

装配式建筑幕墙施工技术探究

钟晓泉

浙江中南建设集团有限公司 浙江 杭州 310052

摘要：当前建筑行业向工业化、绿色化转型，装配式建筑因高效、环保优势成为发展重点，幕墙作为建筑外立面核心，其装配式施工技术对工程质量至关重要。本文围绕装配式建筑幕墙施工技术展开探究，界定其定义、特点与分类，深入分析构件标准化连接、高精度测量定位、模块化构件吊装安装及密封防水一体化四大关键施工技术，同时从原材料与构件、施工过程、成品验收三方面梳理质量控制要点。研究表明，装配式建筑幕墙凭借标准化、工厂化等优势，能提升施工效率与质量，而科学的关键技术应用及全流程质量控制，是保障幕墙工程安全稳定的核心。

关键词：装配式建筑；幕墙施工；关键技术

引言：在现有装配式建筑幕墙施工中，存在技术应用不规范、质量控制体系不完善等问题，影响工程安全性与耐久性。国内外虽有相关研究，但对施工技术与质量控制的系统性整合不足。基于此，本文开展装配式建筑幕墙施工技术探究，旨在明确关键技术要点与质量控制方法，为行业发展提供支撑。

1 装配式建筑幕墙概念与分类

1.1 装配式建筑幕墙的定义与特点

装配式建筑幕墙是指将幕墙的各类构件（如面板、支撑框架、连接部件等）在工厂内完成标准化设计与工业化生产，再运输至建筑施工现场，通过模块化装配方式与建筑主体结构连接固定，形成建筑外立面的围护系统。其核心特点体现在以下四个方面：（1）标准化设计，基于统一的技术参数与规格体系开展构件设计，确保不同批次、不同部位的构件具备互换性，为工厂批量生产奠定基础；（2）工厂化生产，构件加工全程在工厂可控环境中完成，规避现场施工受天气、环境影响的问题，大幅提升构件的尺寸精度与质量稳定性；（3）装配化施工，现场以吊装、拼接等装配作业为主，减少传统湿法作业（如现场浇筑、抹灰）的工作量，显著缩短施工周期，降低现场粉尘、噪音等环境污染；（4）集成化功能，在工厂生产阶段即可将保温、隔热、防水、隔音等功能模块与幕墙构件一体化集成，无需后期额外加装，提升幕墙系统的综合性能与使用效率。

1.2 装配式建筑幕墙的主要分类

装配式建筑幕墙可依据不同维度进行分类，核心分类方式包括以下三类：（1）按面板材料分类，可分为金属面板幕墙、非金属面板幕墙两大类，其中金属面板幕墙以铝合金、钛合金等金属材料为核心面板，非金属面板幕墙则以陶瓷、复合板材等非金属材料为主要面板，

两类幕墙在耐候性、装饰性等性能上存在明显差异；（2）按结构支撑形式分类，可分为构件式幕墙、单元式幕墙，构件式幕墙以分散的构件为核心支撑单元，现场逐件安装，单元式幕墙则以预先组装的完整单元为支撑单元，现场整体吊装拼接，两类幕墙在施工效率与结构稳定性上各有侧重；（3）按安装连接方式分类，可分为悬挂式幕墙、支承式幕墙，悬挂式幕墙通过上部连接件将幕墙重量传递至建筑主体结构，支承式幕墙则通过底部或侧面支撑结构承载幕墙荷载，两类幕墙的受力传递路径与适用建筑高度、结构形式密切相关^[1]。

2 装配式建筑幕墙施工关键技术

2.1 构件标准化连接技术

构件标准化连接技术要点集中在连以下接节点设计、连接构件选型及连接工艺控制三方面。（1）在连接节点设计上，遵循“传力明确、构造简洁、便于装配”原则，针对幕墙与建筑主体结构的连接节点，采用模块化设计思路，确保节点具备足够的承载能力与变形适应能力，同时兼顾抗震、抗风荷载等性能要求。连接节点充分考虑温度变化、沉降等因素引发的结构位移，通过设置弹性连接件或滑动节点，释放结构内力，避免节点因应力集中出现损坏。（2）在连接构件选型上，根据幕墙类型、受力特点及使用环境选择适配的连接构件，常用的连接构件包括螺栓、预埋件、转接件等。连接构件的材质需满足强度、耐腐蚀性要求，如选用高强度不锈钢螺栓时，要确保其力学性能符合国家相关标准，且表面经过防腐处理，以应对室外潮湿、高温等复杂环境；预埋件则需采用热镀锌或防腐涂料处理，防止长期使用过程中出现锈蚀，影响连接稳定性。（3）在连接工艺控制上，严格按照施工规范执行操作流程。对于螺栓连接，需控制螺栓的拧紧力矩，采用扭矩扳手进行精准操

