

# 钢结构焊接质量控制

郭龙<sup>1</sup> 周秀<sup>2</sup>

1. 天津福滨源人力资源开发服务有限公司 天津 300450

2. 天津市永昌焊丝有限公司 天津 300450

**摘要:** 随着钢结构在建筑、桥梁、机械制造等众多领域的广泛应用,其焊接质量成为关乎工程整体安全性与可靠性的关键因素。本文系统阐述了钢结构焊接质量控制的全过程,焊接过程中的关键要素控制以及焊接后的质量检验与缺陷修复等方面。深入剖析各环节存在的问题,并提出针对性的解决措施,旨在为确保钢结构焊接质量、推动钢结构产业健康发展提供理论支撑与实践指导。

**关键词:** 钢结构;焊接质量;焊接工艺评定;质量检验

引言: 钢结构凭借其强度高、自重轻、施工速度快、可回收利用等诸多优势,在现代工程建设中占据着举足轻重的地位。从高耸入云的摩天大厦到横跨江河的大型桥梁,从工业厂房的重型构架到海洋平台的支撑结构,钢结构的身影无处不在。而焊接作为钢结构连接的主要方式,其质量优劣直接决定了钢结构的力学性能、承载能力以及使用寿命。一旦焊接质量出现问题,诸如焊接裂纹、未焊透、气孔等缺陷,将严重削弱钢结构的整体性,在极端工况下甚至可能引发灾难性的后果,危及人民生命财产安全。因此,强化钢结构焊接质量控制具有极其重要的现实意义。

## 1 焊接前的质量控制

### 1.1 母材的选择与检验

母材,作为钢结构的基础构建材料,其质量的好坏直接影响到焊接接头的力学性能和结构整体的可靠性。因此,在母材的选择上,我们必须依据工程设计的具体要求,同时综合考虑结构所处的使用环境、所需的承载能力、预期的服役期限等多种因素,从而选定最合适的钢材牌号与规格。例如,对于长期暴露在海洋环境中的钢结构,由于海洋环境的腐蚀性较强,我们应优先选用具有良好耐腐蚀性的低合金高强度钢。这类钢材不仅强度高,而且通过添加适量的合金元素,如铜、镍、铬等,能有效提高其抗腐蚀能力,延长结构的使用寿命。而对于那些需要承受动荷载的结构部件,如桥梁、起重机械等,我们则需采用韧性优良的钢材。这类钢材在受到冲击载荷时,能够吸收更多的能量,避免结构发生脆性断裂,从而确保结构的安全性。选定母材后,我们必须对其进行严格的进场检验。检验的内容包括钢材的化学成分分析、力学性能测试以及外观质量检查等多个方面。化学成分分析主要确保钢材中主要合金元素的含量

符合标准,防止因杂质过多而影响焊接性能。力学性能测试则包括抗拉强度、屈服强度、伸长率、冲击韧性等指标,这些指标需满足设计规范要求,以确保钢材在使用过程中具有足够的强度和韧性。外观质量检查则主要查看钢材表面是否存在裂纹、分层、夹渣等缺陷。这些缺陷不仅会降低钢材的力学性能,还可能成为焊接过程中的潜在隐患。因此,一旦发现这些问题,我们应及时与供应商沟通,进行退换处理,以确保使用的母材质量合格<sup>[1]</sup>。

### 1.2 焊接材料的选用与管理

焊接材料作为连接母材的“纽带”,其适配性和质量同样至关重要。在选择焊接材料时,我们需要根据母材的材质、焊接工艺方法以及工程性能要求进行合理选择。例如,对于强度级别较高的低合金高强度钢,我们通常选用与之匹配的低氢型焊条或高强度焊丝。这类焊接材料不仅能保证焊缝的强度与母材相当,还能有效降低焊缝金属的氢含量,从而减少氢致裂纹的产生风险。同时,我们还需要根据焊接工艺方法的不同,如手工电弧焊、气体保护焊等,选择合适的焊接材料。在焊接材料的管理上,我们同样不能忽视。采购时,我们应选择正规、信誉良好的供应商,确保焊接材料的质量可靠。入库后,我们需要按照材料的种类、型号、批次分别存放,同时控制好焊材存放的温度及湿度,做好防潮、防锈等防护措施。这些措施能够避免焊接材料因受潮变质而影响焊接质量。在发放使用时,我们应遵循先进先出的原则,确保每批焊接材料的使用情况都得到详细记录。这些记录不仅有助于我们追溯焊接材料的使用情况,还能在出现问题时及时查找原因,采取相应的补救措施。

