

# Research on Safety Risk Prevention in Natural Gas Pipeline Transportation

Jian Liu

Shandong Towngas Group Co., Ltd., Jinan, Shandong, 250002, China

## Abstract

With the continuous development of social and economic, energy consumption in our country has increased sharply. In the past, energy consumption was dominated by coal and oil, which had a greater risk of environmental pollution. The energy strategy in the new era is centered on optimizing the energy structure and vigorously developing new energy. Although natural gas is a fossil energy source, it has higher performance and lower environmental damage, and is the focus of the current national energy strategy. At present, the mileage of China's natural gas pipelines is increasing, and the safety risks are also increasing. Based on this, this paper analyzes common safety risks in natural gas pipeline transportation, and then explores prevention strategies for safety risks in natural gas pipeline transportation.

## Keywords

natural gas pipeline; security risk; prevention

## 天然气管道运输安全风险防范研究

刘健

山东港华燃气集团有限公司, 中国 · 山东 济南 250002

## 摘 要

随着社会经济的不断发展, 中国能源消耗量急剧提升。以往的能源消耗以煤炭、石油为主, 存在着较大的环境污染风险。新时期的能源战略以优化能源结构、大力发展新能源为中心。天然气虽然为化石能源, 但具有更高的性能和更低的环境损害, 是当前国家能源战略的重点。当前, 中国天然气管道里程不断增加, 面临的安全风险也在提升。基于此, 论文分析了天然气管道运输常见安全风险, 继而探讨了天然气管道运输安全风险的防范策略。

## 关键词

天然气管道; 安全风险; 防范

## 1 引言

历经四十余年的改革开放, 中国经济建设取得了巨大的成就, 不仅成为世界第二大经济体, 更是世界最大的贸易国。经济的高速发展对能源提出了更高的要求, 中国能源消费总量直线增长。根据中华人民共和国国家统计局发布的数据, 2022 年, 中国能源消费总量 54.1 亿吨标准煤, 位居世界首位<sup>[1]</sup>。

时至今日, 以煤炭为核心的化石能源仍是中国能源消费的主要形式, 并导致了能源枯竭、环境污染等问题。因此, 加强新能源的开发以及调整、优化能源结构, 就成为当前的重要任务。天然气虽属化石能源, 却是化石能源中较为清洁环保的能源, 且具有高热值、冷热循环、碳排放低等优势,

在生产生活中有着广阔的应用空间。

自中国共产党第二十次全国代表大会召开以来, 在“双碳”理念的指引下, 以天然气替代煤炭成为中国能源转型的重点, 体现到能源消费结构, 便是煤炭消费占比的下降与天然气消费占比的提升。天然气的特性决定了管道运输是天然气运输的主要方式, 而中国天然气分布不均衡、对外依存度高的特点, 决定了长输管道是天然气管道建设的主要形式。天然气管道运输存在较高的安全风险, 因此必须采取有效的防范措施。

## 2 天然气管道运输常见安全风险

安全风险是天然气管道运输最为主要的风险, 涵盖多种类型, 并且, 根据分类标准的不同, 天然气管道运输安全风险的分类表现也有很大的差别。例如, 从风险来源的角度而言, 可将天然气管道运输安全风险分为内部风险、外部风险两个大类, 内部风险来源于管道建设、运营方, 外部风险来源于外部环境。又如, 从风险发生时间的角度而言, 可将

【作者简介】刘健 (1984-), 男, 中国山东济南人, 本科, 助理政工师、助理工程师, 从事研究天然气管网运维、油气储运研究、工会党建等研究。

天然气管道运输安全风险分为原发风险、继发风险，原发风险为最初发生的安全风险，继发风险则是原发风险未得到有效控制而引发的安全，如泄露风险未得到控制而引发爆炸、火灾等风险<sup>[2]</sup>。论文从安全风险的形态出发，将天然气管道运输安全风险分为四大类：

一是施工风险。施工质量问题，是天然气管道运输安全风险的重要来源。例如，施工工艺风险。一些施工工艺，如焊接工艺、防腐工艺等，对天然气管道的安全性有很大的影响，施工工艺欠缺，增加了管道泄漏风险。又如，竣工测试风险。天然气管道施工完成后，施工单位未能严格按照要求，做好竣工测试，导致施工中的质量问题得不到及时反馈。

二是检修维护风险。常态化的检修维护，是有效防范天然气管道运输安全风险的必然要求，但在实践层面，受检修维护工作不到位的影响，天然气管道运输面临着较高的检修维护风险。举例而言，在内外环境的作用下，天然气管道易出现腐蚀问题，继而导致管道壁厚变薄、强度下降，增加泄漏的风险。这就需要检修人员做好防腐处理，然而，常态化检修维护机制的缺失，导致管道腐蚀问题得不到及时解决，增加了天然气管道运输风险。

