

石材幕墙施工技术在建筑外立面中的应用研究

付世阳

中国水利水电第十一工程局有限公司 河南 郑州 450001

【摘要】：为提高现代建筑外立面建设质量与美观性，石材幕墙近些年得到了广泛应用。本文聚焦石材幕墙各类核心施工技术，系统阐述干挂、背栓式、装配式三种主流工艺的技术原理与施工要点，明确不同工艺的适配场景与技术优势。并结合实际工程案例分析施工技术的落地应用效果，通过质量检测数据验证工艺可行性，总结施工中的核心管控重点与优化方向。本研究旨在为建筑外立面石材幕墙工程标准化、精细化施工提供实践参考，推动石材幕墙施工技术的提质升级与广泛应用。

【关键词】：石材幕墙；施工技术；建筑外立面；应用

DOI:10.12417/2811-0528.26.14.070

引言

现如今人们对建筑外立面的耐久性、美观性及节能性都有了更加严苛的要求。石材幕墙作为新型外围护装饰结构，区别于传统水泥砂浆粘贴工艺，通过金属构件实现石材与建筑主体的柔性连接，有效规避空鼓、开裂、脱落等问题，被广泛应用于各类现代建筑工程。但现阶段部分工程会出现外立面渗水、石材色差、结构稳定性不足等问题，严重影响建筑外观与使用安全。基于此，本文就各类石材幕墙施工技术的应用进行简要分析，以为为建筑外立面石材幕墙施工质量提升提供技术支撑。

1 石材幕墙施工技术分类及原理

当前比较常见的建筑外立面石材幕墙主要包括干挂式、背栓式、装配式三大类。干挂石材幕墙是将金属挂件将石材面板悬空悬挂于钢龙骨骨架，使石材与建筑墙体完全分离，依靠挂件与龙骨的受力体系传递荷载，规避水泥砂浆粘贴的各类弊端，施工便捷、成本可控，适配常规平面外立面施工。背栓式施工技术属于改良型连接工艺，通过在石材背部精准打孔植入专用背栓锚件，结合转接件与龙骨固定，受力点均匀分布于石材背部，无边缘应力集中问题，稳定性更强，适配大尺寸、大重量石材面板施工^[1]。装配式石材幕墙是依托工厂标准化预制幕墙单元模块，现场完成吊装拼接，以工业化生产替代传统现场散装作业，精度更高、工期更短、绿色环保，契合现代建筑工业化发展趋势。

2 建筑外立面石材幕墙施工工艺流程与关键技术要点

2.1 干挂石材幕墙施工流程

2.1.1 后置埋件安装

安装后置埋件前需结合施工图纸与现场测量放线结果，精准确定埋件安装点位，严格把控预埋件标高、水平度与间距参数。首先清理建筑主体基层墙面，剔除浮灰、油污与松散混凝土，保证基层坚实平整。然后采用专业钻孔设备按照标定点位

钻孔，严格控制钻孔深度与孔径，钻孔完成后清理孔内粉尘杂物，植入化学锚栓并静置固化。锚栓固化完成后必须开展现场拉拔试验，检测锚固力是否符合设计规范要求，试验合格后方可安装预埋钢板，确保埋件与主体结构连接牢固，杜绝后期龙骨松动、位移问题，为后续施工奠定坚实基础。

2.1.2 龙骨加工与安装

龙骨是石材幕墙的主要受力骨架，一般分为主龙骨与次龙骨，施工前需根据外立面分格尺寸在工厂精准加工型材，完成切割、除锈、防腐涂装处理，避免后期金属锈蚀影响结构稳定性。现场安装遵循先主龙骨、再次龙骨的顺序，将主龙骨通过角码与后置埋件临时固定，利用经纬仪、水平仪校准垂直度与标高，单根龙骨垂直度偏差控制在规范允许范围内，调整达标后紧固连接螺栓。主龙骨安装完成后，依据石材水平分格线安装次龙骨，保证次龙骨水平度统一、间距均匀。高层外立面龙骨需按规范设置伸缩接头，适配建筑结构变形，同时对焊接部位做好补漆防腐处理，提升龙骨整体耐久性。

2.1.3 挂件固定

建筑外立面石材幕墙多选用不锈钢专用干挂挂件，杜绝生锈钢蚀问题，安装前核对挂件规格与石材厚度、分格尺寸的适配性。按照预设点位将挂件固定于次龙骨上，采用双螺栓固定方式增强稳定性，严控挂件安装标高、间距与平整度，保证每块石材对应挂件受力均匀。挂件安装过程中预留微调余量，便于后续石材面板精准调平，同时保证挂件托举角度合规，紧密贴合石材开槽部位，无悬空、偏移现象^[2]。所有挂件安装完成后逐一检查紧固情况，排查松动、错位隐患，确保挂件体系满足石材承重与抗风压要求。

2.1.4 石材面板安装

石材面板安装的时候应严格遵循自下而上、从左到右、先转角后中间的施工顺序，优先安装门窗洞口、阴阳角等关键部位石材。安装时将石材开槽对准挂件精准就位，通过挂件微调结构调整石材平整度、垂直度与板缝宽度，保证相邻石材高低

