

深基坑支护体系设计优化与施工安全风险评估

王 伟

安康市市政园林处 陕西 安康 725000

摘 要: 本文聚焦深基坑工程,先指出支护体系设计要以基坑深度等为前提,分析了现存选型缺乏针对性、参数不合理等问题。接着阐述设计优化要点,包括选型、参数、抗渗排水优化。随后探讨施工安全风险识别,涵盖四大类风险,介绍定性与定量评估方法及结果应用。最后提出协同措施,建立设计与施工协同机制,加强施工过程质量管控,强化现场监测与动态管控,通过多方面举措提升深基坑工程安全性与可靠性,保障施工顺利进行。

关键词: 深基坑; 支护体系; 设计优化; 施工安全; 风险评估

引言: 深基坑工程是城市建设中常见且关键的地下工程类型,其支护体系设计与施工安全风险防控至关重要。支护体系设计需综合考虑多方面因素,确保基坑稳定性,但当前设计存在选型、参数不合理等问题。同时,深基坑施工面临诸多安全风险,准确识别与评估这些风险,并采取有效防控措施是保障施工安全的关键。此外,支护优化与施工安全风险防控需协同推进。本文将深入探讨深基坑支护体系设计优化要点、施工安全风险识别与评估方法,以及两者协同措施,旨在为深基坑工程提供科学、全面的指导,提升工程安全性与可靠性,推动城市建设安全有序发展。

1 深基坑支护体系设计的核心要求与现存问题

深基坑支护体系设计需以基坑深度、地质条件、周边环境为核心前提,兼顾安全性、经济性与施工可行性,核心目标是通过合理的支护结构设计,控制基坑侧壁变形,抵御各类荷载作用,确保基坑施工期间的稳定性。支护体系设计需综合考虑土压力、水压力、基坑开挖深度、支护结构自身强度与刚度等关键因素,避免因设计疏漏导致支护结构失稳、基坑坍塌等问题^[1]。

当前深基坑支护体系设计中存在的主要问题的包括:

(1) 支护结构选型缺乏针对性,未结合具体地质条件与基坑特点选择合适的支护类型,导致支护结构强度、刚度与实际荷载不匹配,要么过度设计造成造价浪费,要么设计不足留下安全隐患;(2) 支护结构参数设计不合理,对土压力计算、支护结构内力分析不够精准,导致支护结构受力不均,易出现局部变形、开裂等问题;(3) 支护体系与开挖工艺衔接不畅,设计方案未充分考虑施工流程与施工难度,导致施工过程中出现支护结构安装困难、施工效率低下等问题,间接增加施工安全风险。

2 深基坑支护体系设计优化要点

2.1 支护结构选型优化

支护结构选型是设计优化的核心环节,需结合基坑深度、地质条件、施工工艺等因素,实现选型的科学性与针对性。不同支护类型的适用范围存在差异,需根据具体工程条件合理选择:对于软土、淤泥质土等地质条件较差、基坑深度较大的场景,可优先选用排桩+锚索支护体系,利用排桩的抗侧移能力与锚索的拉力作用,提升支护体系的整体稳定性;对于地质条件较好、基坑深度适中的场景,可选用土钉墙支护体系,兼具经济性与施工便捷性;对于周边空间受限、对基坑变形控制要求较高的场景,可选用地下连续墙支护体系,其整体性强、抗渗性好,能有效控制基坑变形^[2]。

选型优化过程中,需避免盲目选用高端支护类型,结合工程实际需求,在保证安全的前提下,优先选择施工便捷、造价合理的支护方案,实现安全性与经济性的平衡。同时,需考虑支护结构与后续工程施工的衔接,确保支护体系不影响基坑开挖、基础施工等后续工序的顺利开展。

2.2 支护结构参数优化

支护结构参数的合理性直接影响支护体系的受力性能与稳定性,需针对支护结构的关键参数进行精准优化,主要包括支护结构尺寸、材料强度、锚固参数等。在排桩支护体系中,需优化排桩的桩径、桩距、桩长等参数,根据土压力计算结果,确定合理的桩径与桩距,确保排桩能够有效抵御侧向土压力;桩长需穿透软弱土层,嵌入稳定土层一定深度,提升排桩的抗倾覆、抗滑移能力。

在锚索支护体系中,需优化锚索的长度、直径、间距及张拉应力等参数,锚索长度需根据基坑深度、地质条件确定,确保锚索能够锚固到稳定土层中,张拉应力需控制在合理范围,避免张拉过度导致锚索断裂,或张拉不足影响支护效果。在土钉墙支护体系中,需优化土钉的长度、间距、倾角及注浆参数,确保土钉与土体充分结

