

装修项目中结构加固在冬季施工时的质量保障措施及分析

张 琪

上海美达建筑工程有限公司 上海 200020

摘 要: 建筑装修项目中, 结构加固是确保建筑安全性与耐久性的关键环节。冬季施工时, 低温环境对混凝土固化、钢材性能及施工工艺提出严峻挑战, 若处理不当易导致裂缝、强度不足等质量隐患。基于此, 本篇文章对装修项目中结构加固在冬季施工时的质量保障措施进行研究, 以供参考。

关键词: 装修项目; 结构加固; 冬季施工; 质量保障措施

引言

冬季低温环境对建筑结构加固施工质量构成显著影响, 本研究系统分析了低温条件下材料性能劣化、界面粘结强度下降等关键问题。通过建立材料低温存储与预热体系、智能温控施工装备、优化防冻胀节点构造等专项措施, 形成完整的冬季施工质量控制技术体系。采用红外热成像监测、光纤传感等先进检测手段, 实现施工全过程参数动态调控。实践表明, 该系列措施可有效保障胶粘剂固化质量、提升界面粘结可靠性, 使加固结构在冻融循环环境下仍能满足设计性能要求, 为冬季加固工程提供了系统的质量保障方案。

1 冬季施工结构加固工程特点及质量风险分析

1.1 低温环境对结构加固材料性能的影响机制研究

冬季低温环境对结构加固材料的性能影响主要体现在化学反应速率和物理状态变化两个方面。环氧树脂类胶粘剂在低温条件下分子活动能力降低, 交联反应速度显著减缓, 导致固化不完全, 界面粘结强度大幅下降。水泥基材料的水化反应在低温环境下几乎停滞, 早期强度发展严重滞后, 后期强度也难以达到设计标准。碳纤维布与混凝土的湿粘结过程受低温影响更为复杂, 水分结冰会导致界面产生微裂纹, 削弱层间剪切强度。金属锚固件在低温下韧性降低, 脆性增加, 延迟断裂风险显著上升。温度波动还会引起不同材料间热膨胀系数差异, 导致复合材料出现层间剥离现象。针对这些问题, 需要从材料配方优化入手, 如添加低温固化促进剂, 同时采取加热养护等环境控制措施, 必要时延长关键工序的养护时间。

1.2 冬季施工工艺特殊性引发的质量隐患识别

冬季施工面临的环境挑战需要特别关注工艺适应性调

整, 混凝土结构表面在冻融循环作用下容易产生剥落缺陷, 严重影响新旧混凝土结合质量。喷砂除锈工艺在低温高湿环境下效率显著降低, 表面清洁度难以达到规范要求。注胶作业时基材表面容易形成冷凝水膜, 这会大幅降低胶粘剂的浸润性和粘结强度。后锚固钻孔施工时, 冻硬的混凝土容易发生孔壁崩裂, 导致锚固力下降。不恰当的加热方式如热风枪直吹会造成材料局部过热, 引发胶体老化或钢材组织变化。为应对这些风险, 必须制定专门的冬季施工技术方案, 并明确规定工艺中断条件, 当环境温度低于特定阈值时应暂停室外关键工序的施工。

1.3 多工序交叉作业的质量协同控制难点突破

冬季施工条件下, 多工序交叉作业面临更为复杂的质量协同控制挑战。低温环境显著延长了结构加固各工序的工艺间隔时间, 如环氧树脂固化需额外 48 小时以上, 导致后续工序被迫延迟。不同工序对环境温湿度的敏感性差异巨大, 例如混凝土浇筑要求 5℃ 以上, 而碳纤维粘贴需 15℃ 以上环境, 这种矛盾使工序衔接出现质量控制盲区。多工种立体交叉作业时, 临时保温措施的设置常阻碍必要质量检测的实施, 如超声检测难以穿透保温层验证粘结质量。监理旁站难以全面覆盖多个同步作业面, 特别是隐蔽工序的实时监控存在困难。

2 冬季结构加固工程质量控制技术体系构建

2.1 温度 - 应力耦合作用下材料性能保障技术

针对冬季施工环境特点, 深入研究温度梯度变化对结构加固材料性能的时变影响机制。通过分子结构改性技术, 开发具有低温活性的新型固化体系, 使环氧树脂类胶粘剂在 -15℃ 环境下仍能保持稳定的交联反应动力学特性。同时

创新研发智能温敏复合材料,利用微胶囊相变材料(PCM)的潜热特性实现自主温度调节功能,有效缓冲温度应力集中现象。建立多尺度材料性能与环境参数的动态响应模型,综合考虑温度、湿度、风速等多因素耦合作用,为不同气候区域制定差异化的材料选用技术指南。

