

上海城建（集团）公司
同济大学桥梁工程系 著
上海市城市建设设计研究院

城市高架桥梁施工 风险评估和风险管理

——常州高架桥梁工程施工风险评估和风险管理实践

CHENGSHI GAOJIA QIAOLIANG SHIGONG
FENGXIAN
PINGGU
HE FENGXIAN GUANLI



人民交通出版社
China Communications Press



城市高架桥梁施工

风险评估和风险管理

——常州高架桥梁工程施工风险评估和风险管理实践

上海城建（集团）公司
同济大学桥梁工程系 著
上海市城市建设设计研究院



人民交通出版社
China Communications Press

内 容 提 要

本书系统地总结了项目研究提出的桥梁施工过程风险评估方法,及其在常州高架桥梁的应用过程。全书分上下两篇。上篇为基础理论篇,介绍了桥梁工程风险评估与管理理论和方法,包括桥梁工程风险与风险评估(第一章)、桥梁风险评估方法(第二章)、桥梁施工过程风险评估方法(第三章)和桥梁施工过程风险管理(第四章)。下篇为工程实践篇,以风险管理手册的形式介绍了本方法在常州高架不同类型的桥梁工程中实践应用情况,包括基本桥型施工过程风险管理手册(满堂支架施工预应力混凝土连续梁桥)(第五章)、五星大桥施工过程风险管理手册(挂篮悬浇预应力混凝土连续梁桥)(第六章)、西林大桥施工过程风险管理手册(部分支架部分挂篮悬浇施工预应力混凝土斜拉桥)(第七章)、城北干道立交施工过程风险管理手册(现场焊接整体吊装施工钢箱连续梁桥)(第八章),最后给出了包括风险事态库、风险事故库和应急预案库的风险管理资料备查手册(第九章)。

本书给出的示例基本涵盖了城市高架桥梁中的常见桥型和常见施工方法,可供类似桥梁施工过程风险评估和管理参考。

图书在版编目(CIP)数据

城市高架桥梁施工风险评估和风险管理:常州高架桥梁工程施工风险评估和风险管理实践/上海城建(集团)公司,同济大学桥梁工程系,上海市城市建设设计研究院著. —北京:人民交通出版社,2009.6

ISBN 978-7-114-07826-2

I.城... II.①上...②同...③上... III.高架桥-桥梁工程-工程施工-风险管理 IV.U448.285

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 095827 号

书 名: 城市高架桥梁施工风险评估和风险管理
——常州高架桥梁工程施工风险评估和风险管理实践
上海城建(集团)公司
著 作 者: 同济大学桥梁工程系
上海市城市建设设计研究院
责任编辑: 曲 乐 岑 瑜
出版发行: 人民交通出版社
地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号
网 址: <http://www.ccpres.com.cn>
销售电话: (010)59757969, 59757973
总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司
经 销: 各地新华书店
印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司
开 本: 787×1092 1/16
印 张: 20.5
字 数: 377 千
版 次: 2009 年 6 月 第 1 版
印 次: 2009 年 6 月 第 1 次印刷
书 号: ISBN 978-7-114-07826-2
印 数: 0001~2500 册
定 价: 68.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

《城市高架桥梁施工风险评估和风险管理》

编写委员会

编委会主任：吴 杰 石雪飞 周 良

编委会委员：张志勇 阮 欣 黄 东 张振宇

丁 瑜 徐德志

序

作者请我写序，在此先引用一则新闻：

新华社湖南株洲2009年5月17日电：17日16时24分，湖南省株洲市红旗路一高架桥突然发生坍塌，现场有超过20辆车被砸坏或掩埋。截至17日22时33分，事故已经造成4人死亡，15人受伤，其中1人伤势严重；有数根坍塌的桥墩，坍塌的桥面约数百米长。

据了解，红旗路高架桥位于株洲市区，是一座正计划拆除的高架桥，桥面已经停止使用，但桥下的公路正常通行。被砸毁或掩埋的车辆中包括1辆公交车和一些轿车、货车和面包车。目前，调查表明，事故现场公交车上没有人员死亡。随着大型工程车辆源源不断地赶来，搜救部门计划吊开巨大的水泥块，搜救被埋在坍塌桥梁废墟深处的群众。