差、缝隙偏差符合施工规范。单块石材安装完成后临时固定，避免移位偏差，每安装完成一层石材及时复核整体精度，杜绝累积误差，确保外立面整体平整顺直。

2.1.5 打胶密封

打胶密封处理可以避免建筑外立面后期发生渗漏问题。施工人员应先在缝隙两侧粘贴美纹纸，缝隙内填塞直径大于缝宽10%-20%的泡沫棒，保证填塞密实、深浅均匀。然后采用专业胶枪匀速施胶，保证胶体饱满、连续无断点，施胶后用专用刮板刮平压实，排出内部空气，使胶体与石材紧密贴合。施胶完成后及时撕除美纹纸，静置养护。

2.2 背栓式石材幕墙施工流程

2.2.1 石材背部打孔

背栓打孔效果与石材连接稳定性之间存在密切的关联，必须引起高度重视。具体施工中，工作人员需根据石材规格、分格尺寸精准标定背部打孔点位，保证打孔位置对称、受力均衡，避开石材裂纹、纹理薄弱区域。并采用专用石材背栓打孔设备作业，孔底距板面厚度不低于7mm，防止打孔过程中石材崩边、开裂。打孔完成后彻底清理孔内石粉、碎屑，检查孔洞完整性，对破损、偏位孔洞作废处理，重新打孔施工^[3]。

2.2.2 背栓安装

安装时，将清理干净孔洞烘干晾干，植入背栓并采用专用工具均匀紧固，与石材孔洞紧密咬合，无松动、虚接现象。安装完成后检查平整度，确保背栓基座与石材背部贴合紧密，无凸起、偏移问题。逐一检测每颗背栓的锚固牢固度，抽样开展抗拉拔检测，确保锚固性能满足抗风压、抗震设计要求，保障单块石材受力稳定。

2.2.3 转接件固定

转接件固定即将转接件精准对接固定在石材背部背栓基座上，采用双螺母锁紧工艺加固，防止长期使用出现松动滑脱。转接件安装过程中严格控制水平度与垂直度，保证同批次石材转接件标高统一、间距均匀。安装完成后微调转接件位置，预留精准对接余量，确保后续与龙骨对接顺畅，同时检查转接件受力角度，保证荷载传递均匀，无应力集中问题。

2.2.4 龙骨微调与节点加固

调节龙骨的时候应依托前期测量基准线，复核主、次龙骨的垂直度、水平度与分格间距，针对偏差部位通过角码长圆孔进行前后、左右、上下三维微调。重点校准石材对接点位的龙骨精度，保证龙骨对接点位与石材转接件精准匹配，消除安装偏差。最后，强化建筑外立面阴阳角、门窗收口、层间交接等薄弱节点，优化受力结构，强化节点抗风压、抗震性能^[4]。并仔细检查石材拼接缝隙、转接件隐蔽部位，排查虚接、松动隐患，确保所有受力节点连接牢固。

2.3 装配式石材幕墙施工流程

2.3.1 工厂单元模块预制

装配式石材幕墙为工厂提前预制、现场高效装配，工厂采用自动化设备完成钢型材切割、焊接、防腐处理，精准组装模块龙骨骨架，严格把控骨架平整度、尺寸精度。随后完成石材面板高精度开槽、打孔，通过专用连接件将石材与单元龙骨精准组装，完成模块预制。实际施工中，技术人员必须依据施工图纸与外立面分格参数，精准拆分幕墙单元模块，确定单块模块尺寸、石材规格与龙骨配置。

2.3.2 运输与成品保护

一般而言，预制单元模块自重较大、饰面易损，运输与转运阶段需强化成品保护。模块出厂前采用珍珠棉、防护膜全覆盖包裹石材饰面，边角加装专用防撞护角，金属龙骨部位做好防锈防护^[5]。选用平稳运输车辆，模块分层规整摆放，增设缓冲垫块与固定绑带，避免运输过程中颠簸、碰撞造成石材破损、构件变形。运输至施工现场后，平稳卸车，按照安装顺序分类堆放，堆放场地平整干燥、做好防雨防晒防护，垫高隔离地面，杜绝积水、油污污染模块，同时避免交叉施工磕碰损坏，保障预制模块完好无损。

2.3.3 现场吊装定位

首先，根据模块规格与安装高度选用适配吊装设备，编制专项吊装方案，落实高空作业安全防护措施。其次，遵循分层、分区、有序吊装原则吊装，按照模块编号顺序逐块吊装，吊装过程平稳缓慢，杜绝快速升降、摆动磕碰。此外，模块吊运至安装点位后，依托基准线完成初步定位，通过微调装置精准校准模块垂直度、水平度与安装标高，严控模块安装偏差，保证外立面分格规整、线条顺直。

