

压力管道检验检测技术的发展现状

胡友静（东营市特种设备检验研究院，山东 东营 257091）

摘要：压力管道是我国化工领域内应用非常广泛的材料，因此需要对压力管道的介质类型、温度压力等进行标准化体系建设，才能够快速界定不同类型压力管道适用的存储和传输介质类型，还需要对长距离输送类压力管道质量进行客观评测。压力管道检验检测技术是保证其应用安全和质量的关键技术措施。本文将着重分析压力管道检验检测技术的发展现状。

关键词：压力管道；检验检测技术；发展现状

压力管道检验检测技术，需要根据压力管道材料的不同生产制造方式，适配相应的检验检测环境，但是需要对标准化的检验检测过程进行详细记录和数据分析，从外观形态以及尺寸规格等信息中发现异常质量和安全风险因素。在实际运用检验检测方法的过程中，还需要根据压力管道的不同存储介质类型以及温度压力极限值进行安全质量评估。

1 压力管道检验检测手段和方法

1.1 客观检测

在对不同规格型号压力管道进行检验检测工作的过程中，客观检测方法需要贯穿全过程，尤其在压力管道的配件安装以及焊接作业阶段内，客观检测结果和高精密仪器设备检测结果都能够反应压力管道的实际应用质量与安全性能是否达标。客观检测方法能够对压力管道材料的外表面、隔热性能、平顺度、防渗漏性能进行全面评估，并对其使用功能需求进行预测分析。不同材质和直径规格的压力管道，其可承载的内部介质普遍存在较大差异，因此客观检测手段方法可以快速界定管道生产制造质量和安全性能的大致范围。但是客观检测手段方法的局限性也比较明显，只能够依靠专业技术人员的从业经验，过于主观的检验检测结果不能代表某生产批次的质量水平是否稳定。客观检测手段方法可以协助化工企业和其他工业企业快速筛选压力管道材料中的残次品和不合格品，并对返工重新制造的样品进行全面的精细化检验检测。客观检测方法依赖于专业人员，但是可以对外观形态以及尺寸规格等检验内容进行快速筛查。

1.2 直观检测

直观检测手段和方法，比较适用于压力管道的质量验收环节，部分工业企业在统一采购大量压力管道材料之后，需要对管道内部进行抽样检验检测，因此可以通过直观检测方法，对压力管道内部变形和杂质

附着情况进行定性分析，还需要对不同直径规格的压力管道狭窄部位进行重点检验。化工企业的技术人员需要合理运用内窥镜等高精密仪器设备，深入压力管道的内部狭窄部分，并进行整体性检查工作，确保压力管道部分细节问题和内壁裂缝问题能够被快速排查出来。直观检测手段方法，更侧重于检验压力管道各项使用功能是否完整，但是需要对不同管道材质的承压特征进行对比分析，从宏观和微观两个层面快速判断分析压力管道质量安全是否符合标准。直观检测手段方法，比较依赖专业技术人员的工作经验，但是需要借助于部分高精密仪器设备，对微观细节问题进行集中排查。

1.3 量具检测

量具是压力管道检验检测项目中应用非常广泛的工具，能够在直观检测过程中发现一系列常见质量和安全问题，综合判断压力管道的生产加工水平与实际应用价值是否匹配。量具检测手段方法更倾向于评估压力管道的磨损状况、生产缺陷问题，但是需要结合直观检测方法，对比分析同种压力管道材料可能存在的质量和安全隐患因素。量具检测手段方法，能够有效规避直观和客观检测环节中的人为影响因素，量具的实际检测结果更加直观，并对压力管道不同零部件的实际偏离程度进行量化评估以及数据分析。量具检测方法，可以直接补充直观检测结果中的不足之处，可以协助工业企业改进和优化压力管道的实际应用流程，最大限度提升压力管道的功能使用价值。量具检测手段方法，其工具并不呈现较高的精密性，因此检验检测内容也比较有限，若需要提升压力管道材料的实际应用质量和安全性能，则需要额外选用现代化和自动化的检验检测方法。

1.4 压力检测

压力检测手段方法，能够协助工业企业快速判断

和分析压力管道的介质存储稳定性和环境适应能力，但是需要对压力检测仪器设备进行全面的故障检修，避免超出压力管道的可承压极限值。压力检测手段方法，更倾向于压力管道的承压状态评估等形式，可以在压力管道材料的安装焊接作业阶段内进行内部和外部单方向的压力检测操作，借助于高精密的压力传感器设备，对压力检测数据结果进行同步分析处理。压力检测方法，可以全面评估压力管道材质的均匀性和内部环境稳定性，但是需要对化工企业和其他工业企业的压力管道材料应用需求进行客观评估，确保压力检验检测结果符合压力管道的实际应用标准。压力检测工作需要贯穿压力管道生产加工以及制造工序的全过程，因此需要对不同环境影响因素进行变量控制，确保大部分压力管道材料在焊接改造操作环节中保持安全稳定的使用状态。

