

基于智能检测技术的燃气长输管道隐患排查与治理对策

孙士娇（高密市物业服务中心，山东 潍坊 261500）

摘 要：本文从智能检测技术的角度出发，分析了当前燃气长输管道常见的安全隐患类型，并探讨了智能传感器、无人机、超声波检测等技术在管道隐患排查中的应用，阐明了这些技术如何提高隐患识别的精准性与实时性。本文提出了基于数据驱动的隐患排查方法，利用大数据和云计算对检测数据进行分析，优化隐患的定位与优先级划分。同时，针对不同类型的管道隐患，提出了相应的治理对策，包括腐蚀修复、管道加固、防外部干扰等技术手段。通过对燃气长输管道隐患排查与治理，可以为燃气长输管道的安全管理提供新的思路和方法，推动智能技术在管道领域的深度应用，实现了更加高效、安全、可持续的管道运营管理。

关键词：智能检测技术；燃气长输管道；隐患排查；治理对策

燃气长输管道是现代能源系统中不可或缺的基础设施，承担着大规模天然气和其他能源物资的运输任务。然而，燃气长输管道在长期运行过程中，由于其庞大的规模、复杂的环境条件和高强度的压力负荷，面临着诸多隐患问题，导致管道安全事故频发，给国家经济、社会稳定和环境保护带来严重影响。通过采用先进的智能检测技术，能够有效克服传统方法的不足，实现实时、精确、高效的管道监控。智能检测技术可以在全程实时监测管道状态，提供更加精确的数据分析，快速发现潜在问题，并进行精准定位。

1 燃气长输管道的隐患排查需求

1.1 燃气长输管道常见的安全隐患类型

燃气长输管道，特别是地下管道，腐蚀是最普遍也是最具危险性的一种安全隐患。随着时间的推移，管壁的强度会不断降低，最终出现裂纹、破裂，严重时会发生泄漏。裂纹的出现往往与材料、外界环境及应力集中等因素密切相关。管道在承受了巨大的外部压力、土壤移动或管道的老化后，会产生较大的变形，从而对长距离管道的承载力和运营的稳定产生不利的影响。

在长期运行的管道，特别是一些比较老旧的管道，由于材质老化和使用寿命降低等原因，会出现一些问题。管道在使用过程中往往会出现腐蚀、疲劳裂纹及强度下降等问题。同时，管道中的阀门、泵站等设备也因老化、故障或维护不善等原因发生故障，给长输管道带来了巨大的安全风险。

1.2 传统检测方法在燃气长输管道中隐患排查的局限性

燃气长输管道的常规检测手段以人工巡检、定期检查为主，以及超声波、X射线成像等非破坏性检测

手段为主。由于受到地域、人力等因素的制约，传统的手工巡视难以实现对长输管道的运行状况进行监测，存在漏检和疏忽等问题。在长输管道中，由于其地理位置、工作条件等因素的影响，传统的检测手段很难实现，且其潜在的危害也很难被探测到。传统的检测方式主要依靠人工分析，检测过程缓慢，并且带有一定的人为因素，这就制约了安全风险识别的精确性和及时性。当传统检测在发现问题的时候，必须要进行工干预，这是一个缓慢的过程，并且因为不能进行及时的反馈，所以将会错失最佳的修补时间。

2 常见的智能检测技术

利用无人机与遥感技术相结合的方法，实现了对燃气长输管道的有效巡检。由于它的灵活性很好，能够飞过一些很难到达的地方，特别是在地形比较复杂的地方，如高架、山地、地下等。通过搭载高精度摄像机、激光雷达和红外热像仪等传感器，能够对管道进行实时影像，获得管道内部温度场分布，以及管道表面的损伤情况。遥感可以实现大面积的监控，特别是对长距离管道进行探测，可以迅速发现地下存在的隐患，并为其提供高精度的地理信息数据。

声波与超声波检测技术广泛应用于燃气长输管道内部缺陷的检测，特别适用于探测管道壁的腐蚀、裂纹等结构性问题。声波和超声波技术利用声波在不同材料中的传播速度差异来检测管道内部的异常。超声波探伤技术可以通过回波信号的反射判断管道壁厚、腐蚀程度及裂纹的存在。声波技术也可用于检测管道内气体流动状态、气压变化等信息。

激光扫描技术通过激光光束对燃气长输管道进行扫描，能够获取管道的三维数据，精确测量管道的形态和尺寸。通过3D成像技术，可以将长输管道的几

何形态转化为数字模型，对管道进行细致的分析，判断其是否存在变形、裂缝或其他结构性问题。激光扫描技术适用于大范围的燃气长输管道监测，尤其能快速获取全方位、全局性的三维数据。

