深基坑工程支护施工技术及风险防控实践

赵 亮
黑龙江伊哈公路工程有限公司 黑龙江 哈尔滨 150010

摘 要：深基坑工程是高层建筑、地下空间开发等基建工程的核心基础工序，施工环境复杂、技术专业性强、动态风险高，支护施工质量直接决定基坑稳定性与整体工程安全。本文结合建筑工程深基坑施工实际工况，梳理主流支护施工技术的应用要点，系统剖析现阶段工程施工中存在的技术、管理、环境等多维度问题，针对性提出落地性强的风险防控实践措施。通过优化施工工艺、完善管控体系、强化动态监测等手段，有效规避基坑坍塌、土体沉降、管线破损等安全隐患，提升深基坑支护施工质量与安全管控水平。

关键词：深基坑工程；支护施工技术；施工风险；防控实践

引言

城市建设进程持续推进，土地资源愈发紧张，高层建筑与地下空间工程持续增多，深基坑施工深度、难度与安全风险显著提升。支护结构是深基坑施工的核心防护体系，可有效抵御土体压力、阻隔地下水，保护周边建构筑物及管线安全。本文结合现行施工规范与现场实际经验，围绕深基坑支护施工关键环节，梳理施工现存问题与风险成因，搭建系统化风险防控模式，保障基坑施工安全稳定开展。

1 深基坑工程支护施工概述

建筑工程中开挖深度超五米的基坑为深基坑，地质及周边环境复杂的基坑即便深度不足五米，也需按深基坑标准管控。该工程属于综合性岩土施工项目，涵盖土方开挖、支护、治水、监测等工序，施工周期长、工序衔接紧密，受地质、水文及周边环境影响显著，土体应力随开挖持续变化，施工动态风险极高。深基坑支护多为临时工程，却直接决定基坑整体安全，施工缺陷极易引发坍塌、变形等事故，造成人员与经济损失。目前施工现场主流支护技术包含排桩、土钉墙、地下连续墙、锚杆支护四类，各技术适配场景差异显著。排桩支护刚度大、控形效果好，适用于深基坑及周边管控严格的工程；土钉墙施工简便、性价比高，多用于浅深度、地质均匀的普通基坑；地下连续墙防渗与稳定性优异，适配复杂富水地质及重点地下工程；锚杆支护多与其他结构组合，适用于大深度、大跨度基坑施工[1]。实际施工需遵循适配性、安全性、经济性、动态性四大原则，结合现场工况科学选型工艺，严控施工安全与成本，依托动态监测实时调整施工方案，实现全过程规范化管控。

2 深基坑支护施工现存问题与风险诱因

2.1 支护结构设计适配性不足

部分深基坑工程前期地质勘察工作流于形式，勘察点位布设稀疏、数据采集不够全面，未能精准掌握施工现场土层分布、地下水水位、不良地质夹层等关键信息，导致后续支护结构设计与现场实际工况脱节。设计人员多依托常规规范参数与过往经验开展设计工作，未针对特殊地质、复杂周边环境优化设计方案，存在支护结构选型不合理、结构参数取值偏差等问题。软土地基基坑选用土钉墙支护、富水砂层区域采用普通排桩支护等错误选型情况时有发生，造成支护结构承载力不足、防渗性能不达标。同时，部分设计方案未充分考虑土方开挖过程中土体应力的动态变化，结构安全储备不足，施工后期易出现支护结构变形、开裂等病害，埋下安全隐患。

2.2 现场施工工艺落实不规范

施工工艺管控不到位是引发基坑施工风险的核心人为因素。实际施工过程中，部分施工班组为追赶工期，简化标准化施工流程，违规操作问题频发。排桩支护施工中，存在桩位偏移、钻孔垂直度不达标、混凝土浇筑振捣不密实、桩体养护时间不足等问题，直接降低桩体完整性与承载性能。土钉墙支护施工时，土钉钻孔深度、间距不符合设计标准，注浆压力不足、注浆不饱满，导致土钉与土体锚固效果较差，无法形成稳定的加固复合体[2]。土方开挖工序未严格遵循分层、分段、对称开挖的要求，出现超挖、快速开挖等违规作业，打破土体原有应力平衡，引发基坑边坡快速变形。此外，施工现场材料管控不严，支护钢筋、混凝土、注浆材料等原材料质量抽检频次不足，不合格材料投入使用，大幅降低支护结构整体施工质量。

