

特种设备检测中无损检测技术的应用

刘爱庆

山东省特种设备检验研究院集团有限公司 山东 济南 250000

摘要: 特种设备检测中无损检测技术的应用是不可或缺的,它能够在不破坏设备完整性的情况下,快速和准确地检测出潜在缺陷。常用的无损检测技术包括超声波检测、射线检测、渗透检测和热像仪检测。通过持续的技术改进与创新,无损检测技术将发展出更高精度、更易操作和更快速的特点。

关键词: 特种设备;检测中无损;检测技术的应用

引言:特种设备的安全运行对于保护人员的生命和财产安全至关重要。在特种设备的运行过程中,潜在的缺陷和故障可能会导致严重的后果。因此,特种设备检测是非常重要的,而无损检测技术则是特种设备检测中必不可少的一部分。本文将重点探讨无损检测技术的应用及其在特种设备检测中的必要性,并对持续改进与未来趋势进行讨论。

1 特种设备无损检测技术使用的必要性

特种设备无损检测技术的使用在保障特种设备的安全性和可靠性方面具有重要的必要性。本文将从几个方面阐述特种设备无损检测技术使用的必要性。首先,特种设备的安全性至关重要。特种设备在生产、运行过程中会承受各种负荷和压力,而存在一定的使用寿命。如果特种设备内部存在缺陷、疲劳、腐蚀等问题,这些问题可能会导致设备的失效、事故的发生,对人员和环境造成严重的危害。无损检测技术通过检测和评估特种设备的内部和外部缺陷,可以发现潜在的安全隐患,采取相应的修复和措施,确保特种设备的安全运行。其次,特种设备的可靠性是经济运行的基础。特种设备的故障和停机会给企业带来巨大的经济损失。特种设备无损检测技术能够及时发现设备中的潜在问题,如裂纹、疲劳、腐蚀等,帮助企业预防和避免设备的故障和停机。通过定期的无损检测,可以减少特种设备的维修和更换频率,降低企业的维修成本,提高生产效率和经济效益。此外,特种设备无损检测技术能够提高工作效率和减轻劳动强度。相比传统的解体检测方法,无损检测技术无需对特种设备进行拆解和破坏性检测,可以快速、准确地进行检测,节省了大量的时间和人力成本,同时避免了特种设备在拆解过程中可能带来的维修风险和困难。最后,特种设备无损检测技术对环境保护也具有重要意义。无损检测技术不需要使用化学试剂和材料,无污染、无废品产生,对环境没有任何负面影响。

2 特种设备检测中常用的无损检测技术应用

2.1 小径管超声检测

小径管超声检测在特种设备检测中被广泛应用,它是一种无损检测方法,通过超声波的传播和接收来评估小径管内部的缺陷和腐蚀情况。以下是小径管超声检测的应用。首先,小径管超声检测可以用于检测管道的壁厚剩余量。在使用过程中,小径管可能会因腐蚀、磨损或其他原因导致壁厚减少,进而引起安全隐患。通过超声波的传播和回波分析,可以准确测量管道壁厚,及时发现壁厚剩余量的变化,并根据数据评估管道的使用寿命和安全状况。其次,小径管超声检测可用于检测管道的焊接缺陷。在小径管的制造和安装过程中,焊接是一个关键的步骤。焊接缺陷如气孔、夹渣和未熔合等会导致焊接接头的强度和密封性降低,从而影响管道的安全性。通过超声波的传播和反射,可以检测焊缝中的缺陷,根据回波信号评估缺陷的大小和位置,及时采取相应的修复措施。第三,小径管超声检测可用于检测管道的腐蚀情况。小径管在使用过程中可能会受到腐蚀的影响,导致管道壁厚减少和腐蚀坑的形成。通过超声波的传播和回波分析,可以确定腐蚀的深度和范围,评估管道的腐蚀程度,并在必要时采取修复或更换措施,确保管道的完整性和安全性。最后,小径管超声检测可以用于检测管道的内部流动情况。通过超声波的传播速度和回波强度的变化,可以评估管道内液体或气体的流动情况,判断管道是否受到阻塞或堵塞。这对于小径管的正常运行和流体传输的有效性至关重要。

2.2 射线检测

射线检测技术主要包括X射线检测和 γ 射线检测两种方法,它们利用射线的穿透和吸收特性来鉴定物体的内部结构和性能。通过将射线源放射到被检测物体上,并使用探测器记录射线传播的信息,可以获得物体内部的图像或信号。X射线检测是利用X射线的高能量来探测

