

高层建筑幕墙施工技术与安全管理

高 帅

淄博碧强房地产开发有限公司 山东 淄博 255300

摘 要：高层建筑幕墙作为建筑外立面的重要组成部分，兼具美观与功能性，其施工技术与安全管理直接影响建筑质量与施工安全。本文围绕高层建筑幕墙施工展开，先阐述施工重要性，再详细介绍测量放线、预埋件安装、龙骨安装、幕墙板块安装及密封胶施工等核心技术；同时分析当前安全管理中存在的施工人员意识与技能不足、设备材料管理不规范、管理体系不完善及环境风险防控难等问题，并针对性提出加强人员培训、规范设备材料管理、完善体系执行、强化环境监测等措施，为提升高层建筑幕墙施工质量与安全管理水平提供参考。

关键词：高层建筑幕墙；施工技术；安全管理

引言：随着城市化进程加速，高层建筑已成为城市天际线的重要构成，幕墙作为高层建筑外立面的关键结构，不仅关系建筑的美观性、节能性与耐久性，更直接影响施工过程与后期使用的安全性。近年来，幕墙施工技术不断发展，但高层建筑施工环境复杂、高空作业多、技术要求高，施工中仍面临诸多技术难题与安全风险。如何通过科学的施工技术保障幕墙质量，借助有效的安全管理规避风险，成为行业关注的焦点。

1 高层建筑幕墙施工的重要性

高层建筑幕墙施工在建筑工程中占据核心地位，其重要性体现在多个维度。从建筑功能看，幕墙作为建筑外围护结构，承担着防风、防雨、保温、隔热等关键作用，直接影响建筑的使用性能与节能效果，优质的幕墙施工能显著提升建筑的居住舒适度与运行经济性。从外观形象而言，幕墙是高层建筑视觉呈现的核心载体，其施工质量决定了建筑外立面的平整度、协调性与美观度，对塑造城市天际线、提升建筑辨识度具有不可替代的作用。从施工安全角度，幕墙施工多涉及高空作业，工序复杂且技术要求高，施工质量与安全管理直接关系到施工人员的生命安全及建筑后期使用的稳定性，一旦出现疏漏可能引发坠落、坍塌等安全事故。此外，随着绿色建筑理念的推进，幕墙施工技术与环保标准的结合，成为衡量建筑可持续性的重要指标，规范的施工过程是实现建筑低碳化、延长使用寿命的基础保障，对推动建筑行业高质量发展具有重要现实意义^[1]。

2 高层建筑幕墙施工技术

2.1 测量放线技术

测量放线是幕墙施工的首要环节，其精度直接决定后续工序的质量。施工前需全面熟悉建筑设计图纸与结构施工资料，结合建筑轴线、标高基准点，制定详细测

量方案。作业时采用全站仪、高精度水准仪及激光投线仪等设备，在主体结构上精确标记幕墙安装的基准控制线、分格线及标高控制线。考虑到高层建筑易受温度变化、结构沉降影响，测量需分阶段进行，每次测量间隔不超过48小时，并通过交叉复核消除累积误差，确保放线偏差控制在 $\pm 2\text{mm}$ 内。对于异形幕墙，需建立三维坐标模型，利用BIM技术模拟放线过程，提前预判偏差风险。测量完成后需形成书面记录，经监理单位复核确认后方可进入下道工序，为预埋件安装、龙骨定位提供精准依据。

2.2 预埋件安装技术

预埋件是幕墙与主体结构连接的核心受力部件，其安装质量直接关系幕墙整体稳定性。施工前需核查预埋件的材质、规格是否符合设计要求，表面防腐处理是否达标。根据测量放线标记，在混凝土梁、柱浇筑前将预埋件精准固定，采用钢筋焊接固定时，焊缝长度不小于 $10d$ （ d 为钢筋直径），且需做防锈处理。预埋件中心线与设计位置偏差不得超过 10mm ，平面高程偏差控制在 $\pm 5\text{mm}$ 内。若混凝土浇筑后发现预埋件位置偏差，需采用后置埋件补救，钻孔深度需比锚栓长度深 20mm 以上，植入锚栓后需进行拉拔试验，确保抗拔力达标。安装完成后需及时清理预埋件表面混凝土残渣，避免影响后续连接件安装。

2.3 龙骨安装技术

龙骨作为幕墙的受力骨架，安装需严格遵循“先竖后横、分层安装”原则。竖向龙骨安装前需进行直线度校正，采用经纬仪校准垂直度，每 2m 偏差不超过 3mm ，累计偏差不大于 10mm 。通过角码与预埋件连接，螺栓拧紧力矩需符合规范要求，通常为 $35\text{-}40\text{N}\cdot\text{m}$ ，且螺栓外露丝扣不少于2牙。横向龙骨与竖向龙骨连接采用不锈钢螺栓，安装时需预留 $1\text{-}2\text{mm}$ 伸缩缝，避免温度变形导致龙骨

