

# 水利水电金属结构焊接中常见的问题与解决方法

魏润清

三峡绿色发展有限公司 西藏 林芝 850500

**摘要:** 随着水利水电工程规模扩大,金属结构焊接质量直接影响工程安全与耐久性。本文聚焦水利水电金属结构焊接,先阐述其重要性、常见焊接方法及工艺特点要求。接着剖析焊接中存在的常见问题,如焊接质量不达标、焊缝开裂、金属变形、气孔与夹渣、咬边与未焊透等。针对这些问题,提出提高操作技术水平、选择合适焊接材料与方法、加强质量管理、优化焊接参数与工艺、强化焊前焊后处理等解决方法。旨在为水利水电金属结构焊接提供理论支持与实践指导,提升焊接质量,保障工程安全稳定运行。

**关键词:** 水利水电;金属结构;焊接问题;解决方法

引言:在水利水电工程建设中,金属结构焊接是关键环节,其质量直接关乎工程整体的安全性与可靠性。焊接作为连接金属构件的重要手段,能确保结构在复杂水力环境下稳定发挥作用。随着水利水电工程规模不断扩大、技术要求日益提高,金属结构焊接面临诸多挑战。常见焊接问题不仅影响工程进度,更会埋下安全隐患。深入研究这些问题并探寻有效解决方法,对于提高水利水电工程质量、推动行业技术进步具有重要意义。

## 1 水利水电金属结构焊接概述

### 1.1 焊接的重要性

在水利水电工程里,金属结构焊接起着举足轻重的作用。金属结构是水利水电设施的关键组成部分,像闸门、压力钢管等,它们承担着挡水、泄水、输水等重要功能。焊接能将这些金属构件精准连接成一个整体,保障结构的完整性与稳定性。高质量的焊接可确保金属结构在长期承受水压力、水流冲击以及复杂环境侵蚀时,依然牢固可靠,不出现渗漏、断裂等安全问题。而且,合理的焊接工艺还能优化金属结构的力学性能,提升其承载能力,为水利水电工程的安全运行和长期效益提供坚实保障,是工程顺利建设和稳定运营不可或缺的环节。

### 1.2 常见焊接方法

水利水电金属结构焊接常见方法多样。手工电弧焊应用广泛,它设备简单、操作灵活,能适应不同位置焊接,对焊工技能要求较高,能焊接多种金属材料,但效率相对较低。气体保护焊,如二氧化碳气体保护焊,利用二氧化碳气体保护焊接区,减少空气侵入,焊缝质量较好,焊接速度快,适合薄板及中厚板焊接。埋弧焊焊接效率高、焊缝质量优,主要适用于平焊位置的长直焊缝或较大直径环形焊缝焊接。此外,还有电渣焊,常用于厚板结构垂直位置焊接,能一次焊成较厚焊缝,生产

效率高<sup>[1]</sup>。

### 1.3 焊接工艺的特点与要求

水利水电金属结构焊接工艺具有独特特点与严格要求。特点上,因工程环境特殊,焊接需适应水下、野外等复杂条件,对焊接设备的便携性、稳定性要求高。同时,金属结构尺寸大、形状复杂,焊接工作量大且难度高。要求方面,首先要保证焊接质量,焊缝应无缺陷,具备足够强度、韧性和耐腐蚀性,以承受水压力、水流冲刷等作用。其次,焊接工艺要符合相关规范标准,严格把控焊接材料、焊接参数等。再者,需注重焊接效率,合理安排工序,减少施工周期。此外,还要考虑焊接对环境的影响,采取环保措施,实现绿色施工,确保工程安全、高效、环保推进。

## 2 水利水电金属结构焊接中常见的问题

### 2.1 焊接质量不达标

在水利水电金属结构焊接中,焊接质量不达标是较为突出的问题。一方面,焊缝外观质量差,存在表面粗糙、高低不平、宽窄不一等情况,不仅影响结构美观,还可能暗示内部存在缺陷。另一方面,内部质量缺陷更为关键,如焊缝内部存在裂纹、未熔合等,会严重削弱结构的承载能力。导致质量不达标的原因多样,可能是焊接材料质量不佳,其化学成分、力学性能不符合要求;也可能是焊接工艺参数选择不当,如电流、电压、焊接速度等不合理,使得焊接热输入过大或过小;此外,焊工操作技术水平参差不齐,未能严格按照焊接工艺规程进行操作,也是造成焊接质量不达标的重要因素,给水利水电工程的安全运行埋下隐患。

### 2.2 焊缝开裂

焊缝开裂是水利水电金属结构焊接中常见且危害较大的问题。按开裂时间可分为热裂纹和冷裂纹,热裂纹

多在焊接过程中产生，主要因焊缝金属在凝固结晶时，受到拉应力作用，同时低熔点共晶物偏析，导致沿晶界开裂；冷裂纹则一般在焊后冷却至较低温度时出现，与焊接接头的高硬度、含氢量高以及拘束应力大等因素有关。从开裂部位看，有焊趾开裂、焊根开裂等。焊缝开裂会使结构的完整性遭到破坏，降低其承载能力，在水压力、水流冲击等外力作用下，裂纹可能迅速扩展，引发严重的安全事故，严重影响水利水电工程的正常运行和使用寿命<sup>[2]</sup>。

