

特种设备检验检测技术应用

李智鹏 刘小蓓

淄博市特种设备检验研究院 山东 淄博 255000

摘要：在当下工业迅猛发展的时代背景下，特种设备检验检测技术的重要性日益凸显。本文深入探索了这些技术的多样化应用，详尽剖析了每种技术的鲜明特性、显著优势及其固有的局限。通过生动的实例，我们展现了这些技术在保障特种设备安全稳定运行中的关键作用，旨在为相关行业从业者提供富有洞见的参考，共同推动行业安全标准的提升。

关键词：特种设备；检验检测技术；安全运行；技术应用

引言

随着工业文明的蓬勃发展，特种设备已成为现代工业生产不可或缺的重要元素。然而，设备的安全运行问题也日益凸显，对检验检测技术的需求愈发迫切。本文旨在深入探索特种设备检验检测技术的实际应用，并剖析其对设备安全性能的深远影响。通过本文的阐述，我们期望为工业界提供有力的技术支撑，共同筑牢特种设备安全运行的坚固防线。

1 特种设备概述

特种设备，顾名思义，指的是那些具有特殊性质、用途或潜在危险性的设备。这些设备因其特定的操作环境、工作压力、温度或其他相关因素，若操作不当或设备故障，就将给人身和财产安全造成严重威胁；于是，对这类设备的制造、安装、使用、检验等环节都需要进行严格的监管和控制。特种设备通常指的是那些具有潜在高危险性，如果发生故障可能导致严重事故的设备；这些设施，包括但不限于锅炉温度、钢制压力容器（包括气瓶）、压力管道、电梯、起重机械、客运索道、大型游乐车和场（厂）内的专用机动车辆等。特种设备的类型，锅炉：用于产生蒸汽或热水的设备，常见于电力、石油等工业领域；压力容器：用来储存或处置气体、液体或固体物质的设备，其内部压力高于大气压；电梯：用于垂直或倾斜角度运送人或物的设备；起重机械：用于吊装或移动重物的设备。客运索道：用于运送乘客的索道系统；大型游乐车：在特定区域内运行的游乐设备，如过山车、摩天轮等；场（厂）内专用机动车辆：在特定区域内进行货物搬运的机动车辆。特种设备在企业生产中扮演着很重要的角色，例如，锅炉为工厂提供必要的蒸汽或热水，是许多工艺流程不可或缺的部分；压力容器已应用于化工、石油、制药等领域，用于存储和处理各种物质；而电梯和起重机械则大大提高了

物料和人员的运输效率。这些设备的安全运行不仅关系到工业生产的连续性和效率，更直接关系到操作人员的安全。由于特种设备的重要性和潜在的危险性，各国都制定了严格的法规和标准来监管这些设备的制造、安装、使用和检验。维护特种设备的安全工作，对维护公民生命财产的安全、保持社会安定和推动国民经济发展，都有着重大作用^[1]。

2 特种设备检验检测技术的必要性

特种设备因其特殊性和高风险性，对其进行定期的检验检测显得尤为重要。特种设备进行定期检验检测的必要性，主要体现在预防事故、延长设备使用寿命和提高生产效率三个方面，第一，预防事故。特种设备，如锅炉、压力容器、电梯等，通常在高温、高压或高负荷的条件下运行，这些极端环境使得设备容易出现疲劳、腐蚀或结构性损伤。若这些隐患未被及时发现和处理，可能会导致严重的安全事故，甚至威胁到人员的生命安全；定期的检验检测能够及时发现并处理这些可能的安全隐患，进而减少问题出现的可能性，保证装置的安全运转。第二，延长设备使用寿命。特种设备往往价值高昂，是企业的重要资产；通过定期的检查与测试，就能够及时发现设备在工作过程中发生的问题，如磨损、腐蚀或部件松动等；针对这些问题进行及时的维护和修复，不仅可以防止设备进一步损坏，还能延长设备的使用寿命；这有助于企业减少因设备频繁更换或大修而产生的额外成本，提高企业的经济效益。第三，提高生产效率。特种设备在工业生产中发挥着关键作用，其运行状态直接影响到整个生产线的效率和稳定性；若设备因故障而停机，将会导致生产中断，给企业带来重大损失。通过定期的检验检测，企业可以确保设备始终处于良好的工作状态，减少因设备故障导致的生产延误。这不仅有助于保障生产的连续性，还能提高企业的整体经

