

输油站场工艺管道检测常见问题分析

邢 博（国家石油天然气管网集团有限公司山东分公司宁阳作业区，山东 泰安 271400）

吴美晶（国家石油天然气管网集团有限公司山东分公司济宁作业区，山东 济宁 272100）

摘要：本文通过对输油站场工艺管道检测常见问题的分析，结合有关标准、规范的解释，对检测技术的应用，缺陷评定，管道腐蚀检测等问题进行了阐述，并有针对性地提出了相应的对策，旨在提高输油站场内工艺管道的检测精度和可靠性，保证输油管系统安全有效运行。

关键词：输油站场；工艺管道检测；检测技术；对策

中图分类号：TE973.6 文献标识码：A 文章编号：1674-5167(2025)015-0165-04

Analysis of Common Problems in Process Pipeline Inspection of Oil Transportation Stations

Xing Bo (Ningyang Operation Area, Shandong Branch of National Petroleum and Natural Gas Pipeline Network Group Co., Ltd., Tai'an Shandong 271400, China)

Wu Meijin (Jining Operation Area, Shandong Branch of National Petroleum and Natural Gas Pipeline Network Group Co., Ltd., Jining Shandong 272100, China)

Abstract: This article analyzes common problems in the inspection of process pipelines in oil transmission stations, and explains the application of inspection technology, defect assessment, pipeline corrosion detection, and other issues through the interpretation of relevant standards and specifications. Targeted countermeasures are proposed to improve the inspection accuracy and reliability of process pipelines in oil transmission stations and ensure the safe and effective operation of the oil transmission pipeline system.

Keywords: oil transportation station; Process pipeline inspection; Testing technology; countermeasure

作为输油管网的重要组成部分，输油站场工艺管道的安全、稳定运行直接关系到整个石油工业的正常、高效运行和能源的可持续供应。工艺管道由于长期运行在复杂的环境下，容易受到腐蚀和磨损等因素的影响，一旦发生事故，将给企业带来巨大的经济损失。定期、准确地对管道进行检测，是发现管道安全隐患，防止管道事故的重要措施^[1]。但是，在检测工作的推进中，还存在一系列问题需要解决。本文对这些普遍存在的问题进行了深入分析，并给出了具体的解决方案。

1 输油站场工艺管道检测中普遍存在的问题的分析

1.1 关于检测方法的选择和应用中存在的问题

1.1.1 工艺失配

在实践中，经常出现技术不配套的情况。不同的管道由于其材质、铺设方式和输送介质的不同而对损伤工艺提出了不同的要求。当管道跨越江河时，由于管道周围的环境是潮湿的，经常受到水流的冲刷，传统的地表探测方法很难应用^[2]。仍然采用不适当的方法，不但不能有效地检测潜在的缺陷，而且会因为错误的判断而增加不必要的维修费用。

1.1.2 试验装置的精度不高

厚度测量的精确度取决于测厚仪的精确度，由于某些厚度计的精度受到限制，或经过长时间的使用，

其精度会降低，从而造成实际厚度与实际厚度之间的误差。在某些对厚度有严格要求的材料试验中，如果测量仪器的测量精度很低，就会使试验结果不准确，从而影响试验结果的准确性。此外，测厚仪在操作期间可以具有显著地起伏的测量值，所述起伏的测量值主要是由诸如装置中的低稳定性的电子部件、松散的机械结构或外部环境的扰动引起的。这种不稳定的测量结果，不仅给测定者获得精确的膜厚信息带来了困难，而且也给后续的处理带来了很大的困难，有时还会导致大量的重复测量工作，造成大量的人力、物力的浪费。在实际的试验中，测厚仪的各种故障都会对试验结果造成一定的影响，所以在试验中必须对厚度计的故障给予足够的关注，并采取适当的处理方法，才能使试验顺利进行，获得正确的试验结果。

1.2 关于瑕疵评价的问题

1.2.1 评价标准不一

目前，输油站场工艺管道缺陷评价标准较多，评价指标、评价方法各不相同，给实际应用造成了一定的困难。关于焊接缺陷的评价，一些标准将重点放在缺陷大小对管的强度的影响上，并使用具体的大小阈值来判定缺陷的合格与否；然而，其他准则更加侧重于缺陷的特性，裂缝的方向和深度。这种不统一的标

