

# 现场金相检验在承压类特种设备检验中的应用

李佩成

新疆科华时代检测科技有限责任公司 新疆 克拉玛依 834000

**摘要:** 本文探讨了现场金相检验在承压类特种设备检验中的应用,分析了该方法的原理、操作流程以及在具体案例中的应用。结果表明,金相检验能够准确评估设备的微观组织结构,预测设备的剩余寿命,为设备维护和更新决策提供依据。然而,该方法仍存在局限性,需通过培训、优化取样和引入新技术加以改进。金相检验的自动化和智能化将是未来的发展趋势。与其他无损检测方法的协同应用将提高检验效果,保障设备的安全运行。

**关键词:** 现场金相检验;承压类特种设备;检验;应用

引言:承压类特种设备广泛应用于工业生产中,其运行安全与企业的生产效率和人们的生命财产安全密切相关。为了确保设备的稳定运行,及时发现潜在问题并采取相应措施,检验成为了一项至关重要的工作。金相检验作为一种无损、准确的检测方法,在承压类特种设备检验中发挥着重要作用。本文将深入探讨现场金相检验在承压类特种设备检验中的应用,以期为保障设备的安全运行提供有益的参考。

## 1 承压类特种设备检验的重要性与挑战

承压类特种设备,如压力容器、管道等,在石油、化工、制药、能源等领域中发挥着不可或缺的作用。这些设备的安全、稳定运行直接关系到企业的生产和人民群众的生命财产安全。因此,对承压类特种设备进行定期的检验显得尤为重要。承压类特种设备种类繁多,根据用途和工艺需求可分为压力容器、反应釜、热交换器、管道等。这些设备在高温、高压、高腐蚀的环境下运行,其材料性能会受到严重影响,容易发生腐蚀、裂纹等缺陷。因此,对这些设备进行定期的检验是十分必要的。对承压类特种设备进行定期检验,可以及时发现设备存在的缺陷和隐患,防止设备在运行过程中发生泄漏、破裂等事故,保障企业的正常生产和人民群众的生命财产安全。同时,通过检验还可以评估设备的剩余寿命,为企业制定维修和更换计划提供依据。因此,检验在承压类特种设备的管理和维护中具有不可替代的作用。传统的检验方法主要依靠人工目视检查和简单的工具测量,这些方法虽然简单易行,但对于一些细微的缺陷和内部结构的问题往往难以发现<sup>[1]</sup>。此外,人工检验的准确性和可靠性也受到人为因素的影响,如经验不足、疲劳等。同时,对于一些大型或复杂的设备,人工检验的效率也相对较低。因此,传统检验方法已经无法满足现代工业对特种设备安全性能的要求。金相检验技术以

其无损、准确的优点在承压类特种设备检验中发挥了重要作用。通过金相检验,我们可以观察到设备的微观组织结构,从而对其性能状态进行评估。这种技术不仅适用于新设备的制造质量检验,也适用于在役设备的定期检查和维护。特别是在一些复杂设备的内部结构检查中,金相检验技术显示出其独特的优势。传统的检验方法已经无法满足现代工业对特种设备安全性能的要求。相比之下,金相检验技术以其无损、准确的优点在承压类特种设备检验中发挥了重要作用。尽管存在一定的局限性,如对操作者技能和经验的依赖、样本代表性等问题,但仍然是现代工业中不可或缺的一种检测方法。未来,随着科技的不断进步,相信金相检验技术也会得到不断完善和提高。同时,无损检测、在线监测等新技术的发展也将为特种设备的安全性能提供更加可靠的保障。

## 2 现场金相检验技术原理与操作流程

金相检验技术是一种通过观察和分析金属或合金的微观组织,以确定其内部结构和性能的无损检测方法。这种技术在工业生产有着广泛的应用,如材料科学研究、产品质量控制、设备故障诊断等。金相检验技术的基本原理是利用金相显微镜对金属或合金样品进行显微观察,然后根据观察到的金相组织特征,判断样品的热处理状态、组织结构、晶粒度、夹杂物、裂纹等内部缺陷。金相检验技术可以提供关于材料微观结构的信息,从而为材料的使用性能和寿命预测提供依据。现场金相检验的操作流程主要包括以下几个步骤:首先,取样。取样应遵循随机、代表性的原则,避免取样过程中对样品造成损伤。其次,制备样品。将取样后的样品进行切割、研磨、抛光等处理,使其表面光滑,便于观察。然后,浸蚀。通过化学或电化学方法,使样品表面形成一层薄薄的腐蚀层,以便更好地观察金相组织。接着,观察和分析。使用金相显微镜对样品进行观察,记录并分

