同讨论并通过了“101 风险管理准则”,以作为各国风险管理一般准则 (其中包括风险识别与衡量、风险控制、风险财务处理、索赔管理、职工福利、退休年金、国际风险管理、行政事务处理、保险单条款安排技巧、交通、管理哲学等)。

值得一提的是美国在风险管理的职业教育与培训方面是相当出色的。20 世纪 70 年代中期全美的多数大学工商管理学院及保险系都已普遍开设风险管理课程,为工商企业输送了大批专门人才。宾夕法尼亚大学的保险学院还举办风险管理资格考试,如果通过该项考试即可获得 ARM (Associate in Risk Management) 学位证书,该证书具有相当的权威,获得证书即表明已在风险管理领域取得一定的资格,为全美和西方国家认可,是从业的重要依据。

与美国相比,英国的风险研究有其自己的特色。在《Risk Analysis for Large Projects: Models, Methods and Cases》一书中,南安普敦大学会计与管理科学系主任 C. B. Chapman 教授提出了“风险工程”的概念,他认为风险工程是对各种风险分析技术的集成,以更有效风险管理为目的,范围更广,方式更加灵活。该框架模型的构建弥补了单一过程的风险分析技术的不足,使得在较高层次上大规模地应用风险分析领域的研究成果成为可能,英国除了有自己的成熟理论体系外,许多学者还注意把风险分析研究成果应用到大型的工程项目当中。如,1986 年在北海油田输油管道的铺设过程中,由于采用了风险分析的方法,从而提高了该项目的安全系数,而且降低了成本。此外,英国工商业界开展风险管理活动也是十分活跃,设有工商业风险经理和保险协会 (AIRMIC)、特许保险学会等,为推动本国的风险管理作出了卓越贡献。英美两国的风险研究方面各有所长,且具有很强的互

补性,代表了该学科领域的两个主流。

德、法、日等发达国家的风险管理都是在美国理论体系下发展起来的。日本继承了美国的“风险管理”模式。1988年日本风险管理学会成立。1990年关西大学教授龟井利明出版了《风险管理的理论与实务》一书。各大学也相继开设了风险管理课程。像其他的西方先进理论技术一样,“风险管理”在日本起步虽晚,但成果颇丰,逐渐形成了一套适合其自身的理论体系。

## 2. 风险研究在发展中国家和地区

发达国家在风险管理方面的丰硕成果对发展中国家的新兴工业有着很强的吸引力。随着跨国公司的扩张和垄断资本的输出,风险管理也很自然地被带到了这些国家和地区。

中国台湾省的风险管理在20世纪80年代中期从美国传入。美籍华人段开龄博士是美国风险管理运动的早期参与者之一。段博士在岛内发起并推动了风险管理运动,其间论文、著作颇多,尤以宋明哲先生的《风险管理》一书最具代表性。与美国不同的是,美国的风险管理运动发源于企业界,然后才有该领域的研究和探讨,而台湾却恰恰相反,尽管在学术界十分活跃,但在实际应用中成效并不显著。正如段博士所指出的“迄至目前,风险管理的观念及实务,仍为台湾的工商企业漠视,未能积极付诸实施”。

1987年为推动风险管理在发展中国家的推广和普及,联合国出版了关于风险管理的研究报告《The Promotion of Risk Management in Developing Countries》(UNCTST Decumbent NO. TO/B/C/3/218 of 14<sup>th</sup> January 1987)。

## 3. 我国对风险、风险管理研究的现状与发展

在我国,随着经济的开放、搞活和建设事业的进一步发展,科学技术不断进步,复杂的大型综合工程项目(如三峡工程)的上马和大型企业集团的组建,甚至我们国家整个改革开放大业,都是一项复杂的系统工程,都需要认真考虑风险问题。1994年,我国陆上油田管理部门开始着手风险分析和管理探索,并委托天津大学海洋与船舶工程系进行“淮河跨越大桥的安全寿命与风险分析”,节约了上亿元的重建费,之后又委托天津大学建筑工程学院完成了管道系统的安全风险评估方法研究。我们在借鉴国外研究成果的基础上,逐渐形成适合我国的风险评估体系。

从以上风险研究的发展历程可以看出,工业化水平的提高,是风险研究发展的第一推动力,人们在追求高度现代化文明的同时,不能不重视与推动对风险管理这一现代化科学管理技术的研究和应用。

