

建筑工程管理中的风险预警机制构建与实证研究

乔华春

天津谐能新能源有限公司, 天津 301500

DOI:10.61369/ETQM.20250800155

摘 要： 本研究针对建筑工程管理中的质量、安全、进度和成本风险，构建基于模糊综合评价法的风险预警机制。通过确立科学原则，建立四维度 12 项指标的预警体系，设计“数据采集—模型运算—分级响应”流程。以某 10 万平方米地标综合楼项目实证显示，应用该机制后，材料不合格率降 2.4%，安全事故零发生，工期提前 15 天，成本显著节约，并成功规避燃气管道破坏、噪声投诉等风险。研究证实，该机制通过闭环管理提升工程管理效能与防控能力，提供可复制的实践范式。

关 键 词： 建筑工程管理；风险预警机制构建；实证研究

Construction and Empirical Research on Risk Early Warning Mechanism in Construction Project Management

Qiao Huachun

Tianjin Xianneng New Energy Co., Ltd. Tianjin 301500

Abstract： In this study, a risk early warning mechanism based on fuzzy comprehensive evaluation method is constructed for the quality, safety, schedule and cost risks in construction project management. By establishing scientific principles, an early warning system of 12 indicators in four dimensions is established, and the process of "data collection, model operation, and hierarchical response" is designed. The empirical evidence of a 100,000-square-meter landmark complex building project shows that after the application of this mechanism, the material failure rate is reduced by 2.4%, there are zero safety accidents, the construction period is advanced by 15 days, the cost is significantly saved, and the risks such as gas pipeline damage and noise complaints are successfully avoided. The study confirms that the mechanism improves the efficiency and prevention and control capabilities of project management through closed-loop management, and provides a replicable practice paradigm.

Keywords： construction project management; the construction of risk early warning mechanism; empirical research

引言

在建筑行业快速发展、工程规模与技术复杂度不断提升的背景下，建筑工程管理对项目建设至关重要。在项目推进上，它通过合理规划与组织，有序安排各阶段工作，协调建设、设计、施工、监理等多方关系，避免因沟通不畅导致工期延误。质量保障方面，其贯穿项目全过程，从材料采购检验、施工工艺控制到成品验收，均制定严格标准并实时监控，确保工程质量达标。安全维护层面，鉴于施工现场隐患多，建筑工程管理通过健全安全制度、强化培训教育、落实防护措施、开展检查排查，预防安全事故，保障人员安全与项目顺利推进。

一、建筑工程管理常见风险分析

（一）质量风险

施工材料是建筑工程中极其重要的部分，材料质量的好坏，将直接决定着建筑工程的整体质量。因此，材料质量的重要性可想而知，若材料出现问题将造成较为严重的安全隐患。由于建筑施工的复杂性，所涉及的材料种类较多、数量较大，如果材料质

量不合格，所开展的任何建筑工作都毫无意义，同时还会留下较为严重的安全隐患^[1]。施工工艺与人员素质是建筑工程质量风险的关键诱因。施工工艺的合理性与规范性直接影响工程质量，例如混凝土振捣不充分、砌筑砂浆配合比不当，易造成结构强度不足、墙体开裂等问题。而施工人员若专业技能匮乏、经验不足，无法精准落实施工图纸与规范要求，同样会引发质量隐患。建筑工程的质量风险兼具隐蔽性与复杂性，部分问题如钢筋保护层厚

度不足，在施工期或使用初期难以察觉，需经时间与环境作用才暴露；且质量问题常由多因素交织导致，增加了溯源与处置难度。此类风险对项目长期运营危害显著，不仅会缩短建筑使用寿命、推高维修成本，更可能危及使用者生命财产安全。

