

Analysis of the development and innovative application of modern curtain wall construction technology

Huawen Dong

Guangdong Xinsen Construction Engineering Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518000, China

Abstract

This paper comprehensively analyzes the development of modern curtain wall construction technology, the current situation and characteristics and innovative application trend. From the perspective of development process, it has experienced many stages from the beginning to gradually mature, and constantly evolved in materials, technology and design concepts. In terms of the current situation, all kinds of curtain wall such as glass curtain wall, stone curtain wall, metal curtain wall has a unique construction technology and technology points, in terms of innovation, material science progress, architectural design concept update, construction technology and equipment innovation and the development of information technology, presents a new material application, parameterization and digital design and construction, prefabricated process promotion and intelligent curtain wall construction trend, it will strongly promote the curtain wall construction technology in the application of the field of construction.

Keywords

modern curtain wall; construction technology; innovative application; development trend

现代幕墙施工技术发展与创新应用分析

董华文

广东鑫森建设工程有限公司, 中国 · 广东 深圳 518000

摘 要

本文全面剖析现代幕墙施工技术的发展脉络、现状特点以及创新应用趋向。从发展历程来看,其经历了从起步到逐步成熟的多个阶段,在材料、工艺和设计理念上不断演进。就当前状况而言,各类幕墙如玻璃幕墙、石材幕墙、金属幕墙均有独特的施工工艺与技术要点,在创新应用方面,受材料科学进步、建筑设计理念更新、施工工艺与设备革新以及信息技术发展的推动,呈现出新型材料应用、参数化与数字化设计施工、装配式工艺推广以及智能幕墙构建等趋势,这将有力促进幕墙施工技术在建筑领域的持续提升与拓展应用。

关键词

现代幕墙; 施工技术; 创新应用; 发展趋势

1 引言

幕墙作为现代建筑外立面的关键组成部分,不仅赋予建筑独特的美学外观,还承担着围护结构的重要功能。随着建筑行业的持续发展和科技的迅猛进步,现代幕墙施工技术也在不断革新与演变。深入探究其发展历程、现状挑战以及创新应用方向,对于提升建筑品质、满足功能需求和推动行业进步具有极为关键的意义。

2 现代幕墙施工技术的发展历程

2.1 起步探索阶段

20 世纪初期,随着工业革命带来的材料与技术革新,幕墙开始在一些先锋建筑中崭露头角。早期的幕墙结构较为

简单,主要以铁框架和普通玻璃为主要材料。一些工业厂房和商业建筑为了增大采光面积和营造简洁外观,尝试采用玻璃与金属框架组合而成的幕墙形式。然而,当时的技术水平有限,幕墙的密封性能、抗风性能以及隔热保温性能均较为薄弱,但其开启了幕墙在建筑领域应用的先河,为后续发展奠定了基础^[1]。

2.2 初步发展阶段

20 世纪中叶,建筑风格逐渐多样化,高层建筑不断涌现,对幕墙技术提出了更高要求。在这一时期,铝合金材料开始广泛应用于幕墙框架,取代传统的铁框架,有效减轻幕墙自重并提高了其耐腐蚀性。同时,玻璃制造技术取得进步,钢化玻璃、夹层玻璃等新型玻璃产品相继问世,显著增强了玻璃的强度和安全性。施工工艺方面,密封胶技术的发展使得幕墙的密封性能得到极大改善,能够更好地抵御风雨侵袭。此外,石材幕墙和金属幕墙也开始逐步发展,石材的干挂工

【作者简介】董华文(1976-),男,中国湖南衡阳人,本科,工程师,研究方向:钢结构及幕墙施工与技术。

艺和金属板材的加工安装技术不断改进，为丰富幕墙形式提供可能^[2]。

2.3 快速发展阶段

进入21世纪，随着全球经济一体化和科技的飞速发展，现代幕墙施工技术迎来了快速发展期。在材料领域，高性能的隔热保温材料如Low-E玻璃、隔热断桥铝型材等被广泛应用，有效降低了建筑能耗。建筑设计理念不断创新，异形曲面幕墙、双层幕墙等新型结构形式大量涌现，对施工技术的精准度和复杂性提出了更高挑战。同时，信息技术开始深度融入幕墙施工，建筑信息模型（BIM）技术在幕墙设计、施工模拟和管理中的应用，极大提高了施工效率和质量控制水平。此外，智能化技术在幕墙中的应用逐渐兴起，使幕墙具备了自动调节采光、通风、遮阳等功能，进一步提升了建筑的舒适性和节能性^[3]。