析金相组织的特征。最后,出具检验报告。根据观察和分析的结果,出具详细的检验报告。在进行金相检验时,需要注意以下几点:一是要确保样品的代表性,避免因取样不当导致检验结果的偏差;二是要严格控制样品的处理过程,避免对样品造成损伤;三是要正确使用金相显微镜,避免因操作不当影响观察结果;四是要对观察结果进行准确的分析和判断,避免因误判导致错误的决策<sup>[2]</sup>。检验结果的准确性和可靠性主要取决于样品的代表性、处理过程的控制、观察和分析的准确性等因素。为了提高检验结果的准确性和可靠性,需要采取以下措施:一是加强取样的管理,确保取样的随机性和代表性;二是严格控制样品的处理过程,避免对样品造成损伤;三是提高金相显微镜的使用技能,确保观察结果的准确性;四是加强对观察结果的分析,提高判断的准确性。

### 3 现场金相检验在承压类特种设备检验中的应用实例

随着承压类特种设备在工业领域中的广泛应用,其安全性能受到了广泛的关注。金相检验作为一种有效的检测手段,在承压类特种设备检验中得到了广泛的应用。本文将通过具体的案例,介绍现场金相检验在承压类特种设备检验中的应用。

#### 3.1 应用案例的选择和介绍

本文选取的案例为某化工企业的反应压力容器。该容器为立式圆柱形,直径为2.5m,高度为12m,设计压力为3.5MPa,设计温度为150℃。该容器主要用来进行化学反应,储存和运输物料。

#### 3.2 案例中的设备情况、操作条件和工艺流程

该反应压力容器的设计、制造和使用均符合相关标准和规范。容器的材料为Q345R,制造工艺为焊接。操作条件为常温、常压,工艺流程为进料、反应、出料等环节。使用过程中,容器曾出现过局部腐蚀和裂纹等问题,需要进行定期检验和维修。

#### 3.3 金相检验的具体实施过程和步骤

##### 3.3.1 取样与样品制备

在容器的内壁和底部选择具有代表性的部位进行取样,取样部位应避开焊缝等结构不连续区域。取下的样本进行研磨、抛光等处理,以消除表面杂质和粗糙度,使其能够清晰地显示出微观组织结构。

##### 3.3.2 观察与摄影

使用光学显微镜对样本进行观察,观察容器的微观组织结构,并利用专业摄影设备对样本进行拍照,记录下详细的组织形态。观察重点应放在腐蚀和裂纹区域,以及可能的热影响区<sup>[3]</sup>。

##### 3.3.3 分析

基于观察结果,结合材料学的相关理论,对容器的性能状态进行分析。这包括对材料的强度、韧性、耐腐蚀性等方面的评估,以及腐蚀和裂纹的形成机理分析。同时,应比较不同区域的组织差异,评估焊接、热处理等工艺对容器性能的影响。

##### 3.3.4 结果处理

整理并分析观察到的数据,形成检验报告。报告中应包括设备当前的状态评估、可能存在的问题以及相应的建议措施。根据金相检验结果,可以对容器的剩余使用寿命进行预测,为企业制定合理的维修和更换计划提供依据。

#### 3.4 检验结果的分析、解读与设备状态的评估

通过金相检验,我们发现该反应压力容器存在局部的腐蚀和裂纹问题。腐蚀主要发生在容器的底部和内壁,裂纹主要分布在焊接接头处。分析结果表明,腐蚀主要是由于介质中的氯离子在局部区域富集所致,而裂纹则是由于焊接过程中热影响区的组织转变和应力集中所引起。此外,我们还发现容器的晶粒尺寸分布不均匀,材料韧性较差,这可能会对容器的抗腐蚀和抗裂纹能力产生不利影响。

#### 3.5 检验结果的应用与设备维护或更新的决策建议

根据金相检验结果,我们提出以下建议:

(1)对于局部腐蚀问题,建议加强设备的定期清洗和维护,避免介质中氯离子的富集。同时,可考虑对腐蚀区域进行涂层保护或更换耐腐蚀材料。(2)对于裂纹问题,建议对焊接接头进行详细的检查和评估,对存在裂纹的部位进行修复或更换。同时,应优化焊接工艺,减少热影响区的范围和应力集中问题。(3)对于材料性能问题,建议在今后的设备制造中选用具有更好韧性和耐腐蚀性能的材料,以提高设备的可靠性和使用寿命。除了上述的建议,我们还可以根据金相检验结果对设备的剩余使用寿命进行预测,为企业制定合理的维修和更换计划提供依据。例如,在发现腐蚀或裂纹区域后,我们可以根据腐蚀或裂纹的扩展速率,结合设备的使用时间和工况,预测出该区域在未来一段时间内的状态变化。如果预测结果认为设备存在较大的安全隐患,应及时进行维修或更换。另外,我们还可以根据金相检验结果对设备的操作条件进行调整。例如,如果发现设备的晶粒尺寸分布不均匀,材料韧性较差,我们可以考虑降低操作温度或压力,以减少应力和应变集中区域的出现。这样可以延缓设备的腐蚀和裂纹扩展速度,延长设备的使用寿命。总的来说,金相检验结果可以为我们提