人们必须从中吸取教训，应认识到必然性与偶然性是成对存在于一切事故之中的。对于任何土木工程，不管是一般工程或重点工程，从建设整个过程始终存在着人们不可预知的风险：如规划风险(市场风险和环境风险)、设计风险(技术风险)、施工风险与运营风险(过程风险)。本人的粗浅认识是：规划是一项工程建设最重要的“源头”，俗语云：“一步错，全盘输”；工程设计应做最大限度的设防，俗语云：“步步小心，不留隐患”；工程施工风险最不易科学预防，需要技术上预案，俗语云：“险象丛生”；工程运营、养护和管理如稍有懈怠，俗语云：“自寻末路”。

我个人认为：之所以要认识风险，目的是为了规避风险，达到管理安全的效果。因此，对土木工程的各个阶段的风险识别、风险分析、风险评估和风险管理，就是为了将风险危害降低至最低限度。但我们也应清楚认识到，完全保证清除一个大项目中的所有风险是不可能的，因此，仍要求助于风险的“亲兄弟”——保险。

本书主要讨论了“桥梁施工过程的风险评估和管理”，由于桥梁施工过程主客观上的复杂性，特别是需要考虑施工过程中受复杂条件影响、及需要考虑评估系统(桥梁)的动态变化过程难度较大，相关研究在国内较少。本书首次系统总结了桥梁施工过程风险和评估方法，并介绍了在常州高架工程中的应用经验，是一本理论密切结合实践的学术著作，可供同行专家学者与工程师们参考。

范之础

2009.4.29

前言

近年来,随着我国交通基础设施建设跨越式地发展,桥梁设计和施工技术得到了长足的进步。与此同时,造成严重人员伤亡和重大财产损失的桥梁施工过程事故也时有发生,因此,社会各界日益重视桥梁施工过程安全及桥梁施工质量问题。

工程风险评估和风险管理技术是近几年发展起来的管理技术,它综合结构设计计算、不确定分析、模糊预测、决策分析、经济管理等多学科知识,形成对工程风险事态评估、预测、监控、管理的综合体系。工程风险评估的基本方法是基于大量的工程实践经验和科学计算分析,通过对工程中可能出现的各种风险事态的识别、分析和评估,综合考虑风险事态发生的概率和可能后果,科学制订管理对策,达到对各种风险事态的最为经济、科学、合理的控制,使得工程管理效益最大化。

从世界各国的发展水平看,工程风险管理在航天、核设施管理等技术密集行业已经取得了很好的应用效果。在桥梁工程方面,我国正在逐步尝试桥梁规划、设计阶段的风险评估和风险管理研究。对于桥梁施工过程的风险评估和管理问题,由于需要考虑施工过程中受复杂条件影响,以及需要考虑评估系统(桥梁)的动态变化过程,难度很大,相关研究尚未见报道。

常州高架桥梁工程是常州市整个快速交通系统的一部分,于2006年7月28日启动,工期24个月,高架桥梁系统总长度为29.55km,预计总投资45亿元。常州高架工程由上海城建(集团)公司以BOT方式承建。结合常州高架桥梁工程现场施工管理,上海城建(集团)公司、同济大学桥梁工程系和上海市城市建设设计研究院开展合作研究,在同济大学提出的桥梁工程风险评估和风险管理理论体系的基础上,合作发展了桥梁施工过程风险评估方法及管理体系,并在常州高架桥梁工程进行了应用,有效地控制了施工现场各种风险事态,降低了风险损失,获得了圆满成功。为了更好地推广本次实践的经验,推广项目研究成果,在对常州高架风险评估与管理实践进行系统总结和理论提升的基础上,编写了本书。

全书系统总结了项目研究提出的桥梁施工过程风险评估方法,及其在常州高架的应用过程,分上下两篇。上篇为基础理论,介绍了桥梁工程风险评估与管理

理论和方法,包括桥梁工程风险与风险评估(第一章)、桥梁风险评估方法(第二章)、桥梁施工过程风险评估方法(第三章)和桥梁施工过程风险管理(第四章)。下篇为工程实践,以风险管理手册的形式介绍了本方法在常州不同类型的高架桥梁中实践应用的情况,包括基本桥型施工过程风险管理手册(满堂支架施工预应力混凝土连续梁桥)、五星大桥施工过程风险管理手册(挂篮悬浇预应力混凝土连续梁桥)、西林大桥施工过程风险管理手册(部分支架部分挂篮悬浇施工预应力混凝土斜拉桥)、城北干道立交施工过程风险管理手册(现场焊接整体吊装施工钢箱连续梁桥),最后给出了包括风险事态库、风险事故库和应急预案库的风险管理资料备查手册。本书给出的示例基本涵盖了城市高架桥梁中的常见桥型和常见施工方法,可供类似桥梁施工过程风险评估和管理参考。

