

建筑施工高处坠落事故风险评估及预防管理体系构建

张 斌

新疆兵团城建集团有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘 要：建筑施工中，高处坠落事故风险高发。本文深入分析其风险特征，包括典型场景、风险源及事故致因机理。构建风险评估模型，明确评估原则、指标体系、方法及动态评估机制。搭建预防管理体系框架，涵盖管理目标、原则、核心要素与预防措施，并阐述实施路径。为建筑施工企业降低高处坠落事故风险、保障人员安全提供全面指导。

关键词：建筑施工；高处坠落；风险评估；预防管理；实施路径

引言：建筑施工领域，高处坠落事故频发，严重威胁人员生命安全与工程顺利推进。高处作业场景复杂，涵盖脚手架、临边、洞口、悬空等多种作业形式，风险源多样且动态变化，涉及设备、环境、人为及管理等多方面因素。深入剖析高处坠落事故风险特征，构建科学合理的风险评估模型与预防管理体系，对有效防范事故发生、保障施工安全具有重要的现实意义。

1 建筑施工高处坠落事故风险特征分析

1.1 高处作业的典型场景与风险源

脚手架作业场景中，架体搭设高度随施工进度变化，作业面呈立体分层状态，不同层级人员活动轨迹交叉，增加意外碰撞导致坠落的可能。架体与建筑结构的连接点稳定性随荷载变化，节点松动或位移可能引发局部坍塌。临边作业多处于建筑外围边缘，无实体围护结构，作业人员站位平衡稍有偏差就可能越过边缘^[1]。洞口作业涉及各类预留孔洞，尺寸和位置随施工阶段调整，未及时覆盖或防护设施不当，易使人员误踩坠入。悬空作业依赖吊篮、吊板等悬挂装置，作业范围受绳索长度限制，移动过程中装置晃动改变受力平衡，增加坠落风险。

风险源的动态性体现在设备方面，防护栏杆的固定螺栓可能因振动逐渐松动，安全网的网眼可能因磨损扩大。环境因素变化显著，晴天强光造成作业面反光，影响对周边环境的判断；雨天使作业面湿滑，降低摩擦力；风力达到一定强度时干扰身体平衡，迫使作业人员调整站位。人为因素的动态性表现为作业人员体力状态随工作时长波动，疲劳感累积导致动作协调性下降，注意力分散时对危险信号的反应速度减缓。

1.2 事故致因机理

人的不安全行为体现在操作失误，比如搭设脚手架时未按规定步骤安装锁止装置，导致架体部件连接不牢固。违规作业常见于为缩短工期省略安全防护步骤，

在未系挂安全带的情况下进行高处移动，或擅自拆除已设置的防护设施。部分作业人员在高处随意放置工具材料，物品坠落可能撞击下方人员导致失衡坠落。物的不安全状态包括设备缺陷，脚手架立杆壁厚不均匀会导致受力时弯曲变形，脚手板材质老化会在承重后断裂。防护失效表现为安全网边缘固定不牢，受外力牵拉时出现缺口；安全带卡扣磨损使连接强度下降，受力时突然脱开。临边防护栏杆高度不足，无法有效阻挡身体前倾幅度，增加越界坠落的可能。管理缺陷体现在培训不足，新进场人员未接受针对高处作业特点的专项指导，对不同场景下的防护要求缺乏了解。监督缺失表现为现场巡查间隔过长，未能及时发现防护设施的临时变动，对违规作业行为未能及时制止。安全交底内容模糊，未明确不同作业环节的风险点，导致作业人员对潜在危险认识不足。施工组织设计中对交叉作业的协调考虑不周，各工序衔接时防护责任划分不清，易出现防护空档期。

2 高处坠落事故风险评估模型构建

2.1 风险评估原则

科学性要求评估过程基于高处作业的客观规律，各项指标选取反映风险本质特征，避免主观臆断。评估逻辑符合风险演化的内在联系，从风险识别到等级判定的每个环节都有明确理论支撑^[2]。系统性体现在将影响高处坠落的各类因素纳入统一框架，既考虑单个因素的独立作用，也分析因素间的相互关联，形成完整评估链条。动态性强调评估跟踪施工全过程的风险变化，随作业场景转换、设备状态改变和人员流动及时更新内容，避免沿用固定结果。可操作性要求评估步骤简洁清晰，指标含义明确，方法便于现场人员理解执行，避免引入过于复杂的流程或难以获取的数据。

