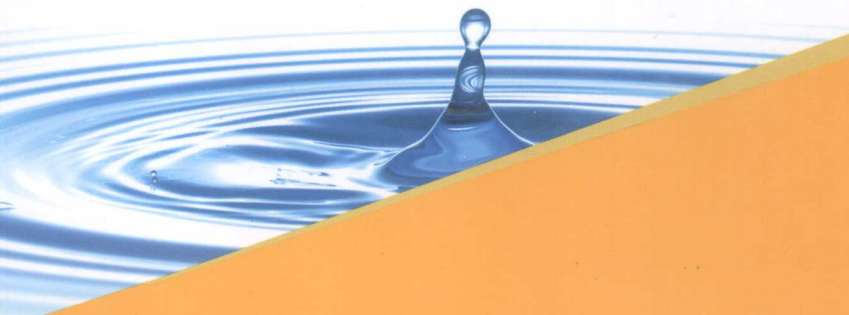
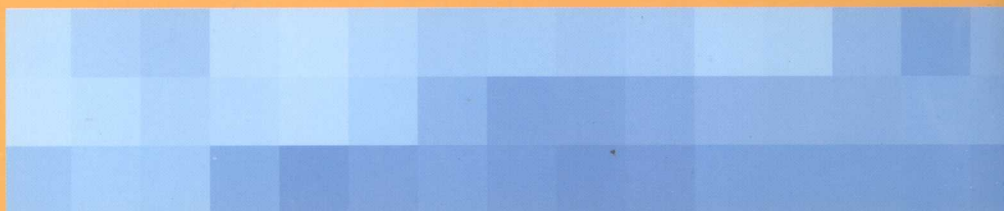


调水工程运行风险管理研究丛书



调水工程经济风险 管理研究

秦长海 甘泓 汪林 孙秀敏 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

013054511

F407.9
64

调水工程运行风险管理研究丛书

调水工程经济风险管理研究

秦长海 甘泓 汪林 孙秀敏 著



F407.9/64



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn



北航

C1661534

内 容 提 要

本书介绍了调水工程经济风险管理框架、模型构建及应用实例。主要内容包括：经济风险评价基础知识、研究现状与进展论述，调水工程经济风险识别及机理分析，调水工程经济风险评价模型构建，风险后果评价及风险控制、对策方法，以及将上述理论与方法应用于南水北调工程经济风险评价与管理的研究实例。

本书可供水利工程特别是从事水资源开发和调水工程规划设计、建设管理的人员，以及环境保护、风险管理等专业技术人员阅读参考。

图书在版编目（C I P）数据

调水工程经济风险管理研究 / 秦长海等著. — 北京
：中国水利水电出版社，2013.6
（调水工程运行风险管理研究丛书）
ISBN 978-7-5170-0935-1

I. ①调… II. ①秦… III. ①调水工程—工程经济—
风险管理—研究 IV. ①F407.9

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第121045号

书 名	调水工程运行风险管理研究丛书 调水工程经济风险管理研究
作 者	秦长海 甘泓 汪林 孙秀敏 著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京嘉恒彩色印刷有限责任公司
规 格	184mm×260mm 16开本 11.5印张 272千字
版 次	2013年6月第1版 2013年6月第1次印刷
印 数	0001—1100册
定 价	42.00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

前言

Preface



我国水资源的时间和空间天然分布不均匀,随着经济社会的快速发展,局部地区水土条件、水与经济社会、水与生态环境之间的矛盾日益突出。在当前形势下,调水工程成为解决局部地区缺水的重要途径。调水工程的建设实施会缓解调入地区的供水紧张状况,改善供需矛盾和水资源配置格局,减缓地区水资源过度开发利用,提高供水保障程度,这对促进地区的经济社会发展和改善生态环境状况,起到了重要的支撑作用,带来了良好的经济效益、社会效益和环境效益。

调水工程投资大、工期长、涉及范围广、组织管理复杂,这些特点使得在运行管理过程中必然存在着诸多风险,主要表现为市场需求预测不准、调水价格低于预期、水源区水量减少、配套工程滞后、水源及输水过程污染等方面。实践证明,风险管理是减少、降低和控制项目风险的重要手段,开展调水工程风险管理研究对保障调水工程科学、合理、高效、安全的运行,减少调水过程各种潜在损失,确保实现调水工程的规划目标,最大限度地发挥工程效益具有重要意义。

在“十一五”攻关项目中,设立了“南水北调运行风险管理关键技术研究”课题,其中包含六个专题:南水北调运行工程风险管理研究;南水北调运行水文风险管理研究;南水北调运行生态与环境风险管理研究;南水北调运行经济风险管理研究;南水北调运行社会风险管理研究;南水北调运行风险综合评估与管理调度预案研究。本书以专题四——南水北调运行经济风险管理研究为基础,开展调水工程经济风险管理理论与实践研究,采用定量评价方法对南水北调工程运行过程中存在的经济风险进行分析、评价,并提出降低和控制风险的对策建议,以期能够加强调水工程运行管理力度,降低经济风险损失,促进管理水平不断提高,同时也会为其他类似项目提供借鉴作用。

