

李 平 著

工程项目 风险分析

及最优承包合同的研究

GONGCHENG XIANGMU

FENGXIAN FENXI

JI ZUIYOU CHENGBAO HETONG DE

YANJIU



黄河水利出版社

工程项目风险分析及最优承包合同的研究

李 平 著

黄河水利出版社

内 容 提 要

本书在简要介绍项目风险管理和合同管理基本理论、方法与技术的基础上,以工程项目为背景,研究风险分析和最优承包合同问题。主要包括:管理技术层面上,进行了项目风险的评估、分担及进度的控制问题的研究;合同管理层面上,分析了工程项目的内外生风险产生的原因、分担原则,从非对称信息和合同变更两个角度研究了风险分担及抑制内生风险的最优承包合同设计问题。

本书提出的问题、模型及方法,可为工程管理、建筑工程专业的大学本科高年级学生、研究生及相关的研究者提供参考,同时也可大型工程项目风险管理实践的业主、监理单位及施工单位提供参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程项目风险分析及最优承包合同的研究/李平著. —郑州:黄河水利出版社,2007.8
ISBN 978-7-80734-238-0

I. 工… II. 李… III. ①建筑工程-项目管理:风险管理
②建筑工程-经济合同-研究 IV. TU71 TU723.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 117754 号

出 版 社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市金水路 11 号 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371-66026940 传真:0371-66022620

E-mail: hhsclbs@126.com

承印单位:黄河水利委员会印刷厂

开本:787 mm×1 092 mm 1/16

印张:8.5

字数:210 千字

印数:1—1 000

版次:2007 年 8 月第 1 版

印次:2007 年 8 月第 1 次印刷

书号:ISBN 978-7-80734-238-0/TU·82

定价:21.00 元

前 言

工程项目作为人类社会经济活动的重要组成部分,在其实施过程中也必然充满了来自各个方面的风险干扰和威胁,使得项目在费用、工期、功能和运行效益等方面达不到预期的设计目标。这些风险因素通常来自项目的技术复杂性、规模大型化、投资与管理的多元化和国际化、项目实施环境的多变性、合同条件的严格性等诸多方面。由此产生了各种风险分析与管理技术,并在现代工程项目风险管理中得到了日益广泛的应用,成为项目管理九大知识体系的重要内容。

项目风险管理技术是 20 世纪 60 年代以来世界发达国家项目管理中不可缺少的支撑工具,项目风险管理是一种项目主动控制的手段,这种主动控制与传统的被动方式截然不同,风险管理对项目目标的主动控制体现在通过主动识别风险因素并加以分析,事先采取风险处理措施进行项目的主动控制。

国外各种风险管理的理论 20 世纪 80 年代中期被介绍到我国,同时也被应用到大型项目管理中,如举世瞩目的三峡工程、二滩水电工程项目、广州地铁项目、上海磁悬浮列车等。但是与项目风险管理发展比较成熟的国家相比,仍处于起步阶段,还有许多问题需要解决。

现代项目风险管理包括风险分析和风险控制两个阶段,其中风险分担是风险控制的重要工作内容,但项目风险管理是一复杂的问题,其不仅与外生的不确定因素有关,而且和项目参与人的行为相互联系、相互影响、相互制约。项目参与人的行为风险包括由于参与人经验、知识和技术水平等有限而产生的外生风险及因为参与人之间的信息不对称和机会主义行为而产生的内生风险。因此,本书从管理技术和合同管理两个层面上,对工程项目风险分析方法和风险分担、抑制内生风险的最优承包合同设计等问题进行了研究。

本书第 1 章、第 2 章、第 5 章介绍了项目风险管理、合同管理的基本理论。

第 3 章,对工程项目工期风险评估方法进行了研究,指出了经典的 PERT 网络工期风险计算方法和 MC 法的不足;提出了新的工期风险计算方法;解决了经典的 PERT 网络计算方法计算精度低和 MC 法计算速度慢的问题。

第 4 章,对工程项目外生风险的评估、分担和控制的方法进行研究。根据项目整体风险最小的风险分担原则,提出了工期风险优化、费用风险优化模型和工期费用联合风险优化的方法;解决了工程项目的风险评估、风险的分担、进度控制的问题。指出相关机会规划和遗传算法是 PERT 网络优化行之有效的方法。

第 6 章,首先分析了工程项目的风险产生的原因,然后从不完全合同的角度,分析了工程项目风险,建设工程施工合同(示范文本)1999 版(以下简称合同范本)和 1999 年 FIDIC 颁布的施工合同条件(Conditions of Contract for Construction)(以下简称 CONS)的风险分担原则。提出合同风险是由当事人的客观的外生行为和主观的内生行为造成的。所以合同风险是外生风险和内生风险的综合。指出合同范本与 CONS 不论在外生风险的分担规则方面还是在内生风险的分担规则方面均没有根本差别,但是对一些风险事项的分担规则以及合同变更规则的规定存在着暧昧性,使产生争议或内生风险的可能性增大。

第7章,对非对称信息条件下最优承包合同进行了研究。使用委托-代理理论基本框架,提出了承包商隐藏信息条件下的最优承包合同模型;指出承包商隐藏信息条件下,一次性的完全合同菜单,可以使业主承担全部外生风险,降低内生风险发生的可能性,激励承包商增加投资,降低交易成本。但是业主的效用和合同效率均不大于对称信息情况下的效用和效率。

