

城市埋地天然气管道脆弱性评估研究

姚 爽 (中海石油(中国)有限公司深圳分公司, 广东 深圳 518001)

摘 要: 天然气是一种易燃、易爆、有毒的可燃性气体, 埋地天然气管道作为一种输送天然气的媒介, 管道是否安全是确保天然气输送安全的关键环节, 所以, 掌握和评价埋地天然气管道的现状具有十分重要的意义。鉴于天然气的危险特性, 再加上地下各类管道错综复杂, 周边环境无法预知的情况, 这些都让风险变得无法预知。城市埋地天然气管道系统的风险防范是如今研究和交流的重中之重, 作为风险研究的主要方法之一, 脆弱性的评估研究已经逐渐开展。本研究主要是对埋地天然气管道的脆弱性进行分析和讨论, 根据对脆弱性的定义, 掌握脆弱性评估的核心内容, 再根据定义, 分析影响埋地天然气管道脆弱性的因素。

关键词: 天然气管道; 危险特性; 脆弱性; 影响因素

研究表明, 天然气管道系统是确保一个城市正常运行的重要基础设施之一, 稍有不慎就可能引发重大事故或者影响居民生活。虽然目前各领域都广泛开展了关于脆弱性的研究工作, 但却没有形成统一的研究思路和完整的理论指导体系, 这些都表明, 研究埋地天然气管道的脆弱性十分重要^[1]。近年来, 许多国家关于脆弱性的评估开始兴起, 有越来越多的学者对各领域的脆弱性开始研究, 他们研究的目的是为了减少所研究系统的危险性, 同时减少事故发生的概率等。理论上, 如果对管道部分的资金加大投入, 所对应的风险就会相对减小, 但实际上, 如果对埋地天然气管道的脆弱性进行充分的研究, 这样就能降低生产成本, 还能减少风险和事故发生的概率^[2]。

1 研究意义

天然气这种燃料对于日常生活和社会的发展都举足轻重, 但也存在很多不确定性, 一旦发生了泄漏, 后果不堪设想。埋地天然气管道脆弱性的研究, 是基于系统的安全性能的考虑, 它考虑到对于风险降低的应对能力, 也是对风险的一种评价和识别, 其结论往往具有针对性^[3]。之所以具有针对性, 是因为当习惯并克服一种困难的时候, 往往就会有新的问题出现, 应当进行归纳、总结经验, 还要对各种事故发生的原因进行探索, 争取以后遇到相同问题的时候能快速地解决。

1.1 国内外研究现状

1.1.1 脆弱性的研究现状

无论国内学者还是国外的专家, 在各个领域对脆弱性都有研究, 当然, 也有一定的成果。在地下水环境脆弱性、生态环境脆弱性和灾害系统脆弱性这几方面, 专家们都有着很深的研究。

灾害系统其中一个重要的系统为地质灾害系统, 地质灾害又分为地震灾害、洪水灾害等, 这些自然灾害都会给人类的生产和生活带来损失, 所以, 评估灾害系统的脆弱性十分重要, 这样可以防止灾害的发生, 减少灾害带来的损失。在这方面的研究, 国外要比国内早近 20 年, 这就使国外的防灾技术要领先于国内, 但国内外研究的方法大致相同, 都是对灾害系统本身作为研究目标, 通过对灾害发生的时间和能量做出一系列的比较和统计, 来推测和判断灾害发生时系统的抵御能力, 最后达到防灾减灾的效果。

1.1.2 国外研究现状

在国外, 埋地管道的研究开始于 20 世纪 80 年代, 英国科学研究会国内输气管道系统数据进行了归纳和分析, 分析识别出了 18 种可以导致输送管道失效的原因。随着人们安全意识的增强, 对埋地天然气管道的危险性也逐渐开始重视, 由此在国外就兴起了一种叫“管道完整性管理”的体系, 这套体系形成了一种完整的、统一的管理, 这种管理体系从管道设计开始, 接着施工、运行还有维护等方面都进行了全过程的监控和管理, 很早就开始对管道进行检测和剩余强度的评估, 对此还颁布了一系列的规范和文件。

1.1.3 国内研究现状

在国内, 对埋地天然气管道等输气管道的研究实验工作开始于 20 世纪 90 年代中期, 1995 年, 一位名叫潘家华的教授引进了美国的《管道风险管理手册》, 在此之后, 国内天然气管道的安全评估手段发展迅速, 我国的技术专家在国外先进经验的基础上, 应用模糊数学、故障树等方法, 总结出一些新的科学技术。在油气管道方面, 专家们在风险评估、寿命预测、剩余强度、可靠性分析等方面进行了有效研究, 专家们认

