

装配式建筑结构设计的关键技术与质量控制要点探讨

荣华金

安徽笔木建设科技集团有限公司 安徽合肥 230088

DOI: 10.12238/ems.v7i8.14717

[摘要] 装配式建筑存在较多显著的优势特征,包括绿色节能、施工便捷性高等。本文细化探究装配式建筑结构设计关键技术,对预制构件设计技术与 BIM 技术展开较为全面的分析与研究,随后,围绕装配式建筑结构质量控制要点进行深入剖析,提出诸多有助于提升质量控制效果的措施,旨在为更充分地发挥装配式结构优势,推动现代建筑行业发展提供理论支持。

[关键词] 装配式建筑; 结构设计; 关键技术; 质量控制

引言:

在现代建筑发展脚步不断加快的背景下,装配式建筑受到的关注也愈发广泛,逐渐变为建筑行业发展的关键方向之一,凭借多种优越的性能与优势,受到了多个领域的青睐。但想要使此类建筑的优势得以充分发挥,需要保证结构设计的科学性,因此,应深入研究各种关键技术,依托多种科学的质量控制手段,保证建筑结构与整体的安全性与可靠性。

1. 装配式建筑结构设计关键技术

1.1 预制构件设计技术

1.1.1 预制剪力墙

将预制剪力墙和其他预制构件加以结合,能在提升施工便捷性的同时保证施工的效率及质量,且有助于优化建筑结构抗震性能,使工程创造更多经济与环保效益。通过承重预制墙代替传统混凝土,可以显著减少建筑结构自重,有助于节省施工经济投入,且能优化结构抗震能力。现阶段的预制剪力墙通常是依靠工厂化生产,尺寸的精度较高并能够保证外观的平整度,对优化施工精细化程度及效率均十分有利。另外,在生产这一构件时能够根据具体的设计需求实现定制化生产,便于满足不同建筑的差异化需求。预制剪力墙在装配式建筑中的应用极为广泛,该技术的重点为螺栓的连接,强调控制预制螺栓构件的精度。尤其是在施工过程中,应有效检查螺栓孔,保证其固定效果,把握剪力墙和其他结构的距离,便于更好地确保建筑结构整体稳定性。预制剪力墙施工期间施工的技术包括:

其一,套筒连接技术。这一技术主要是依托强度较高的螺纹钢以及套筒,使构件的各个部位都可以实现紧密连接,构成一个整体。技术应用过程中,应重视有效管控螺纹钢与套筒的精度及质量,避免对连接的效果与牢固程度造成影响。另外,施工期间还应严格地查验套筒连接位置,保证其和设计要求相匹配。除此之外,还应注意在技术设计与应用

时,要细化考量构件设计与施工要求,便于提升布局规划科学性性与针对性,有助于保证连接实效性。

其二,泥浆锚固连接技术。这一技术主要是将性能较为优良的泥浆或其他材料注入到剪力墙中提前预留的孔洞内,在泥浆固化以后,便能实现有效连接构件各部分的作用。技术应用期间,应关注精细化管控注入材料的配比及注入技术,避免影响连接的效果^[1]。

其三,机械连接技术。这一技术是通过特定的紧固件与连接件,实现对剪力墙多个部分的准确连接,使各部分一同构成一个整体。具体应用期间要科学、有针对性地挑选紧固件与连接件,且应参考构件尺寸及外观等开展精准化加工及组装。

1.1.2 预制窗体

该技术使用期间需要对吊耳及螺栓等结构展开科学的设计与布置,实现窗体螺母的有效连接,确保窗户结构的牢固与稳定。施工人员在实际施工以前要仔细地查验现存预制窗体中的螺母。还应精准测量工作面与窗体间的距离,且一般应在 300mm 左右。结合定位数据,使螺栓与螺母有效地连接在一处,结束窗体结构的安装。

1.1.3 预制层压板

预制层压板在制作过程中会应用到抗腐蚀性较强与强度较高的材料,通过精细化的加工与安装,可以在多种设计与功能差异化的建筑中有效发挥优势作用。针对这一构件的设计与应用,应重视考量诸多方面的影响,包括具体使用的时间与环境、承重与防火性能等。在安装期间也要保证完全按照规定要求与标准,保证连接的有效性与平整性,有助于保证建筑结构整体质量。

1.2 BIM 技术

和以往应用的二维设计技术相比, BIM 技术的优势十分显著,包括可以更完整、直观地展示设计成效,引导设计人

员及时了解并解决设计阶段涉及的各类问题。为了更好地满足设计精度要求，提升装配式建筑结构设计整体质量，深入研究与分析 BIM 技术十分重要。

1.2.1 模型建立

设计阶段，设计人员可以依托 BIM 软件建立包含各种预制构件的 3D 模型。通过这些模型不但可以完整地观测到建筑结构的多种细节，也能够依托 PKPM 等软件实施真实性较高的渲染操作，使设计人员在初始设计阶段便能相对完善地了解建筑整体效果。