2.3 施工监测与动态管控体系不完善

动态监测是把控深基坑施工风险、预判安全隐患的

关键手段，但当前多数施工现场存在监测体系不完善、管控滞后的问题。部分工程项目监测点位布设密度不足，监测覆盖范围有限，无法全面采集基坑边坡、支护结构、周边土体及构筑物的变形数据。监测频次设置不合理，基坑开挖深度加大、暴雨等恶劣天气工况下，未及时加密监测频次，难以捕捉瞬时性的土体变形与结构位移数据。监测数据处理较为粗放，仅完成基础数据记录，未开展趋势性分析与风险预判，数据预警功能难以发挥。同时，施工现场缺乏常态化的动态管控机制，监测数据出现异常后，响应处置不及时，未第一时间暂停作业、采取加固整改措施，导致微小隐患持续扩大，最终演变为重大安全事故。

2.4 施工管理与应急保障能力薄弱

深基坑支护施工属于高风险专项工程，对现场管理专业性、应急处置能力要求极高，目前多数施工项目的管理体系仍存在明显短板。现场管理人员专业素养参差不齐，部分管理人员缺乏深基坑专项施工管控经验，对施工工艺要点、风险识别标准掌握不足，无法及时发现现场违规作业与安全隐患。施工技术交底流于形式，未针对不同施工工序、不同作业班组开展针对性交底，作业人员对施工标准、风险要点认知模糊。专项施工方案审批与落地管控不严，方案优化调整不及时，现场作业与方案要求脱节[3]。此外，多数项目应急保障体系不完善，应急预案针对性不强，未结合项目地质与施工特点细化处置流程，应急物资储备不足、应急演练频次偏低，出现渗漏、边坡滑移等突发险情时，处置效率低下，无法有效控制风险扩散。

3 深基坑支护施工风险防控实践措施

3.1 优化前期勘察与支护设计方案

强化施工前期筹备工作是深基坑风险源头防控的核心举措，能够从根本降低后续支护施工隐患。工程开工前需全面细化地质勘察作业，摒弃传统粗放式勘察模式，依据基坑开挖范围、场地地形特点、周边建构筑物及地下管线分布情况合理加密勘察点位，分层采集各土层承载力、土层厚度、地下水埋深、渗透系数及不良地质体分布等关键参数，形成数据详实、结论精准的勘察成果，为支护结构设计提供可靠依据。设计人员需杜绝经验化、模板化设计方式，结合现场实际地质条件与基坑开挖深度、跨度参数科学选型支护体系，单一支护结构无法满足施工要求时，优先采用排桩加锚杆、地下连续墙加内支撑等组合支护形式，充分适配复杂施工工况。设计过程中充分考虑土方分层开挖引发的土体应力释放、季节性地下水升降、周边施工荷载扰动等动态影响因素，合理加大结构安全储备系数。同时严格落实设计方案专项审核制度，由施工、监理、第三方技术机构联合开展方案评审，针对结构薄弱部位、防渗短板、受力不合理等问题逐项优化整改，确保最终设计方案贴合现场施工实际，具备极强的可行性与安全性。

3.2 规范现场施工工艺与作业流程

规范现场施工工艺与标准化作业流程，是保障深基坑支护施工质量、规避人为风险的关键环节。施工单位需结合不同支护工艺的技术要求，编制专项精细化施工细则，明确各工序操作参数、质量验收标准及禁忌要求，严格杜绝随意简化工序、违规赶工等现象，从源头规避工艺缺陷引发的安全隐患。排桩支护施工阶段，精准把控桩位放线偏差，严格控制钻孔深度、孔径及垂直度，成孔后及时清孔规避沉渣堆积问题，钢筋笼加工、吊装、对接严格按照规范执行，混凝土分层匀速浇筑并充分振捣，做好桩体养护管控，保障桩体完整性与竖向承载能力。土钉墙施工严格规范钻孔角度、间距及深度，注浆采用低压匀速灌注模式，确保浆液饱满密实，与周边土体紧密结合，混凝土面层喷射厚度均匀、压实度达标。土方开挖严格遵循分层、分段、对称、平衡的作业原则，结合支护结构成型进度匹配开挖节奏，严禁超挖、快挖、掏挖，维持基坑土体应力平衡[4]。施工现场建立原材料进场复检制度，对钢筋、水泥、砂石、注浆液等核心材料严格抽检，不合格材料一律清退。同时落实工序交接验收制度，每道工序经监理验收合格后方可进入下一施工环节，实现全流程质量闭环管控。

