

# 解析特种设备检验中无损检测技术应用

唐震

中冶检测认证(上海)有限公司 上海 201900

**摘要:** 特种设备检验中无损检测技术的应用,是确保设备安全运行的关键环节。无损检测技术,如超声波、磁粉、射线及红外线探伤等,以其高效、精确的特点,在特种设备检验中发挥着重要作用。这些技术不仅可以有效发现设备内部的缺陷和损伤,还能在不破坏设备结构的前提下,提供全面、准确的检测结果。本文详细解析无损检测技术在特种设备检验中的应用要点,包括技术选择、操作规范以及质量控制等方面,旨在为特种设备的安全运行提供有力保障。

**关键词:** 特种设备;无损检测技术;应用分析

## 1 特种设备的定义

特种设备是指那些涉及生命安全、危险性较大的设备,包括但不限于锅炉、压力容器(含气瓶)、压力管道、电梯、起重机械、客运索道、大型游乐设施和场(厂)内专用机动车辆等八大类。这些设备由于其特殊的工作性质和使用环境,一旦出现故障或操作不当,就可能对人员的生命和财产安全造成极大的威胁。特种设备的定义不仅强调其危险性,还突出其对于人身和财产安全的重要影响。这些设备通常被广泛应用于工业、交通、旅游等多个领域,对于推动社会经济发展和提高人民生活水平具有重要作用。由于特种设备的高风险性,其设计、制造、安装、使用、维修、改造、检验检测等环节都必须严格遵守国家相关法规和标准,确保设备的安全运行。在特种设备的管理中,国家实行严格的许可和监管制度。特种设备的制造、安装、改造、维修单位必须具备相应的资质和能力,并接受政府部门的监督和检查。特种设备的使用单位也必须建立完善的安全管理制度,加强设备的日常维护和检查,确保设备的安全性能符合要求。特种设备的作业人员也必须经过专业培训,取得相应的资格证书后才能上岗操作。作业人员需要掌握设备的操作技能和安全知识,熟悉设备的结构和性能,能够及时发现和处理设备故障和异常情况。

## 2 特种设备无损检测技术的重要性

特种设备无损检测技术的重要性不容忽视。无损检测是特种设备安全监管的关键环节,它能在不损害设备结构和使用性能的前提下,通过物理或化学手段,对设备内部和外部的缺陷、损伤、材质变化等进行准确检测。第一,无损检测技术能够及时发现特种设备中的潜在隐患,特种设备在使用过程中,由于材料老化、应力集中、腐蚀等原因,可能会产生裂纹、变形等缺陷。这

些缺陷若不及时发现和处理,可能会引发严重的安全事故。通过无损检测,可以定期对设备进行全面细致的检查,确保设备的完好性和可靠性<sup>[1]</sup>。第二,无损检测技术有助于提高特种设备的安全性能,通过对设备的无损检测,可以了解设备的实际状况,为设备的维修、改造和更新提供科学依据。根据检测结果,可以对设备的安全性能进行评估,为设备的安全运行提供有力保障。第三,无损检测技术还有助于提高特种设备的使用效率,通过对设备的定期检测,可以及时发现设备的磨损和老化情况,合理安排设备的维修和更换周期,避免设备因过度磨损或老化而提前报废。这不仅可以延长设备的使用寿命,还可以降低企业的运营成本。第四,无损检测技术在特种设备行业的应用,还推动相关技术的不断创新和发展。随着科技的进步,无损检测技术不断更新换代,其检测精度和效率不断提高,为特种设备的安全监管提供更加有力的技术支持。

## 3 无损检测技术的现状

目前,无损检测技术已经涵盖了多种方法和手段,如射线检测、超声波检测、磁粉检测、渗透检测、涡流检测等。这些方法各具特色,适用于不同材料和设备的检测需求。射线检测能够直观显示材料内部的缺陷,超声波检测则对金属材料的检测具有独特的优势,而磁粉检测和渗透检测则更多地应用于表面缺陷的检测。这些方法的综合运用,使得无损检测技术在各个领域都取得广泛的应用。在无损检测技术的发展过程中,数字化、智能化成为重要趋势。随着计算机技术的不断发展,无损检测设备逐渐实现数字化控制和数据处理,大大提高检测效率和精度。人工智能、机器学习等技术的引入,使得无损检测技术在缺陷识别、数据分析等方面具备更高的智能化水平。无损检测技术还不断向高精度、高效

率方向发展,随着新型传感器、高精度测量仪器等设备的研发和应用,无损检测技术的检测精度不断提高,能够发现更微小、更隐蔽的缺陷。新型检测方法的研发也推动了无损检测技术的效率提升,使得检测过程更加快捷、高效。尽管无损检测技术已经取得了显著的进步,但仍然存在着一些挑战和问题。例如,某些特殊材料和复杂结构的检测仍存在着一定难度;无损检测技术的标准化和规范化也需要进一步加强。

