

# 天然气管道风险评价与完整性管理探讨

余 芳 吴炜峰 (江西省天然气管道有限公司, 江西 南昌 330096)

**摘 要:** 天然气是人们生活中必不可少的燃料, 与人们的日常生活息息相关。随着社会经济的迅速发展, 天然气管道的安全性逐渐被政府及天然气管道企业重视。以往对天然气管道的管理不够重视, 造成了多起人员伤亡事故, 为了降低天然气事故的发生概率, 确保国民经济能够平稳运行, 进而确保社会安定, 就必须采取天然气管道的完整性管理模式。本文简要介绍了天然气管道的完整性管理的内容及其重要性, 并根据对影响天然气管道安全的主要风险因素的分析, 提出天然气管道完整性管理体系的发展建议。

**关键词:** 天然气; 管道完整性; 完整性管理

## 0 引言

相比较公路、铁路运输而言, 用管道长距离输送天然气是最为安全、经济的运输方式。对输气管道运行过程中潜在的危险有害因素进行辨识与分析, 判断其发生事故的可能性及严重程度, 并增加完整性管理, 不但利于提高本质安全度, 还可确保输气管道的安全生产、经济运行。

## 1 天然气的性质

从广义上讲, 于自然界中天然存在的所有气体都可以称为天然气, 不过, 我们所说的天然气是从能量角度的狭义定义, 指蕴藏在地层中的烃类与非烃类气体的混合气体, 常见于油田和煤矿中。天然气的主要成分是烷烃, 包含有少量的二氧化碳、硫化氢及水气, 质量较空气更轻, 无色、无味、无毒, 在日常生活中, 天然气发生泄漏时, 之所以能够通过嗅觉感应出来, 主要是因为天然气传输过程中加入了硫醇以及四氢噻吩等, 方便进行泄露检测。天然气本身不溶于水, 具有燃烧率高、清洁无污染的特点, 在完全燃烧的情况下, 除了放出热量外, 基本产物只有水和二氧化碳, 因此相比较石油、煤炭等, 更加清洁, 是可持续发展背景下的首选燃料之一。就目前而言, 天然气不仅可以用作化工原料和清洁燃料, 还在汽车工业中得到了应用, LNG (Liquefied Natural Gas, 液化天然气) 相比较石油, 具有单位热值高、供应可靠、价格低廉、环境污染小的优点, 是现阶段车用清洁燃料的主要发展方向, 对于优化能源结构, 解决能源供应安全、强化生态保护等有着非常积极的意义, 能够促进我国经济与社会的可持续发展。

## 2 天然气管道运行中的危害因素

### 2.1 管道设计问题

在对天然气管道进行规划设计时, 如果设计不当,

很容易给管道的运行带来安全风险, 一是选线不合理, 选线是天然气管道设计的首要环节, 也是最为基础的工作, 直接关系到工程的进度、质量、安全和造价。如果设计人员没有对管道经过区域的地质水文条件进行充分调查, 盲目设计, 则可能会导致管道经过地下采空区或者不稳定地层, 增加事故发生的几率; 二是管道壁厚以及材料的选择失误, 一般来讲, 天然气管道在设计环节, 需要严格依照相关标准和规范, 对管道壁厚和管道材料进行优选, 以保证管道的运行效果。如果在管道设计中, 缺乏完整的勘察资料, 可能会导致地区分级不准确的情况, 在对强度系数进行选择时, 缺乏可靠性, 如果管道壁厚过大, 会导致成本的增加, 如果管道壁厚过小, 则在运行环节可能出现开裂、破损等问题, 给管道的运行带来很大的安全隐患。

### 2.2 施工质量问题

施工质量关系着天然气管道的运行效果, 如果质量不达标, 管道想要保证稳定可靠运行是非常困难的。影响施工质量的因素是多方面, 一是施工队伍本身的资质和经验, 如果施工企业不具备相应的资质和施工经验, 缺乏专业的施工队伍, 工程的质量必然无法保证; 二是管道焊接缺陷, 比较常见的包括裂纹、夹渣、焊瘤、咬边等, 这种缺陷比较隐蔽, 而且很难修复, 严重威胁着管道的运行安全; 三是管沟施工问题, 在管沟开挖过程中, 如果开挖深度不足, 或者基础稳固性较差, 在回填压实环节, 可能会导致管道的弯曲变形, 引发相应的安全隐患。

### 2.3 管道老化问题

在长期的使用过程中, 天然气管道必然会出现老化问题, 管道脆化、破损、开裂, 导致天然气的泄露, 引发安全问题。因此, 管理人员应该做好天然气管道的定期巡视工作, 牢记管道本身的使用寿命, 及时进

