

装配式混凝土结构在住宅土建施工中的质量控制要点与成本效益分析

刘少璞

120105*****5117

摘要: 随着建筑工业化进程的不断推进,装配式混凝土结构凭借其施工效率高、环境影响小等优势,在住宅土建施工领域的应用日益广泛。然而,该结构在实际应用中,质量控制的复杂性和成本管理的难度始终是行业关注的重点。本文围绕装配式混凝土结构住宅土建施工展开研究,首先分析了装配式混凝土结构在住宅建设中的应用背景与意义,随后从设计、生产、施工三个关键阶段,系统梳理了各阶段的质量控制要点,最后深入探讨了该结构在住宅土建施工中的成本构成与效益表现,旨在为工程实践中提升装配式混凝土结构住宅的建设质量、优化成本管理提供理论参考。

关键词: 装配式混凝土结构; 住宅土建施工; 质量控制; 成本效益

DOI: 10. 69979/3060-8767. 25. 09. 078

引言

在我国大力倡导绿色建筑与建筑工业化的政策背景下,传统现浇混凝土结构住宅施工中存在的施工周期长、资源消耗大、现场污染严重等问题逐渐凸显,而装配式混凝土结构通过将部分或全部构件在工厂预制,再运输至现场进行装配连接,有效弥补了传统施工方式的不足。装配式混凝土结构在住宅土建施工中的推广应用,不仅符合我国建筑行业转型升级的发展方向,还能显著提升住宅建设的标准化、集约化水平。

但与此同时,装配式混凝土结构的施工流程涉及工厂生产、构件运输、现场装配等多个环节,每个环节的质量问题都可能对整体结构安全产生影响,因此质量控制工作尤为关键。此外,相较于传统现浇结构,装配式混凝土结构在前期投入、构件生产与运输等方面的成本构成有所不同,其成本效益关系也成为建设单位决策时需要重点考量的因素。基于此,对装配式混凝土结构住宅土建施工中的质量控制要点与成本效益进行深入分析,具有重要的现实意义。

1 装配式混凝土结构住宅土建施工的质量控制要点

装配式混凝土结构住宅土建施工的质量控制是一个贯穿设计、生产、施工全过程的系统工程,每个阶段的质量控制都具有独特性和重要性,只有将各阶段的质量控制要点落到实处,才能确保最终的工程质量。

1.1 设计阶段的质量控制要点

设计阶段是装配式混凝土结构住宅质量控制的源头,设计方案的合理性、科学性直接决定了后续生产和施工的可行性与质量水平。在这一阶段,需要重点关注以下几个方面的质量控制要点:

首先,构件拆分设计需科学合理。构件拆分是装配式混凝土结构设计的核心环节,拆分方案应充分考虑构件的受力性能、生产便利性、运输可行性以及现场装配效率。拆分时应避免出现异形构件或尺寸过大、过重的构件,这类构件不仅会增加工厂生产的难度和成本,还可能在运输过程中因受力不均导致损坏,同时也会给现场吊装和装配带来安全隐患。此外,构件拆分还应注重标准化和通用性,通过提高构件的重复使用率,降低设计和生产成本,提升施工效率。

其次,节点连接设计需满足结构安全要求。节点连接是装配式混凝土结构的薄弱环节,其质量直接关系到整个结构的稳定性和抗震性能。在节点连接设计中,应根据结构的受力特点和抗震等级,选择合适的连接方式,如浆锚搭接连接、机械连接、焊接连接等。同时,要确保节点连接的构造设计详细、明确,明确各构件之间的连接顺序、施工工艺和质量验收标准,避免因设计模糊导致现场施工混乱,影响节点连接质量。此外,还需对节点连接部位进行充分的力学计算和验算,确保其承载能力、刚度和延性满足设计规范和设计要求。

最后,深化设计需全面细致。深化设计是在初步设计的基础上,对构件的具体尺寸、钢筋配置、预留孔洞位置、预埋件规格及位置等进行详细设计,是指导工厂生产和现场施工的重要依据。在深化设计过程中,应充

分考虑工厂生产的工艺要求,确保设计图纸能够直接用于生产,避免因设计与生产脱节导致构件生产出现偏差。同时,深化设计还应结合现场施工条件,对构件的吊装顺序、临时固定措施等进行规划,确保现场施工能够顺利进行。此外,深化设计完成后,还需组织设计、生产、施工等多方进行图纸会审,及时发现并解决设计中存在的问题,确保设计图纸的准确性和完整性。