3 现代幕墙施工技术的主要类型及工艺特点

3.1 玻璃幕墙

3.1.1 明框玻璃幕墙

明框玻璃幕墙的显著特征是金属框架外露，玻璃镶嵌在框架内。其施工工艺相对较为直观，金属框架通过连接件固定在建筑主体结构上，安装过程中需严格控制框架的平整度和垂直度，确保整体结构的稳固性。玻璃安装时，一般采用压条将玻璃固定在框架凹槽内，并在玻璃与框架之间填充密封胶，以实现良好的密封效果，防止雨水渗漏和空气渗透。这种幕墙形式具有施工简单、成本较低、维修方便等优点，广泛应用于各类建筑中^[4]。

3.1.2 隐框玻璃幕墙

隐框玻璃幕墙的外观特点是玻璃直接粘结在金属框架外侧，从外部看不到框架，呈现出简洁、通透的视觉效果。其施工工艺要求极高，金属框架安装后，玻璃与框架的粘结面必须经过严格的清洁处理，以保证结构密封胶能够有效粘结。结构密封胶的质量和施工工艺直接决定了幕墙的安全性和耐久性。在粘结过程中，需精确控制胶缝厚度、宽度以及玻璃的安装位置，确保幕墙在承受各种荷载时，玻璃与框架之间的连接牢固可靠。隐框玻璃幕墙适用于对建筑外观有较高要求、追求简洁现代风格的建筑项目。

3.1.3 全玻璃幕墙

全玻璃幕墙主要由玻璃面板和玻璃肋构成，具有极佳的通透性和视觉美感。施工时，玻璃面板通常采用吊挂式安装方式，通过专用吊挂夹具将玻璃固定在建筑主体结构顶部的钢梁上，玻璃肋则起到支撑玻璃面板的作用。玻璃之间的连接采用结构密封胶密封，密封胶需具备良好的弹性变形能力和耐候性，以适应玻璃在不同环境条件下的伸缩变形。全玻璃幕墙对玻璃的质量和加工精度要求很高，施工过程中需严格控制玻璃的尺寸偏差、平整度以及吊挂夹具的安装位置，以确保幕墙的整体稳定性和美观性。

3.2 石材幕墙

石材幕墙以天然石材为面板材料，其施工工艺主要采用干挂技术。首先，在建筑主体结构上安装横竖龙骨，龙骨材料一般为铝合金或钢材，其安装位置和间距需根据石材面板的尺寸、重量以及设计要求进行精确计算和定位。然后，通过专用挂件将石材面板固定在龙骨上，挂件与石材面板之间的连接方式有开槽式、背栓式等多种形式。开槽式挂件是在石材面板边缘开槽，将挂件嵌入槽内进行固定；背栓式挂件则是通过在石材面板背面钻孔，安装背栓锚固件来固定挂件。石材幕墙施工过程中，石材的选材至关重要，需选择质地均匀、强度符合要求的石材，并对石材进行防水、防污、防风化等防护处理，以延长石材幕墙的使用寿命。同时，要严格控制石材面板之间的缝隙宽度和平整度，保证幕墙整体的美观性和密封性能。

3.3 金属幕墙

金属幕墙常用的金属板材有铝板、不锈钢板、铜板等。金属板材在工厂加工过程中，需进行精确的切割、折弯、冲压等加工操作，以满足设计要求的形状和尺寸。施工安装时，金属板材通过专用连接件固定在建筑主体结构或龙骨上，连接件的设计和安装需确保金属板材的平整度和稳定性。金属幕墙的密封处理一般采用橡胶密封条或密封胶，在板材拼接处进行密封，防止雨水渗漏和空气渗透。金属幕墙的表面处理方式多样，如阳极氧化、氟碳喷涂等，可以根据建筑设计要求呈现出不同的颜色和质感，增强建筑的艺术效果。此外，金属幕墙具有重量轻、强度高、耐腐蚀等优点，适用于各种建筑风格和环境条件（如图1）。



图1 金属幕墙

4 现代幕墙施工技术的创新应用趋势

4.1 材料科学推动创新

材料科学的飞速发展，为现代幕墙施工技术带来了前所未有的创新机遇。新型环保材料如雨后春笋般涌现，在幕墙领域得到广泛应用。例如，气凝胶玻璃以其卓越的隔热性能崭露头角，其极低的导热系数能有效阻挡热量传递，提升幕墙的保温隔热效果，降低建筑能耗。同时，可再生材料的应用也成为新潮流，经特殊处理的竹材和木材用于幕墙装饰

面板,不仅具备环保可再生的特性,还能赋予建筑独特的自然质感,契合可持续发展理念。此外,金属幕墙方面新型合金材料不断研发,铝合金—镁合金复合板兼具高强度与轻量化优势,在增强幕墙结构稳定性的同时减轻自重,为建筑整体结构减负,推动幕墙材料向更优质、高效、环保的方向迈进。

