

论装配式建筑结构设计要点

刘华

长沙凤凰建筑设计有限公司

DOI: 10.12238/jpm.v5i5.6778

[摘要] 装配式建筑施工快速、绿色节能，成为现代建筑发展的热门领域，但装配式建筑的结构设计仍需深入研究。基于此，该文章结合实际项目深入研究装配式建筑结构预制构件拆分、预制柱、梁、剪力墙、楼梯和叠合楼板的设计要点，提出装配式建筑的深化设计需综合考虑多个因素，包括材料选择、连接细节、抗震设计等，旨在提高装配式建筑结构设计质量，提高施工效率、保障建筑质量。

[关键词] 装配式建筑；设计指标要求；技术策划；结构设计要点；

On the design points of prefabricated building structure

Liu Hua

Changsha Phoenix Architectural Design Co., LTD

[Abstract] The construction of prefabricated buildings is fast, green and energy-saving, and it has become a hot field in the development of modern buildings, but the structural design of prefabricated buildings still needs further study. Based on this, the article combined with the actual project study of prefabricated building structure prefabricated split, prefabricated columns, beam, shear wall, stairs and the floor design points, put forward the deepening design of prefabricated building need to consider multiple factors, including material selection, connection details, seismic design, etc., to improve the quality of prefabricated building structure design, improve the construction efficiency, guarantee construction quality.

[Key words] prefabricated building; design index requirements; technical planning; key points of structural design;

引言

随着建筑行业的不断发展，装配式建筑结构作为一种新型建筑模式，逐渐成为当今建筑领域的热点话题。传统建筑模式施工周期长、质量难以控制、资源浪费等问题日益凸显，而装配式建筑结构的出现，为解决这些问题提供了新的思路。装配式建筑结构设计要点涉及预制构件拆分、预制柱设计、预制梁设计、预制剪力墙设计、预制楼梯设计、叠合楼板设计以及抗震设计等多个方面。通过对这些设计要点的深入研究，可有效提高装配式建筑的施工效率、降低建造成本、保证建筑质量，促进建筑行业的可持续发展。

1 工程概况

长沙市开福区沙坪街道沙卫以西农民安置房建设项目，

位于长沙市开福区沙坪街道卫和路以北、芝山路以南、雷公岭路以东、长青路以西。建筑共 10 栋二类高层住宅、1 栋多层幼儿园和 1 栋单层垃圾站，地下室 1 层，总建筑面积 130417.88m²。结构形式为钢筋混凝土结构，装配率 50%，该项目全流程充分利用装配式建筑的优势，有效节约建造时间。

2 装配式建筑结构设计指标要求

设计时需考虑以下关键要点，以确定装配式建筑的设计指标要求：

(1) 政府规定和标准：查询当地政府对装配式建筑的相关规定、标准、政策及基本要求。咨询城乡建设局、管委会等有关部门，了解具体要求。

(2) 图审部门的建议：咨询图审部门，全面了解工程各项装配式设计标准、依据、报审资料。根据实际情况，统计

各类建筑指标控制的基本要求。严格遵循指标要求可确保装配式建筑设计质量。

表1 装配式建筑指标控制统计

序号	建筑类型	单体规模 (m ²)	预制装配率 (%)	“三板”使用比例 (%)
01	居住建筑	全部项目	50.0	60.0
02	公共建筑	>5000	45.0	60.0
03	学校建筑	>5000	/	60.0
04	工业建筑	>10000	/	60.0

3 装配式建筑结构技术策划

技术策划主要内容包括项目介绍、政策解读、建筑部件选配等。通过合理的技术策划，能够确保装配式建筑结构的设计、施工顺利进行，提高工程质量、缩短工期、降低造价，保证建成后的使用性能。

3.1 项目介绍

该项目为包含 10 栋二类高层居住建筑的大型建筑群。为提高施工效率、降低建造成本、保障建筑质量，采用装配式建造技术，主体结构装配率达 50%，部分主体结构构件工厂预制好后运输到现场组装，每栋建筑的设计充分考虑功能需求、空间利用率以及建筑结构的安全性，注重细节，努力打造出实用美观的建筑，以满足未来居民、使用者的需求。同时密切关注政府相关规定标准，确保设计符合当地的法律法规，达到环保节能要求。

