

关于石油储运管道的智能监测与维护技术分析

韩二龙（中国石化海南炼化化工有限公司，海南 洋浦 578101）

摘要：在石油行业现代化发展的背景下，石油储运管道的智能监测与维护技术得到广泛的重视。基于此，本文围绕石油储运管道的智能监测与维护技术进行深入分析，首先简述石油储运管道智能监测与维护技术的重要性，再探讨石油储运管道的智能监测，包括架设系统、安装相关设备等，最后讨论石油储运管道维护技术，涵盖阴极保护技术、内腐蚀防护技术、复杂干扰防护技术等。

关键词：石油；储运管道；智能监测；维护技术

0 引言

石油的高效运输与社会经济、相关行业发展有着深远的影响。石油储运管道作为运输的关键设施，其面临泄露、腐蚀等挑战。对此，为提高监测与维护效果，应当大力发展智能监测，并积极学习先进维护技术，以实现实时监控和快速响应。

1 石油储运管道智能监测与维护技术的重要性

石油作为重要能源和化工原料，其储运过程直接关系到整个产业链的稳定运行，对此，需要积极应用石油储运管道智能监测与维护技术，推动石油相关行业的可持续发展。首先，石油储运管道智能监测与维护技术的应用，有助于提高石油储运管道的高效性。通过实时监测和数据分析，可以保障管道系统能够连续、稳定运行，避免出现故障，减少停机时间，从而提高石油输送效率，降低因延误而造成的经济损失。其次，智能监测与维护技术能够及时发现管道泄漏、腐蚀或其他潜在的安全隐患，从而采取预防措施或及时修复，避免事故的发生，进而有利于提升石油储运管道的安全性，保证相关人员的安全性，实现环境保护的目标。最后，石油储运管道智能监测与维护技术有益于推动石油储运现代化进程。随着科技的进步，引入智能化技术不仅能够提高石油储运的准确性和效率，而且还可以降低人力成本，促进相关行业的技术创新和升级。

2 石油储运管道的智能监测

2.1 架设系统

石油储运管道智能监测系统能够实时监控和分析石油管道，据此，应架设“监测—采集—传输—终端”的综合性系统，有效提高石油管道的安全性和稳定性，降低运营风险。①监测环节作为智能监测的基础，可以通过在石油管道上安装传感器和监测设备，收集有关管道运行状态的各种数据，如温度、压力、流量等，

为后续分析提供支持；②采集环节主要是将监测环节收集到的数据进行汇总和整理，为传输和分析打好基础；③传输环节是将采集到的数据传输到数据中心或者云平台等终端，以保证数据的完整性和实时性；④终端是使用专业化软件工具对数据进行处理和展示，来理解和分析数据，找出问题和隐患，提供维护或预防建议^[1]。

2.2 安装相关设备

在石油储运管道的智能监测系统中，安装相关设备可以实现全面化的管道监测和管理。首先，数据采集器负责收集各监测点数据，包括管道压力、温度、流量等参数，实现对管道运行状态的实时监控。其次，监测传感器顾名思义是随时监测石油储运管道情况的装置。其中，分布式微振动光纤传感器具有高灵敏度、高精度和长距离监测的特点，在实际应用中较为常见，通过沿着管道布置光纤，利用光纤中的微振动信号来感知管道周围振动情况。具体来说，当管道发生泄漏时，会引起管道细微振动，这些振动信号会被光纤传感器捕捉到，并通过数据采集器进行处理和分析。再次，远程传输装置是将监测数据传输到监测终端进行处理和分析的关键。其中，中继放大装置可以通过中继站将信号进行放大和传输，保证信号稳定性和可靠性，从而提高监测效率和准确性。最后，监测终端是智能监测系统的输出设备，通常是计算机、手机或其他移动设备，用于接收和显示监测数据。监测终端能够将监测数据以图表、曲线等可视化形式展示出来，使相关人员直观了解管道运行状态和异常情况。同时，监测终端可以提供预警功能，当监测到异常情况时，及时发出警报，提醒相关人员进行处理。

2.3 管网泄露监测模块

在石油储运管道智能监测系统中，需要基于管网泄露监测模块，开发构建管网泄露远程监控系统，以

实时检测和定位可能的泄漏点，快速响应并采取必要维修措施。①在管道关键位置安装传感器，监测管道压力、温度、流量等参数，实时监控管道运行状态；②建立稳定、高速的数据传输网络。借助光纤通信技术，合理铺设光纤线路；采用5G等无线通信技术，建设基站、部署无线网络设备，拓展数据传输网络覆盖范围；结合云计算、大数据分析技术，智能调度网络流量，提高数据传输网络的智能效果；③算法管理。对数据进行清洗、整合、分析与处理，识别泄漏迹象，通过自动调整监测精度与频率，评估泄露严重程度，同时可以融合GPS等技术来确定泄漏位置；④泄漏检测与定位程序。通过计算出异常数据，如压力骤降、流量突减等，会触发预设的警报。系统会定位泄漏具体位置，为维修提供参考；⑤持续监控与优化，以提高监测的准确性和效率。在管网泄露监测模块中，还需要设计泄露预警系统，通过利用大数据分析、仿真模拟等技术，预测未来泄露发生点与原因，及时进行相关处理，以保障石油储运管道正常运行。在该过程中，为保证泄露预警系统长期有效性，需要定期进行维护和升级，比如软件更新、硬件检查等。

