

船舶维修过程中的焊接工艺优化及质量控制措施

王善润

山东高阳建设有限公司 山东淄博 255000

摘要：焊接技术是现代船舶工程的关键一环。伴随着船舶工业的发展，焊接工艺对船舶建造与修理过程起着日益重要的作用。但是焊接质量直接关系到船舶结构强度与安全性，所以优化焊接工艺并落实严格质量控制措施具有重要意义。文章旨在通过对船舶维修中焊接工艺的优化策略进行探究，提出行之有效的质量控制方法以提升船舶维修效率与安全性，可供相关产业实践参考与借鉴。通过对其进行深入的研究与分析，希望能在船舶维修领域技术进步与质量控制方面尽绵薄之力。

关键词：船舶；维修；焊接工程；质量控制

引言

船舶维修任务不仅难度巨大，而且操作流程复杂，因此在具体执行过程中需要全面权衡各种工艺方法在时间消耗、质量表现和成本考量方面的影响，焊接工艺就是其中的一个重要因素。传统的船舶焊接技术大多适用于中小规模的船舶，特别是中大型船舶。由于其钢材特性和力学结构布局，这一工艺要求尤为严格。如果忽视这些要求，维修之后的焊接质量可能会无法达到预先设定的期望。因此，如果进一步优化焊接方法，船舶的维护质量会得到明显的加强，同时修理时间和费用都得到有效控制，为船舶维修公司在市场中的竞争提供了更佳的机会。

一、船舶维修焊接工艺现状

（一）现有焊接工艺概述

现有的焊接工艺对船舶维修起决定性作用。焊接作为通过熔化和再固化两个或者更多金属接合面以形成永久性连接的技术是船舶制造与修理的核心技术之一。现代船舶工业通常采用的焊接工艺有手工电弧焊，气体保护焊和埋弧焊。这些技术都有其独特之处，例如手工电弧焊具有操作灵活、适合在多种地点焊接等特点；气体保护焊因其高速的焊接性能和出色的焊缝品质而受到赞誉。当前随着科技的进步，自动化与机器人焊接逐渐普及，提高了生产效率与焊接质量。在实践中，焊接工艺选择需要结合船舶具体构造，材料和维修需求等多方面因素进行考虑。与此同时，焊接工艺不断地进步给船舶维修提供了更多可能，例如激光焊接，电子束焊接以及其他高新技术的运用都在逐渐改变传统焊接方式。从整

体上看，当前焊接工艺已经形成一整套种类繁多的技术，为船舶维修打下坚实基础。

（二）焊接工艺存在的问题

在船舶维修过程中，焊接工艺虽然重要，但也存在一些问题。焊接接头的质量问题是其中之一，由于焊接参数设置不当、焊接材料选择不匹配或焊接操作不规范，都可能导致焊接接头出现裂纹、气孔、夹渣等缺陷，严重影响船舶的结构强度和密封性。此外，焊接过程中产生的残余应力和变形也是一个不可忽视的问题。焊接时的高温会导致金属材料的局部加热和快速冷却，从而产生残余应力，这种应力在长期使用过程中可能导致焊缝开裂或材料疲劳。同时，焊接过程中材料的热胀冷缩也会引起焊接件的变形，影响船舶的整体性能和外观。

另外，焊接工艺的效率问题也需要关注。传统的焊接方法，如手工电弧焊，虽然操作灵活，但焊接速度相对较慢，对于大面积的焊接修复工作来说，效率显然不高。而且，依赖焊工的技能和经验，焊接质量难以保证完全一致。自动化和机器人焊接虽然能提高效率，但设备成本高，且对工作环境和操作人员的技能要求也相对较高。

还有，焊接过程中的安全问题亦不容忽视。焊接产生的高温、弧光、有害气体等都可能对操作人员造成伤害，需要采取严格的安全防护措施。同时，焊接作业中产生的大量烟尘也对环境造成了一定的污染。

综上所述，焊接工艺在船舶维修中虽然重要，但在实际操作中仍存在诸多亟待解决的问题，需要不断研究和改进。

（三）焊接质量的影响因素

焊接质量在船舶维修中受到多种因素的影响。其中，

焊接材料的选择直接关系到焊缝的强度和耐腐蚀性，不同材料之间的匹配性和焊接性差异显著，因此必须根据母材的特性和维修需求来谨慎选择焊材。焊接工艺参数，如电流、电压和焊接速度等，也是影响焊接质量的关键因素。这些参数的设置需要精确控制，以确保焊缝的均匀性和熔深，避免出现未熔合、烧穿等缺陷。此外，焊接操作人员的技能水平和经验对焊接质量同样至关重要。一个经验丰富、技能熟练的焊工能够更准确地把握焊接过程中的各种变化，从而及时调整参数和操作手法，以保证焊缝的质量。同时，焊接环境也不容忽视，如温度、湿度以及风力等自然因素都可能对焊接过程产生影响，进而影响焊接质量。除此之外，焊接前的准备工作，如焊件的清洁度、预热处理等，也会对焊接质量产生直接影响。若焊件表面存在油污、锈蚀等杂质，将严重影响焊缝的形成和质量。因此，在船舶维修过程中，要综合考虑各种影响因素，通过科学严谨的工艺控制和操作管理，来确保焊接质量的稳定和可靠。

