

装配式房屋建筑工程混凝土结构设计要点及施工适配性研究

郭从明

中冶南方城市建设工程技术有限公司, 湖北武汉, 430070;

摘要: 装配式混凝土结构属于房屋建筑工程的重要结构形式, 装配式房屋建筑工程的混凝土结构设计合理性不仅会影响房屋的正常使用, 还会对建筑工程的造价成本产生显著的影响。当前时期的装配式房屋建造规模日益扩大, 房屋混凝土结构的设计方案也更加多样化。本文探讨装配式房屋建筑工程的混凝土结构设计要点, 在创新设计理念的基础上确保装配式建筑的施工适配性。

关键词: 装配式房屋建筑工程; 混凝土结构设计; 施工适配性

DOI: 10. 64216/3080-1508. 25. 12. 018

引言

装配式房屋建筑工程的混凝土结构主要包括预制的受力构件, 采用混凝土结构设计的装配式房屋更符合绿色建筑的发展趋势, 并能够起到优化资源配置、延长房屋使用寿命等显著作用。现阶段的装配式房屋建筑面积更大, 与之相应的房屋设计、施工要求也会相对更高。因此如何采取因地制宜的建筑设计方案来确保房屋混凝土结构的施工适配性, 应成为装配式房屋建筑工程获得可持续发展的关键。

1 装配式房屋建筑工程混凝土结构设计的基本原则

1.1 模块分解

装配式房屋建筑的体积较为庞大, 装配式房屋的混凝土结构应当分解为若干个工程设计模块, 采取模块分解的方式降低工程设计难度。具体在装配式房屋的建筑设计阶段, 工程设计人员应结合实际情况拆分房屋混凝土构件, 并需要保证拆分后的预制墙板、门窗等结构件满足最基本的工程质量要求^[1]。建筑设计人员应遵循标准化、模块化的指导原则, 加大对装配式房屋工程的设计成本控制, 提升混凝土结构设计模具的使用效率^[2]。

1.2 因地制宜

装配式房屋在实际使用的过程中, 建筑混凝土结构通常很难避免受到自然腐蚀、机械撞击以及人为破坏, 进而导致装配式建筑的使用寿命有所缩短。基于以上的影响因素考虑, 装配式建筑的工程设计人员应全面贯彻因地制宜的理念, 在深入房屋建筑现场勘测的前提下制定科学、合理的房屋混凝土结构布局方案。建筑设计人员还要进一步考虑材料、设备与工艺的适宜性, 确保能

够在众多的房屋结构方案当中选择最具可行性的一种^[3]。

1.3 有机协调

装配式房屋建筑的混凝土结构设计不能够缺少相关工序之间的有机协调, 装配式房屋的建筑设计部门以及施工企业需要增进交流, 以期妥善解决房屋混凝土结构使用中的技术难题。目前在BIM技术广泛应用的趋势下, 房屋建筑设计人员应充分利用人工智能的辅助建模设备, 对于建筑混凝土构件的数量、规格、安装位置等各项指标实施精确的计算, 从而防止装配式房屋存在使用安全隐患。各工序人员应打破传统的边界, 做到实时共享建筑设计与施工信息, 提升装配式建筑工程全寿命周期内的经济效益。

2 装配式房屋建筑工程混凝土结构设计要点

2.1 材料选取

装配式房屋建筑工程的混凝土结构件主要采取工厂预制的成型方式, 然后再利用起重机械将其统一运送至房屋施工场地。装配式房屋建筑的混凝土结构件能否达到最基本的坚固度、耐久性、抗渗性等方面要求, 直接影响到装配式房屋的正常使用。在此前提下, 房屋建筑设计人员需严格按照行业监管规定, 并应当结合装配式房屋的布局情况来选择结构材料^[4]。建筑设计部门不仅需要严格把控材料的质量安全, 而且还要在材料入场之前对其进行筛分测试, 如此才能够保证装配式混凝土房屋建筑的骨料、水泥、砂石等符合坚固耐久的要求。

