南水北调东线工程运行的社会风险因子识别

吕周洋[1,2],王慧敏[1,2],张 婕[1,2],陈 蓉[1,2]

(1.河海大学水文水资源与水利工程科学国家重点实验室,江苏 南京 210098;2.河海大学商学院,江苏 南京 210098)

摘要:为识别南水北调东线工程运行的社会风险因子,将南水北调工程看作一个经济实体或社会单元,从而考虑社会对这个单元所造成的影响和损失。通过将等级全息建模方法(HHM)与鱼骨图相结合,形成改进的 HHM 建模识别方法,使该方法能够反映研究对象的过程和步骤,更有效地描述南水北调东线工程运行的客观面貌,并以此作为风险识别的工具,从单纯的社会风险和传导的社会风险这 2 个维度按等级层次识别了南水北调东线工程的社会风险因子共 50 条。

关键词:南水北调东线工程;社会风险;风险因子识别;HHM;鱼骨图

中图分类号:TV68 **文献标识码**:A **文章编号**:1003-9511(2009)06-0036-06

风险因子识别是风险管理的第一步,也是风险评估和风险控制的基础。南水北调东线工程是一个多流域、多水源、多目标的复杂系统,其运行跨流域、跨行政区域、跨市场,所面临的情况复杂多样。众多不确定因素给南水北调东线工程带来的风险问题引起了人们的高度关注[1],风险因子识别问题是南水北调东线工程运行风险管理的首要问题。秦明海等[2]以较为宏观的视角,采取经验的方法识别了南水北调工程多方面的风险因子,包括工程类风险、经济类风险、环境类风险、社会风险等等;Wang Chao 等[3]研究了南水北调东线工程水质污染的风险,从点源、非点源和内源污染 3 个途径对风险因子加以识别;许新宜等[4]对南水北调东线工程的输水水质进行了风险分析,但他是依据地理位置的划分来识别风险因子的。

更广泛的水利工程风险因子识别问题也已经取得大量的研究成果。王振强等[5]探讨了大型水利工程的巨额投资问题,对其投资风险进行了分析,所应用的风险因子识别方法是工作分解结构(WBS)方法与风险分解结构(RBS)方法;Cohen 等[6]采用关键路径法对工程的论证、计划、设计和实施的整个过程进行风险管理,并采用头脑风暴法来识别风险因子;Steinmann 等[7]分析了非洲大陆水利工程与血吸虫病之间的关联性,通过大量文献查阅和汇总的办法来识别血吸虫病风险的来源;Wang 等[8]研究了长时间、大规模的调水、输水对河流形态产生的影响,借用了形态动力学方法识别其中的风险因子。此外,在与水利工程有关的水质污染风险问题研究中,文献[9]按照污染来源的几个途径对风险因子进行识别,文献[10]通过 GLEAMS 模型以描绘全景的思路来识别风险因子。水利工程风险因子识别方法(模型)可归纳为表 1。

表 1 已有水利工程风险因子识别方法(模型)

风险识别的方法(模型)	风险的方面和种类		
	工程投资风险	实施、建设的风险	工程运行风险
工作分解结构 风险分解结构	大型水利工程的巨额投资问题[5]		
常识性途径划分			按点源、非点源和内源污染分类[3] 在相对单一的问题情境中对水质污染归类[10]
GLEAMS 模型			描绘全景 农业活动对水源的污染[10]
文献查阅和汇总			非洲大陆水利工程运行与血吸虫病问题[7]
形态动力学模型			河流改道对河流形态产生的影响和风险[8]
头脑风暴法		关键路径法:工程的论证、计划、设计和实施中的风险[6]	

基金项目:"十一五"国家科技支撑计划资助项目(2006BAB04A09);教育部新世纪优秀人才支持计划(NCET-0600481)

作者简介:吕周洋(1976—),男,重庆人,讲师,博士,主要从事水资源管理、博弈论等研究。

现有水利工程风险因子识别方法(模型)具有以下特点:

第一,就研究对象而言,水利工程风险因子的识别多见于一些特定的研究领域,比如工程结构、环境与水质以及河流形态等等,针对性较强。而对大型水利工程需应对的更复杂、更综合的风险问题鲜有涉及。

