

油气管道风险管理的哲学思考

周剑峰 陈国华

(华南理工大学)

周剑峰等.油气管道风险管理的哲学思考.天然气工业,2006,26(8):154-156.

摘要 从哲学角度对油气管道风险管理的内在规律和未来发展作了以下探讨。①管道风险的客观性;②油气管道风险管理中的普遍联系,必须考虑各种影响管道事故的因素;③即以预先危险性分析为例的管道风险定性分析方法,以及基于个人风险和社会风险的定量分析方法的统一;④管道风险管理技术发展的动力,指出管道风险管理应以满足我国经济和社会发展对安全的需要为基础;⑤管道风险管理中存在的学科分化与综合,认为应结合其它学科技术特别是信息技术来分析和处理安全问题。认识并遵循管道风险管理的规律,对促进管道的安全运营、提高管道风险管理技术和水平、保障人们的生命和财产安全具有重要作用。

主题词 集输管道 风险管理 哲学

油气管道输送的介质易燃、易爆,工作压力高,跨越地域广,施工条件困难,管理技术复杂,加上管道服役年龄不断增长,使油气管道具有很大的危险性。油气管道风险管理是指对油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的概率、确保油气管道经济、安全运行的目的^[1]。风险评估主要解决3个问题:识别风险的来源、评价各种可能的失效可能性发生的概率、评价失效后果^[2]。管道风险管理是一个动态的、循环调整的过程,人们在这一过程中都自觉或不自觉地应用辩证唯物论的观点和方法去观察、分析、研究和处理管道风险管理中的各种现象、事件、过程和结果,并对其规律进行研究。笔者从哲学角度探讨油气管道风险管理的内在规律及其发展方向。

1.管道风险的客观性

油气管道及其输送的油气介质具有独特的结构和属性,是独立于人的意识之外的客观存在。油气介质的许多属性决定了其在一定条件下可能造成人员伤害、财产损失或环境破坏。如天然气的最小点火能较低(0.47 mJ),即使在微弱的火源作用下,也易发生燃烧^[3];在空气中天然气浓度达到5%~16%时,遇到火源即发生爆炸^[4]。管道(一般为钢制管道)在一定条件下会发生破裂,从而会造成其输送的介质泄漏,如管道因腐蚀而破损,第三方挖掘造成管

道破坏等。

2.管道风险管理中的普遍联系

在油气管道的风险管理中,联系是普遍存在的,管道的设计、施工、运营管理、维护等许多方面的微小的失误都可能造成严重的事故。国际管道研究委员会(Pipeline Research Committee International)将天然气管道失效原因归纳为3种时间类型(依赖时间、稳定不变、与时间无关)、9种失效类型(外腐蚀、内腐蚀、应力腐蚀、制造缺陷、焊接/施工缺陷、设备缺陷、第三方破坏、不正确操作、气候/外力作用),它们又被分成21种小类,再加上未知原因,共22小类^[5]。

W. Kent Muhlbauer 所提出的工业管道风险评分法,是一种较为完整和系统的管道相对风险分析方法,对可能造成管道事故的各种因素也有较全面的考虑。评分法把造成管道事故的原因分为四大类,即第三方破坏、腐蚀、设计和误操作,每一大类下包括许多小类。如第三方破坏因素,分解考虑了最小埋深、人在管道附近的活动水平、管道的地上设备、管道附近公众的安全教育、管道的线路状况、以及巡线的频率等几个方面。通过对这些不同的因素进行评分,从而确定管道发生事故的相对可能性。评分法已成为管道安全管理中广泛使用的风险分析方法。

对油气管道风险进行控制和管理须坚持普遍联

作者简介:周剑峰,博士研究生。地址:(510640)广东省广州市华南理工大学工控学院安全工程研究所。电话:(020)88337320。E-mail:zhou_jianfeng@sohu.com

系的观点,充分考虑各种影响管道事故的因素,并对各因素的重要性进行深入分析,以确定其主次。在对管道风险进行定性和定量分析的基础上,按各因素对管道风险的作用程度,采取有针对性的措施来降低管道的危险性。

