

# 现场金相检验在承压类特种设备检验中的实践

安保忠 (甘肃省特种设备检验检测研究院, 甘肃 兰州 730000)

**摘要:** 为保证承压设备正常运行, 不断促进承压特种设备的应用, 提高承压设备操作的安全性, 防止事故的发生, 应进行现场压力金相检查。本文着眼于此, 研究对压力轴承特种设备现场金相检验的意义, 原理, 工艺流程并结合实际应用进行了分析和讨论, 以促进压力轴承特种设备的有效应用。

**关键词:** 现场金相检验; 承压类特种设备检验; 运用

随着国民经济的不断发展, 承压的特种设备(锅炉, 压力容器, 管道)逐渐升级为高温高压参数。特别是压力容器和压力管具有复杂多样的介质和苛刻的工作条件, 因此, 如果长时间使用它们, 材料的机械性能和金属结构可能会发生变化, 这可能直接影响安全性能。除了常规检验方法(如宏观检验, 厚度测量和无损检验)以外, 为了确保特殊设备的安全运行, 有必要使用金相检查进一步验证检验结果。

## 1 金相检验技术

金相检验是一种物理化学无损检查技术, 可以在不损坏检查对象的前提下, 分析金属零件微观结构的状态和分布, 并判断设备安装和金属制造的质量。确定材料的蠕变破坏程度以及组织性能变化和老化组件。这些任务通常是用原位金相, 实验室金相和分层金相。原位金属化和实验室金属化过程包括粗磨细磨、抛光、清洁、腐蚀、清洗、显微镜观察以及通过金相砂纸进行样品照相。叠层金属化层位于腐蚀的样品中。如何用丙酮和 AC 试纸或有机玻璃粘合金属样品, 以获得金属结构的形状。无论采用何种方法进行金相检查, 都必须在检验项目中始终遵循金相组织反映测试样品实际结构的原理, 并且所拍摄的组织图像可以代表整个样品。

## 2 在压力轴承特种设备检查中应用现场金相检验的重要性

在社会生产活动中, 特种设备的工作环境是非常恶劣的, 事故造成的损害威胁着人们的生命和财产安全, 因此有必要通过检查来管理特种设备的使用质量。目前, 特种设备的承压问题主要是由于材料劣化引起的局部失效, 因此这部分被视为研究的重点。金相检验可以通过显微显示技术显示材料变化, 建立定量分析结构, 从多个角度准确识别材料劣化, 并充分分析材料失效的原因。这种检验方法可以有效地评估设备的寿命和强度, 但还需要注意使用寿命长度。

## 3 承压特种设备现场金相检验的重要性

在最新的承压特种设备中, 由于金属材料的质变而导致的性能下降是影响承压特种设备正常使用的主要因素。因此, 在压力下检验特种设备的过程中, 被检验材料的质量和变化一直是检验的重点。与其他检验方法相比, 现场金相检验方法使用显微镜显示技术, 在对结构进行清晰定量分析的基础上, 清晰直观地显示承压特种设备的材料变化, 从而使检验员可以显示当前材料状态原因以及设备的故障, 可以确定设备的安全状况, 非常适合工业生产。

原位金相检验的基本原理: 金相检验使用光学或电子

显微镜技术来诊断被测金属材料的质量, 通常包括在金相显微镜下观察, 方法是监测构造阶段。金相检验可以检测到常规的非破坏性检查无法检测到的缺陷, 例如晶间腐蚀。检验过程包括六个步骤: 金相点选择、金相粗磨、金相精磨、金相抛光和蚀刻、金相观察以及金相时效评估。

一般程序: 选择金相检验点用角磨机(通常深于 1mm 深)进行粗磨用水砂纸(依次为 150, 300, 600)精磨用金相砂纸精磨抛光(普通用金刚石膏抛光)根据材料选择要腐蚀的腐蚀液显微镜观察实地射击或层压。