营效益, 进而提高公司的市场竞争力^[2]。

3 特种设备检验检测技术的具体应用

3.1 超声波检测技术

超声波检测技术是特种设备检验检测中的重要手段, 其原理主要基于超声在金属材料上传递后的反射、折射和发散等特性。超声波材料在碰到各种介质界面后, 都能产生反射和透射, 利用这一特性, 可以探测材料内部的缺陷和结构变化。(1) 超声波检测技术的优势在于其非破坏性、高精度和高灵敏度。首先, 超声波检测不会对被检测材料造成损伤, 保证了检测后的设备仍能正常使用; 其次, 超声波的波长很短, 所以具备很大的分辨率, 可以准确地找到细微的问题; 最后, 超声波对于材料内部的微小变化非常敏感, 能够及时发现潜在的安全隐患。(2) 在特种设备检测中, 超声波检测技术广泛应用于锅炉、压力管道等设备的壁厚和裂缝检测。以锅炉为例, 锅炉在长期运行过程中, 受热面管壁可能会因高温、高压等因素而出现腐蚀、磨损或裂缝等问题。通过超声波检测技术, 可以精确地测量管壁的厚度, 及时发现壁厚的减薄情况, 从而预防可能的泄漏事故; 超声波还可以探测到管壁上的微小裂缝, 为及时修复提供准确的信息。(3) 在压力管道的检测中, 超声波检测技术同样发挥着重要作用。压力管道在输送流体过程中, 可能会受到腐蚀、冲刷等因素的影响, 导致管壁减薄或产生裂缝; 通过超声波检测, 可以准确地定位这些缺陷, 为管道的维修和更换提供科学依据。(4) 超声波检测技术还可以与其他无损检测技术相结合, 如磁粉检测、渗透检测等, 形成综合的检测方案, 提高检测的准确性和可靠性。随着科技的不断发展, 超声波检测技术也在不断进步和完善, 为特种设备的安全运行提供了更加坚实的保障。

3.2 射线检测技术

射线检测技术是特种设备无损检测的重要手段, 它利用辐射(如X射线或 γ 射线)透过材料或在不同密度的材料上吸收和分散的特点, 来探测被检查物质内部的缺陷和组织。其基本原理是, 在辐射穿透物质时, 物质的密度和厚度差异会导致射线强度的衰减, 通过记录和分析射线的透射强度, 可以推断出物体内部的结构和可能存在的缺陷。(1) 在特种设备检测中, 射线检测技术特别适用于检测焊接接头、铸件等内部结构的缺陷。焊接接头是特种设备中常见的连接部位, 其质量直接关系到设备的安全运行; 射线检测可以清晰地显示出焊接接头内部的夹渣、气孔、未焊透等缺陷, 为评定焊接质量提供可靠依据。(2) 在铸件检测中, 射线检测技术同样展

现出其独特的优势。铸件由于其复杂的成型过程, 内部往往容易出现缩孔、气孔、夹砂等缺陷。这些缺陷如果不及及时发现和处理, 将严重影响设备的性能和安全性。射线检测能够非破坏性地探测到这些内部缺陷, 帮助生产者在早期阶段就进行质量控制, 避免不合格产品进入市场。(3) 射线检测技术的优势还在于其高精度和高分辨率。现代的射线检测设备能够捕捉到微小的密度变化, 从而精确地定位缺陷的位置和大小; 这对于精确评估设备的结构完整性和预测其使用寿命具有重要意义。(4) 射线检测技术也有其局限性, 如对人体有一定的辐射危害, 需要在严格的安全措施下进行。射线检测设备相对昂贵, 操作和维护成本也较高。所以, 在实际应用中需要综合考虑其优缺点, 合理选择和使用。

3.3 磁粉检测技术

磁粉检测技术在特种设备检验检测中扮演着至关重要的角色, 尤其是对铁磁性材料的表面或近表面缺陷的探测。这项技术利用了铁磁性材料在磁性变化后, 对其表面或近表面的缺陷会产生外漏磁性, 从而吸收了磁粉检测, 产生可见的磁痕, 以便更精确地揭示出缺陷的部位、形态和大小。(1) 在特种设备领域, 压力容器和管道是常见的被检对象。这些设备在运行过程中承受着巨大的压力和温度变化, 因此对其安全性和完整性的要求极高; 磁粉检测技术为这些设备的检验提供了有效的手段。(2) 对于压力容器, 磁粉检测可以应用于壳体的焊缝、热影响区以及其他关键部位。检测时, 首先需要对被检部位进行充分的清理, 确保无油污、锈蚀等干扰因素; 通过专用的磁化设备对压力容器进行磁化, 随后施加磁粉; 在磁粉的作用下, 任何存在的表面或近表面缺陷都会形成明显的磁痕, 从而被检测人员准确识别。(3) 在管道检测中, 磁粉检测同样展现出了其独特的优势。由于管道通常是长距离、大口径的, 因此其表面缺陷的检测尤为重要; 磁粉检测可以沿着管道的长度进行, 有效地发现裂纹、夹杂等潜在的安全隐患; 这种方法的灵敏度和准确性, 使得磁粉检测成为管道定期检验和维修中不可或缺的一环。(4) 磁粉检测技术的操作简便、成本低廉且对环境无害, 使得它在特种设备检验检测中的应用愈发广泛。但磁粉检测主要适用于铁磁性材料, 并且只能检测表面或近表面的缺陷; 于是, 在实际应用中, 需要结合其他无损检测技术, 如超声波检测、射线检测等, 以实现特种设备全面、准确的评估^[3]。

