

# 单元式建筑幕墙施工精度控制与质量验收标准

李金帅 王训勇 韩伟波

中建七局建筑装饰工程有限公司 河南 郑州 450000

**摘要：**随着现代建筑技术的不断发展，单元式建筑幕墙作为现代高层建筑和大型公共设施的主要外围护结构，得到了广泛应用。其不仅具有美观、节能、环保等优点，而且对施工精度和质量验收标准提出了更高要求。本文旨在全面探讨单元式建筑幕墙的施工精度控制与质量验收标准，以期对相关工程实践提供理论支持和参考。

**关键词：**单元式建筑幕墙；施工精度控制；质量验收标准

## 1 单元式建筑幕墙概述

单元式建筑幕墙是将面板、骨架、保温隔热材料、密封件等部件在工厂内预先组装成完整的单元板块，再运输至施工现场进行吊装拼接的幕墙系统。与传统构件式幕墙相比，其具有显著优势：工厂化生产可大幅提升加工精度，减少现场作业量，缩短施工周期，尤其适用于工期紧张的高层建筑；单元板块在工厂内完成密封处理，水密性、气密性更易保证，能有效抵御风雨侵蚀；板块间通过标准化插接结构连接，可适应建筑主体的沉降与温度变形，整体抗震性能更优。从应用场景看，单元式幕墙广泛应用于100米以上的超高层建筑、大型商业综合体、交通枢纽等项目<sup>[1]</sup>。例如，上海中心大厦采用的单元式幕墙，单块板块最大尺寸达5米×3米，通过精准的精度控制实现了建筑外立面的流畅曲线造型。随着建筑造型日益复杂，单元式幕墙已从平面向曲面、双曲等异形形态发展，对施工精度与质量验收提出更高要求。

## 2 单元式建筑幕墙施工精度控制

### 2.1 施工前准备

施工前准备是精度控制的基础环节，需从技术、人员、物资三方面统筹规划。技术准备阶段，需组织设计交底与图纸会审，重点核查单元板块的尺寸、连接节点、安装顺序等是否与建筑主体结构匹配。利用BIM技术建立幕墙与主体结构的三维模型，模拟板块安装过程，提前发现碰撞问题，如主体结构预埋件位置偏差与板块连接孔位的冲突，并制定调整方案；测量放线是施工前的关键工作，需建立高精度测量控制网。以建筑主体结构的轴线、标高为基准，使用全站仪、水准仪等设备，在建筑外立面布设控制线与基准点，控制线间距不宜超过10米，基准点误差需控制在±2mm内。对测量数据进行多次复核，确保放线精度满足板块安装要求，避免因基准偏差导致后续累积误差；人员准备方面，需对施工人员进行专项培训，内容包括单元板块安装工艺、精度控

制标准、安全操作规程等。针对特殊工序如吊装指挥、密封胶施工等，需考核持证上岗，确保操作人员熟悉设备性能与质量要求。物资准备阶段，需核查进场材料的质量证明文件，对型材、玻璃、密封胶等主要材料进行抽样送检，如型材的壁厚偏差、玻璃的透光率与平整度，不合格材料严禁用于工程。

### 2.2 加工与组装精度控制

单元板块的加工与组装精度直接决定幕墙的整体质量，需在工厂内建立全流程质量管控体系。型材切割环节，采用数控切割设备，切割精度控制在±0.5mm内，切口垂直度偏差不得超过0.3mm/m。对切割后的型材进行去毛刺处理，避免组装时因毛刺导致的尺寸偏差。框架组装采用专用工装夹具，确保型材连接的垂直度与平整度。组装过程中，使用百分表、直角尺等工具实时监测，横梁与立柱的连接部位偏差需 ≤ 1mm，框架对角线长度差控制在3mm内。玻璃安装前，需检查玻璃的尺寸偏差与边缘处理质量，玻璃与框架的间隙均匀性偏差不得超过1mm，避免因间隙不均导致玻璃受力失衡。密封胶施工是组装环节的关键，需严格控制胶缝宽度与深度，宽度偏差 ≤ 1mm，深度为宽度的1/2-2/3。施胶前清理接缝表面的油污与灰尘，采用机械注胶方式确保胶缝饱满、连续，无气泡与断缝。固化过程中保持环境温度在10-30℃，相对湿度50%-80%，固化时间不少于7天，固化后胶缝邵氏硬度需达到20-30度；每块单元板块组装完成后，需进行全尺寸检测，包括板块长度、宽度偏差（≤ ±2mm）、平整度（≤ 2mm/m）、对角线差（≤ 3mm），检测合格后张贴合格标识与二维码，实现质量可追溯。

