

建筑工程施工安全风险管理与防范探析

王海军

宁夏诚智信电力建设咨询有限公司 宁夏 银川 750000

摘要：建筑工程作为推动社会发展的重要基础产业，其施工过程复杂且风险因素众多。施工安全不仅关乎工程项目的顺利推进，更与施工人员的生命财产安全紧密相连。然而，在实际施工中，受多种因素影响，安全风险频发。本文深入剖析建筑工程施工安全风险的主要类型与成因，系统探讨有效的风险识别、评估方法，并针对性地提出一系列防范策略与措施，旨在为建筑工程施工安全管理提供科学参考，降低事故发生率。

关键词：建筑工程；施工安全；风险管理；防范

引言：建筑工程是社会发展的关键支撑，在城市化进程不断加速的当下，其规模与数量持续攀升。但建筑工程施工环境复杂、工序繁多，存在诸多不确定因素，使得安全风险如影随形。一旦发生安全事故，不仅会造成人员伤亡和财产损失，还会影响工程进度与社会稳定。有效的安全风险管理体系，是保障施工顺利开展、维护人员生命安全的重要前提。因此，深入探析建筑工程施工安全风险管理与防范策略，具有极为迫切且重大的现实意义。

1 建筑工程施工安全风险理论基础

1.1 核心概念界定

(1) 施工安全风险的定义与分类：施工安全风险指建筑工程施工阶段，因各类不确定因素导致人员伤亡、财产损失或工程延误的可能性及后果严重程度组合。按来源可分为三类：一是技术风险，如施工工艺落后、结构设计缺陷、设备老化故障等；二是管理风险，包括安全制度缺失、人员培训不足、现场监管不到位等；三是环境风险，涵盖自然灾害（暴雨、台风）、地质条件复杂（滑坡、坍塌）、周边环境干扰（地下管线破坏）等。

(2) 风险管理的内涵与流程：风险管理是通过系统性方法控制施工安全风险的动态过程，核心内涵是在成本可控范围内，实现风险最小化。其标准流程包含四步：首先是风险识别，通过现场勘查、资料分析等手段，全面排查潜在风险点；其次是风险评估，采用定性与定量结合方式，判定风险发生概率及影响程度；再次是风险应对，根据评估结果制定措施，如风险规避（调整施工方案）、风险降低（增设防护设施）、风险转移（购买保险）；最后是风险监控，实时跟踪风险变化，动态更新应对策略。

1.2 相关理论支撑

(1) 风险矩阵理论：该理论以“风险概率”为横轴、“风险影响程度”为纵轴，构建二维矩阵模型，将施工

风险划分为高、中、低三个等级。例如，深基坑坍塌事故概率较低但影响程度极高，通过矩阵可判定为高风险，需优先管控，为风险分级处置提供直观工具。(2) 事故致因理论：典型如“海因里希法则”，提出每1起重大事故背后，存在29起轻微事故和300起无伤害事件，强调通过排查小隐患预防大事故；“能量意外释放理论”则认为，事故本质是能量（如机械能量、电能）意外逸散，需通过防护装置（如安全阀、绝缘层）控制能量释放路径，为安全防护设计提供理论依据。(3) 系统安全理论：主张从“人-机-环-管”四要素协同分析风险，即考虑施工人员操作失误、机械设备故障、作业环境隐患、安全管理漏洞的相互作用。例如，高空作业事故可能因人员未系安全带（人）、脚手架松动（机）、大风天气（环）、监管未到位（管）共同引发，需通过多维度管控实现系统安全^[1]。

2 建筑工程施工安全风险识别与评估

2.1 风险识别方法

(1) 专家调查法：德尔非法通过多轮匿名问卷征求专家意见，逐步收敛共识，适用于复杂工程的隐性风险识别，如新型施工技术潜在安全隐患；头脑风暴法组织专家现场自由讨论，激发思维碰撞，可快速梳理出常见风险点，如脚手架搭设中的安全漏洞，两种方法结合能兼顾风险识别的全面性与高效性。(2) 检查表法：依据建筑施工安全规范（如《建筑施工高处作业安全技术规范》）及同类工程事故案例，制定标准化检查表，涵盖人员操作、设备状态、环境条件等维度。例如，针对模板工程，检查表可包含“立杆间距是否符合设计”“立杆基础是否硬化”等条目，通过逐一核对实现风险快速排查，降低遗漏概率。(3) 流程图法：将施工流程拆解为若干环节（如“土方开挖→基坑支护→主体浇筑”），绘制工序流程图，在每个环节标注潜在风险。以混凝土

