

基于大数据分析的工程项目智能监管效能提升研究

余学法¹ 郑钢璞² 李昆袁³

1. 杭州宝腾建设工程有限公司 浙江 杭州 310000
2. 中广（绍兴上虞）有线信息网络有限公司 浙江 杭州 312000
3. 杭州知管家信息科技有限公司 浙江 杭州 310000

摘要：在信息技术飞速发展的当下，大数据在各行业广泛应用，工程项目监管领域也迎来变革。传统监管依赖人工经验和简单数据分析，存在监管滞后、风险识别不及时、决策缺精准数据支撑等问题，难以全面收集整合各环节数据，面对复杂项目时局限性尽显。为此，本文深入分析基于大数据分析的工程项目智能监管效能提升。剖析大数据分析技术原理，探究其与监管融合的逻辑，构建全生命周期智能监管框架，设计实时监测与预警机制，搭建协同监管平台。旨在借大数据技术，提升监管的精准性、及时性与智能化水平，有效防控风险，为决策提供支持，助力工程项目高效优质建设，推动监管行业数字化转型。

关键词：大数据分析；工程项目；智能监管；效能提升

1 引言

在当今社会，基础设施建设不断推进，工程项目数量与规模持续攀升，其质量与安全不仅关乎项目本身效益，更紧密联系着公众利益和社会稳定。传统工程项目监管手段，在面对海量工程数据和复杂多变的施工环境时，逐渐暴露出诸多弊端。比如，人工收集和分析数据效率低下，难以及时察觉施工过程中的细微问题与潜在风险，导致质量隐患和工期延误。与此同时，大数据技术凭借强大的数据处理和分析能力，在金融、医疗等领域已取得显著成效，为工程项目监管的革新带来希望。将大数据分析引入工程项目监管，能够实时、全面地处理各类工程数据，精准定位风险点，提供科学决策依据。在此背景下，深入研究基于大数据分析的工程项目智能监管效能提升策略，具有重要的现实意义和迫切性，有助于推动工程行业高质量发展。

2 大数据分析工程项目监管理论基础

2.1 大数据分析技术核心原理

数据挖掘作为大数据分析关键技术，能从海量、不完全、有噪声的数据中提取潜在有用信息和知识。关联规则挖掘可发现工程数据间隐藏关系，如建筑材料价格波动与市场供需、季节变化的关联，帮助项目提前规划材料采购。聚类分析则依据数据相似性将工程数据分组，像对不同施工区域进度数据聚类，快速定位进度异常区域。机器学习算法中，监督学习通过已有标记工程数据训练模型，用于预测工程质量缺陷，依据过往质量问题和对影响因素数据训练模型，预测新施工环节质量风险；无监督学习在无标记工程数据中发现潜在模式，如自动识别施工流程中的资源浪费环节，为优化施工提供依据。如图1所示：

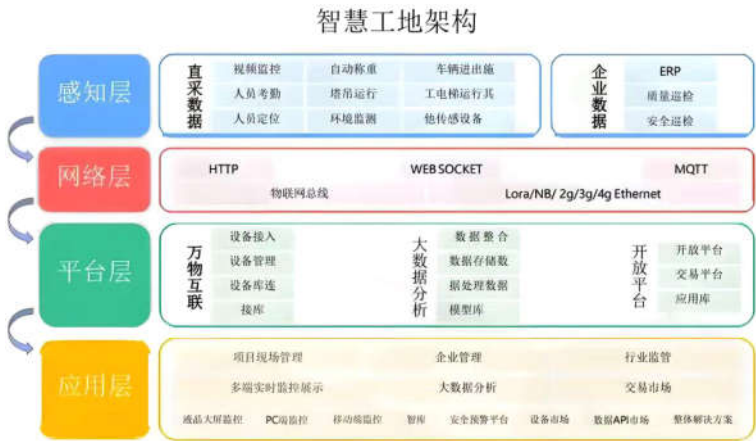


图1 大数据分析技术在工程项目监管中的应用原理

2.2 工程项目监管的传统理论与方法

传统工程项目质量监管依靠现场抽样检查，依据质量验收标准，对建筑材料、施工工艺等进行随机抽检，判断是否符合要求，但这种方式难以覆盖工程全流程和所有细节。进度监管常使用甘特图，以图表形式展示项目任务及其时间安排，通过对比计划进度与实际进度线条，直观了解进度偏差，但对于复杂项目中多任务间的动态关联反映不足。成本监管方面，采用成本预算和成本核算方式，预先制定项目成本预算，施工过程中定期核算实际成本，对比分析偏差原因，但难以实时根据市场变化、工程变更精准调整成本控制策略，易出现成本超支。

2.3 大数据分析工程项目监管融合的理论逻辑

从必要性看，工程项目数据量庞大且分散，传统监管手段无法充分挖掘利用这些数据价值，大数据分析强大的数据处理能力可弥补这一缺陷。通过收集整理工程设计、施工、运维各阶段数据，实现对项目全方位洞察。从可行性来说，当前工程项目数字化程度不断提

