

装配式建筑幕墙设计处理及性能研究

田坤

河北建筑设计研究院有限责任公司, 河北 石家庄 050000

[摘要] 装配式建筑幕墙作为一种新型建筑外立面系统, 因其快速施工、节能环保等特点, 逐渐被广泛应用于现代建筑中。装配式幕墙通过工厂化生产和现场快速安装, 不仅缩短了施工周期, 还提高了建筑的质量和美观性。目前, 装配式幕墙的设计主要关注隔热、隔音、防火和抗风压等性能, 以满足建筑的舒适性和安全性要求。然而, 尽管已取得一定应用进展, 幕墙设计和施工中仍面临一些技术挑战, 如材料选择、结构复杂性和施工精度等问题。因此, 研究装配式建筑幕墙的设计方法和性能优化, 对于提升其应用效果具有重要意义。

[关键词] 装配式; 建筑幕墙; 设计处理; 性能研究

DOI: 10.33142/ucp.v1i5.14420

中图分类号: TU352.11

文献标识码: A

Design Processing and Performance Study of Prefabricated Building Curtain Walls

TIAN Kun

Hebei Institute of Architectural Design & Research Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: As a new type of building facade system, prefabricated building curtain walls are gradually being widely used in modern buildings due to their fast construction, energy saving and environmental protection characteristics. Prefabricated curtain walls, through factory production and rapid on-site installation, not only shorten the construction period but also improve the quality and aesthetics of the building. At present, the design of prefabricated curtain walls mainly focuses on thermal insulation, sound insulation, fire resistance, and wind pressure resistance to meet the comfort and safety requirements of buildings. However, despite some progress in application, there are still some technical challenges in curtain wall design and construction, such as material selection, structural complexity, and construction accuracy. Therefore, studying the design methods and performance optimization of prefabricated building curtain walls is of great significance for improving their application effectiveness.

Keywords: prefabricated; building curtain wall; design processing; performance study

引言

装配式建筑幕墙, 作为现代建筑外立面的关键组成部分, 随着建筑行业的发展, 逐步成为设计与施工中不可忽视的重要领域。在城市化进程不断推进的背景下, 建筑外观、功能、节能性及施工效率的要求日益提高, 装配式建筑幕墙凭借其独特的优势, 得到了广泛应用。建筑外立面的现代感与美观性, 不仅得以提升, 同时其优异的隔热、隔音、抗风压等性能, 也得到了充分体现, 施工周期显著缩短, 施工成本得到了有效降低。装配式幕墙的设计核心, 在于其模块化构建方式, 依托工厂化生产与现场装配的结合, 强调设计与施工过程的高度协同。然而, 装配式建筑幕墙的设计与施工, 涉及许多复杂的技术要求与挑战。从设计角度来看, 幕墙不仅需满足结构安全、耐候性和美观性的基本标准, 还必须兼顾隔热、隔音、节能及防火等方面的性能需求。此外, 如何确保幕墙系统在不同气候条件下的长期稳定性, 如何优化设计方案以实现更高效的施工与装配, 这些是设计领域亟待解决的关键问题。在施工方面, 尽管装配式幕墙具有显著的优势, 其高精度施工要求及对施工过程的严格控制, 仍然是其普及过程中面临的重要技术挑战。针对这一问题, 本文将聚焦装配式建筑幕墙

的设计优化与性能提升, 分析实际应用中的关键技术与挑战, 并提出相应的设计优化与施工策略, 以为装配式建筑幕墙的进一步发展, 提供理论依据及实践指导。

1 装配式建筑幕墙设计原理与方法

1.1 幕墙设计的基本要求

幕墙设计的基本要求, 确保其在功能、结构及美观等多个方面的综合性能。核心要求之一是结构强度与稳定性, 必须足以承受风荷载、地震力及其他外部作用力, 从而保障建筑的整体安全性。与此同时, 幕墙的密封性、防水性及抗风压能力亦至关重要, 这些特性能够有效防止水渗漏及空气流动, 确保室内环境的舒适性与宜居性。隔热与隔音性能, 也同样不可忽视。良好的隔热性能, 不仅有助于降低能源消耗, 还能提升建筑的节能效果, 而有效的隔音设计则能够隔绝外界噪音, 优化室内居住体验。在耐久性方面, 幕墙的材料与结构应具备抗老化、抗腐蚀等特性, 以适应长期使用与环境变化, 确保其稳定性与使用寿命。此外, 设计中的美观性亦是不可忽略的重要因素^[1]。设计应与建筑外立面的整体风格相协调, 合理选用造型、色彩及材质, 以提升建筑的视觉效果, 并打造出符合审美需求的外立面。