2.2 评估指标体系设计

一级指标作业环境涵盖自然条件与场地状况，自然

条件包括风力等级、光照强度、降水情况,场地状况涉及作业面平整度、周边障碍物分布、临边与洞口的相对位置。设备设施指标聚焦防护装备与施工器具,防护装备包含安全网的完好程度、安全带的有效状态、防护栏杆的稳固性,施工器具涉及脚手架的搭设质量、吊篮的运行性能、脚手板的承载能力。人员行为指标关注作业中的操作规范,包括防护用品佩戴情况、高处移动时的动作稳定性、对危险信号的响应及时性,以及是否存在擅自改变作业流程的行为。管理机制指标覆盖制度建设与执行效果,制度建设涉及安全培训的覆盖范围、应急预案的完备程度、防护责任的划分清晰程度,执行效果包括安全检查的实际频次、隐患整改的完成效率、交叉作业的协调力度。二级指标在防护设施完整性方面,细化为防护栏杆的高度达标情况、安全网的绑扎密度、洞口盖板的承重能力;作业人员资质包含高处作业证书的有效性、专项培训的参与记录、实际操作的考核结果;安全检查频率延伸为日常巡查的间隔时长、专项检查的覆盖范围、检查记录的详细程度。还有设备维护的周期合理性、环境变化的监测及时性、违规行为的纠正速度等具体指标,构成层次分明的评估网络。

2.3 评估方法选择

定性与定量结合的方法中,层次分析法通过梳理各指标的层级关系,确定不同因素对风险的影响权重,将模糊风险描述转化为可比较的数值关系。模糊综合评价针对高处作业风险的不确定性,通过建立隶属函数,对难以精确量化的指标如人员注意力集中度、环境干扰程度等合理赋值,形成综合评价结果。两种方法结合既体现指标间的逻辑关联,又处理风险评估中的模糊信息。风险矩阵法将可能性划分为多个层级,从几乎不可能发生到频繁出现,依据历史作业记录和现场观察确定具体风险的发生概率区间。后果严重性按影响程度分级,从轻微伤害到严重后果,结合作业高度、坠落环境等因素判断潜在后果的严重程度。通过可能性与后果严重性的交叉匹配确定风险等级,为后续防控措施的优先级排序提供依据。

2.4 动态评估机制

实时监测借助现场巡查与技术手段,巡查人员定时记录防护设施状态、人员操作行为和环境变化情况,技术手段如传感器实时传回脚手架的受力数据、吊篮的运行参数。定期复评按施工阶段划分周期,基础施工完成后、主体结构封顶前、装饰作业期间分别开展全面评估,综合实时监测数据与现场勘查结果更新风险等级。风险等级动态调整规则明确触发条件,出现防护设施损

坏未及时修复、连续发生同类违规行为、环境条件突然恶化等情况时,自动提升风险等级。经过整改后防护状态持续稳定、人员操作规范程度显著提高、环境影响减弱且维持一定时长,则相应降低风险等级。调整过程同步更新评估报告,确保现场管理人员及时掌握风险变化,采取匹配的防控措施。

3 高处坠落事故预防管理体系框架

3.1 管理目标与原则

管理目标聚焦零事故与零伤害,零事故要求通过全流程防控消除可能导致坠落的触发因素,确保高处作业各环节不出现意外坠落事件。零伤害强调即使发生意外也要通过防护措施将伤害程度降至最低,避免因坠落造成人员伤亡^[3]。原则方面,预防为主要求将防控重心放在事故发生前,通过提前排查隐患、完善防护措施阻断风险演化路径,而非事后处理。全员参与需要覆盖从管理人员到一线作业人员的所有岗位,明确每个角色在安全防护中的具体职责,形成上下联动的防护网络。持续改进注重定期评估体系运行效果,根据施工技术更新和风险变化调整防护策略,避免体系僵化失效。

3.2 体系核心要素

组织保障包含责任分工与专职机构设置,责任分工需细化到每个作业班组和具体岗位,明确不同施工阶段的防护责任主体,避免出现责任空白区域。专职机构负责统筹高处作业安全管理,协调各部门资源,监督防护措施落实情况。技术保障涉及防护设备标准与智能化监控技术应用,防护设备标准需规定安全网的材质强度、安全带的耐用年限、防护栏杆的结构参数等具体要求,确保设备性能符合防护需求。智能化监控技术通过安装在脚手架和吊篮上的感应装置,实时捕捉设备异常振动、位移等风险信号,及时发出预警。制度保障涵盖操作规程、应急预案、奖惩机制,操作规程明确高处作业的步骤规范,包括防护装备穿戴顺序、设备检查要点、危险区域作业限制等内容。应急预案详细说明坠落事故发生后的救援流程,包括急救措施、人员疏散路线、医疗资源调配方式。奖惩机制根据安全表现实施激励或约束,对严格执行防护规定的给予认可,对违规操作的进行处理。文化保障依靠安全意识培训与安全氛围营造,安全意识培训针对不同岗位设计内容,让作业人员理解防护措施的作用原理和违规操作的潜在风险。安全氛围营造通过设置警示标识、开展安全经验分享活动,让安全防护成为作业人员的自觉行为。

