

建筑钢结构焊接施工工艺

池海波

安阳钢铁建设有限责任公司 河南 安阳 455004

摘要:在现代建筑领域,建筑钢结构凭借其强度高、自重轻、施工周期短等显著优势,被广泛应用于各类大型建筑与高层建筑项目中。本文聚焦建筑钢结构焊接施工工艺。详细阐述了施工前在材料、设备与工具、人员、场地与环境等方面的准备工作。深入探讨了焊接施工工艺关键技术,包括焊接方法选择、参数设定、顺序规划以及预热与后热处理。同时,对常见焊接问题如裂纹、气孔夹渣、未熔合未焊透、变形与应力等进行原因分析,并从工艺改进、材料设备管理、人员培训管理等方面提出相应解决方法与预防措施,旨在为建筑钢结构焊接施工提供技术参考与实践指导。

关键词:建筑;钢结构;焊接施工;工艺

引言:在现代建筑工程中,建筑钢结构凭借其强度高、自重轻、施工速度快等优势得到广泛应用。而焊接作为建筑钢结构连接的关键技术,其施工工艺的好坏直接影响钢结构的质量与安全。然而,在实际焊接施工中,常面临诸多问题,如焊接缺陷导致结构性能下降等。因此,深入研究建筑钢结构焊接施工工艺,做好施工前准备,掌握关键技术,解决常见问题并采取有效预防措施,对提升建筑钢结构工程质量,保障建筑结构安全与稳定具有重要意义。

1 建筑钢结构焊接施工前准备

1.1 材料准备

材料是焊接施工的基础,其质量直接关乎焊接效果。钢材应依据设计要求精准采购,确保规格、型号无误,附带质量合格证明与检验报告。焊条、焊丝、焊剂等焊接材料,需匹配钢材材质与焊接工艺。使用前,仔细检查外观,杜绝受潮、变质现象。例如,低氢型焊条使用前要按规定烘焙,存放于保温筒内,随用随取,避免再次吸湿,保障焊接过程中化学成分稳定,降低焊接缺陷产生几率,为高质量焊接作业筑牢根基。

1.2 设备与工具准备

性能良好的设备与工具是焊接施工顺利开展的关键。选用的电焊机应具备稳定的电流、电压输出,满足不同焊接工艺参数要求,定期校验,确保焊接参数精准。气保焊设备的气体流量调节器、送丝装置等需调试至最佳状态,保障气体保护效果与送丝顺畅。此外,角磨机、锤子、钢丝刷等辅助工具不可或缺,角磨机用于清理焊件表面氧化皮、铁锈,锤子可矫正轻微变形,钢丝刷刷用于清理焊缝周边杂物,确保焊接区域清洁,为优质焊接创造条件^[1]。

1.3 人员准备

专业、熟练的焊接人员是焊接质量的核心保障。参与施工的焊工必须持有相应资质证书,且定期进行技能考核,确保其熟练掌握各类焊接工艺与操作技巧。施工前,组织技术交底,详细讲解工程特点、焊接工艺要求、质量标准及安全注意事项,使焊工明确任务与责任。同时,安排经验丰富的技术人员现场指导,及时解决施工中出现的难题,提升焊接人员实操水平,从人员层面确保焊接施工高效、高质量推进。

1.4 场地与环境准备

合适的场地与良好的环境利于焊接作业。施工场地应平坦、坚实,具备足够空间存放材料与设备,设置合理的材料堆放区、加工区与焊接区,保证材料运输与施工操作便捷。环境方面,焊接作业区要防风、防雨、防潮,遇大风、雨雪天气,搭建防护棚。湿度较大时,采取除湿措施,防止水分影响焊接质量。此外,确保场地通风良好,及时排出焊接产生的有害气体与烟尘,为施工人员创造安全、舒适的作业环境。

2 建筑钢结构焊接施工工艺关键技术

2.1 焊接方法选择

建筑钢结构焊接施工时,合理挑选焊接方法是保障质量与效率的关键。手工电弧焊灵活性极高,适用于各类焊接位置,尤其在结构复杂、焊缝短小不规则处优势显著。比如小型钢结构构件的局部修复或特殊节点焊接,焊工能凭借操作经验,灵活控制焊条完成精细焊接。但其生产效率受焊工水平影响大,质量稳定性欠佳。二氧化碳气体保护焊成本低、焊接速度快且熔深大,常用于中厚板焊接,能高效填充焊缝,保证质量。不过,该方法对环境要求严格,风速、湿度等需严格控

制, 否则易出现气孔等焊接缺陷。埋弧焊以高生产效率、优质焊缝质量和极小变形量, 成为长直焊缝与大直径环缝焊接的首选。像大型钢梁、钢柱的长焊缝拼接, 采用埋弧焊既能保证质量, 又能大幅提升施工进度。但它设备成本高, 对焊件装配精度要求也极为严苛。

