

建筑钢结构焊接施工工艺

陈 鹏

上海宝冶工程技术有限公司 上海 200942

摘 要：建筑钢结构焊接施工工艺对建筑结构的質量与安全性至关重要。本文首先阐述了焊接的基本要求，涵盖焊接设备检查、材料选择匹配及施工前准备工作。接着深入剖析焊接施工工艺要点，包括接头形式、坡口设计、焊接方法与参数确定、操作工艺以及变形控制等方面。此外，还介绍了建筑钢结构焊接施工中的高效、智能、绿色等新技术及其应用，为建筑钢结构焊接施工提供全面的工艺指导，助力提升焊接施工质量与效率，推动建筑钢结构行业的技术进步与可持续发展。

关键词：建筑；钢结构；焊接；施工；工艺

引言：在现代建筑工程中，钢结构以其强度高、自重轻、施工速度快等诸多优势得到广泛应用。而焊接作为钢结构连接的关键工艺，其质量直接影响整个建筑结构的稳定性与耐久性。建筑钢结构焊接施工面临着诸多挑战，如不同钢材材质的焊接适配性、复杂结构的焊接工艺确定以及焊接变形的有效控制等。因此，深入研究建筑钢结构焊接施工工艺，明确基本要求、掌握工艺要点并积极探索新技术应用，对于确保建筑钢结构工程质量、保障建筑安全以及促进建筑行业的健康发展具有极为重要的意义。

1 建筑钢结构焊接的基本要求

1.1 焊接设备检查与准备

在施工前，需对焊接设备展开全面检查与调试。首先，检查设备的外观是否有破损、连接线路是否完好，确保设备整体处于正常状态。接着，要检验焊接电源的稳定性与输出功率是否符合要求，例如对于弧焊电源，需确认其空载电压、工作电压范围能满足焊接工艺规范，对送丝机构（针对半自动或自动焊接设备）进行细致检查，保证送丝顺畅、速度均匀且可精确调节。此外，像焊接电流、电压调节旋钮等控制部件也需调试灵敏。还应依据焊接工艺评定结果，对设备的各项参数进行预先设置与校准，确保设备在焊接过程中能稳定运行，为高质量的焊接作业提供可靠保障。

1.2 焊接材料的选择与匹配

要依据钢结构的钢材种类、强度等级以及使用环境等因素挑选适配的焊接材料。对于常见的Q345等低合金高强度结构钢，需选用与之相匹配的低合金高强钢焊条或焊丝，如E50系列焊条等，以确保焊缝金属与母材在强度、韧性等方面相匹配。在选择焊接材料时，还需考虑焊接接头的拘束度和焊接工艺特点。拘束度较大的

接头，应选用韧性更好的焊接材料以防止裂纹产生。同时，要对焊接材料的质量进行严格把控，检查其质量证明书，确保各项指标符合国家标准。焊接材料在储存和使用过程中，要遵循规定的条件，防止受潮、生锈等情况影响焊接质量，保证焊接材料在焊接时能充分发挥其应有的性能，使焊缝达到预期的质量标准^[1]。

1.3 焊接施工前的准备

首先，要对钢结构的设计图纸进行深入研读，明确焊接部位、接头形式、焊缝要求等关键信息，并进行焊接工艺评定，根据评定结果制定详细的焊接工艺规程。其次，对焊接施工场地进行清理与整理，确保场地平整、干燥，有良好的通风和照明条件，同时要设置必要的消防设施和防护设备。再者，对待焊接的钢材进行预处理，包括除锈、矫正等操作，保证钢材表面清洁、平整，符合焊接要求。对焊接坡口进行加工与检查，确保坡口角度、钝边尺寸等符合设计规范，坡口表面不得有裂纹、夹层等缺陷。此外，要对焊工进行技术交底和资格审查，确保焊工熟悉焊接工艺要求并具备相应的焊接技能和资质，使焊工在施工过程中能严格按照工艺要求进行操作，为焊接质量奠定坚实基础。

2 建筑钢结构焊接施工工艺要点

2.1 焊接接头形式与坡口设计

焊接接头形式与坡口设计在建筑钢结构焊接中起着极为关键的作用，直接影响着焊接质量、焊接效率以及成本。常见的焊接接头形式有对接接头、角接接头、T形接头和搭接接头等。对接接头受力均匀，常用于主要受力构件的连接，能保证结构的整体性和强度传递的稳定性。角接接头适用于连接相互垂直的构件，如梁柱节点处等。T形接头在钢结构框架中广泛应用，如梁与柱的连接部位。搭接接头则常用于次要结构或薄板结构的

