

国家自然科学基金资助出版 (71272088)

王家远 邹小伟 著

基础设施项目风险管理

Infrastructure Project Risk Management

中国建筑工业出版社

国家自然科学基金资助出版 (71272088)

基础设施项目风险管理

Infrastructure Project Risk Management

王家远 邹小伟 著

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

基础设施项目风险管理/王家远, 邹小伟著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2017. 6
ISBN 978-7-112-20838-8

I. ①基… II. ①王… ②邹… III. ①基础设施建
设-风险管理 IV. ①F294

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 125800 号

本书分为两篇, 第一篇主要介绍基础设施项目风险管理的基本原理与方法, 让读者对其有一个基本的认识。主要从风险识别、风险分析与评估、风险应对与监控、风险决策与效用、几个方面对基础设施项目风险管理进行系统的介绍。第二篇主要介绍理论与研究进展, 主要是风险态度与风险感知、建筑工人安全风险容忍度研究、建筑施工安全风险分析与评价、工程监理责任风险调查分析等并通过一些实际工程案例从实践的角度对基础设施风险管理进行介绍, 以期帮助读者提高风险管理能力。本书可供企业及项目管理人员研究参考。

责任编辑: 李春敏 曾 威

责任设计: 谷有稷

责任校对: 焦 乐 李美娜

基础设施项目风险管理

王家远 邹小伟 著

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京海淀三里河路9号)

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京中科印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 22¼ 字数: 552 千字

2017 年 9 月第一版 2017 年 9 月第一次印刷

定价: 58.00 元

ISBN 978-7-112-20838-8

(30481)

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

所有的建设项目都包含风险，风险可以管理、降低、分担、转移或接受，但是不能被忽略。基础设施项目的实施是一个十分复杂的过程，由于其投资规模巨大、牵涉的利益相关者众多、融资方式多元化、建设周期较长及技术复杂等原因，所面临的风险也远远高于一般的建设项目。另外，基础设施项目的风险贯穿于包括可行性研究、设计、施工、运营及报废拆除等整个生命周期的不同阶段，许多风险不仅在项目生命周期中的某一阶段存在，在其他不同阶段还会反复出现，如果在项目前期对可能出现的风险未做好正确和充分的应对准备，将对项目建设后期乃至运营管理产生重大的不利影响。近年来，风险管理在基础设施项目的实施过程、特别是决策过程中发挥了十分重要的作用，取得了重大的社会效益和经济效益。

作者在工程管理的教学、研究和实践中深切体会到，风险管理的重要性和迫切性已日益为人们所认识，风险管理的基本原理和方法在许多大型基础设施项目的实施过程中都得到了很好的应用，风险管理的理论研究也取得了很多重要的进展。2012年，作者申报的科研课题《基础设施项目风险的动态管理方法：考虑利益相关者的风险态度及风险的相互影响》获得了国家自然科学基金面上项目的资助，四年多来，课题组围绕上述主题开展了持续研究，取得了一系列的理论成果。同时，作者也有幸主持和参与了若干重要项目的风险管理工程实践，对风险管理的理论运用积累了很多有益的经验。有鉴于此，作者希望能够对课题组所进行的风险管理研究和工程实践进行一次系统的总结，撰写一本理论和实际结合得相对紧密、有利于人们系统掌握理论体系又方便实际应用的专著。

本书由两篇共15章组成。在第一篇中，主要探讨了风险管理的基本原理和方法，其间，穿插了许多工程实践案例，便于读者理解和掌握；在第二篇中，系统梳理了课题组近年来取得的理论成果，并对作者主持和参与的部分工程实践成果进行了提炼。同时，本书吸收了王宏涛、郝晓冬、张译尹、袁红平、马世超、张焱、廖鸣秋、李鹏鹏、傅青柏、吴疆、汪范军、徐霄泉等研究生的部分研究成果，并由李景茹博士和邹亮博士撰写了第6章和第11章的初稿。在本书的撰写过程中，研究生徐霄泉承担了基础性的工作，为本书的出版作出了重要贡献。高宇、尚葛婧、贾曼等研究生在本书的资料收集和整理中做了大量的工作。作者也特别感谢黄杰台博士、张海英先生对本书第9章的支持和贡献。另外，本书还参考和吸收了国内外许多学者的研究成果，无法一一列举。在此，一并表示作者衷心的感谢。

