

Construction standardization process and quality control strategy of prefabricated building water supply and drainage construction

Chuanmin Zhu

10th Geological Team, Jiangxi Provincial Bureau of Geology, Ji'an, Jiangxi, 335000, China

Abstract

To enhance the construction efficiency and quality stability of water supply and drainage systems in prefabricated buildings, this paper focuses on the collaborative path of standardized process construction and full-process quality control strategies. The study outlines the process logic of construction stages from component prefabrication, on-site assembly, to information integration, and proposes process segmentation and optimization suggestions tailored to the characteristics of prefabricated buildings. In terms of quality control, it constructs a systematic quality control mechanism by integrating prefabrication accuracy, joint sealing, and construction traceability requirements. The research findings can provide technical support for the standardization implementation and quality improvement of water systems in prefabricated buildings.

Keywords

prefabricated building; water supply and drainage; construction process; quality control

装配式建筑给水排水施工标准化流程构建与质量控制策略

朱传民

江西省地质局第十地质大队, 中国 · 江西 吉安 335000

摘 要

为提升装配式建筑给水排水系统的施工效率与质量稳定性, 本文聚焦标准化流程构建与全过程质量控制策略的协同路径。研究从构件预制、现场装配及信息集成三个阶段出发梳理了施工环节的工艺逻辑, 并提出适配装配式特征的流程划分与优化建议。质量控制方面则结合预制精度、接口密封与施工追溯需求来构建出系统化的质量控制机制。研究结果可为装配式建筑水系统的标准化实施与品质提升提供技术支撑。

关键词

装配式建筑; 给水排水; 施工流程; 质量控制

1 引言

建筑工业化进程加快使得装配式建筑在住宅、办公及公共建筑等领域得到广泛应用。给水排水系统作为建筑功能运行的关键组成部分, 其施工质量直接关系到使用安全与居住体验。装配式建筑模式下传统的现场湿作业被大幅压缩, 构件预制、现场装配及机电系统集成等环节对施工流程的标准化和质量控制提出了更高要求。当前实践中存在管线接口错配、构件预制偏差及节点密封失效等常见问题暴露出流程未统筹、质量控制分段失衡等技术短板。研究装配式建筑中给水排水施工的标准化流程, 并系统构建全过程质量控制机制是保障系统运行稳定性和提升工程品质的关键举措。本文

以流程构建为基础, 探讨各阶段的工艺衔接和管理逻辑进而提出覆盖设计、生产和施工与交付全过程的质量控制策略。

2 装配式建筑给水排水施工标准化流程构建

2.1 构件预制阶段的工艺衔接要求

构建高一致性、高可控性的装配式建筑给水排水系统需在预制阶段确立完整的构件工艺衔接标准, 保证系统组件在结构节点与接口参数上的高度协同^[1]。接口预埋精度直接决定系统密封可靠性与后续装配便捷性, 需采用模块化模具系统和参数化建模方式, 在预制工厂内实现构件接口标准化、规格编码统一与尺寸容差内控, 统一接口模位的边距、角度及标高设计。衔接工艺中预埋管段的定位需匹配建筑信息模型 (BIM) 中设定的轴线坐标, 预埋件与管道套筒的连接节点需在预制模具阶段固化安装孔位, 控制误差在 3 mm 以内, 并借助全模内成型方式避免二次开槽。预制构件的接

【作者简介】朱传民 (1990–), 男, 中国江西吉安人, 本科, 工程师, 从事建筑给排水工程研究。

口密封槽加工需采用数控切割技术来保证槽宽、槽深与预制止水圈匹配，并在构件脱模前完成清理与防护处理，防止毛边与碎渣残留干扰现场连接如图 1。

混凝土保护层与嵌入管道的空腔配比需进行结构应力分析，并基于水压荷载、应变释放与构件受力状态，调整管道端头的抗裂网布布局与混凝土密实度控制方式。工艺流程中应配置带定位夹具的钢筋笼绑定工艺，使预埋管道与主筋

