

超高层建筑幕墙工程施工技术与质量管控研究

彭智敏

江西中赣置业有限公司 江西 南昌 330100

【摘要】：超高层建筑幕墙工程具有高度大、构造复杂、受风显著、施工交叉多和质量影响长期化等特点，其施工质量直接关系到建筑外观效果、围护性能、结构安全和后期运维。与普通建筑幕墙相比，超高层幕墙在测量精度、单元板块吊装、节点连接、防水密封、防火封堵和变形适应等方面要求更高。本文围绕超高层建筑幕墙工程施工技术与质量管控展开研究，分析施工关键环节、常见质量问题及优化措施，以为类似工程提供参考。

【关键词】：超高层建筑；幕墙工程；施工技术；质量管控；安全管理

DOI:10.12417/2811-0528.26.14.077

引言

随着城市建设不断向集约化、高层化和地标化方向发展，超高层建筑在商务办公、酒店、城市综合体和核心商务区建设中日益增多。幕墙作为建筑外围护系统，既承担围护、采光、保温、隔声、防水和节能等功能，也直接影响建筑外观形象、空间品质和使用体验。与普通建筑相比，超高层建筑高度大、立面复杂，幕墙长期受到风荷载、温差变形、雨水冲刷、结构位移和高空环境影响，施工精度和节点质量要求更高。一旦测量、连接、密封或防火封堵等环节控制不严，便可能引发渗漏、变形、脱落和后期维护困难。因此，研究超高层建筑幕墙施工技术与质量管控具有重要现实意义。

1 超高层建筑幕墙工程的施工特点

1.1 结构高度大，测量控制要求高

超高层建筑幕墙施工对测量放线精度要求极高。建筑高度越大，主体结构竖向偏差、楼层累积误差、混凝土收缩徐变和风荷载引起的微小摆动越明显，若仍采用普通建筑的控制方法，容易造成幕墙龙骨定位偏差、单元板块错台和立面分格不顺。施工前应根据主体结构轴线、标高控制点和建筑外立面设计要求，建立完整的测量控制网，并结合全站仪、激光铅垂仪、三维扫描等技术复核主体结构实际尺寸。对于核心筒外框结构、弧形立面和转角复杂部位，更应提前进行实测实量，校核预埋件位置、结构外皮偏差和幕墙安装空间。测量成果不能只作为放线依据，还应反馈至深化设计和加工生产环节，使幕墙板块尺寸、连接件调节量和节点构造能够适应现场实际条件。

1.2 立面系统复杂，专业协调难度大

超高层建筑幕墙往往包含玻璃幕墙、铝板幕墙、石材幕墙、金属格栅、采光顶、开启扇、百叶、擦窗机轨道和泛光照明等多种构造形式，不同系统之间存在大量交接节点。幕墙不仅要与主体结构连接，还要与钢结构、机电管线、消防系统、室内装饰、屋面工程和防雷系统协调。若深化设计不充分，现场容易出现埋件偏位、连接件冲突、保温层断开、排水路径不清和

装饰收口粗糙等问题。超高层建筑内部功能复杂，设备层、避难层、裙房与塔楼交接部位构造变化较多，对幕墙节点适应性提出更高要求。施工单位应在正式安装前组织设计、总包、幕墙、机电、装饰和监理等单位进行综合会审，利用BIM模型或三维节点详图对重点部位进行碰撞检查和工序模拟，避免现场被动修改。

1.3 外部环境复杂，安全风险突出

超高层幕墙施工多处于高空、临边和垂直交叉作业环境，受风速、降雨、温度和施工场地限制影响明显。单元板块体积大、重量高，吊装过程中若吊点设置不合理、风速控制不到位或指挥协调不统一，容易产生碰撞、摆动和坠落风险。吊篮、爬架、塔吊、施工电梯和卸料平台等设备使用频繁，也增加了安全管理难度。超高层建筑周边多位于城市核心区域，人员车辆密集，对高空坠物和施工围挡管理要求更严。幕墙施工质量与安全密切相关，连接件安装不牢、螺栓漏紧、结构胶固化不足和板块固定不规范，不仅会造成质量缺陷，也可能演变为安全事故。因此，施工技术必须与安全管理方案同步编制，做到工艺可行、设备可靠、人员明确和风险可控。

2 超高层建筑幕墙关键施工技术

2.1 深化设计与材料加工控制

超高层幕墙施工能否顺利推进，很大程度上取决于深化设计和工厂加工质量。深化设计应在原施工图基础上，对立面分格、板块尺寸、连接节点、排水构造、防火封堵、防雷连接和变形缝处理进行细化，确保设计意图能够转化为可施工、可加工、可检验的具体成果。材料加工阶段应严格控制型材规格、玻璃配置、铝板厚度、密封胶型号、五金配件和紧固件质量。单元式幕墙板块宜在工厂完成组框、注胶、安装玻璃和质量检验，以减少现场湿作业和高空拼装误差。加工过程中应关注尺寸偏差、对角线误差、胶缝宽度、表面划伤和组件平整度，特别是中空玻璃、夹胶玻璃和低辐射玻璃，应核对厚度、颜色、膜面位置和安全性能。材料进场后还需开展复验和抽检，防止

