

探析建筑幕墙施工风险管理

冷云峰

上海市建筑装饰工程集团有限公司 上海 200072

摘要：随着城市化进程的加速，建筑幕墙作为现代建筑的标志性外观元素，广泛应用于各类高层建筑与大型商业综合体之中。然而，其施工过程涉及多专业交叉、高空作业、复杂工艺等诸多挑战，使得风险管理成为确保项目顺利推进、保障人员与财产安全的关键环节。本文深入剖析建筑幕墙施工风险的来源，详细阐述风险识别的方法；结合实际案例展示风险管理成效，提出应对策略，旨在为建筑幕墙施工行业提供全面、深入的风险管理理论支撑与实践指导。

关键词：建筑幕墙；施工风险；风险识别；风险应对；层次分析法

引言：在当今建筑领域，建筑幕墙以其独特的美学效果、良好的采光与隔热性能，成为城市天际线塑造与建筑品质提升的核心要素。从高耸入云的摩天大厦到充满现代感的商业中心，幕墙赋予建筑灵动的外观与卓越的功能。但建筑幕墙施工绝非易事，其融合建筑、结构、机械、电气等多学科知识，施工流程复杂，涉及从预埋件安装、龙骨组装到面板安装等诸多环节。且作业环境多为高空露天，面临风、雨、温度变化等自然因素干扰，同时需协调各方施工队伍，稍有不慎，便可能引发质量事故、安全事故，造成工期延误、成本超支，甚至危及生命财产安全。因此，系统探究建筑幕墙施工风险管理，是保障项目成功交付、推动建筑行业可持续发展的迫切需求。

1 建筑幕墙施工风险来源剖析

1.1 设计风险

设计是幕墙施工的蓝图，若存在缺陷，将为后续施工埋下隐患。一方面，设计方案可能与建筑主体结构不匹配，如预埋件位置、受力设计有误，导致幕墙安装后结构不稳定，在风荷载、地震作用下易出现松动、变形甚至脱落；另一方面，幕墙自身防水、排水设计不合理，每逢雨季，雨水渗漏进入室内，损坏内部装修，影响建筑使用功能。此外，未充分考虑建筑节能需求，选用隔热性能差的材料，增加建筑运营能耗，背离绿色建筑理念。

1.2 材料风险

建筑幕墙材料种类繁多，质量参差不齐。从铝合金、钢材等龙骨材料，到玻璃、石材、铝板等面板材料，任何一种材料出现问题都可能引发严重后果。若采购环节把控不严，购入强度不达标、耐腐蚀性差的钢材，随着时间推移，龙骨锈蚀，幕墙整体承载能力下降；玻璃面板若自爆率过高，不仅增加更换成本，还可

能在自爆瞬间对下方人员、物品造成伤害；密封胶质量不佳，无法有效密封缝隙，将导致气密、水密性能失效，引发渗漏、结露等问题^[1]。

1.3 施工工艺风险

幕墙施工工艺复杂精细，各环节衔接紧密，稍有失误便可能引发连锁反应。例如，预埋件安装精度偏差，后续龙骨安装就难以准确定位，造成整体平整度偏差，影响幕墙外观质量；龙骨焊接工艺不规范，未按要求进行探伤检测，焊缝存在缺陷，在受力时易断裂；面板安装顺序错误、固定方式不当，可能导致面板拼接不严密、受力不均，出现开裂、掉落风险。而且，随着新型幕墙技术如双层呼吸式幕墙、光电幕墙的应用，若施工人员对新工艺掌握不熟练，更易引发施工问题。

1.4 人员风险

施工人员作为幕墙施工的直接执行者，其专业素养、安全意识至关重要。部分一线工人未经系统培训，对幕墙施工规范、操作流程一知半解，凭经验施工，容易出现违规操作，如高处作业不系安全带、随意拆除安全防护设施等，增加安全事故发生概率；技术人员若缺乏对新技术、新材料的钻研精神，在遇到复杂施工难题时无法提供有效技术解决方案，会延误工期；管理人员若组织协调能力不足，不能合理安排施工进度、调配资源，将导致施工现场混乱，各工序衔接不畅，影响施工效率与质量。

1.5 环境风险

建筑幕墙多为高空露天作业，自然环境因素对施工影响显著。强风天气下，已安装的面板可能被吹落，未固定牢固的构件易发生位移，危及下方人员安全；暴雨可能冲毁临时施工设施，淹没作业面，造成材料浸泡损坏，同时影响焊接、密封等施工质量；高温、低温极端天气，会使材料性能发生变化，如密封胶在高温下软

