

土木工程基坑支护施工中的安全隐患与对策

文 / 孙尊固 青岛桢唯建设有限公司

摘要: 土木工程施工环境复杂, 尤其是在基坑施工中, 容易出现基坑缘壁坍塌、变形、冒水等问题, 严重影响了施工的效率性和安全性; 开展基坑支护施工成为建筑土木工程建设中最基础的施工内容。本文探讨了基坑支护施工中存在的安全隐患及其成因, 并针对技术、管理、环境和法规多个层面提出了具体的改进对策。文中首先分析了设计不合理、施工技术缺陷、管理不善及外部环境因素四大类安全隐患的具体表现和成因。随后, 从设计优化、施工技术革新、管理措施强化、环境及外部因素应对以及法律法规遵循五个方面, 阐述了提升基坑支护安全性的具体策略。本文为基坑支护施工提供了系统的安全保障措施, 促进土木工程施工安全管理的科学化、规范化。

关键词: 基坑支护; 施工安全; 安全隐患; 风险管理; 土木工程

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2025.06.011

引言

随着我国城市化步伐的逐渐加快, 土木工程的施工技术也在不断的改进和提高, 其中应用最为广泛的就是基坑支护技术, 该技术是使施工周围环境得以安全的重要保证。因此, 相应的施工单位就应该根据施工地段的具体情况来对基坑支护技术进行选择, 从而避免其出现一些不必要的损失, 保证施工人员的生命安全与施工单位的经济效益不会受到损坏^[1]。本文通过对当前基坑支护施工中常见的安全隐患进行系统分析, 并提出相应的对策, 旨在为工程安全管理提供科学的参考依据和实践指导。

一、基坑支护施工中的主要安全隐患

(一) 设计阶段的隐患

基坑支护方案设计的合理性直接关系到施工安全。设计中若未充分考虑基坑深度、宽度及支护类型的适用性, 可能无法有效抵御土壤压力和环境载荷。例如, 在高地下水位条件下, 若选用钢板桩支护却未采取适当防渗措施, 可能引发土体流失, 导致支护失效。此外, 地质勘察数据的不足是常见隐患。若勘察未深入反映地层的物理、化学特性, 设计方案可能无法应对如岩层不稳或隐蔽空洞等地质问题。

支护结构参数选择不当也是隐患之一。例如, 支护墙厚度或钢筋配置未根据实际负载需求设计, 可能无法承受土压力, 导致局部或整体失效。若设计中忽略安全系数的校核, 施工期间风险将大幅增加^[2]。

(二) 施工过程中的隐患

施工阶段隐患主要集中于边坡失稳、地下水处理不当、支护结构施工质量缺陷及设备操作失误。边坡失稳多见于湿度较高或连日降雨后的施工现场, 此时土壤特性改变, 边坡原有的稳定性参数失效, 易引发滑坡或崩塌。

地下水处理不力也是常见问题。排水系统若设计不周或施工不到位, 可能导致基坑内积水, 进一步引发涌水或渗漏, 威胁基坑的整体安全性, 同时增加施工

难度。

支护结构施工质量缺陷通常表现为材料不达标或工艺问题, 例如混凝土浇筑不均、钢筋绑扎不牢等。这些问题会削弱支护结构的承载能力, 导致其在土压力作用下变形甚至崩溃, 严重情况下可能引发坍塌事故。

设备操作不当亦构成重要隐患。施工机械若操作失误或未及时维护, 容易引发设备故障或倾覆事故。例如, 重型机械在不稳固地面上运行可能导致地面塌陷, 对施工人员和周围环境造成直接威胁。

(三) 环境因素带来的隐患

环境因素对基坑支护施工的影响深远, 尤以相邻建筑物的干扰为甚。施工引发的振动和地压变化可能对周边建筑结构造成不良影响, 例如裂缝、倾斜甚至局部损坏。这种隐患在城市密集区尤为显著, 处理不当会带来严重后果。

地下管线的损坏及地面沉降也是施工中不可忽视的风险。未正确识别和保护地下管线可能导致水电中断、燃气泄漏等严重后果; 而由于土体移动或压实不足引发的地面沉降, 可能影响基坑周边环境的稳定性, 甚至危及施工安全^[3] (如图1所示)。



图1 深基坑施工安全隐患

此外，极端天气条件，如暴雨、台风和低温，可能对基坑施工带来多方面威胁。暴雨容易引起地下水位上升和土体软化，导致边坡失稳；台风的强风可能损害临时性支护结构；而极寒条件可能使混凝土等支护材料无法达到设计强度，降低整体稳定性。

（四）管理层面的隐患

管理层面的问题是基坑支护施工隐患的重要来源。施工组织设计的不完善，例如进度安排不合理、资源配置失衡或沟通不畅，容易造成任务冲突或延误，增加事故概率。施工人员安全意识不足则进一步加剧了隐患，当工人缺乏专业培训或对安全规程认识不够时，高风险作业中的失误概率将大大提升，例如忽略个人防护措施。

