

房建施工中深基坑支护安全风险评估与防控措施研究

冯妮霖

四川省铁路建设有限公司 四川 成都 610000

【摘要】：随着城市化进程加快，房建工程向地下空间拓展，深基坑支护安全成为管控核心。本文系统分析地质水文、设计、施工、环境、管理五类风险因素，构建“目标-准则-指标”三级评估体系，采用层次分析法与模糊综合评价法开展评估，提出针对性防控措施，为深基坑支护安全管理提供科学依据与实操指导，助力降低安全事故发生率。

【关键词】：房建施工；深基坑支护；安全风险评估；防控措施

DOI:10.12417/2811-0536.26.01.009

城市化快速推进导致城市建设用地日趋紧张，高层建筑与地下综合体成为房建工程主流，深基坑支护作为地下结构施工的前置关键环节，其安全性直接决定工程施工进度、质量及周边建筑物、管线、道路的稳定。近年来，因地质勘察不足、设计疏漏、施工违规等引发的深基坑坍塌、变形事故频发，不仅造成重大人员伤亡和财产损失，还严重影响城市公共安全。基于此，本文深入剖析风险成因，优化评估方法，完善防控策略，旨在提升深基坑支护安全管理水平。

1 房建施工中深基坑支护安全风险因素分析

深基坑支护安全风险由多维度因素交织引发，既涉及自然地质条件的先天影响，也包含人为设计、施工及管理的后天漏洞，需按逻辑层级逐一剖析。

1.1 地质水文因素

地质水文条件是深基坑支护安全的基础影响因素，土层分层紊乱、颗粒级配不均会导致支护结构受力出现局部集中，软塑状粉质黏土、淤泥质土等不良土层的存在，会降低基坑侧壁土体的抗剪强度和稳定性，长期暴露易发生蠕变变形。地下水位的动态变化会直接改变基坑受力状态，水位上升会增加侧壁水压力，若支护结构存在渗漏通道，极易引发流砂、管涌等灾害，同时地下水对土体的浸泡会进一步软化土层，加剧支护结构的承载负担，埋下安全隐患。

1.2 设计因素

设计环节的疏漏是引发深基坑支护风险的关键诱因，设计前未充分整合地质勘察资料，导致对场地实际工况判断偏差，地质勘察资料碎片化+关键参数缺失会直接影响设计方案的科学性。支护类型与工况错配，如在复杂软土区域选用简易土钉墙支护，无法满足变形控制要求。支护结构参数采用经验取值，未结合土体实际力学性能调整，同时计算模型简化、边界条件设定不合理，易出现验算盲区，忽略支护体系的

整体稳定性，设计方案审核流于形式，未发现隐藏的结构安全缺陷。

1.3 施工因素

施工过程中的不规范操作会直接放大深基坑支护安全风险，开挖未遵循分层分段原则，分层开挖厚度超标、支护工序滞后，导致土体长时间处于无支撑状态，应力释放过快引发坍塌隐患。广州荔湾保利东瀚项目施工中，未按方案分层开挖基坑，坡比过接近垂直开挖，且无视监理单位隐患提示与监管部门整改要求，擅自复工抢工，最终导致临时边坡坍塌，两名工人被掩埋死亡，直接经济损失超368万元。支护施工存在偷工减料现象，土钉锚固长度不足、喷射混凝土强度不足+厚度不达标，降低支护结构的承载能力。降水系统布置不合理，降水范围与基坑开挖深度不匹配，无法有效控制地下水位，同时施工机械野蛮施工，碰撞支护桩或支撑构件，造成结构局部损伤，影响整体稳定性^[1]。

1.4 环境因素

深基坑周边复杂环境是风险防控的重点考量对象，建筑物基础埋深较浅+与基坑距离过近，基坑开挖引发的土体沉降会传递至周边建筑，导致墙体出现裂缝，长期发展可能引发附加沉降超标。地下管线密集区域，不同材质管线的抗变形能力差异大，基坑侧壁位移易造成管线接口松动或断裂，尤其是燃气、给排水等关键管线，一旦破损后果严重。周边道路车辆通行产生的振动传导、邻近工程施工的土体扰动，会破坏基坑周边土体的平衡状态，加剧支护结构的变形风险。

1.5 管理因素

安全管理体系不完善会导致深基坑支护风险失控，施工单位内部安全责任划分模糊，各岗位职责交叉、落实不到位，无法形成闭环管理。施工人员安全

培训内容碎片化,未针对深基坑支护专项工艺开展实操培训,作业人员缺乏风险辨识能力,违规操作频发。监理单位存在形式化监管,对关键工序验收不严格,未及时制止违规施工。安全监测体系存在缺陷,监测频率不足、数据分析滞后,部分监测数据失真,无法及时预警支护结构的异常变形,应急准备不足也导致风险突发时无法快速处置。

