

建筑工程监理在钢结构焊接质量控制中的现场干预机制

王汝刚

北京赛瑞斯国际工程咨询有限公司 天津 300300

【摘要】：钢结构焊接质量直接关系建筑工程安全与耐久性，监理现场干预是质量管控的核心手段。本文针对钢结构焊接现场质量通病与监理干预困境，构建“事前预判-事中管控-事后追溯”的闭环干预机制，明确其构建基础、核心环节、标准支撑与协同保障，提出精准执行策略与协同管控措施。实践表明，该机制可有效降低焊接缺陷发生率，提升质量稳定性与管控效率，为建筑工程钢结构焊接质量提供系统性保障。

【关键词】：建筑工程监理；钢结构焊接；闭环干预机制

DOI:10.12417/2811-0528.26.10.015

引言

钢结构作为建筑工程核心承重体系，焊接质量是决定工程安全与长期服役的关键。焊接过程中，材料、工艺、环境等因素易引发多种质量缺陷，而监理干预面临标准模糊、时机滞后、协同不足等困境。科学的现场干预机制是破解这一难题的关键，通过构建全流程、闭环式管控体系，强化各环节干预力度与协同效能，可为钢结构焊接质量筑牢防线，推动工程质量管理向标准化、精细化发展。

1 钢结构焊接现场质量通病与监理干预困境

1.1 钢结构焊接现场主要质量通病

钢结构焊接质量受工艺执行、环境条件等多重因素影响，易出现各类质量隐患。焊接接头处的裂纹缺陷较为突出，多因焊接材料与母材匹配度不足、焊接热输入控制不当导致，焊缝金属与母材结合面形成应力集中区域，进而引发微观裂纹扩展。未焊透与未熔合问题同样频发，这与焊接电流参数选择不合理、坡口加工精度不足密切相关，导致焊缝有效承载截面减小，降低结构整体承载能力。此外，焊缝成形不良现象较为普遍，表现为焊缝宽窄不均、余高超标或咬边严重，不仅影响结构外观质量，更可能形成应力集中点，为后续使用埋下安全隐患。气孔、夹渣等内部缺陷则源于焊接过程中保护气体防护不充分、焊接材料烘干不彻底，杂质残留于焊缝内部，破坏焊缝金属的连续性与致密性^[1]。

1.2 监理现场干预面临的核心困境

监理干预工作在实际开展中面临多重阻碍，导致质量管控效能受限。干预标准的模糊性是关键问题，不同类型钢结构焊接工程的质量要求存在差异，但现行干预标准缺乏针对性细化条款，对特殊工况下的焊接参数管控、环境适应性调整等缺乏明确指引，使得监理干预缺乏精准依据。同时，干预时机的滞后性影响管控效果，焊接施工具有连续性与不可逆性，部分隐

蔽性缺陷在施工过程中难以实时察觉，待后续检验发现时已无法及时整改，只能采取补救措施，增加质量管控成本。此外，监理与施工方的协同衔接不足，施工信息传递不及时、不完整，导致监理无法全面掌握焊接施工的实时动态，难以提前预判质量风险，干预工作陷入被动应对的局面。

2 监理现场干预机制的构建框架与核心环节

2.1 干预机制构建的基础前提

监理现场干预机制的有效构建，需以明确的核心原则与精准的风险定位为基础。核心原则应聚焦质量优先、全程管控、精准高效，确保干预工作始终围绕钢结构焊接质量核心目标，覆盖施工全流程且避免形式化管控。风险定位需基于钢结构焊接的工艺特性，系统梳理影响焊接质量的关键风险因子，包括材料性能波动、工艺参数偏差、环境条件变化、人员操作不规范等，通过对各类风险因子的权重分析，明确干预工作的重点方向与优先级排序，为机制构建提供靶向依据。同时，需充分考量钢结构工程的结构类型、跨度规模、使用环境等个性化特征，确保干预机制具备适配性与灵活性，能够应对不同工程场景下的质量管控需求。

2.2 干预机制的整体构建框架

监理现场干预机制的整体框架遵循“事前预判-事中管控-事后追溯”的闭环逻辑，形成全流程、多层次的管控体系。事前预判层作为机制的前置环节，核心在于建立风险预警体系与管控准备机制。风险预警体系通过整合焊接材料质量检测数据、施工人员资质审核结果、焊接工艺评定报告等信息，运用数据比对与趋势分析方法，提前识别潜在质量风险并发出预警信号。管控准备机制则聚焦于焊接施工前的各项准备工作，包括审核施工方案的合理性、确认焊接材料的合格性、检查施工设备的完好性、核实人员资质的合规性等，从源头规避质量隐患。事中管控层是机制的核心执行环节，以实时监控与动态调