## 4 承压特种设备故障模式

承压特种设备的失效方式可分为刚性失效、漏水失效、不稳定失效和强度失效四种类型。最常见的失效模式是强度失效。由于特殊的工作环境, 承压特种设备的失效会引发危险, 例如爆炸和泄漏。锅炉结构复杂, 因此必须在高温高压环境下工作。所有类型的烟道气和介质均受到腐蚀。从长远来看, 锅炉的压力部分容易损坏、腐蚀和破裂。水循环系统将失效, 加热表面会破裂, 最终导致严重爆炸。表面损坏和材料性能老化是承压特种设备最常见的失效模式。设计和制造缺陷, 不正确的安装过程, 操作错误以及外力造成的损坏是导致故障的主要原因。对于压力容器, 最常见和最有影响力的破坏失效模式是破裂和连续膨胀, 最终诸如氢破坏, 疲劳破坏等断裂破坏是相对普遍的。

疲劳失效、腐蚀失效、延性失效、脆性失效和蠕变失效等是强度失效的最常见类型, 并且可以通过金属结构检查获得相对直观的判断依据。我国汇编了有关家用压力容器事故原因的统计数据, 材料凹痕或应力腐蚀是最常见的事故原因, 金相检查是最重要的检测方法。在制造承压的特种设备时, 金属结构检查不仅可以确定材料的质量是否符合标准, 热处理工艺是否科学, 还可以检查材料的微观结构以确定设计要求是否合适。当材料破裂时, 金相检查的结果是分析破裂原因的有效手段。在对特殊承压设备进行定期检验时, 金相检验也可以得出良好的结果, 并且在损坏的前提下, 可以判断材料是否变质。当发生劣化时, 焊接位置和材料会在现场与金属镀层层压在一起, 可以与其他方法结合以确定材料损坏的原因, 指出具体的损坏程度, 检查员可以及时进行相应处理。进行宏观检查可以极大地提高检查水平。

## 5 将现场金属结构检查应用于承压的特种设备检查

### 5.1 进料检验

主要用于确保材料类型、制造质量、组织组成和热处理条件满足要求。宏观金相检验可以用来检查材料的熔炼质量, 酸蚀试验适合于检查松动、气孔、夹杂物、裂纹等,

方便快捷。有时可以确定进入工厂的材料是否标准。例如，一家锅炉厂怀疑过热器管是密封管。首先切开试管的一小部分，截取一个横截面，然后研磨，准备一个样品，然后用肉眼在整个横截面中使用4%的硝酸乙醇，可以确定腐蚀的宏观性质。

### 5.2 产品制造和安装过程的质量检验

由于特种设备承受压力的质量要求包括操作安全性符合标准，因此国家对此类设备进行了监督。每个承压特种设备的生产完成后，必须通过有关质量检验部门的检验认可。质量检验的内容包括厚度检验，缺陷检测和焊接工艺。金相检验可以在显微镜下观察特殊设备在压力下的焊接过程，以防止马氏体结构的出现影响设备质量的问题。

### 5.3 使用中设备的材料质量检验

特种设备中使用的主要材料是金属，在这些金属材料中，钢是材料中最重要的部分，并且要根据特殊设备的使用环境，使用要求和使用特性，选择符合条件的钢材。需要介质耐腐蚀性很高，因为腐蚀性介质会导致长期使用的材料变质，可以使用金相学来选择用于现场检查工作的材料，从而使设备性能更加完善。使用科学的检测方法来检查变质的物质。例如，检查珍珠岩耐热钢的球化和石墨化，检验由于高温和高压导致的脱碳和氢腐蚀裂纹是否严重，晶间腐蚀或应力腐蚀裂纹以及由于腐蚀环境导致的裂纹检查造成损坏的原因，金相检查甚至可以发现难以发现的微裂纹。例如，某些工厂的炉管由不锈钢制成，化学管道由碳钢制成。这些材料的劣化会导致严重的老化，因为它们已经使用了太长时间并且已经超过了其设计寿命。这些设

