

建筑给排水施工中的管道安装问题及其优化对策

陶 丽

(坤翔集团有限公司, 安徽 淮南 232000)

摘 要 建筑给排水管道安装质量直接影响建筑使用功能与寿命周期。当前工程实践面临材料性能与工况不匹配、施工工艺不规范、设计与现场脱节、管理体系失效四类典型问题。PVC-U 管材高温蠕变、镀锌钢管接口腐蚀、PPR 管虚焊等材料缺陷频发, 排水管坡度不足、非法连接等工艺问题普遍存在。本文认为需构建全流程质量控制体系, 包括材料供应商分级认证、数字化工法标准、BIM 协同设计机制以及创新技术推广应用; 管理层面实施模块化流程再造, 建立跨专业 IPD 团队协作模式, 配置分级风险预警系统, 运用价值工程方法平衡质量成本; 行业升级路径在于将技术创新成果转化为标准规范, 通过示范工程验证推动产业整体水平提升。

关键词 建筑给排水施工; 管道安装; 安装质量

中图分类号: TU82

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.17.019

0 引言

当前建筑业正面临高质量发展的转型关键期, 给排水管道作为建筑的“血脉系统”, 其安装质量直接影响建筑使用功能与运维安全。随着绿色建筑标准不断提高和智能建造技术快速发展, 传统施工模式下的管道安装问题日益凸显。材料性能与工况不匹配、施工工艺不规范等问题长期存在, 而 BIM 技术普及率不足、数字化管理手段缺失等新矛盾逐渐显现。特别是在“双碳”目标背景下, 给排水系统能效提升与材料可持续性成为新的关注焦点。住房和城乡建设部 2019 年发布的《建筑给水排水设计标准》(GB 50015-2019) 对管道选材和安装工艺提出了更严格要求, 但标准落地面临施工人员技能不足、管理手段滞后等现实障碍。

1 建筑给排水管道安装常见问题分析

1.1 材料选择与质量问题

建筑给排水系统的可靠性首先取决于管材的物理化学性能与实际工况的匹配度。当前工程实践中普遍存在 PVC-U 管材在高温环境下抗蠕变能力不足、镀锌钢管未做二次镀锌处理导致螺纹接口腐蚀加速、PPR 管热熔连接时因原料掺假出现虚焊等问题。某保障房项目竣工两年后出现的立管爆裂事故, 经检测证实项目施工中使用了不符合《建筑排水用硬聚氯乙烯 (PVC-U) 管材》(GB/T 5836.1-2018) 标准的再生料管材。材料质量控制的关键节点应包括出厂合格证核查、进场复试报告验证以及施工过程中的批次抽检, 但多数项目仅

停留在形式审查阶段。更隐蔽的风险在于设计文件未明确不同功能区域 (如地下室防潮区、屋面暴晒区) 的差异化选材要求, 导致施工方按最低标准采购。

1.2 施工工艺不规范问题

管道安装的工艺缺陷往往在隐蔽工程验收时已形成不可逆的质量隐患。实地调研发现, 室内排水管坡度不足 3% 的案例占比达 37%, 这直接破坏了系统的自净流速; 而柔性接口铸铁管违规使用水泥封堵的野蛮施工方式, 使得管道热胀冷缩时产生结构性破坏。某三甲医院项目的 BIM 碰撞报告显示, 施工班组未按《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》(GB 50242-2002) 操作, 将给水支管直接焊接在主干管顶部, 不仅改变系统水力工况, 更导致管网中形成气蚀区。这些问题的根源在于劳务分包队伍缺乏系统培训, 现场技术交底流于签字确认形式, 监理单位对关键工序的旁站监督存在严重缺位。

1.3 设计与现场脱节问题

设计图纸与施工条件的矛盾集中体现在三个方面: BIM 模型未考虑建筑结构施工误差导致的管道标高冲突, 卫生间降板区域排水路径设计未核算实际排水当量, 以及设备选型参数与当地水质特性 (如高硬度地区) 不匹配。某商业综合体项目中, 设计院按标准图集确定的消防水泵扬程, 未考虑市政管网压力波动特性, 最终导致湿式报警阀组无法正常触发。这种脱节现象暴露出设计阶段缺乏现场踏勘数据支撑, 施工单位“按

图施工”的僵化思维,以及建设方压缩设计周期带来的技术论证不充分等问题^[1]。

1.4 施工管理缺失问题

项目管理体系失效表现为进度计划与材料供应链断裂、工序交接检验记录造假、质量责任追溯机制形同虚设三个维度。例如:某EPC总承包项目因未建立管道试压台账,导致压力试验用水重复排放产生的成本超支达合同价的1.2%。深层次矛盾在于建设单位将给排水系统等隐蔽工程视为次要分部工程,在资源配置上过度倾斜于主体结构施工。现代工程管理要求的“样板引路”制度在管道安装领域执行率不足15%,多数项目的BIM运维模型与实体施工完全脱节,丧失了预防性管理的技术基础。