整为核心,通过现场巡查、工艺监督、参数校验等方式,对焊接施工过程进行全程跟踪,及时发现并纠正施工中的偏差行为,确保焊接工艺严格按照既定标准执行。事后追溯层作为机制的保障环节,重点在于建立质量追溯体系与问题整改机制,通过对焊接成品的质量检测记录与分析,追溯质量问题的产生原因,明确责任主体,并制定针对性的整改措施,同时将相关数据纳入工程质量档案,为后续同类工程提供参考[2]。

2.3 干预机制的核心实施环节

事前准备环节的核心在于筑牢质量管控基础,具体涵盖多方面工作。焊接材料管控需建立全流程审核机制,从材料采购源头入手,核查材料的质量证明文件、规格型号与设计要求的一致性,进场后按照规定比例进行抽样检测,确保材料的力学性能、化学成分等指标符合焊接施工要求。施工方案审核聚焦焊接工艺的科学性与可行性,重点审查焊接方法选择、焊接参数设定、坡口形式设计、焊接顺序安排等内容,结合工程实际情况提出优化建议,避免因方案不合理导致质量问题。人员与设备管控则要求对焊接操作人员的资质证书进行严格核验,确认其具备相应的焊接技能与从业经验,同时检查焊接设备的性能参数、校准状态与运行稳定性,确保设备能够满足焊接施工的技术要求。

事中管控环节的关键在于实现实时动态监管,保障焊接过程规范有序。工艺执行监督需聚焦焊接核心参数的控制,包括焊接电流、电压、焊接速度、保护气体流量等,通过现场仪器监测与人工复核相结合的方式,确保参数始终处于合理范围,避免因参数波动引发焊接缺陷。焊接操作规范监督则重点关注操作人员的焊接手法、接头处理、层间清理等行为,及时纠正不规范操作,减少人为因素对焊接质量的影响。环境条件管控针对焊接施工对环境的敏感特性,实时监测施工现场的温度、湿度、风速等环境参数,当环境条件超出焊接允许范围时,督促施工方采取防护措施,如搭建防风棚、使用除湿设备等,确保焊接过程不受恶劣环境干扰。

事后验收环节的核心在于精准评估焊接质量与闭环整改。成品检测需采用无损检测与破坏性检测相结合的方式,对焊缝的外观质量、内部缺陷进行全面排查,外观检测重点检查焊缝的成形、尺寸、咬边、气孔等表面缺陷,内部检测则通过超声波、射线检测等技术手段,识别裂纹、未焊透、夹渣等隐蔽性缺陷。质量评定依据相关国家标准与设计的要求,对检测结果进行综合分析,划分焊缝质量等级,明确合格标准与不合格处置原则[3]。问题整改则针对检测发现的质量缺陷,制定详细的整改方案,明确整改要求、整改时限与责任人员,整改完成后进行复检,确保所有质量问题得到彻底解决,形成“检测-评定-

整改-复检”的闭环管理。

2.4 干预机制的标准支撑体系

监理现场干预机制的有效运行,需依托完善且细化的标准支撑体系,确保各项干预行为有明确依据、可量化执行。质量验收标准应严格遵循国家现行《钢结构工程施工质量验收标准》(GB 50205)等核心规范要求,进一步细化焊缝外观质量的具体验收指标,包括焊缝余高允许偏差、咬边深度与长度限制、气孔直径与分布密度等,明确外观检测的抽样比例与判定规则;针对内部缺陷,需明确超声波检测、射线检测等无损检测方法的适用场景与检测比例,规定不同焊缝等级对应的缺陷当量限值与合格判定标准。同时,结合工程设计文件中对钢结构焊接的特殊要求,如高强度钢材焊接、低温环境焊接等场景,制定针对性的验收细则,补充专项检测项目与合格指标,避免通用标准与工程实际需求脱节,确保质量验收全流程有章可循、精准高效。工艺管控标准需针对不同焊接方法、不同钢材类型制定细化的工艺参数区间,明确焊接预热温度、层间温度、后热处理等关键工艺环节的控制要求,为监理人员开展工艺监督提供具体依据。此外,需建立标准动态更新机制,及时跟进行业技术发展及规范修订情况,对干预机制中的相关标准进行调整优化,确保标准的时效性与适用性。