备的所有金相结果均为不合格的组织，必须丢弃。如果不加以处置，将会带来非常危险的后果。

### 5.4 所有链接均要符合法规要求。

对于承压特种设备，每个步骤必须满足相关法规的要求。通常在实际检验过程中，根据设备缺陷、峰值温度、高应力位置、异常硬度区域以及设备严重变形的部位来选择金相点。对于金属结构的粗磨，请使用电动角磨机。磨削时，必须严格控制磨削深度。太深会影响设备的安全性。太浅，则表面不能脱碳。金相组织的精磨主要由晶粒尺寸标签控制，有几种选择：180、320、480、600、800、1,000。抛光时，需要注意90角。每次精细抛光完成后，要清除划痕并确保检查点平整。

## 6 结束语

当现场金相检验用于承压特殊设备的检验时，主要检验内容是原材料检验和所用设备的老化。检验员必须不断学习金相检验知识，并将其正确合理地用作特种设备检验过程，以发现常规检验方法无法发现的问题并确保特种设备的安全。

### 参考文献：

- [1] 陈仙凤. 特种设备常用钢材现场高效无损金相检验技术[J]. 中国特种设备安全, 2014(12):29-31;
- [2] 李江. 化工工艺运用中的承压类特种设备检验[J]. 电子制作, 2014(20):21;
- [3] 倪进飞, 毛力, 卢忠铭, 尤晋. 常规理化检验方法在承压类特种设备检验中的应用[J]. 中国特种设备安全, 2009(9): 25-28.

(上接第111页)时终止施工并整改。大多数矿井公司由于缺乏良好的通风体系与仪器，造成矿井出现了众多问题，同时吸引了矿井公司高层的关注。

### 3.2 引入高新技术设备

在“一通三防”的背景下，对技术设备也有一定的要求，要求企业立足当前的现状，适当的引入新的设备形式，在现有防护管理的阶段，进行安全设备的综合应用，将其全部投入到使用中，起到规避风险的作用。例如煤矿企业在最新技术应用的阶段，对其中发现的问题需要及时的解决。引入新的技术前，对煤矿的实际情况进行仔细的检查，只有从当前设备的应用现状入手，合理的进行管控，才能确定出最适合自己工厂实际情况的设备，让设备起到的作用更加突出。

### 3.3 重视专业技术人才培养

在开展矿井施工期间，通过应用一通三防工作方式，能够针对发生的所有安全情况展开良好的解决。鉴于以上原油，若是想要良好的展现一通三防的效用，则必须给予一通三防工作众多的精力。有关的工作者在进行工作期间，必须良好的提高自己的责任观念。若是想要保证工作开展效果，在开展矿井施工期间，必须定期组织相关工作者展开专业的学习，保证其拥有较高的专业能力，进而保证在发生安全事故期间其能够良好的了解安全问题发生的原由，采用此种方法，能够保证在出现异常状况期间有关的工作

者能够良好的展开处理，从而保证众多安全问题能够得到有效的处理。

### 3.4 加大对“一通三防”工作的资金投入

矿井公司开展一通三防工作不能产生直观的效益，不过能够为后续矿井公司营造良好的经济收益奠定基础。矿井公司提高对一通三防相关工作的投资，能够保障施工人员的人身安全与财产安全，同时能够提升相关工作人员工作的热情，提升安全检验工作效果，推动矿井公司营造良好的收益。

## 4 结语

近年来，安全管理成为了能源开采行业关注的热点问题，虽然很多矿企进行了技术更新、发展思路转变，但是，安全事故依旧时有发生，在社会上形成了恶劣的影响，也阻碍了行业进步。一通三防技术是当前各个矿井企安全生产的关键技术，通过这一技术的应用，可以有效降低矿企生产中的各类安全风险，保障生产作业的安全、高效进行，有利于矿井企安全生产目标的实现，对于行业可持续发展具有重要的意义。

### 参考文献：

- [1] 张冬冬. 煤矿“一通三防”的安全管理及风险规避探析[J]. 当代化工研究, 2020(10):25-26.
- [2] 张学红. 煤矿一通三防技术的应用及发展[J]. 江西化工, 2020(02):346-347.