3.2 政策文件解读

项目前期需深入研究政府发布的相关政策文件，特别关注装配式建筑的规定、标准、政策和基本要求。通过详细解读这些政策文件，获得关键细节，主要包括：

(1) 优惠政策：政府鼓励装配式建筑的发展，提供税收优惠、补贴或其他激励措施，以促进该领域增长。

(2) 技术要求：政府可能发布技术指南，涵盖装配式建筑的设计、施工、质量控制等方面。需严格遵循技术要求，确保项目符合标准。

(3) 管理要求：政府对装配式建筑的管理要求包括施工安全、环境保护、质量监督等方面。

3.3 部品部件选择

装配式建筑结构的部品部件选择中，内隔墙、围护结构、内装修、主体结构以及创新应用扮演关键角色。需结合项目实际情况，基于部品部件选择需求合理选择，以确保建筑施工质量。

(1) 内隔墙建议采用轻质隔墙板或石膏板，具有良好的隔音、防火性能，同时便于装配施工。

(2) 围护结构可选用外墙外保温系统，采用预制板材与钢结构连接，提高保温效果，保证结构稳定。

(3) 内装修方面，选择环保、易于安装的装饰材料，如

装配式地板、墙面板等，以加快施工进度，确保室内环境质量。

(4) 主体结构方面采用钢结构或混凝土预制构件，具有较高的承载能力、稳定性，易于预制安装。

(5) 创新技术应用方面，考虑引入智能化系统，如智能门窗、照明系统等，提升建筑的功能性、舒适性，降低能耗。

3.4 配置方案比选

装配式建筑结构的配置方案比选需综合考虑各部品部件的类型、特性，确保选择的方案能够满足项目的需求。

(1) 内隔墙配置方案比选。比较常规的砖墙和轻质隔墙板两种方案。砖墙施工简单，但耗时长且不利于装配式施工；而轻质隔墙板可以提高施工速度，具有良好的隔音、防火性能。

(2) 围护结构方案比选。考虑传统外墙保温系统、装配式外墙板两种方案。传统系统施工周期较长，而装配式外墙板可以在工厂预制，快速安装，有利于提高施工效率。

(3) 内装修方案比选，比较传统现场施工、装配式装修两种方案。传统施工需要大量人力、时间，装配式装修可在工厂预制，减少现场施工工序。

(4) 主体结构方案比选。比较混凝土预制构件、钢结构两种方案。混凝土预制构件适用于大型建筑，施工周期较长但具有良好的承载能力、稳定性；钢结构适用于中小型建筑，施工速度快但需考虑防火等安全因素。