1.2 装配式幕墙的设计原则

装配式幕墙设计的原则,主要涵盖结构安全、功能性、经济性以及可持续性等多个方面。基础的设计要求是结构安全,装配式幕墙必须具备足够的承载能力与稳定性,以确保在风力、地震等外力作用下不发生失稳或损坏,特别是连接部位的安全性,必须得到充分保障。在功能性方面,不仅应注重幕墙的密封性、防水性、隔热性与隔音性,节能与环保要求,也需加以考虑。选用具备优异热工性能与声学性能的材料,将有助于提升建筑的能源效率及居住的舒适度。此外,设计还应关注经济性,综合考虑材料选择、施工工艺及后期维护成本等因素,以尽量降低总成本并提高性价比。可持续性,作为设计中的核心原则之一,对于选用绿色环保、可回收材料具有重要意义,且有助于延长幕墙的使用寿命。考虑到施工与安装的便捷性,装配式幕墙应采用模块化、标准化设计,从而便于在工厂进行预制,现场实现快速组装,进而提高施工效率,缩短工期。

1.3 常见装配式幕墙的设计方法

装配式幕墙的常见设计方法包括铝单板幕墙、玻璃幕墙、石材幕墙以及复合材料幕墙等类型。在设计这些幕墙时,结构安全、功能性、审美效果与施工便捷等多个方面,均需综合考虑。铝单板幕墙通常选用轻质铝合金材料,具备较强的抗风压、耐腐蚀及防火性能。设计时,主要应关注板材拼接方式、支撑结构的合理布置以及板面与支撑系统的连接方式。玻璃幕墙采用大型玻璃板与金属框架相结合,突出的特点为外观的通透性。设计过程中,必须充分考虑玻璃的抗风压能力、热胀冷缩带来的应力分布、密封系统的完整性及钢结构框架的强度等因素。

石材幕墙设计的重点,在于石材的选择、尺寸与拼接方式,确保整体结构的稳定与耐久性,同时避免石材过重对结构造成的负担。复合材料幕墙则融合了多种材质的优势,通常选用高性能塑料或金属基材,具备较高的强度、隔热性与美观性。设计时,关键在于不同材料之间的合理搭配与耐久性。无论是哪种类型,装配式幕墙的设计,均应充分考虑材料的物理与力学性质,并确保与建筑外立面整体风格的协调性。同时,细部构造的精密设计,至关重要,确保幕墙系统的长期稳定与可靠。在施工阶段,设计方案还需与实际施工工艺紧密结合,从而实现精准的装配与高效的安装。

1.4 设计中的关键技术与难点

装配式建筑幕墙设计中的关键技术与挑战,主要体现在结构安全性、材料性能、施工精度及长期使用中的耐久性等方面。结构安全性方面,外界荷载、风压、地震等自然力对幕墙系统的影响,设计时必须全面考虑,以确保其具有足够的承载能力与稳定性。尤其在高层建筑中,风压荷载对幕墙的作用,显得尤为显著。连接节点的设计同样至关重要,合理的连接方式能够避免由于结构受力不均或

施工误差导致的幕墙变形与损坏。在材料性能方面,设计时,需综合考虑不同材料的特性,如玻璃、铝合金、石材等的抗风压、抗腐蚀、耐候性及保温性能等,以保证幕墙能够适应不同气候条件,并长期稳定运行。施工精度则是另一大难题,装配式幕墙对精度的要求极高,任何细微的尺寸误差,都会影响整个安装效果。尤其在大型建筑项目中,预制加工与施工精度控制的准确性,至关重要。随着绿色建筑理念的推广,幕墙设计中的节能与环保性,已成为设计的重要考虑因素。通过合理的隔热、隔音与遮阳设计,可以有效提高建筑能效,减少能耗^[2]。在耐久性方面,设计人员应充分评估材料的老化问题,特别是在密封性、防水性等方面,进行细致规划,以确保幕墙在长期使用中保持良好的性能表现。

