

基于风险的城市燃气管道的安全管理

□ 河北工程大学经管学院 (056038) 郭章林 孙雨丽

摘要: 本文通过分析安全管理与风险管理的关系,提出了一种基于风险的城市燃气管道的安全管理方法。结合某市工程实例,运用风险矩阵图和模糊综合评价对潜在风险进行评估排序,确定风险性质并采取合理措施,以达到安全管理的目的。

关键词: 风险管理 安全管理 风险矩阵 模糊综合评价

Safety Management of City Gas Pipelines Based on Risk

School of Economy and Management, Hebei University of Engineering Guo Zhanglin, Sun Yuli

Abstract: A new safety management method of urban gas pipelines is proposed by analyzing the relationship between safety management and risk management. With the engineering example in a certain city, the potential risks are estimated by the application of risk matrix and fuzzy comprehensive evaluation, which can determine the nature of risks and take reasonable measures to achieve the purposes of safety management.

Keywords: risk management safety management risk matrix fuzzy comprehensive evaluation

随着城市化的建设加快,天然气作为一种新型的、环保型的能源得到迅速发展,我国目前60%的大城市都埋设了大量的燃气管道。我国大部分城市的燃气管道已运行20多年,随着燃气管道的老化、腐蚀的加剧、地面交通道路的增长、管线周边区域人口聚居程度增大,管道安全问题已成为关系到公共安全的重大问题,所以,对现役管道进行安全管理和风险评价具有重大现实意义。我国有关燃气管道风险评价和安全管理的研究工作起步较晚。传统的安全管理侧重于燃气泄漏发生后的补救,稍有疏忽就会发生恶性事故,不能起到事前预测的作用。本文通过风险评估,在风险基础上对在役管道进行安全管理可以实现从被动抢修到主动预防的转变,将事故消灭在发生前,提高科学管理水平,实现城市减灾目标。如何科学合理地对城市燃气管道进行安全管理和风险评价,全面客观地对评价结果进行处理,真实反映管道系统的风险

情况,是城市燃气管道系统安全运行的重要保障。

1 安全管理与风险管理概述

1.1 风险管理与安全管理

风险管理是指包括风险评估和风险控制的全过程,它是一个以最低成本将风险控制在最合理水平的动态过程,通过对风险管理的实施,能够有效地控制和妥善处理风险所致损失的后果,实现以最小成本获得最大安全保障,或者说风险效益的目标。

