深基坑支护工程施工风险评估及安全管控措施

王　鹏

新疆兵团水利水电工程集团有限公司　新疆　乌鲁木齐　830000

摘　要：随着城市地下空间开发力度持续加大，深基坑工程施工深度不断增加，施工环境愈发复杂。深基坑支护作为地下工程施工的核心临时结构，承担着抵御土体压力、阻隔地下水、控制基坑变形的重要作用。本文通过选取适配的风险评估方法，构建层次化风险评价指标体系，系统分析各类风险的发生概率与危害程度，精准划分施工关键风险点，针对现阶段深基坑施工安全管理存在的薄弱问题，从施工前期勘察方案优化、原材料设备管控、工序安全管控等多个角度，提出整套精细化安全管控对策。

关键词：深基坑支护工程；施工风险评估；安全管控；措施

引言

不同于常规土建施工，深基坑工程处于复杂多变的地下环境中，土体应力变化具有极强的不确定性，地下水扰动、土层变异、施工扰动等因素都会大幅提升施工风险。现阶段深基坑施工安全事故大多源于风险预判不足、评估体系不完善、现场管控精细化程度不足等问题。多数项目仍采用传统经验化管理模式，风险识别覆盖不够全面，风险研判缺乏量化支撑，管控措施偏向事后处置，无法实现全过程动态防控。开挖、降水、支护等核心工序协同性不足的问题，也会持续放大基坑变形与失稳隐患，给工程建设带来安全压力与经济损耗。

1 深基坑支护工程施工风险评估

1.1 风险评估方法选取

（1）现阶段深基坑工程领域的风险评估方法包含定性评估、半定量评估与定量评估三类主流形式，各类评估方式具备不同的适用场景与应用优势。传统单一的定性评估主要依托管理人员的工程经验开展主观判断，整体操作流程简单，能够快速完成基础风险筛查。但这类评估方式主观性较强，缺乏统一的数据判定标准，无法精准区分风险的轻重程度，难以适配复杂深基坑工程的精细化风险评估需求。（2）纯定量评估方式依托海量监测数据与计算公式完成风险量化分析，评估结果精度更高[1]。但该方法对数据完整度、设备监测精度有着极高要求，实际施工过程中部分隐蔽风险数据难以全面采集，数据缺失会直接造成评估结果偏差，单独使用存在一定的应用局限性，无法完全适配施工现场复杂多变的工况条件。（3）基于深基坑支护施工的复杂性，采用定性与定量相结合的综合评估方法开展风险评估工作。通过定性分析完成全维度风险识别，系统梳理地质水文、施工技术、现场管理、周边环境等各类风险因素，搭建完整的风险评估指标体系。再依托半定量评估方式对各类风险的发生概率、影响程度进行量化打分与等级划分，规避纯定性评估的主观性缺陷，同时弥补纯定量评估数据不足的问题。

1.2 风险评价指标体系构建

（1）指标体系构建需要遵循科学性、系统性与针对性的基本原则，完全贴合深基坑支护施工的作业特点与风险规律。在构建前期，需要结合基坑施工全流程工序，全面梳理各类潜在的风险来源。从自然地质条件、周边环境条件、施工技术工艺、材料设备状态、现场管理水平等多个维度进行统筹整合，杜绝指标遗漏或者指标重复交叉的问题，保证整个指标体系内容完整且层次分明。（2）指标体系搭建采用分层分类的构建思路，按照目标层、准则层和指标层的层级逻辑逐步细化内容。整体以深基坑支护整体施工风险评价为核心目标，以此搭建顶层评价框架。结合风险产生的不同来源划分多项一级准则指标，涵盖地质水文风险、外部环境风险、施工技术风险、设备材料风险以及现场管理风险等关键板块，形成体系的主体结构。（3）在各项准则指标之下，继续细化细分二级指标，将抽象的风险类别转化为可评价、可研判的具体风险要素。针对地质层面细化土体稳定性、地下水扰动等具体内容。针对技术层面细化支护施工偏差、开挖工序不当、降水控制不到位等隐患要素。针对管理层面细化技术交底不到位、巡查管控不足、应急管理缺失等具体问题，让整体指标体系能够精准对应施工现场的真实隐患。（4）完整的指标体系构

建完成后，需要进一步筛选和优化指标内容，剔除关联性弱、影响程度低的无效指标，强化高敏感、高危害的核心风险指标权重优势。通过规范化的指标筛选，可以保证评价体系重点突出、贴合实际。能够精准反映深基坑支护施工的风险薄弱环节，为后续风险量化打分、风险排序以及安全管控策略制定，提供严谨稳定的评价基础，大幅提升风险评估工作的整体精准度。