本书共分为10章。第1章介绍了风险管理的发展过程,并提出了研究目标和探讨的内容,由甘泓、秦长海撰写;第2章简要阐述了风险管理的主要内容,并提出了调水工程经济风险管理框架,由汪林、秦长海撰写;第3章系统

提出了调水工程经济风险评价模型的构建方法,由秦长海、甘泓撰写;第4章介绍了调水工程经济风险因子识别过程和方法,并分析了风险的作用机理,由汪林、孙秀敏撰写;第5章和第6章分别系统分析了水价和水量需求风险定量评价过程,由秦长海、孙秀敏撰写;第7章基于供需平衡结果,对售水量风险进行了定量评价,由甘泓、汪林撰写;第8章对南水北调经济风险进行了总体评价,由甘泓、汪林撰写;第9章提出了南水北调工程经济风险控制手段和对策建议,由孙秀敏、秦长海撰写;第10章对全书进行了总结,由秦长海、甘泓撰写。全书由秦长海统稿、定稿。

本研究属于重大基础研究,研究时间短,涉及范围广,系统复杂,工作量大。研究工作得到了国家自然科学基金(41001370)、南水北调运行风险管理关键技术研究(2006BAB04A09)、水利部公益性行业专项经费(201101016,201001018)、流域水循环模拟与调控国家重点实验室(SKL-WAC)等课题的资助。研究过程中国务院南水北调工程建设委员会办公室、水利部国际合作与科技司、水利部南水北调规划设计管理局等部门给予了大力支持;淮河水利委员会、长江水利委员会、丹江口水库管理局、江苏省南水北调工程建设领导小组办公室、南水北调中线干线工程建设管理局等,为研究提供了基础资料。研究得到了项目专家组朱尔明、陈志恺、王浩、翁文斌、任光照、祝瑞祥、许新宜、滕炜芬等院士和专家的具体指导。书中借鉴和引用了国内外有关研究成果,书后附有参考文献。在此,谨向他们表示衷心的感谢。

由于对南水北调工程和对风险的认知水平有限,加之编写时间仓促,部分资料直接引自现有文献,未作进一步的现场勘测和校验,因此有些结论难免偏颇。不当之处,敬请读者批评指正。

作者

2012年10月于北京

目 录

前言

第 1 章 概论	1
1.1 研究背景与意义	1
1.2 经济风险管理研究进展	3
1.2.1 风险管理的起源与发展	3
1.2.2 风险管理的认识过程	6
1.2.3 项目经济风险研究的进展	7
1.2.4 南水北调工程风险研究现状	11
1.3 本书的目标和探讨的内容	13
1.3.1 目标	13
1.3.2 内容	13
1.3.3 技术路线	13
第 2 章 风险管理理论概述	15
2.1 风险	15
2.1.1 风险的认识	15
2.1.2 风险的内涵	16
2.1.3 风险的分类	17
2.2 风险管理过程	19
2.2.1 风险识别	19
2.2.2 风险评价	22
2.2.3 风险对策	25
2.3 调水工程经济风险管理	27
第 3 章 调水工程经济风险评价模型	30
3.1 经济风险评价方法	30
3.1.1 蒙特卡罗模拟方法	30
3.1.2 调水工程经济风险评价应用	31
3.2 南水北调工程经济风险评价模型	32
3.2.1 模型单元划分	32
3.2.2 模型结构和特点	33
3.2.3 模型概化	35

第4章 经济风险因子识别及其作用机理	40
4.1 经济风险因子识别	40
4.1.1 南水北调工程生命周期	40
4.1.2 南水北调工程经济风险来源	40
4.1.3 南水北调工程经济风险因素	43
4.2 经济风险因子概率分布	43
4.2.1 风险因子概率分布形式	43
4.2.2 调水工程经济风险因子概率分布	44
4.3 经济风险作用机理	52
4.3.1 经济风险破坏机制	52
4.3.2 经济风险影响模式	52
第5章 受水区水价分析	55
5.1 调水水价测算依据和原则	55
5.1.1 测算依据	55
5.1.2 测算原则	55
5.2 调水工程投资	56
5.2.1 东线工程投资	56
5.2.2 中线工程投资	57
5.3 调水成本	58
5.4 调水水价分析	61
5.5 受水区最终水价	65
第6章 受水区水量需求风险分析	67
6.1 社会经济发展预测	67
6.1.1 建立理论模型	67
6.1.2 确定模型参数及模型检验	71
6.2 生活需水分析	72
6.2.1 生活用水函数	73
6.2.2 生活需水定额	75
6.2.3 生活需水量	75
6.3 第一产业需水分析	76
6.3.1 概念与方法	76
6.3.2 农田灌溉需水量计算	76
6.3.3 农田灌溉需水定额的参数确定	76
6.3.4 第一产业需水量	83
6.4 第二产业需水分析	85
6.4.1 第二产业用水函数	86
6.4.2 第二产业需水定额	88
6.4.3 第二产业需水量	88
6.5 第三产业需水分析	88