二、焊接工艺优化分析

（一）选择合适的焊接方法

选择恰当的焊接方法是船舶修理过程中非常关键的一个环节，它直接影响着修理的效率与质量。选用焊接方法时需考虑诸多因素，主要有焊件材料，厚度，焊接部位及可达性及要求焊缝质量与强度。比如对较厚钢板的焊接，埋弧焊可用于大型钢结构，它具有焊接电流高，熔深较大，焊接速度较快等特点。在这种情况下，我们需要根据板材的厚度来调节焊接电流，通常范围是600~1200安培，以确保焊接的深度和速度都是足够的。

气体保护焊在需精细作业的地方或者是不易达到的角落也许更适用。这种方法使用惰性气体（如氩气）来保护熔池，防止氧化和污染，从而获得高质量的焊缝。在采用气体保护焊过程中，我们需根据母材厚度来选择适当的焊丝直径及焊接电流，并同步调节焊接速度才能得到理想焊缝形态及力学性能。

另外，在一些特殊材料或者要求高效率的情况下，还可考虑采用激光焊接或者电子束焊接这些先进工艺。这些方法精度较高、速度较快、效率较高，但是还需要相关设备投入以及技术支持。

在焊接方法的选择上，要充分考虑现场条件及安全因素。比如在有限空间内或者易燃环境下，就需选用低烟尘低飞溅焊接方式，同时要有相关通风防火措施。

总之，选用适当的焊接方法对船舶维修来说是一个关键的环节，它需考虑很多因素，其中包括焊件特性，

焊缝要求和现场条件，为了保证维修工作顺利进行，保证焊缝质量稳定、可靠。

（二）焊接参数优化

焊接参数优化是船舶维修中的一个重要环节，不仅关系焊接质量而且直接影响焊接效率与成本。在优化焊接参数的过程中，需要考虑很多关键参数的影响，主要有焊接电流、电压、焊接速度和焊接顺序。以普通手工电弧焊为例，适当的焊接电流对于保证焊缝质量至关重要。通常情况下，低碳钢与合金钢的焊接过程中，电流的大小一般被设定在100~300安培的范围内，具体的数值需要根据焊条的直径、基材的厚度和焊接的具体位置来进行微调。焊接电压的选取也是非常重要的，直接关系到电弧是否稳定以及焊缝是否成型。在传统的手工电弧焊接技术中，为了确保电弧的稳定性和熔滴的最佳过渡，电压通常被设定在20~30伏特的范围内。

另外，焊接速度对焊接质量与效率有很大的影响。焊接速度过快会使焊缝出现未熔合或者出现气孔等瑕疵，焊接速度过慢会使热影响区变宽从而影响材料力学性能。因此，在实际的焊接过程中，我们必须根据焊条的融化速率和基材的热传导特性来适当地调整焊接的速度，这通常需要控制在每分钟150~300毫米的区间内。

除以上参数之外，焊接顺序优化问题不可忽略。合理的焊接顺序能有效地减小焊接变形，降低残余应力。比如在大型结构焊接中，我们可通过分段焊接，对称焊接或者跳焊分散热量以减小局部热输入以减小焊接变形及应力。

（三）焊接材料的选择与搭配

在船舶维修焊接过程中，焊接材料选择和匹配起决定性作用。选用匹配母材的焊材对保证焊接质量具有重要意义，它不仅关系着焊缝强度及耐腐蚀性能，而且对船舶整体性能及使用寿命也有直接影响。选用焊丝和焊条必须综合考虑它们的化学成分，机械性能及与母材相容性等因素。例如，在焊接高强度钢板时，我们应当选择具有高强度、良好塑性和韧性的焊丝，例如ER70S-6或ER80S-D2，这样可以确保焊缝拥有充分的强度和韧性。同时焊条选择也很重要，E7018或者E8018这种低氢型焊条可以有效地降低焊缝中氢含量和改善焊缝抗裂性能。

另外不能忽视保护气体选择。气体保护焊时我们一般采用纯氩气或者氩气和二氧化碳混合气体做保护气。纯氩气可有效地隔绝空气和避免焊缝氧化；但氩气和二氧化碳混合气体可增加电弧稳定性和焊接效率。实际工作时，还要根据焊接位置，板厚及焊接要求灵活地