2.4 管道腐蚀在线监测

在石油储运管道智能监测中，为实现管道腐蚀的在线监测，可以运用波导探头进行测量，将相关数据通过互联网传输到专门数据库当中，进行评估。波导探头是一种高精度、高灵敏传感器，能够准确测量管道表面腐蚀程度。通过将波导探头安装在管道表面，实时监测管道反射信号，可以确定管道内部缺陷位置和大小等信息，从而为判断腐蚀情况提供依据。同时，将探头与专业设备进行连接，把测量到的数据传输到专门软件中进行存储和分析，可以快速、清晰地呈现石油储运管道的情况，提供更为准确的信息，促使相关人员开展更为可靠的修复工作。总之，打造管道腐蚀在线监测系统，运用波导探头进行腐蚀监测，可以实现对管道腐蚀情况的实时监控和评估，不仅提高石油储运安全性，而且能够降低维护成本和风险，为石油储运管道优化提供依据^[2]。

3 石油储运管道的维护技术

3.1 阴极保护技术

在石油储运管道维护过程中，阴极保护技术较为普遍，其核心原理是利用正负极化学反应来实现对石油储运管道的有效维护。具体来说，通过在石油储运管道表面施加负电位，使得管道成为电池阴极，从而

阻止或减缓金属腐蚀发生，延长石油储运管道使用寿命，减少因腐蚀导致管道泄漏事故。在实际操作中，需要根据管道材质、环境条件以及腐蚀程度等因素，合理设置阴极保护系统参数，从而发挥最佳防腐效果。同时，定期进行检测和维护工作，确保阴极保护系统正常运行，切实保障石油储运管道的安全和稳定。

3.2 使用内腐蚀防护技术

在石油储运管道长时间运行的过程中，由于化学腐蚀、微生物腐蚀等因素，管道腐蚀程度会逐渐增大。不仅会影响管道的正常运行，而且可能导致严重安全事故。因此，需要采取有效的内腐蚀防护措施。首先，需要选择适合防腐材料，如涂层、特殊合金材料等，为管道提供物理屏障，阻止腐蚀介质与管道直接接触，从而防止化学物质和微生物对管道造成损害，延长管道使用寿命。其次，加强检查与维护。安排专门小组定期使用设备或工具，对管道进行检查，确保防腐层没有损坏或脱落。一旦发现损坏，应立即进行修复。再次，控制石油成分。若想减少酸性物质含量，减缓腐蚀速度，可以在输送过程中添加防腐剂来抑制或延缓腐蚀过程，与腐蚀性物质发生化学反应，从而降低腐蚀性物质对管道的侵蚀。石油中通常含有多种化学成分，为有效调整石油成分，需要优化石油加工过程，以去除或减少具有腐蚀性成分。同时，定期清洗管道去除附着在管壁上的腐蚀性物质，保持管道清洁和畅通，从而延长管道使用寿命，保障石油储运的安全。最后，控制环境条件，如pH值、温度等，控制微生物生长，减少腐蚀。例如，调节管道内pH值，将其控制在对微生物生长不利的范围内；控制温度在一定范围内，抑制微生物生长；使用化学添加剂与微生物发生反应，阻止微生物繁殖和扩散^[3]。

3.3 运用复杂干扰防护技术

石油储运管网可能与高压线路、城市地铁等并行或交叉敷设，这就会对其造成杂散电流干扰，从而影响其正常运行和安全性，对此需要积极应用复杂干扰防护技术。首先，借助智能监测系统对石油储运管网进行全面监测和评估，监测管网中电流变化情况，以及时发现异常。同时，对管网周围环境进行评估，确定干扰因素，如高压线路、城市地铁等。其次，根据监测和评估的结果，制定相应防护方案。例如，采用屏蔽材料减少外部干扰对石油储运管网的影响；使用接地系统等技术降低干扰风险。再次，按照设计防护方案，进行施工和安装。①在管网周围设置屏蔽层阻

