

# 浅谈建筑钢结构焊接技术

朱传策

浙江东南网架股份有限公司 浙江 杭州 311209

**摘要：**建筑钢结构焊接技术是建筑领域的关键连接工艺，其质量直接关乎建筑结构的性能与安全。该技术涵盖多种焊接方法，如手工电弧焊、CO<sub>2</sub>气体保护焊和埋弧焊等，每种方法各有优劣，适用于不同场景。在实际操作中，引弧与收弧、电弧电压与焊接电流、焊接顺序与工艺以及焊条与焊材的选择等环节都至关重要。随着科技进步，自动化与智能化焊接技术、新型焊接材料的研发以及绿色环保焊接技术成为发展趋势，将推动建筑钢结构焊接技术不断革新，满足行业对高效、高质量、环保焊接的需求。

**关键词：**建筑钢结构；焊接；技术

## 引言

在现代建筑领域，建筑钢结构以其独特的优势，如高强度、轻自重、快速施工等，成为众多工程项目的首选结构形式。从高耸入云的摩天大楼到横跨江河的宏伟桥梁，建筑钢结构的身影无处不在。而焊接技术作为建筑钢结构连接的核心手段，其质量直接关系到建筑钢结构的安全性及稳定性。不良的焊接工艺极易引发结构破坏，进而造成严重的安全事故和经济损失。因此，深入研究建筑钢结构焊接技术，明晰常见焊接方法、掌握关键技术要点、把握行业发展趋势，对于推动建筑钢结构工程的高质量发展，保障建筑安全具有至关重要的意义。

## 1 建筑钢结构焊接技术概述

建筑钢结构焊接技术是一种通过加热、加压，或两者并用，使钢材达到原子结合的连接加工工艺。在建筑领域，钢结构广泛应用于各类大型场馆、超高层建筑、工业厂房等；在桥梁建设中，大跨度桥梁也大量采用钢结构。而焊接技术作为建筑钢结构连接的关键手段，其质量直接决定了建筑钢结构的性能与安全性。（1）在焊接前，需要做好充分的准备工作。一方面，要对钢材进行仔细清理，去除焊件坡口及两侧近表面的铁锈、油污等杂质，防止焊缝出现气孔等缺陷；另一方面，要依据焊件的具体情况，设计合理的坡口，如V形、X形等坡口，不同的坡口形式会对焊接质量和填充材料用量产生重要影响。（2）焊接过程中，有多种焊接方法可供选择。例如，手工电弧焊设备简单，操作灵活，能适应各种位置的焊接，但生产效率相对较低；二氧化碳气体保护焊成本低、焊接速度快，不过防风能力较弱；埋弧焊则适用于厚板焊接，生产效率高，焊接质量好。（3）建筑钢结构焊接技术优点突出：焊接接头强度高，在合适条件下，接头强度能达到甚至超过母材强度；焊接结构

设计灵活，几何形状和外形尺寸不受限制，还易于进行结构的变更和改型；焊接接头密封性好，特别适用于对气密性、水密性要求高的建筑容器类结构。然而，该技术也存在一些缺点，焊接过程中会产生较大的应力和变形，结构对应力集中敏感，且焊接接头性能不均匀<sup>[1]</sup>。

## 2 建筑钢结构常见焊接方法

### 2.1 手工电弧焊

手工电弧焊作为电弧焊方法的一种，是借助人手操控焊条来完成焊接作业的。在焊接过程中，焊条与焊件充当两个电极，当它们接触的瞬间，高温使焊条和焊件局部熔化，进而形成熔池。随着焊条的移动，熔池冷却结晶，最终实现两焊件的连接。与此同时，焊条药皮产生的气体和熔渣发挥着重要作用，它们能够隔绝空气，保护熔池，并对焊缝金属进行脱氧、去硫等净化处理。在建筑钢结构领域，手工电弧焊有着显著优势。其设备构成简单，仅需电焊机、焊钳和电缆线等，成本较低且便于携带移动，这使得它能够在各种复杂环境下进行施焊。而且，焊工可以根据实际情况灵活调整焊接角度、运条方式和速度，适用于各种形状和位置的焊缝焊接。此外，它适用材料广泛，可焊接多种钢材，接头强度通常能与母材相当。然而，手工电弧焊也存在一些弊端。它生产效率较低，依赖人工操作，焊接速度慢，劳动强度大，长时间作业容易使焊工疲劳。并且，焊接质量受焊工技术水平影响较大，不同焊工或同一焊工在不同状态下焊接质量可能存在较大差异<sup>[2]</sup>。

