

长输管道全寿命周期完整性管理策略分析

程 春 杨 娜 (中石化石油工程设计有限公司天津分公司, 天津 300000)

摘 要: 在社会快速发展的背景下, 长输管道建设规模逐渐增大, 为充分保障长输管道运行的安全性、可靠性, 需要转变传统管理方式, 采用全寿命周期完整性管理模式。本文主要分析长输管道全寿命周期完整性管理意义与现状, 并重点探究长输管道全寿命周期完整性管理对策, 旨在指导相关行业人员加大对风险管理的重视, 通过构建完善的完整性管理体系, 提高长输管道运行安全管理水平。

关键词: 长输管道; 全寿命周期; 完整性管理

0 引言

长输管道建设与运行管理会为国民经济发展带来一定影响。现阶段, 长输管道是我国运输石油、天然气、汽油、液化气等液态物质的主要方式, 其通常具有五个特点, 一是全密闭, 二是占地小, 三是效率高, 四是能耗低, 五是安全环保, 被称为国民经济的生命线。然而, 长输管道建设虽能为民众生活提供便利, 促进国民经济发展, 但也存在一定的安全问题, 如输油管道泄漏事故、爆炸事故等时有发生, 而这种安全事故一旦发生往往会造成严重的经济损失与人员伤亡。对此, 应深入研究长输管道全寿命周期完整性管理, 有效提高安全管理水平。

1 长输管道全寿命周期完整性管理意义

所谓长输管道全寿命周期完整性管理, 指的是在管道设计阶段、管件管材采购阶段、管道施工安装阶段、管道投产运行阶段, 即从管道最初设计、建设到管道最终废弃的全过程, 采用合适的管理方法, 持续识别、评估各种风险因素, 针对性采取措施减缓风险, 实现对风险的有效控制, 以保证管道运行的安全性、稳定性。这种管理模式主要具备四个特点, 一是预防为主, 即以预防风险出现、降低安全事故发生可能性为目的; 二是注重全寿命周期管理, 即在管道设计、管道施工、管道运行以及管道废弃等阶段贯彻落实管理工作, 并非单纯的管理某个阶段; 三是持续改进, 即按照规定要求定期评价管道的完整性, 通过持续改进, 确保管道能在外界环境、条件不断变化的情况下良好适应; 四是综合性, 即管理工作涉及地质灾害、管道施工、管道防腐、安全评价、材料科学等多个学科领域, 需要在各学科领域专业知识与技术支持下开展。

总体而言, 长输管道全寿命周期完整性管理的意义有三。首先, 在长输管道运行中, 受多种因素的影响,

较易影响运行的安全性。通过全寿命周期完整性管理, 准确识别、评价潜在风险因素, 并采取有效措施减缓风险, 将风险控制在合理范围内, 能保证管道安全运行。同时, 合理制定风险管理决策, 以防止风险发生为目的配置各项资源, 能提高资源的利用效率。其次, 通过全寿命周期完整性管理, 对管道材料、管道工艺的安全特性进行全面了解, 有利于减少管道损坏、管道老化等现象, 提高安全管理水平, 使管道的使用寿命延长。最后, 长输管道运行与国民经济发展息息相关, 通过全寿命周期完整性管理, 能使国民对管道安全的期望得到满足, 降低管道安全事故的发生, 避免对社会造成影响, 充分保护国民的利益^[1]。

2 长输管道全寿命周期完整性管理现状

现阶段, 我国大多长输管道投入运行的期限已接近 30 年。根据相关统计数据显示, 在这近 30 年的时间里, 欧洲长输气管道事故率为 0.42 次/(10km·a), 前苏联长输气管道事故率为 0.46 次/(10km·a), 美国长输气管道事故率为 0.6 次/(10km·a), 西欧长输油管道泄漏事故率为 0.25 次/(10km·a), 我国长输气管道、长输油管道事故率均在 0.2 次/(10km·a) 以上, 其中, 位于四川的长输气管道事故率甚至超过 4 次/(10km·a)。通过分析诸多长输管道事故可发现, 管理方法落后是导致事故发生的主要原因。

截至目前, 除中央企业对长输管道采用现代化管理方法外, 其他企业在长输管道管理上还采用以往的人工管理模式, 具体存在以下问题。首先, 人员门槛较低, 缺少培训教育, 当前人员拥有的知识与技能难以满足管理要求。其次, 长输管道建设期间管理力度不够, 存在注重进度管理、忽视质量管理现象, 时常发生偷工减料问题, 埋下一定安全隐患, 如管道破损、防腐层损伤、焊接缺陷等, 而这些安全隐患难以及时发现。例如, 根据相关行业标准要求, 针对管道

