

钢结构工程施工中的焊接质量控制与检测技术

张 翌

陕西路桥集团有限公司 陕西 西安 710000

摘 要: 钢结构工程施工中,焊接质量控制与检测技术是保证结构安全、稳定及耐久性的重要环节。本文旨在探讨钢结构焊接过程中的质量控制措施及无损检测技术,通过分析焊接前的准备、焊接过程控制、焊后检测与验收等环节,提出有效的质量控制与检测方法,以确保钢结构焊接质量符合工程要求和标准。

关键词: 钢结构工程;焊接质量控制;无损检测;焊接缺陷;焊缝质量

引言

随着现代建筑行业的快速发展,钢结构因其轻质高强、施工周期短、抗震性能好等优点被广泛应用于高层建筑、桥梁、大型厂房等领域。然而,钢结构焊接质量直接影响到整个工程的安全性和稳定性。因此,加强钢结构焊接过程中的质量控制与检测技术显得尤为重要。

1 焊接前的准备

1.1 确定焊接工艺和焊接材料

在选择焊接工艺时,需综合考虑钢结构的材质、厚度、形状以及工程要求等因素。不同的焊接工艺,如手工电弧焊、气体保护焊、埋弧焊等,各有其适用范围和特点。例如,手工电弧焊适用于较小构件的焊接,而气体保护焊则更适用于中厚板及要求高质量焊缝的场合。因此,在选择焊接工艺时,必须结合实际情况,确保所选工艺能够满足工程需求。焊接材料的选择同样至关重要。焊条、焊丝、焊剂等焊接材料的质量直接影响焊缝的强度和韧性。在选择焊接材料时,应确保其符合国家标准或行业标准,并具有良好的焊接性能和力学性能。此外,焊接材料的储存也需特别注意。焊接材料应存放在干燥、通风良好的仓库中,避免受潮、生锈或污染。使用前,必须按照产品使用说明书的规定进行烘焙,以去除其中的水分和杂质,确保焊接时的稳定性和质量。同时,保护气体的纯度也需符合工艺要求,以保证焊接过程中的气氛稳定,避免产生气孔等焊接缺陷^[1]。

1.2 清理焊接接头

焊接接头的清理是焊接前不可或缺的一步。焊接接头表面常附有油污、氧化物、铁锈等杂质,这些杂质会严重影响焊缝的质量。因此,在焊接前必须对焊接接头进行彻底的清理。清理方法包括机械清理和化学清理两种。机械清理主要使用砂轮、钢丝刷等工具去除表面的杂质;化学清理则使用酸洗、碱洗等溶液溶解或去除杂质。清理后,接头表面应呈现金属光泽,无油污、氧化

物等残留。对于较厚的钢结构,由于焊接时产生的热量较大,容易导致热变形和残余应力的产生。因此,在焊接前还需对焊接接头进行预热处理。预热处理可以减小焊接时的温度梯度,降低热变形和残余应力的产生,从而提高焊缝的质量和稳定性。预热温度的选择应根据钢材的材质和厚度来确定,一般控制在100°C~200°C之间。

1.3 焊工技能培训和资格认证

焊工是焊接过程中的直接操作者,其技能水平和责任心直接影响焊缝的质量。因此,必须对焊工进行专业的技能培训,使其掌握正确的焊接方法和操作规范。培训内容包括焊接理论知识的讲解、实际操作技能的训练以及焊接缺陷的识别和处理等。通过培训,焊工应能够熟练掌握各种焊接工艺的特点和适用范围,以及焊接过程中可能出现的问题和解决方法。同时,为了确保焊工的技能水平符合工程要求,还需建立焊工资格认证制度。对经过培训的焊工进行严格的考核和评估,只有考核合格的焊工才能上岗作业^[2]。此外,还需对焊工进行定期的管理和考核,确保其保持较高的技能水平和责任心。通过焊工资格认证制度的实施,可以确保焊接过程中焊工的技能水平得到有效保障,从而提高焊缝的质量和稳定性。