由于风险管理涉及的知识领域较广，理论研究和工程实践日新月异，加上作者的水平有限，本书的错误在所难免，希望读者给予批评指正。

王家远（深圳大学）；邹小伟（斯威本科技大学）

2017年5月于深圳荔园

Preface

In infrastructure project management, it is essential to manage the associated risks, which includes risk identification, risk assessment, risk reduction, risk sharing, risk transfer or simply risk acceptance, with continue monitoring and review. The development of infrastructure projects such as rail, tunnel, road, bridge, is a very complex process, because of the huge amount of investment, numerous stakeholders' involvement, various financing methods, and long project life cycle as well as complicated technology application and technical or human factors. As such, the risks associated with infrastructure projects are also much more complicated and serious than the ordinary construction projects. In addition, infrastructure project risks may occur at different project stages-feasibility study, design, construction, operation and demolition. The same types of risks may occur at not only one but several stages. The earlier project stage the risk management is in place, the less resource is required and less consequence might be if occurred. It is therefore necessary to identify, assess and manage risk at the earliest project stage as possible, to avoid negative consequence or impact. In recent years, risk assessment and management has played an important role in infrastructure project decision making, and has realised significant social and economic efficiency and benefits.

The authors, in their journey of research, teaching and practice, in both China and Australia, have gained deep understanding about the importance, theory, application and improvement of risk management in infrastructure project life cycle. In 2012, the authors were successful in applying for competitive research funding from the National Natural Science Foundation of China, to support the research project "Dynamic Management of Infrastructure Project Risk: Considering Stakeholder Risk Attitude and Risk Interactions". In the past four years, the project research team have carried out a series of research topics around this main theme and achieved significant theoretical outcomes. At the same time, the authors also had opportunities to lead and participate in risk management practice of several important infrastructure projects, and accumulated rich practical experience. Based on this, the authors have written this book, which integrates theory with practice, to help readers systematically master the theory and effectively apply them to practice.

This book is consisted of two parts, divided into 15 chapters. The first part mainly explores risk management principles, theories, methods and techniques, with application case examples. Part two describes and discusses the research outcomes, refined from their research and practice. This book is suitable for a range of readers-undergraduate, post-graduate and PhD students, researchers and practitioners.

The authors acknowledge the many people who have contributed to the formation and development of this book, including the research students, academics and staff at Shenzhen University and Swinburne University of Technology. The authors also acknowledge the industry practitioners who provided support and contribution. Thank you all!

Professor Jiayuan Wang and Professor Patrick X. W. Zou

Shenzhen University, Shenzhen, China; Swinburne University of Technology, Melbourne, Australia

目 录

第一篇 基本原理与方法

第 1 章 绪论	3
1.1 风险管理的意义	3
1.2 风险管理与项目管理	5
1.3 风险管理的产生和发展	5
第 2 章 基础设施项目风险管理概述	8
2.1 基础设施项目	8
2.1.1 项目的概念	8
2.1.2 基础设施项目的概念	9
2.1.3 基础设施项目的全生命周期	10
2.2 基础设施项目的风险	11
2.2.1 风险的含义	11
2.2.2 风险的属性	13
2.2.3 基础设施项目的风险	14
2.3 基础设施项目风险管理	16
2.3.1 风险管理的概念	16
2.3.2 风险管理的目标	17
2.3.3 风险与成本效益的关系	18
2.3.4 风险管理的重点	18
2.3.5 风险管理程序与原理	19
2.3.6 风险管理的团队	23
2.4 风险管理研究的主要进展	24
2.4.1 风险识别与分类	24
2.4.2 风险分析与风险评估	25
2.4.3 利益相关者与风险态度	26
2.4.4 风险管理技术与研究方法	26
2.4.5 风险管理研究的主要领域	27
第 3 章 风险识别	35
3.1 风险识别的目的	35

