

基于建筑设计视角的建筑幕墙设计及结构设计研究

宋丽萍

广东 广州 510000

DOI:10.61369/ME.2025120017

摘 要： 本文围绕建筑设计视角下的建筑结构与幕墙设计展开，结合建筑幕墙施工管理规范，阐述材料选择与验收、形态生成逻辑、结构幕墙一体化施工技术及创新实践，包括数字化预制装配、样板施工等，还介绍多专业协同交底、阶段验收等管理内容，并以高层建筑幕墙工程为例验证方法有效性，强调全生命周期成本计算与质量安全管控的重要性，对未来发展提出展望。

关 键 词： 建筑设计视角；建筑结构；建筑幕墙；施工管理技术

Research on Architectural Curtain Wall Design and Structural Design from the Perspective of Architectural Design

Song Liping

Guangzhou, Guangdong 510000

Abstract： Focusing on the design of building structure and curtain wall from the perspective of architectural design, combined with the construction management specifications of architectural curtain wall, this paper expounds material selection and acceptance, form generation logic, integrated construction technology of structure and curtain wall, and innovative practices including digital prefabrication and assembly, sample construction, etc. It also introduces multi-disciplinary collaborative disclosure, phased acceptance and other management contents. Taking the curtain wall project of high-rise building as an example, it verifies the effectiveness of the method, emphasizes the importance of life-cycle cost calculation and quality and safety control, and puts forward prospects for future development.

Keywords： architectural design perspective; building structure; building curtain wall; construction management technology

引言

在当前建筑领域发展中，《建筑幕墙工程质量验收标准》《建设工程勘察设计管理条例（2017 年修订版）》对工程设计与施工的规范性和质量提出严格要求。在此背景下，建筑结构设计、建筑幕墙设计与施工管理技术紧密相关且备受关注。建筑幕墙材料选择与报验、高层建筑幕墙形态生成、幕墙与建筑主体结构整合施工、阶段验收等多方面研究，涉及结构力学、功能适配、技术集成与质量管控等要点。从创新施工实践到多专业协同交底，再到成本分析与安全管控，这些研究内容通过科学方法和技术手段，不断探索优化设计与施工流程，力求实现功能与形式、经济与技术、质量与安全的统一，为建筑行业发展提供有力支撑。

一、建筑结构设计的理论基础

（一）建筑结构材料特性与荷载要求

在建筑结构与幕墙设计中，钢材、混凝土、玻璃、金属板材及密封材料是核心材料。钢材强度高、韧性好，适用于建筑主体结构受力构件及幕墙预埋件、转接件；混凝土成本低、耐久性强，多用于主体框架及基础；玻璃兼具透光性与装饰性，需满足抗风压、水密性、气密性等性能指标；金属板材轻质高强，适配幕墙多样化造型；密封材料需具备良好的粘结性与耐候性，保障幕墙密封性能。建筑结构与幕墙设计需考虑多重荷载，恒载包

括结构自重、幕墙自重等，活载涉及人员、设备荷载，同时风荷载、地震荷载、温度应力等偶然荷载与环境荷载也需重点考量^[1]。需依据《建筑结构荷载规范》及幕墙工程验收标准，结合荷载组合情况，科学选择材料并确定结构尺寸与连接方式，确保建筑及幕墙在各种工况下具备足够的安全性及稳定性。

（二）高层建筑幕墙形态生成逻辑

高层建筑幕墙形态生成逻辑紧密关联建筑主体结构形式、施工工艺与力学传递路径。以框架结构高层建筑为例，主体结构的梁柱体系为幕墙提供固定支撑，幕墙形态需适配主体结构的开间、进深尺寸，通过竖框与横框的有序排布，形成规整且符合力

学规律的幕墙网格^[2]。对于异形高层建筑，幕墙形态需结合主体结构曲面造型，通过参数化设计方法，配合样板施工技术，使幕墙板材的尺寸、角度随建筑曲率动态调整，确保力学传递均匀与施工可行性。这种基于结构形式、施工工艺与力学传递路径对应关系生成的幕墙形态，既满足结构稳定性与功能性需求，又契合施工管理要求，实现结构、形式与施工的统一。

