

石油装备无损检测数据的智能分析与评估

苏杭¹ 陈磊磊²

(中国石油集团工程材料研究院有限公司 陕西西安 710077)

摘要: 随着石油产业的迅猛扩张, 确保设施的安全稳定运作变得格外关键。作为确保石油行业设备安全的关键技术, 无损检测在应对庞大而复杂的检测数据时, 传统方式已显不足。引入智能分析技术, 实现对检测数据的深度解析和精准评估, 显著提升无损检测工作的效率及准确度。首先概述对于石油领域设备进行无损检测的必要性, 接着深入解析像机器学习和数据挖掘这样的智能分析技术在处理检测数据过程中的角色, 并且实验证实这些技术能够显著提升数据处理的精度和评估的工作效率。研究指出, 智能技术不仅改进数据处理流程, 还提高故障预判和健康评价的精确度, 为石油领域带来创新的检测策略。

关键词: 无损检测; 智能分析; 石油装备; 数据挖掘; 机器学习

引言

在全世界能源布局逐渐趋紧的大环境下, 石油领域的设施安全运作日益成为重点关注的问题。在保障石油行业设备能够持久且安全运行的领域里, 无损检测技术起到无可替代的作用。然而, 面对不断攀升的数据规模和日益增加的检测难度, 传统的无损检测技术往往显得心有余而力不足。智能化技术的运用, 特别是机器学习和数据挖掘技术的突破, 为无损检测领域带来根本性的变革。这方法大大加快检测数据的处理速度, 同时让故障预测更加精准, 从而为石油设备的安全监管和维护工作提供坚实的技术后盾。本文深入剖析石油行业设备中, 智能技术的无损检测应用, 并突出其显著的优点。

一、石油装备无损检测的现状与挑战

1.1 无损检测的重要性及现状

非破坏性检验, 即在不影响设备功能和构造完整性的条件下, 利用物理或化学手段对设备进行检验与评价。这项技术对于石油设备的保养和安全保障扮演关键角色。涉及石油产业的大型机械设施, 如钻探机器、油气输送管道、储存容器等, 在长时间运作下, 难免会产生磨损、锈蚀、开裂等状况, 这些隐患会首当其冲地威胁到石油生产的稳定性与作业效率。采用无损检测技术, 便能及时识别出设备中隐藏的隐患, 从而防止设备出现故障及事故, 进而显著提升生产的安全保障和经营的经济收益。目前, 普遍采用的非破坏性检验技术主要有超声波探伤(UT)、X射线探伤(RT)、磁粉探伤(MPT)以及渗透液探伤(PT)等, 这些手段在石油行业设备的检测领域被广泛采用。利用超声波技术, 通过发射高频声波穿透材料, 以此探测和识别材料内部的缺陷; 采用X射线或 γ 射线穿透物体, 进而对其深层构造进行成像的技术, 称为射线检测; 利用磁场与磁粉相互作用, 可以揭示出物体表面及近表面区域的瑕疵; 利用液体浸润剂使物料表层裂纹显露, 透过显影剂将缺陷映射出来。

1.2 传统无损检测方法的局限性

尽管传统无损检测技术在石油行业设备的检查中起到关键作用, 但在面对复杂多变的环境和处理海量数据的情况下, 这种技术仍然显示出一定的不足^[1]。利用超声波对那些处于高温、高压环境, 且形态结构复杂的设备进行检测时, 其检测的敏感度和精确度可能会受到一定的影响; 射线探查技术, 虽能产出清晰的影像, 却对作业场所的条件有较高要求, 同时伴随着一定程度的人类健康风险; 磁粉和渗透这两种方法, 主要用于查探物件表面的瑕疵, 而对于隐藏在内部的破损则束手无策。在传统的无损检测领域, 数据处理通常依赖于人工分析, 这不仅效率不高, 而且容易受到各种人为因素的干扰。对射线扫描生成的影像进行深入研究, 依赖资深技术人员的主观判断, 这个过程延长评估周期, 同时也伴随着判断失误的可能性。

1.3 石油装备检测中面临的主要问题

在针对石油行业设备的无损检测环节, 遭遇若干难题。首要任务是对环境的复杂性进行细致的审查。石油行业设备往往在高温、高压以及腐蚀性介质的环境中运行, 这对其检测设备的持久性以及检测技术的适应性提出严峻挑战。涉及的资料量极为巨大。当代石油行业的设备监控体系能够即时捕获大量信息, 如何有效地对这些信息进行加工和解读, 快速识别隐含的故障, 是一道亟待解决的难题。最终展现的是缺陷的丰富多彩。涉及石油行业的设备常常存在多种缺陷, 诸如裂纹、腐蚀、磨损等, 这些缺陷对设备的损害程度不一, 为全面评估设备的状态, 必须采用既敏感又精确的检测手段。

二、智能分析技术在无损检测中的应用

2.1 机器学习在检测数据处理中的应用

机器学习技术在无损检测领域的数据处理中扮演重要角色, 大幅提高检测的速度和精确度。通过打造并优化算法模型, 人工智能技术能自我辨认并归类检测数据中的瑕疵, 从而缩减人为评定的耗时和降低误判的可能性。常见的机器学习技巧涵盖支持向量机

(SVM)、神经网络(NN)、决策树(DT)等。在石油行业设备的超声波检测领域,借助于机器学习模型,通过吸收海量的过往检测数据,辨识出其中的关键特征图形,进而能够对新收集的数据进行精确解读。一支科研小组运用先进的神经网络技术对超声波检测所得的数据进行深度分析,经过海量的样本训练,该技术在识别裂纹方面的精确度达到98.5%,这一成绩显著高于传统方法的85.3%。