3 基于智能检测技术的燃气长输管道隐患排查方法

3.1 通过智能传感器实时监测管道内部状况

在燃气长输管道智能检测技术中，智能传感器是其关键环节。通过对管道内部和外部的各种物理参数的实时监控，以及持续的信息反馈，使工程人员可以及时掌握管道的运行状况。

在燃气长输管道中，普遍使用的是压力传感器，它可以对管道中的气体或液体压力进行实时监测。通过检测系统中的压力变化，使操作人员可以提前检测出系统中可能存在的过压或低压问题。比如当燃气长输管道遇到外界扰动或发生泄漏等情况时，其内部的气压会发生突然的改变，而传感器可以快速地检测并发出警报，这样就可以防止高压或低压引起的管道破裂或漏气。

在燃气长输管道中，采用了一种新型的温度传感器来监控其内部和外部的温度。在燃气长输管道中，由于温差的存在，会对管道材料的膨胀收缩和强度产生一定的影响，进而对管道的总体安全性产生不利的作用。比如，当管道的温度变化很大时，就会引起金属的疲劳和裂纹的产生。利用温度传感器对燃气长输管道进行在线检测，可以及时地检测出管道内部的温度异常，从而有效地防止高温和低温给管道带来的危害。可以 24 小时不间断地监测温度变化，并按照设置的安全阈值，将出现的异常状况反馈给用户。

腐蚀传感器可以对燃气长输管道进行内外腐蚀检测。燃气长输管道，特别是地下管道，由于土壤湿度、化学物质和电化学反应，极易产生腐蚀。腐蚀传感器是一种能够实时监测管道腐蚀速度和深度的技术，能够早期检测管道的腐蚀状态，为管道腐蚀的发展提供早期预警。在管道的腐蚀对管道结构造成重大破坏之前，管道管理者就能及时进行维修或更换。

3.2 利用大数据与云计算分析检测数据

燃气长输管道在运行过程中，传感器持续采集的各类数据形成了庞大的数据集。大数据分析技术能够高效处理来自不同监测点、不同传感器的实时数据，确保数据的全面性和准确性。通过对历史数据和实时数据的对比，系统可以识别燃气长输管道运行状态中

的潜在异常，并揭示出腐蚀、裂纹、变形等隐患的早期迹象。

将收集到的数据传输至云计算平台进行存储和处理，能够实现数据的集中管理、实时访问和高效分析。云计算平台提供强大的计算能力，能够在数据量极大的情况下，仍然保证数据处理的快速性和准确性。通过云平台的高度集成，多个监测点的数据可以实时汇总到一个中央控制平台，使得燃气长输管道的管理者能够通过单一界面实时监控管道状态。云计算还可以为数据分析提供灵活的计算资源，不仅能处理当前数据，还能进行深度的历史数据对比分析。通过这种分析，系统能够识别出燃气长输管道长期运行中的潜在问题，并预测其可能的发展趋势，为管道的维护和管理提供准确的决策依据。

预测性维护是大数据与云计算技术的一大亮点。通过大数据分析，系统能够根据燃气长输管道的实时运行状态、历史数据趋势和外部环境因素，预测哪些管道部位在未来发生故障。利用这些预测信息，管理人员可以提前安排维修或加固工作，避免了传统维修模式中“等故障发生后再修复”的被动状态，从而降低了维修成本，提高了管道的运行安全性和可靠性。

3.3 自动预警系统

自动预警系统是智能检测技术中不可或缺的组成部分，主要通过分析监控网络收集到的实时数据，自动识别燃气长输管道的异常状态，并在出现隐患时，及时触发预警信号，减少人为疏漏，确保管道安全。自动预警系统基于监控网络实时传输的数据，利用大数据分析、模式识别等技术，自动分析和识别燃气长输管道是否存在异常。例如，当系统发现管道出现压力异常、温度波动、腐蚀进展加剧等情况时，便会触发预警机制。预警系统能够根据设定的安全阈值对实时数据进行对比和分析，一旦检测到异常，立即判断其风险等级，并启动相应的预警程序。管理人员接收到预警信息后，可以通过远程监控平台对管道状况进行检查，确认是否需要进行现场检查或采取其他应急处理措施。这种高效的响应机制能够大大缩短应急响应时间，提高事故处理的时效性。

4 燃气长输管道隐患治理对策

4.1 智能检测数据驱动的隐患定位与优先级划分

智能检测技术通过实时监测传感器的数据采集、传输和分析，能够精确定位燃气长输管道中存在的隐患。通过大数据分析，系统可以根据数据的异常程度、

隐患的风险等级和管道运行的重要性,对隐患进行优先级划分。隐患优先级划分帮助管理人员合理安排检修和维护工作,确保关键区域和高风险隐患能够得到优先解决。

通过对管道压力、温度和腐蚀数据的测量,实现了对管道故障点的准确定位。比如,当某个地区出现了一些不正常的情况时,该设备就会被自动标记出来,并将其上传到管理平台上,让相关的工作人员及时做出判断。通过对目前运行情况的综合分析,可以对危险程度进行评估。通过这个智能的优先权,管理者可以对维修工作进行更精确的计划,从而防止了资源的浪费。