6.5.1 第三产业用水函数	88
6.5.2 第三产业需水定额	90
6.5.3 第三产业需水量	90
6.5.4 第二产业和第三产业需水价格弹性	90
6.6 生态需水分析	91
6.7 总需水量分析	92
第7章 售水量风险分析	93
7.1 受水区供水能力分析	93
7.1.1 地表水资源	93
7.1.2 地下水资源	105
7.1.3 其他可利用水资源量	106
7.1.4 可供水量分析	107
7.2 南水北调水源区供水分析	110
7.3 供需平衡分析	111
7.4 售水概率分布	112
7.5 售水风险评价	118
第8章 经济风险总体评价	124
8.1 财务分析原则	124
8.2 售水收入分析	124
8.3 财务分析	125
第9章 南水北调工程经济风险控制方法及对策研究	129
9.1 经济风险控制方法	129
9.1.1 经济风险控制目标	129
9.1.2 经济风险控制技术	129
9.1.3 经济风险控制方法	130
9.2 经济风险调度预案	134
9.2.1 经济风险调度预案分析	134
9.2.2 经济风险调度预案	135
第10章 结论与建议	137
10.1 结论	137
10.1.1 创新性结论	137
10.1.2 应用性结论	138
10.2 建议	140
附表	141
参考文献	169

第1章 概 论

1.1 研究背景与意义

我国地域辽阔,水资源时间、空间天然分布不均,随着经济社会的快速发展,人口、经济局部膨胀式增长,导致局部地区水土条件、水与经济社会、水与生态环境之间的矛盾更加突出。截至2009年,我国约2/3的城市存在缺水问题,年均缺水约400亿 m^3 (陈雷,2009),水资源已经成为这些城市和地区发展的重要制约因素。

缺水的主要原因是经济社会发展与当地水资源条件不匹配,调水工程成为调整区域间水资源丰枯余缺、解决局部地区缺水的重要途径。自1979年冬以来,我国先后修建了数十座大型跨流域调水工程,包括天津引滦入津、广东东深供水、河北引黄入卫、山东引黄济青、甘肃引大入秦、辽宁引碧入连、吉林引松入长、陕西引汉济渭,以及规模巨大的南水北调东线和中线等工程。

调水工程的建设实施可以有效调节水资源时空分布不均匀的问题,缓解调入地区的供水紧张状况,改善水资源供需矛盾和配置格局,减缓地区水资源过度开发利用,提高供水保障程度,降低缺水对水生态环境的过度影响,对促进地区的经济社会发展、改善生态环境状况起到了重要的支撑作用,带来良好的经济效益、社会效益和环境效益。

在调水工程带来显著效益的同时,我们也应看到调水工程建设和管理中存在的诸多问题,根据天津水利水电勘测设计研究院的调研成果,主要包括以下几方面:①规划设计阶段对未来水市场预测不准,使调水工程建成后的供水规模与实际需水量有较大的差距,由此而产生的后果或是工程规模不断扩建、追加投资,或是工程建成后水量供不出去,不能取得预期的经济效益;②大部分调水工程供水价格长期偏低,甚至低于成本价格,不但造成水资源短缺与浪费现象并存,而且导致管理单位的财务亏损,使调水工程巨大的经济、社会效益和实际的财务收入形成明显的反差;③由于供水区来水条件变化以及区域经济社会发展造成的需水量增长问题,导致水源区可调水量减少,无法满足预期规划的供水水量,使得项目收益减少;④配套工程建设滞后,使得工程整体效益不能充分发挥,调水工程一般包括主体工程及配套工程,主体工程和配套工程建设不同步,往往配套工程在主体工程完成后几年或十几年才能完工,导致项目整体效益下降;⑤部分调水工程存在着水质污染严重、水源地遭受人为破坏及管理体制混乱等现象。

从实践经验看,调水工程存在的问题普遍都是因为风险管理不完善所致,事前分析不准确、事中控制不合理以及事后处置不得当,造成调水工程运行管理中存在的风险没有及时化解。高度重视风险管理是项目成功的关键。对于投资高、工期长、涉及范围广、运行复杂的调水工程,为了保障科学、合理、高效、安全的调水运行管理,减少调水过程各



种潜在损失,确保实现调水工程的规划目标,最大限度地发挥工程效益,保障调水工程运行安全,非常有必要开展相关研究,以降低调水项目风险,减少风险造成的损失。

为此,在“十一五”攻关项目中,专门设立了“南水北调运行风险管理关键技术研究”课题,目标是以南水北调工程为典型,识别南水北调工程存在的风险因子及其作用机理,建立南水北调运行风险综合评价、预测、控制和预案制定的技术体系,为南水北调工程的安全高效运行提供重要依据和科技支撑,提高调水工程的风险管理水平,形成具有中国特色的复杂巨系统调水工程运行风险管理的决策技术框架系统,推动相关科学的发展。

