

大型公共建筑项目风险管理与决策支持系统构建

汪 洋

固原市住房和城乡建设局 宁夏 固原 756000

摘 要：本文旨在系统性地探讨如何构建一个科学、高效、智能的风险管理与决策支持系统（Risk Management and Decision Support System, RM-DSS），以提升此类项目的风险防控能力和科学决策水平。研究首先界定了大型公共建筑项目风险的独特属性与全生命周期分布特征；其次，深入剖析了传统风险管理模式在信息整合、动态预警、量化评估及协同决策等方面的局限性；在此基础上，从系统架构设计、核心功能模块、关键技术集成等维度，详细阐述了 RM-DSS 的构建路径；进而，论证了该系统在提升风险识别全面性、评估精准性、响应及时性 & 决策科学性方面的核心价值；最后，对系统实施所面临的组织、数据、技术及文化等挑战进行了前瞻性分析，并提出了相应的对策建议。研究表明，构建并应用 RM-DSS 是推动大型公共建筑项目管理向精细化、智能化、韧性化方向发展的关键举措。

关键词：大型公共建筑；项目风险管理；决策支持系统；风险预警

引言

大型公共建筑作为城市功能载体与国家形象象征，其建设面临投资巨大、周期长、技术集成度高、利益相关方众多等复杂挑战。传统依赖经验、静态清单和被动应对的风险管理方式，已难以应对高维、动态、非线性的风险环境，常因信息孤岛、定性模糊、响应滞后等问题，导致成本超支、工期延误甚至安全事故。为此，亟需一种能整合多源数据、智能分析风险、前瞻预警并辅助决策的现代化工具。风险管理与决策支持系统（RM-DSS）正是在此背景下应运而生，它融合信息技术与风险管理理论，旨在打破部门壁垒、实现风险全周期动态管控，是提升项目治理能力现代化的关键基础设施。本文将系统研究 RM-DSS 的构建路径，为业界提供一套清晰、可行且具前瞻性的方法论框架。

1 大型公共建筑项目风险的特征与全生命周期分布

1.1 风险的独特属性

大型公共建筑项目的风险相较于一般工程项目，呈现出更为鲜明的特征。首先是高度的复杂性与关联性。项目内部各子系统（如结构、机电、幕墙）之间相互依存、紧密耦合，一个子系统的风险极易通过复杂的物理或逻辑关系传导至其他系统，形成风险共振。其次是显著的外部依赖性。项目成功与否深受宏观经济波动、政策法规调整、金融市场变化、重大公共事件（如疫情、自然灾害）等外部宏观环境的影响，这些“黑天鹅”或“灰犀牛”事件往往超出项目团队的直接控制范围。再

次是强烈的公众关注度与政治敏感性。作为公共财政投入或具有重大社会意义的工程，其任何负面消息都可能迅速发酵，引发舆论危机，进而影响项目的合法性与社会支持度。最后是长周期下的不确定性累积。漫长的建设周期为各种不确定因素的滋生和演变提供了充足的时间窗口，使得风险的预测和管理难度呈指数级增长。

1.2 风险的全生命周期分布

在前期策划与决策阶段，主要风险集中于项目定位不准、可行性研究深度不足、投资估算偏差过大、融资方案不可行以及行政审批受阻等，这些源头性风险一旦发生，将对整个项目产生颠覆性影响。进入设计阶段，风险则转向设计方案的技术可行性、经济合理性、规范符合性以及各专业间的协调冲突，设计缺陷是后期施工变更和成本增加的主要根源^[1]。招标采购阶段的风险体现在承包商/供应商选择失误、合同条款设置不合理、供应链中断等方面。施工阶段是风险暴露最为集中的时期，涵盖了安全、质量、进度、成本、环境、劳务、材料设备等全方位的风险，且多为动态、实时的风险。最后，在竣工验收与运营移交阶段，风险关注点在于系统联调联试失败、性能不达标、档案资料缺失以及 & 运营方的交接不畅等问题。一个有效的 RM-DSS 必须能够覆盖并适应这种全生命周期、多维度的风险分布格局。

2 传统风险管理模式的局限性

2.1 信息碎片化与感知滞后

在传统模式下，风险信息分散在各个参与方、各个

业务系统（如进度管理系统、成本控制系统、质量安全巡检系统）之中，缺乏一个统一的信息汇聚与共享平台。这导致风险管理者如同“盲人摸象”，只能获取局部、片面的风险信息。更严重的是，风险识别主要依赖于定期的会议、报告或人工巡检，是一种被动、滞后的感知方式，难以对突发性、隐蔽性的风险（如供应链的早期预警信号、地质条件的微小变化）进行实时捕捉，往往等到风险显性化并造成损失后才被发现。