二、建筑幕墙与建筑结构的整合设计

（一）建筑幕墙的功能与形态适配

在建筑幕墙与建筑结构的整合设计中，建筑幕墙需满足防风雨、保温隔热、隔音、节能等功能需求，这些功能的实现与建筑主体造型、施工工艺密切相关。通过参数化匹配与样板施工验证，能有效达成二者的适配^[3]。例如，针对弧形建筑外立面，需精准计算幕墙板材的切割尺寸、拼接角度与连接方式，通过样板施工测试密封性能与安装精度，确保幕墙既能紧密贴合建筑造型，又能通过密封胶嵌缝、排水系统设计等实现防风雨功能，避免雨水渗漏。在保温隔热方面，依据建筑所处地域气候条件，结合建筑外立面朝向，选择中空 Low-E 玻璃、保温岩棉等材料，搭配合理的幕墙构造形式，通过阶段验收把控施工质量，使幕墙在契合建筑形态的同时，满足建筑节能与使用功能要求。

（二）结构幕墙一体化施工技术

结构幕墙一体化施工技术聚焦于玻璃、金属板材等幕墙材料与建筑主体结构的复合受力承载机制，核心在于预埋件、转接件与主体结构的牢固连接及协同施工^[4]。参考幕墙施工技术规范，幕墙通过预埋件与建筑主体结构焊接或化学锚栓固定，转接件作为连接桥梁，需经防腐处理并满足力学强度要求。例如，金属板材幕墙的竖框与预埋件焊接固定，横框与竖框通过螺栓连接，施工中需执行“三检制”，确保连接节点的牢固性；玻璃幕墙的龙骨系统与建筑梁柱协同工作，通过节点加固设计与样板验收，使幕墙在承受风荷载与地震荷载时，与主体结构共同分担外力。这种一体化技术优化了施工流程，使幕墙成为建筑结构的重要组成部分，实现二者在力学性能、施工效率与空间美学上的深度融合。

三、建筑设计视角下的创新实践

（一）参数化协同设计与施工方法

1. 力学模拟与形态优化

借助参数化协同设计方法，通过有限元分析技术模拟幕墙结构在不同荷载工况下的力学响应，如应力分布、位移变形等^[5]。基于模拟结果优化幕墙形态与施工方案，例如，针对高层建筑幕墙边角部位的应力集中问题，调整龙骨截面尺寸或优化节点构造；结合施工预案，对异形幕墙的施工顺序与支撑体系进行模拟规划，确保施工过程中的结构安全。这种力学模拟与形态优化、施工预案相结合的方式，既保证幕墙力学性能达标，又提升施工可行性与美学效果，实现功能、施工与形式的有机统一。

2. 数字化预制装配技术

数字化预制装配技术在建筑幕墙设计与施工中应用广泛。借助 BIM 技术构建幕墙数字模型，明确构件尺寸、形状、连接方式及材料信息，实现工厂化预制生产，保障构件质量标准化^[6]。

施工前通过模型进行技术交底，明确预埋件安装位置、幕墙拼接顺序；施工现场利用激光定位、全站仪测量等数字化技术，配合预制构件的精准安装，减少现场湿作业。参考施工管理规范，预制装配技术需执行构件进场验收、安装过程巡检、阶段报验等流程，大幅缩短施工周期，降低人力成本，实现从设计到施工的一体化管控，提升幕墙施工质量与效率。

（二）地域文化与生态技术集成

1. 符号抽象与文化隐喻

从当地历史文化、民俗风情中提取特色符号，抽象化后应用于幕墙设计，同时兼顾施工可行性。例如，将传统建筑窗格纹样转化为金属穿孔板的孔洞造型，通过工厂预制确保纹样精度，现场装配时精准对接，使幕墙既承载文化内涵，又通过光影效果增强建筑艺术表现力^[7]。这种设计不仅让幕墙成为承载地域记忆的文化载体，更通过光影在构件上形成的动态变化，增强建筑外立面的艺术表现力与层次感，实现文化内涵与建筑美学的有机融合，让建筑在满足功能需求的同时，与周边人文环境形成深度共鸣。

