

建筑外立面工程施工质量精细化管理研究

聂佳磊

(江苏海洋大学, 江苏 连云港 222005)

摘 要: 建筑外立面直接影响建筑外观、耐久性能与整体工程质量, 是高层及公共建筑施工管控难点。当前外墙施工多依赖人工, 存在精度不稳定、工序管理粗放、空鼓开裂、墙面色差等质量通病, 削弱围护结构保温防水性能, 遗留长期运维隐患。本文以高层住宅外立面工程为对象, 融合精细化管理思路与智能自动化施工、检测设备, 搭建外立面全流程质量管控体系。梳理外墙施工工序与典型质量缺陷, 剖析传统管理模式弊病, 从前期准备、过程施工、动态检测、竣工验收及成品运维五个层面提出精细化管控措施, 并依托实际项目验证体系成效。结果显示, 精细化管理搭配智能施工装备能显著降低外墙缺陷发生率, 提升施工精度、减少返工与运维支出, 可为同类外立面工程质量管控提供实践依据。

关键词: 建筑外立面; 施工工艺; 精细化管理; 质量管控; 智能施工技术

中图分类号: TU767 **文献标识码:** A **文章编号:** 3134-9781(2026)04-0004-03

1 概述

1.1 研究背景、意义与国内外研究现状

国内建筑业由规模扩张转向品质提升, 外立面工序繁杂、高空交叉作业多, 传统人工粗放施工易滋生空鼓、色差等质量缺陷; 自动化施工、智能检测设备为外墙精细化管理提供技术支撑。理论上, 本文构建外立面专项全流程管控体系, 填补细分领域质量管理研究空白; 实践中, 智能装备配合标准化工序能够减少施工通病、降低返工运维成本, 助力行业高质量发展。欧美、日本精细化施工体系成熟, 外墙普遍应用自动化作业与高精度检测设备, 在外立面耐久、风险管控方面已形成完善理论; 国内现有研究多围绕主体结构、装配式建筑, 针对外立面的系统性智能管控成果较少, 仅单纯优化工艺, 落地效果有限, 可见本文搭建融合智能设备的外墙全流程精细化管理体系具备充分研究价值^[1]。

1.2 研究内容与方法

本文主要梳理建筑外立面核心施工工序与常见质量通病, 分析传统施工管理存在的问题及成因, 结合智能自动化施工设备应用, 构建施工准备、过程施工、质量检测、验收运维全流程精细化管理体系, 通过工程实例验证体系应用效果, 提出针对性的质量管控优化策略。研究方法采用文献研究法、工程调研法、实例分析法。通过梳理国内外相关文献奠定理论基础, 结合多个高层建筑外立面施工现场调研总结质量问题, 依托实际工程项目验证精细化管理体系的可行性与有效性^[2]。

2 建筑外立面施工核心工序与质量通病分析

2.1 核心施工工序

建筑外立面施工属于多工序交叉作业, 核心施工流程包含基层处理、墙面找平、保温层施工、抗裂层铺设、外立面喷涂/装饰、成品保护六大核心工序, 各工序衔接紧密, 前道工序施工质量直接影响后续工程成型效果, 具体施工流程如图1所示。

2.2 常见施工质量通病

结合民用建筑外立面施工现场调研, 当前工程中高频出现的质量问题主要分为四类, 具体缺陷统计如表1所示。

2.3 传统施工管理模式现存问题

一是施工管控标准化程度低。传统外立面施工多依靠施工人员经验作业, 各工序缺乏统一的施工标准与操作规范, 人工操作随意性大, 导致施工精度参差不齐, 质量稳定性差^[3]。二是施工技术较为落后, 过度依赖人工, 高空人工施工误差大、效率低, 且安全风险高, 未充分利用自动化找平、智能喷涂、高精度检测设备优化施工工艺。三是过程管控流于形式, 质量检测多为事后验收, 施工过程中缺乏动态监测, 质量问题发现滞后, 返工成本高。四是人员管理不规范, 施工人员专业水平参差不齐, 岗前培训不到位, 质量责任划分不清晰, 出现质量问题难以溯源^[4]。

