

# 谈涡流检测技术在承压特种设备检验中的应用

白 凯

天津市滨海新区检验检测中心 天津 300450

**摘 要：**涡流检测技术在承压特种设备检验中具有广泛的应用前景，可以有效地发现设备内部的缺陷，提高设备的安全性和可靠性。同时，涡流检测技术也需要不断地改进和完善，以适应不同设备的检测需求。

**关键词：**涡流检测；技术；承压特种设备；应用

引言：涡流检测技术作为一种非接触式的无损检测技术，已经被广泛应用于各种承压设备的无损检测领域中。特别是在特种设备领域中，涡流检测技术的应用更是不可或缺。承压特种设备通常具有高压、高温、高速等特点，因此对于涡流检测技术的要求也更为严格。本文将重点介绍涡流检测技术在承压特种设备检验中的应用，探讨其优点和应用范围，并指出在应用中需要注意的问题。

## 1 涡流检测技术

涡流检测技术是一种非接触式的无损检测技术，通过检测导体在磁场中所受到的力来实现导体的检测。该技术具有高灵敏度、高选择性、非接触、高精度等优点，适用于各种承压设备的无损检测，如压力容器、管道、钢结构等。涡流检测技术的应用范围非常广泛，可以用于阀门及旋转设备的无损检测、电化学特性的检测、涂层质量的检测、锻件、铸件中夹杂物的检测等。其中，在阀门及旋转设备的无损检测中，涡流检测技术可以通过检测设备表面的涡流信号来发现泄漏点，提高设备的检测精度和效率。在电化学特性的检测中，涡流检测技术可以通过检测设备内部的电化学信号来发现电化学缺陷。在涂层质量的检测中，涡流检测技术可以通过检测涂层表面的涡流信号来发现涂层缺陷，如针孔、裂纹等。在锻件、铸件中夹杂物的检测中，涡流检测技术可以通过利用涡流检测技术来发现锻件和铸件内部的缺陷，如气孔、缩孔等<sup>[1]</sup>。涡流检测技术的原理是基于交流电磁感应原理，通过检测导体在磁场中所受到的力来实现导体的检测。该技术的优点包括非接触、高灵敏度、高选择性、高精度等。相比于传统的无损检测方法，涡流检测技术具有更高的灵敏度和更广泛的应用范围。

在涡流检测技术的应用过程中，需要注意以下几个方面：

### (1) 磁场强度的控制

涡流检测技术需要施加一定的磁场强度，以检测导体

在磁场中的感应电压和感应电流。如果磁场强度不够或者磁场方向不正确，就会影响涡流检测的准确性和可靠性。

### (2) 导体表面的清洁度

涡流检测技术需要检测导体表面的缺陷，因此导体表面必须清洁干净，没有污垢、油脂等影响涡流信号的因素。如果导体表面有氧化层或者金属凸起等缺陷，就会影响涡流信号的采集和处理。

### (3) 探头与待检测导体的距离

涡流检测技术需要探头与待检测导体保持一定的距离，以避免信号干扰和影响。如果探头与待检测导体的距离过近或者过远，就会影响涡流信号的采集和处理，从而影响检测精度和效率。

### (4) 信号干扰和影响

涡流检测技术在检测过程中可能会受到外部信号的干扰和影响，如电磁波、噪声等。这些干扰和影响会影响涡流检测的准确性和可靠性，因此需要采取相应的措施来减少信号干扰和影响。

## 2 涡流检测的优缺点

涡流检测技术是一种非破坏性检测技术，广泛应用于工业领域中各种金属及合金材料的缺陷检测、材料性能及井深测量、金属疲劳裂纹扫描等。它具有许多优点和缺点，下面详细介绍。

### 2.1 涡流检测技术的优点：

2.1.1 非侵入性：涡流检测技术无需对被检测物体造成任何损伤或毁坏，是一种完全无损或“软损害”的检测技术，可以在不拆卸或摘除设备的情况下进行检测，不影响被检测的物体结构、性能和使用寿命。

2.1.2 高精度：因为涡流检测技术是一种基于电磁感应原理的检测技术，它可以精确测量被检测对象的一些重要参数，比如缺陷大小、深度、形状等。

2.1.3 大有效面积：涡流检测技术是一种全面性的检测技术，可以检测被测物的表面和局部区域，实现大范围和深度的检测。而且，涡流检测任务的探头是平的，

可以适应各种不同形状和大小的被检测材料表面。

2.1.4 操作简单：涡流检测技术相对于其他检测方法而言，设备简单，使用较为方便，操作也相对容易，可以使用在各种环境和工作场所。

## 2.2 涡流检测技术的缺点：

2.2.1 适用性受限：涡流检测技术的适用范围受到被测试材料化学成分的限制，不是所有材料都可以进行涡流检测。不同材料对于频率、输出、探头类型和位置等因素有着不同的考虑和要求。