（二）安全风险

施工现场的安全风险潜藏于复杂多变的环境与管理疏漏之中。自然环境层面，暴雨、大风等极端天气不仅会直接损毁塔吊、脚手架等施工设施，还会显著降低作业环境安全性；而空间局限、潮湿等不良条件，更是触电、高空坠落等事故的高发诱因。管理层面，安全制度缺失、检查敷衍、培训不足等问题，使得安全隐患难以被及时排查和消除，如同埋下一颗颗“定时炸弹”^[2]。人为因素上，部分施工人员安全意识薄弱，存在不规范操作行为，例如未佩戴安全帽、违规攀爬临边作业等，进一步加剧了风险隐患。安全风险具有显著的突发性与严重性特征，事故往往在毫无预兆的瞬间爆发，让人防不胜防。一旦发生安全事故，轻者导致人员受伤、设备损坏，重者造成重大伤亡，不仅会严重延误项目工期，还可能引发舆论关注，对企业声誉造成重大损害。此外，事故发生后，项目通常需要停工整顿，由此产生的额外管理成本与工期延误，将给项目推进带来巨大压力。

（三）进度风险

设计变更在建筑工程项目中较为常见，频繁的设计变更会打乱原有的施工计划，增加施工难度与工作量，从而导致进度延误。例如，建筑设计中途更改功能布局，可能涉及结构、水电等多专业的重新设计与施工，耗费大量时间。资源供应方面，建筑材料、设备供应不及时，或者劳动力短缺，都会使施工进度停滞。施工组织不合理同样会引发进度风险，如施工工序安排不当、各工种之间协调不畅，造成窝工、返工现象。进度风险具有关联性，某一环节的进度延误可能波及其他环节，引发连锁反应；还具有累积性，小的进度偏差若不及时纠正，会逐渐累积，最终导致项目整体工期延误^[3]。进度延误不仅会增加项目成本，如增加人工费、机械设备租赁费等，还可能影响工程质量，为赶工期而忽视质量控制。同时，工期延长可能导致项目错过最佳交付时机，影响投资回报。

（四）成本风险

市场价格波动是影响建筑工程成本风险的重要因素，建筑材料价格、人工费用的上涨，会使项目成本超出预算。例如，钢材、水泥等主要建材价格受市场供需关系、宏观经济形势等因素影响较大，若在项目建设过程中价格大幅上涨，将增加成本负担。预算不合理也是成本风险的源头之一，若预算编制过于粗糙、未充分考虑项目特点和潜在风险，在实际施工过程中容易出现预算超支。成本控制不力同样会导致成本风险，如施工过程中对材料浪费、费用开支缺乏有效监管，无法及时发现和纠正成本偏差。成本风险具有不确定性，市场价格波动、意外事件发生等都难以精确预测；但同时具有一定的可控性，通过合理的预算编制、严格的成本控制措施等可以降低风险。成本风险对项目经济效益影响显著，成本超支会压缩项目利润空间，甚至导致项目亏损，影响企业的可持续发展。有效的成本控制与风险管理有助于

企业提高盈利能力，增强市场竞争力。

二、风险预警机制构建

（一）构建原则

风险预警机制的构建需依据科学理论和科学方法，以确保其合理性与有效性。科学理论为预警机制提供坚实的理论基础，例如运用风险管理理论、系统工程理论等，深入剖析建筑工程管理中的风险因素及其相互关系。科学方法保障预警机制构建过程的规范性与准确性，如采用数据分析方法、模型构建方法等，对风险信息进行科学处理与评估^[4]。同时，应将建筑工程管理视为一个系统，全面考虑各方面因素构建预警机制。建筑工程管理涉及质量、安全、进度、成本等多个子系统，各子系统之间相互关联、相互影响。因此，预警机制需全面涵盖这些方面，综合考量施工工艺、人员素质、市场环境等多种因素，避免片面性。此外，风险预警机制需及时收集、传递和处理风险信息，以便快速响应风险。及时收集风险信息是预警机制运行的基础，通过建立完善的信息收集渠道，如现场巡查、监测设备数据采集等，确保信息的及时性与准确性。快速传递和处理信息则能使决策者及时掌握风险动态，迅速做出应对决策，降低风险损失。