燃气管道风险管理是指对燃气管道经营所面临的风险进行评估,将管道运营风险程度控制在可接受的范围内,达到降低管道事故发生概率,确保燃气管道经济、安全运行的目的。

风险管理的基本内容^[1]包括:风险分析、风险评价和风险控制,如图1。

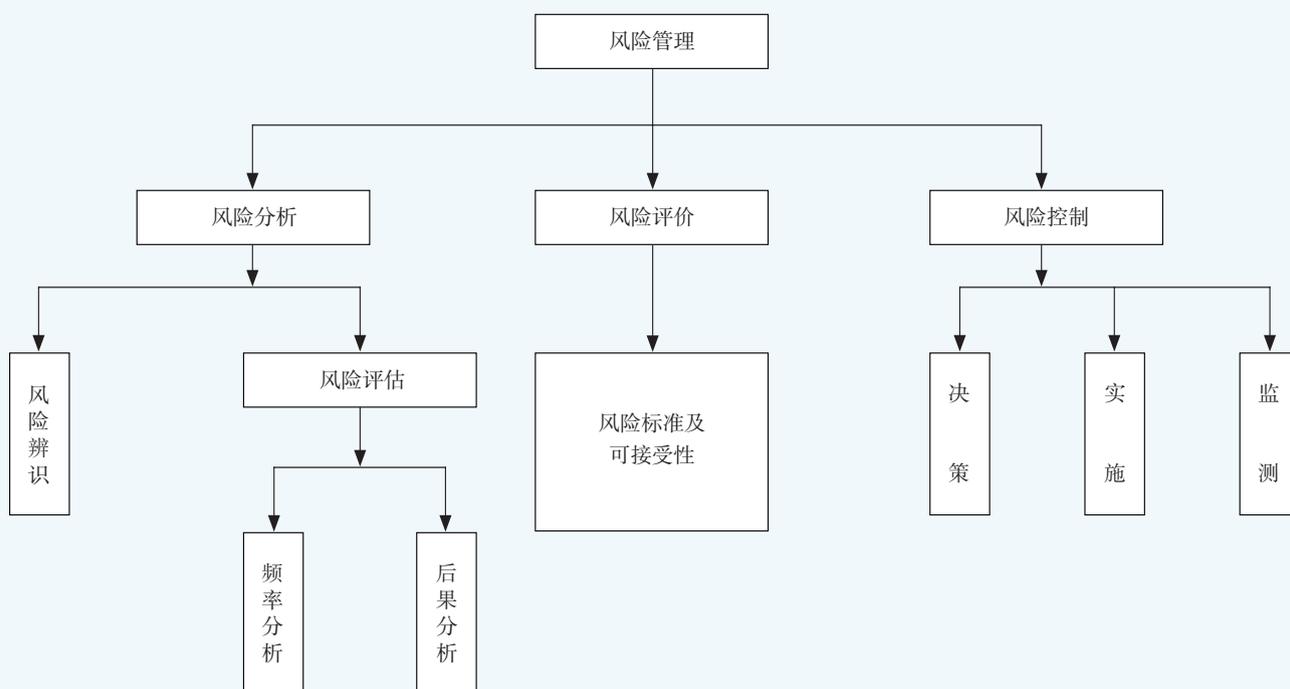


图1 风险管理内容层次图

安全管理是管理科学的一个重要分支，它是为实现安全目标而进行的有关决策、计划、组织和控制等方面的活动；主要运用现代安全管理原理、方法和手段，分析和研究各种不安全因素，从技术上、组织上和管理上采取有力的措施，解决和消除各种不安全因素，防止事故的发生。

燃气管道的安全管理是以安全为目的，对在役管道进行有关安全工作的决策、计划、组织、指挥、协调、控制等职能，合理有效地使用人力、财力、物力、时间和信息，为达到预定的安全防范而进行的各种活动。

1.2 城市燃气管道的安全管理与风险管理的关系

安全管理强调减少事故，甚至消除事故，是将安全生产与人机工程相结合，给劳动者以最佳工作环境。而风险管理的内容较安全管理广泛，不仅包括预测和预防事故、灾害的发生，人机系统的管理等安全管理内容，而且延伸到了保险、投资，甚至政治风险等领域。

风险管理是从传统的安全分析和安全管理的基础上发展起来的。传统的安全管理多为事后管理，即从发生的事故中吸取教训，这当然是必要的，但是有

些事故的代价太大，必须预先采取相应的防范措施。风险管理的目的是预先发现、识别可能发生的危险因素，以便在事故发生之前消除、控制这些因素，防止事故的发生。

传统的安全管理侧重于燃气泄漏发生后的补救，稍有疏忽就会发生恶性事故。通过风险评估，可以实现从被动抢修到主动预防的转变，将事故消灭在发生前，提高科学管理水平。

燃气输配管网的安全运行事关重大，必须从主要采取补救型维护措施的管理方式转变为预防型的现代安全管理理念，适时适地开展管网安全评价十分重要，本文就是要研究在风险管理的基础上进行管道的安全管理^[2]。

2 基于风险的城市燃气管道的安全管理分析

基于风险的城市燃气管道的安全管理是以风险评价为基础，用于对城市燃气管道进行风险分析和预警以达到安全管理的目的。有效的基于风险的安全管理能够事前预防事故，“变被动抢修”为“主动预防”。

2.1 基于风险的城市燃气管道安全管理分析思路

风险分析、评价过程是现代安全管理的核心。通过定量或定性的风险评价，进行管段及站场的风险识别，按风险程度排序，确定重大风险的性质并定位，寻求降低风险的措施，在有效分配资源的前提下，将风险降低到可以接受的水平。

