

钢结构施工中的焊接技术研究

刘 平

陕西省建筑设备安装质量检测中心有限公司 陕西 西安 721000

摘 要：随着建筑行业的快速发展，钢结构因其自重轻、抗震性好、施工周期短等优势，在高层建筑、大型场馆等领域得到广泛应用。钢结构施工中，焊接技术作为主要的连接方式，其质量直接影响到整个工程的安全性和稳定性。本文旨在探讨钢结构施工中的焊接技术，分析其特点、难点及质量控制措施，并提出相应的改进建议。

关键词：钢结构；焊接技术；质量控制；改进建议

引言

钢结构作为一种环保型绿色住宅建筑体系，具有轻质高强、抗震性好、基础造价低、施工周期短、质量易保证等优势，在国内外迅速发展。钢结构施工中，焊接技术作为连接钢构件的主要手段，其质量直接关系到工程的安全性和稳定性。因此，对钢结构施工中的焊接技术进行深入研究，对于提高工程质量、保障施工安全具有重要意义。

1 钢结构焊接技术的特点与难点

1.1 特点

钢结构焊接技术之所以能够在建筑领域得到广泛应用，主要得益于其以下几个显著特点：首先，焊接技术的适应性强。无论是大型桥梁、高层建筑还是工业厂房，钢结构焊接技术都能满足其连接需求。焊接技术可以灵活地应用于各种形状、尺寸和材质的钢材上，实现构件之间的牢固连接。同时，随着焊接技术的不断发展，新的焊接方法和设备不断涌现，进一步提高了焊接技术的适应性和应用范围。其次，焊接连接强度高。相比于螺栓连接等机械连接方式，焊接连接能够实现钢材之间的冶金结合，形成整体的受力体系。这种连接方式不仅提高了结构的承载能力，还增强了结构的刚度和稳定性。在地震等自然灾害发生时，焊接连接能够更好地抵抗外力的作用，保护建筑物的安全。在焊接方法上，手工电弧焊、CO₂气体保护焊、埋弧焊等多种焊接方法在建筑钢结构中得到了广泛应用。手工电弧焊具有操作灵活、设备简单等优点，适用于各种复杂形状的构件焊接。CO₂气体保护焊则具有焊接速度快、焊缝质量高等特点，特别适用于薄板和大厚度板的焊接。埋弧焊则适用于长直焊缝和大型构件的焊接，能够提高焊接效率和质量。在实际施工中，可以根据具体的施工环境和要求选择合适的焊接方法。

1.2 难点

1.2.1 焊接变形

焊接变形是钢结构焊接过程中一个难以避免的问题。由于焊接过程中局部区域受到高温作用，焊缝及其附近区域的金属发生热膨胀，而远离焊缝的区域则相对保持冷态。当焊接结束后，焊缝区金属冷却收缩，但由于受到周围冷态金属的约束，无法自由收缩，从而产生内应力。这些内应力在达到一定程度时，会导致构件发生变形，如弯曲、扭曲、翘曲等^[1]。焊接变形不仅影响构件的尺寸精度和装配质量，还可能对结构的整体性能和使用寿命产生不利影响。特别是在对尺寸精度要求较高的构件中，焊接变形往往成为制约焊接质量的关键因素。

1.2.2 焊接裂纹

高强度钢材的焊接过程中容易产生焊接裂纹，这是一个极为严重的问题。由于高强度钢材的热影响区晶粒长大倾向严重，焊接时高温作用使得晶粒进一步长大，形成粗大的晶粒组织。这种粗大的晶粒组织在冷却过程中容易产生热裂纹。同时，由于高强度钢材的淬硬倾向较大，焊接接头在冷却过程中容易产生马氏体等硬脆组织，从而增加冷裂纹的产生风险。焊接裂纹会严重降低构件的承载能力和使用寿命，甚至可能导致结构在受力过程中突然破坏，造成严重后果。

1.2.3 焊接质量控制难度

钢结构焊接涉及多种焊接方法和材料，焊接质量受多种因素影响，使得焊接质量控制变得极为困难。焊接参数（如焊接电流、电压、焊接速度等）的选择对焊接质量具有直接影响。然而，由于焊接过程的复杂性，很难准确确定最优的焊接参数。焊工的技能水平也是影响焊接质量的重要因素。焊工的操作经验、技术熟练程度以及质量意识都会对焊接质量产生影响。此外，环境条件（如温度、湿度等）以及焊接设备的状况也会对焊接质量产生影响。由于这些因素的复杂性和多变性，难以对焊接质量进行统一的控制。这使得在钢结构焊接过程中，很