准会导致不同的检测小组对相同的缺陷做出不同的结论，从而造成管道维修决策的难度，进而影响到输油站场的安全运行和管理^[3]。

1.2.2 综合评价不充分

管道的缺陷评价不仅要考虑单个缺陷的影响，而且要考虑多种缺陷之间的相互影响和管道结构的整体安全。在实际工程中，管道在运行过程中，相邻的多个小缺陷之间会产生交互作用，使管道产生比单一缺陷更严重的应力集中。但是现有的评估方法多是聚焦于单一的缺点，而忽视了它们之间的协同作用^[4]。此外，还没有将管道的操作参数和材料特性充分地结合起来考虑。管道在高温高压条件下工作时，其机械性能的变化会对缺陷的发展产生影响，如果不进行综合评价，则容易低估风险，不能从整体上保证管道的安全运行。

1.3 管道腐蚀监测常见的问题

1.3.1 锈蚀试验方法的局限性

对管道表面的腐蚀可以通过肉眼观察到，而对管道内部的腐蚀以及与土壤接触的隐蔽部分的腐蚀则很难观察到。超声测厚仪虽然可以实现对管壁厚度的测量，但是不能精确地获得腐蚀坑的形貌和深度分布，因此不能准确地评价腐蚀的严重程度。电位检测可以对腐蚀趋势进行判定，但不能对腐蚀的具体部位和程度进行判定。单一的检测方法很难对管道的腐蚀情况进行全面而准确的检测，这对管道的维修和保养提出了很大的挑战^[5]。

1.3.2 腐蚀工况复杂，难以进行精确评价

输油站场工艺管道的腐蚀环境十分复杂，且变化频繁，给监测带来很大的困难。土壤性质差别较大，滨海土壤具有较高的含盐量和较强的腐蚀性；输送介质的组成比较复杂，不仅含有H₂S、CO₂等腐蚀性气体，还含有水分和杂质，这些物质的不同组合会对输送管道产生不同的腐蚀效应。环境因素，如：温度和湿度，与土壤及介质的交互作用，也会使腐蚀加剧。

1.4 工作人员能力不足

1.4.1 缺乏必要的知识准备

部分工作人员缺乏对有关标准、规范的深入了解，面对各种类型的管道，不能根据标准、规范选用合适的方法、程序。比如：由于不了解相控阵超声波探伤技术的优势，无法将其高效率、高精度的特点应用于大型管道的焊缝探伤。

1.4.2 不熟练的操作技能

检测工作需要检测人员有熟练的操作技术，但是在实践中检测人员的操作不规范。比如：当执行放射线检查时，诸如：曝光时间、管电压之类的参数被不精确地设定，从而导致不良的底片图像质量，从而妨碍

缺陷识别。在使用先进检测设备时，因缺乏足够培训和实践，对设备功能和操作界面不熟悉，无法高效获取准确检测数据，降低了检测工作的质量和效率。

2 石油储运站场工艺管道检测中存在的问题及解决办法

2.1 试验方法的合理选用与运用

2.1.1 基于管道的特征的工艺选择

输油站场的工艺管道有其自身的特点，包括材质、技术要求、操作环境、传输媒介等等。碳钢和不锈钢等不同材料的管子，由于它们的内部微观组织的不同，所采用的探伤方法也有很大的差别。碳钢管道容易产生腐蚀、裂纹等缺陷，其中以对表面及近表面裂纹敏感的磁粉探伤为主；然而，由于不锈钢管的无磁性质，超声波或渗透试验可以更好地适用。考虑到运行环境的原因，埋地管道面临着土壤侵蚀、外部破坏的风险，因此需要适用于复杂地下环境的探测手段。架空管道应重点考虑风、雨、震动等因素的作用，并选择非破坏性测试方法，对重点部分进行周期性测试。同时，对输送易燃、易爆、腐蚀性较强的管道，在进行试验时，应保证试验方法的安全、可靠，以免造成安全隐患。总之，在对管道特点进行综合分析的基础上，选择合适的探伤方法，可以达到准确探伤的目的。