第一步，对某一段燃气管道进行风险辨识，判别出影响该管段的主要风险因素。

第二步，综合分析各风险因素发生的概率以及将会导致的后果，计算出潜在风险的风险值和严重程度。

第三步，对在役管道潜在风险进行优先级排序，对高风险管段优先进行安全风险评价并采取维护措施。

2.2 基于风险矩阵的城市燃气管道风险评价

2.2.1 风险矩阵

风险矩阵是在管理过程中辨别风险重要性的一种结构性方法，并且还是对被评项目的风险潜在影响进行评估的一套方法论^[3]。风险矩阵是：

(1) 危险的严重性作矩阵的列。首先对危险的严重性划分为一些具体的等级，划分的具体办法可根据系统及造成的损失大小来确定，即可以定性描述也可定量描述。

(2) 危险发生的可能性作矩阵的行。对危险发生的可能性大小进行定性描述，从而划分出危险可能性等级。

(3) 建立风险矩阵。以危险发生后所造成的严重后果为风险矩阵的列，以危险发生的可能性为风险矩阵的行建立风险矩阵。则由建立的风险矩阵图可直观的表达出管道所处的真实状态，使管理者及时地作出管理决策以保证管道安全运行。

风险矩阵的横坐标为管道失效后果，分为 I、II、III、IV、V 5 个等级，数字 I~V 分别代表着管道失效后果的不同严重等级，其以升序排列。I 表示管道失效后果不严重，V 就代表着管道失效后果非常严重。风险矩阵的纵坐标为管道失效可能性，失效可能性可分为 I 级、II 级、III 级、IV 级、V 级，其数字表示意义与失效后果的意义相同，即 I 级表示管道发生失效的可能性小，V 级为管道失效可能性大。按照失效后果和失效可能性的不同组合，将风险划分为 4 个

级别，其如图 2 所示。

失效可能性	V	III	III	III	IV	IV
	IV	II	II	III	III	IV
	III	I	I	II	III	IV
	II	I	I	II	II	III
	I	I	I	II	II	III
		I	II	III	IV	V
		失效后果				

图2 风险矩阵图

图中 I 是低风险区、II 为中风险区、III 为次高风险区、IV 为高风险区。

2.2.2 风险排序及应对措施

运用数学模型将管道风险分析结果对比风险矩阵图，看其属于低风险区、中风险区、次高风险区还是高风险区，并采取相应合理措施。

(1) 当处于低风险区时，评价对象处于安全状态。

(2) 当处于中风险区时，评价对象能满足正常运行要求，但是应该加强管理，比如：加强运行检查和运营监督；落实维护规程；加强宣传力度，提高管道周围居民保护管道的意识；加强管道公司人员的素质与责任心等。

(3) 当处于次高风险区时，评价对象处于严重事故萌发时期，在这个时期应当全面检修，并增强管道防护措施，从而提高管道的建筑抗破坏能力和管道抗破坏能力；加强对管道定期检查的频率；对检查中可能出现的严重问题，制定详细的应对方案等。

(4) 当处于高风险区时，评价对象已不能满足正常运行要求，应该停气检修，除了采取上述更为严格的措施外，更应该加强管理，包括人员管理和检修施工质量管理。

2.3 安全管理应用案例

某市埋地燃气管网是从20世纪70年代逐步发展起来的，已有30多年历史。管网总里程达910km，中低压管网总长700多km，其中运行20年以上的管道约有170km。中压管线目前长度为50km，管道材料主要是

铸铁,管径主要规格为:DN600, DN500, DN300, DN200;而低压管线目前长度大约为120 km,管径的主要规格为:DN300, DN200, DN150, DN100, DN75。其输送介质主要是人工煤气,部分管道输送介质为天然气^[7]。

由于管道周围运行环境不同,其风险也是不一样的,因此,需要将管线分段。现拟取其中一段为例运用模糊综合评价法进行失效可能性和后果分析。

2.3.1 管道失效可能性分析

(1) 选定评价因素,构成评价因素集。

按照W.Kent Muhlbauer的分类方法,造成管线失效和事故的原因共4大类,即第三方破坏、腐蚀、设计和误操作。因此,造成埋地燃气管道失效的因素集为U可以表述为: $U = \{u_1, u_2, u_3, u_4\} = \{\text{管道腐蚀, 第三方破坏, 管道设计水平, 管道操作水平}\}$ 。这4个主要影响因素又分别可细划分为若干子因素。例如:腐蚀,影响腐蚀破坏的影响因素又包括土壤,管道防腐层,管道材料,服役时间等。