长度超过 10km 的情况,应有效控制防腐层漏点密度,即优等级密度为 1 ~ 2 个、良等级密度为 2 ~ 4 个、低等级密度为 5 ~ 8 个,但部分长输管道存在漏点较多的现象,以河南某企业为例,其所建设的天然气长输管道不超过 100km,而在强制检验过程中却发现漏点多达 100 个,通过探查,这些漏点主要由于长输管道施工期间缺少有效管理所导致^[2]。最后,在长输管道投入运行后,未配置专门的管道管理人员开展巡线工作,且缺少现代管理技术的应用,未制作三桩一牌,管道周边存在栽植混乱的现象,无法明确管道的具体位置。这种问题均对长输管道的安全运行、稳定运行造成影响。

3 长输管道全寿命周期完整性管理对策

3.1 强化风险管理意识,优化用人标准

为提高完整性管理水平,应注重风险管理,通过教育培训的方式,夯实完整性管理专业知识与技能,正确认识完整性管理的意义,加大对风险管理的重视。同时,应强化责任意识教育,建立健全安全生产责任制,在完整性管理工作中融入风险管理,构建全员参与的格局,以有效加强完整性管理效果。

为适应先进技术的应用,应优化用人标准,聘用拥有相关专业背景、具备丰富工作经验的人员担任技术管理岗位,适当提高人员门槛,对人才质量进行严格把控。同时,以梯级形式配置人员,包括低级、中级以及高级,即技术员、助理工程师、工程师以及高级工程师等。

3.2 注重源头管理,做好数据采集工作

在长输管道建设筹备时期,应加大安全生产管理力度。通常情况下,长输管道以埋地形式敷设,涉及较多隐蔽工程,建设过程难免受到不可控干扰因素的影响,如果出现安全隐患,难以及时发现、解决。所以应注重源头管理,在建设方案规划、管道敷设路径确定、设计单位招标、材料采购、管道施工安装等环节重视长输管道全寿命周期安全。通过源头管理,有效控制建设标准。

从长输管道建设筹备时期开始,做好资料、数据收集工作,尤其要采集管道路由坐标、管道转角、管道埋深、管件阀门规格等参数,并在长输管道建设完成后,对这些参数进行整合与检查,确保全面性、准确性。同时,应绘制长输管道竣工图纸,规范设置管道标识,包括转角桩、里程桩等。

3.3 构建完整评价平台,开发软件系统

从风险管理、缺陷评价等多方面入手,开展完整

性管理工作,构建完整性评价平台。在管道运行过程中,腐蚀缺陷会对运行的安全性造成直接影响,所以应设置腐蚀监测装置,以监测结果为依据,全面评估管道的腐蚀缺陷情况,以此采取维修或更换措施。具体而言,在完整性管理中,应有机结合完整性评价与风险管理工作,通过准确评估管道腐蚀状态、防腐涂层情况,针对性采取措施解决,保障长输管道的安全运行^[3]。

同时,应积极开发并运用完整性评价软件系统,此软件系统主要由三个模块组成,一是管道风险预测模块,二是管道数据分析模块,三是管道维护模块,能对各管道内部数据进行动态收集,并通过数据分析,对风险定量计算,从中筛选出存在较高风险问题的管段,发出预警提醒管理人员采取解决措施。同时,基于软件系统能自动化监测、评估管道的腐蚀情况、泄漏情况以及完整性状况等,并可视化呈现评估结果,向管理人员实时反馈相应数据。通过准确评估管道的剩余寿命,帮助管理人员对管道的运行状态进行预测,以此合理制定维护保养方案。

3.4 有效控制建设期间长输管道的质量

在长输管道全寿命周期完整性管理中,有效控制建设期间建设关键点质量是重要内容。

一是在管道路由与工艺控制上,应优先选择距离城市中心区域、居民区域、工矿企业等较远的位置,并规划多种理由方案,对各方案进行比选,从中选出最优者,同时,应加强施工技术管理,明确施工设计图纸要求,对管道施工安装流程进行全面了解。

二是在管材管件控制上,应由第三方专业机构控制管材管件的质量,以驻厂检验的形式,通过分析管材管件材质、检测母材缺陷、抽查管件管材壁厚、开展无损检测等多种方式,对管件管材产品的生产质量进行严格控制,并做好运输管理,保证入场管件管材性能质量达标。

三是在焊接控制上,一方面,应加大监督检查管理力度;另一方面,应由第三方专业机构通过复评底片、现场检验等多种方式对焊接质量进行检验,在发现焊接缺陷的情况下,要求责任方及时整改。

四是在防腐控制上,应通过进场管道外防腐层破损检测、质量检测的方式,有效控制外防腐层施工质量,一方面,注重检测防腐补口粘结性与补扣工艺,避免存在脱落或粘结性不达标的情况;另一方面,应做好运输管理,避免由于碰撞、摩擦等问题导致长输管道的外防腐层破损。