3.2	风险识别的依据	35
3.3	风险的来源与类型	36
3.3.1	风险来源、事件及影响	36
3.3.2	纯粹风险与投机风险	37
3.3.3	整体风险与局部风险	38
3.3.4	可控风险与不可控风险	38
3.4	基础设施项目的风险因素	38
3.4.1	政治风险	39
3.4.2	经济风险	41
3.4.3	社会风险	41
3.4.4	自然风险	42
3.4.5	工程风险	42
3.4.6	环境风险	45
3.5	风险识别的方法	45
3.5.1	德尔菲法	45
3.5.2	头脑风暴法	48
3.5.3	情景分析法	50
3.5.4	核对表法	50
3.5.5	面谈法	51
3.5.6	流程图法	51
3.5.7	事故树分析法	52
3.5.8	风险识别方法的优缺点	53
3.6	风险识别的原则	54
3.7	风险识别的成果	55
第4章	风险分析与评价	58
4.1	风险分析与评价的概念	58
4.2	风险的度量	59
4.2.1	主观概率与客观概率	59
4.2.2	风险的概率与概率分布	61
4.2.3	风险度量方法	62
4.2.4	风险的量化	64
4.2.5	风险清单的应用	68
4.3	风险评估的方法和工具	70
4.4	调查打分法	70
4.4.1	调查打分法的步骤	70
4.4.2	调查打分法的应用	72
4.5	层次分析法	77
4.5.1	层次分析法概述	77

4.5.2	层次分析法的步骤	79
4.5.3	层次分析法的应用	82
4.6	模糊综合评判法	85
4.6.1	模糊评估方法概述	85
4.6.2	模糊综合评判法	86
4.6.3	模糊综合评判法的应用	87
4.7	蒙特卡罗模拟方法	89
4.7.1	模拟的步骤	90
4.7.2	随机数的产生	91
4.7.3	风险变量的随机取值	91
4.7.4	模拟方法的应用	93
4.8	社会网络分析法	96
4.8.1	社会网络分析法概述	96
4.8.2	社会网络分析法的步骤	99
4.8.3	社会网络分析法的案例	102
4.9	系统动力学分析法	108
4.9.1	系统动力学概述	108
4.9.2	系统动力学的计算步骤	110
4.9.3	系统动力学的应用	111
第5章	风险应对与监控	119
5.1	风险管理计划	119
5.1.1	机遇与风险	119
5.1.2	风险的归属权	119
5.1.3	风险管理计划框架	120
5.1.4	风险应急计划	122
5.2	风险应对的措施与方法	123
5.2.1	合同的应用	123
5.2.2	风险回避	124
5.2.3	风险的减轻	125
5.2.4	风险分担	127
5.2.5	风险自留与利用	127
5.2.6	风险转移	128
5.2.7	风险应对方法的选取	130
5.3	风险监控	132
5.3.1	监控的内容	132
5.3.2	风险跟踪检查	132
5.3.3	风险的重新估算	133
5.3.4	风险跟踪报告	133