### 2.2 CO<sub>2</sub>气体保护焊

CO<sub>2</sub>气体保护焊是熔化极气体保护电弧焊的一种重要形式，它以CO<sub>2</sub>气体作为保护介质，在建筑钢结构焊接中应用广泛。在焊接过程中，CO<sub>2</sub>气体从焊枪喷嘴中均匀喷出，在电弧周围形成一层致密的气幕，有效隔绝空气与

熔池的接触,防止空气中的氧气、氮气等有害气体侵入熔池,从而保证焊接过程的稳定性和焊缝质量。焊丝由送丝机构连续、稳定地送进,在电弧热的作用下迅速熔化,并与母材金属充分融合,形成高质量的焊缝。 $\text{CO}_2$ 气体保护焊具有显著的优势。其成本低廉, $\text{CO}_2$ 气体来源广泛且价格便宜,使得焊接成本仅为手工电弧焊和埋弧焊的40% - 50%。生产效率高,焊丝可连续送进,无需频繁更换焊条,焊接速度快,效率可达手工焊的1 - 4倍,且易于实现机械化和半自动化焊接,大大降低了人工劳动强度。此外,它属于明弧焊,焊工能够清晰地观察焊接过程,便于及时调整焊接参数和操作方法,还可进行全位置焊接。同时, $\text{CO}_2$ 气体的氧化性对焊件表面的铁锈等杂质有一定的清理作用,能减少焊缝气孔等缺陷,使焊缝具有良好的抗裂性。然而, $\text{CO}_2$ 气体保护焊也存在一些不足。辅助设备较多,除电焊机外,还需配备 $\text{CO}_2$ 气瓶、减压流量计、送丝机构等,设备维护和管理相对复杂。而且焊接飞溅较多,熔滴过渡时易产生飞溅,不仅影响焊缝外观质量,还造成焊丝浪费。尽管如此,在建筑钢结构制造领域, $\text{CO}_2$ 气体保护焊仍常用于批量生产的钢结构构件,如桥梁钢梁、大型厂房钢柱等的焊接。

### 2.3 埋弧焊

埋弧焊在建筑钢结构焊接中占据重要地位,是一种高效且广泛应用的焊接技术。其核心原理在于利用电弧在颗粒状焊剂层下燃烧,实现焊接过程。焊接启动后,送丝机构持续将焊丝送入焊接区域,在焊件与焊丝之间形成电弧。电弧释放的热量能够迅速熔化焊件、焊丝及周围焊剂,形成熔池与熔渣。随着电弧的移动,熔池逐渐冷却凝固,形成坚固的焊缝,而熔渣则覆盖在焊缝表面,起到隔绝空气、保护焊缝的作用,同时还能进行冶金处理,提升焊缝的牢固性。埋弧焊根据自动化程度可分为自动焊和半自动焊。自动焊中,电弧的移动由专门的行走机构精确控制;半自动焊则需焊工手动操作。埋弧焊具有显著优势,如生产效率高、热量集中、焊接速度快,可长时间连续作业,材料和电能消耗少,焊缝质量优异,焊缝美观可靠,且焊工操作轻松,劳动强度低。然而,埋弧焊也存在一定局限性,如在小直径环缝、短焊缝等场景下应用受限,设备体积较大,灵活性不足。