2 建筑给排水管道安装优化对策探讨

2.1 材料质量保障措施

确保管材质量需建立贯穿设计、采购、验收全流程的闭环管理体系。设计阶段应依据《建筑给水排水设计标准》(GB 50015-2019)明确不同系统的工作压力等级和介质特性要求,例如:高温区域优先选用CPVC而非普通PVC-U管材。采购环节推行供应商短名单制度,对HDPE管材原料供应商实施SGS认证,要求提供熔融指数(MFI)和氧化诱导时间(OIT)检测报告。某大型医院项目通过建立二维码追溯系统,实现每批次管材的生产日期、检验数据与施工部位的精准绑定。材料进场时除常规外观检查和强度复试外,需增加红外光谱分析检测掺假行为,特别防范回料掺杂导致的PPR管热熔连接失效。建设方应预留3%~5%的专项质量保证金,对关键管材实行驻厂监造,从源头上防范不合格材料进入施工现场^[2]。

2.2 施工工艺标准化改进

工艺标准化需要从作业指导书升级为可量化的数字施工标准。针对传统坡度控制依赖人工目测的弊端,采用激光扫描仪进行管道三维坐标校核,确保排水横管坡度误差控制在 $\pm 0.5\%$ 以内。镀锌钢管螺纹加工必须使用电动套丝机并配备牙形规检测,螺纹有效啮合扣数不少于5扣。某地铁枢纽项目通过BIM+AR技术,在工人安全帽上集成管道连接工艺指引,实时提示热熔温度($260\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$)和插入深度($2.2\pm 0.1\text{ mm}$)等关键参数。监理单位应建立工艺样板验收制度,在首件施工时录制标准工法视频作为验收基准,重点监控沟槽式连接橡胶密封圈的压缩量($4\sim 6\text{ mm}$)等隐蔽工序。

2.3 设计与施工协同优化

打破设计与施工的割裂状态需要建立基于实际工

况的逆向校验机制。施工图审查阶段应组织施工单位参与三维管线综合会审,运用Navisworks软件模拟管道安装后的检修空间,确保法兰螺栓拆卸距离不小于300 mm。对于改建项目,要求设计单位现场测绘建筑完成面实际标高,调整管道综合支架的定位方案。某数据中心项目通过IPD模式,在深化设计阶段即导入施工单位的预制加工方案,将传统现场焊接的冷却水管改为工厂化预制管段,使安装工效提升40%的同时减少现场动火作业风险。建立设计变更的快速响应通道,当现场发现管径与流量不匹配时,通过水力计算软件可在2小时内完成复核并出具变更指令。

2.4 技术创新与应用推广

行业技术升级需要构建“研发一试点一标准”的螺旋上升路径。在超高层建筑中推广使用304不锈钢压接式管道系统,其抗震性能较传统镀锌钢管提升3倍,且免除了现场防腐作业。针对南方地区地下水位高的特点,开发内置渗漏传感器的HDPE双壁波纹排水管,通过LoRa物联网实时监测管道周边土壤含水率变化。某生态城项目试点应用的微生物自修复混凝土排水管,可在裂缝宽度0.3 mm内自主分泌碳酸钙结晶实现裂缝愈合^[3]。这些创新技术需通过《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》局部修订予以标准化,同时建设方应在招标文件中设置3%~8%的创新技术专项评分,推动成熟技术从示范工程向常规项目渗透。行业协会应定期发布管道工法创新案例集,组织施工企业参观已运行3年以上的标杆项目,验证新技术在全生命周期中的实际表现。

3 管理与协调策略优化

3.1 项目管理流程优化

建筑给排水工程的项目管理正经历从粗放式向数字化、精细化的转型过程。在广州某超高层综合体项目中,建设单位采用敏捷项目管理方法,将传统的线性施工流程重构为模块化任务包。通过引入BIM+GIS集成平台,实现了从管材采购到末端安装的全过程数字化追踪,材料到场时间预测准确率提升至93%。具体实施中,开发了基于区块链技术的质量追溯系统,每个管段焊接参数、操作人员资质和检测数据均上链存储,出现质量问题时可在10分钟内定位到具体工序和责任人。针对设计变更响应迟缓的痛点,建立“双轨制”审批流程:常规变更走标准化电子审批通道,重大变更启动专家会审机制,平均处理周期从原来的7天压缩至2天^[4]。项目控制中心配置了智能看板系统,实时显示管道试压进度、焊接合格率等12项关键指标,