三是自然环境风险。天然气管道通常较长，横跨多个地区，面临着较高的自然环境风险。例如，地质灾害风险。中国幅员辽阔，不同地区的地质环境有着很大的差异性。西部地区天然气富集，天然气管道密集，而西部地区的地形条件，使得天然气管道面临着地震、泥石流、山体滑坡等地质灾害风险<sup>[3]</sup>。又如，极端天气风险。高温、寒潮、暴雨、狂风等极端天气，也会增加天然气管道运输安全风险，如长时间的高温天气，会让管道受热膨胀，增加管道开裂、泄漏的风险，又如，暴雨会导致管道周围土壤松动，增加管道位移风险。

四是第三方破坏风险。第三方破坏风险指管道运营商及相关人员以外的第三方的破坏行为而导致的安全风险。例如，农业活动风险。在农业机械化水平不断提升的今天，各种农用机械设备在农业活动中发挥着日益重要的作用。农用机械设备操作不当，可能损坏周围的天然气管道，导致天然气泄漏。又如，施工建设风险。天然气管道周围的施工建设活动，如道路桥梁施工建设活动中的土石方开挖等，也可能损坏天然气管道，导致安全风险。对长输管道，特别是跨国长输管道，敌对势力、恐怖分子的破坏活动，也属于第三方破坏风险的范畴。

### 3 天然气管道运输安全风险防范路径

#### 3.1 全面识别安全风险

从前面的分析可知，天然气管道运输安全风险具有客观性、多样性、危害性等特征，任何安全风险的发生，都可能酿成严重的安全事故，导致巨大的经济损失、环境污染乃至人员伤亡。全面识别安全风险是天然气管道运输安全风险

防范的第一步，对此应从天然气管道的类型、地理位置等因素出发，深入开展好安全风险识别工作，将可能存在的安全风险，全部识别出来，并根据安全风险的表现形式，将安全风险归类，形成安全风险目录体系。不同的安全风险，发生概率不同，发生后的危害程度也有所差异<sup>[4]</sup>。为优化资源配置，提高安全风险防范的针对性，应在安全风险初步识别的基础上，开展二次识别，即安全风险评价。具体而言，便是采用德菲尔法，对相关领域的专家进行调查，再将调查而来的数据，录入到 SPSSAU 中，采用层次分析法、模糊综合评价法，确定各安全风险的权重，对安全风险进行排序，筛选出关键安全风险。安全风险的全面识别以及关键安全风险的筛选，能够为天然气管道运输安全风险防范提供可靠依据。

#### 3.2 强化施工质量管理

施工质量风险严重威胁天然气管道运输的安全性。对此，应从以下两个方面加强施工质量管理：

一是严格按照图纸施工。施工前，组织多方力量对图纸进行严格审查，确保施工图纸没有质量问题。施工中，要严格按照图纸施工，并根据图纸检查各种工艺施工内容，严禁随意变更施工图纸或不按施工图纸施工，从源头上降低天然气管道质量风险。

二是做好工艺质量管理。天然气管道施工涉及大量的工艺，其中，部分工艺对天然气管道质量有重要影响。因此，要做好施工工艺质量管理。以焊接工艺为例，天然气管道焊接技术主要有手工电弧焊接、自动埋弧焊接、气体保护焊接等多种。不同的焊接技术有不同的优缺点和适用范围，如手工电弧焊接操作灵活，适用于小口径管道，自动埋弧焊机使用自动化设备焊接，适合于长距离的直线焊接。应根据天然气管道类型，选择焊接工艺<sup>[5]</sup>。同时，焊接前，要进行管道表面清污工作，焊接后，要进行焊后热处理，消除焊接应力，提高焊缝的韧性。

#### 3.3 加强数字技术应用

当前，人类社会已经步入数字时代，而数字技术的广泛应用，则是数字时代的基本特点。数字技术在天然气管道运输安全风险防范中有着巨大的应用空间，能够有效提升天然气管道运输安全风险防范水平。因此，要多维加强数字技术的应用。例如，以数字技术开展远程监测。天然气管道动辄数百公里，甚至上千公里，监测难度较大。可在天然气管道重点节点，布设各种类型的传感器，实时监测管道系统的温度、压力、流量等参数，并将监测数据上传到数据中台，及时把握天然气管道的现状。又如，以数字技术加强数据分析。数字时代，天然气管道运输中会产生大量的数据，这些数据有着重要的应用价值。应以数字技术做好相关数据的采集与分析工作，充分发掘数据价值，助力天然气管道运输安全风险防控。此外，人工智能技术作为新型数字技术，具有模拟和拓展人的智能的作用。可构建天然气管道运输智能预