在建的南水北调工程分为中线和东线两条线路。南水北调中线工程从丹江口水库引水经过长江流域与淮河流域,沿唐白河流域和黄淮海平原西部边缘开挖渠道,在郑州以西采用隧洞穿过黄河,沿京广铁路西侧北上,自流到北京、天津。输水总干渠全长 1246km,其中黄河以南 462km,穿黄隧道 10km,黄河以北 774km。中线工程主要向唐白河平原和黄淮海平原中西部供水,主要以供京、津、冀、豫四省市城市生活和工业用水为主,并兼顾沿线生态环境和农业用水,渠首引水规模为 $350\sim 420\text{m}^3/\text{s}$ 。

南水北调东线工程从江苏省扬州附近的长江干流引水,利用京杭大运河及与其平行的河道向北输水,连通洪泽湖、骆马湖、南四湖、东平湖作为调蓄水库。从长江至东平湖共设有 13 个低扬程大流量大型梯级泵站,总扬程 65m。从长江到天津北大港水库输水主干线长约 1156km,其中黄河以南 646km,穿黄段 17km,黄河以北 493km。供水目标主要是解决调水线路沿线和山东半岛的城市和工业用水问题,改善淮北部分地区的农业供水条件,一期工程抽江规模 $500\text{m}^3/\text{s}$ 。

南水北调东线和中线工程贯通长江、淮河、黄河、海河四大流域,无论是调水的空间跨度及长度,还是调水的规模,都超过目前世界上已建的最大调水工程,是我国继三峡工程之后又一超大型水利工程。工程是缓解我国北方水资源严重短缺、优化流域间水资源配置、改善受水区生态环境的战略举措,对于保障和促进我国北方地区的经济发展、环境改善和社会稳定都具有十分重要的战略意义。

南水北调工程项目具有投资大、建设周期长、施工组织复杂、融资渠道广、涉及供水对象多、受社会经济环境和自然环境影响大等特点,工程的运行管理涉及多个省市、流域和地区间水事关系,所面临的风险因素非常复杂。风险因素可能来源于法律法规及政策、市场供需条件、资源开发与利用条件、技术的可靠性、工程方案、融资方案、组织管理、环境与社会、外部配套条件等的一个或几个方面,这些风险因素最终以对工程经济效果、社会效果、生态环境效果等方面的影响而体现出来,导致投资、运行成本的增加等,影响工程预期经济效益的实现。整个系统任何一个环节风险所引发的事故均会影响到整个系统的安全运行,一旦出现危机,不但严重影响人民正常生活,而且将造成巨大的经济损失和不良的社会政治影响,关系到区域经济效益、社会效益、生态环境效益,甚至人的生命安全等关键性问题。对南水北调工程运行进行综合风险管理研究,不仅对发展和完善风险管理方法有重要的理论意义,而且对南水北调工程风险调度运行及工程运行管理体制的创新具有十分重要的实际指导意义。

南水北调风险管理关键技术研究的主要内容是:识别南水北调复杂巨系统运行调度过程中的风险因子,研究其作用机理;研究南水北调运行风险控制标准、综合评估及预测方



法;研究南水北调安全运行风险控制技术及风险调度运行预案;制定工程发生事故或遭遇灾害等紧急情况下的调水危机应急方案;结合南水北调中、东线工程案例,建立调水运行风险管理的决策支持系统框架,为调水运行管理提供科技支撑,保证受水区供水安全和南水北调工程运行安全。

由于南水北调工程的特殊性,其运行风险因素也有其独特性和复杂性,对南水北调工程运行影响比较大的因素归纳起来可概括为工程风险、水文风险、环境风险、经济风险和社会风险等五种风险,在课题设置上,分为五个独立的专题分别进行研究。本书是在南水北调工程运行经济风险管理研究专题的基础上完成的,主要对南水北调工程运行过程中存在的经济风险进行分析、评价,并最终提出对策建议,以期能够加大南水北调工程运行管理力度,降低经济风险损失,促进管理水平不断提高,同时也会为其他类似项目提供借鉴作用。

1.2 经济风险管理研究进展

1.2.1 风险管理的起源与发展

由于客观世界的复杂性和人类认识世界的局限性,人类的一切决策和活动总是伴随着不确定因素的困扰,因而不可避免地冒一定的风险。例如洪水、台风、地震、战争等,以不定时间、不同程度始终影响或威胁着人类世界。18世纪产业革命之后,法国学者法约尔(Henri Fayol)在其著作《工业管理与一般管理》一书中,初步提出了风险管理思想,并正式把风险管理思想引入企业经营领域。风险管理的基本思想是:经营主体对要保障的客体进行风险辨识、风险估算,在风险分析的基础上,提出风险保障的目标,按目标的要求选择抗御风险的方式。

风险管理理论可以追溯到20世纪30年代。由于受到1929—1933年世界经济危机的影响,美国约有40%的银行和企业破产,经济倒退约20年,造成了巨大损失,促使管理者积极采取各种措施来消除风险、控制风险、处置风险,以减少风险给生产带来的影响。为应对经营上的危机,许多大中型企业都在内部设立了保险管理部门,负责安排企业的各种保险项目。可见,当时的风险管理主要依赖保险手段。同时,第一次世界大战之后,战败的德国发生了严重的通货膨胀,造成经济衰竭,因此也提出了包括风险管理在内的企业经营管理问题。