第二,就风险因子识别方法而言,绝大多数是依据行业常识,建立较为主观的分析框架。

第三,在水利工程风险因子识别过程中,对于风险传导而产生的风险因子尚未引起重视。不同类型的风险会产生相互传导的影响,进而产生新的风险因子,而现有研究对这一类风险因子识别的讨论极少。

此外,目前对社会风险尚无确切的定义,只对其性质和特征加以描述,而且主要考虑个人或团体对社会造成的损失[11]。

本文中,笔者将建立系统的、多维度的风险因子分析框架,将研究对象结构化,并根据南水北调东线工程的运作流程和管理环节对其社会风险加以分解,以便更好地将研究对象的客观面貌反映出来。

1 社会风险结构化

1.1 南水北调工程社会风险的含义及传导机理简述

考察南水北调工程的社会风险,是指将南水北调工程视为一个经济实体或一个社会单元,考察社会诸多因素对其所造成的影响和损失。本文的讨论限于南水北调东线工程。

从总体上说,南水北调东线工程的风险可以分为 5 类:工程风险、环境与生态风险、水文风险、经济风险以及社会风险[1]。社会风险包括单纯的社会风险和传导而生的社会风险。单纯的社会风险包括不同行政区域之间发生水事纠纷、工程建设移民问题的后续影响、工程运行与其他产业的冲突、受水方与供水方的合作危机等诸方面对工程运行所造成的影响;而传导而生的社会风险是指从其他 4 类风险(工程风险、环境与生态风险、水文风险、经济风险)传导而生的社会风险。一旦出现其他 4 类风险,将很有可能引发社会风险,如,水质污染造成公众恐慌,进而引发社会动乱;提水、输水和蓄水 3 大系统中任一环节出险,或者调水源头、输水沿线发生任何水质污染并超出了水的自净与稀释能力,或者水源区与受水区的丰枯状况出现不利的组合,都可能使整个调水过程中断,或产生额外的开支,等等。由于南水北调东线工程主干渠与各主要河流平行交汇,水质污染发生的概率较大,而由于南水北调东线工程的调水规模对于长江和淮沂沭泗水系的径流量影响并不显著,所以由南水北调东线工程水文风险传导而生的社会风险概率较小[12-14]。此外,经济政策的变化或市场因素的作用也会产生传导的社会风险,如水价波动或其他替代产品(中水利用、海水淡化)的出现也会引发社会风险。

可见,南水北调东线工程的社会风险涉及众多的行业和相关利益群体,是多层面、多因素的交叉关联问题,因此,在研究方法上,必须将研究对象结构化。本文采用等级全息建模方法(以下简称 HHM)与鱼骨图相结合的风险因子识别方法,旨在更好地反映研究对象的客观面貌。

1.2 HHM

HHM 是 Haimes[15] 在 20 世纪 80 年代提出的一种全面的思想和方法论,其目的在于从多视角、多维度来获取和展现系统的内在特征和本质,反映其客观面貌。但直至近期,HHM 才得以较广泛地应用到风险研究中,如大型软件及数据库项目(经费超过 10 亿美元)风险分析[16],菲律宾地区火山泥流危害分析[17],网络资源管理中数据、多媒体业务和资源利用问题的风险分析[18],以及军事情报监侦系统(C^4ISR)开发的风险分析[19]。但目前很难找到 HHM 在水利工程风险研究中的应用,Haimes 曾以框架分解的思想对莫米河盆地水资源系统进行划分,但那是在 HHM 概念提出之前。

本文既要考虑单纯的社会风险,也要考虑经由其他 4 类风险传导而来的社会风险。HHM 能够为其系统建模和风险因子的确定构建一个全面的理论框架[20],可以更便利地从 3 个层次识别和评估子系统的风险。在第一层次中,从单纯的社会风险和传导的社会风险 2 个视角加以划分;在第二层次中,将上一层的 2 个视角分别划分为运作流程和管理环节 2 项因素;然后在第三层次中继续对上一层次 2 项因素加以划分。南水北调东线工程社会风险分析框架如图 1 所示。

记南水北调东线工程社会风险因子集合为 F,有:

$$F = \{R, M\} \tag{1}$$

且:

$$R = \bigcup_{i=1}^{n} R_i \tag{2}$$

$$M = \bigcup_{i=1}^{n} M_i \tag{3}$$

式中:R 为运作流程的社会风险因子集合,M 为管理环节的社会风险因子集合,R_i 为 R 的子集,表示第 i 个维度的风险来源在运作流程上产生的风险因子,M_i 定义类似。