第8章,对基于变更的最优承包合同进行了研究。根据不完全合同理论,针对施工条件变化,建立了承发包双方,围绕着工期、合同价变更的承包合同模型。研究证明,只要在初期合同中,合理地确定施工条件、工期、价格、合同变更规则,就可以引导承发包双方按社会福利最优进行投资,抑制隐藏信息的道德风险。

第9章对本书的内容进行了总结,并提出存在的问题和新的研究方向。

本书无力构建工程项目风险管理的整个理论体系和方法,但研究的问题、思路及模型和方法,能被相关领域研究者参考,并对风险管理理论体系和实践有微薄贡献的话,将是我们最大的欣慰。

本书作为作者攻读博士期间研究成果的总结,得到了导师上海理工大学商学院顾新一教授的亲切关怀和悉心指导。同时,本研究也得到了管理学界复旦大学项保华教授、上海交通大学石金涛教授、上海理工大学钱省三教授、东华大学戴昌钧教授等前辈的指导和帮助。胡建兵、许兵对本书的完成也提供了热心的帮助,在此一并表示衷心的感谢!

限于笔者水平,谬误之处在所难免,恳请读者批评、指正。

作者

2007年7月

目 录

第1章 绪 论	(1)
1.1 选题目的、意义及立论依据	(1)
1.2 国内外相关研究简述	(3)
1.3 问题的提出、研究方法及其框架	(8)
第2章 工程项目风险管理	(13)
2.1 项目风险及风险管理的概念	(13)
2.2 项目风险识别	(18)
2.3 项目风险评估	(20)
2.4 项目风险处理	(25)
第3章 工程项目工期风险评估方法的研究	(29)
3.1 引 言	(29)
3.2 双代号网络计划技术	(29)
3.3 经典 PERT 网络工期风险评估	(33)
3.4 蒙特卡罗工期风险评估	(34)
3.5 PERT 网络工期风险评估模型和方法	(36)
3.6 小 结	(42)
第4章 工程项目工期费用风险优化的研究	(43)
4.1 引 言	(43)
4.2 网络计划的优化	(43)
4.3 相关机会规划	(49)
4.4 遗传算法	(51)
4.5 费用工期风险优化模型	(52)
4.6 PERT 网络费用工期风险优化的遗传算法	(57)
4.7 示例与分析	(60)
4.8 小 结	(64)
第5章 工程项目合同管理基础	(65)
5.1 工程项目合同概述	(65)
5.2 工程项目承发包模式及合同类型	(67)
5.3 工程施工合同	(71)
5.4 工程项目合同管理	(75)
第6章 工程项目合同及其风险分担	(81)
6.1 引 言	(81)
6.2 FIDIC 标准合同范本	(82)
6.3 项目风险分担理论	(83)

6.4	不完全合同理论	(84)
6.5	工程项目风险及承包合同	(86)
6.6	外生风险及风险分担原则	(88)
6.7	内生风险及风险分担原则	(92)
6.8	小 结	(93)
第 7 章	非对称信息条件下最优承包合同的研究	(94)
7.1	引 言	(94)
7.2	委托代理理论	(95)
7.3	问题的描述	(99)
7.4	对称信息条件下最优承包合同	(101)
7.5	非对称信息条件下最优承包合同	(102)
7.6	小 结	(105)
第 8 章	合同变更与最优承包合同的研究	(107)
8.1	引 言	(107)
8.2	工程项目合同变更	(108)
8.3	问题的描述	(111)
8.4	社会福利最优合同	(112)
8.5	对称信息条件下的合同变更	(113)
8.6	隐藏信息条件下的最优承包合同	(116)
8.7	小 结	(118)
第 9 章	结论与展望	(119)
9.1	本研究主要结论	(119)
9.2	本研究的局限与展望	(120)
参考文献		(121)

第 1 章 绪 论

1.1 选题目的、意义及立论依据

人类历史上早期风险问题的研究可追溯到公元 14 世纪中叶,当时欧洲地中海沿岸各港口的海上保险揭开了人类探索风险管理的序幕。19 世纪,法国的经营管理理论创始人法约尔第一次把面临风险的管理列为企业管理的重要职能之一。

1931 年美国管理协会保险部最先倡导风险管理,并开始研究风险管理及保险问题。1932 年成立的纽约经纪人协会标志着风险管理的兴起。1953 年 8 月 13 日美国通用汽车公司的自动变速装置发生大火,导致该公司蒙受了高达 5 000 万美元的损失,这场大火震动了美国企业界和学术界,成为风险管理科学发展的契机。到了 20 世纪 60 年代,一门新的管理科学——风险管理在美国正式形成,于是在美国保险管理学会(ASIM)的推动下,风险管理在美国各地和西方国家得到了迅猛的发展。

自 20 世纪 50 年代末 60 年初以来,随着科学技术的发展,工业和国防建设以及生活水平的不断提高,需要建设很多大型、巨型工程,如航天工程、大型水利工程、核电站工程、大型钢铁企业、石油化工企业和新型城市的开发、交通工程项目等。这些工程技术复杂、规模大、建设周期长,对项目建设的组织与管理提出更高的要求。对于这些大型工程,投资者和建设者都难以承担由于项目组织和管理失误而造成的损失。一些工业发达国家开始重视工程项目管理的研究,相继成立了许多工程项目管理研究的学会和进行工程项目管理的咨询机构,多年来有关理论研究和实践应用的结果使工程项目管理成为管理科学的一门分支学科。

