

# 建筑工程中施工安全风险评估与预防措施研究

魏景帅

安徽建工水利开发投资集团有限公司 河北 石家庄 050000

**摘要：**建筑工程施工安全风险评估与预防措施是保障施工安全的核心环节，需结合系统性方法及动态管控手段。全面排查高空作业、机械伤害、物体打击、触电、坍塌等常见风险点；重点关注危大工程（如基坑支护、脚手架、起重机械）及环境因素（恶劣天气、地质隐患）。坚持“事前识别、事中监控、事后分析”原则，结合风险数据库实现动态管控，并通过“两场联动”（施工现场与建筑市场）压实企业主体责任。

**关键词：**建筑工程；施工安全风险评估；预防措施

建筑工程安全风险评估体系的构建需融合系统性理论框架与实操性管理流程，结合国内规范和行业实践形成闭环管理。

## 1 建筑工程安全风险评估体系构建

1.1 风险评估流程体系（六步循环）。准备阶段，目标界定：明确评估范围（如深基坑、超高模板等高风险工程）及核心目标（控制事故率/保障工期）。团队组建：跨专业协同（项目经理、安全工程师、岩土专家等），第三方评估机构参与。数据基础：整合地质报告、设计图纸、历史事故案例及行业标准。风险识别与分类，方法：现场勘查+专家头脑风暴+检查表法（如危大工程清单）。风险源分类：物理风险：设备故障、坍塌（如模板支架失稳）；管理风险：培训缺失、违规操作；环境风险：极端天气、地质变异。风险分析与定级，定性分析：专家经验判定可能性/后果（如LEC法）。定量工具：风险矩阵法：结合概率与严重度划分等级；蒙特卡洛模拟：用于复杂工程（如隧道施工）的概率预测。风险应对策略，规避：修改设计方案（如避开软弱地层）；减轻：增设安全网、自动化监测设备；转移：通过工程保险/分包合同转移风险；接受：低风险项纳入常规管理。持续监控与改进，动态监测：传感器实时传输边坡位移、沉降数据；审计机制：每月对标《建筑施工安全检查标准》（JGJ59）评分（ $\geq 80$ 分优良， $< 70$ 分不合格）；闭环整改：隐患台账逐项销号，更新风险评估数据库。

1.2 关键技术支撑体系。指标体系构建，原则：科学性（如力学模型支撑）、系统性（覆盖人-机-料-法-环）、可量化（传感器直采数据）。核心指标示例：安全管理：安全员配比、培训覆盖率；技术控制：支护结构变形阈值、爆破振动速度；应急能力：救援队伍响应时间、物资完备率。智能化工具应用，BIM模型：碰撞检查与虚

拟施工预演风险点；AI预警：利用图像识别抓拍未佩戴安全帽行为；大数据分析：关联历史事故数据预测高风险工序（如统计显示40%坍塌发生于雨季开挖）。标准与认证衔接，合规依据：执行《施工安全风险评估技术导则》（GB/T 20491）；阶段评价：预评价（可研阶段）→设计专篇（施工图阶段）→验收评价（试运行后）。

1.3 落地保障机制。权责绑定：明确项目经理为第一责任人，安全总监有一票否决权；资源保障：提取工程造价的1.5%~3%作安全风险基金；文化培育：推行“行为安全之星”奖励计划，降低人为失误率。体系有效性取决于“标准执行刚性”与“数据驱动迭代”。建议每季度更新风险库，结合《安全生产重大风险辨识与评估标准》（GB/T 25967）优化模型参数。对于隧道、超高层建筑等特殊项目，需开展专项风险评估并独立备案。

## 2 建筑工程施工现场风险识别方法

2.1 风险识别基础理论。危险源分类模型，第一类危险源：能量或危险物质载体（如塔吊势能、临时用电线路）。第二类危险源：管理缺陷或人为失误（如无证操作、防护缺失）。识别核心维度，物理层面：设备故障、结构坍塌（如模板支撑失稳）。管理层面：培训不足、违规作业。环境层面：极端天气、地质突变。

2.2 实操识别方法。传统方法，经验分析法，专家头脑风暴编制风险清单，历史事故案例逆向推导（如坍塌事故反查支护缺陷）现场勘察法，动态巡检：每日排查深基坑、高支模等高危区域，标记管理：二维码标识风险点位置及状态，技术增强方法，智能监控，AI图像识别：自动抓拍未佩戴安全帽等行为，传感器网络：实时监测边坡位移、沉降数据。数据驱动分析，BIM碰撞检测：虚拟施工预演风险场景，大数据关联：雨季开挖事故率升高预警。

