

建筑行业安全与应急技术的集成设计与实践

占洪海

360428*****2733

摘要: 建筑行业施工环境复杂、风险因素多, 安全管理与应急处置的高效性直接关系到人员生命与财产安全。当前行业内安全技术与应急技术多独立应用, 存在数据不通、响应滞后、协同性差等问题, 难以应对复杂突发安全事件。本文聚焦建筑行业安全与应急技术的集成设计与实践, 梳理当前安全与应急技术应用现状短板与核心需求, 分析技术集成的关键维度与设计原则, 探索集成系统的构建框架与实践路径, 研究集成应用的效果评估与优化方向。旨在为提升建筑行业安全防控精度与应急处置效率提供理论支撑, 为安全与应急技术深度融合提供新思路, 助力建筑行业安全管理体系升级。

关键词: 建筑行业; 安全技术; 应急技术; 集成设计; 实践路径

DOI: 10. 69979/3029-2727. 25. 10. 080

引言

建筑行业作为国民经济支柱产业, 其施工过程涉及高空作业、重型设备操作、多工种交叉作业等场景, 安全风险贯穿项目全周期, 突发安全事件若处置不当, 易造成严重后果。当前建筑行业虽已引入视频监控、智能预警、应急通信等技术, 但安全技术多聚焦日常风险监测, 应急技术侧重事件发生后处置, 两者缺乏有效衔接, 导致风险预警与应急响应脱节、数据无法共享、资源调配低效。随着建筑行业向智能化、绿色化发展, 对安全与应急管理的协同性、及时性提出更高要求。

1 建筑行业安全与应急技术应用现状与需求

1.1 安全技术应用常见问题与局限

当前建筑行业安全技术应用存在多方面常见问题与局限。部分项目的安全监测技术覆盖范围不足, 如高空作业区域、深基坑周边等高危区域未实现全方位监测, 易出现监测盲区, 导致风险遗漏。安全技术多为独立运行的单点设备, 如独立的塔吊监测仪、临边防护报警器, 设备间数据无法互通, 难以形成整体安全防控网络, 管理人员无法全面掌握项目安全状态。

1.2 应急技术应用现存短板与响应瓶颈

建筑行业应急技术应用存在明显现存短板与响应瓶颈。应急通信技术在复杂施工环境中稳定性不足, 如在地下施工区域、信号屏蔽区域, 应急通信设备易出现信号中断, 导致事故现场信息无法及时传递, 延误应急指挥决策。应急资源调度技术缺乏智能化支持, 多依赖人工统计与调配应急物资、设备、人员, 无法实时掌握

资源分布情况, 易出现资源调配滞后或重复调配, 影响应急处置效率。

1.3 技术集成核心需求

新时代建筑行业对安全与应急技术集成提出多方面核心需求。从风险防控角度, 需要通过技术集成实现“日常监测 - 风险预警 - 应急处置”的无缝衔接, 避免数据断层, 确保风险从发现到处置的全流程高效运转, 提升安全管理的连贯性。从效率提升角度, 要求集成技术具备智能化分析能力, 能整合多源安全与应急数据, 自动生成风险评估报告与应急处置建议, 减少人工干预, 提升管理效率。从协同管理角度, 需通过集成技术打破部门间信息壁垒, 实现安全管理部门、施工部门、应急救援部门的数据共享与协同作业, 确保在风险处置过程中各部门高效配合, 提升整体应急响应能力。

2 建筑行业安全与应急技术集成设计的关键维度

2.1 安全监测与应急预警协同集成设计

安全监测与应急预警技术的协同集成设计, 需实现两者数据的深度融合与功能联动。在数据层面, 将安全监测设备采集的温度、振动、位移等实时数据, 与应急预警系统的风险数据库对接, 建立统一的数据模型, 确保监测数据能直接为预警分析提供支撑。在功能层面, 当安全监测数据显示风险超出正常范围时, 系统自动触发应急预警流程, 根据风险等级推送不同预警信息, 如向现场作业人员发送声光预警、向管理人员发送手机短信预警、向应急指挥中心发送详细风险报告。

2.2 应急通信与资源调度融合集成设计

应急通信与资源调度技术的融合集成设计，核心是构建“通信 - 调度 - 指挥”一体化系统。在硬件层面，整合应急通信设备与资源调度终端，如将应急对讲机、北斗定位终端、资源调度平板设备互联互通，确保事故现场的语音、视频、位置信息能实时传输至资源调度平台。在软件层面，开发具备通信与调度双重功能的集成平台，平台可通过应急通信数据掌握事故现场情况，同时基于 GIS 地理信息系统展示应急资源分布，管理人员能在平台上直接通过通信功能下达调度指令，实现“看到现场 - 制定方案 - 调度资源”的一站式操作。

