

装配式结构在工民建建筑设计应用探究

曹银元

新疆兵团城建集团有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]传统的建筑模式往往依赖大量现场施工,导致施工进度与质量的难以掌控。相比之下,装配式结构通过在工厂进行预制构件的生产,并在现场完成高效组装,施工效率与质量得到了显著提升,同时满足了现代建筑对绿色节能的需求。BIM技术的应用,为建筑项目提供了数字化的管理工具,使得设计阶段能够进行优化,返工与材料浪费得以减少。装配式结构与BIM技术的结合,不仅推动了建筑行业向更高效、精准的方向发展,也为设计与施工管理的优化提供了有力支持。

[关键词]装配式结构;工民建;建筑设计

DOI: 10.33142/ec.v8i2.15331

中图分类号: TU712

文献标识码: A

Application Exploration on Prefabricated Structures in Industrial and Civil Architecture Design

CAO Yinyuan

Xinjiang Production and Construction Corps Urban Construction Group Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract: Traditional building models often rely heavily on on-site construction, leading to difficulties in controlling construction progress and quality. In contrast, prefabricated structures have significantly improved construction efficiency and quality by producing prefabricated components in factories and efficiently assembling them on site, while meeting the modern building's demand for green and energy-saving. The application of BIM technology provides digital management tools for construction projects, enabling optimization in the design phase and reducing rework and material waste. The combination of prefabricated structures and BIM technology not only promotes the development of the construction industry towards higher efficiency and precision, but also provides strong support for the optimization of design and construction management.

Keywords: prefabricated structures; industrial and civil architecture; architectural design

引言

随着城市化进程的加速,传统建筑施工面临着工期延长、质量控制困难、资源浪费等一系列挑战。作为现代建筑的创新形式,装配式结构通过在工厂预制构件并在现场进行组装,展现出了显著的优势,施工周期得以有效缩短,建筑质量得到提升,资源浪费也大大减少。与此同时,BIM技术的引入,使建筑项目的设计、施工与管理过程变得更加精确与高效。装配式结构与BIM技术的结合,不仅优化了建筑施工的各个环节,还显著提高了项目的整体效率与质量。

1 装配式结构在工民建中的应用现状

随着建筑工业化进程的推进,装配式结构在工民建领域的应用愈加受到关注。在住宅、商业建筑及公共设施的建设中,凭借其高效、环保及节能的特点,装配式结构逐渐成为建筑行业发展的主流趋势。国内外在装配式建筑的认知与实践方面取得了显著进展,多个国家和地区已经出台政策,推动其广泛应用。例如,欧洲部分国家已将装配式结构纳入建筑标准体系,极大促进了其在建筑领域的普及。而在国内,随着政策支持力度的加大,装配式结构从初步试点项目向大规模应用扩展,尤其在一线城市已取得显著成效。尽管装配式结构具备众多优势,其在工民建领

域的普及仍面临若干挑战。主要问题之一是技术标准的不统一,不同地区与项目的设计与施工水平差异较大,致使质量控制的难度增大。此外,装配式建筑的施工管理对施工人员的技术能力、设备配套以及物流运输等方面提出了更高的要求。标准化与模块化设计的落实也是装配式结构面临的难题,特别是在一些传统建筑设计理念依然主导的地区,装配式结构的设计优势未能得到充分发挥。尽管如此,随着相关技术的不断成熟,以及BIM等信息技术的逐步应用,装配式结构在节能与绿色建筑领域的潜力逐渐显现,未来的应用前景仍被看好。

2 装配式结构的设计原则

2.1 设计中的标准化与模块化

在装配式结构的设计中,标准化与模块化是至关重要的原则。标准化要求在设计过程中遵循统一的尺寸、规格和构件类型,从而使不同项目中的构件能够实现互换,简化了设计流程并降低了生产成本。而模块化设计则将建筑分解为标准化的模块单元,每个模块均可独立生产、运输与安装,极大提升了施工效率与精确度。通过模块化设计,建筑的尺寸、连接方式及材料等参数得以预先设定,减少了现场施工中的不确定因素,确保了结构的质量与安全。标准化与模块化不仅优化了设计与施工之间的协调性,还

增强了装配式建筑的可持续性。通过这一设计理念,设计师能够根据不同功能需求灵活组合标准化模块,避免了每次都从头设计每一个构件。尤其适用于大规模住宅与公共建筑,这种方法能够显著缩短生产与施工周期,优化资源配置,减少建筑废料,从而进一步推动环保目标的实现。

但标准化与模块化的设计也带来了挑战,在模块的通用性与项目特定需求之间,设计师必须找到平衡,以确保标准化的同时能够满足个性化设计要求。随着对装配式结构理解的深入及相关技术的不断完善,标准化与模块化的设计模式将不断成熟,为建筑行业的快速、经济与绿色发展奠定更加坚实的基础。