行维护。

## 2.4 管道腐蚀问题

腐蚀问题可以分为几种情况,一是水合物腐蚀,天然气本身含有少量的水分,在进入管道前,需要做好相应的脱水处理,否则,水分可能会在长距离传输中析出,造成管道内部的腐蚀破坏,尤其是当天然气含有二氧化碳及硫化氢时,水合物的腐蚀问题更加严重;二是土壤腐蚀,天然气传输管道一般采用的都是地埋敷设,土壤中存在的水分和盐分会对管道造成腐蚀;三是应力腐蚀,即金属与合金在拉应力以及特定介质的作用下,产生的腐蚀开裂问题,而这种腐蚀通常具有突发性的特点,容易引发灾难性的后果。

## 2.5 人为破坏问题

人为破坏对于天然气管道的危害非常严重,是诱发天然气管道事故的主要因素之一。人为破坏可以分为两种,一是无意破坏,例如,在天然气管道上方或者周围进行工程建设或者取土,可能导致管道破坏、地基沉降、管道悬空等问题,造成严重危害;二是有意破坏,一些不法分子为了满足个人私利,在天然气管道上打孔取气,不仅故障点的定位困难,而且为了保证安全,需要停输抢修,导致天然气生产企业瘫痪,而管道如果经过多次补焊,其本身的寿命和强度必然会有所下降。

## 3 实施天然气管道完整性管理的重要性

由于国民经济水平不断的提高,天然气工程建设的规模也在不断扩大,这就需要大量敷设天然气管道,再加上之前敷设的管道运行时间较长,管道多数已经老化,从而导致管道安全事故频频发生。一旦天然气发生泄露甚至爆炸事故,直接会造成经济损失,环境污染甚至人员伤亡。因此,必须对天然气管道的安全问题给予高度重视,要建立管道的完整性管理,进而减少事故发生,提高管道运行的安全性及经济性。

## 4 天然气管道完整性管理的具体内容

### 4.1 天然气管道的完整性管理概念

天然气管道的完整性管理需要对天然气管道的主要影响因素进行分析,并制定风险防范策略,以确保天然气管道风险始终保持在可控范围内。利用科学先进的监管和检测技术,同时管理天然气管道的设计、施工、管理等一系列流程,进而及时获得天然气管道的信息,确保第一时间查明天然气管道故障原因,并且利用合理的解决方案,进而节约了天然气管道的保养和维修成本,确保了天然气管道功能的有效性,实

现天然气管道的持续稳定运行。

## 4.2 影响天然气管道安全的主要因素

目前,我国天然气管道的完整性管理正处于起步阶段,在天然气管道的设计、施工及运行方面都存在一些隐患,若不加以重视,就会导致在日后天然气运行过程中出现问题甚至事故,特别是在设计阶段和施工阶段,如果不能确保天然气管道的质量,那么就会影响天然气管道的功能,不但不能满足实际的运行需求,还可能会提高事故发生的概率。

### 4.2.1 管道设计因素

管道设计一定要考虑各种危害因素,并对其的可变化性进行补偿。为的是能够使天然气管道承受起外界各种参数的变化,而且天然气管道敷设前所设计的数据参数还可能与天然气管道实际运行环境所需的参数存在差异,因此,要着重考虑类似因素在管道周边环境所发生的变化。

### 4.2.2 管道施工因素

管道施工过程中主要考虑施工是否是按照设计规定的技术标准进行,施工单位是否勘察过施工地点,是否制定了保护措施。充分考虑这些因素,才能避免因施工单位盲目施工而造成天然气管道被破坏、管道位置不准确等错误发生。另外,在施工过程中还要注重焊缝缺陷的管理和防腐层的保护及修复,因为天然气管道腐蚀是影响天然气管道安全的最大因素。

### 4.2.3 管道运行因素

由于天然气管道的运行工作是由运营单位运行的,所以在管道施工过程中,运营单位应该介入监管,了解一些天然气管道的相关资料,对后期的运营工作是非常重要的。

## 4.3 天然气管道的完整性管理的工作流程

天然气管道的完整性管理的工作流程主要为三个环节,收集与整合数据资料、风险评价和完整性评价:

### 4.3.1 收集与整合数据资料

要确定并收集到所管理的天然气管段的状况数据,并收集可能存在危险的历史及现状的所有数据和信息,将所有数据信息整合进行分析,进而有利于天然气管道的管理;

### 4.3.2 管道风险评价

根据所收集与整合的数据资料,利用相关的评价方式,定性或定量的评价天然气管道及场站、阀室设备设施风险,并进行风险识别、排序、定位及确定性,从而有利于寻找降低风险的预防措施,将风险降

低于可接受的控制范围内;