4 装配式建筑的结构设计要点

装配式建筑的结构设计要点关乎工程质量与效率。预制构件拆分、柱、梁、墙等各部件设计需考虑受力、施工、标准化等因素。

4.1 预制构件拆分

预制构件拆分设计遵循一下重要原则。

(1) 确保受力合理，根据结构需求合理分布受力点，保证构件承载能力。

(2) 考虑施工方便，设计合适的尺寸、连接方式，便于现场装配和安装。

(3) 配筋要简化，尽量减少连接点，降低施工难度和成

本。

(4) 稳定可靠是关键, 构件拆分设计应确保整体结构稳定性, 避免因拆分而影响建筑安全。

(5) 设计标准化有助于降低设计和生产成本, 提高构件的一致性、可替换性。

4.2 预制柱设计要点

预制柱是装配式建筑中的关键组成部分, 其设计需遵循严格的规范。

(1) 混凝土强度等级: 预制柱通常使用 C30 或 C40 的混凝土, 以确保足够的承载能力和耐久性。

(2) 钢筋混凝土保护层厚度: 保护层的厚度至关重要, 以防止钢筋腐蚀。根据 GB 50010-2010 规范, 保护层厚度不应小于 25mm。

(3) 配筋率: 配筋率应根据结构设计的需要确定, 通常不低于 1.0%。预制柱配筋优化调整见图 1。

(4) 构造柱与普通柱的区别: 构造柱的配筋率通常高于普通柱, 以提供更好的抗震性能。

(5) 锚筋尺寸及长度: 锚筋的尺寸和长度应满足连接要求, 通常锚筋直径不小于 12mm, 长度不小于 500mm。

(6) 模板的搭设: 模板必须牢固、准确, 避免偏差和变形, 以确保预制柱的准确性。

(7) 钢筋的制作和安装: 钢筋的制作和安装必须严格按照设计图纸要求进行, 确保尺寸和位置的准确性。

(8) 混凝土的配制和浇筑: 混凝土必须按照设计要求配制, 确保强度和流动性, 浇筑过程中应避免离析和蜂窝。

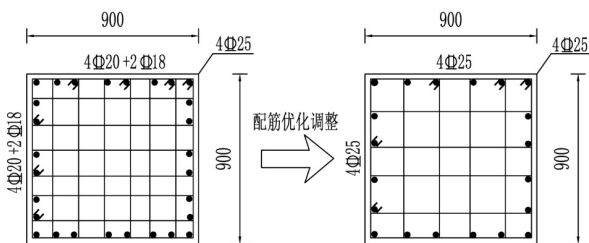


图 1 预制柱配筋优化调整 (mm)

4.3 预制梁设计要点

预制梁的设计是确保整体结构稳定的关键, 需遵循以下原则:

(1) 梁的尺寸、形状根据建筑的功能需求、受力特点优化。

(2) 预制梁的连接细节设计需确保施工简便且连接牢固, 特别是梁与柱、梁与梁之间的节点, 采用高强度连接件或预埋件, 保证快速装配结构的整体性。

(3) 预制梁的配筋设计应简化, 减少现场作业量, 保证有足够的强度、延性来抵抗地震等外力作用。

(4) 材料选择上优先考虑轻质高强材料, 减轻结构自重和运输成本。生产过程中严格控制混凝土的质量、养护条件, 确保预制梁的质量符合设计要求。

4.4 预制剪力墙设计要点

预制剪力墙在装配式建筑中起到关键的抗震及结构稳定作用。其设计应遵循以下四个要点:

(1) 材料选择与强度等级: 预制剪力墙通常采用高强度混凝土, 如 C40 或 C50, 以确保足够的抗剪强度和抗震性能。

(2) 尺寸与配筋设计: 剪力墙的厚度和长度应根据建筑高度和受力要求确定。配筋设计应满足 GB 50010-2010《混凝土结构设计规范》的要求, 保护层厚度不得小于 30mm, 配筋率应根据计算确定, 但不得低于 0.25%。

(3) 连接节点与装配: 预制剪力墙与楼板、柱的连接节点设计至关重要。应采用预埋钢板或连接件, 以实现快速、可靠的现场装配。

(4) 施工与质量控制: 预制剪力墙的施工应严格控制混凝土浇筑和养护过程, 避免产生裂缝和缺陷, 确保预制构件的质量达到设计要求。

4.5 预制楼梯设计

预制楼梯的设计中, 双跑楼梯和剪刀楼梯是两种主要形式, 均需遵循标准化原则。

(1) 楼梯的两端连接应分别采用固定铰接、滑动铰接。

(2) 设计时, 楼梯踏步应为清水面, 预留足够的空间以便未来的装饰层施工。楼梯栏杆的规格和类型需要与建设方密切沟通, 楼梯制作时设置预埋件。

(3) 预制楼梯的设计还需考虑到起跑方向, 据此确定挑耳位置, 确保楼梯的功能性、美观性。

(4) 保持设计的连贯性和标准化, 提高施工效率的同时, 保楼梯的安全舒适。

4.6 叠合楼板设计

叠合楼板高度标准化, 施工效率高, 叠合楼板设计要点包括:

(1) 叠合楼板由预制混凝土构件组成, 其厚度根据楼层荷载、跨度确定。材料选择上轻质高强混凝土是首选, 可减轻自重, 提高施工效率。

(2) 梁与楼板的连接应采用可靠连接方式, 如螺栓连接或预埋钢筋。连接细节的设计需符合相关规范, 确保结构的整体性。

(3) 叠合楼板的防水和隔热性能至关重要。设计中应考虑添加防水层和隔热材料, 以提高楼板的使用寿命、舒适性。

(4) 生产安装过程中, 严格控制混凝土的配制、浇筑和养护, 确保叠合楼板的质量符合设计要求。

4.7 抗震设计

装配式建筑的抗震设计需综合考虑地震动参数、结构系统、材料特性和连接细节,以提高结构的抗震性能。

(1) 建筑的基础、主体结构采用能够吸收分散地震能量的材料,如使用高延性钢筋预制构件。

(2) 结构的连接点设计要保证足够的强度,以便在地震作用下能够适当变形而不致断裂。

(3) 建筑的整体布局、构件配置避免不利受力,如质量集中、刚度突变。

(4) 抗震设计考虑后期的检查和维护,确保在地震后能够及时评估和修复损伤。

5 预制构件深化设计

预制构件的深化设计是确保装配式建筑项目质量的关键步骤,涉及主体结构的细节化、配筋、洞口预留、机电布局等。深化设计的目的是确保建筑结构设计的合理性,满足建筑、结构、安装和装饰装修等多专业的标准要求,同时考虑预制件的生产、运输和施工需求。

