

矿建工程项目风险管理 理论与方法

KUANGJIAN GONGCHENG XIANGMU FENGXIAN GUANLI
LILUN YU FANGFA

■ 赵金煜 信春华 著



冶金工业出版社
www.cnmp.com.cn

矿建工程项目风险管理 理论与方法

赵金煜 信春华 著

北 京
冶 金 工 业 出 版 社
2016

内 容 简 介

本书将现代项目风险管理理论运用于矿建工程,综合运用系统科学、经济学、管理学、应用统计学等领域的投入产出分析、博弈理论、风险管理理论、因子分析模型、未确知测度理论等相关理论和方法,较为系统深入地研究了矿建工程项目风险管理的效益及动因、矿建工程项目关键风险因素的识别方法、评估方法、应对策略、监测预警机制和保障机制。

本书可供科研人员或从事煤矿建设的工程技术人员和管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

矿建工程项目风险管理理论与方法/赵金煜,信春华
著. —北京:冶金工业出版社, 2016. 5

ISBN 978-7-5024-7246-7

I. ①矿… II. ①赵… ②信… III. ①煤矿建设—
项目风险—风险管理—研究 IV. ①F407.21

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 110039 号

出 版 人 谭学余

地 址 北京市东城区嵩祝院北巷 39 号 邮编 100009 电话 (010)64027926

网 址 www.cnmp.com.cn 电子信箱 yjcs@cnmp.com.cn

责任编辑 张耀辉 郭冬艳 美术编辑 吕欣童 版式设计 彭子赫

责任校对 禹蕊 责任印制 李玉山

ISBN 978-7-5024-7246-7

冶金工业出版社出版发行; 各地新华书店经销; 固安华明印业有限公司印刷

2016 年 5 月第 1 版, 2016 年 5 月第 1 次印刷

148mm × 210mm; 5.5 印张; 173 千字; 165 页

29.00 元

冶金工业出版社 投稿电话 (010)64027932 投稿信箱 tougao@cnmp.com.cn

冶金工业出版社营销中心 电话 (010)64044283 传真 (010)64027893

冶金书店 地址 北京市东四西大街 46 号(100010) 电话 (010)65289081(兼传真)

冶金工业出版社天猫旗舰店 yjgycbs.tmall.com

(本书如有印装质量问题, 本社营销中心负责退换)

前 言

煤炭工业仍是我国能源的支柱产业，更是国家能源安全的保障。随着我国经济的发展，能源需求越来越大，我国加快了煤矿建设的步伐。近年来，随着我国煤炭埋深的逐步增加，煤矿建设难度越来越大，风险因素越来越多，经常受到水、火、瓦斯、煤尘、冒顶等多种灾害的威胁，风险也越来越大，煤矿建设期发生事故的情况也不断增多。而我国过去在矿井建设项目管理实践中，习惯于简单照搬国内外其他行业的建设项目管理模式，忽视煤炭矿井建设项目的特点，特别是对矿井建设过程中的风险管理重视不够，以至重大事故频发。在此背景下，亟需将现代风险管理的理论和方法引入煤炭矿井建设项目，针对矿井建设工程项目的特点进行系统深入的研究与探讨，并加以创新和发展，形成科学、系统的矿井建设项目风险管理模式、方法和体系。

本书综合运用系统科学、经济学、管理学、应用统计学等领域的投入产出分析、博弈理论、风险管理理论、因子分析模型、未确知测度理论等相关理论和方法，较为系统深入地研究了矿建工程项目风险管理的效益及动因，矿建工程项目关键风险因素的识别方法、评估方法、应对策略、监测预警机制和保障机制。

本书共分为7章，主要内容包括：第1章在国内外相关

文献综述的基础上,确定论文研究的出发点,指出论文的研究方法和技术路线;第2章对项目风险管理中的各种概念、基础理论进行了概述,为全文以后章节的研究夯实基础;第3章对矿建工程项目风险管理的动因进行剖析,界定矿建工程项目风险管理主体,研究风险管理动力系统的构成要素,并建立基于风险分担的业主与承包商风险管理合作博弈模型,通过定量模型分析寻找双方积极合作进行风险管理的条件与影响因素;第4章在文献研究的基础上,设计和发放风险调查问卷,再对回收的问卷进行统计分析,识别出关键的风险因素,并利用因子分析消除风险因素之间的线性相关关系;第5章建立矿建工程项目风险评估指标体系,针对矿建工程项目风险特点,将信息熵理论和未确知测度理论引入矿建工程项目风险评估,构建基于未确知测度的矿建工程项目风险评估模型;第6章研究矿建工程项目的风险监控预警措施以及风险监控模式,建立矿建工程项目风险管理的保障机制;第7章结合龙固矿建工程项目的实际,运用第5章构建的矿建工程项目风险评估方法,对其风险进行实际评估。