2 房建施工中深基坑支护安全风险评估

风险评估是风险管控的核心环节,需遵循科学原则、构建合理指标体系并选用适配方法,才能精准研判风险等级,为防控措施制定提供依据。

2.1 风险评估原则

风险评估需坚守科学严谨的核心导向,兼顾全周期覆盖与精准适配双重要求,既要全面囊括地质、设计、施工等各环节风险,又要避免指标冗余导致评估失焦。应遵循动态适配原则,因深基坑施工工况随进度持续变化,风险因子的影响程度会动态调整,评估需同步更新以匹配实际状态。同时注重实操性和针对性,指标设定需贴合现场施工场景,避免脱离工程实际的理论化表述,还要落实闭环校验原则,评估结果需结合施工反馈持续优化,确保评估过程可追溯、结论可验证,既不遗漏隐性风险,也不夸大次要风险,实现客观合理的风险研判^[2]。

2.2 风险评估指标体系构建

指标体系构建需采用分层拆解→精准筛选的思路,以深基坑支护整体安全风险为目标层,向下拆解为地质水文、设计、施工、环境、管理5个准则层,形成清晰的层级逻辑。准则层下进一步细化指标层,需结合工程特性筛选核心指标,如地质水文准则层包含不良土层影响度、地下水位波动风险、渗漏隐患等级,设计准则层涵盖方案匹配度、参数合理性、验算完备性等。指标筛选需设定阈值标准,剔除关联性弱的冗余指标,同时补充隐性风险指标,如施工环节的工序衔接缺陷、管理环节的应急响应能力,确保指标体系既全面系统,又能精准捕捉关键风险点,各层级指标间逻辑衔接紧密,无交叉重叠。

2.3 风险评估方法选择与应用

方法选择需兼顾科学性和适配性,优先采用“层次分析法(AHP)+模糊综合评价法”的组合模式,既解决指标权重分配问题,又应对风险因素的模糊性特征。应用时先通过AHP构建判断矩阵,邀请多领域专家对指标重要性赋值,经一致性校验后确定各层级权重,避免主观判断偏差。再通过模糊综合评价构建

“隶属度矩阵”,将专家对指标风险等级的定性描述转化为量化数据,结合权重计算综合风险值。需设定风险等级划分阈值,明确低、中、较高、高风险的界定标准,应用过程中要注重方法校验,结合场地实际工况调整评价参数,加入动态修正系数弥补静态评估的局限性,确保评估结果能精准反映支护安全风险实际状况。

3 房建施工中深基坑支护安全风险防控措施

基于风险因素分析与评估结果,需制定覆盖勘察、设计、施工、环境、管理全流程的防控措施,实现风险精准管控。

3.1 地质水文风险防控措施

勘察单位需开展全方位精细化地质水文勘察,采用“钻探+静力触探”联合勘察手段,系统探明土层分层情况、不良土层分布范围及土体物理力学性质,同时精准测定地下水位埋深、水流速度及渗透系数,避免因勘察数据偏差导致防控措施失效。针对软土、淤泥等不良土层,施工单位应采用“水泥搅拌桩+高压旋喷桩”联合加固工艺,其中水泥搅拌桩的水泥掺量控制在15%-20%,确保加固后土体承载力满足设计要求。止水防渗体系需按规范设计,选用高压旋喷桩构建止水帷幕,桩体搭接宽度不小于200毫米,防止形成渗漏通道;降水系统采用轻型井点与深井降水相结合的方式,降水深度需低于基坑开挖面1.5米,施工过程中安排专人实时监测地下水位,动态调整降水设备运行参数,避免水位波动过大引发土体失稳,同时做好地下水过滤处理,杜绝环境污染。

3.2 设计风险防控措施

设计单位需建立资料核验和现场踏勘的双重前置机制,全面收集地质勘察报告、周边环境详勘资料,组织设计团队实地核查场地地形地貌、地下障碍物分布,杜绝依据碎片化资料或经验参数开展设计。支护方案推行多方案比选、参数优化模式,至少提供3种不同支护类型的技术经济对比报告,结合场地地质条件、基坑深度及环保要求选定最优方案^[3]。关键参数设计需采用计算模型校准和现场试验验证的方式,土钉长度、排桩间距等参数需依据土体实际力学性能调整,核心参数需通过现场载荷试验验证,试验组数不少于3组,避免理论取值与实际工况脱节。设计方案执行三级审核制度,分别由设计组长、技术负责人、外聘专家牵头审核,重点核查支护体系稳定性、抗变形能力及周边环境保护措施,审核意见形成书面记录并跟踪整改,确保设计文件无验算盲区和结构缺陷。

