

# 建筑施工安全风险评估的实时大数据分析框架

文 | 宗新昊

建筑施工领域经常发生安全事故，风险隐患类型多样且持续变动，这对作业人员生命安全构成重大挑战。传统评估方式主要靠人工经验来判定，很难适应复杂工况下的即时监控要求。大数据技术快速进步为施工安全风险评价开辟新途径，借助实时数据流支持智能分析体系，能有效弥补传统方法局限，并增强风险判断及时性与精确度。

## 建筑施工安全风险特征与大数据分析适用性

建筑工地存在的风险隐患种类特别繁多且成因错综复杂，常规管理方式很难实施全面且实时的监控，大数据技术的应用为风险管控体系的优化创造了有效途径。

## 建筑施工安全风险的类型与演化特征

建筑施工作业涉及高空作业、机械设备操作及地下挖掘等多种高风险环节，威胁因素涉及人身安全、设备异常、环境突变及人员违规等多方面情况。与常规生产环境不同，施工风险具有阶段变化的显著特征，前期地质隐患问题较为突出，主体施工阶段机械伤害、高处坠落及坍塌等问题明显激增；后期外立面与装饰装修施工易引发触电及物体打击等状况。风险因素相互交织且存在动态影响，任何一个环节出现异常都可能连锁放大事故发生概率。随着工期不断延长，风险叠加效应会进一步加剧，各类隐患之间的关联性也会增强，整体风险形势处于持续变化状态。这种动态性和强关联性导致静态评估方法难以适用，迫切需要开发适应性更强的风险评估工具。

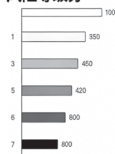
## 实时大数据分析在安全风险评估中的适用性

施工现场每天都会收集到数量庞大的感知信息，这些信息涵盖传感器监测、视频图像、人员追踪及设备运行状况等多种形式，数据总量巨大且刷新速度极快。实时大数据分析技术能够以毫秒级的速度处理信息，在数据产生的同时完成特征提取与风险判断，突破了传统评估中信息采集与分析的时间延迟。通过对多源信息进行整合处理，风险识别的范围得到有效扩展，让那些不易察觉且发展迅速的潜在问题能够被及时发现。基于数据的评估方式减少了对专家判断的依赖，

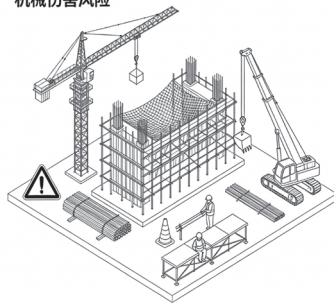
高空坠落风险



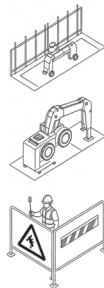
风险等级分



机械伤害风险



物体打击风险



(配图由 AI 生成)

使得评估结果更加客观且具有可重复性，和定期人工检查相比，实时分析系统在响应效率和覆盖范围上优势明显，这和建筑工地风险动态变化的特性高度吻合，应用价值非常高。

## 建筑施工安全风险评估实时大数据框架构建

实时大数据分析框架的关键作用是把施工现场零散数据转化成可支持决策的风险评估结论，框架的科学规划会直接影响评估机制的运作效率。

## 多源异构数据的采集与融合机制

施工现场的数据来源特别多样，像传感器、监控设备、人员定位系统、施工记录等产生的信息，在格式、更新频率和精确度方面有明显不同，直接整合起来面临较大挑战。在数据采集阶段，要针对各类信息源采用差异化的接入方式，结构化数据通过标准化接口实现实时传输，非结构化数据借助图像识别与自然语言处理技术进行初步处理。在数据融合过程中，通过建立数据对齐与质量校验机制，剔除冗余和无效信息后，把多维度数据统一映射到语义空间，构建全面的施工现场风险信息全景。合理设定采集频率非常重要，频率过高会导致数据冗余，过低可能错失短暂的风险变化，要根据不同数据类型的风险敏感度进行动态调整。经融合处理的数据集同时具备时间序列连贯性和空间关联性，为后续风险特征的提取提供坚实的数据支撑。

## 风险特征提取与实时分析模型设计

风险特征提取是把原始数据转化成可量化风险指标的核心环节，针对施工现场数据的时序特性采用滑动窗口技术对数据流进行分段处理，以此捕捉短时内的异常波动规律。

机器学习算法在特征提取过程中发挥着关键作用，通过深度学习历史事故数据来识别高风险状态下的典型特征组合。实时分析模型以流式计算架构为基础，确保特征向量在毫秒级延迟内完成计算与输出。不同施工阶段的风险特征存在显著差异，模型需具备阶段自适应能力，要根据当前施工进度自动调整特征权重配置。模型设计要兼顾精度与计算效率的平衡，避免因模型过于复杂影响实时性能，同时保留动态更新接口，让模型能随施工阶段变化持续迭代优化。