1931年,美国管理协会保险部首先提出风险管理概念,之后以学术会议及研究班等形式集中探讨和研究风险管理问题,从而出现了风险管理的研究与咨询活动。随着研究与实务活动的深入开展,有关的基本理论、基本观点、基本方法、理论模型和求解问题的框架等内容逐步被管理专家认同和约定,风险管理理论的雏形日渐形成。

20世纪50年代,风险管理发展成为一门学科,风险管理体系正式形成。在航宇和核领域开始按失效率、寿命期望、设计合理性和成功率预测等来研究元件的可靠性。

20世纪60年代出现了新的可靠性技术,更广泛地运用于各种专门用途。初期的研究集中于各元件的效能,后期扩大到研究元件失效对于其所组成的各级组织系统的影响。到



了发展洲际导弹和其后的“水星”和“双子座”等载人火箭计划的时代,提出了“必保成功”的要求,将风险管理发展到了顶点。

20 世纪中叶,风险分析基本上还未提出,而可靠性这个词也只在少数一些部门如航空和武器工业等部门才用到,人们大多依靠经验进行安全分析。风险分析和可靠性分析是从正反两个方面去研究问题,单从概率角度看,它们存在着互补关系。风险分析是研究系统在一定条件下完成其预定功能所承担的风险,包括确定系统的失事概率和失事后果;而可靠性分析是研究系统在一定条件下完成其预定功能的能力,即确定系统的可靠度。最早使可靠性得到定量化分析的动力来自飞机工业。

第一次世界大战以后,由于空中交通和空中失事事故的增加,要求制订飞机性能的可靠性准则和必要的安全规范。以保证飞行成功为出发点,对单发动机和多发动机进行了比较,提出了对每飞行小时事故发生率的要求。在此之后,可靠性分析涉及应用的领域越来越多,诸如医学、经济学、保险学、政治、社会、管理、工程等不同领域。

20 世纪 70 年代以后随着企业面临的风险复杂多样和风险费用的增加,逐渐掀起了全球性的风险管理运动。法国从美国引进风险管理并在法国国内传播开来。与法国同时,日本也开始了风险管理研究。

随着发展中国家社会经济迅速发展,风险管理研究从美、英、德、日等发达国家向发展中国家扩展。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》。

20 世纪 70 年代,伴随着产品责任制,环境约束,政府部门大规模干预工厂的设计、建造和运转程序等各种情况所提出的问题,产生了一项新的技术——风险分析。由于其文献繁难且数学方法比较少见,它的传播普及速度缓慢。1974 年美国原子能委员会主持完成的核电站风险评估项目《WASH-1400 反应堆安全性研究》,N. Rasmussen 和他耗费巨资组建的工作小组分析了大量的核事故概率,对故障定量地分等排列,然后评估其对公众可能产生的后果。研究中所使用的事件树、故障树和风险后果分析技术,在欧洲、亚洲和美国迅速推广,现已被广泛应用于化学工业和其他工业中。随着公众对有关工业公害抗议的增长,再加上消费主义和环境主义的呼吁,欧美等国很快出现了一大批要求一切新工厂在建造之前必须进行主要风险分析的立法。到 70 年代后期,这一技术逐步向水资源经济评价领域渗透,并最早在美国水资源开发中得以应用。

1980 年,美国风险分析协会成立,成为不同学术团体交流思想的焦点论坛。后来又相继成立了许多风险分析协会的分支机构,其中比较有代表性的有:1988 年 11 月在奥地利成立的风险分析协会欧洲分会,这次成立大会吸引的仍然是社会科学家和政策分析家等主流人群,只有少数工程师、医学统计学家、毒品学家等参与进来,但会议的收效明显,大家达成一个共识,多学科方法在风险分析领域越来越重要;1992 年欧共体形成共同欧洲市场,更是需要把风险分析和安全标准规范化,欧洲风险分析得到进一步发展。相对欧洲和一些发达国家而言,风险分析在亚洲,特别是发展中国家因其政治、经济等诸方面的原因开展较晚。

随着风险分析的应用,这一技术逐渐被引入大型水利工程建设、防洪减灾等领域。大型建设工程中风险分析主要用于对已建成的水利工程存在着安全性等方面的风险分析和风



险管理问题。在工程建设过程中进行有关风险的分析并采取相应对策也同样重要和必要。例如,作为工程规划与设计一项必不可少的技术决策,施工导流设计以信息和预测为依据,其中必然包含不确定性,如超标准洪水的发生等。由于这些不确定因素的存在和一些工程技术因素的作用,使导流风险无法避免,导流标准的确定从本质上讲就是典型的风险决策。通过概率模拟分析,可以模拟和评估各种不确定性,得出每一个导流方案相应的风险及其后果,凭此判定它们对确定导流标准的影响。

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。跨国公司的扩张和垄断资本的输出,很自然地把风险管理带到了这些国家和地区。在非洲沿海国家尼日利亚,风险管理的发展就极为迅速,并已取得了一些实际成果。1991年,Irukwn J. O. 出版的《Risk Management in Developing Country》系统阐述了风险管理的基本理论,并结合发展中国家的国情进行了剖析和说明。1994年,还对尼日利亚的高速公路建设项目进行了系统的风险分析。