1.5 无损检测

在不同规格的压力管道检验检测工作环节中，无损检测方法的应用非常广泛，但是需要对压力管道的外观形态、材质均匀性以及内部缺陷问题进行定性分析，快速判断检验检测部位的各项质量和安全性能是否达标。在实际应用无损检测技术方法的过程中，需要对压力管道材料的实际存储介质、温度压力承载情况进行先验数据分析，协助工业企业的专业技术人员选用合理的无损检测工具，例如磁粉超声波渗透等具体检测技术方法。很多压力管道材料在不同应用场景中的具体性能参数与理想设计值普遍存在一定差异，因此需要通过多种无损检测技术方法，对压力管道材料的使用功能、安全稳定性能进行全面监督检验，确保其使用状态符合企业预期目标。各类无损检测方法，都需要建立在标准化检验流程基础之上，因此可以协助众多工业企业快速判断压力管道的实际使用状态，并做好备案和现场记录，综合判断压力管道的内部表面缺陷是否影响正常使用。

2 压力管道检验检测技术的发展现状

2.1 渗透检测技术

在对不同规格型号的压力管道进行专业检验检测的过程中，需要合理运用渗透检测技术方法，将渗透部位的检验分析结果集中展示在台账数据记录之中，并逐步形成系统化的压力管道检验检测流程和质量安全监督机制。渗透检测技术需要合理运用渗透剂等化学物质，将管道进行润湿之后能够集中显示渗透缺陷部位，并集中记录渗透部位的具体信息，集中清洗

渗透液之后，使管道处于最佳检测状态之中。大部分压力管道材料的内部材质均匀程度都能够满足实际应用要求，因此在集中开展质量以及安全检验检测工作的过程中，需要将多种检验检测技术方法组合应用在指定场合之中，客观判断和分析压力管道材料是否处于正常状态之中。渗透检测技术可以运用清水以及清洗剂进行管道表面的清洗操作，将渗透剂与管道表面的相互作用过程进行全面观测，可以运用传感器设备对管道缺陷部位的图像信息进行快速采集和模式识别分析，协助现场技术人员精确定位压力管道的缺陷区域。

2.2 磁粉检测技术

磁粉检测技术，能够对某些金属以及合金材质的压力管道进行缺陷检测，但是需要重点筛选磁粉类型，可以选用高磁导率以及低剩磁等磁粉材料，主要涵盖氧化铁等化学物质。在实际应用磁粉检测技术的过程中，还需要额外掺杂染色剂以及悬浮剂，能够快速显示压力管道表面和内部的缺陷部位。磁粉检测技术是应用非常广泛的缺陷查询手段，但是需要对特定材质的压力管道进行全方位的质量以及安全检验检测，还需要借助于其他无损检测技术方法和高精密仪器设备。磁粉检测技术属于物理检测方法，其成本相对较低，可以适用于大部分外观形状比较规则的压力管道材料，还可以快速筛查压力管道表面和内部的各项安全隐患因素，协助现场专业技术人员查询管道材质和功能层面上的缺陷问题。

2.3 超声波检测技术

超声波检测技术属于无损检测方法，需要合理运用超声波探头，快速查找压力管道材料的缺陷位置，超声波的穿透能力非常强，其整体检验检测成本相对较低。在实际运用超声波检测技术的过程中，现场技术人员需要排查压力管道内部存储介质与超声波信号是否存在相互影响等问题，可以在压力管道投入使用之前应用超声波检测技术方法，部分存储介质会干扰超声波探头的信号发射效果。超声波检测技术需要在指定的专业人员指导之下应用，操作人员需要具备一定的从业资质和执业资格，才能够在指定环境条件下进行缺陷检测操作，对压力管道的各项使用功能以及安全性能指标进行全面评估，及时筛查缺陷部位。超声波检测技术方法可以对裂纹比较明显的缺陷部位进行快速识别和波形分析，协助企业管理人员筛查压力管道材料的不合格品以及残次品数量。

