

# 船舶管路焊接质量控制措施

孙 辉

招商局金陵船舶(南京)有限公司 江苏 南京 210000

**摘要:** 本文聚焦船舶管路焊接质量控制措施,明确焊接质量的重要性。详细探讨影响焊接质量的因素,包括焊接材料选择、工艺合理性、焊工技能水平和环境条件。从焊接材料质量控制、焊接工艺优化、焊工培训与管理以及改善焊接环境等方面阐述具体的控制措施,以确保船舶管路焊接质量,保障船舶的安全稳定运行。

**关键词:** 船舶管路; 焊接质量; 控制措施

引言: 在船舶制造领域,管路焊接质量至关重要。船舶管路承担着诸如输送液体、气体等关键任务,其焊接质量直接关系到船舶的整体性能和安全。高质量的焊接能有效避免泄露等问题,保障船舶的正常运行。而焊接质量会受到多种因素的影响,若不加以重视和有效控制,可能导致严重后果。因此,深入研究船舶管路焊接质量控制措施具有重要的现实意义。

## 1 船舶管路焊接质量的重要性

高质量的焊接能够保障管路系统的密封性和强度,这对于承载流体(如燃料、润滑油、冷却水等)的船舶管系而言尤为关键。焊接缺陷,如飞溅、气孔和夹渣等,不仅削弱了焊缝的机械性能,还可能导致泄漏、设备损坏甚至更严重的后果。例如,焊接飞溅若未被妥善清理,可能会堵塞管路或损伤设备的精密部件。同样地,焊接气孔是由于焊接过程中气体未能及时逸出而在焊缝金属内形成的空洞。这些气孔会减少焊缝的有效截面积,从而降低管路的耐压能力。此外,焊缝夹渣是由于焊接时杂质混入熔池并在冷却后残留下来的结果,这同样会影响焊缝的强度和密封性。为了确保船舶管路焊接质量,需要采取一系列控制措施。这包括但不限于选择合适的焊接材料和技术,培训熟练的焊工,实施严格的质量检验流程,以及在设计阶段尽可能减少焊接接头的数量。通过采用非焊接形式的连接件,如卡套连接或扩口法兰连接,也可以显著提高管路的整体质量,并减少潜在的焊接问题。

## 2 影响船舶管路焊接质量的因素

### 2.1 焊接材料的选择

在船舶制造和维修过程中,管路焊接涉及到多种材料,包括不同类型的钢材、有色金属及其合金。正确选择焊接材料能够确保焊接接头的强度、耐腐蚀性和其他特性与母材相匹配,从而满足船舶在海洋环境中长期运行的要求。

焊接材料主要包括焊丝、焊条、焊剂和气体等。选择合适的焊接材料时需要考虑以下几个因素:(1)化学成分:焊接材料的化学成分应与被焊材料相匹配,以确保良好的冶金结合。特别是在焊接不锈钢、耐热钢和特种金属材料时,这一点尤为重要。(2)物理性能:包括熔点、密度、比热容等,这些物理性能会影响焊接过程中热量的产生和分布,进而影响焊接质量。(3)力学性能:焊接材料应具备与母材相当的力学性能,如抗拉强度、屈服强度、延伸率和韧性等<sup>[1]</sup>。这有助于确保焊接接头的整体强度和安全性。(4)耐腐蚀性:由于船舶经常处于潮湿和腐蚀性的海洋环境中,因此焊接材料应具有良好的耐腐蚀性能,以防止焊缝在长期使用中发生腐蚀失效。(5)适用性:焊接材料应适用于特定的焊接工艺,如手工电弧焊、气体保护焊或者埋弧焊等。同时要考虑施工条件,如户外作业时要考虑气候条件对焊接的影响。(6)成本效益:在满足上述要求的同时,还应考虑成本效益,选择性价比高的焊接材料。

### 2.2 焊接工艺的合理性

焊接工艺的合理性涉及到焊区的设计、布线、焊接条件的选择以及焊接材料的应用等多个方面。(1)焊区的设计包括装配尺寸、间隙、焊点间隙导带等因素,这些因素都会对焊接质量产生影响。合理的焊区设计能够保证焊接时热量分布均匀,减少焊接缺陷的产生。(2)布线的形状、导热性、热容量等也会影响焊接过程中的热力学状态,从而影响焊接质量。合理的布线能够帮助散热,减少焊接过程中因热量过高造成的不良影响。(3)焊接条件包括焊接温度与时间、预热条件、加热、冷却速度等,这些条件的合理设置对于获得高质量的焊缝至关重要。例如,恰当的预热条件可以减少焊接应力,降低裂纹产生的风险。(4)焊接材料的选择也是重要的一环。合适的焊剂和焊料成分、浓度、活性度、熔点、沸点等属性对于焊接质量有着决定性的影响。正确

的选择和应用这些材料，可以有效避免诸如气孔、夹渣等问题的发生。（5）焊工的操作技能和资质也是确保焊接工艺合理性的重要因素。只有经过专业培训和考核合格的焊工，才能进行相应的施焊工作，并达到设计和规范的要求。