化、低温下脆化，降低密封效果，增加渗漏风险；此外，施工现场周边复杂的地理环境，如临近道路、河流，可能对材料运输、设备停放造成不便，制约施工顺利开展。

1.6 管理协调风险

幕墙施工涉及多个参与方，包括业主、设计单位、施工总包、幕墙分包、材料供应商、监理等，各方沟通协调不畅极易引发问题。业主需求变更若不能及时传达至施工方，可能导致已施工部分返工；设计单位与施工单位对接不紧密，设计交底不彻底，施工人员对设计意图理解偏差，造成施工错误；幕墙分包与总包单位在进度、场地、垂直运输等资源分配上矛盾突出，互相推诿责任，影响整体施工进度；监理单位若未能严格履职，对施工质量、安全隐患视而不见，将使项目失去有效监管，风险失控。

2 建筑幕墙施工风险识别方法

2.1 检查表法

依据过往建筑幕墙施工经验、相关规范标准以及事故案例，编制详细的风险检查表。检查表涵盖施工各个环节，从施工准备阶段的图纸会审、场地勘查，到施工过程中的材料进场验收、各分项工程施工，再到竣工验收阶段的质量检测、资料整理。针对每个检查项目，明确检查内容、检查标准、检查方法以及合格判定准则。例如，在材料进场验收检查项中，检查内容包括材料规格、型号、质量证明文件等，检查标准依据设计文件与材料标准规范，检查方法采用现场核对、抽样送检，合格判定准则为材料各项指标符合要求，无明显缺陷。施工管理人员对照检查表逐项检查，快速识别潜在风险^[2]。

2.2 头脑风暴法

组织由项目经理、技术负责人、安全管理人员、施工班组长以及经验丰富的一线工人等组成的风险识别小组，召开专题会议。会议上，鼓励参会人员充分发挥想象力，畅所欲言，围绕幕墙施工全过程，从不同角度提出可能存在的风险因素。例如，一线工人结合实际操作中遇到的困难，提出某类幕墙挂件在特定安装角度下容易松动的问题；技术负责人从技术创新角度，指出新型光伏幕墙与传统电气系统兼容性可能存在隐患。会议记录员详细记录所有发言内容，会后对提出的风险因素进行整理、归纳、筛选，形成风险清单，确保全面识别风险，避免遗漏重要风险点。

2.3 流程图法

绘制建筑幕墙施工详细流程图，以施工流程为主线，将各工序节点依次展开，如从项目立项、设计招

标、方案设计、施工图设计，到预埋件安装、龙骨加工与安装、面板加工与安装、密封处理、清洁收尾等。在每个工序节点上，分析可能出现的风险事件，以及风险事件发生后可能引发的后续影响。例如，在龙骨加工与安装节点，风险事件包括钢材切割尺寸偏差、龙骨焊接变形、防腐处理不到位等，这些风险事件可能导致龙骨安装困难、结构强度不足、后期锈蚀等问题，进而影响整个幕墙的质量与安全。通过流程图法，清晰呈现风险传递路径，便于针对性制定防控措施。

3 建筑幕墙施工风险评估模型构建

3.1 层次分析法（AHP）确定指标权重

首先构建建筑幕墙施工风险评估层次结构模型，将目标层设定为建筑幕墙施工风险，准则层分为设计风险、材料风险、施工工艺风险、人员风险、环境风险、管理协调风险等六大类，指标层进一步细分各准则层下的具体风险因素，如设计风险下包含设计方案与主体结构适配性、防水排水设计合理性等指标。然后，邀请业内专家对各层次指标进行两两比较，按照1-9标度法构建判断矩阵，判断矩阵元素反映专家对两指标相对重要性的判断。通过计算判断矩阵的最大特征根及其对应的特征向量，经归一化处理后得到各指标相对于目标层的权重。权重值直观反映各风险因素在整体风险中的重要程度，为后续风险量化评估提供关键参数。

3.2 模糊综合评价法量化风险等级

在确定指标权重基础上，运用模糊综合评价法对建筑幕墙施工风险进行量化评级。建立风险评价集，如设定为低风险、较低风险、中等风险、较高风险、高风险五个等级。组织专家对各指标层风险因素隶属于各评价等级的程度进行模糊评判，构建模糊关系矩阵。结合指标权重向量与模糊关系矩阵，通过模糊合成运算得到目标层建筑幕墙施工风险对于各评价等级的隶属度向量。依据隶属度最大原则，确定建筑幕墙施工风险最终所属等级。例如，经计算得到某建筑幕墙项目施工风险隶属于中等风险等级的隶属度最大，即可判定该项目施工风险处于中等水平，需采取针对性措施进行风险防控，确保项目顺利推进。

4 建筑幕墙施工风险应对策略

4.1 风险规避

对于一些发生概率高、危害后果严重且难以有效控制的风险，应采取规避策略。如在项目投标前期，若发现建筑主体结构设计存在严重缺陷，与拟采用的幕墙系统兼容性极差，且业主不愿进行设计变更，幕墙施工企业应果断放弃投标，避免陷入高风险项目泥潭；又如，