为,城市天然气管道是城市的重要设施,它的功能是为生产、生活提供方便,所以,结合脆弱性在社会基础设施领域的研究成果,脆弱性的定义应该基于安全的角度出发,脆弱性的研究是风险研究的深入,风险评估是安全研究的一种较为成熟的方法,很多领域对风险进行深度了研究,总结出风险是事故严重度与事故概率的乘积,它考虑的范围要比脆弱性小,这就驳斥了人们长期以来认为风险等同于脆弱性的观点。但由于天然气管道管线等方面的复杂因素很多,例如设计的不足、管道的腐蚀和其他因素的破坏等,都给天然气管道的研究带来许多的困难,再加上很多城市的管道线路资料和数据都有明显缺失,这就给后期工作带来很多问题,所以,国内在埋地天然气管道管理方面的风险评估技术还尚未成型。

2 脆弱性评价的方法

2.1 脆弱性的介绍

2.1.1 脆弱性的定义

无论国内还是国外,现在都有着很多的专家已经研究了很久关于各种系统的脆弱性,但由于他们的研究的领域或者研究的方法不同,就使得不同领域对脆弱性的定义有所不同。

在地下水领域,地下水脆弱性也被称为地下水环境脆弱性,指的是地下水的环境对人类的破坏行为和自然环境自身的变化的敏感程度,反应的是地下水环境的适应性的能力。地下水环境的脆弱性包括许多内容,包括地下水的形成条件,地下水的埋藏条件,地下水的环境对各种危害因素的自我保护能力等,但主要的是地下水环境抵抗各种污染的能力。

在生态环境方面,生态环境的脆弱性分析是指对正在恶化的生态环境进行合理的保护,以达到生态环境的恢复和生态环境的可持续发展,导致生态环境脆弱的主要原因有人为的破坏和环境自身的污染等,不同的生态环境其建立的体系就不同,所以研究的结果也会有所不同。

灾害系统脆弱性也是研究的重点之一,在灾害脆弱性领域,分为许多小的研究方面,有地震灾害脆弱性、洪水灾害脆弱性、暴风暴雨灾害脆弱性等等,其中洪水灾害被认为是现在最严重的一种自然灾害,洪水灾害系统的脆弱性评估是防灾减灾工程的一种重要的方法。

2.1.2 埋地天然气管道脆弱性

埋地天然气管道是输送天然气的媒介,城市地底下的管道种类很多,输送着各种介质,地底下的环境

又十分复杂,而每种管道都会随着时间的推移而发生腐蚀,埋地天然气管道一旦腐蚀,就会给城市的安全性带来威胁。

从安全的角度出发,埋地天然气管道由于长期处于地底下的复杂环境里,伴随着潮湿、挤压、锈蚀等自然因素的影响,所以埋在地下的管道很容易被腐蚀、破坏,如果埋地天然气管道发生腐蚀现象,就会形成污垢,以至于最后阻塞管道,给天然气的输送造成困难,更严重的还会引起不必要的重大事故,埋地管道一旦发生腐蚀,管理人员就要对其进行检修,从而给经济方面带来损失。

综上所述,埋地天然气管道的脆弱性表现在两个方面,一种是应对能力的脆弱性,表现为埋地管道应对自然灾害和人为破坏的应对能力,另一种就是减少事故发生时的危害程度的后果脆弱性和城市埋地管道对外界干扰的敏感度。

2.2 脆弱性评估的主要方法

2.2.1 层次分析法

层次分析法,是将与决策总是有关的元素分解成目标、准则、方案等层次,在此基础上进行定性和定量分析的决策方法。

层次分析法的步骤:①建立层次结构模型;②构建脆弱性指标评估体系的分层判断体系;③各指标的权重计算。

2.2.2 模糊综合评价法

模糊综合评价法是一种对受多种因素影响的事物做出全面评价的一种十分有效的决策方法,其特点是评价结果不是绝对的肯定或否定,而是用一个模糊集合来表示,此方法的基础为模糊数学,通过指标量化处理,来获取评价结果。

模糊综合评价法的步骤:①确定因素集;②确定各影响因素的权重集;③建立评价等级集和等级量化模型;④构建评语集,确立模糊评价矩阵;⑤进行模糊综合评价,得到模糊评价综合结果。

3 系统脆弱性评估指标体系的建立

3.1 脆弱性指标体系

3.1.1 脆弱性评估指标的特点

指标指的是衡量目标的单位或方法,预期中打算达到的指数、规格、标准,一般用数据表示。一个具体的统计指标体系,可以反映出系统的各方面的特征。

脆弱性评估指标体系有以下特点:①由于不同的指标体系研究的内容有所不同,但可以分为定性和定量分析,定性分析就是指通过对系统的各种变化,用

文字来描述,定量分析则指的是用数据的变化来准确的表明系统的变化量;②脆弱性的评估指标体系应当具有层次性,在建立脆弱性的评估指标体系时,要注意体现出层次,逐渐的细化和慢慢的深入改评估指标体系;③在对埋地管道建立脆弱性指标体系的时候,当地人群的密度就可以当成一个典型的相对指标,在对人口进行统计时,可以通过线测出一个已知面积的人的数量,然后再乘以总面积就可以得出调查区域的总人数。

