

# 油气集输管道检测技术分析

杨镇祎 (长庆油田分公司第二输油处, 甘肃 庆阳 745000)

王晓娟 (长庆油田分公司第二采油厂, 甘肃 庆阳 745000)

**摘要:** 油气集输管道是石油和天然气开采过程中的重要组成部分, 负责将油气从开采地输送到处理厂。为了确保管道的安全运行, 需要进行定期检测和维护。为解决油气集输管道存在的问题, 本文对油气集输管道检测技术的重要性进行分析, 提出了油气集输管道检测技术的分类分析和油气集输管道检测技术的选择与应用, 以期为相关人员提供帮助。

**关键词:** 油气集输; 管道检测; 技术分析

## 0 引言

在石油和天然气工业中, 油气集输管道起着至关重要的作用, 是石油和天然气开采过程中的重要组成部分。它们将来自油井或气井的石油和天然气收集、运输和分配到炼油厂或天然气加工厂。然而, 由于这些管道长期暴露于各种环境条件, 如高温、低温、压力、腐蚀和磨损, 因此需要进行定期检测和维护, 以确保其安全和可靠性。

### 1 油气集输管道检测技术的重要性

油气集输管道检测技术对于确保管道安全运行至关重要。通常见的油气集输管道检测技术包括超声波检测、射线检测、涡流检测、磁粉检测等。这些检测技术具有灵敏度高、速度快、操作简单等优点, 可以在不破坏管道的情况下, 对管道进行全面、准确的检测, 可以检测出管道表面和内部的缺陷和损伤。这些缺陷可能包括裂纹、凹陷、变形、腐蚀、结垢等, 如果不及时发现和处理, 可能会导致泄漏、破裂和安全事故。检测结果可以提供宝贵的信息, 以帮助确定管道的状态和剩余寿命。根据检测结果, 可以对管道进行适当的维修或更换, 以最大程度地减少潜在的危險。此外, 使用现代检测技术还可以提高检测的准确性和可靠性, 减少误报和漏报的情况, 从而降低维护成本和风险<sup>[1]</sup>。

## 2 油气集输管道检测技术的分类分析

### 2.1 常规检测技术

#### 2.1.1 目视检测

油气集输管道是石油和天然气开采过程中非常重要的一部分, 其目视检测分析对于确保管道安全运行和维护管道完整性具有重要意义。

首先要目视检查管道外观, 观察是否有明显的损伤、变形、腐蚀、结垢、结瘤等异常情况。这些异常

情况可能导致管道泄漏或破裂, 需要及时修复或更换。通过测量管道壁厚, 了解管道的损伤情况, 例如: 腐蚀、磨损、过热等。壁厚减少到一定程度可能导致管道失效, 需要进行修复或更换。其次通过目视检查管道内表面, 可以了解管道内部是否存在腐蚀、结垢、结瘤等异常情况。这些异常情况可能导致管道堵塞或泄漏, 需要进行清洗或修复。然后通过目视检查管道外表面, 可以了解管道周围环境是否存在异常情况, 例如: 土壤侵蚀、地质灾害等。这些异常情况可能导致管道损坏或失效, 需要进行修复或更换。最后目视检查管道附件, 例如: 阀门、法兰、接头等, 了解其是否存在异常情况, 例如: 泄漏、变形、腐蚀等。这些异常情况可能导致管道失效或泄漏, 需要及时修复或更换。通过对管道外观、壁厚、内表面、外表面和附件等进行全面检测和分析, 及时发现和解决潜在的安全隐患, 确保管道安全运行和维护管道完整性。

#### 2.1.2 射线检测

油气集输管道射线检测分析是一项非常重要的工作, 首先需要了解射线检测的基本原理。射线检测是一种利用射线穿透不同材料的能力来检测缺陷的检测方法。在油气集输管道中, 常见的缺陷包括裂纹、孔洞、分层等。当射线穿过管道时, 由于不同缺陷的吸收能力不同, 透射后的射线强度会发生变化。通过测量透射后的射线强度, 可以得到缺陷的位置和大小, 从而判断管道是否存在缺陷。接下来, 进行缺陷的评估和分析。通过观察和分析胶片上的图像, 确定缺陷的类型、大小和位置。对于较小的缺陷, 需要进行进一步的定量分析, 以确定其严重程度和影响范围。并且需要选择合适的射线检测方法。在油气集输管道中, 常用的射线检测方法包括手工检测和自动检测。手工检测操作简单, 但检测效率较低; 自动检测效率高,

