

# 特种设备检验检测中无损检测技术的应用研讨

叶龙 陈敏

杭州华安检测技术有限公司，浙江杭州，310023；

**摘要：**随着现代经济和社会的发展，国家各个行业都面临着新的转型升级和深入的创新，特别是在工业化进程中，它的安全、技术和使用便利性都得到了全方位的提升和优化。由于专用设备在一系列功能上的特殊性以及使用环境上的特殊要求，因此，在实际使用过程中，必须保证它的安全性和可靠性，从而将由于设备的操作故障所带来的一系列不利影响降到最低。本文对特种设备检验检测中的无损检测技术应用讨论，重点阐述了无损检测技术在特种设备领域的应用前景。通过对无损检测方法的深入研究，指出无损检测对提高设备的安全性，减少维修费用，延长设备使用寿命等具有重要意义。

**关键词：**特种设备；检验检测；无损检测；安全性；维护成本；设备寿命

DOI:10.69979/3041-0673.24.5.034

特种设备是现代工业中不可缺少的一部分，如压力容器，锅炉，起重设备等。但特种设备服役环境复杂，服役过程中易出现磨损、老化等问题，其安全可靠运行受到了工程技术人员的高度重视。为保证此类设备的安全运行，对其进行检查和测试显得尤为重要。无损检测是一种检验检测手段，已被广泛地用于特殊设备的检测。无损检测技术主要包括超声波检测、射线检测、磁粉检测、渗透检测和涡流检测等方法。这些技术能够在不破坏设备结构的前提下，对设备内部和表面的缺陷进行精确的定位和评估。

## 1 特种设备无损检测技术的应用特点

### 1.1 应用无损检测技术的必要性

由于特殊设备的广泛运用，加之其自身的高危性、封闭性、涉及生命安全等特性，在长时间的使用过程中，这些设备都会发生各种程度的损坏，当其累积到某个水平时，就会发生重大的安全事件，所以需要对其进行及时、高效的检测，并对其进行相应的改进，从而保证其安全、稳定地运转。常规的特殊设备结构破坏检测方法是通过特殊设备的整体拆解，利用物理、化学等非破坏性检测手段来检测和检测设备的缺陷，其检测精度、精度和效率都很差，难以满足目前特殊设备检测的要求。然而，在无损检测技术的基础上，运用了一种科学的物理方法，不仅能够对设备的缺陷进行检测和定位，而且能够对设备的整体结构、工作状态进行分析与辨识，利用数据分析与影像技术，能够对设备的损伤情况进行全方位、全方位的评估，进而提升检测的精度与时效性。本项目研究成果对于提升检测品质，保证特殊设备的安全、可靠和可靠的工作有着十分重大的意义。

### 1.2 无损检测技术的优势

无损检测技术可以覆盖特种设备的原材料、制造工艺以

及服役运营的全过程，有着独特的优点，在特种设备的检测中得到了广泛的应用。其优点有四：（1）非破坏性。该方法具有无拆解、无损伤等特点，可确保被检物体的整体结构及功能完好性，可有效提升测试精度与工作效率。相对于常规结构的无损探测，这种方法具有明显的优越性。（2）全面性。在检测的全流程中，我们将按照检测的规范和标准，对检测设备、技术和人才进行科学、合理的选择，以对设备的故障进行定位和分析为出发点，针对一些易被忽略的检测死角，通过不同的检测手段来相互配合，实现全面的检测，使得检测的结果具有更好的参考价值。（3）全程性。对特殊设备本身的特点与复杂程度，在保证测试目标原始完整性的前提下，无论是针对原材料、制造工艺还是在工作中的设备，都表现出了很好的适应性，可以覆盖到特殊设备检查的全流程。（4）互容性。针对同一被测试对象，基于其装置的构造和特性，可以使用不同的测试方法进行多次测试，相互印证，提高测试的精度。

## 2 特种设备无损检测技术的应用现状

在进行测试前，需要将测试仪器的特性与使用环境相结合，按照具体的需要，选取一种科学、合理的测试方法与测试时间，使无损检测的优点得到最大限度地发挥出来，从而保证特殊设备的安全、可靠地工作。（1）射线检测技术。射线探测是一种常用的特殊设备探测方法，其工作原理是利用被测物体对各种光线有差别的吸收与散射，在光学量子透视装置之后，利用薄膜为存储介质，利用光学成像技术获得光学图像信息，可以直接对器件的特定缺陷进行诊断。目前，X射线探伤是目前使用最为广泛的一种方法，它可以用于各类铸钢构件的对接和角焊，可以对压力容器中的特殊结构进行有效的检查和定位。本发明的优势在于：对于200mm以下的特殊设备，如气孔、夹渣等缺陷的检测，可以直接检测到缺