1.2.2 参数优化

为了更好地保证结构质量，设计人员通过 BIM 技术针对模型展开细化调整。依托对多种环境因素的模拟，实现对各项结构参数的优化，此类优化使建筑的防震、防风性能得以优化，且有助于保证建筑应用的可靠性与安全性（表 1 为优化后的各项参数）。

表 1 最终优化参数

项目	参数
风压值	0.55kN/m ²
抗震强度	7°
雪压值	0.02kN/m ²

1.2.3 构件拆分

构件拆分过程中依托 PKPM 等软件，设计人员可以实现对复杂结构的精准拆分及重构，进而更清晰地了解后期施工中的各个环节。这一步骤不但对后续施工存在较为显著的指导性作用，对优化工程施工整体实效性及效率也十分有利。拆分过程中，设计人员要结合建筑结构特征和工程现实需求，细化明确拆分的方法及位置。依托 BIM 技术的可视化，设计人员能实现对拆分效果的清晰化模拟，防止拆分以后涉及构件尺寸不符合需求或者无法顺利连接等问题。另外，拆分期间也要关注细化探究运输及安装的条件，保证拆分以后的构件可以具有较高的运输与组装便捷性。同时，设计人员要对拆分后的构件实施标注与标号，方便后续施工中更好地管理与识别。

1.2.4 深化设计

深化设计具体指的针对经过拆分的构件开展更深入的细节性优化，以保证其能够符合施工及工程的功能性需求。设计人员要依托 BIM 技术建立 3D 模型，对拆分后的构件实施精细化的连接方式改良与尺寸优化。有效开展深化设计，能够显著提升构件的制造精度与施工有效性，使需要现场开展的调整工作得以减少。另外，实际操作过程中也要保

证不同构件之间的有效协调，保证不同构件均在现场中实现有效组装，进而构成完整结构。同时，细化考量成本因素，依托对设计方案的改良，减少整体投入成本，为工程创造更多的经济效益。

1.2.5 碰撞检查

以往开展的二维设计，想要及时地发现并解决钢筋及其结构件的碰撞问题较为困难，导致施工与工程安全性都受到了较大的威胁。但依托 BIM 技术开展碰撞检查，则能有效规避这一问题。工程施工期间，设计人员利用 BIM 技术开展全方位的碰撞检查，可以精准地定位各种潜在碰撞问题，并通过针对性解决保证后续施工的顺利开展^[2]。

2. 装配式建筑结构设计质量控制措施

2.1 设计前准备

结合装配式建筑结构特点，在具体施工阶段想要实现高实效性的质量管控，需要保证设计前准备工作的有效性，便于更好地保证结构安全性。工程队伍在策划初期应对工程进行详细的探究与考察，工作内容应覆盖勘察周边地质与生态环境，了解建筑功能用途，设计人员还应仔细观察施工的环境，了解运输的各种限制条件等，以便于确保设计方案能够和工程施工要求相匹配。另外，设计人员要仔细地调查与研究有关工程的各种数据资料，例如环境评估、地质勘察报告等，保证设计方案具备较高的可行性与科学性。同时，具体设计之前应细化考量建筑的机构种类以及各类预制构件的规格参数等，便于后期各环节施工更科学、顺利地展开。此外，设计人员要与施工人员协同配合，一同攻克各种技术难关，使设计方案可以顺利落实。

2.2 精细化设计

精细化设计能够保证结构稳定性与安全性，是提升工程质量的重要手段。不论是连接的形式还是构件的外观、参数都需要到达毫厘级别。若建筑工程存在较高的精细化要求，不应继续沿用人工操作与凭借经验进行评估的形式，还需引入现代化的精密设备与技术等，例如 CAD 工具以及 BIM 技术等，以更好地保证评估的实效性，通过有效发挥这些工具和技术价值作用，设计人员能更精准的控制设计误差，进而使不同构件都可以更有效地契合。具体设计期间，还需保证构件制造的精准性，将制作误差控制在 2mm，如此一来在现场装配时便不会涉及对接不准确等问题，有助于保证装配效率。

另外，精细化设计期间还应关注细节内容的管控。设计人员应细化考量预制构件在运输、安装等环节的受力情况，依托精细化设计及分析，挑选最适宜的支撑体系与连接形式，

避免构件出现形变或者损伤等问题。在设计关键节点的过程中,要开展高质量的应力分析以及疲劳寿命评估,以保证阶段的稳定性与可靠性。此外,保证设计与施工团队的有效沟通与协同配合也十分关键。可以定期组织技术交底与交流会议,便于施工人员传达真实需求与困难,与设计人员一同商议解决规划,防止由于设计不合理引发施工延误等问题,从而无法保证施工质量。