2.2.2 相对灵敏性低：在和其他常见无损检测技术比较时，涡流检测技术的灵敏性较低，需要检测人员熟练掌握操作技巧，多方面掌握涡流无损检测技术的知识，才能减少误差，提高检测的准确率。

2.2.3 硬件成本较高：涡流检测技术在硬件及设备方面有一定的要求，相比其他技术的硬件成本相对较高。

## 3 涡流检测技术在承压特种设备检验中的应用

### 3.1 对工业管道进行检测

涡流检测技术是通过电磁感应的原理检测材料中的缺陷，广泛应用于工业领域中各种金属及合金材料的缺陷检测、材料性能及壁厚测量、金属疲劳裂纹扫描等。在工业管道领域，涡流检测技术也有着广泛的应用。下面将详细介绍涡流检测技术在对工业管道进行检测中的应用。

3.1.1 管道的腐蚀检测管道在使用过程中会受到外界环境的影响而引起腐蚀，此时采用涡流检测技术可以对管道表面进行检测，有效地发现管道表面的腐蚀情况，并对腐蚀程度、面积等进行定量分析。根据检测结果，可以对管道进行有效维护和修复，延长管道的使用寿命。

3.1.2 管道的裂纹检测管道中的裂纹是造成管道破裂和泄露的重要因素之一。通过涡流检测技术对管道进行检测，可以有效地发现管道表面的裂纹，并对裂纹起始位置、深度、长度、形状等进行定量分析。根据检测结果，可以对管道进行及时的修补和维护，避免管道发生严重事故。

3.1.3 管道的壁厚检测管道的壁厚是管道安全运行的重要参数之一。通过涡流检测技术对管道进行检测，可以测量出管道表面的壁厚，检查管道是否存在薄弱或损坏的区域，避免管道壁厚过薄造成管道泄漏或爆炸的安全事故。

3.1.4 管道的质量检测管道在生产加工过程中容易出现质量问题，采用涡流检测技术可以对管道表面进行检测，发现管道表面的缺陷、气孔、夹杂等问题，进而进行质量控制和质量改进。涡流检测技术可以进行精确的

检测，避免管道出现质量问题导致安全事故发生。

### 3.2 对换热器、换热管和锅炉水冷壁管进行检测

涡流检测技术是一种非破坏性检测技术，可以应用于特种设备的各种金属材料的检测中。换热器、换热管和锅炉水冷壁管作为特种设备的主要组成部分，涡流检测技术对其进行检测具有重要意义。下面将针对这些设备的检测进行详细介绍：

#### 3.2.1 换热器检测

在工业设备中，换热器因其广泛应用和长期使用，易受到腐蚀、磨损等因素的影响导致外皮表面产生裂缝、裂纹等缺陷，严重时可能导致局部漏气。在这种情况下，采用涡流检测技术可以对换热器进行检测，并精确测量出缺陷的位置、深度、长度等信息，进而对换热器进行修理或更换，以保证其正常运行。

#### 3.2.2 换热管检测

换热管因经常受到高温、高压的影响，容易出现焊接疲劳、弯曲、外表腐蚀等问题。采用涡流检测技术，可以发现换热管表面的这些问题，通过对缺陷的定位，可以更精确地修复和更换疲劳、弯曲、腐蚀等问题，从而延长换热管的使用寿命。

#### 3.2.3 锅炉水冷壁管检测

锅炉水冷壁管是锅炉中起着冷却作用的管道，由于长期受到高温、高压的冲击，容易出现裂纹、氧化、磨损等问题。采用涡流检测技术可以对水冷壁管进行全面的检测，精确定位问题点，对管道进行及时的修理或更换，以保证锅炉的正常运行。

### 3.3 对奥氏体不锈钢焊缝进行检测

奥氏体不锈钢是一种广泛应用于工业领域中的高强度不锈钢，由于其高强度和良好的耐腐蚀性能，在航空航天、汽车制造、化工和食品等不同领域中应用越来越广泛。奥氏体不锈钢的焊缝是工业生产中应用较多的连接方式之一。由于奥氏体不锈钢焊缝长时间受到应力和高温的影响，会导致其产生内部的裂纹、孔洞、气泡等缺陷，进而降低了焊接部位的性能和使用寿命。因此，采用涡流检测技术对奥氏体不锈钢焊缝进行检测具有重要意义。涡流检测技术是一种非破坏性检测技术，可以应用于奥氏体不锈钢焊缝的检测。其原理是通过电磁感应技术，产生交变磁场引起被检测材料中涡流的爆发和衰减，利用检测仪器测量涡流生成和消退时出现的变化，从而确定被检测材料的质量问题。下面将介绍涡流检测技术对奥氏体不锈钢焊缝的检测过程。首先，对于奥氏体不锈钢焊缝进行预处理，该焊缝表面需要清洁，并除去氧化层和杂质等。这是为了保证涡流检测技术的