在本书撰写过程中,一些学术界和实业界的同行及朋友也为本研究提供了大量的资料,使我的工作建立在坚实的研究基础之上,在此表示衷心的感谢。本书的出版得到了北京建筑大学财政专项资助。

尽管在研究和写作过程中尽心尽力,力求论述清楚、分析透彻,但由于矿建工程项目风险管理方面的研究还处于初

期阶段，加之个人能力和水平所限，书中不足和疏漏之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

作 者

2015 年 12 月于北京

目 录

1 绪论	1
1.1 问题的提出与研究意义	1
1.1.1 问题的提出	1
1.1.2 研究意义	3
1.2 国内外相关研究现状	4
1.2.1 项目风险管理过程述评	4
1.2.2 项目风险分析技术与方法述评	7
1.2.3 工程项目风险管理理论述评	13
1.2.4 矿建工程项目风险管理研究	17
1.3 研究方法与技术路线	18
1.3.1 拟采取的研究方法	18
1.3.2 研究的技术路线	18
2 项目风险管理基础理论	20
2.1 项目管理概述	20
2.1.1 项目概念、特征及分类	20
2.1.2 工程项目管理的概念及特点	23
2.1.3 工程项目管理发展现状	25
2.2 风险及风险管理的基础理论	28
2.2.1 风险的基本概念、来源及度量	28
2.2.2 风险管理的起源与发展	30
2.3 工程项目风险及风险管理的基础理论	34
2.3.1 工程项目风险的特征	34
2.3.2 工程项目风险的构成要素	35
2.3.3 工程项目风险分类	36

2.3.4 工程项目风险管理的概念	37
2.3.5 工程项目风险管理的起源与发展	38
2.4 矿建工程项目管理简介	39
2.4.1 矿建工程项目管理	40
2.4.2 我国矿建工程项目的管理模式变迁	42
2.4.3 我国矿建工程项目管理模式的选择	43
2.5 矿建工程项目风险及风险管理的基础理论	44
2.5.1 矿建工程项目风险的来源	44
2.5.2 矿建工程项目风险的特点	45
2.5.3 矿建工程项目风险管理的概念及特征	46
2.6 本章小结	47
3 矿建工程项目风险管理的经济分析	48
3.1 矿建工程项目风险管理效益分析	48
3.1.1 风险管理投入分析	48
3.1.2 风险损失分析	51
3.1.3 风险管理效益分析	52
3.2 矿建工程项目风险管理的动因分析	53
3.2.1 矿建工程项目风险管理主体	53
3.2.2 矿建工程项目风险管理动力系统构成	54
3.3 矿建工程项目参与方风险管理合作博弈分析	57
3.3.1 博弈论简介	58
3.3.2 模型假设	58
3.3.3 模型分析	59
3.3.4 结论分析	63
3.3.5 模型算例分析	65
3.4 本章小结	67
4 矿建工程项目风险因素识别研究	68
4.1 矿建工程项目风险因素识别技术与方法的选择	68
4.2 矿建工程项目风险因素识别问卷设计	70