监测系统不健全或监测数据未被有效利用也是一大隐患。尽管现场安装了先进设备进行数据采集，若未能对监测结果进行及时分析并调整施工策略，潜在风险可能未被发现并持续扩大，直至酿成事故。

二、基坑支护施工中安全隐患的成因分析

（一）技术层面原因

技术层面的原因主要涉及支护技术与实际施工条件之间的匹配问题。不少工程项目采用的基坑支护方案，虽然在理论上符合技术要求，但实际应用时却因未能充分考虑到特定施工条件如土壤类型、水文地质情况及施工空间限制等因素，导致实际效果与预期有较大偏差。此外，基坑施工的技术规范执行不到位也是一大问题。规范的制定往往基于广泛的工程实践和科学研究，旨在确保工程安全和效率。然而，在日常施工中，部分项目管理团队或施工单位可能因时间压力或成本考虑，忽略了这些规范的严格执行，这种疏忽或刻意忽视会直接影响工程安全，增加事故风险。

（二）管理层面原因

从管理层面看，基坑施工中存在的安全隐患往往源于安全管理体系的不健全。这包括安全责任体系不明确、安全监管力度不足、事故隐患排查不彻底等问题。例如，安全管理体系若未能涵盖所有施工环节，或是安全监管人员缺乏必要的权威性和技术力量，都可能导致安全监管的漏洞。此外，风险评估和安全检查若仅仅流于形式，未能真正发挥其应有的作用，也会使得潜在的安全问题难以被及时发现并得到有效控制。

（三）外部环境原因

外部环境因素，如复杂多变的地质条件及周围环境的不可控因素，对基坑支护施工安全同样具有重大影响。地质条件的复杂性可能包括不均匀的土层分布、未预料的地下水流动、地质断裂带等，这些因素都可能在不同程度上影响支护结构的稳定性和安全性^[4]。同时，

施工场地周边环境的变化，如邻近建筑施工活动、交通流量增加等，也可能对基坑施工造成干扰，增加施工难度和风险。

（四）人员因素原因

基坑支护施工的安全也受从业人员的技术水平和安全意识的影响。技术水平和安全意识不足的施工人员，可能无法正确理解和执行施工方案和安全规程，也难以应对施工过程中的突发情况。此外，专业培训和安全教育缺失是人员因素导致安全隐患的另一个重要原因。有效的培训和教育不仅可以提高工人的技术能力，更能增强他们的安全意识，使其在面对潜在危险时能够采取正确的预防和应对措施。

三、土木工程基坑支护施工安全隐患的对策

（一）设计优化

在基坑支护施工中，设计优化需要首先提升地质勘察的精度与广度。具体来说，建议采用综合性勘察技术，如工程地质钻探、标准贯入试验（SPT）以及三维地质建模等多种方法结合，以获取全面的地质信息。这些方法可以帮助准确确定土层分布、承载力参数、地下水位高度等关键指标。例如，基于地质勘察数据，需明确土体黏聚力（c值）和内摩擦角（φ值），这些参数直接决定支护设计中的抗滑稳定性计算。

优化基坑支护方案时，应结合实际工况选用适宜的支护技术。例如，对于软土地基，宜采用深层搅拌桩（DMM）或钢筋混凝土地下连续墙；而在硬质岩石地基上，可考虑锚杆加固技术。支护设计中需严格执行《建筑基坑支护技术规程》（JGJ 120-2012）规定的安全系数和参数校核要求。例如，对于临时性基坑支护系统，安全系数一般取值在1.2~1.5，而永久性结构需不低于1.5。

以下为基坑支护设计中的参数标准示例（见表1）：

表 1 基坑支护设计参数标准示例

参数名称	设计参考值	技术标准
支护结构壁厚	≥ 600mm (地下连续墙)	JGJ 120-2012 第 7.3.2 条
锚杆抗拔力	≥ 200kN (视地层而定)	《锚杆与土钉墙支护施工工艺规范》
安全系数	临时性 1.2-1.5, 永久性 ≥ 1.5	JGJ 120-2012 第 8.1.1 条
混凝土强度等级	不低于 C30 (支护墙)	《混凝土结构设计规范》 (GB50010-2002)

这些参数需在设计阶段严格控制，并通过参数化设计工具进行多次校核，确保其满足实际需求。

（二）施工技术改进

施工阶段需严格控制支护结构的施工质量。在混凝

土浇筑过程中，应采用振捣设备保证混凝土的密实性，同时进行分层浇筑以避免内部气泡的形成。此外，应定期对锚杆、钢支撑等结构构件进行拉力或受力测试，确保其满足设计要求。例如，对于预应力锚索的施工，应在施加预应力后检测其张拉力是否达到设计值的95%以上。

