

城市供水风险分析与风险管理研究

李景波¹ ,董增川¹ ,王海潮² ,李少华¹ ,陈康宁¹

(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. 中国水利水电科学研究院水资源研究所 北京 100044)

摘要 :从风险的一般定义出发 ,对城市供水风险进行了定义并分析了其内涵 ,给出了其函数表达式 ;对城市供水风险进行了分类并描述了其特征 ,在给出风险管理定义的基础上 ,阐述了城市供水风险管理的过程和方法 ,给出了供水保险的涵义 ,展望了供水保险的前景 ,并进行了供水保险框架设计。
关键词 城市供水 ;风险分析 ;风险管理 ;供水保险

中图分类号 :TV213.4 文献标识码 :A 文章编号 :1000-1980(2008)01-0035-05

城市供水经常面临着来自自然、社会和经济发展的各种风险。例如 2005 年 11 月松花江水污染事件造成拥有 400 万城市人口的哈尔滨停水 4 d ,2006 年 5 月 24 日 ,南京城西茶亭东街直径为 1 000 mm 的自来水主干输水管发生爆裂 ,部分住户受淹 ,受淹区域停水 2 d ,2006 年 5 月 29 日 ,太湖蓝藻大规模暴发 ,自来水水源地水质出现严重污染 ,70% 的无锡市城市居民饮用水出现困难。据统计 ,2005 年 11 月 ~ 2006 年 9 月 ,我国发生与水有关的污染事故共 130 多起。这说明 ,水源地污染及其他供水事故已不是偶然的突发性事件 ,我国城市供水目前已进入了较高风险期。因此 ,研究城市供水风险与风险管理问题具有重要的实际意义。

本文对城市供水风险进行了定义并分析了其内涵 ,给出了其函数表达式 ,对城市供水风险进行了分类并描述了其特征 ,在给出风险管理定义的基础上 ,阐述了城市供水风险管理的过程和方法 ,给出了供水保险的涵义 ,展望了供水保险的前景 ,并进行了供水保险框架设计。

1 城市供水系统风险的概念

1.1 城市供水系统风险的涵义

风险是通过事故现象和损失事件表现出来的 ,与安全概念相对应。风险的一般定义是 :风险为风险主体遭受损害的不确定性以及其后果的综合^[1]。风险普遍存在 ,具有客观性、突发性、多变性、相对性和无形性等特征^[2]。

在风险定义的基础上 ,结合城市供水问题的特点 ,将城市供水风险定义为 :城市供水风险是指出现供水损失的不确定性 ,表现为供水有害事故发生的可能性与事故后果的耦合。城市供水风险的构成要素包括风险原因、风险事件和风险损失。

城市供水风险 R 具有概率和后果的两重性 ,为描述系统危害程度的客观量 ,又称为风险度或危险性 ,可用供水损失事件发生概率 p 和供水损失程度 l 的函数来表示 ,即

$$R = f(p, l) \tag{1}$$

其中危险发生导致的损失包括生命损失、经济价值损失、社会价值损失以及生态与环境损失等。式(1)反映的是供水风险量的基本原理 ,其应用前提是能通过适当的方式建立关于 p 和 l 的连续性函数 ,可用积分形式表示 ,但不易计算。多数情况下 ,风险的发生概率及其损失以离散形式来定量表示 ,因而风险量相应地表示为

$$R = \sum_{i=1}^n p_i l_i \tag{2}$$

式中 : i ——某风险事件的序号 ; n ——风险事件的数量。

收稿日期 2007-07-13
基金项目 教育部科学技术研究重点项目(104197)
作者简介 李景波(1971—)男 ,山东滕州人 ,高级工程师 ,博士研究生 ,主要从事水资源系统优化规划与管理研究。

