

大数据分析在工程监理风险预测与决策支持中的应用路径

李怀庭

新疆昆仑工程咨询管理集团有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要：随着工程建设规模扩大，监理风险防控与科学决策的需求日益迫切。本文以大数据分析技术为核心，结合工程监理实际工作，先识别质量、安全、进度投资、合同管理四大类监理核心风险，梳理监理领域各类大数据资源，再详细探究大数据在监理风险预测与决策支持中的具体应用路径，通过数据整合、算法分析实现风险精准预判与科学决策。研究表明，大数据分析可有效打破监理数据孤岛，提升风险预测的精准度与决策的科学性，为工程监理工作提质增效提供实践支撑。

关键词：大数据分析；工程监理；风险识别；预测与决策支持；应用路径

引言：工程监理是工程建设风险防控的核心环节，承担着质量、安全、进度、投资控制等重要职责。当前，传统监理模式依赖人工经验，存在风险预判滞后、决策主观性强等问题，难以适应复杂工程的监理需求。大数据技术的快速发展为工程监理升级提供了新路径，其海量数据处理、潜在关联挖掘能力，可实现监理风险的提前预判与决策的科学支撑。基于此，本文结合工程监理实际，系统探究大数据分析在监理风险预测与决策支持中的应用路径，解决传统监理模式的痛点，推动工程监理工作向数字化、科学化转型。

1 大数据分析和工程监理风险预测与决策概述

1.1 大数据分析相关理论与技术

大数据分析是以海量、多类型、高增速的数据集为研究对象，通过一系列技术手段实现数据处理、挖掘与价值转化的理论与方法体系。其核心特征体现为海量性、多样性、高速性与价值性，涵盖数据采集、清洗、存储、挖掘、可视化等关键环节。常用技术包括分布式存储技术、机器学习算法、数据挖掘工具等，能够从杂乱无章的海量数据中提取有效信息、挖掘潜在关联，为各类场景的决策提供数据支撑。在工程领域，大数据分析可实现对工程全生命周期数据的整合分析，打破数据孤岛，为工程监理风险预测与决策支持提供技术保障。

1.2 工程监理的定义与职责

工程监理是指监理单位受建设单位委托，依据法律法规、工程建设标准、合同文件等，对工程建设全过程进行质量、安全、进度、投资控制，以及合同管理、信息管理和协调相关方关系的专业化服务活动。其核心职责包括监督施工单位严格按照设计图纸和规范施工，排

查工程质量与安全隐患，控制工程进度与投资成本，协调建设、施工、设计等多方主体的协作，确保建设工程项目合法、合规、有序推进，最终保障工程质量与建设目标的实现，是工程建设领域风险防控的核心环节。

1.3 风险预测与决策支持理论

风险预测是指通过科学的方法，识别潜在风险因素、分析风险发生概率及影响程度，提前预判风险发展趋势的理论与方法，其核心是通过数据驱动实现风险的精准预警。决策支持理论则是依托数据、模型与方法，为决策者提供科学、合理的决策依据，降低决策的主观性与盲目性。在工程监理领域，风险预测与决策支持理论与大数据分析深度融合，能够实现对工程监理各类风险的精准预判，为监理工作中的风险处置、流程优化、决策制定提供科学支撑，提升监理工作的科学性与高效性^[1]。

2 工程监理风险识别与大数据资源梳理

2.1 工程监理风险识别

工程监理风险识别是风险预测与防控的前提，核心风险主要分为四大类：（1）质量风险：主要源于施工环节的不规范操作与材料管控不到位，施工单位未严格按照设计图纸、施工规范施工，易出现工序偷工减料、流程遗漏等问题；原材料进场未按规定检验，使用不合格建材、构配件，会导致工程实体质量不达标；施工人员专业能力不足，对复杂工序操作不熟练，也会引发各类质量隐患。（2）安全风险：集中在施工现场管理与设备管控，施工现场安全防护设施缺失，如高空作业未设置防护栏、安全网，临时用电线路铺设不规范；施工设备未定期检修、维护，存在老化、故障等问题，易引发设备安全事故。（3）进度与投资风险：进度风险主要表现

为施工进度滞后,因施工方案不合理、人员设备调配不当、恶劣天气影响等,导致工程无法按合同约定工期推进;投资风险主要是工程变更、材料价格波动、工程量核算偏差,这些因素会导致工程投资超出预算,增加建设成本。(4)合同与管理风险:合同风险包括合同条款不明确、权责划分不清,易引发建设、施工、监理三方纠纷;管理风险主要是监理单位自身管理不规范,监理人员履职不到位,未及时排查隐患、上报问题,或多方协调不畅,都会影响监理工作有序推进。

