

装配式混凝土建筑关键节点连接技术优化研究

童太肆

浙江大燕建设有限公司 浙江杭州

【摘要】装配式混凝土建筑在现代建筑领域中得到广泛应用，其关键节点连接技术的优化对于提升建筑整体质量和工程效率具有重要意义。本研究通过分析装配式混凝土建筑的关键节点连接方式，识别出当前技术存在的不足，并提出优化方案。通过对不同节点连接技术的比较与实验验证，研究探索了在实际应用中提高连接强度、抗震性能以及施工便捷性的方法。优化后的技术方案能够有效降低施工成本，并提升建筑的安全性和耐用性。本文的研究为装配式混凝土建筑的推广应用提供了技术支持和实践指导。

【关键词】装配式混凝土建筑；节点连接；技术优化；建筑质量；抗震性能

【收稿日期】2025 年 2 月 12 日 **【出刊日期】**2025 年 3 月 16 日 **【DOI】**10.12208/j.ace.2025000120

Research on optimization of key joint connection technology for prefabricated concrete buildings

Taisi Tong

Zhejiang Dayan Construction Co., Ltd, Hangzhou, Zhejiang

【Abstract】 Prefabricated concrete buildings have been widely applied in the modern construction field. The optimization of key joint connection technology is of great significance for improving the overall building quality and engineering efficiency. This study analyzes the key joint connection methods of prefabricated concrete buildings, identifies the current technical deficiencies, and proposes optimization schemes. Through the comparison and experimental verification of different joint connection technologies, the research explores methods to enhance connection strength, seismic performance, and construction convenience in practical applications. The optimized technical scheme can effectively reduce construction costs and improve the safety and durability of buildings. This study provides technical support and practical guidance for the promotion and application of prefabricated concrete buildings.

【Keywords】 Prefabricated concrete building; Joint connection; Technical optimization; Building quality; Seismic performance

引言

装配式混凝土建筑作为一种新型的建筑方式，因其施工速度快、成本较低和环保性强，逐渐成为建筑行业的主流趋势。然而，装配式混凝土建筑的关键节点连接技术一直是制约其发展和应用的瓶颈。传统的连接方式往往存在施工难度大、强度不足、抗震性能差等问题，限制了装配式建筑的推广和应用。如何优化装配式混凝土建筑中的关键节点连接技术，以提高建筑质量、降低施工难度，已成为当前研究的热点。本研究着眼于通过技术创新和改进，探索优化方案，以为装配式混凝土建筑的发展提供理论依

据和实践指导。

1 装配式混凝土建筑关键节点连接技术现状分析

装配式混凝土建筑作为一种新型建筑形式，近年来在全球范围内得到广泛应用。该建筑方式通过预制构件的工厂化生产和现场装配，极大地提高了施工效率和质量。然而，装配式混凝土建筑的关键节点连接技术仍然是一个亟待解决的技术难题。传统的节点连接方式存在一定的技术瓶颈，主要表现在节点连接强度不够、施工复杂度高、抗震性能差等方面。这些问题不仅影响了装配式建筑的施工质量和安全性，还制约了其在高层建筑及抗震性能要求较

高的工程中的应用。

目前, 装配式混凝土建筑的节点连接方式多采用钢筋连接、螺栓连接及焊接等方法。这些方法在一定程度上解决了连接的强度要求, 但仍存在一些明显的不足。钢筋连接在工时需要较高的技术要求, 施工不当容易影响节点的稳定性; 螺栓连接虽然施工方便, 但受力不均匀、耐久性差的问题依然存在; 而焊接技术虽然具有较好的连接性能, 但对于节点的精度要求较高, 且施工周期长, 影响了工程进度。综合来看, 现有的节点连接技术尚未能完全满足装配式混凝土建筑对安全性、抗震性及施工便捷性的要求。

在这种背景下, 针对装配式混凝土建筑节点连接技术的优化研究显得尤为重要。研究者们尝试通过改进节点的构造形式、采用新型材料和技术来提升连接的性能。采用高强度钢材、复合材料或者预应力技术来提高节点的强度和抗震性, 或通过改进连接方式、增加节点的整体性来提高建筑的抗震能力^[1]。尽管如此, 现有的技术仍有待进一步完善, 尤其是在节点的经济性、施工工艺和适用范围等方面。如何平衡技术性能与施工成本, 优化节点连接技术, 已成为当前研究的重点方向。