#### 4 特种设备检验中无损检测技术应用

##### 4.1 超声波检测技术

在特种设备检验中,无损检测技术的应用至关重要,其中超声波检测技术以其独特的优势成为了不可或缺的一环。在特种设备检验中,超声波检测技术被广泛应用于锅炉、压力容器、管道等设备的检测。例如,在锅炉检测中,超声波检测技术可以准确地检测出锅炉内部焊缝的缺陷、裂纹以及材料的厚度变化等问题;在管道检测中,该技术可以检测出管道内部的腐蚀、裂纹等损伤,为管道的安全运行提供有力保障。超声波检测技术的优点在于其非接触式、高效、精确的特点。它无需破坏设备结构,就能快速地对设备进行全面检测,且检测结果准确可靠。同时,超声波检测设备操作简单,检测人员只需经过专业培训,就能熟练掌握操作技能。超声波检测技术也存在一定的局限性。例如,对于某些特殊材料和复杂结构的设备,超声波的传播可能受到干扰,影响检测结果的准确性。超声波检测对操作人员的技能水平要求较高,需要经验丰富的检测人员才能准确判断检测结果<sup>[2]</sup>。

##### 4.2 磁粉检测技术的应用

磁粉检测技术基于铁磁性材料在磁化后表面和近表面缺陷处产生漏磁场的原理,通过施加磁粉来显示和放大这些缺陷,从而实现了对设备表面及近表面缺陷的有效检测。在特种设备检验中,磁粉检测技术被广泛应用于检测各种铁磁性材料的表面及近表面裂纹、折叠、夹层、夹渣等缺陷。例如,在管道、储罐、阀门等设备的检测中,磁粉检测技术能够快速、准确地发现这些设备表面的裂纹和损伤,为设备的安全运行提供有力保障。磁粉检测技术的优点在于其直观性和高灵敏度,通过施加磁粉,缺陷的位置和形状能够直接显示在设备表面,使得检测人员能够迅速、准确地识别出缺陷。磁粉检测技术对于微小缺陷的检测也非常有效,能够确保设备的安全性能得到全面评估。磁粉检测技术也存在一定的局限性。例如,它只适用于铁磁性材料的检测,对于非铁磁性材料则无法有效应用。磁粉检测还需要在设备表面

施加磁粉,这可能会对设备的清洁度造成一定影响。尽管如此,磁粉检测技术在特种设备检验中仍然具有广泛的应用前景,随着技术的不断进步和完善,磁粉检测技术的检测精度和效率将得到进一步提高,为特种设备的安全运行提供更加可靠的保障。

##### 4.3 射线检测

在特种设备检验中,无损检测技术的应用至关重要,其中射线检测技术以其精确度高、结果直观的优点成为关键手段之一。在特种设备检验中,射线检测技术广泛应用于锅炉、压力容器、管道焊缝等关键部位的质量检测。通过射线检测,可以清晰地观察到焊缝内部的熔合情况、气孔、夹渣等缺陷,为焊缝的质量评定提供可靠的依据。射线检测技术还能对设备的整体结构进行透视,发现材料中的裂纹、疏松等缺陷,确保设备的安全性能。射线检测技术的优点在于其检测精度高、结果直观。射线图像能够清晰地展示设备内部的缺陷情况,便于检测人员进行分析和判断。射线检测技术还具有较强的穿透能力,可以检测较厚的材料和复杂结构。射线检测技术也存在一定的局限性。例如,射线对人体具有一定的辐射危害,需要在严格的防护措施下进行操作。射线检测设备的成本较高,需要专业的检测人员和实验室环境。

##### 4.4 渗透检测技术的应用要点

在特种设备检验中,无损检测技术扮演着举足轻重的角色,其中渗透检测技术以其高效、直观的特点在检测表面开口缺陷方面得到了广泛应用。渗透检测技术的实施关键在于选择合适的渗透剂,渗透剂的选择应根据被检测材料的种类、表面状态以及预期的缺陷类型来确定,以确保渗透剂能够充分渗透到缺陷中并在后续步骤中清晰地显示出来。渗透检测技术的操作过程需要严格控制,这包括渗透剂的施加方式、施加时间以及后续清洗和干燥的步骤。在施加渗透剂时,要确保其均匀覆盖被检测表面,避免过度或不足。施加时间应足够长,以使渗透剂充分渗透到缺陷中。清洗步骤则至关重要,必须彻底去除多余的渗透剂,以防止干扰后续的检测结果<sup>[3]</sup>。渗透检测技术的结果解读也是一项重要任务,检测人员需要具备一定的专业知识和经验,能够准确识别并解读渗透剂在缺陷处形成的显示。这需要检测人员具备对渗透检测原理的深入理解,以及对各种缺陷类型的熟悉程度。需要注意的是,渗透检测技术虽然对表面开口缺陷具有较高的检测灵敏度,但对于一些深层次的缺陷或闭合性缺陷可能无法有效检测。因此,在实际应用中,需要根据特种设备的特点和检测需求,选择合适的无损检测方