形成协同受力体系，避免因施工晃动或运输震动产生位移偏差。

为提升构件间工艺连接的可复现性，需在预制流程中引入可视化标准工艺图集与数字化校核模块来实现生产与检测数据实时关联，建立构件工艺过程追溯机制^[2]。所有管 件端头应具备二维码标识并嵌入构件唯一标识 ID 与施工位 置信息来支持施工环节的快速识别与定位配对。

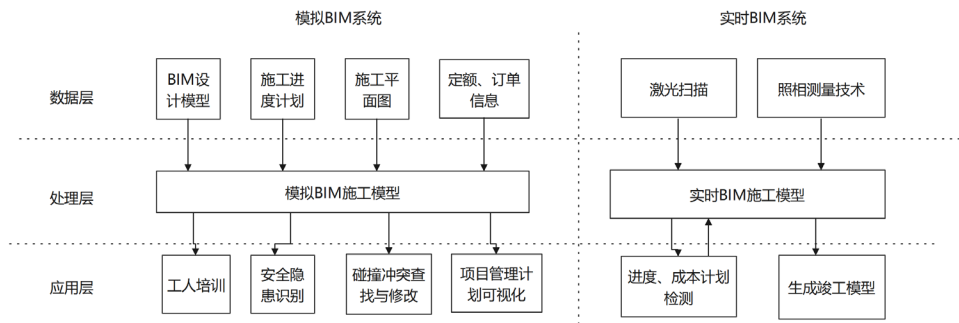


图 1：建筑信息模型（BIM）运行

2.2 现场装配阶段的流程环节划分

现场装配阶段的流程划分应基于构件安装顺序与管线功能分区逻辑展开，构建起层级清晰、责任明晰的装配路径体系^[3]。装配流程划分应体现“结构—管线—系统”一体化施工原则，避免因节点错位或接口错配造成返工风险。基础环节包括定位校核、构件对位、接口密封、系统闭合、功能测试与记录归档六个流程节点。

管线定位校核阶段应结合 BIM 坐标点位与激光投影技术开展高精度构件引导，控制接口中心偏差在 $\pm 2\text{ mm}$ 以内，避免了因接口错口导致系统密封失败^[4]。构件对位阶段需要执行分层分区调度原则，先完成主管道段的就位作业，再依次开展支管拼装与附件安装，保证系统主干结构先稳定再展开分支布设。对位过程中需结合限位定位块与卡扣装置进行机械辅助定位，提升构件拼装效率并减少人工误差干预。接口密封处理要求基于材料适配性与结构负荷等级选择柔性止水构件与刚性固定件联用的方案，密封圈压接深度、径向预压应结合预设标准值控制并现场复测如表 1。

表 1：接口密封材料与压接参数

密封材料类型	推荐压接深度 (mm)	推荐径向 预压 (%)	适配结构 负荷等级	耐温范 围 (℃)
EPDM 密封圈	8	18	中	-40~120
氟橡胶圈	7.5	20	高	-20~200
丁腈橡胶圈	7	22	低	-30~100

系统闭合阶段需构建临时水压测试回路，借助阶段加压与节点观察方式验证各接口在承压状态下的渗漏与变形情况。装配完成后的系统需录入构件信息、连接状态、节点压力等数据并同步上传至工程管理平台，建立全过程装配数据链。

每个流程环节应配置明确的检查要点与验收标准，形成“工序—工点—控制值”三位一体的流程控制体系。对于

接口结构特殊或区域功能复杂的节点，应配置工艺补强措施并形成专项流程包，对高层建筑中楼层转换段、管井穿越段与设备间主干接口的施工顺序、作业方式、防护结构进行预设管理，保证施工现场流程与设计逻辑一致。