合,提升土钉的抗拔力与支护体系的整体性。同时,需优化支护结构的材料选型,在满足强度要求的前提下,优先选用性价比高的材料,降低工程造价。

2.3 支护体系抗渗与排水设计优化

地下水是影响深基坑施工安全的重要因素,若支护体系抗渗、排水设计不合理,易引发基坑突水、管涌等安全隐患,因此需加强支护体系的抗渗与排水设计优化。对于地下水位较高的深基坑工程,需结合地质条件与地下水分布特点,设计合理的抗渗与排水体系,实现地下水的有效控制。

抗渗设计优化可通过优化支护结构的抗渗性能实现,如地下连续墙需保证墙体接头的密封性,排桩支护可增设止水帷幕,采用高压旋喷桩、搅拌桩等方式,形成连续的止水屏障,阻止地下水渗入基坑内部。排水设计优化需结合基坑开挖流程,设置合理的排水系统,可在基坑底部设置排水沟与集水井,及时排出基坑内的积水,降低地下水位,减少水压力对支护体系的作用;对于渗透系数较大的地质条件,可采用降水井降水,将地下水位控制在基坑开挖面以下,确保基坑施工环境干燥、安全。

3 深基坑施工安全风险识别与评估

3.1 施工安全风险识别

深基坑施工安全风险识别需全面覆盖施工全过程,结合支护体系设计特点、施工工艺及现场环境,识别各类潜在的安全风险因素,明确风险来源与表现形式。施工安全风险主要分为支护结构相关风险、基坑开挖相关风险、地下水相关风险及施工操作相关风险四大类。(1)支护结构相关风险主要包括:支护结构安装质量不达标,如排桩浇筑质量不合格、锚索张拉不到位、土钉注浆不饱满等,导致支护结构强度、刚度不足,引发支护结构变形、开裂、失稳;支护结构使用过程中,因受力不均、荷载突变等因素,导致局部结构损坏,进而引发整体失稳。(2)基坑开挖相关风险主要包括:开挖顺序不合理、开挖速度过快,导致基坑侧壁土体受力失衡,引发土体坍塌;开挖过程中未及时进行支护,暴露的土体长期受雨水冲刷、扰动,导致土体软化、坍塌;基坑开挖深度超出设计要求,导致支护体系荷载增加,引发安全隐患。(3)地下水相关风险主要包括:地下水渗透导致基坑突水、管涌,破坏基坑侧壁土体稳定性;地下水位变化过大,导致基坑侧壁土体沉降、变形,影响支护体系安全;抗渗、排水系统失效,导致基坑内积水过多,增加支护体系荷载,引发安全事故。(4)施工操作相关风险主要包括:施工人员违规操作,如违规开挖、违规张拉锚索等;施工设备使用不当,如挖掘机、起重机等设备作业时碰撞支护结构,

导致支护结构损坏;现场管理不到位,未及时排查安全隐患,导致风险隐患扩大^[3]。

3.2 施工安全风险评估方法

深基坑施工安全风险评估需结合风险识别结果,采用科学、合理的评估方法,对各类风险因素的风险等级进行划分,明确重点防控的风险因素。常用的风险评估方法包括定性评估法与定量评估法,可根据工程实际情况,结合两种方法的优点,开展风险评估工作。(1)定性评估法主要通过经验判断、专家咨询等方式,对各类风险因素的发生概率与影响程度进行分析,划分风险等级(一般风险、较大风险、重大风险)。该方法操作简便、耗时较短,适用于风险评估初期,可快速识别重点风险因素。(2)定量评估法主要通过建立数学模型,对风险因素的发生概率、影响程度进行量化分析,计算风险值,根据风险值划分风险等级。常用的定量评估方法包括层次分析法、模糊综合评价法等,该方法评估结果精准、科学,适用于对重点风险因素的深入评估。(3)风险评估过程中,需明确评估指标体系,结合深基坑施工特点,选取支护结构稳定性、基坑变形量、地下水控制效果、施工操作规范性等作为核心评估指标,明确各指标的权重与评价标准,确保评估结果的客观性与准确性。同时,需结合施工进度,动态开展风险评估,及时识别施工过程中新增的风险因素,更新风险评估结果,为风险防控提供依据。

