

浅析油气管道完整性管理技术研究与应用

张瑞兴 白强强（陕西延长石油（集团）管道运输第一分公司，陕西 靖边 718500）

摘要：该研究通过对国内外油气管道完整性管理的深入研究，针对性的提出了油气管道的完整性管理模型和相应的技术方案。通过与相关企业的合作应用，证实提出的技术方案和管理模式在实际中的有效性。深入研究和应用油气管道完整性管理技术，不仅对维护我国的能源安全，提高能源利用率具有重要意义，同时也可能为我国的能源管理模型提供新的可能。

关键词：油气管道；完整性管理；安全性；技术方案；能源效率

1 油气管道的现状和问题

1.1 我国能源发展需求与油气管道重要性

随着我国经济的快速发展，能源需求也随之不断增长，油气作为主要的能源资源，承担着推动工业生产、交通运输及居民生活改善的重要角色^[1]。在这种背景下，油气管道作为能源输送的关键基础设施，其地位显得尤为重要。海量的油气资源需要通过长距离、高效益的运输方式送达各个消费终端，油气管道正是最经济、最安全和最可靠的选择。

油气管道在能源供应链中扮演着枢纽作用，不仅能够降低运输成本，还能减少运输过程中的能源损耗，进而提升整体能源利用效率。由于管道可以长时间稳定运行且不易受恶劣天气等外部因素影响，这种方式在确保能源供应安全、稳定方面也具有显著优势。油气管道的建设和运行亦推动了地方经济的发展，通过创造就业机会、税收贡献以及促进相关产业链的建立，为地区发展提供了动力源泉。

在全球能源大变革的趋势下，我国也在努力优化能源结构，通过增加天然气的消费比例来减少碳排放，实现绿色发展目标^[2]。完善油气管道网络，不仅满足了当下增加的能源需求，还为长远的能源转型提供了基础保障。油气管道的重要性由此不言而喻，其不仅关乎国家能源安全，更影响着可持续发展的未来。

1.2 油气管道当前管理的问题与挑战

油气管道极度关键，承载着能源的有序流动。然而，它的管理问题尤其凸显，现状尚存的管理方式主要靠按时巡检和维护，但这一做法的局限明显，对管道的实时状态，它无法做出全方位的监控，深藏的安全问题堪忧，由于技术装备的老旧与检测手段的落后，无疑加重了对油气管道的实时监测和保养的困难，更何况，油气管道存在穿越复杂地形和各种气候条件的现实，加剧了管理的难度和风险，饱受自然灾害和地

质更迭的威胁，紧急响应的系统也尚未健全完善，因此，当事故发生时，有效的处理手段常常捉襟见肘。信息化程度的不足和数据共享的受限使得跨区域、跨部门的协作管理困难重重。管道管理人员的专业水平参差不齐，培训不足，也影响了管理的有效性和安全性。这些问题和挑战迫切需要通过现代化技术手段加以解决，以确保油气管道的安全和高效运行。整体而言，提升管道管理水平已成为保障能源安全和优化资源配置的当务之急。

1.3 安全性问题的凸显及其影响

油气管道的安全性问题已成为制约其运行的重要因素。随着管道运输的巨大化以及运行环境的复杂化，管道所面临的安全威胁也在逐渐增长。无论是自然灾害、地质动态，还是人为破坏，都有可能对管道结构造成破损或漏洞。此外，管道本身逐渐衰老，以及腐蚀和材料的疲劳^[3]，都会大大损害其结构的完整性。这些问题的存在，不仅加大了事故发生的风险，还很可能引发严重的环境问题和经济损失。对于油气管道的安全问题的忽视，还将会直接影响能源的输送效率，进一步对国家的能源安全制造隐患。识别和应对这些安全问题，已经变成了迫切需要解决的关键性问题。如果忽略了安全性的管理，就会直接损害管道系统的可靠性，这样就会迫使运营企业需要承受更大的风险，付出更高的成本，而这也为管道完整性的管理技术的研究和应用，提供了强烈的需求动机。

2 完整性管理技术的研究与创新

2.1 国内外油气管道完整性管理技术的概述

在全球，油气管道的安全以及高效运行，对完整性管理技术依赖性难以被忽视。这套技术，起初在北美地区诞生后，几代人的迭代下，已塑造成一套系统完善，标准明确的管理框架。其内涵，涵盖了监测、评价和控制等多重要素，是保障管道系统平稳运行，

且避免内外损伤的重要条件。通过运用 MFL (漏磁检测)、UT (超声波检测) 等无损检测的工具, 察觉并识别管道内潜伏的风险。如此这般的手段与应用, 已在美国及加拿大的油气管道领域取得广泛的使用, 其价值被公认是基础且有效地保障管道运行稳固的手段。

