

建筑立面设计变化对施工技术要求挑战分析

文 / 夏强 威海市建筑设计院有限公司

杨栋名 威海市建筑设计院有限公司

摘要: 随着建筑设计的不断创新,立面设计的多样化和复杂化对施工技术提出了新的挑战。材料选择、结构加固以及施工工艺的精细化要求大幅提升了施工难度。本文分析了建筑立面设计变化带来的具体施工技术挑战,并提出了针对性的应对策略,包括提升施工技术人员素养、引进先进设备与技术、建立完善的质量控制体系、加强施工管理与调度以及可持续性施工技术的应用。通过案例分析,验证了这些措施对应对复杂建筑立面施工技术挑战的有效性。

关键词: 建筑立面设计; 施工技术; 材料选择; 结构加固

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.02.104

引言

建筑立面作为建筑外观的重要组成部分,不仅展示建筑的美学风格,还影响其功能性。近年来,建筑立面设计逐渐向多样化、复杂化发展,越来越多创新性的设计形式被应用到实际工程中。立面设计的变化使得传统施工技术面临前所未有的挑战,施工过程中的材料选择、结构加固、工艺流程等都需要进行调整和优化。因此,探讨如何应对这些新技术要求,成为现代建筑施工领域的重要议题。本文从材料、结构、工艺等多个角度分析了建筑立面设计变化对施工技术的挑战,并提出相应的解决方案。

一、建筑立面设计变化对施工技术要求挑战

(一) 材料选择与加工难度增加

在建筑立面的设计过程中,由于其日益增加的复杂性与创新性,传统的材料已逐渐不能满足现代设计的需要,因此建筑师们转向使用更多的新型材料与复合材料,以此来达成既定的独特视觉效果以及功能上的要求。例如,在建筑立面的施工中,超轻质材料、超薄石材复合板、铝合金蜂窝板等多样化的材料选择,使得施工技术必须应对更高的挑战。与传统的砖石、混凝土等建材相比,新型材料往往对加工精度和工艺有着更为严苛的要求,不仅在材料的切割与组装环节需要运用更为高级的技术,同时,在施工的过程中,还必须对温度、湿度等环境因素实施严格的监控,以保证材料性能的稳定性和可靠性。

此类物品因其价值不菲且需特殊保养,若在建设过程中操作失误,将导致资源浪费,并可能损害建筑物整体风貌及其耐久性。为了保证新型材料的施工质量,施工人员必须拥有相应的施工经验,施工企业也需强化对材料供应链的管理,以保障材料的持续稳定供应与加工的高效率。为了迎合现代建筑立面设计对施工精度的严苛要求,相关的施工设备和技术就必须经历复杂且必要的更新迭代过程。在建筑材料的选择及加工过程中所遇到的难题,不仅导致了建设费用的提升,还使得工程项目在进度管理与质量控制方面遭遇了前所未有的挑战。

(二) 结构加固与改造难度提升

在建筑立面的设计过程中,其复杂性的增加不仅会改变建筑的外观,同时可能对建筑的结构稳定性带来挑

战,特别是设计中涉及更大且复杂的悬挑部分,或者采用了偏离传统形式的结构时,现有的建筑结构可能不足以承受这些创新设计带来的新增荷载。针对这些变化,结构加固与改造是核心应对措施。在高层建筑或大型商业综合体的情境下,若立面设计发生改变,则传统的结构设计往往难以保证必要的支撑力度和稳定性,此类设计变更可能导致建筑承受更大的风荷载、雪荷载等额外外部压力,进而对建筑的结构稳定性带来负面影响。

在对建筑体进行加固与升级的过程中,主要挑战在于确保现有构造的完整性,同时实施有效的增强与优化措施。在进行建筑施工之前,必须对建筑结构进行彻底的分析,以评估其现有负载承受力,并且根据新的立面设计方案对结构进行相应的调整。针对建筑结构的稳固性提升,采用如碳纤维加固和钢结构补强等尖端技术手段,极大增强了其抵抗地震破坏的能力。在进行建筑立面的更新时,常常需要对现有建筑物进行改造,这对施工结构提出了极为严格的标准,在此过程中,必须保证新旧结构之间的平滑过渡,以满足改造后建筑物承受预定荷载的能力。