### 2.3 焊工技能水平

焊工技能水平是影响船舶管路焊接质量的关键因素之一。熟练的焊工能够更好地控制焊接过程中的各项参数，从而保证焊接质量。焊接条件因素包括焊接温度与时间、预热条件、加热、冷却速度以及焊接加热的方式等<sup>[2]</sup>。焊工需要具备足够的知识和经验来合理设置这些条件，以确保焊缝的质量。焊工还需要精通各种焊接材料的使用，这包括焊剂和焊料的选择和应用。焊剂的成分、浓度、活性度、熔点、沸点等属性，以及焊料的成分、组织、不纯物含量、熔点等特性，都会对焊接质量产生重要影响。焊工应该能够根据不同的焊接需求选择合适的材料，并正确地使用它们。此外，焊工的技艺也直接关系到能否有效避免焊接缺陷，如气孔和夹渣。气孔由熔池内未能及时逸出的气泡形成，存在于焊缝金属内部或表面；夹渣则是在焊接过程中，药皮等杂质混入熔池，并在焊缝凝固后形成。这些缺陷会降低管道的强度，甚至可能引起泄漏或损坏设备。因此，高技能水平的焊工会更加注重细节，减少这些缺陷的出现。对于船舶管路系统而言，由于其对清洁度和强度的要求较高，特别是在一些精密设备的连接处，如液压锚机、推进器、发电机等，这就要求焊工不仅要具备扎实的焊接技术，还要有严谨的工作态度和高度的责任心。

### 2.4 焊接环境条件

#### （1）温度和湿度

**温度：**焊接过程中，环境温度的变化直接影响焊接设备的工作性能，从而影响焊接接头质量。如果温度过低，可能会导致焊接热输入不足，影响焊接过程中端面的温度场分布，容易形成冷接头。相反，如果温度过高，可能会导致金属材料变形、氧化，影响焊缝的强度和稳定性。

**湿度：**湿度过高会导致焊缝中产生气孔和裂纹，因为湿气会在焊接时被迅速蒸发，使焊缝中的水分突然膨胀，破坏已经凝固的金属结构。湿度过高还会使焊条的电弧稳定性降低。

#### （2）风速

风速主要影响焊接过程中气体保护氛围的工艺稳定性。过大的风速会影响焊接质量和保护效果。在手工电弧焊时，需要确保风速不超过8米每秒，而在TIG气体保

护焊及药芯焊丝气体保护焊的操作中，风速则需要控制在2米每秒以下。除此之外，焊接过程还可能受到其他环境因素的影响，比如大气压力、光照和电磁干扰等。这些因素如果不加以控制，可能会导致焊接过程中产生裂纹、气孔等缺陷，从而降低焊接的整体质量。

总之，焊接环境条件对船舶管路焊接质量有着显著的影响。为了保证焊接质量，需要严格控制和管理这些环境因素，确保它们符合焊接工艺的要求。同时还应该定期对焊接环境进行监测，以便及时发现和纠正潜在的问题。

## 3 船舶管路焊接质量控制措施

### 3.1 焊接材料的质量控制

在船舶管路焊接质量控制中，焊接材料的质量控制是一个关键环节。高质量的焊接材料是确保焊接质量的基础。以下是关于焊接材料的质量控制措施：

#### 3.1.1 材料的采购与检验

##### （1）采购阶段

采购材料时，应确保选购合规产品，并且供货商需满足项目需求。在保证价格适宜的前提下，需向项目经理报备并得到认可，方可签订合同<sup>[3]</sup>。对于大批量采购，需向项目经理汇报材料的规格、价格、质量、数量四方面信息，并在确认后进行采购。

##### （2）检验阶段

入库产品必须具备合格产品证明文件，对按照规定要求复验的焊接材料进行严格审核。药皮、焊丝都要按照品种、牌号、批次、标准、入库日期等分门别类储存管理，并有专人负责管理，统一管理，并做好检查记录，由材料工程师定时进行检验。

#### 3.1.2 材料的存储与保管

##### （1）存储阶段

焊条、焊丝要按照品种、标志、批次、标准、入库日期分门别类储存管理，严格标识。焊接板库应配备环境温湿度记录仪，将库内环境温度保持在5℃以上，相对湿度不大于60%。药皮、焊丝应堆放于货架上，脚手架离地板与墙壁之间的间距应不低于300mm，且货架上应存放干燥剂。

##### （2）保管阶段

焊材存储处需安置温湿度监测设备，并由专业技术人员负责，进行了集中管理并做好检查记录，材料工程师也应定时进行检查。而在焊接过程中，应根据焊接说明书的指导参数对焊材进行加热处理。对在凯丰或解包后的药皮和焊丝，保管员应做好记号并签名确认，并记下时间。同时库管员还必须根据《焊材领用卡》规定向

焊工发放经过预热处理的焊条,还要填写《焊条发放记录》并由焊接件签名确认。而焊接件则需要通过焊接的保温筒才能领取药皮,每一个保温筒都可以保存同一个牌号的药皮,但数量不能大于三千克。