HHM 能够从多视角、多维度来获取和展现系统

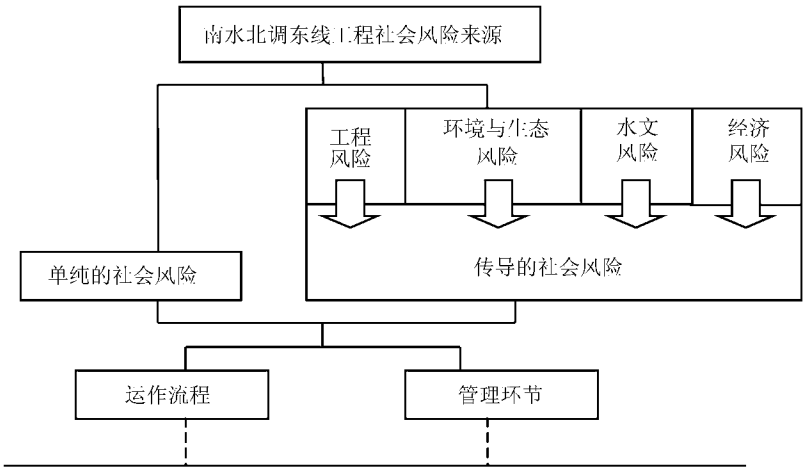

图 1　南水北调东线工程社会风险分析的 HHM 框架

的内在特征和本质,但依此方法建模,所形成的框架并不能反映研究对象运行的过程和步骤,因而分析效果受到影响。HHM 必须建立一个特殊的图标形式,因此,本文对 HHM 进行改进,将鱼骨图与之结合,用来识别南水北调东线工程的社会风险因子。

1.3　HHM 与鱼骨图的结合——改进的 HHM

鱼骨图被用来概括各种影响以及挖掘其成因,具有诸多优点,如,注重结构性和因果分析,强调过程和步骤等。鱼骨图在许多方面得以应用,如用来帮助分析 40 年内的 242 起储油罐事故并理清事故缘由[21],研究对尖锐物品刺伤的预防,并分析其根本原因[22],以及用于探讨图书馆的技术服务,对其流通、采编等部门工作成效进行定义和度量[23]。

以 HHM 结合鱼骨图的南水北调东线工程风险因子识别方法具有以下特点:①全息、多视角、多维度地识别南水北调东线工程风险因子;②强调南水北调东线工程运行的过程和步骤,从运作流程和管理环节两方面反映其客观的本来面貌。

2　风险因子识别

本文的首要任务是建立起风险因子分析框架,将南水北调东线工程社会风险问题结构化。以 HHM 建模方法进行风险因子识别,要建立特殊的图标形式,本文采用鱼骨图对 HHM 建模方法进行改进,以期更好地反映南水北调东线工程运行的过程和步骤,从客观的运作流程和管理环节来分析其风险因子。

本文考虑 2 个维度的风险来源:单纯的社会风险和传导的社会风险。则式(2)和式(3)中的 $n = 2$,即,$R = R_1 \cup R_2$ 并且 $M = M_1 \cup M_2$。

2.1　鱼骨主干的建立

风险因子分析框架的第 3 个层次将分别对运作流程和管理环节继续分解。

a. 运作流程的鱼骨主干。根据有关资料[24],本文将南水北调东线工程的供水过程与步骤概括为 4 个环节:水源、输水、工程与设施、用水。

b. 管理环节的鱼骨主干。本文研究的社会风险问题是探讨社会对研究对象可能造成的损失和影响。将整个南水北调工程的运行理解为一个企业实体的运行,它的运行符合管理学的一般规律。根据管理学原理并结合南水北调东线工程的特殊性,本文将南水北调东线工程的管理环节分为 5 个环节:财务管理、人力资源管理、市场管理、技术管理、水商品管理。

管理环节鱼骨主干中的技术管理环节对应于管理学中的研发职能,但南水北调工程并不具有常规意义下的研发职能,它对应的是水利工程和配套设备的技术问题。此处并非探讨技术本身,而探讨由那些技术原因引发的管理问题。管理环节鱼骨主干中的水商品管理环节对应于管理学中的生产职能。如果将南水北调工程的运行看成一个企业的运行,则这个企业的生产就是水商品的保障,亦即将水从水源区顺利地输送到沿线各个受水区。