### 2.3 安装精度控制

现场安装需遵循“精准定位、分层控制、实时调整”的原则。吊装前，核查单元板块的编号与安装位置，确保与施工图纸一致。采用专用吊装设备，吊装点

设置在板块的受力重心位置,避免吊装过程中板块变形,吊装时缓慢起吊,与建筑主体结构保持安全距离。板块就位时,以施工前布设的控制线为基准,使用水平仪、靠尺等工具调整板块的标高、水平与垂直度。标高偏差控制在 $\pm 3\text{mm}$ 内,水平偏差 $\leq 2\text{mm/m}$ ,垂直度偏差 $\leq 3\text{mm/2m}$ 。相邻板块的接缝间隙需均匀,偏差 $\leq 1\text{mm}$ ,板块之间的高低差 $\leq 1\text{mm}$ ,确保外立面平整顺滑;连接节点安装是精度控制的重点,板块之间的插接深度需符合设计要求,偏差 $\leq 2\text{mm}$ ,连接螺栓的拧紧力矩按规范执行,一般为 $30\text{--}50\text{N}\cdot\text{m}$ ,拧紧后外露丝扣为2-3牙。安装过程中,每完成3-5块板块,需用全站仪进行一次整体精度复核,及时发现累积误差并调整,避免误差超标。对于曲面或异形单元幕墙,需采用三维定位技术,通过激光跟踪仪实时监测板块空间位置,偏差控制在 $\pm 3\text{mm}$ 内<sup>[2]</sup>。安装完成后,对所有连接节点进行二次紧固,确保节点连接牢固,满足结构受力要求。

#### 2.4 运输与存放过程中的精度保护

单元板块的运输与存放是精度保护的薄弱环节,需制定专项方案。运输车辆选用带有液压升降平台的专用货车,车厢内铺设30mm厚橡胶垫,板块之间用木质隔条分隔,避免相互碰撞。板块立放时,倾斜角度为 $85^\circ\text{--}90^\circ$ ,底部用专用支架固定,支架与板块接触部位垫软质材料,防止型材变形。运输过程中,车速不超过 $60\text{km/h}$ ,避免急加速、急刹车,途经颠簸路段时减速慢行。长途运输需用防雨布覆盖板块,防止雨水渗入密封胶缝。到达施工现场后,检查板块外观与尺寸,如发现变形、玻璃破损等问题,及时退回工厂返修;存放场地需平整坚实,设置混凝土垫层或型钢支架,场地排水坡度 $\geq 2\%$ ,避免积水。板块存放采用立放方式,间距 $\geq 100\text{mm}$ ,每组板块数量不超过5块,底部支架高度 $\geq 150\text{mm}$ ,防止地面潮气侵蚀。存放区域设置围挡与警示标识,严禁无关人员靠近,每天检查存放环境,遇暴雨、大风等天气时,采取加固措施防止板块倾倒。

### 3 单元式建筑幕墙质量验收标准

#### 3.1 质量验收的基本要求

质量验收需遵循“过程控制、分阶段验收”的原则,验收主体包括建设单位、监理单位、施工单位及设计单位。验收前,施工单位需完成自检,提交完整的验收资料,包括竣工图、材料质量证明文件、检测报告、隐蔽工程记录、施工记录等。验收应在单元幕墙安装完成且相关专项性能检测合格后进行,验收时需具备良好的天气条件,如无雨、风力 $\leq 4$ 级,确保观感检验与性能检测的准确性。基本要求包括:单元板块安装牢固,

连接节点符合设计要求;密封胶缝饱满连续,无开裂、脱落;玻璃表面无明显划痕、破损;幕墙整体外观平整,色泽一致;隐蔽工程验收需在板块安装前完成,包括预埋件位置、连接节点防腐处理、防雷接地装置等,验收合格后方可进行下道工序。

#### 3.2 观感检验与抽样检验标准

观感检验主要检查幕墙的外观质量,采用目测与尺寸相结合的方式。单元板块表面应平整,平整度偏差 $\leq 2\text{mm/m}$ ;玻璃无明显划痕(宽度 $\leq 0.1\text{mm}$ 的划痕每平方米不超过2条),无气泡、夹渣;型材表面涂层无脱落、锈蚀,色泽均匀,色差在允许范围内( $\Delta E \leq 3$ )。接缝检验中,竖缝与横缝的直线度偏差 $\leq 3\text{mm/5m}$ ,接缝宽度偏差 $\leq 1\text{mm}$ ,密封胶表面光滑,与板块粘结牢固,无凹陷、鼓泡。抽样检验按幕墙面积每 $500\text{m}^2$ 划分一个检验批,每个检验批随机抽取5%的板块进行检查,且不少于3块;抽样检验项目包括板块尺寸偏差(长度、宽度偏差 $\leq \pm 2\text{mm}$ )、安装位置偏差(标高 $\pm 3\text{mm}$ 、轴线 $\pm 2\text{mm}$ )、连接节点紧固度(螺栓拧紧力矩符合要求)。检验不合格时,加倍抽样复查,仍不合格则该检验批判定为不合格<sup>[3]</sup>。