法进行综合应用。

#### 4.5 红外线探伤技术的应用

红外线探伤技术利用红外辐射原理,通过检测特种设备表面发射出的红外线能量,实现对设备内部缺陷的无损检测,当特种设备存在缺陷时,其内部结构的改变会导致红外线能量的分布和强度发生变化,这些变化可以被红外探伤设备捕捉并转化为可视化的图像或数据。在特种设备检验中,红外线探伤技术适用于各种材料的检测,包括金属、非金属和复合材料等。它可以有效地检测出设备表面的裂纹、腐蚀、剥离等缺陷,并且对于设备内部的缺陷也能进行一定程度的检测。此外,红外线探伤技术还具有非接触式、快速、直观等优点,能够在不影响设备正常运行的情况下进行实时检测。红外线探伤技术也存在一定的局限性。例如,对于某些特殊材料和复杂结构的设备,其红外辐射特性可能较为复杂,导致检测难度较大。环境因素如温度、湿度等也可能对红外探伤结果产生一定影响,尽管存在这些局限性,但红外线探伤技术在特种设备检验中仍具有广泛的应用前景。

### 5 特种设备无损检测质量控制与监督的具体措施

#### 5.1 提升特检工作质量

在特种设备无损检测过程中,提升特检工作质量是确保设备安全运行的关键环节。应建立健全特检工作的质量管理体系,明确各项检测工作的流程、标准和要求,确保检测工作规范化、标准化。加强对特检人员的培训和考核,提高他们的专业技能和责任意识,使其能够准确、高效地完成检测任务。还应引进先进的无损检测技术和设备,提高检测的精度和效率,为特检工作提供有力的技术支持。要注重特检工作的质量控制,在检测过程中,应严格按照规定的程序和方法进行操作,确保数据的准确性和可靠性<sup>[4]</sup>。对于检测结果的处理和分析,应建立科学的数据处理系统,对检测数据进行深入挖掘和分析,及时发现潜在的安全隐患。还应建立严格的复检制度,对检测结果进行复核和验证,确保检测结果的准确性和权威性。在提升特检工作质量的过程中,还应注重与相关部门和单位的沟通与协作。通过加强信息共享和资源整合,形成工作合力,共同推动特检工作的顺利开展。

#### 5.2 加强设备现场检查

设备现场检查是特种设备无损检测质量控制与监督的重要环节。在设备现场检查过程中,首先应制定详细的检查计划和方案,明确检查的目的、范围和方法。检查人员应具备一定的专业知识和实践经验,能够准确识别设备的缺陷和隐患。在检查过程中,应严格按照规定的程序和要求进行操作,确保检查的全面性和深入性。同时,应注重设备关键部位和易损件的检查。对于关键部位,如焊缝、接口等,应使用专业的无损检测设备进行细致的检查,确保这些部位的完好性和可靠性。对于易损件,如轴承、密封件等,应定期检查其磨损和老化情况,及时更换损坏或老化的部件。在设备现场检查过程中,还应注重与设备操作人员的沟通与协作。通过与操作人员的交流,了解设备的运行情况和存在的问题,为检查工作提供有力的支持。同时,还应向操作人员宣传无损检测的重要性和必要性,提高他们的安全意识和责任意识。对于设备现场检查中发现的问题和隐患,应及时进行记录和处理,对于一般性问题,可现场进行整改或提出整改建议;对于严重问题或安全隐患,应立即停止设备运行,并采取相应的措施进行修复或更换。还应建立问题跟踪和反馈机制,对整改情况进行跟踪和复查,确保问题得到彻底解决。

#### 结束语

特种设备无损检测技术的应用,不仅提高检验的效率和准确性,更在保障设备安全、预防事故发生方面发挥不可替代的作用。随着科技的不断进步,无损检测技术将不断完善和创新,为特种设备检验领域带来更多的可能性。未来,我们应继续深入研究和探索无损检测技术在特种设备检验中的应用,以更先进的技术手段,为特种设备的安全运行保驾护航。

#### 参考文献

- [1]刘怿欢.夏美玲.赵聪.特种设备无损检测技术仿真的探讨[J].化学工程与装备.2020(01):229-230+233.
- [2]胡微.无损检测技术在特种设备检验中的运用[J].造纸装备及材料.2021(4):21-23.
- [3]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.
- [4]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):163-164.