### 2.3 金属变形

水利水电金属结构焊接时，金属变形问题普遍存在。焊接过程中，局部不均匀加热和冷却会使金属产生内应力，当内应力超过材料的屈服强度时，就会引起变形。常见的变形形式有收缩变形、弯曲变形、扭曲变形等。收缩变形会使焊件尺寸缩小，影响结构的装配精度；弯曲变形会导致焊件弯曲，无法满足设计要求的直线度或平面度；扭曲变形则使焊件发生扭转，改变其原有形状。金属变形不仅增加了后续矫正的工作量和难度，还可能因矫正不当而产生新的内应力，降低结构的力学性能，对水利水电金属结构的安装质量和整体稳定性产生不利影响。

### 2.4 气孔与夹渣

气孔与夹渣是水利水电金属结构焊接中常见的内部缺陷。气孔是在焊接过程中，熔池中的气体来不及逸出而残留在焊缝金属中形成的空穴。其产生原因主要有焊接材料受潮、焊接区域清理不干净、焊接工艺参数不当等。气孔会减小焊缝的有效截面积，降低焊缝的强度和致密性。夹渣则是焊后残留在焊缝中的熔渣，主要因焊接电流过小、焊接速度过快、多层焊时层间清理不彻底等造成。夹渣的形状不规则，会割裂焊缝金属的连续性，在受力时易产生应力集中，成为裂纹的起源点，严重影响焊缝的质量和结构的可靠性，对水利水电工程的安全运行构成威胁。

### 2.5 咬边与未焊透

咬边与未焊透是水利水电金属结构焊接中不容忽视的问题。咬边是指由于焊接参数选择不当或操作方法不正确，在焊缝边缘母材上形成的凹陷或沟槽。咬边会减少母材的有效截面积，降低接头的承载能力，同时在咬边处易产生应力集中，成为裂纹萌生的部位，影响焊缝的疲劳强度。未焊透则是焊接时接头根部未完全熔透的现象，主要因焊接电流过小、焊接速度过快、坡口角度过小或间隙过小等导致。未焊透使焊缝连接不牢固，大大降低了结构的强度和密封性，在水压力等作用下，未

焊透部位可能迅速扩展，引发严重的渗漏甚至结构断裂事故，对水利水电工程的安全稳定运行造成严重危害。

## 3 水利水电金属结构焊接的解决方法

### 3.1 提高操作技术水平

(1)开展系统且全面的理论培训是提升操作技术水平的基础。组织焊接人员深入学习金属材料学、焊接工艺学等专业理论知识，让他们清晰了解不同金属材料的物理和化学特性，以及这些特性对焊接过程和焊缝质量的影响。同时，掌握各类焊接方法的原理、适用范围和操作要点，如手工电弧焊、气体保护焊等，为实际操作提供坚实的理论支撑。(2)强化实践操作训练至关重要。搭建专门的实践操作平台，设置多样化的模拟焊接场景，涵盖不同材质、厚度和结构的金属构件。让焊接人员在实践中反复练习，熟悉各种焊接设备的操作，掌握不同焊接位置（如平焊、立焊、横焊、仰焊）的技巧，提高操作的熟练度和精准度。训练过程中，安排经验丰富的技师进行现场指导，及时纠正错误操作。(3)建立严格的技术考核与激励机制。制定科学合理的考核标准，定期对焊接人员的操作技术水平进行考核评估。对于考核优秀的人员，给予物质奖励和职业晋升机会，激发他们提升技能的积极性；对于未达标的人员，进行针对性的辅导和再次考核，促使他们尽快达到要求，形成全员积极提升操作技术水平的良好氛围<sup>[3]</sup>。

### 3.2 选择合适的焊接材料与方法

(1)精准匹配焊接材料是保障焊接质量的前提。需依据水利水电金属结构的材质特性来挑选。若结构为碳钢材质，要选择与碳钢化学成分、力学性能适配的焊材，确保焊缝金属的强度、韧性等指标与母材相近，避免因材料不匹配产生裂纹、气孔等缺陷。对于不锈钢结构，应选用含相应合金元素的不锈钢焊材，以维持其耐腐蚀性能。同时，考虑结构所处的工作环境，在潮湿、有腐蚀性介质的环境中，优先选用耐腐蚀性更强的焊材。(2)合理选用焊接方法需综合多方面因素。根据金属结构的形状、尺寸和厚度决定。薄板结构适合采用气体保护焊，其焊接热输入小、变形小，能保证薄板的平整度。厚板结构可选用埋弧焊，具有焊接效率高、熔深大的优点。对于空间位置受限或形状复杂的结构，手工电弧焊灵活性高，更易操作。(3)要紧跟焊接技术发展潮流。关注行业内新型焊接材料和方法的出现，如高性能的焊材、先进的激光焊等技术。在条件允许时，积极引入并应用于水利水电金属结构焊接中，以提升焊接效率和质量，满足工程日益严格的要求。