3 融合智能施工技术的外立面精细化管理体系构建

结合建筑外立面施工特点与传统管理短板, 以“事

前预防、事中管控、事后核验、全程溯源”为核心，融入自动化施工装备与智能检测技术，构建全流程精细化质量管理体系，从施工准备、工序施工、质量检测、成品养护、人员管理五个维度细化管控标准，从根本上解决粗放施工带来的质量问题。精细化管理体系框架如图2所示。

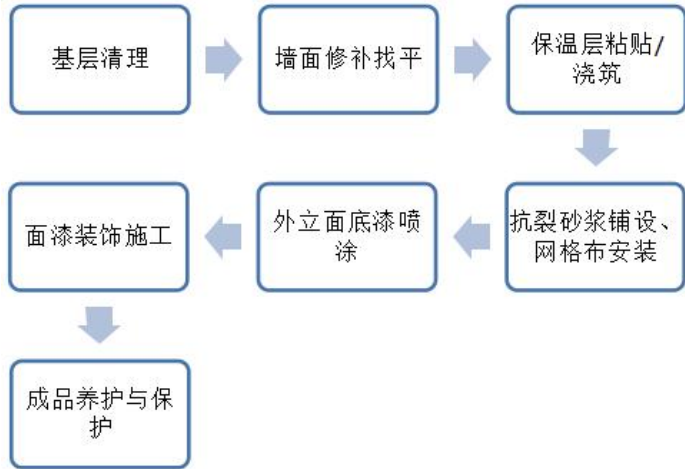


图1 建筑外立面施工核心工艺流程

表1 建筑外立面施工常见质量缺陷及成因统计表

质量缺陷类型	主要表现特征	核心成因
墙面空鼓开裂	保温层、抹灰层与基层剥离，墙面出现细微裂纹、大面积空鼓	基层清理不彻底、人工抹灰厚度不均、砂浆配比失控、养护不到位
墙面平整度偏差	墙面凹凸不平、接缝错位，垂直度、平整度超标	人工找平精度不足、施工无标准化标尺、高空作业操作误差大
外立面色差斑驳	墙面喷涂色泽不均、局部掉色、纹理不一致	人工喷涂厚度不均、喷涂速度不统一、涂料配比偏差
成品破损脱落	外立面装饰层局部脱落、磕碰破损	交叉施工防护不到位、后期养护不规范、施工粘结强度不足

细化施工方案并针对高空、喷涂、找平工序专项交底；对保温、砂浆、涂料等主材进场抽样检验，统一配比标准；配齐自动化找平、智能喷涂、激光检测设备并提前校准；利用激光仪器全面检测基层平整度、垂直度，提前处理空鼓、破损、油污等基层缺陷。

3.2 施工过程精细化技术管控

施工阶段依托自动化设备规范各道工序以稳定施工精度，激光自动找平装置可精准校准墙面，将平整度误差控制3mm内，有效减少空鼓、开裂问题。在外立面喷涂施工中，采用智能自动化喷涂设备，设备可根据墙面工况自动调节喷涂速度、涂料流量与喷涂厚度，实现全域喷涂均匀统一，规避人工喷涂速度不一、厚薄不均导致的色差、斑驳问题，同时减少高空人工作业风险。在保温层、抗裂层施工中，严格落实工序分层施工标准，明确每层砂浆厚度、网格布铺设规范，依托智能测距设备实时监测施工厚度，杜绝超厚、偏薄施工问题。同时，建立工序交接验收制度，上道工序检测合格后方可进入下道工序，杜绝质量隐患累积。

3.3 质量检测与成品养护精细化管理

本文构建“过程动态检测+竣工全域核验”一体化精细化检测机制，施工阶段借助激光测平、空鼓检测等智能仪器分层抽样排查施工偏差，做到缺陷即时整改；竣工后分区逐面检测并建立质量台账对照规范完成精准整改。外立面完工后落实面层标准化养护与围挡防护，同步留存人员、设备、施工及检测全流程溯源记录，便于后期质量问题溯源与管控方案优化。