3. 管道风险管理中的定性与定量认识的统一

对油气管道系统进行风险分析和评价,就是对管道风险定性认识与定量认识的统一。

油气管道系统的危险性定性分析就是确定管道系统中是否存在危险因素、危险因素的多少和严重程度等。以预先危险性分析(Preliminary Hazard Analysis, 即 PHA)为例,它定性分析评价系统内的危险因素和危险程度。对管道系统进行预先危险性分析,首先要找出系统中可能存在的所有危险因素,辨识的内容主要有:①识别管道系统中危险的设备、零部件,并分析其发生危险的可能性条件;②分析管道系统中各子系统的相互关系与影响;③分析原材料、产品,特别是管道输送的有害物的性能;④分析工艺过程及其工艺参数或状态参数;⑤分析人与管道系统的关系(如操作、维修等);⑥分析环境条件;⑦用于保护安全的设备和防护装置等。在危险因素辨识出来以后,要对其划分危险性等级,排列出危险因素的先后次序和重点,以便分别处理。通常 PHA 将各类危险性划分为安全的、临界的、危险的和灾难性的 4 个等级^[6]。

危险性预先分析确定的严重程度还没有精确的数值,只是一个粗略的等级,它对危险性做出了定性的分析。要深入了解管道系统的安全状态,还有待于定量分析和评价。

定量认识可使对研究对象的认识进一步精确化,以便更科学地揭示规律,把握本质,理清关系,预测事物的发展趋势。

定量评估风险有多种风险表示方法,较普遍的方式是用个人风险(Individual Risk, IR)和社会风险(Societal Risk, SR)来表达。油气管道的个人风险,是指一个人在距离管道的某一个位置一年内发生死亡的概率。个人风险可以采用下式进行计算^[7]。

$$IR = \sum_i \int_{L_i}^L \varphi P_i dL \quad (1)$$

其中: i 为不同的事故类型序号,如对于天然气管道,常见的事故类型是天然气从管道的裂口泄漏后形成喷射火或发生爆炸; φ 为第*i*项事故类型在单位长度管道上的发生概率; P_i 为第*i*项事故类型的致死率; L_i 代表管道的起止点。

社会风险是指事故发生频率与致死人数之间的关系,通常用累积的事故频率(F)和一次事故可能造成的死亡人数(N)之间的关系图来表示($F-N$ 曲线图)。一次假定事故的可能死亡人数可通过下式来计算^[7]。

$$N_i = \int_{A_i} \rho_i P_i dA_i \quad (2)$$

其中: A_i 是第*i*项事故类型造成的危险区域; ρ_i 指人口密度。

造成死亡人数大于或等于 N 的概率 F 由下式计算^[7]:

$$F = \sum_i \int_0^L \varphi u(N_i \geq N) dL \quad (3)$$

其中, $u(N_i \geq N)$ 是单位函数,当 $N_i \geq N$ 时,其值为 1,否则为 0。

对管道风险进行定量分析要以定性分析为基础,而定量分析是定性分析的深入和精确化,须把定性分析和定量分析结合起来。

4. 管道风险管理技术形成和发展的动力

社会生产是科学技术发展的前提和基础,随着石油、化工、航空航天、核工业等迅速发展,安全问题越来越受到重视,逐步形成了风险管理技术,道(DOW)化学火灾、爆炸指数评价法,MOND 火灾、爆炸、毒性指数评价法,概率风险评价技术等逐步发展起来^[8]。

油气管道的风险管理始于 20 世纪 70 年代的美国,二战后建立的大量油气管道进入了老龄期,各种事故频繁发生,造成了巨大的人员伤亡和财产损失。因此,美国首先借鉴其它工业领域中的风险评价技术来管理油气管道的风险。至 90 年代,许多油气管道都已应用风险管理技术来指导管道的维护工作。欧美一些国家如加拿大、墨西哥等在 90 年代也开始了油气管道的风险管理技术的研究和应用。

在生产实践中对安全的需求,促使了风险管理技术的产生和发展,这也是管道风险管理技术形成和发展的动力。社会实践的变化发展,不断提出新的安全课题,同时也提供了解决这些课题的经验和材料,风险管理技术包括油气管道的风险管理技术,要继续向前发展,就应以满足社会实践对安全的需要为基础。

人的生命和财产安全是和谐社会的基本要求,著名人本主义心理学家马斯洛(A. Maslow)在《人类动机理论》一书提出了“需求层次论”,把人类的多种需求归结为 5 种需要,其中生理的需要、安全的需

