

# 金属结构焊接工序监造要点分析

李步一

郑州国水机械设计研究所有限公司 河南 郑州 450000

**摘要:** 金属结构焊接施工质量直接影响整体结构的使用稳定性与施工规范性, 本文围绕焊接全施工流程, 从作业前置准备、现场施焊过程、焊后即时处理及工序交接四个关键阶段, 梳理各环节对应的精细化监造管控内容。细化人员、设备、物料、工艺及现场环境的管控要点, 规范施焊操作、层间处理、热作业管控等施工流程, 明确焊后整理养护与工序闭环交接的管控标准, 全面强化焊接施工全过程的质量把控力度。

**关键词:** 金属结构; 焊接工序; 施工监造; 质量管控; 工序交接

**引言:** 金属结构焊接是工程施工中的关键工序, 施工流程繁杂、影响因素较多, 任一环节的管控疏漏, 均会引发结构成型瑕疵与施工隐患。标准化、精细化的监造管控模式, 是保障焊接施工规范化开展的核心手段。通过覆盖焊接全流程的动态监造管理, 规范各工序施工行为、把控施工细节, 能够有效规避施工偏差, 维持焊接施工质量的稳定性, 为金属结构施工质量管控提供全面的实操支撑。

## 1 作业前准备环节监造要点

### 1.1 作业人员资质匹配核查

金属结构焊接作业正式开展前, 需完成全员资质的针对性核查工作。认真核验现场施焊人员的有效从业资质, 核实资质对应的施焊范围、材质类别与施工项目保持一致。严格筛查人员上岗资格, 杜绝无证作业、超资质施焊等违规行为。细致观察人员身心状态, 筛选出状态稳定、精力充沛的作业人员参与施工, 排除身体疲劳、精神状态异常的人员进场操作, 从人员管控层面筑牢焊接施工的前置基础<sup>[1]</sup>。

### 1.2 焊接设备运行状态确认

全面落实现场各类焊接设备的状态查验工作, 覆盖焊接主机、送丝设备、各类辅助工装等全部施工机具。细致检查设备线路、连接管路的完整度, 排查松动、破损、老化等各类安全隐患。根据本次焊接施工的实际需求, 微调设备运行参数, 维持稳定的运行工况。仔细检查各类配套辅助工具、损耗配件的实际状态, 及时更换损坏、失效的部件, 让所有施工机具均可保持良好工况, 满足整场焊接作业的使用需求。

### 1.3 母材与焊材前置检查

针对工程所用母材与各类焊接耗材, 开展细致的前

置检查与核对工作。仔细观察母材表面外观, 排查裂纹、锈蚀、凹陷、形变等质量缺陷, 确认母材规格型号符合施工布设要求。认真检查焊条、焊丝、焊剂等耗材的存放状态, 辨别耗材是否存在受潮、变质、沾染杂质等问题。严格区分不同品类焊接材料的适用场景, 选用匹配施工工艺的耗材, 杜绝不合格材料投入焊接施工, 保障原材料使用的规范性。

### 1.4 作业方案内容核对

逐项核对本次焊接作业专项方案的全部内容。逐条梳理方案载明的施工流程、工艺标准、操作规范等核心内容, 保证文本内容完整、规范、可落地。重点对照本次金属结构的施工特点, 明确异形结构、关键受力部位的焊接操作规范。厘清各项施工细节对应的操作标准, 明确各道工序的管控重点, 为现场标准化施工提供清晰的执行依据, 规范整体施工流程。

### 1.5 作业场地条件确认

系统排查焊接作业场地的整体施工条件。清理作业区域内的杂物、闲置物料, 规整现场摆放布局, 留出充足的操作空间。检查场地防护设施的布设完整性, 补齐缺失的防护装置, 完善现场安全防护体系。查验作业区域的采光、通风条件, 及时调整场地环境布局, 消除环境因素对焊接施工造成的不利影响, 为后续焊接工序平稳开展营造良好的现场条件。单处焊接作业操作区域预留宽度不小于 2 米, 保证施焊、走位、物料摆放空间充足无遮挡。

## 2 施焊过程环节监造要点

### 2.1 坡口及组对状态旁站核查

正式施焊作业启动前, 必须对构件坡口形态与整体组对质量开展持续性旁站核查。仔细检视坡口加工成型

质量,观察开口角度、切削深度、端面平整度的实际成型效果。认真清理坡口边缘留存的切割毛刺、局部缺口、硬质氧化残渣,去除各类影响焊缝融合的外在缺陷。细致检查构件对接缝隙的均匀程度,管控端面错边、偏移等成型问题<sup>[2]</sup>。对结构对接位置的规整度进行细致调校,修正各类加工与组对偏差,让对接界面形态均匀规整。稳定的对接状态可以保障焊缝熔合充分,减少成型瑕疵,为后续施焊作业提供扎实的结构基础。