3.1.2 脆弱性指标的选择方法

脆弱性分析是可持续科学领域里关注的重点问题,尤其是近几年,虽然研究的方法还未真正的成型,但脆弱性的定性和定量评价已经成为一项重要的研究内容。目前国内外评价脆弱性的方法主要有:综合指数法、图形叠置法、脆弱性函数模型评价法、模糊评价法和危险度分析法,不同的方法有着各自的优缺点。

在脆弱性指标的方法的选择上,可以通过进行实地调查和专家咨询的方法来实现。实地调查的方法可以真实的对现场的情况加以了解,如果有管道技术人员提供的数据和资料,对管道脆弱性的评价就会有很大的帮助。专家咨询的方法是另一种重要的途径,因为各领域的专家对所在领域的知识十分了解,可以更好的完成对脆弱性的评估。

3.2 埋地天然气管道的脆弱性指标分析

3.2.1 天然气管道的常见事故

由于天然气是一种易燃、易爆、有毒的可燃性气体,所以管道在输送气体的时候会有一定的发生事故的可能。天然气管道事故主要分为泄漏、穿孔和破裂三大类,根据数据表明,引起事故发生的原因有外界的干扰,材料的缺陷,地质运动的影响等,其中主要原因是外界环境的干扰,例如外界的施工,外界的各种活动等。

3.2.2 影响天然气管道脆弱性的因素

根据查阅资料和国内外的经验,可以把影响城市天然气管道脆弱性的因素分为三类:①应对能力的脆弱性;②后果预防的脆弱性;③致灾因素的脆弱性。

首先是应对能力的脆弱性,应对能力是指在发生灾害的时候的一种抵御能力,如果应对能力强,那么脆弱性就很弱,系统就会很安全;反之,应对能力弱,脆弱性就强,系统就不安全。在评价应对能力脆弱性的时候,一般考虑的指标是:①应急救援预案;②灾后救援的组织能力;③民众对灾害的反应情况;④管理部门的设备、设施情况。

其次是后果预防的脆弱性,如果发生了事故,那么就能用灾害后果的大小程度来衡量系统是否脆弱。系统安全里面的“人、机、环”三要素就能够很好的对后果预防的脆弱性加以评估。从“人、机、环”的角度,就可以把后果预防脆弱性的指标分为:①人员的伤亡情况;②财产的损失情况;③停气造成的损失情况;④对社会的影响。

最后是致灾因素的脆弱性,根据统计,引起埋地天然气管道发生事故的原因有很多,总的来说,可以分为腐蚀、操作缺陷和其他破坏。

腐蚀致灾因素可选的指标为:①管道的耐久性;②土壤的酸性;③管道的防腐性;④阴极保护。

操作缺陷因素可选的指标为:①设计的失误;②施工的失误;③管道运行的问题;④检修不当。

其他破坏因素可选的指标为:①管道的埋地深度;②埋地管道附近的人口密度、车流量;③管道附近是否有危险建筑;④管道的附近是否有提示标志。

4 结语

天然气作为一种广泛使用的清洁能源,其特点是无色无味,闪点低,爆炸极限范围大,埋地的天然气管道更是被看做城市的一条重要的生命线,有很多的研究人员也开始对埋地天然气管道的脆弱性开始深入的探索,所以本论文对埋地天然气管道的脆弱性进行了分析,构建了脆弱性的指标体系,分析了影响埋地天然气管道脆弱性的因素,这对城市埋地天然气管道的风险评估指明了明确方向,也为埋地天然气管道的运行管理提供了参考建议。近年来,全国范围内已发生了多起因城市天然气管线泄漏,导致发生火灾爆炸,造成群死群伤的重大伤亡事故,所以在对城市埋地天然气管道的安全管理上要下功夫,遵循科学合理的原则,这样才能避免发生重大安全事故。

参考文献:

- [1] 柴建设,赵秀雯.城市埋地天然气管道系统的脆弱性评价模型及其实例应用[J].中国安全科学学报,2010,20(7):5.
- [2] 苏飞,张平宇.中国煤矿城市经济系统脆弱性评价[J].地理究,2008,27(4):907-916.
- [3] 杜艳,谢英,王子豪,等.天然气管道事故分析[J].管道技术与设备 2009(2):16-18.

作者简介:

姚爽(1990-),男,汉族,重庆人,大学本科,学士,工程师,主要从事石油天然气安全管理和安全技术研究。