### 3.2 优化焊接工艺

#### 3.2.1 焊接方法的选择

在船舶管路焊接质量控制中,选择合适的焊接方法是非常重要的。根据不同的生产规模、焊件结构特点和生产批量,可以选择适合的焊接方法。例如,对于单件小批生产,可以采用手工焊方法如气焊、焊条电弧焊等;对于成批生产,则可以采用机械化、自动化的焊接方法如埋弧焊、气体保护焊等;而对于大量生产,则可以采用高效的焊接方法如电阻焊、摩擦焊等。

#### 3.2.2 焊接参数的确定

焊接参数是在焊接过程中为了确保焊接质量而选择的物理量集合。这些参数包括焊接电流、电弧电压、焊接速度和焊丝倾斜角度等。确定这些参数时,需要考虑以下几个方面:(1)深入分析产品的材料和结构形式;(2)考虑焊接热循环对母材和焊缝的热影响;(3)根据产品的材料、焊件厚度、焊接接头形式等选择合适的焊接方法。通过试验确定焊缝的焊接顺序、焊接方向等,以及考虑焊接操作者的实践经验。

### 3.3 焊工培训与管理

#### 3.3.1 技能培训与考核

焊工是影响焊接质量的关键因素之一,因此,为确保焊接质量,对焊工进行技能培训和考核至关重要。焊工需要定期接受岗位培训,以深入理解工艺规程的理论知识,并提升他们的实际操作能力。在焊接过程中,焊工必须遵循工艺规程,并加强自我检查,同时配合专职检验人员的审核。此外,实施焊工考核制度和持证上岗机制,并建立焊工的技术档案。在培训期间,应考虑焊工的培训时间、生产经验、当前技术水平、年龄、工龄、体力、视力、注意力等因素,以便进行全面的考核。

#### 3.3.2 职业道德教育

除了技能培训和考核之外,职业道德教育也是焊工管理中的重要组成部分。为提升焊接质量,应着重培养焊工“质量至上、客户为先,以及将下道工序视为服务对象”的质量意识,从而增强其责任感,并培育他们严谨细致的工作态度。同时建立并实施质量责任制,以确保每位焊工对其工作质量负责。通过职业道德教育,可以增强焊工的责任感和使命感,使其在工作中更加注重质量和安全,从而有效提高焊接工作的质量和效率。

### 3.4 改善焊接环境

#### 3.4.1 温度与湿度控制

在船舶管路焊接过程中,温度和湿度的控制是非常关键的。首先,在温度低于零摄氏度的作业环境中,为保证焊接作业顺利进行,需要将焊接区域及周围至少两倍于板厚的范围,最小100毫米的母材预热至摄氏20度以上,方可进行焊接操作。这有助于提高焊接质量和防止因低温造成的结构损伤。其次,焊接作业区的相对湿度不得大于90%,以防止湿度过高影响焊接质量<sup>[4]</sup>。在实际操作中,可以通过控制车间的通风和加热设备来调节温度和湿度,确保焊接过程在一个适宜的环境下进行。

#### 3.4.2 防风与防尘措施

防风与防尘措施对于船舶管路焊接质量至关重要。当风速超过一定值时,如焊条电弧焊超过8m/s、气体保护焊超过2m/s时,应设置防风措施。这些措施可以包括设置防风棚、防风屏等,以减少风力对焊接过程的影响。此外,焊接前应对焊口进行清理,清除焊口处表面的水、氧化皮、锈、油污等。这些措施有助于减少焊接过程中杂质的引入,从而提高焊接质量和可靠性。

通过对焊接环境的合理控制,可以显著提高船舶管路焊接的质量,确保船舶的安全性和使用寿命。这些措施不仅涉及具体的工艺调整,还包括对作业环境的精心管理和维护。通过综合应用这些措施,可以在一定程度上减少焊接缺陷的发生,从而降低维修成本和提高船舶运营效率。

### 结语

船舶管路焊接质量控制是一个综合性的工作。通过对焊接材料的严格把关、不断优化焊接工艺、加强焊工的培训与管理以及努力改善焊接环境等措施的协同实施,能够极大地提升焊接质量。这不仅有利于保障船舶的安全性和可靠性,也对推动船舶制造业的发展有着积极的作用。在未来,随着技术的不断进步和对质量要求的持续提高,我们应不断探索和完善更有效的焊接质量控制措施,以适应行业发展的需求。

### 参考文献

- [1]张晓明.船舶管路焊接质量控制研究[D].上海船舶制造研究所,2020.
- [2]李华,王强.现代船舶管路焊接技术及质量控制[J].船舶工程,2021(6):35-40.
- [3]刘芳,陈宇.船舶管路焊接缺陷分析及对策[J].海洋工程,2022,40(2):65-71.
- [4]孙丽,赵刚.基于质量控制的船舶管路焊接工艺研究[J].船舶工业,2023,45(3):45-50.