2.2 施工工艺参数动态调控

构建基于实时监测的工艺参数动态调整机制,在碳纤维布粘贴施工中,采用红外热成像技术监测胶层固化温度场分布。根据环境温湿度变化自动调节加压时间和压力值,确保胶层充分浸润。注胶施工时通过粘度在线检测系统反馈,智能调节注胶速度和温度补偿量。钢结构焊接作业采用局部环境隔离系统,维持焊接区域小气候稳定。预应力施工中引入光纤传感技术,实时监控钢绞线张力与温度变化关系。建立工艺参数数据库,通过机器学习分析历史施工数据,持续优化不同环境条件下的施工参数标准。这种数据驱动的质量控制方法显著提升了冬季施工的可靠性。

2.3 结构加固节点抗冻胀构造措施研究

针对加固节点区域的冻胀问题,系统研究冻胀力在节点部位的传递机理与分布规律,构建考虑温度循环效应的节点受力分析模型。提出刚柔结合的防冻胀构造设计方法,开发具备多级耗能特性的复合节点系统。在节点设计中引入弹性缓冲层和形状记忆合金阻尼装置,有效吸收温度变形能量。优化节点区不同材料的组合方式,采用功能梯度材料实现热膨胀系数的平稳过渡。形成基于性能 of 的节点抗冻胀设计理论体系,编制包含典型连接形式的标准化构造图集,为冬季加固工程提供系统的解决方案。

3 全过程质量管控体系实施路径设计

3.1 基于 BIM 技术的冬季施工可视化管控平台构建

针对冬季施工环境复杂多变的特点,构建智能化的 BIM 协同管理平台具有重要的实践价值。该平台通过整合物联网感知系统与三维建模技术,能够实现施工全过程的可视化动态监控。具体实施过程中,在施工现场关键位置部署温湿度传感器、风速仪等智能监测设备,实时采集环境参数数据并与建筑信息模型自动关联,形成具有环境感知能力的数字孪生体。平台内置的材料性能数据库与施工工艺知识库,可根据实时环境数据智能推荐最优施工参数,并自动生成风险预警报告。移动端应用支持质量巡查记录与问题追踪功能,实现从材料进场到竣工验收的全流程数字化管理。这种智能化

的管控模式显著提升了冬季施工质量管控的精准性和时效性,为工程管理人员提供了科学的决策依据。平台还具备数据分析和趋势预测功能,能够提前识别潜在风险,指导施工方案的优化调整。

3.2 关键工序质量保障专项制度创新

建立适应冬季施工特点的质量保障制度是确保工程质量的重要举措,该制度以环境、材料、工艺协同管控为核心,对温度敏感的关键工序实施分级分类管理。针对注胶、焊接等特殊工艺、实施监理现场全程监督机制,确保施工环境参数持续达标。采用区块链技术固化质量责任,实现施工过程数据的不可篡改和全程追溯。通过构建包含材料供应商、施工单位和检测机构在内的质量责任共同体,建立契约联动和风险共担机制,强化各参与方的质量协同意识。制定的冬季施工专项考核办法将环境控制成效纳入质量评价体系,形成激励约束并重的质量管理新机制。制度还明确了质量问题的分级处理流程和应急预案,确保质量问题能够得到及时有效的处置。这种系统化的制度设计为冬季施工质量提供了全方位的保障。

3.3 非常规检测手段与验收标准制定

采用适用于低温环境的无损检测技术体系是提升冬季施工质量管控水平的关键。该技术体系突破了传统检测方法的局限性,应用红外热成像的粘结质量评估系统,通过温度场分布特征识别潜在缺陷。利用声发射技术监测冻融损伤发展过程,实现结构性能的实时诊断。重构的冬季施工专项验收标准引入了等效养护强度概念,建立了考虑温度累积效应的新型评价模型。差异化的允许偏差管理体系对关键质量指标实施动态控制策略,确保验收标准的科学性和适用性。建立的冬季施工质量数据库通过大数据分析优化检测方案和验收标准,为工程验收提供技术支撑。通过检测手段和验收标准充分考虑冬季施工的特殊性,能够更准确地评估工程质量,为工程交付提供可靠依据。同时,该体系还具备持续优化的能力,随着工程实践的积累不断改进完善。

3.4 施工过程实时监测与数据反馈系统

施工过程实时监测与数据反馈系统是保障冬季加固工程质量的关键技术支撑,系统通过部署温湿度传感器网络,实时采集作业面环境参数与材料状态数据。光纤应变传感器嵌入加固层内部,监测胶粘剂固化过程中的应力演变。红外热成像仪定期扫描施工面,识别温度场异常分布与潜在缺