2.2 参数计算

装配式房屋建筑工程涉及的技术参数复杂多样, 房屋设计人员应通过计算来确定混凝土结构件的型号、体

积大小、安装角度与高度等指标。例如，无支撑式的预制叠合楼板通常应控制在 80mm 以内的平均厚度、1800mm 左右的平均跨度。技术人员还需要进一步计算预制叠合板的荷载极值，确保其符合混凝土叠合楼板的抗压与抗拉强度标准值。经过计算明确高层建筑楼板的混凝土容重、弹性模量等关键技术指标，加大针对装配式房屋的设计图纸精度。

如下表，为装配式房屋混凝土结构件的性能与尺寸参数设计：

表 1 装配式房屋混凝土结构件的性能与尺寸参数设计

| | | | |
|-----------|--------|-------|-----------------------|
| 预制叠合楼板的宽度 | 1800mm | 抗拉强度 | 20.5MPa |
| 预制叠合楼板的长度 | 2010mm | 抗压强度 | 25.9MPa |
| 预制叠合楼板的厚度 | 78mm | 混凝土容重 | 28.0kN/m ³ |
| 搭接宽度 | 13mm | 弹性模量 | 33190MPa |

2.3 可行性验证

装配式房屋建筑工程的设计方案需得到专门论证，建筑设计部门应邀请专业技术人员前往实施集中性地交流探讨，才能够得出最具可行性的工程图纸结论。为确保装配式房屋的混凝土结构耐久性以及坚固度满足业主要求，关键就是要验证砂石与水泥的抗渗性，相关负责机构应充分利用物联网的自动检测仪器予以实施。经过配比试验来确定装配式房屋的结构方案合理性，工程设计人员还应当集中排查并整改其中的不合理之处，以期能够显著改善混凝土结构的抗拉与抗压强度。

3 装配式房屋建筑工程混凝土结构设计与施工实例

3.1 工程概况

某装配式房屋的建筑总面积达到 13500 m²，主要划分为地面与地下的两个组成部分。高层装配式房屋的总体高度达到 49m，全部采用装配式整体剪力墙结构形式。具体而言，大体积装配式房屋建筑的内墙部分主要采用现浇混凝土剪力墙，而外墙部分则采用预制混凝土剪力墙。以上装配式建筑工程涉及的混凝土构件应包括叠合楼板、预制楼梯、预制混凝土墙板等。该装配式建筑工程需符合建筑行业的质量监管规定，并应当严格遵循合同约定予以交付使用，从而保障建筑工程的业主合法权益^[5]。

装配式房屋的工程设计人员在准确把握施工场地情况的基础上，判断得出该房屋建筑所在的施工场地存在一定程度的不良地质，从而需要加强装配式建筑混凝土

结构的施工质量管控。对于以上的装配式房屋施工阶段而言，建筑企业安排多名施工人员予以相互配合完成，着眼于维护房屋建筑混凝土结构的良好使用性能。建筑企业还积极配合房屋工程的监理机构人员，集中针对房屋混凝土结构的隐蔽部位展开隐患排查，从而有效解决了装配式房屋混凝土工程长期存在的施工问题。

3.2 方案实现

上述装配式房屋建筑工程混凝土结构存在较大的设计与施工难度，因此需要建筑设计部门以及施工单位之间有机协调，并应当在房屋建筑的施工阶段采取动态整改的质量保障措施。具体应安排专业技术人员负责对房屋施工的全过程进行监测，利用自动测试仪器作为辅助。具体需要将取下的灌浆套筒连接钢筋接头带回实验室，并依据 JGJ107—2010《钢筋机械连接技术规程》的要求进行力学性能试验，以确保钢筋连接部位的屈服强度满足基本要求。两根钢筋断于钢筋，第 3 根钢筋拔出^[6]。建筑工程的相关负责人员还需要全面检测混凝土的砂石级配、坍落度和易性等指标，针对运送入场的混凝土预制件应确保符合表面光滑平整、不存在裂缝与渗漏的质量安全要求。