(2) 根据评价的目标要求,划分等级建立备择集。

为了管道评价的准确性与简单性,一般用风险程度语言作为评价目标,经分析引起埋地燃气管道失效可能性的评价的备择集为: $V = \{I \text{级}, II \text{级}, III \text{级}, IV \text{级}, V \text{级}\}$,其中I级表示管道发生失效的可能性小,V级表示管道发生失效的可能性大。

(3) 对各风险要素进行独立评价,建立模糊一致判断矩阵,根据各风险要素影响程度,确定其相应的权重。

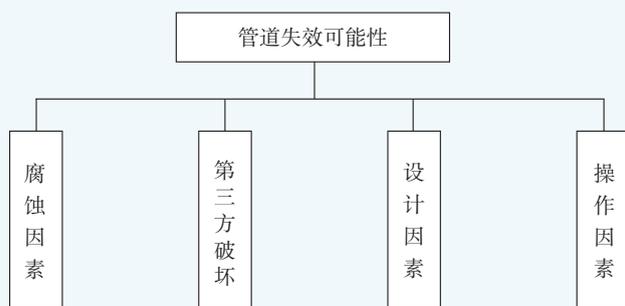


图3 管道失效可能性层次分析图

由以上建立的因素层次分析结构图,结合专家知识以及管道数据,对各影响因素进行两两分析,确定

模糊一致判断矩阵。其矩阵如下式所示:

$$R = \begin{bmatrix} 0.5 & 0.6 & 0.7 & 0.8 \\ 0.4 & 0.5 & 0.6 & 0.7 \\ 0.3 & 0.4 & 0.5 & 0.6 \\ 0.2 & 0.3 & 0.4 & 0.5 \end{bmatrix}$$

根据公式: $W_i = \frac{1}{n} - \frac{1}{2a} + \frac{1}{na} \sum_{j=1}^n r_{ij}$,可以计算出

因素权重。(其中 a 取1.5)

$$W = (w_1, w_2, w_3, w_4) = (0.35, 0.2866, 0.2167, 0.15)$$

(4) 运用模糊数学运算方法,确定综合评价结果,分析项目风险水平。

埋地燃气管道失效可能性的第三方破坏、腐蚀、设计和误操作这4个主要影响因素又分别可细划分为若干子因素。现综合考虑影响管道失效的所有因素进行二级模糊综合评判确定管段的失效可能性等级,根据对各因素的等级计算得出 \tilde{B} :

$$\tilde{B} = \begin{bmatrix} 0.2574 & 0.2597 & 0.2307 & 0.1643 & 0.0882 \\ 0.2136 & 0.2408 & 0.2356 & 0.1880 & 0.1224 \\ 0.1332 & 0.1958 & 0.2381 & 0.2351 & 0.1981 \\ 0.1734 & 0.2247 & 0.2343 & 0.2087 & 0.1590 \end{bmatrix}$$

此管道的二级模糊综合评价结果 \tilde{C} 为: $\tilde{C} = \tilde{A} \circ \tilde{B}$

$$\tilde{C} = [0.35 \quad 0.2866 \quad 0.2167 \quad 0.15]$$

$$\circ \begin{bmatrix} 0.2574 & 0.2597 & 0.2307 & 0.1643 & 0.0882 \\ 0.2136 & 0.2408 & 0.2356 & 0.1880 & 0.1224 \\ 0.1332 & 0.1958 & 0.2381 & 0.2351 & 0.1981 \\ 0.1734 & 0.2247 & 0.2343 & 0.2087 & 0.1590 \end{bmatrix}$$