2.2 结构安全性与适用性要求

在装配式结构设计中,结构的安全性与适用性是至关重要的两个方面。安全性直接影响着建筑的长期耐用性与使用年限。为此,设计阶段必须严格遵循国家与行业的安全标准,对每个构件的连接方式、承载能力与抗震性能进行精确的计算与测试,确保建筑在自然灾害或极端天气下仍能保持稳定。此外,装配式构件在运输与安装过程中可能承受外力作用,因此,提高构件的抗冲击性能以及加强施工期间的安全保障显得尤为重要。紧随其后的则是适用性,它与安全性密切相关。尽管装配式结构在标准化与工业化生产上具有明显优势,但每个建筑项目的地理环境、气候特征与使用功能各不相同,设计时必须综合考虑这些实际需求。不同地区的抗震设计标准要求,结构的模块化设计需根据当地的地震烈度进行调整。同时,建筑的使用功能亦要求结构具有一定的灵活性,以便根据空间需求合理布局。安全性与适用性二者相辅相成,缺一不可,只有确保了结构的安全性,方可进一步探讨适用性与灵活性,使装配式结构不仅符合设计标准,还能适应不同环境与用户需求的变化。随着技术的不断进步,未来对于安全性与适用性的要求将愈加精细与标准化,为装配式建筑的推广与普及提供更加坚实的支撑。

2.3 装配式结构设计的技术难点

尽管装配式结构设计具有显著优势,其实施过程中仍面临若干技术难点。连接问题便是其中之一。各个构件需要通过精确的连接方式进行拼接,这要求在设计阶段,设计师充分考虑各构件的连接节点,以确保它们能在施工过程中快速、安全地组合。连接方式不仅必须满足力学要求,还应兼顾施工便捷性与后期维护的可操作性。材料的选择与适应性同样构成挑战,预制混凝土、钢材等材料通常用于装配式结构,这些材料的性能特征需在设计中得到详细分析。例如,预制混凝土构件在不同温湿度条件下的收缩与膨胀特性,可能会影响其长期稳定性与耐久性^[1]。因此,合理的材料选型与技术手段对解决这一问题至关重要。此外,材料间的配合使用要求设计师掌握复杂的力学数据,确保不同构件间的协同作用不引发安全隐患。施工过程中

的精准度控制同样是装配式结构设计中的难题。尽管设计阶段已实现较高的标准化与模块化,实际施工过程中,构件的尺寸精度、安装顺序以及设备配套等因素,仍可能影响质量与进度。如何在设计阶段预见潜在问题,并采取有效的施工组织与技术措施进行控制,成为设计人员需要关注的关键问题。在追求标准化与模块化的同时,如何保证设计的灵活性,以满足不同项目的个性化需求,也是装配式结构设计面临的另一难题。设计师需在标准化与定制化之间找到平衡,确保既能发挥标准化的优势,又能适应项目的具体需求。

3 装配式结构在工民建建筑设计中的运用

3.1 在建筑设计中的运用

在建筑设计中,装配式结构的应用显著提高了设计效率与施工精度。与传统建筑设计模式相比,对标准化与模块化的要求,装配式结构更为严格。这一要求促使设计师在项目初期阶段必须明确构件的尺寸、形态、功能以及安装方式,从而确保后续生产与施工过程的顺利对接。通过这种方法,建筑设计能够提前规划并实现大规模的预制构件生产,大大缩短了施工周期。具体而言,装配式结构在建筑设计中的应用体现在多个方面,特别是在空间布局的灵活性上得到了显著提升。借助标准化构件单元,设计师能够灵活组合不同模块,以快速实现建筑功能的调整。例如,在住宅、办公楼或商业建筑的设计中,仅需调整模块的排列方式,便可满足不同空间需求,而无需重新设计每个细节。在外立面设计方面,装配式结构带来了更高的精准度与可控性,由于预制构件的标准化,外立面的装饰性与功能性设计得以更加精确实施,同时减少了现场施工误差的产生。在设计过程中,建筑师能够根据项目需求选用不同材质与造型的构件,从而实现美观与功能并重的外观效果。此外,在结构与管线整合方面,装配式结构展现了独特的优势。借助模块化构件的使用,管线设计得以更加精细地嵌入结构中,避免了传统建筑中常见的管线布局混乱问题。预制构件在设计阶段便已考虑到管线布置与维护需求,施工时可同时完成这一部分工作,从而有效降低了后期改造与维修成本。

3.2 在结构设计中的运用

在结构设计中,装配式结构的运用为建筑的稳定性与安全性提供了坚实保障。与传统建筑结构依赖现场浇筑与逐步拼装不同,装配式结构通过预制构件的标准化与模块化设计,构件首先在工厂完成制造,随后被运输至施工现场并高效拼装,该设计理念显著提高了结构的精度与一致性,施工过程中可能出现的误差被大大减少^[2]。具体到应用,设计要求需对各构件间的连接方式进行细致考虑。构件的承载能力、载荷均匀性以及连接节点的抗拉、抗剪性能必须由设计师精确计算,确保拼装后的构件在长期使用中依然保持稳定。相比传统建筑,由于预制构件的制造