建筑企业主要利用起吊机将混凝土的预制件运送至指定区域，然后安排施工人员负责进行妥善的保存。建筑企业还应当着眼于检查套筒出浆口的灌浆料饱满度，对于出浆口存在灌浆料不饱满或者未出浆的情况及时进行补救。建筑施工人员在补充灌浆的过程中，关键在于保证浆料完全凝固成型，并应当针对混凝土墙面的力学性能实施精确的验算。建筑企业对于工程监理部门提出的混凝土结构承载力不满足行业监管规范的情况应当立即予以整改，妥善做好混凝土结构的加固处理。

如下表，为装配式房屋建筑工程混凝土结构的参数设计方案：

表 2 装配式房屋建筑工程混凝土结构的参数设计方案

| 构件种类 | 构件自重 (t) | 构件尺寸 (m) | 起吊运送 |
|------|----------|----------|--------|
| 楼梯 | 3.90 | 1.5*3 | 移动式起重机 |
| 楼板 | 10.25 | 3*5.5 | 塔式起重设备 |
| 墙板 | 1.45 | 0.5*2.5 | 移动式起重机 |

4 装配式房屋建筑工程混凝土结构的施工适配性优化措施

4.1 运输吊装

装配式房屋的混凝土结构件只有实现了妥善的运

输入场,其才能够发挥最大化的使用效能。具体在运送装配式建筑的混凝土结构件时,关键就是要避免外力碰撞而导致结构件出现损坏,并应当保证混凝土结构件的外观完整以及标识清晰。目前应用于房屋混凝土结构件运输的车辆设备主要为平板货车,建筑企业还可以安排专门的预制件运输车辆予以负责。为避免混凝土结构件的在途时间延长,那么建筑企业人员需提前规划最佳的运送入场路线。混凝土墙板、楼板等装配式构件在到达施工场地的情况下,建筑企业需立即安排相关负责人员对其实施全面的入场检测,从而保证装配式混凝土结构件不存在外观缺损。

吊装混凝土预制件的操作要求较为严格,建筑施工人员需妥善做好吊装前期的各项准备工作,做到全面、彻底清除施工场地的线缆、固体废弃物、机电管线的残留物等。施工人员应结合工程场地的实际情况,合理选择最适宜的吊索设备、起吊点、吊放区域等^[7]。房屋建筑的施工人员在准确把握图纸设计要点的基础上,应加强针对钢索设备、起重机、支架稳定性的检验,然后妥善做好起吊设备的就位。吊装混凝土预制件的操作需要由两名以上的施工人员相互配合实施,在预制件的吊装过程中应加强针对杆件水平度、垂直度等指标的检测。

如下图,为装配式房屋建筑的混凝土墙板构件吊装模型图:

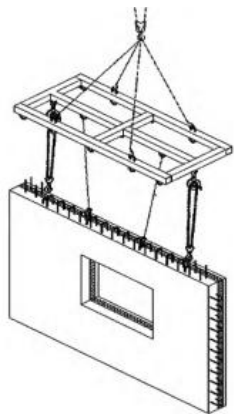


图 1: 装配式房屋建筑的混凝土墙板构件吊装模型图

4.2 安装固定

安装房屋混凝土预制件通常可以采用焊接、螺栓固定、榫卯连接,或采用其他的灵活处理方式。建筑施工人员无论选择以上哪种固定连接方案,都应当保证连接后的混凝土构件定位精准且牢固。例如在采取螺栓固定连接的情况下,重点就是要明确螺栓孔的开设角度,然后借助螺帽插入螺栓孔并将其固定。施工人员如果遇到

分布比较密集的高强度混凝土结构件,则最好采取焊接的安装固定手段。在此过程中,建筑施工人员应全面检查焊缝的平整度,对于存在质量缺陷以及瑕疵的构件焊接部位进行集中的排查、整改。

依据现行的装配式房屋混凝土施工标准规定,采用焊接方式进行固定的装配式房屋结构件应满足外观平整、安全坚固的要求。具体针对高层装配式房屋的楼板、楼梯以及墙板预制混凝土构件而言,以上各部位的安装平整度以及垂直度误差分别需要控制在2mm与1mm以内。基于此,房屋建筑的施工企业还应当安排专门人员负责进行动态化的质量缺陷排查。建筑企业应密切配合房屋工程的施工监理单位,做到妥善整改隐蔽性的建筑安全隐患。

