

城市管道燃气安全管理中量化风险评估的应用探讨

文 / 尤 薇 江苏省城镇供水安全保障中心

摘要: 在城市管道燃气安全管理中, 量化风险评估是一项重要的技术手段, 旨在通过对城市管道燃气安全风险或隐患进行全面、系统、精确地分析, 探寻事故发生的主要风险因素, 从而可以有效采取相应的措施, 将城市管道燃气发生事故的可能性和后果性最小化。量化风险评估可以帮助人们全面了解各种事件发生的可能性和严重程度, 从而在很大程度上消除或降低事故发生的可能性, 削弱事故后果的严重性。基于此, 本文主要从以下方面进行了论述, 以期为提高城市管道燃气安全管理水平提供有效的途径。

关键词: 城市管道燃气; 安全管理; 量化风险评估; 应用

【DOI】 10. 12254/j. issn. 2096-6539. 2025. 02. 119

引言

定量风险评估是在20世纪首次提出, 最初是用来评测核电厂的安全性, 由于其工作效能较为理想, 因此得到了迅速地发展。就当前来看, 定量风险评估机制是针对特定的工作或突发事件而进行的一种评估, 它能够合理地控制风险, 提高管理的质量。针对各种风险管理机制的运作, 能够强化各部门和有关单位的安全管理, 提高管理效能。目前, 我国城市管道燃气行业在体制、管理方法等方面都存在着可提升的地方。在管理上, 政府部门、燃气企业等要根据这些状况做一些改进, 降低风险隐患发生的概率, 科学、合理地提高的安全管理要求。

一、量化风险评估的基本概述

(一) 概念

量化风险评估是一种系统性的安全评估技术, 是根据一定的原则和要求, 对特定时期内事故发生的概率以及后果严重程度进行定量计算, 精准掌控事故发生的可能性以及后果危害程度, 具体包括了可能性分析和后果性分析的全部过程。借助量化风险分析的方式, 有助于找到影响城市管道燃气安全的主要因素, 提出有效的控制措施并加以风险分级分类管控。在城市管道燃气安全管理中, 量化风险评估的合理应用, 主要用于评估系统内存在的危险性因素, 并根据最终的评估结果, 制定与其匹配的预防措施。目前来看, 我国在量化风险评估技术方面的开发以及运用尚处于起步阶段, 也能说明其有着很大的提升空间, 将其与国外发达国家相比有一定差距, 对此, 需要加大对该技术的研究力度, 需结合我国城市管道燃气发展的实际情况, 逐步建立和完善我国城市管道燃气安全风险评估体系, 与此同时, 也要加强对城市管道燃气安全管理人员和从业人员的培训力度, 促使其技术水平的不断提高。

(二) 风险评估的主要内容

在进行城市管道燃气工程的风险评估时, 应立足于其特点和现实情况。现阶段, 其主要的风险评估内容有: (1) 对事故发生的可能性进行分析, 主要是对燃气输送管线和设施是否存在故障以及发生故障的概率进行评价; (2) 对事故发生时的后果进行评价, 通过对事故发生后造成的伤害程度、损失大小、以及可能造成的影响范围进行评价, 掌握其风险程度; (3) 对燃气安全风险进行评价, 针对城市管道燃气安全风险的类型和等级进行评价, 为安全管理提供依据; (4) 客观分析风险评估中存在的问题或隐患, 并依据实际的分析结果, 科学制定城市管道燃气安全管理对策。

(三) 评估方法

评估方法主要划分为以下阶段: (1) 前期调研: 具体包括数据的收集以及现场调查, 可通过查阅文件、现场勘察以及座谈交流等各种形式获得所需的评估资料。这些数据的来源较广, 涉及城市管道燃气安全工程的设计、施工、运行状况以及管道检验检测与评价等多个方面。现场调查具体涵盖了现有建筑物或构筑物、危险源数量以及周边活动程度等, 全面掌握城市管道燃气工程所处的环境信息。比如, 对管道周边范围内的商场、医院、体育馆等建筑物(构筑物)及其人员分布等情况进行详尽的调查; 全面了解周围加气站、加油站等危险源的总体数量情况, 以及管道埋设周边的道路等级以及工地数量等, 为后续评估工作的开展做好铺垫。

(2) 评估单元划分: 经由评估人员对管道的实际情况, 以科学、合理的方式完成单元评估, 先是依据管道的设计压力、建设、敷设方式等属性进行评估单元的划分, 管道所处区域环境相似或者属性一致的可作为同一个评估单元。(3) 可能性评估: 这一评估指标主要包括了管道本身及其运行的安全性两个方面, 通过着重分析影响其安全的各类因素, 并利用半定量的评估方法精确地计算出可能性的评估分值。(4) 后果评估: 指的是通过对城市管道燃气设施进行分析, 重点分析对事故发生后可能造成的各种影响以及后果, 如人身伤亡、财产损失、环境污染等方面, 以此为依据, 采取相应措施减少或消除这些影响和后果(如图1为安全风险评估工作流程图)。