但成本较高。在实际应用中,需要根据管道的实际情况选择合适的检测方法。然后,需要进行射线检测的数据分析。在油气集输管道中,常见的缺陷类型和分布规律是不同的。因此,需要根据实际情况选择合适的缺陷识别算法,并对数据进行处理和分析。例如:可以采用基于机器学习的算法对数据进行分类和识别,以提高检测的准确性和可靠性。最后需要根据射线检测的结果制定相应的维护和修复方案。在油气集输管道中,常见的维护和修复方案包括修复缺陷、更换管道、加强巡检等。在实际应用中,需要根据实际情况选择合适的方案,并对其进行优化和改进,以提高管道的安全性和稳定性<sup>[2]</sup>。

### 2.1.3 超声波检测

在油气集输管道的超声波检测分析中,需要掌握一些基本的概念和原理。油气集输管道是连接油气田生产和销售的重要环节,它的作用是将来自油气田的油气输送到处理厂进行加工和销售。而超声波检测是一种非破坏性的检测方法,它可以用于检测管道中的缺陷和损伤。在进行超声波检测时,需要选择合适的检测方法和仪器。常用的检测方法包括射线检测、超声检测、磁粉检测和涡流检测等。而常用的检测仪器包括超声探头、扫描仪和打印机等。在选择检测方法和仪器时,还需要考虑管道的材质、尺寸、壁厚和油气介质的性质等因素。在进行超声波检测时,需要遵循一定的操作规程。首先需要清洗管道表面,以确保管道表面的清洁度和干燥度。其次需要设定合适的超声波参数,包括频率、幅度、扫描角度和增益等。最后需要进行多次扫描,以获得更准确的检测结果。

在进行超声波检测时,还需要关注一些关键点和注意事项。首先需要关注管道的材质和厚度,以确保选择的超声波参数和探头符合管道的要求。其次需要关注管道的形状和尺寸,以确保选择的探头和扫描方法能够覆盖整个管道表面。最后需要关注管道的油气介质性质,以确保选择的仪器和操作规程符合管道的要求。油气集输管道超声波检测分析是一项重要的工作,它能够帮助工作人员发现和修复管道中的缺陷和损伤。通过掌握超声波检测的基本概念和原理、选择合适的检测方法和仪器、遵循一定的操作规程以及关注关键点和注意事项,可以提高超声波检测的准确性和可靠性。

## 2.2 特殊检测技术

### 2.2.1 声发射检测

油气集输管道声发射检测技术是一种基于声发射

原理的检测方法,它可以实时监测管道内壁的损伤情况,并发出声信号进行预警。声发射检测技术具有实时性、在线性、全面性等特点,可以有效地检测管道内壁的损伤情况,并提前预警,从而避免事故的发生。在油气集输管道的声发射检测分析中,不仅要关注管道的物理性质,还要考虑管道内部流动的化学成分。当管道受到外部压力或内部流体冲击时,管道材料会发生微小的形变,产生弹性波。这些弹性波在管道中传播时,会与管道内壁和管壁附件产生的声发射信号产生相互作用,形成特定的声发射特征。而在油气集输管道声发射检测中,通常采用高频超声波技术,利用超声波在管道内壁的传播来检测管道内壁的损伤情况。检测过程中,通过高频超声波传感器采集管道内壁的声信号,并利用计算机软件对声信号进行分析和处理,从而得出管道内壁的损伤情况。声发射检测技术还可以与其他检测技术相结合,如射线检测、磁粉检测等,以提高检测的准确性和可靠性。此外,还可以通过分析声发射信号的能量谱密度来评估管道的运行状态。能量谱密度可以反映管道内部流体流动的能量分布情况,从而帮助工作人员判断管道的运行状态。根据管道内壁的损伤情况,采取相应的维修措施,如更换管道、修复管道等,以保证管道的安全运行<sup>[3]</sup>。

### 2.2.2 泄漏检测

随着能源产业的迅速发展,油气集输管道在保障能源运输安全和稳定方面发挥着至关重要的作用。然而,在油气集输管道的运行过程中,难免会出现各种类型的泄漏,这些泄漏不仅会对环境造成污染,还会给能源生产和经济带来巨大损失。因此,对于油气集输管道泄漏的检测和分析具有重要意义。油气集输管道泄漏检测主要涉及以下几个方面:

#### 2.2.2.1 泄漏检测技术

主要的泄漏检测技术包括人工目视检测、仪器检测和基于物联网技术的自动检测等。人工目视检测依赖于操作人员的经验和技术水平,而仪器检测则可以实现对管道泄漏的定量分析,基于物联网技术的自动检测可以实时监控管道运行状态,并自动识别和定位泄漏。

#### 2.2.2.2 泄漏定位技术

泄漏定位技术主要包括声波法、微波法、红外线和超声波法等。声波法利用声波在介质中传播时衰减的不同来判断泄漏位置,红外线法则通过监测泄漏物排放时产生的红外辐射来确定泄漏位置,超声波法则通过测量超声波在泄漏物中的传播时间来确定泄漏