3.3 构建精细化动态监测预警体系

构建精细化动态监测预警体系，可实现深基坑施工风险的实时把控、提前预判，有效规避突发性安全事故，从被动隐患整改转变为主动风险防控。施工前期需结合基坑规模、地质特性、周边环境复杂程度科学布设监测点位，全面覆盖支护结构水平位移、竖向沉降、基坑边坡形变、地下水位波动、周边建筑沉降及市政管线变形等核心监测项目，保证监测点位布局均匀、无监测盲区。根据施工进度动态调整监测频次，基坑开挖前期采用常规监测频次，开挖深度持续增加、支护结构受力加大，或遭遇暴雨、大风、高温等恶劣天气及施工工况突变时，及时加密监测频次，缩短数据采集间隔，精准捕捉瞬时变形数据。配备高精度全站仪、水位计、沉降仪等专业监测设备，安排持证专业人员专职负责监测工作，规范数据采集、记录、归档流程，杜绝漏测、误测、数据篡改等问题。每日汇总整理监测数据，开展数据对比与趋势分析，结合工程规范设置三级预警阈值，

一旦数据接近预警标准，立即发布预警信息。建立快速响应处置机制，预警触发后第一时间暂停现场作业，排查隐患成因，通过临时支撑、注浆加固、土方回填等方式整改，隐患复核合格后方可恢复施工。

3.4 强化现场施工精细化管理

强化深基坑施工精细化管理，可有效补齐现场管控短板，稳固工程安全质量防线。施工单位须组建深基坑专项管理团队，配齐技术人员、现场安全员及施工管理员，所有上岗人员均需通过专项培训考核，熟练掌握支护工艺、风险识别及隐患整改标准，持证上岗、依规履职，筑牢人员管理基础。施工前严格执行分级技术交底制度，面向管理层、施工班组及一线作业人员开展分层专项交底，明确各工序施工标准、质量规范、安全风险及防控措施，确保全员熟知作业要求。现场落实全天候巡查管控，紧盯超挖施工、注浆不达标、支护结构偏差、材料违规使用等关键问题，对排查隐患建立专项台账，明确整改责任人、具体措施与完成时限，实现隐患闭环整改。同步推行数字化管控模式，通过施工台账、现场影像留存，实现施工全过程可溯源，有效遏制违规作业。建立施工方案动态管理机制，遭遇地质突变、周边环境变更、设计参数偏差等情况时，立即停工并组织专家优化调整方案，保障方案贴合现场工况。同时压实岗位责任制，将安全质量责任细化到岗、落实到人，配套完善奖惩机制，杜绝管理缺位、责任空转等问题，全面提升深基坑施工规范化、精细化管控质效。

3.5 完善应急保障与风险处置机制

完善应急保障与风险处置机制，是应对深基坑突发险情、遏制风险扩散的重要保障。施工单位需结合项目地质、基坑规模、施工难点及常见风险，编制针对性、可落地的专项应急预案，细化基坑渗漏、边坡滑移、支护开裂、坑底隆起、管线破损等险情的预警标准、处置流程、人员分工及管控要求，杜绝预案形式化、通用化。施工现场足额配齐应急物资与机械设备，常态化储备速凝混凝土、止水沙袋、注浆设备、钢支撑、抽水泵、应急照明等器材，安排专人定期维保补给，保障险情快速投用[5]。项目定期开展全员应急演练，模拟各类突发险情，规范应急操作流程，提升团队应急响应、协同配合与现场处置能力，重点强化汛期、雨季等高危工况应急实训。建立建设、施工、监理及第三方监测多方联动机制，险情发生后即刻启动预案，调配人力物资快速处置、严控风险扩散。处置完成后及时复盘总结，深挖管控短板，优化预案及防控体系，持续补强项目应急处置能力，全面提升深基坑工程安全管控水平。

结束语

综上所述，深基坑支护施工具备高风险、高专业度的特点，是岩土工程施工的核心重难点。当前施工普遍存在设计适配性差、施工工艺不标准、监测体系不完善、现场管理薄弱等问题，极易引发安全隐患。通过优化勘察设计、规范施工工序、搭建动态监测体系、强化现场管控与应急保障等多项措施，可有效化解基坑施工风险，提升支护结构稳定性，保障深基坑工程施工安全有序开展。

参考文献

[1]滕孝基.深基坑支护施工技术在建筑工程中的应用探讨[J].全面腐蚀控制,2026,40(3):400-402.

[2]岳文强.建筑工程深基坑支护施工技术应用分析[J].科技资讯,2026,24(6):130-132.

[3]杨泽龙.建筑工程项目深基坑支护施工技术研究[J].散装水泥,2026,(2):64-66.

[4]张斌寿.深基坑工程施工技术难点及质量风险防控对策[J].科技与创新,2026,(12):123-125+128.

[5]王忠刚,李广新.深基坑支护施工技术在建筑工程主体混凝土结构中的实践探索[J].奥秘,2026,(19):77-79.