供设备内部结构和性能状态的详细信息, 这些信息是制定合理设备维护和更新决策的重要依据。我们可以通过金相检验结果的解读和应用, 更好地了解设备的运行状况和潜在问题, 从而采取有效的措施来提高设备的安全性和可靠性。这对于保障企业的生产和人身安全都具有重要的意义。

#### 4 现场金相检验的局限性及其改进策略

尽管现场金相检验在承压类特种设备检验中具有重要作用, 但仍存在一些局限性。了解这些局限性并采取相应的改进策略是提高检验效果的关键。

##### 4.1 现场金相检验的局限性分析

###### 4.1.1 依赖于操作者的技能和经验

金相检验的准确性在很大程度上取决于操作者的技能和经验。不同的操作者可能对微观组织的识别存在差异, 导致结果的不一致。

###### 4.1.2 受制于样本代表性

由于现场金相检验是通过对样本进行观察和分析来推断设备的整体性能, 因此, 样本的代表性对检验结果至关重要。如果取样部位不具代表性, 可能导致误判。

###### 4.1.3 检测速度与深度受限

传统的金相检验方法在检测速度和深度上存在限制。对于大型或复杂的设备, 全面检测可能需要较长的时间和较高的成本。

##### 4.2 提升金相检验技术应用效果的策略和建议

(1) 加强操作者的培训和认证, 确保操作者具备必要的技能和经验, 通过培训和认证制度提升其专业水平。(2) 优化取样策略, 在取样时应充分考虑设备的结构、操作条件和历史数据, 以选择最具代表性的部位。

(3) 引入自动化和智能化的金相检验技术, 利用图像识别、机器学习等技术提高检验速度和准确性, 降低人为误差。

##### 4.3 未来金相检验技术的发展趋势和方向

随着科技的进步, 未来金相检验技术将朝着更加自动化、智能化的方向发展。例如, 自动化取样和制样设备、智能化的图像识别和分析系统等都可能成为研究的重要方向。这些技术的发展将有助于提高检验速度、降低成本, 并进一步提高检验的准确性和可靠性。

##### 4.4 与其他无损检测方法的比较和协同应用探讨

除了金相检验外, 还有许多其他的无损检测方法可用于承压类特种设备的检验, 如超声检测、射线检测、涡流检测等。每种方法都有其独特的优点和适用范围。例如, 超声检测对于检测设备内部缺陷特别有效, 而射线检测则能提供直观的成像结果。在实践中, 应结合设备的具体情况选择最合适的检测方法, 并可考虑采用多种方法进行交叉验证, 以提高检测结果的可靠性。此外, 协同应用多种无损检测方法还可以弥补单一方法的局限性, 进一步提高设备检验的整体效果。例如, 金相检验可以提供关于材料微观结构和性能的信息, 而这些信息可以与超声检测或射线检测的结果相互印证, 提高对设备状态的综合评估能力。因此, 未来研究的一个重要方向是如何有效地协同应用各种无损检测方法, 以实现优势互补, 提高特种设备的安全性和可靠性<sup>[4]</sup>。现场金相检验在承压类特种设备检验中具有重要的应用价值, 但受制于操作者技能、样本代表性等因素。为提高金相检验的应用效果, 需要加强操作者的培训和认证、优化取样策略并引入自动化和智能化的技术。未来的发展趋势是更加自动化和智能化的金相检验技术。同时, 与其他无损检测方法的协同应用也是提高设备检验效果的重要途径。

#### 结束语

在承压类特种设备检验中, 现场金相检验是一种非常有效的方法。它可以准确地检测设备的内部结构和性能状态, 为设备的维护和更新提供重要依据。然而, 这种方法也存在一些局限性, 如对操作者技能和经验的依赖、检测成本较高等。为了更好地发挥现场金相检验的作用, 我们需要不断完善和提高金相检验技术, 加强与其他无损检测方法的协同应用, 提高检验的准确性和效率。

#### 参考文献

- [1]孟蓉,徐鹏,王雷.现场金相检验在特种设备检验中的应用[J].石油和化工设备,2021,24(10):79-81.
- [2]杨杰伟.现场金相检验在锅炉压力容器压力管道定期检验中的应用[J].化工管理,2021(5):53-54.
- [3]孙挺虹,张雄.金相检验技术在电站锅炉定期检验中的应用[J].科技资讯,2020,18(34):86-87.
- [4]胡晓丽,王宇,陈志刚.现场金相检验技术在压力容器定期检验中的应用[J].金属加工(热加工),2021(S1):92-94.