第 6 章 风险决策与效用理论..... 136

6.1 决策的概念 136

6.2 风险偏好与效用 136

6.2.1 风险偏好 136

6.2.2 效用 137

6.2.3 效用曲线 139

6.3 效用理论与决策准则 142

6.3.1 单属性效用决策 142

6.3.2 多属性效用决策 145

6.4 基础设施项目中的风险决策 147

6.4.1 风险决策的层次 147

6.4.2 风险决策的原则和要素 148

6.4.3 利益相关者的风险态度 148

6.4.4 效用理论在项目决策中的应用 149

第二篇 理论与研究进展

第 7 章 风险态度与风险感知..... 157

7.1 理论背景 157

7.1.1 决策者的理性与非理性 157

7.1.2 非理性风险决策 158

7.2 风险感知 160

7.2.1 风险感知的定义 160

7.2.2 风险感知的影响因素 160

7.2.3 风险感知的研究案例 161

7.3 风险态度 167

7.3.1 风险态度的定义 167

7.3.2 风险态度的影响因素 168

7.3.3 风险态度的研究案例 170

第 8 章 建筑工人安全风险容忍度研究..... 179

8.1 风险容忍度的定义 179

8.2 风险容忍度的评价 180

8.3 风险容忍度与安全管理 182

8.4 风险容忍度的研究案例 183

8.4.1 建筑工人安全风险容忍度影响因素界定 183

8.4.2 各因素对安全风险容忍度的影响效应 191

第 9 章 浦东虹桥两机场信息整合项目风险分析..... 198

9.1 项目背景与内容 198

9.1.1 项目背景介绍 198

9.1.2 浦东虹桥两场系统的整合方案 198

9.2 项目风险识别 199

9.2.1 初步建立风险清单 199

9.2.2 修正风险清单 199

9.3 项目风险分析与评价 201

9.3.1 风险评价矩阵 201

9.3.2 关键风险因素分析 201

9.4 风险应对与监控 203

9.4.1 主要风险因子的化解措施 203

9.4.2 风险跟踪记录 204

9.4.3 高风险因子变化状态 205

第 10 章 项目工期风险分析 210

10.1 项目概况..... 210

10.2 研究方法..... 211

10.3 系统动力学模型构建..... 213

10.3.1 系统边界的确定..... 213

10.3.2 系统总体结构..... 214

10.3.3 模型总体因果循环图..... 215

10.3.4 系统动力学总模型..... 216

10.4 离散事件仿真模型构建..... 220

10.4.1 系统动力学模型与离散事件的整合..... 220

10.4.2 离散事件对接..... 222

10.5 模拟结果分析..... 223

10.5.1 单一风险对工期的影响..... 223

10.5.2 综合风险对工期的影响..... 233

第 11 章 城市建筑施工安全重大风险源分析 238

11.1 案例背景..... 238

11.2 研究方法..... 238

11.3 风险源理论分析..... 239

11.3.1 风险源的概念..... 239

11.3.2 建筑施工风险源的分类..... 241

11.3.3 风险源引发安全事故机理研究..... 242

11.3.4 风险评价方法..... 244

11.4	建设施工生产安全风险源评价	245
11.4.1	深圳市安全风险事件类型	245
11.4.2	深圳市安全风险事件类型评价	245
11.4.3	主要安全风险事件类型描述	248
11.5	建筑施工安全风险源时间、空间分布	251
11.5.1	深圳市安全风险源时间分布	251
11.5.2	深圳市安全风险事件空间分布	252
11.6	安全风险因素的评价	256
11.6.1	直接评价	256
11.6.2	间接评价	258
第 12 章	建筑施工安全风险分析与评价	267
12.1	研究背景	267
12.2	系统动力学建模	268
12.2.1	构建因果关系图的思路	268
12.2.2	关键风险因素的导入	270
12.3	模拟结果分析	272
12.3.1	单一风险因素对项目安全影响分析	272
12.3.2	综合风险因素对安全目标的影响分析	277
第 13 章	工程监理的责任风险调查分析	280
13.1	监理责任风险的识别	280
13.2	责任风险的调查	280
13.2.1	问卷的设计及调查过程	280
13.2.2	受调查者的情况	281
13.3	调查数据处理	282
13.3.1	按照发生可能性高低进行排序	282
13.3.2	按照对风险影响程度进行排序	283
13.3.3	根据相对重要性评分进行排序	284
13.4	调查结果分析	284
13.4.1	调查结果统计	284
13.4.2	主要风险因素清单	286
13.4.3	主要风险因素的分析	288
第 14 章	运用计算机辅助系统进行项目安全风险评价	292
14.1	模型建立所用到的各种数学处理方法	292
14.1.1	采用区间数对指标影响程度评分	292
14.1.2	隶属度区间和隶属函数的确定	293
14.1.3	群组决策中确定专家权重	295