常州高架工程实践表明,结合现场情况开展工程风险评估,并将评估结果切实应用于现场风险管理,对现场风险控制具有显著作用。本书仅是这方面初步的探索,以期抛砖引玉,希望能有更多研究人员与管理者,关注这方面的研究与应用实践,全面提升我国桥梁施工风险管理水平。

编 者

2008年冬

目录

城市高架桥梁施工风险评估和风险管理

——常州高架桥梁工程施工风险评估和风险管理实践

contents

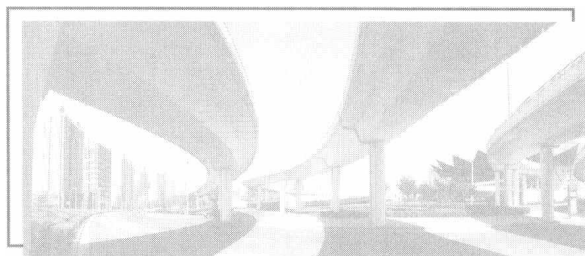
上篇 基础理论

第一章 桥梁工程风险与风险评估	3
第一节 桥梁工程风险研究综述	3
第二节 桥梁工程风险定义	4
第三节 桥梁风险评估过程	6
第四节 常州高架桥梁工程简介	9
第二章 桥梁风险评估方法	11
第一节 桥梁风险评估实用方法	11
第二节 桥梁风险损失量测	14
第三节 桥梁风险概率量测	16
第四节 桥梁风险评价和决策准则	19
第三章 桥梁施工过程风险评估	23
第一节 施工过程风险特质	23
第二节 施工过程风险评价准则	25
第三节 施工过程风险识别	31
第四节 施工过程风险动态评估	40

第四章 桥梁施工过程风险管理	44
第一节 施工风险管理总体要求	44
第二节 施工过程风险管理优化	45
第三节 施工过程风险管理手册	47

下篇 工程实践篇

第五章 基本桥型施工过程风险管理手册 (满堂支架施工预应力混凝土连续梁桥)	55
第六章 五星大桥施工过程风险管理手册 (挂篮悬浇施工预应力混凝土连续梁桥)	79
第七章 西林大桥施工过程风险管理手册 (部分支架部分挂篮悬浇施工预应力混凝土斜拉桥)	145
第八章 城北干道立交施工过程风险管理手册 (现场焊接整体吊装施工钢箱连续梁桥)	207
第九章 风险管理资料备查手册 (风险事态库、风险事故库、风险预案库)	223
参考文献	314



上篇 基础理论

SHANGPIAN JICHU LILUN

第一章 桥梁工程风险与风险评估

第一节 桥梁工程风险研究综述

风险的概念最早出现在19世纪末的西方经济领域中,后在很多领域中迅速发展。就工程领域的应用看,它已经在核工业、水坝结构、海洋工程、环境工程等很多方面形成了比较系统的研究和应用成果。相比之下,风险理论和方法在桥梁工程的应用,还处于起步阶段。桥梁工程中系统利用风险管理方法来解决和处理大型桥梁工程的重大问题,是从20世纪80年代初,由船桥碰撞问题首先开始的。

1983年6月,在丹麦哥本哈根召开了由国际桥梁和结构工程协会主办,以大海带跨海工程为背景,主题为“船只与桥梁和离岸结构的撞击”的学术会议。会议将桥梁和近海工程工程师、海上工程建筑师、海运专家、风险评估专家聚集在一起,收集和交流了这一领域的最新研究成果,组成了制订相关指南和学科综合研究报告的分委员会,并于1991年在列宁格勒(现圣彼得堡)召开的IABSE年会上通过了委员会的工作报告,形成了比较完整的基于风险的船桥碰撞问题研究体系。2001年CIB(International Council for Research and Innovation in Building and Construction)中的WG32小组,发布了题为Risk Assessment and Risk Communication in Civil Engineering的研究报告,对结构工程风险评估方法进行了比较系统的总结和归纳,并且强调了在工程风险进行风险交流和综合多方面意见确定结构风险接受准则的重要性。CIB的这一研究报告进一步强调了工程结构物的多重社会属性,明确了工程决策问题的多目标本质,而使得风险评估和风险决策在工程决策中的重要作用得以提升。2001年3月21~23日,IABSE、CIB、ECCS、fib、RILEM、JCSS、ESRA、CERRA等多个国际性学术协会,在马耳他举办的大型学术研讨会:Safety, Risk, And Reliability-Trends In Engineering,编辑了由190篇论文组成的论文集,有力地推动了风险评估在工程领域中的应用。马耳他会议标志着世界工程界对结构安全问题的认识达到了新的高度,风险评估成为工程决策辅助的重要工具,世界各国都在对各种结构系统的风险评估方法、各种典型风险事态下结构物的风险评估方法等进行积极研究。2005年在葡萄牙里斯本召开的IABSE2005年会中,再次将风险评估专门作为大会的专题之一。从具体的研究动向和内容看,针对桥梁工程中的船撞、大风、地震、火灾、车撞、蓄意破坏等很多问题都有进行风险评估的实