### 1.3 焊接工艺评定

焊接工艺评定,作为正式焊接施工前的一个重要步骤,扮演着验证焊接工艺是否符合工程质量要求的角色。这一环节的重要性不言而喻,它直接关系到整个钢结构工程的稳定性和安全性。进行焊接工艺评定时,我们需要严格遵循相关的标准规范。这些规范为我们提供了明确的指导,确保评定的科学性和准确性。针对不同的母材组合、焊接方法、焊接位置以及接头形式等因素,我们需要制定详细的试验方案。这些方案应涵盖所有可能影响焊接质量的因素,从而全面评估焊接工艺的可行性。在试验过程中,我们要求操作人员严格按照拟定的工艺参数进行焊接操作。这一步骤至关重要,因为任何微小的偏差都可能对焊接质量产生重大影响。制备出的焊接试件将接受一系列严格的检验,包括外观检查、无损检测和力学性能测试等。这些检验能够全面反映焊接接头的质量状况,从而为我们提供判断焊接工艺是否可靠的依据。通过对检验结果的分析评估,我们能够判断焊接工艺的可行性与可靠性。如果发现焊接工艺存在缺陷,如焊缝成型不良、强度不足等问题,我们需要及时对工艺参数进行调整优化。调整后的工艺需要重新进行评定,直至满足工程质量要求<sup>[1]</sup>。

## 2 焊接过程中的质量控制

### 2.1 焊接参数的精准控制

在焊接过程中,焊接参数的精准控制是确保焊接质量的关键所在。这些参数,如焊接电流、电弧电压、焊接速度以及热输入量,直接影响着焊缝的成型、力学性能和结构的整体稳定性。焊接电流的大小对焊缝金属的温度和晶粒尺寸有着直接的影响。当焊接电流过大时,焊缝金属会过热,导致晶粒变得粗大,进而降低焊缝的韧性。相反,如果焊接电流过小,焊缝可能无法完全熔透,或者产生夹渣等缺陷,这些都会严重影响焊缝的强度和可靠性。电弧电压与焊接电流的匹配同样至关重要。合理的电弧电压能够维持稳定的电弧形态,确保焊缝的均匀加热和良好成型。如果电弧电压过高或过低,都会破坏电弧的稳定性,导致焊缝成型不良,甚至产生焊接缺陷。焊接速度也是一个需要严格控制的重要参数。焊接速度过快,焊缝的冷却速度会加快,容易产生气孔、裂纹等缺陷。而焊接速度过慢,则会导致热输入量过大,焊缝金属长时间处于高温状态,同样会影响其力学性能和耐腐蚀性。为了确保焊接参数的精准控制,我们需要根据焊接工艺评定确定的参数范围,结合实际焊接情况,通过电焊机的数字化控制面板进行精确设定。同时,经验丰富的焊工也可以通过手感判断焊接参数是否合适,并进行微调。

### 2.2 焊接环境的管控

焊接环境是影响焊接质量不可忽视的关键因素。在不良焊接环境下进行作业,诸如高温、高湿、大风、雨雪等恶劣天气条件,无疑会给焊接工作带来极大的挑战,并可能导致一系列质量问题。具体而言,在高温环境下,焊缝金属的冷却速度会显著变慢。这种变化不仅会导致焊缝中晶粒组织的粗大化,还会进一步降低焊缝的强度和韧性,从而严重影响焊接部件的整体性能。此外,高温环境还可能加剧焊接过程中的热应力,增加焊缝开裂的风险。而在高湿环境中,空气中的水分含量会大幅增加。这些水分在与焊缝金属接触时,容易被吸收并溶解在焊缝中,形成氢等有害元素。这些有害元素在焊缝中的积累,会显著提高氢致裂纹的风险,给焊接质量带来严重威胁。大风天气同样对焊接质量构成挑战。大风不仅会吹散焊接过程中使用的保护气体,破坏电弧的稳定性,还可能导致焊缝中出现气孔等缺陷。这些气孔不仅会削弱焊缝的强度,还可能成为裂纹萌生的源头,对焊接部件的耐久性造成不利影响。雨雪天气则更为直接地影响焊接质量。雨水或雪水会使焊接部位迅速受潮,不仅会降低焊缝金属的强度和韧性,还可能引发焊接过程中的电弧不稳定、飞溅等问题。因此,为确保焊接质量,当焊接环境不符合要求时,我们必须采取有效的防护措施。在高温环境下,我们可以采用强制冷却措施,如使用风冷或水冷装置,以加速焊缝的冷却速度。在高湿或雨雪天气中,我们应搭建防雨、防潮棚,并配备除湿设备,以降低空气湿度,确保焊接部位的干燥。对于大风天气,我们应设置防风屏障,以保护焊接区域免受大风的干扰,保证保护气体的稳定覆盖,维持电弧的正常燃烧<sup>[3]</sup>。

### 2.3 焊工技能与素质提升

在焊接领域,焊工不仅是技术的操作者,更是质量的守护者。他们的技能水平与职业素质,直接关系到焊接任务能否顺利完成,以及焊接成品的质量能否达到标准。因此,提升焊工的技能与素质,对于构建一支高质量的焊接团队至关重要。优秀的焊工需要不断学习和掌握最新的焊接技术和工艺方法。随着科技的飞速发展,焊接领域也在不断创新和进步。从传统的手工电弧焊到现代的机器人焊接、激光焊接等,每一种新技术都带来了更高效、更精准的焊接方式。因此,加强焊工的培训教育,让他们及时了解和掌握这些新技术,是提升焊工技能的重要途径。除了技术培训,焊工的职业素质同样不容忽视。良好的职业素质包括高度的责任心、严谨的工作态度、良好的团队协作能力等。这些素质不仅能够