二、城市管道燃气安全管理中量化风险评估存在的问题

目前, 我国在对城市管道燃气安全风险进行量化风险评估的过程中, 还存在着一些问题: 一是对城市管道燃气的安全风险评估缺乏系统的理论指导, 不能从理论上解决量化风险评估过程中遇到的困难和问题; 二是对城市管道燃气安全风险评估缺乏完善的方法体系, 尤其是在城市管道燃气安全风险评估方法中, 还没有一种适合我国城市管道燃气发展现状的风险评估方法; 三是目前我国对城市管道燃气安全风险的分析技术比较落后, 比如在对城市管道燃气事故原因进行分析时, 主要采用故障树分析法, 这种方法不仅计算比较复杂, 而且还需要大量的计算时间和人力资源; 四是在对城市管道燃气安全风险进行量化风险评估时, 评价人员对于一些比较复杂事故原因或者是一些比较特殊的情况时, 无法进行全面准确的分析; 五是对于城市管道燃气安全管

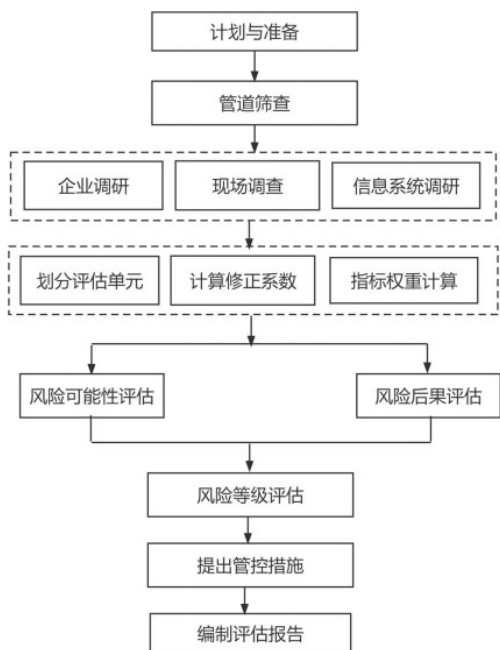


图1 安全风险评估工作流程图

理重视不够，没有从根本上解决城市管道燃气安全管理问题。总之，及时解决此类问题，是提升安全管理质量和效率的关键。

三、量化风险评估在城市管道燃气安全管理中的应用策略

(一) 确定风险评估的对象

为了提高量化风险评估的应用效果，确定风险评估对象是首要任务。通常情况下，在具体的量化风险评估工作的实施阶段，主要是对燃气使用过程中存在的危险进行评估，然后根据评估结果制定相应的防范措施，为进一步提高城市管道燃气安全管理工作水平提供切实保障。从实际情况来看，城市管道燃气属于易燃易爆物品，一旦发生燃气泄漏等事故，无疑会对附近居民的生命和财产安全造成威胁。对此，必须明确量化风险评估的对象，然后依据其风险大小来制定相应的防范措施（如图2为安全风险评估筛查条件）。

序号	城镇燃气管道安全风险评估筛查条件
1	管龄超过 20 年
2	管材为灰口铸铁
3	近一年内泄漏次数 3 次及以上
4	临近人员密集场所，如公共娱乐场所、公共聚集场所
5	周边存在地质灾害风险点，如地震、滑坡、地面塌陷等
6	周边存在地铁等重大地下工程施工或深基坑等工程施工
7	穿越密闭空间、与其他地下管线交叉、与周边设施安全距离不足

注：铸铁管道在风险评估后应按要求尽快改造。

图2 安全风险评估筛查条件

(二) 构建安全管理体系

从城市管道燃气安全管理工作成效来看，量化风险评估技术的合理运用，可以显著提高安全管理水平，促进企业总体经济效益的提升。在应用中，先要综合考虑城市管道燃气的实际情况，建立起城市管道燃气的量化风险评估体系，然后根据实际情况，制定出风险评估表。在风险评估表中，主要包含了安全管理、生产设

备、技术水平、员工素质等多个方面，对各个指标进行评分。对于得分较高的指标，需要及时改进或优化，这样才能达到提高安全管理水平的目的。风险评估表还可以将其运用到企业的安全管理工作中去。企业可以通过这一系统对各种因素进行分析和总结，从而可以有针对性地制定出相应的措施，达到提高安全管理水平的目的（如图3为城市管道燃气管道安全风险管控原则）。