2.3 建筑工程地下施工安全隐患识别。核心风险识别

方向,地质与水土风险,土体失稳:深基坑边坡滑动、隧道掌子面坍塌(尤其砂土层或富水地层);地下水渗透:降水系统失效导致涌水、流砂,引发周边沉降;有害气体:密闭空间内沼气、一氧化碳积聚(如隧道、管廊)。支护与结构风险,支护失效:基坑支护桩位移超标、锚索预应力不足;模板支撑缺陷:高大模板架体倾斜、扣件松动引发坍塌;临时结构过载:施工栈桥超载使用或材料堆放过高。作业过程风险,违规操作:隧道掘进超挖、基坑掏挖作业;交叉作业冲突:多工种同步施工导致坠物伤害;设备隐患:盾构机液压管路爆裂、起重机械倾覆。隐患识别方法,技术勘测法,地质雷达扫描:探测地下空洞、管线错位;自动化监测:实时监测基坑位移、支护结构应力(超过阈值自动预警);气体检测仪:密闭空间作业前强制检测氧气及有毒气体浓度。

### 3 建筑工程风险控制措施制定方法

3.1 措施制定流程框架。风险定级与策略匹配,基于风险矩阵划分等级(红/橙/黄/蓝),制定差异化策略:红色(一级):停工整改+专项预案(如深基坑坍塌风险需加固支护并疏散人员),橙色(二级):限期治理+实时监测(如塔吊作业加装风速报警装置),黄色(三级):常规巡查(脚手架每周检查连墙件),蓝色(四级):日常巡检(临时用电线路防护)。按“消除→替代→工程控制→管理控制→个体防护”顺序选择措施:优先工程技术:如用装配式结构减少高空作业,次选管理手段:危大工程专项方案专家论证。

3.2 核心控制措施库。技术控制措施,本质安全设计,修改方案规避风险:地质断层区改用桩基替代浅基础,自动化减人:智能爬架替代传统脚手架。防护设施强化,物理屏障:高空作业区设置双道安全网(承重 $\geq 100\text{kg}/\text{m}^2$ )。智能监控:边坡位移传感器实时预警(阈值 $> 3\text{mm}/\text{小时}$ 自动报警)。管理控制措施,责任机制,项目经理首要责任制,安全总监享有一票否决权,隐患闭环流程:扫码登记→限时整改→云端复查。应急与培训措施,精准化演练,场景定制:针对触电事故开展“黄金4分钟”救援培训,高频次要求:人员密集区每半年至少1次疏散演练。行为安全干预,“安全之星”激励:对规范操作者即时奖励,重点人群管理:临时工入场24小时内完成安全培训。

3.3 措施有效性保障机制。合规性衔接,强制依据:红色风险需同步《房屋市政工程重大事故隐患判定标准》,动态对标省级目录(如江苏省风险报告规定),执行要点:新技术融合:利用BIM模拟措施效果(如汛期排水方案虚拟验证),政策联动:2025年起执行消费品

安全风险管理新国标,强化新技术应用风险防控,文化渗透:建立“风险控制积分”与绩效考核挂钩。

### 4 建筑工程安全防范措施落实方法

4.1 责任网格化:构建全员责任链条。“三维绑定”责任机制,岗位绑定:推行“一岗一码”制度,扫码可查岗位安全职责、应急处置流程;区域绑定:按施工阶段划分网格单元(如基坑工程、主体施工),设置专职网格员每日2次巡查并填写《网格化工作日志》;考核绑定:安全绩效占薪资权重 $\geq 15\%$ ,连续3年优秀者晋升优先。领导责任强化,项目经理带班检查:红色风险工程每日到岗,橙色风险每周3次;安全总监一票否决权:叫停违规作业112次(某央企2024年数据)。

4.2 技术防控:智能装备与数据驱动。本质安全强化,智能防护设备,高坠防控:智能安全绳(拉力 $> 2\text{kN}$ 自动制动)+AI视频抓拍未系安全带行为;坍塌预警:边坡雷达实时监测(位移 $> 3\text{mm}/\text{h}$ 自动报警)。工艺革新,用装配式爬架减少高空作业风险;基坑支护采用数智化液压支撑系统。风险动态管控,物联网监控网络,部署300+传感器:监测塔吊倾角、用电漏电流、脚手架荷载;数据驾驶舱:实时显示隐患整改进度(超24小时未处理标红)。虚拟预控,BIM碰撞检测:提前发现设计冲突(如某管廊项目避免234处隐患);VR事故模拟:体验坍塌、触电场景提升应急能力。

4.3 过程闭环管控:PDCA循环落地。事前预防,方案刚性审批:危大工程专项方案需专家论证(住建部63号文清单);资源储备:安全投入占比:工程造价 $1.5\%\sim 3\%$ ;应急物资:防汛工程沙袋 $\geq 0.5\text{m}^3/100\text{m}^2$ 。事后改进,根本原因分析:应用故障树(FTA)剖析事故(如某触电事故追溯至漏保失效);数据库迭代:每月更新隐患库,季度优化管控策略。