工程项目作为人类社会经济活动的重要组成部分,在其实施过程中也必然充满了来自各个方面的风险干扰和威胁,使得项目在费用、工期、功能和运行效益等方面达不到预期的设计目标。这些风险因素通常来自项目的技术复杂性、规模大型化、投资与管理的多元化和国际化、项目实施环境的多变性、合同条件的严格性等诸多方面。由此产生了各种风险分析与管理技术,并在现代工程项目风险管理中得到了日益广泛的应用,成为项目管理九大知识体系的重要内容。

项目风险管理技术是 20 世纪 60 年代以来世界发达国家项目管理中不可缺少的支撑工具,项目风险管理是一种项目主动控制的手段,其主要目标是使项目的三大目标(性能、工期、投资/成本)得到控制。这种主动控制与传统的被动方式截然不同,风险管理对项目目标的主动控制体现在通过主动辨识风险因素并加以分析,事先采取风险处理措施进行项目的主动控制。目前项目风险管理得到了国内外学者和工程技术人员的广泛关注。世界项目管理大会把项目风险管理作为大会的四大主题之一,各种期刊上有关项目风险管理论文不断增加,都表明人们已极为重视对项目风险管理理论的研究。在实践上,现已涌现出不少新一代面向项目的企业——项目型公司,国外甚至还出现了专门从事风险管理工作的所谓风险管理公司。

• 20 世纪 80 年代中期以来,随着我国经济的改革开放,国外各种风险管理的理论被介绍到中国,同时也被应用到项目管理中,尤其是大型土木工程项目。如举世瞩目的三峡工程、二滩水电工程项目、广州地铁项目、上海磁悬浮列车项目等,在项目实施过程中都制定了风险管理方案,并成功地运用了项目风险管理方法。1987~1996 年,由国家科委主持的国家重点科技攻关项目“三峡工程重大科学技术研究”中,安排了三峡工程的风险研究,在国内首次对大型工程项目进行风险分析与控制。在研究过程中,综合利用了多学科的理论与方法,以具体的三峡工程为背景,研究投资项目经济风险、投资膨胀风险、工期风险和财务风险,取得了多项重要研究成果。但是与项目风险管理发展比较成熟的国家相比,仍处于起步阶段,还有许多问题需要解决。随着我国经济的飞速发展,工程项目投入不断加大,工程项目向高科技方向发展。如国家发改委批准投融资 1 100 亿元人民币,在“十一五”期间兴建 3 个大型核电站项目,解决 3 000 万 kW 电力缺口。这些工程项目不仅存在技术复杂、规模大、周期长带来的不确定性,而且还存在投资渠道的多元化、技术合作的国际化产生的新风险,如宗教信仰、传统习惯等因素引起的行为风险。因此,我们应充分借鉴欧美发达国家项目风险管理的成功经验,并结合我国国情,走自己的路,形成具有中国特色的项目风险管理体系。故本课题研究具有极为重要的理论意义和现实指导意义。

本选题的主要立论依据如下:

(1) 大型工程项目管理的需要。

近年来,由于我国社会和经济发展的需要,国家在基础设施建设方面的投资不断加大,近 3 年固定资产投资平均增长超过 13%,2003 年上半年高达 31%,固定资产的投资已经成为我国经济发展的推动力。我国的工程建设,尤其是大型工程项目建设进入了一个新的高峰期,如近几年先后兴建的小浪底水利工程、青藏铁路工程、南水北调工程、西气东输工程和北京奥运会比赛场馆建设工程等。所以,建立和完善大型工程项目的风险管理已经摆上议事日程,在我国社会主义市场经济不断完善的今天,如何运用市场机制加强对大型工程项目的风险管理,应当引起有关方面的高度关注和重视。

(2) 项目风险管理发展的现实需求。

项目的风险与不确定性是客观存在的。大量事实证明,人们对项目的分析和预测不可能完全符合未来的情况和结果。这是因为,客观环境、条件及相关因素是变化发展的,而人们依据过去的资料和经验所做的预测很难完全符合未来的事物发展规律和实际状况,而且时间距离越远,预测的误差也越大。风险管理以对风险的识别、评估和科学分析为基础,为管理人员运用各种对策的最佳组合对风险进行全面、合理地处置提供了可能性,为使项目决策建立在可靠的基础上,需要对项目风险实行科学的分析和科学的管理。

传统的保险不能适应现代项目管理的需要。保险只承办纯粹的自然灾害和意外事故所致损失的保险,而且只承办其责任项下的业务,其他损失不属于理赔范围的,保险人均不赔偿;另外保险业务的扩展不能与生产的发展完全同步,保险条款难以全面反映新的风险存在和发生的可能性。风险管理克服了那种传统的以保险为单一手段处置风险的局限性,综合利用各种控制风险的措施,并使处置风险的方法日益完善,这些都使得越来越多的工程项目自觉地争相采用风险管理方法。