4.2.1 问卷的设计过程	71
4.2.2 最终问卷的基本内容	77
4.3 矿建工程项目关键风险因素识别	78
4.3.1 基础数据收集与初步整理	78
4.3.2 量表的信度与效度	79
4.3.3 因子分析	83
4.4 本章小结	90
5 矿建工程项目风险评估研究	91
5.1 矿建工程项目风险评估指标体系	91
5.1.1 矿建工程项目风险评估指标体系构建原则	91
5.1.2 矿建工程项目风险评估指标体系的建立	92
5.2 矿建工程项目风险评估的内容及思路	95
5.3 矿建工程项目风险评估方法研究	95
5.3.1 矿建工程项目风险评估指标值的确定方法	95
5.3.2 矿建工程项目风险评估模型的选择	96
5.3.3 未确知的基本概念	101
5.3.4 基于未确知测度的矿建工程项目风险评估模型	103
5.3.5 基于后果/可能性矩阵的矿建工程项目风险等级确定方法	109
5.4 本章小结	110
6 矿建工程项目风险监控与应对	111
6.1 矿建工程项目风险应对策略及决策	111
6.1.1 矿建工程项目风险应对策略	111
6.1.2 矿建工程项目风险应对决策	114
6.2 矿井建设工程项目风险监控管理	115
6.2.1 正确选择矿建工程项目风险监控的技术与方法	116
6.2.2 建立矿建工程项目风险监控的预警系统	116
6.2.3 建立矿建工程项目风险监控管理的 PDCA 模式	119
6.3 矿井建设工程项目风险管理的保障体系建设	122

6.3.1 矿建工程项目风险管理的理念保障	123
6.3.2 矿建工程项目风险管理的组织保障	124
6.3.3 矿建工程项目风险管理的技术保障	126
6.3.4 矿建工程项目风险管理的人员保障	127
6.3.5 矿建工程项目风险管理的制度保障	129
6.3.6 法律政策保障	130
6.4 本章小结	131
7 矿建工程项目风险评估实例	132
7.1 龙固矿建工程项目基本情况介绍	132
7.1.1 龙固矿井基本情况介绍	132
7.1.2 龙固矿建工程项目概况	133
7.1.3 龙固矿建工程项目风险管理现状	134
7.2 龙固矿建工程项目的风险评估	137
7.2.1 龙固矿建工程项目的风险影响程度评估	137
7.2.2 龙固矿建工程项目的风险发生可能性评估	145
7.2.3 基于后果/可能性矩阵的矿建工程项目风险等级 确定	148
7.2.4 龙固矿建工程评估结果分析	149
7.3 本章小结	150
附录	152
附录1 预测试结果统计表	152
附录2 矿建工程项目影响因素及结果调查（最终问卷）	154
参考文献	157

1 绪 论

本章分析了研究的背景和意义，对国内外风险管理的相关现状进行综述，指出了本书研究的出发点，并阐述本书研究内容、方法和技术路线。

1.1 问题的提出与研究意义

1.1.1 问题的提出

能源是推动社会经济发展的动力，能源的可持续开发与利用是实现社会经济、人口、资源、环境协调发展的重要基础与物质保障。我国的经济发展保持了 30 多年的高速增长，经济规模逐步扩大，经济总量已跃居世界第二位，人民的生活水平不断提高，与此同时，能源的总体需求量和人均消费量也逐年增长。目前，我国已成为世界上仅次于美国的第二大能源消费国。

我国的一次性能源消费以煤为主，煤炭在一次性能源结构中占有不可替代的地位，据预测，在未来 20 ~ 50 年内，我国一次性能源生产和消费以煤为主的格局不会改变。我国建设全面小康社会的伟大实践，对能源供应提出了更高的要求。随着经济的飞速发展，我国对煤炭的需求量在不断增加。据中国国家统计局公布，2009 年我国原煤产量达 30.5 亿吨^[1]，到 2009 年底，我国探明煤炭资源储量 1.2 万亿吨，累计生产煤炭 459 亿吨，占我国能源生产总量的 76%，占能源消费量的 69%。预计在今后相当长时期内，煤炭仍将作为我国的主体能源，煤炭工业仍将是我国能源的支柱产业，更是国家能源安全的保障^[2]。经济的发展需要我国煤炭工业的支撑，这要求我们建设一批现代化的大型矿井，保证能源持续供应。目前，许多矿业集团都在