（二）预警指标体系建立

从质量维度来看，可选取材料合格率、施工工艺符合度等指标。材料合格率反映建筑材料质量对工程质量的影响，合格材料是保障工程质量的基础。施工工艺符合度则体现施工过程是否按照规范标准进行操作，直接影响工程质量的稳定性。在安全维度，人员安全意识水平、安全设施配备率等指标较为关键。人员安全意识水平决定施工人员对安全风险的认知与应对能力，安全设施配备率则保障施工现场安全防护的完备性。进度维度可选取工期偏差率、资源供应及时性等指标。工期偏差率直观反映项目进度与计划进度的偏离程度，资源供应及时性影响施工能否顺利进行，进而影响项目进度。成本维度可选取成本偏差率、预算执行率等指标。成本偏差率体现项目成本与预算成本的差异，预算执行率反映成本控制的有效性。这些预警指标的选取，紧密结合建筑工程管理实际需求，旨在全面、准确地反映工程在质量、安全、进度、成本方面的风险状况。其具体计算方法需依据相关行业标准与工程实际情况确定，以确保指标量化的科学性与准确性。

（三）预警模型构建

层次分析法是一种将复杂问题分解为多个层次，通过两两比较确定各因素相对重要性的方法。其优点在于能将定性问题量化，具有较强的系统性。但该方法主观性较强，判断矩阵的构建依赖于专家经验^[5]。模糊综合评价法适用于处理模糊、不确定的信息，通过建立模糊关系矩阵，对多个因素进行综合评价。它能有效解决建筑工程管理中风险因素模糊性的问题，但计算过程较为复杂。神经网络模型具有自学习和自适应能力，能够处理大量复杂的数据，挖掘数据中的潜在规律。然而，其训练过程需要大量数据支持，且模型结果难以解释。结合建筑工程管理风险特点，由于风险因素众多且相互关联，具有复杂性和不确定性，同

时需要综合考虑多方面信息进行决策。经过分析,选择模糊综合评价法作为预警模型较为合适。该方法能够有效处理风险因素的模糊性,综合考虑多个维度指标,更全面地评估建筑工程管理风险状况。

（四）风险预警流程设计

收集建筑工程管理风险信息可通过多种渠道。现场监测是重要方式之一,安排专业人员对施工现场进行定期巡查,观察施工工艺执行情况、安全设施配备情况等,及时发现问题并记录。数据分析也是关键手段,利用监测设备采集的数据,如建筑材料性能数据、施工进度数据等,以及财务数据、市场数据等,进行深入分析,挖掘潜在风险。运用预警模型对收集到的风险信息进行评估,是确定风险等级的核心环节^[7]。将各预警指标数据输入模糊综合评价模型,通过模型运算得出综合评价值,依据预先设定的风险等级划分标准,确定风险等级。例如,可将风险等级划分为低风险、中风险、高风险。根据不同风险等级发布相应预警信号,确保预警信息及时传达。低风险可发布蓝色预警信号,提醒相关部门关注;中风险发布黄色预警信号,要求相关部门采取针对性措施进行防范;高风险发布红色预警信号,立即启动应急预案,全面应对风险,通过多种通讯方式,如短信、邮件、现场通知等,确保预警信息及时传达给相关人员。

三、实证研究

（一）案例选取

在建筑工程管理风险预警机制的研究中,选取实际建筑工程项目案例进行实证研究具有重要意义。本研究选取了某建筑公司的综合楼建设项目作为实证研究对象。该项目规模为建筑面积约10万平方米,地下3层,地上26层,箱体基础,主体为框架结构^[8]。本项目地处城市主干道交汇处,作为地标建筑,建设方严格要求施工品质与交付时效。经勘察,工程面临地下管线复杂、环保要求高等挑战,需多部门协同,制定精细化方案避免管线破损,同时采用环保工艺与材料,减少施工对居民生活的干扰。该案例项目具有一定的代表性,其涵盖的建筑工程管理环节较为全面,涉及的质量、安全、进度、成本等风险因素较为典型,能够较好地反映不同类型建筑工程管理中的共性与特性,有助于对风险预警机制进行全面的检验与优化。