随着科技的飞速发展、工程项目国际间的合作增加,工程项目的管理越来越复杂,各种风险因素及风险发生的可能大大增加,并且扩大了风险事件造成的损失规模,这就对项目风

险管理理论和技术提出了更高的要求。

(3)学科建设的客观需要。

目前项目风险管理在工程建设领域已经逐渐成为一个必不可少的工作内容。然而,该领域内无论在风险基本概念的认识和界定,还是风险分析技术和手段的建立,以及风险管理观念和体系的完善等方面还远远未达到成熟的水平。因此,开展工程项目管理中风险管理的研究和探索,对于工程项目的顺利实施,使项目能够保质保量地如期完成,达到预期的项目目标就显得十分重要。

本选题的研究对丰富和完善项目管理学、风险管理、管理科学决策等有重要的促进作用。同时,也有助于立足中国国情,探讨和开拓工程管理和项目管理与决策科学、合同理论的交叉领域——工程项目风险管理。虽然本研究无力构建工程项目风险管理的整个理论体系,但通过对工程项目风险分析和最优承包合同的研究,无疑会对项目风险管理学科的发展与完善起到积极的推动作用。

(4)相关领域研究成果的支撑。

项目风险管理是在经济学、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,逐渐形成的一门新兴的经济管理边缘科学。

近十几年来这些相关学科的发展,尤其是运筹学、信息经济学、计算机科学、现代经济学等方面的国内外研究成果和在项目风险管理方面的应用无疑为本选题的研究提供了重要的理论和方法的支撑。

1.2 国内外相关研究简述

1.2.1 风险及风险管理的基本概念

关于风险的定义,早在1955年,以研究风险问题著称的美国学者 Mowbray 认为,“风险就是不确定性”;1972年,Rosenbloom 等指出,“风险的定义是收益的不确定性”;1984年,我国台湾地区学者宋明哲认为,“风险是指决策面临的状态为不确定性产生的结果”。美国学者 Earle 和 George Cvetkovich(1997)认为风险管理必须考虑文化价值观及风险事件对社会各阶层,尤其是直接相关的阶层的影响。他们认为风险管理从某种意义上讲就是文化管理。应该指出,这种见解是很有见地的,因为风险管理实质上是一种主观评价和主观价值判断。近年来,国内一些学者将风险概念在哲学范畴内定义为:“在以特定利益为目标的行动工程中,若存在与初衷利益相悖的可能损失即潜在损失,风险是指实际结果与预期结果相背离从而产生损失的一种不确定性,则称该潜在损失所导致的对行动主体造成危害的事态为该行动所面临的风险。”

在工程建设领域,一些学者纷纷对工程建设项目风险的概念进行了阐述。Erikson(1979)将工程项目建设风险定义为“揭示建设过程中产生的经济损失或获得”;Levitt(1979)定义为“建设工程中可变的变化导致业主最终造价的不确定性”;按照英国国家标准(No 4778:3.1,1991),项目风险是指“在项目寿命期可能发生的,对人有潜在的伤害,对财产和环境有破坏性后果的事件”。Bunni(1997)进而把建设风险总结为一公式:“风险为已经定

“危险发生的可能性或频率与发生后果程度之积。”综合上述概念,工程建设项目风险可以定义为:“在工程项目建设过程中产生的具有可变性、不确定性、可以量化的经济损失或收益。”

1985年Rerry和Hayes基于建设项目的风险源,并按承包商、业主和咨询方各自应承担的风险列出了内容广泛的风险因素;Cooper和Chapmen在1987年按照风险的特性将风险分为技术风险与非技术风险;1986年Perry与Hayes分析了建设项目的核心风险;Dikemnozdoganm等于2000年将BOT项目的风险分为国家风险、政府风险和项目风险三大类,并形成BOT的决策策划程序,大大提高了BOT项目的风险管理水平。

风险管理是项目管理的基本内容之一,风险管理的前提是接受不确定性的存在,并且构成相对于计划变更、结构改变和偶然事件的风险响应结构。有数种风险管理的定义,有代表性的是由Tumala和Cuah于1994年提出的,即风险管理是指发展过程的合理框架,这一过程主要包括风险识别(Risk identification)、风险评估(Risk assessment)、风险处理(Risk dispose)和风险监控(Risk monitoring and control)。一般前两项统称为风险分析(Risk analysis);后两项统称为风险控制(Risk control)。按照英国国家标准Bs8444(BSI, 1996),风险管理包括5个环节:①风险识别;②风险评估;③风险测量(Risk evaluation);④风险响应(Risk response);⑤风险监测(Risk monitoring)。这5个环节构成的有机循环可形成风险管理的有效系统。

1.2.2 风险管理方法及应用

国外对此研究起步较早,理论、方法及模型相对比较成熟,例如经常使用的蒙特卡罗模拟、模糊数学、效用理论以及多目标决策技术等,并有相关的计算机软件支持,如Monte Carlo、美国Lotus公司的@risk等。Willamseims(1989年)、Toakley和Ling(1991年)、Raftery(1994年)、Akintoye和Maeleod(1997年)归纳了项目风险管理的主要技术,如概率分析、决策技术、敏感性分析、随机控制、蒙特卡罗模拟等。

对于不同的项目应采用不同的风险管理技术。1999年Tah在HRBS方法的基础上发展的风险评估模型,Lam等(2001)提出的模糊推理决策技术,用于大型复杂项目的风险决策;Tah和Carr(2000)提出的风险评估的模糊逻辑技术,用于大型工程项目的风险控制;Xu和Tiong(2001)提出的承包商报价策略的风险评估模型,可应用于承包商投标报价的决策分析。