14.1.4	区间数的运算法则及其排序	296
14.1.5	因素权重的确定	297
14.2	风险评价过程的综合	308
14.2.1	风险评价指标体系	308
14.2.2	指标隶属度区间计算方法综合	309
14.2.3	指标权重的确定	309
14.2.4	模糊算子的确定	310
14.2.5	风险模糊综合评判模型的建立	310
14.3	风险评价程序设计	311
14.3.1	程序开发环境	311
14.3.2	程序开发思路	312
14.4	项目风险模糊综合评判实例	313
第 15 章	中国建筑节能市场风险因素分析	320
15.1	研究背景	320
15.2	系统动力学方法	321
15.3	基于系统动力学的风险管理框架	322
15.3.1	风险识别	322
15.3.2	风险分析和应对	323
15.3.3	风险监控	323
15.4	对中国建筑节能市场风险因素的定性分析	324
15.4.1	定义系统环境	324
15.4.2	法律法规子系统	325
15.4.3	标准和规范子系统	326
15.4.4	经济子系统	327
15.4.5	技术子系统	328
15.4.6	政策子系统	329
15.4.7	教育子系统	330
15.5	中国建筑节能市场的全面风险管理	331

INFRASTRUCTURE PROJECT RISK MANAGEMENT

Part One Basic Principles and Methods

Chapter 1 Introduction	3
1.1 Significance of risk management	3
1.2 Risk management and project management	5
1.3 Emergence and development of risk management	5
Chapter 2 Overview of risk management in infrastructure project	8
2.1 Infrastructure project	8
2.1.1 Concept of project	8
2.1.2 Concept of infrastructure project	9
2.1.3 Life cycle of infrastructure project	10
2.2 Risk in infrastructure project	11
2.2.1 Meaning of risk	11
2.2.2 Attributes of risk	13
2.2.3 Risk in infrastructure project	14
2.3 Risk management in infrastructure project	16
2.3.1 Concept of risk management	16
2.3.2 Objectives of risk management	17
2.3.3 Relationship between risk and cost-effectiveness	18
2.3.4 Emphasis of risk management	18
2.3.5 Risk management processes and principles	19
2.3.6 Risk management team	23
2.4 Key progress in risk management research	24
2.4.1 Risk identification and classification	24
2.4.2 Risk analysis and evaluation	25
2.4.3 Stakeholder and risk attitude	26
2.4.4 Risk management techniques and research methods	26
2.4.5 Main research areas of risk management	27
Chapter 3 Risk identification	35
3.1 Purpose of risk identification	35

3.2	Basis for risk identification	35
3.3	Risk sources and types	36
3.3.1	Risk sources, events and impacts	36
3.3.2	Pure risk and speculative risk	37
3.3.3	Overall risk and local risk	38
3.3.4	Controllable risk and uncontrollable risk	38
3.4	Risk factors in infrastructure project	38
3.4.1	Political risk	39
3.4.2	Economic risk	41
3.4.3	Social risk	41
3.4.4	Natural risk	42
3.4.5	Engineering risk	42
3.4.6	Environmental risk	45
3.5	Risk identification methods	45
3.5.1	Delphi method	45
3.5.2	Brainstorming	48
3.5.3	Situational analysis	50
3.5.4	Checklist	50
3.5.5	Interview	51
3.5.6	Flow chart	51
3.5.7	Fault tree analysis	52
3.5.8	Advantages and disadvantages of risk identification methods	53
3.6	Principle of risk identification	54
3.7	Outcome of risk identification	55
Chapter 4	Risk analysis and evaluation	58
4.1	Concept of risk analysis and evaluation	58
4.2	Risk measurement	59
4.2.1	Subjective probability and objective probability	59
4.2.2	Risk probability and probability distribution	61
4.2.3	Risk measurement method	62
4.2.4	Risk quantification	64
4.2.5	Application of risk checklist	68
4.3	Risk evaluation methods and tools	70
4.4	Survey scoring method	70
4.4.1	Steps of survey scoring method	70
4.4.2	Application of survey scoring method	72
4.5	Analytical Hierarchy Process	77
4.5.1	Overview of Analytical Hierarchy Process	77