2 装配式建筑幕墙的性能研究

2.1 结构性能分析

装配式建筑幕墙的结构性能分析,涉及其强度、稳定性、刚度及抗荷载能力等关键方面。作为建筑外立面,幕墙系统需要承受风压、温差变化、地震荷载以及建筑自重等多种外部因素的作用,设计过程中,必须确保其在各种极端工况下,仍能保持安全可靠。在强度方面,幕墙必须能够抵抗风压、地震以及建筑自重等多种荷载,避免破损或变形。稳定性与刚度,是设计中的核心要素。幕墙系统应具备足够的抗变形能力,防止在外力作用下产生过度位移或振动,特别是在高层建筑中,风压的影响尤为显著。连接节点设计对整体结构性能的影响,不容忽视,合理的节点设计能够有效分散外部荷载,提升系统的承载能力与稳定性。此外,装配式幕墙的预制构件,通常需经过精密加工,任何尺寸误差都可能影响其承载力与安装精度。因此,在设计时,不仅要重点考虑材料选择与结构计算,还需确保幕墙系统整体的协调性,以保证其在实际使用中,能够长时间维持稳定性能。防火与抗震性能,也是设计中不可忽视的方面。应当充分评估不同材料的耐火性与抗震能力,确保在灾害发生时,建筑的安全性能够得到有效保障。

2.2 隔热、隔音与节能性能

装配式建筑幕墙的隔热、隔音及节能性能,是衡量其舒适性与环保性的关键指标。隔热性能,在建筑能效及室内舒适度中,占据着重要地位。良好的隔热设计,能够有效减少外界温度波动对室内温度的影响,从而降低空调与取暖系统的能耗。为了提升隔热效果,通常选用高性能的隔热材料,如复合材料、玻璃棉、泡沫板等。通过多层结构与空气层的隔热作用,这些材料抑制了热传导与热对流,从而显著提高建筑的热效率。在隔音方面,尤其是在噪声污染较为严重的城市环境中,隔音效果对于改善居住与工作环境质量至关重要。高密度材料及精密密封设计的采用,有助于有效隔绝外界噪音,确保室内的安静环境。常见的做法包括在玻璃面板中嵌入隔音膜或采用双层玻璃结构,这些设计能进一步增强幕墙的隔音性能。节能性能,是现

代建筑绿色建筑理念的核心要求之一。通过优化装配式幕墙的热工性能,不仅可以减少能源消耗,还能够有效降低建筑的运营成本。此外,符合节能减排政策导向的幕墙设计,能够为建筑的绿色发展做出积极贡献。

2.3 防火与耐久性性能

装配式建筑幕墙的防火性能与耐久性,是确保建筑安全性及长期使用效果的关键因素。在高层建筑中,防火性能尤为重要。幕墙材料的燃烧特性及其阻燃设计,必须符合严格的建筑规范,以有效阻止火灾蔓延。现代装配式幕墙,通常选用高耐火等级的材料,如耐火玻璃和金属面板,这些材料能够有效抗击火源侵袭,并在火灾发生时,提供足够的防护时间。为了提升防火能力,幕墙的连接部位常常设计有防火隔离层,从而有效阻止火焰通过幕墙缝隙扩散。耐久性,则是衡量装配式幕墙在长期使用中效果的关键指标。为应对恶劣的气候条件与长期的外界环境影响,幕墙材料需具备优异的抗腐蚀性、抗老化能力^[3]。常选用耐候性强的材料,如铝合金和不锈钢,这些材料能有效防止水分、紫外线及酸雨等因素对幕墙表面的腐蚀或老化,从而延长幕墙的使用寿命。

2.4 耐候性与抗风压性能

装配式建筑幕墙的耐候性与抗风压性能,是衡量其长期稳定性与安全性的关键指标。耐候性,主要反映了幕墙材料在长期暴露于紫外线、酸雨、风沙等多种气候条件下,是否能够维持其物理性能与外观的稳定。高耐候性材料,能够有效抵御外界环境的侵蚀,防止色变、老化或腐蚀等现象的发生,从而确保幕墙表面在长期使用中的稳定性与美观性。常用的耐候性材料,如铝合金、玻璃及复合材料,具有较强的抗氧化与抗紫外线性能,有效延长了幕墙的使用寿命。抗风压性能,则是指幕墙在面对强风、台风等极端天气时,能否保持结构的稳定性与密封性,避免破坏。尤其在高层建筑中,风压作用更为显著,幕墙承受的外力也更大。为此,装配式幕墙需具备足够的抗风压能力。在设计中,通常采用高强度材料,并加强幕墙连接部位的结构,以提高其抗风压性能。此外,合理的幕墙结构设计,也是确保抗风压性能的重要因素。