变形。龙骨焊接部位需除渣后涂刷两道防锈漆，外露部分再涂一道氟碳漆。安装完成后需对龙骨进行整体刚度检测，在设计风压荷载作用下，最大挠度不得超过跨度的1/200，确保能承受幕墙自重、风雪荷载及地震作用。

2.4 幕墙板块安装技术

幕墙板块安装是体现建筑外观的关键工序，需按编号顺序分区段进行。安装前需检查板块尺寸偏差，玻璃板块边长偏差不超过 $\pm 2\text{mm}$ ，石材板块厚度偏差控制在 $\pm 1\text{mm}$ 内，表面不得有裂纹、缺角等缺陷。板块通过不锈钢挂件或铝型材连接件与龙骨连接，挂件与龙骨间隙需填充防震橡胶垫，避免金属硬性接触产生噪音。安装时利用水平尺、靠尺调整板块垂直度与水平度，相邻板块接缝高低差不超过 1mm ，缝隙宽度偏差控制在 $\pm 0.5\text{mm}$ 内。对于中空玻璃板块，需确保密封胶条完好，避免出现漏气、结露现象。安装过程中设置临时固定装置，每个板块临时固定点不少于2个，待全部调整到位后再进行永久固定，防止板块坠落。

2.5 密封胶施工技术

密封胶施工是保障幕墙防水、防渗性能的关键工序，直接影响建筑使用寿命。施工前需选用与幕墙材料兼容的硅酮密封胶，检查产品出厂合格证及相容性试验报告。清理接缝表面时，需用专用清洁剂去除灰尘、油污及氧化层，干燥后粘贴美纹纸控制胶缝宽度。注胶时采用专用胶枪匀速推进，确保胶缝饱满连续，胶缝宽度不小于 7mm ，厚度为宽度的 $1/2\sim 2/3$ ，且不得出现气泡、断胶现象。注胶后立即用刮刀压平刮光，使胶缝表面光滑平整，与板块表面过渡自然。施工环境温度需控制在 $5\sim 35^\circ\text{C}$ ，湿度不大于 85% ，雨天或基层潮湿时严禁施工。胶缝固化期间需设置警示标识，避免外力碰撞，完全固化（通常夏季7天、冬季14天）后进行淋水试验，确保无渗漏方可验收^[2]。

3 高层建筑幕墙施工安全管理存在的问题

3.1 施工人员安全意识淡薄且专业技能不足

部分施工人员对高空作业风险认知不足，存在不系安全带、违规操作等现象，将“安全第一”流于形式。同时，幕墙施工涉及多道精细工序，不少工人未经系统培训就上岗，对复杂节点施工、应急处理等技能掌握欠缺。特别是临时工、外包人员占比较高的团队，人员流动性大，技能水平参差不齐，易因操作失误引发安全事故，给施工安全埋下隐患。

3.2 施工设备与材料管理不规范

施工设备方面，吊篮、电焊机等常用设备存在定期检查缺失、维护保养不到位的情况，部分设备超期服役

仍继续使用，运行中易出现故障。材料管理上，玻璃、石材等重物堆放无序，未按承重要求分区存放，增加坍塌风险；密封胶、预埋件等材料进场验收不严格，劣质材料混入施工环节，不仅影响工程质量，还可能因材料性能不达标引发安全问题。

3.3 安全管理体系不完善且执行不到位

多数施工单位虽制定安全管理制度，但内容笼统，缺乏针对幕墙施工高空作业、交叉作业的专项细则。责任划分模糊，安全管理人员兼职现象普遍，难以专注安全监管。更关键的是，制度执行流于表面，安全交底走过场、隐患排查不彻底，发现问题后整改不及时，形成“制度空转”，无法有效发挥管理体系的防护作用。

3.4 施工环境复杂且风险防控难度大

高层建筑幕墙施工多处于城市繁华区域，周边人流车流密集，易受外界干扰。高空作业面临强风、暴雨等天气影响，极端气候下施工风险骤增。同时，施工与主体结构施工、室内装修等多工序交叉进行，作业面重叠、人员往来频繁，现场协调难度大。此外，建筑外立面结构复杂，异形幕墙增多，使风险点分布更隐蔽，常规防控手段难以全面覆盖^[3]。