1.2 城市供水系统风险的分类与特征

1.2.1 城市供水系统风险的分类

按风险产生的来源,可分为自然风险、社会风险、经济风险、政治风险、人员风险、技术风险和行动风险等;按风险后果,可分为纯粹风险和投机风险;按风险发生的频率,可分为极少风险、稀少风险、偶然风险和经常风险等;按损失标的物(形态)或风险的对象,可分为人身风险、财产风险、生态与环境风险等;按风险作用的尺度,可分为微观风险和宏观风险;按风险能否控制,可分为可控风险和不可控风险;按风险涉及的范畴,可分为社会风险、经济风险、生态与环境风险和技术风险;按供水系统的结构,可分为水源地子系统风险、取水构筑物子系统风险、水处理设施子系统风险和输配水子系统风险等;按风险级别,可分为轻微风险、较小风险、一般风险、较大风险和重大风险。

1.2.2 城市供水系统风险的特征

- a. 潜在性和不确定性.城市供水系统风险的各种因素具有隐蔽性,发生的原因和后果具有多种可能性.风险因素的概率分布和发生供水事故的客观概率是变化的、非唯一的。
- b. 客观性和普遍性.在一定的时间和空间内,任何城市的供水系统都存在供水风险,某些供水系统的风险具有较大的相似性或一致性。
- c. 偶然性和必然性.风险要素的必然性与偶然性具有辩证哲学关系.城市供水风险链一旦形成,就会发生供水事故.由于供水事故的发生具有突然性和偶发性,供水系统在长期运行过程中发生风险是必然的。
- d. 相关性和层次性.风险因素分布于城市供水系统的各个方面,系统本身具有内在的关联性和整体性,各因素之间相互作用、相互依赖,风险要素之间也有从属关系。
- e. 多样性和高发性.客观条件发生变化是城市供水风险的重要成因,产生风险的因素是多种多样的,在风险因素矛盾的急剧激化中,风险发生的频率会增加。
- f. 传递性.城市供水系统风险具有乘积放大效应和“事故链”效应,对供水风险进行早期预防和前期及时处理,不仅成本低,而且效果好,而预防是风险管理最有效的措施。
- g. 可变性.城市供水系统的风险因素来自多种环境,千变万化,风险因素之间的关联也复杂多变,因而供水风险也具有可变性。

2 城市供水系统的风险管理

风险的不确定性会增加供水的成本,即风险成本.没有风险管理,供水工程和供水企业将暴露在诸多不确定、不安全因素之中,处于被动遭遇和消极接受的状态,运行成本将会无法控制.没有安全供水,就没有经济效益和社会效益。

2.1 城市供水系统风险管理的定义

城市供水系统风险管理是指供水企业与政府管理部门通过风险识别、风险衡量和风险分析来有效地控制风险,并用最经济可行的方法来综合处理风险,以实现最佳安全生产保障的科学管理方法。

2.2 城市供水风险管理过程

城市供水系统风险管理分为风险识别、风险估计与评价、对策规划并决策、实施及实施后评价几个过程,如图1所示.其中风险识别是城市供水系统管理过程中的第1步,也是最基本、最重要的阶段。

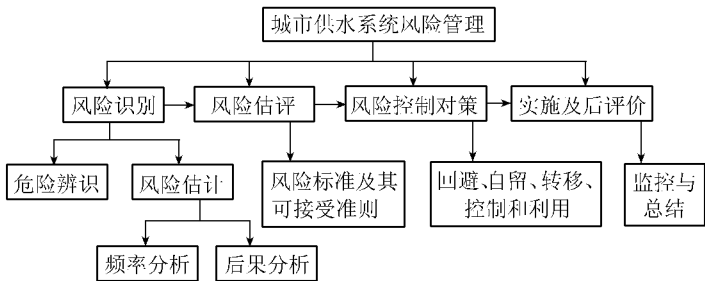


图1 城市供水系统风险管理过程的逻辑关系结构

Fig.1 Logic structure of risk management process of urban water supply

2.2.1 风险识别

风险识别,即在城市供水系统风险事件发生之前,风险管理人员运用科学合理的方法系统地、连续地认识所面临的各种风险(确定的风险和不确定、潜在的风险),以及分析风险事件发生的潜在原因^[3].风险识别可以解决有无风险的问题,包括感知风险和分析风险 2 个环节.感知风险即了解客观存在的各种风险;分析风险即找出引起风险事件的各种因素.风险识别是制定有效的风险管理措施的基础.