例,但与具体工程结合的紧密程度方面,尚不能令工程界人士满意,特别是关于施工阶段风险管理方面研究,鲜见报道。

马耳他会议以后,我国桥梁工程界开始关注桥梁风险评估问题。2003年,同济大学范立础院士提议的《大型建筑工程风险评价与保险研究》,获得中国工程院咨询项目立项。该项目主要关注大型工程项目的风险评价方法及其保险策略。2004年8月,刘志文在同济大学完成了题为《缆索承重桥梁的抗风风险评估》的博士论文,建立了缆索承重桥梁致灾害风险评价体系,并对苏通大桥进行了实例研究。2004年9月,张风华博士在同济大学完成博士后工作报告《大型建筑工程及城市风险评价与保险研究》,对以桥梁为代表的大型建筑工程及复杂城市体系进行了风险评价方法和保险研究,从而为大型建筑工程及城市进行风险管理提供了基本依据。2004年底,由同济大学和 中交公路规划设计院合作研究的交通部西部科技项目《桥梁工程全寿命设计理论与方法》项目获得批准,该项目将桥梁风险评估作为子课题之一进行了研究。2008年,由同济大学阮欣等编写的国内第一部关于桥梁风险评估的专著《桥梁工程风险评估》出版,对桥梁事故统计分析、桥梁风险损失、桥梁风险概率、桥梁风险评价和决策方法、桥梁工程保险策略和精算问题等桥梁风险评估中关键问题进行了系统阐述,并在此基础上提出了桥梁风险评估的一般解决方案,建立了桥梁风险评估的基本理论框架和总体方法。

工程应用方面,在广西南宁大桥、苏通长江大桥、鄂东长江大桥、杭州湾大桥、泰州长江大桥等大桥工程中,都开展了风险评估相关的研究和应用,但多数为设计过程中的风险评估,主要的目的是建立关键设计参数,进行关键设计问题的决策。

因此,从目前桥梁工程风险评估研究的范围和深度看,全面关注桥梁施工过程,以桥梁施工过程风险管理为目标的相关研究与应用尚未见报道。这方面的研究还有一些具体的基础理论、评估方法和管理技术需要完善和提高。积极开展这方面的研究,并探索建立与我国工程管理体制相符的桥梁工程施工风险评估方法和风险管理体系,切实提高我国桥梁工程施工管理水平,是迫切需要解决的问题。

第二节 桥梁工程风险定义

在桥梁规划、设计、施工、使用、维修、拆除等和桥梁结构相关的各个过程中出现的,对相关利益团体的某种既定目标造成影响的不确定的事态,可称之为桥梁的风险事态,简称为桥梁风险。对桥梁风险定义的理解应首先明确必须以桥梁结构为中心,重点关注风险事态的不确定性,以相关利益团体的既定目标为依据开展评估工作,并且其评估结果将与定义的量测方法有关。

基于上述定义，对于风险的量测形式可以根据需要灵活定义，其一般的数学表达为：

$$R=f(p,c;q,b) \quad (1-1)$$

式中： p ——该项行动中，风险事件发生的概率；

c ——该项行动中，风险事件发生造成的损失（负面影响）；

q ——该项行动中，目标利益实现的概率；

b ——行动的目标利益；

R ——该项行动风险的数值度量，可简称作风险。

式（1-1）可以解释为：对于某项行动，其风险与该项行动中风险事态可能出现的概率 p ，及其可能造成的损失 c 、该项行动的既定收益 b 、收益目标达成的可能性 q ，具有某种函数关系。应该注意到，在并协性原则协调下，风险事态出现的概率和收益目标达成概率有互补关系，即有：