依赖高精度设备与工艺,装配式结构能更有效地控制结构的质量与安全性。此外,装配式结构具备极高的适应性,能够灵活响应建筑功能需求的变化,尤其在大型或高层建筑中,装配式结构在解决复杂的力学问题(如抗震设计与荷载分配)方面表现尤为出色。通过合理的模块化设计,不仅建筑的抗震性能得以提升,还能优化结构材料的使用,减少建材浪费,从而提高整体经济效益。借助 BIM 技术进行集成化设计,装配式构件的安装顺序与连接节点的精确度在结构设计过程中得以详细模拟。数字化与智能化的设计方式使得潜在问题可以提前发现并解决,施工过程的精准度得以提升,减少了不确定性,从而进一步增强了建筑物的安全性。

3.3 在管线设计中的运用

在装配式结构的设计中,管线设计的合理性与高效性同样不可忽视。传统建筑的管线布局通常依赖现场施工人员的经验,管线交叉、混乱或重复布置等问题容易发生,这不仅会延误施工进度,还会增加后期维护的难度。相比之下,装配式结构中的管线设计能够实现更加高效与精确的规划与实施,得益于装配式结构的模块化特性,管线设计可在项目早期阶段便得到充分考虑。在构件生产过程中,设计师依据建筑物的功能需求与管线布局,将管道、电缆等设施预埋于预制构件中,确保在拼装过程中管线能够无缝对接。通过这种预埋与预留方式,管线的空间布局得到了有效优化,且避免了传统建筑中频繁调整管线路径所引发的施工延误^[3]。结合 BIM 技术,装配式结构的管线设计得以精确虚拟仿真,三维建模的应用使设计师能够在施工前发现管线与结构间的冲突,及时调整管线布局,减少了现场修改的需要,这不仅提高了施工效率,还有效降低了后期维护的复杂度。例如,水管、电缆、通风管道等设施可根据建筑层高、空间布局及功能需求进行优化布置,确保每条管线都能够找到最佳路径。在高层建筑或功能复杂的项目中,装配式结构的管线设计优势尤为突出。由于预制构件尺寸与位置的精准计算,管线系统能够更加高效地与结构融为一体,确保了管线系统与建筑整体结构的协调性。此外,装配式结构还显著提升了建筑的节能性与环保性。例如,预制构件中的空隙设计可优化暖通系统的管道布局,避免了管道过度拥挤或布局不合理,从而确保了空调、供暖等系统的畅通运行。

3.4 装配式结构结合 BIM 技术在建筑设计中的运用

装配式结构与 BIM 技术的结合,显著推动了建筑设计向精准化与高效化迈进。在传统建筑设计中,施工技术的局限性往往导致施工过程中需要较长时间来解决技术细

节问题,从而影响项目的整体进度。随着装配式结构的应用,特别是在 BIM 技术的支持下,设计精度与施工效率得到了显著提升。在设计阶段,装配式结构要求设计参数具备高度精确性,通过 BIM 技术,设计师可以实时评估装配式构件的强度、尺寸、材料等关键数据,确保设计既符合安全标准,也能满足功能需求。通过数字化建模, BIM 使设计团队能够提前发现潜在问题,避免传统设计方式下可能出现的误差。例如, BIM 能生成三维模型,帮助设计人员更直观地评估空间布局及构件的适配性,避免现场施工时因设计偏差导致的返工或材料浪费。 BIM 技术还具备实时采集施工过程中产生的数据信息的能力,将这些数据及时反馈至设计阶段。这不仅提高了装配式结构设计的精准度,还能确保设计方案在施工阶段的顺利执行。借助云计算,设计数据的共享与协作变得更加简便,各方参与者能够随时访问最新的设计信息,确保各环节的无缝衔接,从而加速施工进度。在施工组织阶段, BIM 技术同样展现出重要优势。装配式结构施工涉及大量预制构件,这要求施工人员具备更高的技术水平与协调能力。借助 BIM,项目管理团队能够清楚掌握每个装配式构件的数量、尺寸、安装顺序等关键要素,提前规划材料采购与施工安排。此外, BIM 还能对施工过程进行实时监控,及时预警可能的工期延误或材料短缺问题,从而确保施工进度与质量的有序推进。

4 结语

装配式结构与 BIM 技术的融合,显著推动了建筑设计及施工的精确化与高效化。通过标准化与模块化的设计,装配式结构显著降低了施工中的不确定因素,项目风险由此减少。与此同时, BIM 技术通过精细化的数据管理,优化了施工流程。此种结合不仅提升了建筑质量,缩短了施工周期,还为建筑行业的智能化与绿色化转型提供了有力支持。尽管在技术层面仍面临一些挑战,随着技术的不断进步,装配式结构的应用前景愈加广阔。未来,建筑行业中这一技术的重要性必将日益凸显。

【参考文献】

- [1] 辛小林. 装配式结构在工民建建筑设计应用探究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023(32): 62-64.
 - [2] 李亭云. 装配式结构在工民建建筑设计中的应用[J]. 建筑与预算, 2020(6): 77-79.
 - [3] 黄穗勇. 基于 BIM 技术的装配式结构施工技术研究[J]. 新城建科技, 2024, 33(12): 22-24.
- 作者简介: 曹银元(1989.9—), 毕业院校: 华南理工大学, 所学专业: 土木工程, 当前就职单位: 新疆兵团城建集团有限公司, 职称级别: 工程师。