

装配式混凝土建筑结构体系与设计研究

余 奎 谭李政 黄 程

中建五局土木工程有限公司 湖南 长沙 410000

摘要：为了进一步促进建筑行业的可持续发展，装配式建筑得到了广泛的应用。本文深入研究了装配式混凝土建筑结构体系与设计原则。探讨了装配式混凝土建筑结构体系在抗震性能与安全性、经济性与环保性方面的优势，展示了其在现代建筑中的广泛应用前景。详细分析了结构设计的关键原则，包括节点连接设计、预制构件及混凝土配方设计，以及砌体结构设计等，确保建筑结构的稳定、安全和高效。通过综合研究，为装配式混凝土建筑的结构体系与设计提供了理论支持和实践指导。

关键词：装配式；混凝土建筑；结构体系；设计

引言：随着现代建筑技术的飞速发展，装配式混凝土建筑结构体系正逐渐在建筑领域崭露头角。其凭借出色的施工效率、严格的质量控制以及卓越的环保节能特性，引发了业界的广泛关注。相较于传统建筑方式，装配式混凝土建筑不仅大幅缩短了建设周期，提高了工程质量，更在资源利用和环境保护方面展现出显著优势。基于此，深入研究装配式混凝土建筑结构体系及其设计原则，对于推动建筑行业的绿色、高效发展具有重要意义。

1 装配式混凝土建筑的概述

装配式混凝土建筑，顾名思义，是以工厂化生产的钢筋混凝土预制构件为主，通过现场装配的方式设计建造的混凝土结构类房屋建筑。这一建筑形式代表着现代建筑工业化的一种重要趋势，其出现不仅改变了传统建筑行业的施工方式，更在多个方面为建筑业的发展注入了新的活力。第一，装配式混凝土建筑主要分为全装配建筑和部分装配建筑两大类。全装配建筑多见于低层或抗震设防要求较低的多层建筑，其结构构件几乎全部采用预制方式，现场装配化程度高。而部分装配建筑则主要利用预制构件，在现场通过现浇混凝土连接，形成装配整体式结构的建筑物。这种部分装配的方式既保留了装配式建筑的优点，又适应了更多复杂建筑形式的需求。第二，与传统现浇混凝土建筑相比，装配式混凝土建筑具有诸多显著优势。首先，工厂化生产使得构件制作更为精准，有效提高了产品质量和生产效率。其次，施工速度快，缩短了建筑周期，减少了物料损耗，同时也有利于冬季施工。再者，由于采用预制构件，装配式混凝土建筑对施工人员的技术水平和管理能力提出了更高要求，从而确保了施工质量稳定。第三，装配式混凝土建筑在节能环保方面也表现出色^[1]。工厂化生产减少了现场湿作业，降低了能耗和排放，有利于实现绿色建

筑的目标。同时，其模数化设计使得建筑材料得到了更有效的利用，延长了建筑的使用寿命。

2 装配式混凝土建筑结构体系分析

2.1 结构与预制构件的标准化

装配式混凝土建筑结构体系的分析，首要关注的是其结构与预制构件的标准化。这两者不仅是装配式混凝土建筑得以实现高效、环保建造的关键，更是提升建筑品质和推动建筑工业化发展的基石。结构设计是装配式混凝土建筑体系的核心，它需要综合考虑建筑的功能需求、结构安全、施工便捷性等多方面因素。在结构设计中，通过采用合理的受力体系和传力路径，可以有效地实现建筑的承载能力和抗震性能。同时，设计过程中还需注重构件之间的连接设计，确保预制构件在装配过程中能够形成稳定、可靠的整体结构。预制构件的标准化则是实现装配式混凝土建筑体系高效、批量生产的重要前提。通过制定统一的构件尺寸、材料和工艺标准，可以实现构件的互换性和通用性，降低生产成本和提高生产效率。此外，标准化还有助于提高构件的质量稳定性和可靠性，减少施工过程中的质量波动和安全隐患。

在装配式混凝土建筑结构体系中，结构与预制构件的标准化是相辅相成的。一方面，结构设计为预制构件的标准化提供了依据和指导；另一方面，预制构件的标准化又能够推动结构设计的优化和创新。通过两者的紧密结合，可以实现装配式混凝土建筑的高效、环保、安全建造。

2.2 施工效率与质量控制

装配式混凝土建筑结构体系在建筑施工领域以其高效性与优良的质量控制脱颖而出。该体系不仅改变了传统施工模式，提高了施工效率，还在质量控制方面展现了显著优势。在施工效率方面，装配式混凝土建筑通