连接。坡口设计需综合多方面因素考虑。根据母材厚度确定坡口形式,较薄母材可采用不开坡口或简单的I形坡口,而对于厚板则需采用V形、X形、U形等坡口形式。坡口角度和钝边尺寸要合理,角度过小会导致焊接困难、熔深不足,过大则会增加焊接填充量和焊接变形;钝边过厚可能引起未焊透,过薄又易烧穿,还要考虑焊接方法和焊接位置,例如在仰焊位置,坡口应设计得更便于操作,减少熔池流淌和焊缝成型不良的情况。此外,坡口加工应保证精度和表面质量,避免出现坡口边缘不整齐、有缺口等缺陷,从而确保焊接过程中能获得良好的熔合和焊缝成型,提高焊接接头的力学性能和结构的可靠性^[2]。

2.2 焊接方法与焊接参数选择

常见的焊接方法包括手工电弧焊、气体保护焊(如二氧化碳气体保护焊)、埋弧焊等。手工电弧焊操作灵活,适用于各种焊接位置和复杂形状的焊接接头,但焊接效率相对较低。二氧化碳气体保护焊具有焊接速度快、熔深大、成本低等优点,在钢结构焊接中应用广泛,尤其适合长焊缝和批量焊接作业。埋弧焊则适用于大型构件的平焊位置焊接,其焊接质量稳定、焊缝成型美观、焊接效率极高。焊接参数的选择直接影响焊接质量和效率。焊接电流是关键参数之一,电流过大易导致焊缝咬边、烧穿等缺陷,电流过小则会造或未焊透、夹渣等问题。焊接电压需与电流相匹配,一般来说,电压过高会使电弧变长、焊缝变宽且易产生气孔,电压过低则电弧不稳定。焊接速度也不容忽视,速度过快可能使焊缝熔合不良,过慢则会使热影响区过大,增加焊接变形和成本。对于不同的焊接方法和钢材厚度、接头形式等,都需要通过焊接工艺评定来确定最佳的焊接参数组合,例如对于厚板的二氧化碳气体保护焊,可能需要较高的电流和电压,并配合适当的焊接速度,以确保获得良好的焊缝熔深和成型,满足建筑钢结构的强度和质量要求。

2.3 焊接操作工艺

引弧时,应根据焊接方法选择合适的引弧方式,如手工电弧焊常用划擦法或直击法引弧,要确保引弧位置准确,避免在焊件非焊接部位随意引弧造成损伤。引弧后,需迅速调整焊接电弧长度至合适范围,保持稳定的电弧燃烧状态。在焊接过程中,焊接电弧应始终对准焊接坡口中心或焊缝位置,根据焊缝的宽度和要求,采用合适的运条方式,如直线运条、锯齿形运条、月牙形运条等,以保证焊缝金属均匀地填充在坡口内,并获得良好的焊缝成型。对于多层多道焊,每层每道焊缝的焊接

顺序、焊接方向都要合理规划,例如应先焊收缩量大的焊缝,后焊收缩量小的焊缝,以控制焊接变形。焊接过程中要密切关注熔池的状态,包括熔池的大小、形状、流动性等,及时调整焊接参数以适应焊接过程中的变化,要注意焊接环境的影响,如风速过大时应采取防风措施,防止保护气体被吹散而影响焊接质量。收弧时,要采用合适的收弧方法,如逐渐拉长电弧直至熄灭,或采用专门的收弧板进行收弧,避免在焊缝末端出现弧坑、裂纹等缺陷,确保焊缝的完整性和质量稳定性,从而使整个焊接接头满足建筑钢结构的设计要求和性能标准。

2.4 焊接变形控制

为有效控制焊接变形,首先在焊接工艺设计阶段就要充分考虑。合理选择焊接方法和焊接顺序,例如对于对称结构,采用对称焊接的方式,使焊接变形相互抵消;对于长焊缝,可采用分段退焊、跳焊等方法,减少焊接热积累导致的变形。在焊接操作过程中,要严格控制焊接参数,避免过大的焊接电流、电压和焊接速度,因为这些因素都会影响焊接热输入,进而影响变形量,采用适当的预变形措施,根据经验或模拟计算,在焊接前预先对焊件施加与焊接变形方向相反的变形量,待焊接完成后,焊件变形可得到一定程度的矫正。此外,还可采用刚性固定法,利用夹具、定位焊等手段将焊件固定,限制其在焊接过程中的变形自由度。焊接完成后,对于已经产生的变形,可根据变形程度采用机械矫正法,如使用千斤顶、压力机等设备进行矫正;或者采用火焰矫正法,利用火焰加热焊件的特定部位,使其在冷却过程中产生收缩变形,从而抵消焊接变形,但火焰矫正时需严格控制加热温度和范围,避免对钢材性能造成不良影响,确保建筑钢结构最终的尺寸精度和质量符合设计要求^[3]。

