

# 房屋建筑装配式混凝土结构设计与建造技术

刘芳

石家庄万悦房地产开发有限公司

DOI:10.12238/etd.v5i2.7100

**[摘要]** 现阶段,装配式混凝土结构在房屋建筑领域得到广泛应用,其具有施工效率高、质量可控、节能环保等优势。基于此,文章系统地回顾了装配式混凝土结构设计和建造技术的最新进展,重点探讨了结构设计优化、预制构件制作、装配施工工艺等关键技术,研究表明通过模数化设计、整体装配等手段能够显著提高装配式混凝土结构的建造质量和效率,未来应进一步推动装配式技术在建筑工程中的规模化应用。

**[关键词]** 装配式结构; 混凝土; 模数化设计; 整体装配; 建造技术

中图分类号: TV431 文献标识码: A

## Design and Construction Technology of Prefabricated Concrete Structures for Building Construction

Fang Liu

Shijiazhuang Wanyue Real Estate Development Co., Ltd

**[Abstract]** prefabricated concrete structure is widely used in the field of housing construction, with high construction efficiency, quality control, environmental protection and energy saving advantages, the article systematically reviewed the latest progress of the prefabricated concrete structure design and construction technology, mainly discusses the structure design optimization, prefabricated production, assembly construction technology and other key technologies, research shows that through modular design, overall assembly can significantly improve the quality of prefabricated concrete structure quality and efficiency, the future should further promote the prefabricated technology scale application in construction engineering.

**[Key words]** prefabricated structure; concrete; modular design; integral assembly; construction technology

### 引言

建筑工业化是解决当前建筑行业发展瓶颈的重要举措,装配式混凝土结构作为其重要组成部分受到广泛关注,相较于传统现浇施工,装配式技术通过工厂预制构件现场装配组合能够显著提高施工效率、控制建筑质量、减少环境污染,符合节能环保的发展理念。近年来,装配式混凝土结构设计和建造技术取得长足进步,为该领域的可持续发展奠定了坚实基础。

### 1 结构设计优化

#### 1.1 模数化设计

模数化设计是指在构件尺寸、连接节点等方面实现统一的模数化,从而使构件规格标准化,最大程度发挥装配式建筑工业化、标准化的优势,提高施工效率和质量水平,模数化设计贯穿了装配式混凝土结构设计的全过程,是实现工业化生产、装配施工的基础,在模数化设计中首先需要确定统一的模数,一般以30cm为基准模数,再根据不同构件的功能和使用要求确定其长度、宽度、高度等尺寸,使其为基准模数的整数倍,模数化设计

不仅适用于结构构件也适用于建筑平面布置、立面外墙等,从而实现了整个建筑的模数化,模数化设计有利于构件的标准化生产,降低生产成本、提高施工效率,同时模数化设计也有利于构件的拆卸和重复利用,符合绿色环保理念。在构件连接节点的设计中也应当遵循模数化的原则,通过对连接节点的位置、形式、尺寸等进行统一的模数化设计能够实现构件的通用化和互换性,简化了施工过程,提高了装配效率,模数化节点设计还需要考虑构件的受力性能、变形协调性等确保结构的整体性能满足设计要求。此外现场装配工艺也需要模数化,通过对吊装位置、拼装顺序等进行模数化设计能够最大限度地提高装配效率,减少施工返工,确保工期。

#### 1.2 整体性设计

整体性设计的目的是将承重结构、外墙体、内隔墙等不同系统集成于统一的整体装配体系之中,实现装配式建筑各部分的协调统一,充分发挥整体性能,同时简化施工流程,提高建造效率,在整体性设计中各个系统的预制构件都需要遵循模数化

的原则以确保它们能够精准装配、无缝对接,例如承重结构模数化构件与外墙模数化板材能够实现精准对接,内隔墙模数化板材也能与结构构件精准拼装,通过模数化的整体设计各个系统的构件能够在工厂精确制作、现场快速装配,显著提高了建造质量和效率。同时整体性设计注重各个系统之间的协调性,在设计阶段需要对结构构件的位置、外观尺寸与外墙板材的装配位置、内隔墙的布局等进行全面考虑,确保各系统的拼装顺畅、无冲突,还应当考虑建筑使用功能的要求对建筑整体性能和居住品质进行优化,使装配式建筑既具有工业化的优势又能满足实际需求。整体性设计理念的贯彻实施需要设计人员对整个装配式建筑系统有全面的把控,从而实现各子系统之间的协调一致,通过整体性设计,装配式建筑不再是简单的模块拼装,而是一个协调统一的整体,各部分精准对接、性能最优,施工流程也相应简化,有利于建造质量和效率的提升。