2.2 焊接参数设定

焊接参数设定是建筑钢结构焊接的质量命脉。其中, 焊接电流主导焊缝熔深。电流过大, 焊缝金属急剧熔化, 易造成烧穿、咬边, 严重损害焊缝强度; 电流过小, 母材与填充金属无法充分熔合, 引发未焊透、夹渣, 降低焊缝致密性。焊接电压关乎焊缝宽度与成型。它需与焊接电流精密匹配, 合适电压使焊缝均匀铺展, 外观良好; 电压电流不匹配时, 焊缝宽窄失控, 成型粗糙, 严重影响焊接质量。焊接速度主要调控焊缝热输入量。速度过快, 电弧作用时间短, 焊缝熔深浅、成型差, 难以保证连接强度; 速度过慢, 热输入过多, 焊件易因过热产生严重变形, 破坏钢结构尺寸精度与整体性能。不同焊接方法、钢材材质对应不同参数范围, 需通过严谨工艺评定确定。如Q345钢材采用二氧化碳气体保护焊, 经试验确定电流200-250A、电压25-28V、速度30-40cm/min时, 焊缝质量最优。实际焊接中, 焊件厚度、坡口形式、焊接位置等因素多变, 焊工需实时调整参数, 确保焊接质量稳定达标^[2]。

2.3 焊接顺序规划

合理的焊接顺序规划是保障建筑钢结构焊接质量的关键环节, 对控制焊接变形与残余应力起着决定性作用。其规划需遵循多项重要原则, 对称焊接原则可使焊接应力均匀分布, 有效避免因应力集中导致的结构变形。分散焊接原则要求将长焊缝或复杂结构的焊接任务分散开来, 避免热量过度集中。对于大型钢结构框架, 先焊接次要构件, 后焊接主要受力构件, 促使焊接应力均匀扩散, 降低整体结构的变形风险。分段退焊法也是常用策略, 将长焊缝划分成若干小段, 每段由后向前施焊。这种方式能有效减少热量积累, 防止因持续受热造成的焊缝变形。规划焊接顺序时, 应使焊缝收缩方向与结构自由变形方向一致, 减少约束应力的产生。此外, 刚性固定法可辅助控制变形, 在焊接前对焊件进行临时固定, 但需注意固定强度, 防止因过度约束产生过大应力。通过科学合理的焊接顺序规划, 可大幅提升建筑钢结构的焊接质量与整体性能。

2.4 预热与后热处理

预热与后热处理在建筑钢结构焊接中举足轻重, 是提升焊接质量、保障结构安全的关键步骤。预热能有效

减缓焊接冷却速度, 避免钢材在快速冷却过程中产生淬硬组织, 显著降低焊接裂纹出现的概率。预热温度依据钢材碳当量、板厚及焊接环境等因素确定, 像碳当量较高的钢材或厚板焊接时, 通常需进行预热。例如, Q345钢材板厚超30mm, 预热温度一般控制在100-150°C, 可采用火焰加热、电加热等方式, 确保焊接区域及周边一定范围均匀受热。后热主要用于消除焊接残余氢, 防止氢致裂纹的产生。一般在焊接完成后即刻进行, 温度维持在200-350°C, 并保温一段时间。对于关键建筑结构, 还需实施焊后热处理, 如整体退火处理, 其目的在于彻底消除残余应力, 优化焊缝组织性能, 增强钢结构的疲劳强度与耐腐蚀性能, 进而保障建筑钢结构在长期使用过程中的安全与稳定, 使其能承受各种复杂工况。

3 建筑钢结构焊接常见问题及解决方法

3.1 常见焊接缺陷及原因分析

3.1.1 裂纹

裂纹是焊接中较为严重的缺陷, 分为热裂纹与冷裂纹。热裂纹多在焊缝金属结晶过程中产生, 主要原因是焊接过程中熔池内低熔点共晶物偏析, 在焊缝凝固收缩时, 因应力集中而开裂。如钢材中硫、磷等杂质含量过高, 会形成低熔点共晶物, 增加热裂纹倾向。冷裂纹则在焊接冷却至较低温度时出现, 常与氢元素、淬硬组织及焊接应力相关。焊接时氢溶解在焊缝金属中, 冷却过程中氢来不及逸出, 聚集在缺陷处形成氢脆, 当应力超过钢材强度时引发裂纹, 像高强钢焊接易出现此类问题。

3.1.2 气孔与夹渣

气孔是焊接时熔池中的气体在凝固前未能逸出而残留在焊缝中形成的空穴。其产生原因多样, 焊接材料受潮, 如焊条未按要求烘焙, 使用时释放水汽, 在熔池中形成氢气孔; 焊接区清理不彻底, 铁锈、油污等在高温下分解产生气体, 也易导致气孔。夹渣指焊缝中存在的非金属夹杂物, 多因焊接电流过小, 熔渣不能充分上浮排出; 焊接速度过快, 熔池搅拌不充分, 熔渣来不及浮出; 多层焊时, 前一层焊缝清理不干净, 残留熔渣混入下一层焊缝所致。