(1) 利用 BIM 技术及自动化计算机制图,提高设计的精确性。深化设计阶段需绘制详尽的设计图和材料清单,采用标准化设计,统一的钢筋布置,以提高模具的使用效率。

(2) 若需对预制构件进行特殊调整,需与原设计单位沟通并获得许可。深化设计部门必须具备专业资质,且设计图纸需得到原设计单位认可,以确保设计的准确性、可行性,保障工程顺利完成。

结论

综上所述,装配式建筑结构设计的研究表明,通过采用标准化、模块化的设计原则可有效提升建筑质量、施工效率和抗震性能。预制构件的合理拆分和优化设计,可简化施工流程,降低成本。在预制柱、梁、剪力墙、楼梯和叠合板的设计中需重视材料选择的重要性及连接细节的精确性,对于确保结构稳定性、安全性至关重要。此外,综合考虑抗震设计,以增强建筑的耐久性、适应性。装配式建筑的深化设计,通过技术创新,精细化管理展现现代建筑技术的发展方向,为建筑行业的可持续发展提供有力支撑。

[参考文献]

[1]艾菲玛·艾合塔木,陈国新,翟新铭.装配式混凝土结构设计方法研究[J].四川建筑科学研究,2020,46(02):63-68;

[2]潘敏华,刘克,吴心怡等.装配式混凝土框架的结构设计要点及工程实例[J].建筑结构,2021,51(S1):1003-1008;

[3]李超.装配式混凝土施工安全风险防范措施[J].中国建

筑金属结构,2023, No.495(03):172-174;

[4]张光辉.基于装配式混凝土建筑结构工程施工技术研究[J].产业科技创新,2023,5(02):86-88; [6]王磊,田坤,高润东.装配式混凝土建筑防水设计、施工与检测研究进展[J].建筑科技,2023,7(01):17-19;

[5]宋培欣,吕越,周方均等.装配式混凝土建筑物化阶段碳足迹评价综述[J].浙江建筑,2023,40(01):74-78;

[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]魏斌乾.高层装配式建筑外围护结构蒸压加气混凝土板承载力计算和施工质量控制[J].建筑技术,2023,54(08):922-926;

[8]万贤强.装配式混凝土建筑预制构件精细化质量管理研究[C]//江西省土木建筑学会,江西省建工集团有限责任公司.第28届华东六省一市土木建筑工程建造技术交流会论文集.《城市建筑空间》编辑部,2022:106-108;

[9]宋小峰,钱野.装配式混凝土结构节点连接施工质量控制及新工艺探析[J].中国住宅设施,2022(04):16-18;

[10]牛自立.装配式混凝土建筑施工技术及现场质量控制探讨[J].砖瓦,2022(04):65-66+69;

[11]张光华.装配式混凝土结构建筑质量检测技术的发展探究[J].冶金管理,2022(03):106-108;

[12]梁山,彭有开,吴徽.Tilt-up 建筑体系混凝土墙板抗震设计研究[C]//中冶建筑研究总院有限公司.2021年工业建筑学术交流会论文集(中册),2021:6;

[13]王磊,宋传新.西部建筑新星——德坤 DSC 装配式建筑体系[C]//新疆维吾尔自治区土木建筑学会.新常态下绿色建筑发展理论与实践——第五届中国中西部地区土木建筑学术年会论文集.中国矿业大学出版社(CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY PRESS),2015:4;

[14]胡雪瀛,杨扬.大力推进建筑产业现代化——预制装配式混凝土结构的应用与发展[C]//天津大学,天津市钢结构学会.第十七届全国现代结构工程学术研讨会论文集,2017:5;

[15]何鲲,余龙.装配式建筑设计中的数字化应用[C]//中国图学学会土木工程图学分会,《土木建筑工程信息技术》编辑部.《第十届 BIM 技术国际交流会——BIM 赋能建筑业高质量发展》论文集,2023:4.DOI:10.26914/c.cnkihiy.2023.027638.