我国风险分析起源于20世纪80年代中期,随着中国经济的不断发展,国外各种风险管理的理论引入和应用到项目管理中,尤其是大型土木工程项目中。例如,上海地铁和广州地铁在项目实施过程中已成功地运用了项目风险管理方法。

我国水利工程建设方面引入风险分析技术较晚。20世纪70年代我国许多水利工程建设只进行简单的可行性研究,引进了项目管理的基本理论、方法与程序,对于人员损失的预测、经济损失的评估、失事概率的计算、社会及政治影响、商业可靠程度及可接受的安全指标等的评价还没有涉及。直到20世纪80年代末90年代初,我国才有学者对水利工程建设进行可靠性研究,应用概率论、数理统计、随机分析方法、贝叶斯理论、极值统计理论对工程建设及运营期的不确定因素进行量化分析并运用到实践中。

徐铤(1987)利用决策树法对二滩水电站施工导流方案风险进行了分析,并依据分析结果对方案进行比选,提出了推荐方案。徐祖信(1990)应用风险分析的观点分析了二滩工程表孔跌流和中孔挑流对坝基的冲刷分析,提出在坝下消能区采用水垫塘保护大坝安全的建议;同年徐祖信利用可靠度的理论和方法,对二滩大坝枢纽泄洪承担的风险进行了讨论,通过分析得出二滩设计选定双曲拱坝表孔、中孔碰撞消能方案是正确和先进的结论。金崇智(1993)基于对水文预报和历史洪水的分析,定义了洪水、洪水损失、弃水和蓄不满水库的风险率和风险率的计算公式,提出了兴利与防洪的风险补偿办法、库群弃水调峰期望值减少的办法以及汛末蓄水的判断办法。彭海均(1996)对引黄调水工程环境风险进行了定性分析,并提出了保护对策。丰景春等(1999)介绍了文件证据法和公式法两种调价方法对水电工程发电效益的影响,论述了单一调价公式的精度对业主和施工承包商之间风险的合理分担所带来的影响。万俊(2000)对白盆珠水库汛期蓄水运行过程进行了系统的风险分析,提出了最优经济效益下的合理拦蓄水位。郭岗(2000)在对渭河下游典型洪水、防护区地形特点及社会经济指标等进行分析的基础上,建立了河道及防护区洪水演算模型,对各频率洪水不同溃口方案洪水淹没情况进行了模拟计算,分析研究了不同防护区域的风险等级。王道席(2001)从来水和用水不确定性角度分析黄河下游水量调度风险,采用典型解集方法生成来水系列,对用水根据降雨概率分布生成用水系列,利用随机模拟技术建立了水量调度风险分析模型,给出风险的定量描述。王才君(2002)分别采用了历



时曲线法和泊松过程分析了三峡工程三期明渠提前截流的水文风险,指出选取的截流时段越长,承担的水文风险越大,并给出合理的截流时间。韩宇平(2003)针对区域供水系统供水短缺建立了风险分析模型,并以系统分析的思想为基础,从来水和用水的不确定性方面,利用优化调配数学模型和水资源系统模拟技术对供水系统的供水短缺风险进行了定量描述。江青艳(2005)对大花水水电站合同风险进行了分析,提出了工程开工后倒挂单价的分解以及合同风险如何合理并有效转移的方法。张晓峰(2005)运用故障树风险分析方法对影响工程施工进度的各种因素风险进行全面评价,将网络计划 PERT 计算机仿真技术和工程多因素风险结合起来,建立了 PERT 风险网络仿真模型,提出了施工进度风险评价方法。温鹏(2009)分析了政府水利投资风险产生的原因和影响因素,建立了水利投资风险分析理论体系,提出了控制水利投资风险的方法和策略。韩宇平(2010)选取区域水资源短缺风险程度的风险率、脆弱性、可恢复性、重现期和风险度作为评价指标,利用模糊综合评价方法研究了水资源短缺风险,并对包括北京和天津在内的首都圈水资源短缺风险进行了评价。袁晶瑄(2010)针对白龟山水库设计与运用汛限水位“静态控制法”所造成洪水资源浪费和上游昭平台水库控泄能力较弱的实际,设计了基于白龟山以上全区累积净雨作为水库泄洪主要判断指标的防洪预报调度方式,同时对防洪风险和兴利效益进行了定量分析和表述。谢赤(2010)通过综合运用各种定性定量分析技术,在对风险因素进行辨识、量化、损失估计的基础上,强调对其关键风险的识别,试图提供一种对工程造价风险状态进行全面估评的方法。

从国外风险管理与控制技术的发展来看,美国、欧洲和日本走在前列,其他国家和地区则发展较为缓慢。从水资源管理技术研究来看,美国以其强大的管理学基础走在世界的前面。随着我国对风险问题认识的逐步深入以及管理水平的不断提高,对风险管理的重视程度也越来越强,相关研究及应用也在逐步完善中。