不合格材料进入安装环节。

2.2 预埋件与连接系统施工技术

幕墙连接系统是保证结构安全的核心环节。超高层建筑幕墙承受较大风荷载和温度变形,连接件既要具备足够承载力,也要满足三维调节和位移释放要求。预埋件施工应在主体结构阶段同步控制,重点核查位置、标高、锚固长度、防腐处理和混凝土浇筑密实度。对于漏埋、偏位或承载不足的部位,应根据设计复核结果采用后置埋件,但后置锚栓必须通过拉拔试验验证承载能力,不能凭经验替代结构计算。连接件安装时,应控制角码、转接件、螺栓、垫片和防松措施,保证受力路径清晰。钢铝连接部位要做好绝缘隔离和防腐处理,避免电化学腐蚀。对于伸缩缝、层间位移较大区域和结构转换层,应预留合理变形空间,防止幕墙因主体结构变形受限而出现玻璃破裂、板块挤压或胶缝开裂。

2.3 单元板块吊装与密封施工技术

超高层建筑常采用单元式幕墙施工,以提高安装效率和质量稳定性。单元板块吊装前,应检查吊装设备、吊具、吸盘、钢丝绳、板块编号和安装顺序,确保板块与楼层、轴线、分格位置相对应。吊装过程中要控制风速条件,保持板块平稳提升和准确就位,严禁在恶劣天气下强行安装。板块就位后,应及时调整标高、水平度、垂直度和进出位,保证相邻板块拼缝均匀。密封施工是防水性能形成的关键,耐候密封胶施工前应清洁粘结界面,控制胶缝宽深比,必要时设置泡沫棒和背衬材料,避免三面粘结影响变形能力。结构胶和耐候胶不得混用,注胶环境温度、湿度和固化时间应符合产品要求。开启扇、转角、女儿墙、层间封堵和屋面收口部位是渗漏高发区域,应通过节点样板和淋水试验提前验证。

3 超高层幕墙工程质量管控要点

3.1 施工前质量策划与样板引路

超高层建筑幕墙工程质量管控应前移至施工准备阶段,通过系统策划降低后续安装偏差和返工风险。项目部应依据建筑高度、幕墙系统类型、立面造型、施工环境和质量目标编制专项施工方案,明确测量控制、材料验收、板块吊装、节点处理、成品保护和验收标准等内容,并将主体结构偏差、预埋件复核、垂直运输条件和高空作业风险纳入方案论证。对于转角、层间防火、窗边收口、开启扇、防水节点和不同幕墙系统交接部位,应提前制作实体样板,通过样板检验材料色差、拼缝宽度、连接构造、胶缝效果和施工工序。样板引路的意义不只是展示观感,更在于统一技术标准和操作尺度,避免不同班组凭经验施工造成质量差异。技术交底应结合现场部位和质量风险展开,使施工人员明确螺栓紧固、胶缝施工、板块保护、允许偏差和验收要求,推动质量控制落实到每一道工序。

3.2 过程检查与隐蔽验收控制

幕墙工程质量缺陷往往隐藏于连接、封堵、防水和防雷等隐蔽部位,若过程检查不严,待板块封闭或装饰完成后再整改,不仅成本高,也可能影响整体安全性能。施工过程中,应将预埋件、后置锚栓、转接件、防雷连接、防火封堵、保温层、排水构造和结构胶粘结质量作为重点检查对象。每道隐蔽工序完成后,应由施工单位、监理单位和相关责任人员共同验收,并同步形成影像资料、检测记录和整改闭合资料。后置锚栓需按要求开展现场拉拔试验,连接螺栓应检查紧固状态、防松措施和防腐处理,防火封堵应核查材料等级、填充厚度和连续性,防雷连接则应保证导通可靠。现场还应定期复核板块垂直度、平整度、拼缝宽度和立面整体效果。质量管理不能依赖最终抽查,应通过首件验收、过程巡检和问题闭环控制,及时纠正偏差,防止局部缺陷扩大为系统性质量问题。