2.2　单纯的社会风险鱼骨图

南水北调东线工程单纯的社会风险因子识别的结果如图 2 和图 3 所示。由图 2 和图 3 所识别出来的风险因子的集合分别为 R_1 和 M_1。

2.3　传导的社会风险鱼骨图

南水北调东线工程传导的社会风险因子识别的结果如图 4 和图 5 所示。由图 4 和图 5 所识别出来的风险因子的集合分别为 R_2 和 M_2。

2.4　鱼骨图叠加——社会风险因子识别的完成

单纯的社会风险鱼骨图和传导的社会风险鱼骨图分别从运作流程和管理环节反映南水北调东线工程运作的客观面貌。将包含 9 个类别、2 个维度(单纯的社会风险和传导的社会风险)的鱼骨相叠加,识

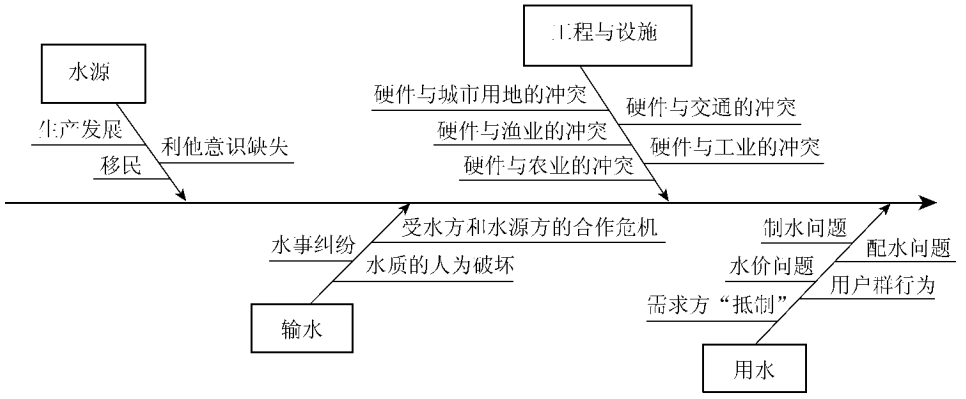

图 2　南水北调东线工程单纯的社会风险运作流程鱼骨

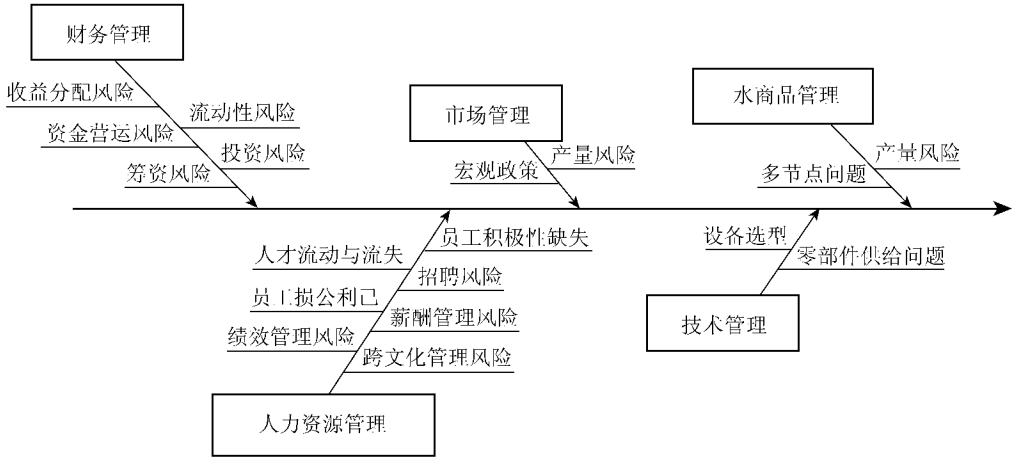

图 3　南水北调东线工程单纯的社会风险管理环节鱼骨

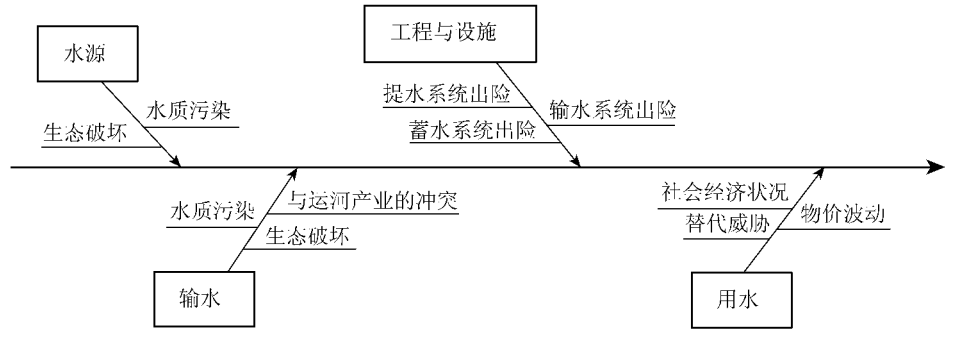

图 4　南水北调东线工程传导的社会风险运作流程鱼骨

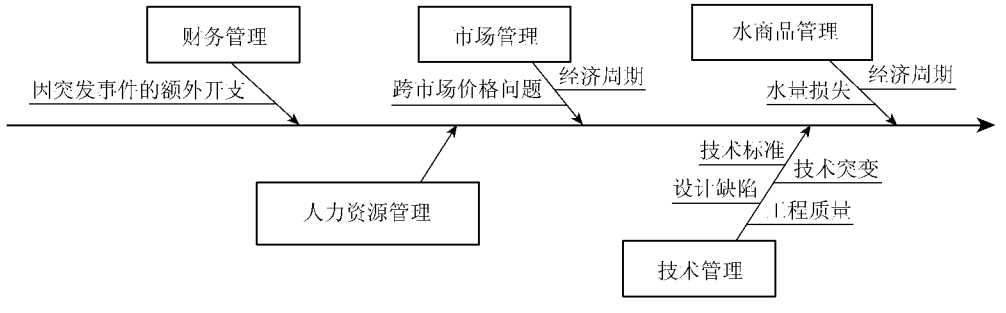

图 5　南水北调东线工程传导的社会风险管理环节鱼骨

别出风险因子共 50 条，如图 6 和图 7 所示。图 6 和图 7 各自所包含的所有风险因子分别以并集 R 和 M 表示。

3 结 语