## 2 预制构件制作

### 2.1 高性能混凝土配置

预制构件的混凝土配合比设计直接决定着其力学性能和耐久性,对于整个装配式混凝土结构的质量至关重要,高性能混凝土的主要特点是高强度、高耐久性、低收缩率和良好的工作性能,其配合比设计的核心是低水灰比、掺合料用量适中以及外加剂的合理使用,低水灰比可以显著提高混凝土的致密性和强度,但同时也会降低其工作性能,针对这一问题可以适当添加高性能减水剂或引入掺合料如粉煤灰、矿渣等以改善混凝土的和易性和泌浆率,从而保证可浇筑性和密实性,掺合料本身也能够提高混凝土的早期强度和抗渗性能。除了调整水灰比和掺合料用量,高性能混凝土还需引入新型外加剂以满足特殊性能要求,例如添加膨胀剂可以有效控制混凝土的干燥收缩,防止构件开裂、添加纤维素材料可以增强混凝土的抗冲击、抗裂性能等,通过针对性的配合比优化设计能够制备出符合装配式构件各项技术指标的高性能混凝土。

### 2.2 智能制作工艺

装配式混凝土构件的制作必须依赖智能化、自动化的生产线和数字化制造技术以确保产品质量的批量化、规模化,从而最大限度地发挥装配式建筑工业化的优势,降低人工成本,在智能制作工艺中首先需要通过数字化3D模型对构件的尺寸、形状等参数进行精准设计并输入计算机控制系统,制作过程全部由计算机控制系统自动完成,无需人工干预,具有极高的精确度和一致性,包括原材料配比、拌和、浇筑、养护、脱模等各个环节都实现了自动化操作。在浇筑环节可以借助机械手臂和三维扫描等技术对构件成型的过程实时监控,及时发现并矫正偏差,确保构件尺寸和外形的精确度,同时通过大数据分析手段对生产过程的各项参数进行优化,进一步提高生产效率。构件浇筑完成后需要进入标准化的养护环节,在智能化生产线上可以通过自动运输系统将构件转移至封闭的养护室,由计算机控制其温度、湿度等养护条件,使构件获得充分的养护,确保其质量。另外装配式构件制作还需要引入新型材料和工艺,如3D打印混凝土构件

可以直接通过3D打印设备将构件一次成型,避免了浇筑和脱模环节,大幅提高了效率,凭借智能制作工艺,装配式构件能够高效、精确、规模化地生产,为整个装配式建筑体系提供质量可靠的基础单元。

## 3 装配施工工艺

### 3.1 就位精度控制

装配式建筑的一个核心优势是高度的精确度,这直接关系到最终结构的质量和安全性,就位精度控制是实现这一目标的关键步骤,它要求在施工现场对预制构件的位置、方向和水平进行精准控制,为了达到高精度的要求,工程团队采用了多种高科技工具和技术,其中使用激光扫描和全站仪进行实时监控可以确保构件在安装过程中的每一个步骤都能达到预定的精确位置,此外借助于先进的计算机模拟和3D建模技术,施工团队能够在实际施工之前模拟装配过程,识别并解决可能出现的任何精度问题。就位精度控制的另一个重要方面是使用定制的定位垫块和临时固定装置,这些装置可以在施工过程中稳定构件位置,直到完成所有必要的连接工作,在高精度的基础上还需确保每个构件的质量和完整性,因此对于接缝和连接点的处理要求极为严格,包括使用专用密封材料和连接件来保证结构的密封性和长期耐久性。

### 3.2 现场拼装工艺

现场拼装工艺也是装配式建筑施工的重要环节,它直接影响到施工效率和最终结构的稳定性,现场拼装开始于构件的有序运输和存储,每个构件在出厂前都已完成了编号和标记,确保能够快速准确地找到其在工程中的对应位置,在实际拼装过程中采用模块化吊装和整体分合工艺不仅大大提高了施工速度而且也减少了对工人的物理劳动强度,模块化的方法可以让多个构件在地面或工厂内预先组装成更大的单元,然后整体吊装到位,这种方式不仅可以缩短施工周期还可以提高施工质量,针对特定的连接和固定技术如螺栓连接、焊接和粘接技术,施工团队必须具备高水平的专业技能和经验,确保每个接缝都达到设计要求以保证整个结构的强度和稳定性。现场拼装工艺还包括对构件接缝的密封处理和防水措施确保建筑的长期耐用性和舒适性,整个拼装过程中质量控制和监督是不可或缺的,这要求施工现场设置专门的质量检查点对每一步施工过程进行严格的检查和记录以确保每个环节都符合设计和规范要求,通过这些综合措施,装配式建筑的现场拼装工艺能够确保项目的高效率和高质量完成。

## 4 质量检测与控制

### 4.1 构件质量检测

在装配式建筑中确保每个预制构件的质量是项目成功的关键,构件质量检测涵盖了从原材料检测、生产过程控制到成品检验的全过程,这一系列的质量保证措施确保了构件在尺寸精度、强度、耐久性及其他相关性能上均符合设计规范和标准,原材料检测是检测流程的起点,包括混凝土、钢筋、预应力筋材料的化学成分和物理性能测试等等,在生产过程中通过实施严格的过