#### 4.3.3 管道完整性评价

要根据天然气管道的风险评价的风险程度排序,对确定的天然气管道及场站、阀室设备设施进行重点评价,根据检测评价的结果或者故障类型,分析出影响工作性能和承载能力的主要原因,以便选择正确的解决方案。

#### 4.4 天然气管道的完整性管理的关键技术

天然气管道的完整性管理是结合多项学科的系统工程,它涉及到了自然科学、工程技术、物理学、地质学、材料科学与工程、工程力学等学科,与这些学科之间的关系较为密切,都是相互辅助的关系,并且缺一不可。但是,某些技术的实际实用状况并不高,单从实用角度出发,主要包括失效分析、失效案例库的建立、危险因素与危险意识、风险评估等技术。

### 5 天然气管道完整性管理的建议

#### 5.1 建立完善管道完整性管理的工作体系

首先,不同的管道运行,会拥有不同的技术管理部门,相关人员应根据不同的业务性质,进行风险分析工作,确保每个部门都能够拥有良好的风险评估体系。还要建立风险模型,通过模型的建立,能够较为明确的清楚风险的出现原因和防控措施,以便于企业更好的控制风险。管理人员应积极学习国内外的先进研究成果,或者已经成功的经验,然后对自身企业的管道运行情况进行深入了解,制定出不同层次的、分段实施的完整性管理计划,进而有助于开展完整性的管理工作,管理人员就会有所依照,能够严格按照计划进行,加强天然气管道的完整性管理工作。

#### 5.2 建立安全评价体系

有些地区需要进行新管道的铺设,这时应坚持以往的安全评价体系和施工要求,确保新管道安全性。对其进行安全评价时,也要注意进行安全预评价和安全验收等工作,只有多方面评价,才会确保将管道的风险因素控制在最低。同时,要在原有设计、工程验收的安全评价基础上,及时进行数据的收集工作,在工程竣工后,也要将资料进行完善,把基线评价工作尽可能做到完美。最后,全过程的控制工作,必须严格按照管理程序的计划进行,并且每一环节的工作都应该严格控制。

#### 5.3 建立管道及其附属设施的多参数数据库,进行科学的评价

对于评价工作,要建立一种参数数据库,管道及

其附属设施都要进行数据的收集和管理,搭建符合实际情况的数据共享平台。同时,也要适应未来评价需要的数据库结构和基本程序,将数据库的建立作为整个天然气管道完整性管理的基础工作进行,使得数据库的资料能够包含完整性管理的所有工作,不断进行完善,以动态管理的形式对管道本体、防护状况以及其他设备进行管理。可以在管道检测部分进行缺陷评价,能够开展出修复补强研究工作,对外防腐层以及防腐的有效性进行评价。在这个过程中,必须按照国内外的标准进行评价分析,周期性的对管道外防腐层进行检测,实施杂散电流干扰的高风险区域识别及关键地段的腐蚀评价等。

### 6 结语

综上所述,天然气管道的完整性管理体系的实施能够大大提高管道整体的安全性,确保天然气稳定持续的输送。我国的天然气行业应当借鉴国际上的先进技术及经验,结合我国管道的特点,制定一项适合我国建设、运行的完整性管理体系。另外,天然气管道的完整性管理还需要相关的专业人员和管理人员在完整性管理的实施过程中不断努力学习、不断积累经验并且不断提升自身能力,进而完善天然气管道的完整性管理,保障天然气管道能够安全运行。总而言之,天然气在我国的社会经济发展中扮演着相当重要的角色,保障天然气运输安全意义重大。从天然气本身易燃易爆的特点分析,在运输过程中,必须高度重视安全问题,针对天然气管道运行中存在的危害因素,燃气公司应该深入分析,制定切实可行的措施和方法,强化天然气管道的完整性管理,确保天然气管道可以始终处于安全可靠的受控状态,保障其运行安全。

#### 参考文献:

- [1] 刘国志,彭英伟,伍东,等.天然气管道完整性管理探析[J].中国安全生产科学技术,2012,8(04):136-141.
- [2] 吴超,王彦青,杜硕.对天然气管道完整性管理的思考[J].中国新技术新产品,2012(02):66.
- [3] 宋思远.论天然气管道运行过程中的危险因素及管道完整性管理[J].科技与企业,2014,08:89.
- [4] 赵志程,赵玉落,任洪奇.天然气管道安全运行危害因素及防范措施[J].煤气与热力,2011,09:41-44.
- [5] 邱蒙琪,吴飞,李宇.天然气输气管道安全运行的风险因素及管理途径[J].石化技术,2016,03:229.
- [6] 王鸿.天然气管道完整性管理技术应用的探讨[J].石化技术,2015,03:210-211.