

影响长输油气管道安全运行的 因素分析及安全管理监控体系研究

张天一（国家石油天然气管网集团有限公司，北京 100013）

摘要：为更好的保障我国长输油气管道的安全运行，基于我国长输油气管道里程长、管道布设范围广、管道沿线环境复杂等特点，分析了影响长输油气管道安全运行的因素，基于国内油气管道管理现状，学习借鉴国内以及国外管道优秀管理方法，创建了一套较完善的长输油气管道安全管理监控体系，并结合相关应用案例进行了应用剖析，以供长输油气管道的安全稳定运行参考。

关键词：油气管道；安全运行；影响因素；管理监控体系

采用长输油气管道具有的特点是运输距离较长、单次输送量较大，且管道的直径大等，若一旦出现管道运输过程中的故障，将会造成严重的安全事故，对人和周围的环境都会产生负面影响。根据有关的报道指出，在 2025 年以后，将会逐渐增加油气管路的铺设，从原有的 12 万 km 铺设到预设的 24 万 km，显然在这中情况下，将会对长输油气管道的架设具有更加严格的要求。随着这些年的发展不断深入，我国在管道方面的问题越来越多，在进行铺设的过程中受到周边环境的影响，遇到第三方施工对管道的损害等一系列问题无法得到很好的解决。在对长输管道进行有效防护的措施比较薄弱，针对管道容易出现问题的位置还是采用传统的方法，进行人工巡逻和维护，这种情况下将会大大增加工作人员的负担和劳动强度，从而无法实现全面性的监控。

国内外在长输管道铺设过程中的安全管理方面具有一定的研究和调查。在西方国家中以一部分的从事管道生产的企业，其工作方式是通过分散式的监管方式最终在平台上整理显示，且采用数字模型，从而能够有效的将采集的数据进行分析和整理，达到了多业务集中管理的目的。在我国国内，从事管道生产的企业初步形成了管道管理经验，并设计了能够进行安全监测的设备，然而这些监管系统只能以模块化的形式进行单独工作，无法实现互相联系，协调进行作业，从而对管道的安全监管方面具有很多的弊端，且在进行管理方面的技能也需要进一步的提高，此外，在进行铺设管道的过程中无法对周边环境的影响进行结合考虑。通过上述所述的原因，我国应该在管道安全管理这方面进行

综合性研究。

1 管道安全风险因素及监控方法

由于在铺设长输管道的过程中所具有的特点是范围广、线路长，较易受到周边环境的影响，例如：潮湿环境中导致腐蚀、材料寿命降低、施工问题等。

1.1 风险因素

1.1.1 外部干扰

外部影响指的是由于周围环境的影响导致的管道出现异常情形，在管道故障中最为常见。将外部干扰主要分为两大类进行分析。

1.1.1.1 自然灾害

在进行铺设管道时所经过的地质环境较为复杂，经常会遇到各种灾害，通常情况下，最为常见的有 12 类 48 种，能够导致管道出现腐蚀、破裂、爆炸或者是泄露的现象。通过分析研究发现，出现的灾害主要是与周围的植被环境、天气情况、地理位置有关，在我国的西部由于常年处于两大板块的摩擦中形成，又由于在东北地区常年受到太平洋板块的影响出现了平原的现象，这就使得我国的地理特性是东西分区、南北分带。

1.1.1.2 人为因素

因为对长输管道进行铺设的过程中，具有跨度大、分布广的特点，这将会导致某些铺设管道的区域由于没有人看管，导致出现人为破坏现象。有一些不法分子通过对掩埋的管道进行破坏，从而从管道中偷取原料，这种行为将会对经济、环境直接造成重大的影响，且有一部分人将偷取的原油经过炼化后以低价出售，这种现象将会导致整个市场的油气价格下跌，扰乱市场的正常运营，影响国家经济。