$$p+q=1 \quad (1-2)$$

因此，上式可以简化为：

$$R=f(p,c,b) \quad (1-3)$$

上式体现了风险是潜在收益与损失之间的博弈这一本质特点，可视为风险最一般的数学表达。当收益难以量化，或者与损失相比，收益可忽略时（安全风险问题是这类问题的典型），收益与损失的博弈将转化为各种潜在损失之间的博弈，因此式（1-3）可继续简化为：

$$R=f(p,c) \quad (1-4)$$

此式可解释为某项行动的风险 R ，是该项行动中潜在的风险事态转化为现实的概率 p ，及其造成的损失 c 的某种函数形式，在具体应用中可根据需要构造。

由于风险概念是一个抽象的概念，风险的数值度量 R 仅是对风险概念的数值描述，因此，函数关系的具体实现形式并不强求统一，但与风险决策的方法有关。以乘积作为函数的具体实现是最常见的形式，除此之外还可以其他的实现形式。

广义的风险可以理解为现实状态与预期之间的差异。在这样的广义定义下，包括规划、设计、施工、使用、拆除等在内的桥梁寿命全过程，都受到潜在风险的威胁。

在规划阶段，桥梁方案的确定、桥位的选择等为其后续的建设、运营等带来极大的不确定性。规划阶段的风险往往具有很强的隐蔽性，造成的损失也往往最为巨大，其风险损失往往将由整个社会负担。

在设计阶段，将面临设计理论、计算模型、计算分析能力、工程师素质与责任心等各种风险。尤其是对于那些需要实现跨径突破、体系创新、结构创新的桥梁，

设计风险更为明显。排除一些人为错误造成的风险外,设计理论发展不完善往往是设计阶段最需要引起注意的风险。例如,为桥梁工程界熟知的塔科马桥风毁事故,引发事故的原因在设计阶段完全不为设计师所知,相关的桥梁气动理论在当时处于空白状态,使得该桥设计风险非常高,并最终酿成事故。其风险损失可能由桥梁业主、设计单位等承担。

施工阶段的风险可能来自施工工艺、意外事故、自然灾害、人为灾害等多方面,施工阶段的事故往往人们最为熟悉的风险事态,也是狭义风险定义下最为主要的风险事态。施工阶段的风险损失主要由施工单位、桥梁业主等承担,大多数施工阶段的风险能够通过严格管理、周密计划以及系统的风险管理方案得到很好的控制,这也成为桥梁风险评估和风险管理的最为直接的应用领域。

桥梁使用阶段的风险主要来自意外事故、自然灾害、人为破坏等情况。当然,很多在规划、设计、施工阶段埋下的风险事态将最终在施工阶段实现,造成损失。在以往的体制下,使用阶段的风险损失往往都直接由桥梁业主承担,在当前桥梁管理方式由政府管理向资本管理体制转换的环境下,这种模式给桥梁的运营者带来了极大的运营风险。如何通过合理的风险评估和管理体制,降低桥梁运营期间的风险和总体运营成本,也是目前桥梁风险评估研究悄然兴起的重要潜在原因。

在桥梁的拆除阶段,除了拆除桥梁可能造成事故引起风险事态以外,从全寿命设计观点看,桥梁拆除将引起环境、交通等方面的社会损失,而这些问题应该在规划、设计阶段就考虑进来,使得其全寿命成本最低,风险最小。

综上所述,桥梁生命周期内各个阶段蕴藏着潜在的风险,且相互联系、相互耦合,可能对社会、业主、设计、施工、管理、使用等各个方面造成损失。合理地控制桥梁生命周期的风险,平衡参与各方的利益,最大限度地降低总体成本正在成为桥梁工程领域新的研究课题。桥梁工程风险评估也因此成为给定寿命设计过程中处理小概率高损失事件,或是具有高度不确定性事件的最为有力的工具。

第三节 桥梁风险评估过程

桥梁风险评估整个过程包括风险交流、风险定义、风险识别、风险估计、风险评价和风险控制。各种风险评估应用,虽然具体方法可能不同,但都应遵守这个基本过程(图1-1)。

1. 风险交流

风险交流并不是一个独立的步骤,而是贯穿于整个评估过程的长期工作,其

基本的工作目的是通过研究者和相关人员（业主、使用者、其他领域专家）进行广泛、深入的交流，以明确研究目的、风险偏好等研究中碰到的问题。考虑到风险并协性、隶属性的特点，不同的利益集团可能对风险的感受不同，从而造成对风险的基本态度不同。风险交流将有助于专家、工程师（风险分析者）与业主、使用者及其他风险承担者之间达成共识，从而有效地降低和控制风险。