要和社会交往的需要属于低级的需要;尊重的需要和自我实现的需要是高级的需要。安全的需要指的是人类保障自身的人身安全、摆脱失业和丧失财产的威胁、避免职业病的侵袭等^[9]。要建设全体人民和谐相处的社会,保障民众以及社会的安全是一个重要前提,安全社会是和谐社会的重要特征,甚至是基本的或首要的特征。

在国家安全生产科技发展规划(2004—2010)中,埋地油气管线泄漏检测报警及风险评估技术被列为60个优先发展的重大安全科技研究方向之一^[10]。

5. 学科分化与综合的统一

科学技术的不断发展使学科研究越来越深入和分化,风险管理就是一门专门研究安全问题的学科,是学科不断分化的结果。针对不同行业或领域的特点,形成了更为专门化的风险管理技术,如化工厂的风险管理、机械工厂的风险管理、油气管道的风险管理、火力电站的风险管理等;同时,对于风险管理的不同方面也有分别的研究,如事故发生可能性的分析和评价、事故后果的分析和模拟等。

另一方面,不同的学科又向着交叉、综合的方向发展。风险管理又是一门综合的学科,它综合了应用数学、管理科学、统计学、控制论、环境科学、材料科学、信息科学等多门学科,与其它学科的结合越来越紧密,特别是运用信息技术来分析和处理安全问题。管道的风险管理是一个系统工程,需要对固有危险和潜在危险进行预测、诊断、分析和研究,找出事故发生的原因、规律和预防灾害事故的措施,使事故不发生或少发生。风险评估和管理是信息密集的工作,必须获得、处理、分析大量的技术信息,与各种用户在完全不同的情况下进行沟通,包括从安全规划到应急救援的行动。现代信息理论和技术提供了许多工具来支持这些工作,数据库、GIS(地理信息系统)、仿真模型、专家系统可带来强大的工作系统,分布式客户机—服务器系统,超媒体和虚拟现实,HPCC(高性能计算和联网),网络计算,轻便的移动客户端,GPS和GSM等,都可以被集成到功能强大且易于使用的信息和决策支持系统中,以改善风险管理。可以预见这些信息技术的发展和应用将会改

变管道风险评估和管理的研究和实践的形态。

6. 结束语

油气管道风险管理具有其内在的客观规律,认识并遵循这些规律,对促进管道的安全运营、提高管道风险管理技术和水平、保障人们的生命和财产安全具有重要作用。

近年来,油气管道完整性管理成为国外油气管道工业中迅速发展的一个重要领域。美国于2002年通过立法强制油气管道企业在管道泄漏可能产生重大影响的区域制订完整性管理程序^[11]。油气管道完整性管理是以风险评价为核心的安全管理,风险的分析、评价和控制是管道完整性管理的重要内容,风险管理技术将在管道完整性管理中得到应用和发展。

参 考 文 献

- [1] 冯琦,张明智.油气管道风险管理技术现状及对策[J].油气储运,2004,23(7):63-64.
- [2] 孙永庆,张峥,钟群鹏.燃气管道风险评估的关键技术和主要进展[J].天然气工业,2005,25(8):132-134.
- [3] 王生龙.天然气的火灾危险性及其处置对策[J].消防月刊,2003(7):32-33.
- [4] 马晓茜.天然气燃烧特性及其与其它燃气的互换性分析[J].冶金能源,2001,20(3):33-37.
- [5] 翁永基.腐蚀管道安全管理体系[J].油气储运,2003,22(6):1-13.
- [6] 蒋军成,郭振龙.安全系统工程[M].北京:化学工业出版社,2004.
- [7] YOUNG DO JO, BUM JONG AHN. A method of quantitative risk assessment for transmission pipeline carrying natural gas [J]. Journal of Hazardous Materials, 2005 (A123):1-12.
- [8] 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.
- [9] 郭毅.组织行为学[M].北京:高等教育出版社,2000.
- [10] 国家安全生产监督管理局.国家安全生产科技发展规划(2004—2010)[EB/OL]. <http://www.chinasafety.gov.cn>. 2003.
- [11] 杨筱蓓,严大凡.逐步实施我国油气管道的完整性管理[J].天然气工业,2004,24(11):120-123.

(修改回稿日期 2006-05-25 编辑 赵 勤)