帮助焊工在工作中保持高度的专注和耐心，还能够促进焊工之间的交流和合作，共同提高焊接质量。为了提升焊工的技能与素质，我们不仅需要加强培训教育，还需要建立严格的考核制度。通过理论考试和实际操作考核，我们可以对焊工的资质进行认证，确保只有具备足够技能和素质的焊工才能上岗作业。这不仅是对工程质量的保障，也是对焊工个人职业发展的负责。在焊接过程中，我们还应该鼓励焊工之间相互交流经验，分享焊接技巧。每个焊工都有自己的特长和经验，通过相互学习和借鉴，可以共同提高焊接水平。同时，这种交流也能够增强焊工之间的团队协作和沟通能力，为构建高质量的焊接团队打下坚实的基础<sup>[4]</sup>。

### 3 焊接后的质量控制

#### 3.1 质量检验方法与标准

焊接后的质量检验是确保钢结构焊接质量的最后一道防线。检验方法多种多样，包括外观检查、无损检测、力学性能测试等。外观检查主要查看焊缝的外形尺寸是否符合设计要求，如焊缝高度、宽度、余高，以及焊缝表面是否存在裂纹、气孔、咬边、未焊满等缺陷；无损检测常用方法有超声波检测、射线检测、磁粉检测、渗透检测等，可探测焊缝内部的缺陷，如裂纹、未焊透、夹渣等，不同的检测方法适用于不同类型的缺陷与焊接结构；力学性能测试则是通过制备焊接试件，对焊缝金属进行抗拉强度、屈服强度、伸长率、冲击韧性等指标的测试，以评估焊缝的力学性能是否满足设计规范。各项检验均需依据相关标准规范执行，如《钢结构工程施工质量验收标准》（GB50205）等，确保检验结果的准确性与权威性。对于检验不合格的焊缝，必须按照规定流程进行标识、隔离，并采取相应的修复措施<sup>[5]</sup>。

#### 3.2 焊接缺陷的修复措施

在焊接过程中，由于各种原因，如操作不当、材料问题或设备故障等，都可能产生焊接缺陷。这些缺陷如果不及时修复，不仅会降低钢结构的质量，还可能引发安全事故。因此，对于焊接缺陷的修复，我们必须采取科学、严谨的措施。对于表面轻微缺陷，如轻微咬边、气孔等，我们可以采用打磨、补焊等方法进行修复。打

磨时，需要使用合适的打磨工具，将缺陷部位打磨平整，消除缺陷痕迹，同时要注意不要过度打磨，以免影响焊缝的强度和韧性。补焊时，则需要按照原焊接工艺要求，选用合适的焊接材料，对缺陷部位进行重新焊接。焊后，还需要进行外观检查 and 无损检测，确保修复质量符合相关标准。对于内部较严重的缺陷，如裂纹、未焊透等，修复过程则更为复杂。首先，我们需要对缺陷进行准确定位和分析成因，以便制定合适的修复方案。然后，我们可以采用碳弧气刨、机械加工等方法，将缺陷清除干净。在进行补焊修复时，要严格控制焊接参数，增加焊接层数，减小热输入，以防止再次产生缺陷。修复后的焊缝，还需要经过重新检验，确保质量合格后方可投入使用。

结论：钢结构焊接质量控制贯穿于钢结构工程建设的全过程，从焊接前的母材与焊接材料准备、焊接工艺评定，到焊接过程中的参数、环境、焊工管控，再到焊接后的质量检验与缺陷修复，每个环节都紧密相扣，缺一不可。只有通过全方位、精细化的质量控制，严格落实各项控制措施，才能确保钢结构焊接质量达到高标准要求，使钢结构在各类工程中充分发挥其优势，保障工程的安全、稳定运行。随着钢结构应用领域的不断拓展、焊接技术的持续创新，焊接质量控制也将面临新的挑战与机遇，需不断探索研究，完善控制体系，推动钢结构产业向更高水平迈进。

#### 参考文献

- [1]赵亮.钢结构焊接质量控制要点及常见问题分析[J].建筑技术开发,2024(21):131-133.
- [2]孙海涛,李华.基于无损检测技术的钢结构焊接质量控制研究[J].焊接技术,2024(18):74-77.
- [3]王峰,张勇.钢结构焊接工艺参数对焊接质量的影响及控制措施[J].金属加工(热加工),2024(16):42-45.
- [4]刘斌,陈杰.复杂钢结构焊接质量控制与管理实践[J].钢结构,2024(12):91-94.
- [5]马强.钢结构焊接质量控制中的人员与设备管理[J].工程质量,2024(09):60-63.