## 2.2 焊接动作规范监督

施焊作业开展期间,持续对现场操作行为进行全程监督约束。规范作业人员手持焊枪的作业姿态,把控运枪移动速度、电弧摆动幅度与停留时长。纠正现场出现的随意摆弧、运枪卡顿、行走速率不稳等不规范操作行为。引导作业人员保持平稳舒缓的运枪节奏,维持熔池形态稳定可控。杜绝人为操作波动带来的熔深浅浅不一、焊道宽窄失衡等问题。标准化的作业动作能够提升焊缝成型平整度,让焊道纹理均匀顺滑,提升整体施焊作业的规整程度。

## 2.3 工艺参数执行情况跟踪

针对施焊全过程的工艺参数实施动态跟踪与严格管控。持续监测焊接电流、工作电压、热输入量等关键指标的浮动变化。杜绝作业人员私自改动设备预设参数,规避参数异常波动带来的施焊质量隐患。结合构件板材厚度、焊缝空间位置、焊接层数等实际工况,微调参数适配现场施工条件。稳定设备输出工况,让每一段焊道的热输入保持合理区间。有效规避因热输入失衡产生的未熔合、夹渣、内部裂纹等隐性缺陷,维持焊接成型质量的稳定性。

## 2.4 层间处理工序管控

多层多道焊施工模式下,严格落实每一道焊道完工后的层间管控流程。单道焊道成型结束后,对焊道表层及两侧区域开展彻底清理,清除焊渣、飞溅颗粒、氧化皮层等各类残留物。细致检视焊道表面成型状态,排查细微气孔、局部未熔合、焊道凹陷等不易察觉的质量问题。确认层间表面干净平整、无质量隐患后,再推进下一道施焊作业。合理把控层间温度,控制施焊间隔时长,避免温度过高积累残余应力,或是温度过低影响金属熔合效果,保障层间衔接质量稳定可靠。

## 2.5 热作业环节过程盯控

焊接属于高温热加工工序,整体作业过程需要落实精细化过程盯控。重点关注构件在高温受热状态下的形变趋势,针对长构件、薄板构件、集中焊缝区域加强管

控力度。适时采取合理的约束与矫正手段,抑制构件翘曲、弯曲、位移等形变问题滋生。排查作业区域环境状态,及时清理周边易燃杂物,规避高温作业引发的安全风险。着重把控起弧、接头过渡、收弧等关键位位的施工质量,细化薄弱位置的作业管控力度<sup>[3]</sup>。全方位规范热作业施工状态,保障整段施焊工序平稳推进,稳固整体焊接施工质量。

## 3 焊后即时处理环节监造要点

### 3.1 余温时段状态管控

焊接作业终止后,金属构件焊缝及热影响区域会积蓄大量焊接余热。这类高温状态会持续影响金属内部组织结构,必须开展全过程余温管控。严格把控构件自然散热节奏,制止各类强制降温行为。温度急剧回落会改变焊缝金相组织,催生硬化缺陷,还会累积内部残余应力,慢慢衍生细微裂纹。重点关注厚板结构、多层焊密集区域以及坡口收口位置的温度变化趋势。限制高温构件的搬运、修整、打磨等后续操作,等待构件整体温度回落至常规区间。维持平稳自然的散热过程,稳定焊缝成型结构,规避温度异常带来的各类隐性质量问题。

### 3.2 表面清理工序监督

焊后冷却阶段趋于稳定后,启动构件表面精细化清理的全程监督工作。督促作业人员采用合规的打磨、清扫方式,处理焊缝表层及周边母材区域。彻底清除焊接作业遗留的焊渣、金属飞溅物、表层氧化皮以及烟熏灼烧痕迹。对焊缝宽窄不一的表层余高进行适度修整,让焊缝成型均匀顺滑。逐段检查清理完成的作业面,排查局部残留杂质、打磨划痕、清理不彻底等问题。保持构件表面整洁度与成型规整度,优化构件外观状态,为后续质量检查与后续加工工序铺垫良好条件。

### 3.3 焊缝标识规范核查

构件表面清理作业验收合格后,针对焊缝标识作业开展全面规范核查。监督现场标注作业的实施流程,严格遵循现场施工管控要求完成标识喷涂、手写标注等操作方式。核查标识涵盖的施工区段、作业批次、施工点位等关键信息,保证文字标注清晰完整,杜绝潦草模糊、遗漏标注、错误标注的情况。合理选定标识布设位置,避开构件受力承载区域、对接加工区域以及外观装饰区域。统一现场标注形式与内容标准,让所有焊缝均可实现施工溯源,完善焊接工序全过程的管控体系。

### 3.4 工件摆放状态管控

完成焊后清理与标识作业的构件,需要落实存放摆放的专项监造管控。选用平整坚实的场地与专用支撑垫

块承托构件,保持整体放置姿态平稳端正。杜绝单点支撑、悬空搁置、倾斜堆放以及多层堆叠挤压等不合理摆放方式。依据构件外形结构、受力特点调整摆放角度,规避自重作用引发的轻微形变、板面翘曲、对接错位等问题。划分独立存放区域,对不同类型、不同施工阶段的构件进行分区存放。减少外物磕碰、砂石摩擦、杂物堆积造成的构件损伤,持续保护成品构件完好状态。