4 高层建筑幕墙施工安全管理的相关措施

4.1 加强施工人员安全教育培训与管理

加强施工人员安全教育培训与管理需从多方面入手。培训内容要结合幕墙施工特点，涵盖高空作业安全规范、应急处理流程、幕墙施工专业技能等，采用理论讲解与实操演练相结合的方式，如通过事故案例视频、VR模拟高空坠落体验，增强工人对风险的直观认知。岗前培训需严格考核，考核不合格者不得上岗，对于特种工种如吊篮操作员、焊工等，必须持有效证件上岗，并定期进行复审。在人员管理上，建立施工人员档案，记录培训经历、技能等级及违规情况，实行奖惩制度，对严格遵守安全规定的工人给予奖励，对违规操作的予以处罚并重新培训。针对外包人员流动性大的问题，与外包单位签订安全管理协议，明确双方责任，要求外包人员纳入项目统一培训和管理，施工前进行专项安全交底，确保其熟悉项目安全要求。同时，定期组织安全例会，让工人分享施工中的安全经验与问题，形成全员参与安全管理的氛围，从根本上提升施工人员的安全意识和专业技能。

4.2 规范施工设备与材料的管理

规范施工设备管理需建立全流程管控机制。针对吊篮、电焊机等关键设备，制定每日班前检查、每周专项检修及每月全面维保制度，检查内容涵盖吊篮的制动

系统、限位装置、钢丝绳磨损情况,电焊机的电缆线绝缘层、接地保护等,发现问题立即停用并维修,维修合格后方可重新投入使用,同时详细记录设备运行及维保情况,形成设备台账。对于高空作业设备,严格限定使用荷载,禁止超载运行,操作人员需经培训考核合格后方可上岗,作业时配备专人监护。材料管理方面,建立严格的进场验收制度,对玻璃、石材、预埋件、密封胶等材料,需核查生产许可证、质量合格证及性能检测报告,必要时进行抽样送检,杜绝不合格材料进场。材料存放需分区分类,玻璃、石材等重型材料应放在平整坚实的地面,设置防滑挡块,堆放高度不超过规定限值;密封胶等化学品需存放在通风干燥处,远离火源并做好防晒措施。材料领用实行登记制度,根据施工进度按需领用,避免积压,同时定期检查库存材料状态,防止因存放不当导致性能下降。

4.3 完善安全管理体系并强化执行力度

完善安全管理体系需结合幕墙施工特性构建专项制度框架。首先,制定针对性管理细则,明确高空作业、交叉作业、异形幕墙施工等场景的安全操作规范,细化各工序的风险辨识标准与防控要点,避免制度泛化。同时,建立“项目经理-专职安全员-施工班组长-作业人员”的四级责任体系,将安全责任落实到个人,签订安全责任书,明确各岗位的安全职责与考核标准。强化执行力度需从多环节入手。在施工前,严格执行安全技术交底制度,由专职安全员结合施工方案,向班组及工人逐项讲解作业风险、防护措施及应急处置方法,确保交底内容被充分理解并签字确认。日常管理中,实行“日巡查、周排查、月总结”机制,对检查发现的安全隐患,开具整改通知单并明确整改时限与责任人,跟踪验收直至闭环。此外,引入第三方安全评估机构,定期对项目安全管理体系运行情况进行审计,对执行不到位的环节追责问责,通过“制度+监督+问责”的组合拳,确保管理体系有效落地。

4.4 加强施工环境监测与风险防控

加强施工环境监测需构建全方位的监测体系。在气象监测方面,安装自动气象站实时监测风速、雨量、温度等数据,当风速达到6级及以上或出现暴雨、雷电等恶劣天气时,立即发出预警并停止高空作业,待天气条件符合安全标准后方可复工。针对周边环境,在施工区域周边设置监控摄像头和警示标识,安排专人巡查,实时掌握周边人流、车流变化,避免无关人员进入施工危险区域,同时与周边社区、单位建立联动机制,及时沟通施工进度及可能产生的影响。风险防控需从多维度开展。针对交叉作业风险,制定详细的工序衔接计划,明确各工种的作业时间和区域,避免同一时段在同一垂直空间作业,必要时设置隔离防护设施。对于异形幕墙施工中隐蔽的风险点,利用BIM技术模拟施工过程,提前识别风险位置并制定专项防控措施。此外,建立应急救援预案,配备应急救援物资,定期组织高空坠落、物体打击等事故的应急演练,提高施工人员的应急处置能力,确保在突发情况下能快速响应、有效处置^[4]。

结束语

综上所述,高层建筑幕墙施工技术与安全管理是保障建筑质量与施工安全的关键。精准的施工技术是幕墙质量的基础,完善的安全管理是施工顺利进行的前提。两者相辅相成,缺一不可。在建筑行业不断发展的背景下,需持续优化施工技术,强化安全管理,以应对复杂的施工环境与日益提高的建筑要求。

参考文献

- [1]李航飞.高层建筑幕墙装饰施工关键技术探讨[J].低碳世界,2021(01):115-116.
- [2]陈凤霞.现代高层建筑玻璃幕墙施工技术分析[J].建材与装饰,2022(13)
- [3]庞俊霞.现代高层建筑幕墙施工技术研讨[J].建材与装饰,2022(44)
- [4]云宝琼.建筑幕墙施工管理分析[J].新材料新装饰,2021(09):88-89.