风险等级	管控原则
IV（重大）	不可接受风险，应当立即采取维修、更新改造措施，直至风险水平降至可接受范围内。
III（较大）	应采取维修、更新改造措施或加强管理，将风险降至一般风险及以下，若仍不能降低风险等级，应对管道实施检测和监测。
II（一般）	增加巡检频次。
I（低）	定期巡查维护。

图3 城市管道燃气管道安全风险管控原则

(三) 梳理风险评估的工作要点

1. 进行风险的识别

在城市管道燃气安全管理工作的具体实施阶段，因受到多方面因素的影响，会有各种安全问题出现，风险识别被视为是风险评估的基础，所以，具体的工作成效与风险评估质量和水平有着直接的联系。所以，在采用量化风险评估时，可以采用定性与定量相结合的方法，用于全面、综合分析城市管道燃气使用阶段的安全问题，具体着手于以下方面：首先，重视分析实际运用环节可能出现的安全问题，具体体现在燃气管道泄漏、燃气使用不当、人员操作不当等方面。其次，准确辨识城市管道燃气使用中的安全隐患，如管道腐蚀、设备故障、泄漏等。最后，落实全面化的使用事故分析，如燃气泄漏、火灾爆炸、中毒窒息等。只有全面做好对风险的全面分析之后，才能更好地评价城市管道燃气使用过程中可能出现的安全问题。

2. 建立风险评估模型

建立风险评估模型时，应对模型的每一个模块进行细致的分析，使其能够得到充分利用。首先，应对影响城市管道燃气使用安全的因素进行分析，包括人员、设备、环境等方面。其次，在对影响因素进行分析的基础上，建立风险评估模型。一般情况下，风险评估模型包括两种：一是事件发生概率模型；二是事件后果模型。在对事故发生概率和事故后果进行分析后，可以得到两个重要的参数：事件发生概率和事件后果。然后，将这两个参数结合起来，就可以得到风险评估模型。

3. 进行量化风险计算

量化风险计算主要是对风险事故发生的可能性和后果两个方面进行分析，并对其进行量化计算，为城市管道燃气安全管理提供科学依据。例如，某企业天然气的使用具有一定的危险性，该企业每年都会发生一定数量的天然气泄漏事故，给周围居民及其财产安全带来了诸多的不利影响。通过对该企业天然气使用中发生泄漏事故概率的计算发现，当某一天发生天然气泄漏事故时，泄漏事故的发生概率为0.0001/小时。根据计算结果可以得知，倘若出现了天然气泄漏事故，会直接威胁着周围居民的生命财产安全，因此，应加强对燃气使用过程中安全管理工作的重视。也可运用权重系数计算方法，这里主要是利用层次分析法，先将决策问题一目标层和准则层的顺序进行细化分解，形成不同的层次结构，再利用求解判断矩阵特征向量的办法，得到准则层

每个元素对目标层的优先权重。

4. 规范运用量化风险评估方法

燃气管道所处的环境十分复杂,因此会增加一些突发事件的发生概率,致使人员、财产等受到损失,此时,必须要对这些问题进行综合的风险评估,通过对风险的定量评估,对症下药,减少这些风险的发生。量化风险评估方法的运用,应重点把控以下方面:(1)量化风险评估机制,可以将其确定为一些主要的公式和个人所承受的风险,个体所承担的风险,即风险事件发生后的后果。通过相关的公式,定位每个评估过程中所需的危害源,以及随后可能产生的结果进行密切的注意,并对其进行仿真和探索。综合评估各种试验中可能出现的问题,并根据对应的位置关系,找出个体的风险值,进而得出最优的管理方案,并提出最优的管理方案。(2)量化风险评估的措施,在我国城市化建设的过程中,逐步引进安全管理手段,对管理失效问题进行分析、查明失效的原因,查找存在的隐患,并根据不同的风险等级,制定不同的解决方案,给出更为明确的解决方案。而且,在对这些数据进行分析时,应该使用一个合理的数据分析体系,同时还可以利用相关的软件来将各项设定与人人为的联系起来,设定某些物质的安全距离。这一过程中,要确保每个评价之间的关系都是正确的,对每一段的测试进行管理、评价,以此确保对外部环境的影响最小,提高其影响的范围和精度。