1.3 各类风险发生概率与危害程度分析

（1）从风险发生概率层面来看，常规性施工管理风险和环境动态风险的出现频次相对更高。基坑施工周期较长，露天作业受天气、土层状态变化影响明显。土体应力随开挖进程持续释放，容易出现轻微位移和变形问题，属于施工过程中高发的常规风险。现场作业人员操作不规范、技术落实不到位、日常巡查疏漏等管理类问题，也是施工阶段极易出现的风险类型。这类风险虽初始表现较为轻微，但出现频率高，贯穿施工全程，具备持续累积升级的特性。（2）地质水文相关的突发性风险发生概率相对偏低，但整体不确定性极强。土层结构突变、地下水异常渗透、管涌流沙等问题不会频繁出现[2]。但受地下隐蔽环境影响，这类风险难以提前直观预判，随机触发特性突出，一旦遇到工况变动便有可能突然发生，属于低概率、强波动的风险类型。设备材料失效、支护结构整体失稳等系统性风险的发生概率最低，一般只会在多重隐患叠加的情况下才会触发。（3）从危害程度角度进行分析，各类风险的破坏性差异十分显著。高频的管理类和轻微变形风险，短期危害程度较低，只会造成局部施工偏差，不会直接引发重大事故。但若长期得不到治理，隐患不断叠加累积，会逐步侵蚀支护结构的稳定性，衍生出更为严重的工程问题。水文地质类突发风险的危害程度相对较高，一旦发生容易造成基坑变形加剧、土体坍塌等问题，直接影响施工安全与工序推进。

2 深基坑支护工程施工安全管控措施

2.1 施工前期勘察与方案优化管控

（1）前期勘察工作需要坚持全面细致的作业原则，摒弃表层化、流程化的勘察模式。勘察环节需要重点掌握场地内部的土层分布、土体密实度、岩层起伏情况以及地下水埋深与径流规律。充分探明场地内部的不良地质结构，掌握土体应力分布特征，为后续支护形式选择、开挖参数设定、降水方案设计提供真实有效的基础数据。勘察数据需要保证精度与完整性，避免数据偏差导致支护设计与现场实际地质条件不匹配，从源头杜绝基础性设计隐患。（2）在精准勘察数据的支撑下，需要开展施工方案的专项优化管控。初始施工方案往往依托通用规范编制，通用性较强，针对性不足，无法完全适配特殊场地的复杂工况[3]。技术人员需要结合前期勘察得到的地质与环境数据，对支护结构形式、开挖分层厚度、降水节奏、支撑布设位置等核心参数进行逐项校核优化。根据场地风险特征调整施工工序排布，优化支护与开挖的协同施工逻辑，规避工序冲突带来的结构扰动问题。（3）方案优化过程中需要同步融入风险管控思维，针对前期评估得出的高风险点增设专项防控内容。对容易出现变形超限、渗水涌土的薄弱区域，细化对应的加固措施与监测要求。严格规范方案审批流程，通过多级技术复核与专项论证，排查方案中存在的不合理内容，修正粗放化的施工参数，确保最终方案兼具技术合理性、施工可行性与安全稳定性。

2.2 原材料与施工设备质量管控

（1）原材料质量管控需要贯穿采购、进场验收、存放使用的全流程环节。项目需要建立规范化的材料采购审核机制，严格按照设计标准与施工规范选定材料品类，杜绝劣质材料、参数不符材料流入施工现场。所有支护用材进场后，必须开展系统性的质量抽检与性能核验工作，核对材料出厂合格证明。通过标准化试验检测材料强度、韧性与防渗性能等核心指标，确保各项参数能够满足深基坑支护结构的受力要求。对于检测不合格的材料需要统一清退出场，严禁随意混用或降级使用。（2）材料进场后的存放与养护管理同样需要严格管控。根据不同材料的物理特性分类存放，规避潮湿、暴晒、外力挤压等不利条件造成的材料性能衰减。施工取用过程坚持先进先出的原则，减少材料长期堆放引发的老化变质问题，从细节层面保障支护用材的整体稳定性。（3）施工设备管控方面，需要建立设备常态化检修与运维体系。深基坑施工所用钻机、开挖设备、监测设备及起重设备等，长期处于高负荷作业状态，设备磨损与故障概率较高。施工开展前需要对所有机械设备进行全面调试，检查设备运行精度、机械性能与安全防护装置完好性，排除各类机械故障隐患。（4）施工期间需要落实定期巡检和保养制度，及时更换老化配件，校准监测设备精度，保证所有设备始终处于稳定运行状态。同时规范设备操作人员的上岗管理，杜绝无证操作与违规作业行为，减少人为操作不当引发的设备故障与施工质量问题。