2.3 信息集成条件下的施工流程优化

在信息集成条件下，施工流程需实现从传统阶段式作业向数据驱动型流程体系的转型，核心在于构建跨平台、全生命周期的数据协同结构。流程优化应聚焦“计划驱动—数据反馈—自动匹配—实时调整”的逻辑闭环，以信息模型为中枢，实现设计参数、施工状态与监测数据的动态联动。施工全过程需嵌入 BIM 与项目管理系统的双向数据接口，以统一模型驱动材料调度、设备部署与人员作业时序。预制构件到场即进行电子标签扫描并绑定施工位置信息，施工终端接收任务单后自动获取构件属性、接口类型与安装顺序，减少人工解释偏差。作业人员借助可穿戴设备或移动终端实时查看构件三维构造与接口交底视频，提高流程执行一致性。

系统构建阶段应接入传感采集网络，设置节点应力、水压与接口密封状态的实时采集点，将施工过程中的关键参数变化同步上传平台，自动触发流程状态变更或发出干预警报。施工组织可据此调整作业节奏或优化节点施工顺序，实现施工现场与管理平台的同步迭代。工序闭环管理需配合数字工单机制，每道工序完成后系统自动触发验收任务，由检查人员基于可视化模型定位检查点并填报参数。检查数据进入系统后即触发下一工序授权流程，并生成施工质量追溯链。流程中各关键节点的合格率、返工频率与工序耗时将形成动态数据图谱，为流程再优化提供依据。

3 装配式建筑给水排水施工质量控制策略

3.1 预制构件精度控制关键点

预制构件在制造环节的精度控制是决定装配式给排水

系统质量稳定性的基础环节。预制工艺须构建“模型-模具-构件”三维一体的闭环精度控制体系,并借助高容差标准压缩接口误差传播。精度管控起点在于信息模型的参数设定阶段,建模应采用三维坐标约束系统,统一各接口、嵌件、预埋管道的定位属性,使模型输出具备直接指导模具生产的技术价值。模具系统应配置自动复位基准点,定位精度控制在 $\pm 1.5\text{ mm}$ 范围,并具备动态识别标识,用于全过程模具追溯。模板制造阶段需采用机械数控系统以削减人工操作误差,各接口孔位加工采用五轴联动设备完成定向开设与切削调整,控制接缝槽宽误差 $\leq 1\text{ mm}$ 。模具装配完成后开展预装定位模拟,使用激光扫描仪反算三维点云,对照模型进行误差热图分析,对偏差点位进行模板修整。钢筋骨架预埋区应采用装配定位夹具与限位锁固机构,保证嵌入管道与管槽平行度、垂直度和对称性满足结构力学配比要求。

混凝土浇筑阶段精度管控应涵盖混合比设计、振捣时间控制与浇筑分层厚度三项变量,借助数字化计量系统控制坍落度与水胶比,防止离析现象影响接口定位区域的密实度。构件脱模前应对预留接口与预埋构件采用点位识别系统进行多角度三维扫描,并对接口深度、密封腔体尺寸和嵌槽完整性进行红外成像复核,构件生产批次关联唯一构件编码并录入信息平台如图2。

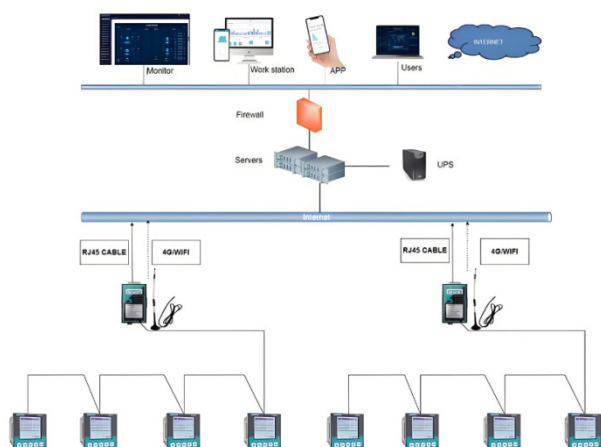


图2：数字化计量系统

3.2 现场接口密封性能保障措施

装配式建筑的接口密封质量依赖于连接构件的结构适配性、密封材料的物理稳定性与作业过程的工艺精准性。接口密封结构需基于压缩恢复比与界面应力传导特性进行选型,以实现管道连接在剪切与轴向变形叠加状态下的双向封堵效应。密封圈材料应具备良好的应力松弛系数与耐化学腐蚀性能,密封构件外形须与接触腔体高度吻合,预压量控制在15%~25%之间,压缩量偏差 $\leq 2\text{ mm}$ 。