3.3 性能检测与成品保护管理

超高层建筑幕墙不仅要满足立面美观要求,更要具备稳定的抗风压、水密性、气密性、平面内变形、保温隔声和耐久性。施工前应按照工程特点和规范要求开展幕墙性能试验,对典型系统、复杂节点和关键构造进行验证,确保设计参数与实际施工方案相匹配。现场安装完成后,应结合工程要求进行淋水试验、密封质量检查、开启扇启闭测试和排水路径复核,及时发现渗漏、胶缝不连续、五金松动和密封失效等问题。玻璃、铝板、型材和装饰构件在运输、堆放、吊装及交叉作业中容易出现划伤、污染、变形和碰撞损伤,成品保护必须贯穿施工全过程。板块堆放应设置垫木和防倾覆措施,已安装区域应避免焊渣、砂浆、油漆和清洗剂污染,清洁作业也应选择适宜工具和材料,防止强酸强碱破坏密封胶和表面涂层。完善的性能检测与成品保护,既能减少返修损耗,也能保证幕墙长期安全和建筑最终品质。

4 超高层幕墙质量问题及优化措施

4.1 常见质量问题及原因分析

超高层幕墙常见质量问题包括立面错台、拼缝不均、玻璃划伤、铝板变形、胶缝开裂、雨水渗漏、开启扇关闭不严、防火封堵不连续和连接件锈蚀等。这些问题表面上表现为施工缺陷,深层原因往往与前期策划不足、深化设计不细、材料质量波动、班组操作不规范和过程验收不严有关。例如渗漏问题可能并非单纯密封胶施工不良,也可能与排水路径不清、节点构造不合理、胶缝宽度不足或板块变形受限有关。立面错台则可能源于主体结构偏差未被及时消化,或连接件调节量不足。若只在竣工阶段进行表面修补,难以从根本上解决质量隐患。因此,质量问题分析应从设计、材料、施工和管理全过程追溯原因。

4.2 精细化施工与数字化管理优化

提高超高层幕墙施工质量,应推动精细化施工和数字化管理结合。BIM技术可用于幕墙深化设计、板块编号、节点碰撞检查和吊装模拟,帮助施工人员提前掌握复杂部位做法。三维扫描可对主体结构外立面进行实测,形成偏差模型,为板块加工和连接件调节提供依据。施工过程中,可通过二维码管理实现板块从加工、运输、进场、安装到验收的全过程追溯。质量巡检可借助移动端记录问题位置、责任班组、整改期限和复查结果,提高闭环管理效率。对于超高层幕墙而言,数字化不是形式展示,而是提高尺寸控制、信息传递和质量追溯能力的重要工具。现场管理人员还应加强工序协调,合理安排与结构、机电、装饰和外立面照明等专业的作业顺序,减少交叉破坏和返工。

4.3 运维导向下的质量提升措施

幕墙工程质量不仅体现在施工完成时,更体现在长期使用过程中的安全性和耐久性。超高层建筑幕墙后期维护难度大,若设计和施工阶段没有充分考虑检修条件,将增加运营风险。施工阶段应配合完善擦窗机轨道、检修通道、开启扇五金更换

空间和排水检修口设置。对易老化的密封胶、开启扇五金、防火封堵和排水构造,应建立运维档案,明确检查周期和维护方法。竣工交付时,应向建设单位移交完整的材料合格证明、隐蔽验收记录、检测报告、节点图纸和维护说明。对于沿海、强风、多雨或温差较大的地区,还应根据环境特点提高防腐、防水和变形适应要求。以运维为导向进行质量管控,能够避免幕墙工程只重视竣工观感而忽视长期性能。

5 结语

超高层建筑幕墙工程施工技术复杂,质量管控贯穿深化设计、材料加工、测量放线、连接安装、板块吊装、密封防水、性能检测和后期运维全过程。实践表明,幕墙质量问题往往不是单一环节造成,而是设计协调、材料控制、施工工艺和管理机制共同作用的结果。要提升工程质量,应坚持前期策划、样板引路、过程控制和数字化追溯相结合,重点把控预埋件、连接件、密封节点、防火封堵和成品保护等关键环节。未来,随着建筑工业化和智慧建造发展,超高层幕墙工程将更加依赖精细化施工、信息化管理和运维一体化思维,从而实现安全、耐久、美观和高品质建造目标。

参考文献:

- [1] 关智军.高层建筑玻璃幕墙施工技术优化及其工程应用[J].四川水泥,2026,(03):107-109.
- [2] 郑超.超高层建筑单元式幕墙施工关键技术研究——以某320m超高层综合体幕墙工程为例[J].城市建设,2025,(30):71-73.
- [3] 李兰鹏.现代高层建筑幕墙施工关键技术[J].石材,2024,(05):35-37.
- [4] 金冠楠.超高层超大型单元板块幕墙施工技术——以海西商务大厦超大型单元式幕墙安装技术为例[J].福建建筑,2019,(03):58-63.
- [5] 吴瑞卿.建筑幕墙工程绿色施工关键技术的研究与应用.广东省,广州建筑股份有限公司,2015-04-14.