2.1.2 检查装置的周期性保养和升级

检测装置的性能对检测结果的精度和可靠性起着至关重要的作用，因此对检测装置进行定期的保养和及时的更新换代是保证检测工作质量的重要措施。在超声波检查装置中，在每次使用之前和之后都必须进行外部检测，并且探针必须定期地校正和清洗，以保证精确地发送和接收超声波信号。对精密测试仪器仪表，应在良好的贮存、使用环境中妥善保管，并应定期检修其内部线路，更新其软件，使其达到规定的技术指标。常规的放射线检查装置具有高的放射线危害和低的检查效率，然而，新的数字放射线检查装置不仅提供减少的放射线剂量，而且提供迅速的图像形成和数字图像处理，从而显著地改进检查效率和识别缺陷的能力。为此，各输油站场要根据生产需要，结合科技进步，科学规划装备改造经费，及时投入先进的检测装备，为管道检测提供强有力的技术保障。

2.2 改善检测的标准化程度

2.2.1 统一评价指标体系

由有关部门牵头，召集业内专家，对已有的各种评价指标体系进行综合整理和集成。通过对各种评价指标和评价方法的比较，总结了国内外的研究现状，提出了一套科学合理、统一的评价指标体系。在制订中，应注意油品输送站段工艺管道的种类繁多、复

杂程度高，以保证其实用性和可操作性；统一的评定准则应当对缺陷分类、评价指标、评价程序等进行详细的说明。就管道焊接中的瑕疵而言，应当针对瑕疵的种类、瑕疵的大小、瑕疵在焊接中的部位等，建立具体的评价准则。同时，对评价方法、评价结果的处理也应统一，以保证各评价单位、各评价人员评价结果的一致性和评价结果的可比性。同时，要加大对考核统一标准的宣传力度，加强对考核人员的培训。

2.2.2 综合评价

传统的管道缺陷评价方法只考虑单个缺陷，而不考虑多个缺陷间的交互作用，不考虑整个管道的安全性能。综合评价时，要全面地、全面地、全面地考虑各方面因素。首先，需要对多重缺陷的相互作用进行分析。例如：在管上有许多邻近的较小的缺陷的情况下，在管的操作期间，这些缺陷可彼此重叠，引起增加的局部应力集中，因此减少了管的载荷容量。其次，将评价与管道的操作参数相关联。管道的工作压力、工作温度和工作流量等参数都会对其机械特性造成一定的影响，从而对裂纹的形成和扩展造成一定的影响。例如：在高温和高压的环境中，管道材料的蠕变和疲劳性质将改变，并且在正常情况下在安全界限之内的裂纹可以被加快地扩展。因此，在对管道的安全评价中，应综合考虑各种工况，采用专门的机械分析手段，对管道的安全状况作动态评价。另外，管材的材料特性、生产工艺和以往的检测资料也是影响管材性能的重要因素。为了保证燃油站场的工艺管道在长时间的安全使用，必须对其进行综合评价。

2.3 对管道内的腐蚀检测进行了优化

2.3.1 多项测试技术的联合应用

由于各种检测手段的局限，很难全面准确地对管道进行检测。将各种测试手段结合起来使用，可以充分利用各种测试手段的优点，从而准确地测试出管道的腐蚀情况。外观检测是一种最基本的防腐检测手段，它能直观地看到钢管上出现的锈斑、剥落、隆起等防腐痕迹，从而对钢管的防腐部位和防腐情况进行初步判定。但是，外部检测不能发现内部和隐藏部分的锈蚀。超声测厚技术通过对管壁厚度的测量，来发现管内因腐蚀引起的管壁厚度减小；超声波相控阵技术能够从多个角度、多个方向对管道进行探测，从而能够更好地发现管道内的腐蚀问题。磁粉探伤是一种适合于检测铁磁材料管的表面及近表面锈蚀情况的方法，它能很好地探测出细小的锈蚀裂缝。但是，在非铁磁材料的管道中，穿透法能较好地探测到开口缺陷和表面裂纹。另外，利用电化学测试技术，线性极化电阻法和电化学阻抗谱技术，能够对管道的腐蚀速度

进行在线监测，为评价管道的腐蚀状况提供定量的依据。根据管道材料、结构和使用环境的不同，可采用不同的测试手段进行综合测试。例如：在埋入地下的情况下，首先，通过利用接地电位测定法来对管道的腐蚀趋势进行初步的判定，并识别出主要的检查区域，接着，通过利用超声波引导波法来进行远距离的管道的检查，并在怀疑的位置处，通过超声波厚度测定和磁性粒子的检查来进一步确认具体的缺陷位置、缺陷大小、缺陷性质。