作,避免因拧紧力不足导致连接松动,或拧紧力过大造成螺栓断裂;对于焊接连接,确保焊接接头的焊缝高度、长度符合设计要求,焊接完成后需对焊缝进行外观检查与无损检测,排查气孔、裂纹等焊接缺陷,同时对焊接部位进行防腐处理,保障连接节点的耐久性。

2.2 高精度测量定位技术

高精度测量定位技术直接影响幕墙的外观质量与使用性能,其技术实施涵盖以下三部分。(1)在测量基准建立上,以建筑主体结构的控制轴线与标高为基础,建立幕墙专属的测量控制网。首先对建筑主体结构的施工误差进行复测,如轴线偏差、标高偏差等,根据复测结果调整测量基准,确保幕墙测量基准与主体结构基准保持一致。测量控制网需设置足够数量的控制点,控制点需选择在稳定、不易受施工干扰的位置,且需进行保护措施,防止控制点被破坏或移动。采用闭合导线测量或附和导线测量的方式对控制网进行复核,确保控制网的精度满足幕墙施工要求,通常幕墙测量的平面位置精度误差需控制在 $\pm 2\text{mm}$ 内,标高精度误差需控制在 $\pm 1\text{mm}$ 内。(2)在测量设备选型与校准上,根据幕墙施工精度要求选择专业的测量设备,常用的测量设备包括全站仪、高精度水准仪、激光垂准仪、电子经纬仪等。全站仪需选择测角精度不低于2秒、测距精度不低于 $\pm(2\text{mm}+2\text{ppm}\times D)$ 的型号,以满足幕墙构件安装的高精度定位需求;高精度水准仪需采用二等水准测量精度的设备,确保标高测量的准确性。所有测量设备在使用前需送至具备资质的检测机构进行校准,校准合格后方可投入使用,且在施工过程中需定期进行复核校准,避免因设备精度下降导致测量误差。测量设备的使用需严格遵循操作规程,如全站仪测量时需避开强光、强磁场等干扰因素,水准仪测量时需保证仪器视线水平,减少外界环境对测量精度的影响。(3)在动态测量监控上,对幕墙施工全过程进行实时测量跟踪。在构件安装前,需对构件的实际尺寸进行复核测量,将测量数据与设计尺寸进行对比,若存在偏差需及时进行调整或更换构件;在构件安装过程中,需采用实时测量的方式监控构件的位置、垂直度、平整度等指标,如采用激光垂准仪监控构件的垂直度,确保垂直度偏差不超过规范要求;在幕墙整体安装完成后,需进行全面的测量验收,对幕墙的平面位置、标高、垂直度、接缝宽度等参数进行测量,形成完整的测量记录,确保幕墙安装精度符合设计与规范要求^[2]。

2.3 模块化构件吊装与安装技术

模块化构件吊装与安装技术要点包括以下方面:

(1)在吊装方案设计上,根据幕墙构件的重量、尺寸、安装高度及施工现场环境,制定专项吊装方案。方案需明确吊装顺序,遵循“先上后下、先里后外、对称吊装”的原则,避免因吊装顺序不合理导致幕墙结构受力失衡;同时需计算吊装过程中的荷载,包括构件自重、吊装索具重量等,确保吊装设备的承载能力满足要求。吊装方案要考虑施工过程中的突发情况,如大风、暴雨等恶劣天气,制定相应的应急措施,如设置防风缆绳、暂停吊装作业等,保障吊装施工安全。(2)在吊装设备选型与布置上,根据构件重量与安装高度选择合适的吊装设备,常用的吊装设备包括塔式起重机、汽车起重机、履带式起重机等。对于重量较大、安装高度较高的幕墙构件,需选择大吨位、高扬程的塔式起重机,确保起重机的起重量与起升高度满足施工需求;对于中小型构件或施工现场空间有限的情况,可选用汽车起重机或履带式起重机,以提高施工灵活性。吊装设备的布置需结合施工现场的场地条件,确保起重机的作业半径覆盖所有吊装区域,且起重机的支腿基础需进行加固处理,采用钢板或碎石垫层增大受力面积,防止起重机在吊装过程中出现沉降或倾斜。吊装设备与建筑主体结构、周边障碍物需保持安全距离,避免吊装过程中设备与结构发生碰撞。(3)在构件安装精度控制上,采用“分层安装、逐层校准”的方式进行操作。构件起吊至安装位置后,需通过临时固定装置将构件初步固定,然后利用撬棍、千斤顶等工具对构件的位置、垂直度、平整度进行微调,微调过程中需结合高精度测量设备进行实时监控,确保构件安装精度符合要求。构件安装完成后,需及时进行永久固定,如拧紧连接螺栓、焊接固定件等,永久固定过程中需避免对构件造成额外应力。相邻构件之间的接缝需进行精度控制,确保接缝宽度均匀,符合设计要求,避免因接缝偏差影响幕墙的外观质量与防水性能。在整个安装过程中,需对已安装完成的构件进行保护,设置防护栏杆或保护膜,防止构件在后续施工中受到碰撞或污染。