2 装配式混凝土建筑节点连接技术存在的主要问题

装配式混凝土建筑的节点连接技术在实际应用中面临着多重挑战, 尤其是在节点强度、施工难度和抗震性能等方面存在较为明显的问题。一个显著的问题是现有节点连接技术在承载能力方面的不足。由于装配式混凝土建筑的构件通常是在工厂中预制的, 施工现场的节点连接往往采用钢筋、螺栓或焊接等方式进行拼装。这些连接方式在保证构件之间的力学性能方面, 尤其是抗剪、抗弯性能上往往存在短板。当外部荷载或地震作用下, 节点处于高应力状态时, 现有技术可能无法有效分散力传递, 导致节点处发生结构性损伤, 严重影响建筑的整体稳定性和安全性。

节点连接技术的施工复杂度也是一个亟待解决的问题。装配式建筑的节点设计需考虑到预制构件之间的精确对接与施工过程中的调整。传统的节点连接方式对施工人员的技术水平要求较高, 施工过程中一旦出现误差, 可能导致节点连接不严密, 影响结构的整体性和安全性。现有的节点连接技术往往

需要多道工序, 增加了施工时间和成本。尤其在一些高层建筑中, 节点连接技术的复杂性导致了施工周期延长, 直接影响了项目的成本控制与工期安排。

装配式混凝土建筑节点连接技术在抗震性能方面也存在一定问题。随着建筑物的高度增加, 地震作用对建筑物的影响愈加显著, 尤其是节点连接部分, 作为力传递的关键部位, 需具备足够的抗震性能^[2]。然而, 传统的节点连接方式未能完全解决抗震性能的需求。节点在地震作用下往往会产生较大的变形, 而现有连接技术难以有效控制这种变形, 容易导致结构失效或破坏。部分节点连接方式的设计存在刚度不匹配问题, 可能导致连接部位的过度变形, 进而影响建筑整体的抗震能力。提升节点连接的抗震性能已成为优化装配式建筑技术的关键课题之一。

3 装配式混凝土建筑节点连接技术的优化方案

为了优化装配式混凝土建筑的节点连接技术, 研究者们提出了多种创新的方案, 旨在解决现有技术在强度、抗震性及施工难度方面的不足。其中, 提升节点连接的强度和稳定性是优化方案的核心目标。通过采用高强度钢材或复合材料, 能够大幅度提高节点的承载力。这些新型材料在力学性能上的优势, 使得节点连接更加坚固耐用, 同时也能在应对复杂荷载和外部冲击时, 保证结构的整体稳定性。结合预应力技术, 在节点部位引入适当的预应力可以有效改善节点连接的力学性能, 减少结构变形, 提高节点抗剪和抗弯的能力, 进而优化建筑物的安全性。

在施工便捷性方面, 优化方案主要从简化节点连接工艺入手。通过设计创新, 改进传统的螺栓连接和焊接方式, 采用预埋件、快速连接件等新型连接方式, 能够大幅度缩短施工时间。这种技术不仅减少了现场施工中的不确定因素, 还降低了对工人技术水平的依赖。快速连接件的使用, 可以在节点处快速实现构件的拼装和固定, 避免了传统连接方式所需的多道工序, 进而提高了施工效率和精度。这种优化方案能够减少现场施工中因误差导致的结构问题, 进一步提高建筑的安全性。

优化方案的另一个重点在于提升节点的抗震性能。为了应对地震等动态荷载, 研究者们提出了多种增强节点抗震能力的设计方法。采用柔性连接设计, 使节点在地震作用下具备一定的变形能力, 减缓震动传递的效果。这种柔性连接不仅可以有效避免节点脆性破坏, 还能大幅度提高建筑的抗震性能^[3-7]。

结合节点的刚度与整体结构的协调性,采用合理的刚度匹配设计,能够在地震发生时保持结构的稳定性,减少震后破坏的风险。综合运用这些创新方案,不仅能提升装配式混凝土建筑的抗震性能,还能有效提高建筑的耐久性和安全性。