$$= [0.2062 \quad 0.2360 \quad 0.2350 \quad 0.1936 \quad 0.1327]$$

按照模糊综合评判最大隶属度原则,知此管段的失效等级为II级。

2.3.2 管道失效后果分析

影响管道失效后果严重程度的因素主要有:人员伤亡、社会影响、停气损失、消防能力和管道维修系统影响等5个方面。

同理,根据模糊综合评价法可以求出管道失效后果评价结果:

$$[0.4002 \quad 0.30120 \quad 0.1250 \quad 0.1305 \quad 0.1132],$$
按照模

糊综合评判最大隶属度原则, 知此管段的失效后果等级为V级。

综合以上某一管段计算的失效可能性Ⅱ级和管段失效后果V级, 可由风险矩阵图中知此管段的风险等级为偏高风险区, 虽然管道失效的可能性较小, 可一旦失效造成的后果损失却很大。根据风险应对措施, 当处于次高风险区时, 评价对象处于严重事故萌发时期, 在这个时期应当全面检修, 并增强管道防护措施, 从而提高管道的建筑抗破坏能力和管道抗破坏能力; 加强对管道定期检查的频率; 对检查中可能出现的严重问题, 制定详细的应对方案等。

3 结语

以风险评价为基础的城市燃气管道的安全管理的核心思想是: 当风险评价为高风险时, 与平时采取的安全措施会有不同, 采取更为严格有效的安全管理, 以降低风险概率或者风险损失, 改变系统的风险大小。本文用风险矩阵图和模糊综合评价能够对城市燃气管道进行风险分析和预警, 可以实现从被动抢修到主动预防的转变, 将事故消灭在发生前, 提高科学管理水平以达到安全管理的目的。

参考文献

- 1 张保银. 油气管道风险管理方法研究及决策支持系统[硕士学位论文]. 天津: 天津大学, 2001
- 2 张琳. 城市燃气管网安全管理体系研究[硕士学位论文]. 上海: 同济大学, 2006
- 3 马跃东. 哈尔滨市管道煤气事故分析及其预防[J]. 工业安全与防尘, 1999; 5: 1~4
- 4 汪元辉. 安全系统工程[M]. 天津大学出版社, 1999
- 5 严大凡, 翁永吉等. 油气长输管道风险评价与完整性管理[M]. 化学工业出版社, 2005
- 6 贾增科. 城市燃气管道风险评价研究[硕士论文]. 邯郸: 河北工程大学, 2008
- 7 王晓梅. 城市埋地燃气管道的风险评价[硕士论文]. 南京: 南京工业大学, 2006
- 8 何淑静, 周伟国. 城市燃气安全管理状况的模糊综合评价[J]. 上海煤气, 2004; 3
- 9 陈秋雄, 周卫等. 城市燃气管道安全评估中的腐蚀评价[J]. 煤气与热力, 2004; 8
- 10 周伟国, 张军, 严铭卿. 住宅燃气系统的安全性评估[J]. 煤气与热力, 2005; 25 (7): 1-3

《燃气服务标准》第二次工作会在北京召开

2010年5月20日在北京召开《燃气服务标准》第二次工作会。会议由建设部标准归口单位张金环主任和徐姜高工主持。中燃协理事长王天锡先生到会并讲话。他首先感谢参编单位对协会工作的支持和各单位对标准编写的重视, 强调主编单位一定要认真细致广泛的征求用户的意见把标准编好。来自北京、上海、天津、武汉、西安、港华、新奥、华润等15家参编单位的20名代表出席会议。

编制组成员对《燃气服务标准》第2稿进行了逐段逐条讨论, 对标准按照非产品标准格式统一

了要求; 对前言、范围进行了调整; 对总体要求的停气条件、特殊服务、服务原则等提出了修改意见、对管道供气服务的通气服务具体研究了细节; 对服务窗口的要求做了调整; 对于抢修应急服务的时间限统一表述; 对瓶装气条款提出了讨论建议, 对于评价考核的原则和方法做出了原则调整。决定进一步细化有关条文, 对于考核指标作出行业的统一标准。会议对第2稿进行逐条讨论后, 提出意见由徐姜高工修改后形成第三稿, 将择日召开编制组第3次工作会。会议在认真热烈的讨论中结束。

(丁淑兰 冯颖)