2. 风险定义

风险定义阶段，需要研究者和业主进行广泛深入的交流，明确项目风险评估的对象，以及业主进行评估研究的目的，确定研究范围，并根据问题的特点，确定合适的风险量测形式，收集基本的项目资料供后续工作使用。风险定义工作是风险评估工作的开始，也是将显著影响后续工作目标效率的重要环节。在本环节中研究者应重视与业主进行风险交流；同时，本阶段工作需要的借助较多的经验完成，因此也应强调和重视研究小组内部的交流。

3. 风险识别

风险识别是根据确定的研究对象和研究目的，研究和发现潜在的风险事态、明确分析重点的过程。对于比较简单、明确的风险评估问题，其风险识别过程常常可以基于经验进行，如进行某桥船撞风险评估，其风险源比较明确——交通船只和桥梁结构的相互作用。但对于事件跨度比较大，或是比较复杂的问题，则还需借助许多其他方法完成风险识别工作，如灾害调查、专家咨询、系统分析等。

4. 风险估计

风险估计是风险评估的主要工作，包括风险概率估计、风险损失估计和风险量测三个方面的工作。风险概率估计是对风险事态出现不确定性的估计。对于大多数桥梁工程领域内的风险评估问题，风险概率本质是风险事态出现且造成结构或构件失效的条件概率。常用的风险概率估计的方法有定性概率估计、基于可靠性的概率估计、基于故障树的概率估计等。风险损失估计就是估算风险事件给业主带来的各种损失。桥梁风险事件造成的损失可分为直接损失（包括结构损伤后的维修费用、造成人员伤亡等）和间接损失（包括交通延误、运营收入减少、名誉损害等）。风险损失估算是从桥梁安全评估向桥梁风险评估转变过程中需要解决的最为关键的问题。目前的损失估算大多是按定性方法进行的，定量估算中需要解决对时间和人的价值的货币换算问题。

5. 风险评价

风险评价是基于风险估计的结果,考虑风险承担者的风险态度和承受能力,对风险程度形成具体的评价结果,同时给出合理的风险对策,以便于决策者做出正确的决策。风险评价的关键问题在于如何认识不确定性的风险后果,同时如何处理决策者在风险态度上的不确定性。对于桥梁工程来说,常常需要考虑现实的决策者(如业主)和潜在的决策者(如公众)的决策意见。例如,对于施工阶段的风险决策,除了考虑施工单位的风险承受能力以外,还应考虑风险事态可能后果对公众的影响。

6. 风险控制

风险控制是根据风险评价的结果对风险事态进行事前处理及过程控制的过程,包括风险决策和风险监控两部分。风险决策是根据风险评价的结果,从风险对策集合中选定合适的对策处置风险;而风险监控是指对潜在风险事态进行检测,并适时启动有关风险控制措施的过程。风险对策通常有以下4类:

(1) 风险规避。风险规避是通过方案改变、参数改变来消除风险发生,以及风险发生后可能产生的损失。从风险管理的角度看,风险规避是一种最彻底地消除风险影响的方法,但可能在某种程度上会降低收益,阻碍创新。

(2) 风险转移。风险转移是以一定的代价将某风险的结果连同对风险应对的权利和责任转移给他方。风险转移并不能消除风险,但通过第三方的介入降低自身风险,风险转移是风险隶属性在风险决策中的体现:对某方是风险事态,但对其他风险承受者可能并不是不可接受的。保险是风险转移最为常见的形式。

(3) 风险缓解。风险缓解是通过某种手段将风险降低到可接受的程度,是风险管理中常用的对策。风险缓解既不是消除风险,也不是避免风险,而是减轻风险影响,包括减轻风险发生的概率或控制风险的损失。

(4) 风险自留。风险自留是一种由项目主体自行承担风险后果的一种风险应对策略。风险自留要求对风险损失有充分的估计。

综合以上4种风险对策可以看出:风险对策的制订不仅仅是一个技术问题,同时还涉及风险承受主体的风险接受能力以及风险态度等综合因素。因此这样看来,风险评估中的风险接受水平,实际是风险对策的一种体现,反映了风险主体最为基本的风险决策态度。

通常,将风险定义、风险识别、风险估计、风险评价等几个环节称为风险评估过程,在风险评估的基础上,再考虑风险控制,则形成完成的风险管理过程。桥梁施工阶段风险问题的特点是:风险评估和风险管理相辅相成,因此,在针对桥梁施