供水系统的风险因素可分为主要因素、一般因素和次要因素 3 种.风险因素识别鱼刺图(因果分析图)如图 2 所示.

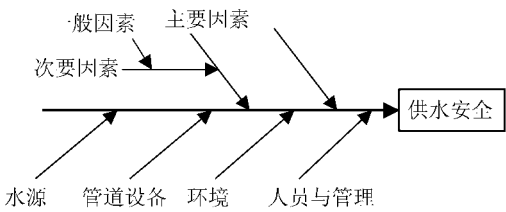


图 2 供水系统风险因素识别鱼刺图
Fig.2 Sketch of risk identification
of urban water supply system

2.2.2 风险估计与评价^[4]

a. 风险估计.在过去损失资料的基础上,应用概率统计方法(如大数法则、类推原理和惯性原理等)对城市供水的各个子系统(或各个阶段)的风险事件发生可能性的大小、可能出现的后果、可能发生的时间和影响范围等进行估计^[5-6].

b. 风险评价.在风险识别和风险估计的基础上,综合考虑各风险事件之间的相互影响、相互作用以及各风险事件对系统的总体影响.

2.2.3 风险管理计划与决策制定

从改变风险后果的性质、风险发生的概率和风险后果大小 3 个方面提出如下风险管理计划与对策^[7-8].

a. 回避.当风险潜在威胁发生的可能性极大及其所致后果比较严重,又无别的规避措施可用时,主动放弃或中止项目和活动,或改变目标的行动方案.

b. 自留.对风险进行控制并承担风险事故所造成的损失,分为主动自留和被动自留.这是一种风险财务技术,要求对风险有充分的估计并制定后备措施,其损失应不超过风险承载能力,主要用于损失较小的风险或残余风险处置.

c. 转移.原本应由自己承担的风险结果连同风险对应的权利和责任转由其他单位承担.转移风险的手段主要是保险、发包(分包)、运用合同条件、担保等.

d. 控制.这是一种为了最大限度地降低风险事件发生概率和减少风险损失幅度而采取的风险处置技术.

e. 利用.风险有一种潜在可能性,并非所有的风险都产生消极的后果.对于城市供水工程的新建、改建和扩建,在投资和运行方案上,往往机会和风险并存,因此应分析风险利用的代价,评估承载风险的能力,制定风险利用策略,采取更高层次的风险应对措施,即风险利用.

2.2.4 实施及实施后评价

a. 风险管理实施.主要包括风险监控和风险应急计划.风险监控即监控事态的进展和风险环境,核对策略和措施的实际效果是否与预先的计划相同,寻找机会完善和细化风险规避计划,获取反馈信息,以使将来的决策等符合实际^[9].风险应急计划是假定风险事件肯定发生的情况下所实施的行动计划,主要包括项目预备费和项目技术措施后备计划.

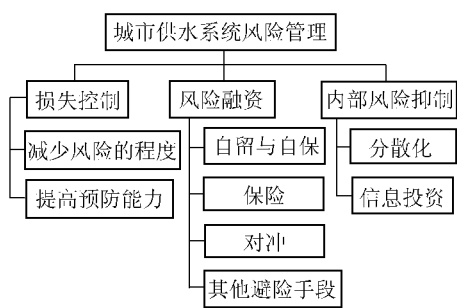


图 3 城市供水风险管理的主要方法
Fig.3 Main methods for risk management
of urban water supply

b. 风险管理实施后评价.通过后评价,判断风险管理预期目标的实现程度,总结经验教训,从而达到提高未来风险管理水平的目的.后评价一般采用比较法.后评价方法可以概括为影响评价法、效益评价法、过程评价法和系统评价法 4 种.