4.5.2	Steps of Analytical Hierarchy Process	79
4.5.3	Application of Analytical Hierarchy Process	82
4.6	Fuzzy comprehensive evaluation method	85
4.6.1	Overview of Fuzzy comprehensive evaluation method	85
4.6.2	Steps of Fuzzy comprehensive evaluation method	86
4.6.3	Application of Fuzzy comprehensive evaluation method	87
4.7	Monte Carlo simulation	89
4.7.1	Steps of Monte Carlo simulation	90
4.7.2	Generation of random numbers	91
4.7.3	Random value of risk variables	91
4.7.4	Application of Monte Carlo simulation	93
4.8	Social network analysis	96
4.8.1	Overview of social network analysis	96
4.8.2	Steps of social network analysis	99
4.8.3	Application of social network analysis	102
4.9	System dynamics	108
4.9.1	Overview of system dynamics	108
4.9.2	Steps of system dynamics modeling	110
4.9.3	Application of system dynamics	111
Chapter 5	Risk response and monitoring	119
5.1	Risk management plan	119
5.1.1	Opportunity and risk	119
5.1.2	Risk ownership	119
5.1.3	Risk management plan framework	120
5.1.4	Risk contingency plan	122
5.2	Measures and methods of risk response	123
5.2.1	Application of contract	123
5.2.2	Risk avoidance	124
5.2.3	Risk mitigation	125
5.2.4	Risk distribution	127
5.2.5	Risk retention and utilization	127
5.2.6	Risk transfer	128
5.2.7	Selection of risk response methods	130
5.3	Risk monitoring	132
5.3.1	Content of risk monitoring	132
5.3.2	Tracking check of risk	132
5.3.3	Re-assessment of risk	133
5.3.4	Risk tracking report	133

Chapter 6 Risk decision making and utility theory	136
6.1 Concept of decision-making	136
6.2 Risk appetite and utility	136
6.2.1 Risk appetite	136
6.2.2 Utility	137
6.2.3 Utility curve	139
6.3 Utility theory and decision criteria	142
6.3.1 Single-attribute theory decision making	142
6.3.2 Multi-attribute theory decision making	145
6.4 Risk decision in infrastructure projects	147
6.4.1 Level of risk decision	147
6.4.2 Principle and elements of risk decision making	148
6.4.3 Stakeholders' risk attitude	148
6.4.4 Application of utility theory in project decision making	149
 Part Two Theory and Research Advancement	
Chapter 7 Risk attitude and risk perception	157
7.1 Theoretical Background	157
7.1.1 Rationality and irrationality of decision makers	157
7.1.2 Irrational risk decision making	158
7.2 Risk perception	160
7.2.1 Definition of risk perception	160
7.2.2 Influential factors of risk perception	160
7.2.3 Case study of risk perception	161
7.3 Risk attitude	167
7.3.1 Definition of risk attitude	167
7.3.2 Influential factors of risk attitude	168
7.3.3 Case study of risk attitude	170
Chapter 8 Research on safety risk tolerance of construction workers	179
8.1 Definition of risk tolerance	179
8.2 Assessment of risk tolerance	180
8.3 Risk tolerance and safety management	182
8.4 Case study of risk tolerance	183
8.4.1 Definition of factors affecting workers' safety risk tolerance	183
8.4.2 Effects of factors on safety risk tolerance	191