

# 船用铸钢件的焊接修补施工工艺探讨

杨利 陈天云 罗坚

广船国际有限公司 广东广州 511462

**摘要:** 船用铸钢件因其使用环境的特殊性,常常遭受到各种损伤,因此,焊接修补技术在船舶维修中扮演着至关重要的角色。文章首先概述了船用铸钢件的常见缺陷及其对船只安全运行的影响,接着,详细探讨了焊接修补施工工艺,文旨在提供一套系统的焊接修补方案,以确保船用铸钢件修复后的质量和性能。

**关键词:** 船用铸钢件; 焊接修补; 施工工艺

船用铸钢件是船舶结构中不可或缺的部分,它们在承受巨大载荷和复杂海洋环境的作用下,经常会出现如裂纹、气孔、缩孔等缺陷。这些缺陷不仅影响船舶的性能,还可能威胁到船舶的安全。因此,及时有效的焊接修补技术对于确保船舶长期安全可靠地运行至关重要。然而,船用铸钢件的焊接修补是一个涉及材料科学、焊接技术和船舶工程等多学科知识的复杂过程。选择合适的焊接方法、精确控制焊接参数、掌握正确的操作技巧,以及对焊接效果进行严格的检验,都是成功焊接修补的关键。鉴于此,本文将深入探讨船用铸钢件的焊接修补施工工艺,以期提高修补作业的成功率和船舶的安全性。

## 1. 船用铸钢件的特点

### 1.1 高强度

船用铸钢件的抗拉强度远高于普通碳素钢,能够达到1200兆帕,这使得它们在承受重载和高应力的应用中具有优势。

### 1.2 良好的韧性

即使在受到冲击载荷时,这些铸钢件也能保持较高的抗变形能力,适合承受振动和冲击的应用环境。

### 1.3 高耐磨性

由于表面硬度较高,船用铸钢件具有良好的耐磨性,适合在磨损和摩擦较大的环境中使用。

## 2. 船用铸钢件的常见缺陷

### 2.1 缩孔和缩松

缩孔和缩松是船用铸钢件中常见的铸造缺陷,它们主要发生在铸件的凝固过程中。这些缺陷通常由金属从液态转为固态时体积收缩所致,特别是在较厚或复杂形状的铸钢件中更为明显。缩孔通常表现为铸件内部的空洞,而缩松则呈现为分散在铸件内部的微小孔洞群。

### 2.2 夹杂

船用铸钢件在制造过程中,内部常常会出现非金属杂质,这些杂质被称为夹杂物。它们的形成通常与熔炼和浇注过程有关,例如,熔炼时炉料、炉衬或工具的材料可能会与熔融金属发生化学反应,生成氧化物、硫化物或硅酸盐等夹杂物。

### 2.3 裂纹

裂纹是船用铸钢件中一种严重的缺陷,通常由于热应力或机械应力超出材料的承受极限而产生。在铸造和随后的冷却过程中,由于铸件内外部分温度梯度大,会产生不均匀的收缩,从而导致应力的产生。当这些应力超过铸钢件材料的抗拉强度时,就会形成裂纹。此外,铸造过程中的局部过热或过冷也可能导致材料性能不均,进一步诱发裂纹<sup>[1]</sup>。

### 2.4 冷隔

冷隔是船用铸钢件在铸造过程中遇到的一种表面或亚表面缺陷,通常由于金属熔体在填充模具时流动不畅,前后两股金属流未能充分熔合而形成。这种缺陷在铸件的厚壁部分或金属流动受阻的区域尤为常见。冷隔不仅减少了铸件的有效承载面积,还在铸件内部形成了薄弱区域,使得材料在这些区域的性能显著下降。在受力情况下,冷隔处容易成为裂纹的起始点,进而影响铸件的整体强度和使用寿命。

## 3. 船用铸钢件的焊接修补施工工艺

### 3.1 焊接材料与设备选择

在船用铸钢件的焊接修补中,焊接材料与设备的选择对修补质量有着至关重要的影响。首先,焊接材料包括焊条、焊丝和焊剂,必须根据铸钢件的材质、力学性能以及工作条件来选择。例如,对于高强度船用铸钢,通常选用低氢型焊条或合金钢焊丝,以保证焊缝具有足

够的强度和韧性。在设备选择上,常用的有手工电弧焊设备、气体保护焊设备和埋弧自动焊设备。选择合适的焊接设备不仅能够提高焊接效率,还能通过控制热输入来减少热影响区的损伤,降低焊接变形和应力。