3.4 渗透检测技术

渗透检测技术在特种设备检验检测中, 特别是对于非多孔性金属材料表面开口缺陷的检测, 发挥着重要的

作用。这种技术通过利用特定的渗透剂，能够有效地揭示材料表面的裂纹、气孔以及其他开口缺陷，为特种设备的安全工作提供了有力保证。（1）在实际应用中，渗透检测技术展现出了其独特的优势。一是该技术具有很高的灵敏度，能够发现微小的表面缺陷，这对于预防潜在的安全隐患至关重要；二是渗透检测技术的操作相对简便，不需要复杂的设备，因此在实际应用中具有很高的可行性。（2）在特殊装置测试领域，渗透测试常被运用于各种钢制压力容器、锅炉、管道等关键设备的表面缺陷检测。这些设备在运行过程中承受着极端的温度和压力，因此表面缺陷的及时发现和处理显得尤为重要；通过渗透检测，可以清晰地显示出缺陷的位置、形状和大小，为后续的维修和保养提供准确的依据。（3）渗透检测技术在特种设备检测中的实际效果也非常显著。通过定期的检测，可以及时发现并处理那些可能影响设备安全运行的缺陷，从而显著降低事故发生的概率；该技术还可以用于监测设备的老化情况，为设备的更新和替换提供决策支持。（4）虽然渗透检测技术对于表面开口缺陷的检测效果显著，但它并不适用于检测内部缺陷或闭合性裂纹。因而，在实际应用中，需要结合其他无损检测技术，如超声波检测、射线检测等，以实现更全面的设备评估。

3.5 声发射检测技术

声发射探测技术，是一门新型的高动态声无损探测技术，其原理主要是利用在金属材料内部，因裂纹扩散、塑性变形以及相变等而产生的应力波射现象。这些应力波可以被专门的传感器捕获并分析，从而提供关于材料内部状态变化的实时信息；声发射检测技术具有实时监测、灵敏度高、能够检测到活动性缺陷的优点，因此在特种设备检验检测中得到了广泛应用。（1）在特种设备领域，如压力容器、管道、锅炉等，这些设备在

运行过程中可能会因为各种因素导致材料内部产生微小的裂纹或变形。这些微小变化在传统的静态检测中往往难以被发现，但它们却可能对设备的长期安全运行构成潜在威胁。声发射检测技术正是针对这类问题而设计的，它能够在设备运行过程中实时监测到这些微小变化，从而及时发现并预防潜在的安全风险。（2）在实际应用中，声发射检测技术通常与其他无损检测技术相结合，如超声波检测、磁粉检测等，以实现设备的全面评估。通过布置在设备关键部位的声发射传感器，可以连续监测设备在运行过程中的状态变化。一旦检测到异常的声发射信号，就意味着设备内部可能存在活动性缺陷，此时可以立即采取相应的措施进行排查和修复。

（3）声发射检测技术还可以用于设备的寿命评估和预防性维护。通过对设备在运行过程中产生的声发射信号进行长期监测和分析，可以了解设备的健康状态和性能变化趋势，从而制定合理的维护计划和更换周期。

结语

科技的脚步永不停歇，特种设备检验检测技术也随之日新月异。本文通过深入剖析多种检测技术的实践应用，旨在为工业安全领域贡献一份思考。展望未来，新技术将层出不穷，特种设备检验检测将迈向更高精度、更高效的新纪元，成为捍卫人们生命财产安全的坚实屏障。让我们共同期待这一领域的持续创新与发展，携手构筑更为安全的工作环境。

参考文献

- [1]韩世勋.特种设备检验中无损检测技术的应用分析[J].甘肃科技,2020,36(24):24-25,3.
- [2]张立科,张国强.无损检测技术在承压类特种设备检验中的应用[J].科技创新导报,2020,16(27):94-95.
- [3]陈阳文.无损检测技术在承压类特种设备检验中的应用探究[J].中国设备工程,2020(23):155-156.