在国内, 随着国家对油气管道安全性的要求日益增加, 完整性管理技术也得到了快速发展。

在国内的科研机关和商业企业, 有幸引进海外的尖端科技, 用本地的现实环境糅合了创新。该国的政府部门出现一堆新政策和规则, 使完整性管理这领域研究步步高升。增设完整性管理的信息平台, 让数据集中管理和时时刻刻监控, 用以提升安全度和效率。国内还在不断研制复杂地形和环境条件下适用的技术, 因应各种无常的挑战。国内外油气管线管理的完整性技术, 走的是各有各的门路, 在发展进程中铸造了特色各异的技术体系。在全球尺度上, 技术沟通与合作助推了创新和进步, 义无反顾地为管道油气的安全高效运输奠定了坚实基础。

2.2 完整性管理技术的影响安全性的提升与事故概率的降低

油气管道安全性质的提升, 完整性管理技术起着关键的推动作用。这种技术关键要素在于, 对管道状态进行细致全面的评级并时刻留意, 一旦发现风险倾向, 就能迅速予以纠正, 保证事故发生的可能性降到最低限度。技术持续引进创新, 比如智能检测装置和传感器技术, 都可对管道的压力、温度和腐蚀程度进行预警, 这就保障了潜在问题可以在雏形阶段就被发觉、并及时解决。在安全方面, 技术的不断使用和应用增强了管道的运行稳定性, 而在对潜在安全风险的解决消除上, 也有了科学的技术和数据参考, 提供了必备的支持和保障^[4]。

数据分析和风险评估模型的引入, 使得完整性管理具备了更高的精准性。通过对管道历史数据和运行条件的深入分析, 评估出可能的故障位置和类型, 从而针对性地制定维护和检修计划。此举不仅降低了事故的突发性, 还减少了非计划停工的次数, 保证了油气的稳定输送。

完整性管理技术通过制度化的管理流程和标准, 促进了人员的专业化培训和技术的持续改进, 实现了从被动反应到主动预防的转变。高效的风险管控策略结合定期的技术审查, 确保了管道在全生命周期内的

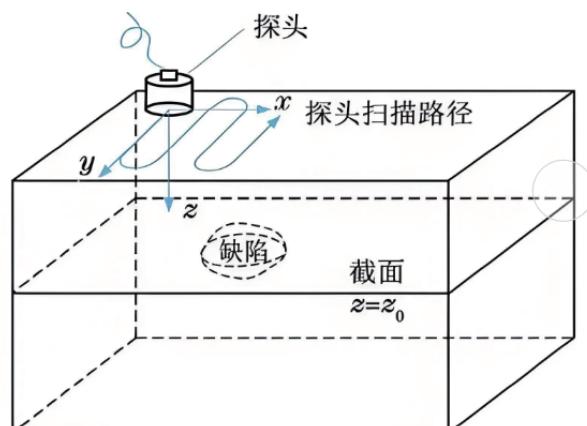
最佳运行状态。在这一过程中, 行业内的协作和信息共享也发挥了重要作用, 推动了技术的进一步创新和完善^[5]。

整体而言, 油气管道完整性管理技术不仅提升了安全性, 还对相关事故的预防起到了积极的推动作用。在不断的技术创新和实践应用中, 完整性管理技术已经成为油气行业中不可或缺的重要组成部分, 提高系统安全性的也为能源的高效利用和管理提供了坚实基础。

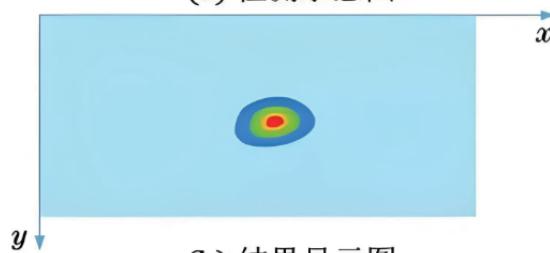
3 完整性管理技术在油气管道中的应用与展望

3.1 完整性管理技术提高管道运行效率与能源利用效率

完整性管理这一技术在油气管道中的运用, 对提高管线的工作效率, 乃至能源的有效运用, 它的影响非常大。实时的监视管线的变化, 并进行数据的分析, 该系统就可以早一步找出可能的隐患和损坏, 这样就可以采取一些打预防针的措施, 减少没计划的停机时间, 确保管线的正常工作。这样保持管道的健康的管理方式, 减少了在维修和检查时候设备停下来的时间, 继而延长设备的使用年限, 而整个输送系统的效率也会随之提升。



(a) 检测示意图



(b) 结果显示图

图 1 油气管道中的磁通泄露侦测

完整性管理技术采用了一些最新的侦查方法, 例如超声波侦测和磁通泄露侦测等, 可以全面地对管线的状况进行评估, 这样, 我们对各种损坏的识别能力也会提升。这不仅确保了管道在高效运行状态下的安