准确性。其次,涂上特殊导电材料以增加导电性,利用涡流检测探头对焊缝进行检测<sup>[2]</sup>。探头的形状要符合焊缝的形状,这样涡流探头才能完全接触焊缝表面,确保检测的精度和准确性。检测仪器通过探头检测焊缝表面附近的涡流情况,并将数据通过连线传输到计算机上进行数据处理和分析。涡流检测技术可以测量奥氏体不锈钢焊缝的缺陷深度、长度、形状等信息,进而确定缺陷的位置和范围。

### 3.4 阀门及旋转设备的无损检测

阀门和旋转设备在工业领域中应用广泛,其质量的可靠性对工业生产的正常运行具有至关重要的意义。由于其特殊的使用条件和长期运输,阀门及旋转设备可能会出现磨损、氧化、腐蚀、疲劳等问题,严重影响了其性能和寿命。涡流检测技术作为一种无损检测方法,已经成为了检测阀门及旋转设备的重要手段。

#### 3.4.1 阀门的检测

阀门是常见的管道系统控制手段之一,涡流检测技术在阀门检测方面的应用主要局限于表面缺陷和厚度的检测。通过涡流探头实现阀门表面的完整性检测和损坏区域的精确定位,从而保证阀门在使用过程中的正常运行。涡流检测技术可以测量阀门表面的厚度,同时还能对阀门内部的管壳进行检测,实现全面、高效、准确地检测阀门。涡流检测技术对于阀门表面的裂纹、疲劳、磨损等红外信号有很高的敏感性和发现率,可以快速发现表面缺陷并进行处理,避免发生危险事故的发生。

#### 3.4.2 旋转设备的检测

旋转设备如轴承、涡轮机、发电机、电机等是工业生产中最基本的设备之一,它们是保障整个生产流程的重要组成部分。采用涡流检测技术可以对旋转设备进行无损检测,及时发现旋转设备的缺陷和问题,进而根据检测结果进行修补或更换,从而确保设备的正常运行。首先,涡流检测技术可以检测旋转设备表面的缺陷和防腐针眼、冲撞磨损、脱层等问题。对于涡轮机和机械密封,在检测时,还可以检测其表面的发光起伏的问题。涡流检测技术也可以检测轴承的转动平顺度及内部的损伤情况。其次,涡流检测技术还可以定量测量旋转设备表面的腐蚀程度、涂层的厚度以及不同材料之间的结合情况。涡流检测技术可以准确地捕捉到腐蚀的红外信号,精确定位腐蚀的位置和程度<sup>[3]</sup>。涡流检测技术还可以利用电磁感应原理,精确地测量涂层的厚度,并检测不同材料之间的结合情况。最后,在旋转设备的检测中,涡流检测技术还可以检测旋转设备的磁轭和磨损情况,检查轴承内部的损伤情况。

## 4 涡流检测技术在承压特种设备检验中的应用前景

涡流检测技术是一种无损检测技术,广泛应用于承压特种设备的检测中,如锅炉、储罐、管道、容器、换热器等。涡流检测技术具有高精度、高效率、无损伤等优点,可以对特种设备的表面和内部进行全面、准确、快速的检测。涡流检测技术在承压特种设备检验中的应用前景值得期待,下面将详细介绍其应用前景。

### 4.1 提高检验准确性

涡流检测技术可以全面、准确地检测承压特种设备的表面缺陷、内部裂纹等问题,可精确定位缺陷的位置和深度。相比于常规的检测方法,涡流检测技术无需拆卸设备,能够有效避免设备的二次损伤。涡流检测技术还可以通过检测仪器实时监控,进一步提高检验的准确性和可靠性。

### 4.2 提高检验效率

涡流检测技术在承压特种设备检测中,具有高效率的特点。对于一些较为复杂的设备,涡流检测技术可以实现全面、快速的检测,省去了大量的人力、时间和金钱成本。同时,涡流检测技术还可以在设备维修前快速发现问题,缩短了设备的停机时间,提高了设备的使用效率。

### 4.3 降低检验成本

涡流检测技术在承压特种设备检验中,其成本相对较低。因为涡流检测技术无需拆卸设备进行检测,检测仪器相较于传统的设备也较为便携,这些都降低了检验的时间和成本。同时,涡流检测技术还可通过对设备管道、弯头、衬里等不同部位的检测,从而有效减少了维修费用和安全风险。

## 结语

涡流检测技术在承压特种设备检验中的应用方面已经得到了广泛的认可和实践,而且在未来的发展中,涡流检测技术会进一步提高检验准确性和效率,降低检验成本,为我们保障生产安全和环境保护提供更好的服务,对于今后特种设备的检验、维修和管理中,涡流检测技术应用效果也将不断得到验证和改进。

## 参考文献

- [1]郝志飞,孙贵龙.涡流检测技术在承压类特种设备检验中的应用[J].装备维修技术,2020(14):0184-0184.
- [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,2019,16(27):94-95.
- [3]巩德兴,陈晓辉,姚力,刘春华,蒋浩.涡流检测技术在承压设备中的应用[J].机械,2018,45(A02):14-17.