3.3 风险评估结果应用

深基坑施工安全风险评估的核心目的是指导风险防控工作,根据风险评估结果,针对不同等级的风险因素,制定针对性的防控措施,实现风险分级管控。(1)对于重大风险因素,需制定专项防控方案,明确防控责任、防控措施与应急处置措施,加强现场监测与巡查,确保风险得到有效控制;对于较大风险因素,需优化施工方案,加强现场管控,定期开展风险排查,及时消除风险隐患;对于一般风险因素,需加强施工人员安全教育与培训,规范施工操作,避免风险隐患扩大。(2)需将风险评估结果与支护体系设计优化相结合,针对评估中发现的设计不合理之处,及时调整支护结构设计方案,优化设计参数,提升支护体系的安全性与可靠性,从源头降低施工安全风险。此外,需根据风险评估结果,制定应急救援预案,明确应急组织机构、应急响应流程、应急处置措施及应急物资储备,确保发生安全事故时,能够快速、有效开展应急处置工作,降低事故损失。

4 深基坑支护优化与施工安全风险防控的协同措施

4.1 建立设计与施工协同机制

深基坑支护体系设计优化与施工安全风险防控需建立协同机制,确保设计方案与施工实际紧密结合,避免设计与施工脱节导致的安全风险。(1)设计阶段,需充分调研施工现场条件、施工工艺水平,结合施工可行性,优化支护结构设计方案,预留施工调整空间;施工阶段,需及时将施工过程中发现的地质条件变化、施工难点等问题反馈给设计单位,设计单位根据反馈信息,及时调整优化设计方案,确保支护体系适应施工实际需求。(2)施工单位需严格按照优化后的设计方案开展施工,严禁擅自修改设计参数、违规施工,确保支护结构施工质量。设计单位与施工单位需加强沟通协作,共同排查施工过程中的安全风险隐患,针对风险隐患,结合设计方案与施工实际,制定协同防控措施,提升支护体系安全性与施工安全管理水平^[4]。

4.2 加强施工过程质量管控

施工过程质量管控是保障支护体系性能、防控施工安全风险的关键,需从施工材料、施工工艺、施工检测等方面,加强全过程质量管控。(1)施工材料需严格按照设计要求选用,进场前需进行质量检验,确保材料强度、性能符合设计标准,严禁使用不合格材料;施工工艺需严格遵循施工规范与设计要求,优化施工流程,规范施工操作,如排桩浇筑需控制浇筑速度、振捣质量,确保桩体完整性;锚索张拉需严格控制张拉应力与张拉顺序,确保张拉效果;土钉注浆需控制注浆压力、注浆量,确保注浆饱满。(2)施工检测需贯穿施工全过程,定期对支护结构的安装质量、受力性能、变形量等进行检测,如检测排桩的桩身强度、桩位偏差,检测锚索的抗拔力,检测基坑侧壁的变形量等,及时发现施工质量问题与安全隐患,采取针对性的整改措施,确保施工质量与施工安全。

4.3 强化现场监测与动态管控

深基坑施工过程中,需强化现场监测工作,建立完善的监测体系,对基坑变形、支护结构受力、地下水位等关键指标进行实时监测,实现风险动态管控。(1)监测点需根据基坑形状、支护类型、地质条件合理布置,

确保监测点覆盖整个基坑及支护体系,监测频率需结合施工进度与风险等级确定,施工关键阶段需加密监测频率,确保能够及时捕捉风险变化。(2)监测数据需及时整理、分析,建立监测数据台账,对比分析监测数据与设计控制值,若发现监测数据异常,需及时发出预警信号,暂停相关施工工序,排查风险隐患,采取针对性的防控措施,如调整施工进度、加固支护结构、加强排水等,待监测数据恢复正常后,方可恢复施工。同时,需结合监测数据,动态调整风险评估结果与防控措施,确保风险始终处于可控范围^[5]。

结束语

深基坑支护体系设计优化与施工安全风险防控紧密相连、相辅相成。通过科学选型与参数优化支护结构、强化抗渗排水设计,从源头提升支护体系安全性与经济性;全面识别评估施工安全风险,为风险防控提供精准依据。建立设计与施工协同机制,加强施工过程质量管控,强化现场监测与动态管控,形成协同防控合力。只有将设计优化与风险防控贯穿深基坑施工全过程,才能有效应对复杂地质与施工条件,保障基坑施工安全稳定,推动工程建设高质量发展。

参考文献

- [1]左勇,张盼盼,李海庆,庄恒兵,程雪.深基坑地下水控制与支护体系综合施工技术的应用[J].四川建材,2025,51(12):152-154.
- [2]宋业华.深基坑支护方案的评价优选及施工设计研究[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2025(1):017-021.
- [3]王延锋.复杂地质环境下深基坑支护技术的效果评估与优化[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2025(9):001-004.
- [4]宗俊秀.基于深基坑支护的岩土工程安全控制技术研究[J].工程技术研究,2025,10(7):130-132.
- [5]赵荣亮.复杂地质条件下深基坑支护结构优化设计与稳定性分析[J].黑龙江科学,2025,16(24):152-154.