

天然气门站管道检验技术应用策略

侯东磊 孙明超 (威海市天然气管网有限公司, 山东 威海 264200)

摘要: 天然气门站是管道输气系统的重要环节, 在管道系统集输天然气的运行中发挥十分重要的作用。但是, 管道系统运行过程中, 容易受到多种因素的影响, 出现腐蚀穿孔、断裂等各项问题, 造成环境污染, 威胁人身安全。因此, 相关部门应当高度重视天然气门站管道的检验工作, 合理应用检验技术, 准确判断管道有无安全隐患, 最大限度地降低管道运行风险, 提高管道检验工作质量和效率, 确保天然气门站管道的安全可靠。

关键词: 天然气门站; 管道; 检验技术; 应用策略

1 天然气门站管道的概述

1.1 内涵

天然气门站管道承担输气管道系统的枢纽作用, 主要包含以下功能: ①调压, 在天然气输送的过程中, 结合实际情况, 提供充足的压力和流量, 确保天然气能够安全输入和输入; ②计量, 该功能在天然气销售工作开展中具有重要作用, 为其提供计价依据, 并且有利于管道系统在实际运行中进行自动化控制, 提高系统运行效率; ③净化, 主要是有效清除天然气内存在的各项杂质, 确保天然气的安全可靠, 减少天然气输送阻力, 同时进一步保障整个系统内各类仪器仪表的稳定性, 避免出现杂质磨损设备; ④清管, 在管道系统运行过程中, 能够借助收发球器设备, 实现相邻天然气门站之间长输管道的清淤、内检测工作; ⑤冷却, 天然气管道系统运行中, 由于增压, 稳定不断上升, 需要将其冷却之后, 进行输送。而冷却功能能够保障管道内天然气温度在输送规定范围内, 避免出现高温引发一系列安全问题。

天然气门站管道具有一定的特殊性, 设计结构尺寸较为复杂, 包含多种类型的管道元件, 造成其应力分布、局部应力集中现象与长输管道相比较复杂。同时, 天然气门站管道包含架空、埋地敷设的方式, 敷设条件复杂, 承受压力较高, 检验难度大^[1]。

1.2 安全问题

天然气门站管道系统运行中, 容易出现不同的安全问题, 需要工作人员合理检验, 及时维护, 保障管道的安全性: ①天然气泄漏问题, 当天然气门站管道设计不合理, 管道材质不合理时, 增加天然气泄漏安全问题发生概率。如, 设计人员在实际工作中, 未综合考虑管道运行的各项影响因素, 忽视压力、流量的分析, 出现一定程度的天然气泄漏问题, 产生较多门

站安全事故。另外, 当管材自身质量存在问题, 在长时间运行中, 其管壁容易被腐蚀, 出现泄漏现象, 增加火灾发生的可能性, 同时门站管道内通常会存储较多天然气, 容易带来严重的损失, 威胁人身安全; ②压力超标, 天然气门站管道压力高, 需要工作人员实时监控管道输送压力, 控制其在允许范围内。但是, 当人员工作失误, 在相关设备操作中出现失误, 就会产生管线超压等现象, 为门站带来不可估量的损失。同时, 门站的收球筒处理不规范, 容易弧线筒内压力迅速增加, 在未得到及时管控的情况下, 容易出现爆炸风险。另外, 当天然气门站各类设备发生故障问题时, 未进行及时维护和更换, 也会引发较多类型的安全事故; ③人为因素引发安全问题, 天然气站内包含较多种类的设备, 当设备运行的过程中, 需要相关操作人员和管理人员保证设备的安全稳定性。如, 手动阀门, 离不开操作人员的控制, 需要他们严格按照相关标准, 并结合设备运行的实时监控数据进行规范性操作。但是, 操作人员在实际工作中未按照要求进行合理操作, 出现操作失误、错误等现象, 极易引发突发事故。

2 天然气门站管道失效可能性分析

结合相关安全风险检验理论等, 详细分析各类仪器设备的平均失效频率信息数据, 并基于天然气门站管道的特点和失效机理, 从设备运行、管道管理、超标缺陷等各项影响因素综合分析天然气门站管道失效可能性。例如: 天然气门站管道设备运行过程中, 其安全性影响因素, 可以从门站环境条件、管理措施、工艺技术、气候条件、安全系数等多个方面综合分析。如, 门站管理水平、管道维护能力、防腐措施、人员综合能力及重视度等都是门站条件的安全影响因素; 恶劣天气造成管段变形、断裂, 监测设备无法顺利运

