

电站锅炉过热器管焊缝开裂失效分析

石鹏飞

汕头华电发电有限公司 广东 汕头 515000

【摘要】电站锅炉过热器管焊缝开裂失效是一个重要的安全问题，对电站运行和稳定性具有重大影响。对于理解和解决开裂失效问题，进行有效的分析至关重要。本文旨在对电站锅炉过热器管焊缝开裂失效进行深入分析，探讨其解决方案。

【关键词】电站锅炉；过热器管；焊缝开裂

前言：电站锅炉过热器管焊缝开裂失效是一个关键的问题，对电站运行和安全造成严重影响。对其进行分析可以帮助找出开裂失效的原因和解决方案。开裂失效通常由焊接质量、材料选择、工作条件等多个因素引起。常见的开裂类型包括热裂纵裂、冷裂纵裂和横裂。分析可以通过实验测试、断口分析、显微组织观察等手段来确定开裂的机制和特征。同时，对焊接工艺和参数进行评估，找出潜在的缺陷和改进措施。此外，材料性能和应力分析也是开裂分析的重要环节，通过应力解析和模拟计算，进一步了解开裂失效的机理。综合考虑上述因素，开展电站锅炉过热器管焊缝开裂失效分析可以为改善焊接质量和设备可靠性提供指导。

1 开裂失效原因分析

1.1 焊接质量问题

电站锅炉过热器管焊缝开裂失效是一个严重的质量问题，而焊接质量问题是导致这一失效的重要原因之一。焊接质量问题可能来自以下几个方面。首先，焊接工艺参数的选择和调节不当会导致焊接质量问题。焊接工艺参数包括焊接电流、电压、焊接速度等。如果焊接参数选择不合理或调节不当，可能会导致焊缝的强度不足、焊缝出现裂纹和孔洞等问题。例如，过高的焊接电流和电压会造成焊缝过热，易出现热裂纹；而过低的焊接速度则容易导致焊缝冷裂纹的发生。其次，焊接材料的选择与焊接质量直接相关。焊接材料的选择应根据实际需求和工作环境来确定。若焊接材料的化学成分与基材不匹配，会导致焊接接头的脆性增加，形成易裂纹的焊缝。此外，焊接材料的含杂质和气孔也会影响焊接质量。因此，选择合适的焊接材料对保证焊接质量至关重要。除此之外，焊接操作人员的技术水平和操作规范也会影响焊接质量。焊接是一项复杂的技术工艺，需要具备专业知识和丰富的实践经验。缺乏专业知识和技能的焊接操作人员可能无法正确判断焊接过程中的问题，导致焊接质量下降。

1.2 工作条件影响

电站锅炉过热器管焊缝开裂失效是电站运行中常见的问题之一，而工作条件的不良因素也会直接影响焊缝的稳定性和可靠性。以下将探讨工作条件对焊缝开裂失效的影响。首先，温度变化是影响焊缝开裂的重要因素之一。在电站锅炉的工作过程中，由于温度变化引起的热循环作用会导致焊接接头受到不同程度的热应力。当焊缝经历了反复的热胀冷缩过程后，容易出现热裂纹和冷裂纹。尤其当电站锅炉频繁地进行启停操作时，温度的变化幅度更大，增加了焊缝开裂的风险。其次，应力集中也是导致焊缝开裂失效的重要因素。在电站锅炉的运行中，焊接接头常常处于复杂的应力环境中，包括静载荷、热应力和振动应力等。这些应力的集中作用会导致焊缝周围应力集中，从而引发焊缝的裂纹和开裂失效。特别是在电站锅炉的高温高压工况下，焊缝所受到的应力更为复杂和严重。

2 解决方案和预防措施

2.1 合理选择焊接工艺

合理选择焊接工艺对于确保焊接质量至关重要。不同的焊接工艺适用于不同的项目和材料，因此需要根据具体情况进行合理选择。首先是手工电弧焊。手工电弧焊是一种传统的焊接方法，适用于管道、钢结构和修补焊接等工作。它的优点是成本低、灵活性高、适用于各种材料和位置。然而，手工电弧焊的焊接质量受焊工技术和操作水平的限制，容易产生不均匀的焊缝。其次是气体保护焊。气体保护焊包括惰性气体保护焊和活性气体保护焊。惰性气体保护焊利用惰性气体（如氩气）保护焊接区域，避免氧气和其他杂质对焊缝产生不良影响，适用于不锈钢、铝合金等材料的焊接。活性气体保护焊利用活性气体（如二氧化碳）提供焊接保护，适用于普通碳钢的焊接。气体保护焊的焊接速度快，焊缝质量好，但设备成本较高。另外，还有电阻焊、激光焊和摩擦焊等焊接工艺^[1]。电阻焊适用于金属板材的连接，焊接速度快但仅限于相对较薄的金属。激光焊适用于高精度和