五是在管体控制上,在下沟回填时,受多种因素的影响,可能会出现缺陷问题,如管体变形、管体损伤等,所以在下沟回填后,应做好全线变形检测、阴极保护检测以及防腐层破损检测等,及时修复损伤位置。

六是在杂散电流控制上,应调查长输管道全线的具体情况,明确杂散电流干扰源,并在安装管道后,有效检测杂散电流,在杂散电流较大已超出标准范围的情况下,采用合适的排流方法。

七是在复杂地质与特殊环境条件质量的控制上,应强化施工监理与质量检测,特别是在管道穿越滑坡地区、泥石流地区、大型河流区域、大型水源区域等情况,应采取针对性管理举措,优化管道敷设方式,避免由于外界因素导致管道结构损伤^[4]。

具体而言,在长输管道全寿命周期完整性管理中,应加大对建设时期的管理力度,采取有效措施控制建设各环节质量。

3.5 运用现代化技术,推动信息化建设

一是建立数字化管道。在以往完整性管理中,由于未全面勘察当地环境,导致管道投入运行后存在诸多问题。对此,应积极运用现代化技术,如大地坐标系技术、大数据技术等,基于数字化图像技术与GIS地理信息技术,优化数据采集方式。通过构建信息化管理系统,为系统配置多样化功能,包括风险预测功能、管道运行图像生成功能等,构建共享数据库,以此在管道运行过程中,全面了解管道的运行状态,实现24h、360°运行监控,并以虚拟现实的形式呈现管道全景,以数字化管道检查管理的方式取代以往人工检查管理模式,在管理人员眼前展现管道三维图像,以便管理人员结合管道的运行数据采取针对性管理措施。同时,建设数字化管道后,管理人员在信息化管理系统中输入关键词即可查询所需信息,对管道周围环境进行全面了解。

二是建设管道完整性系统。在以往完整性管理中,通常采用定期实地检查管道的方式,存在效率较低、检查不全面的问题。对此,应积极运用现代化技术,推动管道完整性系统建设,将各管理人员的信息、各项管理任务进展、各项管理任务审批进度、各项管理任务完成情况等录入系统中,实时呈现管理工作状况。此系统主要包括四个模块,一是风险管理模块,二是防腐管理模块,三是管道保护模块,四是风险预警模块,能为长输管道的高效运行提供保障。管理人员可通过管道保护模块以线上方式监察管道施工的全

过程,并在系统中录入施工人员信息、导入管道施工方案,由系统智能整合、分析后在施工各阶段向施工负责人推送施工要求,对施工过程出现的问题进行记录^[5]。同时,此系统还能连接信息化管理平台,实现数据共享,为完整性管理提供支持。

三是建立智能巡检系统。引用GPS技术,进行智能巡检系统的构建,以数字化管道平面图为依据,在具备GPS功能的智能终端中存储相应数据,由管理部门以线上形式对智能终端传输的数据进行分析。此系统包括多种功能,如数据统计分析功能、轨迹记录功能、综合查询功能等,通过此系统,能对管道巡检人员在不同时期上传的巡检数据进行查询,并在GPS技术的支持下,对巡检路径进行获取,通过巡检轨迹回放与三维立体图像转化,对不同时间、不同地点的管道巡检工作情况进行全面了解,构建线上管道巡检管理模式,以提高管道巡检效率。

4 结论

通过长输管道全寿命周期完整性管理,能充分保证管道安全运行,使管道的使用寿命延长,降低管道安全事故的发生,保护国民的利益。相关行业人员应在明确完整性管理意义的基础上,采取有效措施优化完整性管理方式,具体包括强化风险管理意识,优化用人标准;注重源头管理,做好数据采集工作;构建完整评价平台,开发软件系统;有效控制建设期间长输管道的质量;运用现代化技术,推动信息化建设。

参考文献:

- [1] 吴琼杰,丁昱森,王玉敬.成品油长输管道全寿命周期完整性管理的对策研究[J].石油石化物资采购,2024,(06):139-141.
- [2] 陈严飞,刘瑞昊,侯富恒,等.输氢管道完整性管理技术研究进展[J].天然气与石油,2024,(11):126-128.
- [3] 靳付超,张勇,曾杰.输油气长输管道精细化管理的措施研究[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2024,(12):75-78.
- [4] 陈光辉,方丽丽.长输石油天然气管道安全管理存在问题及对策分析[J].中国科技期刊数据库工业A,2024,(12):204-207.
- [5] 于鲁宁,李勃晗.关于GIS在油气长输管道安全管理中的应用分析[J].中国石油和化工标准与质量,2024,(19):72-74.

作者简介:

程春(1986-),男,汉族,山东泰安人,高级工程师,本科,研究方向:天然气长输管道设计。