位置。

### 2.2.2.3 泄漏评估技术

泄漏评估技术主要包括泄漏物成分分析、泄漏物排放量估算和泄漏对环境的影响评估等。通过分析泄漏物成分，可以确定泄漏物的性质和危害程度，估算泄漏物排放量可以确定泄漏对环境的影响，评估泄漏对环境的影响可以确定泄漏对人类健康和生态系统的危害程度。

### 2.2.2.4 泄漏处理技术

泄漏处理技术主要包括泄漏物回收、泄漏物处理和泄漏物排放控制等。泄漏物回收是指将泄漏物收集起来并进行妥善处理，以减少对环境和人类健康的影响。泄漏物处理是指将收集起来的泄漏物进行进一步处理，以减少其对环境和人类健康的影响。

### 2.2.3 金属电阻温度检测

油气集输管道是石油和天然气开采过程中的重要组成部分，它的运行状况直接影响到整个开采过程的效率和安全。金属电阻温度检测是一种有效的管道检测方法，它可以及时发现管道的异常情况，保障管道的安全运行。金属电阻温度检测的基本原理是，当电流通过金属管道时，管道的电阻会随着温度的变化而变化。通过测量电流和电压，可以计算出管道的电阻，从而得出管道的温度。这种检测方法具有非侵入性、快速、准确等优点，可以及时发现管道的异常情况，避免事故的发生。在实际应用中，金属电阻温度检测需要注意以下几个方面：首先要选择合适的检测仪器，根据管道的材质、直径、温度等因素选择合适的检测仪器。其次要选择合适的检测方法，根据管道的实际情况选择合适的检测方法，如分段检测、定点检测等。最后要加强对管道的维护保养，定期进行检修，确保管道的安全运行。通过金属电阻温度检测，可以及时发现油气集输管道的异常情况，保障管道的安全运行。同时，还可以通过对检测数据进行分析，了解管道的运行状况，为管道的优化运行提供依据。未来，随着技术的不断进步，金属电阻温度检测将会得到更加广泛的应用，为油气集输管道的安全运行保驾护航。

## 3 油气集输管道检测技术的选择与应用

### 3.1 根据缺陷类型和大小选择合适的检测技术

在油气集输领域，管道检测技术对于确保管道安全运行至关重要。根据管道的缺陷类型和大小，需要选择合适的检测技术。首先对于较小的缺陷，如微小的裂纹或腐蚀点，可以使用超声检测技术进行检测。这种技术能够发射超声波并观察其反射，从而检测出

任何形状和大小的缺陷。其次对于较大的缺陷，如大面积的腐蚀或破损，需要使用漏磁检测技术。这种技术利用磁场的变化来检测铁磁性材料中的缺陷，对于大型区域具有很好的检测效果。此外，对于更严重的缺陷，如贯穿性裂纹或严重的变形，可以使用射线检测技术。这种技术通过向管道内部或外部发射射线并观察其穿透过程中的变化，能够检测出管道内部的缺陷。最后对于更复杂的情况，如多个交叉的缺陷，需要使用声发射检测技术。这种技术能够检测出由缺陷引起的声波发射，从而全面地检测出多个交叉的缺陷。

### 3.2 综合运用多种检测技术以提高检测准确率

传统的检测方法在准确率方面一直难以达到理想水平。如今，可以综合运用多种检测技术，以提高油气集输管道检测准确率。首先可以使用声发射检测技术。这种技术通过检测管道中的声音来发现管道中的问题，具有快速、准确、无损等特点。或使用超声波检测技术。这种技术具有高灵敏度、高分辨率等特点。其次可以使用漏磁检测技术，这种技术通过检测管道中的漏磁信号来发现管道中的问题，具有高灵敏度、高分辨率等特点。或是使用射线照相检测技术，可以通过检测管道中的射线照相信号来发现管道中的问题。最后可以将以上多种检测技术进行综合运用。通过将不同检测技术的优点结合起来，可以进一步提高油气集输管道检测准确率。例如：可以将声发射检测技术与漏磁检测技术结合起来，以提高检测准确率。同时，还可以将射线照相检测技术与超声波检测技术结合起来，以提高检测准确率。

## 4 结论

综上所述，油气集输管道检测技术对于确保管道安全运行和石油和天然气工业的可持续发展至关重要。经上文分析可得，通过使用先进的检测技术和方法，可以及时发现和处理缺陷和损伤，确保管道的安全和可靠性，并降低事故风险和维修成本。因此，对于石油和天然气行业来说，油气集输管道检测技术是一项不可或缺的重要技术。

### 参考文献：

- [1] 杨亚少, 胡博瑞, 等. 油气集输管道完整性检测与评价研究 [J]. 中国管理信息化, 2023, 26(06): 124-126.
- [2] 王东. 油气集输管道腐蚀检测技术及应用 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2022, 42(20): 46-48.
- [3] 宋成立. 多因素作用下油气集输管道的腐蚀行为及预测模型 [D]. 西安: 西北大学, 2022.