2.3.4 模块拼接固定

模块拼接固定通常采用高强度螺栓将单元模块龙骨与建筑主体预埋件、承重结构牢固连接，螺栓紧固分步均匀施力，避免模块变形偏差。相邻模块拼接时精准对齐接缝，严格控制拼接缝隙宽度与平整度，保证模块之间衔接紧密、板面平整。对接接节点进行加固处理，加装定位连接件，提升整体结构稳定性。每完成一组模块拼接，及时复核安装精度，调整偏差问题，杜绝累积误差，保障整体幕墙结构的整体性与稳定性。

2.3.5 节点密封与保温处理

所有模块安装固定完成后，还需进行节点密封与保温施工。首先清理模块拼接缝隙、层间节点、阴阳角缝隙，填塞高密度泡沫棒，施打耐候防水密封胶，优化密封工艺，杜绝缝隙渗水隐患。然后结合建筑节能设计要求，在幕墙与主体结构之间的空腔部位铺设保温岩棉，保证保温层铺设连续、密实、无空缺，提升建筑外立面保温节能性能。此外，对层间防火节点、

伸缩缝节点进行专项处理, 兼顾防水、防火、保温、抗震多重性能, 完善幕墙综合防护体系。

3 工程案例分折

3.1 工程概况

某高层商业综合体外立面石材幕墙工程总建筑面积 32000 m², 建筑高度 86m, 外立面装饰总面积 9800 m²。幕墙采用天然花岗岩为主要装饰面板, 涵盖常规平面、局部弧形外立面, 施工内容包含龙骨安装、石材铺设、防水保温及节点优化施工。项目地处亚热带季风气候区, 多雨多风, 对幕墙防水、抗风压、耐久性要求较高, 施工难点为高层外立面精度控制、异形节点处理及防水防护施工, 项目采用干挂与背栓式结合的施工工艺开展作业。

3.2 施工技术方案选型与实施

基于该工程外立面结构特征与施工重难点, 综合对比三类施工技术的适配性, 制定差异化施工方案:

一方面, 建筑标准平面外立面采用传统干挂工艺, 兼顾施工效率与成本控制; 大尺寸石材面板、异形弧形外立面、高层迎风面部位采用背栓式施工工艺, 提升结构稳定性与抗风压性能; 局部规整立面采用装配式模块施工, 缩短工期。另一方面, 施工前期精准测量放线, 严格落实材料进场复检, 对石材开展防碱、防污预处理。此外, 施工中严控后置埋件拉拔试验、龙骨安装精度、石材安装平整度, 重点优化阴阳角、层间缝隙、门窗交接等薄弱节点的防水防火构造, 落实全程成品保护与工序验收制度, 规避各类质量通病, 保障施工有序推进。

3.3 施工效果与质量检测分析

工程竣工之后, 相关人员需依据《金属与石材幕墙工程技术规范》开展全方位质量检测, 重点核查外观质量、结构性能、防水性能、安装精度四大核心指标, 整体施工质量达标, 外立

面平整美观, 无石材脱落、渗水、返碱等质量问题, 各项参数均满足设计与规范要求。具体检测数据如下表 1 所示:

检测项目	规范允许偏差	实际检测偏差	检测结果
立面垂直度	≤3mm	1.2mm	合格
表面平整度	≤2mm	0.8mm	合格
板缝宽度偏差	≤1mm	0.5mm	合格
防水密封性	无渗水	无渗水	合格
锚栓拉拔力	≥设计值	满足设计要求	合格

从上表 1 可知, 本次采用的差异化施工技术适配性极强, 有效提升了石材幕墙施工精度与结构稳定性, 节点防水、防护性能优良, 外立面装饰效果达标, 相比传统单一施工工艺, 质量通病发生率显著降低, 施工综合效益大幅提升。

4 结语

综上所述, 本文对干挂式、背栓式、装配式三类石材幕墙施工技术的技术原理、应用特性及各工艺完整施工流程与关键技术要点进行了简要论述, 明确不同工艺的适配场景与质控重点。结合工程案例验证了差异化施工技术在建筑外立面中的应用价值, 通过精细化工序管控与节点优化, 可有效解决石材幕墙渗水、平整度偏差、结构不稳等质量问题。研究表明, 合理选型施工工艺、严控施工全流程质量, 可显著提升建筑外立面装饰效果与结构安全性。后续可深入研究智能化、轻量化新型幕墙施工技术, 推动石材幕墙工程向绿色化、工业化、精细化方向发展。

参考文献:

- [1] 巴亚丽.建筑装饰工程中石材幕墙应用[J].居舍,2025,(23):84-86.
- [2] 靳政川.建筑工程石材幕墙施工技术及其质量控制[J].石材,2025,(05):49-51.
- [3] 李伟.建筑外立面干挂石材幕墙工程的质量控制[J].居舍,2024,(13):44-46.
- [4] 林海花.住宅建筑外立面选材及成本研究[J].散装水泥,2023,(05):32-34+37.
- [5] 马春云.建筑外立面工程材料高空坠落可能性分析及解决对策[J].住宅科技,2023,43(04):66-70.