4.2 针对不同隐患类型的治理措施

4.2.1 腐蚀与裂纹的修复技术

腐蚀修复通过使用腐蚀抑制剂来减缓腐蚀进程,在管道表面涂覆防腐涂层,形成保护屏障。对严重腐蚀的区域进行局部管道更换,确保管道的强度与安全性。或者,在腐蚀高风险区域安装防腐保护装置,如牺牲阳极或电化学保护系统。

通过超声波、X射线或声波等检测技术,智能系统能够精准地检测到燃气长输管道内外的裂纹及微裂纹,尤其是在管道的焊接接头部位或长期使用的区域。通过智能传感器收集的数据,能够追踪裂纹的扩展情况。局部焊接修复通过对裂纹区域进行精确焊接,可以恢复管道的结构完整性。包裹加固通过采用加固带、碳纤维带等材料对裂纹区域进行包裹,加强管道的承载能力。特种材料修复通过使用高强度合金或复合材料进行裂纹封堵,防止裂纹继续扩展。

4.2.2 管道加固与改造技术

外部套管加固是对受损或老化的燃气长输管道进行套管加固,提高其强度和耐久性。钢带加固通过包裹钢带或其他加强材料,增加燃气长输管道的抗压能力。通过加厚管道壁来提升燃气长输管道承受外部压力的能力,延长管道的使用寿命。

针对燃气长输管道中使用时间较长、安全风险较大的情况,采用智能化监测方法可以有效地对管道进行全面的故障诊断,并为其优化设计提供科学依据。通过对管道的在线监控及相关数据的统计分析,能够判断出管道需要更换、扩容或改建的管道。管道替换是指在长距离输送的、已经损坏或不能维修的燃气长输管道上进行整体更换。燃气长输管道扩容就是指在长距离输送管线上,通过扩容管道来满足更大的输送要求。

4.2.3 防止外部干扰的安全保障技术

燃气长输管道经常受到地震、滑坡和施工损伤等外界因素的干扰,利用地震、土壤运动等监测外界条件,实现对外界条件的实时监测。为避免外界的工程和人为的干扰,在燃气长输管道上建立了保护隔离区。在燃气长输管道上增设防震装置,提高其抗震性能,防止由于地震引起的管道破裂和泄漏。管道应做好防滑工作,尤其是在滑坡或不稳固的地段,应采取防滑装置或加固措施,以保证管道不受土壤运动所破坏。

4.3 智能化设备的维护与管理

随着智能化设备在燃气长输管道中的广泛应用,设备的维护与管理也变得更加重要。智能检测技术和设备可以帮助实现设备的状态监控、故障诊断和远程维护,提升管道燃气长输设备的运行效率和可靠性。智能传感器能够监测到设备的运行状况,如温度过高、振动异常等,这些信号能够作为设备故障的预警依据。系统通过自我诊断,能够在设备出现异常时提醒提醒管理人员进行检修,防止设备故障引发更大的事故。智能设备的远程监控能力使得管理人员可以通过云平台随时查看设备运行状态,进行数据分析和远程调试。智能化的设备管理系统能够自动记录设备的维护历史,为后续维修和管理提供依据。

5 结论

综上所述,在燃气长输管道隐患排查中,智能检测技术能够通过实时传感器监测、数据采集与分析,提供全方位、无死角的管道状态监控,显著提高了隐患识别的准确性和时效性。通过大数据分析 with 云计算的支持,系统能够精确定位隐患、识别异常模式,并为管道管理者提供科学的决策支持。此外,智能检测技术还具备预测性维护能力,能够提前预警管道潜在问题,减少突发事件的发生,并有效降低维护成本。

参考文献:

- [1] 韦永金,吴文林.长输管道与公用管道改造修理相关问题研究[J].上海煤气,2022(01):32-34.
- [2] 豆连旺.天然气长输管道与城镇燃气管道安全管理对比[J].煤气与热力,2021,41(06):38-40+46.
- [3] 范文琪.基于AHP的天然气管道隐患评估体系及治理研究[D].兰州:兰州理工大学,2021.
- [4] 刘玉杰,王楷,马雨廷.长输天然气燃气管道泄漏的主要原因及防范措施[J].化工管理,2020(25):107-108.
- [5] 宋晓琴,杜鸿.天然气长输管道阴极保护防腐的技术应用分析[J].化工管理,2019(27):115-116.