调节焊丝直径,焊条规格及保护气体配比。例如,在焊接较厚的钢板时,我们可能需要选择直径较大的焊丝(如1.2mm或1.6mm),以提高焊接效率;而在焊接薄板或精密部件时,则应选择直径较小的焊丝(如0.8mm或1.0mm),以确保焊接的精确性和美观性。

总之,选择和匹配焊接材料是一个复杂且精细的过程,要考虑很多因素,其中包括母材材料,厚度,焊接要求和现场情况。只有选用适当的焊接材料才能够保证焊接质量稳定可靠,继而保证船舶安全运营。

三、焊接质量控制措施

(一)对焊件进行预热处理,减少焊接应力

船舶维修时,焊件预热是非常关键的环节,主要是为了降低焊接时应力。在焊接过程中,焊件因局部迅速升温 and 降温而在其内部形成了复杂的应力分布,如果这些应力不能及时得到处理,就有可能造成焊缝开裂和焊件形变。预热处理是将焊件慢速加热至某一温度以减小焊接过程中温度梯度继而减小焊接应力。

预热温度选择取决于物料的类型及厚度。通常情况下,高强度钢或合金钢的预热温度可能介于150至300摄氏度,而对于常规的碳钢,这一温度可能稍低。预热在降低焊接接头冷却速度的同时,也使焊接区域内材料受热更均匀,进而降低焊接时出现热裂纹的危险。

另外预热对焊接接头组织与性能也有一定改善作用。经预热后焊缝与热影响区组织转变工艺得到了优化,有利于细化晶粒、改善焊缝韧性与强度。同时预热也促进了氢从焊缝中逸散,使氢致裂纹敏感性下降。

实际生产中预热方式可采用火焰加热,电加热或者红外线加热,其具体选用要根据现场情况及焊件形状大小而定。预热时,要用温度测量仪器对焊件进行温度监测,以保证焊件焊前达到和保持预定预热温度。

总之,焊件预热处理作为降低焊接应力,预防焊接缺陷和改善焊缝质量的一种有效手段,对于船舶维修焊接过程具有举足轻重的作用。

(二)严格遵守焊接工艺规范

船舶维修中严格按照焊接工艺规范进行焊接,是保证焊缝质量至关重要的。《焊接工艺评定标准》、《钢结构焊接规范》及其他焊接工艺规范对焊接操作都有详尽的指导与要求。遵照这些标准,可以保证焊接过程中每个环节均达到行业标准及质量要求。

实际焊接时,必须严格遵守所选焊接方法及材料,不能任意改变。焊接参数如电流,电压及焊接速度等设置需按规范准确调整才能保证焊缝均匀优质。同时焊接

顺序及层间温度控制也非常关键,这些因素对焊缝内部质量及力学性能有着直接影响。

另外,对焊接环境进行控制是不可忽略的。规范一般对焊接环境如温度、湿度、风速等情况都有明确的要求,确保焊接过程稳定,焊缝质量良好。比如在低温的环境中进行焊接的时候我们要做好预热措施来避免焊缝出现冷裂纹。

除以上规范操作之外,焊接操作人员所具备的技术与经验同样对焊缝质量有重要的影响。所以定期开展焊工技能培训与考核以保证焊工熟练运用焊接工艺规范是改善焊缝质量行之有效的方法。

综上所述,严格按照焊接工艺规范进行焊接,是保证焊缝质量的根本。通过遵守相关规范、准确控制焊接参数、关注焊接环境、提高焊工技能等措施可以有效地改善焊缝质量、保障船舶维修工作顺利开展。

结束语

焊接工艺的优化在船舶维修任务日益繁重的背景下显得尤为重要,它不仅是解决维修任务增加问题的关键,更是船舶维修企业提升市场竞争力的有力抓手。在这个过程中,科学的质量控制扮演了至关重要的角色,它为焊接工艺的优化提供了有力的参考。通过对焊接过程的精细管理,不仅能有效提升焊接的效率和质量,还能确保船舶维修的进度不受影响。更为重要的是,严格的质量控制可以显著降低因焊接质量问题而引发的安全事故风险,从而保障维修人员和生产设备的安全。这种综合性的优化策略,不仅提升了船舶维修的专业水平,也为企业赢得了更好的市场口碑,进一步巩固和提升了企业的市场地位。

参考文献

- [1]毛雄飞.船舶焊接与结构设计优化分析[J].船舶物资与市场,2022,30(08):14-16.
- [2]廖力.船舶焊接生产技术和质量改进的对策研究[J].珠江水运,2018(23):60-61.
- [3]丁鹏龙,成应晋,何亮.甲板分段焊接变形仿真与控制[J].材料开发与应用,2023,38(01):9-16.
- [4]刘亚伟,黄琼,徐攀,等.CO₂气体保护向下立焊修补工艺试验[J].金属加工(热加工),2021(10):26-29+35.
- [5]张新宇,罗银波,唐首祺.船舶焊接缺陷与检测方法综述[J].中国水运(下半月),2023,23(07):63-65.