2.2 数据挖掘技术的应用与优势

在无损检测领域,数据挖掘技术起着关键作用,它可以从繁杂的检测数据中提炼出有价值的信息与知识,助力决策制定和预测分析^[2]。涉及数据探索的科学技术,如聚类、关联规则和频繁模式分析等,能对数据进行深入解析,披露那些藏于数据之中的隐秘结构和法则。在石油行业设备的射线探伤过程中,运用数据挖掘的先进方法能够对海量图像信息进行精准分类与高效聚类,进而辨识出不合常规的图案与深藏未露的瑕疵。采用K-means聚类方法对射线检测所得图像数据进行深入剖析,能够有效识别出正常与有缺陷的图像,从而提升缺陷辨识的速度与准确性。某项研究成果显示,运用数据挖掘技术处理射线检测数据,能够将缺陷识别率提升至96.2%,这一效率较之传统人工分析方式,提高逾15个百分点。

2.3 实验验证与效果评估

旨在确认智能分析技术在无损检测领域的应用效果,研究者们执行对比实验,评估该技术与传统手段在效率和精确度上的优劣之别。

表1 某研究中对比实验的结果

检测方法	检测时间(小时)	准确率(%)	误判率(%)
传统超声检测	4.5	85.3	12.7
机器学习分析	1.8	98.5	1.5
传统射线检测	6.2	81.1	15.3
数据挖掘分析	2.4	96.2	3.8

研究表明,借助机器学习和数据挖掘这类先进技术进行无损检测,不仅大幅度缩减检测周期,而且显著提升结果的精确度,降低错误判断的几率。机器学习的技术运用到超声波检测领域,让检测周期缩短一半,同时精确性提高近五分之一;数据挖掘技术的运用,让射线检测的时间大幅缩短61.3%,同时准确性提高15.1个百分点。

三、智能分析技术对石油装备检测的影响与展望

3.1 智能化技术对检测效率的提升

在石油装备领域,智能化技术的运用极大地提高检测工作的效率。过往的人工检测方式依赖繁杂的手动处理与详尽的数值解析,而智能技术能够独立完成数据的自动审核,大幅度缩短审核周期。借助人工智能与机器学习之算法,检测机制能即时处理巨量数据,迅速辨认出设备存在的问题。研究成果显示,采用智能化技术后,检测工作的效率较之传统手段提升超过一半。一家石油企业运用人

工智能技术对管道进行超声波检测所得数据进行解析,成功将原本冗长的检测周期从四小时缩减至两小时,并且将检测结果的精确度提高到95%以上。

3.2 智能技术在故障预测中的作用

利用先进的智能技术进行设备故障的预测工作,通过对过往检测数据的深入学习和细致分析,智能算法能够提前预判设备可能出现的故障情况,从而实现对设备的预防性维护。运用机器学习模型的技术,可以探测到设备运作中的异常模式,并对可能出现的故障风险进行深入分析。利用时间序列分析技术构建的预测模型,可以对石油钻井设备的运行情况进行深入分析,有效识别设备潜在的疲劳裂纹和磨损问题^[3]。在一项探索中,利用前瞻性模型对钻探装备实施实时监控,有效预见超过八成的装备故障,从而防止设备意外瘫痪引发的停产及财务损失。

3.3 未来的发展方向与应用前景

智能分析技术在石油装备检测领域的运用正迎来无限的可能性。将来的道路规划囊括融合众多智能计算方法,打造更为高效的检测工具,助力检测流程向自动化、智能化升级。融合深度学习和增强学习技术,能显著增强检测系统的自学和适应功能,达成复杂检测任务的自动化处理。物联网技术将促进设备间的数据交流,构建智能化的监管体系,实现对设备状况的即时监管与灵活调节。探索智能故障预测与健康管理技术成为另一关键路径,此技术依托大数据分析云计算之强大能力,对机器运作全程进行细致监控与精准评测,旨在提供精准的维护策略及优化指导。以云技术为基础的智能监测体系,能够即时搜集并深入解析各类设备运作数据,构建起覆盖设备整个生命周期的健康管理机制,从而显著增强设备运作的稳定性和防护力。

结语

在石油行业中,利用尖端的智能分析技术进行无损检测,大幅提高装备检查的速度以及数据处理的精确度。借助机器学习和数据挖掘等前沿技术,成功逾越传统无损检测的束缚,深入剖析复杂数据,并对其进行精确评估。研究成效显著,智能技术对检测流程进行显著优化,同时提升故障预判与健康评级的精确度,确保石油机械的安全运行维护,提供坚实的支持。在将来,伴随着技术的持续进化,智能分析技术将在石油装备的检测领域扮演更加重要的角色,促进产业创新和升级,保障设备的平稳运行及优化维护工作。

参考文献

- [1]张春华,宋闻宇,于桐,等.自动化及智能化技术在石油装备制造行业的应用与发展研究[J].中国设备工程,2023,(15):18-20.
- [2]吕泽宇.石油石化装备远程在线监测与智能诊断系统研究[D].东北石油大学,2023.DOI:10.26995/d.cnki.gdqsc.2023.000998.
- [3]高翀,刘都让,吴青松,等.物探装备智能化发展探讨与展望[J].物探装备,2022,32(04):221-224.