2.5 干预机制的协同保障机制

监理现场干预并非孤立行为,需建立覆盖多主体、贯穿全流程的协同保障机制,凝聚质量管控合力。监理与施工方的协同聚焦信息共享与沟通协作的深度落地,通过建立三级沟通机制,即每日现场即时沟通、每周技术交底会议、每月质量分析会议,确保监理人员实时掌握焊接施工进度、工艺执行动态、材料进场情况等信息,施工方及时获取监理提出的问题整改要求、工艺优化建议与质量管控重点。同时,搭建数字化信息共享平台,整合焊接材料检测报告、施工人员资质信息、焊接参数实时数据、质量检测结果等内容,实现信息实时上传、在线查阅与追溯,打破信息壁垒,形成双向互动、高效衔接的管控模式。监理与建设、设计、检测单位的协同则体现在质量问题的联合处置上,针对复杂的焊接质量缺陷,组织各方共同分析原因、制定解决方案,确保整改措施科学合理。同时,建立协同责任追究机制,明确各方在质量管控中的职责分工,对因协同不力导致质量问题的相关主体进行责任追究,倒逼协同机制有效落地[4]。

3 闭环干预机制的执行策略与质量保障成效

3.1 闭环干预机制的精准执行策略

闭环干预机制的执行需依托标准化的流程管控与动态化的调整机制。流程管控聚焦“事前-事中-事后”各环节的衔接与

落地,事前阶段严格落实风险预警结果的处置流程,根据预警等级制定差异化管控措施,对高风险项实施专项审核与重点监控;事中阶段建立常态化巡查与定点监督相结合的模式,按照既定频次开展现场检查,对焊接关键工序实施全程旁站监督,确保工艺参数与操作规范的执行到位,同时通过实时数据采集与分析,及时发现参数偏离等异常情况并启动调整程序;事后阶段严格执行质量追溯与整改流程,对检测发现的质量问题进行分级分类处置,明确整改流程与复检标准,确保问题整改闭环。动态调整机制则基于施工过程中的实际情况,结合质量检测数据、环境变化等因素,对干预措施的强度、频次与方式进行灵活优化,当焊接质量稳定性较高时可适当调整监督频次,当出现质量波动时则强化干预力度,确保机制执行的针对性与有效性。

3.2 执行过程中的协同管控措施

协同管控是保障闭环干预机制高效运行的关键支撑。监理单位需与施工方建立实时沟通机制,通过定期技术交底、现场即时沟通等方式,确保干预要求准确传递,施工方的反馈信息及时响应,形成双向联动的管控格局。针对焊接施工中的交叉作业、多班组协同等场景,建立跨环节协同监督机制,明确各环节的质量责任边界与衔接要求,避免因责任不清、沟通不畅导致干预脱节。同时,整合检测单位的技术资源,建立检测数据共享机制,及时获取焊接材料检测、焊缝无损检测等结果,将检测数据作为干预调整与质量判定的重要依据,实现监理干预与质量检测的深度协同,提升管控决策的科学性。

参考文献:

- [1] 李雯.建筑工程中钢结构设计与施工关键技术分析[J].现代工业工程,2026(1):45-48.
- [2] 武金林.有关建筑工程钢结构焊接施工技术应用要点的探索[J].中国建筑金属结构,2025,24(14):16-18.
- [3] 邓立超.钢结构建筑工程施工质量控制分析[J].新材料·新装饰,2026,8(1):155-158.
- [4] 罗增辉.建筑工程钢结构施工技术的焊接工艺与质量控制研究[J].陕西建筑,2025(6):150-154.
- [5] 覃朗.建筑工程中钢结构安装焊接施工技术[J].新潮电子,2025(9):169-171.

3.3 闭环干预机制的质量保障成效

闭环干预机制的有效执行,在钢结构焊接质量管控中呈现显著成效。焊接缺陷发生率大幅降低,通过事前风险预判与源头管控,材料不合格、方案不合理等引发的质量隐患得到有效规避;事中实时监控与动态调整,及时纠正工艺参数偏差与操作不规范行为,裂纹、未焊透等关键缺陷发生率显著下降。焊接质量稳定性显著提升,标准化的干预流程与统一的质量标准,确保不同施工阶段、不同作业班组的焊接质量保持一致,焊缝外观质量、内部缺陷检测合格率均达到相关规范要求。工程质量管控效率持续优化,闭环管理模式减少了质量问题的重复出现与返工整改,降低了质量管控成本与工期延误风险,同时形成的质量追溯档案为工程后期运维与同类工程施工提供了宝贵参考,推动钢结构焊接质量管控向标准化、精细化方向发展^[5]。

4 结语

钢结构焊接质量的有效管控离不开科学完善的监理现场干预机制。本文构建的闭环干预机制,以全流程管控为核心,通过明确构建基础、核心环节、执行策略与协同保障,形成了覆盖“事前-事中-事后”的完整管控体系。该机制的实践应用,有效解决了焊接质量通病与监理干预困境,显著提升了焊接质量稳定性与管控效率。未来,需持续优化机制适配性,结合行业技术发展动态更新标准体系,为建筑工程钢结构焊接质量提供更可靠的保障。