4 工程实例应用与效果分析

4.1 工程概况

本文选取某高层住宅建筑外立面施工项目为研究实例，该项目总建筑面积28600㎡，建筑高度78m，外立面施工包含外墙保温、抹灰找平、真石漆喷涂等工序，施工面积约12000㎡。项目前期采用传统人工施工与粗放管理模式，试施工阶段出现平整度偏差、墙面色差、局部空鼓等质量问题，为提升施工品质，项目全程引入本文构建的精细化管理体系，配套智能自动化施工与检测设备开展施工。

4.2 应用效果对比分析

通过在项目中应用精细化管理体系，结合智能施工设备优化施工工艺，项目外立面施工质量得到显著提升，将精细化施工后的质量缺陷率与传统施工模式进行对比，具体数据如表2所示。



图2 建筑外立面精细化质量管理体系框架图

3.1 施工准备阶段精细化管控

施工准备阶段需落实技术交底、材料管控、智能设备配置与基层核查四项工作：结合项目工况编制精

表2 传统施工与精细化施工质量缺陷率对比表（单位：%）

质量缺陷类型	传统粗放施工 模式	精细化智能施工 模式	缺陷降低幅度
墙面空鼓开裂	8.62	1.35	7.27
平整度、垂直度 偏差	10.25	2.18	8.07
外立面色差斑驳	7.83	0.92	6.91
成品破损脱落	5.16	1.05	4.11

由表2数据可知，精细化管理结合智能施工技术应用后，项目外立面各类质量缺陷率大幅下降，整体施工质量稳定性显著提升。同时，施工返工率降低68%，施工工期缩短12%，有效节约了人工、材料与返工成本，实现了质量、效率、效益的多重提升。

5 结论

本文围绕外立面施工质量管控痛点，结合行业粗放管理短板，融合自动化施工、智能检测技术搭建全流程精细化管理体系并经工程实例验证。研究发现，人工作业精度差、工序管控松散、检测滞后是外墙各类质量通病的核心诱因^[5]；智能设备配套精细化管理可

实现施工全过程精准动态管控，显著降低缺陷率与返工成本，提升建造品质，具备推广应用价值。未来随着数字孪生、智能监测装备不断普及，可搭建外立面可视化动态管控平台，实现施工实时监测、数据溯源与智能预警，持续优化外墙施工精细化、智能化管理水平^[6]。

参考文献：

[1] 陈旺, 高杨, 方炎博.智能墙体抹灰机器人在房屋建筑中的应用研究 [J].智能建造与建筑工业化, 2025 (02): 41-45.

[2] 周展鹏.人工智能图像识别技术在高层建筑外立面监理中的缺陷检测与效率提高 [J].工程技术论坛, 2025, 1 (11): 88-92.

[3] 王兴宇, 薛梓宁.建筑外墙喷涂机器人控制技术研究 [J].智能建造与建筑工业化, 2025 (02): 41-45.

[4] 焦玉峰.建筑外墙装饰工程施工质量问题和对策分析 [J].山东工业技术, 2019 (06): 128.

[5] 康丹莹, 韩焱.建筑幕墙全生命周期智能化: 数字孪生、智能建造与云边端协同 [J].管理科学与工程, 2026, 15 (3): 655-660.

[6] 朱政伟, 王路, 陈国庆.建筑外墙外保温质量控制与监管体系研究 [J].土木工程, 2025, 14 (8): 1803-1807.

Research on Refined Management of Construction Quality for Building Facade Engineering

Nie Jialei

(Jiangsu Ocean University, Lianyungang, Jiangsu 222005)

Abstract: The building facade determines architectural appearance and durability, and it is difficult to control during the construction of high-rise and public buildings. Traditional manual construction leads to unstable precision and frequent defects such as hollowing, cracking and color difference, impairing the thermal insulation and waterproof performance of exterior walls. Taking high-rise residential facade projects as the research object, this paper combines refined management with intelligent automatic construction and testing equipment to establish a full-process quality control system. It sorts out construction procedures and typical defects, analyzes drawbacks of traditional management, and puts forward refined control measures covering preparation, on-site construction, real-time inspection, acceptance and maintenance. Engineering practice proves that the combination of refined management and intelligent equipment can greatly reduce defect rate, improve construction accuracy and cut rework costs, providing references for similar facade projects.

Keywords: building facade; construction technology; refined management; quality control; intelligent construction technology