### 3.2 焊接修补工艺

#### 3.2.1 表面准备与清理

在焊接修补船用铸钢件的过程中,表面准备与清理是至关重要的初步步骤。这一步骤的目的是清除铸件表面的杂质,如油渍、锈蚀、油漆及任何形式的污染物,从而防止焊接时产生气孔、夹杂等缺陷。首先,使用钢丝刷或磨光机对缺陷周围区域进行机械打磨,去除氧化物和其它附着物。对于难以通过机械方式清理的油污,应使用合适的化学清洗剂进行清洗,并确保在焊接前将清洁剂彻底清洗干净。此外,适当的表面清理还包括对裂纹的打磨,将裂纹全部去除,并形成一定角度的U型槽,以便于焊接材料的填加。完成这些准备工作后,应确保焊接区域的清洁和干燥,为高质量的焊接创造条件<sup>[2]</sup>。

#### 3.2.2 焊接方法的选择

选择合适的焊接方法是获得良好焊接质量的关键。对于船用铸钢件,常用的焊接方法包括手工电弧焊、气体保护焊、埋弧自动焊等。手工电弧焊操作灵活,成本低,适用于各种位置和不规则形状的修补,特别是小尺寸铸件或难以到达的部位。气体保护焊提供更稳定的焊接过程,能够减少气孔和氧化,适用于较大面积的修补工作。埋弧焊则提供了最高的焊接效率,适合用于平面或轻微曲面上的大面积修补。在选择焊接方法时,除了考虑修补的规模和位置,还应考虑铸钢件的工作条件和预期性能,以确保焊缝具有足够的机械强度和耐腐蚀性。

#### 3.2.3 焊接参数的确定

正确的焊接参数对于保证焊缝质量和减少热影响区损伤至关重要。这包括电流的大小、焊接电压、焊接速度以及热输入的控制。通常情况下,过大的电流会导致焊缝过深,增加变形和裂纹的风险;而电流过小则可能造成未熔合或焊缝成形不良。因此,需要根据铸钢件的厚度、焊接材料的类型和直径、焊接方法来精心选择电流和电压。例如,厚板通常需要较大的电流和电压,而薄板则反之。此外,焊接速度直接影响热输入量,应根据实际的焊接情况调整,以保证焊缝充分熔化且形成良好。通过精确控制这些参数,可以有效地管理焊接过程中的热量输入,避免过度加热导致的氢脆和冷裂问题。

#### 3.2.4 焊接过程的操作技巧

操作技巧在船用铸钢件的焊接修补过程中起着决定性的作用。首先,合理的焊接顺序可以有效控制焊接应力和热变形,例如采用对称焊接或逐步退焊技术。其次,运条方式需根据具体情况调整,保持合适的电弧长度和焊条角度,确保焊缝均匀美观。此外,应注意层间温度的控制,避免过高的温度导致过度硬化或脆化。在实际操作中,还需密切监控焊缝的成形情况,及时调整焊接速度和方向,以应对复杂形状的挑战。最后,对于完成的焊缝,应进行视觉和磁粉或超声波检测,确保无表面和内部缺陷。这些操作技巧需要焊工具备丰富的经验和专业知识,以确保焊接修补的成功<sup>[3]</sup>。

### 3.3 焊接修补后的处理与检验

焊接修补后,为了确保铸钢件的使用性能,需要进行适当的后处理和检验。首先,焊后热处理如退火或消除应力处理,能够释放焊接应力,防止裂纹的产生,并且改善焊缝区域的性能。其次,非破坏检测技术的应用,如X光检测、超声波检测等,能够有效地评估修补区域的内部质量,及时发现潜在的缺陷。最后,通过宏观和微观检查,以及对修补区域进行机械性能测试,可以更全面地评价焊接修补的质量,确保船用铸钢件的安全性和可靠性。

### 结语

正确的焊接修补技术能够有效恢复铸钢件的使用性能,延长其使用寿命,并确保船舶的安全运行。实践表明,只有综合考虑材料特性、缺陷类型、工作环境等多方面因素,才能选择最合适的焊接修补方案。此外,持续的技术创新和方法优化也是提升焊接修补质量的关键。未来的研究和实践应致力于开发更高效、更可靠的焊接修补技术,以应对船用铸钢件维修中的挑战,保障船舶在恶劣海洋环境下的良好性能。

### 参考文献

- [1] 邓志强, 胡顺克, 曹海. 船用铸钢件的焊接修补施工工艺探讨[J]. 中国修船, 2019, 32(03): 36-37.
- [2] 齐伟, 周华方, 沈忠, 等. 浅析船用铸钢件缺陷的焊补工艺[J]. 金属加工(热加工), 2019, (01): 36-37.
- [3] 王帆. 船用大型铸钢件焊接裂缝及修复工艺研究[J]. 船舶与海洋工程, 2012, (04): 63-66.