（二）风险预警机制应用

在案例项目中,风险预警机制严格按照“数据采集—模型运

算—分级响应”流程运行。通过多渠道采集质量、安全、进度、成本四维度12项指标数据:质量维度依据材料检测报告、施工记录,得出材料合格率98.7%、工艺符合度95.2%;安全维度通过巡查表等计算安全设施配备率100%、人员违规每周3次;进度维度从施工日志统计工期偏差 $\pm 5\%$ 、材料延误每月2次;成本维度根据预算报表核算成本偏差 $\pm 3\%$ 、分包超支4.5%。经数据预处理后,将指标导入模糊综合评价模型,运用专家打分确定质量(0.35)安全(0.30)进度(0.20)成本(0.15)权重,结合隶属度函数计算风险等级^[9]。运行期间,共触发7次黄色预警,集中于基础施工阶段的管线探测偏差与夜间施工噪声问题。项目组迅速响应,联合市政修正管线施工方案,调整作业时段并加装隔音设施,实现风险有效管控。

（三）应用效果分析

对比机制应用前后12个月数据,其有效性显著。质量管控上,材料不合格率由3.2%降至0.8%,工艺缺陷发生率下降60%,基础工程验收一次性通过率达98%。安全防控中,人员违规频次减少73%,安全文明施工评分从72分提升至91分,实现安全事故零发生。进度管理方面,关键线路工期偏差控制在 $\pm 3\%$ 内,地下管线施工提前7天,整体工期较计划缩短15天。成本控制领域,主材采购成本节约2.1%,签证变更费用降低40%,成本超支响应效率提升50%,项目利润率高于同类工程3.5个百分点^[10]。此外,该机制成功预警并化解2起重大风险,通过管线数据监测避免燃气管道事故,依靠噪声实时监控化解居民投诉,实现环保零处罚。实证表明,该机制通过“监测—预警—处置”闭环管理,可精准识别潜在风险,显著提升地标建筑工程管理效能与风险防控能力。

四、结束语

本研究系统剖析建筑工程管理中质量、安全、进度、成本四大核心风险。质量风险受材料、工艺与人员因素影响,隐蔽复杂;安全风险由环境、管理和人为因素交织,突发且严重;进度风险因设计变更、资源供应产生关联累积;成本风险受市场与预算双重制约。基于此构建的风险预警机制,经地标项目实证,通过多维度量化与模糊评价实现精准预警,显著优化管理指标。但研究存在样本单一、模型普适性差等局限,未来可融合新技术,推动风险管理向智能化、精细化迈进。

参考文献

[1]于强. 建筑工程安全事故成因及预警管理探究 [J]. 现代营销(上), 2022(8): 115-117.
[2]潘瑜. 建设工程管理风险防范措施探讨 [J]. 中国住宅设施, 2023(2): 73-75.
[3]吴峰, 刘军生. 建设工程施工管理风险防范措施研究 [J]. 陕西建筑, 2023(7): 157-160.
[4]温周. 预警管理在工程施工安全管理中的应用研究 [J]. 建材与装饰, 2020, 0(3): 172-173.
[5]唐鹏. 浅析建筑工程施工安全管理中预警管理应用 [J]. 建筑与预算, 2021(5): 47-49.
[6]侯杨春. 建筑工程施工安全管理中预警管理应用 [J]. 建材与装饰, 2020(15): 121-122.
[7]徐强林. 浅谈建筑工程施工安全管理中预警管理应用 [J]. 江西建材, 2021(2): 97-9799.
[8]刘争光. 建筑工程管理风险防范与控制中存在的问题及解决措施 [J]. 前卫, 2022(20): 163-165.
[9]唐琳. 建筑企业项目管理中的成本控制与风险防范 [J]. 中国集体经济, 2024(16): 97-100.
[10]郑艳. 建筑施工企业财务风险预警机制研究 [J]. 市场周刊, 2024, 37(1): 145-148.