全性，还极大限度地减少了能源输送过程中的损失，提升了能源的利用率。完整性管理技术的应用减少了事故发生的可能性，降低了事故发生后的经济损失和环境影响，有助于资源的可持续利用（如图1）。

完整性管理技术在油气管道中的应用不仅优化了管道的运行机制，保障了能源的供应链安全，也对促进我国能源结构的合理化和提高能源利用效率起到了积极作用。这一技术的发展和应用为我国的能源管理提供了新机遇，促进了技术进步与产业升级。

3.2 完整性管理技术在实际应用中的验证与反馈

完整性管理技术在油气管道领域得以实践，验证其价值。经多家相关企业实际运行和实战数据及案例解读，其成效明显。此技术具备一定结果，能针对管道的隐性风险进行有效轨迹，增加运行的保险与稳妥。借助尖端的侦查手段和精准的数据解读，管道出现的渗漏、锈蚀等情况及时被揭示与处理，有效地减少了安全事故的可能性。企业回馈称，一经完整性管理技术的加持，管道的保养成本明显减少，能源输送效果大幅提高，使得企业竞争力有所提升。通过长期的数据积累以及分析能力的提高，管理者有法可依，使其决策更合乎科学，整体管理水平得以提高。这些应用验证结果不仅证明了完整性管理技术的有效性，也为进一步推广应用奠定了坚实基础。它为油气管道行业的安全管理提供了重要的技术支撑，同时推动了行业技术标准的提升和完善，为实现我国能源行业的安全、高效运行提供了新的解决方案。完整性管理技术的成功应用，预示着油气管道管理在未来将迎来更加智能化的发展方向。

3.3 完整性管理技术对我国能源管理模式的启示与未来发展趋势

完整性管理技术的应用为我国能源管理模式提供了新的视角和思路。通过提高油气管道的运行和能源利用效率，此技术为提升整体能源系统的可靠性和安全性提供了有力支持。在动态变化的全球能源环境中，完整性管理技术的广泛应用有望推动我国能源结构的优化调整。基于实时监测和预测分析的管理策略，不仅能够减少事故发生，保证能源输送安全，还为建设更加智能化的能源管理体系奠定基础。未来，随着物联网、大数据和人工智能技术的深入融合，完整性管理技术将更加精细化、智能化，与现代能源管理体系的结合将更加紧密。它有潜力在保障能源供应稳定性、安全性和方面发挥关键作用，促进能源管理从传统方

式向现代化、智能化方向转变，为我国的可持续发展注入更多动力。

4 结束语

通过本研究的深入分析与探讨，我们不仅成功构建了针对我国油气管道系统的完整性管理模型，更提出了科学的技术方案来有效提升油气管道的运行安全性和效率。本文的研究结果显示，通过改进运行环境、提升检测技术、强化设备状态监控，我们能大幅降低管道运行中的事故风险，这对保障国家能源安全、提升能源使用效率、优化能源结构配置均有重大贡献。尽管本文提出的管理模型和技术方案已在实际应用中得到验证，并反映了显著的效用，我们仍需注意到现实中的某些局限性。例如，技术解决方案的实际推广与应用过程中可能会遇到不同条件下的适应性问题，同时企业管理实践中的接受程度和配合情况也会影响最终效果。未来的研究可在此基础上进一步拓宽，注重从多学科的角度出发，探索自动化、数字化管道监控系统的可能性，尝试结合大数据分析、预测性维护等现代科技手段，以期达到更加智能化和精准化的油气管道完整性管理。不断提升技术方案的适应力和普遍性，力图为我国乃至全球油气管道的安全运营和高效管理提供坚实的理论依据和实践指导。

参考文献：

- [1] 王盼锋, 常明亮, 陈伟聪, 李明德. 浅析油气管道完整性管理技术研究与应用 [J]. 天然气技术与经济, 2022, 16(02):44-49.
- [2] 陈浩英. 油气管道完整性管理规范研究 [J]. 石油石化物资采购, 2020(24):104-104.
- [3] 姜乐. 李杭俞. 油气管道完整性管理效能评价技术研究 [J]. 中文科技期刊数据库 (引文版) 工程技术, 2019(02).
- [4] 许博文. 油气管道完整性管理探讨 [J]. 中文科技期刊数据库 (文摘版) 工程技术, 2020(05).
- [5] 白林. 油气管道运行安全与完整性管理 [J]. 中文科技期刊数据库 (文摘版) 工程技术, 2019(09).

作者简介：

张瑞兴 (1985-) , 男, 汉族, 陕西靖边人, 本科学历, 巡护联合党支部书记、线路巡护一队队长, 研究方向: 智慧化长输管道建设。

白强强 (1990-) , 男, 汉族, 陕西横山人, 本科学历, 助理工程师, 靖边原油库站长, 研究方向: 油气储运。