### (二) 风险研究的领域不断扩大

#### 1. 由单一的企业风险研究转向个人、家庭及社会的多主体多角度的风险研究

尽管企业风险管理一直是该学科领域发展的主导方向,但近年来各方面表现出来的对个人风险、家庭风险及社会风险的重视说明风险管理研究的重点正走向多极化。

#### 2. 由传统风险行业向其他新兴行业扩展

风险管理学科的发展与工业化进程是同步的,20世纪60年代以来大规模集成电路及计算机技术的发展给工业发展注入了新的活力,同时也为风险管理提供了广阔的发展前景。20世纪80年代以前风险研究还主要集中在核能、化工、军工等技术含量高的新兴行业进行。同时随着人们对身体健康生活环境的关注和要求日益提高,农业及医疗卫生的风险研究也迅速发展起来,各方面专著及大型国际年会、专题研讨会进一步推动了该学科的

交流与发展。

(三) 风险分析模型技术日益丰富并逐渐趋于成熟

现代数学和计算机技术的迅猛发展为风险研究提供了大量的模型技术。

1992 年英国雷汀 (Reading) 大学建筑管理工程系教授 Steve J Simister 进行了一项风险分析模型技术应用方面的调查。调查的对象是英国项目管理者协会的 37 名会员。这里引用其中的两部分调查结果。

1. 风险分析模型技术应用情况

从表 1-1 可以看出一些传统的技术仍是风险分析的主要工具, 如对照表法、蒙特卡罗模拟、计划评审技术和敏感性分析等。这些技术的特点是方法简单、易于理解、数据采集较容易, 而且有相当比较成熟的计算机软件支持, 其他一些相对较高的技术不如传统方法应用广泛, 但新方法数学抽象能力强, 对一些复杂的项目系统具有很强的描述能力, 而且有的模型还可以给管理者提供直接的决策支持。

2. 新模型技术的应用

最新资料表明, 一些新的模型技术也开始取得应用成果:

(1) 综合应急评审与响应技术 (Snergistic Contingency Evaluation and Response Techniques, 简称: SCERT)

是由 1976 年 C. B. Chapman 等人提出的。它通过活动/风险/响应图把活动、风险、对策有效地联系起来, 以达到控制风险、降低风险损失的最终目的。

工程风险分析技术一览表 表 1-1

| 分析技术   | 使用情况 (%) |    |    |    |    |    |    |    |    |
|--------|----------|----|----|----|----|----|----|----|----|
|        | A        | B  | C  | D  | E  |    |    |    |    |
|        |          |    |    |    | 0  | 1  | 2  | 3  | 4  |
| 保险对照表  | 76       |    | 10 | 4  | 8  | 56 | 44 |    |    |
| 智暴法    | 40       |    | 48 | 2  | 28 | 8  | 4  | 16 |    |
| 事件树    | 49       |    | 48 |    | 16 | 16 | 16 | 16 |    |
| 模糊数学   | 41       |    | 53 | 4  |    | 36 | 41 | 31 | 46 |
| 影响图    | 27       |    | 48 | 25 | 24 | 12 | 20 | 8  | 12 |
| 蒙特卡罗模拟 | 8        | 44 | 46 |    |    | 40 | 56 | 52 | 12 |
| 德尔菲法   | 64       |    | 34 | 2  |    | 16 | 20 | 55 | 69 |
| 事故树法   | 54       | 2  | 24 |    |    | 36 | 56 | 52 | 4  |
| 敏感性分析  | 60       | 12 | 20 |    |    | 36 | 40 | 24 |    |
| 风险点评法  | 4        |    | 48 | 36 |    | 41 | 45 | 52 | 38 |

注: A—经常使用; B—过去使用, 但已不再考虑; C—知道该技术, 但还未使用; D—还未听说过; E—每一技术在项目周期各阶段的应用情况 (0: 没使用; 1: 立项/投标; 2: 设计/计划; 3: 实施; 4: 后评估)。

该模型是一个框架模型, 以 CIM 模型为基础算法, 可以同时考虑风险因素独立和相关问题。从其结果输出看, 既可以表示完成某一活动的工期或费用也可以表示在一段时间内可能完成的工作量, 柔性的输出是该模型较之于其他模型的一大进步, 另外 SCERT 还通

过风险响应结点的概率分析把系统结构本身的不确定性考虑进来,这是以往其他模型所不具备的。

### (2) 风险评审技术 (VERT)

是由 Moeller G. L 提出的, VERT—3 是该技术的最新应用版本,它是一种全新的计算机模拟风险决策网络技术,不仅能分析完成计划的程度,显示各项指标的范围、性能与费用水平,同时还能突出显示关键/最优路线,提供成功的可能性和失败的风险度。

### (3) 影响图技术 (Influence Diagram)

是由 Howard 和 Matheson 提出的,它是概率估计和决策分析的图形表现,是将贝叶斯条件概率定理应用于图论的成果,由于影响图能清晰表达变量间的相关关系,所以它从诞生开始便得到了广泛的关注,但由于该方法技术复杂,如何大规模应用到实际问题中尚处于探索之中。