加紧建设新的矿井。

由于长期的开采,我国浅部煤炭资源日益枯竭,在已探明的储量中,埋深在-1000m以下的为2.95 亿吨^[3],占总量的53%。根据我国目前资源开采状况,煤炭开采深度以每年8~12m的速度增加^[4],预计未来20年内,我国很多煤矿将进入1000~1500m的开采深度^[5]。随着煤炭资源开采深度的增加,矿井建设的难度也逐渐加大,面临的风险因素明显增多,出现地质条件恶化、地应力增大、涌水量加大、地温升高、作业环境恶化、井筒施工难度加大、巷道支护困难、地质灾害增多、通风降温困难和生产成本急剧增加等一系列问题。尽管国家高度重视煤矿安全建设和生产,增加煤矿安全设施,矿难还是屡屡发生,2005~2009年全国发生一次死亡百人以上的矿难6起,4起发生在国有大煤矿。近几年,煤矿建设期发生事故的情况也不断增多。据国家煤矿安监局通报,近期国有煤矿基建矿井发生多起重大及重大以上事故。

2009年5月,重庆市松藻煤电有限公司同华煤矿在建设施工过程中发生特别重大煤与瓦斯突出事故,造成30人死亡,79人受伤。

2009年10月,神华宁夏煤业集团有限责任公司大峰矿发生重大炸药爆炸事故,造成14人死亡、2人重伤、5人轻伤。

2010年3月,华晋焦煤有限责任公司王家岭煤矿施工期间凿通小窑老空水,发生透水事故。

另有多起生产矿井发生事故,事故原因有多种,既有天灾也有人祸。历史表明,煤矿发生安全事故不仅造成财产损失,更为严重的是常危及人身生命安全。煤矿安全管理问题严重影响到我国煤炭工业的健康发展,也影响到煤炭工业的社会形象。因此加强煤矿风险管理十分紧迫。

目前,煤矿安全问题已经引起了广泛的社会关注,从政府领导到社会群众,都对煤矿安全问题十分关注。而我国过去在矿井建设项目管理实践中,习惯于简单照搬国内外其他行业的建设项目管理模式,忽视煤炭矿井建设项目的特点,特别是对矿井建设过程中的风险管理重视不够,以至重大事故频发。风险管理不仅是决定矿井建设项目目标能否顺利实现的关键因素,对保证煤矿建设的安全、质量、进度、投资具有十分重要的意义,而且对于保障人们的生命财产安全,保障

我国煤炭工业的持续健康发展,具有十分重要的意义。而大型煤矿尤其是国有大型煤矿重大事故的频发现象,表明煤矿风险管理的意识、理论与方法还存在明显不足。

在此背景下,亟需将现代风险管理的理论和方法应用于煤炭矿井建设项目,针对矿井建设项目的特点进行深入系统地研究与探讨,并加以创新和发展,形成科学的、系统的矿井建设项目风险管理模式、方法和体系。

1.1.2 研究意义

(1) 开展矿建工程项目风险管理理论和方法研究是完善工程项目管理理论体系的需要。

风险管理作为贯穿矿建工程项目始终的项目活动,其中蕴含的思想、理论和方法必将且也应该成为工程项目管理理论研究的重要内容。针对矿建工程项目的特点,深入分析矿建工程项目风险特征,构建矿建工程项目风险识别、评价、监控的各种模型,探讨风险管理实施的应对措施和各种保障机制,是本书的重点,也是风险管理理论体系研究的组成部分,对于完善工程项目风险管理体系具有重要意义。

(2) 开展矿建工程项目风险的研究有助于我国的矿建工程项目管理与世界接轨。

作为项目管理理论的重要组成部分,目前,风险管理理论已广泛应用于各种工程,世界银行要求对其每个贷款项目都要进行风险分析。在我国,工程项目风险管理起步较晚,实践经验积累不足,也尚未形成完整的风险管理理论体系,在实践中项目风险管理的随意性也较强。而煤矿建设包括地质勘探、建设项目投资决策、建设准备和投资实施等阶段,是一个多环节、多项目的复杂庞大的系统工程,并且矿建工程项目有其自身的技术特点和特殊要求,这决定了矿建工程项目风险管理与一般的建设项目风险管理相比,风险管理的难度更大。因此,以项目风险管理理论为指导,深入研究矿建工程项目的风险管理理论和方法以及关键风险因素的监测预警机制和安全机制,不仅是构建我国矿建工程项目风险管理体系的需要,也是促进我国工程项目风险管理理论同世界接轨的需要。