物体内部的缺陷和问题。X射线源会产生高能量的X射线束，通过物体后，被探测器接收和记录。根据物体对X射线的吸收能力不同，可以观察到不同程度的透射，从而判断物体的内部结构和缺陷。 γ 射线检测则使用 γ 射线作为探测手段^[1]。 γ 射线是一种高能量的电磁波，可以穿透物体并被探测器接收。 γ 射线源通常使用放射性同位素产生，例如钴-60和铯-137等。通过测量射线透射后的强度变化，可以了解物体的内部情况。射线检测技术在特种设备检测中具有广泛的应用。常见的应用包括：

(1) 压力容器和管道的检测：射线检测可以帮助检测压力容器和管道中的裂纹、腐蚀、疲劳等缺陷。(2) 锅炉和换热器的检测：利用射线检测技术可以评估锅炉和换热器中的管道疏松、焊接质量等问题。(3) 特殊材料的检测：对于特殊材料，如复合材料和高温合金，射线检测可以帮助评估内部缺陷和变异性。(4) 汽车和机器零部件的检测：射线检测可用于检测发动机零件、轴承等机械零部件的内部结构和质量。射线检测技术在特种设备检测中具有许多优点。首先，它能够穿透厚度较大的物体，对深层缺陷有较好的探测能力。其次，射线检测技术可以提供高分辨率的图像，使得对缺陷和问题的评估更加准确。此外，射线检测技术无需与被检测对象接触，操作相对简便，不会对设备造成损伤。然而，射线检测技术也存在一些限制。第一是射线辐射的危险性，对工作人员和环境可能带来潜在的风险，因此需要严格的辐射安全控制。第二是射线检测设备的成本较高，设备维护和操作需要专业的技术和经验。

2.3 渗透检测

渗透检测是一种应用较广泛且成本较低的无损检测技术。它适用于平滑的表面、长型缺陷，以及复杂的金属和非金属材料。该技术主要包括以下步骤：(1) 表面处理：被检测物体的表面需要进行适当的处理，以去除污垢、油脂或涂层物等，保证渗透剂能够充分渗入物体表面。(2) 浸渍：将渗透剂涂布在物体表面，使其充分浸润到可能存在缺陷的区域^[2]。渗透剂会进入并填充缺陷中的裂纹或毛细孔，并形成可见液体。(3) 渗透时间：根据渗透剂的类型和物体的性质，进行适当的渗透时间，让渗透剂在缺陷中扩散和渗透。(4) 渗透剂去除：将多余的渗透剂从物体表面去除，可以采用吹扫、擦拭等方法。渗透剂被物体表面缺陷吸收后，留在缺陷处。(5) 显色：施加显色剂，包括液态或粉末样式，显色剂会渗入和渗透剂相互作用的缺陷中，并形成可见的染色。通过观察显色剂是否在缺陷处显示出染色，就可以确定物体表面是否存在裂纹、毛细孔或其他隐蔽的缺陷。

渗透检测技术在特种设备检测中具有许多优点。首先，它可以检测到微小的表面缺陷，并提供高灵敏度的检测。其次，渗透检测成本相对较低，操作简单，设备要求较少。此外，该技术适用于多种类型的材料，包括金属和非金属，以及复杂的形状和曲面。然而，渗透检测技术也存在一些限制。首先，渗透检测只能检测物体表面的缺陷，对于深层或内部缺陷的检测能力有限。其次，渗透剂有可能在渗透过程中引入污染物，因此在使用时需严格控制操作条件和适当处理废液。

2.4 奥氏体不锈钢的超声检测应用

奥氏体不锈钢是一种常用的材料，在特种设备的制造中广泛应用。为了确保其质量和完整性，常常使用无损检测技术，其中超声检测是最常用的方法之一。超声检测利用声波在材料中传播和反射的原理，通过探测器发送超声波回波，并分析接收到的信号来评估材料的内部缺陷和表面变化。对于奥氏体不锈钢，超声检测可以应用于以下几个方面：(1) 检测焊接缺陷：在特种设备制造过程中，奥氏体不锈钢常常需要进行焊接^[2]。超声检测可以用于检测焊接接头的内部缺陷，如气孔、夹渣和未熔合等。通过超声波的传播和反射，可以准确地定位和评估焊接缺陷的大小和位置。(2) 评估冷却介质腐蚀：特种设备中经常接触各种冷却介质，这可能导致奥氏体不锈钢的腐蚀。超声检测可以用于评估材料的腐蚀程度，检测腐蚀坑和腐蚀开裂等。通过超声波的传播和回波分析，可以确定腐蚀的深度和范围，从而评估材料的可靠性和使用寿命。(3) 检测材料疲劳裂纹：特种设备在使用过程中可能受到高温、高压和重复载荷的作用，这可能导致奥氏体不锈钢产生疲劳裂纹。超声检测可以用于检测材料的疲劳裂纹，包括表面裂纹和内部裂纹。通过超声波的传播和反射，可以确定裂纹的大小、形状和方向，以便及时采取修复或替换措施。通过超声波的传播和回波分析，可以准确、非接触地检测奥氏体不锈钢的焊接缺陷、腐蚀程度和疲劳裂纹，以保证特种设备的质量和安全性。在实际应用中，应遵循相应的检测标准和规程，并由专业技术人员进行操作和解读结果，以确保检测的准确性和可靠性。