美国斯坦福大学Elisabeth、Pate-Cornell和Regan(1998)对快速时变系统的动态风险管理进行了多年研究,建立了一套以决策分析和人工智能方法为基础的风险测度模型和决策模型框架。Huseby和Skogen(1992)提出了连续项目风险评审模式;同年,Cano提出了动态风险分析DynRisk模式, Ren(1994)提出了风险生命期概念, Jaafari(2001)提出了生命周期风险管理LCPM在这些动态模型中,将风险识别与评价贯穿于项目的整个生命期当中,这无疑是风险管理观念上的一个大的飞跃。Dongping Fang等(2004)充分考虑了风险对承包商投标价的影响,建立了基于风险评估的投标模型。

国内许多学者在工程项目风险分析方面也取得了丰富的成果。清华大学郭仲伟教授(1994)根据大型工程项目风险分析的特点,对采用行为模型方法的必要性进行了讨论,并给出了风险分析材料上涨率、产品价格上涨率、通货膨胀率和利率等4个参数,采用正态分布

以及考虑工程投资和工期两个参数在一定的范围内变化时相应的经济评价指标 DCFR、NPV、ROI,对返本期和利润投资比的波动范围进行了计算与分析,并算出了统计风险度 SFD 作为进行方案比较时的重要依据;天津大学刘金兰博士等(1996)结合大型工程项目风险特点,提出了一种根据时间序列构造风险分析影响图的方法,这是一种新方法的探索,但离实际应用尚有很长的路要走。

重庆建筑大学肖维品教授(1997)应用西方经济学原理和数理统计方法提出了工程建设项目投资风险分析的实用方法,其研究成果对从事可行性研究及项目投资决策风险评估具有一定的参考价值。肖维品教授的主要贡献在于提出了工程建设所需的各项资源(如劳动力、材料、施工机械设备等)供给风险度和工程产品(如供水工程的供水量和水电站的发电量)销售价格风险度的计算方法。

上海财经大学许谨良等(1998)对风险识别、企业损失风险分析、风险衡量和评价、风险控制方法、保险与风险管理决策、风险管理信息系统、跨国公司的风险管理等课题做了全面系统的研究,其研究成果侧重于定性分析;清华大学卢有杰教授(1998)以国民经济各部门项目活动中的风险为对象,论述了项目风险的识别、量化、评估和控制的原则、方法、技术、程序,项目风险管理的必要性和紧迫性,项目风险管理的内容、范围和任务;南京大学赵曙明教授(1998)曾在美国专门从事“国际企业管理”博士后研究,其专著《国际企业风险管理》是国内第一本系统论述国际企业风险,尤其是国际政治风险方面的权威性著作,代表了国内学者研究国际企业风险管理的水平和实力。

哈尔滨大学的西宝教授等(2002)认为,由于工程项目组织的扁平化和长链供应链的形成,工程项目风险控制必须从传统的简单流程式管理转向面向价值链的风险管理,并且提出了项目风险控制的“鞭梢效应”和风险决策的“迁移性”,构造了工程项目风险价值流为基础的风险链管理方法。哈尔滨工业大学的朱彬、刘进(2002)运用风险概率的似然估计法计算航天项目单个风险的风险度,将风险模糊综合评价方法和 AHP 方法相结合,构造了航天项目风险综合评价模型。以大型科研项目管理中的风险管理问题为研究对象,韩晓等(2002)提出了基于灰色关联度的科研项目工艺路线选择及分阶段风险影响评价方法。该方法为小样本、贫信息的科研项目风险评价问题提供了可行的数学分析工具。王要武和孙成武(2002)通过分析建设项目风险的过程和特点,从总体上阐述了建设项目风险分析专家系统的设计框架,以及各组成部分的构成说明,并给出了基于面向对象的“知识权—对象体”知识表示方法及基于实例的推理机制,然后使其转化为广义 PERT 网络。王卓甫、欧阳红祥和李红仙(2003)提出了用 MC (Monte Carlo)方法计算施工搭接网络进度风险的步骤和方法,并针对 MC 方法和经典 PERT 计算进度风险的不足,提出了修正 PERT 计算施工搭接网络进度风险的方法,将 MC 方法和修正 PERT 方法应用于工程实例取得了满意的结果。张宏亮和王其文(2004)采用蒙特卡罗模拟应用中两种判断模拟样本量的方法——绝对偏差方法和相对偏差方法,结合一个风险投资项目的事例,对投资项目风险模拟分析中样本量决定方法进行了研究。

在实际工程项目方面,Elinwa 和 Buba 对尼日利亚影响项目成本的风险因素进行了分析,指出材料成本、欺骗性活动和回扣,以及材料价格的波动是其中最为重要的 3 个风险因素;香港学者 Shen 通过问卷调查的方式,识别出影响项目工期的 8 个最主要的风险因素,并给出了相应的防范及补救方法;Daniel 和 Mohan、Chalabi 和 Camp 等也做了较多的研究,并

都得出有价值的结论。

天津宏康等(2002)对日本国际合作银行(Japan Bank for International Cooperation, JBIC)在发展中国家贷款项目的工程延期和费用超支情况进行了研究。该研究把工程延期分为开工延期、完工延期和审批延期三种。对于完工延期来说,在调查的35件项目中,仅有2件按计划完成工期,大部分项目没能按计划完成,一般要推迟工期2年以内(16件),最多达5年以上;工期的推迟必然带来费用的超支,在预算内完成的项目15件,其余费用均超支,最高追加费用达100%以上。因此,国际合作项目延期和超支是一个需要关注的问题。