### (4) 应用模糊数学

在风险分析过程中,许多风险因素是不确定的,而且很难用经典数学进行运算,尤其像社会的影响、人的行为、人的素质等因素,如何准确地描述这些因素对系统的风险值的影响强度及范围,这是风险评估中的关键问题,运用模糊数学方法进行计算,可以较准确得出其精确解。

总之,风险分析模型技术在不断发展,并日趋完善,多平台、梯度式的发展模式是风险分析模型技术的重要特征。

## 第二节 项目风险管理

### 一、项目风险管理的基本理论

项目风险管理 (Project Risk Management) 是在经济学、管理学、行为科学、运筹学、概率统计、计算机科学、系统论、控制论、信息论等学科和现代工程技术的基础上,结合现代建设项目和高科技开发项目的实际,逐步形成的边缘学科。它既是一门新兴的管理科学,又是项目管理的一个重要分支,更是项目经理们必备的一项攸关企业生命的决策技术。

#### 1. 项目风险管理的定义

项目风险管理就是对项目中的风险进行管理。也就是说,项目风险管理是指项目管理人员对可能导致损失的项目的不确定性进行预测、识别、分析、评估和有效处置,以最低成本为项目的顺利完成提供最大安全保障的科学管理方法。

#### 2. 项目风险管理的目标

项目风险管理的目标是控制和处理项目风险,防止和减少损失,减轻或消除风险的不利影响,以最低成本取得对项目安全保障的满意结果,保障项目的顺利进行。项目风险管理的目标通常分为两部分:一是损失发生前的目标,二是损失发生后的目标,两者构成了风险管理的系统目标。

项目风险管理的基础是调查研究,调查和收集资料,必要时还要进行实验或试验。只有认真地研究项目本身和环境以及两者之间的关系、相互影响和相互作用,才能识别项目面临的风险。

### 3. 项目风险管理的特性

项目风险管理的特性可归纳为以下几点:

1) 必须分析承担风险的利益相关者。对于不同的利益相关者,他们承担的风险也是不同的。

2) 风险是有限性的。不同的风险可能只存在于项目的某一阶段。同样,风险的承担者也只在这特定的时间内才承担这些风险。

3) 项目风险管理的目的在于预测。项目风险管理不是在风险事件发生后用来追查和推卸责任的。因此项目的团队应当是在一个相互信任、开放的环境中工作。信息的及时沟通对于风险管理十分重要。

4) 项目风险管理是有代价的。项目风险的识别、估计、分析、决策管理都需要分配项目的资源。但是由于项目风险管理是用来减轻或预防未来可能出现的问题,其真正价值只有在未来才能体现出来;同时,用于风险管理的投入在将来可能会抵消也可能会多于风险造成的损失。

5) 项目风险将随项目进展而变化。一旦项目的目标、时间和费用计划确定,该项目的风险计划也应当随之完成。在项目执行过程中如果项目的时间、费用等约束有重大变化时,相对于这些约束的风险也要重新进行评估。

## 二、项目风险管理与项目管理

风险管理是项目管理的一个有机组成部分,目的是保证项目目标的顺利实现。风险管理与项目的关系如下:

### 1. 风险管理是项目管理的一种手段

风险管理应是整个项目管理的有机组成部分。项目主管必须在项目管理过程中发挥积极作用,保证其所采用的管理方法能够均衡利用项目资源,反映其整体管理思路。传统上,一般是把风险管理作为系统工程、费用估算技术处理,有的也作为一项独立的工作处理,以有别于项目的其他职能。目前,人们已经认识到,风险管理是项目综合管理的一种极其重要的手段,其任务是要明确费用风险、进度风险和性能风险的相互关系,其目的是使参与项目工作的一切人员都能建立风险意识,在设计、研制和部署系统时考虑风险问题,人人都应负起处理风险的责任。

### 2. 风险管理是一个正式的过程

正规风险管理是使风险识别、分析和控制活动系统化的一个有组织的系统过程。一个有组织的风险管理过程,一旦得到及早、持续而严格地执行,就会给决策和有效地使用项目资源创造一种秩序井然的环境。通过这个有序的过程,项目主管就可能发现那些不易发现的风险以及较低层级上的风险,以免它们累积成重大风险。

风险的多样性和复杂性日益需要采用正式的风险管理过程。项目的许多风险往往相互关联,不易辨清,而且将随项目进展而发生变化。只有采用正式的管理过程,才能有效划分风险类别,辨识这些风险及其相互关系并从中找出关键风险,找到有效的控制风险的方法并始终保持与整个项目目标一致。

### 3. 风险管理要有前瞻性

实现有效风险管理的先决条件是项目主管必须早在潜在问题(风险事件)可能发生后就能辨识它们并制定应对策略,提高其向有利方面转化的概率。实现这一原则的基本点是