过预制构件的工厂化生产,实现了构件的快速制作与供应。预制构件在工厂内经过精确加工和质量控制,减少了现场湿作业,从而大大缩短了施工周期。此外,由于预制构件的标准化和模块化设计,使得现场装配工作更加简便快捷,减少了现场施工人员数量和施工设备的投入,进一步提高了施工效率。另外,在质量控制方面,装配式混凝土建筑的优势同样显著。预制构件在工厂内生产,采用机械化、自动化生产方式,避免了施工现场复杂环境对构件质量的影响。工厂内的生产环境相对稳定,可以更好地控制原材料的质量、生产工艺和构件尺寸精度。同时,预制构件在生产过程中经过严格的质量检验,确保每件构件都符合设计要求和质量标准。最后,装配式混凝土建筑在施工过程中还采用了先进的施工技术和设备,如高精度测量仪器、智能吊装设备等,进一步提高了施工质量和效率。这些技术和设备的应用,使得构件的装配精度更高,减少了误差和返工率,从而提高了整体施工质量。

2.3 抗震性能与安全性

装配式混凝土建筑结构体系在抗震性能与安全性方面展现出了独特的优势,为现代建筑提供了更为可靠的结构保障。一是装配式混凝土建筑结构体系通过预制构件的工厂化生产,使得构件的质量得到了有效控制。在工厂环境中,通过先进的生产技术和设备,可以精确控制构件的尺寸、形状和材料性能,确保构件的质量符合设计要求。这种精准控制为整个结构体系的稳定性和抗震性能奠定了坚实的基础。二是装配式混凝土建筑结构体系在设计 and 施工过程中,充分考虑了结构的整体性和连续性。通过合理的连接设计和施工工艺,确保预制构件在装配过程中能够形成稳定、连续的整体结构。这种整体性有助于增强结构的整体刚度和抗震能力,提高结构在地震作用下的稳定性和安全性。三是装配式混凝土建筑结构体系还采用了先进的抗震设计理念和技术。例如,通过合理的结构布局和受力体系设计,减小结构在地震作用下的受力集中和变形,提高结构的耗能能力。同时,还可以采用隔震、减震等技术措施,进一步降低地震对结构的影响,提高结构的抗震性能。

2.4 经济性与环保性

装配式混凝土建筑结构体系在经济性与环保性方面展现出了显著的优势,成为现代建筑行业可持续发展的重要方向。一方面,从经济性角度来看,装配式混凝土建筑结构体系通过工厂化预制构件和现场装配施工,实现了建筑生产的高效率与低成本。预制构件的工厂化生产可以大幅度提高生产效率,降低材料损耗,减少现场

施工所需的人工和机械成本。同时,装配式施工缩短了建设周期,减少了贷款利息和资金占用成本,进一步提升了项目的经济效益。此外,由于预制构件的标准化和通用性,可以实现大规模生产和重复利用,降低了构件的生产成本,进一步提高了整个项目的经济效益。另一方面,在环保性方面,装配式混凝土建筑结构体系同样表现突出^[2]。工厂化预制构件减少了施工现场的湿作业,降低了扬尘、噪音等环境污染。此外,预制构件的生产过程中,可以优化材料使用,减少浪费,提高资源利用效率。在材料选择上,装配式混凝土建筑也可以采用可再生、可回收的建筑材料,降低对自然资源的依赖和消耗。

3 装配式混凝土建筑设计原则

3.1 结构设计原则

装配式混凝土建筑的设计原则,首要关注的就是其结构设计原则。这一原则不仅涉及到建筑的安全性、稳定性,还关系到建筑的经济性、施工效率以及未来的可维护性。以下将详细探讨装配式混凝土建筑的结构设计原则。(1)结构设计需遵循安全性原则:这是所有建筑设计的基石,装配式混凝土建筑亦不例外。在设计过程中,必须充分考虑结构的承载能力、抗震性能以及防火、防水等安全要求,确保建筑在各种极端条件下都能保持稳定,保障人员生命财产安全。(2)结构设计应体现经济性原则:在满足安全性的前提下,应尽可能优化结构设计,减少材料用量和构件数量,降低建造成本。同时,还应考虑构件的标准化和模块化,提高构件的互换性和重复利用率,进一步降低建筑成本。(3)结构设计还需注重施工效率原则:装配式混凝土建筑的一大优势就是施工速度快,这得益于其构件的预制化和现场装配化。因此,在结构设计时,应充分考虑构件的制造、运输和装配等环节的便捷性,减少现场湿作业,提高施工效率。(4)结构设计还应考虑可维护性原则:随着建筑使用年限的增长,其结构可能会出现一定的老化或损坏。因此,在结构设计时,应预留足够的维护空间,方便未来对结构进行检修、加固或更换构件等操作。