本文对南水北调工程社会风险的含义进行了阐述，并在此基础上对东线工程的社会风险因子进行了识别，不仅丰富和拓展了社会风险的概念，同时也开拓了大型水利工程风险管理研究的新领域。相对于以往依据行业常识和较为主观的框架来识别风险因子的做法，本文采用与鱼骨图相结合的改进的 HHM，建立了系统的、多维度的分析框架，将研究对象结构化，并从运作流程和管理环节 2 个维度对南水北调东线工程的社会风险进行分解，更好地反映了研究对象的客观面貌。改进的 HHM 克服了传统的 HHM 不能有效地反映研究对象过程和步骤的缺陷，从运作流程和管理环节建立了 2 根南水北调东线工程社会风险鱼骨，从 2 个维度（单纯的社会风险和传导的社会风险）分别绘制出运作流程和管理环节的鱼骨图，然后将对应的鱼骨图叠加，识别出风险因子共 50 条。

本文受篇幅所限，考虑的是 2 个维度：单纯的社会风险和传导的社会风险，而事实上可以通过 5 个维度来建立风险识别的框架，即单纯的社会风险以及其他 4 种风险分别传导而生的社会风险，以便更丰富、更详细地识别社会风险因子，因此，后续的研究可以通过更多的维度来识别风险因子。另外，对本文识别出的社会风险因子，还需要进行风险管理的后续工作，包括通过不确定性视角和损失性视角建立风险矩阵等，并对风险因子加以评估，进而选取风险控制策略和设计应急预案等。

参考文献：

[1] 刘恒，耿雷华，裴源生，等. 南水北调运行风险管理关键技术问题研究[J]. 南水北调与水利科技，2007，5(5)：4-7.

[2] 秦明海，许佳君，刘雪. 南水北调工程风险识别及其控制[J]. 河海大学学报：哲学社会科学版，2004，6(3)：29-32.

[3] WANG Chao，WANG Yan-ying，WANG Pei-fang. Water quali-

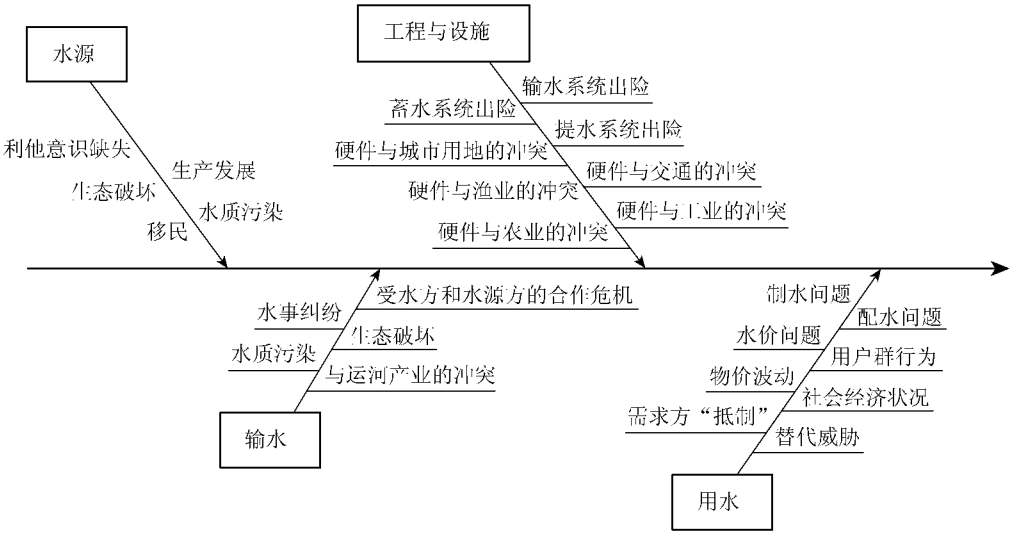

图 6 南水北调东线工程完整的运作流程鱼骨

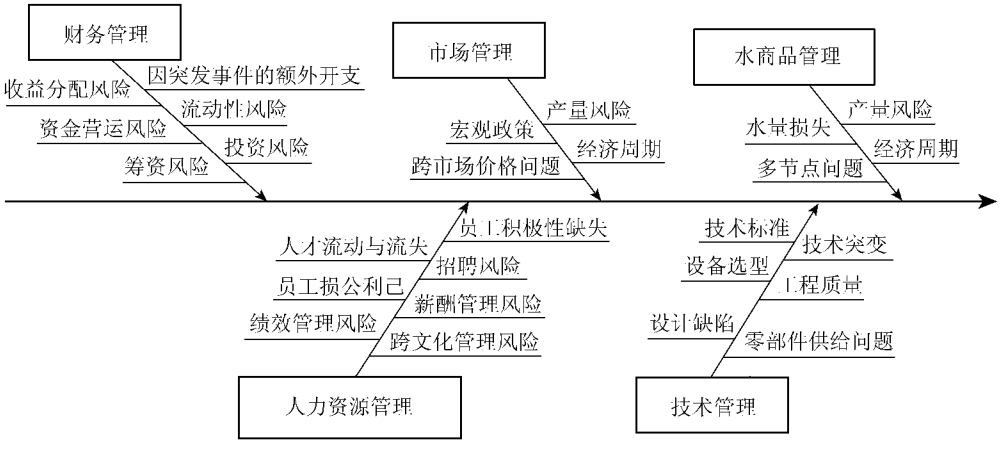

图 7 南水北调东线工程完整的管理环节鱼骨

ty modeling and pollution control for the eastern route of south to north water transfer project in China[J]. Journal of Hydrodynamics,2006,18(3):253-261.
[4] 许新宜,尹宏伟,姚建文. 南水北调东线治污及其输水水质风险分析[J]. 水资源保护,2004,20(2):1-8.
[5] 王振强,钟登华.大型水利工程项目投资风险分析方法[J].水利学报,2004(7):92-97.
[6] COHEN M W,PALMER G R. Project risk identification and management[EB/OL].[2009-06-21].http://web.ebscohost.com/ehost/detail?vid=1&hid=113&sid=40a79828-22e3-454a-a4d4-2b4fbe928550%40sessionmgr112&bdata=JnNpdGU9ZWhvc3QtbG12ZQ%3d#db=buh&AN=1470470.
[7] STEINMANN P, KEIAER J, BOS R, et al. Schistosomiasis and water resources development: systematic review, meta-analysis, and estimates of people at risk [J]. Lancet Infectious Diseases, 2006, 6(7):411-425.
[8] WANG Z B, WANG Z Y, VRIEND H. Impact of water diversion on the morphological development of the Lower Yellow River [J]. International Journal of Sediment Research, 2008, 23(1):13-27.
[9] GOSS M, RICHARDS C. Development of a risk-based index for source water protection planning, which supports the reduction of pathogens from agricultural activity entering water resources [J]. Journal of Environmental Management, 2006, 87(4):623-632.
[10] GIUPPONI C,EISELT B,GHETTI P. A multicriteria approach for mapping risk of agricultural pollution for water resources: the venice lagoon watershed case study[J]. Journal of Environmental Management,1999,56(4):259-269.
[11] 冯必扬.社会风险:视角、内涵与成因[J].天津社会科学,2004(2):73-77.
[12] 戴昌军.多维联合分布计算理论在南水北调东线丰枯遭遇分析中的应用研究[D].南京:河海大学,2005.
[13] 张新民,温海深,乔福州,等. 南水北调东线工程对南四湖区渔业的影响研究[J]. 中国渔业经济,2006(2):13-16.
[14] 王慧敏,胡震云.南水北调供应链运营管理的若干问题探讨[J]. 水科学进展,2005,16(6):864-869.