2.3 支护结构施工工序安全管控

（1）支护结构施工需要严格遵循分层分段、对称均衡的施工原则，杜绝无序施工和超范围作业。正式施

工开展前，技术人员需要针对支护施工全工序开展细致的技术交底工作，让现场作业人员充分掌握施工工艺标准、工序操作要点以及安全管控注意事项，统一施工执行标准，避免人为操作偏差带来的质量与安全问题。（2）在具体工序施工过程中，需要对每一道作业环节实施精细化管控。严格把控支护结构定位、成孔、安装、浇筑、固结等核心工序的施工精度，按照规范要求控制施工参数[4]。杜绝一次性大面积开挖支护的粗放施工模式，通过分层作业的方式逐步释放土体应力，有效缓解土体变形和支护受力突变的情况。针对工序衔接的空白阶段，需要及时做好临时防护措施，避免结构长期处于无防护状态，增加风险隐患。（3）施工过程中还要结合现场工况动态调整工序节奏，兼顾施工效率与安全稳定性。土体条件较差、外界环境波动较大时，需要适当放缓施工进度，强化现场防护与监测力度。待结构强度稳步提升、工况趋于稳定后，再推进后续工序施工，防止施工节奏过快引发结构受力失衡。同时严格排查工序施工中出现的细微缺陷，对成型质量不达标的部位及时整改修复，避免小缺陷累积形成结构性隐患。（4）需要建立工序交接检查制度，每一道工序完成后必须经过质量与安全核验，确认达标后方可进入后续施工环节。通过层层把控、逐级验收的管控模式，规避工序遗留问题，保障支护结构整体施工质量均匀稳定。系统化的工序安全管控模式，可以从工艺层面杜绝各类施工缺陷，提升支护体系的整体稳定性，为深基坑工程长期安全运行提供可靠的工艺保障。

2.4 基坑开挖、降水与支护协同管控

（1）基坑开挖作业需要坚持分层分段、循序渐进的基础原则，严禁超深度和超范围开挖。土方开挖的速度与范围需要匹配降水进度和支护施工效率。土体开挖会逐步释放地层内部应力，应力释放速度过快会造成基坑侧壁出现瞬时变形。施工过程中需要根据地层特性控制每层开挖厚度，保持均匀平稳的开挖节奏，为后续降水固结与支护施工预留充足作业时间，避免裸槽长时间暴露在外产生不稳定隐患。（2）降水施工是保障基坑开挖安全的前置辅助工序，降水效果直接决定土体稳定性与开挖作业质量。地下水水位过高会软化土层结构，降低土体强度，大幅提升坍塌和管涌风险[5]。施工中需要根据开挖深度动态调整降水强度，保证地下水位始终保持在作业面以下。同时保持降水作业的连续性，避免水位反复升降造成土体结构反复扰动，防止土层出现松动开裂等问题，为开挖施工和支护结构安装提供稳定的地层条件。（3）支护施工需要紧跟开挖与降水节奏实现即时跟进。开挖完成的裸露工作面需要在规定时限内完成支护布设，最大程度缩短无支护防护的空置时间。施工管理人员需要做好三项工序的统筹衔接，合理排布各工序作业顺序，保证降水先行、开挖适度、支护紧跟的标准化施工流程。杜绝工序脱节、施工错位等问题，避免基坑侧壁长期处于应力释放的不稳定状态。

结束语

综上所述，深基坑施工风险具备动态变化、多因耦合、隐患累积的显著特征，单一的管控手段无法满足复杂基坑的安全施工要求。只有依托科学的风险评估方法精准定位风险薄弱环节，结合精细化、全过程的现场管控措施，实现风险预判、过程管控、隐患治理的有机结合，才能从根本上降低基坑变形、渗漏、坍塌等事故发生概率。未来，深基坑工程施工管理需要持续强化风险导向思维，不断优化风险评估手段，提升施工工序的协同管控能力。

参考文献

[1] 康建新. 房建工程深基坑支护施工安全风险评估与防控措施 [J]. 陶瓷,2026,(2):163-166.

[2] 邝志华. 复杂环境下深基坑支护施工技术与安全风险管控措施 [J]. 四川水泥,2026,(5):132-134.

[3] 肖公瑾. 深基坑支护安全风险分级管控与智慧化应对技术——基于某创业园区的工程实践 [J]. 四川建材,2026,52(3):100-102.

[4] 李茜. 基于 K-means 聚类分析的深基坑工程施工开挖风险研究 [J]. 广东建材,2026,42(5):161-163.

[5] 王存华. 复杂地质条件下的深基坑工程施工管理风险控制分析 [J]. 中国厨卫,2026,25(5):375-377.