3 建筑钢结构焊接施工中的新技术与应用

3.1 高效焊接技术

高效焊接技术在建筑钢结构施工中发挥着日益重要的作用,显著提升了焊接效率与质量。窄间隙焊接技术备受瞩目。它采用较小的坡口角度和间隙,能大幅减少焊缝金属填充量,与传统坡口焊接相比,焊接材料的消耗可降低30%-50%。同时,由于坡口窄,焊接热影响区相对较小,有效降低了焊接变形,并且在厚板焊接时,可实现单道多层焊接,大大提高了焊接速度。激光-电弧复合焊接技术也是一项极具潜力的高效焊接技术。它将激光束与电弧的能量耦合在一起,充分发挥了激光焊接深熔透、高速度和电弧焊接良好桥接能力的优势。在焊接过程中,激光产生的匙孔效应有助于电弧更好地熔

入焊件底部,实现大厚度钢结构的高效焊接,焊接速度可比传统弧焊提高数倍,而且焊缝成型美观,焊接接头的力学性能优良,适用于对焊接质量和效率要求较高的建筑钢结构关键部位的连接,如高层钢结构的梁柱连接等。此外,多丝埋弧焊技术通过多根焊丝同时焊接,显著提高了焊接熔敷效率,在大型桥梁、场馆等建筑钢结构的长焊缝焊接中应用广泛,可有效缩短施工周期,降低工程成本,为建筑钢结构行业的快速发展提供了有力的技术支撑。

3.2 智能焊接技术

智能焊接技术为建筑钢结构焊接施工带来了前所未有的变革与提升。机器人焊接是智能焊接的典型代表,其具备高度的精准性与稳定性。在建筑钢结构大规模生产制造中,机器人能够依据预设的程序,精确地对各种复杂形状和规格的钢构件进行焊接操作。它可以快速调整焊接参数,如焊接电流、电压、焊接速度等,以适应不同材质和焊接位置的要求,并且能够24小时不间断工作,极大地提高了焊接生产效率,同时有效减少了人为因素导致的焊接质量波动。此外,智能焊接系统还融合了传感技术与人工智能算法。通过视觉传感器、激光传感器等,实时监测焊接过程中的焊缝形状、熔池状态、焊接电弧等关键信息。一旦发现焊接偏差或异常情况,系统能够立即自动调整焊接参数或机器人的运动轨迹,确保焊接质量的一致性和可靠性。例如,在焊接复杂的钢结构节点时,传感器可精确捕捉焊缝的轮廓信息,智能系统据此优化焊接路径,避免出现未焊透、咬边等缺陷。而且,随着机器学习技术的不断发展,智能焊接系统能够通过大量焊接数据的学习和分析,不断优化自身的焊接策略,进一步提升焊接工艺水平,为建筑钢结构的高质量、智能化建造提供了坚实保障,推动建筑行业向智能化、现代化方向迈进。

3.3 绿色焊接技术

绿色焊接技术在建筑钢结构领域的应用契合了可持续发展的理念。(1)冷金属过渡焊接技术(CMT)是一种较为典型的绿色焊接技术。它采用独特的送丝控制方式,在短路过渡时,将焊接电流降至极低水平甚至为

零,从而显著减少了焊接过程中的飞溅。这不仅降低了焊接材料的损耗,提高了材料利用率,还减少了因飞溅清理而产生的废弃物和人工成本,该技术在焊接薄板钢结构时能有效控制热输入,减少热影响区,有利于保持钢材的原有性能,并且降低了能耗。(2)焊接烟尘净化与回收技术也是绿色焊接的重要组成部分。在建筑钢结构焊接施工现场,会产生大量的焊接烟尘,其中包含多种有害金属颗粒和气体。通过高效的烟尘净化设备,如静电除尘器、布袋除尘器等,能够将焊接烟尘进行有效过滤和净化,使其排放浓度符合环保标准,减少对大气环境和施工人员健康的危害。部分先进的净化设备还具备烟尘回收功能,可将收集到的金属粉尘进行回收处理,实现资源的再利用,进一步提高了资源的利用效率,降低了对环境的负面影响,促进建筑钢结构焊接施工在环保、节能的轨道上健康发展,满足现代社会对绿色建筑施工的严格要求^[4]。

结束语

随着建筑行业的持续发展,建筑钢结构焊接施工工艺的重要性愈发凸显。通过对焊接基本要求的严格把控、工艺要点的精准实施以及新技术的合理运用,我们能够打造出高质量、高性能的建筑钢结构。在未来,不断深入研究与创新焊接工艺,提升焊接质量与效率,降低成本与环境影响,将是建筑钢结构焊接领域的核心任务。这不仅有助于推动建筑行业的现代化进程,更能为人们创造出更安全、舒适且环保的建筑空间,为城市建设与社会发展贡献坚实力量。

参考文献

- [1]蔡学彬.阐述高层钢结构焊接现场施工工艺[J].四川建材,2019,2:202-204.
- [2]董奕瑾.建筑钢结构焊接施工技术及其质量控制分析[J].江西建材,2019,22:108-113.
- [3]刘强.浅谈钢结构焊接中存在的问题及处理方法[J].盐科学与化工,2019,46(10):50-52.
- [4]吴俊峰,吴志刚.浅谈钢结构焊接分析与质量控制[J].山西建筑,2019(22):78-97.