(3) 开展矿建工程项目风险研究有助于顺利完成建设任务,促进煤矿的持续、快速、健康发展。

理论研究是指导项目实践的重要依据。矿建工程除面临地面一般工程项目的危险与有害因素以外,还有其特殊危险与有害因素,如顶板冒落、水灾、火灾、瓦斯爆炸、煤尘、中毒、窒息等一系列风险因素,而且一种事故的发生,往往会引起另一事故的发生,风险因素的变化呈现动态性。随着现阶段我国煤矿开采深度不断增加,矿建工程风险因素越来越多。外部环境的变化也会促使一些新的风险逐步形成,这些风险因素或多或少地会作用于项目的正常施工,将直接或间接地影响项目目标的实现。因此,运用科学的风险管理方法,分析识别矿建工程的关键风险因素,建立矿建工程项目风险评估指标、评估模型,健全矿建工程风险的监测体系以及建立风险预防措施,能够从根本上减少项目风险带来的损失,确保实现项目既定目标,促进煤矿的快速、安全、高效建设。

煤矿安全是我国安全生产工作的重中之重,有效的风险管理理论与方法是煤矿安全建设的根本保障。近几年来随着煤矿建设规模的日益增大,矿井建设的复杂性不断增加,面临的风险日益加大。面对日益严峻的煤矿安全生产形势,尽管理论界与实务界从技术、管理、经济等多角度开展了对煤矿安全生产管理的研究,也取得了一些研究成果,但矿建工程风险管理尚缺乏系统的理论和方法。本书针对矿建工程风险的特点,系统研究矿建工程风险管理的理论和方法,不仅可以丰富矿建工程管理理论体系,而且在对于提高我国煤矿建设项目管理水平,快速安全高效地建设一批现代化大型矿井,保障能源供应等方面都有重大的现实意义。

因此,系统研究矿建工程风险管理的理论和方法具有很大的理论及实践意义。

1.2 国内外相关研究现状

1.2.1 项目风险管理过程述评

1.2.1.1 项目风险管理过程综述

由于研究的背景和对象不同,不同的组织或个人对于风险管理过

程的认识也不相同,三个最大的国际项目管理组织(PMI, IPMA、APM)都建立了自己的风险管理过程标准,中国项目管理研究会(PMRC)也提出了自己的项目风险管理过程。

(1) 2000年,PMI在PMBOK中把风险管理过程描述为:风险管理计划—风险识别—风险定性分析—风险定量分析—风险应对计划—风险监控与控制六个过程^[6]。

(2) 2002年,IPMA在项目管理专业资质标准(ICB)中将项目风险管理过程划分为:风险识别—风险分类—风险量化—风险应对—风险监控五个过程^[7]。

(3) APM将风险管理过程划分为:定义—集中—识别—结构—所有权—估计—评价—计划—管理九个过程^[8]。

(4) 中国项目管理研究会(PMRC)将项目风险管理过程分为:风险管理规划—风险识别—风险评估—风险量化—风险应对计划—风险监控等^[9]。

其他一些著名的风险管理专家和学者也根据自己的研究范围和使用习惯,对风险管理过程提出不同的观点。较有代表性的有:

Boehm将风险管理过程分为风险评估(风险辨识、风险分析、风险排序)和风险控制(风险管理计划、风险处置、风险监控)两个阶段、六个步骤^[10]; R. J. Chapman将风险管理过程分为风险分析和风险控制两个步骤^[11]; Kliem和Ludin在其著作中把风险管理分为风险辨识、风险分析、风险控制和综合报告四个阶段^[12]; Alfredo Delcano把风险管理过程分为启动(参数—项目—过程—团队)、权衡(识别—建模—估计—评价—平衡)、维护、学习^[13]; V. M. R. Tummala把风险管理过程分为风险识别、风险度量、风险估计、风险评估、风险控制和监测五个阶段^[14]; Fairley将风险管理过程分为辨识风险因子、估算风险概率和后果、制定减轻风险策略、监控风险因子、调用紧急计划、处理项目危机和项目从危机中复苏七个阶段^[15]; Chapman和Ward将风险管理过程分为定义项目的关键域、制定风险管理策略方法、辨识风险源、构建风险假定和关联信息、指定风险责任和应对措施、估算不确定程度、评价风险间的关联度、制定应对计划以及监控和控制风险九个步骤^[16]。