1.2.2 风险管理的认识过程

随着风险研究的开展,风险管理已经形成一门成熟的学科。总结相关资料,笔者给出风险管理的定义:对项目可能产生影响的各種风险因素进行识别、分析,对风险后果进行衡量、评价,并适时采取及时有效的方法进行防范和控制,用最经济合理的方法来综合处理风险,以实现最大安全保障的一种科学管理方法。

在风险分析相关研究和实践过程中,不同的组织和个人对风险管理有着不同的认识,国外文献中关于风险管理的过程或提法有所不同。

Boehm 在 1989 年提出风险管理过程包括风险评估(包括风险识别、风险分析、风险排序)和风险控制(包括风险管理计划、风险处置和风险监控)两个阶段。

1994 年 Fairley 将项目风险管理分为七个阶段,分别是风险因子识别、风险概率和后果估算、制定降低风险策略、风险因子监控、紧急计划调用、项目危机处理和从危机中恢复。

SEI (Software Engineering Institute) 于 1996 年提出一套管理项目风险的方法,将项目管理分为风险辨识、风险分析、应对计划、风险跟踪和风险控制五个部分。

1997 年, Kliem 和 Ludin 根据 Deming 提出的质量管理步骤(计划、行动、监察、反



应)描述了一个四阶段的风险管理过程,包括风险识别、风险分析、风险控制和综合报告。

1999 年, Tunmala 提出包括风险识别、风险度量、风险评价和风险监控四个环节的风险管理体系。

2000 年, Nicholas 认为风险管理包括三个阶段,即风险识别、风险评价和风险应对方案。

美国项目管理协会在 2004 年颁布的《项目管理知识体系》(第三版)中,将项目风险管理过程分为六个阶段:风险管理规划、风险识别、定性风险分析、定量风险分析、风险响应规划、风险监测和控制,见图 1.1。



图 1.1 美国项目管理协会风险管理过程

Crouhy 针对金融风险管理,提出了五阶段风险管理过程,包括风险识别、风险测量和估计、风险影响评价、降低风险的策略、绩效评估。

2006 年,由国家发展改革委和建设部共同颁布的《建设项目经济评价方法与参数》(第三版)中将风险管理分为风险识别、风险估计和风险评价与对策三个阶段。

综合来看,相关组织和学者对项目风险管理过程的认识虽然有所不同,但是总体包含风险识别、风险评价、风险对策三大过程。本书将风险管理划分为六个阶段:风险规划、风险识别、风险估计、风险评价、风险对策以及风险监控,见图 1.2。

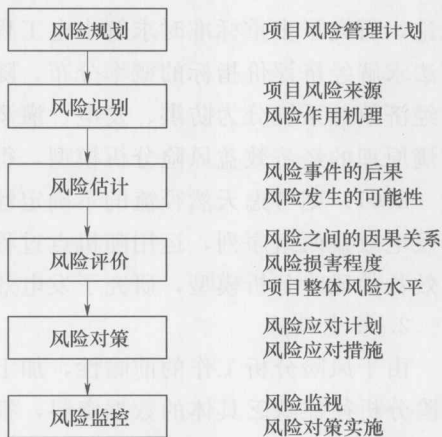


图 1.2 六阶段风险管理过程

1.2.3 项目经济风险研究的进展

20 世纪 70 年代末,美国起草了《水资源工

程经济风险评价草案》，强调联邦水资源机构进行效益费用分析时须做风险与不确定性分析。此后，水资源工程规划与管理工作中首次进行了风险/效益分析，这标志着水资源工程经济风险分析研究的开始。苏联 1980 年首次引进考虑工程项目经济风险的概率分析方法。我国在经济风险分析方面的研究大约开始于 20 世纪 80 年代中期，但由于问题本身的复杂性，尚没有成熟统一的方法可以广泛应用。只是在水电建设项目经济评价规范中对风险分析有所提及，实际工作中仍只限于盈亏平衡分析和敏感性分析等传统的处理方式。上述方法并没有考虑影响项目的其他外界因素的变化对项目的影响，以及风险因素对项目的非线性影响，这就导致在可行性研究中的乐观倾向：对有利因素分析得多，对不利因素分析得少；对投资机会研究得多，对投资风险分析得少；对预期效益估计过高，对不确定因素的影响和不良后果估计不足。近年来已有学者认识到这些不足，并在经济风险分析方面开展了许多研究。

工程项目经济风险分析实质上就是分析工程的全部风险因素（变量）因发生可能变化对工程经济效果指标的综合影响程度。一般在工程前中期进行，在项目可行性研究阶段，加入经济风险分析使项目经济评价更加完善可信，增强项目参与者的投资、建设信心。在工程运行管理阶段，根据对风险的判断，提出规避风险的措施，为管理者提供依据。《建设项目经济评价方法与参数》中，将影响项目效益的风险因素归纳为收益、投资、融资、建设工期（施工进度）、运行成本、政策六类，下面逐一介绍各因素所致经济风险的研究情况。