地下水控制与排水技术在施工过程中尤为关键。应使用降水井及明沟排水相结合的方式，将地下水位控制在基坑底部1米以下。同时，在基坑底部设置封闭的防渗层（如旋喷桩或混凝土底板），以避免渗水导致基坑边坡失稳。

实时监测系统是提升施工监控水平的有效手段。可以安装倾斜仪、地表沉降计和地下水位计等监测设备，实时采集数据并通过无线传输到监控中心。例如，基坑水平位移的监控频率可设定为每天两次，异常情况下加密至每小时一次。这种监测方式能够实现对基坑结构动态变化的全面掌控。

（三）管理措施强化

为确保基坑支护施工的安全性，建议构建一个全周期的安全管理体系，依据ISO 45001:2018标准。在项目策划阶段，应编制《基坑支护安全管理手册》，详细规定各阶段的安全管理目标及操作细则。此外，建议设置独立的安全监控小组，负责定期巡查施工现场，确保安全措施得到有效执行。

全生命周期安全检查应包括事前风险评估、施工过程监控及事后审查。利用定量风险分析（QRA）工具进行初步风险评估，制定风险控制计划。根据《建筑施工安全检查标准》（JGJ 59-2011），施工期间应每周至少进行一次综合检查，特别是基坑支护结构和设备运行状态。同时，实行分项工程验收，确保各工序安全标准达标，如锚杆张拉力和混凝土墙体厚度误差控制在规定范围内^[5]。

针对施工人员安全培训，制定层级明确的培训计划。新员工接受至少24小时的安全培训，班组长等关键岗位需进行额外的技术培训。应用虚拟现实（VR）技术，模拟施工现场危险情况，提升培训的实效性，并通过现场考试或实操演练进行成效评估。

（四）环境和外部因素应对

施工前需开展全面的环境影响评估，尤其是在建筑物密集区。建议采用高精度的建筑沉降监测技术，如水准仪或GNSS设备，对周边建筑的变形和沉降进行实时监控。根据《建筑地基基础设计规范》（GB 50007-2011），沉降速率不应超过5mm/天，总沉降量需控制在30mm以内。同时，应根据评估结果编制《基坑施工环境应急预案》，包括应对建筑物沉降、地下管线破裂等突

发事件的具体处理步骤。

极端天气条件下的施工安全需要提前制定防范措施。例如，在多雨季节，需储备高效水泵、防水布和快速硬化水泥以应对暴雨引发的积水问题。在台风预警期间，应停止高空作业并加固基坑支护结构，如在顶部增加锚固件或加强钢支撑。对于可能出现的低温施工条件，可在现场配备混凝土加热设备及防冻剂，以确保支护结构施工质量符合设计要求。

（五）法律法规与行业标准的遵循

基坑施工应严格遵守现行法律法规和行业标准。例如，《建筑基坑支护技术规程》（JGJ 120-2012）明确规定，基坑开挖深度超过5m时，必须采用锚杆或地下连续墙等支护方式。支护结构的抗滑安全系数应符合1.2以上的设计要求。此外，还应参考《施工现场临时用电安全技术规范》（JGJ 46-2005），确保所有电气设备均配备漏电保护器并定期检查。

施工合同中需明确安全责任的分配。建议在合同中增加具体条款，如明确施工单位需承担因支护结构失效导致的经济赔偿责任。条款中还应规定施工单位需按月提交《基坑支护安全报告》，包括施工进度、隐患排查结果及整改措施等内容，以强化合同约束力。

结论

本文全面分析了土木工程基坑支护施工中的安全隐患及其成因，提出了一系列针对性的改进措施。通过设计优化、施工技术改进、管理措施强化、环境与外部因素的应对策略及严格遵守相关法律法规，可以有效提升基坑支护的安全性。文章强调了安全管理体系的重要性，认为通过整合技术革新与管理创新，能够建立更为稳固的安全保障机制。未来研究可以进一步探讨新型支护技术和材料在提升基坑安全性方面的应用，以及如何更好地融合智能化工具和方法，进一步提升基坑施工安全管理的效率与效果。

参考文献

- [1] 王兴晨. 基坑支护施工技术在建筑土木工程中的应用[J]. 居业, 2023, (08): 77-79.
- [2] 金昊鹏. 土木工程施工技术中存在的问题与创新探究[J]. 散装水泥, 2023, (01): 53-55+58.
- [3] 刁宇. 土木工程中深基坑支护技术的应用[J]. 建筑技术开发, 2021, 48(02): 146-147.
- [4] 陈英. 基坑支护施工技术在建筑土木工程中的应用探究[J]. 中国建筑金属结构, 2022, (11): 118-120.
- [5] 周熙琼. 土木工程施工中的基坑支护技术探究[J]. 中国新技术新产品, 2020, (02): 100-101.