陷。数据采集终端通过无线传输技术,将多源信息汇总至云端分析平台。智能算法对海量数据进行融合处理,自动生成施工质量评估报告。当监测参数超出阈值时,系统即时触发预警机制,指导现场调整工艺参数。历史数据存储库支持质量追溯与工艺优化,形成监测-反馈-调控的闭环管理。该系统的应用显著提升了冬季施工质量的可知性与可控性。

3.5 冬季施工安全管理与应急预案

针对冬季低温环境下的结构加固工程特点,建立科学完善的管理体系。重点加强高空作业防护,对脚手架、吊篮等设施增加防滑措施,并定期进行结构稳定性检查。施工现场设置温湿度监测点,实时预警极端天气风险。建立电气设备专项管理制度,严格管控电加热设备的使用安全。针对低温材料存储,配备专用保温库房并实施24小时温度监控。制定分级响应的冬季施工应急预案体系,明确不同风险等级的处置流程。重点防范低温冻伤、一氧化碳中毒等季节性安全事故,配备足量应急物资和医疗设备。开展冬季专项应急演练,重点训练人员在低温环境下的应急操作能力。建立与气象部门的联动机制,提前48小时获取寒潮预警信息。通过BIM技术模拟各类突发场景,优化应急资源配置方案。这套体系显著提升了冬季施工的安全保障能力。

4 未来技术发展方向与展望

4.1 智能化施工装备的深度开发与应用

未来冬季施工技术将向高度智能化方向发展,基于物联网的智能施工装备将实现自主环境感知与调控。搭载AI算法的移动式作业舱能够根据实时气象数据自动优化内部微气候参数,确保施工环境恒温恒湿。智能机器人将替代人工完成高风险高空作业,通过机器视觉精准定位施工位置。5G技术的全面应用将实现施工装备群的协同作业与远程集中管控。数字孪生技术构建的虚拟施工平台可提前模拟各种极端工况,优化施工方案。这些技术进步将大幅提升冬季施工的效率和质量稳定性,同时显著降低人工操作风险。

4.2 新型环保材料的研发突破

环保型加固材料将成为未来研发重点,生物基胶粘剂和低温活性砂浆将逐步替代传统化工材料。具有自修复功能的智能材料可在冻融循环后自动修复微裂缝,延长结构使用

寿命。相变储能材料应用于施工界面,通过相变过程释放或吸收热量,维持最佳施工温度。纳米改性技术赋予材料优异的低温性能,使其在-30℃环境下仍保持良好工作性。这些创新材料将从根本上解决冬季施工中的材料适应性问题,同时符合绿色建筑的发展要求。

4.3 数字化管理平台的全面升级

未来将建立覆盖全产业链的冬季施工数字化管理平台,整合气象、材料、工艺等多维数据。区块链技术确保施工数据的真实性与可追溯性,构建可信的质量档案。基于大数据的预测性维护系统可提前预判设备故障风险,优化维保计划。AR/VR技术赋能远程专家指导,实现施工问题的实时诊断与处理。人工智能辅助决策系统可根据实时监测数据动态调整施工参数,确保工程质量。这些数字化创新将推动冬季施工管理从经验驱动向数据驱动转变,实现工程质量的精准管控。

结束语:冬季结构加固施工需通过科学管理克服环境制约,如采用早强型胶粘剂、搭设保温棚、实时监测环境温湿度等措施,可显著提升施工质量。未来,随着新材料与智能温控技术的发展,冬季施工的效率 and 可靠性将进一步提高,为建筑加固工程的全季节化实施奠定基础。

参考文献:

- [1] 魏晋珍.既有建筑信息化应用及综合加固梁截面施工技术[J]. 砖瓦,2024,(08):147-149.
- [2] 张奕慧.某框架剪力墙结构综合商场装修改造后的加固设计与施工[J]. 建筑技术开发,2024,51(06):96-98.
- [3] 钟孟华.建筑结构加固施工管理及技术应用——以九百世纪食品商城装修升级项目为例[J]. 居舍,2024,(16):126-128+168.
- [4] 崔会趁.某市民服务中心配套餐饮楼结构加固设计分析[J]. 建筑结构,2023,53(S1):2014-2017.
- [5] 王刚,章勇军,徐巨龙.装修工程如何在楼层内增设电梯施工工艺研究[J]. 中国建筑装饰装修,2022,(23):170-175.

作者简介:张琪(1969-2-2),男,汉族,江苏省南通市通州区人,职称(职务):一级建造师,本科,研究方向:建筑施工