高，产生大量结构化和非结构化数据，为大数据分析提供充足数据来源。同时，成熟的大数据分析技术和工具，如Hadoop、Spark等，能高效处理工程数据。借助这些技术，可构建智能监管模型，对工程风险实时预警、为决策提供精准数据支持，实现工程项目监管从经验驱动向数据驱动转变，提升监管效能^[1]。

3 工程项目智能监管效能提升关键要素

3.1 多源数据采集与整合策略

工程项目的数据来源极为广泛，像施工单位的施工记录、监理单位的监理日志，以及各类传感器实时采集的设备运行数据。为全面采集这些数据，需要借助物联网技术，让设备自动上传数据，降低人工采集的误差与遗漏。针对文本类数据，利用OCR技术将纸质文件转化为电子数据。采集后，由于数据格式、标准不一，要进行清洗和整合。建立统一的数据字典，规范数据字段定义，按照工程业务流程关联不同来源的数据，比如将施工进度数据和设备使用情况关联，为后续的深度分析奠定基础，确保数据能有效支撑智能监管。如表1所示：

表1 工程项目风险识别指标体系及实测数据

维度	指标名称	数据来源	监测频率	示例数据（某桥梁项目）	风险阈值
人员	特种作业持证率	人力资源系统	周更新	92% < 95%	触发黄色预警
材料	钢筋抗拉强度合格率	实验室检测报告	每批次	96.5% < 95%	红色预警
机械	设备故障停机时长	物联网传感器	实时	2.3小时/日 > 3小时	橙色预警
环境	暴雨天气停工天数	气象局API接口	日统计	本月累计4天 ≥ 5天	红色预警
管理	安全交底执行率	监理日志记录	周检查	87% < 90%	黄色预警

3.2 大数据驱动精准风险识别与评估

构建风险识别指标体系时，从人员、材料、机械、环境和管理等维度出发。人员维度关注施工人员资质、培训情况；材料维度聚焦材料的质量稳定性、供应及时性；机械维度考量设备的故障率、维护周期；环境维度分析自然条件和周边施工干扰；管理维度审视项目管理制度的执行情况。通过这些指标收集大量历史数据和实时数据，运用机器学习算法，如随机森林算法，对风险因素进行分类和预测。随机森林能处理高维度数据，挖掘复杂的风险模式，精准评估风险发生的可能性和影响程度，以便提前制定应对措施，保障工程顺利推进^[2]。

3.3 智能决策支持系统的构建要素

智能决策支持系统的架构包括数据层、分析层和应用层。数据层汇聚来自各个环节的工程数据，形成数据仓库；分析层运用大数据分析技术，如数据挖掘、机器学习算法对数据进行深度分析；应用层则将分析结果以直观的图表、报告形式呈现给决策者。决策模型方面，开发进度预测模型，基于历史进度数据和实时施工状态

预测项目完工时间；成本预测模型依据成本构成和市场波动估算项目成本。通过这些模型和系统架构，为管理者提供多套决策方案，并模拟方案实施效果，辅助管理者做出科学决策，提高工程项目管理水平。

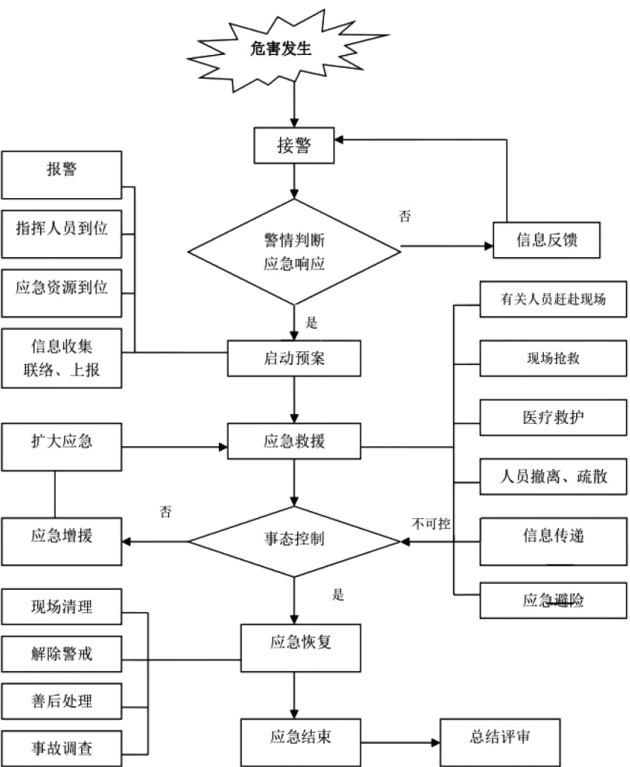
4 基于大数据分析的智能监管模式构建

4.1 全生命周期智能监管框架搭建

在项目前期，收集项目规划、设计数据，利用大数据分析评估设计方案可行性，如分析不同设计的成本预算、施工难度以及潜在风险，筛选出最优方案。同时，基于类似项目数据建立风险预控模型，提前识别可能出现的问题并制定应对预案。项目中期，通过物联网实时采集施工进度、质量、安全等数据，与计划数据对比分析。借助图像识别技术监测施工现场人员安全装备佩戴、施工工艺合规性，一旦发现偏差及时预警，督促施工方调整。项目后期，收集工程验收、运维数据，评估工程质量是否达标，分析运维成本与效益，为后续项目提供经验。各阶段数据相互关联，形成闭环，持续优化监管策略。