4.3 套筒灌浆

装配式房屋工程的套筒灌浆施工前提在于制作、预埋套筒,建筑企业人员需按照指定的图纸尺寸要求来制作并加固套筒,然后在指定区域埋设套筒,从而保证钢筋与套筒的紧密贴合。具体在制作套筒时,技术人员应全面检查套筒侧壁的平整度、尺寸精度等方面指标,为灌浆作业提供良好的保障^[8]。但是在一些情况下,施工人员安装并固定的套筒尺寸仍然存在误差,因此就需要建筑企业人员再次校正套筒埋设的垂直度,并应当将预制楼板或墙板的钢筋精准埋设在套筒内部。房屋建筑的施工人员还可以利用激光测量设备,充分依靠数字化的自动测量设备来节约人力成本,推动装配式房屋的工程质量实现稳步提升。

装配式房屋混凝土结构的灌浆效果主要取决于钢筋与套筒的连接坚固性,施工人员需要将灌浆材料匀速注入套筒内部,从而使得钢筋与套筒实现稳定的连接。基于此,装配式房屋的施工部门应结合实际来选择最适宜的灌浆材料以及工艺手段,旨在最大程度上保证套筒灌浆的工程质量符合基本要求。为确保灌浆材料实现良好的流动,那么重点就是要检测灌浆材料的和易性、坍落度、砂石骨料的级配指标等。建筑企业人员还需保证浆料均匀注入指定区域,以防止套筒内壁存在未被填充的空间。并应当加大对注浆流量、压力等指标的控制,在均匀注浆的基础上维持砂浆混合物的饱满与致密。

如下图,为装配式房屋建筑工程的混凝土结构基本施工流程:



图 2：装配式房屋建筑工程的混凝土结构基本施工流程

5 结束语

综上所述，装配式房屋建筑工程的混凝土结构设计与施工都需体现精细化的理念，建筑工程的设计人员以及施工部门应加强协调，着眼于装配式房屋的可靠性与耐久性提升。具体在设计装配式房屋的混凝土结构方案时，建筑设计人员应当将完整的建筑体系进行合理分解，遵循模块化的指导思想加以完善。为进一步发挥装配式房屋混凝土结构设计的导向功能，建筑企业需加强对装配式混凝土结构件的质量性能测试，从源头入手防范建筑安全隐患。并需要充分利用 BIM 的智能建模工具，建构多维度、动态化的装配式房屋建筑结构模型，推动信息资源的深度共享。

参考文献

- [1] 刘建仪, 黄鑫龙, 黄圣伟等. 装配式房屋建筑的预制构件与现浇构件相交的施工技术[J]. 工程建设与设计, 2025(18): 146-148.
- [2] 崔镇, 刘凤明. 基于智能建造的装配式房屋建筑施工技术[J]. 科学技术创新, 2025(13): 117-120.
- [3] 李祥富, 李磊. 房屋建筑中装配式钢筋混凝土结构施工技术研究[J]. 建筑技术开发, 2024, 51(12): 17-19.
- [4] 宁国辉, 姜玲浩. 基于连续单元模拟的装配式建筑弹塑性分析[J]. 中国新技术新产品, 2024(18): 110-112.
- [5] 毕晨晨. 装配式房屋施工技术质量控制措施研究[J]. 工程与建设, 2024, 38(01): 218-220.
- [6] 曹磊, 王盛, 王生彦等. 房屋建筑装配式混凝土结构的深化设计及关键施工技术分析[J]. 四川水泥, 2024(02): 101-103.
- [7] 王占猛. BIM 技术在装配式房屋建筑工程中的应用[J]. 陶瓷, 2023(12): 186-189.
- [8] 闫利明. 建筑工程混凝土结构设计中存在问题及对策分析[J]. 建材发展导向, 2021, 19(12): 65-66.