### 5 建筑工程安全防范措施落实方法

5.1 责任网格化:全员责任链条构建。三维责任绑定机制,岗位绑定:推行“一岗一码”制度,扫码可查岗位安全职责及应急处置流程;区域绑定:按施工阶段划分网格单元(如基坑、主体结构),专职网格员每日2次巡查并记录《网格化日志》;考核绑定:安全绩效占薪资权重 $\geq 15\%$ ,连续3年优秀者优先晋升。领导责任强化,项目经理带班检查:红色风险工程每日到岗,橙色风险每周3次;安全总监行使一票否决权,2024年某央企叫停违规作业112次。

5.2 技术防控:智能装备与数据驱动。本质安全强化,智能防护设备应用,防高坠:智能安全绳(拉力 $> 2\text{kN}$ 自动制动)+AI视频抓拍未系安全带行为;防坍塌:

边坡雷达实时监测（位移超3mm/h自动报警）。工艺革新降风险，装配式爬架替代传统脚手架减少高空作业；基坑支护采用数控液压支撑系统。风险动态管控，物联网监控网络，部署300+传感器监测塔吊倾角、用电漏电流等参数；数据驾驶舱实时显示隐患整改进度（超24小时未处理标红）。虚拟预控技术，BIM碰撞检测提前消除设计冲突（某管廊项目避免234处隐患）；VR事故模拟体验坍塌、触电场景提升应急能力。

5.3 过程闭环管控：PDCA循环执行。事前预防，方案刚性审批：危大工程专项方案需专家论证（住建部63号文清单）；资源保障：安全投入占比工程造价1.5%~3%；应急物资储备：防汛工程沙袋 $\geq 0.5\text{m}^3/100\text{m}^2$ 。事后改进，根源追溯：应用故障树（FTA）分析事故原因（如漏电保护器失效致触电）；策略迭代：每月更新隐患数据库，季度优化管控措施。

5.4 重点事故防范与应急保障。五大伤害精准防控，高坠事故：2米以上作业强制系安全带（高挂低用），临边设双道安全网；物体打击：交叉作业设防护棚，物料堆高 $\leq 1.5\text{米}$ ，工具袋存放小型器具；触电事故：配电箱“一机一闸一漏保”，潮湿环境用 $\leq 36\text{V}$ 安全电压；机械伤害：传动部位装防护罩，起重设备限位器定期校验；坍塌事故：基坑按设计放坡支护，模板支撑体系验收后使用。实战化应急体系，场景演练：汛期开展“基坑涌水”1小时响应演练；高坠事故模拟“黄金4分钟”救援；高频要求：人员密集区每半年 $\geq 1$ 次疏散演练。

## 6 建筑工程安全培训与教育方法

建筑工程安全培训与教育需构建“全员覆盖、精准施教、实战演练、闭环评估”四维体系，结合法规要求

与技术手段提升本质安全能力。

6.1 分层分类培训体系。企业三级责任主体培训，企业决策层，培训重点：安全生产法规责任（《安全生产法》《刑法》追责条款）、安全投入标准（工程造价的1.5%~3%）；课时要求：年度培训 $\geq 30$ 学时，含事故刑事责任案例解析。项目管理层，核心内容：危大工程方案编制与审批流程（住建部37号令）、双重预防机制建设；资质绑定：B类人员需持注册建造师证+年度考核合格。一线操作层，岗前强制培训：临时工入场24小时内完成三级安全教育（公司级政策15学时+项目级风险15学时+班组实操20学时）；特种作业人员：需初中以上学历+近三月体检合格+持证上岗（如塔吊操作工）。

6.2 创新教学方法与技术应用。沉浸式体验教学，VR事故模拟，高空坠落体验：2米坠落模拟引发肌肉僵直、冷汗等生理应激反应，提升风险敬畏感；触电场景还原：36V安全电压体验装置教学。实体安全体验区，洞口坠落体验台：验证安全带“高挂低用”有效性；消防灭火实操：不同火源（电路/油料）对应灭火器选择训练。

总之，措施落地的核心在于穿透“最后一米”，通过责任网格化压实、物联网数据追溯、行为激励三重驱动，形成“识别-整改-验证-优化”闭环。极端天气或工艺变更后需启动专项复检并更新风险档案。

## 参考文献

- [1]张喜嵘,浅谈建筑工程中施工安全风险评估与预防措施.2022.
- [2]张忠翔,建筑工程中施工安全风险评估与预防措施探讨.2023.