#### 3.3 专项性能检测

专项性能检测需由具备资质的第三方检测机构完成,检测项目包括水密性、气密性、抗风压性能、平面内变形性能。水密性检测采用淋水试验,喷水压力为 $100\text{kPa}$ ,持续淋水 $30\text{min}$ ,幕墙内侧无渗漏为合格;对于高度超过 $50\text{m}$ 的建筑,需进行动态水密性检测,模拟风雨同时作用的工况。气密性检测在压力差为 $10\text{Pa}$ 时,空气渗透量 $\leq 0.05\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$ ;抗风压性能检测需达到设计要求的风压等级,检测过程中幕墙无破损、开启部件无功能性障碍;平面内变形性能按建筑抗震设防烈度对应的位移角进行检测,幕墙构件无损坏,连接节点无松动。另外,还需进行防雷性能检测,接地电阻 $\leq 10\Omega$ ,避雷带与主体结构防雷装置连接可靠;保温性能检测中,传热系数符合设计要求,且 $\leq 2.0\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ 。专项性能检测不合格的,需整改后重新检测,直至合格。

#### 3.4 不合格品的处理与整改

对于观感检验、抽样检验或专项性能检测中发现的不合格品,需制定专项整改方案。外观缺陷如密封胶缝不平整,可进行修补处理,切除不合格胶缝后重新施胶,修补后的胶缝需与原胶缝平滑过渡。安装位置偏差超标的板块,若偏差在 $5\text{mm}$ 内,可通过调整连接节点进行纠正;偏差超过 $5\text{mm}$ 时,需拆除板块重新安装,拆除过程中避免损坏板块与主体结构。连接节点松动

的,需重新拧紧螺栓并进行防腐处理,必要时更换损坏的螺栓;专项性能检测不合格的,需分析原因并采取针对性措施。如水密性不合格,检查密封胶施工质量,对渗漏部位重新施胶;抗风压性能不足时,核查连接节点强度,必要时增加加固措施。整改完成后,重新进行检验,直至符合验收标准,整改记录需存入工程档案。

#### 4 单元式建筑幕墙施工精度控制与质量验收的优化建议

##### 4.1 施工精度控制的改进方向

施工精度控制需从“事后检测”向“过程预防”转变。在工厂加工阶段,引入自动化生产线,如机器人焊接、数控折弯设备,减少人为操作误差,将板块尺寸精度控制在 $\pm 1\text{mm}$ 内。建立加工精度数据库,通过大数据分析识别误差规律,优化加工参数。现场安装阶段,推广使用智能测量设备,如自动全站仪、激光跟踪仪,实现测量数据的实时传输与分析,及时预警超差趋势。开发专用精度控制软件,集成BIM模型与现场测量数据,自动生成偏差分析报告,指导施工人员精准调整。针对异形幕墙的精度控制,可采用模块化预拼装技术,在工厂内按1:1比例预拼装单元板块,检测并调整接缝精度,预拼装合格后方可出厂,减少现场安装的精度风险<sup>[4]</sup>。

##### 4.2 质量验收标准的完善建议

现行质量验收标准需进一步细化,如增加异形幕墙的专项验收条款,明确双曲板块的安装偏差允许值;完善数字化验收指标,将BIM模型与实体幕墙的比对偏差纳入验收标准,偏差 $\leq 3\text{mm}$ 为合格;建立分级验收体系,根据建筑高度、使用功能划分验收等级,超高层建筑幕墙的抗风压性能、抗震性能验收标准应适当提高。加强验收人员的专业培训,考核合格后方可参与验收工作,确保验收结果的准确性与公正性。

##### 4.3 信息化与智能化技术的应用展望

信息化技术方面,推广基于BIM的全过程质量管控平台,实现设计、加工、安装、验收数据的无缝对接,通过二维码或RFID技术追踪单元板块的全生命周期信息,提升质量追溯效率。智能化技术应用中,开发单元板块加工机器人,实现自动上料、切割、组装、检测的一体化作业;在施工现场部署无人巡检设备,如无人机搭载高清摄像头,自动识别幕墙表面缺陷与接缝偏差,巡检效率较人工提升5倍以上。未来可引入数字孪生技术,构建幕墙的虚拟模型,实时映射实体幕墙的状态,通过传感器监测温度变形、风压振动等数据,提前预警潜在质量风险,实现从施工精度控制到运维阶段的全周期管理。

##### 结束语

单元式建筑幕墙作为现代建筑的标志性元素,其施工精度与质量验收标准的严格控制对于确保建筑整体性能和美观至关重要。本文从施工前准备、加工组装、现场安装到质量验收的各个环节进行了深入探讨,旨在为单元式幕墙的施工与验收提供全面的指导。随着信息化与智能化技术的不断发展,单元幕墙的施工精度控制与质量验收将迎来更多创新手段,推动行业向更高水平迈进。

##### 参考文献

- [1]张秀奇.建筑幕墙工程质量控制研究[J].中国建筑装饰装修,2023,(01):115-117.
- [2]刘亚,肖君彦,吴军.超高层建筑全玻璃幕墙施工技术 & 质量控制措施[J].城市建筑空间,2022,29(S2):646-647.
- [3]方丽玲.建筑幕墙结构设计与质量控制工作的重要性[J].居舍,2022,(35):102-105.
- [4]夏斌.房建工程中超高层单元式板块玻璃幕墙的高效施工方法[J].中国建筑装饰装修,2025,(11):127-129.