国内的学者和风险管理专家对风险管理过程也有很多研究成果。毕星、翟丽把项目风险管理划分为风险识别、风险分析与评估、风险处理、风险监督四个阶段^[17]，具体内容如图 1.1 所示。

风险识别	风险分析与评估	风险处理	风险监督
• 风险识别询问法 • 财务报表法 • 流程分析法 • 现场勘查法 • 相关部门配合法 • 索赔统计记录法 • 环境分析法	• 风险的概率分布 • 历史资料统计 • 理论分布分析 • 外推方法 • 项目风险量确定 • 项目风险费用分析 • 项目风险评价准则 • SAVE 方法 • AHP 方法	• 风险控制与对策 • 回避 • 损失控制 • 分离 • 分散 • 转移 • 风险财务对策 • 自留 • 转移（有偿） • 保险	• 保险经纪人 • 项目风险经理 • 项目风险机构 • 项目风险管理制度

图 1.1 四阶段的风险管理过程

沈建明将项目风险管理过程划分为风险规划、风险识别、风险估计、风险评估、风险应对、风险监控六个阶段^[18]，各阶段的工作如图 1.2 所示。

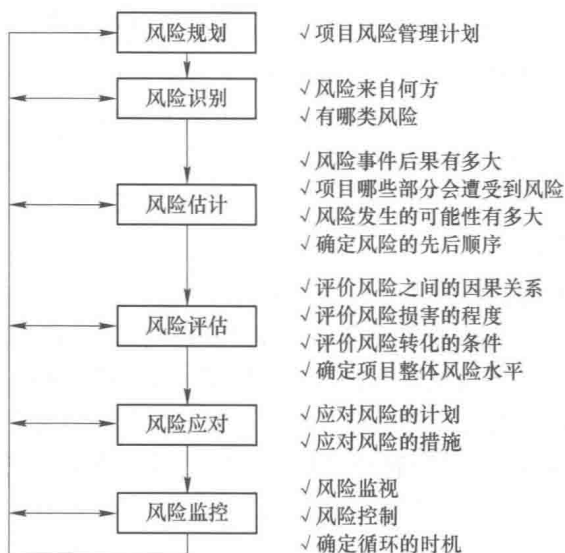


图 1.2 六阶段的风险管理过程

1.2.1.2 项目风险管理过程研究评价

通过风险管理过程分析,可以看出,各个组织和专家学者对风险管理的过程划分不尽相同,但是都包括风险因素识别、风险评估、风险应对和风险监控四个关键过程,这四个过程是风险管理的核心内容。因此本书也从风险识别、风险评估、风险应对和风险监控四个过程对矿建工程项目风险管理展开研究。

风险因素识别是指通过对项目所面临的以及潜在的风险因素加以判断,确定可能影响项目目标实现的不确定性因素,并加以整理形成文档的过程。风险因素识别作为风险管理工作的起点,是风险管理的基础工作。风险因素识别的结果对整个风险管理工作都会产生巨大影响。一方面,风险因素识别能够为风险分析提供必要的信息和评价指标,提高风险管理工作的效率;另一方面,风险因素识别的纰漏可能给项目造成新的风险,这尤其需要引起风险管理者的注意。

风险评估是指在风险因素识别的基础上,对识别出的风险因素的发生概率和可能造成后果的严重程度等进行定性或定量的分析。它是风险管理不可缺少的关键步骤,是风险监控的基础,可以为选择最佳的风险管理措施提供依据。

风险应对是根据风险评估的结果,对风险因素采取的计划措施,一般有4类:风险回避、风险缓解、风险转移和风险自留。

风险监控是对已经识别的风险进行跟踪、监视,检查风险应对措施的效果,监视残余风险,并识别新出现的风险。它有两层含义:

- (1) 当风险事件发生时,及时采取预定风险控制措施;
- (2) 当情况发生变化时,需要对项目风险进行重新分析,并制定规避措施。

1.2.2 项目风险分析技术与方法述评

1.2.2.1 项目风险分析技术与方法综述

风险分析是项目管理者识别风险因素,准确认识风险发生条件、描述风险特征并对风险影响进行评价的过程,是项目风险管理的基础工作,在项目风险管理过程中起着十分重要的作用。现代数学和计算