## 3 建筑钢结构焊接技术要点

### 3.1 引弧与收弧

引弧在建筑钢结构焊接中至关重要,是焊接起始的关键动作,直接影响焊接质量。引弧位置的选择不容有失。绝对禁止在焊缝区以外的母材上打火引弧,因为这

会对母材造成不可逆的损伤。若在坡口内引弧,局部熔焊区域必须重新熔焊,并且要保证无弧坑残留,这是保障焊缝完整性和质量的关键。对于对接和T形接头的焊缝,应在焊件两端预先设置好的引入板和引出板上进行引弧和熄弧操作,这样能有效避免焊缝起始和结束处的缺陷。若采用包角焊方式,焊缝转角处严禁引弧和熄弧,以防止出现焊接裂纹等缺陷。引弧时,应适当提高焊接电压,使电弧能够充分引燃,为后续焊接提供稳定且充足的热源。收弧时,需逐步降低焊接电流和电压,添加少量焊剂,通过断续通电的方式实现平稳过渡。断电时,要及时送入适量焊丝,补充熔池金属凝固收缩所需的金属,确保焊缝质量达标<sup>[3]</sup>。

### 3.2 电弧电压与焊接电流

电弧电压与焊接电流是焊接过程中极为关键的参数,对焊接质量起着决定性作用。当电弧电压增大,电弧功率会随之显著加大,大量的能量输入到工件,使得弧长被拉长,热量分布半径增大。这一变化直接导致熔深会稍有减小,而熔宽明显增大,余高则相应减小。同样,焊接电流增大时,焊缝的熔深和余高会显著增大,熔宽变化并不明显,可能只是略微增大。在实际操作中,应根据焊件的材质、厚度、坡口形式以及焊接位置等因素,合理选择电弧电压和焊接电流。例如,对于厚度较大的钢材,可适当增大焊接电流和电弧电压,以保证足够的熔深;而对于薄板焊接,则应选择较小的焊接电流和电弧电压,防止烧穿。

### 3.3 焊接顺序与工艺

合理的焊接顺序和工艺能够有效减少焊接变形和应力集中,提高焊接质量。在建筑钢结构焊接中,应遵循对称焊接、分段退焊、跳焊等原则。对称焊接是指从焊件的中心向两端同时对称施焊,使焊件受热均匀,减少变形。分段退焊是将焊缝分成若干段,从一端开始焊接,每焊完一段后,立即跳到另一端进行焊接,依次类推,直至焊缝全部焊完。跳焊则是将焊缝分成若干小段,按照一定的顺序跳跃式地进行焊接。在焊接工艺方面,应根据焊件的材质和厚度选择合适的焊接方法,如手工电弧焊、气体保护焊、埋弧焊等。同时,要注意焊接层数的控制,对于较厚的焊件,应采用多层多道焊,每层焊缝的厚度不宜过大,以保证焊缝的成型和内部质量。

### 3.4 焊条与焊材的选择

焊条与焊材的选择直接影响焊缝的力学性能和化学成分。在选择焊条时,应根据母材的材质、力学性能、使用条件等因素进行综合考虑。例如,对于强度较高的钢材,应选择强度等级相匹配的焊条;对于承受动载

荷的焊件，应选择韧性较好的焊条。除了焊条，焊丝、焊剂等焊材的选择也不容忽视。焊丝的材质和直径应根据焊接方法和焊接要求进行选择；焊剂的选择应与焊丝相匹配，以保证焊缝的质量。在焊材的使用过程中，要注意焊材的保管和烘干。焊材应存放在干燥、通风良好的仓库中，避免受潮。对于受潮的焊材，必须进行烘干处理，烘干温度和时间应根据焊材的种类和规格进行确定。总之，建筑钢结构焊接是一项技术要求高、工艺复杂的工程。在焊接过程中，要严格把控引弧与收弧、电弧电压与焊接电流、焊接顺序与工艺、焊条与焊材的选择等各个环节，确保焊接质量，为建筑钢结构的安全使用提供可靠保障。