2.2 评估方法主观化与量化不足

传统的风险评估多采用定性或半定量的方法，如风险矩阵法，其结果高度依赖于专家的主观判断，易受个人经验和认知偏差的影响，缺乏客观性和可比性。对于大型公共建筑项目中大量存在的、可以量化的风险（如由天气、汇率、原材料价格波动引起的成本风险），缺乏有效的数学模型和数据分析工具进行精确的概率分布拟合和影响程度测算，使得风险应对措施制定缺乏坚实的量化依据。

2.3 响应机制割裂化与协同困难

当风险事件发生时，传统模式下的响应往往是各自为战、临时拼凑的。不同部门或单位基于自身职责和利益出发，制定的应对方案可能相互矛盾或存在空白地带，难以形成合力。缺乏一个跨组织、跨专业的协同工作平台来统一指挥、分配任务、跟踪进展和评估效果，导致风险处置效率低下，甚至可能因内部协调不畅而加剧风险后果。

2.4 决策支持经验化与前瞻性缺失

最终的管理决策常常建立在不完整的信息和模糊的评估之上，更多地依赖于高层管理者的直觉和过往经验。这种经验驱动的决策模式，在面对前所未有的新型风险或复杂的多目标权衡（如在保证安全的前提下如何最小化对工期的影响）时，显得力不从心。它缺乏利用历史数据、仿真模拟和优化算法来预演不同决策方案未来情景的能力，因而不具备足够的前瞻性和科学性。

3 风险管理与决策支持系统（RM-DSS）的构建路径

3.1 系统总体架构设计

一个成熟的 RM-DSS 应采用分层、模块化的架构。底层是数据层，负责从 BIM 模型、物联网传感器、项目管理软件、外部数据库（如气象、金融、新闻舆情）等多源异构系统中，实时或准实时地采集、清洗和存储风险相关数据。中间层是引擎与服务层，这是系统的核心大脑，包含风险知识库、规则引擎、各类分析模型（如蒙特卡洛模拟、机器学习预测模型、网络分析模型）以

及工作流引擎。顶层是应用层，面向不同用户角色（如项目经理、风险官、专业工程师、高层领导）提供直观、易用的功能界面，如风险全景图、预警中心、情景模拟沙盘、协同处置工作台等^[2]。整个架构应具备良好的开放性和可扩展性，以便未来接入新的数据源或分析工具。

3.2 核心功能模块详解

3.2.1 风险动态识别与全景感知模块

该模块利用自然语言处理（NLP）技术自动解析合同文本、会议纪要、邮件、新闻报道等非结构化数据，结合物联网传感器传回的结构健康监测、环境参数等结构化数据，实现对内外部风险信号的 7x24 小时自动扫描与初步识别。通过可视化技术，将所有已识别风险在 BIM 模型或项目甘特图上进行空间-时间维度的全景展示，让管理者一目了然地掌握全局风险态势。

3.2.2 风险量化评估与智能预警模块

针对已识别的风险，系统调用内置的量化模型进行评估。对于可量化风险，运用概率统计和金融工程方法计算其期望损失；对于难以量化的风险，则通过专家系统或模糊综合评价法进行等级评定。基于评估结果和预设的阈值，系统能自动生成不同级别的预警信息（如黄色、橙色、红色），并通过多种渠道（如 APP 推送、邮件、短信）精准发送给相关责任人，实现风险的早发现、早预警。

3.2.3 多情景模拟与决策推演模块

这是系统最具价值的功能之一。当面临重大决策或高风险事件时，决策者可以在系统中设定不同的假设条件（如“关键供应商破产”、“遭遇百年一遇暴雨”），系统利用数字孪生技术和仿真算法，快速模拟出各种情景下项目成本、进度、资源需求等关键指标的变化轨迹，并生成详细的推演报告^[3]。这使得决策者能够在虚拟环境中“试错”，比较不同应对策略的优劣，从而选择最优或最稳健的方案。

3.2.4 协同处置与闭环跟踪模块

一旦风险应对决策作出，系统会自动将任务分解并派发给相应的执行团队，明确责任人、完成时限和预期目标。执行过程中的进展、遇到的问题、资源消耗等信息需在系统中实时更新。管理层可以通过仪表盘全程监控处置进展，确保风险应对措施得到有效落实，并最终形成从风险识别、评估、决策到执行、反馈的完整管理闭环。