3.1.3 未熔合与未焊透

未熔合是指焊缝金属与母材或焊缝金属层间未完全熔合的现象。产生原因包括焊接电流过小, 热量不足, 使母材与填充金属未能充分熔化; 焊接速度过快, 熔池存在时间短, 来不及完成冶金反应; 焊接角度不当, 电弧热未有效作用于焊接部位, 导致母材与焊缝金属结合不良。未焊透则是焊缝金属未完全穿透焊件, 常见于对接焊缝。除电流、速度因素外, 坡口角度过小、钝边太

厚、装配间隙过窄等，都阻碍了电弧深入根部，无法使焊缝根部完全熔透。

3.1.4 焊接变形与应力

焊接变形与应力是焊接过程中不可避免的问题。焊接时局部加热使焊件各部分温度不均，热胀冷缩不一致，导致焊件产生变形，常见变形形式有收缩变形、角变形、弯曲变形等。如焊接顺序不合理，先焊部分焊缝收缩对后焊部分产生约束，加剧变形。焊接应力则因焊件受热不均，冷却时收缩受阻，内部产生应力。结构刚性大、焊缝布置不对称等，都会使焊接应力增大，长期作用下可能导致焊件产生裂纹，降低钢结构的承载能力与使用寿命^[3]。

3.2 解决方法与预防措施

3.2.1 工艺改进措施

工艺优化是攻克焊接难题的核心。针对裂纹，需全方位调整工艺。一方面，依据钢材特性与焊接位置，精确设定焊接电流、电压及焊接速度，确保热输入恰到好处，规避焊缝因过热出现热裂纹，或因过冷产生冷裂纹。另一方面，多层多道焊工艺可有效分散热量，每道焊缝的热影响相互叠加又相互制约，显著降低应力集中。对于气孔与夹渣，合理调整焊接参数能使熔池保持适宜的流动性与搅拌程度，让熔渣易于上浮排出。焊前严格预热焊件，能降低气体在熔池中的溶解度，减少气孔产生几率。针对未熔合与未焊透，除了调整焊接角度、延长电弧停留时间外，厚板焊接时，选用合适的坡口形式，像X形坡口搭配双面焊，能确保焊缝根部充分熔合。面对焊接变形与应力，精心规划焊接顺序，对称焊接可使应力均匀分布，分段退焊能防止热量过度集中。焊后及时开展振动时效、热时效等消除应力处理，保障结构的稳定性与耐久性。

3.2.2 材料与设备管理

材料与设备管理是保障焊接质量的基石。材料把控从采购环节抓起，采购人员需严格筛选供应商，确保钢材及焊接材料符合国家标准与设计要求，附带完整质量证明文件。焊条、焊剂等焊接材料入库后，按规定条件储存，温度、湿度严格控制，使用前按标准烘焙，保证其干燥性。发放前仔细检查外观，杜绝药皮脱落、生锈等不合格材料进入施工现场。设备管理同样重要，焊接设备定期由专业人员维护，校准电流、电压输出，确保

参数精准稳定。气保焊设备的气体流量调节器、送丝装置要定期调试、清洁，保障气体流量稳定、送丝顺畅。辅助设备如角磨机、钢丝刷等，及时清理、更换磨损部件，使其始终保持良好的清理效果。设备操作人员需经过严格培训，熟练掌握操作规程，杜绝违规操作引发设备故障，进而避免焊接缺陷。

3.2.3 人员培训与管理

焊接人员是焊接质量的直接决定因素。定期组织专业培训，邀请行业专家授课，课程涵盖最新焊接工艺、不同钢材焊接特性、先进焊接设备操作技巧等内容，全方位提升焊工操作技能。每次工程开工前，进行详细技术交底，将工程焊接要求、质量验收标准、常见问题及应对方法一一讲解清楚。建立严格考核制度，定期对焊工进行理论与实操考核，只有考核合格者才能参与工程焊接作业。施工过程中，安排专人监督管理，要求焊工严格遵循焊接工艺规程，规范操作每一个环节。鼓励焊工分享经验，对提出有效改进建议的焊工给予奖励，增强其质量意识与责任感，从人员层面为高质量焊接施工提供坚实保障^[4]。

结束语

建筑钢结构焊接施工工艺复杂且精细，从施工前在材料、设备、人员及场地环境等方面的充分准备，到焊接过程中关键技术如焊接方法选择、参数设定、顺序规划以及预热与后热处理的精准运用，再到对常见焊接问题的有效解决与预防，每一步都紧密关联、不可或缺。只有严格把控各个环节，才能确保焊接质量，打造安全可靠的建筑钢结构。随着建筑行业不断发展，该工艺也将持续创新优化，为更多大型建筑、桥梁等工程提供坚实技术支撑。

参考文献

- [1]杜月胜.建筑工程中钢结构安装焊接施工技术应用[J].建材与装饰,2023(34):128-129.
- [2]于孟佳.建筑工程中钢结构安装焊接施工技术的应用[J].建材与装饰,2022(32):131-132
- [3]黄丽秋.现场环境对钢结构焊接质量的影响[J].科技创业家,2020(5):115-116
- [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,2023(22):178-179