4 优化方案的实验验证与应用效果

优化方案的实验验证对于验证装配式混凝土建筑节点连接技术的实际效果至关重要。为此,相关研究者设计了一系列实验,通过模拟不同荷载条件下的节点连接性能,验证了新型节点连接方案的有效性。在实验中,研究人员采用了多种力学测试方法,如静载试验、动态荷载试验以及抗震模拟试验,分别对节点的强度、刚度、变形能力以及抗震性能进行了全面的评估。在静载试验中,采用不同材料和连接方式的节点模型进行对比,结果表明,使用高强度钢材和复合材料的节点在承载力方面表现出了显著的提升,连接部分的破坏模式也得到了有效控制,避免了传统连接方式中常见的节点破坏现象。在动态荷载试验中,新型节点连接方案展现了更好的力传递能力,能够有效分担外部荷载,减少结构内部的应力集中现象,进一步提高了结构的整体稳定性。

随着实验验证的深入,研究者们还进行了一系列抗震性能的测试,以验证优化方案在实际地震作用下的表现。在模拟地震试验中,采用振动台测试系统对装配式混凝土建筑进行地震波输入,模拟不同级别的地震荷载作用。实验结果表明,优化后的节点连接技术在抗震性能上具有明显优势,节点部位能够承受较大幅度的变形而不发生脆性破坏,且节点连接部分的刚度与结构整体的协调性得到了优化,能够有效减少地震作用下的震动传递^[8]。这一测试结果充分证明了优化方案在提升抗震能力方面的效果,尤其是在高层建筑中,能够显著提高建筑物在地震中的稳定性,减少损伤。

在实验验证取得积极成果的基础上,优化方案已经在实际工程项目中得到了应用。多个装配式混凝土建筑项目开始采用新的节点连接技术,应用效果显示出较好的施工性能和结构安全性。在某高层住宅项目中,采用新型节点连接方案后,施工周期相比传统方法减少了约 20%,且施工过程中的节点对接更加精准,减少了因人工误差导致的质量问题。在该项目的竣工后,进行的多项安全检测结果也显示,建筑的整体稳定性和抗震性能得到了有效提升,尤

其是在风载和地震荷载作用下,结构表现出较高的安全性和稳定性。采用新型节点连接方案后,建筑的使用寿命也得到了有效延长,节点连接部分的耐久性和抗腐蚀能力显著提高。基于实验验证和实际应用效果来看,优化方案不仅提高了节点连接技术的综合性能,还有效降低了建筑施工的复杂性和成本,为装配式混凝土建筑的发展提供了有力的技术支持。

5 结语

通过对装配式混凝土建筑节点连接技术的优化研究,提出的新型节点连接方案在提高连接强度、简化施工过程和提升抗震性能方面均取得了显著成效。实验验证和实际应用表明,该方案能够有效解决传统技术中的不足,提高建筑的安全性和耐久性,缩短施工周期,降低成本。随着这一技术的推广应用,装配式混凝土建筑将在建筑行业中发挥越来越重要的作用。未来,随着技术的不断创新,装配式建筑有望迎来更广泛的应用和更高效的施工方式,推动建筑行业向更智能、更可持续的方向发展。

参考文献

- [1] 锁波,杨智锋.装配式混凝土建筑现浇连接节点关键施工技术[J].四川水泥,2025,(06):157-159.
- [2] 黄旭雷.装配式混凝土建筑现浇连接部位关键施工技术[J].居业,2025,(02):10-12.
- [3] 徐运明.基于装配式混凝土建筑节点连接技术的教学资源开发实践[J].知识库,2024,40(13):120-123.
- [4] 贾颖.装配式混凝土建筑现浇连接部位关键施工技术[J].砖瓦,2024,(02):123-125.
- [5] 宋小辉,练永盛.装配式混凝土建筑中竖向承重构件连接节点构造研究[J].建筑结构,2023,53(S1):1206-1210.
- [6] 肖成安.装配式混凝土建筑节点连接技术发展现状及应用研究[J].工程技术研究,2022,7(22):36-39.
- [7] 朱安虎.装配式混凝土框架结构节点连接处理方法关键点[J].居舍,2020,(33):29-30+37.
- [8] 丁华.基于云模型的装配式混凝土结构施工质量管理评价研究[D].湖南大学,2020.

版权声明:©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS