

# 人工智能在压力管道定期检验中的应用探讨

陆少杰<sup>1</sup> 赵盈国<sup>2</sup>

1. 中海石油(中国)有限公司上海分公司 上海 200335

2. 宁波市特种设备检验研究院 浙江 宁波 315048

**摘要:** 随着科技的不断进步,人工智能在多个领域展现出了巨大的应用价值和发展潜力。尤其是在压力管道的定期检验工作中,应用人工智能技术,可以实现对压力管道的自动化检验,进而提高检验的准确性和效率,预防潜在的安全风险。基于此,本文首先阐述了人工智能在压力管道定期检验中的应用优势,之后分析了其在具体应用中存在的难题,以及不同类型的人工智能技术在压力管道定期检验工作中的具体应用,希望能够为管道检验维修人员提供有益的参考,助力工业行业的安全发展。

**关键词:** 人工智能; 压力管道; 定期检验; 技术应用

## 前言

对于工业生产活动而言,压力管道是一种十分重要的运输工具,但如果长期投入使用,就很容易会产生裂纹、腐蚀等问题,进而对生产活动以及周边环境安全造成一定的影响<sup>[1]</sup>。因此,必须对压力管道进行定期检验。但是就当前实际情况来看,压力管道的定期检验主要还是依靠人工进行现场检验和资料审查,难以满足现代化的检验需求。随着先进科技的进步和监管水平的提升,压力管道定期检验工作也逐渐开始向智能化转型。通过引入人工智能技术,可以进一步提升压力管道检验工作的效率与质量,对于行业的未来发展具有十分重要的意义。

## 1 人工智能在压力管道定期检验中的应用优势

### 1.1 提高检验效率和准确性

管道是资源配送的主要方式之一,但管道区域通常具有需求大、距离长、范围广等特点,同时这些区域往往处于复杂的地理环境之中。传统的检验方式主要依赖人工进行巡检,这种方法效率低下、人力成本高,存在一定的安全风险,并且数据保存不完整、不准确、丢失、遗漏等问题常有发生。而应用人工智能技术,开展定期压力管道检验,能够在很大程度上提高检验的效率和准确性。人工智能通过模拟人类思维过程,利用算法和数据进行自动化决策和预测。在压力管道的检测中,人工智能可以为测试提供更全面和准确的测试环境。通过不断学习和优化,能够提高压力测试的准确性和有效性,为评估系统的稳定性和风险提供更加可靠的依据。并且,人工智能能够对检测的结果进行快速、准确的分析,并提供详细的数据报告和可视化展示,为决策提供更加全面的依据。例如,应用计算机视觉技术,可以对

管道壁厚度进行自动测量,并且相较于传统的检测方法,这一方法的检测准确率要高出一倍,具有十分良好的应用效果。

### 1.2 降低检验成本和风险

以往常用的压力管道检验方式,往往需要有大量的人力和物力作为支持,这就使得检验工作整体投入成本较高。并且,压力管道的检验环境普遍较为严峻、复杂,经常是需要工作人员,在高温、高压,甚至是有毒有害的环境下,来进行相关的检验工作,进而使得检验维修人员承受了很大的安全风险。而应用人工智能技术就可以很好的应对这些问题,进一步降低检验工作的投入成本,并有效规避安全风险问题。例如,有研究人员基于机器学习技术,建立了一种压力管道损伤预测模型。这一模型可以通过对历史数据的整合与分析,预测管道在后续使用过程中可能会出现的问题,进而帮助维修管理人员及时制定相应的应对措施,确保管道的正常使用。借助这一模型,能够有效的减少管道损伤问题的出现,进而降低管道的维护成本。并且,对压力管道而言,其使用安全性十分重要,而运用人工智能技术可以有效的提升管道的使用安全性。例如,通过使用智能传感器技术,检验人员可以借助其良好的动态监测功能,实时监测管道的运行状态,进而能够及时发现管道的异常情况,及时采取有效措施,应对可能出现的故障问题。由于压力管道异常情况的形成是有一个过程的,是逐步形成和发展的。因此,通过实时监测能及时做到早期觉察、早期处理,防止事故的发生,并避免问题的影响范围进一步扩大,带来不必要的损失。