2.4 射线检测技术

射线检测技术属于物理检验检测方法,可以通过X射线以及 γ 射线,对压力管道材料的局部区域进行快速检验检测,但是其放射性物质会对现场人员产生一定影响,需要合理布置射线发射和接收系统装置,现场人员还需要采取相应的防辐射等安全防护措施。不同类型射线可以对压力管道的狭窄部位进行全面的检验检测,但是需要结合压力管道的内部存储介质类型,筛选射线发射方式和角度,避免由于射线穿透角度存在偏差影响到压力管道材料的局部检验检测数据结果准确性。射线检测技术在压力管道材料的质量和安全管理检测项目中应用并不广泛,其检测成本相对较高,对压力管道所处环境条件的限制和约束相对较多,还会对现场人员产生一定辐射影响。

2.5 声发射检测技术

声发射检测技术,其基本原理是运用先进的电子类仪器设备,对管道内部和表面的各项缺陷特征进行快速识别和定位,对内部缺陷面积和具体位置进行定量分析。声发射检测技术与超声波检测技术相比,其成本费用基本相近,但是声发射检测技术可以根据电子仪器设备的数字模拟信号采集精度,定向调整压力管道的检测检验角度、平面以及细节部位,可以对被测压力管道进行快速识别和缺陷位置分析,协助现场技术人员捕捉数字信号。声发射检测技术方法,比较适用于室内压力管道安装和焊接作业场合,在室外进行管道质量以及安全性能检验检测的过程中,部分电子信号的通信传输效率会有所降低,影响到压力管道检验分析结果的准确性。声发射检测技术方法,比较适用于压力管道内部缺陷问题的识别和定位捕捉,对信号特征中的异常节点进行详细记录和统计分析。

2.6 超声相控阵检测技术

超声相控阵检测技术方法,在化工技术领域内的应用非常广泛,其检验检测模式比较成熟,能够保障压力管道在不同运行工况模式下处于较为稳定的使用状态之中,但是需要对瞳孔无相检测、平底控缺陷检测、高强度合金钢螺栓检测等检验内容进行标准化管理,确保超声相控阵检测数据结果的准确性。超声相控阵检测技术能够应用在油气管道的环缝焊接作业场合之中,并对成像检测探头等仪器设备进行系统化应用,确保各类压力管道检验检测结果的准确性和有效性。采用2D-TFM和3D-TFM成像技术检测螺栓裂纹缺陷,能够从二维图像平面、三维数据模型中筛选出

压力管道材料部位中的常见缺陷问题,并对裂缝、螺栓丝扣中的质量和安全风险因素进行精准识别和数据分析。超声相控阵检测技术,可以在众多压力管道无负荷以及有存储介质等不同场合中广泛应用,但是需要全面监督检查超声阵列探头等仪器设备的实际运行工况是否符合压力管道检验检测标准。

2.7 TOFD 衍射时差法超声检测技术

TOFD 衍射时差法超声检测技术,与传统的超声波检测技术方法相比,其对压力管道材料所处环境条件的限制更少,比较适合室内外压力管道质量和安全管理检验检测工作模式,并通过时差的形式进行衍射,快速定位压力管道的内外缺陷部位。在实际运用此类超声检测技术方法的过程中,需要对其区域划分标准和缺陷识别结果的精准度进行数据校验分析,协助压力管道管理人员快速筛查细节质量和安全风险因素。TOFD 衍射时差法超声检测结果的精确度,更依赖于超声波的信号发射频率、时间间隔长度等技术指标,保障现场安全和质量管理人员不会受到超声波的负面影响。TOFD 衍射时差法超声检测技术方法,其重点在于全面检验压力管道材质是否均匀,并对探伤部位进行统一编号处理。

3 结束语

综上所述,在压力管道的不同应用场景中,专业的检验检测技术需要发挥具体作用,协助技术管理人员快速筛查压力管道材料的使用功能、质量以及安全性能是否达标,并在构建标准化检验检测体系的过程中,合理运用无损检测方法。不同材质规格的压力管道材料,其生产加工以及制造改造模式中的检验检测结果能够直接影响其使用功能和性能的完整性。

参考文献:

- [1] 利观宝.低频磁致伸缩超声导波及漏磁检测组合新技术在压力管道检验中的应用[J].特种设备安全技术,2022(05):55-57.
- [2] 鲁玉坤.标准化手段促压力管道检验检测技术发展研究[J].中国标准化,2022(16):164-168.
- [3] 李飞杰,赵世强.压力管道定期检验中射线检测I型对比试块的使用[J].中国特种设备安全,2022,38(05):13-15+24.

作者简介:

胡友静(1982-),女,大学学历,工科学士学位,研究方向:特种设备检验检测、安全管理。