2 焊接过程控制

2.1 控制焊接工艺参数

焊接工艺参数的控制是焊接过程控制的核心内容。这些参数包括焊接电流、电压、焊接速度、焊条摆动方式和速度等,它们共同影响着焊接熔池的形成和焊缝的质量。焊接电流和电压是控制焊接热输入的重要参数。电流过大或过小都会导致焊接熔池的不稳定,进而影响焊缝的成形和质量。电流过大时,熔池温度过高,容易产生焊接变形和焊接裂纹;电流过小时,熔池温度不足,焊缝熔合不良,容易出现未熔合、未焊透等缺陷。因此,必须根据焊接材料和厚度,合理调节焊接电流和

电压, 确保焊接熔池的稳定性。焊接速度也是影响焊缝质量的重要因素。焊接速度过快, 焊接熔池冷却速度也快, 容易导致焊缝产生气孔、夹渣等缺陷; 焊接速度过慢, 则焊接热输入过大, 同样会引起焊接变形和焊接裂纹。因此, 在焊接过程中, 必须严格控制焊接速度, 确保焊缝的均匀熔合和良好成形。此外, 焊条的摆动方式和速度也对焊缝质量有着重要影响。焊条的摆动方式应均匀、稳定, 避免产生过大的焊接应力。同时, 焊条的摆动速度也应适中, 过快或过慢都会导致焊缝成形不良。例如, 摆动速度过快时, 焊缝容易出现波纹状; 摆动速度过慢时, 焊缝则可能出现局部过热, 导致焊缝质量下降。为了确保焊接工艺参数的有效控制, 焊接前应进行详细的焊接工艺评定, 确定最佳的焊接参数组合。在焊接过程中, 还应加强现场监控, 及时发现并纠正焊接参数偏差。同时, 焊工应熟练掌握各种焊接参数对焊缝质量的影响, 能够根据焊接材料和工程要求灵活调整焊接参数, 确保焊接过程的稳定性和焊缝的质量^[3]。除了焊接工艺参数的控制外, 焊接过程控制还包括对焊接环境的控制、对焊接设备的检查和维护以及对焊接材料的正确使用等方面。这些控制措施共同构成了焊接过程控制的完整体系, 为确保钢结构焊接质量提供了有力保障。

2.2 多层焊接与连续施焊

多层焊接和连续施焊是钢结构焊接中常用的技术, 它们对于提高焊缝质量、减少焊接缺陷具有重要意义

(1) 多层焊接。多层焊接是指对于较厚的钢板或需要较高强度焊缝的部位, 采用分层焊接的方法。每一层焊接完成后, 都需要进行仔细的检查和清理, 确保前一层焊缝的质量符合要求, 并且没有夹渣、气孔等缺陷。这是因为在多层焊接中, 每一层焊缝都是后续焊接的基础, 如果前一层存在缺陷, 将会对后续焊接产生不良影响, 甚至导致整个焊缝的质量下降。在进行多层焊接时, 还需要特别注意层间接头的错开。层间接头错开是为了避免焊缝在同一位置重复受热, 导致该区域的组织和性能发生变化, 从而影响焊缝的整体质量。因此, 在焊接前, 应根据焊接工艺要求, 合理规划每一层焊缝的起始和结束位置, 确保层间接头能够错开一定的距离。

(2) 连续施焊。连续施焊是指在焊接过程中, 保持稳定的焊接速度和角度, 不间断地进行焊接。这种焊接方法能够确保焊缝的均匀受热, 减少焊接变形和残余应力的产生, 从而提高焊缝的质量。在进行连续施焊时, 焊工需要熟练掌握焊接技巧, 保持稳定的焊接速度和角度。焊接速度过快会导致焊缝冷却速度过快, 容易产生焊接裂纹和气孔; 焊接速度过慢则会导致焊缝过热, 容易引