同济大学周直博士以三峡枢纽工程为背景,对大型项目建设实施阶段的风险及其属性、风险分析与管理模型及其在大型工程项目风险识别、风险评价、风险管理中的应用等问题做了可贵的探索性研究,但总的说来尚属案例分析性质,还不具备进行大规模推广应用的条件。

二滩水电站工程是我国在国际合作项目中应用项目风险管理的成功典范,他们认为:充分识别、评估工程风险和合理划分合同责任,是形成一个好的合同、管好一个项目的前提;与国际接轨的风险控制机制和保险保障体系是风险管理取得成功的基础;工程经验丰富的业主决策人员与目标明确、责任落实的项目管理机构是业主风险管理取得成功的根本保证。

因此,业主、承包商及项目参与人之间合理的风险分担是控制项目风险的有效手段。目前国际上流行的项目风险分担思想主要有3种,即可预见性风险分担哲学、可管理性风险分担哲学和契约经济学风险分担哲学。

在1996年4月巴黎举办的第三届建造风险国际大会上,会议主办者将可预见性风险原理定义如下:“如果某风险可以被一个有经验的承包商合理地预见,则该风险分配至该承包商是可以接受的,否则不能。”从以上定义可以看出,可预见性风险分配哲学认为承包商仅仅对一个有经验的承包商合理预见的风险承担责任。该学说的核心是合理的可预见性。

Smith(1996)将可管理性风险分担哲学定义为“根据广泛接受的风险分配原理将使识别的风险进行分析并分配”。可管理性风险分配哲学主要强调风险应分配至可管理该风险一方和风险分配应公平两点。

来自芝加哥大学法学院的Posner和Rosenfield(1977)的契约经济学风险分担论述被认为是迄今为止讨论风险分配的佳作之一。此后,该论文的观点被许多学者采纳和完善。认为损失应当由超级(低成本)风险承担者的当事人来承担。可根据三个相关要素判断谁是超级承担者的当事人:①损失程度;②可能发生的知识;③自我保险或市场保险的成本。芝加哥学派的标准效率定义是Kaldor-Hicks效率:“如果一项法律制度的改变导致获利方的获得超过损失方的损失,因而获利方能够理论上在赔偿损失方的损失后仍能获利,创造理论上(或潜在的)的Pareto最优,那么这项法律制度的改变就是有效率的。”Posner(1990)认为以福利最大化为目标的经济学的任务就是透过影响整个体系从而达到最大化他们的产品。

Posener和Roseffield基于上述理念对风险分担的原则进行了研究,认为可以正确评价大小和概率的风险,应由最能控制风险的主体承担;不能评价和控制的风险,应由具有承担能力的或可以得到保险的主体承担(称为第二原则)。

日本学者大本俊彦等(2001)和北方交通大学的赵振宇博士等(2003)对FIDIC颁布的新一版的施工合同条件(CONS)下建设工程项目中风险分担进行了分析和研究,分析了在该合同条件下业主和承包商的责任与利益及应承担的风险,为工程项目中更好地进行合同

管理和风险管理提供了指导。

1.2.3 合同理论

日本学者大本俊彦等(2001)认为,因为合同当事人的有限理性和信息的非对称性,所以工程项目不仅存在着当事人不可预测或不可控制的外生风险,还存在着合同当事人机会主义行为产生的内生风险。因此,在合同设计时不仅考虑对外生风险(自然状态)的分担问题,还要研究不对称信息条件下产生的内生风险问题,所以设计出实现风险分担的社会效率最优的合同将是我们关心的问题。

1937年科斯在其关于企业性质和产权的论文中提出了契约理论。20世纪50年代,西蒙在研究经济组织内决策问题时提出了有限理性概念。

个人效用最大化和信息不对称结合起来可以导致机会主义的出现。按照威廉姆斯的定义(1985),机会主义是指人们一种狡诈的自私自利的行为倾向。

完全合同理论(委托代理理论)是以合同可以描述将来可能发生的所有事件为前提,解决合同双方的信息不对称所引起的逆向选择和道德风险问题所发展起来的理论方法,委托代理理论包括道德风险、逆向选择和信号发送三类模型。

Holmstrom(1979)就信息的价值进行了研究,指出道德风险意味着效率损失和合同关系的成本,因此委托人将对任何披露代理人努力的新信息均感兴趣,任何与自然相关的信息都是有价值的,它可以对代理人的努力作更好的估计,减少关系中的内在风险;Harris和Raviv(1979)则认为,如果委托人有机会获得一个代理人完备的信号,他就可以通过利用严厉惩罚的威胁来达到最优,克服道德风险。

Vickers(1985)分析了合同策略的价值认为,其他人的策略在受委托人和代理人合约影响的情况下,合约就不仅仅是内部激励的手段,而且是影响第三方行为的企图。Salsa-Fumas、Fauly(1995)也明确将外生变量中因素引入他们的模型。