(四) 加强燃气工程建设管理

在燃气安全管理工作的具体实施阶段,应注意管理工作的全面性,落实项目建设以及使用的全过程管控,使其符合国家和相关部门的要求。

1. 强化落实管道建设工程的管理

为了规避城市管道燃气管道的质量问题,要求在建设阶段确保其质量。一是确保施工过程中所用的原料。随着目前管线建设规模的扩大,投资金额的增加,对原材料的要求也在增加,因此,管道原料的市场竞争非常激烈。在管道敷设的特定需求下,采购人员要与市面上的原料供应商进行比较和分析,将分装管线的品质、价格、厂家到工地的运输路程等因素综合起来,选出最适合的供货商。二是要保证管线的合理、科学。在设计管线敷设线路时,经由设计者和设计小组组织前往工地进行实地勘察,保证设计者全面掌握现场情况。确保燃气管道敷设计划与实际的施工情况吻合,保证建造过程的顺利进行。同时,应积极运用新技术,积累新技术经验。一些管线施工中使用的技术经过多次革新,与传统工艺相比,无论是焊接强度还是缓冲带的设置,都有了显著的提高。因此,必须运用新兴技术,提高整个施工队伍的工作能力。

2. 强化监管,实施定量风险评估

针对城市管道燃气管线的日常管理和风险预防,应加大监管力度,实施定量风险评估。首先,建立天然气传输与使用过程中各种数据的清晰记载,为定量评估提供可靠的依据,并保证评估结果的可信度。其次,应针对定量风险评估中的危险源进行辨识,做好相应的防范措施。就输气管线在运输过程中较容易发生的故障部位,务必加强巡视和管理。四是要从管理体制上实行责任制与奖惩,明确界定管理层的责任和义务,以保证当管线发生问题时,可以找到第一责任人,及时了解和掌控情况,这不但可以在最短的时间内解决安全问题,还可以追究责任人的责任。从侧面提高管理者对燃气使用

安全管理的热情。

3. 加强对专业技术人员的培训

今后应加大资金投入,加强对城市管道燃气安全利用与管理的高层次人才的培训,具体的落实要从以下方面展开:第一,培训现有的人才,有必要对企业内部的气体安全管理人员进行培训,使其能够掌握目前气体安全管理工作中的前沿技术与相应的经验,并对其进行量化的过程和意义更加清楚。此外,还可以组织人员到其他区域的天然气运输系统中去学习,将其他区域的定量风险评估工作的经验总结出来,并结合现有的工作流程加以参考应用。第二,提高招募新员工的标准。在聘用燃气安全管理人员时,应对其业务素质、业务素质进行全方位的考察。保证专业人员既要天然气管道的传统管理工作有充分的认识,又要对当前的定量风险评估工作有很好的认识。对城市管道燃气的安全利用和管理起到了一定的帮助作用。同时,还应注重加强对员工安全意识的培养,使员工能够树立正确的安全意识,从而有效提高员工的工作积极性。

(五) 应用效果分析

量化风险评估技术的应用,对城市管道燃气安全管理工作的开展起到了重要作用。首先,能够使企业领导对城市管道燃气安全管理工作有一个全面、深刻的认识,明确了今后工作的目标和任务。同时,能够使企业安全管理人员掌握城市管道燃气安全管理的基本方法和流程,并针对自身在工作中存在的主要问题,制定出合理的整改措施和计划,通过这些措施和计划的实施,可以有效地降低安全风险发生概率,为企业安全管理工作提供了有力的技术支持。再次,可以使企业员工明确了城市管道燃气安全管理工作中存在的主要问题及今后努力的方向。最后,可以为城市安全管理提供可靠的技术依据。

结语

总之,量化的风险评估系统在风险的评估中起到了更好的作用,同时也能提升这些管理功能,是城市管道燃气安全管理中的一个重要环节和核心角色。结合燃气安全管理工作的实践分析,量化风险评估技术的应用,可以有效地找出事故发生的主要因素,从而有效地控制事故发生的可能性和事故后果的严重性,从而有效地提高城市管道燃气安全管理水平。但是,由于影响城市管道燃气安全的因素较多,并且各个因素之间存在着复杂的关系,因此,在应用量化风险评估技术时,需要建立完善的风险评估指标体系,并且需要将城市管道燃气的实际情况进行充分的考虑和分析,从而可以有效地确定事故发生的可能性和后果严重性。同时,在应用量化风险评估技术时,还需要注重量化风险评估技术与其他相关技术之间的协调配合,从而可以有效地提高量化风险评估技术在城市管道燃气安全管理中的应用效果。

参考文献

- [1] 谢兴鑫.城市管道燃气安全管理中量化风险评价的应用探讨[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2021(12):3.
- [2] 杨兴利.城市管道燃气安全管理中量化风险评价的应用探讨[J].2021.
- [3] 马肇臻.量化风险评价在城市管道燃气安全管理中的应用[J].中国科技纵横,2020.
- [4] 张钰微,邓菱璐.城市管道燃气安全管理中量化风险评价的应用研究[J].化工管理,2019(36):2.
- [5] 李景斌.城市管道燃气安全管理措施[J].2019.