3 装配式建筑幕墙的施工技术

装配式建筑幕墙施工技术,是确保其质量、性能与安全的关键环节,涉及多项技术工艺与操作流程。施工过程较为复杂,通常涵盖设计、生产、运输、安装以及验收等阶段。设计阶段,必须根据建筑的具体要求,对幕墙的各项参数进行详细计算与规划,确保其能承受外部环境的各种压力与应力。在生产阶段,依照设计图纸,制造商对每一块幕墙单元进行精准加工,确保其尺寸与质量符合标准,并进行必要的预处理,以提升耐候性与抗风压能力。在运输阶段,特别注意对幕墙单元的保护,以避免运输过程中因碰撞或压力造成材料损坏。安装作为整个施工过程中最

为关键的环节,需进行高度精确的对接与细致操作,确保幕墙组件的稳固与密封性。为确保施工质量,施工人员必须严格遵循施工图纸,进行定位、测量及调试,确保每个幕墙单元与结构之间的连接牢固,避免因安装不当而引发安全隐患。此外,现场管理人员需定期检查材料质量、工艺执行情况及施工安全,及时发现问题并采取措予以解决。施工过程中,环境因素的控制亦不容忽视。例如,温度、湿度及风速等因素对施工质量的影响,应当避免气候变化引起幕墙材料的变形或接缝不合适^[4]。随着新技术的持续发展,智能化施工设备、机器人辅助安装及信息化管理系统等创新方法,逐渐被引入装配式幕墙施工中。这些技术的应用,提升了施工精度与效率,降低了人力成本,并提高了施工安全性。例如,机器人在高空精确吊装与安装幕墙组件,大幅减少了人工操作的风险;信息化管理系统则能够实时监控施工进度、质量状况及材料库存,从而确保施工过程更加透明与高效。

4 结语

装配式建筑幕墙,作为现代建筑的重要组成部分,因其高效、环保及节能等优点,正逐渐成为建筑行业中的主流技术。通过对装配式幕墙的设计原理、常见设计方法及性能进行深入分析,本文阐明了其在结构强度、隔热隔音、防火耐久性以及耐候性等方面的显著优势。同时,针对设计与施工过程中所面临的技术难题与挑战,提出了相应的解决方案。随着建筑技术与材料的不断创新,装配式幕墙的性能有望进一步提升,未来在建筑行业中的应用前景广阔。然而,要实现其广泛推广与普及,仍需在设计标准、施工工艺、材料研发等多个领域持续深入研究,推动技术的创新与优化。通过不断改进与实践,装配式建筑幕墙将在未来建筑设计与施工中发挥更加重要的作用,为实现可持续发展目标贡献力量。设计标准、施工工艺与材料研发等多个领域,必须持续深入研究,以确保装配式幕墙技术的广泛推广与普及。而通过不断地创新与优化,装配式幕墙的性能,预计将在未来建筑行业中得到进一步提升与完善。

[参考文献]

- [1]牛稼芳. 装配式建筑幕墙施工技术[J]. 建材发展导向, 2022, 20(12): 97-99.
 - [2]张吾健. 装配式建筑幕墙设计处理及性能研究[J]. 砖瓦, 2024(10): 86-88.
 - [3]王鑫, 夏广伟, 王金秋. 基于设计施工一体化理念的装配式幕墙设计要点研究[J]. 住宅与房地产, 2023(8): 42-44.
 - [4]李林鹏, 彭冲, 刘炳良, 等. 装配式工程幕墙施工方法研究[J]. 住宅与房地产, 2020(27): 88-92.
- 作者简介: 田坤(1984.9—), 毕业院校: 江苏大学, 所学专业: 土木工程, 当前就职单位: 河北建筑设计研究院有限责任公司, 职称级别: 高级工程师。