难确保每一件焊接接头都能达到设计要求的质量标准。

2 钢结构焊接技术的质量控制措施

2.1 焊接前的准备

焊接前的准备工作是确保焊接质量的基础,主要包括焊接设备和材料的准备、焊接坡口的检查和清理以及焊接工艺评定。

(1) 焊接设备和材料的准备:在焊接作业开始之前,必须对焊接设备进行全面检查和维修,确保设备处于正常工作状态。这包括检查焊接电源的稳定性、焊机的接线是否牢固、焊枪或焊钳的完好性等。同时,还要对焊条、焊丝等焊接材料进行严格的筛选和检验,确保其符合设计要求。焊条和焊丝应存放在干燥、通风良好的地方,避免受潮和污染。对于有特殊要求的焊接材料,如需要预热的焊条,应按照规定进行预热处理。

(2) 焊接坡口的检查和清理:焊接坡口是焊缝形成的关键部位,其质量和清洁度直接影响焊接质量。因此,在焊接前必须对焊接坡口进行仔细检查和清理。检查坡口的尺寸、形状和角度是否符合设计要求,确保坡口能够提供良好的熔合面和焊缝形状^[2]。同时,还要对坡口及其周围区域进行彻底的清理,去除油污、锈迹、氧化皮等杂质,以确保焊接过程中熔池的纯净度和焊缝的质量。

(3) 焊接工艺评定:焊接工艺评定是确保焊接质量的重要环节。对于首次采用的钢材、焊接材料、焊接方法或焊接参数组合,必须进行焊接工艺评定试验。通过试验,可以验证焊接工艺的可行性,确定最佳的焊接参数和操作规程,为后续的焊接作业提供可靠的依据。焊接工艺评定试验应包括焊缝的外观检查、无损检测、力学性能试验等内容,以确保焊缝的全面质量。

2.2 焊接过程中的控制

焊接过程中的控制是确保焊接质量的关键环节,主要包括焊接参数的控制、焊接顺序的控制以及焊接环境的控制。

(1) 焊接参数的控制:焊接参数是影响焊接质量的重要因素之一。在焊接过程中,必须根据钢材种类、板厚、焊接位置等因素选择合适的焊接参数,如焊接电流、电压、焊接速度等。焊接电流过大或过小都会导致焊缝质量下降,电压的波动也会影响焊缝的稳定性。因此,在焊接过程中应严格控制焊接参数,确保其在规定范围内波动。

(2) 焊接顺序的控制:焊接顺序对焊接变形和焊接应力有重要影响。合理的焊接顺序可以减少焊接变形和焊接应力,提高焊缝的质量。例如,对于对称结构,应

采用对称焊接的方法,使焊缝两侧同时受热和冷却,从而减少变形。对于长焊缝,可以采用分段焊接的方法,将长焊缝分成若干小段进行焊接,每段焊接完成后进行适当的冷却,以减少焊接应力和变形。

(3) 焊接环境的控制:焊接环境对焊接质量也有重要影响。在焊接作业区,应确保环境温度、相对湿度和风速等符合规定要求。环境温度过高或过低都会影响焊缝的冷却速度和组织形成,相对湿度过大容易导致焊缝产生气孔等缺陷,风速过大则会吹散保护气体,影响焊缝的质量。因此,在焊接过程中应严格控制焊接环境,确保其在适宜范围内。

2.3 焊接后的检查与处理

焊接后的检查与处理是确保焊接质量的最后一道关卡,主要包括外观检查、无损检测以及焊接变形的矫正。

(1) 外观检查:焊接完成后,首先对焊缝进行外观检查。外观检查是最直接、最简便的检查方法,可以通过观察焊缝表面的形状、色泽、光泽等来判断焊缝的质量。焊缝表面应平整、光滑,无气孔、夹渣、裂纹等缺陷。对于发现的表面缺陷,应及时进行修补或处理。

(2) 无损检测:无损检测是确保焊缝内部质量的重要手段。对于重要焊缝或受力复杂的焊缝,应进行超声波探伤、射线探伤等无损检测^[3]。超声波探伤可以检测焊缝内部的裂纹、夹渣等缺陷,射线探伤则可以直观地观察焊缝内部的组织结构和缺陷情况。通过无损检测,可以及时发现并处理焊缝内部的缺陷,确保焊缝的全面质量。

(3) 焊接变形的矫正:焊接过程中由于热输入和冷却速度的不同,容易产生焊接变形。对于焊接变形较大的构件,应进行矫正处理。矫正方法包括冷矫和热矫两种。冷矫是在室温下对构件进行机械矫正,如采用压力机、矫正器等设备对变形部位进行施加压力,使其恢复原形。热矫则是在加热状态下对构件进行矫正,通过加热使变形部位产生塑性变形,然后冷却固定,达到矫正的目的。在选择矫正方法时,应根据构件的材质、形状、变形程度等因素进行综合考虑,确保矫正效果和质量。

3 钢结构焊接技术的改进建议

3.1 推广自动化焊接技术

在钢结构焊接领域,自动化焊接技术的引入与推广是提高焊接质量和效率的重要途径。传统的手工焊接方式虽然灵活,但受限于焊工的技能水平、体力状况以及工作环境等多种因素,难以实现稳定的高质量焊接。而自动化焊接技术,如自动化气体保护焊、埋弧焊等,则能够显著克服这些局限。自动化气体保护焊通过精确的控制系统,能够确保焊接过程中保护气体的稳定供给,