浇筑工序为例,可标注“泵车倾覆风险”“混凝土离析导致结构强度不足风险”,直观呈现风险在工序中的分布,便于针对性防控^[2]。(4)事故树分析法(FTA)与事件树分析法(ETA):FTA从可能发生的事(如“塔吊倒塌”)反向推导致因,构建逻辑树状图,分析设备故障、人员误操作等因素的组合关系;ETA从初始事件(如“电线短路”)正向推演可能引发的连锁反应,评估火灾、触电等事故概率,二者均为定量识别复杂风险因果关系的重要工具。

2.2 风险评估模型构建

(1)定量评估:LEC法通过计算“危险性分值(D)=发生可能性(L)×暴露频率(E)×后果严重程度(C)”评估风险,如高空作业中,“未系安全带”的L=3、E=6、C=40,D=720,判定为极高风险;模糊综合评价法针对风险因素的模糊性(如“地质条件复杂程度”),通过建立模糊矩阵,结合权重计算得出风险等级,适用于多因素综合评估。(2)定性评估:以“风险严重性”(人员伤亡、经济损失程度)为纵轴,“发生可能性”(如“每月1次”“每年1次”)为横轴,划分风险矩阵象限。例如,“深基坑坍塌”严重性为“重大”、可能性为“较低”,对应高风险象限;“小型工具坠落”严重性为“轻微”、可能性为“较高”,对应中风险象限,为风险优先级排序提供依据。(3)动态评估:整合BIM模型与物联网传感器(如应力传感器、倾角传感器),实时采集结构变形、设备运行参数等数据,上传至管理平台。例如,在高支模工程中,传感器监测立杆轴力变化,若超出阈值,平台自动预警,实现风险从“静态评估”向“动态监控”的转变,提升风险响应速度。

2.3 典型风险因素分析

(1)高处坠落、物体打击、坍塌、触电、机械伤害等五大伤害:高处坠落多因临边防护缺失、作业人员违规攀爬引发;物体打击常源于物料堆放不当、交叉作业防护不足;坍塌集中在基坑、脚手架、模板工程,与支护不到位、荷载超限相关;触电多由电线破损、接地不良导致;机械伤害则与设备缺乏防护装置、人员违章操作有关,五大伤害占建筑安全事故总量的80%以上,是防控重点。(2)特殊作业风险:深基坑作业面临坑壁坍塌、管涌风险,受地质条件与降水效果影响大;高支模体系荷载大、稳定性要求高,易因立杆间距超标、扣件松动引发坍塌;爆破作业需精准控制药量与起爆时间,否则可能损伤周边建筑或引发飞石伤人,此类作业需专项方案论证与全程管控^[3]。(3)环境风险:软土地基易导致基坑变形、建筑物沉降;暴雨、台风等气象灾害可能引发

积水倒灌、脚手架倒塌;工程周边若有地下管线、古建筑,施工振动或土方开挖可能造成管线破裂、文物损坏,需提前勘察环境并制定针对性防护措施。

3 建筑工程施工安全风险防范策略

3.1 技术防范措施

(1)智能化监测技术应用:在深基坑、高支模等高危部位布设应力传感器、倾角传感器,实时采集结构变形数据,当数值超出阈值时自动触发预警;利用无人机搭载高清摄像头与红外热成像仪,对脚手架、塔吊等高空设施进行巡检,快速发现螺栓松动、构件锈蚀等隐患;通过AI视频监控系统识别“未戴安全帽”“违规攀爬”等危险行为,实时抓拍并推送警示信息,实现风险的早发现、早干预。(2)防护装备升级:采用高密度阻燃安全网,提升高空坠落物拦截能力;推广自动锁止式防坠器,当作业人员突发坠落时,可在0.5秒内完成制动,有效降低坠落冲击伤害;配备智能安全帽,集成定位、语音通话、危险预警功能,当人员进入禁入区域或靠近危险源时,安全帽会发出声光警报,同时后台可实时掌握人员位置,便于应急调度。(3)施工工艺优化:大力推行装配式建筑施工,将墙体、楼板等构件在工厂预制,现场仅需进行拼装作业,大幅减少高空支模、绑扎钢筋等高危工序;采用模块化施工方式,如将机电管集集成于预制模块中,通过吊装拼接完成安装,降低交叉作业风险,从工艺源头减少安全隐患产生的可能性^[4]。