2. 生态技术集成应用

结合光伏发电、雨水收集等绿色技术构建可持续建筑幕墙系统，同时融入施工管理要点。在幕墙设计中，南立面安装光伏玻璃，工厂预制时集成光伏组件接线端子，现场安装时做好防水密封处理；幕墙横框设计排水槽，配合建筑屋面雨水收集系统，施工中确保排水路径畅通^[8]。优先选用具有良好保温隔热性能的节能材料，施工过程中严格执行材料报验制度，对进场材料的性能指标进行全面检测，同时通过规范的安装工艺把控施工质量，减少因安装不当导致的能耗损失。这种生态技术与施工管理深度结合的模式，既符合绿色建筑的发展趋势，又能有效降低建筑全生命周期的能耗与环境影响，提升幕墙系统的可持续性与综合效益。

四、协同设计与施工管理实践验证

（一）多专业协同工作流程

1. 建筑-结构-施工信息交互平台

基于 IFC 标准构建覆盖建筑、结构、施工三专业的信息交互平台，是打破专业壁垒、实现高效协同的核心支撑^[9]。平台需打通设计与施工的信息壁垒，让各专业数据实时共享、动态联动：建筑设计师可上传幕墙造型方案、材料选型清单、外立面效果要求等核心信息，明确幕墙与建筑主体的衔接关系；结构工程师基于平台数据开展幕墙受力分析，重点核算龙骨承载能力、节点连接强度，同步将优化建议反馈至平台，如调整龙骨截面尺寸、优化预埋件布置方式；施工人员则结合现场场地条件、施工设备配置、工期计划等实际情况，提出施工可行性调整方案，如预制构件的拆分方式、现场安装的先后顺序等。例如，当建筑设计师调整幕墙网格尺寸时，结构工程师实时核算力学性能，施工人员同步更新预制构件生产计划与安装流程，避免设计与施工冲突，提升协同效率。

2. 冲突检测与动态优化

建立管线综合与节点构造实时校核系统，是解决多专业协同冲突的关键手段^[10]。该系统需整合建筑、结构、机电、幕墙等多专业设计数据，通过三维建模与碰撞检测技术，自动识别设计中的冲突问题：若幕墙龙骨布置与机电管线走向存在空间重叠，系

统可精准定位冲突位置并反馈给相关专业设计师，同步给出调整建议；若幕墙节点构造与主体结构钢筋布置相互干扰，结构工程师与幕墙设计师可通过平台联动沟通，优化节点构造形式，如调整转接件角度、增设避让空间等，同时施工人员同步更新施工方案，确保调整后的设计方案具备可施工性。这种动态优化机制需配合施工前的技术交底与样板评审流程，在正式施工前组织各专业人员核对设计方案，重点排查潜在冲突，确保各专业设计在满足功能需求、美学要求的同时，保障幕墙施工的顺利推进，减少现场返工与变更。

（二）实景项目验证分析

1. 高层建筑幕墙施工案例解析

以某高层建筑幕墙工程为例，该项目设计阶段充分考量与主体结构的协同性及施工可行性，深入分析建筑整体美学表达与功能需求。结合当地风荷载参数与地震设防烈度，幕墙采用隐框玻璃幕墙形式，通过有限元分析软件优化龙骨截面尺寸，选用高强度铝合金型材，确保结构刚度与轻量化平衡；施工中严格执行预埋件安装验收、龙骨安装三检制度、玻璃安装密封胶注胶等关键流程，阶段验收合格后方可进入下道工序。建筑设计上采用大面积通透低辐射玻璃材质搭配横竖金属装饰线条，既最大化自然采光需求，提升室内舒适度，又与周边现代建筑环境协调融合，增强城市天际线美感。该项目最终顺利通过竣工验收，验证了从建筑设计视角出发的幕墙设计、结构安全保障与施工管理协同方法的有效性与可操作性，为类似高层建筑幕墙工程提供宝贵参考经验。