某企业天然气管道外部干扰因素事故统计如图

1 所示。

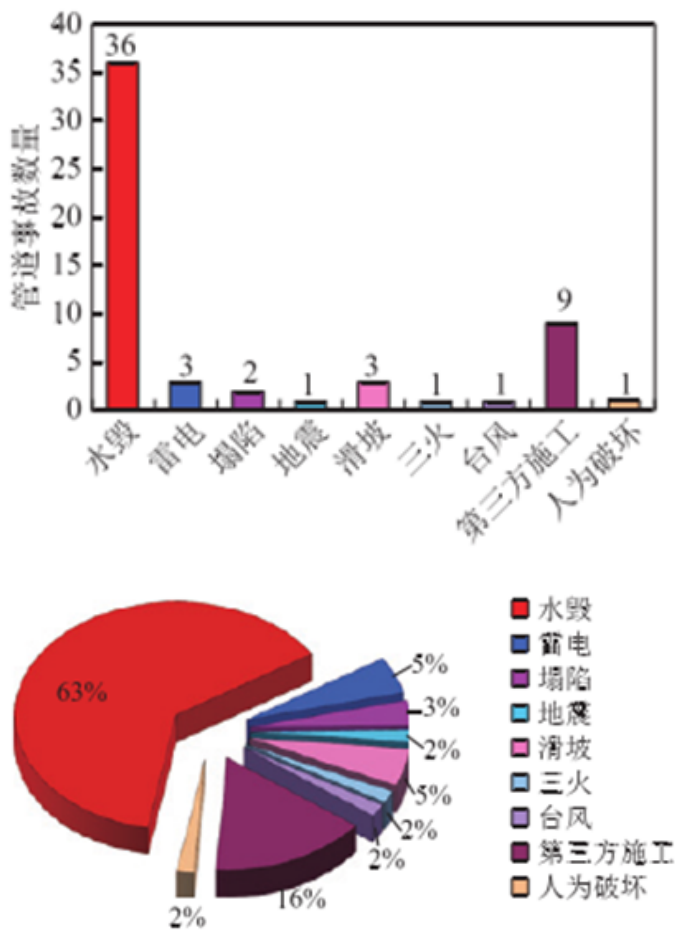


图 1 2010-2019 年某企业天然气管道外部干扰因素事故统计

1.1.2 腐蚀

管道腐蚀现象时在使用长管道进行工作时候频繁遇到的现象。大多数的长管道运输的时候必选将其挖到底下一米左右进行掩埋，当遇到雨天时，将会出现雨水浸透入地面，从而在管道的周围形成潮湿的环境，导致周围发现严重的电化学腐蚀，另外一种问题是，由于管道内部输送的介质中含有大量的硫化物、水、氮化物等，这些因素都将会导致输送管道的内部造成严重的腐蚀现象。虽然管道的内层和外层都有一定的防腐蚀操作处理，但是由于管道在长期输送的过程会将内外保护层破坏，最终导致管道出现腐蚀的现象，如图 1 所示为管道内外的腐蚀图。当管道出现腐蚀的现象时，将会导致油气在输送的过程中出现泄露的现象，并且泄露出将会对管道周围的环境造成重大的负面影响，特别是对泄露管道进行维修的过程中，将会产生巨大的成本，耗费大量的人力和财力，且在维修过程比较复杂。

1.1.3 管材质量和施工缺陷

长输油气管道的管材制造缺陷和施工缺陷问题也是造成安全事故的重要原因。随着管道的劣化，设备故障、管材破损等问题时有发生；另外，长输管道在施工时由于虚焊漏焊、防腐层缺陷等管理不严原因，引起的泄漏、火灾、爆炸事故需要重点防范。

1.2 监控方法

针对油气管道不同的安全风险，应实施对应监控手段，按照监控类别共分为 8 个方面。如表 1 所示。

表 1 管道安全风险监控方法

监控类型	监控内容	监控方法
地质灾害监控	①降雨、滑坡、位移、泥石流、崩塌等地质灾害；②管道应力	①对管道周边地质灾害进行评估；②在管道上安装应变监控片
智能防腐监控	管道腐蚀速率	①管道沿线安装智能阴极保护桩，监控管道阴极保护通电电位；②在适当间距安装恒电位仪，通过参比电极测量通电点电位，比较取样信号和控制信号，实现控制并调节极化电流输出
视频安防监控	管道沿线高后果区、周边地质灾害区域视频	①在相应位置安装监控摄像头；②摄像头具备前端智能识别报警功能
管道泄露监控	管道泄露位置、泄露速率	①分布式光纤泄露监控系统；②次声泄露监控系统
周界防护监控	站场、阀室周界入侵防护	①站场 / 阀室周界部署分布式振动光纤监控；②大门外实施红外、激光对射监控
振动挖掘监控	第三方施工、管道破坏	利用分布式光纤预警技术，可实时获得管道沿线任一点的温度信息
气象灾害监控	雷暴、冰雹、雨雪天气灾害	利用卫星、雷达等方法进行监控
卫星 / 无人监控	管道巡检、管道泄露、地质灾害等	利用卫星、无人机搭载监控传感器，将信号传输至地面分析处理

2 管道安全管理现状案例剖析

针对我国某管道公司的安全管理方面进行分析后得出：在 2019 年的年底，该公司所负责的管道建立了 8387 个监控数据采集点，包括有对地质方面的监测点，对周围环境的监测点，对管道日常运营状态的监测点，以及防控管道受损监控点等。该