2.3 安全数据与应急决策互联集成设计

安全数据与应急决策技术的互联集成设计，需依托大数据分析技术构建智能决策支持体系。首先，整合项目全周期的安全数据，包括历史事故数据、日常监测数据、隐患整改数据等，建立安全数据库，为应急决策提供数据支撑。其次，将安全数据库与应急决策系统对接，开发决策算法模型，当事故发生时，系统自动调用相关安全数据，分析事故类型、影响范围、潜在风险，结合历史处置案例，生成多套应急处置方案，并对方案的可行性、安全性、效率进行评估，推荐最优方案。

3 建筑行业安全与应急技术集成系统的构建框架

3.1 硬件架构设计与设备选型原则

集成系统的硬件架构设计需采用分层分布式结构，分为感知层、传输层、应用层。感知层部署各类安全监测与应急设备，如高清摄像头、传感器、应急通信终端，实现数据采集；传输层通过 5G、物联网、光纤等多种传输方式，确保数据稳定传输；应用层部署服务器、工作站等设备，支撑系统软件运行。设备选型需遵循可靠性原则，优先选择适应建筑施工复杂环境的防水、防尘、抗干扰设备；兼容性原则，所选设备需支持统一数据接口，确保能与现有系统对接；可扩展性原则，预留设备接入端口，方便后续根据项目需求增加设备，避免架构频繁调整。

3.2 软件平台开发与功能模块划分

集成系统的软件平台开发需围绕“数据整合 - 分析应用 - 协同管理”核心目标，划分多个功能模块。数据整合模块负责接收、存储、清洗感知层采集的安全与应急数据，实现数据标准化处理；数据分析模块通过算法模型对数据进行风险评估、趋势预判、决策建议生

成；可视化展示模块以图表、地图等形式直观呈现项目安全状态、应急资源分布、事故处置进度；协同管理模块提供多部门协同工作界面，支持在线沟通、指令下达、任务分配；应急处置模块包含应急预案库、应急资源调度、事故复盘分析功能。各模块需实现无缝衔接，确保软件平台整体运行流畅，满足不同场景下的管理需求。

3.3 数据标准与接口兼容设计

集成系统的数据标准与接口兼容设计，是保障系统正常运行的关键。在数据标准方面，制定统一的数据采集标准，明确温度、振动、位移等监测数据的采集频率、格式、单位；建立数据分类标准，将数据分为安全监测数据、应急资源数据、事故处置数据等类别，确保数据分类清晰；规范数据存储标准，确定数据存储周期、备份频率、加密方式，保障数据安全。在接口兼容方面，采用标准化的硬件接口，如 RS485、以太网接口，确保不同品牌、型号的设备能顺利接入；开发开放式软件接口，支持与项目管理系统、监理系统等外部系统对接，实现数据共享。

4 建筑行业安全与应急技术集成的实践路径

4.1 全周期分阶段应用策略

项目全周期视角下集成技术的分阶段应用策略，需根据项目不同阶段的安全特点调整应用重点。在项目准备阶段，部署基础安全监测设备，如场地周边的围挡监测、临时用电监测设备，同时搭建集成系统的硬件架构与软件平台，完成数据接口调试，为后续应用奠定基础。施工阶段是集成技术应用的核心阶段，根据施工进度逐步增加监测设备，如主体结构施工时增加塔吊监测、高空作业监测设备，深基坑施工时增加基坑变形监测设备，同时启动应急预案、资源调度功能，实现实时风险防控。竣工验收阶段，利用集成系统的历史数据进行安全复盘，分析项目全周期安全风险规律，为后续项目集成技术应用提供经验参考。

4.2 不同建筑类型适配实践

针对不同建筑类型，集成技术需进行差异化适配实践。住宅建筑施工以多层、高层建筑为主，重点适配高空作业、垂直运输设备的集成监测技术，如在施工电梯、脚手架区域强化监测与预警功能，确保人员垂直运输安全。公共建筑如体育馆、会展中心，多存在大跨度结构、复杂钢结构施工，需适配针对结构应力、吊装作业的集成技术，加强对结构稳定性与重型设备的监测，防范结构坍塌风险。市政工程如道路、桥梁、地下管廊，施工