接口安装环节中,安装工序应设置三道校核流程:一为接触面清理标准化,采用高压气流清扫与干布擦拭结合,避免碎屑或毛刺干扰密封条粘合面;二为密封构件预装配检验,核查密封圈圆整度、接缝完整性与安装方向一致性;三为接口压接状态实时监测,利用夹具加载力与位移监测系统

分析接口受力分布,判定装配完成状态是否满足标准压紧范围。系统调压试验前所有接口应开展定位校核与装配工况记录,使用精度误差分析仪器进行接口同轴度、端面间距和垂直偏差测定。在接缝环节密封腔设有负压泄露检测孔,进行真空压力泄露测试,检验接口处气密性状态。调压试验中使用数字式水压传感器分区域布设,采集不同接口压力波动响应,借助瞬态波动曲线与理论响应曲线拟合计算,评估密封系统压缩变形与回弹能力。

3.3 施工全过程质量追溯路径

质量追溯系统是装配式给排水系统构建质量可控闭环的核心。全过程追溯应依托数据平台建立“构件身份—施工行为—检测结果—责任主体”四维标签机制,将每一构件的生产与装配过程转化为可检索的结构化记录。构件入场时即进行身份编码绑定,采集二维码或射频识别(RFID)标签来实现入场时间、运输批次和构件编号与BIM模型构建的实时匹配。

每道工序作业完成后施工人员需上传施工行为数据,系统自动生成过程快照并与构件模型状态同步。检测人员需基于工点任务单开展分区域质量校核,测试数据上传后由系统自动匹配设计参数完成初步判定,标记异常点并触发复检流程。所有检测行为与施工行为关联施工责任人标识,形成“工序行为-检测记录-责任链条”的三元映射。系统平台中需构建质量波动模型与风险预警模块,将采集到的关键质量参数与历史工程数据库对比分析,识别偏离区间并自动生成偏差热图,用于界定潜在质量薄弱区段。如某一批次接口密封出现渗漏频率提升、预制尺寸偏差聚集等现象,系统将自动锁定构件批次、施工责任人与关联工点来生成闭环追责链并推送至质量管理部门。

4 结语

装配式建筑给排水系统的质量控制需贯穿构件预制、现场装配与信息化管理全过程,构建以标准化、精细化和可追溯为核心的控制机制。预制构件精度保障接口适配性,密封性能控制保证系统稳定性,质量追溯路径支撑全过程责任闭环。借助建立参数统一、流程闭合和数据联动的质量控制体系,可提升工程可靠性与施工管理水平,实现装配式建筑内部管线系统的集成化、高效化建设目标。

参考文献

- [1] 王丹玉.装配式建筑给排水系统的设计及应用[C]//中国建筑设计研究院有限公司,中国建筑学会建筑给水排水研究分会,上海熊猫机械(集团)有限公司,北京大可文化会展服务有限责任公司.第16届建筑给水排水大会论文集(2024).中国船舶集团国际工程有限公司,2024:857-867.
- [2] 范碧玉.装配式建筑给排水设计分析[J].安徽建筑,2023,30(05):94-95+120.
- [3] 党潇音.装配式建筑给排水系统的设计及应用[J].科技创新与应用,2020,(18):88-89.
- [4] 张淑娟.装配式建筑给排水系统应用研究[J].城市建设理论研究(电子版),2019,(35):19.