挡外部电磁干扰,减少杂散电流对管网的影响,具体设置方法需要根据现场情况来确定,例如选择金属屏蔽层或者特殊屏蔽材料来构建屏蔽层;②建立良好的接地系统,将管网中的杂散电流引入地下,减少对管网的干扰。通过对接地系统进行设计和规划,确定接地系统位置、数量和类型,根据现实情况合理选择单点接地、多点接地或混合接地系统。接下来,从土壤电阻率、地质条件和周围环境等因素来对地点进行合理选择,尽可能选择土壤电阻率低、地质稳定且远离干扰源的地方,以确保接地系统的有效性和可靠性。随后,在安装过程中,注意接地体材料选择和连接方式。接地体一般采用金属材料,如铜、铁等,确保良好导电性能;接地体连接方式可以使用焊接、螺栓连接等方式,确保接地系统稳定性和耐久性。需要注意的是,在施工过程中需要严格遵守相关规范和标准,确保防护措施的有效性和可靠性。最后,完成施工后,进行检验工作。具体来说,使用设备来模拟干扰情况,测试防护措施有效性和稳定性。如果存在问题,对防护措施进行必要的调整和优化,确保防护措施能够有效应对复杂干扰情况。

3.4 建立应急预案

在石油储运管道维护工作当中,为切实提高维护效果,需要建立应急预案,来快速应对可能发生的紧急情况。首先,建立快速抢险堵漏预案,在管道发生泄漏时,迅速采取措施进行抢修和堵漏。通过预先规划和准备,在紧急情况下迅速响应,从而减少损失,尽快恢复管道正常运作。其次,设立溢油回收预案,预先规划和准备管道溢油事件的处理措施。通过详细评估可能溢油场景风险,确定可能溢油地点、溢油量大小以及潜在环境影响,制定全面预案。接下来,明确各部门责任,包括应急响应团队、环境保护部门、公共关系部门等,并提供相关培训,促使相关部门能够在紧急情况下迅速、准确地开展行动。针对溢油回收准备必要设备和材料,如吸油剂、围油栏、应急泵等,并定期检查设备状态,以便在发生溢油事件时能够立即投入使用。

同时,定期进行演练和培训,确保所有人员熟悉预案内容和操作流程,从而在发生溢油事件时,第一时间按照预定程序进行操作。最后,设计环境恢复预案。在管道事故导致环境污染或破坏时,迅速采取有效措施进行环境恢复和修复,最大限度减少对环境的影响,尽快恢复正常生态平衡。例如,在石油泄漏到周围土壤或水体中时,专业团队迅速前往事发现场,

评估污染程度和影响范围,采取措施控制石油的扩散,包括使用吸附剂、固化剂等方法,并使用专业清洁设备和技术清除已泄漏的石油。在石油被清除后,开展植物修复、微生物修复等手段,促进土壤和水体自净,并加强监测与评估,及时采取措施加速恢复过程,确保环境恢复到相关规定要求的标准。

3.5 加强人员培训

在石油储运管道维护工作中,人员技术水平和专业知识关乎维护技术的应用效果。因此,必须加强人员培训,提高其专业水平。首先,加大人员石油储运管道维护技术的培训力度。通过对现有员工进行定期技术培训,使其掌握维护技术和方法。在该过程中,可以采取线上、线下、线上与线下结合等方法,满足不同人员学习需求和习惯,提高培训效果。线上培训利用网络平台、在线课程,提供灵活学习时间和地点,使人员根据自己工作安排和学习进度,随时随地进行学习和复习。线下培训可组织实操演练等形式,让人员亲身参与和实践,更为深入地理解理论知识,提高实际操作水平。线上线下相结合培训下,人员在线上学习理论知识,在线下进行实践操作和讨论交流,发挥两者培训优势,提高培训效率,增强培训针对性。对新入职员工进行全面的技术培训,使其能够快速适应工作环境,提高工作效率,同时设计帮扶机制,安排老员工带领新员工进行工作。其次,在引入新设备或技术时,及时更新人员培训内容,促使人员掌握新设备和技术的操作方法和工作流程,保障维护工作效率,避免安全事故发生。

4 结论

综上所述,石油储运管道智能监测与维护技术是提升管道系统安全性和经济性的关键。通过智能监测技术可以对管道进行实时监控和早期预警,根据石油储运管道实际情况选择维护技术,如阴极保护技术、内腐蚀防护技术、复杂干扰防护技术等,将有助于打造更为高效、安全的石油储运系统,切实提升管道的安全性与效益性,从而为石油储运工作打好坚实基础,提供强劲的发展引擎,推动行业可持续发展。

参考文献:

- [1] 冯博.微波无损检测技术在石油储运管道检测中的应用[J].电视技术,2023,47(05):207-211.
- [2] 于开今.石油天然气管道储运的安全管理分析[J].中国石油和化工标准与质量,2022,42(13):86-88.
- [3] 别墅.石油天然气管道储运的安全管理研究[J].中国石油和化工标准与质量,2022,42(07):50-51.