4.2 实时动态监测与预警机制设计

监测指标体系围绕进度、质量、安全、成本设定。进度指标包括关键节点完成时间、实际进度与计划进度偏差率；质量指标涵盖材料质量参数、施工工艺达标率；安全指标涉及安全事故发生率、安全隐患数量；成本指标包含预算执行情况、成本超支比例。通过设定合理预警阈值确定风险等级，如进度偏差超10%发出黄色预警，超20%发出红色预警。预警方式多样化，采用短信、APP推送、平台弹窗等形式，确保相关人员及时收到。预警信息详细，包含问题描述、发生位置、影响程度等，便于迅速采取措施，将风险控制在萌芽状态。如图2所示：



事故预警反应流程图

图2 多级预警机制运作流程图

4.3 协同监管平台的功能与实现路径

协同监管平台具备数据共享、实时沟通、智能分析等功能。数据共享模块整合各方数据，让建设单位、施工单位、监理单位等随时获取所需信息；实时沟通模块支持在线交流、视频会议，方便各方及时沟通解决问题；智能分析模块运用大数据算法对工程数据深度挖掘，提供风险评估、决策建议^[3]。实现路径上，首先确定平台技术架构，选用成熟的云计算架构确保稳定性与可扩展性。然后进行功能开发，遵循用户友好原则设计界面。开发完成后，组织各方进行测试，根据反馈优化完

善，正式上线后持续维护升级，保障平台高效运行，提升监管协同效率。

5 智能监管效能提升的实施与挑战应对

5.1 智能监管模式的实施步骤与要点

先搭建技术平台，集成大数据存储、分析工具，确保数据处理高效稳定。采购专业服务器与大数据软件，配置数据挖掘、机器学习算法模块。接着开展人员培训，针对不同岗位设计课程，如为技术人员提供算法优化培训，给管理人员讲解数据分析报告解读，提升全员数字化监管能力。组织协同方面，建立跨部门沟通机制，定期召开项目监管会议，让数据采集、分析、应用各环节人员紧密配合，保障智能监管流程顺畅^[4]。

5.2 实施过程中的数据安全与隐私保护

数据安全面临黑客攻击、数据泄露风险。可采取加密技术，对传输与存储数据加密，如用SSL加密传输中的工程数据，AES加密存储的关键信息。访问控制上，设置严格权限，按岗位分配数据访问级别，如施工人员仅能查看施工相关数据，禁止越权访问财务数据。隐私保护方面，收集数据时明确告知相关方用途并获同意，遵循数据保护法规，规范数据使用流程，防止个人信息与商业机密泄露。

5.3 应对技术与管理变革挑战

技术更新迅速，定期关注大数据、物联网等前沿技术，每年安排技术团队参加行业研讨会，及时引入新技术优化监管系统。系统升级前做好充分测试，模拟不同场景，确保升级不影响正常监管工作^[5]。管理上，变革传统理念，从经验管理转向数据驱动决策。调整组织架构，设立数据管理部门，负责数据统筹分析，协调各部门数据需求，适应智能监管带来的管理变革，提升整体监管效能。

6 结语

本研究围绕基于大数据分析的工程项目智能监管效能提升展开，揭示大数据技术与工程监管融合逻辑，构建智能监管模式。此模式通过多源数据采集整合、精准风险评估及全生命周期监管，显著提升监管效能。不过研究也有局限，如数据质量受数据源可靠性影响，部分算法模型复杂度过高。后续研究可强化数据质量管理，探索更高效算法。对工程行业而言，智能监管模式为监管创新提供思路，助力企业与监管部门利用大数据实现科学决策、风险防控，推动行业数字化转型，提高工程建设质量与效益，为基础设施建设发展注入新活力。

参考文献

[1]房奇文.工程项目中电气自动化技术在智能化监控

系统中的应用研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2024(12):185-188.

[2]刘秋辰.大数据时代下水利工程档案信息化管理方法研究[J].办公室业务,2025(4):25-27.

[3]王毅飞.贵州省重点行业中基于数据分析的“互联网+监管”创新模式研究[J].计算机应用文摘,2024,40(5):

89-91+94.

[4]黎耀辉.利用信息化手段提升污染防治监管效能的策略研究[J].皮革制作与环保科技,2024,5(21):111-113.

[5]殷镠文,张冰,杨景,陶硕,吴骞.基于GraphRAG、大语言模型的流域自然生态监管效能提升研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)自然科学,2024(11):069-072.