3.3 施工风险防控措施

施工单位需严格执行分层分段开挖、限时支护原则，制定专项施工方案，明确每层开挖厚度控制在1.5米以内，每段开挖长度不超过10米，且开挖完成后需在24小时内完成支护施工，杜绝超深度、超范围开挖或拖延支护工序。支护施工需建立工序验收和质量追溯体系，土钉施工前核查钻孔深度、孔径，注浆时采用压力注浆工艺，确保注浆饱满度达标；喷射混凝土施工前清理坡面浮土，控制骨料级配与水灰比，确保强度达到C25及以上、厚度满足设计要求，避免偷工减料现象。降水系统施工前进行技术交底，降水井布置需覆盖基坑全范围，井距均匀分布，定期检查泵体运行状态与排水管路通畅性，确保降水效果稳定。施工机械作业划定专属行驶路线与作业区域，远离基坑边缘不少于1.5米，设置防撞警示标识，重型机械作业前验算基坑边坡承载力，必要时铺设钢板分散荷载，严禁机械碰撞支护桩、支撑构件等关键结构。

3.4 环境风险防控措施

施工单位开工前开展周边环境拉网式排查，构建详细的环境普查台账，明确周边建筑物的结构类型、基础形式、使用年限，地下管线的材质、走向、埋深及产权单位信息，标注高风险保护对象。针对临近建筑物，委托专业机构制定专项加固方案，采用“锚杆静压桩+托换梁”进行基础加固，同时在建筑物墙角、门窗洞口等关键部位布设监测点，沉降监测频率设定为每天1次，若变形值接近预警值立即启动卸载、临时支撑等应急措施。地下管线保护实施分类防护，刚性管线采用悬吊加固，悬吊点间距不超过2米，柔性管线增设缓冲垫层，施工过程中联合管线产权单位全程监护。周边道路设置“减速带+振动监测点”，限制重型车辆通行速度不超过30公里/小时，减少振动传导影响；与邻近施工项目签订协调协议，明确错开高风险作业时段不少于4小时，避免土体叠加扰动，

同时设置硬质隔离防护设施，保护周边环境安全^[4]。

3.5 管理风险防控措施

施工单位需构建网格化安全责任体系，明确项目经理、技术负责人、施工班组、作业人员的具体职责，签订安全责任书，形成责任落实→监督检查→考核问责的闭环管理，避免职责交叉或责任悬空。安全培训推行“专项化+实操化”模式，针对深基坑支护施工工艺制定培训计划，培训时长不少于8学时，内容涵盖施工方案、风险辨识方法、规范操作流程及应急处置技巧，考核合格后方可上岗，定期开展安全警示教育，提升施工人员风险防范意识^[5]。监理单位履行全过程旁站监理职责，重点监督开挖顺序、支护质量、降水效果等关键环节，对违规操作立即下达整改通知，跟踪整改落实情况并留存书面记录，杜绝形式化监管。安全监测布设位移、沉降、土压力、水压力多维度监测点，明确监测频率与预警值，安排专业人员负责数据采集、分析，建立监测数据日报制度，每日18时前报送至各责任单位，确保及时发现异常。应急管理方面，制定针对性应急预案，储备沙袋、钢管支撑、应急水泵、急救设备等物资，每季度组织1次专项应急演练，优化响应流程，提升风险突发时的快速处置能力。

4 结语

综上所述，深基坑支护安全管理需以风险精准识别为前提，依托科学评估明确等级，通过全流程防控措施筑牢安全屏障。本文构建的评估体系与防控策略，可为房建工程深基坑支护安全管理提供有效支撑。未来，需进一步强化设计、施工、监理等参建方的协同责任，推动风险管控与大数据、物联网等新技术深度融合，实现风险动态监测与智能预警，持续提升深基坑支护安全管理的精细化、智能化水平，为城市房建工程高质量发展保驾护航。

参考文献:

- [1] 滕安涛.水利工程深基坑施工风险评估及防控技术探讨[J].模型世界,2025(3):195-197.
- [2] 吴鹏.电力建设项目中深基坑支护安全风险评估与控制[J].工程建设与发展,2024,3(11):52-54.
- [3] 冯晶.高层住宅深基坑支护施工安全风险评估[D].兰州交通大学,2020.
- [4] 张恩重.邻近在建地铁隧道的深基坑施工安全风险评估研究[D].山东:山东建筑大学,2024.
- [5] 蒯鹏龙.复杂地质条件下建筑工程深基坑施工安全风险评估与应对[J].建筑工程与设计,2025,4(8):90-91.