2.2 工程监理领域大数据资源梳理

工程监理过程中产生的大数据资源种类繁多,主要分为四大类:(1)工程现场监测大数据:主要来自施工现场实时采集的数据,包括施工人员数据,如人员考勤、专业资质、作业轨迹、安全培训记录等;施工设备数据,如设备型号、运行参数、检修记录、故障报警信息等;现场环境数据,如温度、湿度、风速、降水等气象数据,以及施工现场噪声、扬尘等环境监测数据。

(2)工程档案与合同大数据:涵盖工程全生命周期的各类档案资料,包括设计图纸、施工方案、检验报告、隐蔽工程记录等技术档案;工程合同、补充协议、变更协议等合同文件,以及工程量核算、工程款支付、签证记录等相关数据。(3)行业基准与历史案例大数据:来自工程建设行业数据库,包括同类型工程的监理数据、风险处置案例、质量安全标准等行业基准数据;过往工程监理过程中积累的风险记录、隐患排查结果、决策案例等历史数据,为当前监理风险预测提供参考。(4)多主体协同大数据:来自建设、施工、设计等多方主体的协同数据,包括建设单位的工程指令、变更要求;施工单位的施工进度报表、隐患整改报告;设计单位的设计交底、图纸变更说明等,可实现监理工作多方数据的整合与共享^[2]。

3 大数据分析在工程监理风险预测中的具体应用路径

3.1 质量风险预测的大数据应用路径

质量风险预测的大数据应用,核心是依托工程全流程采集的海量数据,实现对各类质量隐患的精准预判,应用路径如下:(1)原材料质量风险预测:整合原材料进场检验数据、供应商资质数据、过往原材料质量记录等,通过大数据分析工具,对比原材料各项指标与行业标准的差异,排查不合格原材料进场风险;同时关联原材料使用部位、施工工序数据,预判不合格原材料可能引发的质量隐患,提前叫停不合格材料使用,同步留存检验数据与预警记录,为后续追溯提供依据。(2)施工工序质量风险预测:采集施工现场各工序的施工参数、

操作记录、检验数据等,建立工序质量数据库,通过大数据算法对比正常工序与当前工序的差异,识别工序操作不规范、流程遗漏等问题;针对混凝土浇筑、钢筋绑扎等关键工序,实时采集施工数据,预判裂缝、钢筋间距不达标等潜在质量风险,重点监测工序衔接处的质量隐患。(3)工程实体质量缺陷预测:整合隐蔽工程记录、分项工程验收数据、历史质量缺陷案例等,通过大数据挖掘不同施工环节、不同工艺与质量缺陷的关联关系,预判当前工程可能出现的质量缺陷类型、位置及严重程度,为监理人员重点检查提供方向。

3.2 安全风险预测的大数据应用路径

安全风险预测依托施工现场实时监测数据与历史安全数据,实现对安全隐患的提前预判,应用路径如下:

(1)施工现场人员安全风险预测:采集施工人员考勤数据、安全培训记录、作业轨迹数据、违规操作记录等,通过大数据分析,识别未培训上岗、违规操作频率高、作业区域风险等级高的人员,预判人员安全事故风险,针对性开展提醒与管控,对高风险人员进行重点盯防。

(2)施工设备安全风险预测:实时采集施工设备运行参数、检修记录、故障报警信息、设备老化数据等,通过大数据算法分析设备运行状态,预判设备故障、老化引发的安全风险;对塔吊、施工电梯等大型设备,重点监测关键运行参数,提前预警设备过载、故障等安全隐患,同步推送检修提醒。(3)现场环境安全风险预测:整合施工现场气象数据、环境监测数据、地质勘察数据等,通过大数据分析,预判极端天气(暴雨、大风、高温)、地质变化等对施工安全的影响,提前预警基坑坍塌、高空坠落等环境相关安全风险,明确预警后的现场处置流程。

3.3 进度与投资风险预测的大数据应用路径

进度与投资风险预测通过整合工程进度、投资相关数据,实现对风险的精准预判,具体应用路径如下:

(1)施工进度风险预测:采集施工进度报表、人员设备调配数据、工序完成数据、天气数据等,建立进度预测模型,通过大数据分析对比计划进度与实际进度的偏差,预判进度滞后风险;同时分析滞后原因,识别人员不足、设备短缺、工序衔接不畅等关键影响因素,为后续进度调整提供数据支撑。(2)工程投资风险预测:整合工程量核算数据、材料价格波动数据、工程变更数据、工程款支付数据等,通过大数据分析,预判材料价格上涨、工程量核算偏差、工程变更过多引发的投资超支风险;关联历史同类工程投资数据,对比当前投资进度与预算的差异,提前预警投资风险,明确超支风险的