Radner(1981)利用动态博弈理论证明,在多阶段的委托-代理问题中,如果委托人和代理人双方都不仅仅只考虑当前的利益,而是将未来的潜在收益考虑进去,且贴现因子足够大,则不需要显性的激励机制,也可以达到帕累托最优的契约形式。Holmstrom和Milgrom(1991)证明,当代理人从事多项工作时,从简单的委托代理模型中得出的结论可能是不合适的。他们证明,假设当代理人从事两项工作时,如果其中一项易于监督而另一项不易监督,采用简单模型中指出的显性激励方式,就会导致对其中易于监督的工作的过度激励,而对另一方面缺乏激励,从而使得代理人只注重被过度激励的工作内容。

Akerlof(1970)的旧车市场模型开创了逆向选择理论的先河,指出在旧车市场上,若买者和卖者关于汽车质量信息的不对称,即卖者知道旧车的真实质量而买者不知道,则在均衡情况下,只有低质量的车成交,在极端情况下,市场可能根本不存在,交易的帕累托改进不能实现。

Salanie(1996)指出了委托代理模型的不足。他认为,如果代理人的参与需要一定成本的话,有可能没有任何类型的参与人来参与。尽管这样的一个悖论可以通过引入事先的承诺行动来消除,它依然可以表明委托代理模型是一个比较极端从而比较脆弱的模型假设。

合同是完全的,这显然是一个很强的假设。因为这意味着影响契约关系所有的相关情况都被考虑在契约中。由于合同条款的局限性、合同双方的信息不对称性和主体的有限理

性,就必然使现实中的合同是不完全的。

不完全合同理论以 Grossman 和 Hart 的研究为契机获得了不断的发展。不完全合同的研究主要是建立在交易费用经济学(transaction cost economics)的基础上。交易费用经济学认为,由于行为主体是有限理性的,且其行为是机会主义的,在一些资产具有关系专用性特征时,双方由于担心对这些资产的投资带来的剩余会被对方窃取,将对这些资产投资不足。这也就是著名的“敲竹杠”问题(hold up problem)。早期的不完全合同理论主要是处理因合同内容的不完全产生的投资过小问题。Hennanhn 和 Katz(1991)对代理人的激励问题的研究,指出在某些条件下,委托人可以利用显示博弈(revelation games)来回避努力不可检验所造成的问题,从而通过重新谈判可以达到最优;Aghion、Dewatripont 和 Rey(1994)对项目承包合同和效率进行了研究,指出合同的效率与再谈判的谈判能力和初期合同内容有关,正如传统的委托—代理理论假设的那样,合同当事人的一方占有全部剩余,社会最优合同能够实现。

1.3 问题的提出、研究方法及框架

1.3.1 问题的提出

项目风险管理是工程项目管理的重要环节,是对工程项目活动中涉及的风险进行识别、评估并制定相应的政策,以最少的成本,最大限度地避免或减少风险事件所造成的实际效益与预期效益的偏离,安全地实现工程项目的工期、费用和性能三大目标。根据项目的目标,工程项目风险又可以分为工期风险、费用/成本风险和性能/质量风险。

20 世纪 90 年代以来,国内外专家、学者对风险管理技术及应用进行了广泛的调查,经常使用的有风险对照表、概率分析、贝叶斯风险分析、决策树、模糊数学、影响图、蒙特卡罗模拟、多目标决策、PERT、敏感性分析、效用理论等,并有相关的计算机软件支持,如蒙特卡罗、美国 Lotus 公司的@risk 等。

英国里丁大学(University of Reading)教授 Simister 就风险管理技术及其应用情况,在英国项目管理者协会的 37 名会员单位中作了调查,结果如表 1-1 所示。

表 1-1 项目风险管理技术应用情况调查

技术种类	A(%)	B(%)	C(%)	D(%)
核查表	76		8	4
CIM 模型	8		48	32
决策树	44		48	
模糊数学			64	24
影响图	28		48	12
蒙特卡罗模拟	72	4	16	
多目标决策模型	24		36	28
PERT	64	4	24	
敏感性分析	60	4	20	8
效用理论	4		48	36

注:A,经常使用;B,过去使用,但是已不再使用;C,知道该技术,但是不用;D,还没听说过。

表 1-1 说明,核查表、蒙特卡罗模拟、PERT 和敏感性分析应用广泛。其中,计划评审技术 PERT (Program Evaluation and Review Technique)出现于 1958 年,是美国海军在研究开发北极星号潜水舰艇所采用的远程导弹 F.B.M 的项目中开发出来的。PERT 的应用,使美国海军部门顺利解决了组织、协调参加这项工程的遍及美国 48 个州的 200 多个主要承包商和 11 000 多个企业的复杂问题,节约了投资,缩短了约两年工期。此后,美国军界、建筑工程业等各行业广泛推广这一技术。PERT 技术考虑了项目各活动环节在完成时间上的不确定性,用于解决某一项目由各项活动组成,每项活动时间错综复杂,但又需要合理确定项目完成时间的场合。

前人对采用 PERT 网络分析项目风险或完工率已做了不少的研究,主要集中在活动持续时间和工期的分布、PERT 网络的关键路线和时间参数、PERT 网络解析计算方法等方面,并已取得了一些成果,但还不完善。目前有待于深入进行研究的问题有:PERT 网络的工期分布、PERT 网络的关键线路的定义和确定、PERT 网络的时间参数及其利用的分析研究、大型 PERT 施工进度网络风险的解析计算。