[15] HAIMES Y. Hierarchical holographic modeling [J]. IEEE Transaction on Systems, Man, and Cybernetics, 1981, 11(9): 606-617.
[16] LAMBERT J, HAIMES Y. Identification, ranking, and management of risks in a major system acquisition[J]. Reliability Engineering and system safety,2001,72:315-325.
[17] LEUNG M, SANTOS J, HAIMES Y. Risk modeling, assessment, and management of lahar flow threat[J]. Risk Analysis,2003,23(6):1323-1335.
[18] 宋晖.分级全息建模思想在网络资源管理中的应用[J].微计算机信息,2007(27):16-18.
[19] 曾斌,林俊兴,胡涛.面向 C4ISR 系统的风险识别技术研究[J]. 海军工程大学学报,2004,16(3):61-65.
[20] HAIMES Y, KAPLAN S. Risk filtering, ranking, and management framework using hierarchical holographic modeling [J]. Risk Analysis,2002,22(2):383-397.
[21] CHANG J,LIN C. A study of storage tank accidents [J]. Journal of Loss Prevention in the Process Industries,2006,19(1):51-59.
[22] FLANAGAN E,SEMPROCH L, PRENEY K, et al. Sharps injury prevention program: root cause analysis of sharps injury or near miss event at a multi-facility medical center[J]. American Journal of Infection Control,2006,34(5):E70-E71.
[23] HOWARTH L C. Modelling technical services in libraries: a microanalysis employing domain analysis and ishikawa (fishbone) diagrams [J]. Technical Services Quarterly, 1995, 12(3):1-16.
[24] 黄河.南水北调水价形成机制的创新[N].中国水利报,2003-09-18(08).

(收稿日期:2009-06-05 编辑:彭桃英)

会议征文通知

为庆祝中华人民共和国成立 60 周年,贯彻落实全国水利风景区建设与管理工作会议精神,加强水利风景区建设与管理经验交流,探讨水生态修复和水利风景区的建设与发展方向,推动水生态环境保护和水利风景区建设与管理工作,水利部拟于 2009 年年底举办"水利风景区建设与管理经验交流会暨水生态环境保护专家论坛"。会议期间,将围绕会议主题评选优秀论文,优秀论文将在中国科技核心期刊《水利经济》杂志上公开发表。欢迎大家积极撰写论文,参加会议交流。

征文范围:水生态环境保护、水利资源综合开发利用及经营管理方式、水利风景资源的开发与保护、水利风景区建设与管理、涉水旅游等理论与实践。

征文投寄地址:210098 南京市西康路 1 号,河海大学《水利经济》编辑部;投稿邮箱:jj@hhu.edu.cn;投稿网址:http://kkb.hhu.edu.cn/jj/tglc_jj.htm(投稿请注明"会议征文"及详细联系方式);电话/传真:025-83786350。

会议联系方式:水利部水利风景区评审委员会办公室,联系人:董青,司毅兵;地址:100053 北京市宣武区白广路二条二号;电话:010-63203451,63203442;传真:010-63203799。

(本刊编辑部供稿)