起焊接变形和晶粒粗大。因此, 焊工需要根据焊接材料和工艺要求, 合理调整焊接速度, 确保焊缝的均匀熔合和良好成形。同时, 焊接角度的控制也非常重要。焊接角度过小会导致焊缝熔深不足, 容易产生未熔合和未焊透等缺陷; 焊接角度过大则会导致焊缝熔宽过大, 增加焊接变形和残余应力的风险。因此, 焊工需要保持适当的焊接角度, 确保焊缝的熔深和熔宽符合工艺要求。此外, 在连续施焊过程中, 还需要注意焊接环境的控制。例如, 对于要求较高的焊缝, 应在焊接前进行预热处理, 以减少焊接时的温度梯度; 在焊接过程中, 应采取措防止风、雨等外界因素对焊接质量的影响; 焊接完成后, 应及时进行后热处理, 以消除残余应力和改善焊缝的组织性能。

2.3 焊接环境控制

焊接环境对于焊接质量具有至关重要的影响。焊接过程中的风速、温度、湿度等环境因素, 都会直接或间接地影响到焊缝的成形、力学性能以及焊接缺陷的产生。因此, 在焊接过程中, 必须严格控制焊接环境, 确保焊接过程的环境条件符合工艺要求, 从而保证焊缝的质量。

(1) 风速控制。风速是影响焊接质量的重要因素之一。在焊接过程中, 如果风速过大, 会加速焊接熔池的冷却速度, 导致焊缝产生气孔、夹渣等缺陷。同时, 风速过大还会使焊接电弧不稳定, 影响焊缝的成形。因此, 在焊接时, 必须采取有效的防风措施。例如, 在室外进行焊接时, 可以使用挡风板或搭建临时挡风设施, 以减少风速对焊接过程的影响。在室内进行焊接时, 应确保焊接区域通风良好, 但避免直接吹风。

(2) 温度控制。温度也是影响焊接质量的关键因素。焊接时, 焊接熔池的温度需要达到一定的水平才能确保焊缝的熔合和成形。如果环境温度过低, 焊接熔池的冷却速度会加快, 容易导致焊缝产生裂纹和脆性增加。因此, 在低温环境下进行焊接时, 应采取保温措施, 如使用预热器对焊接区域进行预热, 或在焊接过程中使用保温材料覆盖焊缝, 以减少热量的散失。同时, 环境温度过高也会对焊接质量产生不良影响。高温环境下, 焊接材料的性能可能会发生变化, 如焊条的熔化速度加快, 焊接熔池的流动性增强, 容易导致焊缝成形不良。此外, 高温还会使焊接电弧不稳定, 影响焊接过程的稳定性。因此, 在高温环境下进行焊接时, 应采取降温措施, 如使用冷却水对焊接区域进行冷却, 或在焊接过程中使用遮阳设施减少太阳辐射的影响。

(3) 湿度控制。湿度同样对焊接质量有重要影响。如果焊接环境的湿度过高, 焊接过程中容易产生氢气孔等缺陷。这是因为湿度过高时, 焊

接熔池中的水分和氢气难以逸出,容易在焊缝中形成气孔。因此,在焊接前,应对焊接材料进行烘干处理,以减少材料中的水分含量^[4]。同时,在焊接过程中,应采取降低焊接环境的湿度,如使用除湿机或通风设备。除了上述环境因素外,焊接过程中还可能受到其他环境因素的影响,如电磁干扰、灰尘等。因此,在焊接前,应对焊接环境进行全面的检查和评估,确保焊接过程的环境条件符合工艺要求。