2.3.2 对腐蚀环境进行了较为详细的分析

燃油站场内的工艺管道处于多种不同的腐蚀条件下，对其腐蚀条件的深入研究是对管道进行最优腐蚀监测的基础。首先，采用现场取样、室内化验的方法研究了该地区的土壤理化特性，并绘制了该地区的土壤腐蚀状况图。例如：低电阻率地区的管道更容易受到电化学侵蚀，因此在这一地区的管道应该增加检查的次数和强度。其次要重视输送介质对管道的腐蚀作用，选择合适的输送介质。分析传输媒介的组成，包含不同的腐蚀气体，如： S 、 CO_2 、湿度、杂质等的水平和分配。研究了不同组分对钢管的影响及其腐蚀机理。例如：在传输媒介包含 H_2S 和 CO_2 的情况下，所述 H_2S 和 CO_2 与水发生反应以产生酸环境，所述酸环境加快了管道的腐蚀。在此基础上，对各种输送介质在不同工作条件下对管道的腐蚀行为进行了仿真，并对其进行预测，从而为管道的监测和保护措施的实施奠定了基础。其次，通过对管道进行长期的天气观测，并将观测结果与管道的实际运行情况进行对比，对影响管道腐蚀的天气因素进行了分析。运用大数据分析、AI 等手段，实现了对管道腐蚀状况的实时监测与预报，从而可以根据实际情况，适时地制定出相应的检测方案，采取相应的预防措施，从而有效地降低了管道的腐蚀危险。

2.4 提升检测人员专业化

2.4.1 加大训练和研究力度

通过开展各种测试方法的理论训练，让测试人员既懂得如何使用仪器，又懂得仪器的原理和使用场合，以便在测试过程中，依据管道的特点，合理选用测试方法。对新型测试技术和测试仪器，要进行专门的训练，让测试员迅速了解它们的使用方式和关键。在导入了新的激光超声波检查技术的情况下，为了使检查人员对装置的操作接口、装置的参数设定和数据的分析等的方法熟悉，可以请装置的制造商的技术人员对检查人员进行训练，从而使检查人员对装置的操作接口、装置的参数设定和数据的分析等的方法熟悉。通过图书资料、网络课程、学术期刊等多种形式的教学，

促进了科研工作者的自学能力。同时，积极开展与国内外同行的交流与协作，定期举办行业讲座、技术交流会等，使广大检测从业人员开阔眼界，及时掌握国内外检测行业的最新动态及发展方向。

2.4.2 加强实务运作

建立专业的生产实习实训基地，在现场模拟生产过程中的各种工况和管道的检测情况。基地内设有各类管道、测试设备和仿真试件，使测试员能够在实际的工作环境下进行测试。可以提供具有不同材料、规格以及缺陷种类的管样品，以允许测试者实践诸如：超声测试、X射线测试和磁粉测试之类的测试，从而使其能够熟练地使用不同测试技术的操作过程和技能。制定具体的业务培训方案，明确培训目的、培训内容、培训考核的培训期间，有资深导师亲临现场，对测试员不正确的操作行为进行及时的纠正。在X射线检查的操作训练中，教员将在实际中引导检查者适当地设置曝光参数、放置胶片的位置和执行暗室过程，从而保证胶片的质量满足需要。

3 结束语

综上所述，输油站场工艺管道检测工作意义重大，

且任务十分艰巨。检测过程中问题的频繁出现，为检测工作的推进以及检测的准确性带来了巨大挑战，但通过合理选择检测技术、规范缺陷评估流程、改进腐蚀检测手段以及提升检测人员素质等一系列措施则能够有效解决问题，促进长期有效发展。未来也应当持续进行看相关技术升级的深入研究，不断带来更多的良性影响。

参考文献：

- [1] 温素丽, 刘翔, 李红波, 等. 输油站场工艺管道腐蚀失效行为分析研究 [J]. 油气田地面工程, 2020, 39(07):76-80.
- [2] 李东全, 韩鹏, 王锐. 浅谈输油站场完整性管理 [J]. 中国管理信息化, 2020, 23(05):152-153.
- [3] 蔡亮. 输油站场工艺管道流动死端内腐蚀与防护 [J]. 石油化工腐蚀与防护, 2019, 36(06):55-57.
- [4] 赵蕾, 李慧. 输油站场工艺管道检测常见问题分析 [J]. 化工管理, 2021, (16):177-178.
- [5] 杨滨宇. 输油站场完整性管理探讨 [J]. 化工管理, 2022(22):192.