2. 性能参数与施工质量对比评估

在实景项目中，对比幕墙物理性能检测数据与理论计算数据，重点分析抗风压性能、水密性、气密性及平面内变形性能等关键参数。通过第三方检测机构现场水密性喷淋检测、抗风压循环加卸载检测以及气密性测试，验证有限元理论计算模型的准确性与可靠性；施工过程中通过每日巡检记录、隐蔽工程拍照存档与阶段验收结果对比，全面评估施工质量控制效果。例如，将预埋件现场拉拔试验数据与理论设计值对比，确保连接节点强度达标且具备充足安全储备；将玻璃安装后的硅酮密封胶耐候性能检测结果与国家规范要求对比，保障幕墙长期使用功能与耐久性。通过多维度对比评估与数据反馈机制，及时发现潜在问题并持续优化设计参数与施工方案，提升整体工程品质。

（三）经济性与施工成本优化模型

1. 全寿命周期成本计算

全寿命周期成本计算需全面涵盖材料采购、施工建设、运营维护、拆除回收等阶段的所有直接与间接成本。建立科学化的材料维护周期与运营成本量化评估体系，例如，详细核算铝合金型材、中空 Low-E 玻璃等主要材料的使用寿命与定期维护成本，统计施工阶段的人工费、机械设备租赁费、临时设施费，以及运营阶段的能耗损失、日常清洁费用和保险费用。结合严格的施工管理规范与 BIM 技术应用，通过提前模拟优化施工方案减少返工、选用高耐久性材料降低维护频率与更换成本，最终实现全寿命周期成本最优目标，并为业主提供更高的投资回报率。

2. 价值工程分析方法

价值工程分析通过系统平衡幕墙功能与成本，实现技术方案与经济效益的动态优化。首先梳理幕墙核心功能，包括结构安全功能、建筑装饰功能、节能保温功能与隔声功能等，并采用功能评价系数法界定各项功能重要性权重；同时核算材料采购、工厂加工、现场安装、后期维护等全流程成本构成。例如，通过多方案比选不同玻璃镀膜类型与龙骨材质的性价比，在不降低核心安全与节能功能的前提下选用综合成本更低的替代材料；同步优化施工组织流程，推行装配式安装工艺，显著减少现场湿作业时间与高空作业风险，从而降低人工成本与安全措施费用，实现幕墙功能水平与成本支出的最优匹配，提升项目整体经济价值。

五、总结

建筑设计视角下的建筑幕墙与结构设计，需深度融合施工管理技术，通过协同设计、创新施工方法与质量管控，实现建筑美学、结构安全与施工可行性的统一。结构幕墙一体化技术、数字化预制装配技术的应用，提升了幕墙工程的质量与效率；多专业协同平台与冲突检测机制，减少了设计与施工冲突；全寿命周期成本优化与价值工程分析，实现了经济性与功能性的平衡。未来，需进一步深化 BIM 技术在全流程管理中的应用，探索智能材料与绿色技术的集成，推动建筑幕墙设计、结构安全与施工管理的持续创新，为建筑行业高质量发展提供支撑。

参考文献

- [1] 李超. 基于 VPL 技术建筑幕墙设计方法及其应用研究 [D]. 沈阳建筑大学, 2021.
- [2] 丁永韬. 建筑幕墙施工安全风险评价研究 [D]. 重庆大学, 2022.
- [3] 余婷婷. 基于地方认同视角的黔中地区地域文化建筑设计研究 [D]. 重庆大学, 2021.
- [4] 江阔. 基于合同视角的 CD 建筑设计公司设计项目工作范围管理研究 [D]. 天津大学, 2021.
- [5] 高鹏云. 精益建造视角下的建筑设计方法研究 [D]. 天津大学, 2021.
- [6] 郑征. 建筑幕墙结构设计及优化措施探讨 [J]. 中国建筑装饰装修, 2023(5): 112-114.
- [7] 吴树才. 建筑幕墙结构设计及优化措施探究 [J]. 模型世界, 2023(4): 118-120.
- [8] 崔国骏. 建筑幕墙结构设计及优化路径 [J]. 建材发展导向 (下), 2021, 19(5): 214-215.
- [9] 林新贵. 建筑幕墙结构设计及优化探究 [J]. 中国住宅设施, 2021(3): 79-80.
- [10] 刘晓鸣. 建筑幕墙结构设计及优化浅谈 [J]. 建筑·建材·装饰, 2021(14): 186-187.