### 3.5 工序流转衔接确认

单组构件全部完成焊接、降温、清理、标识、存放等全套焊后工序后,开展工序流转的逐项确认工作。逐条核验本阶段所有作业内容的落实情况,保证每一项管控环节均达到施工标准。排查现场作业遗留问题,处理各类细微施工瑕疵,保证构件整体状态满足移交条件。梳理工序移交的各项要求,明确下一作业环节的施工重点与接收标准。落实严谨的交接核查流程,杜绝未达标构件流入后续施工环节。规范现场施工流转秩序,保障整体施工节奏稳步推进,夯实金属结构焊接施工的整体质量<sup>[4]</sup>。单批次构件需完成全部工序自检项目,确认无遗留问题后方可批量移交下一工序。

## 4 工序交接环节监造要点

### 4.1 过程记录核对

焊接施工全部工序收尾后,需要对全流程施工记录开展细致核对工作。逐一梳理施工全过程留存的各类作业记录,涵盖前期准备、施焊操作、焊后处理等各阶段关键内容。仔细核对记录填写的完整程度,补齐漏填、缺项的施工信息,修正表述模糊、内容不实的填写内容。对照现场实际施工工况,校验记录内容的真实有效性,保证纸面内容与现场施工情况保持一致。规范记录填写的细节标准,完善各类施工数据与作业描述,为工序交接、施工追溯提供完整可信的资料支撑。严谨的记录核对工作,能够有效规避资料缺失、内容失真引发的交接隐患,保障施工资料与现场施工同步闭环。

### 4.2 遗留作业项跟踪确认

全面排查焊接工序完成后留存的各类未完结作业内容,逐项梳理汇总遗留作业清单。针对未彻底处理的施工点位、待修整构件、补充作业内容进行分类登记,明确各类遗留作业的处置要求。所有遗留问题需在 24h 内完成整改闭环,跟踪遗留作业的整改进度,督促作业人员按照施工标准完成整改、补做、修整等相关作业。逐一核验整改完成的作业内容,确认施工质量、作业标准均满足工程施工要求。清零所有待处理作业项,杜绝遗留问题堆积带入后续施工环节。全程把控遗留作业处置质量,消除工序衔接存在的漏洞,保障每一次工序交接

都具备完整的作业基础。

### 4.3 工序边界状态核验

针对焊接工序与后续施工工序的衔接边界,开展全方位状态核验工作。重点检查焊接完工构件的整体成型状态、表面状态、结构状态,确认所有焊接作业内容全部施工到位。核验焊缝成型、构件规整度、表面清洁度、成品防护状态等关键内容,排查边界位置存在的成型缺陷、处理盲区与防护漏洞。区分各工序的施工边界范围,明确当前工序完工标准与后续工序施工起点。精准排查边界区域存在的细微质量问题与施工遗漏,提前完成修整处理。保障工序边界施工状态规整统一,满足下一工序的施工接入条件。

### 4.4 交接流程闭环盯控

全程把控工序交接全流程的落实情况,搭建完整的交接管控体系。规范现场交接的完整步骤,落实各环节核查、确认、签字流程,杜绝简化交接步骤、跳过核查环节的粗放作业模式。核验交接过程中的各项核查内容,确认构件状态、作业内容、施工资料、整改结果全部核验合格。落实交接责任划分,明确各岗位在工序流转中的管控职责,保证交接过程有据可查、责任可溯。完成全部交接流程手续后,方可放行构件进入下一施工阶段<sup>[5]</sup>。通过全流程闭环盯控,规范现场施工流转秩序,筑牢金属结构焊接施工全流程质量管控防线。

## 结束语

焊接施工监造贯穿金属结构施工的全流程,各施工环节相互关联、相互影响,形成完整的质量管控体系。常态化落实各工序的精细化监造举措,规范前置筹备、现场施焊、焊后处理及工序交接的各项操作,可有效规避施工缺陷与质量隐患。细化全流程管控细节、夯实各环节监造力度,能够持续提升金属结构焊接施工的规整度与标准化水平,保障结构施工的整体品质。

## 参考文献

- [1] 冯迦翔,王子卓.建筑金属结构焊接裂缝检测技术研究[J].中国建筑金属结构,2023,22(7):7-9.
- [2] 王磊,韩德宇.浅析水工金属结构焊接及检测要求[J].河北水利,2023(7):42-43.
- [3] 上官林建,周宗帅,金向杰,等.降低水工金属结构焊接残余应力的有效性方法[J].水利规划与设计,2024(1):61-65,72.
- [4] 李申勇.基于设备特点的水电站闸门金属结构焊接材料选择分析[J].中国设备工程,2025(6):235-237.
- [5] 王康,曹奔.金属结构件焊接失效的原因及预防措施[J].世界有色金属,2024(24):208-210.