4.2 建筑设计理念引领创新

建筑设计理念的更新换代,正深刻影响着幕墙施工技术的创新走向。参数化设计借助数学模型与参数关系,能迅速生成海量幕墙设计方案,并依据建筑功能需求与环境条件灵活优化。这一设计方法实现了幕墙的个性化与定制化,精准满足各类建筑项目的特殊诉求。与之紧密相连的数字化建造则依托建筑信息模型(BIM)技术,整合幕墙与建筑主体结构模型,在虚拟环境中模拟施工、排查碰撞问题,提前化解设计与施工中的矛盾,优化施工流程。同时,BIM技术助力幕墙施工的材料、进度、质量等管理数字化,全面提升施工效率与质量把控水平。异形曲面幕墙与双层幕墙设计亦是当下热点,异形曲面幕墙凭借独特外观与艺术感染力备受青睐,其借助先进三维建模、数控加工及定位技术,从设计到施工精准衔接,确保复杂造型完美呈现;双层幕墙则以内外层间的空气缓冲层为核心,通过自然或机械通风调节温度与气流,兼顾节能与舒适,施工时需综合考量多方面因素以保障功能有效发挥,这些创新设计理念为幕墙施工技术开辟了崭新路径。

4.3 施工工艺与设备创新

施工工艺与设备的创新,是现代幕墙施工技术发展的关键驱动力。装配式施工工艺在幕墙领域的应用日益广泛,其将部分组件前置到工厂预制加工,再运输至现场组装。工厂化生产确保了组件的高精度加工与质量稳定,显著减少现场施工误差,有效缩短施工周期,提升施工效率,还能降低施工现场的环境污染与噪声干扰。对于复杂幕墙结构,装配式工艺更是大显身手,降低施工难度,提高作业安全性。例如单元式幕墙通过该工艺将多种组件集成单元板块,现场吊运安装便捷高效。同时,先进施工设备的应用如虎添翼,高精度数控加工设备可对幕墙材料进行精细化加工,满足复杂设计要求;自动化玻璃幕墙安装机器人勇挑高空作业重担,降低人工风险与误差;激光测量仪器如全站仪、三维激光扫

描仪等快速精准采集施工数据,为定位安装提供可靠依据,推动幕墙施工向高效、精准、智能化的新高度攀升。

4.4 信息技术助力创新

信息技术的蓬勃发展为现代幕墙施工技术注入了强大活力。智能幕墙系统作为信息技术与幕墙施工融合的结晶应运而生,其内置传感器可敏锐感知外界光照、温度、湿度、风速等环境参数,并依据预设策略自动调控遮阳、通风、采光等功能。如强光下遮阳系统自动伸展,高温时通风系统及时开启,有效提升建筑的智能化运营水平与能源利用效率,为用户营造舒适室内环境。此外,物联网与大数据在幕墙施工管理中发挥着不可替代的作用。物联网技术通过在设备、材料、人员上部署传感器,实现对施工过程的全方位实时监控与管理,设备运行状态与故障信息尽在掌握,便于及时维护保养;材料借助物联网标签实现精准追踪与库存管理,提高管理效能。大数据技术则深度挖掘施工进度、质量、成本等数据,为施工决策提供有力支撑,通过分析进度数据预测工期并调整计划,剖析质量数据排查隐患并制定预防措施,全方位推动幕墙施工技术的智能化革新与管理优化升级。

5 结论

现代幕墙施工技术在建筑行业的发展进程中占据着重要地位,其发展历程见证了从简单到复杂、从传统到现代的转变。在材料科学、建筑设计理念、施工工艺与设备以及信息技术等多方面因素的推动下,创新应用趋势日益显著。新型环保材料的应用、参数化与数字化设计施工、装配式工艺推广以及智能幕墙构建等创新举措,将为现代幕墙施工技术注入新的活力,使其在满足建筑美观性、功能性和可持续性要求方面发挥更为重要的作用,推动建筑幕墙行业迈向更高的发展水平。

参考文献

- [1] 朱莹娜. 现代幕墙施工技术探讨[J]. 文摘版:工程技术(建筑),2016(2):229.
- [2] 李兰鹏. 现代高层建筑幕墙施工关键技术[J]. 石材,2024(5):35-37.
- [3] 游鹤超,王麟,李昂,等. 现代高层建筑中框架式玻璃幕墙施工技术的应用研究[J]. 中国建筑装饰装修,2024(16):178-180.
- [4] 彭海坤. 现代高层建筑玻璃幕墙施工技术关键分析[J]. 建筑与装饰,2023(3):157-159.