环境多位于城市公共区域,需侧重应急通信与交通疏导的集成技术,确保事故发生时不影响城市正常交通,同时保障周边居民安全。

4.3 人员培训与管理机制配套建设

集成技术应用中人员培训与管理机制的配套建设,是确保技术落地的重要保障。在人员培训方面,制定分层培训计划,对管理人员开展集成系统整体操作与数据分析培训,使其能掌握系统核心功能;对现场作业人员开展设备使用与预警响应培训,使其能正确操作监测设备、识别预警信号。培训方式采用理论教学与实操演练结合,定期组织模拟事故场景的系统操作演练,提升人员实战能力。在管理机制方面,建立集成技术应用责任制,明确各岗位人员在系统操作、数据审核、应急处置中的职责;制定系统日常维护制度,定期检查设备运行状态、更新软件版本、备份数据,确保系统稳定运行;建立考核机制,将人员系统操作能力、应急响应效率纳入绩效考核,激励人员主动掌握集成技术。

5 建筑行业安全与应急技术集成的效果评估与优化

5.1 多维度评估指标体系构建

集成技术应用效果的多维度评估指标体系构建,需从安全、效率、成本三个核心维度设计指标。安全维度包括风险识别率、隐患整改率、事故发生率,风险识别率衡量系统对安全隐患的发现能力,隐患整改率评估风险处置的及时性,事故发生率反映整体安全防控效果;效率维度涵盖应急响应时间、资源调度效率、数据处理速度,应急响应时间体现事故处置的快速性,资源调度效率评估资源利用合理性,数据处理速度反映系统智能化水平;成本维度包含技术投入成本、运维成本、事故损失成本,通过对比集成技术应用前后的成本变化,评估技术应用的经济性。各指标需明确计算方法与评价标准,确保评估结果客观、可比。

5.2 常见问题与动态优化方法

集成系统运行中存在多种常见问题,需通过动态优化方法持续改进。系统运行中易出现数据传输延迟问题,尤其是在数据量较大时,需优化传输网络架构,采用边缘计算技术在本地预处理数据,减少数据传输量,提升传输速度。部分设备在长期使用后会出现精度下降,导致监测数据不准确,需建立设备定期校准制度,结合系

统数据对设备精度进行实时监测,发现偏差及时校准或更换设备。

5.3 未来发展趋势

未来建筑行业安全与应急技术集成将呈现多方面发展趋势。从技术融合角度,人工智能技术将深度融入集成系统,通过深度学习算法提升风险预判精度与应急决策的智能化水平,实现“主动防控-智能处置”的全流程自动化。从应用场景角度,数字孪生技术将与集成系统结合,构建项目虚拟模型,实现安全监测、应急演练的可视化模拟,管理人员可在虚拟环境中预判风险、优化应急方案,提升技术应用的前瞻性。从绿色发展角度,集成技术将融入低碳理念,采用低功耗监测设备、节能型应急装备,减少技术应用过程中的能源消耗,同时通过精准风险防控减少事故造成的环境破坏,实现安全管理与绿色施工的协同发展。

6 结论

本文围绕建筑行业安全与应急技术的集成设计与实践展开研究,梳理了技术应用现状与需求、集成设计关键维度、系统构建框架、实践路径及效果评估与优化方向。研究表明,当前建筑行业安全与应急技术独立应用的模式已难以适应复杂项目管理需求,通过协同集成、融合集成、互联集成设计,可打破技术壁垒,提升安全防控与应急处置的协同性。集成系统的硬件架构、软件模块、数据标准设计,为技术落地提供基础支撑;分阶段应用、差异化适配、人员与机制配套,确保集成技术在实践中有效推行。

参考文献

- [1] 孟斌,周斌.增强现实技术在建筑行业安全生产中的应用[J].劳动保护,2024,(08):80-82.
- [2] 韩江帆.安全管理对现场施工的影响[J].居业,2025,(05):199-201.
- [3] 王荣臻.建筑行业危化品安全管理的困境与突围——从风险防控到本质安全升级[J].中国资源综合利用,2025,43(06):170-172.
- [4] 唐学靖.建筑施工行业安全管理与生产工作的关系[J].天津化工,2024,38(06):111-112.
- [5] 初丛峰.提升住宅建筑行业质量安全的策略分析[J].居舍,2024,(34):124-127.