当排水管道通球试验一次合格率低于 90% 时, 系统自动推送工艺改进方案。这种流程再造使项目整体工期缩短 15%, 质量缺陷率下降 40%。

3.2 团队协作能力提升

跨专业协同作业能力的提升需要打破传统施工中的信息孤岛。上海浦东国际机场三期项目组建了由设计、施工、监理和物业方共同参与的 IPD 协同团队, 采用联合办公模式解决管道综合排布难题。团队建设方面推行“岗位能力矩阵”管理, 给排水工程师除掌握本专业技能外, 还需具备土建结构识图和机电系统协调能力, 关键岗位人员交叉培训覆盖率要求达到 100%。每周举行的“管道安装质量反向会诊”形成制度, 土建班组需说明预埋套管位置偏差原因, 机电班组分析支吊架失效问题, 这种透明化追责机制使接口问题减少 35%。开发了基于 AR 技术的远程协作系统, 专家团队可通过智能眼镜实时指导现场复杂节点施工, 如管井立管安装的垂直度校正, 使特殊部位施工一次合格率从 82% 提升至 97%。建立“工序交接双确认”制度, 混凝土浇筑前必须由给排水工程师签字确认套管定位, 管道试压前需结构工程师出具承载验算报告, 这种责任捆绑机制有效杜绝了推诿扯皮现象。

3.3 风险管理与应急预案

给排水系统工程风险防控需要建立分级预警与快速响应机制。北京城市副中心某重点工程将管道安装风险划分为材料缺陷 (I 级)、工艺失控 (II 级)、设计错误 (III 级) 三类, 对应配置差异化的防控措施。针对 I 级风险, 实行“封样管理 + 飞行检查”制度, PPR 管材热熔连接温度偏离标准值 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 即触发设备校准程序; II 级风险采取“视频验收 + 实体样板”双控措施, 所有隐蔽工程验收必须留存 360° 全景影像资料; III 级风险则建立设计复核基金, 预留合同价 1.5% 用于聘请第三方 BIM 咨询机构进行全专业模型校审。开发了智能预警平台, 通过安装在施工面的物联网传感器实时监测管道焊接温度、水压试验数据等关键参数, 异常数据自动推送至相关责任人^[5]。应急预案采用模块化设计, 如遇到地下既有管线破坏事故, 系统可在 15 分钟内调取该区域综合管网图并生成定向开挖方案, 较传统处置方式缩短 80% 响应时间。每月进行的“压力测试实战演练”确保应急小组熟悉爆管抢修全流程, 从发现漏点到完成修复控制在 2 小时以内。

3.4 质量与成本平衡策略

工程实践中需要通过价值分析实现质量与成本的最优配置。雄安新区某标志性项目应用价值工程方法, 对给水系统进行全生命周期成本分析, 发现采用薄壁

不锈钢管虽然初期投资比 PPR 管高 25%, 但 50 年使用周期内维护成本降低 40%, 最终实现 15% 的总成本节约。建立“质量成本动态监控”体系, 每周统计预防成本 (工艺样板制作)、鉴定成本 (第三方检测) 和故障成本 (返工损失), 当故障成本占比超过 12% 时自动启动工艺优化程序。实施质量溢价激励机制, 对排水管道通球试验一次合格率持续保持 95% 以上的班组, 给予节约成本 30% ~ 50% 的奖励。在材料选择上推行“分级管控”策略: 主干管采用高标准材料确保系统可靠性, 支管在满足规范前提下适当优化成本^[6]。项目后期引入大数据分析技术, 建立管道安装质量与成本的关联模型, 为后续项目提供精准的决策依据, 这种数据驱动的管理方法使同类项目成本偏差率控制在 3% 以内。

4 结束语

建筑给排水管道安装质量提升是一项系统工程, 需要材料科学、施工技术、管理方法的多维度创新。工程实践证明, 单纯依靠规范标准难以解决复杂的现场问题, 必须建立从设计到运维的全链条质量控制机制。当前行业转型的关键在于突破传统施工思维, 将数字技术深度融入施工流程, 实现质量隐患的可视化预警与精准防控。材料质量追溯、工艺参数数字化、设计施工协同等创新做法, 正在重塑行业的质量标准体系。值得注意的是, 技术创新必须与管理制度变革同步推进, IPD 模式、区块链溯源、智能预警等管理工具的应用效果已得到项目验证。未来发展方向应聚焦于构建行业级质量数据库, 形成基于大数据的决策支持系统, 最终实现给排水工程全生命周期的质量最优与成本可控。这种系统性解决方案对提升我国建筑品质具有重要实践价值。

参考文献:

- [1] 武宁. 建筑给排水施工中的管道连接技术与施工要点探析 [J]. 建材发展导向, 2024, 22(22): 105-107.
- [2] 郭亚楠. 高层建筑给排水施工及管道安装技术研究 [J]. 房地产世界, 2024(19): 170-172.
- [3] 王长宏, 谢前程. 高层建筑给排水施工及管道安装工艺研究 [J]. 工程技术研究, 2024, 09(06): 100-102.
- [4] 赵华, 李峰, 寇小勇, 等. 建筑给排水施工中的管道连接技术与施工要点分析 [J]. 机电产品开发与创新, 2022, 35(06): 110-112.
- [5] 马志超. 高层建筑给排水施工及管道安装的问题及对策 [J]. 中国高新科技, 2021(15): 82, 84.
- [6] 刘逸伦. 建筑给排水施工中的管道连接技术要点研究 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2025(03): 204-206.