2.3 城市供水系统风险管理方法

城市供水系统风险管理的主要方法有损失控制、风险融资和内部风险抑制 3 种^[8-10],如图 3 所示.

2.3.1 损失控制

损失控制即风险控制,是指通过降低损失频率和(或)减小损失程度(规模)来减小期望损失成本的各种行为.主要为了影响损失频率的行为称为损失防止,而主要为了影响损失程度的行为称

为损失降低。损失控制的常用方法有2种:(a)减少风险活动的数量;(b)提高预防风险活动可能造成的损失的能力(其目的是使供水活动更安全)。

2.3.2 风险融资

风险融资通过获取资金的方法来支付或补偿损失。损失融资的手段通常有自留、购买保险合同、对冲和其他合约化风险转移4种。这些手段经常会组合使用^[9]。

a. 自留。自留就是自我承担部分或全部的损失。如果通过一个正式的损失融资计划来自留风险,这时的自留也称为自我保险。对于中小风险,一般城市供水企业经常会采用这种方法。

b. 购买保险合同。目前,国内外一般供水企业尚未全面施行供水保险。本文提出的主要保险框架是:保险公司为约定的损失支付资金(也就是为这些损失融资);作为交换,在合同开始时,城市供水企业要向保险公司支付一笔保险费。保险合同降低了供水企业的风险,把损失风险转嫁给了保险公司,保险公司通过分散化经营来降低自身的风险。

c. 对冲。利用远期合约、期货合约和期权合约等对风险进行对冲。

d. 其他合约化风险转移。供水企业可以通过这种手段将风险转嫁给其他方。

2.3.3 内部风险抑制

供水企业除了可以使用风险融资手段把风险转嫁给其他方来降低风险外,还可以在其内部抑制风险。内部风险抑制主要有分散化经营和信息管理投入2种形式。

3 供水保险框架设计

实施供水保险是风险融资中最为便捷、易行和有效的直接经济手段,也是转移控制风险、分摊损失的有力措施。在目前城市供水风险较高与保险市场发育逐步完备的条件下,与普通保险类似,供水保险具备5个基本要素(可保风险的存在、大量同质风险的集合与分散、保险费率的厘定、保险准备金的建立、保险合同的订立),是一种可通过市场机制运作的新型保险产品。

3.1 供水保险的涵义与前景

3.1.1 供水保险的涵义

供水保险,可定义为投保人、供水企业和(或)用水户为了保证供水和用水,向保险人支付保险费购买保险合同,保险人根据合同约定对在供水过程中可能产生的财产损失和人身伤害承担赔偿责任保险金责任的商业保险行为。根据保险合同,供水事故一旦发生,保险公司将承担投保人由于风险造成的损失,从而将风险转移给保险公司。

3.1.2 供水保险费的构成

供水保险费主要有损失的实际成本、运行和维持保险基金的费用、对于非预期损失或保险基金风险因素的预留基金以及投资收益4部分组成。

3.2 供水保险的框架内容设计

a. 供水保险工作应遵循如下原则:最大诚信原则、可保利益原则、损失补偿原则、近因原则、代位原则、重复保险情况下的分摊赔偿原则^[11]。

b. 推行供水保险,需开展的工作是:(a)根据供水事故危险源、频率、影响范围、受损类型、损失量级、历时等调查统计的多维特征与参数,编制城市范围的供水风险图,并根据长期统计的供水风险结果进行分区;只有在损失能够准确预测时,保险体系才能成功运作^[12]。(b)确定供水保险涉及的类型和保险对象,建立科学的供水损失调查、评估、理赔及计算方法。(c)制定合理的供水保险费率,实行差别费率模式,使保险费率逐步市场化^[13]。根据不同的供水风险分区确定不同的保险费率,即根据供水风险图编制保险费率图表。风险较高的区域,保险费率亦高;反之亦然^[14-15]。(d)调查分析城市居民总体收入水平,特别是城市用水户低收入者的保险费率承受能力。(e)研究供水保险实施后可能的次生问题,包括经济问题、社会问题和政治问题等。(f)制定供水保险法规及执行的配套政策措施——确定法律关系主体、客体、权利与义务,把责任和风险等结合起来。(g)建立城市供水保险管理与服务体系——明确管理及其服务职能和范围等。(h)制定详细的操作性强的城市供水保险计划——包括索赔与理赔、购买保险方式等。(i)逐步建立完善的供水保险机制和政策法规。