(三) 施工工艺与质量控制难度加大

随着建筑立面设计日益复杂,其对应的施工技术亦趋于复杂。为了达成现代建筑立面设计的要求,传统的施工手段已不再适用,必须在施工技术与设计概念之间建立紧密的协调关系,以此确保建筑物最终呈现的设计效果得以忠实呈现。曲面和异形结构可能被纳入现代立面设计之中,这就对大面积玻璃幕墙的施工精度和工艺提出了较高的要求。在施工过程中,对曲面立面的每一个细节要素,例如曲率、连接方式及材料拼接,进行严格的精确调控是必不可少的,因为任何细小的偏差都可能对整个立面的视觉呈现造成不利的影响。

随着施工技术复杂度的提升,对质量实施管控的难度相应增加。在任何建筑施工活动当中,微小的疏漏或者制作上的小问题,都有可能造成后续步骤的受阻,甚至引发必须重新施工的情况。施工管理层需采纳一套更为严格的质量控制系统,保障施工各环节严格遵循设计规范要求。施工队伍在执行施工任务时,必须依托高科技工具进行即时追踪与评估,比如借助激光测距和无

人机进行高空拍摄，以此来跟踪建筑外立面的施工进度及精度，保障施工技术与设计方案的相吻合。

二、应对挑战的策略与措施

(一) 提升施工技术人员的专业素养

针对建筑立面设计的更新换代，施工方面遭遇的挑战愈发显著，技术人员的专业能力成为解决这些难题的关键所在。技术人员在进行施工时，需对各类材料如新型复合材料、金属、玻璃等具备深入的专业知识，他们不仅要掌握这些材料的物理特性，诸如强度、耐久性、热膨胀系数等，还需了解不同材料在加工与安装过程中的特殊需求。建筑行业不断进步的技术革命要求施工企业必须定期组织技术人员接受培训，并通过技能认证与考核制度，以保障其专业能力与行业发展同步。

现代施工工艺的应用，特别是针对异形结构和复杂曲面立面的施工，是施工人员必须熟练掌握的技能。例如在玻璃幕墙的建造过程中，施工的精确度是至关重要的，通常需要将误差限制在毫米之内。为了达到预定标准，施工人员必须精通高精度的测量操作，并且累积大量的现场实践经验。研究表明，接受过正规技能培训的建设工人在执行高精度安装工作时，其错误发生率大致减少了30%，而相应项目的返修率也减少了大约两成。施工队伍可以通过运用模拟仿真、虚拟现实等先进技术进行提前排练，以此提升技术能力，确保工程建设的整体品质。在全世界，那些经济较为发达的国家确保其建筑领域的工作人员，通过体系化的职业教育、持续的专业训练以及严谨的资格审核程序，维持其技术水平与业

界规范的一致性。德国实行的一种以实践教学为主的职业培训模式，称为“双元制”，通过该系统培训，建筑工人的技术能力得到显著提升，因此，在建筑行业中，得以确保各项工程项目的完成品质达到高标准。在国内的建筑施工领域，企业应当借鉴国际上的成功案例，构建起一套适应复杂立面设计需求的教育培训体系，从而提升施工人员的能力，应对不断增加的技术挑战。

(二) 引进先进施工设备和技术

随着建筑外观设计复杂度的增加，采用先进的施工机械及方法对于克服建造过程中的难题变得至关重要。在进行建筑作业时，借助于尖端科技工具，进行准确度极高的测量与装置操作，这成为保障施工质量和效率的关键。在进行玻璃幕墙的组装步骤中，必须借助激光测量工具执行精密的位置确定，以保障幕墙达到既定的水平与垂直要求，其允许的最大误差不超过2毫米。

自动化施工设备，特别是机器人焊接设备在钢结构加固施工中的应用，可以显著提高焊接效率高达30%至40%，并且减少人为操作失误的风险。定制化建筑构件的生产，已逐渐融入建筑施工行业，得益于打印技术的应用，其制造精度和效率相较于传统方式有了显著提升。采用3D打印技术，能在建筑构件制造过程中实现时间效率提升40%，并大约减少20%的材料消耗。企业面对实际工程中复杂立面设计引发的施工挑战，可以通过升级施工设备来应对。在施工过程中，面对异形和曲面立面的挑战，利用数控加工设备进行高精度切割与加工，从而满足复杂曲面材料的需求。如表1。