#### 风险评估指标体系与动态预警阈值设定

风险评估指标体系开发是基于施工现场具体危险情况，包括人员操作失误、设备运行状况、天气环境变化及作业区域管理等多个方面。各项指标依据风险影响大小分配不同权重，以此防止某个指标过度左右最终评估结果。动态预警阈值制定突破了固定阈值的限制，通过研究历史数据分布与风险事件发生规律，构建可随施工环境自动调节的阈值范围。一旦实时数据超出阈值范围，系统会根据风险高低启动分级预警，高风险状态直接发出预警并通知管理人员，中低风险通过日志记录纳入持续跟踪。阈值的定期核查机制也是必不可少的，随着现场条件发生变化，现有阈值可能不再适用，需要利用新数据对其进行持续修正，指标体系与阈值机制相互配合，确保风险评估结果能够灵活适应现场变化。

#### 框架实现路径与应用策略

技术平台提供可靠保障、评估信息实现有效传达、部署推广做到兼容适配，这三个环节共同决定框架落地成效，它们彼此相互关联且缺一不可。

#### 实时计算平台的架构设计与技术选型

实时计算平台是整个架构运行的底层支撑力量，它承担着数据采集、流式处理及风险控制等关键功能。平台结构采用的是模块化分层模式，其中，采集层支持多源并发接入各类数据，计算层负责实时分析与特征提取相关任务，存储层则对历史资料和实时数据分别进行管理操作。技术选型需要重点平衡处理能力与响应速度二者关系，流式处理框架要满足高频数据的毫秒级计算需求，分布式存储系统需确保海量资料的可靠保存与高效调取工作。平台应该支持弹性扩展功能，能够根据业务量增长自动调整资源分配情况，避免因数据规模扩大导致性能受限问题。在复杂施工场景当中，网络传输很容易受到各种干扰影响，平台需要具备断点续传和本地缓存机制保障，确保网络波动不会损害数据完整性，通过容错设计和数据备份方案有效实施，可保障平台在复杂工况下的稳定运行状态。

#### 风险评估结果的可视化呈现与决策支持

如果风险评估结果只靠数字来展示，管理者就很难迅速掌

握现场实际情况。可视化技术能把实时评估数据转化成施工风险热力图、变化趋势图表及预警指示面板等直观形式，让风险的分布情况和动态变化清晰可见。通过不同颜色来区分风险等级，高风险区域会在界面当中重点突出，能帮助管理者快速识别关键风险点。在可视化基础之上，决策支持功能可结合当前风险状态自动提出处理建议，辅助管理层制定精准的管控策略。考虑到施工现场人员流动性大这一特点，系统支持在手机端实时查看风险信息，可有效提升预警的传递速度。同时系统还保存历史评估数据，便于事后回溯和进行规律分析，能为后续施工安全管理措施的优化提供数据支撑。

#### 框架的部署实施与推广应用策略

框架在工程现场应用的时候，要依据具体施工项目工程类型与作业环境，制订出分步骤的实施方案。启动阶段可以优先在高支模、深基坑、起重吊装等高风险环节进行试点，主要检验框架在复杂环境下的数据采集可靠性和风险识别精准度，并且通过实测数据对风险模型作参数优化，确保评估结果和工程实际风险状况保持一致。全面实施阶段需要把实时评估结果融入施工组织设计、安全专项方案及工程监理流程，以此促进技术和工程管理实现有机结合。针对房建、市政、桥梁隧道等不同工程类型，要配置专属的风险指标模块，从而匹配各类工程风险变化的阶段性特征。平台接入方面，优先实现和智慧工地管理平台及BIM系统的对接，避免重复投入。同时针对安全员、技术负责人等关键岗位开展专门培训，保障框架在施工现场能够有效落实。

#### 结束语

实时大数据分析框架的系统构建，可为建筑施工安全风险评估提供智能化、精准化的全新技术路径。该框架涵盖多源数据采集融合、风险动态识别、预警阈值科学设定、可视化决策支持及平台部署推广等核心环节，各模块协同运作，形成覆盖风险感知、分析评估与管控决策的完整闭环体系。施工安全风险的有效管控，不仅依赖技术框架的持续完善，更需要管理机制与技术手段的深度融合。随着大数据与智能计算技术的持续演进，建筑施工安全风险评估体系将向更高精度、更强适应性、更广应用范围的方向深入发展，为行业安全管理水平的整体提升奠定坚实基础。

**作者简介：**宗新昊 上海建科工程咨询有限公司山东分公司

**责任编辑：**徐培炎 投稿邮箱：zhouhl@staff.ccidnet.com