在新型幕墙材料研发尚未成熟、应用风险过大时，暂不选用此类材料，待技术成熟稳定后再考虑引入，规避因材料不确定性带来的质量、安全隐患。

4.2 风险减轻

针对多数可防控风险，采取减轻措施降低风险发生概率与损失程度。在设计阶段，组织专家对设计方案进行多轮会审，优化幕墙与主体结构连接设计，完善防水排水系统，选用节能高效材料，从源头减轻设计风险；施工过程中，加强材料采购管理，严格把控材料质量，与优质供应商建立长期合作，对进场材料全检或抽检，确保材料合格，减轻材料风险；强化施工人员培训，开展技能培训、安全演练，提高人员操作水平与安全意识，规范施工工艺，严格执行施工规范与操作规程，减轻人员与施工工艺风险；针对环境风险，密切关注天气预报，在恶劣天气来临前做好防护措施，如加固已安装构件、遮盖材料、暂停高空作业等，降低环境因素不利影响。

4.3 风险转移

合理运用风险转移手段，降低自身承担风险。常见的是购买工程保险，幕墙施工企业针对项目投保建筑工程一切险、第三者责任险、施工人员意外伤害险等，将自然灾害、意外事故等可能造成的财产损失、人员伤亡赔偿风险转移给保险公司；在合同签订环节，明确与业主、分包商、供应商等各方责任界限，通过合同条款将部分可预见风险转移给对方，如要求材料供应商对所供材料质量负终身责任，若因材料质量问题导致工程损失，由供应商承担赔偿责任，确保企业自身利益不受或少受损失^[1]。

4.4 风险接受

对于一些发生概率极低、损失轻微，且采取防控措施成本过高的风险，可选择风险接受策略。例如，幕墙施工过程中，偶尔出现因微小温差导致密封胶轻微收缩变形，但不影响气密、水密性能，且短期内可自行恢复，这种情况下无需额外采取措施，接受此类小风险，避免过度投入资源，确保施工资源合理配置，聚焦关键风险防控。

5 建筑幕墙施工风险管理未来发展趋势

5.1 信息化智能化驱动的动态风险管理

随着大数据、物联网、人工智能等信息技术飞速发展，建筑幕墙施工风险管理将迈向信息化、智能化新阶段。施工现场部署各类传感器，实时采集温度、湿度、风力、结构应力、材料性能等数据，借助物联网传输至云端平台，运用大数据分析挖掘数据价值，实时监测风

险因素变化，利用人工智能算法预测风险走势。一旦风险指标临近阈值，系统自动预警，推送至管理人员手机终端，实现风险动态管控，变事后处理为事前预防、事中控制，大幅提升风险管理及时性、精准性。

5.2 全过程全要素协同风险管理

未来建筑幕墙施工风险管理将贯穿项目全生命周期，从项目策划、设计、施工到运维阶段，各阶段风险因素相互关联、动态演化，需构建全过程协同风险管理机制。同时，打破专业界限，整合建筑、结构、材料、机械、电气等多专业知识，综合考虑人员、材料、设备、技术、环境、管理等全要素，实现全方位协同管控。如在设计阶段，考虑施工便利性、运维成本，提前优化设计降低风险；施工中，各专业协同作业，实时共享信息，共同应对突发风险，确保幕墙项目从诞生到退役全过程安全稳定。

5.3 基于BIM技术的可视化风险管理

BIM（建筑信息模型）技术将深度赋能建筑幕墙施工风险管理，构建三维可视化信息模型，集成幕墙设计信息、施工进度、质量安全数据、材料属性等。通过BIM模型，管理人员可直观查看幕墙各构件安装状态、风险位置，模拟施工过程，提前发现设计冲突、施工难点，制定应对方案；在运维阶段，利用BIM模型实时监控幕墙健康状况，快速定位故障点，辅助维修决策，提升风险管理可视化水平，使复杂风险管控变得简单高效，推动建筑幕墙行业高质量发展。

结论：建筑幕墙施工风险管理是一项复杂艰巨的系统工程，需精准识别设计、材料、施工工艺、人员、环境、管理协调等多源风险，运用科学方法评估风险，采取规避、减轻、转移、接受等多元应对策略。实际案例验证了风险管理方法与策略有效性，展望未来，信息化、协同化、可视化将重塑风险管理模式，助力建筑幕墙行业在保障安全前提下，打造更多城市建筑精品，为城市发展注入活力，实现可持续繁荣。建筑幕墙施工企业应紧跟时代步伐，积极引入新技术、新方法，持续优化风险管理体系，方能在激烈市场竞争中立于不败之地。

参考文献

- [1]陈晨,李明.建筑幕墙施工材料风险的防范与应对[J].门窗,2024,50(05):15-18.
- [2]张悦,刘浩.基于信息化手段的建筑幕墙施工风险管理策略[J].建筑安全,2024,31(02):40-43.
- [3]王强,李华.建筑幕墙施工风险识别与精细化管理[J].建筑施工,2024,46(03):15-18.