2.4 密封防水一体化技术

密封防水一体化技术实施聚焦以下三大关键。(1)在密封材料选型上,结合幕墙使用环境、接缝类型及性能需求适配材料,核心包括硅酮结构密封胶、硅酮耐候密封胶及泡沫条等。结构密封胶需具备高强度、高弹性与良好粘结性,承担构件连接密封功能;耐候密封胶侧重耐候性、耐老化性与防水性,用于接缝防水。材料颜色需与面板匹配以保障外观整体性,使用年限需与幕墙设计寿命一致,避免过早老化失效。(2)施工工艺要

严格遵循“清理—打底—施胶—固化”流程。先以溶剂清除接缝表面灰尘、油污等杂质并干燥处理,确保粘结基础可靠;再嵌入适配规格泡沫条以支撑胶体、控制深度,同时避免过度粘结。施胶需用专用胶枪实现均匀连续填充,杜绝气泡、断层,施胶后及时修整胶体表面,保证与面板紧密贴合。固化阶段需严控温湿度,避免胶体受碰撞污染,固化后通过性能测试验证粘结与防水效果。(3)防水构造设计秉持“多道设防、刚柔结合”原则。除密封胶防水外,需在节点处设置排水孔、排水槽形成排水系统,快速排出渗入雨水。关键部位增设防水附件强化防护,幕墙与主体结构交接处采用柔性防水材料衔接,形成整体防水体系。同时预留伸缩缝或设置弹性连接件,适配温度变化引发的材料伸缩,保障构造完整性^[3]。

3 装配式建筑幕墙施工质量控制要点

3.1 原材料与构件质量控制

原材料与构件质量是幕墙工程质量的基础,要建立“源头筛查—进场核验—抽样复检”的全链条控制体系。原材料方面,核查型材、玻璃、密封胶、防火保温材料等的质量证明文件,确保品种、规格、性能与设计一致,重点关注型材表面光洁度、玻璃平整度及密封胶有效期。构件进场验收需执行严格抽检制度,按品种抽取不少于10%且不少于3件的构件进行检查,重点核验尺寸精度、外观质量及连接部位完整性,若出现不合格品需加倍抽检,仍有不合格则全部返工。对关键性能指标需进行专项复检,包括结构胶粘结强度、石材弯曲强度等,复检合格后方可投入使用,同时做好验收记录归档,实现质量可追溯。

3.2 施工过程质量控制

施工过程要针对关键环节实施精准管控,强化隐蔽工程验收与实时监测。测量放线阶段需以主体结构控制基准为依据,建立专属测量控制网,采用高精度仪器确保平面位置与标高误差控制在规范范围内,每道测量工序完成后需复核确认。构件安装阶段需严控连接节点质量,检查预埋件位置、数量及防腐处理情况,后置埋件必须进行现场拉拔力试验;吊装安装后需核查垂直度、

平整度及拼接缝宽度,连接件安装偏差需控制在 $\pm 1\text{mm}$ 内。密封胶施工需遵循标准化流程,确保胶缝饱满连续、无气泡,同时做好防火、保温材料填充管控,保证铺设密实、厚度均匀。隐蔽工程隐蔽前必须验收合格,留存影像与文字记录。

3.3 成品质量验收

成品验收要覆盖外观质量、性能检测与功能核验,形成完整验收闭环。外观检查重点关注幕墙表面平整度与洁净度,确保色泽一致、无裂缝缺损,密封胶缝需横平竖直、宽窄均匀。性能检测需委托专业机构开展气密、水密、抗风压及平面内变形性能测试,各项指标必须符合设计要求。功能核验包括开启扇开关灵活性与密封性、排水孔畅通性、防雷装置连接可靠性等,防雷接地电阻需实测达标^[4]。验收采用抽样检查方式,在全面积上随机选取三处检测,一处不合格则加倍抽检,不合格项次达20%需全面返修,全部验收合格并签署文件后,方可完成交付。

结束语:本文系统完成装配式建筑幕墙施工技术探究,明确其概念分类,剖析四大关键施工技术操作要点,构建“源头-过程-成品”全流程质量控制体系。研究弥补了装配式幕墙施工技术与质量控制整合研究的不足,为实际施工提供清晰技术路径与管控方案。未来,可进一步探索信息化技术与装配式幕墙施工的深度融合,优化技术工艺,完善行业标准,推动装配式建筑幕墙技术向更高效、智能、绿色方向发展,助力建筑行业高质量转型。

参考文献

- [1]任和.装配式建筑幕墙施工技术探究[J].建筑·建材·装饰,2023(14):85-87.
- [2]郗红登.装配式建筑幕墙施工技术探究[J].门窗,2024(3):7-9.
- [3]朱宝臻,生玲玲,孔新.装配式建筑幕墙施工技术探究[J].中文信息,2023(7):379.
- [4]薛化鹏,张桂平.装配式建筑幕墙施工技术探究[J].中国房地产业,2023(17):78-81.