陷的数目、大小及位置；但存在光图数据不稳定，检测设备昂贵，检测速度慢，检测材料有限，且检测时辐射对身体有害，且对环境造成污染等问题。（2）磁粉探伤技术。该方法利用待检物体对其进行磁化处理，在其表层存在的夹杂物、裂纹及未融合等部位会发生漏磁效应，并在该区域内形成不连续的磁力线，从而对作用于仪器上的有色磁粉进行有效的吸收，从而实现对工件内部缺陷的准确定位。虽然磁粉检测具有操作简便、设备费用低廉、快速、灵敏等优势，但也存在着适用于铁磁材料，检测设备适用范围窄等不足，有待于开发和拓展。（3）超声波探伤技术。超声检测是基于超声在被测量物体中发生的折射、辐射等物理过程，表现出一定的时域、频域等特征，并结合计算机的软件载体，可以获得较为完整的检测结果，进而准确地确定设备内外缺陷的部位及尺寸。这种方法具有很高的适应性，可以对8—300毫米的物质进行探测，检测的缺陷类型也比较全面，可以对设备进行全面有效的检测，具有广阔的用途。这种检测方法操作简便，设备费用低廉，测量精度高，速度快，对环境没有污染，对人体没有伤害，但是对于形状复杂的特殊设备就不行了。（4）渗透检测技术。基于流体毛细效应和固态燃油荧光效应，利用有色渗透液、脱脂剂和显影剂等手段，可高效地探测设备上开口型裂纹。这种检测方法可携带、设备造价低廉、灵敏度高、检测范围可控，适合于对复杂构件进行检测，但存在无法适用于多孔材料检测、设备内部缺陷检测、环境污染等问题。所以，需要与其他无损检测技术相融合，使该技术的研究和应用范围进一步扩大。（5）涡流检测技术。涡流检测技术是当今世界各国普遍重视的一项测量方法。该方法基于电磁感应原理，利用导体绕组产生的磁场，在工件表面诱发涡流变化，进而对工件进行快速检测。当前，这一检测方法主要用于对微小孔隙、腐蚀和磨损等缺陷进行检测，但存在检测效率高、灵敏度高、无温度干扰和无环境污染等不足，存在检测精度不高等不足。（6）红外线检测技术。根据热力学基本理论，物体的表面都会发出或吸收辐射能，而辐射能的大小与其物理和化学性质密切相关。所以，红外探测技术的工作机理是基于红外光的温敏效应，通过热成像和红外探测器，可以直接观察被测量物体的表面的热场，进而可以精确地判断出物体的缺陷位置、种类及危害程度。当前，通常采用的红外探测方法分为有源探测和无源探测，前者需要通过对被测件进行人为的加热，利用热传导系数的不同对器件的某一部分进行检测，从而确定器件的某一部分有无缺陷。无源探测技术是通过探测仪器本身的温度进行探测的。这种测试方法适合于各类特殊设备的检查，但是由于其精度不高、可靠性差、携带不便以及仪器费用昂贵等原因，目前多被用作一种辅助检查方法。所以，需要加大检测的研究和开发力

度，以进一步提升检测分辨率。

### 3 无损检测技术在提高设备安全性方面的作用

#### 3.1 缺陷早期发现与预防

无损检测技术可以发现微小的、潜在的缺陷，而这种缺陷将会逐步扩展到装置的故障。如果能早期检测出故障，就能及时进行检修，避免故障的发生。对产品进行及早检测，可以有效地防止生产过程中的意外和损坏。在生产过程中，如果不及时发现这些故障，就会造成生产中断，污染环境，严重时还会威胁到人身安全。采用无损检测技术方法可以有效地降低上述隐患。通过对设备全寿命周期内的无损检测技术，可以达到提高设备使用寿命的目的。解决一些较小的瑕疵并防止大量的修理工作，可以帮助这些装置更长期地处于一个稳定的操作条件。采用无损检测方法，可以节省大量的维修费用。当需要时再进行检修，这样既能减少维修费用，又能提高能源的利用率。

#### 3.2 定期检测与监测

有规律地采用无损检测方法，可以将检验和评价纳入设备的定期维修规划中。这对于发现设备内部的裂纹，腐蚀，材料疲劳等具有重要意义。根据设备型号、使用条件及厂商推荐，对设备进行周期性测试，以保证其安全可靠。通过周期性的无损检测，可以进行预防维修，维修或替换有缺陷的零件，避免了生产中出现的故障。这样就可以增加装置的使用时间，并改善它的表现。此外，定期的无损检测还能为设备的维护提供数据支持，帮助制定更为精确的维护计划。通过分析检测结果，可以对设备的健康状况进行评估，从而预测潜在的故障风险。这种预测性维护策略，不仅能够减少突发性故障的发生，还能优化维护资源的分配，确保设备在最佳状态下运行。