行、设备受损等都是自然影响因素，都会造成天然气门站管道失效^[2]。

管道和仪器设备在运行中是否存在高温、压力大的现象、工艺是否发生过重大安全问题、管道材质是否具有特殊性、工艺管控系统是否符合安全标准，这些都是工艺稳定性的安全影响因素。另外，管道出现一定质量问题，需要通过当地特种设备研究院，按照各项流程和要求，做好管道风险评级工作。例如：当天然气门站管道出现超标缺陷，需要相关研究人员进行风险评价，测算其剩余使用年限，对于问题严重的管道需要及时维护或者更换。其中高温、特殊介质等作用环境造成天然气门站管道发生超标缺陷，出现管道失效现象。

3 天然气门站管道检验技术的具体应用

3.1 常规无损检测技术

3.1.1 磁粉检测

在具有铁磁性材料的管道表面缺陷检测过程中具有良好的应用效果，能够更加准确的发现管道缺陷的具体形状、大小，及时明确故障点，灵敏度较高。

例如：在某天然气门站管道检测过程中，对500处焊缝进行磁粉检测的过程中，直观地发现具有10处管道表面裂纹。针对某三通焊缝进行磁粉检测的过程中，三通本体具有裂纹（如图1所示），长度为170mm，并且对该裂纹渗透检测的过程中，不存在开口缺陷。另外，对该裂纹采用超声进行扫查，发现其具有缺陷的位置反射回波，深度最大达到7mm。裂纹磁痕限制较为直观清晰，明确该部位不存在明显沉降等形成的附加应力，从而综合判断裂纹成因，主要是生产制造中出现应力集中的现象而产生，对天然气门站管道运行产生较大影响，危害较大，需要工作人员及时做好更换工作。

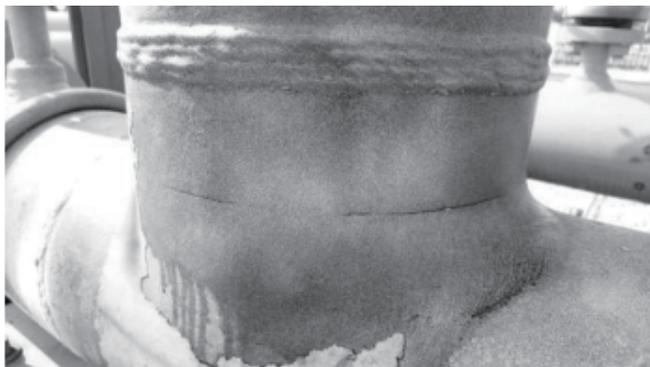


图1 三通本体裂纹磁痕显示

3.1.2 超声及射线检测

天然气门站管道检验工作较为复杂，对技术人员提出较高要求，需要技术在管道检验工作开展中保证工作效率，最大限度地减少外部因素的影响。在管道的弯道位置的焊接处，需要进行重点检验，以超声检测为主，详细检查弯道两侧，保障检测结果的准确性。当管道的管径小、管壁薄时，选择射线检测方法，在实际应用中对管道的正常运行不会产生较大影响，有利于检测人员详细记录各项信息数据，并更加直观的分析管道内部存在缺陷^[3]。

3.2 超声相控阵检验技术

该技术在天然气门站管道的焊缝检测中应用效果较好，在实际操作中，需要检验人员结合实际情况，选择适宜的方法进行检验，如扇形扫查、线性扫查，有效突破传统单一检验方法存在的局限性，具有较高的灵敏度，确保检测结果的精准性。同时，该技术能够更加清晰、直观的将检验结果展示给技术人员，便于工作人员针对性分析并处理。

3.3 电磁超声检测技术

该技术在应用中，在材料形状和受到相关因素的影响出现一定的变形等问题，会逐渐产生磁场，从而对该材料具有相应的作用。当铁质材料检验过程中，保持机械设备持续震动，在磁场的作用下，逐渐出现感应电场，从而利用该技术配合相应的特殊制剂，在遇到管道油漆涂层之后高效工作。该技术对管道检验结果的精准度高，并优化工作流程，在检验工作开展后，不需要技术人员利用工具清除管道表层的油漆涂层，有效提高管道检验工作效率。