高质量的焊接，具有非接触性、速度快和热影响区域小等优点。摩擦焊适用于铝合金和钛合金等材料的焊接，焊缝质量高且不易产生焊接变形。在选择焊接工艺时，需要充分考虑焊接的具体要求、材料类型和厚度、焊接效率和成本等因素。同时，还需要注意焊接工艺的技术难度和操作要求，确保焊工具备相应的技能和经验，以保证焊缝的质量和稳定性。

2.2 控制应力和热影响区域

在焊接过程中，应力和热影响区域的控制是确保焊接质量和稳定性的关键之一。应力和热影响会导致焊接接头的变形和裂纹，影响焊缝的机械性能和力学性质。因此，控制应力和热影响区域是非常必要的。在控制应力方面，可以采取预热和后热处理的方法。预热可以减少焊接接头的应力和变形，提高焊接接头的稳定性。预热的温度和时间应该根据具体的材料和焊接环境进行合理的控制。后热处理可以通过恢复焊接接头的组织结构和性质，来缓解接头的应力和变形。这些措施可以降低焊接接头的应力和变形产生裂纹的风险。在控制热影响区域方面，可以采用焊接屏蔽材料和快速焊接等措施。焊接屏蔽材料可以在焊接过程中隔离焊接区域，减小热影响区域的范围，从而减少变形和裂纹的风险^[2]。快速焊接也可以通过快速加热和快速冷却的方式，来缩小热影响区域的范围和时间，减少焊缝的裂纹。在控制应力和热影响区域时，还需要重视焊接工艺的合理设计和操作规范的执行。合理的焊接工艺可以帮助降低焊接接头的应力和变形风险，并改善焊接质量和稳定性。操作规范的执行可以确保焊接过程的可控性和稳定性，减少焊接过程中的错误和差错。

2.3 选择合适的焊材和填充材料

选择合适的焊材和填充材料对于确保焊接质量和稳定性非常关键。焊材和填充材料的选择应该根据焊接

工作的具体要求、材料的类型和特性、焊接性能和成本等因素来确定。首先，需要对基材的材料种类和特性有清晰的认识。不同的基材有不同的化学成分、物理性能和机械性能，因此需要选择与其相似的焊材和填充材料以确保焊接接头的质量和稳定性。其次，需要根据焊接工作的性质和要求选择合适的焊材和填充材料^[3]。例如，在高温环境下工作的钢结构，需要使用耐高温的焊材和填充材料。在潮湿环境下工作的材料，需要选择耐腐蚀的焊材和填充材料。此外，还需要根据焊接过程中的应力和变形等因素来选择焊材和填充材料。最后，焊材和填充材料的选择还需要考虑成本和焊接效率等因素。虽然高质量的焊材和填充材料可以带来良好的焊接效果，但成本也会相应地提高。因此，在选择焊材和填充材料时，需要根据具体情况，进行合理的权衡和选择。

3 结语

电站锅炉过热器管焊缝开裂失效分析是提高电站运行安全性和稳定性的关键任务。通过深入分析开裂失效的原因和机理，可以制定相应的改进措施，降低开裂风险。焊接质量、材料选择、工况应力等因素的考量是分析的关键要素。电站锅炉过热器管焊缝开裂失效分析是一个复杂而重要的研究课题，值得我们持续投入精力和资源。

【参考文献】

- [1]李刚.电站锅炉安全阀连接焊缝开裂分析及修复[J].特种设备安全技术,2022,(02):1-3.
- [2]丁志鹏.石仁强.杨贤彪.某超超临界锅炉二级过热器集箱短管焊缝开裂泄漏分析[J].焊接技术,2021,50(S1):49-52.
- [3]刘献良.赖云亭.陈忠兵等.余热锅炉过热器管焊缝开裂原因分析[J].金属热处理,2019,44(S1):267-270.