### 4 无损检测技术在降低维护成本方面的作用

#### 4.1 避免不必要的维修

无损检测是一种可以精确评价设备状况的方法。通过对该装置的各项性能指标及部件进行测试与监控，从而判断出该装置的真实运行状态。这样就可以防止由于人为或不精确的资料而做出维护决定。无损检测是一种无损检测技术方法，它可以准确地判断出待维护的零件及部位，并把它看作一个完整的整体。在此基础上，仅对存在故障的零件进行修理或替换，减少了维护费用。维护是一项耗时耗力的工作，若无正当理由而进行维护，则是对珍贵的资源的一种极大的浪费。

#### 4.2 提高维护效率

无损检测能对设备的故障及故障进行精确定位，既能判

断故障的种类、部位,又能对故障的大小进行评定。这有助于维修小组快速找到并分析出特定的问题所在,从而节约了大量的时间来发现问题。有规律的无损检测,就能在问题变得更严重前找到和诊断出问题。这就使得维修小组能够对一些较小的故障进行预防和处理,从而可以避免大型的检修任务,从而提升维修工作的效率。无损检测能够对故障进行早期的检测并对其进行诊断,这样维修人员就能够及时地对其进行相应的处理,从而缩短了设备停工的周期,从而保证了生产的持续进行,降低了因为停工造成的产量的下降。

## 5 无损检测技术在延长设备寿命方面的作用

### 5.1 预测设备寿命

无损检测技术能够对设备的各个部件进行连续监控,包括材料状态,温度,应力等。该研究成果可为设备运行状态评价、故障辨识和使用寿命预估提供依据。通过对装置运行状态的持续监控及采集资料,对装置运行状况进行动态的统计和统计,从而了解装置运行状况的发展趋势。它可以帮助我们预见到将来在使用过程中会遇到的一些问题。无损检测技术能为设备的失效形式提供依据。通过对历史资料及失效案例的分析,可以对未来失效的种类及发生次数进行预估。

### 5.2 延缓设备老化

利用无损检测技术,可以对设备的早期故障进行早期诊断,如疲劳,腐蚀,裂纹等。如果能对故障部位进行检测和维修,就能有效地减缓故障的发生和发展。通过常规无损检测,可以连续地监控设备的状态。这样可以帮助维修人员了解到可能出现的问题以及可能发生的发展方向,以便维修人员可以适当地采取措施来延缓设备的老化。无损检测技术是一种评价金属材质的方法,它可以对金属内部夹杂、杂质及缺陷进行评价。通过对其品质、性质的认识,可以有针对性

地提出减缓其时效进程的方法。无损检测是进行预防维修的有效手段。这包括定期的清洗,润滑,校准等操作,保证机器在良好的运行条件下,延缓机器的老化。

## 6 结束语

综上所述,随着特种设备的特殊性,制造技术的不断革新和需求的不断增长,对无损检测技术的要求也越来越高,需要不断地改进和创新检测技术,充分发挥无损检测的非破坏性、全面性、全程性和互容性等优点,扩大无损检测的适用领域,建立并完善一整套的测试方案,并根据特殊设备的具体条件,科学、合理地选取最优的测试技术,制订出设备的缺陷探测方案,并提出防范与解决对策,提高测试的效率,提高测试的精度与可靠性,从而有效地保证测试质量,保证特种设备的安全、稳定运行,提高企业的生产效益,促进社会经济的发展。

## 参考文献

- [1] 孟繁敏. 浅谈无损检测技术在特种设备检验中的运用[J]. 工程技术(文摘版) 2023(11):118-122.
- [2] 张云海. 特种设备检验中无损检测技术的应用[J]. 科技创新与应用, 2022(04):171-174.
- [3] 乔杨, 白亮, 崔雪, 等. 谈无损检测技术在特种设备检验中的运用[J]. 中国科技期刊数据库工业 A, 2023(08):164-167.
- [4] 陈丽芬. 无损检测技术在特种设备检验中的应用探究[J]. 首届"何以为师"学术研讨会论文集. 2021(07):166-168.
- [5] 张文天. 浅谈无损检测技术在特种设备检验中的运用[J]. 百科论坛电子杂志, 2020(12):297-298.