目前,PERT 网络多用于项目风险或完工率的分析,并且仅是对工期风险的计算或评估。项目风险管理更重要的是对风险进行控制,风险控制包括风险处理和风险监控。风险处理的行为包括保险、吸收、分担和转移,其中保险并不能降低系统(项目)风险发生的概率和由此产生的损失;风险的吸收、分担和转移通过加强内部风险管理、项目参与人之间有效的分配和合理的转移可以降低项目的风险。风险的吸收、分担和转移实质上是风险分担的问题,不同的是项目参与人之间风险分担的比率不同。因此,对项目风险分担的研究有着重要意义。

如本章 1.2 节所述,国际上流行的风险分担思想包括可预见性风险分担哲学、可管理性风险分担哲学和契约经济学风险分担哲学,是公平原则和效率原则的具体体现。目前主要集中在标准合同条件、风险分担思想体系以及项目参与人行为等方面的研究,如 NEC 和 FIDIC(1999)融入了整体风险最小的原则。但是从风险管理技术的角度研究项目风险分担的文献很少。风险分担的效率原则,要求项目整体风险最小,因此项目风险分担的问题就是风险优化问题。

CPM 网络优化包括费用、工期优化和资源优化,其优化目前已有了多种算法,并趋于成熟,主要用于确定的活动持续时间的场合。对于活动持续时间不确定的 PERT 网络优化是困难的。传统 PERT 方法是把不确定性网络转化成确定性网络,但是对风险的评估过于乐观,是因为忽略了关键线路和非关键线路的作用及自由时差和节点的随机性,同时也没有考虑费用的不确定性。

工程项目中不仅存在项目参与人不能识别、评估、控制的不确定性因素而产生的外生风险(自然状态),还存在着由于项目参与人之间的信息不对称和机会主义动机而产生的内生风险。风险管理是项目参与人的经济行为,因此对风险的决策与分担问题的研究必须考虑项目主要参与人业主和承包商行为的影响。这必然涉及到合同层面上的问题,即最优合同设计问题。技术层面的风险管理研究显然没有考虑这方面的因素。在建筑产品的交易和生产过程中,由于承发包双方的地位不同、社会分工和生产的特点,必然存在着不可证实的内生变量、信息不对称和专用性投资。这三个方面的相互作用,诱导承发包双方的机会主义行为,产生内生风险。当风险事件发生时,对方或第三方不能辨别是外生风险或内生风险造成

的结果。

委托代理理论是解决合同双方的信息不对称所引起的逆向选择和道德风险问题所发展起来的理论方法,委托代理理论包括道德风险、逆向选择和信号传递三类模型。委托代理理论认为委托人想使代理人按照自己的利益选择行动,但是委托人不能直接观测到代理人选择什么行动,能观测到的只是另一些变量,这些变量由代理人的行动和其他外生的随机因素共同决定,因而充其量只是代理人行动的不完全信息。委托人可以根据这些可观察和可证实的变量,通过设计激励代理人的行为或激励代理人披露真实信息的合同,克服道德风险或逆向选择问题。但是由于信息的不对称,必然会产生合同扭曲或效率损失。因此,从帕累托最优的意义来说,不对称信息条件下仅是次优合同。

由于合同当事人是有限理性的,不可能在有限的可利用的资源内,识别、评估全部的外生风险,即使可以评估,也不可能在合同中完全描述,因此工程合同属于不完全合同。国内外流行的建设工程施工合同条件,均制订有合同变更条款。不完全合同的研究主要是建立在交易费用经济学的基础上。交易费用经济学认为,由于行为主体是有限理性的,且其行为是机会主义的,在一些资产具有关系专用性特征时,会诱发行主体机会主义行为的内生风险的产生。通过恰当地设计初期合同和再谈判时的风险分担规则,可以克服内生风险的产生。

因此本书的研究对象是以工程项目风险管理为背景,研究风险分析和最优承包合同问题。主要包括从技术层面上,研究风险的评估、优化和分担问题;在合同方面,从非对称信息和合同变更两个角度研究最优承包合同设计问题。

1.3.2 研究方法

本书以工程项目风险管理为背景对外生风险的分析、控制和克服内生风险的最优合同进行研究。前者属于风险管理技术的研究范畴,主要采用计划评审技术、相关机会规划、蒙特卡罗模拟、遗传算法等方法和技术;后者属于合同管理和最优合同设计研究范畴,主要应用标准合同条件、委托代理理论、不完全合同理论、博弈论进行研究。

1.3.3 研究框架及结构

由于本书的研究对象被确立为以工程项目管理为背景研究项目风险分析和最优承包合同设计问题,因此在研究方向上,将选定以下两条主线:

(1)从技术层面上,通过考察对 PERT 网络在风险管理上存在的问题,建立工期风险计算、风险优化模型,对风险的评估、分担、控制等问题进行研究。

(2)从合同层面上,通过分析国内外的标准合同条件、工程项目中的信息不对称和机会主义行为,研究风险分担的最优承包合同设计问题。

为了将这两条研究主线有机地结合为一个研究整体,本书构建了一个概念性框架。我们可以通过图 1-1 对该框架予以简单介绍。

从项目风险管理技术层面上来看,现代数学、系统科学,尤其是计算机技术的飞速发展,为项目风险管理技术的发展提供了极大的支持,促进了风险管理技术从定性分析向定性和定量相结合的方向发展,使风险管理更加客观、准确和实用。本着这个原则,本书首先在分析了传统方法的基础上,采用计划评审技术和蒙特卡罗模拟法,建立工期风险评估计算模