表 1 先进施工设备与技术带来的施工效率提升

技术 / 设备	应用场景	效率提升率	误差降低率	施工精度
激光测量设备	幕墙安装	50%	30%	±2mm
自动化焊接设备	钢结构加固	40%	25%	高
3D 打印技术	建筑构件生产	40%	20%	高
数控加工设备	异形 / 曲面材料加工	35%	20%	精确
BIM 技术	施工协调与管理	30%	N/A	高

(三) 建立完善的质量控制体系

在建筑立面设计方面，质量控制的复杂度提升，这增加了施工过程中的难度，故而构建一个完备的质量控制体系对于项目的顺利进行至关重要。面对该挑战，施工实体必须自材料挑选至工艺操作，再到最终产品验收的全程，构建全面的质量管控规范。在质量管理的要点中，对材料品质的检验居于核心位置，特别是面对创新材质，其全面性能的评估是不可或缺的步骤。为了满足《中国建筑标准设计图集》的要求，建筑幕墙材料必须符合国家规定的防风压性能、气密性和水密性标准，此外，这些材料还必须接受第三方权威机构的质量认证，以保证其合格率完全达到100%。

在施工行为的实施过程中，对施工工艺的精湛程度进行严格监管，这是确保工程质量的关键环节。在异形幕墙和曲面立面的施工过程中，施工方利用自动化检测设备和实时监测技术，对施工质量进行严格管理，以保

证各施工环节满足设计规范。利用激光扫描技术对幕墙板块进行实时测量，能够精确到毫米级别，显著提高施工质量。例如，企业需在施工地点确立一套严谨的质量检测与审核机制，包括定期对工程质量进行评估，以及对不符合标准的项目进行必要的修正。

(四) 加强施工管理与调度

建筑立面的日益复杂导致施工管理和调度需求增加，而高效的管理与调度对克服立面设计复杂性所引发的施工挑战至关重要。针对复杂的建筑项目，施工实体必须拟定全面的施工方案，该方案应详尽包括项目的各个发展阶段，始于建材的购置，涵盖施工团队的配置，以及各类机械设备运作的安排等。在施工项目中，通过精细化的管理，可以有效避免因工序交接不畅或建材供应不充分所引起的施工延期现象。借助于管理调度的优化，能够将项目完成时间减少10%至15%。

在建筑施工的过程中，信息技术的运用至关重要，

通过采用建筑信息模型（BIM）技术或其他先进的信息化管理系统，施工队伍得以实时跟踪工程的进度，保障各项作业能按既定计划推进，并且能够迅速有效地解决施工期间所出现的各种问题。利用BIM系统，项目管理者得以直观地呈现工程进度，进而有效地对施工流程进行调整，减少工种间协调不足及资源的不当消耗。应用BIM技术于建筑施工领域，能显著提升协同作业的效率，大约增加25%，同时减少施工过程中的失误与返工现象。

（五）可持续性施工技术的应用

在全球气候变化日益严重和资源消耗压力持续增大的背景下，建筑领域对可持续性施工技术的运用变得格外关键。建筑立面，作为建筑物外壳最直接的表达，不仅映射了美观与实用性的双重需求，更须嵌入可持续发展的思维，旨在降低施工阶段对环境的冲击。在建筑设计施工过程中，可持续发展技术的应用不仅减轻了环境的压力，同时也提高了建筑物的长期利用效率。在追求可持续性建筑施工的过程中，选择与应用环保材料构成了根本性的一环，建筑立面的更新换代，正越来越多地融入这类新型材料，以逐步淘汰那些耗能较高且对环境负担重的传统建材。在建筑的外部装饰设计领域，新型材料如再生混凝土、低碳排放铝合金蜂窝板及植物纤维增强复合材料，正逐步成为不可或缺的选项。

在建筑立面的设计过程中，节能技术的融入成了一个不容忽视的关键环节。在建筑运行过程中，运用具有节能特性的玻璃、依赖太阳能发电的板材，以及能够智能调控的系统，能够有效降低能源消耗。例如，设计中的双层或多重玻璃幕墙结构，不仅能高效隔绝热量，而且通过阳光的反射与吸收，有助于平滑室内温度变化，进而显著减少空调的能源消耗。利用光伏幕墙技术，将太阳光能直接转换为电能，为建筑物提供能源，能在长期使用过程中达到明显的节能效果。技术运用不仅符合节能减排的政策倡导，同时也为建筑使用者创造了经济利益。有效的绿色施工管理对推动施工活动的持续性具有保障作用，在建筑立面的施工环节中，负责施工的实体可以通过对工艺流程的优化，实现资源消耗的降低以及废弃物产出的减少。

