

# Exploring the key construction techniques and core measures for on-site quality control of prefabricated civil engineering structures

Tao Guan Shigang Hao

Zhejiang Industrial Equipment Installation Group Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310001, China

## Abstract

As an important representative of building industrialization and new construction methods, the construction process of prefabricated civil structures has shifted from traditional “on-site forming” to “factory prefabrication on-site assembly”. The construction organization mode, process control points, and quality risk types have undergone systematic changes. The precision of component prefabrication, stability of transportation and hoisting, reliability of node connections, and degree of multi process collaboration have become key factors affecting the overall performance and engineering quality of the structure. This article focuses on the construction process system of prefabricated civil engineering structures, starting from the production of components, on-site installation, node connection, and overall structural forming. It systematically analyzes the key process points and quality sensitive control areas of construction. Based on this, it summarizes the core measures and implementation path of on-site quality control in prefabricated engineering, in order to provide technical reference for the safe construction and quality improvement of prefabricated civil engineering structures.

## Keywords

Prefabricated civil engineering structure; Construction technology; Node connection; Quality Control; On-site management

# 探讨装配式土建结构的施工工艺要点及现场质量控制的核心措施

管涛 郝仕刚

浙江省工业设备安装集团有限公司, 中国·浙江 杭州 310001

## 摘要

装配式土建结构作为建筑工业化与新型建造方式的重要代表,其施工过程由传统“现场成型”向“工厂预制—现场装配”转变,施工组织模式、工艺控制要点及质量风险类型均发生了系统性变化。构件预制精度、运输吊装稳定性、节点连接可靠性以及多工序协同程度,成为影响结构整体性能与工程质量的关键因素。本文围绕装配式土建结构的施工工艺体系,从构件生产、现场安装、节点连接及结构整体成型等环节入手,系统分析施工关键工艺要点与质量敏感控制部位,在此基础上总结装配式工程现场质量控制的核心措施与实施路径,以期对装配式土建结构工程的安全施工与质量提升提供技术参考。

## 关键词

装配式土建结构; 施工工艺; 节点连接; 质量控制; 现场管理

## 1 引言

在建筑工业化与“双碳”目标持续推进的背景下,装配式建筑逐渐成为土建工程领域的重要发展方向。与传统现浇结构相比,装配式土建结构通过将大量构件在工厂内预制成型,并在施工现场完成装配与连接,不仅能够有效提升施工效率、降低现场湿作业比例,而且有助于改善施工环境、提高资源利用效率。然而,装配式施工方式并非简单的施工

环节前移,其在构件精度控制、施工组织衔接及结构整体受力形成等方面,对工程技术与质量管理提出了更高要求。因此,从施工工艺角度系统梳理装配式土建结构的关键技术要点,并结合现场管理实践提出针对性的质量控制措施,具有显著的工程现实意义。

## 2 装配式土建结构施工工艺的整体特征与组织逻辑

装配式土建结构的施工工艺不同于传统现浇结构以现场连续作业为主的施工模式,其核心在于将原本集中于施工现场完成的结构成型过程,拆分并前移至构件工厂化生产与

【作者简介】管涛(1995—),男,中国安徽合肥人,助理工程师,从事建筑施工、装配式、质量控制研究。

现场装配协同实施的多阶段建造过程。该施工模式通过构件预制、现场拼装和节点整合实现结构体系的最终形成，使施工工艺不再依赖单一作业面，而是演变为跨空间、跨阶段的系统性组织过程。在这一背景下，施工工艺的控制重点由单纯的施工操作管理，转向对构件生产精度、现场安装条件及节点施工质量的全过程协同控制。

从施工组织角度分析，装配式土建结构呈现出显著的计划驱动特征。构件生产、运输、吊装和连接工序之间存在严格的时序关系和技术依赖，一旦某一环节出现偏差，往往难以通过后续工序完全消化，甚至可能对整体施工节奏和结构质量产生放大影响。与传统现浇施工依靠现场调整不同，装配式施工对前期策划的依赖程度明显提高，施工组织必须在构件深化设计阶段即统筹考虑安装顺序、吊装路径、临时支撑布置以及节点施工条件，从而确保各工序在实施阶段能够顺利衔接。在工艺构成上，装配式土建结构施工通常包括构件预制、现场安装与节点连接三个相互关联的关键阶段。构件预制阶段决定了结构几何精度与内在质量基础，其生产偏差将直接影响现场装配的可行性；现场安装阶段则是结构空间形态逐步建立的过程，对构件定位精度和稳定性控制提出较高要求；节点连接阶段承担着结构受力体系整合的功能，是实现装配式结构整体性能的关键工序。上述阶段在技术上相互制约，在质量形成上具有明显的传递性，这也决定了装配式施工工艺必须以系统视角进行整体控制，而不能孤立地对单一工序进行管理。

### 3 装配式土建结构施工工艺要点及关键控制环节

#### 3.1 预制构件进场、安装与临时稳定控制要点

装配式土建结构施工的首要工艺控制环节集中于预制构件的进场验收与现场安装过程。与现浇结构不同，装配式工程中构件一旦完成吊装就位，其几何位置和空间姿态将直接影响后续节点施工条件及结构整体精度，因此构件安装阶段既是施工效率形成的关键阶段，也是质量风险高度集中的阶段。图1展示了该阶段的过程。工程实践表明，构件安装质量问题往往并非源于单一操作失误，而是由构件精度偏差、安装测量控制不足及临时稳定措施不到位等多种因素共同作用所致。在构件进场阶段，应重点关注构件几何尺寸、预埋件位置及外观质量的复核工作。由于装配式构件在运输和堆放过程中易受到振动和局部应力影响，若未进行有效复检，带缺陷构件直接进入安装工序，极易在吊装就位后暴露出构件错位、连接条件不足等问题，增加返工风险。在此基础上，构件安装前的测量放线工作应以结构控制轴线和标高控制点为基准，确保构件定位具备可靠的测量基础，而非依赖经验性调整。

构件吊装与就位过程中，施工工艺控制的重点在于安装精度与结构临时稳定性的同步保障。构件就位后若未及时设置可靠的临时支撑体系，在节点尚未形成整体受力能力之

前，构件易在风荷载、施工荷载或局部碰撞作用下产生位移，进而影响节点施工质量甚至引发安全风险。因此，临时支撑体系的布置不应作为附属工序处理，而应作为构件安装工艺的重要组成部分，与安装顺序和节点施工安排统筹考虑。对于多层装配式土建结构，还需特别关注构件安装误差的累积效应。单层构件偏差若未在本层及时调整，往往会在上部结构中逐层放大，最终导致整体结构轴线偏移或构件拼装困难。这一问题在工程中具有较强的隐蔽性，必须通过分层复核和动态调整的施工工艺加以控制，而不能仅在结构封顶后进行整体校核。

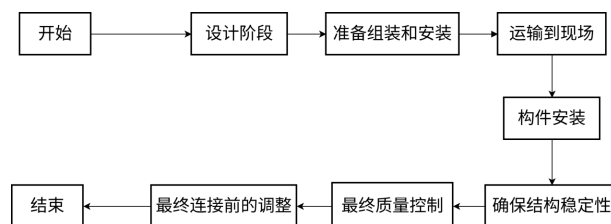


图1 装配式土建结构施工流程图

#### 3.2 连接节点施工工艺与整体成型质量控制要点

在装配式土建结构施工中，节点连接工艺是决定结构整体性能的核心环节，也是施工工艺控制难度最大的部分[1-2]。装配式结构通过节点将离散构件整合为统一受力体系，其连接质量直接关系到结构的承载能力、变形性能及耐久性水平。与构件安装相比，节点施工对工艺参数、施工环境和操作规范的敏感程度更高，一旦控制不当，质量问题往往难以修复。

从施工工艺角度看，节点施工的首要控制点在于施工条件的准备程度。节点区域往往空间受限、工序交叉密集，若构件安装精度不足或临时支撑布置不合理，将直接影响节点施工空间和施工质量。在节点施工前，应确保构件位置、标高和垂直度已稳定锁定，避免在节点施工过程中因构件微调而破坏已完成的连接工序。

节点施工过程中，施工工艺控制的重点在于材料性能与施工过程的一致性。以常见的灌浆连接节点为例，灌浆材料性能、灌浆顺序及施工环境条件均对最终连接质量产生直接影响。若灌浆过程中出现漏浆、气泡残留或灌浆不连续等情况，即使外观无明显缺陷，也可能在节点内部形成薄弱区，影响结构整体受力性能。因此，节点施工应严格按照工艺要求实施过程控制，而不能仅依赖施工完成后的外观检查。在节点施工完成后，结构整体成型质量的控制同样不容忽视。装配式土建结构并非在单个节点完成后即具备整体性能，而是通过多个节点逐步形成完整受力体系。在这一过程中，应结合施工进度对结构整体稳定性进行动态评估，合理安排后续构件安装与荷载施加顺序，避免因局部受力集中或施工荷载叠加引发结构不利响应。总体而言，装配式土建结构的施工工艺控制应以构件安装精度控制和节点施工质量保障为核心，通过对关键工序实施全过程、连续性的工艺管理，确

保结构由离散构件向整体体系平稳过渡，为后续质量控制和结构服役性能奠定可靠基础。

## 4 装配式土建结构现场质量控制的核心措施与实施路径

### 4.1 面向施工全过程的质量控制体系构建

装配式土建结构的现场质量控制不能简单套用传统现浇工程以结果验收为主的管理模式，而应围绕构件装配和节点整合的施工特征，构建以全过程控制为导向的质量管理体系。在装配式工程中，施工现场不再是质量形成的唯一场所，而是构件质量传递和结构性能整合的关键节点，这一特征决定了现场质量控制的重点不在于事后纠偏，而在于对质量风险的前置识别和过程约束。从实施路径看，现场质量控制应首先明确质量责任在不同施工阶段的划分方式 [3]。构件进场验收、安装定位、节点施工和结构成型等关键环节，均应设置清晰的质量责任主体和控制要求，避免因责任模糊导致质量问题被层层转移。通过将质量控制要求嵌入施工流程本身，而非附加在流程之外，可有效提升现场管理的执行力和针对性。

在具体实施过程中，质量控制体系应突出“关键工序优先”的控制原则。由于装配式土建结构质量敏感点高度集中于构件安装精度和节点连接质量，现场质量管理不宜平均用力，而应将管理资源重点投向对结构整体性能具有决定性影响的工序。通过在关键工序实施过程检查和节点验收，可在问题尚未固化之前进行纠正，从而降低返工成本和结构风险。装配式施工现场质量控制还应强调工序之间的衔接管理。构件安装完成并不意味着该工序质量控制结束，而是应与后续节点施工条件相结合进行综合评估。若安装质量未达到节点施工要求，应在进入下一工序前完成调整，而非在节点施工过程中被动修补。这种以工序接口为控制重点的管理方式，有助于保障施工流程的连续性和结构质量的稳定性。

### 4.2 关键节点质量管控与现场管理能力提升

在装配式土建结构施工中，节点质量控制是现场质量管理的核心内容，其管理水平在很大程度上决定了装配式结构能否实现设计预期的整体性能。与构件本体质量相比，节点质量更依赖施工过程控制，其施工环境复杂、操作空间有限，对施工人员技术水平和管理组织能力均提出较高要求。

从质量控制角度看，节点施工应重点强化过程控制而非结果检查。由于节点内部质量具有明显的隐蔽性，单纯依

靠施工完成后的外观检查难以准确反映其真实施工质量。因此，在节点施工过程中实施旁站监督和关键工序记录，是保障节点质量的重要手段。通过对关键操作环节进行全过程跟踪，可有效防止因操作不规范或施工条件变化引发的质量缺陷。与此同时，现场管理能力的提升是装配式土建结构质量控制能否有效实施的关键因素。装配式施工对管理人员的技术理解能力和现场统筹能力要求明显高于传统施工，若管理人员仅停留在进度协调层面，而缺乏对装配式工艺和结构受力逻辑的深入理解，往往难以及时识别潜在质量风险 [4-5]。因此，应通过针对性的技术交底和专项培训，提升现场管理人员对装配式施工关键工艺和质量控制要点的系统认知。在此基础上，引入信息化管理手段有助于提升现场质量控制的精细化水平。通过对构件信息、施工过程和质量数据进行集成管理，可实现施工过程可追溯、质量责任可落实，为后续质量评估和工程总结提供可靠依据。信息化并非替代人工管理，而是作为质量控制体系的重要支撑工具，其价值在于提高管理透明度和决策科学性。

## 5 结语

装配式土建结构施工工艺体系具有系统性强、质量敏感点集中的特点，其工程质量的形成依赖于构件生产、现场安装及节点连接等多环节的协同控制。通过系统梳理装配式施工的关键工艺要点，并在此基础上构建以全过程控制、关键节点管控及信息化支撑为核心的现场质量控制体系，可有效提升装配式土建结构工程的施工质量与安全水平。相关研究与实践经验可为装配式建筑工程的规范化实施与高质量发展提供有益参考。

### 参考文献

- [1] 张存臻,高建强,陶世豪,等. 顶管施工中装配式钢-混组合沉井力学性能分析[J/OL]. 钢结构(中英文),1-13[2026-02-01].<https://link.cnki.net/urlid/10.1609.tf.20260128.1842.002>.
- [2] 楚洋洋,莫军,郭泽,等. 装配式建筑中电气安装技术与施工协同机制研究[J]. 安装,2025,(09):56-57.
- [3] 刘春晓,张婷. 土建工程全装配式混凝土剪力墙结构施工技术研究——以某工程项目为例[J]. 房地产世界,2025,(01):143-145.
- [4] 郭江龙. 装配式住宅土建施工防水防渗技术探讨[J]. 中华民居,2024,17(06):150-152.
- [5] 曹红梅,温艳芳,李和珊. 装配式混凝土结构工程计量与计价[M]. 化学工业出版社:202402:257.