#### 4 建筑钢结构焊接技术的发展趋势

##### 4.1 自动化与智能化焊接技术的应用

随着科技的不断进步，自动化与智能化焊接技术在建筑钢结构领域的应用正逐步成为主流趋势。面对人口结构变化带来的焊工短缺问题，以及建筑钢结构行业对高效、高质量焊接的迫切需求，企业纷纷加速向自动化转型。据行业分析，随着建筑钢结构市场的不断扩大，焊工需求缺口也在持续增大。为应对这一挑战，众多建筑钢结构企业开始大量引入自动化焊接设备。以鸿路钢结构为例，该企业近年来不断加大对焊接机器人的投入，2023年更是发布了千台级焊接机器人及数百套免示教机器人焊接工作站的招标公告，旨在进一步提升焊接作业的自动化水平。同时，协作机器人的应用也在建筑钢结构焊接中崭露头角。例如，芜湖天航重工采用节卡C系列协作机器人，通过配备升降和移动机构，实现了对宽度2米以内钢结构的高效焊接，焊接效率较传统人工作业提高了40%以上。

##### 4.2 新型焊接材料的研发与应用

随着对建筑钢结构性能要求的不断提高，研发具有更高强度、更好韧性、更优异耐腐蚀性的焊接材料成为必然趋势。例如，山西建龙成功研发出760MPa级实心高强焊丝钢，其熔敷金属屈服强度、抗拉强度等力学性能均达到760MPa级高强钢板的匹配标准。在研发过程中，需解决诸多技术难题，如控制合金元素含量、严格控制杂质含量以保证冲击韧性、确保产品在高强度下具备良好拉拔性能等。新型焊接材料不仅要满足性能需

求，还需考虑环保因素，研发低尘、低毒、无污染的焊接材料，减少焊接过程中对环境的污染和对焊工健康的危害。未来，随着材料科学的不断进步，更多新型焊接材料将被研发并应用于建筑钢结构焊接领域，推动建筑钢结构行业的发展<sup>[4]</sup>。

##### 4.3 绿色环保焊接技术的发展

在环保意识日益增强的今天，绿色环保焊接技术成为建筑钢结构焊接技术发展的重要趋势。绿色焊接技术旨在减少焊接过程中的能源消耗、降低焊接烟尘和有害气体的排放、减少焊接废弃物的产生。在焊接工艺方面，采用高效节能的焊接设备和工艺，如逆变式电焊机、节能型焊接电源等，可降低焊接过程中的电能消耗；优化焊接工艺参数，减少焊接时间和能量输入，提高能源利用效率。在减少污染排放方面，开发绿色焊接工艺，如绿色电弧焊、绿色激光焊、绿色摩擦焊等，通过改进工艺减少污染物排放；采用绿色焊接辅助技术，如绿色焊缝清理技术、绿色焊渣处理技术等，对焊缝和焊渣进行无污染处理，减少二次污染。

##### 结束语

综上所述，建筑钢结构焊接技术涵盖了焊接顺序、电流电压控制、焊条与焊材选择等多个关键环节，每一项都对焊接质量有着决定性影响。在实际操作中，严格遵循相关标准与规范，精准把控各项参数，才能确保建筑钢结构的焊接质量与结构安全。随着现代建筑与工业的飞速发展，对建筑钢结构焊接技术的要求也在不断提高，相信通过持续的技术创新与经验积累，建筑钢结构焊接技术将在更多领域发挥更大作用，为各类建筑工程筑牢坚实基础。

##### 参考文献

- [1]张楠祥,梁硕,吴灏斌. 钢结构建筑施工管理的技术探析构建[J]. 中国住宅设施, 2022, (11): 73-75.
- [2]边伟超. 建筑钢结构焊接施工技术分析[J]. 中国建筑金属结构, 2022, (06): 38-40.
- [3]尹欣,吴蒙. 浅析大型钢结构焊接变形控制技术[J]. 中国金属通报, 2022, (06): 183-185.
- [4]代程. 建筑工程中钢结构安装焊接施工技术应用探究[J]. 河南科技, 2022, 41 (05): 77-80.