1. 收益风险

对于水利工程而言，收益主要是发电、防洪、灌溉等。国内学者在各项工程效益的风险分析方面做了很多研究。赵宝璋（1989）提出用系统分析的观点，由各子系统（子效益和子费用）的风险推求评价指标的风险，认为净效益现值服从分段正态分布。李国芳（1999）假设水利工程各项子效益和子费用服从正态分布，采用参数解析法和蒙特卡罗法求解水利工程经济效益指标的概率分布。此外，罗高荣（1989）考虑随机变量间相关性对经济评价风险分析的影响，计算评价指标的风险率，并引入结构可靠性理论和系统可靠性理论，研究了多重标准时求解水电工程经济评价风险率的方法。薛年华（1993）利用最大熵法求解经济评价指标的概率分布。随后，李继清等（2003）采用层次分析法，将水利工程经济效益系统分为防洪、发电、灌溉三个效益子系统，辨识出风险因子，建立了基于最大熵原理的经济效益风险分析模型，得出经济效益净现值指标的风险特性。涂燕宁和肖焕雄（2001）则考虑天然径流的不确定性对发电效益的影响，将发电效益序列分解为低、高年发电效益两组序列，运用随机点过程理论，采用滤过的泊松过程模型，分别建立低、高年效益的风险分析模型，研究了发电效益的随机特性。

2. 投资风险

由于风险分析工作的前瞻性，加上工程项目本身的特点和各种条件的限制，使得投资风险分析往往缺乏具体的数据资料，很难获得以客观数据为基础的客观概率，主要依靠基于专家经验和知识的主观概率，这样数据的可靠程度就直接影响分析结果的质量。

常见的投资风险评价方法中需主观确定风险因素权重的主要有调查和专家打分法、模



糊数学法、层次分析法等。这些方法的不足之处在于,在评价过程中权重的确定是非常关键的,而这些方法对各种因素权重的设置主要靠人为设定,人的主观因素成分比较大,导致决策有时不准确。为解决这一问题,黄伟杰等(2004)采用一种基于BP神经网络的风险评价方法,BP网络可以根据已学会的知识和处理问题的经验对复杂问题作出合理的判断决策,给出较满意的解答;或对未来过程作出有效的预测和估计,不需要人为设定权重,并且通过已训练好的神经网络模型可以很方便地进行各风险因素的敏感性分析。蒙特卡罗法也是投资风险分析常用的一种方法,它可以解决解析法难以求解的复杂问题,王雪琴(2007)就利用蒙特卡罗法进行快速重复随机抽样,得到项目评价经济指标的期望值与概率分布,较合理地判断出投资方案经济效果的风险性,为投资者提供依据。王振强(2004)通过将工程项目分解,运用投资风险模型与蒙特卡罗法相结合的方法,进行工程项目投资概率风险分析,并通过实际项目的实证研究,取得了预期的结果。肖维品(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,其研究成果对项目可行性研究及投资决策风险评估具有一定的参考价值。

3. 融资风险

融资风险是指资金来源(放款人的信誉)不能保证、供应量不足或供应不及时等项目带来的经济风险。水利工程一般都投资巨大,建设资金来源较多,如国家财政拨款、银行贷款、社会投资等。融资涉及的当事人很多,一旦任何一方的当事人不能按时按量履行其付款义务时,均可能导致整个项目的失败。目前,关于项目融资风险分析的研究还很少,大多是通过多位专家对风险程度的定性描述,建立风险评价矩阵,进行模糊综合评价,最后计算出综合评价值,以此判断项目融资风险的大小,进而提出一些规避措施。

4. 建设工期(施工进度)风险

施工进度对项目建设的效益影响很大,当工程进度失控时,为追赶进度,必将增加人力、物力,造成直接费用增加。因此,施工进度风险分析一直是项目管理研究的重要内容之一。目前,这方面的研究方法有很多,如专家评判法、头脑风暴法等,但由于项目施工进度的影响因素众多且十分复杂,仍没有十分准确可靠的、适用性好的、简便易行的方法应用于实践。

传统的计划评审技术和关键路线法都是确定性的网络分析技术,都不能准确评价由于不确定因素带来的风险。为了弥补这个缺陷,胡学兵(2006)等将网络理论、概率论和模拟技术相结合,引入了蒙特卡洛模拟对项目工期风险进行研究分析,从整体角度评价了生产进度的风险。结果显示,通过运用最大完成时间、最短完成时间、平均完成时间、方差等指标,以及反映项目在不同时间完工的概率,决策者能较好评估项目进度风险。聂相田(2004)等在施工进度风险分析的基础上,将工程经验与数学方法结合起来,提出了施工进度风险评估和项目最大风险源、整体风险评价的方法,在项目整体风险评价中引入了项目风险系数的概念,提出了不同风险状态下方案决策的方法。该方法简便易用,可供参考。王学军(2001)等综合考虑了传统的仅以样本推断总体的数理方法和决策者的经验、主观判断,利用贝叶斯推断模型提出了一种非常实用、有效的工程进度风险分析方法。张晓峰等(2005)考虑各资源分配和工序间的制约与搭接,同时对施工进度计划中的关键性