关键触发点^[3]。

4 大数据分析在工程监理决策支持中的应用路径

4.1 质量问题处置的决策支持应用路径

工程监理中质量问题处置决策,依托大数据整合分析,为监理人员提供精准处置方案,具体路径如下:

(1) 质量问题定位决策:采集质量隐患检测数据、工序记录、隐蔽工程资料、原材料检测报告及施工人员作业日志等,通过大数据比对分析,精准定位质量问题的具体位置、影响范围及产生原因,明确施工单位、检测单位等相关责任主体,避免盲目排查与责任推诿,同时结合实时监测数据,排查问题是否存在扩散趋势,为后续处置奠定基础。(2) 处置方案选择决策:整合历史同类质量问题处置案例、施工规范数据、材料性能数据等,通过大数据挖掘不同处置方案的实施效果、成本及工期影响,为监理人员提供最优处置方案建议,明确整改工艺、整改时限及验收标准。(3) 整改验收决策:实时采集整改过程中的施工数据、检验记录等,通过大数据分析整改效果与标准的契合度,判断整改是否达标,决策是否通过验收、是否需要二次整改,确保质量问题彻底解决。

4.2 安全隐患整改的决策支持应用路径

安全隐患整改决策需快速、精准,依托大数据分析为监理人员提供科学支撑,具体应用路径如下:(1) 隐患等级判定决策:采集安全隐患监测数据、违规操作记录、历史安全事故数据等,通过大数据算法分析隐患发生概率、影响范围及严重程度,划分隐患等级(一般、较大、重大),明确整改优先级。(2) 整改措施制定决策:整合施工现场环境数据、设备运行数据、人员配置数据、施工工艺标准及隐患整改历史数据等,结合隐患等级,通过大数据分析制定针对性整改措施,明确整改责任人、整改流程、安全防护要求及所需材料、设备,同时预判整改过程中可能出现的二次隐患,提前制定应对预案,避免整改措施不合理导致隐患复发。(3) 整改过程管控决策:实时采集整改过程中的安全监测数据、人员作业数据等,通过大数据实时监控整改进度与质量,若发现整改不到位、违规操作等问题,及时决策暂停整改、调整措施,确保整改工作安全有序推进^[4]。

4.3 进度与投资控制的决策支持应用路径

进度与投资控制是监理核心工作,大数据分析为其决策提供精准数据支撑,具体路径如下:(1) 进度调整决策:采集实际进度数据、人员设备调配数据、天气数据、工序衔接数据等,通过大数据对比计划进度与实际进度的偏差,分析偏差原因,决策是否调整施工计划、优化人员设备配置,明确调整方案与时间节点。(2) 投资管控决策:整合工程量核算数据、材料价格波动数据、工程变更数据、工程款支付记录及市场价格走势数据等,通过大数据分析投资偏差情况,明确偏差原因,决策是否调整投资计划、优化成本控制方案;针对工程变更,通过大数据对比变更前后的投资影响、工期影响,结合同类工程变更案例,决策是否批准变更、如何控制变更成本,同时留存变更相关数据,为后续投资核算提供依据。(3) 多方协同决策:整合建设、施工、设计等多方数据,通过大数据分析各方诉求与利益平衡点,为监理人员协调多方关系提供决策支持,比如协调施工单位调整进度、建设单位确认工程变更,确保进度与投资目标同步实现^[5]。

结束语:本文围绕大数据分析在工程监理风险预测与决策支持中的应用展开研究,明确了工程监理核心风险类型与大数据资源构成,详细阐述了大数据在质量、安全、进度投资等方面的风险预测路径,以及在各类监理决策中的具体应用方法。未来可进一步推动大数据与监理工作深度融合,优化预测与决策模型,助力工程监理行业高质量发展,保障工程建设项目实现预期目标。

参考文献

- [1]陈学进,任兴,段康华.建筑工程施工风险分析及安全监理工作探讨[J].门窗,2026(2):25-27.
- [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]张强,卢敏.信息技术在建筑工程监理中的实际应用与效果评估[J].建设监理,2025(1):11-15.
- [4]林瑞鹏.人工智能驱动的建筑工程安全风险智能预警与监理决策研究[J].现代工业工程,2025(3):107-109.
- [5]王飞.基于大数据分析的建筑工程监理决策支持方法研究[J].砖瓦世界,2025(14):181-183.