4 结 语

当前,我国供水危机呈现高频次、多领域发生的态势,非传统安全问题成为现代城市供水安全的主要威胁,突发性灾害事件极易被放大为社会危机。而利用风险管理的理论方法对城市供水系统进行管理,可为城市供水安全提供一个有效的保障途径。为此,本文从风险定义入手,探讨了供水风险管理的过程与方法,给出了供水保险的涵义,展望了供水保险的前景,并进行了供水保险框架的设计。

参考文献：

[1] TRIESCHMANN J S ,GUSTAVSON R E ,HOYT D W. Risk management and insurance[M]. 12th ed. Beijing :High Education Press , 2005.

[2] 沈建明. 项目风险管理[M]. 北京 :机械工业出版社 2004.

[3] 罗云 ,樊运晓 ,马晓春. 风险分析与安全评价[M]. 北京 :化学工业出版社 2004.

[4] 孙智. 工程保险[M]. 北京 :中国三峡出版社 2000.

[5] VRIJLING J K ,HENGEL W V ,HOUBEN R J. Acceptable risk as a basis for design[J]. Reliability Engineering & System Safety ,1998 , 59(1) :141-150.

[6] 道弗曼. 当代风险管理与保险教程[M]. 齐瑞宗 ,译. 北京 :清华大学出版社 2002.

[7] 普雷切特 T ,丝米特 Q ,多平豪斯 H 等. 风险管理与保险[M]. 孙祁祥 ,译. 北京 :中国社会科学出版社 ,1998.

[8] 威廉斯 C A ,史密斯 M L ,扬 B C. 风险管理与保险[M]. 8 版. 马从辉 ,刘国翰 ,译. 北京 :经济科学出版社 2000.

[9] 余子华. 工程项目风险管理与工程保险[M]. 杭州 :浙江大学出版社 2005.

[10] 哈林顿 ,尼豪斯. 风险管理与保险[M]. 陈秉正 ,王鑫 ,周伏平 ,译. 北京 :清华大学出版社 2005.

[11] 龙卫洋 ,龙玉国. 工程保险理论与实务[M]. 上海 :复旦大学出版社 2005.

[12] 向立云. 洪水保险的理论和政策问题[J]. 水利发展研究 2005(2) 29-33.

[13] 邱彬. 论我国保险费率市场化[J]. 财经问题研究 2003(1) 41-46.

[14] 胡玉贵 ,方国华 ,刘宏业. 我国实施洪水保险初探[J]. 水电能源科学 2004 22(3) 44-46.

[15] 鲜明. 发展我国洪水保险的制度思考 :美国洪水保险制度的借鉴与启示[J]. 西南农业大学学报 :社会科学版 2005 33(3) : 33-35.

Risk analysis and risk management of urban water supply

LI Jing-bo¹ , DONG Zeng-chuan¹ , WANG Hai-chao² , LI Shao-hua¹ , CHEN Kang-ning¹

(1. State Key Laboratory of Hydrology-Water Resources and Hydraulic Engineering , Hohai University , Nanjing 210098 , China ;

2. Department of Water Resources , China Institute of Water Resources and Hydropower Research , Beijing 100044 , China)

Abstract :Based on the general definition of risk , the risk of urban water supply was defined and classified. The connotation and characteristics of the risk of urban water supply were discussed , and its functional expression was given. Then , based on the definition of risk management , the connotation as well as the process and the methods for risk management of urban water supply was expounded. Furthermore , the framework for water supply insurance was designed and its further development was prospected.

Key words :urban water supply ; risk analysis ; risk management ; water supply insurance