3.3 预防措施分类

工程控制措施着眼于改进防护设施设计,例如将防

护栏杆底部增设挡脚板防止工具滑落,在脚手架踏板表面增加防滑纹路提升摩擦力,在洞口防护盖与周边结构间设置锁止装置避免意外开启,通过物理结构优化降低坠落可能性。管理控制措施包括优化作业流程与加强监督,优化作业流程需合理安排高处作业时间,避开恶劣天气时段,划分不同作业区域的交叉作业时段,减少人员密集接触。加强监督通过增加现场巡查频次,重点检查防护设施状态和人员操作规范,对发现的问题及时要求整改。个体防护措施强调安全带与安全网的使用规范,安全带需根据作业类型选择合适款式,高挂低用确保坠落时能有效缓冲冲击力,定期检查卡扣连接强度。安全网铺设需覆盖整个作业面下方区域,边缘固定牢固,网体无破损,确保能承接坠落物体或人员。

4 预防管理体系实施路径

4.1 策划阶段

现状调研与风险辨识需全面梳理施工场地的高处作业类型,记录各场景中已出现的防护漏洞和潜在危险点,分析过往作业中易发生的违规行为和设备故障模式。通过现场走访、与作业人员沟通、查阅施工记录,梳理出不同作业环节的风险差异,明确防控重点。目标设定需结合施工规模和风险特点,将零事故零伤害的总体目标分解为阶段性指标,例如每月违规操作次数降低幅度、防护设施完好率提升标准。资源分配需匹配目标要求,合理调配人力物力,确保专职安全管理人员数量满足现场监督需求,防护设备采购预算覆盖所有高处作业区域,培训资源向高风险岗位倾斜。

4.2 实施阶段

分层级培训针对管理层侧重于体系运行逻辑和责任落实方法,使其掌握如何协调各部门推进防护措施落地,如何评估体系运行效果。针对作业人员聚焦具体操作规范,通过模拟演练演示安全带正确穿戴方法、脚手架安全搭设步骤、紧急情况下的自救动作。针对监督人员强化隐患识别能力,培训其判断防护设施是否符合标准、作业行为是否存在风险、环境变化可能带来的新危险。防护设备标准化配置需按作业场景确定设备类型,临边作业配备可移动防护栏杆,悬空作业配置防坠器和安全母绳,洞口作业准备可快速安装的盖板。验收环节需逐项检查设备参数是否符合设计要求,安装位置是否

覆盖危险区域,连接部件是否牢固可靠,确保投入使用的设备完全具备防护功能。作业过程动态监控需安排专人定时巡查,记录防护设施状态变化、人员操作行为、环境条件改变等情况,发现异常及时干预。运用信息化工具记录巡查结果,标注问题发生的具体位置和整改要求,形成可追溯的监控档案,为后续检查提供依据。

4.3 检查与改进阶段

定期安全审计需按固定周期开展,组建检查小组对照体系要求评估各环节落实情况,检查防护设备是否持续有效、培训内容是否贴合实际需求、管理制度是否存在执行漏洞。隐患排查需聚焦高风险区域,重点检查脚手架连接处牢固性、安全网完整性、作业人员防护用品使用规范性。事故隐患闭环管理要求对排查出的问题明确整改责任人及完成时限,整改完成后由专人复核是否达到预期效果。复核未通过的需重新制定整改方案,直至隐患彻底消除。整改过程中的经验教训及时反馈至相关部门,作为优化防护措施参考。基于PDCA循环的持续优化需总结体系运行中的成功做法和存在不足,根据施工进度调整管理重点,结合新技术新方法更新防护手段。例如在循环过程中发现传统巡查效率不足,可引入智能化监控设备;发现培训效果不佳,可改进教学方式增加实操环节,使体系始终与现场需求保持匹配。

结束语

建筑施工高处坠落事故风险评估及预防管理体系的构建,是保障施工安全的关键举措。通过全面剖析风险特征,构建科学评估模型,搭建完善管理体系并明确实施路径,可有效识别和控制风险。未来,随着建筑施工技术的不断发展,需持续优化该体系,强化安全管理,以实现高处作业零事故、零伤害的目标,推动建筑施工行业安全、稳定发展。

参考文献

- [1]樊立.建筑施工高处坠落事故分析及防范对策建议[J].湖北应急管理,2023,(03):48-49.
- [2]王强,孙丽.施工现场高处作业安全隐患分析与防范措施[J].工程建设与设计,2024,40(2):112-117.
- [3]杨慧.基于ISM模型的建筑施工阶段高空坠落事故致因分析及防范措施[J].中国建筑装饰装修,2022(9):77-79.