程控制如混凝土拌合、钢筋笼组装、模具设置等步骤的监督确保每一步骤都按照预定的质量标准执行。生产完成后的构件进行成品检验,检查项包括尺寸精度、外观质量、强度测试和耐久性测试等,特别是对于承重结构构件还会进行额外的加载测试以验证其承载能力,为了保证检测结果的准确性和公正性许多项目会聘请第三方检测机构进行独立检验,同时采用先进的检测技术如3D扫描技术和无损检测技术可以进一步提高检测的准确度和效率。

#### 4.2 现场安全管理

现场安全管理是装配式建筑项目中一个至关重要的环节,它涉及到每一位工人的生命安全和健康,良好的现场安全管理不仅需要遵循国家和地方的安全法规还需要根据项目的具体情况制定和执行一套全面的安全管理计划,进行全员安全培训是基础,确保每位参与施工的人员都了解基本的安全知识和特定操作的安全要求,施工现场还需要设置明显的安全警示标志提醒人员注意潜在的危险区域和特殊的安全防护要求,同时施工现场要配备足够的安全防护装备如安全帽、安全带、防护网等确保工人在高空作业、重物吊装等高风险作业时的安全。现场安全管理还包括定期的安全检查和风险评估,通过识别潜在的安全隐患采取预防措施来避免事故的发生,在发生紧急情况时现场应急响应计划的制定和执行也非常关键,它能够确保在发生事故时能够迅速有效地进行救援和处理,最大程度地减少人员伤亡和财产损失。

### 5 智能化与绿色发展

#### 5.1 智能化施工装备

随着科技的发展,智能化施工装备已经成为提高建筑行业效率和质量的关键因素,这些装备通过自动化技术和信息技术的融合应用极大地优化了建筑施工的各个环节,智能化施工装备包括无人机、机器人、3D打印机以及各种基于物联网的监控和管理系统等,无人机可以用于施工现场的空中监控,实时捕捉施工进度和质量问题,同时对施工现场的安全进行监控,机器人技术在施工中的应用包括自动化的物料搬运、精准的构件安装以及高危环境下的作业,不仅提高了施工效率还降低了工人的劳动强度和安全风险,3D打印技术能够在建筑领域制造复杂的构件和结构,不仅加快了建造速度还减少了材料浪费,推动了建筑设计的创新。此外基于物联网的监控和管理系统能够实现施工过程中信息的实时收集和分析,优化资源配置,提高施工管理的精度和效率,这些智能化施工装备的应用能够实现建筑施工

的数字化、自动化和智能化,不仅提升了建造质量和效率也为建筑行业的可持续发展提供了支持。

#### 5.2 绿色环保理念

绿色环保理念在现代建筑行业中越来越受到重视,它强调在建筑的设计、施工、运营及拆除过程中减少对环境的负面影响,实现资源的高效利用和生态环境的保护,装配式建筑由于其预制化和标准化的特点天然符合绿色建筑的要求,在材料选择上倡导使用可再生材料和低碳材料减少建筑施工过程中的能耗和排放,施工过程中通过精确的设计和制造减少现场作业,从而显著减少建筑废料和施工过程中的扬尘污染。另外装配式建筑的模块化和标准化特性使得建筑构件在拆除后易于回收和再利用,延长了材料的生命周期,减少了建筑垃圾,在建筑运营阶段绿色环保理念还包括采用节能环保的建筑技术和材料,如绿色屋顶、太阳能发电系统、雨水收集和利用系统等,减少建筑的能耗和对环境的影响,凭借这些措施绿色环保理念在建筑行业的实践不仅有助于减轻对自然环境的压力也为人类创造了更加健康、舒适、可持续的生活环境。

### 6 结束语

装配式混凝土结构作为建筑工业化的重要组成部分,经过多年发展已日趋成熟,通过不断优化结构设计、改良构件制作工艺、提高装配水平以及推广绿色环保理念,使得装配式技术正逐步在建筑工程中得到规模化应用,但同时也应看到智能化与绿色发展仍是今后需要重点关注和持续深入的方向以不断提升装配式技术的发展水平,助力建筑行业高质量发展。

#### [参考文献]

- [1]吴博.高层房屋建筑装配式混凝土结构与建造技术[J].城市建筑,2023,20(12):168-171.
- [2]周海涛,吴大江.装配式混凝土建筑结构设计要点[J].工程建设,2023,55(05):34-38.
- [3]刘振阳.建筑装配式混凝土结构与建造技术[J].中华建设,2022,(06):61-62.
- [4]胡涛,刘俊希,孔维丰.房屋建筑装配式混凝土结构关键技术分析[J].中国建筑金属结构,2022,(04):24-25.
- [5]高利民.房屋建筑装配式混凝土结构建造技术新进展[J].住宅与房地产,2020,(06):177-178.

#### 作者简介:

刘芳(1981-),女,汉族,河北省保定市人,大学本科,高级工程师,研究方向:土木工程。