## 2 人工智能在压力管道定期检验中的应用难题

### 2.1 检测数据类型分析难题

由于压力管道系统的复杂性，其涉及的检测数据类型多样且庞大，根据压力管道的检验情况和数据特点，可以将其分为结构材料数据、运行参数、环境条件等多种类型<sup>[2]</sup>。这些数据通常具备着很强的专业性和复杂性，需要进行深入的解析和处理，并且不同的数据类型，需要有不同的分析方法。例如，对于无损检测图像、振动数据这种特定的数据类型，需要有专业的算法和模型来对其进行分析处理，这就为人工智能在压力管道定期检验中的应用带来了一定的困难。与此同时，不同来源的数据在格式和标准上可能也不统一，进而增加了数据整合和分析的难度。此外，由于管道数据一般是通过传感器和检测设备收集的，这使得数据的质量和完整性也可能受到影响，进而增加了分析的难度。因此，在应用人工智能进行压力管道定期检验时，如何有效地处理和解析这些多样化的数据是一个亟待解决的问题。

### 2.2 管道环境复杂带来的难题

对于人工智能在压力管道定期检验工作中的应用，最大的挑战就是如何解决管道环境的复杂性和不确定性问题。一方面，压力管道一般都是铺设在地下或各种设施的内部，很难能够对其进行直接观察与检验。另一方面，管道环境也十分复杂，可能会受到管道尺寸、形状、材质、厚度以及环境温度和湿度等多种因素的影响<sup>[3]</sup>。在利用人工智能进行管道状态检测和分析时，很可能会受到这些环境因素的干扰影响，进而导致检测结果的准确性和可靠性不足。而且，不同环境因素对管道和检验结果的影响方式和程度也有所不同，需要进行综合考虑和分析。因此，如何在复杂的管道环境中准确地获取和分析数据，是提升人工智能在压力管道定期检验工作中的应用效果，需要解决的一个关键问题。对此，还需引入更加先进、智能的技术手段，如机器学习、深度学习、神经网络等，从而进一步提升检验结果的准确性和分析效率。并且，也需要设计适应性更强、更加灵敏的传感器和检测设备，来满足不同的管道环境和条件下的检验工作需要。

### 2.3 检测安全性难题

在压力管道的定期检验工作中，确保检测过程和结果的安全性是应用人工智能技术需要面对的又一个难题。首先，在检验过程中，需要遵循国家在压力管道检验方面所制定的政策法规，如《压力管道安全技术监察条例》，以确保检验活动具备足够的规范性与合法性。在此过程中，要加强对人工智能技术应用过程和效果的监管和评估。其次，由于压力管道常常会涉及到能源传输、工业生产等重要领域，所以其安全性至关重要。因

此，在使用人工智能技术进行管道检验时，必须确保整个过程的稳定性和安全性。最后，还需要重点关注数据隐私和安全的问题，保护用户的隐私，对此，就需要做好数据安全和隐私保护工作，如加密算法、访问控制和身份验证等<sup>[4]</sup>。总之，确保人工智能在压力管道定期检验工作中的安全性需要综合考虑多个方面的内容，这需要研究者和技术人员不断创新和改进，以实现更加安全、高效的人工智能压力管道检验方案。

## 3 人工智能在压力管道定期检验中的具体应用

### 3.1 自动检测技术

对于人工智能技术在压力管道定期检验工作中的应用，自动检测技术是一个十分重要的分支，这一技术的主要原理就是利用先进的算法和模型，自动分析管道的各种检测数据，从而实现了对管道状态的快速、准确评估。自动检测技术的主要优势就在于其高效的数据处理和分析能力，通过深度学习、机器学习等算法，人工智能系统能够对从管道中采集的大量数据进行自动筛选、分类和识别。也就是说，在具体的检验工作中，应用自动检测技术，能够通过训练样本数据集来对管道中的缺陷问题和异常情况进行自动识别与标记，进而确保检测工作的效率和准确性<sup>[5]</sup>。例如，当前又研究人员利用计算机视觉技术，开发出了一套智能检测系统。该系统能够实时监测和预测压力管道，进而在第一时间发现、找出管道中的异常问题和故障缺陷，并制定相应的决策，采取有效的措施进行维修和保养。另外，研究人员也一直在研究新的基于机器学习技术的压力管道自动检测技术，以期可以通过数据挖掘和分析来发现管道中潜在的风险问题。此外，自动检测技术还可以结合传感器的实时数据，对管道的运行状态进行实时监控和预警。一旦检测到异常情况，系统就可以立即发出警报，提醒工作人员进行预防处理，从而有效避免事故的发生。