3 焊后检测与验收

3.1 外观检查

外观检查是焊后检测的第一步,也是最基本的一项检查。焊接完成后,应首先对焊缝进行目视检查,观察焊缝的表面形态是否均匀、光滑,是否存在气孔、裂纹、夹渣、未熔合等明显的质量缺陷。目视检查应全面、细致,对于难以观察的部位,可以使用放大镜、内窥镜等工具进行辅助观察。此外,还可以使用一些简单的物理方法来进行外观检查。例如,使用敲击法检查焊缝的密实度,通过敲击焊缝表面,听其声音是否清脆、均匀,以判断焊缝内部是否存在缺陷。或者使用渗透法,将渗透剂涂抹在焊缝表面,利用渗透剂的渗透作用,检查焊缝表面是否存在微小的裂纹或孔隙。

3.2 无损检测

无损检测是焊后检测中非常重要的一环,它能够在不破坏焊接结构的前提下,有效地检测焊缝的缺陷和质量问题。常用的无损检测方法包括超声波检测、射线检测、磁粉检测和渗透检测等。(1)超声波检测。利用超声波在焊缝中传播时的反射、折射和散射等特性,检测焊缝内部是否存在缺陷。超声波检测具有检测速度快、准确度高、对焊缝无害等优点,广泛应用于各种焊接结构的检测中。(2)射线检测。利用X射线或 γ 射线穿透焊缝,通过观察射线在焊缝中的透射情况,检测焊缝内部是否存在缺陷。射线检测能够直观地显示焊缝内部的缺陷形状和分布,但需要对检测人员进行专业的辐射防护培训。(3)磁粉检测。利用磁场对铁磁性材料的作用,使焊缝表面和近表面的缺陷产生磁痕,从而检测焊缝是否存在裂纹、夹渣等缺陷。磁粉检测适用于铁磁性材料的焊接结构,具有检测灵敏度高、操作简便等优点。(4)渗透检测。利用渗透剂的渗透作用,将渗透剂涂抹

在焊缝表面,然后利用显像剂将渗透剂吸附出来,从而显示焊缝表面是否存在微小的裂纹或孔隙。渗透检测适用于各种材料的焊接结构,特别是对于表面开口缺陷的检测具有较高的灵敏度。

3.3 力学性能试验

对于重要的焊接部位或需要评估焊接接头力学性能的场所,还需要进行力学性能试验。常用的力学性能试验包括拉伸试验、弯曲试验、冲击试验等。(1)拉伸试验。通过拉伸试验机对焊接接头进行拉伸,测量其抗拉强度和断裂伸长率等指标,以评估焊接接头的承载能力。(2)弯曲试验。将焊接接头进行弯曲,观察其是否发生裂纹、断裂等现象,以评估焊接接头的塑性变形能力。(3)冲击试验。通过冲击试验机对焊接接头进行冲击,测量其冲击吸收能量等指标,以评估焊接接头的韧性。力学性能试验的结果能够直观地反映焊接接头的力学性能指标,为焊接结构的可靠性和耐久性提供有力的数据支持。同时,根据试验结果,还可以对焊接工艺和焊接材料进行优化和改进,以提高焊接结构的质量和安全性。

结束语

钢结构工程施工中的焊接质量控制与检测技术是保证结构安全、稳定及耐久性的重要环节。通过加强焊接前的准备、焊接过程控制、焊后检测与验收等环节的质量控制与检测技术,可以显著提高钢结构焊接质量,确保工程的安全性和稳定性。未来,随着科技的不断进步和焊接技术的不断创新,钢结构焊接质量控制与检测技术将更加高效、精准和智能化。

参考文献

- [1]罗磊.职业院校焊接检验检测实验室质量管理体系建设[J].现代营销(信息版),2020(02):176.
- [2]顾中华,张鑫,蒙丹阳,张中平,韩磊,高泽峰.大型超低温贮箱焊接质量检测试验技术[J].焊接技术,2020,49(01):86-89.
- [3]刘威.焊接质量的超声波探伤无损检测探析[J].南方农机,2019,50(22):193.
- [4]陈程.电力工程质量与无损检测管理应用探究[J].中国设备工程,2019(22):68-69.