企业已经实现了在分公司建立监控系统,然而存在的问题是构建的系统并不能够相互协调进行,无法做到统一成一个整体进行运行,而是相互独立、互补融合。且在安全监管这方面的力度不强,只是通过有相应的监控设备厂家进行管理。

通过调查总结出以下几方面的问题:

①构建的各个系统由于相互独立作业,在进行日常维护管理的过程中是通过不同的厂家进行代替管理,从而导致了无法相互交流,无法相互协调进行工作;

②在一些Ⅲ级高后果区没有架设相关的监控管理设备,这将导致无法对管道进行实时监控,管道出现异常现象时无法进行及时的修复;

③因为没有建立一个规范的标准体系,各个公司都是采用不同的监控管理设备进行作业。通过调查发现,共有 117 个厂家建立了互不相同的安全监控系统,并且每个厂家数据通信方面也是不一样的,彼此采集的数据相互独立,无法进行有效的协调、融合,导致数据统计分析工作加大了难度,无法正常运行;

④有一些监控设备由于在很早以前就安装了,运行的时间较长,部分功能无法正常运营,且没有远传功能,从而导致不能进行远程监控;此外,有一些监控设备只能实现对周围环境的影响采集信息传输,而不能够实现设备本身问题的监测功能。

3 管道安全监控管理设想

长输油气管道安全监控管理应包含以下几方面:

①构建一体的管道监控平台。面对着我国管网公司逐渐形成,当采用长输管道进行运行的过程中能够实现有效的统一管理,达到能够对管道周围环境以及管道运行状态的实时监测综合平台,并且将各系统采集的数据进行结合整理分析,实现能够对数据进行集中管理的作业方式。此外,需要对管道内部和外部的异常现象进行相关信号采集,并在短时间内将异常信号传输到管理平台,从而能够使得相关的工作人员能够及时的处理所遇到的问题;

②优化管道信息采集。对于管道周围的环境状况以及管道本身的情况进行实时相关数据的采集,采用 GIS 系统将相关收集到的信息进行结合,在高风险地区等多种业务数据通过不同的维度进行显示,从而能够更加明显的看出管道的实时状态;

③建立标准管道监控体系,达到管道监控先进技术的目的。第一,要对长输管道在运营过程中进

行监控系统构建,通过标准的风险指标判断管道的不同风险位置点,从而对该位置处安装相关的监控设备;第二,需要采用统一的安全长输油气管道监控技术,从而能够对管道出现的问题进行针对性的处理;第三,建立标准的监控设备的相关数据、通信协议等;

④管网公司需要在较短的时间内制定出相关的长输管道运行安全监控制度,且将相关的标准制度落实到位,管道生产企业需要增设针对管道运行监控管理的相关部门,对管道实施分级管理方案,总公司底下的分公司需要通过所授权的相关权限实行自己领域内的作业,对自己所负责的区域的管道线路采取不间断实时监控,从而防止在自己领域内出现管道安全事故的现象。

4 结语

随着城市化建设不断加强,我国对于油气的需求量也在不断的增加,在进行长输管道运输的过程中存在的问题一直无法得到全面解决,当前不管是进行管道监控方面还是构建监控平台方面,都应该进行不断的强化,只用通过建立了一个全面的管道安全管理模式,才能够对日常运行的管道进行实时全面监控,在面对出现的问题时能够及时修复,为未来管道运输事业做出重大贡献。

参考文献:

- [1] 李双全.油气管道防腐施工质量影响因素及控制对策探讨[J].全面腐蚀控制,2021,35(09):69-71.
- [2] 石巍巍,戴翔.聚乙烯防腐层对油气管道中超声导波的传播衰减研究[J].石油和化工设备,2021,24(09):30-33.
- [3] 汤建平,王锡军,莫家宗,张俊,王飞.岩溶地区油气长输管道施工存在的灾害影响与防治[J].中国石油和化工标准与质量,2021,41(15):63-66.
- [4] 王萍利.基于大数据地理信息系统的油气管道泄漏分析研究[J].能源与环保,2021,43(07):43-45.
- [5] 谭亮.油气管道及储运设施安全保障技术发展现状及展望[J].化学工程与装备,2021(07):96-98.
- [6] 张鹏,彭培,姚正学,詹钰鑫.中国油气管道项目智能化技术应用成熟度评价模型[J].油气储运,2021(06):32-34.

作者简介:

张天一(1989-),男,汉族,黑龙江伊春人,2013年毕业于伦敦玛丽皇后大学,硕士研究生,中级工程师,国家石油天然气管网集团有限公司,研究方向:管道调控。