### 3.2 缺陷检测技术

缺陷检测技术是基于计算机视觉技术发展起来的，人工智能技术形式之一，该技术的原理就是借助计算机的数字图像处理和分析功能，对所获取的管道图像信息进行识别、分割和量化<sup>[6]</sup>。管道缺陷主要体现在其结构和功能两个方面，由于长期使用，压力管道可能会受到腐蚀、磨损、疲劳等多种因素的影响，产生裂纹、凹陷、腐蚀等问题缺陷，如果不及时发现和处理，就可能引发泄漏、爆炸等事故，带来十分严重的损失。而传统的缺陷检测主要依赖于人工直接观察或使用特定的设备进行检测，不仅效率低下，而且很容易受到人为因素的影响，干扰检验结果。但应用人缺陷检测技术，可以大大

提高管道缺陷检测的准确性和效率。具体来说,在压力管道定期检验工作中,利用缺陷检测技术,可以对管道表面或内壁图像进行智能处理与自动分析,进而精准识别管道的缺陷和裂纹问题,并对其进行定位,为工作人员制定管道整修措施提供有力的参考。例如,有研究人员研发出了一种基于缺陷检测技术的智能缺陷识别系统,该系统具备极强的图像处理能力,能够及时发现管道表面或内壁的裂缝和缺陷,进而提高管道检验工作的效率和可靠性。

### 3.3 疲劳检测技术

疲劳损伤就是指管道在长时间的使用过程中,受到各种应力作用而逐渐产生的微裂纹和断裂现象。由于压力管道的运行环境相对复杂,当其出现疲劳损伤,并得不到有效处理时,就会引起严重的隐患问题,甚至造成人员伤亡,引起不必要的经济损失。因此,对于疲劳损伤的预测和评估技术进行研究十分重要。所谓疲劳检测技术,就是机器学习技术的高级形式,其原理就是通过多层神经网络模型来学习和提取数据的高级特征,进而实现对复杂数据的分析和预测<sup>[7]</sup>。在进行压力管道定期检验工作时,应用疲劳检测技术,能够通过训练神经网络模型,预测管道的疲劳寿命和损伤程度,进而为工作人员进行管道修理维护提供参考<sup>[8]</sup>。例如,已有研究人员研发出了一种基于疲劳检测技术的智能预测系统,借助该系统,可以及时获取管道相关信息,并进行自动化整合与分析,进而实现对管道变化情况以及维护需求的预测,强化管道使用的可靠性和安全性。另外,研究人员也一直在研究、寻求更为智能的管道疲劳检测技术,希望通过更高水平的技术手段,获取更为精准的数据和高效的处理分析能力,来及时发现、处理管道表面的缺陷和损伤,进而确保管道检测工作的效率和准确性达到预期水平。

### 结束

语综上所述,压力管道作为一种常用的资源运输装置,其在运行过程中的安全性和稳定性对人们的生命财产安全和社会经济发展具有重要意义。随着先进科技的不断发展与进步,人工智能技术在压力管道定期检验工作中的应用也越来越广泛。人工智能技术在压力管道定期检验工作的应用,不但可以提升压力管道定期检验的工作效率和质量,还能实现对压力管道的风险识别与分级管理。未来,相关技术人员还应针对实际应用存在的问题,对人工智能技术进行进一步的优化升级,提升其在检验工作中的应用效果,实现压力管道定期检工作的智能化发展。

### 参考文献

- [1]邵冬冬,陈虎,许波,等.数据可视化技术在成套装置管道检验中的应用研究[J].中国特种设备安全,2024,40(03):95-99.
- [2]董樑.人工智能在压力管道定期检验中的应用探讨[J].化工装备技术,2024,45(01):1-4.
- [3]魏树刚,魏莉岩,刘猛,等.基于生成式人工智能技术的管道设备故障管理研究[J].中国石油和化工标准与质量,2024,44(02):88-90.
- [4]蔺健宁.压力管道检验检测技术综述及优化研究:方法、应用和展望[J].产品可靠性报告,2023,(08):146-148.
- [5]张应迁,郭毅,岳跃,等.基于人工智能大数据预测塑料压力管道长期寿命的方法.CN109977511A[2024-04-26].
- [6]程绍平.在用压力管道检验的宏观检查及定级方法探讨[C]//压力管道技术研究进展精选集.2020.
- [7]李清泉,陈智鹏,朱家松,等.一种管道智能检测方法及检测系统.CN201810062322.7[2024-04-26].
- [8]李清泉,陈智鹏,朱家松,等.一种管道智能检测方法及检测系统.CN201810062322.7[2024-04-26].