有效防止焊缝受到空气中有害气体的侵蚀,从而提高焊缝的金属纯度和力学性能。同时,自动化系统能够根据预设的焊接参数,如电流、电压、焊接速度等,进行精确控制,确保焊缝的一致性和均匀性。这种精确控制不仅提高了焊接质量,还大大减少了人为因素带来的焊接缺陷。埋弧焊是另一种值得推广的自动化焊接技术。它利用电弧在焊剂层下燃烧进行焊接,焊剂熔化后形成熔渣,保护焊缝金属不受外界污染。埋弧焊的自动化程度高,焊接速度快,适用于长直焊缝和大型构件的焊接。通过优化埋弧焊的焊接参数和焊剂配方,可以进一步提高焊缝的质量和效率。为了推广自动化焊接技术,建筑行业和相关企业应加大对自动化焊接设备的投入和研发力度。同时,还应加强对自动化焊接技术的培训和普及工作。通过举办培训班、研讨会等形式,提高建筑企业和焊工对自动化焊接技术的认识和掌握程度。鼓励企业采用自动化焊接技术,提供政策支持和资金补贴,降低企业采用新技术的成本和风险。

3.2 加强焊工培训和管理

焊工是钢结构焊接施工中的关键因素之一。焊工的技能水平和质量意识直接影响到焊接质量的好坏。因此,加强焊工培训和管理是提高焊接质量的重要途径。首先,应建立完善的焊工培训体系。通过制定科学的培训计划和大纲,确保焊工能够系统地学习焊接理论知识、操作技能和质量控制方法。培训内容包括焊接原理、焊接材料、焊接设备、焊接工艺、焊接缺陷及预防措施等方面。同时,还应注重培养焊工的质量意识和安全意识,使其能够严格遵守焊接操作规程和质量标准^[4]。其次,应加强对焊工的考核和认证工作。通过建立完善的考核机制和认证体系,对焊工的技能水平进行客观评价。考核内容应包括理论知识考试和实际操作技能考核两部分。只有经过严格考核并取得相应资质的焊工才能上岗作业。这样可以有效确保焊工的技能水平满足施工要求,提高焊接质量。此外,还应加强对焊工的日常管理和监督。建立健全的焊工档案和管理制度,对焊工的基本信息、培训经历、考核成绩等进行详细记录。定期对焊工进行复审和培训,确保其技能水平始终保持在较高水平。同时,还应加强对焊工施工现场的监督和检查,确保其严格遵守操作规程和质量标准。

3.3 优化焊接工艺和参数

针对不同类型的钢材和焊接要求,优化焊接工艺和参数是提高焊接质量和效率的关键。首先,应选择合适的焊接方法。根据钢材的种类、厚度、焊接位置以及施工条件等因素,选择最适合的焊接方法。例如,对于薄板焊接,可以采用气体保护焊或钨极氩弧焊等方法;对于厚板焊接,可以采用埋弧焊或电渣焊等方法。其次,应合理选择焊接材料。焊接材料的选择应根据钢材的成分、性能以及焊接要求来确定。确保焊接材料与钢材具有良好的匹配性,避免产生焊接缺陷和降低焊缝的力学性能。同时,还应注意焊接材料的保管和使用,避免受潮、污染或过期等情况影响焊接质量。在焊接顺序方面,应根据构件的形状、尺寸和受力情况等因素来合理安排。采用对称焊接、分段焊接或跳焊等方法,可以减少焊接变形和焊接应力,提高焊接质量。同时,还应注意控制焊接速度、焊接电流和电压等参数,确保焊缝的稳定性和一致性。此外,还可以通过采用预热、后热和缓冷等措施来优化焊接工艺。预热可以减小焊接接头的温差,降低焊接应力和变形;后热可以促进焊缝中氢的逸出,防止产生氢致裂纹;缓冷则可以减小焊缝的冷却速度,有利于焊缝组织的转变和性能的提高。

结语

钢结构施工中的焊接技术是保证工程质量和施工安全的重要环节。通过加强焊接前的准备、焊接过程中的控制、焊接后的检查与处理以及推广自动化焊接技术、加强焊工培训和管理、优化焊接工艺和参数等措施,可以有效提高钢结构焊接质量,为钢结构建筑的发展提供有力保障。

参考文献

- [1]高超.钢结构制作工艺流程及焊接技术[J].工程建设与设计,2024,(20):157-159.
- [2]郭文琦.我国建筑钢结构焊接技术及其应用探讨[C]//廊坊市应用经济学会.对接京津——区域辐射基础教育论文集.乌鲁木齐市米东区职业中等专业学校,2022:7.
- [3]李晓霞.高层建筑钢结构焊接技术要点的探析[J].建筑安全,2022,37(07):26-28.
- [4]王雪峰.建筑钢结构焊接技术的发展现状和发展趋势[J].四川建材,2021,47(03):107-108.