3.2 管理防范措施

(1)完善安全管理制度:建立“项目经理-安全员-班组负责人”三级安全责任体系,明确各岗位安全职责,将安全绩效与考核挂钩;制定分层分类培训机制,对新入场工人开展岗前安全培训,对特种作业人员进行专项培训与持证考核,定期组织全员安全知识更新培训;针对高处坠落、坍塌等常见事故,编制专项应急预案,明确应急组织机构、处置流程与救援物资储备,每季度至少开展1次应急演练,提升应急处置能力。(2)强化现场安全检查与隐患排查:构建“风险分级管控+隐患排查治理”双重预防机制,根据风险评估结果,对高风险区域实行每日巡查,中风险区域实行每周巡查,低风险区域实行每月巡查;采用“班组自查+安全员巡查+领导带班检查”模式,建立隐患排查台账,对发现的隐患明确整改责任人、整改时限与整改措施,实行“闭环管理”,确保隐患整改到位。(3)推行安全标准化与信息化管理:依据《建筑施工安全检查标准》,规范施工现场安全防护、设备管理、作业行为等标准;搭建智慧工地管理平台,整合人员定位、设备监控、隐患排查等数据,实现

安全管理信息化闭环。例如,通过平台可实时查看塔吊运行参数、人员考勤记录,自动统计隐患整改率,为安全管理决策提供数据支撑。

3.3 人员与组织防范

(1) 提升从业人员安全意识与技能:严格落实三级安全教育制度,公司级教育侧重安全法规与企业制度,项目级教育侧重现场风险与防护措施,班组级教育侧重岗位操作规范;增设实操考核环节,如让工人模拟“高空作业安全绳佩戴”“灭火器使用”等操作,考核合格方可上岗,避免“纸上谈兵”,确保从业人员既懂安全知识,又会实操技能。(2) 培育企业安全文化:企业管理层定期召开安全专题会议,签订安全承诺书,带头参与安全检查与培训,发挥示范引领作用;鼓励全员参与安全管理,设立“安全建议箱”,对提出有效风险防控建议的员工给予奖励;开展“安全标兵”“平安班组”评选活动,营造“人人讲安全、事事为安全”的文化氛围,让安全理念融入日常作业习惯。(3) 引入第三方安全服务机构:聘请具备资质的第三方安全服务机构,对项目施工方案进行安全论证,对施工现场开展定期安全评估;由第三方机构独立进行安全审计,重点检查安全制度执行情况、隐患整改效果,客观指出管理漏洞,提出改进建议,弥补企业内部安全管理的局限性,提升安全管理专业性。

3.4 环境与政策防范

(1) 极端天气预警与应急响应机制:与气象部门建立联动机制,及时获取暴雨、台风、高温、寒潮等极端天气预警信息,提前发布预警通知;制定极端天气应急响应预案,如台风来临前,对塔吊、脚手架等高耸设施进行加固或放倒,撤离施工现场人员;高温天气合理调整作业时间,避免中午高温时段露天作业,为作业人员配备防暑降温用品,预防中暑事故。(2) 政府监管与行业自律协同:政府监管部门加强对建筑工程项目的安全监督检查,开展专项整治行动,严厉查处违法违规行为;建立建筑施工企业安全信用评价体系,根据企业安全业

绩、事故情况进行信用评级,评级结果与招投标、资质升级挂钩;实施安全生产“黑名单”制度,对发生重大及以上安全事故、拒不整改安全隐患的企业,纳入黑名单,限制其市场准入,形成有力震慑;行业协会发挥自律作用,制定行业安全标准,组织安全培训与交流活动,推动行业整体安全水平提升^[5]。(3) 保险机制转移风险:强制投保建筑工程一切险,保障工程在建设过程中因自然灾害、意外事故造成的财产损失;全面推行安全生产责任险,覆盖从业人员人身伤亡赔偿、第三人人身伤亡与财产损失赔偿,以及事故应急救援、医疗救护等费用;通过保险机制将部分风险转移给保险公司,同时保险公司可参与项目安全管理,提供风险评估、安全检查等服务,助力企业降低安全风险。

结束语

建筑工程施工安全风险管理工作意义重大且任重道远。本文虽对施工安全风险的类型、成因、评估方法及防范策略进行了较为系统的探讨,但建筑行业不断发展,新工艺、新材料、新设备持续涌现,安全风险也会随之变化。未来,需持续深入研究,不断完善安全风险管理体系,提升风险识别与评估的精准度。同时,强化各方协同合作,将安全防范措施切实落实到位,如此才能有效降低施工安全风险,保障建筑工程顺利推进与人员生命安全。

参考文献

- [1]李朋.试分析建筑工程施工安全管理[J].中国新技术新产品,2022(3):135-136.
- [2]叶智.建筑工程施工安全风险管理与防范[J].城市建设理论研究,2022(21):328-329.
- [3]林悌意,林萌鑫,王爱芳.建筑工程施工安全风险管理与防范分析[J].中国住宅设施,2024(06):40-42.
- [4]寇超.建筑工程施工安全风险管理与防范[J].工程技术研究,2023,8(06):130-132.
- [5]时银萍.浅析建筑工程施工安全风险管理体系[J].房地产世界,2022(12):146-148.