3.4 超声导波检验技术

该技术借助发射机进行天然气门站管道的检验，在声波传播的过程中，遇到管壁时，会结合实际情况，向探头进行反射，以便于检验人员结合反射情况，综合分析管道的内部情况。管道内部正常无缺陷的情况下，声波反射过程中相对均匀；当管壁出现腐蚀现象，其厚度具有一定程度的变化，声波反射过程中存在异常现象，检验人员及时分析反射情况，明确其受损状况，并采用相关针对性措施及时处理^[4]。该技术在天然气门站管道检验中应用，具有长距离检验功能。如，部分管道进行埋地敷设，在检测过程中可以在部分管段位置挖掘，布设检验点，就能够准确获得相应范围内的管道检验结果，有效减少工作量，避免大范围挖掘损坏管道，并保证检验质量和效率符合工作要求。

超声导波检验技术在天然气门站管道检验中的工作特点主要体现在以下几点：①该技术在声波传输中能够穿过弯头，从而在三通内放置探头，确保信号传播的畅通性，当其在管道内部进行传播的过程中，出现支管、弯架时，对传输效果具有一定程度的影响。因此，该技术在埋设管道检验过程中，遇到土壤、防腐层时，对声波传输距离和最终结果具有一定影响；②该技术能够减轻检验人员工作压力，减少挖掘工作，在合理布设检测点之后，在相应位置出现异常现象，可以针对性挖掘该部分的管道，观察其受损程度，检验效率高；③该技术的应用，可以利用截面损失分析管道状况，准确检验出管壁凹陷、锈蚀问题，扩大检验范围，精准定位故障点。

3.5 涡流检测技术

电磁探伤是该技术的理论基础，在天然气门站管道检验工作中，检验人员借助设备内的初级线圈，应用电流、电磁感应产生的影响，促进管道表面出现涡流，之后通过次级线圈合理开展检验工作。当检验到管道存在缺陷，会出现磁通量紊乱现象，从而造成次级线圈区产生电压。因此，检验人员结合电压信号的实际情况，综合判断管道缺陷。该技术在天然气门站管道检验中具有灵敏度高、操作便捷等多种显著的优势^[5]。

3.6 地面穿透雷达

天然气门站管道检测工作中，应用地面穿透雷达检测技术，雷达信号速度受到地下介电常数的决定性影响。在电磁波进入地下介质，并反射回地面接收天线，发射能量中包含地下结构变化、媒介状况等信息，需要检验人员科学处理获取的信号，从而了解管道的实际情况。但是，在以往的地面穿透雷达系统应用中，需要借助多个不同频率的天线，全面检测并分析土壤与管道的界面、管道结构等，存在一定的局限性。而超宽带地面穿透雷达的出现，在天然气门站管道检验中应用，能够进行远程感测埋地管道，并且在埋地管道外检测过程中，测量反射信号，提供相应的定位技术，提高非金属管道检测定位效果。

3.7 CCTV（管道闭路电视检测）内窥机器人

CCTV内窥机器人在天然气门站管道检验中应用，能够持续拍摄并详细记录管道内部状况，便于工作人员结合拍摄内容，综合判断管道内壁的缺陷。该设备在应用具有良好的防爆性能，包含摄像头、远程遥控、照明等多个模块，能够实时监测和激励，并且能够结

合管道检验要求，搭载无损检测模块，针对性检验并分析管道内部缺陷和腐蚀情况。例如：对某天然气门站管道进行内检测的过程中，合理应用该设备，及时发现管道内部存在卡堵现象，明确该位置之后，并进行内窥，及时传输视频图（如图2所示），发现管道三通挡条具有凸台，造成清管器、变形检测器卡堵，并借助该技术分析卡堵成因，为内检测器进行维护和改造提供有效的参考信息。



图2内窥视频图像

4 结语

天然气门站管道内外部存在一定的缺陷，对整个系统运行的安全可靠产生较大影响。因此，相关技术人员应当结合检验工作要求和管道的实际情况，选择适宜的检验技术，掌握技术操作要点，提高管道检验工作开展的针对性和实效性，获得精准、完整的检验结果。

参考文献：

- [1] 曹慧平. 天然气门站进站管道温度计套管断裂分析[J]. 煤气与热力, 2022, 42(7): 1-5.
- [2] 李盛涛, 蒋田伟. 浅析石油天然气管道检验检测技术的应用[J]. 汽车博览, 2023(21): 70-72.
- [3] 苏庆伟. 天然气站场管道安全问题及检验方案优化研究[J]. 化工管理, 2022(32): 108-111.
- [4] 王刚. 天然气场站压力管道定期检验方法的分析[J]. 石化技术, 2022, 29(4): 201-202.
- [5] 王生龙. 天然气场站压力管道定期检验的方法[J]. 百科知识, 2022(33): 33-35.