3.2 节点连接设计

节点连接不仅是确保构件间协同工作的关键,也是保证建筑整体稳定性和安全性的基础。一方面,节点连接设计应遵循力学原理,确保连接的强度和稳定性。在设计中,应充分考虑构件间的受力情况,选择合适的连接方式,如焊接、螺栓连接或预应力连接等,以确保连接部位能够承受设计荷载,并具有良好的变形协调能力。另一方面,节点连接设计应注重施工便捷性。装配式混凝土建筑的优点之一在于施工速度快,因此节点连

接设计应尽可能简化施工流程,减少现场湿作业。例如,采用标准化、模块化的连接件,提高连接件的互换性,方便现场安装和调试。除此之外,节点连接设计还需考虑耐久性和维护性。连接部位是建筑结构中容易出现问题的区域,因此设计时应充分考虑其耐久性,采用防腐、防锈等措施,延长连接部位的使用寿命。最后,节点连接设计还应关注其经济性。在满足安全性和施工便捷性的前提下,应尽可能降低连接部位的成本。例如,通过优化连接形式、减少连接件数量等方式,降低材料消耗和制造成本。

3.3 预制构件及混凝土配方设计

在装配式混凝土建筑设计中,预制构件及混凝土配方设计这两项设计不仅直接关系到建筑的结构安全和施工质量,还影响着建筑的造价、施工效率以及长期使用的耐久性。通过制定统一的尺寸、形状和连接接口,可以实现构件的互换性和通用性,降低生产成本,提高施工效率,标准化设计有助于确保构件的质量和性能稳定,减少施工过程中的质量波动。根据构件在结构中的位置和受力特点,合理选择截面形状、尺寸和配筋方式,确保构件具有足够的承载能力和变形能力,还需考虑构件的耐久性,采取防腐、防锈等措施,延长构件的使用寿命。另外,通过选择合适的原材料、优化配合比例、添加外加剂等方式,提高混凝土的抗压强度、抗渗性能和抗裂性能,就需考虑混凝土的施工性能,确保混凝土在浇筑、振捣和养护过程中具有良好的流动性和密实性。

3.4 砌体结构设计

砌体结构以其良好的保温隔热性能、施工便捷性和成本效益,在住宅、商业及工业建筑中广泛应用。下面将详细探讨砌体结构设计的几个关键原则。首先,砌体结构设计需确保结构的稳定性和安全性。在设计过程中,应充分考虑砌体的抗压、抗剪和抗弯能力,确保结

构在各种荷载作用下能够保持稳定。同时,对于砌体结构的连接部位,如墙与梁、墙与柱的连接,应采用可靠的连接方式,确保整体结构的协同工作。其次,砌体结构设计应注重材料的选用^[1]。砌体的主要材料包括砌块、砂浆等,其质量和性能直接影响结构的安全性和耐久性。因此,在选择材料时,应充分考虑其强度、耐久性和施工性能,选择符合国家标准和设计要求的优质材料。此外,砌体结构设计还需考虑节能和环保。随着绿色建筑理念的普及,节能和环保已成为建筑设计的重要考量因素。在砌体结构设计中,可以采用保温砌块、节能砂浆等新型材料,提高墙体的保温隔热性能,降低建筑能耗。最后,砌体结构设计应关注施工便捷性和经济性。装配式混凝土建筑的优点之一在于施工速度快、效率高。因此,在砌体结构设计中,应尽可能采用预制构件和标准化设计,减少现场湿作业,提高施工效率。

结语

综上所述,通过对装配式混凝土建筑结构体系与设计的深入研究,揭示了其在现代建筑中的重要地位与优势。装配式混凝土建筑以其高效施工、质量可控、节能环保等特点,为建筑行业带来了革命性的变革。展望未来,随着技术的不断创新与应用,装配式混凝土建筑结构体系将进一步完善,设计原则将更加科学、系统。我们期待这一结构体系能够在更多领域得到应用,为构建绿色、安全、高效的建筑环境贡献更大力量。

参考文献

- [1]周鹏,赵亚军,李木.装配式建筑结构构件配套模具设计组装技术[J].施工技术,2021,50(4):28-29.
- [2]张渊.预制装配式建筑结构体系改革设计与发展[J].北方建筑,2020,003(001):25-27.
- [3]刘永霞.预制装配式钢结构建筑设计要点及经济性研究[J].中国新技术新产品,2021(21):167-168.