1.2 生产阶段的质量控制要点

生产阶段是将设计图纸转化为实际构件的关键环节,构件生产质量的好坏直接影响到后续现场装配的质量和结构安全。在装配式混凝土构件生产过程中,需从原材料控制、生产工艺控制、成品检验等方面入手,严格把控质量关。

原材料控制是构件生产质量的基础。装配式混凝土构件生产所使用的水泥、砂石、钢筋、外加剂等原材料,必须符合国家相关标准和设计要求。在原材料进场时,应严格按照规定进行检验,查验原材料的质量证明文件,并对原材料的性能指标进行抽样检测,如水泥的强度、安定性,砂石的颗粒级配、含泥量,钢筋的屈服强度、抗拉强度等,确保不合格原材料不进入生产环节。同时,还应加强对原材料的存储管理,不同种类的原材料应分开存放,避免混杂,水泥、外加剂等易受潮、变质的原材料应存放在干燥、通风的仓库中,防止其性能受到影响。

生产工艺控制是构件生产质量的关键。装配式混凝土构件的生产工艺包括钢筋加工与绑扎、模板安装、混凝土浇筑、养护等多个环节,每个环节的工艺控制都至关重要。在钢筋加工与绑扎环节,应严格按照设计图纸要求进行钢筋的下料、弯曲、连接和绑扎,确保钢筋的规格、数量、间距、保护层厚度等符合设计要求,钢筋绑扎应牢固,避免出现松动、移位等情况。在模板安装环节,模板的材质、刚度、平整度应满足要求,模板拼接处应严密,防止漏浆,模板安装完成后,应对其位置、尺寸、垂直度等进行检查验收,合格后方可进行混凝土浇筑。在混凝土浇筑环节,应严格控制混凝土的配合比、坍落度等性能指标,浇筑过程中应采用合适的振捣方式,确保混凝土密实,避免出现蜂窝、麻面、露筋等质量缺陷。在养护环节,应根据混凝土的品种、施工环境等因素,选择合适的养护方式和养护时间,确保混凝土强度能够正常增长,养护期间应加强对构件的温度、湿度控制,防止混凝土出现裂缝。

成品检验是构件生产质量的保障。装配式混凝土构件生产完成后,需按照相关标准和规范进行成品检验,

检验合格后方可出厂。成品检验的内容包括构件的外观质量、尺寸偏差、强度等。外观质量检验主要检查构件表面是否存在裂缝、蜂窝、麻面、露筋等缺陷,对于存在的轻微缺陷,应及时进行修补;尺寸偏差检验主要检查构件的长度、宽度、高度、厚度、对角线长度等尺寸是否符合设计要求,偏差应控制在允许范围内;强度检验主要采用回弹法、钻芯法等方式对构件的混凝土强度进行检测,确保构件强度满足设计要求。此外,还需对构件的预埋件、预留孔洞的位置和尺寸进行检验,确保其符合设计要求,为现场装配提供保障。

1.3 施工阶段的质量控制要点

施工阶段是预制构件组装成完整住宅结构的最终环节,现场条件复杂、不确定因素多,需重点把控构件运输与堆放、吊装与安装、节点连接施工三大要点。

构件运输与堆放方面,需按构件类型、尺寸、重量选适配运输车辆与装卸设备,运输中做好固定,避免移位、碰撞;车辆行驶速度适中,忌急刹、急转弯。构件运至现场后,依施工平面布置图有序堆放,场地需平整坚实、排水良好,防构件受潮腐蚀;按构件受力特点选叠放或立放,叠放时设合理垫块防开裂,控制叠放高度防倾倒。

吊装与安装前,需编制专项方案,明确设备选型、吊装顺序等参数,对作业人员做安全技术交底。设备选型需匹配构件重量、尺寸及吊装高度,吊装时设专人指挥,保证信号清晰、速度平稳,防碰撞。构件到位后及时牢固临时固定,调整位置、标高、垂直度至符合设计要求,再进行永久固定。

节点连接是核心,施工前需清理连接部位浮浆、油污等。严控连接材料质量与工艺,如灌浆料需保证流动性与强度,灌浆连续饱满并及时养护;焊接需符合材料规格与工艺参数,焊后清渣并检查,必要时做无损检测。节点连接完成后,验收合格方可进入下道工序。

2 装配式混凝土结构住宅土建施工的成本效益分析

在装配式混凝土结构住宅土建施工中,成本效益分析是衡量该结构应用可行性和经济性的重要依据。相较于传统现浇混凝土结构,装配式混凝土结构的成本构成具有自身的特点,其效益也体现在多个方面,只有全面、客观地分析其成本效益,才能为建设单位的投资决策提供科学支持。

2.1 装配式混凝土结构住宅土建施工的成本构成

装配式混凝土结构住宅土建施工成本主要含前期

设计、构件生产与运输、现场施工三类，各成本占比及影响因素不同。

前期设计成本是重要组成部分，因需完成构件拆分、节点连接、深化设计等复杂工作，且设计周期长、对人员专业要求高，成本高于传统现浇结构；多次设计论证与图纸会审也会增加成本，但随设计标准化提升与经验积累，设计效率提高，此成本有望可控。

构件生产与运输成本占比大。生产端需投入设备、模具、原材料及人力、维护费用，其中非标准构件模具成本高、复用率低，标准化构件可通过提高模具复用率降本；运输端成本含车辆租赁、燃油、人力及固定费用，受运输距离、构件数量与尺寸重量影响，距离越长、构件越大越重，成本越高。

现场施工成本亦关键，涵盖人员工资、设备租赁、管理费及临时设施费。相较传统现浇，其工序简化、周期短、人员少，人员工资与管理费较低，但大型吊装设备租赁费高；不过随施工效率提升，吊装设备使用时间缩短，租赁费可控制，且现场湿作业少、材料浪费少，也能辅助降低此成本。

2.2 装配式混凝土结构住宅土建施工的效益表现

装配式混凝土结构住宅的效益体现在经济、社会、环境三方面，综合效益显著。

经济效益上，虽前期设计、设备及模具投入较高，但长期优势突出：现场施工周期短，能加快资金回笼、减少占用成本，助力建设单位提前实现住宅销售或租赁收益；构件工厂标准化生产，质量稳定可降低现场质量问题与后期维修养护成本；随技术成熟与生产规模扩大，构件生产成本及现场施工成本还将进一步下降。

社会效益方面，其现场施工工序简化、周期短，湿作业少，能大幅减少噪音、粉尘污染，降低对周边居民生活与交通的干扰；现场施工人员减少且工作环境改善，可降低安全事故发生率；同时推动建筑行业工业化、标准化发展，促进产业转型升级，带动构件生产、运输等相关产业，创造更多就业机会，助力社会经济发展。

环境效益上，该结构符合绿色建筑理念：构件工厂集中生产，材料计量准、工艺先进，能减少现场材料浪费、提高利用率；现场湿作业少，可减少废水、废渣排

放及噪音、粉尘污染，保护土壤、水资源与空气质量；生产中还可采用再生骨料等环保材料与工艺，减少天然资源开采，实现资源循环利用，契合可持续发展要求。

3 结论与展望

3.1 结论

本文分析得出，装配式混凝土结构住宅土建施工质量控制贯穿设计、生产、施工全程：设计阶段需保障构件拆分、节点连接及深化设计合理；生产阶段严控原材料、工艺与成品检验；施工阶段强化构件运放、吊装安装及节点施工质量，落实要点可提升建设质量。成本上，其由前期设计、构件生产运输及现场施工成本构成，虽前期投入大，但长期具显著经济（缩短周期、降维保成本）、社会（减环境干扰、降事故率、促产业升级）与环境（减浪费、降污染、循环利用）效益，符合行业可持续发展。

3.2 展望

未来，需加强该结构技术研发创新，优化构件拆分与节点技术，加大生产设备模具研发，推动构件生产标准化智能化以降本，同时提升施工技术效率。质量控制可借 BIM、物联网实现全程监控，成本效益方面需完善核算体系，为投资决策提供科学支持。

参考文献

- [1] 张凯. 探析房屋建筑装配式混凝土结构经济效益和设计分析[J]. 工程技术(文摘版), 2016, 26(005): 00033-00033.
- [2] 王海瑞. 房屋建筑装配式混凝土结构关键技术分析[J]. 建材与装饰, 2017(45): 2. DOI: CNKI: SUN: JCYS. 0. 2017-45-008.
- [3] 柴春明. 装配式混凝土施工技术在住宅建筑工程中的优势研究[J]. 居舍, 2025(13).
- [4] 李娜. 浅谈装配式混凝土结构建筑施工质量问题与质量控制[J]. 中国房地产业, 2017(19): 1. DOI: 10. 3969/j. issn. 1002-8536. 2017. 24. 083.
- [5] 边叶文, 李杰, 罗培. 房屋建筑装配式混凝土结构施工关键技术的分析[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2022.