警系统,通过数据分析和模型预测,及时发布天然气管道预警信号,提高安全风险防范的时效性。

### 3.4 提高检查维修水平

在外部环境的作用下,天然气管道易出现腐蚀乃至泄漏等问题,这些问题极大威胁管道运输的安全性。对此,应做好检查维修工作,定期对天然气管道进行检测和监控,及时发现问题、处理问题,并着力提升检查维修水平。例如,提高天然气管道的防腐处理水平。当前,天然气管道防腐处理技术主要有涂层防腐、阴极保护、热喷涂防腐、纳米防腐等。其中,纳米防腐作为新型防腐工艺,主要利用纳米技术,制备新型、高效防腐涂料,并将其涂在管道上,能够在微观层面上修复管道,从而延长管道的使用年限<sup>[6]</sup>。又如,提高天然气管道泄漏处理水平。管道泄漏是天然气管道最常见的安全风险。发现管道泄漏后,应立即采取封堵措施,采用专门的封堵设备及材料,对泄漏处进行封堵处理。同时,对泄漏区域进行排气处理,如利用洒水车实施喷淋作业,使雾状水滴飘散到天然气云中,并覆盖在天然气液上,减少天然气液与氧气的接触,使其无法形成爆炸性浓度,防范天然气泄漏后的继发安全风险。管道泄漏处理完毕后,需进行检测。

### 3.5 落实安全管理责任

安全管理责任模糊,是天然气管道运输安全事故高发的重要因素。对此,要从以下三个方面落实安全管理责任:

首先,组建专门的安全管理机构。天然气管道运输安全管理工作千头万绪,分散化的管理模式,存在很大的弊端,难以满足天然气管道运输安全管理的需求,自然也无法实现安全风险防范的目标。运营方应组建专门的安全管理机构,由安全机构统筹负责天然气管道运输安全管理事宜,使天然气管道运输安全管理具有明确的责任主体。

其次,细化管理责任。安全机构的人员来源较为多样,应根据员工的部门来源,细化安全管理责任,如检修部门的人员主要负责天然气管道的周期性检查和维修工作,技术部门主要负责安全管理的技术支持等<sup>[7]</sup>。

最后,做好绩效考核。将绩效考核纳入天然气管道运输安全管理中,根据员工安全管理者职责,设计绩效考核指标,借助科学的考核方法,准确反馈员工在安全管理中的履职表现,同时加强考核结果在薪酬设计、福利、岗位晋升等方面的应用。

### 3.6 开展安全教育工作

相关人员安全意识低下、安全风险防范能力不高,是天然气管道运输主要的安全风险源之一。对此,应深入开展好安全教育工作:一方面,将安全教育纳入岗位培训中,针对岗位内容、岗位职责,开发安全教育课程体系,以系统性的培训,增强员工的安全意识;另一方面,多维创新安全教育的开展方式,如借助安全事故案例,开展安全警示教育。第三方破坏是天然气管道运输安全事故的常见原因。因此,安全教育工作,不能局限于企业内部,也要面向社会大众,特别是要做好管道所在地区人民群众的安全教育。例如,在天然气管道周围设置明显的警示标志,同时,配上安全宣传语,如“天然气管道造福千万家,管道安全离不开你我他”,增强周围群众保护天然气管道的意识。新媒体的发展深刻改变了社会大众信息获取的方式,也为天然气管道运输安全教育提供了新的载体。应加强微信、微博、抖音等新媒体在天然气管道运输安全教育中的应用,在全社会范围形成良好的氛围。

## 4 结语

天然气管道运输中存在着较高的安全风险,如施工风险、检修维护风险、自然环境风险、第三方破坏风险等。对此,应从全面识别安全风险、强化施工质量管理、加强数字技术应用、提高检查维修水平、落实安全管理责任、开展安全教育工作六大方面出发,采取好防范措施。

### 参考文献

- [1] 国家能源局石油天然气司.中国天然气发展报告(2022)[M].北京:石油工业出版社,2022.
- [2] 董蒙蒙.天然气长输管道施工管理的进度控制分析[J].石油石化物资采购,2021(13):156-158.
- [3] 张小宝.油气长输管道设备管理与维护措施分析[J].设备管理与维修,2019(22):45-47.
- [4] 曹杰.强化长输天然气管道施工项目管理的内部控制[J].中国石油和化工标准与质量,2019,39(22):101-102.
- [5] 刘雪琴,李会谦.新时期长输油气管道安全运行管理研究[J].石化技术,2019,26(10):267-268+230.
- [6] 邹勇.浅谈天然气长输管道在安全管理方面的问题与对策[J].化工管理,2019(20):75-76.
- [7] 温世成.阐述天然气长输管道在安全管理方面的问题与对策[J].中国石油和化工标准与质量,2018,37(9):46-47.