2.3 结构安全性分析

针对使用了预制构件的建筑,要重视对其结构稳定性展开细化评估,能延长结构使用寿命及整体稳定性。评估开展时可以引入 FEA 法,基于结构力学原理探究建筑结构的真实受力情况。若涉及地震等情况,高度较大的装配式建筑,振动幅度不应超出 50mm,如果超过将导致构件连接区域的疲劳损伤概率增加,提高倒塌问题发生可能性。同时,分析建筑荷载影响的过程中,要清晰地了解建筑在地震、风压等作用影响下的承载力上限。另外,想要保证结构安全性也应关注保证建筑耐久性。

建筑构件的连接位置通常属于结构内强度降低的区域,开展有效的耐久性设计十分必要。科学的构造设计可以加强连接位置的耐疲劳及耐腐蚀等性能,使建筑在长时间的使用中依旧能维持优良状态。另外,要对建筑结构内各种重要的构件开展高效的稳定与强度检测,保证其在极端荷载条件下依旧能稳定发挥作用。开展结构安全性分析时,还要仔细地考量建筑的用途及影响因素。差异用途的建筑对应的要求不同,影响因素则主要包括环境因素^[3]。

2.4 模块化及标准化设计

装配式建筑施工过程中,引入模块化、标准化的设计方法能明显优化施工质量,降低安全问题发生概率。该方法有助于优化构件品质,减少各种不确定性因素对施工的负面影响。模块化设计过程中应计算不同模块构件的各项参数,包括结构与强度等,保证安装工作顺利开展。一般而言,高层装配式建筑内墙的水平与垂直尺寸应控制在 1500mm、3000mm,且自重不应超过 3000kg。

标准化设计期间,构件连接位置节点承受荷载上限应大于设计荷载的 1.5 倍,如此一来,才可以确保建筑在极端荷载条件下的稳定性与安全性,避免结构损伤。模块化结构设计期间,应细化评估整个结构的扭转刚性。以地震灾害防御的设计为例,应保证各标准化构件间的连接可以良好地分摊地震影响,使结构整体抗震性能得以提升。另外,为防止地震时构件连接位置出现断裂或者移位等问题,应保证标准化

模块连接节点抗剪能力大于 500kN。实际开展建筑结构设计的过程中,科学引入与应用模块化与标准化设计,能够大幅减少由于构件不标准导致的施工问题,并避免由于设计缺陷导致的安全隐患。

2.5 细化剖析运输与安装条件

设计装配式建筑组件的过程中应对运输及现场安装条件加以充分考量。通常情况下,预制构件长度不应大于 12m,重量也应小于 15t,主要原因是防止运输期间因振动等因素影响引发结构损伤问题,也能够减少现场安装的困难性与危险性。移动和运输大体积构件时,可以引入四点支撑法,并有效管控支撑点间的距离,一般不应大于 10mm,有助于避免在运输过程中因外界因素影响使构件出现开裂、形变等问题^[4]。

如果构件支撑的牢固性与稳定性较差,会加大结构出现内部裂缝问题的可能性,导致其负载性能变差。具体安装过程中,构件吊装的流程设计会对施工安装产生显著影响。在吊装预制楼板时,应保证设计的吊点数量大于或者等于 4 个,吊装的角度不应超过 45°,避免外部承载力影响过大威胁到构件及吊装安全。此外,吊运施工开展期间,不同吊装连接点位承载外力应小于 200kN,如果超过这一范畴,将导致构件断裂、吊点松脱的可能性大幅提升,从而严重威胁施工安全。

结语:

在装配式建筑的应用与推广愈发广泛的同时,应用于此类建筑结构设计中的技术种类也越来越多,为了更好地保证建筑结构的稳定性与安全性,使装配式建筑结构的优势更充分地发挥出来,有必要细化探究多种结构设计关键技术,分析与应用多项有效的质量控制措施,使建筑结构施工的整体水平大幅提升,以延长建筑的使用寿命与实际应用效果。

[参考文献]

- [1]沈良峰,孙李妍,刘婷,等.装配式建筑产业成熟生态的结构体系分析——以远大可建科技有限公司为例[J].科技和产业,2025,25(07):232-240.
- [2]周晶.装配式建筑中碳纤维复材结构设计及吸附性能研究[J].粘接,2025,52(03):108-110+118.
- [3]冯国锐.浅析房建工程装配式建筑结构外挂墙板施工技术[J].中国建筑装饰装修,2024,(24):79-81.
- [4]王建.基于 BIM 的装配式建筑电气管线与结构分离技术研究[J].绿色建筑与智能建筑,2024,(12):176-178.

作者简介:荣华金,1987.09-,男,汉族,籍贯:安徽六安,毕业院校:安徽建筑大学,毕业专业:建筑与土木工程,学历:研究生,职称:工程师,研究方向:结构工程。