### 3.3 加强质量管理

(1)构建完善且细致的质量管理制度是基础。依据水利水电金属结构焊接的特点与规范,制定涵盖焊接全流程的质量标准,从焊接材料的采购、验收,到焊接工艺的制定、执行,再到焊缝的无损检测、质量评定等环节,都要明确具体要求与操作流程。同时,建立质量责任追溯机制,将每个环节的责任落实到具体人员,确保质量问题出现时能迅速找到根源并解决。

(2)强化质量监督与检查力度是关键。设立独立且专业的质量监督小组,对焊接过程进行全程跟踪。定期检查焊接人员的资质与操作规范,查看焊接设备是否正常运行、参数设置是否合理。对已完成的焊缝,运用多种检测手段,如超声波检测、射线检测等,进行全面细致的质量检查,及时发现并消除潜在的质量隐患。(3)加强质量培训与教育工作不可忽视。定期组织焊接人员参加质量管理培训课程,提升他们的质量意识和专业技能。开展质量文化宣传活动,营造“质量第一”的良好氛围,使全体人员从思想上重视质量,在行动上保障质量,从而全面提升水利水电金属结构焊接的质量水平。

### 3.4 优化焊接参数与工艺

(1)精准确定焊接参数是优化焊接工艺的核心。焊接参数涵盖电流、电压、焊接速度、预热及层间温度等。需依据金属结构的材质、厚度、接头形式等因素,通过理论计算结合实践经验来设定。例如,对于较厚的金属板,适当增大电流和电压可提高热输入,确保焊缝根部充分熔透;而较薄的金属板则需减小参数,防止烧穿。同时,要使焊接速度与热输入相匹配,速度过快会导致焊缝成形不良,过慢则可能引起过热变形。(2)合理设计焊接工艺流程至关重要。根据金属结构的形状和尺寸,规划焊接顺序,遵循先难后易、先大后小的原则,以减少焊接变形和应力集中。对于复杂结构,可采用分段退焊、跳焊等方法,分散焊接热源,降低局部受热程度。此外,确定合适的坡口形式和尺寸,保证焊缝根部能良好熔合,便于操作和保证焊接质量。(3)持续改进与创新焊接工艺。关注行业最新技术动态,积极引入先进的焊接理念和方法,结合实际工程情况对现有工艺进行试验和优化,不断提升焊接效率和质量,使焊接工艺更科学、合理、高效。

### 3.5 强化焊前焊后处理

水利水电金属结构焊接中,强化焊前焊后处理是提升焊接质量的关键举措。(1)焊前处理需严谨细致。对待焊金属表面,要开展深度清洁。运用机械打磨去除铁锈、氧化皮,防止其混入熔池引发气孔、夹渣等缺陷。对于油污,可采用合适溶剂擦拭,保证表面洁净。同时,根据金属材质、厚度及焊接工艺,合理预热。预热能降低冷却速度、减少应力,避免裂纹产生,尤其对高强度钢、厚板等,可有效改善焊接接头性能。(2)焊后处理不容忽视。焊接结束,应立即对焊件保温缓冷,通过覆盖保温材料减缓冷却,防止快速冷却致硬度过高、韧性降低及残余应力过大。对于有特殊性能要求的结构,还需进行热处理。精确控制热处理的温度、时间与冷却方式,可消除焊接应力,优化焊缝与热影响区组织结构,提升金属结构力学与耐腐蚀性能。(3)通过严格把控焊前焊后处理各环节,能最大程度减少焊接缺陷,提高水利水电金属结构焊接质量,确保其在复杂环境下长期稳定运行,为工程安全提供坚实保障<sup>[4]</sup>。

### 结束语

在水利水电金属结构焊接领域,常见问题如焊接裂纹、气孔、夹渣以及变形等,严重影响着结构的质量与安全,给工程建设带来诸多隐患。通过提高操作人员技术水平、合理选材与确定工艺、强化质量管理、优化参数与工艺以及做好焊前焊后处理等一系列解决方法,能有效应对这些问题。未来,随着焊接技术的持续创新与发展,我们需不断探索更先进、更高效的解决策略,进一步提升水利水电金属结构焊接质量,保障工程长久稳定运行,为水利水电事业的发展筑牢坚实根基。

### 参考文献

- [1]曹希良,吕兴坤,黄小蕙.水利水电工程施工中常见问题及解决措施[J].水电站机电技术,2020,43(11):81-82.
- [2]吕鑫.水利水电工程施工中常见问题与解决措施[J].居舍,2021,(36):152.
- [3]张锋.水利水电工程施工中常见问题及解决措施[J].建材与装饰,2022,(22):313-314.
- [4]陈化画.研究水利水电施工工程管理的问题及对策[J].建材与装饰,2023,19(9)245-246