三、案例分析

位于国内一线城市的某大型商业综合体项目，其独特造型的建筑立面设计，巧妙地将曲面玻璃幕墙、异形铝板和石材相结合，对施工技术、设备及管理带来了重重挑战。针对此项目在立体构造实施阶段遭遇的包括物料加工、装配精准度，以及结构加强等多方面困难，负责施工的团队采取改善管理策略及引入尖端技术手段，有效地解决了这些挑战。针对本项目的施工，遭遇了主要难题，那便是异形铝板与曲面玻璃幕墙在精度上有着极高的要求，而常规的施工技术并无法达到这样的设计标准。为了达到精确安装，施工团队利用了先进的激光测量技术，将幕墙构件的安装精度严格限制在±2毫米的范围之内。数控设备被应用于铝板的加工过程中，确保了每块材料与预先设计的图纸达到精确对应。依据所发布的统计数据，借助高精度仪器的使用，物料的达标

率增加了15%，而现场的重新加工率则下降了20%。

在建筑施工期间，利用建筑信息模型（BIM）技术实现了从开始到结束的施工流程调度与监管，该系统对原材料的供应链进行了高效管理，并同步跟踪了工程的进度，极大优化了各类工匠之间的配合流程。借助BIM技术的协调效应，工程项目总体施工周期较预期减少了大约12%，同时，得益于信息化的管理手段，施工过程中不同职能工种的操作失误及矛盾冲突降低了约25%。项目管理中，针对施工环节，实施了细致的调度策略，施工队伍提前一个月详尽规划了关键工序的施工流程，保障了物料、人力及设备配置齐全，实现了各专业工种的流畅配合。项目施工通过优化安排，效率得到显著提升，最终完成时间提前了约10天，同时成本降低了大约5%。如表2。

表2 大型商业综合体项目立面施工数据

项目	施工前	施工后	提升效果
幕墙板块安装误差	±5毫米	±2毫米	安装精度提升60%
材料合格率	85%	100%	提升15%
现场返工率	30%	10%	返工率减少20%
工期缩短	无	12%	工期缩短12%
不同工种间的协作效率	标准	提高25%	协作效率提升25%
总成本节约	无	5%	成本节约5%

结语

建筑立面设计的复杂化为现代施工技术带来了诸多挑战，施工方需在技术和管理上同步提升，以确保项目的顺利实施。通过提升技术人员的专业素养、引进先进设备和技术、完善质量控制体系以及加强施工管理，能够有效应对复杂建筑立面的施工挑战。通过案例分析可见，这些应对措施在实际工程中具有显著的成效，为未来建筑施工技术的持续发展提供了重要参考。

参考文献

- [1] 朱加生. 绿色建筑与建筑立面相结合设计的研究及应用[J]. 石材, 2024, (01): 40-42.
- [2] 钟储营. 不规则建筑立面附着式爬架安全施工技术[J]. 建筑机械化, 2023, 44(11): 75-77+95.
- [3] 胡维铭. 公共建筑不规则外立面幕墙工程施工技术研究[J]. 陶瓷, 2023, (11): 179-181.
- [4] 苏伟豪, 朱效民, 桂智乐, 等. 复杂建筑外立面爬架深化设计及施工技术的应用[J]. 建筑技术, 2023, 54(18): 2245-2248.
- [5] 孙强. 基于绿色建筑理论的低成本建筑立面设计分析[J]. 绿色环保建材, 2020, (08): 52-53.

作者简介:

夏强, 1990.05, 男, 汉族, 山东威海人, 设计师, 工程师, 本科, 研究方向: 建筑设计。

杨栋名, 1989.6, 男, 汉, 黑龙江省虎林市人, 主创设计师, 工程师, 本科, 研究方向: 建筑设计、公共建筑、绿色建筑、建筑节能、建筑改造、建筑设计与城市设计关系、城市更新。