3.3 关键技术集成与应用

RM-DSS 的有效运行离不开一系列前沿技术的深度融合。建筑信息模型 (BIM) 为系统提供了统一的空间信息底座,使风险能够与具体的构件、区域和工序精准关联。物联网 (IoT) 技术实现了对施工现场人、机、料、法、环等要素的实时感知,为风险识别提供了鲜活的数据流。大数据与人工智能 (AI) 是系统智能分析的核心,机器学习算法可以从海量历史项目数据中挖掘风险发生的规律和模式,用于预测未来风险;深度学习可用于图像识别,自动发现安全隐患。云计算则为系统提供了强大的弹性计算和存储能力,支撑复杂的仿真模拟和大规模并发访问。

4 RM-DSS 的核心价值与实施挑战

4.1 系统带来的核心价值

RM-DSS 的成功应用将为大型公共建筑项目带来革命性的管理提升。首先,它极大地提升了风险识别的全面性与前瞻性,变被动响应为主动防御。其次,通过量化分析和智能预警,显著增强了风险评估的客观性与精准性,为资源配置和优先级排序提供了科学依据。再次,多情景模拟功能赋能了更加科学、稳健的决策,降低了决策的盲目性和随意性^[4]。最后,协同处置平台打通了组织壁垒,提高了风险响应的整体效率,确保了应对措施落地见效。从长远看,系统积累的全过程风险数据将成为企业宝贵的组织过程资产,用于持续优化风险管理策略和提升未来项目的抗风险能力。

4.2 系统实施面临的关键挑战

然而, RM-DSS 的构建与推广并非坦途,将面临多重挑战。组织与文化挑战首当其冲。系统的成功依赖于各参与方打破信息壁垒、共享数据的意愿,这触及到深层次的组织利益和信任问题。同时,从依赖经验到依赖数据的决策文化转变,也需要时间和领导力的强力推动。数据质量与治理挑战同样严峻。系统的“智能”程度取决于输入数据的质量,“垃圾进,垃圾出”是铁律。如何确保来自不同源头的的数据准确、完整、及时,并建立有效的数据治理体系,是系统能否发挥效用的前提。技术与成本挑战也不容忽视。系统的开发、部署、维护需要高昂的初始投资和持续的技术支持,对于许多项目而言是一笔不小的开支。此外,系统的复杂性也可能导致用户学习成本高、使用意愿低。标准与互操作性挑战方面,目前行业内缺乏统一的数据交换标准和系统接口规范,使得 RM-DSS 与现有各类项目管理软件的集

成变得困难重重。

4.3 应对挑战的对策建议

为克服上述挑战,需要采取系统性的对策。在组织层面,应由项目最高决策层牵头,建立跨组织的联合工作组,明确数据共享的规则、权责和激励机制,并大力倡导数据驱动的决策文化。在数据层面,应制定严格的数据采集、校验和管理制度,并投入资源进行历史数据的清洗和结构化处理,为系统运行奠定坚实的数据基础。在技术与成本层面,可考虑采用分阶段、模块化的实施策略,先从最关键的风险领域(如安全、成本)入手,快速见效以证明价值,再逐步扩展。同时,积极利用 SaaS (软件即服务) 等云服务模式,降低初期投入。在标准层面,应积极推动行业协会和主管部门制定相关的数据标准和技术规范,为系统的互联互通创造良好环境。

5 结语

大型公共建筑项目关乎国家发展与公共利益,其复杂风险环境使构建风险管理与决策支持系统 (RM-DSS) 成为保障成功的关键举措。本文系统阐述了 RM-DSS 的构建逻辑:从剖析传统模式局限出发,提出以数据驱动、智能分析和协同机制为核心的系统架构与功能模块,并辩证分析其价值与挑战。研究表明, RM-DSS 通过数字化、智能化手段,将风险管理由分散经验型职能升级为嵌入项目全流程的集成化核心能力。尽管面临组织、数据、技术与标准等障碍,但只要坚持顶层设计、分步实施、文化引领与标准先行,就能推动 RM-DSS 落地,使其成为驾驭复杂风险的“智慧之眼”与“决策之脑”,为打造精品、平安、廉洁工程提供坚实支撑。

参考文献

- [1] 张东辉, 卢占宾, 曹佳伟, 等. 基于 SEM 与云模型的公共建筑施工安全风险评估 [J]. 施工技术 (中英文), 2024, 53(21): 128-133.
- [2] 尹红杰. 基于人工智能的建筑工程项目风险预测与决策支持研究应用 [J]. 住宅与房地产, 2025, (29): 33-35.
- [3] 陈胜. 基于大数据的建筑工程风险管理与决策优化 [C]// 广西网络安全和信息化联合会. 2025 年第三届工程领域数字化转型与新质生产力发展研究学术交流会议论文集. 杭州富阳华博建设工程有限公司, 2025: 461-462.
- [4] 余奕宗, 李宏洲, 张锦贤. 智能建筑工地实时风险监测与 AI 辅助决策平台研究 [J]. 上海建材, 2025, (03): 119-122.