3 持续改进与未来趋势

3.1 自动化与智能化发展

在特种设备检测中，无损检测技术的应用正朝着持续改进和未来发展的方向发展。其中，自动化与智能化是无损检测技术发展的重要趋势。首先，自动化技术的发展对特种设备无损检测产生了显著影响。传统的无损检测通常需要人工操作，这要求检测人员具备专业技能

和经验,并且耗费较多的时间和人力资源。但随着自动化技术的进步,越来越多的无损检测设备实现了自动化操作,减少了对人工操作的依赖,提高了检测的效率和精确度。例如,自动化机器人和无人机在特种设备的检测中得到了广泛应用,它们可以在不同环境下自主完成检测任务,减少人员的暴露风险和工作强度。其次,智能化发展是无损检测技术的又一重要趋势。随着人工智能和大数据分析技术的不断发展,无损检测领域也开始应用智能化的方法来提高检测效果。例如,利用机器学习和深度学习技术,可以对大量的无损检测数据进行分析 and 挖掘,进一步优化检测算法和模型,提高缺陷识别和评估的准确性。此外,智能化的无损检测设备也能够实时监控特种设备的工作状态,并进行实时告警和预测维护,提高特种设备的安全性和可靠性。自动化与智能化的发展将极大地改变特种设备无损检测的工作方式和效果。通过更高级别的自动化操作和智能化算法,无损检测可以更快速、准确地完成,并提供更可靠的检测结果。它们不仅提高了检测的效率和准确性,还减少了人为因素对检测结果的影响,降低了人员的工作强度和潜在风险。

3.2 数字化无损检测技术应用和发展

数字化无损检测技术应用在特种设备检测中,主要应用于以下几个方面:。首先,数字化无损检测技术在各个行业中得到了广泛应用。例如,在航空航天工业中,数字化无损检测技术可以应用于飞机和航天器结构的检测,以确保其完整性和安全性。在核工业中,数字化无损检测技术能够检测核电站的管道和设备,以防止泄漏和事故。在汽车制造业中,数字化无损检测技术可以用于汽车零部件的质量检查,以提高汽车的可靠性和安全性。其次,数字化无损检测技术的发展涉及多个方面。一方面,传统的无损检测方法正在向数字化无损检测技术转变。基于电磁、声波、光学等原理的传统无损检测技术已经与计算机系统相结合,数字化无损检测仪器得以出现并逐渐普及。另一方面,人工智能和机器学习

等技术的发展也为数字化无损检测带来了新的机遇。通过将大数据和智能算法应用于数字化无损检测数据的分析和识别,可以提高缺陷识别和判断的准确性和效率。第三,数字化无损检测技术的应用极大地提升了检测效率和可靠性^[3]。数字化无损检测技术使得检测数据的记录和处理更加高效和精确,减少了人为误差和数据丢失风险。利用数字化技术,可以实现实时监控和长期数据存储,方便后续分析和比较。此外,数字化无损检测技术还可以进行三维重建和数据可视化,使得检测结果更加直观和易于理解。在未来的发展中,数字化无损检测技术将继续得到推广和发展。随着计算机技术的不断进步,越来越多的无损检测数据将通过数字化方式进行存储和处理。同时,数字化无损检测技术与人工智能、大数据和云计算等技术的结合,将为无损检测带来更多的创新和应用。然而,数字化无损检测技术的应用仍面临一些挑战,如设备成本、标准化和数据隐私等问题,需要在技术和管理层面进行进一步研究和解决。

结束语:通过不断进行技术改进与创新,无损检测技术将呈现出更高精度、更易操作和更快速等特点。未来的趋势是继续发展和应用新的无损检测技术,并结合人工智能和大数据分析等技术,以提高检测效率和准确性。通过不断提高无损检测技术的应用水平和发展方向,可以更好地保障特种设备的安全运行,为人员和财产提供更可靠的保障。

参考文献

- [1]姜东,唐建文,王居明.特种设备无损检测技术在工程监理中的应用研究.科技信息,2022.13(20):158-162.
- [2]孙松强,郑守杰,侯德学.特种设备无损检测技术在电力系统中的应用研究.新能源,2021.41(02):73-77.
- [3]陈鸿雁,邢自会,马昌等.特种设备无损检测技术在石化行业中的应用与研究.化学工程与装备,2020.57(12):51-54.